

科学创新与工程应用并举， 创建材料表面工程技术研究开发平台

——广州有色金属研究院材料表面工程所及广东省现代表面工程技术实验室



重点实验室主任
周克崧

广州有色金属研究院材料表面工程所是广州有色金属研究院最主要的研究开发部门之一，经过多年的发展，已成为具有相当规模的现代材料表面技术与工程的创新平台。建立了一支结构合理、学术思想活跃、能承担各类重点项目的老中青相结合的研发队伍；形成了以院为依托，人、才、物相对独立核算的经济实体，并实行“开放、流动、竞争、协作、高效”的运行机制；取得了大量的科技成果，开发出一批市场前景良好、技术难度较大的产品；与国内外高校、研究院所建立了稳定的交流合作关系。在此基础上建立了“广东省现代表面工程技术重点实验室”、“广东省表面工程工程技术研究开发中心”以及“广东省金属材料公共实验室表面工程分部”，并成立了以中国工程院院士胡壮麒、丁传贤、**闻立时**、周克崧为正副主任的学术阵容强大的学术委员会，购置了各种先进的实验设备和分析测试仪器 100 多套，价值 3 000 多万元。近几年争取到新立项及在研项目 30 多项，其中国家 973 项目 1 项，国防科工局军品配套项目 14 项，国家科技部攻关项目 3 项。取得纵向课题经费 3 000 多万元，技术服务及产品收入每年均超过 5 000 多万元，20 多项科技成果通过鉴定，10 多项获科技进步奖（其中国家科技进步二等奖 1 项，省部级科技进步一等奖 2 项），申请专利 20 多项，发表论文 150 多篇，出版专著 2 部、参编著作 3 部。



广东省现代表面工程技术实验室被评为广东省优秀实验室

1 建立了具有鲜明特色与优势的现代材料表面技术与工程的研发平台

广州有色金属研究院材料表面工程所占地 10 000 平方米，建筑面积 6 500 平方米。下设 4 个研究室：热喷涂技术研究室，激光技术表面改性研究室，PVD、PCVD 技术研究室及表面分析测试研究室。2 个产业化基地：广州金棠表面工程技术有限公司和广州粤鑫激光科技有限公司。

近年来，材料表面工程所根据现代材料科学与工程的特点和自身的定位及特色、优势，承担了国家高新技术、军工新材料、省市重点课题研究，并特别注意科技成果的工程化研究，从而加速了由研究到应用的进程。采用多种基体

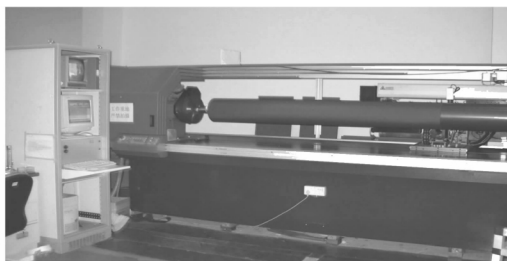
材料与表面的复合、多种膜层的复合技术，开发出性能优异、能满足使用要求的涂层材料。并将已获得的国家级、省部级科技进步奖的研究成果，快速转化成为产品，使其研究成果的经济效益和社会效益最大化。经过多年发展，初步形成了具有以下鲜明特色与优势的现代材料表面工程与技术领域。



研究所实验室外观



万瓦级激光表面改性设备



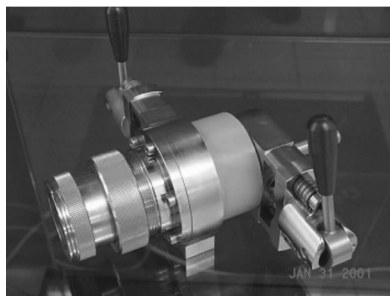
英国进口激光雕刻设备



自主研发低压等离子喷涂设备

1.1 以高速火焰喷涂(HVOF)和低压等离子喷涂(LPPS)为主的热喷涂厚膜涂层技术

目前,材料表面工程所热喷涂技术研究与工业应用居国内领先地位。其热喷涂设备在国内最为齐全。拥有大型机器人持枪操作的低压等离子喷涂系统、美国进口的超音速火焰喷涂系统、德国进口的低温高速火焰喷涂系统及三阳极等离子喷涂系统等多种先进装备,承担了多项国家863、973、国防军工等高科技研究项目。如:该所研发的军



德国进口三阳极等离子喷涂设备

用航空发动机涡轮涂层叶片达国际先进水平,已批量化生产并装备部队;承担的军工配套项目“超音速火焰喷涂涂层替代电镀硬铬涂层的研究”圆满完成,研制出的新型涂层——WC-Co金属陶瓷涂层性能全部超过电镀硬铬的性能,减少了电镀硬铬过程带来的环境污染,为今后大幅度提高我国飞机起落架的性能奠定了技术基础。又先后研发了 Cr_2O_3 陶瓷涂层、Ni基金属陶瓷涂层替代电镀硬铬的生产工艺,该工艺技术先进,生产技术示范性强,环境污染小,制备的涂层性能明显优于电镀硬铬。

1.2 以先进的非平衡磁控溅射加无灯丝长条离子源辅助加多弧离子镀相结合的复合离子镀和等离子辅助化学气相沉积为主的材料表面薄膜沉积技术

材料表面工程所在材料表面薄膜沉积多项技术和工业应用方面均居国内领先地位。采用表面薄膜沉积技术实现了具有纳米颗粒强化的掺金属类金刚石膜的工业化应用,并在高精密模具及工具上得到应用;同时开发出高性能TiN/ZrN, CrTiAlN, TiAlN等多元多层涂层,并实现了工业规模的应用。

1.3 以激光表面改性和离子复合强化处理技术为主的材料表面强化与改性技术

材料表面工程所在材料微细精密加工领域,采用具有自主知识产权的 Cr_2O_3 陶瓷涂层制备技术与激光精密雕刻技术,研制的激光雕刻陶瓷网纹辊具有国内领先水平,替代了进口产品,取得了良好的经济效益,实现销售收入上亿元,发展势头良好。并在激光熔敷领域开发出多项先进技术。

1.4 较完善的分析检测技术

拥有大型金相显微镜、扫描电子显微镜、显微硬度计、划痕仪、厚度计、磨损试验机、粗糙度仪、微区电子探针、X射线衍射等分析检测手段,开展以共性应用基础理论研究为主的基础理论研究,为工艺研究提供理论技术指导和咨询服务。



美国进口超音速喷涂设备

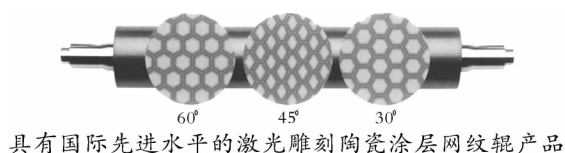


带长条离子源多功能离子镀膜机

2 成功地将一批科研成果和高新技术产品推向市场

近年来,材料表面工程所成功地将一批科研成果进行了产业化开发与应用。如“电镀行业清洁生产示范项目——热喷涂技术替代电镀铬的工艺及应用研究”项目,该项目属公益类研究开发项目。在该项目的带动下已研制出多种高性能的涂层材料,如 WC-Co 金属陶瓷涂层、 Cr_2O_3 陶瓷涂层、Ni 基合金涂层等,这些涂层可在一定领域替代电镀硬铬涂层,且性能明显优于电镀硬铬涂层。专家评价:“材料表面工程所研究的热喷涂技术替代电镀硬铬的生产工艺技术具有自主知识产权,整体设备和技术水平起点高,代表了当今热喷涂技术的发展方向,处于国内领先地位”。材料表面工程所开发的 WC-Co 金属陶瓷涂层瓦楞辊已实现产业化,年涂层加工服务额达到 2 000 万元;“采用热喷涂技术制备高性能包装印刷工业关键部件”项目已实现成果转化;研发出的新产品——激光雕刻陶瓷网纹辊,已进入市场,年销售额已达 1 500 万元,为广东省印刷行业提供了优质产品,替代了进口产品,降低了

生产成本;“高保真类金刚石/钛复合扬声器振膜与扬声器开发”项目得到专家们的一致好评,认为该所研制的振膜已达到国外的先进水平,属国内首创,同时也是我国发展先进振膜材料的重大进步,现已进行批量化生产,已在专业喇叭、汽车音响喇叭上得到应用,并出口国外,为我国音响设备高档化作出了贡献,为我国创“中国声”奠定了基础;“大面积类金刚石膜工程化制备技术研究和在高精度工模具上的应用”项目也已取得突破性进展,研制的掺金属类金刚石膜已用于各类精密工模具上,特别是高精度、高表面光洁度的精密模具上,大幅度提高精密工模具的使用寿命,降低制造成本,替代了进口产品。该项技术的推广应用提高了我国工模具的制造技术水平。



具有国际先进水平的激光雕刻陶瓷涂层网纹辊产品

WC/CoCr涂层强化瓦楞辊产品,
国内市场占有率达到30%以上

小型多功能离子镀膜机

材料表面工程所还十分注重与企业的横向联系,积极向企业提供技术咨询、技术培训等服务。如每年都为大亚湾核电站提供表面工程领域的维修服务,企业每年可节约一千多万元的费用。该所下设的广州金棠表面工程技术有限公司和广州粤鑫激光科技有限公司,专门从事表面工程技术推广应用,已取得很好的经济效益和社会效益。另外该所的表面分析测试研究室每年都为广东省的上百家企业提供分析测试、失效分析以及技术咨询服务,实现了面向社会、面向企业的宗旨。

3 人才培养与学术交流

材料表面工程所现有员工 100 名,其中教授级高级工程师 11 人,高级工程师 14 人,45 岁以下科技人员占 80% 以上。形成了以周克崧院士为学术带头人、以中青年为一线骨干、老科技工作者为顾问的人才梯队,形成了研究、开发、市场开拓、管理等各类人才齐全的研发团队。该团队分工协作,团结善战,学术思想活跃,能承担重点课题研究。

该所和广东工业大学被国务院学位领导小组办公室批准为材料学博士学位授予点,开展博士的培养工作。与华南理



实验室主任
周克崧院士



表面工程专家广州有色金属研究院
副院长刘敏



广州有色金属研究院
材料表面所所长代明江

工大学、中南大学达成协议,联合培养硕、博研究生,实验室人员周克崧、刘敏、代明江、戴达煌、陈和兴、邓畅光、侯惠君已被聘为兼职教授。周克崧还被中南大学、华南理工大学、广东工业大学聘为博导。另外,该所也已申请到博士后工作站,在读博士生、研究生15名,已形成了初步的人才培养格局。



徐滨士院士和波兰专家
访问本研究所



师昌绪率院士团
访问本研究所



周康院士
访问本研究所



胡状麒、闻立时、柳百新院士
参加实验室学术活动并做重要学术报告

材料表面工程所近几年共发表论文150多篇,出版《金刚石薄膜沉积制备工艺与应用》和《现代材料表面技术科学》专著2部,参编《中国科学技术前沿》、《有色金属材料咨询报告》、《现代表面工程设计手册》著作3部。其中100万字的《现代材料表面技术科学》一书的出版,在表面科学与工程界得到了好评,该书不仅是对近30年来现代表面科学与技术总结和概括,也是对材料表面工程所20多项表面技术研究成果的总结和高度概括,实用性强、知识面广。

材料表面工程所还十分重视与国内外高校、科研单位以及先进企业间的合作与交流,如与清华大学、北京航空航天大学、跨国公司苏尔寿美科、日本FUJIMI、德国GTV等单位有着长期的合作与交流。近年来,到该所进行了参观访问和学术交流的院士达80多人次,部分院士做了精彩的学术报告。该所还承办了各类会议,联合承办了“广东省金属材料研究与应用研讨会”、“第八届中俄双边新材料新工艺研讨会”等。同时,派出了大量研究人员赴美国、日本、瑞典等国家,参加各种会议,进行学术交流。通过参观访问和技术交流,开拓了科研人员的视野,吸收了许多新知识,从而提高了研究水平和材料表面工程所的知名度。(本刊记者)