



世界最大光学天文望远镜 将落户智利

李 良

最近，欧洲南方天文台（European Southern Observatory，缩写为 ESO，常简称欧南台）宣布将智利作为欧洲极大望远镜（ESO Extremely Large Telescope，缩写为 E-ELT，也简称 ELT）的安装地（图 1），在此之前，其他几个颇有竞争力的候选台址包括西班牙加那利群岛上的拉帕马尔岛以及摩洛哥、阿根廷。据 ESO 发言人称，这个巨型望远镜台址的选择是一个重要的里程碑，目前 ESO 已有三个星空观测设施安置在智利北部的阿塔卡马沙漠。ELT 由欧洲天文联合会建造，计划于 2018 年开始投入使用。支持者们认为，阿塔卡马沙漠上的阿马索内斯山（海拔 3060 米）是这个耗资 13 亿美元项目的最佳落户地点，因为那里的天空洁净，一年中有 320 个夜晚是晴朗的。另外，所选 ELT 安装地距离 ESO 所属的帕拉纳尔天文台——甚大望远镜（VLT，在帕拉纳尔山）所在的帕拉纳尔山只有 20 千米，两个望远镜在观测上可以连动。图 2 是航拍的 ESO 甚大望远镜所在地区水晶般清澈的天空的美妙照片，这张远距离照片展示出该处良好的空气质量，充分表明该处是一个质量超群的观测圣地。图 2 中的前景是帕拉纳尔天文台，位于智利海拔 2600 米的帕拉纳尔峰顶，背景是冰雪覆盖，6200 米高的尤耶亚科休眠火山（全球最高的休眠火山），远在难以置信的 190 千米外的东方安第斯山脉边缘。

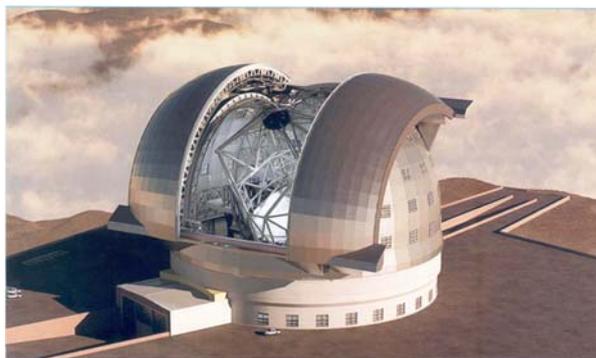


图 1 欧洲极大望远镜天文圆顶建筑效果图。

从图左汽车与望远镜的大小对比，可以很明显地体会到“极大”这两个字的含义



图 2 甚大望远镜（VLT）所在地区的航拍照片

ESO 系政府间天文研究机构，由比利时、瑞典、法国、德国、荷兰、丹麦、意大利和瑞士 8 国于 1962 年联合组建，目前已经有 13 个欧洲国家加入其中，总部设在德国慕尼黑附近的加欣。早在 1962 年 10 月 5 日，德国、法国、比利时、荷兰、瑞典五国在巴黎签署了一份协议，决定共同在南半球建立天文台，并命名为欧洲南方天文台。后陆续有丹麦、芬兰、意大利、葡萄牙、瑞士、英国、西班牙、捷克共和国加入。ESO 选址的工作始于 20 世纪 50 年代中期，那时曾向非洲的卡洛沙漠派出考察队；20 世纪 60 年代中期，ESO 考察了智利北部的阿塔卡玛沙漠，最终选定智利北部安第斯山脉支脉帕拉那山为观测基地。1969 年 3 月 25 日，欧洲南方天文台在阿塔卡玛沙漠南部的拉西拉山正式剪彩。

在 2009 年 11 月 13 日，智利北部 ESO 所属的帕拉纳尔天文台 VLT 之家的科学家们用气象探针挂在气球下升空，该探针也称为无线电探空仪，测

量各种大气参数并把其传输到地面接收机；来自 ESO、加拿大莱斯布里奇 (Lethbridge) 大学和智利 Valparaiso 大学的研究者，开始了一项为期 12 天的项目，他们计划升空 29 个无线电探空仪；在每个晚上，VLT 的数个仪器精心调节到与两个无线探空仪协同平行观测，另外一个红外辐射仪则进行持续测量。之所以把这些设备作组合探测，其目的是能够更好地了解帕拉纳尔山上方的水汽含量和分布，从而一方面用于优化 VLT 的科学观测，另一方面对未来世界上最大的地面光学天文望远镜 ELT 的观测环境提供可靠依据。

ESO 的许多天文望远镜设置在智利北部安第斯山脉支脉帕拉那山，因为那里是南半球甚至全世界观测条件最佳的天文台之一。当地年平均可观测天文现象的时间在 300 天至 330 天左右，十分干燥的气候能有效地减少大气中的水汽对天文观测的影响，而且洁净空气的稳定度非常高。

早在 2006 年，欧洲议会就批准了一项议案，开始研制 ESO 的 ELT，当时预计这台望远镜的选址于 2008 年年底时确定，可能在南半球；预计于 2010 年初动工，完全投入使用则要等到 2018 年；当时提出设计成本为 8130 万美元，制造成本高达 11 亿美元。即将建造的 ELT 约有半个足球场那么大，21 层楼高，是有史以来最大的光学望远镜 (图 3)。

一般说来，望远镜的口径越大，能收集到的光线也就越多，获得的天体图像也就越清晰。虽然 ELT 建造在地面上，也会受到不同程度的大气干扰，但是大的口径可观测到空间望远镜无法观测到的遥远星系进一步的细节。该望远镜的图像分辨率将达到哈勃望远镜的 10 至 15 倍。目前口径最大的光学望远镜是坐落在夏威夷的凯克望远镜(Keck)，口径有 10 米，而计划中的 ELT 口径竟然达到了 42 米，几乎与奥运会标准游泳池一样大，集光面积是凯克望远镜的 18 倍。

据说 ESO 最初打算建造一台口径为 100 米的超巨型望远镜。后来，研究者们意识到建造 42 米口径的望远镜或许更切合实际。根据 ESO 官方介绍，ELT 的主镜口径将同 Keck 望远镜一样采用镜面拼接的方式，其光路如图 4 所示。主镜收集光线并将其反射到 A 镜上，A 镜将光线通过 C 镜上的孔反射到 B 镜。此后光线一次被反射到 C 镜的反射面、D 镜，最后到达探测器。

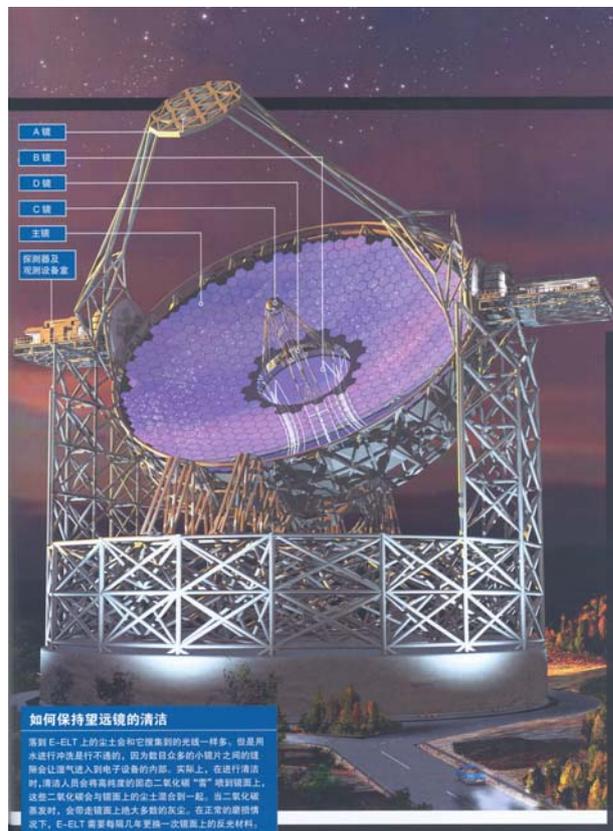


图 3 欧洲极大望远镜

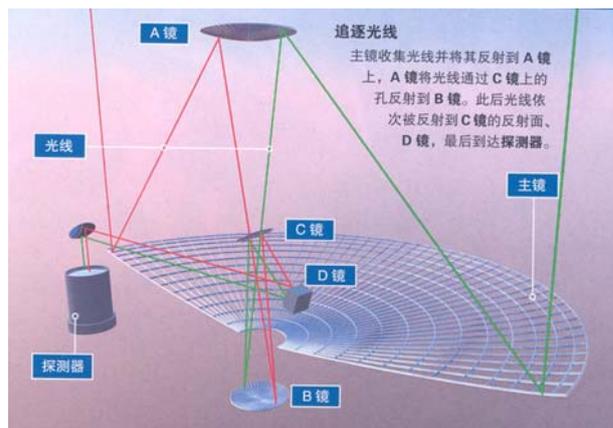


图 4 欧洲极大望远镜 (ELT) 的光路示意图

这台望远镜的主要工作程序是：(1)收集光线。来自遥远天体的光线投射到约 42 米宽的抛物面主镜上。主镜共由 984 块六边形小镜子组成，每块重 150 千克左右，直径 1.463 米，厚 5.08 厘米。这些小镜子很重，重力会使它们的位置随着望远镜的移动发生极其微小的改变。因此，每块小镜子下面有 3 个调节器，调节器每秒可屈伸 10 次，以保持主镜的正确位置。这些镜面总共包含了 6000 多个传感器来实时监测各镜面的姿态，以及 3000 多个执行器实

现在线控制。根据统计，每次镜片的调整就需要 2700 万次的乘加运算，并且还需要让整个周期控制在 5 毫秒之内。对于这样一个海量数据处理的世界级难题，ESO 曾向全世界征求解决方案。光线被主镜向上反射到 6.09 米宽的 A 镜上。(2) 反射光线。A 镜聚焦并反射光线，让光线穿过 C 镜上的一个孔，倒转后投射到 4.2 米宽的 B 镜上，B 镜再让光向上投射到 C 镜的反射面。(3) 校正光线。C 镜是一个厚 2 毫米的薄薄的玻璃壳，下面有 5000 个调节器，它们每秒能通过推拉对镜面作 1000 次调整。这种迅速作用实现了所谓的自适应光学系统重新校正被大气扭曲的光线，使之构成清晰的图像。在工作时，天文学家利用明亮的定标星来计算这面镜子的正确安置方法。(4) 投射到传感器。经自适应光学系统校正后，光线投射到直径 2.71 米的 D 镜上。D 镜会根据参考星进行 20 次/秒的校正，以确保定标星正确成像，不受吹到镜面的风引起的震动影响。D 镜把光线反射到探测器上，在那里有一个照相机捕捉影像，同时，光线还会被传递到天文学家用来测量诸如宇宙膨胀速度等现象的仪器上。

如何校准 ELT 呢？光线在传向地面望远镜的途中，大气湍流和空气中的粒子会令光线散射，因此天文学家将利用与目标物体处在同一个视野的明亮的定标星来校准这台望远镜。涟漪般的光波落在 C 镜各个像素之上的时间略有不同。自适应光学系统调整镜子的表面，因此光线能同时照到每个像素上，形成清晰的影像。但如果目标物体附近没有天体，天文学家就制造他们自己的定标星：五六个被称为激光导星系统的激光装置在 90 千米的高空激发钠离子，可形成人造的指向标。

在 ELT 建成并运转以后，管理者如何清洁这台望远镜呢？这是人们很关心的问题之一。ELT 收集的灰尘几乎和它收集的光线一样多，但简单地用水清洗是行不通的，因为数目众多的小镜片之间的缝隙可能会使水分侵入到电子设备内部。清洁人员将把高度纯净的干冰喷到镜面上。干冰落到镜面后与灰尘颗粒附着在一起，在蒸发时带走大多数灰尘。在正常磨损状况下，这些镜子每隔几年需要重新涂一层反射材料，它最有可能是铝。

欧洲极大望远镜的分辨率预期将达到哈勃空间望远镜的 18 倍，它的观察距离远至 130 多亿光年以

外，将成为目前世界上观测能力最强的天文望远镜。该望远镜预计耗资 13 亿美元。欧洲有 11 个国家参与了欧洲极大望远镜的研制工作，人们似乎从这台巨型望远镜的名字“欧洲极大望远镜”就可以看出欧洲南方天文台的勃勃雄心。

对于 ELT 这样一台先进的巨型天文望远镜，科学家们寄予很大的期望。例如智利帕瑞纳天文台台长安德里亚·考夫博士表示，“有了 ELT，你就能够找到宇宙起源的地方，即第一颗恒星和第一个星系形成之处。ELT 所提供的精确数据，将帮助我们更彻底地研究生命形成和进化的过程。”天文学家还希望通过 ELT 发现新的行星或整个行星系，并揭示宇宙诞生时所发生的事；ELT 或许能大大扩展人们在天体物理学领域的知识，帮助科学家们更加深入探索暗物质和暗能量、时空连续统一体以及超大质量黑洞的内部活动，等等。总之，欧洲南方天文台希望，这一巨型望远镜能够像 400 年前的科学巨匠伽利略那样，在天文观测领域发挥极大的作用，最好能做出富有革命性意义的重大发现。

(北京天文馆 100044)



封面照片说明

“天宫一号”空间站为两舱结构，分别为实验舱和资源舱。实验前舱安装有交会对接机构，用来与飞船连接。资源舱内有发动机、电源装置，可为空间站提供动力。“天宫一号”空间站的几大目标是完成出舱活动、空间交会对接试验和发射长期自主飞行、有人照料的空间实验室。“天宫一号”空间站重约 8.5 吨，预计 2011 年年底发射。在发射“天宫一号”之后，我国将相继发射神舟八、九、十号飞船，分别与“天宫一号”实现空间对接。

