

2026年5月25日 星期一 编辑 张海 版式 罗梅 校对 汪智博

“中国天眼”的国产“眼部肌肉”是怎样炼成的？



5月6日拍摄的“中国天眼”馈源舱。新华社发

近日,被誉为“中国天眼”的500米口径球面射电望远镜(FAST)迎来重要时刻:6根总长约4000米、单根重达6吨多的国产巨型钢丝绳,稳稳牵引着馈源舱精准就位。

这组巨型钢丝绳是我国自主研发制造的特种钢丝绳索具,每根直径仅46毫米,来自数千公里外的“共和国钢铁工业摇篮”——鞍钢。

这一“牵”,标志着这座世界最大单口径射电望远镜的核心牵引部件,彻底撕掉了长期依赖进口的标签,“中国天眼”终于换了国产的“眼部肌肉”。

这条国产“眼部肌肉”是怎样炼成的？

苦等之下,迎来机会

如果把“中国天眼”比作一只“观天巨眼”,那么馈源舱就是这只“巨眼”的“眼球”。正如人的眼球是靠6条眼外肌的协同收缩,实现灵活转动、精准注视目标,“中国天眼”的馈源舱也是由6根钢丝绳通过索驱动系统,在巨大的反射面上进行超高精度的定位和跟踪。

馈源舱重达30吨,6根钢丝绳以极高精度牵引这只“眼球”,在140米高空、206米尺度范围内实现实时定位,每根钢丝绳每天承受频繁弯曲和脉冲载荷。这种工况对钢丝绳的疲劳寿命提出了极高要求。

“中国天眼”建设阶段,由于无法在国内找到可以达到这一要求的钢丝绳,团队选用了进口钢丝绳。转机始于2022年7月,鞍钢集团旗下的辽宁金索聚材料科技有限公司董事长沙孝春带队一行四人,辗转搭乘飞机、汽车,一头扎进了贵州大山深处,向“中国天眼”运营方带去了自主研发“中国绳”的技术方案。

然而,啃下这块“硬骨头”几经周折。方案提交后一度没有了下文,直到2023年,中国科学院国家天文台再次找到金索聚材料科技有限公司。

突破「无人区」,开发新品种

“这根钢丝绳看似简单,内部却藏着381根钢丝、10种不同丝径。”沙孝春说,这套钢丝绳的性能评价设定了四个“硬杠杠”,每一个都是对钢丝绳全生命周期的极限考验。

首先,破断试验——破断拉力不小于1825千牛。其次,静载试验——在1825千牛载荷下,不允许锚固头出现裂纹、断裂,钢丝从锚固头抽脱。第三,脉冲疲劳试验——在120千牛—400千牛交变载荷下,20万次脉冲疲劳后,钢丝绳无表面断丝且破断力不小于1800千牛。最后,弯曲疲劳试验——在400千牛载荷下,6.2万次过滑轮弯曲疲劳试验后钢丝绳无表面断丝,且破断力不小于1800千牛。

苛刻的指标要求,倒逼公司不断探索提高技术“含金量”。

依托鞍钢集团的深厚技术底蕴,研发团队从炼钢开始展开了全链条技术攻关,经上百组试验,最终定型了“zy80-4”的专用钢种。与常规品种钢强度的1960兆帕相比,这一专用钢的强度提升到2100兆帕。“市场上买不到这种材料,这是我们鞍钢自主设计研发的独有材料,国内独一无二。”沙孝春颇为自豪地说。

最终,企业的产品在第三方监督下开启了测试。北京科技大学国家材料服役安全科学中心承担破断、静载和脉冲疲劳试验,桂林理工大学团队带设备常年驻厂进行弯曲疲劳试验和数据采集,所有关键数据远程实时传输,参研各方及专家可同步监督。

经三轮评价,特别是最后一轮的评价检测报告显示:在弯曲疲劳试验中,鞍钢生产的“中国绳”完成6.2万次后表面无断丝,破断力全部达标。最终,鞍钢制造的钢丝绳以全面达到进口标准的性能表现,拿下了这份沉甸甸的合同。



5月6日,工作人员将馈源驱动钢丝绳装入卷扬机。新华社发

攻克关键细节,扫除失败阴云

2026年1月,国产钢丝绳即将交付。然而,在国家材料服役安全科学中心进行的最后一次检测中,20万次脉冲疲劳后的钢丝绳破断力竟然卡在了1754千牛,比标准1800千牛差了46千牛,而此时换索时间已经确定。

失败的阴云笼罩在每个人头上。沙孝春和公司总经理赵刚带领团队放弃春节假期,连续熬夜攻关。经过逐层拆解分析,发现钢丝绳本身没有问题,症结出在连接钢丝的锚固头——原因是夏天定型的浇铸工艺,在冬天的严寒环境中出现了“水土不服”,环境温度的大幅改变让固定钢丝绳的锚固头出了问题。

寒冬没有挡住“中国绳”的诞生。团队迅速采用电阻丝电加热系统精准控温预热,并使用鞍钢自主研发的低熔点专用合金,确保浇铸时钢丝强度丝毫不减。工艺改进后,产品性能指标进一步优化,顺利通过全部评价。

“满足相关技术要求,同意验收。”2026年4月28日,当权威单位的验收结果一公布,远在辽宁鞍山的金索聚公司车间里,掌声与欢呼声交织。

金索聚公司投入科研工作的极大热忱,赢得了项目方的信任。

目前,“中国天眼”钢丝绳更换工作已开始,预计持续至6月下旬。这根跨越千山万水的“中国绳”,将稳稳牵动着“中国天眼”的“眼球”,让关键部件不再受制于人。

新华每日电讯记者 王炳坤 邹明仲

5月7日拍摄的“中国天眼”全景。新华社发