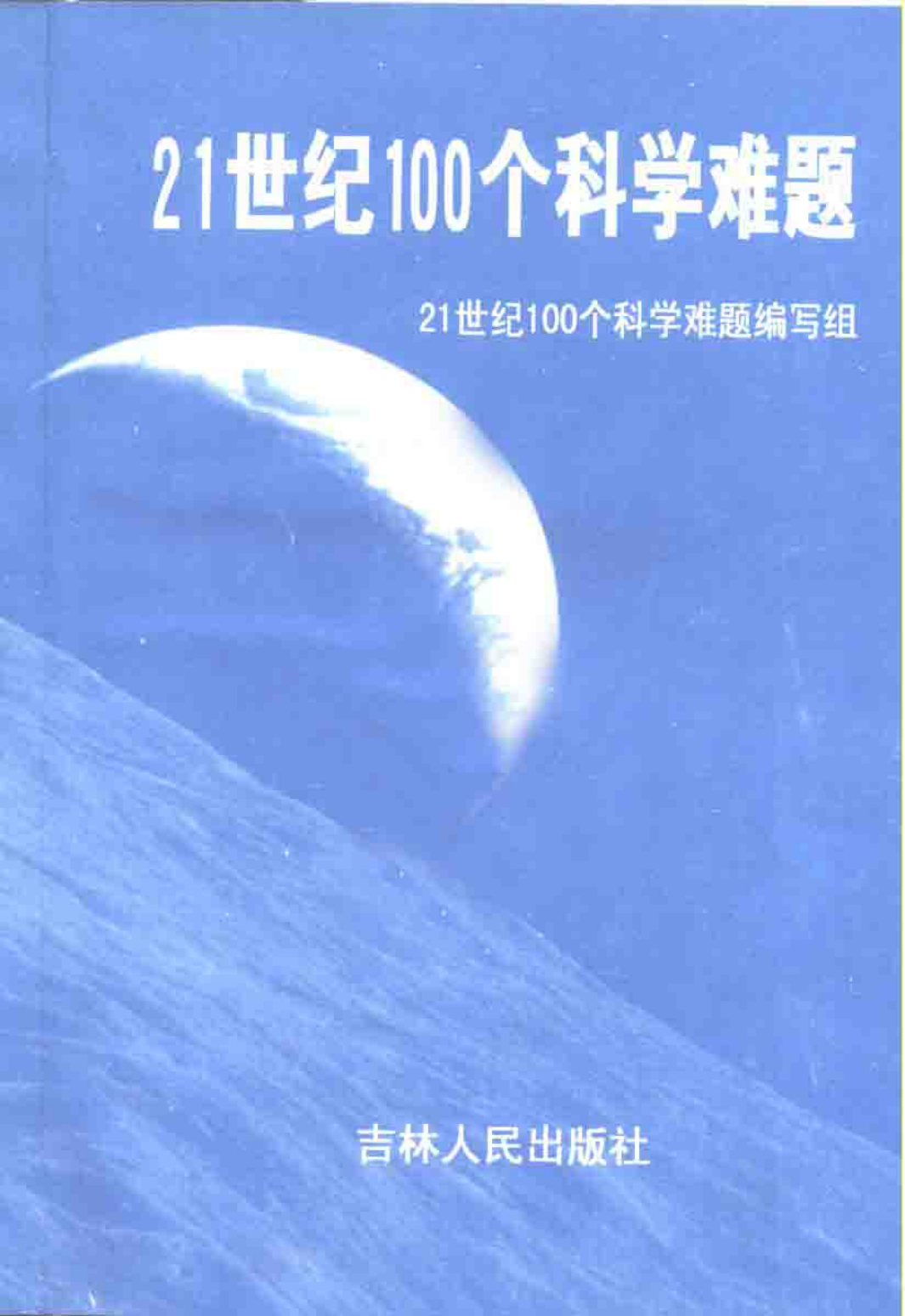


21世纪100个科学难题

21世纪100个科学难题编写组



吉林人民出版社

(吉) 新登字 01 号

21 世纪 100 个科学难题

编 著 者	21 世纪 100 个科学难题编写组
责任编辑	范春萍
封面设计	翁立涛
责任校对	范春萍
版式设计	胡学军

出 版 者	吉林人民出版社 (长春市人民大街 124 号 邮编 130021)
发 行 者	吉林人民出版社
制 版	吉林人民出版社激光照排中心 0431—5637018
印 刷 者	长春市东新印刷厂

开 本	850 × 1168 1/32
印 张	28.75
字 数	650 千字
版 次	1998 年 6 月第 1 版
印 次	1999 年 1 月第 2 次印刷
印 数	6 200—11 300 册

标准书号	ISBN 7-206-02957-4/N·1
定 价	60.00 元

如图书有印装质量问题, 请与承印工厂联系。

to. 4
13

我想这本书在推动中国的基础科学在 21 世纪能够真正迈进到世界科学的前沿去取得重大的进展,应该起到它应有的作用。提出问题是科学研究的第一步,当然这 100 个科学难题中的许多问题是早已被提出的,倒也不是刚被提出。那么我们首先要面对这些问题,要能够组织我们全国的一些科技力量,从中进行选择,找出适合我们中国科学界解决的某些问题,集中能力去解决。我想,这应该是今后一段时间内我们的重要课题。……要想使中国的基础科学能够进步,就要把科学力量组织到重大的科学问题上来。

——周光召在《21 世纪 100 个科学难题》出版座谈会上的讲话

吉林人民出版社出了一本非常有意义的书,这就是《21 世纪 100 个科学难题》。虽然它不是一部当代科学成果大全,却是前瞻 21 世纪未来科学发展难题的一部有创意的著作。……虽然这 100 个科学难题不能囊括当代或未来的所有科学难题,但应该说为今后中国科学的发展提出了很好的启示。……提出问题会引起全社会的注意,引起科学家的注意,也会启发甚至导致政府机构引导、组织更多的优秀科技人才来解决这些问题。这样,问题的解决也就仅是个时间问题了。可以说,《21 世纪 100 个科学难题》这部书的出版价值就在于此。

——路甬祥《中国科学报》1998 年 8 月 5 日第 1 版

……吉林人民出版社 6 月推出的,由中国 118 位科学家编著的《21 世纪 100 个科学难题》在学术上具有非凡的意义。

……包括为此书撰写序言的全国人大副委员长周光召等在内的诸多科学家均认为,此书对倡导中国学者勇于和善于提出科学问题和难题起到了积极的推动作用,也将对科学进步起到真正的推动作用。

——马桂林《新闻出版报》1998 年 6 月 26 日第 7 版

吉林人民出版社最近出版的《21 世纪 100 个科学难题》这部书，向读者展示了一种“问题”的魅力。在这里，读者可以看到，中国的科学家们用提出问题的方式，描绘了未来 21 世纪科学发展的蓝图。……它们像航标，为科学的探索者提供了一种可供选择的参照。

——解玺章《北京晚报》1998 年 10 月 4 日第 11 版

在即将跨入 21 世纪之际，吉林人民出版社推出了《21 世纪 100 个科学难题》。该书根据 21 世纪科学发展趋势，编撰了 100 个概念清晰的科学难题，……可以肯定地说，其中某些问题已经进入了我国科学界的“射程”，为中国科学界确定 21 世纪的攻关方向提供了坐标。

——孔昭君《中华读书报》1998 年 9 月 30 日第 16 版

人类正以期盼与焦虑的心情迎接新世纪的到来，在科学技术蓬勃发展的道路上，人类还面临着许许多多的障碍。中国科学家系统地撰写了下一世纪人类不能不解决、解决起来又非常困难的 100 个科学难题……充分体现了中国科学家的勇气和创造性，对于我国实施科教兴国和可持续发展战略、实现中华民族在新世纪的振兴有着特别重大的意义。

——罗庆朴《中国青年报》1998 年 6 月 13 日第 7 版

《21 世纪 100 个科学难题》是一本在科学类著述中，尤其是在合著类科学著述中较为少见的一种类型。

——黄集伟《中国图书商报》1998 年 7 月 3 日第 3 版

吉林人民出版社为科教振兴、民族振兴做贡献，最近与中国

科学院合作，出版了《21 世纪 100 个科学难题》这本书。……它涵盖的领域非常广阔，涉及到宇宙的本源和宇宙的演化，也涉及到生命的结构和它的遗传与发育，涉及到脑和认识方面的问题，也涉及到物质结构和它的最本质的科学问题。不能说它囊括了当代或未来现实存在的所有科学难题，但是它给我们今后中国科学的发展以很好的启示，提出了发展的方向。

——《文汇报》1998 年 7 月 11 日第 8 版

本书的出版将会对我国科技界产生重大影响，对中外学术交流起到极大的推动作用，并对我国实施科教兴国和可持续发展战略具有特别的重要意义。

——刘继实《中国教育报》1998 年 6 月 12 日第 1 版

解答世界难题是本事，能提出世界难题也是本事。在一定意义上，能明确地指明尚待解答的科学之谜，没有对物质世界和精神世界的杰出洞察力和透彻理解是办不到的。直到今天，我们还没有从世界其它地方听说，有人如此明确地遴选出可供下个世纪攻关的科学难题。……在了解这 100 个科学难题之后，我们兴奋地感到：世纪之交，我们已经站在进入新的未知世界的大门口了。科学发展将像 20 世纪一样，来一个指数曲线式的上升。

——沈英甲《科技日报》1998 年 6 月 30 日第 4 版

《21 世纪 100 个科学难题》的出版不仅在学术上具有重要意义，对倡导中国学者勇于和善于提出科学问题和难题起到了积极的推动作用，是科学进步的阶梯，同时，它更像是一篇迈向新世纪的宣言，召唤着人们去探索未知世界。

——延宏《科技日报》1998 年 6 月 30 日第 4 版

《21 世纪 100 个科学难题》的真正意义在于：它建构了一座科学堡垒，这座科学堡垒必将吸引广大科学家来奋力攻克，而科学难题的提出和解决恰恰是科学发展的征兆和标志。

——胡维革《书友周报》1998 年 7 月 20 日第 3 版

这是一本使人激动的书。

这是一个有教养的中国人值得一翻的书。

中国科学家敢于提出重大科学难题了，我们终于盼来了自己的“希尔伯特”们。

——蔡友《全国新书目》1998 年第 11 期

……在 21 世纪即将到来之际，此书对各门重要的科学学科中存在的、留给 21 世纪的 100 个科学难题的系统总结，无疑会对下一个世纪科学的发展起到某种定向的作用。

——刘兵《科技日报》1998 年 11 月 14 日第 5 版

在此世纪之交，未来的科学将面对什么，该怎样发展？《21 世纪 100 个科学难题》在我们面前展开了一幅广阔深远的科学的天空。

……

对于一向不善于提问题的中国人来说，我们有理由为中国科学家这一次提问喝彩，我们也期待着在未来的岁月里能有更多的中国人参与解决这些难题并提出新的问题。

——杨文健《北京青年报》1998 年 7 月 8 月第 2 版

21 世纪 100 个科学难题

组 委 会

主任 李喜先

成员 (以姓名汉语拼音音序为序)

董光璧 郭爱克

胡作玄 刘次全

本书编写组全体科学家名单

(以姓名汉语拼音音序为序, 标星号者为中国科学院院士)

艾国祥*	白春礼*	白以龙*	卞毓麟	陈焕倬	陈木法
陈润生	邓元勇	丁达夫	董光壁	堵丁柱	杜品仁
方福德	方福康	范少光	冯克勤	冯嘉礼	符淙斌
管林初	顾凡及	顾镇南	桂琳琳	郭爱克	郭国霖
郝 水*	何祚庥*	黄秉宪	黄荣辉*	黄 涛	胡恩科
胡文瑞*	胡友秋	胡作玄	霍裕平*	姜 璐	金 铎
孔繁敖	匡廷云*	李福利	李喜先	李靖炎	李政道*
林文娟	卢炬甫	刘承宪	刘次全	刘若新	刘式达
刘振兴*	马克平	马 弭	马原野	马宗晋*	苗东升
莫鑫泉	南仁东	倪慧芳	欧阳自远*	裴留庆	彭守礼
彭秋和	濮祖荫	沈 超	沈 政	施祖进	宋心琦
寿天德	孙祖训	唐有祺*	唐志敏	陶祖莱	涂传诒
汪景琇	汪云九	王 琛	王大成	王 东	王 仁*
万选才	王文清	王亚辉	王志珍	魏金河	吴新年
夏培肃*	徐常芳	徐建中*	徐京华	徐力芳	严加安
杨 戟	叶 成	叶叔华*	俞允强	张福勤	张 静
张世铮	张裕恒	张亚平	赵南元	赵永同	郑大伟
钟义信	周百成	周昌乐	周光召*	周 恒*	周金渭
周福添	周 青	周又元	朱道本*	朱起鹤*	朱清时*
邹振隆	曾庆存*	宗传明			



序一

周光召

受吉林人民出版社委托,《21世纪100个科学难题》编写组118位科学家(其中中国科学院院士25位)编着了100个科学难题,这既在学术上具有重要意义,同时也对倡导中国学者勇于和善于提出科学问题和难题起到了积极的推动作用。

科学发展就是不断地始于问题和终于问题的过程,同时也是科学概念、科学定律和科学理论不断地形成和增长的过程。科学问题,特别是科学难题的提出、确认和解决,构成了科学自身发展的内在动力。1938年,爱因斯坦在《物理学的进化》中说:“提出一个问题往往比解决一个问题更为重要,因为解决一个问题也

许是一个数学上或实验上的技巧。而提出新的问题、新的可能性，从新的角度看旧问题，却需要创造性的想象力，而且标志着科学的真正进步。”可见，提出科学问题，尤其是提出概念清晰的难题，更能对科学进步起到真正的推动作用。

在世纪之交的伟大历史转折时期，中国 118 位科学家比较系统地提出了 100 个科学难题，这是值得赞扬的。为了使中国科学能尽早地进入世界科学前列，更应提倡中国科学家提出和解决尚未被提出和解决的重大科学问题和难题，乃至以历时长年的韧性埋头开垦古怪离奇的难题，并在解决难题中开创新理论，丰富科学的宝库，以及应用它们去解决中国社会和经济发展中遇到的重大问题。

科学问题和难题往往蕴藏在科学理论与科学实验之间、不同理论之间的冲突之中，而标志科学前沿、代表科学发展方向的重大科学问题和难题往往出现在科学自身发展的逻辑和社会需求的交汇点上。跨门类科学间及多学科间的交叉产生的科学难题对于科学系统的整体发展，无疑地具有更重大的意义。因此，本书编著的 100 个科学难题就是选自最基本的富有深远意义的门类科学和学科及其交叉学科，如数学科学、物理学、力学、化学、天文学、空间科学、地球科学、生命科学、医学、心理学、认知科学、信息科学，乃至涉及与哲学和经济学交叉的交叉科学和学科。

在 21 世纪里，人类的认识将不断提高，科学将加速纵横分化与综合，因而在纷繁众多的学科前沿领域和人类面临的多种需求中，将不断地生成不同层次、不同类别的各种科学难题。我们中国科学家要善于捕捉具有重大意义的科学难题，创立新的认识论和方法论，有效地解决更多的科学难题。

1997 年 11 月 10 日

附 周光召简历：1929年5月生于湖南省长沙市，1951年毕业于清华大学。1987年至1997年任中国科学院院长，现任中国科学技术协会主席，国务院学位委员会副主任，国家科技领导小组成员，全国人大常委会副委员长。

周光召教授先后被选为中国科学院院士，中国科学院学部主席团执行主席，中国国际交流协会副会长，中日友好21世纪中方委员，中国人民争取和平与裁军协会副会长，中国国际科技促进会副会长，海峡两岸人才交流协会名誉主席，太平洋科学协会主席兼理事会主席，联合国教科文组织顾问委员会委员；被聘兼任清华大学理学院院长，2000年亚洲基金会名誉顾问，中国科学院特邀顾问等职。

周光召教授在理论物理的各主要领域都有过杰出的创造性成果，使他在国际物理学界享有盛誉。因其为我国第一颗原子弹、氢弹的研制成功做出了重大贡献，于1964年获国家自然科学一等奖；因在量子场论的研究中有重大突破，1987年获中国科学院重大科技成果奖一等奖。周光召教授还被美国纽约市立大学、香港中文大学、香港大学、加拿大麦吉尔大学等四所世界知名大学授予荣誉博士，1993年被意大利政府授予“意大利共和国爵士勋章”，1994年被香港求是科技基金会授予“中国杰出科学家”奖，1996年经国际小行星命名委员会审议通过，将国际编号为3462号的小行星命名为“周光召星”。他是美国科学院、俄罗斯科学院、欧洲科学院、第三世界科学院、捷克科学院、保加利亚科学院、蒙古科学院、法语区工程师科学院、罗马尼亚科学院、韩国翰林院等11个国家和地区的科学院院士，是目前中国担任外籍院士头衔最多者。



序二

李先

吉林人民出版社对策划编著《21 世纪 100 个科学难题》一书进行了周密的思考,特别是表现在责任编辑范春萍同志策划的编撰方案之中。她出自为发展中国科学事业做贡献的高度责任心来到中国科学院动员科学家们参与这一工作,因她的满腔热情和克服困难的精神使我深受感动,并最后说服我负责组织编著本书。《21 世纪 100 个科学难题》编写组组委会 5 位同志共同拟定了科学难题的学科领域及其选题可能涉及的方向,而科学难题的题目则由科学家自定,以发挥各自的才智。有几个题目内容上有重叠,但因各有侧重,各有见解,我们也都原样收入了,一切留待时间检验。

在这一编著过程中,许多科学家十分认真地思考,发挥了创

造性的想象力，坚持求真的精神，最后完成了自己选定的科学难题。其中，一些科学家认为，像这样系统地编著科学难题在国内还是首次，这不仅激励科学家们提出了科学难题，而且也将对解决它们起到积极的推动作用。同时，本书还将在科学界，特别是在大学生、研究生和青年科学家中广泛地进行学术交流，并可望对中国科学发展起到积极的引导作用。

人类面临新世纪、新千载的伟大历史转变时期，我国提出了“科教兴国”和“可持续发展”战略，意在新时期实现中华民族振兴之宏愿。这两大战略的实现都必须建立在科学技术的基础之上，其中特别是科学将起着先导的作用。中国要进入世界先进国家之列，必须要大力发展科学，从整体上提高中华民族的科学文化素质，弘扬科学精神。“国家兴亡，匹夫有责”。愿本书能对激发中国科学家攀登世界科学顶峰、实现宏图大志而起到积极的作用，为祖国繁荣昌盛贡献更大的力量。

1997 年 12 月

附 李喜先简历：中国科学院科技政策局研究员，中国空间科学学会理事，空间物理专业委员会委员。1932 年 10 月出生于四川省平昌县，1963 年毕业于中国科技大学地球与空间科学系，后留校任教并从事科研工作，主要从事哨声和甚低频发射研究。1980 年后，主要从事空间科学规划、科学系统论、科学哲学、科技发展战略和政策研究。先后发表《地球系统科学——全球性多学科创新的前沿》、《空间科学的再认识》、《论基础和应用基础研究的地位和作用》、《论复杂的科学系统》、《论中国科学发展战略》等学术论文 20 余篇，主著《科学系统论》、编著《迈向 21 世纪的科学技术》、主持编著《21 世纪初科学发展趋势》，提出并参与中国科学政策制定等。合作获中国科学院科技进步二等奖 2 次。

目 录

序一	周光召	1
序二	李喜先	4
导言：展望 21 世纪科学发展前景	李政道	1
1. 对深层物质结构的探索		6
2. 协调相对论和量子论的困难		14
3. 引力波探测		22
4. 质子自旋“危机”及其实验探索		29
5. 力学的世纪难题——湍流		38
6. 金属微粒中的量子尺寸效应和超导电性		45
7. 高温超导电性		57
8. 固体的破坏		62
9. 宇宙结构的形成与星系的起源		68
10. 太阳中微子之谜		75
11. 活动星系核的能量和演化		89
12. 星际分子云和恒星的形成		101
13. 宇宙常数问题		110
14. 太阳活动的起源		118
15. 磁元的争辩		126

16. 黑洞的证认	136
17. 宇宙论中的暗物质问题	144
18. 地外文明与太空移居	155
19. 寻找地外理性生命	165
20. 星系演化的途径	174
21. 最终解决人类能源问题的课题	180
22. 未来的空间太阳能发电	189
23. 太阳风的起源及其加速机制	198
24. 日冕加热和太阳风加速	207
25. 表面张力梯度驱动对流	214
26. 磁层亚暴和磁暴的整体过程	221
27. 富勒烯化学	230
28. 单原子识别与分子设计和合成	237
29. 室温有机超导体	243
30. 催化的高选择性合成	249
31. 原子簇物质	254
32. 非线性光学聚合物实用化的若干问题	262
33. 分子工程学	275
34. 分子元件的单原子加工和自组装	286
35. 可持续发展对化学的挑战	289
36. 地球科学中的非线性和复杂性	292
37. 地球构造运动驱动机制的反演	298
38. 人类对全球环境变化影响的预测	307
39. 气候系统动力学	314
40. 自然控制论	326
41. 地震成因与地球内部流体	339
42. 地球的自转运动及其与地球各圈层 的相互作用	349

43. 现今岩石圈构造解析中的若干难题	358
44. 生物多样性保护	366
45. 细胞凋亡	376
46. 生物学的理论大综合: 遗传、发育和进化 的统一	393
47. 分子识别、化学信息学和化学反应 智能化问题	401
48. 人能否在地球以外长期生存	413
49. 脑神经系统动力学	423
50. 生命、人的思维、意识、目的等的物理学基础	430
51. 探索生命的遗传语言	435
52. 疯牛病——中心法则——Affinsen 原理	440
53. 分子进化的驱动力与分子进化理论	444
54. 脑的计算模型能带我们走多远	451
55. 如何控制化学反应的方向 (反应通道)	459
56. 未来的认知神经科学能否给意识以新的解释	466
57. 地球演化的统一理论: “两均论”与“两非论”	477
58. 有机体信息系统的演化在物种生存、适应过程 中的作用	489
59. 脑的选择性自适应	498
60. 脑与行为的自组织	508
61. 思维与智能的本质	518
62. 人脑如何组织其信息存贮	533
63. 脑与免疫功能	542
64. 生命起源、细胞的起源和进化研究	552
65. 生命的起源与蛋白质	569
66. RNA 与生命起源	579
67. 注意的脑机制	588

68. 智力的起源	599
69. 细胞如何调控基因组的有序活动	607
70. 人脑是怎样认知外界视觉世界的	615
71. 重力的植物细胞生理学问题	624
72. 中心法则的空白——从新生肽到蛋白质	634
73. “JUNK” DNA 有什么功能	642
74. 统一医学	648
75. 意识和思维动力学	664
76. 人类疾病与基因	677
77. 生命起源中的对称性破缺	684
78. 精神与免疫	693
79. 改善老年性认知功能障碍的心理药理学策略	701
80. 解析全套细胞蛋白质结构与功能, 展现生命 活动全景	708
81. 心思的神经生物学机理	717
82. 细胞三维生长和组织培养	731
83. 重返海洋	740
84. 客观世界的自组织	748
85. 全信息理论与高等智能	756
86. 关于“意识”问题	765
87. 植物光合作用吸、传、转能的分子机理 及其调控	772
88. 系统科学的困惑	778
89. 复杂经济系统的演化分析	786
90. 路径积分	793
91. 朗兰兹纲领	799
92. 球堆积问题	808
93. 相变的数学理论	816