



足球科技创新的技术发展与政策创新

Technological Development and Policy Innovation in Football Technology Innovation

刘大超^{1,2}, 王子朴^{1*}

LIU Dachao^{1,2}, WANG Zipu^{1*}

摘要:目前,足球国别竞争日趋激烈,足球科技创新成为影响足球事业发展的关键。运用文献资料调研、实地调查、专家访谈等研究方法,探讨足球科技创新政策演变、驱动要素及其关系,以及技术发展与政策创新的协同演化机制,基于技术与政策的现实制约,提出实践策略。研究发现,足球科技创新在技术层面存在基础性科学研究支撑不足,关键核心技术缺失,技术发展不均衡;在政策层面存在针对性、前瞻性及支撑力有限,政策执行系统不完善,政策创新与技术发展协同不足等问题。亟需加强基础科学研究,加快关键核心技术攻关;改善政策环境,提高政策创新效能;推动领域、区域、城乡一体化协调发展;推进技术与政策的协同发展,完善创新体制机制;健全人才培养体系,建设高水平足球科技创新人才队伍。

关键词: 足球;科技创新;技术发展;政策创新

Abstract: In today's world, the competition among countries in football is becoming increasingly fierce, and football technological innovation has become the key to the development of football. Using research methods such as literature, field investigation, and expert interviews, this paper explores the evolution of football technological innovation policies, driving factors and their relationship, as well as the synergistic evolution mechanism of technological development and policy innovation. Based on the realistic constraints of technology and policy, practical strategies are proposed. The study found that football technological innovation has problems such as insufficient basic scientific research support, lack of key core technologies, and unbalanced technological development at the technical level; limited pertinence, foresight and support at the policy level, imperfect policy implementation system, and insufficient coordination between policy innovation and technological development. It is urgent to strengthen basic scientific research, accelerate the research of key core technologies; improve the policy environment, and improve the effectiveness of policy innovation; promote the coordinated development of fields, regions, and urban and rural integration; promote the coordinated development of technology and policies, and improve the innovation system and mechanism; improve the talent training system, and build a high-level football technological innovation talent team.

Keywords: *football; technological innovation; technological development; policy innovation*

中图分类号: G843 **文献标识码:** A

基金项目:

国家社会科学基金重大项目
(21&ZD347)

第一作者简介:

刘大超(1991-),男,讲师,在读博士研究生,主要研究方向为青少年身体运动功能训练、体育人文社会学, E-mail: 20180052@nuc.edu.cn。

*通信作者简介:

王子朴(1969-),男,教授,博士,博士研究生导师,主要研究方向为体育人文社会学和体育经济学, E-mail: wangzipu@cupes.edu.cn。

作者单位:

1.首都体育学院,北京 100191;
2.中北大学,山西太原 030051
1. Capital University of Physical Education and Sports, Beijing 100191, China;
2. North University of China, Taiyuan 030051, China.

足球作为具有广泛影响力的世界性运动,在我国有着广大的群众基础。振兴和发展我国足球事业不仅是人民群众的殷切期盼,也是培育体育文化,加快建设健康中国、体育强国战略的现实需求。党的十八大以来,以习近平同志为核心的党中央高度重视我国足球事业发展。2015年,国务院办公厅印发《中国足球改革发展总体方案》,将振兴足球事业提到了国家发展战略高度。随着人工智能、物联网等新技术的快速迭代,科技创新逐步成为推动体育事业高质量发展,影响国际体育竞争格局的关键。现阶段足球领域的数字化、信息化、智能化发展需求日益增强,加快足球科技创新发展,对于提升足球训练竞赛的科学化水平、助力足球产业提质升级、提高足球国际竞争水平具有重要

意义。依据世界足球科技创新发展态势,2016 年国家发展改革委、教育部、国家体育总局、国务院足球改革发展部际联席会议办公室印发《中国足球中长期发展规划(2016—2050 年)》,提出推动互联网技术与足球产业深度融合,重点引入移动互联网、电子商务、大数据等新技术和新业态,促进足球产业多点创新;2021 年国家体育总局发布《“十四五”体育发展规划》,提出创新驱动战略引领的科技革命,将为体育发展提供更强大的科技支撑,有利于深化足球改革,打造强支撑的科研攻关和服务团队,增强为国争光能力。目前,我国足球领域科技创新仍处于起步阶段,与世界足球科技创新强国在技术发展及政策创新支撑等方面存在较大差距。新时代,技术发展为我国把握新兴技术先发优势,实现足球科技创新的后发式跨越提供机遇。同时,由于技术发展带来的社会风险、产业变革失衡风险以及技术安全风险,给我国足球事业带来严峻现实挑战,迫切需要推进适应性的政策创新发展。

关于足球科技创新的现有研究主要集中于足球训练竞赛的科学化发展(罗冲等,2022),职业联赛以及社会足

球的智慧治理(何杰等,2021),技术发展下的足球政策创新(于文谦等,2021),足球科技创新的信息安全(张鹏,2022)、技术风险以及伦理问题(周生旺等,2021),国际足球科技研发竞争态势(傅鸿浩等,2022)等方面。特别是在现代前沿技术与足球领域融合创新方面,如“互联网+足球”、区块链等数字技术驱动足球智慧化发展(郝文鑫等,2020)、足球训练竞赛的科技创新应用(吕默然等,2023)等成为研究热点。在此基础上,本研究探讨驱动足球科技创新的核心要素及其关系,分析技术与政策创新的协同演化机制,探寻解决技术与政策现实制约的实践路径。

1 技术发展下的足球科技创新政策演变进程

不同时期科技革命下的技术发展,为足球科技创新提供了相应的技术手段及科技支撑。由于技术发展带来的足球科技创新特征及范式的改变,需要政策治理的相应变革,实现技术与政策选择相适应,推进足球事业与科技交叉融合并快速发展(图 1)。

科技革命演变	(1850—1900年)	(1901—1950年)	(1951—2000年)	(2001年至今)
足球科技创新演变	场馆、场地、装备制造;天然草坪足球场,橡胶内胆足球,棉质足球服等 训练竞赛与监控:教练员观察,球员反馈等 观察与传播:报纸,口头传播等 裁判技术:口哨,旗帜,纸,笔,怀表等	电力技术、电视传媒、电子通信 场馆、场地、装备制造;有看台的标准化足球场,有排水及灌溉系统的草坪充气内胆足球,可装卸鞋钉的足球鞋,天然纤维足球服等 训练竞赛与监控:圆锥标志物,绳梯,战术板及录像技术等 观察与传播:电视直播、转播等 裁判技术:标准化旗帜信号,记分表格等	电子计算机、互联网、生命科学、材料科学 场馆、场地、装备制造:有高效照明、供暖及电子显示屏等设备的足球场,人造草坪合成材料足球,轻质鞋底及改良鞋钉的足球鞋,轻量化设计及吸湿排汗技术的足球服等 训练竞赛与监控:视频回放,心率监测,比赛数据分析等 观察与传播:彩色电视,互联网技术等 裁判技术:电子计时,视频回放等	人工智能、大数据、量子通信、新材料、生物医药、基因技术 场馆、场地、装备制造:数字孪生、建筑信息模型,有智能化灌溉排水及通风系统的混合草坪 训练竞赛与监控:无缝设计及动态鞋面技术的足球鞋,纳米技术、智能芯片、新型生物材料及防护技术的足球服等 观察与传播:4K/8K 转播,虚拟与增强现实等 裁判技术:视频助理裁判,半自动越位识别,鹰眼系统等
科技创新特征演变	足球科技创新基础薄弱 从无到有:模仿式创新	足球科技创新发展多元化 从有到多:渐进式创新	足球科技创新突破性发展 从多到优:开放式创新	足球科技创新生态形成 从优到精:自主式创新
科技创新范式演变				
政策创新选择演变	加大技术研发资金投入 鼓励多元主体参与创新	法律法规形式保障权益 组建足球科技管理机构	明确科技重点发展领域 制定科技创新发展战略	培育科技自主创新能力 激发科技自主创新活力

图 1 基于技术发展下的足球创新演变进程

Figure 1. Evolution Process of Football Innovation Based on Technological Development

第一阶段(1850—1900年):蒸汽机的发明、铁路的建设以及制造业技术革新为足球科技创新提供了基础性条件。这一时期足球科技创新的范围有限,主要集中于装备制造,如足球材质的改良,采用更为耐用和性能更加稳定的橡胶内胆,提高足球的弹性和耐久度。此阶段,足球科技创新基础薄弱、动力不足,缺乏系统研究体系及研发资金支持,发展受限。该阶段科技创新存在封闭式、简单模仿式特征,科技创新主体的经济收益低,较难维持持续性推进技术发展的创新活动,容易带来市场失灵风险。

因此,增加足球领域技术研发资金投入,保护足球科技创新主体权益,鼓励及吸引企业、高校和研究机构等多元创新主体参与足球科技创新是该阶段政策创新选择的主要方向。

第二阶段(1901—1950年):随着电视传媒、材料科学、电子通信等技术发展,足球科技创新方向更加多元,实现了“从无到有”至“从有到多”的进阶,逐渐从模仿式、渐进式向开放式创新范式演变。该阶段的技术发展逐步推进足球训练与竞赛的科学化、装备材料革新、观赛与传

播技术优化以及裁判技术升级。如1937年英国广播公司(British Broadcasting Corporation, BBC)播放了阿森纳与阿森纳预备队之间的一场友谊赛,成为历史上第一场在电视上播出的赛事,足球从此进入转播时代。随着技术迭代发展,1946年BBC更是首次实现了以直播形式播放足球赛事。该阶段足球科技创新主体存在利益分配不合理、科技成果转化率低以及组织协调失灵等突出问题。因此,政策创新主要通过颁布相关法律、法规保障足球科技创新主体的合法权益,同时组建及优化足球科技创新管理机构,提高组织协调能力。

第三阶段(1951—2000年):随着信息技术、电子计算机等技术的快速发展,足球科技创新迎来了开放式、颠覆性的范式转变,在足球观赛与传播、训练竞赛监控、装备制造等领域实现突破性进展。如20世纪90年代,集无线通信、数字信号处理(digital signal processing, DPS)、传感器等技术而创新发展的足球训练无线心电图、心率监测仪器在德国、巴西、意大利和西班牙等世界足球强国俱乐部以及国家队得到广泛应用,快速提升了足球训练及竞赛的科学化水平。该阶段国际足球科技竞争日益激烈,足球科技创新未来发展领域及趋势成为关注的核心问题。因此,明确足球科技创新重点发展领域,制定正确的科技创新发展战略,避免方向失灵风险是该阶段政策创新选择的重点。

第四阶段(2001年至今):该阶段人工智能、量子通信、新材料等技术快速涌现,推动着足球科技创新朝着更高性能、智能、可持续化方向发展。如皇家马德里、切尔西等足球俱乐部普遍采用最前沿技术开发的硬件(如柔性传感可穿戴设备)及软件(如Catapult数据分析系统)服务训练及竞赛,提升其智能化水平。该阶段足球科技竞争日趋激烈,世界主要足球科技强国的科学研究以及专利研发的保护意识不断增强,技术垄断及封锁趋势明显。足球科技创新逐步向自主式、共生式以及有组织的颠覆性创新范式演变。该阶段提高自主创新能力,打破关键技术“卡脖子”风险,开展前瞻性布局,把握足球科技创新先发优势成为政策创新选择重点。现阶段我国作为足球科技创新后发国家的模仿式创新面临严峻挑战,自主创新失灵风险凸显,新时代如何实现我国足球事业高水平科技自立自强是我国政策创新选择的核心议题。

2 足球科技创新的核心驱动要素及其关系

2.1 足球科技创新的核心驱动要素

2.1.1 足球科技创新需求

新时代,作为驱动足球科技创新的源动力,不同层面的足球科技创新需求赋予了足球科技创新崭新的历史意义和发展契机。1)足球科技创新是落实国家创新发展战

略,加快体育强国、健康中国建设,发展足球新质生产力,实现中国足球梦的现实需求。党的十八大明确提出,实施创新驱动发展战略,强调科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑,必须摆在国家发展全局的核心位置。2016年,《中国足球中长期发展规划(2016—2050年)》提出“中国足球实现全面发展,共圆中华儿女的足球梦想”的远期目标。2019年,国务院办公厅印发的《体育强国建设纲要》强调,一是要落实全民健身国家战略,助力健康中国建设;二是要提升竞技体育综合实力,增强为国争光能力;三是要加快发展体育产业,培育经济发展新动能。2)运用人工智能、物联网、区块链等前沿技术,构建协作有力、管理高效且适应现代化发展需求的足球体系,以科技创新助力足球协会、俱乐部以及职业联赛改革与发展的需求提升。如利用区块链技术的智能合约、远程协作工具以及自动化办公系统等提高足球协会内部管理效率(刘向晖,2023)。足球职业联赛及俱乐部在科学化训练与竞赛、运动员选材、智能化足球场建设与管理、创新赛事传播及运营等方面的科技创新需要显著增强。3)足球企业需要通过科技创新推进供给侧结构性改革,提升生产效率,提高产品竞争优势,实现超额利润。同时就足球消费者而言,消费需求升级显著。如观众观赛体验需求升级,英特尔 True View 技术(多视角观赛技术)实现了足球场馆的三维场馆信息观赛,观众可以切换到场馆中的任意角度观看比赛。此外,球员、球队以及教练员的科学化技术分析和战术安排、伤病防治、身心监控等领域的科技创新需求激增。总体而言,足球领域不同层面的科技创新需求驱动足球科技创新整体朝着更高效、智能、可持续方向发展。

2.1.2 技术发展

技术发展是驱动足球科技创新生态系统的基础动力,以技术发展引领足球科技创新,是开创现代化足球事业建设新局面的重要实践。1)技术发展拓展足球科技创新消费及产业发展新空间。技术发展作用于足球产业而催生出新业态、新模式,在满足足球领域消费结构升级现实需求的同时,也为足球产业发展带来新的科技创新领域空间,影响并改变着足球消费模式、习惯及内容。如适应于足球领域的智能可穿戴设备、线上购票终端及观赛App等不断优化升级并被广泛应用推广。2)技术发展催生足球科技创新新动能。多学科交叉融合发展背景下,其他学科先进技术的发展为足球科技创新提供了新的工具及平台(王子朴等,2022),特别是随着现代生物、新材料等前沿技术发展,为足球科技创新注入新的技术动能。如基因检测、基因编辑和分子生物等技术为评估足球运动员的健康状况、遗传倾向和伤病风险,实现精准医疗提供了创新发展机遇与条件(袁凌峰等,2022)。技术发展赋能足球科技创新的智能化、数字化和网络化,有效激发

政府、企业及科研机构等创新主体活力,增强其动能。3) 技术发展提升足球科技创新的效率及质量。技术发展加快信息、资金、人才等创新要素的快速融通,推进国家重点实验室、体育工程研究中心等国家战略科技力量建设,加速国家各级各类优质企业、科研机构、高等院校等技术研发资源融合,开展基础性研究及关键技术攻关,系统提升解决“卡脖子”问题的效率和能力,整体提高足球科技创新的质量。如技术发展下的互联网金融平台、数字和移动支付以及跨境支付系统的改进等,为加速足球科技创新领域内的资金流转提供条件(邹新娴等,2023)。

2.1.3 政策创新

政策创新是指政府及相关部门或其他决策机构采取新方法、新理念或新工具,更有效地解决社会问题、满足人民群众需求或应对挑战的过程(王子朴等,2024)。政策创新作为足球科技创新的核心驱动力,引领足球科技创新发展方向,优化足球科技创新环境,为足球科技创新发展提供支撑与保障(潘玮等,2024)。1) 引领足球科技创新发展方向。一是政策创新具有前瞻性,政策制定时瞄准世界足球科技发展前沿,聚焦足球事业发展关键领域和重大需求提前布局,引导企业、高校、科研院所等多元科技创新主体集中资源开展攻关研究。二是政策创新在制定相关的技术标准和规范方面起到引领作用,为足球科技产品的研发提供标准化的参考依据,促进行业健康有序发展。如2018年国际足球联合会(Fédération Internationale de Football Association, FIFA)正式启用视频助理裁判(video assistant referee, VAR)技术,同时制定了严格的技术要求及操作标准,引领VAR技术研发方向,推进其应用标准化(陈飞等,2018)。三是政府通过购买公共服务、税收优惠和减免、资助补贴等方式支持足球科技创新项目,展示优异技术成果,达到示范引导的效果。2) 优化足球科技创新发展环境。一是通过政策创新实现政策与技术发展相适应,有效规避技术发展过程中带来的技术风险以及人本位缺失带来的伦理风险。如2018年欧盟颁布了《通用数据保护条例》(General Data Protection Regulation, GDPR),对足球俱乐部等机构收集、处理和存储球迷、球员和员工等数据的过程提出了严格监管要求,确保参与足球活动中各方数据的隐私和安全(杨晓光等,2024)。二是保障足球科技创新的公平竞争环境。通过健全公平的市场准入和竞争机制,确保创新主体在足球科技创新中享有平等的机会,防止市场垄断和不当市场竞争。同时,颁布相应知识产权保护的法律、法规,为足球科技创新成果提供法律保障,保护科技创新主体利益不受侵害。3) 支撑足球科技创新发展进程。一是政策创新推进足球科技创新人才培养和引进,为足球科技创新提供拔尖创新人才和实践创新人才支撑。二是围绕足球科技创新需求提供专项资金以及税收优惠政策等支持。三是政策创新有利

于构建集领军型创新企业、高等院校、科研院所以及国家重点实验室等高层次创新主体的协同创新体系,支撑足球领域基础性研究、前沿技术以及关键核心技术的重点突破。

2.2 足球科技创新的核心驱动要素关系

当今世界足球水平快速提高,国际足球科技竞争态势日趋激烈。为更好把握足球事业发展主动权,实现振兴中国足球的战略目标,亟需充分发挥足球科技创新核心要素的驱动作用,协同推进足球科技创新,实现高水平科技自立自强。1) 技术发展作为足球科技创新的基础动力,为解决足球科技创新发展中的智能化、信息化、数字化等需求提供人工智能、新材料以及网络平台等技术工具及平台支撑。同时,技术发展驱动政策创新,提高政策反应速度及质量,规避技术风险,实现政策创新与技术发展相适应,为技术发展提供良好外部环境。2) 足球科技创新需求作为足球科技创新的源动力,驱动科学研究聚焦于足球科技创新亟需的基础性研究以及核心关键技术攻关等重要领域,在解决创新需求难题的同时推动技术发展。同时,足球科技创新需求为政策创新提供了方向和目标,对政策创新布局及其规格产生影响。3) 政策创新作为足球科技创新的核心驱动力,通过创新政策工具、治理结构、执行方式等方面,培育和发展足球科技创新领军主体,推动资源要素合理配置,响应足球科技创新新需求。同时,政策创新为技术发展营造良好的法律法规、资金、市场等技术发展环境,引领技术发展方向,支撑技术发展进程。总体而言,技术发展、政策创新和足球科技创新需求作为三大核心要素,各自发挥不同作用,又存在着相互依赖、互利共生的动态关系,共同驱动足球科技创新进程。正确认识和处理三者关系,有利于为足球科技创新营造良好的主体环境、要素环境、制度环境、动力环境和市场环境,构建完善的生态系统,驱动足球科技创新的高质量发展(图2)。

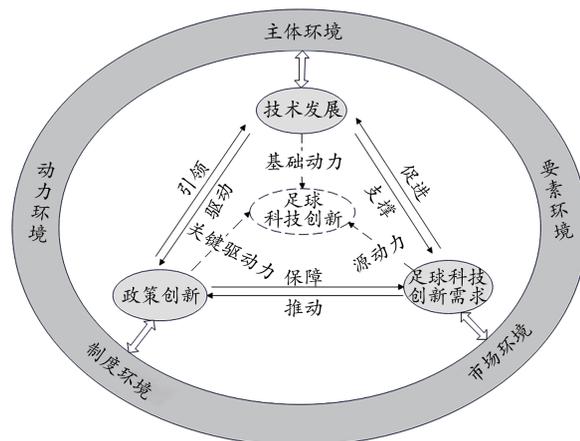


图2 足球科技创新核心驱动要素关系示意图

Figure 2. Driving Diagram of Core Elements Relationships of Football Technology Innovation

3 技术与政策创新的协同演化

“协同演化”由 Ehrlich 等(1964)提出,强调物种之间动态的互动演化关系。在20世纪后半叶,特别是随着复杂系统理论的发展,将“协同演化”的概念明确地应用到经济学和社会科学领域。技术发展与政策创新作为足球科技创新的核心要素,在驱动足球科技创新发展过程中,二者存在动态的协同演化关系,技术的进步需要适宜的政策环境支撑与引导,而政策的创新也需要适应技术发展的现实状况(余明桂等,2016),以确保技术进步能够有效服务于足球事业发展。

3.1 技术与政策创新协同演化中的反馈循环机制

反馈循环体现了技术进步与政策变革之间相互作用的动态过程,反馈循环机制根据作用的性质和结果,分为正反馈和负反馈(肖芬蓉等,2020)。正反馈循环在技术与政策创新协同演化中起到加速和放大的作用,是自我增强的过程(李焯等,2024)。1)技术发展推动政策变革。新一代前沿技术的快速发展,为经济社会发展带来强劲驱动力。技术发展的驱动作用推动政策制定者创新政策以适应技术变革。如随着互联网技术在助推足球产业多点创新以及提质升级中的作用日益凸显,为促进其与足球的深度融合,《中国足球长期发展规划(2016—2050年)》重点提出了“足球+互联网”的创新行动。2)政策创新促进技术发展。响应技术变革的新政策为技术发展提供保障与支撑,通过颁布法律法规、财政补贴、税收优惠、研发资金资助等措施,推动技术的科学研究、专利研发以及商业转化。3)技术和政策的协同优化。在技术与政策创新过程中,二者达到适应性匹配,形成相互促进的良性循环,在同步优化中推动足球科技创新发展。同时,要警惕由正反馈循环带来的技术与市场过热风险,需要适当的政策监管进行调节和平衡。如在足球训练竞赛中过度依赖科技手段提升竞技水平,增加了科技僭越体育身体主体地位风险,导致人的身体伦理价值缺失(周生旺等,2021)。

负反馈循环是一个自我调节的过程(王伟伟等,2024)。1)政策失效反馈下的技术风险管控。由于原有政策不能适应现有技术发展而导致政策失灵,致使社会风险、安全风险以及产业变革失衡风险加剧,需要重新研判技术发展态势,及时调整及优化政策,抑制、消除技术风险,保障政策的前瞻性、针对性及其有效性。2)技术发展限制反馈下的政策优化。在技术发展受到限制时,如遇到技术瓶颈或市场接受度不高的情况,政策制定者需重新评估和调整政策,消除技术发展障碍,支撑技术的创新和应用。

3.2 技术与政策创新协同演化中的适应性机制

适应性机制是指在技术和政策相互作用的过程中,各方主体根据环境变化和反馈信息进行自我调整和优

化,以适应新的发展条件和现实挑战(聂增民,2020)。适应性机制主要体现在:1)技术的迭代与优化。足球领域技术发展进程中,科技创新企业、科研机构等技术研发主体依据政策导向、市场需求、消费者反馈以及市场竞争等现实环境,对现有技术进行改进,推动技术朝着更加成熟、先进以及符合市场及社会需求的方向发展。如球门线技术(goal-line technology, GTL)、智能足球、柔性可穿戴、VAR等技术在不断适应各方要求的基础上,持续调整发展方向,实现技术优化升级。2)政策的动态调整与创新。现阶段随着人工智能、新材料等前沿技术的快速更新迭代,技术发展的速度往往超越政策创新进度,导致现有政策滞后于技术发展,技术风险增加,对现有政策形成挑战。因此,FIFA以及国家机构等各级政策制定主体既要掌握技术发展的现实情况,同时也要注重科学技术发展趋势研判,及时对现行政策进行评估和调整,提升政策创新的灵活性及前瞻性,确保政策能够及时响应技术发展变化,在促进技术发展的同时有效管控技术发展带来的风险与挑战。3)多层级的适应性反馈。一方面,技术与政策创新在个体层面(如运动员、科技创新公司)、社会层面(如职业联赛、足球协会)以及国家层面产生影响,不同层级的主体在新环境中做出适应性反馈;另一方面,在综合考量和分析各层级适应性反馈基础上,融通各层级反馈及现实需求,推动技术与政策优化适应不同层级新的反馈需求。

总体而言,技术与政策创新的协同演化突破了传统的线性思维以及机械决定论的范畴,为重新审视技术与政策创新的关系提供了新的视角,具有更深刻的理论内涵以及现实解释力。在足球科技创新领域中,理解和把握技术与政策创新协同演化的内在机制对于促进技术与政策创新的有效协同具有重要意义。

4 新时代我国足球科技创新的现实困境

4.1 我国足球科技创新的技术困境

4.1.1 基础性科学研究支撑不足

党的十八大以来,我国学科整体实力和科学研究水平得到快速发展,全球创新指数大幅提升,成功步入了创新型国家行列(巫强等,2024),但现阶段基础性科学研究不足,基于研究技术成果匮乏,导致足球科技创新技术支撑不足问题突出。1)基础性科学研究不足。基础研究是足球科技创新的源头,是发展足球创新链的基石(求是网,2017)。我国足球科技创新发展进程中存在相关基础性科学研究起步较晚,缺乏基础研究的资金和动能,尚未形成完整创新链布局等问题(张杰等,2021),导致原始创新能力较差,基础性科学研究整体水平有待提高。虽然我国在国家科技基础研究投入的资金占比呈现不断上升趋势,但是相较于美、日、韩等体育强国仍存在巨大差距

(表 1)。2) 基础研究技术成果匮乏。当前对足球科技创新发展起关键作用的人工智能、先进计算、微电子与光电子、生物医药、基因等领域的底层技术和突破性技术多源自他国(宋国友等, 2023), 我国仅在煤炭、海洋运输和运载、中医药等传统领域具备技术优势。技术成果的缺失, 使我国难以获得足球领域科技创新的先发优势, 在国际竞争中容易处于劣势局面。

表 1 世界主要国家科技基础研究经费占比情况

Table 1 The Funding for Basic Science and Technology Research in Major Countries in the World %

年份	中国	美国	英国	法国	日本	韩国
2015	5.1	17.2	16.7	24.5	12.5	17.2
2016	5.2	16.9	18.1	21.9	13.2	16.0
2017	5.5	17.0	—	22.7	13.7	14.5
2018	5.5	16.6	18.3	—	13.1	14.2
2019	6.0	—	—	—	—	—
2020	6.0	16.4	18.3	22.7	13.0	14.7
2021	6.5	15.1	18.3	22.7	12.8	14.4

注: 数据根据 2018—2022 年《中国科技统计年鉴》整理。

4.1.2 关键核心技术缺失

关键核心技术在提升足球竞技水平, 助力群众足球发展以及推动足球产业提质升级的科技创新中起到决定性作用, 但是现阶段我国足球领域的重要科技创新装备及关键应用软件主要依赖进口, 关键核心技术“卡脖子”问题严峻。1) 足球领域关键核心技术的研发水平较低。我国足球领域科技创新主体整体发展水平不高, 科技攻关协同能力不强, 缺乏足球国家重点实验室、工程研究中心以及科技服务平台等国家战略科技力量。同时, 在足球领域的资金、人才等要素的支撑方面与西方国家也存在较大差距。从全球体育科技融资地区分布来看, 2018—2022 年北美及欧洲地区的体育科技融资轮次明显高于包括中国在内的亚太地区(瑞腾国际体育科技集团, 2023)。2022 年北美体育科技融资金额超 57 亿美元, 占全球融资总金额的 69.51%, 远高于包括中国在内的亚太地区(图 3)。2) 关键核心技术缺失, 国外技术依赖严重。当前国外先进足球科技公司高度重视足球领域科学研究以及专利研发成果的保护及应用, 在足球领域主要核心关键技术中处于垄断地位。1999—2018 年, 全球足球运动领域核心专利成果主要来源于美国、日本及德国等世界足球科技创新强国, 其中美国专利权人核心专利总量达到 123 件, 排名全球第一, 而我国仅有 3 件(傅鸿浩等, 2022)。我国足球科技企业发展受到国外技术限制, 产品品牌力不足, 缺乏市场核心竞争力。同时, 涉及关键核心技术的高端足球器材及装备对国外依赖严重, “卡脖子”以及信息泄露风险加剧(房作铭等, 2019)。

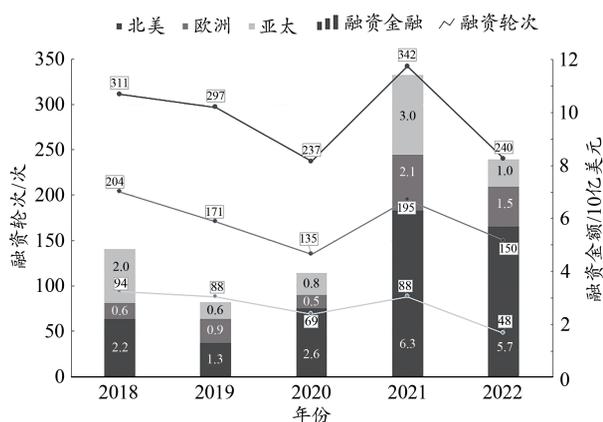


图 3 2018—2022 年全球体育科技融资地区分布

Figure 3. Regional Distribution of Global Sports Technology Financing from 2018 to 2022

注: 资料来源于《2023 全球体育科技生态体系报告》。

4.1.3 技术发展不均衡问题突出

现阶段, 我国足球科技创新发展存在显著不均衡问题, 职业足球联赛及俱乐部的科技水平明显高于与全民健身密切相关的社会足球领域(王学峰等, 2024), 同时, 区域以及城乡间也存在明显差异(杨斌等, 2024)。1) 竞技体育领域技术发展优势明显。受国家政策与资源配置以及国家队备战、职业联赛推动等多方面因素影响, 足球竞技领域的科技创新发展明显高于其他方面。自中华人民共和国成立以来, 在“举国体制”背景下、“为国争光”目标引导下, 使得包括人才、资金、技术等体育科技创新资源重点向竞技体育倾斜。在对中超联赛参赛的 16 支队伍进行调研时发现, 所有球队在平时的训练及竞赛中均已配备可穿戴设备的数据采集系统, 收集训练竞赛中的关键数据信息, 为科学训练及参赛提供决策支撑, 并且开始关注将生活起居以及营养搭配与数据采集分析系统结合构成统一的运动反馈系统。2) 在人口基数巨大的社会足球领域, 以及对未来足球事业发展有重要意义的校园足球领域的技术发展起步较晚, 相关科技产品种类匮乏, 科技水平低。如社会足球领域多功能足球场及信息化平台建设不足, 校园足球教学器材研发以及设施装备更新缓慢等问题突出。3) 我国区域及城乡间足球领域技术发展不平衡问题显著。由于足球科技创新中的资金投入、人才数量、产品消费以及产业发展水平等方面的差异, 东南沿海等经济发达地区的技术发展水平明显高于中西部地区。

4.2 我国足球科技创新的政策困境

4.2.1 政策的针对性、前瞻性以及支撑力有限

在国际足球科技竞争日趋激烈的现实背景下, 我国足球科技创新政策的针对性、前瞻性及支撑力不足问题凸显。1) 针对性不足。2021 年, 国家体育总局印发的《“十四五”体育发展规划》提出创新驱动战略引领的科技

革命,将为体育发展提供更强大的科技支撑。党的二十大报告指出,深入实施科教兴国战略、创新驱动发展战略,加快建成科技强国、体育强国。当前相关政策以及发展战略为足球科技创新指明了方向,但为更好地适应现阶段足球科技创新发展的需求和特征,尚需进一步细化和完善足球科技创新的整体性布局及规划。2)前瞻性不足。依据世界足球科技创新发展态势,应推动政策创新,实现技术发展与政策创新的良好适应,以及对于引领足球科技创新发展方向,把握技术先发优势,重视规避数据信息泄露、人本价值缺失以及技术异化等风险的前瞻性布局。如《中国足球改革发展总体方案》《中国足球中长期发展规划(2016—2050年)》等国家足球战略性政策文件已就推动互联网技术与足球产业融合以及发挥科研对国家队的支撑作用做了重要阐述。对于未来足球科技创新发展有重大影响的人工智能、新材料等前沿技术的前瞻性政策有待完善。3)支撑力不足。相对于世界足球科技强国而言,我国应制定推动足球科技创新相关的资金、人才、法律法规等政策支撑工具,将足球科技创新融入中国足球事业改革与发展大局的整体规划,形成足球科技创新与校园足球、职业足球、大众足球、足球产业等相关政策上下贯通的政策体系。

4.2.2 政策执行系统不完善

层级互通以及体系完整的政策执行系统是足球科技创新相关政策有效实施的重要保障。虽然我国逐步形成了国家发展改革委、财政部、教育部、国家体育总局以及中国足协等多部门联合的政策主体,但是中国足协作为重要的执行机构一直存在较多争议。近年我国虽颁布了一系列推动足球发展的政策,但由于政策执行中产生的不利现象,严重阻碍了既定目标的达成。足球政策的有效执行是涉及多部门、跨领域、多层次的系统性过程,现阶段我国足球政策的执行未能形成上下贯通,合理紧密衔接的有效系统。纵向上,中央到地方的各部门之间存在协调不足等现实梗阻;横向上,政府各部门之间权责清晰、统筹协调、并力同行的体系有待建立,亟需形成推动足球科技创新发展的整体性强大合力。

4.2.3 政策创新与技术发展的协同不足

在足球科技创新领域,技术发展需要适宜的政策环境来支撑及引领,而政策的创新也需要适应技术发展的现实状况,以确保技术进步能够有效服务于足球事业发展的需求(刘超等,2024)。1)政策创新与技术发展的协同互动不足。首先,虽然我国颁布了《中国足球改革发展总体方案》《中国足球中长期发展规划(2016—2050年)》等系列政策文件,但是在快速变化的技术环境中,为实现技术发展得到更有效的引领、监管及支撑,亟需依据足球科技创新需求及技术发展特征制定更具前瞻性及适应性政策,实现政策创新与技术发展的有效协同互动。其次,

我国政府、企业、科研机构以及人民群众之间的沟通机制有待完善。在协同参与政策的制定以及评估的过程中,技术发展的客观需求、现状趋势以及未来可能带来的不确定风险需及时有效得到反馈,避免影响政策创新以及政策实施的效率和质量。2)政策的相对稳定及滞后与技术快速迭代之间矛盾凸显。现代前沿技术快速更新迭代,对政策的灵活性、适应性以及前瞻性需求增强,而相关政策的制定与实施需要经过调研、讨论、立法等多个环节,因此当政策最终制定颁布时,可能已经无法完全适应新的技术环境(蒋国银等,2024)。

5 新时代我国足球科技创新的推进策略

5.1 强化基础科学研究,加快足球领域关键核心技术攻关

基础研究是科学体系的源头,是技术问题的总机关。关键核心技术攻关是打破国际足球技术封锁,构建中国足球事业改革和发展新格局,推动足球事业高质量发展的关键。1)要优化基础学科体系建设。积极推进基础学科纵向贯通与横向交叉融合协同并进,鼓励高等院校支持体育工程,智能体育等新兴学科发展,注重推动“体医融合”“体工融合”“体医工融合”等跨学科交叉融合研究,逐步构建全面均衡发展的高质量基础学科体系(王子朴等,2022)。2)要提高基础性科学研究水平,做好前瞻性布局。增强基础性科学研究意识,加大研究投入力度,科学研判基础性前沿技术发展趋势,做好前瞻性战略布局,依据国家足球发展战略需求,抢占下一阶段足球科技创新先发优势。3)要实施关键核心技术攻关计划。发挥我国制度优势,积极牵头发起足球领域关键核心技术攻关计划,创新及优化技术攻关的发起、组织、运行以及管理方式(曹景伟,2023)。集中优势力量积极推进原始创新,同时重视引进后再创新,形成集成创新以及组合式创新,实现足球关键核心技术突破及自主可控。4)要构建由高等科研院所、高新技术企业、社会科研机构、政府及相关部门等多元主体协同的足球科技创新力量体系,建立及优化国家足球领域科技攻关平台,联通技术攻关研究与产业发展链条,统筹开展足球领域关键核心技术攻关。

5.2 改善足球科技创新政策环境,提高政策创新效能

政策是足球科技创新发展的重要制度保障(梁睿昕等,2023)。实现新时代足球事业高质量发展,需要完善政策顶层设计、理顺政策主体关系、合理运用政策工具、优化政策执行系统(郝凯冰,2024),构建具有全方位支撑、前瞻性引领、多维治理特质的现代化足球科技创新政策治理体系。1)在体育强国、健康中国战略的指引下,按照“统筹规划,突出重点,分步实施”的原则,完善足球科技创新顶层设计,发布与《中国足球中长期发展规划(2016—2050年)》相适应的“足球科技创新中长期发展规划”以及实施方案,明确发展思路、重点任务以及未来发

展目标。2)明晰国家体育总局、地方政府及相关部门、中国足协等不同政策主体的功能定位,提高政策制定主体的联动水平,同时推动我国足球的深化改革,重组足球的管理及服务部门。3)完善环境型、供给型、需求型政策工具结构,提高政策工具组合的协同。为足球科技创新提供资金、场地设施、人才培养、技术和信息等方面的政策支撑。通过各类法规管制、目标规划、政府采购、税收优惠等政策引领足球科技创新发展方向,规避技术发展风险。4)完善政策执行的组织结构,优化政策执行的组织运行保障系统。重视科技创新企业、各级足球协会、职业俱乐部、地方政府及相关部门等政策执行多主体间的异质性以及激励的非均衡性问题,避免政策的实际效果偏离,加强政策执行的过程监督,健全政策监督的反馈机制。

5.3 推动足球科技创新领域、区域、城乡一体化协调发展

协调发展是统筹领域、区域、城乡协调的发展,推动中国足球深化改革,实现中国足球全面发展,关键是协调发展。1)推动竞技足球与社会足球领域的协调发展。发挥足球国家队以及职业联赛等竞技体育优势科技力量解决为民服务中的技术难题。充分利用竞技足球的现代化仪器设备以及科研力量,提高校园足球和社会足球等训练竞赛的科学化水平,满足其个性化需求。推动足球运动员伤病防治、运动营养等方面的研究成果向社会人群转化。2)推进区域协调发展。首先,积极构建足球科技创新成果及资源共享平台,注重发挥北京、上海、广州等足球科技创新优势区域的引领示范作用,实现先进技术及产业发展经验在中西部等区域的有效传播。其次,要构建精准有效的帮扶机制。结合中西部区域的具体状况和发展需求,构建政府、企业、社会团体等多元主体共同参与的对口帮扶机制。同时,要重视发挥不同区域的优势,实现区域之间的优势互补和有机结合。3)推进城乡协调发展。构建新型举国体制,充分发挥政府在足球创新环境塑造中的作用,加大对乡村地区的资金、技术、人才等足球科技创新资源的倾斜力度,建立信息服务、金融服务等资源平台。打破城乡间的信息、技术等要素藩篱,引导城乡间协作以及要素流动,鼓励农村地区利用互联网、大数据等技术结合地域特色以及资源特点开展创新。

5.4 推进技术发展与创新政策的有效协同,完善创新体制机制

在新科技革命和产业变革背景下,把握我国足球科技创新后发式跨越发展机遇,有效应对国内外现实挑战,需要积极推进技术发展与创新政策的有效协同,完善创新体制机制。1)推进技术发展与创新政策的有效协同。首先,建立畅通有效的技术发展与创新需求的反馈机制,统筹整合科技部门、各级足球协会及职业俱乐部、科研机构、企业、人民群众及社会媒体等多方面的信息资源,确保技术发展的最新趋势和需求得到充分理解和反馈,推动政

策的持续创新和优化。其次,以助力体育强国建设为中心,从竞技足球、社会足球和足球产业3个维度,面向世界科技前沿、面向足球科技创新发展需求,提高政策创新的灵活性、前瞻性和适应性,实现引领技术发展方向,优化技术发展环境,规避技术风险。2)基于顶层设计和循证实践,健全支撑足球科技创新的政策体系。不断推进政策制定主体协同化,政策工具的多元化以及政策内容的精准化,实现足球科技创新政策内容与技术发展的相适应。3)推动我国足球的深化改革,加强足协的组织机构、制度建设、财务管理等自身建设,提升足球管理部门的决策能力、执行能力以及咨询能力,有效落实国家足球发展整体规划及科技创新政策措施。4)建设与现代化经济体系 and 高质量发展要求相适应的现代科研院所制度、现代大学制度和现代企业制度。完善国家足球领域科技创新体系,提高国家足球科技创新体系整体效能。完善足球科技创新服务体系,围绕创新链配置服务链,建立从科技研发到产业化示范应用的全链条服务。优化升级我国足球科技创新主体环境,培育世界一流足球领域科技创新主体。

5.5 健全人才培养体系,建设高水平足球科技创新人才队伍

实现我国足球科技创新高水平自立自强以及建成世界一流足球强国的远期目标,需要构建一支专业水平高、结构合理的足球科技创新人才队伍(王子朴等,2024)。1)完善足球科技创新人才教育体系。优化专业课程设置,构建涵盖体育科学、工程技术、生物医药等多学科的综合课程。积极引进和培养具有国际水平的教学团队,强化师资队伍建设和推进学校与科技创新企业、足球俱乐部、科研机构等合作项目建设,提高学生科技创新实践能力。注重与国外知名院校及科研机构合作,开展联合培养项目。推动多学科交叉的高精尖学科发展,培养适应现代社会需要的复合型足球科技人才。2)优化足球科技创新人才培育机制。打造创新型人才培育发展计划,为其提供物质条件、人文关怀以及畅通的上升通道。完善创新创业激励机制,培育具有热衷足球事业以及具备专业素养的足球科技创新领域企业家人才。完善政策法规体系,为科技创新人才的科学研究以及专利研发等成果提供法律保护,保障其发展环境。优化足球科技创新人才的鉴定评价体系,健全多元人才选拔机制。3)积极推进科教融合、产教融合战略。加强高等院校、科研机构、先进企业以及足球职业俱乐部等机构的整体协作,构建“产学研用”的联合培养机制,依托不同领域的科技创新资源及配套科技管理和服务体系,通过联合攻关与协同培养,培育高水平的复合型人才、创新型人才以及复合型团队。充分发挥学校、企业、科研机构等不同主体培养足球科技人才的功能作用,实现教育链、人才链、产业链与创新链的深度协同。4)不断深化国际间足球科技人才交流合作。鼓励及选派青年学者到FIFA、欧洲足球协会

联盟(Union of European Football Associations, EFA)等世界先进足球机构学习。加强国内外高等体育院校及科研院所的联系,注重国际高水平足球科技创新人才的引进以及后续的保障工作,积极推进国家间及区域性足球科技创新合作。

6 结语

发展和振兴我国足球事业,是人民群众的热切期盼和建设体育强国的必然要求。党的十八大以来,以习近平同志为核心的党中央把振兴足球作为发展体育运动、建设体育强国的重要任务摆上日程。当前世界足球水平快速发展,国际足球科技竞争日趋激烈,为实现我国足球全面发展,建成世界一流足球强国的远期目标,积极推进足球科技创新发展是关键一环。当前我国足球领域科技创新仍处于初期阶段,与世界足球强国在技术发展及政策创新支撑等方面存在差距。新时代,积极推进技术与政策创新,实现二者的有效适应以及协同演进,对我国把握新兴技术先发优势,消减及规避技术发展带来的社会风险、产业变革失衡风险等技术风险,完成足球科技创新的后发式跨越,实现我国足球科技创新高水平自立自强具有重要意义。

参考文献:

- 曹景伟,2023.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,43(2):3-11.
- 陈飞,夏俊彪,2018.VAR技术对足球赛事的影响及提升策略[J].体育文化导刊(12):66-70.
- 房作铭,黄竹杭,刘鸿优,2019.中超联赛不同位置球员高强度跑动表现特征[J].体育学刊,26(2):137-144.
- 傅鸿浩,郭振,刘波,等,2022.足球运动相关领域专利国际竞争态势与核心技术应用研究:基于Innography数据分析平台与国家(地区)视角[J].中国体育科技,58(4):40-51.
- 郝凯冰,2024.基于三维框架的我国科技伦理治理政策分析[J/OL].科学学研究:1-16[2024-03-21].<https://doi.org/10.16192/j.cnki.1003-2053.20240202.005>.
- 郝文鑫,方千华,李守江,等,2020.区块链治理:我国社会足球智慧治理的创新路径研究[J].沈阳体育学院学报,39(6):65-71.
- 何杰,孔军峰,2021.数据采集系统及其在中超联赛的历史、现状及发展趋势[J].广州体育学院学报,41(4):67-70.
- 蒋国银,蔡兴顺,杨三,等,2024.公共价值视角下资源禀赋与政府规制对平台数据隐私保护水平的影响:基于多案例的实证分析[J/OL].电子政务:1-16[2024-03-21].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5181.TP.20240313.1741.004.html>.
- 李焯,闫晓勇,2024.企业创新生态系统协同演化机制:理论框架与未来研究[J/OL].科技进步与对策:1-10[2024-03-21].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1224.G3.20240116.1139.004.html>.
- 梁睿昕,李姚矿,2023.政府创新政策对数字企业技术创新激励效应研究[J].统计研究,40(11):40-52.

- 刘超,孙晓鹏,2024.金融结构、技术创新与金融风险:基于经济政策不确定性的分析[J].当代经济研究(2):116-128.
- 刘向晖,2023.数字时代区块链技术对差别定价的影响机制研究[J].价格理论与实践(3):95-98.
- 罗冲,龚波,冀杨,等,2022.重塑我国足球青训支持体系的底层逻辑:基于国际足联调研的定性比较分析[J].上海体育学院学报,46(4):85-95.
- 吕默然,王迪,李明,等,2023.男子足球运动员下肢功能性力量与血流限制整合训练效果实证研究[J].中国体育科技,59(10):22-29.
- 聂增民,2020.施工企业协同创新模式与实现机制研究[J].技术经济与管理研究(5):33-40.
- 潘玮,沈克印,焦家阳,等,2024.体育竞赛表演业数字化转型的价值逻辑、现实困境与推进路径:基于创新生态系统理论视角[J].体育学研究,38(1):35-46.
- 求是网,2017.加快推进我国基础研究[EB/OL].[2023-12-29].http://www.qstheory.cn/dukan/hqw/2023-08/14/c_1129801704.htm.
- 瑞腾国际体育科技集团,2023.2023全球体育科技生态体系中文版报告[EB/OL].[2024-02-08].<https://absportgroup.com/news/global-sportstech-report-2023-cn/>.
- 宋国友,张纪腾,2023.战略竞争、出口管制与中美高技术产品贸易[J].世界经济与政治(3):2-31.
- 王伟伟,张海琪,2024.“间断-均衡”视角下我国地方高校科技成果转化政策演进逻辑与优化路径[J].中国高校科技(2):30-35.
- 王学峰,吴昊,2024.数字经济驱动体育要素市场化改革的实现路径研究[J].体育与科学,45(1):89-95.
- 王子朴,刘大超,姜月帅,等,2024.从技术发展到政策创新:体育科技创新的理论逻辑与实践指向[J].上海体育大学学报,48(4):13-25.
- 王子朴,秦丹,刘海元,等,2022.体医工融合:交叉学科背景下体育高精尖学科发展探索[J].首都体育学院学报,34(6):581-591.
- 巫强,胡蕾,蒋真儿,2024.产业链与创新链融合发展:内涵、动力与路径[J].南京社会科学(2):27-37.
- 肖芬蓉,王维平,2020.长江经济带生态环境治理政策差异与区域政策协同机制的构建[J].重庆大学学报(社会科学版),26(4):27-37.
- 杨斌,李欣,沈秀芳,等,2024.体育赋能共同富裕的机理、困境与路径选择[J].沈阳体育学院学报,43(1):57-63.
- 杨晓光,吴杨,张兴伟,等,2024.构建数智安全新格局 保障新发展格局[J].中国科学院院刊,39(1):131-142.
- 于文谦,孙法亮,王大鹏,2021.我国校园足球政策执行效果评价指标体系构建[J].天津体育学院学报,36(2):134-140.
- 余明桂,范蕊,等,2016.中国产业政策与企业技术创新[J].中国工业经济(12):5-22.
- 张杰,吴书凤,2021.“十四五”时期中国关键核心技术创新的障碍与突破路径分析[J].人文杂志,297(1):9-19.
- 张鹏,2022.足球运动员生物识别信息保护:美国经验与中国策略[J].上海体育学院学报,46(2):34-42.
- 周生旺,程传银,2021.身体与技术:身体哲学视域下人工智能融入体育的伦理审思[J].上海体育学院学报,45(9):1-11.
- 邹新娟,刘雪薇,布特,等,2023.我国职业足球俱乐部价值链困境及其重建[J].体育与科学,44(2):90-99.
- EHRlich P R, RAVEN P H, 1964. Butterflies and plants: A study in coevolution[J]. Evolution, 18:586-608.
- (收稿日期:2024-01-30; 修订日期:2024-05-03; 编辑:尹航)