



对话

中国通信学会 组编
通信新技术普及丛书

云计算

中兴通讯学院 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

对话

中国通信学会 组编
通信新技术普及丛书

云计算

中兴通讯学院 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

对话云计算 / 中国通信学会组编 ; 中兴通讯学院编
著. — 北京 : 人民邮电出版社, 2012. 8
(通信新技术普及丛书)
ISBN 978-7-115-27975-0

I. ①对… II. ①中… ②中… III. ①计算机网络
IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第061705号

内 容 提 要

本书以通俗易懂的语言, 轻松的人物对话形式, 深入浅出地介绍了云计算的相关知识, 主要包括 3 部分。第 1 部分围绕云计算的基本概念展开, 主要介绍了云计算的发展历史, 并结合应用实例介绍了云计算的基本概念。第 2 部分围绕云计算的关键技术展开, 对云计算的关键技术做了概述性介绍, 涉及 Web、SOA、SaaS、虚拟化、分布式系统和安全技术。第 3 部分主要介绍了目前云计算的标准化进展及其在多个行业的实际应用, 并展望了其发展方向。

本书适合运营商技术人员、企业相关部门技术人员、行业管理人员、云计算系统的设计开发人员以及对云计算技术感兴趣的读者阅读, 也可以作为相关院校相关课程的参考书。

通信新技术普及丛书

对话云计算

◆ 组 编 中国通信学会
编 著 中兴通讯学院
责任编辑 李 静

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鑫正大印刷有限公司印刷

◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 15
字数: 318 千字

2012 年 8 月第 1 版
2012 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-27975-0

定价: 42.00 元(附光盘)

读者服务热线: (010)67119329 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154



丛书序

随着信息通信技术与互联网的发展与融合，现代通信网发生了巨大的变化，同时也促进了通信新技术的发展和新业务的丰富。尤其是 2009 年以来，我国迈入了 3G 时代，通信新技术、新概念层出不穷，新业务不断涌现，让人目不暇接。面对这种新的形势，及时补充和更新通信技术和业务知识，成为信息通信行业的管理人员、市场营销人员、技术人员的迫切需求。与此同时，社会上关注和想了解信息通信的人也越来越多。

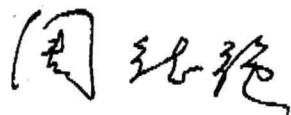
目前，关于信息通信技术的论著很多，其中绝大多数论著的学术气息比较浓厚，语言表达通常严谨而深奥，对一般读者来说学习和理解还有难度。鉴于这种状况，中国通信学会结合当前科普与教育工作的实际需求，经过充分的调研分析，决定组织出版这套《通信新技术普及丛书》，以满足部分读者快速掌握通信知识、提高技术水平、提升专业素养的需求。

《通信新技术普及丛书》包括《对话通信原理》、《对话第三代移动通信》、《对话移动互联网》、《对话多媒体通信》、《对话下一代网络》、《对话宽带接入》、《对话网络融合》、《对话光通信》、《对话物联网》和《对话云计算》。丛书不但采用了趣味的人物对话编写方式，还借助现代多媒体技术将一些抽象的概念做了形象的演示，希望以此帮助行业管理人员、市场营销人员、技术人员能够快速地向专业的知识迈进，更深刻地理解通信技术和设备的原理，无障碍地阅读技术资料，以达到高效辅助工作的目的；同时也希望让想了解信息通信的读者能够有深度地了解电信新技术和新业务。

努力在教育领域继续做出高水平、高规格、高质量的科普培训样本，是中国通信学会落实科学发展观的一项具体措施，也是科普教育工作的一个长期任务。《通信新技术普及丛书》的出版，对落实科学发展观，繁荣通信科普创作，广泛普及通信新技术和新业务知识，提高从业人员和用户的科学文化

素质，促进通信事业发展具有积极的意义。

这里，谨以本丛书的付梓出版，向参与写作和编辑的各方人员致以由衷的感谢和祝贺！

A handwritten signature in black ink, reading '周镇元' (Zhou Zhenyuan). The characters are written in a cursive, flowing style.

中国通信学会理事长

编者序

科学技术的进步导致人民生活水平的提高和通信行业日新月异的发展；同时，科学技术的不断创新和持续发展也离不开科学文化的普及和科学发展观的落实。国际上的竞争愈来愈演变为高科技领域的竞争，因此，新技术、新知识的快速普及和传播也显得更加迫切和重要，这也是每一个知识工作者应尽的义务和崇高的使命。

对于中兴通讯学院来说，学院的社会责任就是培训和知识传递。知识就是生产力，国家提倡科教兴国，科学教育的核心就是知识，教育的目的是培养人，知识的核心价值体现在人上面。而这个过程是动态的，动态的过程就是传播，是培训。知识的传播既是竞争的需要也是社会责任的体现。

在中国通信学会周德强理事长的倡导下，在通信业界的一些专家和学者的支持下，人民邮电出版社从2009年起组织出版一套通信新技术和新知识普及丛书。在网络经济改变人民生活 and 通信行业经历巨大变革的大环境下，这是一件非常有意义的事情。中兴通讯学院恰逢这样的机会，参与到《通信新技术普及丛书》项目共襄盛举。《通信新技术普及丛书》实现了专家、出版社与企业的联动，在知识传递的模式上也有所创新。中兴通讯作为知识型企业，将多年积淀的知识回馈给社会，也体现了企业的社会价值和社会责任。

中兴通讯学院整合公司各部门的技术专家资源、学院的讲师、知识产品架构师、知识产品开发工程师、多媒体开发工程师，参与到《通信新技术普及丛书》的编写工作中。根据最初的策划，完成了《对话通信原理》、《对话第三代移动通信》、《对话移动互联网》、《对话多媒体通信》、《对话下一代网络》、《对话宽带接入》、《对话网络融合》、《对话光通信》、《对话物联网》和《对话云计算》等书的编写。本套丛书在行文风格上力求通俗易懂，在编写上力求采用民众喜闻乐见的方式，并且引进了“科普动漫”来演示抽象的概念

和理论。这些努力都是一些有益的尝试，希望有助于知识的传播和普及。

在科普领域，记得郁达夫曾赞扬亨德里克·威廉·房龙的笔，有“一种魔力”，“干燥无味的科学常识，经他那么的一写，无论大人、小孩，读他书的人，都觉得娓娓忘倦了！”《通信新技术普及丛书》也是向这个方向努力，力图使读者朋友能够轻松、愉快地阅读。另外，本丛书还提供多媒体光盘，可以让读者反复观摩和学习。

再次感谢中国通信学会的各位专家和学者，感谢人民邮电出版社，同时也感谢参与写作和编辑的各方人员。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '陈建俊' (Chen Jianjun), with a stylized, flowing script.

中兴通讯高级副总裁

增 版 序

中兴通讯学院的苏容、邱泉、储小霞、郭磊、国强、胡明、黄贤、林春燕、林盛灿、刘学良、刘勇、裴泽芳、秦红娟、邵文娟、施凯、覃开政、田军、万成、万光华、魏征、邢晓江、徐恒、张刚勤、张华、张晓慧、张瑜、周厚桥、周峻松、朱立葭、卓永刚等同志，在参与中国通信学会和中兴通讯学院联合组织编写的《通信新技术普及丛书》的过程中，积极参与前期的内容策划，与编辑和专家组多次讨论共同确定了每本书的书名和框架结构。在具体的创作过程中，克服了时间紧、任务重等重重困难，不仅高质量地完成了超过 200 万字的内容创作，而且还制作了形式活泼、浅显易懂的动画，将深奥的通信知识表现得活灵活现。目前，这套丛书已经得到了工业和信息化部、中国科协相关领导以及业内的一致好评，对普及通信科普知识以及信息通信领域的普及教育工作起到了巨大的推动作用。

中国通信学会周德强理事长“对中兴通讯学院领导和各位同志付出的艰辛劳动深受感动，请代我向中兴学院的领导和同志们表示深深的谢意！”

在科普领域，中兴通讯学院将中兴通讯多年积累的知识回馈给社会，这是一种企业与社会大众全新的对话模式，是企业践行科学发展观，履行社会责任的一次很有意义的探索。另外，中国通信学会和人民邮电出版社的肯定和支持，都让我院的全体创作人员深感鼓舞和欣慰！把握信息通信领域前沿技术，在《通信新技术普及丛书》前 8 本的基础上，中兴通讯学院延续创作了《对话云计算》和《对话物联网》两本图书（附多媒体光盘），这两本书依旧保持轻松、活泼的风格，力图使读者朋友能够轻松、愉快地阅读。希望广大读者能够喜欢。

再次感谢中国通信学会的各位专家和学者，感谢人民邮电出版社，同时也感谢参与写作和编辑的各方人员。

A stylized handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, connected strokes.

中兴通讯学院院长

前言

相信大多数人最初看到云计算这个词的时候，想到的可能只有两个字——“炒作”。这是因为近年来计算机界越来越给人一种时尚的感觉，各种新概念、新名词层出不穷，吸引着大家的眼球，冲击着我们的大脑，可是，往往仅仅几年甚至几个月的时间这些新概念就烟消云散，不知所踪了。因此，一开始就有不少程序员习惯性地云计算归于这些时髦的炒作概念之中。云计算？好像又是一种玄而又玄的东西，也许哪天就被大家遗忘到哪个角落了吧！

可是事实恰恰相反，几年过去了，云计算不仅没有消失，反而越来越多的软件公司加入到云计算的产业中，这不禁令越来越多的人对其大感兴趣。

细究云计算，还会发现一个有趣的现象，那就是企业界对它的兴趣远远大于学术界对它的兴趣。Amazon、Google、微软等知名公司都已经陆续推出成熟的云计算商用产品了，可是大家还在为云计算的定义而吵吵嚷嚷。

实际上这并不见得是一件坏事，当年在通信行业的 IP 技术和 ATM 技术的竞争中就出现过类似的情形。ATM 技术是以学术界为主导制定出来的标准，而 IP 技术是以企业界为主导通过市场孕育出来的标准，虽然从技术层面来看 ATM 技术更为先进，但是最终 IP 技术取得了完胜。

在云计算出现之前，与之最为相似的当属网格计算，后者即属于学术界热而企业界不热的典型。从这个意义上来看，云计算也许又会像当年的 IP 技术一样，走出一片属于自己的天空。

本书对云计算进行了全面而详尽的介绍，大致可以将其内容划分为 3 个组成部分。

第 1 部分围绕云计算的基本概念展开，包括第 1、2 章。第 1 章介绍了云计算的发展历史，第 2 章结合应用实例介绍了云计算的基本概念。

第 2 部分围绕云计算的关键技术展开，包括第 3、4、5、6、7 章。第 3 章对云计算的关键技术进行概述性介绍，涉及到 Web、SOA、SaaS、虚拟化、分布式系统和安全技术；第 4 章详细介绍了 Web 技术；第 5 章详细介绍了虚拟化技术；第 6 章详细介绍了分布式系统；第 7 章详细介绍了云计算的安全技术。

第 3 部分围绕云计算的产业化和应用情况展开，包括第 8、9、10 章。第 8 章介绍了目前各知名软件公司推出的云计算产品；第 9 章介绍了云计算的标准化进展；第 10 章介绍了云计算在多个行业的实际应用，并展望了其未来的发展方向。

本书由朱清峰编写，不足之处欢迎各位读者不吝指正。

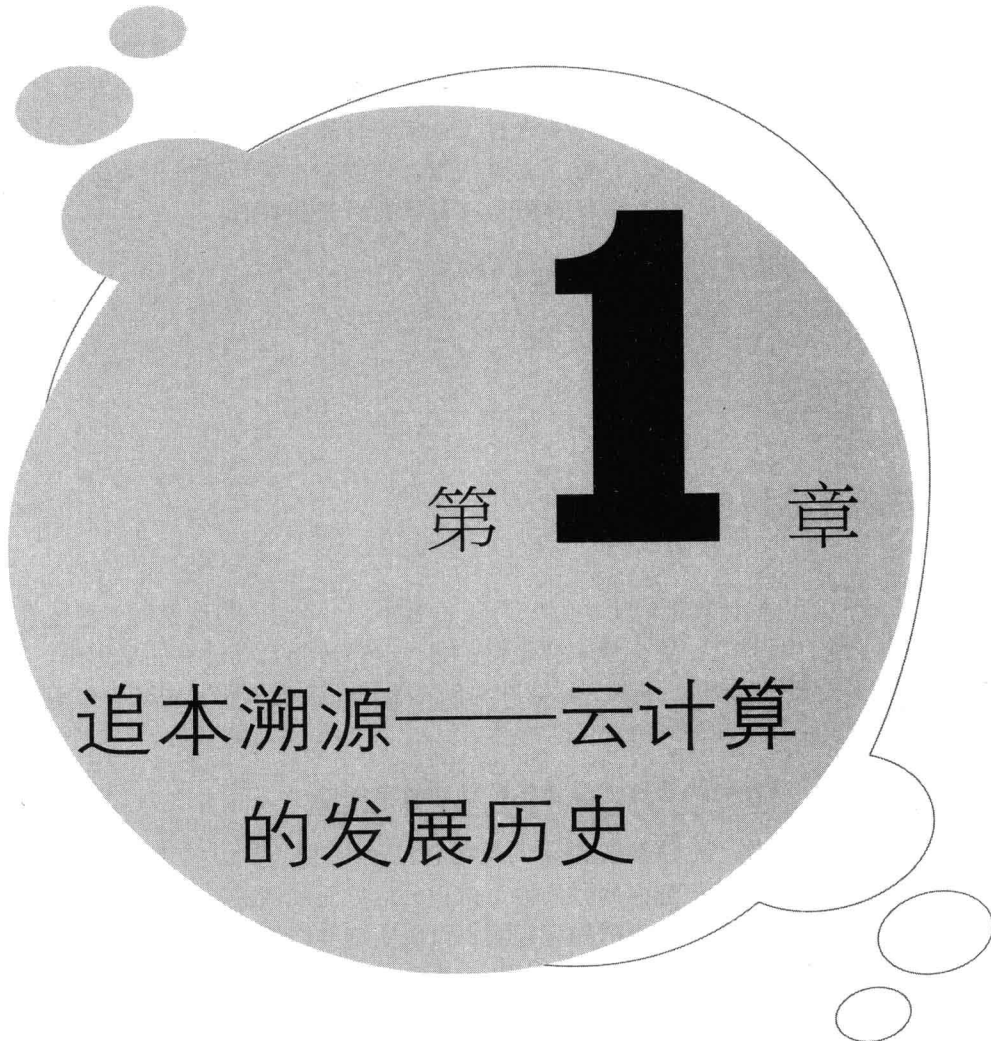
作者

目 录

第 1 章 追本溯源——云计算的发展历史	1
1.1 自动计算的思想史	2
1.2 计算机的诞生	6
1.3 大型机与集中式计算	8
1.4 个人计算机的普及	10
1.5 互联网与分布式计算	11
1.6 云计算	13
1.7 小结	15
1.8 通信故事	16
1.9 习题	18
第 2 章 众说纷“云”——什么是云计算	19
2.1 初识云计算	20
2.2 什么是云计算	24
2.3 云计算的架构	28
2.4 小结	32
2.5 通信故事	33
2.6 习题	34
第 3 章 打开百宝囊——探寻云计算的关键技术	35
3.1 Web	36
3.2 SOA	38
3.3 SaaS	40
3.4 虚拟化	41
3.5 分布式系统	43
3.6 云计算的安全	45
3.7 小结	47
3.8 通信故事	48
3.9 习题	49
第 4 章 忽如一夜春风来——步入 Web 时代	50
4.1 Web 的历史	51
4.2 Web 技术体系	54

4.3	Web 的应用	58
4.4	Web 的未来	67
4.5	小结	69
4.6	通信故事	70
4.7	习题	71
第 5 章	一枝红杏出墙来——引人注目的虚拟化	73
5.1	什么是虚拟化	74
5.2	存储虚拟化	77
5.3	网络虚拟化	81
5.4	计算机虚拟化	83
5.5	桌面虚拟化	88
5.6	软件虚拟化	90
5.7	小结	91
5.8	通信故事	92
5.9	习题	93
第 6 章	团结就是力量——漫游分布式世界	94
6.1	什么是分布式系统	95
6.2	分布式文件系统	99
6.3	分布式数据库	105
6.4	分布式计算	110
6.5	小结	114
6.6	通信故事	115
6.7	习题	117
第 7 章	魔高一尺，道高一丈——云计算的安全	118
7.1	概述	119
7.2	基础设施安全	122
7.3	数据安全	127
7.4	应用安全	133
7.5	小结	137
7.6	通信故事	138
7.7	习题	140
第 8 章	乱花渐欲迷人眼——云计算产品巡礼	142
8.1	Google 公司	143
8.2	微软公司	146
8.3	IBM 公司	149

8.4	Oracle 公司	151
8.5	Amazon 公司	154
8.6	EMC 公司	157
8.7	Salesforce 公司	159
8.8	Apple 公司	161
8.9	小结	163
8.10	通信故事	164
8.11	习题	166
第 9 章	没有规矩，不成方圆——云计算标准化	168
9.1	概述	169
9.2	CSA	172
9.3	DMTF	174
9.4	NIST	178
9.5	OGF	181
9.6	Open Cloud Manifesto	184
9.7	SNIA	187
9.8	小结	190
9.9	通信故事	191
9.10	习题	192
第 10 章	风起云涌——云计算的应用与未来	193
10.1	概述	194
10.2	云计算在公共服务领域的应用	196
10.3	云计算在电信行业的应用	199
10.4	云计算在教育文化领域的应用	203
10.5	云计算在制造业的应用	206
10.6	云计算在零售业的应用	209
10.7	云计算的未来	211
10.8	小结	213
10.9	通信故事	214
10.10	习题	215
	习题答案	216



第 **1** 章

追本溯源——云计算
的发展历史



云计算是伴随着计算机和通信技术的发展而发展起来的，从大型机到个人计算机再到互联网，计算模式走过了从集中计算到分布式计算再到云计算的历程。回首往事，让我们沿着计算机和计算模式的发展历程做一次有趣的历史漫游吧。

1.1 自动计算的思想史



我们可以把计算机的历史划分为两个部分，一个部分是计算机工程技术的发展史，例如电子管、晶体管、大规模集成电路；另一个部分是自动计算的思想史，例如布尔代数、符号系统、图灵机。显然，后者在时间上是先于前者的，即先有了自动计算的思想，才会产生实现该思想的计算机工程技术。



好啊，那我们就开始自动计算思想史的漫游吧。



我们的故事就从 17 世纪法国的莱布尼兹开始讲起吧。大家知道莱布尼兹因为和牛顿各自独立发现了微积分而闻名，他为微积分运算而发明的符号一直沿用至今。在莱布尼兹看来，我们对整个人类的知识领域也可以实施类似的举措，即首先创造一套覆盖人类全部知识的纲要，然后将这个纲要转换为符号系统，最后利用这些符号之间的推理演算就能够揭示人类全部知识之间的关联。

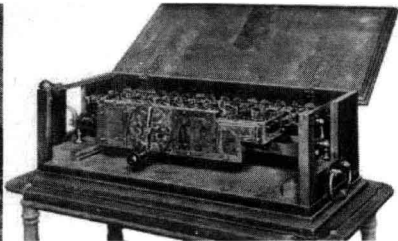


图 1-1 莱布尼兹和他的计算机器

莱布尼兹提出了这个伟大的梦想，却无法实现它。虽然他在 1673 年制作了一台能够实现加减乘除四则运算的计算机器，并因此被选为伦敦皇家学会会员，但是距离他的梦想还很遥远。顺便提一下，这台计算机器中包括了一个天才的部件——“莱布尼兹轮”，直到 20 世纪这一部件仍然在计算装置上得到广泛应用。

：莱布尼兹的这个梦想的确堪称伟大，直到今天的超级计算机也不敢说已经达到了他的目标吧？

：是啊。不过莱布尼兹的构想虽然无法在他所处的时代得到实现，其思想却可以看作是现代数理逻辑部分内容的萌芽，从这个意义上讲可以把莱布尼兹看作是数理逻辑学的先驱。下面我们就来看看数理逻辑学是如何发展起来，并一步步逼近莱布尼兹梦想的吧。

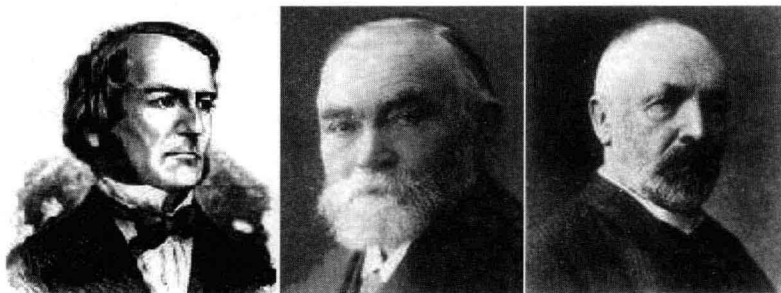


图 1-2 数理逻辑学的奠基者：布尔、弗雷格和康托尔

1847 年，英国数学家乔治·布尔发表了《逻辑的数学分析》，建立了布尔代数。他创建了一套符号系统，利用符号来表示逻辑中的各种概念，并建立了一系列运算规则，利用代数的方法研究逻辑，初步奠定了数理逻辑的基础。我们现在程序设计中经常使用的布尔值（TRUE 和 FALSE）就是为了纪念布尔而命名的。

1879 年，德国数学家弗雷格出版了《概念文字》一书。在弗雷格看来，布尔代数试图用逻辑来发展逻辑，这是不可接受的。他的解决办法是用精确的语法规则或句法规则把他的概念文字发展成为一种形式化的人工语言，这可以看作是今天所有计算机程序设计语言的前身。

此时，数理逻辑学的发展也渐入佳境。1874 年左右，德国数学家康托尔创建了集合论，这是人类历史上第一次针对无穷建立起抽象的形式符号系统和确定的运算，它从本质上揭示了无穷的特性，并促进了数学中许多新分支的建立和发展，成为后来实变函数、代数拓扑、群论和泛函分析等理论的基础。

：集合的概念倒是在高等数学课程里面学习过，没想到它竟然属于数理逻辑学的范畴，更没想到原来它在数学里面占据了这么高的地位。

：不要高兴得太早，就在一切看似完美无缺的时候，英国哲学家罗素提出了著名的“罗素悖论”，几乎对数理逻辑学造成了致命的打击。1902年，弗雷格在其集毕生心血之大成的著作《算数的基本法则》完稿付印之时，收到了罗素关于这一悖论的来信，他立刻意识到这几乎导致其一生的工作毁于一旦。为此，弗雷格在其新书中增加了一个补遗，里面写到：“正当工作就要完成之时发现那大厦的基础已经动摇，对于一个科学工作者来说，没有什么比这更为不幸的了，罗素的一封来信正使我置身于这样的境地。”



图 1-3 第三次数学危机：罗素和理发师悖论

罗素悖论中有许多例子，其中最为通俗也最有名的例子就是“理发师悖论”。话说在某个城市中有一位理发师，他的广告词是这样写的：“本人的理发技艺十分高超，誉满全城。我将为本城所有不给自己刮脸的人刮脸，我也只给这些人刮脸。我对各位表示热诚欢迎！”于是，来找他刮脸的人络绎不绝，自然都是那些不给自己刮脸的人。可是，有一天，这位理发师从镜子里看见自己的胡子长了，他本能地抓起了剃刀，你们看他能不能给他自己刮脸呢？如果他不给自己刮脸，他就属于“不给自己刮脸的人”，他就要给自己刮脸，而如果他给自己刮脸呢？他又属于“给自己刮脸的人”，他就不该给自己刮脸。

罗素悖论说明：集合论是自相矛盾的，并不存在什么绝对的严密性！这就是数学史上非常著名的第三次数学危机。

：听得真紧张啊，这次数学危机是否及时得到了化解呢？

：为了解决第三次数学危机，数学家们做了不同的努力。由于他们解决问题的出发点不同，所遵循的途径不同，所以在本世纪初就形成了不同的数学哲学流派，其中包括以罗素为首的逻辑主义学派、以布劳威尔为首的直觉主义学派和以希尔伯特为首的形式主义学派。这三大流派的形成与发展，把数学基础理论研究推向了一个新的阶段。

为了排除集合论悖论，罗素提出了类型论，策梅罗提出了第一个集合论公理系统，后经弗伦克尔加以修改和补充，得到常用的策梅罗—弗伦克尔集合论公理体系，以后又经伯奈斯和哥德尔进一步改进和简化，得到伯奈斯—哥德尔集合论公理体系。