中国可持续发展评论
Chinese Sustainable Development Review
2026 年第 05 卷第 03 期
Vol. 05, No. 03, 2026

SCIENCE FOOTPRINT PRESS

研究性论文
http://www.scifootprint.com/CSDR/index.html

重大科技基础设施可持续运行的“使命—市场”协同机制——基于四个同步辐射光源的比较研究

肖　帅[1,*]，张　辰[1]，魏　强[1]，李天鸣[1]，刘　龙[2]

（1. 中国科学院科技创新发展中心，北京 100089；2. 中国科学院大学经济与管理学院，北京 100190）

摘要：重大科技基础设施的可持续运行不仅取决于持续投入，也取决于设施能否在开放科学、国家战略任务与产业应用需求之间形成稳定的制度安排。围绕这一问题，本文以欧洲同步辐射装置（ESRF）、瑞士同步辐射光源（SLS）、日本 SPring-8 和中国上海光源为案例，采用结构化聚焦比较法，从治理结构、资金安排、用户准入、产业接口和能力升级五个维度考察同类设施的运行机制。研究发现，市场机制对重大科技基础设施的价值并不主要体现为替代公共财政，而在于提供需求识别、应用验证和服务改进信号；其有效运行依赖于“使命锚定—双轨分流—专业转译—反馈升级”的制度链条。稳定公共投入和战略治理为设施限定商业化边界，公开研究与专有研究的双轨规则降低目标冲突，专业化接口将产业问题转化为可执行实验任务，用户反馈再通过规划和评价程序进入能力建设。四个案例分别呈现跨国共治、法人隔离、专业分工和政策培育等不同组织形态，说明重大科技基础设施的可持续运行不宜简单以市场收入占比衡量，而应关注公共使命与市场信号之间能否形成制度化耦合。本文据此提出，我国重大科技基础设施应按使命类型和产业需求成熟度实行分类治理，完善公开研究与专有服务的准入及成本核算规则，并建设具有技术转译能力的产业接口。

关键词：重大科技基础设施；同步辐射光源；开放共享；市场化运营；比较案例研究

DOI：10.48014/csdr.20260713001

引用格式：肖帅，张辰，魏强，等．重大科技基础设施可持续运行的“使命—市场”协同机制——基于四个同步辐射光源的比较研究［J］. 中国可持续发展评论，2026，5(3)：132-142.

1　引言

重大科技基础设施是现代创新体系中具有显著公共品属性和战略任务属性的知识生产平台。与一般科研设备相比，此类设施具有建设投资高、运行周期长、专业门槛高和用户群体多元等特征，其产出也不仅表现为论文、专利或单项技术突破，还包括实验方法、工程能力、人才训练和跨组织知识流动。正因如此，重大科技基础设施的可持续运行不能仅被理解为财务收支平衡问题，而应被置于公共使命、资源配置效率和创新生态演化之间的关系中加以考察[1-3]。

在开放科学和国家战略任务不断强化的同时，产业用户对高端科研条件的需求也在上升。同步辐射光源等设施能够为材料、能源、生命科学和先进制造提供独特表征能力，产业参与因而被视为提高设施使用效率和促进知识扩散的重要途径。然而，产业需求的进入并不自动带来可持续运行。若将市场化简单理解为收费服务或创收压力，可能挤压基础研究机时、削弱成果公开原则，甚至造成设

* 通讯作者　Corresponding author：肖帅，xiaoshuai@stidc.ac.cn

收稿日期：2026-07-13；　录用日期：2026-07-29；　发表日期：2026-09-28

施目标漂移;若完全排斥市场信号,设施又可能难以及时感知应用场景变化,降低公共投入的社会回报。如何在公共使命和市场信号之间建立可审计、可持续的制度连接,是本文关注的核心问题。

已有研究为理解这一问题提供了重要基础。一类研究强调大科学装置的科学产出、知识溢出和综合社会经济效益,说明稳定公共投入具有必要性[2,4-5,12-16,21]。另一类研究讨论开放共享、合作类型和创新中介,揭示大型设施与外部用户之间存在多种合作形态及交易成本[13,18]。国内研究则更多从设施建设管理、融资模式、开放共享、财政科技投入、地方创新政策和产业协同角度提出政策建议[3,6-11]。但总体看,现有讨论仍存在三点不足:其一,公共投入、用户准入和产业协同常被分别处理,缺少能够解释三者相互约束的机制框架;其二,国际经验比较常混合不同层级的科学城、研究机构和单一设施,比较单位不够一致;其三,对专有研究中的保密、知识产权、成本核算和升级投资等制度条件讨论不足。

基于此,本文选取四个同步辐射光源开展同类设施比较,试图回答两个研究问题:第一,重大科技基础设施如何划定公共使命与市场活动的边界;第二,不同制度配置如何将产业需求转化为设施能力提升,而不削弱开放科学和公共责任。本文的边际贡献主要体现在三方面:第一,在理论层面,将使命导向创新理论从一般产业使命政策拓展到重大科技基础设施运行治理场景,强调公共使命对市场活动的边界设定作用;第二,在经验层面,以四个同步辐射光源为同质案例样本,提高国际经验解释的可比性,避免将科学城、研究机构和单一设施混合作为比较对象;第三,在政策层面,将治理、资金、准入、产业接口和升级机制纳入同一分析框架,提出“使命锚定—双轨分流—专业转译—反馈升级”的协同机制,用以解释市场信号何以服务于重大科技基础设施的可持续运行。

2 文献述评与分析框架

2.1 重大科技基础设施可持续运行的研究视角

围绕重大科技基础设施的研究首先关注公共投入的合理性。相关文献表明,大型设施不仅直接支持前沿科学研究,也通过高标准采购、工程学习、仪器开发、人员流动和跨组织协作形成知识溢出[12-16,21-22]。这类研究有助于解释为何重大科技基础设施需要长期公共投入,但其分析重心多在投入产出和宏观效益层面,对运行组织如何处理不同用户权利义务、保密要求和产业需求关注相对不足。

其次,开放共享研究强调设施作为公共平台的使用规则。对于以公共资金支持的设施而言,公开研究通常以科学质量评审和成果发表为基础;但产业用户的需求并不总能纳入这一规则,尤其当研究涉及商业秘密、排他性数据或快速服务时,单一开放规则便难以处理用户之间的目标差异[13]。近期关于研究基础设施开放创新的研究进一步指出,研究基础设施与产业之间的合作并非单纯的机时交易,而需要通过开放创新模式、协作机制和中介组织降低科学能力与产业需求之间的匹配成本[18]。因此,重大科技基础设施运行中的关键问题不是是否引入产业用户,而是如何把不同合作形态的权利、成本和责任制度化。

再次,创新中介研究指出,科学能力与产业问题之间并不存在天然匹配。同步辐射实验高度依赖样品制备、束线选择、实验方案和数据解释,企业提出的应用问题需要被转译为设施能够执行的实验任务[17]。这意味着产业接口并非简单的行政窗口或收费平台,而是降低技术不确定性、组织协作过程并积累应用知识的专业能力。

综合上述研究可以看到,重大科技基础设施的可持续运行至少包含三层含义:一是使命可持续,即设施持续服务开放科学和国家长期战略;二是组织可持续,即运行规则能够稳定处理不同用户需求;三是能力可持续,即设施能够通过反馈和升级保持技术前沿性。市场机制只有在不破坏前两者的前提下,才可能成为第三者的有效信号来源。

2.2 “使命—市场”协同机制

本文将“使命—市场”协同界定为公共使命、用户规则、专业接口和能力升级之间的制度化耦合,而不是公共投入与商业收入的简单相加。在使命导向创新视角下,公共组织并非只是被动修补市场失灵,而是需要围绕长期社会目标主动塑造创新方

向、组织资源配置并承担不确定性较高的前期投入[19]。近期关于研究基础设施使命实践的服务创新研究也提示，研究基础设施需要通过服务组织、用户交互和能力配置，把宏观使命转化为可执行的运行活动[20]。对重大科技基础设施而言，市场机制的合理功能主要在于发现需求、检验应用价值和改进服务流程，而非替代国家对基础运行和代际升级的责任。

需要指出的是，本文所说的使命不同于一般产业使命政策。一般产业使命政策通常围绕特定产业目标、技术路线或市场扩散展开，其政策对象往往是产业部门、企业群体或终端市场；重大科技基础设施的公共使命则首先表现为开放科学、基础能力供给、长期战略储备、人才训练和跨组织知识流动。因此，重大科技基础设施的“使命锚定”并非要求设施直接追逐某一短期产业目标，而是通过法定职责、稳定投入、开放规则和升级论证，把市场活动限定在不损害公共科研平台属性的范围内。

第一是使命锚定。通过法定职责、战略治理、稳定运行经费和独立升级预算，设施得以维持开放科学、前沿探索和公共服务的基本方向。使命锚定不仅提供资源保障，也为市场活动设定边界，例如不得以企业支付能力替代科学质量评审，不得以公共补贴隐性支持特定企业。

第二是双轨分流。根据成果是否公开、是否需要保密和是否具有排他性服务需求，设施将用户配置到公开研究、合作研究或专有研究等不同轨道。公开轨道以同行评议和成果公开为核心，专有轨道则通过付费、合同、保密协议和知识产权安排内部化排他性成本。双轨分流的重点不是区分高校与企业，而是区分不同成果权利和服务义务。

第三是专业转译。产业用户的真实需求往往不是现成的实验方案，需要由设施内部产业服务部门、独立运营实体或利用促进机构完成需求诊断、可行性判断、实验组织和数据解释。专业转译能力越强，企业需求越可能从一次性检测转化为持续合作，并进一步成为方法开发和能力升级的信息来源。

第四是反馈升级。产业项目带来的效率、稳定性、高通量和复杂样品处理需求，能够暴露设施服务流程和技术能力的短板。但这些反馈只有进入规划、用户委员会、绩效评价或升级论证程序，才可能转化为共性能力。由此可见，市场信号应当影响升级方向，但重大升级资金仍需保持公共性和竞争性论证。上述四环节关系如图 1 所示。

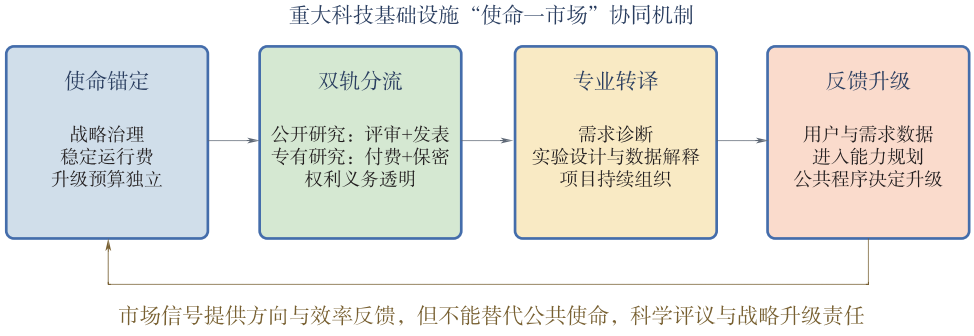

图 1　重大科技基础设施“使命—市场”协同机制

Fig. 1　Mission-Market synergy mechanism for large research infrastructures

3　研究设计

3.1　案例选择与比较方法

为了在同质基础上观察不同制度配置的差异，本文采用结构化聚焦比较法[23-25]，该方法适用于在有限案例中围绕相同问题开展系统比较。同步辐射光源具有高度相似的技术用途、用户组织方式和高固定成本特征，能够降低跨案例比较中的对象差异；同时，四个案例又分别嵌入跨国政府间组织、瑞士联邦科研体系、日本特定先进大型研究设施制度和中国国家重大科技基础设施体系，便于观察不同治理环境下的制度变体。

案例选择遵循两个标准。第一，技术类型相近，均为具有广泛学术和产业用户的高性能同步辐射光源；第二，制度配置存在差异，能够体现跨国共

治、法人化产业接口、专业利用促进机构和政策培育型接口等不同路径。表 1 汇总了四个案例的治理情境、公开准入规则、产业服务接口和主要比较价值。本文并不比较设施科学水平,也不以商业收入占比评价绩效,而是考察不同制度安排如何处理使命与市场之间的关系。

3.2 数据来源与分析

本文数据主要来自截至 2026 年 6 月 7 日可获得的设施官网、年度报告、用户规则、政府政策和同行评议文献。对于设施治理、用户准入、产业服务和升级安排等事实性问题,本文优先使用官方原始资料;对于概念解释和机制归纳,则结合既有学术文献。

分析过程分为三步。首先,围绕战略治理与运行责任、基本运行和重大升级资金、公开与专有研究准入、产业需求转译、用户反馈进入能力建设五个问题建立案例事实矩阵。其次,对案例内过程进行梳理,区分制度文件能够直接支持的事实判断和由比较归纳形成的机制解释。最后,开展跨案例模式匹配,识别不同组织形态背后的共同机制及其边界条件。

表 1 案例选择与可比性

Table 1 Case selection and comparability

案例	治理情境	公开研究准入	产业服务接口	主要比较价值
ESRF(法国)	伙伴国家跨国共治	科学评审、成果公开	设施内部产业服务团队	跨国共治下的统一双轨
SLS(瑞士)	PSI 及瑞士联邦理工学院领域治理	统一申请、免费使用并公开成果	SLS Techno Trans AG	法人化接口与公共使命边界
SPring-8(日本)	RIKEN 设施责任与法定开放体系	非专有课题评审并公开成果	JASRI 注册利用促进机构	设施责任与用户服务分工
上海光源(中国)	国家重大设施与央地协同	课题申请、专家评审、实验报告	设施服务与地方科技服务政策	产业用户市场的政策培育

4 四个同步辐射光源的制度配置

4.1 ESRF:跨国共治下的统一分流

欧洲同步辐射装置(ESRF)由多个伙伴国家共同支持,理事会代表出资方决定战略、预算和重大事项,科学咨询与同行评议机制保障科研质量[26]。跨国共治首先形成了较强的使命锚定:设施的基本运行和重大升级建立在伙伴国长期承诺之上,极高亮度光源升级计划(EBS)亦由伙伴国共同投资,而不是依赖产业服务收入完成[29]。

在用户准入方面,ESRF 将公开研究和专有研究置于同一设施内,但采用不同规则。公开研究课题通过科学评审竞争机时,获批后通常无需支付使用费用,但研究结果须公开;专有研究由产业服务团队组织,用户支付费用并获得保密、可行性评估、实验支持和数据分析等服务[27-28]。因此,ESRF 并非把企业直接纳入学术评审序列,而是通过合同、定价和成果披露规则完成制度分流。

该案例体现出“跨国共治—设施内双轨—专业服务接口”的制度组合。伙伴国治理维持公共使命,产业服务部门则在设施内部调动束线科学家和技术能力,降低企业寻找资源和组织实验的成本。市场信号主要通过项目需求和技术服务反馈至方法开发,而不改变重大升级投资的公共责任。

4.2 SLS:使命拨款与法人化产业接口

瑞士同步辐射光源(SLS)隶属保罗谢勒研究所(PSI)。PSI 属于瑞士联邦理工学院领域,其 2024 年的经费仍以公共财政支持为主,第三方资金占比较少,说明其基础运行具有明确的公共财政锚定[30]。SLS 2.0 升级则纳入联邦教育、研究与创新促进预算,通过公共战略程序获得保障[34]。

PSI 用户办公室对公开研究实行统一课题申请和科学评审,获批用户可免费使用设施,但须公开研究结果;需要保密和专有成果的企业则进入付费渠道[31-32]。更具辨识度的是,PSI 以 SLS Techno Trans AG 这一独立公司承接面向工业客户的同步

辐射服务，在法律、财务和合同责任上形成相对清晰的边界，并由熟悉束线能力的专业人员完成项目匹配和实施[33]。

法人化接口的意义在于将商业响应、保密责任和合同管理从公共科研程序中分离，降低公共资源隐性补贴和组织文化冲突的风险。但这一安排的前提是公共机构已经具备稳定使命拨款、清晰成本核算以及对独立实体的监督能力。若缺少这些条件，设立公司并不能自动提升产业合作质量。

4.3 SPring-8：设施责任与利用促进专业分工

日本 SPring-8 的制度基础是特定先进大型研究设施开放利用体系。日本理化学研究所（RIKEN）负责设施管理、性能提升和前沿研发，注册利用促进机构高辉度光科学研究中心（JASRI）承担课题遴选、用户支持和利用促进[35-37]。与单一法人内部设置产业部门相比，这一模式通过组织间授权形成更明确的专业分工。

SPring-8 同样区分非专有研究与专有研究。非专有课题原则上需公开成果，专有课题付费并可保持结果不公开；产业用户还可获得咨询、方案设计和成果应用支持[36-37]。JASRI 既服务学术用户，也积累产业利用知识，使课题遴选、实验支持和利用推广形成连续流程。企业由此并非单纯购买机时，而是通过专业机构进入设施使用体系。

在升级方面，RIKEN 推进 SPring-8-II 计划，目标是通过新一代加速器和数据能力提升设施性能，并与日本国家科技战略相衔接[38]。这说明产业利用和专业运营并未改变重大升级的公共战略属性。该案例的核心不是企业化经营，而是将资产能力责任和用户服务责任分别配置给适合的组织。

4.4 上海光源：公共平台与政策培育型市场接口

上海光源由中国科学院上海高等研究院运行，是我国重大科技基础设施开放共享体系中的综合性光源。用户课题通过在线申请、形式审查和专家评审配置机时，实验结束后还需提交报告，体现以科研课题和开放共享为基础的公共平台逻辑。用户规则同时明确，用于科学研究的机时免费，用于营利目的的课题收取费用，已经形成以用途为依据的基础分流[39-40]。2024 年，上海光源线站工程通过国家验收，新增和升级的实验能力继续由国家重大工程与地方协同投入支持[39]。

与前三个案例相比，上海光源面向产业的接口更依赖地方政策组合和平台能力培育。上海曾通过重大科技基础设施专项政策支持企业用户、用户装置和开放共享绩效；2025 年出台的科技服务业实施意见继续提出推动重大科技基础设施、概念验证、中试和技术转移等资源协同，为企业使用高端科研条件提供政策环境[41-43]。产业合作由设施技术服务、联合研究、企业用户补贴及区域科技服务网络共同承载。

这一配置的优势在于，当产业用户市场尚未充分形成时，地方政府可以同时培育需求侧和供给侧；其局限则在于市场接口容易随专项政策变化，公开研究与专有服务在定价、保密、知识产权和排程方面仍需进一步制度化。政策补贴因此更适合作为建立用户关系和服务能力的过渡工具，而不宜长期替代稳定的准入规则和成本核算制度。

5 跨案例比较与机制提炼

5.1 共同基础与差异化配置

跨案例比较显示，公共投入始终是重大科技基础设施可持续运行的基础条件。如表 2 所示，无论是伙伴国共同出资、联邦使命拨款、日本国家设施制度，还是我国中央与地方协同投入，基本运行和重大升级主要依赖公共投入，产业服务收入不构成其主要资金来源。产业服务在四个案例中均具有补充性，其主要功能不是替代公共投入，而是提供应用问题、效率约束和新能力需求。由于不同设施对产业服务收入、专有课题数量和产业合作项目的公开披露口径并不一致，本文不对市场收入占比或产业合作规模作横向排序，而将产业服务作为需求识别、服务改进和能力升级反馈的制度性机制加以讨论。

四个案例也都在不同程度上区分公开研究与保密研究，并通过专业用户支持降低设施使用门槛。差异主要体现在产业接口的组织边界：ESRF 在同一政府间组织内设置产业服务团队；SLS 通过

独立公司隔离合同和财务风险;SPring-8 由设施责任主体与注册利用促进机构分工;上海光源则在公共平台基础上借助地方政策和科技服务网络培育产业接口。

这些差异并不构成从低级到高级的单线序列,而是不同治理约束下的替代性组织方案。产业需求数量较少、问题高度非标准化时,设施内部接口有利于直接调用科学能力;专有项目形成稳定规模且合同责任复杂时,法人隔离有助于明确边界;国家法律已建立利用促进制度时,专业机构分工可以兼顾统一遴选和持续服务;产业用户仍处培育阶段时,地方政策能够降低首次使用成本。评价制度配置的标准应是能否完成使命与市场之间的制度闭环,而不是接口是否独立或市场收入是否更高。

表 2 四个同步辐射光源的制度配置比较

Table 2 Comparison of institutional configurations of four synchrotron radiation facilities

维度	ESRF	SLS	SPring-8	上海光源
使命锚定	伙伴国理事会及共同投入	联邦使命拨款与瑞士联邦理工学院领域治理	国家设施制度与 RIKEN 责任	国家重大工程与央地协同
重大升级	伙伴国公共投资 EBS	联邦科研创新预算支持 SLS 2.0	国家战略推进 SPring-8-II	国家立项、科学院与地方协同
公开轨道	科学评审;成果公开;免费机时	统一申请;成果公开;免费使用	非专有研究;成果公开	课题申请、专家评审和结题报告
专有轨道	付费、保密、专业支持	付费、保密、合同服务	付费、成果可不公开	营利目的课题收费;合作服务
产业接口	内部产业服务团队	独立公司 SLS Techno Trans AG	JASRI 利用促进与用户支持	设施服务部门与地方科技服务网络
潜在风险	跨国决策协调成本	商业目标与公共使命衔接	组织间授权与信息协同	政策依赖及规则稳定性不足

5.2 四环节协同机制

比较结果支持“使命锚定—双轨分流—专业转译—反馈升级”的机制解释。使命锚定提供长期主义,使设施能够维持高风险、长周期和难以商业化的研究,并使产业服务收入保持补充地位。只有基本运行不受短期创收压力支配,设施才可能拒绝不符合公共规则但支付能力较强的需求。

双轨分流将抽象的公共性与市场性边界转化为可执行规则。公开轨道的“免费使用—成果公开”体现公共资源与知识贡献之间的交换;专有轨道的“付费服务—成果保密”则通过合同和价格安排承担排他性成本。两条轨道并不意味着产业用户只能选择专有研究,企业也可将适合公开的问题提交科学评审;关键在于由成果权利和服务内容决定轨道,而非由组织身份决定轨道。

专业转译决定市场需求能否转化为高质量科研任务。大型设施的知识和设备具有强专用性,仅提供网站入口和收费目录难以降低企业使用门槛。ESRF 产业服务团队、SLS Techno Trans AG 和 JASRI 的共同作用在于完成需求识别、实验组织和数据解释。由此可以提出一个机制命题:在使命和准入规则既定时,产业接口的专业转译能力越强,企业需求越可能转化为可重复合作和共性方法开发。

反馈升级使市场信号转化为公共能力积累。产业项目带来的高通量、时效、可靠性和复杂样品需求能够暴露束线、软件和服务流程的短板;但这些反馈只有进入公开的规划、用户委员会或绩效评价,才会转化为共性能力。若升级只围绕单一付费客户,公共平台可能被锁定;若完全不吸收应用反馈,设施又可能与产业技术前沿脱节。因此,市场信号应影响升级方向,但不能替代科学评议和公共战略判断。

5.3 边界条件与风险

四环节机制具有明显的顺序约束。缺少使命锚定,双轨分流可能被创收压力扭曲;缺少双轨规则,专业接口难以向用户提供稳定的保密安排、价格规则和机时排程;缺少专业转译,企业需求难以形成能够进入升级决策的可靠信息;缺少反馈程序,产业合作又会停留在分散测试。与此同时,各

环节的组织载体可以替代，产业接口既可位于设施内部，也可由公司或法定机构承担。

该机制至少存在三项边界条件。其一，双轨运行需要可核算的直接成本、间接成本和机会成本，否则专有服务可能获得隐性补贴。其二，专业接口需要稳定职业队伍和明确授权，不能由科研人员临时兼职替代。其三，反馈升级必须设置公开决策程序，以防单一大客户影响公共资源配置。就区域创新生态系统而言，稳定投入、规则分流、专业接口和持续升级可能提高系统韧性，但本文并未直接测量区域韧性，因此只能将其作为制度协同的可能延伸结果。表3概括了四类制度配置的适用条件及相应风险。

表3　四类制度配置的适用条件与风险

Table 3　Applicable conditions and risks of four types of institutional configurations

制度配置	适用条件	主要优势	需防范的问题
跨国共治型	多国共同出资且用户国际化	分担成本、扩大知识网络	决策复杂、成员利益协调
法人隔离型	专有服务稳定且成本可核算	保密、合同和财务边界清楚	商业目标偏移、重复管理
专业分工型	法律可授权独立利用促进机构	用户遴选与服务专业化	责任界面和信息协同
政策培育型	产业用户市场仍在形成	可同步激活供需两侧	补贴依赖、政策到期断档

6　对我国重大科技基础设施治理的启示

第一，按公共使命与产业需求成熟度实行分类治理。服务国家长远战略、产业需求高度不确定的设施，应以长期使命拨款和科学评价为主；具有稳定企业用户和标准化服务流程的设施，可配置更完整的专有研究轨道和专业运营接口。分类对象应是设施功能和服务模块，而不是简单将整座设施划分为“公益型”或“经营型”。

第二，将双轨准入从原则要求转化为操作规则。应明确公开研究、合作研究和专有研究在成果披露、机时优先级、收费、保密、知识产权和责任边界方面的差异；专有研究原则上实行全成本核算，公开研究继续以科学质量和成果开放为核心。对于同时具有公共和专有内容的项目，可分阶段签订协议并分别核算，避免企业付费影响公益机时分配。

第三，建设具有技术转译能力的产业接口。可根据条件选择设施内部产业服务部门、独立运营法人或受托利用促进机构，但均应配置束线科学、工程、知识产权和项目管理复合人才，并形成从需求诊断、可行性实验到数据解释和后续研发的完整流程。绩效评价不宜只看收入，还应关注企业重复使用率、联合研发项目、共性方法开发和服务时效。

第四，实行分层资金管理。基本运行费应保障安全运行、开放机时和核心队伍；重大升级资金应单列并通过国家战略和同行评议程序配置；产业服务收入和竞争性项目经费主要用于改善服务、方法开发和增量能力。地方政策可通过创新券、首用补贴和开放共享奖励培育早期市场，但应设置期限和退出条件。沪发改规范〔2023〕18号原定有效期至2025年12月31日；后续政策衔接应分别核对该文件的续期或替代文件，以及其他仍在有效期内的支持政策，避免将阶段性措施视为永久制度[41-43]。

第五，建立市场反馈进入公共决策的制度通道。设施可设置产业用户委员会、年度需求报告和升级建议清单，并将其与科学用户委员会意见共同提交治理机构。产业需求可以影响方法和能力建设，但不得直接替代科学评议与国家战略判断。由此才能形成公共使命确定边界、市场需求提供信号、专业组织完成转译、公共治理决定升级的闭环。

7　结论与研究局限

本文围绕重大科技基础设施可持续运行中的公共使命与市场机制关系，对四个同步辐射光源进行了结构化比较。研究发现，设施可持续运行不宜简单以市场收入最大化衡量，而取决于公共使命与市场信号能否形成制度化分工。使命锚定保证长期投入和战略方向，双轨分流配置不同用户的权利义务，专业转译降低复杂设施的使用门槛，反馈升级把应用需求转化为公共能力。跨国共治、法人隔离、专业分工和政策培育是实现这一闭环的不同组织方式。

本文的局限主要有三点。第一，研究主要依据公开制度文件，难以观察机时排程、成本分摊和组

织协调的非正式过程;第二,案例集中于同步辐射设施,结论能否适用于粒子物理、聚变、天文或生物资源设施仍需检验;第三,本文主要从制度机制层面展开比较,受限于公开数据可得性和统计口径差异,尚未对不同设施的产业服务收入、专有课题规模和科学产出进行系统量化比较。后续研究可结合管理者与产业用户访谈、设施级运行数据和政策变化开展过程追踪,进一步检验使命—市场协同机制对科学产出、产业合作和区域创新韧性的实际影响。

利益冲突:作者声明无利益冲突。

参考文献(References)

[1] 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.

[2] 王婷,陈凯华,卢涛,等. 重大科技基础设施综合效益评估体系构建研究——兼论在 FAST 评估中的应用[J]. 管理世界,2020,36(6):213-236.

[3] 西桂权,付宏,刘光宇. 中国大科学装置发展现状及国外经验借鉴[J]. 科技导报,2020,38(11):6-15.

[4] 张玲玲,王蝶,张利斌. 跨学科性与团队合作对大科学装置科学效益的影响研究[J]. 管理世界,2019,35(12):199-212.

[5] 李志遂,聂常虹,刘倚溪,等. 大科学装置(集群)驱动型创新生态系统的理论模型与实证研究[J]. 管理评论,2023,35(1):121-133.

[6] 李方琦,沈国亮. 国家科技创新基地与重大科技基础设施融资模式研究[J]. 开发性金融研究,2023(5):73-82.

[7] 高继卿,胡曙虹,周少丹. 日本光子大科学装置建设管理模式研究——以同步辐射光源 SPring-8 为例[J]. 实验技术与管理,2025,42(11):277-284.

[8] 黄振羽. 大科学装置为核心的创新系统构建——基于政府创新采购、交易成本与系统集成的整合分析[J]. 中国高校科技,2021(10):50-54.

[9] 汪明月,李颖明,曹湘杰,等. 地方政府支持绿色技术创新的政策评估与缺口识别[J]. 中国可持续发展评论,2026,5(2):63-75.

[10] 田园,刘晨凯. 可持续发展视角下京津冀财政科技支出的创新驱动效应研究[J]. 中国可持续发展评论,2026,5(2):76-87.

[11] 苏利阳,刘扬,陈叙图. 生态产品价值实现进展及其科技创新需求[J]. 中国可持续发展评论,2026,5(1):13-18.

[12] AUTIO E,HAMERI A P,VUOLA O. A framework of industrial knowledge spillovers in big-science centers [J]. Research Policy,2004,33(1):107-126.

[13] D'IPPOLITO B,RÜLING C C. Research collaboration in large scale research infrastructures:collaboration types and policy implications[J]. Research Policy,2019,48(5):1282-1296.

[14] FLORIO M,GIFFONI F,GIUNTA A,et al. Big science,learning,and innovation:evidence from CERN procurement[J]. Industrial and Corporate Change,2018,27(5):915-936.

[15] SCARINGELLA L,CHANARON J J. Grenoble-GIANT territorial innovation models:are investments in research infrastructures worthwhile? [J]. Technological Forecasting and Social Change,2016,112:92-101.

[16] KAUFMANN D,KUENZLER J,SAGER F. How(not) to design and implement a large-scale,interdisciplinary research infrastructure[J]. Science and Public Policy,2020,47(6):818-828.

[17] HOWELLS J. Intermediation and the role of intermediaries in innovation[J]. Research Policy,2006,35(5):715-728.

[18] SVENDSEN A D,PEDERSEN A V,NORN M T,BLOCH C W. Open Innovation in Science(OIS)models as a mechanism for bolstering collaboration between European research infrastructures and industry[J]. CFA Scientific Reports,2025,16(4):1-15.

[19] MAZZUCATO M. Mission-oriented innovation policies:challenges and opportunities[J]. Industrial and Corporate Change,2018,27(5):803-815.

[20] MARTINS J T,SANCHEZ NIEMINEN G. Service innovation thinking for research infrastructure mission-oriented practices[J]. The Design Journal,2026:1-22.

[21] OECD. Reference framework for assessing the scientific and socio-economic impact of research infrastructures [R]. Paris:OECD,2019.

[22] KLINCEWICZ K,ESMAEIL ZAEI M. The effects of investments in research infrastructures of higher education institutes:evidence from Poland and Czechia[J]. Research Policy,2025,54(10):105338.

[23] GEORGE A L,BENNETT A. Case studies and theory development in the social sciences[M]. Cambridge,MA:MIT Press,2005.

[24] YIN R K. Case study research and applications:design

and methods[M]. 6th ed. Thousand Oaks: Sage, 2018.

[25] EISENHARDT K M. Building theories from case study research[J]. Academy of Management Review, 1989, 14(4): 532-550.

[26] ESRF. Organisation[EB/OL]. 2026-06-07. https://www.esrf.fr/about/organisation.

[27] ESRF. Applying for beamtime[EB/OL]. 2026-06-07. https://www.esrf.fr/UsersAndScience/UserGuide/Applying.

[28] ESRF. Industrial services and proprietary access[EB/OL]. 2026-06-07. https://www.esrf.fr/Industry.

[29] ESRF. ESRF Upgrade Programme: 2015-2022[EB/OL]. 2026-06-07. https://www.esrf.fr/about/upgrade.

[30] PAUL SCHERRER INSTITUTE. Facts and figures 2024[EB/OL]. 2026-06-07. https://www.psi.ch/en/about/facts-and-figures.

[31] PAUL SCHERRER INSTITUTE. User Office: doing experiments at PSI[EB/OL]. 2026-06-07. https://www.psi.ch/en/useroffice.

[32] PAUL SCHERRER INSTITUTE. Large research facilities for industry[EB/OL]. 2026-06-07. https://www.psi.ch/en/industry/large-research-facilities.

[33] PAUL SCHERRER INSTITUTE. SLS Techno Trans AG[EB/OL]. 2026-06-07. https://www.psi.ch/en/media/our-research/sls-techno-trans-ag.

[34] PAUL SCHERRER INSTITUTE. SLS 2.0 upgrade[EB/OL]. 2026-06-07. https://www.psi.ch/en/sls/sls-20.

[35] RIKEN. RIKEN SPring-8 Center[EB/OL]. 2026-06-07. https://www.riken.jp/en/research/labs/rsc/index.html.

[36] SPring-8. Types of research proposals[EB/OL]. 2026-06-07. https://www.spring8.or.jp/en/users/proposals/.

[37] JASRI. Industrial use and user support at SPring-8[EB/OL]. 2026-06-07. https://www.spring8.or.jp/en/users/industrial/.

[38] RIKEN. SPring-8-II will transform the way we do science[EB/OL]. 2026-03-17/2026-06-07. https://www.riken.jp/en/news_pubs/research_news/rr/20260317_1/index.html.

[39] 中国科学院上海高等研究院. 上海光源线站工程通过国家验收[EB/OL]. 2024-05-15/2026-06-07. https://sari.cas.cn/news/ttxw/202504/t20250425_7615964.html.

[40] 上海光源. 课题申请与课题执行流程[EB/OL]. 2026-06-07. https://ssrf.sari.ac.cn/yhkf_gb/tbfs_yhkf/ktsq_tbfs/ktsq/.

[41] 上海市发展和改革委员会, 等. 上海市关于支持国家重大科技基础设施建设发展的若干政策措施(试行)[Z/OL]. 沪发改规范〔2023〕18号, 2023-12-28/2026-06-07. https://service.shanghai.gov.cn/XingZhengWenDangKuJyh/XZGFDetails.aspx?docid=231228162234rn73IMrXEv7t9slqFkn.

[42] 上海市人民政府办公厅. 关于进一步深化改革创新 加快科技服务业高质量发展的若干意见[Z/OL]. 沪府办发〔2025〕11号, 2025-05-20/2026-06-07. https://www.shanghai.gov.cn/nw12344/20250520/752dfdfe60674bf5a61d93a0975077c5.html.

[43] 上海市人民政府办公厅. 关于印发修订后的《上海市大型科学仪器设施共享服务评估与奖励办法》的通知[Z/OL]. 沪府办规〔2022〕20号, 2023-01-17/2026-06-07. https://www.shanghai.gov.cn/nw12344/20230117/6068ab56bc3c4aa78d76f84d1e116e39.html.

Mission-Market Synergy Mechanism for the Sustainable Operation of Large Research Infrastructures: A Comparative Study of Four Synchrotron Radiation Facilities

XIAO Shuai[1,*], ZHANG Chen[1], WEI Qiang[1], LI Tianming[1], LIU Long[2]

(1. Science and Technology Innovation and Development Center, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100089, China; 2. School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract: The sustainable operation of large research infrastructures depends not only on sustained investment, but also on the ability of facilities to form stable institutional arrangements among open science, national strategic missions, and industrial application demand. To address this issue, this paper conducts a structured, focused comparison of four synchrotron radiation facilities—the European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), the Swiss Light Source (SLS), SPring-8 in Japan, and the Shanghai Synchrotron Radiation Facility (SSRF)—examining their operational mechanisms from five dimensions: governance structure, funding arrangement, user access, industrial interfaces, and capability upgrading. The study finds that the value of market mechanisms does not primarily lie in substituting public funding, but in providing signals for demand identification, application validation, and service improvement. Their effective operation depends on an institutional chain of "mission anchoring, dual-track access, professional translation, and feedback-based upgrading." Stable public investment and strategic governance define the commercialization boundary for facilities; dual-track rules for open and proprietary research reduce goal conflicts; specialized interfaces translate industrial problems into executable experimental tasks; and user feedback feeds into capability building through planning and evaluation procedures. The four cases represent different organizational forms—transnational co-governance, legal-entity separation, professional division of labor, and policy-enabled market cultivation—demonstrating that the sustainable operation of large research infrastructures should not be measured simply by the share of market revenue, but rather by whether an institutionalized coupling between public missions and market signals can be achieved. Accordingly, this paper proposes that China's large research infrastructures should adopt classified governance according to mission types and industrial demand maturity, improve access and cost accounting rules for open research and proprietary services, and establish industrial interfaces with technology translation capabilities.

Keywords: Large research infrastructure; synchrotron radiation facility; open access; market-oriented operation; comparative case study

DOI: 10.48014/csdr.20260713001

Citation: XIAO Shuai, ZHANG Chen, WEI Qiang, et al. Mission-Market Synergy Mechanism for the Sustainable Operation of Large Research Infrastructures: A Comparative Study of Four Synchrotron Radiation

Facilities[J]. Chinese Sustainable Development Review,2026,5(3):132-142.

Copyright © 2026 by author(s) and Science Footprint Press Co.,Limited. This article is open accessed under the CC-BY License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).