

重大科技基础设施领域发展 动态与趋势^{*}

李泽霞^{1,2} 魏 韧^{*,1} 曾 钢³ 郭世杰^{1,2} 董 璐¹ 李宜展¹

(1. 中国科学院文献情报中心, 北京 100190; 2. 中国科学院大学图书情报与档案管理系, 北京 100049;
3. 中国科学院条件保障与财务局, 北京 100864)

摘 要: 重大科技基础设施是现代科学研究取得进展和突破必不可少的支撑条件和技术手段。世界各国, 特别是科技发达国家, 非常重视重大科技基础设施的战略规划、前瞻部署、建设和应用。本文回顾了近年来重大科技基础设施领域世界各国的战略规划、项目部署, 以及相关的最新举措, 从八个方面分析了现阶段重大科技基础设施领域的国际发展动向和趋势特点, 总结了我国近两年来在重大科技基础设施领域的新动向, 并从中得到几点启示供决策者参考。

关键词: 重大科技基础设施; 前瞻规划; 发展趋势

中图分类号: G255.51 文献标识码: A doi: 10.16507/j.issn.1006-6055.2019.06.004

Analysis on Development Trends of Major Research Infrastructure^{*}

LI Zexia^{1,2} WEI Ren^{*,1} ZENG Gang³ GUO Shijie^{1,2} DONG Lu¹ LI Yizhan¹

(1. National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;

2. Department of Library, Information and Archives Management, School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. Bureau of Facility Support and Budget, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100864, China)

Abstract: Major research infrastructure provides an indispensable supporting condition and technical platform for the progress and breakthrough of modern scientific research. All countries over the world, especially the developed countries in science and technology, attach great importance to the strategic planning, forward-looking deployment, construction and application of major research infrastructures. This paper reviews the strategic planning, project deployment and related initiatives in major research infrastructure areas of the world in recent years. The paper also analyzes the features of development trends of major research infrastructures from eight aspects, summarizes the new trends of major science and technology infrastructures in China in recent two years. Some enlightenments and inspirations are discussed for the reference of policy makers.

Key words: major research infrastructure; forward-looking planning; development trends

重大科技基础设施是前沿基础研究必要的支撑条件之一, 在科研活动中发挥了重要作用, 是许多科学领域重大科技发展和突破的基础, 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, 使科学研究有可能在微观化、宏观化、复杂化等方面不断深化, 特别是 20 世纪中叶以

^{*} 2018 中国科学院文献情报能力建设专项(Y8C0381005-03)资助

^{**} 通讯作者, E-mail: weir@mail.las.ac.cn

来,科技发展进入到了可以对物质和能量进行精细化调控的时代,重大科技基础设施在科研活动中的作用尤其凸显。重大科技基础设施不仅是现代前沿科学研究取得重要突破的必要条件,还全面支撑一个国家科学技术的发展,提升国家的自主创新能力,大大促进带动产业发展的关键技术以及涉及国家安全的核心技术研发,对国家的发展具有重要战略意义^[1],是有力支撑科学研究和技术发展的战略科技资源,多年来始终是科技发达国家部署的重点。因此,了解重大科技基础设施领域发展动态与趋势对我国建设世界科技强国、抢占科技制高点和突破关键核心技术都有十分重要的参考借鉴意义。

1 国际重大科技基础设施发展动态与趋势

1) 重大科技基础设施的概念和涵盖范围在不断扩大

近年来,随着研究活动从分散和孤立的小范围协作逐渐走向整体性、系统性和集成性较强的大规模研究行为,重大科技基础设施的概念和涵盖范围均发生了很大变化,其定义从特指“Large Facility”逐渐过渡到“Research Infrastructure”,即从特定领域的大科学装置过渡到支持所有学科广大研究群体共同研究发展的重大研究设施,涵盖范围也从高能物理、核物理和材料等有限领域逐步扩展到几乎全部自然科学领域,且各领域均有自己特有的重大科技基础设施,甚至社会人文科学也形成了学科特有的重大科技基础设施。设施的类型更加多样化,最初仅仅包含单址设施,现在还有大量分布式设施、移动设施和虚拟设施。其特点除了规模特征外,还表现为对特定学科领域发展有巨大的推动作用、被科研人员广泛使用、向

全球研究界开放等。

2) 各国积极规划未来重大科技基础设施的发展

近几十年来,一批高性能的新型设施投入运行,使研究人员开展创新性研究的能力达到空前的高度,为人类破解各方面的发展瓶颈开辟广阔道路。如 2015 年人类首次观测到引力波信号,成为人类探索自然漫长征程的重要里程碑,其背后是长度近 4 公里的激光干涉仪引力波天文台(LIGO),该研究设施从上世纪八十年代开始一直是美国国家科学基金会的重点规划项目,并得到近 40 年的连续支持。由此可见,重大科技基础设施的前瞻性规划布局非常重要,受到世界各国的高度重视。

2017 年 6 月 16 日,保加利亚教育和科学部发布《保加利亚国家 2017—2023 年研究基础设施路线图》(NRRI)^[2],以支持国家研究战略《更好的科学,更好的保加利亚 2017—2030》、实施智能专业化创新战略优先事项、审视欧洲科研基础设施战略论坛(ESFRI)的泛欧研究基础设施议程为目标,通过对基础设施的诊断评估,确定 2023 年以前的优先事项,寻求实现前景预期的方法和执行程序,并制定科学合理的具体指标任务和计划期限。

2018 年 8 月,欧洲研究基础设施战略论坛(ESFRI)发布最新版本《欧洲研究基础设施战略论坛路线图 2018》^[3]。这是继 2006 年 ESFRI 发布第一版研究基础设施路线图和 2016 年发布其更新版本之后,对未来泛欧洲研究基础设施建设和发展进行战略层面规划和部署的又一重大举措。该路线图对 2008 年入选的 ESFRI 项目在运行十年后的结果进行评估,并介绍了新研究项目的选择结果,包括 18 个未来十年重点支持建设的

基础设施项目,即 ESFRI 项目 (ESFRI Projects),以及 37 个未来十年重点支持运行/升级的基础设施,即 ESFRI 地标 (ESFRI Landmarks),涉及物理科学和工程、天文与空间科学、能源、环境、健康和食品、社会和文化创新、电子研究基础设施领域。

2018 年 5 月,法国高等教育、研究与创新部发布《2018—2020 年法国大型研究基础设施国家战略暨发展路线图》^[4],将生物-健康和环境定为未来 3 年优先发展的学科领域。该路线图共包括 99 个大型研究基础设施,涉及社会人文科学、地球系统科学与环境、能源、生物-健康、材料科学与工程、天文学与天体物理学、核物理与高能物理、数字科学与数学、科学与技术信息、电子商务基础设施 (E-Infrastructures) 等十个学科领域。与前几次发展路线图不同的是,在该路线图执行期间,法国政府还将首次全面开展关于调查和汇总这 99 个研究基础设施的全部造价与各自所用资源来源、科研数据产出情况,以加强部委决策者、委托管理者等对所管辖研究基础设施在经费预算开支及产出效益透明度等方面的管理。

2018 年 6 月,匈牙利发布《国家研究基础设施路线图 2018》^[5],以欧洲研究基础设施路线图框架为基础,布局涉及 6 个领域的 26 个设施项目,主要用于识别匈牙利的重大研究基础设施,了解其类型、运行情况、研究方向多样化能力,以及吸引国内外研究界关注匈牙利的能力和机会,研判进一步发展的方向,进而加强与欧盟基础设施的合作关系。

2018 年 11 月,瑞典发布《2018 研究基础设施指南》报告^[6],以识别瑞典基础设施的需求、挑战和机会。该报告是瑞典科学理事会支撑瑞典政府制定科学研究法案的重要政策文件之一,指出了 2019—2022 年瑞典基础设施发展重点和资助

情况。

3) 欧美重视重大科技基础设施的前瞻技术研发和布局

美国于 1984 年召开首届先进加速器概念论坛 (AAC),之后每两年举办一次,仅限受邀人参加,主要是对先进加速器物理和技术的未来发展进行研讨和交流,范围包括从高能物理到光子科学应用。2018 年 8 月举行了第 18 届 AAC 论坛^[7],主要研究主题有:激光等离子体尾场加速器;加速器物理计算;激光和基于高梯度结构的加速度;光束驱动的加速度;束源、监测和控制;激光等离子体加速离子;辐射的产生和先进概念;先进的激光和光束技术及设施。美国能源部每年在先进加速器研发上都有稳定投入,用于支持先进加速器概念的研发。以高能物理研究计划为例,2016 年,在能源部预算大幅压缩的情况下,先进技术研发的投入仍达 1.15 亿,占高能物理计划的 14.6%,远低于能源部总预算的降幅。

2013 年,英、法、德、意和瑞士五国发起召开了首届欧洲先进加速器概念研讨会^[8],其目的是讨论和开发比当前束加速器更先进的梯度加速器;评估最具成本效益和最简洁的高能粒子束产生方法;并在 2015 年^[9]和 2017 年^[10]分别召开了第二届和第三届研讨会,与 AAC 隔年举办。2017 年 5 月,欧盟 H2020 项目资助 2400 万欧元启动为期四年的“欧洲加速器研究与创新项目 (ARIES)”^[11],邀请全球加速器物理和技术方面的科研和技术人员研讨未来发展方向。

4) 更高性能的加速器是各国关注的焦点

2015 年,美国在其发布的《2015 核科学长期规划》中建议,在完成美国稀有同位素束流设施 (FRIB) 的建设之后,开始着手建设高能量、高亮度的电子离子对撞机 (EIC)^[12];同年,美国能源

部发布《美国加速器研发战略规划》^[13],提出在近期建设超高能质子对撞机,在远期建设 TeV 能级的电子离子对撞机的战略构想,并在之后进行了一系列方案的可行性论证;2016 年 2 月,在《先进加速器发展战略报告》^[14]中提出,如果建设 EIC,未来可能发展的三个先进加速器的技术选项,包括激光尾场加速器(LWFA)、束流尾场加速器(PWFA)和介质尾场加速器(DWFA),并对每一个技术选项的研发制定了详细的技术路线图。2017 年 2 月,能源部核物理办公室发布《EIC 加速器研发评估报告》^[15],评估了 EIC 加速器在不同风险等级下的概念设计、技术可行性和优先研发技术列表等。2018 年 7 月,美国科学出版社发布《美国电子离子对撞机科学评估报告》^[16],充分阐释了建设 EIC 对美国发展的积极意义,认为学界已就美国建设 EIC 达成共识,希望能源部能重点资助 EIC 设计问题方面的研发。

鉴于资金有限和未发现新粒子,国际未来加速器委员会 2017 年 11 月批准,削减原计划在日本建造的国际线性对撞机(ILC)的规模——能量从 500 千兆电子伏特(GeV)减半到 250 GeV,隧道长度由 33.5 公里减至 13 公里。2018 年 12 月,日本文部科学省研究振兴局以成本太高为由没有支持“国际直线对撞机的修改计划”^[17],2019 年 3 月份,日本政府仍推迟决定是否承建该 70 亿美元加速器^[18]。

2018 年 11 月,我国科学家正式发布《环形正负电子对撞机(CEPC)概念设计报告》,重点探讨加速器(第 I 卷)和物理和探测器(第 II 卷)。报告公布了未来加速器建设的详细设计选项,总结了过去六年国内外数千科学家和工程师的工作进展,并指出 CEPC 未来将与欧洲核子中心大型强子对撞机的物理学相辅相成^[19]。

2019 年 1 月 15 日,欧洲核子研究中心(CERN)发布“未来环形对撞机”(FCC)的概念设计报告^[20],计划建设一个周长 100 公里的环形加速器,用于发现新粒子并继续开拓物理学的新领域。根据对撞机的设计形式不同,耗资约为 90 亿~210 亿欧元。

5) 重视对重大设施升级和应用的规划工作

美国能源部所属的 4 个同步辐射光源在 2018 年均发布了未来 5 年的战略规划。2018 年 1 月,斯坦福加速器国家实验室发布《SSRL 战略规划 2018—2022》^[21],指出 SSRL 的战略重点是利用原位和现场的方法实时表征材料、化学和生物功能,将在高性能的波荡器束线上建设稳定的低顶置光学泵探头功能扩展其在超快科学领域的能力;将正在进行的超快电子散射项目整合到 SSRL 的核心计划中;持续开发 SPEAR3 加速器的增强功能,可提供超过一个数量级的短 X 射线脉冲持续时间,且不影响正常操作。4 月,布鲁克海文国家实验室发布《NSLS - II 战略规划》^[22],确定了未来 5 年关键领域的重点发展计划,包括:保持可靠的加速器运行并提高存储环的性能;高效使用已有光束线,进一步增加用户实验设备;提升光束线的使用能力和满足战略科学需求的能力;增加更多的光束线和新的科学能力;继续研发数据科学和计算,并开发关键性战略合作伙伴关系;同时,在规划中新部署了 6 条新的束线,包括相干射线成像、ARPES & RIXS 纳米成像、光谱显微设施、快速共振非弹性 X 射线散射、加工和液体散射、红外近场纳米谱仪。4 月,伯克利国家实验室发布的《ALS 战略规划 2018—2022》^[23]指出,ALS 将重点发展功能材料和结构研究方面的探测能力,包括理解化学和能源之间的联系,探索自旋、量子 and 拓扑材料,理解软系统和生物系统中复杂

的相互作用;同时,还规划将 ALS 升级为衍射极限存储环光源。10 月,阿贡国家实验室发布的《先进光子源战略——为国家利益驱动前沿科学》报告指出,未来 5 年仍要保持美国在硬 X 射线同步辐射光源的领先地位,并在 2022 年暂停 APS 进行升级,以便将 APS 存储环替换为多偏转消色散磁聚焦结构。

6) 欧美积极推动建设基于重大科技基础设施的合作联盟

近年来,世界科技强国竞相将重大科技基础设施建设作为提升国家科技创新能力的重要举措,如何更科学合理地利用资源满足本国乃至世界科技发展需求,扩大影响力,确立或巩固设施的国际领先地位,实现设施长期可持续发展成为政府、设施运营管理机构、投资机构和用户共同关心的问题。在欧盟科技一体化发展和合作模式下,欧洲在 2017 年 11 月^[24]和 2018 年 6 月^[25]先后成立基于加速器的光源联盟(LEAPS)和先进中子源联盟(LENS),分别负责统筹管理光源与中子源设施在相关技术及用户服务方面的发展路线与规划,以加强欧洲层面的科技合作和共享,并于 2018 年 12 月成立跨区域合作的生命科学研究网络项目汉萨科学同盟(HALOS)^[26]。2018 年 2 月,美国国家学科委员会决定(NSB-2018-10)^[27]建设美国国家光学红外天文学中心(NCOA),将美国国家光学天文台(NOAO)、双子座天文台(Gemini Observatory)和未来 2022 年将建成的大口径全景巡天望远镜(LSST)整合到一个统一的管理框架中。2018 年 8 月,在美国能源部的推动下,美国多个运营强激光的能源部实验室和大学联合启动涵盖了美国大多数强激光器(其中部分功率达到或超过 1 拍瓦)的“美国激光网络(LaserNetUS)”^[28],旨在促进全国各实验室和高校对

高强度激光设施的访问,为美国科学家提供更好的高强度激光器使用机会。

7) 重大科技基础设施对社会经济发展的推动作用越来越显著

作为支撑各个领域研究活动的综合科研平台,重大科技基础设施为各个领域的基础研究和应用研究提供了新的手段和产生突破的机会。同步辐射不仅在物理、材料、生物和生命科学、医学、化学、环境和地球科学领域提供了重要的支撑,为制药、采矿、石化、先进材料、电子、制造和健康等多个行业领域提供了先进的技术手段,还作为制造技术在制造微芯片的光刻技术、生产同位素分离的微型机械部件、制药、化妆品、食品、塑料、造纸、化工、建筑、冶金、矿业和矿产、微加工等方面提供先进技术手段。X 射线自由电子激光由于其高亮度和相干性,具有其他设施无法比拟的优势,可以解决物理学、材料科学、生命科学、软凝聚态物质等很多学科的关键科学挑战,开拓新的科学领域。与电子、X 射线、激光相比,中子作为“探针”具有高穿透性,对氢、碳、氮等敏感,带磁矩、自旋等优点。散裂源中子束具有脉冲性、高分辨、低本底和能量范围大等优点,是等诸多学科研究的平台,并支持以新材料、先进制造和生物工程为基础的技术研发,以应对在能源供应、抗生素耐药性和全球变暖等方面的重大挑战。

英国 ISIS 中子源是世界首个散裂中子源,自 1985 年建成以来,每年支持全球大约 1600 名科学家开展物理、化学、材料科学、地质学、工程和生物学的研究。2016 年 11 月,英国发布第三方评估机构对 ISIS 中子源运行情况的评估报告《ISIS Lifetime Impact Study》^[29],报告指出:截止 2014 年,ISIS 的研究已经产生了 3.4 亿英镑的经济效益,还会在 2025 年之前持续产生 1.4 亿英镑的经

济效益,共计 4.8 亿英镑;ISIS 在有机电子领域的研究贡献,在全球市场的价值已经超过 130 亿英镑。

8)重大科技基础设施的布局更加集群化,学科交叉融合的特点越来越突出

同步辐射与 X 射线自由电子激光集成布局,形成光子研究中心,是美国、日本、意大利、德国、韩国、瑞士和瑞典等国常用的布局模式。法国围绕欧洲同步辐射光源(ESRF)和劳厄-朗之万研究所(ILL)高通量核反应堆(RHF)形成了多个科学研究中心和实验室,如结构生物化学研究所、强磁场研究所和欧洲分子生物学实验室,还成立了软凝聚态物质综合研究平台。英国的哈威尔科学和创新园(HSIC)依托钻石光源、ISIS 散裂中子源和英国激光设备中心等重大设施,建设了 Harwell 综合研究平台。瑞典研究理事会 2017 年发布的《世界一流的研究教育和创新工具——欧洲散裂中子源》^[30]提出将欧洲散裂中子源(ESS)与 Max IV 协同运营,利用 ESS 和 Max IV 科研平台,探索和理解分子、材料、物质的结构和动力,以应对重大时代挑战。2018 年 4 月,中国“硬 X 射线自由电子激光装置”启动建设^[31],与上海光源、国家蛋白质科学设施、软 X 射线自由电子激光装置、超强超短激光装置、活细胞结构与功能成像等线站工程组成大科学装置集群,推动我国的光子科学走向世界前列,实现跨越发展。

2 我国重大科技基础设施领域发展新动向

1)重大科技基础设施成为国家创新布局的核心和抓手

目前,我国已经批准 3 个综合性国家科学中心的建设方案,重大科技基础设施将在其中发挥

重大作用。不同科学中心将围绕不同重大科技基础设施群布局,形成具有不同功能定位的国际化前沿科学研究和技术研发机构群。综合性国家科学中心将被打造成提升区域科技创新能力、带动区域经济社会发展的科技创新高地,在众多前沿领域产生一批具全球影响力的科技成果,带动经济社会稳定发展。2018 年 4 月,合肥综合性国家科学中心大科学装置集中区项目搬迁工作正式拉开序幕^[32],搬迁区域规划建设聚变堆主机关键系统综合研究设施、大气环境立体探测实验研究设施等装置,预计将于 2020 年基本建成,2030 年成为国际一流水平、面向国内外开放的综合性国家科学中心,为我国科技长远发展和创新型国家建设提供有力支撑。

2)地方政府建设重大科技基础设施的热情高涨

3 个综合性国家科学中心的建设已经初具规模,地方政府在重大基础设施建设中发挥越来越重要的作用。2018 年 4 月启动建设的“硬 X 射线自由电子激光装置”是国内迄今为止投资最大的重大科技基础设施项目,且以地方政府的投入占绝大多数^[32]。广东、武汉、成都、西安、深圳等城市也积极筹划重大科技基础设施的建设,争取成为下一个综合性国家科学中心的建设目标。2018 年 7 月,深圳市发改委正式批复地面模拟装置项目建议书立项,项目建设选址在中山大学深圳校区,建设总投资预算超过 10 亿元。这是广东省首个自主提出、自主建设的重大科技基础设施^[33]。2018 年 8 月,随着散裂中子源建成投入使用,在其周围研究建设一台同步辐射光源装置“南方光源”,从而形成多种研究手段互补的大科学装置集群成为多方关注的热点,广东省政府也积极争取相关项目落地,以更好地服务粤港澳大湾区的

科技和社会经济发展^[34]。

3 启示与建议

1) 重视战略规划, 持续进行设施发展规划的研究

重大科技基础设施的建设和应用涉及大量复杂的科学问题, 需要大量公共财政的投入, 因此特别需要审慎进行设施可行性及科学目标方面的前瞻性研究和发展规划研究。各国都很重视重大科技基础设施的规划, 发展规划研究是一个长期的持续性工作, 随着科学技术的发展, 对建设目标、设施水平和涉及领域需要作相应的调整, 规划也需要定期更新, 以保持对设施科学和技术的战略研究始终处于最先进水平。

2) 从国家层面制定特定重大设施的发展和应用规划

重大科研设施的投入大、建设周期长、应用范围广、科研支撑能力强, 往往代表着一个国家最先进的技术能力和科研支撑能力。美国每一个同步辐射设施都有其自己的发展规划, 在每一个阶段都前瞻规划设施未来的发展和技术升级, 以确保其对科研的支撑能力处于国际优势地位。对此, 也建议我国能将对重大科技基础设施的战略规划更加系统化、细致化, 支持一些关键设施(例如同步辐射、托卡马克)发展规划的研究和制定。

3) 统筹协调, 组建基于重大科技基础设施的科技联盟

欧美国家近期筹划建设了多个基于重大科技基础设施的联盟, 不管是从设施技术研发和管理的角度, 还是学科研究的角度, 我国都应当重视国际上重大科技基础设施组织管理新业态的出现, 研究可能的联盟形式、组织方式和功能定位, 建设适合我国重大设施发展和运行管理的联盟形态,

从而优化重大设施的管理机制、提高重大设施的使用效率, 促进更多更好的成果产出。

4) 前瞻布局, 加强对新设施的预研和规划

要保持目前我国重大设施的国际位置, 并逐步缩小与发达国家的差距, 需要国家层面足够重视, 进行长期的预研和周密的论证, 美国、欧洲、日本及我国都规划了更高性能的新对撞机, 美国的 EIC 和日本的 ILC 经过多方长期反复论证, 但对于设施的建设始终保持谨慎态度。因此, 我国应加强在设施前瞻布局方面的工作, 加强对概念预研、技术预研等相关的工作, 进一步加强引导和支持, 以使我国的重大科技基础设施水平整体赶超欧美发达国家。

5) 政府统一规划重大科技基础设施的建设

我国重大科技基础设施发展进入了一个前所未有的发展机遇期, 各地对于科技创新驱动发展的重大需求催生了地方政府引入设施的极大热情, 这对设施发展既是重大的机遇也是挑战。对于如何良性引导地方政府的合理投资, 制定国家重大科技基础设施的准入门槛, 对防止低质量重复建设、提高资源利用效率具有重要意义, 对此, 应从国家层面进行顶层设计、统筹考虑和合理布局。

参考文献

[1] 徐文超, 艾轶博. 重大科技基础设施建设的战略意义[J]. 中国高校科技与产业化, 2011(1): 37-38.

XU Wenchao, AI Yibo. Strategic Significance of Major Science and Technology Infrastructure Construction [J]. Chinese University Science & Technology, 2011(1): 37-38.

[2] Ministry of Education and Science Republic of

- Bulgaria. Bulgaria National Roadmap for Research Infrastructure [EB/OL]. 2017-06-16. https://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/roadmaps/bulgaria_national_roadmap_2017_en.pdf.
- [3] ESFRI. ESFRI Roadmap 2018-Strategy Report on Research Infrastructures [EB/OL]. 2018-08-19. <http://roadmap2018.esfri.eu/>.
- [4] Ministry of Higher Education, Research and Innovation France. Research Infrastructures Roadmap 2018 [EB/OL]. 2018-05-18. <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid70554/la-feuille-route-nationale-des-infrastructures-recherche.html>.
- [5] NKFIH. National Research Infrastructure Roadmap [EB/OL]. 2018-06-13. <http://nkfi.gov.hu/english-2017/strategy-making-by-the/hungarian-research/>.
- [6] Swedish Research Council. Results of Needs Inventory [EB/OL]. 2018-10-18. <https://www.vr.se/english/analysis-and-assignments/we-analyse-and-evaluate/all-publications/publications/2018-10-18-results-of-needs-inventory.html>.
- [7] Advanced Accelerator Concepts Workshop. 18th Advanced Accelerator Concepts Workshop [EB/OL]. 2018-08-12. <http://aac2018.org/>.
- [8] National Institute for Nuclear Physics. 1st European Advanced Accelerator Concepts Workshop [EB/OL]. 2013-06. <http://www.inf.infn.it/conference/EAAC2013/>.
- [9] National Institute for Nuclear Physics. 2nd European Advanced Accelerator Concepts Workshop [EB/OL]. 2015-09. <https://agenda.infn.it/event/8146/>.
- [10] National Institute for Nuclear Physics. 2nd European Advanced Accelerator Concepts Workshop [EB/OL]. 2017-09. <https://agenda.infn.it/event/12611/>.
- [11] CERN. Accelerator Research and Innovation for European Science and Society [EB/OL]. 2017-05. <https://aries.web.cern.ch/about/>.
- [12] DOE. The 2015 Long Range Plan for Nuclear Science [EB/OL]. 2018-09-18. https://www.science.energy.gov/~media/np/nsac/pdf/2015LRP/2015_LRPNS_091815.pdf.
- [13] DOE. A Strategic Plan for Accelerator R&D in the U. S. [EB/OL]. 2015-04-06. https://science.energy.gov/~media/hep/hepap/pdf/Reports/Accelerator_RD_Subpanel_Report.pdf.
- [14] DOE. Advanced Accelerator Development Strategy Report-Advanced Accelerator Concepts Research Roadmap Workshop Report [EB/OL]. 2016-02-03. https://science.energy.gov/~media/hep/pdf/accelerator-rd-stewardship/Advanced_Accelerator_Development_Strategy_Report.pdf.
- [15] DOE. Report of the Community Review of EIC Accelerator R&D for the Office of Nuclear Physics [EB/OL]. 2017-02-14. https://science.energy.gov/~media/np/pdf/Reports/Report_of_the_Community_Review_of_EIC_Accelerator_RD_for_the_Office_of_Nuclear_Physics_20170214.pdf.
- [16] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. An Assessment of U. S.-Based Electron-Ion Collider Science [EB/OL]. 2018-07-24. <https://www.nap.edu/catalog/25171/an-assessment-of-us-based-electron-ion-collider-science/>.
- [17] 日本学术会议. 国際リニアライダー計画の見

- 直し案に関する所見[EB/OL]. 2018-12-19. <http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-k273.pdf>.
- Science Council of Japan. Findings on the Proposed Revision of the International Linear Collider Plan [EB/OL]. 2018-12-19. <http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-k273.pdf>.
- [18] 朝日新聞. ILCの国内誘致、文科省「表明至らず」議論は継続[EB/OL]. 2019-03-20. <https://www.asahi.com/articles/ASM366DT4M36ULBJ012.html>.
- The Asahi Shimbun. The Construction of the International Linear Collider Program is still under Discussion by MEXT[EB/OL]. 2019-03-20. <https://www.asahi.com/articles/ASM366DT4M36ULBJ012.html>.
- [19] Interactions. org. CEPC Design Report Released [EB/OL]. 2018-11-14. <https://www.interactions.org/press-release/cepc-design-report-released>.
- [20] CERN. Conceptual Design Report for the FCC [EB/OL]. 2019-01-15. <https://fcc.web.cern.ch>.
- [21] SLAC. Stanford Synchrotron Radiation Light Source Strategic Plan; 2018-2022 [EB/OL]. 2018-01. https://www-ssl.slac.stanford.edu/content/sites/default/files/documents/ssrlstrategicplan_2018-2022.pdf.
- [22] BNL. National Synchrotron Light Source II Strategic Plan [EB/OL]. 2018-10. <https://www.bnl.gov/ps/docs/pdf/NSLS2-Strategic-Plan.pdf>.
- [23] Lawrence Berkeley National Laboratory. Advanced Light Source Strategic Plan 2018-2022 [EB/OL]. 2018-04-26. <https://als.lbl.gov/wp-content/uploads/2018/04/ALS-Strategic-Plan-2018-2022.pdf>.
- [24] LEAPS. LEAPS Launch Event [EB/OL]. 2017-11-13. https://www.leaps-initiative.eu/news/leaps_launch_event/.
- [25] ESS. Highlighting Neutron Science as Fundamental to Addressing Society's Grand Challenges, a New Consortium Takes Shape in Europe [EB/OL]. 2018-06-25. <https://europeanspallation-source.se/article/2018/06/25/highlighting-neutron-science-fundamental-addressing-societys-grand-challenges>.
- [26] NORDIC. Life Science News [EB/OL]. 2018-12-19. <https://nordiclifescience.org/a-new-german-scandinavian-life-science-network-project/>.
- [27] NSF. Memorandum To members of the National Science Board [EB/OL]. 2018-02-22. <https://www.nsf.gov/nsb/meetings/2018/0221/major-actions.pdf>.
- [28] LaserNetUS. The First Annual LaserNetUS Meeting [EB/OL]. 2018-08-16. <https://lasernet-us.unl.edu/welcome>.
- [29] STFC. ISIS Lifetime Impact Study [EB/OL]. 2016-11. <https://www.isis.stfc.ac.uk/Pages/ISIS%20Lifetime%20Impact%20Study.pdf>.
- [30] Swedish Research Council. The European Spallation Source-A World-Leading Tool for Research Education and Innovation [EB/OL]. 2017-10. https://www.vr.se/download/18.2412c5311624176023d254d3/1529480558591/European-Spallation-Source_VR_2017.pdf.
- [31] 人民网. 硬 X 射线自由电子激光装置在上海张江启动建设[EB/OL]. 2018-04-27. <http://sh.people.com.cn/n2/2018/0427/c134768-31516>

689. html.
People's Daily Online. Hard X-ray Free Electron
Laser Device in the Shanghai Zhangjiang Start
Construction [EB/OL]. 2018-04-27. [http://sh.
people. com. cn/n2/2018/0427/c134768-31516
689. html.](http://sh.people.com.cn/n2/2018/0427/c134768-31516689.html)

[32] 安徽网. 合肥综合性国家科学中心大科学装置
集中区项目搬迁启动[EB/OL]. 2018-04-10. [ht-
tp://www. ahwang. cn/hefei/20180410/1756826.
shtml.](http://www.ahwang.cn/hefei/20180410/1756826.shtml)

ANHUI News. The Relocation of Large Scientific
Installations Concentrated Area Project of Hefei
Comprehensive National Science Center Started
[EB/OL]. 2018-04-10. [http://www. ahwang. cn/
hefei/20180410/1756826..shtml.](http://www.ahwang.cn/hefei/20180410/1756826.shtml)

[33] 科学网. 空间引力波探测地面模拟装置落户深
圳 [EB/OL]. 2018-07-30. [http://news. scien-
cenet. cn/sbhtmlnews/2018/8/337666. shtm? id
=337666.](http://news.sciencenet.cn/sbhtmlnews/2018/8/337666.shtm?id=337666)

Science Net. Space Gravitational Wave Detection
Ground Simulator is Located in Shenzhen [EB/
OL]. 2018-07-30. [http://news. sciencenet. cn/
sbhtmlnews/2018/8/337666. shtm? Id =337666.](http://news.sciencenet.cn/sbhtmlnews/2018/8/337666.shtm?Id=337666)

[34] 莞讯网. 南方光源项目将为粤港澳大湾区打造
国际科技创新中心提供重要战略支撑[EB/
OL]. 2018-12-06. [http://www. guannews. com/
xinwen/118185. html.](http://www.guannews.com/xinwen/118185.html)

Dongwan News. The Southern Light Source Pro-
ject will Provide an Important Strategic Support
for the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay
Area to Build an International Technology Innova-
tion Center[EB/OL]. 2018-12-06. [http://www.
guannews. com/xinwen/118185. html.](http://www.guannews.com/xinwen/118185.html)

中国区块链专利概况及其与欧洲区块链专利的区别

2019 年 4 月,知识产权资产管理杂志(IAM)对欧洲和中国的区块链专利情况作了对比研究,包括欧洲专利局(EPO)和中国国家知识产权局(CNIPA)处理区块链专利的方式以及两者的异同,主要结论如下:

中国的区块链专利情况

中国目前拥有世界上最多的区块链专利,领先于美国和日本等其他国家。2017 年,中国是区块链专利申请最活跃的国家。预计到 2020 年,中国的区块链市场将达到 100 亿元人民币(13 亿欧元)。

中国区块链行业可以分为三个分支:上游(如采矿设备和硬件)、中游(如数据服务)和下游(如金融服务、医疗服务、能源产业)。截至 2018 年,区块链商业用途专利申请量最多,其次是通信用途和计算用途。

欧洲和中国区块链专利的异同

欧洲和中国区块链专利的相同之处在于,专利的新颖性、创造性和充分性方面的要求大致相当。同时,与《欧洲专利法公约》一样,中国专利法要求专利申请必须针对技术问题的技术解决方案,例如,针对区块链系统的技术改进。

欧洲和中国区块链专利审查的不同点聚焦于“有损公共利益”的方面。中国专利法规定不允许发明“损害公共利益”的专利。例如,比特币等加密货币就被视为有损公共利益、潜在威胁国家金融和货币体系稳定的发明。

黄玉茹(四川大学) 编译自
[https://www. iam-media. com/law-policy/epo-and-china-blockchain-patents](https://www.iam-media.com/law-policy/epo-and-china-blockchain-patents)