



新质生产力视角下大科学与工程推动现代化产业体系建设研究——以空间环境地面模拟装置为例

王翌佳^{1*}, 李亮²

1. 黑龙江科技大学 人文社会科学学院, 哈尔滨 150020;

2. 哈尔滨工业大学 空间环境与物质科学研究院, 哈尔滨 150001

摘要: 工程社会学长期聚焦大科学与工程对科技和产业创新的推动研究, 但从新质生产力的视角出发, 分析其对现代化产业体系建设影响的文献还较少, 有必要进一步丰富完善。本文采用案例研究法, 以空间环境地面模拟装置为例, 挖掘大科学与工程蕴含的新质生产力元素, 并探寻其在现代化产业体系建设中的作用。研究表明, 空间环境地面模拟装置蕴含着新质生产力的元素, 包括其独特的战略定位、先进的科研领域和强大的产业升级能力; 通过促进多个创新主体“质”和“量”的提升, 促进技术、创新、应用和工程的耦合, 空间环境地面模拟装置得以发挥出新质生产力的作用。本文还揭示了空间环境地面模拟装置推动我国现代化产业体系建设的实践路径, 包括航天育种地面化、减少商业航天产业发展成本、推进传统制造业升级、促进高科技与旅游业的深度融合、实现高质量人才队伍的引驻和培育等。这些发现有助于深刻理解大科学与工程在中国式现代化背景下的时代内涵, 进一步明确大科学与工程在开启全面建设社会主义现代化国家新征程中的地位和作用。

关键词: 新质生产力; 大科学与工程; 空间环境地面模拟装置; 现代化产业体系

中图分类号: G311

文献标识码: A

文章编号: 1674-4969(2024)06-0589-12

引言

2023 年 9 月, 习近平总书记在黑龙江考察期间, 首次提出“整合科技创新资源, 引领发展战略性新兴产业

产业和未来产业, 加快形成新质生产力”的重要思想^[1]。2024 年 1 月 31 日, 习近平总书记在二十届中共中央政治局第十一次集体学习时强调, 新质生产力已经在实践中形成并展示出对高质量发展的强劲推动

收稿日期: 2014-03-25; 修回日期: 2024-07-05

基金项目: 黑龙江省哲学社会科学规划项目 (20SHE341)

作者简介: *王翌佳 (1986—), 女, 博士, 讲师, 硕士生导师, 研究方向为应用社会学。E-mail: wangyijia@usth.edu.cn (通讯作者)
李亮 (1986—), 男, 博士, 副研究员, 硕士生导师, 研究方向为辐射生物学。E-mail: liliang1986@hit.edu.cn

引用格式: 王翌佳, 李亮. 新质生产力视角下大科学与工程推动现代化产业体系建设研究——以空间环境地面模拟装置为例[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2024, 16(6): 589-600. DOI: 10.3724/j.issn.1674-4969.20240036. CSTR: 32282.14.JES.20240036.

Wang Y J, Li L. Research on the Role of Big Science Project in Promoting Modern Industrial System: A Case Study on the Space Environment Simulation and Research Infrastructure from the Perspective of New Quality Productive Forces[J]. Journal of Engineering Studies, 2024, 16(6): 589-600. DOI: 10.3724/j.issn.1674-4969.20240036 CSTR: 32282.14.JES.20240036

力、支撑力, 需要从理论上进行总结、概括, 用以指导新的发展实践^[2]。这些观点充分表达了党中央对夯实全面建设社会主义现代化国家的物质技术基础的高度重视。空间环境地面模拟装置(space environment simulation and research infrastructure, SESRI)是哈尔滨工业大学和中国航天科技集团公司共同建设的国家大科学工程, 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, 是解决重大科技问题的物质基础, 具有国家战略性、学术前沿性、投入巨大、长期服务性、科学与工程兼备、合作与共享兼有等特点, 具备新质生产力的基本特征。利用空间环境地面模拟装置在科学研究和高技术领域产生的巨大价值和溢出效应, 实现产业体系的现代化转型, 符合党和国家大力发展新质生产力、实现高质量发展的需求。

当前, 新质生产研究已成为社会科学领域的重点议题之一。已有研究从生成逻辑、创新路径、时代价值等角度分析了新质生产力的概念、内涵和外延^[3-5], 并从中国式现代化的视域下对其特性进行理论审视^[6], 还从产业升级、数字经济、创新主体培育等角度对其推动机制进行了讨论^[7-9]。纵观上述研究, 如何发挥新质生产力的推动作用已成为研究焦点。与新质生产力研究相类似, 工程社会学也长期聚焦大科学工程对科技和产业创新的推动研究。已有研究不仅通过对大科学工程经济和社会价值的分析, 证实了其具备推动多领域创新的功能^[10], 还分别从科学、经济和社会等多个层面探讨其潜藏的资源汇聚能力和创新作用^[11]。并通过案例研究, 揭示了大科学工程推动创新体系建构的机制^[12], 提出大科学工程要协调好相关利益主体的关系^[13], 实现各类资源的协同管理^[14-15], 才能不断推进创新, 提质增效。这些研究揭示了大科学工程在整合创新体系内部各要素中的作用, 展现了大科学工程与其他组织如企业、政府、高校等的协同创新过程。但上述研究多从理论层面探讨大科学工程的技术优势、战略地位和对创新活动的推动过程, 较少将其与新质生产力结合进行分析, 也缺乏从实践性视角阐明大科学工程作为一种新型推动力量, 如何发挥对现代化产业体系建设的推动作用。

鉴于此, 本文论证了空间环境地面模拟装置蕴含

的新质生产力元素及作用机制, 并结合当前的经济和社会发展现状, 总结了其推动建设现代化产业体系的实践路径, 以期为新质生产力和大科学工程相关领域的研究、为中国式现代化的实践和建设提供具有一定参考意义的资料和结论。

1 空间环境地面模拟装置的科学目标和建设内容

空间环境地面模拟装置是哈尔滨工业大学和中国航天科技集团公司共同建设的国家重大科技基础设施, 也是东北地区首个国家重大科技基础设施。总资金额约为15.45亿元, 建设用地约36万m²(图1)。其科学目标包括三个方面。一是揭示材料、器件、系统的空间环境效应动态行为规律和多尺度损伤机理, 建立空间综合环境耦合效应理论体系; 二是阐明离子辐射损伤机理, 揭示宇宙空间弱磁环境因素作用下的生物学效应规律和机制, 阐明空间耦合环境对生物体的细胞结构、功能和特性的影响及其分子机理; 三是揭示等离子体鞘套中射频通信、测控信号的传播特性, 建立和验证具有实际应用意义的磁层空间等离子体环境参数分布及演化规律模型。

从研究内容上看, 空间环境地面模拟装置力求揭示空间环境条件下物质结构演化规律和各种环境耦合效应的物理本质。具体来说, 通过研究材料/器件及系统的微观机理、效应规律和评价理论, 解决制约航天器高可靠、长寿命的瓶颈问题; 通过分析与生命体相关的效应规律、响应机制和应用理论方法, 增强人类空间驻留和利用环境资源的能力; 通过研究等离子体的基本物理过程、极端状态和与电磁波的相互作用, 提高对空间极端环境的认识和防控能力。

空间环境地面模拟装置包括“一大三小”4个系统: “一大”指空间综合环境模拟与研究系统, “三小”分别指空间磁环境模拟与研究系统、空间等离子体环境模拟与研究系统和数值仿真与中央监控系统(图2)。通过上述系统间的有机协同, 实现在地面模拟真空、高/低温、弱磁、等离子体、空间粉尘、电离辐射、电磁辐射、微重力、原子氧等9大类空间环



图1 空间环境地面模拟装置园区规划效果图^[16]
Figure 1 The layout of the SESRI

境因素的建设目标。最终建成具备如下特点的国际领先的实验平台：一是建成国际上首个综合环境因素最多，具有原位/半原位动态测量分析能力，可实现材料、器件、系统及生命科学领域多尺度、跨尺度环境效应研究的综合性研究装置。二是建成国际首个三维空间等离子体地面研究系统。三是建成国际首个尺度最大、最微弱的磁环境研究装置，可支撑空间探测技术、电磁生物学、地磁导航，以及磁异常探测技术的发展。

2 大科学工程发挥新质生产力作用的内在机理

2.1 大科学工程蕴含的新质生产力元素

新质生产力是创新起主导作用，摆脱传统经济增长方式、生产力发展路径，具有高科技、高效能、高质量特征，符合新发展理念的先进生产力质态^[17]。其概念形成于世界百年未有之大变局的加速演进中。一方面，全球环境日益复杂，意识形态竞争加剧，一

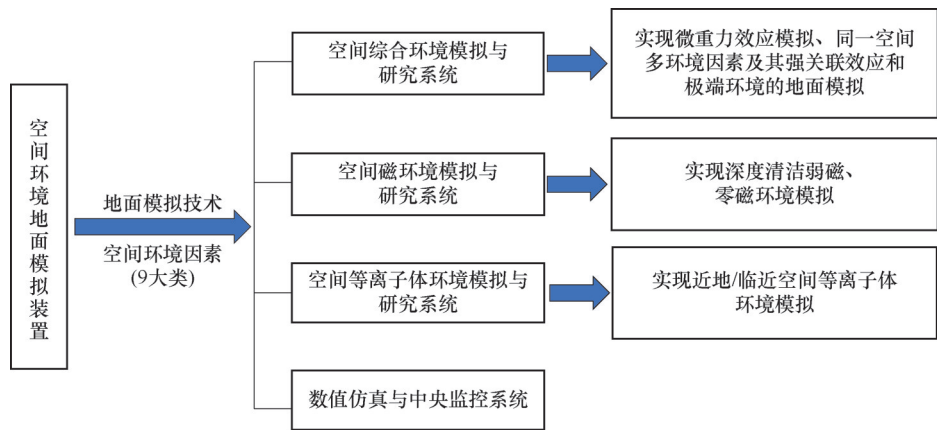


图2 空间环境地面模拟装置构成情况
Figure 2 The structure of the space environment simulation and research infrastructure (SESRI)

些工业大国在国际政治和技术领域以多种手段试图巩固其国际地位和战略优势^[18]；另一方面，我国也已经处于具有深远意义的新发展阶段，不仅需要通过高质量发展来解决人民日益增长的美好生活需要和不平衡、不充分发展之间的矛盾，还需要在经济、科技、国防、综合实力等方面占据主动^[19]。综上所述，新质生产力是一个包含战略意义、创新意义和产业意义的复合性概念，必须基于其提出的特殊背景，结合当前社会的发展需求进行理解。作为国家重大科技基础设施，大科学工程的发展建设过程充分反映出国家对于发展机遇、科技创新和产业升级的集中追求，是新质生产力元素的集中呈现，现以空间环境地面模拟装置为案例，逐次分析如下。

2.1.1 战略地位独特：抢占空间环境科学领域的发展先机 20世纪70年代以来，随着现代人类航天活动的不断增加，空间环境科学的地位日益重要。当前，全球空间环境科学研究均依赖空间在轨实验，此类实验必须在太空环境下进行，存在周期长、成本高、规模有限、实验条件简单单一等局限性。空间环境地面模拟装置能够在地面模拟空间在轨实验所需环境，降低了实验成本、缩短试验周期、扩大了实验用户群体，为相关研究和实践提供了一条新的道路。而且，从国家战略的高度来看，随着国际空间站（international space station）的退役，届时只有中国空间站“天宫”在轨服役，全球在轨空间实验资源稀缺程度将进一步升级，空间环境与物质作用科学领域的发展也将受到限制。空间环境地面模拟装置能结合数值仿真计算、在轨空间站，形成全球独一无二的研究体系，帮助我国空间环境与物质作用科学及相关领域的研究和应用获得千载难逢的发展机遇，为我国抢占空间环境科学领域的发展先机提供了重要的物质基础。

2.1.2 创新领域独特：实现空间科学领域的技术创新 研究空间环境因素对航天器和航天员产生的各种影响，实现载人航天安全是空间环境科学和中国载人航天工程长期存在的技术需求。在空间环境地面模拟装置建成以前，我国相关的空间环境模拟实验以空间环境单因素或少量因素模拟研究为主，空间环境的多因素耦合实验开展较少，无法全面呈现实验对象在真

实空间环境下的演化情况，降低了理论研究对空间应用的指导效果。空间环境地面模拟装置作为为该领域提供极限研究手段的大型复杂科学研究系统，能够通过多项高精尖技术的复合，实现复杂空间中的多种环境因素的耦合模拟，从而呈现更真实的宇宙空间环境，有助于更全面地研究空间因素对材料、器件、系统和生命体的影响效应和作用机制，更准确地评价航天材料、器件、系统和生命体受空间环境影响的作用规律和演化过程。特别对于空间环境与物质的作用（如高能带电粒子与材料交互作用）、空间高速粉尘、月尘、火星尘与物质的交互行为（如尘埃宇宙学、月球火星着陆器极端环境适应性研究）、辐照育种、细胞辐照效应、航天器表面材料抗干扰、抗辐射、抗氧化腐蚀能力等研究具有重大推动作用。还可以为多个领域的基础科学研究提供强有力的分析手段，是空间科学领域技术创新的重要标志之一。

2.1.3 对产业发展的促进方式独特：强大的产业升级能力 两次产业革命中，新生产力的特征之一是催生大量新产业。与之不同的是，新质生产力不仅能催生一批新产业，而且还能发挥对已有产业的高端化升级功能，从而实现产业结构的现代化。这是通过与现有产业深度融合实现的。当前，如何将科技创新的成果注入三大产业已成为现代化产业体系建设的难点之一。空间环境地面模拟装置能够利用自身创新成果直接推动高端装备制造、航空航天等领域的发展，还能通过建设和运行中的大量技术和管理需求，提升原有相关基础制造业和技术领域的高级化水平，并为推动数字技术与实体经济深度融合、打造知识密集型产业提供基础。除此之外，空间环境地面模拟装置中的辐照实验设备是航天育种的重要实验设施，能够与农业有机结合，有利于推进农产品质量和产量的升级，促进农业与现代化产业体系的积极融合，为建设经济效益、社会效益和国家粮食安全并存的现代农业提供推动力量。

2.2 大科学工程发挥新质生产力作用的机制

新质生产力的本质是创新驱动^[20]。在当代社会经济的发展脉络下，大科学工程发挥新质生产力作用的机制在于推进多个创新要素的高级化，从而实现发

展的高质高效。

2.2.1 大科学工程推动了创新主体“质”“量”的提升

新质生产力是以高素质人才和团队为主体性力量的生产力,需要大量具备较高科技文化水平、较强前沿技术能力的新型人才^[21]。空间环境地面模拟装置在建设过程中,汇集了大量科技、工程、管理等领域的团队,还联合了北京大学、中国科技大学、哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学、普林斯顿大学、斯图加特大学、中国航天科技集团有限公司等国内外知名院校和企业,又在面向理论技术实践转化和协同发展的需求推动下,积极引入国内民营企业的参与,从而实现了创新主体的量的增加。与此同时,这些主体在参与大科学工程建设过程中,积累了大量成熟的技术、设备、专利、标准和管理经验,为培育壮大核心技术能力突出、集成创新能力强的创新型企业奠定了基础,还促进了建设主体间的跨界融合,从而为产业和行业间的协同发展,孕育和培育战略性新兴产业和行业奠定基础,实现了创新主体质的提升。

2.2.2 大科学工程促进了技术、创新、应用和工程间的耦合

技术、设施、平台等均是创新资源的重要组成部分。空间环境地面模拟装置在建设和运行的过程中,能够将多个创新资源整合成一个有机整体,交互式发挥创新推动作用。第一,空间环境地面模拟装置实现了技术间的协同创新。通过将多个空间环境因素研究和实验技术整合至一个大型实验平台中,实现了对9大类空间环境因素的同时、同地、同步模拟,达成了不同技术间的集成,并将研究成果服务于其他领域研究或相关产品的研制;第二,空间环境地面模拟装置实现了技术的创新和技术应用的相辅相成。作为我国出于战略布局的需要而建设的“国之重器”,空间环境地面模拟装置需要自行设计并研制大量复杂、先进、高效的专用设备,不但体量大、投资大,能力强,而且工程的生命周期长,给技术的创新和应用提供了充分的转化时间,特别有助于那些综合性和复杂性兼具的创新成果能够稳定成熟的转化;第三,空间环境地面模拟装置促进了科学研究和工程建设的协同

并进。作为国家公共基础设施的重要组成部分,空间环境地面模拟装置在建设之初就具有鲜明的科学性和工程性,它不仅肩负着空间环境领域的重大科技研究任务,还要注重平台平稳运行,管理的科学规范,并长期发挥大型综合实验平台的功能。可以认为,在空间环境地面模拟装置这项大科学工程内部,技术、创新、应用间已形成了一个稳定的系统,通过交互影响,彼此促进发展。

3 大科学工程推动现代化产业建设的实践路径

发展新质生产力的实践目标是推进现代化产业体系建设,保证中国式现代化的实现。发展新质生产力不是忽视和放弃传统产业,各地要坚持从实际出发,有选择地推动新产业、新模式、新动能发展,用新技术改造提升传统产业,积极促进产业高端化、智能化、绿色化^[22]。根据空间环境地面模拟装置蕴含的新质生产力元素和推动机制,结合该项大科学工程的建设实践,从航天育种、商业航天、制造企业升级、科技旅游和人才体系建设5个方面探讨其在建设现代化产业体系过程中发挥的新质生产力作用。

3.1 实现航天育种实验的地面化,提升农业现代化水平

航天育种是指将植物种子、微生物或试管种苗送到太空,利用太空特殊的环境(高真空、宇宙高能离子辐射、宇宙磁场等)诱变作用,使种子产生变异,再返回地面选育新种子、培育新品种的作物育种新技术^[23]。采用太空育种技术培育出的种子具有变异多、变幅大、性状稳定快等特征,具备高产、优质、早熟、抗病力强等优势。长期以来,太空育种试验高度依赖空间在轨实验,存在实验周期长、成本高等局限性。空间环境地面模拟装置建成后,不仅能够在地面实现航天育种环境模拟(图3),而且能精准测量辐照剂量,实现辐照条件控制和实验设计,揭示辐照育种过程中的辐射损伤/变异效应和机制,包括空间复合因素辐射损伤/变异效应机制研究(如质子/重离子-

弱磁-微重力、质子-电子、多种粒子复合辐照等单因素/复合因素空间辐照育种实验和研究, 示例见图4)和空间辐射损伤/变异机制研究(如通过单细胞级别的微束辐照损伤/变异过程的原位显微观测, 揭示空间辐射损伤/变异作用过程)等。

利用该装置的实验设备和方法技术, 可有效降低实验成本, 提升主要粮食作物, 如玉米、水稻, 以及蔬菜、水果等农作物的育种水平, 提升产量和品质, 助力全国农副产品的稳定供应, 满足民生需求。进一步保证“中国人饭碗主要装‘中国粮’, ‘中国粮’主要用‘中国种’”目标的实现, 助力我国粮食安全战略的有效落实。同时, 还可实现林木、中草药、酿造微生物种群的优选培育, 提升经济作物和农产品品质的高质量升级, 实现农业产值的快速提升。除此之外, 还可进一步结合动物实验设备, 开展动物实验和测试, 从而提升生猪、家禽等科学育种水平, 提高猪、禽、蛋、奶等农副产品的产量和质量, 保证农产品供给富足, 助力农民增收致富。

3.2 减少商业航天产业发展成本, 助力未来空间产业发展

2024年1月29日, 中国工信部发布《工业和信息化部等七部门关于推动未来产业创新发展的实施意见》, 提出重点推进未来制造、未来信息、未来材料、未来能源、未来空间和未来健康六大方向产业发展^[25]。商业航天是未来空间产业的重要组成部分, 指利用商业模式运营的航天活动, 旨在通过商业市场

的方式开展航天技术和服务的研发、制造、发射和应用^[26]。商业航天产业的发展离不开先进高效的飞行器研发。在空间环境地面模拟装置建成以前, 我国航天飞行器测试平台较为稀缺, 基本集中在以中国航天科技集团和中国航天科工集团为代表的少数国有研究机构中, 能够模拟的空间环境因素也较为有限, 给我国航天器研发带来了诸多不便。一是造成测试资源稀缺, 导致飞行器相关材料和部件的测试预约耗时长、费用高, 客观上造成研发周期延长。二是导致具备测试条件的科研机构长期陷入平衡机构内部测试和外来测试的双重压力之中, 影响自身研发和测试的效率。三是测试因素有限使得已有平台难以综合模拟空间因素及其耦合对飞行器的影响, 为了保证设备正常运行, 研发机构只能尽量提升飞行器防护水平, 造成飞行器过度防护问题大量出现, 增加了制造成本和发射难度, 在一定程度上造成了人力、物力、财力的浪费。因此, 虽然航天领域属于具有广泛带动性的高新技术和高收益领域, 但囿于上述问题带来的高成本、长周期和高风险问题, 我国民营企业始终难以广泛参与航天领域的发展建设中, 进而导致我国航天产业规模化和商业化水平受限。

空间环境地面模拟装置是国家统筹布局, 面向社会开放共享的大型复杂科学研究和实验平台^[27], 其规模和技术处于国际领先水平, 具备服务航天、材料、电信、控制与自动化等多个领域的大量用户的能力, 并且能够根据用户需求提供较为全面完整的测试服务, 极大地丰富了我国飞行器研发测试资源, 在一

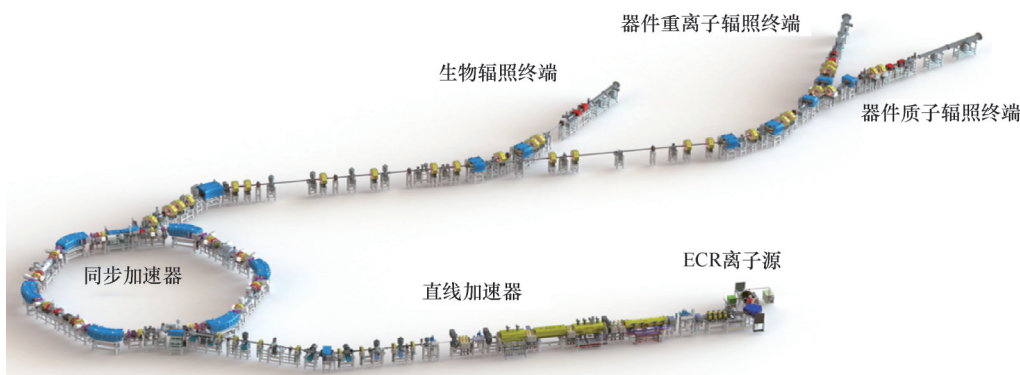


图3 高能粒子辐照环境模拟装置整体设计图^[24]

Figure 3 The design of high-energy particle irradiation environment simulation device of the SESRI

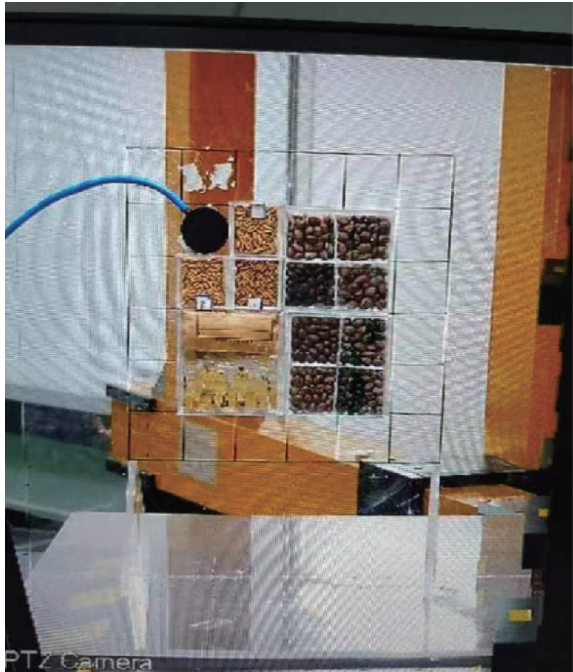


图4 进行中的质子辐照育种实验
Figure 4 The experiment of proton radiation breeding of the SESRI

一定程度上降低测试成本, 提高测试效率, 减轻其他机构的测试压力。而且, 该装置能够实现微重力效应、零磁环境、近地/临近空间等离子体环境等9大类空间因素及其耦合的模拟(图5), 能够对样品的防护水平进行更为精确的测试, 有助于校准飞行器防护的具体参数范围, 减少过度防护, 降低生产成本。通过上述方式, 可有效降低民营企业参与航天产业的资金和技术成本, 在保证航天产品质量的同时缩短其投产周期, 有利于商业航天产业的深入发展。



图5 空间环境地面模拟装置系统级综合辐照舱^[28]
Figure 5 The comprehensive irradiation facility of the SESRI^[28]

3.3 推进传统制造业升级, 促进资源优化整合

空间环境地面模拟装置瞄准国际相关领域的最先进水平, 所需仪器多需自行设计研制, 这为企业和其他研究机构参与建设提供了契机, 为制造业升级创造了有利条件。一方面, 通过积极引导, 直接推进相关企业参与研发和制造, 提升关键技术和设备的制造水平和生产能力。另一方面, 充分利用现有的技术成果和发展需求, 推进传统制造业企业向同类高阶企业的转化, 其中既包括产品的转型升级, 也包括企业销售、运营和管理模式的转型升级, 最终促进相关行业的高级化。同时, 空间环境地面模拟装置还利用不同阶段的技术和需求, 孵化一批具有专业性、前沿性的特色高技术企业, 服务国内相关领域的需求。除此之外, 在一定程度上通过校企联合等方式, 利用装置巨大的影响力, 吸引国内外科研、管理团队聚集, 客观上帮助与之联系的制造业企业实现在销售、运营和管理模式等方面的国际化。

空间环境地面模拟装置还在一定程度上展现出对不同产业的整合功能。当前, 已有部分企业依托参与空间环境地面模拟装置的建设经验, 提升了技术水平和生产能力, 开始逐步向产业链链主靠拢, 并发挥对中小企业的牵引作用。在后续的发展建设中, 可借助空间环境地面模拟装置与国家宏观战略布局关系紧密的特点, 进一步提升企业发展与国家科研需求、航空航天需求、国防军事需求和社会发展需求的契合程度, 以便横向打通产业关联, 形成符合新质生产力需求的产业链和创新链, 激发不同产业间的规模发展。

3.4 促进高科技与旅游业的深度融合, 推进第三产业的发展的高质量发展

2021年《“十四五”文化和旅游科技创新规划》强调, 科技全面融入文化和旅游生产和消费各环节, 全面赋能内容生产创新、产品和业态创新, 促进文化和旅游高质量发展^[29]。空间环境地面模拟装置是科学与工程有机结合的典范, 也是多个领域、多个团队多年奋斗的结晶。作为“世界先进, 国内领先”的大科学装置, 具备展示空间奥秘、灌溉科学梦想、弘扬工匠精神、树立民族自信等社会效益, 与科技旅游具

有较好契合点。

2023年末,黑龙江省实现旅游收入2215.34亿元,同比增长213.77%^[30],已经开始释放文旅市场新动能,空间环境地面模拟装置也逐渐成为短期游游客集中“打卡”的景点之一。可在此基础上以其基础设施部分为依托,构建集特色旅游、科普宣传、科学体验为一体的多功能基地,打造高技术特色旅游和文化品牌。同时可结合黑龙江、吉林和辽宁省各高校工程实践的需求,建立“科学性-前沿性-趣味性”兼备的校外实习基地以及与创新载体、应用示范、人才培养紧密结合的创新示范基地。除此之外,还可结合空间环境地面模拟装置园区的地理位置,提升周边各类设施的建设水平,建立航空航天产业园区及配套设施,吸引相关单位和企业进驻,打造具有冰城特色的“小硅谷”,进一步推进哈尔滨市江北地区的特色发展。并最终形成“产-学-研-观光”四位一体的现代化服务、文化产业区。

3.5 发挥“人才磁铁”功能,聚集、培养创新人才及团队

建设高质量人才队伍是发展新质生产力的前提。空间环境地面模拟装置是聚集全球优势科技资源的高端平台,具备面向全球吸引和集聚高端人才的条件,能够培养和造就一批国际同行认可的领军科学家、高水平学科带头人、学术骨干、工程师和管理人员^[31]。应充分发挥其人才集聚、人才承载和人才造就能力,为新质生产力发展积累力量,为中国现代化产业体系建设打好基础。

当前,空间环境地面模拟装置能够提供世界一流的研究设备、科研氛围和薪资待遇等条件,可以吸引国内外不同行业领域、不同学科背景的人才及团队。近年来,尤其注重对战略人才及其团队、领军人才、攻关人才、青年科学家和卓越工程师5类人才的引进,已逐渐成为东北地区人才科技创新高地,为扩大我国人才储备规模,为战略科学家梯队的形成奠定了基础。同时,以企业在转型升级过程中的困难和需求为导向,通过建立国家级、省级重点实验室、“揭榜挂帅”、企业定向、校企联合等方式,积极引导和鼓励各类人才参与现代化产业体系建设,为现有产业体

系的升级转型攻坚克难。除此之外,逐步推进“阶梯式”青年人才成长发展体系建设,注重引入人才对其他青年人才的影响和培育,进一步提升国内多个领域骨干力量的孵化和培育能力,以便形成专业知识过硬、管理知识丰富的复合型人才团队,提升我国新质生产力发展和现代化产业体系建设的源动力。

4 结论与展望

本文以空间环境地面模拟装置为案例,分析了大科学工程蕴含的新质生产力元素,以及大科学工程推动现代化产业体系建设的实践路径。主要研究结论如下。

第一,大科学工程蕴含了丰富的新质生产力元素,主要包括前沿领域的科技创新、独一无二的战略地位和强大的产业升级推动能力,能够通过推动创新主体“质”“量”的增加和促进多个创新资源间的耦合来发挥新质生产力的作用,实现打造经济增长新引擎、培育产业体系新支柱的战略目标。

第二,作为东北地区首个大科学工程,空间环境地面模拟装置可以通过航天育种的地面化推动农业现代化建设。通过降低测试成本,提高测试效率,提供全面服务来推动商业航天发展,助力未来空间产业建设。通过不同阶段的科技和发展需求,促进企业在技术和管理方面的高阶转化,推动产业间的整合升级。通过高科技与旅游业的深度结合,建设“产-学-研-赏”四位一体的现代化服务、文化产业区。通过发挥“人才磁铁”功能,实现高质量人才队伍的引驻和培育,为新质生产力的不断发展累积力量。

尽管本文从新质生产力的视角出发,对大科学工程在现代化产业体系中的作用和实践路径进行了探讨,但也存在诸多不足。作为国家重大基础设施的组成部分,每个大科学工程对应的关键问题不同,工程的发展目标、组织方式、对经济和社会发展的作用也不尽相同,本文仅选取了一个大科学工程案例进行分析,从案例数量上看相对不足。未来研究可在本文研究结论的基础上深入开展,通过选取更多大科学工程案例,更全面地揭示大科学工程与其他产业间的协同发展机制,从而对这种新质生产力及其功能和影响有更为清晰和深刻的认识。

致谢

感谢哈尔滨工业大学社会学系尹海洁教授对本文的指导。

参考文献

- [1] 邹亚光. 新质生产力赋能高质量发展的内在逻辑与实践路径[J]. 哈尔滨市委党校学报, 2024(1): 42-45.
Zou Y G. The inner logic and practice path of empowering high quality development with new productive forces[J]. Journal of the Party School of Harbin Committee of CPC, 2024(1): 42-45.
- [2] 裴广一, 林小钰. 新质生产力推动海南高质量发展: 现实依据、重要意义和实践路径[J/OL]. 海南大学学报(人文社会科学版): 1-8[2024-07-04]. <https://doi.org/10.15886/j.cnki.hnus.202404.0403>.
Pei G Yi, Lin X Y. High-quality development in Hainan driven by new quality productive forces: Practical basis, significance and path[J/OL]. Journal of Hainan University (Humanities & Social Sciences): 1-8 [2024-07-04]. <https://doi.org/10.15886/j.cnki.hnus.202404.0403>.
- [3] 徐政, 郑霖豪, 程梦瑶. 新质生产力赋能高质量发展的内在逻辑与实践构想[J]. 当代经济研究, 2023(11): 51-58.
Xu Z, Zheng L H, Cheng M Y. The internal logic and practical concept of new quality productivity empowering high-quality development [J]. Contemporary Economic Research, 2023(11): 51-58.
- [4] 胡洪彬. 习近平总书记关于新质生产力重要论述的理论逻辑与实践进路[J]. 经济学家, 2023(12): 16-25.
Hu H B. Theoretical logic and practical approach of general secretary Xi Jinping's important discussion on new qualitative productivity[J]. Economist, 2023(12): 16-25.
- [5] 简新华, 聂长飞. 论新质生产力的形成发展及其作用发挥: 新质生产力的政治经济学解读[J]. 南昌大学学报(人文社会科学版), 2023, 54(6): 29-36.
Jian X H, Nie C F. On the formation, development and role of new quality productivity: a political economic interpretation of new quality productivity[J]. Journal of Nanchang University (Humanities and Social Sciences), 2023, 54(6): 29-36.
- [6] 魏崇辉. 新质生产力的基本意涵、历史演进与实践路径[J]. 理论与改革, 2023(6): 25-38.
Wei C H. The basic meaning, historical evolution and practical path of new quality productivity[J]. Theory and Reform, 2023(6): 25-38.
- [7] 余东华, 马路萌. 新质生产力与新型工业化: 理论阐释和互动路径[J]. 天津社会科学, 2023, 14(6): 90-102.
Yu D H, Ma L M. New quality productivity and new industrialization: theoretical explanation and interactive path[J]. Tianjin Social Sciences, 2023, 14(6): 90-102.
- [8] 洪兴银. 发展新质生产力 建设现代化产业体系[J]. 当代经济研究, 2024(2): 7-9.
Hong Y X. Develop new quality productive forces and build a modern industrial system[J]. Contemporary Economic Research, 2024(2): 7-9.
- [9] 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.
Chen J, Yin X M, Chen T L, et al. Organized innovation: strategy and insights on improving overall efficiency of the national innovation system[J]. China Soft Science, 2024(3): 1-14.
- [10] Horlings E. The societal footprint of Big Science[R]. Den Haag: Rathenau Instituut, 2012: 3-29.
- [11] Zuijdam F, Deuten J, Meijer I, et al. The role and added value of large-scale research facilities[R]. Brighton: Technopolis Group, 2011: 4-49.
- [12] 刘樾, 张雨涵, 李梦悦, 等. 大科学与工程创新体系建构研究[J]. 中国工程科学, 2022, 24(5): 177-186.
Liu L, Zhang Y H, Li M Y, et al. Construction of innovation system for Major Science Projects[J]. Strategic Study of CAE, 2022, 24(5): 177-186.
- [13] 李克龙, 徐飞. 大科学工程中多元主体的利益冲突及其解决: 以500米口径球面射电望远镜工程为例[J]. 科学与社会, 2021, 11(1): 61-71.
Li K L, Xu F. The conflict of interest of multiple subjects in Big Science Project and its solution: Take FAST project as an example[J]. Science and Society, 2021, 11(1): 61-71.
- [14] 淡晶晶, 徐隆波, 莫磊, 等. 大科学与工程牵引下的军民融合协同创新机制分析: 以高功率巨型激光驱动装置为例[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2019, 11(1): 40-48.
Dan J J, Xu L B, Mo L, et al. An analysis on mechanism of civil-military integration collaborative innovation under the traction of Large

- Science Project: Take the high power laser facility as an example[J]. *Journal of Engineering Studies*, 2019, 11(1): 40-48.
- [15] 王大洲, 籍兆源. 北京正负电子对撞机工程管理体系的建构: 罗小安研究员访谈录[J]. *工程研究——跨学科视野中的工程*, 2021, 13(5): 451-462.
- Wang D Z, Ji Z Y. Formation of project management system for Beijing Electron Positron Collider: An interview with Luo Xiaolan[J]. *Journal of Engineering Studies*, 2021, 13(5): 451-462.
- [16] 哈尔滨工业大学空间环境与物质科学研究院. 园区效果图[EB/OL]. (2018-12-17)[2024-07-03]. <https://sesri.hit.edu.cn/2018/1217/c11576a219585/page.htm>.
- The Space Environment Simulation and Research Infrastructure of Harbin Institute of Technology. The design of space environment simulation and research infrastructure[EB/OL]. (2018-12-17)[2024-07-03]. <https://sesri.hit.edu.cn/2018/1217/c11576a219585/page.htm>.
- [17] 谢鹏俊, 曾立, 刘书雷, 等. 加快形成新质生产力的唯物史观阐释[J]. *当代经济研究*, 2024(4): 26-35.
- Xie P J, Zeng L, Liu S L, et al. Historical materialist interpretation of accelerating the formation of new quality productive forces[J]. *Contemporary Economic Research*, 2024(4): 26-35.
- [18] 蒲清平, 黄媛媛. 习近平总书记关于新质生产力重要论述的生成逻辑、理论创新与时代价值[J]. *西南大学学报(社会科学版)*, 2023, 49(6): 1-11.
- Pu Q P, Huang Y Y. Generation logic, theoretical innovation and time value of general secretary Xi Jinping's important exposition on new quality productivity[J]. *Journal of Southwest University (Social Sciences Edition)*, 2023, 49(6): 1-11.
- [19] 徐政, 张姣玉. 新质生产力促进制造业转型升级: 价值旨向、逻辑机理与重要举措[J]. *湖南师范大学社会科学学报*, 2024, 53(2): 104-113.
- Xu Z, Zhang J Y. New quality productive forces to promote the transformation and upgrading of manufacturing industry: Value orientation, logic mechanism and key measures[J]. *Journal of Social Science of Hunan Normal University*, 2024, 53(2): 104-113.
- [20] 杨广越. 新质生产力的研究现状与展望[J]. *经济问题*, 2024(5): 7-17.
- Yang G Y. Research status and prospect of new quality productivity[J]. *On Economic Problems*, 2024(5): 7-17.
- [21] 孙锐. 为新质生产力发展提供人才引领支撑[J]. *人民论坛*, 2024(6): 26-30.
- Sun R. Provide talent leading support for the development of new quality productive forces[J]. *People's Tribune*, 2024(6): 26-30.
- [22] 任保平. 以新质生产力赋能中国式现代化的重点与任务[J]. *经济问题*, 2024(5): 1-6.
- Ren B P. Empowering Chinese path to modernization with new quality productivity: Priorities and tasks[J]. *On Economic Problems*, 2024(5): 1-6.
- [23] 郭锐. 航天技术助力智慧农业[J]. *卫星应用*, 2024(1): 56-60.
- Guo R. Space technology helps smart agriculture[J]. *Satellite Application*, 2024(1): 56-60.
- [24] 刘梦丹. 不用流浪了! 哈工大建了个"地面上的空间站"[N/OL]. (2023-04-15)[2024-07-03]. <https://www.peopleapp.com/column/30038791510-500003792105>.
- Liu M D. No need to wander anymore! A "space station on land" has built on Harbin Institute of Technology [N/OL]. (2023-04-15)[2024-07-03]. <https://www.peopleapp.com/column/30038791510-500003792105>.
- [25] 谢远生. 前瞻布局未来产业 加快发展新质生产力[J]. *软件和集成电路*, 2024(5): 12.
- Xie Y S. Looking forward the layout of future industries, and accelerating the development of new quality productive forces[J]. *Software and Integrated Circuit*, 2024(5): 12.
- [26] 王鹏, 靳开颜. 新质生产力视角下的未来产业发展: 内涵特征与发展思路[J]. *技术经济与管理研究*, 2024(3): 1-6.
- Wang P, Jin K Y. Future industrial development from the perspective of new quality productivity: Connotative features and development ideas[J]. *Journal of Technical Economics & Management*, 2024(3): 1-6.
- [27] 王贻芳. 中国重大科技基础设施的现状和未来发展[J]. *科技导报*, 2023, 41(4): 5-13.
- Wang Y F. Current status and future prospects of the national major infrastructure for science and technology[J]. *Science & Technology Review*, 2023, 41(4): 5-13.
- [28] 杨思琪, 王大禹, 王松. 把"空间站"建在地球上——走进我国航天领域首个大科学装置[N/OL]. (2023-06-23)[2024-07-03]. <https://today.hit.edu.cn/article/2023/08/09/106191>.
- Yang S Q, Wang D Y, Wang S. Building a "space station" on Earth: Stepping into the first large-scale scientific facility in China's aerospace field[N/OL]. (2023-06-23)[2024-07-03]. <https://today.hit.edu.cn/article/2023/08/09/106191>.

- [29] 任艳敏, 陈婷, 古玉珍. 皖江城市带旅游产业与科技创新耦合协调发展研究[J]. 铜陵学院学报, 2024, 23(2): 61-65.
Ren Y M, Chen T, Gu Y Z. A study on coupling and coordinated development of tourism industry and technological innovation in Wanjiang city belt[J]. Journal of Tongling University, 2024, 23(2): 61-65.
- [30] 刘欣. 旅游产业动能澎湃活力迸发[N]. 黑龙江日报, 2024-01-17(1).
Liu X. The tourism industry is brimming with dynamic vitality and bursting with energy[N]. Heilongjiang Daily, 2024-01-17(1).
- [31] 左琛, 刘爽, 张弛, 等. 发挥国际大科学工程优势 培养、集聚和用好科技创新人才: 以平方公里阵列射电望远镜国际大科学工程研究为例[J]. 中国科技人才, 2022(2): 60-64.
Zuo C, Liu S, Zhang C, et al. Give full play to the advantages of international megascience projects to cultivate, gather and make good use of science, technology and innovation talents: Taking the SKA international mega-science project as an example[J]. Scientific and Technological Talents of China, 2022(2): 60-64.

Research on the Role of Big Science Project in Promoting Modern Industrial System: A Case Study on the Space Environment Simulation and Research Infrastructure from the Perspective of New Quality Productive Forces

Wang Yijia^{1*}, Li Liang²

1. School of Humanities and Social Sciences, Heilongjiang University of Science and Technology, Harbin 150020, China;

2. Institute of Space Environment and Material Science, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China

Abstract: Over a long period of time, how to promote technical and industrial innovation is a key issue to the scholars on Big Science Projects, but fewer of them studying those effects from a perspective of new quality productive forces. This paper takes the Space Environment Simulation and Research Infrastructure (SESRI) as an example, analyses the elements of new quality productive forces that SESRI contains, and explores the roles that SESRI plays in the development of modern industrial system in China. The results show that, the SESRI contains elements of new quality productive forces on three dimensions. Firstly, it plays a unique strategic role in Chinese space science. As the only “space station” building on the earth's surface, it becomes one of the pillars in Chinese space science study system. Secondly, it integrates the innovation and application of the space science and other related fields by simulating multiple environmental factors in space. Thirdly, it shows strong capabilities of updating not only on the emerging industries such as high-end equipment manufacturing, information technology, national security, and aerospace, but also on the traditional manufacturing and technology fields, and even on the breeding of agriculture in China. The elements of new quality productive forces that SESRI contains work on two mechanisms. For one thing, it increases the quality and quantity of the innovation entities including the talent teams, the universities, the institutes, and companies. For another, it promotes the combination of multiple innovative resources, included the innovations and applications in technologies, and those between technology and engineering.

This paper also reveals the SESRI's promoting approaches on the modern industry system. Firstly, the experimental equipment and technologies related to irradiation in SESRI enhance the development of agriculture by taking the space breeding experiments on the earth's surface. It not only improves the effect and quality of breeding on staple crops, vegetables and fruits, but also reduces the experiment cost. Secondly, it assists in the development of future space industry. As a large and complex scientific research and experimental platform, the SESRI can provide more comprehensive and convenient test services and analysis. These advantages reduce the testing costs, improve the testing efficiency, and calibrate those specific parameter ranges of aircraft, and finally reduce the developed cost of commercial spaceflight. Thirdly, the technologies in SESRI are helpful to upgrade the traditional manufacturing. On one hand, the enterprises cooperating with the SESRI have a lot of opportunities to participate in researches and applications on high-end technologies, and these experiences help them to enhancing competitiveness. On the other hand, many equipments that the SESRI needs can not obtain from the market because of national security. These demands cause a chain updating on those enterprises in different positions of industry chains, even the integrating in different industries. Fourth, the SESRI promotes the development of high-tech tourism by building multifunctional bases those contain science exhibition, and experiential tourism. Fifth, the SESRI is also with the function as a “talent magnet” to attract and cultivate high-quality scientists and technicians. These findings above contribute to a profound understanding the big science project in the background of Chinese path to modernization, and clarify the position and functions of the big science project on a new journey to build China into a modern socialist country in all respects.

Keywords: new quality productive forces; big science project; the Space Environment Simulation and Research Infrastructure; modern industrial system