



基于 PC 的控制和驱动技术在机器人表面处理解决方案中的应用

高速数据通讯和动态运动控制是高效完成热喷涂工艺的保障

热喷涂是一种表面处理技术，即将熔融或加热后的材料喷涂到表面上。为了提高喷涂质量，四川大学自主设计出一套九轴联动热喷涂系统，在这个系统中，三轴转台与六轴机械手同时优化运行。该系统利用 Beckhoff 开放式高速控制系统的性能优势发挥其全部潜力。

德阳市东汽表面工程技术有限公司总部位于四川省德阳市，主要致力于金属表面材料研制及表面处理技术应用。为了提高表面处理工艺性能和以机器人为基础的热喷涂中的喷涂质量，公司决定与四川大学电气信息学院进行项目合作。

由于待喷涂元件的工艺曲面较为复杂，以及为了让热喷涂工艺更为灵活自由，项目开发人员提议除了已经使用的六轴机械手之外，将三轴转台建造为被喷涂元件的夹持设备，从而能够优化定位工件。这一系统的挑战是：由四川大学电气信息学院独立开发的三轴转台有一个扩展外轴，它必须与引导喷枪的机械手完全同步运行。

TwinCAT 和 EtherCAT 解决了时间要求严格的运动控制应用要求

为了完成这项任务，四川大学电气信息学院的专家们对多个控制平台进行了评估：“最终，我们倾向于使用基于 PC 的控制技术，因为它的灵活性最大，性价比最高。各种可用的组件和倍福中国与四川大学

的通力合作都使得他们更青睐于 PC 控制解决方案。另一个决定因素是因为 Beckhoff 的 TwinCAT 软件是一个高效、统一的自动化平台。”

为了确保转台的运行可靠性，数控系统必须同时驱动三台伺服驱动器，并同时读取 5 根电缆的力传感器和角度编码器。用于插补轨迹的 TwinCAT NC I 自动化软件非常适合用于完成这些复杂的机器运动，对 CNC 中的实时转换有很高要求。Beckhoff 适合控制柜安装的 15.6 英寸多点触控面板型 PC — CP 2216 为整个转台系统的控制以及与机械手控制器的通讯提供了充足的计算性能。此外，EtherCAT 超高速数据通讯技术实现了极短的过程映像更新时间 — CNC 能够达到 2 毫秒级别的任务处理速度，电子凸轮盘可以达到 1 毫秒，而驱动器控制周期可以达到 250 微秒。

TwinCAT 显著节省时间

TwinCAT 提供了功能强大的运动控制功能块，缩短了开发时间，便于

为了提高喷涂质量，四川大学电气信息学院的开发人员利用三轴转台与六轴机械手同时运行

改善编程过程，同时大大加快调试过程。这也大大加快了工程设计过程。负责主持此次项目研究的四川大学电气信息学院的佃松宜教授说道：“我们惊喜地看到，时间节省了有 70% 之多。”

三轴转台的控制主要包括了偏航、俯仰、横滚三种角度的变位方式。该系统利用 TwinCAT NC I 提供的电子凸轮和三轴插补运动控制方式，以及先进的基于 PC 和 EtherCAT 的控制技术，确保对 5 台 Beckhoff 的 AM8000 系列伺服电机的精确控制。他们还使用了 Beckhoff 的 AX5000 系列伺服驱动器，它们充分利用了 EtherCAT 在驱动技术领域中的性能。

AX5112（12 A 级输出电流）、AX5203（2 x 3 A）和 AX5206（2 x 6 A）伺服驱动器用于控制转台的三种姿态的变化。其中俯仰和横滚两种变位方式分别需要两台电机共同实现。这也是 AX52xx 系列 2 通道伺服驱动器的用武之地，因为它们能够驱动两台相同或不同的电机（总电流最大分别为 6 或 12 A）。通过 TwinCAT 软件功能来实现的电子齿轮有效地解决了双电机共同负载的难题。这样可确保驱动同步精度完全满足应用需求，并且使得控制系统更加紧凑。

开放式自动化系统作为一项额外红利

佃松宜教授及其来自四川大学电气信息学院的团队成员们在完成开发工作后看到了 Beckhoff 控制技术的显著应用优势：“基于 PC 的自动化组件以其优越的性能为精密运动控制提供了理想的技术支持。TwinCAT 和 EtherCAT 具有不可比拟的开放性，是自动化解决方案的核心组成部分。因此，它们兼容多种现场总线技术，并能够与子系统通讯。将转台集成为扩展外轴的做法显著提高了热喷涂质量，同时大大简化了热喷涂工艺。”



由于单电缆技术（OCT）将动力和反馈系统整合在一根电缆中，AM8000 伺服电机的连接仅需要敷设一根电缆



AX5112、AX5203 和 AX5206 伺服驱动器负责精确控制转台的偏航、俯仰、横滚三种角度的变位方式

更多信息：

www.scu.edu.cn

www.beckhoff.com.cn