

使用基于 PC 控制的天文望远镜 观测天体

位于西班牙阿拉贡自治区南部的 Observatorio Astrofísico de Javalambre (OAJ) 是一个非常独特的天文研究设施，它于 2015 年投入运营。天文台由 CEFCA 基金会负责运营，主要研究对象是光度观测数千平方度的天体。两架具有超大口径广角的 Javalambre 天文望远镜将使得首次记录亿万星系的位置及它们的发展情况成为可能，提供第一幅完整的宇宙 3D 地图。为了确保高品质和高效率，望远镜由基于工业 PC 控制平台的机器人协助运行。

Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón 或简称为 CEFCA，是一座研究星系和宇宙学发展的国家级研究所。其总部位于西班牙特鲁埃尔，距离建造在海拔高度 1957 米的“Pico del Buitre”上的 OAJ 基地大约 40 公里。天文台配有两架天文望远镜：一架镜面直径为 2.55 米及视场 3 度的望远镜 JST/T250，以及一架镜面直径 83 厘米及视场 2 度的 JAST/T80。在 OAJ 进行的天体观测得出的所有数据都通过无线通讯发送到特鲁埃尔的主服务器中。

EtherCAT 网络连接所有系统及子系统

天文台的控制系统使用一台 C6640 工业 PC 作为主控制平台，各个 CX5000 系列的嵌入式控制器用作分布式控制平台。PC 平台确保可靠控制、监控和管理天文台中安装的所有系统及子系统。这些系统根据它们在天文台内的位置被分为五组：综合大楼（主 PLC）、T080 望远镜（B080）、监控室（BMON）、T250 望远镜（B250）以及主综合楼（主服务器机架）（见图 1）。主控制室位于主综合大楼中，用于总体控制包括天文台在内的所有系统。尽管两架望远镜可以通过主控制室控制，但本地控制室可以执行诸如调试、维护或其它技术工作等特殊任务。

所有控制节点都通过采用环形拓扑结构的 EtherCAT 以及采用星型拓扑结构的以太网网络连接。后者通过 EtherCAT Automation Proto-

col (EAP) 协议连接到在天文台的 EtherCAT 网络中的 C250 摄像头的控制单元。通讯通过使用 EtherCAT 或 Ethernet 协议的光纤电缆实现。EtherCAT 的高带宽使得每个周期都能输送一次状态信息。位于特鲁埃尔的 CEFCA 内设有一个远程控制中心，可以从这里管理、控制和运行天文台。OAJ 状态实时显示在一面视频墙上。

嵌入式控制器便于实现复杂的望远镜控制

这两架望远镜中较小的一架，即 T80，用于执行一些被称为 JAST（一开始计划为 J-PLUS）的天体观测任务，它是一项预计在两到三年时间内完成多波段光度观测整个天体的任务。结果将用于支持校准通过 JST/T250 望远镜进行的 J-PAS 天体物理学观测。在未来五年内，T250 望远镜将需要观测 800 平方度或整个天体的五分之一。

T250 上安装的是一台专为光度监控北部天体设计的 JPCam 广角相机，它由机械的滤镜快门单元和摄像系统构成。后者由冷却和真空系统、CCD 探测器视场、一个光控入射窗及电子元器件构成。滤镜插件、快门以及连接望远镜的接口构成该单元的机械基础。共有四台 CX5020 嵌入式控制器用于控制光学镜头、照相机和安装有照相机的六足机器人（见图 2）。照相机乙二醇水溶液的温度调节控制也由一台嵌入式控制器、EtherCAT 从站模块和内联的 EtherCAT 端子模块实现。冷却系统确保所有热量都从系统中排出，包括电子元器件和快



建造在海拔高度 1957 米处的 El Pico del Buitre 上的 Observatorio Astrofísico de Javalambre 是一个设计用来使用两架具有超大口径广角的天文望远镜观测天体的天文设施。

门，以便让相机保持在恒温条件下。这样可以防止照相机元件由于热胀冷缩而造成不规则成像。

圆顶控制 — 整个自动化领域

T250 望远镜的圆顶高度几乎达到 13 米，重 17 吨。它的控制由一台装有 TwinCAT 2 NC PTP 软件的 CX5020 嵌入式控制器实现。基于 PC 的紧凑型控制器负责控制速度达到 27 米/分钟的俯仰运动、挡风窗和观测窗的开关以及圆顶的旋转运动。整个系统通过倍福集成有安全选项卡的 AX5xx 系列伺服驱动器和伺服电机驱动。安全 I/O 也可以通过 TwinSAFE 端子模块无缝集成到控制系统中。CX5020 通过 PROFIBUS 与一个滑环系统以及另一台安装在圆顶下面固定部分的 CX5020 连接。

镜面维护需要高精度输送

T250 望远镜的镜面直径为 2.55 米 — 精密仪器表面必须以极高的精度打磨，以确保尽可能地缩小反射光束的偏差。这样一面镜子价值约数亿欧元，这也意味着维护工作，如铝层的重建，需要特别细心。OAJ 为此建了一个专门的铝室，在这里精心维护镜面的特征值，让其尽可能保持在工厂交付状态。考虑到将如此大且重的镜子输送到 16.5 米远的维护室是一个相当大的挑战。上下移动镜子的升降系统通过一台嵌入式控制器和集成有安全功能的伺服驱动器以极高精度控制。速度达到每分钟 15 厘米 — 人眼几乎察觉不到的运动。但是，每分钟的加速或减速可能会导致玻璃上出现细小划痕，从而导致天体观测误差。

TwinSAFE 集成式安全解决方案

OAJ 中的很多安全电路都是基于 TwinSAFE 系统设计的。“借助 EL6900 TwinSAFE 逻辑端子模块，我们才可以添加控制各个输入和输出的功能组，让我们能够实现诸如急停、AND 和 OR 逻辑功能块以及借助 TON 和 TOFF 功能实现的上电和断电延迟。” OAJ 工程总监 Axel Yanes 解释道。“OAJ 控制系统被构想为一个全局系统，在这个系统中，所有组件都互联且设备间不断交换信息。它们以同步方式交互，因此我们的整个安全系统必须能够做相同的事情。”安全信息通过 FailSafe over EtherCAT (FSoE) 协议传输。通过这一协议，PLC 形成一个双向发布者/订阅者关系，让每台 PLC 都能够发布一个变量（发布者）和订阅另一个（订阅者）。这些变量必须在安全逻辑端子模块（EL6900）内链接，将它们当做安全输入或输出。如果 EL6900 检测到有错误，它可以发布一个报警信号，信号通过 EtherCAT 网络内的另一个 CPU 接收，然后让其自己的系统进入到安全状态。

扩展已有规划

Axel Yanes 已经为未来制定好计划：“我们将会将 OAJ 中的更多有趣设备投入运营。我们已经能够将一些功能集成到目前为止还没有规划好的天文台控制系统中，如 BACnet/IP、状态监测及其它功能。我们很高兴能有倍福这样的技术合作伙伴。他们已经满足了我们在高品质、可靠同时灵活及易于维护的系统方面的要求。我们已经利用全球支持来协调总共 10 个国家的项目，这对我们来说也极为珍贵。”

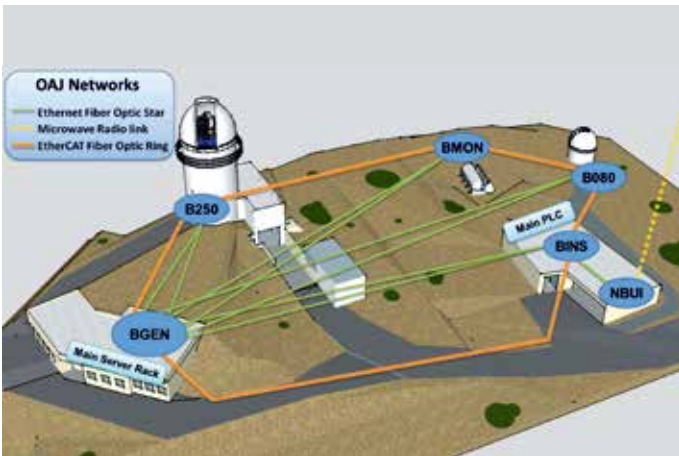


图 1：基于 PC 的平台用于精密监控和管理天文台内安装的所有系统及子系统，它们根据天文台内的具体位置被分为五组所有控制节点 — 综合大楼（主 PLC），T080 望远镜（B080），监控室（BMON），T250 望远镜（B250）和主综合大楼（主服务器机架）— 通过采用环形拓扑结构的 EtherCAT 以及采用星型拓扑结构的以太网网络连接。

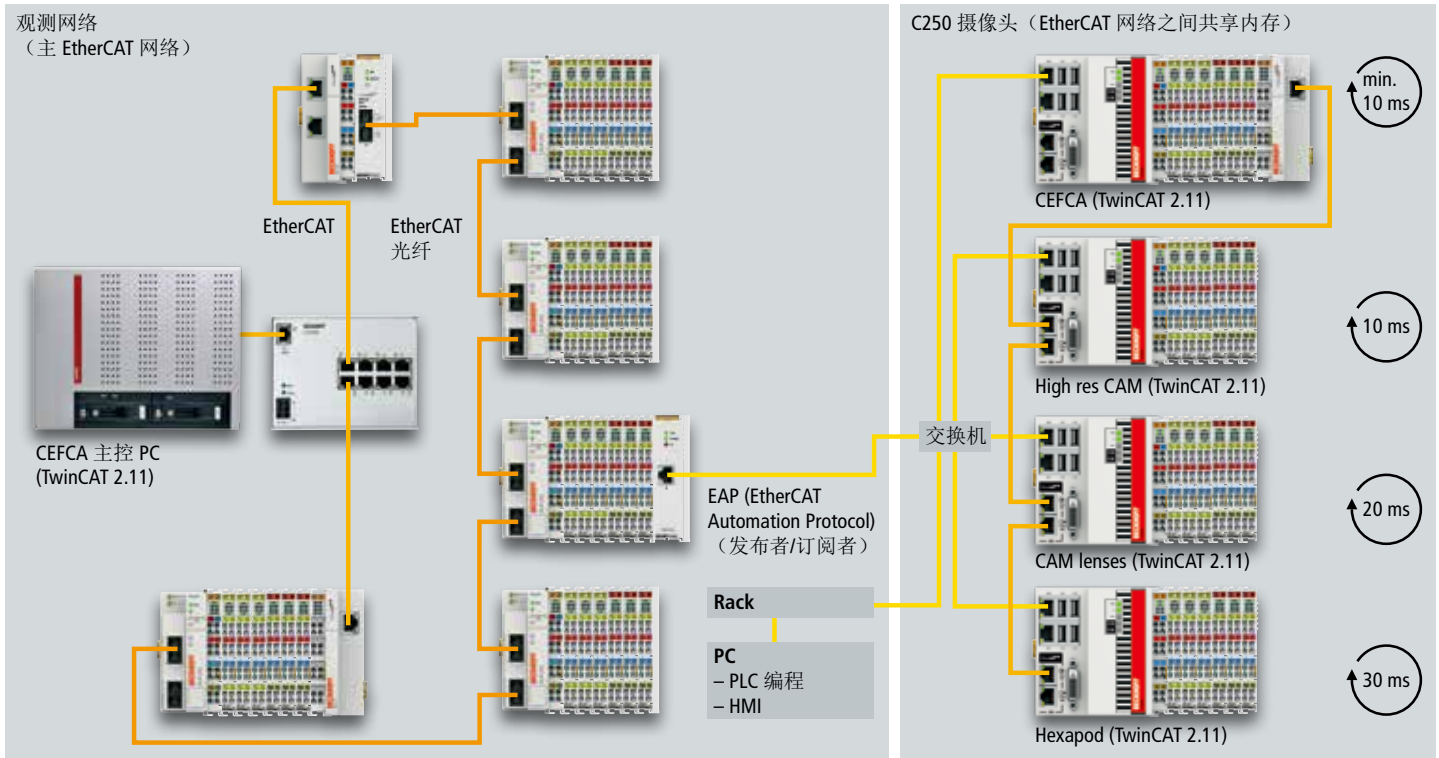
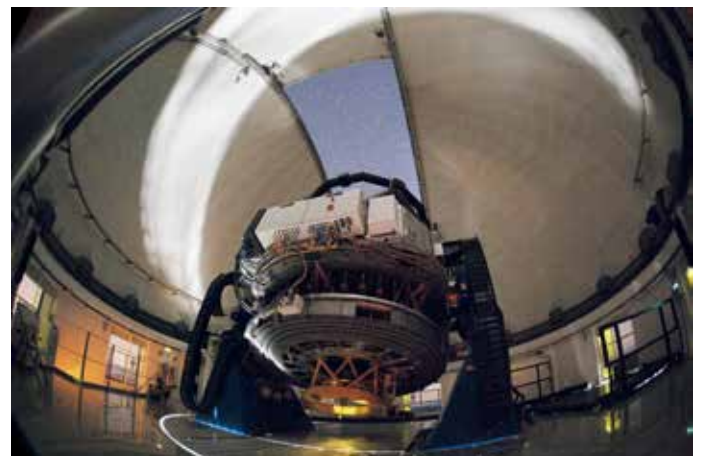


图 2: 与拍照控制系统通过以太网连接的天文台网络控制架构。有些子系统在这里没有显示, 如照相机冷却水、用于 T250 镜子的铝室以及用于洁净室的 HVAC 控制系统



JST/T250 是一架直径为 2.55 米及 3 度视场的天文望远镜。这将使它能够记录亿万万个星系的位置及它们的发展情况, 以便能够提供第一幅完整的宇宙 3D 地图

更多信息:

<http://oajweb.cefa.es/>

www.beckhoff.es