


国家自然科学基金数理科学 “十三五”规划战略研究报告

国家自然科学基金委员会数学物理科学部

 科学出版社



国家自然科学基金数理科学 “十三五”规划战略研究报告

国家自然科学基金委员会数学物理科学部

科学出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

国家自然科学基金数理科学“十三五”规划战略研究报告 / 国家自然科学基金委员会数学物理科学部编. —北京: 科学出版社, 2017.1

ISBN 978-7-03-051491-2

I. ①国… II. ①国… III. ①中国国家自然科学基金委员会-科研项目-研究报告 IV. ①N12

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第320120号

责任编辑: 侯俊琳 朱萍萍 郭学雯 / 责任校对: 赵桂芬

责任印制: 张 倩 / 封面设计: 有道文化

联系电话: 010-64035853

电子邮箱: houjunlin@mail.sciencep.com

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年1月第一版 开本: 720×1000 1/16

2017年1月第一次印刷 印张: 27 3/4

字数: 560 000

定价: 138.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

战略研究专家组

组 长：解思深
成 员：王诗焱 王贻芳 王铁军 王跃飞 方岱宁 卢炬甫
许京军 孙昌璞 杨绍普 肖国青 吴宗敏 邹冰松
汪景琇 张立群 陆夕云 陆 卫 陈叔平 周 青
赵政国 胡海岩 徐宗本 龚旗煌 景益鹏 程建春
詹文龙 廖新浩 颜毅华 薛其坤

战略研究工作组

组 长：汲培文
副 组 长：孟庆国 董国轩
成 员：白坤朝 刘 强 何 成 张守著 蒲 钊 雷天刚
詹世革

数学学科专家组

组 长：徐宗本
副 组 长：周 青 王跃飞 雷天刚
成 员：田 刚 巩馥洲 江 松 励建书 何 成 张平文
张立群 陈永川 陈叔平 陈晓漫 陈 敏 赵桂萍
范更华 袁亚湘 席南华 鄂维南 程崇庆

力学学科专家组

组 长：胡海岩
副 组 长：王铁军 陆夕云 詹世革
成 员：于起峰 方岱宁 王晋军 叶友达 冯西桥 刘 桦
陈十一 张 伟 张攀峰 杨绍普 孟松鹤 郑晓静
郭 旭 徐 鉴 黄晨光 樊瑜波

天文学科专家组

组 长：汪景琇
副 组 长：景益鹏 董国轩
成 员：丁明德 卢炬甫 朱永田 刘晓为 刘 强 孙义燧
李 焱 杨 戟 张双南 武向平 赵长印 崔向群
廖新浩 颜毅华

物理学科专家组

组 长：孙昌璞
副 组 长：赵政国 张守著 蒲 钊
成 员：丁大军 万宝年 韦世强 卢建新 叶沿林 吕才典
任中洲 向 涛 庄鹏飞 刘 杰 杜江峰 李树深
李会红 李儒新 沈保根 张卫平 陆 卫 欧阳钟灿
欧阳晓平 易 俗 封东来 赵宇亮 赵 鸿 祝世宁
夏佳文 倪培根 龚旗煌 程建春 薛其坤

前 言

“十三五”时期是我国全面建成小康社会的关键时期和建设创新型国家的决定性阶段，为科学谋划国家自然科学基金的发展，国家自然科学基金委员会于2014年5月启动了“十三五”规划战略研究工作，这对繁荣基础研究，提升我国原始创新能力和服务创新驱动发展具有重要的战略意义。

按照国家自然科学基金委员会战略研究工作方案的部署和要求，数学物理科学部进一步细化了数学物理科学“十三五”规划战略研究，开展了数学物理科学所含的数学、力学、天文学和物理学四个学科的“十三五”规划战略研究工作。

“十三五”规划战略研究内容包括：学科发展战略、学科优先发展领域、数理科学内部学科交叉优先领域、与其他科学交叉优先领域、实现“十三五”发展战略的政策措施等。

学科发展战略围绕“十三五”期间我国数学、力学、天文学和物理学四个学科的研究特点和基本状况，提出各学科的发展目标及发展方向，包括学科战略地位、学科发展规律与发展态势、学科发展现状与发展布局、学科发展目标及其实现途径等。

学科优先发展领域以服务于国家自然科学基金“十三五”期间学科资助布局和重点项目立项为出发点，聚焦重要科学前沿，提出我国已有较好基础的研究方向或新兴的前沿领域，促进分支学科间的交叉与融合，推动整个学科的均衡协调可持续发展。

数学物理科学内部学科交叉优先领域以服务于国家自然科学基金“十三五”期间重点项目和重大项目立项为出发点，立足于我国的研究优势、资源优势和人才队伍情况，提出重要交叉学科前沿领域和国家战略需求的基础科学问题，推动新兴交叉学科的产生或新的学科生长点的形成。

与其他科学交叉优先领域以服务于国家自然科学基金“十三五”期间重大项目 and 重大研究计划立项为出发点，面向世界科技前沿和国家重大需求，以布局战略必争领域、抢占制高点、服务创新驱动发展为目标，提出具有战略意义和带动作用的重大交叉性优先领域。

实现“十三五”发展战略的政策措施针对优化资助格局、提高资助效益、改善资助管理等，结合国内基础研究能力、研究水平等整体实力的提升情况，提出在国家自然科学基金资助理念、资助布局、评审理念、评审方式、评价体系、评价方式等方面的政策措施。

为完成上述战略研究工作，按照国家自然科学基金委员会的统一部署，成立了数理科学战略研究专家组、战略研究工作组和四个学科专家组，开展“十三五”规划战略研究工作。

战略研究专家组由数学物理科学部专家咨询委员会委员为主体成员组成，负责对“十三五”规划战略研究工作的咨询和总体把关。数学、力学、天文学和物理学这四个学科专家组在战略研究专家组的基础上组成，负责各自学科“十三五”规划战略研究报告的调研和撰写工作。战略研究工作组由数学物理科学部的相关工作人员组成，负责“十三五”规划战略研究的组织与协调工作。

自开始战略研究工作以来，按照战略研究的总体计划，在调研和撰写工作的过程中，数学、力学、天文学和物理学的学科专家组的每位专家都投入了很大精力。各学科专家分别召开多次全体会议及小组会议，讨论、修改和完善战略研究报告。2014年10月召开了战略研究专家组第一次会议，听取了数学、力学、天文学和物理学学科专家组关于“十三五”规划战略研究的制定情况，并对各学科的战略研究报告提出了需要进一步改进的意见。2015年5月召开了战略研究专家组第二次会议，对各学科的战略研究报告进行了总体把关，分别形成了数学、力学、天文学和物理学的“十三五”规划战略研究报告。

《国家自然科学基金数理科学“十三五”规划战略研究报告》由数学、力学、天文学和物理学四个学科的战略研究报告汇编而成，是战略研究专家组和学科专家组在充分调研和深入交流的基础上进一步修改完善形成的。在战略研

究和报告出版过程中得到了众多专家学者的关心和帮助，在此向做出贡献的专家学者表示衷心的感谢。

当今，数学物理科学的发展日新月异，规划其发展相应也是动态的。规划既要有战略高度，又要有学术深度，不是轻易能达到的。限于时间和水平，本书存在的_{不当和}不足之处，敬请专家和读者不吝指正。

国家自然科学基金委员会数学物理科学部

2016年12月16日

目 录

前言

第一篇 数 学

第一章 数学学科的特点与战略地位 / 3

第二章 数学学科的发展规律、发展现状和发展态势 / 8

第一节 纯粹数学 / 8

第二节 应用数学与计算数学 / 64

第三节 统计学与数据科学 / 75

第三章 “十三五”数学学科发展目标和可能取得突破的领域 / 81

第四章 数学学科建议优先发展的领域 / 85

第一节 纯粹数学 / 85

第二节 应用数学与计算数学 / 104

- 第三节 统计学与数据科学 / 117
- 第四节 数学与其他学科交叉 / 122

第五章 政策与建议 / 126

第二篇 力学

第一章 力学学科发展战略 / 133

- 第一节 力学学科的战略地位 / 133
- 第二节 力学学科发展规律与发展态势 / 138
- 第三节 我国力学学科的发展现状与发展布局 / 160
- 第四节 力学学科的发展目标及其实现途径 / 190

第二章 力学学科优先发展领域 / 194

- 第一节 动力学与控制学科 / 194
- 第二节 固体力学学科 / 196
- 第三节 流体力学学科 / 201
- 第四节 生物力学学科 / 204
- 第五节 力学交叉领域 / 206

第三章 力学与数学物理科学部内部学科交叉的优先领域 / 209

- 第一节 复杂力学问题的高性能科学计算
——与数学交叉 / 209
- 第二节 结构多尺度拓扑优化与材料设计
——与数学交叉 / 210
- 第三节 新型核电装备结构的设计、运行监/检测与可靠性评价
——与物理学交叉 / 210

- 第四节 凝聚态固体力学
——与物理学交叉 / 211

第四章 力学与其他科学部学科交叉的优先领域 / 213

- 第一节 神经系统疾病相关网络的识别、动力学建模与分析
——与生命科学部交叉 / 213
- 第二节 先进舰船与深海工程领域的关键力学问题
——与工程和材料科学部交叉 / 214
- 第三节 力学-化学耦合理论及先进能源材料力学行为
——与化学、工程和材料科学部交叉 / 214
- 第四节 大型工程结构的多场耦合、多尺度损伤演化分析
——与工程和材料科学部交叉 / 215
- 第五节 结构内部应力分析和材料本构参数测量理论与方法
——与工程和材料、信息科学部交叉 / 216
- 第六节 柔性电子器件与健康医疗中的重大力学问题
——与信息、医学科学部交叉 / 217
- 第七节 生物材料的多尺度力学与仿生研究
——与生命、医学科学部交叉 / 217·
- 第八节 空天环境下人体防护的生物力学与力学生物学研究
——与生命、医学科学部交叉 / 218

第五章 实现“十三五”发展战略的政策措施 / 219

- 第一节 “十二五”期间所取得的经验和存在的不足 / 219
- 第二节 “十三五”期间科学部的资助格局考虑 / 221
- 第三节 “十三五”期间在申请代码调整、评审机制完善、资助举措创新等方面的考虑 / 221
- 第四节 “十三五”期间在依托国家重大基础设施开展重要领域基础研究模式方面的考虑 / 222
- 第五节 “十三五”期间新的资助类型及可行性 / 222

第三篇 天 文 学

第一章 天文学学科发展战略 / 227

第一节 天文学学科战略地位 / 227

第二节 天文学学科发展规律与发展态势 / 228

第三节 天文学学科发展现状与发展布局 / 249

第四节 天文学学科发展目标及其实现途径 / 266

第二章 天文学学科优先领域 / 279

第三章 天文学与数学物理科学部内部学科交叉的优先领域 / 283

第一节 宇宙学与粒子物理学 / 283

第二节 天体物理与核物理 / 285

第三节 天体辐射磁流体力学 / 288

第四节 实验室天体物理学 / 290

第四章 天文学与其他科学部学科交叉的优先领域 / 292

第一节 天体物理与计算科学：计算天体物理 / 292

第二节 天文学与地球科学的交叉

——空间天气学、天文地球动力

学及行星深空探测 / 295

第五章 实现“十三五”发展战略的政策措施 / 299

第四篇 物 理 学

第一章 物理学学科的战略地位 / 309

第二章 物理学学科的发展规律与发展态势 / 311

- 第一节 量子物理与量子信息 / 313
- 第二节 原子分子物理 / 315
- 第三节 光学 / 316
- 第四节 量子光学 / 318
- 第五节 超强场物理 / 319
- 第六节 半导体物理 / 321
- 第七节 超导和强关联 / 322
- 第八节 磁学 / 323
- 第九节 表面、界面物理 / 324
- 第十节 声学 / 326
- 第十一节 软凝聚态物理及交叉领域 / 327
- 第十二节 基础物理（理论物理） / 328
- 第十三节 基础物理（统计物理） / 329
- 第十四节 粒子物理 / 330
- 第十五节 核物理 / 331
- 第十六节 核技术及应用 / 332
- 第十七节 同步辐射 / 336
- 第十八节 等离子体物理 / 337

第三章 物理学学科的发展现状与发展布局 / 339

- 第一节 量子物理与量子信息 / 340
- 第二节 原子与分子物理 / 344

- 第三节 光学 / 346
- 第四节 量子光学 / 346
- 第五节 超强场物理 / 349
- 第六节 半导体物理 / 350
- 第七节 超导和强关联 / 353
- 第八节 磁学 / 356
- 第九节 表面、界面物理 / 360
- 第十节 声学 / 361
- 第十一节 软凝聚态物理及交叉领域 / 364
- 第十二节 基础物理(理论物理) / 366
- 第十三节 基础物理(统计物理) / 369
- 第十四节 粒子物理 / 370
- 第十五节 核物理 / 372
- 第十六节 核技术及应用 / 373
- 第十七节 同步辐射 / 376
- 第十八节 等离子体物理 / 376

第四章 物理学学科的发展目标及其实现途径 / 379

- 第一节 量子物理与量子信息 / 383
- 第二节 原子分子物理 / 384
- 第三节 光学 / 387
- 第四节 量子光学 / 392
- 第五节 超强场物理 / 395
- 第六节 半导体物理 / 399
- 第七节 超导和强关联 / 399
- 第八节 磁学 / 402
- 第九节 表面、界面物理 / 404
- 第十节 声学 / 407
- 第十一节 软凝聚态物理及交叉领域 / 408
- 第十二节 基础物理(理论物理) / 411

- 第十三节 基础物理 (统计物理) / 412
- 第十四节 粒子物理 / 415
- 第十五节 核物理 / 418
- 第十六节 核技术及应用 / 420
- 第十七节 同步辐射 / 421
- 第十八节 等离子体物理 / 425

第一篇 数 学

