

BECKHOFF

PCcontrol

The New Automation Technology Magazine

No. 1 | April 2026

www.beckhoff.com.cn/pc-control

中文版

18 | 全球应用

探秘家具行业：开启未知的自动化新境之旅

8 | 产品



经济型驱动系统：价格亲民，核心功能不打折



42 | 全球应用

费里保时捷会议中心：智能化技术助力现代化升级

最新资讯



- 4 | 基于 PC 的控制技术的四十年征程：从颠覆性革命迈向行业新标杆
- 5 | 利乐®魔法机荣获创新奖
- 6 | 倍福携新品亮相 2026 汉诺威工业博览会

产品

- 8 | 经济型驱动系统：价格亲民，核心功能不打折
- 12 | 新一代多点触控面板型 PC 助力实现面向未来的控制与可视化

- 13 | ED 系列 EtherCAT 端子模块智能、无缝集成的 I/O 升级

- 14 | 超紧凑型工业 PC 充分利用处理器技术的最新发展成果

EtherCAT：源自倍福的全球标准

- 15 | 专为分布式自动化打造的混合型连接器：以标准化连接为用户提供可靠性保驾护航



- 16 | TwinCAT CoAgent 和 Machine Learning Creator：先进的 AI 功能助力提升可用性

全球应用

- 18 | Nobilia 与 Hüttenholscher, 德国：探秘家具行业：开启未知的自动化新境之旅



- 22 | Komax SLE, 德国：XTS 在汽车电气系统自动化线束生产中的应用
- 26 | Infineon Technologies, 德国：测试实验室产销量与精度双提升
- 30 | Ossberger, 德国：TwinCAT MC3：专为液压与电气系统量身定制的高性能运动控制解决方案

- 34 | Aduart 和 Oper Leipzig, 德国: 创新型控制台为演出顺利保驾护航



- 38 | VMA 和 ZIN in Noord, 比利时: 智能楼宇自动化集成所有技术系统驱动效率与可持续性双提升

- 42 | FPCC 和 Salzgeber, 澳大利亚: 智能技术赋能: 解锁建筑简单、灵活且高效节能的使用模式

- 46 | 格恩智能, 中国: 搭载双电机消除功能的 CNC 玻璃加工中心树立行业新标杆

- 50 | Joseph Machine Company, 美国: 超 30 根轴的运动控制 — 快速、模块化、灵活



- 54 | SANLAB, 土耳其: 动态运动平台: 畅享(虚拟)天空无限可能

- 58 | SafanDarley, 荷兰: 通过单缆自动化技术高效连接 300 个远程 I/O

ETG

- 62 | 第五届EtherCAT全球技术周(ITW)-中国站活动圆满落幕

EtherCAT节点突破1亿大关

- 63 | UL Solutions 认证 EtherCAT 具备网络弹性



基于 PC 的控制技术的四十年征程

从颠覆性革命迈向行业新标杆

四十年前,当倍福将工业计算机提升为中央控制系统时,这家来自东威斯特法伦地区的后起之秀打破了当时专有硬件 PLC 的铁律。倍福始终秉承着“利用摩尔定律为机械制造赋能”的理念,即便历经岁月沉淀,这一理念至今仍是这家自动化领域的全球领先供应商不断取得成功的基石。值此基于 PC 的控制技术问世诞生 40 周年之际,我们回顾了这一不仅塑造了自动化历史,也必将定义其未来的架构。

回溯到 20 世纪 80 年代,基于硬件的可编程逻辑控制器(即传统 PLC 设备)在自动化领域占据主导地位。虽然 PLC 的可靠性有目共睹,但其缺点也很明显:灵活性差、成本高昂,且计算能力有限。当时,在制造业的各个层面与环节之中,完全寻觅不到 IT 标准的任何踪迹。而倍福恰恰在此时发起了一场范式变革:将控制功能从专有硬件平台转向基于软件的解决方案上,使其能够运行在适用于工业用途的标准 IT 组件中。

启动信号

一切始于 1986 年,当时倍福交付了第一套基于 PC 的设备控制系统,它显著提升了目标应用——一台双头型材料切锯——的生产效率。即便在那个时候,其核心优势已然是无缝集成。然而,前行的道路绝非坦途。在保守的市场大环境中,倍福不得不直面来自各方的诸多疑虑与质疑。这一过程中的关键一步是开发我们自己的实时扩展程序,以确保系统具备高确定性。与此同时,使用标准 IT 处理器,例如 Intel® 处理器,同样具有重要意义。传统 PLC 受限于自身

的技术架构,常常滞后于半导体技术的最新发达数十年之久,与之形成鲜明对比的是,工业 PC 能够迅速集成并应用这些最新的技术成果。

然而,若要将计算能力引入现场层,高性能的 I/O 系统是不可或缺的关键要素。倍福在推进 IPC 研发工作的同时,推出了现场总线端子模块(这些端子模块如今已成为全球公认的标准自动化组件)以及自主开发的新通信标准:1992 年问世的 Lightbus,以及自 2003 年起在工业自动化领域大放异彩的 EtherCAT。这使得 IPC 的计算能力能够无延迟地传输至所有驱动器和传感器。在软件层面,正值 30 周年庆的 TwinCAT 始终塑造并影响着倍福的产品线。自 1996 年推出至今,该工具已发展成为一个集成所有自动化功能的综合平台。

现状

从当下的视角来看,基于 PC 的控制技术成功的秘诀非常简单。“一台高性能工业 PC、一个性能同样强大且连接传感器与执行器等外围设备的现场总线接口,再加上

具备实时运动控制与逻辑控制能力的自动化软件,成功便会水到渠成。”公司创始人兼全球总裁 Hans Beckhoff 总结道。这种架构能够将各类设备功能——从简单的逻辑控制到高度复杂的机器人技术——无缝集成至单个控制器中。这样既能节省空间、减少工作量和成本,还能消除分布式控制器之间的延迟。

难怪在倍福取得开创性成就 40 年后的今天,几乎整个自动化行业都纷纷投身于基于 PC 或至少面向 PC 的架构。曾经风靡一时的专有“黑盒子”产品已成为过去;而如今,行业将发展的希望与重心,都寄托在了开放式系统未来的可行性之上。毕竟,数据分析、云连接,尤其是 AI 等前沿技术,都可以原生集成到 PC 平台中。

在即将出版的客户杂志《PC Control》的周年庆特辑中,我们将更深入地探究基于 PC 的控制技术的历史、技术细节、广泛的应用领域,以及那些在幕后默默耕耘的关键人物——正是他们铸就了这长达 40 年的辉煌历程。

过去与现在的成功案例:1990 年推出的 C2000 基于 PC 的设备控制器(左),

以及如今产品线中的 C6032 超紧凑型工业 PC(右)



更多信息:

www.beckhoff.com.cn/ipc

www.beckhoff.com.cn/twincat



来自利乐®研发与技术团队的 Davide Borghi (左数第二位) 和 Gianmarco Di Eusebio (左数第三位) 出席创新奖颁奖典礼

利乐®魔法机荣获创新奖

倍福 XTS 助力实现封盖应用 速度提升三倍

创新奖的评定结果证实, 凭借超高速 CAP40 型粘盖机, 利乐®公司推出的设备解决方案突破了传统包装线的性能极限。实现三到四倍性能提升的关键在于完全重新设计的驱动方案: 从经典驱动系统转向基于倍福 XTS 技术的高度动态机电一体化解决方案。

该解决方案的核心在于两条平行铺设的 XTS 轨道, 每条轨道长 4.5 米, 各配备 55 个可独立控制的永磁动子。这些可自由编程的动子能在连续路径上实现独立精准定位, 使每个瓶盖都能以 0.1 毫米的精度实现对准并完成压盖操作。该系统能有效补偿纸盒之间的自然差异。

XTS 系统以软件逻辑取代机械部件, 显著提升了设备数字化程度与数据透明度, 同

时实现状态监测并增强质保能力。这一机电一体化解决方案采用基于 EtherCAT 的通信方式, 通过 TwinCAT 进行配置, 可无缝集成至设备的其它自动化及驱动系统中。一条基于 XTS 的生产线即可完成三条传统生产线的工作量, 使用户能够大幅缩减所需空间及建设成本。系统的可靠性与可用性也同步提升。产品切换及规格转换主要依靠软件实现。

此项在意大利 SMAU 创新论坛颁发的奖项, 充分证明了其具备极高的实际应用价值: 创新奖专门授予那些经用户推荐、被认定为最佳实践的优质项目。利乐®超高速 CAP40 型粘盖机及其 XTS 机电一体化解决方案已获全球多家大型食品饮料企业采用, 这一事实凸显了该技术在工业应用中的成熟度及其在拓展自动化与数字化功能方面的巨大潜力。

更多信息:

www.beckhoff.com.cn/packaging

倍福携新品亮相 2026 汉诺威工业博览会

2026 年 4 月 20 日至 24 日，汉诺威工业博览会再次盛大开幕。作为基于 PC 的控制技术的领导者与行业先驱，倍福再度亮相，于 27 号馆 G56 展位全新展区集中展示众多新产品与突破性创新成果。亮点包括 TwinCAT CoAgent 和 TwinCAT Machine Learning Creator，倍福将借此展示面向端侧 AI 应用的创新工具。结合工业 PC、高性能驱动技术，以及无控制柜自动化、智能输送系统等前沿技术，本次展会将全面呈现可持续生产流程与数字化转型的实现之道 — 观众可在展台现场近距离体验、参与专家深度交流，或预约无需提前注册的“倍福展品精华”亮点之旅，亲身感受每一项创新成果。展会盛况还将通过备受欢迎的“Beckhoff Live + Interactive”同步呈现，每日上午 10:00 起用英语从展位现场进行直播报道。

更多展会信息及直播详情，请访问：

www.beckhoff.com.cn/hannover-messe



TwinCAT CoAgent 提供多种采用模型上下文协议的智能体，使用户能够使用自然语言直接与机器(此处为 ATRO 机器人)交互



全新推出的 ED 系列在完美兼容现有产品的同时，实现了全系列产品的技术升级



倍福新一代多点触控面板系列中的控制面板与面板型 PC 均采用铝合金压铸外壳，机身设计超薄且符合人体工程学原理



全新的 AM1000 伺服电机系列进一步完善了经济型驱动系统产品线,可与 AX1000 伺服驱动器配合使用,为用户提供完美协同、成本优化的驱动解决方案

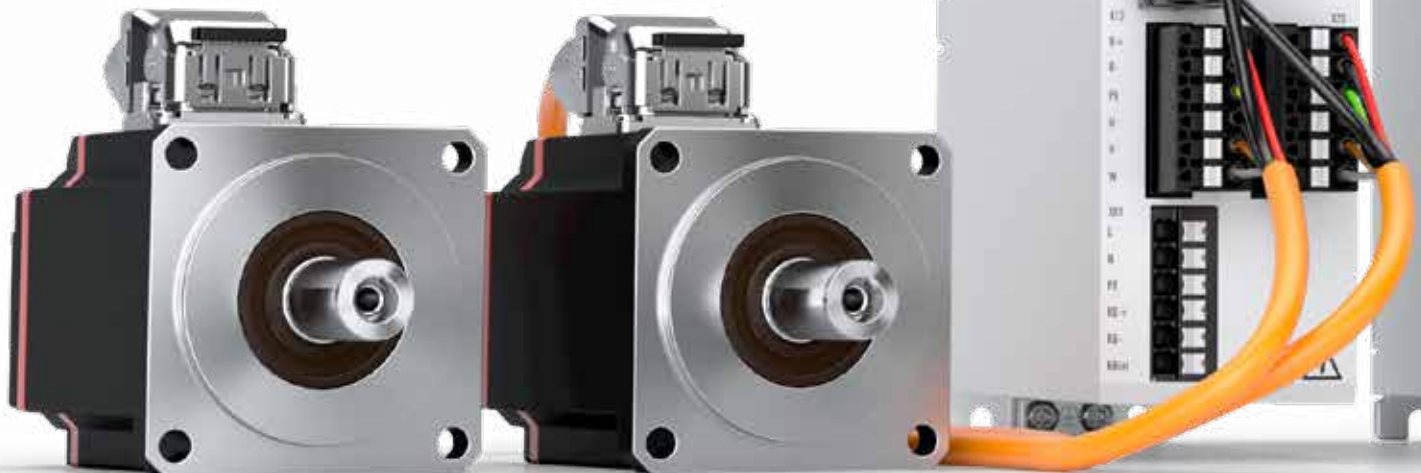


借助用于实现无控制柜自动化的分布式 MX-System,各个功能模块只需插接在底板上并用螺丝拧紧固定即可

经济型驱动系统填补了入门级驱动产品市场的空白

价格亲民，核心功能不打折

全球机械制造成本压力迫使许多设计师在性能与性价比的天平上重新调整与平衡。这种影响在系列化设备的标准应用场景中，以及对价格高度敏感的出口市场里表现得尤为突出。市场所期待的解决方案不仅要能够切实降低投资成本，而且不能在功能和品质的做出太大妥协。针对这一现状，倍福推出了经济型驱动系统：它由伺服电机、伺服驱动器和变频器组成的协调平台，能够打造出紧凑且极具成本效益的设备方案，并能够完全集成到基于 PC 的控制系统中。



工业生产的多元化趋势愈发显著。在高端应用领域，对尽可能短的周期时间以及极高的同步精度仍有着严苛要求；与此同时，市场对于具备成本优势且可靠稳定的自动化解决方案的需求也在同步攀升。一直以来，设计师们常常陷入两难困境：若要继续留在熟悉的系统环境中，往往不得不选用规格过大的驱动器；而若选择价格更为低廉的替代方案，却又会面临系统复杂性增加、工程成本上升的问题。正是基于上述种种原因，倍福推出了其经济型驱动系统。这一系统针对如何将功能性、可靠性和通用系统特性与优化的性价比完美融合这一难题，给出了切实可行的解决方案。

技术上的平衡艺术

开发经济型驱动系统所面临的挑战极具技术难度：既要完整保留先进伺服技术的核心特性，又要大幅降低系统的复杂程度以及硬件成本。最终呈现的成果遵循了一种极具前瞻性的平台策略，在此策略下，伺服驱动器与变频器在技术层面紧密关联，共享外壳设计理念以及功率电子器件。

新拓扑结构的核心元件为 AX1000 伺服驱动器。其额定电流范围为 1.65 A...12 A，并可用于单相 (1 x 230 V AC) 和三相电网 (3 x 400 V AC)。



凭借这一经济型驱动系统，倍福针对如何将功能性、可靠性和通用系统特性与优化的性价比完美融合这一难题，给出了切实可行的解决方案

遵循平台策略, 伺服驱动器 AX1000 与变频器 AF1000 在技术层面紧密关联, 共享外壳设计理念以及功率电子器件



其中一个尤为突出的特性是其高功率密度设计。尽管其结构非常紧凑, 但仍集成了电源、直流母线电容器和制动电路。其外壳选用坚固耐用的塑料材质打造, 不仅有效减轻了设备整体重量, 还显著降低了材料成本。这些设备可以在控制柜中并排安装, 且驱动器之间无需预留最小间距。

面向全球市场的伺服技术

AX1000 与全新研发的 AM1000 同步伺服电机完美匹配。此款电机设计极其紧凑, 并提供 40、60 和 80 mm (I1、I2、I3) 三种在国际上广泛应用的常见法兰尺寸, 功率范围覆盖 1000 W (230 V 电压) 或 1700 W (400 V 电压)。

对于设备制造商而言, 即便驱动产品定位于经济型细分市场, 能够运用成熟完备的现有功能依然至关重要。AM1000 支持单电缆技术 (OCT), 电力和反馈信号传输都通过一根电机电缆完成。这一特性显著减少了布线工作量, 同时有效降低了安装过程中出现错误的风险。该电机具备中低惯量特性, 这一优势使其在包装机械或搬运系统的动态定位任务中表现出色。此外, 配合无电池编码器 (单圈和多圈), 该系统无需在现场进行电池更换操作, 从而免去了相应的维护工作。

采用双轴拓扑结构的变频器

作为经济型驱动系统的关键构成部分, AF1000 变频器堪称一项卓越非凡的创新成果。在伺服技术领域, 双轴模块的应用早已屡见不鲜, 然而在变频驱动器范畴内, 双轴版本的出现无疑是一项全新的突破。鉴于 AF1000 与 AX1000 基于相同的硬件平台, 倍福也推出了双轴版本。这一架构设计所带来的优势十分显著:

- EtherCAT 接口、外壳、微控制器以及电源等核心组件由两个轴共同使用, 显著降低了每个轴的硬件成本。
- 两个轴共用同一个直流母线, 制动轴所产生的再生能量能够直接再利用, 从而显著提高了整个系统的能效。
- 将两个变频驱动器集成于一个宽度仅为 50 mm (三相版本为 60 mm) 的外壳之中, 实现了极高功率密度的控制柜设计。

AF1000 的功率范围为 370 W...5.5 kW, 能够适配无传感器运行模式 (V/f 或矢量控制) 下的同步电机、异步电机以及磁阻电机。因此, 它成为复杂设备中输送带、泵或风机等应用场景的理想驱动选择。

降低隐性成本

经济型驱动系统的经济优势不仅体现在元件价格上, 还体现在外围成本与安装时间的减少上。该系统的一大特点是直接从直流母线内部生成 24 V 控制电压。这意味着无需额外配置 24 V 电源, 便能轻松为驱动电子设备以及电机抱闸提供稳定可靠的电力支持。在 24 V 电压的生成过程中, 系统会持续从直流母线获取能量, 不仅为动态制动过程增加了电压储备, 而且还延迟了内部制动电阻的激活时间, 从而降低控制柜内的发热量, 同时减少了布线需求。除了可选的安全输入接口外, 所以接口都布局在正面, 这一设计极大地改善了安装过程中的人体工程学。

当该系统与 AM1000 的单电缆技术 (OCT) 以及 AX1000 所采用的部分屏蔽电机电缆 (这种电缆具有独特的优势, 能够支持更小的弯曲半径和更细的线径) 相结合时, 无论是在电缆槽还是拖链中, 都能实现空间的显著节省。

经济型驱动系统的经济优势不仅体现在元件价格上,还体现在外围成本与安装时间的减少上。



AM1000 伺服电机设计极其紧凑,并提供 40、60 和 80 mm (I1、I2、I3) 三种在国际上广泛应用的常见法兰尺寸,功率范围覆盖 1000 W (230 V 电压) 或 1700 W (400 V 电压)

统一平台,统一工具

此方案相较于其他供应商的成本优化型解决方案,其核心区别在于该系统实现了与倍福运动控制平台的全面集成。AX1000 和 AF1000 都是功能完备的 EtherCAT 设备,这一特性使得它们在通信方面具备显著优势,即通信过程无中断,且无需借助网关。其调试工作通过 TwinCAT Drive Manager 2 完成,该工具支持所有现有的倍福驱动器。这意味着用户无需再额外投入时间和精力去学习特定的第三方工具。该系统还具备一系列成熟的功能,以 AM1000 上的电子铭牌为例,它能够实现即插即用的便捷调试。自整定、波特图等诊断与调优功能,在经济型驱动系统上同样可以不受限制地使用。

该系统在功能安全方面也毫不妥协。AX1000 经济型伺服驱动器默认支持 TwinSAFE,可依据 IEC 61800-5-2 标准实现 STO/SS1 等驱动器

集成安全功能。不仅如此,用户还可根据实际需求,灵活选配众多其它 TwinSAFE 安全功能。

结论与展望

倍福凭借其经济型驱动系统,有力地打破了传统认知中“德国制造”与成本效率难以兼得的固有观念。该驱动产品线的扩展,为应用的模块化扩展提供了支撑,且在扩展过程中,并未对一贯卓越的控制品质做出丝毫妥协。无论是采用 AX8000 多轴系统或 AX1000 单机设备的高性能轴,还是采用 AF1000 的高性价比输送驱动方案,所有这些应用方案都基于同一个自动化平台。这一创新成果显著增强了机械制造领域用户在市场中的竞争力,他们需要使用可靠且经济的技术来满足全球市场多样化的需求。



经济型驱动系统背后的产品管理团队:
(从左到右) Andreas Golf、Dirk Hansen、Michael Pfister 和 Simon Rubel

更多信息:

www.beckhoff.com.cn/economy-drive-system



倍福新一代多点触控面板型 PC 采用最新一代的 CPU 和前瞻性的电子架构，为智能工厂的数字化转型奠定了理想基础

新一代多点触控面板型 PC 助力实现面向未来的控制与可视化

作为新一代多点触控面板家族的重要成员，倍福推出了集控制与可视化功能于一身的新型面板型 PC。这些设备采用最新一代的 CPU 和前瞻性的电子架构，为智能工厂的数字化转型奠定了理想基础。它们不仅延续了倍福一贯的高品质标准，更实现了卓越的性价比。

倍福新一代多点触控面板型 PC 针对数字化、网络化制造环境对智能 HMI 日益增长的需求，提供了量身定制的解决方案。该系列产品在研发过程中，深度聚焦于成本优化、现代美观设计，同时提供丰富多元的规格与功能配置选型。这些功能完备的工业 PC 将控制和可视化功能集成于单一设备，大幅缩减了设备占用空间，同时也极大地减少了繁琐的布线工作量。同时，依托先进的 EtherCAT 实时通信技术，设备能够实现更快的响应速度以及更为可靠的性能表现。

CP46xx 和 CP47xx 系列适合控制柜安装的面板型 PC 提供 7 英寸到 23.8 英寸的屏幕尺寸，而 CP56xx 和 CP57xx 安装臂安装型号则提供 15.6 英寸至 23.8 英寸的尺寸选择。最新一代芯片确保了高性能、高能效和长期供货保障。基于 x86 架构的 CP47xx 和 CP57xx 型号采用了

Intel Atom® x7000RE 处理器系列的 CPU (最高四核)。与此同时，倍福的 CP46xx 和 CP56xx 型号搭载了基于 Arm® 架构的先进多核 CPU，非常适用于基于 Linux® 系统的边缘计算和 HMI 应用。未来，我们的高端产品线将全面搭载 Intel® Core™ 处理器。

这些设备具备卓越的坚固耐用性，外壳采用压铸铝材质精心打造，源自德国精湛工艺，机身设计超薄且符合人体工程学原理，并配备标准化接口。其它优势包括全面集成至 TwinCAT 以及配备具备多点触控、防眩光和防鬼影功能的优质显示屏。支持按钮扩展的端到端 EtherCAT 通信 (FSoE) 以及为安装臂安装型号提供的灵活安装方式 (可选配 VESA 适配器或圆管) 进一步完善了该产品线。

凭借逾 25 年自主面板生产中积累的丰富经验，新一代多触点面板融合了全套先进功能与技术，以卓越的性价比优势，从容应对当前及未来的挑战，持续为客户呈上倍福品牌一贯坚守的人体工程学操作理念与严苛品质标准。

更多信息：

www.beckhoff.com.cn/next-panel-generation

ED 系列 EtherCAT 端子模块智能、无缝集成的 I/O 升级

自 2003 年问世以来,倍福 EtherCAT 端子模块凭借其卓越的性能表现、灵活的模块化扩展能力以及便捷友好的操作体验,持续为用户创造价值。如今,全新推出的 ED 系列在完美兼容现有产品的同时,实现了全系列产品的技术升级。

全新 ED 系列 EtherCAT 端子模块具备三大特色:采用现代化设计,支持通过直插式连接实现免工具安装,可通过 DMC 码实现的应用程序诊断功能。这一面向控制柜的 I/O 系统持续升级方案,在继承前代总线端子模块和 EtherCAT 端子模块优势的基础上,显著提升了信号采集效率,旨在为未来工业控制树立新标准。

这主要得益于 ED 端子模块所提供的灵活集成方案,这些方案有助于确保设备的未来适用性与投资保护。简化的操作流程加快了安装、调试与维护速度。维护流程的简化使系统停机时间大幅缩减,同时将设备可用率提升至全新高度。此外,ED 端子模块还有助于实现可追溯性,为质量保证与备件管理提供便利。

总而言之,这些新型 IP20 级 EtherCAT 端子模块在实现功能与性能零妥协的基础上,有效降低了系统成本。



ED 系列 EtherCAT 端子模块具备诸多优势,同时还能无缝集成到现有的 I/O 系统架构中

更多信息:

www.beckhoff.com.cn/edxxxx

超紧凑型工业 PC 充分利用处理器技术的最新发展成果

倍福 C60xx 系列可扩展超紧凑型工业 PC，将强劲计算能力与极紧凑的机身设计完美融合，同时提供丰富的控制柜安装选项。全新一代 Intel Atom® 处理器为这些设备注入了更充沛的性能储备，全面满足从低到高各层级自动化需求。



与倍福所有工业 PC 一样，C6015、C6017 和 C6025 超紧凑型工业 PC 始终采用处理器技术发展的最新成果

搭载新一代处理器后，C6015、C6017 和 C6025 超紧凑型工业 PC 能够胜任要求比以往更为严苛的计算任务，同时保持其紧凑型外形不变。该系列无风扇设备专为控制、可视化和通信任务而打造，涵盖从复杂的自动化与虚拟化应用，到用作边缘设备或 HMI 平台的各类场景。这些性能提升均得益于全新的 Intel Atom® x7 处理器系列，该系列最高配备 8 个处理器核心及 3.0 GHz 时钟频率。

C6015 超紧凑型工业 PC 凭借仅 82 x 82 x 40 毫米的机身尺寸成为该系列最小机型，非常适合空间极其受限的紧凑型应用、虚拟化及物联网场景。外形同样小巧的 C6017 安装深度仅 66 毫米，其额外配置的第二个板卡层支持选装接口并集成 1 秒 UPS。而尺寸仅为 82 x 127 x 47 毫米的 C6025 则可扩展至八核处理器，同时支持高性能固态硬盘与 USB-C 接口。

更多信息：

www.beckhoff.com.cn/c60xx

EtherCAT：源自倍福的全球标准

倍福持续谱写 EtherCAT 成功新篇章：全新芯片与技术新品为全球 EtherCAT 技术社区注入强劲动力，推动产品持续升级。

在未计入总线端子模块节点数的情况下，EtherCAT 凭借已安装的大约 1 亿个节点稳居市场领军地位。这项由倍福研发并于 2003 年推出的技术，以其卓越性能和独一无二的极致简洁性赢得了客户青睐。EtherCAT 被誉为顶尖工业以太网现场总线可谓实至名归。用户尤为欣赏 EtherCAT 系统强大的自配置能力：无需设置节点地址，拓扑结构也不受交换式工业以太网系统的限制。

倍福技术的一大独特卖点在于其稳定性。尽管功能不断增加，但已有特性始终保持不变。这意味着不会存在版本兼容性问题：如今的设备可在 2005 年的 EtherCAT 系统中完美运行，反之亦然。这种兼容性同样延伸至新款 EtherCAT 从站控制器芯片 (ESC) 与 IP 核。尽管进行了重大升级，但它仍保持向后兼容性，甚至可直接替换前代产品。全新开发的源代码显著提升了过程数据接口 (PDI) 到主控制器的性能，同时支持第二个可并行使用的 PDI。此外，ET1150 芯片的功耗降低高达 80%。这一



在 2025 年德国纽伦堡国际工业自动化展览会 (SPS 2025) 上亮相的 ET1150 EtherCAT ASIC 芯片正是 EtherCAT 技术持续迭代升级的一个典型例证

代芯片继续沿用 100 Mbit 物理层，这也是 EtherCAT 技术的基石。凭借其独特的工作原理，即使在 100 Mbit 速率下，EtherCAT 仍比基于交换机的千兆系统表现更出色。此外，100BASE-TX 物理层相较于千兆物理层具有更稳健、更强抗干扰性、更简洁及更高成本效益等优势。

因此，作为 EtherCAT 的千兆扩展，EtherCAT G 仅面向极少数需要更高带宽的应用场景，例如倍福的 XPlanar 智能输送系统。不过，EtherCAT G 并非新版本，也未造成技术断层。借助创新的分支控制器技术，100 Mbit 网段可无缝集成至千兆网络，并通过并行处理实现性能提升。倍福以此确保 EtherCAT 技术能够满足未来 20 年的发展需求，同时把握全球市场对该技术日益增长的需求所带来的机遇。

更多信息：

www.beckhoff.com.cn/ethercat

混合型连接器助力打造分布式自动化系统：以标准化连接为用户提供可靠性保驾护航

DIN EN IEC 61076-2-118 标准的先行者：ECP 和 ENP 系列混合型连接器专为实现更模块化的分布式系统架构而生



倍福凭借其丰富的混合型连接器产品组合，在分布式自动化领域树立了里程碑：ECP 和 ENP 系列连接器通过单电缆自动化技术，将供电与信号及数据通信整合于一体，从而显著减少布线工作量。始终如一的模块化设计、统一的数据核心以及符合 DIN EN IEC 61076-2-118 标准的全面兼容性，切实为用户提供可靠性保障与未来适用性。目前已有超过 20 万个接口投入实地应用，充分印证了混合型连接器出色的实用性。

在模块化、分布式系统架构日益普及的背景下，倍福混合型连接器以其前瞻性的解决方案，基于 OCA 技术打造出高度集成、标准化且灵活的连接平台。该产品系列涵盖 B12、B17、B23 及 B40 四种规格。这些连接器可在 I/O 层传输 24 V DC，还能为驱动器传输 400 V AC，或传输高达 630 V AC/850 V DC，电流最大可达 72 A。因此，ECP 和 ENP 系列连接器由此成为通往无控制柜自动化之路的核心技术基石。

混合型连接器的突出优势在于模块化设计：全尺寸标准化的数据模块在保持高度灵活性的同时，显著减少了型号变体数量。机械与视觉双重编码机制可靠防范接线错误。仅需十个部件即可完成连接器的直观装配，独特的机械结构从物理层面杜绝装配错误。实际应用表明，该方案相较同类解决方案，可缩短高达 66% 的安装时间。

倍福是实施 DIN EN IEC 61076-2-118 标准的先行者，该标准正获得越来越多厂商的采纳。经过在现场超 20 万个接口安装的实践验证，该技术已在行业内稳稳占据领先优势。国际标准化体系为用户带来可靠的供应保障，确保产品质量始终稳定可靠。倍福混合型连接器集标准化技术、模块化设计以及经过验证的兼容性于一身，为致力于以更简单、更可靠、更高效的方式实现自动化理念的前瞻性设备与系统制造商，提供了理想解决方案。

更多信息：

www.beckhoff.com.cn/hybrid-connectors

先进的 AI 功能助力

CoAgent



TwinCAT CoAgent 是一款贯穿整个
自动化生命周期的强大人工智能助手

TwinCAT 3 CoAgent for Operations: AI 助手现也支持设备运维

倍福的 TwinCAT 3 CoAgent 作为基于 AI 的辅助系统,通过对话式交互提供支持。该功能原先主要服务于软件开发领域,现也可直接用于设备运维。

TwinCAT 3 CoAgent for Engineering (TE1700) 作为个人助理,可为控制软件编程人员提供精准的代码建议、智能优化及自动文档生成等支持。全新推出的 TwinCAT 3 CoAgent for Operations (TF1700) 模块现已将这项智能代理技术延伸至设备运维领域。CoAgent 能够实时监控过程值、检测偏差并协助维修人员诊断故障。通过智能报警评

估功能,可有效减少误报警、优先处理关键故障,从而缩短故障排除时间。TwinCAT 3 CoAgent for Operations 还支持生成自动化评估报告,进而显著提升系统运行的透明度和运行质量。

TwinCAT CoAgent for Operations 可持续监控过程值、日志文件与关键绩效指标,不仅能检测偏差,还能协同维修人员启动结构化问题处理流程。该流程涵盖从建立假设、基于证据的诊断分析,直至生成包含分步指导的具体解决方案。因此, TwinCAT CoAgent for Operations 正逐步确立其作为交互式服务代理的角色,通过加速故障排查、提升运行透明度并确保始终如一的高质量报告标准,推动日常运维向智能化发展。

更多信息:

www.beckhoff.com.cn/twincat-coagent

提升可用性



TwinCAT 3 Machine Learning Creator
现在也可支持信号与时间序列分析领域的
AI 模型构建



TwinCAT 3 Machine Learning Creator: AI 自动建模技术在图像处理与时序信号分析中的应用

倍福 TwinCAT 3 Machine Learning Creator (MLC) 将 TwinCAT 3 中的开发工作流程扩展至 AI 模型自动化生成领域 — 自动化及工艺专家无需具备数据科学背景知识即可直接完成模型创建。此前, 该功能主要聚焦于图像处理, 如今其范围已扩展至时序信号的分析。

除 TwinCAT 3 MLC Computer Vision 扩展包 (TE3851) 外, TwinCAT 3 MLC (TE3850) 还提供 TwinCAT 3 MLC Signals and Time Series 模块 (TE3852)。该模块将功能范围扩展至时序信号分析领域, 这对工业应用至关重要, 因为电流、温度及振动曲线能够提供工艺流程、组件与刀具状态相关的宝贵信息。使用 TwinCAT 3 MLC Signals and Time Series 模块创建的模型可基于相关数据实时检测趋势和偏差, 直接在控制环境中实现预测性维护、工艺优化与异常检测。

该模块在异常检测领域的典型应用包括基于电流、振动或声学信号的电机故障 (轴承损伤、失衡、机械结构问题) 检测, 通过主轴电流信号识别铣削与钻削刀具的磨损情况。例如, 可在焊接过程中利用电流和电压曲线, 或在切割和包装过程中利用伺服电机电流, 实时监测工艺质量。该模块在工艺优化中的应用包括自适应工艺参数 (如进给速率、压紧力) 的动态调节、基于负荷曲线与预测的能耗优化, 以及复杂系统的预测性控制。

TwinCAT 3 Machine Learning Creator 采用纯 Web 应用架构。由于所有开发工作都完全在浏览器中进行, 不会占用本地计算资源。因此, 创建 AI 模型的创建过程对用户而言十分简便且易于操作。

更多信息:

www.beckhoff.com.cn/te3850



分布式驱动技术赋能模块化设备创新方案

探秘家具行业：开启未知的 自动化新境之旅



空间极其有限：移动穿梭车为柏丽新型抽屉生产系统中的装配站供应所需组件

整体厨房的定制生产无疑是对自动化技术的终极考验。历经多年发展，单件定制已成为行业标准。然而，现有系统与方法不断面临多重挑战。例如，当家具产品线持续扩张而生产空间却无法同步扩大时；或者当系统中老旧部件逐渐成为制约整体效能的瓶颈环节时。因此，倍福产品线中集成的驱动解决方案可谓应时而生，其为创新自动化理念提供了关键支撑。这在定制设备制造厂商 Hüttenhölcher 为整体厨房制造商柏丽 (nobilia) 打造的标杆项目中得到了验证。

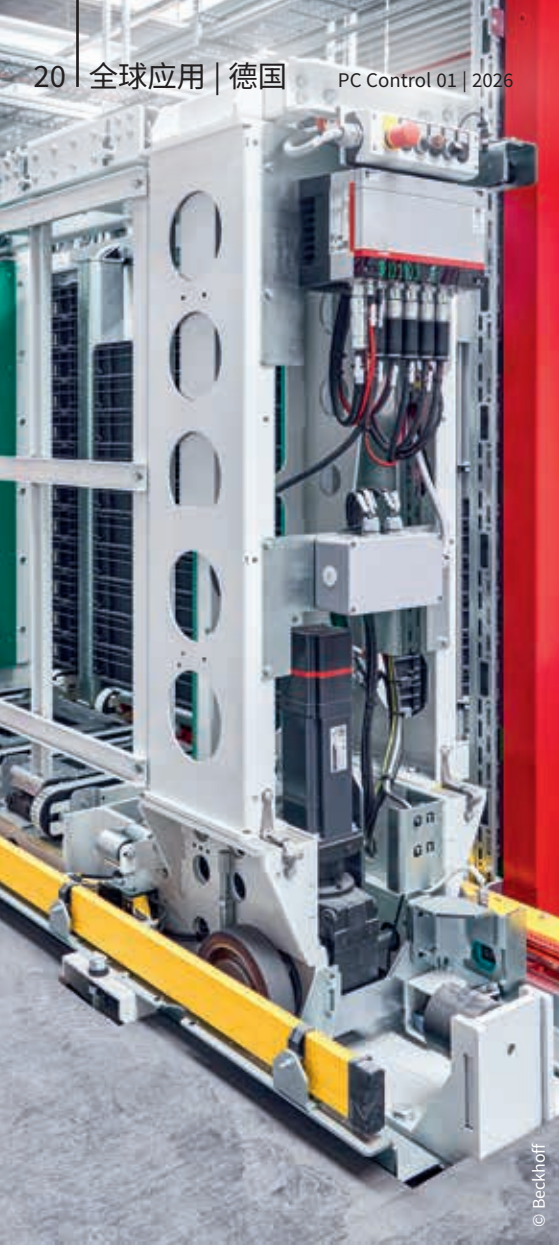
nobilia-Werke J. Stickling GmbH & Co KG 是欧洲主要的整体厨房制造商之一，其产能可覆盖欧洲约 30% 的市场需求。具体来说，这意味着每天可生产并交付多达 3800 套整体厨房，且所有这些都基于订单需求，进行精准的定制化生产。为了高效处理如此庞大的产量，柏丽着重关注以下两个方面：第一点，采用从流程末端逆向推演的生产控制策略。整个物流流程都围绕着一个核心问题：“如何装车，才能以最高效的路线运送所生产的橱柜？”第二点，同时也是极为关键的一点：极高的自动化水平。“我们如何将柜体、面板、螺丝、五金件等所有基础材料转化为定制化家具，并一次性将这些家具连同订购的商品准确无误地运送到对应的卡车上？这唯有通过绝对严格的准时制生产方式才能实现。”柏丽高级项目经理 David Müller 解释道。

仅柏丽二号工厂，每分钟就能生产约 19 个柜体，每天有多达 100 辆满载的卡车从厂区驶出。“你可以想象一下，倘若并非每一块面板都能精准无误地在恰当时间抵达正确位置，将会引发怎样的状况。”Müller 说道。尽管这个长近 700 米、宽超 300 米规模庞大的工作，但生产区域的空间却依旧极为紧张，无法通过扩展现有系统来适应新的要求。因此，升级改造后的设备占地面积不得超过原有设备。

这一要求同样适用于柏丽将其抽屉生产线升级至新技术标准的需求。其背景是，除了整体厨房产品系列外，公司目前也在响应市场对整体家居解决方案日益增长的需求，开始提供其他区域的家具。因此，尽管原有系统仍聚焦于整体厨房的生产，然而当下却需要具备更高的灵活性，以有效应对产品多样性显著增加的情况。“我们期望在生产技术领域实现新的突破与提升，对现有系统进行现代化改造，从而使其具备生产客厅或浴室家居柜体的能力。”高级项目经理 Müller 强调道。

两座工厂同步启动生产

即便原有的抽屉生产系统仅占二号工厂生产区域的一小部分，但新系统已无空间可容纳。新要求聚焦于更高的吞吐量、更多样化的自动化功能以及更高的安全性，这无疑为项目推进带来了实实在在的严峻挑战。此外，另一大难点在于，此次改造涉及的不是其中一套系统，而是柏丽两座工厂中两条相同的抽屉生产线。新系列产品的切换，即新生产线的投产，必须在两个厂区同步进行。“这是我们在柏丽实施过的最复杂的项目之一。”Müller 表示。



分布式驱动解决方案：
倘若没有 AMP8000 系列的助力，移动穿梭车紧凑型设计的实现根本无法达成(上图展示的是 AMP8620 电源模块，下图展示的是其中一个 AMP8552 行走驱动装置)

面对这些挑战，柏丽引入了两家合作伙伴：自动化技术供应商倍福，以及在家具行业拥有悠久历史并具备所需专业知识的 Hüttenhölcher Maschinenbau GmbH & Co. KG。由于三家公司的总部都位于东威斯特法伦地区的威尔，地理位置上的“亲近”使得他们已经合作了几十年。“我们曾多次携手开拓自动化领域的新天地。”David Müller 回忆道。目标是依托全新的抽屉系统，将这一成功故事持续书写下去。“我们面临的挑战，不仅在于项目规模极为庞大。”Hüttenhölcher 控制技术部门主管 Kellner 先生补充道，“更在于这是一项我们首次开展实施的新开发项目。”

其计划是在系统内实现物料补给的自动化，实现零人工干预，并能在有限空间内管理多样化的产品。最终呈现的成果是一个尺寸约为 2 米 x 60 厘米的紧凑型穿梭车系统。该系统能够为装配站的机器人精准提供对应抽屉所需的侧板与后板。每个双线系统中安装了三辆这样的穿梭车。它们收集堆叠托盘中的组件，随后在约 20 米的距离范围内，稳定且可靠地将组件运输至指定工位。穿梭装置满载时重约 1000 公斤。尽管承载着如此大的重量，它依然能保持 100 米/分钟的高速运行，且误差严格控制在小于 1 毫米的范围内。

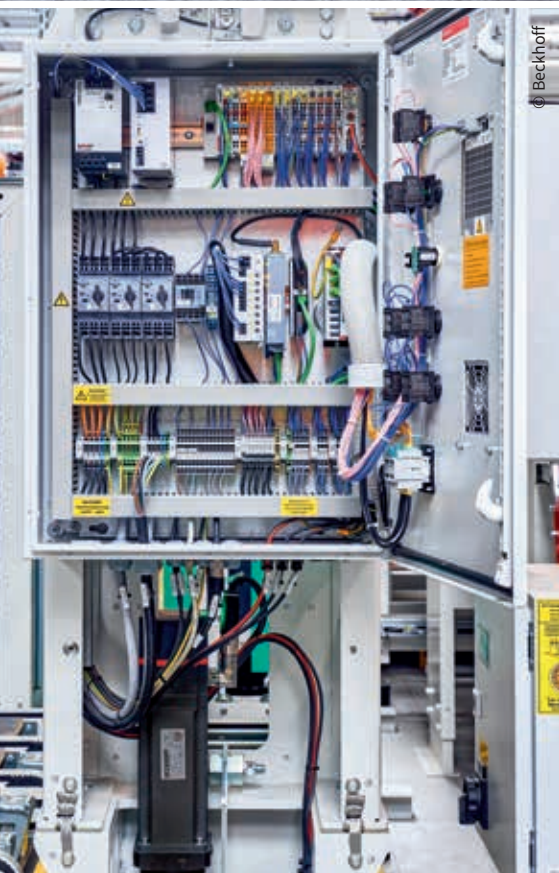
自动化新路径

Hüttenhölcher 最初考虑通过拖链将穿梭车集成到系统中。然而，该方案无法在极其狭窄的输送通道内实施。此外，对于需要长距离行驶的情况，也无法达到所需的动态性能。因此，必须寻找其它解决方案。系统制造商通过母线排为移动系统提供 400 V 电压。因此，穿梭车的两台行走驱动装置以及用于拾取托盘堆的三个轴都采用电力驱动。穿梭车完全摒弃了传统气动系统。

在通信方面，Hüttenhölcher 最终决定采用无线连接和 EtherCAT Automation Protocol (EAP)，该协议可实现 EtherCAT 主站之间高度确定性的通信。“由于 EAP 还可用于传输安全信号，这套无线解决方案能够满足应用中各防护区域的高安全要求。”来自倍福系统应用部的 Julius Polldavid 在描述新方案时表示，“没有这一协议，就无法实现这种性质的部署。”

超薄控制箱：一台 C6025 超紧凑型工业 PC 负责控制穿梭车，同时协调它们与主计算机之间的信息交互

穿梭车的控制任务由尺寸仅为 82 x 127 x 50 mm 的无风扇超紧凑型工业 PC C6025 完成。“由于空间有限，超薄设计成为了决定性因素。”同样就职于倍福系统应用部的 Andreas Sträter 补充道，“因此，穿梭车仅需配备一个紧凑小巧的控制箱即可满足需求。从性能层面来看，C6025 完全能够胜任，毕竟逻辑运算并非在穿梭车本体上进行。”“逻辑运算及安全功能都在上层系统控制器 — 即倍福 C6930 控制柜式工业 PC 中集中处理。”Julius Polldavid 说道，“穿梭车的控制系统仅承担执行逻辑指令、采集 I/O 信号以及提供反馈的任务。这也正是系统移动部分无需额外配置独立人机界面的关键所在。”





成功的团队合作:来自柏丽的项目经理 David Müller、来自倍福系统应用部的 Julius Polldavid 和 Andreas Sträter, 以及来自 Hüttenhölischer 的 Kellner 先生(从左至右)

智能化、集成化驱动技术

对于 Kellner 先生而言,选定工业 PC 制造商并非难事:“在控制方面,基于 PC 的控制和倍福的 EtherCAT 已成为家具行业的标准配置。其不断拓展丰富的驱动产品线,在该行业同样备受青睐。”倍福能够提供集成解决方案这一特性,成为了作出最终选择的关键因素。“穿梭车的控制箱内部空间极为狭小,根本无法容纳传统伺服驱动器,”Andreas Sträter 表示,“而且电机的安装空间同样十分有限。”

由于 AMP8000 分布式伺服驱动系统的驱动器直接集成在结构紧凑的电机中,倍福基于模块化设备设计理念所打造的这种分布式驱动系统在穿梭车解决方案的应用场景中展现出了卓越的适配性,被证实为理想之选。在具体应用中,AMP8031 分布式伺服驱动器用于控制托盘搬运,而转动惯量更大的 AMP8552 型号则用于控制行走轴。AMP8620 远程电源模块可为五个轴提供稳定电力支持,因此也非常契合柏丽在该应用场景下的需求。与此同时,EtherCAT P 单电缆解决方案的应用,有效节省了使用空间。而预装配电缆的采用则显著减少了接线工作量。该集成式方案的另一个显著优势在于:当出现维护需求时,维护技术人员能够直接对驱动器进行更换操作,整个过程无需对程序进行任何形式的干预。集成 STO、SLS、SS1 等安全功能的

德国柏丽 David Müller

“这是我们在柏丽实施过的最复杂的项目之一。”

AMP 驱动器在安全技术层面表现出色,完全契合各项安全要求。其驱动器的设计工作在倍福常规的 TwinCAT Drive Manager 开发环境中高效完成。

预先组装与测试

“在移动穿梭车解决方案的探索进程中,我们毅然踏入了充满未知的技术疆域,包括无线通信与分布式驱动技术等领域。”Kellner 先生总结道,“在此过程中,我们既缺乏可供参照的对比数值,也没有现成的参照系统作为指引。”因此,对于这家系统制造商而言,在前往柏丽进行安装和调试工作之前,尽可能多地积累相关经验显得尤为重要。正是基于这一考量,同时也为了契合柏丽在改造系统方面所制定的极具挑战性的时间规划,Hüttenhölischer 对穿梭车进行了全面且完整的预先组装与严格测试。“如此一来,在二号工厂我们基本上仅需将穿梭车安装至轨道上,即可完成后续工作。”Kellner先生总结道。自 2025 年 1 月起,新型抽屉系统已在柏丽的两家工厂正常投入使用。“鉴于该项目规模宏大,将生产设施改造为适配新系列产品的生产体系,这一过程无疑取得了极具里程碑意义的巨大成功。”David Müller 总结道。

更多信息:

www.nobilia.com

www.huettelhoelscher.com

www.beckhoff.com.cn/amp8000

www.beckhoff.com.cn/c6025

XTS 在汽车电气系统自动化线束生产中的应用

基于 PC 的控制技术赋能 线缆加工 — 灵活性与模块化 “双轮”加速前行

总部位于德国 Grafenau 的 Komax SLE 公司, 作为瑞士 Komax 集团旗下的重要成员, 专注于为数据线自动化加工领域提供标准设备与定制化系统解决方案, 其客户群体广泛覆盖汽车与工业两大核心领域。在当今时代, 车辆电气系统的生产环节必须严格保障高精度、高可靠性以及高质量, 要达成这一目标, 数据处理领域面临着愈发严苛的要求。Komax SLE 公司凭借其精心打造的 Lambda X 设备平台成功实现了既定目标。包括新型总线系统以及针对大批量加工需求实现的过程自动化。在平台构建过程中, 公司采用了基于 PC 的控制技术, 尤其是引入了倍福的 XTS 磁驱柔性输送系统。

在现代汽车中, 大量互联的功能控制单元借助长距离线缆, 将数据传输至车载中央计算机。历经多年发展, 车辆功能范围持续拓展, 这促使电气/电子架构变得错综复杂, 进一步增加了系统进一步扩展的难度。此外, 大量冗长线缆的存在, 不仅毫无必要地加重了车辆自重, 还侵占了极为宝贵的安装空间。在此背景下, 汽车以太网连接器系统与数据电缆应运而生, 成为解决这一难题的关键方案, 它们具备在千兆以上速率范围内高速传输海量数据的能力。与此同时, 一系列旨在简化通信基础设施的新概念也在持续涌现, 其中包括用于实时数据处理的车载区域网关, 它恰恰是实现更高阶自动驾驶等功能不可或缺的必要前提。

就生产效率而言, 这些新型车辆电气系统同样蕴藏着巨大的优化潜力。Komax SLE 公司研发部门主管 Manuel Eggersdorfer 解释道: “与目前定制化的复杂线束相比, 车载区域电气系统中结构简单的小型线束更适合自动化生产。这种方法在大幅提高生产效率的同时还能保证产品质量的始终如一。” Komax SLE 产品经理 Michael Schreiner 补充道: “自动化线束生产能够有效降低对车载电气系统干扰的公差要求, 显著提升导体加工和连接器装配的精度, 还能够采用更小的导体截面积和更短的剥线长度实现产品的小型化设计, 使得连接器兼具小巧的外观与轻便的特质。而借助在各个工艺模块之间创新性地采用了



(从左至右) Wolfgang Wiederer 与 Jan Hendrik Breitenstein (都来自倍福), 以及 Komax SLE 专家 Michael Schreiner (产品经理)、Christian Zieringer (供应链采购员)、Manuel Eggersdorfer (研发负责人) 和 Martin Mitterdorfer (采购经理)

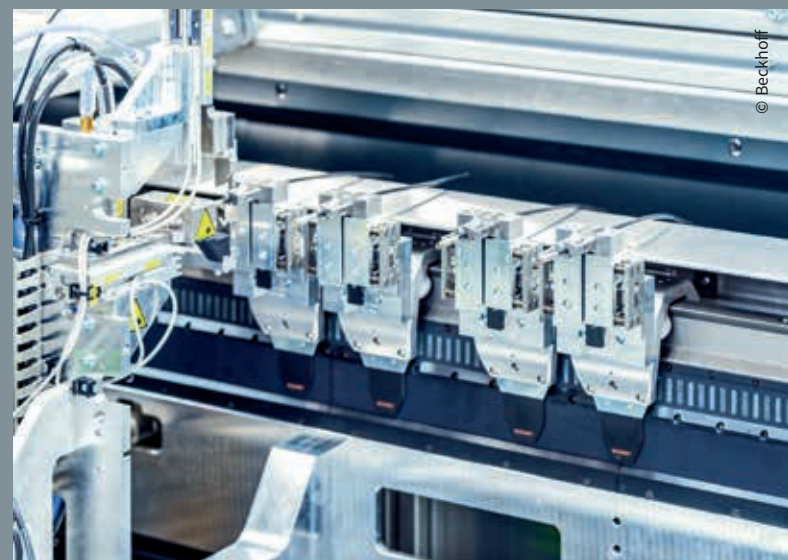


XTS 作为新型输送技术的 Lambda X 平台, 设备占地面积最多可减少 45%, 设备长度也从原本的 20 米缩短至 10 米, 同时, Ethernet 也为组装提供了极高的灵活信。”

专为复杂工艺打造的定制化设备平台

Lambda X 设备平台由 Komax SLE 精心设计, 是一个模块化且具备高度灵活性的基础架构, 主要用于半自动或全自动组装多级接触系统, 即复杂的连接器系统。该平台在硬件、设备控制以及可视化层面采用了模块化结构, 使得操作人员能够

XTS 磁驱柔性输送系统的动子巧妙运用机械夹具固定线缆, 以一种兼具高度灵活性与极小空间占用率的方式将线缆精准输送至各个工艺模块





控制柜内部清晰呈现了倍福多个组件的应用 — 从 C6032 超紧凑型工业 PC、CU8803 CP-Link 4 发送器盒、CU8130-0240 后备式 UPS，到 EtherCAT 端子盒以及 EtherCAT 和 TwinSAFE 端子模块

以高效且直观的方式对其进行操控。工艺模块可自由配置，并能够根据不同连接器系统和线缆类型的多样化装配要求灵活布置。高自动化水平也是满足尤其在汽车行业普遍存在的高标准 100% 检测及追溯要求的基本前提。Manuel Eggersdorfer 解释道：“我们拥有约 100 个具有高度标准化特征的工艺模块。但与产品直接接触的部件普遍具备可互换性。因此能够依据不同线缆的独特需求，极为轻松地创建出针对性的变体。”

Komax SLE 在软件方面也贯彻了平台化和模块化理念。Michael Schreiner 解释道：“Solutions Software Framework 构建了一个全面的标准软件功能库，不仅完美适配 Lambda 设备系列，还成功应用于 Komax 旗下的其他工厂。其覆盖的应用领域呈现出日益多样化的态势，除了常见的线缆加工设备外，还延伸至诸如缠带机等其它类型的设备。为向用户呈上最为卓越且界面布局简洁的操作体验，我们深度依托高度灵活的倍福技术，例如采用多种不同的 IPC 配置。”

Lambda X 所使用的众多工艺模块充分体现了电缆加工的复杂程度。其工艺流程从剥线模块开始，需要时，会加上一个旋转剥线模块，一起对电缆护套分段剥离。此外，还有压接模块、相机模块、用于质量控制的力监测装置，以及用于屏蔽电缆或双绞线的特定加工步骤。设备中的另一个关键部件是绕线器，它能够精准且高效地将长度长达 15 米的电缆卷绕起来，使其能够顺利地在设备内部进行输送。在绕线器研发成功并投入使用之前，所有长度从约 1.5 米起的电缆都需要依靠人工进行操

Lambda X 采用了倍福的紧凑型驱动技术，使用 EP7211 EtherCAT 端子盒驱动 AM8100 伺服电机



作，这一过程不仅耗时费力，而且效率低下。Manuel Eggersdorfer 补充道：“开发过程确实充满挑战，其中一部分原因归结于需要移动质量较大的部件。卷线操作通过倍福的 AX5000 伺服驱动器和 TwinCAT 3 NC Camming 软件功能进行精确控制。”

智能产品输送驱动开发实现跨越式飞跃

Michael Schreiner 认为，倍福的 XTS 磁驱柔性输送系统是 Lambda X 实现具有决定性意义的开发飞跃以及在中占据显著优势的核心要素，它使得工艺顺序不再受固定节拍的束缚，同时工艺模块能够在设备中以极高的密度进行布局。除前文所述的占地面积缩减达 45% 这一显著优势外，XTS 相较于传统产品输送方式，还具备一项极为突出的特点，那就是它能够实现反向运动。以小型设备的应用场景为例，借助这一独特功能，产品可在输送过程种多次靠近同一个剥线模块，从而无需额外增设剥线模块。在磨损程度以及故障发生概率这两个关键指标上，该系统相较于以往的驱动技术展现出了极大的优势。这一特性与 Komax SLE 一直以来所秉持的追求设备长使用寿命的理念高度契合。

依据不同的配置方案，Lambda X 所采用的椭圆形 XTS 系统在长度上具备极大的灵活性，最长可延伸至 9 米，其电机模块数量可在 38 至 62 个的区间内进行选择。在产品输送环节，系统最多可使用 60 个 XTS 动子。据 Schreiner 介绍，这些动子完全能够满足设备满载运行的需求，有效避免了加工过程中因物料输送不及时而产生的等待时间，进而防止对预先规划的循环时间造成任何不利影响。除已实现优化的模块配



除了永久固定安装的 CP3921 多点触控控制面板外, 还可额外选装一台相同客户定制版本的面板。此面板可作为操作面板, 在整个工艺流程层面实现手动移动与倾斜, 并安装于设备正面

置所带来的显著效益外, 他认为 XTS 还具备另一项具有决定性意义的关键优势: “我们具备自主构建模块的能力, 能够将其设计得尽可能小巧, 并且在模块定位方面, 突破了传统技术的限制。而且, 单个模块的加工位置也可以自由选择, 确保模块与整体结构完美契合。过去, 为保证设备实现最佳运行状态, 每个模块都需要进行极为精确的对齐操作。借助 XTS 系统所配备的软件, 这一难题得到了有效解决。此外, 与传统作业方式相比, 传输点所需的机械、气动以及传感器方面的相关工作量呈现出明显的下降趋势。最终, 在需要切换至新的电缆组件时, XTS 和 TwinCAT 通过深度集成和智能协同, 显著节省了时间成本。”

借助 XTS 系统以及额外配置的旋转轴, Lambda X 设备能够快速实现超过 100 个精确可控的运动功能。这一出色表现的背后, 离不开高性能的 EtherCAT 通信作为支撑。据 Manuel Eggersdorfer 介绍, EtherCAT 还具有拓扑结构自由选择、高可靠性以及广泛的第三方组件兼容性等优势。在旋转伺服轴的实现方面, 可以通过 AX5000 伺服驱动器与 AM8000 伺服电机的组合, 或者采用 EP7211 EtherCAT 端子盒和 AM8100 伺服电机的搭配来完成。Eggersdorfer 针对该优势进行了如下描述: “在运动控制方面, 我们能够充分享受到 EtherCAT 所具备的高性能以及倍福单电缆技术 (OCT) 的高效率

系统集成能量测量与面向未来的工业 PC 技术

倍福基于 PC 的控制技术还无缝集成了能量测量功能, 为 Komax SLE 带来了更多优势。Eggersdorfer 解释道: “Lambda X 选了一个 EL3443

电力测量端子模块和三个 SCT1111-0032 微型环形电流互感器。然而, 在实际应用中, 我们更倾向于在自有的测试台架上使用系统集成的能量测量功能, 以确定各个工艺模块的能耗需求。基于这些宝贵的数据, 我们能够结合不同设备的具体配置, 精确计算出每根生产电缆的总能耗、碳足迹, 乃至相关的二氧化碳当量。这些信息对于我们的客户而言, 正日益凸显出其重要性。”

Lambda X 控制系统的核心是 C6032 超紧凑型工业 PC, 之所以选择它, 是因为该设备不仅体积小巧, 而且具备强大的计算能力。Michael Schreiner 解释道: “C6032 搭载了性能出色的 Intel® Core™ i7 处理器, 其强大的运算能力被全面应用于控制、可视化以及通过 SQL 数据库实现的追踪追溯功能之中。如此高的利用率进一步凸显了基于 PC 的控制技术持续革新的重要性, 例如使用 TwinCAT Core Boost 等先进技术显得尤为关键。我们已洞察到未来的发展潜力所在, 能够将整个应用程序更均衡地分配至多个处理器内核上运行, 并依据实际需求灵活设定各内核的时钟频率。同时, 我们满怀期待, 相信 TwinCAT MC3 这一专为多核与多任务处理打造的运动控制解决方案, 定能为我们提供强有力的额外助力。”他进一步补充道, 这一操作解决方案极具前瞻性, 它最多能够配备两个根据客户需求定制的 CP3921 多点触控控制面板, 且借助 CP-Link 4 实现高效连接。这些控制面板不仅具备坚固耐用、品质卓越的特点, 而且通过配备包含 RFID 读卡器的按钮扩展单元, 精准契合了 Lambda X 用户的多样化需求, 最重要的是, 该方案确保了设备的长期可用性。

更多信息:

www.komax-grafenau.de

www.beckhoff.com.cn/automotive

www.beckhoff.com.cn/xts

功率半导体温度校准测试台架

测试实验室吞吐量与精度双提升

精确的温度特性在功率半导体器件的功率循环测试中起着举足轻重的作用。总部位于德国瓦尔施泰因的英飞凌科技股份有限公司借助一套集成 TwinCAT 3 Interface for LabVIEW™ 和 ELM3xxx 系列 EtherCAT 端子模块的测试台架测定相关特性曲线。得益于这一举措，校准精确度得以大幅提升，整个测试实验室的运作效率也实现了显著增长。

英飞凌科技位于瓦尔施泰因的基地专注于功率半导体器件及模块的开发与制造工作，这些产品具备多样化的载流能力，范围从几安培到 3000 A 不等。该基地是公认的创新核心，更是框架式供电模块 (FPM) 研发与制造领域的领军典范。这些模块广泛应用于全球各类设备中，例如电动汽车变流器、工业驱动装置、铁路驱动系统、风力发电机以及太阳能电站。

自动化测试台配备了 TwinCAT 软件平台和 ELM3xxx 系列高精度 EtherCAT 测量端子模块，能够同时测定多达 32 个功率半导体的温度特性

(从左至右) 倍福 I/O 产品经理 Christian Lindemann、半导体测试实验室负责人 Martin Roeckerath 博士、测试台架技术测试工程师 Martin Seidelmann (两人均来自英飞凌)，以及倍福销售工程师 Antonia Kuhn，在测试台前

功率循环测试是产品开发过程与生产阶段质量保证的核心环节。“这也合理解释了，在投资以及基础设施需求方面，功率循环测试台为何会成为我们设备中成本占比最高的部分。”瓦尔施泰因测试实验室负责人 Martin Roeckerath 博士如此说道。鉴于此，必须尽可能以高效的方式运用这些测试台架。在开展相关测试工作之前，需借助独立的测试台架对半导体开展温度校准操作，也就是测定其 TC 特性曲线。“后续在性能测试台上执行的所有测试都离不开这些温度特性数据，这是因为它们能够极为快速且精准地确定负载状态下的结温，而结温是最重要的参数之一。”英飞凌瓦尔施泰因基地的测试工程师 Martin Seidelmann 强调道。因此，每个模块都必须完成一次 TC 测量。





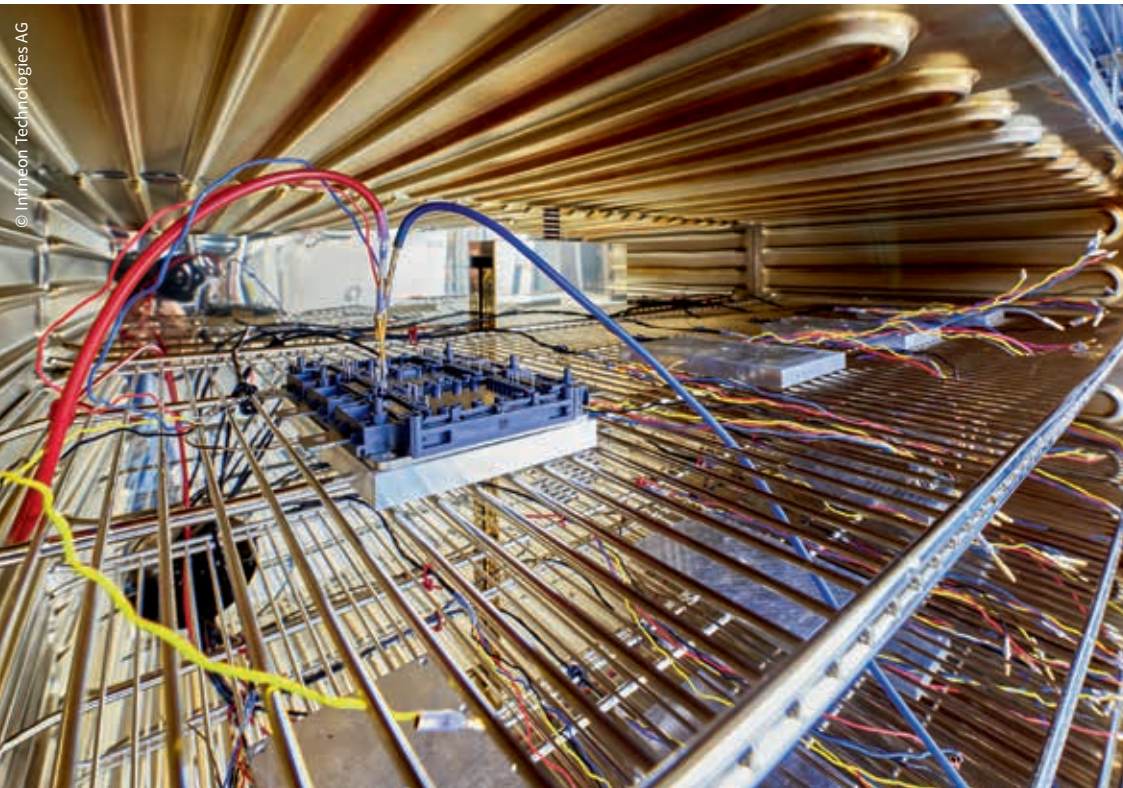
突破温度校准瓶颈

截至目前, 这些测量工作均采用手动方式完成: 具体而言, 测量电流与门电压时, 必须费力地手动设置参数, 而模块触点上产生的电压则借助经过校准的记录仪进行记录。“整个过程自始至终都没有任何自动化。”Martin Seidelmann 说道。在测量过程中, 若出现故障, 系统无法自动检测并给出相应提示。由于记录仪未联网, 测量值只能先通过 SD 卡或 U 盘读取, 再导入到另一台独立的 PC 中, 以计算温度特性曲线。

大约三年前, 他们便着手谋划对那个用于确定温度特性的手动测试台实施自动化升级改造。倍福基于 PC 的控制技术凭借其出色的灵活性

与开放性, 为 Martin Seidelmann 提供了极大的自由空间, 使得这座测试台架上能够校准各种不同类型的模块, 且无需耗费漫长的设置时间。不仅所测量的电流数值存在差异, 而且门电压也各不相同。例如, 部分配备二极管的模块只能进行正向测量。而对于 IGBT, 则需精准控制栅极并测量其集电极与发射极之间的电压。“在进行反向测量时, 这一情况同样适用于碳化硅 MOSFET。”Martin Roeckerath 博士透露道。

现在, 基于 PC 控制的自动化 TC 测量工作台已投入使用, 能够高精度、高可靠性地测定多达 32 个模块的温度特性。为此, 工作人员需将模块妥善放置于通过 TCP/IP 和 TwinCAT 控制的炉管之中, 并完成相应



炉管内部一览:为精准测定多达 32 个功率模块的温度特性,采用 EtherCAT 测量端子模块 ELM3102-0100,在不同温度条件以及规定的测量电流设定下,以 24 位分辨率和 0.01% 的精度开展电压测量工作

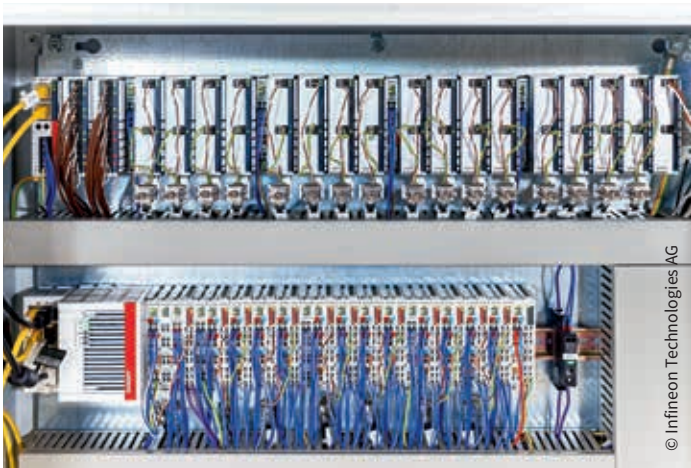
的接线工作,随后通入经过精确调节的电流。在长达数小时的测量过程中,炉管会按照预先设定的温度曲线运行。当系统达到指定温度(热平衡状态)时,模块触点上的电压会被精确测量,然后通过 EtherCAT 测量端子模块 ELM3102-0100 进行存储。“所谓精确,是指具备 24 位的分辨率以及 0.01% 的精度。”倍福 I/O 产品经理 Christian Lindemann 说道。Martin Seidelmann 对这些 EtherCAT 端子模块所展现出的高精度

仍记忆犹新:“在校准测量工作台的过程中,ELM 端子模块所测得的电压值与我们所采用校准标准的电压值,在小数点后第六位依旧分毫不差、完全一致。”

精确且灵活的校准

英飞凌采用专为控制 LED 量身打造的 EtherCAT 端子模块 EL2596,以精准生成 10 至 500 mA 范围内的测量电流。“我们借助分流器和模拟量输入端子模块,以高达 0.1 mA 的精度对测量电流进行调节,并且我们所使用的都是标准组件。”Martin Seidelmann 强调道。即便是仅需 1 mA 电流控制的特殊模块,标准组件中的 EtherCAT 端子模块依然能够适配。“为了实现所需的通道间电隔离,我们组合使用了 LED 控制端子模块与 EL9560 电源端子模块。”倍福销售 Antonia Kuhn 补充道。

基于 PC 的控制技术在控制架构层面也展现出了卓越的灵活性。项目明确指定采用 CX5140 嵌入式控制器作为计算机平台,并在该平台上以用户模式运行 LabVIEW™ Runtime,同时确保其与 TwinCAT 3 并行运行。测量技术软件通过 TwinCAT 3 Interface for LabVIEW™ (TF3710) 接收所有设定值与实际值,以及用于操作、可视化和特性曲线计算的状态位。Martin Seidelmann 还看到了 EtherCAT 端子模块可编程性所蕴含的另一大优势:“在准备测试时,操作人员只需输入待测模块的 ID 即可。后续的工作都由 TwinCAT 完成,它负责配置炉管控制、测量电流以及门电压 — 例如,为 IGBT 设定 15 V 的电压,或为碳化硅模块设置 8 V 电压。”



上方为 16 个 EtherCAT 双通道测量端子模块 ELM3102-0100,以 24 位分辨率和 0.01% 的精度测量半导体模块上产生的电压;由 EL2596 EtherCAT 端子模块提供的 10 至 500 mA 的电流通过分流器精确注入,而这些端子模块则通过 EL9560 电源端子模块(下方)实现电气隔离

TwinCAT 及 TwinCAT Interface for LabVIEW™ 能够助力测试台架自动适配不同类型的功率模块,例如,可实现测量范围从 5 V DC 切换至 2.5 V DC,同时保持 24 位的高分辨率,还能对门电压以及测试电流进行精确配置



© Infineon Technologies AG

紧密合作

控制柜由倍福的系统应用部门设计和建造。“此次实施成果堪称完美。”Martin Seidelmann 表示,“比如,控制柜顺利获得 CE 认证,毕竟英飞凌作为汽车功率半导体供应商,对于 CE 认证有硬性要求。”

即便面对诸如将控制精度提升十倍这类特殊功能需求,也可以通过固件更新在标准产品中得以实现:“在英飞凌与倍福的通力合作下,我们很快达成共识,成功实现了控制精度的显著提升。”Christian Lindemann 补充道。

测试实验室全面获益

相较于以往,英飞凌每次测试的设置时间可以节省约一小时,同时测量精度和可靠性也获得了很大提升。如今,有了自动化技术助力,测试流程能够在夜间进无人值守状态下运行。“现在,我们一天可以开展两轮测试。”Martin Roeckerath 博士说道。炉门的开启通过 TwinCAT 及

TCP/IP 控制,从而显著加快了炉管的冷却速度。因此,操作人员能够更早地着手筹备下一轮测试。

更高的吞吐量不仅直观地反映在设备综合效率(OEE)的大幅提升上;而且,对于承担服务提供角色的测试实验室来说,这一优势使其能够更加从容地满足研发部门有时极为紧迫的交付期限。尽管目前已经取得了令人瞩目的成绩,但 Martin Seidelmann 和 Martin Roeckerath 博士并未有丝毫懈怠与满足,他们已经在着手进一步提升生产效率:下一步,将不再采用从功率循环测试台上手动获取温度特性曲线这种耗时费力的方式,而是通过模块 ID 从中央数据库中自动调取相关数据。“这将进一步提升设备综合效率。”Martin Seidelmann 说道。得益于对基于 PC 的控制技术所积累的积极且良好的使用体验,目前公司正在规划另外两套测试系统,每套系统都能够同时测试 24 个模块,值得一提的是,其中一套系统将安装在位于匈牙利的生产基地。

更多信息:

www.infineon.com

www.beckhoff.com.cn/measurement

搭载先进 TwinCAT MC3 运动控制系统的注吹机

专为液压与伺服系统 量身定制的高性能运 动控制解决方案

凭借新一代 Pressblower DSE5-30 注吹机, Ossberger 公司正积极开拓全新领域 — 这不仅体现在部件尺寸与搬运系统方面的突破。通过采用倍福的 TwinCAT MC3 Base、Fluid Power、Plastic Framework 以及 Weighing Library, 这家坐落于韦森堡的企业在自动化领域实现了重要的技术跨越。

Ossberger 公司的 Pressblower 机型, 广泛应用于生产各类汽车零部件, 例如减振器和空气悬挂系统所需的波纹管, 以及传动轴防尘套等。这些零部件的需求量极大, 常常达到数百万件之多。随着汽车整体重量的不断增加, 空气悬挂系统也朝着更大尺寸的方向发展, 对相应规格波纹管的需求也随之提升。Pressblower DSE5-30 正是为满足此类应用需求而专门研发的, 其自动化架构经过了彻底的重新设计。

平等伙伴关系

这一创新自动化方案的开发工作大约始于三年前。其目标是打造一个模块化平台, 该平台不仅适用于所有未来规划的设备系列, 还能毫无技术限制地满足客户的多样化需求。“自 2012 年起, 我们便开始使用倍福基于 PC 的控制技术和 TwinCAT 2, 因此, 当新设备系列面世时, 向 TwinCAT 3 (Build 4026) 进行过渡也就成了水到渠成之事。特别是在项目推进的极早期阶段, 我们就已对 TwinCAT MC3 的研发动态及其蕴含的潜力有了深入了解。”Ossberger 公司研发及塑料部门负责人 Bernhard Wittmann 回忆道。

在新一代专为大型波纹管打造的注吹机里, TwinCAT 3 与 TwinCAT MC3 运动控制、TwinCAT Plastic Framework 以及 TwinCAT Weighing Library 深度融合, 实现了性能与精度的显著跃升

PRESSBLOWER
DSE5-30





© Beckhoff

(从左至右) Ersoy Inderesi、Bernhard Wittmann 和 Gerd Reutelhuber (均来自 Ossberger 公司)，一同站在 Pressblower DSE5-30 机型前，手中拿着典型的波纹管产品

基于 Ossberger 公司具体的系统架构与实际需求，多种 TwinCAT 运动控制功能经过深度优化，并增加了一系列重要特性。“Bernhard Wittmann 及其团队开展了极具价值且具有开拓性的工作。”在倍福纽伦堡子公司系统应用工程师 Michael Roth 证实道。例如，在 TwinCAT MC3 中，他们实现了在同一开发环境下对电动轴和液压轴进行编程与同步操作的功能。“这一特性与 Ossberger 注吹机以及众多其它塑料机械的要求完美契合。”在倍福纽伦堡子公司销售工程师 Alexander Klos 确认道。

液压与电气系统的标准化编程

在 TwinCAT MC3 环境下，无论是液压轴还是电动轴，也无论采用闭环控制模式抑或仅开环控制模式，轴的操作与编程方式都实现了高度标准化。“从程序员的角度来看，应用层面是完全透明的。”Ossberger 公司塑料技术主管 Sebastian Rabenstein 强调道。尽管如此，TwinCAT MC3 仍旧充分考量了各类系统的具体特性，例如液压系统的非线性问题。“MC3 可以将诸如阀门测量这类细节精准地映射到对应的轴对象中，使得程序员几乎无需在这些细节上投入过多精力。”Ossberger 公司负责软件开发兼 TwinCAT 3 转换的项目经理 Gerd Reutelhuber 表



© Beckhoff

TwinCAT MC3 通过 AX8000 多轴伺服系统，实现了拉伸单元中电动轴 (AM8053 同步伺服电机) 与液压轴运动曲线的同步控制

示。另一个积极的成效在于，设备制造商能够保持与供应商的独立性，能够测试不同阀门供应商所提供的产品，甚至有机会尝试运用电动轴开展相关业务。

成功应对严苛工艺挑战

Pressblower 工艺巧妙融合了注塑成型与吹塑成型这两项技术。该工艺具备显著优势，一方面能够打造出精度极高的接头端，另一方面可实现对波纹管长度方向上物料分布的精准定义。首先，波纹管端部通过注塑成型工艺制作。紧接着，注塑模具向上移动，同时挤出预先设定好的注塑量（即塑料重量）。最后沿长度方向形成了不同壁厚的管状型坯。“基于这一需求，我们将 TwinCAT Plastic Framework 的壁厚控制与 TwinCAT MC3 有机结合。”Michael Roth 说道。

接下来，吹塑模具围绕型坯闭合，随后使用压缩空气将型坯吹制成所需形状。经过短暂的固化和冷却阶段后，吹塑模具会自动打开。机器人将成型后的波纹管取出，并将其转移至离心切割器，使用该设备修剪掉多余的材料。完成这一工序后，立即进行重量检查，它将作为衡量产品质量的关键标准。Ossberger 在此创新性地采用了全新方法：此前所

使用的 10 厘米宽评估单元已被一款专为电阻桥或称重传感器设计的 EtherCAT 2 通道模拟量端子模块 ED3362-0100 所替代。结合 TwinCAT Weighing Library, 这款窄版端子模块能够实现对波纹管重量的高精度 (0.1 克) 测量。称重作业采用静态方式进行, 由机器人将产品放置于秤台之上。Weighing Library 会对测量值进行过滤, 有效消除因设计因素本身所产生的干扰。

其中, 型坯的拉伸工艺对运动控制提出了极为严苛的要求, 因为系统必须同步执行三个预定义的运动曲线:

- 电动拉伸单元的速度曲线
- 液压注射活塞的速度曲线, 它决定物料的供给量
- 喷嘴的行程曲线, 它决定锥形喷嘴的开度大小, 进而决定拉伸过程中的壁厚

缩短控制周期, 实现精度跃升

“通过以 500 μ s 的周期同步控制这三条轨迹曲线, 能够实现对成型件的精准把控, 进而明确波纹管的特性。”Ossberger 公司塑料技术主管 Sebastian Rabenstein 说道。Bernhard Wittmann 预计, 周期时间的缩短能够实现速度和精度的大幅提升: “仅控制时间的加快就说明着我们能够更接近设定曲线, 从而实现更高的精度。”据 Bernhard Wittmann 介绍, TwinCAT Plastic Framework 的壁厚控制在维持狭窄公差范围方面也发挥着重要作用, 其贡献占比约为 80%。“借助 TwinCAT, 很多事情都能很快完成, 然后马上进行测试。”Gerd Reutelhuber 强调道。所有设置均借助 CP3921 多点触控控制面板上的 TwinCAT HMI 人机界面完成, 此面板通过 CP-Link 4 与 CX5630 嵌入式控制器通信。

上图: 所有电动轴均通过 AX8000 多轴伺服系统进行控制

下图: 搭载双核 CPU 的 CX5630 嵌入式控制器以 500 μ s 的周期时间执行所有运动控制任务; 对于速度较慢的过程, 则采用更长的周期时间进行多任务处理



Ossberger 公司 Bernhard Wittmann

“TwinCAT 3 所具备的多核与多任务处理能力, 对我们而言是一项至关重要的特性。”

该系统共包含三个液压轴和四个电动轴, 由 AM8000 伺服电机与 AX8000 多轴伺服系统驱动。新系统中首次集成了用于部件搬运的机器人。Sebastian Rabenstein 解释道: “相较于以往的解决方案, 这款机器人优势显著, 它所占用的空间更小, 同时完全具备满足实际需求的负载能力, 还能直接通过 TwinCAT 实现控制。”根据客户提出的规格要求, 既能够灵活构建常见的笛卡尔搬运系统或按需配置旋转轴。

充分释放 CPU 性能潜力

Ossberger 选用搭载 AMD Ryzen™ R1505G 2.0 GHz 双核处理器的 CX5630 嵌入式控制器作为系统的核心控制单元。“它的计算能力足以全面满足设备控制各个层面的需求, 包括机器人集成和 HMI。”Alexander Klos 补充道, “这得益于 TwinCAT MC3 的强大功能, 借助它能够单独设置每个任务的周期时间。”对于温度控制、可视化等较慢的过程, 系统会以较低的速度执行, 而针对运动控制这类对实时性要求极高的任务, 则会以极快的速度运行。“TwinCAT 3 所具备的多核与多任务处理能力, 对我们而言是一项至关重要的特性。”Bernhard Wittmann 强调道。同样重要的是, TwinCAT 3 在响应客户需求方面展现出了卓越的灵活性与强大的功能性, 例如在工艺优化、分析以及能源管理等功能的强化方面, 表现非常突出。

针对能源管理领域, Ossberger 已经成功集成了用于电力和能源测量的 EtherCAT 端子模块, 以精准记录和评估电能消耗。“这一点对于那些生产基地位于能源成本高昂国家的客户而言, 显得尤为关键。”销售经理 Ersoy Inderesi 补充道。

在对不同材料进行大量测试后, Ossberger 决定逐步将其余设备系列迁移至 TwinCAT 3, 以充分挖掘这种灵活的多核、多任务运动控制技术的潜力, 让电动轴和液压轴能够享受其带来的显著优势。“我们基于模块化的理念构建了所有设备功能, 如此一来, 便能够迅速实现从 TwinCAT 2 到 TwinCAT 3 的切换。”Gerd Reutelhuber 解释道。这意味着所有子功能都能够在 TwinCAT 3 中轻松实现实例化, 并依据不同系列的实际需求灵活运用。“在应用开发与系统选型的关键阶段, 我们便已将双头机型纳入考量范围。”Bernhard Wittmann 在对下一个项目进行展望时说道。

更多信息:

www.ossberger.de

www.beckhoff.com.cn/twincat-mc3



© Aduart, Till Götze

基于 MQTT 的剧院与歌剧院舞台智能化管理系统

创新型控制台为演出顺利 保驾护航

这是莱比锡歌剧院
三套全新舞台管理
控制台之一, Aduart
GmbH 为其选择了
基于 PC 控制的开放
式物联网解决方案

© Aduart, Till Götze

Aduart GmbH 依托倍福基于 PC 的开放式控制技术, 精心打造了一套专为剧院与舞台量身定制的物联网舞台管理系统。该系统荣获了德国戏剧技术协会 (DTHG) 颁发的 2025 年 Showtech 奖。在实际应用中, 它能够出色地实现莱比锡歌剧院楼宇设备、舞台技术与艺术表演团队之间的同步。

莱比锡歌剧院的历史可追溯至 1693 年: 330 多年前, 在布鲁尔大街上, 一家剧院正式开业运营, 成为继威尼斯和汉堡之后欧洲第三家公共音乐剧院。自 1960 年莱比锡歌剧院现址建筑启用以来, 其舞台管理系统的大部分部件一直持续运行至今, 期间仅进行过改造和部分扩充, 而最近一次也已经是约 30 年前的事了。鉴于此, 对该舞台管理系统展开全面现代化改造已迫在眉睫, 系统故障频发, 已对演出运营构成了严重威胁, 而且由于备件短缺, 维修难度也与日俱增。

此次对舞台管理技术进行全面且必要的更新升级, 为弥补系统缺失的功能以及采用开放、面向未来且能兼顾当下与长远需求的技术提供了宝贵契机。“Aduart 的舞台管理控制台之所以在众多同类产品中脱颖而出, 关键在于其采用了基于网络的独特架构, 它基于先进的 MQTT 技术和自有服务器构建。”倍福娱乐行业经理 Michel Matuschke 解释道。相较于传统系统, 该架构显著提升通信与处理速度, 同时在灵活性与开放性方面也展现出卓越优势。

长期可用性和灵活性是系统稳定运的必要条件

Aduart 面临的挑战是需要找到一套在可靠性和长期可用性方面达到工业要求的控制系统。此外, 系统还需具备强大的接口支持能力, 能够全面兼容所有与影音及媒体技术相关的接口协议, 包括 sACN、SMPTE timecode、Art-Net™、AES70 (OCA)、PIXERA、PosiStageNet、PJLink 和 Riedel 等, 同时也要支持类似系统直至楼宇技术领域的接口协议, 如 BACnet、DALI、KNX/EIB 等。“基于我们深入且全面的研究分析, 倍福基于 PC 的控制技术是唯一能够同时满足这两项严苛要求的自动化平台。”Aduart GmbH 总经理 Till Götze 说道。基于 PC 的控制技术在硬

莱比锡歌剧院的舞台配备了尖端的影音与媒体技术, 提供丰富多样的功能选项



莱比锡歌剧院的历史可追溯至 1693 年

舞台监督 — 演出期间把控全局的“首席执行官”

舞台监督，亦称演出监督，在剧院中扮演着重要角色：他们负责统筹演出全过程的组织和调度工作，确保道具、布景、服装以及技术设备都能在正确的时间精准就位，同时保障场景转换与演出的无缝衔接。他们通过广播通告、显示屏和信号灯向灯光音响控制台的操作人员、化妆团队成员以及演员发出指令。他们通过摄像头全方位监控演员的表演流程和时间把控情况。演出期间，他们指挥幕后团队有序运作，及时发出明确的提示信息，播放契合剧情的音乐与音效，并同时全力保障场景转换顺畅无阻。

件和软件方面也具备模块化特点，这意味着舞台管理系统可以在未来的项目中根据其他场馆的需求进行个性化调整。

自 2025 年演出季起，Aduart 舞台管理系统便正式在莱比锡歌剧院投入使用。然而，这一意义重大的项目并非一蹴而就，其规划工作早在 2022 年初就已展开，由 Graner + Partner GmbH 工程公司全权负责。在项目实施阶段，开姆尼茨的 SIGMA & TBL Kommunikationstechnik GmbH 与 Aduart 紧密合作，充分利用 2024 年的停演期及 2025 年演出季初期的时间，完成了项目的落地实施。该项目使用的设备包括：

- 3 套舞台管理控制台 (2 套固定式、1 套移动式)
- 14 个用于各种控制任务的附加触摸面板
- 435 个 IP 扬声器 (ATEiS)
- 50 台显示器
- 19 台遥控相机 (PTZ)
- 38 个内部通话系统 (RIEDEL ARTIST-1024)
- 112 个 DMX 信号灯

Aduart 在舞台管理系统的构建中采用了基于 PC 的控制技术和创新的物联网技术，成功打造出一个具备高度可扩展性的开放架构，使得控制器既可以无缝集成于主控制中心，也能够巧妙地融入通过光纤连接、并

用作 DMX 信号灯和配电器接口的分中心之中。此外，舞台管理系统中还集成了由 Riedel Communications GmbH 提供的视频网络 (Mediornet) 和内部通话系统 (ARTIST-1024)、由 ATEIS 提供的 IP 扬声器系统、连接各类相机和录制设备等的内部技术网络，以及用于读取灯光场景的灯光网络。这些组件通过一个性能强大的 IP 网络互联，整个系统的总电缆长度约为 50 公里，其网络架构分布在两个主控制中心和 15 个分站中。“在此之前，从未有过构建这种类型和规模的基于 IP 的系统的先例。”Götze 在强调该项目的重要性时说道。

高性能控制与网络技术

舞台管理控制台以两台冗余设计的 CX2033 嵌入式控制器为核心，搭载 TwinCAT 3 软件，并具备通过 TCP/IP (TF6310)、串行通信 (TF6340)、XML 服务器 (TF6421) 和物联网通信 (TF6701) 等功能进行通信的能力。“得益于 TwinCAT 所提供的娱乐系统通信协议以及配备多种通信接口的 EtherCAT 端子模块，我们顺利实现所有系统的无缝集成。”Götze 强调道。倍福支持例如 Riedel Communications 的 RRCS 协议的核心架构部分，能够通过 AES70 (OCA) 标准实现音频设备耦合，同时兼容众多其它通信协议。

莱比锡歌剧院总共使用了近 170 个 EtherCAT 端子模块，其中包括 7 个 EL6851 DMX 主站端子模块和 6 个 EL6022 双通道通信接口端子模块 (RS422/RS485)。据 Till Götze 介绍，EL1862 和 EL2872 EtherCAT 端子模块的高通道密度及其特殊的连接技术 (连接器和扁平电缆相结合)，再加上快速专业的技术支持服务，极大地简化了调试过程。该网络架构具有多样化且要求极为严苛的特点，具体表现为：10 个带光纤接口的 EtherCAT 耦合器 EK1501、10 个 EtherCAT 星型拓扑扩展模块 (光纤) EK1521 以及另外 10 个 EtherCAT 耦合器 EK1101。Aduart 可以依据实际需求，在传统铜缆传输与光纤传输这两种介质之间灵活做出选择。“能够借助 TwinCAT 在 Visual Studio 灵活编写应用程序，再加上倍福可靠的技术支持，这对于我们而言，无疑是一项巨大的优势。”Götze 在展望未来将开展更多基于倍福技术的项目时如此说道。

借助 EtherCAT 端子模块，Aduart 得以实现方案配置的高度灵活性与精准性，以图中所示分站为例，其集成了一个 16 通道数字量输入端子模块 EL1809、一个 EtherCAT 端子模块 EL6851 (DMX 主站) 和一个 2 端口 EtherCAT 星型拓扑扩展模块 EK1122

额外配备两个独立千兆接口 (CX2500-0060) 的 CX2033 嵌入式控制器，将舞台监督发出的各类指令转换为剧院技术设备的控制命令，并通过 MQTT 协议控制各个组件

带单模光纤接口的 EtherCAT 耦合器 EK1501 用于连接各分站与主控制中心的光纤星型拓扑网络；配电设备则通过 EtherCAT 星型拓扑扩展模块 EK1521 集成



更多信息:

www.aduart.com

www.sigma-tbl.de

www.graner-leipzig.de

www.beckhoff.com.cn/media-technology

在同一屋檐下实现生活与工作的可持续协同发展: ZIN in Noord 将约 55,000 平米的办公空间、127 套公寓、240 间酒店客房以及咖啡馆、餐厅、体育、休闲和零售等设施有机整合, 打造出一个生活与工作完美融合的城市中心

基于 PC 的控制技术赋能布鲁塞尔最大建筑群 ZIN in Noord 的智能化升级

智能楼宇自动化集成所有技术 系统驱动效率与可持续性双提升

布鲁塞尔的 ZIN in Noord 建筑综合体集餐饮、办公与商业空间、120 多套公寓以及一家拥有 240 间客房的酒店于一体，打造出一个生活与工作完美融合的城市中心。作为在设施和技术等多领域的专家，VMA 公司凭借倍福基于 PC 的控制技术的开放性和卓越性能，成功实现了这座高效建筑的自动化。

这一雄心勃勃的改造项目代表了一种崭新的工作模式，并以极具创新的方式将多种其它功能有机融合在一起。ZIN in Noord 大楼高 128 米，共 31 层。其内部空间规划丰富多样，拥有 70,000 平米的办公区域（其中佛兰德政府占据 55,000 平方米）、约 5000 平米的共享办公空间、127 套公寓、一家拥有 240 间客房的酒店，以及一个可提供 1200 个汽车和自行车车位的公共停车场。建筑综合体的其它构成要素丰富多样，涵盖配备体育、休闲及零售设施的公共区域、咖啡馆和餐厅，以及一个多层玻璃中庭。

除了其非凡的规模之外，该项目还树立了循环经济标杆。其中，两座建于 20 世纪 70 年代的办公大楼，其内部结构被彻底拆除，在拆除过程中尽可能地各类材料进行回收再利用，同时保留了原有的交通流线。

可持续设计与气候控制

该建筑将可持续运营作为核心目标。“例如，作为投资方的佛兰德政府规定，建筑的能耗必须逐年降低。”VMA 智能与可持续楼宇管理销售经理 Pascal Kinoo 解释道。智能幕墙采用节能设计，确保建筑内部环境的舒适度。外墙上的太阳能板既能为建筑提供能源，又能起到遮阳效果。

智能窗户控制系统也为建筑的节能运行提供了有力支撑：自动控制的窗户白天会自动开启，让新鲜的空气流入室内，夜间则会自动关闭，实现自然对流降温。房间里的灯一旦熄灭，窗户就会按照设定自动关闭。走廊的照明与电梯控制系统联动工作，灯光仅在电梯门快要打开的时候才会开启。建筑及中庭的屋顶也安装了太阳能板。气候控制所需的冷量和热量由地热系统产生，该系统能满足建筑超过 60% 的能源需求。“若要实现对所有这些功能的高效整合与控制，必须采用能够集成所有技术系统的楼宇管理系统。”Pascal Kinoo 解释道。

基于这样的考量，位于圣马滕斯-拉特姆的系统集成商 VMA，一家专注于节能、能源流管理以及楼宇自动化领域的公司，实施了其自主研发的 Vmanager 楼宇管理系统（BMS），并将楼宇技术中所有相关组件都集成到了该系统之中。

所有系统的自动化控制集成在同一个平台上

作为在设施和技术等多个领域的专家，VMA 承担了 ZIN in Noord 大楼内约 95% 技术设备的安装工作：暖通空调、照明、电力、给排水以及消防技术等无一遗漏，所有系统都无缝集成到楼宇管理系统中。“鉴于该



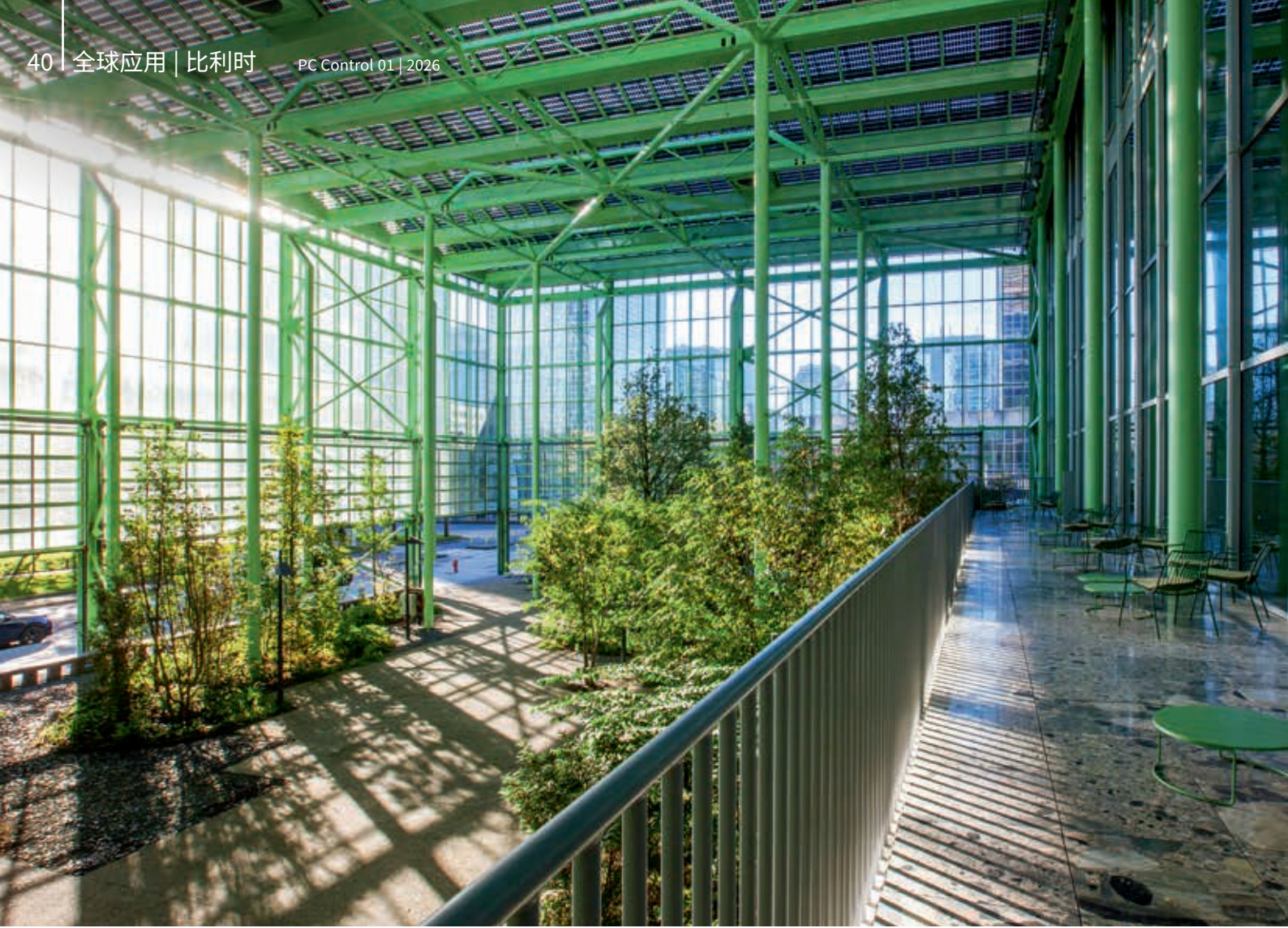
数十台 CX5230 嵌入式控制器与 120 多个 BK9050 TCP/IP 耦合器协同工作，采集暖通空调、给排水、电力、照明、遮阳和消防等子系统中的所有数据

项目规模宏大，要达成既定目标绝非轻而易举之事。”VMA 软件开发者 Dirk Stradiot 回忆道。他的任务是将所有系统无缝集成到 Vmanager 中。最终，得益于倍福基于 PC 的控制技术的开放性和高性能，VMA 成功达成了所有既定要求。

“面对这一规模庞大且涵盖领域极为广泛的项目，我们迫切需要一个在楼宇自动化领域具备丰富实践经验的合作伙伴，能够支持来自不同专业领域的大量接口与协议。同时，开放式控制平台使我们能够高效地编程所有功能。”Dirk Stradiot 在阐述选择倍福基于 PC 的控制技术的决策依据时说道。建筑用途的多样性以及由此衍生出的多样化编程需求带来了额外的复杂性。面对这一复杂挑战，Dirk Stradiot 为此项目量身定制了一套打破常规的解决方案：“在一般的标准项目中，所有设置都是预先编程好的，但在 ZIN in Noord 项目中，用户仍然可以调整各种参数。”

嵌入式控制器和耦合器中的接口集成

除了用作楼宇自动化系统核心的 CX5230 嵌入式控制器之外，系统还集成了 BK9050 TCP/IP 总线耦合器以采集各类信号。“这种可通过以太网



自动窗户控制与遮阳等一系列节能举措的协同实施,为达成业主方 — 佛兰德政府所设定的年度能耗降低目标提供了有力支撑

实现连接的方式虽操作简便且可靠性极高,但目前在楼宇自动化领域尚未得到广泛应用,它显著降低了众多组件的成本投入并缩短了安装所需时间。”倍福比利时分公司销售工程师 Ronny Noynaert 解释道。

基于项目规模的实际需求,所涉及的设备数量极为庞大:69 台配备不同 I/O 的 CX5230 嵌入式控制器以及 120 个 BK9050 TCP/IP 总线耦合器协同工作,采集各个子系统的数据并控制各类组件。这些站点共配备了 765 个 DALI/DALI-2 总线端子模块(KL6821)、82 个 KNX/EIB 总线端子模块(KL6301)、278 个用于控制百叶窗的单通道通信接口端子模块(KL6831 和 KL6841),以及 139 个单通道通信接口端子模块(KL6041)。VMA 在技术室现场的操作和显示层面使用了 KL8519 16 通道数字量输入信号模块和 KL8528 8 通道数字量输出模块。

为了确保在规划和编程过程中独立开展工作,技术被进行了拆分处理。“照明以及所有会直接对酒店宾客和办公人员使用体验产生影响的各类技术,都与‘慢速’的暖通空调技术分离开来。”Dirk Stradiot 解释道。

VMA 可借助 TwinCAT 工程平台对高效编程所有功能,即便是复杂功能,亦不在话下。Pascal Kinoo 以停车场的照明为例阐释道:“通常情况下,停车场照明处于调暗模式,仅在运动传感器检测到特定区域有车辆或人员时,照明亮度才会被自动调节至 100%。”仅这一项措施就能节省可观的能耗开支。



智能照明控制可节省约 66% 的能源



© Philippe van Gelooven

技术设备通过 KL8519 输入信号模块以及 KL8528 (数字量) 和 KL8548 (模拟量) 输出模块在现场进行操控



© Philippe van Gelooven

作为在设施和技术等多个领域的专家, VMA 承担了 ZIN in Noord 大楼内约 95% 技术设备的安装工作。此项目由 (从左至右) 软件工程师 Dirk Stradiot 和智能可持续楼宇自动化销售经理 Pascal Kinoo (两人都来自 VMA) 主导, 同时, 倍福比利时分公司销售工程师 Ronny Noynaert 也给予了大力支持

© Philippe van Gelooven

VMA 智能与可持续楼宇管理销售经理 Pascal Kinoo

“ OPC UA 为倍福硬件/软件与我们软件之间的通信提供了便利。”

突破企业边界的团队协作

除了依托基于 PC 的控制技术, Dirk Stradiot 还将与工程公司 VK Engineering 以及项目团队其他成员开展的建设性合作, 视为推动项目成功的另一个关键因素。“每位成员都秉持着高度务实的态度投入工作, 全力以赴为建筑项目探寻最优解决方案。一旦问题浮现, 我们不会相互指责, 而是迅速与实力出众的倍福团队携手, 共同剖析问题, 制定应对策略。值得一提的是, 若采用传统的安装模式, 电气安装所需的空间将会是现在的十倍之多。”

所有数据都通过 OPC UA 传输到用作中央监控系统的 Vmanager 中, 从而为技术人员提供了全面且清晰的建筑信息概览, 必要时, 他们能够深入至组件级别, 实施精准的控制操作。“OPC UA 还为倍福硬件/软件与我们软件之间的通信提供了便利。”Pascal Kinoo 解释道。

在 ZIN in Noord 项目中, VMA 所具备的深厚专业知识与倍福基于 PC 的控制技术实现了深度融合, 如今所有区域都通过 Vmanager 实现了可视化呈现。完整的楼宇自动化系统验收测试于 2025 年 1 月下旬开展。彼时距离首批用户入住该楼已满一年。虽然该项目规模宏大, 且安装与控制环节错综复杂, 系统运行过程中出现的故障工单数量却极少。更为难得的是, 这些少量的故障完全被如潮水般涌来的积极评价所掩盖。Pascal Kinoo 评论道: “目睹一切有条不紊地运转, 每个环节配合默契, 感觉真是太棒了。”

更多信息:

www.vma.be

www.beckhoff.com.cn/building

费利·保时捷会议中心：现代化建筑架构与前沿活动技术融合典范

智能技术赋能：解锁建筑简单、灵活且高效节能的使用模式

坐落于奥地利滨湖采尔的费利·保时捷会议中心 (FPCC) 始终秉持着持续发展与前瞻布局的理念，开展了一系列现代化改造工程，为活动中心的运营方及广大客户带来了巨大收益。建筑所配备的功能与活动技术兼具高度的灵活性以及超乎寻常的易用性，再加上高能效特性，成功将运营效率提升至前所未有的水平，为未来的可持续发展筑牢了坚实根基。此项目由总部坐落于维也纳的 Salzgeber GmbH 公司运用倍福技术成功实施。

FPCC 首席执行官 Oliver Stärz 指出，保时捷品牌向来是运动、趣味性与灵活性的象征，而费利·保时捷会议中心恰好完美承袭了这些特质：其技术实现了精妙绝伦的协调，使用体验更是高度个性化。该活动中心于 2007 年正式开业，即便以当时的眼光审视，其设计也秉持着整体性理念，始终将为客户提供兼具功能性与易用性的体验作为核心追求。正如 Stärz 所解释的，运营方明确将目标锁定在会议行业的未来可行性、能源效率提升以及可持续性发展上：“作为一家获得认证的绿色会议与绿色活动企业，我们尤为重视与合作。这种合作模式能够显著节省双方的时间与精力，得益于我们内部专家团队提供的全方位支持，企业得以高效且精准地生成可持续发展报告。”

FPCC 的重要特征包括可供使用的楼面面积达 2100 平米，开放空间面积为 1600 平米，同时还配备 400 个地下停车位。活动中心共有八个可灵活调配使用的单元，通过不同组合方式可形成总计二十种房间布局。整个场地最多可容纳 1200 人，具体到每个房间，容纳人数范围在 20 至 800 人不等。该建筑积极践行绿色节能理念，配备了总面积达 787 平米的光伏板，功率高达 160 kWp。同时，为进一步提升能源利用效率，建筑内约 500 盏灯具完成了从卤素灯到先进 LED 技术的升级改造。经测算，与传统光源相比，此次升级可实现约 74% 的能源节省。Salzgeber 公司引入了倍福基于 PC 的控制技术，为楼宇设备控制以及高效能源利用构建了灵活的基础，具备易于扩展和实现现代化的显著优势。

活动中心静候各方用户莅临

鉴于该建筑具备易于使用的特性，且使用选项具有高度的灵活性，Oliver Stärz 认为，所有与之相关的利益方均能从中收获显著效益：“无论是对于我们运营方，还是我们的客户而言，这一建筑特性都带来了显著优势。因为我们仅需很少的投入便能迅速响应新的使用需求，而客户也能够以最为理想的方式将他们的个性化设想变为现实。值得一提的是，即便在活动进行期间，若有必要，客户也具备自主做出更改的能力。此外，建筑能效的提升同样意义重大，首先，它在运营过程中产生了积极的成本效应，其次，能效提升也日益成为客户的重要诉求。”

Salzgeber 公司高级项目工程师 Tino Pfeifer 补充道：“客户易用性尽可能简化这一概念可以如此直观阐释：基于预订信息、空间占用情况，以及借助大量传感器技术所检测到的人员存在状态，建筑及其整体基础设施‘智能感知’目前正在举办的活动类型，精准把握所需满足的具体要求以及客户的个性化需求。”对于 Oliver Stärz 而言，这套具备高度灵活性与强大功能的楼宇自动化系统，还蕴含着另一项显著优势：“借助 Salzgeber 提供的解决方案以及倍福基于 PC 的控制技术所达成的高度自动化水平，显著降低了对灯光师、音响师等技术专家的依赖程度，因为相关的专业知识已存储在软件之中。”

费利·保时捷会议中心被定位为可持续、具备高韧性且面向未来的活动中心的最佳实践典范



控制技术加速现代化改造与可持续性提升进程

据 Tino Pfeifer 介绍，倍福基于 PC 的控制技术作为一套开放、模块化且高度集成的控制系统，在功能性、能效表现以及持续可扩展性方面等多个维度上，为建筑的运营提供了全方位且堪称完美的支持：“强大的楼宇自动化功能使得活动中心能够实现全面的多模式控制。具体而言，活动中心的墙壁可以灵活移动，可根据实际需求创建定制化的房间组合。系统能够检测到这些空间布局的变化，并自动高效地控制音响系统、供暖、通风等设备，整个过程无需人工介入。”

仅从楼宇自动化系统约 5800 个数据点的庞大规模，便足以窥见其复杂程度之高。这些数据点用于集成照明（包括约 400 盏 DALI 灯）、遮阳、暖通空调和多媒体技术等功能。系统采用一台 C6030 超紧凑型工业 PC 作为核心控制单元，搭配十个多点触控控制面板作为操作站，为用户提供便捷直观的操作体验。其 I/O 层配备八个 Ethernet TCP/IP 总线耦合器 BK9050、CU2016 以太网交换机以及众多 KL 系列总线端子模块。此外，系统还使用了 TwinCAT 3 自动化软件。Salzgeber 在其楼宇与工业自动化项目中全面采用了该软件。在 FPCC 项目中，它承担着控制所有下级系统的关键任务，如音频处理器、视频路由器、PTZ（水平旋转/垂直俯仰/变焦）摄像机以及 KNX 和 DALI 组件。其重点在于 TwinCAT 3 HMI、Database Server、XML 服务器以及 Modbus TCP、TCP/IP、物联

FPCC 内配备的多样化会议室具备高度的灵活性，能够依据每一位客户的独特需求进行个性化的定制调整



建筑的灵活性还体现在其提供能够精准满足各类应用需求的小型会议室

FPCC 内有一个精心配置的控制柜，其中配备了 BK9050 Ethernet TCP/IP 总线耦合器、多个相互连接的总线端子模块以及一个 CU2016 16 端口以太网交换机

FPCC: 能源效率

- 相较于传统光源，500 盏 LED 灯具可减少 74% 的能耗
- 屋顶光伏系统总面积达 787 平米，具备 160 kWp 的发电功率，其发电量能够满足约 60 户家庭的日常能源需求
- 依托智能用电方案，FPCC 可自行消纳自身发电量的近 50%
- 采用地下水进行建筑制冷，高效运行
- 整栋建筑仅需 10 分钟即可完成完全换气
- 面对，FPCC 将通过提供可控负荷或储能服务、实现自发自用并确保电网合规性、获取实时消费数据、参与或建立能源社区等多种方式，充分利用 2025 年新《奥地利电力行业法》(EIWG) 带来的机遇

网通信 (MQTT)、物联网 HTTPS/REST 和 AES70 (OCA) 等通信协议所提供的功能支撑。

Oliver Stärz 同样看到了基于 PC 的控制技术在推动建筑持续发展进程中所具备的显著优势：“FPCC 至今已运营近 20 年。尽管需求总是在变，诸如光伏系统的集成以及照明系统的现代化改造等，都对系统提出了新的要求。然而，作为运营商，我们并未受制于特定的系统集成商。倍福系统在未来相当长的一段时间内，任何系统和编程合作伙伴都能够轻松地对其进行进一步开发与升级。同时，其对楼宇维护的开放性使其能够灵活适应不断变化的需求。” Stärz 明确指出，对于 FPCC 作为可持续、具韧性且面向未来的建筑典范而言，其在全面未来前景的构建中蕴含着巨大的创新潜力：“内置的自动化解决方案绝非仅仅是实现特定目标的手段，它更是助力 FPCC 实现节能、耐用、智能活动中心这一宏伟愿景的战略工具。” 本方案主要聚焦于以下几个方面：

- 以模块化与可扩展性作为支撑可持续性发展的关键原则
- 将能源自给自足设定为重要目标
- 制定全面的断电预防与韧性策略
- 借助数据驱动实现智能化升级，逐步构建数字建筑孪生模型
- 通过智能可持续性的深度融合，打造具有独特竞争力的卖点

他进一步补充说明，这样将打造出一套“具有生命力的基础设施”，而非缺乏灵活性的僵化结构。由此可见，FPCC 的楼宇自动化并非是一个一成不变的静态系统，而是一个具备全生命周期管理能力的核心架构。它能够敏锐感知用户需求的动态变化，并随之不断演进升级。系统集成了智能电网、物联网、数字孪生等前沿技术，主动引领并塑造韧性、自给自足和可持续性未来建筑发展的关键议题。



凭借先进的楼宇自动化与活动技术，即便在举办大型活动时，也能呈现出高雅不凡的格调，同时打造出令人过目难忘的灯光效果

© Nikolaus Faistauer Photography

基于软件的现代化升级措施

从 FPCC 的视角审视，Salzgeber 所取得的关键成就在于，对整个活动中心的软件应用展开了全面且深入的编程与更新工作。从模拟数据传输模式向数字数据传输模式的转变，所需的硬件更换量极少。这一转变过程不仅涵盖了视频与音频数据的转换，还涉及集成现有的楼宇管理系统、照明系统以及其它各类服务。基于上述情况，对现有架构展开全面记录与更新工作。在此过程中，更换了老旧的媒体控制系统以及音频 DSP 和视频路由器，将模拟视频电缆 (RGBHV) 升级替换为 6G-SDI 光电转换线，成功集成图像混合器，同时，将普通照明、调光以及遮阳的控制功能整合到媒体控制系统中。

Tino Pfeifer 在为客户总结项目成果时说道：“呈现在用户面前的，是一款操作便捷的笔记本电脑。我们精心打造了三个不同版本，分别精准适配技术人员、办公室人员以及最终客户的使用需求。如此一来，即便是最终客户，也能以最简便的方式控制和监测其预订的空间。实现这一卓越体验的背后，离不开倍福提供的端到端技术，它可以将建筑内的所有设备与系统整合到一个简洁直观、用户友好的界面中，支持大量后台流程自动运行。”

在阐述基于 PC 的控制所具备的技术优势时，Pfeifer 着重提及了其具有前瞻性的、坚固耐用的硬件、超长的产品生命周期，以及与 Windows 系统和 IT 架构高度契合的有利特性。他进一步补充道，倍福硬件具备卓越的兼容性，且能长期稳定供应，这使得即便设备在历经多年运行之后，用户依然能够轻松实施必要的调整与优化。尤为关键的是，倍福的模块化技术能够始终紧密贴合用户需求进行动态调整，有效避免系统达到性能极限。

更多信息：

www.fpcc.at

www.it-revolutions.com

www.beckhoff.com/cn/building

www.beckhoff.com/cn/entertainment

基于 PC 的控制技术在卧式五轴 CNC 玻璃加工中心中的应用

搭载双电机消除功能的 CNC 玻璃加工中心树立 行业新标杆

AIR 3015.5

AIR 3015.5 卧式五轴加工中心可加工各种圆形、
椭圆、异形的等任意图形玻璃工件



格恩智能的卧式五轴 CNC 玻璃加工中心是公司的高端机型,采用倍福 TwinCAT 作为开放式 CNC 平台,并集成灵活的接口和 CAM 套料软件,实现了高效便捷的操作。双电机消隙功能的使用,显著提升了 C 轴的动态稳定性和控制精度,同时以更具性价比的方式取代了原有的直驱结构。

机床采用 TwinCAT 3 CNC 系统,能够精确控制各个伺服轴,并具备自动刀具补偿功能,在加工过程中可实时、持续地跟踪刀具状态。

格恩智能科技有限公司是一家智能化玻璃冷加工设备制造商,主要生产立式钻铣加工中心、吸盘式立式加工中心、卧式三轴加工中心、卧式加工五轴加工中心及其自动化生产线等多种玻璃加工设备。这些产品广泛应用于玻璃加工行业,并已经出口到全球多个国家和地区。

AIR 3015.5 卧式五轴加工中心是一台高端的卧式 CNC 玻璃加工设备,具有 X、Y、Z 三个直线运动轴和 A、C 两个旋转轴,可实现多轴联动,对玻璃进行钻、铣、磨、抛光、磨抛任意角度斜边、测头精确定位等加工,可选配不同的刀具对玻璃进行特殊加工。该设备采用 TwinCAT 3 CNC 系统精确控制各个伺服轴,并具备自动刀具补偿功能,可以对刀具在加工过程中进行实时自动补偿。设备采用自主开发的操控界面,操作简单,并支持 CAD 图形识别,可以自动生成优化刀具路径,以确保加工效率和质量。

加工中心的主要功能与结构

卧式五轴加工中心是一台复合玻璃加工设备,可自动完成圆形、椭圆形、多边形等异形玻璃加工,还可以磨抛任意角度斜边,加装测头进行精确定位加工。

加工功能包括:

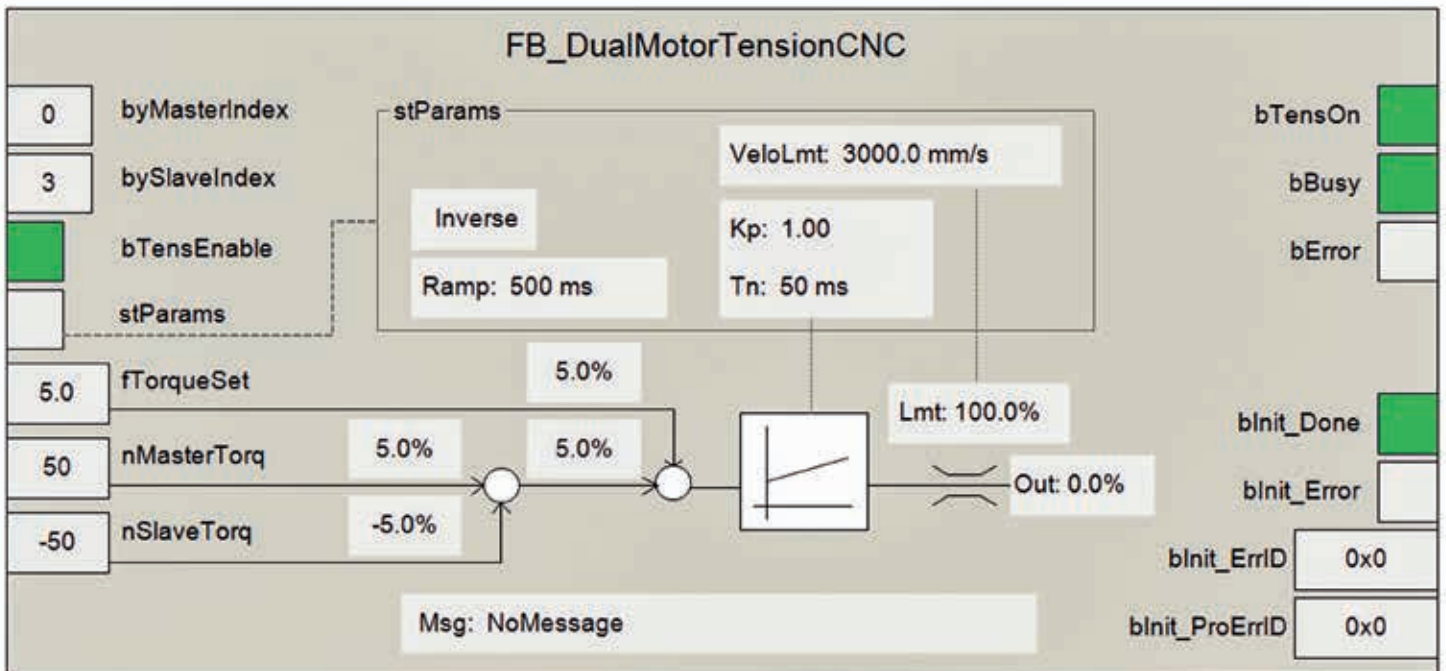
- 钻孔: 使用钻头完成不同大小直径孔的加工
- 铣形: 可铣各种图形,操作简单快速
- 倒角: 可使用钻孔 + 倒角套或倒角轮倒角
- 磨边: 可实现内外形以及安全角磨边
- 抛光: 可实现内外形以及安全角抛光

在加工斜边时,五轴头可根据工艺要求自动选取金钢轮、树脂轮、羊毛轮等刀具进行磨抛任意角度斜边加工。

据格恩智能科技介绍,机床的床身、横梁、X 轴滑板和 Z 轴滑板等主要部件采用最优的结构,保证机床的强度并规避共振频率。工作平台采用定制模具制造的铝型材,铝型材左右槽相互配合,很好的保证了台面整体性及刚性,从而保证了玻璃产品的加工精度。

X、Y、Z 轴传动结构采用高精度齿轮齿条传动和滚珠丝杠转动相结合的方式,Y 轴采用双电机龙门结构同步驱动横梁延床身前后移动,设备提供多个库位的固定刀库,便于换刀。

消隙功能框图



双电机消除功能

C 双摆角电主轴是设备最重要的部件之一。A、C 双摆角主轴是带有中心出水的高速电主轴。A、C 轴分别采用同步带传动和齿轮齿圈传动实现旋转运动，并用精密行星减速机和双齿轮消除结构来消除运动间隙，从而保证异形和曲面的加工质量。

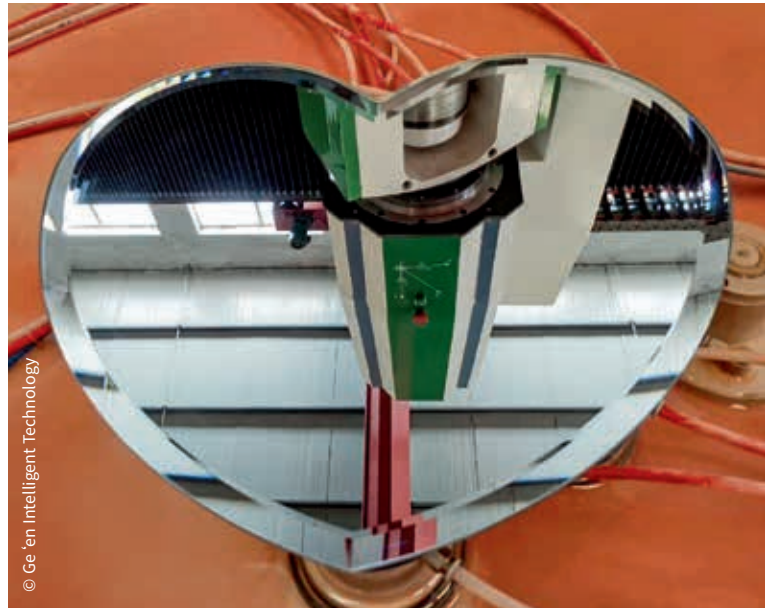
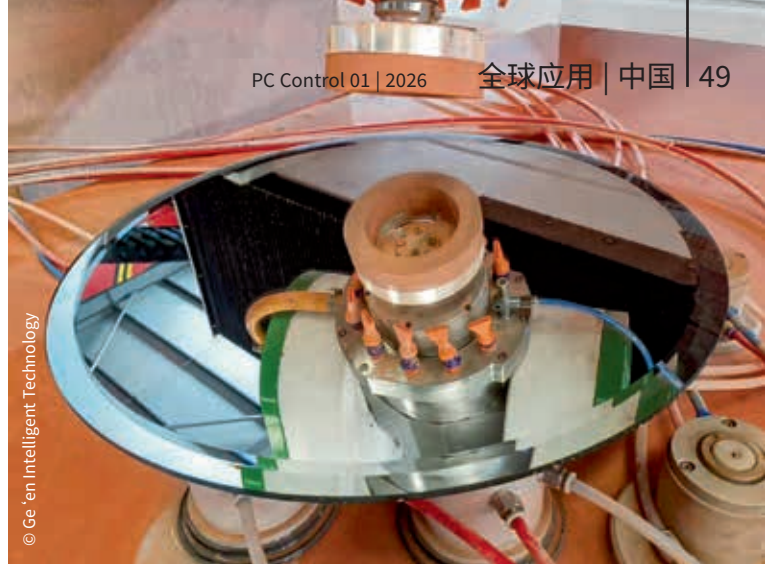
双电机 C 轴驱动的摆角因结构负载大，通过相应的小齿轮共同驱动外围大的齿轮齿圈，中间经过 200 速比的行星减速机，通过双电机的消除功能后，能够保证 C1 和 C2 轴在正反运行过程中大大降低机械的反向间隙问题。经过测试，最终的反向间隙在 0.01 mm 左右。

该软件功能块在双电机驱动的主从两个电机之间建立一定的张力，通过 PID 的调整优化整个控制功能的动态响应特性，以消除机械的传动间隙，提高系统的刚性以及运行稳定性。

通用的控制平台与伺服控制

设备选用倍福的高性价比且结构紧凑的 C6015 超紧凑型工业 PC、EtherCAT I/O 以及 AX5000 伺服驱动器。在软件配置层面，选用的是 TwinCAT 3 CNC 软件。控制系统采用标准版 CNC 控制软件，它由 1 个 CNC 通道和 8 个插补轴组成。系统提供的刀具磨损补偿功能可以固定或动态补偿设定，补偿刀具长时间加工产生的磨损，提高加工精度。双电机 C 轴通过 AX5203 伺服驱动器控制，加上开发的双电机消除功能，这样可以保证加工过程中的快速响应和重复定位精度。

操作界面是由 C# 高级语言编写，通过 ADS 通信将玻璃加工工艺配方管理、手动操作及硬件在线监控等都整合到一个平台中，提供友好的人机操作体验。该单元提供多尺寸可选加工方式可以单机生成或组成自动上下料系统自动加工。



上图：强大的 CNC 功能、双电机 C 轴消除功能以及刀具磨损补偿功能，显著提升了工件的加工精度与表面质量

下图：AIR 3015.5 具备对不规则边缘进行倒角处理以及雕刻图案等特殊加工功能

更多信息：

<https://cn.greenvinecnc.com>

www.beckhoff.com.cn/machine-tools

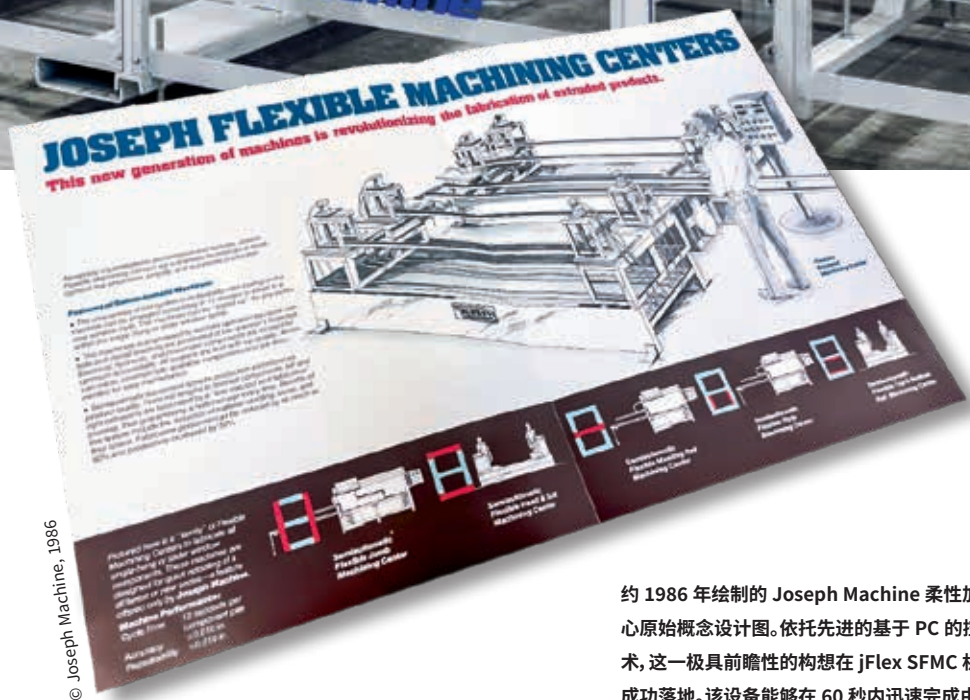


jFlex SFMC 作为一款具备卓越灵活性的加工中心，能够并行执行多个加工步骤，并迅速同步所有轴的运动，实现产能的显著提升

基于 PC 控制和 EtherCAT 的门窗制造 CNC 加工中心

超 30 根轴的运动控制 — 快速、模块化、灵活

工程师们常常将他们最好的想法倾注于那一方小小的草图之中。1986 年，Joseph Machine 公司在印制首本宣传册之际，于一张图纸上勾勒出一个极具雄心的机床设计理念：打造一种灵活的门窗型材加工中心，该加工中心无需对机床进行整体重建，便能快速适应全新的生产需求。最终，依托基于倍福的 PC 和 EtherCAT 控制技术，这家设备制造商成功将其坚守 40 年的愿景化为现实。



© Joseph Machine, 1986

约 1986 年绘制的 Joseph Machine 柔性加工中心原始概念设计图。依托先进的基于 PC 的控制技术，这一极具前瞻性的构想 在 jFlex SFMC 机床上成功落地。该设备能够在 60 秒内迅速完成由 PVC、玻璃纤维或铝合金等不同材质制成的门窗框架组装工作

Joseph Machine 公司的核心业务表述起来简单，执行起来却颇为复杂。“我们精心打造的‘自始至终’一站式解决方案全面覆盖了型材加工、切割、冲孔、焊接、玻璃安装、五金件安装直至清洗的每一个生产环节，能够在 60 秒内以极具性价比的方式完成由 PVC、玻璃纤维或铝合金制成的窗框和门框的组装工作。”公司销售副总裁 Tom Vajdic 表示。

尽管这些任务要求在极短时间内迅速完成，但设备仍需保持极高的精度水准，并且要具备快速切换材料、产品类型以及工艺流程的能力。“在过去几十年的传统模式里，设备的配置往往依据终端用户已知的未来数年生产计划来设定。”Joseph Machine 公司所有者兼首席执行官 Anthony Pigliacampo 补充道，“然而，时移世易，如今情况早已不同。终端用户需要真正具备高度灵活性的设备，这类设备能够随着新产品的研发进程，迅速完成工装的更换及重新编程。”

制约因素：传统自动化

Joseph Machine 经过研究发现，问题的症结在于自动化系统常常成为实现所需灵活性的制约因素。传统的运动控制系统迫使设计人员不得不采用复杂且固定不变的机械设计方案，导致多轴协作运动困难重重、速度迟缓以及可靠性欠佳等问题。

鉴于上述种种限制条件，Joseph Machine 的工程团队在选择新的控制平台时，制定了极为严格的标准：新平台必须具备为潜在数百个轴提供高性能且紧密协同的运动控制能力；在整个控制架构体系中，要支持统一的软件开发环境；能够显著简化调试流程、布线工作以及后续的维护任务；同时，还需具备开放性，可自由集成各类第三方传感器与设

备。2022 年评估结束后，Joseph Machine 锁定了一个切实可行的解决方案。“我们对多家制造商进行了全面评估，唯有倍福能够全方位满足所有需求。”Tom Vajdic 表示。在搭建内部测试台架并完成概念验证工作之后，Joseph Machine 于 2024 年第三季度成功向市场推出了具备 32 个轴、四个独立 CNC 以及双推料器的 jFlex SFMC 型材加工中心。

具备高度灵活性的全新控制架构层

Joseph Machine 推出的新机型，如 jFlex 以及 jFlow PVC 焊接/清洗机，如今在自动化和运动控制层面均采用了倍福基于 PC 的控制技术和 EtherCAT。对于轴数较少、结构较为简单的机型，公司选用的是搭载 Arm® Cortex®-M7 处理器且集成 I/O 的 CX7000 嵌入式控制器。对于高端应用，倍福的无风扇 C6025 超紧凑型工业 PC 搭载了最高可达 Intel® Core™ i7 (四核) 的处理器，能够为加工中心的复杂多轴运动控制提供必要的计算能力。

鉴于 EtherCAT 能够提供高确定性、高速通信的能力，且能在数十个轴与分布式 I/O 之间实现精准同步，使得控制系统有效规避了通信瓶颈问题。与此同时，倍福对于多种协议所秉持

的开放态度，以及 EtherCAT 在行业内获得的广泛支持，共同构成了推动相关技术与应用发展的重要助力因素。

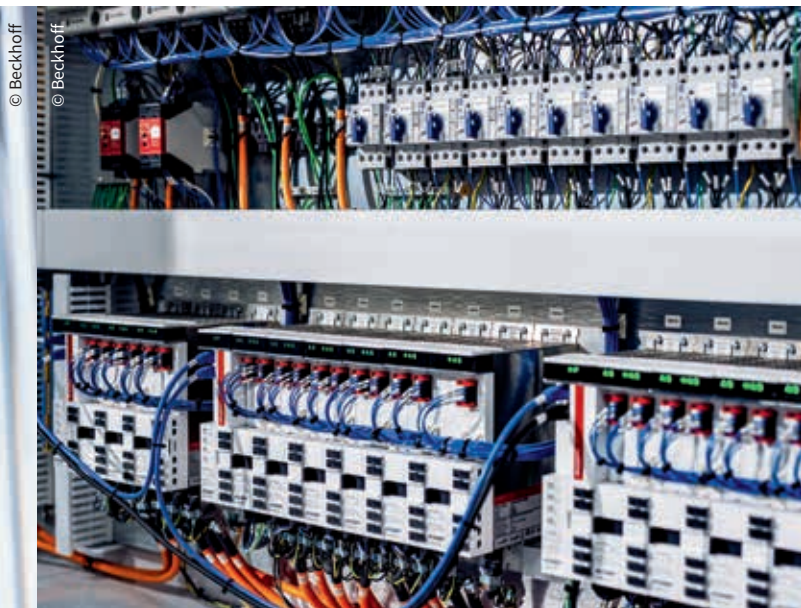
Joseph Machine 团队经过深入研究发现，IP67 防护等级的 EtherCAT 端子盒为设备提供了额外的系统优势。此外，EtherCAT P 单电缆自动化技术有效降低了系统布线的复杂程度。“自我们切换至 EtherCAT P 技术以来，系统布线工作减少了约 50%，同时省去了现场复杂繁琐的

Joseph Machine 公司控制工程部经理 Albert Arustamyan

“自我们切换至 EtherCAT P 技术以来，系统布线工作减少了约 50%，同时省去了现场复杂繁琐的接线作业。”

众多防护等级高达 IP67 的 EtherCAT 端子盒和 EtherCAT P 端子盒可有效缩减所需的控制柜空间，大幅减少布线工作量

搭载用于快速连接直流母线电源的 AX-Bridge 技术的 AX8000 伺服驱动器，成功助力 Joseph Machine 大幅减少了布线工作量及所需的熔断器数量





© Beckhoff

(从左至右)倍福美国子公司数字制造行业经理 Paxton Shantz, 以及 Joseph Machine 公司销售副总裁 Tom Vajdic 和控制工程部经理 Albert Arustamyan

接线作业。”Joseph Machine 公司控制工程部经理 Albert Arustamyan 表示。

由于新设备的运动控制部分至关重要, Joseph Machine 决定采用倍福先进的驱动技术, 包括 AX8000 系列伺服驱动器和配备单电缆技术 (OCT) 的 AM8000 系列伺服电机, 以及倍福 AG 系列减速机。AX-Bridge 快速连接系统具备为所有与之相连的伺服驱动模块稳定供电的能力, 相较于先前的驱动系统, 它能够助力设备制造商显著减少布线工作, 同时大幅削减所需熔断器的数量。此外, AA30x3 电缸凭借其出色的节能特性, 让 Joseph Machine 能够用其替代原本高能耗的液压和气动解决方案, 这一优势在传统上依赖液压驱动的冲孔工艺中体现得尤为显著。

Joseph Machine 现已着手运用 AMI8100 系列驱控一体伺服电机来推进分布式运动控制技术的落地实施。该系列产品集伺服电机、驱动器及现场总线接口于一身。这些驱动器适用于最高 48 V DC 的低压范围和高达 400 W 的功率等级, 可直接安装在设备上。

除了硬件方面的提升, TwinCAT 3 自动化软件还进一步提升了工程效率。由于 Joseph 的许多设备均需对数十个轴进行精确的运动控制, 因此我们采用 TwinCAT 3 NC PTP 来全面应对每台设备大量轴的开发任务。该公司的软件工程师们更倾向于采用结构化文本编程方式, 并充分利

用 TwinCAT 运动控制库、运动学以及凸轮功能实现高效开发。TwinCAT Motion Designer 工具赋予了整个软件团队自主指定与配置各类驱动器、电机以及其它组件的能力, 让核心运动控制专家无需独自承担所有工作。

具备编写模块化、可重用代码块的能力, 以及运用变量来应用 CNC 路径 (而非在数百个位置重复编写代码), 这一变革彻底改变了该公司的设备开发方式。“如今, 我们已具备实现平稳且精确的协调插补运动的能力, 如果我们需要更改半径或起点, 仅需在 G 代码中编辑一次, 该修改便会在设备执行的每一次加工作业中生效。”Albert Arustamyan 表示, “TwinCAT 所具备的在不同设备间实现代码可重用的特性, 让我们能够将更多精力聚焦于软件开发工作, 进而能够顺利引入更多富有创新性 & 吸引力的功能扩展。”

最为显著的性能提升体现在运动控制能力层面: Joseph 现在能够真正意义上执行那些以往只能以串行方式完成的加工步骤与刀具动作。该平台支持“刀具联动作业”等概念, 即多个刀具能够同时对同一尺寸位置加工, 并且支持同时处理多个零件的多轨道操作模式, 从而在确保产品质量不受丝毫影响的前提下, 成功实现了产能的显著提升。

四十年愿景终成现实

Joseph Machine 凭借 jFlex SFMC 与 jFlow, 成功将长期怀揣的宏伟抱负从抽象的图纸转化为现实。这些设备为门窗制造商精心打造了可靠性强、复用性高且适应性极佳的设备解决方案, 能够全方位满足高产能生产的需求。“倍福提供的高速且紧密协同的运动控制解决方案乃是成功推出此类具备强大性能新设备的关键所在。”Albert Arustamyan 说道。

调试工作的显著简化, 搭配采用具备 IP67 防护等级组件的分布式方案, 为 Joseph Machine 的业务发展注入了强大动力, 引发了一系列积极的连锁效应。人工投入、调试时间以及电柜尺寸均实现了显著缩减。“借助可直接安装在设备上的 EtherCAT 端子盒与驱动技术, 我们成功将电缆、接线端子的使用量以及空间占用情况降至最低, 进而使得电气柜尺寸缩减了大约 15% 至 20%。”Albert Arustamyan 说道。

Anthony Pigliacampo 总结道: “我们非常高兴选择了这条道路 — 跟倍福合作, 感觉就像找到了真正的伙伴, 他们就像我们团队的一部分, 大家齐心协力往前冲。现在, 我们的设备以精准适配的构建模块为稳固基石, 为未来发展柔性加工打好了基础, 最终给我们的客户带来具有深远意义的颠覆性变革。”

更多信息:

www.josephmachine.com

www.beckhoff.com.cn/window-production-machines

www.beckhoff.com.cn/machine-tools

面向测试、训练及娱乐应用的飞行模拟器运动控制

动态运动平台：畅享 (虚拟) 天空无限可能

仿真体验的真实感强弱主要取决于图像、声音以及运动元素与原始场景的相似程度以及它们之间的协调度。具有六自由度的动态运动平台在实现逼真仿真体验方面发挥着关键作用。SANLAB 公司所打造的这些平台，其核心构成要素为专为各类应用需求量身定制的伺服驱动器、伺服电机以及用于实现实时控制的工业 PC，这些组件均由倍福一站式提供，从而确保了各组件之间能够实现无缝衔接与完美匹配。



该项目选用了倍福 AM8041 伺服电机以实现系统的动态响应

总部位于伊斯坦布尔的土耳其公司 SANLAB 始终聚焦于实时机器人技术领域，成功研发出具备六自由度 (6DOF) 的运动平台，能够满足具有仿真和测试需求行业在生产 and 研发阶段的运动仿真需要。在航空航天、汽车制造、测试与仿真等行业中，六自由度运动平台技术能够缩短原型设计和研发时间，助力企业实现产品制造与测试环节的高度精确、零误差运行。例如，这项技术能够被用于构建驾驶员在环 (DIL) 模拟器，进而为汽车行业中的数学模型以及人工智能系统测试提供支持。此外，SANLAB 公司还依托其 SANLAB Learning Technologies 品牌，积极开展用于培训合格专业人员的仿真系统的研发工作。这些精心研发的仿真系统广泛应用于大学研究，以及商会、工业联合会、市政机构、大学、隶属于教育部的职业培训机构以及私营企业的培训活动中。

六自由度运动平台的工作原理

六自由度运动指的是任意物体在 X 轴、Y 轴和 Z 轴方向上的平移和旋转运动。在仿真技术领域，为精准复现此类复杂运动，通常会使用一种被称作并联机械手或斯图尔特平台的机械结构。借助特定的执行器，可将伺服电机所产生的旋转运动高效转化为直线运动，此类执行器能够依据实际应用场景的需求实现不同行程、速度以及加速度的运动曲线。为确保平台所生产的运动能够被人类感知为真实场景下的运动，必须运用运动提示算法。这些算法的构建紧密依托于基于前庭系统 (人体负责感知平衡的器官) 的功能原理。

特别是在飞机动态仿真等系统中，系统必须实时求解复杂的运动学方程，并据此计算执行器的位置信息，进而生成满足实际飞行需求的速度和加速度值，对系统的计算能力提出了严苛要求。在动态结构中，电机的目标位置值需借助伺服驱动器精准无误地传输至电机。应用要求伺服电机具备较低的转动惯量，并能够在低电流条件下输出高扭矩值。基于上述对动态系统性能的严苛要求，SANLAB 的专业团队经过审慎分析与深入探讨后一致认为，对于飞行模拟这类高动态系统，从控制系统中的工业 PC 到伺服驱动器和伺服电机，所有组件均必须选用具备卓越性能的高品质产品。因此，他们最终决定采用倍福基于 PC 和 EtherCAT 的控制与驱动技术。

全方位满足苛刻的控制技术要求

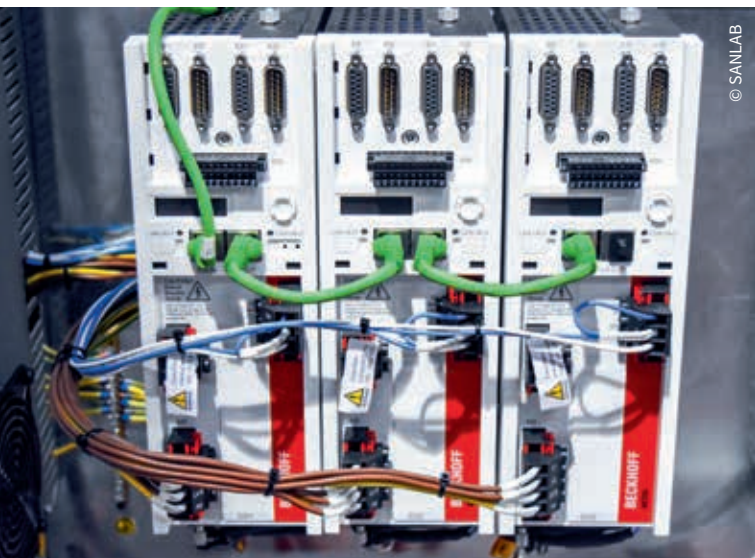
据 SANLAB 介绍，系统所需的高动态性要求所有使用的控制和驱动组件都具备高性能，而这仅仅只是满足系统要求的一个方面。此外，鉴于不同应用领域的需求不断变化，所制定的控制方案在成本与性能优化层面必须具备高可扩展性和灵活性，这一点非常重要。由于 SANLAB 基于 C++ 自主开发控制算法，这就要求开发环境必须构建起一套能够切实保障算法可靠实时运行的架构。为全力推进项目开发进程、缩短交货周期并确保交付高质量的产品，当前亟需一套能够有效缩短工程时间、借助 EtherCAT 实现高硬件兼容性同时营造一个灵活的开发环境的解决方案。

作为一家专注于根据多样化需求开发不同轴数系统的专业公司，SANLAB 联合创始人 Evren Emre 指出，倍福可扩展的产品系列，尤其是在搭载从 Arm® 到 Xeon® 处理器的工业 PC 产品领域，对控制优化大有助益。他继续说道：“通过向 EtherCAT 基础设施的迁移，我们得以充分利用倍福基于 PC 的自动化技术提供的强大计算能力，使我们能够成功打造出具备更高动态性能的系统。尤其是在我们控制算法的开发过程中，TwinCAT 软件平台通过 C++ 基础架构实现了算法的实时运行，不仅显著节省了工程时间，还让我们能够端到端地使用该开发环境，甚至以更短的周期时间打造出动态性能更强、控制精度更高的算法。依托基于以太网的通信协议以及用于兼容各类现场总线的完整软硬件解决方案，我们成功构建了一个具备高传输速度与高度可靠性的系统，用于与外部系统和仿真软件进行通信。”

基于 PC 的端到端自动化解决方案

该飞行模拟器应用基于仿真应用程序所生成的遥测数据，在六自由度模拟平台上实现实时数据回放。系统选用了搭载 Intel® Core™ i5 处理器的 C6025 超紧凑型工业 PC，该工业 PC 与仿真软件实现了无缝集成，将接收到的遥测数据转换为运动指令。该处理器以 4 kHz 的时钟频率稳定运行，将来自仿真系统的数据实时转换为执行器的相应运动。

在六自由度运动平台的案例中，必需精确且实时地完成运动学以及雅



© SANLAB



© SANLAB

左图：伺服电机由 AX5206 伺服驱动器精确控制

右图：运动平台控制柜中用作控制核心的超紧凑型 C6025 工业 PC (上图) 和 EtherCAT 端子模块 (下图)



左图:SANLAB 联合创始人 Evren Emre (前排) 与飞行模拟器研发团队人员 (从左至右):
Muhammet Yıldız, Sefa Demirok, Gökhan Erdoğdu, Ömer Sezai Alumur, Beyza Aydoğmuş, Evren Emre, Şeyma Güler, Umut Geyik, Said Burak Güzel

下图:嵌入式系统工程师 Ömer Sezai Alumur 正在测试 SANLAB 飞行模拟器

可比矩阵等高维矩阵计算。能否高速且稳定地完成所有相关运算，将直接影响平台的灵敏度、响应速度以及整体性能。同时对六个轴进行同步且精确的控制，这一过程蕴含着极高的技术挑战；因此，必须引入具备强大处理能力以及高度稳定性的先进控制技术。这一目标的实现得益于 AX5206 双通道伺服驱动器的应用，Evren Emre 在解释该驱动器所具备的优势时说道：“除系统必须具备的高动态性能外，倍福伺服驱动器凭借其紧凑精巧的设计脱颖而出，成为我们的不二之选。得益于这一独特的设计优势，在配备六个伺服电机的系统中，仅需配置三个伺服驱动器即可满足需求，因此整个系统结构极为紧凑。伺服驱动器在优化性能与可追溯性方面表现出色，这一特性为那些对便携性有着严苛要求的系统构筑了更为坚实的优势根基。与此同时，AM8041 伺服电机凭借其低转动惯量的优势，能够为运动平台的高动态性能提供强有力的支持。”

据 Evren Emre 介绍，倍福控制技术其中一项显著特点是在实时应用场景中能够实现高达 16 kHz 的高循环速率。尤其是在仿真应用中，鉴于作为关键参考依据的遥测数据需以极高逼真度生成，这么高的循环速度能够产生显著影响。倍福丰富的产品线，结合其伺服驱动器、伺服电机以及 I/O 卡所提供的全面的优化与整定选项，为 SANLAB 搭建兼具成本效益与性能的系统配置提供了有力支撑。此外，所构建的系统能够通过 EtherCAT 通信协议，使用各类参数以及丰富的功能进行全面监测。Evren Emre 补充道：“TwinCAT 软件支持开发者使用 C++ 语言进行高效开发，其内置的丰富现成模块、库以及函数极大地缩短了开发周期。鉴于 EtherCAT 架构的有效性和高市场占有率，该方案在必要时也可无缝应用于第三方产品，因此其应用特别灵活。此外，于我们而言，自动化组件绝非单纯的采购产品，它更像一个完整的解决方案，其中技术支持与售后服务是不可或缺的关键组成部分。倍福伊斯坦布尔办事处同样深刻理解并秉持这一理念。”



更多信息：

<https://sanlab.net>

www.beckhoff.com.cn/motion

切割后的镍板尺寸为 100 x 100 mm，
可用于制造汽车电池制造或作为生产
特定金属合金的关键原材料



EtherCAT 和 EtherCAT P 助力镍切割生产线实现高速通信

通过单缆自动化技术高效连接 300 个远程 I/O

SafanDarley 公司数十年来始终专注于钣金加工机床的研发与生产, 长期以来, 其生产一直高度依赖传统的 PLC 系统实现自动化控制。不过, 随着行业技术的不断革新与市场需求的日益多样化, 这家经验丰富的机械制造商开始将目光投向倍福所推出的基于 PC 的控制技术, 并对其展现出了浓厚的兴趣。在一个运用镍切割线开展的试点项目中, SafanDarley 公司收获了极具说服力的成果, 进而坚定了自身信念: 用于运动控制的可复用软件对象、广泛的扩展选项, 以及能够显著简化布线工作的 EtherCAT P 单电缆自动化技术。

SafanDarley 由 Safan 和 Darley 两大品牌合并而成, 在钣金加工机械制造领域拥有超过九十年的历史与丰富行业经验。该公司所采用的控制技术, 其传统程度与机械制造行业本身的发展模式如出一辙。高级软件工程师 Chris Utens 透露, 公司在专注于重型液压设备以及特殊项目开发的埃斯登工厂, 一直使用传统 PLC。“我们之前没有任何使用倍福产品的经验, 但我们对 EtherCAT 协议创始者开发的基于 PC 的控制技术充满了好奇。基于以太网构建的高速通信机制能够轻松实现与各类机床的无缝连接, 并且由于我们的机床控制需要大量分布式 I/O, 这一特性无疑对我们具有极大的吸引力。”

从零开始开发

在参观了 2024 年汉诺威工业博览会的倍福展台后, Chris Utens 及其同事、同样身为软件工程师的 Jelle Adema 被倍福所展示的先进产品和创新工作方法深深吸引。于是, 二人果断决定以一个面向南非客户的自动化镍切割生产线项目作为试点, 引入倍福的解决方案。“我们参加了相关培训课程, 然后着手从零开始开发控制系统: 使用 TwinCAT 挑选适配的硬件, 同时开展 PLC、安全功能和 HMI 方面的编程工作。”

鉴于该生产线的整体布局呈现出规整的正方形形态, SafanDarley 公司经过审慎考量, 最终选定采用控制网络的星型拓扑结构。接线从中央控制柜引出, 通向分布式控制柜以及产线各组件上的 EtherCAT P I/O 站点。所有用于驱动轴、操控机械手以及采集传感器数据等功能的远程 I/O 都通过这些 I/O 站点进行控制。倍福的 EtherCAT P 单电缆自动化技术将通信和供电整合在一根四芯以太网电缆中。Chris Utens 表示: “仅需一根电缆, 这一显著优势瞬间吸引了我们的目光。尽管 EtherCAT P 在成本方面略高于传统方案, 然而其接线操作极为简便, 极大地降低了出错风险, 使得机床调试工作能够以惊人的速度高效完成。我们甚至放心地将部分接线任务交由实习生来完成。”



SafanDarley 公司的软件工程师 Chris Utens (左) 和 Jelle Adema 对 EtherCAT P 的简单网络配置方式以及 TwinCAT 面向对象的编程模式赞誉有加

精细切割

这条产线的起始环节是尺寸为 900 mm x 900 mm 的阴极镍板的上料作业。这些镍板由气动机械手精准抓取, 随后被放置于测量台上完成对中操作。紧接着, 运用高精度测量设备对其长度、宽度和厚度进行精确测量, 同时进行称重, 然后输送至液压剪板机的进料台。此剪板机经过调校, 确保每个阴极板在切割长度、间隙、角度和力度方面都能被正确切割。Jelle Adema 解释道: “阴极板并非呈现出完全均匀的物理状态,

其表面往往会存在一定程度的弯曲，局部区域可能出现凸起现象，并且边缘部分会有类似耳状的特殊结构。”

经首次切割操作后得到的条状镍板，会被有序收集起来，随后被送至第二台剪板机，后者将其切割成规格为 100 mm×100 mm 的小块。切割完成的小块在装入料桶前，会再次进行称重。Chris Utens 表示，此时产品已完全符合市场售卖标准。“例如，这些镍可用于制造汽车电池，或参与到特定金属合金的熔炼流程中。”

面向对象的编程

这条生产线需具备每小时处理两吨镍的产能，同时仅需一名操作员便能实现全流程操作。Chris Utens 解释道，倍福的控制系统在此过程中起到了至关重要的作用：“我们基于 PackML 标准开发了一个面向对象的编程框架，并将其应用于倍福 TwinCAT 环境中开展控制编程工作。针对每个 EtherCAT 网络节点，诸如剪板机、取放装置以及测量台架等，我们均精心定义了一个软件模块作为独立对象。”随后，网络配置

工作变得既迅速又便捷。当 PLC 上电启动时，它能够自动识别并读取所有已连接的 EtherCAT P I/O 站点信息。“您无需再耗费精力手动设置和配置整个网络。”

软件工程师们在持续的探索与实践过程中，逐渐察觉到了其所蕴含的巨大潜力。Jelle Adema 表示：“例如，客户明确提出要使用特定类型的驱动器。若使用我们传统的 PLC，将这类驱动器接入控制系统会面临诸多繁琐环节，操作极为不便。向 IO - Link 模块写入设置参数，以及连接 EtherCAT P 模块，这两项操作都极为简便；不仅如此，系统还配备了丰富多样的扩展模块以及全面的诊断选项。”

高级软件工程师 Chris Utens:

“针对每个 EtherCAT 网络节点，诸如剪板机、取放装置以及测量台架等，我们均精心定义了一个软件模块作为独立对象。”

仅需一名操作员即可完成操作

另一个颇具吸引力的特性在于，倍福的控制面板具备高度定制化能力，包括增加按钮扩展件和急停元件。镍切割线的控制台配置了一个操作界面面板，以及一个用于实时呈现生产线实时摄像头画面的显示面板。

镍切割线概览：前端为镍阴极板的输入位置，最右侧为切割后镍块输出至料桶的位置



© SafanDarley

镍切割系统内一个分布式控制柜的内部构造视图，该控制柜中集成了倍福丰富产品线中的一系列 EtherCAT 端子模块与 TwinSAFE 端子模块



© SafanDarley



© SafanDarley

EtherCAT P I/O 站点通过一根兼具通信和供电功能（红/黑）的电缆，将轴、机械手以及传感器的分布式 I/O 连接至控制柜内的控制器

系统共计安装了八个摄像头,用于监控关键点位,例如剪板机、取放单元、进料口、装料站以及测量台等核心区域。HMI 可以随意摆放;与配备倍福 CX 系列嵌入式控制器的中央控制柜直接距离就算最远有 50 米都不会影响其操控能力。

操作界面基于 Web 技术构建,因此其数据与画面能够轻松传输至平板电脑。如此一来,操作员便能够在生产线上走动,例如在控制系统处于手动模式的情况下进行排障。基于此需求,系统特别配备了分布式安全功能。当主生产线处于维护模式并停机时,可以将一个安全子模块精准分配给需要手动控制的设备(如剪板机)的远程 I/O 端子盒。随后,便可通过使能开关高效且安全地执行运维任务。

全新控制标准?

项目按照既定规划稳步推进。据 Chris Utens 所述,这一成果在一定程度上得益于极为实用的标准软件模块,以及便于重复利用的自定义创建对象。“自 2024 年第 20 周正式启动项目以来,我们全力以赴,在第

50 周就实现了整条生产线的交付。这是一个极具挑战性、雄心勃勃的项目,其系统配置极为复杂,涵盖了 300 个远程 I/O、15 个伺服轴以及两个用于剪板机的重型液压轴,尽管项目难度极高,我们最终仍成功按时完成交付。”

鉴于此次项目所获得的积极体验,SafanDarley 是否会全面转向采用倍福的产品与服务,成为备受瞩目的焦点。Chris Utens 透露,目前公司内部正围绕这一决策展开深入讨论。Utens 提及,倍福建议先从一个产品领域展开合作,例如 PLC、安全或运动控制。“我们已经正式启动了一个配备自动换刀站的全新折弯机项目。折弯机主体运行在我们标准的 PLC 上,而其余自动化部分则将采用倍福产品进行控制。这将成为我们后续特殊项目的全新标准范式。”

更多信息:

www.safandarley.com

www.beckhoff.com.cn/ethercatp

控制台配备了两台倍福 CP29xx 多点触控面板:左侧面板搭载了客户定制按钮扩展件;右侧面板则用于显示实时摄像头画面,以监控关键系统组件



第五届 EtherCAT 全球技术周 (ITW) - 中国站活动圆满落幕

今年, EtherCAT 全球技术周 (ITW) 系列活动已迈入第五年, 成为 ETG 年度活动日程中的固定盛事。3 月 9-13 日 EtherCAT 全球技术周-中国站活动圆满收官, 这场聚焦工业以太网核心技术的线上盛宴, 凭借硬核干货与专业的解答, 收获了业内工程师的广泛关注与一致好评。

ITW 活动为期五天, 整个活动期间, ETG 专家主持了一系列在线技术研讨会, 就 EtherCAT 相关议题提供深入的开发见解和实

践指导, 精准贴合工程师学习需求, 报名参与热度持续高涨。本次 ITW 中国站活动共收到来自中国区会员单位的 200 多名技术工程师踊跃报名, 会议在线观看人次总计突破 500, 凸显了业内对 EtherCAT 技术深度学习、实操进阶的迫切需求。

五大维度深度拆解, 全流程实操指导

五天的研讨会内容干货密集, 聚焦 EtherCAT 技术核心, 从五大层面展开全方位、精细化讲解, 为参会工程师奉上详尽的实

施指南, 助力大家攻克技术难题、夯实实操能力。

中德专家在线答疑, 直击痛点破难题

为切实解决工程师在实际工作中遇到的问题, 每场研讨会结束后均设置了 30 分钟的在线互动和答疑环节。来自德国与中国的资深 EtherCAT 技术专家齐聚线上, 针对参会人员提出的各类问题逐一细致解答, 给出专业可行的解决方案, 让参会工程师带着疑问来、揣着答案归。

ITW 活动不仅搭建了高效的技术学习与交流平台, 更打通了技术理论到实操落地的壁垒。未来, ETG 将持续在中国市场深耕行业需求, 助力广大工程师提升专业技能, 推动工业以太网技术在自动化领域的深度应用与创新发



The EtherCAT experts are always eager to exchange knowledge with participants.

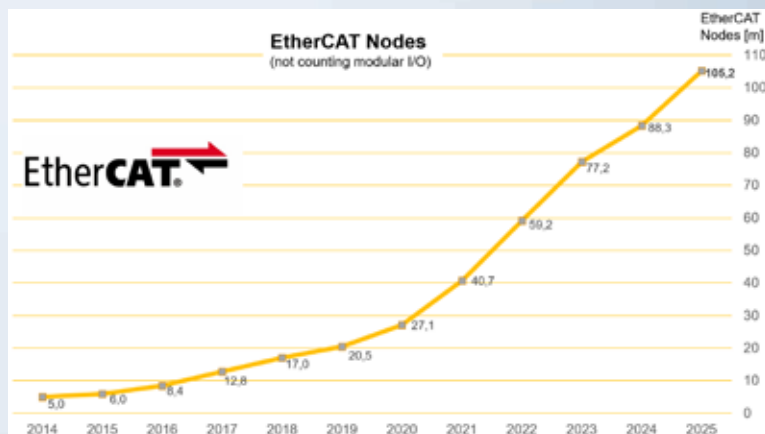


New logo for the ITW

EtherCAT 节点突破 1 亿大关: 持续增强领先地位

EtherCAT 节点总量达到 1.052 亿, 大幅突破 1 亿大关, 进一步巩固了其在工业实时以太网领域的市场领先地位。2025 年新增节点 1690 万, 清晰表明增长再度提速。

该数据基于芯片制造商上报的数量, 并采用了一种刻意保守的统计方法: 多协议芯片仅按比例计入, FPGA 实现方式仅占总量的 10%, 且模块化 I/O 模块未计入统计。因此, 这一数据真实反映了 EtherCAT 实际市场规模, 避免了高估。





UL Solutions 认证 EtherCAT 具备网络弹性

UL 认证确认了 EtherCAT 技术协会 (ETG) 的评估结果: 证实 EtherCAT 无需任何修改即可满足 IEC 62443 / CRA 标准中安全等级 2 的要求。

UL Solutions 依据 IEC 62443 标准完成测试后出具的报告和证书证实了 ETG 的结论: EtherCAT 技术无需任何修改, 即可满足在可能遭受网络攻击环境下达到安全等级 2 的系统要求。作为工业控制系统网络安全的国际标准, IEC 62443 欧洲版也将成为欧盟《网络弹性法案》(CRA) 的基础。测试同时表明, EtherCAT 即使面对更高的安全要求, 也无需进行硬件更改——通过有针对性的软件增强, 即可在 EtherCAT 系统基础上实现更高的安全等级。

UL 将 IEC 62443-3-3 标准中 100 多项系统

要求 (SR), 对应到具有不同威胁场景的三种典型 EtherCAT 系统上, 并评估了 EtherCAT 所达到的合规程度。

“我们 UL Solutions 团队非常高兴能与这一工业协议合作, 它不仅具有安全能力、安全设计, 还拥有硬件级安全防护, 在工业协议中堪称首屈一指。”UL Solutions 网络安全部 S&S 首席安全顾问 Alexander W. Koehler 表示: “过去, IT 安全与 OT 安全并非‘最佳拍档’。IT 安全要求往往受制于办公设备典型的短产品生命周期, 这与工业设备的长生命周期特点存在冲突。因

此, 工业领域仍有大量产品缺乏内置安全防护或安全防护薄弱, 被归类为‘传统产品’。而 EtherCAT 则是一个积极的例外。”

EtherCAT 技术协会技术委员会主席 Guido Beckmann 博士表示: “全面测试结果证实了 ETG 的评估: EtherCAT 当前已为工业应用提供了高等级的网络安全防护。经过测试并记录在案的特性与措施, 将成为我们为 EtherCAT 设备厂商与用户制定安全建议与规范的核心依据。”

“单年新增 1690 万节点这一事实本身就说明了一切: 芯片危机后的库存水平已得到消化, EtherCAT 的自然增长仍在持续。”EtherCAT 技术协会 (ETG) 执行董事 Martin Rostan 表示: “我们的统计方法存在一定的滞后性, 因为并非所有交付的芯片都会立即用于成品设备。但芯片制造商上报的数据是真实可信的, 因为夸大数据会带来财务层面影响。对于多协议芯片, 我们采取了非常保守的估算方法, 而实际应用中 EtherCAT 的比例可能更高。”

EtherCAT 持续成功的因素包括:

- 技术优势: 得益于高效的数据吞吐量,

周期时间短、确定性高、延迟低——源于 EtherCAT 特有的“on-the-fly (实时处理)”功能原理。

- 易用性: 拓扑结构灵活、可扩展, 地址自动分配, 无需交换机, 无需专业的 IT 知识。应用领域广泛: 制造自动化、机器人、包装设备、半导体制造、能源与楼宇、医疗设备、测试测量系统、轨道交通等。
- 经济性: 实施成本低, 互操作性强, 市场上的设备种类相当丰富。

EtherCAT 技术协会 (ETG) 预测, 随着网络安全的重要性日益提升, 以及在机器人、

制造自动化、内部物流等领域的新应用不断涌现, EtherCAT 将保持持续、加速的增长态势。

EtherCAT 的授权费用已直接包含在芯片中。通过 EtherCAT 发明者及授权方——德国倍福自动化 (Beckhoff Automation), EtherCAT 芯片厂商的授权费将用于支持 ETG 运营和整个技术生态系统的建设。ETG 会员资格的申请对用户与设备厂商仍保持免费, 该经费源于芯片中包含的授权费。这一模式保障了中立性、开放协作与技术的快速普及。

更多信息:

www.ethercat.org.cn





更多倍福相关信息



公司简介



全球业务



市场活动及日期



工作计划



产品信息



行业信息



技术支持