

# 从“钢铁粮仓”迈向“航天铠甲” 武汉科技大学高温材料“步步高”

湖北日报全媒记者 张歆  
通讯员 王雪莲 陆慧

告别『单打独斗』  
专业『组团出道』  
——武汉商贸职业学院专业群『圈粉』企业



4月11日,由武科大研发的全球首个耐火材料垂直领域知识大模型正式发布。(湖北日报通讯员 孙正恒 摄)

湖北日报全媒记者 张歆 通讯员 程毓

形似“花瓶”的坩埚,经历近千度的温差也不脆裂,用于熔炼制造航天部件的高温合金溶液;多层陶瓷涂层制作的“盔甲”,能在2000℃高温下安全“服役”几百个小时,帮助航天器抵御进入大气层时的高温烧蚀……武汉科技大学近年来研发的“硬科技”,承受着超高温环境的极端考验,为航空航天保驾护航。

武科大党委书记倪红卫表示:“武科大在高温材料领域的研发正在‘悄悄升级’,从钢铁冶炼用的耐火材料延伸至航空航天用的功能材料,成果覆盖‘箭、星、网、端’全链条,已成为全国重要的研发力量。”近日,湖北日报全媒记者探访武科大,探寻高温材料从保障基础工业的“钢铁粮仓”迈向支撑尖端科技的“航天铠甲”的升级密码。

## 耐高温 抗腐蚀 轻量化 高温材料“升级”为航空航天护航

高温材料与航空航天有着天然联系,共同面对一个核心挑战——极端高温。航空航天生产线上用于铸件的坩埚、型芯、型壳,终端产品如特种涂层、防护罩等,都离不开高温材料的应用。

当钢铁行业用于熔炼铁水的坩埚,和航空航天领域相遇,难度升级了。武科大“航发功能耐火材料团队”研发出航空发动机单晶叶片等高温合金零部件熔炼用高温陶瓷坩埚,在真空感应熔炼下不仅需要极其稳定的抗合金元素反应,同时需要优异的抗热震稳定性与抗渗透性。

该团队负责人李远兵介绍,在航空航天零部件熔炼工艺中,高温金属熔体盛放于坩埚内,温度在1600℃以上,熔炼完毕后,随着熔体全数倒出,坩埚的温度下降至约600℃,温差达千摄氏度左右。一旦坩埚承受不住温差发生脆裂,价值不菲的金属熔体顷刻间报废。

与此同时,航空航天用合金对纯净度要求极高,但金属元素在高温时易发生反应,这就对坩埚本身的稳定性提出了要求。因此,坩埚还必须耐腐蚀。

熔炼完毕,进入铸件阶段。武科大“冶炼新技术耐火材料团队”研发出新型高温材料,制作航天结构件铸造用的陶瓷型芯、型壳。把高温熔体放入其中,就能塑造成不同形状的部件。

该团队负责人王周福介绍,普通的高温陶瓷型芯,采用硅基材料即可,铸成后

加酸碱溶解,实现脱芯。航空航天的用材要求轻量化,钛是一种质轻且耐高温的金属,是航空用合金的理想材料,但是钛极为活泼,意味着航天用型芯要稳定,且不宜使用酸碱溶解脱芯。

怎么办?该团队采用新体系与新配方,在原料中引入与钛合金反应呈惰性的稀土氧化物,并创新研发“原位凝固成型”工艺,最终成功实现“型芯水溃散”,即铸件成型冷却后,内部的型芯遇水可快速溶解,既保证了钛合金的纯净度,又实现了复杂构件的精密铸造,相关产品已大量投入使用。

航天器进出大气层时和空气摩擦,表面温度超过2000℃,武科大“先进材料研究团队”研发的多层陶瓷涂层,如同给飞行器穿上“隔热甲”,能在烈焰中安全“服役”数百小时;航天器需要和地面保持联络,既要和特定波段的电磁波通信,又要避免其他电磁波的干扰,武科大“高温电磁材料团队”研发的高温吸波材料正合此意……该校一系列航空航天用高温材料的研发和升级,已成为中国航空航天产业链上不可或缺的“隐形铠甲”。

## 强创新 沉一线 善转化 跑赢“科研”这场马拉松

高温材料“升级改版”的背后,是夜以继日的科研攻关。

武科大“高温电磁材料团队”经过十余年研发,研制出高温吸波材料,又接到极限要求——飞行器在进出大气层时,高温吸波材料表面的氧化增重不能超过万分之一。

“相当于一个人跑完马拉松,汗水不能多过一滴。”团队教授陈平安解释。产品交付时间紧迫,他们不断调整材料配方,奋战数周都看不到希望。团队负责人李享成想到用“包覆法”,但薄膜的厚度直接影响材料吸波的效果。团队只能“两条腿走路”,一边调配方,一边试包覆。

最终,包覆法对降低氧化增重起到了明显效果。陈平安感慨,90%以上的实验都是失败的,科研工作常与苦恼和焦虑相伴。“李教授常宽慰我们,科研是场马拉松,不能前面跑得快,后面没劲跑。我们也常常拿自己的科研经历安慰学生,做好科研要有‘强心脏’。”

即便有多年的科研经验,面对新问题,也免不了到一线摸爬,该校“冶炼新技术耐火材料团队”的马妍老师对此深有体会。实验室里做出来的型芯性能过关,在

工厂生产线上却屡屡失败,她只得沉入一线找原因。

原来,他们研发的型芯材料中引入微量的稀土氧化物,必须均匀地分布在型芯材料中,这对制备工艺提出了很高的要求,而工厂的生产工艺与实验室的条件千差万别。她就此总结:科研不能只靠经验,还要看生产一线的数据。

比攻克科研难题更苦的是,即便产品生产出来,也难以到企业转化。李远兵在高温材料行业耕耘三十多年,在熔炼金属的真空感应炉研发上,积累了大量经验。但这一基础的冶炼消耗品在航空航天领域中,对性能要求更为苛刻,长期依赖进口。李远兵带着成品去拜访企业,常吃“闭门羹”。因为担心给生产带来风险,企业不愿意尝试。

直到2019年,相关产品国外禁止出口,国产替代才迎来机遇。李远兵把多年的技术积累悉数倒出,为了打消企业顾虑,他以真金白银入股,和企业共担风险。这款国产坩埚成功“上岗”,不仅守住了产业链的生命线,还将耗材使用成本降低了三分之一。

## 厚积薄发 借势而上 为航空航天贡献“武科大力”

高温材料,是大国重器的“底盘”。据行业测算,2024年到2028年间,全球航空航天和燃气轮机高温合金需求年均复合增速为20%;最新相关产业发展报告显示,2025年国内高温合金市场规模预计突破300亿元,其中适用于1100℃以上长期服役的高端变形高温合金需求增速高达40%。

“商业航天井喷、航空发动机换代、AI算力拉动燃气轮机发电需求、深空探测向更远处进发等,给高温材料的科技研发和产业发展创造了‘新风口’。”武科大科学技术学院院长夏培辉解读,高温材料正迎来“黄金期”。

风口正劲,借势而上,武科大以先进耐火材料国家重点实验室为“旗舰”,50多个省部级科研平台为“编队”,集成理论研究、科研攻关和学科布局优势,主动对接国家航空航天专项,深化与航天科技、航天科工等龙头企业的合作,将学校在高温材料的“热底蕴”,源源不断转化为服务国家战略的“强支撑”。

航空轴承,是飞机和火箭的“关节”,“十五五”规划明确要求自主可控。但轴承钢在高温热处理过程中,表面极易氧化脱碳,直接削弱轴承的耐磨性和寿命。武



“航发功能耐火材料团队”制备的坩埚,经受千度温差而不发生脆裂。(受访单位供图)

科大“低碳冶金耐火材料团队”与大冶特钢和湖北兴龙联手,研发出玻璃纤维复合涂层,像一道“闸口”,挡住合金元素往外跑,拖住了碳的流失,提升了国产航空轴承钢的性能。

航空航天部件,要身轻如燕,还得天衣无缝,3D打印技术为满足这些需求提供了革命性的解决方案。武科大“增材制造团队”在精密制造工艺与过程控制关键技术上取得突破,其成果在空间磁悬浮容器、超音速发动机、大型运载火箭贮箱等航天飞行器上成功应用。

4月11日,在武科大召开的耐火材料可持续发展与智能融合国际会议上,由武科大牵头的全球首个数智耐火材料工程中心成立、全球首个耐火材料垂直领域大模型发布,将致力于服务全球高温工业智能化升级与绿色低碳发展。

武科大校长吕勇表示:“学校在航空航天领域的研究不断扩大和深入,在高温熔炼、陶瓷涂层隔热、精密铸造、电磁防护、增材制造等方向已形成系统性成果,多项技术达到国际先进、国内领先水平。我们将持续深耕、久久为功,为航空航天事业贡献更多‘武科大力’。”

# 让学生在“问诊”中实现双向奔赴

## ——湖北建院以产教融合促进就业观察

湖北日报全媒记者 包东喜  
通讯员 罗庆李 李夏

“面试时,考官让我现场演示建筑机器人的路径规划。这个操作我在实训课上练过不下20遍,心里一点都不慌。”湖北城市建设职业技术学院智能制造学院2023级学生王振宇,不久前成功拿到央企子公司录用通知。与他一同入职的还有,还有同年级的10余名学生。

企业招聘负责人吴经理在现场直言:“这些学生专业对口、技能过硬。之前在2025年国际智博会上,我们就看过他们独立操作演示智能建造设备,印象深刻。几轮面试下来,更确认了——这正是我们急需的人。”

从深入企业“把脉”到课程精准调整,再到定向招聘、闭环校验,智能建造学院用三个月时间,打通了一条产教融合的就业通道。

## 深入一线:教师先当“学徒”

今年1月,智能建造学院组建调研团

队,直奔湖北长安设备安装有限公司等企业一线。他们没有坐在会议室听汇报,而是走进项目现场、技术车间,实地了解建筑机器人操作、智能运维等新兴岗位的能力要求。

“以前我们也知道企业需要人,但具体需要什么样的人,心里没底。”参与调研的智能建造技术专业教师李淑说,“在车间待了一天,发现企业对建筑机器人操作员的实操要求非常高,学生不仅要会按按钮,还要懂现场突发问题的排查。这些细节,坐在办公室是想不到的。”

调研团队将企业的“痛点”一一记录,回校后迅速调整了《智能建造施工技术》《建筑机器人操作实训》等课程模块。“企业需要什么,我们就教什么。但要做到精准,必须先放下架子去当‘学徒’。”李老师说。

## 双向奔赴:把企业标准写进教案

三月初,湖北长安设备安装有限公司受邀回访学院。从“走出去”到“请进来”,

校企双方拿着调研数据一项项对照:课程共建怎么建?师资共培怎么培?人才共育怎么育?

“我们最怕合作停在口头上。”企业招聘负责人吴经理说,“这次不一样,学院直接把我们的用人标准做进了教学计划,连实训设备的型号都和我们现场用的保持一致。这样的学生,来了就能上手。”

学院现场展示了优化后的实训条件和学生作品。双方当场细化了定向培养方案,把“意向”变成了“进度表”。

## 一场招聘会:10余人入职央企

四月初,校企专场招聘会如期举行。得益于前期的深度对接,岗位与能力实现了“一对一”匹配。没有海量简历的盲目,也没有“专业不对口”的尴尬。

王振宇回忆:“面试时还问了我一个突发故障的处理流程,正好是李老师带我们去工地实习时遇到过的情况。”最终,学院10余名学生成功拿到录用通知,正式入职见习岗。

## 闭环深耕:就业不是终点

四月中旬,学院教师与企业导师一同前往企业回访,实地查看学生的实习环境和工作表现。回访中发现的新问题、新需求,再次被带回课堂,形成新一轮优化闭环。

“产教融合不是签个协议就就结束了,而是一个持续‘把脉—匹配—校验—再优化’的过程。”智能建造学院院长文宇说,“下一步,我们会把这种闭环做法推广到更多合作企业。”

湖北城市建设职业技术学院党委书记、校长董文斌多次强调,就业工作要“主动联系企业、主动推送岗位、主动跟进结果”。在他看来,就业不是最后一环,而是贯穿育人全程的那根线。

从深入一线“把脉问诊”,到校企“双向奔赴”,再到精准匹配、闭环深耕,湖北建院智能建造学院用务实行动回答了一个问题:职业教育如何真正服务就业?答案不在文件里,而在车间里、在课堂上、在学生拿到录用通知时的那份从容里。



学生们进行商务课程的学习和实训。(受访单位供图)