

重大工程技术创新模式与管理机制探索

牛 斌,周建龙,王洪军,安东亚
(华东建筑设计研究院有限公司,上海 200011)

摘要:在重大工程建设中,为建立更加高效的技术创新与管理机制,调研了国内外创新政策、工程建设中行业创新方向、典型重大工程技术创新与管理机制。以上海东站工程为例,从创新方向策划、科学选题、有序立项、技术创新过程管理、创新成果与推广示范等维度进行了探索,提出了“1+4+N”总体研发框架和基于零号课题的伴随式技术创新管理机制。结果表明该框架和机制能促进重大工程的技术研发和成果转化,从而推动技术创新对重大工程建设的支撑力度。该框架和机制的成功应用为其他重大工程建设提供了宝贵的经验和更广的思路。

关键词:重大工程;技术创新;管理机制;上海东站

重大工程不仅规模、投资巨大,而且面临复杂的技术和管理挑战。在这类工程的建设中,科学、合理、有序地开展技术创新活动意义重大^[1]。与一般创新活动不同,重大工程的技术创新与整个工程建设紧密结合,跨组织、跨部门、跨行业、跨地区的创新主体(包括相关部门、高校和科研院所、配套设备供应商、资源互补商等)之间相互嵌套和动态更迭,其创新过程呈现复杂性、交融性和动态性的特点^[2]。以往重大工程的技术创新常常存在以下不足:创新机制不完善,表现在创新方向策划、申报立项、推进实施及创新成果管理等方面缺少总体策划;创新活动效率不高,存在“重工程推进,轻技术创新”“先做工程,事后创新”“创新与工程两张皮”的情况,因而技术创新对重大工程建设支撑力度不够。为建立更加高效的技术创新管理机制,结合上海东站工程建设,本文开展了重大工程的技术创新模式与管理机制探索。

1 技术创新政策、创新方向与管理机制调研

1.1 技术创新政策的构建

为进一步提升重大工程建设的技术创新能力和水平,相关部门出台了一系列技术创新的政策。这

些政策涵盖技术创新支持、创新平台建设、绿色与可持续发展、人才培养等多个方面,对促进经济增长、优化产业布局、提升基础设施水平、推动城市更新及实现可持续发展具有重要意义。与此同时,为确保重大工程建设的科学性、有效性和可持续性,相关部门对各类重大工程标准和规范的编制、技术创新、产业结构的调整、数字化项目管理机制提出新的要求,强调规划的前瞻性、科学性和权威性,要求在制定重大工程规划时,必须充分考虑区域发展实际、资源环境承载能力、经济社会需求等因素,遵循多规合一的原则,确保规划的系统性、协调性和可操作性。

1.2 国际技术创新体系的经验

国际重大技术创新管理体系涉及多个层面和要素,其经验包括:①跨学科合作,重大技术创新需要多学科交叉合作,形成综合创新团队;②加强国际化创新环境建设,投资、建造、运行和维护大型的研究设施,设立高水准、高标准的国家级重点实验室;③加强国际合作,通过政府间协议、机构间合作等形式,协同推进国际技术创新;④进行科学有效的科技创新管理体制变革,完善国家重大技术项目的

收稿日期:2025-07-20

基金项目:上海市住建委科技委支撑项目《超大工程建设技术创新模式与管理机制研究——以东方枢纽为例》;大型交通枢纽工程建设伴随式技术创新模式与管理机制研发与示范(沪建科2024-Z02-001-1)

作者简介:牛斌(1975—),男,硕士,正高级工程师,主要从事高密度核心片区技术总控、TOD立体城市、城市更新、超高层、会议会展、产业园区等方面的研究工作,Nb5024@ecadi.com

安东亚(通信作者),男,博士,正高级工程师,主要从事复杂结构设计工作,ady11170@ecadi.com

一体化部署,优化国家重大创新平台的一体化布局,强化以企业为技术创新主体的组织机制,促进国家重大技术项目的示范应用。

1.3 技术创新方向的选择

当前工程建设领域,特别是建筑领域,技术创新

聚焦在绿色低碳、数智赋能、安全韧性、工业化建筑、新材料、城市更新等领域。在建筑品质提升和新理论、新方法方面,技术创新也有涵盖。这些重点领域和方向将为今后重大工程的技术创新方向提供指引。建筑领域技术创新方向见图1。



图1 建筑领域技术创新方向

1.4 重大工程的技术创新与管理机制

重大工程建设离不开可靠、有效的项目管理机制。该机制包括规划立项、管理组织体系的建立、项目各实施主体的确定与管理、设计管理平台、信息控制平台、成果推广等。同样地,技术创新也离不开技术创新管理机制。如建设上海中心大厦时采用“小业主大团队”的管理模式^[3]、建设虹桥综合交通枢纽时采用“顶层管理组织体系”^[4]、建设上海浦东国际机场二期航站区时采用“1+2”管理模式^[5-6]。这些技术创新管理机制的内核为:①重大

工程本身的身份地位和建设过程对技术创新的需求决定了创新资源的聚拢;②高水平的参建主体和创新主体对技术创新的主观愿望,只有当高校、企业等多主体融合互补,才能确保创新成果的水平;③各级科技管理部门的支持是技术创新的客观助力;④多种形式的强力组织管理模式是顺利推进技术创新的重要保障;⑤充分融合系统策划和专项攻关的点、线、面模式可精准、科学地解决工程需求的实际问题。

重大工程创新管理总体框架见图2。

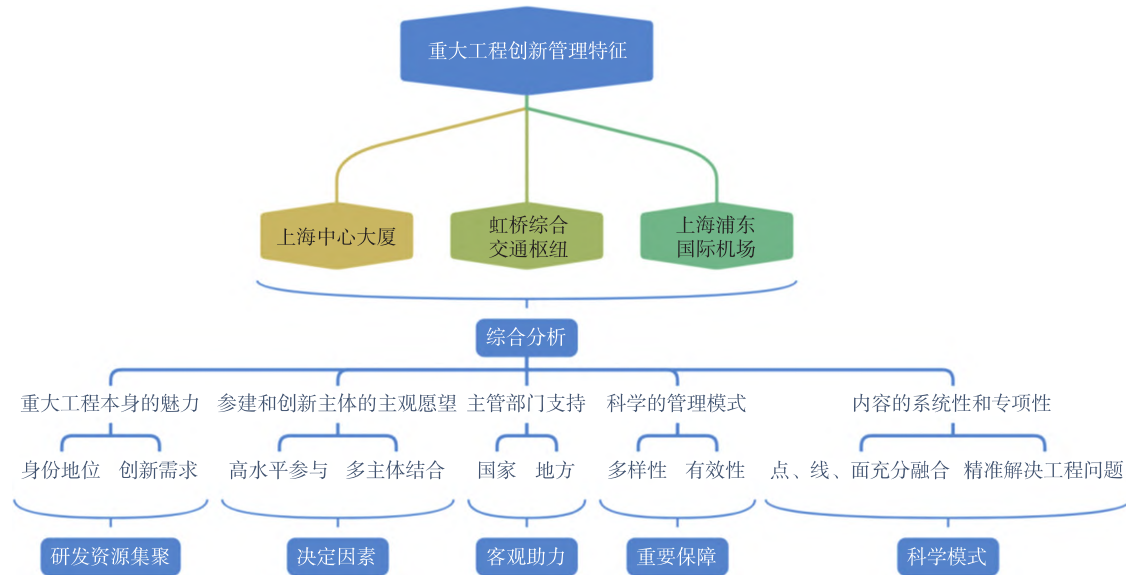


图2 重大工程创新管理总体框架

在项目建设过程中,虽然上述3个重大工程各自采取的技术创新管理措施有突破性,但尚未基于重大工程特点形成相对明晰、完整的技术创新管理机制。实际上,技术创新管理与项目建设管理通常紧密结合、相互交织,但又相对独立。为更大程度地发挥技术创新对重大工程的作用,需要着眼于全局策划、全过程管理。

2 上海东站工程技术创新模式与管理机制

2.1 项目简介

上海东站是仅次于上海虹桥火车站的上海第二大铁路客运站,它和浦东国际机场共同组成的上海东方综合交通枢纽将成为连接长三角与全球的世界级交通枢纽,同时容纳高铁、城铁、市域铁路、城市轨道交通,代表“四网融合”时代大型枢纽建设的新标杆。

上海东站是当前国内外综合交通枢纽创新技术研发和实践的重要示范区,定位为事关国家战略实施和上海长远发展的“超级工程”,在建设要求上提出3个高度一体化,即站场城一体化、规划建设一体化、运营管理一体化,同时实现数字赋能和绿色低碳两个转型引领。上海东站建设标准高、难度大,其核心特征在于一体化程度高、立体集约度高,存在多元复杂主体、多元空间界面、地下地上立体空间的统筹、衔接等问题与挑战。上海东站工程建设周期长,参建主体多,落实高标准定位的技术创新需求多,技术创新实施难度大,亟需开展技术创新模式和管理机制研究。

2.2 创新方向策划

2.2.1 明晰工程定位,发掘创新需求

由于建设规模、投资大,所以重大工程建设往往

经历复杂的策划和规划过程,有明确的建设目标和定位。为实现这些目标和定位,工程建设的不同阶段对技术创新有不同的需求。结合工程实际情况,深入发掘技术创新需求,是技术创新过程中最关键的一环,为此需要建设方、管理方、参与方共同策划。

2.2.2 结合国家政策,规划创新方向

重大工程的技术创新方向应和国家发展的创新政策相一致,应和当前建筑领域技术创新方向与国家经济社会的总体需求相吻合。根据上海东站工程建设的技术创新需求,从中优先选择,总体方向为低碳化、数字化、韧性化和一体化。

2.2.3 前置与过程融合,引领与需求并重

重大工程建设的全过程包含不同层级的技术创新活动。虽然少数前置技术创新方向可引领工程建设,从而形成新的标杆,但更多的是为解决某个专项技术问题而必须突破的技术难关。解决这类问题离不开工程建设人员的智慧,故要对这类问题给予重视和相应的支撑。针对上海东站工程建设,本文提出将前置重大技术创新与过程中的专项技术创新充分融合,抓实、抓好重大引领与专项需求的突破,实现短期“解决技术难题”和长期“引领行业发展”相互融合促进。

2.3 科学选题和有序立项

2.3.1 坚持总体布局,完善“三轮”选题机制

在对上海东站工程技术研发题目进行立项策划时,坚持总体布局在前的原则,即根据重大工程项目的目标定位,确定好全局性的技术创新方向。此过

程中,即第1轮的“自上而下”。在此基础上,征集具体的技术研发题目。这些题目可来源于工程建设的各个参建方,也可来源于高校和科研院所等非参建方。此为第2轮的“自下而上”。在经梳理所有题目后,去除一些不合适的题目,再对题目进行融合,并根据优先级,确定立项顺序。此为第3轮的“自上而下”。经3轮优化后,形成最终的立项题目。

(1)在第1轮,制定总体技术创新方向和目标。在确定重大工程的技术创新研发课题前,先结合重大工程本身的建设定位和目标进行总体策划,再形成总体创新方向和实现的目标。

基于上海站工程建设,实现“一个新标杆、两个转型引领、三个一体化、四个新应用”的总体需求,结合国家和行业的当前发展,在规划、设计、施工和运维中拟开展绿色低碳实施路径、数字赋能关键技术、安全韧性品质提升方案、一体化关键技术等4个目标维度及支撑项目实施的相关重大技术专项等一系列研究,同时研发一种有效的技术创新模式与管理机制。伴随上海站工程建设进度,分阶段分层次地提出并实施一系列研发题目,并将一系列的技术创新研究成果应用于工程建设中,为上海站工

程建设提供全面技术支撑。

上海站工程建设时,采用伴随式技术创新模式与管理机制。该模式和机制旨在推动研发题目的立项与实施,保障题目的成果落地和匹配工程建设的需求。具体目标为:①提出适用于大型交通枢纽工程建设的伴随式技术创新模式;②发掘大型交通枢纽工程的技术创新需求与引领价值,形成研发题目清单;③建立完善的大型交通枢纽工程建设技术创新管理机制;④在上海站工程建设过程中推动研发题目的立项与实施;⑤统筹技术创新成果的示范应用,支撑上海站工程的高效建设。

(2)在第2轮,发掘技术创新研发需求。基于“一个新标杆、两个转型引领、三个一体化、四个新应用”的总体需求,在上海站工程各参建单位内部广泛征集技术创新研发需求,从10家单位共计征集到40项研发题目,覆盖绿色低碳、数字化、立体交通、复杂施工、安全韧性、智慧运维、一体化设计、超大基坑、振-震双控、复杂结构、单元屋盖、市政全要素导则等多个方向。在这个阶段,按照工程建设阶段、技术方向和与“四新”的对应关系,梳理全部研发题目(见图3)并区分紧迫性。

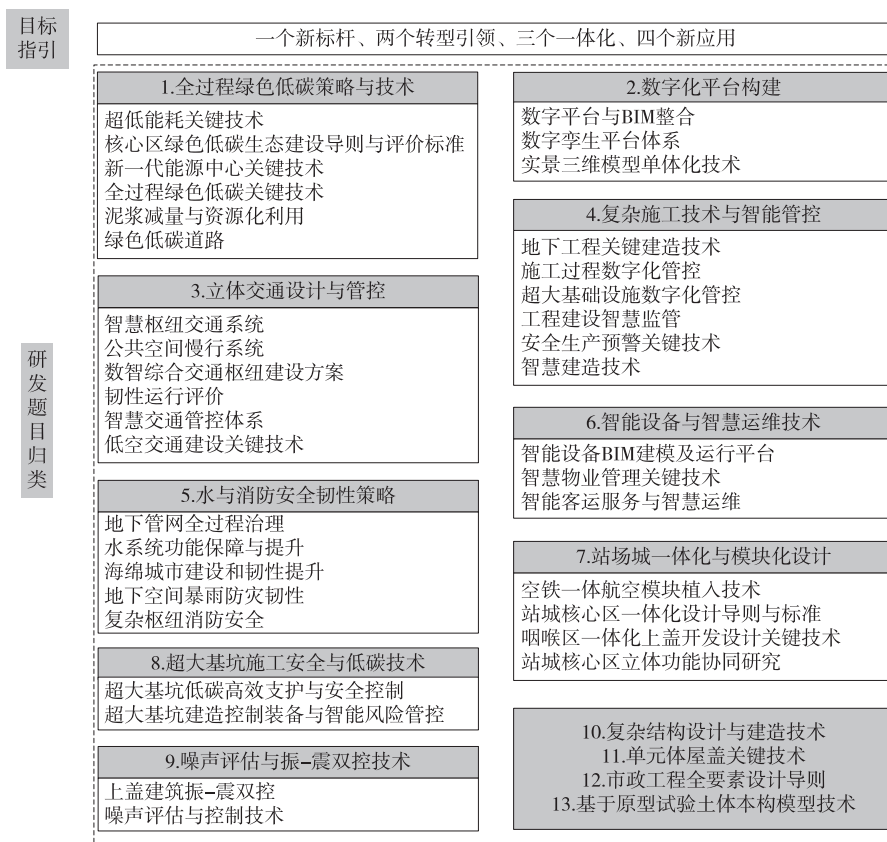


图3 研发需求方向

(3)在第3轮, 统筹形成研发需求方向的框架。在深入梳理各参建单位提出的研发需求后, 根据与总体需求的紧密程度, 进一步明确在规划、设计、施工和运维中的绿色低碳实施路径、数智赋能关键技术、安全韧性品质提升方案、一体化关键技术等重大引领技术及相关重大专项技术。采用“4+N”研发框架(见图4)+全过程模式, 实现重大引领技术与专项技术需求的深度融合。

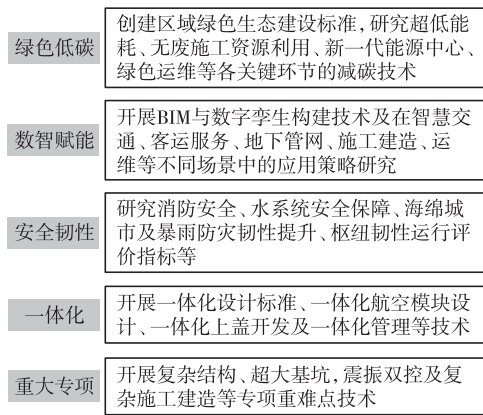


图4 “4+N”研发框架

4个目标维度: 围绕低碳化、数字化、韧性化和

一体化, 策划4个维度的集成化研发题目。

N个重大专项:根据工程需要, 策划N个支撑性的专项研发题目(开放式)。重大专项坚持远近结合, 分轻重缓急, 与工程建设进度相匹配, 重在解决关键具体问题, 并支撑4个方向落地。

结合零号课题, 形成“1+4+N”总体研发框架(见图5)。技术创新方向策划的过程可称为“一二一”模式, 即通过自上而下、自下而上、自上而下的3轮来回, 确定具体的研发方向和题目清单。目前“N”是5, 根据工程进展的实际需求, “N”可增加。

2.3.2 设置重大专项, 分层、分级、分时序立项

从2个层面设置重大专项技术, 2个层面分别为①工程项目的建设方统一部署技术创新工作; ②在相关部门支撑计划中设立重大工程技术专项, 便于集中管理。

另外在工程的规划、设计、建造和运维的不同阶段, 实施分层、分级、分时序的滚动立项, 可按照实际需求进行增补, 以满足工程进展的需求。上海市住房和城乡建设管理委员会分别在2024年和2025年设立了“东方枢纽建设”专项科研项目申报指南, 并实现滚动分时序立项。

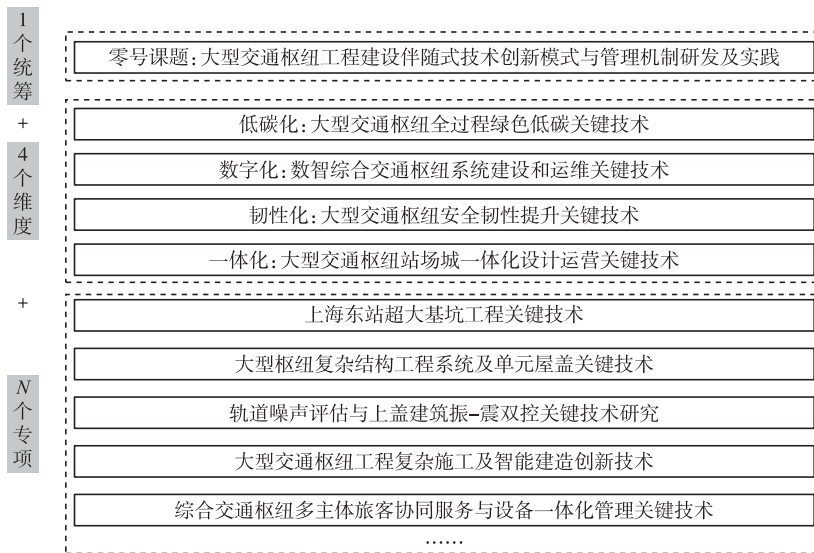


图5 “1+4+N”总体研发框架

2.3.3 设置零号课题, 探索新型技术创新管理模式

设置零号课题是上海东站工程建设技术创新管理机制中的全新尝试, 它的主要作用在于发掘重大需求、研发方向与立项策划、推进过程管理机制创

新、协同研发题目之间及研发题目与工程的进度, 管理研发成果落地和宣传创新成果等。通过设置零号课题, 有效统筹4个维度及N个专项, 实现科研成果全过程管理和应用示范。零号课题内容框架见图6。

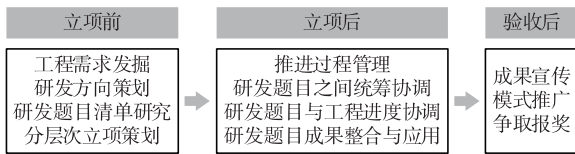


图6 零号课题内容框架

2.4 技术创新过程管理

(1)强化过程管理,建立伴随式创新机制。上海东站工程建设的技术创新更依赖过程管理。在统一全局性策划创新方向和设立研发题目后,转入推进研发过程的管理,做到伴随式技术创新。为满足工程建设的需求,须确保技术创新与工程建设协调。考虑到上海东站工程存在多个子项工程,应全面分析各子项对技术创新的需求,避免出现创新研发和工程建设脱节问题。

①项目负责人组织协调项目实施过程,定期召开项目进展会议,及时交流项目的进展情况,发现问题,提出解决方案,保证信息透明和沟通顺畅。②建立项目联系沟通机制,由各参与单位项目联系人负责信息沟通。③通过建立周报、月报制度及领导小组例会机制,定期举办研讨会,加强参与单位间的协调,确保项目组成员及时掌握和解决相关问题。

(2)为保障技术创新过程高效推进,建立领导、执行、专家三级工作组机制。

①研发题目的联合领导小组由项目建设方、工程指挥部和管理部门组成,对研发题目进行顶层设计和统筹推进。②研发题目的推进工作小组由各单位负责人等组成,负责签订课题合同和保证实施。③由行业内相关领域知名专家参与研发题目的全过程咨询,确保研发方向不偏离、能落地。

(3)加强多源经费保障,形成高效约束机制。散装研发和有组织的系统研发最终呈现的效果必然不同,如要实现系统性、有组织的研发,须建立强有力的约束机制,从全局并严格高效地推进研发过程。上海东站工程建设的研发约束机制分别为基于研发经费的约束、基于工程建设合同的约束、基于创新冠名的荣誉约束。

其中最有效的约束是基于研发经费的约束。从以往重大工程建设经验来看,研发经费的来源包括财政经费、建设方专项经费、研发主体自筹经费等3种。虽然财政经费是最直接的外部经费来源,但很难成为主导经费;建设方专项经费(包含工程总包经

费中的研发经费)应成为技术创新研发的主导支撑经费,建设方要在早期报建中尽早考虑并申请,研发经费宜纳入项目概算;研发主体自筹经费是有益的补充经费,需结合不同主体的具体情况,合理设定并加强管理。另外建议通过合理方式,鼓励和保护无经费研发主体的技术创新的积极性,如通过重大工程载体创新冠名、联合报奖等方式,同时支持技术创新参与单位依托工程项目,申报不同层级的纵向支撑计划。

(4)加强产研融合,建立差异化技术创新管理机制。在整个技术创新过程管理中,充分、高效地发挥创新主体的作用是需要解决的关键问题。技术创新研发的参与方并非工程建设的参建方,参建方和非参建方参与技术创新的出发点和模式有显著不同:前者以解决工程推进中的实际困难为主要目的,将研发和落地完全融合在一起,在同一个过程中完成研发和落地,工程结束后技术创新过程基本结束,通过后期整理对成果进行总结与提升;后者因未直接参与工程建设,对工程信息的理解深度不够,但其技术创新的专业性和基础较好,它们有扎实的技术创新能力和实实在在的技术创新成果。为了弥补这种差异,调动两方技术创新的积极性,需要找到一种科学的管理机制。

针对上海东站工程参建方,本文提出技术创新过程的管理是伴随项目进度的管理,以解决工程问题为导向,基于前期技术创新的布局,逐一研发、落地并总结提升,形成最终技术创新成果;针对非参建方,提出以新技术引入为主的创新过程管理,并结合工程需求进行技术再创新,最终使技术创新在重大工程载体中开花结果,最大程度地实现产研融合,推进“政、企、研、用”一体化和全过程的技术创新。

2.5 创新成果与推广示范

(1)坚持点上创新与面上创新协调。重大工程建设系统庞大,需要解决的技术问题众多,即便有全局的统筹技术创新策划,也很难保障在所有方面都能达到预想的技术创新目标,这是技术创新活动的客观规律。因此在上海东站工程建设中坚持点上创新与面上创新的协调,在已有的面上创新统筹策划的基础上,及时根据工程建设的实际情况,发掘、发现有价值的点上创新潜力,并加强对技术专项的支撑力度,将创新成果做深做实。

(2)鼓励松散式研发与统一集中攻关相集合。好的技术创新需自由的创新环境和氛围。对于上海

车站工程建设,在统一目标和集中攻关的背景下,鼓励各方根据自身情况,在深入理解工程特征的情况下,在某些方面开展更具前瞻性的技术创新,以获得更具基础性的原创成果。这些成果除了服务工程本身,还可为整个行业发展提供更广泛的支撑维度,实现更大的支撑价值。在具体实施中,同济大学、中国铁道科学研究院等专业研发单位充分发挥自身优势,分别在数字技术、振动控制技术等专项领域取得创新成果,为工程建设提供支撑。

(3)坚持技术创新成果落地,形成示范引领,提升可复制性水平。对于上海车站工程建设的科技创新,应加强验收和后评估,重视数据积累和开展持续性的技术创新,确保主要成果能落地实施,解决实际问题;部分成果达到实现提升工程品质的目的;局部成果达到创新引领,体现建立新标杆的意义。技术创新成果不仅应满足本工程的建设需求,而且应确保成果的可复制性,以减少重复性技术创新投入。通过建立合理的知识产权保护机制,实现技术创新成果的价值转化。最终推动重大工程建设水平不断迭代和持续提升。

2.6 小结

以上提出的创新模式和管理机制可总结为6个核心原则:①鼓励多方参与,完善创新方向策划机制;②坚持总体布局,建立多轮选题和多层级立项机制;③强化过程管理,建立伴随式创新管理机制;④加强多源经费保障,形成高效约束机制;⑤加强产研融合,激发不同主体创新动力;⑥坚持点、面创新并重,加强后评估与推广示范。

3 结语

本文以上海车站工程建设技术创新管理为例,针对重大工程,提出“1+4+N”总体研发框架和基于零号课题的伴随式创新管理机制。这一框架和机制以6大原则为基础,构建了一个相对完整、明细的技术创新模式和管理机制。在实际应用中,该模式和机制可有效促进技术研发和成果转化,正在为上海车站工程建设提供了强大的技术支撑。这种创新管理模式不仅有助于上海车站工程在技术层面取得突破,而且有助于在工程质量和项目管理方面获得提升。

参考文献:

- [1] 曾赛星,陈宏权,金治州,等.重大工程创新生态系统演化及创新力提升[J].管理世界,2019,35(4):28-38.
- [2] 栗小懿,唐方成,刘传宇.重大工程的协同创新机制研究——以中国高铁为例[J/OL].科研管理,1-15[2025-08-29].<https://liNk.cNki.Net/urlid/11.1567.G3.20250418.1757.002>.
- [3] 陈继良,丁洁民,任力之,等.上海中心大厦的技术创新[J].建筑实践,2018,1(11):106-109.
- [4] 贾广社,夏志坚,陈双,等.大型建设工程项目治理研究——以上海虹桥综合交通枢纽工程为例[J].建筑经济,2010,31(11):49-52.
- [5] 汪大绥,郭建祥,高承勇,等.浦东国际机场[J].建筑实践,2022,5(3):106-117.
- [6] 葛晓敏.项目管理“1+2”模式的创新与实践——以上海浦东国际机场二期航站区工程为例[J].建筑经济,2012,33(6):20-22.

欢 迎 投 稿