

揭秘全球最大“锅盖”：

4450个反射单元拼出全球最大最强“天眼”

□新华社记者

还记得“锅盖天线”长什么样吗？

2016年7月3日，直径500米、迄今全球最大的“锅盖”在贵州喀斯特天坑中架设完成。

它就是500米口径球面射电望远镜，世界上最大和最具威力的单口径射电望远镜。

它被称为“天眼”，用来倾听宇宙深处声音、观测宇宙奥秘。

从老式电视上的雪花点说起

当老式电视收不到信号时，屏幕上不是一片空白，而是闪烁着密密麻麻的雪花点。其实，这些雪花点就是电磁波信号，其中也包括来自太空的射电辐射。

1933年，美国贝尔实验室的科学家用一台灵敏度很高的接收机意外发现了来自银河中心稳定的射电辐射，从此开启射电天文学的大门。

用过“锅盖天线”的人知道，锅盖口径越大，电视画面也越清晰。对于射电望远镜来说，口径越大看得越远。全世界的射电天文学家都追求建造更大口径的“锅盖”，以提高射电望远镜灵敏度。

中国科学院国家天文台研究员、500米口径球面射电望远镜工程副经理彭勃说，射电望远镜在设计建造之初就曾遇到经费紧张，但不管减什么科学家们都不愿缩小望远镜的口径。

“宇宙空间混杂各种辐射，遥远的信号像雷声中的蝉鸣，没有超级灵敏的‘耳朵’，根本就分辨不出来。”中国科学院国家天文台500米口径球面射电望远镜工程首席科学家、总工程师南仁东说。

此前，世界上最灵敏的射电望远镜，分别是德国波恩100米望远镜和美国阿雷西博300米望远镜。前者是可以移动“摇头”的，后者则借助波多黎各岛上的喀斯特洼坑建造。

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，渴望在电波环境彻底毁坏前，回溯原初宇宙，解答天文学中的众多难题。

“造世界第一大口径射电望远镜，是南仁东老师和几位前辈的梦，体现了中国天文学家的鸿鹄之志。”彭勃说。

1995年底，北京天文台联合国内20余所大学和研究所，成立了射电“大望远镜”中国推进委员会，提出了利用贵州喀斯特洼地建造球反射面，即“阿雷西博型天线阵”的喀斯特工程概念。

此后，中国科学家们进一步推进喀斯特概念，提出独立研制一台新型的喀斯特单元，即500米口径球面射电望远镜。

为了给新一代射电“大望远镜”安家，科学家们通过卫星遥感把贵州喀斯特山区翻了个遍。彭勃回忆说，当时天文台委托两家院所进行独立搜寻，从300多个候选洼坑中遴选。结果，位于黔南州平塘县的大窝凼两次都获最高分。

贵州天然喀斯特洼坑提供的条件，始终都是中国大射电望远镜最独到、成为世界最大最强的基础。

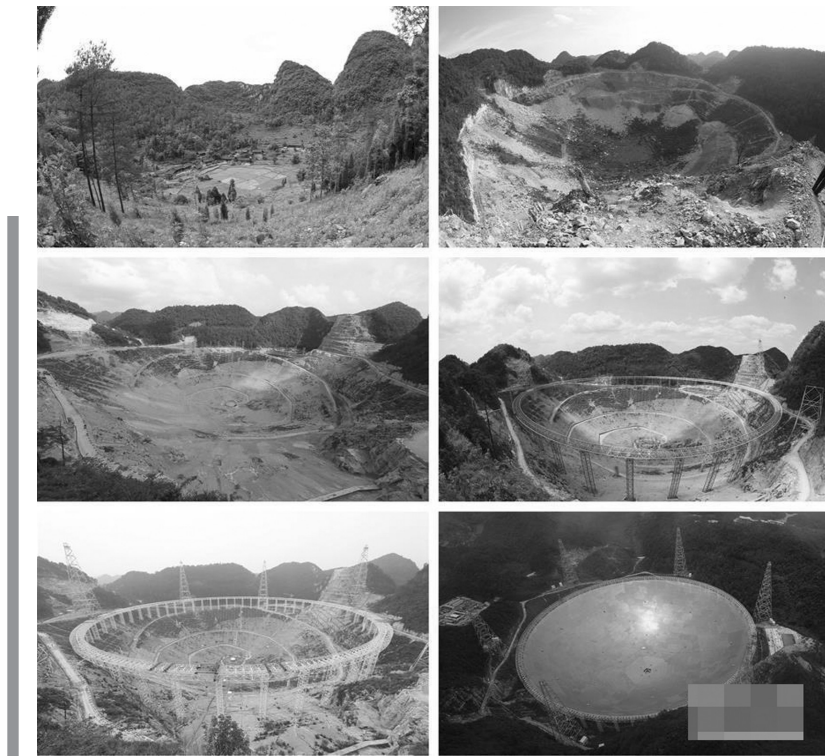
不只是大一圈——中国大射电望远镜强在哪？

无论是置身大射电望远镜边上，爬上附近山顶的观景台，还是通过虚拟现实视频，你都能直观感受它的第一特点——大。科学家们形容它是一座“观天巨眼”。

中国科学院国家天文台500米口径球面射电望远镜工程总工艺师王启明说，仅圈梁、索网和支撑馈源舱的6座高塔就用掉1万多吨钢材。

“望远镜反射面总面积为25万平方米，相当于30个标准足球场那么大。尽管反射面板才1毫米厚，也用掉2000多吨铝合金。”王启明说。

但大射电望远镜绝不是金属堆砌的“傻大粗”，它是最精密的天文仪器。由于采用光机电一体化馈源平台，加之馈源舱内的并联机器人二次调整，它在馈源与



这张拼版照片为FAST项目拼装。第一块反射面板（左上，2015年8月2日摄）、FAST反射面板安装近半（右上，2015年12月16日摄）、FAST项目反射面板安装近八成（左下，2016年3月9日摄）、FAST项目反射面板安装完成（右下，2016年7月3日摄）。

新华社记者 欧东衢摄

反射面之间无刚性连接的情况下，可实现毫米级指向跟踪，确保精确地聚集和监听宇宙中微弱的射电信号。

大射电望远镜的建造工艺也是精益求精。王启明说，由于严苛要求，这个大科学工程推动了多领域装备制造能力的提升：

——主动反射面的索网具备高弹性、抗拉伸、抗疲劳特征，其500兆帕的超高应力幅，是国家标准的2.5倍；

——帮助反射面变位的2000多个液压促动器通过伸缩实现精确定位、协同运动，还可将自身各项状态信息上报给控制系统，满足适时跟踪、换源等运动要求；

——承担着传输各种数据信息使命的动光缆可经受反复弯曲、卷绕和扭转等机械性能和恶劣自然环境考验。

“我们的最初设计理念源自美国阿雷西博望远镜。但跟阿雷西博相比，主动反射面系统是我们最大的创新。”彭勃说，大射电望远镜的索网结构可以随着天体的移动变化，带动索网上的4450个反射单元，在射电电源方向形成300米口径瞬时抛物面，极大提升观测效率。

阿雷西博望远镜是固定望远镜，只能通过改变天线馈源的位置扫描天空中的一个约20度的带状区域。而主动反射面让中国大射电望远镜拥有更广的观测范围，能覆盖40度的天顶角。

大射电望远镜的工作频率比较广。彭勃说，馈源舱内配置了覆盖频率70MHz~3GHz的多波段、多波束馈源和接收机系统。

中国科学院国家天文台副台长郑晓年说，100米口径的德国波恩望远镜曾号称“地面最大的机器”，中国大射电望远镜与它相比，灵敏度提高约10倍。300米口径的美国阿雷西博望远镜，50多年一直无人超越，中国大射电望远镜跟它相比，综合性能提高约10倍。

扎根喀斯特天坑放眼宇宙深空

“跟其他射电望远镜一样，中国大射电望远镜最主要的两大科学目标是巡视宇宙中的中性氢和观测脉冲星，前者是研究宇宙大尺度物理学，以探索宇宙起源和演化，后者是研究极端状态下的物质结构与物理规律。”郑晓年说。

地球大气层留给人类探索宇宙两个窗口，一个是光学，一个是射电。对天文学家来说，如果光学望远镜是显

微镜，那么射电望远镜就是CT机，可以获得天体的超精细结构。

“有7套接收机，因为不同的波段观测的频率不一样，观测和研究目标就不一样。”彭勃说，在大射电望远镜眼中，宇宙和宇宙天体是一种立体的呈现。

半个多世纪以来，全世界所有射电望远镜收集的能量尚翻不动一页纸，中国大射电望远镜的加盟将大大加快这一速度。而收集的能量，意味着解读宇宙深处奥秘的信息量。

“从射电望远镜诞生至今，人类共发现了约2500颗脉冲星，如果中国大射电望远镜的工作时间全部用于观测脉冲星，它一年时间内就有望将这个数量翻倍。”彭勃说，脉冲星可以用于脉冲星导航、脉冲星计时阵等应用目标。

南仁东认为，大射电望远镜还有可能会发现一些前所未见的脉冲星现象，比如说一个脉冲星和一个黑洞结对，那么就可能产生突破性的理论。

物理学发展中的每一次小小的进步，都伴随着极大的艰难与曲折。但在人类文明进步的每个阶段，物理学始终站在解放生产力的前沿。彭勃说，科学家利用阿雷西博望远镜发现引力波，并获得诺贝尔物理学奖，中国大射电望远镜则为自然科学特别是物理学相关领域提供了重大发现的机会。

“针对大众十分关心的大射电望远镜能否用于寻找地外文明，答案是肯定的。”彭勃表示，它是探测系外行星尤其是类地行星的利器。由于灵敏度提高，它能看到更远、更暗弱的天体，通过探测星际分子、搜索可能的星际通讯信号，寻找地外文明的几率比现有设备提升了5至10倍。

在7月3日馈源舱升舱和反射面板按计划完成安装后，大射电望远镜将进行2个多月的系统调试，于9月底正式竣工投入使用。但要实现所有功能参数最优化，它还要在两三年的观测中不断调试完善。

“大射电望远镜建成后将成为中国天文学研究的‘利器’，在未来10至20年保持世界一流设备的地位。”郑晓年说，“希望中国科学家尽快利用它出成果。”（执笔记者齐健；参与记者吴晶晶、胡星、杨维汉）