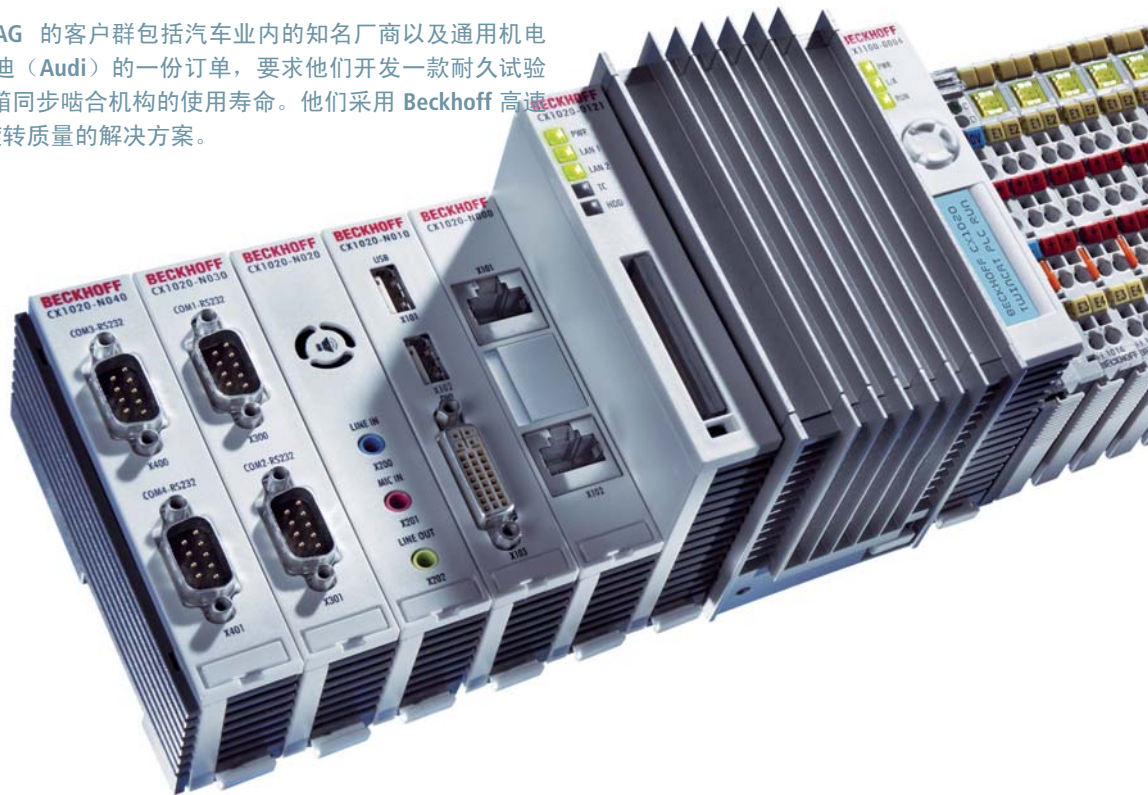


EtherCAT 帮助实现革命性的无旋转质量的新型汽车试验台理念

## 试验台上的变速箱同步啮合机构

开发、建造和组装等全面服务。EDAG 的客户群包括汽车业内的知名厂商以及通用机电工程行业的客户。该公司接到了奥迪 (Audi) 的一份订单, 要求他们开发一款耐久试验台, 用来研究 Audi A4 2.0 TDI 变速箱同步啮合机构的使用寿命。他们采用 Beckhoff 高速 EtherCAT I/O 系统实施了全新的无旋转质量的解决方案。



### 耐久试验中的 Audi A4 变速箱同步啮合机构

在最新的 EDAG-Prüftechnik 项目中, 值得一提的是针对奥迪 Audi A4 2.0 TDI 变速箱同步啮合机构的耐久试验台。变速箱在无负荷条件下以恒定速度被驱动, 每分钟换挡两次, 而诸如换挡力、驱动电机速度、换挡冲程以及发出的噪声等重要特性都会被记录、存档和显示。

主电机在输出侧驱动变速箱; 变速箱的差速装置被禁用, 以便进行单侧驱动。由此可以仿真汽车的惯性质量, 因此, 譬如从二档换到一档的时候, 不是降低传动速度, 而是将变速箱提速。其中一个主要的要求是在每次换挡的时候速度的变化尽量小一些。奥迪规定发动机侧的减速不得超过每分钟 15 转。以前, 这样的试验方法会采用较大的旋转质量。但是这样做存在严重的弊端, 例如对重量和空间的要求很高。不仅如此, 旋转质量还有可能非常危险, 而且这种方案不允许进行动态试验。

开发这个新的试验台方案的主要目标之一就是在消除旋转质量的同时达到同等或更好的试验结果。这个新的解决方案可预测输出侧的变速箱以二档加速到额定速度, 然后以无耗能方式在  $t=0$  下换到一档。由于既有的惯性质量而出现减速, 需要通过电传动来补偿。后者还必须供应让离合器片从二档换到一档的时候加速所需的能量。纯粹从数学角度而言, 会由于质量惯性增加而出现每分钟 140 转的减速, 或者需要由驱动器提供 1166 牛米的扭矩来补偿减速。

### EtherCAT 解决对控制的高要求

除了必需的控制系統专有技术之外, 解决这个任务还需要有一个高速、

高确定性的 I/O 系统来采集实际速度数据和传输控制设定数值 (最大周期时间 500 微秒), 以及一个相应的高速、高确定性的控制计算机来计算设定值 (最大周期时间为 500 微秒)。从控制技术上说, 这是一个要求极高的任务 — 能够提供合适的系统的供应商也相应地非常少。最终被选中的是 Beckhoff 的 EtherCAT 和 CX1020 嵌入式控制器。与此同时, 这也满足了汽车制造商奥迪的系统要求, 他们要求在早期阶段就要使用 EtherCAT 技术。

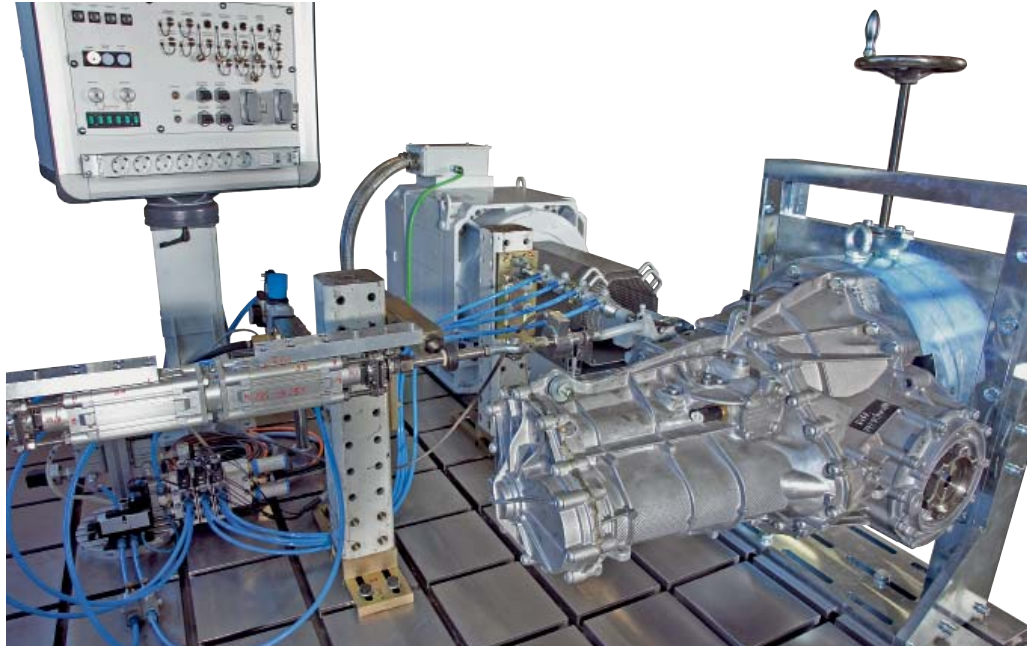
### 在不到 100 微秒的时间内将数据从传感器传输到控制器

CX1020 嵌入式控制器加上 TwinCAT PLC 构成了用于实时控制和 PLC 任务的集成式平台。驱动器和其余的 I/O 与 CX1020 通过 EtherCAT 联网。对 ‘换挡’ 信息做出迅速响应是至关重要的, 这样驱动器才能够实时补偿即将出现的减速。该信息在不到 100 微秒的时间内通过 EtherCAT 从传感器传输到控制器, 从而使驱动器可对换挡做出即时响应。

### 速度偏差极小 — 比奥迪的要求更胜两倍

与系统控制能力同样重要的是结果显示。在这方面, 对系统组件在时间方面的要求也很高。例如, 必须在 500 微秒内传输实际速度值, 以便成功地以足够的精度来显示速度。一台装有 Labview 的工业 PC 用于显示结果, 它通过 Ethernet TCP/IP 与控制器连接; 待显示的过程数据逐段通过 TwinCAT ADS (集成式 TwinCAT 路由器) 传输。TwinCAT 的基本范围包含一个合适的 ADS 通讯动态链接库, 从而能够在 Labview 中简单集成 TwinCAT 过程数据。另一台带 Delphi 用户界面的工业 PC 用于试验台的操作、监控和参数化, 该 PC 也以同样的方式连接。如图 2 所示, 得到相当不俗

用于测试 Audi A4 2.0 TDI 变速箱同步啮合机构的耐久试验台的结构



EDAG 项目经理 Michael Hahn 说：“这是我们首次采用 Beckhoff 技术，它具有惊人的高效率和简单易用性。”



的结果。最大速度偏差小于每分钟 5 转（5 rpm），也就是说，比奥迪的要求更胜两倍。

#### EtherCAT 为动态试验提供保障

“这是我们首次使用 Beckhoff 技术，它具有非常惊人的高效率和简单易用性。” EDAG 项目经理 Michael Hahn 解释道。“例如，我们采用的第三方驱动器在一个小时之内就在 EtherCAT 总线上运行了。如果不是凭借 EtherCAT 的出色性能，这个无旋转质量的试验台是不可能实现的。因此，我们成功地实现了一个没有旋转质量的同步啮合试验，据我们所知这在全世界还是首例。除此之外，还可以进行其它动态试验，例如迅速变换速度或连续快速换档所有档位，这些在以前都是不可能做到的。此外，TwinCAT 的完美集成以及 ADS 与 TwinCAT 标准接口之间的通讯都大大方便和促进了我们的工作。”

#### 蓄势待发，迎战未来

EDAG 认为，这个控制架构也为其迎接未来的机遇和挑战做好了准备。“今后我们将会好好利用 EtherCAT 的卓越性能以及 EtherCAT 接口连接大量设备的可能性。我们也将继续信赖和依靠开放式 TwinCAT 系统架构和硬件平台具备的可扩展性和向上开放的计算能力，来扩展我们我们的试验范围，例如换挡力控制、动态换挡图、质量仿真等等。” Michael Hahn 解释道。“这是我们与 Beckhoff 合作的第一个项目，但肯定不会是最后一个。”