



国家同步辐射实验室教育科技人才一体化历史演进研究

张啸宇¹, 刘立^{2*}, 张玉梅¹

1. 中国科学技术大学 人文与社会科学学院, 合肥 230026;

2. 中国科学技术大学 马克思主义学院, 合肥 230026

摘要: 教育、科技、人才一体推进是新时代提升国家创新体系整体效能的核心命题。大科学装置作为兼具前沿科学研究、复杂工程组织与高层次人才培养功能的复合平台, 是考察“教育科技人才一体化”生成过程的典型场域。本文以国家同步辐射实验室(NSRL)为案例, 运用历史过程分析与案例研究方法, 系统考察其从预研立项、一期与二期工程建设、重大维修改造到合肥先进光源(HALF)预研建设的演进历程。研究发现, NSRL教育科技人才一体化经历了恢复性关联、任务型联结、平台化转化、制度化协同和一体化推进五个阶段。其经验特色在于: 以国家重大任务凝聚一体化目标, 以装置全生命周期实践拓展育人场域, 以开放共享和国际合作扩展协同网络, 以多学科场景生成多类型人才结构, 以持续迭代和制度协同推动教育科技人才关系的再组织。NSRL通过四十余年的历史演进, 将教育链、科技链和人才链深度嵌入长期运行的复杂系统之中, 为理解教育科技人才一体化的场域化生成提供了重要的经验参照。

关键词: 教育科技人才一体化; 国家同步辐射实验室; 大科学装置; 科教融合; 全生命周期育人; 制度协同

中图分类号: G644; G311; G322

文献标识码: A

文章编号: 1674-4969(2026)04-0468-14

引言

党的二十大报告提出, 教育、科技、人才是全面

建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑, 将“实施科教兴国战略, 强化现代化建设人才支撑”作为专章部署^[1]。党的二十届三中全会进一步提出, 统

收稿日期: 2026-05-28; **修回日期:** 2026-07-02

基金项目: 国家社会科学基金重大项目: 自然辩证法中国化及当代创新研究(20&ZD043)

作者简介: 张啸宇(1999—), 男, 博士研究生, 研究方向为科学技术与社会、科学传播。E-mail: zhangxiaoyu99@mail.ustc.edu.cn

*刘立(1964—), 男, 教授, 研究方向为科技政策、自然辩证法。E-mail: liuli66@ustc.edu.cn (通讯作者)

张玉梅(1997—), 女, 博士研究生, 研究方向为公共科学、科技政策。E-mail: zhangyumei@mail.ustc.edu.cn

引用格式: 张啸宇, 刘立, 张玉梅. 国家同步辐射实验室教育科技人才一体化历史演进研究[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2026, 18(4): 468-481. DOI: 10.3724/j.issn.1674-4969.20260073. CSTR: 32282.14.JES.20260073

ZHANG X Y, LIU L, ZHANG Y M. A Historical Evolution Study of the Integrated Development of Education, Science and Technology, and Talent at the National Synchrotron Radiation Laboratory[J]. Journal of Engineering Studies, 2026, 18(4): 468-481. DOI: 10.3724/j.issn.1674-4969.20260073. CSTR: 32282.14.JES.20260073

筹推进教育科技人才体制机制一体改革^[2]。党的二十届四中全会将“教育科技人才一体发展格局基本形成”纳入未来五年经济社会发展主要目标^[3]。国家层面系统部署表明,教育、科技、人才关系已经从部门协同、功能互补,转向服务国家创新体系整体效能提升的系统性统筹^[4]。在国家战略持续推进的背景下,教育科技人才一体化正从党的创新理论逐渐转变为制度安排和具体实践。2025年12月,中国科学院支持中国科学技术大学(下称中国科大)建设教育科技人才一体发展示范区,进一步将该问题从政策话语转化为可观察、可分析的具体场域。

从世界范围来看,在世界科学中心、高等教育中心和人才中心转移的过程中^[5],发达国家虽然未正式提出“教育科技人才一体化”的概念和命题,但已将教育、科技、人才相关要素联动发展渗透到教育改革、创新模式和人才培养过程中^[6],通过依托研究型大学、国家实验室、大科学装置和产学研中心等组织,在事实上推动教育链、创新链、人才链和产业链的联结,形成了多种一体化模式,例如,以研究型大学为核心的研育一体模式、以产业需求为牵引的产学研融合模式,以及以开放协同和创新要素循环为特征的创新生态模式^[7]。国内研究围绕教育科技人才一体化的理论内涵、战略意义、体制机制和实践路径展开了讨论,回答了“为什么需要一体化”和“如何推进一体化”等问题^[8-11]。从研究重心看,相关成果偏向宏观政策阐释、理论构建和路径概括,对教育、科技、人才三者如何在具体平台、任务和团队发展中的过程性、案例型考察仍显不足。从实践来看,教育科技人才一体化是在具体场域中发育、持续组织和不断更新迭代的过程。

与一般科研项目、仪器研制项目和基础设施建设项目不同,大科学装置具有投入规模大、技术复杂度高、运行周期长、团队组织协同性强和开放共享属性突出等特点^[12-13],其全生命周期涵盖预研、立项、建设、运行和升级改造等阶段^[14-15],能够在较长历史周期内持续组织和联动教育、科技、人才,具有探索科学前沿、突破关键技术、组织复杂工程、培育高层次人才和推动跨学科协作等功能^[16-21]。基于此,大科学装置是考察教育科技人才一体化过程的典型场域。

国家同步辐射实验室(National Synchrotron Radiation Laboratory, NSRL)是由原国家计委(现国家发展和改革委员会)于1983年4月批准建设,依托中国科大建设运行,其主要任务包括围绕国家重大研究计划和战略需求向国内外用户提供稳定运行的同步辐射光源,发展同步辐射及测量新技术、新方法,推动我国先进光源关键技术发展,汇聚和培养一流科学研究与技术发展人才。其核心设施合肥光源(Hefei Light Source, HLS)是我国第一台自主建设的以真空紫外和软X射线为主的专用同步辐射光源,长期面向先进功能材料、能源与环境、物质与生命科学交叉等领域提供实验条件^[14]。从合肥光源一期工程、二期工程、重大升级改造,再到第四代低能区合肥先进光源(Hefei Advanced Light Facility, HALF)建设,NSRL历经从自主建设到开放运行、从能力提升到体系化布局的发展历程,为具体考察教育科技人才一体化过程提供了典型案例。

基于此,本研究以国家同步辐射实验室四十余年的发展历程为研究对象,梳理其建设、运行与迭代升级过程中教育、科技、人才要素的组织方式及联动关系,总结大科学装置场域内教育、科技、人才三者在不同生命周期阶段呈现的关系形态、内在逻辑与实践经验,为推进新时代教育科技人才一体化改革提供典型案例参照。

1 大科学装置教育科技人才一体化的分析框架

1.1 教育科技人才一体化的场域化理解

中国共产党始终高度重视教育、科技和人才工作,在革命、建设、改革的不同历史时期,根据社会发展阶段与中心任务的变化,不断探索并调整相关工作的方法方式。改革开放以来,中国在教育、科技和人才政策上经历了一系列重要进程:从全国科学大会后的科研秩序恢复、科学技术体制改革,到实施科教兴国战略与人才强国战略;从建设国家知识创新体系、建立国家创新体系,到全面推行创新驱动发展战略;从“三个面向”发展为“四个面向”,再到加强

基础研究、推进世界科技强国建设等^[20]。教育科技人才一体化是具有中国特色的原创性理论和实践命题^[22], 在中国政策语境下具有鲜明时代特征, 需要在具体制度环境、组织场域和重大任务推进中加以分析^[23]。就本文讨论的大科学装置场域而言, 教育层面具体表现为中国科大的基础理论教学、大科学装置的实验方案设计、软件优化训练、用户对接与培训等; 科技层面具体表现为科学目标凝练、关键技术攻关、实验方法开发和全生命周期的项目参与和论文产出等; 人才层面具体表现为科技创新人才、工程技术人才、管理支撑人才和产业创新人才等多类型、复合型人才的介绍、聚集和使用。

本研究所提及的教育科技人才一体化, 就历史演进而言, 是指教育、科技、人才三个层面的功能和制度在共同目标、共同任务、共同平台与共同规则中不断发生联系、相互嵌入并形成稳定结构的过程。主要包括三方面含义: 其一, 目标一体化, 即教育、科技、人才共同服务于国家创新体系整体效能提升和中国式现代化建设; 其二, 过程一体化, 即三者科学探索、技术创新、工程推进、平台运行和团队协作的演化过程中形成互嵌关系; 其三, 制度一体化, 即通过重大科研任务组织、科教融合研究生培养制度、人才岗位体系和成果评价机制等, 使教育、科技、人才形成可持续的关系连接。

1.2 大科学装置的复合平台属性

在中国政策语境中, 大科学装置通常与“大科学工程”“大科学计划”“国家重大科研基础设施”等概念相关。相关研究曾将其界定为通过较大规模投入和工程建设来完成, 建成后通过长期的稳定运行和持续的科学技术活动, 实现重要科学技术目标的大型设施。其科学技术目标必须面向科学技术前沿, 为国家经济建设、国家安全和社会发展做出战略性、基础性和前瞻性贡献^[24]。2013年, 国务院印发的《国家重大科技基础设施建设中长期规划(2012—2030年)》指出, 重大科技基础设施是为探索未知世界、发现自然规律、实现技术变革提供极限研究手段的大型复杂科学研究系统, 是突破科学前沿、解决经济社会发展 and 国家安全重大科技问题的物质技术基础^[25]。2014

年《国家重大科技基础设施管理办法》(发改高技(2014)2545号)、2015年《国务院关于国家重大科研基础设施和大型科研仪器向社会开放的意见》(国发〔2014〕70号)则进一步强调, 国家重大科技基础设施由国家统筹布局, 依托高水平创新主体建设, 面向社会开放共享, 长期为高水平研究活动提供服务^[26-27]。杜澄等^[14-15]将大科学工程置于更广义的知识生产体系和国家创新体系之中, 突破了“为基础科学服务”的理解。

从上述界定可以看出, 大科学装置包含四层核心含义: 其一, 面向科学前沿和国家重大战略需求, 具有高度复杂性与高投入特征; 其二, 装置并非一次性项目, 而是需要长期运行维护的科研系统; 其三, 装置通常具有明显的公共性和开放共享属性; 其四, 装置的意义不仅体现在直接科研产出上, 还体现在技术积累、人才培养、组织协同和社会溢出等更广泛的层面。

从工程研究的视角看, 大科学装置至少具有三重属性。第一, 它是复杂工程系统, 装置建设需要科学目标凝练、工程设计、关键部件研制、系统集成、调试运行和安全管理等多环节协同。第二, 它是开放科研平台, 装置建成后通过光束线、实验站、用户机时、数据资源和技术服务面向多学科用户开放。第三, 它是人才培养场域, 科研人员、工程技术人员和科研管理团队在装置建设、运行维护、实验设计与运行支持中接受复合训练。正因如此, 大科学装置并非简单地将教育、科技、人才进行空间叠加, 而是把科学目标、工程实践和人才成长组织起来的复合系统。

1.3 研究方法、资料来源与阶段划分

本文采用历史过程分析、案例研究和文献分析方法, 将NSRL置于改革开放以来中国科技体制改革、重大科技基础设施建设和教育科技人才一体化政策演进的脉络中进行考察。资料来源主要包括: 中央和国家有关教育、科技、人才及重大科技基础设施的政策文本, NSRL、HLS和HALF公开资料, 中国科学院、中国科大以及相关权威媒体公开报道, 大科学工程史、同步辐射装置建设史、科技政策和大科学装置管理研究文献。

为避免仅以宏观政策演变和装置全生命周期划分装置发展史, 本研究从目标牵引、工程实践、平台开放、制度运行和持续迭代五个维度考察国家同步辐射实验室教育科技人才一体化的历史演进 (表1)。目标牵引关注科技秩序恢复背景下国家战略任务如何关联教育、科技和人才; 工程实践关注预研、建设、调试和运行如何统一教学和实践、组织核心团队, 联结教育、科技和人才三类要素; 平台开放关注光束线、实验站、机时分配和用户共同体如何连接不同学科与机构, 拓展跨学科用户网络、汇聚和培养人才; 制度运行关注开放共享制度、PI制、用户委员会、联合基金、岗位管理和研究生培养制度如何推进教育科技人才关系的制度化稳定; 持续迭代关注新一代装置如何推动科学目标、教育教学和人才队伍的再组织。

2 国家同步辐射实验室教育科技人才一体化的历史演进

2.1 重建教育科技人才关联: 科技体系恢复中的预研与立项 (1978—1985年)

改革开放初期, 中国教育、科技和人才体系进入恢复与重建阶段。十一届三中全会确立了社会主义现代化建设的中心任务, 1978年全国科学大会重新确认科学技术在现代化建设中的战略地位、重新确知识分子地位, 恢复高考、恢复研究生教育与重建科研秩序为教育、科技和人才重新发生联系提供了制度前提^[28]。此时, 在国家现代化建设目标牵引下, 教育系统、科技系统和人才系统开启了制度快速完善与实践迅速发展的进程, 教育逐渐恢复人才培养功能, 科

技恢复前沿探索能力, 青年科研人员和工程技术人员在各类科技任务中获得训练, 逐步展现出一种具有初步“一体化”的恢复性关联状态。

中国科大加速器相关研究与人才培养具有一定积累, 最早可以追溯到原子核物理与原子核工程系 (1961年更名为近代物理系, 囊括加速器方向), 1969年, 国家为推动电子工业发展, 开展“696电子会战”, 其中使用加速器方法制造超大规模集成电路需要制备加速器, 1975年开始招收加速器专业本科生, 1978年招收加速器专业研究生^[29]。1977年全国自然科学学科规划会议上, 中国科大提交了建设电子同步辐射加速器的议案, 建设同步辐射装置被列为《1978—1985年全国基础科学发展规划纲要》中物理学的规划。1978年3月, 以中国科大为主的电子同步辐射加速器筹备组会议召开, 随即开展预研工作, 项目完成电子直线加速器、超高精度大型弯转磁铁、聚焦四极磁铁、超高真空系统和800 MeV同步辐射加速器的物理设计等关键准备工作^[30], 1981年7月首光, 同年10月中国科学院召开合肥同步辐射装置预制研究及物理设计审定会, 确定满足建设基本条件。

1983年4月, 国家计委发布《关于建设国家同步辐射实验室的复函》(计科〔1983〕470号), 正式批准筹建, 后续补充列入国家“七五”重点工程, 1984年11月, 一期工程破土动工^[29,31]。NSRL项目已超越一般科研仪器研制, 成为恢复和提升国家前沿实验能力、加速器技术能力和高层次人才培养能力的重要工程。这一时期, 大学教育、科研攻关和人才培养在重大科研任务中重新建立了联系。加速器方向的学科教育教学和研究生培养为预研提供理论与人员基础, NSRL预研为科研和教学提供真实科学与工程问题,

表1 大科学装置教育科技人才一体化的分析维度

Table 1 Analytical dimensions of the integrated development of education, science and technology, and talent in large scientific facilities

分析维度	核心问题	主要材料	教育科技人才关系形态
目标牵引	国家战略任务如何组织教育、科技、人才目标	批复文件、工程史料、研究文献	恢复性关联
工程实践	工程建设、技术攻关如何统一教学和实践、组织核心团队	工程史料、访谈资料、研究文献	任务型联结
平台开放	平台开放如何拓展跨学科用户网络、汇聚和培养人才	装置年报、公开报道、访谈资料	平台化转化
制度运行	开放共享政策、PI制度、联合基金等如何协同推进	制度文件、装置年报、公开报道、访谈资料	制度化协同
持续迭代	新一代装置如何再组织教育科技人才	公开报道、规划文件、会议材料、访谈资料	一体化推进

青年教师和研究生在技术验证、物理设计与工程筹备中获得成长。这一时期的“一体化”是在国家科技体系恢复过程中,教育、科研和人才三者围绕重大科技任务重新建立关联。

2.2 任务导向强化教育科技人才联结:科技体制改革下的工程建设(1985—1995年)

1985年3月,中央做出改革科学技术体制、服务现代化建设全局的判断,并发布《中共中央关于科学技术体制改革的决定》(中发〔1985〕6号),中国科技事业进入以体制机制调整和科研组织方式变革为重点的新阶段^[32]。HLS作为我国第一台自主建设的专用同步辐射光源,建设过程涉及加速器系统、磁铁系统、高频系统、超高真空系统、控制系统、储存环、光束线和实验站等多个子系统,是典型的复杂大科学工程。

一期工程建设使教育、科技、人才之间的关系由恢复性关联进一步转向任务型联结。教育目标主要体现在培养国内紧缺的基础科学人才和科研管理人才等。例如,加速器专业的师生从购买超精密机床、建设恒温车间、培训技术工人开始,自主设计并制造加速器的核心部件,在装置设计、制造、安装、调试和运行准备中逐步形成面向复杂工程问题的知识结构和实践能力。科技目标主要体现在突破同步辐射装置建设中的关键技术,形成我国自主建设先进光源的能力,例如,NSRL与中国科学院上海光学精密机械研究所合作开展自由电子激光实验,1986年11月基于30 MeV电子直线加速器研制的我国第一台自由电子激光试验装置首次出光。人才目标则体现为在工程建设过程中培养一批能够承担大科学装置设计、制造、调试、运行和管理任务的复合型骨干力量。建设团队前往德国电子同步辐射加速器(DESY)、斯坦福同步辐射光源(SSRL)、斯坦福正负电子对撞机(SPEAR)等地学习实验方法、光源建设和运行管理等经验,培养了一批熟悉加速器、光束线、实验技术和工程管理的骨干人才。例如,1978年第一批中国科大公派赴美的姚志元,1981年回国后担任NSRL副总工程师;刘祖平赴SSRL和SPEAR学习交流,回国后担任二期工程经理兼总工程师,为HLS二期工程、

上海光源建设培养了一批人才。合肥光源1991年建成时主要设备自主研制率超过90%,并于1995年获得国家科技进步奖一等奖^[15]。

在此阶段,重大工程任务将教学训练、科学研究和工程实践汇聚到NSRL建设这一场域。学生和青年科研人员不只是接受课程训练,也参与各子系统设计、加工、安装、调试和故障处理;科研人员不只是提出科学目标,也需要理解工程约束和系统集成;工程技术人员不只是提供辅助服务,也参与关键部件研制和技术路线选择。HLS一期工程由此构成了一个“工程现场育人”的场域,教育、科技、人才三者围绕重大工程任务强化了联结。

2.3 转向教育科技人才平台化运行:科教兴国战略下开放科研和人才会聚(1995—2006年)

1995年《中共中央、国务院关于加速科学技术进步的决定》(中发〔1995〕8号)提出,实施科教兴国战略,教育和科技被共同置于国家发展战略的重要位置^[31]。20世纪90年代后期,随着“211工程”“985工程”国家知识创新工程和人才强国战略等陆续推进^[23],高水平大学建设、重点学科建设、基础研究能力提升和高层次人才培养的联系不断增强。

HLS一期工程建成后有5条光束线和5个实验站,1993年4月开始对国内外开放,但因前期投资不足导致波荡器和扭摆器等插入元件无法建设、光束线和实验站较少难以满足用户机时需求等问题凸显。1994年,钱临照、唐孝威发起,34名院士提出建议,呼吁集中力量全面建设和充分利用合肥同步辐射光源^[30]。NSRL在1998—2004年间进入二期工程建设阶段,新建波荡器插入元件,增建8条新光束线和相应8个实验站。1999年二期工程正式开工,2004年12月,二期工程顺利通过国家验收^[29,31]。

二期工程增建插入元件、光束线和实验站,自主研制了多项国内原创加速器技术,并于后期在国内其他大型加速器建设和改造过程中得到广泛应用,提升了装置服务多学科用户的能力,推动合肥光源从“建成一台装置”转向“组织一个开放平台”^[33]。青年科研人员通过多类型用户实验和多领域课题研究探索前沿科技,科学家利用开放平台提出和解决跨学科科

学问题,工程技术人员在运行维护、线站改进、实验支持和用户服务中持续参与知识生产,由此,NSRL从单一工程项目拓展为多学科人才和用户共同体汇聚的平台。2005年年报显示,当年共接待了来自33所高校、24个科研院所的116个课题组,共388人次,完成用户课题183项,累计机时25827 h。其中,不仅服务于装置内部科研人员,也通过光束线和实验站向材料、表面物理、化学、生物学、微细加工技术、光谱计量、环境、凝聚态物理、原子与分子物理、考古、医学、光学等多个学科开放。其中,院外单位用户课题92项,203人次,占总用户机时的52.11%;国外用户4项,占总用户机时的3.37%。

2.4 制度化促进教育科技人才协同:自主创新战略下开放共享制度的再组织(2006—2016年)

2006年发布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》(国发〔2005〕44号)将自主创新提升为国家发展的核心战略,并将推进科技体制改革、深化科研机构改革、全面建设中国特色国家创新体系纳入总体部署^[23,32]。国家层面出台诸多关于重大科技基础设施的规划、政策和意见,进一步从制度层面推动开放共享,要求提高利用效率、完善网络化管理服务体系和评价机制^[25-27]。这些政策共同推动NSRL由单个科研平台进一步纳入国家创新体系和开放共享治理框架。

此阶段的核心特征是“制度化协同”,例如,2012年,NSRL与欧洲核子研究中心(CERN)在中国科学院与CERN合作框架(1991年签订)下签署《CERN强子对撞机系统和合肥光源双方准直测量合作研究协议》,加强相关领域的国际合作和人才培养。NSRL通过国际会议、联合研究、专家互访和人才项目,持续吸收国际先进装置建设、线站设计、运行维护和用户服务经验,在实践中进行组织和提升,共同服务于光源能力提升和复合型人才培养。教育、科技、人才之间的关系不再主要依靠工程建设任务或个别团队协作维系,而是通过PI制度、用户委员会、开放共享规则、联合基金、岗位体系和研究生培养制度等形成较稳定的连接。以教育为例,2009年1月,中国科大与中国科学院合肥物质科学研究院联合共建

核科学技术学院,依托同步辐射光源、热核聚变实验装置、强磁场等大科学装置及国家实验室,形成具有本硕博、工程硕士和博士后流动站等完整的教育与人才培养体系。NSRL作为主体承担单位支撑中国科大“核科学与技术”一级学科建设,该学科2007年被评为国家一级重点学科,2011年NSRL成立研究生部,举办第一届交叉学科优秀本科生夏令营,2016年第四轮学科评估中为A⁺。2015年,NSRL与校科研部共同设立同步辐射联合基金,促进校内人员依托合肥光源开展综合交叉研究。

2010年至2014年,在中国科学院和中国科大的共同支持下,HLS进行了重大升级改造,计划将合肥光源亮度提高约100倍。2016年1月,重大维修改造项目通过验收^[15]。升级改造不仅是技术性能提升,也是开放平台能力、用户服务能力和人才支撑能力的再组织,通过持续运行、线站更新、用户服务和学科建设,教育、科研和人才培养逐渐被嵌入较稳定的制度结构之中。NSRL进一步转化为具有稳定开放共享规则、用户服务规则和人才培养目标的平台。

2.5 深化教育科技人才一体推进:创新驱动发展战略下的体制机制深化拓展(2016年至今)

2016年以来,创新驱动发展战略深入实施,高水平科技自立自强和国家战略科技力量建设被置于更加突出的战略位置^[23]。与前几个阶段相比,这一阶段的突出特征在于,教育、科技、人才不再只是分别发挥支撑作用,而是被纳入建设教育强国、科技强国、人才强国和实现高水平科技自立自强的统一战略框架之中。

2020年,尽管受疫情影响,NSRL仍通过远程实验和线上交流保持开放服务,运行的有效机时率达到了99.57%,平均两次故障间隔时间为155.17 h,平均故障修复时间降低到0.702 h,运行水平保持较高稳定性,处于世界同步辐射用户装置最优行列(表2)。

新时期,NSRL的发展重点由既有合肥光源的稳定运行,进一步转向HALF的战略布局。HALF是面向软X射线与真空紫外波段的第四代低能区同步辐射装置,旨在形成我国全能量区覆盖的先进光源体

表2 2017—2024年合肥光源运行情况统计

Table 2 Operation statistics of Hefei Light Source (HLS- II), 2017—2024

年份/年	用户机时/h	开机率/%	平均无故障时间/h
2017	47584.36	99.15	102.94
2018	46109.23	99.06	96.24
2019	47261.32	99.54	121.27
2020	34122.91	99.57	155.17
2021	47081.11	99.55	152.95
2022	41179.33	99.75	179.97
2023	42598	99.63	147.4
2024	45475.37	99.46	177.25

注：相关数据根据国家同步辐射实验室2017—2024年资料整理，主要反映平台稳定运行能力。

系^[34]。作为新一代低能区先进光源，其建设将为量子材料、集成电路、能源、材料、生命科学等领域提供更高亮度、更高相干性和更高分辨能力的实验条件。HALF建设经历了较长时间的预研和组织准备，早在2006年，NSRL就开始了下一代光源的调研工作。2017年底，中国科学院和安徽省联合出资实施合肥先进光源预研项目，2020年底预研项目通过工艺验收，NSRL完成合肥先进光源总体方案，并通过与用户充分研讨凝练科学目标、明确应用前景，完成首批线站规划方案和设计报告^[34]。2023年9月，合肥先进光源国家重大科技基础设施项目及配套工程在合肥未来大科学城启动建设。2026年3月，合肥先进光源国家重大科技基础设施举行设备安装启动仪式，标志着建设从土建阶段进入工艺设备安装阶段^[35]。

HALF不是对HLS的简单性能升级，而是围绕新科学问题、新技术路线、新人才需求和新管理问题展开的系统性再组织。HALF需要重新凝练基础科学、应用科学及交叉学科等领域的科学目标，重新布局光束线和实验站，重新配置科学研究、工程技术、线站支撑和科研管理型人才，并在预研、建设、设备安装和用户培育过程中形成新的教育、科技、人才关系。这一阶段可概括为“一体化推进”，教育、科技、人才在政策目标、工程任务、平台建设和队伍组织中更明确地被作为统一系统加以统筹，核心特征不在于已经完全实现更高度的一体化，而在于正在形成面向未来用户共同体、前沿科学目标、关键技术攻关、国

际合作和新质生产力培育的开放组织场景。以人才培养为例，NSRL在学校支持下，制定并实施《国家同步辐射实验室队伍建设总体实施方案》《国家同步辐射实验室人才助推计划》《合肥光源线站负责人轮值计划》等人才培养计划，助推青年人才成长，优化队伍结构，多渠道、多模式引进关键岗位人才，并围绕HALF的关键设备、线站规划和用户需求重新配置人才梯队。

3 国家同步辐射实验室教育科技人才一体化的经验考察

3.1 国家重大任务牵引：凝聚教育科技人才一体化目标

国家同步辐射实验室教育科技人才一体化的首要经验，是以国家战略任务定义教育、科技、人才共同目标。大科学装置不同于一般科研项目，其建设通常源于国家对前沿实验能力、关键技术突破和高层次人才培养的综合需求。合肥光源预研立项回应的是改革开放初期恢复前沿科学研究和建设自主实验平台的需求，一期工程回应的是我国自主建设专用同步辐射光源和掌握加速器关键技术的需求，二期工程和开放运行回应的是多学科用户对高水平实验条件的需求，重大升级改造和合肥先进光源建设则回应的是高水平科技自立自强、先进光源体系布局和未来产业研发的需求（表3）。

在这一过程中，国家任务并不只是外部背景，而是通过项目批复、规划布局、经费投入、工程验收和开放共享要求，转化为装置内部的科学目标、工程指标、人才需求和制度规则。正是这种任务牵引，使教育、科技、人才三类功能被组织到同一重大工程之中。教育因国家任务获得真实场景，科技因国家任务获得目标牵引，人才因国家任务获得成长路径和使命定位。

3.2 全生命周期实践：拓展教育科技人才一体化场域

从国内外经验来看，教育科技人才一体化具有丰

表3 国家同步辐射实验室教育科技人才一体化历史演进的阶段划分
Table 3 Stages in the historical evolution of the integrated development of education, science and technology, and talent at the National Synchrotron Radiation Laboratory

阶段	政策背景	装置生命周期	主要工程/组织机制	教育科技人才关系形态	重点事件
1978—1985年	科研秩序恢复与重大科技任务重新布局	同步辐射预研、物理设计与立项	学科恢复、预研攻关、筹建组组织	恢复性关联	1978年预研项目获批；1981年预研制及物理设计通过审定；1983年4月国家计委批准建设
1985—1995年	科技体制改革与现代化建设需求牵引	合肥光源一期工程 建设、出光、验收	重大工程组织、联合攻关、工程实践	任务型联结	1989年4月出光；1991年通过国家鉴定和验收；1995年获国家科技进步奖一等奖
1995—2006年	科教兴国战略、人才强国战略、211工程、985工程大学建设	合肥光源二期工程 建设与运行	用户申请、机时分配、线站服务、跨学科实验训练	平台化转化	1998—2004年实施二期工程；2004年12月通过国家验收
2006—2016年	自主创新战略、重大科技基础设施制度化管理与开放共享	合肥光源重大维修改造与开放运行	开放共享制度、运行经费管理、用户服务和成果导向机制	制度化协同	2010年8月启动改造；2015年1月试运行并通过工艺验收；2016年1月全面验收
2016年至今	创新驱动发展战略、高水平科技自立自强与教育科技人才体制改革	合肥先进光源立项、建设与设备安装	战略需求凝练、先进光源体系布局	一体化推进	2017年预研项目实施；2020年预研项目通过验收；2023年9月启动建设；2026年3月设备安装启动

注：阶段划分并非单纯以年份为界，而是依据政策背景、装置生命周期和教育科技人才关系形态综合确定。

富的实践场域，包括研究型大学、国家实验室和大科学装置等。大科学装置建设具有高度系统集成性，全生命周期综合了复杂科学任务、系统工程任务和重大平台运行任务，为青年科研人员提供了真实、复杂和长期的实践环境。加速器、储存环、注入器、磁铁、电源、高频、真空、控制、光束线、实验站和安全保障系统之间相互协同，任何单一系统的性能都必须服从整体工程目标。对于学生和青年科研人员而言，这种工程现场不同于传统课堂和单一实验训练，他们需要理解科学目标与工程约束之间的关系，理解单项技术与系统性能之间的关系，也需要学习跨专业沟通、质量控制、风险管理和进度协同。

早期团队在技术基础薄弱、经费有限和关键部件难以向国外采购的条件下，自主设计和加工关键部件，完成加速器物理设计、部件研制、系统安装和调试运行。这一过程把基础教育、科研训练和工程实践结合起来，使青年人才在真实问题解决中形成复合能力。与一般课程教育相比，大科学装置的工程现场育人更强调系统思维、工程判断、组织协同和面向国家需求的责任意识。

3.3 开放共享和国际合作：扩展教育科技人才一体化功能

开放共享和国际合作是大科学装置能力提升的重要条件。大科学装置的核心价值不仅在于装置本体，更在于通过开放共享形成用户共同体，使光束线、实验站、机时和数据成为连接不同学科、不同机构和不同人才群体的关键场域。用户申请机时，进入线站完成实验，依托数据产出成果，并在与线站科学家、工程技术人员和学生的协作中形成持续互动。从一体化发展来看，NSRL由早期学习借鉴、专家交流，逐步转向围绕新一代先进光源规划、用户培育、人才培养和国际合作网络建设的制度化合作。例如，连续主办相干光源国际研讨会、用户学术年会、启明论坛等活动，邀请国内外先进装置科学家、技术专家和用户等为合肥光源与合肥先进光源建设运行提供先进经验。

从教育科技人才一体化角度看，开放共享平台具有三重功能。其一，它扩大了科学问题来源，使教育与科研训练不局限于大科学装置内部和依托单位的科研团队，而是面向材料、能源、环境、生命科学、物

理和化学等多学科需求。其二，它提供了复合训练场景，使青年科研人员在用户服务、实验设计、数据分析和仪器维护中获得跨学科经验。其三，它推动人才流动和用户网络扩展，使大科学装置成为连接高校、科研院所、企业和地方创新资源的平台。

3.4 复杂场景育人：面向多学科、跨学科培养多类型人才

大科学装置人才培养的目标、对象和路径是在装置全生命周期、线站运行、工程任务和用户需求的共同作用下分化生成的。NSRL 不仅为科研人员提供实验条件，还通过预研、建设、运行维护、开放服务、用户课题和成果转化等环节，将不同科学技术领域的人才培养嵌入真实科研任务、运行保障任务和工程转化任务之中，形成了较稳定的实验训练场景和人才成长路径。以中国科大核科学与技术一级学位点为例，人才培养依托 HLS、HALF、全超导托卡马克核聚变实验装置和聚变堆主机关键系统综合研究设施等大科

学装置，形成了具有鲜明领域指向和技术谱系的培养模式，具体包括核能科学与工程、核燃料循环与材料、核技术及应用、辐射防护与环境保护、同步辐射及应用等方向。在培养类型上，围绕大科学装置建设、运行、开放服务和成果转化，逐步形成研究型人才、支撑型人才、工程化人才和产业型人才等分层培养结构（表4）。

3.5 持续更新迭代：一体推进教育科技人才体制机制改革

大科学装置并非一次性建成后静态运行的科研仪器，而是需要在科学前沿、用户需求和技术进步推动下持续升级和迭代。国家同步辐射实验室从一期工程、二期工程、重大维修改造到合肥先进光源建设，体现了大科学装置通过持续迭代实现能力更新、组织更新和人才更新的过程。

大科学装置持续迭代不仅是技术升级，也是教育模式、科研组织、人才队伍和治理体系的再组织过

表4 国家同步辐射实验室人才分层培养结构及其机制
Table 4 Categories, priorities, and mechanisms of talent cultivation at the National Synchrotron Radiation Laboratory

人才类型	主要依托场景	培养重点	主要培养机制	典型能力结构	毕业或发展去向
研究型人才	开放课题、线站实验	面向同步辐射及应用、凝聚态物理、材料科学、化学、生命科学等方向，培养能够提出科学问题、设计实验方案、掌握先进实验方法并产出高水平成果的科研人才	依托导师组、用户课题、线站实验、数据分析和国际学术交流开展“研中育”	科学问题凝练能力、实验设计能力、数据分析能力、论文写作能力、跨学科合作能力	高校、科研院所、国家实验室、博士后或青年科研岗位
支撑型人才	运行维护、线站服务、用户开放	面向装置稳定运行、用户实验服务和线站技术保障，培养能够长期支撑大科学装置开放运行的技术支撑人才	值班运行、束流调优、真空、电源、低温、控制等模块轮转训练	运行维护能力、故障诊断能力、实验支持能力、用户服务能力、规范操作与安全管理能力	大科学装置、科研院所工程技术岗位、高端仪器与装备维护岗位
工程化人才	预研、建设、设备安装和关键部件研制	面向装置建设、升级改造、系统集成和关键技术攻关，培养能够承担重大工程任务的复合型工程人才	关键设备研制、工程子课题承担和产学研联合攻关培养	系统思维能力、跨专业协同能力、工程设计与集成能力、项目组织和进度管理能力	大科学装置建设单位、科研院所工程部门、高端科学仪器企业、核工业、航天、先进制造等重点行业
产业型人才	科学仪器、专利转化、企业联合培养	面向成果转化和产业发展，培养能够推动装置相关技术、方法、专利和产品转化的人才	企业联合导师组、联合培养基地、技术转移项目、专利转化和企业真实场景训练	技术转化能力、产业需求识别能力、工程应用能力、知识产权意识、企业沟通与项目对接能力	高新技术企业、科学仪器企业、先进制造和新材料企业、成果转化平台

程。装置历次迭代都会重新提出科学目标、技术路线、线站规划和人才需求,也会重新梳理教育、科技和人才之间的关系。重大维修改造使合肥光源在既有基础上实现性能提升和制度化开放运行,合肥先进光源建设则把既有技术积累、组织经验、人才基础和用户网络整合到新的国家重大科技基础设施体系之中。

4 结语

教育、科技、人才一体化并非抽象政策概念,而是在特定制度环境、重大战略任务与工程组织场景中逐步演化成型的结构性耦合关系。本文以国家同步辐射实验室为大科学装置典型案例,完整梳理其从预研立项,合肥光源一、二期工程,重大升级改造到合肥先进光源预研与建设落地的全周期发展脉络。

研究表明,四十余年间实验室的教育链、科技链、人才链并非简单叠加,而是伴随国家科技体制改革与大科学装置全生命周期迭代,依次历经恢复性关联、任务型联结、平台化转化、制度化协同、一体化推进五个递进阶段,逐步形成三者相互嵌入、彼此支撑的三螺旋协同结构。各阶段依托差异化驱动逻辑实现创新要素联动:改革开放初期依托科研秩序重建完成科教人才要素重新联结,科技体制改革阶段依靠重大工程任务绑定教学、科研与人才培养,科教兴国战略实施后借助开放共享平台汇聚跨学科创新力量,自主创新战略落地阶段通过常态化制度体系稳固协同关系,创新驱动发展战略深化阶段则依托新一代光源系统性布局统筹教育、科研、人才队伍整体建设,推动一体化深度落地。

全球范围内依托研究型大学、国家实验室推进教育科技人才一体化已是普遍创新模式,但国家同步辐射实验室的发展历程清晰呈现出契合我国制度体系的场域化一体化生成路径,形成五条可复制的完整实践

经验:以不同时期国家前沿实验能力建设、高水平科技自立自强、先进光源体系布局等重大战略任务为牵引,统一锚定教育、科技、人才的共同发展目标;依托装置预研、建造、运维、升级、新装置规划的全生命周期复杂工程实践,突破传统课堂教学局限,在系统集成、故障处置、跨专业协作的真实场景中拓展育人空间,锤炼人才系统思维、工程能力与使命担当;坚持装置开放共享与常态化国际合作,依托光束线站开放、机时共享、跨机构用户协作、国际联合攻关打通多元创新主体连接通道,持续拓宽科学问题来源,丰富复合型人才训练场景,促进创新人才双向流动;立足同步辐射多学科交叉应用场景,围绕装置建设、运维服务、技术转化全链条需求,搭建研究型、支撑型、工程化、产业型分层人才培养体系,匹配基础科研、装置运维、重大工程、产业创新多元岗位需求;伴随合肥光源迭代升级与合肥先进光源全新建设同步调整学科布局、科研组织与人才梯队规划,配套PI制、用户委员会、联合基金、专项人才扶持计划等长效机制,推动教育科技人才一体化从阶段性任务绑定转变为稳定可持续的制度化协同。

面向新时代国家战略科技力量建设,应当充分释放大科学装置集前沿科研、人才培育、开放服务于一体的复合功能,将装置建设运行、研究生培养、用户服务、技术成果转化统筹纳入教育科技人才一体化制度设计,构建以重大任务育人、开放平台聚才、迭代升级强能、制度协同增效的长效运行机制。后续研究可结合实地访谈、装置运行年报、用户实验、学位培养与科研产出等多维度数据,细化剖析教育科技人才一体化微观运行机制,同时对标上海光源、中国散裂中子源、稳态强磁场等国内各类大科学装置并开展国际同类设施比较研究,梳理不同装置在基础研究、人才培育、产业外溢层面的差异化功能,为打造全国分工互补、协同育人的重大科技基础设施整体布局提供实证支撑。

参考文献

- [1] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗: 在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告 (2022年10月16日)[M]. 北京: 人民出版社, 2022.
Xi J P. Hold High the Great Banner of Socialism with Chinese Characteristics and Strive in Unity to Build a Modern Socialist Country in

- All Respects: Report to the 20th National Congress of the Communist Party of China (October 16, 2022)[M]. Beijing: People's Publishing House, 2022.
- [2] 中共中央关于进一步全面深化改革 推进中国式现代化的决定[M]. 北京: 人民出版社, 2024.
Resolution of the Central Committee of the Communist Party of China on Further Deepening Reform Comprehensively to Advance Chinese Modernization[M]. Beijing: People's Publishing House, 2024.
- [3] 中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要[M]. 北京: 人民出版社, 2026.
Outline of the 15th Five-Year Plan for National Economic and Social Development in People's Republic of China (PRC)[M]. Beijing: People's Publishing House, 2026.
- [4] 吴金希. 科技创新治理体系现代化[M]. 北京: 商务印书馆, 2024.
Wu J X. Modernization of Scientific and Technological Innovation Governance System[M]. Beijing: The Commercial Press, 2024.
- [5] 潘教峰, 刘益东, 陈光华, 等. 世界科技中心转移的钻石模型——基于经济繁荣、思想解放、教育兴盛、政府支持、科技革命的历史分析与前瞻[J]. 中国科学院院刊, 2019, 34(1): 10-21.
Pan J F, Liu Y D, Chen G H, et al. Diamond model of world science and technology centers transfer: Economic prosperity, ideological emancipation, education prosperity, government support, S&T revolution [J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2019, 34 (1): 10-21.
- [6] 裴哲. 教育科技人才体制机制一体改革: 国际经验与中国探索[J]. 思想理论教育, 2024(10): 16-22.
Pei Z. Integrated reform of the system and mechanism of education, science and technology talents: International experience and China's exploration[J]. Ideological & Theoretical Education, 2024(10): 16-22.
- [7] 李洪修. 教育科技人才一体发展的国际经验[J/OL]. 中国教育政策评论, 1-19[2026-07-01]. <https://link.cnki.net/urlid/CN.20260625.1249.005>.
Li H X. International experience of integrated development of education, science and technology and talents[J/OL]. China Review of Education Policy, 1-19[2026-07-01]. <https://link.cnki.net/urlid/CN.20260625.1249.005>.
- [8] 许先春. 习近平关于统筹教育科技人才重要论述的核心要义、理论特质和实践要求[J]. 中共党史研究, 2024(6): 19-28.
Xu X C. The core essence, theoretical characteristics, and practical requirements of Xi Jinping's important discourse on coordinating education, science, technology, and talent[J]. CPC History Studies, 2024(6): 19-28.
- [9] 侯建国. 一体推进教育科技人才发展[J]. 求是, 2025(22).
Hou J G. Advancing the integrated development of education, science and technology, and talent [J]. Qiushi, 2025(22).
- [10] 包信和. 中国特色世界一流大学建设是教育、科技、人才一体化部署的有效实践: 以中国科学技术大学为例[J]. 中国科学院院刊, 2023, 38(5): 676-684.
Bao X H. Construction of world-class universities with Chinese characteristics is an effective practice of integrating education, technology, and talent training: Taking university of science and technology of China as an example[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2023, 38(5): 676-684.
- [11] 刘立. 深入学习习近平总书记关于科技创新重要论述的核心要义[N]. 中国青年报, 2024-08-04(03).
Liu L. Deeply studying the core meaning of general secretary Xi Jinping's important expositions on scientific and technological innovation [N]. China Youth Daily, 2024-08-04(03).
- [12] 王贻芳. 建设国际领先的大科学装置奠定科技强国的基础[J]. 中国科学院院刊, 2017, 32(5): 483-487.
Wang Y F. Build world-leading large scientific facilities, lay foundation for a powerful country in science[J]. Bulletin of the Chinese Academy of Sciences, 2017, 32(5): 483-487.
- [13] 王贻芳, 白云翔. 发展国家重大科技基础设施引领国际科技创新[J]. 管理世界, 2020, 36(5): 172-188.
Wang Y F, Bai Y X. Developing mega-science facility to lead the innovation globally[J]. Management World, 2020, 36(5): 172-188.
- [14] 杜澄, 尚智丛. 国家大科学工程研究[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2011.
Du C, Shang Z C. Studies on the Large Scale Scientific Facilities in China[M]. Beijing: Beijing Institute of Technology Press, 2011.
- [15] 王大洲. 中国大科学工程史[M]. 杭州: 浙江教育出版社, 2022.
Wang D Z. History of China's Great Scientific Engineering[M]. Hangzhou: Zhejiang Education Publishing House, 2022.
- [16] Eggleton D C. Large-scale research infrastructure projects: A conceptual review for science policy and management[J]. Science Progress, 2024, 107(4): 00368504241266555.
- [17] Qiao L L, Mu R P, Chen K H. Scientific effects of large research infrastructures in China[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2016, 112: 102-112.
- [18] 王大洲, 籍兆源. 北京正负电子对撞机工程管理体系的建构: 罗小安研究员访谈录[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2021, 13(5): 451-462.
Wang D Z, Ji Z Y. Formation of project management system for Beijing electron positron collider: An interview with Luo Xiaon[J].

- Journal of Engineering Studies, 2021, 13(5): 451-462.
- [19] 尚智丛, 张伟娜. 国家目标引导下的大科学工程: 以北京正负电子对撞机为例[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2009, 1(2): 143-151.
Shang Z C, Zhang W N. The large-scale scientific facility and the national goal: A case study on BEPC[J]. Journal of Engineering Studies, 2009, 1(2): 143-151.
- [20] 尚智丛, 王鑫. 国家目标引导下的大科学装置建设: 以上海同步辐射光源为例[J]. 科技管理研究, 2016, 36(2): 37-41.
Shang Z C, Wang X. The large-scale scientific facility and the national goal: A case study on SSRF[J]. Science and Technology Management Research, 2016, 36(2): 37-41.
- [21] 王聪, 蒋姊宣, 王大洲. 大科学工程中技术科学家的角色与激励: 以大亚湾中微子实验中液体闪烁体技术的开发为例[J]. 自然辩证法通讯, 2024, 46(11): 99-108.
Wang C, Jiang Z X, Wang D Z. The role and incentive of technical scientists in large-scale science projects: Based on the research process of liquid scintillator in Daya Bay reactor neutrino experiment[J]. Journal of Dialectics of Nature, 2024, 46(11): 99-108.
- [22] 中央党史和文献研究院信息资料馆课题组. 中国共产党统筹推进教育科技人才一体发展的探索实践和启示意义[J]. 北京行政学院学报, 2025(5): 11-21.
Research Group of Information and Data Services, Central Institute of Party History and Literature. The CPC's overall promotion of the integrated development of educational, scientific, and technological talents: Exploratory practice and inspiring significance[J]. Journal of Beijing Administration Institute, 2025(5): 11-21.
- [23] 贾宝余, 刘立, 王公. 中国共产党科技政策思想研究[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 2024.
Jia B Y, Liu L, Wang G. Research on the thought of Science and Technology Policy of the Communist Party of China[M]. Hefei: Anhui Science & Technology Publishing House, 2024.
- [24] 中国科学院大科学装置发展战略研究组. 我国大科学装置发展战略研究和政策建议[J]. 中国科学基金, 2004(3): 40-45.
Strategic Research Group on the Development of Large Scientific Facilities, Chinese Academy of Sciences. Strategic research and policy recommendations on the development of large scientific facilities in China[J]. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2004(3): 40-45.
- [25] 中华人民共和国国务院. 国务院关于印发国家重大科技基础设施建设中长期规划(2012—2030年)的通知 [EB/OL]. (2013-02-23)[2026-04-22]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2013-03/04/content_5176.htm
State Council of the People's Republic of China. Notice of the state council on issuing the medium- and long-term plan for the construction of national major science and technology infrastructure (2012—2030) [EB/OL]. (2013-02-23)[2026-04-22]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2013-03/04/content_5176.htm
- [26] 国家发展改革委, 财政部, 科学技术部, 等. 关于印发国家重大科技基础设施管理办法的通知[EB/OL]. (2014-11-05)[2026-04-20]. https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/201411/t20141124_963666.html.
National Development and Reform Commission, Ministry of Finance, Ministry of Science and Technology, et al. Notice on issuing the measures for the management of national major science and technology infrastructure[EB/OL]. (2014-11-05)[2026-04-20]. https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/tz/201411/t20141124_963666.html.
- [27] 国务院. 关于国家重大科研基础设施和大型科研仪器向社会开放的意见[EB/OL]. (2014-12-31)[2026-05-09]. https://www.most.gov.cn/kjbgz/201501/t20150126_117932.html.
State Council. Opinions on opening national major scientific research infrastructure and large scientific instruments to society[EB/OL]. (2014-12-31)[2026-05-09]. https://www.most.gov.cn/kjbgz/201501/t20150126_117932.html.
- [28] 王扬宗. 中国科学技术事业的历史性转变: 回望1978年全国科学大会[J]. 中国科学院院刊, 2018, 33(4): 351-361.
Wang Y Z. Historical transformation of Chinese science and technology: National science and technology conference of 1978 revisited[J]. Bulletin of the Chinese Academy of Sciences, 2018, 33(4): 351-361.
- [29] 丁兆君, 陈家新. 我与国家同步辐射实验室建设: 裴元吉教授访谈录[J]. 中国科技史杂志, 2009, 30(2): 180-192.
Ding Z J, Chen J X. Recollection on the establishment of national synchrotron radiation laboratory: An interview with professor Pei Yuanji [J]. The Chinese Journal for the History of Science and Technology, 2009, 30(2): 180-192.
- [30] 中国科学院. 打造中国人自己的同步辐射光源[EB/OL]. (2024-09-13)[2026-05-28]. https://www.cas.cn/zt/sszt/75yq/ylzq/202409/t20240913_5031738.shtml.
Chinese Academy of Sciences. Building China's own synchrotron radiation light source[EB/OL]. (2024-09-13)[2026-05-28]. https://www.cas.cn/zt/sszt/75yq/ylzq/202409/t20240913_5031738.shtml.
- [31] 盛六四, 刘祖平, 宫晓梅, 等. 合肥同步辐射光源[J]. 中国科学院院刊, 2008, 23(6): 562-564, 514.
Sheng L S, Liu Z P, Gong X M, et al. Hefei synchrotron radiation light source[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2008, 23(6): 562-564, 514.

- [32] 科学技术部政策法规司. 科技法律法规与政策选编: 1985—2008年[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2011.
Department of Policy and Regulation, Ministry of Science and Technology. Selected Science and Technology Laws, Regulations and Policies: 1985—2008[M]. Beijing: Scientific and Technical Documents Publishing House, 2011.
- [33] 刘祖平, 王秋平, 胡胜生, 等. 国家同步辐射实验室二期工程的建设、竣工及意义[J]. 中国科学技术大学学报, 2007, 37(4): 337-344.
Liu Z P, Wang Q P, Hu S S, et al. The construction, completion and significance of NSRL Phase II Project[J]. Journal of University of Science and Technology of China, 2007, 37(4): 337-344.
- [34] 新华社. 国家重大科技基础设施“合肥先进光源”启动建设[EB/OL]. (2023-09-20)[2026-05-09]. https://www.news.cn/tech/2023-09/20/c_1129873864.htm.
Xinhua News Agency. Construction begins on the national major science and technology infrastructure "Hefei Advanced Light Facility" [EB/OL]. (2023-09-20)[2026-05-09]. https://www.news.cn/tech/2023-09/20/c_1129873864.htm.
- [35] 中国科学技术大学. 合肥先进光源国家重大科技基础设施举行设备安装启动仪式[EB/OL]. (2026-03-17)[2026-05-09]. <https://news.ustc.edu.cn/info/1055/94286.htm>.
University of Science and Technology of China. Equipment installation begins for the Hefei Advanced Light Facility, a national major science and technology infrastructure[EB/OL]. (2026-03-17)[2026-05-09]. <https://news.ustc.edu.cn/info/1055/94286.htm>.

A Historical Evolution Study of the Integrated Development of Education, Science and Technology, and Talent at the National Synchrotron Radiation Laboratory

ZHANG Xiaoyu¹, LIU Li^{2*}, ZHANG Yumei¹

1. School of Humanities and Social Sciences, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China;

2. School of Marxism, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China

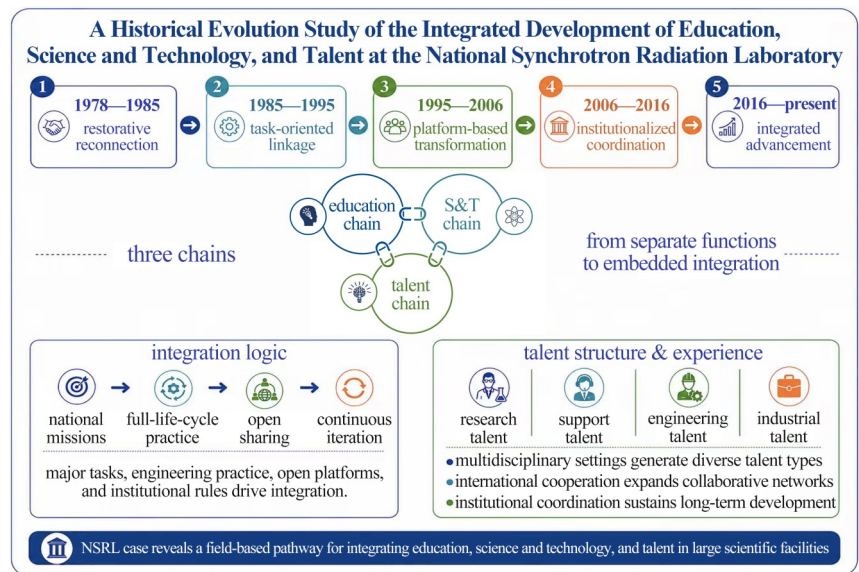
Highlights

Identifies five stages in NSRL's integrated development process.

Links the life cycle of a large scientific facility with China's S&T reform.

Provides a mid-level organizational perspective beyond macro policy interpretation.

Graphical Abstract



Abstract: The integrated development of education, science and technology, and talent cultivation constitutes a key undertaking for improving the overall performance of the national innovation system in the new era. With their multi-dimensional functions

in frontier scientific research, complex engineering organization, high-level talent development and open shared services, large-scale scientific facilities provide a crucial research context for investigating the formation mechanism of the integrated development of the three sectors. This paper takes the National Synchrotron Radiation Laboratory (NSRL) as a research case, and adopts historical process analysis, case study and literature analysis methods to investigate the evolutionary course of NSRL from its preliminary research and project approval to the subsequent preliminary research and construction of the Hefei Advanced Light Source Facility.

The study reveals that the integrated development of education, science and technology, and talent cultivation at NSRL has proceeded through five successive stages: restorative reconnection, task-oriented linkage, platform-based transformation, institutionalized coordination and integrated advancement. NSRL's distinctive development experience can be summarized as follows: establishing integrated development goals oriented to major national missions, expanding talent development space through full-life-cycle practice of large-scale scientific facilities, extending collaborative innovation networks through open sharing and international cooperation, fostering diverse talent structures in a multidisciplinary environment, and restructuring the interaction relationship between education, science and technology, and talent through continuous iterative optimization and institutional coordination.

Over more than four decades of historical development, NSRL has systematically incorporated the education chain, science and technology chain, and talent chain into a long-cycle complex operating system, thus providing an empirical reference for understanding the site-based formation path of the integrated development of education, science and technology, and talent.

Keywords: integrated development of education, science and technology, and talent; National Synchrotron Radiation Laboratory; major scientific facilities; integration of science and education; lifelong education approach; institutional coordination