

加快推进粤港澳大湾区体育装备产业链的迭代与突围

■ 王全军

坚持制造业当家、深入推进新型工业化，是广东建设现代化产业体系的主线。粤港澳大湾区依托东莞、深圳、佛山、惠州等地雄厚制造基础，形成了全球重要的体育用品生产基地。对标新型工业化建设要求，大湾区体育装备产业需打通上游新材料研发、中游智能生产制造、下游品牌运营与场景应用全链条，实现从“湾区制造”向“湾区智造”转型。

粤港澳大湾区体育装备产业链发展格局与实践特征。当前，大湾区已逐步形成错位布局、梯度配套的产业空间格局，初步构建起“研发设计—零部件配套—整机制造—国内外流通”的完整产业体系。

城市间功能错位分工的格局已基本成型：深圳聚焦运动传感设备、VR体育装备等数字化体育硬件的研发创新；东莞在球类器材、健身器械、运

动服饰加工领域的配套体系高度成熟；佛山、惠州重点发展碳纤维装备、户外露营器材、赛事专用装备制造；广州承担品牌展示、商贸流通、赛事装备供需对接的功能；粤东北地区承接部分标准化零部件的配套生产，整体形成了“珠三角高端研发智造、省内梯度配套”的发展布局。

数字化改造持续推进，柔性制造初见成效。一批龙头企业启动自动化产线升级改造，生产线逐步实现模块化自动化生产，生产效率得到显著提升。部分企业运用工业互联网打通订单、生产、仓储环节的数据，探索面向中小品牌的小批量柔性定制模式，适配户外运动个性化的消费趋势。

细分赛道涌现出一批专精特新市场主体。不少企业深耕运动康复器械、赛事智能裁判设备、专业防护装备等细分领域，持续积累自主专利，部分企业还参与了行业团体标准制定，摆脱了单纯的价格竞争模式。依

托第十五届全国运动会举办的契机，湾区制造企业承接了赛事火炬、智能竞赛设施、专业运动器材的订单，推动赛事装备实现国产化落地。

粤港澳大湾区体育装备产业链升级面临的突出堵点。从新型工业化、产业链现代化视角审视，大湾区体育装备产业链依然存在多重结构性短板。

价值链处于中低端，核心创新能力不足。大量中小企业长期停留在代工组装环节，利润高度依赖加工费；高端碳纤维材料、高精度传感芯片等上游关键原材料与元器件对外依存度较高；企业研发投入普遍偏低，原创设计、自主知识产权产品占比不高，自主品牌国际影响力偏弱。

数智化转型不均衡，产业链协同水平不高。头部企业与小微企业数字化水平分化明显，大量中小配套企业缺乏资金开展智能化改造；行业尚未搭建面向体育装备领域的工业互联网公共平台，上下游企业协同体系不完

善；设计端、生产端、市场端数据相互割裂，难以根据全民健身、户外消费趋势快速迭代产品。

制造业与体育服务业融合不足，场景转化通道不畅。装备制造企业与赛事运营机构、体育培训机构联动松散；多数企业专注产品生产，缺少面向大众运动、山地户外等场景的一体化解决方案，装备产品与线下运动体验、康养业态脱节，难以实现“硬件装备+场景服务”协同增值。

新型工业化视域下体育装备产业链升级实施路径。立足大湾区资源禀赋，紧扣高端化、智能化、绿色化、融合化方向，系统性推动体育装备产业转型升级。

坚持创新强链，打通关键技术自主供给链条。依托大湾区资源，布局体育新材料、智能传感、人体运动仿生技术等前沿领域，支持龙头企业联合高校、科研院所共建体育装备创新联合体；实施产业链关键技术专项攻关，大力培育

专精特新企业，鼓励企业参与国内、国际行业标准制定。推动代工企业向自主设计转型，提升产业链价值分配话语权。

深化数智赋能，以工业互联网推动产业集群转型。分类推进企业数字化转型，对中小配套企业推广轻量化数字化工具，支持龙头企业打造智能工厂、柔性生产线；搭建大湾区体育装备行业工业互联网公共服务平台，打通原材料供应商、制造工厂、品牌商、线下场景运营方数据链路；推动AI、3D仿真设计广泛应用，发展个性化装备定制模式，适配多元化需求；推动数字硬件与体育内容协同，加快智能健身设备、VR运动装备产品迭代，培育数字体育硬件新赛道。

优化湾区协同布局，构建梯度配套产业体系。深圳重点布局前沿技术研发、智能体育硬件创新；东莞持续推动传统球类、户外器材向高端专业装备升级；佛山、惠州做大碳纤维、水上运动装备；广州做强会展、品牌商贸与赛事供需对接，同时，依托“百千万工程”，有序引

导标准化零部件加工环节向粤北、粤东和粤西转移，打造“珠三角研发制造、粤北山地户外场景示范”区域产业循环。

推动“制造+服务”深度融合，拓宽产品应用场景。借鉴制造业服务化思路，推动体育装备企业向提供成套运动解决方案转型；加强装备企业与马拉松、山地徒步、水上赛事运营主体合作；面向粤北开发轻量化户外装备、康养康复运动器材；鼓励装备厂商联合文旅平台开发“装备租赁、运动指导、户外体验”一体化业态，延伸后市场服务链条，形成产业双向赋能格局。

新型工业化是产业链现代化、产业融合化、价值高端化的系统变革。粤港澳大湾区体育装备产业应当依靠科技创新强链、数字化转型、区域协同聚能、产服融合增值，持续完善从新材料、智能生产到场景应用的完整产业链，持续推动“湾区智造”赋能全民健身与户外经济。

(作者单位：韶关学院)

粤北山区体旅康养融合模式的产业实践

■ 冯培明 杨玲

在全国推进绿色低碳转型、“百千万工程”深化实施的背景下，生态产品价值实现已经成为欠发达地区推动产业升级的核心命题。粤北韶关乳源、清远连南等山区县城，拥有发展体旅康养融合产业的先天优势。当地探索形成的“体旅融合康养”模式包含三重逻辑：一是生态工业化逻辑，将近80%森林覆盖率的生态红利转化为山地运动、森林疗愈等标准化康养服务；二是文化赋能增值逻辑，盘活瑶族长鼓舞以及瑶浴、药膳等特色文化资源；三是湾区协同分工逻辑，承接大湾区消费外溢，形成“湾区研发消费、粤北生产供给”的产业链分工格局。

粤北山区体旅康养融合的产业实践。近年来，粤北各县立足自身资源特色，差异化布局体旅康养融合业态，初步形成“赛事引流、康养落地、文化赋能、产品延伸”的产业雏形，成为山区绿色产业转型的典型样本。

乳源：赛事经济引领，构建疗愈康养工业化配套体系。乳源瑶族自治县在常态化承办国家级、省级铁人三项、青少年山地赛事等专业化体育活动的同时，培育蓝山源、丽宫等规模化康养基地，创新推出“古道徒步+山地运动+瑶药泡浴+森林瑜伽”一体化康养产品链，多家基地入选广东省职工疗休养基地，实现体育流量

向康养消费的精准转化。

连南、连山：生态场景赋能，构建全城康养产业格局。连南、连山将本地的传统民俗体育与草本康养特色相结合，聚焦户外运动与民俗康养的融合发展，开发户外轻量化装备、山林康养文创等衍生产品，推动产业向“体验服务+实体产品”双向延伸。连南常态化举办山地骑行、森林徒步、户外马拉松、生态越野等群众性体育赛事，同步融入长鼓舞等传统民俗展演，实现户外运动与在地文化沉浸式结合。连山深耕“森林氧吧+生态山城”区域品牌，依托传统草本康养技艺，高标准建设省级职工疗休养基地，构建全域覆盖的生态民俗康养服务网络。

始兴深渡水：产学研联动，破解山区康养低端化瓶颈。始兴县深渡水乡依托优质的生态资源，深化深圳—韶关对口协作机制，联动深圳医美机构搭建产学研联合示范点，探索标准化、专业化的山区生态康养发展模式，形成“森林疗养、生态旅居、山野运动休闲”三大核心业态，重点开展生态康养服务规范制定、业态创新等系统性探索，为粤北山区体旅康养产业提质升级提供技术支持与可复制运营模式。

产业发展现存短板：融合业态的结构性断层问题。当前，粤北山区体旅康养融合发展已形成良好态势，初步实现生态资源向绿色产业的转化，但仍存在明显结构性短板。

产业链条偏短，高端业态供给不足。现阶段产业营收主要依托传

统观光、基础民宿、简易户外体验等低端业态，盈利模式集中在低附加值环节。二产及高端三业态尚未形成规模，产业附加值偏低，生态资源的经济潜能未得到充分释放。

标准体系缺失，产业规模化复制能力弱。区域核心业态缺乏统一的行业规范、服务流程与质量认证体系，尤其是本土特色的草本浴、康养推拿等传统服务仍停留在经验化、作坊式运营阶段。服务品质参差不齐、运营模式零散化，无法实现标准化输出与规模化扩张。

数字化赋能滞后，产业闭环尚未形成。区域尚未搭建统一的体旅康养大数据平台，各类资源数据未能统一归集分析，缺乏“用户精准画像、产品定制供给、服务迭代优化”的工业互联网式运营闭环，难以适配大湾区精细化、个性化的高端康养消费需求。

优化路径：面向新型工业化的体旅康养产业升级策略。立足粤北山区生态禀赋与产业基础，需通过产业融合、标准赋能、数字转型，推动体旅康养产业向现代化绿色产业体系全面进阶。

延伸产业价值链，构建“体旅康养+绿色制造”融合生态。借鉴新工业发展思路，推动康养服务与绿色制造联动发展；依托粤北生态与草本资源优势，布局户外露营装备、运动康复器材、草本康养提取物、康养配套用品等绿色制造业态；围绕山地运动、森林疗养、特色草本康养核心场景，开发可流通、可销

售的实体产品与服务产品，构建“生态体验+民俗康养+实体制造”的复合型绿色产业生态。

完善行业标准体系，实现产业规范化运营。系统梳理山地赛事运营、户外体验指导、草本康养体验等核心业态，制定统一的服务流程、质量评价与准入标准，形成可落地的地方标准；推动特色山地体育赛事、民俗体育展演纳入省级赛事体系，为特色康养产业连锁化、品牌化发展筑牢基础。

强化数字赋能转型，搭建智慧产业运营平台。建设粤北山区体旅康养大数据中心，整合山地徒步轨迹、康养客流、消费偏好、草本药圃溯源等核心数据，打通供给端与大湾区需求端的精准对接通道；布局智慧森林康养、数字旅居导览等新业态，丰富消费场景、优化运营效率，实现传统特色康养业态的数字化升级。

粤北山区原生态体旅融合康养模式，是培育绿色新质生产力的创新工业实践。在绿色低碳发展与区域协同发展的背景下，粤北推进体旅康养融合的产业探索，为全国山区生态功能区盘活生态资源、实现生态富民与产业提质双向赋能，提供了可借鉴的区域产业发展样本。

(作者单位：韶关学院)
【课题名称】本文系广东省社科“十四五”规划青年项目：粤北山区瑶族原生态“体旅融合康养”模式构建和路径研究（编号：GD23YTY08）阶段性研究成果。

ESG 赋能产业链供应链韧性提升探析

■ 于全辉 张娟

当今世界百年未有之大变局加速演进，全球产业格局正在经历深度重构，经济竞争已从传统的单一产业竞争转向全维度的产业链供应链体系竞争。产业链供应链韧性是衡量产业安全水平的核心指标，涵盖产业链系统面对内外冲击时的抵抗能力、修复能力、适应能力与变革创新能力。ESG（环境、社会和公司治理）体系包含环境治理、社会责任、公司治理三大维度，正逐步成为赋能产业链供应链韧性提升的重要战略抓手。厘清企业ESG表现与产业链供应链韧性的内在关联，挖掘其赋能机制与实践路径，对健全我国产业链供应链安全保障体系具有重要的理论价值与现实意义。

企业 ESG 赋能产业链供应链韧性的实践机制。首先，信息披露优化机制。高质量的ESG信息披露能够向上下游合作主体传递企业合规经营、绿色发展的正向信号，有效缓解供应链主体间的信息不对称问题，减少逆向选择与合作风险。ESG信息的透明公开可降低市场对企业发展预期的分歧，帮助企业筛选优质供应商与客户，构建长期稳定的合作体系，提升产业链供需匹配度。

第二，风险缓释防控机制。ESG体系的规范化落地能够倒逼企业完善内部控制与风险管控体系，有效降低经营、环保与治理层面的各类风险。在环境维度，依靠绿色治理投入保障生产连续性；在治理维度，通过完善内控机制避免风险向产业链上下游传导；在社会维度，依托稳定合作机制提升产业链整体抗冲击能力。

第三，产业生态赋能机制。链主企业通过发挥ESG引领作用，以标准共建、技术共享、资源互通带动上下游中小微企业完善ESG治理体系，推动全链条实现绿色化、规范化、智能化转型。现有实践显示，链主企业可帮助中小微企业突破发展瓶颈，为上下游协同发展开辟清晰路径。

企业 ESG 赋能产业链供应链韧性建设的现实短板。一是部分企业对ESG建设存在认知偏差，整体投入不足。大量中小微企业将ESG建设视作合规负担，而非拉动发展的新动能，普遍存在重披露、轻实践，重形式、轻实效的问题。部分企业忽视产业链的价值共生关系，未能通过ESG协同构建稳定的产业合作生态。

二是产业链层面的ESG协同体系尚未健全。当前企业ESG建设多以主体企业为单位推进，缺乏上下游联动的统一标准与协同机制。中小微企

业受资金、技术、人才等资源限制，难以凝聚全链条风险防控与韧性提升的合力。

三是ESG评价与产业链韧性度体系的衔接性不足。国内ESG评价标准种类繁多、尚未统一，产业链韧性量化测度体系也不完善，缺乏适配性的评价体系，难以精准衡量ESG投入对产业链韧性的提升成效。

企业 ESG 赋能产业链供应链韧性提升的建议。立足国家产业链供应链安全战略部署，结合当前实践存在的短板，需要充分释放ESG的赋能作用。第一，强化企业主体责任，夯实ESG内生发展基础。引导企业树立ESG可持续发展理念，将ESG治理融入生产经营管理的全流程；规范企业ESG信息披露标准，依托高质量信息披露缓解产业链信息不对称问题；加大对绿色技术、环保设施和内控体系的建设投入，降低经营与合规风险。

第二，发挥链主企业引领作用，构建全链条ESG协同生态。支持链主企业牵头制定产业链ESG协同标准，将ESG评价纳入供应商、客户准入与考核体系，通过技术共享、资金帮扶等方式，带动上下游中小微企业同步开展ESG转型；搭建产业链ESG协同平台，推动上下游生产标准、环保治理、合规管理协同升级，提升产业链网络协同能力与替代修复能力。

第三，完善差异化赋能机制，破解发展异质性难题。针对不同类型企业的发展差异，制定分层分类的ESG扶持政策，如加大对中小微企业ESG转型的资金补贴、技术支持与人才培养力度；强化企业内部控制体系建设，提升ESG治理落地效能，缩小不同类型企业的赋能差距，实现ESG对各类市场主体供应链韧性的均衡赋能。

第四，第四，完善ESG标准体系，强化政策保障与考核引导。统一国内ESG评价标准，将ESG建设成效纳入产业链安全、高质量发展考核体系；推动ESG治理与新质生产力培育、产业自主可控、“双碳”战略深度融合，持续提升产业链供应链抵抗风险、修复升级、创新变革的综合能力，全面筑牢我国产业安全与经济高质量发展根基。

(作者单位：四川外国语大学国际工商管理学院、四川外国语大学图书馆)

【基金项目】本文系重庆市社会科学规划项目“数实融合背景下产业链供应链韧性提升的机制及实现路径研究”（编号：2024NDYB048）的阶段性成果。

县域工业转型升级的实践路径分析

■ 肖黎春

县域经济就像国民经济的“毛细血管”，连着城乡，关乎大局。眼下，不少县域工业正处在爬坡过坎的关键关口，产业同质化、链条短、效益低这些老问题，该如何破解？说到底，还是要靠因地制宜发展新质生产力，推动工业经济真正实现从“要素驱动”向“创新驱动”转换升级。

发展新质生产力，先得打破几个思维误区。有人认为，县域科技基础薄弱，和新质生产力沾不上边；有人盲目照搬大城市的发展模式，搞“一刀切”；还有人将新质生产力和传统产业对立起来，觉得发展新产业就必须舍弃传统产业。实际上并非如此，县域拥有丰富劳动力、特色资源，还有成本优势，本身就是创新链和产业链上不可或缺的环节。只要用好了数字技术，传统产业也能“老树发新芽”。2026年是“十五五”开局之年，县域工业更要立足自身禀赋，朝着特色化、绿色化、智能化方向发展，走出一条独具特色的发展路径。

产业升级是重头戏，需在“特色”和“新质”上两头用力。一方面，传统产业这个“基本盘”必须稳住。例如，甘肃省成县深耕有色冶金、新型建材这些传统优势产业，通过矿山西扩、技术改造筑牢发展底盘，同时推行“一企一策”帮扶，培育出一批专精特新企业，让老产业重新焕发了生机。另一方面，新兴产业这个“增

长板”也得加快培育。甘肃兰州新区绿色化工园区布局了生物质绿色甲醇、碳基新材料等前沿项目，目标是打造千亿级产业集群；张掖经开区则推动农药化工产业实现“智改数转”，培育高新技术企业和专精特新产业集群，推动新老产业“双轮驱动”。

园区和要素保障是关键支撑，得把发展生态建好。园区是产业的家，需围绕“龙头龙、补链条、聚集群”来建。甘肃省成县提速“一区三园”基础设施建设，推动项目和企业集聚发展；甘肃兰州新区则用循环共生的模式，让产业从简单的物理集聚变成真正的化学融合。要素保障也需跟上：政策上，深化“放管服”改革，多给企业牵线搭桥，解决用地、融资这些难题；人才上，既要引进来，也要自主培育，依靠科技特派员制度、产教融合培养本土“新工匠”；基建上，交通、水利、新能源这些硬件也需补齐，给产业发展铺好路。

县域工业发展起来，富民强县才有坚实基础。从成县的“工业提质领跑”到兰州新区的“绿色化工高地”，路子都摆在那儿：打破思维定式，立足自身实际，用新质生产力给产业赋能，用园区把要素聚起来，以优质环境提升服务效能。这样，县域工业才能真正“聚起来、强起来、活起来”，在“十五五”的新征程上，写下属于自己的精彩一笔。

(作者单位：上海社会科学院)

金属热处理工艺参数智能优化与性能预测研究

■ 芮芳

在机械制造行业中，金属构件是各类装备的基础零部件，构件的综合性能直接影响整机设备的运行可靠性。热处理通过改变金属内部金相组织，实现构件硬度、韧性等力学性能调控，是金属加工中不可或缺的核心工序。传统热处理主要依靠操作人员经验设定加热温度、保温时长、冷却及回火等工艺参数，受人水平、现场工况影响较大，批量生产时常出现硬度离散度大、变形开裂、性能不达标等问题，造成零件报废、原料浪费，拉长生产周期。随着制造业智能化转型，经验化的热处理生产模式已难以适配高端零部件批量生产需求。运用人工智能开展热处理工艺参数优化与性能预测，对稳定产品质量、降低生产损耗、提升热处理数字化管控水平，具有重要的工程实践价值。

金属热处理工艺管控现存主要问题。工艺参数依靠经验匹配，调试试错成本高。不少中小热处理企业主要参考工艺手册与操作工经验确定生产方案，缺少参数智能匹配手段。不同牌号钢材相变特性差异明显，若混用一套工艺，温度过高会造成晶粒粗大，构件韧性下降；温度偏低则相变不完全，硬度达不到设计要求。保温时间仅凭人为把控，时间不足则工件受热不均，时间过长则带来能源浪费与氧化脱碳风险。新工艺开发需要反复试样调

试，物料损耗大，研发周期长。

工艺与非线性耦合，性能难以提前预测。热处理属于复杂冶金过程，加热、保温、冷却、装炉条件等多因素互相耦合，工艺参数和工件最终性能之间是非线性对应关系，依靠传统理论公式很难精准计算。生产中必须完成热处理后，通过抽样检测才能得到硬度、变形量等结果，一旦出现不合格，容易形成批量质量问题，无法在投产前预判构件实际服役性能。

现场工况扰动多，人工调整响应滞后。生产过程中炉温漂移、冷却介质温度变化、装炉量改变都会改变热处理效果。传统模式依靠人工巡检调整，工况变化后处置滞后。出现变形、硬度超差后再反向溯源问题原因，排查难度大，难以实现生产闭环管控。

人工智能用于热处理工艺优化与性能预测的实施思路。归集现场生产数据，搭建热处理工艺数据集。人工智能模型运行的基础是真实生产数据。因此，要整理车间历史生产台账，收集不同材质构件的温度、保温时间、冷却方式、回火制度、工件规格，同步录入硬度、变形量、金相检测等实测结果；对原始数据做清洗过滤，剔除设备故障、误操作带来的异常样本，按材料、工件类型分类归档，形成标准化工艺数据集，为模型训练提供可靠样本支撑。

构建“工艺—性能”预测模型，实现性能前置评估。利用机器学习挖

掘工艺参数与力学性能的内在联系，把加热温度、保温时间、冷却参数、回火条件作为输入，将硬度、变形量作为输出，建立热处理性能预测模型。面对新产品试制，将初步拟定的工艺输入模型，即可预先评估热处理后工件性能，筛选不合格工艺方案，减少实物淬火试验次数，降低试样消耗。

多目标智能寻优，输出适配现场工艺方案。热处理生产需要同时兼顾力学指标、变形控制与能耗约束。以预测模型为基础开展参数寻优，在满足构件性能指标前提下，兼顾抑制变形开裂、节约能耗，对各项工艺参数开展多维度优化，输出多套候选工艺。技术人员结合设备实际工况校核筛选，确定正式生产工艺，提升工艺开发效率。

生产数据持续反馈，形成迭代闭环。模型不能脱离生产实际。每一批工件加工完成后，将实测性能回传数据库更新样本，持续修正模型偏差。面对设备老化、工件规格切换等工况变化，依靠新增生产样本迭代模型，构建“数据采集—模型预测—工艺落地—实测反馈”的闭环模式。

实际应用效果。引入人工智能优化方案后，新产品试制阶段的实物试验次数明显减少，试错成本有效降低。通过前置性能预判，同批次构件的硬度离散度缩小，变形、开裂导致的报废件占比下降。工艺制定从经验驱动转向数据驱动，缓解了人员流动带来的工艺波动问题。寻优得到的新

工艺可压缩无效保温时长，进一步降低生产能耗。构件残余应力得到更好控制，后续机加工校正工作量减少，刀具损耗降低，整条加工流程效率得到改善。但与此同时，我们需要客观看待技术局限：特种材料、异形构件生产样本较少时，模型预测精度会下降，必须结合实物试验校验，不能完全替代技术人员专业判断。

热处理工艺控制直接关系到金属构件的产品质量与服役使用性能，传统经验主导的生产模式在工艺参数精准匹配、构件性能提前预判、生产工况动态响应等方面存在明显短板，已难以适配当前高端零部件批量制造的现实需求。将人工智能技术应用于热处理领域，依托车间实际生产数据构建构件性能预测模型，开展多目标约束下的工艺智能寻优，能够有效缩短新产品工艺开发周期，提升批量产品的性能一致性，降低试制阶段的物料损耗与试验成本。需要明确的是，人工智能只是热处理生产中的辅助技术手段，既不能替代材料冶金理论，也无法完全取代工程技术人员的实践经验。在后续生产实践中，企业应持续积累不同材质、不同结构构件的工艺与检测样本，不断完善优化数据集，迭代改进模型预测精度，推动热处理行业由传统经验加工向数据化、智能化加工方向升级，为装备制造提质增效赋能，助力制造业高质量发展。

(作者单位：常州创思普特轨道交通科技有限公司)