



YOUXIU KEJI CHENGGUO XUANBIAN

北京大学
优秀科技成果选编



1988-1997

北京大学自然科学处 编

PEKING UNIVERSITY PRESS

北京大學
優秀科技成果選編
(1988-1997)

北京大學自然科學處 編

主要編輯人員：

周福民 王進

宋 莉 田立青 梁 彬 李馥敏 吳 恩

潘 青 劉 勤 王世珍 劉樹文 程 敏

王愛京 馬曉明 等

一九九八年四月

前 言

近年来，无论在基础研究，还是在应用研究方面，我校都取得了一批优秀的科研成果，为了总结科研工作，交流科技成果，同时也为了推广应用科研成果，我们在 1988-1997 年的科研成果中选出了一批优秀的科研成果，编成了这本北京大学优秀科研成果选编。

百年校庆即将到来，这本选编也是我们向百年校庆的一个献礼。

本成果选编主要是我校在 1988-1997 十年间获省部级以上奖励的科研成果，以及获授权的专利成果。

1984 年和 1988 年我们曾出版了两本《科学技术成果选编》，本选编可视为它们的续编。

本选编是由自然科学处成果专利科负责主编，在各系科研秘书的大力合作及各成果完成人的大力协助下完成的，在此，谨向他们表示衷心的感谢。

时间仓促，遗漏或错误在所难免，请予以批评指正。

自然科学处

一九九八年四月

目 录

国家自然科学奖

拟共形映射与台希米勒空间.....	1
太阳风中阿尔芬脉动的波能串级理论.....	2
新型稀土-铁金属间化合物研究.....	2
铈、铈、铈的国际原子量新标准.....	3
时间序列分析及其应用.....	4
自由边界问题.....	5
非线性大气动力学若干问题的研究.....	6
丝氨酸蛋白酶 BOWMAN-BIRK 型抑制剂复合物系列立体结构.....	7
细胞核骨架-核纤层-中间纤维体系的研究.....	7
随机场的预测理论和马氏模型识别.....	8
当代模表示论及其应用.....	10
李代数李超代数表示及在原子核结构中的应用.....	11
甲壳型液晶子高分子(侧链型刚性液晶高分子)研究.....	11
涡度法的数学理论.....	12

国家科学技术进步奖

北大方正电子出版系统.....	14
适于中国等第三世界国家的家庭状态生命表模型的创立、应用及计算机 软件研制.....	17
国产射频超导加速腔的研制.....	18
《固体物理学》.....	19
正交设计在国民经济中的应用.....	20
微机结构分析通用程序 SAP84.....	21
北京电视机厂计算机辅助企业管理系统(BD-MIS).....	22
稀土萃取分离工艺的一步放大.....	22

国家发明奖

VLSI/ULSI MOS 结构陷阱电荷弛豫谱方法和测试技术的研究..... 24

国家星火奖

高效复合菌肥..... 26

省、部级奖励

数学科学学院

动力系统的结构稳定性与吸引子..... 28
 系统鲁棒分析与综合..... 28
 常微分方程的周期解问题等..... 29
 随机加权法..... 30
 有限群及其表示论..... 30
 经典系统的几何与量子化..... 31
 群论方法在点传递图研究中的应用..... 32
 函数空间中的奇异积分算子研究..... 33
 小波、算子应用..... 33
 映射几何学中若干猜想与问题的解决..... 34
 模型的可压缩性和可分解性—含或不包含不完全数据..... 34
 有限元软件包 STSA(渗流、温度、应力、分析)..... 35
 关于插值多项式的沃尔什过收敛理论..... 36

力学与工程科学系

经典约束系统动力学基本理论..... 38
 圆柱壳压轴间冲击下塑性稳定性的第二临界速度研究..... 38
 流速测量技术..... 39
 动态光弹性和动态焦散线法的实验设备、基本方法和应用研究..... 40
 强非线性水波的控算法..... 41
 低雷诺数流计算新方法的研究及其若干应用..... 42
 光力学中的光学微分方法和数字图像相减技术及应用..... 43
 动力分析中的 WYD 方法..... 43

结构物群的风荷载·····	44
反应堆结构安全审批软件 SANES·····	45
物理学系	
高临界温度氧化物超导体的研究·····	47
氮(碳)间隙原子效应与新型磁性材料研究·····	48
表面与界面原子结构的 LEED 及 ELS 研究·····	48
稀土—过渡族金属间化合物的结构与磁性·····	49
高自旋与超形变核态的研究·····	50
非晶态稀土—过渡金属薄膜的磁性·····	50
新型半导体的光谱特性·····	51
量子力学基础与费曼路径积分·····	52
半导体超晶格声子的拉曼光谱学研究·····	53
高温超导材料正常态热电势及 $1/f$ 噪声的研究·····	54
新型面体材料的能谱研究·····	55
新型半导体的磁光光谱和磁性研究·····	55
单晶硅与砷化镓和非晶硅中氢的研究·····	56
地球物理学系	
长期天气预报与气候变化·····	58
中尺度大气环流的理论研究和数值模拟·····	58
强磁场中的逆康普顿散射和第一个具有大质量伴星的脉冲双星的发现·····	59
长江中上游降水和暴雨发生机制的研究·····	60
北京大学大气环境模式·····	61
脉冲星和超新星遗迹的理论及观测研究·····	62
俯冲带形态、物理性质及负浮力的研究·····	62
湍流运动的第四效应—频散·····	63
磁层大尺度扰动、电离层电场及赤道电急流·····	64
大气边界层及湍流扩散过程研究·····	65
全弹性地震波场的超声模型实验研究·····	65
卫星 OCR 资料在热带环流及天气气候变化研究中的应用·····	66

技术物理学系

1. 5GHz 铌腔射频超导实验研究..... 68

北京大学加速器质谱计的建立与 ^{14}C 测年和示踪的研究..... 68

多电子束契伦科夫自由电子激光振荡器实验研究..... 69

^{238}U 中子数据评价..... 70

4. 5MV 单级静电加速器..... 71

2×6MV 串联静电加速器的改造和运行..... 72

高品质硅化物的离子束合成——某些新现象的发现、解释以及一些
新方法的采用..... 73

电子学系

水文自动测报系统设备和组网技术(自报式) 74

推广应用超声波流量计..... 74

X 射线安全检查设备 II 型..... 75

小型地球站时分复接码分多址卫星通信试验网..... 75

正则电子光学像差理论与正则束流光学计算..... 76

水文自动测报系统设备和组网技术(自报式) 77

多频道光纤通信与频率稳定技术研究..... 78

DL-7 型程控真空计..... 79

计算机系

大型软件开发环境青鸟系统(八五项目)..... 80

数据库管理系统开发(COBASE) 81

微机环境下的地理信息系统 Geo-Union..... 82

软件工程环境和软件工具的研究..... 82

体育录像采集、处理、分析系统..... 83

机器翻译译文质量评估软件..... 83

软件工程支撑环境—青鸟系统 (I 型) 84

计算机系微电子所

难熔金属氧化物砷化镓肖特基势垒的特性研究..... 86

薄膜全场应力测试技术及系统..... 87

用于多晶硅发射极电路的专利和关键技术·····	87
VLSI 中各种薄膜的基本理化性质和应用研究·····	88
微细加工技术研究·····	89
硅小尺寸容件性能及物理限制的研究·····	90
新工艺技术、新器件和电路研究·····	91
化学学院	
北大 2 号对虾饲料的研究和开发·····	93
表面活性剂在固液界面上的吸附研究·····	94
参类水溶性化学成分的研究·····	94
南方离子吸附型矿混合稀土的萃取全分离·····	95
稀土络合物及其荧光复合新材料的结构、性能和应用·····	96
镧氢 Y 型分子筛活性中心的性质及其结构模型的研究·····	97
生物活性核酸类似物的合成·····	98
含离子聚合物—聚甲基丙烯酸烷基磺酸酯的合成、形态、表面动态 性能及抗凝血性·····	98
电解质——混合溶剂溶液中分子相互作用及结构性能的研究·····	99
液晶高分子研究·····	100
烯类自由基聚合引发体系研究·····	101
电极过程微弱光—电、电—光响应研究·····	101
应用铈盐体系进行高分子改性的重新研究与新进展·····	103
微乳状液形成与萃取有机相结构研究·····	103
C ₆₀ 的分离、分析、超导电性和非线性光学研究·····	104
晶体的 X 射线发光和 X 射线存储发光的研究·····	106
模拟过氧化物酶 (M-POD) 催化反应性能和分析应用研究·····	107
南瓜家族丝氨酸蛋白酶抑制剂的结构功能关系研究及改造·····	108
控制接枝点的自由基接枝共聚合研究·····	108
具有光学活性的配合物及其超薄有序膜的研究·····	109
液晶高分子、网络和凝胶的相变、构象性质·····	110
低钇稀土三出口萃取分离新工艺的工业应用·····	111

Pt-Al ₂ O ₃ 重整催化剂活性中心性质的研究·····	112
多相催化反应稳态、非稳态动力学及扩散·····	112
稀土氯化物体系相同的测定及其变化规律的研究·····	113
加氢精制催化剂载体效应的研究·····	114
相似分析—质谱法鉴定昆虫性信息素的双键位置及质谱的研究·····	115
生命科学学院	
基因工程抗病优质香料烟 PK873·····	117
金属硫蛋白的结构与功能·····	118
植物形成层再生的研究·····	118
不同刚性琼脂糖凝胶层析介质的研制、性质及应用·····	119
达乌尔黄鼠的诱发冬眠及其神经机制的探讨·····	120
秦岭大熊猫生态学研究·····	120
利用黄瓜花叶病毒外壳蛋白基因提高番茄抗病能力·····	121
华北冬麦区麦田生态系统工程研究·····	122
马兰属生物系统学研究·····	123
地质学系	
华北北部地壳上地幔物质组成, 构造演化及其与成矿作用、地震活动 关系的研究·····	124
岩石韧性变性的显微构造特征及其应变测量·····	125
热水溶液中铁的迁移形式·····	125
油气生成过程中的微粒质点矿物·····	126
横断山区地热资源考察与研究·····	127
黔桂苏赣地区二叠、三叠纪海相地层古生物及沉积环境·····	127
硅质石在橡塑工业中的应用·····	128
云南腾冲地热发电预可行性研究·····	129
中国海相碳酸盐岩岩石学研究·····	129
六射珊瑚研究·····	130
额尔齐斯构造带构造演化与成矿系列研究·····	131
机械合成孔径雷达(SAR)图像在大中比例尺区调工作中的地质应用·····	132

华北地台北部太古宙高级变质区地壳演化和成矿规律·····	132
我国前寒武纪铁矿床的氧、碳同位素组成特征及其成因·····	133
华北太古宙灰色片麻岩、高压麻粒岩与早期地壳演化研究·····	134
北山板块构造及成矿规律·····	135
新疆大型——超大型矿床成矿条件与大型靶区评价研究·····	135
城市与环境学系	
山东庙岛群岛的黄土与环境变化·····	137
中国城市化与城市体系的研究·····	138
两次和多次相平衡/液上气相色谱法测定水中挥发性有机污染物·····	138
柴河铅锌矿对柴河水库水质的影响的研究·····	139
计算机科学技术研究所	
报版卫星远传系统·····	140
支持中文 PostScript Level 2 和 BDPDL 的栅格图象处理器·····	141
GBT-2000 通用中西文终端机·····	142
高分辨率汉字字形发生器·····	142
遥感与地理信息系统研究所	
内蒙古草原牧场防护林区遥感综合调查研究·····	144
应用气象及陆地卫星等遥感资料综合分析技术进行资源环境监测与预报·····	145
遥感在内蒙古草场调查中的应用研究·····	145
东坪式金矿盲矿体的多元信息预测研究·····	146
环境科学中心	
宁波市大气环境区域评价和规划研究·····	148
福建省湄洲湾经济开发环境规划研究·····	148
松毛虫预测预报、系统管理研究·····	150
图书馆	
《机编西文图书联合目录》计算机系统·····	152

授权专利

物理学系

激光液滴直径测量仪·····	153
----------------	-----

森林激光测距罗盘仪	153
磁性帖物及其粘合技术	154
一种激光扫描直接制版系统	154
半导体红外光医疗仪	155
镓铋加轻稀土元素的磁光薄膜介质	156
一种溅射制备四氧化三铁薄膜的方法	157
技术物理学系	
能模拟堆积脉冲的信号发生器	158
电子学系	
宽频带回路寄生阵天线	159
数字液体比重计	159
小型家用对数周期全频道电视天线	160
天线自动定向器	161
机动车前照灯快速自动搜索装置	161
光谱分析实时显示装置	162
灌注成型的压电高聚物水听器振子	162
一种柔软的高灵敏度水听器	163
金属薄板弹性各向异性全自动检测仪	164
超声多普勒流量计用超声换能器	164
激光脉冲检测用光电发射薄膜	165
印章识别方法及其系统	165
计算机系微电子所	
电流补偿式微电容变化量测试装置	167
硅器件芯片背面银系溅射金属化	167
陷阱电荷弛豫谱方法及其测量系统	168
硅的深槽刻蚀技术	169
离子注入局部补偿集电区的方法	169
化学学院	
制备聚丁二醇的方法	171

酒的高效催陈方法及其设备	171
取代二苯胺-4-重氮盐的制备方法	172
萃取法治理盐酸酸洗废液	173
烃类加氢脱硫催化剂	173
光固化组合物及其制备方法和用途	174
含新型高硅 Y 沸石的裂化催化剂	175
新型高硅 Y 沸石的制备方法	175
一种制备高硅 Y 沸石的方法	176
一种氧气发生装置	177
一种稀土荧光复合物及其用途	177
用重结晶法分离、提纯富勒烯碳 60 的方法	178
用重结晶法分离、提纯富勒烯碳 70 的方法	178
地质学系	
硅铝组合物及其制法和用途	179
沙漠筑路新技术	179
计算机科学技术研究所	
高分辨率字形高速旋转方法	181
汉字输入装置	182
用计算机及图形输入板制作离分辨率汉字字形的方法	183
通用中西文终端机	184
一种适合单路和多路扫描的照排机输出正阳、正阴、反阳、反阴图的 控制设备	184
汉字字形发生器在处理笔划交错情况时的一个措施	185
高集成度的字形发生器和控制器	186
高速产生倾斜字和任意角度旋转字的方法	186
分段生成报纸和书刊版面点阵的方法	187
一种显迹定位笔	188

国家自然科学奖

拟共形映射与台希米勒空间

完成单位：北京大学数学学院

主要完成人：李忠

奖励情况：国家自然科学奖三等奖 1989

国家教委科学技术进步奖二等奖 1986

拟共形映射与台希米勒空间理论是现代复分析中的一个重要分支，它与微分几何、代数几何、低维拓扑、复解析动力系统、微分方程等学科有深刻联系，并在理论物理弦理论中有重要应用。本项目在若干基本问题上取得进展，其主要成果如下：

1、借助于黎曼曲面长度谱给出了台希米勒空间的一种新的度量，并且证明了这种有明显几何意义的新度量与经典的台希米勒度量拓扑等价，这一成果解决了 T. Sorvali 在 1975 年提出的一直悬而未决的问题。

2、解决了多连通域上的拟共形映射的存在性问题，即证明了将给定多连通域变为各种典型域（特别是圆界域）且具有指定的两个拟线性特征分布的拟共映射的存在性。这一结果被广泛引用、改进及推广，其方法也被应用于微分方程的自由边界问题的讨论。

3、改进了关于极值拟共形映射的 Strebel 标架映射准则，这一结果为极值台希米勒映射的存在性及台希米勒空间的测地几何的讨论奠定了基础。

4、研究了全纯二次微分轨通的边界性态，证实了存在一种全纯二次微分，其每一条轨道均不收敛于边界点，此结果否定了一项猜想，并展示了二次微分轨通的边界行为的复杂性。

太阳风中阿尔芬脉动的波能串级理论

完成单位：北京大学地球物理学系

主要完成人：涂传诒

奖励情况：国家自然科学奖二等奖 1989

该理论把对阿尔芬脉动传播的几何光学近似描述与磁流体湍流播述结合起来，解释了行星际空间中阿尔芬起伏幅度的空间衰减及太阳风质子加热等多种观测现象，得到国际学术界公认，并开辟了描述太阳风湍流的新途径。

新型稀土—铁金属间化合物研究

完成单位：北京大学物理学系

主要完成人：杨应昌 孔麟书 张晓东 程木培 裴谐弟 杨继廉 孙弘
查元勃

奖励情况：国家自然科学奖二等奖 1991

国家教委科学技术进步奖一等奖 1991

结合我国资源特点，开发新型稀土功能材料。在探索新相，研究宏观磁性
与微观结构之间的联系的基础上，取得了有应用价值的结果。如在七十年代，
稀土—钴永磁合金正值研究高潮时，本项目另辟蹊径，重点开展稀土—铁金属
间化合物的研究，并于七十年代末，合成具有 ThMn_{12} 型晶体结构富铁的新相
(简称 1:12 相)，并通过中子衍射研究阐明了该结构的特点及其形成条件。至
八十年代中期，1:12 相在国际上形成研究高潮，并成为稀土合金中的一个重要
系列，国际同行公认我国首开了这一研究方向。又如，在国际上率先开展对
 $\text{Nd}_2(\text{Fe}, \text{Al}, \text{Co})_{14}\text{B}$ 的代换效应研究。利用中子衍射、穆斯堡尔效应、高低温 X—射衍
射等方法，研究在不同晶位上铁原子的磁性。在此基础上，最早研制成功
 $\text{Nd}_2(\text{Fe}, \text{Al}, \text{Co})_{14}\text{B}$ 型磁体，可同时提高永磁体的矫顽力和居里温度，提高了磁
体的温度使用范围。

铟、铕、铈的国际原子量新标准

完成单位：北京大学化学学院 国家标准物质研究中心

主要完成人：张青莲 钱秋宇 赵墨田 王军

奖励情况：国家自然科学奖二等奖 1997

铕和铈的国际原子量新标准

完成单位：北京大学、国家标准物质研究中心

主要完成人：张青莲 钱秋宇 赵墨田 王军

奖励情况：国家教委科学技术进步奖一等奖 1996

铟和铈的国际原子量新标准

完成单位：北京大学 国家标准物质研究中心 青海盐湖研究所

主要完成人：张青莲 钱秋宇 赵墨田 肖应凯

奖励情况：国家教委科学技术进步奖一等奖 1994

对铟、铕、铈三种元素的原子量进行了校准质量谱法测定。使用一台精密的热电离质谱计，测量一对经仔细化学提纯的高富集同位素：

99.010 原子%¹²¹Sb 97.578 原子%¹⁵¹Eu 99.540 原子%¹⁴⁰Ce

99.460 原子%¹²³Sb 99.206 原子%¹⁵³Eu 92.364 原子%¹⁴²Ce

的两个丰度比值，再配制 8 至 9 种混合标准样品，以求得比值的校准因数：

$K_{121/123}=0.99679$ $K_{151/153}=0.99550$ $K_{140/142}=0.99663$

用此来校正 6 至 10 种天然样品的比值，而得真实比值。计算三元素的同位素丰度，各自乘以已知的相应同位素质量，其准确度达 9 位有效数。算得的原子量值，其不确定度小至 0.001，达到这一科研领域的当代最佳水平。共测得铟原子量：121.760；铕原子量：151.964；铈原子量：140.116。均经国际原子量委员会于 1993 年及 1995 年审定为新的标准。研究项目得到国家自然科学基金资助。

时间序列分析及其应用

完成单位：北京大学数学学院

主要完成人：谢衷洁 程乾生 叶抗生

奖励情况：国家自然科学奖三等奖 1991

国家教委科学技术进步奖一等奖 1990

本项目是运用近代信息和系统的观点及时间序列的谱域分析的方法研究了带噪声数据的建模及其预测方法并广泛地将具有创造性的频域分析方法应用于天文、地质、生理、医学、经济等领域取得了许多成果，得到了国内外专家的好评。具体内容有：

1. 理论工作：

(1) 证明了在相互包含信息量准则下，在获得观测值的有限个协方差值条件下，对带有噪声数据的最优建模是且仅是 ARMA 模型。

(2) 给出了一种具有最小核能的最佳分辨的谱窗函数可广泛应用于谱估计。

(3) 给出了在具有跳跃谱条件下马氏扩张的状态方程参数与谱参数的显明表达式。

2. 应用工作：

(1) 用时间序列统计检测的方法发现（基于我国的天文记录）天王星有 6 个以上的光环，并为 10 年后美国宇宙飞船近天王星时拍回的照片所证实（最后确认为 10 个环）。

(2) 用潜周期分析法发现离体脑垂体在 GNRH 液中仍有节律性地释放 LH，并且仍保持生理学上的许多特征。此发现引起国内外专家的关注。

(3) 用马氏扩张的观点及非线性预测法给出了在工业噪声条件下工人听力损伤的预报公式并在实践中得到了长达 5 年的验证，从而为强噪声下的劳动保护提供了新途径。此文得到国外专家的高度评价，获维也纳 EMCSR 第八届的“最优论文奖”。

(4) 用时间序列分析方法给出了多信道条件下，由于卫星转发器中的非线性引起的交调的计算公式并应用于我国第一个人造卫星通讯频率配置的设计。

(5) 应用信息论的观点并频域分析的方法对脑电 (VEP) 与智能的关系进行了

特征检测与分析,证实了 VEP 与智能的高相关性,并在唐氏症患童及飞行员的飞行智能分析中得到了证实。并且澄清了脑行为科学中以往的许多争论。

自由边界问题

完成单位:北京大学数学学院

主要完成人:姜礼尚 黄少云 陈亚浙

奖励情况:国家自然科学奖三等奖 1991

姜礼尚及其研究集体,从 60 年代开始研究自由边界问题。在一维二相 Stefan 问题古典解的存在性及自由边界的光滑性的研究中,获得了基础性的领光成果。对不可逆相变问题、多维 Stefan 问题、非均质水坝问题以及与它们相关的控制问题开展了一系列研究,取得了在理论和应用上都有较大意义的优秀成果。

1、相变问题

1885 年 Stefan 建立了相变的数字模型。一维二相 Stefan 问题局部古典解的存在性结果于 1947 年问世后,许多数学家致力于整体古典解的研究。60 年代中期,基于对解的微商的精巧估计,姜礼尚首先给出了整体古典解存在性的严格证明,并进而证明了自由边界是无穷次可微的。这一基础性的工作,对自由边界问题的研究起了较大的推动作用,得到国际数学界的公认。

50 年代初,为了研究飞行器返回地而引起的烧蚀问题,Landau 曾建立了新的不可逆相变模型,即 Stefan-Signorini 问题。本项目研究从理论上证明了解的存在唯一性,估计了“转折点”的个数,并将此研究方法推广到二相 Stefan-Signorini 问题的研究中。

研究了多维一相 Stefan 问题自由边界的正则性,证明了自由边界的全局 Lipschitz 子连续性,给出了 Lipschitz 子系数的先验估计。

2、水坝问题

在 L^∞ 不连续渗透系数条件下,对一般几何形态的非均匀介质的水坝问题,证明了弱解的存在唯一性,并进一步证明了自由水面通过介质断面时遵循某种折射律,给出了该折射律的显式表示式,研究了带有蒸发和降水补给、水坝底