

当代西方著名哲学家评传

第五卷 逻辑哲学

山东人民出版社

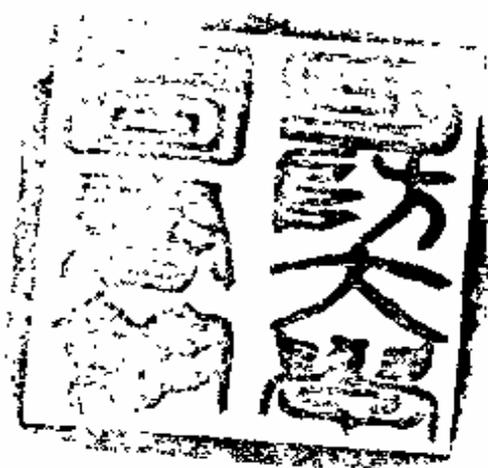


国防大学 2 062 3455 5

当代西方著名哲学家评传

第五卷 逻辑哲学

张尚水 编



山东人民出版社

1996年·济南

当代西方著名哲学家评传编委会名单

主 编 涂纪亮

编委会 (以姓氏笔划为序)

王 炜	王炳文	石毓彬	付乐安	祁秀生
宋慧曾	苏国勋	何兆武	余 涌	张文杰
张尚水	张金言	张家龙	周国平	罗嘉昌
涂纪亮	崔同顺	章士嵘	程立显	滕守尧

当代西方著名哲学家评传

第五卷 逻辑哲学

张尚水 编

*

山东人民出版社出版

(社址：济南经九路胜利大街39号 邮政编码：250001)

山东省新华书店发行 山东新华印刷厂潍坊厂印刷

*

850×1168毫米32开本 12印张 4插页 280千字

1996年1月第1版 1996年1月第1次印刷

印数 1—3000

ISBN 7—209—01833—6

B·93 定价：19.40元

17/15/05

编者的话

《当代西方著名哲学家评传》一书，是以哲学中各个分支学科为单位，对当代最有名的西方哲学家进行专题性研究的学术著作。其目的在于向所有对当代西方哲学有兴趣的科研教学工作者、研究生、大学生以及业余爱好者，介绍每一分支学科的概貌及其代表人物的学术观点。

本书共10卷，每卷侧重于介绍哲学中的一个分支学科。其中包括：语言哲学、心智哲学、科学哲学、道德哲学、逻辑哲学、宗教哲学、历史哲学、艺术哲学、人文哲学和社会哲学。因篇幅有限，本书未能把教育哲学、政治哲学、法律哲学等分支学科包括在内。

每卷的卷首都有一个较长的导论，概括介绍该分支学科的研究范围、历史演变、主要流派、基本观点以及在当代西方哲学中的地位 and 影响等，以便对该分支学科提供一个比较全面、系统的概貌。

每卷从有关分支学科中挑选10名左右最有代表性、最有影响的哲学家，分别对他们的生平和著作、学术观点和学术影响等进行相当详细的论述，并做出适当的评论。为了反映当代西方哲学的最新发展，我们选择的哲学家大部分正活跃于哲学舞台，少数已在二、三十年内去世，只有极少数哲学家死于二次大战之前，由于他们对当代西方哲学的发展有重大影响，不把他们选入就难以反映该分支学科的历史发展。

本书选入的哲学家包罗了当代西方各主要哲学流派的代表人物，其中一部分属于英美的哲学流派，如实用主义、逻辑原子论、逻辑实证主义、日常语言学派、批判理性主义、历史社会学派、科学实在论等；一部分属于欧洲大陆的哲学学派，如现象学、存在主义、结构主义和后结构主义、释义学和法兰克福学派等；还有一部分哲学家不属于以上列举的任何一个学派。

当代西方哲学家往往不限于研究哲学中某一分支学科，而是同时研究几个分支学科。例如，罗素、卡尔纳普、蒯因等人既是著名的逻辑学家，又是有影响的语言哲学家，有的还是科学哲学家。在这种情况下，我们根据哲学家最有成就、最有影响的方面，同时参考各卷人选统筹安排，把他们列入有关的分支学科。例如，我们把罗素列入语言哲学卷，把卡尔纳普和蒯因列入逻辑哲学卷。在语言哲学中，我们侧重于介绍他们的语言哲学观点，在逻辑哲学中，则侧重于介绍他们的逻辑哲学观点。不过也同时兼顾他们在其他方面的观点。

评传的各篇均以客观介绍为主，评论为辅。由于评介的哲学家大多在世，他们的哲学观点仍在发展和变化，因此，这里所介绍和评论的只限于针对业已发表的著作。我们要求撰稿人根据第一手原始资料，尽量作出准确、如实的介绍。在评论方面，编者充分尊重撰稿人的观点，一般不作改动。

对每卷中人名和地名的译名分别作了统一，卷末附有主要人名译名对照表，对学术名词的译名未作统一，因为这往往涉及撰稿人对学术名词的不同理解。

本书编委会由中国社会科学院哲学研究所现代哲学研究室、逻辑研究室、伦理学研究室、西方哲学史研究室和美学研究室、北京大学外国哲学研究所和清华大学思想文化研究所，以及山东人民出版社等单位的有关同志组成，负责本书的选

题、组稿和组织工作。撰稿人主要是北京、上海、武汉等地的科研人员和大学教师，也有个别在国外的博士研究生。本书之得以顺利完成，主要有赖于以上这些同志的协力合作。此外，汝信同志为本书作序，山东人民出版社在出版方面给予大力支持，其责任编辑祁秀生同志作了大量编辑加工。对以上所有这些同志鼎力协助，编者在此深表感谢。

本书“导论”由张尚水撰写。

目 录

导论	(1)
希尔伯特	宋文淦撰 (31)
布劳维尔	张清宇撰 (87)
刘易斯	郑祥福撰 (117)
卡尔纳普	戴月仙 朱水林撰 (145)
塔尔斯基	朱水林撰 (187)
哥德尔	张尚水撰 (227)
蒯因	陈 波撰 (277)
欣迪卡	弓肇祥撰 (327)
主要人名译名对照表	(367)
卷次及内容	

导 论

这一卷的书名称作“逻辑哲学”。那么什么是“逻辑哲学”呢？从负面的意义来说，逻辑哲学不是哲学的一个分支学科，也不是哲学的一个流派。粗略地说，逻辑哲学是一些哲学家和逻辑学家对逻辑科学的哲学问题的探讨和发表的一些哲学看法。用哲学术语来表示，逻辑哲学就是对于逻辑的哲学反思。对于逻辑的哲学反思，可以说，几乎是和逻辑同步产生的。要研究逻辑，就不能不思考和回答诸如逻辑研究对象是什么，逻辑真理的性质，逻辑与其它科学的关系这样的一些问题。这些都是关于逻辑的哲学问题，而古代学者，如古希腊哲学家，就发表过有关这类问题的看法。不过，对逻辑的哲学问题的自觉探究，是随着现代逻辑——数理逻辑的建立和发展，而引发和发展的。逻辑哲学的研究由现代逻辑的发展推动，也和数学基础研究、现代逻辑与现代哲学相互作用，有密切的关系。数理逻辑的创始人莱布尼茨已明确地提出了数理逻辑的指导思想。王浩认为，就数理逻辑的发展来说，莱布尼茨的二个概念有根本的重要性。一是“对所有的可能世界都成立的”理性真理 (truths of reason) 概念。这一概念揭示了一种刻划逻辑真理的富有成果的方法。王浩还希望“找到可能世界的某个自然的观念，使得集合论的真命题被看作是在所有可能世界中都真。”另一重要观念是莱布尼茨强调确实可靠的（不会错的）“形式论证” (formal arguments)。王浩说，机械方法或算法的精确

概念被认为是抓住了莱布尼茨所谓“形式论证”的精髓。^①于1879年发表《概念语言》建立第一个数理逻辑系统的G·弗雷格，也是研究现代意义下逻辑哲学的第一人。

按照我的理解，逻辑哲学包括（或者说，研究）三个方面的问题。首先是关于逻辑这门科学的一些哲学问题：逻辑的研究对象、逻辑的范围（什么是逻辑，什么不是逻辑），逻辑真理的性质、逻辑与其它科学（特别是数学、语言学）的关系，等等。其次是逻辑研究自身提出的哲学问题，如对某些逻辑概念的解释（或者说这些概念的涵义）问题、专名和摹状词的意义问题、逻辑悖论的处理问题，等等。第三是元逻辑研究中提出的哲学问题。下面，我们将就上面提到的几个问题略作介绍。

对于逻辑研究的对象是什么，曾经有过很多不同看法和争论，这种不同的看法的争论，至今没有停息，并且今后还会继续下去。早期的罗素和维特根斯坦认为，逻辑直接以现实世界为对象。“逻辑的特点虽然是更抽象、更普遍，然而逻辑关心实在世界也和动物学一样的真诚。”^②“命题是现实的图象，是我们所设想的现实的模型。”^③按照他们看法，逻辑以现实世界的逻辑结构及其规律为对象。本世纪以来，也有一批逻辑学家认为，逻辑直接以语言为对象。卡尔纳普认为，逻辑即是语言形式，并且是人们可以随意地自由建立的。他说：“在逻辑上，无道德可言。每人都有随意建立他自己的逻辑即他自己的语言形式的自由。”^④当然，主张逻辑直接以语言为对象的人，

① 王浩：《关于K·哥德尔的反思》（英文版），1987年第262—3页。

② 罗素：《数理哲学引论》，商务印书馆，1982年版第159页。

③ 维特根斯坦：《逻辑哲学论》，4.01。

④ 卡尔纳普：《语言的逻辑句法》，伦敦1932年版第51—52页。

他们的观点并不都与卡尔纳普相同。强调逻辑直接以语言为对象，一个重要方面是清除逻辑研究中的心理主义。更为普遍的看法是，逻辑研究有效的推理（形式），提供将有效推理与非有效推理区分开来的系统方法。关于逻辑研究对象的这一定义，它的意思说的很清楚，理解起来没有任何困难。对于一般从事逻辑研究或学习逻辑的人来说，有这样一个定义，就完全足够了。但是作深一层的思考，问题就出来了。一个直接的问题是，逻辑研究的有效推理的那个“形式”，从哲学上看，是什么东西。它是不是一种抽象的实体？它是客观的还是纯粹主观的，等等。奎因曾经这样说到逻辑和数学，“逻辑和数学是联结在一起的。……但是情形确实是，数学真理明显地处理抽象的非语言的事物，如数和函数，而逻辑真理，在“逻辑”一词的合理地有限制的意义上，没有这样的实体作为明确的主题。这是一重要的差别。”^① 那么逻辑真理到底是处理什么呢？哥德尔则不同，他说：“数理逻辑不外是形式逻辑的精确而又完满的塑述，它有两个很不同的方面。一方面，它是不研究数、函数、几何图形等等，而只是研究类、关系、符号的组合等等的一门数学。另一方面，它又是先于所有其它科学的一门科学，包括作为一切科学的基础的概念和原则。正是在第二种意义下，数理逻辑曾首先由莱布尼茨在他的《普遍符号系统》中所构思，它构成了这本著作的中心内容。”^② 按照哥德尔的看法，逻辑不限于研究有效的推理或有效推理的形式，而是要研究构成一切科学的基础的概念和原则。另外，哥德尔认为，“逻辑是（纯粹的）概念的研究”、“逻辑是一种概念

^① 奎因：《逻辑的方法》，哈佛大学出版社 1982 年版第 5 页。

^② 哥德尔：《罗素的数理逻辑》（数理哲学译文集），商务印书馆 1988 年版第 159 页。

的理论”。不过对此他没有发表文章作过明确论述。总之，逻辑的研究对象是什么，是逻辑哲学需要更进一步研究的课题。

关于逻辑真理，也有多种不同的观点。按照莱布尼茨的看法，逻辑真理是必然的真理，逻辑真理是在所有的可能世界中都是真的。维特根斯坦认为，“逻辑的命题是重言式。”^① 这也就是把逻辑真理等同于重言式。这显然是把逻辑真理的范围缩得太小了。因为，按照维特根斯坦的标准，甚至连一阶逻辑的定律也不是重言的，即不是逻辑真理。卡尔纳普提出一种逻辑真理的语言学理论，认为文法和逻辑在根底上是同一的，语言有它自己的文法和它自己的逻辑。按照卡尔纳普的理论，逻辑真理的根据是在语言之中，根据语言的规则为真。蒯因则强烈地批评了卡尔纳普的观点。蒯因在他的《逻辑哲学》一书中，在用三章篇幅说明意义、文法和真理等概念的基础上，专用一章详细解释和讨论逻辑真理。他给逻辑真理下的定义是：“逻辑真理是一这样的语句，通过对特殊词汇的代入，它不可能成为假的。”^② 这个定义是在许多说明的基础上作出的，离开了前面的说明就不好理解。我们引他在《经验论的两个教条》中对逻辑真理所作的说明：“一般地说，逻辑真理就是这样一个陈述，它是真的，而且在给予的除逻辑常项以外的成份以一切不同的解释的情况下，它也仍然是真的。”^③ 这是前一定义的更为直观的说法。简单地说，构成一语句（陈述）的有两类成份：一类是逻辑常项，另一类是特殊词汇。就汉语来说，“并非”，“并且”，“或者”，“如果……则”，“所有”，“有

① 《逻辑哲学论》，6. 1。

② 蒯因：《逻辑哲学》，（“哲学基础丛书”，1970年）第58页。

③ 蒯因：《从逻辑的观点看》，上海译文出版社1987年第21页。

(的)”，这一类词属于逻辑常项，名词、形容词、动词等属于特殊词汇。举例来说，“天正在下雨，或者并非天正在下雨”就是逻辑真理，保持其中的“或者”、“并非”不变，不论用什么语句替换其中的“天正在下雨”，结果总是一真的语句。在逻辑中，用符号公式表示逻辑真理，用“ \neg ”表示“并非”，“ \vee ”表示“或者”，“ P ”表示任意的语句，公式“ $P\vee\neg P$ ”就是一逻辑真理，上述例子是这一逻辑真理的例示。再如，“如果有一动物是有心脏的并且有肾脏的，则有一动物是有心脏的并且有一动物是有肾脏的”，是一逻辑真理。但是，“如果有一动物是有心脏的，并且有一动物是有肾脏的，则有一动物是有心脏的并且有肾脏的”，就不是逻辑真理。因为，保持逻辑常项不变，用别的语句替换其中的成分语句，就可以得到一个假语句，如：“如果有东西是圆的，并且有东西是方的，则有东西是圆的并且是方的”，是一假语句。就奎因对什么是逻辑所持的观点，或者说就他所承认的逻辑来说，他给出的定义，确实是对逻辑真理的一个合适的刻划。但是，对什么是逻辑，逻辑常项的清单中都包括哪些词项，有不同的看法，因此，奎因的定义也不为逻辑学家所普遍接受。莱布尼茨的“逻辑真理是在所有的可能世界都是真的”观点，也有同样的问题。就奎因给逻辑划定的范围来说，逻辑真理是在所有的可能世界中都是真的。但是，超出奎因给逻辑划定的范围，另一些逻辑学家所承认的一部分逻辑真理，则不是在所有的可能世界中都是真的。至于奎因本人，则是反对把逻辑真理说成是“在所有可能世界中都真的”。他认为，这会造成这样一种错误印象，好象逻辑基础依赖于模态逻辑。并且他对模态逻辑持强烈的批判态度。总的说，什么是逻辑真理，没有，看来也不会有一个一致赞同的一般定义。

除了对什么是逻辑真理存在不同的看法，还有对逻辑真理

的性质的争论，这就是，逻辑真理是不是分析的、先验的、必然的。弗雷格认为逻辑和算术的真理是分析的，几何是综合的。罗素有一个时期曾从数学可以归约为逻辑这一论题得出结论，逻辑是综合的。他说：“康德从不怀疑数学命题是综合的。后来看起来逻辑和其它各种真理一样也是综合的。”^① 他后来又改变了看法。逻辑实证主义者则坚定地信奉区分分析命题和综合命题的主张，认为逻辑真理和数学真理是分析的、先验的。奎因则认为，“相信分析的、或以意义为根据而不依赖于事的真理与综合的或以事实为根据的真理之间有根本的区别”，^② 是经验论的一个教条。对经验论的这个教条和另一教条作了尖锐的批判。他在对区分分析和综合的几个根据作了深入的批判分析之后，得出结论说，“分析陈述和综合陈述之间的分界线却一直根本没有划出来。认为有这样一条界线可划，这是经验论者的一个非经验的教条，一个形而上学的信条。”^③ 否定了分析真理和综合真理的区别，自然也就没有逻辑真理是不是分析性的问题。事实上，分析性并不是一个完全明确的概念，它有多种不同的涵义，因此也就很难讨论逻辑真理是不是分析的。哥德尔从“分析的”一词的各式各样的涵义中，挑选了两种值得重视的涵义。“第一，它可以具有纯形式的涵义，即所出现的词项都能够定义（或者用显式，或者用从所在句子中消去它们的规则），达到公理和定理变成同一律的特例而不可证命题变成该规律的否定的地步。按照这种涵义，连整数理论也能证明是分析的，假定要求消去规则允许人们在每一情况下都在有穷步之内实际上做到消去的话。”^④ 这个涵

① 罗素：《数学的原则》，1903年第475页。

②③ 《从逻辑的观点看》第19页、35页。

④ 《罗素的数理逻辑》《数理哲学译文集》第181、182页。

义上，“分析的”等于“重言的”。按这种特定涵义，连一阶逻辑也不是分析的。“第二种涵义，一个命题，如果它成立的‘理由在于其中出现的概念的意义’，就叫做分析的，在此处，这种意义也许可以是不可定义的（就是说，不可还原为任何更根本的东西）。”^①按这种涵义，数学、集合论和逻辑的公理与定理全都是分析的，但不一定因此就“毫无内容”。根据以上所说，关于逻辑真理是不是分析的，我们不一定要在全部真命题中间划一条界线，把它们区分为分析的 and 综合的两类，而后来看逻辑真理是不是分析的；而是可以问，在的分析的一词的各式各样的涵义中，是否有一种涵义，在此涵义下逻辑真理是分析的。关于必然性、先验性也一样。拿必然性来说，明显地存在几种不同涵义的必然性概念，因此不能一般地说逻辑真理是不是必然的，而可以考虑在必然性概念的各种不同的涵义中，是否有某种涵义，在此涵义下，逻辑真理是必然的。

关于什么是逻辑的问题，自然是和什么是逻辑研究的对象、什么是逻辑真理的问题联系在一起。但是，在同样认为逻辑是研究有效推理（形式）的人中间，对什么是逻辑，给逻辑划定的范围，依然是看法不一。

什么是逻辑？这里的问题不是要论述逻辑的本性是什么，而是指一个更具体的问题，即根据何种标准，承认一个系统或理论是逻辑，把它划入逻辑的范围之内，并把其它的系统或理论排斥在这个划定的范围之外，不承认它们是逻辑。有一种观点，认为逻辑就是一阶逻辑，不能在一阶逻辑中定义的任何东西都在逻辑的领域之外。在认为逻辑就是一阶逻辑的人中间，对于是否把等词看作逻辑常项，也存有不同的看法。对此，我们在这里可以不必考虑。蒯因是主张逻辑就是一阶逻辑的代表

^①《罗素的数理逻辑》《数理哲学译文集》第181、182页。

人物。不过蒯因的观点前后曾有很大变化。原先他是弗雷格、罗素和怀特海的逻辑主义的继承者。在1937年的《数理逻辑的新基础》（简记为NF）中，他说：“怀特海和罗素在《数学原理》中表明了可以怎样由逻辑概念构造出集合论、算术、代数和〔数学〕分析的基本概念。”“随之而来的是，每个只由逻辑和数学记号组成的语句就都可以翻译成仅由逻辑记号组成的语句。特别是，所有数学原理都还原为逻辑原理，至少是还原为无需逻辑外的词汇来表述的原理。”认为：“必须承认，产生这一切的那种逻辑是一种比亚里士多德所提供的逻辑更强有力的工具。”^①他认为，这种逻辑“最终借以表达的那些初始概念，都不是标准的传统逻辑概念；可是它们仍然属于会被人们毫不犹豫地划归逻辑的那一类概念。”^②在NF中逻辑包括三个部分：真值函项理论、量化理论和集合论。他的1940年的《数理逻辑》，“象《数学原理》一样把集合论包摄于逻辑之内而不承认其为逻辑之外的一门数学学科。”^③此后，蒯因的观点发生了重大变化。在1953年出版的《从逻辑的观点看》中，他说：“整个逻辑推理发生在一个不预设抽象实体的层次上。这样的推理多半据量化理论来进行，量化理论的定律可以通过不涉及施于类变元的量词的模式来表示。通常用类、关系甚至数来表述的东西，许多都能很容易地在量化理论中，也许加上等词理论，用模式来重新表述。”^④到了1970年，在他的《逻辑哲学》一书中，蒯因就说得更明白：“集合论属于逻辑吗？我要断定不是。”^⑤他认为逻辑与集合论之间“有重要的值得

①②《从逻辑的观点看》第74、75页。

③蒯因：《数理逻辑》（1981版）导论第3页。

④《从逻辑的观点看》第106—107页。

⑤《逻辑哲学》第64页、72页。

澄清的界线。”他说，“实质上的类和关系的理论的确是逻辑，是化了装的纯逻辑。但是，一当我们承认‘ \in ’作为一个真正的谓词，并且承认类作为可量化的变元的值，我们就立即从事实实在在的数学理论……逻辑真理的结构说法把真正的集合论排除在逻辑的领域之外。”^①至于二阶逻辑，蒯因认为是伪装成逻辑的数学，称其为“披着羊皮的集合论”。^②蒯因认为集合论、二阶逻辑是数学而不是逻辑，是基于这样几个理由或标准：第一是完全性，具完全性的系统是逻辑，否则不是；第二是逻辑真理的标准，一个系统的真命题是他所界定的逻辑真理，此系统就属于逻辑，否则不是；第三是本体论的承诺。他认为等词理论属于逻辑，因为加上等词公理的量化理论是完全的，并且“逻辑真理的结构观点是能维持的”。而根据哥德尔的不完全性定理，二阶逻辑和集合论是不完全的，逻辑真理的结构观点把“真正的集合论排除在逻辑的领域之外”。关于完全性，我们放在后面再谈。这里，顺便提及，以逻辑真理作标准是一种乞题，因为蒯因的逻辑真理的定义，就是根据对量化理论的考察和分析而作出的。关于本体论的承诺问题，是指一个理论假定何物存在，或者说，按照那个理论有何物存在的问题。蒯因说：“一般地说，某给定种类的实体为一理论所假定，当且仅当其中某些实体必须算作变元的值，才能使该理中所肯定的那些陈述为真。”^③关于本体论承诺的标准，奎因有一个著名的公式：“存在就是约束变元的值。”^④还有一个格言是，“没有同一性就没有实体”。在一阶逻辑中，只有个体变元是可

① 《逻辑哲学》第64页、72页。

② 参看《逻辑哲学》第66—68页。

③ 《从逻辑的观点看》第95页。

④ 参看《从逻辑的观点看》中译本序第6页。

约束的变元，个体变元以论域中的个体为值，个体是具体对象。一阶逻辑中谓词符号是模式字母，不是可约束的变元。而二阶逻辑和集合论的情形则很不一样。因为二阶逻辑中性质、关系和类都是可约束变元，集合论中的集合是可约束变元，这就有惊人的本体论承诺。蒯因说：“集合论的惊人的存在假定是被狡猾地隐藏在从模式的谓词字母到可量化的集合变元的暗中改变之中了。”^①他认为谓词不是可量化的变元，因此，他不认为有二阶逻辑，并认为集合论是数学。以后，有人用60年代末证明的、刻划了一阶逻辑的重要特征的一条定理，来支持“逻辑就是一阶逻辑”这个观点。一阶逻辑除了我们在前面提到的具有无矛盾性、可靠性和完全性等重要性质外，还有两个重要性质。一个叫（可数）紧致性：一个可数的一阶逻辑公式的集合是可满足的，当且仅当它的每一有穷子集是可满足的。紧致性是哥德尔证明的一阶逻辑的强完全性定理的一个推论。另一叫洛文海姆-斯柯伦性质：如果一个一阶逻辑的公式是在一无穷个体域中可满足的，则它是在一个可数无穷个体域中可满足的。这是两个有重要意义的性质，具有许多重要的应用。林德斯特洛姆证明^②：一阶逻辑是满足可数紧性和洛文海姆-斯柯伦性质的最强的逻辑。塔帕（Tharp, L.）认为，紧致性和洛文海姆-斯柯伦性质就是我们希望一个逻辑具有的性质。林德斯特洛姆的结果证实一阶逻辑就是我们想要的或需要的一切。^③

无可否认，一阶逻辑有许多优点，是一个有高度吸引力的

① 《逻辑哲学》第68页。

② 林德斯特洛姆：《关于初等逻辑的扩张》35卷，1969年版第1—11页。

③ 参看夏皮罗：《无基础主义的基础》，牛津大学出版社1991年版第159、194—5页。

和稳定的领域，但是我们不象提得出确定的论据以表明它是唯一可能的逻辑。因此，逻辑就是一阶逻辑的论断自然为许多学者不赞同。许多著名的学者认为逻辑包括集合论。王浩说，“我倾向于同意戴德金 (Dedekind, R.)，希尔伯特和哥德尔 [的看法]，逻辑包括集合论。”^① 巴威思认为，“使其他的人确信逻辑就是一阶逻辑，而后又使他们确信差不多没有一个现代数学的概念真正能记录在一阶逻辑中，作为逻辑学家，我们是在危害我们的学科。翻翻任何一本现代数学书，人们就会发现一个接一个的概念都不能在一阶逻辑中表达。”^② 巴威思认为，每一数学概念都有自己的逻辑。夏皮罗写了一本关于二阶逻辑的书。这本书除了讲二阶逻辑，还从历史和哲学等多侧面地作了考察和探讨，并对蒯因的观点作了驳辩。他认为，广泛的种种不同的性质都幅集于一阶语义学，这无疑是有重要意义的。根据这样的证据，人们可能称一阶逻辑为一种“自然的”逻辑。但是，我们不应忘记一阶语言的表达力的贫乏。一阶逻辑是重要的，但它并不享有数学的和哲学的逻辑学家的注意独占权。从历史上看，弗雷格、皮亚诺、罗素和希尔伯特等人提出来的逻辑系统都是包括一阶和高阶逻辑在一起的。一阶逻辑只是在 1915 年之后，在 20 年代才独立发展的。^③ 关于本体论问题，夏皮罗说，布劳斯在 1975 年向奎因的二阶逻辑的本体论假定是过份的主张提出了挑战。布劳斯 1984 年和 1985 年的两篇文章建议把二阶量词看作是如在日常语言中的“复数量词”（如英语中的 *there are*），并发展了一种语义学。按照这种语义

① 王浩：《关于哥德尔的反思》第 53 页。

② 巴威思和费弗尔曼编：《模型论逻辑》，1985 年第 5 页。

③ 参看夏皮罗：《无基础主义的基础》第 7 章。

学，二阶变元和量词没有引进超出相应的一阶理论的本体论。^①关于塔帕的主张，夏皮罗说，一个人的证明是另一个人的归谬，林德斯特洛姆的结果确立的是一阶语言太弱。他摘引了王浩的有关论述。^②王浩说：“林德斯特洛姆的定理表明一阶逻辑的高度稳固性的同时也表明了它的局限性。……当我们的兴趣在于集合论或经典分析时，洛文海姆定理通常被看成是一阶逻辑的（往往认为是不可避免的）一种缺点。因此，它所确立的不是一阶逻辑是唯一可能的逻辑，而宁可说是，当我们在某种意义上否认不可数性概念的实在性，并且要求（看来是较小可争论的条件）逻辑的证明是形式地可核查的（即，要可公理化性或紧致性）时，它是唯一可能的逻辑。”^③

主张逻辑就是一阶逻辑的逻辑学家自然也不接受模态逻辑。奎因对模态逻辑在逻辑上存在的困难作了揭露，并认为接受模态概念就会在哲学上导致本质主义和承认潜存的可能事物。对于模态逻辑和沿着同一方向发展的众多逻辑理论，不可避免地引起哲学上的争论。

以上所说的，是从一阶逻辑出发沿两个方向发展的一些情形，引发的问题是由这样发展而建立的系统还是不是逻辑。虽然有的学者把扩展一阶逻辑而建立的系统划出逻辑的范围，但只要承认它们是逻辑，那么它们就都还是正统的逻辑。在这些系统中，命题联结词和量词的逻辑意义，仍是和一阶逻辑相同的。另一类变异逻辑，如多值逻辑、量子逻辑、直觉主义逻辑等等。在这些逻辑中，逻辑常项还是一阶逻辑中的那些，但它们的涵义变了。如在3值逻辑中，一个命题除真和假之外，还

① 夏皮罗：《无基础主义的基础》第201页注32及第9章第1节。

② 《无基础主义的基础》第159页。

③ 王浩：《从数学到哲学》，伦敦1974年版第154页。

有第三个值。因此，对一命题的否定也和一阶逻辑中不一样。在 \exists 值逻辑中，排中律不成立。多值逻辑不仅有3值的，对每一自然数 n ，都可以建立 n 值逻辑，甚至还有无穷多值逻辑。有的学者把多值逻辑看作是抽象代数。直觉主义逻辑却是一种实实在在的逻辑，只不过它不是通常说的逻辑，而是在布劳威尔(Brouwer, E.)的直觉主义基础上建立起来，并为直觉主义者所承认的一种逻辑。布劳威尔的直觉主义主要是关于数学的一种哲学观点。按照布劳威尔看法，数学活动本质上是主观的，就在于数学家个人的心智的构造。基本的构造来源于时间的直观。“当时间进程所造成的贰性(twoness)的对象(subject)，从所有的特殊显象中抽象出来的时候，就产生了数学。所有这些贰性的共同内容所留来的空洞形式〔从 n 到 $n+1$ 的关系〕就变成数学的原始直观，并且由无限反复而造成新的数学对象。”^①数学活动是先于语言的或语言外的活动。对于做数学(doing mathematics)不需要语言。只在记录或者把它从一个数学家的思维传达给另一个人的时候才用到语言。数学思想独立于它的语言外衣，并且当数学思想表达在语言形式中时，它们必定受到扭曲并且失去它们的某些严格性和明晰性。自然数 $0, 1, 2, 3, \dots$ ，是基本构造。还有其它更复杂类型的构造。例如，有的构造能应用于一个或几个基本构造而产生另一个基本构造。更一般地，一个构造能应用于指定种类的零个或多个构造而产生其它的构造。逻辑活动也是一种构造。每一命题都是断定能作出一个满足某些条件的构造。一个证明也是一个构造。在直觉主义逻辑中，命题联结词和量词都有和经典逻辑中不同的全新的解释。例如，拿蕴涵 $p \rightarrow q$ 能够

^① 转引自 M·克莱因：《古今数学思想》，上海科技出版社第4册第311页。

被断定，当且仅当我们有一个构造 r ， r 与证明 p 的任何构造（假定后者是已完成的）一起，就自动地产生一个证明 q 的构造。换句话说， p 的一个证明与 r 一起就作成 q 的一个证明。”^① 而断定“ $p \vee q$ ”，就是有一个构造，它是 p 的一个证明，或者是 q 的一个证明。根据对“ $p \vee q$ ”的这个解释， $p \vee \neg p$ 可能是不可证的。因为我们必须承认这样一种可能性，当我们不能找到 p 的一个证明时，我们可能也同样不能找到 $\neg p$ 的一个证明。 $\neg p$ 的一个证明提供给我们的不仅是 p 是不可证的这一事实，而且是这一事实的一个构造性的证明。因此，在直觉主义逻辑中排中律不普遍成立，不是一条逻辑定律。根据对否定“ \neg ”的直觉主义解释，从 $\neg \neg p$ 得不到 p ，双重否定律 $\neg \neg p \rightarrow p$ 也不成立。直觉主义逻辑不承认反证法。根据对量词的直觉主义解释，从并不是每个对象都没有某个性质，不能得出存在某个对象具有该性质，不承认基于排中律的存在性证明。要证明存在具有某个性质的对象，就必须具体找到（构造出）这样的对象，或者至少给出一个明确的方法怎样找到这样的对象。根据直觉主义对数学和逻辑的看法，二者的关系不是逻辑先于数学，而是逻辑依赖于数学。直觉主义的逻辑是海丁根据布劳威尔的思想在 20 年代末建立起来的。布劳威尔的直觉主义遭到希尔伯特的激烈反对。希尔伯特认为，禁止数学家用排中律，就象禁止天文学家用望远镜或拳击手用拳头一样。按照直觉主义逻辑，数学中就可能存在既不能证明也不能否证的命题。而希尔伯特不止一次说过，“数学中没有 Ignorabimus（不可知）”，深信任何确的数学问题总是可以解决的。1930 年，在哥尼斯堡作的以“逻辑和认识自然”为主题的讲演中，希尔伯特坚定有力地最后说出的一句话是：“我们必须知道！我们

^① 海丁 (Heyting, A.): 《直觉主义引论》，阿姆斯特丹 1956 年第 98 页。

必将知道!”不过,尽管我们不能接受直觉主义的许多哲学观点,研究直觉主义的逻辑还是有意义的。进行这种研究,并不需要接受或承认它的哲学前提。研究构造性的推理和证明,特别是对于数学,有它独特的意义。

要给什么是逻辑划出一道界线,划定一个明确的范围,在语言学与逻辑之间也存在一种复杂的局面。自从50年代以来,一方面是一些语言学家应用数理逻辑的方法研究语言学,从乔姆斯基开始,这方面有一系列的发展。另一方面,一些逻辑学家的研究与自然语言(主要是英语)有密切关系。有的理论,我们可以明确说它是逻辑,如广义量词理论。广义量词理论,除全称量词和存在量词,还研究自然语言中的“多数”、“少数”、“大多数”这一类量词,也包括数学语言特有的一类量词,如“存在可数多个”、“存在不可数多个”等。因为肯定举不出明确的理由,说逻辑只研究全称量词和存在量,实际上,在带等词的一阶逻辑中,就应用全称量词、存在量词和等词,定义“存在至少 \times 个”、“存在至多 \times 个”这样的数量量词。因此,把其它的量词也纳入逻辑是很自然的。但是,对有的理论,要明确说它属于逻辑还是属于语言学,就有一定的困难。

要回答什么是逻辑,给逻辑划定范围,就牵涉到逻辑与其它科学的关系问题,主要是与数学的关系问题。对其它科学,比如物理学和经济学,情况比较清楚,至少到现在为止,还没有出现一个理论是属于物理学还是属于逻辑这样的问题。不容易明确地说逻辑是否已象哥德尔说的那样“包括作为一切科学的基础的概念和原则”,但是逻辑已为其它科学提供区别有效推理和非有效推理的系统方法。与语言学的关系,可以说遇到一点小的麻烦,即对有的理论,不容易划一条明确的界线。在逻辑与数学之间,则划不出一条明确的界线,并且还存这样一

种“矛盾的”的情形：“在形式的意义上，数理逻辑包括数学，因为它包括公理化集合论，而一切数学都可以在形式上归约为集合论。另一方面，我们深知在实际方面数理逻辑只是数学的一个特殊分支，而且事实上时常不被认为是一个主要分支。”^①因此，一个比较合理的看法是，区分“逻辑”一词的广狭几种不同的涵义。第一是最狭义的逻辑，即纯逻辑；逻辑就是带或不带等词的一阶谓词演算或量化理论。第二种意义下的逻辑：相当于通常说的数理逻辑，除纯逻辑外还包括模型论、递归论、公理化集合论和证明论。在这几种理论中，逻辑都是和元逻辑紧密地联系在一起。第三种更广意义的逻辑：除上述的数理逻辑外，还包括通常列入哲学逻辑名下的诸多逻辑理论或系统。即把经典逻辑和非经典逻辑都包括在内。第四种最广义的逻辑，包括归纳逻辑、关于科学发现的逻辑、某种形式的辩证逻辑，等等，都划入逻辑范围之内。我们通常不认为辩证逻辑是逻辑，因为它确实不是较狭意义下的逻辑，但没有绝对的意义说它不是一种逻辑。

逻辑哲学要研究的第二方面的问题，是有关一个逻辑理论所研究的概念和问题提出来的哲学问题。这一类哲学问题相当多，在这篇短文中我们不可能对有关的问题都作简要的说明。下面我们提出其中的几个问题略作说明。

首先是逻辑研究的基本概念命题联结词和量词的涵义和解释问题。命题联结词和量词是逻辑研究的基本概念，对这些概念必须有明确的理解，才能提出对于这些概念的公理或规则，建立关于这些概念的逻辑理论或系统。这方面争论最多的是联结词“如果，则”的意义问题。在真值函项理论（命题演算）中，用符号“ \rightarrow ”表示“如果，则”，即把“如果 A，则 B”表示为“ $A \rightarrow B$ ”。“如

^① 《从数学到哲学》第 21 页。

果 A, 则 B”表示“A”与“B”之间有蕴涵关系, 即“A 蕴涵 B”。日常语言中, 一个词的意义往往是不完全明确的, 有时甚至是非常复杂的, 牵涉及到使用时的上下文, 以至说出一个词时的主观心理因素等等。符号“ \rightarrow ”是“如果, 则”在真值方面的意义的一种抽象, 它的意义是严格确定的。它只涉及命题的真假和命题间的真假关系, 而不涉及命题的具体内容、意义等因素。“ $A \rightarrow B$ ”的真假完全由 A 和 B 的真假决定, 而和 A、B 的内容、A 与 B 之间有意义方面的或其它的联系完全无关。只在 A 真并且 B 假时, “ $A \rightarrow B$ ”是假的, 在 A 和 B 的其它三种真假情况下, “ $A \rightarrow B$ ”都真。为与其它蕴涵概念相区别, 符号“ \rightarrow ”表达的蕴涵关系称为实质蕴涵。按照实质蕴涵, 象“如果 $2 + 2 = 5$, 则雪是黑的”也认为是真的。而“ $A \rightarrow (B \rightarrow A)$ ”和“ $\neg A \rightarrow (A \rightarrow B)$ ”都是常真的, 是真值函项理论中的定律。通常说前一公式表示, 一真命题为任何命题所蕴涵, 后一公式表示一假命题蕴涵任何命题。有的逻辑学家认为, 这些都是不自然的, 违反人们的日常常识和直觉的, 并把上面的二公式和类似的公式叫做“实质蕴涵怪论”。他们认为实质蕴涵与日常语言中的“如果, 则”意义差别太大, 要用更符合“如果, 则”的原意的蕴涵代替实质蕴。这方面, 首先提出来的是严格蕴涵。刘易斯用符号“ \supset ”表示严格蕴涵。“ $A \supset B$ ”的涵义是“不可能 A 真而 B 假。”用“ \diamond ”表示可能, “ $A \supset B$ ”就可以定义为“ $\neg \diamond (A \wedge \neg B)$ ”。严格蕴涵不是真值函项, “ $A \supset B$ ”的真假不是直接由 A 和 B 的真假决定的。“A 严格蕴涵 B”意味着 A 与 B 之间有一种必然性的联系。严格蕴涵比实质蕴涵强。“A 严格蕴涵 B”, 则“A 实质蕴涵 B”; 反过来不成立。严格蕴涵可以用模态词来定义, 基于严格蕴涵建立的逻辑系统是模态逻辑。刘易斯是现代模态逻辑研究的创始人。严格蕴涵同样遭到一些逻辑学家的批评。在严格蕴涵的演算系统中, 有下面一类定理(符号“ \Box ”表示必然): $\Box A \rightarrow (B \supset A)$, $\neg \diamond A \rightarrow (A \supset B)$ 。

前者表示“必然命题为任一命题所严格蕴涵”，后者表示“不可能命题严格蕴涵任一命题”。这一类定理被称为“严格蕴涵怪论”。他们认为，“ $A \supset B$ ”，由上述“怪论”，A与B可以是不相干的。在他们看来，“A蕴涵B”，A与B必须是相干的，A与B之间必须有某种意义上的联系。于是提出了一个“相干蕴涵”概念，建立了相干逻辑。何谓“A与B相干”？在相干逻辑中有一条原理，“A相干蕴涵B”，则A与B必含有共同的命题变元；或者说，A与B相干的必要条件，是A与B有共同的命题变元。这样，当A和B（至少其中一个）是复合命题时，我们不难判别二者是否相干；但是，当A和B都是简单命题时，如何判别二者是否相干呢？这就说不清了。此外，还有直觉主义的蕴涵以及其它的蕴涵概念，每一个蕴涵概念都有相应的逻辑系统。因此，如何理解联结词“如果，则”的逻辑意义是一个颇为复杂的问题。严格蕴涵、相干蕴涵概念的提出，都是为了更好地表达“如果，则”的逻辑意义，为了更符合“如果，则”的原意的。那么哪一个蕴涵概念更好或更合适呢？逻辑学者的观点不同，各有各的看法。但是，从使用上说，实质蕴涵是最方便的。我们举个例子来说，假定在1994年彼得堡友好运动会撑杆跳高比赛进行之前，有甲乙两人议论布勃卡能否越过6.10米高的横杆，甲对乙说：“如果布勃卡能越过6.10高的横杆，我请你到全聚德去吃烤鸭”。结果是布勃卡没有越过6.10米高的横杆，也没有去吃烤鸭。你说甲说的那个句子是真的还是假的？按照实质蕴涵，很简单，甲说的是真的。但是，按照严格蕴涵、相干蕴涵来看，大概得说，甲说的话不是严格蕴涵、不是相干蕴涵，是无法根据严格蕴涵、相干蕴涵来说甲说的那个句子的真假的。塔斯基在半个多世纪前说过：“实质蕴涵在简便方面必定超过任何其它的蕴涵理论，这一点在今天几乎已经成为定论。而且，我们必须记住：正是建筑在这个简单的实质蕴涵上面的逻辑学，已经证明是最复杂精细的

数学推理的满意的基础。”^① 塔斯基的论断,今天看来仍然是正确的。关于相干逻辑,一本1991年出版的书中专门讲“相干”的一章的引言说:“不过,‘相干’观念的实际发展是集中在形式的和公理学的方面,而不是在语义学方面。相干逻辑似乎缺乏具体的应用——它们确实对数学不相干。”^② 以上说的只是关于联结词“如果,则”意义问题,说明它是一个复杂问题,仍然是逻辑哲学需要进一步研究的问题。至于有关模态逻辑、相干逻辑的哲学问题,特别是模态逻辑有许多深刻的哲学问题,更是逻辑哲学研究的重要课题。

上面我们只是讲了一个逻辑的基本概念的问题。除了联结词“并且”的性质比较简单,联结词“并非”、“或者”和量词都存在理解和解释的问题。

逻辑自然还要研究其它的概念。哥德尔就称英语的定冠词“the”(“那个”)为“基本的逻辑概念”“那个”这个概念的问题也就是限定的摹状词问题。一个限定的摹状词是一个这种形式的词组:“那个某某”。关于摹状词(下面所谈的,只涉及限定的摹状词,故省去形容词“限定的”),弗格雷提出了一种理论。弗雷格把通常说的专名和摹状词通称为“专名”。他说:“专名(语词,符号,符号组合,表达式)表达其涵义,意指或指称其所指。我们使用符号来表达其意义并指称其所指。”^③

① 塔斯基:《逻辑与演绎科学方法论导论》,商务印书馆1963年版第25页。

② J·P·克里维《诸逻辑研究》牛津大学出版社1991年版第286页。

③ 弗雷格:《论意义和所指》,《现代西方哲学论著选读》,北京大学出版社,1992年版第301页。

* 关于弗雷格使用的 Sinn 和 Bedeutung 这两个术语,尤其后者,如何准确理解和翻译,存在不同的意见。Sinn 在英语中译为 Sense, Bedeutung 则有多种译法。这里所引的译文,把 Sinn 译为“意义”。但在中文的逻辑文献中,通常译作“涵义”,这里也改用“涵义”一词。

一个专名（符号、表达式）的所指是我们用它指称的对象。用通常的说法，一个专名的所指是它所命名的那个对象。弗雷格认为，除了所指，专名还有涵义。他举一个三角形的例子作说明。一个三角形的三条中线 a ， b ，和 c 相交于一点。表达式“ a 和 b 的交点”与表达式“ b 和 c 的交点”的所指是相同的，指同一个点。但它们的表达方式即涵义是不同的。一个专名的涵义即指它的表达方式或指称事物的方式。弗雷格指出，有一类名称，具有涵义而没有所指。把握了一种涵义，我们并不能确保其必有所指。他认为这种情况出现于不完善的自然语言中，而在完善的语言中则不应出现。弗雷格还把专名的涵义和所指的理论推广到陈述句，认为每一陈述句也有涵义和所指。一个句子的涵义即是它所含有（表达）的思想。一个句子的所指是它的真值。“所谓句子的真值，我是指句子为真或为假的情况。此外别无真值。为简便计，我称一值为真，另一值为假。因此每个与其语词的所指有关的陈述句都可以被看作一个专名，而其所指（如果有的话）则或者为真，或者为假。”^②他认为，所有的真句子都有同一所指——真，所有的假句子也都有同一所指——假。也有一些句子，虽有涵义而无所指，正如一些句子里的有些成分是有涵义而无所指一样。那些包含无所指的专名的句子就属于这类句子。关于句子的真值，弗雷格还提出了一个著名的外延论题：句子中的“一个语词被另一个具有同一所指的语词替换时，句子的真值保持不变。……一个句子包含另含另外一个句子作为它的部分，其真值在这个部分被另一个具有相同真值的句子替换时，必然保持不变。”^③但是，存在这样的情况，它们不符合外延论的条件，因此不适用

^② 弗雷格：《论意义与所指》第 303 页。

^③ 同上书第 305 页。

外延论题。这些情况包括整个句子或其部分为直接或间接的引语，句子中包含内涵概念如表示命题态度的“相信”、“知道”这一类语词，等等。对外延论题不适用的种种情况，弗雷格作了深入的分析，实际上开创了内涵逻辑的研究。

罗素提出的理论则和弗雷格的不同。罗素严格区分名字和摹状词。他认为，一个名字是乃是一个简单的符号，它的意义是只能作为主词出现的东西，即“个体”。一个名字直接指一个个体，这个个体就是它的意义，并且凭它自身而有这意义，与所有其它的字的意义无关。如名字“斯科特”是一个简单的符号，虽然有它的部分（亦即，“斯”、“科”、“特”），这些部分的意义与这名字的意义无关。^① 并且“如果‘a’是一个名字，它必指某个东西，不指任何东西的不是一个名字。”^② “一个摹状词由几个字组成，这些字的意义已经确定，摹状词所有的意义都是从这意义而来。”^③ 如摹状词“那个写《瓦弗利》的人”不是一个简单的符号，构成这个词组的部分是符号，且有它们自己的意义，在整词组中，它们的意义完全保留。一个摹状词只是摹状一个对象，而不是指称一个对象。“‘《瓦弗利》的作者’什么也不指。”^④ 因为摹状词不指称个体，罗素认为，在孤立状态下的摹状词不具有意义，是一个“不完全的符号”。但是在一个句子，一个摹状词不会因为它不摹状任何东西而变成没有意义。罗素还进一步区别逻辑专名和普通专名。只有逻辑专名才是真正的专名。他认为，真正的专名“应该表示某种我们直接所觉得到的东西。”因此，只有“this”（这个）、“that”（那

① 罗素：《数理哲学引论》第161、162页。

② 《数理哲学导引》第168页。

③ 同上书第164页。

④ 罗素：《我的哲学的发展》，商务印书馆1982年版第75页。

个)等少数几字是逻辑专名,因为这些字的意义在不同的情形下可以改变,只有在亲历的现场才能用它们指示对象,它们的意义是直接所指的那个对象。象苏格拉底、柏拉图等名字,看来是名字其实都是摹状词。“如果有人提起了苏格拉底,而且你在以前从来没有听见说过他,你就可以去查百科全书,就以你所查得来的做苏格拉底这个名字的定义。那样,认真说来,‘苏格拉底’对于你就不是一个名字,而是一个代替的东西,代替了摹状词。”^①

不过罗素注意的重点不在名字或专名,他主要关心的是的摹状词、有摹状词出现的语句的意义问题。他将名字同摹状词进行对比,固然阐明了名字的逻辑性质,更在于强调摹状词与名字的区别,阐明摹状词的逻辑特性,从而提出一套处理方法。罗素认为,一个摹状词完全没有指称什么东西,而只是只在上下文中有意义,一个有摹状词出现的语句为真有两个条件:一是摹状词描述的对象存在,二是摹状词描述的对象唯一;如果一个摹状词描述的对象不存在或不唯一,含有此摹状词的句子就假。例如,“那个写《瓦弗利》的人是斯科特”就被定义为:“至少有一个人写《瓦弗利》,至多有一个人写《瓦弗利》,并且谁要写了《瓦弗利》谁就是斯科特。”这个定义的意思就是,包含有摹状词“那个写《瓦弗利》的人”的语句,严格说来不断定关于斯科特的任何东西(因为它没有包含指称斯科特的成分),而只是以绕弯子的方式断定了有关在摹状词中出现的概念的某种东西。根据罗素的这个分析,一个摹状词即使它所描述的对象不存在,也可以有意义地加以应用,例如,“那个法国当今的国王是秃子”。只是,“那个法国当今的国王”不存在,包含这个摹状词的句子是假的。罗素指出,当

^① 罗素:《我的哲学的发展》第152页。

摹状词出现于语句中，必须分别所谓“主要的出现”和“次要的出现”。这是针对象“那个法国当今的国王不是秃子”这一类语句提出来的，因为对这个语句可作两种不同的分析。一种分析是，我们原有“x是秃子”，然后以“那个法国当今的国王”代入x，然后再否定这个结果，那么“那个法国当今的国王”的出现是次要的，并且语句为真；另一种分析是，我们原有的是“x不是秃子”，而后代以“1905年的法国国王”，那么“那个法国当今的国王”的出现是主要的，并且命题为假。他认为，“有关摹状词的谬误都源于对主要的和次要的出现的混淆不清。”^① 根据他对摹状词的分析，罗素建立了关于摹状词的系统的逻辑理论。这是他对逻辑作出的重要贡献之一。关于罗素的摹状词理论，哥德尔曾说：“罗素不把解释摹状词的全部问题看成是单纯语言方便的事情，而看成是正确和错误的问题，……至于逻辑意义问题，我不能不感到由弗雷格的令人费解的结论（指：“所有真语句有同一的意义（所有假语句也如此”——引者）所提出的问题只是被罗素的摹状词理论回避过去了，在这一理论背后尚有一些东西没有完全弄清。”“看来是由纯形式的方面，人们才喜欢罗素的摹状词理论。”^② 这里还存在需要进一步研究的问题。

罗素还认为，他的摹状词理论“还弄明白了‘存在’是什么意思”^③，解决了一个本体论方面的问题。他说：梅农“曾经指出，我们可以提出一些命题来，其逻辑的主辞是‘金山’，虽则金山并不存在。他的持论是，如果你说金山并不存在，显然你所说的有一种东西是不存在的，也就是说，金山；所以金

^① 《数理哲学导论》第169页。

^② 哥德尔：《罗素的数理逻辑》（数理哲学译文集）第164页。

^③ 《我的哲学的发展》第75页。

山一定是存在于柏拉图哲学里某种渺茫的有的世界之中，因为，若不是如此，你那个金山不存在的命题就是没有意义的。”^①但是根据摹状词理论，“虽然‘金山’在文法上可以是一个有意义的命题的主辞，这样一个命题，如果正确地分析了以后，就没有这样一个主辞了。”^②因此，主张“金山”，“圆的方”等等“必是某种逻辑上的实在”的理由就被消解了。

弗雷格和罗素关于专名和摹状词的观点，有许多不同之点，但有一点是基本相同的，即二人都认为，专名（罗素说的“逻辑专名”除外），特别是象“苏格拉底”、“亚里士多德”这样的名字，是摹状词的一种缩写。因此后来有一种流行的看法，把弗雷格和罗素的理论称为专名的摹状词理论。反对专名的摹状词理论，克里普克提出了历史的因果的命名理论。克里普克把专名和摹状词都叫做指示词，但又将二者作了严格的区别，认为专名是严格的指示词，摹状词是非严格的或偶然的指示词。关于严格的与非严格的指示的区分，克里普克说：“如果一个指示词在每一个可能的世界中都指示同一个对象，我们就称之为严格的指示词，否则就称之为非严格的或偶然的指示词。我们当然不要求对象在所有可能世界中存在。”^③他举例对此作了说明：“虽然一个不是1970年美国总统的人有可能是1970年的美国总统（例如汉弗莱就有可能如此），但决没有一个不是尼克松的人可能成为尼克松。同样地，如果一个指示词在对象存在的任何地方都指示这个对象，那么，这个指示词就严格地指示了这个对象。而且，如果这个对象是一个必然的存在，那么这个指示词就可以被称作强严格指示词。例如，1970年的美国总统指示了某个特定的人，即尼克松；但是另一个人

①② 《我的哲学的发展》第74—75页。

③ 克里普克：《命名与必然性》，上海译文出版社1988年版第49页。

(例如汉弗莱)有可能成为1970年的美国总统,而尼克松则可能不成为1970年的美国总统,因此这个指示词就不是严格的。”“专名是严格的指示词,因为虽然这个人(指尼克松)可能没有成为总统,但他不能不成其为尼克松(虽然他有可能不叫‘尼克松’)。”^①克里普克认为,一个专名直接指称一个对象,并且在这个对象存在的任何地方都指称这个对象,专名指称的对象是固定的,不论尼克松是还是不是1970年的美国总统,“尼克松”总指称尼克松其人。专名没有涵义或内涵,不具有某种规定其指称的意义。专名指称对象是命名问题,与关于一个对象的摹状词无关。对一个专名怎样指称一个对象,他提出了一套历史的、因果的命名理论。克里普克对专名的摹状词理论作了系统的批评。

对于专名与摹状词的问题,我认为有一些需要进一步澄清和研究的问题。首先,所谓弗雷格和罗素的“专名的摹状词理论”^②的提法是可怀疑的。至少是过于简单化了的。弗雷格固然不区分专名和摹状词,罗素则不然。按照罗素的看法,一个专名直接指示一个个体,不直接指示一个个体的符号不是专名,而摹状词是描述对象而不是指称对象。其次,弗雷格和罗素主要是从逻辑的方面或角度研究专名和摹状词。弗雷格提出涵义和所指的理论,是由于在他的《概念语言》中,把“ \equiv ”理解为在表达式之间内容同一的一个符号,而这种“内容同一”的说法存在逻辑上困难。^③还有,存在一些他的外延论题不适用的情形,对此需要有一种理论加以说明。而罗素则重在

^① 克里普克:《命名与必然性》第50页。

^② 除克里普克的著作,其它如苏珊·哈克的《诸逻辑的哲学》,陈波的《逻辑哲学引论》,以及一些文章,均持此说。

^③ 参看张家龙:《数理逻辑发展史》,社会科学文献出版社1993年版第127—8页。

建立处理摹状词的系统的逻辑理论。但是，专名和摹状词不只是逻辑要加研究的对象，它也是语言哲学中意义理论研究的一个主题，人们就往往把克里普克的理论归入语言哲学的范围之内。这两方面的研究是有联系的、以至相互交叉的，但不是同一的。

逻辑研究的概念和问题中，需要进行哲学分析和引起哲学争论的问题很多，特别非经典逻辑的每一分支学科，看来都有哲学方面的问题，都属于逻辑哲学研究的第二方面的问题范围之内。我们这里不再作一一介绍。下面简单讲一讲逻辑哲学需要研究的第三方面的问题，即元逻辑研究中提出的哲学问题。我们在这里提出两个这方面的问题。

第一个问题是，在元逻辑研究中对超穷推理应抱何种认识论态度问题。元逻辑是研整个逻辑形式系统的性质的。前面提到一阶逻辑具有完全性和无矛盾性，紧致性和洛文海姆—斯柯伦性质，也是一阶逻辑具有的性质。这里的问题是，在进行元逻辑研究时，什么方法是可使用的，什么方法是不允许使用的。元逻辑研究受希尔伯特计划推动。希尔伯特计划（参看本卷中《D·希尔伯特》一文）的目的是证明算术和数学分析的一致性（无矛盾性），从而保卫古典数学。具体做法是把一个有内容的数学理论（比如算术，即初等数论）形式化，构成一个形式系统，然后证明该系统是一致的。在把有内容的数学理论形式化时，同时把数学研究中所用的逻辑也形式化，包括在一个形式系统之中。那时已有一阶逻辑的形式系统，形式化在一阶逻辑的框架中实行。形式系统的一致性证明是在另一个有内容的元理论（元数学）中进行的。在证明形式系统的一致性时，希尔伯特对元数学中所允许使用的方法，作了非常严格的限制，只允许使用有穷性的方法。当时在元数学（包括元逻辑）研究中，普遍持这一态度。但是，哥德尔在证明一阶逻辑

的完全性时，使用了排中律和一条无穷引理，都是不符合有穷性要求的。哥德尔指出：一阶逻辑的任何完全性证明都肯定包含非有穷的推论。他在1967年12月和1968年3月给王浩的两封信中，强调说明了他的哲学观点，他对非有穷推理的客观主义态度对于他的科学发现的重要意义。^①

第二个问题是形式化方法的作用、意义及其局限，数理逻辑的某些重要结果的哲学意义。关于形式化方法的作用和意义，可以列举好多条，我们可以最概括地说，没有形式化方法，就没有数理逻辑的发展，就没20世整个逻辑科学的发展。但是，形式化方法的作用和意义，又绝不是限于逻辑科学本身，对其它科学、特别是数学和计算机科学，有重要的应用和意义。这里举一个例子，希尔伯特第10问题的解决。所谓希尔伯特问题是指希尔伯特在1900年巴黎第2届国际数学家代表会上的讲演中所列的23个问题。这23个问题对20世纪的数学发展起了重要作用。哪位数学家解决其中一个问题，都是对数学发展的重要贡献，“他就能在数学家集体中取得一个荣誉的地位”。^② 第10问题是：“丢番图方程可解性的判别 给定了一个有任意个未知数的、系数为有理整数的丢番图方程，试设计一种方法，根据这种方法可以通过有限步运算来判别该方程是否有有理整数解。”^③ 这里说的方法是一种机械方法（算法），第一步做什么，下一步做什么，等等，都是明确规定好了的，做的时候是不用动脑子的，机械地执行就是了。如果存在希尔伯特设想的方法，你把它找到（设计出来）就是了。

① 王浩：《从数学到哲学》第8—11页。参看本卷《库·哥德尔》一文第3部分。

② H·外耳：《大卫·希尔伯特及其数学工作》（《数学史译文集》，上海科技出版社第36页。

③ D·希尔伯特：《数学问题》（《数学史译文集》第71页。

但事实是证明不存在这样的方法。而要证明不存在这样的方法，首先要有机械方法的精确概念，要给出机械方法的严格精确的定义。30年代，逻辑学家给出了机械方法这个直观概念的几种精确刻划，即给出了可计算性（算法）概念的几种严格定义，这些定义是等价的。60年代，基于可计算性理论，几位逻辑学家的共同工作，证明希尔伯特第10问题是不可解的，即希尔伯特设想的那种方法是没有的。这个结果是60年代10大数学成果之一。表明形式化方法的局限的，有好多个重要的元逻辑定理，最著名的是哥德尔不完全性定理（参看本卷《库·哥德尔》一文第二部分）。当然，这个定理“重要意义不在于它表明形式化方法的局限性，这是数理逻辑中最重要成果，A·莫斯托夫斯基（Mostowski, A.）称它是一个思想宝库，数理逻辑一系列重要研究和发展都是在这个定理的基础上展开的。这个定理是说，一个内容适当丰富的一致形式系统（如把初等数论形式化而得的系统）是不完全的，并且是不可完全的。也就是说，在这样的系统中存在真的但不能证明的命题。根据这个定理，不可能把一个有内容的数学理论形式化，使得这个理论的全部真命题（实际是指在形式系统中表达这些真命题的公式）都在这个系统可证明。这就表明了形式化方法的一种内在的局限。对这个定理的哲学意义，哲学家们作出了不同的解释，得出了不同的结论，其中主要有两种。一种是从不完全性定理得出不可知论的结论，认为根据这个定理，存在不可认识的数学真理。从不完全性定理当然得不出这样的结论，它只是证明了，相对于一个系统来说，存在真的而不可证明的命题；而不是证明，存在绝对不可证明的真的数学命题。在一个系统中是不可证的，在另一个更强的系统中是可证的。至于是否存在绝对不可判定的命题，即一个命题及其否定都是不证明的，那是需要另外证明的。希尔伯特认为，数学中没有不可

知！从不完全性定理得出的另一个结论是，人的思维超过所有的机器。哥德尔本人认为，不完全性定本身没有蕴涵这个结论，需要增加补充的前提。^① 总之，数理逻辑的一些重要结果，有深刻的哲学意义，很值得也很需要作这方面研究。

上面，我们从三个不同方面，举出一些例子，说明逻辑哲学所研究的问题，从而对逻辑哲学可以有一个粗浅的理解。最后，就列入本卷的“著名哲学家”作一点简单说明。我在前面曾表示过一个看法，逻辑哲学不是哲学的一个分支，也不是哲学中的一个流派。因此，也没有逻辑哲学家，至少现在还没有专门研究逻辑哲学而可以名家的学者。列本卷的，有哲学家，也有逻辑学家和数学家。他们都是著名的学者，有的则不止是著名的，而且是伟大的。这些学者都对 20 世纪逻辑的发展有重要贡献乃至最重要的贡献，或者对逻辑的发展起过重大影响，并且他们对逻辑哲学研究的问题，发表过值得重视的思想。当然，值得从逻辑哲学的视角去研究的著名学者，不止是已被列入本卷的各位。特别值得提出的学者有 G. 弗雷格，B. 罗素，L. 维特根斯坦，A. 丘奇 (A. Church)，冯赖特 (von Wright, G. H.) 以及 S. 克里普克。这些学者没有列入本卷有几种不同原因，有的学者的评传已编入《西方著名哲学家评传》那套书中了，有的已编入《语言哲学》卷中；而有的则是由于没有约请到撰稿人，或者是已请人撰写，但因故未能撰写，最遗憾的是没有弗雷格的评传。

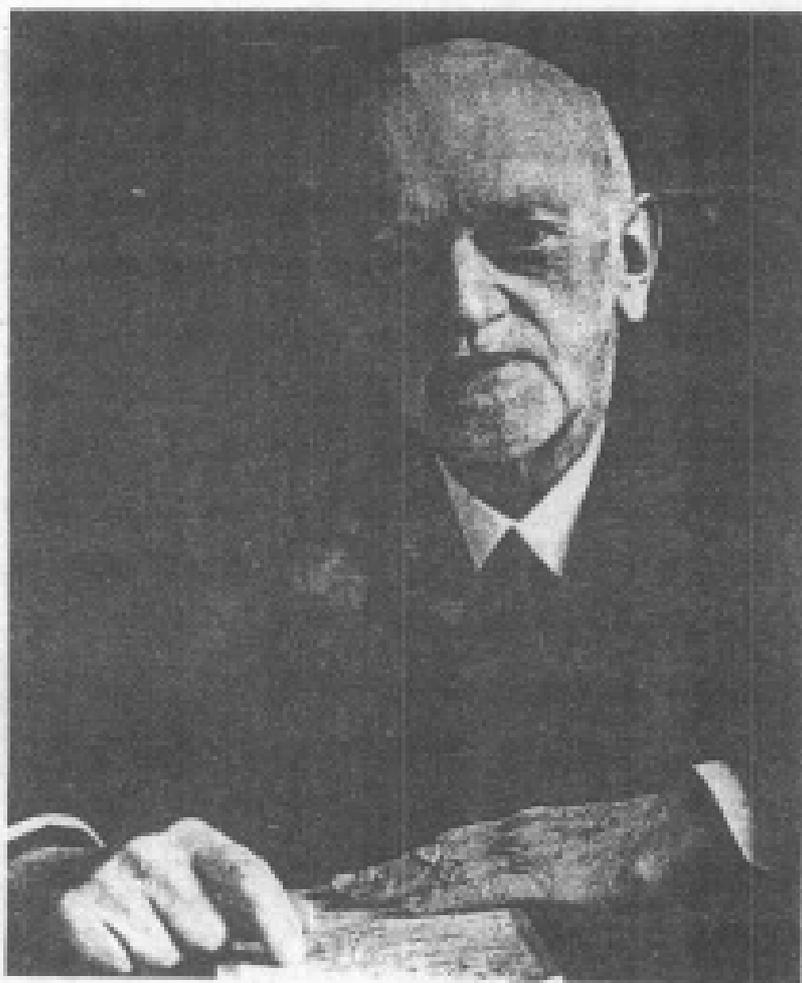
^① 参看《从数学到哲学》第 324—326 页；《关于 K·哥德尔的反思》第 197 页。

希尔伯特

宋文淦 撰

篇 目

一、希尔伯特的生平	(37)
二、希尔伯特论几何基础和公理方法	(49)
三、希尔伯特论数学基础和证明论	(59)
四、希尔伯特论数学问题, 认识自然与逻辑	(73)
参考书目	(84)



希尔伯特 (1862—1943 年)

希尔伯特

宋文淦

大卫·希尔伯特 (David Hilbert, 1862—1943) 是 20 世纪最伟大的数学家和逻辑学家之一。

随着 17 世纪解析几何和微积分的建立, 数学进入所谓变量数学时期, 主要是变量之间的一般依赖性纳入数学的对象, 出现函数的一般概念和函数理论——无穷小分析。18 世纪数学发展的主流是微积分学的深入研究和广泛应用, 产生出许多有关的新分支 (如偏微分方程、常微分方程和变分法), 形成了分析学这一与几何学和代数学并列的新的数学领域。到这时为止, 数学可以定义为关于空间形式和数量关系的科学。数学家们更多地注重为解决实践问题而开拓数学内容, 较少顾及概念和方法的严密性。

从 19 世纪上半叶到 20 世纪中叶, 数学发展经历了一个重大的转折, 理论思维、理性创造和严格精神大发扬。数学家们更多地投身于对数学本身提出的问题的研究, 追求高度的抽象性和概括性, 致力于数学理论的严格化和整合化。在这个时期, 创造了许多新思想和新方向。产生了非欧几里得几何学, 形成多维空间概念, 出现关于图形个别性质的理论 (射影几何学、拓扑学等)。原来只有欧几里得几何学, 现在已出现无限繁多的各种“几何学”——可设想的广义的空间形式的理论。形成了群论及其他抽象代数理论。代数由关于数的形式运算和

解方程的理论转变成关于由任意的元素集合以及定义在其上的具有某些性质的运算构成的系统之理论。分析学在这个时期仍占有中心地位，最重要的是形成了实变函数论和泛函分析。与微积分相比，实变函数论从连续性、可微性和可积性三个方面讨论最一般的函数；其基本内容构成分析学各分支的普遍基础。泛函分析则研究变函数，即以函数作为自变元的函数（函数的函数），通过一函数与别的函数的关系来确定该函数的性质；它把现代分析、几何和代数的思想和方法统一起来了。数学的上述发展使得数学超出了对通常意义下的空间形式和数量关系的研究，演变（推广）成关于逻辑上可能的纯形式和纯关系的科学。伴随并促进这一发展的是数学理论的严格化和整合化过程，这表现为几何学尤其是分析学的建基运动以及一般的数学基础的研究。

希尔伯特的科学生涯适值这一时期的后期，他在不变量理论、代数数域理论、变分法、积分方程、几何基础、数理逻辑、数学基础和物理学基础等领域取得重大成就，做出巨大贡献。他的成就和贡献广泛而深刻地影响着当时和后来数学的发展。

希尔伯特的逻辑—数学哲学思想除了表现在一些专题讲演中外，还表现在他关于数学基础的研究和观点中。数学基础的研究是要分析数学的基本概念、理论前提和论断方法，从而为各个数学分支以及整个数学建立合理性和正确性的基础。这样的研究必然涉及和渗透着对数学理论的本性的看法、对数学对象的存在性和数学命题的真理性这类关于数学的本体论和认识论问题的哲学观点。数学基础研究_{与数理逻辑的产生和发展有不可分割的联系}。如今，关于数学基础所取得的数学成果已经构成数学的一个部门，就称数学基础，也常与数理逻辑合在一起称数理逻辑与数学基础。广义的数学基础包括关于数学的基

本哲学问题乃至数理哲学。希尔伯特被认为是 20 世纪初出现的数学基础三大学派之一所谓形式主义学派的首创者，他在这方面的贡献主要是大力倡导和发展公理方法，提出并推进证明论学说。他提出的解决数学基础问题的方案和他的哲学观点一直受到深切的关注。

一、希尔伯特的生平

大卫·希尔伯特 1862 年 1 月 23 日出生于靠近东普鲁士首府柯尼斯堡（意为国王之山，今俄罗斯加里宁格勒）的韦洛。大卫的父系先人多为工匠和零售商。其曾祖父是外科和产科医生。祖父是一名法官，获有“枢密顾问”（相当于英国的“爵士”）荣誉头衔。大卫出生时父亲奥托也正担任乡村法官之职。大卫的外祖父是柯尼斯堡的商人。母亲玛丽亚·泰莱莎·爱尔特曼不同一般，她不仅对哲学和天文学饶有兴趣，而且“着迷于素数”。

大卫几乎与德国“自上而下”的统一运动同时诞生。1961 年威廉一世在柯尼斯堡戴上了普鲁士王冠。1962 年奥托·冯·俾斯麦被任命为他的首相。主要通过先后与奥地利和法国开战并取得胜利，1971 年组成德意志帝国，威廉一世成为德意志皇帝。统一的结果促进了德国资本主义的发展（到 19 世纪末，德国工业生产已经超过英法等先进工业国家，跃居世界第二位），使德国成为中欧的强国。

战争期间，大卫的父亲做了城市的法官，全家也搬进柯尼斯堡城内。柯尼斯堡有一所古老的大学。大哲学家伊曼努尔·康德（1724—1804）就是这个城市最受景仰的居民，他生于斯，葬于斯，几乎整个一生都是作为学生、教师和学者在这里度过的。

大卫是家里唯一的男孩。当他6岁时，有了一个妹妹，名叫艾丽莎。象柯尼斯堡所有的孩子一样，大卫的成长也深受康德言论的影响。他父亲对他的早期教诲则着重在使他具有普鲁士美德：勤奋、节俭、恪尽义务和遵纪守法。

大卫8岁时上学，大概是为了先让他在家里受些教育，比一般孩子晚了两年。他先上皇家腓特烈预科学校的初级部，1872年秋进入该校本部。进这类预科学校是希望成为专家、教授或牧师的必经之途。主要是学日耳曼语、罗马语、拉丁语和希腊语，其次才是数学，再就是文学、历史和哲学，根本没有自然科学课程。大卫小时候的能力并不引人注目，他厌恶记忆而喜欢彻底理解，但是刻苦用功，语文稍差而数学强。

1879年秋预科学校最后一年开始时，大卫转到威廉预科学校。这是一所公立学校，很注重数学。老师看出了他的天赋，给他不少帮助。他的成绩进步了，几乎所有的课程都得“优”，数学更好，得了最高的分数“超”。他以优异成绩通过了毕业考试。毕业证书所附评语中写道：他的勤奋“堪称模范”，“他对数学表现出极强烈的兴趣，而且理解深刻：他用非常好的方法掌握了教师讲授的内容，并能有把握地、灵活地应用它们。”

1880年秋大卫18岁时不顾父亲反对，投进柯尼斯堡大学学数学。这是一所具有优良科学传统的大学，是德国最受尊敬的大学之一。当时数学还设在大学的哲学系。系里仅有的一位数学正教授海因里希·韦伯天赋很高，多才多艺。第一学期希尔伯特学了积分学、矩阵论和曲面的曲率论。根据规定，从第二学期起可以转到别的大学听课。他只在第二学期去了海德堡大学，听了名家拉撒路·富克斯的线性微分方程课。后来他又从韦伯那里学了数论、函数论和当时最热门的代数不变量理论。

1882年春，另一位未来的大数学家犹太人亥尔曼·闵科夫斯基（1864—1909）在柏林学习了三个学期之后转回家乡柯尼斯堡。从此希尔伯特与他结成终身挚友。他俩意气相投，当时除了都热爱数学，还都已怀有深沉的乐观主义，相信一切数学问题都是可解答的。而当时流行着对一般科学极度悲观的看法，认为某些科学问题是无法解答的，“我们不知道，我们将永远不知道”，成了时髦话。

后来，韦伯离开了哥尼斯堡大学，接替他的职位的是证明了圆周率 π 的超越性的费迪南特·林德曼。林德曼才干不如韦伯，对希尔伯特影响很小。但是他带来了年轻的阿道夫·胡尔维茨（1859—1919）。1884年春，不到25岁的胡尔维茨从格丁根到这里担任副教授。他成了希尔伯特的真正的老师，对希尔伯特的教诲超过韦伯和林德曼。希尔伯特和闵科夫斯基很快就与胡尔维茨交往密切。每天下午“准五点”，三人必定相会“去苹果树下”散步，讨论数学问题，交流心得和研究计划。三个年轻人建立了终身的友谊，以这种悠然有趣的学习方式，考察着数学世界的每一个王国。

希尔伯特在大学度过整整八个学期之后，开始撰写博士学位论文。接受导师林德曼的建议，希尔伯特做的论文是关于某些代数形式的不变性质的。论文中显示了他的创造才能，他选择了一种独出心裁的证明方法，与一般人设想的办法完全不同。这件工作做得很精采，1885年2月7日，论文圆满通过答辩，他当即被授予哲学博士学位。从他的答辩看，他当时与历史上伟大的数学家卡尔·弗里德里希·高斯（1777—1855）的观点相同，不完全赞成康德的说法，认为几何知识不是先验的而是来自经验；同时他仍然认为没有理由反对康德关于算术判断具有先验性质的学说。

现在，希尔伯特在科学生涯中已迈出了第一步。由于当时

德国大学教授职位很少，为应付沉浮未定的境遇，他象许多年轻的博士那样，参加了一种国家考试，以取得在预科学校教书的资格。1885年5月他通过了国家考试。

接着，希尔伯特想做一次访学旅行。胡尔维茨极力建议他去莱比锡找费里克斯·克莱因（1849—1925）。克莱因当时年仅36岁，却已是数学界一位传奇式人物。他23岁就当上了正教授，既有学术创造力又有组织才能和打破纯粹科学与应用科学之间的壁垒的魄力，是德国一个时期的领头数学家。希尔伯特听了克莱因的课，还参加了一个讨论班。克莱因很器重他，后来二人成了至交。在莱比锡，希尔伯特提交科学界一篇关于不变量的文章。

克莱因建议希尔伯特去巴黎游学，因为“巴黎现在是科学活动的蜂巢，尤其是那些年轻的数学家们特别活跃”。胡尔维茨也支持他这样做，以便掌握法国青年人材得到的所有成果然后超过他们。1886年3月希尔伯特到巴黎进行数学访问。他在那里结识了许多法国著名数学家，特别是昂利·庞加莱（1854—1912）。希尔伯特听了他讲的位势理论和流体力学课。庞加莱比希尔伯特大8岁，当时已发表一百多篇文章，很快就要被提名为科学院院士了。这期间，在进行学术访问和听课之余，希尔伯特还在准备为取得大学讲师资格而写的论文。而克莱因则转到格丁根大学去了。

过了三个月，希尔伯特途经格丁根回到柯尼斯堡后，就提交了一篇仍然是关于不变量的论文并试讲了关于最一般的周期函数的一堂课。学术考核顺利通过。1886年后，24岁的希尔伯特当上了柯尼斯堡大学的讲师。他跟别的许多讲师不同，决定不教重复的课，以便“系统地勘察”数学。他第一学期讲了不变量理论，第二学期讲了行列式论和流体动力学，还准备讲球面调和函数和数值方程。这一时期他发表的论著依然都是关

于不变量的，虽然他也关心其他领域当时讨论的问题。

1888年3月，希尔伯特开始进行他期待已久的国内访学旅行，计划访问21位杰出的数学家。这次旅行对他很重要的是去南方的埃尔朗根对保尔·哥尔丹（1837—1912）的访问。哥尔丹以突破一个重要的不变量问题开始他的科学生涯，被誉为“不变量之王”。为了纪念他，一个更一般的、该理论中最著名的问题，被称为“哥尔丹问题”。这个问题是问：是否存在一组基（即一组个数有限的不变量）使得其他所有的（其数无穷的）不变量都能够用这组基的有理整形式表示出来？哥尔丹的重大成就是证明了二元型（一种最简单的代数形式）存在一组有限基。这项工作是在1868年完成的。其后经过英、德、法、意数学家20年的努力，都没有能把哥尔丹的证明推广到比二元型更复杂的代数形式上去，虽然已经知道哥尔丹定理在其他某些特殊情形下也是对的。

此前希尔伯特已经熟悉了哥尔丹问题，现在听了哥尔丹本人的讲述，使他若有所思，引发了他的奇想。还在旅行途中，他就已经针对哥尔丹关于二元型的那个定理的证明，给出了一个简短得多也更直接的证明。回到柯尼斯堡不久希尔伯特提交了一篇论文，在其中完全出人意料地开辟了一条全新的途径，表明可以如何用一种统一的方法对任意多个变元的代数形式建立哥尔丹定理；就是说，宣布哥尔丹问题已获解决。希尔伯特对这个著名的老问题的解决，其重要意义不限于问题本身，更重要的是他的方法，他的关于数学证明的思想。他从根本上改变了问题的提法，他的基本思想是，为了证明不变量系的有限基的存在，实际上并不需要象哥尔丹和所有其他人一直试图做的那样把它们构造出来，甚至不必说明如何去构造它们，只需要表明任何别的结论都会导出矛盾，就是说从逻辑必然性方面证明有限基必定存在。希尔伯特一生始终坚持这样的观点：只

要能证明附于一个概念的属性绝不会引出矛盾，那么自然就确立了这个概念在数学上是存在的。

希尔伯特的证明，立即引发了一场关于数学存在之本质的争论。克莱因很赞赏这项工作，认为它“在逻辑上是不可抗拒的”。但是，著名数学家莱奥波特·克罗内克（1823—1891）一直主张，没有构造就不能算存在。他与哥尔丹都认为希尔伯特的证明根本谈不上是数学（哥尔丹斥之为“神学”）。实际上希尔伯特当时深受克罗内克要把数学“算术化”的思想的影响，他在不变量方面的工作的基本意义被认为就在于把算术方法应用于代数问题。后来在1892年，还是希尔伯特自己，又找到了哥尔丹问题的构造方法解决。这样，问题算是得到公认的圆满的解决。

由于多年的辛勤工作和出色表现，希尔伯特在学术界的地位升高了。1892年8月他接替胡尔维茨担任副教授（后者去苏黎世升任正教授）。同年10月，希尔伯特与商人的女儿、小两岁的喀娣·耶罗士结婚。可以说正好是“三十而立”，立业成家。喀娣被人们认为是他理想的配偶。希尔伯特一个最早的学生说“她是个完人，正直、坚强而又贤惠”，“既仁爱宽厚又坦诚直率，还总有独创的见解”。次年8月，他们的第一个孩子男孩弗朗茨出世。

就在1893年秋，希尔伯特又升任正教授，接替转到慕尼黑大学的林德曼。一年半后，1895年3月希尔伯特接受克莱因发起的邀请，到格丁根大学继任韦伯的教授职位。后来，尽管别的许多大学请他去任教（主要的如1898莱比锡，1902柏林，1904海得尔堡），他始终留在格丁根，直到1930年退休。

希尔伯特的科学工作可以比较清楚地分为以下几个方面和时期：（1）不变量理论（1885—1893）；（2）代数数域理论（1893—1898）；（3）变分法和积分方程论（1899—1912）；（4）

物理学 (1912—1922); (5) 数学基础, (a) 几何基础 (1898—1902), (b) 一般数学基础 (1922—1930)。他对变分法的研究是在他研究几何基础的同时进行的。

希尔伯特关于不变量理论的工作开创了这一代数理论的新时代。加上他在代数领域的另外几个较为孤立的贡献, 使得他在这一领域中的观念对后来的发展是极其富有成果的。既然如同他在最后一篇关于不变量的文章中所说, “由不变量生成的函数域的理论其最主要的目标已经达到”, 于是他向闵科夫斯基宣告: “从现在起, 我将献身于数论”。

1893年初, 希尔伯特给出了 e 和 π 之超越性 (它们分别首先由法国数学家 C·埃尔米特和林德曼证明) 的出奇地简单而直接的新证明。在这一年的德国数学会年会上, 大家公推他和闵科夫斯基“在两年内”准备出一篇数论发展现状的报告。两人协议, 报告分成两部分, 闵科夫斯基负责有理数论, 希尔伯特负责代数数论。1896年春希尔伯特完成了《代数数域理论》的长篇报告。通过精心的分析、比较、挑选、简化和补缺, 引进一些概念, 证明一些定理, 这篇报告大大丰富了原有理论, 把整个理论铸成一个统一的整体, 提供了大量富有启发性的东西, 指导着该理论的进一步的研究。它被誉为令人振奋的艺术杰作, 数学文献宝库中一件真正的珍品, 永垂不朽。希尔伯特接着又在此基础上致力于把高斯的古典互反律推广到代数数域。高斯的定理描述了一对素数与以它们为模的二次剩余之间存在的漂亮关系。希尔伯特做到以一种简单、优美、可以同时应用于代数数域的形式重新表述古典互反律, 从而十分清楚地猜测到高于二次的互反律应该是什么样子, 虽说他未能对所有情形证明其猜测。他这方面工作的顶点是在 1898 年发表的纲领性论文《相对阿贝尔域理论》中, 概括地提出了一种广泛的理论, 即关于一种特别重要的代数数域类域论, 制定了

探讨这种理论所必需的概念和方法。如果说希尔伯特关于不变量的工作是一项发展的结束，那么他在代数数域方面的工作则注定成为一个开端。后来，他还在1908年底第一次解决了一个有一百多年历史的著名的古典数论问题——华林问题。这项成就被誉为现代数论的一座里程碑。

希尔伯特突然宣布将于1898—1899年冬季学期讲授几何基础。他随后几年在这方面研究的主要成果是影响深远的《几何基础》一书的出版。关于希尔伯特在数学基础包括几何基础方面的贡献，将在后面的章节中详细论述。

就在研究几何基础的同时，希尔伯特又进行作为分析学的一个分支的变分法的研究。变分法的核心问题是求泛函的极值函数和相应的极值。1835年就出现一个有重大作用的原理，断言存在一个具有在边界上取给定值的连续偏导数的、使某个重积分达极小值的函数，通称狄利克雷原理。后来它遭到批评和否定而被数学家闲置不用。1899年希尔伯特证明了，只要对区域、边值和可允许函数加以适当限制，狄利克雷原理确实成立（六年后他又给出第二个证明）。这就拯救或“复活”了该原理。这一成果意义重大，引起普遍的惊叹和赞美，他又一次为后人开辟了道路。

1900年8月，希尔伯特在巴黎第二次国际数学家代表大会上发表了题为《数学问题》的著名演讲，表达了他当时对整个数学科学的看法，展望了数学的未来。对此后面亦将详述。

1900年冬，希尔伯特得知瑞典数学家伊发·弗雷德霍姆关于积分方程的一些重要结果，激起他莫大兴趣。他认识到这比他自己在变分法方面的工作更接近于他所追求的目标，即从方法论上找到处理分析学问题的统一途径。于是他义无反顾地转而投入积分方程的研究。研究的成果是1904—1910年发表的总题目为《线性积分方程一般理论纲要》的六篇报告和一篇总

结，以及 1912 年出版的同名专著。他把许多不同的理论综合在一个总摄的观点之下，与以往相比，具有更高的抽象性和统一性，更为清晰和严格。他的一般理论具有多方面的应用，特别是他的“谱分析”理论后来成为量子力学非常合适的数学工具。这样，就在分析的领域内，“发现了金矿”。积分方程成了数学界的大热门。围绕希尔伯特形成一个大的国际学派。

希尔伯特早就对理论物理有兴趣，他关于积分方程的工作更把他带到数学与物理的边缘地区。1912 年春他发表了《空气动力学建基》一文（此文作为第 22 章收入上述积分方程专著），在把积分方程应用于空气动力学的同时，为后者建立了公理化的基础。这样，他的注意力又转向物理学，首先是物理学的基础问题。据他当时的一位助手回忆，他的计划是：“我们已经改造了数学，下一步是改造物理学，再往下就是化学”。1914 年希尔伯特为初等辐射理论建立了公理化基础。1915 和 1916 年他提交了两篇题为《物理学基础》的报告。第一篇报告实际上独立地给出了广义相对论。提交日期甚至比爱因斯坦（1879—1955）类似结果提交日期早 5 天，但是二人并未发生任何关于优先权的争论。希尔伯特坦率承认并时常声明，广义相对论的建立应该归功于爱因斯坦，二人的交往反而更加密切。第二篇报告阐述了统一场理论的设想，统一场理论至今仍是物理学家和数学家们力求解决的课题。后来，1927 年希尔伯特又与他的学生和助手三人合作发表论文《论量子力学基础》，推动了量子力学的公理化。

1922 年希尔伯特 60 岁时，又主要致力于一般数学基础的研究。1930 年退休后的一段时间内，他仍然在大学里讲课，指导博士生，从事著述。1928—1939 年出版了希尔伯特与他的学生或助手合作的四部专著：《理论逻辑基础》（1928），《直观几何学》（1932），《数学基础》（1934，1939），《数学物理方

法》（1931，1937）。1932—1935年汇集出版了他的三卷本的全集，其中不包括他的那些专著以及二十多篇附于专著的或有所重复的文章。

希尔伯特无疑是一位伟大的数学家。到20世纪初他40岁时，就已享有极高的声誉，当时只有庞加莱能与之相匹敌。他开始担任有影响的德国《数学年刊》（*Mathematische Annalen*）的主编。外国科学院纷纷推选他为院士，德国政府授予他“枢密顾问”的称号。1910年他还荣获匈牙利科学院第二次波尔约（Bolyai）奖。为纪念匈牙利人、非欧几里得几何学创始人之一及其父亲而如此命名的这项奖金，旨在奖励以其成就为数学的进步作出最巨大贡献的人。第一次于1905年授予庞加莱，第三次于1915年授予爱因斯坦。

希尔伯特还是一位杰出的教师。他很喜欢教书，讲课扼要、明晰而自然，向学生展示“活”的数学。他乐于同青年人交往，常领着学生长时间在丛林中散步，谈论科学。他言传身教地引导学生们热爱科学，勤奋严肃地从事科学工作，教会他们提出问题和解决问题的技艺。据统计，他讲授的课程多达56种，广及代数、分析、几何、物理学、数理逻辑和数学基础以及自然科学的哲学这些领域。其中包括精心概括数学全貌的讲演，如“直观几何学”，还包括“知识与思维”、“自然认识的统一”、“精确自然科学的思维方法”、“自然与数学认识”、“基于现代自然科学的哲学导论”这类专题。

在很大程度上由于希尔伯特在格丁根的缘故，20世纪初全世界数学专业的学生都受到忠告：“收拾你的行囊，到格丁根去！”欧洲各小国、英国、俄国、美国、日本，到处都有希尔伯特的学生，以及他学生的学生。由希尔伯特指导获得博士学位的学生就有69人（60人是在1900—1914年间得到学位的），其中不少人后来成为著名数学家，如H. 外尔，R·库

朗, E·施密特, L·O·布卢门塔尔, M·W·德恩, W·阿克曼(Ackermann, 1924), H·B·柯瑞, K·许特。此外还来过人数众多的青年数学家和物理学家随同希尔伯特工作和学习, 著名的数学家有 E·诺特, J·冯·诺伊曼, 高木贞治, C·卡拉西奥多里, E·F·F·策尔梅洛, B·L·范·德·瓦尔登, P·贝尔奈斯, G·根岑等。

20 世纪前 30 年, 继承了高斯、狄利克雷、黎曼(1826—1866) 的传统的格丁根大学成了世界数学的中心。由希尔伯特领头形成了希尔伯特学派。好景不长, 1933 年希特勒上台。格丁根的数学家们不堪纳粹的迫害和横行, 纷纷离开德国。由于希尔伯特年逾七十, 差不多只有他一人留了下来。学派云散。他越来越深地陷入可悲的孤独。1943 年 2 月 14 日, 希尔伯特因摔断胳膊引起并发症而与世长辞, 终年 81 岁。

在纪念希尔伯特的论说中, 他被说成象是数学世界的亚历山大, 在整个数学版图上, 留下了他那巨大显赫的名字。那里有希尔伯特空间、希尔伯特变换、希尔伯特公理、希尔伯特定理、希尔伯特类域、希尔伯特谱论, 等等。外尔说: “我们这一代数学家还没有能达到与他相比的崇高形象。”^① 库朗写道: “作为一个数学思想家, 他眼力深邃、精力充沛、富于独创; 他多才多艺、兴趣广泛, 这一切使他成为许多数学领域的开拓者。他的确是个出类拔萃的人物; 深深地埋头于他的工作, 把一切献给他的科学。他又是最好的教师和领头人: 待人豁达开明, 诲人不倦, 有一股不达目的绝不罢休的劲头。”^②

卡拉西奥多里曾指出, 指导希尔伯特一生的最高准则是绝对的正直和诚实。他的正直、诚实等高尚品格不仅表现在科学

^① 外尔: 《大卫·希尔伯特及其数学工作》, 载 1981 年《数学史译文集》。

^② 库朗为瑞德的《希尔伯特》传记所作的序。

活动上，而且表现在对待社会政治问题的态度上。希尔伯特鄙夷一切政治的、种族的和传统的偏见，头脑清醒，敢于反潮流。第一次世界大战之初，他不怕被斥为“卖国贼”，拒绝在拥护德皇、粉饰德国好战面目的《告文明世界》宣言上签字。战争期间1917年，他不管法德正在交战，为法国数学家G·达布的逝世撰写并发表悼念文章。他对希特勒的反犹排犹行径极其愤慨，他不无天真地要求已经接替克莱因的职位现在也遭辞退的库朗：“你为什么不去控告政府？为什么不去国家法院？（他们）这么干是非法的！”他反对性别歧视，力主打破陈规，接受女数学家诺特在格丁根大学任教（当时是当讲师）。反对派的理由是，如果让她当讲师，那她以后就会成为教授，成为大学评议会的成员。希尔伯特直截了当地回答说：“先生们，我不认为候选人的性别是不能让她当讲师的理由。大学评议会毕竟不是澡堂子。”

希尔伯特热爱生活，乐于社交活动，喜欢交流思想，偏爱创造性言论，热情而敏锐，处处洋溢着乐观主义精神，尤其对科学的崇高价值和能以解决科学问题的理性力量，抱有不可动摇的信念。就在希尔伯特退休那一年，他出生的城市授予他“荣誉市民”的称号。在授衔典礼上他发表了题为《认识自然与逻辑》的演说，又一次批判了“倒退和不毛的怀疑癖”和“愚蠢的 Ignorabimus（不可知）”。他在演说结尾坚定有力地高呼：Wir müssen wissen, Wir werden wissen。（我们必须知道，我们必将知道。）库朗在格丁根纪念希尔伯特诞生一百周年会上讲得好：“希尔伯特那有感染力的乐观主义，即使到今天也在数学中保持着它的生命力。唯有希尔伯特的精神，才会引导数学继往开来，不断成功。”^①对整个科学事业来说，又何尝

^① 转引自瑞德：《希尔伯特》中文本，第276页。

不如此呢!

二、希尔伯特论几何基础和公理方法

希尔伯特 1898—1902 年间对几何基础的研究的主要成果，是在《几何基础》(1899) 一书中为欧几里得几何建立了一个颇具特色的、严格而完备的公理系统，讨论了该系统公理的协调性(亦即无矛盾性，又称一致性或相容性)和公理的独立性问题。他通过这一工作发展了公理方法和公理化思想，并且自此大力倡导和推动了当时的公理化运动。他的不断发展的公理化思想贯串在他当时和后来的数学基础研究中，构成他逻辑—数学哲学观点的基石。

公理方法是早为亚里士多德研究和用过的一种演绎逻辑方法，可以用来把一科学理论系统化，或者用来演绎地开展一种科学理论。用公理方法组织起来的理论系统称为公理(或公理化的)理论、公理系统。对于公理理论，要求给定若干不加定义的术语作为初始词项或者说基本概念，给定若干不加证明的命题作为初始命题。早先，初始命题又分公理和公设两类。前者适用于各学科，后者适用于所考虑的特定理论；后来统称公理。初始词项和初始命题构成公理理论的出发点或基础。用初始词项(连同通用的逻辑词如“并且，或者，并非，每一，有一”以及“等同于”等)可以定义出其他术语(概念)。从初始命题出发可以合乎逻辑地推演出亦即证明其他命题，即属于该理论的定理(导出的命题)。把一个学科理论组织成一个公理系统，叫做把该理论公理化。

欧几里得在公元前 300 年前后写成的《几何原本》，总结了到那时为止大约三个世纪以来古希腊数学的发展，用公理方法系统地阐述了几何学原理。他在其中第一次成功地从 23 条

定义、9条公理（他所谓“共同观念”）和5条公设出发，通过逻辑推理展开作为纯数学部门的几何学。《几何原本》实际上是试图为当时的几何学乃至一般数学建立堪称稳固的基础，它长时期来被认为是公理理论系统和严密的科学论述的典范。但是，今天看来，这个系统是不严格不完善的。主要是，一方面，它没有严格区分无法也无需定义的初始概念与从它们定义出的概念，所给出的定义有些是不该有的（如“点是没有部分的”，“线是没有宽的延长”），有些是不恰当的（如“线的端缘是点”，“面的端缘是线”，它们应该算作公设或定理）。另一方面，它没有给出为逻辑地推出所有定理所必需的全部公理（公设），在定理的证明过程中不时地依据对几何图形的直觉观念。

数学家们越来越清楚地认识到《几何原本》的缺点。尤其是由于19世纪数学的创造性的发展以及严格化运动和基础研究的兴起，这就有了为几何学建立真正严格而稳固的基础的要求和可能。并且逐渐发展出精确而完善的关于公理方法和公理系统的观念。

对几何基础研究有重大推动作用的是19世纪上半叶非欧几里得几何学（简称“非欧几何”）的发现和射影几何的建立。

欧几里得《几何原本》中的第五公设是说：“如果一直线落在两直线上使得一对同侧内角之和小于两直角，那么这两直线经无限延长将在内角之和小于两直角的那一侧相交。”这个公设相当于亦即可以换成“通过直线外一点有且只有一条直线与已知直线平行（共面不交）”。后者从而原第五公设都被称为平行公设。由于第五公设的表述比其他公设和公理都较复杂，其正确性也不那么明显，因此人们很早就怀疑此公设可能是定理，亦即可以从其他公设（和公理）推出。这也就是说，提出了第五公设的独立性问题。于是人们试图用其他公设来证明第五公设。首先是直接证明，其结果不是办不到就是错误地不自

觉地假定了与第五公设等价的命题。后来又改用反证法来证明，那就是，假设一个与第五公设相矛盾的命题，希望能从其他公设加上这个假设推出矛盾，一般地是推出两个互相矛盾的命题。如果推出矛盾，那就表明：在认定其他公设为真的条件下，所作假设必定是假的，从而根据排中律，与它相矛盾的第五公设就必定是真的；就是说，从其他公设可以推出第五公设。实际这样做的结果，虽然经过越来越长远的推演，得到一大批很奇怪的、与常识相悖的推断，但是事实上这些推断都并不自相矛盾；就是说，并没有能达到预期的目的。这里要注意的是，事实上未能推出矛盾，不等于逻辑上不可能推出矛盾。如果能够设法证明从其他公设加上与第五公设相矛盾的命题不可能推出矛盾，那也就是证明了第五公设是独立于其他公设的。因为，如果第五公设不独立于其他公设，能从它们推出，那么再加上与第五公设相矛盾的命题，就显然得出矛盾。以上还说明，公理的独立性问题与公理的协调性问题（是否必定推不出矛盾）相互密切联系，可以把前者归结为后者。

高斯在 18 世纪末和 19 世纪初就已确信欧几里得平行公设是独立的，并从事非欧几何的研究，深信它在逻辑上是无矛盾的，还多少相信它是能够应用的。非欧几何这个名称就是高斯提出的，它是指把欧几里得平行公设换成其相反命题而构成的几何学。非欧几何的真正首创者被认为是俄国的尼古拉·伊凡诺维奇·罗巴切夫斯基（1792—1856）和匈牙利的亚诺斯·波尔约（1802—1860）。他俩相互独立地分别在 1829 和 1832 年发表了非欧几何的系统论文，详细地推导了非欧几何的主要定理，而且在一定程度上证明了他们的几何系统是无矛盾的。在他们的几何系统中，代替欧几里得平行公设的是“通过直线外一点至少有两条直线与已知直线共面不交”。这样的几何通称罗巴切夫斯基几何，又称双曲几何。后来德国的 B·黎曼又在

1854年提出一种新的非欧几何，代替欧几里得平行公设的是“同一平面上通过直线外一点的直线都与已知直线相交”（亦即“通过直线外的一点没有一条直线与已知直线共面不交”），并且对欧几里得几何实际需要的其余公设的一部分作了改动。这样的几何通称黎曼几何，又称椭圆几何。而欧几里得几何，则也称抛物几何。后来，意大利的E·贝尔特拉米于1868—1869年证明了双重椭圆几何（假定任二共面直线都至少相交于一点）的协调性，克莱因于1870年、庞加莱于1882年证明了双曲几何和单重椭圆几何（假定任二共面直线都恰好相交于一点）的协调性。他们使用的都是构造欧几里得模型的方法，就是说，分别把所说几何系统的定理解释为欧几里得几何的定理。如果这些系统有矛盾，则欧几里得几何也就有矛盾；既然公认欧几里得几何是协调的，因此这些系统也就是协调的。如此证明的协调性称为相对协调性。在这里实际上是把非欧几何的协调性归结为欧几里得几何的协调性。非欧几何的创建一方面是数学对象被推广为可能的形式和关系的重要标志之一，另一方面也促进了公理方法和公理化运动的发展。

射影几何是研究图形的射影性质的几何。所谓射影性质，是指经过射影变换而不变的性质，例如直线上的点列、直线与曲线相切等。不属于射影性质的主要是度量性质，即长度、角度、面积等。上述欧几里得几何和非欧几何都属于度量几何，它们可以通过在射影几何的基础上增加有关的公理而得到。公元前就发现了射影几何的某些内容，但是直到19世纪上半叶才有所突破，形成独立体系，臻于完善。射影几何的严格的公理系统的建立，以及射影几何与度量几何的关系，也都属于几何基础问题。

德国数学家M·帕施1882年在《新几何讲义》一书中建成第一个严格的射影几何系统。在这前后不久，德国数学家

G·弗雷格在《概念语言》(1879)中提出一个数理逻辑公理系统,意大利数学家G·皮亚诺在《用新方法阐述的算术原理》(1889)中给出了一个作为序数的自然数的公理系统。它们都是最早的现代的公理系统。

帕施是第一个对几何基础作出较大贡献的人,他的书是一本开辟新方向的著作。帕施在他的书中首次提出了关于直线上的点“在……与……之间”的一组顺序公理。他还从理论上提出他关于公理方法的观点。他注意到欧几里得《几何原本》的一些缺点。如同亚里士多德以及其后一些数学家那样,帕施指出,一公理系统必定要有在该系统中不定义的概念,其他的概念可以借助它们定义出来。他认为,不定义的概念的所有特性必须由公理表达出来,公理要做出关于它们的断言,而这些断言是我们可以据以推导的仅有的断言。正如法国数学家J·—D·热尔岗早在1818年就提出的,公理可以说是那些不定义概念的“隐定义”。就几何系统说,公理并不是自明的真理,而只是企图用以产生特定的一门几何之定理的一些假定。所选的公理必须能用来完成所有的定理证明而不必再援引实验或援引概念的物理意义。他说:“几何如果要成为一门真正的演绎科学,最根本的是,推导的进行必须完全独立于几何概念的涵义,同样地也必须不以图形为依据,我们要考虑的只能是被命题或定义所确定的那些几何概念之间的关系。”^①如果定理的推导还不得不诉诸图形或几何概念的直观意义,那就表明我们取作证明工具的公理是不够用、不完全的。帕施的这些观点构成现代的所谓形式的或抽象的公理学(公理方法理论)的几个要点。

希尔伯特利用并改进了帕施的成果,1899年在《几何基

^① Verlesungen über neuere Geometrie (《新几何讲义》), 第2版,第90页。转引自王宪钧:《数理逻辑引论》第287页。

础》中第一次给出一个严格而完备的欧几里得几何公理系统，为几何学建立了可靠而又简明的基础。该书到1930年共印行了七版，不断有所修订。他在导言中说：“几何和算术一样，它的系统构建只需要少数几条简单的基本原理做基础。这些基本原理叫做几何公理。建立几何的公理和探究它们之间的联系，是一个自欧几里得以来在大量数学文献杰作中被讨论过的课题。这个课题实际就是要对我们的空间直觉加以逻辑的分析。”他还在导言的上头引用康德《纯粹理性批判》中的名言作为题词：“人类一切知识皆始于直觉，进至概念，而终于理念。”这些都表明他象康德那样，相信科学与直接的直觉是不可分的，极深奥的科学推理要从它与人类基本直觉的连络而得出它的意蕴和客观性。

希尔伯特《几何基础》所给出的公理系统，其不定义的概念是：点，直线，平面，结合，介于（亦即：在……与……之间），合同。公理共20条，分成五组。（1）关于“结合”的结合公理8条。（2）关于“介于”的顺序公理4条。（3）关于“合同”的合同公理5条。（4）平行公理1条。按说它应属于结合公理，为强调欧几里得几何与非欧几何的区别，才单列出来。只将此公理适当改变，就得到罗巴切夫斯基几何系统。（5）连续公理2条，分别是阿基米德公理（他又称之为度量公理）和直线完全性公理。它们确定了直线上点的连续性，也就是直线上的点和所有实数成一一对应关系。如今直线完全性定理多被代之以较弱的康托尔区间套公理，此外亦常只用1条戴德金分割公理作为连续公理。

希尔伯特宣称他这是“从新尝试着来为几何建立一个完备的而又尽可能简单的公理系”，并且根据这些公理推证了一些最重要的几何定理。希尔伯特的几何系统的确克服了《几何原本》的缺点，使欧几里得几何成为一个逻辑结构完善而严谨的

几何体系。当然，这个系统仍有值得改进的地方。

在希尔伯特《几何基础》出版的同时和稍前，皮亚诺及其学生 M·皮也里和另一意大利数学家 G·沃罗内塞也曾为欧几里得几何制定严格的公理系统（希尔伯特并不知道他们的工作）。后来还有人研究出新的系统。在这些系统中不定义的概念甚至更少；例如，可以只是“点”和“运动”，可以在把直线和平面归结为点集的条件下，只有“A 与 B 和 C 等距”或“ $\angle BAC$ 是直角”。但是，与它们相比，希尔伯特关于那些不定义概念的取定，正是他的系统的一个特点和优点。他采用了《几何原本》的传统语言，公理与欧几里得本人的相比也没有实质差异。他是在欧几里得几何的古典框架内提出现代的观点。这种“旧瓶装新酒”的办法能让“人们仿佛看到了一副非常熟悉但却变得更加崇高的面孔”^①。这就使得《几何基础》特别受人欢迎，影响最大，得到广泛传播，并推动一般几何基础的深入研究。

《几何基础》的大部分篇幅被用来讨论所给公理的协调性和独立性问题。希尔伯特首先用构造模型的方法证明了公理的协调性。那就是，用实数做成一类对象，指出这类对象满足所有五类公理。这实际是通过笛卡尔的解析方法把给定系统解释为实数算术，把该欧几里得几何系统的协调性归结为实数算术的协调性，从而证明该系统是相对于实数算术协调的。

至于公理的独立性，由于希尔伯特系统中的第二组公理假定了第一组公理，第三组公理假定了第二和第一组公理，希尔伯特指出，前三组中同一组的公理显然基本上互相独立，只须证明后三组中每一组都独立于另外两组。他着重证明了平行公理和第三组第五个公理（它很重要，把线段的合同与角的合同

①（大卫·希尔伯特及其数学工作）。

两个概念联系起来)独立于所有其余公理。平行公理独立性的证明利用了克莱因关于罗巴切夫斯基的非欧几何的协调性的证明,如果平行公理不独立,则罗巴切夫斯基几何不协调。希尔伯特还证明了阿基米德公理(大意是,任给两线段,其中任一线段都短于另一线段的某个整数倍)独立于前四组公理,从而建立了有重大意义的非阿基米德几何,即不用甚至否定连续公理(主要是阿基米德公理)的几何学。

独立性的研究还包括不使用某些公理能否证明某些定理的问题,或者,只使用某些公理能够证明哪些定理和不能证明哪些定理的问题。希尔伯特相当好地解决了不用连续公理可以把几何发展到什么地步这一重大问题。连续公理的一大用处是用来建立度量论(对每个线段和角给出其度量)。希尔伯特在《几何基础》中,不用连续公理,主要依靠特殊化的帕斯卡定理(设 A_1, A_2, A_3 与 B_1, B_2, B_3 分别是两相交直线上的并非其交点的三个点。如果 A_1B_2 平行于 A_2B_1 , A_1B_3 平行于 A_3B_1 , 则 A_2B_3 平行于 A_3B_2),就发展出(线段)比例论(和相似形论)以及面积论(角和圆弧的比例论必须依据连续公理)。后来, W·苏斯又在此基础上发展出体积论。开创非阿基米德度量几何是希尔伯特的一大贡献。

有些不含合同概念的几何定理须依据合同公理才能证明。希尔伯特证明了,如果添加不含合同概念的帕普斯定理(如果 A, B, C 与 A', B', C' 分别是两直线上的三点,它们都不重合,则 AB' 与 $A'B$, AC' 与 $A'C$, BC' 与 $B'C$ 相交于共线的三点)作为新公理,那么,所有不含合同概念的定理都能不用合同公理而得证。希尔伯特的这一大成果,对于不引入合同概念的射影几何与仿射几何具有关键意义。

希尔伯特通过几何基础的研究发展了公理方法。《几何基础》清楚地表明并且标志着形式公理方法的产生。比帕施的公

理学观点更进一步，现在，对指称所研究的客体（对象）及其基本关系的初始词项，其直观意义可以完全抽象掉置于不顾；公理被看成是作为某种假设给出的，并不要求事先给定某类客体；公理系统不再被看成关于某个题材的某些陈述的系统，而被看成所谓关系结构的一些条件的系统；需要通过对初始词项的解释来发现有没有满足诸公理的客体系统亦即模型，可能没有，也可能有许多个。与形式公理方法相比，象欧几里得所理解的那种公理方法，被称为实质公理方法。他以为他的公理表达了真实空间的一些重要的而且是自明的性质，公理方法是处理先于公理而给定的客体系统的。形式公理方法则成为一种引介客体系统的方法。整个公理系统被当成对指称某个关系结构的一个术语的显定义。为形式公理系统找到一个实际模型，也就是把它应用于一类直观客体或一个科学领域，其结果就得到一个实质公理系统，一个实质公理理论。

希尔伯特不仅把几何学建立在牢靠的基础上，而且探讨了这样建造起来的大厦的逻辑结构，他是“第一个在这个更高一级的‘元几何学’（metageometry）的水平上自由阔步的人”。^①他明确提出公理系统的一些须要研究的性质，表明可以怎样用模型方法来加以讨论和解决。除了公理的协调性和独立性问题外，还有个公理或公理系统的完全性的问题，一般地说那就是，是否每一个只由初始词项（加上逻辑词）构成的命题或其否定总可证明为定理。公理的完全性相当于 O·维布伦 1904 年提出的“范畴性”：是否所有满足公理的模型都同构，亦即在彼此同构的意义上只有一个模型。希尔伯特提出的作为连续性公理之一的完全性公理，其大意是，包括完全性公理在内的公理系统所刻划的空间（客体系统），构成不包括完全性公理的

^① 《大卫·希尔伯特及其数学工作》。

其余公理的一个极大的（即不可扩充的）模型。由此，他首次创建极大模型概念，并且表明只有“一个”即笛卡尔解析几何完全满足他所有的公理，就是说他的公理系统是完全的，亦即用他的公理可以推证欧几里得几何的所有定理。

实际上，希尔伯特早在1891年就萌发了形式公理方法观念。他在听了H·维纳（Wiener）关于《几何的基础及其构成》的报告后就曾对另外两个数学家说过：在几何命题中，“我们必须能够代替点、线、面而说桌子、椅子和酒杯”。他的这句名言的意思就是，几何概念的直观意义不应作为推导的根据，重要的是公理赋予它们的各种关系。希尔伯特后来又进一步发展出形式化和形式系统的观念以及“元数学”（metamathematics）和证明论的思想。

从他研究几何基础开始，希尔伯特就大力倡导公理方法。与几何相比，当时算术特别是实数算术通行的研究方法是所谓生成的（genetic，发生的）方法。这是另一种引介客体的方法，也就是构造的方法，例如，从数0通过接连逐步求继数实即加1；就可以进而得到1，2，3，……这些自然数。希尔伯特在《论数概念》（1900）一文中写道：他的意见是：“尽管生成方法具有高度的教学和启发价值，但是为了使我们的认识内容得到确切的塑述和完全的逻辑保障，还是以公理方法为佳。”后来他又不断宣扬公理方法的重大作用。他在《公理化思想》（1918）中说：“凡是能成为科学思维对象的东西，一旦成熟到建立理论，就受制于公理方法，从而受制于数学。通过推进到……越来越深层次的公理，我们也就越来越深入地洞察科学思维的本质，并且越来越意识到我们知识的统一性。得力于公理方法，数学似乎被委任在科学中起一种领导作用。”^①

^① 《大卫·希尔伯特全集》第3卷、德文版，第156页。

在《数学的新基础，第一篇报告》(1922)中，他又说：“不论在哪个领域里进行任何精密的研究，公理方法都确实是并且始终是符合我们理性的、不可或缺的助手；它在逻辑上是无懈可击的，同时也是富有成果的；因此它保证了研究的完全自由。在这个意义上，用公理方法处理不外是怀着确信进行思考。早先不用公理方法的时候，人们只能朴素地把某些关系作为信条来奉守，公理理论则去掉这种朴素性而使我们得到信念上的好处。”^①

三、希尔伯特论数学基础和证明论

大约在1800年左右数学家们开始关心当时分析学在概念和证明上的不严密性：概念含糊不清，只有很少几个定理是用逻辑上站得住脚的方式证明的，整个分析学杂乱无章，不成系统。正好从非欧几何创立时期开始，一批所谓批判运动的倡导者们决定只以算术概念为基础重新建立分析学。分析的严密化开始于高斯(1812)、波尔查诺、柯西、阿贝尔和狄利克雷(1837)的工作，而由外尔斯特拉斯在1841—1856年间进一步发展。在这方面，得到更多称道的是柯西和外尔斯特拉斯。最后，象函数、极限、函数的连续性、导数、微分、定积分等基本概念都得到严格明确的定义。

分析和代数的研究和发展都用到实数，都以承认实数系为先决条件，但是直到19世纪后期，甚至正负有理数和无理数的最简单的性质也没有逻辑地建立起来，连这些数的定义都没有。分析的严密化促使人们认识到，对数系缺乏清晰的理解这件事本身非加以补救不可。正是外尔斯特拉斯首先指出，必须

^① 《大卫·希尔伯特全集》第3卷，德文版，第161页。

建立算术连续统的理论，亦即为实数系建立逻辑基础；他从1840年代开始就考虑无理数的问题。致力于建立数系基础的另一动机是为了保证数学的真实性，既然由于非欧几何的产生几何已经谈不上真实，那就只能指望把代数和分析建立在算术的基础上，构成无可怀疑的数系基础。

1859年开始和1869年，外尔斯特拉斯和梅雷先后在有理数的基础上给出了无理数的定义。后来得到公认的是1872年康托和戴德金分别通过有理数基本序列和有理数划分给出的无理数定义。说起来很有趣，此前已经把复数定义为实数的有序对，现在则是用有理数来定义无理数，而在这同时才又开始从自然数出发定义负整数和有理数。一般地说，就是把整数定义为自然数的有序对 (a, b) ，其直观意思是 $a - b$ ；接着把有理数定义为整数的有序对 (A, B) ，直观地说是 A/B 。这样，就从自然数出发用后来希尔伯特所说的生成方法一步步构造出实数以及复数。最后到1889年才由皮亚诺第一次成功地建立了自然数的公理系统，得出自然数的所有熟知的性质，从而导出负数和分数，最后导出无理数。于是算是为实数系建立了一种逻辑基础。

分析的严密化还要求人们必须理解实数集合的结构。为此康托从1870年开始引进关于无穷点集的一些概念，并投身于无穷集合的研究，从而在1874—1897年间发表的文章中建立了集合论——主要是关于无穷集合和超穷数的理论。在集合论中首先可以定义自然数，这样就又可以把算术、代数、分析乃至整个数学建基于集合论。

与上述对实数系的处理不同，希尔伯特开始直接对整个实数系采用公理方法，他1900年在《论数概念》一文中首次给出实数算术的一个公理系，实际上就是一些熟知的运算规则再加上连续公理。他认为这样做逻辑上更可靠，可以不涉及有争

议的无穷集，只需考虑一个有穷且封闭的公理系以及从那些公理通过有穷步逻辑推理得出的结论。

希尔伯特在《几何基础》中证明了欧几里得几何相对于实数算术的协调性之后，接着就在《数学问题》中作为第二个问题提出证明算术公理的协调性的问题。他指出，“为了证明算术公理的协调性，需要一种直接的办法”。他当时认为，对戴德金和外尔斯特拉斯在无理数理论中所用方法作适当变更，就足以得到所要求的直接的协调性证明。

但是，不久之后在1904年8月海得尔堡第三次国际数学家代表大会上，希尔伯特作了题为《论逻辑和算术的基础》的讲演^①，在其中提出一种有实质性变化的观点。其原因是康托（1895和1899）和罗素（1901）发现了有重大意义的集合论悖论，使得希尔伯特认识到那些传统意义上的逻辑观点和方法，达不到集合论所提出的严格要求。他第一次提出证明算术的协调性的新的设想，当时还一般地称为公理方法，后来经过不断的修改、深化和精确化而发展成他的关于数学基础的证明论思想。当时他提出下述纲领性思想：（1）数学不是逻辑的一部分，存在某种超逻辑的基本对象（如1）及其组合；（2）在要证明其协调性的算术理论中必须把该理论所使用的推理方法也包括进去，必须在研究所说组合的同时平行地构造逻辑；（3）必须用符号逻辑的方法把数学语句表示为公式，亦即把数学归结为公式集合；（4）表示数学证明的公式序列，可以作为关于其结构上的性质和关系的直观的初等理论的对象，而且可以就此来进行协调性的证明。他还列示了如何证明协调性的各种设计。

上述（1）是针对弗雷格在数学基础上的所谓逻辑主义的

^① 英译文见J·范·海金诺编：《从弗雷格到哥德尔》第129—138页。

观点提出的。弗雷格认为数学是从逻辑派生的，他在 1879 年《概念文字》中开始重建逻辑后，又在 1884 年的《算术基础》及 1893 和 1903 年的两卷《算术的基本规律》中从事把数学建立在传统意义的逻辑之上。这个计划，由于出现悖论（矛盾）而受到挫折。希尔伯特不同意弗雷格的主张，这不仅是因为他的著作受到悖论的威胁，而且在希尔伯特看来，“在对逻辑定律的传统叙述中已经用到某些基本的算术概念，例如用到了集合的概念，甚至在某种程度上用到了数的概念。于是我们发现自己陷入了某种循环”。这也是为什么要同时研制逻辑定律和算术定律的缘故。至于（2）和（3），则表明希尔伯特已经提出建立形式系统的思想。所谓形式系统实际上就是把一个如同弗雷格给出的那样的纯逻辑的形式公理系统（或者是后来出现的逻辑自然推演系统，它们本身就构成逻辑形式系统）加进一个前面所说的超逻辑的形式公理系统中，使得整个系统中的推演和证明既不依赖于超逻辑概念（词项）的直观意义，而且不依赖于逻辑概念的直观意义，也就是说，使得整个系统成为对纯符号公式的一种机械性的操作，可以完全不考虑它们的须要经过解释才有的意义。（4）则是说希尔伯特已经认为，形式系统中的证明可以作为进一步的直观的，数学研究的对象，而且可以只用比较初等的方法，通过这样的研究就能证实形式系统从而某个数学理论直到整个数学分析甚至康托尔集合论的协调性。

在此后的近 20 年间，希尔伯特除了 1917 年在苏黎世为瑞士数学会所作的演讲《公理思维》中一般地论及外，没有再论述算术和一般数学基础问题，直到 1922 年他 60 岁时才又真正地回到了这个课题。

在这期间，首先，瑞恰德、伯瑞和格瑞林等人又发现一些新的悖论，越加引起人们对悖论的注意。

其次，在集合论研究方面，1904年9月策尔梅洛发表了良序定理的证明，其中确切陈述并引用了选择公理，随即引发了关于选择公理（选择类存在与否）的讨论。1908年策尔梅洛又第一次给出集合论的公理系统，其中列有选择公理。

再次，罗素和怀特海独立地设想并且继弗雷格之后施行了逻辑主义计划。罗素在1903年的《数学的原理》一书中就概要地说明了数学可以从逻辑推导出来、不过是逻辑的延伸这一思想。这种思想在怀特海和罗素合著的三大卷《数学原理》（1910—1913）中得到详尽的发挥。在其中，从逻辑演算出发，再加上无穷公理和选择公理（罗素称为乘法公理），推导出一般算术和康托尔集合论，推导出大部分的数学。为避免悖论，罗素引入类型论，而此前1906年他还提出过曲折论、限制大小论和无类论。

又次，集合论承认实无穷，即作为完成了的整体的无穷，这从一开始就受到克罗内克的反对。他的一句名言是：“上帝创造了自然数，其余都是人的工作。”1904—1906年，庞加莱在与法国数学家古杜拉和罗素的争论中，除了反对罗素等人把数学归结为逻辑的企图，也反对康托尔的实无穷观点。为排除悖论，庞加莱首先提出禁止恶性循环原则。这个原则立即被罗素接受，并曾被表述为：凡关涉一汇合的全体的东西必不是该汇合的一份子。庞加莱还认为算术（整数）不能以公理为基础来判正，他与克罗内克一样持某种构造主义观点。构造主义主张，自然数及其某些规律，特别是数学归纳法，是数学的最根本的和直观上最可信的出发点，其他一切数学对象都必须能从自然数构造出来，否则就不能作为数学对象。

最后，出现了数学基础中的直觉主义学派。它的创始人L·E·J·布劳威尔在《数学基础》（1907）、《逻辑规律的不可靠性》（1908）和《直觉主义和形式主义》（1912）等论文

中开始建立他的直觉主义基本观点。他不仅一般地坚持构造主义立场，而且强调数学的来源和基础在于一种先验的原始直觉，基本的直觉是按时间顺序出现的感觉。他追随康德，认为整数导源于时间的直觉。他认为，数学是创造性的精神活动，是心灵的构造。数学独立于逻辑和语言，数学的存在就是可由原始直觉出发构造出来，决定数学概念的正确性和可接受性的是直觉而不是经验和逻辑。这还导致他只承认潜无穷，即作为可以无止境地不断延续的无穷，否认逻辑排中律在无穷领域中有效，否认纯存在证明，否认与构造性的生成方法相对立的公理方法。由于他否认非构造方法，因此经典数学中占很大部分的、使用非构造方法得到的结果都要加以改造，无法得到改造的就要被摈弃。如果数学按直觉主义主张发展，其后果将是大量已取得的成果要被抛弃，而且整个数学研究也将变得复杂而含混。特别是，到1920年，希尔伯特的学生、“功绩卓著的第一流数学家”外尔也宣布：“我现在放弃我自己的尝试而赞同布劳威尔的观点”。所有这一切促使希尔伯特又回到数学基础问题上来并且发展出他的证明论思想。

希尔伯特在《公理思维》^①中除了赞美公理方法外，还提出如下有关数学基础的问题：每一数学问题的原则上可解性，一项数学研究成果的事后可检验性，寻求判别数学证明简单性的标准，数学和逻辑中内容与形式的关系，一个数学问题在有穷步内的可判定性。他指出，为了研究这些问题，首先需要审查数学证明概念。

希尔伯特1922年春天在哥本哈根应当地数学会的邀请作演讲，夏天又应邀在汉堡大学数学讨论会上作演讲，这两篇演

^① 见《大卫·希尔伯特全集》第3卷德文版，第146—156页。

讲的内容构成他的《数学的新奠基. 第一篇报告》^①。在报告中他承认由集合论悖论引起的事态是不能容忍的, 但是“功绩卓著的第一流数学家外尔和布劳威尔”却试图通过“错误的途径”来解决这个问题。“外尔和布劳威尔的做法, 基本上走克罗内克的老路。他们试图这样来为数学建立基础, 那就是, 一切对他们不方便的都要被抛弃, 并且树立一个克罗内克式的禁令专政。但是这就要把我们的科学支解, 使它残缺不全; 如果我们接受这种改革办法, 我们就要冒丧失我们一大部分极有价值的宝藏的危险。”被他们禁止的有无理数、函数甚至数论函数的一般概念, 康托尔的超穷数, 以及“在无穷多个 [正] 整数中总有一个最小者”这样的定理和一般的逻辑排中律。“我相信, 正如克罗内克不能废除无理数一样, ……外尔和布劳威尔今天也不会得逞。布劳威尔并不像外尔所认为的那样是在进行什么革命, 他只不过是在重演一场已经有人尝试过的暴乱, 这种暴乱当初来势凶猛得多, 却彻底失败了, 何况今天, 数学王国已由弗雷格、戴德金和康托尔如此健全地装备和巩固, 布劳威尔的新暴乱从一开始就注定是徒劳无功的。”^② 希尔伯特认为他已经发现一种途径, 可以恢复布劳威尔和外尔所要求的数学的直观性, 而无需放弃按他们的计划必须牺牲的任何数学宝藏。这就是他 1904 年在海得堡大致描画过的证明论。在报告中, 他第一次详细地介绍了这个新理论, 并且正式提出“证明论”、“原有的 (eigentlich) 数学”和“元数学”这些概念。

接着, 1922 年 9 月, 希尔伯特在德国自然科学家协会莱

^① 见《大卫·希尔伯特全集》第 3 卷德文版, 第 157—177 页。

^② 参见王宪钧:《数理逻辑引论》第 321 页; 瑞德:《希尔伯特》中译本, 第 195—197 页。

比锡大会上发表题为《数学的逻辑基础》的演讲^①。在演讲中他概述他的证明论的基本思想如下。用来构成迄今意义上的数学的一切东西都要严格形式化，使得原来的数学成为一堆公式。这些公式与普通数学公式的区别只在于，除了普通的符号外，其中还出现逻辑符号，特别是蕴涵号（ \rightarrow ）和否定号（ \neg ）。作为数学形式体系的基石的某些公式称为公理。一个证明是一种必须清楚地呈现在我们面前的格式，它借助理推模式“ $S, S \rightarrow T, \therefore T$ ”由若干论断组成，这里每次推理的前提，即 S 和 $S \rightarrow T$ ，或者是一条公理或其代入结果（这就是说，实际上还假定了代入规则作为另一个推演模式），或者是证明中先前推理的那个结论 T 或其代入结果。一个公式称为可证的，如果它或者是一条公理或者是一个证明的结尾公式。对于原有的如此形式化的数学，为保险起见必须配上一门可以说是新的数学，即元数学，在其中要使用有内容的推理（与原有的数学中的纯形式推理相对立），然而唯独要证明的是公理的无矛盾性。在这元数学中将处理原有数学的证明，后者本身构成有内容的研究的对象。

在演讲中他还提出在证明论中通过一个逻辑选择函数来处理全称和存在量化的逻辑形式的方法。该函数对每一谓词 A 指派一个对象 τA ， A 对 τA 成立仅当 A 对所考虑的每一对象成立。这一想法被形式地表达为“超穷公理” $A(\tau A) \rightarrow A(a)$ ，其中的 A 可以代换为一谓词表达式，而 a 可代换为任何表示个体的项。不久以后，他又稍作修改，用 τA 的对偶函数 ϵA 代替函数 τA ，关于 ϵA 的公理是 $A(a) \rightarrow A(\epsilon A)$ ，他又称之为逻辑的 ϵ 公理。利用选择函数就能从形式化的证明中消去量词，使得“所有”和“存在”的使用规则都归结为超穷公理的应

^① 见《大卫·希尔伯特全集》，德文版第3卷第178—191页。

用。这就把证明的直显的逻辑结构转化成一种初等的逻辑结构，其中只应用命题演算和代换。于是，证明一个形式化的算术领域的协调性的任务大为简化，就等于表明在该领域中推演不出公式 $0 \neq 0$ ，也就是表明，该形式化的领域的任何形式推演中都有一个数字结尾公式，而它不同于公式 $0 \neq 0$ 。这里的主要问题是设法通过代换消去由超穷公理产生的那些公式。

希尔伯特 1925 年 6 月在明斯特纪念外尔斯特拉斯会议上的讲演《论无穷》最全面地表述了他的数学基础思想。其后，他的 1927 年 7 月在汉堡数学研讨会上的讲话《数学的基础》和 1928 年 9 月在博洛尼亚数学国际会议上的讲话《数学的奠基问题》又有所阐发。其主要想法大致说来如下。

数学离不开无穷。不仅数学分析是“无穷的交响乐”，而且初等数论和几何就都涉及无穷。有两种意义的无穷：潜无穷和实无穷。潜无穷是一种极限概念，是某种变化中的、不断趋近的、产生着的东西。实无穷则是指实际给定的完成了的封闭的全体。正是康托尔系统地发展了实无穷概念。

现实世界是有穷的，自然界没有无穷。物理学、化学和天文学都拒绝无穷概念。但是无穷“在我们的思想中”有一个得到很好判正的地位，起着一种不可或缺的概念的作用。在数学科学中总须考虑无穷。自然数就有无穷之多。一个一般性的数论公式如

$$1^2 + 2^2 + 3^2 + \cdots + n^2 = \frac{1}{6}n(n+1)(2n+1)$$

实际上包含无穷多个公式；这是它的实质，而它的证明需要真正的思维行动。

数学中的无穷只是一种理想要素，引进来可以使得定理体系尽可能地简单明了。例如，在平面几何中就使用了理想要素方法。平面上的点和直线原本是仅有的实际存在的现实对象，

为了使“任二不同的直线总相交于唯一的一点”这一命题普遍成立从而产生几何中关于点和直线的对偶原理（例如我们原先有“任二不同的点总同属于唯一的一条直线”），就需要引进“无穷远点”和“无穷远直线”。这里的“无穷远”就是理想要素。又如，代数中的复量也是理想要素，可用来简化关于方程的根的存在和数目的定理。

数学中理想要素的引入必须服从一个必要条件，那就是不能因而导出矛盾。但是无穷的引入却给数学带来麻烦。先前在数学分析中曾出现无穷小演算的悖论，如今又在可以作为数学的基础理论的集合论中出现无穷集和超穷数的悖论。数学中出现悖论或矛盾是不能容忍的。如果连数学思维都靠不住，哪里还能找到可靠性和真理呢？弄清无穷的本性不仅对数学这门科学是必要的，而且事关人类理智的荣誉。

矛盾只出现在断言或假定之间，事实或事件本身无所谓矛盾。集合论中悖论的出现是由于引入了不能允许的和无意味的概念。存在一种完全令人满意的途径来避免悖论而又无需背叛我们的数学科学。

外尔斯特拉斯排除无穷小演算的悖论，为数学分析建立基础，其做法的实质在于：从分析中消去无穷小和无穷大，办法是把关于它们的命题归约为关于有穷量之间的关系的命题。然而，无穷全体（实无穷）仍然出现在用来定义实数的无穷长数序列中，出现在实数系概念中。这就是说，“无穷问题”仍没有最后解决。正如在无穷小演算的求极限过程中，无穷小和无穷大被表明不过是一种“说话方式”，作为无穷全体的无穷也一定是某种“表面的”东西。正如对无穷小的运算被代之以在有穷中的操作，它们有正好相同的结果，导致正好相同的漂亮的形式关系，那些差使实无穷的论断方式必须被一般地代之以具有正好相同结果的有穷程序，容许我们按相同的路线做出证

明和使用相同的得出公式和定理的方法。

关于“有穷程序”或“有穷方法”，希尔伯特和贝尔纳斯后来在他们合著的《数学基础》中写道：“我们总是用‘有穷’一词来表示，所说的讨论、断定或定义限制于其对象可以彻底生成并且其程序可以彻底实行，因此是在具体观察的范围内进行的。”有穷方法的两个要点是：（1）所谈论的东西都是生成的，不能只是假定的；（2）定义和演算程序都必须能在有穷步内终止，而且事先能为步数确定界限。事实上，有穷方法就是一种严格的“能行的”方法。按照这种有穷观点，递归定义和用数学归纳法的证明是允许的。而全称命题只能在假言的意义下理解，即任给一个具体对象都能有穷地证实它具有所说性质。存在命题则理解为确实能给出具有所说性质的对象，或者是实有一个有穷的程序来确定这样的对象。这样，对于遍历无穷论域的量化命题，逻辑排中律不成立，因为可以有这样的情况：既不能有穷地证明一个量化命题是真的，又不能有穷地证明其否定是真的。从而，根本上依靠排中律的纯存在证明也就是不允许的。

但是，排中律（一般地说，亚里士多德逻辑定律）和纯存在证明对于数学实践和经典数学是不可少的。以实无穷的存在为前提的量化命题从有穷观点看是无意义的，为了坚持普通亚里士多德逻辑的形式上简单的规则，就必须把它们当成不属于“有穷命题”或“现实命题”的“理想命题”。

对所有科学的思维、理解和交流都是必需的基本哲学立场是：作为使用逻辑推理和实施逻辑运算的条件，必须已经给予我们的表象力以某种超逻辑的具体对象，它们是作为先于所有思想的直接经验直观地呈现的。如果逻辑推理是可靠的，必定能在各个部分都完全统摄这些对象。特别是在数学中，我们要考虑的是具体的记号本身，它们的外形是立即清楚而可辨认

的。于是数学变成一堆公式，可以构成形式系统。这些公式中，首先有对应于有穷的现实命题的公式，其次是其本身无所意指的作为“理想对象”的公式。形式系统（如前所述）是可以有穷地处理的，特别是可以有穷地证明其无矛盾性。而现有的无穷数学可以完全地公理化和形式化，可以为之构造相应的形式系统。

于是，希尔伯特大胆断言无穷数学是可以充分确认的。这要通过一个分成三步的方案——通称“希尔伯特方案”——来完成。

(1) 第一步是从现有数学中分离出那个没有问题的“有穷的”部分。这部分数学是对所有科学论究都不可少的，是无需特加确认的。有穷数学必须完全免除无穷全体。因此普通的逻辑运算的使用是有限制的。但是，有穷数学要充分适用于初等的数论论究以及关于有穷符号串操作的初等论究。

(2) 第二步是把无穷数学重新构造成一个巨大的精巧的形式系统。这个大系统包含无限制的经典逻辑，众多的无穷集，以及特殊的变元，它们遍历自然数、从自然数到自然数的函数、可数序数，等等。此大系统的公式都是符号串，其本身没有意义但是可以有穷地处理。

(3) 第三步是只用有穷数学为该大系统给出一个正确的协调性证明。由此可知，在该大系统中可证的任何递归关系式的全称量化式都是有穷真的。于是该大系统就整个地得到有穷的判正。而该大系统中的无穷对象就将作为用来证明关于有实际意义的有穷对象的定理之有效辅助设置而有其意义。

经典的无穷数学或其部分如数论和分析，都是直观的有内容的数学理论。经过公理化形式化的重建，得到的是形式理论。希尔伯特认为数学就是这个或这些形式理论。有穷数学是直观的数学的一个无可置疑的部分，可被用作研究形式理论特

别是其协调性的工具。这样的研究是以形式的数学理论作为对象的数学研究，所以称之为元数学。又由于这里着重研究的是形式理论中的证明概念，因此又称之为证明论。

经后人研究，所说的有穷数学可以确定为原始递归算术，而那个大系统可以归结为二阶算术。希尔伯特认为，实现他的方案就能“一劳永逸地”解决基础问题，不再经受悖论的困扰，牢固地确立数学科学的基础。最后的结果会是：“数学是一门没有预设的科学。为建立数学，我们不象克罗内克那样需要上帝，不象庞加莱那样需要假定一种适应于数学归纳原理的特殊的理智能力，不需要布劳威尔的原始直觉，最后，也不象罗素和怀特海那样需要无穷公理、可化归性公理和完全性公理，这些公理事实上是不能由协调性证明来补偿的现实的內容上的假定。”^①

到1928年，对于希尔伯特及其合作者，证明论的实现似乎只是一个数学技巧问题。此前阿克曼和冯·诺伊曼已经按希尔伯特的思路证明了加以重要限制的数论的协调性。希尔伯特在博洛尼亚讲话中仍认为，只要做出足够的努力对已有结果作较为直接的扩充就能达到他们的目的。但是，1931年库尔特·哥德尔（Kurt Gödel 1906—1978）发表了著名的论文《关于〈数学原理〉及相关系统中的形式不可判定的命题》，他在其中严格证明了两个“不完全性定理”：（1）一个包括初等数论的形式系统，如果是协调的那么就不是完全的；（2）如果这样的系统是协调的，则其协调性不能在该系统中得到证明。这就是说，连初等数论也是不能完全公理化形式化的；如果一个包括初等数论的形式系统是协调的，那么其协调性不能用有穷方法甚至不能用一阶逻辑和初等数论的方法来证明。哥德尔的

^① J·范·海金诺编：《从弗雷格到哥德尔》第479页。

这两个定理给希尔伯特方案以沉重的打击。为了证明数论和分析的协调性，必须放宽只用有穷方法的要求。希尔伯特本人在1931年的两篇文章（《初等数论的建基》和《排中律的证明》）中提出用后来被称为超穷归纳法的较强的规则来代替完全归纳法。1934和1940年，根岑和阿克曼分别用放宽了的、已经不能算有穷的方法证明了数论的协调性。

希尔伯特方案和他原来的证明论设想虽然无法实现，但是有重大意义和深远影响。哥德尔认为：“虽则有了我的否定结果”，希尔伯特有关数学基础的方案“仍不失其重要性，并继续引起人们的高度兴趣”。^① 外尔认为，无论前途如何，希尔伯特和布劳威尔“把数学基础问题提高到一个新水平”。^② 阿尔弗雷德·塔斯基写道：“希尔伯特仍不愧称为元数学之父。因为，正是他，把元数学创建成一门独立存在的学科，并以他那伟大数学家的全部权威支持它，为它的生存而斗争。也正是他，为元数学筹划了未来的进程，把抱负和重任寄托于它。”^③

如今，“元逻辑”已经可以看成等同于“数理逻辑和数学基础”的一个数学部门，以证明数学理论的协调性为其主要目标的“证明论”是它的一个富有成果的分支。现有多种构造性数学理论，而把无穷的经典数学归约为有穷数学被认为最有说服力。现在的问题是：无穷数学的哪些部分可以归约到有穷推论？经研究回答是：相当大的部分，估计占现有数学的百分之85。一个相关的重要哲学问题是：这类归约我们对数学本性的理解能确实做出什么贡献？

^{①③} 参见瑞德：《希尔伯特》中文版，第272、274页。

^② 《大卫·希尔伯特及其数学工作》。

四、希尔伯特论数学问题， 认识自然与逻辑

希尔伯特的两篇著名的演说《数学问题》和《认识自然与逻辑》^①比较集中地表达了他的逻辑—数学哲学思想。

希尔伯特 1900 年在第二次国际数学家代表大会上发表的演讲《数学问题》，其直接目的是要在世纪更迭之际，“揭开未来的帷幕，看一看在此后的世纪里我们这门科学发展的前景和奥秘”。为了对最近的将来数学知识可能的发展有一个概念，就必须回顾过去，审视一下当今科学提出的、期望将来能够解决的问题（课题）。他总共提出 23 个问题，实际上是提出了一个数学研究攻坚规划。在这一演讲的前面部分他相当详细地阐述了他关于数学问题本身的一些问题的观点，诸如问题对于数学乃至科学的重要意义，数学问题的价值标准，数学问题的来源，对数学问题之解决的要求，解决数学问题的策略等。在这些论述中，以及在后面关于所选课题的特殊意义的说明和结语中，表现出他的数学观，他对什么是数学等关于数学根本性质问题的看法。

希尔伯特首先指出：“一定的问题对于一般数学进展的重大意义以及它们在研究者个人的工作中所起的重要作用是不可否认的。只要一门科学分支能提出大量的问题，它就充满着生命力；而缺乏问题则预示着独立发展的衰亡或中止。正如人类的每项事业都追求一定的目标，数学研究也需要自己的问题。正是通过解决这些问题，研究者得以锻炼其能力，发现新方法

^① 见《大卫·希尔伯特全集》第 3 卷，德文版，第 290—329 页和第 378—387 页。前者的中译文见《数学史译文集》和《数学与文化》。

和新观点，达到更为广阔和自由的境界。”

一个好的问题应该是清楚的和易于理解的，困难的而又不是完全无法解决的。

数学这门科学究竟以什么作为其问题的源泉呢？希尔伯特认为：“在每个数学分支中，那些最初、最老的问题肯定是起源于经验，是由外部的现象世界引发的。”“但是，随着一门数学学科的进一步发展，人类的理智受到成功解决问题的鼓舞，开始意识到自己的独立性。它出自本身，通常并不是受到明显的外部影响，而只是通过逻辑组合、一般化、特殊化、巧妙地对概念进行分析和综合，提出新的富有成果的问题，从而它自己就作为一个真正的提问者走到前台。”“其间，当纯思维的创造力进行工作时，外部世界又重新发挥作用，通过实际现象向我们提出新的问题，开辟新的数学领域。而当我们试图为纯思维王国征服这些新的知识领域时，常会发现未曾解决的老问题的答案，这同时就极有成效地推进老的理论。据我看来，数学家们经常在他们各个学科的问题提法、方法和概念中觉察到的那众多的令人惊讶的相似性和那些仿佛是前定的和谐性，其根源就在于思维和经验之间这种不断反复出现的交替运作。”

对于一个数学问题的解答，应该提出怎样的一般要求呢？希尔伯特说：“我认为首先是要做到，通过有穷步推理来证明解答的正确性，就是说以陈述在问题中的有穷个前提条件为基础，而且它们总是要精确地塑述的。这种借助有穷推理进行逻辑演绎的要求不外是对证明过程中的严格性的要求。这种严格性要求在数学中已经象谚语那样变得众所周知，它实际上是适合我们悟性的普遍的哲学需要的；另一方面，只有满足这样的要求，问题的思想内容和丰富意蕴才能充分显现。”“严格的方法同时也是比较简单、比较容易理解的方法”。借助严格的方法

法，一个数学理论就能得到“很大的简化”和达到“更高的统一”。

希尔伯特反对当时流行的一种意见，即认为只有分析的概念，甚至只有算术的概念才能加以严格的处理。他说：“我认为，无论数学概念从何处提出，无论是来自认识论方面，还是来自几何学或自然科学理论，都会向数学提出这样的任务：探索构成这些概念的基础的原理，并且通过一个简单而完备的公理系来确立这些原理，使得那些新概念的精确定性和它们对于演绎的适用程度无论在哪一方面都不比已有的算术概念差。”

谈到数学问题的某些困难所在以及如何加以克服，希尔伯特指出，在多数场合，未能成功地解决一个数学问题，其原因在于存在一些比手头的问题简单、容易的问题还没有解决或者没有完全解决。“这时，一切都有赖于找出这些比较容易的问题并且使用尽可能完善的方法和能够推广的概念来解决它们。”再者，为了成功地解决某些数学问题，常常需要采取一般化的观点，必须把眼下要解决的问题看成不过是一连串有关问题的一个环节，然后设法求得一种能应用于有关问题的一般方法。

另一方面，“有时会碰到这样的情况：我们是在不充分的前提下或不正确的意义上寻求问题的解答，因此不能达到目的。于是就产生这样的任务：证明在所给的前提下和所期望的意义上原来的问题是不可能解决的”，就是说，要给出一个不可能性的证明。

希尔伯特在结束前言部分时说：“数学问题的宝藏是无穷无尽的，一旦一个问题得到解决，无数新的问题就会代之而起。”他表示相信：“每个确定的数学问题都应该能得到明确的了结，或者是成功地给所给问题作出回答，或者是证明该问题

不可能有解，因而试图给予解答的一切努力都必定归于失败。”他说：“这种相信每个数学问题都可以解决信念，对于我们的工作是一种强有力的鼓舞。在我们中间，常常听到这样的呼声：这里有一个数学问题，去找出它的答案！你能通过纯思维找到它，因为在数学中没有 *ignorabimus*（不可知）。”

希尔伯特在《数学问题》中还指明科学基础研究的重要性以及它与个别问题研究的密切关系。他提出的前六个问题都是关于数学基础的问题。在提出前六个问题之后他小结道：“确实，为一门科学建立基础的工作富有特别的魅力，对基础的考查永远属于研究者们最重要的课题。外尔斯特拉斯曾经说过：‘最终目标必须始终牢记在心，那就是要达到对科学基础的确实的见解，……而为了深入探究科学，致力于个别问题无疑是不可少的。’事实上，为了成功地处理一门科学的基础，就必须对它的专门理论有深入的理解。只有对建筑物的立意在细节上都有透彻了解的建筑师，才能为这座建筑建立坚实的基础。”

希尔伯特在提第二个问题即“算术公理的协调性”问题时，明确阐述了如何用公理方法来研究科学的基础。他说：“在事关研究一门科学的基础时，我们必须建立一个公理系，它包含着对这门科学基本概念之间所存在的关系的确切而完备的描述。如此建立起来的公理同时也是这些基本概念的定義；而且，我们正在考查其基础的科学领域里的任何一个命题，除非它能够从这些公理借助有穷步逻辑推理而得出，就不能认为是正确的。”关于这些公理可以提出许多问题，而最重要的是：“证明这些公理不互相矛盾，就是说，以它们为基础通过有穷步的逻辑推理，决不会导出互相矛盾的结果”，亦即证明公理的协调性。这个问题的重要意义在于：“如果赋予一个概念的特性互相矛盾，我就认为这个概念在数学上不存在，例如平方

等于 -1 的实数在数学上是不存在的。而倘若能证明这个概念所赋有的特性经过有穷步逻辑推理决不会导致矛盾，我们就认为这个概念（例如满足一定条件的数或函数）在数学上的存在得到了证明。”就实数总体亦即连续统而言，确切地说，“它是一个事物系统，这些事物之间的相互关系受所设公理支配，同时对于它们来说，所有那些能通过有穷步逻辑推理从公理推得的事情，而且只有这样事情，才是真实的。”

在演讲的结语中，希尔伯特阐述了他的关于数学的有机统一的观点。“数学科学是一个不可分割的有机整体，它的生命力正在于各个部分之间的联系。尽管数学知识千差万别，我们仍然清楚地觉察到，在整个数学中使用着相同的逻辑工具，存在着概念的亲缘关系，同时在它的不同部分之间也有大量相似之处。我们还注意到，数学理论越是向前发展，它的结构就变得越加和谐一致，一向相互隔绝的分支之间也会显露出原先意想不到的关系。因此，随着数学的扩展，它的统一特性不会丧失，只会更清楚地呈现出来。”他还顺便回答了这样的问题：随着数学知识不断扩展，单个研究者岂不是终于不可能了解这些知识的所有部门了吗？他指出：“很象是数学科学中所固有的，数学中每一步真正的进展都伴随着更锐利的工具和更简单的方法的发现，这些工具和方法同时会有助于理解已有的理论，并把陈旧繁杂的产物抛到一边。因此，对于单个的研究者来说，他只要掌握了这些锐利的工具和简单的方法，就有可能在数学的各个分支中比其他任何科学更容易找到前进的道路。”希尔伯特最后说：“数学的统一性植根于这门科学的内在本质，因为数学是一切精确自然科学知识的基础。为了圆满实现这个崇高的目标，让新世纪给这门科学带来天才的大师和无数热忱的信徒吧！”

关于所提出的 23 个问题，希尔伯特在会上为了缩短讲话

时间，只从讲稿中选出十个问题作了解说。这里作为例子列出如下。

1. 证明“连续统假设”，即：任一实数集或者与一自然数集一一对应，或者与全体实数所成之集（即连续统）一一对应。

2. 探索算术公理相容性的直接证明。

6. 使数学在其中起重要作用的物理科学公理化。

下面四个问题来自算术和代数。

7. 确定某些数的超越性，至少是确定其无理性。

8. 素数问题。首先是证明极重要的黎曼猜想： ζ 函数的零点，除了熟知的负整实数外，全都具有实部 $1/2$ 。

13. 证明不可能用仅有两个变元的函数解一般的七次方程。

16. 详细研究 n 阶平面代数曲线的孤立分支在它们达到最大的情况下它们的相对位置，并且对于空间代数曲面的叶的数目、型和位置作相应的研究。

剩下的三个问题属于函数论。

19. 确定正则变分问题的解是否必定是解析的。

21. 证明恒存在一个富克斯类型的线性微分方程，具有给定的奇点和单值群。

22. 把庞加莱所证明的一条定理推广为：恒能用一个变元的自守函数使两个变元间的任何解析关系（不仅是代数关系）单值化。

总起来说，希尔伯特在《数学问题》中，根据他对过去特别是 19 世纪数学研究的成就和发展趋势的洞察，展望了新世纪数学发展的可能方向。他所提出的涉及各个数学领域的 23 个重大的数学问题影响深远，受到数学界持久的关注，推动了许多重要领域的发展。它们被称为“希尔伯特问题”。如同后

来外尔所说，这成为数学家经常据以衡量他们的进步的“一张航图”^①，“不管哪位数学家解决了其中的一个问题，他就能在数学家集体中取得一个荣誉的地位”^②。如今这些问题有的已完全解决，有的尚未解决或没有完全解决，但多少都有进展。1976年出版的由F·勃劳德编辑的《源于希尔伯特问题的数学进展》一书，总结了到当时为止由解决那些问题而取得的数学进展和成就。事实上，20世纪数学的发展，已经远远超出了《数学问题》所预见的范围。

《数学问题》的确集中表达了希尔伯特早期的数学观。大致说来，他的那些相互联系的观点可以总结如下。

(1) 数学是一个有机统一的整体，它是自然科学的基础。数学发展的源泉既在“外部世界”、“实际现象”和“经验”（亦即现实和实践），又在“纯思维的创造力”（实即数学的内在因素，数学的思辨特性），在于思维与经验的不断反复出现的交替起作用。

(2) 数学是关于演绎地把握的抽象概念体系的、“属于纯思维王国的”理论。这些概念可以是经验抽象得来，也可以是自由假定的。“数学家不仅要关注那些接近于现实的理论，而且要象在几何学中所做的那样，也关注一切逻辑上可能的理论”。

(3) 数学应是独立自主的、精确而严格的科学。数学理论的正确性的基础在于它的严格而有效的公理化。数学可以自由地选择概念和公理，制订各种方法，只是必须服从无矛盾这一最主要的条件。

(4) 数学对象的存在性就在于它（作为概念）的无矛盾

① 参见瑞德：《希尔伯特》中文版，第274页。

② 《大卫·希尔伯特及其数学工作》。

性，数学存在就是无矛盾。数学命题之为真理，就在于它能通过有穷步逻辑推理从无矛盾的公理推导出来。事实上，无矛盾和能够无矛盾地从逻辑上推出就是逻辑上可能。数学不能象（比如说）物理学那样诉之于实验或直觉。

（5）数学是向前看的，较之只深思已经获得的知识，它更关注解决突出的问题，创造强有力的新概念和新方法。数学要追求高度的严格性、简单性、普遍性和有机统一。数学问题都是可以肯定地或否定地解决的。

希尔伯特上述关于数学本性的看法，他关于数学的本体论、认识论和方法论问题的观点是有道理的，符合数学现代发展的趋势。如果着眼于其实质，不把其中某些说法绝对化，不进而乞灵于康德关于逻辑和数学的先验论思想或其他唯心主义哲学学说，更强调现实和实践对数学发展的决定作用，那么，他的上述观点应该说是可以接受的。

希尔伯特后来一直坚持他的那些观点并有所发展。时隔整整30年，他在接受柯尼斯堡荣誉市民称号仪式上的演说《认识自然与逻辑》中说：

“认识自然和生命是我们最崇高的任务。”

如今科学发展的速度非常迅速，最近十年获得的自然知识比过去许多世纪里所获得的还要丰富和深刻。在这同时，逻辑科学也有重大进步，如今已经有了一种对自然科学问题进行理论处理的普遍方法，即公理方法，它有助于精确地表达问题和较容易地解决问题。因此，今天已具备更好的条件来回答一个古老的哲学问题：在我们的认识中，思维和经验各自起着什么作用。说到底，回答这个问题就是要弄明白，我们的自然科学认识究竟是什么样子的，“我们在自然科学活动中得到的一切知识在什么意义下才是真理”。

人们总是发现自然界与思想有重要的对应关系，经验与理

论根本上一致。特别引人注目的是存在一种现象，先前建立的数学思想随后发现能够在自然界得到具体化和实现，“我们以不同于莱布尼茨的意义称之为前定和谐”。最出色和最奇妙的例子就是爱因斯坦的相对论。

为了确认自然与思想、经验与理论的一致，必须注意到那种形式因素以及它与自然和我们理智两方面的联系机制。数学消除法（离析程序）似乎提供了固定点和驻足点，精神世界的思想和现实世界的物体都停留在它们上面，从而供核查对比。

实施现代科学方法，看来会导出一个自然法则的系统，它在整体上符合客观实在，而为了获得所有的物理知识，事实上只需要思维，即抽象的演绎。但是，这一结论还不完全。“至于说到这些宇宙法则的来源如何？我们是怎样获得它们的？谁来告诉我们它们符合客观实在？回答是：唯有经验才使我们知道这一点。与黑格尔相反，我们认识到，唯有通过经验才能得到这些宇宙法则。”

“无论是谁，想要否认宇宙法则来自经验，他就必须认定存在某种第三个认识源泉。”康德正好是这一观点的典型代表。他主张，人们在逻辑和经验之外还具有某种关于客观实在的先验的认识。

希尔伯特早年曾经公开维护过康德的观点。现在，据说他在发表演说前，曾微笑着对一个年轻亲属解释道：康德说过的许多东西是“十足荒谬的”。^①当然，面对柯尼斯堡市民，他不能公开这么讲，而是比较委婉地表达了他的不同意见。

“我承认，即使为了构建专门的理论学科，也需要某种先

^① 瑞德：《希尔伯特》中文版，第245页。

天的洞察力，我们认识的成就总是以它为基础。我认为，数学知识也终究依赖于某种类型的这样的直观洞察力。甚至构建数论也先验地需要某种直观观点。因此，康德的认识论的最一般的基本思想仍然有它的重要性，那就是作为哲学课题，先验地确立那个直观观点，并且以此探索每一抽象认识以及每一经验之可能性的前提。在我看，这本质上就出现在我的关于数学原理的研究中。是以，先验的东西不多不少正好是对思维和经验所不可缺少的某些准备条件的基本设定或表达。但是，对什么是我们先验地具有的与什么是必须依靠经验的这两者之间的界限，我们的划分必须不同于康德；康德过高地估计了先验的东西的作用和范围。”

康德关于时空的先验论观念如今已经完全正确地被抛弃。而几何学“只不过是物理学整个概念构架的一部分”，几何定理终究是经验的产物，只有通过实践来确立或反驳。

“我们看到，康德的先验论中含有拟人化的糟粕，我们必须摆脱它们。在清除掉它们之后，留下的只是实际上构成纯数学知识的基础的那种先验观点，它本质上就是我在一些论文^①中刻画的有穷观点。”

“斡旋于理论与实践、思维与观察之间的工具是数学；它建起一座连通双方的桥梁并不断地加固它。事实上，全部现代文明，就其依赖对自然的理性认识和利用来说，都在数学中找到它的基础。”

以上表明，希尔伯特现在除了仍坚持经验和思维、实践和理论的重要认识作用外，还十分强调认识的经验来源，并指出数学及逻辑作为“形式因素”起中介调节作用，构成自然科学和现代文明的基础。他不同意康德的先验论，只是在建构数学

^① 原文脚注中举出《论无穷》和《数学的基础》。

理论事先需要某种直观的原则（他认为就是他的有穷观点）作为立足点这一意义上，承认认识需要一种“先验的东西”。他不明白，这种“先验的东西”归根结蒂还是来自人类长期的实践。

在演说的最后部分，希尔伯特表示，尽管数学的应用是重要的，但绝不要用它来衡量数学的价值。他大力维护纯粹数学，说道：“纯粹数论是直到今天还没有找到应用的数学领域。但是，正是数论被高斯称之为数学的女王，他和几乎所有大数学家都颂扬它。”说到“我们柯尼斯堡伟大的数学家雅可比 (Jacobi)”，“当著名的傅里叶 (Fourier) 有一次说数学的主旨在于说明自然现象时，……雅可比反驳道：象傅里叶这样的一位哲学家应该懂得，荣耀人类的精神是一切科学的唯一目的，着眼于这一点，一个纯粹数论的问题，与一个服务于应用的问题相比，具有同样多的价值。”

希尔伯特在结束他的演讲时说：“谁要是领悟了闪烁在雅可比这些言辞中的思想方法和世界观的真谛，他就不会堕入倒退和不毛的怀疑癖；他就不会相信那样的人，他们在今天以贤哲的派头和高傲的腔调预言文化的没落，并且自陷于 Ignorabimns (不可知)。对数学来说，不存在任何 Ignorabimns，在我看，对自然科学来说，也根本不存在。”哲学家孔德千方百计想找出不可能解决的问题而终于找不出，原因是“根本没有不可解的问题”。“与愚蠢的 Ignorabimns 正好相反，我们的回答是：我们必须知道，我们必将知道。”

我们看到，希尔伯特反对怀疑主义和不可知论的立场是一以贯之和十分坚定的。他还曾在 1928 年博洛尼亚数学国际会议上说：“如果数学没有真理的话，那么我们知识中的真理、科学的存在和进步尤其会怎么样呢？的确，今天，在一些专门著作和公开的演讲中，经常出现一种关于知识的怀疑主义和意

气消沉；这是某种我认为有破坏性的神秘主义。”^①

参 考 书 目

1. D.Hilbert: Gesammelte Abhandlungen, I, II, III, Springer, Berlin, 1932—1935。《全集》共三卷，内附他人所写希尔伯特传略和他几个方面数学工作的评述。

2. D.Hilbert: Grundlagen der Geometrie, 初版, Teubner, Leipzig, 1899; 第十二版, Teubner, Stuttgart 1977 (中译本: D·希尔伯特, 《几何基础》(据1930年第七版译), 上册, 科学出版社, 1958)。

3. D.Hilbert: Grundzüge einer allgemeinen Theorie der linearen Integralgleichungen, Teubner, Leipzig und Berlin; 1912。

4. R.Courant & D.Hilbert: Mathematischen Physik, I, II, Springer, Berlin, 1924, 1937 (中译本: R·柯朗, D·希尔伯特, 《数学物理方法》, I, II, 科学出版社, 1958, 1977)。

5. D.Hilbert & W.Ackermann; Grundzüge der Theoretischen logik, Springer, 1928 (中译本: D·希尔伯特等, 《数理逻辑基础》, 科学出版社, 1958)。

6. D.Hilbert & S.Cohn-Vossen; Anschauliche Geometrie, Springer, Berlin, 1932 (中译本: D·希尔伯特, S·康福森, 《直观几何》, 上, 下, 人民教育出版社, 1959, 1964)。

7. D.Hilbert & P.Bernays; Grundlagen der Mathematik, I, II, Springer, Berlin, 1934, 1939。

^① 转引自 M·克莱因: 《古今数学思想》中文版, 第4册第111页。

8. J. Van Heijenoort (编): *From Frege to Gödel: A Source Book in Mathematical Logic, 1879—1931*, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, 1967. 内含希尔伯特三篇文章的英译文, 129—138, 367—392, 464—479。

布劳维尔

张清宇 撰

篇 目

一、布劳维尔的生平和著作	(91)
二、布劳维尔的直觉主义	(97)
(一) 纯直觉是数学的最终依据	(98)
(二) 数学存在等于可构造	(101)
(三) 排中律不普遍有效	(105)
(四) 直觉主义逻辑	(109)
参考书目	(115)



布劳维尔 (1881—1966 年)

布劳维尔

张清宇

布劳维尔 (Luitzen Egbertus Jan Brouwer, 1881—1966), 荷兰的天才数学家, 是数学基础方面直觉主义学派的创始人。布劳维尔也是现代拓扑学的创建者之一, 他关于维度的拓扑不变性的论文和所使用的方法被公认为拓扑学中的创造性贡献。他的直觉主义数学观起源于康德的先验唯心论, 但他认为基本的直觉是对时间的直觉。他把数学思维理解为以这种基本直觉为基础的构造性程序。对于布劳维尔来说, 数学对象必须可构造才能承认是存在的, 数学存在等于可构造, 间接的纯存在性证明是不可靠的。他不承认任何先验的不可违反的逻辑原则, 因而也不承认从公理推出结论的这种数学工作。他反对把排中律应用到无穷集合上去, 认为应用超穷方法的古典数学不是真正的数学。他和他的学派除了对古典数学和古典逻辑进行批判以外, 还用很复杂的构造建立了一种全新的数学, 包括连续统理论和集合论。布劳维尔创立的直觉主义学派至今仍活跃在数学舞台上。

一、布劳维尔的生平和著作

1881年2月27日, 布劳维尔出生在荷兰的奥威斯奇, 即现在鹿特丹市的一个郊区。他祖辈主要是务农, 父亲 E·L·

布劳维尔是一位教师，由于职业的关系常常改变居住地，最后成为哈阿伦（Haarlem）地方的一位校长，从此定居于哈阿伦直到去世。他母亲H·波兹玛出身于书香门第，在她家的族谱上可以找到许多教师、教授和高等文官的名字。布劳维尔有二个弟弟：艾萨克·亚历山大（1883年生）和亨德利克·艾伯特（1886年生）。前者是位失意的艺术家和法语教师；后者是位地质学家，后来成为阿姆斯特丹大学的教授。

E·L·布劳维尔是位严格的父亲，他使他的孩子们都得到了充分的教育。布劳维尔三兄弟都上了初级学校，也都进了哈阿伦的黎克斯中学。当时中学毕业的正常年龄应当是17岁，但布劳维尔14岁就从黎克斯中学毕业了。毕业后布劳维尔进了文科中学，这样做一是因为他年龄太小，另一是因为当时只有从文科中学毕业才能进大学。1897年，布劳维尔以最高成绩完成文科中学的学习。

1897年9月27日，布劳维尔进阿姆斯特丹大学学习数学和科学。1907年2月19日，他以优异成绩结束了他在阿姆斯特丹大学的学习，并获得“数学及科学”博士学位。关于布劳维尔的大学生活，知道得不多。他参加过一个大学生联谊会，但在其中并不突出。他的大学朋友中有空想社会主义者和社会各阶层的文学家：卡雷尔·阿德马·范斯克尔特雷，魏斯辛，范洛克荷斯克，桑恩，蒲但斯，罗兰·霍斯特，等等。

布劳维尔在大学学习期间对数学基础的兴趣，似乎是受曼诺利（1867—1956）的影响而发生的。数学家曼诺利是语言效用学在荷兰的代表人物。1946年9月16日，阿姆斯特丹大学授予他名誉科学博士学位。在代表学校讲话时，布劳维尔讲到自己如何受曼诺利的讲演和讲课的启发，消除了开始学数学时

的徬徨，加深了对数学的认识。^①因此可以说，曼诺利当时开设的数学基础课程对布劳维尔是很有影响的。

布劳维尔在大学中的数学教育可以说完全是老式的。那时候荷兰的数学处于停滞阶段，大学中的数学课程往往由物理教授或医学教授开设，而他们当然对增加过多的数学知识不感兴趣，因而在布劳维尔的数学课程中除了通常的微积分、几何和代数等课程外没有任何新的理论。布劳维尔基本上是一个自我造就的数学家。他在大学中的数学教师有范佩施、西斯辛格、范德瓦尔斯、吉曼和柯特威格，其中柯特威格是一位有相当地位的应用数学家，也是布劳维尔博士论文的指导教师。

1909年10月12日，在柯特威格和戴维利斯的劝说下布劳维尔接受了阿姆斯特丹大学的无薪讲师职位，并作了题为“几何的本性”的公开讲演。1912年，他被任命为阿姆斯特丹大学的“集合、函数论和公理学”临时教授，同年10月14日，他作了题为“直觉主义和形式主义”的就职演说。一年以后，范特威格慷慨地把自己的职位和讲座让给了他最杰出的学生，从此布劳维尔就成为阿姆斯特丹大学的正式教授，并主持“集论、函数论和公理学”讲座，一直到1951年他70岁时退休为止。他也是皇家科学院自然科学部的一个成员。

尽管布劳维尔早在博士论文中就提出了直觉主义思想，但从1907至1920年前后这十多年里他依然从事古典数学的研究工作，在拓扑学方面作出了重要贡献。他创造了连续变换的单纯逼近方法，用这方法证明了复形的维度不变性；如果 K 是多面体 P 的一个 n 维单纯剖分，那么 P 以及同胚于 P 的任何多面体的每一个单纯剖分也都是 n 维复形。拓扑学中关于不动点的基本定理也是布劳维尔建立的。这定理适用于 n 维单形或

^① 参见《布劳维尔全集》卷一第472—476页。

它们的同胚像，定理说： n 维单形到它自己的连续变换至少有一个不动点。他还证明了：偶维球到它自己的每一个一一的连续变换，如果能形变为恒同变换，它就至少有一个不动点。拓扑学中的不动点定理有重大的几何意义，在分析学中也有重要应用，例如用来证明微分方程的解的存在。布劳维尔在1911至1912年间取得的这些成果和所应用的方法被公认为拓扑学中的创造性贡献。正是他在拓扑学方面的贡献，使得海丁(1898—1980)认为“现代拓扑学创始于布劳维尔。”^①

1908年，布劳维尔参加了罗马会议，这是他第一次在国际上公开露面。1910年新年期间他访问了巴黎，开始跟庞加莱、阿达玛和波莱尔交往。布劳维尔第一次会见希尔伯特似乎是在1909年夏天，从1911年起他就定期到格丁根去。1911年，他出席了德国自然科学研究者会议和德国数学家联合大会。1912年，他出席了剑桥国际会议。国际上第一流数学家之间的交往当然会使布劳维尔得到不少切磋和启发，同时也会影响他对数学基础的观点。第一次世界大战的爆发中止了布劳维尔的国际交往，这是他从拓扑学转而注意数学基础的原因之一。此后，他虽然不再在拓扑学方面积极工作，但仍可从他的合作者们的工作中追踪他的影响。

布劳维尔在博士论文发表后的十数年间，大概由于专心于他的拓扑学研究，只是偶而发表有关数学基础的看法。1918年后，他开始在各种期刊上发表文章申述自己的观点，进行按直觉主义原则重建数学的工作，在构造数学方面做了不少具体工作，这方面的论文共有五十多篇。可惜曲高和寡，当时除了他自己的学生外很少有数学家沿着直觉主义方向进行工作和发表文章。在这极少数的支持者中有希尔伯特的学生外尔

^① 《布劳维尔全集》卷二第xii页。

(1885—1955)，他于1920年在苏黎士数学会上扬言要加入布劳维尔的行列，后来成了直觉主义数学的积极支持者，为直觉主义的发展作出了重要贡献。1927年以后，布劳维尔的文章越来越富于争论性，为卫护和发展他的哲学观点而争。第二次世界大战结束后，从1946至1951的数年间，布劳维尔在剑桥大学作了一系列的讲演来介绍直觉主义数学。布劳维尔开创的直觉主义只是到60年代才开始得到较为普遍的重视，各方面的数学家也才开始从事直觉主义数学的研究。

布劳维尔的论著涉及哲学、数学基础和数学的许多方面，大多数都收入《布劳维尔全集》。已刊行的《全集》共二卷，出版于1975—1976年。第一卷汇集了他1905至1955年有关哲学和数学基础的论文九十余篇；第二卷收集了他有关几何、分析、拓扑和力学的论文八十余篇，卷首有H·弗罗伊登塔和A·海丁合写的《布劳维尔传》。在布劳维尔早期关于数学基础的论文中，以下介绍的三篇较为重要。

1907年的博士论文（《全集》卷一第13至101页）。布劳维尔的博士论文题为《论数学基础》。在这篇论文中，他广泛阐述了关于哲学和数学的观点，初步提出了自己的直觉主义观点。这篇论文包含了他以后在数学基础和数学发展本身二方面的许多工作的胚芽，至今仍是理解他思想的一篇有重要意义的材料。全文共分三章。第一章的目的是想表明数学的基础部分如何能从直觉建立起来，这一章是他发展数学的基本部分的所有工作的基础。第二章系统清晰地说明了布劳维尔的科学哲学。在这一章中，他还证明了有关函数可微性的一个定理，批评了罗素1897年的《几何基础短论》一书，还简短地讲述了康德的时空概念，最后将他有关数学与经验之间的关系的观点跟康德的和罗素的观点作了一个比较。第三章一开始就陈述布劳维尔有关数学跟逻辑和语言之间的关系的看法，主要的论点

是数学作为心灵的构造不应当跟语言表达相混。然后，对康托尔的超穷数理论、罗素的逻辑主义和希尔伯特的形式主义都作了苛刻的非难。1907年时，希尔伯特的证明论还未成形，特别是他还未明确区分数学和元数学，但布劳维尔在他博士论文的第三章末，却相当清楚地作出了这一区分。因此可以说，希尔伯特能在1922年提出证明论是跟他与布劳维尔的讨论有关的。布劳维尔博士论文的主要结论就是，数学思维过程在一切方面都独立于语言。

1908年的《逻辑规律的不可靠性》（《全集》卷一第107—111页）。全文只有五页，分成三段。第一段首先概括科学思维的一般过程，并以此说明逻辑演绎有可能从科学上认可的前提推出不可接受的结论，从而认为逻辑演绎在科学中不可靠。第二段简单说明在宗教真理中莫说逻辑的可靠性就连数学知性也不存在。第三段首先从悖论的出现说明逻辑在数学中也不可靠，并说明当承认逻辑预设数学时就可消除所有悖论，然后从数学中能否存在不可解问题来说明排中律在数学中是否普遍有效。在这一段中，布劳维尔比较了有穷系统中可靠的逻辑规律，但对潜无穷系统不见得可靠。正是在这一篇论文中，布劳维尔在逻辑史上第一次提出了排中律对于潜无穷体系不可靠的见解。

1912年的《直觉主义和形式主义》（《全集》卷一第123—138页）。在这篇论文中，布劳维尔比较了直觉主义和形式主义的观点，并进一步阐述了他自己的基本观点。他首先从论述科学的一般概念着手，说明直觉主义和形式主义关于数学精确性存在于何处的问题有不同的回答，“直觉主义者说数学精确性存在于人类理智中，形式主义者则说存在于纸上”。^① 然后

^① 《布劳维尔全集》卷一第124页。

从数学命题的本性、对待逻辑和语言的态度、集合的概念和基数理论等方面，具体论述了直觉主义和形式主义的不同观点。在论述直觉主义的观点时布劳维尔这样说，“新直觉主义认为，把生命的时刻划分成质上不同的部分，仅当其余的一切被时间分隔开时才重新结合起来，这是人的理智的根本现象，抽离其感性内容就过渡到数学思维的根本现象，赤裸裸的贰壹性 (two-oneness) 直觉。这种贰壹性直觉，数学的根本直觉，不仅创造自然数一和二，而且也创造所有的有穷序数，因为贰壹性的一部分可被设想为一个新的贰壹性，这个过程可以无限地重复下去；进而产生最小的无穷序数 ω ”^①。布劳维尔自称为新直觉主义者，因此这篇文章也是他关于直觉的一个宣言。

1966年12月2日，布劳维尔不幸死于一次交通事故，终年85岁。

二、布劳维尔的直觉主义

布劳维尔的直觉主义是现代数学基础研究中的一种重要观点，它开创了这方面研究的一个主要学派，至今仍活跃在数学舞台上。布劳维尔的直觉主义建立在关于数学本性的深刻分析之上，它主张数学来源于对时间的直觉，提供了关于数学与逻辑的关系等一系列问题的新见解。基本的观点是：数学是独立于经验的自由创造活动；数学独立于逻辑和语言，不可能具有独立于数学直觉的逻辑结构；数学由一种先验的初始直觉发展壮大，这种直觉可以叫作动中静 (invariance in change)，也可以叫作多中一 (Unity in multitude)；初始直觉使人认识到作为“知觉单位”的一，然后通过不断的“联结” (juxtaposi-

^① 《布劳维尔全集》卷一第127页。

tion), 创造了有穷数以及无终止的无穷序列, 并从而构造出各种数学对象; 否认实无穷的客观实在性, 认为无穷是无限制增长的可能, 是一个永无休止的创造过程。

下面, 我们分几个方面来论述布劳维尔的直觉主义。

（一）纯直觉是数学的最终依据

作为一种哲学观点, 布劳维尔的直觉主义跟康德的批判哲学有某种亲缘关系。布劳维尔指出, 他的博士论文的主要目的就在于修正康德关于经验的先验性方面的观点, 并使之赶上时代。(参看《论数学基础》, 全集卷一第 68 页。) 在他的《直觉主义和形式主义》一文中则说得更加明确: “我们可以在康德那里找到直觉主义的一种古老形式……”^①。

康德从关于数学真理性的思考出发进行纯粹理性的分析, 最终建立了所谓的“批判哲学”。他跟以往大部分哲学家一样肯定数学命题为必然真理, 但他并没停留于这一确认上, 而是进一步分析了这种必然性何以可能的问题, 得出了认识论上的一般结论。康德指出, “一切数学命题毫无例外都是综合的”; “纯数学这个概念就暗示着它不包含有经验的知识, 只包含纯先天的知识”; “严格的数学命题都永远是先天的判断而非经验的判断, 因为它们具有不能来自经验的必然性”^②。总之, 数学命题同时兼有先验性和综合性, 是他所谓的“先验综合判断”, 即, 独立于经验而又不能分析地论证的判断。那么, 数学命题的必然性来自何处呢? 康德认为, 来自某种异于经验、先于经验的源泉, 即来自纯粹理性; 具体地说, 来自于对时间和空间的直觉。康德的这些观点在相当长的时期内支配了人们

^① 《布劳维尔全集》卷一第 124 页。

^② 《十八世纪末——十九世纪初德国哲学》, 商务印书馆 1960 年版第 9 页。

的思想，直到非欧几何建立才遭到严重打击，动摇了他的批判哲学的基础。

布劳维尔基本上承袭了康德的理论，认为数学命题是先验综合命题。他在《几何的本性》一文中承认，“上世纪的数学进展表明，必须拒绝康德的几何理论，以另一种完全确实的方式来澄清欧氏几何跟经验的关系”^①。因此，他放弃了康德关于空间的先验性的观点，主张仅以人类关于时间的纯直觉作为数学的最终依据。用他自己的话说就是，“新直觉主义认为，把生命的时刻划分成质上不同的部分，仅当其余的一切被时间分隔开时才重新结合起来，这是人的理智的根本现象，抽离其感性内容就过渡到数学思维的根本现象，赤裸裸的贰壹性（two-oneness）直觉。这种贰壹性直觉，数学的根本直觉，不仅创造自然数一和二，而且也创造所有的有穷序数，因为贰壹性的一部分可被设想为一个新的贰壹性，这个过程可以无限地重复下去；进而产生最小的无穷序数 ω ”^②。

作为对于数学以纯直觉为最终依据的又一分析，布劳维尔突出强调了数学对于逻辑和语言的独立性。首先，他在《论数学基础》中指出，“数学独立于逻辑；实用逻辑和理论逻辑都是数学不同部分的应用”。^③ 因此，在布劳维尔看来，逻辑不仅不可能成为数学的可靠基础，相反还依赖于数学。其次，他在《直觉主义数学的方针》一文中指出，“直觉主义数学是心灵的构造，本质上独立于语言”。“它因由贰壹性抽象组成的基本数学直觉的自我呈现而得以发生”。^④ 他在《直觉主义的历

① 《布劳维尔全集》卷一第 112 页。

② 同上书第 127 页。

③ 同上书第 99 页。

④ 同上书第 477 页。

史背景、原则和方法》和《点和空间》中论述直觉主义的二个行动时也指出，“直觉主义的第一个行动使数学跟数学语言完全分离，特别跟由理论逻辑描述的语言现象完全分离，并承认直觉主义数学是心灵的一种起源于时间运动知觉的、本质上无语言的活动”^①。因此，在布劳维尔看来，数学本质上跟语言不相干，是建立于时间直觉上的无语言活动。

布劳维尔认为语言的用途有限，无论是普通语言还是符号语言，除去作为非数学的辅助工具有助于记忆外别无用处。“就直觉主义的思维方式来说，数学语言只能用作记忆或使人联想数学结构的工具；无论它的效能如何，它也决不能使我们完全免除误解。”^②布劳维尔还认为，语言不可能精确表述思想，不同的人决不能以完全相同的方式来理解同一个词。“即使在非常严格的学科中，逻辑和数学（鲜明地区分二者几乎是不可能的），对于它们构造出来的基本概念任何二个不同的人都不会有相同的想象；然而，他们有一个共同的意志，并且头脑中都有一个小而重要的部位以同类的方式实施注意。”^③

数学思想独立于表述它们的语言外衣，而且事实上比它们丰富得多。逻辑属于语言范畴，它提供的逻辑原则是运用语言的手段。但是，逻辑并不是揭露真理的可靠工具，用别的方法得不到的真理同样也不能由它推导出来。数学中最重要的进展都不是因逻辑更加完备而得，而是因基本理论的深刻变化而起。因此，数学独立于逻辑和语言，逻辑依赖于数学。

尽管布劳维尔和康德都主张数学以纯直觉为最终依据，但

① 《布劳维尔全集》卷一第 509—510 页。

②③ 同上书第 477、6 页。

在二者的数学观之间仍有一定的区别和分歧。首先，主要由于非欧几何的建立，布劳维尔放弃了康德对于空间直觉的依赖，而仅以人类关于时间的纯直觉作为数学的最终依据。另外，二人的研究目的也不相同，康德的数学哲学是直接为他的一般哲学研究服务的，而布劳维尔的则主要属于数学基础的研究范围。布劳维尔直觉主义的根本目标在于解决数学的可靠性问题，消除因出现悖论而引起的数学基础危机。布劳维尔的数学观对他在数学基础方面的具体工作起了直接的指导作用，关于数学本性的一般分析和具体的数学研究在他那里很好地结合起来。

（二）数学存在等于可构造

讲到布劳维尔，似乎也应当提一下他的一些具有构造论倾向的前辈和同道。第一位构造论者是德国数学家克罗内克（1823—1891），他批评德国数学家戴德金（1831—1916）和外尔斯特拉斯（1815—1897）的数概念，认为康托尔（1845—1918，德国数学家）关于超穷数和集合论的工作不是数学而是神秘主义，坚决要求所有的定义和证明都必须是构造性的。构造论的第二个强有力倡导者是法国数学家庞加莱（1854—1912），他反对实无穷，反对把数学归于逻辑的企图，认为数学归纳法是一种基本直观而非公理系统中的一条有用公理，与克罗内克一样坚持构造性要求。此外，还有几位法国数学家也都持有构造论观点，例波莱尔（1871—1956）、贝尔（1874—1932）、阿达玛（1865—1963）和勒贝格（1875—1941）。

构造论者不一定要是直觉主义者，但数学的直觉主义必然导致构造论的数学观。布劳维尔和他的学派从数学以纯直觉为最终依据的思想出发，提出了如下的著名口号：“数学存在等于可构造（In the study of mental mathematical constructions “to

exist" must be synonymous with "to be constructed")”。^① 这也就是说，他们强调数学对象只有从数学直觉构造起来时才是存在的，一切以实无穷为前提的非构造性论证和定义都是不可靠的。

不同的构造论者对于可构造性的理解有较大的差异，有狭义的也有广义的。从布劳维尔的著作来看，他所谓的构造至少有以下二种内容：（一）有穷序数是可构造的，因而可以得到 ω 序型的可数序列；（二）“选择序列”是可构造的，由此建立起了直觉主义的实数理论。构造有穷序数是以对自然数的直觉和数学归纳法为基础的，所有的构造论者都采用这种方法。“选择序列”的概念在布劳维尔的著作中是逐步出现的，最早出现在他1912年的《直觉主义和形式主义》一文中。由此概念又发展出“展形”的概念，布劳维尔最终实现了以一种单一的潜无穷过程来建立实数系的目标。构造选择序列的方法为以往的构造论者所未采用，也是许多古典数学家所不能接受的。

由于强调构造性，布劳维尔反对在数学中应用实无穷的概念和方法，在数学基础的研究中采取了典型的潜无穷观点。

无穷问题是数学基础研究中的重要问题，历来有实无穷和潜无穷两种观点。前者认为，无穷（在数学中表现为无穷集）是一个现实的、完成的、存在着的整体，是可以认识的。后者否认实无穷，认为无穷并不是已完成的而是就其发展来说是无穷的，无穷只是潜在的。古希腊持潜无穷观点的哲学家有亚里士多德，他明确指出坚持潜无穷的立场在数学上并不会造成任何困难。他写道，“我们驳斥了‘有现实的加起来的向上的无限’这个主张，并不妨碍数学家的工作。因为他们事实上不

^① A. Heyting: Disputation, 载《Philosophy of Mathematics》, P. Benacerraf 和 H. Putnam 合编, 第56页。

需要无限，他们并不用它，他们只要求一条有限的直线可以任意延长，而按照分最大量时所用的同一比例去分任何大的量也是可能的。因此，这对于数学家的证明工作是没有什么影响的。”^①从亚里士多德开始，实无穷和潜无穷两种观点之间的对立事实上就成了数学基础及数学哲学研究中的一个焦点。

对于布劳维尔来说，无穷只是无限制增长的可能，是一个永无休止的创造过程。而且，从他的观点看来，造成数学中各种困难的根源就在于潜无穷和实无穷的概念的混淆。外尔在联系到无穷集的概念时这样写道，“我想毫无疑问的，布劳维尔弄清楚了下面这一点，没有任何明证再支持下列的信仰：把所有自然数的全体当作是具有存在的特性的，……。自然数列既已超出由一数而跳到下一数这步骤所已达到的任何阶段，它便有进到无穷的许多可能；但它永远留在创造的形态中，绝不是自身存在的封闭领域。我们盲目地把前者变成后者这是我们的困难的根源，悖论的根源地也在这里——这个根源比之罗素的恶性循环原则所指出的具有更根本的性质。布劳维尔打开了我们的眼睛并使我们看见了，由于相信了超出一切人类的真实可行的‘绝对’之故，以致古典数学已经远远地不再是有真实意义的陈述以及不再是建基于明证之上的真理了。”^②

由于坚持构造性要求和潜无穷观点，布劳维尔就必须排斥一切以实无穷为前提的非构造性论证和定义。他不承认间接的存在性证明，因之也不承认不能具体给出的纯存在性定理。例如，质数的定义是构造性的，因为我们可以有穷步骤内确定一个数是否为质数。但是，关于存在无穷多个质数的欧几里得

^① 《物理学》，商务印书馆，1982年第90页。

^② 转引自克林著《元数学导论》（上册）莫绍揆译，科学出版社1984年版第50页。

定理的证明就不是构造性的，因为它没有提供确定第几个质数的方法。因而，欧几里得定理的证明是布劳维尔不能接受的。又例如数论中的最小数原则的证明也不是构造性的，此原则说

“如果有一自然数 n 有性质 P ，那么，
必有一最小的自然数有性质 P 。”

它的证明不太复杂，从 1 开始直到 n 逐个验算是否具有性质 P ，此过程中最先遇到的那个具有性质 P 的自然数就是所要求的那个最小的自然数。如果在 n 以前没有遇到具有性质 P 的数，那么 n 就是具有性质 P 的最小自然数。因此，必定有一最小的自然数具有性质 P 。在这证明中，所要求的数并没有真正地具体给出，而且对于 n 以前的任一个数而言性质 P 成立与否也不是可判定的。所以，这个证明不是构造性的，构造论者当然不接受。布劳维尔好比刑警而不是侦探，非构造性的存在证明就好比是没有填写犯人住址的逮捕令，拿着这样的命令他当然是要拒绝执行的。

对于非构造性的论证和定义采取绝对否定的态度，势必对数学的各个分支进行重新审核。初等数论问题不大，用到非构造性方法的地方不多，而且大多数都可经过改换而避免。但在数学分析和集合论中则完全不同，很难想象不用非构造性方法如何来论证它们的许多结果，因此构造性要求带来很大的困难。戴德金分割以实无穷的存在为前提，实数可比较性的论证也是非构造性的，此外如上确界定理和波尔查诺——外尔斯特拉斯定理等也都失却根据。将选择公理应用于无穷多个集合而得到的集合，都是不可接受的。布劳维尔拒不承认这一切，而想按照他自己较为严格的证明标准重新构造数学。1918 年以后，他就是作了这样的工作。虽然用构造性方法重新建立起了不小部分的数学分析和集合论，但他所确立的结构较之想要取代的古典体系复杂得多，很多定理得不到证明，概念的形成

也变得甚为复杂而含混。布劳维尔所采取的立场对于数学研究的影响实在太大了，所造成的后果是不能令人满意的。

（三）排中律不普遍有效

布劳维尔对于自亚里士多德以来确立的种种逻辑原则持批判态度，他认为绝对肯定古典逻辑的普遍有效性是错误的。他承认古典逻辑的法则对于有穷事物是有效的，但反对将它们应用到无穷集合上去。外尔在阐述逻辑的作用时这样说：“按照他的〔Brouwer的〕看法和历史的研究，经典逻辑是从有限集合和它们的子集的数学抽象出来的。……人们忘记了这个有限的来源，后来就错误地把逻辑看作是高于并且先于全部数学的某种东西，而终于没有根据地把它应用到无穷集合的数学上去了。这就是集合论的堕落和原罪，它正因此而受到自相矛盾的惩罚。使人惊奇的并不是这种矛盾的暴露，而是它在事情发展到这样晚的阶段才暴露出来。”^①

排中律就是被毫无根据地应用到无穷集合上去的一个独特的例子，布劳维尔否认了它的普遍有效性。这一逻辑原则肯定，每一个命题不是真的就是假的。在历史上，它起源于推理在有穷集合的子集上的应用，并且是由此抽象得来的；后来被认为是一条独立的先验的原则，从而被毫无根据地应用到了无穷集合上去。对于布劳维尔来说，能够证明的为真，能够否证的或者其否定可证的为假。这样，排中律就等价于断定任一个命题不是能够证明的就是能够否证的或者其否定可证的。因此，排中律的普遍有效性问题也就等价于能否存在“不可解”（即，既不可证明又不可否证的）数学命题的问题。布劳维尔

^① 转引自 M·克莱因：《古今数学思想》中译本第四册，1981年上海科学技术出版社出版第313页。

否认排中律的普遍有效性，也就是说他认为存在有“不可解”的数学命题。但是，这种“不可解”不是指我们至今还不能解决它，而是指我们根本不能解决它。因此，要对付布劳维尔的反对，就必须提出一个方法，不但在原则上可以解决所有至今仍未解决的数学问题，而且能够解决将来可能提出的一切问题。这样一种方法似乎是难以找到的。

有穷与无穷的差别是相当大的，对于有穷事物有效的规律未必适用于无穷事物。例如，全体大于部分，对于有穷集合显然是成立的，也就是说，有穷集合不能对等于它的真子集；但对于无穷集合是不成立的，因为无穷集合可以对等于它的真子集，正如全体自然数可以跟全体偶数形成一一对应那样。又例如，任一有穷的自然数集合中必有一最大数，但任一无穷的自然数集合中一定没有最大数。给定一个具体的性质 P ，在有穷集合的情形中我们可以用逐个检查的方法来判断它的元素是否都具有性质 P ，但在无穷集合的情形中这方法就未必可行了。有时我们可能碰巧知道无穷集合的某个元素不具有性质 P ，有时也可能由集合的构造就能知道或证明它的每个元素都具有性质 P 。

例如，取性质 P 为有关于正整数序对 (m, n) 的这样一个性质： $m^2 \neq 2n^2$ 。考虑由全体互质正整数序对组成的集合 D ，即， $D = \{(m, n) \mid m, n \text{ 互质}\}$ 。 D 是一个无穷集合，用逐个检查的方法来判断它的元素是否都具有性质 P 显然不可行，但我们可以根据 D 中任意元素 (m, n) 由一对互质的正整数构成，用假设 (m, n) 满足等式 $m^2 = 2n^2$ 将引出矛盾（ m, n 既互质又不互质）的方法，来证明 D 中任意元素都具有性质 P 。在布劳维尔看来，这类替代办法亦不足以挽救排中律在无穷集合上失效的命运，因为在一般情形下无法肯定，我们是能碰巧知道无穷集合的某个元素不具有性质 P ，还是能由集合的

构造知道或证明它的每个元素都具有性质 P 。

排中律肯定了任一个命题 A 不是真的就是假的，也就是说， A 真或非 A 真。因此，欲证 A 真可以通过证明非 A 假来进行。所以，排中律是数学中常用的间接证明方法的根本。古典数学里还有许多证明也都引用排中律，分情况证明就是一例。否认了排中律的普遍有效性，这些证明也就失却根据。例如，在实数理论中用区间套定理证明波尔查诺——外尔斯特拉斯定理时，我们运用二分法将包含有界无穷集的闭区间无穷地一分为二，最后得到一个区间套，其中的各个区间都包含所给有界无穷集中的无穷多点。排中律被用来保证每次二分结束时总能得到一个包含所给有界无穷集中无穷多点的闭区间，从而保证能继续进行下一次二分。要是按照布劳维尔的观点，排中律不普遍有效，那么二分法就不能继续进行下去，得不到区间套就不能引用区间套定理，定理因之不获证明。又如，在论证实数的可比较性时也要用到排中律。按戴德金分割法，实数被定义为由无穷多有理数组成的集合。要比较两个实数 X 和 Y 的大小，我们引用排中律于这二个集合，因而得到 X 中元素和 Y 中元素有四种可能的相对隶属情形。从这四种可能的组合，就可得到 X 和 Y 的大小比较。如果排中律不普遍有效，证明就不能成立，实数的可比较性也就成问题。从以上二个例子，也可看到排中律对于古典数学的影响有多么重大。

布劳维尔反对把古典逻辑应用到无穷集合上，是跟他所持的潜无穷立场有关的。如果考虑他对于有关自然数的全称命题和存在命题所理解的意义，那我们就可更加明白这一点。关于自然数的全称命题常可表述为，所有自然数 n 都具有性质 P ，或者，对所有 n 都有 $P(n)$ 。从布劳维尔的潜无穷立场出发，他不能把自然数的全体看成一个已完成的无穷集合，因而把这种全称命题理解为一种假设性断言。在这种理解下，所有自然

数 n 都具有性质 P 就意指，如果给定任何一个特殊的自然数 n ，那么可以保证 n 具有性质 P 。根据自然数集的构造可知，数学归纳法能用来证明这种假言性命题。只要归纳奠基和归纳推步都是构造性的，那么我们所作的证明也就为布劳维尔所接受。关于自然数的存在性命题也可表述为，有一个自然数 n 具有性质 P ，或者，有一个 n 使得 $P(n)$ 。按布劳维尔的构造性观点可以这样来理解这种存在性命题：给出具有性质 P 的自然数 n 的具体例子，或者，至少给出一种方法使得原则上可以找出这个具体例子来。在古典数学中要证明有一个 n 使得 $P(n)$ ，我们可以先假设所有 n 都非 $P(n)$ ，然后引出矛盾，从而根据反证法作出不是所有 n 都非 $P(n)$ 的结论。这结论对于布劳维尔也是可接受的，但要想由此进一步得出结论说有一个 n 使得 $P(n)$ ，那就不可接受了。古典数学家可以把全体自然数看作一个完成了的无穷整体，因而所谓不是所有 n 都非 $P(n)$ 也就等于说在这个无穷整体中总有某个地方有一个 n 使得 $P(n)$ 。但是，布劳维尔所持的是潜无穷立场，对他来说自然数处于一个永无休止的创造过程之中，由不是所有 n 都非 $P(n)$ 的结论出发并不能具体给出一个具有性质 P 的 n ，因此所得的结论比之在证明之前并没有前进多少。

希尔伯特在反驳布劳维尔时这样说：“禁止数学家使用排中律，就象禁止天文学家用望远镜或拳师用拳一样。”^① 排中律有没有象望远镜对于天文学家或拳头对于拳师那样大的作用另当别论，但否认它的普遍有效性在数学家之间引起的反响之大由此可见一斑。

^① 《古今数学思想》第 317 页。

(四) 直觉主义逻辑

布劳维尔认为，数学独立于逻辑，但逻辑依赖于数学，是从数学思维总结和概括出来的。直觉主义逻辑反映了建立直觉主义数学时所用的证明方法，也规范了直觉主义所可接受的论证方法。最早以较为形式的方式考虑直觉主义逻辑的是数学家格里文科和柯尔莫哥洛夫，他俩分别提供了直觉主义命题逻辑和谓词逻辑的片断。1928年，布劳维尔的学生海丁独立地形式化了直觉主义逻辑、算术及“集合论”的基本理论。由于直觉主义认为没有任何逻辑系统能充分描述所有直觉的证明过程，因而海丁没有提出数学推理必须永远限于他所提供的论证型式。但是，海丁的逻辑系统被公认为正确地形式化了布劳维尔的想法，也为布劳维尔本人所接受，因此作为对现时用于直觉主义数学中的逻辑原理的正确纲要，这一系统值得我们仔细注意。

海丁的逻辑系统可以采用下列公理模式

$$A \rightarrow (B \rightarrow A)$$

$$(A \rightarrow B) \rightarrow ((A \rightarrow (B \rightarrow C)) \rightarrow (A \rightarrow C))$$

$$A \wedge B \rightarrow A, \quad A \wedge B \rightarrow B$$

$$A \rightarrow (B \rightarrow A \wedge B)$$

$$A \rightarrow A \vee B, \quad B \rightarrow A \vee B$$

$$(A \rightarrow C) \rightarrow ((B \rightarrow C) \rightarrow (A \vee B \rightarrow C))$$

$$(A \rightarrow B) \rightarrow ((A \rightarrow \neg B) \rightarrow \neg A)$$

$$A \rightarrow (\neg A \rightarrow B)$$

$$\left. \begin{array}{l} A(t) \rightarrow \exists x A(x) \\ \forall x A(x) \rightarrow A(t) \end{array} \right\} \text{这里, } t \text{ 对 } x \text{ 可代入;}$$

和推理规则

$$A, A \rightarrow B / B;$$

$$\frac{B \rightarrow A(x)}{B \rightarrow \forall x A(x)} \qquad \frac{A(x) \rightarrow B}{\exists x A(x) \rightarrow B}$$

(x 不在 B 中自由出现)

来表述。从这系统中去掉有关量词的公理模式和推理规则，就得到直觉主义命题逻辑系统。如果附加排中律 $A \vee \neg A$ 或者双重否定律 $\neg \neg A \rightarrow A$ ，那末就可得到古典逻辑系统。

海丁系统中的联结词 \neg 、 \wedge 、 \vee 和 \rightarrow 都是初始概念，是相互独立的；两个量词同样也是相互独立的。关于联结词和量词的意义，海丁于 1931 年提出了一个解释——证明解释 (proofinterpretation)。他的根本想法是：仅当一个陈述 A 有一个证明时才被认为是真的。所谓一个证明，是指确立 A 的一个数学结构，而不是指某个形式系统中的一个推导。这里的初始概念是“a 证明 A”，它的具体定义如下：

- a 证明 $B \wedge C$ 表示：a 是一个序对 (b, c) 使得 b 证明 B 且 c 证明 C；
- a 证明 $B \vee C$ 表示：a 是一个序对 (b, c) 使得 b 是一个自然数，而且，当 b 为 0 时，c 证明 B 而 b 不为 0 时则 c 证明 C；
- a 证明 $B \rightarrow C$ 表示：a 是一个结构，它把 B 的任一个证明 p 转换成 C 的一个证明 $a(p)$ ；
- a 证明 $\neg B$ 表示：a 是一个结构，它从 B 的任一个证明都能产生一个矛盾；也就是说，a 是 $B \rightarrow (0 = 1)$ 的证明。

关于量词，假定给定了某个个体域 D 。

- a 证明 $\forall x B(x)$ 表示：a 是一个结构使得对各个 $d \in D$ 有

a(d)证明 $B(\bar{d})$;

a 证明 $\exists xB(x)$ 表示:a 是一个序对 (b, c) 使得 $b \in D$ 且 c 证明 $B(\bar{b})$;

这里, \bar{d} 和 \bar{b} 分别指个体 d 和 b 的名字。

利用证明解释, 我们可以从直观上明白在直觉主义逻辑中什么是正确的, 什么是不正确的。例如, 排中律在直觉主义逻辑中是不正确的。否则, 从证明解释可知 $A \vee \neg A$ 有一个证明 a; a 是一个序对 (b, c) 使得 b 是一个自然数, 而且, 当 b 为 0 时 c 证明 A 而当 b 不为 0 时 c 证明 $\neg A$ 。因此, 无论 b 是零还是非零, c 不是证明 A 就是证明 $\neg A$ 。对于任意一个具体的命题 A 要想必然产生 A 或 $\neg A$ 的一个证明, 这当然是不可能的。

在证明解释提出以后, 还出现了其它一些解释。1938 年塔尔斯基 (1902—1983) 提出拓扑解释, 第二次大战后克林 (1909—) 建立了递归可实现性解释, 1956 年贝恩引进了较早期拓扑解释更为直观的解释, 1963 年克里普克 (1942—) 提出了一个类似的但较方便的解释, 五十年代期间哥德尔提出了他的对话解释。七、八十年代, 由于发现拓扑层 (sheaves) 和拓扑斯 (topoi) 而提供了拓扑解释的一般化。

直觉主义逻辑与古典逻辑的区别除了表现在是否拒绝排中律和双重否定律等定理外, 还表现在有没有选言性和存在性。直觉主义命题逻辑具有选言性, 也就是说, 如果一个析取式 $B \vee C$ 是它的定理, 那么它的析取支 B 和 C 中必有一个是它的定理。在古典命题逻辑中情况就不是如此, 例如公式 $(p \wedge \neg q) \vee (p \rightarrow q)$ 虽是永真的, 但公式 $p \wedge \neg q$ 和 $p \rightarrow q$ 却都不是永真的。含有常项但不含有函项符号的直觉主义谓词逻辑则不仅具有选言性而且还具有存在性, 也就是说, 如果一个存在式

$\exists xA(x)$ 是它的定理，那么对于某个闭项 t 而言 $A(t)$ 也是它的定理。就可判定性而言，两种逻辑也有差异，二者的命题部分都是可判定的，但直觉主义逻辑的一元谓词部分是不可判定的，这是跟古典逻辑中的情况不同的。此外，古典逻辑的前束范式、斯柯伦范式和 Herbrand 定理都是直觉主义逻辑没有的。直觉主义逻辑与古典逻辑在元逻辑性质方面也有相同的，例如完全性、紧致性和演绎定理。

研究直觉主义逻辑是有意义的。首先，它在构造性数学中取得了成功的应用，这已为大部分数学家所肯定的。更为重要的是，它与电子计算机的设计和改进行有着较密切的关系。近三十年来，直觉主义逻辑的研究发展较快，获得了很多重要结果，有兴趣的读者可以参看有关的文献。

布劳维尔的直觉主义根本上是一种唯心论的观点，他认为数学对象就在人的思维之中，是人的智慧的自然功能，是由人的心智构造的。布劳维尔重视数学研究中人的思维的能动作用，是有积极意义的。但他片面强调数学思想的积极作用，以致完全排斥形式的作用，这是错误的。数学思想固然是数学活动中最富于发展可能的成分，但数学的外在形式作为数学活动中最稳定、最易于了解的部分也是不容忽视的。布劳维尔明确区分构造性和非构造性，对于数学和逻辑的研究起到了开拓的作用，促进了数学和逻辑的发展。他所提倡和积极从事的直觉主义数学是对构造性数学的重大贡献，但他绝对否定非构造性数学则是错误的，是他思想上的片面性的又一表现。构造性数学和非构造性数学是数学的二个方面，都是关于世界的形式方面的认识，强调一方面而排斥另一方面无疑是错误的。布劳维尔片面强调构造性，必然导致他接受潜无穷立场和拒绝对无穷集合使用排中律，结果不得不舍弃古典数学中的大部分宝藏，

这是无法令人满意的，可以说是迷入歧途的。克服片面性，兼容构造性和非构造性，似乎才可望迎合数学辩证发展的趋势，走上康庄大道。

作为结束，我想摘录我国逻辑学家沈有鼎教授于1978年2月15日致美国逻辑学家王浩的信中的一段话。这段话内容相当重要，不仅涉及布劳维尔的工作的实质，而且提出了一个重大的研究课题。沈教授生前很重视布劳维尔的直觉主义数学，但未发表过这方面的有关论述，籍此机会将他的这段话发表出来，以慰沈先生在天之灵。原文系中、英文混用，这里以中文转述如下。

“总的是要弄清楚数学中的能行性。但能行性有广狭二义。狭义的能行性已由一般递归函数解决了。现在只讨论广义的能行性。

处理广义的能行性，有两种办法。一是所用的语言也有非能行性的成分。用这样的语言，来区别能行性和非能行性，并划出能行性的范围。二是所用的语言不涉及非能行性的东西，完全不超出能行性的范围。布劳维尔所用的是第二种办法。他用一种违反日常语言习惯的语言，来叙述他的所谓直觉主义数学。他把日常语言中那些抽象的虚字如所有（all）、非（not）等，赋以极为具体的意义。结果在圈子外的人，读他的东西全是莫明其妙的话，而在圈子内的人，则认为他是杰出的天才，推翻了旧的数学传统。因此他的学说成为一种秘传的学说。（通常认为数理逻辑是秘传的学说，其实数理逻辑的圈子很大，其秘传性渐渐消失，远不如直觉主义学派那样神秘。）现在我们要作的工作，就是要剥掉这个神秘的外衣，改变其系统的难懂性，揭示出它的科学内容。而要作到这一点必须对布劳维尔所规定的数学范围这一思想作澈底的摧毁。布劳维尔把传统数学中非构造性的部分（即非能行性的部分）排斥于数学范围之

外。这是由于他的唯心论的观点，不能认识非构造性数学和构造性数学在本质上是一家的，是同一数学树上的两个枝派，在确定性程度上虽有差别，但同样是关于客观世界的形式方面的。

康托尔推翻了传统的亚里士多德的排斥实无穷的原则，布劳维尔则为了要维持亚里士多德的这个原则而放弃他的排中原则。结果是放弃前一原则的真是作到了放弃，而放弃后一原则的是放弃了又没有放弃，他没有放弃的是亚里士多德的排中原则而放弃的只是希尔伯特的所有数学命题的可判定性。一场风波无谓之至。布劳维尔晚年的觉悟真是非同小可，而一般接受海丁的影响，未予重视。

我们这个提法，要弄清数学中的（广义）能行性，是为了改变布劳维尔派的神秘性，驳斥天才派的先验论所谓的直觉主义的哲学前提，在广阔的数学范围内划清构造性数学这一有深刻辩证法意义的特殊范围。而要达到这个目的，就必须完成两个形式化任务。

第一个严守布劳维尔能行性语言的范围，把布劳维尔的系统形式化。在这方面，海丁已作了初步的工作。但是好戏还在后头。

第二步是遵照经典数学所用的全部形式逻辑，来建立一个既包括全部经典数学又包括全部构造性数学的、全面的数学，并把它形式化。（因为经典数学不包括构造性数学的高深部分。）通常认为能行性是元数学概念，现在不妨打破这界线，把能行性概念移到对象语言中去。当然，数学不论经典的或构造性的是无法“全部”形式化的，我们只能形式化其中的核心部分。上面所说的“全部”只是无所排斥的意思。凡是经典数学所承认的东西，一概承认。凡是构造性数学所排斥的（即认为既有意义又不有效的）东西一概排斥。而为了科学地处理这

些问题必须容许大量的、构造性数学所认为没有意义的东西。

没有研究过这问题或者研究过而走了歪路的人，也许不相信或不赞成我上面所说的话。但是数学的发展趋势，必然会走上我们所提示的康庄大道。现在经典数学在集合论方面，已经经过了一个“大跃进”，而我们所说的重大课题迟迟不发展，太不相称了。这问题是基本的，也是非常难的，这是无可奈何的事实。”

参 考 书 目

1. L. E. J. Brouwer: Collected works, vol. 1, ed A. Heyting Amsterdam/New York: North - Holland Publishing/American Elsevier, 1975。

2. D. van Dalen: Brouwer: The genesis of his Intuitionism, *Dialectica*, 32, 1978, pp. 291 - 303。

3. A. Heyting: Intuitionism: an Introduction, Amsterdam, 1956, North - Holland Publishing。

4. 王宪钧: 《数理逻辑引论》，北京大学出版社，1982年。

5. M·克莱因: 《古今数学思想》(第四册)，北京大学数学系数学史翻译组译，上海科学技术出版社1981年。

6. S·C·克林: 《元数学导论》(上册)，莫绍揆译，科学出版社1984年。

刘 易 斯

郑祥福 撰

篇 目

一、刘易斯的生平与著述·····	(121)
二、刘易斯的“概念论的实用主义”·····	(126)
(一) 刘易斯对哲学一般性质的看法·····	(126)
(二) 心灵与经验·····	(129)
(三) 知识、行动与评价·····	(131)
(四) 分析真理与经验知识·····	(133)
三、刘易斯“严格蕴涵”的模态逻辑·····	(135)
(一) 刘易斯的早期研究·····	(137)
(二) 《符号逻辑概论》中的体系·····	(139)
(三) 《符号逻辑》的体系·····	(142)
参考书目·····	(144)



刘易斯 (1883—1964 年)

刘 易 斯

郑祥福

说到模态逻辑，人们都要回溯到刘易斯（Clarence Irving Lewis, 1883—1964）。威廉·涅尔在《逻辑学的发展》这一大部头的著作中给予刘易斯以很高的评价，他指出：“现代对模态逻辑的兴趣是从C·I·刘易斯在1918年出版的《符号逻辑概论》一书开始的。”^①刘易斯作为现代模态逻辑的创始人被视为当然。而作为一个哲学家，刘易斯又是继皮尔士、詹姆士和杜威之后最有影响的实用主义者之一，其《心灵与世界秩序》一书所创立的实用主义思想被作为一种有独创意义的概念论的实用主义。无论在逻辑或是在哲学上，刘易斯都有所造就，在逻辑与哲学史上，他的思想都可以说是一个必要的发展环节。

一、刘易斯的生平与著述

刘易斯生于1883年美国麻萨诸塞州的司通海姆，童年在麻萨诸塞城和新汉普谢尔的白山地区度过，他很适应汉普谢尔的环境，丛山峻岭与郁郁葱葱的树林呼唤着他。

刘易斯的父亲是一个制鞋匠，一个平静而有思想的人。他

^① 威廉·涅尔、玛莎·涅尔：《逻辑学的发展》张家龙、洪汉鼎译，商务印书馆1985年第685页。

关心任何社会的改良措施，为人诚实、沉默寡言，他将他的一生贡献给了他最喜欢的事业。他推崇勤俭节约运动，为劳动骑士团辩护，为早期工会运动辩护，并因此而被列入“黑名单”。

当刘易斯开始懂事的时候，他便常与他父亲讨论一些使他感兴趣的问题，例如费边社会主义。他开始懂得每个人必须按照自己的良心做人的道理。他读过许多进步书籍，包括爱德华·不來明的《向后看》和马克思的《资本论》，有时也和父亲一起去听工会领导人的演讲。

刘易斯的母亲是一个有活力的妇女。刘易斯出生时，她才19岁，因此她把全部的爱倾注在刘易斯身上。她曾度过最艰苦的年代，对她来说，生活无论多么艰苦，都能顶过去。她总是帮助丈夫，一起在自己的园地里辛勤劳作。她坚信，只要自力更生、努力工作，就可以获得一切幸福。

刘易斯的中学时代是这样度过的：夏天在农场打零工，并且有时在下午或星期六和他父亲一起在制鞋厂工作，挣来的钱归他本人使用，由之随意。但为了考大学应付大学读书的费用，他将挣来的钱都存着，因为那时大学的费用比现在还高。刘易斯一心想进哈佛，但哈佛的升学考试是十分严格的。为此，他进了新英格兰中学，当时的计划是学四年英语、文学与写作，四年拉丁文，三年希腊文，一年法语，二年代数、几何、历史，和一年的实验物理学课程。他受的教育是良好的，教师不用教科书讲课，在安排下一次课前，只有一两次提示，每天都有大量作业。刘易斯曾回顾说：物理教师交待他们的是“物理学一千题”，在说明了实验仪器和解释了实验操作方法之后，便不参与学生的实验，只有当学生碰到难题时或得出错误结果时才过来照看一下。其他教师也都很严格。因此，刘易斯班上的许多同学与他一样，都以优良的成绩进入了哈佛大学。那时，刘易斯的经济负担也越来越重，他不得不花每天四小时

的时间在他父亲的鞋厂工作，即使这样，他也几乎不能应付进哈佛的费用。

哲学是刘易斯上大学之前就感兴趣的学科，这种情形使得刘易斯不可避免地选择了哲学专业。约在13岁的时候，刘易斯就感到有许多困惑不能解决，他深感自己无知，于是就去探讨赫拉克利特的流动、芝诺的悖论、康德的二律背反等等。在他15岁时的夏天，他在杰克逊农场与一位小姐邂逅相遇，这位小姐和他一起讨论这些问题，他们终日坐在走廊上观看着高山在黄昏时的阴影，想像着宇宙的形态。这件事使他终身难忘，构成了刘易斯思想发展的一个阶段，这位小姐也成了他的贤妻。

但那时的刘易斯还不懂得“哲学”这个词的意义，不过他不会忘记那位小姐的劝导，于是他从图书馆借了一本马尔肖编写的《希腊哲学史》，从这本书中发现，他的全部想法都与此书所谈的一样。他查阅了其它一些哲学著作，包括蔡勒的《论希腊哲学》、斯宾塞的《第一原理》，从中获益匪浅。虽然斯宾塞的进化观不是什么新的创举，但却比马克思对他的影响还要深刻。

1902年秋，刘易斯来到了哈佛大学。哈佛是一个学术空气浓厚而具有广泛选择自由的学校。在这里，百分之四十的学生都靠自己挣钱来维持学校与自己生活的费用，学六门课程（一年）约需五万美元。刘易斯的吃住都是十分简陋的，他边读书边打工，以解决学校的一部分费用。

哈佛的课程选修体系尽管有其不足的方面，但对于具有独立精神的年轻人来说却是最适宜的。刘易斯用了一年时间学会基础课程，然后把时间分为三段：英语、经济学和哲学，其哲学教师是罗伊斯、詹姆士、培里、桑塔耶拿等人。

在大学三、四年级，刘易斯选了詹姆士和罗伊斯的形而上

学课程，两位哈佛著名的哲学教授的课对刘易斯感触极深，为后来刘易斯写作《心灵与世界秩序》扎下了根基。刘易斯思想的具体化与发展都是同两位教授的课相关的。

1906年，刘易斯大学毕业，去麻萨诸塞的昆西中学教英语。在此期间，他偶遇巴默教授，使他对以后的职业与生活有了新的想法与规划。之后他进了克罗拉多大学任英语教师，这一改变使他从生活的低谷开始走向高峰。

在接受克罗拉多大学教职的同时，他曾在杰克逊农场相识的那位小姐也从新英格兰回来了。1907年，他俩作了短期的东部旅行，并找到一幢乡间小别墅结了婚。第二年，刘易斯便得了第一个儿子阿尔温。

1908年秋，刘易斯再度回到哈佛做研究生，1910年春，刘易斯提交了他的博士论文《直觉在知识中的地位》。在做研究生的第一年，刘易斯与桑塔耶拿一起研究了柏拉图，与培里一起研究了康德。在这个时期，绝对唯心主义占居了英美哲学界，直至本世纪之交，才受到实用主义与新实在论的批判。尽管这样，刘易斯始终处于中间地位，他既不接受唯心主义，也不承认罗尔斯的唯心主义或布拉德雷、鲍桑葵学派。刘易斯所考虑的是这三个学派都从詹姆士思想出发，因此它们具有共同的东西，这些共同的东西就是知识的本质及其与对象世界的关系。

1910年，刘易斯获博士学位，并留在哈佛哲学系任助教。1911年秋，刘易斯到了加利福尼亚大学任哲学讲师。那时，刘易斯想主讲一门符号逻辑课程或高级逻辑课，但却没有这门课的教材，以致最后他不得不去填补这个空缺。他写出了《符号逻辑概论》，并在加州大学的资助下得以出版。《符号逻辑概论》是他花了二年半时间写出来的，他用一年时间研究与写作第一章，用了六个月时间去研究自己的严格蕴涵体系，又花了

一年时间写作本书的其它部分。此书于1918年出版，它成了美国第一本概述符号哲学发展史的著作。其中严格蕴涵的理论在1932年与朗福德合著的《符号逻辑》一书中进一步作了阐述。

严格蕴涵概念的提出，开拓了对模态逻辑的研究，这是刘易斯对数理逻辑的一个重要贡献。他从罗素《数学原理》一书中论述的蕴涵概念出发，把实质蕴涵（material implication）和严格蕴涵（strict implication）区别开来，认为实质蕴涵会导致许多悖论，为解决这些悖论就必须用严格蕴涵的内涵逻辑。

1920年，哈佛大学邀请刘易斯任哲学讲师，一年后升为副教授，作为罗伊斯、詹姆士和培里的学生，刘易斯也觉得在哈佛难以出人头地，可是他坚持留在那里，直至1953年退休。

当他1920年进入哈佛的时候，皮尔士的一些手稿被买进哈佛图书馆。刘易斯便利用了两年的时间把自己关在图书馆里，研读皮尔士的一生著述，在这个时期，刘易斯再次研究了詹姆士与罗伊斯的绝对实用主义思想，以及杜威的自然主义，并写下了《心灵与世界秩序》，并于1929年出版。在本书中，刘易斯追随康德的观点对知识进行分析，他把知识的基本特征分为形式的和质料的、概念的和经验的。但与康德不同，他还强调理论知识的实用因素，把理论知识与我们的目的、意向、计划、利益等结合起来，试图把唯心主义的经验论与唯理论揉合在一起，从而形成自己的“概念论的实用主义”。

之后，刘易斯便致力于认识与价值、事实之间关系的探讨。1946年，他出版了关于认识论的第二部著作：《对知识和评价的分析》，在本书中，他把认识、行动和评价三者联系起来，把认识论与伦理学联系起来，进一步阐述了他的实用主义观点。本书的第一篇论述意义与真理，第二篇论述经验知识，第三篇论述评价问题。他认为，知识是有实用价值的，它必须

为行动服务，因此，分析知识就必须通过价值评价。

刘易斯认为，伦理学是哲学的一个重要分支，他曾提出了“社会伦理学”概念。通过一番研究之后，他又写了伦理学的著作：《正义的根据和性质》（1955）、《我们的社会遗产》（1957）、《价值与命令：伦理学研究》（1968）。

刘易斯思想的特色在于：他一方面强调对现代逻辑的研究，开拓了模态逻辑的新途径，以致引起了当代分析哲学家们的关注；另一方面他又通过对知识的分析，揭示知识与评价的关系，揭示事实与价值的关系，从而贯彻了实用主义的思想。因此，一般观点认为，刘易斯的思想是实用主义与分析哲学相结合的产物。

二、刘易斯的“概念论的实用主义”

刘易斯的哲学观是在皮尔士、詹姆士和杜威等人的影响下形成的。他在《心灵与世界秩序》的“序”中说：“……‘概念论的实用主义’，如果没有皮尔士、詹姆士和杜威——尤其是皮尔士——的先前思想，这个主义可能不会发展出来。”刘易斯汇集认识、行动和评价，在认识中贯穿了实用主义的基本原则。

（一）刘易斯对哲学一般性质的看法

刘易斯认为，哲学的一般性质是由其最初的假设和方法来决定的，每一个哲学家在探讨哲学问题时，首先总要确定一个最初最基本的假设。例如笛卡尔提出“怀疑一切”的原则来扫清哲学舞台，并提出人类的理性之光是最初的标准。而洛克至休谟的大部分哲学家却主张心灵是一块白板，认识是后天的结果，从而在此基础上展开了那个时期的哲学运动。正因为这

样，研究哲学的一般性质的正确作法就是“先陈述一番纲领和方法”。

在刘易斯看来，哲学的方法就是反省法。因为，反省是哲学的显著特征，哲学是研究已经熟悉的东西的。他说：“哲学研究的是人们已经熟悉的东西，熟知一事和明白观念理解一事，自然是十分不同的事情。行动先于反省”。^① 那么人的行动是遵循什么原则的呢？这个问题便是哲学所要探讨的。一个人若自己当自己的律师或医生，那他一定做不好，但是，人人都能够并且一定是他自己的哲学家。例如对善与恶、正当、有效等等问题，人们并不能把回答这些问题的责任推卸到别人身上，而说到实现那些至高的善、达到认识的真理、达到人生最高目标等等的方法，则必须请教哲学家来回答。

然而，哲学对这种方法的认识，决不能象自然科学家那样，其目的是达到对实在的认识，给我们增添熟知的现象，而是要把我们处理熟知对象的过程所默默遵循的原则以明白清楚的概念表述出来。哲学的方法无疑是反省的，因为科学的资料无助于哲学对这些原则的总结，不能解决哲学本身的问题。

哲学的这种性质与形而上学不尽相同，因为形而上学研究一般实在的本性。但对实在的认识无疑是一场不知风险程度的冒险，如果说实在是由我们对现象的认识来决定的，那么形而上学就只能永远等待科学的进步。不过形而上学研究的问题也是哲学问题，所以无论科学的材料堆积多少也不能决定这些问题。除此之外，形而上学还有另一意义，即企图单凭理性反省的力量完全超越经验之外。由于“实在”一词的意义的奇特复杂性，所以，形而上学所认为的那样一些抽象的共相，简直就是一团“哲学的鬼火”。

^① 《心灵与世界秩序》“引论”（英文版）。

由此看来，哲学的反省不是空虚的，不是到时间与空间之外去冒险，而是本于经验的反省，凡能应用于经验上的原则，其措辞必须本于经验，通过对经验的反省的考察，才可以正确地表述出这些范畴的原则，因为这些原则就隐含在我们对经验上所与材料的实际处理中。健全的形而上学也必须是这样。

总之，我们只是在人类经验的一般历程中，并通过这种历程，我们才有了哲学思想的内容，而哲学真理的意义永远在于它能够应用于经验。因此，哲学就是心灵自己对活动中的心灵本身的一种研究；它的方法是反省的，它企图明确地表达那一开始就为我们自己所创造和所占有的东西。

那么反省法是什么呢？它必须是辩证的。但在刘易斯看来，这种辩证法不是黑格尔意义上的，而是苏格拉底—柏拉图意义上的辩证法。它和苏格拉底的假设相符，即所寻求的真理已经隐含在寻求它的心灵中，并且只须抽引出来加以明白表达即可。之所以能这样做，那只是因为整个人类行为方式都大体上相类似，他们的根本利益和他们所处理的经验是互相类似的。

反省法之所以是辩证的，是因为就其承认一般经验作为哲学的材料而言是经验的、分析的。作为经验的，不是说这种经验仅仅只给予心灵的感觉材料，经验的东西是通过心灵建构而形成的。而作为分析的，并不意味着它假设经验是完全的、现成的。经验的对象始终是一种“恒常存在”，它不因我们注意它而存在，也不因我们不注意它而消失。心灵的构造与客观的所与两者是统一的。

心灵所寻求的那些范畴和原则必然早已暗含于人类经验中，思想与行动两者是连续的、一致的。正因为如此，反省法才是实用的。基本概念必然永远只具有实践的意义，反省法就是使得我们的心灵中的概念、范畴以其对经验的解释之一贯

性，摆脱那些自相矛盾的、不具有实践意义或与实践不相符的方面。

（二）心灵与经验

刘易斯的哲学尤为重视心灵与经验的关系，这可以说是他哲学的一个基本问题。《心灵与世界秩序》和《对知识和评价的分析》二书显然集中地论述了这个问题。

刘易斯认为，人们面临着世界，就是对经验的一种特殊的“阅读”过程，他总要根据一定路线、标准对经验加以翻译、分类与评价，从而掌握概念、弄明白概念的意义，以致在思维中所把握的概念始终是清楚明白的。

人们的心灵是互相契合的，这种互相契合代表着人类理性的某种普遍模型。正因这样，人与人之间的交流才是可能的，概念的意义在两个人替换使用或共同使用中互相理解时是共同的。这种共同性代表着人类行为方式的互相一致，因为意义通过人类实践表现出来。

由于人类心理具有互相契合这一共同原则，所以就形成了共同的理解以及共同理解的世界，这种理解通过人们所掌握的“范畴”表现出来。构造范畴，是心灵的天赋能力，它植根于人类的合理天性；从范畴的形成史来看，范畴与语言又是一种社会的产物，而且在某种意义上可以说是同义语。之所以说是天赋的，是由于人的心灵之间存在着一种共同的能力与趋向；之所以说是社会的，是由于范畴并不在于心灵的内容或思想方式的显现，在其形成与使用的过程中，范畴是不断地经受改造的。

刘易斯认为，范畴的重要性在于它能指导行动。理性主义的错误在于把范畴看作纯属先验的产物；纯粹经验主义的错误又忽视了人类心灵的力量，两者都把心灵的东西和经验的東西

分离了开来。其实，范畴总是与经验联系在一起的，因为范畴的意义必须通过实践表现出来。经验的概括设定了范畴的意义，对范畴作出了解释。

什么是经验呢？刘易斯认为，经验世界不是在经验中被给予的，而是由思想根据感觉材料构造出来的，感觉材料的那种给予和人的智力的构造本是一个整体，在这个整体中，心灵与给予心灵的材料已经有机地交织在一起。这种“所与”（given）就是一种事实，“所与”就是直接呈现给我们心灵的东西或特殊性质。人们的认识就是心灵对这些所与性的把握。刘易斯说：“不论所诱发出的解释或信念是真是假，无论如何，总是有对于经验的直接内容的一种把握；而离开了这种把握，则完全不可能有任何经验的知识。”^①

既然，经验是心灵与所与材料的有机交织，那么，我们如何获得“科学的实在性”呢？刘易斯认为，人们关于实在性的经验之所以存在，是因为人类心灵的意向性能够对所感觉到的东西作出解释，而一个动物则不能这样做，一个纯粹被动的意识也用不着实在的概念，也不可能对任何东西采取一种态度或加以解释。人类心灵之所以能感觉到世界的实在性，是因为人类心灵已经进入了我们所认识的实在世界的结构中和日常经验中，而动物则不能进入这样的结构。那么，诸如电子之类的东西为什么又能称为实在的呢？刘易斯认为，这完全取决于科学家的心灵，因为经验实在性的标准是那个范畴的“票面价值”。电子之所以是实在的，是因为“电子”这个概念具有通兑作用。因此，科学实在性正是人们对所经验到的东西所作的解释，是对所与的各种可能性的解释。

^① 《对知识和评价的分析》，伊利诺斯奥本考特出版公司1946年，“引论”部分第二章。

由此可见，刘易斯对于经验的理解完全是实用主义的、甚至是主观主义的。

（三）知识、行动与评价

刘易斯的实用主义思想突出地表现在他的认识论中。他不仅因袭了皮尔士、詹姆士、杜威的实用主义，而且也具有贝克莱、康德哲学的某些思想。

心灵和所与材料之间的交织，构成了关于经验的知识。这种交织有两个方面：一方面是感觉材料直接呈现给心灵，另一方面是心灵构造、解释经验的思想活动。刘易斯说：“如果没有所与的材料，则知识必然无内容而成为任意专断，……如果没有心灵本身所为的构造与解释，则思想就成了多余的东西。”^①

知识、行动与评价本质上是联系在一起的，知识的首要的、贯通全部的含义就在于它对行动的指导，知是为了行，而行是在评价中发生的。

究竟什么样的东西才可以归之于知识呢？它必须符合以下四个条件：

（1）知识必须是对真实的东西或事实的理解或信赖，而与假的或非事实的东西相反。一种错误的理解可以恰当地称为认识；但只有真实的或正确的认识才可以归为知识。

（2）一般的认识或认识的内容必须有所指，那就是说，存在着为人指谓、信赖或肯定但处于认识的经验之外的某种东西。当这样的认识真实或是知识时，它必须和这样被意指或肯定的东西相应、相符或相契合。

（3）知识必须有根据或理由。一个无知的人也可借胡猜瞎

^① 《心灵与世界秩序》第39页。

碰侥幸地说中事实，一个狂热的人也可相信一种真实的事情，但他的相信纯粹出自情绪上的强制而缺乏支撑性的证据；或者一个心地软弱的人仅仅由于他的希求而断定事物恰好如此，但缺乏任何证据或理由，只抱有信念，即使偶然与事实相符，也不能划归为知识。

（4）严格意义上的知识必须是确实的，必须是能得到解释的或者是自明的。

这就是说，真正的知识不是我们感官直接把握了所与的内容，而是我们思考的结果。一方面是在经验基础上可以证明的事物的把握；另一方面是对概念或概念间的意义的理解。

知识是通过行动而产生的。刘易斯很重视行动在形成知识中的作用，他认为，认识的对象随着人们的行动而出现，没有行动就不可能分化出主体与客体，没有行动就不可能形成经验。假如我们采取某种行动的方式，特定的经验就会出现，以苹果为例，如配上适当的行动，我就能看到它的形状、颜色，尝到它的味道等等。通过行动，事物的某些特征就可能逐步地呈现给人们，如果说现实世界是我们通过行动直接观察到的，那么，可能世界是在人们的行动中逐渐呈现的。

知识通过行动而发生，但知识也指导行动，两者是相互作用的。知识对于行动的指导是知识价值的表现。有了知识，我们就可以预先判断某一行动的后果。刘易斯举例说，我知道墙是硬的，如果以头撞墙，则会受伤。为了采取行动，取得一定的经验，在各种可能性中，要实现哪一种，就需要由评价来决定。

评价是知识的一种形式，是价值判断的实质，也是知识的功用。评价的本质在于它使我们通过恰当的行动控制我们将来经验的性质，施行这样的控制是为了选择我们所珍贵的事情和阻止拂意的事情。

(四) 分析真理与经验知识

通过对知识、行动和评价之间关系的分析，刘易斯确立了分析真理与经验知识的关系。

分析真理与经验的综合真理之区分，是分析哲学尤其是逻辑实证主义的重要基石。刘易斯十分重视这个问题，但是，刘易斯所强调的分析与综合的区分在含义上与逻辑经验主义的观点有别。在逻辑经验主义看来，分析命题是相对于语言系统而言的，分析命题的意义只能根据人工语言的形成规则和变形规则来确立，只能从语义学方面来解释。而刘易斯则认为，一个命题是否是分析的，首先是要根据其“感觉上的意义”，因为单独的句法符号是无所谓意义的，意义只有通过词与物之间关系、通过人的行为来确定。他说：“……整个说来，对于知识的研究来说更为重要的是感觉上的意义。例如，那些主张命题的意义应具有理论上的可证实性或可验证性的人，都把感觉上的意义看作一般的意义的首要条件。”^①又说：“把意义解释为语言上的意义，这不能为分析真理的确定提供充分的线索，可是把意义解释为感觉上的意义，则可以表明分析真理的明显来源和标准。”^②

不仅如此，分析真理的意义还有赖于人类现实生活，它植根于实际的利益之中。第一，是因为只有在实际生活中我们才能知道什么东西不存在什么东西存在，才能判断理论的实际意义；第二，是因为我们总是要确立一个最好的行动方案，在寻找这个行动方案时，我们至少考虑到一个与我们的选择相一致的可能世界，我们还可以借逻辑蕴涵来思考。

^① 《对知识和评价的分析》英文版，1946年版，第133页。

^② 同上书147页。

综合命题也即经验命题，刘易斯把经验命题分为三类：“表达的陈述”（expressive statements）、“终端判断”（terminating judgements）、“非终端判断”（non-terminating judgements）。“表达的陈述”是对直接所与的感觉材料的描述，它只描述直接的感觉材料，而不涉及物理对象，它是经验知识的基础。“终端判断”是对未来经验的预测。“非终端判断”是断定客观实在或判断观察到的事实，即“客观的信念”，它构成经验知识的主要部分，但是其真理性有待证实，其内容也是相对的发展的。

既然经验知识需要证实，那么刘易斯就不能摆脱这个问题。在证实问题上，刘易斯认为，每个经验判断在证实之前已有一种感觉上的意义，在头脑中已有了一种想像的标准，只有有了这个标准，我们的心灵才能辨认那些用以证实经验信念的感性表象。但是，证实始终是相对的，我们不可能作出一种一劳永逸的证实。而证实也就是确定行动的结果与经验的判断是否一致。然而，我们的行动需要知识的指导，这些知识或理论要指导行动就必须具有我们暂时无法证实的那种预见性，对于这种预见性，我们只能信赖，信赖的标准就是辩明。辩明是通过哲学的反思来进行的。这样，刘易斯便完成了他的认识论使命，形成了完整的实用主义认识论体系。

总的说来，刘易斯哲学思想的显著特征是分析的实用主义。他一方面用分析的方法对待哲学问题，吸取了分析哲学的观点，沿袭了皮尔士的风格；另一方面，他接受了康德哲学的影响，吸取了唯理论的某些观点，又站在了经验论的立场上，企图把两者揉合在一起。但是，由于刘易斯过分地强调概念与价值对个人行为的制约作用，以实用性与逻辑分析代替真理标准，以感觉的意义替代证实原则，以信赖替代真理的预见力，如此等等，都表现出了相同于一般唯心主义的理论格调和主观

唯心主义色彩。

三、刘易斯“严格蕴涵”的模态逻辑

模态逻辑是从刘易斯的《符号逻辑概论》一书开始的。模态逻辑一般被称为严格蕴涵的逻辑，这是因为，刘易斯最初就是用严格蕴涵的概念来代替罗素与怀特海的实质蕴涵，以清除实质蕴涵的怪论的。

现代模态逻辑的先驱是麦克柯尔 (H. Maccoll)，刘易斯的模态逻辑是在麦克柯尔的影响下形成的。1906年，麦克柯尔的《符号逻辑及其应用》一书出版，在本书中，含有一些模态逻辑的提示，提出了一些常真的模态命题。例如

$$(A:B:C) : (A:C)$$

$$A^{\eta} : A^{\epsilon}$$

$$(x:\alpha) (x:\beta) = x:\alpha\beta$$

$$(A^{\epsilon} + A^{\eta} + A^{\theta})^{\epsilon}$$

麦克柯尔用 A^{ϵ} 、 B^{ϵ} 、 C^{ϵ} 、 D^{η} 、 E^{θ} 来表示 A 为真，B 为假，C 为必然，D 为不可能，E 为不确定； $A:B$ 代表“A 蕴涵 B”， $A+B$ 表示 A、B 的析取。也使用 ϵ 、 η 、 θ 作为命题的变量，这种变量的值就是适合于模态值的命题。

刘易斯对麦克柯尔的逻辑是加以肯定的。我们也许会注意到，麦克柯尔的命题要比现代逻辑中的命题更为广泛，因为现代逻辑最初不可能改变其真值，所以，麦克柯尔的命题是一种“聪明的语词安排”。但是，麦克柯尔的形式肯定性并不是我们所说的结构的必然性，而是刘易斯所注意到的内涵的必然性；其肯定性则是概率演算的肯定性 (=1)，这种肯定性实际上就是后来刘易斯把它与他本体系的绝对必然性相区别的相对必然性。麦克柯尔体系的所有公式都被包括在刘易斯体系的

S_5 中了。

尽管这样，麦克柯尔也只能被视为严格蕴涵和当代模态逻辑的先驱，而不是奠基者、创始人。主要的理由是麦克柯尔没有形成一个恰当的推演体系，没有形成得到证明的公理和规则的集合，只是含蓄地介绍与使用了某些严格蕴涵的规则。此外，麦克柯尔的术语造成了许多困难，特别是他使用了“命题”去包括罗素所称谓的命题函项。这表明他并没有认识到两者的区别。而刘易斯则对蕴涵问题作了很多说明的工作，无论在理论上还是在实践上都胜于麦克柯尔，刘易斯紧紧抓住罗素对实质蕴涵的重视但又解决不了问题这一点，作为形成自己观念的突破口。

罗素和怀特海在其合著《数学原理》中提出了实质蕴涵的概念，他们在对其逻辑系统的非形式说明中，用 P 实质蕴涵 Q 这个短语作为 $P \supset Q$ 的译解， $P \supset Q$ 的定义是 $\sim P \vee Q$ ，这里的析取 \vee 是不要求 P 与 Q 之间有意义联系的。而罗素和怀特海想通过指出

$$\frac{P \quad P \supset Q}{Q}$$

是一个确实有效的推理图式来说明实质蕴涵这一说法的正当性。但是，这个短语却使人误解，因为它错误地暗示马蹄形符号表示了作为它的前件与后件的命题记号之间的关系，一些人用了它之所以陷入了假命题的怪论，只是因为一个假命题 (P) 实质蕴涵任何命题 (Q)，一个真命题 (P) 为任何命题 (Q) 所实质蕴涵。

相反，刘易斯在他的早期作品《蕴涵和逻辑代数》一文中认为，罗素的实质蕴涵根本不符合日常蕴涵的含义，例如“凯撒不死”实质蕴涵“月亮是由绿奶酪作成的”，“巴黎在法国”为“伦敦不在英国”所蕴涵等等，都不符合日常蕴涵的含义。

因而，罗素的实质蕴涵陷入了假命题的怪论。必须用一种新的蕴涵概念来替代它。

(一) 刘易斯的早期研究

刘易斯早期对模态逻辑的研究，主要表现在他 1912 年发表的《蕴涵与逻辑代数》和 1914 年发表的《严格蕴涵的演算》、《蕴涵的矩阵代数》这三篇论文中。

在《蕴涵与逻辑代数》中，他引用了“逻辑代数”的悖论——一个假命题蕴涵任何命题，一个真命题为任何命题所蕴涵，用以表明我们必须把“蕴涵”的意义和日常蕴涵的意义加以区别，纠正罗素、怀特海的实质蕴涵的困难。刘易斯因此而引进了“严格蕴涵”的概念，例如“或者玛蒂尔德不爱我，或者我被爱”等同于“玛蒂尔德爱我蕴涵着我被爱”的命题，使用“ \supset ”表示严格蕴涵， \vee 表示内涵的选言判断，那就有

$$(i) (p \supset q) = (-p \vee q)$$

按照逻辑规则，就有

$$(ii) (p \vee p) \supset p$$

$$(iii) (p \vee p) \supset (q \vee p)$$

$$(iv) [p \vee (q \vee r)] \supset [q \vee (p \vee r)] (!)$$

$$(v) (q \supset r) \supset [(p \vee q) \supset (p \vee r)]$$

(iv) 却是一个很大的错误，他在后来的文章中也重复着这个错误，但到了他写作《符号逻辑概论》一书时，他作了纠正。对 (iv) 加以替换，用 $-p$ 代表 p ， $-q$ 代表 q ，那么使用等式 (i) 就可得到：

$$(vii) [p \supset (q \supset r)] \supset [q \supset (p \supset r)] (!)$$

根据 (vii) $(p \supset p) \supset (p \supset p)$ 蕴涵着

$$(viii) p \supset [(p \supset p) \supset p] (!)$$

(viii) 表明，如果任何命题 p (说“某些哺乳动物会飞”) 为

真，那么它就为 $p \rightarrow p$ 所蕴涵，任何一个真命题在逻辑上总是伴随着一个相应的分析命题，因此其本身就是可分析的。这是和偶然的真同分析的（必然）真之间的区别不相一致的。

这篇文章是刘易斯最初论述其严格蕴涵的文章，他在这篇文章中指出，蕴涵可以定义为没有结果的前件的不可能性，虽然其形式体系是可能的。

论述严格蕴涵的第二篇论文是《严格蕴涵的演算》（1914）。刘易斯在这篇文章中采用了否定、内涵的选言判断和外延的选言判断作为最基本概念，仍以（i）作为严格蕴涵的限定。这个体系是与前面的体系相对的，甚至包括（iv）。刘易斯讨论了严格蕴涵的悖论，“逻辑谬误蕴涵任何谬误，必然真为任何真所蕴涵”。^①他认为，如果一个命题与此相对立，那么人们就可以通过改变假设来消除。他说：“实用地说，……实质蕴涵是一种明显的伪逻辑”，在其《符号逻辑》一书中，他对此作了更好的表述：如果实质蕴涵被当作反向推演，那么我们会得出这样的结果，即每一对真命题都能从其它十分肯定地属于谬误的命题推出。（参见与朗福特合著的《符号逻辑》英文版第238页）

《蕴涵的矩阵代数》一文中，刘易斯则形成了几乎与《符号逻辑概论》中相似的体系。最初的设想和定义是同样的，包括刘易斯第一个严格蕴涵的形式定义，主要的差异在于这篇论文提出了（vii）等于（iv）。《符号逻辑概论》中1.8的错误等式也被提了出来，他的公理也第一次得到了证明。他引入了相容定义 $(pOq) = \sim \sim (pq)$ 。这个体系被称为蕴涵的矩阵代数。《严格蕴涵的演算》中的体系重新作为“严格蕴涵体系”产生，这个体系与相容性演算共同容纳在矩阵代数中。在这篇

^① “严格蕴涵的演算”《心》第23期，第246页。

文章中，刘易斯用了九条公理：

$$p_1: (pq) \supset (qp)$$

$$p_2: (qp) \supset p$$

$$p_3: p \supset (pp)$$

$$p_4: [p (qr)] \supset [q (pr)]$$

$$p_5: [p \supset (q \supset r)] \supset [q \supset (p \supset r)]$$

$$p_6: (p \supset q) \supset [(q \supset r) \supset (p \supset r)]$$

$$p_7: p = - (-p)$$

$$p_8: (p \supset q) = (\sim q \supset \sim p)$$

$$p_9: \sim p \supset - p$$

运算规则有三条：

(1) 替换规则：每一个命题变项（如 p 、 q ）可用任何命题或命题函项来替代；等值的两个命题可以互相替换；

(2) 如果断定了 p 并且断定了 $p \supset q$ ，那么也就断定了 q ；

(3) 合断规则：如果分别断定 p 并且断定 q ，那么就断定了 (p, q) 。

重要的是《蕴涵的矩阵代数》一文的体系表明：实质蕴涵体系是蕴涵的矩阵代数的一个子系统，理解这一点的关键是： p 和 $p \supset q$ 的合取严格地蕴涵 q 。从现在的眼光看，实质蕴涵往往被人们视为刘易斯体系的一个组成部分。但我们如果把实质蕴涵作反演算，那么它就变得象严格蕴涵同样有用的体系了。

（二）《符号逻辑概论》中的体系

《符号逻辑概论》一书是专论模态逻辑的，其中很大一部分是讲符号逻辑史的。但是，其中的第五章是刘易斯所构造的严格蕴涵体系的模态命题演算，这个演算系统与其《蕴涵的矩阵代数》中的体系大致相同。

《符号逻辑概论》第五章中的基本概念、基本符号是：命

题 p 、 q 、 r 等；否定 $\neg p$ ；不可能 $\sim p$ ；（严格）相等 $p = q$ 为“定义关系”。把作为定义的符号写成 Df，应用基本符号作出了下面的定义：

1.01 相容 $p \text{ co } q = \neg \neg (pq)$. Df.

1.02 严格蕴涵 $p \supset q = \sim (p \neg q)$. Df.

1.03 实质蕴涵 $p \supset q = \neg (p \neg q)$. Df.（刘易斯在此处用 \subset 来表示实质蕴涵，实际上罗素是用 \supset ）

1.04 严格逻辑加（即严格析取）： $p \vee q = \sim (\neg p \neg q)$. Df.

1.05 实质逻辑加： $(p + q) = \neg (\neg p \neg q)$. Df.

1.06 严格相等： $(p = q) = (p \supset q) (q \supset p)$. Df.

1.07 实质相等： $(p \equiv q) = (p \supset q) (q \supset p)$. Df.

刘易斯认为，在此我们可以定义这种定义关系，因为，通过这种程序，我们确立了严格相等和严格蕴涵之间的联系。这种定义也使 $p = q$ ……类型的表达成为可能，但是 $p = q$ 仍是可以用其它符号来替代的符号的集合这样一种基本观念。

基本规则是：

1.1 $pq \supset qp$

1.2 $qp \supset p$

1.3 $p \supset pp$

1.4 $p(qr) \supset q(pr)$

1.5 $p \supset \neg(\neg p)$

1.6 $(p \supset q) (q \supset r) \supset (p \supset r)$

1.7 $\neg p \supset \neg p$

1.8 $q \supset q = \neg q \supset \neg p (!)$

其运算规则（按照刘易斯的说法是逻辑方法）实际上即操作方法：

首先是替换规则：

1. (形成规则) “如果 p 是一个命题, 那么 $\neg p$ 和 $\sim p$ 就是命题, 如果 p 和 q 是命题, pq 就是一个命题”;

2. “任何一个命题都可以用 p 或 q 或 r 等等来替换”;

3. (相等的替换) “任何一对用二相联的表达式中, 任何一个都可以用其它表达来替换”。

其次是推理规则: 如果断定 p 、 $p \supset q$, 那么也就可以断定 q (在这里不是假设实质蕴涵 $p \supset q$)。

再次是逻辑积规则: 如果分别断定 p 和 q , 那么就可以断定 pq 。

这里与“矩阵代数”中的区别是刘易斯纠正了 (iv) 和 (vii)。然而, 我们仍具有错误的 1.8。E. L. 波斯特指出, 由 1.8, 就可以推出 $\sim p = -p$, 模态命题逻辑就可化归为通常的二值命题逻辑。后来, 刘易斯对此作了修改, 用

$$2.2 \quad (p \supset q) \supset (\sim q \supset \sim p),$$

取代 1.8, 1.1—1.7、2.2 这组假定与原来的定义和操作一起称为 A_{1-8} (《符号逻辑》的称法), 共同构成了经过修正的《概论》体系, 叫做 S_3 , 这是第一个正确的严格蕴涵的公理集合。《概论》概括了从严格蕴涵到命题函数的范围, 把严格的观念应用于各个类。但是, 原来的《概论》体系还原为实质蕴涵, 就产生了是否修正了的 S_3 体系是如此可还原的问题。后来一位波兰逻辑学家 M. 华耶斯堡 (M. Wajsberg) 通过证明 “ $p \supset (q \supset p)$ ” 是独立于 S_3 的而回答了这个问题。进尔, O·贝克 (O. Becker) 提出了这样的原则:

$$1.9 \quad \sim \sim p \supset \sim \sim p \quad \text{即刘易斯的 } C_{11} \diamond p \supset -\diamond -\diamond p$$

$$1.91 \quad p \supset \sim \sim p \quad C_{12} p \supset -\diamond -\diamond p$$

$$1.92 \quad \sim -p \supset \sim -\sim -p \quad C_3 -\diamond -p \supset -\diamond -\diamond -p$$

他把这几个公理补充到 S_3 中, 就形成了刘易斯《符号逻辑》的 S_5 体系。

贝克的研究引导了帕黎 (W. T. parry) 对 S_3 中模态命题的兴趣。1931 年, 帕黎证明了 S_3 的定理:

$$(p) 32.^2 - \diamond - - \diamond - p \exists - \diamond - - \diamond - - \diamond - p,$$

$$(p) 32.^{23} \diamond \diamond p = \diamond \diamond \diamond p;$$

$$(p) 32.^3 \sim p \exists \sim \sim \sim p;$$

1939 年, 他又补充了一个关键性公理:

$$(p) 32.^5 - \diamond p \exists - \diamond - - \diamond \diamond - \diamond \diamond p.$$

这几位逻辑学家的研究直接导致了刘易斯与朗福德《符号逻辑》对严格蕴涵的发展。

(三) 《符号逻辑》的体系

刘易斯与朗福特合著的《符号逻辑》一书吸取了贝克等人的观点, 形成了较弱的 S_1 、 S_2 体系。 S_1 、 S_2 体系的基本概念是: 命题、逻辑的积、逻辑相等, 并和 S_3 中一样有可能或自我相容, 以 $-\diamond p$ 代替不可能; 和《概论》体系中一样定义逻辑相等和真值函项 $p \vee q$, $p \supset q$, $p \equiv q$ 。严格蕴涵和相容就定义为:

$$11.^{02} p \cdot q = \cdot - \diamond (p - q);$$

$$17.^{01} p \circ q = \cdot - (p \exists - q).$$

其运算与 S_3 相仿。形成规则不再提及, 其它运算规则都与《概论》同。

S_1 具有下列公理 B_{1-7} (或 11.1—11.7)

$$B_1 p q \exists q p$$

$$B_2 p q \exists p$$

$$B_3 p \exists p p$$

$$B_4 (p q) r \cdot \exists \cdot p (q r)$$

$$B_5 p \exists - (-p)$$

$$B_6 p \exists q \cdot q \exists r \cdot \exists \cdot p \exists r$$

$$B_7 \quad p \cdot p \supset q : \supset \cdot q$$

(麦克金森 (J. C. C. McKinsey) 证明 B_5 是不独立的。) 刘易斯证明了 S_1 中的定理, 并引进了“相容假定” (consistency postulate)

$$B_8 \quad (19.01) \quad \diamond (pq) \supset \diamond p$$

补充到 S_1 中, 就形成了 S_2 。

为了与实质蕴涵体系相区别, 刘易斯又补充了一个存在假定 (existence postulate), 因为严格蕴涵不象实质蕴涵, 它必须存在于一个命题 q 独立于另一个命题 p (即 p 不蕴涵 q) 的情形中。为表达“某些 p ”、“某些 p 和 q ”等, 引进了存在量词, 存在假定就是:

$$B_9 \quad (\exists p, q) : - (p \supset q) \cdot - (p \supset -q)$$

接着他又补充了三个原则:

$$21.^{01} \quad (p) \cdot \phi (p) \supset k := \cdot (\exists p) \cdot \phi (p) : \supset k,$$

$$21.^{74} \quad - \diamond - p = \cdot (q) : q \supset p \cdot - q \supset p,$$

$$31.^{31} \quad p \supset q \cdot \supset : q \supset r \cdot p \supset r.$$

尽管如此, 刘易斯却不能证明 $31.^{31}$ 是独立于 S_2 的。于是, 他考虑了贝克的观点, 把 C_{13} 补充到 S_1 中, 形成了 S_4 ; 而 S_5 则是把 C_{11} 补充到 S_1 中形成的。

刘易斯的《符号逻辑》主要是解决了一个内涵逻辑的问题, 根据这种内涵逻辑, 蕴涵是演绎的通常基础。按照《符号逻辑》的体系, 原来的命题如“苏格拉底是人”严格地蕴涵着“苏格拉底是要死的”, 但现在“苏格拉底是人”显然并不在结构上蕴涵着“苏格拉底是要死的”。因为, 蕴涵可以视非逻辑术语的意义而定, 所以蕴涵关系必须是内涵的。

自从刘易斯提出严格蕴涵系统后, 许多逻辑学家对此十分感兴趣, 他们或者在严格蕴涵基础上进一步发展严密模态逻辑, 或者在此基础上形成非标准的模态逻辑系统。由此, 我们

可见刘易斯在现代模态逻辑发展中的首创者之地位。1980年出版的《美国百科全书》中把刘易斯称为“一位在符号逻辑和认识论领域内作出了有价值的贡献的美国哲学家”。

参 考 书 目

1. 威廉·涅尔、玛莎·涅尔：《逻辑学的发展》，张家龙、洪汉鼎译，商务印书馆1985年。
2. p. A. Schilpp (ed.): The philosophy of C. I. Lewis, Open Court publishing Company, 1964。
3. C. I. Lewis: A Survey of Symbolic Logic, Berkeley: University of California press, 1918。
4. —— Mind and the World - Order: Outline of A Theory of Knowledge, New York: Charles Scribner's Sons, 1929。
5. —— (with C. H. Langford): Symbolic Logic, New York: The Appleton - Century Company, 1932。
6. —— An Analysis of Knowledge and Valuation, La Salle, Illinois: The Open Court publishing Company, 1946。
7. J. Lange (ed): Values and Imperatives (Studies in Ethics by C. I. Lewis), Stanford University press. 1969。

卡尔纳普

戴月仙 朱水林 撰

篇 目

一、生平.....	(149)
(一) 童年和学生时代	(149)
(二) 哲学研究的开端	(151)
(三) 维也纳时期	(154)
(四) 在美国	(157)
二、拒斥形而上学.....	(160)
三、从语形学到语义学.....	(168)
四、经验论意义标准.....	(178)
参考文献.....	(185)



卡尔纳普 (1891—1970 年)

卡尔纳普

戴月仙 朱水林

一、生平

德国哲学家鲁道夫·卡尔纳普 (Rudolf Carnap 1891—1970)，是本世纪 30 年代至 50 年代分析哲学的代表人物，他对逻辑实证主义理论体系的形成和发展起着重大作用。

(一) 童年和学生时代

1891 年 5 月，卡尔纳普出生于德国西部巴尔门附近的罗斯多夫。他的父亲约翰尼斯·S·卡尔纳普，出身贫寒，通过自己努力而致富；母亲安娜·卡尔纳普·尼·德普费尔德，祖先出身书香门第、后来成了牧师、农民。母亲曾化费大量时间写一本大部头的书。她终身执教，卡尔纳普深受影响，因而深深爱上了把思想写在纸上的奇妙方法。父母笃信宗教，但不固执教理。母亲主张在宗教信仰中最基本的并不是接受了多少宗教教义，而是过一种善的生活。可能就是这种对诚实正直的强调使她能容忍其他抱不同的宗教信仰的人。我们会自然地联想到卡尔纳普的与此类似的“容忍原则”，以及他那对历史悠久的传统哲学所持的评价立场。

卡尔纳普没有经历任何精神上的危机，就从宗教信仰中解

脱了出来。富有诗意的、歌德式风格笔调的哲学理论吸引着他，神学与现代科学的成果和方法不一致，是他在理智上摒弃宗教、形而上学的最重要的理由。此外，对声称自己是唯物主义者的路德维希·毕希纳和动物学家恩斯特·海克尔的崇敬，也起了相当的作用。当时，十分年轻的卡尔纳普对科学怀抱着热情和信心，从科学中他看到了人类思想和活动的严肃、真诚和完整。

从1910年到1914年间，卡尔纳普先后在耶拿大学和布赖斯高的弗赖堡大学学习。起初，他攻读哲学和数学，后来物理学和数学成了他的主要专业。那里有很好的哲学环境，在诸多的哲学流派中新康德主义是主要的哲学思潮。当时马丁·海德格尔也在该校学习。

卡尔纳普对各种哲学流派都进行了解，其中也包括经验的心理学。但不久他就对知识论和科学哲学特别感兴趣，在所有哲学著作中他最喜爱康德的著作。另一方面，他也感到大学的逻辑课程十分枯燥无味，陈旧不堪，贫乏而没有活力的、多少世纪来一直是老面孔的亚里士多德逻辑占据着大学讲台。“新型的逻辑”尽管已经诞生，但仍鲜为人知。颇能说明问题的实例是：尽管新型逻辑的基本著作、罗素和怀特海撰写的《数学原理》第一卷，已于1910年出版，但是弗赖堡大学的图书馆里直到第一次世界大战以后好几年，还找不到这本书。无奈，卡尔纳普贸然写信请求罗素帮他在英国搞一本，卡尔纳普在自传中说：“我怎么也不会想到他给我寄来的却是一份由他亲手誊抄的长达35页的目录，上面抄下了《数学原理》一书中所有最重要的定义。我一直把这份目录作为无价之宝珍藏着。”^①

^① R·卡尔纳普：《卡尔纳普的思想自述》陈晓山、涂敏译，上海译文出版社1985版，P. 20。

卡尔纳普在他的同学、一位退休少校那里第一次听到了康托尔的集合论，对逻辑研究具有重大意义的一门新的数学学科。

卡尔纳普对逻辑的态度也是慢慢改变的。有一次，他出于好奇，偶然听了弗雷格（G. Frege）的“概念符号”讲座，被吸引住了，后来他就选修了弗雷格主讲的“概念符号”和“数学中的逻辑”两门课。在这位杰出的逻辑学家、哲学家的引导下，使得卡尔纳普能很早就接触到新型逻辑和有关的最新成果，这无疑对于卡尔纳普以后的生涯、后来所取得的成就，都是具有决定意义的。

卡尔纳普对形而上学的否定态度，是思想中对当时的形而上学理论进行了激烈的斗争之后采取的。虽然后来他以反形而上学的领袖人物闻名于世，然而他大量地参阅了理查德·阿芬那留斯，布鲁诺·鲍赫，恩斯特·卡西勒，爱德蒙德·胡塞尔，弗里德里希·尼采，海曼·韦尔，等哲学家的著作，对它们是抱着既尊敬又爱慕心情的。卡尔纳普认为，他自己的著作在很多方面都只是他们的发展。

1914年爆发了第一次世界大战，对卡尔纳普来说，这是一场“不能理解的大灾难”。尽管厌恶战争，卡尔纳普还是应征入伍了，因为他觉得这是他的义务。战争期间，他大部分时间都在前线，1917年夏天调回柏林，在一个军事机构中从事一种新的无线电发报机和无线电话的研制工作。在此期间，他对科学和哲学的兴趣也没有转移，而是认真研读了爱因斯坦的相对论，那些基本原理所具有的令人惊叹的简明性和巨大说服力给他留下了深刻的印象，并且引起了强烈的兴趣。

（二）哲学研究的开端

战争结束以后，卡尔纳普在耶拿大学获得博士学位，论文的题目是“论空间”，这是一篇掺有相当多的新型逻辑成分在

内的关于新康德主义理论论文，这种成分已差不多完全替代了卡尔纳普思想中的“传统哲学”，这篇博士论文是他哲学研究的开端。

1922年到1925年间，卡尔纳普写了四篇关于物理学的论文，但是他在哲学方面的工作，主要是写作《世界的逻辑结构》（以下简称《结构》）一书。在逻辑学方面，弗雷格给了卡尔纳普的启发和影响最大，然而在一般哲学方面，罗素的影响为最大。当卡尔纳普读了罗素的著作《我们关于外部世界的知识——作为哲学科学方法的一个方面》时，书中的一些内容给了他特别深刻的印象。卡尔纳普认为自己在一段时间内，对哲学的目的和方法，认识相当模糊，罗素的阐述清晰明白，特别对罗素在序言中谈到的“哲学的逻辑分析法”更是赞叹备至。他在自传中引述了罗素的下面这样一段话：

“对逻辑的研究成为哲学研究的中心课题：逻辑为哲学提供了研究的方法，正象数学为物理学提供了研究的方法一样。
……

“由此，传统体系中一切所谓的知识必须一扫而光，必须建立一个新的开端。……对于大批的、并且日益增多的科学研究人员来说，新方法具有旧方法所无可比拟的吸引力，因为这种新方法已经成功地解决了象数、无限、连续性、空间和时间这样一些由来已久的问题。……我相信，哲学上在不远的将来要取得一种胜过迄今为止的哲学家所作的一切成就，唯一的一个必要条件就是造就一批既受过科学训练又有哲学兴趣的专家。他们不为以往的传统所限制，也不被那些专事抄袭古人但又唯独不继承古人长处的人们的文字把戏所欺骗。”

卡尔纳普感到罗素的这个呼吁好像是针对他个人的。他表示从现在开始，他的任务就是要按照这个原则去工作！他给自己确立了一个雄心勃勃的义不容辞的任务，去创造一个按理性

重建的世界。他认为，我们所有的用于认识世界的概念应被归结到较基本的概念，而这些较基本的概念再挨次归结到最最基本的概念。他给自己确立的任务就是提出一个概念体系。他在分析普通语言的诸多概念方面，在用符号逻辑给这些概念下定义方面，做了大量的研究工作。终于在1928年出版了他的主要哲学著作《世界的逻辑结构》，《结构》这本书，被视为现代经验主义哲学的代表作。它的意义，在于发现了一种有力的分析哲学的逻辑工具。简要地说，卡尔纳普运用了现代逻辑中有关表示关系的理论方法。其目的在于把现实解释成一张由关系组成的网，解释成结构而非“内容”，科学的特点在于它只认识结构。关系逻辑可以追溯到莱布尼茨。当卡尔纳普把关系逻辑用于本体论时，遭到了罗素和怀特海的反对。

卡尔纳普构成体系中的基本概念不是感性材料或简单性质（如某种程度的橄榄绿色、轻等）的概念，而是一瞬间的经验，虽然从某些方面来看，确实在里面含有简单的性质，但它们不是直接出现在经验中的。卡尔纳普称那些不再能分析的经验为Elementarerlebnisse（原始经验），它们之间互相联结使我们得到简单的关系，从这些简单的关系，我们可以建立一种经验同另一种经验相似与否的概念，根据比较和抽象，我们就间接、曲折地得出象“橄榄绿色”这样的概念。卡尔纳普把它称为“准分析”方法，这种并非“真正的”分析方法则是以经验间的某种关系为基础的。卡尔纳普写作时曾使用了多种哲学语言。有实在论甚至唯物论特征的语言，也有唯心论特征的，唯名论式或柏拉图式的语言。在《结构》一书中他使用了三种语言：第一种，把各种定义的符号公式简单地翻译成为普通的语言；第二种，在日常生活的语言中建立起一个象在自然科学中所惯用的那种相应的公式系统；第三种，再次将定义公式化；作为构造程序的操作规则。这样的规则可以为任何人使用，无

论是康德的超验主体还是计算着的机器。

这形形色色的谈话方法，在外人看来似乎并不可取，但是卡尔纳普却认为，他能从中汲取有价值的见解。看来所有这些，对形成卡尔纳普的哲学立场是十分重要的。卡尔纳普认为，一般来说，他的思维方法更接近于物理学家和与科学工作有接触的哲学家。他的思维方式是中立于各种传统的对立学说之间的。例如实在论和唯心论之间；唯名论和柏拉图主义（关于一般的实在论）之间；唯物论和唯灵论之间等等。

《结构》这本书是本受到了仰慕和崇敬的著作，然而出版后不久，它的细节部分以及整体框架也引起了人们的严肃批评，而批判的前锋却是卡尔纳普本人。他认为在建立一切科学概念的体系方面，一种物理主义的基础，较之一种现象学的基础更为合适。但是他也仍然认为，这本书所提出的问题和所使用的方法的一般特征还是成功的。

（三）维也纳时期

1924年夏天，卡尔纳普通过赖兴巴赫结识了莫里兹·石里克，应邀在石里克哲学小组中演讲，1926年秋到1931年夏，他在维也纳大学任哲学讲师，成为维也纳小组的核心成员。卡尔纳普认为：“对他的哲学研究来说，维也纳时期是他一生中最令人鼓舞、兴奋和富有成果的时期”。从他加入维也纳哲学学派以来，他确立的对哲学问题的基本态度就一直没有改变过。其实在此之前，他已经由信奉实用主义转向反形而上学。在这个过程中，卡尔纳普不是进行抨击和批驳，而是去建立他认为必须取代形而上学的新理论。他把主要精力放在新理论的创建上，对旧理论所作的分析批判，在哲学上几乎微不足道。知道这一点对理解卡尔纳普的思想十分有益。

维也纳学派一直是政治哲学上自由主义者的中心，它同西

欧的联系紧密，且富于活动，英国的经验主义尽管在维也纳以外的其它德语地区受排斥，但在它那里却受欢迎。学派荟萃了H·汉恩，经济学家和社会学家奥托·纽拉特，哲学家维克托·克拉夫特；年轻一点的有弗里德里希·魏斯曼和赫伯特·费格尔，后来数学家卡尔·门格尔，库尔特·哥德尔（K·Gödel）和古斯塔夫·贝格曼也加入了这小组。物理学家菲利普·弗兰克，法哲学家费利克·考夫曼也经常参加活动。石里克是个组织天才，学派的思想上的领袖和观点的精确和系统的表述者则是鲁道夫·卡尔纳普。

通过多次国际性会议，维也纳学派作为一种运动，影响已遍及世界，在这些会议上，学派的核心小组论述过他们的信念：任何反对德国精神的形而上学的思想家，实质上都属于维也纳学派。斯堪的纳维亚人居尔根·居尔根逊，芬兰哲学家艾尔诺·卡莱，英国的A·J·艾耶尔都是。特别是艾耶尔才华横溢、富于魅力的著作《逻辑·语言和真理》，在表达学派观点方面，使哲学家以致群众都大开眼界。后来由于纳粹党的势力增长，使学派不能再在维也纳活动，按纳粹意识形态的概念，维也纳学派的观点是“文化上的布尔什维克主义”。于是学派的成员就分散到了讲英语国家。

由于维也纳小组的所有成员都对某门科学学有专长，而且都熟悉现代逻辑，这就使他们在讨论时能用符号来表述对概念或命题的分析，因而也使论证更加精确。维也纳小组的特点是，讨论时采取坦率的非独断主义的态度。每个成员都乐于不断地让别人或自己重新检验他的观点。大家本着合作而不是竞争的精神从事研究，共同目的是齐心协力澄清和洞悉各种问题。

1930年维也纳学派与华沙学派进行了第一次接触，A·塔尔斯基应邀作了几次关于数学的讲演。在与卡尔纳普等个别交

谈中，使卡尔纳普感兴趣的是，塔尔斯基强调，在逻辑研究中人们所使用的某些概念，如公理的一致性，定理的可证性等不能用对象语言表达，而只能用元语言表达。塔尔斯基还为维也纳小组讲了一次关于元数学对哲学是否有价值的问题。卡尔纳普与塔尔斯基交谈后感到，语言的形式理论对于澄清他们的哲学问题有重要意义。后来还与哥德尔讨论过几次。卡尔纳普在自传中明确表示，他关于逻辑句法的理论就是这些谈话和思考的产物。1930年卡尔纳普在华沙逗留了一个星期，作了三次讲演并作了个别交谈，也受到华沙学派成员的欢迎。期间，卡尔纳普得知了许多华沙学派只用波兰文发表的成果，它们在逻辑及其应用，数学基础，认识论，普通语言理论方面深入而富成效的工作，使卡尔纳普受益非浅。

1932年夏在阿尔卑斯，卡尔纳普与卡尔·波普尔有过接触。波普尔的观点与维也纳小组很相近。但是，波普尔十分强调他们之间的分歧。波普尔在其著作中批判维也纳小组，强调他与康德和其他传统哲学家的一致。卡尔纳普与波普尔的分歧主要是对归纳逻辑的看法。当卡尔纳普提出一种归纳逻辑体系时，波普尔却主张一种极端的“演绎主义”，始终否认有任何归纳逻辑的可能性。

1931年到1935年，卡尔纳普一直在布拉格，在当地的德意志大学自然科学部担任教授，主持自然哲学讲座。那里的政治空气使他不能忍受，他远离维也纳小组，感到更为孤独，他将大部分时间花在工作上，效率很高。《语言的逻辑句法》就是这个时期的产物。所谓语言的逻辑句法，指的是关于语言形式的理论，它研究语言中的规则、定义等，不涉及词和语句的意义，而仅仅研究语言由以组成的那些符号的种类和顺序。这是一种语言表述结构的纯分析理论。

1934年秋，卡尔纳普应邀去英国伦敦大学作短期讲学，

在三次演讲（后来发表于1935年1月）中，他试图用非技术性的语言来解释逻辑句法的性质及其哲学意义。在英国，他生平第一次会见了贝特兰·罗素。他造府拜访罗素，畅谈哲学问题和世界形势。卡尔纳普表示，罗素的人格，他那从逻辑专门研究到人类命运的广博知识，他对理论和实践问题采取的非独断主义态度以及对世界和人类行为的高瞻远瞩的见识，都给他留下了极其深刻的印象。他还与其他学者探讨过语言和逻辑，把符号逻辑应用于生物学等问题。

1933年，希特勒上台统治德国，从此，连奥地利和捷克斯洛伐克的政治空气也变得使人愈来愈难于忍受，当时还存在着希特勒入侵捷克斯洛伐克的危险。于是，卡尔纳普就想方设法去美国，那怕暂避一下也好。1935年2月，卡尔纳普如愿离布拉格到了美国。

（四）在美国

1934年，卡尔纳普结识了两位美国哲学家，他们是芝加哥大学的莫里斯和哈佛大学的蒯因。经他们帮助，哈佛大学邀请卡尔纳普参加1936年9月举行的三百周年校庆活动。而芝加哥大学则聘他于1936年冬季到该校执教，以后又为他提供了一个常设职位。使得他从1936年到1952年一直在这个职位上就职。卡尔纳普乐意长期住在美国，他1941年成为美国公民。从此不仅摆脱了欧洲沉闷的政治、文化气氛和战争威胁，而且还高兴地看到，在美国的哲学家中，特别是年轻者，对以现代逻辑为基础的科学的哲学方法抱有浓厚的兴趣，而且还与年俱增。

在芝加哥，查尔斯·莫里斯与卡尔纳普的哲学观点最为接近。莫里斯还为大家创办了一个学术讨论会，使得能与来自各种科学领域的科学家，讨论方法论问题。由于大多数参与者不

熟悉逻辑，因此尽管有不少令人兴奋的报告，讨论的效果还是受到了一定的限制。

1939年冬天，罗素也在芝加哥，他主持一个意义和真理问题的讨论班，卡尔纳普积极的参与了。1940年到1941年，卡尔纳普担任哈佛大学客座教授。第一学期，罗素也在那里主持关于威廉·詹姆士的课程。再加上塔尔斯基这一年也在哈佛，于是他们很自然地形成了一个讨论现代逻辑问题的小组。罗素，塔尔斯基，蒯因和卡尔纳普最为活跃。卡尔纳普的几次发言，谈的是关于逻辑的性质和把逻辑真理定义为语义学概念的可能性问题。尽管他的语义学观念最初源于塔尔斯基的思想，但是他的观点与塔尔斯基和蒯因的观点存在着明显的分歧。卡尔纳普希望能在逻辑真理和事实真理之间作出严格的区分，而塔尔斯基和蒯因则持反对的态度。

卡尔纳普对语义学的研究开始于30年代后期，一直延伸到50年代。他认为语义学的研究对象是分析、解释、阐明或构造交流的，特别是科学的语言。卡尔纳普视自己的工作为柏拉图、亚里士多德开创的，弗雷格和美国哲学家C·S·皮尔士（1839—1914）继续的工作的进一步发展。1939年他为百科全书撰写的《逻辑与数学的基础》一文中，阐述了语法学和语义学之间的区别以及语义学在科学方法论中的作用，特别是作为对一种形式系统作出解释的理论作用。1942年他又发表了《语义学导论》，1943年发表了《逻辑的形式化》，它们是卡尔纳普这一时期研究语义学理论的成果。1946年发表的《意义与必然性》，尽管仍然是关于语义学的，但是内容有了长足的进步，他与塔尔斯基和蒯因之间有关语义学理论的不同意见，在该著作中充分得到了反映。

卡尔纳普的语义学著作，显示了他引人注目的形式化技巧，对形式化的强调，不可避免地会引入某些专门化的因素，

然而也有人认为，如果作为一门科学的语义学应该具有一个综合的、自足的结构，那么卡尔纳普的工作也只能被看作是一个方面。

建立另一个、部分是新的科学分支——归纳逻辑，耗费了卡尔纳普晚年最后 15 年的精力。从 1952 年到 1954 年，卡尔纳普在普林斯顿高级研究院工作。他结识了数学家兼哲学家约翰·G·凯梅尼，他们在一起共同工作了一年之久，研究归纳逻辑问题。凯梅尼在数学方面所具有的丰富想象力，他在决定数学上可能允许何种解决方面所具有的本能的预见能力以及他的合作精神，使卡尔纳普感到是最为积极的合作过程之一。

1950 年，雄心勃勃的《概率的逻辑基础》出版了，这本 50 余万言的洋洋大书，只是卡尔纳普写作计划中的第一卷。该书详细地讨论了归纳逻辑的目标和限度，讨论了逻辑概率或归纳概率的意义，提出并且构造了一个精确的演算系统。对概率和归纳所作的频率解释仍然具有经验的、综合的性质，与演绎逻辑中的分析性质是难以协调的。因此有些逻辑学家与哲学家主张对概率与归纳作出逻辑的解释。1922 年维特根斯坦在其名著《逻辑哲学论》一书中，就曾完全不用频率来解释概率，而用命题的逻辑值域来定义概率，使之具有分析性质。卡尔纳普继承了这种观点与方法，对概率提出了一种比较典型的逻辑解释，这些观点在《概率的逻辑基础》中得到了充分的表达。卡尔纳普的归纳逻辑研究成果是不应该低估的，他在带有一元谓词的语言 L_n 上建立的确证度函数的系统，其成功之处并不低于两个经典演算，当然卡尔纳普的系统也确实遇到十分严重的困难。

卡尔纳普的一生致力于建立和发展逻辑经验主义的基本理论，20 年代着重研究世界的逻辑构造；30 年代从事语言的逻辑句法研究；40 年代起研究语义学和归纳逻辑。我们可以说

他是逻辑经验主义的集大成者。从他的一系列著作中，也可看出逻辑经验主义的形成和演变。

二、拒斥形而上学

以维也纳学派为核心的逻辑实证主义，大体在本世纪 20 年代形成，它以“科学的哲学”为旗帜，迅速在欧洲知识界传播开来，第二次世界大战后，又在美日等国盛行。在西方哲学界、科学界与知识分子中至今仍有较大影响。

按逻辑实证主义者自己的看法，他们的哲学是对传统哲学的彻底的最后转变，是哲学体系间无结果的争论的总结。他们认为哲学不是一种知识的体系，而是一种活动的体系，它积极表现了当时伟大转变的特征。哲学是那种确定或发现命题意义的活动。哲学使命题得到澄清，科学使命题得到证实。科学所要研究的是命题的真理性，哲学所要研究的是命题的真正意义。科学的灵魂、精神和内容当然离不开它的命题的真正意义。逻辑实证主义的方法是从逻辑出发的，莱布尼茨曾模糊地看到一些端倪，通过弗雷格，罗素的开拓，由维特根斯坦首先推进到这个决定性的转变。

逻辑实证主义的先驱罗素，在本世纪初与怀特海合作创立了广博的数理逻辑体系，并从事数学基础研究，他试图从逻辑学中导出全部纯数学，建立逻辑主义数学哲学观点。在哲学上，最早是实在论者，后来转而提出自己的“逻辑原子论”，成了逻辑实证主义的理论基础之一。维特根斯坦，曾经是罗素的学生。他在和罗素的长期接触中，一方面深受罗素哲学观点的影响，另一方面他的哲学观点又对罗素产生一定影响。1926 年他结识了石里克和维也纳小组的其他成员，经常向他们介绍自己的哲学观点：拒斥一切形而上学，一切哲学问题只不过是

语言问题，搞哲学就是进行语言批判，澄清无意义的东西。罗素也说过：哲学的唯一任务，就是把人们通过经验和自然科学技术所建立起来的科学命题加以“逻辑分析”，以便使实证的知识从“逻辑形式”上明晰起来，克服人们对它们的种种混乱的理解和“理智上的迷惑”。他宣称“逻辑是哲学的本质”，“只要是真正的哲学问题，都可以归结为逻辑问题”。维也纳学派继承了他们的思想，提出：哲学的唯一任务就是对“科学语言”进行逻辑分析。卡尔纳普深受影响，也明确地认为：哲学就是科学逻辑，它“无非是科学语言的逻辑语法而已”。

对形而上学的强烈的敌视态度，在维也纳小组成员中是普遍存在的，因而消除形而上学就成了逻辑实证主义的一个主要观点。

卡尔纳普反对形而上学的态度，在维也纳小组成员中表现尤为突出。他在思想自述中说过：“甚至在我到维也纳之前，就已经发现，传统形而上学中的大部分争论是毫无结果和用处的。当我把这种论证与经验科学或语言的逻辑分析中所进行的研究和讨论进行比较时，经常会深深地感到，这种论证所使用的概念是模糊的，这种论证本身的性质是不确定的。我对于这样的论战感到沮丧，因为辩论双方从互相矛盾的目的出发，所以他们之间似乎根本没有相互了解的可能性，更不用说取得什么一致的意见。因为他们甚至缺乏一个对争论本身作出判断的公认的标准。”^①

卡尔纳普强烈反对形而上学的立场，是他对“科学语言”进行逻辑分析的结果。在卡尔纳普的眼里，传统哲学中的问题有三类，它们分别是形而上学、心理学和逻辑学。对第三个领域的考察就是逻辑分析。逻辑分析的作用是分析所有的知识，

^① R·卡尔纳普：《卡尔纳普思想自述》，上海译文1985年版P. 69。

分析科学和日常生活中的—切论断，以求弄清每一个论断的意义和它们之间的关系。对于每一个已知的命题，逻辑分析的一个主要任务就在于找出证实那个命题的方法。卡尔纳普的哲学活动是从对语言作逻辑分析开始的。

卡尔纳普学生时代就喜欢与朋友们讨论科学和现实生活中存在的一般问题，他的朋友尽管对哲学有兴趣，但大多数从事自然科学和人文科学工作而非哲学工作。很久以后，在他写《世界的逻辑结构》一书时，才开始意识到，以往在同各种朋友交谈时，为了适应各自的思维方式和谈话方式，已经使用了不同的哲学语言。他曾经使用过实在论的甚至唯物论的语言，这样看出去的世界就是由物体组成的，而物体是由原子组成的，感觉、思维和情绪等都被看成是神经系统中的—种生理过程，并且最终归结为物理过程；也曾使用过唯心主义的语言，此时他们会考虑事物如何在被给予的基础上构成的问题；有时还使用唯名论和柏拉图式的语言。照传统的看法，“谈话方式”主要是哲学观点，但是卡尔纳普却把它看成是一种“形式的表达方式”。为此，他在撰写《结构》一书中的体系时，使用了中性的符号逻辑语言。卡尔纳普强调，在他的关于经验概念的构成系统中，关于初始基础的选择是自由的。选择一个最合适的基础只是方法问题，可以不必涉及本体论，在本体论方面可以持中立态度，可以选现象主义，也可以选物理主义。于是，—个系统的建立并不排斥另—系统的建立。在这里，显然卡尔纳普把经验知识的一切重要概念都和语言联系起来。卡尔纳普达到了这样的看法：哲学问题涉及的只是语言而非世界，哲学是对语言的逻辑分析活动。

卡尔纳普是在基希霍夫、赫兹和马赫这些反形而上学倾向的科学家的影响下，也是在阿芬那留斯、罗素和维特根斯坦这样—些哲学家的影响下，开始对形而上学怀疑的。后来他也接

受弗雷格所指出的，在关于上帝存在的本体论证明中存在逻辑矛盾的例子，看到形而上学的论证往往会违背逻辑规则。并且自己也发现过类似的逻辑混乱的实例，在写作《世界的逻辑结构》时，指明了这些错误的原因在于混淆了逻辑类型。他把这种错误称为“论域的混淆”。卡尔纳普对形而上学的认识中，最具有决定性意义的进展看来是在维特根斯坦影响下，在维也纳取得的。那时卡尔纳普已经开始认识到，许多传统的形而上学命题不仅没有任何用处，甚至毫无认识内容，只是一些假句子。尽管在表面上它们似乎作出了对某些问题的论断，而且也具有陈述句形式，但是事实上它们并没有作出任何论断、不代表任何命题，毫无正确错误可言。

卡尔纳普把这些语句看成没有意义的根据是维特根斯坦的证实原则。证实原则是说：首先，一个语句的意义是由它的证实条件所决定的；其次，一个语句有意义，当且仅当，该语句原则上可以被证实。当时，维也纳小组采用了过于简单的方式去表达“形而上学命题没有意义”的观点，结果招致某些不必要的反对。

维也纳小组大多数成员在这个问题上是一致的，当然细小的差别还是有的。卡尔纳普最初就主张：必须把形而上学命题是没有意义的观点，既用到实在论关于外部世界的实在性这个命题上去，也用到唯心论、唯我论与之相反的命题上去。关于这一点，卡尔纳普在他 1928 年发表的论文《伪问题》中提出并且讨论过。卡尔纳普认为，只有那些具有事实内容的陈述才具有理论意义，似是而非的陈述原则上是得不到经验的支持的，因而没有意义。在自然科学、心理学和文化科学等经验科学中，人们都实际履行着每个陈述都必须有事实内容的要求，只有在神学、哲学领域内，才会出现似是而非的、没有事实内容的陈述。试以实在而言，经验科学所使用的是经验的实在概

念，哲学则使用非经验的、即形而上学的实在概念。因而，卡尔纳普断言，实在论和唯心论提出的有关外部世界的问题，都不具有事实内容。为此他在《伪问题》中得到了这样结论：实在论和唯心论的命题在科学范围内既不能得到支持，也不会遭到反驳；它们根本没有科学意义。维也纳学派中的石里克就与此相反，他一直把自己看成是一个实在论者，与爱因斯坦及一些第一流的科学家相似，认为实在论是科学本身不可缺少的基础。而卡尔纳普却认为，科学所需要的只是接受一种实在论的语言。

1928年前后，卡尔纳普对形而上学的态度已由怀疑发展到强烈的反对。在1931年发表的《通过语言的逻辑分析以清除形而上学》一文中，明确提出通过语言的逻辑分析以清除形而上学的口号。卡尔纳普先把命题划分为有意义的和没有意义的两类，然后再把有意义的命题一分为三：第一类，重言式命题或分析命题，它们仅仅依据其形式成真；第二类，包含逻辑矛盾的命题，它们因其形式为假；第三类，经验判断，它们属于经验科学，既可能是真的，也可能是假的。凡不属这三类的就是没有意义的命题。卡尔纳普认为形而上学命题就是这种无意义的命题。他在上文中明确指出：“形而上学既不打算提出分析命题，又不想把自己归属经验科学，它就不得不使用一些没有明确应用标准、因而没有意义的词，或者以一种特殊方式把一些有意义的词组合到一起，以致所得出的既不是分析的（或矛盾的）陈述，也不是经验的陈述。其中任何一种场合下，所得出的产物不可避免地是一些伪问题”。

卡尔纳普在1935年发表的《哲学和逻辑句法》著作中，对拒斥形而上学做了进一步的阐述。《哲学和逻辑句法》全书约四万言，包括三部分：第一章，拒斥形而上学；第二章，语言的逻辑句法；第三章，作为哲学方法的句法。它不仅对拒斥

形而上学作了一般的叙述，而且还应用现代逻辑方法作了精密的逻辑分析，达到了一个新的水平。

在一般叙述中，卡尔纳普用到的最基本概念是可证实性。他把可证实性看成是问题的核心。在他看来，证实有直接的和间接的。前者能直接为我们当前的知识验证。一个对于当前知觉能有所断定的命题，如“现在我看见窗外有一棵月季花。”我们可以到窗外去，用眼看、手摸、鼻子嗅，直接用知觉验证。一个不能直接被证实的命题 P，如能通过直接地证实由 P 演绎出来的命题和其它已被证实的命题而被证实，这是间接的证实。

我们以命题 P_1 ：“这把钥匙是铁做的”为例。当然要证实这个命题的方法是很多的。现在我们假定拿一块磁铁放在钥匙附近，而钥匙被吸住了，我们来分析这个间接证实的过程：

前提： P_1 ：“这把钥匙是铁做的”。这是待验证命题。

P_2 ：“如果一块磁铁放在铁制的东西附近，它就被吸住”。这是已证实的规律。

P_3 ：“这个对象是磁铁”。这是已证实的命题。

P_4 ：“这块磁铁放在钥匙附近”。这是现在直接证实的。

从这四个前提，很容易演绎出结论：

P_5 ：“这把钥匙现在要被这根磁铁吸住。”

最后一个命题已是一个可为观察所验证的推测。如果我们观察到它被吸引住了，那就肯定了命题 P_5 ；反之如果我们看到了它没有被吸引住，那就否定了命题 P_5 。这种可证实命题是有意义的。

在逻辑分析中，卡尔纳普使用了现代逻辑工具。他所谓的对证实进行逻辑分析，就是对观察句子所用的由变形规则规定的演绎法进行句法分析。这里涉及到逻辑句法理论，也就是把

逻辑推演列入形式化的演算系统来考察。由于篇幅所限，我们不能对此作详细说明，只能简单涉及。卡尔纳普认为：一个语言系统 S 的逻辑句法由两个部分组成：对 S 的形成规则的研究分析，对 S 的变形规则的研究分析。第一部分，与文法有点相似；第二部分则和逻辑，特别是演绎逻辑相似。一般认为文法管语言表达，逻辑管思想或命题的意义，不过现代逻辑的发展表明逻辑推演规则也能够完全不提意义而用纯粹形式的方式加以表达。换言之，逻辑与文法之间，即形成规则和变形规则之间没有根本的区别。

卡尔纳普在上述基础上建立起形式语言系统，尔后，他把一种语言系统 S 的全部变形规则称为 S 的直接后承。考虑到初始句子（即公理）也可用推理规则作形式表示，从而它们也可称作直接后承。如果由前提 P 据系统的变形规则可以推得句子 C，我们就把句子 C 称为前提 P 的后承。于是卡尔纳普就可定义有效性和分析性了。一个句子是有效的，当且仅当，该句子是空的前提组的后承。这里有效性只涉及句子的形式，不涉及句子的意义。卡尔纳普把有效句也称为分析的句子。至此，可以陈述可证实性原则：一个句子在字面上是有意义的，当且仅当，它所表达的命题或者是分析的，或者是经验上可以证实的。卡尔纳普认为：据此原则，拒斥形而上学就能成立了。

卡尔纳普是这样定义形而上学的。他说：“我将把那些自以为是表述关于在一切经验之上或在一切经验之外的某种东西，例如关于事物的实在本质、关于自在之物、绝对以及诸如此类的知识的命题称为形而上学命题。”^① 并把下述语句当作形而上学命题的实例：泰利斯的“世界的本质和本原是水”；

^① 卡尔纳普：《哲学和逻辑句法》傅季重译，上海人民 1962 版，P. 5。

赫拉克利特的“世界的本原是火”；阿那克西曼德的“无限”；毕达哥拉斯的“数”等等。在卡尔纳普看来，因为它们既不可由经验证实，又不是分析的，所以它们就都是无意义的，不应属于哲学讨论的问题。卡尔纳普还进一步说：“由于认识论的命题在我们所谈之点上与通常叫做形而上学的那些命题相似，我也愿意把它们叫做形而上学命题。我心中所想到的乃是以其传统的形式断定或否定某事物之实在性的实在论（笔者注：指唯物论）、唯心论、唯我论、实证论以及诸如此类的学说。”^①他认为唯物论断定外部世界的实在性，唯心论否定它，这些断定都是无意义的。或者说都是伪陈述。卡尔纳普的结论是：逻辑分析揭示了形而上学的断言、陈述都是伪陈述。因而宣称：在形而上学领域里，包括全部价值哲学和规范理论，逻辑分析得出相反结论：这个领域里的全部断言陈述都是无意义的。这就做到了彻底清除形而上学。

卡尔纳普与其他逻辑实证主义者反对形而上学，应该说是德国唯心主义及其对科学的轻视态度的一种反抗，他们企图压缩体系真理的范围，扩大科学的领域，在当时的历史条件下具有一定的积极意义。但是，他力图把哲学的任务仅仅归结为逻辑分析的观点，全盘否定形而上学显然是错误的。大家知道：任何哲学从根本上来说都是世界观，是关于自然界、人类社会以及人类思维的本质与一般规律的科学，而逻辑学则仅仅是研究人类思维形式及其规律的科学。企图以逻辑分析代替形而上学，实际上取消了哲学基本问题。尽管他们自己标榜是超哲学党派性的“中立”哲学，实际上他们在否定了唯物主义和唯心主义两大营垒的划分的同时，也否定了唯物主义。卡尔纳普在反对形而上学时，不像孔德和马赫认为形而上学是错误

^① 《哲学和逻辑句法》P. 7。

的，只认为形而上学是“无意义的”。此外，在方法论上与休谟和马赫还有一个重大区别，休谟等仅以心理分析为其方法论的根据，而卡尔纳普则把数理逻辑作为哲学分析和论证的主要工具。

三、从语形学到语义学

卡尔纳普一生中，对语言似乎结下了不解缘。他很早就对语言产生了广泛的兴趣，作了多方面的研究，并且在逻辑语形学、逻辑语义学以及它们和哲学的关系方面取得许多卓有成效的创造性的成果。

目前大家都认为，逻辑语形学也称句法学、语法学，研究语言表达式之间的关系，不涉及表达式与它所指称的对象或意义之间的关系。像命题演算、一阶谓词演算的构造及形式推演，一般都认为属语形学。逻辑语义学研究语言表达式与表达式所指称的对象或意义之间的关系。逻辑语用学研究语言表达式与它的意义、使用者、语境之间的关系。卡尔纳普的看法与此并不相左，他说：“如果在一种研究中明确地涉及说话者，或者用比较一般的词汇来说，涉及语言的使用者，我们把这种研究划入语用学的领域。……如果我们撇开语言的使用者，只分析语词与其所指者，那我们便处于语义学的范围，最后，如果我们把所指者也撇开，而仅仅研究语词之间的关系，我们便处于〔逻辑的〕句法的领域内。”^①有时也称为“元理论”问题。

现代逻辑语义学的创始者是 A·塔尔斯基。其实它的某些

^① Carnap R. 《Introduction to Semantics》1942, Harvard University Press, P. 9.

因素在亚里士多德那里就可以找到。古希腊的斯多葛学派在语义学研究方面曾作出过杰出贡献。近现代，弗雷格和罗素作过极有意义的陈述。塔尔斯基以后，维特根斯坦作了进一步发展，卡尔纳普把它展开成一个精密的理论系统。卡普兰，克里普克、蒙塔古（R. Montague）作了进一步贡献。

卡尔纳普在《自传》中说过：他一生中一直对语言现象深感兴趣。人们能够通过发出的声音、写出的符号来相互交换思想，描述事实或者表达感情，甚至影响他人的行动，这是一种多么神奇而有趣的现象啊。卡尔纳普对语言构造所涉及的两个不同领域都有浓厚兴趣，第一个领域是用符号逻辑来构造语言系统；第二个领域是研究构造一种辅助语言以利于国际交流。用符号逻辑设计新的语言形式，是从接触弗雷格的符号系统开始的。尽管弗雷格使用了他的一套符号语言，并且用以证明定理等，但是却很少谈到选择这种语言形式的动机，所以当时卡尔纳普并没有意识到语言形式的设计问题。后来，他接触了罗素和怀特海的《数学原理》，刘易斯的《模态逻辑》，布劳维尔和海丁的直觉主义逻辑，了解到了多种语言形式，此时他才意识到，存在着无限多的可能的语言形式。他开始寻找一种能适合于特定目的的语言形式。后来发现其实各种语言形式都有其优点，这是他得出容忍原则的逻辑学上的根据。

卡尔纳普把语言的逻辑句法当作是一种语言表述结构的纯分析理论的看法，主要是受了希尔伯特和塔尔斯基有关元数学方面研究成果的影响。他也经常和大逻辑学家哥德尔交谈。经过多年思考才逐渐形成了关于语言结构及其在哲学中的可能应用的全部理论。他的灵感发生在1931年1月的病中之夜，第二天他仍发烧躺在床上，但却不可思议地写下了44页笔记，

当时他以《关于元逻辑的尝试》为题，后来成了他的《语言的逻辑句法》（1934）一书的最初的内容。

卡尔纳普对逻辑句法感兴趣的原因有三点：

第一：在逻辑的形式系统中，像可证性、带前提的推演、独立性等概念，都是十分基础的纯粹句法概念，卡尔纳普想用逻辑句法给它们下定义。

第二：在卡尔纳普看来，许多哲学方面的争论实际上都涉及这样的问题：是否应当把一种特殊的语言当作诸如数学的语言或科学的语言。例如，在数学基础研究中，直觉主义和古典观点之争。他们把直觉主义观点理解为，它想以某种方式对数学语言的表达手段和推演手段进行限制，而古典的观点则对数学语言不作如此的限制。卡尔纳普企求通过句法研究，得到可以用来精确地表达这类争论的概念手段。

第三：卡尔纳普认为，如果有人想尝试用较为精确的方式来表述他们感兴趣的哲学问题，那么必然要涉及对语言进行逻辑分析的问题。卡尔纳普十分关注哲学的发展，企求建立新哲学，因而这个理由可能是促使他们着力研究逻辑句法的主要动机。

在卡尔纳普看来，既然哲学所涉及的不是世界而只是语言，那么就应该不使用对象语言而用元语言来表述哲学问题，它将使哲学问题得到清晰的表达，使哲学问题的讨论更富有成效。卡尔纳普对逻辑的句法研究首先就是从区分元语言和对象语言开始的。在研究和讨论一个形式系统时，我们所处理的是符号和语言，而讨论这种语言时，则还要使用另一种语言。通常这是两种不同的语言。被讨论的某种特定的语言是对象语言，讨论时所使用的语言称为元语言。例如，某人说：“雪是白的”，这时他用的是对象语言，因为他使用语言来谈论一种非语言的实体——雪。当某人说：“‘雪’字由十一笔组成，”

这时他用的是元语言，因为它提及的是语言本身而不是非语言的实体——雪。只有区分元语言和对象语言，才能区分名称的使用和提及。可见为清楚的表述哲学问题，作如上区分是十分基本的。

卡尔纳普还进一步区分语言中的两种表达方式：内包的方式和形式的方式。内包的方式，使用名称谈论的是事物、事实或事件。经验科学中关于真对象的语句，例如“玫瑰花是红的”，“昏星和地球大小相等”等，采用内包的表达方式。形式的方式，它提及名称、语词和语句。例如，“‘玫瑰花’这个词是一事物词”，“‘昏星’和‘晨星’是同义词”等就是采用形式的方式。可以分别采用一种方式表达问题，但不能两者混用，否则就会出现伪问题。像“‘玫瑰花’是一个事物”，“昏星和晨星是同义词”等就是伪对象语句，是无意义的。卡尔纳普本人认为为表述清楚最好采用形式的方式。逻辑句法正是一种纯形式理论，恰好适应这种需要。为此他强调逻辑句法理论。

在卡尔纳普的关于语言的逻辑句法的形式理论中，形式语言、形成规则、变形规则甚为基本。形式语言是一种具有精确规则的符号系统。它相当于一个形式系统，初始符号是构造语言的砖块。形成规则相当于语法。初始符号可以组成各种符号串，有些符合一定要求的符号串称为合式公式（语句），形成规则是由初始符号构成合式公式的规则。变形规则是如何从几个给定的公式，经过符号变换得出另一公式的规则。从形式语言角度说它也是一种语法规则。从逻辑角度看它是推理规则。卡尔纳普逻辑句法所要解决的两个问题：一是要对什么是合式公式（语句）作出鉴定，二是要详细说明如何从合式公式（语句）中引出它们的逻辑结论。显然前者可由形成规则解决，后者由变形规则解决。

当用一种形式语言来表达某逻辑演绎系统时，卡尔纳普就可以用纯形式的办法来定义语句的有效性。卡尔纳普的做法大体是这样的。先据意义来定义有效性，也就是说所谓有效的语句是一种永真的公式，所谓无效的语句是一种永假的公式，或称矛盾式。两者构成确定的语句，其余那些可真可假的语句称为不确定的语句，或偶然式。然后证明逻辑系统的可靠性，完备性，使得有效句与系统的定理等价起来，这样就可用纯粹的句法定义有效句。所谓可靠性是指逻辑系统的定理都是有效的；所谓完备性是指有效句都是逻辑系统的定理，一个逻辑系统既可靠又完备时，它的定理就都是有效句，反之有效句都是定理，有效句与定理是等价的。再考虑到定理是逻辑系统中的可证公式，是纯形式推演的结果。因此也可以用纯形式推演的办法得到有效的语句。这里卡尔纳普与传统逻辑作法的区别在于，后者在下定义时，要用到“真”、“假”之类概念，也就是说要涉及语言表达式的意义；卡尔纳普则不然，可以完全撇开语言表达式所指称的对象，语句涉及的意义，仅仅考察形式。它的优点，就是可以集中精力只考察语言的逻辑形式，避开传统哲学中常碰到的一些纠缠不清的障碍。但是，如果把语言研究归结为只有一种句法研究，把哲学或科学哲学归结为句法问题，就会误入歧途。在《语言的逻辑句法》发表后不久，连卡尔纳普自己也意识到了这种理论的不足，从而转向逻辑语义学的研究。

卡尔纳普对语义学的研究开始于30年代后期。《语义学引论》一书既解释了真理理论，也解释了与逻辑蕴涵、逻辑真理等概念相关的演绎理论。《逻辑的形式化》是语义学引论之二，《意义和必然性》，是语义学引论之三。《意义和必然性》是他成熟的语义学论著，它提供了一种新的对意义作语义分析的方法，卡尔纳普称之为外延和内涵方法。传统哲学中所使用的或

为近代作者所用的各种语义分析方法，都把语言表达式看成是某一具体的或抽象的实体的名称，卡尔纳普并不把语言表达式看成是命名了什么，而是把它看成既有外延也有内涵。

卡尔纳普的外延和内涵方法，最重要的一步是精确地定义了语言表达式（包括谓词、语句、个体词）的外延和内涵。然后在这些精确概念的基础上进行研究，总结出相应的一些规律，并且将它们用于分析一些传统哲学中的问题。

由于语义学是研究语言表达式和它的意义之间关系的学科。为此卡尔纳普就从一个具体的语言系统谈起，它的符号和它们的构成，然后再谈它们的意义，一般地说，一个语义系统的完整结构，需要包括四种规则：形成规则、指称规则、真值规则、变程规则。形成规则前面已经说过，指称规则是确定符号和对象之间的对应规则，包括个体常元指称规则和谓词指称规则。真值规则是语句的成真条件。比较麻烦的是变程规则，为说明变程规则，需先建立状态描述和变程概念。

定义：状态描述是语言 \mathcal{L} 中的一类句子，对每个原子句，它或者包含这原子句，或者包含该原子句的否定，但不能同时包含两者，此外也不包含其它句子。

在递归地定义了 \mathcal{L} 中一句子 S 属于一状态描述后，可以给出变程的定义。

定义：一句子 S ，在其上成立的一切状态描述组成的类，称为 S 的变程。

把以上这些规则合在一起，就能确定语言 \mathcal{L} 中任意句子的变程，因而把这些规则称为变程规则。有了状态描述概念后，我们就有可能对逻辑真（L—真）语句加以精确说明。对日常生活中或在科学和逻辑发展的早期阶段使用的，有点含糊的，不十分精确的概念加以改造，用新构造的、精确的概念去代替它们，这是逻辑分析和逻辑构造的最重要的任务之一。我

们将要下定义的逻辑真概念，实际上在历史上曾长期为哲学家使用，但一直未能用适当方式加以精确定义。卡尔纳普用了状态描述、变程等概念后，就可以对它作精确定义了。为此，他先提出一个约定：一个句子 S 在语义系统 \mathcal{L} 上是逻辑真的，当且仅当， S 以这样的方式在 \mathcal{L} 中真，这种方式是指它的真实性可以只建立在系统 \mathcal{L} 的语义规则上，无需参照任何事实。

当然这还不能算是形式的定义，它还只是一种非形式的陈述，不过对它下定义必须实现约定的要求。那么，怎样做才能达到这个目的呢？也许从莱布尼茨的建议中可以受到启发。莱布尼茨认为：一个必然真理必须在一切可能世界都成立，考虑到状态代表可能世界，这意味着：一个语句只有当它在所有状态描述都成立时，它才是逻辑真的，这样就可导出下面的结果。

定义：一句子 S 是逻辑真的，当且仅当， S 在 \mathcal{L} 中的每个状态描述都成立。

这个定义实现了约定的要求，可以看作是逻辑真理的一个充分精确的说明。我们可以这样来思考，如果 S 在每个状态描述都成立，那么语义的变程规则已足以建立起结果。例如，我们据变程规则知道“ $P(a)$ ”在某些状态描述成立，而“ $\neg P(a)$ ”在其余所有不同状态描述成立，因此析取式“ $P(a) \vee \neg P(a)$ ”就在每个状态描述成立，可见语义规则已足以建立它的真。

卡尔纳普还对事实真、或综合真概念作了精确定义。

定义：一句子 S 是事实真的，当且仅当， S 真但非逻辑真。

由上可见，卡尔纳普在真理问题上，把事实真理和逻辑真理区别得十分清楚，在他看来这种区别是重要的。他认为，经验主义关于一切知识都立足于经验之上这个命题只适用于事实

真理，与此相反，逻辑和数学中的真理是逻辑真理，它并不需要通过观察来证实，因为它们并没有陈述事实世界中的任何事物，它们对任何可能的状态描述（即事实组合）都是成立的。从这种区别中，卡尔纳普还引出作为纯粹形式理论的句法学和作为意义理论的语义学之间的区别，从而还引出形式系统和系统的解释之间的区别。尽管后面这些区别并非哲学家要直接处理，但是逻辑真理和事实真理的区别要依赖它们，为此它们也必然应该引起哲学家的关注。

卡尔纳普语义理论以及衍生出的真理观点，继承了塔尔斯基的形式语言中的真理的语义理论，而且还有所发展。卡尔纳普说：“我们对语义学的看法在某几点上是有分歧的。首先，我强调语义学和句法学之间的区别，也就是语义学作为一个得到解释的语言系统和一种纯形式的、未作解释的演算之间的区别，可是塔尔斯基认为这两者之间没有明显的分界线。其次，在语义学的范围内，我强调事实真理和逻辑真理之间的区别，前者受事实的偶然性为转移，后者则不随事实的偶然性为转移，而仅仅依据于语义学规则所规定的意义。……在这点上，塔尔斯基对这里是否有一种客观的区别，或者对这分界线的选择是否是主观随意的，似乎也采取怀疑态度。”^①

卡尔纳普在他的语义理论中另一个重要贡献是，对语言表达式的内涵进行了精确的研究，这在他的《意义和必然性》一书中有完整的陈述。句子、谓词、个体词等都是语言表达式，我们先以谓词为例来看看卡尔纳普的处理。在日常语言中，谓词是表示主体具有的性质或几个个体间的关系的词项。谓词作为概念它有外延——所指称的事物，内涵——所述说的特有属

^① Carnap. R. Introduction to Semantics, 1942, Harvard University Press, P. XI.

性。在传统逻辑中，对谓词外延的陈述、说明较多，以后在数理逻辑中对它作了定量的处理：把外延规定为具有概念所述说的属性的对象的全体所组成的类。简言之，概念的外延是它所指称的个体集。经典的数理逻辑就是在此基础上处理推理和论证的。因而也可称它为外延逻辑。卡尔纳普的外延和内涵方法，试图对语言表达式的内涵作仿照外延那样的定量处理，希望获得推理、论证方面更多的成果。

卡尔纳普先借助真和逻辑真去定义等值和逻辑等值，然后以等值和逻辑等值为标准，将所有谓词划分成等价类。再把外延定义为等值的等价类所共有的东西；内涵定义为逻辑等值的等价类所共有的东西。于是就有谓词（一元）的外延是对应的个体类，内涵是相应的属性；句子的外延是它的真值，内涵是它所表达的命题；个体词的外延是它指称的个体，内涵是所表达的个体概念。为对语言表达式作深入分析，还需进一步建立内涵同构的概念。如果两个句子，分别由若干语言表达式按相同的方式建立，并且使得任何对应的表达式之间逻辑等值，那么我们就说这两个句子内涵同构。在意义方面，内涵同构比内涵相同还要强，它一直为逻辑学家所关注。在许多不能用内涵相同作解释的场合，往往可以用内涵同构加以刻划，例如，如果要求我们精确地翻译句子，诸如把一个科学上的假说，或法院中一位目击者的证词，精确地从一种文字译成另一种文字，通常对两个句子要求它们比内涵相同（即逻辑等值）还要强一些，至少还要求句子的成分表达式也要逻辑等值。换言之要求它们在内涵结构方面也相同。

至此，卡尔纳普才可能对诸如同义性（Synonymity）、信念句、分析悖论、综义（Comprehension）等传统哲学中的恼人问题，用外延和内涵语义分析方法作出新的说明。试以分析悖论为例。这个问题最早为 G·E·摩尔和朗福德等讨论过，

所谓分析悖论，朗福德是这样叙述的：“如果表示被分析项的词汇符号和表示分析项的词汇符号有同样的意义，那么分析所陈述的是一个内容空泛的相等，它是无价值的；但是，如果词汇符号并不具有相同的意义，那么分析就是不正确的”。下例可能使人对此问题看得更清楚，其中“兄弟概念”是被分析词汇符号。

“兄弟概念相同于男性同胞概念”。

“兄弟概念相同于兄弟概念”。

第一句捕获了丰富的消息，它述说了对“兄弟概念”这个被分析项作了一番分析后所得出的结果。另外，第二句却十分贫乏。这个例子显示了悖论的特征。其实，如果我们能精确地叙述它们在意义方面的差别，那么悖论是可以解决的。按照卡尔纳普的办法，问题可以十分简单地解决，他说：两个表达式之间的差别，从而两个句子的差别是内涵结构的差别，尽管它们之间的内涵相同。

以上介绍的是卡尔纳普的外延和内涵方法的基础部分和初步应用。在《意义和必然性》一书中，他还进一步论述了外延和内涵的关系，构造了中性元语言，分析了历史上的命名关系，提出了模态逻辑的新解释，所有这些都显示了外延和内涵方法的活力。卡尔纳普提出的外延和内涵方法，开创了对语言表达式和它的意义之间关系研究的新路子，对语言哲学的发展作出了一定贡献。由于他的基本哲学立场是唯心主义的，这就使他在解决语形学和语义学的问题时存在不少问题。他所提出的容忍原则，认为每个人可以自由选择他的语言规则，从而也可以按他所愿意的方式选择逻辑的看法，带有约定论观点。还有他认为任何事物是否存在，是否具有真实性是相对于人们所选择的语言构架的，这实质上意味着客观世界的存在依赖于主观构造的语言构架，这显然是唯心主义的。

四、经验论意义标准

前面我们已分别提到过维特根斯坦和卡尔纳普表述的可证实性原则，知道可证实性的意义标准问题是逻辑实证主义的中心问题之一，可证实性涉及到逻辑分析和经验证实两方面，这里着重陈述第二方面的问题。卡尔纳普关于经验的看法与其他逻辑实证主义者的看法一样，都是继承和发展西方哲学中经验论传统的结果。

从休谟以来，经验论者就把一切命题分为两类：分析命题和综合命题。所谓分析命题原来一般是专指逻辑地正确的命题。休谟把它看成是关于“观念间的关系”的命题，意指是单单依靠形式逻辑（休谟所说的“单纯的思维运算”）就能够判别其正确与否的命题，既包括逻辑上正确的，也包括逻辑上矛盾的命题。所谓综合命题就是关于“事实”的命题，它的真或假要依赖经验来确定的。休谟曾说过：任何神学和形而上学的书籍，要是不含有这样的分析命题和综合命题，“它所包含的只能是诡辩和幻想”，应当“付之一炬”，休谟还提出了一个关于有无意义的标准，即一个哲学名词如果不能归源于任何感觉印象，是没有任何意义的。休谟虽然认为一切观念来源于感觉印象，却并不主张任何知识都来自经验、关于经验的。他提出两类知识说，一类是关于“观念的关系”的知识、如几何、代数、算术，具有直观的或证明的确实性，不必依据宇宙间任何地方存在的任何东西，仅靠思想的活动就可发现；另一类是关于“事实”的知识，不是先天的推论，而完全是从经验得来的，它建立在因果关系上，而因果关系只是一种习惯性联想、或然的推论，没有普遍必然性。密尔认为，逻辑和数学的命题也是从经验来的，其所以为真也只是因为它们在实际经验中总被发

现是这样的，因而它们并不是严格意义上的必然的真理，而是可能为将来的经验所修正的。

卡尔纳普与休谟、密尔的经验还有所不同，他并不认为科学知识的基础依赖于个人的经验感觉，认为它只依赖于公认的实验准则。在维特根斯坦的影响下，逻辑实证主义者把经验命题分为基本命题与复合命题，并严格加以区分。他们认为基本命题是有关简单事实的命题；复合命题是由两个或更多的基本命题构成的命题，构成的方式有合取、析取、蕴涵和否定。他们还指出，一个基本命题如果它的内容和事实相符合，就是真的，否则是假的；复合命题的真假性由基本命题唯一确定，复合命题是基本命题的真值函项。但是，在什么情况下，才能确定它们的真假和有无意义呢？逻辑实证主义认为：“命题的意义是它的证实方法”。卡尔纳普的表述是：一个命题是有意义的，当且仅当，该命题是一个表示观察和知觉的基本命题的真值函项，或者该命题可以还原为一个表示观察和知觉的基本命题，或者该命题的真值依赖于这些观察和知觉的基本命题的真值。这实际上就是我们前面写过的可证实性原则。逻辑实证主义者对于可证实性所要求的，并不是实际的可证实性，而是原则的可证实性，他们强调一个无原则上可证实性的命题，是无任何证实条件的命题。尽管它形似一个命题，但没有任何证实它真或假的方法，因而也无法了解它的意义。卡尔纳普自己说过，他的这些想法是在如下思想的影响下提出的：马赫关于感觉是一切知识的要素；罗素的逻辑原子论思想以及维特根斯坦关于一切命题都是基本命题的真值函项的思想。

卡尔纳普等提出可证实性作为意义标准后，引起了哲学界的严厉批评。批评主要集中在两点：(1) 逻辑实证主义者的标准是否可以应用于它自身，如果不适用，当然就不是综合命题，考虑到也不是分析命题，那么到底是什么呢？(2) 批评者

认为，事实表明，科学的普遍假说和理论只能有部分的证实依据，不可能完全证实，但是科学家们总是以这样的假说和理论作为他们科学研究的前提。卡尔纳普等实际上是接受了这些意见的。卡尔纳普本人就感到很遗憾，承认以往在表述自己的见解时，表述方式太简单了。应该说得精确些，要区别不同的意义成分。有些形而上学命题，尽管缺乏认识的和理论的意义，但它们还会有情感的或激发的意义，可能产生强烈的心理效果。

更重要的是，卡尔纳普后来也认识到，这种观点很难与他们当时所持的其它有些观点，特别是关于科学方法论方面的观点保持协调一致。随着他们科学方法论的观点的发展和明确，放弃知识理论中的僵化框架，放弃可证实性原则在所难免。但是应当用什么样的标准来代替它，仍然是模糊的。卡尔纳普说：“意义和检证之间的联系过去是用下述命题来表述的：一语句是有意义的，当且仅当该语句是可以证实的，因此语句的意义在于它的证实方法。这个命题的历史功绩，在于它提醒人们注意在语句的意义和检证这种意义的方法之间是有密切联系的。因此，这种表述一方面有助于分析科学语句的事实内容，另一方面也有助于表明超经验的形而上学的语句是没有认识意义，但是，从我们目前的观点看来，这种表述作为一种原初的近似值来说虽然可以接受，但它不是十分准确的。由于它过分简单化，以致对科学语言作了过分狭窄的限制，不仅把形而上学的语句排除出去，而且也把某些具有事实意义的科学语句排除出去。因此，可以把我们目前的任务表述为对可证实性的要求作些修正。”^①

^① 转引自涂纪亮：《分析哲学及其在美国的发展》，中国社会科学出版社 1987 年版 P.263。

为了找到一个比较灵活适当的意义标准，卡尔纳普等逻辑实证主义者化了数年时间，进行了许多次讨论、争辩，希望对“意义的可证性标准”作修正，尽管办法提出了不少，然而总感到不适当，结果只得承认：原来的意义标准已经假定了能够通过观察命题穷尽一个命题的经验内容，这个假定必须放弃；关于一个孤立的命题的经验内容是什么的问题，根本不能够提出来。一个自然科学的假设就是实例，它既不能由观察命题的一个有穷集合来代替，也不能单独由它引出观察命题。从逻辑上讲，单单依靠全称命题的假设，是不能导出对个别事件的预测的，还必须包括附带的预先设定，其中观察命题和理论命题都会出现。可见，一个这样的假设的“意义”，只有通过这个假设对于包括它自身在内的整个“经验论语言”中一切其他命题的逻辑关系的总和才能表现出来。这在日常语言中往往是不可能实现的。为此卡尔纳普在《可检验性与意义》一文中详细讨论了建立人工语言系统作为“经验论语言”的可能性，以便在其中能够讨论“一切其它命题的逻辑关系的和”。

卡尔纳普先后提出过可检验性和可确证性，企图代替可证实性。在他看来，一个被可能的、可观察的事件所验证的语句，如果人们能够提出一种可以随意地产生这些事件的方法，那么这个语句便是可检验的。这个方法就是这个语句的检验程序。可检验性比可证实性的要求弱一点，但还是比较强，卡尔纳普的可确证性的要求就更弱了。他认为，如果观察语句能够在对一个语句确证方面作出肯定的或者否定的回答，那就可以认为这个语句是可确证的。卡尔纳普说：“如果证实指的是对真理作出一种决定性的和最终的确定，那么，我们就会看出，任何（综合的）语句都是不可证实的。我们只能对语句作出愈来愈多的确证。因此，我们以后谈论确证的问题，而不谈论证实的问题。”

最初卡尔纳普还没有提出是否能规定确证度的问题，后来赖辛巴赫等用概率来解释确证度，但当时还未曾得到众多逻辑经验主义者的支持。为此卡尔纳普在40年代以后，化了大力气精心研究概率问题。先后发表了几篇文章阐述他关于概率的基本思想。1950年发表了他的洋洋巨著《概率的逻辑基础》，1952年又发表了续篇《归纳方法的连续统》。这两本书的基本观点就是：确证一个语句的方法与归纳方法是一致的。

所谓归纳是“对经验科学以及日常思维中非演绎论证型的推理过程与方法的种种研究”。卡尔纳普在他的著作中，试图把归纳处理成一个演绎系统。他的出发点大体上是这样的。首先，他想建立一个形式上精确并且完备地关于解释的理论，然后，他希望给经验科学方法论中的基本概念——证据对假设的“确证”——给出一个定量的精确的说明，这些导致他最终建立起归纳的演绎理论。显然，在他那里，解释和确证是两个十分基本的概念。关于解释，卡尔纳普作了这样的说明：“所谓解释，我们把它理解为，是从一个不精确的、前科学的概念，即被解释者（*explicandum*），到一个精确的概念，即解释者（*explicatum*）的变换。”一个好的解释，必须具有相似性、精确性、富有成效性和简洁性。相似性是指在被解释者极大多数迄今已获的应用场合，解释者也能应用；精确性要求解释者以精确的形式给出它的应用规则，使得构建起的理论具有精密科学理论体系的结构。关于确证，卡尔纳普把它看成是一种概率。确证度就是他所谓的逻辑概率。卡尔纳普在他的归纳逻辑系统中，提出了两种概率：概率1与概率2，概率1指概率的逻辑概念，即逻辑概率；概率2指概率的统计概念。古典概率可以作为逻辑概率的特例，频率的极限就是概率2。

照卡尔纳普的看法，用概率的频率解释不足以处理归纳问题，逻辑概率可以作为归纳逻辑的基础。令语句 e 表示已有证

据，语句 h 表示提出的假设，那么概率 1 就表示证据 e 对假设 h 的逻辑确证度。逻辑确证度是语句 h 和 e 之间的一种关系。其实确证度是一种语义概念，因为尽管陈述 h 和 e 本身是可以涉及事实的，但是只要理解了 h 和 e 的意义，是可以撇开事实而研究它们之间的关系的。确证这种逻辑关系类似于蕴涵，同时又可表现为一定的数值，这是卡尔纳普关于确证概念的基本观点。

卡尔纳普把确证看成是概率，又把概率逻辑看成是归纳逻辑，于是通过对归纳逻辑的研究来认识可确证性、确证度就很自然了。卡尔纳普建立归纳逻辑理论的主要目标看来就是为了澄清确证概念，确定确证度的数值。他试图通过确证度函数来达到这个目标。具体地说，先建立有关的形式语言，然后相对于给定的形式语言，建立一个有明确定义的，能恰当反映证据 e 对假设 h 确证程度的 C -函数。 C -函数是 h 、 e 的 2 元函数，一般写成 $C(h, e)$ 。等式

$$C(h, e) = r$$

指的是证据 e 给假设 h 以程度为 r 的确证，换言之， r 就是 e 对 h 的确证度。卡尔纳普在他的《概率的逻辑基础》中，详尽地建立了他的系统。简单地说，他先给出表示归纳逻辑的形式语言，这实际上是一个语义系统，然后给出状态描述和变程等基本语义概念，再对变程加以赋值，最后把概率 1，即作为证据的语句 e 对作为假设的语句 h 的确证程度，定义为合取语句 $e \wedge h$ 的变程关于语句 e 的变程的比值。如果我们把函数 $m(s)$ 看成是对语句 s 的变程的赋值，于是 s 的变程就被量化了，此时卡尔纳普给出了确证度函数的公式

$$C(h, e) = \begin{cases} \frac{m(e \wedge h)}{m(e)} & \text{当 } m(e) \neq 0 \\ \text{无值} & \text{当 } m(e) = 0 \end{cases}$$

在作了如上处理后，卡尔纳普就得到了概率 l 的数值。他还进而用部分蕴涵去表述归纳推理，使之与用蕴涵去表述演绎推理相互呼应，从而能比较演绎推理和归纳推理的异同。卡尔纳普认为： e 的变程如果被包含于 h 的变程中，那么 e 是演绎地蕴涵 h ；反之如果 e 与 h 相离（无重合），那么 e 与 h 是互斥的，它们无所谓蕴涵关系；而常见的情况是 e 和 h 的变程部分重合，也可以说 e 和 h 在部分可能世界共同成立，此时 e 与 h 具有部分蕴涵关系，或称 e 部分蕴涵 h 。卡尔纳普所用的 C -函数的数值，就是关于 e 与 h 变程的重合部分的量度与关于证据 e 的整个变程的量度的比值。显然，它的值越大，则部分蕴涵关系越接近于演绎地蕴涵，达到 1 时就是演绎地蕴涵；它的值越小，则部分蕴涵关系越接近于互斥，达到 0 时就是互斥。

从上面叙述的卡尔纳普的工作，其思想脉络是清晰诱人的，但是在具体确定变程的度量时，却遇到了极难克服的困难。困难在于无从选择度量，因为选择的度量方式太多了。也就是说，只要对每个可能世界配置不同的权重，就能得出各种不同的符合概率公理系统定义的 C -函数。为限制这种多样性，只能使用带有主观色彩的考虑。这样一来，期待存在唯一能刻划证据 e 和假设 h 间客观的、先验的逻辑确证关系的 C -函数的愿望，就很难实现。卡尔纳普在意义标准方面，从 20 年代到 50 年代，节节后退，从“可证实性原则”退到“可检验性原则”，再退到“可确证性原则”，试图通过概率、归纳逻辑解决。尽管在归纳逻辑的现代发展方面作出了极为重要的贡献，但是由于所持的唯心主义立场，单纯从语言本身研究意义标准，当然不可能正确解决问题。

参 考 文 献

1. R. Carnap: *Meaning and Necessity - A Study in Semantics and Modal Logic*, The University of Chicago Press, 1956。
2. R. Carnap: *Logical Foundations of Probability*, 1950。
3. R·卡尔纳普: 《卡尔纳普思想自述》陈晓山、涂敏译, 上海译文出版社 1985 年版。
4. R·卡尔纳普: 《哲学和逻辑句法》傅季重译, 上海人民出版社 1962 年版。
5. 朱水林: 《现代逻辑引论》上海人民出版社 1989 年版。
6. 涂纪亮: 《分析哲学及其在美国的发展》, 中国社会科学出版社 1987 年版。
7. 杜任之主编: 《现代西方著名哲学家述评》三联书店 1980 年版。

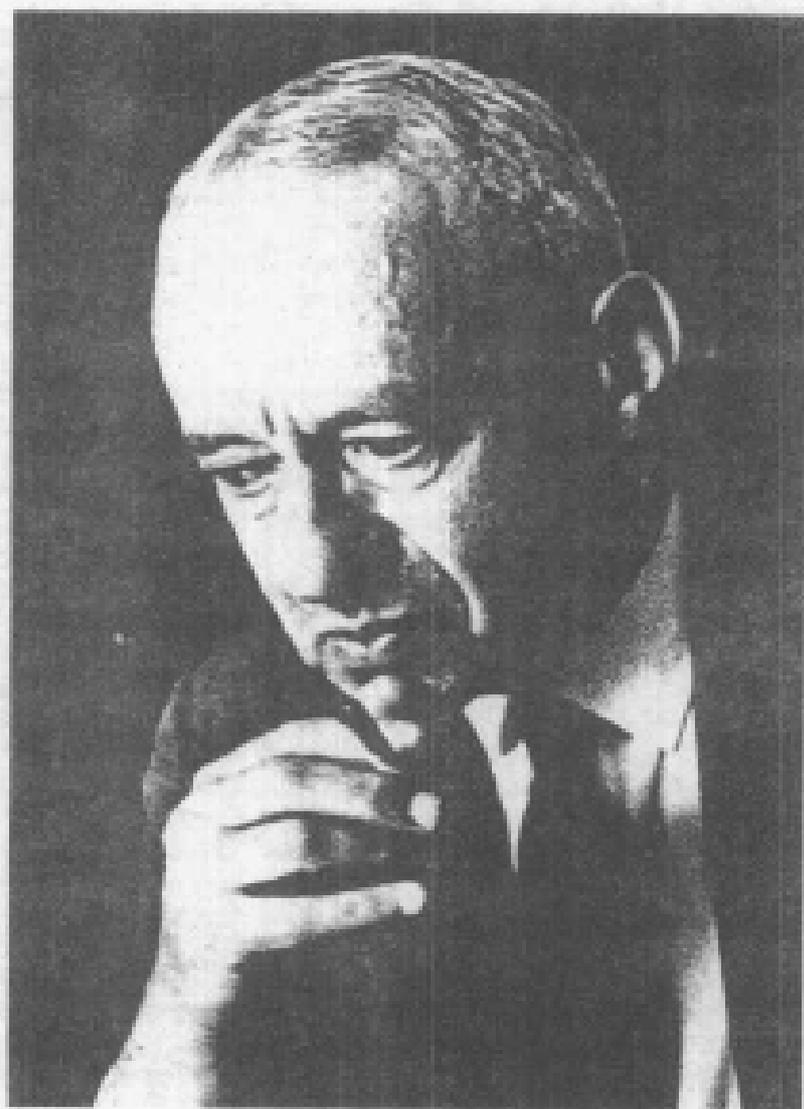


塔 尔 斯 基

朱水林 撰

篇 目

一、生平和著述·····	(191)
二、真理论·····	(201)
三、逻辑观·····	(219)
参考文献·····	(226)



塔尔斯基 (1902—1983 年)

塔尔斯基

朱水林

一、生平和著述

阿尔弗雷德·塔尔斯基 (Alfred Tarski, 1902~1983), 是美籍波兰大逻辑学家、数学家。1902 年生于华沙, 1924 年在华沙大学获数学博士学位。在华沙大学学习期间, 曾得到卢卡西维茨、柯达尔宾斯基、列斯尼夫斯基等波兰学派核心成员的指导。1926 年任华沙大学教员, 1939 年移居美国, 1945 年加入美国籍。1942 年担任美国加利福尼亚大学贝克莱分校讲师, 1946 年起任教授。期间塔尔斯基还担任过《符号逻辑杂志》的编辑工作。1983 年逝世。

20 世纪 20 年代, 波兰学派崛起, 成为举世瞩目的新星。它有两个分支: 华沙学派和里沃夫学派。华沙学派在第一次世界大战后致力于集合论、数理逻辑、数学基础和科学方法论的研究。在夕尔宾斯基和卢卡西维茨的组织和指导下, 新一代在茁壮成长, 塔尔斯基是其中杰出的代表之一。他在逻辑语义学、命题逻辑、集合论、公理方法、形式系统、关系逻辑、模态逻辑, 以及算术、代数、几何学等方面作了广泛的研究, 取得了许多卓越的成果。他是数理逻辑模型论分支的主要创建人之一。身后, 留下了由一百多篇文章和书本组成的科学作品,

还有不少摘要和述评。但是，在这些丰富的文献中，几乎没有专门的哲学论文，可以作为例外的是：

《形式化语言中的真理概念》（1933年波兰文）

《科学语义学的建立》（1936年）

《真理的语义学概念和语义学基础》（1944）

《逻辑与演绎科学方法论导论》（1946年）

其中，《真理的语义学概念和语义学基础》一文，可能是显示塔尔斯基哲学思想最多的文章，其它如《形式化语言中的真理概念》等，是在大量叙述逻辑学、语义学的基本概念、基础理论中，带叙了他的一些哲学思想。

1931年3月，塔尔斯基用波兰文写作了《形式化语言中的真理概念》（以下简称《概念》），这里的真理概念是指真句子概念。全文洋洋十多万言，由卢卡西维茨提交华沙科学协会，由于作者不能控制的原因，延误两年后才正式发表。1936年发表了德文译本，增加了附录，并对原来用波兰文发表的文章中的某些观点，作了若干较为本质的修改。全文除引言，共有七节。第一节以普通的日常语言为研究对象，通过详尽分析获得了否定性的结果：在日常语言中，不仅不可能定义“真句子”概念，而且甚至连这个概念和逻辑规律的无矛盾地一起使用也是不可能的。在进一步讨论中，塔尔斯基专注地考察了当时还鲜为人知的、科学地构造的、演绎科学的形式化语言。在第二节中，他详尽地描述了这种语言。并依据语法方面的繁简，把形式化语言划分为两大类，一类为“较贫乏的”，另一类为“较丰富的”。在较贫乏的形式化语言中，能够对真句子作定义。对每种这类语言，都能用一种一贯的方法去建立真句子定义。第二、三节中，他就是以类演算作为对象，完整地建立了这种构造。在第四节中，又对处理类演算语言的方法作了概括，使之一般化。另一方面，在较丰富的语言中，对定义真

句子问题的回答是否定的。也就是说不可能无矛盾地建立真句子定义。这些在第五节加以考察。第六节是总结，第七节是附录。

《概念》一文主题十分明确，一开始就开宗明义地说：“本文几乎全部是献给一个问题——真理的定义的。它的任务是，针对一种给定的语言，建立一个实质上适当的 (materially adequate)、形式上正确的 (formally correct) 关于‘真句子’这个词的定义。”^① 这里所说的“实质上适当的”，是指能成功地抓住或表达被定义词项的日常的直觉的含义，能抓住亚里士多德古典的真理定义所蕴藏的内容；这里所说的“形式上正确的”，是指能将清晰的不会混淆的定义词项精确而无歧义地用于被定义词的外延。这个问题属于古典的哲学问题，曾遇到相当大的困难，尽管在普通语言中，“真句子”这个词的意义似乎十分清楚易懂，但是在塔尔斯基以前，试图对它作比较精确定义的一切努力，都收效甚微，在许多用到这个词的研究中，在外表上看来显然能容许的以这个词作为出发点的研究中，常常会导致悖论和谬误，塔尔斯基是在深入研究前人工作的基础上，独辟蹊径，作出这一重大新贡献的。

《科学语义学的建立》(以下简称《建立》)一文，是塔尔斯基于1935年用波兰文为在巴黎召开的国际科学哲学大会写作的，次年用德文正式发表在大会文件汇编中。它是《形式化语言中真理概念》一文的扩展，希望为该文中提出的语义学概念建立一个科学的基础。

在文章一开始，塔尔斯基就指出，他所使用的‘语义学’这个词，与日常的理解并不一样，是一种狭义的理解。他说：“所谓语义学，我们把它理解成关于那些概念的全面考察，粗

^① A. Tarski. *Logic, Semantics, Metamathematics*. 1956. P. 152.

略地说，这些概念表达了语言表达式与由表达式所指称的对象和事态之间的某种联系”。^① 具体地说包括指称、满足和定义等概念。

他特别指出真理也是语义学概念，根据古典解释，‘真实’就意指‘符合现实’。可见，语义学范围内的概念，必然会引起哲学家、逻辑学家、语言学家的关注，在他们的研究讨论中，扮演着重要的角色。

文章概述了为语义学建立科学基础的几个关键步骤：区分对象语言和元语言，具体构造语言，确立定义概念时要求‘实质上适当’的含义。文章强调建立一个在元语言中使用语义概念的一种实质上正确的方法，是我们所要探求的主要问题。可供考察的有两种程序：第一种，将语义学概念作为新的初始概念引入元语言中，通过公理规定它们的基本性质。这种方法看上去似乎简单、容易，其实一旦详细实施后，问题很多。除很多技术方面的原因外，在哲学方面也存在着一些疑问。塔尔斯基说：“对我来说，要把这种方法同科学的统一性，物理主义的公设诸和地一致起来，看来是困难的（因为语义学的概念是既非逻辑的也非物理的）。”^② 第二种，用元语言中常用的概念定义语义学概念，从而把它归约为纯逻辑的概念和正在被研究的语言学概念。尽管对这种方法是否可行，人们会有疑虑，塔尔斯基却认为：“对我来说，这个问题现在能看成是确实解决了”。^③ 他获得的主要结果是：

在元语言中构造方法论上正确的和实质上适当的语义学概念的定义是可能的，当且仅当，该元语言配置有比作为研究主题的语言的所有变元更为高阶的逻辑类型变元。

① A. Tarski. *Logic, Semantics, Metamathematics*. 1956. P. 401.

②③ A. Tarski. *Logic, Semantics, Metamathematics*, 1956. P. 406.

塔尔斯基对自己获得的成果信心十足。他对语义学将来会在哲学和专门科学领域取得累累硕果，将在知识论整个领域内为自己赢得声誉的前景，抱乐观的态度。总之，塔尔斯基认为：“我们能够说，建立科学语义学，特别是真理的定义，将使我们能把元数学领域中的否定结果与相应的肯定结果相匹配，用这种方式去填补某些在演绎方法和演绎科学的各种结构中已经显现出来的、扩张着的空隙”。^①

1944年塔尔斯基在《哲学和现象学研究》杂志上发表了他的《真理的语义学概念和语义学的基础》（以下简称基础），1949年被收入费格尔（H. Feigl）和塞拉斯（W. Sellars）主编的《哲学分析读物》中。可以这样说，《基础》一文是塔尔斯基最具哲学色彩的一篇论文。全文3万余言，分两部分，共有23节。第一部分是解释性的，包括13节。塔尔斯基“想以一种非形式的方式就我过去对于真理概念和语义学基础的更一般问题的研究所获得的主要结果作一概述。”^②这是因为塔尔斯基考虑到，尽管这些结果已包含在《形式化语言中的真理概念》中，所处理的是古典哲学所处理的概念，然而他的研究却带有严格技术性要求，哲学界相对来说较少有人了解这些成果，因而希望人们能对此再作陈述抱谅解态度。第二部分则在相当大程度上是辩论性的，包括后10节。自《概念》一文发表以来，引起了多方关注，也提出一些不同意见；其中有些是在他所参加过的各种公开的、私下的讨论中表达的，有些发表在公开的出版物中，如霍夫斯塔特的《关于语义学问题》（1938），尤霍斯的《经验陈述的真理》（1937），科可斯任斯卡的《论绝对真理概念以及其他一些语义学概念》（1936）和《句法

① A. Tarski. *Logic, Semantics, Metamathematics*, 1956. P. 408.

② 涂纪亮主编：《语言哲学名著选辑》，三联书店1988年版，P. 244.

学、语义学和科学逻辑》(1936),柯达尔宾斯基的《关于真理概念》,肖尔茨的《哲学研究评论》,温伯格的《哲学研究评论》等,都对塔尔斯基的真理论进行了讨论,作出了评价。

塔尔斯基在第二部分,大体叙述了三方面问题:其一是关于真理的语义学概念是否“正确的”概念问题;其二是关于真理的语义学定义涉及的一些哲学问题;其三是关于语义学的可应用性问题。

关于真理的语义学概念是否“正确的”问题,塔尔斯基表示他并不理解这类争论的关键所在,他不想以任何方式参加到关于“什么是正确的真理概念”这些没完没了的争论中去。对于他自己提出的真理概念在形式上的正确性,他感到是含义确定、能够把握的,必须与日常语言中那个含糊多义的“正确的”加以区别。

真理的语义学定义所涉及的哲学问题,包括定义与“真理的哲学问题”以及各种认识论思潮的关系;定义与形而上学因素的关系;以及真理的语义学概念与其哲学的和日常的使用之间是否一致等。塔尔斯基认为他的表述与古典的亚里士多德所表述的直觉内容是一致的。

关于可应用性,塔尔斯基分别就语义学对具体经验科学的可应用性;语义学对于经验科学的方法论的可应用性;语义学对演绎科学的应用作了分析,指出在决定科学工作的价值时,“智力上的满足”应该看作是另一种不容忽视的重要因素。

《逻辑与演绎科学方法论导论》(以下简称导论),是塔尔斯基1946年译成英文出版的专著,它的前身是1936年用波兰文出版的《论数理逻辑和演绎方法》,全书二十几万言,由两部分组成。第一部分:逻辑的元素,演绎方法。是逻辑和演绎科学方法论的一般导论;第二部分:逻辑和方法论在构造数学理论中的应用。试图借助于具体的例子,表明逻辑和方法论在

数学理论构造中的一种应用方式，同时也为消化和深化在第一部分中获得的知识提供一个机会。

塔尔斯基撰写本书，最初是企图把它当作一本通俗的科学著作；其目的是向受过相当教育的普通读者，提供一种在科学上严格的又是可读性较强的，集中于现代逻辑的强大的现代思潮的一个清楚的概念。这个思潮最初是从多少受到局限的为巩固数学基础的任务而发生的。可是，在现阶段却具有远为广泛的目的。因为“它试图创造出可为人类知识的整体提供一种共同基础的统一的概念工具”。^①当然，它也有助于演绎方法的完全和敏锐。

书中在论述旧逻辑与新逻辑的关系时，明确指出新逻辑是旧逻辑的发展，“在很多方面都超过旧逻辑”；^②在论述逻辑对其他科学的重要性时，明确指出“逻辑被正当地认为是一切其他科学的基础”；^③在论述演绎方法时，他具体给出了一个演绎理论的基本组成部分——基本词项与被定义词项，公理及定理。明确指出，对于构造逻辑和数学时所需的基本原则，加以详细的分析和评价是演绎科学方法论或数学方法论的任务。

如果说，我们以上例举的前三篇文章，环绕真理的语义学定义、语义学基本概念等进行阐述和分析，较为充分地显示了塔尔斯基的一般哲学思想的话，那么例举的第四本书《导论》，可能是塔尔斯基逻辑哲学思想的一种展示。

塔尔斯基的哲学思想几乎都是在他的语义学著作中显示的。他在语义学方面取得的成果是多方面的。除了30年代发表的《形式化语言中的真理概念》，成为逻辑语义学的奠基性

① 塔尔斯基：《逻辑与演绎科学方法论导论》，商务印书馆1980年版 P. vii。

②③ 同上书 P. 15、106。

成果外，他还作出许多杰出贡献，现简要描述如下：

关于命题演算的解释。2元布尔代数是命题演算的一个解释。塔尔斯基把命题联结词解释成函数，函数的变元值和函数值都取自该代数。把命题演算看成是一种描述2元布尔代数的语言是有根据的。也可以取任何代表命题演算的矩阵去替代2元代数。于是我们就得到，一个形式的演算可以具有，而且一般来说也确实具有多种解释。

关于模型。塔尔斯基把命题演算的解释推广，就得到了相对于一阶演算的模型。一个模型决定一种划分，它把句子分成两个集合，一个由在模型中成真的句子组成，另一个由在模型中为假的句子组成。一个含自由变元的公式，就其本身而言，在模型中既不真也不假。不过，当用模型论域中的任意元素替换公式中的自由变元后，公式就成真或为假。在第一种情况，我们就说这些元素满足公式。在塔尔斯基之前很久，数学家和逻辑学家已经知道模型概念和某些语义学概念。但是，没有一个人像塔尔斯基所坚持的那样，奋力达到如此精确的程度。

关于逻辑后承。定义：一句子 F 是句子集 X 的逻辑后承，如果 F 在使得 X 的所有句子成真的每个模型中皆真。对一阶理论，据哥德尔完备性定理，这个概念和语法上的可导出性概念是外延张的。对高阶逻辑和理论，这两个概念有本质的差别。塔尔斯基认为后承是语义的而非语法的概念，用它能充分刻画直觉给出的概念。

关于可定义性。尽管在塔尔斯基之前已有这方面的研究，但是对此的系统理论还是由塔尔斯基开始的。确定可定义集组成的类是一个有趣的问题，在涉及集合分层的研究中处于中心地位。分层理论同时在数学和元数学中加以讨论。他和库拉托夫斯基一起获得一种方法，在许多情况下允许人们从一个集合的定义形式去直接推出这个集合所属的层次。他们的方法对分

层理论作了本质的简化。考虑到从公理推导得的句子的集合并不属于算术分层的最低层次，于是哥德尔不完全性定理就成了这个事实的推论。

关于模型论。数学家通过抽象代数的展开导致非常一般的概念，塔尔斯基发展了这些代数的研究，并且把它们与元数学结合起来。他还推广了模型论，使之独立于逻辑学的研究，构成广义模型论；把基于一阶逻辑之上的理论扩充到高阶；他还引进一个重要的弱2阶逻辑，为它建立起各种元数学性质，诸如与斯柯伦—洛文海姆定理类似的结果。

塔尔斯基在数学和元数学领域的贡献也是很大的。他既在纯粹数学、特别是集合论和代数领域工作；也在数理逻辑、特别是元数学领域工作。尽管他取得过很好的成果，例如和巴拿赫一齐建立的著名的怪定理——分球定理，以及他自己的不可达基数理论等，但是本文不打算详细讨论他在数学方面的贡献。可以提一下的是，塔尔斯基像大多数数学家一样，他并没有评述过像“集合论为什么取那些前提假设？”那样的数学基础问题，只是简单地拿来使用，承认它们为真而已。这种态度对他在逻辑学和元数学方面的研究，确实带来了深刻的影响。和希尔伯特及其追随者相比，塔尔斯基在引进和使用新概念时就要自由得多，例如他接受实无穷概念，并且用以分析刻划他的“无穷语言”等。这种方法论态度必然会招致数学界有穷主义的捍卫者们的反对。

元数学是数理逻辑的一个分支，它研究形式理论，解答从属于这种理论的问题。塔尔斯基对此领域贡献如此之大，以至可与希尔伯特并立，一起被看成是这个领域的开拓者。现简要介绍如下：

关于形式系统的公理理论。塔尔斯基在他的早期文章中，就曾对任意的形式系统提出过公理处理。在他看来，一个理论

就是一个集合和一个函数。这个集合是以公式为元素的集合，这个函数就是后承函数，它建立起公式集和集合中的元素之间的对应关系。这个新的集合称为第一个集合的后承集合。后承函数并非完全任意的，需要满足某些公理。某些元数学中的基本概念，诸如一致性（无矛盾性），可靠性，完全性，独立性等，都可相对于这种理论加以定义。详细的可以参见《论形式系统的初始词项》^①、《演绎科学方法论的基本概念》^②等。前文用波兰文发表于1923年，包括了作者博士论文的基本内容，作者写作的目的是：对一系列重要的元数学概念给予精确的意义，使之适用于各种专门的元理论，同时为这些概念建立基本性质。

关于以命题逻辑为基础的系统。塔尔斯基除了讨论最一般的形式系统外，还用公理方法刻划过经典命题演算理论。塔尔斯基把演绎定理取作公理，它的重要性是能用一个固定的句子集合 S 。定义后承函数，特别是空集合的后承集。

关于判定问题，对于理论 T 的判定问题是指，存在不存在一种算法允许人们去判定 T 中一句子是否在 T 中可证。塔尔斯基使用量词消去法，针对大量理论讨论了这个问题。获得了重要结果，对 T 是实数域上的一阶理论，问题的解答是肯定的。判定问题不能获得肯定解答的理论称为不可判定理论。通过进一步努力，他直接建立了多种十分弱的但是在数学上又是十分有趣的理论的不可判定性。最后他还引进了一个新的概念——本质不可判定性。它意指理论的所有一致扩充都是不可判定的。详见他和莫斯托夫斯基、鲁宾逊合写的《不可判定理论》（1953）。

^① A. Tarski. *Logic, Semantics, Metamathematics*, 1956. PP. 1—23.

^② 同上书 PP. 60—109.

关于直觉主义逻辑和模态逻辑。塔尔斯基在1937年提交给在华沙举行的第三届波兰数学大会的文章《句子演算和拓扑学》^①中，将直觉主义逻辑和拓扑学联结在一起，他获得了令人惊异的成果，用一个拓扑空间的闭子集作元素，构造了一个直觉主义命题演算矩阵。后来还进而用某些代数结构代之。于是一个拓扑空间所有子集组成的类，所有闭子集组成的类，分别成了闭代数和布劳维尔代数。使用这些概念他还为模态命题演算建立了某些性质。

以上工作也显示了塔尔斯基使用代数工具去处理元数学问题的一种日益增长的趋势，他论述循环代数的工作就是一个实例。布尔代数与命题演算对应；这类代数结构与带等号的谓词演算对应；带无穷长表达式的逻辑，也可通过适当的谓代数进行研究。

关于2元关系演算。2元关系演算由施罗德(E. Schröder)创建，后来被人遗忘，塔尔斯基为这个演算给出了公理，研究了它与谓词演算的关系，论述它的模型；并且还找到了几种应用。

二、真 理 论

塔尔斯基的真理理论由他对真理概念的精确分析组成，是他的哲学思想的集中表现，其主题是为真理概念(The notion of truth)^②下一个令人满意的定义。现在就塔尔斯基真理理论的

① A. Tarski. *Logic, Semantics, Metamathematics*, 1956. pp. 421—454.

② 本文所说的真理，实际上是对形容词性的概念“真的”或“真实的”(true)一种名词性概念表示。故以后的行文中，“句子的真理”就是指的“真句子”。

目标，构造，意义，发展述评如下：

1. 目标：对真句子作一实质上适当的、形式上正确的定义。

塔尔斯基为什么把对真理的定义局限于句子，他在《基础》一文中曾作过解释。“谓词‘真的’有时用于某种心理现象，比如判断和信念；有时用于某种物理客体，即语言表达式，具体地说就是句子；有时用于某种被称为‘命题’的观念实体。”“因为若干原因，把‘真的’这个词项用于句子是最方便妥当的。”这里所说的“句子”是指的直接陈述句，含义十分清楚。至于“命题”，情况就复杂了，大家都知道，它是各种哲学家和逻辑学家长期争论的对象，而且这种冗长的争论，从来也没使得这个词项的含义清楚了。这可能就是塔尔斯基所持的“若干原由”吧！

考虑到句子总是要和特定的语言联系在一起的，故研究、分析真理概念也要和特定的语言联系在一起。尽管塔尔斯基当时的主要兴趣、主要精力集中于句子的真理概念，但他并不排除以后将这个概念拓广到别的对象上去的可能性。

实质上适当的标准。塔尔斯基真理定义要求实质上的适当性，是对概念内涵方面的要求，涉及对象（或事物）的内容，问题就复杂多了。塔尔斯基认为，“真的”这个词与日常语言中其他词一样，用法是含糊的，而且在他看来，讨论过这个词的哲学家们也没有能消除这种含糊性，为此对它是有多种不同理解的。塔尔斯基选择了亚里士多德的古典真理概念为基础，它和直觉知识密切相关。亚里士多德在《形而上学》中说，

说非者是，或是者非，即为假；说是者是，非者非，即为真。^①

^① 涂纪亮主编：《语言哲学名著选辑》，三联书店1988年版P. 247。

用现代哲学术语，可以这样说：

句子为真在于它与现实一致（或相对应）。

或：

句子是真的，如果它指示一种存在状态。

塔尔斯基认为这些表述不够精确，容易引起误解。他结合一个实例提出了一种表述。他说：考虑“雪是白的”（snow is white）这个句子。我们要提出这样的问题：这个句子在什么条件下为真什么条件下为假？看来似乎很明显，如果以古典的真理概念为基础，我们会说，如果雪是白的那么这个句子是真的，如果雪不是白的那么这个句子是假的。于是真理定义要与我们的想法一致，它就必须蕴涵下面这个等值式：

句子“雪是白的”为真，当且仅当，雪是白的。

注意，这里是说“必须蕴涵”，以后我们会知道，这是塔尔斯基真理定义的关键。现在我们需要对等值式作些说明，雪是白的四个字在等值式两边出现，出现在左边时带有引号，右边则无引号。在右边的是句子本身，左边的则是句子的名称。为什么左边要用句子的名称呢？原因是，从语法的观点看，一个句子的主语只能是名词或是名词性的表达式，对于一个“Z是真的”形式的表达式，如果我们用一个句子或其它任何不是名称的东西去替换Z，那就都不能使它成为一个有意义的句子。将句子加引号所得的句子名称叫做引号名称，这种用法比较普遍，但并非仅此一种。塔尔斯基还提出结构摹状名称等，这里不一一细述。上面的讨论可以更一般化。用字母P代替任一句子，用字母Z代替该句子的名称，于是，从我们对真理的基本观点来看，两个句子“P”和“Z是真的”之间应有等值的逻辑关系，换言之，下面的等值式成立：

(T)：Z是真的，当且仅当P。

塔尔斯基把它称为T型等值式。于是他得到了精确形式的条

件。他说：“我们将称一个真理的定义为“适当的”，如果所有这些等值式都是从它推导出来的。”^① 应该强调指出，任何特殊的 T 型等值式都不是真理的定义，它是单独句子的成真条件，可以看作真理的部分定义。在某种意义上，一般的定义是所有这些部分定义的合取，考虑到一般来说一语言中的语句是无穷的，所以这种合取是一种无穷的合取。

2. 构造

塔尔斯基在具体构造真理定义之前，认为有必要对普通语言中的真句子定义作一番剖析，他说：“为了把读者引向我们的主题，对普通语言中关于真的定义，作一短暂的考察似乎是适当的。”^② 他从考察说谎者悖论开始。

现在我们用符号 S 作为下面句子的缩写：

S 不是真句子。

这样，我们凭经验，根据 S 的意义，可以建立

(α) “S 不是真句子” 等同于 S

现在对 S 和它的引号名称 “S” 建立 T 等式，就有

(β) “S 不是真句子” 是真句子，当且仅当，S 不是真句子。

将 (α) 和 (β) 合在一起可得：

S 是真句子，当且仅当，S 不是真句子。

这样就得到了一个明显的矛盾。塔尔斯基由此得出结论：对于像日常语言那样丰富的语言，在逻辑规律在其中成立的条件下，想无矛盾地使用“真句子”这个词，看来十分成问题，要想为它建立满意的定义是不可能的。他还进一步追踪了它的原因，在于日常语义具有普遍性，或称语义封闭性，也就是说，

^① 《语言哲学名著选辑》，P. 249。

^② A. Tarski *Logic, Semantics, Metamathematics*, 1956. P. 154。

我们已暗含地假定：在能构成悖论的语言中，不仅包含了这种语言的表达式，也包含了这些表达式的名称，同时还包含了象涉及这种语言的句子的词项“真的”这样的语义学词项。于是塔尔斯基就把注意力转向形式化语言，这种具有精确规定的形式化语言，就并非必然是语义封闭的。

在塔尔斯基看来，构成形式化语言的要素有：

- (1) 要给出一系列符号，凭籍它们去建造语言表达式。
- (2) 根据纯结构性质，从所有符号串中区分出句子。
- (3) 给出一系列称为公理或初始陈述句的句子。
- (4) 给出一些推演规则，允许把句子变换成另一些。

其中(3)、(4)是研究形式化的演绎科学所必需。形式化语言由于可以不必一定是语义封闭的，所以有可能分层，从而在高层次语言中定义低层次语言的真句子这样的概念。塔尔斯基说：“当我们研究一种形式化演绎科学语言时，我们一定要清楚地区分我们研究的语言和我们其中讨论问题的语言，正如区分作为我们研究对象的学科和在其中进行研究的学科那样。第一层次语言中表达式的名称，表达式之间关系的名称，属于称为元语言的第二层次语言，这些表达式的描述，复杂概念的定义，特别是那些和一个演绎理论有关的诸如‘后承’、‘可证句子’、‘真句子’等概念，以及这些概念的属性的确定，都是我们称为元理论的第二层次理论的任务”。^① 不过这样的形式化语言也是种类万千的，塔尔斯基创造了一种方法，为其中大部分语言正确地定义了真句子概念。他是以类演算作为实例来展开他的理论的。

类演算是极为简单的形式化语言，它有常元和变元两类符号。我们为它准备的元语言，除包括类演算符号外，还包括这

^① A. Tarski, *Logic, Semantics, Metamathematics*, 1956. P. 167.

些符号的名称。塔尔斯基用公理方法给出，包括一类一般的逻辑公理，另一类元语言专门公理。尔后给出“后承”、“可证句子（定理）”、“一致性”、“完全性”等 21 个定义，接着提出了反映定义在实质上适当的约定 T。

约定 T：对真句子类 T_r 的一个元语言中表述的、形式上正确的定义，如果一切由表达式“ $x \in T_r$ ，当且仅当，P”通过用被讨论的语言中的任意句子的名称去替代符号 x ，并且用该句子在元语言中的译文去替代符号 P 以后，所得句子都是它的后承，则称这个定义是实质上适当的。^①

最后塔尔斯基再用满足这个概念去定义真句子：

“定义 23 x 是一真句子，用符号 $x \in T_r$ 表示，当且仅当， x 是句子并且类中每一无限序列都满足 x 。”^②

确实这个定义形式上的正确性是清晰的，但是实质上的适当性又如何呢？塔尔斯基回答：“至少在前述约定 T 所规定的意义下，可以证明对此问题的回答是肯定的”，^③他花了几十页的篇幅，在认真的证明了 28 条定理后，才确立了他的断言。塔尔斯基还指出：“但是，问题的答案并不明显，如果不使用现代逻辑学的全部方法，我将难于详尽给出这个问题的答案。”^④考虑到塔尔斯基原初的方法是针对类演算的，符号怪癖，叙述冗长，人们不易把握，又考虑到内容又属基本，故我们在这里想对一阶逻辑，用现代形式叙述一下塔尔斯基的关于真句子的定义，主要涉及一阶语言的解释、赋值、满足等基本语义概念。

我们称能表达谓词逻辑的形式化语言为一阶语言，用 \mathcal{L}

① A. Tarski, *Logic, Semantics, Metamathematics*, 1956. P. 87.

②③ 同上书，P. 195。

④ 《语言哲学名著选辑》P. 258。

表示。基本符号是

a_1, a_2, a_3, \dots	个体常元
x_1, x_2, x_3, \dots	个体变元
f, g, h, \dots	函数符号
P, Q, R, \dots	谓词符号
$\neg, \rightarrow, \forall$	逻辑常项
$(,)$	括 号

前面 4 类统称为指词符号。

语法规则规定了项和公式的构成。项是一阶语言 \mathcal{L} 的表达式，它可以指称具有某种属性的对象，有所断定的对象或函数作用的对象，项的定义：

- (1) 个体常元、个体变元是项；
- (2) 当 t_1, \dots, t_n 为项， f 为 n 元函数符号时， $f(t_1, \dots, t_n)$ 也是项。

公式指称的是句子函项。 $P(t_1, \dots, t_n)$ 为原子公式，当其中 t_1, \dots, t_n 为项， P 为 n 元谓词符号时，公式的定义：

- (1) 原子公式是公式；
- (2) 当 A, B 是 \mathcal{L} 中的公式时， $(\neg A)$ ， $(A \rightarrow B)$ 和 $(\forall x) A$ 也是公式。

再引进初始公式（公理）和变形规则，就可以构成谓词逻辑的形式系统。研究形式系统可以完全不提及符号的意义，但这不等于符号不能有意义，其实一种不可能给予任何意义和解释的形式系统是没有谁会感兴趣的。为此到一定阶段时，需要对符号的意义加以考察，语义概念就应运而生了。

所谓对一种语言作解释，就是确定这种语言里的符号表达式与某个可能世界的联系。可能世界是世界的一种可能的存在方式，现实世界是可能世界之一。对一阶语言作解释，就是确

定一阶语言中指词符号与可能世界的联系。随着所选取的可能世界的不同，一阶语言可以有不同的解释。语言 \mathcal{L} 中的个体符号指称可能世界中的个体。谓词符号指称集合：一元谓词指称由个体组成的集合；二元谓词指称由个体的有序对组成的集合。函数符号也指称集合，不过必须满足某些条件。当这些指称确定后，一个解释也就确定了。严格地说，一阶语言 \mathcal{L} 的一个解释 I 由四个部分组成，它们是一个非空集合 D 、一组特指元素 $(\bar{a}_1, \bar{a}_2, \dots)$ 、一组定义在 D 上的函数 $(\bar{f}, \bar{g}, \bar{h}, \dots)$ 和一组定义在 D 上的关系 $(\bar{P}, \bar{Q}, \bar{R}, \dots)$ 。其中 D 就是通常说的论域，特指元素 \bar{a}_i 是论域中的特定元素。

在解释中，个体常元的指称已确定，但是个体变元的指称并未确定，所确定的只是指称的范围。而要确定公式的真假必须确定个体变元的指称对象，于是就需要赋值概念。赋值就是对语言 \mathcal{L} 中的项赋以值，其关键是确定个体变元的指称对象。现作如下定义：

在解释 I 中的一个赋值是一个满足某些条件的函数 v ， v 的定义域是 \mathcal{L} 中的项集合，值域就是解释 I 的论域。一般地说一个解释给定后，还可以有许多不同的赋值，这完全由个体变元 x_1, x_2, x_3, \dots 的指称 $v(x_1), v(x_2), v(x_3), \dots$ 所确定。考虑到它实际上是论域中无穷多个元素组成的序列。由此可见，对于公式 A ，说一个赋值 v 满足 A ，实际上也就是说，有一个由论域中元素组成的无穷序列满足 A ，塔尔斯基说：“为了统一表述，我们从现在起，不再说由给定的对象，而是说由给定的对象的无穷序列满足一个命题函项。”^①

赋值 v 满足公式 A ，可以按下列 4 条递归地表明出来：

(1) v 满足原子公式 $P(t_1, \dots, t_n)$ ，当且仅当， $\bar{P}(v$

^① A. Tarski, *Logic, Semantics, Metamathematics*, 1956. P. 191.

$(t_1), \dots, V(t_n))$ 在 D 中成立。

(2) V 满足 $(\neg B)$, 当且仅当, V 不满足 B 。

(3) V 满足 $(A \rightarrow B)$, 当且仅当, V 或者满足 $(\neg A)$ 或者满足 B 。

(4) V 满足 $(\forall x) B$, 当且仅当, 每个 i 等值^①于 V 的赋值 V' 都满足 B 。

至此, 我们可以定义句子的真理概念了。

对于 L 中的一个公式 A , 如果解释 I 中的每个赋值都满足 A , 则称 A 为真公式。

句子是闭公式, 是 L 中的公式, 以上定义也适用于句子, A 称为真句子, 当且仅当, 解释 I 中每个赋值都满足 A 。

我们作三点说明:

1. 解释 I 中只要有一个赋值满足句子 A , 所有赋值也都满足 A 。所以我们可以说, A 称为真句子, 当解释 I 中有一赋值满足 A 。

2. 对一阶语言 L 的解释可以不同。 L 中的一个公式 A , 如果它在 L 的每个解释中皆真, 我们就称它为逻辑真公式, 或普遍有效公式。

我们也说, 如果 V 满足 A , A 对赋值 V 真。

于是我们就有了三个不同深度的真概念, 赋值真, 解释真, 逻辑真。它们顺次, 外延不断缩小, 内涵不断加深。

3. 为什么不直接对真句子作定义, 而要转一个弯, 通过满足来定义真句子呢? 主要是因为递归方法适用于句子函项而不适用于句子。对此塔尔斯基解释过: “我们绕了一圈来给语句为真下定义而没有试图用递归程序来直接下定义, 看来似乎

^① 设有两个赋值 V 和 V' , 如果除对第 i 个个变体元的赋值可以不同 (包括相同) 外, 对其它变元赋值相同, 就称 V, V' 为 i -等值。

奇怪。这样做的理由是，虽然复合句是由简单的语句函项所构成，但并非总是来自简单句；所以并没有听说过专门适用于句子的普遍递归方法。”

3. 评注

前面我们说到，塔尔斯基认为对真句子下一个实质上适当的、形式上正确的定义，就是对真理概念的一种分析，属于经典的哲学。为解决这个问题，他使用了许多语言分析和逻辑分析方法，有些是沿用前人的成果，有些是他适应需要而创造的。

1. 塔尔斯基十分强调语言分析，首先他把对真理的研究限于语言。他说：“谓词‘真的’有时用于某种心理现象，比如判断和信念；有时用于某种物理客体，即语言表达式，具体地说就是句子；有时用于某种被称为‘命题’的观念实体。在这里我们所理解的句子也就是语法中通常指的‘陈述句’；至于‘命题’这个词项，众所周知它是各种哲学家和逻辑学家冗长的争论的一个主题，而且这些争论似乎从来也没有使得它的意义清楚起来。因为若干原因，把‘真的’这个词项用于句子是最为方便妥当的，下面我们将沿着这条思路走。”^①

其次他对‘真句子’下定义时对语言作了十分深入的分析，涉及自然语言与人工语言、元语言和对象语言、语法和语义、有限与无限等。

自然语言和人工语言。自然语言是人类语言集团在一定条件下自然形成和使用的口头和书面语言。如汉语、英语、俄语等。它表现为一些自然形成的语词指号体系，是语词指号和语词意义的统一体。传统逻辑主要利用自然语言来研究思维的形式及其规律，自然语言的丰富使它能表达任何其它语言所要表

^① 《语言哲学名著选辑》P. 246。

达的东西，它的多义性也带来了不精确、含糊的弱点。人工语言又称形式化语言。它是具有精确规则的表意的符号系统。由作为构成这一语言的基本单位的初始符号库和相当于语法的关于词项和公式的构成（形成）规则组成。现代逻辑是用形式化语言表达的，尽管其表现力目前还受到一定限制，但是由于它无歧义因而能够十分精确地表现思维的规律。塔尔斯基就是在考察了在自然语言中不可能无矛盾地作出真句子的定义后，才转向对人工语言进行考察的。

元语言和对象语言。对象语言是某种作为讨论对象的语言，例如由符号、词项、公式等构成的逻辑演算。元语言是讨论对象语言时作为工具使用的语言，也称语法语言。区分元语言和对象语言，是塔尔斯基定义真句子的需要，只有对语言划分层次，才有可能在元语言中建立关于对象语言中的句子的真理定义。

语法和语义。语法又称语形，它研究语言表达式之间的形式关系，不涉及表达式的意义。语义研究语言表达式和它的意义之间的关系，意义可以理解为表达式所指称的对象、即外延；也可以理解为表达式“所意谓的东西”、即内涵。塔尔斯基明确说过，他所提出的真理是一个语义学概念。他说“‘指称’，‘满足’，‘定义’这些语词表示某种关系（某些表达式和这些表达式所指称的对象之间的关系），而语词‘真的’却具有另一种逻辑特性：它表示某些表达式比如句子的一种性质（或指称这些表达式的一个类）。但是容易看到，无论是先前给出的表述，还是为解释这个词的意义而给出的表述，都不仅涉及句子本身，而且涉及句子所‘谈论’的对象，或者这些句子所描述的‘事态’”。^①

^① 《语言哲学名著选辑》，P. 250。

这里所说的“谈论”，有时也称为“使用”，是指用名称表示、指称语言符号、语言表达式之外的对象。与“提及”不一样，名称的提及是指用名称表示、指称语言符号、语言表达式本身。塔尔斯基使用的 T 型式：

Z 是真句子，当且仅当，P

其中 P 是句子名称的使用，Z 是句子名称的提及。

语义范畴和语义类型。语义范畴是某种标准对语言表达式划分的等价类，不同的等价类对应于不同的语义范畴。根据句子函项中出现的自由变元的语义范畴，可以对句子函项进行分类。具有与一给定句子函项相同类型的一切句子函项组成的类就是语义类型。于是塔尔斯基就把语言分成四类：

(1) 所有变元属于相同语义范畴；

(2) 包含变元的范畴数大于 1 而有穷；

(3) 变元属于无穷多不同的语义范畴，但是这些变元的阶并不超过原先给定的自然数 n 。

(4) 含有任意高阶变元。

这里所说的阶是语义范畴的阶，它是对语义范畴进行分类的标志。塔尔斯基使用了某些规则对范畴指派自然数，这样就得到了语义范畴的阶。他还把前 3 类语言统称为有穷阶语言，第 4 类称为无穷阶语言。通过大量研究、演算、论证，塔尔斯基才获得如下结论：对于有穷阶语言，给出形式上正确的和实质上适当的真句子定义是可能的；对于无穷阶语言就不可能。

塔尔斯基不仅重视语言分析，而且也十分重视逻辑分析。他说过，对于真理的定义问题，“如果不使用现代逻辑学的全部方法，我将难以详尽的给出这个问题的答案”。现代逻辑方法主要是指形式化的公理演绎方法，它由语法、语义和元理论三方面组成。由语义涉及的基本概念是解释、赋值、满足、真理等，前面已经叙述过了，这里不再重复。语法主要涉及形式

演绎系统。简单地讲，一个形式演绎系统是一个完全形式化的公理系统。所谓公理系统，是从一些公理出发，根据演绎法，推导出一系列定理的演绎体系。公理系统可以结合内容用自然语言表达，也可以完全形式的用形式语言加以刻划，后者就构成形式系统。一般来说形式系统由四个部分组成，它们是初始符号、形成规则、初始公式（公理）、变形规则。由系统的初始公式出发，通过系统的变形规则推得的公式称为可证公式或定理。塔尔斯基试图建立可证公式和 T 型等式之间的等价关系，为此他花了几十页篇幅，证了 28 定理。将真理定义所要求的实质的适当性这个语义概念转化为形式可证关系。其中也用到了一系列诸如一致性、可靠性、完全性、独立性等元逻辑概念。

元逻辑是以形式化的逻辑系统为研究对象的一门学科，一致性也称无矛盾性。指不存在任何公式 A，使得 A 和非 A 都在系统中可证。否则，既断定 A 又断定非 A，这就会导致矛盾。可靠性亦称语义一致性。指一切在系统中可证的公式都是真公式。两者都可归入一致性。完备性亦称语义完全性。指对形式系统解释真的公式都是该系统的定理。完全性指对系统中每个公式 A，或者 A 或者非 A 是系统里的定理。两者都可归入一致性。一致性和完全性是关于整个形式系统的性质。一致性是形式系统性能优劣的反映；完全性是形式系统功能强弱的反映。一致性定理、完全性定理都是关于整个系统的定理，和形式系统内部的定理不一样，故称为元定理。系统内的定理用对象语言表达，元定理用元语言表达。以下象棋为例，说“马后炮”可以获胜，相当于系统内的定理；说“单车难破士相全”就相当于元定理。

分析哲学泛指一切主张哲学的首要任务在于从事“分析”的哲学流派，直到 60 年代人们认为“是英语国家中影响最大

的哲学思潮”。分析哲学家普遍重视语言在哲学中的地位作用，他们把语言分析当作哲学的首要任务；分析哲学家普遍强调分析方法的重要意义，把它看成哲学上的主要方法、甚至唯一的方法。这里说的分析方法，主要是指逻辑分析、语言分析、操作分析等方法。逻辑分析亦称形式分析，这种方法是由罗素首先提出来的。所谓逻辑分析，就是从纯逻辑的观点去观察现实，它所关心的是语言和现实中显示出来的各种各样的组织结构形式。罗素认为，分析是一种下定义的方式。哲学的任务主要就是进行这样的逻辑分析。在他看来，这种分析方法在过去之所以没有被广泛采用，主要是因为现代逻辑尚没有代替传统逻辑。维特根斯坦在其早期也与罗素一样持逻辑原子论观点。逻辑实证主义继承、发展了罗素关于逻辑分析的观点，并广泛用于对科学语言的分析。他们把科学研究的内容和科学语言的形式分割开来，认为前者是自然科学研究的对象，后者才是哲学研究的课题。并断言哲学的任务就是对科学命题进行逻辑分析，也就是对科学命题的语言进行句法分析。后来他们的观点是有所改变的，承认哲学分析不仅包括句法问题，而且也包括语义问题。在他们的代表人物卡尔纳普的著作中，对语义的分析就占重要地位。

概念分析是一种语言分析，首先是由英国哲学家摩尔提出来的。摩尔认为，在哲学中之所以出现种种困难和分歧，主要是由于一个很简单的原因，即人们在企图回答问题时，没有首先弄清楚要回答的究竟是什么问题，而且也没有弄清楚在对特定的答案表示支持或者反对时究竟依据一些什么样的理由。为了排除这些困难和分歧，摩尔特别强调采用分析或下定义的方法，对哲学命题的含义以及相信哲学命题的理由，提出他所能想到的各种问题，力求尽可能确切地把哲学命题的真正含义，把自己对哲学命题的信念建立在尽可能可靠的基础上。按摩尔的

观点，分析就是对概念或命题下定义的方式。对某个概念或命题（即被分析者，*analysandum*）进行分析或下定义，需要提出另一组概念或命题（即分析者，*analysans*），这另一组概念或命题在逻辑上是与被分析的概念和命题等值的。

现在，对照塔尔斯基在《在形式化语言中的真理概念》等论文中建立他的真理定义的程序，可以看出，他那对真理概念的精雕细刻的剖析，他所采用的种种现代逻辑方法和语言分析，确实是罗素所制订的逻辑方法、摩尔所开创的语言分析方法的继承和发展，由此，我们应该说塔尔斯基构建真句子概念的方法，是一种典型的分析方法，是对分析哲学基本方法的继承和发展。除对真理概念外，塔尔斯基对“形而上学”、“本质”等概念也作过分析，尽管与真理概念的分析相比，显得简单得多，但是所遵循思想轨迹却是一致的。

在塔尔斯基真理论文章发表后，受到哲学界、逻辑学界的广泛关注，就定义和“真理的哲学问题”以及各种认识论思潮的关系听到了不少评论。有的认为真理的形式定义与“真理的哲学问题”毫无关系，有的又认为这个定义隐含了一些重要的哲学含义。塔尔斯基对这个问题的回答，看来也是遵循分析哲学的思路的，他拒斥对含糊的命题进行讨论。他说：没有人以可理解的方式向我指出过这个哲学问题究竟是什么。一般来说，他尽管确实相信存在着关于真理概念的各种可理解的和有趣的（但不一定是哲学的）问题，但并不相信存在着诸如“真理的哲学问题”这样的事情。

关于真理定义概念的本质及涉及形而上学因素等问题，也是如此。当塔尔斯基被告知，尽管他的真理定义表达了句子成真的充分必要条件，但是它并没有抓住这个概念关于哲学的“本质”时，他断然拒绝讨论这个问题。他明确地表示，“由于我从来也没有能够理解概念的‘本质’是什么东西，我必须请

求原谅不再继续在这一点上讨论下去。”一方面，真理定义被责备为没有足够的哲学含义，另一方面，一系列反对意见又指责这个定义隐含了一些重要的哲学含义，甚至还常常是一些非常不受欢迎的含义。这使得塔尔斯基非常为难。

至于真理概念的所谓形而上学因素。塔尔斯基的真理的语义学定义，也曾遭到多次指责，说它包含了形而上学因素。他表示不打算讨论是否应当反对把形而上学因素引入科学这样一个一般问题。只想问一问，形而上学是否涉及他的主题，和在什么意义上涉及的，这个问题显然涉及到对“形而上学”作何理解的问题。塔尔斯基认为：不幸的是，这个概念极其含糊多义。听那些有关这个主题的讨论时，有时人们会得出这种印象，那就是“形而上学”这个词已经失去了任何客观意义，而仅仅是作为一种专业哲学咒语而被使用的。

塔尔斯基的真理论坚持哲学的中立立场。这一点在如何对待真理定义中关于原子句成真条件的 T 型等值式的讨论中，表现得最为清楚。

有人声称，由于塔尔斯基使用了这样的 T 型等值式：

“雪是白的”是真句子，当且仅当，雪事实上是白的。于是逻辑学发现它自己已被卷入到一种最缺乏批判性的实在论中去了。

塔尔斯基十分明确地反驳了这种说法，在他作技术上阐述时，他也坦率地表示了在哲学上所持的中间立场。塔尔斯基表示，如果有机会同持上述观点的作者相互对话的话，他要提出两点意见。这里我们只引述有关的第一点意见，他要求删去“事实上”这个词，因为在塔尔斯基的原初表述中并没有用到它。因为这个词会给人这样的印象；那就是真理概念的语义学定义，打算确立在什么条件下我们有权利断言任何给定句子为真，特别是断言任何经验句子为真。塔尔斯基说：“但是，略

一思索就能得知这个印象只是一种幻觉，而且我认为反对意见的作者显然成了他自己创造的这个幻觉的受害者。”^①

他还进一步指出：实际上真理的定义没有任何迹象暗示过上述印象。在 T 型等值式中仅仅意味着：无论什么时候我们断言或者反对这个语句

(1) 雪是白的

我们都必须准备断言或者反对相关的句子

(2) 句子“雪是白的”是真的。

塔尔斯基坚持认为 T 型等值式中确实没有“事实上”这个词，它只表述了在不同层次的两种语言中的句子之间的等值关系。此后，他对他的真理概念与哲学派别的关系问题，明白无误地宣称了如下主张：“这样，我们可以在不放弃任何我们已有的认识论态度的情况下接受真理的语义学定义；我们可以依然坚持朴素实在论、批判实在论或者唯心论，经验主义或者形而上学——坚持我们以前所坚持的。语义学概念对于所有这些争端是完全中立的”。^②

其实，在一般情况下，塔尔斯基的说法还是对的，但是追问下去，当所处理的原子句是最底层次的语言时，确实，它的成真条件会涉及到语言符号所指称的对象，会涉及到现实，存在。塔尔斯基之所以作如此解释，恐怕还是因为他的哲学思想遵循分析哲学路线的结果，是因为坚持哲学的中立立场的结果。塔尔斯基的这种观点，不仅表现在真理概念定义所涉及的一般哲学中，而且在他的逻辑、数学的研究工作中也有所表现，其中最明显的是他对集合论的基础的看法。

集合论是以集合为研究对象的一门学科。19 世纪，数学和逻辑学经过漫长的发展已进入公理化、形式化的现代发展新

^{①②} 《语言哲学名著选辑》P. 274。

时期。这种趋势适应从抽象的高度更为概括地研究新数学、新逻辑的需要，很快它就成了一切数学分支和逻辑学的共同基础。塔尔斯基特别关心集合论研究，发表过一些研究文章，但是他并没有去评述集合论的基础问题。他像大多数数学家一样，只是简单地接受集合论命题为真，根本不去考虑这些命题的前提、假设。这种态度实际上也是他拒斥讨论形而上学问题的一种表现。然而却对他在逻辑学和元数学方面的研究工作带来了深刻的影响。他和形式主义的代表人物希尔伯特、直觉主义代表人物布劳维尔以及他们的追随者不一样，并不拒绝使用超穷集合论概念。他认为：一个定义或一条定理，当它们能在集合论的基础上加以说明或给出证明时，它们就是可以接受的。

作为这种方法论态度的必然后果，塔尔斯基在引进新概念方面获得了许多自由，比希尔伯特、布劳维尔等所处的地位要有利得多。我们可以看一个简单的例子，在《逻辑学、语义学、元数学》^①中，塔尔斯基把一个已知公理集的后承集，定义为包含这些公理，并且在证明规则下封闭的最小集，在这个定义的基础上，他建立了命题演算中后承关系的全部理论。希尔伯特或布劳维尔及其追随者决不会接受这样的定义，因为他们要追究这种定义的基础，把澄清集合论概念作为自己活动的最终目标。

分析哲学的基本观点之一，就是坚持区分分析命题和综合命题，强调形而上学命题既不是分析命题，又不是可用经验加以检验的科学命题，而是毫无意义的伪命题，并由此提出貌似中立的“通过对语言的逻辑分析以清除形而上学”的口号。从以上塔尔斯基对句子成真条件，集合论基础等所显现的在哲学

^① A. Tarski, *Logic, Semantics, Metamathematics*, 1956, P. 38.

上持中立的立场，可以断言塔尔斯基深受分析哲学的影响。

三、逻辑观

塔尔斯基在《导论》中论述旧逻辑和新逻辑的关系时，充分讴歌了新逻辑。他说：“逻辑很早就发展成一门独立的科学。经过一个几乎是完全停滞的长时期，这门学问直到最近才开始一个巨大的发展；在这个发展过程中，它经历了一种彻底的转变而成为一门具有与数学类似性质的学问。这种转变后的新逻辑，就是所谓数理逻辑，或演绎逻辑，或符号逻辑；有时我们也叫它做逻辑斯蒂（Logistic）。新逻辑在很多方面都超过旧逻辑，这不仅是由于新逻辑基础的结实与所用方法的完善，而且主要地是由于新逻辑所建立起来的丰富的概念和定理。从根本上说，旧的传统逻辑只是新逻辑中的一个片断部分。”^①

这里，塔尔斯基对逻辑学的涵义有以下看法：

首先：他把新逻辑——现代逻辑看成是亚里士多德所创立的逻辑学发展到最新阶段的产物。

人类为了自身的生存和发展，要向自然界进军；人类为了同样的目的，也要研究自身，向“地球上最美的花朵——思维着的精神”进行探索，逻辑学承担了这方面的任务

亚里士多德最早最全面地、系统地研究了人类思维，对概念、判断、推理以及思维的基本规律等作了广泛的研究，几乎构造了传统逻辑的所有部分。中世纪逻辑学家尽管也取得过一些值得称道的成果，但总的来说显示了一种烦琐、停滞。直到17世纪，随着近代科学的发展，突破传统的局限，产生新逻

^① 塔尔斯基：《逻辑与演绎科学方法论导论》，商务印书馆1980版，P. 15。

辑才有了可能。莱布尼茨最早顺应了这种潮流。“然而莱布尼茨的逻辑著作并没有能对于逻辑研究的进一步发展产生影响，有一个时期莱布尼茨的逻辑著作甚至湮没无闻”。^① 经过二百多年的发展，英国数学家布尔等提出布尔代数后，才基本上实现了莱布尼茨的宿愿。19世纪末叶，弗雷格完备地建立了一阶逻辑系统。本世纪初罗素和怀特海集逻辑学研究的大成，“怀特海与罗素的划时代的著作《数学原理》仍是新逻辑学的最完善的表现。”^②

其次，他明确阐明了传统逻辑只是现代逻辑的一个部分。现在大家已公认，现代逻辑在其考察的形式范围及其从事研究的严密方面，都远远超过了从前的逻辑。

当今，现代逻辑发展蓬勃。以1931年哥德尔不完全性定理为起点，几十年来，它的触须已伸向四面八方，与数学、计算机科学、自然科学、哲学、语言学等相互渗透，产生了许多综合成果，确立了不少边缘分支，形成为门类众多的新体系。从两个演算到四论（公理集合论、证明论、模型论、递归论）；从标准逻辑到非标准逻辑（模态逻辑、多值逻辑、非标准量词等）；从对象逻辑到元逻辑（逻辑语形学、逻辑语义学、逻辑语用学等）；从数学的、物理学的应用（量子论逻辑、控制论逻辑）到语言学、哲学的应用（行为、道义、选择、存在、信念、知识、问题、断定、相干等逻辑）。显然，现代逻辑确实在考察的范围方面远远超过了传统逻辑。

第三，他充分肯定了建立和发展新逻辑的形式化方法。目前大家一般都认为现代逻辑是用形式化的方法研究思维的形式结构及其规律的学科。所谓形式化大体是指用一套特制的表意符号和符号表达式（其意义可以解释），去表示概念、判断、

^{①②} 《逻辑与演绎科学方法论导论》P. 16。

推理，揭示它们的形式和结构，从而把对概念、判断、推理的研究，转化为对符号表达式的系统研究。形式化的方法是数学中惯用的方法的发展。我们知道，数学是研究现实世界的空间形式和数量关系的学科。凡事物都有质的方面和量的方面，研究事物的数学方法是指暂时撇开事物的质的方面，仅就量的方面去把握事物。例如：教室是用砖瓦、木材建造的，可以用来上课；皮箱是用皮件制造的，可以置放衣物；书籍是用纸张印上文字图画而成的，可以供人阅读。当撇开它们的属性（诸如使用什么样的材料制造，有什么用途等），只就空间形式方面把握它时，它们就都是长方体。对此几何体进行数学研究后，可知它们的体积等于长、宽、高的乘积。

这里涉及到了塔尔斯基对逻辑学的研究对象、发展的动力、研究方法等基本问题的看法。

关于逻辑学的研究对象，从塔尔斯基上面已陈述过的看法，新逻辑是“传统逻辑的发展”，“传统逻辑是新逻辑的片断部分”，可以这样认为，他把新逻辑看成是和传统逻辑一样的，以思维的形式结构及其规律作为研究对象。当然新逻辑与传统逻辑是有差别的，差别在于新逻辑经历了一个“彻底的转变”，成为一门具有“与数学类似的”性质的学问，也就是说新逻辑不光是形式的，而且是形式化的，它的基础部分是形式系统。新逻辑将分析更为一般的概念，建立更为一般的规律。正如塔尔斯基自己对逻辑所作的界定：“逻辑是一种学科的名称，这种学科分析一切科学所共有的一些概念的意义，并建立支配这些概念的一般规律。”^① 塔尔斯基还进一步表示过：“我必需说，我倾向于怀疑，作为与一般逻辑或‘演绎科学的逻辑’相

^① 《逻辑与演绎科学方法论导论》序言。

对立的‘经验科学的逻辑’究竟是否存在。”^①这样就使我们能够更清楚地看到，塔尔斯基把逻辑看成为是一门形式的科学。

尽管塔尔斯基十分推崇形式、形式化，但是并不排除逻辑学研究对象的经验来源。他在给莫顿（W. Morton）的信中说：“我倾向于相信（追随穆尔），逻辑的和数学的真理和它们来自经验真理的源泉没有什么不同，两者都是积累的经验的的结果。”^②他并且以形成排中律的过程为例，展示了他的这种想法。人们在学习使用“不”和“或”这些词的早期阶段，在某些情况下，他们确信某些东西是白的，另外一些情况，它们不是白的。在许多情况下，他们开始并不能确定某个给定的东西是否白的（譬如在一种很弱的光线之下，看不清楚）。然而，他们认识到，在许多这样的不确定情况，通过用较好的仪器重复观察，最后是能够确定该东西是否为白的。于是他们开始相信“每一东西是白的或者不是白的”，进而更为一般地相信“ p 或非 p ”。不仅如此，塔尔斯基还在逻辑理论的可接受性的标准方面坚持依靠经验的观点，在同一封信中他说：“我们拒斥某些假设或科学理论，如果我们认识到，或者它们是内在不一致的，或者它们与作为某种经验的结果的一些陈述不符。”考虑到塔尔斯基自己声称他的真理概念是刻划了亚里士多德的古典真理概念，而这种概念现代表述是：“语句之真在于它与现实相一致（或相对应）”。^③“语句是真的，如果它指示一种存在着的事态。”^④我们应该说，从马克思主义观点看来，概念是事物特有属性的反映。真理是对客观事物及其规律的正确反映。真理和谬误的区别在于是否正确地反映了客观实际。尽管

① 《逻辑与演绎科学方法论导论》序言。

② The Journal of Philosophy, Vol Lxxiv, No. 1. January 1987 P. 31.

③④ 《语言哲学名著选辑》，P. 247。

塔尔斯基对经验的看法不同于马克思主义，他的真理符合论不同于反映论，但和非实在论相比，塔尔斯基关于逻辑学研究对象、关于逻辑真理的看法就含有较多的合理因素，带有朴素的唯物论色彩。

塔尔斯基推崇形式化的方法，也表现在他把逻辑体系构建成形式系统的程序中。建造新逻辑，塔尔斯基首先使用了公理方法。他提出为构造逻辑需要一些基本原则，它们能保证逻辑学和数学知识的高度明晰性和确定性。这种想法促使人们去寻求某种理想的方法，使得能够解释在一门学科中出现的每个表达式的意义、证明它的每个断定。事实上这种理想是做不到的，因为这样做需要无穷追溯。于是就产生了选取某些初始概念和公理作为理论系统出发点的设想，这就形成了公理方法。塔尔斯基对这种现象表达了这样的想法：公理方法是“在不可达到的理想与可实现的可能性之间进行折衷的结果”。^①

公理系统可用自然语言表达，也可用形式化语言表达，后者就构成形式系统。塔尔斯基在构造新逻辑的证明推理关系时，表明他采用的是形式方法。他说，“特别是在由公理推出定理时，我们根本不利用这项知识，就好像我们并不了解我们所考虑的概念的内容，并且对于公理里没有明白陈述出来的东西，好像并不知道。像通常所说的，我们忽略了我们所采用的基本词项的意义，而只注意这些词在其中出现的公理的形式。”^②

塔尔斯基强调形式化方法，但在对待形式和内容这对范畴关系时，并没有把形式片面地推到极端。他非常明确地说过：“有时我们听到或甚至读到下面的说法，即数学的概念没有具

① 《逻辑与演绎科学方法论导论》，P. 114。

② 同上书 P. 117。

体内容；在数学里我们不知道我们讨论的是什么对于所作的判断是否真也没有兴趣。我们必须批判地看待这些判断。如果在构造一种理论时，我们在做法上宛如不了解这一学科的词项的意义，这不等于否认这些词项有意义。”^① 这种情况是有的，有时人们在构造一个演绎理论时，对初始词项不赋予任何固定的意义，并不是不能赋予意义，而往往是可以赋予多种不同意义，而不愿意特别强调某一种时，才会发生。塔尔斯基强调说：“一种不可能给以任何解释的形式系统是没有人对它感兴趣的。”^② 正是由于他没有片面强调形式，才使他开展逻辑研究时，思想开阔，创造性地建立了真理概念的语义学定义，创造了逻辑语义学科。可见这种辩证的思想对他科研生涯带来了影响。

在逻辑学发展的动力方面，前面已曾说到他没有排除依赖经验，依赖经验科学的需要，同时他也注意到，克服学科内部矛盾也能推动逻辑学的发展。塔尔斯基作为一个数学家，有机会参加数学家之间的讨论活动，在那里可应用性问题的讨论，特别引人注目。他发现，如果一个数学家想要贬低他的同事的工作，最有效的方法就是询问其成果在什么地方可以应用，这样往往能置被询问者以绝境。塔尔斯基接着陈述了自己的看法：“更认真一些说来，我并不想否定一个人的研究工作的价值可能因为它对其他人的研究和对实践的影响而有所增大。但我也相信，仅仅根据或者主要根据研究的有用性和可应用性来衡量它的重要性，这对科学的进步是十分有害的。”^③ “在我看来，在决定科学工作的价值时，其中也还存在其它不容忽视的重要因素。我以为，似乎存在着一个对于科学地探索人类具有

①② 《逻辑与演绎科学方法论导论》，P. 124。

③ 《语言哲学名著选辑》P. 284。

非常深刻而强烈的需要的特殊领域，在许多方面这种需要十分类似于人类对美学或者是宗教的需要。”^① 他倾向于把此称为“智力上的满足”。这种看法对他的逻辑科学的研究曾经起过很大的推动作用。塔尔斯基曾经以负数与虚数概念作为典型例子，企图说明搞清楚概念的精确意义，非常有助于消除对它们的不信任感，这就是理论研究成果的威力所在。竭尽全力为真理概念寻求令人满意的定义，恐怕就是塔尔斯基上述价值观的反映。

塔尔斯基在建立真理概念的语义理论时，既十分重视语言分析，也十分重视逻辑分析，沿用和创造了一系列新颖的对语言的分析方法，这些表明他继承和发扬了由罗素和摩尔开创的分析方法；同时在论述句子成真条件和集合论基础时，塔尔斯基又明确表示了他幻想在哲学上遵循中立主义的立场。综上所述，塔尔斯基在一般哲学方面，深受分析哲学的影响，说他是一位分析哲学家，逻辑实证主义的代表人物并不过分。塔尔斯基终身从事于逻辑学、数学的研究工作，取得了伟大成就，在对待逻辑学、数学的基本问题看法方面，如研究对象、发展动力、方法论等，他又显示了某些朴素唯物论色彩和某些辩证法因素，反映了作为科学家塔尔斯基在长期科学实践中自发形成的一种倾向。塔尔斯基在口头上，常常表示对唯名主义的赞同，在构造逻辑学和数学研究的集合论中，又常常使用唯名主义要避免的抽象的、一般的概念。由于塔尔斯基发表的哲学论文极少，要想解答这些问题等，恐怕还需要一个过程。

^① 《语言哲学名著选辑》，P. 284。

参 考 文 献

A. Tarski, : Logic, Semantics, Metamathematics, Oxford, At The Clarendon Press, 1956.

塔尔斯基：《逻辑与演绎科学方法论导论》，周礼全等译商务印书馆 1980 年版。

涂纪亮主编：《语言哲学名著选辑》，三联书店 1988 年版。

朱水林：《现代逻辑引论》，上海人民出版社 1989 年版。

涂纪亮：《分析哲学及其在美国的发展》，中国社会科学出版社 1987 年版。

汉密尔顿：《数理逻辑》，朱水林译，程其襄校，华东师大出版社 1986 年版。

Encyclopedia of Philosophy, New York, McMillan Press. 1967.

哥 德 尔

张尚水 撰

篇 目

一、生平和经历·····	(231)
二、哥德尔对数理逻辑的几项重大贡献·····	(241)
三、哲学思想·····	(254)
参考文献·····	(274)



哥德尔 (1906—1978 年)

哥 德 尔

张尚水

库尔特·哥德尔 (Kurt Gödel) 是 20 世纪最著名的逻辑学家。哥德尔在 1929~1939 十年间的惊人的根本性的结果，使数理逻辑的发展产生了革命性的变化，数理逻辑成为一个已成熟的学科，并进入一个新的发展阶段；这些重大结果也确立了他在 20 世纪最重要的逻辑学家的地位。他的工作影响了数理逻辑此后的研究主题和发展方向，也影响了数学基础研究的发展。哥德尔也对哲学、特别是数学哲学作过长期深入的研究，发表过几篇思想深刻的很有份量的论文，是数学（中的）柏拉图主义的代表人物。

一、生平和经历

K·哥德尔 1906 年 4 月 28 日出生于奥匈帝国的摩拉维亚的波绿茵 (Brünn)，即现在捷克的布尔诺 (Brno)。布尔诺是一个纺织工业的发达城市，在当时有奥匈帝国的曼彻斯特的美称。哥德尔的父亲鲁道夫是一个富有创造力的人，在青年时期从维也纳迁来布尔诺定居，经营纺织业，是一家纺织厂的领导人和工厂的所有人之一。哥德尔的母亲家族，从德国的莱茵河地区迁来布尔诺，也从事纺织业。他的母亲玛丽安妮受过较好的教育，曾在布尔诺的一所法语学校学习，并且终生对文化

事业保有兴趣。K·哥德尔是鲁道夫和玛丽安妮的第二个儿子，哥哥鲁道夫·哥德尔比他大四岁，后来是一位医学博士，放射科专家。布尔诺的居民主要捷克族人，讲德语的是那里的少数民族。

哥德尔有一个幸福的童年，他的家有一座带花园的别墅。他是一个叫人喜欢的孩子，有点胆怯和易怒。他爱提各种各样的问题，家人称他为 Herr Warum（为什么先生）。在他六七岁时患过一次风湿性热关节炎，尽管完全痊愈了，但他自己认为影响了他的心脏健康，因此有点忧郁症。1912年，他6岁时开始入四年制的学校学习（1912~1916），1916年进入高一级的学校（1916~1924），1924年毕业。他的学习成绩优秀，是班上的突出的学生。他对语言、神学、特别是数学表示出有兴趣。他学习过拉丁语和法语，选了英语作第二外语，但没有学习捷克语。大约在14或15岁开始对数学和哲学发生兴趣，在1922年阅读过康德的著作。

第一次世界大战对哥德尔和他的家庭没有大的影响，布尔诺远离主要战线的前线。但是战争结束，奥匈帝国瓦解，摩拉维亚和波希米亚成为新独立的捷克斯洛伐克的一部分，而最终对讲德语的少数民族产生了影响。最直接的标志是德语名称 Brunn 改为捷克语的 Brno。不过，对于哥德尔的生活一如从前，他的家庭仍居住在安适的别墅中。

1924年，哥德尔去维也纳进维也纳大学学习。他的哥哥鲁道夫自1920年起已在那里学习。在维也纳，哥德尔学习和工作了15年。在1929年他成了奥地利公民。在维也纳大学，哥德尔先是主学理论物理，后主攻数学。他的老师数学教授P·富特温勒对他有很大影响，富特温勒教授的生动精美的数论课程吸引了他，从1926年起主修数学。对他产生影响还有H·贡皮尔教授的欧洲哲学史的讲演。他的导师H·汉恩是新

一代的数学家。对现代分析、集合论、拓扑学、逻辑、数学基础和科学哲学都有兴趣，并且是 M·石利克哲学小组的积极成员。H·汉恩在知识背景方面直接影响了哥德尔，并介绍他参加石利克小组。石利克小组后来以维也纳学派著称，他们的哲学学说是逻辑实证论或逻辑经验论。1926 秋 R·卡尔纳普来到维也纳大学哲学系任教，后来成为逻辑实证论哲学学派的主要代表和思想领袖。这个学派的目的是应用逻辑分析知识，使哲学自身成为科学的并反对形而上学的思辨。1926~1929 年期间，哥德尔非常正规地参加石利克小组的讨论会。但他自始就没有成为一个逻辑实证论者。他的哲学立场和逻辑实证论不同。按照哥德尔自己后来的说法，从 1925 年起，就已形成自己哲学观点，在哲学上就是一个实在论者。他赞同用数理逻辑来分析哲学概念和科学概念的方法，但不同意逻辑实证论否认客观实在的态度。此后，他虽然保持和小组的某些成员、特别是同卡尔纳普的接触，他逐渐脱离这个小组的活动。不过这个小组的活动对哥德尔的兴趣和研究的方向肯定产生了影响。1925~1926 学年，哥德尔参加过石利克的数学哲学讨论班，研究罗素的《数理哲学引论》。1927 年，根据卡尔纳普的提议，石利克小组研究、讨论维特根斯坦的《逻辑哲学论》，哥德尔第一次研究维特根斯坦的著作。但是他不喜欢《逻辑哲学论》，因为它建议要表明哲学是不可能的。这年秋季，K·门格尔，汉恩喜爱的一个学生，在阿姆斯特丹同布劳威尔一起度过两年之后，应汉恩的邀请回维也纳大学任副教授。门格尔也参加了石利克小组，并且在 1928 年创立了一个数学讨论会，并出版了讨论会的纪录。哥德尔参加了除第 6 卷以外的各卷的编辑工作，并且在 1932~1936 年期间在讨论会纪录中发表了 13 篇短文，否则哥德尔这些文章中的多数大概不会发表。1928 年春天，布劳威尔来维也纳访问，作了题为《数学、科

学和语言》、《连续统的结构》的两次讲演。其中第一次讲演很有影响，据说维特根斯坦是在它的影响下重又研究哲学。哥德尔肯定也听了布劳威尔的讲演。在他的（1972年）一封信的草稿中，哥德尔说他只在一次讲演会上见过维特根斯坦一次，这大概就是布劳威尔的讲演。卡尔纳普也说，哥德尔曾受布劳威尔讲演的影响。在哥德尔博士论文（1929）的引言中也谈到布劳威尔的观点。对哥德尔选择他的创造性工作的方向产生最直接影响的，似乎是卡尔纳普的数理逻辑讲演，和D·希尔伯特与W·阿克曼的专著《理论逻辑原理》（1928）。在《理论逻辑原理》中，明确地把一阶谓词逻辑的公理系统是否完全的问题作为一个未解决的问题提出。哥德尔选取了这个问题作他的博士论文的课题。

1929年，哥德尔读了希尔伯特和阿克曼的专著，肯定地解决了书中提出的一阶逻辑的完全性问题，以这一重大成就开始他的研究生涯。这年夏季，他完成了题为《逻辑演算的完全性》的博士论文。博士论文由H·汉恩和P·富特温勒教授认可，在10月将它提交给哲学系的系主任。1930年2月，哥德尔在维也纳大学获得哲学博士学位。H·汉恩对论文的修改提了建议，修改后的论文，题目改为《逻辑函项演算公理的完全性》，在1930年发表。他的父亲鲁道夫·哥德尔在1929年4月去世。他的母亲在丈夫逝世后，移居维也纳，租了一套大公寓，和两个儿子一起生活至1937年，她返回他们在布尔诺的别墅。他的哥哥鲁道夫在那时已经是一个放射科的专家，他终身未婚。母子三人在维也纳一起生活期间，常常一道外出，特别是一道上戏院。

1929~1939年间的这十年是哥德尔在数理逻辑研究中取得令人惊叹的非凡成就的辉煌的十年。哥德尔所取得的伟大成就，不仅在数理逻辑中，而且在20世纪的数学发展中，都是

值得庆贺的。1930年他开始攻希尔伯特计划：用有穷主义的方法证明数学的形式系统的协调性。1928年，D·希尔伯特率德国数学家战后首次出席在波伦那召开的国际数学家大会。在大会的开幕式上，希尔伯特作了题为《数学基础问题》的讲演。在数论的协调性已经被（有穷主义地）证明的错误印象下，他列出了四个未解决的问题：1. 分析的协调性的有穷主义的证明；2. 集合论的协调性的有穷性证明；3. 一阶数论和分析的完全性；4. 一阶逻辑的完全性。这四个问题中的第四个，已由哥德尔在1929年肯定地解决了。接下来哥德尔要着手解决其中的第一个问题。但结果却具有讽刺意味，哥德尔证明：1. 能在其中发展适量的数论并满足协调性的任何形式系统是不完全的；2. 这样的形式系统如果是协调的，则它的协调性是不能在系统自身之中证明的。这样，在希尔伯特提出这一系列基本问题后的两年内，四个问题令人惊异地全由哥德尔一人解决了。这年的六月，他向卡尔纳普、H·费格尔和F·魏斯曼通报了第一个不完全性结果。9月，他和汉恩教授等一道去哥尼斯堡出席第二次精确科学认识论会议（9月5~7日）。9月5日会议第一天的数学基础讨论上，卡尔纳普、A·海丁和J·冯诺意曼分别代表逻辑主义、直觉主义和形式主义学派作了报告。在第二天（6日）的会上，哥德尔讲了他的完全性定理。9月7日，他在会上首次通报了在数论形式系统中存在形式地不可判定的命题（即系统不完全）。紧接着，在哥尼斯堡召开第91届德国科学家和医生协会会议。这一年，D·希尔伯特已68岁，到退休年龄了。哥尼斯堡的市政会议表决决定在这次大会上授予她的伟大儿子“荣誉市民”的称号。为此希尔伯特精心准备了题为《认识自然与逻辑》的讲演。哥德尔参加了授予希尔伯特荣誉称号的公开集会。这是他仅有的一次见到希尔伯特。10月26日，他向维也纳科学院报告了他

的不完全性结果。他的这两个不完全性结果，写成论文《〈数学原理〉(Principia Mathematica)及相关系统中的形式不可判定命》，在1931年发表。他的惊人的结果和新颖的论证与方法，很快引起广泛的注意，使他被承认为这个领域中的领袖思想家。首先认识哥德尔的不完全性结果的巨大潜在意义的是冯诺意曼。冯诺意曼出生在匈牙利的布达佩斯，比哥德尔大三岁，那时已经由于他的才华横溢和在集合论、证明论、分析以及数学物理等很不相同领域中作出的重要结果，是数学界的著名人物了。其他一些学者消化哥德尔的新结果要慢一些。例如P·贝奈斯，希尔伯特的助手和合作者，虽然很快接受哥德尔的结果，但只是在多次通信之后才弄清证明中的难点。哥德尔的结果也引起来自不同方面的批评，原因是批评者们弄不清必需区别真理概念和证明。1932年，不完全性结果成为他向维也纳大学提交的讲师论文(Habilitationsschrift)。这年的12月，受聘为无薪讲师。1933~1938年他任维也纳大学的无薪讲师(Privatdozent)。1933年5月，他开了第一门课(算术基础)。

门格尔有时邀请外国访问者到他数学讨论会来作讲演。波兰逻辑学家A·塔斯基在1930年到维也纳来访问了几个星期。塔斯基以他关于形式语言中的真理概念的工作而出名，后来是创立和发展模型论的领袖。哥德尔在这期间结识塔斯基，同他讨论了1929年博士论文中的结果。

1933年9月哥德尔第一次访问美国。1933年10月至1934年5月为普林斯顿高级研究院(IAS)的访问成员。A·爱因斯坦和O·维布伦是IAS创立两年后的最早的教授。O·维布伦是美国数学界的一位领袖，他在IAS为正在上升的青年数学家按排了博士后访问，哥德尔是其中一员。1933年10月30日，他在美国数学会年会上作了《数学基础现状》的讲演。1934年2月至5月在IAS讲不完全性结果，由S·C·

克利尼和 J·罗塞尔作了纪录：《论形式数学系统中的不可判定的命题》。4月18日在纽约哲学会作《包含算术的任何形式系统中的不可判定命题的存在性》的讲演。4月20日在华盛顿科学院讲《数学能够证明协调的吗？》5月26日离美回维也纳。这年秋季因神经衰弱症而入疗养院治疗。1935年5月开始在维也纳大学讲授数理逻辑。6月19日在门格尔的学术讨论会上介绍了论证明长度的论文。9月第二次去美国。10月间他将选择公理的相对协调性证明告诉冯诺意曼。11月由于精神方面的疾病缩短访问返回维也纳。1936年的大部分时间在疗养院中度过。直至1937年5月，他才在维也纳大学讲授公理集合论的课程。这年夏天的某天的夜里，哥德尔发现了证明广义连续统假设的相对协调性的关键步骤，得到了他在公理集合论领域中的主要结果：选择公理（AC）和连续统假设（CH，甚至广义连续统假设 GCH）是与集合论的策尔梅洛—弗兰克尔公理（ZF）相协调的，因此，如果 ZF 的公理是协调的，那么 AC 和 CH（GCH）在 ZF 中是不可否证的。这个结果至少对应用似乎有问题 AC 和 GCH 提供了某种安全的保证。

1937~1939 这几年，对哥德尔的个人生活和经历都带来了有意义的变化。他的母亲在 1937 年回到布尔诺去了。他终于在 1938 年 9 月同艾德勒女士结婚。还在哥德尔 21 岁那年，他俩就开始相爱了。但是他们俩人之间的关系，受到哥德尔的双亲、特别是父亲的反对。这是由于他们的状况多方面的差异：艾德勒是一位舞女，离过婚并且比哥德尔大 6 岁。但是，他们的婚姻是成功的、持久的，并且使哥德尔在以后有困难时得到了妻子的支持。

在门格尔（他在石利克被刺杀后的第二年（1937）去美国）的劝说下，哥德尔婚后两个星期就再次访问美国，艾德勒一人留在维也纳。1938 年秋季学期，他在普林斯顿高级研究

院讲授关于选择公理和广义连续统假设的协调性的新结果。1939年春季学期，同门格尔一道在圣母大学。在那里他再次讲关于集合论的新结果，并同门格尔一道指导一门初等逻辑课程。1939年6月回到维也纳。他打算在1939年秋季重返高级研究院。德国纳粹政权已在1938年春天吞并了奥地利。纳粹统治在两个不同方面直接影响哥德尔。一方面他被召去作军事体格检查，更使他吃惊的是“适于守备服役”。另一方面是他在维也纳大学的任职问题。无薪讲师的职位已被纳粹取消，而代之给薪的职位，需要重新申请。但是申请可能因政治或种族的原因被拒绝。哥德尔在1939年9月提出了对新职位的申请，却迟迟未被批准。产生的问题是他与犹太教授（特别是汉恩）的结交，同时虽然认为他是非政治的，但他没有公开支持纳粹是对他不利的。由于这种不安全的状况和被征召的可能性，哥德尔在9月冒险给维布伦写信，寻求帮助离开维也纳。终于获准离开德国和得到美国的非配额移民签证，哥德尔夫妇在1940年1月离开维也纳。他们乘火车穿越西伯利亚和满洲，经东京乘船到旧金山，最后在1940年3月到达普林斯顿。此后哥德尔再也没有回过欧洲。

1940年哥德尔成为高级研究院的普通成员，他和妻子在普林斯顿安居下来，开始了哥德尔一生中的普林斯顿时期。A. 爱因斯坦和O. 摩根斯特恩是哥德尔在普林斯顿的最亲密的朋友。摩根斯特恩也是一位来自维也纳的移民，1938年来到美国，在普林斯顿大学任教。他是一位数学经济学家，尤以后来他与冯诺意曼合著的《博弈论与经济行为》一书而闻名。40年代前期，冯诺意曼同哥德尔来往较少，因为他是很多项政府战争计划的顾问而经常离开研究院。这一年，出版了根据哥德尔1938~1939年在高级研究院的讲演纪录整理而成的专著《选择公理、广义连续统假设与集合论公理的协调性》。

哥德尔在高级研究院没有正式的任务，可以自由地从事他自己感兴趣的研究工作。1941年，他得到了算术的一个新的构造性解释（这个结果到1958年才发表），在耶鲁大学作了题为《在什么意义下直觉主义逻辑是构造的？》的讲演。他主要致力于证明选择公理和连续统假设的独立性，得到了选择公理的独立性的证明，但证明连续统假设的独立性的努力遇到困难并且感到厌烦，没有再继续研究。有关的结果从来没有发表。

从1943年起，哥德尔的兴趣主要转向研究哲学，首先是数学哲学，而后是一般的哲学和形而上学。从1943年至1946年，研究莱布尼茨。1942年11月，P·A·席耳普邀请哥德尔撰写一篇关于罗素的数理逻辑的文章。1943年5月完成《罗素的数理逻辑》并在1944年发表。这篇文章在两个方面都很重要，一是对罗素的有关工作和思想的深刻分析，一是第一次公开发表他自己关于抽象的数学客体的柏拉图主义观点。

1945年11月，美国数学月刊的编者约请哥德尔撰写一篇关于连续统假的文章。《什么是康托尔连续统问题》一文，在1946年完成并在1947年12月的美国《数学月刊》上发表。在1964年重印该文时，又作了重要的修改和扩充。这是一篇关于连续统问题的说明性文章，也是一篇重要的哲学论文。哥德尔的数学中的柏拉图主义观点在这篇文章中得到进一步的阐发。1946年12月，在普林斯顿大学两百周年的数学问题会议上的讲演具有部分哲学性质。讲演中提出了“序数可定义性”概念，并提出“绝对的可证明性”和“绝对的可定义性”概念的问题。他继续阅读和研究康德和莱布尼茨的哲学，并从1959年起研究E·胡塞尔的现象学。1953年5月，席里普邀请哥德尔写一篇关于卡尔纳普的哲学的文章：《卡尔纳普与数学的本体论》。哥德尔同意写一篇题为《关于数学性质的唯名论观点的若干考察》的短文。后来他把题目改为《数学是语言

的句法吗？），文章反复写了六稿，但是最终没有交给席里普发表。1956年，哥德尔应约为庆祝P·贝奈斯的七十寿辰（1958）撰写文章，写了论文《关于有穷观点的一个迄今未被利用扩充》，并在1958年《辩证法》杂志庆祝贝奈斯寿辰的专号上发表。在这篇论文中，他首次发表了在1941年得到的关于算术的解释的结果。后来他自己把它译成英文（原文为德文，是他在1940年后唯一用德文写作并发表的文章），并且化了很多时间和精力作了修订和扩充，并已印成了校对清样，却没有将这一新的文本发表。这篇文章在哲学上也有重要意义。

1947年至1951年，哥德尔研究广义相对论，写了三篇文章。他提出了一个新的宇宙论的模型，在理论上，允许进入过去的“时间旅行”。按照哥德尔自己的说法，他研究广义相对论不是他同爱因斯坦讨论的结果，而是由他对康德的空间和时间的哲学的兴趣所推动的。1950年8月，哥德尔在国际数学家代表会议上发表讲演：广义相对论中的旋转宇宙。

哥德尔在1946年成为高级研究院的终身成员。1948年4月，哥德尔和他的妻子艾德勒成为美国公民。1953年6月，哥德尔晋升为教授。随着晋升为教授，要求他参予研究院的某些事务。哥德尔投入了大量时间处理这些事务，特别是很认真地处理逻辑学家提出的作访问成员的不断增多的申请。那个时期逻辑开始兴旺，高级研究院成了年轻逻辑学家的麦加，同样也吸引战前一代老的同行的访问。哥德尔限制他同大多数年轻访问者的接触，虽然他会对他们的工作和兴趣给予认真的考虑，并且自动提供建议。少数更高水平的逻辑学家能够建立同他的更深的科学的和个人的关系，与闻他的思想，他们当中最突出的有W·波昂、G·克瑞塞，G·塔克乌提、D·斯科特和王浩。但哥德尔没有通常字面含义下的学生。

从1951年开始，哥德尔得到许多荣誉。特别显著的有：

1951年与J·席温格尔共享第一届爱因斯坦奖，选他作美国数学会1951年吉布斯（Gibbs）讲演，当选为国家科学院院士（1955）、美国艺术和科学学院院士（1957）和英国皇家学会会员（1968）。1975年福特总统授予他国家科学勋章，但由于健康原因没有出席庆典。有多所著名大学授予他荣誉博士学位，一些学术团体推举他为荣誉会员。但是他没有接受维也纳科学院选他为院士和维也纳大学授予他荣誉博士学位的建议。

1976年7月，哥德尔成为高级研究院的退休教授。1978年1月14日，哥德尔在普林斯顿逝世。

二、哥德尔对数理逻辑的几项重大贡献

哥德尔是20世纪最伟大的逻辑学家，也是与亚里士多德、莱布尼茨、弗雷格并列的最伟大的逻辑学家。哥德尔的几项重大贡献，都具有里程碑式的意义。

哥德尔的第一个重要贡献是证明了一阶逻辑（一阶谓词演算）的完全性。除了协调性，完全性是一切形式系统的元逻辑研究最重要的问题。弗雷格在1879年建了第一个一阶逻辑系统。A·N·怀德海和B·罗素的《数学原理》给出了这个系统的标准陈述，但缺乏语法方面的精确性。他们都没有提出系统的完全性问题。1920年前后，贝奈斯和E·L·波斯特（Post, E·L·）分别证明了命题演算的完全性。1928年，在希尔伯特和阿克曼的《理论逻辑基础》中，明确地把一阶逻辑的完全性作为一个待解决的问题提出。他们指出他们陈述的一阶逻辑谓词演算不具有语法的完全性，即系统中有闭公式，该公式及其否定都不是可证的，接着，提出了演算的在另一个涵义下的完全性问题：“至少在每一个体域中常真的所有逻辑公式都是能在系统中推导出来的这个涵义下，公理的系统是不

是完全的，是一个尚未解决的问题。”^①

哥德尔在 1929 年秋季完成的博士论文中肯定地解决了这个问题。经修改后在 1930 年发表的论文《逻辑函项演算公理的完全性》中^②，哥德尔证明：

“定理 I. 狭函项演算的每一有效公式都是可证的。”

这个定理表明一阶逻辑是语义完全的。这篇论文还证明了几个重要的定理。其中一个是比较强的

“定理 II. 狭函项演算的每一公式或者是可否证的或者是可满足的（并且是在可数个体域中可满足的）。”

哥德尔对定理 II 从两个方向作了推广。一是推广到带等词的系统，证明带等词的一阶逻辑是完全的。一是推广到无穷的公式集，证明了以下的重要定理：

“定理 X. 每一可数无穷多个公式的系统是可满足的当且仅当每一有穷子系统是可满足的。”

从定理 II 容易推出勒文海姆－斯柯伦定理（Löwenheim-Skolem theorem）：“一阶逻辑的每一公式是可满足的，则在任一可数个体域中可满足。”这个定理的一个经塔斯基推广的形式为：“设一个语言 L 中所能表达的命题的个数为 λ (λ 是一超穷数)，如果 L 中的一个形式理论 T 有无穷模型，则 T 有基数为任何 $\alpha \geq \lambda$ 的模型。”称为 LST 定理。LST 定理使得我们在讨论问题时，可以改变模型的基数而不影响所关心的理论 T，是一个有广泛应用的基本定理。定理 X 通常称为紧致性定理或有穷性定理，后由马尔切夫作了推广。根据这个定理，为要证明一个

^① Hilbert, D. & Ackermann, W. Grundzüge der theoretischen logik, Berlin, 1928, P. 68.

^② 哥德尔这篇论文的术语、符号都与希尔伯特和阿克曼的书相同。“函项演算”即“谓词演算”。

理论 T 有模型，只需证明它的每一有穷子集有模型，而证明后者往往比直接证明 T 有模型要容易得多。它是关于模型存在性的一个基本定理，在模型论以及一些数学分支中有很广泛的应用。LST 定理和紧致性定理是模型论的两个基础性定理。可以说，哥德尔的完全性结果为后来模型论的发展准备了条件。

从上面的完全性定理和关于可满足性的结果，可以得出一些令人惊异的结果。首先注意到的结果是一个“佯谬式”的定理（斯柯伦“悖论”）：如果公理集合论（如 ZF 系统）有模型，则有一可数模型。但是，在公理集合论中可以证明：存在不可数集合。对此，有的学者认为，在公理集合论中，“可数”和“不可数”等概念是相对的。这一点显示出形式系统的局限性。另一个这样的结果，是存在自然数理论或实数理论的非标准模型。从存在实数理论的非标准模型，能得出存在这样的有序域 *R ： *R 和实数域 R 具有十分类似的性质，但 *R 中有很多互不相同的无限小元和有无限大元。这样的 *R 用普通的数学方法是难以构造的，但是它的存在性应用紧致性定理很容易证明。A. 罗宾逊创立的非标准分析就是建立在有序域 *R 上的。这是紧致性定理的一个既有数学意义又有方法论意义的重要应用。从上面的简单说明中，就可以理解哥德尔的完全性结果的重要意义了。

关于完全性定理，还有一个重要的情况值得指出。这就是，在数学上，完全性定理的一切要素都已包含在 20 年代已经发表的著作中了，特别是都包含在斯柯伦 1922 年的论文《关于公理集合论的若干评论》^① 中了。从斯柯伦的文章就可

^① 斯柯伦的文章的英译文，见 van Heijenoort (凡海金诺) 编：From Frege to Gödel (《从弗雷格到哥德尔》) pp. 290—301, Cambridge, Massachusetts, 1967。

以直接而简单地得到完全性结果。按照哥德尔的说法：“在数学上完全性定理确是斯柯伦 1922 年论文的几乎不足道的推论。”^① 但是，斯柯伦（以及其它的人）没有看出这些要素与完全性问题之间的联系并作出这个容易的推论。这是由于在证明完全性定理时，要应用古典的排中律，特别是从斯柯伦的一个引理推出完全性定理要用柯尼希无穷引理。排中律和柯尼希引理二者都不符合有穷观点，而当时的观念是，在元逻辑研究中只能应用有穷的方法。哥德尔所以能证明完全性定理，是由于他不囿于有穷观点，对超穷思维持有“客观主义”，亦即实事求是的态度。

哥德尔的第二项重大贡献是证明了著名的不完全性定理。1931 年，哥德尔发表了《PM 及有关系统中的形式不可判定命题》这篇著名论文。在这篇文章中，哥德尔证明，在象 PM（类型论）这样相当强的系统中存在不可判定的命题，也就是说，存在这样的命题，该命题及其否定都是不可证的。因此，在系统中存在真的而不可证的命题，这样的系统是不完全的。这个结果被称为哥德尔第一不完全性定理。文章还证明了另一个重要结果：一个适当丰富的系统如果是一致的，则它的一致性是不能在系统自身中证明的。这被称为第二不完全性定理。

哥德尔证明不完全性定理所用的主要工具，是他发明的元数学的算术化。这个方法是用自然数来表示符号，用数的序列表示公式，用数的序列的序列表示证明（公式的序列）。数的序列（序列的序列）又可以等于一个数。与一个符号（或一个公式，或一个证明）相关联的那个数就称为这个符号（公式，

^① 见 Wang Hao, *From mathematics to philosophy*. (《从数学到哲学》), New York, 1974, p. 8.

或证明)的哥德尔数。通过这样的配数,推理规则就转换成数与数之间的关系。这样配数的结果就把形式系统的语法部分算术化,关于系统的某些元数学性质和命题都是在系统中可表达的。另外,代入函数也是在系统中可表达的[代入函数 $\sigma(x, y)$ 表示: x 是一含一个自由变元的公式 A 的哥德尔数, $\sigma(x, y)$ 是用表示数 y 的数字对 A 中的自由变元作代入而得的(无自由变元)公式的哥德尔数]。应用康托尔的对角线方法就能构造出一个具有有穷组合性质的在系统中不可判定的语句。这是一种指称自身的语句。这种自指语句,用得不小心就会引起不一致,即产生语义悖论。王浩在1955年发表的文章中表明,迄今已知的每一个语义悖论都能生成一个不可判定语句,转换为一个不完全性证明。

在那些在系统中可表达的元数学性质中包括可证性这一性质,也就是说,在系统中有一个公式 $P(x)$,这个公式表示,以 x 为哥德尔数的公式是可证的。

假定所考虑的系统是可靠的,即:如果一公式 A 是可证的,则 A 是真的。那末这系统就是不完全的。

考虑公式 $\neg P[\sigma(x, x)]$,它含一个自由变元。记这个公式的哥德数为 g 。语句 $\neg P[\sigma(\bar{g}, \bar{g})]$ 就是不可判定的,即 $P[\sigma(\bar{g}, \bar{g})]$ 和 $\neg P[\sigma(\bar{g}, \bar{g})]$ 都是不可证的。语句 $\neg P[\sigma(\bar{g}, \bar{g})]$ 是说,“我是不可证的”。语句“我是假的”是一个悖论。但这里所说不可判定语句“我是不可证的”不是悖论。 $\neg P[\sigma(\bar{g}, \bar{g})]$ 之所以没有引起不一致,是因为没有先验的理由为什么一个系统中的每一真语句必定都是可证的。而 $\neg P[\sigma(\bar{g}, \bar{g})]$ 确是不可证的并且是真的。

$\neg P[\sigma(\bar{g}, \bar{g})]$ 是不可证的。因为,如果 $\neg P[\sigma(\bar{g}, \bar{g})]$ 是可证的,那末根据它所说的,它就是假的,而这与关于系统的可靠性假定相矛盾。所以, $\neg P[\sigma(\bar{g}, \bar{g})]$ 是不可证

的，并且根据它所说的，它是真的。

在可靠性假定下， $P[\sigma(\bar{g}, \bar{g})]$ 是不可证的，因它是假的。

这样，在可靠性的假定下， $\neg P[\sigma(\bar{g}, \bar{g})]$ 是在系统中“形式不可判定的”，即既不能证明也不能否证的。

这是第一不完全性定理的一个“非形式的”论证。把这个“非形式的”论证形式化，将用关于系统的一致性的假定代替可靠性假定。并且能从第一不完全性定理的形式化的证明中，得出第二不完全性定理。

除了两个不完全性定理，这篇文章还包含一些其它结果，即对判定问题和判定丢番图方程的可能性提出了否定的答案。应用确定一给定的原始递归函数是否恒等于0的问题是不可解的结果，从文章中的定理 X 就能得出一阶逻辑的判定问题是不可解的。从第一不完全性定理，能够推出，一语句“是真的”这个性质，或者说，真理性概念，在一个这样的系统中是不可定义的。也就是说，在系统中不存在一个公式 $Tr(x)$ ，使得，对每一语句 A， $A \leftrightarrow Tr(\bar{a})$ 是在系统中可证的（其中 \bar{a} 是 A 的哥德尔数）。这个结果是塔斯基在他的关于形式化语言中真理性概念的文章中证明的一条著名定理。

上面提到最后那个结果表明，可证明的命题与“客观数学真理”二者是不同的，后者是一个高度超穷的概念。但是，在哥德尔和塔斯基的工作之前，这二者是经常被混淆的。“人们普遍相信，一切直观上正确的算术语句都可以从这些公理（指皮亚诺公理——引者）形式地推演出来。这种信念就是希尔伯特学派哲学观点的基础。这个学派的代表人物确信真实性（算术语句的真实性）概念已经有了定义，因为真的语句与从皮亚诺公理可形式推演的语句是一回事。所以他们把重点从给真理下定义的问题（这一直被看作是哲学的中心问题）移到了很简

单的组合推论来建立皮亚诺公理的一致性这个更形式的问题”。^① 哥德尔的结果澄清了这个不正确的观念。另一方面，哥德尔发现并证明他的结果，是同明确区分（形式）可证性与“客观数学真理”密切相关的。在三十多年后，哥德尔曾说，“我在数学的形式化系统中构造不可判定的数论命题的工作的启发性原则，就是有别于‘可证性’的‘客观的数学真理’这一高度超穷的概念，而在我自己和塔斯基的工作之前，它与‘可证性’是被普遍地经常混淆的。”^② 他的研究工作的成功是和他的“客观主义”观点和态度分不开的。

除了前面提到的重要结果，哥德尔文章里新思想丰富非凡，是一个宝库，其中表示的某些意见，只是文章发表很久以后才被人们理解。哥德尔的这篇重要文章对数理逻辑的发展产生了巨大而深刻的影响。他的工作在30年代就为罗塞尔、丘奇、克利尼、图灵、他本人及其它研究者的一系列重要工作发展了。特别重要的是，在很短的几年时间内，引入了“一般递归函数”的精确概念，并认识到这个精确的数学概念看来是与直观的“能行可计算”概念相一致的。沃特在一篇回顾模型论的发展的文章中，在谈到这一情况时，曾表示这样的看法：“的确，集中注意这个主题大概延缓了模型论在30年代后期（的发展）。”（《1945年前的模型论》，Tarski Symposium, 1974, 页167）。

不完全性定理还表明了：1. 形式系统的固有局限性。它说明初等数论是不可能完全形式化的，更不用说内容更丰富的理论了。2. 希尔伯特在20年代提出的证明数学理论的一致性的方案是行不通的，象希尔伯特所要求那样的关于皮亚诺算术的一个一致性证明是不存在的。这使希尔伯特的方案遭到一次

① 莫斯托夫斯基：《数学基础研究三十年》，北京科学出版社第14页。

② 王浩：《从数学到哲学》第9页。

沉重打击。不过，这不能认为是完全推翻了希尔伯特方案，在放宽原来所作的限制后，象后来的发展所表明的，关于算术和分析的一个一致性证明还是可能的。并且第二不完全性定理的意义也不只是否定性的，也已证明它是研究各种公理系统的相对强度的一种十分有力的工具。

哥德尔构造的不可判命题是对怀德海和罗素的 PM 系统给出的。他在文章中也指出，不完全性定理对于集合论公理系统和数论公理系统也是成立的。但是，不完全性结果不是以充分一般的形式给出的，这是因为可计算性和形式系统的一般概念在 1931 年还没有得到。1963 年 8 月 28 日，哥德尔对这篇文章的英译文所作一个附注指出：“由于后来发展，特别是由于图灵的工作，形式系统的一般概念一个精确的、无疑义地恰当的定义，现在已能给出，定理 VI 和 XI 的完全一般的形式现在是可能的。也就是说，能够严格地证明，在每一包含适量的数论的一致形式系统中，都存在不可判定的算术命题，并且，任何这样的系统的一致性是不能在系统中证明的。”^①

哥德尔的第三个重要贡献是在集合论中引进可构成集概念并在此基础上证明选择公理 AC 和广义连续统假设 GCH 的相对一致性。哥德尔在评论克利尼在 1975 年 12 月符号逻辑协会举行的庆祝哥德尔 70 寿辰会议上的献词时说：“关于 GCH 的一致性，我的主要成就实际上是，首次在集合论中引进可构成集这个概念，如在 [1939] 中所定义的，证明了集合论的公理（包括选择公理 AC）对它成立，并猜测连续统假设 CH 也将成立。”（克利尼，《对〈哥德尔的工作〉的补充》，符号逻辑杂志，43（1978），页 613。《K. 哥德尔的工作》即是克利尼的献词，载符号逻辑杂志，41（1976），页 761—778。）

^① 凡海金诺编：《从弗雷格到哥德尔》，1977 年第 3 次印刷页 616 页。

所谓连续统问题是：实数有多少个（或，整数集有多少个）？这个问题也可陈述为：整数集的个数是否超过可数序数的个数？这是一个很重要、也是首先要问到的很自然的问题。它由集合论的创立者 G·康托尔在 1874 年首次提出。这个问题激发了很多有趣的工作，公理集合论中两个最有趣而富有成果的概念——可构成集和力近法，都是为了部分地回答这个问题而引进的。而且，集合论中的许多现代研究，都是直接或间接地带着这个问题作为明确的指南。

整数的集合，记为 W ，是最小的无穷集， W 的基数是第一个（亦即最小的）无穷基数，记为 \aleph_0 。整数集（即 W 的子集）的个数是 2^{\aleph_0} 。可数序数的集合是第一个不可数无穷集合，它的基数，记为 \aleph_1 ，是第一个不可数基数（大于 \aleph_0 的第一个无穷基数）。康托尔猜测， $2^{\aleph_0} = \aleph_1$ ，这就是连续统假设。康托尔在 1878 年首次陈述了这一假设。所谓广义连续统假设，是说，对任一序数 α ， $2^{\aleph_\alpha} = \aleph_{\alpha+1}$ 。康托尔曾试图证明这个猜测（假设）而未获成功。1900 年，希尔伯特在巴黎国际数学大会上的讲演中提出的著名的 23 个未解决的问题的单子中，把连续统问题列为第一个问题。

连续统假设是一个重要的问题，这一假设往往能使情况简化，但对数学的发展不起很大的作用。选择公理则是数学中一个很重要的公理。它有许许多个等价的命题。这个公理在许多数学分支中都起重要的作用，很多数学定理的证明都要用到选择公理。1904 年，策尔梅洛在证明良序定理时首次陈述了这个公理。由于它是关于无穷集合的断定，并且是纯存在性的断定，数学家对它的真实性有不同的看法，并在本世纪初围绕选择公理进行了一场争论。哥德尔对于选择公理的相对一致性证明有助于消除人们对它的疑虑。哥德尔本人则在《什么是康托尔连续统问题？》一文的一个注中，明确地说：“差不多从所有可

能的观点来看,这个公理在今天是和集合论的其它公理同样有根据的。……选择公理是和其它的集合论公理同样明显的。”^①

1925年,希尔伯特曾对解决连续统问题作过一次不成功的尝试。他提出了一个证明连续统假设的概要,其中包括两个引理。后来的发展表明,希尔伯特的证明是不正确的。但他的方法是有启发性的,即应该按一种分层,以序数作添标,同时建立起可数序数和数集,使得更多的序数导致更多的集合,而更多的集合又导致更多的序数。但是,由于我们没有一个可理解的方法来抓住引进这些序数和集合的许多复杂方法,这个过程将很快停止。哥德尔的新思想是把序数看作已经给定并且可以使用的。由于我们是寻求序数与集合之间的对应,如果我们重复直谓的构造直至任何序数,其结果所得到的集合将能提供对于策尔梅洛—弗兰克尔集合论公理(ZF,不包括选择公理)的一个模型。哥德尔把这个构造过程中得到的集合称为“可构成集”。哥德尔的结果是,可构成集类对于ZF的一个模型,并且在这个模型中AC和GCH成立。可构成集的定义可简述如下。

令 X 是一集合。集合 X' 定义为 X 和 X 的所有那些一阶可定义的子集的集合的并。 X 的一阶可定义子集 Y ,是指有一个ZF中的公式 $A(z, t_1, \dots, t_n)$,若 A_x 表示 A 的所有约束变元限制于 X ,则对 X 中的某些 \bar{t}_i ,

$$Y = \{z \in \bar{X} \mid A_x(z, \bar{t}_1, \dots, \bar{t}_n)\}.$$

归纳定义 M_α (α 是序数)如下: $M_0 = \phi, M_\alpha = (\bigcup_{\beta < \alpha} M_\beta)'$ 。

一个集合 x 是可构成的,如果存在一序数 $\alpha, x \in M_\alpha$ 。

所有可构成集类(不是集合)记为 $L, x \in L$ 表示 x 是

^① 哥德尔:《什么是康托尔的连续统问题?》,《数理哲学译文集》,商务印书馆1988年第156页。

一可构成集。对任何公式 A , A_L 表示公式 A 的所有约束变元限制于可构成集。哥德尔提出一个命题, 通称为可构成性公理: 所有集合是可构成的。以 V 表示集合的全域, 可构成性公理即为: $V=L$ 。哥德尔的重要结果是: 1. 如果 A 是 ZF 的公理, 则 A_L 在 ZF 中可证。这在直观上表示可构成集是对于 ZF 的一个模型。2. $(V=L)_L$ 在 ZF 中可证。这是说, 当整个构造相对于 L 时, 一可构成集是可构成的。3. $V=L \rightarrow AC \wedge GCH$ 。也就是说, 可构成性公理蕴涵 AC 和 GCH。所以这三个定理一起表明 AC 和 GCH 在 ZF 中是不可否证的。这也就是说, 如果 ZF 是一致的, 则 $ZF + AC + GCH$ 也是一致的。

关于他的连续统问题的工作与希尔伯特 1925 年文章的关系, 哥德尔在 1965 年曾说:“对于 $\alpha=0$, 在希尔伯特的引理 II 和我的定理 12.2(1940, 页 54) 之间有些微类似。然而存在很大的不同, 希尔伯特只考虑严格地构造性的定义, 并且定义运算的超穷迭代仅至构造序数, 而我不仅允许定义中的量词, 而且也允许定义运算的迭代至任何序数, 不论它是否能或怎样能被定义。在我的证明中, “可构成集” 一词, 只是在很弱的意义, 特别是只在“相对于序数” 这一意义下证明是合理的, 后者不服从任何构造性的条件。正是从这一高度超穷的、集合论的观点来考察情况, 在我的研究方法中诸困难被克服了, 并且得到了一个相对有穷的一致性证明。在这个研究方法中自然无需象希尔伯特的引理 I 的任何东西。希尔伯特大概希望证明它作为一个一般定理的一个特例。这个一般定理的大意是说, 把超穷的推理方式应用于一个构造地正确的公理系统不导致矛盾。”^①

哥德尔开始考虑连续统问题是在 1930 年。在 1935 年春天前的某个时候, 他已经有了可构成集概念。证明集合论公理

① 《从弗雷格到哥德尔》第 368—369 页。

（包括 AC）对于它是成立的，并且猜想连续统假设也将成立。1935年在普林斯顿逗留期间，他曾把这些东西告诉冯诺意曼。但由于生病，也由于逻辑的原因，延至1938年才对 GCH 作出证明并发表。在1940年出版关于 GCH 的专论。此后他继续进行研究，在1943年，他在有穷类型论的框架中得到选择公理独立性的一个证明，看来也有希望能得到 CH 的独立性的证明。但哥德尔对这项工作已显示出厌烦而中断了。1947年，哥德尔发表了一篇讨论连续统问题的哲学性论文。在这篇文章中，他认为，几乎从每一可能的观点来看，选择公理是跟其它的集合论公理同样有根据的，并且能用满足其它公理的任何对象系统定义一个满足其它公理与选择公理的对象系统。对于连续统假设，他提出两个理由，猜测在 ZF 那样的系统中它是不可判定的，并倾向于认为 CH 是假的。不可判定性在1963年已被证实。但是关于 CH 是假的这一猜想则仍未解决。哥德尔在文章中有一个失察，他假定 CH 的形式不可判定性，认为 CH 将可由它的算术推论来判断。这一失察在1963年作的对该文补充和后记中改正了。在1963年的补充和后记中，哥德尔指出，CH 及其否定对于集合论系统都是弱的扩张，不能从蕴涵的算术推论来判断其真假。

哥德尔在公理集合论领域的这一重大成果，对照他的不完全性结果，有一很不同的情况。他的不完全性结果一发表，就激发和推动一系列的重要研究和发展。但在他引进可构集概念和证明选择公理与广义连续统假设的协调性之后，集合论领域，由于不清楚的原因，却经历了20年的停滞。虽然他的证明在集合论中引进了新的概念和方法，引进了一个令人感兴趣的命题——可构成性公理，但直至 P·J·柯恩（Cohen, P. J.）1963年关于连续统假设的独立性结果发表，哥德尔的这些新的观念没有得到大的研究、应用和发展。在柯恩的独立性

结果发表之后，才引起了对可构成集和可构成性公理的巨大兴趣，作了大量研究，并得到许多重要结果。从 $V=L$ 导出了苏斯林假设的否定，得出了组合性的结果，发展了“精致结构”、“沼泽”和“老鼠”的理论。另一方面，证明了，有些大基数公理蕴涵存在着非可构成集合，即蕴涵 $V=L$ 的否定，并且可构成集的论域是很小的。

哥德尔的已发表的数理逻辑论文中还包括其它一些重要的结果。在《直觉主义的算术和数论》(1933年)中，哥德尔开创了用直觉主义数学解释古典数学的方法来论证古典数学的一致性的工作。在1958年的论文中，应用原始递归泛函在直觉主义算术中解释逻辑常项和语句，然后在其中翻译皮亚诺(Peano, G.)算术，得到了一个对古典数论的构造性解释。这个解释的明显性比用直觉主义数论作的更强。在1936年的《论证明的长度》一文中，哥德尔证明了加速度定理(也称证明长度定理)。在文章中，他建立了类型、强度逐一增加的系统： $S_1, S_2, \dots, S_i, S_{i+1}, \dots$ 。一个在 S_i 和 S_{i+1} ($i \in \omega$) 中都可证明的命题，它在 S_{i+1} 中的证明的长度要比在 S_i 中的短得多。这一结果可能对计算机科学产生重大影响。其它如关于判定问题的结果等等，就不再作介绍了。

哥德尔的贡献对逻辑科学的意义，冯诺意曼在授予哥德尔首届爱因斯坦奖时的致辞中，作了这样的评价：“K·哥德尔在现代逻辑中的功业是非凡的和纪念碑式的——的确，它不仅是一座纪念碑，而且是一座陆标，在遥远的空间和时间，都将放射它的光芒。”^①

^① 见1951年3月15日《纽约时报》。转引自S·C·克利尼：《K·哥德尔的工作》，符号逻辑杂志，第41卷(1976年)第761—778页。

三、哲学思想

40年代初期，哥德尔致力于证明选择公理和连续统假设的独立性，但是只取得了证明选择公理的独立性的部分结果，而证明连续统假设的独立性的努力受到挫折。大约从1943年开始，他的注意力转向哲学。此后直至他于1978年逝世，是哥德尔一生中的哲学时期。这一哲学时期，又大致可以分为两个阶段，到1958年止，他主要专注逻辑、数学和物理哲学，从1959年以后，是一般哲学时期，目的是要建立“严密科学的哲学”。40年代他阅读康德和莱布尼茨的著作，从50年代后期开始阅读研究胡塞尔的哲学著作。哥德尔一生中用了大部分时间研究哲学，但生前公开发表的哲学著作很少，包括半哲学性的文章在内，总共5篇论文。另外，在王浩的《从数学到哲学》（1974）一书中，包含有一部分哥德尔哲学的材料。在哥德尔的Nachlass中，有大量哲学方面的材料，其中包括一篇题为《数学是语言的句法吗？》的已完成的论文手稿。这篇文章原是应邀为在世哲学家文库中的R·卡尔纳普卷撰写的，六易其稿，但最终未送交出版。哥德尔生前发表的，以及遗稿中已完成的哲学著作手稿很少，大概与下述一点有关：在70年代初期，哥德尔曾对王浩说到，“他只是把他的哲学发展到能加以运用的程度，但还未达到给以直接表述的阶段。”^①

哥德尔把自己哲学称作“客观主义（客体主义，objectivism）。在一般文献中，这种哲学叫做（数学）柏拉图主义或数学实在论。著名的数学家和逻辑学家G·康托尔、G·弗雷格、E·策尔梅洛、A·丘奇以及（在一定程度上）P·贝奈

^① 王浩：《哥德和维特根斯坦》，《哲学研究》北京，1981年第3期27页。

斯都是数学中柏拉图主义者。实际上，柏拉图主义数学观是与大多数工作着的数学家（所谓“沉默的大多数”）隐隐地持有的看法相一致的。但是，从19世纪末期起，数学哲学中的实在论观点受到其它数学哲学观点的批判。首先是康托尔承认实无穷的观点和建立的集合论遭到克隆尼克的强烈批评和否定。在数学哲学中出现了许多对立的派别：直觉主义、形式主义、有穷主义、唯名论、直谓主义、实证论以及约定论。布劳威尔、庞加莱、希尔伯特、外耳、海丁以及卡尔纳普等著名数学家和哲学家，是其中这一或那一流派的领袖人物或代表。罗素则从早期的实在论立场转变为穆棱两可的直谓主义者。数学实在论在本体论和认识论两个方面都受到批评。在本体论方面，认为数学对象是独立存在的抽象实体的观点，尤其是把无穷的一类看作是“已完成的”总体（即承认“实无穷”）的观点，被认为是有问题的。在认识论方面，对排中律和选择公理的可容许性引起了争论和批评。因为排中律和选择公理都导致非构造性的存在（性）证明，而直觉主义者拒绝这种证明。在哥德尔开始他的逻辑研究工作的20年代，最有影响的人物是希尔伯特和布劳威尔，他们各自代表的形式主义和直觉主义是两个有巨大影响的数学哲学派别。

根据哥德尔自己填写的一位社会学教授寄来的“询问表”（没有回寄），从1925年起，他就已经是深信数学实在论的观点。^①但是没有材料说明他是怎样形成自己的哲学思想的。从这同一份表中可以知道，对他哲学发展起过影响的有康德（1922年就读过康德著作），贡皮尔教授的哲学讲演和富特温勒教授的数论课程。^②1926—1928年间，由他的导师、维也纳石里克小组成员H. 汉恩引介，参加石里克小组的讨论。但他

①② 王浩：《关于库尔特·哥德尔的反思》，1987年英文版第18页。

从来都不曾是逻辑实证主义者。他同意他们用数理逻辑来分析哲学和科学概念的方法，但不同意逻辑实证主义否定客观实在的态度以及他们的形而上学问题是无意义的论题。从那以后，他离开他们的观点越来越远。^① 从他在 50 年代前期所写的关于卡尔纳普的文章的标题《数学是语言的句法吗？》，也就清楚地表示了哥德尔不同意把数学看成是“语言的句法”的逻辑实证主义的观点。石里克小组只对引起他对数学基础问题的兴趣起了影响。不过，有的学者认为，至少在一点上，哥德尔比通常认为的要与石里克小组的观点更紧密地吻合的，即承认数学命题是分析的。^② 哥德尔在《罗素的数理逻辑》一文中，曾论述罗素和怀德海的《数学原理》的公理是不是分析的问题。哥德尔认为，命题的分析性概念有两种不同的理解（涵义），分别为它之为真是凭借它所包含的概念的定义和它之为真的理由在于它所包含的概念的意义。哥德尔不承认在第一种涵义下数学命题是分析的。他说，在这个意义上，整数理论也可以证明是非分析的。但是他同意在第二种涵义下数学命题（至少对简单类型论和公理集合论）是分析的。^③

不过，明确肯定的是，从 20 年代起哥德尔始终坚持数学实在论的立场，或者按他自己的说法，客观主义的观点。并且他是深知他的哲学观点对于他的科学工作的重要性的。他后来曾经强调说明这些观点在他的重大科学发现中所起的根本性作用。斯柯伦在 1922 年的一篇论文中已包含有纯逻辑的完全性的证明的数学内核。在谈到斯柯伦为什么未能从他的工作中作

① 《关于库尔特·哥德尔的反思》第 46 页注 1。

② 参看帕森斯给《罗素的数理逻辑》一文写的“引言”，《哥德尔全集》（英文版）第 2 卷，第 117 页。

③ 《罗素的数理逻辑》，《数理哲学译文集》，商务印书馆版第 181—182 页。

出完全性的结论这一令人不解的事实时，哥德尔对他的哲学观点在他的数理逻辑工作中所起的作用作了这样的说明：“……在数学上完全性定理确是斯柯伦 1922 年论文的几乎不足道的推论。但事实是，在那时没有人（包括斯柯伦自己）作出这一结论（既没有从斯柯伦 1922 年的文章作出，也没有象我做的那样从他自己的类似的考虑作出）。”“希尔伯特和阿克曼在他们的书的 1928 年版第 68 页上，将完全性问题明确地陈述为一个未解决的问题。就斯柯伦而言，虽然他在 1922 年已证明了那个所需要的引理，而当他在 1928 年的论文中（在第 134 页末尾）陈述了一条（关于否证的）完全性定理时，他在证明中没有引用他 1922 年的引理，却给出了一个完全无效的论证。……逻辑学者们的这种盲目性（或偏见或随便你称之为什么）确实是可惊的。但我想是不难找到解释的。这是由于在那个时候对于元数学和对非有穷推理普遍缺乏应有的认识论的态度。”“数学中的非有穷的推理曾被许多人认为只有当它可以借助一种有穷的元数学得到‘解释’或‘论证’时才是有意义的。…这一观点几乎不可避免地导致将非有穷推理排除于元数学之外，…但前面提到的由斯柯伦 1922 年的论文中容易作出的推论肯定是非有穷的，而且关于谓词演算的任何别的完全性证明也是如此。所以这些东西没有被发现或者是被忽视了。”^① 从上面所引的这段文字表明，哥德尔把他所以能够证明完全性定理，归功于他对在元数学中应用非有穷推理所持的客观主义的认识论态度。哥德尔在给王浩的这封信中接着写到：“我可以加上一句，我的总的客观主义的数学和元数学概念，特别是关于超穷推理的客观主义的概念，对于我在逻辑中的其它工作也

^① 王浩：《从数学到哲学》，1974 年英文版第 8—9 页。

是带根本性。”^①关于形式系统不完性结果，哥德尔说：“我在数学的形式化系统中构造不可判定的数论命题的工作的启发原则，就是有别于‘可论证性’（demonstrability）的‘客观的数学真理’这一高度超穷的概念，而在我自己和塔斯基的工作以前，它是与‘可论证性’经常相混的。……这一超穷概念的应用最后导致了有穷的可证明的结果，即在无矛盾的形式系统中不可判定的命题的存在定理。”^②关于连续统假设的无矛盾性的证明，哥德尔说：“如果无矛盾性证明必须是有穷的，那么我们如何能利用我的超穷的 Δ 模型来作出连续统假设的无矛盾性证明呢？（更不必说，从有穷观点看来，利用 Δ 模型作出的集论的解释从一开始就是荒唐的，因为它是一个利用本身无意义的东西作出的解释）。这样一种解释（以及其它任何一种非有穷的无矛盾性证明）可以产生一个有穷的相对无矛盾性的证明，这一事实显然未被发现。”^③对这段话，哥德尔在1968年3月的另一封信中作了补充说明：在重读我的12月7日的信时，我发现倒数第2段的说法〔如上所引的〕或许有点过于极端。它必须有条件地来理解。自然，形式主义的观点并没有使得利用超穷模型的无矛盾性证明成为不可能。它只是使得它们更难被发现，因为它们和这种态度是格格不入的。但就连续统假设而言，确实存在着一种特殊的障碍使得构造主义者几乎不可能发现我的无矛盾性证明。那就是这一事实，即原来是专门为了构造主义的目的而发明的分支层次必须在一种完全非构造的方式下来用。”^④另外，贝奈斯在评论哥德尔关于连续统假设的无矛盾性证明时，认为哥德尔的可构成集的类L的构造，可以看作是希尔伯特1925年关于连续统假设证明的一个未完成

①②③ 《从数学到哲学》第9页。

④ 同上书第9—10页。

的计划一种修正（从柯恩 1963 年的结果，我们知道，希尔伯特的证明计划是不可能实现的）。对此，哥德尔在 1965 年 7 月 8 日给凡海金诺的信中指出：“存在重大的不同，希尔伯特考虑的只是严格地可构造的定义，不仅如此，定义运算的超穷迭代只到可构造序数为止，而我不仅对定义的量词，并且对定义运算的迭代都允许至任何序数，而不管它是不是能定义的。在我的证明中，‘可构成集’一词只是在一种很弱的意义下，特别是在‘相对于序数’的意义下证明是正当的，在其中序数是不服从可构造性条件的。而正是从这个高度超穷的集论观点概观情况，在我的研究中各个困难得到克服，并得到一个相对的有穷无矛盾性证明。”^① 哥德尔这段话强调说明了他和希尔伯特在以下两点上的不同态度：1. 把所有序数看作都是已经给定的、可以使用的，还是只使用可构造的序数，2. 允许非可构造的定义，还是只考虑可构造的定义。这两种不同态度显示两种不同的哲学观点：哥德尔的客观主义和希尔伯特的有穷主义或形式主义。总之，哥德尔特别强调他的哲学观点在他的研究工作中起的作用。

数学哲学中的柏拉图主义与直觉主义、形式主义等的对立，主要集中在对数学的性质、数学对象以及数学命题的真理性这样几个问题上。如在数学的本性问题上，柏拉图主义者认为，数学的概念和定理描述某个完全确定的实在，并因而数学定理具有客观真理性；形式主义者则认为：“数学应被看作一种纯粹的在纸上的符号游戏，对于这种游戏所必需满足的唯一要求是它不会导致矛盾。”^② 在《什么是康托尔连续统问题？》一文中，哥德尔通过与布劳威尔的直觉主义，庞加莱和

^① 见凡海金诺编《从弗雷格到哥德尔》，1967年英文版，第368页。

^② 柯恩：《集论与连续统假设》，1966年英文版，第3页。

外耳的“半直觉主义”的对比，说明他的实在论观点。直觉主义认为，数学对象就在人的思维之中，是人的智慧的自然功能、数学对象是由人的心智的构造。直觉主义者不承认“已完成的”无穷总体。布劳威尔把集合论中大于 \aleph_1 的 \aleph 的全部理论都当作无意义的而被拒绝。哥德尔认为，沿庞加莱和外耳的路线，“半直觉主义的”观点也难于维护更多的集合论。哥德尔认为，“对康托尔集合论和对古典数学（集合论是它的自然的概括）的这种否定的态度，决不是对它们的基础的严密考察的必然产物，而只不过是对于数学的本性的某种哲学观念的产物，这种哲学观念只承认下述范围内的数学的对象，即它们是可解释为我们自己的构造，或者至少是由数学的直观能够完全给出的。”^①（数学）实在论者认为，数学的对象独立于我们的构造和我们对它们的个别的直观而存在，并且只要求一般的数学概念必须十分清楚以便我们能承认它们的正确性和承认关于它们的公理的真理性。对于实在论来说，哥德尔说：“我相信，存在一个全部原来的内容和意义下的康托尔集合论的可满意的基础。”^②哥德尔接着对集合的迭代概念和关于集合的公理作了精细分析，并得出如下的结论：“集合论的概念和定理描述某种完全确定的实在，在其中康托尔猜测必定或者是真的或者是假的。因此根据今天所采用公理得出康托尔猜测的不可判定性，只能意味着这些公理没有包括那个实在的完备的描述。这样一个信念绝对不是虚幻的，因为这可能指出一个方向，沿着它，一个从通常的公理是不可判定的问题的判定，还是可能得到的。”^③为了论证数学对象是独立存在的，哥德尔还拿数学

①②《什么是康托尔连续统问题？》，《数理哲学译文集》，商务印书馆1988年版第143页。

③《数理哲学译文集》第144—145页。

与物理学作类比，认为，假定这样的对象就如假定物理的对象一样是完全正当的，有同样的足够的理由相信它们是存在的。如同物理的对象对于我们感性知觉的令人满意的理论是必要的一样，数学的对象（客体）对于获得令人满意的数学系统是必要的。

当然，数学的对象与物理的对象的是有区别的。“超穷集合论的对象显然不属于物理世界，甚至它们与物理经验的间接联系也是很不密切的（主要是由于集合论的概念在今天的物理理论中只起一种较小的作用）。”^①但是，“我们对集合论的对象也有某种类似知觉的东西”，即数学的直观，以及它的对象的客观存在。哥德尔认为，这种类似知觉的东西，即数学的直观，其可信赖的程度是和感性知觉同样的。

哥德尔认为，“集合论中的真理标准”就是我们有对一个命题是真的一个直观。“比任何别的东西都更能表明接受集合论中的这个真理标准的正当性的，乃是下述事实：不断的诉诸数学直观，不仅对于获得超穷数论的问题的明确答案是必要的，并且对于（哥德巴赫猜想类型的）有穷数论问题的解也是必要的，而在这后一类型的问题中出现的概念的有意义性和无歧义性几乎是无可怀疑的。”^②在后一这个最少争论的场合，我们的直观保证客观性，在集合论中我们也有可信赖的直观的类似经验，这样我们就有完全的理由相信命题的真或假的客观性。在哥德尔看来，“这就足以使得象康托尔连续统假设这样的命题的真假问题有意义。”^③

按照哥德尔的说法，一旦我们知道某些命题是真的，那么它们必定是关于某东西的，并且必定存在某些对象（客体），

① 《数理哲学译文集》第153页。

②③ 同上书第154页。

关于它们命题说了些什么。因为难以想象，我们能客观地思考而没有思考什么东西。因此，从存在不断地产生客观地真的数学命题的“充分清楚的直观这个纯粹的心理事实”，从肯定客观性，就可以得出，必定存在数学直观的对象（客体），也就是说，存在数学的对象。“感性知觉促使我们建立物理理论并使我们希望未来的感性知觉将与它们相一致，并且促使我们相信一个现在不可判定的问题是有意义的，是在将来可以判定的。”^① 若把集合的“类似知觉的东西”叫做“半知觉”，就同样地可以说：“半知觉”促使我们建立数学理论并使我们希望未来的“半知觉”将与它们相一致，并且使我们相信一个现在不可判定的问题是有意义的，是在将来可以判定的。就连续统假设而言，虽然证明它是独立于现有的集合论公理系统的，是不可判定的；但是并不因此就无真假可言，它的真假问题仍保有原来的意义。并且通过不断地诉诸数学直观，发现新的集合论公理，从而得到一个判定（即证明它或否证它）是可能的。

哥德尔认为，必定存在“第二种类的材料”（data of the second kind），并且“它们可能代表客观实在的一个方面”。按照哥德尔，在物理经验的场合，我们在直接给与的别的某种东西的基础形成我们的物理对象的概念。这别的某种东西主要是感觉。但是，“我们的甚至涉及物理对象的那些观念也包含在质上不同于感觉或纯粹感觉复合的成份，如对象自身的观念。而另一方面，借助我们的思维，我们不能创造任何在质上是新的元素，而只是再生或复合那些给与的东西。”^② 也就是说，有“感觉之外的某种东西实际上是直接给与”。因此，我们的物理知识，尤其是感性知觉，也是基于，除感觉之外，其它类

① 《数理哲学译文集》第153页。

② 同上书第154页。

型的材料（第二类材料）上的。物理知识除来自“感觉”外，还需要加“直观”的协助。对于数学直观，哥德尔说，“不需要把数学的直观想象成是一种提供有关对象的直接知识的能力。就象物理经验的情形那样，看来情形更象是，我们也是在直接给与的别的某种东西的基础上形成我们对那些对象的观念。只是这里的这个别的某种东西不是，或主要不是感觉。”^①因此，我们的数学知识是在“感觉之外”的第二类材料的基础上形成的，成为数学的基础的“所与”（given）是第二种类的材料。总之，根据哥德尔的看法，存在两类材料：1. 第一类材料——感觉（材料），感觉是形成我们的关于物理对象的观念的主要材料，和 2. 第二种类的材料。第二种类的材料又可分为：（2a）感觉之外的形成物理对象的观念的成份，和（2b）“成为数学的基础的‘所与’”，是形成数学知识的材料。哥德尔说，“成为数学的基础的‘所与’是和包含在我们的经验观念中的抽象元素紧密相关的。”^②根据这句话，可以认为，（2a）就是“我们经验观念中的抽象元素”，并且（2b）是和（2a）有密切关系的。在刚才所引的句子后面，哥德尔作了一个注解，指出在他“所解释的集合概念和康德的纯粹知性范畴之间有一种紧密关系。即，二者的功能是‘综合’，也就是说，由多生一（例如，在康德那里，一个（one）对象的观念是由对象的各个侧面生成的）。”^③

在论证了存在“第二种类的材料”，成为数学的基础的“所与”是第二种类的材料之后，哥德尔指出，这第二种类的材料“可能表示客观实在的一个方面”。他说：“然而，决不能由此得出，这第二种类的材料，因为它们不能与作用于我们的

①② 《数理哲学译文集》第 154 页。

③ 同上书第 158 页。

感觉器官的某些事物的作用相联系，是纯粹主观的东西，就象康德所断言的那样。”^① 联系上面提到的说到康德的纯粹知性范畴的那个注解，似乎意味着，康德的知性范畴相当于哥德尔的第二种类的材料，但是对于康德它们是纯粹主观的，而在哥德尔看来，它们是“直接给与的”、客观的。哥德尔认为：“它们可能也表示客观实在的一个方面，但是，与感觉相反，它们在我们中的出现可能是由于我们自己与实在之间的另一种关系。”^② 对这“另一种关系”，哥德尔没有作任何的说明，是一个值得进一步研究的问题。但是，从上面的分析和说明中，哥德尔认为数学的对象是在思维之外客观存在的，数学定理具有客观真理性的观点，是已经表示得很清楚的了。

在前面第二部分，曾经对哥德尔对数理逻辑的几项重大贡献作了介绍和说明。关于数理逻辑，哥德尔说：“数理逻辑不外是形式逻辑的精确而又完满的塑述，它有两个很不同的方面。一方面，它是不研究数、函数、几何图形等等，而是研类（根据哥德尔后来的思想和使用的术语，“类”应改为“集合”——引者）、关系、符号的组合等等的一门数学。另一方面，它又是先于所有其它科学的一门科学，包括作为一切科学的基础的概念和原则。正是在第二种意义下，数理逻辑曾首先由莱布尼茨在他的《普遍符号系统》中所构思，它构成了这本著作的中心内容。”^③ 哥德尔认为，在莱布尼茨去世差不多两个世纪之后，才由弗雷格和皮亚诺“将他关于建立足够供精确科学进行推理的逻辑演算的想法”（如果不是莱布尼茨所想的哪一种形式，至少也是某一种形式）付诸实现。但是，从弗雷格建立第一个逻辑演算至今的一百多年中，数理逻辑主要是沿

^{①②} 《数理哲学译文集》第154页。

^③ 《罗素的数理逻辑》，《数理哲学译文集》第159页。

着哥德尔所说的第一个方面发展，即研究集合、关系、符号的组合等等，还远远没有发展成一门包括“一切科学的基础的概念和原则”的科学。而哥德尔的主要兴趣显然是在这第二方面。因此，他认为，“数理逻辑至今仍远远落在皮亚诺和其他一些人的高度期望的后面，这些人（按照莱布尼茨的主张）曾经希望数理逻辑将促进理论数学的发展，如同十进位数的系统曾经促进数值计算一样。”^①“不过，”哥德尔说，“没有必要放弃我们的希望。莱布尼茨在他的著作《普遍符号系统》中并没有提出乌托邦的想法；如果我们相信他的说法，那么他就在相当大的程度上发展了这种推理演算，然而等待着要象种子遇到肥沃的土壤那样才把它发表出来。……他断言他的方法学起来不比学习他那时的数学和哲学更困难些。此外，他反复地说过，甚至在他的理论的发展所已达到的初步状态中，他的方法对所有他的数学发现来说也是可靠的；人们所应期待的是甚至庞加莱也会承认是它的富有创造力的一个充分证明的东西。”^②从哥德尔关于数理逻辑的看法，可以看出，他是赞同莱布尼茨关于逻辑的思想的。王浩说：“的确，哥德尔的主要成果和计划可以看作是莱布尼茨的构想的沿着几个方向的发展。……哥德尔赞同莱布尼茨的单子论的主要思路并且感兴趣于实现普遍符号系统的某种经修改过的形式……他们两人都相信公理方法的力量并且相信一种富有成果的发现的逻辑（或方法的科学）的可能性。逻辑在他们的哲学观中占有中心位置。”^③根据W·涅尔和M·涅尔在他们的《逻辑的发展》（此书中译本1963年商务印书馆1985年出版）一书对莱布尼茨的逻辑思想

① 《罗素的数理逻辑》《数理哲学译文集》第183页。

② 《数理哲学译文集》第183页。

③ 《关于K·哥德尔的反思》第261页。

的广泛的分析，王浩认为莱布尼茨关于逻辑的思想包括 5 项相互联系的成份。^① 自然，莱布尼茨不可能实现他的整个纲领，他只取得了有限的成功。根据哥德尔的成果和有关的工作，莱布尼茨的有的想法是不可能实现的。不过，“哥德尔的修改过的纲领仍保持莱布尼茨的理想的主要特征。哥德尔继续寻求一个（对于形而上学的）基础性的公理理论，他希望从这个理论推导出所有的知识（或者至少是得到一个对于所有知识的基础）。不仅如此，……他还寻求对概念的一个分析，它也将给我们提供证明新结果的方法。莱布尼茨说：‘我的形而上学好比一切数学，或者说可以成为一切数学。’（涅尔的书，中译本，第 432 页）在某种意上，哥德尔的看法也给人一个类似的印象。”^②

按照哥德尔的看法，逻辑是（纯）概念的研究（the study of (pure) concepts）、逻辑是概念的理论（the theory of concepts 或 a theory of concepts）^③。显然，哥德尔理解的逻辑要比今日的数理逻辑包括更广泛的领域（范围），今天的数理逻辑可能是哥德尔理解的逻辑或经修改过普遍符号系统的重要（或主要）部分。哥德尔表示，作为概念的理论的逻辑是否能完全地数学化是有疑问的，但是它的一个令人满意的塑述总是可得的。^④ 无论如何，我们今天还没有这样的一个逻辑系统或概念的理论。哥德尔没有提出过这样的逻辑系统，甚至作为概念的理论的逻辑，包括哪些初始概念，他也没有完全地列出来过。哥德尔在《罗素的数理逻辑》一文中曾经提到，“我们的逻辑

① 《关于 K·哥德尔的反思》第 261 页。

② 同上书第 261—262 页。

③ 参看《关于 K·哥德尔的反思》的第 194、307、309 页。

④ 参看《关于 K·哥德尔的反思》第 309 页。

的直观（即关于象真理、概念、存在、类等等这样的观念的直观）”^①（按照哥德尔后来术语的用法和今天流行的术语的用法，其中的“类”应改为“集合”）。王浩说，对于哥德尔，每一存在者或者是一概念或者是客体。如果我们有了客体和概念的概念，存在的概念就可以不要。而假定真理的概念是在元逻辑中起作用。这样，概念的理论就有三个初始概念：概念、客体和集合。他提出了一个公理系统，作为说明哥德尔关于概念的理论的思想的一个具体例子。^② 对于作为概念的理论的逻辑，哥德尔没有说更多的东西。但是，有一值得注意之点是，哥德尔对逻辑和数学作了明确的区别，逻辑研究的对象是概念，数学的对象是客体，而概念不是客体。并且，存在者或者是概念或者是客体。逻辑与概念之间的关系，跟数学与集合（或集合的概念）之间的关系完全类似。逻辑对形而上学的关系，跟数学对物理学的关系完全类似。另外，按照哥德尔，每一集合都是某个概念的外延，但是并不是每一概念的范围都是一个集合。逻辑包括（公理）集合论。因此，从哲学方面考虑，对于数学，哥德尔持的是数学实在论（mathematical realism），而对于逻辑则应说是持概念实在论（conceptual realism）；并且，概念实在论是一种比数学实在论更强的立场。

不论是在获得重大科学成果的逻辑领域的研究中还是在一般哲学的探索中，哥德尔都注重和强调概念分析。他在逻辑领域中的工作，主要是围绕着能加以精确处理和获得永久性结果的基本概念的问题来进行的。他的工作有助于阐明可证明性与客观数学真理、公理化方法，机械方法（程序）、集合、以及逻辑真理等概念。他的已发表的几篇哲学文章也是这样。在

① 《数理哲学译文集》第164—165页。

② 《关于K·哥德尔的反思》第309—310页。

《罗素的数理逻辑》一文中，除了指出《数学原理》对逻辑系统的陈述以及从该系统得到数学的推导，“其基础是很缺乏形式精确性的”，没有去讨论《原理》的形式系统或数学内容，而是专注于“罗素对构成数理逻辑基础的概念和公理所做的分析工作”。文章对“罗素在形式逻辑概念的分析的领域里所作的最重要的研究，即那些关于逻辑悖论及其解决的研究”，以及贯穿在罗素的这些研究中的哲学观点，作了详细、深刻的分析和讨论。在关于康托尔连续统假设的论文中，则对集合概念作了深入的分析，并根据这个分析，指出可以沿什么方向寻找集合论的新公理，得到连续统假设的一个判定。在1946年纪念普林斯顿大学二百周年的数学问题讨论会上的讲演中，哥德尔论述了对我们的直观的机械方法概念的分析的重要意义。通过对直观的机械方法概念的分析，我们得到了机械方法或可计算性的一个精确概念，即用一般递归性或图林可计算性定义机械方法，对此今天普遍承认具有极大重要性。哥德尔说：“这种重要性主要是由于下述事实：用这个概念人们首次成功地给出了一个有趣的认识论概念的绝对定义，即一个不依赖于形式系统的选择的定义。而在以往所处理的所有其它场合，如象可证明性或可定义性，人们只能相对于一给定的语言定义它们，并且对于每一个别的语言，这样得到的定义并不是所寻求的那一个。然而，对于可计算性概念，虽然它只是一种特殊种类的可证明性或可定义性，情形却不相同。由于一种奇迹，不需要区别层次，并且对角线方法不导致越出所定义的概念之外。我认为，这应当鼓励人们期望在其它场合（如象可证明性或可定义性）这同样的东西也是可能的。”^①他建议研究绝对可证明性和绝对可定义性概念。对于前一概念，他建议引入

^① 《哥德尔全集》第2卷，1990年英文版第150页。

真的并“有一确定（可判定的）形式结构的越来越强的无穷性公理，并且提出了一个值得注意的猜测：“这不是不能的……每一在集合论中可表达的命题，从现有的公理加上关于所有集合的全域的巨大性（largeness）的某个真的断定，是可判定的。”^①关于第二个概念，他首次引进了序数可定义性（ordinal definability）概念（通常称作“序数可定义的集合”）。不过，哥德尔说，从他的考虑所得到的概念“不是在严格意义下绝对的”，而只是关于在公理集合论中所描述的集合系统的。他说，“所考虑的这两个认识论概念，或任何其它概念，是否能以一种完全绝对的方法处理是一具有完全不同性质的问题。”^②哥德尔关于绝对可证明性和绝对可定义性概念的分析和说明，表明我们绝大多数人觉得完全不可能精确处理的问题，他是怎样处理得十分精确的。

在关于心（思维，mind）与机器的关系问题的讨论中，哥德尔的不完全性定理曾被一些人用来（宁可说是被误用来）得出这样的结论，即心比机器具有更强的能力（更大的本领）。哥德尔赞同人类的心智超过所有的机器的结论，但认为不完全性定理自身并不蕴涵这个结论。这需要几个补充的前提。哥德尔提出来的一个补充的前提是他所说的“理性主义的乐观主义”（合理的乐观主义，rationalistic optimism）。“理性主义的乐观主义”认为不存在对人类心智来说是不可判定的数论问题。哥德尔说，关于心与机器有两个最有兴趣的已严格地证明了的结果，“第二个结果是下述的析取：或者人类心智超过所有的机器（更精确地说：心比机器能判定更多的数论问题），

① 《哥德尔全集》第2卷第151页。

② 同上书第153页。

或存在对人类心智是不可判定的数论问题。”^① 他认为希尔伯特拒绝第2个析取项是正确的。希尔伯特对数学抱有强烈的乐观主义信念，相信每个数学问题都可以解决。在1900年题为《数学问题》的著名讲演中，希尔伯特说：“在数学中没有 ignorabimus（不可知）！”^② 1930年，他的故乡哥尼斯堡市授予他“荣誉市民”称号，在庆典上发表的讲演中，希尔伯特再次强有力地說：“我们必须知道。我们必将知道。”^③ 哥德尔与希尔伯特抱有同样的信念；不存在“对人类心智不可判定的数论问题”。他对这一论断作了论证。他说，“数学中已系统地、完备地发展的那些部分……显示出惊人程度的美和完善。”如果存在人类心智不可判定的数论问题，“那就意味着人类理性是极其无理性的：问一些它不能回答的问题，却又经验地断言只有理性能回答它们。这样，人类理性就会是很不完善的，并且在某种意义上甚至是不一致的。”这与“惊人程度的美和完善”是明显矛盾的。^④ 哥德尔还指出关于“心与机器等价”的证明的谬误。图灵曾经给出一个论证，以表明：产生一整数的无穷序列的每一心智方法都与一机械方法等价。对于图灵的论证，哥德尔说：“这个论证是无效的，因为它依赖于假设：一个有穷的心智只能具有有穷数目的可区别的状态。图灵完全忽视下述事实：心智在它的使用中不是静止的，而是经常发展的。……因此，虽然心智在其发展的每一阶段，它的可能状态的数目是有穷的，但没有理由为什么在其发展过程中这个数目不会收敛于无穷。”^⑤ 哥德尔说，在两个补充的假设下，图灵的论

① 《从数学到哲学》，第324页。

②③ C·瑞德：《希尔伯特》，上海科学技术出版社1982年版第101页，247页。

④ 《从数学到哲学》第325页。

⑤ 《从数学到哲学》第325页。

证变成有效的。这两个假设是：(1) 没有与物质相分离的心智，(2) 大脑的功能基本上象一数字计算机。这两个假设是今天普遍地接受的。但是，哥德尔认为，(2) 很象是真的，而(1) 是我们时代的偏见，他相信它将被科学地否证。^①

以上所说的哥德尔的哲学，他的数学实在论和概念实在论，是他关于数学和逻辑的哲学问题的观点和理论，按照哥德尔自己的说法，属于他的哲学的应用。他的哲学还未发展到能给以直接表述的阶段。从1959年开始他转向一般哲学——形而上学的研究。但是，从1959年直至1978年他逝世止，他没有再发表过一篇哲学论文。并且从目前了解的材料看，在他的遗稿中有可供研究他的哲学的丰富的资料，但是，好象是也没有在这期间撰写的已完成的哲学著作。在这期间发表的代表他的哲学思想的材料，有包括在王浩的《从数学到哲学》中，经哥德尔修改和同意后增加的部分，即该书的：第2章3.1节，第10章第7节，以及引论的第2节中和第6章第1节中注明是哥德尔的意见部分^②；以及给《从弗雷格到哥德尔》一书的编者凡海金诺的信等。这些材料的一部分，说明他的哲学观点对于他的科学发现的意义，有一部分讨论心与机器的关系，已经在前面引用了。因此，哥德尔关于一般哲学说过些什么，我们现在知道的非常少。

关于一般哲学的研究，哥德尔有一个雄心勃勃的计划，或者说一个大的理想，就是建立形而上学的公理理论。哥德尔说，作为一门精确科学的哲学，对形而上学所要做的就如同牛顿对物理学曾经做的。他认为，这样的一种哲学理论在今后一

① 《从数学到哲学》第326页。

② 同上书第X—XI页。

百年内、甚至更短的时间内发展成熟是全然可能的。^① 王浩在《关于 K. 哥德尔的反思》中说，哥德尔“追求一个形而上学的公理理论，推测会采取单子论的形式。目标是确定初始概念和它们的公理，很可能借助胡塞尔的‘加括号’的方法，使得复合的概念能被定义，关于它们的真命题能推导出来。”^② 哥德尔会沿着莱布尼茨的单子论的路线发展他的作为一种精确理论的哲学，这是由于，“虽然他使用牛顿的物理学作为一个模型，在哲学上他赞同莱布尼茨。他不满足于牛顿对物理概念的理解，而希望继续莱布尼茨更深入地分析概念的努力，使得物理概念与形而上学的真正的初始概念相融合。”要建立形而上学的公理理论，我们的任务就是要确定形而上学的初始概念 C 和对于它们的公理 A，使得只有初始概念 C 满足公理 A，并且公理 A 是隐含在 C 的我们的原来的直观中。这种初始概念自然必须是明晰的，我们对它有清楚的理解的，这样才能找到对于它们的公理。对于含混的直观概念不可能确立对于它们的公理。明晰的概念是通过对概念的分析得到的，通过对直观概念的分析而得到明晰的概念并找到对于它们的公理，这项工作不会是一次性完成的。从集合论的例子中我们知道，康托尔有直观的集合概念并建立起了内容丰富的集合论理论。但是康托尔的集合概念还不是一个明晰概念，也没有确立对于它们的公理，并且由于直观概念中有含混的因素，而导致在理论中出现悖论。策尔梅洛通过对康托尔的集合概念和理论的分析，有了明晰的集合概念即集合的迭代概念，并提出了对于它们的公理。但在策尔梅洛确立的公理中还没有置换公理。只有对集合的迭代概念作更精细的分析，才能确立置换公理。并且随着进

① 《从数学到哲学》第 85 页。

② 《关于 K. 哥德尔的反思》第 196 页。

一步的发展而引进了越来越多的强无穷性公理。可以设想，实现确定形而上学理论的初始概念和找到对于它们的公理的任务，大致也和集合论中的情形类似。当然，哥德尔提出建立形而上学的公理理论，把哲学发展成为一种精确的理论，只是他的一个理想。看来他自己也并不认为，这个理想是他就能完全实现的。他只是认为，这样的一种哲学理论在今后一百年或更短时间内建立是完全可能的。实际上，对哥德尔本人来说，形而上学包括哪些初始概念也是尚未确定。哥德尔的理想是否能实现或可实现的，自然也是有疑问的。

这里值得注意的，是哥德尔关于概念的几个观点，或者说，他的客观主义哲学的概念理论。^①“如果我们从一含糊的直观概念开始，我们如何能找到一个忠实地与它相应的明晰的概念？”哥德尔的回答是，“明晰的概念是始终在那里的，只是我们最初没有清楚地觉知它。”他说，这和对我们的对一个动物的先是远距离而后在近处的知觉是类似的。他考察了几个例子：机械方法（程序）、形式系统、速度、（与“形状”相对的）“大小”、连续、点。他说，在图灵之前，我们没有明确地觉知机械方法的明晰概念。机械方法的精确概念由产生部分递归函数的图灵机清楚地阐明了。借助“为一图灵机可执行的”这个明晰的概念得到的‘机械的’这概念的定义是正确的且唯一的。他说，在他所考察的这些场合，其解都是无疑问地唯一的，使得只有它们满足一定的公理，根据精细检查，我们发现这些公理是无可否认地隐含在我们已有的概念中。也有这样的情形，我们把两个或更多个精确的概念混杂在一个直观的概念中，于是我们似乎得到荒谬的结果。但是当我们认识到是几个不同的精确概念一起混杂在直观的概念之中时，荒谬就消失

^①《从数学到哲学》第84—86页。

了。总之，“如果没有明晰的东西作始点，这就难于理解，在许多场合，一个含糊的概念如何能唯一地决定一个明晰的概念，甚至连最微小的选择自由都没有。”不过，哥德尔考察的概念都是数学性质的，在其它的领域是否也这样呢？

哥德尔推广知觉概念，提出了“概念（的）知觉”，认为“感性知觉与概念知觉之间的相似性大于差别性。事实上，对物理对象的觉知比对概念的觉知更间接。”与“感性知觉”对举提出“概念知觉”，这是和前面说过的哥德尔的一个重要观点直接相关的，即：存在的是客体和概念二者。利用概念知觉这一概念，就可以解释下面的问题：按照哥德尔的看法，精确的概念是客观的、不变的，而我们的直观概念显然是变化的。哥德尔认为，变化的乃是我们对固定的概念的知觉。

哥德尔关于概念的观点，从辩证唯物主义的观点来看，显然是不能完全赞同的。但是，哥德尔关于通过概念分析而得到精确概念，并且找到关于它们的公理的看法，无论对科学还是对哲学的研究，都是很有意义的。并且这种意义是早已为科学史上许多成功的实践所证实了。

参 考 文 献

哥德尔生前发表的著作都已编入他的 *Collected Works* 第 I 卷和第 II 卷。下面所列的哥德尔的文章，将不列出原始出处，而只标明编入 *Collected Works* 哪一卷，和重印在哪部文集中。使用以下缩写：CW (1) 指 *Collected Works* 卷 I，CW (2) 指卷 II；BP 指 P. Benacerraf 与 H. Putnam 编的 *Philosophy of Mathematics*；FG 指 J. van Heijenoort 编的 *From Frege to Gödel*。

I. K·哥德尔的著作

1930. Die Vollständigkeit der Axiome des logischen Funktionenkalküls. Reprinted (in English) in FG, and (with English) in CW (1).

1931. Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I. Reprinted (in English) in FG, and (with English) in CW (1).

1939. Consistency proof for the generalized continuum hypothesis. Reprinted in CW (2).

1944. Russell's mathematical logic. Reprinted in BP, and in CW (2). 中文翻译见《数理哲学译文集》，商务印书馆1988年。

1946. Remarks before the Princeton bicentennial conference on problems in mathematics. Printed in *The Undecidable* (ed. by M. Davis), and in CW (2).

1947. What is Cantor's Continuum Problem? Reprinted with supplement in BP, and in CW (2). 中文翻译见《数理哲学译文集》。

1986—1990. *Collected Works*, Vol. I, 1986; Vol. II, 1990.

II. 其它作者的著作

P. Benacerraf and H. Putnam, editors

1964. BP. *Philosophy of Mathematics: Selected Readings*.

M. Davis, editor

1965. *The Undecidable*.

S. Feferman

1986. Gödel's life and work, in CW (1), pp. 1—36.

J. van Heijenoort, editor

1967. *FG. From Frege to Gödel: A Source Book in Mathematical Logic.*

S. C. Kleene

1976. The work of Kurt Gödel, *The J. of Symbolic Logic*, vol. 41, pp. 761 - 778; addendum, *ibid.* 43 (1978), p. 613.

G. Kreisel

1980. Kurt Gödel, 28 April 1906 to 14 January 1978, *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*, Vol. 26, pp. 148 - 224 (corrections, vol. 27, p. 697, and vol. 28, p. 718).

Hao Wang 王浩

1974. *From Mathematics to Philosophy.*

1981. 《数理逻辑通俗讲话》，科学出版社，北京。

1987. *Reflections on Kurt Gödel.*

崩 因

陈 波 撰

篇 目

一、蒯因的生平和著作·····	(282)
二、蒯因的逻辑理论·····	(291)
(一) 逻辑系统 ·····	(291)
(二) 逻辑哲学 ·····	(297)
三、蒯因的语言哲学·····	(300)
(一) 自然主义语言观 ·····	(300)
(二) 行为主义意义论 ·····	(301)
(三) 翻译的不确定性 ·····	(304)
(四) 指称的不可测知性 ·····	(304)
(五) 本体论的相对性 ·····	(305)
四、蒯因的认识论·····	(306)
(一) 自然化认识论的主题·····	(307)
(二) 发生学方法 ·····	(308)
(三) 语言学习理论 ·····	(309)
(四) 经验决定理论的不充分性 ·····	(310)
(五) 整体主义知识观 ·····	(310)
(六) 拒斥“经验论的两个教条” ·····	(311)
五、蒯因的本体论·····	(313)
(一) 本体论观 ·····	(313)
(二) 本体论学说 ·····	(315)
(三) 本体论立场 ·····	(318)
六、简要的评论·····	(320)



巖田 (1906 年一)

蒯 因

陈 波

威拉德·范·奥曼·蒯因 (Willard Van Orman Quine, 1908—), 当代美国著名哲学家和逻辑学家, 在逻辑学和逻辑哲学、语言哲学、认识论和科学哲学、本体论等方面都有独创性研究, 提出了一系列新颖独到的学说。例如, 他用现代逻辑方法研究本体论, 提出了“存在就是作为约束变项的值”、“没有同一性就没有实体”的口号, 从而恢复了一度为逻辑实证主义者所拒斥的本体论问题在哲学研究中的地位; 他严厉抨击经验论的两个教条, 提出自然化认识论和整体主义知识观, 从而导致了逻辑实证主义在 60 年代转向逻辑实用主义并最终衰落; 他发展自然主义和行为主义的语言观和意义论, 提出了翻译的不确定性, 指称的不可测知性、本体论的相对性等重要论题, 在语言哲学领域造成深远的影响。总之, 在分析哲学特别是美国分析哲学的发展中, 在逻辑实证主义 50 年代之后的演变中, 蒯因起了关键性作用。当代英国著名哲学家艾耶尔 (A.J. Ayer) 指出: “自从维特根斯坦去世以及罗素的主要兴趣从哲学转向政治之后, 美国人威拉德·蒯因就成为他的同行中影响最大的在世哲学家, 至少在英语国家是如此。”^①

^① 艾耶尔:《二十世纪哲学》, 上海译文出版社 1987 年版第 276 页。

一、蒯因的生平和著作

蒯因于1908年6月25日出生于美国俄亥俄州阿克朗郡。其祖父母均系来自欧洲的移民。母亲曾在大学就读，中途辍读，在一所公立学校任教，蒯因全名中的 Van Orman 来自其有荷兰血统的外祖父。父亲高中毕业，但自学法律、会计和工程学，在重工业的模具制造业取得初步成功，于1917年建立了自己的商行。据蒯因在自传中称，他父亲精力充沛，勤于思考，爱好地方史和果树栽培。

蒯因童年有两大兴趣：一是地理学，具体表现在自有记忆开始就对地图感兴趣。在十几岁时，画了家乡附近几个地方的地图。直至70年代，蒯因还写了4篇地图集的书评。由于对地图的兴趣导致喜欢出外旅行，6岁时随家人到过尼亚加拉瀑布，并横穿加拿大。旅游的兴趣保持终身，蒯因一生利用讲学、开会等机会，走遍了欧洲的所有国家，并到过美洲、非洲、亚洲的一些国家。童年延续了七年的另一个重要消遣是精致的虚构（elaborated make-believe），后又对集邮感兴趣。15—16岁时编辑月刊《O·K·集邮讯息》，并在18个州有订户。蒯因晚年回忆说，看到自己的文章被印成铅字十分高兴，就如同1932年第一次发表逻辑论文时一样。

蒯因早年受当时风气之影响，选择职业出于两个考虑，一是追求荣耀，二是出于兴趣。由于前者，他不愿作制图师和邮票商，尽管他对此有兴趣；由于后者，他不愿当工程师，因为他讨厌机械工作。在中学时，当他面临在经典的、科学的、技术的和商业的课程之间作出选择时，他选择了科学课程。由于受母亲以及母亲所崇拜的当时在大学教数学的舅舅的影响，他对数学很有兴趣，并且成绩很好，想在数学领域一试身手。同

样受舅舅的影响，他几乎读完了爱伦·坡的所有作品，并由此触发了对哲学的兴趣。中学时读了两本哲学著作：麦克斯·奥托的《事物和理念》以及威廉·詹姆士的《实用主义》。中学毕业前后，由于读了麦克赖特的《英语词及其背景》一书，对辞源学产生了兴趣。可以说，中学时所养成的对数学、哲学、语言学三者的兴趣，持续了蒯因的整个学术生涯。

蒯因中学毕业后在银行短期工作几个月后，于1926年进入奥伯林学院。当时他拿不定主意究竟是学数学，还是学哲学或语文学（Philology），后者主修古典文学。后来一位有见识的高年级学生向他介绍了罗素的数理哲学，并告诉他，数学由于与哲学之间有某种联系而成为大有可为的领域。蒯因由于看到了他的互相竞争的兴趣结合起来的途径，因此决定主修数学，同时兼修数理哲学和数理逻辑。在奥伯林期间，课余广读罗素的著作，如《婚姻和道德》、《怀疑论文集》、《逻辑原子论哲学》、《我们关于外部世界的知识》、《相对论ABC》、《数理哲学导论》等，并且语言学兴趣不减，选修了希腊语和法语，还听过心理学课程，并因此阅读了华生关于行为主义的著作。从1928年开始，通过系主任凯尔恩斯的指导，接触到现代逻辑，并读了文恩的《符号逻辑》、皮亚诺的《数学的陈述》、罗素的《数学原则》、怀特海的《数学引论》，以及怀特海和罗素合著的《数学原理》。1929年，推广了古杜拉的一个定理，并在PM系统中加以证明，三年后发表于伦敦数学会刊。1930年，在《美国数学月刊》上发表了关于尼柯德的《几何基础和归纳》一书的书评。1930年，以四年平均成绩A⁻从奥伯林学院毕业。

1930年秋，出于对当时在哈佛大学哲学系执教的怀特海的仰慕，蒯因进入哈佛大学研究生院，受教于怀特海、刘易

斯、谢弗等人门下。这三人都著名的数理逻辑学家，怀特海还是一位过程哲学家，刘易斯是模态逻辑的创立者，概念论实用主义哲学家。1931年，罗素到哈佛大学讲学。蒯因在其自传中说，当他看到怀特海和罗素并肩坐在一起时，深深感受到什么叫“伟大”。怀特海将他推荐给罗素，蒯因向罗素谈了自己关于多元关系的思想。尽管蒯因与怀特海关系融洽，但他与后者是具有不同气质的哲学家，其研究哲学的方式也迥然有别，因此怀特海对蒯因的实际影响并不大。但蒯因在逻辑和数理哲学方面却深受罗素的影响，他曾把自己的《集合论及其逻辑》（1963年）一书献给罗素，并在该书扉页上写道：“罗素的思想长期以来在这门学科中巍然耸立，他的著作激起我对这门学科的兴趣。”不过，蒯因后来并不完全赞同罗素的观点，他试图在其逻辑体系和集合论方面取得罗素的《数学原理》那样的成功，而不采取罗素在类型论上的观点。

1931年春，蒯因取得硕士学位。接着又在怀特海指导下，用不到两年的时间完成博士论文《序列的逻辑：〈数学原理〉的推广》，并于1932年24岁生日前获哲学博士学位。这篇论文于1934年修改后出版，书名为《逻辑斯蒂的系统》。蒯因在哈佛四年学习十分努力，成绩不是A⁺就是A⁻。他当时的同学后来回忆说：“逻辑学家威拉德·蒯因待人友善，性格开朗。他对外国、外国文化和历史感兴趣，他熟悉一些斯拉夫语的词汇，经常很有兴致地用在我身上。他已在数理逻辑方面赢得声誉。我记得他身材细长，黑头发，黑眼睛，热烈而认真。在1936年总统选举期间，罗斯福击败了兰登。在罗斯福取得压倒优势的胜利后，上午九点我在威德纳图书馆的楼梯上碰到蒯因。我们停下来聊天，我问他：‘你对这个结果怎么看？’‘什么结果？’他答道。我说当然是总统选举，‘现在谁是总统？’

他漫不经心地问道。这反映学界许多人的特点。”^①

1932—1933年，蒯因偕妻子赴欧洲留学，此行还到过亚洲和非洲的一些国家。他在维也纳呆了五个月，听了石里克(M. Schlick)的讲演，参加了维也纳学派的讨论会，结识了石里克、纽拉特、赖欣巴赫、哥德尔、门格尔、哈恩、魏斯曼、艾耶尔等维也纳学派成员。随后在布拉格呆了6周，在华沙呆了6周。在布拉格，蒯因结识了卡尔纳普，听了他的讲演，读了他的《世界的逻辑构造》的德文打字稿，并在他家里与他一起讨论，在分别之后仍保持频繁的通信联系。蒯因此行在哲学方面深受卡尔纳普的影响，他后来在其自传中回忆说：“这是我第一次在理智上与一位老一辈的人持久接触，更别说是位伟大的人了。我第一次真正感觉到：我的思想被一位活的师长而不是一本死的书点燃了。”^②蒯因后来把自己的主要著作《语词和对象》一书献给卡尔纳普，称后者为“我的老师和朋友”，并说：“我在6年时间内一直是他的门生……，甚至在我们之间出现意见分歧的情况下，主题仍然是由他确定的；我的思路主要是由在我看来他曾对之发表过见解的那些问题决定的。”^③蒯因在欧洲留学期间，主要通过卡尔纳普接受逻辑实证主义的影响，40年代后期他转过来反驳逻辑实证主义的某些传统观点时，也是以卡尔纳普的著作为主要论敌。如果说在布拉格的收获是哲学方面的，那么在华沙的收获则是逻辑方面的。在华沙，他与波兰著名逻辑学家塔尔斯基(A. Tarski)、列斯尼夫斯基和卢卡西维茨过从甚密，共同切磋讨论；此外还

① S. Ulam: *Adventures of a Mathematician*, 1976, P. 87.

② L.E.Hahn 和 P.A.Schilpp, ed: *The Philosophy of W.V.Quine*, Open Court Pub.Co, 1986, P.12.

③ J.Hintikka, ed. *Rudolf Carnap, Logical Empiricist*, 1975, P. XXV.

结识了柯塔尔宾斯基、库拉托夫斯基、爱裘凯维茨等人。蒯因认为他这次欧洲留学收获丰富，把它看作他个人思想上的一次“文艺复兴”，特别是把在布拉格和华沙停留的两个月看作是他一生在思想上收益最多的时期。

1933年下半年，蒯因回到哈佛，任初级研究员，他幸运地得到了三年自由研究的机会，既可以把他刚获得的令人振奋的新观念加以消化和反思，又可以为他持久的教学生涯作准备。蒯因于1934年在哈佛发表了关于卡尔纳普的一系列讲演。1936年开始任讲师，历时5年，此期间曾任美国符号逻辑协会副会长。1941年任副教授。在1940—1941的上半学年，罗素、卡尔纳普、塔尔斯基、古德曼和蒯因全部在哈佛大学。他们形成了逻辑问题讨论小组，卡尔纳普就他试图把逻辑真理确定为一个语言学概念的问题作了几次讲演。塔尔斯基和蒯因反对卡尔纳普在逻辑真理与事实真理之间作出明确区分的尝试。蒯因在此次讨论前后所形成的思想后来发表在《经验论的两个教条》（1951）那篇著名论文中。1942年10月至1945年底，蒯因在美国海军服役，具体从事密码的译解和分析工作，退役时为海军少校。1946年回到哈佛，1948年升正教授和高级研究员。1952年任哈佛大学哲学系主任。1953—1955年任美国符号逻辑学会会长。1956年夏，任埃德加·皮尔士讲座教授。1957年任美国哲学会东部分会主席。1978年从哈佛退休。自1930年进入哈佛以来，除了短期出外讲学、访问、合作研究等等之外，蒯因一生都是在哈佛度过的，以致他的学生、著名逻辑学家王浩说：“在长达半个世纪的时期内，蒯因已经使哈佛大学成了他的家。”^①

1935年至1950年是蒯因学术生涯的一个重要时期。此阶

^① Hao Wang: *Beyond Analytic Philosophy*, The MIT Press, 1986, P. 153.

段有两大特点：一是关键思想的形成期。王浩曾指出：蒯因有影响的思想，大多可追溯到1940年以前那5年。《约定真理》于1935年完成，1939年他表露了对分析的疑虑，这些疑虑后来在他的《经验论的两个教条》（1950）中得到有说服力的系统阐述。《数理逻辑新基础》及其初稿是1936年写出来的，接着是《数理逻辑》一书（1940）。论述存在和本体论的两篇论文即《指称和存在》、《本体论问题的逻辑探讨》发表于1939年，这两篇文章在很大程度上预先道出了《论有什么》（亦译《论何物存在》，1948）中论述得更明确的那个建议，即“存在就是成为约束变项的值”。这就是说，代表蒯因思想和成就的三篇论文即《新基础》、《两个教条》、《论有什么》都是这个时期发表的，蒯因以后的工作只是系统发展、扩充包含在这些论文中的思想。

另一个特点是主要关注于逻辑。到1950年时，蒯因已出版了5本书，全都是逻辑方面的，并且多数是教科书。王浩曾指出：“蒯因常把教学工作同著书立说结合起来”，此话是有根据的。第一本书是由他的博士论文改写而成的《逻辑斯蒂的系统》（1934），其中提出一个可以从中演绎出罗素、怀特海的PM系统的系统。1940年出版的《数理逻辑》将《新基础》一文中提出的NF系统发展为ML系统，后者比NF系统更强和更方便。《初等逻辑》（1941）是应教学急需而写的一本逻辑入门书；《新逻辑纲要》于1944年用葡萄牙语出版，是蒯因于1942年在巴西圣保罗作访问教授时就现代逻辑所作的一系列讲演。《逻辑方法》（1950）也是一本教科书，它是阐述现代逻辑的形式概念和发展形式推理方法的著作，全书包括引言和四个部分，既覆盖了数理逻辑最基本的内容，又有作者自己的独特见解和理论，并讨论了一些相关的逻辑哲学问题。后来还出版了三本与逻辑直接相关的书；《集合论及其逻辑》（1963）是

一本专著，共 14 章，分为三部分：第一部分以不同的方式概述了《数理逻辑》一书的重要内容；第二部分讨论实数、基数和序数；第三部分比较集合论的不同公理系统。此书是蒯因将他自己的 NF 和 ML 系统与集合论的标准系统加以比较的结果，由 1953—1954 年在牛津发表的讲演扩充而成。《逻辑论文选》（1966）收集了 1934—1960 年写的 23 篇数理逻辑论文。《逻辑哲学》（1970）也是一本专著，分 7 章，依次讨论了意义与真、语法、真、逻辑真、逻辑的范围、异常逻辑、逻辑真的基础等问题。王浩曾指出：“蒯因在逻辑方面工作的两个突出特点是：对于形式精确性的成功关注和对于本体假定的特别偏爱。这些特征与他对语言的兴趣结合在一起，溶入到他关于逻辑真理、分析性、同义、存在、意义、指称、模态、翻译、个体化以及语言学习等等的哲学工作中去了。”^①

1950 年是蒯因勤奋研究和写作的一生的转折点，如果说此前他重点关注逻辑，那么此后则把主要精力转向哲学。蒯因于 1980 年回忆说：“1950 年，当我正在写《逻辑方法》一书并修订《数理逻辑》一书时，已着眼要写一本具有广泛哲学性质的著作。这本书写成就是《语词和对象》，而它的写作用了九年时间。在 1952 年之际我预见到这将是一件旷日持久的工作，而我则急于要使我的那些哲学观点在那时就成为人们易于理解的东西。有一次亨利·艾肯和我以及我们的夫人去参加格林威治村夜总会，我把这个计划告诉了他，当时哈里·贝拉封特刚唱完‘从逻辑的观点看’这个即兴小调。亨利指出，这是一个很好的论文集的标题，而它果然成了我这本书的书名。”^②《从逻辑的观点看》（1953）共收入了 9 篇论文，其中 3 篇是如

^① Beyond Analytic Philosophy, P. 158.

^② 威拉德·蒯因：《从逻辑的观点看》，上海译文出版社 1987 年版第 4 页。

前所述的蒯因最有代表性的论文。贯穿全书的论题主要是两个，一个是意义问题；尤其是与分析陈述的概念有关的意义问题；另一个是本体论承诺的概念，尤其是与共相问题有关的本体论承诺的概念。《语词和对象》1959年6月3日写完，1960年出版。《语词和对象》的主要目的就是要对《经验论的两个教条》中的认识论加以阐释和精制，要将其中简单的比喻所包含的内容用最通俗的话表达出来。全书共7章，由分别讨论语词、对象以及语词与对象的联系三部分组成。第一部分企图给语言以经验基础，以人类的行为和知觉环境来解释人类对语言的使用。在这里蒯因提出了著名的译不准论题：从一种语言译成另一种语言是译不准的，两种互不相容的翻译方法可以同样是恰当的和可以接受的。第二部分是关于形而上学的经典问题：何种对象存在？真正存在的是什么？蒯因的回答是：存在着物理对象（即四维时空的实体）和抽象对象（对象的类）。如果实体能在经验上被证实或者具有理论上的效用，这些实体就被假定是存在的。第三部分解释一个人的本体论承诺是怎样用语言明晰地表达出来的。蒯因认为，一阶谓词逻辑是标准记法，即逻辑上明白无误的语言，它明确了一个理论的本体论承诺。

60—70年代，蒯因又发表了一系列著作，进一步充实和发展他的观点。1966年出版《悖论的方式及其他论文》，这是一本论文集，收入21篇论文，讨论数学基础、必然真理、逻辑真理、本体论等范围广阔的问题。1969年出版《本体论的相对性及其他论文》，此书主体部分是蒯因1968年3月在美国哥伦比亚大学约翰·杜威讲座发表的系列讲演，由于份量太小不足以成书，于是收入了另外5篇论文，着重讨论对象、存在、量化及本体论的相对性等问题。1970年出版《信念之网》，此书是蒯因与其学生乌利安合写的一本专著，比较通俗

地阐述了蒯因关于科学方法的观点。1974年出版《指称的根基》，此书是蒯因在保尔·卡洛斯讲座发表的三次讲演，但有完整的主题，是一本专著，详细阐述了他的指称理论，进一步发展了他在《语词和对象》等著作中提出的观点。1981年出版《理论和事物》，这是一本论文集，收入26篇论文，讨论了范围异常广阔的问题。1990年，蒯因在他82岁高龄时又出版了一本新书：《真理的追求》，这是一本带有总结性质的专著，正象蒯因在该书序言中所说的：在本书中，“我已经把自己关于认知意义、客观指称、知识根基的各式各样交叉或联系的观点，作了修订、概括和明确解释。”^①此书是蒯因的另一代表作，他把自己的精辟见解凝炼在短短的102页篇幅里。美国哲学家J·希尔指出：“不论就任何标准来说，这一成就都是很不平常的。蒯因的探索活动以及他不断参与哲学论战的精神，对所有哲学家可以说都是一种乐趣的来源和精神的鼓励。”^②

蒯因的一生是不懈追求、勤奋著述的一生，总共出版了19本书，其中逻辑方面8本，哲学方面10本，此外还出版了一本近500页的自传《我生命的历程》（1985）。在这19本书中，教科书3本，论文集6本，专著9本，其中一本系与人合著。从1932—1985年每年不间断地都有论文或书评发表，累计发表130篇论文，其中有些重要论文收入到他的6本论文集中。另外发表论文摘要11篇，其他文章7篇，书评37篇，论文评述21篇。这近乎天文数字的著述充分显示了蒯因对学术事业的忠诚和献身精神。蒯因的努力也得到了报偿，他的19本书中总计至少有12种语言的近50个译本，所发表的有些论

^① W. V. Quine: Pursuit of Truth, Harvard University Press, 1990, P. Vii

^② J·希尔：《评介蒯因的新书〈追求真理〉》，《哲学译丛》1991年第1期第79页。

文先后被收入他人编辑的 30 多本论文集中，并且曾多次召开专门讨论他的思想的国际哲学会议，现已出版十几本由他人写作的研究他的思想的专著，著名的《在世哲学家文库》出版了蒯因专集。蒯因担任过世界许多著名学府的高级研究员、访问教授和一些国家科学院院士，获得过至少 18 个名誉博士学位。已经成为一位具有广泛而重大的国际影响的一流哲学家和逻辑学家。

二、蒯因的逻辑理论

蒯因首先是作为逻辑学家登上学术舞台的，并且，逻辑特别是一阶逻辑在蒯因哲学体系中起着理论框架的作用，“从逻辑的观点看”体现了蒯因哲学的渊源、路线、方法和特色之所在。因此，理解蒯因的逻辑理论是理解蒯因哲学的必要前提。

（一）逻辑系统

当蒯因于 1930 年进入哈佛大学钻研逻辑和哲学时，整个逻辑科学的发展正处于一个转折点。此后，逻辑研究更深入地与数学基础研究结合在一起，公理集合论、证明论、模型论、递归函数论、能行可计算理论等新分支开始勃兴。但蒯因并没有去追踪或从事上述这些方面的研究，相反他把自己的兴趣限制在初等逻辑和集合论的某个单一方面，即寻找一组雅致、相容的公理以便比较顺利地推演出普通数学。之所以如此，是因为蒯因接受了弗雷格、罗素的逻辑主义纲领，他指出：“在怀特海和罗素的《数学原理》（简称 PM）中我们有充分的证据：全部数学可以翻译为逻辑”，“每个仅由数学和逻辑记法组成的句子都可翻译为由逻辑记法组成的句子。特别是一切数学原理都可还原为逻辑原理，或至少还原为无需任何逻辑外的词汇来

表述的原理”。^①但他也认为，PM 系统还有种种缺陷和不足，如不太严格、过于复杂等，需要加以改进和完善。他甚至认为，“数理逻辑的进步就在于对《数学原理》的改进”。^②这一认识决定了蒯因逻辑研究的途径与方向：改进 PM 系统，以作为演绎出全部数学的基础。在这方面，蒯因先后提出了两个公理简明、特性奇异的系统 NF 和 ML。

NF 是蒯因在《数理逻辑的新基础》一文（1937）中提出来的系统，它的语言除变元 $x, y, z, x', y', z', \dots$ 等等之外，只包含三个初始符号：（1）“ \in ”是一个二元谓词，表示“属于关系”：在 β 是类的情况下， $\alpha \in \beta$ 读作“ α 是 β 的一个分子”；在 β 是个体的情况下， $\alpha \in \beta$ 读作“ α 是个体 β ”。这样一来，就导致每个个体都与它的单元类相混淆，但蒯因认为这无多大妨碍。（2）“ $|$ ”是一个二元联结词，读作“析否”，“ $A|B$ ”的意思是“并非即 A 又 B”， $A|B$ 为假当且仅当 A 和 B 都真。（3）全称量词“ (α) ”。蒯因认为，“在《数学原理》意义上的整个逻辑，因而整个数学，都能翻译成只由无穷多个变元‘ x ’、‘ y ’、‘ z ’、‘ x' ’等以及这三种形式的记号复合构成的语言。”^③当然这要求诉诸定义，通过定义由初始符号引入 PM 系统的其他逻辑概念，进而构造出其他数学概念。NF 有如下四条公理模式：

$$A1 \quad (A| (B|C)) | ((D \rightarrow D) | ((D|B) \rightarrow (A|D)))$$

$$A2 \quad (\alpha) A \rightarrow A (\beta), \text{ 这里 } \alpha \text{ 和 } \beta \text{ 是不同的变元}$$

$$A3 \quad (\exists x) (y) ((y \in x) \leftrightarrow A), \text{ 这里 } A \text{ 是分层公式且不含 } x$$

① 《从逻辑的观点看》第 74 页。

② W. V. Quine: *Mathematical Logic*, Harvard University Press, 1981, P.3.

③ 《从逻辑的观点看》第 75 页。

$$A4 \quad (x \subset y) \rightarrow ((y \subset x) \rightarrow (x = y))$$

此外，它还有两条推理规则

R1 如果 A 和 A | (B | C) 都是定理，则 C 是定理。

R2 如果 $A \rightarrow B$ 是公理，而 α 不在 A 中自由出现，则 $A \rightarrow (\alpha) B$ 是定理。

A3 可以叫做抽象原理，它保证：给定任一要求于 y 的条件 A，都存在一个类 yA ，其分子正好是满足条件 A 的那些对象 y。这里要求 A 是分层 (stratified) 公式。在 NF 中，公式分为分层的和不分层的两种。一个公式 A，若可以找到一种方式，对 A 中的每一变元指派一个自然数 (相同的变元指派相同的自然数)，使得 A 中每个由符号 \in 联系的表达式，都成为 $n \in n + 1$ 的形式，则称 A 是分层的，否则称为不分层的。例如，公式 $(x \in y) \rightarrow (y \in z)$ 是分层的，因为对 x、y、z 可分别指派 1, 2, 3，使上述公式有 $(1 \in 2) \rightarrow (2 \in 3)$ 的形式。反之，公式 $(x \in x)$ 和 $(x \in y) \vee (y \in x)$ 则是不分层的。蒯因特别提醒说：“定义性简写都是与形式系统无关的，因此在检验一个表达式是否分层之前，必须把它扩展成初始记法。因此，‘ $x \subset x$ ’ 将被表明是分层的，而 ‘ $(x \in y) \wedge (x \subset y)$ ’ 则不是。”蒯因指出，假如 A3 没有 A 必须是分层公式且不含 x 这一限定，则很容易导致罗素悖论：这是因为 A3 给出定理

$$(\exists x) (y) ((y \in x) \leftrightarrow \sim (y \in y))$$

一旦我们特别地把 y 取作 x，这就得到一条自相矛盾的定理：

$$(\exists x) (x \in x \leftrightarrow \sim (x \in x))$$

而假如我们杜绝把 $(y \in y)$ 这样的不分层公式用作公理 A3 中的公式 A，这就能消除罗素悖论及其他有关悖论。

公理 A4 叫做外延性公理，其意思是：一个类由其分子所决定，换句话说，若两个类有相同的分子，则这两个类相等，因此，A4 可改写成下述形式：

$$A4' \quad (x) (y) (z) ((z \in x \leftrightarrow z \in y) \rightarrow x = y)$$

蒯因指出， A_1 和 R_1 提供的定理构成真值函项理论，而且 A_2 和 R_2 提供了处理量词的技法， A_1 、 A_2 、 R_1 和 R_2 所提供的定理构成量化理论。 A_3 和 A_4 特别地涉及类属关系。于是，NF 实际上包含三个不同的部分：真值函项理论，量化理论和类理论，并且由于这三部分是依次包含的，所以它们就结合为一个完整的整体，即类理论或集合论。因此，NF 本质上是一个类理论或集合论的公理系统。

部分地为着克服 NF 在数学归纳法方面遇到的困难，蒯因在《数理逻辑》一书（1940）中提出了一个比 NF “更强且更方便”的系统 ML。在 ML 中，类分为两种：一是可以充当某个类的元素的类，蒯因称之为元素或集合；一是不能作为某个类的元素的类，称为非元素或真类。变元以所有的类为变域。ML 系统是通过修改 NF 而得到的，即将其中的 A_3 换成以下两个公理模式：

$A3'$ $(\exists x) (y) (\exists z) (y \in x \leftrightarrow y \in z \cdot A)$ ，这里 x 不同于 y 且 A 不含 x 。

$A3''$ $(\exists z) (y_1, y_2, \dots, y_n \in z \rightarrow xA \in z)$ ，这里 x, y_1, y_2, \dots, y_n 是 A 中的自由变元，且 A 本身是分层公式，且其中的约束变元都是元素或者集合。特别地，当 $n=0$ 时， $\exists_2 (\hat{x}A \in 2)$ 。

这里， $A3'$ 是关于类存在的，它放弃了 NF 中 A_3 关于公式 A 必须是分层公式这一要求，预设了满足任一条件 A （分层的或不分层的）的所有元素的类存在。 $A3''$ 是关于元素身分的，预设了恰好是对于 NF 存在的那些类具有元素身分。

把 ML 和 NF 加以对比，就会发现：数学归纳法在两者之中有不同的遭遇。数学归纳法这条规律是说，任何条件 A ，如

果它对于 0 成立，而且只要对 x 成立则对 $x+1$ 成立，那么它就对于每个自然数成立。这条定律的逻辑证明是这样简单进行的：把“ z 是一自然数”定义为

$$D_1 \quad (y)([0 \in y \cdot (x)(x \in y \rightarrow x+1 \in y)] \rightarrow z \in y)$$

然后取 D_1 中的 y 作为满足 A 的那些对象的类。但是此证明在 NF 中只对于分层公式成立，对于不分层的 A 则行不通，因为缺乏任何保证能有一个正好满足 A 的那些对象组成的类。但在 ML 中，给定任何分层的或不分层的 A ，ML 都保证了其所有元素都满足于 A 的那个类存在，因此数学归纳法在 ML 中对任何公式都普遍成立。蒯因因此认为，ML 较之 NF 优越，对于作为数学演绎大厦的基础来说，ML 在本质上比 NF 更强和更方便。

出于历史兴趣，提及下述一点是必要的：如上所述的 ML 并不是蒯因本人原来的系统，J·B·罗塞尔 1942 年证明：在蒯因原来的系统中可以推出布拉里—福蒂悖论，因而该系统是不一致的。蒯因很快提供了一个修正，但王浩于 1948 年提出了一个更好的修正。蒯因采纳了王浩的修正，其结果就是如上所述的 ML 系统。

我们可以简单讨论一下 NF 和 ML 的一些性质。NF 实际上放松了类型论不许类型混淆的要求。在 NF 中，若完全遵循类型论，则必须把公理 A_1 — A_3 及规则 R1 和 R2 中的公式都规定为分层公式，并且加上一个统一的假设：要作为定理推出的表达式都同样须是分层的。这就是说，类型论是通过从语言中排除全部不分层公式来避免矛盾的。但蒯因认为，“其实我们不妨继续默认不分层的公式而只是明确地把规则 3 限制为分层的公式来达到同一目的。”^① 这就是 NF 所采用的办法。这

① 《从逻辑的观点看》第 85 页。

两种方法带来了很不相同的后果：按类型论，存在无穷多个不同的空集和全集；而在 NF 中，空集和全集都是唯一的。因此，NF 比类型论更简便、更自然，更符合人们的直观。许多逻辑学家指出：NF 是类型论经极大简化之后的翻版，它表明：用对数学主体部分极少的伤害来剜出已知的悖论，是可能的。^①

ML 是 NF 的改进和扩充，它当然保留了 NF 的主要优点。有人评论说，ML 在语法上是完美的，其基本装置惊人地简单和雅致：单一型式的变元以所有事物组成的全域为变程，只含三个初始符号，其中一个用于真值函项，一个用于量化，最后一个用于类属关系。在 ML 之前，尽管已经有人认识到：集合论可以用如此简单的记法来展开，但从没有人真正把此种认识付诸实施，ML 则是满足上述要求的真正严肃的努力。逻辑学家詹森曾谈到：正是阅读蒯因的《数理逻辑》一书，使他作出了从经济学转到逻辑学的决定。

NF 和 ML 这两个系统受到了广泛的关注和研究。通过几十年的研究，获得了关于 NF 和 ML 的一些重要结果，它们分别刻划了 NF 和 ML 的一些重要性质。这些结果是：NF 可有穷公理化；如果 NF 是相容的，则 ML 也是相容的；NF 没有标准模型；如果 NF 是相容的，则 ML 的类 N_n 不是集合；选择公理在 NF 中不成立；无穷公理在 NF 中可导出；NF 是相容的，当且仅当，类型论有类型歧义模型；等等。但值得注意的是，NF 的相容性迄今仍未得到证明，并且也没有得到反证，仍然是一个有待解决的问题。

^① 参见 *The Philosophy of W. V. Quine*, P. 576。

(二) 逻辑哲学

蒯因指出，在其教学和著述活动中，他的主要目的是向学生灌输一种对于逻辑的健全的哲学态度。^①这是有其原因的。蒯因本质上仍是一名经验论者，对于经验论来说，难题在于如何充分适当地说明逻辑和数学的确实性、清晰性、可应用性及其范围；特别是对于蒯因来说，逻辑是他的整个哲学体系的理论框架，因此，成功地刻画逻辑的性质和范围就更显重要。逻辑哲学问题于是就成为蒯因所一直关注的重点之一。

蒯因认为，“逻辑是对于逻辑真的系统研究”，它是“真与语法这两个部分的合成物”。从他关于逻辑的全部讨论中，可以概括出他所理解的逻辑的八个特征：（1）逻辑真理是清楚明白的，或潜在清楚明白的；（2）逻辑是题材中立的，它并不偏向任何特殊的课题和领域；（3）逻辑是普遍适用的，它是包括数学在内的一切科学的工具；（4）逻辑只能是外延的，它允许指称同一对象（共指）的单称词项相互替代，允许对于同样对象为真（共外延）的普遍词项相互替代，允许有同样真值的语句替换一复合句中的成分句，在所有这些情形下，主句的真值不受影响；（5）逻辑是本体论中立的，它并不作出任何特殊的本体论承诺；（6）逻辑是可完全的，即能把在一定范围内有效的命题作为定理全部推演出来；（7）逻辑是一元的，即能够采用某种方式为全部逻辑真语句划界，划界方式的不同并不是逻辑的不同；（8）逻辑真理是可错的，逻辑本身是可被修正的，但让逻辑不受伤害始终是一个合理的策略。从这种逻辑观出发，蒯因具体讨论了逻辑与等词理论、逻辑与集合论、逻辑与语言学等的关系，并讨论了究竟是否存在高阶逻辑的问题。

^① 参见 *The Philosophy of W.V. Quine*, PP. 644—645。

关于逻辑与等词理论的关系，蒯因开始认为逻辑包括等词理论，后来改变了观点，认为等词不属于逻辑词汇，等词理论的真语句不是逻辑真理，这是因为：我们能在对象语言内作出概括如 $(x)(x=x)$ ，但谈到逻辑真理时，我们却要诉诸语义上溯，即通过谈论语句及其真假做出概括，这当中的差别是足以“将其他科学与逻辑划分开来的一个引人注目的界限。”不过，蒯因特别强调等词理论与逻辑的亲缘关系。关于逻辑与集合论，蒯因的观点也有很大的变化。早期从逻辑主义立场出发，认为集合论是逻辑的一部分；但在《逻辑哲学》一书（1970）中，蒯因却在这两者之间划了一条明确的界限，认为它们有三个重要区别：（1）初等逻辑是本体论中立的，而集合论在本体论上却承诺了类或集合的存在；（2）初等逻辑是可完全的，而集合论则不可完全；（3）集合论是多种类的，而初等逻辑不是。由于否认集合论是逻辑，所以蒯因后来也放弃了逻辑主义立场。关于逻辑与语言学，蒯因坚持两个基本观点：逻辑与语言学是紧密联系的，但逻辑并不是关于语言的。根据蒯因的本体论观点，高阶逻辑作出了一系列不可接受的本体论承诺，如命题、性质、关系以及性质的性质、关系的关系等等，因此它本身也是不可接受的。因此，蒯因坚决否认有所谓的高阶逻辑。这样一来，蒯因所理解的逻辑就只是量化理论或一阶逻辑，甚至是不带等词的一阶逻辑。把逻辑局限于一阶逻辑，这是蒯因逻辑哲学的一大特色。

蒯因从其整体主义知识观出发，认为逻辑和数学也属于知识总体的一部分，受到观察和经验的间接支持，在原则上也可以被修正。但他同时强调指出，由于逻辑具有清楚明白性、题材中立性和普遍适用性，并在整个知识体系中占有中心或支柱的地位，因此在逻辑上对逻辑的修正必须慎之又慎：让逻辑不受伤害始终是一个合理的策略。

关于象多值逻辑、直觉主义逻辑、量子逻辑等异常逻辑，蒯因持有一种保守主义的立场，认为异常逻辑与标准逻辑（即一阶逻辑）不构成竞争关系，而是不可比较的。这是因为，当非标准逻辑承认某些逻辑而标准逻辑否认它们时，这两者似乎使用了相同的逻辑词汇和记法，但仔细分析就会发现，实际上这两种逻辑赋与这些词汇和记法以不同的意义，因此这两种逻辑是在谈论不同的题材，改变了论题，所以可以并行不悖。但根据“最小代价最大收益原则”，还是应该拒绝承认异常逻辑是真正的逻辑。

蒯因从动机、来源、解释等方面对模态逻辑进行了全面的攻击，其要点如下：（1）模态逻辑产生于混淆表达式的使用与提及，因而从其来源看就是不合法的；（2）在模态语境中，一阶逻辑的同一性替换原理和存在概括规则失效；（3）若要排除模态语境的指称暧昧性，则要承认象属性、命题之类本体论上不可接受的抽象实体，并且即使如此，也依然摆脱不了困境；（4）模态逻辑导致亚里士多德的本质主义。蒯因的最后结论是：整个模态逻辑都应该取消。关于时态语句，蒯因的办法是将其纳入初等逻辑的外延框架内加以处理，即对时态语句进行所谓的“语义整编”，将其中所含的“过去”、“现在”、“将来”等时态词换成事件发生的具体时间，从而把相对于不同的时间参考点有不同真值的语句整编为具有固定真值的恒久语句，因此蒯因认为，没有必要发展一个特殊的时态逻辑。关于“相信”、“知道”之类的命题态度词，蒯因认为根本不可能为之发展一个专门的逻辑，甚至不能在逻辑范围内处理它们。

总起来看，蒯因对于逻辑的性质和范围的说明与论证很难说是成功的，这体现在以下几个方面：（1）蒯因持有过于偏狭的逻辑观。他仅把逻辑局限于量化理论或一阶逻辑，除此之外的其他一切理论都不属于逻辑的范围。他并没有真正说清楚逻

辑是研究什么的。因而也就没有从逻辑的特殊研究对象引出它的特殊本性，他所说的那些特性有些似乎纯粹属于他个人的偏好，并且这种偏好与绝大多数逻辑学家的观点以及当代逻辑发展的现实不符。(2) 蒯因的逻辑可修正论与其不可比较论题之间潜藏着矛盾与不一致。假如异常逻辑与标准逻辑真的不可比较的话，这将以两种方式把逻辑可修正论置于一中危险的境地：按一种解释，可以说修正过的逻辑与原有的逻辑并无实质性区别，而只是记法上的不同。这样一来，逻辑的修正就成为一件无足轻重的事情，实际上失去意义。按另一种更可接受的解释，可以真正地改变逻辑而不只是记法，但经修改的新逻辑与旧逻辑是不可比较的，这同样使逻辑的修正成为一句空话。因此，如果要一贯地坚持逻辑可修正论，就要全部或至少部分地放弃不可比较论题。(3) 总体上看，蒯因既想给逻辑以经验论的说明（这表现在整体论和逻辑可修正论），又想维护逻辑在科学理论体系中的特殊地位。两者之间的平衡最后只能求助于方法论上的实用主义，即所谓“最小代价最大收益原则”。因此，经验论加实用主义，这是对蒯因逻辑观的最恰当的概括。

三、蒯因的语言哲学

在蒯因那里，语言既是 he 从事哲学研究的主要领域，又是 he 思考和处理其他哲学问题的独特视角和出发点。因此，语言哲学在蒯因的整个哲学体系中具有重要地位。

（一）自然主义语言观

在蒯因的哲学体系中，自然主义和行为主义的语言观处于基础地位。蒯因从批判传统的意义理论入手，反对把意义等同

于指称的指称论语义学，以及把意义视为人心中的观念的观念论语义学，而主张与杜威（John Dewey）一道转向自然主义，即认为语言是一种社会的、主体间公共可观察的活动，意义则是这种言语活动的特性，因此必须根据行为标准来阐明，并且只有在行为基础上才能习得。例如，在蒯因最重要的著作《语词和对象》（1960）的序言中，开宗明义第一句话就是：“语言是一种社会的技艺。在习得语言时，关于说什么和何时说，我们必须完全依赖于主体间可资利用的暗示。因此，除非根据人们的与社会可观察的刺激相应的外在倾向，去核实语言的意义就是毫无道理的。”对于这同一思想，蒯因后来在《本体论的相对性及其他论文》（1969）一书中有一个更简明的表述：“语言是一种社会的技艺。我们大家都只是根据他人在公共可认识的环境下的外部行为来习得这种技艺的。”（见该书第26页）这些话充分表现了蒯因关于语言的自然主义和行为主义观点，因此被简记为NB论题（英语“the naturalistic - behavioristic thesis”之缩写）。NB论题的第一部分，即“语言是一种社会的技艺”表明，蒯因首先把语言看作是一种社会活动，即人们用言语进行的活动；蒯因强调这一点，旨在拒斥一种较古老的心理主义语言观，在它看来，学习语言归根结底要凭借内省的中介。蒯因其次认为，语言是可以用于一般自然科学所特有的主体间有效的研究技巧来学习的对象。NB论题的第二部分，即我们都只是根据他人在公共可认识的环境下的外部行为来习得语言的，表明蒯因的语言观包括两部分：一是行为主义的意义理论，一是行为主义的语言学习理论，后者与蒯因的“自然化认识论”纲领密切相关。

（二）行为主义意义论

蒯因根据行为主义的刺激——反应模式，阐述他的语言意

义理论。他指出，人们在面对感觉证据的情况下，是通过询问—同意—反对的语言游戏，来习得语言和理解意义的。刺激意义是蒯因哲学的关键性概念，它包括肯定的刺激意义和否定的刺激意义，是两者的有序偶。刺激意义是一个句子相对于一个特定的说话者在特定时刻的意义，它可以形式定义如下：语句 S 对于一说话者 a 在时间 t 的刺激意义，是两个集合的有序偶 (Σ, Σ') ，其中 Σ 是促使 a 在 t 时赞同 S 的刺激的集合， Σ' 是促使 a 在 t 时反对 S 的刺激的集合。运用刺激意义的概念，蒯因对语句作了分类并讨论了它们之间的意义关系。根据对当下的感觉刺激的依赖程度，他将语句分为场合句和固定句两大类，并在前者中区分出观察句、后者中区分出恒久句这样特殊的小类。

场合句是这样一类语句，“它仅仅在一次适当的刺激之后被询问时才会得到同意或反对。”^① 例如，独词句“Gavagai”、“红”、“它受伤了”等等，都是场合句，其共同特点是：关于它们的每一次询问和回答都必须在相应时刻伴随着某种特定的（通常是非言语的）刺激出现。观察句则是一类特殊的场合句，“当以特定的方式刺激说话者的感官时，他会始终同意这个句子；而当以另外的方式刺激时，他会始终反对它。正是在这个意义上，观察句与感官刺激的关系最为直接。”^② 这就是说，观察句的意义依赖于我们刺激感官的方式，使一个场合句成为一个观察句的不是它所描述的事件或状态，而是用以描述这些事件或状态的方式：它不仅要描述一个主体间可观察的场合，而且要足以使熟悉该语言的任何观察者都赞同该语句；它不是关于私人感觉资料的报道，而应包含关于物理对象的指称。例

① W. V. Quine: *Word and Object*, New York 1960. pp. 35—36.

② W. V. Quine: *Theories and Things*, Harvard 1981, P. 25.

如，“这张纸是白的”就是一个观察句，因为当被询问并同时受到看见白纸的刺激时，一言语共同体内的几乎所有成员都会赞同这一语句。具有此种性质的观察句在蒯因哲学中发挥着重要作用，具体来说，它分别被（a）作为各专门科学的经验基础，（b）作为正确翻译的边界条件之一，（c）作为从前语言学习向语言学习过渡的一种教育学基础。

固定句已经超出了当下刺激的范围，它是属于记忆性知识的一种，虽然人们对它的同意或反对也可以由刺激引起，“当我们在后来的场合再次询问主体时，主体可以重复他原来的由当下刺激所做出的同意或反对。”^① 例如，“约翰的哥哥是高个子”就是一固定句，因为即使在约翰的哥哥不在场的情况下，人们也会根据先前的经验而赞同或反对此语句。恒久句是极端类型的固定句，“它们独立于碰巧说出或写出它们的任何特殊情况，而永远保持真，或永远保持假。”^② 恒久句包括两种类型：一是数学和其他科学中的理论语句，如：“ $2+2=4$ ”、“等量加等量其和仍相等”以及各种物理规律；一是关于特定的单个事件的报道或预测，其中消除了一切不确定因素，有关时间、地点以及所涉及的人等指示性成分都被客观地确定了，如“毛泽东于1976年9月9日在北京逝世”。

从上述四种语句的区分中可以看出，它们对于当下的感官刺激的依赖程度是递减的，即是说，它们是在逐渐地脱离当下的刺激行为。蒯因将刺激意义概念分别应用于上述四种语句，考察其应用后果以及语句之间的意义关系。在这一过程中，蒯因提出并阐述了认知等价性、认知同义性、刺激分析性、刺激矛盾性、刺激同义性等重要的语义概念，并强调指出：语句的

^① W. V. Quine: *Word and Object*, p. 36.

^② *Word and Object*, pp. 193-194.

分析性只是程度之分，而不是有无之别。

（三）翻译的不确定性

翻译的不确定性亦称“译不准”，它是指：“可以用不同方式编纂一些把一种语言翻译为另一种语言的翻译手册，所有这些手册都与言语倾向的总体相容，但它们彼此之间却不相容。”^① 蒯因所考虑的是原始翻译，即对迄今从未接触过的某个土著部落的语言的翻译，这里没有任何先已存在的翻译手册可供依凭。这种原始翻译至少包括三步：（1）现场记录并初步猜测，此时翻译家基本上是以纯粹观察者的身份出现的。（2）确定土人表示同意或反对的词语，此时翻译家要使用实验方法和假说演绎法。（3）语言匹配，即建立翻译家的母语和土语的对应关系，这一步要利用分析假设，即语言学家在先前经验的基础上所编成的土语词汇表，及其与翻译家母语的词汇与短语的等价关系。而行为证据对分析假设的决定是不充分的，即是说，有可能存在几组相互竞争的分析假设，它们与言语行为倾向的总体相容，而彼此却不相容。更重要的是，关于它们谁对谁错，不存在事实问题，即不能在行为证据的基础上加以判定。正是具有这种性质的分析假设把不确定性带进了翻译过程，导致了“意义”的不确定性和指称的不可测知，由此造成“译不准”。

（四）指称的不可测知性

指称的不可测知性是翻译不确定性的一个方面，即外延、指称方面的译不准。具体是指：可以表述与所有可能相关的行为倾向相容的不同分析假设系统，它们把土语表达式的同一用

^① W. V. Quine: *Word and Object*, p. 27.

法，或者译为词项，或者不译为词项；如果译为词项，或者译为单称词项，或者译为普遍词项；进一步地，或者译为抽象的单称词项或普遍词项，或者译为具体的单称词项或普遍词项；并且更进一步，如果该土语表达式被译为具有离散指称的词项，那么将会有不同的分析假设系统，给这个词项确定不同的指称，由此把不同的本体论赋予该土语说话者。并且，在词项身份以及指称问题上，问有没有唯一正确的翻译是没有意义的。举例来说，土语表达式“gavagai”究竟是指称兔子，还是指称兔子的一个未分离部分，或兔子的一个时间段，或兔性等等，在单纯的行为证据的基础上是无法判定的，指称不可能绝对地被测知。但假如诉诸分析假设系统和翻译手册，则词项的指称可相对地测知，因而具有相对性。

（五）本体论的相对性

本体论的相对性是自然语言的释义方法的多样性和指称的不可测知性的必然推论。由于对用自然语言表述的理论进行语义整编的方法不是唯一的，于是可以得到许多不同的概念系统，仅仅面对非语词的刺激条件，我们又无法说清这些系统中的指称装置是用来指称什么的，“指称除非相对于一个协调的体系，否则就是没有意义的。”^① 这样一来，一个表达式所含名称在不同的概念系统中有不同的指称，因而没有孤立的、绝对不变的指称。因此，一个理论的本体论就具有相对性，具体来说，首先它相对于背景语言，其次相对于翻译手册，再次相对于指称量化，即相对于量词的指称解释（或客观解释）。因此，本体论问题归根结底是语言问题，本体论的选择最后被归结为概念结构、说话方式或语言形式的选择。并且，选择不应

^① Ontological Relativity and Other Essays, p. 48.

以是否与实在相符合作为取舍标准，而应当以是否方便和有用作为标准。本体论相对性的一个惊人后果是使不同本体论之间的差别平凡化，或成为不足道的，例如，通过在时空点和实数的四元组之间建立一一映射，我们就可以从物理实在论的本体论（承认物理对象类）进入到泛毕达哥拉斯主义（只承认集合为唯一实体）的本体论。当然，并非所有的本体论选择都可以通过建立一一映射而相互转换，例如，其基数为 \aleph_0 的本体论与其基数为 2^{\aleph_0} 的本体论之间就不能任意转换，当然也就不能任意选择。

蒯因的语言哲学理论是独特的、新颖的，带有很大的原创性。他提出并论述了许多发人深省的论题，产生了广泛而又重要的影响。弗里德曼曾指出：“蒯因的翻译不确定性论题也许是当代哲学中最著名并得到广泛讨论的论题。”蒯因的意义理论具有浓厚的行为主义和经验主义色彩。他是在行为主义心理学的刺激—反应模式和条件反射学说的基础上展开他的论述的；他虽然批判了意义的证实说，但并没有抛弃关于意义的经验主义说明，即意义是通过对于人的言语活动的归纳概括习得的。但是，这种关于意义的行为主义和经验主义说明却遭到了有些哲学家、语言学家如乔姆斯基的严厉批判，其理论基础是不坚实的。例如，当用刺激—反应论去解释意义时，会遇到极大的理论困难，同一个刺激在不同的场合甚至同一场合往往也会引起不同的甚至完全相反的反应，因此根据反应去说明语言的意义，会使后者变成极其捉摸不定的东西。

四、蒯因的认识论

蒯因的认识论是从经验论传统中生长出来的，其主要目标是通过给经验论重新定向来拯救经验论。

(一) 自然化认识论的主题

蒯因所谓的“自然化认识论”的主题也就是整个蒯因哲学的中心论题，即实际地说明我们关于世界的理论是如何从观察中产生的。蒯因认为，任何有意义的概念都是与语言不可分的，包括我们总的世界理论在内的各种不同理论都可以看作是语句体系。于是，上述论题就变成了说明观察与我们的理论话语之间的关系。蒯因主张退回到语义学水准上讨论问题（亦称“语义上溯”），因而主张用观察句取代观察，于是问题进一步变成实际地说明我们的理论语句和观察语句的关系，或者说，我们是如何在“贫乏的”感觉刺激的基础上产生出“汹涌的”输出即我们关于世界的科学理论的。这一问题又可以分为两个方面：其一，我们的感觉证据是如何支持我们关于世界的科学理论的，简称证据支持关系；其二，我们关于世界的科学理论是如何从感觉证据中生长出来的？或者说，我们的理论语言是如何从经验证据中获得意义的，后者简称语义关系。蒯因认为，这两种关系实际上是同构的：“在已学会观察语句之后，我们习得理论语言的途径，正是观察给科学理论提供证据支持的途径。”^① 蒯因由此得到了两个理论：一是语言学习理论，它回答中心问题所派生的第二方面的问题，即语义关系问题；二是整体主义知识观，它回答第一方面的问题，即证据支持关系问题。并且，这两个理论在蒯因的自然主义语言观和行为主义意义论的基础上得到了统一。

^① W. V. Quine: "The Nature of Natural Knowledge", in *Mind and Language*, ed. by S. Guttenplan, Oxford, 1975, p. 74.

（二）发生学方法

当用观察语句取代观察之后，蒯因哲学的中心论题变成了说明我们的理论语句和观察语句之间的关系，它包括两大经验性任务：首先，对于从感觉输入到观察语句的学习的机制，提供详尽的神经生理学和心理学的解释；其次，对于从观察语句到理论语言习得的许多不同的类比步骤给予详尽的说明。观察语句无论是在证据支持关系中还是语义关系中都发挥着至关重要的作用，这就是蒯因所说的：“科学的一切证据都是感觉证据”，“关于词语意义的一切传授最终都依赖于感觉证据”。^①这样一来，观察语句既是通向语言的入口处，也是通向科学的入口处，并且语言又是通向蒯因哲学中心问题解决的入口处：

“于是，我们看到了研究观察与科学理论之间的证据支持关系的一种方法。我们可以采用发生学的研究方式，去研究理论语言是如何被学习的。因为看起来，证据关系实际上是体现在学习行为中的。由于语言学习在世界上持续发生并且可供科学研究，因此这种发生学方法就是具有吸引力的。它是对于科学方法和证据进行科学研究的一种方法，我们这里有充分的理由认为，语言理论对于知识理论是至关重要的。”^②

蒯因也经常指出，人掌握科学理论的过程就是学习理论语言的过程，因此，人认识和学习机制就是学习和掌握语言的机制。他指出，“为了说明人对于科学理论的掌握，我们应该看看他是如何习得理论语言的。”^③这样一来，认识论在相当

^① W. V. Quine: *Ontological Relativity and Other Essays*, New York, 1969, p. 75, p. 80.

^② W. V. Quine: “The Nature of Natural knowledge”, in *Mind and Language*, pp. 74—75.

^③ W. V. Quine: *The Roots of Reference*, La Salle, 1974, p. 37.

程度上就被自然化了，即被归结为对于语言学习过程的经验研究，因而成为神经生理学和心理学的一章，成为自然科学的一章。

(三) 语言学习理论

崩因的语言学习理论是以行为主义心理学为基础的，他先发展了一个一般性的行为主义学习理论，再在此基础上发展了他的语言学习理论。崩因主要考虑的是儿童的母语习得。他认为，儿童习得母语有两种基本的方法：实指学习和类比综合。儿童学会的第一批语句就是实指地学会的，即是在它们所描述的情形下，或在它们所描述的东西在场时学会它们的。他通过在公共可认识的环境下观察成年人的外部行为，学会把作为无结构整体的语句与适当的非言语刺激关联起来。简而言之，他归纳地获悉了支配特定表达式的正确用法的刺激条件的范围。这种学习语句的方法类似于直接条件反射的心理图式。实指地学习要求可观察性，因此观察句是实指学会的第一批语句，它是语言学习的立足点和出发点。除观察句外，儿童用实指法还能学会许多其他的语言成分或语言技巧。但实指学习并不能使儿童在母语习得方面走得太远，因为他所学会的大多数句子甚至不以派生方式与任何确定范围的非言语刺激相关联的。相反，大多数句子都是通过类比综合而学会的，这就是说，儿童在已经习得某些语句，并已经习得某些词汇之后，可以用已习得的另外某个语词去替换已习得的语句中的某个语词，从而生成他先前没有实际接触过的新句子。凭借类比跳跃，儿童接触并掌握了他的母语中的指称部分，后者包括关系从句和直言语句，并集中体现在量化短语“每一”、“有些”以及对象化变元之中。我们关于世界的科学理论就是用语言的指称部分或者说理论语言表述的。因此，当我们学会了理论语言，我们也就可

以达到我们关于世界的理论。

（四）经验决定理论的不充分性

蒯因所说的经验决定理论的不充分性，包含三层意思：（1）物理理论不被过去的观察所充分决定，因为未来的观察可能与之相冲突；（2）它也不被过去和未来的观察一起所充分决定，因为某些与之相冲突的观察可能碰巧未被注意到；（3）它甚至不被所有可能的观察所充分决定，因为理论词项的观察标准是如此灵活和不完整。关于这最后一点，蒯因论述说，观察语言和理论语言的复杂性表明，观察证据不足以决定理论必须采取的形式，理论词项的观察标准是可变通的，不充分的。这种可变通性、不充分性告诉人们：相对于所有可能的观察而言，理论所采取的形式是多种多样的。在观察阶段，人们根本不可能预见到理论的形式，这里“没有必然性的暗示”，后者是通过一系列不可还原的类比跳跃而达到的。应该指出的是，上面谈到的（1）和（2）是事实上的不充分决定性，而（3）则是原则上的不充分决定性，并且它不是针对某一个别理论，而是针对我们关于世界的总体理论而言的。只有（3）才是蒯因的“经验决定理论的不充分性论题”的本义。不过，蒯因后来对（3）作了一些修正，使其更加温和。经修正的不充分决定论题的内容是：有些理论形式注定有经验上等价但逻辑上不相容的选择，并且如果我们碰巧发现了它们，我们将找不到任何途径通过谓词的重新解释来使得它们逻辑上等价。

（五）整体主义知识观

蒯因从对基础论或还原论的批判中，引出了整体主义知识观，它包括下述要点：（1）我们的信念或知识是作为一个整体面对感觉经验法庭的，接受经验检验的是知识总体，而不仅是

整体边缘或离边缘较近的陈述，如直接观察陈述，各门具体科学的陈述等；(2) 对整体内部的某些陈述的再评价必将引起整体内部的重新调整，对其真值的重新分配。因为它们在逻辑上是相互联系的，而逻辑规律也不过是系统内的另外某些陈述；(3) 在任何情况下整体内部的陈述都可以免受修正，假如在其他部分作出足够剧烈的调整的话；(4) 基于同样的原因，在顽强不屈的经验面前，整体内的任何陈述都可以被修正，甚至逻辑数学规律也不例外；(5) 之所以如此，是因为经验证据对于理论整体的决定是不充分的；(6) 因此，在理论的评价与选择上，就不应以是否或在多大程度上与实在相符合为标准，而应遵循是否方便和有效的实用主义考虑，具体来说要考虑理论是否具有保守性、温和性、普遍性、简单性、可反驳性和精确性等因素。以上的(1) — (2)点可概括为“整体论论题”，亦称“迪昂—蒯因论题”；(3) — (4)点可概括为“理论内陈述的可任意修正性原则”；(5)即前述的“经验决定理论的不充分论题”，它在这里成为支持整体论和可修正性原则的逻辑根据；第(6)点充分显示了蒯因哲学的实用主义色彩。

(六) 拒斥“经验论的两个教条”

整体主义知识观必然导致拒斥“经验论的两个教条”，即还原论和分析陈述与综合陈述的截然二分。还原论企图确立感觉经验的无可辩驳的基本原理地位，并描述由这些命题构造(或演绎)科学理论的其他命题的方法和途径。它包含两个方面的任务：一是从感觉证据演绎出关于自然的真理，一是根据观察术语和逻辑—数学的辅助词项来翻译或定义这些真理。蒯因论述说，还原论在上述两个方面都已经遭致并且必定遭致惨重的失败，这是因为它的一个基本假定——科学理论内的每一个别陈述都有自己唯一不变的经验意义和经验蕴涵——是错误

的：“我们关于外在世界的陈述不是个别地、而是仅仅作为一个整体来面对感觉经验的法庭的”，“具有经验意义的是整个科学。”^①这就是说，蒯因是用整体论来批判还原论的。驳倒了还原论教条，也就去掉了分析—综合教条的基础，因为后者是与前者密切联系并受到前者支持的。此外，蒯因还论述说，要说清分析性必须先说清同义性，但是根据定义（包括词典定义、精释、约定定义）、保全真值地可相互替换性、人工语言的语义规则等等去说明同义性的种种尝试都是不成功的，并且也不可能成功，因为在行为证据的基础上不能判定两个表达式是否同义，“同义性”是个极其捉摸不定的概念。于是，蒯因作出结论说，一直被视为理所当然的分析陈述和综合陈述的界限，实际上一直没有划出来；认为有这样一条界限可划，是经验论的一个非经验的教条，一个形而上学的教条。

总的来看，蒯因用自然主义拯救认识论的方案具有下述严重缺陷：（1）必然走向循环论证：本身是自然科学一部分的认识论，却要为自然科学的真理性及其研究规范与方法的合理性提供辩护，辩护的对象同时又是辩护的根据，由此导致循环论证。（2）必然导致认识论上的相对主义和约定论：自然化认识论只能提供对于理论产生的内在机制和现实过程的经验描述，而对理论的真伪优劣的鉴别不能提供帮助，因而它不得不把上帝创世说和进化论视为等同，认为两者无优劣之分。在蒯因那里，科学的一切概念系统都是根据过去经验预测未来经验的工具，物理对象在本性上是与荷马诸神同样的设定物，本质上都是一种约定。（3）必然走向方法论上的实用主义和融贯真理论：既然一切理论都是工具或约定，因而也就没有判别其真假对错的标准，甚至就不存在真假对错的问题，剩下的只是关于

^① 《从逻辑的观点看》第38-40页。

工具或约定是否方便有效的实用主义考虑，以及关于理论内部各陈述是否相互融贯的考虑。(4) 必然忽视认识的社会、历史和文化因素：认识不仅是一个自然化的过程，而且也是一个社会化的过程，科学本质上就是一件社会的事业。因此，认识论不仅应从科学内部寻找认识发生发展的原因或合理性说明，而且应从科学外部的社会、历史、文化、道德等方面去进行研究。但蒯因的自然化认识论却忽视了科学发生发展的各种外部因素，因而它很难对认识发生发展的过程及其机制作出完整而又正确的说明。因此，从整体上看，自然化认识论是一个具有严重理论缺陷的纲领，在实践上很难取得成功。并且，在认识论领域，蒯因所持的极端整体主义知识观与其隐含的某种基础论立场之间也存在冲突。

五、蒯因的本体论

在其整个学术生涯中，蒯因对于本体论问题的关注是一贯的。他运用量化理论或一阶逻辑作工具，提出了“本体论承诺”这个新概念，并提出了“存在就是成为约束变项的值”、“没有同一性就没有实体”两个著名口号，发展了一套新颖独特的本体论学说，采取了一种明确的本体论立场，从而恢复了一度为逻辑实证主义所拒斥的本体论研究在哲学中应有的地位。在现代哲学中，蒯因在本体论研究方面几乎起了一种扭转乾坤的作用。

(一) 本体论观

从语言和逻辑角度审视本体论，这是蒯因本体论研究的一大特色。蒯因认为，本体论是相对于一定的语言框架而言的，归根结底是与语言，例如我们的说话方式、科学理论系统或概

念结构等等相关的。因此，“一旦我们择定了要容纳最广义的科学的全面的概念结构，我们的本体论也就决定了。”蒯因区分了两类本体论问题，一是本体论事实问题，即实际上有什么东西存在？一是本体论承诺问题，即一个理论有什么东西存在？前者并不取决于语言，不依赖人们对语言的使用；而后者依赖于人们对语言的使用，它归根结底是一个语言问题。本体论所要探讨的不是本体论事实问题，而是本体论承诺问题，即我们的说话方式、理论系统、概念结构假定、许诺了什么东西存在的问题，因此它与语言有关，应从语言角度去审视。

蒯因还特别强调量化理论或一阶逻辑在本体论研究中的重要作用。认为前者为后者提供了理论框架，他把量化理论叫做“标准记法”，其中包括变项、谓词、量词、真值函项以及少许几个基本构造，如谓述、量化、否定、合取等。蒯因认为，标准记法有两大优点：（1）它能简化理论，具有理论结构上的简单性；（2）它清晰、严格和精确，不允许任何含糊或模棱两可。蒯因指出，要揭示一个理论的本体论承诺，需要先把它的句子释义为用标准记法表示的公式，然后看该公式的哪些东西被量词约束，这些被约束的东西就是该理论所承诺的本体，因为“存在就是成为约束变元的值”。

蒯因特别强调指出，本体论与自然科学具有同等地位。他不同意卡尔纳普的下述观点，即科学研究有可能答案的“内部”问题，而本体论则探讨没有确定答案的“外部”问题。在蒯因看来，由于本体论和科学都必须采用某种语言，并且对变项的一定范围进行量化，因此，在认识地位或“有意义性”方面并没有把两者分离开来的本质区别。它们之间的区别，充其量是一个范围的大小、研究课题的宽窄以及在一个信念的总体系中所起的作用问题。用蒯因的话说，这里的区别只是程度之差，而不是种类之别。

(二) 本体论学说

蒯因讨论了一个理论的本体论承诺的识别标准。他论述说，本体论承诺不可能由单称词项或名字作出的，因为可以通过将它们转换成摹状词的办法将其消除掉；并且，它也不可能由谓词作出，因为谓词不必指称或命名一个实体如共相才有意义，它的意义在于用于哪些对象得到真命题，用于哪些对象得到假命题。蒯因认为，实际上，本体论承诺的负载者是约束变项，“存在就是成为约束变项的值”。这就是蒯因所给出的本体论承诺的识别标准。关于这一标准，蒯因分别给出了下述表述：

(1) “我们可以说承认如此这般的实体，当且仅当，我们认为在我们的变项的值域内包括这类实体。”^①

(2) “被假定为一个存在物，纯粹只是被看作一个变项的值。……我们的整个本体论，不管它可能是什么样的本体论，都在‘有个东西’、‘无一东西’、‘一切东西’这些量化变项所涉及的范围之内；当且仅当为了使我们的一个断定是真的，我们必须把所谓被假定的东西看做是在我们的变项所涉及的东西的范围之内。”^②

(3) “为了使一个理论所作的断定是真的，这个理论的约束变项必须能够指称的那些东西，而且只有那些东西才是这个理论所许诺的。”^③

(4) “一般地说，某给定种类的实体为一理论所假定，当

^① W. V. Quine: *The Ways of Paradox and Other Essays*, New York, 1968, p. 199.

^② 《从逻辑的观点看》第12页。

^③ 同上书第13页。

且仅当其中某些实体必须算作变元的值，才能使该理论中所肯定的那些陈述为真。”^①

蒯因之所以把本体论承诺与约束变项联系起来，是因为他把句子中的变项看成一种不定代词，代表某类事物中的任意一个，这类事物是这个变项的值域，即该变项只能从这个值域中取任一分子为值。约束变项是被量词所限定的变项，其值域已经给定，它同样作为代词而成为指称的基本手段，存在就意味着处于一个约束变项的取值范围之内，即成为它的值。从约束变项出发考虑本体论问题，才能得到一个可靠又精确的标准，去判定一个理论所承诺的是什么样的本体论。

根据上面所给出的标准，蒯因将传统的实在论与唯名论的差别表述为：“在实在论的语言中，变项容许取抽象物为值；在唯名论的语言中则是不容许的”，唯名论语言的变项“只容许取具体对象即个体为值，因而只容许以具体对象的专名代换变项”。即是说，唯名论只承认具体的个别的存在，而否认抽象物（即一般的东西或共相，属性、关系、类、数、函项、意义、命题等等）的存在。并且，蒯因还将现代数学哲学中的逻辑主义、直觉主义、形式主义分别类比为传统的实在论、概念论与唯名论，认为作为现代实在论的逻辑主义的特点是：“允许人们不加区别地使用约束变项来指称……抽象物”；作为现代概念论的直觉主义也允许使用以抽象物为值的变项，但有一个限制，即“只有在抽象物能够由预先指明的诸个别成分个别地构造出来时，才可以“使用约束变项来指称它们”。形式主义类似于唯名论，它“根本反对承认抽象的东西，甚至也不能在心造之物的有限制的意义上承认抽象的东西。”^②

① 《从逻辑的观点看》第95页。

② 《从逻辑的观点看》第13--16页。

蒯因还讨论了本体论承诺的识别方法。他论述说，本体论承诺是需要识别的，其方法就是“语义整编”，即用量化理论或一阶逻辑对用自然语言表达的理论进行释义性改写，然后弄清楚哪些量化公式是该理论的定理，最后再研究为了使这些公式为真，量化公式中的约束变项应取什么东西为值，这些值便是该理论所承诺的存在物，于是该理论的本体论承诺就被识别出来。根据蒯因，语义整编包括前后相继的两个步骤：语法分析和释义，前者是预备性的，关键步骤是释义。释义有两个任务：一是消除日常语言中妨碍成功交际的不确定性和不规则性，如模糊性、歧义性和指称失败。二是通过精释消除日常语言除标准记法的词项和构造之外的一切其他成分，然后按照“存在就是作为约束变项的值”的标准，将其本体论承诺识别出来。判定释义是否可接受的标准是实用的考虑。

一个理论可能作出许多本体论承诺，但并非每一个承诺都是可接受的。于是，蒯因提出了一个本体论承诺的认可标准：“没有同一性就没有实体。”这是判定一个理论的本体论承诺是否成立、判定哪一种本体论是正确的标准。蒯因所说的同一性是一种外延的同一性，因此他的这一标准的实质是：只有一个理论能够给它在本体论上所承诺的东西提供外延性同一的标准时，它所承诺的那些东西才能个体化，才能成为本体论上可承认、可接受的实体。这一标准预先排除了内涵性实体如意义、命题以及可能个体等等的存在。

蒯因还讨论了本体论还原，即能否在不伤害一理论的规律的情况下，将它的较为丰富的本体论简化、归约或还原为较为贫乏的本体论。他引入了“代理函项”的概念，以刻画什么样的还原是可接受的。他本人进行了这样的还原：把心灵还原为肉体，物理对象还原为某些时空区域，时空区域还原为数的四元组之集，而数又还原为集合、集合的集合，如此等等，最后

达到一种只包括集合的纯净的本体论。他把这一点称为“本体论坍塌”。

（三）本体论立场

在本体论上，蒯因只承认两类东西的存在，即四维时空中的物理实体和数学中的类。他之所以承认它们，是因为它们满足下列要求：（1）能够为其提供外延同一性的标准，例如，若两个类有同样元素，则这两个类同一，用公式表示如下：

$$(x \subset y) \wedge (y \subset x) \rightarrow (x = y)$$

因此类是可承认的实体。（2）在理论上有用，即它们为自然科学特别是数学理论所需要；（3）能在经验上被证实。在这三条要求中，最重要的又是第一条，满足此条要求的东西就能被个体化，就能成为可被承认的合法实体，否则就会被拒斥。正是由于不能满足上述三条要求特别是其中的第一条，蒯因拒绝承认象性质、关系、函项、数这样的共相存在，也不承认如意义、概念、命题这样的内涵性实体，更不承认所谓的可能个体、感觉材料以及事实等。蒯因还指出，他所承认的物理对象也不是“所与的”，即不是先于感觉而独立自主的物自体，而是在本性上与荷马史诗中的诸神同样的设定物。

蒯因早期偏向于现象主义，但他从来不是相信“物理对象只不过是感觉材料的逻辑构造”的现象主义者。他所持的是一种温和的现象主义，认为感觉材料是关于世界的实实在在的真理，而物理对象因此只是设定和虚构。他在中后期放弃并批判了自己所持的温和现象主义，认为感觉材料“即不足以取代物理对象，又在物理对象之外毫无助益。”^① 他因此转向了下述意义的物理主义：“假如用时空区域来填充物理状态谓词没有

^① Word and Object, p. 239.

差别的话，那么事实上也就没有差别。”^① 由此达到了一种只包括集合的纯净本体论，造成本体论坍塌。蒯因认为，这里的重要启示是：“与我们过去通常所作的相反，给单纯的本体论思考以较小的重要性。我们可能逐渐理所当然地把纯数学当作本体论的场所，并因此认为，自然科学的词典，而不是本体论，才是形而上活动之所在。”^②

必须指出，蒯因的本体论学说是建立在一个错误的理论假定之上的，并且具有浓厚的约定论色彩。蒯因的本体论研究采取了“退回到语义学水准”的策略，即不去研究实际上有什么东西存在这样的本体论事实问题，而去研究一个理论有什么东西存在这样的本体论承诺问题。而他的本体论承诺学说是以一阶逻辑作为框架的，更明确地说，是建立在下述假定之上的：一切理论都可以通过语义整编翻译为用一阶逻辑表述的形式，然后根据“存在就是成为约束变项的值”的识别标准，就能找出该理论的本体论承诺。而这又等于在假定：一阶逻辑的表达能力是完全的、无限的，以至一切理论都可以用它作框架来表述。但熟悉现代逻辑并对其有足够研究的读者知道：这一假定是错误的、不能成立的。因而蒯因的整个本体论承诺学说也是不现实的、无法实施的。

同时还应指出的，蒯因的本体论学说具有浓厚的约定论色彩。在蒯因看来，本体论是相对于一定的语言框架而言的，归根到底是与语言例如我们的说话方式、科学理论系统或概念结构等等相关的，本质上是语言问题。所谓本体论承诺，用通俗

^① W. V. Quine: "Facts of the Matter", in *Essays on Philosophy of W. V. Quine*, ed. by R. S. Shahan and C. Swoyer, Norman 1979. pp. 166—167.

^② W. V. Quine: "Whither Physical Objects", in *Essays in Memory of Imre Lakatos*, ed. by R. S. Cohen et al., pp. 503—4.

易懂的方式说，就是一个理论在本体论上所作出的假定，即它假定了什么样的本体存在，因而后者在本性上与我们日常所作出的其他假定如鬼神、上帝等没有区别，与自然科学中所作出的那些假定没有区别。正是在这个意义上，蒯因说“本体论与自然科学具有同等地位。”既然本体论本质上是假定或约定，因此其选择也同样没有客观的标准，只有看其是否方便有效的实用主义标准。

六、简要的评论

关于蒯因哲学，我们将作出以下几点简要的评论：

第一，蒯因哲学是一个有统一主题的前后相贯的体系。

如前所述，蒯因哲学以一阶逻辑为标准框架，以自然主义语言观和行为主义意义论为理论基础，运用发生学的经验研究方法，试图回答下述中心问题：我们是如何在“贫乏的”感觉刺激的基础上产生出“汹涌的”输出即我们关于世界的科学理论的？由此派生出一系列其他学说。在蒯因的各种学说之间，存在着内在的逻辑关联和先后的逻辑秩序。

在蒯因的各种学说中，最重要的且占有基础地位的是他的NB论题。蒯因指出，当我们与杜威一道，转向自然主义的语言观和行为主义的意义论时，（1）我们放弃了关于语言的博物馆图像，即不再把语言看做是一种博物馆，其中展品是意义，词是标签，改变语言就是更换标签；（2）我们放弃了对于确定性的追求，后者是西方哲学特别是笛卡尔之后哲学的主要目标；（3）我们承认，在暗含于人们的言语行为倾向的东西之外，不存在任何的意义以及意义的相似与差别。蒯因在行为主义基础上，发展了语言意义理论与语言学习理论。在他看来，语言是通过实指和类比跳跃这两种方法学会的，但用实指法只

能学会观察句及相关部分，语言的指称装置即理论部分则需借助于类比跳跃才能习得，而类比跳跃超越了现实的感觉刺激和行为证据。正因如此，经验对于理论的决定是不充分的，于是在经验证据面前，不仅词项的“意义”是不确定的，而且其指称也是不可测知的；这样一来，就不存在唯一正确的翻译，逻辑上不相容的译文有可能面对同样的经验证据。并且，我们的知识不是个别地、而是作为整体面对感觉经验的法庭的，理论内的任何陈述都可以被修正或免受修正。因此，认为理论内的单个陈述分别地具有自己的经验证据或意义的还原论，以及以此为基础的分析—综合教条都是不成立的。由于本体论问题归根结底也是语言问题，因此本体论也具有相对性，本体论的选择归根到底是语言形式的选择；并且，由于不能在行为证据的基础上为其提供外延性同一的标准，因而不能承认意义、命题、属性、关系、函项、数、可能个体、感觉材料、事实等等作为实体存在，而只能承认四维时空中的物理实体和数学中的类。此外，根据整体论学说和经验决定理论的不充分性论题，我们在进行理论评价与选择时，就不应以是否与实在相符合为标准，而应以是否方便和有用这样一些实用考虑为标准，此外也要考虑诸如简单性、温和性、精确性、可反驳性这样一些要求。同样根据整体论和不充分决定性论题，逻辑和数学的规律也是可错的、可以修正的；如此等等。由此可以看出，蒯因哲学的许多重要论题和学说，如翻译的不确定性、指称的不可测知性、本体论的相对性、经验决定理论的不充分性、整体论与理论内各陈述的可任意修正性、理论评价与选择的标准、本体论立场、逻辑哲学观点等，都在逻辑上与 NB 论题联系着，甚至是后者的逻辑推论。因此可以说，NB 论题为蒯因哲学提供了基础和框架，是完整、系统理解蒯因哲学的前提。也正是在这个意义上，可以把 NB 论题看做是蒯因哲学体系的关键性公

理。

我们还要指出，蒯因的其他各种哲学学说也是相互支持的。例如，翻译的不确定性论题至少受到了语言学习理论、不充分决定论题、整体论等等的支持，蒯因在《论翻译不确定性的理由》（1970）一文中就指出了这一点。指称的不可测知性只是翻译不确定性的一个方面；本体论的相对性则又是指称不可测知的逻辑推论。逻辑可修正论也是整体论论题和陈述可任意修正性原则的必然后果。

因此，我们总的结论是：蒯因哲学是以一阶逻辑为框架、以自然主义语言观和行为主义意义论为基础，有统一问题和主旨以及一以贯之脉络的严整体系。那种认为蒯因哲学无体系、蒯因只是论文作家的观点是不正确的。

第二，蒯因哲学具有一系列明显特征。

美籍华裔逻辑学家、哲学家王浩在《超越分析哲学》一书中，曾侧重从方法论角度指出了蒯因哲学的四个特征：“它是‘科学的’，而且不存在先于自然科学的第一哲学（自然主义和自然经验论）。哲学的一个基本方法论原则是关注语言（从观念到字，从词到语句然后再到语句系统）。运用逻辑（主要是一阶逻辑）有助于‘洞察的深入以及问题及其解决方案的鲜明突出’。‘无论什么地方，只要可能，蒯因都喜欢使用最少最清楚又足以应付手边工作的假设’（经济，奥卡姆剃刀）。”^①

我们认为，王浩对蒯因哲学特征的概括和陈述大都是中肯的、可以接受的，但又未必是全面的。例如，对蒯因哲学的实用主义倾向，王浩就未予提及。因此，这里将换一个角度作出概括。在我们看来，就其理论倾向或基本的理论立场来说，蒯因哲学具有下述特征：

^① Hao Wang: *Beyond Analytic Philosophy*, The MIT Press, 1986, p. 159.

(1) 外延主义。这主要是针对蒯因的逻辑理论而言的。蒯因从弗雷格、罗素等人那里继承了外延主义立场，并始终如一地加以坚持。他找出了外延性的三条要求：允许指称同一对象（共指）的单称词项相互替代，允许对于同样对象为真（共外延）的普遍词项相互替代，允许有同样真值的语句替换一复合句中的成分句；在所有这些情形下，主句的真值必须不受影响。这些要求仅为量化理论或一阶逻辑所满足，因此他只承认一阶逻辑是逻辑，主张把逻辑局限在一阶逻辑的范围内。由于他把逻辑作为他的整个哲学的理论框架，因此他把日常语言的指称装置中不满足外延性要求的部分，都当作“异常和冲突”而清理掉。并且，蒯因还把这种极端外延主义观点带到了本体论学说中：他所提出的本体论承诺的认可标准“没有同一性就没有实体”，所讲的同一只是外延性同一，因此此标准实际上意味着：只有能为其提供外延性同一标准的物理对象和数学中的类才是可承认的，所有不能为其提供此类标准的对象，如性质、关系、函项、数这样的共相，意义、命题这样的内涵性实体，以及可能个体，蒯因一概地加以拒斥。因此严格说来，外延主义不仅是蒯因逻辑理论的一大特色，而且也是整个蒯因哲学的一个特征。

(2) 行为主义。这主要是针对蒯因的语言哲学而言的。行为主义是 20 世纪初在美国形成的一个心理学流派，它反对用内省方法研究意识，主张用客观方法研究动物和人的行为，认为查明了环境刺激和行为反应之间的规律性关系，才能根据刺激预知反应，或根据反应预知刺激，达到控制动物和人的行为的目的。刺激—反应论是行为主义的理论基础，条件反射是它的主要研究方法。蒯因从杜威、斯金纳等人那里接受了行为主义心理学的影响，在语言哲学以至整个认识论中表现出强烈的行为主义色彩、具体体现在他对语言意义、语言学习、翻译的

不确定性、指称的不可测知性、经验决定理论的不充分性等问题或论题所给予的行为主义的说明和论证。

(3) 以自然化和整体论为特征的经验论。这主要是针对蒯因的认识论而言的，同时也是针对整个蒯因哲学而言的。尽管蒯因对“经验论的两个教条”进行了众所周知的批判，但他仍然是一名经验论者。这在蒯因的《经验论的五个里程碑》一文中表现得特别清楚。在此文中，蒯因实际上把其中的三个里程碑与他自己的工作联系在一起，以此暗示：他属于经验论传统，并且是这一传统中贡献卓著的哲学家。并且蒯因认为，研究认识论问题要采用发生学方法，即经验地实证地研究语言特别是理论语言的习得过程，而这需要大量利用神经生理学、学习心理学等专门学科的成果，并要在自然科学的整体框架内进行。这样一来，认识论就被“自然化”了，成为自然科学的一章。此外，在知识观方面的极端整体主义，也是蒯因认识论的一大特征。

(4) 唯名论倾向和物理主义。这是就蒯因的本体论学说和本体论立场而言的。蒯因是一位具有强烈唯名论倾向的哲学家，这表现在：他早年只承认个别的物理对象（个体）的存在，而坚决拒斥象类、关系、性质这样的共相；即使后来他承认有类这样的抽象物，但他并不愿象实在论者那样把它看作是独立自在的实体，而是象概念论者那样把它当作是人的构造物。物理主义本来是一种认识论学说，即主张把物理语言作为整个科学的通用语言，认为其他各门科学的语言都可以在保存原意的情况下翻译成物理语言，从而实现在物理语言的基础上整个科学的统一。但是，在蒯因那里，物理主义却具有某种本体论的意谓。蒯因所赞同的关于物理主义的表述是：“假如用时空区域来填充物理状态谓词没有差别的话，那么事实上也就不存在差别。”他通过把心灵还原为肉体，把物理对象还原为

时空区域，把时空区域还原为数的四元组之集，而数又可以还原为集合、集合的集合等，最后达到了一种只包括集合的纯净的₁本体论，后者亦被称为“泛毕达哥拉斯主义”。这是从外部亦即从认识论角度透视本体论所达到的结果。

(5) 实用主义。这是蒯因哲学的总体倾向以及最后落脚点与必然归宿。由于经验决定理论的不充分性，理论本身包含对经验证据的超越和突破，在行为证据的基础上我们无法唯一地确定理论整体的经验意谓和经验蕴涵，因此，我们在评价与选择理论时，就不应以是否与实在相一致或符合为标准，而应以是否方便和有用为标准：“每个人都被给予一份科学遗产，加上感官刺激的不断的袭击；在修改他的科学遗产以便适合于他的不断的₂感觉提示时，给他以指导的那些考虑凡属合理的，都是实用的。”^①之所以如此，是因为科学的概念系统“根本上是根据过去经验来预测未来经验的工具。物理对象是作为方便的中介物被概念地引入这局面的——不是用根据经验的定义，而只是作为在认识论上可同荷马史诗中的诸神相比的一些不可简约的设定物。”^②蒯因后来展开了他关于理论（包括本体论）评价与选择的实用主义标准，提出了诸如理论的保守性、温和性、简单性、普遍性、可反驳性、精确性以及宽容和实验精神这样一些参考要素或子标准。就这样，蒯因把逻辑实证主义与美国牌的实用主义结合起来，产生了逻辑经验论的一个新变种——逻辑实用主义，并导致了实用主义在美国哲学界的重新复兴。

第三，蒯因哲学具有某些内在矛盾与缺陷。

在蒯因哲学内部，潜藏着一些矛盾、冲突与不一致。例如，在逻辑学领域，蒯因的逻辑可修正论与不可比较论题之间就有冲突；在认识论领域，蒯因一方面持有极端整体主义立

^{①②}《从逻辑的观点看》第43页，第41页。

场，但另一方面他本质上仍是一名基础论者，观察语句在他的哲学中就扮演了无需证明或自我证明的基本信念的角色，它是各专门科学的经验基础、正确翻译的边界条件之一、语言学习的教育学基础，而整体论与基础论两者是相互冲突的；在本体论领域，蒯因似乎持有两套明显不同的本体论：一种包括四维时空中的物理对象和数学中的类，另一种只包括集合即类，这两种本体论分别被称为“物理实在论”与“泛毕达哥拉斯主义”，它们至少表面看来是相互冲突的。此外，乔姆斯基还在语言哲学中发现了两个蒯因（即蒯因的两种不同观点）之间的冲突。

并且，在我们看来，蒯因哲学还有着一些迷误与缺陷。例如，蒯因持有过于偏狭的逻辑观，对逻辑本性的经验论加实用主义的说明很难说是成功的；蒯因语言哲学的行为主义基础是不坚实的，受到了严重挑战；他用自然主义拯救认识论的方案在理论上存在很大问题，在实践上很难取得成功；其本体论学说实际上是建立在一个错误的理论假定——一阶语言的表达能力是无限的——之上的，并且具有浓厚的约定论色彩；并且，整个蒯因哲学的最后落脚点或归缩是实用主义，而后者作为一种哲学学说却面临着许多不可克服的理论困难。

尽管如此，蒯因作为当代最伟大的哲学家之一的地位已获定评，是无法动摇的。艾耶尔称蒯因是继罗素和维特根斯坦之后影响最大的在世哲学家；汉普谢尔（S. Hampshire）称他是当今在世的“最杰出的体系哲学家”；麦基（Bryan Magee）称蒯因处于当代最重要的哲学家的首位，是居于世界名望之巅的哲学家；施太格缪勒（W. Stegmüller）也指出：蒯因是当代最重要的逻辑学家和哲学家之一。我们深信，蒯因不仅已经对当代哲学产生了重要影响，而且他那极富穿透力和独创性的思想和学说也会对未来哲学发展产生不可忽视的影响。

欣 迪 卡

弓肇祥 撰

篇 目

一、生平活动·····	(331)
二、欣迪卡思想发展的历史条件·····	(336)
三、模型集理论·····	(338)
四、分配范式·····	(340)
五、表层信息和深层信息理论·····	(345)
六、认知逻辑·····	(346)
七、博弈语义学·····	(350)
八、可能世界语义学·····	(352)
九、自然语言的逻辑分析·····	(355)
十、问题逻辑和归纳逻辑·····	(357)
十一、欣迪卡的哲学观点概述·····	(359)
参考文献·····	(364)



欣迪卡 (1929年—)

欣迪卡

弓肇祥

欣迪卡 (kaarlo Jaakko Juhani Hintikka) 是西方的杰出哲学家和逻辑学家。他的贡献是多方面的：他提出了新的模型理论——模型集和分配范式；他是可能世界语义学创始者之一；他深入地研究了命题态度；他对量词给予新的解释，并提出博弈语义理论；他引入了深层信息和表层信息概念；他研究了知识和信念，从而奠定了认知逻辑的基础；他从新的角度分析了自然语言逻辑；他对归纳逻辑和问题逻辑做出贡献；他进行了概念的历史哲学研究，对哲学认识论作了新的分析。

一、生平活动

欣迪卡于1929年12月出生于芬兰的瓦塔阿。他祖父原是芬兰中部地区一个农家的孩子，在年青时离开了农村并且成为初级学校的教师。他的祖母是一位芬兰旧国会农民代表的女儿。这是一位雄心勃勃的女人，她竭尽全力把三个儿子培养成学者，他们分别获得了哲学博士或相当的学位。用欣迪卡的话来说，他的父辈这一代“做出了智识上的跳跃，由农村到一个国家文化生活中心的跳跃”。^①

^① 见 (Jaakko Hintikka). 1987, D. Reidel Publishing Company, p. 4。

欣迪卡的母亲毕业于师范学院，是一位具有广博知识的人。他父亲是一位科学工作者，研究植物病理学。他很关心各种哲学理论。欣迪卡就是诞生在“一个充满着书籍、科学、好学的和文化生活的家庭。在许多方面，这是一个对于哲学家说来的优秀背景。”^①

欣迪卡中等教育开始于第二次大战同一天，一直到他进入高一级学校，战争仍未结束。他去的学校是 Kevavan Yhteiskoulu，它并不特别出色，但是事实表明它有若干最优秀的教师。这所学校的校长是位鸟类专家。历史教师和数学教师对欣迪卡产生深刻的影响，他曾迷恋历史和数学。

40年代后期欣迪卡进入赫尔辛基大学学习。他主攻数学。他被一些数学教师，特别是被罗尔夫·内范廷纳所吸引。欣迪卡说内范廷纳“是我所遇到的最有吸引力的人物，真的是一个天生的贵族。过了几年之后，我慢慢开始欣赏他的方法论和基础思想的深度。并非他所有的东西都能用印刷符号所能清楚表述出来的。”^②然而由于艾诺·凯拉（Eino Kaila）的“神奇的才能，浪漫的风格”的哲学工作的影响，欣迪卡决定了第二个学业上的主攻方向是哲学。他于1947—1948年间听了著名哲学家冯·赖特的课，这个课程很快就把他引入逻辑世界和分析哲学其余部分。欣迪卡写道：“如果说凯拉对我进入哲学领域给予初始的促进的话，那么冯·赖特在该学科给予我更多的培养并且鼓舞我的第一个独立思想。”^③此时，他独立地发现了关于不可能性的不允许性悖论。在冯·赖特的《模态逻辑概要》（1951）一书中的一个脚注中提到它。

1953年欣迪卡在冯·赖特指导下完成了博士论文“谓词演

① 见《Jaakko Hintikka》. 1987, D. Reidel Publishing Company, p. 4.

②③ 《Jaakko Hintikka》 P. 5.

算分配范式”。在该文发表时，他宣称这是他自己的独立而深刻的研究成果。

他逐渐认识到他的天赋对于在哲学方面比在数学方面更有用。他说：“我的力量之一是在于概念化，特别是在于看到精确的（‘形式的’）概念是在非形式的（例如、自然语言或日常讨论的）材料中的具体化。”^①

1953年以后，他曾在美国威廉斯学院和哈佛大学学习一年。1955年他在《符号逻辑杂志》上发表论“量词理论中的形式和内容”，首次提出模型集合思想，后来在《知识和信念》一书中加以完善。

1956年欣迪卡接受哈佛大学为期三年的青年学者奖学金。他认为“青年学者奖学金是人生生涯极好机会”，这项奖学金给予他空闲并能自由地在不同学科从事研究。^②

在三年奖学金期间（和他以前访问哈佛期间）他认识了一些较年青的美国哲学家，如伯顿·德瑞本，罗根斯·奥尔布里顿，保罗·齐夫，艾斯·谢菲勒，查尔斯·帕森斯，乔·乌利安，索尔·克里普克，和另一些人。这三年的一个重要成果是形成了他后来于1959—1961年在赫尔辛基完成的《知识和信念》一书的基本思想。

在哈佛大学欣迪卡不仅认识许多美国哲学家，而且实际上成为美国哲学界的一员，致使斯坦福大学于1964年聘他为兼职教授。

欣迪卡于1959年担任赫尔辛基大学道德和社会（或“实践”）哲学讲座。在此期间他与一些青年学者一起工作，并获得一些新思想并进一步发展这些思想。以他为核心形成了一个包括里斯托·希尔庇宁、雷莫·图梅拉和J·皮塔瑞南等人的研

①② 《Jaakko Hintikka》 P. 5, 6.

究者群体。实际上芬兰青年一代哲学家中大多数受到欣迪卡的培养。

1970年欣迪卡接受芬兰科学院研究教授职务。他再次有机会跟青年学者们一道工作，并领导了受芬兰科学院支持的一个研究小组。他回忆这段工作时说：“我的长处和弱点之一是我有许多思想，这些思想比我的时间、干劲、忍耐力或发展这些思想的背景知识要多得多。”^①于是他把希望寄予青年学者。他们对他们提出新思想，帮助他们起步并且期望这些思想给他们带来成果。维科·兰塔拉的可定义性理论方面的工作和西蒙·克努蒂拉关于中世纪哲学的研究工作都受到欣迪卡的鼓舞和指导。作为这一群体工作成功的标志之一是该群体的每个参加者除一人例外，其他所有人都完成了哲学博士论文。这个例外也成为没有哲学博士衔的教授。

在70年代中期，欣迪卡有了两个新理论，这就是博奕语义学和问题理论。1973年欣迪卡发表了《逻辑，语言游戏和信息：在逻辑哲学中的康德论题》一书，提出了他的博奕语义学。1974年，欣迪卡在“关于问题的问题”一文中提出自己的关于问题逻辑观点。

由于他的研究没有得到有关方面足够的支持，于是欣迪卡于1981年辞去芬兰科学院研究教授职务。他觉得“美国大学是对于工作和生活都适宜的环境”，于是他定居美国，在塔拉哈西的佛罗里达大学任教授至今。

欣迪卡在回忆在学术上受到别人影响的情况时写道：“除了早年受冯·赖特影响之外，多数的对我们的思想的哲学影响来自读书，而不是个人接触。在我认识蒯因之前，他就对我产生很大影响，我从来没有遇到过贝思，他对我早年的思想有很

^① 《Jaakko Hintikka》P. 7。

强的影响。在卡尔纳普请我去并跟我讨论我的工作之前，我就忙于制定出自己的归纳逻辑思想。在我遇到维特根斯坦时，我对他的工作的兴趣是完全漫不经心的。虽然我跟如德伦本，苏佩斯，卡普兰，欧文，戴维森和斯科特等人接触中受益匪浅，但是他们中没有人启发过我的主要的新思想。（一个特殊例外是 D. 富莱斯达尔。没有跟他的接触，我就从来也不会对当代哲学中的现象学传统感兴趣）。如果根据可辩证的动因看，我的许多思想受到试图发展我早年的思想鼓舞。外部的推动，如批评和其他人的著作发表，只有当它们已经成熟并对我起作用时，才能作为催化剂而起作用。”^①

欣迪卡早年结过婚并且离了婚。他于 1978 年跟哲学家普洛文斯结了婚。他们是在 1968 年认识的。

由于欣迪卡杰出的科学贡献，他被选为芬兰科学和艺术研究院（1961）、芬兰科学院（1970）、美国艺术和科学院（1974）院士以及许多国际哲学机构成员。

他从事富有成果的科学研究工作（对于广泛的问题具有深刻的研究和取得杰出的成果）同时，他在组织芬兰的和国际的逻辑和科学哲学方面的活动中做出重大贡献。在 1962—1965 年和 1968—1972 年他担任芬兰哲学学会副主席，在 1968—1970 年担任国际性的符号逻辑协会副主席，在 1971—1975 年他担任国际科学史和科学哲学联合会逻辑、方法论和科学哲学分部副主席。现在，欣迪卡是哲学学会国际联合会领导成员。他多年来在编辑《综合丛书》中起了主要作用。这部丛书是由荷兰的 D. 赖德尔出版社出版的。现在该丛书已在认识论、逻辑学、方法论、社会学和科学哲学方面已出版了 160 多卷。他曾担任国际性杂志《综合》的主编（1965—1976）。他现在仍

^① 《Jaakko Hintikka》p. 8.

是著名的《哲学逻辑杂志》和其他杂志编辑部的成员。他积极参加国际不同学科的组织活动。

欣迪卡是现代西方哲学和逻辑学界的一位杰出人物。同时他也积极参加东西方文化交流。他曾多次访问苏联，在莫斯科和新西伯利亚作科学访问和参加学术活动。他是两次国际科学史和科学哲学会议组织者之一（一次在芬兰（1973）一次在意大利（1978））。

二、欣迪卡思想发展的历史条件

我们已经指出欣迪卡的哲学活动开始于20世纪上半叶和下半叶之交时期。在过去四十年中，现代形式逻辑研究和在西方国家占统治地位的哲学方法论观念发生很大变化。欣迪卡和他的学派在这种变化中所起的作用不容忽视。

欣迪卡的哲学形成时期正是一个世界范围内医治第二次世界大战的创伤时期。此期间，由于战争影响而消沉的哲学和逻辑学研究活动逐渐活跃起来。1948年在荷兰阿姆斯特丹召开了战后第一次国际哲学会议，即第五次国际哲学讨论会。1953年在比利时的布鲁塞尔召开了第六次国际哲学讨论会。战争给西方哲学思想发展的特点和发展方向带来了本质性的变化。存在主义普遍迷人时期开始了，现象学开始复活，柯日布斯基的日常语言哲学引起了注意。在科学哲学领域，战前在西方占主导地位的是新实证主义。于30年代开始离开欧洲大陆，主要迁往美国，部分地迁往英国。新实证主义的拥护者们（这时称做逻辑经验主义）继续相信自己纲领的有效性和建设性。这个纲领把传统哲学归结为对科学语言的逻辑分析。

但是时间在无情前进，在50年代开始，一方面由于逻辑经验主义的一些代表人物抛弃了维也纳小组的古典新实证主义

某些出发原则（卡尔纳普转向语义分析，这明显地表现在他的著作《意义与必然》（1947）中；在卡尔纳普等人的著作中用部分实证性代替完全实证性；改变了对形而上学的关系，这表现在贝格曼的书《逻辑实证主义的形而上学》（1954）等中）。但是新实证主义在比较长的时期内（50年代到60年代）在西方方法论和科学哲学发展中仍占主导地位。然而它遇到了不可克服的困难。在这个对于逻辑实证主义说来是暴风雨时期，哲学家欣迪卡开始了自己的创造前途。这一时期西方哲学发展形势决定了他的科学探索方向。

众所周知，符号逻辑或现代逻辑继续作为新实证主义改造哲学的工具。有人把逻辑实证主义纲领未能实现归因于他们构造方法论和科学哲学时使用了现代逻辑手段。这种解释是不恰当的，至少是不精确的。我们知道逻辑实证主义纲领是哲学纲领，它的破产的原因是多方面的。首先是由于坚持这个纲领的哲学家们口头的经验主义而实际上的先验主义，同时还由于他们把理论认识水平跟经验的认识水平相对立，在于主观原教旨主义，在于逻辑真纯语言学的解释，在于缺乏本体论问题研究的哲学手段，在于完全忽略科学认识的动态性。正是由于这些原因，使逻辑经验主义纲领不可能实现。至于说到为此目的而使用的逻辑手段，那么这些手段本身对逻辑实证主义纲领失败不负任何责任。

某些逻辑实证主义者，首先是卡尔纳普和莱辛巴赫以及在某种程度上接受新实证主义的学者，如哥德尔和塔尔斯基及其他学者，对现代形式逻辑发展作出巨大贡献。大家知道，50年代开始，无论在西方还是在苏联和波兰逻辑研究的水平是很高的。在这一时期，逻辑学进一步发展方向发生某些重大变化。如果说，在二十世纪前半叶基本注意点是在研究古典数理逻辑方面，即研究命题演算和谓词演算和确定古典逻辑系统的

元逻辑性质，那么在二十世纪后半叶逻辑研究活动范围在较大程度上开始涉及非古典逻辑，如模态逻辑、多值逻辑、直觉主义逻辑、构造主义逻辑以及后来发展起来的时态逻辑、认知逻辑、道义逻辑和问题逻辑等。欣迪卡作为在这一时期开始科学生涯的逻辑学家已成为逻辑思想发展新潮流的开创者之一和积极宣扬者。

三、模型集理论

欣迪卡以其在古典逻辑领域中两个重要结果开始了自己的科学活动。即是他引入了模型集合概念和分配范式。

众所周知，证明逻辑演算完全性定理的标准方法是构造林登鲍姆集——公式极大协调集方法。这样的集合满足下述条件： $A \wedge B$ 包含在这个集合中，当且仅当 A 包含在其中并且 B 包含在其中； $A \vee B$ 包含在其中，当且仅当 A 包含在其中或 B 包含在其中等等。

欣迪卡的模型集与林登鲍姆集不同，前者是单向的，后者是双向的。

满足下述条件的语句集合 S 称做模型集：

- (\neg) 令 A 是原子公式，如果 $\neg A$ 属于 S ，那么 A 就不属于 S 。
- ($\neg\neg$) 如果 $\neg\neg A$ 属于 S ，那么 A 属于 S 。
- (\supset) 如果 $A \supset B$ 属于 S ，那么至少 $\neg A$ 和 B 之一属于 S 。
- ($\neg\supset$) 如果 $\neg(A \supset B)$ 属于 S ，那么 A 和 $\neg B$ 二者都属于 S 。

欣迪卡于 1962 年发表的《知识和信念》一书中又增加了另一些条件^①：

^① 见 J. Hintikka: 《Knowledge and Belief》1962, Cornell Univ. Press PP. 40-41。

(\wedge) 如果 $A \wedge B$ 属于 S , 那么 A 和 B 属于 S 。

($\neg \wedge$) 如果 $\neg (A \wedge B)$ 属于 S , 那么 $\neg A$ 属于 S 或 $\neg B$ 属于 S 。

(\vee) 如果 $A \vee B$ 属于 S , 那么 A 属于 S 或 B 属于 S (或二者)。

($\neg \vee$) 如果 $\neg (A \vee B)$ 属于 S , 那么 $\neg A$ 和 $\neg B$ 属于 S 。

谓词逻辑的模型集除了上述条件外, 还增加:

(E) 如果 $\exists x A(x)$ 属于 S , 那么对于至少一个参项 (自由个体符号) n , $A(n/x)$ 属于 S 。

(U) 如果 $\forall x A(x)$ 属于 S 并且如果 n 在 S 的至少一个元素中出现, 那么 $A(n/x)$ 属于 S 。

($\neg E$) 如果 $\neg \exists x A(x)$ 属于 S , 那么 $\forall x \neg A(x)$ 属于 S 。

($\neg U$) 如果 $\neg \forall x A(x)$ 属于 S , 那么 $\exists x \neg A(x)$ 属于 S 。

欣迪卡还对认知逻辑提供模型集。

欣迪卡的模型集是构造逻辑系统完全性证明的行之有效的方便工具。它也是分析树方法的理论基础。这一理论把证明论和模型论这两大数理逻辑分支紧密联系起来。

模型集方法是欣迪卡于 1955 年提出的。^① 几乎和他同时贝思以另一种方式获得类似的结果。^② 后来斯穆利安 (R. Smullyan) 把模型集称做欣迪卡集。欣迪卡集不仅在证明古典逻辑系统完全性定理中得到应用, 而且在证明非古典逻辑完全性定理中也得到广泛应用。

应当指出, 模型集概念是“事件可能状态描述这一非形式思想的很好的形式副本”^③, 即事件可能状态的每一描述都应

① J. Hintikka: "Form and Content in quantification theory", Acta Philosophica Fennica 8, 1955, pp. 7-55.

② E. W. Beth: "Semantic entailment and formal derivability", Amsterdam, 1955.

③ 《Knowledge and Belief》, P. 41.

遇到模型集所承担的条件。而模型集的集合被欣迪卡称做模型系统。模型系统的每一个元素都描述一个事件可能状态或可能世界。一模型系统任何两个元素间的关系都是选择关系，因为这样偶的每一元素都描述某一事物，后者可以被为另一个元素所描述的事物所代替。于是每个模型系统都涉及一个可能世界集合。

还应提到，逻辑演算的改造（寻找证明（或反驳）树的概念是以这种改造为基础的）以及重新表述语义条件跟以哲学问题为对象紧密结合。实际上，在贝思那里，语义表跟对康德哲学的分析相联系来表述，欣迪卡提出把模型集用于研究维特根斯坦的“语言图象理论”和分析康德哲学。由引入模型集开始的研究方向为后来的欣迪卡的理论博弈语义学著作中的探讨所继续。

在这里简单提一下把模型集应用于分析维特根斯坦的“语言图象理论”的可能性。维特根斯坦试图把认识过程看作狭义理解的反映过程，这里把反映理解作用代码标出。按照维特根斯坦的意见，原子命题是事实状态的同构图象。但是这样分析带量词的命题的尝试遇到了不可克服的困难。欣迪卡在自己的著作中证明，带有量词的命题可以解释作模型集合。因此量化的命题不是图象，而是规定这样图象的结构。这种观点为批评维特根斯坦的语言理论提供了根据。维特根斯坦的理论否定主体作用并且最终归结为主观主义。

四、分配范式

作为许多逻辑和方法论研究出发点的欣迪卡的另一项逻辑工作是他的分配范式研究。可惜，分配范式在逻辑界没有他的模型集有名。虽然这一重要工作不论对逻辑，还是对哲学都有

重要意义。

分配范式的概念是对完全析取范式概念的深刻概括。假定有这样的命题，它是由 d 个原子命题 P_1, \dots, P_d 组成的。所谓完全的初等合取（构造的）是指这样的合取，在其中包含每个原子命题或它的否定，但不能有二者共存情况。我们知道，命题逻辑每个公式（矛盾式除外）都等值于其构成成分的某种析取式。假定我们涉及的是一阶谓词演算。那么 $P_1(x), P_2(x), \dots, P_n(x)$ 不是这样的语句，即不是象它们的完全初等合取。但是有 $\exists x(\tilde{P}_1(x) \wedge \dots \wedge \tilde{P}_n(x))$ ，这里 $\tilde{P}_i(x)$ 是 $P_i(x)$ 或 $\neg P_i(x)$ ，它们是原子语句。这样的原子语句或它们的否定的完全合取是构成项。如果属性的数目是有穷的，那么原子语句 $\exists x(\tilde{P}_1(x) \wedge \dots \wedge \tilde{P}_n(x))$ 描述某对象，而它们的完全合取（怎样对象是可能的，怎样对象不是可能的）是每个构成项所描写的某可能世界。不难证明，每个由一元谓词记号术语表述的语句都等值于合成项的析取（矛盾语句等值于合成项为零的析取）。

这样构造的合成项的析取被欣迪卡称做分配范式。我们注意到，在一般场合问题就有点复杂。设有有穷谓词符号序列和有穷个体变项 x_1, \dots, x_d 序列。深度为 0 的原子公式是把 L 一元谓词记号附加于 $\{x_1, \dots, x_d\}$ 中 1 个（不一定是不同的）变项的结果。由深度为 0 的原子公式形成包含变项 x_d 的（深度为 0 的）原子公式或它们的否定的合取；这些公式称做深度为 0 的基础公式。不包含变项 x_d 的深度为 0 的原子公式和有形式 $\exists x_d B$ 的公式是深度为 1 的原子公式。这里 B 是深度为 0 的基础公式。重复这一过程，我们终究能过渡到深度为 d 的基础公式。深度为 d 的基础公式是深度为 d 的合成项。深度为 d 的合成项的析取是处于深度为 d 的分配范式中。每个深度为 d

的闭公式都等值于深度为 d 的分配范式中。对于每个深度为 d 的公式都可以构造处于深度为 $d+e$ 的分配范式的公式 ($e \geq 0$)。

命题逻辑的每个无矛盾公式 P 都有完全析取范式, 它是被称做合成项的一定合取的析取式。设包含在 P 中的原子公式是 P_1, P_2, \dots, P_k 。对于每个 $i=1, 2, \dots, k$, 在范式中的合成项包含或者 $+p$, 或者它的否定 $-p$ (不能是它们二者) 作为自己的组成部分。合成项本身是不同原子公式的合取, 一般形式是:

$$\pm P_1 \wedge \pm P_2 \wedge \dots \wedge \pm P_i \wedge \dots \wedge \pm P_k。$$

或简写为

$$\prod_{i=1}^k P_i。$$

显然, 可以有 2^k 个这样的合成项。

如果认为, 原子公式 P_i 描述现实世界的某些事实, 那么上面提到的合成项描述事物的可能状态。同样可以使用带一元变项的量词理论的语言描述世界中事物的可能状态。

设有 k 个一元谓词 P_1, P_2, \dots, P_k 。借助它们可以构造 2^k 个复杂谓词; 任意谓词表达为形式

$$\pm P_1(x) \wedge \pm P_2(x) \wedge \dots \wedge \pm P_k(x)$$

或简化为

$$\prod_{i=1}^k P_i(x)。$$

世界中事件的某可能状态描述具有这些复杂谓词中某些个的对象存在和具有 2^k 个谓词目录中剩下的谓词的对象不存在, 即对于谓词中每一个或者可以断定具有这些谓词的客体存在或断定它不存在。简化为

$$\pm (E x) \prod_{i=1}^k P_i(x)。$$

我们看到，象在命题演算中那样，在这里有类似标准形式那种东西，即范式。它由被称做合成项的合取的析取组成。任意合成项有形式

$$\prod_{j=1}^{j=2^k} (E x) \prod_{i=1}^{i=k} P_i(x)。$$

如果用 $C_i(x)$ 标示断定对象存在这个表达式的部分，那么表达式可以重写为下述形式：

$$(E x) C_1(x) \wedge (E x) C_2 \wedge \cdots \wedge (E x) C_i(x) \wedge \cdots \wedge (E x) C_n(x) \wedge (x) (C_1(x) \vee C_2(x) \vee \cdots \vee C_i(x) \vee \cdots \vee C_n(x)) \quad (1)$$

这里 $C_i(x)$ ($i=1, 2, \dots, n$) 是已指出的谓词集合的某子集合。

所描述的变换容易重复，而直观的代替意思如下：代替考察存在的客体所有形式和代替不存在客体的所有形式，可以仅仅指出存在的客体形式和补充所有存在对象的析取

$$(x) (C_1(x) \vee C_2(x) \vee \cdots \vee C_i(x) \vee \cdots \vee C_n(x))$$

正好实现了这个补充的作用。（由于说的是量词表达式，更正确地说是个体，而不是对象，其实没有给出这两个术语在哲学意义上的任何界限）。

事物可能状态 (1) 的新记法缩写为形式：

$$\prod_{j=1}^{\pi_r} (E x) \prod_{i=1}^i P_i(x) \wedge (x) \prod_{j=1}^{\sigma_r} P_j(x) \quad (2)$$

在这个场合使用下述缩写： $\prod_{i=1}^i P_i$ 表示合取 $\prod_{i=1}^i P_i$ 所有非否定成员的合取，而 $\prod_{i=1}^i P_i$ 表示所有同样公式的析取。

一阶逻辑分配范式是著名的命题逻辑范式和带有一个变项的一阶逻辑正则形式的概括。在一阶逻辑中它们被希尔伯特和伯尔奈斯所使用，但是没有把分配范式概念推广到一般量词理论。在这个方向上重要一步是冯·赖特给出的。冯·赖特是第一

个意识到分配范式在研究逻辑真的本性、逻辑模态系统和非古典逻辑性质中应用的重要性。它们在说明重言式概念和跟这些概念相联系的语义信息概念、分析性概念和综合性概念的研究中起重要作用。这种作用是基于这样的事实：在一般形式中分配范式是所有这样可能性的目录，这些可能性可以借助语言来说明。冯·赖特在注意寻找关于一阶逻辑个别场合的判定程序时（根据丘奇定理在一阶逻辑一般场合无判定程序），已经非常接近分配范式。但是完整的形式还是他的学生欣迪卡给出的。

分配范式理论在数理逻辑中，其中包括关于判定程序研究中和在证明论研究以及在无限逻辑语言中都有重要应用。同时，作为逻辑工具的分配范式在哲学研究中也重要应用。首先，按实质说，分配范式重新表述了狭谓词演算。当然，在逻辑工具的哲学研究中不局限于象维特根斯坦所认为的某种“理想的”语言范围内。在现在对哲学问题的逻辑说明中所使用的广泛的逻辑语言给人们留下深刻的印象。但是狭谓词演算（一阶逻辑）或标准量词理论在众多的逻辑语言中占重要地位。作为许多其他的更丰富的语言的标准部分，狭谓词演算更好地被研究过。它的完全性和可靠性已被证明，它很适于哲学研究的目的。蒯因认为狭谓词语言对于构造哲学理论是“典范的”。当然，我们不能赞成蒯因的极端观点，但是应当承认狭词演算的重要性。

其次，分配范式是描述可能性的方便工具。可能性概念或用哲学语言来说，可能世界概念以一系列形式化为基础，后者对于描述现实是方便的。于是，模态逻辑和以它为基础的命题态度语义学有下述情况：为了确定带有内涵算子的命题真的条件，不仅要考察存在的事实的总和（“现实世界”），而且还要考查事件的选择情况（“可能世界”）。欣迪卡的模型集的工具

是用非有限的语言手段对可能世界的部分描写。而作为模型集的对偶分配范式则用有限的语言资源给出对可能世界的完全描写。

五、表层信息和深层信息理论

欣迪卡的分配范式和模型集理论在他的哲学和逻辑研究中得到应用。与这方面有密切联系的首先是深层信息和表层信息概念。为了简化考察，我们令合成项是等概率的。所谓 d 深度公式的 n 层次表层概率自然理解为层次 $d+n$ 平常无矛盾的合成项的数目与这一层次所有合成项的数目之比；而所谓深层概率理解为平常无矛盾的合成项数目与所有深度为 $d+n$ 的合成项数目比当 n 趋向于无穷时的极限。

在公式 A 的层次 n 的表层概率概念的基础上，表层信息概念如下：

$$\text{Inf}_{\text{surf}_n}(A) = -\log(P_n(A)),$$

在这里 $P_n(A)$ 是命题 A 层次 n 的表层概率。同样可以在深层概率的基础上引入深层信息概念。

应当指出，在欣迪卡的著作中在某些场合，所谓表层信息是指 0 层次的表层信息。

欣迪卡提出的关于信息概念的观点比卡尔纳普和巴-希勒所构造的信息语义理论更精致。这种观点被欣迪卡在解决一系列逻辑和哲学问题中应用过。其中，深层信息和表层信息概念能够使欣迪卡对逻辑实证主义给予有力批判。

大家知道，逻辑实证主义者提出了逻辑真的语言的解释，按照他们的意见，这样的真没有带来任何事实信息。如果所谓信息是指深层信息的话，那么这个论断是正确的。但是，欣迪卡提出，由于其能行的特点，表层有效性概念比深层信息概念

更适于直观。从表层信息观点看，逻辑真带来关于现实的信息。

表层信息概念允许欣迪卡着手试图解决传统的逻辑哲学问题：演绎推理增加初始信息吗，即结论可以包含比前提中所包含的更多的东西吗？层次 d 的合成项可以不是平常矛盾的，但是层次 $d+1$ 合成项析取将仅仅由平常矛盾的合成项组成。在这个基础上，欣迪卡区分了逻辑演绎中分析部分和综合部分。

深度为 d 的语句 A 是平常真的，如果语句 $\neg A$ 的分配范式的所有合成项都是平常矛盾的话。逻辑上真的语句是非平常的，是带来信息的，如果以大于它的深度（即 $d+e$ 深度，这里 $e>0$ ）的深度来确定它的否定的矛盾性的话。即 e 可以是非平常的语句的指标，因此是论断非平常性的指标。

六、认知逻辑

欣迪卡对现代逻辑另一个重要贡献是他奠定了认知逻辑理论基础。

第一个试图使认知语言形式化的人是冯·赖特。他于 1951 年就在《模态逻辑概要》中提出认知模态。可惜对此他没有进行具体、透彻的分析。在该书中他的主要目的是考察 alethic 模态。第一个完整的认知逻辑系统是欣迪卡于 1962 年在《知识和信念》一书中构造的。这就是认知逻辑系统 KB。

在该书中，欣迪卡提出下述认知算子：“ Ka ”（表示：“ a 知道”），“ Ba ”（表示：“ a 相信”），“ Pa ”（表示：“对于 a 所知道的一切是可能的”），“ Ca ”（表示：“跟 a 所知道的每件事是相容的”）。例如，可用公式 “ $Kap \vee Ka \neg p$ ” 和 “ $\neg Kap \wedge Ka p$ ” 分别表示 “ a 是否知道 p ” 和 “ a 不知道是否 p ”。

他借助模型集来表述这个系统。这种模型集在这里认为是

理所当然的。除了关于命题演算的必要条件外，欣迪卡又制定下述认知条件：

- (CP*) 如果“对于 a 所知道的一切，p 是可能的”包含在模型集 μ 中，那么 p 包含在至少一个对 μ 选择的 μ^* 中。（直观地说，如果 p 是与 a 所知道的每件事可能相关，那么 p 绝对是可能的。）
- (CK) 如果“a 知道 p”包含在模型集 μ 中，那么 p 也包含在 μ 中。（直观地说，如果 a 知道 p，那么 p 是真的。）
- (CK*) 如果“a 知道 p”包含在模型集 μ 中，那么 p 包含在每个对 μ 认知选择的 μ^* 中。（直观地说，如果 a 知道 p，那么 p 无论如何是真的。）
- (C→K) 如果“a 知道 p 是假的”包含在模型集 μ 中，那么“对于 a 所知道的一切，非 p 是可能的”也包含在 μ 中。（直观地说，如果 p 不被 a 所知道，那么非 p 一定对于 a 所知道的每件事是可能相关的。）
- (C→P) 如果“对于 a 所知道的一切 p 是可能的这是假的”包含在模型集 μ 中，那么“a 知道 p 是假的”也包含在 μ 中。（直观地说，如果相对于 a 所知道的每件事，p 不是可能的，那么 a 知道 p 是假的。）
- (CKK*) 如果“a 知道 p”包含在模型集 μ 中，那么“a 知道 p”包含在每个对 μ 认知选择的模型集 μ^* 中。（直观地说，如果 a 知道 p，那么 a 无论如何知道 p。）

借助这些规则导出的语句不是正好有效的。于是欣迪卡用他所说的“可辩护性” (defensibility) 和“自身支持” (self-subsistence) 来代替协调性和有效性。这两个概念描述更强的意义上的知识。

这个系统有两个论题引起争论。它们是所谓 KK-论题和无所不知原则。前者说的是：如果 a 知道 p，那么 a 知道他知

道 p ；后者表明：如果 a 知道 p 并且 p 衍推 q ，那么 a 知道 q 。用符号表示，这两个论题是

$$K_a p \supset K_a K_a p \text{ 和 } (K_a p \wedge (p \supset q)) \supset K_a q。$$

欣迪卡于 1970 年发表的文章中^①，捍卫 KK-论题。他陈述道，他的知道的意义是强意义上的知道，要求：当 a 知道 p 时， a 是以采取 p 一定是确定性的并且要求知识是可辩护的。但知识的可辩护性要求我们采取下述推理规则：

$$(R) \frac{K_a p \supset q}{K_a p \supset K_a q}$$

因为这个规则正好回答条件 (CKK') 所提出的要求。这是做一些修改，这一改实际上 (R) 可被 KB 系统采纳。

重要的是我们如何解释 (R)。如果我们把它解释做：认可从 $(K_a p \supset q)$ 真到 $(K_a p \supset K_a q)$ 真的推理，那么我们将陷入困境。这样做的话，(R) 显然被承认为 $((K_a p \supset q) \supset (K_a p \supset K_a q))$ 作定理的资格，并且由此可以证明 $((K_a p \wedge (p \supset q)) \supset K_a q)$ 。这就导致无所不知的悖论。避免这个困难的出路是把 (R) 解释做：如果 $K_a p \supset q$ 是可证的，那么 $K_a p \supset K_a q$ 也是可证的。

在欣迪卡的认知逻辑中，重要的不是他所给出的公理化的表述，而是一般的语义概念。这些语义概念直接导致他所使用的语义框架。这些概念中最重的是相对于作为出发点的给定的世界的选择关系。

欣迪卡分析知识和其他认知概念时所依据的最重要的一般思想是：(a) 知识是信息的概念；(b) 包括在信息中所说的东西是选择的集合 Ω 。（“可能世界”、“样本空间点”等等）。至多它们之一实现或将实现。已有的某些信息项目所表示的东西

^①Hintikka: "Knowing that One Knows" Reviewed, Synthese21. P141 - 162。

可以把人们的注意限制于 Ω_0 的某个子集 Ω_1 。^①

欣迪卡的知觉逻辑在认知逻辑研究中占重要地位。知觉逻辑研究包含如觉得、看见、闻到等感知词项的语句的逻辑形式并构造精确的语义学。在这个领域的第一篇论文是欣迪卡的“论知觉逻辑”（1969）。实际上，他从外部观点描述知觉的特征，从“第三者”观点，描述某人感知某东西。他认为知觉逻辑和其他认知逻辑一样具有内涵性质。

欣迪卡在知觉逻辑方面的基本思想在于把知觉解释做命题态度，即解释做主体（感知者）和某命题间的关系。这一思想跟知觉的内涵性质和跟知觉的信息特点紧密相联。

知觉语句的基本形式是“a 感知 p”。我们用符号 Sap 表示“a 看见 p”。欣迪卡表达 Sap 真的语义条件如下：

(1) Sap 在可能世界 w 中真，当且仅当 p 在使得 $wSaw'$ 的所有可能世界 w' 中真。

在这里 $wSa'w'$ 表示：世界 w' 是对世界 wSa 选择的。

(2) $wSaw'$ ，当且仅当 w' 跟 a 在 w 中看见的东西相容。

(3) Sap 在 w 中假，当且仅当 p 在某个使得 $wSaw'$ 的可能世界 w' 中假。

由此可见，关于 Sa 的逻辑满足下述模式：

(S1) $Sa(A \supset B) \supset (SaA \supset SaB)$,

(S2) 如果 T 是重言式，那么 SaT ,

(S3) $Sa(A \wedge B) \equiv (SaA \wedge SaB)$,

(S4) $SaA \supset \rightarrow Sa \rightarrow A$ 。

欣迪卡奠定了知觉逻辑的基础，扩大了认知逻辑研究范围。

^① 〈Jaakk Hintikka〉 P. 308。

七、博弈语义学

欣迪卡的另一重要逻辑成果是他所构造的博弈论语义学。这方面的研究，特别是他提出的标准量词新的解释不只是带有逻辑特点，而且带有原则的哲学特点。欣迪卡与逻辑实证主义相对立，坚持人类认识积极特点，强调不仅研究认识结果而且研究获得认识方面活动的重要性。

根据欣迪卡的意见，认识过程是基于主体和现实的互相作用，并且是主体和自然的特殊游戏。应当指出欣迪卡的博弈论语义学跟后期维特根斯坦对语言游戏解释有本质区别，跟洛伦岑的逻辑的理论博弈解释也有本质区别。如果说在维特根斯坦那里语言游戏是主体在一定生活情势下的语言交际，而在洛伦岑那里游戏是论者和论敌间的对话，那么在欣迪卡那里博弈的情势这是主体和自然之间互相作用情势。

着重研究一下标准量词的理论博弈语义学。欣迪卡把“主体”（“我”）和“自然”的游戏跟每个语句联系起来。博弈的过程就在于把公式变换为某直接的子公式。自然给出进程，如果全称量词（ $\forall xA(x)$ 变换为 $A(a)$ ），合取（ $G_1 \wedge G_2$ 变换为 G_1 或 G_2 ）、存在量词的否定（ $\neg \exists xA(x)$ 变换为 $\neg A(a)$ ）、析取的否定（ $\neg (G_1 \vee G_2)$ 变换为 $\neg G_1$ 或 $\neg G_2$ ）充当主要记号的话。在对偶的场合，主体给出进程。在任何博弈中， $\neg \neg G$ 变换为 G 。如果在结果中所获得的原子语句是真的，那么主体赢了，如果它是假的，那么自然赢了。如果存在着主体的这样战略，在此战略下博弈能获胜，那么语句是真的。

由于我们涉及未解释的语言，所以应当给定个体域 D ，在这个域上定义 F 中所具有的所有的性质和关系。在博弈每一

阶段，考察 F 的子公式 G 的下述实例。由 F 开始博弈，而且服从下述规则：

- (G.E) 如果 G 有形式 $(\exists x) G_0$ ，那么我从 D 中选择某元素，并且给它以名称，例如“ n ”（如果它以前没有名字的话）。博弈对于 $G_0(n/x)$ 继续下去。
- (G.U) 如果 G 有形式 $(\forall x) G_0$ ，那么自然以同样方式从 D 中选择某个元素。
- (G.V) 如果 G 有形式 $(G_1 \vee G_2)$ ，那么我选择 G_1 或 G_2 并且博弈对它继续进行。
- (G.A) 如果 G 有形式 $(G_1 \wedge G_2)$ 那么自然这样选择 G_1 或 G_2 。
- (G. \rightarrow) 如果 G 有形式 $\rightarrow G_0$ ，那么博弈继续对于 G_0 进行，而博弈的角色换了。

在有穷的博弈进程中，达到表达式 A ，它有形式“ $P(n_1, n_2, \dots, n_k)$ 。”这里“ P ”是 k 元谓词，它在 D 上定义。由于 n_1, \dots, n_k 是 D 的元素，所以 A 或真或假。如果它真，我赢了，自然输了；在相反场合，自然赢了，而我输了。

逻辑理论博弈的解释表面上跟模型集方法相似。但是，欣迪卡强调它们间的本质区别。在前一场合，博弈是寻找和发现客体，这是对客体的活动，借助这种活动获得关于世界的信息。在后一场合是操作公式。正如欣迪卡所形象地说明那样，在前一场合，这是“在露天里”的博弈，而在后一场合是“室内游戏”。被欣迪卡所规定的第二类游戏对第一类游戏的依赖性，即实质上思想活动依赖对象活动表达了唯一重要哲学关系。

欣迪卡型的博弈语义学可以看作关于真的条件的语义学，即关于在模型中确定真概念提供新的语义范型。真的条件语义

学中塔尔斯基的方法是通过确定原子语句在模型中真，逐步确定由原子语句组成的复合语句的真。这是由内向外的操作过程。而欣迪卡的博弈语义学方法正好相反，是由外向里的操作过程。对于谓词语言说来，每个逻辑常项都跟一条游戏规则相联系，这些规则应用于带有相应常项作为主要常项的公式并产生直接的子公式。给定任何公式作为一个游戏的初始状态，游戏活动总可以确定它的原子子公式。

欣迪卡的博弈语义学是描述逻辑表达式特征的一种方式，并对它们的意义给出自然的、启发性的考察。这在量词の場合非常明显。可以借助寻找和发现来直观地分析量词“某个”和“每个”。例如，某人断定语句“某政治家是正直的”时，他就可以解释承担这样义务：找到一个既是政治家又是正直的个人的可能性。

欣迪卡认为能容易地把博弈论语义学扩大到认识概念和表信概念，至少扩大到它们的典型用法中去。基本思想是把这些思想的可能世界语义学同博弈语义学原则直截了当地联合起来。

八、可能世界语义学

现代模态逻辑中重要的理论是坎格（1957）、欣迪卡（1957）和克里普克（1959）建立的可能世界语义学。这个理论的基本思想是塔尔斯基（A·Tarski）的解释观念的概括。在古典的塔尔斯基的语义学中，一个系统的解释是由把某些实体一一指派给该语言的表达式而得到的。而可能世界语义学的方法就在于用对每个公式指派的集合代替唯一的指派。这些指派可以构造为各种可想象到的事件状态或可能世界。

虽然可能世界语义学的不同变种间存在着深刻的差别，但

是其基本思想都是莱布尼茨这样思想的继承：在给定的世界 w_0 中必然真意味着在每个可能世界中真。技术上关键性的改进是用对 w_0 选择的所有世界的集合，即承担着对 w_0 的某种“选择关系”或“可达关系”的所有世界代替所有可能世界。这种选择关系是坎格和欣迪卡早于克里普克五年提出的。所以说，欣迪卡是可能世界语义学当之无愧的真正的奠基者。

同时欣迪卡的可能世界理论在一系列观点上跟标准的，特别是跟克里普克的有区别。为了指出这点，我们转向对可能性和现实性关系问题在历史上存在的两种态度。第一种态度起源于莱布尼茨。莱布尼茨认为，可能思想比现实思想更基本。实际的是可能的之一。按莱布尼茨的意见，实际世界是可能世界中最好的世界。莱布尼茨的这种观点是以古典的理论集合的数学为基础。在构造标准逻辑和非标准逻辑时一样使用这个概念。第二种观点始于康德。在《证明神存在的唯一可能的论据》（1763年）中，康德把可能的不是作为抽象的，而是作为相对的概念。根据康德的意見，某种东西是相对于某种东西可能的。现实概念比可能的更基本。可能的是存在的东西在思想上重组。这种观点给予直觉的和构造的数学代表者以深刻启迪。

对可能的第二种理解比第一种理解更接近欣迪卡思想，虽然在可能世界语义学中第一种理解占统治地位。在这一点上，欣迪卡的许多特有的语义思想根源正是如此。欣迪卡不是直觉主义者也不是构造主义者。他不从事直觉主义逻辑研究，而在语义研究中自由地使用理论—集合概念，例如在证明完备性定理中，他使用柯尼希引理（带有有穷分叉的无穷树最低限度有一个无穷枝叉），这引理实质上是选择公理的变体。

在欣迪卡的著作中，“可能世界”常常解释做“事件发展的可能方向”。在他看来可能世界是我们的“实际的”世界的

不同的可能状态。当然，在这样场合事件可能发展方向是事件的现实发展的某种集合，事件沿着这些集合实现其发展。

在欣迪卡看来，“这些可能世界和服务于确定这些世界成员之间互相关系的个体函项可以有而且据我看来确实有客观现实性的某种表现 (sout) 状态。但是它们的存在不是“自然的”事物。它们也可以是无条件客观的，象房子和书本一样，但无疑地，它们是人们为了跟现实互相作用而创造的。”^①

欣迪卡也看到了可能世界理论中的一些尚待解决的问题。例如，把必然性解释做在每个可能世界中真而可能性解释做在可能世界之一中真会遇到困难。这就是这种解释中包含着循环，即在此场合可能性需用可能世界来描述。但是，这种循环不是恶性的，并且允许我们用它来说明模态概念。

在带有认知或其他类的被称做命题态度算子的场合，即在涉及人对事物状态关系的场合克里普克的标准语义学和更一般的情况语义学（蒙塔古语义学）已不适用。在标准的构造中，采取这样的推理规则：如果公式 $A \equiv B$ 是普遍有效的，那么公式 $KA \equiv KB$ 是普遍有效的。但是采取这个规则显然与直观相矛盾。如果 A 逻辑上等值于 B ，并且某人知道 A ，那么由此不应得出某人知道 B 。这就是前面提到的无所不知的悖论。避免无所不知悖论是很困难的事。欣迪卡在“保卫不可能的可能世界”中采取了解决这个问题的成功的尝试。^② 在这篇文章中，除了逻辑的可能世界之外，欣迪卡引入认识论上可能世界这个重要的有益的思想。不是任何认识论上可能的世界都是逻辑上可能的。强调这一点是重要的：认识论上和逻辑上的可能世界

^① J·Hintikka: *Models for Modalities* 1969, D. Reidel, pp. 108—109.

^② J·Hintikka: "Impossible Possible World Vindicated", 载于 E·Saarinen (ed): *Game-Theoretic Semantics*, 1978, P. 367—379.

间的差别跟欣迪卡的平常无矛盾和构造无矛盾概念之间的差别相联系，跟兰德尔所研究的水平模型概念相联系。

九、自然语言的逻辑分析

欣迪卡的理论博弈语义学和可能世界理论不仅依赖于对标准逻辑哲学基础的重新理解，而且它们也成为研究一阶逻辑和自然语言逻辑分析不同概括的基础。

当代已广泛地研究了扩展的一阶语言：带根岑量词、莫斯托夫斯基量词等等的语言。这基本上是介于一阶和二阶之间的语言。这些语言与高阶语言相区别，它们具有“好的”性质和对把极丰富概念形式化通常是足够的。用这些丰富的一阶语言把一系列数学和自然科学理论方便地形式化了。引起欣迪卡对丰富的一阶语言的兴趣另一个动机是自然语言逻辑分析的课题和对自然语言量词理论博弈解释的可能性。

分析思维在自然语言中不同表达方式在逻辑科学发展的所有时期都是逻辑科学发展中新方向的重要源泉。在现代存在着若干自然语言逻辑分析纲领。（我们指的是自然语言的逻辑分析，而不是自然语言的数学模型。）例如，蒙塔古的自然语言研究纲领就是其出色的代表。

欣迪卡把理论博弈语义学作为自然语言逻辑分析的基础。在某部分，把带非标准量词的一阶系统的研究跟自然语言逻辑分析融合起来。欣迪卡的语言逻辑分析纲领尚处于研究阶段，远未完成。在这里，我们只讨论其若干片断，说出某些看法。

在分析英语中联结词“是”时，欣迪卡得出结论：“是”作为同一（=）、元素属于类（ \in ）、类包含于类（ \subseteq ）和存在（ \exists_x ）的弗雷格的区别是错误的，这种区别被罗素和蒯因及后来的大多数现代逻辑学家所继续。罗素曾宣布过：没有给出这

样的详细区别是人类思想的耻辱。我们应当看到,在这里的情况是复杂的。以不同的直言系统为基础的人工语言和自然语言都是可能的。在它们中有的含有三种不同关系(=、 \in 、 \subseteq),这是标准逻辑和罗素所理解的德语。同时,这样语言也是可能的,在那里存在唯一关系,列斯涅夫斯基的本体论语言、拉丁语、俄语、波兰语和其他一些语言。因此提出关于联结词“是”对于语言系统绝对适合未必正确。

欣迪卡不止一次强调,许多自然语言表达式,如英语的表达式所包含的量词不能翻译为标准逻辑的一阶语言。同时许多自然语言表达式翻译为高阶逻辑语言甚至翻译为丰富的一阶语言,其中翻译为带根岑量词的语言和希尔伯特的埃普隆符号(ϵ)的语言。^①

我们可以想象到,自然语言量词表达式合理地研究跟标准逻辑语言全称量词紧切相联和跟列斯涅夫斯基的本体论类型的非标准逻辑语言相联系。在语形和语义上很好描述的自然语言片断为我们提供了逻辑的某种语言。

可惜,在欣迪卡那里对自然语言量词有趣的语义分析不总是伴随着精确的语法描述。如有下述结构的语句

X—某 Y 是某 Z—W

看来应理解做划分出出现“某 Y 是某 Z”的语句。这样的划分出现在欣迪卡那里仍不精确。我们认为,分出出现的语句用带有希尔伯特的埃普隆符号的标准方式表达为: $\epsilon x (\exists a (x = a \wedge Y (a)) \wedge Z (x))$,它等值于 $\epsilon x (Y (x) \wedge Z (x))$ 。同样可以表达另一些复合量词,例如“所有 Y 是某 Z”:

^① 希尔伯特提出下述主张:用 $\Phi [\epsilon x \Phi / x]$ 到处代替 $\exists x \Phi$,这儿“ $\epsilon x \Phi$ ”解释做“我在满足 Φ 的那些元素中所选择的元素”。当然,这种解释不是无可非议的,但是希尔伯特表明他的 ϵ -演算严格地证明了象许多合适的演算的相同结果。

$$\epsilon x (\forall a (x = a \supset Y(a) \wedge Z(x))).$$

从上述分析可以看出，欣迪卡提出的并在他自己和他的学生强烈发展的理论博弈语义学为基础的自然语言逻辑分析纲领是有一定意义的，虽然它还有某些缺点。当然，这个纲领只应看作在这个领域中竞赛性的（但不一定互相排斥的）研究纲领之一。

十、问题逻辑和归纳逻辑

欣迪卡对问题理论的贡献是重要的，这不仅因为这个理论接近问题逻辑，而且也因为它也促进其他方面一些工作。欣迪卡使认知逻辑和疑问逻辑（erotetic Logic）互相结合，而且有说服力地表明，在疑问逻辑中所获得的结果与英语语法有关。欣迪卡关于问题的观点，包括存在唯一适当的方式分析它们的观点对语言学家有很大影响。

1974年欣迪卡发表了“关于问题的问题”一文从认知逻辑角度研究问题理论。1976年他发表了专著《问题的语义学和语义学的问题：在逻辑的解释、语义和语形中的情况研究》中陈述了他关于问题的观点。关于 Wh-问题，例如，他说

(2.1) 谁住在这儿？

的逻辑形式有点象

(2.2) 它引起我知道谁住在这儿。

对于这个问题，陈述

(2.3) 我知道谁住在这儿

被称做 desideratum（迫切需要的东西）。它规定提问者想知道的东西，对于他说来所其余的东西要求信息接收者提供给他这个信息。这种要求的成份在所有标准的寻找信息的问题中是相同的，虽然它可以在反诘、审问和出现在语法上非标准环境里

的问题中表现不同。

对于欣迪卡说来，以 Wh-问题的 desideratum 中省略“我知道所得到的结果是这个问题的预设。例如，(2.1) 的预设是 (2.9) (Ex) (x 住在这儿)。

对 Wh-问题，母式是预设减去量词。粗略地说，潜在的回答是母式的代入示例。完全的定义包含着进一步的规定。最重要的问题是在最简单的场合至少提问者知道代入者所涉及的是谁（是什么、在哪儿）。只有当提问者知道所涉及的对象时，名词短语才是最简单场合的回答。欣迪卡认为，对于有资格回答的问题的答案不仅是新的而且不象是在上下文关系中已有的。它不仅依赖问题的逻辑和语义情况和它的推想的答案，而且依赖于它们的成分，同时还依赖提问者在他提出他的问题时的知识情况。

答复将预设或提供能够使提问者知道 b 是谁（什么，在哪儿，……）等等涉及 b 的（名词短语所涉及的）许多信息。为了使 b 成为对所提问题的完整的答案，而不需要先于答案而知道 b 是谁（什么，在哪儿……）。那些知识可被答案 b 所提供。它们也可以被信息接受者所提供的附加说明所提供。

简单地说，欣迪卡没有涉及抽象意义上的问题，并且他也没涉及人工系统问题。相反，他试图分析在某类实际场合所使用的英语疑问句。欣迪卡对疑问句的性能的描述是逻辑—语言的，但他对回答的描写却是心理的知识的。

欣迪卡关于归纳逻辑的观点始于对卡尔纳普纲领的批评。卡尔纳普归纳逻辑的致命弱点是，只有涉及有限个体的句子才能得到非零概率。这样就使得所有无限普遍的科学定律不能得到任何大于零的确证度。这显然是不符合客观实际的。欣迪卡在归纳和概率逻辑方面的工作是以对卡尔纳普的归纳逻辑的一系列改善为起点。他的工作的第一步是用这样方式来概括卡尔

纳普的归纳逻辑：使它能够用概率的术语修改归纳概括。从技术上说，主要思想是把非零的先验概率指派给组元。

欣迪卡使用分配范式定义概率测度，而不象卡尔纳普的古典著作中那样定义，产生了先于无限制概括的非零的概率。于是，使归纳概括的概率处理成为可能。欣迪卡和尼依尼洛托（Ilkka Niiniluoto）共同研究了欣迪卡概率分布的公理学基础。这表明可以借助稍放宽的卡尔纳普的一般假定而获得它们。作为这些概率分布的对应者，我们可获得语义信息的测度。

欣迪卡在自由逻辑、把高阶逻辑判定问题归约为二阶逻辑片断的判定问题和关于不定式逻辑的研究中都取得令人瞩目的结果。总之，欣迪卡的许多思想和结果已牢固地进入逻辑科学。同时他的某些观点和他所提出的新问题所引起的争论在现代逻辑哲学研究界进行热烈讨论并推动着逻辑学进一步发展。

十一、欣迪卡的哲学观点概述

我们已概述了欣迪卡在现代逻辑领域的研究成果。我们看到，在大多数场合，欣迪卡的逻辑研究以非常紧密的方式跟这样或那样的认识论问题联结起来。在模型集和可能世界的研究中，在分析认知逻辑和命题态度中，在研究自然语言逻辑和许多其他问题时，在许多场合出现的认识论语境在欣迪卡那里是决定性的。在这种联系中，完全自然地会出现关于欣迪卡的一般哲学方法立场。

讨论欣迪卡的哲学思想是困难的。这是因为欣迪卡本人没有准确地表达自己的哲学立场。在许多地方可以证明这一点。显然，欣迪卡作为哲学家和逻辑学家在近30年中，他曾处于而且正在处于不断的创造性的探索过程中。在他的哲学视线内逐渐地引入柏拉图的、亚里士多德的、笛卡尔的、弗雷格的、

维特根斯坦的、卡尔纳普的和其他一些人的思想，似乎全面表述他自己的哲学立场的时间尚未到来。他本人对构造哲学体系有自己的看法。他写道：从前一个严肃的哲学家总是想产生自己的系统。二十世纪哲学家可能会发现这种想法不仅太过时了，而且有点可笑。透明度和立论的标准在我们时代使得在哲学的某方面的限度内足以产生第一流的哲学著作。因此，根据对某一哲学类型的俯瞰整理深刻的哲学思想这一想法对我们说来就象把拿破仑战争原则作为二十世纪全球战略一样。^①

首先我们应看到欣迪卡坚决摒弃新实证主义哲学立场。欣迪卡依据他所提供的表层和深层信息概念，在自己的著作中表明，不仅数学真理而且逻辑真理在一定意义上带来现实的信息。他写道，“实际是对逻辑实证主义打击之一”。

欣迪卡拒绝了对科学知识工具性的解释，根据这种解释，科学理论只不过是组织我们的观察和获得经验规律性的逻辑的或概念的工具。欣迪卡原则上不满意工具主义纲领，这种纲领认为理论术语没有语义意义和认识的内容。在欣迪卡跟他的学生尼依尼洛托专门为《哲学科学》杂志写的文章“理论术语和它们的拉姆齐—消元法：逻辑科学概要”中对这个纲领给予深刻批判。在这篇文章中作者们表明，拉姆齐和科列依格著名的逻辑结果，证明消除这些理论术语原则上的可能性，并且这些术语充当工具主义的辅助品，只触及经验语句，远没有表达理论知识的所有职能。按照欣迪卡和尼依尼洛托的意见，理论术语对于保证理论的正确性不是无关紧要的，它的明确和简单表述和为实现所观察的语句的归纳系统化是必要的。由此必然得出它们是有语义意义和认识内容的。欣迪卡和尼依尼洛托得出这样的结论：甚至如果理论术语拉姆齐消元“是作为研究逻辑

^① 见 (Jaakko Hintikka) p. 9。

科学某些问题的分析工具是有益的”，它表明“对工具主义弱的支持并且从现实主义观点看它的可接受性是有限的”。

现在我们考察欣迪卡的本体论。欣迪卡把可能世界看作是解决跟模态、心理态度、同一性、个体化和实体各种“类型”间关系等密切相关的各种传统问题的钥匙。欣迪卡的本体论观点主要表现在他的模态语义框架中。这个框架涉及到诸如可达关系（或选择关系）、世界线（Worldlines）、个体在世界中跨越辨认（cross-identification）和体现（manifestation）等概念或方法。

这些世界线恰好有蒙塔古、卡尔纳普和其他语义学者称做个体涵义（个体概念、个体内涵等）的那种东西的结构，它们是从世界到外延的映射。这些东西常常指派给个体指称子作为它们的“意义”。蒯因把内涵称做“含糊的产物”而且一般说来这些东西有形而上学之嫌。在欣迪卡那里，他把世界线本身作为在模态语境中所涉及的个体。

所谓跨越辨认的方法是指决定一个世界的居住者跟另一个世界的居住者是否同一的基本方法。欣迪卡强调，在不同语境中在做出这样决定时可以应用不同的标准。

欣迪卡认为他的可能世界的最中心的思想是这样的方法：把意义（涵义）解释做意义涵项，即是从可能世界 W 到在 W 中特定某物的映射，并且强调借助世界线构造我们的个体的必要性。世界线联结着相同个体在不同世界中的具体化。

那么可能世界是什么呢？欣迪卡回答道：我的“可能世界”打算解释做更象可能事实的总体，甚或可能经验的总体而不是预先构想的个体的新的格式塔心理形态。^① 有时，他还说，“可能世界”概念结构的中心环节是，通常可以把它解释

^① (Jaakko Hintikka) P. 340.

做事物的可能状态，或事件发展的可能方向（这些解释上的差别对我们说来是非本质的）。

有人把欣迪卡在可能世界理论中所表达出的哲学观点称做“现实主义观点”。现实主义作为一种哲学立场，无疑地它构成欣迪卡哲学观点的重要方面。是的，在他的著作中，我们没有找到他所采取的哲学立场的详细叙述，但这种立场对于他的许多学生，首先是对于尼依尼洛托和图梅拉是基本的。这主要表现在他们共同发表的著作中。而且我们还看到，欣迪卡的所有著作中最重要的精神和它们的主要目标是扩充对人类认识活动分析的可能性，这种活动给予我们对世界有更适当的理解。这无疑地证明了他对现实主义哲学原则的信赖。

象哲学史所表明的那样，现实主义是如此广阔的哲学立场，它可以允许对现实存在的事件做客观唯心主义、主观唯心主义或唯物主义的解释。在最近20年在西方哲学中现实主义唯物主义信念得到广泛传播，通常在西方称做“科学现实主义”。我们认为，欣迪卡和他的学生们的主张无疑地与哲学中这种路线相衔接。我们还应当指出“科学现实主义”不是一个完备的概念。

欣迪卡对解决哲学根本问题的唯物主义现实主义观点还明显地表现在他对待康德哲学的态度。欣迪卡深入地研究了亚里士多德（特别是他的时间和必然性学说）和康德，同时也研究了柏拉图、笛卡尔和莱布尼茨。他也研究了若干重要哲学思想或假设的长期历史，特别是被洛夫乔伊称做充足原则和分析与综合的古代几何方法。关于后者他跟雷米斯一起写了一本书《分析的方法》。^①欣迪卡的若干历史概述集中于《知识和知

^① 《The Method of Analysis. Its Geometrical Origin and Its General Significance.》，D·Reidel, 1974。

道。认识论的历史透视》(1974)一书中。他在关于柏拉图和亚里士多德的哲学文章中就表现哲学探索中的明确的唯物主义观点。跟试图把历史一哲学的说明归结为语言的问题相反,欣迪卡在自己的所有历史哲学和历史科学的著作中基本调子表明为哲学和科学思想进化提供概念的和有内容的前提。

欣迪卡以他的博奕语义学作为工具,对康德的哲学进行深刻的分析。在数学中寻找客体的对象活动被构造客体的活动所代替。跟逻辑实证主义相反,欣迪卡赞扬对象活动作康德式的强调,但他绝不赞成康德的不可知论观点。欣迪卡指出,认识带有阶梯式的特点,它使我们一步一步接近真理。

现在我们简短地讨论一下欣迪卡关于逻辑和哲学关系的观点。他不相信能够从哲学观点中区别出逻辑观点来,这无论在他的场合还是在哲学史上都如此。同时,他还说过,在每个主要方向上,在逻辑中他的著作导致逻辑分析新的可能性,这种分析同样对甚至在传统意义上的哲学问题给出清楚而深刻的理解,甚至有助于深入理解哲学史。^①而在递归函数论、模型论和元数学领域所获得的结果跟在哲学研究中引起很大兴趣的一些概念和问题的说明和探讨联系着。这都表明哲学和逻辑的密切联系。

然而,哲学问题和逻辑问题的一致并不排除区分这样两类问题的可能性:第一类是对数理逻辑和数学基础重要的基础研究;第二类是从技术观点看不那么重要,但有不少哲学意义的问题。当然,这种区别不是一下子就永久地确定下来。某些第二类问题可以逐渐地引起只从事技术问题研究的逻辑学家的关注。这类研究导致重要的技术结果是完全可能的。无论如何在许多场合可以引入这样的划分。例如,在模态逻辑中所获得的

^① (Jaakko Hintikka), P. 11。

结果对逻辑和数学基础的技术问题的研究带来的贡献不那么大。然而模态逻辑给我们提供了使相当大的一部分重要的哲学概念和哲学问题得到精确说明的大有希望的方法。

欣迪卡还指出，虽然在现代逻辑技术领域所研究的许多概念有明显的直观内容和哲学性质，但它们相当复杂和要求使用极巧妙的技术工具。于是，对我们表述完全清楚的算术真的概念就一定会遇到这样真的类的非公理化问题。

欣迪卡在建立认知逻辑时，曾提出用“可辩护性”（defensibility）和“不可辩护性”（indefensibility）等新概念代替通行的“协调性”（“一致性”）和“不协调性”（“不一致性”）等概念，用“自身支持的语句”（self-sustaining sentences）代替“有效的语句”。^① 这种主张虽然未被逻辑学界普遍接受，但是它再次表明欣迪卡改变逻辑学某些传统观念的努力。

欣迪卡关于哲学和逻辑关系的观点是深刻的有启发性的。现代逻辑发展表明，逻辑学已成为理论严密、分支众多、应用广泛的独立学科，但是它的某些方法的哲学方法论性质越来越明显，因而许多学者试图借助某些逻辑方法说明或解决哲学难题。欣迪卡就是一位这样的学者。

欣迪卡还是位科学哲学家。他早在 60 年代就注意科学哲学中某些中心论题。他的某些工作对科学哲学产生较大影响。

参 考 文 献

1. R. J. Bogdan (ed) 《Jaakko Hintikka》，1987, D. Reidel Publishing Company.

^① J. Hintikka: 《Knowledge and Belief》，p32.

2. J. R. Burr (ed) 《Handbook of World Philosophy. Contemporary Developments Since 1945.》, 1980 Aldwych Press.

3. J. Hintikka: 《Knowledge and Belief, An Introduction to the logic of the two notions》, 1962 Cornell University Press.

4. Я Хинтика: 《логико-эпистемологические Исследования》, 1980, Москва (Прогресс).

主要人名译名对照表

鲁道夫·卡尔纳普	Rudolf Carnap
路德维希·毕希纳	Ludwig Büchner
恩斯特·海克尔	Ernst Hæckel
马丁·海德格尔	Martin Heidegger
R·阿芬那留斯	R. Avenarius
B·鲍赫	B. Bauch
E·卡西勒	E. Cassirer
E·胡塞尔	E. Husserl
F·W·尼采	F. W. Nietzsche
G·W·莱布尼茨	G. W. Leibniz
H·赖兴巴赫	H. Reichenbach
M·石里克	M. Schlick
H·汉恩	H. Hahn
O·纽拉特	O. Neurath
V·克拉夫特	V. Kraft
阿尔弗雷德·塔尔斯基	Alfred Tarski
J·卢卡西维茨	J. Lukasiewicz
T·柯达尔宾斯基	T. Kotarbinski
S·列斯尼夫斯基	S. Lesniewski
W·夕尔宾斯基	W. Sierpinski
H·费格尔	H. Feigl

- | | |
|------------|------------------|
| W·塞拉斯 | W. Sellars |
| 霍夫斯塔特 | Hofstadter |
| 冯·尤霍斯 | B. von Juhos |
| 科可斯任斯卡 | Kokoszynska |
| H·肖尔茨 | Heinrich Scholz |
| J·温伯格 | J. Weinberg |
| K·库拉托夫斯基 | K. Kuratowski |
| A·莫斯托夫斯基 | A. Mostowski |
| R·M·鲁宾逊 | R. M. Robinson |
| K·爱裘凯维茨 | K. Ajdukiewicz |
| N·古德曼 | N. Goodman |
| C. S. ·皮尔士 | C. S. Peirce |
| 亨利·艾肯 | Henry Aiken |
| 约翰·杜威 | John Dewey |
| J·S·乌利安 | J. S. Ullian |
| J·B·罗塞尔 | J. B. Rosser |
| R·詹森 | Ronald Jenson |
| M·弗里德曼 | M. Friedman |
| B·F·斯金纳 | B. F. Skinner |
| N·乔姆斯基 | N. Chomsky |
| S·汉普谢尔 | S. Hampshire |
| B·麦基 | Bryan Magee |
| W·施太格缪勒尔 | W. Stegmüller |
| J·瑞恰德 | J. Richard |
| G·伯瑞 | G. Berry |
| K·格瑞林 | K. Grelling |
| L·古杜拉 | L. Couturat |
| L·E·J·布劳威尔 | L. E. J. Brouwer |

A·海丁	A. Heyting
大卫·希尔伯特	David Hilbert
伊·康德	Immanuel Kant
海因里希·韦伯	Heinrich Weber
拉撒路·富克斯	Lazarus Fuchs
亥尔曼·闵科夫斯基	Hermann Minkowski
费迪南特·林德曼	Ferdinand Lindemann
阿道夫·胡尔维茨	Adolf Hurwitz
高斯	Carl Friedrich Gauss
费里克斯·克莱因	Christian Felix Klein
昂里·庞加莱	Jules-Henri Poincaré
保尔·果尔丹	Paul Albert Gordan
莱奥波特·克罗内克	Leopold Kronecker
喀娣·耶罗士	Käthe Jerosch
伊发·弗雷德霍姆	Erik Ivar Fredholm
爱因斯坦	Albert Einstein
H·外尔	Hermann Weyl
R·库朗	Richard Courant
E·施密特	E. Schmidt
L·O·布卢门塔尔	L. O. Blumenthal
W·阿克曼	Wilhelm Ackermann
H·B·柯瑞	Haskell B. Curry
K·许特	Kurt Schütt
E·诺特	E. Noethee
J·冯·诺意曼	J. von Neumann
高木贞治	
E·策尔梅洛	Zermele, Ernst
范·德·瓦尔登	Van der Waerden

- | | |
|-------------|--------------------------------------|
| P·贝尔奈斯 | Paul Bernays |
| G·根岑 | Gerhard Gentzen |
| 欧几里得 | Euclid |
| 尼·伊·罗巴切夫斯基 | Николаи иванович
Лобачевский (俄文) |
| 亚·波尔约 | János Bolyai |
| B·黎曼 | B. Riemann |
| M·帕施 | M. Pasch |
| G·弗雷格 | Gottlob Frege |
| G·皮亚诺 | G. Peano |
| G·康托尔 | Georg Cantor |
| R·戴德金 | Richard Dedekind |
| B·波尔查诺 | Bernard Bolzano |
| A·柯西 | A. -L. Cauchy |
| N·H·阿贝尔 | N. H. Abel |
| 狄利克雷 | P. G. L. Dirichlet |
| K·外尔斯特拉斯 | K. Weierstrass |
| 罗素 | Bertrand Russell |
| A·N·怀特海 | A. N. Whitehead |
| E·施罗德 | Ernst Schröder |
| L·维特根斯坦 | L. Wittgenstein |
| G·E·摩尔 | G. E. Moore |
| G·布尔 | George Boole |
| 亚里士多德 | Aristotle |
| 威拉德·范·奥曼·蒯因 | Willard Van Ormann Quine |
| A·J·艾耶尔 | A. J. Ayer |
| 麦克斯·奥托 | Max Otto |
| 威廉·詹姆士 | William James |

G·H·麦克赖特	George H. Mckright
J·B·华生	John B. Watson
W·D·凯尔恩斯	W. D. Cairns
J·文恩	J. Venn
J·D·尼柯德	J. D. Nicod
H·M·谢弗	H. M. Scheffer
G·曼诺利	G. Mannoury
A·海丁	A. Heyting
J·阿达玛	J. Hadamard
E·波莱尔	E. Borel
R·L·贝尔	Baire, R. L.
H·勒贝格	Lebesgue, H.
柯尔莫哥洛夫	Колмогоров, А. Н. (俄文)
格里文科	Гливенко, В. И. (俄文)
S·C·克林	S. C. Kleene
E·W·贝思	E. W. Beth
S·克里普克	S. Kripke
D·卡普兰	D. Kaplan
R·蒙塔古	R. Montague
C·H·朗福德	C. H. Langford
J·S·密尔	J. S. Mill
H·费格尔	H. Feigl
C·门格尔	C. Menger
P·弗兰克	P. Frank
K·R·波普尔	K. R. Popper
C·W·莫里斯	C. W. Morris
E·马赫	E. Mach
H·赫兹	H. Hertz

柏拉图	Platon
泰利斯	Thales
赫拉克利特	Herakleitos
阿那克西曼德	Anaximandros
毕达哥拉斯	Pythagoras
孔德	A. Comte
休谟	D. Hume
R·内范廷纳	R. Nevantina
E·凯拉	E. Kaila
冯·赖特	G. H. von Wright
欣迪卡	K. J. J. Hintikka
B·德瑞本	B. Dreben
R·奥尔布里顿	R. Albritton
P·齐夫	P. Ziff
I·谢菲勒	I. Scheffler
C·帕森斯	C. Parsons
R·希尔庇宁	R. Hilpinen
R·图梅拉	R. Tumela
J·皮塔瑞南	J. Pietarinen
V·兰塔拉	V. Rantala
S·克努蒂拉	S. Knuutila
P·苏佩斯	P. Suppes
C·欧文	C. Owen
D·戴维森	C. Davidson
D·斯科特	D. Scott
D·富莱斯达尔	D. Føllesdal
M·B·普洛文斯	M. B. Provence
A·林登鲍姆	A. Lindenbaum

R·斯穆里安	R. Smullyan
巴·希勒	Y. Bar-Hillel
P·洛伦岑	P. Lorenzen
S·坎格	S. Kanger
I·尼依尼洛托	I. Niiniluoto
R·笛卡尔	R. Descartes
J·洛克	J. Locke
D·休谟	D. Hume
G·W·F·黑格尔	G. W. F. Hegel
K·马克思	K. Marx
G·贝克莱	G. Berkeley
H·麦克柯尔	H. MacColl
M·华耶斯堡	M. Wajsberg
O·贝克	O. Becker
W·T·帕黎	W. T. Parry
F·P·拉姆齐	F. P. Ramsey
A·O·洛夫乔伊	A. O. Lovejoy
U·雷米斯	U. Remes
W·涅尔	W. Kneale
芝诺	Zenon Eleates
E·蔡勒	E. Zeller
H·斯宾塞	H. Spencer
J·罗伊斯	J. Royce
R·B·培里	R. B. Perry
G·桑塔耶拿	G. Santayana
F·H·布拉德雷	F. H. Bradley
B·鲍桑葵	B. Bosanquet

卷次及内容

第一卷	语言哲学
第二卷	心智哲学
第三卷	科学哲学
第四卷	道德哲学
第五卷	逻辑哲学
第六卷	宗教哲学
第七卷	历史哲学
第八卷	艺术哲学
第九卷	人文哲学
第十卷	社会哲学