

# 区块链技术赋能粤港澳大湾区体医融合促健康产业转型升级与区域协同发展

罗 平<sup>1</sup>, 林鸿生<sup>2</sup>, 胡静雯<sup>1</sup>, 张 晋<sup>3</sup>

(1. 广东体育职业技术学院, 广州 510663; 2. 中国人民解放军南部战区总医院, 广州 510010;  
3. 中国产业发展研究院, 北京 101111)

**摘要:** 新时代经济呼唤高质量发展,而创新生产力是实现此目标的基石。运用文献资料、实地调研和专家访谈等方法,深入探讨区块链技术在粤港澳大湾区体医融合促健康产业转型升级与区域协同发展中的实践路径与应用。研究认为,粤港澳大湾区在政策、经济、社会和技术中具备显著优势,为体医融合促健康产业的蓬勃发展提供新机遇。面对产业转型升级的挑战,提出构建基于区块链技术的粤港澳大湾区体医融合促健康联盟链,整合技术研发、平台支撑、行业应用和服务配套,构建完善的产业链,以促进实体经济的区域协同发展,推动社会治理创新和健康城市建设,为实现体育强国、健康中国和数字中国的中国式现代化目标贡献关键力量。

**关键词:** 区块链技术; 粤港澳大湾区; 体医融合; 产业升级; 区域协同; 高质量发展

**中图分类号:** F293.1; F127.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)06-0228-09

《“健康中国 2030”规划纲要》和党的二十大报告均指出,体医融合是健康中国和体育强国融合联动发展的国家战略目标之一<sup>[1-2]</sup>。党的二十大报告同时指出,建设数字中国,加快发展数字经济,促进数字经济与实体经济深度融合,打造具有国际竞争力的数字产业集群<sup>[2]</sup>。《关于加快推动区块链技术应用和产业发展的指导意见》指出,区块链技术在赋能实体经济、夯实产业基础、打造现代产业链、提升公共服务、促进社会各行各业融通发展的重点任务中发挥重要的作用,是支撑数字经济发展的战略性新兴产业<sup>[3]</sup>。区块链技术与体医融合促健康产业的创新有机融合,构建粤港澳大湾区体医融合促健康联盟链,是数字经济与实体经济的深度融合,是塑造高质量发展的新动能和新优势。这必将深化科技革命与产业变革,为体育强国、健康中国和数字中国的中国式现代化建设贡献力量。本文采用文献资料、实地调研和专家访谈等,探讨基于区块链技术构建粤港澳大湾区体医融合促健康大联盟链体系,实现产业高质量发展,推动社会治理创新和健康城市建设,为粤港澳大湾区乃至更广泛区域的体

医融合促健康产业发展提供转型升级的新思路和新策略,同时为区块链技术在其他领域的应用提供参考。

## 1 粤港澳大湾区体医融合促健康发展面临的机遇

### 1.1 政策支持与区域合作

从 2014 年的《关于加快体育产业 促进体育消费的若干意见》到 2016 年的《“健康中国 2030”规划纲要》,再到 2021 年的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划及 2035 年远景目标纲要》和《全民健身计划(2021—2025)》发布以及实施,体现体育重新回归作为促进健康重要手段的国家的战略地位<sup>[4]</sup>,提出“体卫融合”、健康治理“关口前移”。推动健康关口前移,建立体育部门和卫生健康等部门协同、全社会共同参与的运动促健康新模式<sup>[5]</sup>。体医融合是建设“健康中国”战略的主要模式和途径<sup>[6]</sup>。纵观历史,粤港澳大湾区在国家发展大局中具有支撑和引领的重要战略地位。2019 年《粤港澳大湾区发展规划纲要》指出,贯彻发展新理念,解放思想、大胆探索,深入推进打造粤港澳大湾区,建设世界级城市群;

**收稿日期:** 2024-09-06

**基金项目:** 广东省哲学社会科学规划一般项目(GD21CTY09);广东省教育科学高等教育科学规划项目(2022GXJK526)

**作者简介:** 罗平(1979—),女,浙江台州人,硕士,副教授,研究方向为体医融合与科技;林鸿生(1977—),男,广东揭阳人,硕士,副主任医师,研究方向为体医融合;胡静雯(1982—),女,广东肇庆人,硕士,讲师,研究方向为产业与科技;张晋(1982—),男,辽宁营口人,博士,研究员,研究方向为区块链与产业。

坚持以人民为中心,充分利用广东改革开放先行先试优势,进一步深化供给侧结构性改革,不断加大优质大健康服务供给,共享发展、改善民生,使粤港澳大湾区人民具有更加充实的获得感、幸福感和安全感<sup>[7]</sup>。香港和澳门都是自由开放的市场经济体,而广东是我国改革开放的排头兵。粤港澳大湾区制度连通和政策协同,已具备体医融合促健康服务制度的创新和区域协同以发展的优势。

## 1.2 经济发展与市场需求

国家统计局数据显示,2022年全国生产总值高达1 210 207 亿元(数据没有包括港澳台地区),比2021年增长3.0%,2019—2022年全国生产总值逐年增加(图1)<sup>[8]</sup>。这充分说明我国经济发展稳定,经济抗压能力强,经济发展韧性强劲。改革开放40多年来,粤港澳大湾区快速崛起,已经跃升为世界第三大湾区。粤港澳统计部门数据显示,2022年粤港澳大湾区生产总值超13万亿元(图1)<sup>[9]</sup>。这表明粤港澳大湾区经济韧性好,整个商业环境优良,市场非常有活力,正朝着建设国际一流湾区和世界级城市群的既定目标迈进。粤港澳大湾区经

济持续稳健发展,即使在连续三年疫情对全球经济贸易的冲击影响下,2020—2022年生产总值仍然逐年增加(图1)<sup>[9]</sup>,显现出湾区市场的活力和高成长性,给粤港澳大湾区体医融合促健康产业营造良好的经济和市场环境。我国居民人均可支配收入逐年显著提升,从2019年的30 733元增加到2022年36 883元,增长20%(图2)<sup>[8]</sup>。在全国居民人均消费支出中,2019—2022年医疗保健与体育文化娱乐占比都大于18%(图3)<sup>[8]</sup>。这说明体医融合促健康消费服务(产品)规模大。广东居民人均可支配收入显著高于全国的水平,从2019年的39 014元增加到2022年的47 065元,增长21%(图2)<sup>[10]</sup>。香港和澳门居民人均可支配收入显著高于广东省居民。2019—2022年广东省居民人均消费支出中的医疗保健与体育文化娱乐占比:分别为17.3%、14.5%、16.3%和15.4%(图2)<sup>[10]</sup>,远远低于全国居民在人均消费中支出中的医疗保健与体育文化娱乐的占比。粤港澳大湾区经济发展水平全国领先,居民人均可支配收入远高于全国的水平,消费市场规模庞大,但医疗保健与体育文化娱乐在人均

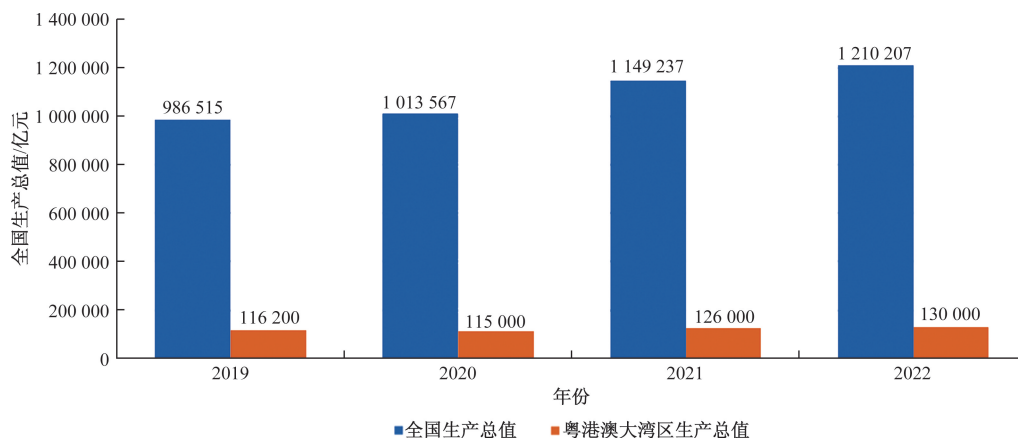


图1 2019—2022年全国和粤港澳大湾区生产总值

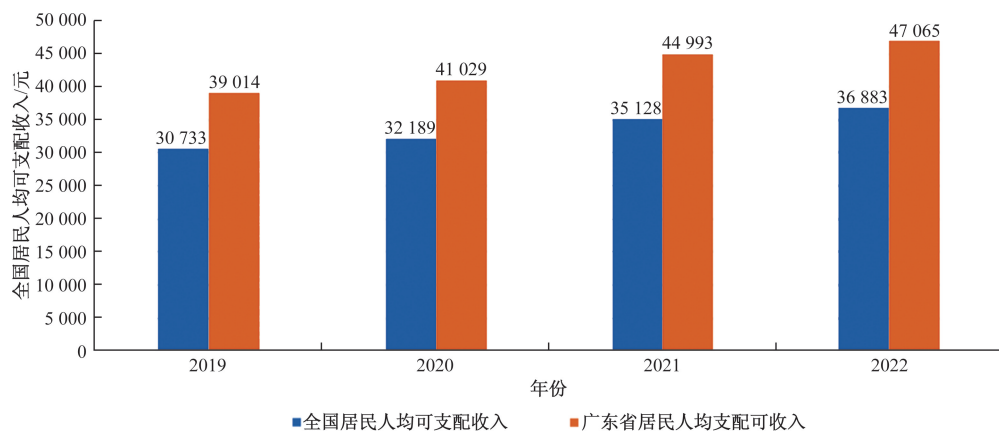


图2 2019—2022年全国和广东省居民人均可支配收入

消费支出中的占比远低于全国的水平,表明粤港澳大湾区体医融合促健康消费服务(产品)规模的增长空间潜力大,增长速度将可能远高于全国的。伴随着粤港澳大湾区进一步地开放、创新、国际化,粤港澳大湾区体医融合促健康产业将展现大前景和大空间。

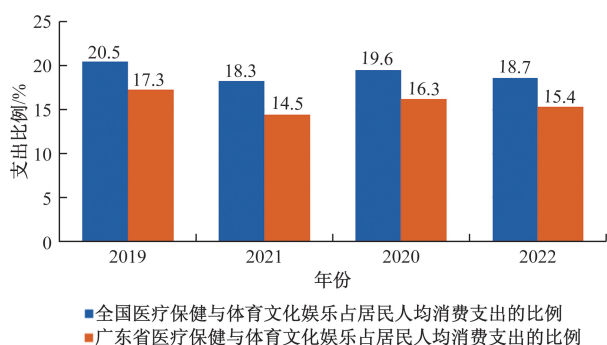


图3 医疗保健与体育文化娱乐占居民人均消费支出的比例

### 1.3 健康意识与社会需求

国家统计局数据显示<sup>[8]</sup>,2022年末全国总人口为141 175万人,其中超过4亿以上是中等收入人群,2亿高素质技术人员。研究报告显示,2020年我国经常参加体育锻炼促进健康的人数达到4.35亿人,预计到2030年人数增加至5.3亿人<sup>[11]</sup>。社会大众对体医融合促健康的认知将不断提升,参与人数将不断增加,随之而来的体医融合促健康消费意识就会随之提升。如智能化的体医融合促健康可穿戴设备、医疗健康传感设备等高科技产品在社会大众中逐步被认可和普及。随着全民健康意识的提升,全民健身的实现,为体医融合促健康产业创造了可持续发展的社会机遇。截至2022年末,60岁及以上的人口占全国总人口的34.7%<sup>[11]</sup>。我国已进入中等程度的老龄化社会。中国居民营养与慢性病状况报告(2020年)显示<sup>[12]</sup>,我国慢性病患者已超过3亿人,其中老年性慢性病超过50%。目前,我国正处于日益严重的老龄化和居高不下的慢性病高发态势中,为体医融合促健康产业发展奠定坚实的社会基础。中国大健康产业发展报告指出<sup>[13]</sup>,老龄消费规模逐年增加,到21世纪中叶,将是现在的6倍左右(图4),到2025年达到11.36万亿元,到2030年达到18.33万亿元,到2040年达到36.36万亿元,到2050年达到61.26万亿元,我国将成为全球最具潜力的老龄消费市场。老龄消费市场为体医融合促健康产业带来前所未有的发展机遇。除了老年人,幼儿、青少年、青壮年和特殊人群(孕产妇),由于现代生活方式的改变,如熬夜、久

坐、少运动和焦虑等,都可导致非传染性慢性病的风险提高。体医融合是健康促进、慢病预防、康复治疗以及健康管理的有效手段。我国是一个人口大国,兼具人口和人才红利的社会人口优势,为体医融合促健康产业提供坚实的社会基础。

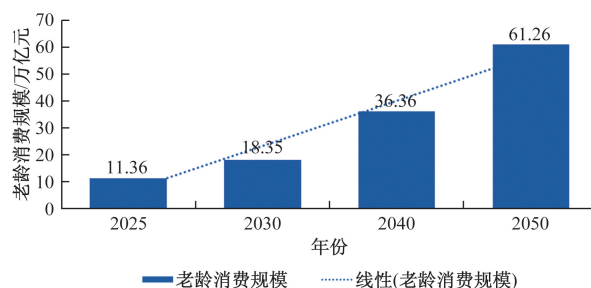


图4 2025—2050年老龄消费规模

### 1.4 技术进步与创新驱动

随着国家对区块链、人工智能、大数据、物联网和云计算等的培育和不断壮

大,新兴数字产业可为体医融合促健康产业提供强大的科技支撑,并拓展体医融合促健康产业服务的新模式。近年来,政府以智慧城市建设、智慧场馆建设和智慧医疗建设和智慧体育建设为目标,运用智能化、信息化和网络化的信息技术,推进体育、医疗和健康的新兴业态的创新融合,促进全民健身和全民健康的国家战略建设。区块链是加密技术、分布式网络 and 智能合约等多种新一代技术集成的新型数据库软件,具有数据透明、不易篡改、可追溯,解决网络空间的信任和安全问题等特点,重构信息产业体系,深化科技革命和产业变革,上升为国家战略层面。在2021年,工业和信息化部、中央网络安全和信息化委员会办公室联合发布《关于加快推动区块链技术应用和产业发展的指导意见》<sup>[3]</sup>,明确指出,区块链技术具备赋能实体经济、提升公共服务、夯实产业基础、打造现代产业链和促进融通发展的重点任务。粤港澳大湾区以区块链技术为代表的前沿科技领域创新活跃和成果丰硕,是国内外区块链技术发展的创新地和制高地。

## 2 粤港澳大湾区体医融合促健康产业的挑战与转型升级

### 2.1 现有产业体系的局限性

粤港澳大湾区已具备在政策、经济、社会和技术四个方面的新机遇,体医融合促健康产业将不断繁荣。对标世界级三大湾区,即美国旧金山湾区、美国纽约湾区和日本东京湾区,粤港澳大湾区体医融合促健康产业体系面临着发展不充分和不平衡,



服务平台建设相对滞后,信息化、智能化水平不高,健康信息为“碎片化”管理,同时人-服务-资金流通不畅,且数据要素难以跨境和跨域使用,需要结构优化和提质增效,最大限度地消除联通的障碍和鸿沟,促进体医融合促健康服务的发展。粤港澳大湾区体医融合促健康产业体系转型滞后,目前正面临由传统产业体系向现代产业体系转变的艰巨时期。

## 2.2 转型升级的必要性与路径

粤港澳大湾区是改革开放的排头兵,市场化和国际化早,市场的意识浓郁,市场的业态丰富,市场的主体众多,市场制度和规则领先于全国。粤港澳大湾区众多龙头企业高度重视以区块链技术为代表的数字技术,通过粤港澳大湾区所积累的数字经济优势,担当起全国乃至全球区块链技术等前沿科技发展的引领作用。在 2022 年,中国产业区块链大会组委会发布中国产业区块链企业 100 强榜单中显示<sup>[15]</sup>,广东占 17 家,其中前 10 的包括腾讯云、中国平安、招商局集团和华为公司 4 家。腾讯的区块链 Trust SQL 平台和华为的云区块链平台等项目重构价值传递的底层逻辑系统和参与商业的竞争模式,提高效率、降低产业链成本,支撑实体经济的转型和跨越。同时粤港澳大湾区“一国两制”制度优越、人口和经济规模巨大、经济业态丰富和创新创业活跃,对公共服务、社会事务,尤其事关社会民生的教育、医疗、健康、交通、税收和体育等领域的智慧城市治理和监管提出更高的要求。粤港澳大湾区唯有依靠以区块链技术为代表的数字技术,打破多元制度的壁垒,提高协作效率,服务于社会治理创新,发展智慧城市。

区块链技术有去中心化、分布式存储、防篡改和可溯源等特点。区块链技术在体医融合促健康业务层面,可实现自动化执行的智能合约,推动内部价值体系的顺畅流通和解决流通过程中的信用问题,带来业务流程的优化、模式的创新和新业态的培育等,同时向市场化和社会化推进,实现体医融合促健康产业优化发展。同时借助以区块链为前沿科技手段高效率对接制度的差异性,从而有效降低制度性成本,畅通生产要素、数据和服务流通等,促进“一国两制”下粤港澳大湾区体医融合促健康产业的转型升级,实现“以区块链为核心的数字经济产业”和“以体医融合促健康为核心的实体产业”深度融合,支撑体医融合促健康实体经济跨越与区域协同高质量发展,赋能体医融合促健康社会治理创新和建设体医融合促健康城市,为体育强国、健康中国和数字中国的中国式现代化建设贡献力量。

## 3 粤港澳大湾区体医融合促健康联盟链体系的构建

依托粤港澳大湾区体医融合促健康产业的基本要素、运营机制、供应链金融体系等,“以区块链为核心的数字经济产业”与“以体医融合促健康为核心的实体产业”融合发展构建粤港澳大湾区体医融合促健康联盟链(简称联盟链),形成集技术研发(上游底层技术)、平台支撑(中游平台服务)、行业应用(下游产业应用)和服务配套于一体的上、中、下游产业链体系(图 5),以实现粤港澳大湾区体医融合促健康产业的顺畅流通、信用保障、转型升级和区域协同的高质量发展。

### 3.1 上游底层技术

上游底层技术为联盟链的运行提供必要的技术产品、技术组件和技术服务,主要包括核心技术、扩展技术和配套技术三大类<sup>[16-18]</sup>(图 6)。其中,核心技术包括密码算法、对等式网络、共识机制、智能合约和数据存储;扩展技术包括协同治理、可扩展性、互操作性和安全隐私;配套技术包括系统管理、操作运维和基础设施。

#### 3.1.1 核心技术

密码算法是区块链安全性能的重要体现。随着网络攻击形态的多样性,不同类型的更实用、更适用密码算法逐步增加。国密算法是新式混合式区块链架构的标准配置,其非对称算法、哈希算法和对称算法是目前国家密码局认定的公开使用的国产商用密码算法。联盟链选用国密算法,可摆脱对外国技术和外国产品的过度依赖,建设体医融合促健康行业网络安全环境,可大大增强体医融合促健康行业信息系统的安全可控。联盟链在实践过程中,由于大众对体医融合促健康的认可度和参与度的不断提升,导致其网络规模将会不断地扩大。为了兼顾通信效率和去中心化程度,对等式网络选择折中的混合型网络,从而能达到高效通信效率以及更好地治理网络。新式混合式区块链架构需注重共识效率和共识确定性(如 Raft 共识和类 BFT 共识等),选择可插拔多种共识机制,可采用节点投票和(或者)发行 Token 的方式等,来适应粤港澳大湾区体医融合促健康行业的应用需求。智能合约包括合约类型、合约语言和执行环境。为了推广和普及联盟链,除了需确定、高效和安全地执行智能合约,还需加载快、效率高和社区生态好的智能合约类型。网页组建(WASM)技术是一种以直接高效的方式支持广泛的开发语言,其通用性高、开发

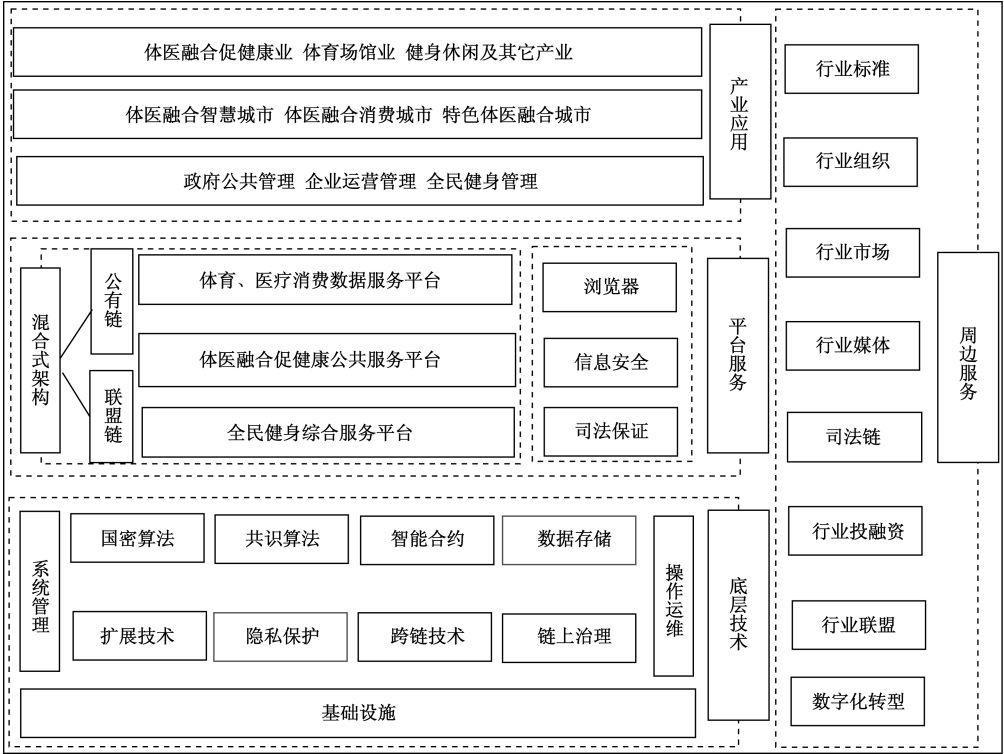


图 5 粤港澳大湾区体医融合促健康大联盟理论模型构建



数据来源于《区块链白皮书 2018—2022 年》。

图 6 区块链技术图谱示意图

成本低。引入 WASM 作为多语言智能合约的技术支撑,将降低上游底层技术的开发门槛,提升中游平台服务的易用性,利于深入挖掘下游的产业应用场景。数据存储包括账本数据、状态数据的存储。根据使用需要,选用不同的数据存储模式。上游的底层存储选用效率高的非关系型数据库,如 NoSQL (目前国内数据库的主流);下游的应用层选用灵活可插拔的多种关系型数据库,如 MySQL、SQLServer 等(满足应用场景的复杂性)。借助目前核心数据层创新向多点纵深突破的契机,通过数据层的创新来改变数据的结构,从而提升数据储存效率、降低数据储存空间。从以下三方面的数据层创新进

行突破,即引入有向无环图(DAG)的方式实现数据层的结构持续创新、以创新数据层为核心的新型区块链引擎(数据库模型提升数据储存的效能)、数据层可信账户创新方式逐渐显现。

### 3.1.2 扩展技术

联盟链的应用场景非常复杂与多样,需要一系列的扩展技术来提升和优化区块链技术,从而避免区块链底层技术的局限性。扩展技术包括可扩展性、互操作性、协同治理和安全隐私 4 个关键的技术。区块链系统会受到共识机制、对等网络和密码算法等的约束,性能存在着上限,可通过可扩展性来提升区块链的处理能力。通过性能扩展提升交易吞吐量和功能扩展,增强区块链技术的服务能力。分片机制、状态通道、DAG 共识以及分片机制是目前常用的可扩展性技术。区块链系统中组成部分之间进行交换信息,并对交换的信息加以使用的能力构成区块链的互操作性的能力。互操作性包括应用层互操作、链间互操作和链下数据互操作 3 个方面。应用层互操作可解决上层应用与底层链紧藕问题,目前通过远程过程调用(RPC)和 Restful 等方式来实现。链接互操作可解决“链级孤岛”,跨链方案和中继链技术使用占比较高。链下数据互操作可解决链上链下的安全可信交互,SMPC (secure multi-party computation) 和 TEE (trust

execution environment)等数据交互技术是目前较为广泛使用的。粤港澳大湾区体医融合促健康行业的不同参与方应凝聚共识,加强标准建立,以标准引领技术,技术反应校准,逐步推进互操作性技术的进展。联盟链在创建、修改、更新系统规则的过程中,各参与方之间是平等合作的关系。核心治理委员会通过投票来决策治理的规则,从而构成链下治理。治疗的规则被编码在治理的协议中,各参与方通过线上对决策进行投票,从而构成链上治理。区块链系统在不同节点的安全防护能力和合约编写者能力都参差不齐,容易导致区块链系统被攻击和合约安全事故的发生。同时由于缺乏有效的监管手段,则会导致区块链系统被滥用的风险时有发生。随着联盟链的数据量日益增加,其应用领域也在持续扩展。为了有效地保障信息安全,除了数据加密、数据加工和权限控制,还要引入同态加密和零知识证明等密码算法以及联邦学习和 TEE 等,从而达到“可用而不可见”规定的安全要求。

### 3.1.3 配套技术

联盟链在使用过程中,会面临着系统的安全和合规的安全等问题,需运用系统管理、操作运维和基础设施 3 个方面的技术来提升系统的安全性和优化使用的体验。系统管理层对联盟链体系中的权限和节点进行管理。目前常常选用强化的网络身份认证体系、设立代理的节点和网络限流等防御日蚀攻击和 DDoS 攻击等。联盟链因将多种区块链技术融合在一起,如智能合约、对等网络、共识机制和密码算法等多种技术,导致联盟链的部署与运行相当困难。为此,采取 Kubernetes、Docker 等技术,可有效地减轻这些问题,并将其转变成易于操作的解决方案。联盟链的基础设施包括区块链系统在使用过程需要的具有通用性的软硬件资源(通用基础设施)和特需的软硬件资源(专用基础设施)。通用性的软硬件资源一般为云平台 and 通信网络等,特需的软硬件资源一般为链资源管理系统和数字身份管理系统等。

## 3.2 中游平台服务

中游平台服务是基于上游的底层技术搭建出运用于粤港澳大湾区体医融合促健康产业的区块链服务平台(图 5)。

### 3.2.1 混合式架构模式

联盟链服务平台采用在底层面向大众而在上层面向企业与行政部门的联盟链和公有链相互融合的混合式架构模式:使用 FISCO BCOS 区块链底层开源

平台,节点采用“2+23+X+M”的基本技术架构(图 5和图 7)。FISCO BCOS 是一个以微众银行为首的链盟研发的高性能、稳定性和安全性的区块链底层开源平台,其已经成功推出超过 400+ 的数字化应用,涉及金融、教育、医疗、文化、体育、社会治理等多个领域,比如珠三角征信链、人民链、国家健康医疗大数据科创平台、区块链服务网络 BSN 以及粤港澳健康码跨境互认系统等,为各行各业提供强大的支持,为企业提供更加便捷的数字化服务。

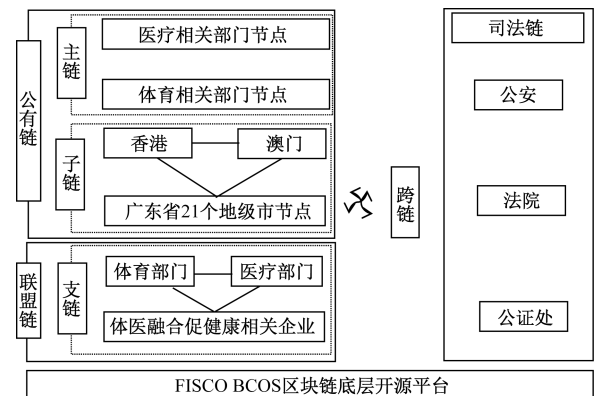


图 7 粤港澳大湾区体医融合促健康大联盟服务平台架构

### 3.2.2 “2+23+X+M”基本技术架构

联盟链服务平台节点采用“2+23+X+M”的基本技术架构(图 7)。节点中的“2”是指两条顶层监管主链:第 1 条是由医疗相关行政部门作为节点组成的主链,第 2 条是由体育相关行政部门作为节点组成的主链。通过这两条顶层监管机构作为节点组成的交互融合主链,可实现将粤港澳大湾区体医融合促健康产业的相关数据进行统一归集-分析-总结,达到全局监管的作用。节点中的“23”为 23 条行政地域子链。23 个行政地域包括香港、澳门及广东 21 个地级市。以每个行政地域为单位,采取多种共建方式组建成灵活多样的 23 条行政地域子链,对 23 个行政区域内的体医融合促健康产业的相关数据进行分析-归纳-总结,达到分级别监管的作用。“X”是 3 条业务场景支链,由医疗部门、体育部门和体医融合相关企业等机构以业务场景为单位组建而成,对体医融合促健康领域的不同业务和场景产生的数据进行可信存证固证、链上验证、数据安全流转和数据溯源等。业务场景包括体育医疗消费数据服务、体医融合促健康企业公共服务和全民健身综合服务。通过以上三大业务场景,打造粤港澳大湾区体育医疗消费数据服务平台、粤港澳大湾区体医融合促健康企业公共服务平台和粤港澳大湾区



区全民健身综合服务平台(图5)。“M”是1条司法链(图7)。以上三大服务平台分别通过跨链方式,与司法链进行跨链连接,实现粤港澳大湾区体医融合促健康产业相关数据的纠纷处置和行政执法提供有效的法律依据。基于区块链技术的粤港澳大湾区体医融合促健康大联盟链上的数据可实现安全存储、互通互认和脱敏应用。保证链上数据安全真实、数据应用合法合规;依托各个权威机构构建香港、澳门和广东21个地级市城市节点和企业节点,提供权威背书和共识服务。同时,通过打通司法链,使得链上数据实现司法互认,搭建体医融合促健康产业协商司法解决平台。以上的主链和子链采用公有链的类型进行搭建,而支链和跨链均采用联盟链的方式进行搭建,从而构建在上层面向企业与行政部门、在底层面向大众的公有链和联盟链相互融合的混合式架构模式。

### 3.2.3 整合要素,打造平台

粤港澳大湾区体育场馆设施、体医融合机构与人才、体医融合产业资本、体医融合消费与全民健康数据四大要素是粤港澳大湾区体医融合促健康产业需要考虑的要素。通过对以上四大要素的整合,构建基于区块链技术的粤港澳大湾区体医融合促健康产业应用的服务平台(图5):体育医疗消费数据服务平台、体医融合促健康企业公共服务平台和全民健身综合服务平台,实现粤港澳大湾区体医融合促健康传统产业在区块链技术加持下的转型升级与跨区域协同持续发展。联盟链服务平台采用相互融合的混合式架构模式(图7),其中2条顶层监管主链和23条行政地域子链采用公有链的类型进行搭建,3条业务场景支链和1条跨链分别采用联盟链的类型进行搭建;采取相对高效、稳定且安全的FISCO BCOS区块链底层开源平台,节点采用“2+23+X+M”的基本技术架构。通过构建的粤港澳大湾区体医融合促健康大联盟,有效整合粤港澳大湾区体育场馆设施、体医融合机构与人才、体医融合产业资本、体医融合消费与全民健康数据等四大要素,实现粤港澳大湾区体医融合促健康产业在跨域、跨区的数据互通,打破粤港澳大湾区各地体医融合促健康产业相关标准的不一致,跨域、跨区体医融合促健康产业数据共享和隐私安全,解决跨部门、跨层级和跨区域的协同治理中数据共享动力不足、存证确权、隐私安全以及司法效力认定等诸多问题,从而推动资源配置的优化、发展模式的创新和新兴业态的涌现。

### 3.3 下游的产业应用

粤港澳大湾区体医融合促健康大联盟是集技术研发、平台支撑、行业应用和服务配套于一体的全方位的区块链上、中、下游产业链的体系。整合粤港澳大湾区体医融合促健康产业的四大重要要素(粤港澳大湾区体育场馆设施、粤港澳大湾区体医融合机构与人才、粤港澳大湾区体医融合产业资本、粤港澳大湾区体医融合消费与全民健康数据),基于上游区块链底层技术的研发,采用联盟链和公有链相互融合的混合式架构模式,搭建粤港澳大湾区体医融合促健康行业的区块链三大服务平台(体育医疗消费数据服务平台、体医融合促健康企业公共服务平台和全民健身综合服务平台)。下游的产业应用是根据粤港澳大湾区体医融合促健康产业的场景,利用区块链技术来逐步开发行业应用和丰富应用场景(图5),实现业务流程重构和业务互动模式革新,促进粤港澳大湾区体医融合促健康产业的顺畅流通、信用保障和转型升级。这将推动粤港澳大湾区体医融合促健康、粤港澳大湾区体育场馆、粤港澳大湾区健身休闲三大产业的具体应用与实施;将优化粤港澳大湾区政府公共管理、粤港澳大湾区体医融合企业运营管理、粤港澳大湾区全民健身管理上的具体应用与推广;将建设粤港澳大湾区体医融合智慧城市、粤港澳大湾区体医融合消费城市和粤港澳大湾区特色体医融合产业城市。通过对以上三大产业的促进、三大管理的优化和三大城市的建设,从而支撑粤港澳大湾区体医融合促健康实体经济的跨越、赋能粤港澳大湾区体医融合促健康社会治理创新和建设粤港澳大湾区体医融合促健康城市,必将深化科技革命与产业变革的融合发展,为体育强国、健康中国和数字中国的中国式现代化建设贡献力量。

## 4 周边服务

周边服务是为粤港澳大湾区体医融合促健康产业提供支撑服务,包括体医融合促健康行业研究、体医融合促健康行业标准制定、体医融合促健康市场研究、区块链系统测评认证、数字化转型咨询和体医融合促健康行业媒体等(图5),从而为促进粤港澳大湾区体医融合促健康大联盟的生态发展提供动力源泉。

## 5 问题与建议

### 5.1 面临的问题

#### 5.1.1 技术突破有待加强

粤港澳大湾区体医融合促健康大联盟的底层

技术是集核心技术、扩展技术和配套技术构成的区块链上游体系,其自身的安全隐私、可扩展性、密码算法、系统管理以及智能合约等都存在技术的屏障。粤港澳大湾区体医融合促健康大联盟应用场景比较复杂,需跨链进行互通交流,以实现共识转化、身份互认和协同治理。然而,由于目前区块链技术的水平有限,跨链操作还是比较困难,导致数据“孤岛链”的出现,从而影响粤港澳大湾区体医融合促健康大联盟链网络的互操作性。同时粤港澳大湾区体医融合促健康大联盟在各应用场景过程中既要实现数据的共享,又要进行隐私的保护,处理不当就可能导致数据的泄露或者违反相关的法律法规等。因此,粤港澳大湾区体医融合促健康大联盟链的底层技术-区块链技术的突破有待加强。

#### 5.1.2 协同共治需求凸显

粤港澳大湾区体医融合促健康大联盟服务平台采用联盟链和公有链相互融合的混合式架构模式(在底层面向大众而在上层面向企业与行政部门)。监管主链和行政地域子链采用公有链,以政府为主导,通过制定制度和相关激励措施等来吸引粤港澳大湾区体医融合促健康产业中的各方参与者。业务场景和跨链采用联盟链,依靠联盟体的共同利益来撮合各方参与者。在联盟链促进数据充分共享和在可信共享的同时,已弱化链上数据的归属,从而阻碍了联盟的长期有效的治理。尽管不同的联盟方有着不同的驱动力,但只要联盟的治理得当,就能够促进长久的共存、合作与发展。同时粤港澳大湾区各地政府对区块链的监管还没有形成体系,监管措施也没有与时俱进。因此,粤港澳大湾区体医融合促健康大联盟服务平台采取的联盟链和公有链相互融合的混合式架构模式的协同共治需求凸显。

### 5.2 发展建议

#### 5.2.1 技术加强突破

随着数字化进程的加快以及体医融合促健康产业转型升级的需求,对区块链技术提出新的要求。持续加快安全计算、隐私计算、数字身份和数字钱包等技术的研究与创新,推进区块链技术标准的研制,满足新质生产力模式下粤港澳大湾区体医融合促健康产业的数据安全、隐私安全和身份安全等的保障。持续深入探讨和拓展基于区块链技术的粤港澳大湾区大联盟的应用场景,实现区块链上、中、下游数据共享和资源互通,打造具有粤港澳大湾区特色和辨识度的区块链应用成果。随着区块链技术的持续性发展,将有力支撑粤港澳大湾区

体医融合促健康产业的数字化转型。加强粤港澳大湾区体医融合促健康大联盟与人工智能、5G 的融合发展与应用,探讨基于区块链技术基础之上的新技术和新方向。

#### 5.2.2 政企协同共治

粤港澳大湾区政府部门致力于推动区块链技术的发展,通过建立政府部门、体医融合促健康产业协会和区块链企业共同参与的协作共治机制,为促进粤港澳大湾区体医融合促健康产业的发展提供公信力。此外,为了更好地支持区块链技术的应用,粤港澳大湾区政府部门应不断完善监管的规则和制度,以便更快、更准确地实施监管,并鼓励企业积极探索区块链技术,以促进区块链技术的普及和发展。为了有效地防范区块链技术带来的安全风险,必须坚守安全底线,建立有效的责任追究机制,并且在粤港澳大湾区中加强政府、企业、体育场馆和医疗部门等各方面的合作,促进体医融合促健康产业的发展,共同分享发展经验,实现深度交流。政企协同共治,探索新质生产力赋能粤港澳大湾区体医融合促健康产业的数据要素在流通中确权、授权和传递的安全流通过程,实现线下到线上的数字经济价值的转化。伴随着基于区块链技术的粤港澳大湾区体医融合促健康大联盟的体系化、成熟化和规模化,通过以点带线、以线带面,推动基于区块链技术的全国体医融合促健康产业的转型升级,实现全国体医融合促健康产业的数字化的“统一化”发展。

## 6 结论

粤港澳大湾区在制度、空间、经济、社会 and 区块链技术等领域独具特色和优势。区块链技术整合了密码学、对等式网络、共识机制、智能合约和数据存储点等核心技术要素,形成一种创新性的数据记录、传递、储存和呈现的方式,具备分布式、可溯源和防篡改三大特性,有效确保平台数据的真实性和可信性,从而构建无须信任和多方协作的去中心化的基础底层设施。基于区块链技术的粤港澳大湾区首次构建体医融合促健康大联盟,形成集技术研发、平台支撑、行业应用和服务配套于一体的全方位的区块链上、中、下游产业链体系,为粤港澳大湾区在中国数字经济时代下体医融合促健康产业的高质量发展提出新路径和新模式,助力创新其商业模式,开拓其行业实施与应用前景,为粤港澳大湾区乃至更广泛区域的体医融合促健康产业转型升级的高质量发展以及区域协同发展提供了理论依据和实施参考,并推动区块链技术在其他领域的应



用提供参考,为实现我国的体育强国、健康中国和数字中国提供了现代科技的支持。

### 参考文献

- [1] 毛阳涛,田俊龙.人工智能促进体医融合的价值、现实困境与实施路径[J].沈阳体育学院学报,2024,43(3):1-8.
- [2] 习近平:高举中国特色社会主义伟大旗帜为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[EB/OL].(2022-10-25)[2024-08-27].<https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content-5721685.htm>.
- [3] 工业和信息化部中央网信办印发《关于加快推动区块链技术应用和产业发展的指导意见》[EB/OL].(2023-02-27)[2024-08-27].[http://www.cac.gov.cn/2021-06/07/c\\_1624629407537785.htm](http://www.cac.gov.cn/2021-06/07/c_1624629407537785.htm).
- [4] 祖雅桐,董传升.逻辑内生与外展:新时代体育强国治理方式探微[J].沈阳体育学院学报,2021,40(3):115-121.
- [5] 习近平.在教育文化卫生体育领域专家代表座谈会上的讲话[J].当代党员,2020(19):3-6.
- [6] 张伟国,蒋亚斌,卢文云.体医融合协同创新的机制、困境与破局——基于行动者网络理论的分析[J].上海体育大学学报,2024,48(8):48-60.
- [7] 中共中央国务院印发《粤港澳大湾区发展规划纲要》[EB/OL].(2019-02-18)[2024-08-27].<http://www.xinhuanet.com/politics/2019-02/18/c1124131474.htm>.
- [8] 中华人民共和国2022年国民经济和社会发展统计公报[EB/OL].(2023-02-28)[2024-08-27].<http://www.stats.gov.cn/xxgk/sjfb/zxzb2020/202302/t20230228-1919001.html>.
- [9] 2022年粤港澳大湾区公布2022年经济总量[EB/OL].(2023-04-11)[2024-08-27].<http://www.huizhoutudi.com/nview-9194.html>.
- [10] 广东统计信息网.2019—2022年广东省国民经济和社会发展统计公报[EB/OL].(2023-03-31)[2024-08-27].<http://stats.gd.gov.cn/tjgb/index.html>.
- [11] 国泰君安证券.政策加持技术迭代向体育强国奋进[EB/OL].(2022-02-25)[2024-08-27].<https://www.sgpjbg.com/baogao/61625.html>.
- [12] 国家卫生健康委疾病预防控制局,中国营养学会.中国居民营养与慢性病状况报告(2020年)[R].北京:人民卫生出版社,2021.
- [13] 中国人民健康保险股份有限公司,中国社会科学院人口与劳动经济研究所.大健康产业蓝皮书:中国大健康产业发展报告(2018)[R].北京:社会科学文献出版社,2018.
- [14] 教育部办公厅等七部门关于教育支持社会服务产业发展提高紧缺人才培养培训质量的意见[EB/OL].(2019-10-09)[2024-08-27].[https://www.gov.cn/xinwen/2019-10/09/content\\_5437395.htm](https://www.gov.cn/xinwen/2019-10/09/content_5437395.htm).
- [15] 2022中国产业区块链企业100强排行榜[EB/OL].(2023-03-09)[2024-08-27].<https://www.top.askci.com/net/news/20230309/162927267835056648810244.shtml>.
- [16] 中国信息通信研究院.区块链白皮书(2020)[EB/OL].(2020-12-30)[2024-08-27].[http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/202012/t20201230\\_367315.htm](http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/202012/t20201230_367315.htm).
- [17] 中国信息通信研究院.区块链白皮书(2018)[EB/OL].(2018-09-05)[2024-08-27].[http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/201809/t20180905\\_184515.htm](http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/201809/t20180905_184515.htm).
- [18] 中国信息通信研究院.区块链白皮书(2022)[EB/OL].(2022-12-29)[2024-08-27].[http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/202212/t20221229\\_413462.htm](http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/202212/t20221229_413462.htm).

## Blockchain Technology Empowers the Integration of Sports and Medical Industries in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area for Industrial Transformation and Upgrading and Regional Coordinated Development

LUO Ping<sup>1</sup>, LIN Hongsheng<sup>2</sup>, HU Jingwen<sup>1</sup>, ZHANG Jin<sup>3</sup>

(1. Guangdong Vocational Institute of Sport, Guangzhou 510663, China;

2. PLA Southern Theater Command General Hospital, Guangzhou 510010, China;

3. China Industrial Development Institute, Beijing 101111, China)

**Abstract:** In the new era, the economy calls for high-quality development, and innovative productive forces are the cornerstone of achieving this goal. By employing methods such as literature review, field research and expert interviews, the practical path and application of blockchain technology in the transformation and upgrading of the integration of sports and medical industries in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area, as well as regional coordinated development were deeply explored. The research suggests that the Greater Bay Area has significant advantages in policy, economy, society and technology, providing new opportunities for the vigorous development of the integration of sports and medical industries. Faced with the challenges of industrial transformation and upgrading, the construction of a blockchain-based alliance chain for the integration of sports and medical industries in the Greater Bay Area is proposed, integrating technology research and development, platform support, industry application, and service support to build a comprehensive industrial chain. It is aimed to promote the regional coordinated development of the real economy, drive innovation in social governance and the construction of a healthy city, and contribute key strength to achieving the Chinese modernization goals of a strong sports nation, a healthy China and a digital China.

**Keywords:** blockchain technology; Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area; integration of sports and medicine; industrial upgrading; regional collaborative development; high-quality development