



新型原材料

XINXINGYUANCAILIAO

4
2020
总第6期

主管部门：辽宁省国家新型原材料基地建设工程中心
主办单位：辽宁省新型原材料产业孵化基地
辽宁省新型原材料产业研究院





辽宁新华阳伟业装备制造有限公司是东北地区最大的金属复合材料研发、生产及金属复合材料压力容器制造企业，已形成金属压延复合材料、金属爆炸复合材料和压力容器制造三大项目产品生产领域，建立了从金属复合材料生产到金属复合材料压力容器制作完善的产业链条。公司主要产品为不锈钢-碳钢、钛-碳钢、镍-碳钢、铜-碳钢、铝-碳钢等金属复合材料以及应用于石油、化工、冶金等领域的各类反应容器、热交换器及塔式容器、储存容器，产品技术均处于国内同行业领先水平，行业地位优势明显，近年来稳居全国金属复合材料生产及金属复合材料装备制造三甲之列。企业取得了国家A2级压力容器制造和设计证书和国家容标委颁发的金属复合材料安全注册证书；并被中国有色金属协会评选为全国钛铅锡设备推荐企业。公司具备年生产各种金属复合材料30000吨，年生产各类压力容器20000吨以上。

辽宁新华阳伟业装备制造有限公司一直致力于金属复合材料的研究与开发，公司自成立建立了企业技术中心，先后被认定为省级企业工程技术中心，辽宁省多层金属形变复合技术工程实验室，并多次承担国家、省、市级科技项目。拥有自主知识产权的金属爆炸焊接复合技术和金属压延复合技术，金属复合材料产品涵盖钢、不锈钢、铜、铝、钛、银等多种材料组合，可生产材料厚度在0.8-300mm区间，层数在2-157层的金属复合材料。

依托于科技的投入和技术的创新，公司在金属压延复合技术、金属爆炸复合技术和金属复合材料设备的开发和应用等方面取得了多项科技成果，并取得十多项国家专利，完成科技成果转化40余项，多项产品填补了国内行业空白。公司产品技术均处于国内同行业领先水平，其中“金属爆炸复合材料及其爆炸复合材料压力容器”、“工业废水处理蒸发结晶非标设备”和“炊具用钛钢金属复合材料及其炊具产品”等被认定为辽宁省“专精特新”产品。多年来，公司的产品广泛应用于石油、化工、环保、制药和污水处理等领域。

辽宁新华阳伟业装备制造有限公司以国家重点支持“新材料”产业政策为依托，金属复合材料具有广大发展空间，公司将持续加大研发投入和国际合作，加快具有国际领先水平的金属复合技术产业化步伐和国际市场开拓，逐步转型为以“金属复合材料”为核心具有国际影响力的金属新材料公司。



以新发展理念为指引 充分发挥职能作用

党的十九届五中全会是在决胜全面建成小康社会胜利在望、全面建设社会主义现代化国家新征程即将开启的重要时刻召开的，具有全局性、历史性意义的重要会议。全会审议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》是开启全面建设社会主义现代化国家新征程向第二个百年奋斗目标进军的纲领性文件，是今后五年乃至更长时间我国经济社会发展的行动指南。全面学习、深刻理解，深入贯彻党的十九届五中全会精神，是当前和今后一个时期我们的首要政治任务。我们要把学习贯彻党的十九届五中全会精神和省委书记张国清讲话要求传达到位，要深刻把握决胜全面建成小康社会取得的历史性成就，深刻把握新发展阶段的实质内涵，深刻把握习近平总书记和党中央永远把人民放在第一位的真挚情怀，深刻把握加快构建新发展格局的重大部署，深刻把握党中央坚持创新在我国现代化建设全局中核心地位的战略安排，强化机遇意识，找准位置，践行新发展理念，注重务实担当，融入构建新发展格局，努力实现各项工作新突破。

习近平总书记的重要讲话，清晰描绘和展望了我国“十四五”时期发展目标和2035年基本实现社会主义现代化的远景目标，深刻阐释了新发展阶段实现什么样的发展、如何实现发展这个重大问题，为我们谋划“十四五”发展指明了前进方向、提供了根本遵循。全省上下要切实把思想和行动统一到党中央对形势的分析判断上来，统一到党中央对各项工作的要求部署上来，自觉用总书记重要讲话精神武装头脑、指导实践，推动辽宁全面振兴、全方位振兴，在“十四五”实现新突破。党的十九届四中全会以来，党和国家走过了极不平凡的历程，各项事业取得的新的重大成就鼓舞人心、催人奋进。面对国际形势深刻复杂变化特别是突如其来的新冠肺炎疫情，以习近平同志为核心的党中央总揽全局、运筹帷幄，在危机中育先机、于变局中开新局，抗击新冠肺炎疫情取得重大战略成果来之不易，率先恢复经济正增长来之不易，决胜全面建成小康社会决定性成就来之不易。实践再次证明，有习近平总书记领航掌舵，有中国共产党坚强领导，有习近平新时代中国特色社会主义思想正确指引，前进道路上就没有迈不过去的坎，就没有克服不了的困难，就没有战胜不了的风险。我们对此充满信心，在构建新发展格局中实现辽宁新突破，作出辽宁贡献。

要准确把握党的十九届五中全会精神，从增强“四个意识”、坚定“四个自信”、做到“两个维护”的政治高度，以新发展理念为指引，充分发挥职能作用，坚持做好升级改造“老字号”，深度开发“原字号”，培育壮大“新字号”三篇大文章，切实转变工作作风，努力推动营造良好的营商环境。

要准确把握对“十四五”时期发展环境的重大研判，按照省委省政府安排部署，紧密结合辽宁实际，抢抓机遇，精心谋划，认真编制新材料“十四五”规划，采取切实可行的方法、举措、路径，充分发挥职能作用，坚持不懈努力推动各项重点任务完成，切实把党中央关于“十四五”时期经济社会发展的部署要求不折不扣贯彻落实到位，推动国家新型原材料基地建设迈上新台阶。

要主动对标对表发展目标和战略路径，深刻理解产业基础现代化、产业链高级化的重要意义，担当作为，胸怀全局，创新工作方式方法，坚持发挥服务保障职能作用，努力提升产业基础能力和产业链现代化水平，以新发展理念引领产业转型升级，扎实推动高质量发展，切实把加强党的全面领导贯穿到落实“十四五”规划全过程，为实现全省新材料高质量发展提供根本保证。



主管部门：辽宁省国家新型原材料基地建设工程中心

主办单位：辽宁省新型原材料产业孵化基地
辽宁省新型原材料产业研究院

协办部门：辽宁省特种资源产业发展中心
冶金新材料发展服务部
化工新材料发展服务部
复合材料发展服务部
辽宁省非金属矿工业协会

地址：辽宁省沈阳市皇姑区陵园街17号

邮编：110032

电话：024-86875834

传真：024-86875834

Q Q：510544399

邮箱：510544399@qq.com

准印证号：辽内资准第0028号

出版日期：2020年12月30日

印刷期数：四期

印刷数量：500本

发送对象：政府机关、相关行业机构、企事业单位

印刷单位：沈阳枫美印刷包装有限公司

技术应用

- 04 钢铁耐磨材料研究进展
- 10 高性能分离膜材料现状研究
- 14 碳纤维及其复合材料在汽车领域的应用

产业综述

- 17 对我国高性能纤维产业发展的思考
- 20 坚持新发展理念 开展冶金新型原材料产业集群发展研究
- 24 辽宁省法库陶瓷产业面临的困境与出路
- 28 中国化工——即将崛起的世界级化工强国！

政策解读

- 32 《关于我省钛产业发展的思路及建议》调研报告获省政府领导批示
- 33 2020年中国复合功能性材料行业最新政策汇总一览

行业动态

- 34 2025年全球热塑性复合材料市场规模将达318亿美元

- 35 环境友好、阻燃且可回收的碳纤维复合材料
- 36 兼具高强度与高塑性的新型多级纳米结构镁合金研究取得新进展
- 37 聚焦科技赋能 联办学术年会 院士专家为菱镁产业高质量发展把脉献计
- 38 科创“以锈制锈”采用特种钢材的世界首座高铁跨海大桥主塔封顶
- 39 抚顺特钢成功研制舰船用超大尺寸30CrMnSiNi2A棒材
- 39 2020年辽宁省无机非金属新材料产业创新发展论坛暨辽宁省无机非金属新材料创新联盟、功能材料产业校企联盟第四届研讨会在沈召开
- 40 稀土业为“新基建”注入活力与生机
- 41 国家重大专项，中科院金属所装备关键零部件表面涂层技术取得新进展！

知识窗

- 42 卡中国脖子的几种钢铁产品
- 46 新材料让3D打印更灵活
- 47 涨知识：胶粘剂在LED和LCD保护领域的应用

征稿启事

辽宁省国家新型原材料基地建设工程中心于2018年7月26日挂牌成立。承担为国家新型原材料基地建设提供服务、支撑、保障相关职能。近年来全国多个省市将新材料作为地区经济的重要增长点进行重点扶持，新材料产业得到了快速发展，其中以长三角地区最为突出，位居全国七个新材料产业国家高技术产业基地之首，新材料产业值突破数十亿元，无论是技术水平还是产业规模都让辽宁相形见绌。新材料产业是战略性、基础性产业，也是高技术竞争的关键领域，我们要奋起直追，迎头赶上。

由辽宁省国家新型原材料基地建设工程中心主管、辽宁省新型原材料产业孵化基地、辽宁省新型原材料产业研究院主办的《新型原材料》期刊，致力于宣传国家和省关于新型原材料有关扶持政策措施，及时让我省新型原材料企业及从业人员了解国内外新型原材料相关信息、普及新型原材料专业知识，共同研讨我省新型原材料发展中技术难题、加快我省新材料产业发展，优化传统产业升级，推动辽宁新材料工业向高端化、绿色化、智能化的高质量发展。

该期刊拥有强大的专家编委队伍、最前沿的国内外资讯、行业标准和企业动态等，整合各方资源，百家争鸣，成为新型原材料行业重要的交流与互动平台，为推动行业技术进步和行业健康发展提供信息指导。

主要栏目：

技术应用、行业动态、产业综述、政策解读、知识窗等。

发行范围：

政府机关相关行业机构企事业单位

期刊形式：

大16开，48页，季刊，季末30日发行。

征稿范围：

可以发表一些与新型原材料有关联的观点、评论；技术分析与发展趋势等等；可图文并茂，字数不限。本刊原则上只收原创性稿件，已在国内外刊物上发表或准备发表的文章须如实相告，本刊将酌情刊登，来稿请勿一稿多投。



钢铁耐磨材料研究进展

摘要:本文介绍了钢铁耐磨材料的发展历史,重点综述了高锰钢、高铬铸铁、高钒高速钢三类典型耐磨材料的成分、显微组织、磨损性能、抗磨机理和改性技术。以高锰钢为代表的耐磨钢依靠高强度韧性的基体抵抗磨损,而以高铬铸铁和高钒高速钢为代表的耐磨合金主要依靠高硬度的耐磨相抵抗磨损,高钒高速钢比高铬铸铁具有更优良的耐磨性,与VC硬度高、形态好的特性有关。提出了高性能耐磨材料应具备三个要素:高强度基体,高硬度多尺度协同作用的优质耐磨相,耐磨相与基体良好结合。

关键词:钢铁耐磨材料,研究进展,展望

磨损是材料损伤的三大原因之一,是机械装备失效的重要方式。统计资料表明,约有80%的机器零部件是由于磨损而失效的,每年因摩擦、磨损造成的损失约占国内生产总值(GDP)的5%,中国工程院调查结果显示,我国2006年摩擦、磨损造成的损失约9600亿元,随着我国工业的快速发展,摩擦、磨损领域对材料的消耗量也迅速增加,根据我国2018年的GDP推测,由于摩擦、磨损造成的损失超过4万亿元。耐磨材料是制造业重要的消耗材料,广泛应用于机械、冶金、电力、建材、国防、船舶、铁道、煤炭、化工等领域,典型产品如冶金工业的挖掘机、破碎机、球磨机等设备中的斗齿、磨球、

衬板,金属轧机中的轧辊,电力工业磨煤机中的磨环、冲击板,渣浆泵过流件等,耐磨产品消耗量巨大。

近年来,随着装备制造业向规模大型化、应用条件苛刻化、运转高效化方向发展,对耐磨材料的性能要求越来越高,开发出高性能的耐磨材料具有巨大的经济效益和社会效益,提高耐磨材料使用寿命已经成为国家制造业整体竞争力提升的重要任务之一。

1. 磨损的基本认识

磨损被列为材料三大失效方式(断裂、腐蚀、磨损)之一,它是一种复杂的现象,受机械、物理、化学、材料等诸多因素影响,目前对磨损尚无严格统一的定义。克拉盖尔斯基认为:磨损是由于摩擦结合力反复扰动而造成的材料破坏,邵荷生将磨损定义为:由于机械作用、间或伴有化学或电的作用,物体工作表面材料在相对运动中不断损耗的现象。从广义的角度理解,存在各种介质的开放或封闭体系内,在载荷的相互作用下,由于物体相对运动而引起的表面损耗即为磨损。但是,并非所有磨损现象都具有研究价值,在一定时间内,零部件的几何尺寸(体积)明显变小,导致零部件失去其应有的功能的磨损才具有研究价值。

由磨损的定义可知,磨损是一门系统工程,磨损过程是复杂的动态微观作用过程,并受材料成分、组织结构等内因和温度、环境介质、作用方式等外因影响,因此,对磨损有不同的分类方法,且磨损的类型繁多。按表面接触性质分,磨损可分为:金属-磨料磨损、金属-金属磨损、金属-液体磨损;按环境和介质分,磨损可分为:干磨损、湿磨损和液体磨损;按磨损机理分类,磨损可分为:磨料磨损、微动磨损、冲击磨损、黏着磨损、疲劳磨损、冲蚀磨损等。由于零部件实际工况的磨损条件和磨损过程的复杂性,材料的磨损常常是多种磨损机理并存,因而,耐磨材料学术界有一句共识:“没有万能的耐磨材料”,需要根据具体的应用工况匹配适用的耐磨材料。

2. 代表性的钢铁耐磨材料

近代钢铁材料是伴随第一次工业革命发展起来的,由于机器设备的发展需要高性能的钢铁材料,出现了针对不同应用领域的多种类型的钢铁材料,钢铁耐磨材料就是其中的一类。耐磨钢作为专用钢始于19世纪后半叶。1882年英国人哈德菲尔德发明了高锰钢,此钢种在高应力冲击载荷下表面产生加工硬化,显微硬度由250HV提高到700HV左右,有利于提高表面抗磨损性能,而工件内部仍保持优良的韧性,因此,该钢种兼具了耐磨性与使用安全性,广泛用于矿山机械、冶金机械、建筑机械、拖拉机履带板等高载荷冲击工况下的耐磨件。1898年美国机械工程师泰勒和冶金工程师怀特发明了高速钢,该钢种含有大量高硬度的碳化物而具有优良的耐磨性,主要用于制造薄刃和金属切削刀具,经过一百多年的不断发展,形成了钨系高速钢、钼系高速钢、钴系高速钢等多个系列,应用工况范围不断扩大。近几十年来,非钨系低、中合金耐磨钢的开发与应用发展很快,二十世纪七八十年代在国际上形成了系列并制定了相关的标准,主要包括马氏体、贝氏体和双相耐磨钢系列。铬系白口铸铁起源于二十世纪初期,第二次世界大战后开始广泛应用,该材料因含有Cr的碳化物和高强度基体而具有优良的耐磨

性,在冶金、矿山、建材、火力发电等领域广泛应用,成为国内外公认的优质耐磨材料。高钒高速钢是伴随轧辊技术发展而发明的一类新钢种,钢中碳化物类型以MC型为主,碳化物硬度高、耐磨性好。二十世纪八十年代,日本川崎制铁(株)钢铁研究所开发了高钒高速钢耐磨轧辊,一九九〇年前后,日本新日铁公司也成功开发了高钒高速钢轧辊。在国内,二十世纪九十年代中期,唐山联强冶金轧辊有限公司与钢铁研究总院合作,在我国率先研制成功离心铸造高速钢轧辊,并成功应用于热轧窄带钢轧机、棒材轧机、高速线材轧机等。河南科技大学于二〇〇一年成功研制了高钒高速钢,应用于建材行业的锤头、衬板等产品。经过数十年的发展,现代钢铁耐磨材料种类已非常齐全,针对冲击磨损、磨料磨损、冲蚀磨损等各种磨损形式形成了多类型的耐磨材料系列,许多国家和地区均形成了完善的标准体系。我国于一九八二年发布第一个耐磨材料国家标准(中锰抗磨球墨铸铁件GB3180-1982),之后,又陆续发布了高锰铸件(GB5680-1985)、抗磨白口铸铁技术条件(GB2653-1987)、铸造高锰钢金相(GB/T13925-1992)三项耐磨材料国家标准(截止到一九九二年)。经过几次修订和完善,目前,在铸造钢铁耐磨材料方面,形成了奥氏体铸钢件、耐磨铸钢件、铬钨钼系抗磨铸铁件、抗磨白口铸铁件、耐磨耐蚀铸钢件等十项国家标准,此外,还有机械行业耐磨材料标准四项和中国铸造协会和钢铁耐磨材料产业技术创新战略联盟耐磨材料标准十四项。此外,在电力、建材、黑色冶金等行业,也有多项耐磨材料行业标准。耐磨材料种类繁多,本文主要介绍三类具有划时代意义的优质耐磨材料。

2.1 高锰钢

2.1.1 高锰钢国家标准与化学成分

高锰钢自一百多年前问世以来,一直是高应力冲击载荷磨损工况下的首选材料,其原因有二:一是高锰钢冲击韧性强,使用安全可靠;二是高锰钢在加载载荷的过程中,会由于孪晶诱导塑性(TWIP)效应产生大的无缩颈均匀延伸变形,强度逐渐升高,

发生硬化,高锰钢的强加工硬化特性使其在高应力冲击载荷磨损工况下具有优良的耐磨性。近代耐磨材料发展迅速,各种新型耐磨材料层出不穷,但对于高应力冲击载荷磨损工况下的部件,如圆锥破碎机轧臼壁、大型颚式破碎机颚板等,尚无一种材料可以完全替代高锰钢。高锰钢的典型化学成分(质量分数,下同)为:0.9%~1.5%C、10%~15%Mn、0.3%~1.0%Si、S≤0.05%、P≤0.10%。目前,我国国家标准中共有奥氏体锰钢10个牌号,对应国际ISO标准的九个牌号,具体化学成分参见GB/T 5680-2010,各牌号的高锰钢化学成分是在基本高锰钢Mn13的基础上,调整Cr、Mo、Ni、W合金元素含量,来改善合金性能,以适应具体的应用工况。

2.1.2 高锰钢组织特征

高锰钢的变态组织主要由奥氏体、碳化物和珠光体组成,有时含有少量磷共晶,碳化物常常在晶界上呈网状分布,导致变态高锰钢脆性大而无法使用,为了消除网状碳化物,需对高锰钢进行固溶处理,即将钢加热到1050~1100℃,奥氏体化后得到单相奥氏体组织,然后水淬快速冷却,使奥氏体组织保持到常温(图1),固溶处理后高锰钢的强度、塑性和韧性均得到大幅度提高,该热处理技术被称为水韧处理。



图1 高锰钢的典型显微组织

2.1.3 高锰钢的强化机制

在受到大变形时,高锰钢组织易发生相变,形成大范围的堆垛层错、孪晶以及平面位错结构,具有良好的加工硬化能力,这种优良的性能由其变形强化机制所决定。长期以来,对高锰钢的强化机制

有大量的研究报道,但目前并没有统一的说法。高锰钢的强化有多种机制,每种强化机制均有一定的证据,高锰钢的强化或许就是多种机制同时起作用。

(1) 形变诱发马氏体相变强化机制。该机制将高锰钢的强化原因归于形变诱发奥氏体向马氏体转变(图2)。认为变形的奥氏体中交截的切变带提供了新的形变诱发马氏体形核位置,形变时很容易诱发 ϵ 相变, ϵ 相成为 α' 马氏体相变核胚有诱发马氏体的作用,X线衍射分析证明高锰钢存在马氏体转变。应变诱发马氏体转变与层错能有关,奥氏体层错能较低,在形变过程中容易形成层错,在层错处会出现 ϵ -马氏体或形成形变孪晶,但并不容易出现 α' 马氏体;高锰钢中奥氏体向马氏体转变有不同的方式,奥氏体可直接转变成 α' -马氏体,也可以形成层错后,先转变成 ϵ 马氏体,而后再转变成 α' 马氏体,转变方式取决于层错能。也有一些研究不支持该强化机制,高锰钢的发明人Robert Hadfield也否定了形变诱发马氏体理论,后来Raghavan等的研究也未发现高锰钢硬化层中有形变诱发马氏体产生。

(2) 孪晶强化机制。高锰钢硬化是由于变形过程中形成孪晶引起的(图3),根据孪生机制,高锰钢形变过程中会产生大量孪晶,孪晶将基体切割成很多小块,可以锁住位错,导致位错运动困难,同时孪晶界可以阻碍位错运动,从而提高强度。高锰钢发生变形时,高应变区域先形成孪晶,阻止了高应变区域内位错滑移而得到强化,促使强度较低的低应变区晶面滑移形成孪晶,从而使试样均匀形变,推迟缩颈,提高材料整体强度。

(3) 位错强化机制。高锰钢在形变时产生大量位错,形成高密度位错区,阻碍位错运动而产生强化。文献认为高锰钢的形变加工硬化行为为分阶段进行,通过晶面滑移、位错交割、位错缠结而形成胞状结构或亚晶粒互相锁住,胞壁成为位错运动的障碍,足够高的应力使被阻挡的位错借助于交滑移而运动,同时位错胞数量逐渐增大、尺寸逐渐变小,对基体的割裂作用越强,位错之间的作用也越强。

为了使高锰钢发生进一步的塑性变形,必须克服阻碍位错运动的力,需要消耗更高的能量,宏观上表现为加工硬化。

除以上强化机制,高锰钢强化机制还有动态应变时效强化机制、Fe-Mn-C原子团硬化机制、综合硬化机制、纳米晶与非晶相锁碳硬化机制等。

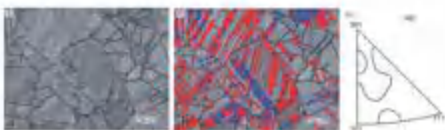


图2 18Mn钢900°C压缩70%、保温3min后
吹气快速冷却组织取向成像

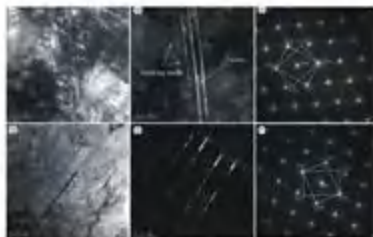


图3 不同压缩变形量下高锰钢显微组织的TEM像及其电子衍射花样

2.1.4 改性高锰钢发展状况

(1) 提高加工硬化能力。为了进一步提高高锰钢的加工硬化能力,研究者在传统高锰钢的基础上进行了改性研究。合金化强化是提高高锰钢加工硬化能力的常用技术,通过调整钢中的Mo、Cr、Ni、V、Cu、Ti、RE、N、Nb等元素含量可以达到强化的目的,获得更好的性能指标。文献利用Cr+N复合合金化的方法,对传统成分的高锰钢进行合金化处理,降低了高锰钢的层错能,使其在塑性变形中更易产生形变孪晶,提高了加工硬化能力,高锰钢的强塑性性和抗磨损性能显著提高。在经受循环变形过程中,Cr+N合金化处理还使得高锰钢在低应变幅下产生平

面位错结构,而高应变幅下产生形变孪晶,最终提高了其疲劳寿命。C具有固溶强化效果,提高C含量可以提高其加工硬化能力,但C含量高会导致组织中碳化物增多,降低冲击韧性。Mn元素能够降低C原子扩散能力,抑制碳化物形成。基于此,研究者开发了超高锰钢,超高锰钢在变形的过程中,可以产生大量的Mn-C原子对,造成强烈的不对称畸变,显著提高了加工硬化能力和耐磨性能。

(2) 表面预硬化。高锰钢的缺点是初始硬度低,在低应力磨损或磨损阶段早期时磨损严重,为了提高高锰钢的初始表面硬度,对高锰钢的表面预硬化进行了大量的研究。目前采用的表面预硬化技术主要有:电子束表面强化、机械冲击强化和爆炸强化等。最近,科研人员利用表面高速重击技术对高锰钢表面进行处理,通过改变冲击载荷和冲击次数,在高锰钢表面获得了毫米级厚度的纳米晶层,提高了表面硬度,并且相比于原始高锰钢界面,纳米晶具有更高的表面活性,使其更易于与空气中的氧反应生成一层保护氧化膜,显著提高钢的高温耐磨性。

(3) 高锰TWIP钢。高锰TWIP钢是伴随汽车工业发展起来的,含有Mn、Al、Si、C、N等多种元素,具有高强、高塑、高应变硬化率和高能量吸收能力,可有效缓解汽车碰撞时的能量冲击,是一种具有很发展潜力的汽车用钢。目前,高锰TWIP钢主要有Fe-Mn-Si-Al系和Fe-Mn-C(-Al)系,Fe-Mn-Si-Al钢的强化机制以孪晶形成动态细化晶粒为主,而Fe-Mn-C(-Al)系TWIP钢中动态应变时效可能是主导作用,Al元素合金化后在试样表层下可以形成 α -Al₂O₃,改善了TWIP钢的延迟断裂敏感性。高锰TWIP钢高应变硬化率的特点,使其有潜力应用于冲击磨损工况下。

2.2 高铬铸铁

2.2.1 铬系白口铸铁国家标准与化学成分铬系白口铸铁在耐磨材料发展史上具有重要的地位,是继高锰钢之后耐磨材料发展史上的另一个里程碑。二十世纪五六十年代,我国把高锰钢作为万能的耐磨材料使用,但工程应用实践中发现,高锰钢只有

在冲击大、应力高、磨料硬的情况下才能发挥其耐磨性，高铬系白口铸铁具有很高的初始硬度，在低冲击、低应力磨损条件下具有优异的耐磨性。对高铬铸铁的研究从二十世纪六十年代开始，到八十年代中后期达到顶峰，至今方兴未艾。目前，我国铬系白口铸铁形成了十个国家标准牌号，具体化学成分参见GB/T 8263-2010。铬系白口铸铁可分为低铬铸铁，中铬铸铁和高铬铸铁，其中高铬铸铁的含Cr量大于11%（质量分数），可参照Fe-C-Cr三元合金的液相投影图分析凝固相。

2.2.2 高铬铸铁组织特点

高铬铸铁是一种综合性能优良的耐磨材料，因为Cr元素形成了高硬度的 $(Fe, Cr)_7C_3$ （简称 M_7C_3 ）型碳化物（1300~1800HV），与普通白口铸铁中网状碳化物 Fe_3C （800~1200HV）相比 M_7C_3 型碳化物硬度高，呈杆状独立分布（图4），基体为连续相，碳化物对基体的破坏作用大大减小，为同时提高冲击韧性和耐磨性提供了基础条件。高铬铸铁的基体组织可以通过热处理调控，以适用不同的磨损工况，常用高铬铸铁的基体组织为马氏体和奥氏体混合组织，该组织兼具高硬度和较高韧性的特点。此外，高铬铸铁基体含Cr量高，基体电极电位高，在腐蚀和氧化条件下也具有优良的耐磨性。

M_7C_3 型碳化物是高铬铸铁的主要耐磨相，目前对于 M_7C_3 的晶体结构还存在争议，晶体结构有正交、六方、三方几种说法。一九三五年，Westgren首先提出 Cr_7C_3 结构是六方对称的菱形晶胞，空间群是 $P31c$ ，点阵常数为 $a=1.398nm$ ， $c=0.4523nm$ 。二十世纪七十年代Rouault等根据 Cr_7C_3 结构和 M_7C_3 正交结构类似的规律，提出了两种正交结构的 Cr_7C_3 晶体，其空间群分别是 $Pnma$ 和 $Pnca$ ，并将其称为高温稳定型结构，他们认为低温下存在的 Cr_7C_3 是六方结构。一九八〇年，Dudzinski等研究得到了两种属于三方结构的 Cr_7C_3 ，空间群均为 $P31c$ ，但晶胞中原子平移周期选取不同。

2.2.3 高铬铸铁的磨损性能

高铬铸铁的磨损性能受内因（碳化物形态、尺

寸、含量、分布和基体组织类型、相对含量等）和外因（磨损形式、受力状况、介质、温度等）诸多因素影响。据报道：大磨料高应力磨损条件下，碳化硅切削作用会使大尺寸碳化物碎裂、剥落，对耐磨性不利。那建东等研究了在二种磨料（硬磨料SiC和软磨料石榴石）磨损条件下，不同基体对高铬铸铁两体和三体磨料磨损性能的影响，高铬铸铁的耐磨性表现明显不同，耐磨性受基体、碳化物和磨料硬度影响显著，在硬磨料磨损条件下，磨料的“刻入”会导致粗大碳化物崩落，对磨损性能不利，而在软磨料磨损条件下，初生碳化物不会被破坏，对提高耐磨性更有利。贺林等研究了碳化物尺寸对耐磨性的影响，结果表明，在不同的磨损条件下，碳化物需要适当的尺寸。贾育丁和苏俊义，对高铬铸铁在湿砂橡胶轮磨损、三体磨损及冲蚀磨损条件下耐磨性的研究得到了类似的结果。Dogan等研究了不同取向的 M_7C_3 对高铬铸铁二体磨料磨损性能的影响，发现 M_7C_3 长轴方向与磨损面平行时较垂直时耐磨性好。因此，应根据磨料特性、应力条件等工况来调控高铬铸铁的碳化物取向与尺寸。

高铬铸铁具有优良的冲蚀磨损性能，广泛应用于石油化工、水利发电机等装备耐冲蚀磨损部件。高铬铸铁冲蚀磨损性能受冲蚀条件影响很大，黎志欣等对高铬铸铁的冲蚀磨损特性进行研究发现：冲击角对高铬铸铁耐磨性有显著影响，冲击能量在磨料和抗磨材料中的分配比例对耐磨性起着关键作用。但是，在含有腐蚀性介质的酸砂浆中，高铬铸铁中的共晶碳化物与其相间形成大量的相界，基体与碳化物之间存在电位差，会造成较为严重的相间腐蚀，因此，普通高铬铸铁不适用于在高浓度酸砂浆中服役。路富刚等通过在普通高铬铸铁中加入N元素，提高了基体的电极电位，显著提高了高铬铸铁的抗冲蚀磨损性能。

2.2.4 超高铬铸铁

为了提高液浆泵过流件的使用寿命，二十世纪九十年代，加拿大与澳大利亚的研究人员率先开发出了C含量为4.5%~5.0%、Cr含量为30%~35%的过

共晶超高铬铸铁，该铸铁的 Cr、C 含量高，M₇C₃型碳化物含量高，体积分数达到38%以上，使用后获得了良好的效果。二十一世纪初，国内大连耐酸泵厂和石家庄泵业集团先后开发了超高铬铸铁材料，用于耐腐蚀泵上，取得了满意的成效。郑州机械研究所开发了超高碳高铬堆焊药芯焊丝，获得与摩擦而垂直的杆状M₇C₃型碳化物，解决了腐蚀磨损件的焊补问题。超高铬铸铁具有显著的组织特点和性能优势。亚共晶超高铬铸铁基体为高铬铁素体，具有Cr的正电极电位，其M₇C₃型碳化物硬度较高，电极电位与高铬铁素体相近，因此具有优良的耐腐蚀磨损性能。过共晶超高铬铸铁铬碳化物为M₇C₃型，硬度高、含量高，基体组织为马氏体和残余奥氏体，在严酷的低角度的冲击腐蚀磨损条件下性能优良。但超高铬铸铁也存在明显的问题，如过共晶超高铬铸铁中初生M₇C₃型碳化物数量多，且形态过于粗大，降低冲击韧性与耐磨性。



图4 高铬铸铁的典型显微组织

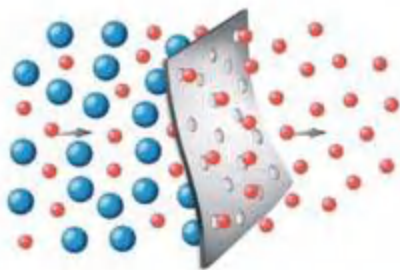
2.2.5 碳化物改善途径

碳化物的特征决定了高铬铸铁的耐磨性，改善碳化物主要有如下几种途径：

(1) 控制凝固过程。在凝固过程中控制碳化物的生长，可以有效改善碳化物的形貌；喷射成形技术和半固态成形技术可以显著减小碳化物的尺寸，使碳化物离散均匀分布；定向凝固技术可以改善碳化物的生长方式，控制碳化物定向生长。(2) 变质处理。变质处理可以改变碳化物生长的热力学条件，优化碳化物形貌，细化尺寸，提升高铬铸铁力学性能。张承甫等将变质机理归纳为：界面能理论、界面共格对应理论、偏析系数理论和Tashi参数等。张景辉等根据化学键理论，计算推导出键参数函数图，指Li、Na、K、Rb、Ba、Cs、Sr、Ca、Ce、La、Y、Sc、Mg等元素对于小平方式生长的合金均有变质作用，可用于高铬铸铁中改善碳化物形态、分布、细化晶粒。关于稀土、K、Na、Zn、Mg、V、Ti、B、Al等元素变质高铬铸铁有大量的研究，取得了一定的效果。(3) 塑性变形。通过高温塑性变形方法，使高铬铸铁中的碳化物破碎，分布更加均匀，可以提高冲击韧性。(4) 热处理。高温热处理可以使高铬铸铁中的碳化物边角处溶解，网状碳化物可变为孤立分布，边缘圆润。此外，雾化制粉后烧结成型、合金化，悬浮铸造等方法均能一定程度上改善碳化物的尺寸与形态。(待续)



高性能分离膜材料现状研究



一、高性能分离膜材料的基本情况

1. 高性能分离膜材料定义

国际理论与应用化学联合会(IUPAC)给出的膜的定义为:膜是一种单位结构,其三维中的一个维度尺寸比另两个维度要小很多,并可在推动力下进行质量传递。因此,不论是固相、气相还是液相的膜,都可以符合上述定义,其中,最常见的为固相。

分离膜是具有选择性透过功能的特殊的膜,其特殊通透性,可起到浓缩和分离纯化特定一种或几种物质的作用。高性能分离膜材料具有高分离性能、高稳定性、低成本和长寿命等特征,是新型高效分离技术的核心材料,在解决水资源、环境问题、能源问题等方面发挥着重大的作用。

2. 战略意义

膜技术与传统的过滤、精馏、萃取等分离技术相比,是一种新型高效的分离技术,具有能耗低、分离效率高、无污染等特点。在当代多数工业中,膜技术将扮演重要角色,在水资源、能源、环境、传统产业改造等领域都将膜技术提升到了战略高度。膜技术广阔的发展及应用前景,促使其在新材料和资源综合利用领域中的位置更加重要。《中国制造

2025》路线图(2015年版)中,明确指出了作为关键战略材料的高性能分离膜材料的发展重点方向,包括海水淡化反渗透膜、陶瓷膜、离子交换膜、渗透汽化膜等产品,并明确了各自产品的战略发展目标。

二、国内外分离膜技术的现状及分析

1. 分离膜技术现状

由于目前全球面临的水资源不足和污染严重问题制约了社会经济发展,水处理与净化已经成为世界各国在政策、经济、科学、技术方面都十分重视的领域。2015年中国专利技术开发公司的全球水处理膜材料相关调研显示,在全球布局的水处理膜材料专利申请中,有超过1/3的专利申请来自于日本,有接近1/3的专利申请来自于美国,来自于中国的专利申请占全球总量的11%,位列第3,之后是德国和韩国,专利申请数量分别占全球总量的6%和5%。此次统计主要研究对象是以压力差为分离驱动力的过滤式膜材料,包括微滤(MF)、超滤(UF)、纳滤(NF)以及反渗透(RO)等膜片材料。专利数据来自于欧洲专利检索系统(EPO-QUE)。可以看出,日本和美国企业几乎垄断了全球水处理膜材料的国际市场。

我国从二十世纪五十年代起开始发展膜技术,近年来我国的膜产业得到了长足的发展与持续的增长。《高性能膜材料科技发展“十二五”专项规划》等文件的发布,极大地推动了我国高性能分离膜产业的发展。在《“十三五”国家科技创新规划》中也将高性能膜材料定为重点研究方向之一。我国近年来对高性能膜材料予以持续支持,从事分离膜研究的高校和科研机构超过一百二十家,生产企业超过四百余家,工程公司近两千家,在文章、专利等方面也处于国际前列。

我国水处理膜领域专利总数量已达9080件;2001年以前,每年的专利申请数量不超过二十件,增长缓慢;2001年之后,专利的申请数量开始逐渐增长,2003~2009年呈现高速增长,年平均增长率达50%以上;2010年后,平均年增幅仍保持30%以上;2015年,我国水处理膜领域专利申请数量2326件(此统计主要面向超滤膜和微滤膜、纳滤膜、反渗透膜和膜生物反应器等)。

气体分离膜技术凭借其高效、低能以及环境友好等优点,在工业分离领域具有极大的应用前景。从我国气体分离膜领域专利申请数量来看,截至2015年底,我国气体分离膜领域专利总数量已达9319件;从专利数量申请态势来看,2003年以前,我国气体分离领域每年专利申请数量不足100件;自2006年以来,我国气体分离膜领域迎来高速增长期,保持30%以上的年增长率,2007年达到4%以上;2015年我国气体分离膜领域专利发表数量1921件(此统计主要面向氢气分离、氧气分离、二氧化碳分离、有机蒸汽回收、高温气固分离等应用领域)。

特种分离膜以其优良的热稳定性和化学稳定性等材料特性而成为高效节能、对环境友好的分离材料,特别适用于苛刻环境下过程工业的物质分离,对于提高过程工业产品品质、绿色化生产等具有重要意义。从我国特种分离膜领域专利申请数量来看,截至2015年底,我国特种分离膜领域专利总数量达到6584件;2004年前,年专利申请数量不足100件;2005~2012年呈现高速增长态势,2012年增幅达到

54%;2012年后,保持年增幅20%以上;2015年我国特种分离膜领域专利发表数量1324件(此统计主要面向陶瓷膜、渗透汽化、膜反应器等)。

2. 主流技术

(1) 反渗透膜

反渗透膜是一种人工半透膜,它是反渗透技术的核心构件。反渗透膜能够有效地去除水中的溶解盐类、胶体、微生物、有机物等。具有耗能低、无污染、工艺简单、操作简便等优点。

反渗透膜具有高效的脱盐率、较高的机械强度和使用寿命、可耐受化学或生物化学作用的影响,受pH值、温度等因素影响较小等特点。这些特性使反渗透技术成为最经济的海水淡化技术,应用于绝大多数膜法海水淡化工程。目前反渗透膜的研究主要是通过对面聚合的单体进行筛选和优化,进一步提高反渗透特性。虽然众多的反渗透膜材料单体系层出不穷,但研究还停留在试验筛选阶段,无法根据理论设计获得符合预测的膜材料单体。

近年来,我国以反渗透膜技术为核心,在工业废水处理、市政污水处理等方面都有1万m³/d以上规模的示范工程完成,成为膜法水资源再利用的技术发展趋势。

(2) 纳滤膜

纳滤膜是一种功能性半透膜,孔径一般在1~2 nm,它可以允许溶剂分子或特定的低分子量溶质或低价离子透过。它截留物质的大小约为纳米尺度,截留的有机物分子量约为150~500。纳滤膜分为有机膜和无机膜。有机纳滤膜主要采用界面聚合方法制备,其微结构调控方法也与反渗透膜相近。无机材质的纳滤膜具有优异的热稳定性和耐溶剂特性,是当前纳滤膜发展的一个重要方向。

目前,已商品化的纳滤膜大多数是以界面聚合制得的芳香聚酰胺复合膜,膜上电荷基团多为负电荷,羧基、酰胺基,带磺酸基等,如美、日等国已近年相继研制开发了芳香聚酰胺类、聚哌啶酰胺类、磺化聚(醚)砜类等商业化复合型平板或卷式纳滤膜。

饮用水的软化和有机物的脱除是纳滤膜最主要

的应用范围,在脱盐和浓缩方面,纳滤膜逐渐取代了传统的离心分离、加热蒸发等方式;纳滤膜也可用于污水废水的处理再生水回用。我国的纳滤膜市场规模只相当于反渗透膜的1/10,能生产纳滤膜的国内企业极少,缺乏批量生产高质量纳滤膜能力,纳滤膜的应用领域和使用规模也还有拓展空间。

(3) 超滤膜和微滤膜

超滤和微滤膜都是多孔膜,由于工作压力较低,所以也统称为低压膜,用于水体除菌除浊,或流体中的固/液分离,有用物质回收等。

超滤膜的材质主要为聚砜(PSU)、聚丙烯腈(PAN)、聚醚砜(PES)、聚偏氟乙烯(PVDF)、聚氯乙烯(PVC)等。而微滤膜材质主要为醋酸纤维素(CA)、聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯(PTFE)等。但目前只有聚偏二氟乙烯(PVDF)、聚乙烯(PE)和聚丙烯(PP)使用量较大,而由于其良好的物理性能、强度和耐腐蚀性,聚偏二氟乙烯(PVDF)的使用量在全球范围均为第一。

(4) 气体分离膜

气体分离膜是一种选择性膜,其对不同种类的气体分子具有不同的透过率和选择性,因此气体分离膜可以从气体混合物中选择性分离某种特殊气体,如合成氨尾气中收集氢气、从空气中富集氧气、从石油裂解混合其中分离氢气、一氧化碳等气体。目前,富氧膜是气体分离膜的主要研究对象。制作富氧膜的高分子材料,要求兼具高透过性和高选择性。我国目前在二氧化碳分离膜、有机蒸汽分离膜方面与国外先进水平相当,富氧分离膜和氢分离膜领域与国外先进水平还有一定差距。

三、北京地区分离膜产业的发展方向

北京属资源型重度缺水地区,总量不足和过度开发造成水资源供需矛盾日益突出。而对水环境恶化和水资源短缺的严峻形势,充分利用“污水资源”成为北京解决水资源紧缺的重要举措。北京市政府

要求市区全部污水处理后达到地表水IV类标准,并开发城市第二水源,实现北京市国民经济可持续发展。按照北京市再生水利用计划,由于现有污水处理厂均位于城区,用地紧张,新建再生水厂只能在原污水处理厂内建设,不能新征用地,且出水水质要求高,活性污泥法增加深度处理工艺因需新增用地,因此相比之下膜生物反应器(MBR)有望成为北京污水再生的主流技术。

MBR技术的核心是膜材料,膜材料约占工程投资成本的30%,技术水平直接决定了市场竞争力。MBR采用的是高强度、耐腐蚀和抗污染的超、微滤膜材料。目前,我国生产微、超滤膜代表性企业有天津膜天膜科技股份有限公司、海南立昇净水科技有限公司、北京碧水源科技股份有限公司、北京格兰特膜分离设备有限公司、山东招金膜天股份有限公司等,但国产污水处理用膜材料与国外产品相比仍有较大的差距,目前市场基本被德国西门子股份公司、美国通用电气公司(General Electric Company,简称“GE”)、美国科氏工业集团和日本三菱丽格株式会社、旭化成株式会社等国外产品垄断。

四、北京发展污水处理用膜材料方面的基础

1、研发方面

(1) 清华大学

清华大学在北京市科技计划项目的支持下攻破国际最先进的热致相分离法(TIPS)生产PVDF膜技术,目前该项技术只有日本旭化成掌握,2008年2月与北京碧水源公司联合成立“清华-碧水源环境膜技术研发中心”,其主要任务是在膜法水处理领域,特别是MBR领域展开前沿性研究。

(2) 中国科学院

中国科学院化学研究所是我国最早从事分离膜及相应膜过程的单位之一,研究内容涉及几乎所有材料及膜过程,目前该所热致相法制备超高分子量聚醚醚微滤膜有所突破,近期可能会技术转让实现产业化。

中国科学院生态环境研究中心在北京自然科学基金重点项目研究成果的基础上研发了高通量、耐污染的PVDF超/微滤膜，目前已形成3万 m^2/d 的中试能力，并开始在食品、医药废水处理方面进行应用研究，效果良好。

(3) 北京化工大学

北京化工大学拥有化工行业膜工程技术研究中心，从事膜材料及其应用研究，目前主要致力于制备高通量膜材料、膜反应器及膜污染的在线检测研究，目前已开始准备进入中试规模试验阶段。

2. 产业方面

(1) 北京碧水源科技有限公司

作为专业从事水资源再生利用的工程公司，成立于2001年，经过自主研发和创新，已发展成为我国MBR领域实力最强的企业之一，并承担了引温入潮工程、密云再生水厂及怀柔再生水厂等多项MBR工程，目前国内市场中大型MBR工程中，碧水源公司占据了60%的市场份额。该企业2005年开始自主研发污水处理膜材料，并取得突破性进展，目前60万 m^2/d 的PVDF超、微滤膜生产线已正式投产。

(2) 北京格兰特膜分离设备有限公司

格兰特公司是超、微滤膜的生产企业，于2006年开展高性能PVDF膜材料的研发工作，并计划在污水处理行业进行示范应用。2007年5月北京格兰特公司开始以MBR为核心的污水处理技术的研发，并已经在多个工程中获得成功。在北京的航空博物馆生活污水处理项目中采用生物膜反应器与浸没式MBR膜过滤相结合，出水化学需氧量(COD)长期保持在15 mg/L 以下，污水得到100%再利用。

(3) 时代沃顿科技有限公司

时代沃顿科技有限公司原为贵阳时代汇通膜科技有限公司，致力于反渗透膜、纳滤膜、超滤膜等产品的研发、制造和服务，拥有膜片制造的核心技术和年产3000万 m^2 膜片的生产能力。2007年该公司将总部及研发中心搬迁至北京昌平。

(4) 蓝星集团

蓝星集团是国内较早采用膜技术进行水处理的

企业，曾承建了国内钢铁业最大的反渗透膜法水处理工程项目。目前，中国蓝星集团计划在顺义空港与日本东丽合资建设全国最大反渗透膜生产和应用基地，已完成技术合作协议的签定。同时，中国工业清洗协会、中国膜工业协会和中国海水淡化与资源综合利用学会等全国性行业组织和协会均以蓝星集团为依托。

五、结语

分离膜技术是一种高效的分离技术，随着膜分离技术的广泛运用，膜材料越来越受到人们的重视，当前膜材料研究的主流方向是高分子膜材料和无机膜材料。针对现阶段我国膜材料发展问题，笔者提出以下发展建议：

1. 持续加强基础研究

膜分离过程不可避免地会面临着膜污染、劣化等问题，这些问题都会极大地影响分离效率和使用寿命。建议国家部委和相关研究机构加强顶层设计和宏观管理，持续稳定地支持相关基础研究，推动我国高性能分离膜产业在“十三五”末期获得一定的技术突破。

2. 鼓励协同创新，促进技术进步

依托分离膜产业的优秀科研团队和龙头企业，建设一批高水平的技术中心、工程中心，推动高校与企业协同开发与联合攻关模式，促进科技成果的快速转移转化工作。

3. 建立标准体系和评价中心

建立健全膜产品(包括膜、膜组件和膜装置)的国家标准和行业标准，推动建立膜工程的技术标准；推动膜产品性能检测方法和标准的建设，完善膜产品的市场准入制度。

4. 建立多元投资机制

推动膜产业多元化投资机制的形成，促进我国膜产业的快速发展，提升国际竞争力。积极利用各专项资金、优惠政策，充分挖掘市场潜力，鼓励和引导社会资本进入，探索产业基金等形式，大力推动我国向着膜产业强国的转变。

碳纤维及其复合材料 在汽车领域的应用

1 // 前言

汽车轻量化是汽车产业的核心技术和重要发展方向，已经成为国家制造业的发展战略，《节能与新能源汽车轻量化技术路线图》也将汽车轻量化作为发展战略重点之一。国家多部委也都发布了多项惠及汽车轻量化产业的技术标准、法律法规和研发项目。政府的支持为汽车轻量化发展提供了机遇，有利于提高我国汽车轻量化产业的核心竞争力。碳纤维及其复合材料具有质量轻、强度高、耐腐蚀、安全性好等不可替代的优势，是作为汽车轻量化所使用的最佳材料。正是由于兼具优异性能，碳纤维在汽车领域均有广泛的应用前景，国务院发布的《中国制造2025》中已明确将碳纤维及其复合材料汽车零部件技术作为节能与新能源汽车领域的重要发展方向。

2 // 碳纤维及其复合材料

碳纤维（Carbon Fiber, CF），为含碳量在95%以上的高强度碳材料，它是由石墨微晶等有机物纤维沿纤维轴向堆砌而成，经碳化及石墨化工艺处理而得到的微晶石墨集合体。碳纤维以其优异的

比强度、比模量、耐腐蚀、吸能等性能，在航空航天、军工核能、轨道交通、汽车、体育休闲等领域得到广泛的应用。

碳纤维与高分子树脂、陶瓷、金属等基体材料复合而制成的结构材料简称“碳纤维复合材料”。碳纤维增强树脂基复合材料（CFRP）具有密度小质量轻、高强度、高断裂韧性、耐化学腐蚀、可设计性强、加工性能好、热膨胀系数小、抗辐射抗老化、减振阻尼性能好等显著优点，既能够满足设计部件高强度、轻量化的设计要求，还能提高汽车的安全性。目前碳纤维复合材料已成为继高强特种钢、铝合金、镁合金、工程塑料和玻璃纤维复合材料等材料后汽车工业领域最前沿、最具发展潜力的轻量化材料。

碳纤维复合材料的抗拉强度和拉伸模量受到碳纤维品种、内部结构、用量、铺层使用方式以及树脂种类等多方面因素的综合影响，性能和使用方式不一。碳纤维复合材料与其他轻量化材料的性能对比情况见表1，由表中数据对比可知，碳纤维复合材料在抗拉强度、比强度、拉伸模量，尤其是在比强度和比模量方面比现有使用材料体系有显著提高，这些是碳纤维复合材料的核心性能优势和价值体现，也是碳纤维在汽车行业得到广泛关注的原因。

表1 碳纤维与其他轻量化材料的性能对比

材料	密度 g/cm ³	抗拉强度 MPa	比强度 10 ⁶ ·m/kg	抗弯强度 MPa	比模量 10 ⁶ ·m/kg
铝合金 (7075-T6)	2.8	500	180	200	70
碳纤维 (T800)	1.6	500	300	200	180
镁合金 (AZ91)	1.8	280	150	80	80
碳纤维增强塑料 (CFRP)	1.6	300	180	100	110
碳纤维增强塑料 (GFRP)	1.6	250	150	100	100

3// 碳纤维在汽车上的应用

随着汽车的发展,车身尺寸不断增大,安全系数不断提高,配置越来越丰富,结构越来越复杂,又要保持合理的车重,选择合适的材料至关重要。可以说,轻量化材料的选择,真正体现了汽车品牌之间的研发核心技术差距。碳纤维复合材料的应用主要是为了满足足够的汽车刚性性能需求,又实现了汽车的轻量化,碳纤维不但能达到节能减排的全球性需求,也能解决消费者所关心的节能省油问题,因此碳纤维复合材料可以作为汽车的未来主流材料。

碳纤维的密度接近钢铁材料的1/5,目前车体常规质量在400~500kg,而一个全碳纤维跑车的车体质量不足百公斤。汽车质量每减小10%,可降低6%以上的油耗使续航能力大幅提升,降低5%以上的排放。正因其广泛的应用前景,碳纤维被称为21世纪即将井喷的“黑色黄金”。据研究表明,汽车制造商为了减轻1kg车重所投入的费用比增加1马力更为高昂。

碳纤维增强复合材料是很理想的汽车覆盖件用非金属材料。它的高强度可以在保证汽车的防撞性能的同时,大大减轻车身质量。以中国科学院研发的一辆碳纤维汽车为例,在金属材质的汽车引擎盖上,使用榔头用力敲击,漆盖上有明显的凹陷,而利用碳纤维制作的汽车车壳却非常坚固,用力击打车盖后会迅猛反弹,车身表面而无受损痕迹。中国科学院研究人员表示使用碳纤维复合材料做的汽车,与普通钢材制造的汽车相比,质量轻、速度快、

油耗低,质量比普通钢材的汽车减少60%,在同样油耗工况条件下,这辆碳纤维汽车每小时至少多行驶50km。

宝马汽车是碳纤维应用的尝试者,2009年开始,联合日本三菱丽阳株式会社和西格里集团二家公司,尝试在其i系车型中采用碳纤维复合材料。通过在宝马i系列车型中的成功尝试,证明了碳纤维不仅适用于小批量车型,也可以应用于量产车型中。这也证明了通过使用碳纤维复合材料来实现汽车的轻量化设计(用于新能源车尤其是电动车)的潜力非常大。2015年,宝马i3的销售接近24000台,i8的销售接近5500台。宝马在i系列碳纤维车身及零部件积累的经验,成功转移到了宝马其他的车型中。在2015年欧洲车身会议上展出的全新宝马7系中,在B柱、车顶纵梁/前横梁、门槛梁、中央通道及C柱采用了碳纤维与高强度钢结合的方式,提高了车身的扭转刚度,并降低了车身的质量。2016年,宝马7系实现了6.4万台的销售量,长期的销售目标有望达到10万台。

在新能源汽车领域,碳纤维是新能源汽车“瘦身革命”的领导者,在汽车轻量化方面发挥着关键作用的同时,提高了新能源汽车的续航里程。碳纤维复合材料也得到了大量使用。2018年12月15日,在2018 NIO Day现场,蔚来汽车正式发布了其第二款量产新能源车型蔚来ES6。全面的高性能表现成为ES6最大的亮点:综合工况续航里程510km,百公里加速4.7s,百公里制动距离33.9m,整车抗扭刚度高达4930N·m/deg,这一切比蔚来车的优良性能离不开其碳纤维复合材料的车身结构。

经过NIO全球测试证明,碳纤维后地板的使用让车身整体的扭转刚度更高,被动安全性能提高,整体耐久性也得到很大提升。遵循“合适的材料用到合适位置”的设计选择,碳纤维后地板嵌入到全铝车身中,比铝合金减重30%以上,与同体积的高强度钢相比,质量仅是它的1/5。

国内碳纤维制造企业康得集团与康得新集团联合打造的碳纤维轻量化产业平台已经与近六十家汽车

主机厂展开交流与合作，为客户提供了从设计、研发、试制到批产的碳纤维轻量化整体解决方案。已完成了多个车型的引擎盖、翼子板、行李箱盖、车门等车身覆盖件；顶盖、上边梁、侧边梁、中通道、车身、座椅、电池箱、底盘等车身结构件的汽车碳纤维复合材料轻量化项目。项目涉及燃油汽车轻量化部件替代、新能源汽车（包括锂电池车和氢燃料电池汽车）的整车轻量化解决方案。

北京长城华冠旗下的新能源汽车品牌前途汽车，与美国电动车制造商、分销商Mullen Tech公司签订协议，计划在美国加州投产电动跑车——前途K50，前途K50电动跑车采用全铝合金车身设计并使用碳纤维复合材料，大大提高了汽车的整体性能。

碳纤维增强复合材料由于其良好的轻量化优势，还广泛应用于汽车轮毂、制动系统、传动系统、内外饰、发动机领域中。

3.1 碳纤维轮毂

采取碳纤维材料制作的轮毂，能够大大减少轮毂的质量，从而有助于减少转动惯量。由于簧下质量每减少1kg，轻量化效果约等于簧上质量减少6kg，所以碳纤维轮毂会显著地改善车辆的操控性能。同时，碳纤维材质坚固、韧性好，碳纤维轮毂有利于转向的反应和路感的传递，从而使车辆拥有更快的启动、停止以及转向速度。

3.2 制动系统

碳纤维复合材料在制动系统和传动系统中同样有着广泛的应用。碳纤维制动盘具有出色的耐高温性，可承受2500℃的温度，并且还能保证性能的稳定。保时捷918 spider采取了碳纤维制动盘，可以在50m内将汽车车速从300km/h降低到50km/h；碳纤维制作的传动轴不仅可以减轻40%以上的质量，还具有非常好的耐久性，丰田86的碳纤维传动轴仅重5.53kg，和主流的钢制传动轴相比，减重50%。

3.3 汽车进气系统、发动机领域

碳纤维复合材料作为汽车进气系统材料，一方面可减轻其质量，达到轻量化的效果；另一方面，碳纤维材料加工性能好，易加工成各种曲面的复杂形状，且材料表面较为光滑，可有效提高汽车进气效率。而碳纤维良好的高温性能使其在发动机领域

得以应用，碳纤维复合材料可承受2500℃的高温，且性能稳定。

3.4 汽车内饰、门窗等领域

碳纤维复合材料具有很好的吸力减震效果，对撞击等有强大的缓冲作用，且减少撞击可能产生的碎片，提高了汽车的整体安全性能。利用碳纤维制作汽车内外饰材料，在汽车轻量化的同时，还简化了汽车零部件的生产制造工艺，进而减少零部件在加工、装配、维修过程中产生的成本，进而降低汽车生产成本和消费者使用费用。

4 // 结语

近几年，我国在高性能碳纤维及其复合材料领域取得了一定的进展和突破，在关键技术、装备及应用等方面也有大幅度的提高，但和国外依然有很大的差距。目前全球碳纤维制造的主导者是美国、日本和德国。与国外的碳纤维产业相比，国产原丝杂质含量高，生产的碳纤维质量不够稳定、离散系数大，生产成本还需进一步降低，碳纤维研发、生产与应用脱节严重，针对碳纤维市场的应用技术开发滞后，产业凝聚力弱等。目前国内碳纤维企业生产的产品虽然在航空航天、体育休闲和其他工业产业3大领域中都有一定应用，但高端应用领域占比仅1%，高端碳纤维产品严重依赖进口。碳纤维在汽车领域的应用也有很大的差距。

应用在汽车领域的材料产业规律是：当一种汽车材料垄断地位已经形成，后来者就很难完全颠覆和取代，只有等待下一次汽车产业革命浪潮。如今，随着新能源汽车时代的加速到来，一个全新的、充满想象空间的汽车用材料市场机会正在不断开启。以碳纤维复合材料为首的汽车轻量化材料正迎来一个前所未有的机遇和历史黄金期。

我国碳纤维需要潜心钻研，实现技术突破，形成体系化、系列化的碳纤维产业链发展模式，尽快打破国外的技术垄断。这需要国家、省和地方政府共同携手，给予相关碳纤维企业相应的配套扶持资金，为碳纤维产业发展提供更具有针对性的财政、人才、税收等保障服务，培养出一批碳纤维生产制造和应用的龙头企业。

对我国高性能纤维产业 发展的思考

高性能纤维是我国国民经济发展和国防建设不可或缺的战略新材料。近年来,我国高性能纤维在产业化技术、产品品种质量、市场化应用等方面取得快速发展,高性能纤维已成为制造业提升的新动力,全面渗透到汽车轻量化、航空航天、风力发电、国防军工、土木建筑、船舶缆绳等领域,我国已成为全球品种覆盖面最广的高性能纤维生产国。但我国高性能纤维产业总体自主创新能力不足,技术开发、基础研究、市场应用协同性不够,在高品质性能产品和规模化应用方面还有很大差距。因此,掌握核心技术,打破国外垄断局势是我国高性能纤维发展的当务之急。

1 // 发展现状

1.1 产业发展环境良好

为突破高性能纤维产业技术瓶颈、缓解产业供需矛盾,加快推进产业发展,国家层面出台一系列产业发展政策,为产业发展提供了良好的发展氛围和空间。国务院在《“十三五”国家科技创新规划》中指出,要强化重点领域关键环节的重大技术开发,发展高性能纤维及复合材料等先进结构材

料。工业和信息化部制定的《石化和化学工业发展规划(2016—2020年)》中,将高性能纤维作为化工新材料创新发展工程之一。《化纤工业“十三五”发展指导意见》中也提出将进一步提升与突破高性能纤维重点品种关键生产和应用技术,拓展高性能纤维作为战略性新兴产业在先进轨道交通、新能源汽车、航天装备、海洋工程和电力等领域的应用。高性能纤维的科技攻关、产业化及重点市场开拓也被列入国家“973”计划、“863”计划、国家高技术产业化示范工程项目、国家重点研发计划项目、中央预算内投资补助和贴息项目、科技支撑计划项目等。国防科工委和总装备部对具有自主知识产权的国防军工用重点技术和产品给予资金支持。

1.2 技术装备水平提升

依托良好发展环境的支撑和引导,高性能纤维产业技术装备水平快速提升。碳纤维干喷湿纺工艺技术难关和高强高模碳纤维关键技术实现突破,原丝生产工艺更加多元化,高端产品品种逐步丰富。中复神鹰碳纤维有限责任公司建设的国内首条千吨级T800碳纤维生产线实现投产,吉林化纤集团攻克低成本大丝束碳纤维(48K)生产技术。高强高模聚酰胺纤维制备技术取得新进展,超分子量聚乙烯超高强、高模、细旦纤维及新一代纤维专用树

脂实现新突破，技术均处于国际领先水平。烟台泰和千吨级对位芳纶工程化项目突破了关键技术装备，率先在国内生产出高强度对位芳纶长丝，形成了系列产品。

1.3 产品质量显著提高

高强度、高模型对位芳纶产品实现国产化，且高强度对位芳纶与国外Kevlar-49、Kevlar129产品水平相当，并在个体防护装备上完成应用验证。碳纤维产品已开发出多个系列和牌号，系列化程度发展到高强高模系列、高强中模系列、高强系列等，初步实现T300级和T700级碳纤维产业化规模生产，其中T300级碳纤维系列性能基本达到国际水平。我国创新开发的湿法纺丝T700级碳纤维产品已应用于航空领域，T800级处于工程化研制阶段，T1100级高性能碳纤维已突破关键制备技术。我国高性能纤维产品的质量、系列化、差别化水平有了较大提高。

1.4 市场规模稳步发展

高性能纤维各细分领域市场保持稳定。碳纤维2017年国内产量约7000t，较2016年的4600t有大幅提升，2017年我国碳纤维实际用量增长到约2.27万t，碳纤维企业销售额超过20亿元，国内市场对碳纤维的需求仍保持增长。从应用市场来看，我国体育休闲领域的碳纤维用量超过1万t/a，居各应用领域首位，风电领域碳纤维用量增长迅猛，超过3000t/a，建筑补强和压力容器领域碳纤维用量也分别超过1600t/a和1000t/a。国内间位芳纶和对位芳纶行业发展总体保持平稳，间位芳纶产品应用仍以过滤材料和防护材料为主，对位芳纶主要由仪征化纤股份有限公司、泰和新材和中蓝晨光化工研究院有限公司3家企业保持正常生产。超高分子量聚乙烯纤维在绳网领域、手套领域、民用市场等保持增长态势，手套领域仍以出口为主。

高性能纤维技术和生产一直被日本、美国和欧盟国家等所垄断，我国高性能纤维产业虽然取得快速发展，但高强度、高模量及航空航天、国防、军工等重要领域所用高性能纤维依然长期依赖进口。与发达国家相比，我国高性能纤维产业在产业化技术装备、品种类别、标准检测、应用推广、产业链协同等方面尚有较大差距，产业整体处于由“由研究试制型”向“规模产业型”突破发展的关键窗口期，产学研用结合不紧密，产业化产品类别少、产能分散，技术装备相对落后、产品性能产量无法满足市场需求等问题。

2.1 产业集中度低，原始创新能力不足

我国高性能纤维产业发展缺乏合理布局，多个高性能纤维品种出现产能一哄而上的局面，行业准入标准不高，存在低水平重复建设、生产规模较小的现象，生产企业多且水平参差不齐，导致同质化竞争严重，不利于产业体系的形成和发展，影响行业整体水平的提升。不利的发展环境使得行业基础、体系研究相对薄弱，复合型人才、创新型人才、专业管理人才相对匮乏，具有自主知识产权的核心技术明显不足，大规模高效低成本产业化核心技术仍未完全突破，高性能纤维产品“质次价高、不好用”。

2.2 产业配套能力不强，产需衔接不紧密

目前我国高性能纤维产业链不完整，关键装备、重要原材料和配套材料以及检测评价环节薄弱。我国大多数高性能纤维生产企业只关注生产环节，在标准化、监测评价方面缺少技术支撑和专业化管理机构，下游使用规范、法规认证、数据库与标准等也未建立，与国外先进水平相比设备在生产效率、稳定性上存在较大差距，制约产品档次提升。产业配套支撑能力的不足，不利于产业发展和应用推广，也成为阻碍我国高性能纤维产业发展的重要因素。我国高性能纤维跨领域产业融合发展机制尚未形成，下游认知度和产业话语权有待提高，市场应用拓展困难，大多数应用行业缺乏高性能纤维及其复合材料设计-评价-验证能力，“不会用、用不好”问

题突出。

2.3 补短板仍需加快，国际竞争力亟待提高

我国高性能纤维上下游领域标准规范不协调，制造与应用技术衔接不紧密，导致无法形成纤维开发推动和应用推广拉动的双向互动作用，高端产品仍存在结构性缺失和短板。此外，行业对品牌的培育和推广认知不足，对终端消费领域引导和服务能力较弱，参与国际标准化程度不高，同类产品进出口的价格差距长期得不到有效改善，制约了行业在“二个市场”的共同发展。

3 // 政策建议

3.1 加强顶层设计，优化创新机制

加强财税金融政策对高性能纤维研发应用的支持和引导，科学制定高性能纤维产业发展规划和产业准入条件，提高产业进入门槛，规范市场秩序。健全行业运行监测和预警机制，结合对中长期市场的科学预测，优先保障具有优势的产能达产达标，严格控制中低端产品新建产能，杜绝低水平重复建设。鼓励具有较强创新实力、发展潜力、规模优势的骨干企业加快发展，通过开展兼并重组，提高产业集中度，培育产业集聚区，优化资源配置。支持高性能纤维产业关键共性技术的研发，推动企业进入高附加值的产业链环节，推动企业自主创新成果的产业化、知识产权化、商品化，提高市场竞争力。

3.2 加大技术创新引领，强化科技支撑作用

通过科技创新和体制创新，突破高性能纤维大规模高效低成本成套工艺与装备技术等产业化核心技术，以及典型行业复合材料设计-制备-评价-考核等共性关键技术，构建先进完整的高性能纤维及其复合材料产业链，解决好国产高性能纤维“质次价高、不好用、不会用”和“部分品种受制于人”等问题，加快发展高性能纤维及其复合材料前沿技术，抢占领域前沿并实现自主创新。对高新技术产业和民生产业发展急需重要高性能纤维品种予以

政策倾斜，高度关注，重点支持，优先发展，显著提高其市场占有率和国际竞争力，结合国防和国民经济发展重大需求，对碳纤维、芳纶等高性能纤维材料开展有效科研攻关，使我国高性能纤维的科技创新能力与快速发展的国民经济发展水平相匹配。加强与国外交流，通过与国外发达国家合作实现人才和技术引进。

3.3 构建多元化合作体系，推动产业链协同发展

建立产学研用上下游之间持续、稳定的合作关系，充分发挥国家工程实验室，国家级工程研发中心，国家知识服务平台，工程技术研究中心、企业技术中心等国家级研发平台和专业技术团队的作用，结合各类产品研发进程、产业化技术基础和我国市场需求特征，推动多类型技术联合攻关体系建立。推动上下游企业间的加强合作，积极拓宽高性能纤维在风力发电、新能源汽车、建筑补强、输电电缆、防护等领域的应用，推进高性能纤维研发制备与应用需求相结合，建立若干高性能纤维与下游产业链示范工程，搭建高性能纤维与汽车轻量化等下游应用领域的设计制造技术体系和产业链体系，形成从纤维及其复合材料到零部件再到最终产品的标准及检测体系。推动建设产业联盟，整合行业力量，在关键技术及配套装备研发、行业企业交流互动、反倾销应诉、开展国际合作等方面发挥作用。

3.4 建立完善标准体系，积极参与国际标准制定

借鉴国际高性能纤维产品特点，结合我国实际情况，建立高性能纤维及其复合材料国家级产品标准，针对高性能纤维建立和完善相关检测、标准、认证体系，促进高性能纤维产业链上下游之间的标准协调配套，提高现有检测专业水平和认证等级，完善检测标准和手段，提升标准整体水平。鼓励我国高性能纤维企业积极参与国际标准制定，制定有利的竞争规则，同时整合国内标准和国际标准，促进我国高性能纤维行业标准的国际化。



坚持新发展理念 开展冶金新型原材料 产业集群发展研究

坚持新发展理念，落实国家原材料产业发展工作要求，围绕冶金新材料产业高端化、绿色化、智能化发展，梳理新技术、新模式、新业态，从产业创新发展、协同发展等方面入手，开展培育新材料产业集群研究。

一、立足冶金新型原材料产业，正确理解“四新”内涵

2016年《政府工作报告》中提出，“当前我国发展正处于这样一个关键时期，必须培育壮大新动能，加快发展新经济。要推动新技术、新产业、新业态加快成长。”“新经济”是一个动态的、相对的概念。“新经济”始终是相对于传统经济而言的。“新经济”主要呈现于新技术、新产业、新业态和新模式四个方面。

（一）新技术

技术包含两层含义：一是人类在认识自然和利用自然的过程中积累起来并在生产劳动中体现出来的经验和知识，也泛指其它操作方面的技巧；二是技术装备。表现“新经济”之新的新技术应该同时包含上述两层含义。新技术是一个相对概念，“四新”中的新技术是指能够直接或间接产业化的技术，这些技术可替代、可推广、可产生经济效益。主要

包括：一是信息技术，如移动互联网、云计算、大数据、物联网、移动支付等；二是生物技术如基因测序、基因技术等；三是智能制造技术，如3D打印、人工智能、智能驾驶、机器人；四是新材料技术，如生物基新材料、石墨烯材料、纳米技术等。

（二）新业态

业态是业务经营的形式、状态。新业态是指顺应市场需求，依托技术创新，从现有产业和领域中派生出的新环节、新链条、新活动。主要包括：一是从现有流程中衍生出的新环节，二是从现有产业链衍生出的新链条，三是从现有产业和领域中出现的新活动。由于不同国家的不同产业中高新技术的研发和应用水平存在差异性，新业态在不同产业的表现程度不同。近年来，我国制造业、物流业、服务业和新兴文化产业中产生的新业态比较突出。如线上线下融合、跨境电商、社交电商、智能交通、电子商务、移动医疗服务、云医院等均为我国物流业和服务业产生的新业态。

新业态是新技术应用的结果，新业态伴随新产业而存在，没有新产业就没有新业态的出现。

（三）新模式

模式的本意是指某种事物的标准形式或使人可

以照着做的标准样式。表现“新经济”之新的新模式主要指商业模式。新模式是指新的商业模式，即以市场需求为中心，以实现用户价值和企业盈利为目标，打破原有产业链和价值链，通过要素重新组合形成的具有较强竞争力的运营模式。主要包括一是依托互联网创造全新商业模式，如电子商务；二是把硬件融入服务，三是提供一站式全链条服务。

（四）新产业

产业包含三层含义：一是土地、房屋、工厂等财产；二是构成国民经济的行业和部门；三是指现代工业生产。表现“新经济”之新的新产业主要是指上述第二层含义。

国家统计局根据党中央、国务院关于加快发展新产业新业态新商业模式的要求，为科学界定“三新”活动范围，满足统计上监测“三新”经济活动规模、结构和质量等需要，制定“三新”统计分类（2018）。分类原则是根据《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》《国务院关于印发中国制造2025的通知》（国发【2015】28号）、《战略性新兴产业分类（2017）》（试行）《高技术产业（制造业）分类（2017）》等，以现行《国民经济行业分类》（GB/T4754-2017）为基础，对其中符合“三新”特征的有关活动进行再分类。分类中冶金行业包括先进钢铁材料制造、先进有色金属材料制造、前沿金属材料制造。

结合“四新”的理解，冶金新型原材料产业的新技术、新业态和新模式，可理解新技术即高端、智能、绿色发展最新技术，如高效优质和品种质量技术，智能制造技术、绿色制造技术、先进装备等；新业态和新模式，即应用新技术催生的新业态和新模式，如智能制造、电子商务、线上线下融合、一站式全链条服务等。在疫情期间，中国金属学会举办的冶金材料大讲堂活动，隶属宝钢集团欧冶云商股份有限公司依托互联网、物联网、大数据、移动互联网等全新技术手段，打造集资讯、交易结算、物

流仓储、加工配送、投融资、金融中介、技术与产业特色服务等功能为一体的生态型钢铁服务平台；本钢集团在疫情期间用移动互联为客户提供一站式服务等。

二、收集冶金新型原材料新技术，梳理辽宁冶金规模以上企业及产业集群，夯实工作基础

国家工业和信息化部党组成员、副部长王江平在2019年全国原材料工业座谈会上指出，推动原材料工业高质量发展，要做好“三个坚持”，一是坚持以提高供给水平、促进本质安全和绿色发展为重点，提升发展质量；二是坚持以探索智能制造和完善合理空间布局为突破，提高发展效率；三是坚持以实现创新驱动和改变规模扩张发展为核心，增强发展动力。

辽宁为钢铁工业大省，2019年辽宁省粗钢产量7361.9万吨，占全国总量99634.2万吨的7.4%，位列河北省和江苏省之后，居第三位。我省钢铁工业高质量发展是冶金材料产业发展的重点。收集高校、院所、企业冶金新技术以及中国金属学会冶金与新材料产学研协同创新服务平台推广技术成果，收集乌克兰冶金材料专家技术成果，进一步梳理冶金领域规模以上企业和冶金材料产业集群，夯实工作基础。

（一）收集冶金新型原材料新技术成果

中心组织调研中科院金属研究所、东北大学等，大量浏览冶金领域相关官网，收集整理近几年国内高校、院所及企业高端、智能、绿色发展最新技术，涉及高效优质和品种质量技术、智能制造技术、绿色制造技术、先进装备等160余项。将技术名称、技术负责单位、联系人及联系电话汇总成表，系统的技术原理，技术特点，技术应用及知识产权情况汇集《技术汇编》。

（二）梳理辽宁冶金新型原材料规上企业

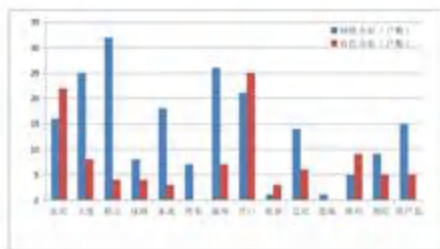
梳理2019年辽宁省各地区钢铁、有色部分规上企业，省区域内钢铁规上企业198户，有色规上企

业101户。地区分布情况如下:

辽宁各地区钢铁和有色规上企业分布表

地区	钢铁企业户数(户)	有色企业户数(户)
沈阳	16	22
大连	25	8
鞍山	32	4
抚顺	8	1
本溪	18	3
丹东	7	
锦州	26	7
营口	21	25
阜新	1	3
辽阳	14	6
盘锦	1	
铁岭	5	9
朝阳	9	5
葫芦岛	15	5
合计	198	101

辽宁各地区钢铁和有色规上企业分布表



(三) 辽宁冶金工业产业集群分布

从辽宁各地区规上企业分布情况可以看出,辽宁钢铁企业主要集中鞍山、本溪、营口、大连、锦州,朝阳虽有凌源钢铁集团有限责任公司和鞍钢集

团朝阳钢铁有限公司,但除此之外仅有7户。有色企业主要分布在沈阳、辽阳、营口、大连等。据辽宁冶金工业十三五规划辽宁省冶金工业重点产业集群情况见下表:

辽宁省冶金工业重点产业集群表

序号	产业集群名称	所在地区	“十三五”期间新增产能(亿元)
1	鞍本钢铁深加工产业集群	鞍山、本溪	1400
2	辽阳工业铝材深加工产业集群	辽阳	500
3	锦州钛及特种金属产业集群	锦州	400
4	营口钢铁深加工产业集群	营口	300
5	沈阳苏家电金属新材料产业集群	沈阳	300
6	大连金州登沙河精品钢材产业集群	大连	300
7	朝阳有色金属产业集群	朝阳	300

三、围绕冶金新型原材料企业高质量发展开展工作,提出培育和壮大产业集群建议

围绕冶金新型原材料企业高质量发展,推进冶金新型原材料产业创新发展、协同发展和融合发展开展工作。一是以冶金新型原材料规上企业高端、绿色、智能发展技术需求为导向,在企业调研中了解企业需求,开展企业服务;二是进一步充实专家智库;三是开展组建新材料产业联盟工作。四是结合中心官网平台服务功能,提出在“产业服务”专栏增加“产学研服务”模块建议,模块主要功能包括新型原材料领域创新资源共享、科技成果转化与推广、科技需求发布、在线交流与咨询等,发布新技术、新工艺、新装备,同时征集企业技术需求,搭建供需双方交流合作平台,为企业技术创新以及技术成果转化提供服务。六是对我省培育和壮大冶金产业集群提出建议。

(一) 布局一批创新型冶金新型原材料产业集群

一是培育沈阳抚顺土功能材料产业集群。以沈阳

材料科学国家研究中心和中科院金属研究所为技术支持，以沈阳中北通磁科技股份有限公司和抚顺恒德磁业有限公司为依托，大力发展钎铁硼永磁材料、稀土储氢材料等稀土功能材料。二是培育营口先进有色金属材料产业集群。2019年营口有色金属材料规模以上企业25户，居辽宁之首，如忠旺（营口）高精铝业有限公司等铝材企业近20户。进一步促进行业规范发展，落实国家今年4月份颁布的《有色金属行业智能加工工厂建设指南（试行）》、《有色金属行业智能冶炼工厂建设指南（试行）》，提高有色金属行业智能制造水平，引导有色金属材料产业高质量发展。三是培育朝阳绿色钢铁产业集群。据《河北省钢铁行业去产能工作方案（2018-2020年）》，2019-2020年压减退出钢铁产能3000万吨，到2020年底，河北省钢铁产能控制在2亿吨以内，钢铁企业减至60家左右。钢铁行业周边上下游产业链企业、项目将随之向外转移。据此，在今年4月份，朝阳集中签约了钢铁环保装备制造项目、环保及智能化设备生产制造项目和钢结构及除尘设备产品生产项目，分别由河北宁泊环保有限公司、北京鸿鹏伟业科技有限公司等投资建设，项目总投资2.8亿元，达产后可实现年产值5.7亿元，税收4000万元。以河北省钢铁产能退出为契机，以凌源钢铁集团有限责任公司和鞍钢集团朝阳钢铁有限公司为核心，着力引进钢铁产业配套转移项目，加快培育建设朝阳绿色钢铁产业集群。

（二）提升冶金新型原材料领域科技创新能力

一是加强基础理论研究。依托高等院校和科研院所，在前沿金属材料领域深化基础理论研究，力

争引领全国乃至全球新兴产业基础前沿领域科研方向，强化储备。二是突破关键技术。瞄准国家重大战略需求，研究发布冶金新材料领域技术创新路线图，引导相关高校、科研院所、骨干企业协同创新，力争攻克一批关键技术。三是以创新为核心，发挥集群内龙头企业的带动作用，全面推进鞍本创新型先进钢铁材料产业集群建设。2019年，本钢集团完成“超高强度系列热冲压成形钢研制开发”和“电镀锌产品自主研发与技术集成”两项科技成果均达到国际先进水平，其中超高强度2000MPa热成形钢技术达到国际领先水平。本钢成功开发0.1毫米极薄规格不锈钢。鞍钢股份成功开发宽度达到3000毫米的高端耐蚀模具钢大板等。充分发挥集群中创新型领军企业自主创新能力，走出了一条从逆向创新到自主创新的道路，打造出一批具有自主知识产权和国际领先水平的重点产品。

（三）优化冶金产业集群升级的环境

先优化外部环境，切实转变政府职能，大力推进依法行政。各部门共同营造氛围，各司其职，有选择地吸引核心企业落地落户。支持发展中企业建立行业服务体系，完善投资环境，加大政策支持力度，制定产业集群优惠政策，为中小企业提供土地、技术创新资金、人才、税收和信息服务支持。再严控产业同构现象累加。应对各市重点推动的产业进行调查梳理，评估其相似度、关联度，分析其技术结构与产品供需上的关系，搭建跨区域产业链，严控产业同构现象累加，创建有利于冶金产业集群发展和升级的内外环境。





辽宁省法库 陶瓷产业 面临的困境与出路

顾晔

辽宁法库经济开发区陶瓷园区为省级经济开发区，成立于2002年，占地面积10.9平方公里。辽宁作为全国十大建陶产区之一，80%的陶瓷砖产品集中在法库产区，产品覆盖了东北三省、华北及内蒙古东部。

一、法库经济开发区陶瓷园区现状

法库陶瓷园区以建筑卫生陶瓷生产为主，涵盖了日用瓷、艺术瓷、工业瓷、电瓷等品种，并扩展到发泡陶瓷、泡沫玻璃、新型陶瓷建材等领域。园区现有企业41家，其中，卫浴企业1家，精细陶瓷2家，陶瓷砖生产企业27家，陶瓷模具1家，陶瓷瓦企业2家。2018年，园区陶瓷产品产量达到1.84亿平方米，产值74.1亿元；固定资产投资20亿元。出口额1.1亿人民币，产品出口美国、俄罗斯、韩国以及台湾、香港等国家和地区。2019年上半年，陶瓷企业工业总产值28亿元，同比增长10.98%。

(一) 资源状况

法库非金属矿体蕴藏十分丰富，拥有的非金属矿产达27种，珍珠岩、瓷土、硅石等矿物已探明的储量达1.79亿吨，远景储量达5.5亿吨，可作为陶瓷墙砖产品坯体用生产原料的沸石、瓷土、硅灰石、珍珠岩、二长花岗岩等非金属矿产资源储量丰富。

法库周边地区矿产资源也很丰富，长石、滑石等陶瓷产品生产用原料，来自本溪、辽阳、丹东、吉林等地，距离法库200里左右，十分便利，被企业称为“本地土”。本地原料有效降低了用料成本。

墙砖原材料中46%来自法库包家屯，其余原材料均来自法库周边地区，具体情况见表1、图1。

表1 墙砖原材料分配及产地

法库			本溪、辽阳、丹东	海城	吉林	
粘土	硅灰石尾矿	膨润土	长石	透辉石	滑石	水曲柳尾矿
35%	10%	1%	35%	7%	2%	10%

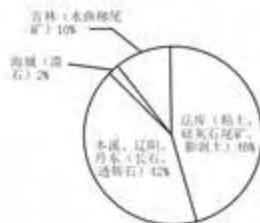


图1 墙砖原材料产地分情况

地砖原材料由于要求高，本地土不能满足标准要求，故地砖原材料均来自外地，具体情况见表2、图2。

表2 地砖原材料分配及产地

广东、吉林	本溪、辽阳、海城、丹东	内蒙	山西	
粘土	长石	瓷石	叶腊石	滑石 刚玉石
20%	30%	0%	15%	3%

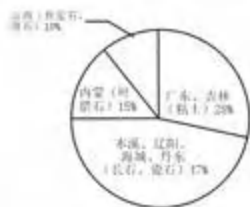


图2 地砖原材料产地分布示意图

（二）企业情况

法库陶瓷产业园区现有41家企业，目前，正在生产的规模以上陶瓷企业34家，停产7家。按产品类别，主要有普通建筑陶瓷、精细陶瓷、卫浴陶瓷等企业。

1. 普通建筑陶瓷企业。陶瓷砖生产企业27家，2019年上半年产值26.7亿元，占比95%。沈阳泰一陶瓷有限公司、沈阳五洲震耀陶瓷有限公司、沈阳大唐陶瓷有限公司，产值分别为2.56亿元、2.48亿元、2.44亿元，其产值位居行业前列。

2. 精细陶瓷企业。现有2家生产企业，沈阳西卡精细陶瓷有限公司、沈阳奥美华自立工业陶瓷有限公司等。其主要产品为碳化硅、氮化硅质、氧化铝质等系列产品。2019年上半年产值974.2万，占行业总产值的0.34%。

3. 其它企业。主要包括广场砖、模具、陶瓷瓦、卫浴等生产企业，产值占比5%左右。景观陶瓷：沈阳晟和景观陶瓷有限公司1家，2019年上半年产值2244万元，主要生产广场砖。陶瓷模具企业：沈阳飞鹿精密陶瓷有限公司1家，上半年产值10万元。陶瓷瓦企业：沈阳鸿宇陶瓷有限公司和沈阳亿友陶瓷有限公司2家企业，上半年产值8241.9万元。卫浴企业：科勒卫浴有限公司1家，上半年产值1998.7万，

于2018年刚刚投产，目前产量不大，但生产线全部运作起来，有望达到上亿规模。

（三）产品情况

法库陶瓷主要生产墙砖、地砖、精细陶瓷、卫浴等产品。以墙砖为主，目前还没有功能陶瓷企业和产品。

1. 墙砖。墙砖是法库陶瓷主要产品，绝大部分企业生产墙砖产品，产值占比72%左右。

2. 地砖。有抛光、仿古两种，产值占比23%左右。

3. 精细陶瓷产品。主要有碳化硅质、氮化硅质、氧化铝质等系列，产值占比比较小。

4. 其他。景观陶瓷，主要做广场砖；陶瓷模具；卫浴产品；陶瓷瓦产品等。

产品产值情况见图3。

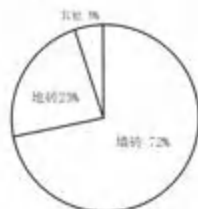


图3 产品产值情况

（四）行业管理情况

1. 品牌建设。当地行业管理部门专门设立200万元品牌建设专项基金，培育引导企业创建品牌产品。成立了法库陶瓷产品质量标准化技术委员会，聘请省建材协会制定质量标准，促进法库陶瓷标准化生产，“farcool”陶瓷品牌通过《商标国际注册马德里21成员国协定》认证。在全省14个省区建立“好陶瓷、法库造”，法库陶瓷产区厂家直营店。

2. 平台建设。联合沈阳工业大学、辽宁省轻工科学研究院等，搭建校企合作平台、创新孵化平台、法库陶瓷工程技术研究中心等。科技平台拥有研发、检测设备141台套，面积41000平方米，具有小试、

中试、工程化、企业孵化完整的陶瓷产业科技体系。

3. 环保建设。累计投入近5亿元，推进环保改造，取缔10吨以下燃煤小锅炉93台，年循环利用各类陶瓷废料120万吨。目前，园区所有陶瓷企业生产环节全部使用天然气清洁能源，每年可减少原煤使用量150万吨，预计年减少颗粒物产生量150吨，二氧化硫产生量7400吨、氮氧化物产生量3600吨。

4. 技术创新。2018年，推进技术创新，研发创新类单品突破100个，压缩落后产能7200平方米，完成20余条生产线技术改造，新增柔抛大理石、全瓷瓷片、大规格薄板等高端产能1.26亿平方米，增加产值20亿元，瓷质通体仿古砖、通体大理石等一批产品处于领先水平。分解甲醛，释放富氧离子抛釉瓷质功能砖。

二、存在问题

虽然法库陶瓷产业发展较快，对相关产业起到了一定的辐射带动作用，但由于原材料、燃料等生产成本和劳动成本的大幅增加，环保压力加大，税收规则改变、产能产量过剩困扰、国内外市场萎缩等原因，导致企业经营困难。

(一) 产能过剩。法库陶瓷产业园有生产线80余条，2019年上半年开工50余条，按每条生产线产能2万平方米计算，开工的生产线日产能达到100万平方米以上。受房地产调控影响，下游房地产市场走低，对陶瓷砖等产品的需求降低，生产能力严重过剩，进一步加剧了竞争，产销比为60%，存在约40%的产能过剩，部分企业处于部分生产线停产或关停的状态。2019年，仍有7户企业处于停产状态。

(二) 企业综合实力弱。一是产业集中度不高。法库陶瓷企业总体大而不强，大部分企业规模较小，前3户龙头企业产值仅占法库陶瓷行业的26.7%。二是生产线水平较低。生产设备简易，现场有大量粉尘，污染环境。三是企业技术力量薄弱。陶瓷砖企业大多没有投入新产品和技术研发的费用，缺乏相

应的技术研发人员。

(三) 品牌建设不到位。一是缺乏自主品牌。园区41家企业，除了全资企业-科勒卫浴，浩松、五洲震耀、新中源等在省内有一定知名度外，大部分企业没有自主品牌。相对于国内蒙娜丽莎、东鹏、马可波罗等一线品牌，法库陶瓷在品牌上存在明显短板。二是品牌知名度低。企业有品牌意识，但在品牌建设、企业宣传上资金投入不够，部分企业引进生产线，提高生产技术和原料品位，实现质量和技术媲美广东佛山同类产品，但是宣传不到位，市场认可度不高，影响了产品进一步的推广和销售。三是品牌培育缺失。行业内多年不进行评选，以往沿用至今，另一方面是企业受此影响，对品牌培育缺少了动力。

(四) 环保压力较大。法库陶瓷产区在全国率先实现清洁能源生产，而国内其他陶瓷产业园区未同步进行清洁生产。以2018年为例，相比较原有煤制气生产，采用天然气生产建筑陶瓷，每使用一立方米天然气增加生产成本约0.7-0.9元。2018年陶瓷产业天然气使用总量约4亿立方米，陶瓷产业增加生产总成本不低于4亿元。“煤改气”不是国家环保的强制政策，是沈阳市地方政策，其它地区并未进行燃气改造，仍在使用传统方式生产。环保实施政策不均，导致法库本地企业成本增加，无法在同一市场竞争。

(五) 产业结构不合理。一是产业结构单一。以建筑卫生陶瓷为主，产值占比95%左右，其他缺乏先进陶瓷产品。二是缺乏高端产品。以陶瓷砖产品为主，精细陶瓷仅占0.34%，卫浴陶瓷企业产值占比0.7%，导致同质化竞争加剧。三是新品种开发不足。不能生产一代，开发一代，储备一代，不能引领市场，造成生产的产品不能满足市场需求，与市场需求脱节，导致产品结构性矛盾。

三、对法库陶瓷产业发展思考和建议

新常态下,传统陶瓷行业进入了低谷期,但是机遇与挑战并存。要深化企业改革,进一步推进产业结构调整 and 转型升级,招才引智,加快平台建设,开拓进取,才能实现高质量发展。

(一)以转型优化结构,提升行业质量。把握与处理好需求与供给之间的矛盾,由“量的扩张”向“质的提升”转变。一是陶瓷产品提档升级。重点研究优质、绿色、自洁、吸附甲醛、夜光等具有功能性的陶瓷产品,发展结构陶瓷、功能陶瓷、陶瓷粉体材料制备,推动陶瓷产业向系列化、高端化、功能化发展。二是改造传统产业。推广企业废渣资源化高效循环利用技术,政策引导、遏制低水平重复建设,限制高污染、低水平企业发展,促进产业优化升级。三是融入“大家居”一站式服务。与整体家居装修、家具、房地产开发公司等企业合作,提供陶瓷类专门产品,成为整装家居的采购首选,让法库陶瓷产业园成为房地产企业、整装家居提供企业、装修装饰企业等的陶瓷类家居产品专项采集地。

(二)以品牌提升销路,提高企业竞争力。提倡工匠精神,建立陶瓷产品首选品牌。一是加强对品牌建设的政策引导。注重引进和扶持具有影响力和知名度的品牌,提升法库陶瓷产品整体的品牌形象。二是推广现有品牌。打造“好陶瓷,法库造”品牌,在全省各地加强法库陶瓷产区厂家直营店建设,推广法库本地商标、产品。三是政府给政策,企业增投入、社会融资金等综合措施,专业营销包装,加大对法库品牌的推广力度。

(三)以改革寻找出路,推进行业转型升级。以市场为导向,引导和支持企业改革。一是支持重点企业整合。通过兼并重组培育优势企业、加快僵尸企业退出,有效化解过剩产能,提高陶瓷产业集

中度。二是鼓励企业延伸产业链。探索由单一的陶瓷产品向上游矿产精深加工和下游产品配套服务扩展。三是进行瓷砖产品与生产工艺创新。示范引导企业提升传统陶瓷,促进更新换代,发展具有新型功能的陶瓷产品,发展功能陶瓷、艺术陶瓷等。

(四)以平台带动创新,提高园区服务能力。一是搭建好平台。密切联系国家级、地方陶瓷协会、学会、联盟,搭建科技创新、标准制定、行业规划、行业秩序、标准制定等创新、服务、发展平台。二是发挥平台作用。发挥好先进无机非金属材料科技成果转化示范基地等在技术开发和研究解决陶瓷行业共性、关键和瓶颈问题的作用,不断提升行业技术和管理水平。三是推进园区配套建设。加强研发、检测、贸易、物流等平台建设,形成完善的配套服务体系。特别是发挥好“陶博会”作用,实现服务全国、面向俄罗斯等国际市场的陶瓷现货商品服务中心。

(五)以政策寻找对策,解决发展中问题。法库陶瓷产业园区有“天然气”使用成本高,区域间行业竞争劣势,生产过程污染严重等发展中的问题亟需解决。一是呼吁国家统一行业环保政策。二是推广先进环保设备降低粉尘污染,鼓励清洁生产,提高环境质量。三是倡导制定原料产区开采标准,提高原料品质。

(六)走出去请进来,学习先进经验。通过对淄博陶瓷产业调研了解到,当地的建筑卫生陶瓷产业园同样面临着低价竞争、转型升级方向的困惑,但是淄博陶瓷产业正在积极探索整装家居、智能家居等发展路径,转型升级加快。我们也会持续关注全国先进地区的进展情况,为法库陶瓷产业园区提供可复制可推广的可行性经验。也希望法库陶瓷企业多到先进发达地区开展交流合作。

中国化工---即将崛起的世界级化工强国!

我国是公认的化工大国，绝大多数化工品产能都已居于世界第一。可是全球化工五十强却只有中石化上榜，难免给人以大而不强之感，甚至有观点认为我国龙头企业未来几年也只能达到海外可比公司上世纪五六十年代的水平。

经过二十多年发展，我国化工已积累了相当的实力，尤其是近几年技术提升速度极快，各个子行业都不断有世界级装置投产，无论是规模还是先进性都居于全球前列，随着盈利的大幅改善，未来技术升级速度还会更快。同期欧美企业却受制于金融危机影响，普遍削减了资本开支，装置不断老化，新产品研发也趋于停滞，对我国的优势大幅削弱。目前我国化工已到了可以和欧美全面竞争的临界点，未来十年将会有一批龙头企业实现对海外化工列强的追赶和超越，中国也将崛起为世界级化工强国!



从MDI看国产化工的突破

说起我国化工产业的技术进步，市场第一反应无疑是万华化学。2002年万华突破了国外的技术封锁，自主研发出MDI生产工艺，实现了巨大的产业突破。但当时万华只有2万吨产能，无论是成本还是质量都远逊于海外企业。经过十余年的发展，2016年万华MDI产能已达到180万吨，跃居全球第一，成本和工艺能力也居于全球最高水平。而且万华还通过投产PO、TDI，完善了整个产业链，成为各类聚醚

材料的一体化供应商。在扩充上游原料的同时，公司还不断研发MDI下游更为高端的精细化工产品，如HDI、TPU、改性MDI等等，可以说公司正在成为全球MDI领导性企业。

丙烯酸产业链

2009年国内最大的丙烯酸企业还是以BASF、台塑为代表的外企在华子公司，其产能也不过16万吨，远远落后于国际先进水平。但民营的卫星石化在短短五年里，产能就从4万吨产能扩张到48万吨，到2018年公司还将再投产36万吨丙烯酸，同时上马两套45万吨PDH实现上游原料丙烯的自供。届时不但总产量将赶上BASF、Arkema和Dow，居于全球第一梯队，装置的单套规模和成本控制也将达到全球最高水平。在丙烯酸最大下游尿不湿用高吸水性树脂(SAP)领域，公司过去五年产能也从3万增加到15万吨。但考虑该产品国内80万吨和国际350万吨的需求规模，目前又主要依靠进口，对应的市场空间仍然巨大。并且全球现有五大厂商中的三大雅、住友和Bayer都缺乏上游原料丙烯酸配套，相比之下卫星的全产业链优势非常明显。未来五年如果能够复制丙烯酸的赶超经验，跻身全球五大公司也将成为和BASF并驾齐驱的全球性丙烯酸龙头企业。

C4产业链

C4比C3产业链的产品规模要小很多，依然涌现出齐翔腾达这样的优质企业。2010年上市时只有4万吨甲乙酮产能，规模在行业内并不突出，但经过近几年的发展，已扩建到18万吨产能，占国内70%和全球50%的市场份额，远超当年全球最大企业日本丸善化工。而且公司还依托甲乙酮，新建了20万吨异辛烷、35万吨MTBE、20万吨顺酐和15万吨丁二烯产量，构建起完整的C4下游产业链。尤其是丁烷

氧化脱氢法制丁二烯，改变了其传统只来自大炼化副产品的工艺路线，达到全球该领域最高技术水平。而丁二烯又是C4下游体量最大的产品，总量高达1500万吨，发展潜力巨大。

PTA产业链

2012年以前我国作为纺织大国，PTA产能只有两千万吨，进口依存度超过30%，而且单套装置小（80万吨左右）、加工费高（700元/吨以上），全球地位一般。但是其后我国PTA迎来了爆发性增长，新增产能高达1200万吨，这些新装置无论是单套规模（200万吨）还是最低生产成本（350元/吨）都处于全球最高水平。现在我国不但是PTA的产量大国（全球占比70%），也是当之无愧的强国，在整个产业链上呈现了压倒式的竞争优势，海外已经几乎没有可以相提并论的对手。而且更为关键的是，我国在该产业链上还在不断的向上延伸，从最初的纺织到涤纶丝、聚酯，再到近几年的PTA，我国已经相继成为全球霸主。



我国化工产业赶超是全方位的

除了前文所述，我国在化工各个子行业都呈现了全面赶超的态势，很多企业都已居于国际领先地位。如醋酸乙烯行业的皖维高新，玻纤行业的中国巨石，产能都居全球第一位；氟化工行业的东岳和巨化，分别是全球第二代和第三代制冷剂最大企业；预涂膜行业的康得新做到了全球第一，并还在进军

光学膜领域；氨纶行业的华峰氨纶和炭黑行业的黑猫股份，都居全球第二位；钛白粉行业的龙佰佰利也提升至全球第四位。再比如复合肥行业的金正大和史丹利、味精行业的阜丰和莲花、维生素行业的兄弟科技和广济药业、橡胶制品行业的三力士和圣奥股份等也都跻身于全球在该领域最具竞争力的企业。像这样的例子其实还有很多，可以说我国全面赶超国际水平的优秀化工企业已从星星之火渐成燎原之势，属于中国化工的时代正在来临。

兼并收购助力产业腾飞

我国化工产业并不弱，甚至在很多细分领域都已处于世界领先水平，那为何全球化工五十强中却难觅我国化工企业身影呢？主要原因就在于我国化工行业过于分散，优质企业往往都只是在单一领域发展，不像国外发达企业大量通过兼并收购，业务领域横跨多个化工子行业，自然收入和利润规模也都远大于我国企业。我国化工企业单科冠军很多，全能冠军太少。而我国产业并购较少的根源还是在于部分国有企业即使竞争力不强，在预算软约束下也难以破产，民企中的落后产能又由于所在地的环保和税收监管不严而具备低成本优势，同样不易退出。除了国内并购以外，近几年我国企业海外收购的步伐也在加快。如国内染料行业的龙头浙江龙盛2010年收购全球最大的染料企业德司达，一跃成为新的全球老大，其后行业老二闰土也收购了德国的约克夏公司，我国整体染料行业的全球竞争力大幅提升。未来随着越来越多的企业迈向全球化，产能走出去、技术引进来，也将助力我国化工企业获得新一轮的快速发展。

我国化工产业的核心优势在哪里？

纵观过去三十年我国化工产业的发展，从最初级的尿素、甲醇、纯碱、氯碱、轮胎起步，逐渐扩展到三烯三苯、MDI、丙烯酸、工程塑料、有机硅

等中游化工品，最近又开始向更高端的电子化学品、精细化工品和新能源、新材料等方向延伸，制造能力越来越复杂，在价值链上的地位也不断提升。可以说我们每突破一个子行业的技术壁垒，都会在很短的时间里吸收知识、复制技术，并加以创新，最终凭借着市场规模和成本优势做到全球第一，进而又以此为依托，继续征服下一个子行业，全产业链推进的态势非常惊人。



全产业链配套优势明显

展望未来，我国不多的产业链盲点在被快速填补，如过去三年利用美国页岩气革命带来的廉价丙烷资源，我国新建了500万吨PDH装置，实现了丙烯自给，其投产速度和规模甚至都超过了更靠近资源的美国同行，未来我们还将利用美国乙烷出口的契机，大量新建乙烷裂解产能，进一步实现乙烯自给。另外还将通过新建大炼油解决困扰我国多年的PX高度依赖进口问题，基本填补上我国在上游的最后几个短板。如果未来油价涨回至80美元/桶以上，我国特有的各类煤化工技术也有望弯道超车，成为全球上游最具竞争力的工艺。另外我们在SAP、PMMA、丁基橡胶、TDI、PC、水性涂料和氯化法钛白粉等中游领域也在快速突破，并崛起了一批优质的企业。

终端市场容量优势明显

我国人口规模高达14亿，是欧美的4倍、日本的7倍，人均GDP超过8000美元/年，还在于以每年

10%的速度继续成长。沿海发达省份的3-4亿人年收入已达到中等发达国家水平，消费能力并不逊色于欧美。从我们近邻日韩的经验看，其化工产业的发展，都是伴随着下游制造业全球占比的提升，毕竟本国产品更容易打进本国制造业的供货体系。而我国化工下游的中国制造也在全面崛起，如家电领域的格力、美的，工程机械的三一、中联，通信领域的中兴、华为、电子产品的联想、小米，和伴随着“一带一路”战略快速走出国门的高铁、核电和基建。另外未来十年，国产汽车、大飞机、芯片和OLED面板等领域也有望突破，出现国际级品牌。未来随着这些国产制造品牌在全球的攻城略地，我国化工产业也将以配套的形式大幅扩张海外市场份额。综合国内外市场的空间，我国在任何单个化工产品上，都可能做到人类有史以来的最大生产体量，规模效应带来的成本优势将更为明显。



基础设施配套优势明显

2009年以来，在基础设施建设上也投入了海量资金，建成了全球最为高效的运输网络。目前我国高速公路总里程13.1万公里，位居全球第一；高铁总里程2.2万公里，比全球其他国家总和还多；全球最高桥梁的前六名都在中国，跨江大桥已突破百座；世界十大港口中我国占据了7席，最大的上海港年吞吐量突破4000万标准箱，占到全球10%，也是美国所有港口吞吐量的总和。2011年以后我国还

处在基建高峰期，60%以上的高铁都是近五年开通，同期美国却受制于政府开支不足，基础设施日益老化，我国相比美国的优势还在扩大。而且美国已经是全球最发达的工业国，如果和其他发展中国家相比，我国不单是交通基础设施，在电力和水的供应、政治稳定、社会治安等方面都是全方位的领先。

工程师红利优势明显

从研发人员看，2014年我国为371万，超过欧美，居全球第一；从研发投入看，2015年我国超过1.4万亿，全球占比20%，仅次于美国的28%，但领先于欧盟的19%和日本的10%，如果未来还能以10%的速度增长，2023年就将超过美国，成为全球第一。具体到化工行业，我国化工毕业生人数遥遥领先欧美，过去三年A股全部上市化工企业研发投入年均增速高达27%，总计230亿元，海外化工五十强总计虽有1400亿元，是我们的六倍，但增速仅为5%，远低于我国，两者差距正在大幅收窄。未来随着我国企业盈利的大幅改善，研发投入还会继续高增长，这也吸引了越来越多的海归人才回国就业，进一步缩小了与国外的技术差距，未来我们也将不断征服新的技术高地。



中国化工的未来展望

近两年我们在研究海外化工产业时发现了很多有意思的现象：2011年以后，随着页岩气革命的爆

发，北美乙烷价格降至不足1000元/吨，是同时期我国石脑油价格的1/7，毛利率高达50%以上，但新增产能却很有限，而且至今都没有顺利达产；另外今年制冷剂价格大涨，R32从2万元/吨最高涨至10万元/吨，欧洲最大企业Arkema却在如此暴利的情況下选择了停产，完美错过本轮暴涨。展望未来，欧洲和日本化工产能居于全球成本曲线的最高水平，在电动车、智能手机等新兴下游领域的发展又落后于我国，其擅长的高端精细化工领域也在坐吃山空，技术上不断被我国突破，未来将呈现持续萎缩状态。相比之下，我国还处在如火如荼的工业化历史进程之中，2010年我国工业产值超过美国，跃居全球第一，截至15年已达到美欧日等西方国家总和的67%。如果未来两者增速差还能维持在6%，则2025年我国就将全面超越所有发达国家工业产值总和。化工作为给工业配套的材料行业，其全球占比也应和整体工业产值匹配，达到50%以上。

中国化工未来发展的方向

我国很多基础大宗品，如三酸两碱等全球占比都超过了50%，增长空间比较有限，未来上游发展方向无疑要在还大量进口的产品中寻找机会。其中2016年乙烯和PX的当量进口量分别超过1400万吨和1200万吨，金额都在千亿以上，有待通过未来的新建大炼化及乙烷裂解填补。除了上游大炼化以外，未来更大的发展方向无疑就是我国尚未攻克产业短板和新能源、新材料。从历史经验看，我们每突破一个下游应用，都会给上游产业链中的化工企业带来一轮新的发展机遇。如伴随着显示面板行业京东方的崛起，康得新等电子化学品企业就获得了快速的成长。未来随着我国大力推进芯片国产化，与之配套的光刻胶、电子特种气体、封装材料、高纯试剂等行业无疑也会迎来大发展。还有我国汽车轻量化和大飞机的发展，对碳纤维、聚碳酸酯等高端工程塑料也提供巨大的市场空间。

《关于我省钛产业发展的思路及建议》 调研报告获省政府领导批示

为进一步摸清我省钛产业发展现状，找准发展方向，培育壮大我省钛产业链条，省新材料工程中心与省工信厅、沈阳中钛装备组成联合调研组，对我省钛产业发展情况进行了全面系统调研并形成了《关于我省钛产业发展的思路及建议》调研报告。

10月19日，省政府崔枫林副省长对《关于我省钛产业发展的思路及建议》作出批示，充分肯定了调研组前期调研提出的思路和建议，并对我省钛产业发展方向做出明确指示。他指出，省工信厅、省新材料工程中心要推动以企业需求为主导的钛产业联盟建立，进一步加快产学研用合作，推进产业园区建设，形成产业集群效应。



钛及钛合金产业是高端装备制造业的基础产业，是国家战略性新兴产业中新材料产业的重要组成部分。作为生产和加工的主要省份，巩固和提高我省

钛材料生产大省和强省地位，加快我省钛产业发展，推动高端制造业创新发展具有十分重要的战略意义。

《思路与建议》中提出，要坚持以军民融合发展战略和创新驱动战略为指导，以国家发展高端装备制造转型升级机遇期为牵引，紧紧抓住辽宁发展钛产业的战略优势，激发新动能，打造新支柱。通过充分利用省内优质的产学研用资源，积极打造钛合金产业集群，促进全省钛产业的优化升级，发挥集聚效应，形成具有辽宁特色的高端钛产业品牌。《思路与建议》针对我省钛产业发展优势和面临诸多挑战，提出坚持产业集群发展等四方面发展建议及具体措施，着力打造钛合金高端装备制造成为高端、智能、绿色、可持续发展的特色产业，成为我省新的经济增长点。

中心自成立以来，始终坚持以推动我省新材料产业发展为目标，以服务政府、企业为初衷，深入开展调查研究，提出一系列建设性意见和建议，逐步发挥中心基地建设“服务、保障、支撑”职能作用。下一步，省新材料工程中心将继续以“三手”定位为出发点，进一步发挥作为我省新型原材料基地建设实施单位的积极作用，推动我省新型原材料基地建设工作深入开展。

2020年中国复合功能性材料行业最新政策汇总一览

复合功能性材料属于国家重点扶持和发展的战略性新兴产业中的新材料产业，在国家经济中占有重要位置。目前国务院、国家发改委、科技部、工信部等各部门已经通过纲领性文件、指导性文件、规划发展目标与任务等文件多层次、多角度、多领域对新材料领域予以全产业链、全方位的指导，相继出台了多项支持我国新材料产业发展的产业政策，为行业发展提供了有力的支持和良好的环境。

2019年发改委颁发《产业结构调整指导目录(2019年本)》，鼓励功能性膜材料等新型精细化学品的开发与生产。同年，工信部颁发《GB/T37264-2018新材料技术成熟度等级划分及定义》，规定了新材料技术成熟度的术语和定义、等级划分和判定规则。该标准适用于新材料技术成熟度评价。

2017-2020年中国复合功能性材料行业相关政策一览表

日期	政策名称	内容
2019	产业结构调整指导目录(2019年本)	新增高性能纤维材料新型精细化学品的开发与生产。
2019	GB/T37264-2018新材料技术成熟度等级划分及定义	该标准规定了新材料技术成熟度的术语和定义、等级划分和判定规则。该标准适用于新材料技术成熟度评价。
2018	《国家新材料产业高质量发展指导意见》	到2025年，重点发展基础材料、关键战略材料和前沿新材料等重点领域和新材料产业领域关键材料，基本形成多元供给、立足自主、集约高效的原材料产业供给体系。到2035年，新材料产业供给体系将更趋完善。
2018	《战略性新兴产业分类(2018)》	首次将规定的战略性新兴产业以重大技术突破和重大发展需求为基础，对经济社会发展前景和经济社会效益重大、带动作用强、知识技术密集、资源消耗低、成长潜力大、综合效益好的产业，包括新材料产业等4大领域。
2018	《知识密集型高技术服务目录(2018年版)》	确定了16个重点产业，涉及以知识密集型、知识密集型和高技术知识密集的知识密集型产业、其中包括：先进电子材料、先进复合材料(高性能纤维材料)。
2018	《新材料标准领航行动计划(2018-2020年)》	构建新材料产业标准体系，鼓励新材料“领跑”标准，在先进半导体和新型显示材料、
2018	《重点新材料首批次应用示范指导目录(2018年版)》	将“电子射线有机材料”列入先进基础材料，将“石墨纤维”列入前沿新材料。
2017	《“十三五”材料领域科技自主创新专项》	提出大力发展复合材料、第三代半导体材料、新型显示技术等，重点发展先进纤维材料。
2017	《战略性新兴产业指南》	将重点发展面向下一代移动通信和海量消费的智能终端芯片、平板电视、车载智能设备以及人工智能可穿戴产品、提升产品的综合应用能力、产业配套能力和品牌竞争力。
2017	《国家高新技术产业开发区“十三五”发展规划》	提出新一代产业结构，发挥国家高新区新兴产业引领作用，瞄准新一代信息技术、高端装备、新材料、生物医药等领域重点，引导社会资本集聚，推动创新和成果转化。
2017	《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录(2016年版)》	将“碳纤维材料”作为新材料领域材料列入指导目录。

来源:中国产业信息网 www.chinainfo.com

· 行业动态 ·

2025年全球热塑性复合材料
市场规模将达318亿美元

根据Research And Markets公司8月18日发布的最新2020-2025年全球热塑性复合材料市场分析报告，全球热塑性复合材料市场规模预计将从2020年的222亿美元增长到2025年的318亿美元，复合年增长率为7.5%。

复合材料具有优异的性能如高刚度、高强度、低密度、导热性和导电性、耐疲劳性和耐腐蚀性。由于复合材料具有上述出色性能，因此在一些高性能终端领域的应用中，它们比常规材料（如铝、钢等）更受青睐。



在所有类型热塑性复合材料中，碳纤维热塑性复合材料是市场规模增长最快一类材

料。预计2020年至2025年碳纤维热塑性复合材料的复合年增长率最高。由于碳纤维的强度是玻璃纤维和天然纤维的两倍甚至数倍，强度和重量轻30%，并且已在高端应用中提供了重量轻、耐腐蚀、高强度等特性。预计未来碳纤维制造的进步和原油价格的下降将导致碳纤维热塑性复合材料价格的下降。反过来，这将进一步促进碳纤维热塑性复合材料在各种最终用途行业中的增长和渗透。



就热塑性树脂基体类型而言，PEEK是增长最快的热塑性复合材料。PEEK基热塑性复合材料在航空航天与国防、汽车和医疗行业中有着很高的需求。PEEK树脂具有极高的韧性，并具有很高的环境和防火性能。PEEK树脂基热塑性复合材料在高温应用中具有热稳定性，并耐化学性和耐疲劳。碳纤维增强

PEEK复合材料可提供高水平的刚性和蠕变强度。但是，由于COVID-19和价格上涨，预计PEEK的需求将在2020年下降，但在全球经济稳定之后将会恢复。



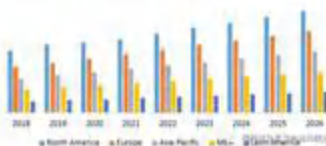
就增强纤维形式而言，长纤维热塑性塑料（LFT）有望实现热塑性复合材料市场的最高复合年增长率。由于成本适中，LFT预计将在预测期内实现最高增长。LFT主要使用与多种热塑性复合材料兼容的玻璃纤维和碳纤维。因此，在热塑性复合材料市场中，来自各种最终用途工业的LFT有很高的需求。由于COVID-19，在风能、消费品和电子产品、建筑、运输以及航空航天和国防工业中，对LFT的需求有所减少，但COVID-19大流行结束后这些行业的复苏将恢复对LFT的需求。

就终端应用领域而言，航空航天和国防是增长最快的热塑性复合材料应用行业。由于飞机内部应用的需求不断增加，在预测期内，航空航天与国防工业的价值复合年增长率最高。热塑性复合材料具有轻便、提高燃油效率、FST性能、耐腐蚀性能以及模制成不同复杂形状的能力。因此，热塑性复合材料的生长在航空航

天和国防工业中是最高的。

亚太地区是增长最快的热塑性复合材料市场。预计在预测期内，亚太地区在全球热塑性复合材料市场中的复合年增长率最高。低成本劳动力、热塑性复合材料技术解决方案的发展以及热塑性复合材料在各种最终用途行业中的渗透，为该地区热塑性复合材料行业的增长提供了支持。

Thermoplastic Composites Market, by Geography



环境友好、阻燃且可回收的碳纤维复合材料

一种阻燃碳纤维增强复合材料已被开发出来。

韩国科学技术院（简称KIST）宣布，其先进复合材料研究所的一个研究小组在Yongchae Jung博士的领导下，采用源自植物的鞣酸开发了一种阻燃碳纤维增强塑料（CFRP），同时还提出了一种环保的回收方法。

碳纤维复合材料（CFRP）要比钢轻约4倍，但强度却是钢的10倍，因而被广泛地应用于航空航天、汽车、造船和体育设备等行业。

从结构上讲，CFRP由碳纤维和环氧树脂构成，它们各自在复合材料中所提供的功能，类似于钢筋和水泥在混凝土结构中发挥的作用。

为了达到力学刚度，碳纤维与环氧树脂在CFRP中的结合必须牢固。

此外，CFRP必须防火，因为其应用领域通常与日常生活密切相关，比如，用作建筑材料。

为了在CFRP中产生这种特性，有时需要使用添加剂。

由于具有热敏性，通常需要添加卤素阻燃剂来使CFRP防火。

然而，全球已禁止在CFRP中使用卤素，因为它在焚烧回收时会产生有毒物质。

因此，当务之急是使用一种无毒、安全的材料来使CFRP阻燃。

作为KIST的先进复合材料研究所的首席研究员，Jung Yong-chae博士寻求采用鞣酸（一种环保物质）来提高CFRP的力学刚性和阻燃性。

鞣酸具有与碳纤维结合紧密的特点，燃烧时会变成木炭，烧焦的鞣酸起到阻挡外界氧气流入的屏障作用。

通过用鞣酸来制备环氧树脂并与碳纤维共混，KIST的研究团队设法开发出了一种坚固且阻燃的CFRP。

与容易受热的传统环氧树脂不同，由鞣酸制备的环氧树脂具有阻燃性且无需添加剂，这意味着在焚烧回收CFRP时产生的有毒物质将不再是个问题。

此外，由于传统的CFRP在燃烧时会降低其中环氧树脂的性能，且不能完全回收，因此该研究小组想出了一种新的回收方法。

以超临界流体状态将CFRP溶解在水中，也就是说，温度和压力要超过设定的水平，这样，CFRP的回收率就能达到99%以上且不降低碳纤维的性能。

同时还发现，环氧树脂在溶解时产生了

一种所谓“碳点”的物质，它可被用作一种电子材料（光电、传感和生物成像等）。

与焚化回收的方法不同，这种方法是焚烧环氧树脂，仅剩下不完整的碳纤维有待回收。

总之，这种新的回收方法可以回收复合材料中的所有组成部分。

兼具高强度与高塑性的新型多级纳米结构镁合金研究取得新进展

镁合金由于具有比强度高和低密度等特点，在航空航天、汽车工业、医药化工等领域应用广泛。然而由于其固有的密排六方结构，致使其延展性较差，获得兼具高强度与高塑性的镁合金也成为当前研究的一个重要方向。前期研究结果表明，通过表面机械研磨处理（SMAT），在镁合金表面引入梯度纳米结构，能够显著改善镁合金的显微硬度和耐磨性能，但会导致其塑性的显著降低。

金属所沈阳材料科学国家研究中心大湾区研究部吕坚院士及其合作者，在先前发现非晶包裹纳米晶的超纳双相镁合金可实现近理论强度（Nature 545, 80-83 (2017)）的基础上，以AZ31合金为研究对象，首先使用SMAT在镁合金表面得到梯度纳米晶，再通过磁控溅射在合金表面沉积Mg基双相金属玻璃薄膜（Mg-Zn-Ca），创新性的将纳米双相金属玻璃与梯度纳米晶结构结合在一起，设计出全新多级结构镁合金。研究结果表明，该合金屈服强度较原合金提升31%，达到230MPa，与SMAT镁合金强度相当；同时该合金的延伸率较SMAT镁合金提升3倍，达到20%，恢复至未SMAT（粗晶）水平，从而实现了高强度与

高塑性的有效结合。进一步研究发现,多级纳米结构镁合金的优异力学性能包括三种变形机制,包括:双相金属玻璃发生多重剪切带与纳米晶化,金属玻璃阻挡纳米晶层的裂纹延伸,以及SMAT纳米晶层的晶粒长大。类似的新型纳米结构可以得到高强度高塑性铜。这一合金结构设计理念有望在其他合金体系,特别是密排六方结构合金中,实现高强度与高延伸性的结合,并指导未来新材料设计。

聚焦科技赋能 联办学术年会 院士专家为菱镁产业高质量发展 发展把脉献计

在全省重温习近平总书记考察东北在座谈会上发表重要讲话精神两周年之际,中心全力推动年度工作,以科技创新为目标,认真策划,开展新材料产业发展“十四五”规划编制、全力做好全省菱镁产业综合服务平台建设、加快推动新材料创新中心建设和产业联盟组建等重点工作的重要时段,以“菱镁产业绿色高质量发展与辽宁·鞍山全面振兴”为主题的辽宁省第14届学术年会于9月29日在鞍山市召开。



年会由辽宁省科学技术协会、中国有色金属学会、辽宁省国家新型原材料基地建设

工程中心、中共鞍山市委、鞍山市人民政府联合主办。中心党组书记、主任侯慧明在开幕式上致辞,并参加特邀院士报告会、专家专题报告会、院士服务基地考察等活动。



侯慧明主任在致辞中,首先对专家院士把脉问诊,以“菱镁产业绿色高质量发展与辽宁·鞍山全面振兴”为主题,参加学术活动、组织考察和高端对话,为菱镁产业可持续发展支招献策,表示感谢。他介绍,辽宁省委、省政府高度重视新材料产业发展,加快推进“一带五基地”建设,提出建设具有国际竞争力的国家新型原材料基地目标。辽宁省新材料工程中心,致力于服务推动辽宁菱镁产业的综合治理和可持续发展,积极开展了搭建产业联盟、科技成果转化、新产品新工艺推广、融资招商、展览展示等一系列工作。



侯慧明主任强调，菱镁产业作为辽宁省特种资源优势产业，受到了省委省政府高度重视，“积极调整菱镁产业结构，促进产业转型升级”被列为2020年辽宁省政府工作报告和专项行动计划的重要内容。近期，省政府出台了《推进菱镁产业持续健康发展的意见》，推出了一系列举措。这些措施，对推动辽宁菱镁产业绿色高质量发展，提高菱镁产业经济、社会和生态效益将产生重要促进作用。

侯慧明表示，中心将深化与中国科协、辽宁省科协战略合作，致力菱镁产业服务，助力产业发展，构建融合畅通的发展新格局。相信，本次学术年会，必将进一步深化辽宁菱镁产业与国内科研机构、业界专家的协同合作，进而助推辽宁菱镁产业结构调整和转型升级，成为拉动地方经济发展的支柱产业。



学术会上，中国工程院院士孙传尧，中国科学院院士成会明及东北大学、重庆大学、中南大学的有关专家教授受邀作专题讲座和高层级学术报告。特种资源产业发展中心韩光启主任代表中心并以专家身份作《菱镁产业的现状与转型升级》专题报告。学术会议

还契合主题，举办了中国有色金属学会走进鞍山和成会明院士与先进碳材料制造业企业两场高端对话会。

这是进入9月份丰收季节以来，中心落实与省科协、奥克集团等战略合作，聚焦科技创新，加快各项重点工作任务组织实施，助推新型原材料基地建设，推动院士专家赋能辽宁新材料产业发展，继联合主办辽宁化工新材料发展论坛之后的又一主旨活动。

科创“以锈制锈”采用特种钢材的世界首座高铁跨海大桥主塔封顶

9月15日上午，由中国铁建、中国交建联合打造；鞍钢集团联合研制特种钢材的世界首座高铁跨海大桥——新建福州（州）厦（门）高铁泉州湾跨海大桥主塔封顶。该大桥全长20.29公里，其中9公里跨越泉州湾中部海域，为世界首座行车时速达到350公里的跨海大跨斜拉桥。



福厦高铁正线全长277公里，设计时速350公里。作为我国“八纵八横”高速铁路中沿海通道的重要组成部分，福厦高铁先后跨越湄洲湾、泉州湾、安海湾三个海湾，其

中泉州湾跨海大桥是最关键的控制性工程。

铁四院联合鞍钢集团钢铁研究院等单位，研制了係系耐海洋大气腐蚀钢，填补了我国耐海洋大气腐蚀钢的钢种空白。这种钢材以“以锈制锈”理念，实现全寿命期的长效防腐。泉州湾跨海大桥还是世界首座采用免涂装（不涂油漆）耐候钢的大型跨海工程，推动了世界耐候钢桥的发展。福厦高铁泉州湾大桥旁，是2015年通车的泉州环城高速公路跨海大桥。两桥最近距离28.7米。福厦高铁预计2022年通车，届时泉州湾海面上将形成两桥竞秀并驾齐驱的海上美景。

抚顺特钢成功研制舰船 用超大尺寸30CrMnSiNi₂A棒材

日前，东北特钢集团抚顺特钢成功试制直径800毫米超大尺寸高强度钢30CrMnSiNi₂A棒材，产品各项指标均达到标准要求，将被应用于舰船领域。该产品的成功研制，填补了国内空白，进一步增强了东北特钢在这一领域的市场竞争力。30CrMnSiNi₂A棒材属于低合金超高强度钢，是在30CrMnSiA基础上提高了锰和铬元素含量，并添加了镍元素研制而成的。该钢种具有优异的淬透性、韧性、抗回火稳定性，同时具有良好的抗疲劳性能和断裂韧性，主要用于制作重要的承力结构部件，在我国航空工业领域得到广泛使用。

直径800毫米超大规格30CrMnSiNi₂A棒材生产难度很大，国内还没有成功生产的先例。抚顺特钢科研人员了解到，目前国内舰船领域对直径800毫米超大规格30CrMnSiNi₂A棒材有一定的需求。此前，抚顺特钢生产小尺寸规

格30CrMnSiNi₂A棒材工艺已非常成熟，结合现有冶炼设备及技术优势，抚顺特钢决定与用户一同研发超大规格30CrMnSiNi₂A棒材。

为确保首次试制工作的顺利进行，抚顺特钢科研人员对30CrMnSiNi₂A钢的冶炼、加工、热处理工艺进行了精心策划。试制过程中，科研人员进行全流程跟踪标定，在相关单位的共同努力下，30CrMnSiNi₂A冶炼出的电极成分达到控制要求。经重熔冶炼后，钢锭成分合格且表面质量良好，最后经锻造制成Φ800毫米棒材。经检验，产品化学成分、高、低倍组织等各项性能指标均满足标准要求。

2020年辽宁省无机非金属材料产业 创新发展论坛暨辽宁省无机 非金属材料创新联盟、功能材料 产业校企联盟第四届研讨会在沈召开

11月20日，由辽宁省国家新型原材料基地建设工程中心、辽宁省无机非金属材料产业联盟、辽宁省功能材料产业校企联盟、辽宁省新材料创新中心主办的论坛（研讨会），汇聚了省内具有相关专业的著名院校、科研单位的教授、科研一线人员和企业的法人、高管等。辽宁省国家新型原材料基地建设工程中心党组成员、副主任陈绍宏首先致辞，对此次论坛的召开表示祝贺，并对到会的专家、学者和企业家在我省新材料研发创新工作寄予厚望，今后还要加强合作、联动，形成合力，为辽宁的新材料创新做出更大的贡献。

此次论坛由辽宁省轻工科学研究所许壮

志院长和功能材料产业校企联盟秘书长王占杰教授共同主持，沈阳工业大学副校长、辽宁省功能材料成员校企联盟理事长袁晓光、省工信厅建材处处长李翔、优客工场（大连）创业投资有限公司（赛瑞产业研究有限公司）董事长王克峰、省新型原材料产业研究院院长邹德斌等领导先后发言，辽宁法库经济开发区、沈阳皇姑区政府分别介绍了本地在新材料创新发展方面取得的成果和促进产业发展的相关政策。辽宁工程技术大学、辽宁科技大学、沈阳理工大学、辽宁工业大学的领导通报了各自的专业创新发展情况，东北大学、沈阳理工大学、沈阳建筑大学、渤海大学、中科院金属研究所及部分企业的代表介绍了技术创新方面的成果。

会议还进行了产学研对接交流，与会人员还参观了省新材料产品展示馆。



稀土业为“新基建”注入活力与生机

“新基建”是近期的热词之一。国家发改委近日发文，进一步明确“新基建”是以

新发展理念为引领，以技术创新为驱动，以信息网络为基础，面向高质量发展需要，提供数字转型、智能升级、融合创新等服务的基础设施体系。

相比于传统基建，“新基建”主要是发力于科技端、信息数字化的新型基础设施建设，主要包括5G基建、特高压、城际高速铁路和城市轨道交通、新能源汽车充电桩、大数据中心、人工智能、工业互联网等七大领域。业界人士认为，直接推动稀土发展的“新基建”领域有以下几项：

一是高铁、城市轨道交通列车。“十三五”期间，我国永磁轨道交通将得到迅猛发展。有资料表明，到2020年新增高铁、城市轨道交通列车永磁同步传动系统市场占有率将分别达到30%和50%。另外，“十三五”期间，城市轨道交通规划线路总规模为7305.3公里，若全部采用永磁牵引系统，大约需要钕铁硼1827吨。我国轨道交通对钕铁硼的总需求约4577吨，按照45万元/吨高性能钕铁硼价格计算，“十三五”期间，轨道交通可带动20.6亿元的钕铁硼市场。

二是镍氢电池。镍氢电池为稀土储氢合金主要应用领域，全球稀土储氢合金95%由我国和日本供应，我国储氢合金产量超过全球总产量的70%。镍氢电池主要应用在手机、笔记本电脑、相机、电动车、新能源汽车等领域。镍氢电池中，稀土占32.2%，而稀土元素中镧为20.2%，铈占8%，钕占3%，镨占1%。一辆混合动力汽车的储氢合金需求量大约在10公斤，而一般情况下，混合稀土金属用量按储氢合金用量的30%计算，即每辆消耗稀土约3公斤。

三是工业机器人。国家发改委、工信部出台的《机器人产业发展规划（2016-2020年）》中指出，到2020年，国内工业机器人密度目标是达到150台/万人，工业机器人未来市场空间将进一步扩大。工业机器人核心零部件为控制器、永磁同步伺服电机、减速机。制造一台165公斤焊接机器人需要消耗25公斤高性能钕铁硼。

除了以上直接推动稀土发展的“新基建”领域外，间接推动稀土发展的“新基建”领域包括5G基站的建设、风电开发、驱永磁发电机、新能源汽车等。预计稀土业在“十四五”期间，随着战略性新兴产业、“互联网+”等国家战略的陆续实施，智能制造、高端装备、新能源汽车、工业机器人、3D打印等新兴产业加快发展，稀土磁材等应用发展空间将更加广阔。

推动稀土发展的“新基建”领域需从顶层设计，并不断地去完善和实行，促进稀土朝着更加规范和现代化的方向发展。从已公布的信息来看，国家将围绕环保脱硫脱硝治理、储氢储能及LED新技术运用、新能源汽车及风电设备等产业应用推进稀土业向纵深发展，并有望围绕稀土永磁、发光、催化等新技术运用领域进行。

“新基建”提速为我国稀土产业发展提供了机遇，国内市场对稀土材料的需求快速提升。例如，装备先进永磁牵引系统的高铁、城市轨道交通产业，作为战略新兴产业，将把稀土的资源优势转化为经济优势。低碳工业对稀土永磁材料也有着巨大需求，稀土有望在工业互联网领域起着关键的衔接作用，为“新基建”注入活力与生机。

国家重大专项，中科院金属所 装备关键零部件表面涂层技术 取得新进展！

近日，中国科学院金属研究所国家重大专项“基于焊接和表面涂覆技术的大型铝件制造技术开发”顺利通过验收。该项目由材料表面工程研究所熊天英团队负责，主要针对超低污染及抗强腐蚀零部件的表面涂层技术需求，开展高性能纯Al或Al₂O₃、高致密Y₂O₃以及Y₂O₃/ZrO₂涂层技术攻关研究。

针对装备中最苛刻的等离子体辐射与强腐蚀性气体交互作用下腔体内零部件的腐蚀问题，崔新宇副研究员带领的热喷涂技术小组研发了高致密Y₂O₃、Y/Y₂O₃、Y₂O₃/ZrO₂以及SiC复合防护涂层，突破了涂层与Al合金基体结合、热匹配性以及涂层致密性等关键技术难题，研制的表面高纯高致密Y₂O₃涂层通过用户考核验证和应用；研制的腔体内表面Y₂O₃/ZrO₂涂层通过用户考核验证和应用，实现工艺超低污染、抗强腐蚀的技术要求，在国内首次实现批量供货。

针对镀膜设备用纯Al射频基片使用温度低、寿命短的问题，王吉强副研究员带领的冷喷涂技术小组提出在Ni合金基片表面冷喷涂纯Al涂层，解决了0.2mm超薄基片表面涂层厚度均匀控制和基片反复弯曲过程中涂层易脱落等多项技术难题。开发的新型基片使用温度由300提高到400，使用寿命由1~2个月提高到6个月以上，达到国际先进水平。目前批量供货5万余件。

上述相关表面涂层技术的研发成功和应用，为制造装备、成套工艺和材料技术攻关提供了有力的技术支持和保障。

卡中国脖子的几种钢铁产品

高端轴承钢



轴承，想必接触过机械的人们都熟悉，支撑机械旋转体，降低其摩擦系数，并保证其回转精度。在一些特殊领域，机械的运转对轴承的精度、性能、寿命和可靠性提出了高要求。那么，要使轴承得到这些要求，其材质是决定性因素之一。然而，高端轴承用钢几乎全部依赖进口。目前，世界轴承巨头美国铁姆肯、瑞典SKF几乎垄断了全球高端轴承用钢的研发、制造与销售。

1. 高端轴承的作用及难点

作为机械设备中不可或缺的核心零部件，轴承支撑机械旋转体，降低其摩擦系数，并保证其回转精度。无论飞机、汽车、高铁，还是高精度机床、仪器仪表，都需要轴承。这就对其精度、性能、寿命和可靠性提出了高要求。而在发动机中，轴承一直在“炼狱”中工作，它不仅要以每分钟上万转的速度长时间高速运转，还要承受着各种形式的应力挤压、摩擦与超高温。这对轴承的精度、性能、寿命和可靠性提出了高要求，而决定这四点的关键因素，在于其材质。

遗憾的是，虽然我国的制轴工艺已经接近世界顶尖水平，但材质也就是高端轴承用钢几乎全部依赖进口。

高端轴承用钢的研发、制造与销售基本上被世界轴承巨头美国铁姆肯、瑞典SKF所垄断。前几年，

他们分别在山东烟台、济南建立基地，采购中国的低端材质，运用他们的核心技术做成高端轴承，以十倍的价格卖给中国市场。炼钢过程中加入稀土，就能使原本优质的钢变得更加“坚强”。但怎么加，这是世界轴承巨头们的核心秘密。

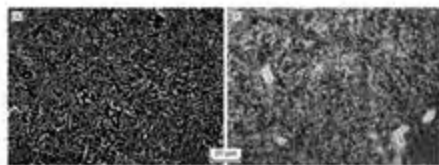
2. 高端轴承钢的发展情况

在滚动轴承的四大组成部分中，除保持器外，内、外套圈、滚动体（滚珠、滚柱或滚针）都是由轴承钢组成，而轴承钢素有“钢中之王”的称号，是钢铁生产中要求最严的钢种。

轴承钢也有很多种类，根据使用要求的不同，化学成分也不相同，其中高碳铬轴承钢占很大的比例，是制造轴承和轴承零件最常用钢种。

轴承钢的质量主要取决于以下四个因素：一是钢中的夹杂物含量、形态、分布和大小；二是钢中的碳化物含量、形态、分布和大小；三是钢中的中心疏松缩孔和中心偏析；四是轴承钢产品性能的一致性。这四个因素可以归纳为纯净度和均匀性指标。

其中，纯净度要求材料中的夹杂物尽量少，纯净度的好坏对轴承的疲劳寿命有直接影响；而均匀性则要求材料中的夹杂物和碳化物颗粒细小、弥散，这会影响到轴承制造中热处理后的变形、组织均匀性等。



高端轴承钢中均匀细小的碳化物组织和热处理后均匀分布的细小碳化物

提高轴承钢的纯净度，首先要做的就是控制钢中的氧含量，炼钢中用ppm（每百万分之一）来作为氧含量的单位，一般来说8个ppm的钢就属于好钢。

而高端轴承所需要的则是5个ppm的顶级钢。此外，钛等有害元素等留在钢中易形成多棱角的夹杂物，会引起局部的应力集中，产生疲劳裂纹，也都是应该要尽力避免的。

目前，随着钢的高纯净度冶炼平台系统的完善，轴承钢纯净度有了很大的提高，夹杂物水平得到有效控制，国外发达国家的钢中氧含量已经控制在5ppm以下，所以钢中碳化物的含量、分布、大小等逐渐变成了当下制约轴承钢质量的主要因素。

如今，中国不仅能造出高端轴承钢，而且在国际市场闯出了名堂，中国的轴承钢已经供应给瑞典、德国、日本等国，同时高端轴承钢的疲劳寿命也达到甚至超过日本和欧洲的同期水平。有了好钢，下一步要解决的就是轴承的问题，高端轴承研发涉及材料、设计、轴承制造装备、高精度机械加工、检测与试验等一系列技术难题，还需要接触力学、润滑理论、摩擦学、疲劳与破坏、热处理与材料组织等基础研究和交叉学科的支持，高端轴承技术具有极端的复杂性，掌握难度非常大。

目前国产轴承，相比于进口高端轴承，在精度、轴承振动、噪声与异响、可靠性、高速性能方面还有一定差距。

航空钢材



超高强度钢是用于制造承受较高应力结构件的一类合金钢。一般屈服强度大于1180MPa，抗拉强

度大于1380MPa，这类钢一般具有足够的韧性及较高的比强度和屈强比，还有良好的焊接性和成形性。主要应用航空制造产业，而飞机起落架的制作材料，基本上都是300M超高强度钢！

飞机起落架是支撑飞机的唯一部件，尤其是在飞机降落阶段，其承载的载荷不仅仅来自机身重量，还有飞机垂直方向的巨大冲击力。因此，起落架的材料强度必须十分优异，只能依靠特种钢材才行。目前使用范围最广的是美国的300M钢，该材料采用真空热处理技术，避免了渗氢，零件表面光亮，无氧化脱碳、增碳和晶界氧化等缺陷，提高了表面质量。而国内用于制作起落架的国产超高强度钢材有时会出现点状缺陷、硫化物夹杂、粗晶、内部裂纹、热处理渗氢等问题，这些问题都与冶炼过程中纯净度不够有关系。所以我国在高纯度熔炼技术方面与美国还有较大差距，存在很大提升空间。

2018年中国宝钢特钢有限公司在此前的上海航展上，展出了一款该公司研制生产的300M超高强度钢，这对于C919以及后续机型而言，是个至关重要的好消息。这一信息的出现，并不仅仅意味着300M超高强度钢在国内需求应用上的成本降低，也标志着我们国家真正打破了300M超高强度钢的西方垄断局面，更是表明了我们的国产大飞机拥有了属于我们自己的“双脚”，更让我们的国产大飞机距离真实意义上的国产又近了一步！

不过今年2月16日报道称：美国政府考虑禁止LEAP-1C大涵道涡扇发动机出口，报道内容指出此举意在封杀C919客机，让C919客机没有发动机可用。这极有可能意味着C919客机被卡脖子，甚至C919大飞机的生命将走向终结，更有甚者称：C919客机将重蹈运10的覆辙。

高强度不锈钢及奥氏体不锈钢

1. 高强度不锈钢

用于火箭发动机的钢材需具备多种特性，其中

高强度是必须满足的重要指标。然而，不锈钢的强度和防锈性能，却是鱼和熊掌般难以兼得的矛盾体。火箭发动机材料如果严重生锈，将带来很大影响，完全依靠材料自身实现高强度和防锈性能兼备，这是世界性难题。现在，我国航天材料大多用的是国外上世纪六七十年代用的材料，发达国家在生产过程中会严格控制杂质含量，如果纯度不达标，便重新回炉，但国内厂家往往缺乏这种严谨的态度。

2. 奥氏体不锈钢

316H奥氏体不锈钢已不折不扣地成为核电装备“卡脖子”材料。2019年1月1日，鞍钢集团有关领导组织召开316H奥氏体不锈钢生产动员会，并将316H奥氏体不锈钢开发确定为鞍钢“一号工程”。面对国家需求，鞍钢核电用钢项目团队结合合同全面承担了项目研发、生产及供货任务。在克服不锈钢研发、生产经验少，产品涉及单位众多、工序繁杂及技术指标要求严格等诸多不利因素情况下，充分发挥集团公司优势，依靠鞍钢联众、鞍钢铸钢公司、鞍钢股份，建立了该钢种适宜的生产工艺路线并成功实现产品开发和首批合同供货。

日前，鞍钢成功实现四代核电600MW示范快堆项目316H奥氏体不锈钢产品开发，并完成首批合同供货，解决了该产品从无到有的“卡脖子”难题。鞍钢因此成为全球唯一一家全部依靠自身装备生产该产品的企业。

随着世界各国经济发展和环境恶化压力，建造核电、利用核能已成为未来10至20年的重点。我国在核电开发、建设方面已取得了重大进展，三代核电技术达到世界先进水平，四代核电技术达到国际领先水平。其中，四代核电600MW示范快堆项目更是引领行业发展，代表核能发展方向，具有极其重要的战略意义。

铣刀

随着我国近年来高铁的迅猛建设，钢轨养护问

题也愈加让业内专家忧心。若养护不到位，不仅折损生命周期，还存在高风险隐患。我国自主创新研发的双动力电驱铣磨维护机器人装备——被称为钢轨“急救车”的铣磨车可为钢轨“保驾护航”。但铣磨车最核心部件铣刀仍需从国外进口。铣刀的材料是一种超硬合金材料。对其中金属成分我们已然了解，但就是不知晓是怎么配比、合成的。



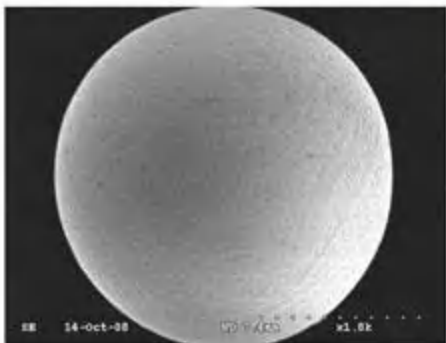
由于建造钢轨的材料强度极高，这就决定了钢轨的强度，所以在制造时只能用铣刀对其打磨，而当它出现变形时也只能用铣刀对其进行矫正。目前为止，德国和奥地利是世界上唯一拥有铣刀制作技术的国家，整个欧洲的钢轨维护也是被他们垄断，而我国虽然在不停地研究铣刀的制作技术。但是至今仍未有任何突破，每次提高钢轨的保养，必定少不了铣刀，而每次提到铣刀都让国内的专家们无可奈何。最近今年内，我国已经在加紧对这一项目的攻关，成都工具所目前已经探索出了可行性方案，理论上能够有效提高铣刀的强度，有望在今年年底形成中国的铣刀技术。

合金粉末产品

我国合金粉末产品品种依然不足，中低端产品产能过剩和高端、高品位金属粉末依赖进口的矛盾

日渐突出。尤其是粉末高温合金和粉末高速钢，目前应用于现代航空发动机、航天器和火箭发动机以及舰船和工业燃气轮机的关键热端部件材料（如涡轮叶片、导向器叶片、涡轮盘、燃烧室等）基本依赖进口，“卡脖子”问题日益突出。

粉末高温合金，是现代高性能航空发动机涡轮盘等关键部件的必选材料。与美欧、俄罗斯等航空强国相比，我国的民用航发刚起步，军用航发勉强交付。国内制备涡轮盘寿命在400小时（国际上寿命最高达20000小时），中外技术差距甚远。



真空雾化高温合金粉末

对于粉末高速钢，其良好的组织均匀性和碳化物无偏析特点，弥补了普通高速钢的先天缺陷，使钢材质量和性能得以全面提升。然而目前国内没有大批量供规模化生产的企业和研发人员，每年进口量约2万吨。

钢铁矿石

中国的钢铁产量超过了世界所有国家的总产量之和，占比超过51%。但是我国铁矿资源并不多，主要还是依赖进口。其中最优质的铁矿石来自两个国家，一个是澳大利亚，一个是巴西，其中澳大利亚每年的铁矿石产量占全球的80%。但自从我国进

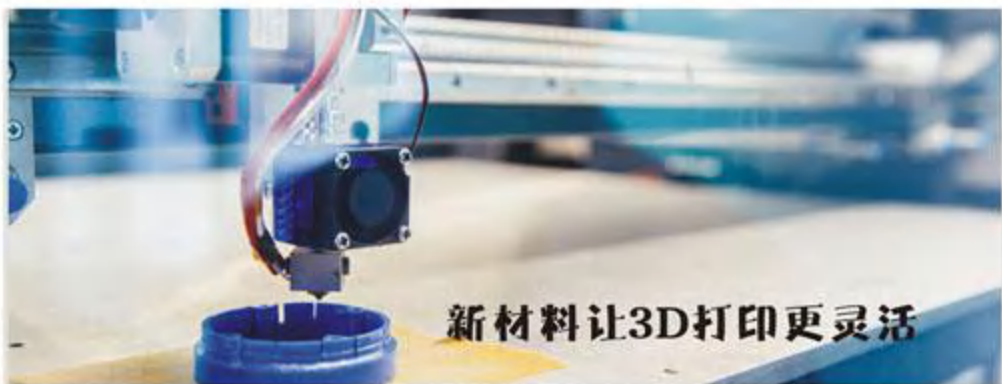
入钢铁市场之后，铁矿价格一路飙升，我国钢铁行业的成本一路飙升。



据了解，三井物产是日本财团三井的核心企业，三井的成员包括了新日铁这样的大型钢铁企业，也包括了丰田汽车这样的钢铁产品使用大户。中国的宝山钢铁甚至也和三井有密切的关系。力拓、必和必拓、淡水河谷世界三大铁矿石巨头，而三井物产与它们都建立了联合经营的关系，对于这些企业的经营决心有很大的影响力。所以说日本对“三大矿山”进行控股，铁矿价格提高，“三大矿山”盈利，日本也能从中分一杯羹，所以对于日本来说不论铁矿价格高低都是稳赚不赔的，而我国的钢铁企业就会受到损失。

好在我国的钢铁企业经过几十年的发展，在铁矿上的定价权也有举足轻重的程度。研究认为，我国海外建设优质铁矿项目不仅可以提升中国钢铁工业在成本、环保等方面的竞争力，而且将给项目所在国带来税收、就业、人才培养、基础设施建设及社会经济发展等方面的切实收益，实现双方的互利共赢。

本文举例的几种钢铁产品与芯片一样，都是我国必须要掌握的核心技术。虽然仍有不小的距离需要追赶，但是以经济内循环为主的大环境下，在可预见的将来，相信中国完全有能力赶上世界先进水平。



新材料让3D打印更灵活

通过一桶液体树脂3D打印的芭蕾舞女演员正在一个平滑的整体中旋转。由于液体树脂的多功能性，加入她的新舞者的动作既可以坚硬、坚韧，又可以柔韧、有弹性。新材料使原来只能制作易碎物品的印刷技术，变成了柔韧或坚固的物品。



一枚“钻石戒指”可以在45~60秒内制作完成，只需将光束照射在一桶特殊的树脂上。



研究人员把新型原材料和3D打印方法相结合，迅速制造出这个芭蕾舞者形象。

大多数3D打印技术是通过每次增加一层薄薄的原材料逐渐制造一个物体，其成品具有特有的粗糙度。一种替代性的打印方法可将编码所需三维形状的多束光投射到

旋转小瓶内的树脂中，在几分钟内固化所需的形状。但到目前为止，这项技术只适用于硬化成像玻璃一样脆的物体的树脂。

美国加州劳伦斯·利弗莫尔国家实验室的Maxin Shusteff和同事确定了三种合适的分子结构模块，并将它们组合成树脂。通过改变树脂中这些分子的比例，该团队可以创造出具有广泛材料属性的物体。

在这项近日发表于《先进材料》的研究中心，作者表示，一些打印出来的物体在断裂前可以拉伸四倍以上。还有一些比大多数用于飞机和汽车的高性能工程塑料更坚固。



涨知识：胶粘剂在LED和LCD保护领域的应用

LED和LCD显示器应用越来越广泛，它们可用于广告业，展现不同的产品信息，服务、菜单，可以播报新闻，显示体育比分、道路信息和系统状态。显示器的尺寸更是多样，小至飞机上的小型数字仪表盘（传统飞机上的仪表盘和测量计已被取而代之）大至运动场的巨型记分牌（即使位于足球场另一端，也能清楚看到屏幕上的内容），都能看到它们的身影。

上述LED和LCD的应用有什么共同之处？除消费电子外，大多数LED和LCD显示屏都必须承受各种环境压力：紫外线；湿气；风吹起的废弃物残骸碎片的撞击；极端温度；大气压力的波动；手指印污迹；振动和撞击；杂散电流和人为破坏。

制造商之所以能够生产出大量具有成本效益的优质LED和LCD显示器，得益于封装化合物、热化合物和敷形涂层等材料。这些材料是LED或LCD面板制造时不可或缺的一环，从电子设备到光学透镜，到显示器的外壳或外罩，它们的作用功不可没。

LED显示器用胶

LED制造在很大程度上依赖于粘合剂和热化合物。当电子与半导体中的电洞（Electron hole）相遇并降低到较低的能量水平时，LED将电能转换为光能和热能。但其中高达85%的能量输出是热能，而热能会对电路板造成损坏。有害的废热是电子（元件）故障的主要原因，而热接口材料/导热界面材料/导热接口材料（TIM）可带走有害的废热，为敏感元件降温，从而极大地提高LED寿命。导热的封装化合物不仅可将半导体包围起来以进行保护，同时也有助于散去多余的热能。

LED应用离不开各种不同类型的“液体光学透明粘合剂（LOCA）”，每种均有其适用的操作环境。对UV固化聚氨酯丙烯酸酯化合物进行简单的光处理

即可干燥，其附着力和柔韧性均十分优异，最适用于高温环境。当LED组件必须在低温环境中工作时，可选用硅酮基粘合剂。这些LOCA经过不断调配，其折射率可确保甚至有助于提高LED组件的视觉清晰度。

粘合剂的作用超出了热管理或电子保护技术；它们对装配过程也至关重要。透明的，不发黄的环氧树脂可用于LED封装中，不仅保护设备免受环境的影响，还可提高LED的光学质量。有些LED会使用透镜或圆顶/拱顶进行保护，此类LED需要强韧的粘合剂以用于粘合和密封。

螺纹锁固密封胶可将LED固定在适当位置，以抵御可能的动态或冲击负载。液体或胶带状粘合剂可用于密封LED显示屏的外壳，并且相较于机械紧固件，安装速度更短且性能更优。

路标则充分说明了如今LED显示屏应用在很大程度上依赖于粘合剂。永久性道路标志为道路使用者传递了关键的交通信息，而公告式道路标志不仅必须通报最新的道路封闭和绕道信息，还需是车载的。这些标志承受着各种极端温度，包括各种类型的降水，高风携带的污垢和碎屑，腐蚀性道路盐，以及由于来往交通而导致的不断的振动。除此以外，它们在建筑区也随处可见，建筑区的性质导致其需要使用结实耐用的电子设备。因此，路牌制造商依靠坚固但简单的胶粘剂解决方案来制造持久耐用的LED显示屏。

粘合剂的作用超出了热管理或电子保护技术；它们对装配过程也至关重要。

LCD：为何粘合剂如此重要

坚固耐用和商业化的LCD显示屏满足了太多的应用。许多用于LED显示屏的结构材料也同时应用

在LCD显示屏的装配过程中。虽然有些LED背光源对LED保护技术和其他的考虑因素有众多要求，但部分的LCD面板会使用此种LED背光源。

LCD组件中使用的粘合剂必须是光学透明的，因为它们会将涂抹后的/有盖窗口或镜头粘贴到触摸面板或LCD面板中，此外还会将LCD模块粘合至触摸面板上。

LOCA可保护更敏感的LCD模块和触摸面板免受损坏，故LOCA在LCD屏幕的光学清晰度上可谓发挥了重要作用。它们还消除触摸屏显示器夹层之间的空气间隙，以提高了对比度。

选择适当的LOCA材料，再结合使用防反光，防眩光和防污玻璃的涂抹后的/有盖窗口，触摸屏在任何情况下均可保持明亮鲜艳，透明清晰。

清晰的显示屏可减少设备对亮度的要求，从而降低功耗并延长设备的使用寿命。LOCA的返工性强，在最终固化之前均可重新摆正镜片或触摸面板的位置。一部分LOCA干燥后极易剥落。

LCD设计可使用于UV光固化：无法接触到UV光源的LOCA区域可以使用活化剂固化，热固化，湿气固化或使用其他特殊的工具固化。多年来，硅胶一直是LCD显示屏制造中最主要的粘合剂类型，而今天我们有了新的选择。

化学丙烯酸酯的发展改进了LCD粘合技术，尽管通常而言此类粘合剂造价更高昂，但是由于产量

更高效，面板使用寿命延长，而抵消了成本。此外，它们还可以在提高光学质量的同时，粘合不平坦的表面。

军事设备越来越依赖于LCD屏幕，而此类军事应用恰恰是LCD保护技术的巅峰之作。此类显示器通常应用于车辆或移动设备上，对角线的尺寸为7至37英寸。即便在最恶劣环境下屏幕仍可正常使用，是保证士兵在战场上完成目标任务并确保自身安全的关键。军用级别的LCD显示器必须满足甚至高于所有操作间的标准，其组件也必须满足甚至高于一切标准。

LCD屏必须在北极温度下耐开裂，且即使在此极端条件下，显示屏粘合剂也必须是光学透明的。液体密封胶可提供最好的防进水保护，确保士兵即使穿越沼泽，跨过风暴，设备也能如常运行。军事飞行员在执行任务时（无论是在地球上空行驶的超音速巡航，还是与空中或陆地对手进行战斗）均需要清晰可见的信息，以反映飞机系统的状况。

军用级别的显示屏并不一定对应着高昂的军用级别成本。相反，通过恰当和熟练地运用工业粘合剂和胶条，可以起到加固标准LCD的作用。只要投资最先进的粘合剂解决方案，即使在-70°F温度下、季风风暴环境下、或是40,000英尺高空下，粘合剂均可展现出最优的操作性能。





辽宁超强防火保温科技有限公司
STANDARD TECHNOLOGY CHINA

Enterprise Profiles 企业简介

超强科技专注建筑节能材料研发近五年，2016年正式注册成立辽宁超强防火保温科技有限公司，是一家致力于建筑节能技术研发与应用推广的科技型集团公司。

公司自成立以来，全力打造研发中心、运营中心、标准工厂三大运营体系，以追求科技创新、科技领先和技术推广应用为企业目标，以强有力的科研队伍为后盾，

以合作共赢、贡献社会的经营理念为依托，不断提升超强科技的核心竞争力，赢得市场、合作伙伴和客户的普遍认同。

经过几年的发展，超强科技已在科研、生产、施工、财务、营销等方面具备成熟的管理团队及完整的管理体系，并且根据市场与公司发展需要，将在东北、华北、西北、华东区域建立运营中心及生产基地。以二线、三线城市为主要市场，与房地产开发龙头企业深度合作，形成以研发中心为核心，各区域产销应用一体化的运行体系，业务范围覆盖全国。海外事业以新西兰公司为窗口，开拓全球业务，将超强科技打造成一个业务全球化的科技型企业。



超强科技
科技超强

