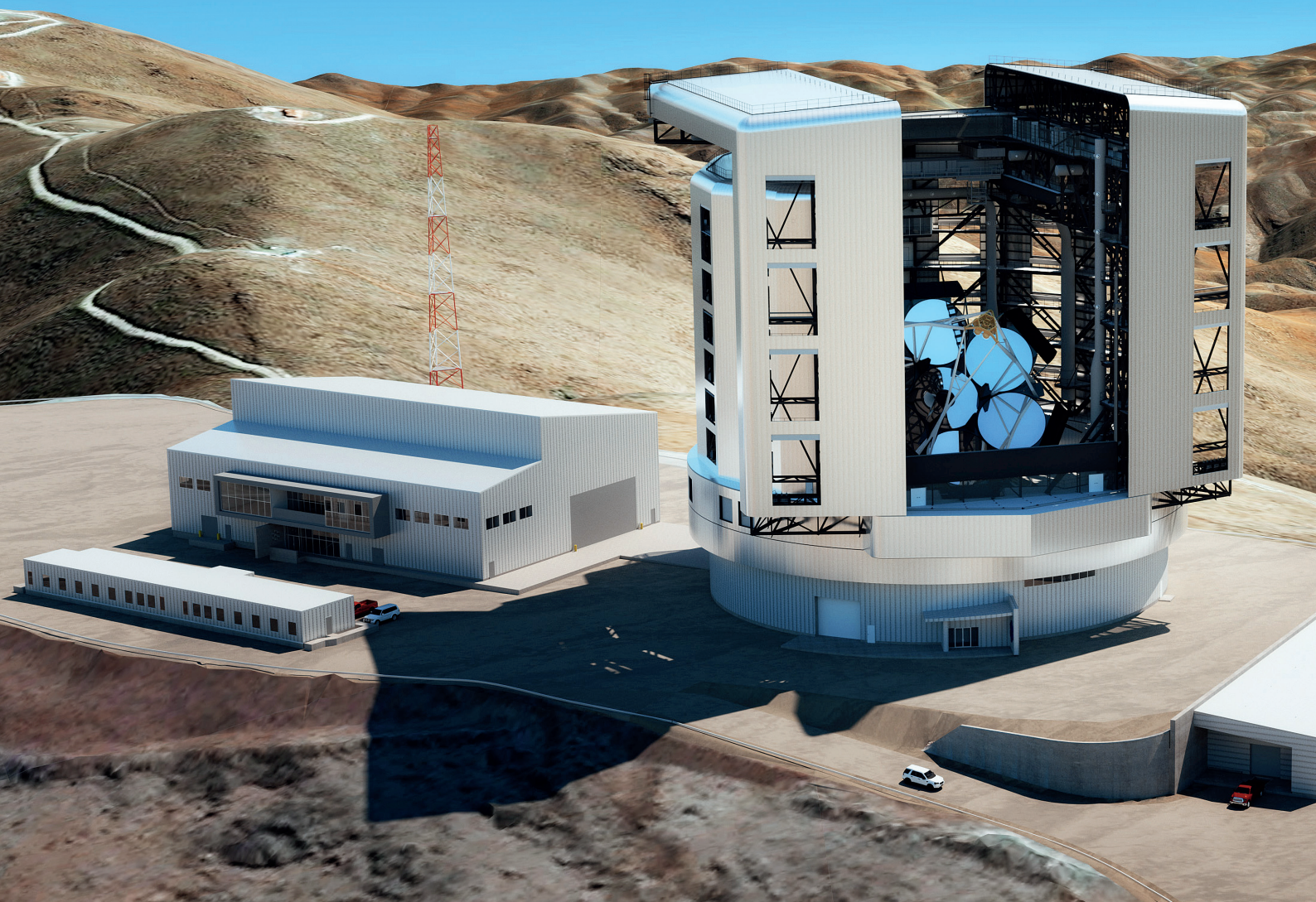


基于 PC 和 EtherCAT 的控制技术在新一代望远镜中的应用

# 具有全站实时通信能力和 3000 根可精确控制的伺服轴的大麦哲伦望远镜

大麦哲伦望远镜共由 7 块子镜组成，直径 25 米，是最新一代的地基极端巨大望远镜，将于 2029 年在智利拉斯坎帕纳斯天文台投入使用





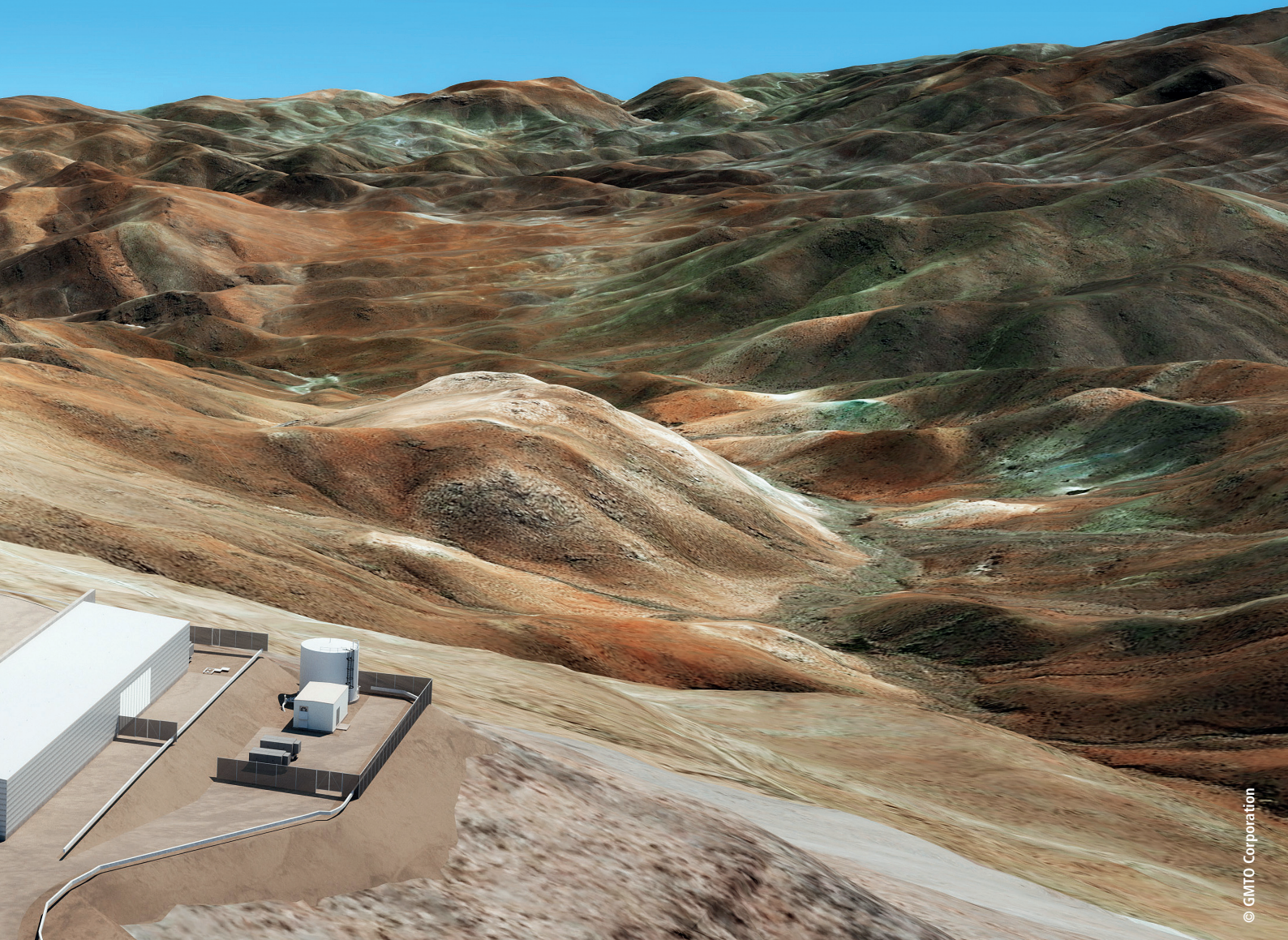
大麦哲伦望远镜（GMT）是一个超级工程，新一代望远镜预计将于 2029 年投入使用。大麦哲伦望远镜的主观测镜片由 7 个巨幅镜片组成，直径为 25 米，成像精度更高，甚至能够追溯宇宙大爆炸后的时刻。倍福基于 PC 的控制系统被指定为未来使用的自动化设备，主要是因为 EtherCAT 在连接所有望远镜功能时具备全站实时通信的优势。此外，各种嵌入式控制器和 AM8000 伺服电机也通过了测试并被指定使用，包括 3000 多根运动轴。

一旦大麦哲伦望远镜在拉斯卡姆帕纳斯天文台建成启用后，它将给天体物理学和宇宙学研究界带来难以置信的机遇。这款地基极端巨大望远镜将 7 面反射镜组合成一个直径为 25 米的超凡光学系统，其观测清晰度是哈勃太空望远镜的 10 倍。技术上的进步将使得 GMT 能够使用自适应光学系统减少由于大气层干扰引起的图像失真，捕捉到比目前更清晰的星体图像。从事类似望远镜项目的科学家和工程师们传统上都是使用定制的控制组件来构建自己的自动化解决方案。然而，目前正在为 GMT 规划基础设施的团队对此有不同的看法，巨型麦哲伦望远镜组织（GMTO）高级电子工程师 José Soto 解释道：“我们希望改变历史上一直将望远镜当作特殊的、完

全不同于其它自动化系统的方法。面向未来的工业控制解决方案能够解决我们今天所面临的许多天体物理学问题。”

#### 标准自动化平台应用于独一无二的项目

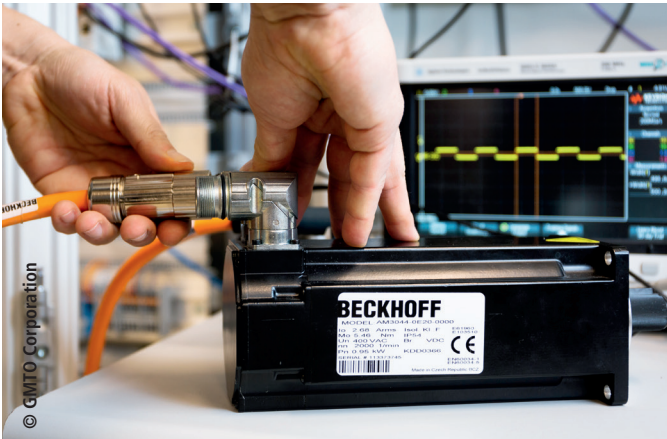
考虑到实时通信和控制要求，特别是系统将拥有 3000 多根运动轴，在指定 GMT 使用哪些自动化和控制组件时也需要认真斟酌。望远镜的可旋转外壳有 22 层楼高，灵活的镜面必须以最精确的方式移动，实施复杂的自适应光学技术，达到尽可能高的图像解析度。







GMTO 工程师 José Soto（左）和 Hector Swett 正在使用倍福的 TwinCAT 3 自动化软件根据望远镜规格检验各个组件



倍福的 AM8000 伺服电机被指定用于整个望远镜设计，其中包括 3000 多根运动轴

主动光学系统就是一个例子，它要求每个主反射镜集成 170 个气动执行器，以支撑每个反射镜的质量。工程团队确定了对目前性能强大的自动化和控制组件的需求，这些组件也将支持未来的技术进步，José Soto 解释道：“由于这些项目需要花费很长时间，我们必须考虑到设备及系统等各个方面的老旧问题。对抗设备或系统老旧的最有效方法是统一使用成熟的工业技术。”考虑到这些因素，GMTO 决定使用标准控制系统（如倍福提供的解决方案）作为标配。

当 GMTO 工程师开始寻找工业自动化和控制时，他们对多款工业以太网系统进行了考察和比较。最后他们发现 EtherCAT 在拓扑结构方面有很大的灵活性，可扩展性强，并且能够在同一个网段中容纳多达 65,535 台 EtherCAT 设备，这与大麦哲伦望远镜的系统规格非常匹配。“EtherCAT 将被嵌入到几乎每一个大麦哲伦望远镜系统中，从主反射镜到大气色散补偿器、外壳、安装支架，甚至是设施中的楼宇自动化。” Soto 说道。

GMTO 工程师 Hector Swett 表示，Safety over EtherCAT (FSoE) 还为望远镜的互锁和安全系统提供了令人印象深刻的功能。FSoE 为巨型麦哲伦望远镜提供通过标准 EtherCAT 网络实现的经过 TÜV 认证的安全通信、多种分布式 TwinSAFE I/O 模块选项以及与倍福开发环境和工业 PC 的集成服务。

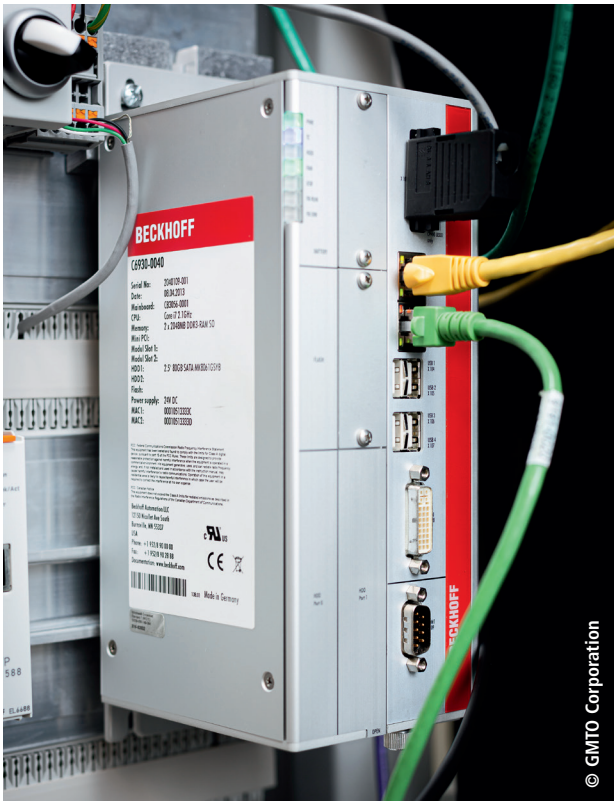
目前有些 GMT 规范建议使用多个可以由倍福解决方案实现的基于 PC 的控制系统。互锁和安全系统的控制依赖于许多安全控制器、DIN 导轨安装的 CX9020 嵌入式控制器与 TwinSAFE 逻辑 I/O 模块 EL6910 的协同工作。Swett 表示，这些设备可以使用 FSoE 通过 EtherCAT Automation Profile (EAP) 相互连接，以实现危险分析所需的安全功能。倍福 CX2020 嵌入式控制器被用于 GMT Hardware Development Kit，它是专为项目合作伙伴开发望远镜用的仪器而打造的。

倍福的 TwinCAT 3 自动化软件是测试设备使用的一个关键平台，它被指定用于控制望远镜周围的结构。“望远镜外壳使用的 PC 控制系统将直接运行 TwinCAT 软件。” Hector Swett 说道，“它还具有通过 OPC UA 将这个庞大的应用程序与天文台控制系统对接的实时能



## 大麦哲伦望远镜

大麦哲伦望远镜项目是一个由 12 家创始机构组成的国际联盟。这些机构包括亚利桑那州立大学、澳大利亚天文学有限公司、澳大利亚国立大学、美国卡内基科学研究所、巴西圣保罗研究基金会、哈佛大学、韩国天文学和空间科学研究所、史密森学会、德州农工大学、德克萨斯大学奥斯汀分校、亚利桑那大学和芝加哥大学。这些机构将为望远镜的建造和运营提供资金，并能够根据同行评审过程确定的优先顺序使用巨型麦哲伦望远镜。



GMTO 的工程师测试并指定使用很多台倍福工业 PC（这里是 C6930）来完成整个分布式系统架构中的各种任务

力。”TwinCAT 是系统开放性的最好例证，它可以通过 ADS 和 EtherCAT 自动扫描和配置第三方设备，为实现从传感到运动控制等所有任务提供一个最佳平台。

由于望远镜将配备数千根运动轴，因此在最终配置中，可靠的电机和驱动器起着至关重要的作用。José Soto 表示倍福 AM8000 伺服电机的性能给他留下了深刻印象，并认为它们在整个望远镜的多个方面都是强有力的竞争者。“当我们的集成商团队开始调试望远镜时，他们很可能会使用 AM8000 伺服电机，例如，在大气色散补偿器或 GIR（格里高利仪器旋转器）中，它将移动卡焦上的所有仪器。”Soto 说道。

### 新技术推动新创意

EtherCAT 首先引领 GMTO 的工程师们找到了倍福，而且它仍然是望远镜控制架构设计的基础，José Soto 解释说道：“将 EtherCAT 用作 GMT 现场总线，可以让实时通信直达 I/O 层。我们已经实现了 2 ms 的周期时间，这样就有足够的带宽来关闭各种子系统上的环路，从而大大提升了我们的控制和通信能力。”体积精巧的 EtherCAT I/O 模块和嵌入式控制器节省了控制柜内的空间，而且由于基于 PC 的控制器可以

布置在远离 I/O 的地方，因此可以减少散热。“散热的减少对于 GMT 来说是一件非常重要的事情。”Hector Swett 补充道。“热量会加大壳体内部的空气扰动，当光波在空气中传播时，扰动会让图像失真。这种分布式 I/O 架构可以帮助我们防止这种情况的出现。”十年后，这个观测和发现的过程将不再属于设计和建造 GMT 的工程师们，而是属于使用它来探索宇宙的天体物理学家和宇宙学家。科研人员在使用望远镜时，将可以灵活地发挥自己的创意，完成我们无法想象的伟大发现。

更多信息：

[www.gmto.org](http://www.gmto.org)

[www.beckhoffautomation.com](http://www.beckhoffautomation.com)