



# 库卡 KR C4 机器人控制系统采用 EtherCAT 技术

自 2010 年以来，库卡一直采用 EtherCAT 技术作为所有库卡机器人控制系统中的系统总线。最新的 KR AGILUS 机器人和 LBR iiwa 轻型机器人的紧凑型控制器也是在 EtherCAT 基础上实施的。Beckhoff 基于工业以太网的 EtherCAT 因而可以作为整个当前库卡控制系统范围内的基础技术集成。

1996 年，库卡机器人有限公司成为第一家引进完全基于 Windows PC 的机器人控制系统的机器人制造商。第一代控制系统的成功很大程度上可以归因于使用了广为办公室用户所熟悉和客户接受的 Windows 技术实现了直观操作指导，以及 PC 技术的高性能。凭借消费品市场中的 IT 产品，能够以较低的成本实现高创新能力和高性能。就新一代的库卡机器人控制系统的设计而言，除了 Windows 和 PC 一即通过以太网实现的通用通信，还采用了 IT 领域里更加成熟的技术，这不得不说是个巨大的进步。需要一个功能非常强大、高速、高确定性的总线系统来实现控制器内的内部通信。为此，自 2010 年以来，库卡一直采用 EtherCAT 作为 KR C4 系列控制系统的系统总线，以确保高性能和开放性。

一个标准现场总线通常用于机器人控制系统在 I/O、蜂巢和设备层的外部通信，从而将机器人完全集成到自动化系统中。现场总线系统通常由客户指定，而机器人控制系统则必须能够与所选择的技术连接。

然而，在一个机器人控制系统内不同组件（如驱动器和位置编码器）之间也需要进行复杂的数据传输，以便能够实施对实时性要求较高

的控制和调节任务。此外，内部设备必须为安全技术和控制基础设施进行信息交换，更不用说显示和操作。为此在上一版本的 KR C4 机器人控制系统中要用到不同的通信技术，从而导致使用大量不同的插头和电缆。

在规划目前这套库卡控制系统时详细考虑了这个问题，同时也考虑到当前以太网技术的能力能否以较高的数据传输速率满足实时和安全性，所有这些都具有 IT 领域所熟悉特点。此外，以太网的优点是不同的协议可以通过一根线传输，这将大大降低系统中使用的电缆数量。

该项目开发的一个重要目标是使用尽可能少的数量的不同通信技术，实现与现场总线层的外部通信和内部通信，以实现精益化设计。库卡的目标是避免使用专有技术，而是能够使用最广为接受和开放的行业标准。此外，性能受限的硬件需要用智能软件功能取代，而这之所以成为可能，是由于现代多核 PC 具有很高的计算能力。更少的硬件意味着可以延长 MTBF（平均无故障时间）以及降低开发成本、单价及物流成本。这些标准化使得所需的硬件组件的数量减少了 33%，使用的插头连接器和电缆数量减少了 50% 之多。

借助于完全集成的“KUKA.VisionTech”视觉系统，机器人也可以在非结构化环境中灵活应用。



在 Meiller Aufzugtüren 公司的机器人应用中，两个“库卡 KR QUANTEC K”机器人负责完成所有生产步骤：凸焊、点焊、搬运、冲压、成型，最后堆垛准备安装的门

#### 与现场层通信：软件堆栈或网关？

通过 PC 中业已存在的以太网设备，现场总线与基于以太网的现场总线（如 PROFINET 或 EtherNet/IP）的链接可以完全通过软件实现，而不是使用更昂贵的专用硬件。因此，针对传统现场总线（如 PROFIBUS 或 DeviceNet）的接口不是通过在控制器上安装插卡集成，而是通过 I/O 系统中的 EtherCAT 通信网关集成。

#### 以太网和 EtherCAT 用于实现内部通信以及与传感器、执行器和 I/O 的通信

所有内部通信以及与下位 I/O 之间的通信都通过标准以太网或 EtherCAT 实现。因此，KR C4 机器人控制系统的通用总线物理层（电缆、插头和以太网控制器芯片）中仅使用了两个不同但标准的通信协议。标准的以太网在内部用于寻址库卡手持控制器，用于连接和同步库卡 RoboTeam 组内的多个机器人控制系统或连接一台工程笔记本电脑。

除了标准的以太网之外，EtherCAT 通讯技术的使用是非常必要的，因为标准以太网技术已不能满足实时性能力和支持工业安全协议的要求。EtherCAT 用作内部驱动总线，用于控制和监测机器人和位置编码器的驱动器。此外，EtherCAT 还可用于控制针对机器人安全的或 SmartPad 安全相关的操作元件的内部安全组件。另外还为用户集成了一个与传统的现场总线连接的 EtherCAT 主站接口，用于给本地 I/O 模块或网关寻址。

#### 为什么选择 EtherCAT？

之所以选择 EtherCAT 实时工业以太网和安全通信技术，主要是因为与其它实时以太网技术相比较，EtherCAT 具有一系列非常适合库卡发展目标优点。例如，EtherCAT 在主站中无需特殊接口，只有在从站中才需要。在主站中，一个标准的以太网控制器就已足够，在 KR C4 的 PC 中使用了大量以太网控制器。所需的插头和电缆也与标准以太网相同，从而降低成本并提高操作简单性。



要原因，因为系统建成后，无需对标准、协议或 ASIC 进行“版本修改”。

由于其特殊的“即时处理”技术，EtherCAT 能够实现非常高的数据传输率，可以充分利用 100 Mbits/s 最大可能的以太网数据速率。这样很多功能都能够用软件在主控 PC 上执行，否则将不得不使用昂贵的专用硬件组件。

EtherCAT 专用的安全协议 Safety over EtherCAT (FSoE) 可以通过 EtherCAT 和以太网进行通信。FSoE 使基于 PC 和中央 KR C4 的安全控制系统（同样也完全用软件执行）控制所有安全相关的外围设备，如针对机器人安全的本地安全模块或 SmartPad 中安全相关的操作元件。

除了 PROFINET 和 EtherNet/IP 现场总线之外，EtherCAT 是一种应用范围最为广泛的基于以太网的工业通信技术，在全球拥有大量用户。因此，可以使用市面上 EtherCAT 技术协会（ETG）成员提供的 EtherCAT 从站设备。这使得无数基于 EtherCAT 的新型自动化解决方案能够使用来自许多厂商的高性能设备。连续性也是选择 EtherCAT 的一个重



作者：来自库卡机器人有限公司的高级系统开发工程师 Bernd Fiebiger 和 Heinrich Munz（从左至右）

更多信息：

[www.kuka-robotics.com](http://www.kuka-robotics.com)

[www.beckhoff.com.cn/EtherCAT](http://www.beckhoff.com.cn/EtherCAT)