

“十四五”时期区域科技基础设施体系架构研究

——以江苏省为例

罗扬¹ 龚美娟¹ 杨艳红¹ 商丽媛^{2,3,1}

(1. 江苏省生产力促进中心;

2. 江苏省科学技术情报研究所, 江苏 南京 210042;

3. 江苏军民融合发展研究基地, 江苏 南京 211106)

【摘要】: 区域科技基础设施体系是区域科技创新的重要基础条件和支撑力量。借鉴现有研究成果, 从狭义和广义角度对科技基础设施的内涵进行辨析, 提出狭义投入角度和广义功能角度的区域科技基础设施体系框架; 以科技基础设施建设的典型代表江苏省为例, 基于广义角度分析江苏省科技基础设施体系建设现状, 找出存在的薄弱环节, 提出“十四五”时期江苏科技基础设施体系建构的对策建议。

【关键词】: 科技基础设施 区域创新体系 大科学装置 科学实验室

【中图分类号】: G31 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1001-7348(2021)22-0043-07

0 引言

科技基础设施是开展科技创新活动的重要基础条件, 具有基础性、公共性和创新性, 在科学研究、产业创新以及社会经济发展等方面发挥重要支撑作用^[1], 是区域创新体系的重要组成部分。发达国家和地区非常注重科技基础设施的前瞻性谋划和战略性布局, 将系统规划科技基础设施作为推动科技创新与经济社会发展的重要举措。如美国、欧盟等多次制定并更新科技基础设施路线图, 通过夯实研究基础、加强研发能力, 提升创新实力^[2,3,4]。我国高度重视科技基础设施建设, 在国家层面部署建设了诸多重大科技基础设施; 各省市市政府也纷纷规划布局建设各类科技基础设施。目前, 有关理论研究主要集中于重大科技基础设施和国家层面科技基础设施布局建设等方面^[5,6,7,8,9,10,11], 较少从区域角度研究科技基础设施体系的结构优化、统筹布局和协同推进。“十四五”时期是我国面临百年未遇之变局的重大历史转折时期, 进一步优化区域科技基础设施体系对我国及各省市提升整体创新能力和竞争力具有重要意义。本研究在充分借鉴现有科技基础设施研究成果的基础上, 从狭义和广义角度对科技基础设施的内涵进行辨析, 分别建立狭义和广义内涵下的区域科技基础设施体系框架, 并以江苏省为例, 基于广义角度的区域科技基础设施体系

作者简介: 罗扬(1965-), 男, 浙江台州人, 江苏省生产力促进中心党委书记, 副研究员, 研究方向为科技管理; 龚美娟(1983-), 女, 江苏启东人, 江苏省生产力促进中心高级工程师, 研究方向为科技管理; 杨艳红(1979-), 女, 江苏海安人, 江苏省生产力促进中心处长, 研究员, 研究方向为科技管理; 商丽媛(1981-), 女, 山东滨州人, 博士, 江苏省科学技术情报研究所副研究员, 研究方向为区域创新。

基金项目: 国家社会科学基金重大项目(20&ZD127); 江苏省政策引导类计划专项(软科学研究)(BR2019082); 江苏省创新能力建设项目(BM2018018)

框架，全面梳理江苏省科技基础设施体系建设取得的成效，深入剖析存在的薄弱环节，进一步研究“十四五”时期江苏科技基础设施体系构建并提出相应对策建议，以丰富区域科技基础设施体系建设理论，为“十四五”时期区域科技基础设施体系建设实践提供科学参考。

1 科技基础设施内涵及区域科技基础设施体系构成

1.1 科技基础设施内涵

国内外有关科技基础设施概念与内涵的研究已取得一定成果。如国外 HariolfGrupp 等^[12]认为，科技基础设施主要是指公共科技研发体系，包括大学、实验室、研究院等机构和孵化器科技服务机构及相关科技人力资源等；美国国家科学理事会将科技基础设施定义为满足科学与工程界正常运转以及研究人员开展工作所需要的必要工具、服务和装置^[13, 16]；欧盟《“地平线 2020”条例》将科技基础设施定义为科研机构开展科研活动、培育创新过程中所使用的设施、资源和服务，是汇聚创新要素的载体^[2]。国内学者郑江峰^[14]认为，广义的科技基础设施包括大型科技设施与仪器、科技基础数据库、自然资源资源库、科技文献资源库、信息网络设施五大类型；彭洁等^[15]认为，科技基础设施的内涵包括物质和信息基础、组织形态和人文环境三个层次；申璐^[16]认为，科技基础设施是进行科技活动的基础条件和支持平台。《国家重大科技基础设施建设中长期规划（2012—2030 年）》中明确重大科技基础设施的定义是“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、解决经济社会发展和国家安全重大科技问题的物质技术基础”^[17]。2019 年我国提出加快三大类新型基础设施建设，其中，创新基础设施是指支撑科学研究、技术开发、产品研制的具有公益属性的基础设施，其本质是科技基础设施^[18]。

综上所述，国内外学界和政府从不同角度对科技基础设施概念与内涵进行了界定，但由于科技基础设施内涵与外延随着全球科学发展和世界各国的创新实践不断演变，尚未形成统一的范围标准。本文总结现有研究成果，认为科技基础设施的内涵应有狭义和广义之分。狭义的科技基础设施主要包括开展科技创新研究的大型科学装置、仪器设备、信息数据和信息基础设施，是物化的科技投入和信息保障^[19]；而广义上的科技基础设施除上述基础条件外，还包括具有创新支撑功能的组织架构、运行机制、人才服务和创新网络等，它们是创新网络的组成部分。因此，区域科技基础设施体系也具有狭义和广义上的构成框架。

1.2 狭义的区域科技基础设施体系

狭义的区域科技基础设施体系从科技支撑的物质条件角度，可以划分为基本科研条件设备、资源共享服务平台、国家重大科技基础设施和国际大科学计划设施 4 种类型^[8]，其投入主体、特点等如表 1 所示。其中，基本科研条件设备是指由区域内各科研机构管理的仪器和设备等，如高校院所从事科研工作必备的仪器设备等；资源共享服务平台是指由政府投入建设，面向社会提供共享服务的设施，如江苏省大型科学仪器设备共享服务平台等^[20]；国家重大科技基础设施是指由中央政府投入大量人、财、物力建设的重大科技基础设施，如南京未来网络设施等；国际大科学计划设施是指由多个国家共同参与建设、集聚全球科技人员、开展跨国科技创新活动的大型科技设施，典型案例如欧洲核子研究中心的大型强子对撞机等^[21]。

表 1 狭义投入角度的区域科技基础设施体系

类型	投入主体	特点	用途
基本科研条件设备	科研机构	规模较小、投入不大	满足机构日常科技活动需求
资源共享服务平台	地方政府	具有一定规模、较大资金投入	为区域科研机构提供公共科技服务，满足机构共性科技活动需求
国家重大科技基础设施	中央政府	规模大、投入多、周期长	满足国家重大战略的科技活动需求

施			
国际大科学计划设施	多个国家合作	跨国合作规模、多方联合投入	满足国际前沿科技合作需求

1.3 广义的区域科技基础设施体系

广义的区域科技基础设施是从狭义延伸扩展而来的，不仅包括各类物质和信息硬件基础，还包括科技基础设施的组织管理、运行使用、人才培养和开放合作等科技创新环境条件。随着以新一代信息技术为主导的全球科技革命和产业变革深入推进，科技基础设施数字化、网络化和集成化特点越来越凸显，在知识增益、资源配置、人才集聚、开放合作等方面发挥重要支撑作用。本文基于广义的科技基础设施内涵，从功能角度将区域科技基础设施体系划分为重大创新基础设施、技术创新基础设施和公共服务基础设施三大类，其创新阶段、组成和定位如表 2 所示。上述三类科技基础设施相互衔接、相互影响，共同形成完备的区域科技基础设施体系。重大创新基础设施是面向全球科技前沿和国家重大战略需求，根据国家和区域科技创新、经济社会发展战略部署的，具有明确使命，为实现国家和区域特定科学目标而建设，具备创新资源整合、共享、开放、合作等公共性和公益性特点，主要包括：大科学装置、大型实验室（国家/省级实验室、国家/省级重点实验室）等。技术创新基础设施是面向产业技术创新，聚焦产业关键共性技术研发和商业应用，通过开放联合，促进技术成果产业化的重要创新平台，主要包括各类技术及行业创新中心、工程技术研究中心等。公共服务基础设施是为基层科技创新提供公益性、共享性、开放性资源共享和科技支撑服务，完善科技创新全链条的科技服务体系，主要包括科技资源共享平台和科技公共服务平台。

表 2 广义功能角度的区域科技基础设施体系

设施类型	创新阶段	主要组成	功能定位
重大创新基础设施	聚焦技术成熟度 1~3 级的概念及基础研究阶段的创新研发	大科学装置、大型实验室	围绕全球科技前沿和国家重大战略需求，实现国家和区域特定科学使命
技术创新基础设施	聚焦技术成熟度 4~7 级的起步阶段及商业化之前的创新研发	各类技术及行业创新中心、工程技术研究中心	推动产业创新引领技术和关键共性技术研发与应用
公共服务基础设施	科技公共服务需要的基础条件	科技资源共享平台、科技公共服务平台	基层科技创新提供公益性、共享性、开放性资源共享和科技支撑服务

通过上述基于广义功能角度划分的区域科技基础设施体系框架，有助于系统摸排区域科技基础设施建设情况，分析区域科技基础设施体系建设成效和存在问题，从而制定针对性发展策略。“十四五”时期，是我国由全面建成小康社会迈向基本实现社会主义现代化的关键时期^[22]，也是我国综合创新实力和区域科技创新发展的重要时期，因此对区域科技基础设施体系建设提出了更高要求和标准。研究“十四五”时期区域科技基础设施体系建构，对进一步推动国家创新体系建设具有实践意义。江苏省科教资源丰富、经济实力雄厚，科技基础设施数量和类型较多，是我国建设区域科技基础设施体系的典型代表。本文以江苏省为例，在广义区域科技基础设施体系构成框架下，系统分析江苏省科技基础设施体系建设现状，找出存在的建设短板，针对性研究与提出“十四五”时期江苏科技基础设施体系框架，为其它区域的科技基础设施建设实践提供参考。

2 江苏省科技基础设施建设现状

2.1 江苏省科技基础设施建设情况

“十三五”期间，江苏省加快推动科技基础设施建设，设施数量持续增长，建设质量不断提升，初步形成以机构科技基础设施、重大科技基础设施和国家科技基础设施 3 个层级为主，功能涵盖基础研究、应用基础研究、共性关键技术研发、工程化开发、公共技术服务等的机构布局。科技统计数据显示(注：本文所有数据均通过科技主管部门的调查统计得到)，截至 2019 年底，全省建有科技基础设施超过 4000 个，其中，重大科技基础设施 9 个，国家科技基础设施 78 个。从广义功能角度分析区域科技基础设施体系构架，目前江苏省科技基础设施建设情况如表 3 所示。

表 3 截至 2019 年底江苏科技基础设施(省级以上列统)建设情况

设施类型	具体设施	布局情况		重点布局领域
		总量 (家)	国家级数量 (家)	
重大创新基础设施	重大科技基础设施	9	2	信息技术、新能源、新材料、农业科技等
	重点实验室	183	42	生物医药、新材料、装备制造、电子信息、新能源等
技术创新基础设施	工程技术研究中心	3679	29	装备制造、新材料、电子信息、新能源、生物医药等
	技术创新中心	3	0	—
公共服务基础设施	科技公共服务平台	275	5	电子信息、生物医药、新材料、装备制造、现代农业领域等

综上所述，目前江苏已初步形成具有较大规模和较强实力的区域科技基础设施布局，重大创新基础设施、技术创新基础设施和公共服务基础设施建设均取得明显成效。从科技基础设施建设分布领域看，江苏省在电子信息、新材料、生物医药和装备制造等重点领域布局较充分，在新能源与高效节能、环境保护与资源综合利用等领域开始加快布局，在现代农业、社会事业以及其它新兴领域还需要进一步加强统筹规划和建设。

2.2 江苏省科技基础设施建设存在问题

目前，江苏省科技基础设施建设综合实力位居全国前列，但同时也存在几方面问题。

(1) 现有科技基础设施建设架构不符合新时期发展需求。

目前江苏省科技基础设施依据建设级别，主要分为 3 个层级，未能充分考虑科技基础设施的功能分类，对目标定位、运营发展及统筹协同的指导作用不足，导致科技基础设施建设定位模糊、功能交叉、重复建设、区域和领域发展不平衡等问题出现。

(2) 国家级科技基础设施功能布局不够合理。

目前，江苏省获批的国家重大科技基础设施仅 2 个，国家实验室尚属空白，面向国家重大战略需求的大科学装置布局起步

晚、建设数量少，与北京、上海、安徽等兄弟省市相比，还有较大差距。面向产业技术创新的高水平科技基础设施偏少，国家工程技术研究中心仅有 29 家，面向基础研究的国家重点实验室 42 家；公共服务基础设施建设定位不准且功能单一。

(3) 科技基础设施建设前沿性领域布局不足。

从江苏省科技基础设施布局领域看，主要集中于生物医药、电子信息、新材料、装备制造等具备一定优势的科技创新和产业发展领域，但量子科学、人工智能、脑科学、航空航天、海洋创新等面向未来科技前沿的科技基础设施建设布局较少。

(4) 科技基础设施建设投入偏少且缺少有效考核。

从资金投入看，“十三五”期间江苏省平均每个国家重大科技基础设施预研投入不到 5000 万元，与浙江、广东等兄弟省市相比，资金投入偏小、投入方式相对单一，尚未建立政府、企业、社会等共同参与的多元投入机制，缺乏重大创新基础设施专项资金支持。从设施统筹看，目前，江苏省科技基础设施建设的考核管理机制还不健全，缺乏对不同类型科技基础设施的科学分类指导和精细化管理，亟待进一步优化提升。

3 “十四五”时期江苏省科技基础设施体系架构设计

大国创新，当有重器。“十四五”时期，着力推动科技基础设施体系建设、打造坚实的国家战略科技力量，对于我国应对国际挑战、加快建设世界科技强国至关重要。江苏是我国科教和经济大省，优化完善区域科技基础设施体系、按照合理框架布局重点领域科技基础设施建设，对提升江苏科技创新能力具有重要意义。基于广义功能角度的区域科技基础设施体系架构，针对目前江苏省科技基础设施体系建设中存在的突出问题，系统分析“十四五”时期江苏省科技基础设施体系建设的战略需求，在此基础上提出相应建构措施。

3.1 “十四五”时期江苏省科技基础设施体系建设的战略需求

从战略需求看，“十四五”时期江苏科技基础设施体系建设布局需要坚持面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康，围绕科技自主创新能力提升，为基础研究、应用基础研究、工程技术研究提供物质和平台条件。

(1) 支撑国家科技战略发展的需要。

随着全球新一轮科技和产业变革深入推进，交叉边缘学科和应用领域不断涌现重大突破，一些重要科学问题和先进技术呈现出革命性突破的先兆。江苏科教资源丰富，是我国高端创新资源的集聚地和科技基础设施的承载地。“十四五”期间，江苏应加强与国家战略的对接，建设具有国际国内影响力的科研基础设施和平台载体，在国家战略科技力量建设中把握主动，实现更多“从 0 到 1”的突破，在创新发展中赢得主动。

(2) 引领产业创新发展的需要。

江苏是制造业大省，目前已形成比较完备的产业体系和全国规模最大的制造业集群，在稳固国内循环重要地位、增强国际循环中的竞争能力方面具有举足轻重的作用。但目前江苏面向产业创新的科技基础设施建设还存在短板，产业化效率亟待提升。“十四五”时期，江苏应主动担当科技自立自强使命，优化整合现有产业创新基础设施，着力推动科技基础设施建设与产业创新需求相结合，促进江苏制造业创新发展，为建设科技强国贡献重要力量。

(3) 保障人民生命健康和社会持续发展的需要。

习近平总书记指出，人民健康是社会文明进步的基础，也是广大人民群众的共同追求。江苏公共医疗领域的科技基础设施和创新平台在我国抗击新冠疫情中发挥了重要作用。随着人民美好生活需要日益广泛，不仅在生命健康领域，在安全生产、农业科技、民生保障等社会发展的各个领域，人民对高质量公共服务的需求也日益增长。“十四五”时期，江苏应围绕经济和社会高质量发展，加大建设关系国计民生的各类公共服务基础设施，满足人民对美好生活的需求。

3.2 “十四五”时期江苏省科技基础设施体系架构

根据广义功能角度划分的区域科技基础设施体系构成，结合目前江苏科技基础设施建设现状和“十四五”时期江苏科技基础设施体系建设战略需求，本文认为“十四五”时期，江苏省科技基础设施体系建设应以重大创新基础设施为引领，以围绕产业全链条布局的技术创新基础设施建设为重点，以公共服务基础设施为保障，围绕面向科学前沿、面向产业创新、面向公共服务，聚焦重点发展领域，建立适应“十四五”及未来科技创新发展需要的区域科技基础设施体系，具体如图 1 所示。

(1) 培育重大创新基础设施。

瞄准科技前沿研究和国家重大战略需求，统筹布局若干重大科技基础设施预研，加快推进未来网络试验设施、高效低碳燃气轮机装置等先行启动的国家重大科技基础设施建设进程，同时在国家筹备论证的后备项目中，聚焦前沿交叉领域和江苏优势领域，遴选建设条件相对成熟、前期准备相对充分的设施予以重点支持。在我国重大战略急需、科研突破先兆明显、有望引领科技前沿发展的领域，自主谋划培育建设 1~2 家代表国家实力、符合国家战略的国家实验室，整合优势科技资源筹建 3~5 个省级实验室，持续为源头创新和产业发展提供动力。

(2) 组建技术创新基础设施。

根据江苏传统产业转型升级和新兴产业发展的迫切需求，聚焦产业前沿引领技术和共性关键技术研发与应用，围绕江苏在国内领先或优势领域以及对未来产业发展具有重大影响的前瞻技术领域，重点布局新建约 20 家省级技术创新中心，适时争创国家技术创新中心，推进重要领域关键核心技术攻关，促进核心技术自主化、产业基础高级化、产业链现代化，提升重点产业领域创新能力和核心竞争力，为构建自主可控的现代产业体系提供科技支撑。

(3) 提升公共服务基础设施。

聚焦人民生命健康和社会发展需求，布局新建一批省级以上公共服务基础设施。以提升专业化公共服务能力为目标，加强对现有公共服务基础设施的优化整合，以江苏省科技资源统筹服务中心为主体，以江苏省大型科学仪器设备共享服务平台和江苏省科学数据中心建设为引领，推动科技创新设备资源和数据资源开放共享，更好支撑江苏科技创新、经济社会发展和国家安全。

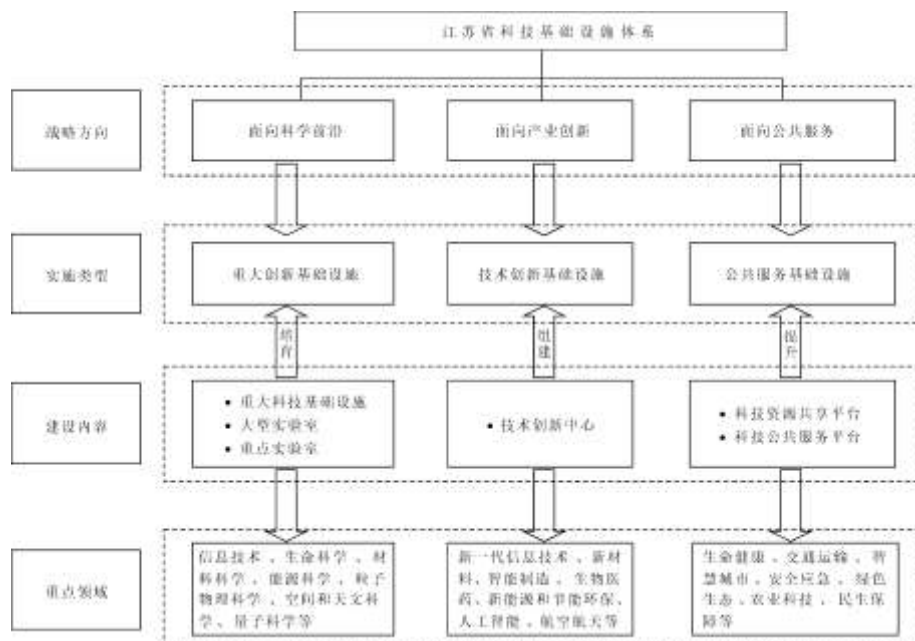


图1 广义框架下“十四五”时期江苏省科技基础设施体系架构

4 “十四五”时期江苏省科技基础设施体系建设对策与建议

《江苏省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》明确提出强化战略科技力量布局，强调“系统推进基础研究、关键核心技术攻关和实验室体系建设，着力解决制约发展和安全的重大难题，全面提升在国家自主创新体系中的地位”^{[22][22]}。江苏应积极抢抓历史新机遇，从加强顶层设计、突出重点领域、注重区域协同等方面入手，加快构建“定位准确、目标清晰、布局合理、支撑发展”的科技基础设施体系，显著增强引领区域创新发展的源头供给和支撑区域创新服务的体系化能力，在践行新发展理念、构建新发展格局、推动高质量发展中发挥重要作用。

(1) 加强体系建设顶层设计。

国内外科技基础设施路线图、建设规划的实施经验表明，科技基础设施体系建设是一项系统工程，需要有大局意识和全局思维，既要有目标导向也要有需求牵引，既要坚持国际视野和高峰对标，又要坚持突出原创和自主可控。因此，在顶层设计上，江苏省科技基础设施体系建设应紧扣国家科技自立自强和“四个面向”战略总要求，以推动江苏高质量发展走在全国前列为总目标，以广义功能角度的框架布局体系建设，通过创新资源引进、培育以及省市联动，培育与新建重大创新基础设施；充分发挥财政资金的引导带动作用，采取以建促创方式，推动技术创新基础设施新突破；按照优化存量、扩大增量的原则，重组与优化调整公共服务基础设施，打造区域科技创新高峰。

(2) 前瞻性布局重点建设领域。

科技基础设施领域遴选是决定科技基础设施先进性的重要体现。面向“十四五”时期国家重大战略需求和区域创新发展，江苏应全面梳理省内基础研究、应用基础研究和公共研发服务等领域的优势领域，统筹科研力量，科学选择重点领域，按照面向科学前沿、面向产业创新和面向公共服务的战略方向，分类布局与构建系统化的科技基础设施体系，推动前沿科学、颠覆性技术等方面的基础研究和应用基础研究，加快关键共性技术的攻关突破和产业化，提升公共科技服务专业化水平以满足人民日益增长的需求。完善科技基础设施建设重点领域的动态调整机制，定期开展科学和技术领域的预测与研究，按照区域科技基础设施建

设需求适时调整重点领域布局。

(3) 探索管理体制机制创新。

科技基础设施体系的高效运行需要建立符合科技创新规律、利于科技基础设施建设发展的管理运行机制，激发设施活力，不断提升效能。针对现有科技基础设施体系管理体制机制存在的问题，“十四五”期间江苏应加快构建从基础研究到产业应用全链条、贯通式的新型科研模式、融合创新的体制机制、管理与科研分工负责的组织架构。针对不同类型科技基础设施特点，进行分类支持、协同推进和科学管理，建立从决策、监督、考核到退出的全流程管理机制，依据各类设施的功能定位，完善其考核评价体系，从重大目标任务、产业创新贡献、原创研究成果、实际服务成效等方面进行科学评价，持续提升设施管理效能。

(4) 推动共享开放协同合作。

科技基础设施相互协同是提高科技基础设施体系效能的有效途径。“十四五”时期，江苏应健全区域科技基础设施体系开放共享机制，推动科技基础设施向全社会提供大型科学仪器、工程技术文献等科技资源共享服务，提高科技资源配置效率，增强设施集聚资源、服务创新创业的能力。强化科技基础设施建设的区域协同，主动融入“一带一路”倡议、长江经济带和长三角一体化等国家战略，在科技基础设施体系顶层设计、统筹推进、重点突破、集聚发展等方面加大开放合作交流力度，共同融入国家创新体系。支持南京、苏州等有条件的地方创建综合性国家科学中心或区域性创新高地，支撑江苏在新一轮全球科技竞争和国家战略部署中把握战略主动、发挥关键作用。

5 结语

科技基础设施为科学研究、技术创新和公共科技服务提供支撑，是提升区域科技创新能力的物质基础和重要保障。科技基础设施体系建设是区域科技创新体系建设的重要组成部分，其建设布局对区域科技创新发展具有重要意义。本文从科技基础设施的内涵出发，分别对狭义和广义的区域科技基础设施体系框架及特点进行辨析，认为广义功能角度的区域科技基础设施体系框架更符合“十四五”时期区域科技基础设施体系建设要求。江苏是我国科教资源丰富、经济发展位居前列的科技大省，科技基础设施建设规模较大、类型多样，但目前科技基础设施建设尚存在亟待解决的问题。基于广义功能角度的区域科技基础设施体系框架，提出较为系统的“十四五”时期江苏科技基础设施体系建构，为江苏科技创新发展提供支撑，为我国区域科技基础设施体系建设提供参考。

参考文献：

[1] 曹蓓, 赵醒村, 赵镇. 构建高校科技创新平台的探索与思考——以南方医科大学为例[J]. 中国高校科技, 2016(9):23-24.

[2] OFFICE OF SCIENCE, US DEPARTMENT OF ENERGY. Facilities for the future of science: a twenty-year outlook [EB/OL]. (2013-11-20). http://www.sc.doe.gov/Sub/Facilities_for_future/facilities_future.htm.

[3] EUROPEAN STRATEGY FORUM ON RESEARCH INFRASTRUCTURES. Strategy report on research infrastructures roadmap 2018 [EB/OL]. (2018-09-11). <http://roadmap2018.esfri.eu/media/1066/esfri-roadmap-2018.pdf>.

[4] EUROPEAN STRATEGY FORUM ON RESEARCH INFRASTRUCTURES. Strategy report on research infrastructures roadmap 2021 public guide [EB/OL]. (2019-09-25). https://www.esfri.eu/sites/default/files/ESFRI_Roadmap2021_Public_Guide.pdf.

-
- [5]葛炎, 邹晖, 周国栋. 国家重大科技基础设施的内涵、特征及建设流程[J]. 中国高校科技, 2018(3):11-14.
- [6]陈娟, 曾钢, 姜言彬. 建立重大科技基础设施绩效管理机制的思路与建议 [J]. 科学管理研究, 2019, 37(4):38-40.
- [7]陈新, 张显明, 朱顺英. 基于开放共享理念的国家重大科技基础设施运行方案设计[J]. 研究与发展管理, 2016, 28(5):137-140.
- [8]樊潇潇, 李泽霞, 曾钢等. 澳大利亚国家科技基础设施路线图制定及启示[J]. 世界科技研究与发展, 2018, 40(6):595-603.
- [9]樊潇潇, 李泽霞, 宋伟等. 德国重大科技基础设施路线图制定与启示[J]. 科技管理研究, 2019, 39(8):15-19.
- [10]吴思多, 李胜昌, 涂欢等. 浅析各国大科学装置管理机制对我国的启示[J]. 科技资讯, 2018, 16(10):242-244.
- [11]李泽霞, 魏韧, 曾钢等. 重大科技基础设施领域发展动态与趋势[J]. 世界科技研究与发展, 2019, 41(3):221-230.
- [12]GRUPP H, SCHMOCH U, KOSCHATZKY K. Science and technology infrastructure in Baden - Wuerttemberg and its orientation towards future regional development[J]. Journal of the American Society for Information Science, 1998, 49(1):18-29.
- [13]NATIONAL SCIENCE BOARD. Science and engineering infrastructure for the 21st Century:the role of the national science foundation[R]. 2003.
- [14]郑江锋. 从公共物品角度对科技基础设施的相关界定分析[J]. 科技进步与对策, 2004, 21(10):9-11.
- [15]彭洁, 涂勇. 基于系统论的科技基础设施概念模型研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2008, 29(9):10-13.
- [16]申璐. 科技基础设施建设的开发性金融模式研究[J]. 创新科技, 2019, 19(9):39-45.
- [17]国务院. 国家重大科技基础设施建设中长期规划(2012-2030 年)[EB/OL]. (2013-02-23). http://www.gov.cn/zwgk/2013-03/04/content_2344891.htm.
- [18]潘高远, 李超. 新基建的实质与影响[J]. 中国金融, 2020(7):74-76.
- [19]石蕾, 刘娟, 王健. 国家科技资源共享服务平台对科技创新支撑作用的研究[J]. 中国科技资源导刊, 2017, 49(6):88-93.
- [20]毛健. 加快科技平台建设推进自主创新和成果转化[J]. 科学咨询(决策管理), 2010(4):26-26.
- [21]科技部, 财政部, 国家发展改革委. 国家科技创新基地优化整合方案[EB/OL]. (2017-8-18). http://www.mof.gov.cn/zhengwuxinxi/caizhengxinwen/201708/t20170825_2684376.htm.
- [22]陈劲, 尹西明. 中国科技创新与发展 2035 展望[J]. 科学与管理, 2019, 39(1):1-7.