

“技术-组织-场景”框架下中试验证平台建设路径研究 ——以粤港澳大湾区工业互联网公共技术服务平台为例

尹西明^{1,2,3}, 陈 锋², 陈律铭³

(1. 北京理工大学 管理学院, 北京 100081; 2. 北京理工大学(珠海), 广东 珠海 519000;

3. 北京理工大学 国际组织创新学院, 北京 100081)

摘要: 中试验证平台是破解科技与经济两张皮难题, 构建科技与产业双向循环的重要保障。文章聚焦于科技成果转化中关键但薄弱的中试环节, 针对现有研究中试验证平台建设机制探索不足的问题, 引入“技术-组织-场景”整合性分析框架, 以粤港澳大湾区工业互联网公共技术服务平台为案例, 探究中试验证平台建设路径。研究发现, 中试验证平台建设需遵循“使命驱动-要素协同-生态重构”的路径机制。首先, 中试验证平台建设始于国家、区域、企业的产业痛点与战略需求; 其次, 战略使命通过技术-组织-场景三要素协同构建持续迭代发展的执行体系; 最后, 平台超越单一服务机构角色, 主动架构以自身为核心的创新生态系统。研究揭示了中试验证平台作为科技创新与产业创新深度融合的生态载体, 推动价值共创的过程, 为我国“十五五”乃至更长时期大规模布局建设各类中试验证平台、产业公共服务平台提供了理论支撑与实践指导。

关键词: 中试验证平台; 科技成果转化; 技术-组织-场景; 使命驱动型创新; 创新生态系统

中图分类号: G322; F124

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1003-8256.2026.03.001

中试验证平台是连接基础研究与产业化实现科技成果转化的关键一环^[1], 承载着技术可行性验证、生产工艺优化以及降低产业化成本的核心任务^[2], 是构建科技创新高质量科技供给和高效率成果转化良性循环、推动科技创新和产业创新深度融合的桥梁纽带。党的二十届四中全会通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》在“推动科技创新和产业创新深度融合”中强调要“加快重大科技成果高效转化应用, 布局建设概念验证、中试验证平台, 加大应用场景建设和开放力度”。可见, 把握场景驱动、需求锚定科技创新和产业创新深度融合的规律特征, 布局优化中试验证平台, 实现应用场景的全面建设以及开放, 已成为我国加快科技成果转化, 加快培育壮大新质生产力的重要举措。然而, 我国科技成果产业化虽然总体进展迅速, 2024年我国科技成果产业化率达到了35%, 但仍然和发达国家有较大差距^①。探索中试验证平台建设成为“十五五”乃至更长时期我国科技创新与产业创新深度融合推动新质生产力的重要议题。

中试验证是在可控条件下, 对实验室基础研究进行技术与工艺成熟度的检验^[3], 测试市场对新技术、新产

品的接受度, 满足技术向市场跃迁的场景化需求^[4]。而中试验证平台是通过构建平台化的基地, 为实验室基础研究提供全链条的中试验证服务^[5]。现有研究侧重于中试验证平台的内涵特征^[5]、困境^[6]等理论视角以及现实应用^[7]等层面, 对中试验证平台如何嵌入科技创新与产业创新深度融合的创新生态, 依托多主体协同持续驱动科技成果转化的内在机制探讨不足。当前我国中试验证平台建设的系统性、协同性仍显不足^[8], 一方面无法切实发挥中试验证这一环节的核心优势^[9], 另一方面无法高效实现中试环节与其他环节的连通^[5]。在跨领域交叉、新兴产业与数字技术深度耦合的现实情境下, 中试验证平台已经不再是单一“技术放大车间”, 而是一个集技术能力供给、组织协同治理、应用场景适配于一体的综合创新系统。而现有研究缺乏对中试验证平台建设中多维要素互动机制的系统性、动态性分析, 导致了中试验证平台价值定位模糊以及组织孤岛式运营的困境, 其战略意义有待进一步提升。

与此同时, 场景驱动正在成为数字时代科技创新的重大新兴范式^[10]。2025年11月7日国务院办公厅发布的《关于加快场景培育和开放推动新场景大规模应用的

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(72474025); 中国工程院前瞻性储备性重大战略研究项目(2023-JB-10); 工业和信息化部重大项目(ZFSZCYJ202501)

作者简介: 尹西明(1991—), 男, 河南平顶山人, 北京理工大学管理学院特别研究员, 博士生导师, 粤港澳大湾区数字经济与科技协同创新研究院副院长, 研究方向: 创新管理和科技政策; (通信作者)陈锋(1989—), 男, 山西高平人, 博士研究生, 研究方向: 创新管理与科技政策。

① 腾讯网: 2024年我国科技成果转化率达到了35%, 但和发达国家仍差距较大。 <https://news.qq.com/rain/a/20250518A05LHZ00>。

实施意见》鼓励“中试验证、检验检测等生产性服务业应用场景”的建设与开放。中试验证作为科技成果转化的重要场景,如何基于场景驱动理论实现平台化建设成为现有研究的重要内容。基于此,本文基于场景驱动理论,整合中试验证平台建设的关键要素——技术与组织,应用“技术-组织-场景”的分析框架系统解读中试验证平台的建设机制,为推进我国驶入科技成果转化快车道,以高质量、高效率成果供给赋能现代化产业体系和新质生产力培育,加快高质量发展提供重要理论和实践参考。

1 相关内涵与理论基础

1.1 中试验证平台及相关研究

1.1.1 中试

中试又称为中间试验,是科技成果在实验室初步取得突破之后,为验证其具体成果、完善技术规范,进而推动科技成果转化进行的放大试制^[5]。中试是衔接实验室基础研究和大规模产业化生产的核心枢纽,也是科技成果转化的关键环节。它并非简单的放大试验,而是通过构建一个生产验证的微型系统,在近似真实的生产环境下,对技术可行性、工艺稳定性以及市场接受度等内容进行系统化验证的技术经济活动。其包括试验与示范两个部分^[11],前者指对实验室技术的测试、评估与优化,后者指在更大的平台进行试制,降低市场的不确定性,为后续技术扩散提供支持^[12]。根据发展过程,中试通常介于实验室小试成功之后与生产定性之前,包含小量中试、放量中试与小批量中试三个循序渐进的阶段,目的在于测试科技成果的应用质量^[13]。

学界当前针对中试研究主要可分为三大流派。一是以工程和自然科学研究为主的“技术过程论”流派。该流派聚焦中试作为科技活动与工艺试验的过程,关注解决技术与工艺的核心参数、设备选型以及流程优化等^[11]。二是“经济理论”流派,此流派关注中试过程对组织资源配置的影响,旨在利用中试减少不确定性,强调中试是技术创新管理的关键环节,分析聚焦于企业组织或者合作联盟^[14]。三是“系统生态论”流派。该流派超越了对中试本身孤立的分析,将其置于更广泛的生态系统中进行探索,聚焦中试在整个社会技术系统中的核心效用,探索中试如何作为关键节点,连接企业、高校、科研机构等多元主体进行资源整合与网络系统^[15]。尽管研究各异,但现有研究都共识性地肯定了中试在科技成果转化中的核心地位。它被普遍认为是科技创新与产业创新深度融合中跨越“死亡之谷”的必经桥梁,是决定成果转化成败的“惊险一跃”。

1.1.2 中试验证平台

为系统化、专业化承载中试活动,中试验证平台应运而生。中试验证平台是在科技成果转化过程中,提供中间试验综合性支撑的实体或组织载体^[5]。其核心功

能在于整合产业资源,为具有中试需求的组织提供从设计验证、工艺验证到生产验证的全链条服务^[2]。基于投资运营的主体不同,中试验证平台主要包括三种模式:一是政府主导型,聚焦于公共服务与战略布局;二是高校院所主导型,依托研发优势推动成果工程化;三是企业主导型,囊括了领军企业、专业第三方服务平台等机构为自身服务所建设的中试验证平台^[7]。如国务院国资委推动 134 个中央企业开放中试验证平台,发挥领军企业在中试验证平台建设中的积极效能。

国内外学者主要从理论与实践两个视角对中试验证平台展开研究。在理论视角层面,一方面关注中试验证平台建设的重要性、必要性以及概念特征等层面。如孟庆伟^[16]根据科技成果的来源将中试验证平台划分为开放与封闭两种形态,其会经历封闭性的以自养为主阶段、初步开放以自养支持技术辐射阶段以及完全开放以技术辐射为主阶段。另一方面,相关学者关注中试验证平台建设中遇到的问题、如何更好地处理内外部关系等。部分学者认为我国中试验证平台建设面临技术基础薄弱^[5]、创新网络存在弱关联^[7]、复合型人才严重不足^[8]等困境。也有学者认为我国中试验证平台建设需要加强权益分配、风险管控、信息沟通、规范管理、产权保护等机制保障^[17]。在实践视角层面,侯小星等^[7]认为我国中试验证平台的建设经历了从高校主导向企业主导的跨越性变革;传统高校主导的中试验证平台没有体现需求侧的核心诉求,推动科技成果转化的作用有限;而企业主导的中试平台能够契合产业链终端的核心需求,是实现中试验证平台效用最大化的核心主导。也有部分学者指出在中试验证平台的建设中政府发挥的作用越来越重要,其承担了引领者的核心角色^[16,18]。

总体来看,现有研究在中试验证平台建设中已达成诸多共识,但目前我国仍存在科技与经济“两张皮”现象,面临较大理论缺口。一是多数研究偏重技术过程描述,忽视场景在中试验证平台建设中的核心效用;二是研究多将平台视为被动的“服务提供方”,对其作为主动方的“生态构建者”和“价值编织者”的战略角色探讨不足,未能充分阐释平台如何通过规则设计、网络治理来重构跨界创新生态;三是研究多关注平台的工具性效能(如缩短周期、提高成功率),相对忽视其创造的多维战略价值的生成逻辑。基于此,需要结合我国科技创新的实际加强对中试验证平台的研究。

1.2 创新生态系统理论

创新生态系统以创新协作链与价值采用链为构成要素,通过内部各组件形成的技术体系推动所有成员的协同共创,从而实现价值创造、分配与传递^[19]。创新生态系统是指在一定区域内,由企业、高校、科研机构、政府、金融机构、科技服务机构、用户等多元创新主体,与创新环境共同构成的开放式、协同演化的有机整体^[20]。其核心在于各主体在创新链条中占据不同的“生态位”,

通过紧密互动、资源共享与协同合作,形成一个类似于自然生态系统的、有利于创新涌现和价值实现的良性循环网络^[21]。这一概念强调从“创新体系”的机械构成转向“创新生态”的有机联系,其生命力来源于主体间的共生关系与系统的动态适应性。

创新生态系统理论认为,构成要素包括不断发展的参与者、活动、创新产出以及相关制度与关系^[22],具有参与者、行为、位置和链接的对齐结构,涵盖知识和商业双层网络^[19]。创新生态系统视角下,中试验证平台并非孤立的技术服务机构,而是科技成果转化的关键枢纽与赋能节点^[23]。其核心机理在于,平台通过主动构建并运营一个以自身为关键节点的微生态,系统性降低科技成果从实验室迈向产业化的风险与成本^[24]。如前文所述,现有研究探讨了中试验证中的关键问题与具体路径,但是往往将中试验证平台作为单一系统进行孤立解读,忽视了中试验证平台所主导的微生态在科技成果转化过程中与其他环节之间的交互作用。中试验证平台的建设,不仅需要关注中试验证平台本身,还需探索中试验证平台在何种价值导向下,基于何种系统框架,实现了创新生态系统的构建。

1.3 技术-组织-场景(TOC)理论

伴随着技术的持续跃迁,产业革命加速演进。场景作为连接“技术研发端”与“市场应用端”的重要纽带,成为推动创新跨越从研究到产业化的“死亡之谷”和“达尔文之海”,从而破解科技和经济“两张皮”问题的重要突破口^[23]。中试是科技成果转化的关键场景,其并非实验室研究的单一放大,而是面向规模化生产的、充满不确定性的“在场景中解决问题”的过程。传统技术驱动线性模型容易导致科技创新与市场脱节。而场景驱动创新理论强调,创新需要从真实的应用场景出发,倒逼技术突破与组织变革的迭代演进^[25]。中试验证平台的建设,需要契合产业一线的具体验证需求,调动技术能力与组织适配进行工程化试验,最终打造一系列的场景验证方案。因此,中试验证平台的构建需要基于技术、组织、场景三位一体的框架。

技术-组织-场景(TOC)理论框架由尹西明等^[26]基于场景驱动创新、复杂系统和创新生态系统等理论提出,其将一个创新实体的效能发挥归结于技术基础、组织适配与场景牵引三者协同作用的结果,而非单一要素的孤立化改造。该框架超越了传统链式的创新思维,强调创新是各要素有机整合与动态适配的过程。其中,技术(Technology)维度强调技术创新对产业创新的涌现作用,主张通过聚焦更具突破性、颠覆性的前沿技术领域开展创新,引领科产深度融合的生态演化^[27]。同时,从实践层面看,技术模块的价值实现需要构建先导引领和动态进化能力^[28]。组织(Organization)维度强调构建由科技领军企业、科技先锋企业、产学研联合体、开源社区、去组织化自治中心(DAO)等多元主体共同参与的融

通、开放型创新共同体^[26]。场景(Context)维度强调通过构建数实融合、动态演化的场景体系,牵引科技与产业的协同共演,特别强调应用场景既是新技术、新产品的创新试验场,也是技术产业化的重要加速场,更是未来产业机会识别和技术布局的重要锚点。

在中试验证平台的建设中,这三个维度相互关联、彼此塑造,形成一个动态的“三角”支撑结构。技术的开发需要响应场景需求,并需要相应的组织模式来承载;组织的设计需适配技术特性和场景复杂度;而场景的深化与拓展,又反向驱动技术与组织的迭代升级。

2 “技术-组织-场景”框架下中试验证平台建设机制探索

当前,粤港澳大湾区正处在科技创新与产业升级的关键时期,中试验证作为衔接实验室技术与市场化产品的关键环节,已成为推动区域产业科技互促双强的核心抓手。广东省政府积极响应国家号召,于2024年6月颁布《关于加快构建现代化中试验证平台体系推动产业科技互促双强的实施意见》,明确提出“建设粤港澳大湾区中试服务中心,提升中试供需对接服务能力,构建中试服务和产业发展生态圈”。深圳市作为粤港澳大湾区的核心引擎,在场景培育与开放方面率先突破。

粤港澳大湾区工业互联网公共技术服务平台(以下简称“大湾区公服平台”),在2025年5月凭借其领先的技术架构、高效的验证能力及显著的产业服务成效,成功入选工业和信息化部首批重点培育中试验证平台初步名单,标志着该平台已成为全国中试能力建设的标杆。目前,该平台已为深圳超2000家企业提供深调研,出具诊断报告200余份,并通过获取中小企业数字化转型核心痛点,以诊断带动数字化转型,孵化出多款工业APP。此举措为单个企业转型开发工业APP节省成本50万元,已在模具、机床、电子行业实现成果转化,让数字化改造的企业降本增效超千万元。

2.1 使命驱动下的价值引领:大湾区公服平台的战略性建构

使命驱动型创新理论强调基于使命的方向性,围绕国家制定的特定目标整合异质性资源开展创新活动^[29];既需要自上而下的战略设计,也需要自下而上的过程涌现^[30]。具体而言,使命驱动型创新是将面临的重大挑战与公共需求转化为具体的使命,最终形成方向与目标一致的愿景,通过政策或项目组合解决重大现实问题^[31]。中试验证平台,尤其是肩负区域乃至国家战略使命的公共技术服务平台,其建设具备强大的公共属性,满足特定时代背景下紧迫且富有感召力的社会、技术挑战的需要。大湾区公服平台的诞生与建设,清晰地展现了使命如何驱动中试验证平台的建设。深圳市政府部门与华为、中国联通、西门子等联合建设单位敏锐地识别并锚定了大湾区和国家制造业在科技创新向产

业创新跃迁过程中的深层次问题,确立了该平台作为“新型工业化战略性基础设施”的战略价值,引领了一系列中试验证活动的开展。

大湾区公服平台的使命型价值引领,直击了当前科技成果转化中的关键挑战,聚焦于现有科技创新与产业深度融合中中试环节的系统性壁垒。首先,聚焦系统集成困境与跨越“死亡之谷”的产业共性需求。尽管国产工业化设备持续迭代与进步,在部分领域已实现了国产替代与技术自主,但不同品牌、型号设备与软件之间仍面临端口不一、标准差异的困境,导致系统集成工作面临严重挑战。大量新技术、新产品从实验室向市场规模化发展过程中面临数据孤岛、试错困难等难以跨越的“死亡之谷”问题。而中试验证平台需回应差异化技术之间的融通壁垒,通过提供物理的、真实的中间试验场,帮助企业进行技术可行性验证、差异化标准融通等,降低产业化风险。其次,当前中小企业在科技成果转化中面临“不敢转、不会转、转不起”的困境。大湾区产业生态中活跃着大量的中小企业,它们是科技创新与产业创新深度融合的核心主体,但往往受限于资金、技术以及人才的约束。大湾区公服平台瞄准这一重大现实问题,通过扮演公共赋能者的角色,打造全链条的中试验证平台,降低中小企业科技成果转化的顾虑,提供低成本、高效率的技术转化方案。最后,鉴于国家相关部门以及广东省政府大力呼吁建设平台化的中试验证中心,广东省政府办公厅于2024年6月颁布《关于加快构建现代化中试平台体系推动产业科技互促双强的实施意见》,明确提出“建设粤港澳大湾区中试服务中心,提升中试供需对接服务能力,构建中试服务和产业发展生态圈”。大湾区公服平台则是响应国家与区域战略需要,满足国家对工业数据要素价值化以及产业链自主可控的战略性需求的切实实践。该平台瞄准企业在研发设计、生产制造等全链条中面临的信息散落、知识混杂问题,通过汇聚工业数据,构建行业知识体系,打造可信数据空间,形成一套可复制、可推广的中试验证平台建设机制。

深圳市工赋数字化促进中心副主任肖兴华曾在公开访谈中指出“大湾区工业互联网平台致力于成为离散制造业领域的‘弗朗霍夫’”。该使命在于填补基础研究与产业化之间的鸿沟,成为一个整合各方资源、提供全方位服务的综合性公共中试验证平台。其聚焦关键核心技术攻坚、产业全链条赋能以及国家战略等价值引领,系统牵引平台在技术、组织与场景上的决策与支持,确保整个中试验证平台紧密围绕“破解产业痛点、服务国家战略”这一核心元逻辑展开,为平台建设提供坚实的战略与思想基础。

2.2 TOC三位一体:将使命转化为可操作的执行体系

在“破解产业痛点、服务国家战略”的战略使命引领下,建好用好大湾区公服平台的重点在于如何将宏大的

使命转化为可操作的、具体的执行体系。为此,大湾区公服平台在实践中构建了一套以场景驱动为核心牵引、技术响应为能力基石、组织融通为协同保障的三位一体操作机制,形成了中试验证中心、行业知识中心与联合创新中心三大创新体系。该体系并非简单的叠加以及模块化的行为构建,而是一个动态适配、闭环反馈的操作系统,确保了中试验证平台的建设能够真正契合国家制造业科技成果转化的核心困境。

2.2.1 场景牵引:以真实产业痛点创建中试验证中心

中试验证平台的运作逻辑源于真实、具体的产业场景痛点,这是中试活动开展的基础驱动。与传统研发导向不同,大湾区公服平台坚持“从场景中来,到场景中去”。一是聚焦传统产业在向智能化、高端化、绿色化转型过程中遇到的具体工艺以及集成瓶颈;二是聚焦大湾区制造业,尤其是中小企业在科技成果转化中普遍存在的“不敢转、不会转、转不起”的共性难题;三是聚焦战略性新兴产业、未来产业在颠覆性技术创新后面面临的技术产业化以及规模化瓶颈。

当前企业在“从实验室到规模化量产”过程中普遍面临“数据孤岛”多、设备互联难、试错成本高等“死亡之谷”。大湾区公服平台跳出传统泛化的解决方案,将其拆解为可验证、可复用的具体场景单元。大湾区公服平台打造“极客智造”创新加速器,部署囊括模具制造、汽车零部件加工、增材制造、3C电子PCB柔性贴装等6条高度仿真的中试验证产线,直接对应了特定行业、应用场景中的新产品试制需求,相关企业可以基于自身科技成果在这些场景中进行低成本的中试验证。通过具体化产业的场景驱动,确保平台所有技术服务都能锚定产业实际,全面服务于使命型的价值需求。

2.2.2 技术响应:构建模块化、集成化的行业知识中心

中试验证中心瞄准具体的产业痛点,实现了场景的精准锚定。而如何优化场景驱动的效能,实现多维中试验证产线的高效运作,成为大湾区公服平台需要考虑的问题。基于此,大湾区公服平台构建了一个开放、集成、模块化的行业知识中心。这一微型中心旨在为企业提供难以构建或负担的核心数据、关键共性技术服务内容,总体建设完全受场景需求牵引。

首先,基于场景驱动,大湾区公服平台与华为、联通、中国科学院沈阳自动化研究所、中国机床工具工业协会等搭建覆盖5G网络、TSN网络、信息系统模型、工业机器人、装备互联互通NC-Link、PLCopen测试等6大测试认证实验室,形成横跨工业互联网“端边云网”的完善测试体系,和基本覆盖机器人标定、装备互通技术、TSN同步技术、工业新标准、晶圆测试、工业软件等工厂全业务流程的测试能力。这意味着企业可以在此一站式验证其设备、协议与整个工业互联网体系的兼容性与可靠性。

其次,针对“数据孤岛”以及知识分散的问题,大湾区公服平台打造知识共享平台,打通行业数据堵点。该中心系统性地汇聚模型、零件库、生产过程、供应链等8大类行业异构数据,形成数据分析工具链和工业知识库,将散落的经验进行数据整合,实现对设备运行状态、生产过程的工艺参数、产品的质量数据等海量IT和OT数据的统一管理,帮助企业实现人员数据采集效率提升20%,产品交期达成率提升20%,设备利用率提升15%。这不仅为验证过程提供智能决策支持,更通过知识赋能,加速工程师能力提升与共性技术问题的解决。

最后,大湾区公服平台率先实现了“物理空间”与“数据空间”的深度映射与协同。在物理空间,大湾区公服平台聚焦涵盖多种典型制造场景的柔性产线、高精度检测设备与工业级网络环境,构成实体验证基础。在数据空间,则通过数字孪生、工业大数据平台和人工智能模型,构建了与物理世界实时交互、仿真预测的虚拟镜像。两空间的数据与指令双向流通,驱动技术验证可在“虚-实”结合、不断迭代的循环中高效完成,极大降低了实体试错的成本与周期。

2.2.3 组织融通:构建“共生网络”以实现可持续协同

为确保场景驱动与技术响应的效能,并推动技术能力的持续迭代,大湾区公服平台设计了一套创新的组织融通机制,形成了“政府-平台-行业服务商-中小企业”多级协同的“共生网络”。

在治理层面,大湾区公服平台采用“政府引导+龙头共建+专业机构运营”的混合模式。深圳市政府及宝安区政府部门提供战略指导以及初始投入,华为、西门子、中国联通、中国科学院沈阳自动化研究所等龙头企业以及科研机构提供前沿技术生态,以共建方式深度参与;日常运营由深圳国家高技术产业创新中心联合龙头企业发起成立的“深圳市工赋数字化促进中心”负责,整个组织架构兼顾了公共属性、市场效益和专业能力。

在协同层面,大湾区公服平台扮演“生态构建者”和“调度中心”的角色。它将整个中试验证平台作为汇聚汇川技术、蘑菇物联、西门子数科等20家优质行业服务商的“资源池”。当某个特定场景的技术需求超出平台自身能力范围时,中心能够快速调动“资源池”内部的其他资源提供精准化的解决方案。比如,在“极客智造”空间内,PCB柔性制造验证线就是由专业企业金百泽科技运营,其在满足自身场景化中试验证需求的基础上,随时能够为中心其他中试产线提供咨询与技术服务。

在激励机制上,大湾区公服平台通过“公益化+市场化”的耦合原则保障运营可持续性。一方面,它面向中小企业提供低门槛甚至零成本入驻体验以及概念验证服务,体现公共属性;另一方面,通过深度服务、解决

方案孵化以及产业赋能等模式持续优化不同中试验证产业的价值创造,确保多主体在不同场景需求下能够基于同样的目标展开协同合作,实现联合创新。

2.3 生态重构:从核心平台到协同共生的创新生态

在使命驱动的战略牵引与TOC三位一体的执行体系支撑下,大湾区公服平台以中试验证中心的角色定位,成功地将自身构建的创新与中试验证能力转化为生态化的组织与网络能力,催生出以公服平台为核心,多元主体深度协同、价值持续涌现的创新生态系统。

首先,构建了“公共服务平台-行业服务商-中小制造企业”三级协同体系,明确了创新链条上不同主体的“生态位”。作为中试验证的公服平台专注于提供中试验证产线与检测认证实验室,完善基础技术与数据设施。将西门子、华为、中国联通等行业服务商引入生态体系中,作为专业数字化方案的解决方,为整个验证平台的运作提供专业化的战略支持。海量中小企业作为整个生态系统的用户与价值共创方,能以极低的成本获得丰富的技术验证服务。

其次,通过技术、数据、人才的协同打造了一个汇聚IT(信息技术)、CT(通信技术)、DT(数据技术)和OT(运营技术)的“4T”融合生态,实现了物理空间与虚拟空间的全方位融通。例如,在大湾区公服平台支持下,连接西门子(IT/OT方案商)、德斯戈(机器视觉AI企业)、中测联(检测服务商)以及众多电子制造企业举办“西门子Xcelerator星火加速营”。各方基于大湾区公服平台提供的真实数据与环境,共同构建出一套从视觉感知到AI分析的全链路质检解决方案,解决了传统质检的精度与效率痛点。

当前,在技术、组织与场景的三位一体协同机制下,大湾区公服平台已经全面实现了中试验证的全链条服务,实现了从小量中试、放量中试到小批量中试的突破(如表1)。

3 “技术-组织-场景”框架下中试验证平台建设路径思考

基于案例讨论,解析了中试验证平台建设需要遵循“使命驱动-要素协同-生态重构”的系统性路径。展望未来,作为一个系统化的工程,中试平台建设需要回应现实需求的战略使命,聚焦技术、组织、场景三要素的高效协同与动态调试,最终形成一个能够自我演化、持续创造价值的生态系统(如图1)。

3.1 强化使命型创新驱动,实现战略层面的价值锚定

虽然中试验证平台设计的核心目标在于打通科技成果转化中间环节,帮助企业跨越科技创新与产业创新之间的“死亡之谷”,但其建设的首要要求在于超越单纯的技术服务思维,通过顶层战略设计确保平台建设之初就指向明确的产业与战略需求。

(1)响应国家战略与区域战略禀赋,明确平台“为何而建”。平台的建设非一时兴起,而是响应国家、区域以及企业在产业升级中的痛点所进行的战略化尝试。一方面,平台构建者需要解读科技规模化落地所需破解的具体产业化瓶颈内容;另一方面需要深度评估当前产业链环节在转型变革中面临的“中试空白”环节。中试验证平台的建设需要精准对接国家发展自主可控与工业互联网体系的战略需求。

(2)精准分析“创新死亡之谷”,定义平台“为谁而建”。平台的价值锚定需要精准到核心的服务对象与服务

务缺口。为此,平台构建者需要通过大规模的产业调研与数据分析提取现有科技成果转化的堵点与盲点,深刻洞察“死亡之谷”具体面临的问题是什么?这是资源配置与中试验证开展的前提。

(3)坚持可持续发展的多维价值体系。中试验证平台建设的价值主张应该是多维立体的,应该囊括产业经济价值、公共知识价值以及战略安全价值在内的多维价值体系。通过中试验证平台深化技术商品化与技术规模化是其建立的初心,而技术规模化应用的价值导向则在于实现产业经济价值、公共知识价值以及战略安全价

表 1 大湾区公服平台中试验证链条服务

核心环节	针对性赋能	产业痛点	独特机制与资源	产出与成效
小量中试	提供基于大湾区典型产业链(如消费电子、高端装备)的场景化可行性分析与原型快速试制。	科研与产业“两张皮”,实验室成果不符合产业真实需求与成本约束,导致初期转化即失败。	依托平台建立的“行业需求池”与“技术成果库”,组织常态化“供需对接工作”,并由华为、中国科学院沈阳自动化研究所等工程师团队提供原型快速开发支持。	产业导向的技术可行性报告、符合成本约束的功能力原型、清晰的知识产权共享方案。
放量中试	在 6 大共享式中试产线上,完成从实验室参数到稳定工艺包的工程化放大,重点验证一致性、可靠性与可量产性。	中小企业无力自建产线进行工艺摸索,“样品很美,量产全废”;产品工艺不稳定,良品率低,无法满足出口质量要求。	开放覆盖电子装配、精密加工等湾区主流产业的模块化柔性中试产线,配备工艺专家团队与工业数据溯源系统,记录并优化全流程参数。	标准化工艺规程包、关键质量控制点(CPK)报告、生产节拍分析及符合标准的预测试报告。
小批量中试	融通企业组织小批量、多批次的试生产,打通从原材料、核心部件到成品的本地化供应链验证。	供应链“卡脖子”,产品设计脱离制造实际,导致量产时成本飙升、交期延误;缺乏真实生产数据支撑产品迭代。	链接大湾区完善的供应链网络,建立试制合作伙伴资源池;利用数字孪生技术,在虚拟环境中完成可制造性仿真与供应链压力测试。	可供市场投放的小批量商品、优化的产品设计、已验证的备选供应商清单及精准的成本分析报告。

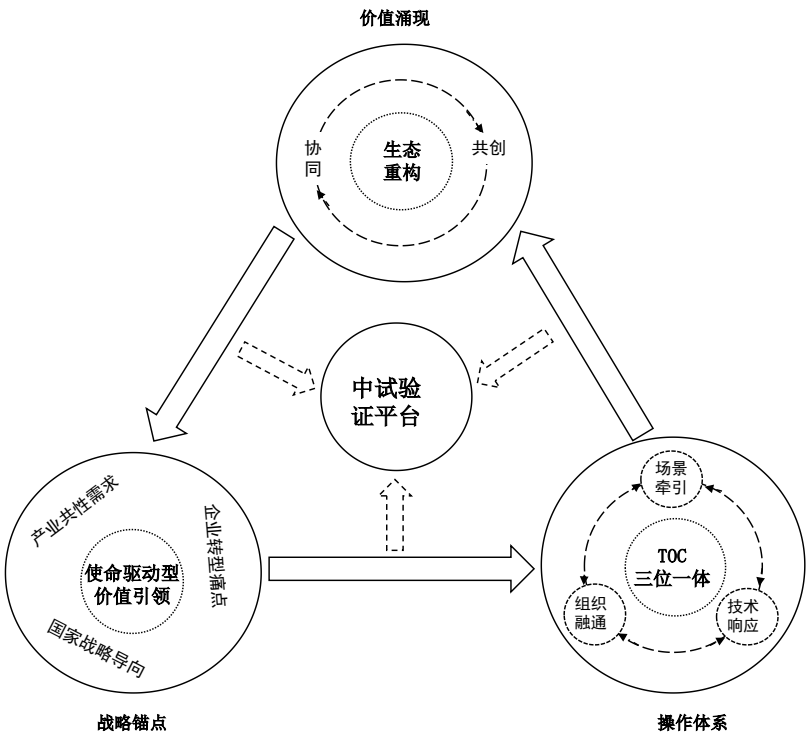


图 1 “技术-组织-场景”框架下中试验证平台建设路径

值的持续递进。基于此,明确多元价值目标,能为中试验证平台的建设提供深刻的战略引领。

3.2 深化 TOC 三维协同,构建高效可操作的执行体系

战略使命的实现必须通过技术、组织、场景三位一体的要素协同才能落地。中试验证平台运营者需要建立三者动态适配、闭环运行的机制,保障效用积极发挥。

(1)在场景驱动层面,核心原则在于从真实痛点中来,到产业价值中去,构建场景化中试验证中心。一是建立“场景漏斗”机制。平台运营者需广泛收集产业需求,通过专家评审、数据分析等方式筛选出具有行业共性、技术可行性及商业潜力的优先级场景进行深度投入。二是开展“场景化中试”,需摒弃泛化测试的理论,围绕具体产品量产或特定工艺优化等真实任务,进行全链条验证方案的设计。三是建立场景迭代反馈闭环,需关注不同中试项目的数据、经验和教训,对其进行结构化归档,用于优化后续场景选择与方案设计。

(2)在技术响应层面,通过模块化构建,迭代式发展,实现行业知识中心的打造。一是建设模块化能力单元,将中试能力分解为检测验证、仿真分析、工艺试制、数据平台等相对独立的标准化模块,便于灵活组合,响应多样场景。二是核心技术能力自主化,在关键检测手段、核心工业软件、数据模型等领域加大投入,逐步形成自主可控的“技术货架”,实现技术知识的随用随取。三是推动数字孪生深度应用,打造关键中试线及工艺的数字孪生体,实现虚实融合的验证,大幅降低实物试错成本,加速迭代。

(3)在组织融通层面,打造开放治理,激励相容的创新联合体和创新共同体。一是积极倡导设计混合所有制治理结构,积极探索“政府引导、企业主导、场景驱动、专业运营”模式,平衡公共使命与市场效率。二是打造柔性协同网络,建立以平台为核心,连接高校、企业、服务商的动态联盟,采用“揭榜挂帅”“项目专班”等柔性方式组织攻关。

3.3 推动主动生态重构,释放中试验证平台的网络效能

中试验证平台的运营者应该主动进行生态重构,打造基于中试验证平台的创新生态系统,持续释放平台的网络效能与价值意蕴。

(1)中试验证平台应转变角色,从资源整合者向生态位设计者迭代。平台应主动引入和培育互补性机构,将专业检测认证机构、工业软件开发企业、创投基金等纳入生态系统内部,补充自身在迭代发展中的能力短板。

(2)中试验证平台要从技术视角打造协同化的工业数据空间以及标准化的技术规范,平台可通过自身实践,主导或参与制定细分领域的中试验证标准、设备接口规范,将这些标准嵌入生态协作,从而提升整个网络

的协同效率。

(3)中试验证平台作为整个生态系统的引领者与主导者,应引导可持续的生态价值创造体系,保证各方都能在生态增长中获益,持续打通科技创新与产业创新深度融合中的盲点与堵点。

参考文献:

- [1] 许强.分阶段体系化概念验证是科技成果转化的“牛鼻子”[J].中国软科学,2024(3):174-178.
- [2] 崔爽.中试平台:实验室到应用场的“路”与“桥”[N].科技日报,2024-10-22(6).
- [3] CHAUDHURI A. Simultaneous improvement in development time, cost and quality: a practical framework for generic pharmaceuticals industry[J]. R&D Management, 2013, 43(3): 227-241.
- [4] ZHOU Y, XU G N, MINSHALL T, et al. How do public demonstration projects promote green-manufacturing technologies? a case study from China[J]. Sustainable Development, 2015, 23(4): 217-231.
- [5] 王革,王芮涵,徐浩天.数智时代中试平台建设路径与策略研究:基于国际经验与国内实践的协同视角[J].科学管理研究,2025,43(4):63-69.
- [6] 龙海波.科技创新与产业创新深度融合:模式、堵点与突破[J].北京行政学院学报,2025(1):22-30.
- [7] 侯小星,曾乐民,罗军,等.科技成果转化中试基地建设机制、路径及对策研究[J].科技管理研究,2022,42(21):112-119.
- [8] 郑琦.基于资源整合的中试公共平台战略[J].科技进步与对策,2008(8):1-6.
- [9] 林筠,吴莹莹,乔建麒,等.以核心企业为主体的中试模式研究[J].科学学研究,2019,37(5):940-949.
- [10] 尹西明,武沛琦,钱雅婷,等.面向新质生产力培育的科技成果转化:场景范式与实践进路[J].科学与管理,2024,44(3):1-6,103.
- [11] FRISHAMMAR J, SÖDERHOLM P, BÄCKSTRÖM K, et al. The role of pilot and demonstration plants in technological development: synthesis and directions for future research[J]. Technology Analysis & Strategic Management, 2015, 27(1): 1-18.
- [12] 苏竣,张汉威.技术创新语境下的“示范”:阶段、项目与工具[J].中国软科学,2014(12):60-69.
- [13] 刘波,杨芮,李科.科技成果转化中试风险源研究:基于西北地区制造业的实证分析[J].科学学与科学技术管理,2017,38(1):75-87.
- [14] YLI-KAUHALUOMA S. 'You just have to see it': exploring the forms of expert pattern recognition in the development of chemical technology[J]. Organization, 2006, 13(3): 393-420.
- [15] 王宇.创新生态视角下科技成果转化的机制设计[J].现代经济探讨,2021(11):126-132.
- [16] 孟庆伟.从自养到技术辐射:关于中试基地的建设与发展[J].科学学研究,1995(4):43-46.
- [17] 常静,王苗苗.科技成果转化中试环节影响因素分析:基于解释结构模型[J].科技管理研究,2017,37(19):194-200.
- [18] 张茹鑫,林筠,李随成,等.中试演进路径与有效运行机理研究[J].科学学研究,2023,41(6):1027-1037.
- [19] ADNER R. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem[J]. Harvard Business Review, 2006, 84(4): 98-107, 148.
- [20] 王欣.TOE框架下高技术产业科技成果转化组态研究[J].科研管理,2024,45(6):164-173.

- [21] 陈锋,范静.互联网平台赋能新质生产力:何以赋能与以何赋能[J].西南金融,2024(9):89-100.
- [22] GRANSTRAND O, HOLGERSSON M. Innovation ecosystems: a conceptual review and a new definition[J].Technovation,2020(90-91):102098.
- [23] 尹西明,钱雅婷,武沛琦,等.场景驱动科技成果转化:理论逻辑与过程机理[J].科学学研究,2024,42(11):2286-2294,2317.
- [24] 贾敬敦,米磊,于磊.硬科技:中国科技自立自强的战略支撑[M].北京:人民邮电出版社,2021.
- [25] 尹西明,武沛琦,钱雅婷,等.场景驱动型数智技术创新赋能新质生产力:理论逻辑与实践进路[J].中国软科学,2024(10):18-31.
- [26] 尹西明,陈锋,吴善超.技术-组织-场景(TOC):培育未来产业的新理论[J].中国软科学,2025(9):42-54.
- [27] 钱贵明,阳镇,陈劲.未来产业竞争视阈下的企业创新范式转型[J].科学学与科学技术管理,2025,46(3):156-167.
- [28] 陈劲,尹西明,陈泰伦,等.有组织创新:全面提升国家创新体系整体效能的战略与进路[J].中国软科学,2024(3):1-14.
- [29] 张学文,陈劲.使命驱动型创新:源起、依据、政策逻辑与基本标准[J].科学学与科学技术管理,2019,40(10):3-13.
- [30] MAZZUCATO M. Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities [J].Industrial and Corporate Change, 2018, 27(5):803-815
- [31] 郭淑芬,任学娜.科技自立自强背景下使命驱动型创新过程模式:基于我国传统制造业关键核心技术突破的案例考察[J].科学学与科学技术管理,2023,44(10):44-62.

Research on the Construction Path of Pilot Test Platforms Under the Technology-Organization-Context Framework: Taking the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area Industrial Internet Public Technology Service Platform as an Example

YIN Ximing^{1,2,3}, CHEN Feng², CHEN Lüming³

(1.School of Management, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China;

2.Beijing Institute of Technology (Zhuhai), Zhuhai 519000, China;

3.School of Global Governance, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: Pilot test platforms are an important guarantee for solving the "two-skin problem" between technology and the economy and for constructing a two-way cycle between technology and industry. This study focuses on the critical but weak pilot stage in the transformation of scientific and technological achievements. Addressing the insufficient exploration of construction mechanisms for pilot test platforms in existing research, the study introduces an integrative technology-organization-context analysis framework. Using the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area Industrial Internet Public Technology Service Platform as a case study, it explores the construction path of pilot test platforms. The research finds that the construction of pilot test platforms should follow a path mechanism of "mission-driven + element collaboration + ecosystem reconstruction". First, the construction of pilot test platforms begins with the industrial pain points and strategic needs of the nation, regions, and enterprises. Second, the strategic mission is implemented through the coordinated development of the three elements: technology, organization, and context, forming an execution system for sustainable iterative development. Finally, the platform surpasses the role of a single service organization, actively structuring an innovation ecosystem centered on itself. The study reveals that pilot test platforms play a role in driving value co-creation through the deep integration of technological innovation and industry. It provides theoretical support and practical guidance for the large-scale layout and construction of various pilot test platforms and industrial public service platforms in China during the 15th Five-Year Plan period and beyond.

Keywords: pilot test platform; transformation of scientific and technological achievements; technology-organization-context; mission-driven innovation; innovation ecosystem