

韶关与珠三角 融合发展探略

主 编 曾宇辉

副主编 许家军 杨华山



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

韶关与珠三角 融合发展探略

主 编 曾宇辉

副主编 许家军 杨华山



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

图书在版编目 (CIP) 数据

韶关与珠三角融合发展探略/曾宇辉主编;许家军,杨华山副主编. —广州:暨南大学出版社, 2017. 10

ISBN 978 - 7 - 5668 - 2225 - 3

I. ①韶… II. ①曾…②许…③杨… III. ①区域经济发展—韶关—文集 ②珠江三角洲—区域经济发展—文集 IV. ①F127. 65 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 245790 号

韶关与珠三角融合发展探略

SHAOGUAN YU ZHUSANJIAO RONGHE FAZHAN TANLUE

主 编: 曾宇辉 副主编: 许家军 杨华山

出 版 人: 徐义雄

策划编辑: 苏彩桃

责任编辑: 苏彩桃 尹 敏

责任校对: 周海燕 王雅琪

责任印制: 汤慧君 周一丹

出版发行: 暨南大学出版社 (510630)

电 话: 总编室 (8620) 85221601

营销部 (8620) 85225284 85228291 85228292 (邮购)

传 真: (8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)

网 址: <http://www.jnupress.com>

排 版: 广州市天河星辰文化发展部照排中心

印 刷: 韶关市新华宏达印务有限公司

开 本: 787mm × 960mm 1/16

印 张: 12.75

字 数: 250 千

版 次: 2017 年 10 月第 1 版

印 次: 2017 年 10 月第 1 次

定 价: 45.00 元

(暨大版图书如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换)

序

廖 益*

广东省委省政府、韶关市委市政府规划实施主动融入珠三角，是韶关实现振兴发展的战略机遇，也是韶关学院推动转型升级发展的重大机遇。目前，韶关学院在积极配合市委市政府落实全市高等教育资源整合战略工程的同时，立足韶关实际，围绕服务创新驱动发展战略，瞄准韶关产业升级需求，以建设省市高水平应用型大学为目标，以“转型升级”为主线，以“创新强校工程”为抓手，在“注重精品、特色办学、服务地方、融入社会”上做文章、抓落实，大力培养韶关、粤北地区急需的高素质应用型人才，加快提升学科专业水平、科研创新能力和服务地方经济社会能力，进一步发挥智囊团、思想库、人才培养基地和科研创新基地的作用，在促进韶关振兴发展、融入珠三角战略实践中勇挑更多担当，作出更大贡献。

为此，学校于2016年组织广东省人与自然和谐发展研究基地相关研究人员，对韶关区域经济社会发展的方略、路径进行了深入思考和积极探索，产出了一批高质量的论文。这些成果呈现出选题广、角度新、内容深、与实践结合紧密等特点，涉及广东区域协调新战略、韶关发展新路向、韶关与珠三角产业共建、战略性新兴产业及服务业发展、区域经济发展、城市功能提升、营商环境优化、社会管理创新等领域的研究，立足韶关实际，从不同的维度分析了韶关融入珠三角发展的切入点和着力点，具有很高的理论价值和实践价值。为了充分发挥这些研究成果的作用，推动韶关市主动融入珠三角战略的进程，学校选择了27篇优秀论文并予以编辑出版，本书既可供相关部门作为决策参考，也可供研究人员学习交流、相互借鉴。

地方经济社会的发展离不开高校的人才支撑和智力保障。韶关学院将通过转型发展，不断开创新局面、实现新跨越，为促进韶关经济社会又好又快发展作出更大贡献。

* 廖益：国家督学、韶关学院校长。



目 录



目 录

序	廖 益 (001)
---------	-----------

创新驱动视角下韶关“融珠”战略的新兴支柱产业

..... 欧阳建国 张 战 欧晓万 巩艳萍 (001)	
产业发展、人力资源开发及韶关与珠三角融合发展	付 永 (017)
韶关城市区域定位与发展战略	杨树臣 (023)
韶关建设“一带一路”节点城市的对策探讨	刘 军 (034)
韶关与珠三角融合发展的工业组织研究	许树辉 (044)
“融珠”语境下仁化长江镇镇域经济发展的困境与对策	赖井洋 (053)
广东省城镇化发展的地区差异分析	赵 丽 (058)
广东省区域经济增长趋同性研究	刘芳娜 (065)
加快粤北山区经济繁荣的思考	戴晓娟 (071)
韶关与珠三角旅游产品竞合探析	高恒冠 江金波 (075)
旅游用地差别化管理政策体系研究	张清军 (085)
欠发达地区人口迁移流动与发展策略研究	
..... 李丽群 黄大星 (093)	
深化行政审批改革 加快融入珠三角	曾宇辉 徐文渊 (100)
韶关市创新创业环境建设研究	许家军 (106)
新型智库的韶关设计	邓春林 (113)



区域政府间合作立法协调机制研究	梅献中 (116)
韶关市实现城乡基本公共服务一体化的制度构想	曾保根 (124)
政府干预经济的理论依据、历史进程及发展趋势	江 勇 许家军 (130)
“融珠”背景下的韶关文化建设	杨华山 (138)
浅议韶关历史文化资源的优化与韶关城市品质的提升	赵燕玲 (143)
主动融入珠三角，加快丹霞山生态文化的挖掘与建设	周新成 (148)
区域经济一体化：理论阐释与路径选择	马全中 (152)
区域协调发展的国外模式及其启示	赖琼琚 (157)
欠发达地区区域协调发展问题探讨	席丹丹 (164)
韶关主动融入珠三角战略下宣讲工作实效性研究	唐 勇 (170)
转型期地方大学与区域共生发展：战略、模式与路径	孙家明 (179)
韶关市曲江区食品药品安全社会共治体系建设的对策	郭长青 (187)
参考文献	(194)
后 记	(196)



创新驱动视角下韶关“融珠”战略的新兴支柱产业

——基于超硬高强韧新材料工业制备技术的突破

欧阳建国 张 战 欧晓万 巩艳萍

一、引言

主动融入珠三角、实现振兴发展是韶关根据广东省委指示,结合韶关发展实际所确立的发展总战略。国内外地理相邻地区通过融合发展,推进区域一体化进程,进而实现区域协调发展的成功经验都证明:创新是实现地区融合发展的原动力^①,产业一体化是实现地区融合发展的核心内容^②。制度、体制、机制创新可以破除行政区划所带来的人为要素流动阻碍,实现资源的优化配置和充分利用。科学技术创新可以增强区域内地区相互融合的能力,形成专业分工、技术分工,形成地区间相互融合的内在动因。通过科学技术创新创造面对珠三角庞大市场的有效供给是韶关主动融入珠三角的一条有效途径。例如,珠三角对于超硬高韧新材料和高品质特种钢铁制品有着近千亿元的市场需求,而韶关在超硬高韧新材料和高品质特种钢铁制品的研发上具有较高的潜力,在工业制备生产上保持着非常高的历史投入和产能优势。通过科学技术创新,重新唤醒韶关钢铁产业的历史投入和生产优势,将韶关普通低端钢铁生产能力转型升级为高端钢铁生产能力,将低价格钢铁产品转型升级为高价格产品,将全国普遍生产的型号转型升级为韶关独家供货的型号,这样既能走出韶关与珠三角融合发展的一条有效的产业路径,还能面向全国市场和国际市场形成韶关振兴发展的战略性新兴产业。

二、创新驱动的科技研发方向

通过科学技术创新和产业一体化促进韶关与珠三角的融合发展,首先要找准技术创新的切入点,其次要选对符合地区实际的产业融合方向。两方面综合而言,在宏观层面要选择对韶关与珠三角融合发展起到战略性推动

① 鲁继通.京津冀区域科技创新效应与机制研究[D].北京:首都经济贸易大学,2016.

② 王安平.产业一体化的内涵与途径——以南昌九江地区工业一体化为实证[J].经济地理,2014(9).



作用的科技项目和产业；在地区层面要选择融合各地具有比较优势的项目和产业。从而，形成融合区域内的战略性核心竞争力和战略性新兴产业，增强科技与产业对区域经济增长的重要支撑作用，创造新的经济增长点，抢占新一轮增长的战略制高点，实现韶关的振兴发展及区域的协调发展。

（一）瞄准国家的战略性新兴产业

国家战略性新兴产业代表着未来我国技术和产业发展的方向，同时也是韶关与珠三角融合发展技术创新与产业融合的方向。国家“十二五”“十三五”规划所确定的战略性新兴产业发展的重点方向是节能环保、新一代信息技术、生物、高端装备制造、新能源和新材料以及新能源汽车等。2016年国家发改委提出的战略性新兴产业重点产品和服务指导目录中，包含节能环保、新一代信息技术产业、生物产业、高端装备制造产业、新能源产业、新材料产业、新能源汽车产业、数字创意产业和高技术服务产业九大方向。韶关实现振兴发展的科技创新研发重点和产业发展方向要与国家产业发展方向相契合，才能真正推动融入珠三角战略和发展自身战略性新兴产业。国家主导的新兴产业既代表着科技创新的方向，也代表着产业发展的方向，对国民经济的发展起到支撑和引领作用，是产业结构演变的突破口和切入点，也是提高地区间相互融合能力的根本途径。选择国家主导的新兴产业作为技术创新和产业的发展目标，就能紧跟时代步伐，实现根本性的科技创新和整体性的经济带动，有机持续的区域融合与协调发展。

（二）立足传统支柱产业转型升级

增强韶关融入珠三角的能力，科技研发创新还应立足于促进本地区传统产业转型升级的技术。韶关处于南岭地区，有着非常丰富的矿产资源。黑色金属、有色金属、稀土资源、非金属矿产资源等储藏量大。历史上，韶关还是广东省的工业大市。长期以来，黑色金属采选与冶炼、有色金属的采选与冶炼、火力发电等既是韶关社会经济发展的传统支柱产业，又是韶关高能耗、高污染和低效益的产业。通过创新实现对传统工业的新型工业化改造是韶关实施“融珠”战略、实现振兴发展的必然要求。韶关在钢铁生产、装备制造业方面具有巨大的资本、技术、产能和人才储备。在韶关主动融入珠江三角洲的总战略下，立足于韶关传统的支柱产业，通过新型工业化改造和创新驱动，瞄准珠三角的市场需求，促进韶关传统支柱产业的转型升级是韶关面临的重大战略问题。以韶关钢铁、有色金属和稀土资源的开发为例，如果能够通过重大的科学技术创新，整合钢铁、有色金属和稀土资源的综合优势，在新创造、新发明、新技术方面实现突破，转变传统产能性质，提高资本、技术和人才的质量，实现传统产业的转型升级，创造珠三角、国内甚至世界级的新产品、新技术、新工艺，那么韶关

就能够增强自身融入珠三角的能力，实现振兴发展，实现传统产业的战略性新兴产业化。

（三）寻求融合发展急需优势技术

相邻地区实现融合发展和产业一体化的前提条件是各自都存在相对比较优势，能够实现差异互补。尤其是在融合发展区域中较为落后的地区，如果能够在较发达地区急需的技术和产品方面有所突破，这些地区就能迅速有效地提高其融合能力，增强融合的效果。因此，韶关创新技术的研发方向要瞄准珠三角地区的急需技术、急需新产品市场而展开。根据笔者初步调研，珠三角地区目前急需超硬高强韧的绞吸式挖泥船绞刀、超硬高强韧盾构机刀盘刀片和高品质模具钢，这为韶关主动融入珠三角提供了技术创新的一个有效切入点。现实技术状况和人才储备信息显示，韶关有可能实现这一领域的技术突破，成为珠三角超硬高强韧新材料巨大需求的潜在供给方。

三、超硬高强韧新材料的创新

表1是中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要和国家发展与改革委员会发布的战略性新兴产业重点产品和服务指导目录（2016年版）中与本研究有关的新材料的部分重点项目和产品目录。

表1 国家“十三五”规划及战略性新兴产业重点产品与
本文相关的新材料目录

政策来源	章节	表述内容
中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要	第二篇 实施创新驱动发展战略 第六章 强化科技创新引领作用 第一节 推动战略前沿领域创新突破	把发展基点放在创新上，以科技创新为核心，以人才发展为支撑，推动科技创新与大众创业、万众创新有机结合，塑造更多依靠创新驱动，更多发挥先发优势的引领型发展。发挥科技创新在全面创新中的引领作用，加强基础研究，强化原始创新、集成创新和引进消化吸收再创新，着力增强自主创新能力，为经济社会发展提供持久动力。加快突破新材料。瞄准国际科技前沿，以国家目标和战略需求为导向，布局一批高水平国家实验室。加快能源、生命、地球系统与环境、材料、粒子物理和核物理、空间和天文、工程技术等科学领域和部分多学科交叉领域国家重大科技基础设施建设，依托现有先进设施组建综合性国家科学中心。依托企业、高校、科研院所建设一批国家技术创新中心，支持企业技术中心建设。推动高校、科研院所开放科研基础设施和创新资源。重大工程：⑦重点新材料研发及应用
中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要	第三节 提升创新能力 专栏 科技创新200重大项目	



(续上表)

政策来源	章节	表述内容
国家发 改委：战略 性新兴产 业重点产 品和服务 指导目录 (2016 年 版)	6.1 新型 功能材料 产业	6.1.1 新型金属功能材料 钼铜合金（钨钼材料），钛锆钼（TZM）合金（钨钼材料），稀土钼合金（钨钼材料），高比容钼粉（钼钽材料），高性能钽合金（钽钽材料），稀贵金属材料，铝合金压铸材料产品，硬质合金材料，金属粉末材料 6.1.5 表面功能材料 功能型涂料新型涂层材料，耐高温抗强碱涂料 6.1.14 其他功能材料 超材料
国家发 改委：战略 性新兴产 业重点产 品和服务 指导目录 (2016 年 版)	6.2 先进 结构材料 产业 6.3 高性 能复合 材料 产业	6.2.1 高品质特种钢铁材料 核电用、超超临界火电用、高性能汽车用、高速铁路用等特殊钢型材及其锻件，高性能工模具用钢，耐腐蚀及耐高温，高压高强度钢，高性能工程用钢等；铁基高温合金铸件，特殊钢铸件，高强度低温和超低温用可焊接铸钢件等 6.2.2 高性能有色金属及合金材料 高强度铝合金锻件，镍基合金、钴基合金铸件，高性能镁合金镁 6.2.3 新型结构陶瓷材料 新型超硬材料（氮化硅、氮化硼、碳化硼），陶瓷纤维复合材，人造宝石 6.3.2 金属基复合材料和陶瓷基复合材料 用碳化硅、碳化硼、硼化钛、氮化硅纤维、晶须、颗粒等增强的铝基复合材料，铜基复合材料，满足高温、高压、高速和有腐蚀介质服役环境的钛基陶瓷复合材料、镁基陶瓷复合材料、铝基陶瓷复合材料，钛基复合材料，镁基复合材料，镍基复合材料，铍基复合材料，难熔金属基复合材料，高温合金基复合材料，金属间化合物基复合材料。用连续碳化硅等纤维、晶须、颗粒补强的氮化硅、碳化硅等高温结构陶瓷基复合材料

按照国家“十三五”规划和国家发改委发布的战略性新兴产业重点产品和服务指导目录（2016 年版），结合韶关与珠三角社会经济发展实际以及韶关“融珠”总战略的需要，我们组建了一支来自学校、企业的产业经济学专家、超硬材料专家和特种金属冶炼专家等构成的韶关超硬高强韧新材料的研发团队。研发团队瞄准国家战略性新兴产业中关于新材料的若干项目，选择从新型功能材料、先进结构材料、高性能复合材料等系列实验研究着手，期望在新型金属功能材料、表面功能材料、高品质特钢、金属基复合材料，瓷基复合材料、新型结构陶瓷材料、高性能有色金属及合金



材料等方面实现重大技术突破，以提高韶关主动融入珠江三角洲的能力，促进韶关传统支柱产业的转型升级，从而形成韶关与珠三角融合发展的战略性新兴产业集群，实现韶关的振兴发展。

（一）创新研发的基本原理

超硬材料具有许多人们耳熟能详的优点，例如：高熔点、化学惰性、高热导率和高硬度等。超硬材料的这些优点使其在工业上具有巨大的应用价值。金刚石是目前世界上最硬的材料，硬度达到近 100 GPa，但是它的广泛应用存在三个缺陷。一是当温度达到 700℃ 以上时，金刚石表面容易和铁质材料发生化学反应，从而影响了它对铁质材料切削的能力。二是金刚石质地很脆，缺乏韧性。三是金刚石是碳的同素异体，高温下不能与金属合金。人工合成的立方氮化硼（c-BN）硬度为 70 GPa，仅次于金刚石，也是典型的超硬材料，已经通过超高压技术应用于各种切削刀具。但是，由于其合成条件非常多，合成的物理尺度非常小，极大地限制了它更广泛的应用。所以，研究发明工业制备成本较低，合金性能和加工性能好的超硬高韧性新材料具有十分重大的意义。

元素周期表中，轻元素 B、C、N、O 等是一类强共价键元素，价轨道空缺电子，属于失电子元素。B、C、N、O 等的化合物都具有超硬多功能的物理特性。图 1 元素周期表中的 66 个过渡金属元素都具有比较高的价电子密度，具有较高的抵抗弹性变形的能力，比如，金属锇（Os）的弹性模量的值在 395 GPa ~ 462 GPa。但是，金属键不能有效地阻止位错的移动，因此金属锇（Os）只具有较低的硬度。根据轻元素具有丰富的价轨道而过渡金属又具有丰富价电子的特点，通过特殊的工业制备技术，将共价键合的轻质元素引入过渡金属晶格中，会产生很强的具有方向性的共价键，从而极大提高其抵抗塑性和弹性形变的能力，获得超硬度高韧性的多功能新材料。

团队根据第一性原理^①，在一定的合理假设条件下，解薛定谔方程。系统搜索了轻元素 B、C、N、O 与过渡金属组合的上百项化合物的常压项，在第一性原理方法下，获悉了一些化合物在常压下的力学及动力学特性具有较好的稳定性，这些都是潜在的超硬度高韧性新材料的理论计算结论。

^① 物质由分子组成，分子由原子组成，原子由原子核和电子组成。根据原子核和电子互相作用的原理及其基本运动规律，运用量子力学原理，从具体要求出发，经过一些近似处理后直接求解薛定谔方程。计算分子结构和分子能量（或离子），最终计算出物质的各种性质。这种方法习惯上称为第一性原理。

（二）阶段性成果

1. 新材料合成设备及制备技术

研制完成工业制备纳米过渡金属添加粉剂（表面功能材料、金属基复合材料和陶瓷基复合材料）的合成设备及制备技术，已经获得 10 项国家专利、申报国防专利 1 项、新受理发明专利 5 项、新授权发明专利 1 项。

2. 新材料产品成品（表面功能材料、金属基复合材料和陶瓷基复合材料）

工业制备了四个编号的纳米过渡金属添加粉剂（表面功能材料、金属基复合材料和陶瓷基复合材料），其纯度优于美国同类产品，力学性能优于美国同类产品。目前已经有出口订单，市场价格为美国市场价格的 10% 左右。与国内其他方法生产的制品相比，主要品质指标高出 4 个百分点以上，但市场定价可以低 10% 以上。

3. 新材料产品成品（金属基复合材料）

工业制备了两个编号的纳米过渡金属粉剂改性的合金。其中重金属硬质合金的力学性能超过国内粉末冶金工艺制造的硬质合金，淬火后硬度达到 HRA93，抗弯强度达到 4 000，退火后硬度为 HRC42，可加工性良好。生产成本比国内著名企业株洲 601 厂的同类产品低 33%。另一个轻金属合金具有非常高的力学性能和物理性能。硬度达到 HRC63，耐高温 1 150℃。以上，密度仅 1.8。在航空航天、武器装备和特高层建筑等方面具有巨大潜能。

4. 高品质特种钢铁材料

应用添加粉剂与高铬锰钢，新型特钢力学性能成倍增强，硬度与韧性提高 3 倍以上，是一种高品质特种耐磨钢，可以预见，其国际国内需求市场一定十分巨大。

（三）创新系列成果的展望

根据第一性原理方法，在不同参数下进行搜索性计算，计算结果显示研究团队还将创造形成多类系列纳米过渡金属添加粉剂。每一类添加粉剂的供给不仅可以创造出本类粉剂的市场需求，其还可以与其他类通用材料形成系列高品质特种钢材、高品质特种合金或超硬高强韧新型材料的产业集群。从实际条件、经济性角度和加快推进韶关“融珠”战略进程的角度考虑，研究团队近期研发的方向主要包括以下四个方面：一是添加粉剂与模具钢的新型合金，发明工业制备高品质特种模具钢，通过原创发明填补国内在这方面的空白；二是添加粉剂与轴承钢的新型合金，发明工业制备高品质特种轴承钢，通过原创发明填补国内在这方面的空白；三是添加粉剂与齿轮钢的新型合金，发明工业制备高品质特种齿轮钢，通过原创发明填补国内在这方面的空白；四是添加粉剂与金刚石、CBN 及通用材料有机结合制备全新全系列新型功能材料，通过原创发明填补国内在这方面的空白。



（四）目前研发存在的问题

超硬高强韧新材料研究团队到目前为止已经形成了年产 300 吨纳米过渡金属陶瓷添加粉剂（产值约 4 亿元）、年产 300 吨粉剂超硬高强韧合金（产值约 2 亿元）的生产能力。这在整个创新研究项目的商业应用前景中还只占极小的比重，进一步的创新研究和推广运用成果还将带来更大的社会效益。但是，在未来的创新研究中团队将面临许多困难：一是系列研究设备不全；二是试验成品的检测设备缺乏；三是研究团队成员少；四是研究和推广应用经费极度匮乏；五是珠三角与国内市场对超硬高强韧新型材料的认可与接纳尚存在较大的时滞效应；六是超硬高强韧新材料目前尚无国家标准。

四、新型材料的“融珠”战略效应

珠江三角洲是我国改革开放的前沿阵地，对于战略性新兴产业的产品具有很高的敏感性和实际应用需求。可以预见，研究团队创新研究的超硬高强韧新材料在增强韶关“融珠”能力的同时，也必将大力地推动珠三角经济的发展，形成韶关与珠三角融合发展的良好局面。

（一）创新成果的需求分析

研究团队目前取得的创新研究成果虽只是整个项目中极小的一部分，却有着非常巨大的市场需求。

1. 表面功能材料

材料表面技术是 20 世纪 80 年代以来世界十项关键技术之一，30 余年来已迅速发展成为一门新兴的跨学科的综合性的先进工程技术。表面工程技术利用物理、化学、电子学、机械学、材料学等多学科的最新知识对产品或材料表面进行热处理，从而赋予材料表面减磨、耐磨、耐蚀、耐热、抗氧化、抗疲劳、防辐射以及声光电磁热等特殊功能，这项技术不仅科技含量高、产品附加值高、综合收益大、投资见效快，而且节约材料资源、保护环境、降低能耗，所以它的应用极其广泛和重要。材料表面技术的基础和关键是研究与开发具有各项超级功能的新材料，本文主要讨论超硬高强韧表面功能材料。目前，团队开发研制的系列纳米过渡金属陶瓷添加粉剂大都具有超硬高强韧的特性，是非常好的超硬高强韧高温表面功能材料，可广泛用于火箭、喷气飞机的喷口、复合装甲、防弹衣、镀铝用蒸发舟、研磨材料、航空航天发动机、核工业、超导材料制备等领域。目前，团队成员的企业合作方制备的两个编号的粉剂已经获得了月销售 200 万元的订单。根据文献及资料分析^①可以判断，在 3~5 年内，超硬高强韧

^① 谢佳明，董合凤，张鹏鹏，等．材料表面改性技术的发展研究[J]．科技展望，2016（4）．



表面功能材料的市场需求至少将达到 70 亿元以上。

2. 高品质耐磨钢

耐磨钢是广泛应用于冶金、矿山、建材、电力、铁路和军事等各种磨损工况的一类耐磨材料，重点部件包括挖掘机斗齿、球磨机衬板、破碎机颚板、破碎壁、轧臼壁、拖拉机履带板、风扇磨冲击板和铁路道岔等。据统计，机械装备及其零件的磨损所造成的经济损失占国民经济总产值 4% 左右。因此，解决磨损和延长部件的使用寿命成为设计、制造和使用各种机械设备所需要考虑的首要问题，耐磨材料已成为影响现代生产效率的重要因素^①。高品质耐磨钢具有很高的综合力学性能、耐磨性能和较长的使用寿命。通过高铬锰钢与添加粉剂合金的理论计算实验、成功合金实验以及工况的实际使用效果，研究团队表示，新型高铬锰钢的综合力学性能和品质已经远远地高于国内外同类产品的力学性能，硬度与韧性提高 3 倍以上，对目前国内广泛使用的高铬锰钢有着极大的替代意义。它的广泛使用能带来巨大的资源节约、能源节约和经济效益，还能迅速缩小我国在耐磨机械制造方面与发达国家先进制造机械设备的差距。

根据行业协会的年度工作报告、广东省统计年鉴、中国统计年鉴、工业统计年鉴等资料以及研究估算，珠江三角洲及全国高品质耐磨钢一年需求大致为 100 万吨，产值约为 75 亿元。

3. 刀具钢

本文讨论的刀具钢市场主要指疏浚工程使用的绞吸式挖泥船的绞刀市场、地下综合管廊工程使用的盾构机刀盘市场、交通工程使用的水泥路面破碎刀市场和各类金属切削刀具市场。

研究团队调研结果显示，绞吸式挖泥船的绞刀和盾构机刀盘刀片在珠三角地区有着巨大的市场需求。以绞刀为例，中交建第四航务工程局和中交建广州航道局在南海岛礁吹填、港珠澳大桥建设、珠江河道疏浚等工程中都对绞刀有着极大的需求。但是，目前绞刀硬度与韧性都不能适应疏浚工程较为恶劣的工作环境。一般国产绞刀齿使用寿命不足进口绞刀齿使用寿命的一半，即使是进口刀齿，在施工过程中也需要较频繁地更换绞刀齿，这既影响挖泥船的工作效率，又增加运行成本。据初步耐磨实验显法，团队已成功研究出新材料，其耐磨性能是目前刀齿制造材料的 27 倍，而成本仅略为增加。盾构机的刀盘刀片也面临着绞刀同样的情况，它们共同形成了对超硬高强韧新型材料的巨大需求市场。

根据行业协会的年度工作报告、广东省统计年鉴、中国统计年鉴、工业统计年鉴等资料以及研究估算，珠江三角洲及全国的刀具市场需求预测大数如表 2 所示。

^① 谢敬佩. 耐磨铸钢及熔炼 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.

表 2 刀具钢市场规模

	绞吸式绞刀	盾构机刀盘	工程破碎刀	金属切削刀	合计
珠三角需求 (亿元)	2	3	3	19	27
国内需求 (亿元)	10	40	15	100	165
合计	12	43	18	119	192

4. 高品质模具钢

模具钢是用来制造冷冲模、热锻模、压铸模等模具的钢种。模具是机械制造、无线电仪表、电机电器等工业部门中制造零件的主要加工工具。模具生产技术水平已经成为衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志,在电子、汽车、电机、电器、仪器、仪表、家电和通信等产品中,60%~80%的零部件都要依靠模具成型^①。但模具钢的品质是反映模具生产技术水平的最重要因素,而我国目前的冷作模具钢和热作模具钢与国外高品质模具钢 H13 比较,还存在很大的差距。因此,提高我国模具钢的品质对于提高制造业技术水平具有重大的意义。根据国外高品质模具钢的主要成分,结合研究团队在高铬锰钢与添加粉剂合金的成功实验及理论计算,模具钢 H13 与添加粉剂合金的品质高于国外同类产品的力学性能,以其替代国外高品质模具钢和国内要求较高模具钢,将极大地促进我国制造业水平,为制造商带来巨大的经济效益。

根据行业协会的年度工作报告、广东省统计年鉴、中国统计年鉴、工业统计年鉴等资料以及研究估算,珠江三角洲及全国模具钢市场需求预测数如表 3 所示。

表 3 模具钢市场规模

	冷压工模具钢	热压工模具钢	塑料模具钢	合计
珠三角需求 (亿元)	0.5	9	100	109.5
国内需求 (亿元)	3	77	270	350
合计 (亿元)	3.5	86	370	459.5

5. 轴承钢

轴承钢是特殊钢中最具代表性的钢种,其服役条件恶劣,使用性能要求较高,是生产难度最大、质量要求最严、检验项目最多的钢种之一。国际钢铁界通常把轴承钢的质量水平视为反映钢铁企业特殊钢生产技术和产品质量水平的重要标志。我国轴承钢的质量、性能、绿色化水平还不高,高端轴承钢产品与国际先进水平仍有较大差距。我国目前轴承钢的主

① 干勇,杨卯生.特种合金钢选用与设计 [M].北京:化学工业出版社,2015.





要品种有高碳铬轴承钢 GCr15、GCr15SiMn, 渗碳轴承钢 G20CrMo、G20CrNiMo、G20CrNi4, 中碳轴承钢 65Mn、50CrVA、50CrNi、55SiMoVA 等。其中, GCr15 消费量占轴承钢消费量的 95% 以上。目前主要生产的韶钢产品是 GCr15, 该产品在轴承钢中属于大路货, 市场竞争激烈。根据国外高品质轴承钢的主要成分, 结合研究团队在高铬锰钢与添加粉剂合金的成功实验及理论计算, 添加粉剂轴承钢的耐磨性、耐疲劳强度、高温性能、硬度、韧性、使用时间等力学性能都有可能达到或超过国外同类产品。以之替代国外高品质轴承钢和国内要求较高的轴承钢, 将能满足我国各类高端轴承钢制造的需要, 并带来巨大的经济效益。有资料数据显示, 2015 年我国轴承钢消费量为 360 万吨左右^①, 产值约为 162 亿元。

6. 齿轮钢

齿轮钢主要应用于汽车、工程机械及机械制造业的传动部件。高质量的齿轮钢不但要有良好的强韧性、耐磨性, 能很好地承受冲击、弯曲和接触应力, 还要求变形程度小、精度高和噪声低。我国齿轮钢的钢种主要有 20CrMnTi (占 58%)、Cr 系、Mn - Cr 系、Cr - Mo 系、Cr - Ni - Mo 系、Cr - Mn - B 系等。与发达国家高品质齿轮钢比较, 我国齿轮钢的力学性能还存在较大的差距, 提高齿轮钢的品质对于我国制造业的发展具有十分重要的意义。根据国外高品质齿轮钢的主要成分, 按第一性原理方法的理论实验计算, 添加粉剂齿轮钢的耐磨性、强韧性、抗弯强度、抗冲击强度和接触应力等力学性能都有可能达到或超过国外同类产品。以之替代国外高品质齿轮钢和国内要求较高的齿轮钢, 将能满足我国各类高端齿轮制造的需要, 并带来巨大的经济效益。有资料数据显示, 2015 年我国齿轮钢消费量为 300 万吨左右^②, 产值约为 105 亿元。

7. 轻金属与添加粉剂合金

轻金属与添加粉剂合金主要是指铍、铝、镁、钙、钛、钒、铌等相对原子量较轻的一种或几种金属与添加粉剂的合金。根据第一性原理方法的理论实验和研究团队的工厂实际制备结果, 这些合金大都具有很多特殊的力学性能, 比如超硬、高强度、高韧性、抗疲劳等, 在航空航天、武器装备、医疗、特高层建筑等方面都有极广泛的应用。根据目前工业制备及加工水平, 我们估算近几年可以达到 30 亿元的产能水平。

综合上述, 较保守地估计, 新型材料的市场需求都超过 1 000 亿元, 如果新材料的替代率平均按每年 10% 计算, 年产值可以达到 100 亿元。

(二) 创新成果的产业效应

韶关纳米过渡金属陶瓷添加粉剂的创新研究和超硬高强韧新型材料工

① 霍咚梅, 肖邦国. 我国轴承钢生产现状及发展展望 [J]. 四川冶金, 2015 (2).

② 翟正龙, 轴承钢. 齿轮钢需求现状 [J]. 莱钢科技, 2011 (3).



业制备技术的突破，必将推动韶关战略性新兴产业的崛起，促进韶关传统支柱产业迅速转型升级，从而推进韶关主动融入珠三角战略的进程，实现韶关的振兴发展。

1. 表面功能战略性新兴产业的发展

团队创新成果的表面功能战略性新兴产业的产业效应主要体现在两个方面。一是在关键核心技术标准与设备的设计和制造方面。产业表面功能材料是国家战略性新兴产业重点扶持产业，表面功能材料的工业制备核心技术与设备生产和材料具有同样广泛的市场前景。团队研究发明的关键技术、专利或未来将完成的更全面更深入的系列核心技术和关键制造设备将填补国内这一类表面功能材料关键技术生产和设备制造的空白，形成新的标准，成为行业的引领者，也将会在韶关催生出超硬高强韧新材料的工业制备技术及设备设计、制造的新兴产业，保守估算可在近3~5年内形成20亿元的产值。二是在系列表面功能新材料的产出方面。高纯度低生产成本系列纳米过渡金属陶瓷添加粉剂的生产将快速形成居国内领先地位的系列超硬高强韧表面功能新材料，保守估算可在近3~5年内形成50亿元的产值。

2. 硬质合金战略性新兴产业的发展

通过粉末冶金技术我国已经形成了以金属钨为主要元素的硬质合金刀具钢系列，例如，YG系列和YT系列刀具钢等。研究团队通过新技术、新设备成功合成的新型硬质合金，在硬度、强度、韧性和耐磨性等方面均已经超越目前国内同类刀具钢材料，达到或超过国外同类刀具钢的水平，而生产成本只与目前国内同类产品生产成本持平或略低。可以预见，新一代刀具钢及刀具产业完全有可能替代传统刀具钢及刀具，可在3~5年内产生近100亿元的产值。这一类刀具钢主要包括绞吸式绞刀、盾构机刀盘、刀片、水泥路面破碎刀具和金属切削刀具等。高品质的绞吸式绞刀、盾构机刀盘刀片等都是目前珠三角地区河道疏浚、南海岛礁吹砂、地下管廊工程、交通隧道建设等工程急需的产品。韶关应用团队研究成果完全有可能迅速地形成规模产业，在1~2年内替代目前的低品质刀具，实现与珠三角相关产业的深度融合。

3. 特殊钢铸件战略新材料产业的发展

耐磨钢广泛运用于我国的矿山等行业。团队的理论研究与现场实验都表明，应用添加粉剂与高铬锰钢的新一代耐磨合金在硬度与韧性两个方面出现了大幅度提高，大大提升目前普遍使用的高铬锰钢的力学性能，同时降低贵金属铬的使用量、节约资源、降低生产成本。韶关的韶铸集团在广东铸钢行业具有较大的产能和技术优势，如果能够在特殊钢铸件方面与团队进行深度的科研与生产合作，可能将形成针对珠三角或国内外市场的系列超硬高强韧的特殊钢铸件系列，形成新的国家特殊钢铸件标准，引领高品质耐磨钢的生产行业。根据钢联网数据及相关资料，较保守地估计，韶