

支撑综合性国家科学中心建设的关键情报能力与服务体系项目

重大科技基础设施的科技发展及 影响力分析

中国科学院文献情报中心

2019年3月

《重大科技基础设施科技发展及影响力分析》研究组

组 长： 刘细文

副组长： 李泽霞 郭世杰

成员（按姓氏音序）：

安培浚 陈 方 陈 伟 迟培娟 丁陈君 董 璐
房俊民 郭楷模 黄 健 姜 山 李宜展 刘文浩
刘小平 刘 晓 刘 学 吕凤先 唐 川 田倩飞
万 勇 王超男 王立伟 王 丽 王小理 魏 韧
吴晓燕 杨艳萍 张 娟 郑 颖 朱相丽

目 录

1	介绍.....	1
1.1	研究背景.....	1
1.2	研究目标.....	3
1.3	研究方法.....	3
2	基于同步辐射光源的科技发展及影响分析.....	6
2.1	同步辐射光源的定义及分布特点.....	6
2.2	同步辐射光源的发展态势与战略部署.....	9
2.3	同步辐射光源设施学科发展分析——以 ESRF 为例.....	11
2.4	同步辐射光源设施的影响分析——以 ESRF 为例.....	24
2.5	启示与建议.....	36
3	基于 X 射线自由电子激光装置的科技发展及影响分析.....	39
3.1	X 射线自由电子激光器的定义及特点.....	39
3.2	各国 X 射线自由电子激光器的学科发展分析.....	40
3.3	启示与建议.....	69
4	基于核聚变设施的科技发展及影响分析.....	71
4.1	核聚变设施的定义及特点.....	71
4.2	核聚变设施的发展战略及趋势.....	72
4.3	各国参与 ITER 计划情况.....	90
4.4	研发创新能力定量分析.....	97
4.5	启示与建议.....	102
5	基于超强超短激光装置的科技发展及影响分析.....	104
5.1	超强超短激光装置的定义及特点.....	104
5.2	各国超强超短激光装置发展战略及趋势.....	104
5.3	各国超强超短激光装置学科发展分析.....	113
5.4	各国超强超短激光装置的技术发展分析.....	115
5.5	各国超强超短激光装置的影响分析.....	117
5.6	启示与建议.....	123
6	基于空间科技设施的科技发展及影响分析.....	124
6.1	空间科技基础设施的定义及特点.....	124
6.2	各国空间科技基础设施发展战略及趋势.....	125
6.3	各国空间科技基础设施学科发展分析.....	133
6.4	各国空间科技基础设施的影响分析.....	141

6.5	启示与建议.....	145
7	基于地球数值模拟器的科技发展及影响分析.....	147
7.1	地球数值模拟器的定义及特点.....	147
7.2	各国地球数值模拟器发展战略及趋势.....	151
7.3	地球数值模拟器学科发展分析.....	185
7.4	各国地球数值模拟器的技术发展分析.....	191
7.5	各国地球数值模拟器的影响分析.....	195
7.6	启示与建议.....	208
8	基于生物成像科学设施的科技发展及影响分析.....	211
8.1	生物成像设施的定义及特点.....	211
8.2	依托生物成像设施开展的科学研究及影响力分析.....	217
8.3	生物成像应用相关技术发展现状与趋势分析.....	221
8.4	启示与建议.....	229
9	基于蛋白质设施的结构生物学科技发展及影响分析.....	231
9.1	蛋白质研究设施的定义及特点.....	231
9.2	数据来源和方法.....	233
9.3	主要国家蛋白质设施发展战略及趋势.....	234
9.4	各国蛋白质设施学科发展分析.....	237
9.5	各国蛋白质设施技术发展分析.....	258
9.6	启示与建议.....	263
10	基于高性能计算设施的科技发展及影响分析.....	265
10.1	高性能计算设施的定义及特点.....	265
10.2	各国高性能计算基础设施发展战略.....	269
10.3	各国高性能计算设施的项目部署与资源建设.....	278
10.4	基于高性能计算设施的科学产出分析.....	296
10.5	高性能计算设施在科研中的应用.....	303
10.6	启示与建议.....	311
11	基于生物医学大数据设施的科技发展及影响分析.....	313
11.1	生物医学大数据重大科技基础设施的定义及特点.....	313
11.2	国际生物医学大数据重大科技基础设施发展战略及趋势.....	317
11.3	国际生物医学大数据重大科技基础设施学科发展分析.....	327
11.4	国际生物医学大数据重大科技基础设施的影响分析.....	337
11.5	启示与建议.....	341
12	基于综合极端条件实验设施的科技发展及影响分析.....	345
12.1	综合极端条件实验室装置的定义及特点.....	345
12.2	各国极端条件实验室装置发展战略及趋势.....	347
12.3	各国极端条件实验室装置学科发展分析.....	349

12.4	各国综合极端条件实验室装置的技术发展分析.....	363
12.5	各国极端条件实验室装置的影响分析.....	377
12.6	启示与建议.....	386
13	基于强磁场设施的科技发展及影响分析.....	388
13.1	强磁场设施的定义及特点.....	388
13.2	国际强磁场实验室.....	399
13.3	强磁场的科学产出分析.....	411
13.4	启示与建议.....	424
14	基于重大科技基础设施分析的总结与启示.....	426
14.1	我国重大科技基础设施科学产出数量较多，但影响力偏弱.....	426
14.2	我国一些设施进入国际先进行列，但存在急需加快部署的空白领域.....	427
14.3	设施性能受关键核心技术水平制约，应重视设施共性基础研究、应用研究 428	
14.4	设施可发挥产业集群和带动效应，我国应注意企业与科研院所的平衡关系 428	

14 基于重大科技基础设施分析的总结与启示

李泽霞 郭世杰

(中国科学院文献情报中心)

经过对 12 类重大科技基础设施的国际发展态势进行分析,发现重大科技基础设施作为增强国家综合科技实力,抢占竞争制高点的科研利器,发达国家均重视对各类重大科技基础设施的发展规划和长期支持,但根据国情不同,在支持力度上各有侧重。不同类型的设施也因所属学科领域不同、建设进度和运行时间不一,在科学产出、成果影响力、学科交叉、国际合作情况上有各自的特点。但是,经过对比 12 类重大科技基础设施,能够看出一些与我国相关的共性问题,值得我国在未来的重大科技基础设施建设乃至综合性国家科学中心的创建过程中予以关注,包括:

14.1 重大科技基础设施发挥了不可替代的重大科技支撑作用

重大科技基础设施为人类提供了解决科学研究瓶颈问题和探索自然奥秘极限的能力,极大拓展了人类的认知边界,在推动人类科技发展进程的同时,极大程度推动了人类的文明和进步,其所发挥的作用是不可替代的。

同步辐射、强磁场及超强超短激光等设施支撑了多个科技领域进步和重大突破,催生了多个诺贝尔奖,产生了深远的社会经济影响;核聚变设施作为未来解决人类能源问题的主要技术路径之一,有可能成为能源革命的颠覆性动力,未来新兴产业的引领技术;空间科学设施、极端条件设施在人类不懈追求认识自然、认识世界的过程中做出了重大贡献;地球模拟器可以对未来的天气和气候进行更准确的预测和预报,从而减少自然灾害带来的巨大经济损失和人员伤亡;高性能计算广泛应用于高能物理研究、中长期天气预报、蛋白质和 DNA 分子的结构预测、大数据分析、互联网服务等领域,对科技进步和国民经济发展均具有重要的价值;生物成像设施和生物医学大数据设施积极助力解决人类发展面临的健康问题、老龄化问题,人类重大疾病的攻克,从而提高人民生活质量,增进人民福祉。