

地球 2.0

对天文学家来说，“拓展视野”意味着向星空更深处求索。ESO 这座宏伟的望远镜为我们提供了窥探无垠宇宙万千奥秘的机会。

作者：Michael Thiem

所有图片来源：ESO



天文学

阿马索内斯山的第一缕曙光，极大望远镜选址于此。

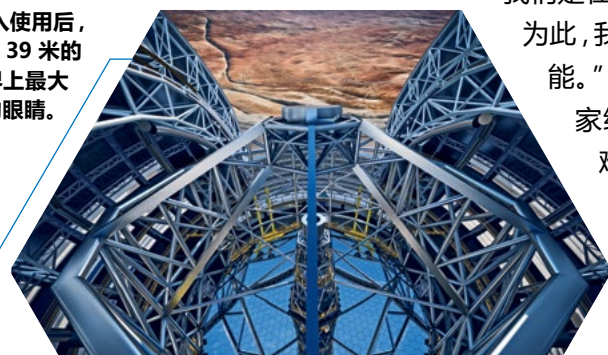
首

先映入访客眼帘的，是星星。满天繁星。定睛一看，内行人马上就能认出仙女座星云、麦哲伦云，当然还有南十字星。这壮观景象简直让人目不暇接。在位于慕尼黑附近加兴市 (Garching) 的欧洲南方天文台 (ESO) 互动中心，一走进“超新星”天文馆的入口，就能看到这个直径 14 米、重量接近 30 吨的玻璃穹顶。足足 262 块玻璃板经过精心布置，可以同时呈现南半球的众多星座。穹顶惟妙惟肖地再现了只有在智利才能看到的星座和银河；这个区域被称为“空洞”，得名于天文学术语，指的是两个宇宙大尺度结构之间的空隙。除此之外，这里还有许多新奇知识可供探索。

展览面积将近 2,200 平方米的“超新星天文馆和游客中心”于 2018 年夏季开放，利用多媒体装置呈现了 13 个引人入胜的天文主题。科学家们自 1962 年 ESO 成立以来所获得的丰富知识都在这里以令人振奋的演示方式传达给参观者。此外，对于未来的研究目标也有引人深思的展望：星系为何是现在的形状？星星为何会闪烁？太阳系外是否有生命？ESO 的经费来自税收和捐款，共有 16 个成员国。新建的“超新星天文馆和游客中心”就像一座桥梁，将最新天文发现与它们对日常生活的实际影响联系起来。它提供了一个独特的机会，以通俗易懂的方式展示天文学研究和相关技术创新的魅力与激情。毕竟，对 ESO 来说，接触公众并赢得支持几乎与发现新黑洞一样重要。

选在智利建造 ELT 当然不是随随便便的决定。自 1979

在 2025 年投入使用后，主镜直径达到 39 米的 ELT 将成为世界上最大的望向天空的眼睛。



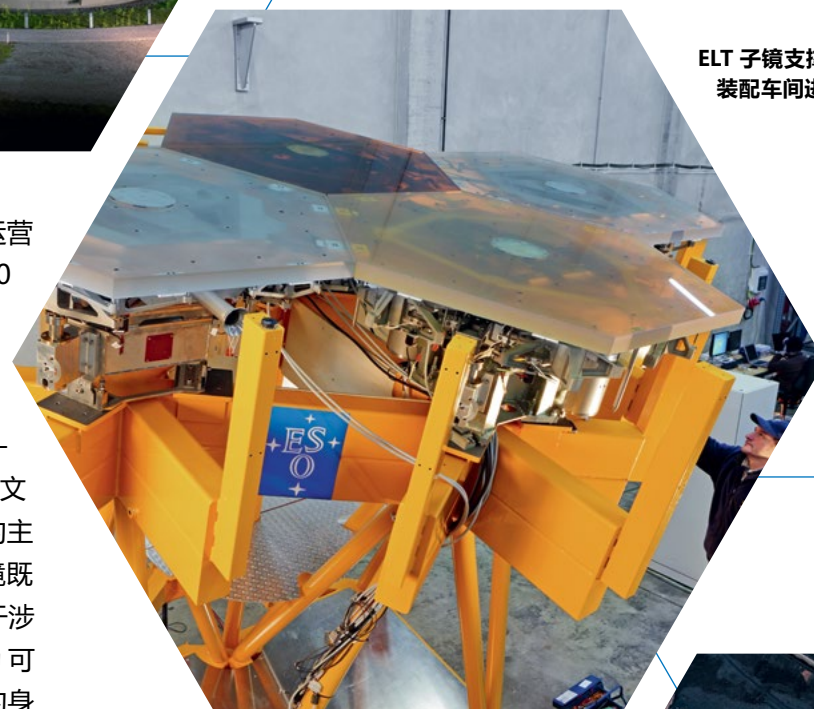
ESO 超新星天文馆内展出了一块由零度®品牌微晶玻璃制成的 ELT 镜片组件。

年以来，ESO 的主要工作就是在南美洲规划、建设和运营强大的陆基天文观测设施。其 700 名员工中约有 300 人长期在智利工作。前往加兴市参观这座新建中心的访客们将有机会亲身体验在智利工作的天文学家的角色，以他们的视角仰望星空。从 1998 年起，ESO 一直在阿塔卡马沙漠运营甚大望远镜 (Very Large Telescope，简称 VLT)。ESO 展馆中布置的许多照片和天文图像都是由 VLT 拍摄的。肖特为其四面直径 8.20 米的主镜制造了有史以来最大的单体玻璃组件。这四台望远镜既可用于单独观测，也可以彼此互联，组成一台巨大的干涉仪。“天文学家总是想让不可能的事情成为可能。” Markus Kissler-Patig 说。他以首席天文学家的身份参与了近年来 ESO 最引人注目的项目——极大望远镜 (Extremely Large Telescope，简称 ELT)——的规划和建设。甚至可以说，ELT 是人类望向天空的“最大的眼睛”。从 2025 年起，ELT 将扎根智利，在位于附近山顶的 VLT 的陪伴下，将天文学作为一门科学推向前所未有的高度，催生出震撼人心的新发现。而在这之前，ESO 一定会忙得不可开交，因为 ELT 的建设工作要求极高，称得上是工程艺术的巅峰之作。“我们所做的一切工作都是开创性的工作。”项目总监 Roberto Tamai 表示。

首席天文学家 Kissler-Patig 补充道：“基本上可以说，我们是在建造一个原型系统，但却要让它立即投入使用。为此，我们不断推进尖端技术的前沿，使不可能成为可能。”ELT 项目团队由大约 50 名 ESO 工程师和科学家组成。只要走进 ESO 位于加兴的装配车间就不难看出，等待着这个团队的挑战是多么难以置信。



ELT 子镜支撑结构在 ESO 装配车间进行测试。



极大望远镜 (ELT) 穹顶与望远镜结构的地基建设已于 2018 年初开始。



2017 年 5 月，肖特在德国美因茨完成了 ESO 极大望远镜 (ELT) M2 副镜的镜坯铸造。M2 直径为 4.20 米，重 3.5 吨。这使它成为有史以来最大的望远镜副镜。

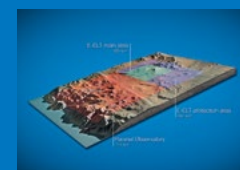


一是设计建造直径 39 米的 ELT 主镜。ESO 正在利用一套原型系统测试如何精确组装 7 面子镜，使其在组装、工作和维修时的定位精度远小于观测波段的波长所允许的公差只有几纳米。用于调整子镜的驱动器通过数千个传感器进行监控。只要想象一下，这些连接到每一块子镜的传感器要达到多么苛刻的性能，就更能体会到这项任务是何等艰巨：毕竟，它们要实现每秒高达 1,000 次的镜面校正。“它们的性能非常强大，理论上甚至可以用来实时监测草的生长量。”Kissler-Patig 解释说。这面主镜由 798 块零度®品牌的微晶玻璃子镜组成。包括维护用的替换件和备件在内，肖特总共要生产 949 个圆盘镜坯。接下来将由法国赛峰集团旗下的专业光学公司 Safran REOSC 对圆盘镜坯进行抛光，最后切割成六边形。

在大规模量产天文级镜片基板的历史上，这样的壮举前所未有的。2019 年，肖特公司在美因茨开始为主镜的子镜制造镜坯。每一块镜坯都需要将近四个月的时间才能完成。在将来的产量高峰期，预计每天能制成一面子镜。“如果没有像零度®一样性能优异的材料，ELT 这样的项目将是天方夜谭。”Kissler-Patig 指出。Jean-Louis Lizon 则表示：“对 ELT 项目而言，工作的任何进展都是开创性成就。”他参与了

下转第 10 页继续

ELT 里程碑



2011 年 10 月与智利政府就 ELT 选址签订合同。



2014 年 6 月奠基仪式、建设开始。



2017 年 5 月签署主镜合同、动工仪式。



2020 年主镜的第一块子镜完成。



2024 年主镜的最后一块子镜完成。ELT 将于 2025 年下半年投入运行。

极大望远镜 (ELT)

高强光束：激光器为自适应光学系统生成人工导引星。

完美角度：望远镜仰角可以精确调节。

立足点：在旋转式望远镜两侧设有仪器平台。

全向视野：这台重约3,000吨的望远镜可以360度旋转。

稳如泰山：防震隔离设计可有效防止干扰性振动。

图片来源：ESO

ELT 主镜面积对比

ELT 的镜面面积超过了迄今为止已建成的所有光学望远镜。



ELT 建筑高度对比

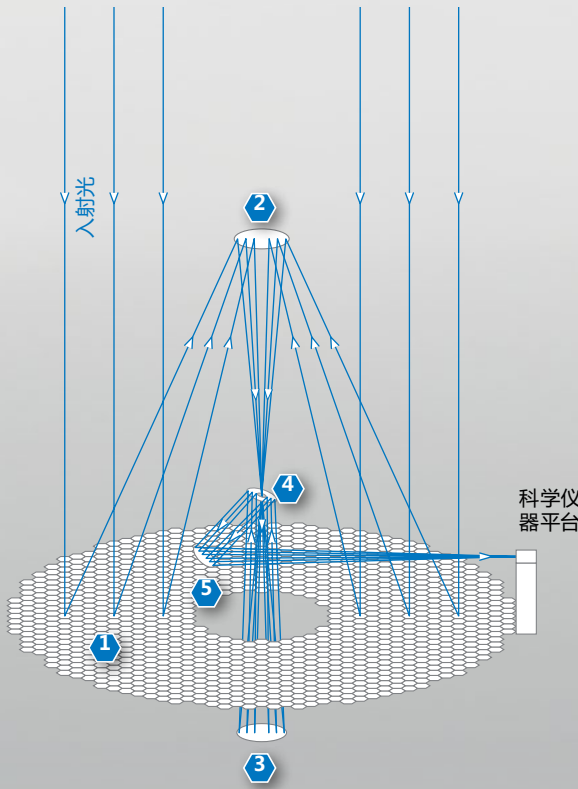
ELT 高 85 米。



ELT

ELT 的五面反射镜中，有四面采用肖特零度®微晶玻璃制成。

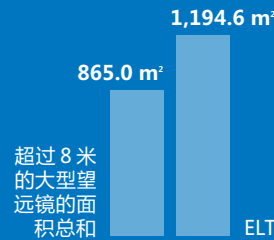
- 1 M1: 直径 39.30 米，由 798 个六边形组件组成的主动凹面镜
- 2 M2: 凸面镜，直径 4.20 米
- 3 M3: 凹面镜，直径 4.00 米
- 4 M4: 自适应镜，直径 2.40 米
- 5 M5: 可倾斜平面镜，2.70 × 2.10 米，碳化硅



?

你知道吗？

ELT 的镜面面积比所有直径超过 8 米的大型望远镜的镜面面积加起来还要大。相应地，它可以捕捉到更多光线。



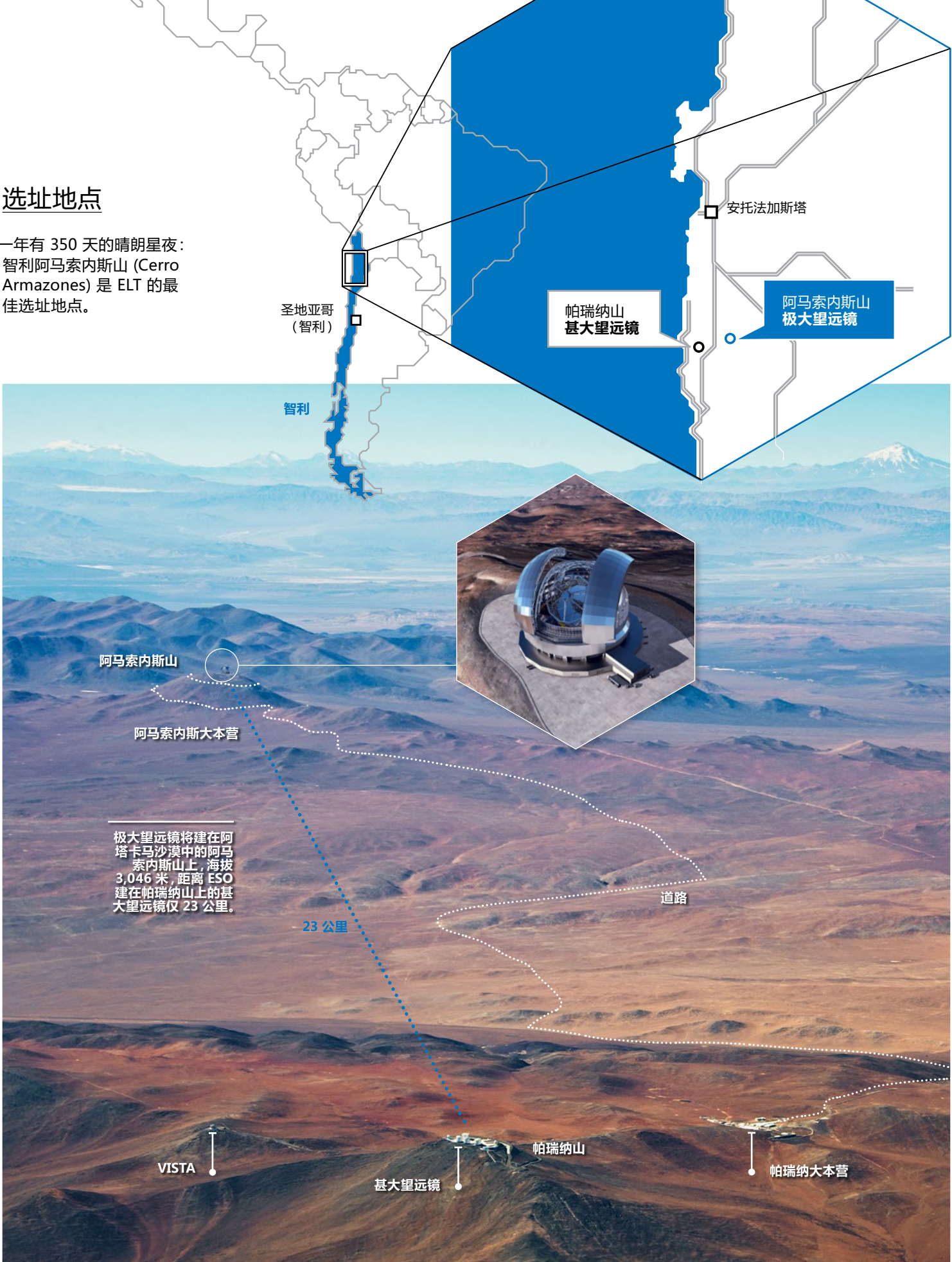
原型系统建造,也在 ESO 内部保持着前往智利次数最多的纪录。自 1981 年以来,他曾 132 次前往阿塔卡马沙漠。这听起来似乎并没有什么了不起,但 Kissler-Patig 非常清楚这背后的艰辛困苦。在海拔 3,046 米的地方开展科研,感觉就像“在月球上工作”。目前有将近 200 名员工在帕瑞纳山上的 VLT 工作。这座望远镜按照固定时间表 24 小时不间断运行,全年无休。晚上,四个穹顶向夜空开启;由两名员工监控望远镜的观测工作。第二天早上,工作人员在山下的控制室里评估收集到的数据,并同时将其转发到位于加兴的 ESO 总部。在分析数据期间,专业人员将对望远镜进行调试维护,为接下来的夜班做好准备。出于健康和安全考虑,任何人都不得在山顶工作两周以上。帕瑞纳山是一个条件严酷的工作场所。这里的孤独令人痛苦,空气又极度干燥。在湿度只有百分之五到百分之十的情况下,保证充足的饮水至关重要。因此,每天都有运输饮用水的水罐车从 120 公里外的港口城市安托法加斯塔 (Antofagasta) 出发,一路颠簸驶向山顶。

太阳刚一落山,满天繁星就渐渐闪烁起来。它们的光经过数十亿年的旅行才最终被 VLT 捕捉到。而到了 2025 年,一旁的 ELT 也能放眼星空,看到它们的光。每一个光子都很重要。Kissler-Patig 说:“我们希望竭尽全力,捕捉到最最微弱的光量子。”他曾在许多个夜晚观测过智利的夜空。有一点他很清楚:尽管超新星天文馆中的模拟已经非常接近现实,但亲身体验依然无可替代。 ■

?

你知道吗?

2008 年,由丹尼尔·克雷格主演的詹姆斯·邦德系列电影《007: 大破量子危机》曾在地下酒店“帕瑞纳寓所”(Paranal Residencia)取景。这座屡获殊荣的建筑位于帕瑞纳山上,是为造访 ESO 的客人提供的小憩之所。



Roberto Tamai ,
ELT 项目总监

“这是一项前无古人的创举”

作为 ELT 项目总监,您的职责是什么?

我主要负责保障团队的整体运作顺利。我要确保团队中没有弱项和短板。我为团队带来资源。我帮助团队成员相互沟通,确保他们传递正确的信息,促进项目推进。我尽量做到未雨绸缪,提前预知问题。简而言之:我负责做计划,不过是从技术到财务乃至物资材料的许多不同层面的计划。我得到了很多人的支持,团队同事给了我很大的帮助。毕竟我不是一个人在建造 ELT。我只是精密系统中的一个小齿轮而已。

ELT 项目进展非常迅速。

目前的情况如何?

最近几年,我们已经根据规划和准备工作确定了物资采购的需求。到目前为止,我认为采购需求制定得非常合适。同时,建造工作也已开始。我们的行业合作伙伴正在积极开展生产,制造我们需要的钢材和零度®镜坯材料。开始建造是一个重要里程碑——我们很高兴地看到,一切都顺利运转起来了。

建造 ELT 面临的最大挑战是什么?

这是一项前无古人的创举。ELT 在同类望远镜中是前所未有的。这座规模巨大的设施对于定位和跟踪有极为苛刻的要求。我们要把这 3,000 吨重的钢铁巨兽安装到预定位置,还要极其精确地移动它。虽然我们已在模拟程序和计算机分析中证明了这件事的可行性,但从模拟到现实依然是不小的一步。迈出这一步就是项目最大的挑战之一。

您觉得项目工作中最让您激动的是什么?

您有怎样的期待?

我们正在建造的设施将深化拓展人类对宇宙的认识。这种感觉实在是太棒了。这段经历我会铭记一生。