

澳大利亚科技创新掠影

SKA: 沙漠里的科学奇观

■本报记者 丁佳

飞机降落在坚硬的红色沙土地上,艳阳高照,四周一片荒芜。老鹰在低空盘旋,地面上散落着巨大的蚁穴,偶有好奇又胆大的袋鼠站在树下,远远地盯着我们这批闯入者。这里几乎保存着澳大利亚腹地最原始的模样。但就在那里,西澳大利亚州默奇森郡沙漠区,全世界人烟最稀少的地区之一,国际天文界将建造可能是有史以来最伟大的大科学工程——平方公里阵列射电望远镜(Square Kilometre Array,简称SKA)。

地球的眼睛

千百年来,天文学家从未停止过探索宇宙的脚步。随着天文观测技术的不断进步,科学家也拥有了越来越强大的观测设备,帮助他们更加清晰地仰望星空。

然而,一些最基本的问题却仍然没有得到令人满意的答案。

宇宙的“第一缕曙光”在哪里?第一个恒星和星系是如何形成的?暗能量究竟是怎样的一种神秘力量?爱因斯坦是对的?当然还有无数人渴望得到解答的那个问题:我们在宇宙中是孤独的吗?

也许,我们需要一只更加敏锐的“眼睛”。上世纪90年代,关于SKA的设想初步形成,但因预计投入巨大,直到2008年才开始进行概念设计。此后又经历了SKA组织法人实体的成立、选址等过程。

“我们最终确定,SKA的建设将分两个阶段进行。”澳大利亚SKA办公室项目总经理David Luchetti告诉《中国科学报》记者,“SKA1阶段将从2018年持续到2023年,将建设大约相当于整个工程规模10%的望远镜;SKA2阶段将完成整个望远镜阵列的建设。”

依据目前的规划,SKA最终将建设上千面反射面天线和一百多万低频天线,横跨澳非两个大陆,将具备无与伦比的观测范围,并将超过哈勃太空望远镜的图像分辨率质量。

许多学者认为,SKA在本世纪内将至少保持30年的绝对领先地位。如果一切顺利的话,它会重新定义人类对宇宙的理解,也无疑将成为地球上的又一个科学奇观。

静默区内,探路者已出发

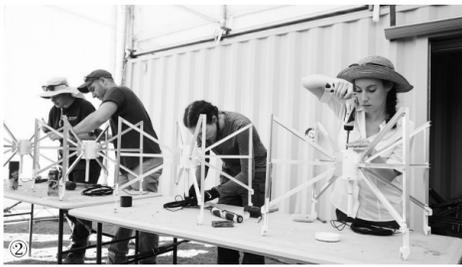
以默奇森射电天文台为中心,澳大利亚联邦政府和西澳大利亚州政府建立了一片广阔的无线电静默区,使这里的射频干扰降到最低限度,为开展射电天文观测与研究提供完美的保护。SKA的两个先导项目也在此安家。科学家正在探索最前沿的新技术,为未来的SKA铺路。

“澳大利亚SKA探路者”(ASKAP)项目是由默奇森天文台委托澳大利亚联邦科学与工业



①澳大利亚SKA探路者射电望远镜(ASKAP)。②志愿者在沙漠里苦中作乐,举办“蜘蛛”望远镜组装机大赛。③科学家在讲解望远镜海量数据存储、传输与处理的原理。

本报记者丁佳摄



研究组织建设的射电望远镜。“它会被用于测试新型望远镜技术的可靠性,也会用于测试默奇森天文台是否适合作为SKA的台址。”SKA科学董事Sarah Pearce说。

ASKAP项目主任Antony Schinckel则认为,除了作为探路者,ASKAP本身就是一种新型射电望远镜,它由36个直径12米的反射面天线组成一个阵列,具有很高的灵敏度,可在天空宽阔的区域上进行极高分辨率的巡天。

ASKAP的望远镜上还装有一种非常了得的“秘密武器”——相位阵馈源。它能够同时产生30个单独的波束,给天线提供广阔的视场,大大加快了望远镜的巡天速度。

澳大利亚联邦科工组织天文与空间科学部代主任Douglas Bock透露,在中国即将竣工的世界最大单口径射电望远镜——500米口径球面射电望远镜(FAST)中,这项尖端技术也将得到应用。它将帮助FAST寻找天空中更加微弱和隐蔽的星系。

SKA的另一个重要的先导项目默奇森宽场阵列(MWA)也坐落在这里。与高大的ASKAP不同,这种“趴”在地面上的低频射电望远镜常被科学家戏称为“蜘蛛”,每16个“蜘蛛”组成一个“小方阵”,128个“小方阵”构成了整个默奇森宽场阵列。

“MWA的工作频率范围很宽,在80MHz~300MHz之间,它的视场也很大,能够很快地对天区进行巡天。”MWA项目主任Randall Wayth说,“现在我们已进入第三年的运行了。作为SKA的先导项目,MWA会对SKA的关键科学目标进行研究,但它并不会集成在SKA中,而是会作为一个独立的望远镜持续工作。”

国际合作典范之作

西澳州首席科学家Peter Klippen坦承,以

往澳大利亚在大型国际科技计划中只能算是“慢慢融入”。“因此,SKA是这个国家第一次领衔一个如此大型的国际合作项目,它对澳大利亚和西澳州来说都是一个难能可贵的机会。”他告诉《中国科学报》记者,“我们相信,SKA将为射电天文学带来革命性的变化。”

由于科技原因,南非台地高原地区和西澳州默奇森郡被选为SKA的共同主办地点。其中,高中频反射面天线将主要建设在非洲大陆,而低频天线将主要建设在默奇森地区。

这让SKA成为一个跨越两大洲的宏大工程。在2012年选址阶段,澳大利亚和南非在争取主办地展开过激烈的讨论甚至竞争,但最终双方决定联手,将这个望远镜架设在两个大洲上,最大限度地实现人类的科学梦想。

这仅仅是一个例子。实际上从一开始,SKA就是一个国际科技合作的典范之作。除了澳大利亚和南非,加拿大、中国、印度、意大利、新西兰、瑞典、荷兰和英国均是SKA的核心成员国,这意味着全世界40%的人口都将参与SKA的建设。

中国是SKA的创始国和核心成员国之一,在目前SKA公开发布的11个工作包中,包括中国科学院、中国电子科技集团公司、清华大学等在内的中国科研机构参与了其中6个研发工作。

例如,中国电科54所承担了ASKAP全部36个天线的制造任务,突破了铝蜂窝夹层面板,现场可更换单元的模块化设计和现场批量安装免调测等关键技术,天线总体技术指标远超过要求,将ASKAP高频信号接收上限提高了一倍。澳大利亚以当地土著居民Wajarri Yamatji人语言命名了36个天线,而为感谢中国的贡献,第24号天线被命名为Janimarnu,意为“中国人”。

天文之外的无限可能

对全世界射电天文学家来说,SKA是一个美好的未来。但SKA能带给人类的,绝不仅仅是天文学,它还涉及无线电、信息科学、力学、机械、计算数学、系统科学、土木工程、新能源等诸多领域。

以超级计算为例,有专家预计,SKA使用的光纤能绕地球两圈,反射面天线每次传输的数据流量相当于全球互联网的10倍,在1天内收集到的信号可以在一部iPad上播放200万年……

这要求科学家和工程师为SKA设计开发一部能进行海量数据传输存储与处理的超级计算机,而将在其中诞生的前沿网络技术,或许会超越人们的想象。

就在今年5月,SKA数据处理与高性能计算第三次国际研讨会在中国上海召开。在这次会议上,专家们探讨了未来在上海建设SKA亚洲科学中心的可能性。上海市代表表示将支持在这里建设SKA科学和数据中心,使上海成为SKA科学研究的重要基地。

中科院上海天文台台长洪晓瑜则认为,建设SKA亚洲科学中心是中国成为天文大国的难得机遇,将为中国天文学实现跨越发展提供强大助力。在这个平台上,中国可以利用“第一手”信息,作与世界接轨的研究,取得国际领先的成果。

“数据处理、能源供应都将成为SKA所面临的巨大挑战。”David Luchetti坦言,“不过,这也是澳大利亚与其他成员国对这个项目感兴趣的原因。我们都希望能通过SKA的建设,推动整个世界科技的进步。”

可以预见,在未来数十年中,机遇、困难、未知、挑战将始终伴随着SKA,但人们不妨期待,在不久的将来,这片荒芜之地会开满科学之花。

科学线人

全球科技政策新闻与分析

国际热核聚变实验反应堆将于2025年点火



ITER托卡马克装置区的建设正在全力进行中。图片来源:ITER组织

耗资180亿欧元的国际热核聚变实验反应堆(ITER)项目理事会日前证实,ITER核聚变反应堆将在2025年12月首次实现点火。“第一束等离子体”产生的时间比原计划晚了5年。而为了达到此目的,理事会正要求项目合作伙伴——中国、欧盟、印度、日本、俄罗斯、韩国和美国额外增加40亿欧元的支出。

ITER总干事Bernard Bigot说:“如果没有反对意见,不出意外,我们会在11月批准最新安排,然后就可以继续向前推进。”

ITER的目标是证实将氢原子核聚变成氦,并因此释放足够的能量以提供可用能源是可行的。为达到这个目标,需要将两个氢同位素——氘(D)和氚(T)加热到1亿摄氏度以上。ITER的特色是拥有能容纳D-T等离子体的巨大容器,困住它的强大超导磁体,以及对其进行加热的精密粒子加速器和微波发生器。

正在建设该反应堆的国际联盟已将建设任务分配到全球的四家大公司。不过,随着研究人员力图最终把设计定下来、维护标准并且让100多万组件及时运送到位于法国卡达拉舍的反应堆场址,此项工作的复杂性导致了时间上的延迟和成本的增加。

2015年3月,Bigot被派来让该项目回到正轨。他在去年11月向理事会提交了一份修订的时间表,将第一束等离子体产生的时间由2020年推迟到2025年,并要求额外增加46亿欧元,用于人员和设备开支。理事会派遣了一个独立小组审查计划表,并要求ITER管理部门缩减成本。该小组在今年4月宣布,到2025年产生第一束等离子体的目标在技术上是可行的,但警告说,不排除会有意料之外的问题发生。

日前举行的理事会会议批准了2025年目标,并且接受了稍低于40亿欧元的额外支出。

Bigot表示,这最终可能延迟第一次D-T实验,并且增加总体成本,但“它为合作伙伴减少了每年的开支,并且由所有合作方共同承担”。合作方已原则上同意该方法,而管理部门正列出更加详细的进程安排。最终的决定将在11月举行的下一届理事会会议上作出。(徐徐)

澳政党气候政策趋向一致



澳大利亚利润丰厚的煤炭产业是气候政策上该国选举议事日程的诸多事情之一。图片来源:Robb Kendrick

澳大利亚的选举通常以气候变化政策方面的激烈争辩为特色。近年来,针对是否以及如何为碳排放定价而起的争论,甚至会让投票者动摇并令政府下台。澳大利亚处于气候变化的第一线,它是全球最大的煤炭出口国之一,也是人均碳排放量最多的国家之一,并且正在经历日益频繁的极端天气和珊瑚白化。

不过,在7月2日选举投票前的这段时期,针对气候变化的政治纷扰变得相对柔和。部分原因在于政客们更加关注本国经济。此次选举在目前的自由党—国家党联盟政府和澳大利亚工党之间展开。政策分析人士表示,缺乏争辩表明对立的政党在当下的气候举措上保持着更加紧密一致的态度。

对25万澳大利亚人进行的民意测验显示,63%的人想给碳定价,而这比比例在2013年选举前为50%。“这是一个持续进入讨论中的话题。”位于悉尼的政策智库——气候研究所的首席执行官John Connor表示。

表面上,两大政党的政策似乎不同。由总理Malcolm Turnbull领导的政府承诺将继续实施一项在2014年生效的计划,即从7月1日起,如果超过碳排放限制,相关公司将被迫购买碳信用额。

不过,墨尔本大学墨尔本能源研究所研究员Dylan McConnell表示,电力需求的下降意味着对于发电厂来说是可能的,因为碳限额被设置得很高。

由Bill Shorten领导、在民意测验中略占优势的工党则更加雄心勃勃:其承诺到2050年实现碳中和。工党还将采取一项针对电力生产商的碳排放交易计划。“和联盟政府相比,工党的政策更加强硬,并且路径更加清晰,但更多细节仍有待整理。”Connor表示,比如,目前尚不明确碳排放强度的阈值应设在哪儿。(宗华)

首例“基因剪刀”临床试验获绿灯

美国CRISPR-Cas9人体试验或在年底启动

CRISPR,这种风靡生物医学界的基因编辑技术,终于逼近人体临床试验。

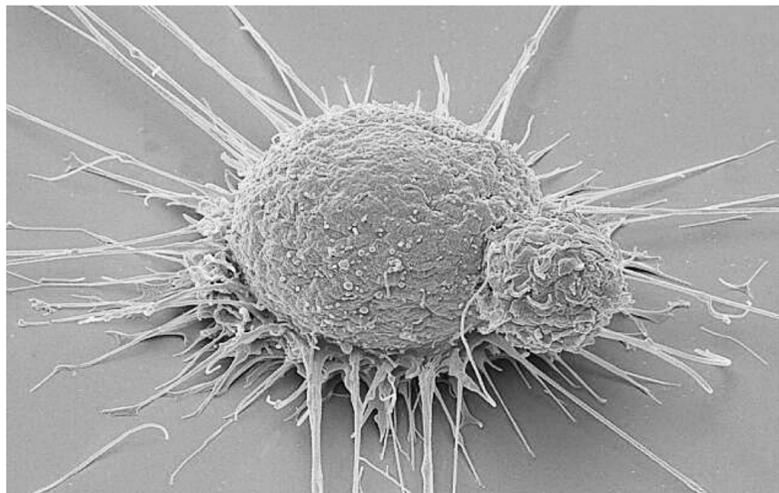
6月21日,美国国立卫生研究院(NIH)顾问委员会批准了一项申请,即利用CRISPR-Cas9强化依赖于患者T细胞(一种免疫细胞)的癌症疗法。

“癌症细胞疗法非常有前景,但绝大多数利用这种疗法的人患的是会复发的病症。”费城宾夕法尼亚大学生理学家、该研究负责人Edward Stadtmauer说。他表示,基因编辑能够增强类似疗法,并剔除它们对癌症以及身体免疫系统的弱点。

首例临床试验规模不大,旨在检测CRISPR是否可在人体中安全使用,而不是它是否能有效治疗癌症。该试验本身并没有预算,而是得到了今年4月由脸谱网前总裁Sean Parker建立的免疫基金的支持。宾夕法尼亚大学将制作基因编辑细胞,并招募及治疗加利福尼亚州和得克萨斯州中心医院的患者。

研究人员将从18名罹患若干种癌症的患者体内去除T细胞,对它们进行3个CRISPR基因编辑。其中之一将会在一种蛋白中插入一个基因,用来侦察癌细胞以及让T细胞靶向它们。第二个编辑是去除可能干扰这一进程的自然T细胞蛋白。第三个基因编辑是防御性的,将会去除识别T细胞的蛋白基因,阻止癌细胞让其失去功能。接下来,研究人员会把这些经过编辑的细胞输入患者体内。

“去年,对CRISPR技术的兴奋就已经可以预期到这一步。”得克萨斯州休斯敦安德森肿瘤中心免疫学家、NIH重组DNA研究咨询委员会(RAC)委员Dean Anthony Lee说,该委员会负责评审这份报告。他表示,CRISPR会让基因组编辑变得更加容易,从而让这种疗法可迅速



人类T细胞(小)即将在临床试验中经过CRISPR技术修饰,用于靶向抵抗癌细胞(大)。图片来源:STEVE GSCHMEISSNER/SPL

向前推进。

RAC负责评审在美国进行的包括DNA修饰在内的所有人体临床试验的申请。Stadtmauer的团队现在要做的就是让美国监管者和他们所在机构的评审委员会相信这一技术,并批准相关试验。宾夕法尼亚大学免疫学家、该项目科学顾问Carl June说,临床试验项目可能在今年年末启动。

其他的试验或许也不遥远。例如,马萨诸塞州坎布里奇市的爱迪塔斯生物技术公司已经表

示,希望在2017年将CRISPR技术应用于临床,治疗一种罕见的失明症。然而,RAC员工表示,他们尚未接到评审该试验的请求。

CRISPR技术吸引了极大的注意力,是因为它简便易用,然而T细胞试验并非利用基因编辑技术治疗疾病以证明其效能的首例临床试验。2014年,June曾利用一种叫作锌指蛋白核酸的基因编辑技术开展临床试验。

该团队从12名艾滋病患者体内采集了血

液样本,去除了在T细胞上可编码一种蛋白使病毒靶向该细胞的基因。他们希望这样做能够阻断对T细胞的感染。研究结果令人鼓舞,现在这种技术已在临床中用于若干其他疾病治疗。

CRISPR比其他基因编辑用起来更加简便,并且一次可以很好地编辑多种基因。June表示,当前的挑战是克服CRISPR“脱离靶标”编辑的倾向,这些都是身体系统切断或让计划之外的基因组产生突变的例证。尽管有防御措施,但免疫系统可能依旧会攻击经过编辑的细胞。

在RAC会议期间,委员会最大的一个担忧是在利益冲突。除了其他经济牵连之外,June与瑞士制药公司诺华有着关系牵扯,拥有T细胞计数专利,可能会受益于此次临床试验的成功。June谢绝透露利益冲突的详细内容,但却表示他所在的宾夕法尼亚大学会采取措施应对该问题,比如他不会参与到患者挑选中。

若干RAC评审建议不让宾夕法尼亚大学挑选患者,而是让其他机构来挑选,但这一规定并未写入最终的批准要求中。然而,RAC委员会表示,他们对这项实验会非常小心。

“宾夕法尼亚大学历史上曾发生过一次很严重的冲突。”伊利诺伊州西北大学生物伦理学家Laurie Zoloth说。有一个名字Jesse Gelsinger出现在讨论过程中,这名18岁的患者在1999年参与宾夕法尼亚大学一项早期基因治疗试验时死亡。随后的调查发现该研究存在很多问题,包括对该疗法不良作用的动物数据未作上报,以及研究人员在研究结果上的造假资助问题等。

但是加州斯坦福大学生物伦理学家、RAC委员Mildred Cho则认为,一项新疗法在动物实验中的安全性作用是有限的。“我们通常需要信仰的飞跃。”(红枫)