

薪火相承一甲子 材料筑梦新时代

——中国科学院上海硅酸盐研究所独立建所六十年发展纪实

■仲鹤 毛朝梁 彭芳 本报记者 黄辛

悟空、墨子、天宫、北斗……这些国人耳熟能详的国之重器，无不镌刻着她的名字；欧洲核子中心大型正负电子对撞机、紧凑型螺线管探测器……这些国际著名的科学装置，也都留下了她的烙印。

她就是我国无机材料领域历史最悠久、学科门类最齐全的研究机构——中国科学院上海硅酸盐研究所(以下简称上海硅酸盐所)。

上海硅酸盐所溯源于1928年成立的中央研究院工程研究所(以下简称工程所)。1950年,工程所改建为中国科学院工学实验馆,成为中国科学院首批建立的15个研究机构之一,后更名为中国科学院冶金陶瓷研究所,专攻陶瓷、玻璃、冶金三大领域;1959年独立建所,定名为中国科学院硅酸盐化学与工学研究所;1984年更名为中国科学院上海硅酸盐研究所。

2019年,上海硅酸盐所迎来了独立建所60周年、工程所建所91周年华诞。一甲子栉风沐雨,近百年春华秋实。发扬艰苦奋斗、勇于攀登的科学精神,上海硅酸盐所不忘初心,继续开来,在基础与前瞻性研究、高技术研究、产业化关键技术与成果转化等方面取得了一系列具有重要影响力的研究成果,为国家安全、国民经济建设和科技进步,为提升我国科技的世界地位作出了杰出贡献——

先后获国家、中国科学院、上海市等省部级以上各类科技奖400余项,其中国家发明奖30项、国家自然科学奖9项、国家科技进步奖15项;

申请专利3300余项,获专利授权1800余项;发表科技论文的国际被引用数在全国科研机构中连续15年排名前8名;

培养博士、硕士研究生3000余名,为国内外众多科研机构、大学、企事业单位输送了大批优秀的科研及管理人才。

开创新河 多个“率先”

早在1928年,工程所就开展中国古陶瓷技艺的科学研究,寻找改进当时陶瓷工业的途径,发展机械制瓷法,试制特种工业瓷,同时开展耐火材料的研制。

从1929年至1932年,时任所长周仁率队三赴杭州对南宋官窑遗址进行考察发掘,两赴景德镇开展实地调查,撰写了我国古陶瓷科学技术研究的第一篇论文《发掘杭州南宋官窑报告书》和我国陶瓷科学技术研究的第一篇论文《中央陶瓷试验工场工作报告》,开创古陶瓷研究风气之先,为古陶瓷研究奠定了科学基础。

新中国成立后,工程所获得了新生。严东生带领科研人员开展含氟晶石对耐火材料侵蚀机理与合理选材的研究并攻克了这一世界难题,为我国钢铁工业的发展作出了重要贡献;殷之文则领导完成了高压电瓷用原料及胎釉配方和制备工艺研究。

1959年独立建所后,上海硅酸盐所先后开创了我国结构陶瓷、功能陶瓷、人工晶体、特种无机涂层、特种玻璃以及无机非金属材料分析测试与表征等多个研究领域,为我国先进无机材料科学技术的发展作出了开拓性贡献——

率先开展高温氧化物陶瓷研究。上世纪60年代,研制出大尺寸高铝氧质陶瓷,为提高广播电台发射功率作出重要贡献;1990年,上海硅酸盐所等联合研制成功我国第一台无水冷却陶瓷发动机,“氮化硅陶瓷组合活塞”成果获1990年中国科学院十大科技成果之首。

率先开展压电陶瓷研究。自主研发了一批功能陶瓷材料和元件,成为世界上功能陶瓷系列最完备的研究中心之一,推动了我国电子陶瓷材料的产业发展。

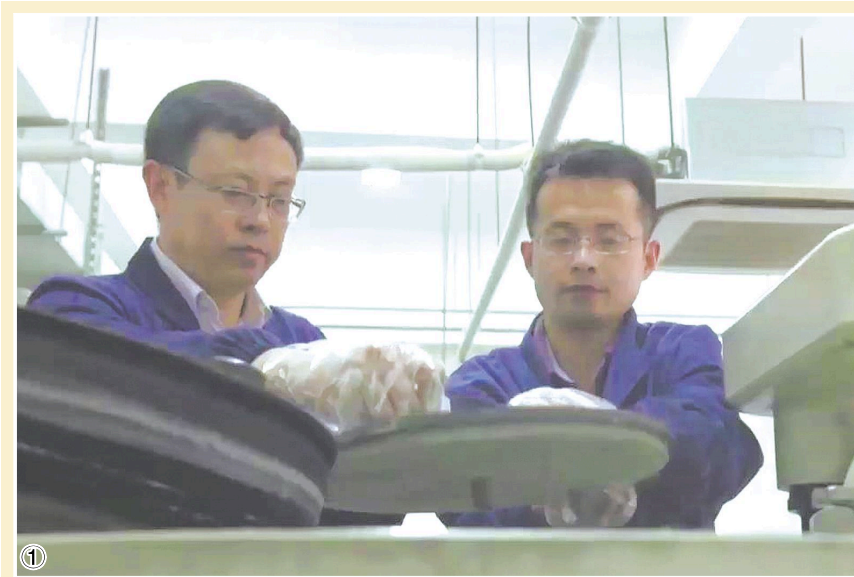
率先建立火焰喷涂陶瓷涂层工艺,研制出我国第一台等离子喷涂装置,开创了我国特种无机涂层的先河;研制的热控涂层成功应用于中国第一颗人造地球卫星“东方红一号”,此后又先后研制出航空航天用热控涂层30余种,为我国一系列卫星的发射成功作出了卓越贡献。

率先开展微晶玻璃材料与应用研究,在国家专项工程中成功应用;率先开展光通信用光纤研究,提供了我国第一根光纤通信试验线路的光纤。

率先开展陶瓷基复合材料研究,成功应用于我国航空航天领域,相关成果获得1981年国家发明奖一等奖。

率先研制成功云母大单晶和激光红宝石长杆晶体,在国际晶体界引起轰动。上世纪80年代,应国际知名高能物理学家、诺贝尔奖获得者丁肇中邀约,上海硅酸盐所为欧洲核子研究中心(CERN)建设世界最大正负电子对撞机研制大尺寸、高质量钨酸铍(BGO)晶体。

大尺寸BGO晶体的成功研发,为上海硅酸盐



①中国科学院上海硅酸盐研究所科研人员在实验室工作
②高能物理用钨酸铍(BGO)闪烁晶体
③中国科学院上海硅酸盐研究所特种无机涂层中心工作场景



所在晶体界和国际高能物理界赢得了极高的声誉,创造了改革开放后我国科学家参与国际竞争的一个里程碑式的成就。“坍塌下降法工业生产钨酸铍大单晶方法”获1988年国家发明奖一等奖。

此后上海硅酸盐所又研制成功铁电晶体、声光晶体和一系列功能晶体,在人工晶体领域做出了开创性工作,取得了显著的社会经济效益。

踔厉奋发 成果涌现

1999年,上海硅酸盐所作为中科院首批知识创新工程试点之一,结合国家战略需求和学科发展方向,新部署了一批能源、环境、信息、生物材料研究课题和先进无机材料前瞻性研究课题,在学科前沿领域的原始创新、以重大需求为导向的科技创新、工程化研究以及促进产业发展等方面取得了丰硕的成果——

在国内率先开展了各种纳米氧化物粉体的制备和性能研究,发展了一系列新型介孔主体复合材料,成为国际介孔主体材料领域重要研究力量之一。“能在血管中通过的纳米‘药物分子运输车’”这一研究成果入选“2005年中国十大科技进展”;开发出少量贵金属负载的微型介孔复合材料,成功应用于汽车尾气三效催化。

自主研发的扫描电声显微镜是国内外至今唯一实现商品化的电声显微镜,被誉为“我国大型科学仪器出口到发达国家和地区的成功范例”,获2005年国家技术发明奖二等奖。

成功实现了大尺寸掺杂钨酸铍(PWO)闪烁晶体的规模化生产,性能达到国际领先水平,为CERN建造紧凑型螺线管探测器的电磁量能器提供了高质量PWO晶体。研究成果获2007年国家技术发明奖二等奖以及CERN颁发的CMS晶体奖。

进入新时代,上海硅酸盐所紧密围绕中科院率先行动计划,积极推进特色所建设,主动融入上海科创中心建设,聚焦先进制造、能源、信息、环境与健康、国防工业等重点应用领域,继续开来、推陈出新,解决了一批“卡脖子”的关键材料问题,取得了一批新的有影响力的科技成果——

研制出目前世界上最大尺寸的单体碳化硅光学部件,其单体口径、减重率和轻量化结构复杂程度均为国际领先。相关成果在墨子号、天宫二号、风云四号、高景一号等卫星和空间相机上应用,获2012年国家技术发明奖二等奖。

研制出陶瓷基高可靠复合材料构件,首次将碳/碳化硅陶瓷基复合材料用于空间发动机喷管,获2013年国家技术发明奖二等奖。在国际上首次提出陶瓷基复合材料整体结构加强筋一体化设计理念,研制的支撑结构件应用于相关卫星与空间相机,助力我国光学卫星相机分辨率首次跨入亚米级,相关成果获2017年国家技术发明奖二等奖。

同时,围绕国家重大工程需要,开展了各类新型涂层材料的研究。一批新涂层应用广泛,特别是为各类气象卫星、导航卫星、通信卫星、侦察卫星、载人飞船和空间站等的正常发射和运行提供了保障。

首次提出了基于介孔孔道的“原位氧化还原法”的新理念,获得了高性能pH响应的新型锰基MRI造影剂。该研究成果获2011年国家自然科学

奖二等奖。制备出3种拥有自主知识产权的新型纳米药物诊疗体系。在国际上首次提出“纳米催化医学”肿瘤治疗新策略,相关成果获2014年上海市自然科学奖一等奖。

高性能热材料研究与器件研究亦取得突破。发展了“声子液体”热材料新概念,设计合成了一系列具有极低晶格热导率的新热电化合物,研发了转换效率位居国际前列的热电器件及级联器件,突破了从瓦级到百瓦级同素温差电池特种电源集成技术。相关成果获2013年国家自然科学奖二等奖、2014年国家技术发明奖二等奖。

高性能光电材料及器件研究也实现了新发展。国际上首次突破超大尺寸BGO晶体生长技术,2015年12月应用于我国首颗暗物质探测卫星“悟空”;研制的LYSO晶体成为空间高能辐射探测器首选材料。与行业龙头企业合作,研制出国内首款高清B超探头,打破了国外垄断;攻克了数种碳化物光电晶体的关键应用技术,批量应用于安检、物流和高能物理等领域,成为国内引领者。

在激光透明陶瓷、红外透明陶瓷设计方面,发现了系列高性能光电材料;发现了低堆积因子值的材料具有优异的光电转换性能的规律,被同行称为“普适模型”;发现的黑色氧化钛和高效半导体复合结构为太阳能利用提供了可持续发展的新策略。相关研究成果获2016年上海市自然科学奖一等奖、2017年国家自然科学奖二等奖。

在激光透明陶瓷、红外透明陶瓷研究方面,2012年实现4.5千瓦连续激光输出,接近美国激光介质性能。突破了粉体自给、复杂形状部件成型和烧结三项关键技术。研制出国内公开报道最大尺寸AION部件,制备出直径210毫米的YAG透明陶瓷半球冠罩,综合性能和异型部件研制能力国内领先。

转化应用 齐头并进

为更好地贯彻习近平总书记对中科院科研工作“面向国民经济主战场”的要求,上海硅酸盐所围绕先进制造、能源、信息、环境与健康、国防工业等重点应用领域,以需求为导向,重点推进新材料、新器件、新产品、新工艺、新技术、中试生产线等产业技术的研发与应用。

上海硅酸盐所与重庆、江苏等4个省级主管部门、湖州等14个地级市建立长期合作渠道,科技成果推广应用覆盖全国2/3省市区。新建慈溪创新中心、苏州研究院两家研发机构,构建“政府、技术、资本、市场”协同创新的平台,充分体现科技成果转化带动地方经济转型升级的社会价值。与500多家企业进行了产业对接,其中包括中科技集团、浙能集团等百亿产值的知名企业。通过“共建中心、技术许可、知识产权共享”等多种合作模式,推进成果转化,服务区域经济发展。

2017年,钕镍电池技术以5500万元现金+500万元作价入股实施转化,获北京首科三新基金A轮融资2.4亿元,2018年底建成了我国首条钕镍电池批量化生产线。高安全性钕镍储能电池实现成功转化,形成了“研究开发—中试—产业化—研究提升”产学研合作的良性循环,建立了从陶瓷、电池到储能系统的完整技术链,为我国此项技术的从无到有、从跟跑到未来领跑创造了条件。

绿色低碳成本钠储能电池也实现了商业化运行。在钠基储能电池工程化研制的基础上,科研人员开展了常温钠储能电池的研制工作,顺利完成单体电池的产品定型,建成了具备一定自动化、连续化程度的生产线。光储系统在上海市电力公司实现并网运行。2017年,水系钠离子电池技术获软银中国1.3亿元A轮融资,已建成国内首条20MWh生产线,产品达到欧美市场标准,已纳入日本软银全球光储计划。

凝心聚力 改革创新

科技成果的不断涌现,离不开党建工作的创新开展,来组织引领前沿探索、凝心聚力攻坚克难,也离不开科研环境的不断改善,来为科学研究提供坚实保障。

上海硅酸盐所党委以习近平新时代中国特色社会主义思想为指引,按照新时代党的建设总要求和“5+2”的总体布局,贯彻落实党中央、国务院和中科院党组决策部署,以党的政治建设为统领,持续增强党组织政治领导力、基层组织的自我净化力、文化凝聚力,全面提升党建工作质量,为建设一流研究所,实现“四个率先”提供坚强保证,以优异成绩谱写新时代改革创新发展新篇章。研究所获第五届“全国文明单位”称号,连续6届获“上海市文明单位”称号。

为提高服务国民经济主战场和国家重大工程的能力,上海硅酸盐所提出了建设新材料中试和关键材料工程化创新园区的方案。2015年7月,上海硅酸盐所与江苏省太仓市签订了建设太仓园区的协议,致力于将太仓园区建设成为新材料中试、重大工程用关键材料工程化研究和新材料企业孵化的基地。建设太仓园区是研究所开拓发展空间、建设开放型综合科技创新平台的重要举措。由此,上海硅酸盐所将形成成长宁园区(对外交流窗口)—嘉定园区(研发中心)—太仓园区(工程化基地)“三位一体”的科技创新园区布局。

同时,在科技体制改革上,上海硅酸盐所也站在了最前沿——

健全科研分类绩效评价体系。根据研究工作的不同特点,进行分类岗位设置。优化分类考核评价方法,进一步健全科研绩效评价激励机制。

基础研究方面,延长考核周期,考核以理论成果实际水平、在国内外的影响力为主要评价指标,强化个人贡献考核,建立竞争上岗和末位淘汰机制,加大人员待遇方面的投入。高技术研究方面,强化团队考核,注重成果的实际应用,在国家重大工程中的作用等,使科研人员通过其承担的任务实现高收入。产业化研究方面,重点考核科技成果转化效果及技术对产业发展的贡献,完善科研成果转化激励机制,人人有机会在成果转化中获得收益。

改革科研运行机制,实行项目分类部署,激发科研创新活力。针对应用基础研究、高技术研究、产业化等不同性质的工作,分类进行项目立项、绩效考评和奖励激励,提升重大成果产出能力和水平。

制定实施一系列成果转化政策,提高科研人员获得感。加大科技成果转化奖励,研发团队最高可获转移转化净收入52.5%的奖励,以此激发科研人员开展科技成果转化工作的积极性。

同时,上海硅酸盐所积极开展对外交流与合作。在国际方面,先后与欧洲核子中心、德国马普学会、日本国立材料科学研究所、美国通用电气、美国康宁、日本索尼、韩国三星等国际著名院所和公司签订合作协议,在诸多领域开展实质性合作。鼓励科研人员参与国际合作研究,国际交流的规模逐年上升,合作形式多样,合作层次显著提高,国际影响力日益增加,努力成为无机非金属材料领域全球科技创新的“中枢”。

作为在沪中科院研究机构,上海硅酸盐所积极融入上海科创中心建设,服务长三角经济发展——

与中科院上海光学精密机械研究所成立“超强激光材料联合实验室”,策划举办海底观测网上海创新论坛,为国家重大科技基础设施提供材料和器件支撑,服务上海张江综合性国家科学中心建设。

牵头上海地区人工晶体优势研究单位,谋划成立上海人工晶体研发与转化功能型平台,建成“上海晶体”创新网络,支撑上海与长三角地区信息技术及物联网、高端医疗影像技术、先进装备制造技术和国家重大工程的发展需求。

与上海电气和航发商发重型燃气轮机以及航空发动机高温单晶叶片需求为牵引,谋划建立空间材料实验地面模拟平台,纳入上海高温合金战略规划,支撑上海战略性新兴产业和国家重大专项任务。

积极服务长三角经济发展,与上海市嘉定区共建先进材料产业技术研究院,引进上海麓路资本推进“三个一公里”的成果孵化与转化;携手嘉定、太仓等地方政府,积极融入“嘉昆太”协同创新核心圈建设;借力浙江区域产业优势,打造湖州中心、慈溪中心、平湖中心特色服务与示范平台。

人才辈出 精神永续

一路走来,上海硅酸盐所的成长始终与人才培养和科研团队的建设密不可分。在一代代科学家的言传身教下,一支支“肯吃苦、勇创新、善攻坚、能合作、顾大局、讲奉献”的科研团队锤炼成长,形成了“顾全大局、克难攻坚、求真务实、严谨治学、甘于奉献”的优良传统,培育了“求真、务实、协作、奉献”的所风精神,为上海硅酸盐所的持续发展积累了宝贵的精神财富。

首任所长、中国科学院学部委员(院士)周仁是我国的材料科学大师,是著名的冶金学家和陶瓷学家,我国特殊钢和合金钢铁研究的开拓者与奠基人,我国古陶瓷科学研究的奠基人。第二任所长、两院院士严东生是国际著名的材料科学家、中国先进无机非金属材料科学的奠基人,被国际无机材料科学界誉为最有影响力的学术领导人之一。在不断发展、勇攀高峰的峥嵘岁月中,上海硅酸盐所走出了殷之文、李家治、郭景坤、丁传贤、江东亮等优秀科技工作者。

多年来,上海硅酸盐所汇聚和造就了一大批为中国科技事业做出重大贡献的科学家。他们中很多人已成为优秀的学科带头人,正为上海硅酸盐所的发展、为中国无机非金属材料研究事业的不断进步奉献着宝贵的青春。

雄关漫道真如铁,而今迈步从头越。当前,世界正迎来新一轮科技革命和产业变革,全球创新版图正在重构,全球经济结构正在重塑。面对良好的历史机遇期,上海硅酸盐所人将继续发扬老一辈科学家的精神,准确研判新时代我国科技创新战略新格局,准确把握新一轮科技革命带来的历史机遇;认真对标党中央、国务院对科技创新工作的新要求,对标中科院党组决策部署,对标上海科创中心建设要求,全面梳理在关键应用领域中存在的材料问题,加强在信息通信、生物医药、先进制造、能源技术、航空航天等领域材料的战略布局与原始突破,着力解决在事关国家战略安全与国民经济建设中的材料短板问题,为我国科技发展提供可信、可靠、可倚仗的材料支撑;同时,强化原创性、引领性、颠覆性、系统性科技创新,构建符合科技发展规律、满足科技发展需求的科技创新体系,提升为国家提供高端有效供给的能力。

硅酸盐所人将以更高的战略定位和更加开阔的视野,迎接新一轮科技革命与产业变革,推动研究所向着国际一流科研机构目标迈进,为加快建设创新型国家和世界科技强国,不断作出应有的贡献!

