

编者按：合抱之木始于毫末，万丈高楼起于垒土。凡有大成者，非须臾之间，亦不可负一石、一草、一木、一砖、一瓦之功。与大国重器的光芒万丈相比，基础研究的创造往往被忽略，却仍有一群人不求名禄加身、甘为奉献前行。

以材造梦 守望苍穹

——记中国科学院上海硅酸盐研究所先进碳化物陶瓷材料研究团队

□ 吴彪 李桐 吕腾波



团队带头人黄政仁

生于1978年，它与改革开放共庆40周年。

40岁，正值壮年，经历过20世纪80年代的意气风发，也曾筚路蓝缕地开荒斩棘，从涤故更新到一往无前，中国科学院上海硅酸盐研究所先进碳化物陶瓷材料研究团队（以下简称：先进碳化物陶瓷材料研究团队）始终瞄准工程化目标，隐于国之重器背后，推动新材料领域的创新、长足发展，助力国家制

造业驶向“中国制造2025”的绿色转型航道。

“实现大国向强国的发展，我们国家大力提倡在制造业中全面思索、创新。而在中国制造业占有举足轻重地位的是基础材料，没有五花八门的材料、各种性能的材料，要设计一个新东西等同于无米之炊。”中国工程院院士、中国科学院上海硅酸盐研究所研究员江东亮道出强国发展战略的一大关键。作

为国内实现机械密封材料研发国产化的第一人，江东亮对无机陶瓷材料的革新寄予厚望，而由他创建的先进碳化物陶瓷材料研究团队，在新一代领头羊黄政仁的带领下与国际前沿并行，同时代需求相携，把小陶瓷做出新花样，一举改写了“国内战略性空间光学反射镜材料100%依赖进口”的卡脖子历史。

将“团结协作”视作队伍发展的理念，将“创新奉献”视作科研不懈追求的目标，以黄政仁为首的先进碳化物陶瓷材料研究团队始终践行服务各行各业的根本宗旨，遵从着他们质朴的誓言：

“国家需要什么，发展需要什么，我们就做什么！”

百转千回，不负荣光

21世纪初期，新材料的世界市场就以两倍于整个世界的速度而发展，在满足人类使用需求的三大基础材料——金属材料、高分子材料、无机非金属材料中，先进陶瓷作为无机非金属材料的重要分支，也是国防军工、工业制造等领域不可或缺的关键性材料，尤为瞩目。

然而在20世纪70年代，改革之风正

在席卷中华大地，对于这一项新型基础材料研究的开展，一切显得并不容易。在大众眼中，即便是拥有“先进”作为定语，陶瓷依旧是传统茶杯、花瓶等工艺品的代名词，实在无法被赋予更多的科学意义。的确，传统陶瓷的脆性一直为人所诟病，极低的安全性和高昂的成本也一度制约着它向“先进”的转变。但从大量的文献资料中可以发现，先进陶瓷，或者说特种陶瓷、精细陶瓷并不能被贴上人们对传统陶瓷的认知标签，其有着更高的机械力学性能，更优良的热学、电学性能。我国著名先进陶瓷材料专家江东亮院士基于对材料革新形势的预判，顶住外界重重压力组建起国内最早系统开展碳化硅陶瓷研究的课题组，率先投入先进陶瓷的组成、结构、工艺与性能关系的研究与发展工作。这便是先进碳化物陶瓷材料研究团队的前身。

“整个先进陶瓷领域主要有几类陶瓷材料，一个是氧化物陶瓷，包括氧化铝、氧化锆等；还有一个是非氧化物陶瓷，以碳化硅和氮化硅陶瓷为代表。这些陶瓷的高温抗氧化性能非常好，耐腐蚀性和导热率也十分出色。早在20世纪80年代，我们国家已经表现出一定的需求，国际上多家单位也开始研制先进陶瓷发动机。”黄政仁解释道。

从先进碳化物陶瓷材料研究课题组成立，不到10年间，先进陶瓷频频现身一跃成为材料新贵，掀起一波陶瓷发展浪潮。譬如，耐磨的陶瓷轴承被广泛应用到各个工业领域，使用寿命是传统轴承的3~10倍，摩擦减少了80%，能耗降低了15%~20%。汽车所使用的陶瓷发动机、催化转化器等显著减少了尾气排放量，进一步推动了绿色产业的发展。这时候，因为与国际同期起步，江东亮带领的先进碳化物陶瓷研究组也已经小有所成。他们先后开展氧化铝陶瓷



江东亮院士

及机械密封件、碳化硅基工程陶瓷等研究，在促进了无机材料科学发展的同时还获得了一系列新材料开发和工程应用进展，在机械、化工、能源和交通等行业获得认可，取得了相当的社会和经济效益。

早期的碳化硅陶瓷开发主要在材料结构设计、性能方面下工夫，集中应

用体现在机械密封领域。“一直以来，我们国家的机械密封材料都是从美国、日本等国家进口，对外有着很强的依赖性。江院士较早地意识到并全面开展针对性研究，研发的机械密封材料可以完全替代进口材料，实现了这个方向的国产零突破。”机械密封材料的国产化技术、产品对领域发展具有长远性贡献，中国科学院上海硅酸盐研究所教授级高级工程师陈忠明进一步强调，如今江浙一带从事机械密封材料、部件生产的企业有四五十家，其源技术大多来自那个时期，加上近30年来，国内陶瓷导轮等部件应用化势头明显，这些企业的产值总量也持续走高，突破几十亿美元。

此外，因与金属材料相比，先进陶瓷在耐热性、耐磨性、抗氧化、抗腐蚀以及高温力学性能方面皆具备不可比拟的优势，克服了一般陶瓷的脆性缺点，所以其应用已涉及空间探索、工业制造、基础建设等多个领域。

20世纪90年代，随着国家航空航天应用需求的大幅度提升，陶瓷反射镜材料的研制被列入国家重点部署工作之一。面向国家战略需求和中国科学院工



黄政仁与外国学者交流

程化研究转型的迫切性，先进碳化物陶瓷材料研究团队以前期的材料科学研究积累为基础，一边瞄准反射镜工程化应用大力开发新技术，一边顺应空间光学发展趋势积极谋求先进陶瓷反射镜材料研究的可持续发展。“从侧重结构设计到真正进入工程化研究，我们那几年多忙于技术摸索，白天到研究所里讨论问题，晚上就跑去制造厂、机械加工基地查看加工进度。课题组刚开始接触先进陶瓷光学器件，虽然资源和财力支持并不充分，但那段时间的工作热情空前高涨。”陈忠明回忆道。

时势驱动，刻不容缓

2000年前后，北美、西欧地区及日本等发达国家陆续加强了先进陶瓷材料研发力度、扩大其应用市场。日本作为当时先进陶瓷的最大生产者，以占据世界市场50%的份额持续发力；1995年—2000年，欧洲先进陶瓷产品市场平均每年递增约6%，到2002年达到30.2亿美元；美国先进陶瓷协会和国家能源部联合资助并实施了为期20年的美国先进陶瓷发展计划，面向先进陶瓷工业界，旨在将基础研究、应用开发和产品使用几个环节有机地结合在一起，共同推动先进结构陶瓷材料的应用发展……而在我国，即便国家关于先进陶瓷的战略部署任务从未停止，但由于整体发展环境萎靡，持续几年的研究低潮亟需技术创新增援和产品新突破，从而满足航天战略发展中空间光学成像系统的材料需要。

国内航空航天、卫星遥感及天文观测事业的发展加速了对地观测体系的建立，同时对空间光学成像系统不断提出新的要求。如果把空间光学成像系统看作是太空观测体系的“眼睛”，那么空间反射镜就是眼睛的“晶状体”。“眼睛”的成像分辨率、灵敏度等性能水平直接由“晶状体”的口径大小、材质种



江东亮院士与项目主要负责人展开现场技术讨论

类和性能、结构形式等决定。

一般来讲，空间反射镜的口径越大，成像效果越好，光学系统的整体质量也会随之增加，但相对而言口径越大，光学系统的重量急剧加大，也就意味着发射成本、卫星平台的难度上升，极有可能超出火箭的运载能力。目前，国际常用的反射镜材料包含了熔石英、微晶玻璃、碳化硅、聚合物薄膜以及碳化硅复合材料等几大类，采用了轻量化技术在材料制造加工、结构设计等方面进行优化，尽可能在提升性能的同时减轻其本身的重量。也因此，轻量化反射镜被看作空间遥感以及天文、深空探测光学系统的核心部件，其理想材料应具有低密度、高弹性模量、低热膨胀系数、高热导率、均匀微观结构、无材质缺陷等特点。

自20世纪90年代起，为积极响应国家新材料研发的号召，先进碳化物陶瓷团队逐渐部署空间光学系统用碳化硅反射镜的研究，采用常压固相烧结技术路线，明确其在材料相组成、微观结构及力学性能、热学性能、光学加工性能和应用可靠性方面的综合优势，大力推进

碳化硅反射镜材料的研究进程。“航天飞行器对于载重极其敏感，通常1公斤发射材料便意味着2万~3万美元的发展成本。进入21世纪，我国自主部署多个重大卫星型号应用任务，它们的光学成像系统不断向大口径、高分辨率方向发展，对大口径轻量化反射镜的需求与日俱增，自主研制解决大口径轻量化碳化硅反射镜成为我国空间遥感技术领域发展战略的重要组成部分。”据结构陶瓷与复合材料工程研究中心副主任刘学建介绍，先进碳化硅陶瓷与传统熔石英、微晶玻璃等空间光学材料相比，能全面满足反射镜工程应用对材料高比刚度、高热导率、优异光学加工性能（精细微观结构、组成和结构的各向同性等）及应用高可靠性方面的特殊要求，不但性能优异还表现出明显的减重率。

从2001年第一次对外公布碳化硅空间光学反射镜材料研究进展开始，到2004年5月国内首个自主研发大口径碳化硅空间反射镜材料研制成功，黄政仁带领先进碳化物陶瓷材料研究团队，终于打破低迷的先进陶瓷研究困境，实现了国际新材料领域的弯道超车。“我

记得很清楚，2001年12月29日，我们正式向相关领导汇报了碳化硅材料研究工作。2002年，我在1年的时间里差不多做了七八次报告，就围绕我们现有的材料基础讲怎样把技术方案做大、怎样解决关键技术问题。那时候，材料研发不容易，阐释清楚技术内涵和让别人能够采纳更难。”对于那段经历，他格外唏嘘。

一直以来，世界各大国都非常重视大口径反射镜的研制。据不完全统计，欧空局的赫歇尔空间天文望远镜反射镜的尺寸已经达到3.5米，为空间望远镜之冠，由碳化硅陶瓷材料制成；美国在空间遥感系统的发展最为引人关注，其军事侦察卫星反射镜口径达3米，对地分辨率达0.1米……而黄政仁团队在原“863”项目的支持下，打通轻量化碳化硅反射镜研制关键技术，首次于2005年初按照工程应用要求研制出合格的500毫米以上轻量化碳化硅反射镜，通过光学加工、镀膜、环模试验考核，为我国自主研制大口径轻量化碳化硅反射镜探索出成熟的工艺和技术路线。“这是我国首次实现了满足工程应用要求的大口径轻量化反射镜的国产化。”长期以来，但凡涉及300毫米以上的空间反

射镜材料，不论是熔石英、微晶玻璃还是碳化硅均需要进口。“像这种战略性材料，国外不可能没有控制地出口。也就是说，我们能拿到的资源很有限，甚至是耗费大量的资金购买人家‘淘汰’的材料。”正是基于对国家材料发展的紧迫认识，黄政仁团队瞄准最终的工程化应用，确定了满足反射镜光学性能要求的碳化硅材料体系和制备技术路线，以期进一步优化材料研制技术参数、提高材料性能。

“2004年5月，我们实现国内第一款520毫米碳化硅反射镜材料的研制，但最重要的一点是，仅仅将反射镜材料做出来还远远不够，仍需要后期的镜面抛光、振动试验、环境试验等环节来验证材料的无缺陷和应用可靠性。直到2005年3月，我们终于用首创技术方案研制出满足工程应用需求的碳化硅反射镜，真正实现了大口径空间轻量化反射镜的自主研制。”与其他技术单位合作，黄政仁团队通过振动试验、环境模拟考核、成像质量考核等证明了其研制的碳化硅反射镜能够满足航天的高可靠性要求，也证明了自身队伍具备新一代空间光学材料研制能力，扭转了我国空间遥感领域大尺寸反射镜完全依赖进口

的被动局面。2009年，“遥感卫星”八号正式升空，实现了国产大尺寸碳化硅反射镜在工程任务上的首次成功应用，同时代表着我国空间科学试验、国土资源勘查、农作物估产及防灾减灾等领域再添“利器”。黄政仁研究团队可以骄傲地向世人宣布，“遥感卫星”八号卫星搭载的国产第一块大口径碳化硅反射镜正是他们的研究成果。他们，直接助力了我国大口径轻量化碳化硅反射镜自主研制和工程应用水平的提升。

徐徐图之，做大做强

2016年8月16日1时40分，世界首颗量子科学实验卫星——“墨子号”在甘肃酒泉成功升空；次年，在圆满完成4个月的在轨测试任务之后，“墨子号”正式交付用户单位使用。这标志着我国空间科学研究的一大跨步，在量子通信的国际赛跑中，中国作为后来者已经跻身于世界一流的量子信息研究行列。

同样作为踏进空间光学材料研究领域的后来者，先进碳化物陶瓷材料团队为“墨子号”提供了轻量化空间反射镜材料。虽全面投身该领域研究较晚，但是，从研制出空间遥感大口径碳化硅反射镜，打破国际封锁，成为国际上仅有的两家工程产品研制机构之一，到为中国科学院长春光学精密机械与物理研究所、中国科学院上海技术物理研究所、中国科学院上海光学精密机械研究所、航天五院等多个科研院所研制400余件产品，全面满足国家战略需求，在“墨子号”“天宫二号”“风云四号”等23颗卫星上获得应用，“后来居上”“黑马”在先进碳化物陶瓷材料团队这里有了崭新的诠释。

只不过对于这个队伍的每一位成员而言，弯道超车没有捷径，是整个团队拧成一股绳，一点一滴地拼出来的结果。



团队成员集体合影

2006年，在完成国内第一块大口径空间反射镜研究，并完成“风云四号”卫星扫描成像辐射计反射镜研制任务后，先进碳化物陶瓷材料团队在黄政仁的领导下，立足国家、行业需求逐步形成材料研究、工程化技术支撑体系。他们说，“材料和部件仅仅在中国科学院内部单位研究、使用还不够”，要成为行业研究主力军还需要“走出去”进一步接受市场的考验，验证并提升反射镜的性能。所以，受中国科学院长春光学精密机械与物理研究所、中国科学院上海技术物理研究所、中国科学院西安光学精密机械研究所、航天五院第五〇八研究所、航天五院第七〇四研究所等数十家科研院所委托，他们陆续开展了一系列不同规格、不同使用要求的碳化硅反射镜研究。

回顾众多项目的接手工作，黄政仁和团队成员不约而同地谈到了某一国家重大工程任务招标项目。那是他们以竞标成功的方式正式获得领域研究身份认证，凭借过硬的产品质量挺进国内行业研究“一线”的里程碑。而事实上，2007年—2009年，从项目立项到结题，他们也的确不负众望，不但交出了与过去同类项目毫不逊色的技术攻关答卷，还实现了材料和技术的验证，生产出十几个规格的反射镜。其中有3个规格的反射镜因质量过硬更是获得用户高度认可，直接进入大规模产业化应用环节。随后，先进碳化物陶瓷材料研究团队整合前期发展的重要成果，将创新性研究工作作为核心内容之一，先后申报了省部级及国家奖项目，凭借产学研用一体化优势发展模式，获得2011年度上海市技术发明奖一等奖、2012年度军队科技进步奖二等奖和国家技术发明奖二等奖。与此同时，团队也获评“中国载人航天突出贡献集体”称号。

黄政仁说：“围绕国家和产业发

展需求来做科研，这是我们的核心。”自始至终，他把握团队方向，从未偏离工程化目标，哪怕是在刚刚迈进空间光学材料领域研究门槛的2002年年初，在举步维艰的技术突破瓶颈期，这个想法也从未被抛弃。“只关注材料只能把材料做出来，必须真正关注应用，我们才能将部件生产出来”，黄政仁时刻谨记原中国科学院院长路甬祥院士提出的12字方针：“料要成材、材要成器、器要好用。”相较于传统基础研究队伍关注由料成材的重要性，他的研究团队显然更注重“成器”“好用”层面，眼观六路，以时代发展需要与否、市场反馈好坏与否决定器件研发价值和生产走向。

“从光学反射镜来看，它的判定标准就那么几项，第一个是镜子不能有任何缺陷，不同尺寸、不同规格都必须可靠；第二个是镜子材料要无气泡、无

瑕疵，以满足光学镜面的高精度要求；第三，也就是最核心的内容，那就是即便镜子尺寸变大，但材料内部不能有宏观残余应力，否则镜子成像图片会扭曲变形。”黄政仁解释说，无应力、无缺陷、高可靠，这三点与材料的力学性能并没有多大关系，单纯地关注材料强度、韧性等普遍认知的功能远不如关注部件可靠性与缺陷重要，例如，在未来要使用的2000毫米、3000毫米甚至更大尺寸的光学反射镜，其可靠性和缺陷控制至关重要。

近些年来，随着“高分”一号、二号、四号、五号、六号、九号，“风云四号”以及商业高分辨率遥感卫星高景系列卫星的发射，中国空间遥感真正迎来了高清时代。“‘高分四号’为目前世界上空间分辨率最高（全色分辨率50米）、幅宽最大（全色幅宽500千米）



2018年3月8日，“高景一号”卫星相机镜头里的意大利—威尼斯。（图片来源：世景之图官微）

的地球同步轨道遥感卫星。”“‘风云四号’是一颗领先于西方的气象卫星，在国际上首次实现地球静止轨道的大气高光谱垂直探测，并与成像辐射计共平台，可联合进行大气多通道成像观测和高光谱垂直探测。”“高景系列卫星被视作国内首个具备0.5米高分辨率、高敏捷、多模式成像能力的商业卫星星座，不仅可以获取多点、多条带拼接等影像数据，还能进行质量优良、定位精准的立体图像采集。”……作为这些卫星关键光学系统反射镜材料、部件的研发团队，先进碳化物陶瓷材料研究团队谋求到更多的资源和平台支持，实现了部件研制环节的自主化，逐渐步入大发展阶段。“2017—2019年，我们系统加强了大尺寸轻量化碳化硅反射镜工程化研制平台的建设，预计形成2000毫米以内尺寸空间轻量化碳化硅反射镜的高效快速制备技术和工程化研产能力，3000毫米超大尺寸碳化硅反射镜研制能力，全面满足国家战略需求。”与此同时，他们还将积极部署新一代碳化硅陶瓷基光学材料与部件在材料设计与制备

技术上的创新研发，达到全面满足我国空基与地基大尺寸成像光学系统升级换代对新型光学材料的迫切需求、核心技术引领世界先进水平的战略目标。除了推动具有自主知识产权的相关成果向其他应用领域关键重点高性能碳化硅陶瓷产品研发的技术转移，实现进口替代、解决行业急需，他们还在上海建成了综合技术国际领先、创新能力与规模国内最大的高端碳化硅陶瓷部件研发、生产基地。

靶向狙击，多栖生长

如果将先进陶瓷材料的定向研究比作一棵大树的主干，以黄政仁为首的研发团队所进行的空间反射镜材料研究只不过是它枝干的组成部分。被公认为安全、节能、环境友好和清洁材料，先进陶瓷构件以其优越的物理、化学特性在重型装备、结构电子器件，以及包括热交换器、辐射燃烧器等高温工业压力装置等领域抢占强势位置，并配合制造业中材料技术的运用成为先进碳化物陶瓷材料研发团队研发的重要“枝叶”。



黄政仁指导学生

2015年，实施“中国制造2025”首次在《政府工作报告》中被提出，坚持创新驱动、智能转型、强化基础、绿色发展，加快从制造大国向制造强国的转变，自此成为贯穿国家工作部署的关键词之一。同年6月，李克强总理的讲话掷地有声，“工业制造是国民经济的重要支柱，是实现发展升级的国之重器。我们提出‘中国制造2025’，实际上是推进‘中国制造’的不断升级，努力形成我国经济发展的新动能”。制造业和信息化在科技与制造融合过程中被推向了一个前所未有的高度，同样，隶属于电子信息产业、拥有大量生产制造环节的半导体行业也站在了世界产业分工格局重塑与中国经济发展的历史性时刻。

而伴随半导体制备工艺的提升需求，光刻机等高端微电子装备对设备的稳定性、精密性提出了更高的要求。考虑到光刻机对于部件尺寸、精密度等超高的要求，黄政仁领衔先进碳化物陶瓷材料研究团队充分发挥碳化硅陶瓷低密度、高热导率和低热膨胀系数，以及抗化学腐蚀、抗氧化等系列优点，切实瞄准应用需求，以碳化硅陶瓷反射镜制备技术成果为基础，开发大尺寸高精密常压烧结碳化硅陶瓷部件制备技术，研制、建立微电子装备用大尺寸高精密碳化硅陶瓷部件关键装备平台，完成了大尺寸高精密碳化硅陶瓷制备技术成果转化；形成了年产200套碳化硅部件生产能力，覆盖国内光刻机5亿元人民币碳化硅部件应用需求；突破大尺寸高精密碳化硅陶瓷部件的国外技术封锁，支撑国内微电子装备制造业向更高端、更精密的方向发展，加快我国向微电子强国前进的步伐。

与此同时，结合光刻机等高端微电子装备制备发展趋势，针对国内以上海微电子装备公司为代表的微电子装备制造单位的实际需求，他们还准备开展大



陈忠明现场检验大尺寸碳化硅反射镜



刘学建在实验室检查设备

尺寸、轻量化碳化硅陶瓷部件关键制备技术研究，研制满足国内8.5代光刻机研制所需碳化硅陶瓷基板及其他部件，为10代以上FPD光刻机所需的陶瓷部件的研制奠定基础。此外，针对实现高纯碳化硅体材部件制备的核心技术——低含量烧结助剂微变形高温烧结，在国家重点研发计划重点专项的资金扶持下，黄政仁表示会进一步强化烧结助剂成分设计和优选及烧结工艺制度的精确控制。“现阶段，我们研发的光刻机使用的碳化硅导轨、基座等已经成功应用，并小批量生产，有实力替代传统的进口产品。在进一步的发展中，我们应深入思考如何将产品质量做得更稳定，怎样建立国际信任关系，并加快技术、产品的推广。”

在碳化硅陶瓷热交换材料研究方面，面对工业节能换热领域内的集中问题，先进碳化物陶瓷材料研究团队打破国外技术封锁，在国内率先开展新型碳化硅陶瓷热交换部件的研究开发，不仅发现了高韧性碳化硅、大功率无感导电碳化硅、碳化硅多孔陶瓷等系列碳化物陶瓷新材料，还研制出耐高温、耐腐蚀、长寿命、高效率SiC陶瓷热交换材料，成为国际上第二家实现产业化的机构，为工业领域能量交换与余热回收利

用产业的转型升级提供了关键新材料，申请了多项核心技术发明专利。

集众力者，方成大事

如今，基础材料研发与产业化发展齐头并进，先进碳化物陶瓷材料研究团队从按需设计、按需突破，逐渐走向以型号设计引领市场、用材料研发带动需求进步。在黄政仁看来，跨越式的发展得益于团队多年的深厚积累，也应该归功于“从应用需求出发寻找研究核心元素”的发展理念。他还表示，“团结协作、创新奉献”是多年来形成的团队文化，奉献虽位列最后但却尤为重要。“我特别感谢我们科研团队，很大程度上，甚至对团队成员感到内疚。因为他们确实加班加点放弃了每年的‘五一’‘十一’假期及春节长假，把大多精力都投入到科研攻关当中。”

这些年来，一次次弯道超车的背后是整个团队敢拼敢干的精神作为支撑。作为课题组内极具责任心的代表，黄政仁身兼先进碳化物陶瓷材料研究团队领头人和中国科学院宁波材料技术与工程研究所所长，将科研与管理分时、分地划出明确的界限。一周5天的工作日，他全身心地忙碌着宁波材料

技术与工程研究所的规划管理和战略性方向的布局，每到周五晚上或者周六清晨，便会驱车200多公里，赶到上海硅酸盐研究所的办公室。“不管我是半夜到还是周末到，陈老师都会在实验室。”黄政仁说。

陈忠明是课题组内公认的“拼命三郎”，他一心想埋头研究早已将工作视为生活的常态，就连同事都曾笑称：“机器24小时不停，其他人三班倒，陈老师是三班都不倒。”对于这些调侃，陈忠明总是一笑置之，对于习以为常的加班，他有着自己的理解：“想要实现赶超，又想要双休日基本是没可能的。别人本来就先进，我们还同人家保持一样的工作节奏，超越完全不现实。弯道超车这句口号喊起来容易，但这个追赶过程万分艰难，努力是必需的。同时，当弯道超车实现了，想要保住优秀的位置还需要持续努力。”

拼搏和勤奋已然成为这个队伍的传承，而舍小我、成就团队的协作精神也在这里得到彰显。黄政仁讲述道：

“2006年，组内的刘学建老师放弃了个人极具前景的研究方向，全身心地支持团队发展，这对于科研人员来说极其不易。但是，从我们目前的成果产出，从我们队员之间的相互信任、

相互支持来说，每个人的取舍都是值得的。”科研工作的扎实推进对他们而言是多年付出的回报，而彼此之间的协作默契、互相扶持则更代表着一份可贵的人生收获。

作为队伍领头羊，从黄政仁的个人层面来讲，在同事和学生眼中，他是睿智的、仔细的，极具人格魅力。他会绘声绘色地给学生讲解理论知识，也会因为课件流程图设计的调色问题，手把手教组员1个多小时。“黄老师特别追求完美，他认为从细节方面可以看出每个人不同的工作状态。”“黄所长兴奋的时候像个小孩，工作抓得很紧，而该放松休息的时候也善于调节压力，玩也要玩出门道。”早年间因为业余兴趣，黄政仁毛遂自荐担任起研究所内棋牌协会会长，逐渐养成了打牌放松思维的习惯。慢慢地，他的这项爱好也成为快速了解团队成员的秘诀，“组里很多年轻人，我都会跟他们打打牌”，在他看来，握牌的姿势、出牌的习惯等细节都能侧面反映出人的状态，和新成员打一次纸牌也成为他快速了解他们的渠道之一。

“实干兴邦、空谈误国”是黄政仁于2011年，作为第四届上海领军人才写下的座右铭。他认为，实干是团队发展的关键，对家国的情怀和自身研究的自信心也让他们有实力做好，更有能力去做到更好。在进一步的发展布局中，他表示，会持续强化光学反射镜、碳化硅陶瓷热交换材料及自我技术革命等几大研究内容，借助国家和地方的项目支持，加快相关研究的技术攻关步伐，“希望在2020年前后，将核心技术、装备集成，彻底打通产业化环节，大规模促进相关行业发展”。对于科研团队的发展，黄政仁则表示：“仅有领军人才，不足以实现科技成果的产业化。”他指出，定点、定向培养各环节人才，特别是工程技术人才是科研成果转化的技术支撑。出于对领域人才发展性质、知识产权制约等因素的考量，他们会继续以所内人才挖掘和培养为主，加快人才体系的健全发展，同时适当引进管理、市场拓展人才完善组织的人才结构。

“科技是国家强盛之基、是国之利器，国家赖之以强，企业赖之以赢，人民生活赖之以好。”对黄政仁和他领导的先进碳化物陶瓷材料研究团队而言，在追逐科研利国、利家、利民的道路上，当勤勉傍身、永无止境。科



先进碳化物陶瓷材料研究团队概况：

先进碳化物陶瓷材料创新团队始建于1978年，是国际上先进碳化物陶瓷材料研究的最重要团队之一。在先进碳化物陶瓷材料的设计优化、成型、制备、烧结、结构设计和性能调控等方面建立了系统的理论体系，从自主研发机械密封材料、空间光学系统反射镜、碳化硅陶瓷热交换材料等方面开创、引领了我国先进碳化物陶瓷材料的研究和技术发展，加速了碳化物陶瓷材料的设计、制备、表征和工程应用研究。团队成员53人，包括中国工程院院士1人，正高级5人、副高12人，研究生17人，是一支梯度合理、具有较强创新和研发能力的高效科研团队。2014年入选为国家科学技术部创新人才推荐计划重点领域创新团队。

团队核心价值观为团结、高效、服务、奉献，管理采取课题组长、助理、9大员（保密员、安全员、专利员、预算员、质量/检验内审员、质量内控员、装备计量员、库管员、卫生员）模式。

尤其在空间光学系统核心大口径光学反射镜研究层面，自2002年，团队瞄准国家空间遥感领域跨越发展对大口径光学反射镜迫切的需求，开展碳化硅陶瓷反射镜研发，突破国际封锁，部署开展引领大口径空间轻量化反射镜发展方向的碳化硅反射镜研制，开发出具有自主知识产权的材料与制备关键技术，使中国科学院上海硅酸盐研究所成为目前国内唯一、国际仅有的具备1000毫米以上口径航天工程产品研制能力的两家机构之一。截至目前，已研制提供400余件合格产品，在包括“遥感八号”“天宫一号”“天宫二号”“天绘一号”“嫦娥三号”“墨子号”“风云四号”以及高分系列卫星在内的23颗卫星上获得应用。