

5G赋能体育产业发展的内在机理与模式创新

[摘要] 在数字经济与实体经济深度融合背景下，5G作为新一代信息技术的重要组成部分，对于体育产业发展具有现实意义。5G技术的全面铺开以及体育产业的快速发展，为5G赋能体育产业发展奠定了较好基础。5G通过全面布局体育产业、促进体育生产方式变革、驱动体育产业数字化转型，呈现出体育产业的质量变革、效率变革、动力变革，发挥出体育产业的经济效益和社会效益，进而形成“现实基础—作用方式—呈现形式—发挥效益”的5G赋能体育产业发展的内在机理。基于此，可通过5G+体育赛事直播，催生体育新媒体；5G+体育培训，催生数字化体育培训业务；5G+体育制造，催生体育智能制造；5G+体育销售，催生体育新零售；5G+体育场馆服务，催生智慧场馆等5种模式，加速推进体育产业数字化转型。

[关键词] 5G；体育产业数字化转型；体育赛事直播；体育产业；体育场馆服务；体育培训

[中图分类号] G812 [文献标识码] A [文章编号] 1002-8129 (2024) 05-0056-12

5G是指第五代移动通信技术，本质上属于数字经济的范畴。从1G时代到4G时代，移动通信技术都是以提升带宽和速率为核心。而到了5G时代，这一技术已不仅仅追求人与人之间的通信便利，更追求满足物联网、边缘技术、行业应用等多种场景需求[1] 2。随着5G商用逐渐铺开，移动互联能力突破了传统带宽的限制，其解决了时延和终端接入问题，打破了传统人与人、人与物、物与物之间的互联互通界限，人类进入了具有移动互联、智能感应的互联网时代。5G融合应用是实现5G价值的关键，各行各业都可找寻与5G技术的结合点，充分利用5G赋能产业的优势与潜力，抓住机遇推动产业变革，最大化发挥经济价值和社会效益。

体育产业是朝阳产业、新兴产业，属于实体经济的范畴。在体育强国建设进程中，体育产业需转变发展方式，积极融入数字经济时代所带来的有利环境，推动5G技术与体育产业的融合，赋能体育产业发展。

由于5G技术尚处于探索发展阶段，目前学界关于5G与体育结合的相关研究并不多，比较有代表性的

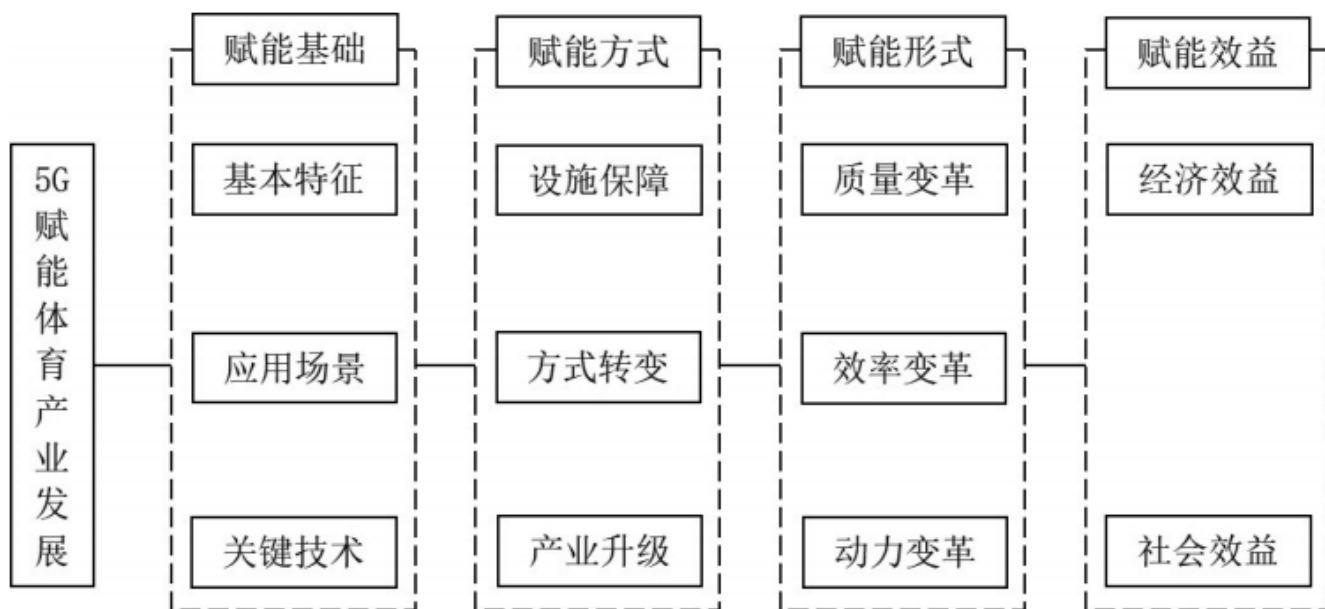
研究主要涉及5G时代的体育赛事传播[2]、5G时代的体育文化传播[3]、5G技术下的智慧体育场馆建设[4]、5G时代体育短视频生产与传播[5]、5G时代“移动互联+全民健身”的演进与发展[6]等方面。相关研究主要从5G影响体育传播的角度展开，而关于5G赋能体育产业发展基本理论的研究较少。本研究首先厘清5G及体育产业的发展态势，其次分析5G赋能体育产业发展的内在机理，最后阐释5G赋能体育产业发展的模式，以期为5G赋能体育产业发展提供理论参考。

一、5G+体育产业的发展态势

近年来，随着5G商用的进一步发展，5G网络基础建设加快部署，为赋能体育产业发展提供了较好基础。一是独立组网实现规模商用。目前，全国多个城市实现5G独立组网规模商用，我国已建成全球规模最大的5G独立组网网络，为推动行业应用创造了条件[7]，也为体育产业数字化发展奠定了基础。二是网络性能显著提升。相较于4G网络，5G网络的运行速率明显加快，用户体验感得到显著提升。《中国移动2020智能硬件质量报告（第一期）》的评测结果显示，在5G网络下直播类、社交类等应用的用户体验大幅提升[7]，也为体育产业消费市场的数字化发展提供了条件。三是5G产业链市场规模大幅上升。随着5G网络的全面铺开，5G赋能相关产业发展，有助于延伸相关产业链，发挥规模经济效应。据《5G经济社会影响白皮书》预测，2030年5G带动的直接产出将达到6.3万亿元人民币[8]，凸显出我国5G产业市场的广阔发展前景，为延伸体育产业链夯实了基础。

二、5G赋能体育产业发展的内在机理

随着5G向各领域的扩散渗透，传统产业发展模式将发生根本变化[9] 83。在国家大力推进数字经济与实体经济深度融合背景下，探究5G赋能体育产业发展具有理论诉求与现实回应的迫切性[10]。厘清5G赋能体育产业发展的内在机理，首先应从5G赋能体育产业发展的现实基础展开，其次从5G赋能体育产业发展的设施保障、方式转变以及产业升级等方面展开，再次从5G赋能体育产业发展所能产生的质量变革、效率变革以及动力变革等方面展开，最后从5G赋能体育产业发展所能产生的经济效益和社会效益等方面展开，以期为深刻理解5G赋能体育产业发展的基本理论及相关问题提供基础（见图1）。



(图1) 5G赋能体育产业发展的内在机理

(一) 赋能的现实基础

1. 5G+体育产业的基本特征。与4G相比，5G无论是在网速上还是在网络容量上，都有质的飞跃。5G+体育产业呈现出：（1）5G的高速率特征，推动体育产业高效发展。相较于4G，5G网络的平均速率从25Mbit/s提升到了100Mbit/s，峰值从300Mbit/s提升到了20Gbit/s[1] 52。理论上，5G网络的传输速率比4G网络快百倍，其在现实生活中的应用速率也远超光纤网络速度[11] 2。如体育赛事直播的高清图像传输需要以高速率的5G网络为基础。（2）5G的泛在网特征，推动体育产业向纵深发展。5G时代，网络覆盖范围更加广阔，能够有效满足大众体育消费向数字化转型的现实需要，主要体现在两个方面：一是5G网络能够广泛覆盖电梯、地下车库等生活场所，广泛覆盖偏远山区、峡谷等区域，为经济社会发展提供动能；二是5G网络能够纵深覆盖城乡等区域，网络稳定、高速。（3）5G的大带宽特征，推动体育消费数字化发展。带宽大小是影响网络运行速度的关键因素，5G网络的全面铺开，可使用户得到更加流畅的网络使用体验，为5G商用奠定基础。（4）5G的低时延特征，推动体育应用场景落地。低时延的5G网络不仅是促进商用落地的重要因素，而且是提高智能设备反应速度和运行效率的关键要素。在理想情况下，5G网络端到端的时延是1毫秒，5G的低时延特点极大促进了多种智能产业的发展，同时也使人们的生产生活方式更加安全、高效、便捷。

2. 5G+体育产业的应用场景和关键技术。在应用场景方面，随着5G网络逐步从试验向商用阶段迈进，5G技术已经应用到移动通信、信息采集等业务之中，推动着生产生活方式的变革。一般而言，5G的应用场景呈现在如下方面[1] 49：（1）增强移动宽带。这是较贴近人们日常生活的应用场景，能够在

现有移动宽带业务场景基础上，提升用户体验，满足个性化需求。具体而言，可为大众提供高速数据传输，以提升大众娱乐、社交、休闲等活动的通信体验，支持高清视频在体育竞赛观赏中的应用、支持虚拟现实和增强现实技术在运动场景中的应用等。（2）超可靠低时延通信。它能够在智能制造、智慧场馆等领域实现高可靠、低时延的连接业务，推动传统制造业转型升级、提质增效。5G网络的传输时延可低至1毫秒，这种超低时延可保障高稳定、高精度、高可靠的通信，为体育产业领域拓展应用场景提供强有力支撑。（3）大规模机器通信。5G网络的连接容量大，能够满足海量物联网的通信需求，即可通过多用户共享接入，使用户进入万物互联的新时代。如大规模机器通信应用于大型体育赛事，可提供观众沉浸式体验。5G所呈现出的上述3个应用场景，可在体育产业领域得到普遍应用，提升体育产业的智能化、数字化、科技化水平。

在关键技术方面，为了支持5G网络所呈现出的应用场景，全面提升网络速率、网络覆盖面，5G网络整合了网络切片、超密集组网、毫米波、边缘计算等关键技术，为体育产业发展提供了技术支持。（1）网络切片技术。所谓网络切片是指将一个物理网络切割成多个相互独立的虚拟网络，每个虚拟网络可满足不同的场景服务需求[1]

60。其本质是满足用户对网络的个性化定制需求，实现快速、灵活、按需、智能的特性[9] 52。如5G在体育用品销售业领域的应用，能够使体育供需两端对接更高效。（2）超密集组网技术。它可保证用户在人流量密集的区域享受高速网络，是实现5G网络的高流量密度、峰值速率性能的关键技术。如5G在体育场馆服务业领域的应用，能够使人流聚集的大型体育场馆实现网络全覆盖，提升大众观赛体验。（3）毫米波技术。毫米波拥有更为丰富的可用频谱资源，5G毫米波可应用于大带宽、高容量的场景之中。如大型体育场馆布局5G毫米波技术，可为现场观众带来更快的网络传输速率、更低时延的网络体验。（4）边缘计算技术。边缘计算是一种在靠近数据产生的网络边缘提供数据处理与服务的技术，能够满足体育产业数字化在智能应用、业务共享等方面的需求。

（二）赋能的作用方式

1. 设施保障：5G全面布局体育产业。5G赋能体育产业发展的前提是5G全面布局体育产业发展各领域、各业态。近年来，5G网络全面铺开，5G商用进一步推进，5G超高速率、超大容量、超强可靠性、超低时延等网络能力，为推进体育产业领域的应用场景落地提供基础。如5G布局体育场馆服务业，依托5G超高清直播、5G+VR虚拟直播等全新业务在体育场馆中的应用，促进传统体育赛事直播、观赏场景互动及其赛事运营等迎来全新的变革和转型；5G布局体育培训业，依托5G技术优势，催生在线订场、线上约球、平台运动社交等兴起；5G布局体育制造业，依托5G为智能制造提供的强大信息技术

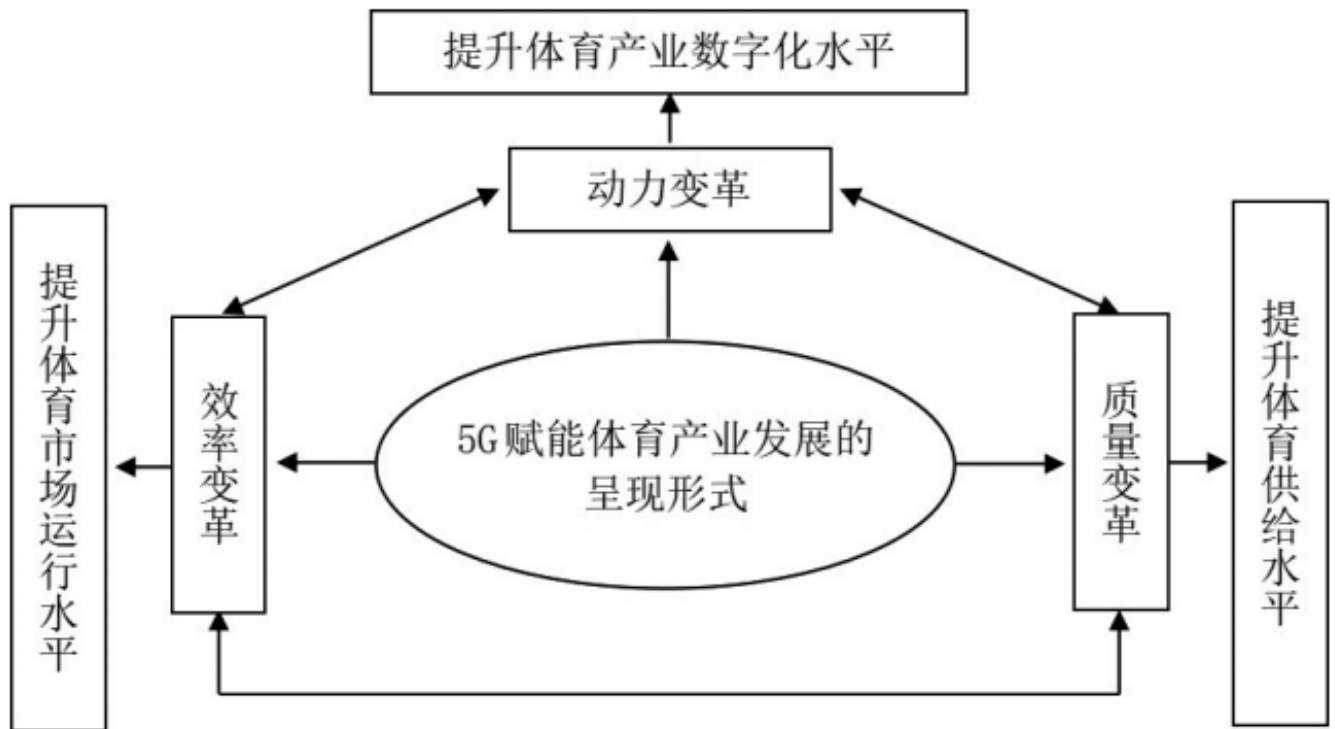
支持，其信息网络化的优势，为传统体育制造向体育智能制造升级换挡提供保障。数字体育是数字时代背景下一种新型体育发展模式[12]，随着数字经济时代的来临，5G技术全面布局体育产业，促进体育产业数字化转型步伐加快。可以认为，5G技术的快速发展、加速布局，将为5G赋能体育产业发展提供强有力设施保障。

2. 方式转变：5G促进体育生产方式变革。5G技术在经济社会领域的应用，使社会的生产和生活发生深刻变革[13]。5G赋能体育产业能够促进体育生产方式的深刻变革，具体体现在以下方面[7]：（1）为生产和管理数据的有效集成提供关键技术支撑。在以数据作为核心生产要素的数字经济时代，5G网络的低时延、大带宽特点能够实现海量数据的实时回传，为体育生产与服务提供便利。（2）实现低成本的远程操控。传统体育生产制造需要人工在现场实时监控，而5G时代高传输、高性能的特点，不仅能够保障体育生产的安全性，还能降低远程控制设备的安装、调试以及维护成本。（3）实时监测生产的精准度。5G技术全面铺设，能够把超高清视频灵活接入到体育生产制造全过程，通过自动化生产线，实现对体育产品的在线监测、实时控制等。（4）提升生产的柔性化水平。5G网络能够使生产设备通过云端平台实现无线连接，加快库存周转率，降低体育生产制造成本，实现生产线的柔性化。

3. 产业升级：5G驱动体育产业数字化转型。5G网络具有高性能、低时延、大容量等特点，随着5G技术的日益成熟，经济社会生产生活进入万物互联的新时代。5G驱动体育产业数字化转型体现在：一方面，5G与体育产业的相互融合能够推动传统体育制造行业向智能制造转型、传统体育用品销售向线上化转型、传统体育场馆向智能化转型，推动体育产业整体实现数字化转型；另一方面，5G是促进经济社会数字化转型的助推器[1] 36，随着国家层面5G技术的深入布局，5G的应用场景更加丰富，5G可对体育产业领域涉及的体育用品的生产制造与研发设计、体育场馆运营与管理、体育培训教育与服务等产生较大影响，促进体育产业以及分业态的数字化转型，实现体育要素资源的合理配置，推动体育产业高质量发展。

（三）赋能的呈现形式

推动经济发展质量变革、效率变革、动力变革，是实现高质量发展的重要举措。数字经济背景下，5G赋能体育产业发展，能够推动体育产业发展的质量变革、效率变革、动力变革，共同发挥体育产业的经济社会生态效益（见图2）。



(图2) 5G赋能体育产业高质量发展的呈现形式

1. 质量变革：提升体育产品与服务供给水平。数字化有助于提升产品和服务质量，推动质量变革[14]。5G赋能体育产业发展，提升体育产品与服务质量，推动体育产业的质量变革。

(1) 提升体育产品质量。随着大众消费需求不断升级，大众对体育个性化、多样化需求愈发强烈。受制于我国体育产业结构内部业态发展不平衡不充分等因素，体育产品的供给规模、供给质量总体不高。通过发挥5G的数字技术优势与体育产业深度融合，能够催生出智能化硬件体育产品，如体育制造类的智能可穿戴设备、体育健身类的便捷式运动健身器材、体育场馆服务类的智慧化场馆、体育观赏类的场景化运动观赏体验等。体育产品质量高低一般由市场需求评判，数字技术赋能体育产业的一个功能是能够合理调配体育市场供需变化，发挥以体育需求为导向倒逼体育供给的作用，即能够根据体育市场需求变化，保证体育产品的有效供给。

(2) 提升体育服务质量。5G赋能体育服务业数字化转型，能够有效提升体育服务供给质量。如健身休闲业通过借助5G新型数字技术，培育壮大健身休闲企业在线平台，整合线上线下优势资源，不断提升大众参与健身指导、体质监测等服务水平；竞赛表演业通过借助5G新型数字技术，能够转变大型体育赛事的直播形式、呈现方式，提升群众性体育赛事的组织运行效率、宣传推广能力；体育培训业通过借助5G新型数字技术，开展线上与线下相结合的体育培训活动，能够提升体育营销策划水平，提升运营效率；体育用品销售与贸易代理通过借助5G新型数字技术，能够简化销售流程，对接供需两端，

提高运行与服务效率。在我国信息消费迈向2.0阶段的新时期，“信息+消费”新模式，驱动消费形态由线上为主向线上线下融合发展转变，促进体育产业的质量变革。

2. 效率变革：提升体育市场运行水平。数字化有助于降低市场交易成本，推动效率变革[14]。5G赋能体育产业发展，能够通过提高体育市场运行和政府治理效率等，活跃体育市场，推动体育产业的效率变革。

（1）提高市场组织效率。体育企业数字化转型，能够从3个方面，提高体育市场组织效率[15]。从体育市场组织结构看，5G新型数字技术驱动体育企业从科层制向扁平化演进，企业通过全流程生产、全流程服务，按需设计、按需制造、按需配送，进而有效减少生产、加工、销售、服务等中间环节，提高体育产品与服务的周转效率，实现消费者与企业之间数据互联。从体育市场经营模式看，5G新型数字技术驱动体育企业生产过程的精准化、柔性化，使企业更具市场需求的识别能力，线上的一体化生产与服务模式改变了传统线下相对低效率的经营管理模式，形成高附加值产品与服务供给，为消费者提供多元化体育产品与服务。从体育产业生态看，5G新型数字技术驱动各体育相关企业之间开展分工协作，消除体育市场信息不对称的问题，提升体育市场产业链、供应链、价值链能级，降低企业生产成本和交易费用，提高体育市场组织运行效率，形成新的体育产业生态圈。

（2）提高政府治理效率。5G数字技术驱动体育产业发展，可在市场监管、社会管理、公共服务等方面，提高政府治理效能，提升体育市场化运行水平。一是从5G数字技术服务体育市场监管方面看。5G数字技术应用于竞赛表演业市场，能够对赛事的安保、水电、税费等基础性保障予以信息技术支持，能够对赛事的报名、转播、报道等综合性服务予以信息技术支持；5G数字技术应用于健身休闲业市场，有利于研制新型健身休闲器材、装备以及可穿戴运动设备等，有利于提供健身指导、场地预约等服务，推动体育市场的效率变革。二是从5G数字技术服务社会管理方面看。体育市场上的社会管理主体主要是体育社会组织、体育社会团体，其具有非营利性组织特征。5G数字技术赋能体育社会组织，能够增强体育社会组织的管理与服务水平。三是从5G数字技术提升政府公共体育服务水平方面看。5G数字技术能够整合社区健身休闲场地设施、基于数字化处理技术合理布局公共体育设施、精准分析大众健身休闲偏好，促进公共体育服务高效化配置，提升公共体育服务均等化、便捷化和普惠化水平[16]，降低制度性成本，提升政府治理效能。

3. 动力变革：提升体育产业数字化水平。动力变革是指供需支撑动力和经济发展动力的变化调整[17]。从供需支撑动力看，主要是指在经济发展中供给与需求能够高效匹配；从经济发展动力看，主要是

指在经济发展中科技创新起到重要作用[18]。5G赋能体育产业数字化发展能够在体育供需匹配、产业创新发展等方面，发挥体育创新驱动作用。

(1) 调配体育供需支撑动力。推动体育供需平衡，是体育产业发展实现动力变革的基础。随着新时代社会主要矛盾转化，从需求端看，我国体育消费结构从实物型向观赏型、参与型转变；从供给端看，5G技术赋能体育产业发展，能够提供满足大众需要的体育产品与服务。第一，从5G赋能竞赛表演业发展看，运用5G网络对群众性体育赛事参赛人员信息进行搜集、整合与处理，能够掌握参赛人员的住宿、餐饮、旅游等偏好，便于提供精准化服务。第二，从5G赋能健身休闲业发展看，运用5G技术对大众健身人群的运动健身指标数据进行分析，能够提供更具客观性的运动处方；运用大数据对社区体育场地设施进行合理化调配，能够达到优化体育资源配置效率的作用。第三，从5G赋能体育培训业发展看，通过发挥平台经济作用，开发体育O2O（online to offline）营销模式，推进线上与线下一体化互动发展，实现大众参与形式的多样化和灵活性。第四，从5G赋能体育用品制造业发展看，通过运用5G信息技术，开发C2B（Customer to Business）商业模式，实现体育用品制造业的智能化加工、生产、制造与销售，形成个性化营销、柔性化制造，匹配大众消费需求，推动体育产业的动力变革。

(2) 增强体育产业创新发展动力。在新一轮科技革命引领下，只有将传统要素驱动转变为创新驱动，高质量发展才有不竭动力[14]。弗里曼的产业创新理论认为，产业创新包括技术、产品、流程、管理、市场等创新[19] 357。5G推动体育产业数字化发展，能够促进体育产业的技术、产品、流程、管理、市场等创新。第一，从5G推动体育产业的技术创新看。网络、算法等快速迭代，与体育制造业交叉融合，能够推动体育制造业技术创新，并不断向智能化、科技化方向发展。第二，从5G推动体育产业的产品创新看。5G数字技术应用于传统体育制造业、体育场馆服务业领域，催生出运动健身智能可穿戴设备、智慧体育场馆等，能够实现体育产品的创新。第三，从5G推动体育产业的流程创新看。体育制造业从传统的生产、加工、销售流程，转变为定制化生产与服务、全流程可视化监控、全过程集中化精密控制，能够提高体育企业生产效率。第四，从5G推动体育产业的管理创新看。5G时代，数据成为新型生产要素，体育市场组织边界和体育市场供需边界被打破，能够重构传统组织形式，驱动体育产业管理创新。第五，从5G推动体育产业的市场创新看。在5G技术驱动下，传统体育市场“结构—行为—绩效”的格局发生根本变化，使得体育市场产品与服务信息更加公开透明，进而有效提高体育市场运行效率，增强体育产业创新发展动力。

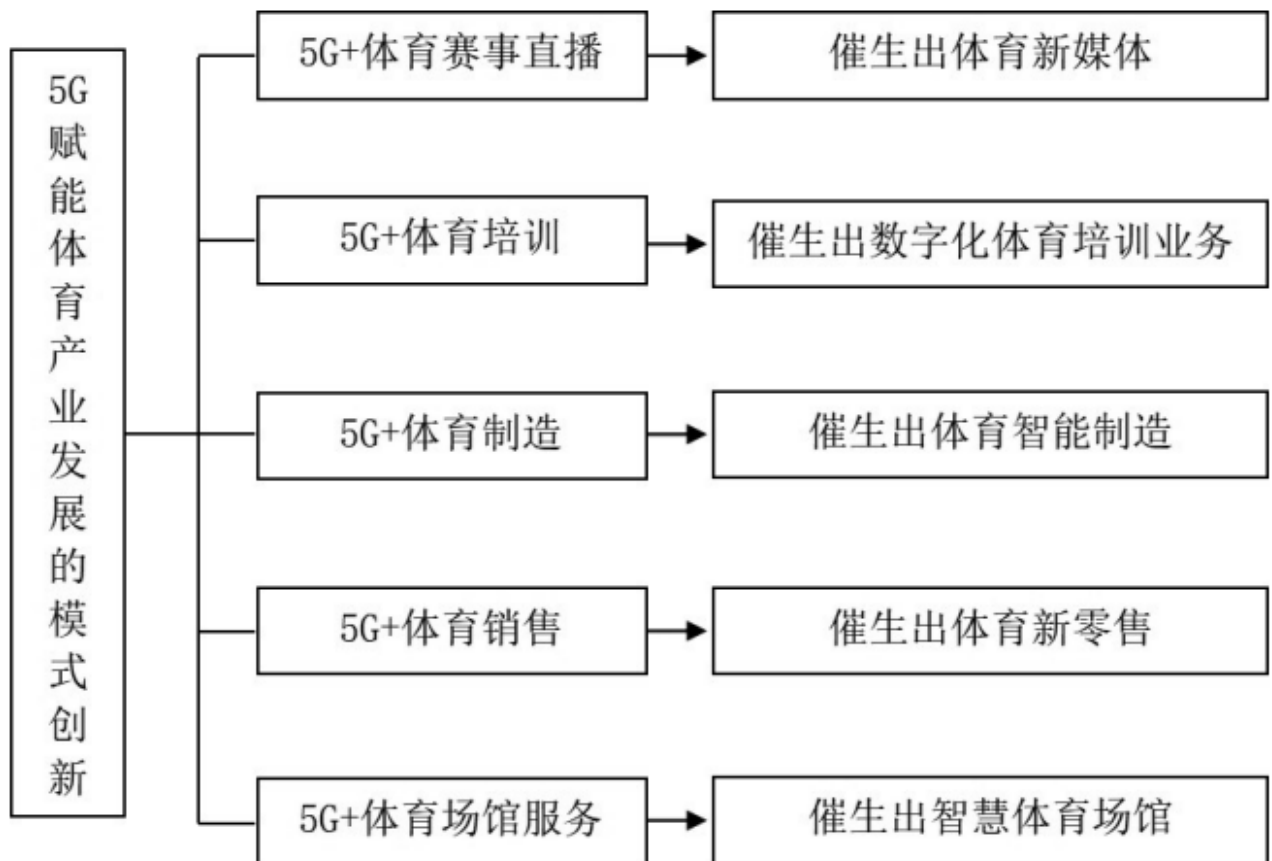
(四) 赋能的总体效益

1. 经济效益：服务经济高质量发展的现实要求。5G赋能体育产业发展，能够促进体育产业数字化转型，推动体育产业高质量发展。体育产业具有多个业态，5G赋能体育产业，实质上就是变革体育产业内部业态的生产方式与服务方式，提升体育产品与服务供给质量。如5G技术赋能传统体育场馆（地），可形成智慧场馆新模式，给观众带来沉浸式观赏体验；5G技术赋能体育制造业，可形成智能制造新模式，实现全新的智能化生产加工运输服务；5G技术赋能体育培训业，可形成体育O2O模式，实现高清视频全景展示服务；5G技术赋能体育销售业，可形成体育新零售模式，对体育产品的生产、流通与销售过程进行升级改造，提升精准化生产销售水平；5G赋能体育用品业，可形成线上服务、线下体验的C2B新商业模式，实现以需求为导向的新型体育供需关系，重塑体育生态圈。在体育强国建设进程中，5G等新型数字技术改变了人们的生产与生活方式，推动了体育产业的变革，使体育产业在转方式、调结构、惠民生中的作用越发凸显，进而服务经济高质量发展。

2. 社会效益：满足大众消费升级的现实需要。一般意义上，大众体育消费状况不仅是体育产业发展的基础，同时也是大众消费升级的有机组成部分。即体育消费水平状况不仅决定着体育产业发展，而且影响着大众消费升级。5G技术赋能体育产业发展，推动消费升级体现在两个方面：一方面，5G时代可使智能家居、智能可穿戴设备等硬件设施得到普及应用，进而为消费升级提档提供有利条件，也为推动大众消费向智能化、信息化发展奠定基础。另一方面，5G技术与体育产业融合，可为体育消费者提供更优质的体验，如5G赋能体育竞赛表演业，可提供体育赛事的高清视频、体育观赏的沉浸式体验、体育直播的全景式互动等；5G赋能体育教育培训业，可提供便捷化的体育教育培训业务，为满足大众线上体育培训需求打下坚实基础；5G赋能体育制造业，可通过全面布局智能制造、发挥移动终端的调配作用，打造全流程生产、制造、服务为一体，提升体育制造的发展效率，满足大众个性化定制需求；5G赋能体育用品业，可通过打造体育新零售业务，拓展大众体育网购新空间。整体而言，5G技术通过赋能体育产业各业态数字化转型，能够满足大众消费升级的现实要求。

三、5G赋能体育产业发展的模式创新

体育产业包括体育竞赛表演、体育培训、体育制造、体育用品销售、体育场馆服务等多个业态。5G技术赋能体育产业发展主要呈现在对体育产业内部相关业态的数字化改造，进而提升体育产品与服务功能，以服务于经济高质量发展和大众美好生活的体育需要（见图3）。



(图3) 5G 赋能体育产业发展的模式创新

(一) 5G+体育赛事直播：催生出体育新媒体

体育赛事产业是体育产业的核心，5G技术嵌入体育赛事直播全过程，能够构建数字化、智慧化的新“视界”[1] 111。随着以体育赛事直播为代表的网络视频业务向超高清、多视角、强互动的方向发展，体育新媒体行业对大带宽、低时延的需求愈加显著。随着5G技术的不断成熟，其对移动网络的数据处理能力和承载能力大幅提升，5G赋能赛事直播媒体发展，促进体育媒体在采、编、播等环节的深刻变革，重塑体育直播媒体生产流程。在5G技术影响下，体育直播业务流程能够得到深层次优化，制播效率大幅提升、运行成本大幅下降。从采编环节看，5G技术可以使体育赛事视频数据的存储和编辑更加便捷，实现视频的即时采编、即时发布；从播放环节看，5G技术可以使用户在观看视频时享受沉浸式体验。体育赛事直播需要大量高清摄像头，进行终端录屏视频传输，而具有低时延、大带宽、高速率等特性的5G网络能够更好地实现高清视频直播。5G技术在体育赛事直播中的作用体现在：一是4K/8K视频直播。由于4K/8K超高清视频的传输会产生巨大的数据流量，对网络环境要求较高，5G网络的广覆盖、低时延、高速率等优势，为体育赛事开展超高清视频直播提供了保障。二是VR全景直播。体育赛事的VR全景直播，能够实现虚拟现实技术与直播相融合。体育赛事VR全景视频制作的基本原理是在场馆内或赛事沿线设置直播摄像头，通过多机位直播摄像头进行移动和定点采集，并将采集到的VR图

形实时传至业务平台，为观众提供VR全景直播。通过VR全景视频所呈现出来的体育赛事直播画面，能够给观众带来360°全视角、高清晰度、沉浸式的观赏体验。

以CBA总决赛“5G+VR”直播为例。2019年4月，在CBA总决赛第二场广东队与新疆队的比赛中，中国移动携手华为和银河威尔科技（北京）有限公司，共同推出“5G+VR”高清直播服务，使观众感受到全方位、零距离的全新直播体验[1] 128。此次，“5G+VR”高清直播分为场内和场外两个观赏主场。一方面，在比赛现场架设了3台VR摄影机，实时采集比赛场景，并借助5G网络传输到VR一体机中，以提供更清晰、更沉浸的观赏体验。另一方面，在场外体验区进行了相应的高清VR直播展示，并提供15台VR眼镜供场外球迷体验，通过5G+VR直播捕捉赛场上每一个角落，给未能现场观赛的观众带来与场内观众一样的沉浸式观赛体验。通过“5G+VR”直播，观众能够近距离、全方位、实时感受比赛现场气氛，精确了解赛况，享受代入感带来的极致体验。随着5G技术的普及应用，“5G+VR”领域的深度拓展，未来足不出户，只需戴上VR眼镜就能观赏到沉浸式赛事直播[20]。

（二）5G+体育培训：催生出数字化体育培训业务

移动通信技术的变革给体育培训业带来了深刻影响，5G网络具有的高速率、低时延等特性，为体育培训业带来感知层面、用户层面、成本层面的变革[1] 154-155。一是在感知层面，体现在5G技术对视觉体验的革新。5G技术优势能够促进高清视频、VR/AR等应用方式与体育培训教育的有机融合，使大众参与体育培训教育的视觉边界不断拓展，认知范围不断延伸。5G带来的丰富视觉体验能够有效提高学员的学习效率。二是在用户层面，体现在5G技术带来的万物互联新体验。5G环境下的人与物、物与物相互连接为大众参与体育培训教育业务带来新的体验。5G超高传输速度不仅能够提升体育供需两端的连通性能，而且能够以更高效的方式进行线上教学，为大众参与体育培训教育活动提供个性化、不同层次的内容。三是在成本层面，体现在5G技术实现优质体育培训教育资源的共享。5G网络的高速传输特性，为扩大优质体育培训教育资源的传播范围、优化体育培训教育的资源分配提供基础，促使优质的体育培训教育资源能够在更大范围内实现实时共享。5G赋能体育培训业呈现出高清视频体育培训内容，能够提升体育培训教学质量，呈现VR/AR体育培训教育新的应用场景，推动智慧体育培训业发展，并通过万物互联提升体育培训教育的运行、管理与服务水平。

以动因体育加速布局5G技术，促进体育培训数字化变革为例。动因体育抓住了体育培训教育向互联网产业化升级的趋势，在5G技术影响下，动因体育实现了体育培训教育的深刻变革。一是5G网络的低时延特性应用到动因体育线下的体育培训业务之中，可通过直播培训，使家长实时了解孩子学习进度

与学习效果；二是5G技术与VR/AR结合，能够打破场地壁垒，为创新体育培训教育模式提供基础；三是5G的物联网应用特性应用到动因体育的体能测试装备研发领域，能够提升体育培训教育装备水平；四是人工智能具备学习能力，可对数据进行过滤、整理以及深度分析，5G+人工智能应用于体育培训教育活动，能够使体育培训教育更科学化、数据化、精准化[21]。

（三）5G+体育制造：催生出体育智能制造

5G技术的发展为人工智能、物联网、VR/AR等技术在体育制造业中的应用提供技术支持，也为推动体育制造业变革，催生出体育智能制造新模式提供基础。智能制造系统在运行过程中主要采用端到端的数据交换模式，因此高速、稳定的网络环境成为智能制造系统平稳运行的重要因素[11]66。而5G网络可使生产流水线的建设更为便捷，大大降低改造、维护的成本，进而提高智能制造的运行效率。如5G网络的低时延特性能够使体育智能制造的终端与智能设备进行实时数据交换，以提高设备运行的精准度和灵活性；再如5G网络的广覆盖特性能够使用小基站部署模式，确保对体育制造工厂的全面覆盖，进而实现端到端的实时通信，发展自动化、智能化的体育制造业务。在5G时代，体育智能制造的生产过程可控性提高、生产线的流程更加自动化，从生产制造到销售各环节互通互联，能够实现资源的合理化配置，具体体现在以下方面[11] 74-78：一是从5G赋能下的柔性制造与个性化生产来看。5G技术融入智能制造过程中，能够增强网络的灵活性，实现机器在不同区域、不同场景下的连续作业，并可自动切换工作模式，降低生产运营成本，推进大规模柔性化生产。二是从5G赋能下的智能制造维护模式升级来看。在5G技术赋能下，5G网络能够实现数据的共享与交换，可通过线上操作，维护工厂正常运行。还可运用5G网络远程解决体育生产制造过程中的问题，降低人力成本。三是从5G赋能下的资源优化配置来看。在体育智能制造应用场景下，网络切片能够针对不同的网络服务需要提供最优的解决方案，其不仅能够减少制造工厂的能源消耗，而且能够优化工作流程、提高工厂运行效率。四是从5G赋能下的智能机器人融入基层管理来看。在5G技术支持下，智能机器人取代一部分工厂生产与制造的工作人员，智能机器人运用到原料与产品运送、产品质量检测、设备维护等生产制造各环节，能够降低成本、提高效率。

以融入“5G+AI”技术的乒乓球机器人为例。如2020年在上海举行的第三届中国国际进口博览会，首次设置“体育用品及赛事专区”，由上海体育学院中国乒乓球学院、庞伯特科技和高通公司三方共同开发的乒乓机器人，是一款融合5G与AI技术的乒乓球训练机器人，其配置的高速双目立体视觉系统以及背后的人工智能算法平台，有效适应了当前智慧体育快速发展的要求，能够为目标人群带来高品质乒乓球体验、为体育教育专业人员提供适宜的教学训练方式、为专业运动员提供实战性演练场景[22]。整

体而言，在5G新型数字技术向体育制造业渗透融合过程中，体育制造将呈现向智能化转型发展的新趋势。

（四）5G+体育销售：催生出体育新零售

5G技术为传统体育用品销售带来较大的发展契机。新零售的核心是“线上+线下+物流”的销售模式，通过对“人、货、场”三大要素进行升级，实现对产品供应链的优化、对产品运营的精准把控。一般意义上，新零售需要依托线上与线下相结合，而在5G支持下的体育新零售能够变革体育零售业服务体系，提供更便捷的购物方式和更舒适的购物体验[11]99。5G技术赋能体育用品销售业，通过线上与线下协同发展、全息投影展示产品、精简购物流程、服务质量提升等，满足大众体育消费需求。一是从5G技术赋能体育用品销售业，催生出的线上与线下协同发展看。5G技术在体育物流领域的应用，能够实现货物打包、配送流程等方面的自动化，进而有效提升体育货物的配送效率。二是从5G技术赋能体育用品销售业，催生出的全息投影展示产品看。全息投影能够通过吸引消费者注意、立体化展示产品信息，帮助消费者更加全面、立体地了解产品功能，进而激发消费者购买欲望。5G的高速率、低时延等特性，使全息投影成为体育产品展示的重要方式。三是从5G技术赋能体育用品销售业，催生出的精简购物流程看。在5G赋能下，体育消费者的购物流程将被大大简化，视觉传感器技术、重力传感器技术等使无人零售成为可能，实现“即看、即拿、即走”的极简购物流程和体验。四是从5G技术赋能体育用品销售业，催生出的服务质量提升看。5G时代，通过增加体育产品与服务体验，提升体育消费者黏性。并可在大数据支持下，厂商通过会员模式，加强会员管理、提升会员福利等，以起到增加体育产品销售量的目的。

以5G时代下的“咪咕”体育营销创新为例。近年来，“咪咕”体育全面布局、持续深耕体育产业，不断革新体育发展策略。一方面，“咪咕”拥有多个体育赛事版权，体育内容丰富，可为品牌提供丰富的营销场景；另一方面，在5G技术驱动下，“咪咕”体育内容生产及用户互动体验得到全面升级，这种端到端的运营革新能够为体育内容和场景创新赋能。“咪咕”聚能5G营销，主要以内容为核心、以大数据为基础、以场景呈现与科技赋能为重点，大力挖掘品牌价值，释放品牌营销势能。在5G时代的体育营销生态环境下，“咪咕”体育通过整合多元营销资源，创新营销新模式，打造集内容、场景、技术为一体的“咪咕”体育新生态[23]。

（五）5G+体育场馆服务：催生出智慧场馆

随着5G技术不断向体育产业领域渗透，即便在人数众多的大型活动现场，终端用户同样可以获得高带宽、低时延的无线网络连接，这能够为终端用户提供更多元化的内容与服务，满足现场观众需求，提升现场观赏体验。《5G智慧场馆白皮书》显示，5G赋能体育场馆服务业，能够满足观众的多元化内容需求、低延时观赏需求、互动体验需求、场地服务需求、广泛接入需求等。如高带宽的5G无线网络可为现场观众提供多样化赛事内容，使观众体验多视角观赛、实时短视频回放、高清/超高清等赛事内容场景，满足观众的多元化内容需求；低时延的5G无线网络可为现场观众提供实时赛事数据、赛事回放等，提供低时延的体育观赏需求；5G可在赛事现场搭建互动平台，为营造赛事气氛、增强观众现场观赏体验提供契机；5G技术可增强对体育场馆（地）的监管和提升体育场馆（地）的服务水平，实现体育场馆（地）的自动化、智能化，满足大众多样化观赏需求；具有泛在网的5G无线网络可为大型体育赛事现场提供全面而稳定的网络覆盖。在5G赋能下的智慧体育场馆，其承接体育赛事能够打通场馆与现场观众实时互动的渠道，提供全方位场馆服务，实现赛事直播内容触达现场观众；在5G赋能下的智慧体育场馆，能够在多机位直播（在智慧场馆区域内，观众在5G手机终端上可实时观看直播，且支持多机位间自行切换）、精彩短视频实时制作回看（在智慧场馆区域内，观众在5G手机终端可实时收到短视频推送与更新，用户根据兴趣选择随时观看）、180°超广角VR直播和360°VR实时拼接直播（在智慧场馆区域内，观众在5G手机终端上可实时观看VR直播，感受沉浸式观赏体验）[24]。

以西安奥体中心建立国内首座“5G+智慧”场馆为例。西安奥体中心采用5G技术，建立“5G+智慧”国际标准体育场馆，实现了所有场馆5G网络的全覆盖。“5G+智慧”场馆的功能主要体现在：一是建立了集体育竞技、观赏体验、媒体转播等于一体的综合智慧控制平台；二是布置多组高清摄像头，实现全场景呈现比赛画面；三是增加AI摄像机，实现人脸视频、行为分析等功能；四是配置了先进的无人机防御系统，提供全方位360°立体式安全保障；五是设计了AR/VR互动展示系统、机器智能助手等，为最大化提升观众的观赏体验提供保障[25]。

四、结语

数字经济时代，随着5G商用的全面铺开，5G赋能体育产业高质量发展，能够推动体育生产与生活方式的变革，实现体育产业的质量变革、效率变革、动力变革。基于上述背景，本文以“5G赋能体育产业发展”为切入点，以期从理论（主要涉及内在机理）与实践（主要涉及模式创新）两个维度为体育产业发展提供指导。展望未来，伴随着6G技术的快速发展，体育产业的数字化转型将加速推进，新的理论与实践问题有待研究者进一步跟进。

[参考文献]

- [1] 陈晓华,吴家富.5G新动能:数字经济时代的加速器[M].北京:人民邮电出版社,2020.
- [2] 黄河,刘琳琳,李政.5G时代体育赛事移动传播的技术变革与内容创新——兼论对北京2022年冬奥会的启示[J].上海体育学院学报,2020,(5).
- [3] 王华,邹佳辰.沉浸体验与全时空“泛在”:5G时代体育文化传播的新趋向[J].体育与科学,2020,(5).
- [4] 朱梦雨,黄海燕.5G技术在体育场馆智慧化建设中的应用研究[J].体育科研,2020,(5).
- [5] 王福秋.5G时代体育短视频生产传播的媒介趋向与引导机制研究[J].体育与科学,2020,(6).
- [6] 吴宾,姚蕾,仇军,等.互构、共变与融合:5G时代“移动互联+全民健身”的演进脉络及发展前瞻[J].武汉体育学院学报,2021,(4).
- [7] 中国信息通信研究院.中国5G发展和经济社会影响白皮书(2020年)[R].中国信息通信研究院,2020.
- [8] 中国信息通信研究院.5G经济社会影响白皮书[R].中国信息通信研究院,2017.
- [9] 吕延杰.5G新机遇:技术创新、商业应用与产业变革[M].北京:人民邮电出版社,2021.
- [10] 任波,黄海燕.中国数字经济与体育产业融合的动力、机制与模式[J].体育学研究,2020,(5).
- [11] 张蕾.5G产业:新智能时代革命[M].北京:电子工业出版社,2021.
- [12] 钟亚平,吴彰忠,杨桦,等.数字体育对中国特色体育学“三大体系”构建的创新发展[J].成都体育学院学报,2022,(6).

[13] 吴承忠.5G智能时代的文化产业创新[J].深圳大学学报(人文社会科学版),2019,(4).

[14] 李伟.数字经济是高质量发展的重要推动力[N].人民日报,2019-06-03.

[15]

任波.数字经济时代中国体育产业与体育消费互动的内在机制与升级策略[J].山东体育学院学报,2022,(3)

[16] 张奇林,马艺丹.我国省级公共体育服务效率评价及影响因素[J].决策与信息,2023,(2).

[17] 中华网.以“质量变革、效率变革、动力变革”推进我国经济高质量发展[EB/OL].中国网,2018-01-02.
<https://news.china.com/focus/xsdxzw/13001368/20180102/319023>

86.html.

[18] 沈克印,林舒婷,董芹芹,等.数字经济驱动体育产业高质量发展的变革机制与推进策略[J].体育学研究,2022,(3).

[19] 刘树林.产业经济学[M].北京:清华大学出版社,2012.

[20] CBA决赛首次实现5G直播,360°VR体验让你身临其境[EB/OL].广东头条新闻,2019-04-28.
<http://static.nfapp.southcn.com/content/201904/28/c2168858.html>.

[21] 动因体育.5G到来加速体育教育向OMO转变,动因体育做破风者[EB/OL].搜狐网,2020-04-10.
https://www.sohu.com/a/386856713_678893.

[22] 进博会首设体育用品及赛事专区:5G+AI赋能智慧体育
外企发力中国市场[EB/OL].央广网,2020-11-30.

http://www.cnr.cn/list/finance/20201108/t20201108_52532

2876.shtml.

[23] 聚能5G+时代，咪咕开启体育“赢”销新生态[EB/OL].搜狐网,2020-11-30.
https://www.sohu.com/a/430272304_505816.

[24] 体奥动力,咪咕,中国移动,等.5G智慧场馆白皮书[R].确定性网络产业联盟,2020.

[25] 国内首座“5G+智慧”场馆——西安奥体中心竣工正式交付[EB/OL].新华网体育,2020-07-02.http://www.xinhuanet.com/sports/2020-07/02/c_1126189866.htm.

[责任编辑：汪智力 胡 梁]

Inherent Mechanism and Mode Innovation of Development of 5G-Empowered Sports Industry

REN Bo

Abstract: Under the background of the deep integration of digital economy and real economy, 5G, as an important part of the new generation of information technology, is of practical significance to explore the development of 5G enabling sports industry. By using the methods of literature and logical analysis, this paper explores the internal mechanism and mode innovation of 5G enabling sports industry development. According to the research, with the comprehensive spread of 5G technology and the rapid development of sports industry, 5g has a good practical foundation for the development of sports industry. Through the comprehensive layout of sports industry, 5G promotes the transformation of sports production mode and drives the digital transformation of sports industry, showing the quality, efficiency and power transformation of sports industry, and giving play to the economic and social benefits of sports industry, And then the inner mechanism of 5G sports industry development is formed, which is "realistic basis - action mode - presentation form - giving full play to benefit". Based on this, this paper puts forward five modes, namely, 5G+ sports event live broadcast, giving birth to new sports media; 5G+ sports training, giving birth to

digital sports training business; 5G+ sports manufacturing, giving birth to smart sports manufacturing; 5G+ sports sales, giving birth to new sports retail; 5G+ sports venue services, giving birth to smart venues.

Keywords: 5G; digital transformation of the sports industry; live broadcasting of sports events; sports industry; sports venue services; sports training

[收稿日期] 2023-12-19

[基金项目]

国家社会科学基金后期资助项目（22FTYB010）、教育部哲学社会科学研究后期资助项目（23JHQ091）

[作者简介]

任波，男，安徽滁州人，教育学博士，上海体育大学经济管理学院副教授，主要从事体育产业研究。