

冰雪产业科技创新能力提升的时代价值、现实阻滞与推进路径

孙苗苗

赤峰大学体育学院, 内蒙古 赤峰

收稿日期: 2026年7月30日; 录用日期: 2026年8月28日; 发布日期: 2026年10月20日

摘 要

科技创新能力是推动冰雪产业增长动力转换、提升产品与服务供给质量和增强产业持续发展能力的重要支撑。运用文献资料法、政策文本分析法和逻辑分析法,从科技创新链运行及其支撑条件两个层面,对冰雪产业科技创新能力提升的时代价值、现实阻滞与推进路径进行分析。研究认为,冰雪产业科技创新能力并非单纯体现为科研成果数量或装备制造规模,其核心在于围绕关键技术和重要环节形成技术研发、工程转化、运行保障和持续迭代能力。其时代价值集中体现为增强关键环节运行保障能力,推动产业增长动力与价值结构转换,以及提升冰雪产品与服务供给质量。当前,我国冰雪产业科技创新能力提升仍面临技术供给与产业需求衔接不紧、中试验证与首用机制不健全、多元创新主体利益联结松散、技术标准与数据治理相对滞后、复合型人才供给难以适应产业升级等现实阻滞。上述问题表明,制约冰雪产业科技创新能力提升的主要矛盾已不再局限于单项技术供给不足,而在于技术研发、工程验证、场景应用和市场反馈之间尚未形成稳定循环。为此,应建立产业需求持续进入科研任务形成过程的差异化攻关机制,完善中试验证与分阶段首用相衔接的成果转化机制,以真实应用场景强化科研机构、企业和场馆之间的持续合作,并通过技术标准、数据治理和面向技术转化全过程的人才培养,为研发、验证、应用和反馈之间的连续运行提供支撑。

关键词

冰雪产业, 科技创新能力, 科技成果转化, 技术创新链, 高质量发展

The Era Value, Practical Obstacles, and Promotion Path of Enhancing the Technological Innovation Capability of the Ice and Snow Industry

Miaomiao Sun

College of Physical Education, Chifeng University, Chifeng Inner Mongolia

Abstract

Technological innovation capability is an important support for promoting the transformation of growth drivers in the ice and snow industry, improving the quality of product and service supply, and enhancing the sustainable development capability of the industry. Using the methods of literature review, policy text analysis, and logical analysis, this paper analyzes the era value, practical obstacles, and promotion path of enhancing the technological innovation capability of the ice and snow industry from two aspects: the operation of the technological innovation chain and its supporting conditions. Research suggests that the technological innovation capability of the ice and snow industry is not simply reflected in the quantity of scientific research achievements or the scale of equipment manufacturing. Its core lies in the formation of technology research and development, engineering transformation, operational support, and continuous iteration capabilities around key technologies and important links. The concentrated value of its era is reflected in enhancing the operational guarantee capability of key links, promoting the transformation of industrial growth momentum and value structure, and improving the quality of ice and snow products and services supply. At present, the improvement of technological innovation capability in China's ice and snow industry still faces practical obstacles such as weak connection between technology supply and industrial demand, incomplete mechanism for pilot testing and first use, loose connection of interests among multiple innovation subjects, relatively lagging technical standards and data governance, and difficulty in adapting to industrial upgrading in the supply of composite talents. The above issues indicate that the main contradiction restricting the improvement of technological innovation capabilities in the ice and snow industry is no longer limited to insufficient supply of individual technologies, but rather lies in the lack of a stable cycle between technology research and development, engineering verification, scenario application, and market feedback. To this end, a differentiated technology breakthrough mechanism should be established to continuously incorporate industrial demand into the formation process of scientific research tasks, and a result transformation mechanism that connects pilot testing and phased first use should be improved. The continuous cooperation between scientific research institutions, enterprises, and venues should be strengthened through real application scenarios. Through technical standards, data governance, and talent cultivation for the entire process of technology transformation, support should be provided for the continuous operation between research and development, verification, application, and feedback.

Keywords

Ice and Snow Industry, Technological Innovation Capability, Technology Transfer, Technological Innovation Chain, High-Quality Development

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着先进材料、智能制造、数字技术及生命科学成果不断进入体育实践，科技创新的作用已由训练支持和装备性能改进逐步延伸至产品研发、场馆运行、服务供给和产业组织等领域[1]。对于体育产业而言，科技能力的提升不仅体现为单项技术或装备性能的进步，还取决于技术研发、成果转化、应用保障和持续创新能否有效衔接。北京冬奥会举办以来，我国冰雪运动参与基础和产业空间进一步拓展，冰雪

产业的发展重点也逐步由场地设施建设和市场培育转向产品质量、运行效率和创新能力提升。《关于以冰雪运动高质量发展激发冰雪经济活力的若干意见》提出“组织产学研用协同攻关”，要求“加快推动缆车等冰雪装备‘卡脖子’关键技术突破”，同时提出“鼓励采用节能技术，建设低碳冰雪场馆”“健全冰雪标准体系”和“加强冰雪人才队伍建设”[2]；《体育强国建设“十五五”规划》提出“推动高水平体育科技自立自强”“加强体育科技成果转化”，并将“加快体育产业提质扩容升级，有力服务经济社会发展大局”作为重点任务[3]。由此可见，技术创新及其产业转化能力正在成为冰雪产业由规模扩张转向质量提升的重要支撑。

冰雪装备和场馆技术具有较强的环境适应性和系统集成特征。造雪、制冷、压雪、索道、安全监测和经营管理等系统需要适应低温、高湿、冰冻及复杂地形等使用环境，单项技术达到实验条件下的预期指标，并不意味着已经具备稳定的产业应用能力。科研成果从实验室走向产品 and 市场，还需要经历工程设计、环境测试、场景验证、生产工艺调整和运行维护等环节。与此同时，冰雪产业的业态已经由传统装备制造进一步延伸至场馆运营、培训服务、赛事活动、文体旅融合和数字化服务等领域[4]，技术创新也由单一装备性能改进逐步延伸到装备、场景和服务之间的协同。

现有研究主要从冰雪产业高质量发展、产业链优化、区域协同和数字化转型等角度讨论技术创新问题。有关冰雪经济高质量发展的研究主要关注技术创新、要素配置与产业结构升级之间的关系[5]-[7]；产业链和区域产业研究主要讨论装备制造、场馆运营、资源配置及产业主体之间的联系[4][8]；公共体育服务、文体旅融合以及数字技术研究则分别涉及冰雪服务治理、消费场景拓展和数字技术应用[9]-[11]，运动监测研究也为滑雪运动状态采集和分析提供了技术基础[12]。总体来看，已有研究较多关注技术创新对产业转型和供给升级的促进作用，而对技术成果如何经过工程验证进入真实场景，以及检测认证、技术标准、主体协同等条件如何影响研发、验证与应用之间的衔接，仍有进一步讨论的空间。

基于此，本文将冰雪产业科技创新能力理解为产业主体围绕技术研发及其产业应用形成的综合能力，既包括关键技术和产品的研发能力，也包括技术成果的工程转化、运行保障和持续改进能力。其判断重点不在于科研成果或装备数量本身，而在于产业主体能否识别重要技术需求，将科研成果转化为适应冰雪运动场景的产品和服务，并在长期运行和应用反馈中持续改进。对于影响设备运行、专业性能和产业持续发展的关键技术，还应具备必要的自主研发和技术替代能力。

在这一界定下，不同技术也有必要根据其产业作用和发展基础作差异化区分。综合考虑技术对产业运行的影响程度、国内已有基础、供应替代性以及研发投入的经济性，冰雪产业相关技术大体可分为重点攻关类技术、性能提升类技术和开放合作型通用技术三种类型：对于影响装备运行、专业性能和持续维护，且技术门槛较高、替代难度较大的领域，应保持持续的研发和工程攻关；对于国内已经形成一定研发制造基础的领域，发展重点应由形成基本供给逐步转向材料性能、制造工艺、产品可靠性、智能化水平和配套服务能力提升；对于技术较为成熟、供应来源稳定、替代渠道较多且自主开发经济性不高的通用技术，则可通过市场采购、技术合作和联合研发加以利用。《关于以冰雪运动高质量发展激发冰雪经济活力的若干意见》提出“组织产学研用协同攻关”，并要求加快推动缆车等冰雪装备“卡脖子”关键技术突破[2]；国家发展改革委相关政策解读指出，“吉林省冰鞋、滑雪板、雪杖、头盔等实现快速发展”，但我国冰雪装备仍“受基础材料、基础零部件、基础工艺等制约”[13]。因此，这种区分并非形成固定的产品目录，而是需要根据技术能力、市场需求和供应条件的变化动态调整。

技术类型的差异决定了研发策略有所不同，而技术成果能否进一步形成产业能力，还取决于创新链各环节能否有效衔接。本文所指的核心环节，主要包括技术研发与系统集成、工程化与试验验证、检测认证与标准规范、真实场景应用以及运行维护和反馈改进。单项技术取得突破只是技术创新过程的一部分，只有研发成果能够经过工程验证进入真实使用环境，并依据运行反馈持续调整，技术积累才可能进

一步转化为稳定的产品和服务供给能力。因此,本文不仅关注冰雪产业的技术供给,还关注产业需求能否有效进入研发过程、研发成果能否顺利跨越工程验证和应用环节,以及主体协同、标准治理和人才供给能否为这一过程提供持续支撑。

基于上述分析,本文主要回应三个问题:冰雪产业科技创新能力提升具有何种产业价值;技术研发、工程验证、场景应用及其支撑条件之间存在哪些现实阻滞;如何通过差异化技术研发、成果转化、主体协同、标准治理和人才培养,促进研发、验证、应用与反馈之间形成有效衔接。

2. 冰雪产业科技创新能力提升的时代价值

2.1. 增强冰雪产业稳定运行的技术基础

冰雪产业的稳定运行不仅取决于产品供给是否充足,还取决于产业主体在外部技术条件发生变化时能否维持设备正常运行,并对关键环节具备必要的维修、替代和调整能力。冰雪产业涉及造雪、压雪、低温制冷、索道控制、安全监测和场馆运营等多类专业技术,相关设备之间具有较强的系统关联。《冰雪装备器材产业发展行动计划(2019-2022年)》提出“组织实施冰雪装备器材标准领航项目”,要求“建立较为完善的冰雪装备器材综合标准化体系”,并明确“建设冰雪装备器材检验检测和认证机构”[14]。某一关键设备或控制系统发生故障,可能同时影响场馆开放、赛事组织和参与者安全。大型场地装备的使用周期较长,核心部件更换、软件升级和技术维护对场馆持续运行具有重要影响。若关键设备及其后续服务长期依赖少数外部供应商,普通市场分工便可能转化为影响产业稳定运行的结构性风险。

我国冰雪装备制造已经形成一定产业基础,但不同产品门类之间的发展程度并不均衡。相较于大型场地装备和专业控制系统,服装、护具等大众消费类装备的制造门槛相对较低,国内企业在相关领域积累了一定生产基础。大型场地装备、低温环境核心部件、专业测试设备及部分控制软件,则对基础研究、系统集成、工艺水平和长期运行数据提出了更高要求。国家发展改革委相关政策解读指出,当前冰雪装备器材“标准缺项还较多,亟需各有关方面借鉴国际经验、加强检测验证能力建设,共同推进标准体系建设”[13]。将部分大众装备领域的制造优势直接等同于整个冰雪装备产业的技术优势,容易遮蔽产业链中影响发展自主性的关键环节。

产业技术能力建立在对设备底层结构、控制逻辑和运行规律的理解之上。相应的技术积累有助于企业根据不同气候、海拔和场地条件调整产品性能,也有助于提高设备维修、系统适配和持续改进能力。对于国际供应稳定、国内重复研发经济性较低的一般技术,可以通过开放合作提高资源配置效率;对于直接关系场馆安全和产业运行的关键环节,则需要保持必要的自主研发、维修保障和替代能力。提升冰雪产业科技创新能力,需要增强产业主体对关键设备、核心部件和运行系统的技术掌握与维护能力,降低关键环节因技术来源过度集中产生的运行风险,并提高技术采购、合作开发和产品迭代中的选择能力。

随着冰雪场馆运营和技术服务加快数字化,产业运行对数据和软件系统的依赖也在增加。消费者运动数据、设备运行参数、场馆环境信息和经营数据,逐渐成为产品研发、经营决策和服务优化的重要依据。若相关数据长期沉淀于封闭平台,国内企业和科研机构将难以获得连续、完整的场景资料,算法研发和产品迭代也会受到限制。因此,冰雪产业科技创新能力既体现在装备和核心部件的技术研发与稳定运行,也体现在软件工具、运行数据和技术知识的持续积累。

2.2. 推动冰雪产业增长动力与价值结构转换

场馆数量和项目供给的增加为冰雪产业发展奠定了市场基础,但规模扩张并不能自然转化为稳定的经营效益。冰雪场馆具有前期投入较大、设备维护要求较高、运行周期受自然条件影响等特点。随着冰雪消费逐步分化,部分消费者开始由初次体验转向更加专业化、品质化的产品与服务需求,产业竞争也

相应由场地资源和资本投入向技术、管理和服务能力延伸[5]-[7]。

科技创新能够改变冰雪产业的运行方式和成本结构。造雪、制冷、照明、索道和安全巡检等环节,需要根据气象条件、设备状态和客流变化进行动态调整。传统管理方式较多依赖人工经验,容易出现信息识别滞后、资源投入与实际需求不匹配等问题。传感监测、智能控制和数据分析技术进入场馆运营后,可以提高设备维护和资源调度的准确性,使造雪、制冷和人员安排更加接近实际需要。此类技术能否产生现实效益,并不取决于技术设备的简单叠加,而取决于不同系统能否协同运行,技术方案能否适应场馆条件,以及工作人员能否有效运用相关工具。

科技创新不仅改变场馆运营方式,也在重塑冰雪产品的价值构成。传统冰雪装备的竞争主要集中于材料、工艺、外观和价格,智能传感、动作识别和运动数据分析技术的发展,则使部分装备开始将产品销售与数据分析、软件更新和个性化服务相结合。由此,冰雪装备有可能由单一实物产品转向装备、数据和服务相结合的供给形态,产业价值也随之由加工制造向研发设计和技术服务环节延伸。其意义不在于为传统产品附加数字化标签,而在于通过持续服务提高产品功能和用户使用价值。

冰雪运动具有明显的地域性和季节性,科技创新还能够拓展产业发展的时空边界。室内制冷、陆地模拟训练和虚拟交互技术的发展,使部分基础教学和体验活动可以在非雪季或非传统冰雪地区开展。数字技术也能够通过在线展示、虚拟体验、信息服务和消费场景衔接,拓展冰雪旅游产品的传播和服务边界[11]。不过,技术创造的新场景并不必然形成新的产业动能。只有当相关技术能够改善运动体验、控制运营成本并形成相对稳定的消费需求时,才可能转化为可持续的产品和商业模式。若技术应用仅停留于设备叠加和概念包装,未能改善运营效率与消费体验,则难以构成实质性的产业升级。

冰雪产业科技创新能力提升的价值,因而不只是提高产品的技术含量,更在于推动产业增长动力由场馆扩张、资源投入和一般制造,转向知识积累、技术进步和服务创新。生产工具、要素配置方式与价值实现方式的共同变化,构成冰雪产业由规模增长迈向质量提升的内在基础。

2.3. 提升冰雪产品与服务供给的质量效能

冰雪产业的发展不仅需要扩大产品和项目供给,还要提高运动参与过程中的安全性、便利性和专业性。冰雪运动对场地、装备和技术指导具有较高要求,初学者难以仅凭一般经验识别动作问题和环境风险。场馆管理、教练指导和安全保障能力直接影响消费者的参与体验与持续参与意愿。科技创新通过改善风险识别、教学反馈和场地管理,可以由企业内部的生产工具转化为提升服务质量的重要手段。

运动监测设备可以采集滑雪者的速度、轨迹和姿态变化,为教练员分析运动状态提供辅助信息[12]。数字平台则可应用于信息发布、服务预约、消费场景衔接,改善冰雪旅游与运动服务的组织方式[11]。技术在这些环节中的功能并非替代教练员和场馆工作人员,而是改善信息获取条件,减少因观察不足和信息滞后造成的判断偏差。只有将技术嵌入既有服务流程,并与专业人员的经验判断相结合,技术应用才可能稳定转化为服务效能。

科技创新还有助于推动冰雪产品与服务供给向分层化、精准化发展。不同年龄、技能水平和消费能力的参与者,对装备、课程和安全保障的需求存在差异。运动数据、参与记录和场景信息可以为课程分级、装备适配和风险提示提供参考,使产品与服务供给更接近实际需求。个性化服务同时应以必要、合规的数据使用为前提,避免因设备价格过高、操作复杂或平台限制形成新的参与门槛。

冰雪产业与青少年冰雪教育、全民健身和公共场馆服务具有密切联系。冰雪公共体育服务治理研究表明,服务质量的提升不仅取决于场地和项目供给,还受到资源配置、主体协同和治理方式的影响[9]。产业技术进步能够为学校冰雪教育和公共冰雪服务提供装备与技术支持,但这种社会价值必须建立在稳定、可负担和适用的产品供给基础之上。衡量冰雪产业科技创新能力,不能仅考察专利数量、科研成果

数量或产品产值，还应关注科技成果是否提高场馆运行效率和安全水平，是否改善消费者参与体验，以及是否降低产品使用和维护成本。科技创新只有转化为质量可靠、使用便利且能够持续供给的产品与服务，才能真正体现其对冰雪产业发展的现实价值。

3. 奥地利冰雪产业技术创新的实践参照

冰雪装备和数字运动技术具有较强的场景依赖性，实验条件下形成的技术成果仍需经过实际运动环境和使用过程的检验。如何使企业需求进入研发过程，并在技术研发与市场应用之间形成相对稳定的验证环节，是冰雪技术成果转化需要解决的重要问题。奥地利相关创新实践将合作研发、企业参与和场景验证相结合，为考察冰雪技术从研发走向应用的组织方式提供了较为具体的参照。

在研发组织方面，奥地利研究促进署(FFG)实施的 COMET 计划以科研机构与企业合作开展应用导向研究为重要特征，研究计划由科学界与产业界共同参与制定，并以形成具有进一步开发和市场应用潜力的产品、工艺与服务为重要目标^[15]。这一计划并非专门面向冰雪产业，但在体育技术领域已有具体实践。2018~2023 年实施的“Digital Motion in Sports, Fitness & Well-being (DiMo)”项目即属于 COMET 项目，由 Salzburg Research 牵头，萨尔茨堡大学以及 Atomic 等科研机构和企业共同参与。项目围绕运动数据分析、传感技术和人机交互等开展研究，并设置专门的示范应用，将滑雪装备个性化适配和阿尔卑斯滑雪数字教练等作为成果评价场景^[16]。这种组织方式使企业和实际应用需求能够较早进入研究过程，也使技术研发不完全脱离产品使用条件。

合作研发之外，奥地利相关项目还将真实场景中的测试验证纳入研究过程。2024~2028 年实施的 DiMo-NEXT 项目延续了企业与科研机构共同参与的组织方式，其合作主体包括运动装备企业、科研机构以及国际滑雪和单板滑雪联合会等。项目采用人体运动表现测试、数值模拟、快速原型开发和现场试验等方法，并通过不同参考应用对研究成果进行验证^[17]。冰雪装备和数字运动技术受到低温、雪质、地形及运动者差异等多种因素影响，仅依靠实验室指标难以充分反映实际使用效果。将原型开发、现场试验和应用评价嵌入研发过程，可以使测试中发现的问题及时反馈至技术改进环节，从而减少技术指标与实际使用需求之间的偏差。

在新技术进入应用阶段，奥地利还通过公共创新服务为企业正式投资前的技术试验条件。2023~2025 年实施的“Crowd in Motion”欧洲数字创新中心项目主要服务于阿尔卑斯旅游、体育和休闲领域的中小企业及公共机构，其服务内容包括数字技能培训、开放创新、投资前测试和融资支持。其中，“Test before Invest”服务依托实验设施、数字制造实验室、传感器数据环境以及真实测试环境，对数据技术和数字化解决方案进行应用试验^[18]。与直接补贴企业采购新技术相比，这种做法更强调在正式投入之前对技术可行性和应用价值进行测试，在一定程度上降低中小企业独立开展技术验证的成本和新技术采用的不确定性。

从中奥两国相关实践看，双方在促进产学研合作、加强检测验证和支持新技术应用方面具有相近的政策关注。我国《冰雪装备器材产业发展行动计划（2019-2022 年）》提出“引导学校、企业、科研机构等组建产学研用联合体”，明确“建设冰雪装备器材检验检测和认证机构”，并提出“首台(套)重大技术装备保险补偿机制”^[14]；《推动东北地区冰雪经济高质量发展助力全面振兴取得新突破实施方案》进一步提出“支持建设冰雪装备器材检验检测中心和认证机构”，并“支持冰雪装备器材企业与滑雪场、滑冰场等密切合作”^[19]。相较而言，奥地利相关实践的参照价值主要体现为研发、验证和应用之间具有较强的过程衔接：科研机构与企业围绕持续性研究任务开展合作，原型开发和现场试验被纳入研发过程，应用主体还可以利用公共创新服务在正式投资前开展技术测试。由此来看，冰雪产业技术创新需要解决的并不只是研发项目数量或合作主体数量问题，更重要的是使产业需求、技术研发、场景验证和应用反

馈形成连续关系。这一比较也为进一步分析我国冰雪产业在技术供需衔接、成果验证和主体协同等方面存在的现实阻滞提供了参照。

4. 冰雪产业科技创新能力提升的现实阻滞

4.1. 技术供给与产业需求衔接不紧

我国冰雪产业并不缺少一般性的技术应用,但能够解决关键问题、适应复杂场景并长期稳定运行的技术供给仍显不足。其成因不能简单归结为科研投入不够,而与科技资源配置方式、学科分工、成果评价机制和产业链协同程度密切相关。现有研究已经注意到我国冰雪产业在产业链衔接、资源配置、区域协同和创新能力等方面存在不足[4][6][8],但技术供需错位在科技成果转化过程中仍表现得较为突出。

冰雪装备研发涉及体育学、机械工程、材料科学、制冷工程、计算机科学和安全工程等多个领域。现有体育学科研究更多聚焦运动规律、训练实践和参与者需求,工程学科则主要关注材料、结构和控制技术,两类研究在问题设置、评价指标和成果表达方面存在一定差异。跨学科合作若缺少持续性的共同任务和评价机制,容易在项目结束后中断,也难以围绕冰雪场景中的具体问题形成连续研究。由此可能出现技术指标较为先进但不适应实际环境,或者产品能够完成基本功能却缺少系统性能优化的情况。

论文、专利和样机是科研项目常见的阶段性成果,但其不能替代对产品可靠性、工程适应性和长期运行效果的评价。冰雪装备的工程转化还需要处理结构设计、工艺控制、系统兼容、维护成本和环境适应等问题,这些工作往往超出单个科研项目的一般周期。科研机构注重知识生产和技术创新,企业则更关注成本、可靠性和市场回报,二者之间若缺少能够持续承接工程化开发的合作机制,部分技术成果便可能停留在实验室验证阶段。

部分冰雪装备企业研发资源相对有限,虽然能够从生产和使用过程中发现问题,但缺少将实践需求转化为系统研发任务的条件。高校和科研机构在缺少连续运行资料和场景反馈的情况下,也容易沿用既有学科方向设置研究问题。产业需求难以持续进入科研任务形成和技术评价过程,使部分研究成果与实际使用条件之间存在偏差。技术供需脱节因而不表现为成果数量不足,更表现为研究问题、技术指标与真实应用场景之间缺乏有效匹配。

4.2. 中试验证与首用机制尚不健全

科研成果由原理验证走向成熟产品,通常还要经过样机试制、环境测试、可靠性评价、工艺调整和控制等环节。对冰雪装备而言,这一过程受到使用环境的明显制约。低温、湿度、风速、雪质以及复杂地形都会影响设备的实际性能,普通实验室难以完整还原真实运行条件,一些装备还需要经历跨季或较长周期的连续使用,才能较为充分地检验其可靠性、环境适应性和维护成本。测试周期长、场景要求高、投入成本大,使中试验证成为冰雪科技成果由实验室走向产业应用过程中较为薄弱的一环。

现有验证条件也存在一定分散性。高校和科研机构较为擅长原理研究和样机开发,但长期运行测试往往还需要稳定的场地、持续的经费以及工程技术人员配合;部分装备企业虽然能够从生产和使用过程中发现实际问题,却未必具备独立建设多场景测试条件的能力。滑雪场、训练基地和室内冰雪场馆掌握真实应用环境,但其首要任务仍是保障设备安全、经营连续和客户服务,因此对缺少长期运行记录的新产品通常较为谨慎。结果是,一些新产品因缺少真实应用记录难以获得试用机会,又因缺少试用机会无法积累足够的运行数据,技术性能也就难以在持续使用中得到进一步检验。

政策层面已经注意到上述问题。《冰雪装备器材产业发展行动计划(2019-2022年)》提出“建立较为完善的冰雪装备器材综合标准化体系”“建设冰雪装备器材检验检测和认证机构”,并提出“首台(套)重大技术装备保险补偿机制”[14];《推动东北地区冰雪经济高质量发展助力全面振兴取得新突破实施方

案》提出“支持建设冰雪装备器材检验检测中心和认证机构”“支持冰雪装备器材企业与滑雪场、滑冰场等密切合作”，并要求“引导滑雪场、滑冰场通过融资租赁方式购置冰雪场地设施设备和运动器材”[19]。这些政策部署说明，检测认证、场景合作和新产品初期应用已经进入冰雪装备发展的政策视野，但现有支持仍较多分布在不同环节，研发、验证与实际应用之间尚未形成稳定的连续关系。

这一问题在成果转化过程中表现得尤为明显。冰雪科技成果并不是在专利或样机形成后即可完成转化，研发团队还需要根据测试结果反复调整技术方案，企业需要继续解决工艺、成本和维护等工程问题，场馆则需要提供设备在实际运行中的持续反馈。如果不同主体只在项目立项、样机测试或成果验收等阶段短期参与，后续技术修正就难以持续，一些成果容易停留在“技术可行”层面，尚未充分转化为能够长期稳定运行的成熟产品。即使产品已经完成基本性能测试，应用单位也可能因为长期运行记录不足、责任边界不够清晰以及经营风险难以评估而降低采用意愿。由此，中试验证不足与首用机会有限相互制约，成为冰雪科技成果由研发走向市场应用的重要障碍。

4.3. 多元创新主体利益联结相对松散

冰雪产业技术创新往往需要企业、高校、科研机构、场馆以及检测评价等多类主体共同参与。特别是在技术研发、工程验证和场景应用相互衔接的过程中，不同主体既承担不同任务，也面临不同的成本和风险。现有研究已经指出，产业主体之间的协同关系、资源整合和利益协调，是影响冰雪产业高质量发展的重要因素[4][8]。但从实际创新过程看，多主体参与并不必然形成稳定合作，其关键仍在于不同主体的目标诉求、责任边界和利益关系能否形成有效协调。

企业更加关注技术成熟度、生产成本和市场回报，高校和科研机构则受到项目周期、成果评价和科研任务的影响，场馆作为应用主体，首先考虑设备安全、运行稳定和维护便利。由于冰雪装备测试受到雪季、场地和运行周期限制，场馆参与新技术验证还可能增加运营负担和不确定性。不同主体关注重点本身并不存在必然冲突，但当合作主要围绕项目申报、阶段验收或成果转让展开时，这种目标差异容易在技术进入工程化和实际应用阶段集中显现。科研成果即使在技术指标上达到预期，也可能因为成本、维护条件或操作要求与应用场景不匹配而难以继续推进。

利益联结不足还体现在主体参与技术形成过程的深度不一。部分企业和场馆往往在研发后期才进入项目，实际运行中的设备故障、维护难度、操作习惯和成本约束未能充分进入前期技术设计，容易造成需求表达与技术开发之间的偏差。与此同时，研发团队如果在项目验收后缺少继续参与工程改进的动力，也会使技术成果难以根据场景反馈持续调整。由此，多主体合作容易呈现明显的阶段性特征，研发、工程化和应用主体之间尚未形成贯穿技术全过程的稳定联系。

知识产权、数据使用和成果收益等事项的不确定性，也会削弱长期合作的基础。冰雪技术成果往往并非由单一主体独立完成，而是可能同时包含科研机构的技术成果、企业的工程化投入以及场馆提供的运行数据和应用反馈。当不同主体对成果贡献、后续开发权以及数据使用边界缺乏一致认识时，合作关系在由研发阶段转向产品应用和市场转化阶段后更容易出现分歧。企业可能因此降低开放运行数据和持续投入的意愿，科研团队也可能缺少长期参与工程改进的激励，场馆则更倾向于控制新技术试用带来的额外风险。

此外，现有创新联盟和合作平台虽然能够承担信息交流和资源对接功能，但其合作深度仍取决于是否具有持续的技术任务。如果缺少围绕具体产品、场景和技术问题的长期合作内容，平台成员之间的联系容易停留在项目合作或一般性交流层面，难以形成稳定的研发、验证和应用关系。多元主体利益联结相对松散并不仅表现为收益分配问题，更体现在任务关系不连续、责任边界不清以及技术成果形成过程中各主体参与程度不均衡。这些问题进一步影响了研发成果在工程验证和实际应用中的持续迭代。

4.4. 技术标准与数据治理相对滞后

技术标准既是评价产品性能和安全水平的重要依据,也是科研成果实现规模化应用的基础条件。我国冰雪场地、器材和服务相关标准不断完善,《冰雪装备器材产业发展行动计划(2019-2022年)》提出“组织实施冰雪装备器材标准领航项目”,并要求“建立较为完善的冰雪装备器材综合标准化体系”[14]。但随着智能装备、智慧场馆和数字化服务加快发展,技术评价对象已经由传统的材料、结构和单项性能指标,逐步延伸至运行可靠性、环境适应性、系统兼容和数据交互等方面。国家发展改革委相关政策解读指出,当前冰雪装备器材“标准缺项还较多,亟需各有关方面借鉴国际经验、加强检测验证能力建设,共同推进标准体系建设”[13]。现有标准体系与新技术快速迭代之间因而存在一定时间差。

这种不足首先表现在产品性能评价与真实使用环境之间仍有距离。冰雪装备的运行状态容易受到温度、湿度、雪质、地形和连续使用时间等因素影响,同一产品在实验条件和实际场景中的表现可能存在差异。对于运动监测、智能控制等新型装备而言,速度、姿态识别、风险提示等指标不仅涉及单项技术精度,还受到算法、传感器和具体使用环境的共同影响。如果不同企业采用不同的测试条件和评价方法,产品性能就难以进行横向比较,场馆和消费者也缺少相对统一的判断依据。与产品更新速度相比,针对复杂环境适应性、长期运行可靠性以及智能功能的测试方法和认证能力仍显不足。

随着场馆设备联网程度提高,标准问题又进一步延伸到不同系统之间的兼容。设备运行、安全监测、票务管理、教学培训和经营管理等系统往往由不同企业开发,其数据格式、通信接口和评价指标存在差异。当各系统之间缺少必要的连接规则时,场馆容易形成相互独立的信息模块,不仅增加系统维护和设备更新成本,也使运行数据难以在不同业务环节之间得到充分利用。特别是在产品研发和技术改进过程中,如果设备数据长期封闭于单一平台,科研机构和企业就难以获得连续、完整的场景信息,技术迭代也容易受到限制。

数据利用本身还面临较为复杂的治理边界。消费者身份信息、运动轨迹、身体特征、设备运行参数以及场馆经营数据在性质和使用目的上存在明显差异,但在跨主体合作中,这些数据往往同时进入技术研发、产品测试和运营管理过程。个人权益保护、企业商业利益与科研和产品改进之间因而存在一定张力。如果数据使用规则过于封闭,可能限制跨主体研发和技术改进;如果使用范围缺乏清晰边界,又可能增加个人信息和商业数据被不当使用的风险。特别是在科研机构、企业和场馆共同参与的项目中,数据由谁采集、可以用于何种目的、能够在多大范围内共享以及合作结束后如何继续使用等问题,尚缺少稳定而清晰的协调规则。

当前冰雪产业技术标准与数据治理的不足并非简单表现为标准数量不足或数据开放程度不高,而在于新型技术的评价方法、设备之间的基本兼容以及跨主体数据使用规则尚未充分适应研发、验证和应用日益融合的发展趋势。这种基础规则的不完善,不仅影响产品性能的客观评价,也增加了不同创新主体开展持续合作和技术迭代的成本。

4.5. 复合型人才供给难以适应产业升级

随着智能装备、数字运维、运动数据分析、能源管理和安全评价等技术逐步进入冰雪产业,相关岗位对人才能力的要求也在发生变化。传统的运动教学、场馆服务和设备操作仍是冰雪产业的重要岗位,但单一专业背景已较难覆盖装备研发、设备维护、数据分析和场景应用等新的工作内容。已有研究指出,专业人才数量不足、人才结构不合理和培养体系不完善,是影响冰雪运动高质量发展的重要因素[20]。《关于以冰雪运动高质量发展激发冰雪经济活力的若干意见》明确提出“加强冰雪人才队伍建设”,并提出“支持有条件的高等院校、职业学校开设冰雪运动、冰雪经济等相关专业,打造产教融合实训基地”[2]。从当前产业发展需求看,人才短板已经不完全是数量问题,专业知识结构和实践能力能否适应技术升级

同样值得关注。

冰雪技术涉及多个专业领域。装备研发需要机械、材料和控制技术的支持,场馆运行又涉及制冷、能源、安全管理和运动服务等内容。体育类人才通常较熟悉运动规律、教学实践和参与者需求,工程技术人员则更关注设备结构、材料性能和控制系统,两类人才在知识背景和问题判断方式上存在差异。实际工作中,很多技术问题并不能由单一专业独立解决。例如,一项装备性能的改进既要考虑技术参数,也要考虑运动者使用感受和场馆运行条件。如果不同专业人员缺少共同参与实际项目的经历,就容易出现技术方案与使用需求之间理解不一致的问题。

人才培养中的实践环节也较难覆盖冰雪产业完整的运行过程。冰雪场馆和装备使用具有明显的季节性,设备安装、调试、雪季运行、故障处理以及非雪季检修往往前后关联。短期参观或集中实习通常只能接触其中某一阶段,学生较难连续了解设备从投入运行到维护调整的全过程。尤其是一些可靠性和环境适应性问题,往往需要经过较长时间使用后才能显现,仅依靠短期实践难以理解实验指标、技术参数与实际运行结果之间的差异。

冰雪产业空间布局 and 业态变化也对人才供给提出了新的要求。传统冰雪地区长期积累了运动教学和户外场馆运营经验,而南方室内冰雪场馆数量增加后,制冷运维、商业运营、大众培训和数字化管理等岗位需求随之增长。不同地区和不同业态对人才知识结构和实践经验的要求并不相同,现有培养方式与岗位需求之间仍存在一定错位。总体而言,复合型人才供给不足并不只是专业设置或培养数量的问题,更重要的是现有人才的知识结构、实践经历与冰雪产业技术应用场景之间仍存在一定距离。

5. 冰雪产业科技创新能力提升的推进路径

5.1. 建立需求牵引的差异化技术攻关机制

冰雪产业技术攻关首先需要解决科研任务与实际需求脱节的问题。前文已经根据技术重要程度、国内基础、供应替代性和研发经济性对不同技术的发展方式作出区分,在具体实施中,更重要的是将场馆运行、装备使用和服务过程中暴露出的实际问题转化为明确的研发任务。可由装备企业、滑雪场、训练基地、教练员和技术人员持续提供设备故障、能耗水平、维护成本、环境适应性和操作便利性等信息,结合行业协会、科研机构的专业论证,形成动态更新的技术需求清单。对于进入清单的问题,应进一步明确技术目标、应用场景、测试条件和评价指标,避免科研项目仅从既有学科方向出发确定研究内容。

不同类型技术应采取差异化的任务组织方式。对于影响设备稳定运行、专业性能和持续维护的关键技术,可围绕核心部件、控制系统、低温环境适配和专业测试等问题设置持续性研发任务,避免因项目周期过短导致技术积累中断;对于已经具备一定制造基础的技术,则应把研发重点放在材料性能、工艺改进、可靠性和智能化等方面,并更多利用企业生产数据和用户反馈推动产品迭代;对于技术成熟、供应稳定且自主研发经济性较低的通用技术,可通过联合研发、技术合作和市场采购加以利用,并根据供应条件和产业需求变化及时调整技术选择。这样既能够避免有限科研资源在一般技术上重复投入,也有利于将研发力量集中于影响产业运行和产品竞争力的薄弱环节。

技术攻关还应把应用主体提前纳入项目过程。对于面向场馆运行和冰雪装备应用的科研项目,在立项阶段即可同步确定参与验证的企业或场馆,明确其在需求提出、样机测试和应用反馈中的责任。科研机构负责技术方案与原理验证,企业参与工程设计、生产工艺和成本控制,场馆及训练基地则提供实际运行条件并反馈使用效果。项目评价也不宜只以论文、专利和样机数量作为主要依据,而应根据技术成熟过程设置阶段性评价节点,重点考察样机性能、环境适应性、运行可靠性和场景适配情况。对于测试中暴露出的问题,应允许研发团队依据运行数据持续修正技术方案,使科研任务从立项之初就与后续工程验证和场景应用保持联系。

通过技术需求动态识别、差异化任务组织和应用主体前置参与,可使产业需求更有效地进入科研过程,也使技术攻关由单项成果导向逐步转向解决实际问题 and 形成持续技术能力,为后续中试验证和市场应用奠定基础。

5.2. 完善中试验证与首用支持机制

产业需求进入研发过程之后,技术成果能否进一步转化为稳定产品,还取决于工程验证和实际应用两个环节能否顺利衔接。冰雪装备长期运行于低温、风雪、冰冻和复杂地形环境,一些性能指标在实验条件下达到要求,并不意味着产品已经具备长期运行能力。特别是造雪、制冷、索道控制、运动监测等技术,其可靠性、能耗水平、维护成本和环境适应性往往需要经过较长周期的实际运行才能得到检验。因此,应把中试验证作为连接技术研发与场景应用的重要环节,使研发成果在进入市场之前获得充分测试和持续改进的机会。

中试验证不宜简单依赖新建综合性平台,而应充分利用现有滑雪场、训练基地、室内冰雪场馆、检测认证机构和装备产业集聚区等条件,形成与不同技术特点相适应的验证网络。自然雪场可重点检验装备在低温、风雪和复杂地形下的运行稳定性,室内冰雪场馆可开展制冷能效、连续运行及大众使用条件下的测试,专业训练基地则可为运动装备、运动监测和人机适配等技术提供验证场景。相关测试应尽可能形成连续、可追溯的运行记录,将设备故障、能源消耗、维护频率、操作便利性和环境适应情况反馈至研发和生产环节,使验证过程不仅承担性能判定功能,也能够为产品改进提供依据。《冰雪装备器材产业发展行动计划(2019-2022年)》明确“建设冰雪装备器材检验检测和认证机构”[14],《推动东北地区冰雪经济高质量发展助力全面振兴取得新突破实施方案》进一步提出“支持建设冰雪装备器材检验检测中心和认证机构”,并“支持冰雪装备器材企业与滑雪场、滑冰场等密切合作”[19],后续更需要推动既有场地、检测条件与研发项目之间形成稳定联系,而不是重复建设彼此分散的验证平台。

完成基本验证之后,新产品仍可能面临“没有应用记录难以进入市场、没有实际应用又难以积累运行数据”的困境。对此,可在《冰雪装备器材产业发展行动计划(2019-2022年)》提出的“首台(套)重大技术装备保险补偿机制”基础上[14],建立与技术成熟度相适应的分阶段首用方式。对于已经达到基本性能要求、但缺少长期运行记录的产品,可先通过试用、租赁或分阶段采购等方式进入一定范围的真实场景,在明确使用条件 and 责任边界的前提下积累运行数据。应用过程中重点记录产品可靠性、维护成本、操作适应性以及对场馆正常运营的影响,并由研发企业、应用场馆和第三方检测评价机构依据事先确定的指标进行阶段性评价。运行表现达到预期的,可逐步扩大应用范围;仍存在明显技术问题的,则依据测试结果返回研发环节继续调整。这样既为新产品保留真实场景中的验证机会,也可以避免将首用支持简单理解为对尚未成熟产品的直接采购。

首用支持的关键还在于合理分配新技术应用初期的不确定性。冰雪场馆承担安全运营和持续经营责任,如果新产品的试用风险完全由场馆承担,其采用意愿自然受到限制;反过来,如果应用单位不参与运行评价,研发企业又难以获得真实而连续的使用反馈。因此,可以围绕产品质量、技术维护、规范使用、数据记录和第三方评价等事项明确各方责任,并将质量保险、风险补偿等支持方式与实际运行结果相衔接。政策支持的重点不宜只是降低购买成本,更应为新技术从“能够运行”走向“稳定运行”创造测试和改进条件。

由此,中试验证和首用支持并不是科技成果转化中的两个孤立环节,而应形成相互衔接的过程:研发成果通过多场景测试发现问题,在一定范围内进入真实应用并积累运行数据,再依据评价结果返回研发环节改进或逐步扩大应用。只有使验证、试用和反馈能够持续循环,才能逐步缩小实验室技术与成熟产品之间的距离。与此同时,这一过程涉及研发机构、装备企业、应用场馆和第三方机构的共同参与,

其能否稳定运行,还取决于各主体之间是否形成清晰的责任关系和持续的利益联结,这也构成下一步完善产学研协同机制需要解决的问题。

5.3. 构建场景牵引的多元主体协同与利益联结机制

冰雪科技成果从研发走向实际应用,需要科研机构、装备企业、场馆及相关技术服务机构持续参与。特别是在中试验证和首用阶段,技术问题往往随着测试和运行不断显现,如果不同主体之间的合作仍停留在项目申报、成果验收或一次性技术转让层面,研发、验证与应用之间就容易再次出现脱节。因此,多元主体协同的关键不在于扩大合作主体数量,而在于围绕具体技术问题和应用场景形成持续的任务联系,使产业需求、技术开发、工程改进和使用反馈能够贯穿技术创新的不同阶段。

为提高合作的稳定性,可探索以真实应用场景为牵引的产学研协同方式。对于场馆运行、装备使用和运动服务中反复出现的技术问题,应在研发任务形成阶段就吸收企业和应用场馆参与,共同明确技术需求、使用条件和评价重点。科研机构主要发挥技术研究和方案开发优势,装备企业承担工程化设计、生产工艺优化及后续技术维护,场馆和训练基地则通过实际运行提供测试条件和使用反馈。对于涉及性能认定和安全评价的产品,还可引入检测认证等第三方机构参与关键环节评价。通过将应用主体由成果完成后的“使用者”前移至技术形成过程,可以减少研发目标与实际需求之间的偏差,也有利于前一阶段形成的中试和首用机制持续运行。

场景协同能否长期维持,还取决于不同主体之间是否形成相对清晰的利益联结关系。冰雪技术研发往往同时包含科研成果、企业工程投入和场馆运行数据,成果形成过程具有明显的共同参与特征。因此,可在合作启动阶段围绕研发任务、成果权属、数据使用、后续开发、成本承担和收益分配等事项建立基本规则。据此,可形成以具体应用场景和技术任务为核心的场景驱动式产学研合作协议框架,重点明确需求边界、主体分工、测试评价、成果权属、数据使用、成本与风险承担、收益分配以及调整退出等基本事项。协议内容可根据原型开发、场景测试和实际运行结果进行动态调整,使合作关系能够覆盖技术研发、工程验证、场景应用和后续改进全过程。对于多方共同完成的技术成果,不宜简单依据单一主体身份确定利益归属,而应综合考虑原创技术贡献、工程化投入、测试条件提供以及持续改进等实际贡献,合理确定知识产权和后续开发权益。对于测试过程中形成的设备运行数据、运动数据和场馆经营信息,也应事先明确采集范围、使用权限和保密责任,在保障个人权益和商业利益的前提下,为技术改进保留必要的条件。

考虑到冰雪技术研发和验证具有较长周期,合作关系还应具有一定的动态调整空间。技术方案在真实环境中可能需要经历多轮测试和修正,因而合作评价不宜只集中在项目终期,而可结合原型开发、场景测试和实际运行情况进行阶段性判断。对于测试效果较好、具备进一步应用潜力的项目,可继续推进工程改进和扩大验证;对于长期无法达到可靠性、安全性或使用要求的项目,则应及时调整技术路线或终止后续投入。将技术评价、利益安排和风险承担与项目实际进展相联系,可以减少因一次性成果评价造成的短期合作倾向,也有助于形成围绕具体产品和技术问题持续迭代的合作关系。

行业协会、产业联盟等组织则可在单个合作项目之外承担协调和公共服务职能。其作用不宜停留在成员对接和信息交流,而应围绕造雪节能、场馆安全、智能监测、装备可靠性等共性问题,组织持续性技术合作和场景验证,并推动不同项目形成的测试经验、评价方法和共性技术逐步积累。随着企业、科研机构和场馆之间的数据交换与联合测试增多,设备接口、测试方法、评价指标以及数据使用边界也需要更加明确,由此进一步形成对技术标准和数据治理的现实需求。

5.4. 完善与技术迭代相适应的标准和数据治理机制

随着科研机构、装备企业和应用场馆更加深入地参与联合研发、场景验证和产品改进,技术成果能

否在不同场景中稳定应用,越来越依赖共同的测试尺度、接口规则和数据使用规范。特别是智能装备和智慧场馆加快发展以后,冰雪产业的技术标准已不再局限于产品尺寸、材料性能和基本安全要求,而是逐步延伸到运行可靠性、环境适应性、系统兼容和数据交互等方面。如果研发、检测和应用主体之间缺少相对一致的评价依据,不同项目形成的测试结果就难以比较,产品性能也难以在不同场馆和使用条件下得到有效判断。因此,标准建设需要进一步向技术研发和场景验证环节前移,使其成为连接技术开发、产品测试和实际应用的重要基础。

冰雪装备的测试标准应更加重视真实使用条件下的运行表现。低温、湿度、雪质、地形和连续运行时间都会影响设备性能,仅依靠实验室中的单项参数,难以完整反映产品在实际场景中的可靠性。前述中试验证和首用过程中形成的设备故障、能源消耗、维护频率和环境适应性等连续数据,可以为测试方法和评价指标的完善提供依据。对于技术迭代较快、尚未形成稳定评价体系的智能装备和数字化产品,可先通过团体标准、技术指南和测试规范明确基本性能要求和评价方法,并随着场景验证和实际应用不断调整;待相关技术和测试方法逐步成熟后,再推动形成更具普遍适用性的行业标准或国家标准。这样既能够使标准及时回应技术变化,也可以避免在技术路线尚未稳定时过早固化评价框架。

当不同设备和数字平台进入同一场馆运行后,标准问题还会由单一产品性能进一步延伸至系统之间的连接与协同。设备运行、安全监测、票务管理、教学培训和经营管理等系统往往由不同企业开发,如果数据格式和通信接口彼此封闭,场馆就容易形成多个相互分离的信息系统,既增加后续维护和设备更新成本,也限制运行数据在技术分析和产品改进中的进一步利用。因此,有必要对基础数据格式、必要通信接口和信息交换方式形成基本规范,使不同设备和平台能够完成必要的信息连接。这里强调的并不是要求企业开放核心算法或统一具体技术路线,而是在保留企业技术差异和创新空间的同时,为系统之间的基本兼容建立共同边界。

设备联网和数据交换增加以后,数据使用规则也需要与技术合作同步完善。不同类型数据的应用价值和风险并不相同,不能采用完全一致的管理方式。涉及个人身份、运动轨迹和身体特征的数据,应重点明确采集目的、知情同意、使用范围和安全保护要求;设备运行数据可在明确用途和责任的前提下,用于故障分析、性能评价和产品迭代;场馆经营数据涉及运营主体的商业利益,其使用范围则应根据具体合作任务和授权关系加以确定。对于由科研机构、企业和场馆共同参与项目形成的数据,还应在合作启动阶段明确数据采集、使用、保存和共享的基本规则,避免因使用边界不清影响后续研发和场景合作。

从这一意义上看,技术标准和数据治理并不是科技成果进入市场之后的附加性管理要求,而是研发、验证和应用能够持续衔接的重要支撑。通过将真实场景中的运行数据逐步转化为测试和评价依据,在保留企业技术选择空间的同时提高系统基本兼容性,并根据数据性质明确相应的使用边界,可以为不同创新主体开展持续合作提供更加稳定的技术条件。随着这一过程不断深入,装备研发、数字运维和数据分析等环节对从业人员的知识结构和实践能力也会提出新的要求,人才培养因而需要进一步适应冰雪产业技术升级带来的岗位变化。

5.5. 完善面向技术转化全过程的复合型人才培养机制

冰雪产业技术升级对人才提出的要求,已经由单一岗位技能逐步转向跨环节协同能力。无论是智能装备研发、场馆数字运维,还是运动数据分析、能源管理和安全评价,都需要从业者理解技术参数与运动场景、设备运行与服务需求之间的关系。这里所说的复合型人才,并不是要求个体同时掌握体育学、工程学和数据科学的全部知识,而是能够理解不同专业的基本逻辑,并在研发、测试和应用过程中准确识别问题、沟通需求和协同解决问题。因此,人才培养的重点不宜停留在增加技术课程,而应围绕冰雪技术由研发走向应用的实际过程重组教学内容和实践方式。

课程内容可以由学科知识的简单叠加转向围绕产业问题进行组织。体育类专业在保留运动规律、训练方法和参与者需求等优势的基础上,可增加装备原理、运动数据、场馆能源和安全管理等内容,使学生具备理解技术方案和判断使用条件的基本能力;工科相关专业则有必要加强冰雪运动场景、人体运动特征和场馆运行知识,使技术设计能够更好回应真实使用需求。更为重要的是,可围绕雪场能耗控制、装备可靠性评价、运动状态监测和场馆安全等具体问题设置跨专业学习任务,使学生在共同分析和解决问题的过程中理解技术指标、使用条件和运营要求之间的联系。相比单纯增设课程,这种以真实问题为载体的教学方式更有利于形成跨专业沟通和综合判断能力。

冰雪产业明显的季节性和设备运行周期,也决定了实践教学不能停留在短期参观或集中实习。设备安装调试、雪季运行、故障处理和非雪季检修构成相对完整的技术使用周期,学生只有持续参与其中,才能理解实验指标与实际运行结果之间为什么会出现差异。高校可依托与装备企业、滑雪场、训练基地和检测机构的长期合作,将部分联合研发、中试验证和场景测试任务转化为实践教学项目,让学生跟踪同一技术或产品从研发、测试到应用改进的过程。这样,实践教学不再是脱离课程体系的补充环节,而能够成为连接知识学习与产业问题的重要载体。

人才培养还需要把产业中的实践知识更稳定地引入教学过程。企业工程师和场馆技术人员长期接触设备故障、维护成本、操作适配等一线问题,其经验能够补充高校教学中相对不足的工程和场景知识;高校教师则可通过联合研发、技术服务和企业实践及时了解产业技术变化,并将新的问题带回课程和科研。由此形成的双向交流,比单纯聘请产业导师或安排短期讲座更有利于课程内容持续更新。对于已经进入行业的设备操作、场馆管理和教学人员,也应围绕智能设备、数字平台和安全管理等岗位变化完善继续教育,使其能力结构能够随着技术迭代不断调整。

相应地,人才评价也需要从单纯考察知识掌握情况,转向关注其在真实任务中的综合表现。对于应用导向较强的冰雪相关专业,可适当增加企业项目、场景测试、技术改进和跨专业协作等实践成果的评价权重,重点考察学生能否识别实际问题、理解不同主体需求,并将运动规律、技术条件和运营要求结合起来提出可行方案。只有当课程组织、实践过程和评价方式都围绕真实产业问题展开,人才培养才能真正嵌入冰雪技术研发、验证、应用和持续改进的全过程,为前述技术攻关、成果转化和场景应用提供稳定的人才支撑。

6. 结语

冰雪产业科技创新能力的提升,是技术研发成果不断转化为稳定产品和服务供给能力的过程。其形成既取决于关键技术和产品研发水平,也取决于工程验证、场景应用、运行保障和反馈改进等环节能否有效衔接。只有技术成果能够在真实运行中持续接受检验并不断改进,科技积累才可能进一步转化为产业发展中的稳定能力。

当前,我国冰雪产业科技创新能力提升面临的问题共同指向创新链条衔接不足:产业需求难以持续进入科研任务形成过程,部分研发成果缺少充分的工程验证和首用机会,多元主体之间的任务关系与利益联结仍不稳定,技术标准、数据治理和人才供给也尚未完全适应技术快速迭代的要求。因此,制约产业科技能力提升的因素并非单纯表现为科研投入或成果数量不足,更在于研发、验证、应用和反馈之间缺少持续而稳定的联系。

提升冰雪产业科技创新能力,关键在于改善技术创新链各环节之间的衔接方式。产业需求需要更加有效地进入科研任务形成和技术评价过程,使有限研发资源能够集中于真正影响产业运行和产品性能的问题;研发成果则需要经过持续的工程验证和真实场景检验,在试用、评价和反馈中不断提高产品可靠性。与此同时,科研机构、装备企业、应用场馆及相关技术服务主体之间还需要形成较为稳定的合作关

系,并以相对统一的测试标准、数据规则和复合型人才供给支撑技术持续迭代。只有研发、验证、应用和反馈之间形成连续联系,科研成果才可能逐步转化为冰雪产业自身稳定的技术积累和产品供给能力。

参考文献

- [1] 曹景伟. 以高水平体育科技自立自强赋能新时代体育强国建设[J]. 体育科学, 2023, 43(2): 3-11.
- [2] 国务院办公厅关于以冰雪运动高质量发展激发冰雪经济活力的若干意见 国办发(2024)49号[EB/OL]. 2024-10-31. https://www.mee.gov.cn/zcwj/gwywj/202411/t20241106_1093592.shtml, 2026-08-24.
- [3] 体育总局关于印发《体育强国建设“十五五”规划》的通知 体发字(2026)1号[EB/OL]. 2026-07-08. <https://www.sport.gov.cn/n315/n20001395/c29789336/content.html>, 2026-08-24.
- [4] 高寰宇, 曹连众, 高圆媛. 我国冰雪产业链内容要素与优化路径研究[J]. 沈阳体育学院学报, 2022, 41(4): 1-7.
- [5] 王帅, 陈洪. 新质生产力赋能冰雪产业高质量发展研究[J]. 沈阳体育学院学报, 2024, 43(4): 110-116.
- [6] 王兆红, 李静. 新时代冰雪经济高质量发展: 现实基础、问题挑战与推进策略[J]. 沈阳体育学院学报, 2025, 44(3): 114-121.
- [7] 李宇, 巩蓉蓉, 董锁成, 等. 中国冰雪经济新质生产力的理论体系与发展方向[J]. 地理学报, 2025, 80(2): 545-562.
- [8] 骆秉全, 冯国有, 骆同. 北京市冰雪体育产业发展的现状、困境与路径[J]. 首都体育学院学报, 2022, 34(6): 641-648.
- [9] 周铭扬, 王先亮. 冰雪公共体育服务治理现代化: 内在逻辑与推进路径[J]. 沈阳体育学院学报, 2022, 41(1): 10-17.
- [10] 张译丹, 李壬冬, 赵敏, 等. 文体旅产业融合驱动冰雪旅游可持续发展的实然困境与突破路径[J]. 沈阳体育学院学报, 2025, 44(5): 110-116.
- [11] 牛志培, 杨占东, 于作军. 数字技术赋能冰雪旅游产业高质量发展的作用机制、应用场景与实现路径[J]. 沈阳体育学院学报, 2025, 44(1): 124-130.
- [12] 杨云. 滑雪运动状态智慧监测方法及应用技术研究[D]: [博士学位论文]. 太原: 中北大学, 2022.
- [13] 余伟珍. 专家解读之五[立足产业基础和资源禀赋 培育壮大冰雪装备器材产业][EB/OL]. 2024-12-10. https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/jd/jd/202412/t20241210_1394933.html, 2026-08-24.
- [14] 工业和信息化部, 教育部, 科学技术部, 文化和旅游部, 国家市场监管总局, 国家广播电视总局, 国家体育总局, 国家知识产权局, 北京 2022 年冬奥会和冬残奥会组织委员会. 关于印发《冰雪装备器材产业发展行动计划(2019-2022 年)》的通知. 工信部联装(2019)106号[EB/OL]. 2019-09-20. https://www.gov.cn/gongbao/content/2019/content_5430508.htm, 2026-08-24.
- [15] Austrian Research Promotion Agency. COMET: Competence Centers for Excellent Technologies. <https://www.ffg.at/en/comet>
- [16] Austrian Research Promotion Agency. DiMo: Digital Motion in Sports, Fitness & Well-Being. <https://projekte.ffg.at/projekt/3254985>
- [17] Austrian Research Promotion Agency. DiMo-NEXT: The Next Level of Digital Motion in Sports, Fitness and Wellbeing. <https://projekte.ffg.at/projekt/4856656>
- [18] Austrian Research Promotion Agency. Crowd in Motion: EDIH for Crowd Technology and AI for Motion Data Analytics for the Alpine Tourism and Sports Industry. <https://projekte.ffg.at/projekt/5129690>
- [19] 推动东北地区冰雪经济高质量发展助力全面振兴取得新突破实施方案[EB/OL]. 2024-12-05. https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202412/t20241205_1394866.html, 2026-08-24.
- [20] 王飞, 张莹, 孙大海, 等. 以冰雪运动高质量发展推进体育强国建设: 现实基础、困境与战略路径[J]. 沈阳体育学院学报, 2023, 42(3): 24-30.