

天眼 世界“巨眼”

多个。有了设计图，是否能将图纸完美地变成现实更是一个挑战。

近 9000 根钢索是关键材料，它们支撑着反射面 4450 块独立的反射板随意变形。而在 2010 年，钢索疲劳实验失败，险些让天眼工程搁浅。

中科院国家天文台 FAST 项目总工艺师王启明曾接受采访回忆：“这种索我们在做实验的时候，就发现国内没有，找了很多厂家没有能够满足我们要求的这种材料。”

朱忠义向《新民周刊》介绍，因为需要变化形态，钢索拉扯十分频繁，需要超高的疲劳强度，最大工作应力幅要达到 500 兆帕，是国家标准的 2.5 倍。当时国内没有生产符合要求材料的企业。所谓“疲劳”，说的是钢索在往复拉伸的过程中发生的损伤，经一定循环次数产生裂纹或突然发生完全断裂的过程，比如斜拉桥上的悬索，每次车辆经过桥面都会发生抖动，每次抖动对于悬索来说都会带来应力变化，那么桥梁的悬索就必须达到疲劳要求才能保证桥梁的安全。

技术人员对一些企业现有的产品进行疲劳试验，大多数张拉二三十万次钢索就断了，而天眼的要求是达到“500 兆帕应力幅下 200 万次疲劳试验要求”。

在多家单位实验失败之后，国家天文台找到了柳州欧维姆机械股份有限公司寻求合作。公司原总工程师龙跃回忆：“当时，我在南宁跟天文台的王启明教授谈了三个小时，我觉得这个事情超乎我们的想像。同类型拉索里面，全世界最高的应力幅度也只有 250 兆帕，500 兆帕（应力幅）前面所有的人都没有去尝试过。”



2020 年 1 月 11 日，专家学者对“中国天眼”进行考察（检修期间拍摄）。

企业迅速成立了研究小组，从改进原材料入手，选用一种超级材料创新制成高弹力的钢丝。前后用了两年多的时间，柳州欧维姆机械股份有限公司的产品终于达到了要求。针对索头与索的衔接问题，研发团队大胆创新，为最容易断裂的索头也找到了全新的固定方法，最终突破了超高疲劳性能钢索结构研制、超大跨度索网安装方案设计、超高精度索结构制造工艺等关键技术，形成了 14 项国家专利技术，使中国天眼工程避免了使用价格高出几倍的日本碳纤维拉索。

天眼提出的要求，让曾经为港珠澳大桥做出贡献的柳州欧维姆再次实现了技术的升级换代，如果更多的中国企业能够在一项项大国工程中实现技术提升，那么制造业强国的目标就会

宇宙 演化简史

大爆炸 Big Bang

时间、空间、能量和物质都诞生于 137 亿年前的宇宙大爆炸。最初的宇宙极为致密且高温，只有能量，在不到一秒的时间内，大量粒子随着宇宙的降温而涌现出来。

普朗克时期

The Planck Era

没有任何物理理论能够描述宇宙在这段时间内经历的事情。普朗克时间和普朗克长度，是人类目前为止所能量度的最小时空。如果比这时空更小，就超出了人类的认知极限。

暴胀时期

The Inflation Era

宇宙从一个质子的十亿分之一膨胀至足球场大小。暴胀的效果就像吹起一个气球——表面在膨胀之后变得光滑而平坦了。

夸克时期

The Quark Era

夸克时期，又称为弱电时期。大量的夸克—反夸克对从能量中产生，又重新湮灭为能量。胶子等粒子也在此时出现了。

弱电力分离

Separation of the electroweak force

弱电力分化成电磁力和弱相互作用力。

强子时期

The Hardron Era

宇宙逐渐冷却下来，夸克和反夸克能够各自结合，形成称为“强子”的粒子，包括种子（质子和中子）、反重子和介子。