



“天眼”FAST在建工程。

“偷听”宇宙

揭秘贵州在建的“观天巨眼”经历过的颠覆性技术风险

定位了300多个洼地 最终花落贵州“大窝凼”

很多人也许会感到奇怪:“天眼”为何选址地形复杂的贵州省?据姜鹏介绍,为了给“天眼”找到一个合适的“眼窝”,科学家们前前后后花了十多年的时间。1993年国际无线电联大会上,包括中国在内的10国天文学家提出建造新一代射电“大望远镜”的倡议,旨在回溯原初宇宙,解答天文学中的众多难题。1995年底,射电“大望远镜”中国推进委员会

提出利用贵州喀斯特洼地建造球反射面的“喀斯特工程”概念。经过反复筛选,最终在平塘县克度镇找到了“大窝凼”——最适合硕大“天眼”的深深的“眼窝”。到了2007年,项目正式立项并确定选址。2011年3月,FAST工程在贵州开工建设。

选址耗费如此长的周期,这是因为项目组一直在琢磨,怎样才能把工

程开挖量降到最低。通过卫星搜索,工程师们在全国定位了300多个洼地。通过层层筛选,人们发现,位于黔东南的“大窝凼”洼地形状大而圆,与FA ST造型最接近。除此之外,这篇洼地附近一带人烟稀少、宁静的旷野环境还有利于减少电磁波对FAST带来的干扰。综合这些因素,“眼窝”最终于2007年花落“大窝凼”。

在复杂地形中“铸造”一口500米口径的“大锅”

与一般的锅式卫星天线工作原理类似,FAST由反射信号的抛物面和接收信号的馈源两大部分组成。利用抛物面(俗称“锅”)的反射聚焦,把信号聚拢到一个点上。这里的抛物面,从形状上来看就是一口巨大的“锅”。只不过它所盛装的,是“天外来客”们发出的信号。这一次施工的地点位于崎岖的山区,如

何在复杂的地形中铸造一口口径500米的“大锅”,确实让专家们费足了脑筋。各路人马献计献策,曾有人提议采用分离式技术,下面采用密密麻麻的刚性支架支撑。不过最终,“索网”方案得到采纳。

按照“索网”方案,“天眼”工作的时候能够跟随天体转动,跟踪扫描射电

源。科学家们首先通过控制6根钢索,带动馈源舱在距离地面140-180米、直径为207米的球冠面上运动。接着通过2225个促动器拉扯钢索网,带动网上的4450个反射面板来使“天眼”聚集。如此一来,天眼就如同人的眼睛一样可以自由转动。反射面板接收到射电电磁波信号后,会将宇宙信号汇聚到馈源舱。

拼接反射面面板 全靠工程队伍空中作业

去年2月4日,FAST索网已完成制造和安装。现在,如果你有机会到项目工程实地参观,可以看到一张由6000多根钢索编织而成的巨大“渔网”。但姜鹏却说,看着壮观的大网,编织起来可并非易事。据了解,整个索网共计有2225个节点,索网安装跨度极大。工程队伍采用空中作业的方式,将每一个索网和反射面板吊起,经过精确的位置测定后完成拼接,面型的控制偏差须在

RMS5mm以内。为保证精度,专家们特别打造了一间恒温室生产拉索。

更大的难题来自温度变化给钢柱带来的形变,50℃的温差就意味着300毫米的变化。姜鹏介绍,为了适应山势起伏,支撑反射面结构的钢柱高低各不相同。为了防止变形不均匀,环梁与钢柱的连接处加上滑移支座。这样支撑环梁就可以在支撑柱上面自由的伸缩,更加均匀地变形了。这好比是给变形留出了

缓冲的余地,最大变形距离可达0.47米。如此一来,打通了“视神经”的“天眼”就可以做到灵活自如地变换对焦。值得一提的是,受自重和风载引起形变所制,传统全可动望远镜的最大口径一般只有100米。采纳索网结构的500米口径“天眼”轻松突破百米极限,不仅开创了巨型射电望远镜建造的新模式,且投入使用后的灵敏度将为目前世界上最大的美国阿雷西博天文望远镜的3.25倍。

“天眼”建成后 将搜索地外理性生命

从酝酿至今,即将完工的“天眼”项目已经走过20多个年头。在投入使用之后,它将会在哪些领域大显身手?中科院国家天文台射电部首席科学家李菂在接受媒体采访时表示,“天眼”的主秀场仍是天文领域,比如:探测宇宙中的遥远信号和物质、开展从宇宙起源到星际物质结构的探讨、对暗弱脉冲星及其他暗弱射电源的搜索、高效率开展对地外理性生命的搜索等。FAST工程常务副经理、国家天文台副

台长郑晓年在接受媒体采访时也说,建成后的“天眼”将有能力巡视宇宙中的中性氢、探测星际分子、观测脉冲星、搜寻星际通讯信号。借助这只敏锐的大眼睛,人类在寻找地外文明的路上又向前迈进了一步。

去年12月初,法国图卢兹(Toulouse)国家科学研究中心(CNRS)以及天体物理学和行星学研究所的天体物理学家皮埃里克·马丁(Pierrick Martin),使用NASA的费米伽马射线空

间望远镜在银河系之外,距离地球163000光年的其他星系中,发现了第一颗伽马射线脉冲星,并创下已知最明亮伽马射线脉冲星的新纪录。而探测河外脉冲星,本身就是FAST的立项目标之一。经中科院国家天文台测算,“天眼”的索网的变形次数大约为100多万次,服役年限为30年。李菂对FAST未来的表现很有信心,“待建成后,FAST将在未来20年内保持世界一流地位。” (据《南方都市报》)

“警告你们:不要回答!不要回答!不要回答!你们的方向上有千万颗恒星。如果回答,发射源将被定位,你们的行星系将遭到入侵,你们的世界将被占领!不要回答!不要回答!不要回答!”这是科幻小说《三体》中,女主人公所在的“红岸基地”,偶然收到的一通来自外星文明的无线电波。

其实,接收宇宙无线电波的现实版“红岸基地”,正在贵州省平塘县克度镇金科村“大窝凼”洼地建设。当前世界最大单口径射电望远镜“天眼”(FAST)建设项目已进入冲刺阶段。建成后,这架500米口径的球面射电望远镜接收面积相当于30个足球场。2015年12月26日,F A S T总工程师助理兼反射面系统副总工姜鹏,在北京天文馆2015年公众科学讲座上透露了“天眼”是如何搭建起来的,以及在建设中如何克服相关技术挑战。据悉,与被评为人类20世纪10大工程之首的美国阿雷西博望远镜相比,“天眼”的综合性能提高约10倍,整个工程预计于2016年9月竣工。

“天眼”如何躲避风雨雷电

“天眼”建在贵州“天坑”中,那么大一个庞然大物,又是如何躲避风雨雷电?

雨水的因素,科学家们在选址的时候,就已经考虑到了。姜鹏表示,并不仅仅是形状符合要求,就把“眼窝”的位置确定在贵州。更复杂的还在后面,进入实地勘探阶段,项目组需要对洼地进行深入的地质评价。“整个洼地打了至少600多个孔,简直成了一个大筛子。”喀斯特地貌独有的成熟的地下暗河网络与数量众多的溶洞带来了惊喜:这赋予了“天眼”天然的落水功能,一旦下雨,水会很快地向地下渗透,避免在望远镜台址积水,对电子设备造成破坏。

截至去年12月,反射面安装工程已经过半,“天眼”的雏形初步显现:巨大的山谷被一个由钢索织就的半球形“网兜”填满,约一半的“网兜”被银色的反射面板覆盖着,在四面青山的映衬下,犹如一块明晃晃的镜子。姜鹏提醒,近距离观察会发现,看似光滑的铝合金主动反射面板上其实密布着无数孔洞。原来,这些密布的小孔是用来减少风负载,从而降低超过4-5米每秒的风速给“天眼”探测工作带来的影响。

与此同时,孔洞还能提高透光率,让天线面的草木得以生长,避免水土流失。“水土保持非常重要,不然一旦水土流失严重,洼地遇到下雨就整个变成了泥塘。”姜鹏表示,绿化虽好,但肆意生长的藤蔓如果爬到反射面板上,同样会对探测工作造成干扰。目前,项目组团队定期会和工人师傅一起清理过度生长的杂草。

除此之外,贵州当地恶劣的气候条件也是很多人关心的问题。极端的雨雪、冰雹和雷暴天气,“天眼”能扛得住吗?对此,姜鹏表示“天眼”已做了相应的准备,例如:为避雷,给所有金属设备整体接地,一旦遭遇雷电能很快消散。“而且按经验测算,极端天气在一年中所占的比例非常小(通常在10天左右),因此影响不会太大。”