

国际社会对科研基础设施影响的评估及其对我国的启示

刘 娅

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘要: 随着各国对科研基础设施的投入不断增大, 科研基础设施建设所产生的影响备受关注。以经济合作与发展组织全球科学论坛、欧盟委员会、欧洲科研基础设施战略论坛以及部分欧洲国家为研究对象, 分析国际社会对科研基础设施影响评估的最新进展, 并重点讨论评估指标选取与使用上的思路与做法。在此基础上, 总结性地从4个方面提出了开展我国科研基础设施建设工作评估的建议。

关键词: 科研基础设施; 影响评估; 经济合作与发展组织; 欧盟委员会; 欧洲科研基础设施战略论坛

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2022.02.008

CSTR: 15994.14.issn.1674.1544.2022.02.008

中图分类号: G269.1

文献标识码: A

International Assessment of the Impact of Research Infrastructure and Its Implications for China

LIU Ya

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: There is growing interest across countries in the impact of research infrastructure as the investments are increasing in recent years. Taking the practices of OECD Global Science Forum, European Commission, European Strategy Forum on Research Infrastructures, and some European countries as examples, this paper analyzes international communities' latest progress in impact assessment of research infrastructure, with a focuses on indicator selection and usage. On this basis, this paper puts forward some suggestions on the evaluation of China's research infrastructure construction from four aspects.

Keywords: research infrastructure, impact evaluation, OECD Global Science Forum, European Commission, European Strategy Forum on Research Infrastructures

0 引言

科研基础设施在欧美等国家被称为研究基础设施 (Research Infrastructure, RI), 指在不同领域用于研究开发和促进创新的设施、资源和服务, 包括各类科学设备或仪器和以知识为基础的资源 (如馆藏、档案和科学数据、电子基础设施等), 以及为实现卓越的研究和创新所必需的任

何其他工具^[1]。科研基础设施对于促进和发展诸多科学领域的研究开发必不可少, 虽然其旨在支持研发需求, 但影响却远超出了科学成果和知识生产, 对社会经济发展具有突出的贡献。

随着各国对科研基础设施的投入不断增大, 科研基础设施建设所产生的影响备受社会关注。政府管理部门、资助机构和设施运行机构越来越期望采用系统和透明的程序来客观评价这些影

作者简介: 刘娅 (1970—), 女, 中国科学技术信息研究所研究员, 研究方向为科技政策与管理。

收稿时间: 2021年10月18日。

响,从而针对科研基础设施的新项目实施或对现有项目再投入做出客观和正确的决策。经济合作与发展组织(OECD)、欧盟委员会等国际组织以及部分欧洲国家基于不同视角,对此进行了研究并开展了相关的实践活动。本文将总结研究评估科研基础设施影响的国际经验,并对开展我国科研基础设施建设工作评估提出相应的建议。

1 OECD对科研基础设施影响的评估

OECD对RI产生影响的评价工作非常重视。近年来,经济合作与发展组织全球科学论坛(OECD Global Science Forum, GSF)不断发起相关讨论和研究工作。2014年基于欧洲核研究组织案例,分析了大型RI对经济创新和社会的影响^[2];2017年通过开展“加强国际RI的有效性和可持续性”研究,讨论了RI资助者、管理者和运营商在设施生命周期的不同阶段所面临的挑战^[3];2019年在经过2年多的研究后,发布了“RI科学和社会经济影响的评估参考框架”,为各国开展相关评估和研究工作提供了较为全面和权威的工作指南^[4]。该框架是由2016年GSF组建的来自成员国和相关国际组织的25人专家组,通过针对全球21家大型RI的系统性调查和研究后形成的政策文件,旨在根据当前实践,以相对理想化方式评测RI实现科学和社会经济目标的水平。

1.1 OECD评估参考框架的基本指标

OECD评估参考框架针对RI所产生影响的评估设计较为灵活,可以适应不同类型RI(分布式、单站点、虚拟等)和RI生命周期的不同阶段(准备、构建、运行等)的需要。该框架设定了以下7大评估目标:目标1是国家领先或国际领先的RI或支撑科研工作的赋能设施;目标2是支撑创新的赋能设施;目标3是融入区域集群/区域战略或成为促进区域合作的枢纽;目标4是促进教育延展和知识扩散;目标5是为公共政策提供科学支持;目标6是提供高质量的科学数据和相关服务;目标7是承担社会责任。

围绕上述目标,GSF认为应当通过5个维度(S为科学影响,T为技术影响,E为经济影响,H为培训和教育影响,O为社会影响)来反映RI产生的影响,由此设计的参考框架标准指标共有58个。这些指标服务于不同目标的评价工作。其中,用于目标1的指标11个,用于目标2的指标10个,用于目标3的指标12个,用于目标4的指标11个,用于目标5的指标3个,用于目标6的指标7个,用于目标7的指标4个。

科学影响类指标共14个(表1),主要涉及论文发表及引用情况、项目资助、科学界使用情况、数据开放等方面。

技术影响类指标共15个(表2),主要涉及

表1 OECD的科学影响指标

指标名称	支撑数据	评价目标
S1 发表数量	RI相关人员在某一时期内的发表总量,通过Scopus、WoS或其他相关数据库获得	目标1
S2 引文数量	RI工作人员或使用人员的论文被引用总量	目标1
S3 高影响因子期刊论文发表量	用户在Q1区间期刊上发表论文数量	目标1
S4 获得资助项目数量	包括产业资金在内的外部资源所支持的项目数量	目标1
S5 基础设施吸引力	设施使用的申请数量、科学界以外的用户数量	目标1
S6 科学界的用户数量	用户数量、领域分布、国家分布、顶尖科研用户	目标1
S7 用户满意度	用户对于项目选择、访问、支持、仪器设备可用性等的满意程度	目标1
S8 用户项目的优异性	被资助项目在所有申请使用项目中的占比	目标1
S9 合作的杰出性(科学界)	使用RI的申请数量及来源;来自世界领先团队的申请总数;联合项目数量	目标1
S10 对科学共同体的结构性影响	与其他RI、大学等联合开展的项目以及新的合作等	目标1
S11 与地区内大学的合著论文	RI与地区内一家或多家大学或研究机构合著的论文数量,通过Scopus、WoS或其他相关数据库获得	目标3
S12 使用或生产开放数据	开放数据的访问、上传和下载次数;RI生产的开放数据的使用情况及使用者(用户、公众、外部研究人员及内部研究人员)	目标4
S13 数据开放性	申请使用RI已有数据资源的数量;被资助的访问数量	目标6
S14 数字资源开放性	被资助的数字资源访问数量;数字资源访问的申请数量	目标6

项目、产业合作项目、专利、企业使用情况、数据开放与服务等方面。

经济影响类指标共 8 个（表 3），主要涉及支出、公共采购、人力资源、新建企业等方面。

培训和教育影响类指标共 8 个（表 4），主要涉及培训对象规模与分布、培训项目、支持资源等方面。

社会影响类指标共 13 个（表 5），主要涉及公共政策、公共显示度、信息共享、资源使用等

方面。

1.2 OECD 评估参考框架的核心指标

为了更好地应用该指标体系，GSF 在 58 个指标中筛选出 25 个指标作为核心影响指标（Core Impact Indicators, CII），如表 6 所示。GSF 认为，CII 指标是最具代表性的指标，可以较为简便但全面地反映特定时间内 RI 的科学、社会、经济影响的总体状况。同时，CII 指标的有用性和相关性会因 RI 的生命周期和业务类型的不同而不同。

表 2 OECD 的技术影响指标

指标名称	支撑数据	评价目标
T15 国家级资助	从 RI 所在国家获得的研究与开发项目资助数量及金额	目标 2
T16 与国家级产业合作	与国家级企业开展合作的项目数量	目标 2
T17 专利	授权专利数量	目标 2
T18 已实现商业应用的专利	商业化专利的数量及其财务价值	目标 2
T19 与其他企业共同产出专利	与其他企业共同产出专利数量	目标 2
T20 与产业的创新性合作研发	与产业界联合促成的创新数量	目标 2
T21 与产业界的联合技术研发项目	与产业界的联合技术研发项目数量	目标 2
T22 在产业界工作的学生	由私营部门支持并使用基础设施的博士和硕士人数	目标 2
T23 企业资助项目	企业资助项目数量	目标 2
T24 与产业伙伴的合作项目	产业直接介入的合作项目数量	目标 2
T25 地区内使用 RI 的企业	地区内使用的企业数量	目标 3
T26 与地区内产业伙伴的合作项目	与地区内产业伙伴的合作项目数量	目标 3
T27 数据共享	数据需求数量；数据访问数量；商业机构和公共机构的数据访问数量	目标 6
T28 数据商业化应用与数据服务	数据的财务/商业价值；数据包的销售额	目标 6
T29 数据用途	通过浏览或其他方式产生的全部用途；研究中的用途；研究机构对数据的使用	目标 6

表 3 OECD 的经济影响指标

指标名称	支撑数据	评价目标
E30 在地区/本地的全部支出	区域内支出总额（包括向供应商采购的总额、与供应商签订的合同及其他费用）	目标 3
E31 公共采购与合同	从当地/国家/地区供应商处采购的总金额；与当地/国家/地区供应商签订的合同总额	目标 3
E32 对 RI 的参观和使用总量	访客和用户数量（与当地平均支出相关）	目标 3
E33 新纳税人	在当地居住至少 3 年的员工人数	目标 3
E34 RI 内的全职等效人数	每年全职员工人数（所有在 RI 的工作人员）；多样性分布；校友	目标 3
E35 本地区/区域的供应商数量	地区/区域内的供应商数量	目标 3
E36 雇员数量	工程师人数；科学家人数；管理人员人数；其他（技术人员等）；多样性分布；员工及其分布的变化	目标 3
E37 衍生企业	衍生公司数量（由 RI 研究人员创建的初创企业）	目标 3

表 4 OECD 的培训和教育影响指标

指标名称	支撑数据	评价目标
H38 受培训学生的满意度	学生对培训课程的满意度	目标 1
H39 培训中数据使用	对 RI 以及教师的调查	目标 6
H40 地区中毕业生数	使用 IR 的本地大学硕士和博士生人数	目标 3
H41 RI 所培训学生的职业	开展调查	目标 4
H42 受训人员所获资助	给予受训人员使用 RI 的补助金额（如地区、国家补助金）	目标 4
H43 培训学生及分布	在 RI 分布范围内接受培训学生人数（国内和国际学生）	目标 4
H44 高层次学生的培训项目	硕士和博士培训项目数量	目标 4
H45 教育及拓展性活动	参与者总数；教育和外联活动（开放日和其他活动）以及内部专用人力资源的总数	目标 4

因此，为了帮助管理者和利益相关者对CII指标进行恰当的选取，GSF将RI划分为执行研究类RI、设备提供类RI、数据/样本资源类RI三类。

(1) 执行研究类RI。见表6 RI类型中的类型1。此类RI主要是由RI科研人员或外部用户利用RI的仪器设备所产生的数据资料进行研究，并细分为实验设施（如粒子加速器、分析设施、生物医学设施等）和观测平台（如望远镜、环境观测站等）两类。

(2) 设备提供类RI。见表6 RI类型中的类型2。此类RI提供技术/测试/仪器/ICT资源和服务（如支持技术开发、创新、展示、原型制作等）。

(3) 数据/样本资源类RI。见表6 RI类型中的类型3。此类RI通过连接到分布式节点的中央门户向用户提供对数据或样本集访问，并细分为面向数据的基础设施和标本收集（生物库、生物档案）两类。

上述三类RI不是相互排斥关系，一些大型国际科研基础设施可能同属于这三类。GSF根据RI类型按照不同生命周期阶段对CII指标相关性进行了标识，评估工作可以根据需要按照表6标识进行对应性选取。

需要注意的是，GSF设计的指标大多是根据现有实践提炼的，因此在某些情况下还不能

表5 OECD的社会影响指标

指标名称	支撑数据	评价目标
O46 支持公共政策形成所采用的专家意见	与公共服务机构签订的与支持公共政策有关的咨询或报告的数量	目标5
O47 支持公共政策形成所利用的资源	用于支持公共政策的数据库/生物库/信息学资源量	目标5
O48 RI研究人员对公共政策形成的贡献	与决策者的会议次数；其他贡献量（专家报告、会议、与监管或法律相关的文件）	目标5
O49 支持公共政策形成的试验或观测数据产出	为支持公共政策而产生/使用的实验/观测数据量	目标6
O50 公众意识	网站的访问/咨询次数	目标4
O51 公共显示度	在线媒体上RI的出现次数	目标4
O52 受欢迎程度（公众和用户）	社交媒体（LinkedIn、Facebook、Youtube、Twitter、百度等）的粉丝数	目标4
O53 知识共享	RI举办科技会议、研讨会等的数量；学术和产业的培训人数	目标4
O54 对公众的开放程度	为公众组织的活动数量；参加活动的人数	目标4
O55 能耗	能源使用；能源标签；RI不同生命周期阶段的能耗情况	目标7
O56 废弃物管理	废物、用水、回收的相关数据与标识	目标7
O57 性别平衡和多元化	员工、用户和受训人员的性别分布；员工、用户的多样性	目标7
O58 企业社会责任	开展内部调查；道德准则；拥有承担社会责任标识的供应商；良好的工作条件	目标7

表6 OECD的CII指标及适用范围

CII指标	准备/建设阶段	运行/升级阶段	RI类型
目标1：国家领先或国际领先的科研基础设施或支撑科研工作的赋能设施			
S2 引文数量	低度相关	高度相关	1
	低度相关	高度相关	2
	中度相关	高度相关	3
S3 高影响因子期刊论文发表量	中度相关	高度相关	1
	不相关	中度相关	2
	中度相关	高度相关	3
S4 获得资助项目数量	不相关	高度相关	1
	不相关	不相关	2
	不相关	不相关	3
S6 科学界的用户数量	低度相关	高度相关	1
	低度相关	高度相关	2
	中度相关	高度相关	3

续表

CII 指标	准备/建设阶段	运行/升级阶段	RI 类型
S9 合作的杰出性 (科学界)	相关	高度相关	1
	不相关	中度相关	2
	不相关	中度相关	3
S10 对科学共同体的结构性影响	高度相关	高度相关	1
	高度相关	高度相关	2
	高度相关	高度相关	3
目标 2: 支撑创新的赋能设施			
T18 已实现商业应用的专利	低度相关	中度相关	1
	低度相关	高度相关	2
	低度相关	中度相关	3
T20 与产业的创新性合作研发	不相关	中度相关	1
	中度相关	高度相关	2
	不相关	低度相关	3
T24 与产业合作伙伴的合作项目	相关	相关	1
	高度相关	高度相关	2
	中度相关	中度相关	3
目标 3: 融入区域集群/区域战略或成为促进区域合作的枢纽			
E34 RI 内的全职等效人数	低度相关	中度相关	1
	中度相关	相关	2
	不相关	低度相关	3
S11 与地区内大学的合著论文	相关	相关	1
	中度相关	相关	2
	中度相关	中度相关	3
T25 地区内使用 RI 的企业	不相关	相关	1
	不相关	高度相关	2
	不相关	低度相关	3
E35 本地区/区域的供应商数量	低度相关	中度相关	1
	中度相关	相关	2
	不相关	低度相关	3
目标 4: 促进教育延展和知识扩散			
O51 公共显示度	相关	高度相关	1
	相关	高度相关	2
	相关	高度相关	3
O53 知识共享	不相关	高度相关	1
	不相关	高度相关	2
	不相关	高度相关	3
H43 培训学生及分布	不相关	高度相关	1
	不相关	相关	2
	不相关	高度相关	3
H45 教育及拓展性活动	不相关	相关	1
	不相关	相关	2
	不相关	相关	3
目标 5: 为公共政策提供科学支持			
O46 支持公共政策形成所采用的专家意见	不相关	高度相关	1
	不相关	高度相关	2
	不相关	高度相关	3
O47 支持公共政策形成所利用的资源	不相关	高度相关	1
	不相关	高度相关	2
	不相关	高度相关	3
目标 6: 提供高质量的科学数据和相关服务			
O49 支持公共政策形成的试验或观测数据产出	不相关	高度相关	1
	不相关	高度相关	2
	不相关	高度相关	3

续表

CII 指标	准备/建设阶段	运行/升级阶段	RI 类型
T27 数据共享	不相关	高度相关	1
	不相关	高度相关	2
	不相关	高度相关	3
T28 数据商业化应用与数据服务	不相关	高度相关	1
	不相关	高度相关	2
	不相关	高度相关	3
目标 7: 承担社会责任			
O55 能耗	相关	相关	1
	相关	相关	2
	中度相关	中度相关	3
O57 性别平衡和多元化	相关	相关	1
	相关	相关	2
	相关	相关	3
O58 企业社会责任	不确定	不确定	1
	不确定	不确定	2
	不确定	不确定	3

适应RI的发展。如科学界和政策界对使用引文数据(S2)作为影响衡量指标存在不少质疑。类似地,数据访问收费(T28)可能有悖于促进加强对研究数据访问的政策导向。因此,GSF提出框架的指标会被不断修订,同时也建议评估活动要根据具体评估对象的实际需求参考使用框架的指标。

2 欧洲对科研基础设施影响的评估

RI建设是21世纪欧洲科技政策议程的核心议题之一。2002年,欧盟委员会组建了欧洲科研基础设施战略论坛(The European Strategy Forum on Research Infrastructures, ESFRI)。其任务是对欧洲RI政策制定采取协调一致和以战略为主导的方法,以保证在欧盟层级上更好地建设和使用RI。2006年,ESFRI发布欧洲第一个RI路线图;2016年,发布新的路线图并于2018年更新,提出了确保欧洲在所有科学和创新领域拥有卓越RI的战略愿景^[5]。同时,欧盟在其研究与创新框架计划如“地平线2020计划”(2014—2020年)和“地平线欧洲计划”(2021—2027年)中均对RI建设进行积极部署,分别设定了25亿欧元和24亿欧元的预算^[6]。2014—2020年,欧盟区域发展基金共投入66亿欧元用于支持RI建设。欧洲国

家每年相应的投入规模也达到100亿欧元左右^[7]。

欧盟高度关注RI评估。2017年,ESFRI提出需要构建一个评估框架模型,以指导对不同类型IR进行比较,由此把握不同科学领域的差异,以及它们能给社会 and 不同国家带来的广泛影响^[8],并开展了相关的研究工作。欧盟及其成员国自身也进行了不同规模的评估探索,其中包括对影响的评测。虽然部分评价的具体指标并未公布,但根据欧盟公开的结果报告可以大致把握对RI影响评估的基本考量。

2.1 ESFRI的RI绩效评价指导方案

2019年12月,ESFRI工作组发布了用于评价RI绩效的通用方案,用以定期监测不同领域RI的投入和成果。该方案确定了9个评价目标,并设计了21个定量评价指标。同时,工作组也建议在评价中应根据需要使用一些定性指标,以更全面地展示目标的实施进展(表7)。在这些指标中,大部分指标反映了RI产生的各类影响。

ESFRI指出,虽然该方案的指标可用于大多数RI评估,但鉴于RI的多样性,某些指标可能并不适用于所有RI,因此RI需要根据自身的特点进行相应调整。ESFRI建议原则上可每5年开展一次评估,并计划最早于2021年开始^[9]。

2.2 欧盟对科研基础设施在实施和长期可持续性方面进展的评估

自 2016 年以后，长期可持续发展在欧盟范围内得到越来越广泛的关注。2019 年 1 月，欧盟委员会成立高级别专家组，以评估 ESFRI 路线图设定的设施和其他世界级 RI 在实施长期可持续性方面的进展。工作目标之一是评估 RI 长期可持续性，从而确定泛欧区域内（或全球）RI 的未来前景与其科学目标及其生命周期的相关性，厘清主要瓶颈和可能采取的措施。2019 年 1

月—2020 年 1 月，在“第 7 框架计划”和“地平线 2020 计划”与 RI 建设有关的大量文件支撑下，专家组对 57 家泛欧区域（或全球）级别 RI 进行了广泛调查，并抽取其中 43 家 RI 进行了个案调研^[10]。

专家组根据技术成熟度理论，构建了 RI 的成熟度模型（Readiness Levels, RL），并根据 RI 的生命周期阶段，将 RL 划分为 6 类，如表 8 所示。

本次评估设计了 7 个长期可持续性要素，这些要素在 RL3 阶段均应包含在 RI 的准备计划中，

表 7 ESFRI 的 RI 绩效评价方案

目标	定量评价指标	定性评价指标
实现科学卓越	用户访问请求数；服务用户数；出版物数量；引用率最高（10%）的出版物	提案/用户请求/注册用户数量的 5 年趋势；影响研究
提供教育和培训	硕士和博士生人数；接受培训的非 RI 员工人数	—
加强欧洲内部的合作	来自 ESFRI 国家的 RI 数量；每个 ESFRI 成员国的用户和出版物份额	RI 的数据、服务和/或设施的单一获取方式；产业对分布式 RI 的多个合作伙伴资源的单一获取方式；基于卓越性的集中评优；制订保护和利用知识产权和专门技能共同战略和政策；中心化的交流机制；联合型研究基础设施路线图
经济促进活动	与产业相关的用户份额和与产业相关的出版物；商业活动收入和为服务支付费用的机构数量	是否存在行业参与计划和专用资源；是否设立技术转让办公室，并为其提供专用资源
公众宣传	直接接触式参与；媒体宣传；RI 自有的网站和社交媒体的宣传	活动参与者满意度；参观者满意度
优化数据使用	可供外部使用的公共可用数据集数量	是否制定数据管理方案；对公平原则的遵守；数据的维护和可持续性；RI 数据的集中入口网关；数据的在线元数据描述和索引；道德措施
提供科学建议	参与政策相关活动的情况；政策相关出版物中的引文	RI 对标准化或监管发展贡献的影响案例
促进国际合作	每个非 ESFRI 成员国的用户和出版物份额；国际实习生；非 ESFRI 国家的 RI 数量	—
管理优化	收入；设施、数据、服务等可用资源范围	企业社会责任制度、多元化政策、性别均衡、企业伦理规范；采用和定期更新的风险管理计划和程序的情况；环境管理制度；对计划的预算、里程碑以及偏差的考虑

表 8 RI 的成熟度分类

RI 生命周期	成熟度及说明
概念设计阶段	RL1：设计研究—概念设计报告、与至少 3 个成员国及联系国达成初步协议、准备应用于 ESFRI 的路线图
准备阶段	RL2：技术设计研究—高级 RI 架构、选址方案评估和解决方案、成本手册、数据管理计划 RL3：完备的财务计划和基本的联合体计划—实物捐助估算和政策；施工和运营成本分析以及施工和早期运营的现金流需求；联合体商业计划
执行及建设阶段	RL4：完善的法律文件、具有 5 ~ 10 年财务承诺的稳定联合体、与财务/商业计划相关的欧洲投资银行贷款分析以及结构性基金合格性和适合性分析
运行阶段	RL5：完成施工、运营预算到位、科学成果交付、用户开放获取、科学服务和创新服务、开放数据设施和基础公平服务、持续升级；先进的科学服务、支持数据互操作性、集群式 RIs、与其他 RIs 协同、接入集成，持续升级
终止阶段	RL6：终止结束和设施转换评估，或形成拆除计划或退役资产重组计划

在RL4阶段均应体现在建设施工中,在RL5阶段则均应全部实施和正常运行。最终专家组报告给出了指导性评价指标,如表9所示。这些指标可应用于处于RL3—RL5阶段的RI评估。

2.3 欧盟对“第7框架计划”RI活动影响的评估

2013年,欧盟委员会组织第三方专家组开展了针对“第7框架计划”(2007—2013)313个RI相关项目的整体性评估工作^[11]。工作目的之一是分析RI活动对科学界、研究政策、创新和社会的影响。影响共涉及8个方面,主要评测内容如

表10所示。

2.4 部分欧洲国家的评估活动

除欧盟对RI形成影响所开展的整体评估以外,英国、芬兰、瑞典等欧洲国家也开展了相关的工作^[12-15],其中英国的工作较其他国家更为领先。这些评估基本是政府管理部门委托第三方机构进行的个案评估,而不是对大批项目的整体性评估,同时也没有固定的评估周期。评估涉及的指标大致可以归纳为科学、经济和社会3个维度,如表11所示。

表9 欧盟对RI长期可持续性影响评估的指导性指标

要素	基本指标	辅助性指标
		(RL5可用且全面运行、RL4在建和政策到位、RL3已商定的建设方案编制)
确保科学卓越性	<ul style="list-style-type: none"> •关键绩效指标 •在与科学/技术发展有关的仪器和服务方面保持领导地位的能力 	使用政策符合欧盟RI准入规定;以优异性驱动的、不限来源的使用政策;用户培训;将KPI指标构建和监测作为治理机制的组成;能够体现RI贡献且被认可的引用情况
吸引和培训未来的管理者、运营商和用户	<ul style="list-style-type: none"> •服务目录 •服务驱动的导向 	包括交换项目在内的员工培训;对RI的跨国访问;对访问和就业的传播;用户培训;RI服务目录
挖掘RI的创新潜力	<ul style="list-style-type: none"> •用户社群、产出、创新、技术成熟度 	知识和技术转化;产业、中小企业、衍生企业的参与情况;产业、商业和公共领域的准入政策
衡量RI的社会与经济影响	<ul style="list-style-type: none"> •社会经济影响 	基于案例研究等形成的标准和描述;与更广泛的公众就影响进行的交流
更好地利用RI生成的数据	—	数据访问和管理政策符合欧盟RIs准入规定;为欧洲开放科学云(EOSC)整合进行准备;RI在生命周期中更新数据管理政策;RI生产数据的公平性、公开性和可访问性
有效治理以及持续资助RI的结构性条件	<ul style="list-style-type: none"> •RI的质量和附加价值(与网络相比)以及新成员的前景 •RI业务的互补性以及重叠/相关RI合并的可能性 	在国家RI路线图中的存在性;RI商业计划;可获得欧盟资助的财务规划;寻找支持新服务和新技术的民间资金;成本透明度
RI国际化发展	<ul style="list-style-type: none"> •将国际伙伴纳入RI以及与相关国际伙伴合作的有效性 	在国际和全球层面上促进RI及其服务;与国际伙伴开展交流;在国际论坛上推广欧盟的标准和最佳实践

表10 欧盟对“第7框架计划”RI工作影响评估的主要内容

影响类型	主要评测内容
对欧洲科研基础设施的影响	在欧洲RI图景中的凝聚力;RI服务的改善;支持计划的价值和互补作用
对研究的影响	欧洲研究基地构建;知识进步与知识流动(支持科学卓越,欧盟成员国中小国或新加入国从跨境准入中的获益,知识溢出);新的研究方法和能力建设(能力建设、e-science开展)
对RI和研究国际化的影响	国际合作活动;全球层面的协调和标准化;获得支持的全球化RI网络的科学与地理重心(欧盟与其他发达经济体的合作与协作、欧盟与其他新兴经济体的合作与协作)
对产业创新的影响	对产业创新的潜在影响;产业界作为供应商;研究成果商业化;产业作为用户
对社会的影响	在环境、健康等社会领域可能产生的影响
对RI政策制定和资助的影响	促进和巩固RI政策制定一致性所发挥作用(ESFRI的作用、RI计划建设与升级的作用与价值);欧洲RI基金的优化(FP7RI项目补充资金、与欧盟结构基金的协同作用)
FP7RI计划的欧洲附加值	欧洲资助产生的额外作用;对欧洲科学领域/主题领域研究的附加值;成本效益比
泛欧RI的可持续性	基于欧洲维度的可持续性;长期融资模式的必要性

表 11 部分欧洲国家对 RI 影响的评估指标

评估维度	指标
科学维度	与 RI 相关的出版物数量（可能会按期刊影响指数、引文率进行加权） 作为对科学界开放程度的指标，RI 用户数量/访问统计数据 RI 对研究人员的吸引力（数量、流动率）、博士数量、在 RI 学习/工作的学生人数 与其他国家或国际研究团体的学术合作
经济维度	创造的直接和间接就业岗位数量 衍生企业和初创企业数量 参与产业活动的数量、与产业形成合作项目的数量和资金来源、获得的产业合同 开发的新技术数量 基于 RI 的新产品 来自产业合作伙伴的共同资助资金
社会维度	面向公众的外联活动的数量和种类 媒体显示度 形成的区域性影响

3 结论与启示

从上述国际经验来看，总体而言由于科研基础设施建设的规模、投入和运行方面的特殊性，目前国际社会对于科研基础设施影响评价尚处于不断加深认识和实践探索的阶段，并未形成一套非常完备的理论及可用于定量和定性评价的完整工具包，但不同国家已经取得了对科研基础设施所产生影响的一些基本共识。我国当前正在大力开展科技创新，科研基础设施建设是其中重要的内容，需要大量的公共财政投入，并涉及各种复杂的科学和管理问题，包括效果评估。因此，在我国科研基础设施建设工作中可以参考和借鉴国际社会的相关经验。

(1) 对科研基础设施的评估应加强影响评估。对 OECD、欧盟以及部分国家的研究显示，国际社会对科技基础设施评估通常包括事前评估和事后评估，目前对科研基础设施的事后评估更加强调影响评估，而非绩效评估。绩效评估和影响评估并不完全相同：绩效评估更多强调的是对资源有效利用的评估，而影响评估则更多关注的是资源转化效应的评估，包括直接效应和间接效应，因此影响评估所涉及的范围

更广。科研基础设施尤其是大型科研设施主要由公共财政提供资金支持，因此把握这些设施的运行效果可以有效支持公共决策。参考国际社会经验，我国科研基础设施评估应当将设施建设所产生的影响纳入评估。影响评估要与其建设规模、技术复杂程度、投入成本高昂、运行周期长、应用面广泛联系。当然，绩效评估和影响评估不是对立的，二者在某些方面可以互相联系。一些衡量影响的指标也可以被用来评估科研基础设施的绩效，如论文产出数量与质量、用户数量以及成本效益等。

(2) 对科研基础设施影响的评估要反映科学、技术、经济和社会 4 个方面内容。根据国际社会当前共识，从评估维度及其指标的操作性来看，我国对科研基础设施影响的评估要充分反映科学、技术、经济和社会 4 个方面的内容。由于长期可持续发展目前在全球范围内越来越得到广泛关注，非市场化影响在评估中也越来越被国际社会所强调。其中，最受重视的维度是科学影响，其次是社会影响。但需要引起注意的是，尽管同行评议期刊论文数量、期刊影响指数、领域标准引用率等一些反映科学影响的指标已经取得国际社会的认可，但对于评估社会影响而言，如何设计类似标准化指标并获得相关支撑证据却较为困难。同时，由于相似类型的科研基础设施可能会有不同的战略目标和任务，评价指标体系要保证科研基础设施战略目标和影响评价指标之间建立有效关联。此外，管理部门需要在科研基础设施生命周期的早期阶段，就定义其影响评估架构及其未来用途，并确定对特定指标数据的需求，以及在决策过程中的使用。

(3) 评估工作应委托第三方人员或机构来完成。国际实践案例中基本采用同行评议方法，通过第三方人员或机构来完成评估工作。建议我国科研基础设施评估也采用类似方法。一是科研设施的政府主管部门或资助机构引进外部专家来组建评估专家组。这是国际社会开展科研基础设施评估的一种主流做法，特别是对大型设施的评

估。二是将评估工作外包给外部的专业科技政策与管理相关的咨询公司或评估公司,通过评估专业人士深厚的专业知识来判断科研基础设施的机构领导能力、研究质量、技能发展等。在大多数情况下,同行评议过程需要全面的背景材料(包括产出和财务指标)进行支撑,但专家们也需要参加定性评估活动,通过聆听设施管理人员报告、实地考察、对关键人员访谈等,来直接收集更为详尽和相关的评估佐证材料。

(4) 评估影响的指标、方法和过程需要不断完善。研究显示,目前各国评估指标体系中通用性指标设计大多以定量指标为主,定性指标为辅。由于科研基础设施非常多样化,可以是单站点的、分布式的或虚拟的,且每个设施有着自己的目标 and 业务活动范畴,故都可以产生非常广泛的直接影响和间接影响。这些影响本身会随着设施的生命周期而变化,因此还需深入探讨以量化测度为主对设施不同影响进行评估的科学性。因此,我国科研基础设施管理部门要积极跟踪国际社会的发展,根据对影响认识的不断深入、设施建设需求以及社会发展趋势等,对评价指标体系和评价方法等进行适应性修正和扩展。如社会经济影响很难完全用成本效益分析或计算设施的净现值等常规方法进行度量,因此不能仅仅关注科学活动产出或投资财务回报等,还需要进一步探索如何采用更多指标和描述进行补充说明,包括通过案例研究进行纵向反向追踪,从而有选择地说明用户使用设施所产生的经济效益,或是在宏观经济模型和深入的定性化回溯案例研究之间探索中间解决方案,或是参考OECD参考框架经验,借助于咨询项目数量、访客人数以及媒体出现数量等替代性评价指标,对社会的影响进行多维度的衡量。再如,鉴于科研基础设施的高度特殊性及其可能产生的长期性和扩散性影响,如何有效利用现代技术来管理评估所需支撑的数据,使其保持一致性和完整性,并在此基础上如何通过数据挖掘技术、视觉化技术等来更加清楚地呈现和说明科研基础设施产生影响的多样性等,也是未来努力的方向。

参考文献

- [1] ESFRI. Strategy report on research infrastructures roadmap 2021[EB/OL]. (2019-09-25)[2020-03-08]. https://www.esfri.eu/sites/default/files/ESFRI_Roadmap2021_Public_Guide.pdf.
- [2] OECD. The impacts of large research infrastructures on economic innovation and on society [EB/OL]. [2020-10-10]. <http://www.oecd.org/sti/sci-tech/CERN-case-studies.pdf>.
- [3] OECD. Strengthening the effectiveness and sustainability of international research infrastructures [EB/OL]. [2021-05-02]. www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/strengthening-the-effectiveness-and-sustainability-of-international-research-infrastructures_fa11a0e0-en.
- [4] OECD. Framework for assessing the scientific and socio-economic impact of research infrastructures [EB/OL]. [2020-08-15]. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/3f5ee43b-en.pdf?expires=1596855725&id=id&accname=guest&checksum=7812DFE2D924F792466BC4A703A7E88F>.
- [5] ESFRI. Roadmap 2018 – strategy report on research infrastructures [EB/OL]. [2021-04-15]. <http://roadmap2018.esfri.eu/strategy-report/>.
- [6] 刘润生. 欧盟第九期研发框架计划: 演进与改革[J]. 全球科技经济瞭望, 2019, 34(3): 1-8.
- [7] European Commission. Research infrastructures make science happen [Z]. 2019.
- [8] ESFRI. Long-term sustainability of research infrastructures[EB/OL]. [2020-05-13]. https://www.esfri.eu/sites/default/files/u4/ESFRI_SCRIPTA_TWO_PAGES_19102017_3.pdf.
- [9] ESFRI. Monitoring of research infrastructures performance [EB/OL]. [2021-02-20]. https://www.esfri.eu/sites/default/files/ESFRI_WG_Monitoring_Report.pdf.
- [10] European Commission. Supporting the transformative impact of research infrastructures on european research [EB/OL]. [2021-08-13]. <https://www.esfri.eu/latest-esfri-news/hlg-report-supporting-transformative-impact-ris-european-research>.
- [11] European Commission. Evaluation of pertinence and impact of research infrastructure activity in FP7 [EB/OL]. [2020-09-20]. <https://www.researchgate.net/>

(下转第100页)

上科研人员, 根据其地方经济贡献给予一定比例的税收返还, 为机构“稳定”一批中高端人才。

6 结语

“机构化”引进国际创新资源对广东科技创新发展、粤港澳大湾区建设具有重要作用。本文研究了引进国际创新资源的传统路径, 从当前国际形势、粤港澳大湾区国际创新中心建设需求等方面分析了广东省“机构化”引进国际创新资源的必要性和紧迫性, 提出了“机构化”引进国际创新资源的具体运行机制, 并对广东省集聚国际创新资源提出加强全省国际创新资源引进工作的整体规划和顶层设计、深化机制创新、加大财政投入、强化人才引进等4项保障措施和对策建议, 为大力实施创新驱动发展战略、建设科技创新强省, 弥补广东省高端创新资源不足, 补齐一流创新机构欠缺的短板弱项, 提供参考与借鉴, 从而推动广东省集聚国际高端创新资源, 实现高质量的发展。

参考文献

- [1] 刘天星, 彭颖. 整合全球科技资源 占据国际创新高地 [N]. 学习时报, 2017-08-02(7).
- [2] 张永伟. 深度利用国际创新资源的路径与政策 [J]. 国

家治理, 2017(Z1): 34-40.

- [3] 赵昱, 杜德斌, 柏玲, 等. 国际创新资源流动对区域创新的影响 [J]. 中国科技论坛, 2015(2): 97-101.
- [4] 罗青, 杨雪. 国际优质教育资源的引进与组织创新: 以中国传媒大学的实践为例 [J]. 广西师范大学学报 (哲学社会科学版), 2013, 49(5): 133-138.
- [5] 郭铁成, 陈宝明. 利用外汇储备开发国际创新资源 [J]. 高科技与产业化, 2012(3): 22-24.
- [6] 范拓源, 聂晨曦. 全球研发网络与海外离岸创新中心建设模式研究 [J]. 科技管理研究, 2018, 38(14): 25-29.
- [7] 陈宝明, 彭春燕, 陈原. 我国企业跨国并购获取国际创新资源的进展与建议 [J]. 对外经贸实务, 2013(9): 8-11.
- [8] 王砚羽, 谢伟, 李纪珍, 等. 自建与合作: 资源与海外研发机构进入模式研究 [J]. 科学学研究, 2016, 34(9): 1360-1370.
- [9] 许善达. 科技竞争是国际博弈的重要领域 [J]. 经济导刊, 2020(4): 24-26.
- [10] 陈建新, 陈杰, 刘佐菁. 国内外创新人才最新政策分析及对广东的启示 [J]. 科技管理研究, 2018, 38(15): 59-67.
- [11] 中共中央, 国务院. 粤港澳大湾区发展规划纲要 [EB/OL]. (2019-02-18)[2021-08-05]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2019/content_5370836.htm.
- [12] 张晓艳, 姜道奎, 张绍林. 国外高层次创新人才培养引进经验及借鉴 [J]. 科技与经济, 2012, 25(6): 82-86.

(上接第74页)

- publication/264896272_Evaluation_of_Pertinence_and_Impact_of_Research_Infrastructure_Activity_in_FP7_-_EPIRIA.
- [12] Technopolis-group. International comparative study: appraisal and evaluation practices of science capital spending on research infrastructures [EB/OL]. [2021-06-16]. https://www.researchgate.net/publication/338720273_Appraisal_and_Evaluation_Practices_of_Science_Capital_Spending_on_Research_Infrastructures_An_International_Comparative_Study.
- [13] Technopolis-group. ISIS lifetime impact study [EB/

OL]. [2020-05-22]. https://www.researchgate.net/publication/335857946_ISIS_Lifetime_Impact_Study_-_Full_Report.

- [14] Academy of Finland. Finland's strategy and roadmap for research infrastructures 2014-2020 [EB/OL]. [2021-08-10]. https://www.aka.fi/globalassets/tiedos-tot/aka_infra_tiekarttaRaportti_en_030518.pdf.
- [15] Science and Technology Facilities Council. Sci tech dares bury campus impact study [EB/OL]. (2017-03-23) [2021-08-05]. <https://stfc.ukri.org/files/dlcampu-simpactstudy/>.