

BECKHOFF 自动化新技术

功能强大，扩展性能强：
开放式 CNC 机床解决方案



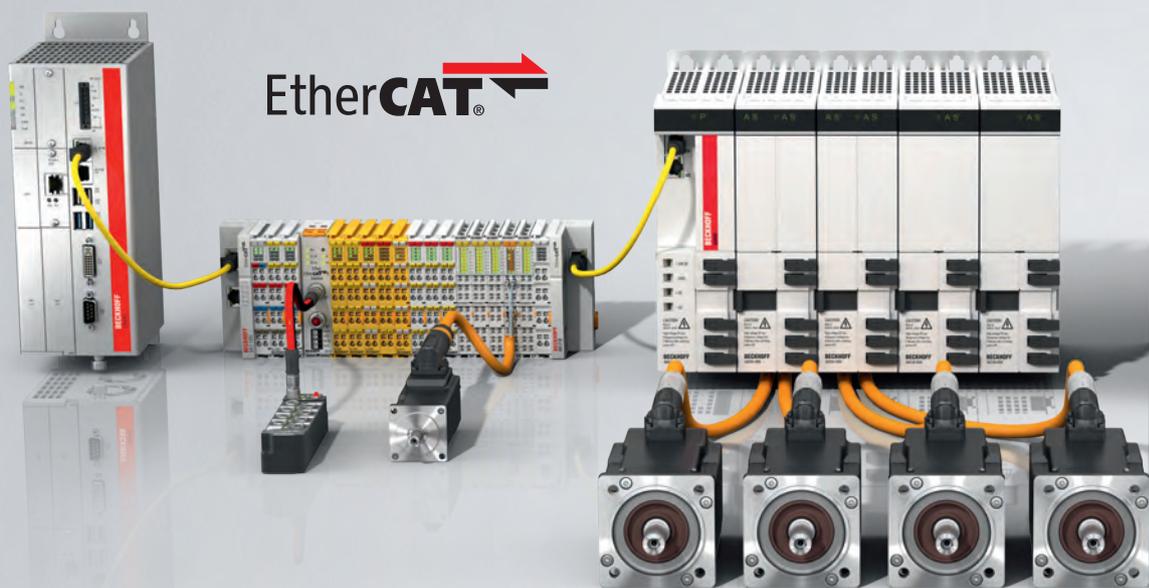
基于 PC 的控制 技术将所有 CNC 控制功能整合 在同一个平台上

倍福基于 PC 的控制解决方案性能强大，能够显著提升机床的生产效率和灵活性。硬件和软件平台由标准组件构成，将所有自动化及 CNC 功能集成在同一个系统中。该平台具有可扩展性强的特点，能够满足所有性能等级需求，并且普遍适用于所有设备类型。由于所有功能都在软件中映射，因此可以轻松改造设备特性并相对简单地集成针对智能化生产方式的功能。开放式接口允许集成现有的系统和现场总线以及灵活更换硬件组件。

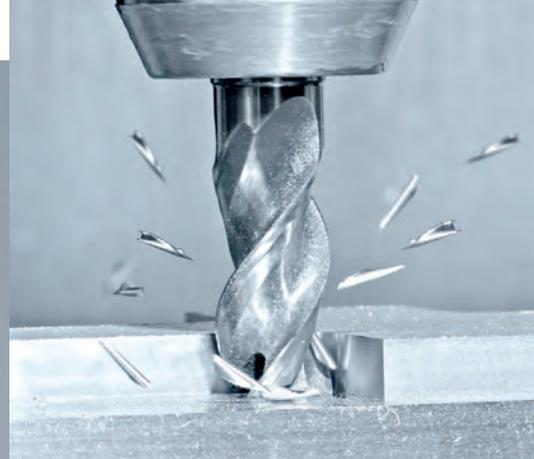
同时，机器设备设计方面的极大灵活性也会给机床制造商带来颇多好处。倍福凭借其长期以来积累的全面的机床技术专业知

识，提供性能匹配的控制解决方案。

无论是需要使用单台机床的应用，还是需要使用高度复杂的加工设备，亦或是传统的加工技术或者增材制造的应用，所有这些应用都可以使用倍福的高性能解决方案。倍福的技术专家们深深懂得：灵活的加工、高速度、完美的工件表面质量、能效和状态监测功能是现代机床加工应用中最重要



可扩展性、开放性及功能强大等特点，为实现客户定制的方案及特种机床提供最大灵活性：客户可以为其机床配备真正具有成本效益的“定制型”控制系统。



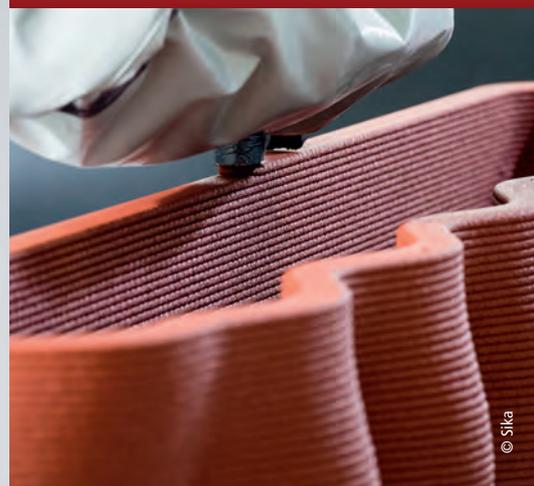
铣削，车削，研磨



放电加工



成型，切割，焊接



增材制造

具有高可扩展性：控制解决方案适用于所有机床类型及应用

倍福可以为所有性能等级及类型的机床提供可扩展的开放式控制解决方案：从直接集成 I/O 接口的紧凑型嵌入式控制器，到配备多核处理器的高端工业 PC。大量可选的多点触摸面板确保了消费类技术中设备的工业化操作的便利性。支持 100 多种信号类型的 400 多种总线端子模块用于整个系列的传感器和执行器。通用的 TwinSAFE 安全方案将安全功能集成到标准控制平台中。驱动产品范围包括紧凑型伺服端子模块、性能强大的 EtherCAT 驱动器以及采用单电缆技术的高动态性伺服电机。倍福解决方案的核心部分是 TwinCAT 软件，它是一个通用的开发和控制平台。

倍福开放式模块化软件和硬件解决方案在计算性能、复杂性及成本方面具有可扩展性，可以很好地满足以市场为导向的机床方案的苛刻要求。用户可以根据具体的性能要求，从一个如同装满了的工具包中进行挑选，组装一个与设备类型和尺寸完全配套的控制解决方案。需要时，也可以将服务和应用外包给私有云或公有云。PC 控制系统具有良好的模块化性和开放性，支持各种现场总线系统和通信协议，能够逐步实现系统迁移和扩展现有的机器设备。





控制面板：多点触控显示屏和控制面板



工业 PC：控制面板及面板型 PC



嵌入式控制器：集成有 I/O 级的工业 PC



EtherCAT I/O：
防护等级为 IP 20 和 IP 67 的各种 I/O



采用单电缆技术的伺服电机



伺服端子模块：紧凑型伺服驱动技术



紧凑型伺服驱动器



TwinCAT：针对开发环境和运行时的软件



TwinSAFE：集成式安全解决方案



EtherCAT P：针对现场级的单电缆解决方案

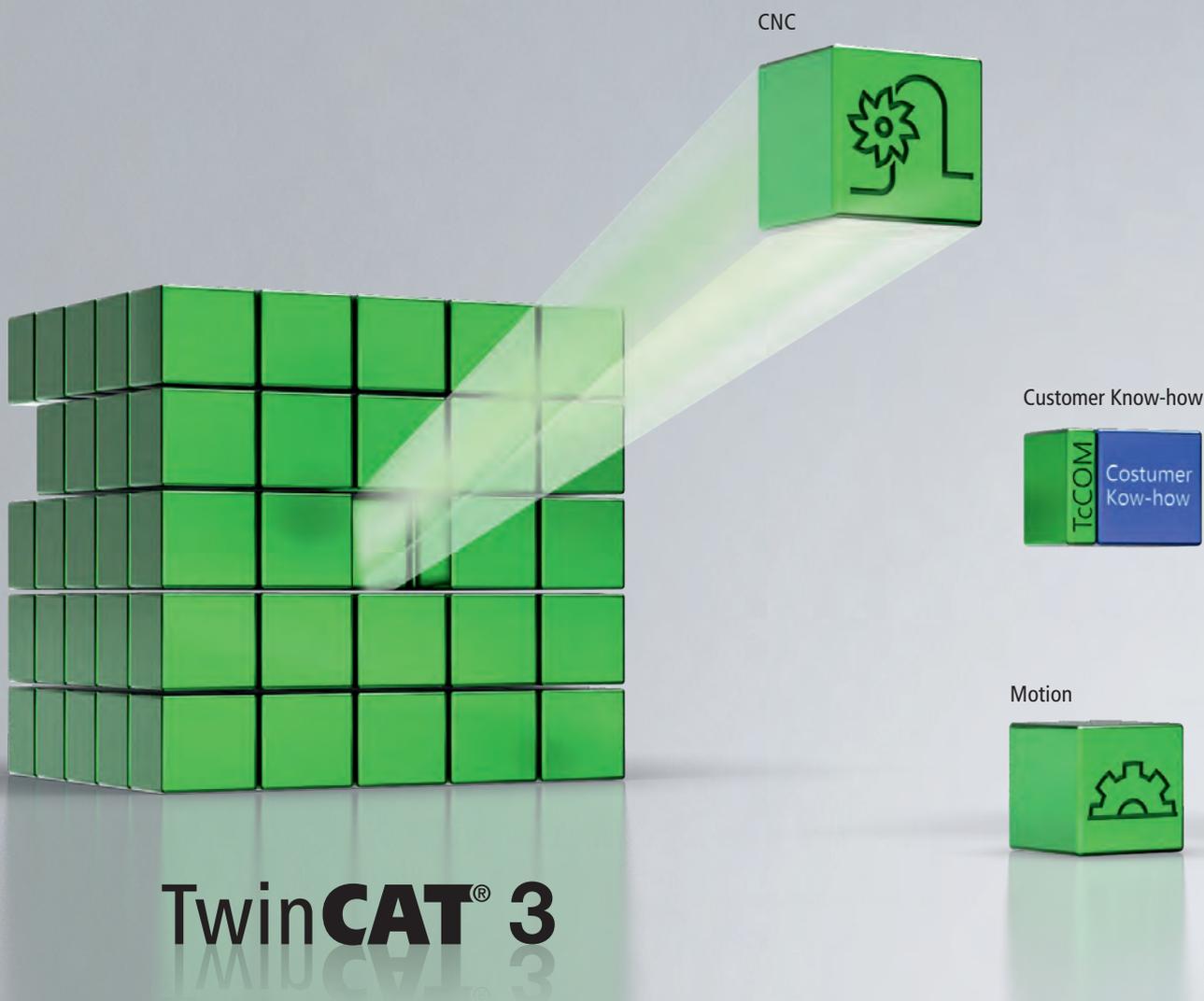
TwinCAT: 集成式开发和控制系统平台

TwinCAT 自动化软件由用于实时执行 PLC、HMI、NC、CNC 和机器人应用程序的运行时系统构成，同时为编程、诊断和配置提供理想的开发环境。所有主要的 IEC 61131-3 编程语言都可用于实时应用程序。C/C++ 和 MATLAB®/Simulink® 中的模块可以通过现有的接口集成到 IEC 环境中，或在 TwinCAT 3 实时环境中独立运行。此外，开放的接口和支持通过当前 Windows 操作系统实施最新技术标准开辟了更多的可能性，如集成到现有的可视化、控制和数据库系统中。

TwinCAT 的开发套件提供了一个针对机器设计进行了优化的工具链，它可以实现所有控制应

用，包括 HMI、物联网通信和分析。TwinCAT 完全支持多核和众核控制技术，以便与所有其它机床控制元件一起实现上述功能。面向对象的 IEC61131-3 标准语言扩展能够实现编程代码的模块化，将设备功能集成到软件中，以及改进代码结构，简化维护工作，提高软件的复用性和可扩展性。针对行业特定应用的各种软件功能块和功能库可以促成机床功能的高效开发和实施。TwinCAT Automation Interface 编程接口支持用户自动生成高级机床配置。

► www.beckhoff.com.cn/TwinCAT





Machine Learning



TC HMI



PLC



IoT



Analytics



Measurement



Vision



Condition Monitoring



TwinSAFE



可以优化机床的七大技术亮点

基于 PC 的控制技术让用户可以拥有一个可以自由支配的模块化的自动化工具包，其中所包含的组件在性能方面可以精确扩展：**TwinCAT**（一体化 CNC 解决方案）在同一个软件平台中映射所有 CNC 功能。通过将先进的测量技术和云服务集成到控制系统/平台中可以实现预测维护等应用。**TwinCAT TcCOM** 为用户提供有效的知识产权保护。具有高度可扩展性的倍福驱动产品系列可以实施具有成本效益且在性能上匹配的控制解决方案。完整的倍福 I/O 工具包不仅支持所有常见的现场总线和信号，而且还借助 EJ 插拔式 I/O 模块为大规模生产提供了一种特别高效的布线解决方案。配备有针对机床应用的

特定操作元件的控制面板确保解决方案满足个性化要求。机床制造商和用户可以利用这些技术亮点来持续提高其竞争优势。

在倍福可扩展的开放式 PC 控制平台基础上，机床制造商可以开发出价格诱人的控制解决方案，因为他们只需要购买相关应用所需的性能。与此同时，基于 PC 和 EtherCAT 的控制系统可以优化所有的关键生产参数：短循环时间可实现超高速加工以及刀具和工件的快速更换，提高机床生产效率和产能。先进的控制算法可显著提高工件加工精度，同时提高工艺质量。通过 **TcCOM** 模块可以简单、安全地整合客户开发的功能，让用户

1

TwinCAT:
一体化 CNC 解决方案



2

通过 TwinCAT
TcCOM 提供知识
产权保护



3

基于云服务的自动化，
以进行预测性
维护



4

用户及行业特定的
控制面板



能够将核心专业知识安全地集成到开放式控制系统中。在此使用的是标准编程工具，以实现快速学习曲线和开发过程。其它优点还包括能够提高可用性和投资保护，从而能够立即提高机床制造商和最终用户的竞争力。



5

功能强大并具有
高扩展性的工
业 PC



6

全面的模块化
I/O 系列



7

具有高可扩展性
的驱动技术



一体化 CNC 解决方案： 从基本型到高性能型

TwinCAT NC Interpolation (NC I) 是用于插补轨迹运动和机器人的 CNC 系统，取代了传统的轴模块。通过直接集成 TwinCAT PLC 和 TwinCAT 运动控制功能，可以为最多多样化的加工设备实现 CNC 应用。针对各种机器人运动学的强大软件库进一步完善了用于各种装配和操控功能的 TwinCAT NC I。它支持数控领域中人们所熟知的现场总线系统和 CNC 领域中的编程标准，如 DIN 66025。TwinCAT NC I 使用当前 PC 技术的处理能力实现基于 Windows 的高性能轴控制。

TwinCAT CNC 提供广泛的 CNC 功能，用作在标准 PC 硬件上运行的纯软件解决方案。TwinCAT CNC 涵盖了全部的常规 CNC 轨迹控制功能，包括用于复杂运动控制和运动学要求的高端系统。最多可以控制 128 根插补轴以及各种坐标和运动转换。所需的轴和主轴功能、插补和进给功能、工具和帮助功能以及具有特定扩展的循环编程可提供用于各种加工技术（铣削、车削、磨削、放电加工、成型、切割、增材制造和特种机床）。

► www.beckhoff.com.cn/cnc

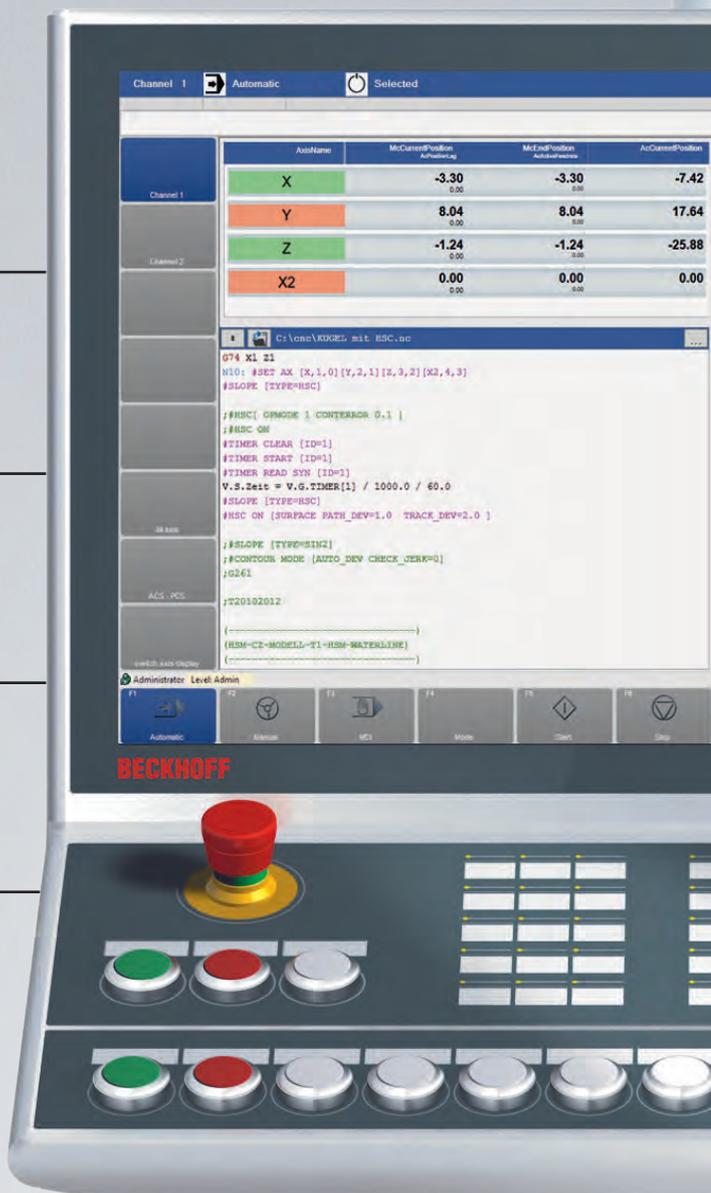
1 TwinCAT： 一体化 CNC 解决方案

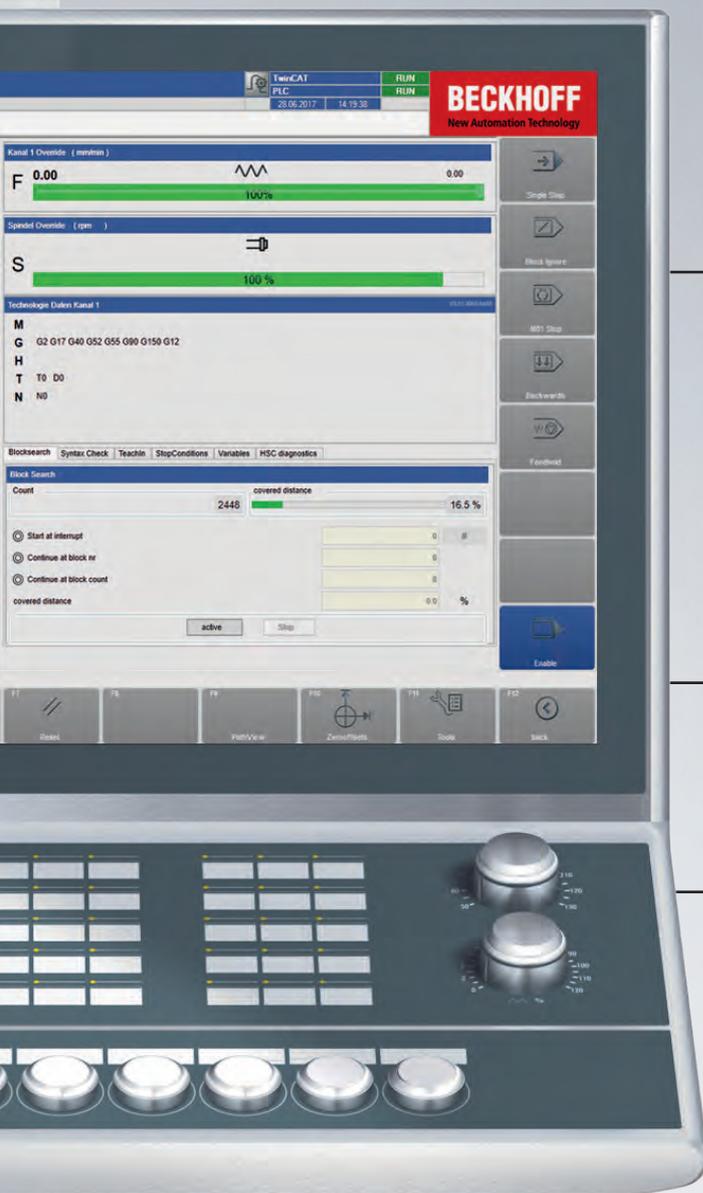
价格诱人的入门级
软件解决方案：
TwinCAT NC I

对于复杂的机床：
功能强大的可扩展
TwinCAT CNC 软件

最多 20 个通道

支持多核，最多可控制 128 根轴
(其中，可同时插补 32 根轴)





微米级插补
(控制分辨率为 10 微米)

CNC 解决方案功能特点:

- 快速循环时间
- 高速切割
- TwinCAT 运动学变换功能库
- 工艺包
- 通过 TCP 实现三/五轴加工
- 空间误差补偿
- 循环编程
- 校准和测量功能
- 主轴功能

通过 TcCOM 将客户特定的流程专业知识硬实时地整合到 CNC 软件中

TwinCAT TcCom: 轻松集成现有的 工艺知识

TwinCAT 3 为用户提供了一个简单而经济高效的模块化自动化工具箱。TcCOM 概念是与众所周知的 Microsoft COM 技术相似的“组件对象模型”，但它适合在实时环境中使用。定制的技术构建块可以安全、灵活地得到补充，并通过 TcCOM 直接耦合到倍福组件。这让用户能够选择最适合手头任务的编程语言。这些模块可以提供和使用在接口中定义的专有方法。例如，在用 C++ 或 MATLAB®/ Simulink® 实施的模块中的方法可以直接从另一个模块（如 PLC）调用。

TcCOM 提供了一个开放式界面，用户可以将自己的专有工艺知识和自主开发的专用功能集成到标准控制平台中。这样可以带来的一大好处是，核心竞争力完全握在用户手中，保护其知识产权免受第三方侵害。用户可以方便快速地进行修改和调整。此外，用户自主编写的软件可以通过工业兼容硬件加密狗安全地授权给机床使用，配置在 TwinCAT 开发环境中进行，而 TwinCAT Runtime 会实时验证使用授权。这样可以有效可靠地保护软件 and 用户知识产权。

► www.beckhoff.com.cn/TwinCAT3

2 通过 TwinCAT TcCOM
提供知识产权保护





系统集成云通信和数据分析

倍福为设备与控制器及云服务之间的跨系统通信专门开发了 TwinCAT IoT 软件库。它支持 OPC UA、AMQP 及 MQTT 等标准化协议，用于与如 Microsoft Azure™、Amazon Web Services 以及用于与公司内的私有云系统通信。内置安全机制可防止未经授权的访问造成数据滥用，进一步保护企业的知识产权。

TwinCAT Analytics 可以周期性地无缝记录和同步分析过程数据，以便用于诸如预测性维护和机床优化等应用。使用适当的分析工具，可以从存储的数据中得出所有所需的信息，

优化机床的能效或工艺流程。事后分析、零星错误的诊断、质量损失的早期检测和生产瓶颈的识别有助于提高设备的可靠性和可用性。

数据分析还为制造商提供有关其机床运行性能的大量信息，可用于未来的设计和生产过程，从而降低成本并实现理想的机器布局。

► www.beckhoff.com.cn/TwinCAT-Industrie40

3 基于云服务的自动化，以进行预测性维护



Storage

Analytics

Connectivity Service



AMQP
MQTT
OPC UA



TwinCAT IoT Data Agent



OPC UA
Profibus, Profinet

倍福是 Umati 联合工作组的活跃成员。

- Umati 的实施基于可用的 TwinCAT OPC UA 服务器 (TF6100)
- Umati 标准的通用化可以支持集成和边缘计算这两种应用场景
- 任何 TwinCAT 系统都可以用作补充 Umati 的增值服务平台



TwinCAT OPC UA server



传输 I/O 信号：由倍福控制系统提供预处理数据

第三方控制器



传输 I/O 信号：由倍福控制系统提供预处理数据



Storage

Analytics

Connectivity Service



IoT Device



倍福 IoT 总线耦合器
EK9160



传输任何 I/O 信号，
无需使用 PLC

TwinCAT Analytics



用于维护和分析
的应用程序

使用 TwinCAT HMI 定制您自己的用户界面

TwinCAT HMI 可以统一使用得到广泛应用的 HTML5、JavaScript 和 CSS 等 IT 标准。通过将完整的图形编辑器与人们所熟悉的 TwinCAT 3 开发环境中的工具箱集成在一起，可以毫不费力地创建各种可视化界面。使用上述 IT 标准或高级编程语言可以实现不属于可视化工具包的客户专用功能。所创建的可视化功能独立于平台，并在客户端进行响应。强大的底层架构使得众多应用场景成为可能：从本地面板解决方案延伸到多客户端、多服务器和多运行时配置。

倍福定制化面板的设计基于种类繁多的标准控制面板。它们可以根据机床和 CNC 标准（如按键扩展和特定操作元件）按照客户具体需求进行调整，实现针对特定应用量身定制的符合人体工程学的设计，从而优化和实现直观的机床操作。定制化控制面板采用个性化的外壳设计，使得机床拥有醒目且易于识别的外观，包括公司 LOGO、客户专用的薄膜键盘，以及根据客户品牌标准定制的外壳设计和配色方案。此外，控制面板和工业 PC 可以使用不同的接口，在连接性方面可以自由选择，从而进一步提高生产的灵活性。

► www.beckhoff.com.cn/TwinCAT-HMI

4 用户及行业特定的控制面板

倍福提供的 TwinCAT HMI 和种类繁多的控制面板和面板型 PC 系列都具有可扩展性，可以实现灵活的操作方案。

- 操作简单、开放并基于 HTML5
- 独立于平台
- Visual Studio® 集成
- 只需设置参数，无需编程





满足各种应用需求的工业 PC 解决方案

倍福可以提供精确满足各种性能等级要求的工业 PC、嵌入式控制器、控制面板和面板型 PC 产品系列，满足机床加工的全方位要求。倍福的工业 PC 性能从小到大，应有尽有：例如最多可配置四个核心、尺寸仅为 82 x 82 x 40 毫米的超紧凑型工业 PC，直接连接 I/O 级、最多可配置 12 个 CPU 核心的 CX 系列嵌入式控制器，以及最多可集成 36 个核心的多核机床控制器。另外，还有各种各样的设计和外壳型号：从适合控制柜安装或安装臂安装的面板型 PC 到安装在 DIN 导轨上的嵌入式控制器，以及控制柜安装式工业 PC。各种外壳设计、连接器选项和各种接口进一步完善了倍福提供的多样化工业 PC 产品系列。

随着现代处理器性能的提高，倍福不仅在自动化平台中集成了越来越多的功能，而且还可以在日益紧凑的结构中提供高性能。这样可以缩小控制柜体积，减少机床的占地面积，节省宝贵的生产空间。性能强大并可扩展的倍福工业 PC 普遍适用于所有类型的机床和性能要求：从紧凑型到复杂型，从 HSC 铣床到针对不同切割任务的高性能标准型机床。倍福提供的基于 PC 的平台在空间要求、性能及成本方面都可精确扩展。

► www.beckhoff.com.cn/ipc

5 功能强大并具有高扩展性的工业 PC



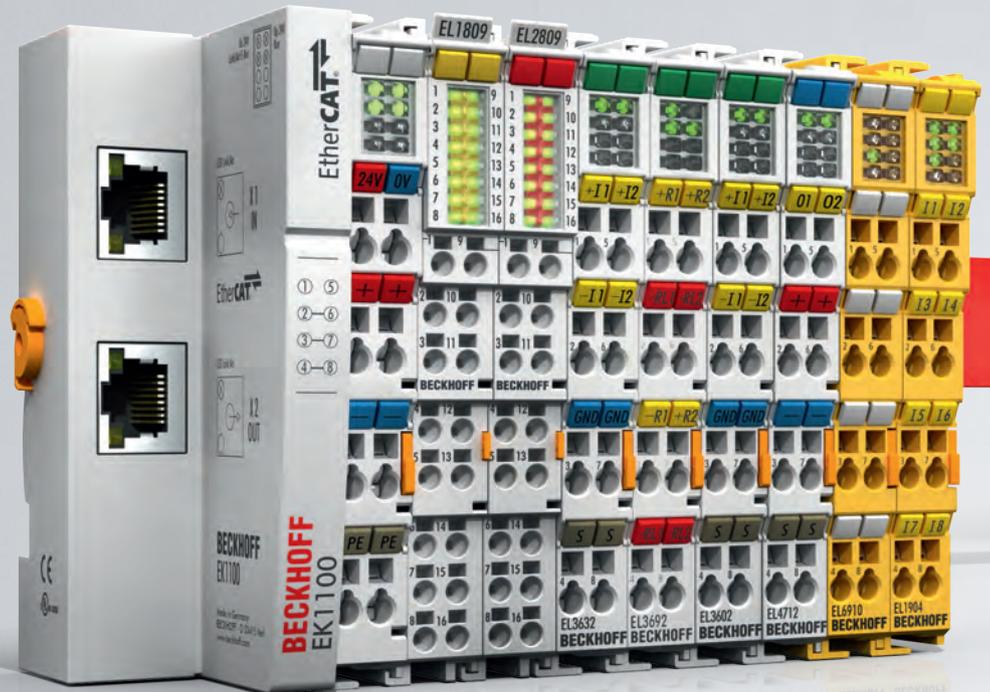


高度模块化， 适用于任何规模：I/O 组件

“独立于现场总线”的总线端子模块和高性能 EtherCAT 端子模块可提供用于 400 多种不同的信号类型，它们具有不同的 I/O 通道密度——从 1 到 16 个通道。倍福支持所有常用的现场总线系统，包括 EtherCAT、PROFINET、EtherNet/IP 和 CANopen。因此，机床制造商可以实现灵活、开放的机床 I/O 架构。更换现场总线时，只需更换现场总线接口：外围设备易于连接，而且机床可以集成到现有的生产环境中。安全技术可以通过 TwinSAFE I/O 模块无缝集成到整个 I/O 系统中，在这里，安全信号可以根据需要与标准信号混合。

此外，单电缆自动化解决方案也为现场层提供了一些优势：EtherCAT P 将工业以太网通信和所连接的用电设备的电源整合在一根标准以太网电缆中，通过设备直接供电。EtherCAT P 可以实现灵活的拓扑结构，具有很大的可扩展性并可以级联，从而降低了材料、安装和接口连接的成本，简化了调试工作。此外，倍福的 EtherCAT 插拔式模块（EJ 模块）为大规模生产提供了理想解决方案。EJ 模块基于成熟的 EtherCAT I/O 系统，可以直接插接到一个专用的 PCB 板上。通过预制的电缆线束取代耗时繁琐的人工接线，大大

6 全面的模块化 I/O 系列



提高了生产速度和效率，特别是中等到大规模机械化生产。单位成本大幅降低，正确编码的组件的使用也最大限度地减少了不正确的接线风险。

► www.beckhoff.com.cn/io



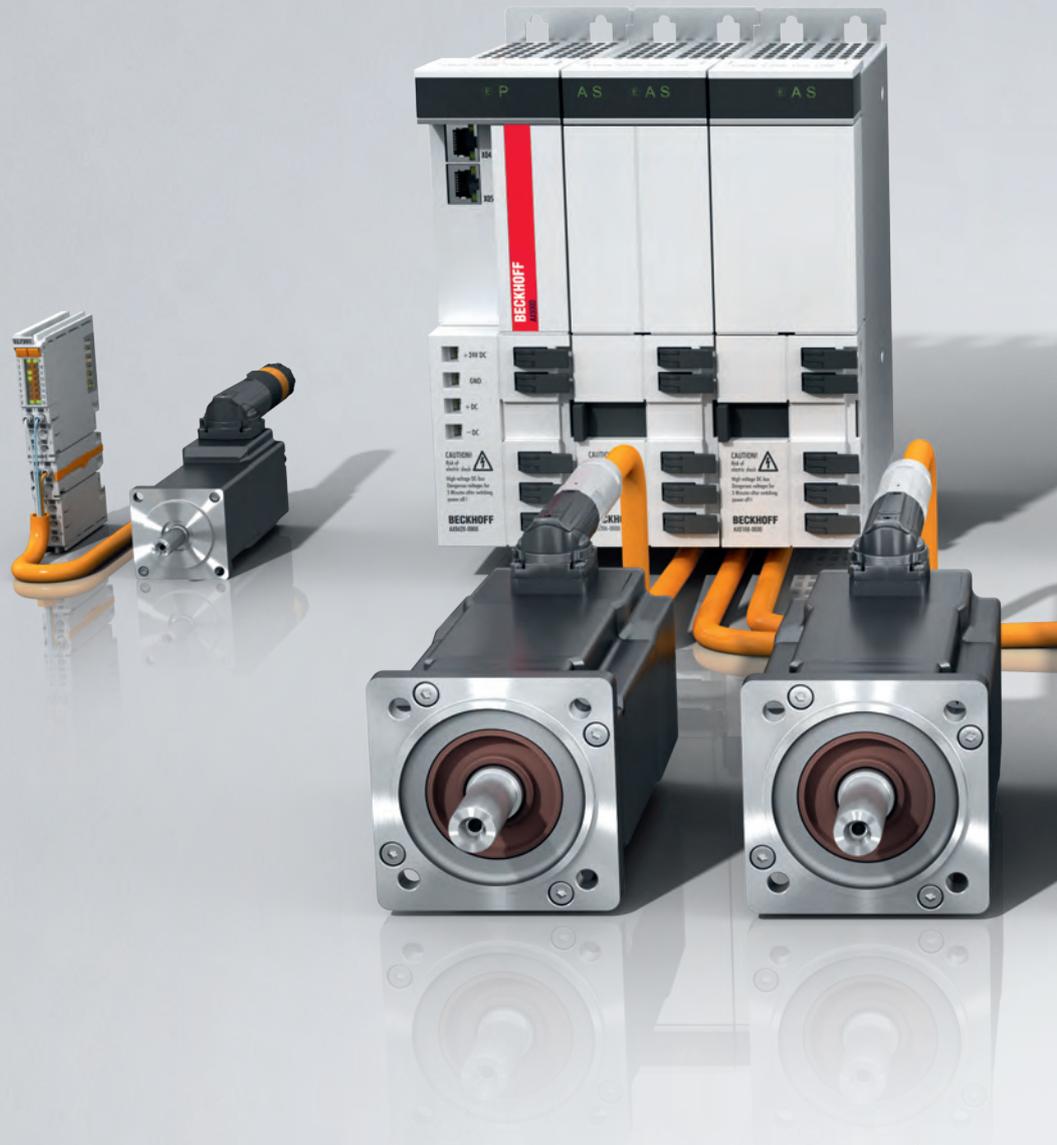
从紧凑型到高性能产品线的全覆盖：运动控制产品系列

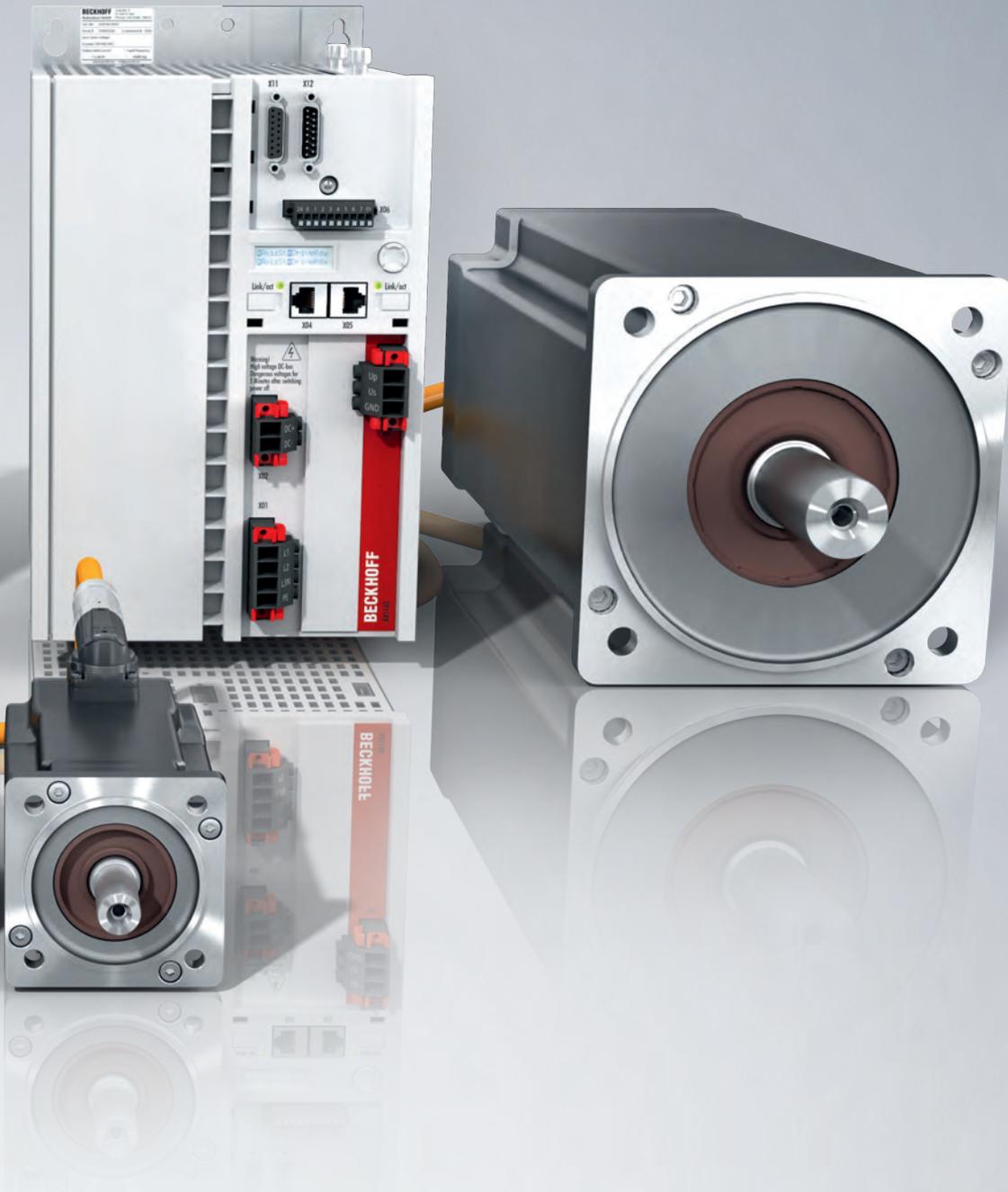
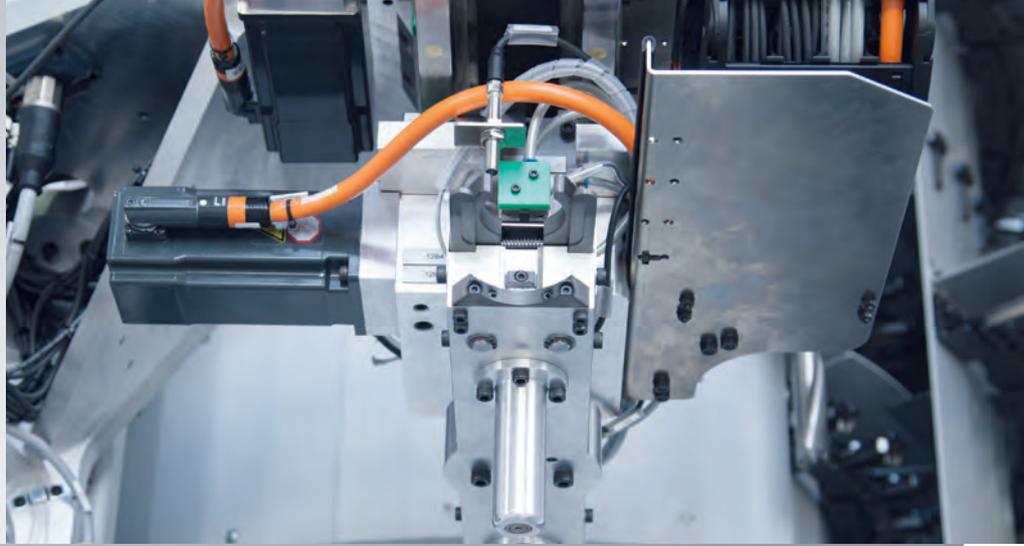
倍福的驱动产品可以与 TwinCAT 自动化软件提供的运动控制解决方案结合使用，构成一套先进而又完整的驱动系统。它具有模块化性和高可扩展性，可以为所有应用领域以及满足每个性能要求提供最合适的解决方案。从结构超紧凑的伺服端子模块到用于中高性能的 AX8000 和 AX5000 系列 EtherCAT 伺服驱动器，AX 系列中集成的先进控制技术支持高速、高动态性定位操作。各种直线和旋转伺服电机都是完全根据伺服驱动器量身打造，可以满足高动态和精确的多轴定位要求。

AM8000 系列伺服电机的最大特点是采用了单电缆技术：它将动力和反馈系统组合在一根标准电机电缆中，以降低硬件和调试成本，从而能够设计出体积更小巧、功能更强大的机床。通过可选的多反馈卡可以连接更多的编码器信号（EnDAT 2.2）。EtherCAT 伺服端子模块价格经济、结构紧凑，非常适合用于实现小型控制任务。I/O 系统中可以提供最大 8 A 的解决方案，并能够连接防护等级为 IP 20 或 IP 67 的步进电机、伺服电机、直流电机和交流电机。

► www.beckhoff.com.cn/motion

7 具有高可扩展性的驱动技术



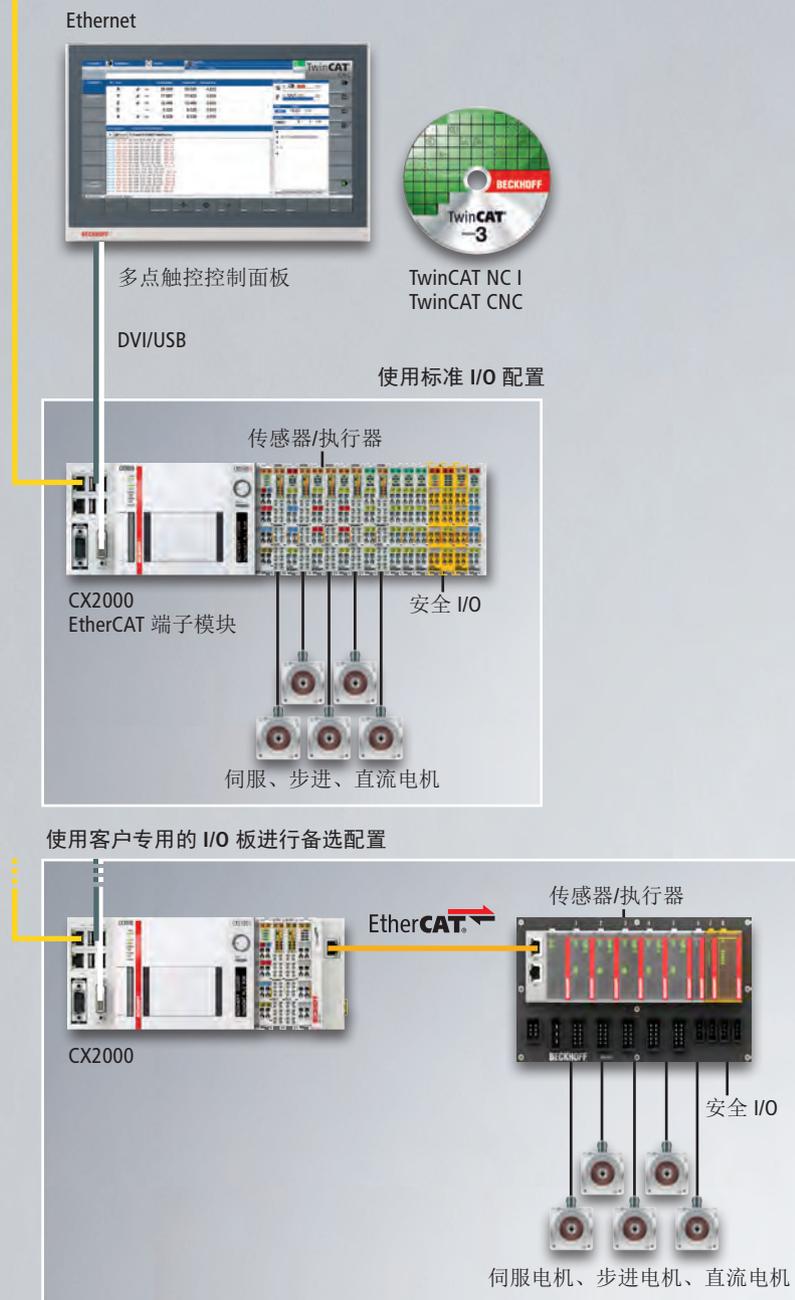


基于 PC 的控制技术：具有高可扩展性且面向应用的 CNC 解决方案

紧凑型金属加工机床的配置示例

- 集成 EtherCAT 接口以及可选通信和现场总线接口的 CX2000 和 CX5100 系列 DIN 导轨安装式嵌入式控制器
 - 带 DVI/USB 接口的控制面板，与 PC 之间的距离最远可达 50 米；各种产品以及行业和客户定制的解决方案
 - TwinCAT NC I/CNC 软件解决方案，集成了 TwinCAT PLC 和 IEC 61131-3 编程；带各种运动控制功能的 TwinCAT NC PTP
 - EtherCAT 系统具有性能卓越、拓扑结构灵活以及结构模块化性高等特点，适用于所有 I/O 以及驱动应用
- XFC 极速控制技术和状态监测功能可通过 EtherCAT 端子模块集成到整个系统中
 - 电流最大为 8 A 的伺服端子模块可以直接驱动步进电机、直流电机和伺服电机。AX5000/8000 系列 EtherCAT 伺服驱动器设计用于更高的功率，最大可驱动功率可达 118 kW
 - TwinSAFE 安全解决方案是模块化 I/O 和 TwinCAT 系统中不可或缺的一部分，具有普遍适用性

紧凑型金属加工机床的配置示例



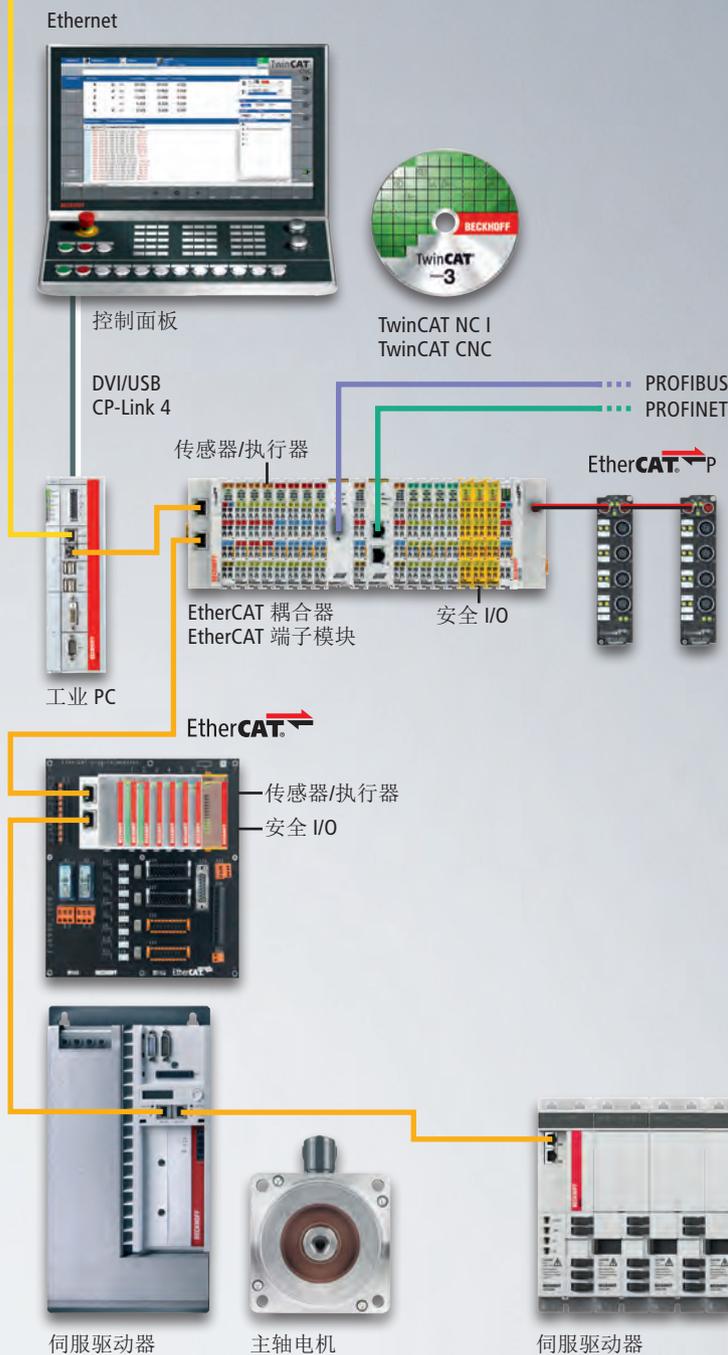
复杂金属加工机床的配置示例

- TwinCAT NC I/CNC 解决方案，集成了 TwinCAT PLC 和 IEC 61131-3 编程；带各种运动控制功能的 TwinCAT NC PTP
- 采用多核处理器的高性能工业 PC，集成了 EtherCAT 接口、可选的通信和现场总线接口以及其它各种选件（存储媒介、UPS 等等）
- 带 DVI/USB 接口的控制面板，与 PC 之间的距离最远可达 50 米；或者带 CP-Link 4 接口的控制面板，与 PC 之间的距离最远可达 100 米；各种标准产品以及行业及客户特定的解决方案

- EtherCAT 系统具有性能卓越、拓扑结构灵活、结构模块化以及配置简单等特点，适用于所有 I/O 以及驱动应用。XFC 和状态监测功能通过标准 EtherCAT 端子模块实现。主/从网关端子模块确保对其它现场总线技术的开放性
- 由多个伺服驱动器构成的高动态、高速运动控制系统可驱动最大功率达 118 kW 的同步伺服、直线电机（带主轴功能）
- 作为模块化 I/O 和 TwinCAT 系统中不可或缺的一部分，TwinSAFE 可普遍用于所有控制系统

- 驱动集成的 TwinSAFE 功能使得用户能够简单且经济高效地实现众多安全功能

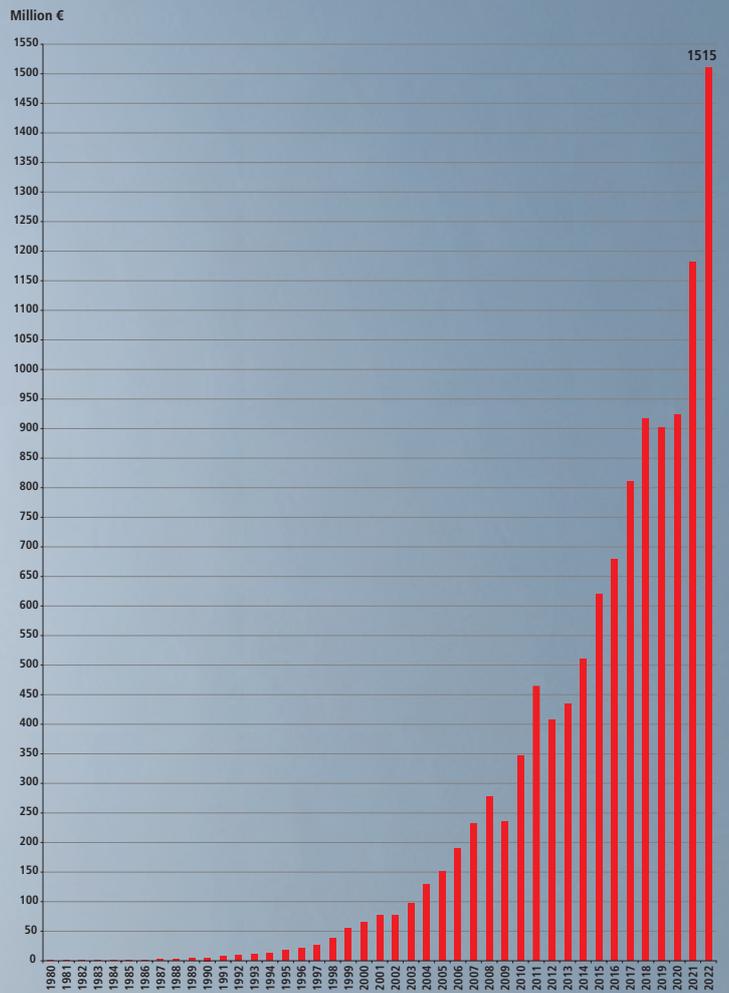
复杂金属加工机床的配置示例



公司概况

- 2022 年全球销售额：15.15 亿欧元
(+28 %)
- 总部：威尔 (Verl)，德国
- 总裁Hans Beckhoff
- 全球员工人数：5,680
- 技术工程师人数：2200
- 全球分支机构：40
- 在德办事处：24
- 全球业务分布：超过 75 个国家

► www.beckhoff.com.cn



1980 - 2022 年营业额增长趋势图
截止到：2023 年 3 月

■ 总部
● 分公司
■ 分销商

基于 PC 的控制技术助您优化 CNC 解决方案
联系我们。

► www.beckhoff.com/machine-tools

德国

总部

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Huelshorstweg 20

33415 Verl

Germany

电话: + 49 (0) 52 46 / 9 63 - 0

info@beckhoff.de

www.beckhoff.de

倍福中国

Beckhoff Automation (Shanghai) Co., Ltd.

德国倍福自动化有限公司

上海市静安区汶水路 299 弄 9-10 号

(市北智汇园 4 号楼) (200072)

电话: 021 / 66 31 26 66

info@beckhoff.com.cn

www.beckhoff.com.cn

Beckhoff®、TwinCAT®、EtherCAT®、EtherCAT G®、EtherCAT G10®、EtherCAT P®、Safety over EtherCAT®、TwinSAFE®、XFC®、XTS® 和 XPlanar® 是德国倍福自动化有限公司的注册商标。本手册中所使用的其它名称可能是商标名称，任何第三方为其自身目的而引用，都可能触犯商标所有者的权利。

©德国倍福自动化有限公司 04/2020，版权所有。

本手册中所包含的信息仅是一般描述或性能特征简介，在实际应用中并不总是与所述完全一致或者可能由于产品的进一步开发而不完全适用。仅在书面认同情况下，才提供相关特性信息。

技术规格若有变更，恕不另行通知。

图片提供: GF Machining Solutions Management SA | Hüttenhölischer Maschinenbau GmbH & Co. KG | Hybrid Manufacturing Technologies Ltd | Messer Cutting Systems GmbH | Sika AG | Thalmann Maschinenbau AG | Wassermann Technologie GmbH | Willemin-Macodel SA