

奇台射电望远镜示意图

# 我国又一观天利器动工 奇台射电望远镜 为何能媲美“天眼”

近日,中国科学院新疆天文台“110米口径全向可动射电望远镜”在新疆昌吉州奇台县正式奠基开工,它也被称作奇台射电望远镜,缩写为QTT(QiTai radio Telescope)。

按计划,奇台射电望远镜的建设周期为6年,建成后有望成为全球最大、精度最高的全向可动射电望远镜。中国科学院新疆天文台台长王娜表示,110米口径全向可动射电望远镜的工作频率范围将实现从米波到毫米波的全频率覆盖。作为我国天文研究新的观天利器,其未来将有望在纳赫兹引力波、黑洞,甚至于宇宙生命起源、寻找地外生命等前沿领域开展科学研究,为未来我国空间活动提供强大技术支撑。有人形容,它建成后,将成为可以媲美“中国天眼”FAST的又一天文领域大国重器。



## 高频波段覆盖范围 将超“天眼”

说到能和“中国天眼”FAST相媲美,很多读者可能会疑惑了,建设中的奇台射电望远镜口径只有110米,而“中国天眼”FAST口径有500米,二者根本不在一个级别上,何谈相媲美呢?关键问题就在一个能转,一个不能转。

“中国天眼”500米直径的反射面架设在喀斯特地貌形成的山沟里,是固定不动的,实际工作时,反射面通过下方促动器的微调,形成一个等效口径300米的抛物面进行观测,能够观测的区域有限。

而奇台射电望远镜是全向可动的,也就是说,它可以通过反射面下方的支撑装置,实现水平方向360°,俯仰方向90°旋转。

与“中国天眼”因为望远镜主体固定不动,只能观测到少部分天区相比,全向可动的优势让奇台射电望远镜能够以极高的灵敏度观测四分之三的天区,其中覆盖天文界高度关注的银河系中心及以南12°天区。工作频率范围从150兆赫兹到115吉赫兹,可以高精度观测米级到毫米级的射电辐射。其中在高频波段的覆盖范围要超过“中国天眼”。

然而要想让望远镜转起来,需要克服一系列的技术难题。

奇台射电望远镜天线重量将达到6000余吨,高度超过35层楼,绝对是一个庞然大物。通过一个简单类比,可以大概想象110米直径的天线到底是什么概念。一个足球场的标准尺寸为长度105米,宽度68米。设想一下,让一个比标准足球场还要大的“大锅”自如转动绝非易事。

首先,支撑望远镜转动的平台和结构不仅要足够坚固,还要有较好的灵活性和超高的定位精度,不然对于处在遥远宇宙深处的渺小天体而言,望远镜所对准的天空位置,真的会是“失之毫厘谬以千里”。奇台射电望远镜的指向精度为2.5角秒。在地球上,夜空中木星最大的视直径约为50角秒,所以这口110米

的“大锅”,可以精确地指向只有木星1/20的狭小范围。

其次,110米的巨大反射面在指向天空不同位置时,不同高度位置处重力不同、环境温度不同、风向风速有差别,这些都会造成整个天线抛物面形状的改变,如果不做修正,不同方向来的射电信号就无法很好地汇聚在同一个焦点上。因此复杂环境下的天线形态保持变得非常重要。为了达到0.3毫米的面形精度要求,工程人员计划采用主动面技术,做到天线面型的快速测量,并使用高精度位移促动器进行快速修正。

当然,要攻克的技术难题还不止这些,而且并无先例可循。极端苛刻的工程技术要求,需要基于已有的相关知识,进行自主创新和不断地实验,才能最终实现。

## 全球可动射电望远镜中 口径最大

奇台射电望远镜除了可以自由转动外,它还有望成为能转动的望远镜里口径最大的,这同样很重要。天文望远镜一直都遵循“口径为王”的铁律,不管是什么波段的望远镜,口径越大,就能看到更远更暗弱的天体,带来更多崭新的天文学发现,射电望远镜的发展历史同样如此。与我们熟悉的光学天文望远镜相比,射电天文虽然起步较晚却发展迅猛。

分辨率和灵敏度是衡量射电望远镜性能的两个重要指标。分辨率是指区分两个彼此靠近射电目标的能力,分辨率越高就能将越近的两个目标分开,可以理解为“看得清”。对于单个天线的射电望远镜来说,天线的直径越大分辨率越高。灵敏度是指射电望远镜“最低可测”的能量值,这个值越低灵敏度越高。射电信号的来源很多,除了人类自身产生,还有来自雷电之中等等,真正来自宇宙天体的射电信号通常非常微弱,被淹没在各种噪声中,很难“看得到”。增大天线接收面积是提高灵敏度的重要方法之一。所以射电望远镜只有越做越大,才能拥有更高的

分辨率和灵敏度,让我们在射电波段“看”到更远、更清晰的宇宙。

目前世界上最大的全向可动射电望远镜,是2000年建成的美国绿岸望远镜,碟形天线的尺寸达到110米×100米。到目前为止,我国最大的全向可动射电望远镜是位于上海佘山的65米天马射电望远镜,它于2012年建成,在我国的嫦娥探月、火星探测和天文学研究中发挥了重要作用。

110米的奇台射电望远镜建成后,将超过绿岸望远镜,从而有望成为全球最大的全向可动射电望远镜。值得一提的是,在2020年9月,我国“景东120米脉冲星射电望远镜研制”启动仪式在云南省普洱市景东县举行,这个研制中的全向可动射电望远镜口径达120米,它将和奇台射电望远镜一起,确保未来全球最大的全向可动射电望远镜称号“花落”中国。

## 台址地理位置有独特优势

要建造一台大型望远镜,望远镜放置的位置同样至关重要,专业上称为台址选择。射电望远镜接收的信号频率,跟微波炉、手机、收音机等有很多的重合,而这些人类活动产生的信号同样可以被望远镜接收,从而对宇宙中遥远天体发出的微弱射电信号产生巨大的干扰。

历史上就发生过这样的“乌龙”事件。1998年,位于澳大利亚的64米帕克斯射电望远镜,接收到了无法解释的神秘信号,不定期出现在观测数据中,由于迟迟找不到信号源头,天文学家甚至一度猜测这是外星智慧生命发出的。直到2015年,望远镜更新了后端的信号接收装置,发现神秘信号的频率跟观测站厨房的微波炉发出的频率一样,都是2.4吉赫兹,才揭开了这个困扰天文学家多年的谜题——信号并非来自宇宙深处的神秘物体,而是当有工作人员打开微波炉加热食物时,望远镜恰巧指向微波炉的方向而接收到的。所以远离人类活动并且尽可能屏蔽人为射电信号的地方,是安放

射电望远镜的理想之处。

台址选择要考虑的因素不止这些,大气中水汽的含量也是影响射电天文观测的重要指标。大气中的水汽不仅会引起射电天文信号的衰减,还会对望远镜灵敏度、指向误差及天线增益等关键指标造成影响。因此,望远镜的台址初步选定后,还需要对大气中水汽含量进行长期监测研究。除了水汽含量,望远镜口径越大,微小抖动就会被放大得越多。在望远镜长时间跟踪观测某一方向目标时,外界环境中风和气流等的影响,会使望远镜得到的数据变得“模糊”。此外,考虑到可观测天空的覆盖范围和观测时间段,新台址所在地的经纬度也要结合国际上已有的射电望远镜位置,进行综合考量。

“天眼之父”南仁东先生,在“中国天眼”开工建设之前,就利用卫星遥感数据和亲自翻山越岭实地考察,走遍了西南地区以喀斯特地貌作为天然屏障的数百个坑地,并在专业设备长期监测数据的支持下,历时12年,最终找到了贵州省平塘县克度镇大窝凼这个地方,作为“中国天眼”最理想的安身之所。奇台射电望远镜的选址同样如此,据新疆天文台王娜台长介绍,研究人员历时多年,沿着天山选取了大概48个点位进行综合对比,最终在距离乌鲁木齐260公里的奇台县半截沟镇石河子村找到了理想的台址。这里远离人口密集区,地处山间盆地,射电信号干扰小,监测的水汽、风速等环境条件也满足望远镜长期运行要求。从地图上看,奇台位于我国西部、欧亚大陆腹地,向西可以和欧洲的望远镜联网,向东可以连接东亚的望远镜,地理位置同样具有独特优势。

对于目前建设中的奇台射电望远镜和研制中的景东射电望远镜,我们希望未来它们建成后,能够和“中国天眼”一起,发挥各自的性能特点和设备优势,为前沿科学研究和技术应用带来新的突破。

据《北京日报》、央视新闻客户端、《环球时报》

## ■ 相关新闻

### “中国天眼”发现 迄今宇宙最大 原子气体结构 尺度比银河系大20倍

新华社北京10月19日电 科学家日前利用“中国天眼”FAST对致密星系群“斯蒂芬五重星系”及周围天区的氢原子气体进行了成像观测,发现了1个尺度大约为2百万光年的巨大原子气体结构,尺度比银河系大20倍。这是迄今为止在宇宙中探测到的最大的原子气体结构。

该研究由中国科学院国家天文台研究员徐聪领导的国际团队完成,相关成果19日在国际学术期刊《自然》在线发表。

“这一发现得益于‘中国天眼’超高灵敏度带来的前所未有的极端暗弱天体探测能力。”徐聪说,“中国天眼”能够探测到远离星系中心的极其稀薄的弥散原子气体所发出的微弱辐射,为研究宇宙中天体的起源打开了一个崭新的窗口。

据介绍,宇宙中所有天体的起源都离不开原子气体,例如,星系的主要演化过程就是不断从宇宙空间吸收原子气体然后将其转化为恒星的过程。观测宇宙中的气体是天体物理领域一个非常重要的研究课题。

“斯蒂芬五重星系”自1877年被发现以来,一直是天文学领域最受关注的星系群。这项最新发现表明,在远离该星系群中心的外围空间,存在大尺度的低密度原子气体结构。这些气体结构的形成很可能与“斯蒂芬五重星系”早期形成时,星系间相互作用的历史有关,已经存在了大约10亿年。

“这项发现对研究星系及其气体在宇宙中的演化提出了挑战,因为现有理论很难解释为什么在如此漫长的时间里,这些稀薄的原子气体仍没有被宇宙空间中的紫外背景辐射电离。”徐聪说,这项观测成果也预示着,宇宙中可能存在更多这样大尺度的低密度原子气体结构。