

9-20-2024

Research on development status and strategy of advanced materials in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

Ziwei ZHAO

Songshan Lake Materials Laboratory, Dongguan 523808, China, huangqingli@sslab.org.cn

See next page for additional authors

Recommended Citation

ZHAO, Ziwei; WANG, Can; WANG, Weihua; and HUANG, Qingli (2024) "Research on development status and strategy of advanced materials in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area," *Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version)*: Vol. 39 : Iss. 9 , Article 9.

DOI: <https://doi.org/10.16418/j.issn.1000-3045.20240826002>

Available at: <https://bulletinofcas.researchcommons.org/journal/vol39/iss9/9>

This S&T Forefront and Emerging Productivity is brought to you for free and open access by Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version). It has been accepted for inclusion in Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version) by an authorized editor of Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version). For more information, please contact lcyang@cashq.ac.cn, yjwen@cashq.ac.cn.



Research on development status and strategy of advanced materials in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

Abstract

Advanced materials are an important source of new quality productivity. Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area is now facing the internal and external pressure of manufacturing upgrading, and there is an urgent need to play the leading and supporting role of advanced materials in the construction of modernized industrial system. This study combs through the basic situation of the development of materials science and industry in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area, analyzes its advantages, characteristics and problems in depth, and puts forward a number of suggestions around how to develop materials science, technology, and industry in the Greater Bay Area.

Keywords

advanced materials; Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area; new productive forces

Authors

Ziwei ZHAO, Can WANG, Weihua WANG, and Qingli HUANG

引用格式: 赵紫威, 王灿, 汪卫华, 等. 粤港澳大湾区新材料发展现状和策略研究. 中国科学院院刊, 2024, 39(9): 1564-1573, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20240826002.

Zhao Z W, Wang C, Wang W H, et al. Research on development status and strategy of advanced materials in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2024, 39(9): 1564-1573, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20240826002. (in Chinese)

粤港澳大湾区新材料发展现状和策略研究

赵紫威¹ 王 灿¹ 汪卫华^{1,2} 黄庆礼^{1*}

1 松山湖材料实验室 东莞 523808

2 中国科学院物理研究所 北京 100190

摘要 新材料是新质生产力的重要源动力。粤港澳大湾区当下正面临制造业升级的内外压力, 迫切需要发挥新材料对现代化产业体系建设的引领支撑作用。文章梳理了大湾区材料科学、产业发展的基本情况, 深入分析其优势、特点与问题, 并围绕如何在大湾区发展材料科学、技术、产业提出了若干建议。

关键词 新材料, 粤港澳大湾区, 新质生产力

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20240826002

CSTR 32128.14.CASbulletin.20240826002

自2019年初《粤港澳大湾区发展规划纲要》发布以来, 粤港澳大湾区GDP规模持续增长, 综合实力显著增强, 不断向着国际一流湾区的目标踏浪前行。与此同时, 面对百年未有之大变局, 长期引以为傲的制造业也面临着必须要转型升级的内外压力, 迫切需要发展新质生产力以推动湾区现代化产业体系建设。新材料是新质生产力的重要源动力, 作为基础性、战略性、先导性产业, 其发展水平代表着一个国家或地区的科研水平和先进制造业水平。目前, 粤港澳大湾区

发展新质生产力亟须新材料科技与产业的支撑与引领。

粤港澳大湾区拥有全国最大规模的新材料应用市场, 正在建设全球一流的新材料原始创新策源地, 具备灵活的体制机制和高度发达的创新创业生态, 在材料科技和产业发展方面位居全国前列, 但在全球价值链分工、科技创新支撑产业创新、区域协同发展等方面存在诸多挑战。本文深入梳理了粤港澳大湾区在材料科学、产业的基础、优势、问题, 并围绕如何在粤

*通信作者

修改稿收到日期: 2024年9月17日

港澳大湾区发展材料科学、技术、产业集群提出了若干建议,以期为粤港澳大湾区国际材料科技创新中心和粤港澳大湾区现代化材料和制造产业体系建设提供参考。

1 粤港澳大湾区材料科学、产业基础、优势及问题概述

1.1 发展基础

1.1.1 科技发展基本情况

粤港澳大湾区是我国新材料科技创新综合能力最为突出的区域之一,拥有一批全国知名的高校科研院所、龙头企业和新型研发机构,在信息材料、能源材料、生物医用材料等领域位居全国前列。总体来看,依托3种类型的创新主体,粤港澳大湾区已经初步形成了覆盖新材料基础研究到产业转化的全链条创新布局。第一类创新主体依托中山大学、华南理工大学、香港大学、香港科技大学、广东省科学院等高水平研究型大学和传统“大院大所”,侧重于以原始创新和人才培养为导向,聚焦光电材料、量子材料等领域开展体系化、探索性、应用性的基础科学研究。第二类创新主体依托金发科技、风华高科、华星光电、蓝思科技等一批创新型领军企业,侧重于以市场化为导向,在高分子材料、新型电子元器件、新型显示关键材料等领域开展产业关键技术的研发和应用。第三类创新主体依托松山湖材料实验室、广东粤港澳大湾区国家纳米科技创新研究院等新型重大创新平台,以覆盖从基础研究到产业转化的全链条创新模式为导向,围绕新能源电池材料、半导体材料、先进金属材料、纳米材料、前沿材料等领域,应用数据驱动、材料基因工程、人工智能(AI)等新的研发范式,开展科学研究、技术创新、成果转化和研发服务活动。

基于全链条创新布局,大湾区在新材料领域创新实力不断提升,取得一系列突破性进展和标志性成果。例如,在**塑性热电材料领域**,哈尔滨工业大学(深圳)面向人体体温发电与体温控制等应用场景,制备出厘米级高品质铋化镁单晶,兼具出色塑性变形能力与优异热电性能;在**超导材料领域**,中山大学团队首次发现在14 GPa压力下达到液氮温区的镍氧化物超导体,将有望推动破解高温超导机理,使设计和预测高温超导材料成为可能;在**材料计算模拟领域**,松山湖材料实验室研发了一种原子尺度的通用力场AI大模型,可广泛支持物质物理、材料学、化学等诸多领域,有望变革性地改变物质科学领域的计算模拟方式。

1.1.2 产业发展基本情况

粤港澳大湾区是国内重要的**综合性新材料产业集群所在地**。在**产业规模方面**,粤港澳大湾区新材料产值增加值年均增长率达5.45%,超过粤港澳大湾区国内生产总值(GDP)年均增长率;广东省新材料产业营业收入从2019年约2.2万亿元增长至2023年约2.8万亿元,占“双十”产业集群总营收比重达12.48%^①;说明新材料产业已成为粤港澳大湾区经济发展的重要引擎和支柱。在**空间布局方面**,粤港澳大湾区“9+2”城市新材料产业优势方向各有侧重(表1),其中广州、深圳在智能、仿生与超材料、低维及纳米材料、电子新材料及电子化学品、新型半导体材料、增材制造材料等前沿特色领域具有发展优势;东莞、惠州、中山等7个珠三角节点城市侧重发展有色金属、建筑材料、化工材料、新型显示材料等基础性、支撑性材料领域;香港、澳门侧重材料研发,产业规模相对较小。

总体来看,基于细分领域产业成熟度及阶段性特

^① 2020年,《广东省人民政府关于培育发展战略性新兴产业集群和战略性新兴产业集群的意见》提出培育十大战略性新兴产业集群和十大战略性新兴产业集群,即“双十”产业集群。

表1 粤港澳大湾区各城市新材料产业优势方向
Figure 1 New material industry directions with relative advantages among cities in
Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

城市	产业优势方向
广州	低维及纳米材料、电子新材料及电子化学品、先进高分子材料、新型复合材料等
深圳	智能、仿生与超材料、低维及纳米材料、新型复合材料、新型半导体材料、电子新材料及电子化学品、增材制造等
惠州	聚烯烃、工程塑料、聚酯产品、功能性材料等
东莞	先进金属材料、电子新材料及电子化学品、新型半导体材料、新型复合材料、生物医用材料等
佛山	建筑材料、有色金属、绿色钢铁、电子新材料及电子化学品等
江门	有色金属、稀土应用、化工材料、能源材料等
中山	有色金属、稀土应用、化工材料、增材制造等
肇庆	绿色建材、有色金属等
香港	以材料的科技创新研发为主
澳门	以材料的科技创新研发为主

征差异，当前粤港澳大湾区正在推进“支柱—新兴—未来”（先进材料—前沿新材料—未来材料）3级新材料产业共同发展、分类培育。^① **先进材料支柱产业。**粤港澳大湾区重点发展的先进材料产业涵盖化工材料、建筑材料、绿色钢铁、有色金属、稀土材料等领域，具有产业成熟度高、市场需求大、应用场景广阔的特征。2022年，广东省先进材料产业集群规上工业企业营业收入占全省工业比重约14.8%，说明先进材料产业已成为区域经济和社会发展的基础性产业、支柱产业。^② **前沿新材料新兴产业。**前沿新材料是具有战略性、前瞻性和颠覆性的新材料，具有重要引领作用和重大应用前景。粤港澳大湾区重点发展的前沿新材料产业包括高性能纤维，新型半导体材料，电子新材料及电子化学品，新型复合材料，增材制造材料，生物医用材料，材料先进研发、制备和检测、验证服务等12大领域。^③ **未来材料产业。**未来材料产业是基于材料领域重大科技创新、颠覆性材料或技术突破和技术产业化而形成的，面向未来、决定未来产业竞争力的先导性产业。粤港澳大湾区未来材料产业将重点围绕仿生智能、先进金属、超导、纳米、新能源、信息材料等领域发展布局。

1.2 发展优势

1.2.1 拥有全国最大规模的新材料应用市场

新材料位于产业链分工上游，其发展与电子信息、新能源、生物医药等高技术新兴产业的应用需求紧密相关。粤港澳大湾区是我国先进制造业布局最为发达的区域之一，拥有新一代电子信息、绿色石化、新能源汽车、智能家电、高端装备、新型显示、生物医药等一大批产业规模大、发展速度快、创新需求强的战略性新兴产业。背靠全国最大的新材料应用市场，上游材料产业获得了充分的发展空间^[1]。表2列示了大湾区重点培育的材料领域及其所处的产业链和链主企业代表。

以电子信息制造业为例，粤港澳大湾区拥有我国最大规模电子信息终端制造业，在集成电路、新型显示、电子消费品等产业链上汇集粤芯半导体、华星光电、华为等大量终端龙头企业，并以此为牵引带动了电子新材料的发展。

1.2.2 正在形成全球一流的新材料原始创新策源地

粤港澳大湾区已建成及正在规划建设有中国散裂中子源、先进阿秒激光设施、强流重离子加速器装置、加速器驱动嬗变研究装置、松山湖材料实验室等

表2 粤港澳大湾区部分重点材料领域及其所处的产业链和链主企业代表

Figure 2 Some of the key material sectors in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area, their corresponding industrial chains and representative enterprises in industrial chains

材料领域	产业链	链主企业代表
新型半导体材料	新型半导体外延生长、芯片、电子器件等	华为、TCL 科技、中兴通讯、比亚迪、华星光电、伯恩光学
电子新材料及电子化学品	集成电路、平板显示、电子电路、新型无源电子元件、新能源电池等制品	粤芯半导体、华星光电、聚华印刷显示、深南电路、鼎泰芯源、创智成功科技、欧莱高新材料、讯源实业、海思半导体、深南电路、方正、中芯国际、粤芯半导体、兴森快捷、嘉元科技、超华科技、博敏电子
先进金属材料	航空航天、汽车、船舶、轨道交通、5G 通信、电子、建筑、机械制造等领域应用	华为、美的集团、格力电器、广汽集团、比亚迪、小米、OPPO、银宝山新科技、中泰模具、平进股份、型腔模具、润星泰电器、中船黄埔文冲船舶
增材制造材料	关键零部件、生物医疗零件	光韵达光电科技、赛隆增材制造、华钛三维材料、汉邦激光、瑞通生物科技、赛纳打印科技、随尔激光、峰华卓立科技、创想三维科技
生物医用材料	医用产品	润锐智能科技、万信达生物科技、迈普再生医学、百合医疗、先健科技

一批具有国际竞争力的大平台、大装置。这些大平台、大装置及其综合效应为粤港澳大湾区成为全球一流的材料原始创新策源地提供有力支撑。其中，中国散裂中子源是继美国、日本、英国的全球第4台脉冲式散裂中子源，也是最早落地大湾区的国家重大科技基础设施，可以比喻为一台材料研究的超级“显微镜”，在“透视”材料微观结构和性能、研发新型前沿材料上有不可替代的作用；先进阿秒激光设施建成后综合指标有望领先国际水平，成为亚洲首个、世界第2个阿秒脉冲大科学装置，它可以比喻为一台超快“摄像机”，可为新材料领域诸多重大基础科学问题的突破提供强劲推力；松山湖材料实验室是参与粤港澳大湾区综合性国家科学中心先行启动区（松山湖科学城）建设的重要科研机构，具备一流的材料制备、表征、计算和加工的平台，以“产品”为核心，致力探索“前沿基础研究→应用基础研究→产业技术研究→产业转化”的全链条材料创新模式。

1.2.3 拥有高度发达的创新创业生态

根据世界知识产权组织（WIPO）发布的《2024

年全球创新指数（GII）报告》先期报告显示，深圳—香港—广州集群连续5年排名高居全球第2位^②，说明粤港澳大湾区已成为全球最具创新创业活力的地区之一。高度发达的创新创业生态为材料科技与产业蓬勃发展提供了有力支撑。**金融方面**，新材料研发具有高投入、高门槛的特点，需要成熟的金融市场和大量社会资本的支持；香港金融服务业优势明显，澳门经济贸易环境自由开放，伴随粤港澳跨境融资通道逐步放宽，三地金融领域创新要素高效联动，可为粤港澳大湾区内相关企业提供良好的融资渠道，实现金融服务与材料科技协同创新。**人才方面**，粤港澳大湾区依托一批在全国乃至全球具有重要影响力的高校、科研院所、高新技术企业和科技创新平台，培育、集聚了大量的材料领域高端人才，良好的创新环境有效推动人才链与创新链、产业链深度融合，为粤港澳大湾区材料新质生产力发展奠定了坚实的人才根基。**制度方面**，粤港澳大湾区一方面通过实施“卓越工程师计划”、规范研发机构建设管理、落实以产业数据和专利数据为基础的专利导航决策机制，完善区域创新生

② 拥有的全球百强科技创新集群数量蝉联世界第一 中国科技创新能力持续提升. (2024-09-10)[2024-09-12]. https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202409/content_6973389.htm.

态建设；另一方面在规则衔接机制对接方面积极探索，不断促进跨区域技术合作资源的合理配置、完善重大平台合作等体制机制，夯实了新材料科技创新和产业创新跨区域协同的制度基础。

1.3 存在的主要问题

1.3.1 新材料产业总体处于全球价值链分工中低端

从材料产业全世界发展现状看，粤港澳大湾区新材料产业链整体水平不高，特别是部分关键原材料、核心工艺技术、装备等受制于人。以有色金属材料为例，粤港澳大湾区虽然是铝和铜的主要加工地，但生产所需的原铝锭坯和精炼铜几乎都需要从外部购入；铝、铜、铅锌和稀土冶炼加工用的大型、高精度熔炼设备、挤压设备、烧结设备和高端检测计量仪器部分需从欧洲、日本和美国等国家和地区进口。同时，集成电路、高端装备等部分应用领域关键性材料自主保障能力不足，严重制约高端制造业发展，如在集成电路领域，最先进的ArF和极紫外光刻（EUV）工艺光刻胶几乎全部依赖进口。此外，粤港澳大湾区新材料产业主要产品平均能耗和固废资源综合利用质量与发达国家相比存在较大差距，绿色发展水平有待进一步提升。

1.3.2 科技创新支撑引领产业创新的能力薄弱

粤港澳大湾区材料科技创新及转化能力有待提升，尚不能有效支撑引领产业高质量发展。具体表现在以下方面：①原始创新经验累积尚且不足。虽然大湾区正在建设一批高能级创新平台，但大平台、大装置孕育出成果和人才需要经历一定的时间周期，目前粤港澳大湾区在材料领域仍然欠缺的先进设计理论与研究手段，具有先导性、引领性和颠覆性的前沿材料积累相对不足，部分技术还处于研发测试阶段；②科技创新转化能力不足。目前，粤港澳大湾区贯穿前沿、技术、产业的全链条创新体制机制仍然有待健全，尤其是研发及生产高端装备、小中试开发验证公共平台等基础保障能力薄弱，行业标准不规范，导致

部分材料样品难以走出实验室，生产成本低，制约了新材料的市场化应用。

1.3.3 同质化无序竞争阻碍新材料科技、产业区域协调发展

大湾区内部发展协调性不足，部分地区之前存在无序竞争与低水平同质发展现象，区域分工合作有待加强。①要素流动不畅。由于在材料领域缺乏制度层面的统一设计，粤港澳三地在人才、资本、市场方面的比较优势未能充分发挥，制约了创新效率的提升。②跨区域合作机制不健全。地域之间存在无序竞争、资源重复投入的问题，造成了资源禀赋的浪费，不利于形成大湾区材料科技与产业的合理分工。

1.3.4 关键材料的发展缺乏长期的战略规划和持续性投入

新材料的创制和性能优化需要的周期长、投入大。一种新材料从实验室研发到走向市场，一般需要20年左右的周期，关键材料的发展需要长期的战略规划、持续性的投入及多主体的协同。但粤港澳大湾区创新主体普遍欠缺面向新材料领域的战略研究能力，无法有效识别关键前沿技术与科技问题，也难以构建有效的创新路径，导致创新资源错配、浪费等一系列问题，最终影响了材料研发的进程。此外，由于新的材料研发范式如材料基因工程、大数据、AI等尚未能普遍且有效运用，传统的研发方式很难缩短研发周期，实现对国外先进材料的追赶、超越和引领。

2 如何在大湾区发展材料科学、技术、产业

2.1 发挥好具有全球竞争力的大装置大平台作用

当前，材料科学研究正向极微观深入、向极端条件迈进、向极综合交叉发力，基础性科学问题的解决和关键核心技术的突破越来越依赖具备国际一流材料科学研究人才、条件、独特的设备，且能够整合创新资源、集聚科技人才、构建协作网络大装置大平台。当前粤港澳大湾区正在形成全球一流的新材料原始创

新策源地，集聚了中国散裂中子源、先进阿秒激光等大装置，以及松山湖材料实验室等大平台。因此，建议持续支持这些大平台和大装置的发展和升级，充分发挥好具有全球竞争力的大装置大平台的作用，加强开放合作力度，开展高水平的材料科学前沿科学研究，推进重点产业关键核心技术攻关，打造未来材料产业集群内核。

(1) **瞄准材料前沿打造原始创新高地。**建议充分发挥粤港澳综合性国家科学中心大装置大平台集聚的突出优势，瞄准量子材料、高温合金、极端环境下服役的新材料等一大批材料科学，以及相关交叉学科领域前沿性、基础性重大科学技术问题，策划发起创新联合体攻关计划或国际大科学计划，开展世界一流水平原始创新研究，产出具有鲜明粤港澳国家科学中心特色的原始研究成果，提升我国在基础研究领域的原始创新能力，为我国在下一代电子器件、量子信息、先进制造、清洁能源等未来产业的竞争中取得主动权提供有力支撑。

(2) **聚焦重点产业需求推进关键核心材料研发。**大装置、大平台的集聚壮大则可以为产业关键材料研发提供一流的设备条件、一流的科学家、一流的工程师等创新要素^[2]。在此基础上，通过强化应用牵引、整机带动的理念，以大装置、大平台为关键枢纽，联合先进材料研发生产企业和下游龙头应用单位协同攻关，加快突破一批材料及器件制备的关键技术和工程化工艺，提升重点产业链供应链安全稳定、自主可控能力。

(3) **依托优势方向打造未来产业集群内核。**当前，依托于前期布局的材料领域大装置大平台，粤港澳大湾区目前已积累了一批颠覆性原创成果、孵化出了一批优秀的初创企业。应积极探索依托大装置、大平台实现从材料创新突破到产业集群培育跨越的路径。具体来讲，建议以关键材料开放供给和产业化项目组团落地为种子，吸引整合产业链上下游各类产业

要素向大装置大平台周边集聚，以创新社区、产业园区等为载体构建产业集群内核，培育产业链创新生态，支撑大湾区培育发展未来产业。例如，可依托松山湖材料实验室打造新能源材料集群内核、半导体材料与器件产业集群内核，依托中国散裂中子源打造核医学产业集群内核，依托先进阿秒激光大装置打造高端激光器产业集群内核，依托广东粤港澳大湾区国家纳米科技创新研究院打造纳米材料集群内核等。

2.2 深入推进以AI为牵引的材料研究新范式运用

近年来，随着数据科学和AI技术快速发展并进入实用化阶段，人工智能驱动的科学研究的（AI for Science）正在成为一种革命性的科学研究范式，并初步在蛋白质结构预测、新冠药物设计、高温块体金属玻璃研发等具体应用方面取得了很好的效果^[3,4]。材料领域则是AI for Science最为重要的应用领域之一，相关的研究如材料基因工程已经在新材料研发和性能优化中发挥了重要作用^[5]。粤港澳大湾区在材料基因工程领域虽然起步较晚，但却具备发展材料基因工程得天独厚的条件和基础：①深圳、广州、香港等城市正在打造全球AI发展高地；②东莞松山湖科学城正在形成全球一流的材料科学研究重大创新平台、大科学装置集群，为在材料研发中引入材料基因和AI新范式打下良好基础；③区域内战略性产业高速发展对新材料持续增长的应用需求等。因此，建议充分利用好粤港澳大湾区发展材料基因工程的优势条件，谋划建设材料基因工程国家级创新平台，并以需求为牵引赋能大湾区乃至我国材料科学及产业发展。

(1) **推动AI、大数据领域创新资源跨区域跨平台精准赋能。**粤港澳大湾区是我国乃至全球人工智能发展最为活跃的地区之一。例如，深圳布局有鹏城实验室、“鹏城云脑”等一批创新平台，拥有华为、腾讯等一批具有影响力的人工智能企业，并获批建设国家新一代人工智能创新发展试验区、国家人工智能创新应用先导区，初步形成了覆盖基础层、技术层和应用

层完整人工智能产业链；香港具有全球化的教育、科研、人才及数据资源，AI相关学科研究水平位居全球前列。得益于良好的创新及产业发展条件，广东省人民政府提出到2025年“将广东打造成为国家通用人工智能产业创新引领地，构建全国智能算力枢纽中心、粤港澳大湾区数据特区、场景应用全国示范高地”的目标，并提出了AI赋能千行百业若干措施，香港也提出要发展成AI及大数据产业的新兴枢纽的愿景。但现阶段，AI赋能的重点仍在实体经济、社会治理、智慧民生、数字消费等垂直方向，科学研究仍被忽视。因此，非常有必要在政策层面强化AI for Science的重要性，发挥AI对材料科学研究的推动支撑作用，引导AI科技、人才、资金、平台、数据等要素向以材料科学为代表的研究领域流动，完善不同学科领域创新主体的协作机制，提升各地区在公共创新资源和基础设施的共享水平，鼓励人才、算力等要素跨区域流动，让粤港澳大湾区AI优势加快转化形成发展材料基因工程的强大支撑。

(2) 以材料基因工程国家级创新平台为核心完善创新体系布局。发展材料基因工程，必须要将AI、大数据技术与材料研发技术深度融合，构建先进实验工具、模型计算手段与数据无缝衔接的新型材料创新技术体系，这就需要构建一个专门的研究平台。目前，在东莞松山湖科学城已经汇集松山湖材料实验室、中国散裂中子源、先进阿秒激光等一批材料领域的大平台、大装置。其中松山湖材料实验室材料计算与数据库公共平台初步建成了我国首个世界级材料科学数据库，并对外开放提供材料科学算法研发、材料计算服务等服务，改变此领域欧美几家独大而我们长期依赖舶来品的跟随局面；此外，松山湖材料实验室还与粤港澳大湾区产业界有着密切且广泛的合作。因此，建议可以依托松山湖材料实验室谋划建设如材料基因国家重点实验室等这样的国家级创新平台，以构建世界领先的高通量材料计算方法及数据库和人工智能赋能

材料研发技术为建设核心，凝聚国内基因工程研究力量，打造一支在材料基因研究、新材料研发和应用领域的战略科技力量。

(3) 以需求为牵引赋能大湾区乃至我国材料科学及产业发展。粤港澳大湾区产业体系完备，正积极向全球价值链中高端迈进，传统制造业的转型升级、战略性新兴产业的发展壮大、未来产业的培育都会催生大量新材料研发需求。从机器学习角度和提速材料设计角度来看，以优化性能为导向的材料设计，即“性能需求反溯微结构设计”，在粤港澳大湾区具有广泛的现实需求和巨大的应用市场。因此，建议以粤港澳大湾区信息产业等重点产业所催生出的新材料需求为牵引，以前沿材料在重点领域的迭代应用为导向，依托材料基因工程创新平台，大力推进产学研需求对接，在下游应用市场中挖掘出亟须解决的科研和工业应用领域中的材料科学难题真需求真问题，统筹多方力量开展协同攻关，重点突破全球范围有迫切需求和目前国内有领先技术的“核关高”材料。以此为突破口，攻关关键零部件和元器件技术研发，形成能够普遍适用的新技术研发路径，实现新材料产业的跨越式发展。

2.3 利用大湾区机制体制优势推动前沿、应用、产业全链条模式发展

新材料是新质生产力的源动力，“**前沿基础研究—应用基础研究—产业技术研究—产业转化**”全链条发展模式是新材料转化为新质生产力的必经之路和必然要求。《粤港澳大湾区发展规划纲要》公开发布5年来，作为中国开放程度最高的区域之一，粤港澳大湾区以建设大湾区综合性国家科学中心为牵引，营造了新材料蓬勃发展的创新创业生态，但由于贯穿创新全链条的体制机制尚未健全，科技创新尚且不能有力支撑引领产业高质量发展。因此，建议利用粤港澳大湾区机制体制灵活的优势，从制度层面加强教育、人才、金融、产业等政策的全链条一体化配置，打造部

门协同、区域协同的全链条创新政策体系。

(1) 发挥“政府+市场”两种资源各自优势，构建政产金融融合发展机制。在前沿基础研究环节，充分发挥财政资金的杠杆作用，发挥粤港、粤澳科技创新联合资助专题在推动粤港澳大湾区材料科学发展中的重大牵引作用，合理布局科技专项；同时完善基础研究多元化投入机制，鼓励引导有能力的企业加强对前端基础研究和竞争前技术的投入。在科技成果转化关键环节，推动政产金合理分工，其中政府负责制定政策、搭建平台和提供服务等，产业界可以负责技术创新、品牌建设和市场拓展，金融界提供融资支持、风险评估和资本运作，为科技成果转移转化提供全方位的服务；同时引导设立容错性更高、投资周期更长、评价体系更科学的成果转化基金或直投体系。在产业化环节，整合粤港澳大湾区新兴行业下游市场，以应用为导向开展重点新材料首批次应用示范，深入探索重点新材料首批次应用保险补偿机制，运用市场化手段突破新材料早期市场瓶颈，合理分担新材料应用示范的风险；同时充分利用粤港澳资金市场优势和资金互通机制，吸引国际资本支撑产业成长。

(2) 完善“战略科学家-卓越工程师-领军企业家”高水平人才队伍建设，全方位培育引进用好人才。人才培养方面，将高校人才学科培养布局与全链条布局协同衔接^[6]，进行特色化学科建设，鼓励产学研通过共建课程、研发合作、在职培训、设立实训基地等方式开展协同育人，培养材料领域的应用型人才和卓越工程师；人才引进方面，进一步完善粤港澳大湾区内人才流动机制，鼓励材料高技术人才交往交流，结合产业发展需求引进高层次、创新型领军人才和团队，鼓励采取技术或知识产权入股等激励措施吸引人才；人才使用方面，制定灵活的人事管理制度与利益分配机制，破除“四唯”现象，为人才松绑，激发人才创新活力。

(3) 聚焦创新链薄弱环节，完善概念验证和中试

体系。概念验证中心是跨越科技成果转化“死亡之谷”的第一步，中试服务定位于创新链中下游，是从研到产的“中间站”和紧密链接创新链上下游的重要桥梁^[7]。长期以来，概念验证和中试能力薄弱被认为是制约新材料科技成果产业化的重要瓶颈，也是整个创新链最为薄弱的环节。建议围绕粤港澳大湾区材料领域的概念验证和中试服务需求，加速升级现有平台资源，从科技成果的遴选体系、项目资助机制和监督等方面完善政策体系，加速国产材料及技术工艺的验证熟化、工程化放大和可靠性验证。

2.4 打造一流材料智库引领材料科学、产业高质量发展

党的二十大报告指出，强化科技战略咨询，提升国家创新体系整体效能。作为全球重要的先进制造业高地，粤港澳大湾区是我国制造业门类最全、产业链最完整、市场最活跃的地区，也是西方国家针对中国出口管制的“重灾区”，亟须加强对粤港澳大湾区材料科学、产业的战略研究，提升新材料创新体系整体效能，更好地保障产业链供应链稳定性安全性和发展新质生产力。因此，建议在粤港澳大湾区探索建立一流战略科学家为主导的材料智库，充分发挥思想库和智囊团作用，从前沿科学研究与关键技术攻关布局、源头创新与科技成果转化路径、现代化材料产业体系建设等方面开展战略研究，面向政产学研等相关各方提供高水平决策咨询服务。

(1) 提出前沿科学研究与关键技术攻关布局建议。以智库为核心构建“小核心、大协作”的材料科技发展战略专家库，重点凝聚一批材料不同细分领域的具有国际影响力的战略科学家；着力发挥战略科学家等一流科技战略人才领衔作用，会同重点企业高级技术专家、政府决策管理人员、投资专家等跨学科、跨部门的相关专家共同研判材料领域前沿科学研究和关键技术攻关问题，结合粤港澳大湾区科技、产业基础确立战略科技方向，提出相应的发展规划和任务举措，推

动一批战略性科学计划、重大科技项目、大科学工程等落地实施。依托智库开展常态化国内外材料科技发展动态情报分析,常态化梳理材料领域科技、政策最新进展,形成情报产品供决策人员、科研人员参考。

(2) 凝练产业技术源头创新与科技成果转化路径。

当前,基础研究已经逐步展现出对国家战略需求和产业技术发展的带动作用,并进而演化出“有组织的基础研究”这一新模式^[8]。随着大装置、大平台的聚集,粤港澳大湾区新材料基础研究能力正在向更高水平跃迁,2024年,广东省高质量发展大会明确提出要加快打造具有全球影响力的产业科技创新中心,这就要求必须探索出一条源头创新引领产业技术创新的路径。因此,应充分发挥材料智库的战略政策科学研究职能,深入粤港澳大湾区高校、科研院所、大装置、大平台、企业等不同创新主体,梳理凝练各类创新主体在推动新材料技术源头创新和科技成果转化方面的实践经验,形成具有前瞻性、预见性、可复制、可推广的政策举措,服务大湾区新材料科学、产业发展。

(3) 支撑现代化材料产业体系顶层设计与生态建设。充分发挥材料智库专业化、科学化和学科化的优势,围绕大湾区“支柱—新兴—未来(先进材料—前沿新材料—未来材料)”共同发展的现代化材料产业体系布局,支撑政府部门制定遵循技术和产业演化规律的发展规划,分类开展产业技术研判和产业化路径研究,编制产业重点领域培育路线图;常态化组织专家对集群重点企业、科研单位和重点项目开展调研,及时了解产业发展动态和行业共性问题,提出产业发展相关建议;支持举办材料领域高水平的科技及产业重大活动,营造良好的产业发展氛围;积极搭建平台对科技成果对接平台,吸引国内外优秀新材料科技成果到大湾区落地转化等。

参考文献

1 曾昆,李晓芃,沈紫云,等.我国新材料产业集群发展战略

研究.中国科学院院刊,2022,37(3):343-351.

Zeng K, Li X P, Shen Z Y, et al. Development strategy of China's advanced material industry cluster. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37(3): 343-351. (in Chinese)

2 黄庆礼,赵紫威,王灿,等.依托创新基础设施集群培育未来产业的思考.中国科学院院刊,2024,39(7):1163-1171.

Huang Q L, Zhao Z W, Wang C, et al. Thoughts on fostering industries of the future based on innovation infrastructure clusters. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2024, 39(7): 1163-1171. (in Chinese)

3 王飞跃,缪青海.人工智能驱动的科学新范式:从AI4S到智能科学.中国科学院院刊,2023,38(4):536-540.

Wang F Y, Miao Q H. Novel paradigm of AI-driven scientific research: From AI4S to Intelligent Science. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2023, 38(4): 536-540. (in Chinese)

4 鄂维南.AI助力打造科学研究新范式,中国科学院院刊,2024,39(1):10-16.

E W N. AI helps to establish a new paradigm for scientific research. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2024, 39(1): 10-16. (in Chinese)

5 林伟强,张博文,汪卫华.从全球气候变化、制造业产业升级、国家安全及材料基因工程维度探讨材料科学发展趋势.中国科学院院刊,2022,37(3):336-342.

Lin W J, Zhang B W, Wang W H. Discussion of materials science development trend through climate change, manufacturing update, national security and materials genome initiative. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37(3): 336-342. (in Chinese)

6 贺德方,陈涛,刘辉,等.科技活动全链条政策体系构建研究.中国软科学,2024,(6):1-14.

He D F, Chen T, Liu H, et al. Research on the construction of a full chain policy system for scientific and technological activities. China Soft Science, 2024, (6): 1-14. (in Chinese)

7 西桂权,黎晓东,孟潇.基于概念验证视角的颠覆性技术成果转化模式研究.科学管理研究,2022,40(1):46-53.

Xi G Q, Li X D, Meng X. Research on Achievements Transformation Model of Disruptive Technology based on Proof-of-Concept. Science and Technology Management

Research, 2022, 40(1): 46-53. (in Chinese)
 8 潘教峰, 鲁晓, 王光辉. 科学研究模式变迁: 有组织的基础研究. 中国科学院院刊, 2021, 36(12): 1395-1403.

Pan J F, Lu X, Wang G H. Transforming Scientific Research: Organized Basic Research. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2021, 36(12): 1395-1403. (in Chinese)

Research on development status and strategy of advanced materials in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

ZHAO Ziwei¹ WANG Can¹ WANG Weihua^{1,2} HUANG Qingli^{1*}

(1 Songshan Lake Materials Laboratory, Dongguan 523808, China;

2 Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract Advanced materials are an important source of new quality productivity. Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area is now facing the internal and external pressure of manufacturing upgrading, and there is an urgent need to play the leading and supporting role of advanced materials in the construction of modernized industrial system. This study combs through the basic situation of the development of materials science and industry in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area, analyzes its advantages, characteristics and problems in depth, and puts forward a number of suggestions around how to develop materials science, technology, and industry in the Greater Bay Area.

Keywords advanced materials, Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area, new productive forces

赵紫威 松山湖材料实验室智库办公室助理研究员, 广东省前沿新材料产业集群战略咨询专家。主要研究领域: 产业集群治理、科技创新政策、空间统计。E-mail: zhaoziwei@sslslab.org.cn

ZHAO Ziwei Assistant Researcher of Think-Tank General Office, Songshan Lake Materials Laboratory, Strategic Consultant of New Frontier Materials Industry Cluster in Guangdong Province. Her research focuses on governance of industrial cluster, policies of technological innovation, and spatial statistics. E-mail: huangqingli@sslslab.org.cn

黄庆礼 松山湖材料实验室智库办公室主任, 广东省前沿新材料产业集群主导咨询机构负责人。主要研究领域: 产业集群治理、科技创新政策等。E-mail: huangqingli@sslslab.org.cn

HUANG Qingli Director of the Think-Tank General Office, Songshan Lake Materials Laboratory, and Director of the consulting institution of New Frontier Material Industrial Cluster in Guangdong Province. His research focuses on governance of industrial cluster, policies of technological innovation, etc. E-mail: huangqingli@sslslab.org.cn

■ 责任编辑: 张帆

*Corresponding author