



湘瓷科艺研发的陶瓷新材料。受访者提供

利德浆料总经理兼总工程师刘飘向记者介绍相关产品。刘芳 摄

瀚捷航空的生产车间。易蓉 摄

## 瀚捷航空：用紧固件拧紧“大国重器”

株洲日报全媒体记者/易蓉 实习生/谭双

飞机从地面飞离，逐渐升至高空，靠着“心脏”航空发动机为其输送源源不断的动力。与此同时，成百上千个回转支承连接螺栓成为发动机安全可靠运转的关键，发动机上每一颗螺栓、每一个连接紧固件需达到高抗拉强度、硬度的同时具备良好的韧性……这些都考验产品性能。

这些零部件虽不是“皇冠上的明珠”，却是“拧紧大国重器”关键所在。株洲正有这样一家企业——株洲瀚捷航空科技有限公司（以下简称瀚捷航空），10年专注生产航空、航天器用通用件（含紧固件）及零部件。

作为第五批国家专精特新“小巨人”企业，瀚捷航空是如何用“小配件”展现“大作为”的呢？近日，记者走进瀚捷航空，探访它的“专精特新”之路。

### 拧紧“大国重器”

8月18日，瀚捷航空生产车间。机器轰鸣，一颗颗锃亮的螺钉、螺母排着队“蹦”到产品收集箱内。这些产品将被运输到国内多家大型企业，成为飞机制造过程中必不可少的高端连接零部件。

“凭借高质量的产品，也得益于国家在航空、航天等重大产业上的突飞猛进，公司今年销售收入预计突破1亿元。”公司副总经理旷礼坦言。

航空发动机被誉为工业“皇冠上的明珠”，其质量及可靠性直接影响飞机的性能。紧固件作为一种最常用的连接件在发动机中大量应用，紧固件虽小，却是基础工业的基础，被称为“工业之益”。

高强度、耐高温、高耐久性……众所周知，航空制造业的门槛高，对配件的供应质量也有着严苛的标准。而多年以来，这种高端连接件主要依靠进口。

身处株洲航天航空产业链“腹地”，瀚捷航空决心打破这种依赖。

2013年，这家民企聚焦航空发动机零部件领域，开启了航

空、航天高端紧固件及精密零部件的10年创新之路。其中，公司的一项螺纹产品更是突破国内行业极限，在保证耐高温、超高强度和适应极端环境前提下，螺纹精度达到0.01毫米。

“仅这类螺纹产品每年就售出100多万件且供不应求，目前公司正在搭建500万件的生产线，满足国产替代的需求。”旷礼说。

如今，以航空紧固连接件为基础，瀚捷航空相继研发出的航空发动机油路系统、精密结构件系统产品等涉航零部件产品畅销全国。

### 创新永不止步

技术创新，永不止步。

2022年，该公司《航空发动机高强度自锁螺母控形控性关键技术研究及产业化》项目参与了湖南省创新创业大赛、中国创新创业大赛，获成长组优秀奖。该项目通过提升螺母的全寿命周期以及收口工艺因素对自锁螺母锁紧性能的影响规律，使自锁螺母锁紧性能衰减程度由50%降低到35%，减少发动机螺母使用的数量，从而提升飞机的性能。该项目实现了进口国产化替代，预计2024年实现产业落地。

瀚捷航空一项又一项的创新突破，为“拧紧”大国重器关键部位贡献着力量。

确保紧固件的一致性、可靠性，成为制造环节的重中之重，检测是必不可少的一环。依托株洲航空产业集群优势，瀚捷建立了自己的“先进紧固连接技术中心和先进紧固连接技术实验室”，并取得了国家理化试验的CNAS认证。从2017年实验室成立至今，公司累计投入近700万元，每年有上千个产品从这里诞生。

“创新能力是公司核心竞争力。”旷礼表示，为深度培育这种核心竞争力，公司已出台鼓励知识产权创新的激励政策，建立培育技术人员梯队制度。正如公司名称寓意那样，有朝一日，终将实现“浩瀚宇宙，快捷通行”的宏大目标。

困难的，在真正到达微米级别后，料浆因颗粒团聚造成流动性变差，处理起来也十分棘手。”刘秋生介绍。

为了攻克难关，研发团队反复实验，找到合适的粘接剂和分散剂，以制备出高固相含量的料浆，然后通过喷雾干燥造粒制备出高球形度、高振实密度、高流动、便于等静压成型的粉体。

不仅如此，等静压模式需要将制备好的粉体置入模具中，再放入水里通过液压传递压力进行压制，但这一过程中，当压力达到120MPa以上，水很容易进入模具，影响压制成果。“我们不断改进模具设计和材料，周而复始，最终解决了密封问题，提升了等静压的效率和质量，让问题得以解决。”

从最初致力于传统陶瓷工艺研究，到后来开启金属化电真空陶瓷管的研发，研发团队所面临的挑战可以说是飞跃式的，但他们没有退却。凭着锲而不舍的精神，研发团队最终花费4年时间，研制出高品质的金属化电真空陶瓷管，并成功实现量产。

“当时美国一家公司在国内考察了一圈，走遍了所有的相关产品生产企业，最终选择了我们公司作为供应商，看中的就是我们的产品和品质。”公司副总经理陈金华回忆。

### 走在技术前沿

在此后的时间里，研发团队继续精进工艺和效率，实现了生产线的迭代升级，公司的产品标准也不断提升，达到国际领先水平。

“从技术指标看，陶瓷金属封接强度的国家标准为130兆帕，而我们的产品可达到400兆帕以上，国家规定的击穿电压指标标准为18千伏，我们的产品可达到35千伏以上。”湘瓷集团总经理戴伟明介绍，该产品运用在国内高压电网上，没有发生过一起明显的质量问题，其稳定性受到客户好评。

2000年后，公司历经改制、私有化，但企业的研究方向并未发生变化。公司围绕功能性陶瓷领域，依托自身的技术优势，始终走在陶瓷新材料、新技术的发展前沿——

公司针对当今半导体行业对于先进陶瓷高强度、高导热、低膨胀系数的需求，联合湖南大学开展了“基于碳基与复合材料”联合技术攻关，成功研发了基于碳基与氧化铝陶瓷基复合材料，该项技术指标已达到预期水平，完成政府验收。

公司还不断加强产品的机械性能和导热性，推进了碳基复合陶瓷在军工、医疗等对陶瓷性能有苛刻要求领域的应用，并建设先进复合陶瓷智能制造基地，成功实现投产。据悉，在该项目投产前，国内在基于碳基与氧化铝陶瓷基复合材料的研究仅限于基础理论研究阶段，它的投产填补了国内技术空白，实现国际先进水平。

传承、创新、超越、共赢。在专精特新道路上，湘瓷科艺从未停下脚步，向着先进陶瓷材料制造航母迈进。

## 自主零部件崛起

走进第五批国家级专精特新“小巨人”系列报道之一

【经济观察】

### 国产替代正当时

任远

工业核心零部件是制造业的重要根基。在世界百年未有之大变局加速演进下，我国持续出台一系列政策推动核心零部件的自主国产化，推动产业链供应链自主可控能力和国际竞争力稳定提高，落实国家战略从制造大国迈向制造强国。

尤其是疫情之后，供应链安全的话题被屡屡提及，各行业对降本提效的诉求显著加强，终端厂商与配套装备商都在积极寻找更高性价比、更好本地化服务的核心零部件国产替代，对于本地中小企业而言，这是挑战更是机遇。令人欣慰的是，株洲一批专精特新企业已嗅到其中的市场，锚定目标，不断创新，坚持耕耘，初获成绩。

我们相信，在天时地利人和的大背景下，随着国内制造业“补链强链、自主可控”战略的持续深化，国产零部件的中小企业将迎来更好的时代机遇，获得更快更大的发展。

## 利德浆料：把电子浆料做到“极致”

株洲日报全媒体记者/刘芳

当一个电子元器件中，使用一种电子浆料，就能让热水器在5秒钟内，将300毫升冷水加热成沸水，也能让光伏发电板发电、让新能源汽车动力电池在寒冷天气实现更好的续航效果。

这种电子浆料，是制造电子元件的基础材料之一。湖南利德电子浆料股份有限公司（以下简称“利德浆料”），不仅研制出了自主知识产权的浆料产品，还突破了多项由国外垄断的“卡脖子”技术。

8月16日，记者走进利德浆料，探寻“小巨人”成长的创新基因。

### 7年磨一“料”

什么是电子浆料？

电子浆料又称电子油墨，是制造薄膜电路、电子元件、光伏电池等产品的关键性基础材料，是一种由固体粉末和有机溶剂经过三辊轧制混合均匀的膏状物。

“这种看似‘糊糊’的膏状物，在生活中，大家很难直接看到它，故而觉得陌生。”利德浆料总经理兼总工程师刘飘介绍，实际上，几乎每件电子元器件，至少都要用到一种电子浆料，比如手机的触摸屏边缘、汽车后挡风玻璃上的隔热除霜膜、不锈钢电水壶的元器件、光伏发电板等都离不开电子浆料。

刘飘告诉记者，电子浆料是电子信息领域关键性的基础材料，影响因素多，技术门槛高，我国涉足电子浆料时间较晚，很长一段时间内，我国高性能电子浆料主要依赖进口。

“要想打破国外产品垄断市场的局面，提高我国电子信息领域产品的竞争力，只有不断进行技术创新。”2001年，利德浆料的初创研发团队与国防科大联合开发电子浆料，并承担了一项国家“863”研发计划。

一路走来，困难重重。“研发工作的难点在于你面对的一切都是未知。”刘飘说，100次实验有99次失败，甚至100次都是失败的，成功也许就在第101次。

功夫不负有心人。2007年，研发团队克服一个个障碍，在技术上取得重大突破，这项“基于不锈钢基板的大功率薄膜电子浆料及其应用技术”填补了国内空白，多项技术处于国内同行业领先水平。2010年，该项发明专利还荣获了湖南省技术发明奖二等奖。

刘飘介绍，这项技术主要应用在家电领域，比如快速热水器的元件里，使用这项技术后，热响应速度非常快，一般来说，第一杯300毫升的冷水加热到100度只需5秒，加热第二杯只需3秒。

目前，在不锈钢基板薄膜电子浆料领域，利德浆料是国内唯一能批量稳定供货的企业。

### 创新永远在路上

2009年，利德浆料开始进军太阳能光伏浆料市场。

当时，我国作为世界上最大的光伏电池片生产国，使用的太阳能电池浆料，却主要依赖国外进口。

刘飘介绍，晶硅太阳能电池浆料包括正银浆料、背银浆料及背银浆料三大类产品。作为太阳能领域的核心产品，光伏浆料印刷在电池片的正反两面，起到收集电流的电极作用。

经过3年间无数次失败，利德浆料先后开发出常规太阳能电池铝浆、背银浆料、正银浆料、单面PERC铝浆和双面PERC铝浆，并且一直跟随着客户技术工艺的变化进行产品的更新换代。

光伏行业要平稳健康发展，关键要靠行业降本增效，降低发电成本。降低发电成本最有效的方式就是提高电池的光电转换效率。

“光电转换率从2009年的17%提升到现在的25%左右。虽然只相差8个点，但每一次迭代都只是从0.05%左右往上提升，足见创新的速度之快。”刘飘说，每一次迭代，也给利德浆料带来了一系

06

株洲日报

经济观察

2023年8月22日  
星期二  
责任编辑：刘小波  
美术编辑：邱鹏  
校对：马晴春

## 湘瓷科艺：打造先进陶瓷材料制造航母

株洲日报全媒体记者/任远

小陶瓷，大功能。

22年来，湖南湘瓷科艺有限公司（以下简称“湘瓷科艺”）专注于金属化真空管领域，让原本平凡无奇的陶瓷从传统产品变成优势产品，在电力、医疗、轨道交通、航空航天、半导体等行业领域发挥重要作用。

### 看好新领域

湘瓷科艺的前身是湖南省陶瓷研究所。1955年，湖南省陶瓷研究所成立，主要从事传统陶瓷技术研发、生产，其生产的黄金水可应用于陶瓷装饰，而研究所也是当时国内黄金水最大供应商。

到了上世纪90年代，随着国家对黄金市场的放开，湖南陶瓷研究所迎来命运的十字路口：当政策优势不再，企业该向何处去？

在反复调研后，湖南省陶瓷研究所开启了新的研究课题：金属化电真空陶瓷管。

“电网上，中高压电力开关是关键部件，金属化电真空陶瓷管又是这类开关的核心部件。不同于传统的空气开关，金属化电真空陶瓷管能让中高压电力开关处于真空环境中，不易氧化，即便开关过程中产生了电弧，也因与外界环境隔离，不易发生危险。”湘瓷科艺副总经理刘秋生介绍。

当时，国内外电网对陶瓷电真空管的需求巨大，而这产品基本依靠进口，国内没有同品质的生产能力。向金属化电真空陶瓷管领域进军，无论于企业还是行业来说，都是一个绝佳的发展机会。

### 撸起袖子加油干

找准了方向，接下来便是撸起袖子加油干。

刘秋生回忆，为了尽早攻克项目，公司专门成立了一支研发团队，抽调了精干力量投入其中。

“陶瓷和金属因膨胀系数不同，很难焊接到一起，要保持良好的真空气密性和抗拉强度，更是难上加难。”刘秋生说，当时国内无论是工艺还是设备都跟不上，需要他们一点点摸索、积累。所谓陶瓷金属化，其实是在陶瓷和金属封接中增加了一个过渡铝锰金属化层，这一层既要和陶瓷有很好的结合强度，还要具有很好的金属特性，便于同可伐合金、铜、不锈钢等金属材料钎焊成高强度、高可靠性真空灭弧室部件，虽然这一铝锰金属化层只有一二十微米厚，却是陶瓷同金属封接的关键。

上世纪90年代，国内电真空陶瓷普遍采用热压铸成型技术进行生产，产品内部不免会出现气孔和微裂纹，在高温下很容易被击穿，因而产品的质量稳定性较差。而新型的等静压电真空陶瓷工艺在当时技术难度极高。

“就以料浆为例，首先要把它磨到微米级别，在当时是十分