

BECKHOFF

PCcontrol

The New Automation Technology Magazine

No. 2 | June 2026

www.beckhoff.com.cn/pc-control

中文版

56 | 全球应用

智能产品输送推动工厂布局从直线型 迈向模块化

8 | 特别专题

倍福周年纪念: 基于 PC 的控制
技术 40 周年与 TwinCAT 30 周年

28 | 全球应用

无控制柜拆垛解决方案解锁空间
利用新极限

最新资讯

4 | 倍福全球销售额增至 12.4 亿欧元



6 | 德国联邦总理莅临德国汉诺威工业博览会:物理 AI 获政界与工业界高度关注

基于 PC 的控制技术四十周年特别专题

8 | 成功故事:基于 PC 的控制技术 40 周年与 TwinCAT 30 周年

10 | 创新先锋 (第一部分)

14 | 基于 PC 的控制产品的十大优势

产品



16 | MX-System Designer:“我们正大幅简化实施过程”(人物专访)

18 | 搭载 Intel® Core™ 处理器 (系列 2) 的工业 PC: CPU 焕新升级,性能大幅提升

19 | EP741x MDR 控制器:集成安全技术,智领内部物流



20 | 《网络弹性法案》和《机械法规》: 基于 PC 的控制技术与 EtherCAT — 安全设计,智赢未来

22 | 照明视觉单元 16 款全新设备搭载交叉偏振滤光片,打造完整视觉解决方案

经济型驱动系统 — 开启高效能应用新篇章

23 | 新一代多点触控面板斩获德国红点设计奖性能可扩展,颜值更出众

全球应用



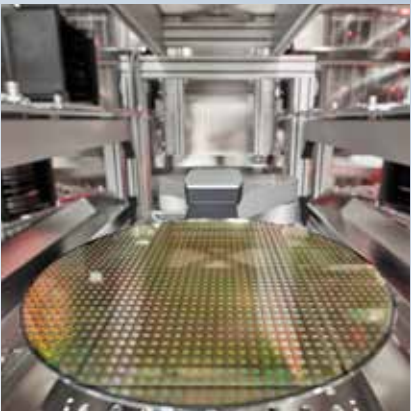
24 | 4Smart, Varta Microbattery 与 Nema Automation, 德国:基于 EtherCAT 与 XTS 的电芯产线机械终检方案

28 | RO-BER 与 Bürkert, 德国:基于 MX-System 的拆垛单元解决了内部物流领域的占地面积问题

32 | Aumann, 德国:MX-System 模块化设备方案赋能电机生产

36 | fischer Innomation, 德国:XTS 赋能多组分销钉柔性产线

40 | Fabmatics, 德国:基于 PC 控制的半导体测试晶圆自动化搬运方案

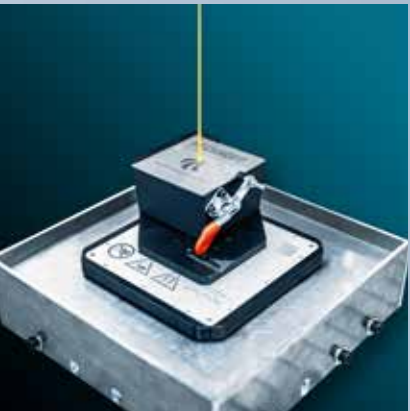


44 | Bonfiglioli Engineering, 意大利: 基于 XPlanar 的医药包装泄漏检测解决方案

48 | 立朵科技, 中国:基于 PC 的控制技术在半导体材料精密切割技术领域的应用

52 | 巴塞尔大学, 瑞士:基于 PC 的控制技术驱动微创手术精准化

56 | Glanzer cosmetic engineering 与 Pro Pharma Automation, 奥地利: XPlanar 在化妆品灌装轧盖生产线中的应用



60 | 奥尔堡大学, 丹麦:XPlanar 赋能化妆品灌装旋盖生产线

ETG

62 | 2026 德国汉诺威工业博览会: EtherCAT 凭借获认证的网络安全大放异彩

63 | 安装节点: EtherCAT 节点突破 1 亿大关

自动化技术为设备与系统工程打造光明未来

倍福全球销售额增至 12.4 亿欧元

倍福 2025 财年圆满收官，全球销售额增至 12.4 亿欧元，较 2024 财年实现了 6% 的增长。

“2025 财年，倍福业绩整体表现稳健。”这家家族式经营高科技企业的全球总裁兼创始人 Hans Beckhoff 总结道，随后他又继续说道：“我们已经走出了 2023 年的不利影响，以及由此带来的 2024 年经济下行周期。”2025 年全年，全球订单量持续增长。倍福目前预计，在本轮周期性危机爆发约两年后，全球许多地区的经济将迎来新一轮增长。

基于 PC 的控制技术 — 一种跨行业的自动化理念
46 年来，这家家族企业通过持续开发基于 PC 的自动化硬件和软件产品线，赢得了众多客户的青睐。完整的产品系列为通用、跨行业的自动化解决方案奠定了基础，这些方案可根据不同行业的需求灵活调整。“我们欣喜地看到，基于软件的自动化理念在市场中的地位愈发凸显，并在全球范围内得到越来越多的应用。” Hans Beckhoff 高兴地说道，随后他又继续说道：“显然，我们的新产品，例如 MX-System 无控制柜解决方案，也深受客户和业内人士的青睐，为公司的业绩增长做出了贡献。”

8000 万欧元投入研发
与往年一样，倍福 2025 年投入了约 8000 万欧元用于研发，并计划在 2026 年保持相同的投资力度。财务独立的经营模式为倍福持续推动技术创新奠定了稳固基石。Hans Beckhoff 表示：“通过将信息技术与自动化技术相融合，并在产品中应用最新的软硬件技术，我们将持续为行业提供具有开创性且强大的自动化解决方案。”他解释说，当前，尤其是人工智能领域的发展正在催生新的功能、工具链和商业模式，倍福将在今年的汉诺威工业博览会上展示这些成果。

强化内部专业知识，培育青年人才力量
倍福稳定且高素质的员工队伍是其产品在研发、生产和销售方面取得成功的关键。目前，这家家族企业在全球拥有 5450 名员工，其中 2000 名为工程师。倍福的业务遍及全球超过 75 个国家，在德国设有 23 家分支机构，并在海外设有 41 家子公司和代表处。

倍福高度重视对优秀员工的培训与教育，以持续满足对合格专业人才的长期需求。2025 年夏季，共有 61 名年轻人在倍福开启了自己的职业生涯，其中 32 人开始了学徒制职业培训，29 名学生参加了与比勒费尔德应用科学与艺术大学(HSBI)居特斯洛校区合作的工学一体化学习项目。公司目前共有 116 名学徒和 110 名在读学生。倍福通过提供九类学徒岗位和四个本科学位课程，旨在培养对技术充满热情的年轻人，并以此投资于本地区的未来发展。

2026 财年展望
倍福预计 2026 财年将实现稳定增长。Hans Beckhoff 表示：“自 2025 年 10 月以来，我们注意到市场向好趋势再次显现，2026 年第一季度业绩增长强劲。”他接着说道：“我们似乎已从全球经济危机中走了出来。不过，当前全球政治局势仍给 2026 年的预测带来了不确定性。”尽管如此，倍福对未来仍持乐观态度，并将继续依托其强大的基于 PC 的自动化技术，聚焦于国际设备与系统工程领域的业务可持续发展。



德国联邦总理弗里德里希·默茨莅临德国汉诺威工业博览会倍福展台

物理 AI 获政界与工业界高度关注

2026 年 4 月 20 日,在汉诺威工业博览会的传统开幕参观活动中,德国联邦总理弗里德里希·默茨到访倍福展台。在这家总部位于威尔的家族企业展台上,其创始人兼全球总裁 Hans Beckhoff 与其子女 Frederike Beckhoff 和 Johannes Beckhoff 一同展示了人工智能在工业生产领域激动人心的前沿应用成果。

2026 年 4 月 20 日,备受全球工业领域瞩目的顶级工业盛会在下萨克森州首府正式拉开帷幕,今年汉诺威工业博览会的主题为“以技术洞见产业未来”,聚焦工业人工智能、机器人技术等前沿领域。随同德国总理一起参观的还有约 50 人组成的代表团,其中包括他的夫人夏洛特·默茨、德国联邦经济事务和能源部长卡特琳娜·赖歇(基民盟)、下萨克森州州长奥拉夫·利斯(社民党)、欧盟委员会负责经济事务的委员瓦尔季斯·东布罗夫斯基以及大约 100 名随行采访的媒体记者。倍福企业发展部的 Frederike Beckhoff 热情接待了到访嘉宾,并向他们介绍了这家家族式科技企业,讲解基于 PC 的控制技术原理、实现该原理所需相关产品,以及自动化技术的应用领域。

近距离感受物理 AI 的魅力:ATRO 模块化工业机器人向 2026 汉诺威工业博览会主宾国巴西致意



德国总理借物理 AI 欢迎汉诺威工业博览会主宾国巴西

随后,倍福产品经理 Johannes Beckhoff 向到场嘉宾介绍了倍福在 2026 年汉诺威工业博览会上重点展示的主题:将人工智能与传统设备控制的深度融合,以此构建物理 AI 的坚实基础。他通过一项技术演示展示了设备编程与控制过程如何由 AI 自主执行,在该演示中,ATRO 模块化工业机器人精准移动带有数字和字母的工件。AI 完全在设备本地运行,无需依赖任何云服务。“这意味着设备操作人员对 AI 及其数据拥有完全控制权。”Johannes Beckhoff 表示。德国总理向集成于 TwinCAT 自动化软件中的 AI 输入了一条文本指令,要求它用演示装置中的字母为汉诺威工业博览会的主宾国巴西创作一条问候语。随后,AI 通过控制系统向机器人实时下达指令,顺利完成了拼出“Bom dia Brasil”(你好,巴西)这一任务。Johannes Beckhoff 解释道:“我们为设备打造了一个真正意义上的‘大脑’。这个设备‘大脑’展示了 AI 不仅能生成文本或图像,还具备与真实世界交互的能力。”这一应用向嘉宾们表明,大语言模型早已走出“对话框”,如今能够直接干预真实的运动序列操控。倍福凭借这一实践切实证明了物理 AI 将从底层逻辑层面改变工业领域,并为设备与系统开发带来巨大潜力。



德国总理出席汉诺威工业博览会开幕参观活动并到访倍福展台:Johannes Beckhoff(倍福产品经理)、夏洛特·默茨、卡特琳娜·赖歇(基民盟,德国联邦经济事务和能源部长)、奥拉夫·利斯(社民党,下萨克森州州长)、德国联邦总理弗里德里希·默茨(基民盟)、瓦尔季斯·东布罗夫斯基(欧盟委员会负责经济事务的委员)、Hans Beckhoff(倍福创始人兼全球总裁)及 Frederike Beckhoff(倍福企业发展部)(从左至右)



四十年来,基于 PC 的控制技术一直是倍福所有自动化组件与解决方案的技术基石

双周年纪:一则成功故事的里程碑时刻

基于 PC 的控制技术 40 周年与 TwinCAT 30 周年

四十年前,当倍福将工业计算机提升至中央控制系统的地位时,一场范式转变悄然发生。四十年来,基于 PC 的控制技术一直将 IT 标准与摩尔定律的强大力量直接赋予机械与系统工程师。1996 年 TwinCAT 的推出标志着基于 PC 的控制技术这一成功模式迈出了决定性的进化步伐。从 DOS 切换到 Windows、遵循 IEC 61131-3 标准进行编程,以及集成式开发环境,倍福基于软硬件分离的原则打造了一款面向未来的解决方案,如今已成为集成所有自动化功能的统一平台。

20 世纪 80 年代,工业生产的主要特征是采用基于硬件的传统 PLC。PLC 虽然可靠,但缺点也很明显:缺乏灵活性、成本高昂,且计算能力有限。1986 年,倍福针对这些局限性推出了第一套基于 PC 的设备控制系统,它显著提升了目标应用 — 一台双头斜切锯 — 的生产效率。

PLC 功能与硬件的解耦

决定性的技术步骤在于将 PLC 功能从专有硬件中抽象出来,转变为基于工业 IT 组件的高度灵活解决方案。倍福通过为标准操作系统开发自有实时扩展 — 最初主要面向 Windows,此后也支持包括 TwinCAT/ BSD 和 Linux® 在内的其它系统 — 确保了系统的确定性。设备制造商因此能够直接受益于 IT 领域的快速创新周期和不断提升的处理器性能。例如,20 世纪 80 年代,基于 PC 的控制技术将软盘驱动器直接集成到设备端。此后,以太网通信为产线互联以及将生产数据接入数据

库、ERP 系统和物联网解决方案开辟了新的可能性。如今,基于 PC 的控制技术已成为工厂物理 AI 的基础。

高速通信

为了将工业 PC 不断提升的计算能力直接应用到现场层,需要配备合适的 I/O 系统。因此,倍福为其基于 PC 的控制技术配套开发了自己的通信系统。最初,数据传输通过 Lightbus 总线进行。2003 年推出的 EtherCAT 如今已成为全球标准,被各行业及市场的用户广泛采用。

从当今的角度来看,基于 PC 的控制技术这一成功理念,凭借其卓越的可扩展性和显著减少的接口数量而令人瞩目。“一台高性能工业 PC、一个同样功能强大的现场总线接口(连接传感器和执行器等外围设备),以及具备实时能力的运动控制和逻辑控制软件,就已足够。”公司创始

人兼全球总裁 Hans Beckhoff 总结道。这种方法能够将所有设备功能 — 从简单的 PLC 到高度复杂的机器人控制 — 整合到单个控制器中。这样不仅能够节省空间、时间和成本,还能消除分布式控制器之间的延迟。

秉承倍福理念,自 20 世纪 80 年代以来,倍福一直在威斯特法伦自主研发并制造所有电子组件和主板,以最高品质的“德国制造”标准生产。这不仅为用户提供了供货安全保障和长期可用性,还使他们在机械制造中能够持续采用最新的 IT 标准和处理器代次。

物理 AI 的基础

在基于 PC 的控制技术问世四十年后的今天,行业正逐渐摒弃专有的黑盒子解决方案,转而关注开放、标准化系统的未来可行性。毕竟,基于 PC 的控制技术为所需的 IT/OT 融合以及机器学习和物理 AI 等前沿技术提供了理想的基础。在其诞生 40 周年之际,基于 PC 的控制技术已充分证明其为制造业提供了面向未来、高性能的发展基础。

以 TwinCAT 为功能核心

早在 1986 年,倍福通过将控制功能从专有设备硬件中抽象出来,就已经在自动化领域实现了一次范式转变。在此基础上,三十年前“基于 Windows 的控制和自动化技术”(简称 TwinCAT)的上市,为如今基于 PC 的控制技术的成功奠定了坚实基础。TwinCAT 提供了一种将 IT 标准引入自动化领域的方法,并将其构建为一个集成式、高性能、具有实时扩展能力的高确定性控制平台 — 最初以 Windows 系统为核心,此后也扩展至支持 TwinCAT/BSD 和 Linux® 等操作系统。此外,倍福将所有开发功能整合到一个统一的软件方案中,既支持全球通用的符合 IEC 61131-3 标准的 PLC 编程,也支持 C、C++、MATLAB® 和 Simulink® 等 IT 通用技术。自诞生之初,TwinCAT 就以卓越的性能指标著称:PLC 周期大幅缩短,最低可达 100 μs,主内存容量也几乎不再受限。同时,TwinCAT 从一开始就提供了极其强大的运动控制功能,从简单的标准轴到电子齿轮和凸轮板,再到五轴数控系统。可控制的轴数逐年递增,从 10 轴、50 轴、100 轴,发展到如今超过 1000 轴,而单轴成

本则同步下降。借助全电动设备理念,早期便得以实现更强大、更精准、更高效的解决方案。即便在当时,这种富有远见的、以软件为核心的方案,便以一种经得起时间考验的方式,将设备制造商从传统控制硬件的性能限制中解放出来。

开放性与功能性

TwinCAT 架构的一大价值在于其开放性,它将所有自动化功能整合到一个统一的软件解决方案中。虽然最初的重点是 PLC、运动控制和 I/O,但如今该平台已包含远超 100 项高度专业化的功能,包括高性能测量技术、控制技术和通信等功能。所有设备功能因此都在中央工业 PC 上进行确定性计算,并通过高速 EtherCAT 现场总线以精确的时钟同步传输至 I/O 层,这使得过程控制与调节能够达到极高的时间分辨率和精度。在实际应用层面,安装工作量、控制柜所需空间和总体成本都得以降低。

先进工业 PC 的强大性能还为无缝集成许多其它高端技术提供了便利。通过 TwinCAT Vision 实现的机器视觉功能和系统集成的机器人控制器均作为原生 Runtime 模块固定在软件中。人工智能的应用正变得日益重要。有了 TwinCAT Machine Learning Creator,无需任何经验或专业知识,即可生成用于分析图像数据、时间序列和过程数据的 AI 模型,从而能够直接在控制环境中实现本地监测解决方案和异常检测。TwinCAT CoAgent 辅助工具则在整个生命周期内为用户提供支持 — 从工程设计到设备实际运行。

以基于 PC 的控制技术智启工业未来

得益于以软件为核心的架构设计持续贯彻可扩展性与 IT 融合的固有原则,即使在问世三十年后的今天,用户借助 TwinCAT 仍能从容应对未来挑战。基于 PC 的控制技术为 IT/OT 深度集成以及接入云或边缘基础设施提供了理想基础。无论是物理 AI、新型通信标准,还是严格的网络安全方案,TwinCAT 都能以模块化框架适配所有新的市场需求。与此同时,凭借计算能力、可用性与开放性的结合,设备制造商也能够长期保障自身的创新能力。

三十年来,倍福 TwinCAT 一直为适用于各行业和各类自动化功能、面向未来的基于 PC 的控制技术提供集成化软件基石



更多信息:
www.beckhoff.com.cn/technological-milestones

基于 PC 的控制技术的四十年征程：范式变革，书写历史

创新先锋

基于 PC 的控制技术迎来了周年庆典。这场始于技术范式变革的浪潮，在过去 40 年间已演变为一段真正的成功传奇。然而，这段传奇的铸就离不开创新技术与另辟蹊径的勇气，以及一群深耕自动化行业数十载并始终满怀热忱的从业者。在本期及下一期《PC Control》杂志中，我们将对话这些基于 PC 的控制技术先驱者，倾听这段成功传奇如何在他们的日常工作中得以体现。

倍福工业 PC 高级产品经理 Roland van Mark

性能追求，永无止境

我与倍福产品结缘三十余年，积极投身于我们的工业 PC、面板及面板型 PC 的开发也已逾 20 年。对我们工业 PC 产品经理团队而言，基于 PC 的控制技术既是馈赠，也是挑战。

为什么这么说呢？基于 PC 的控制技术取得成功的一大要素便是 CPU 性能的持续跃升。在全球应用需求的驱动下，英特尔、AMD 等科技巨头年复一年地推出性能更强、价格更优的处理器。当自身解决方案的核心组件以近乎不可阻挡之势持续改进、优化、增强时，这无疑是一种幸运。然而，与此同时这也是一种不幸，因为将全球通用 CPU 转化为可靠的基于 PC 的控制硬件，需要大量专业知识和繁重的集成工作。外部环境条件、外部电磁干扰、对特殊接口（往往

开发于多年前）的兼容支持、7 x 24 小时不间断运行、对 CPU 实时性的极致要求，以及 CPU 的长期供货保障 — 这些仅仅是亟待攻关的课题中的一部分。

然而，唯有一次次系统性地攻克这些挑战，方能尽享技术的持续进步与性能不断提升带来的优势。这正是基于 PC 的控制技术成为全球硬件业务制胜法宝的原因。

40 年前，我们开创了基于 PC 的控制技术；30 年来，我们又始终以 TwinCAT 为载体，提供独特的高性能自动化软件，实为幸事。这不仅使我们自己受益，更为客户创造了切实价值，实现了真正的双赢！



“基于 PC 的控制技术和 TwinCAT 不仅使我们自己受益，更为客户创造了切实价值，实现了真正的双赢！”



嵌入式控制器高级产品经理 Andreas Thome

长期可用性：核心优势

嵌入式控制器是倍福基于 PC 的控制理念的重要支柱。“将工业 PC 安装到 DIN 导轨上的基本构想诞生于 21 世纪初，并于 2003 年首次量产。”目标是打造一款尺寸尽可能小巧、可直接连接总线端子模块并搭载灵活的嵌入式 Windows 操作系统的 PC 控制器。这一理念催生了丰富的嵌入式控制器产品线，其独特优势至今仍为人称道：紧凑设计、闪存存储、嵌入式操作系统、可扩展的 CPU 系列、直接集成 I/O、模块化扩展能力、无风扇设计（尽可能），以及多样化的接口选项。

至少十年的长期供货，外加十年服务期，是倍福 CX 系列的核心优势之一。首款 CX1000 设备便是最佳例证：它直至 2024 年才停产，意味着它以不变规格供货长达 21 年之久。如此超长的供货周期之所以能够实现，是因为倍福自主研发并制造嵌入式控制器所需的所有电子元器件，包括主板。

CX 系列嵌入式控制器持续强力助推基于 PC 的控制技术的普及：其紧凑的 PLC 式外形设计深受传统控制工程师青睐，而完备的 PC 功能与 TwinCAT 自动化软件的结合，则全面满足了各类应用需求。

“将工业 PC 安装到 DIN 导轨上的基本构想诞生于 21 世纪初，并于 2003 年首次量产。”

TwinCAT 产品经理 Josef Papenfort

在软件中完全映射设备

TwinCAT 是基于 PC 的控制技术的核心。它与工业 PC、I/O 和驱动器共同构成完整系统，是连接所有组件并实现精准协同运行的软件纽带。TwinCAT 可将任意 PC（无论底层操作系统为何）转化为强大的控制系统，集 PLC、运动控制、安全、测量技术、视觉和 AI 功能于一体。这一切都建立在 TwinCAT 四十年来为不同操作系统所提供的实时能力之上。

尽管基于 PC 的控制技术在多年前诞生之初曾备受质疑，如今却已成为公认的标准。凭借 TwinCAT，我们不仅深刻塑造了这一标准，更持续推动其迭代升级。时至今日，TwinCAT 已发展成为全球基于 PC 的控制技术领域应用最广泛的工具。依托基于 PC 的控制技术和

TwinCAT，整套设备乃至整个系统都能在软件端完成完整映射 — 设备制造商沉淀的全部专有技术都可完全封装于应用软件之中。这意味着设备制造商彻底摆脱了特定硬件设备与操作系统的限制，而这一核心优势，TwinCAT 用户已经稳定享受了整整三十年。

“尽管基于 PC 的控制技术在多年前诞生之初曾备受质疑，如今却已成为公认的标准。”



“基于 PC 的控制技术与 EtherCAT: 超强算力与超高通信速度的完美共生体。”



全球销售总监 Kai Ristau

不受专有技术束缚的创新力

如今,每当我在国际市场上与客户和合作伙伴交流时,基于 PC 的控制技术对倍福全球成功的推动作用,便一次次清晰地展现在眼前。从一开始,基于 PC 的控制理念就不仅仅是技术上的变革,它更是一次真正的范式变革。

如今,倍福约三分之二的销售额来自德国以外的市场,其根本原因在于基于 PC 的控制技术的开放性和灵活性。倍福将“德国制造与生产”的深厚积淀与高性能标准硬件、智能软件深度融合,从而能够灵活响应全球各地的不同需求——从亚洲的半导体生产,到北美的包装机械,再到欧洲的高度自动化生产系统。

高级技术营销副总裁 Martin Rostan

高端自动化迈入全新维度

从传统 PLC 到基于 PC 的控制技术的转变,标志着自动化领域的一次巨大飞跃。基于 PC 的控制技术具有可扩展性强、灵活性高的特点,并提供近乎无限的算力支撑。其强大性能支持在同一控制系统内实现复杂的控制算法、多轴控制、图像处理以及复杂的应用程序,同时还能实现低于 1 毫秒的周期时间。

相比之下,传统 PLC 架构,以及传统现场总线和几乎所有的工业以太网系统,其周期时间都达到几毫秒。这对于非常简单的控制任务或许足够,但对于高动态设备、高精度运动控制应用或同步多轴系统而言,每多一毫秒都意味着质量和性能的明显损失。更短的周期时间能带来更

快的响应、更高的吞吐量、更高的精度、更稳定的控制,并最终提升生产效率,这正是基于 PC 的控制技术所充分利用的优势。而 EtherCAT 正是关键所在:作为唯一能完全支持基于 PC 的控制技术性能的现场总线系统,它不会成为瓶颈,恰恰相反, EtherCAT 提供了该技术所要求的超高速通信。EtherCAT 特殊的工作原理使其几乎不增加 PC 的负载,也无需额外硬件:它完全通过现有的以太网接口以软件方式实现。

其结果是超强算力与超高速通信的完美共生——基于 PC 的控制技术与 EtherCAT 彼此赋能,共同迈向性能巅峰,为高端自动化开辟了全新维度。

“从一开始,基于 PC 的控制技术就不仅仅是技术上的变革,它更是一次真正的范式变革。”

Windows、Linux®、EtherCAT 这类开放标准的优势在出口中尤为显著。这些标准便于集成到现有的 IT 与生产环境中,并在全球客户中建立信任。对许多合作伙伴而言,不受专有技术束缚的创新力代表着决定性的附加价值。

获益最多的,是那些早期就认识到基于 PC 的控制技术潜力并有意地迈出这一步的客户——他们勇于开拓新领域的意愿往往很快得到了回报。正是开放性、可扩展性和创新实力这三大特质的结合,为倍福 40 年来在全球市场取得成功奠定了基础。



“控制系统的灵活适配性意味着它也能快速高效地响应未来的需求。”

半导体行业经理 Marcel Ellwart

适用于所有应用的统一架构

半导体行业对精度、实时性、可靠性和灵活性有着最高的要求。纳米制程需要精确同步各类运动、快速处理大量传感器数据,以及运动控制、图像处理、温度控制和真空控制的无缝集成。

基于 PC 的控制技术将开环控制与闭环控制以及可视化与通信功能整合于一个开放的工业 PC 平台之上,而 EtherCAT 为其提供确定性和超高速的数据传输支持。

基于 PC 的控制技术的模块化和可扩展性意味着,从实验室设备到大型系统的所有应用,都可以通过相同的架构来实现。控制系统的灵活适配性意味着它也能快速高效地响应未来的需求。这一点,半导体行业早在多年前就已认识到。

结合我们的 TwinCAT 软件,视觉、安全控制器和基于 AI 的工艺分析等专用功能如今已集成其中。我们组件的长期可用性及其紧凑设计,使倍福基于 PC 的控制技术成为半导体行业的理想之选。

内部物流行业经理 Doug Schuchart

更高灵活性和更强的保护

在内部物流领域,全球许多头部终端客户,包括沃尔玛、亚马逊、UPS、联邦快递,其总部均设在美国。尽管欧洲较早采用了基于 PC 的控制技术,但美国内部物流行业过去更倾向于专有的 PLC 解决方案,然而,这一趋势正在快速转变。

供应链的韧性是一个关键驱动因素。全球供应链危机暴露了封闭 PLC 平台的弱点,组件一旦断供,项目就会陷入停滞,关键的仓储流程也会被迫中断,而基于 PC 的开放式控制平台为供应链提供了更高灵活性与抗风险能力。

第二项重大变化是 AI。不同于以往难以直接落地的技术趋势,AI 已在仓储优化和订单处理环节带来了一系列可量化的实际效益,企业如今正意识到,AI 驱动的预测分析、预测性维护和运营智能正成为关键的竞争优势。

电子商务和快递服务市场竞争极为激烈,更快配送、更高可靠性、更低成本、更简便退货以及更少产品损坏的压力与日俱增,而利润却在不断缩减。为此,企业正大力投资自动化和 AI,他们愈发意识到,传统的专有 PLC 系统既无法防范未来的供应链中断,也无法支持 AI 的深度集成,基于 PC 的开放式控制平台,已成为智能、自适应且高度优化的仓储流程的基础。



“基于 PC 的控制技术已成为智能、自适应且高度优化的仓储流程的基础。”

开放、可扩展、快速：基于 PC 的控制技术开启性能新维度

THE 10 基于 PC 的控制技术的主要优势

基于 PC 的控制技术为机械工程应对工业数字化转型所带来的根本性变革提供了坚实基础。通过将所有自动化功能作为软件模块无缝集成，并将其迁移至工业级 IT 硬件，该项技术实现了全新的灵活性和性能水平。以下论据将清晰表明，为何基于 PC 的通用控制平台才是自动化行业的未来所在。

1 用软件取代硬件
基于 PC 的控制技术的范式变革，其核心在于自动化功能不再依赖于专用硬件运行。取而代之的是，基于 PC 的硬件与 TwinCAT 软件相结合，可以接管所有控制任务，逻辑控制、运动控制及其它所有功能均作为纯软件模块实现。这不仅节省了硬件成本，大幅缩减了控制柜所需的空間，还为了系统改造带来了极大的灵活性。

2 标准操作系统下的硬实时能力
基于 PC 的控制技术的核心理念之一，是让 Windows 等标准操作系统具备实时能力。TwinCAT 实时系统在内核级别集成，可保证低至数微秒级的确定性周期时间。因此，PC 硬件可用于对时间要求苛刻的任务，最大限度减少抖动，确保即便是要求极高的控制回路也能精确、可靠地运行。

3 所有控制只需一个平台
无需为每个功能单独配备控制器，基于 PC 的控制技术将所有自动化功能整合到一台计算机上：PLC、运动控制、通信、测量、视觉和机器人技术共享同一硬件和数据库。这消除了系统间的通信瓶颈和响应延迟，简化了故障排查，并显著降低了硬件、工程和维护成本。即便是此前相互独立的控制和安全技术领域，也可以通过基于 PC 的控制技术实现无缝集成。

4 集成于 Visual Studio
随着 TwinCAT 3 的推出，该自动化软件被无缝集成到微软的 Visual Studio 中，为自动化工程师和 IT 开发者打造了一个标准化的开发环境。用户可受益于专业的软件开发工具、现代化的源代码管理、自动化测试以及端到端的调试功能，由此，传统 IT 世界与自动化层级之间的严格界限被彻底打破。

5 多语言编程
TwinCAT 打破了传统 PLC 编程的局限性，全面支持传统的 IEC 61131-3 标准语言（如结构化文本），还能与 C、C++ 等高级语言无缝结合使用。此外，在 MATLAB® 或 Simulink® 中开发的复杂模型可以直接编译并在硬实时环境下执行，这使得开发者能够针对每个特定的自动化任务选用最合适的编程语言。

6 多核与众核应用
现代工业 PC 配备功能强大的多核处理器。TwinCAT 完全支持这一点，例如可通过多线程能力将单个应用程序分配到多个内核上。借助 TwinCAT Core Boost 技术，单个实时内核或用户模式内核的计算能力可以提高 50%，从而能够最大化地利用系统性能，并可根据具体的应用需求进行优化调整。

7 EtherCAT 作为系统总线
要将现代工业 PC 的强大计算能力传递到设备端，需要一条速度极快的数据总线。正是为此目的，倍福开发了 EtherCAT，它是一种开放、标准化的工业以太网现场总线，如今已在全球广泛应用。EtherCAT 采用“实时 (on the fly)”处理数据的方式，可实现低于 100 微秒的周期时间，并借助分布式时钟实现高精度同步。该协议还支持高度灵活的网络拓扑结构。

8 IT 与 OT 的融合
通用的 PC 架构意味着与上一级 IT 系统的集成已成为标配。无需经由复杂网关联行，基于 PC 的控制系统可直接与数据库通信或将数据发送至云平台。系统原生支持 OPC UA、MQTT、AMQP 或 REST API 等标准化协议。最后但同样重要的是，这也使得基于 PC 的控制技术成为工业 AI 解决方案、边缘计算和预测性维护方案的合适且安全的基础。

9 高可扩展性
基于 PC 的控制技术提供了简单且出色的可扩展性。产品系列涵盖多种不同的外观样式，从嵌入式控制器、各种控制柜式工业 PC 和面板型 PC，到用于无控制柜自动化的 MX-System 工业 PC 模块，乃至配备多达 32 个 CPU 核心的控制柜式工业服务器，以上所有产品均适用于工业环境，并具备长期可用性。丰富的可选处理器种类使得 PC 硬件配置能够更精细、更精准地适配具体应用需求。

10 开放性与模块化
倍福基于 PC 的控制技术采用开放的 IT 标准。因此，自动化专家可直接受益于四十年来全球 PC 技术市场持续发展带来的性能飞跃。该系统还支持模块化设计，使设备的各个部分均可作为灵活的独立模块使用。同时，由于对众多现场总线开放，第三方设备也能轻松集成。

全新 MX-System Designer: 一款用于无控制柜自动化的工程设计工具

“我们正大幅简化实施过程”

倍福凭借 MX-System, 颠覆性重塑了设备自动化的硬件架构, 为实现无控制柜的设备和系统铺平了道路。如今, 公司正迈出下一个合乎逻辑的步骤: 基于 Web 的工程设计工具 MX-System Designer, 从概念设计阶段就能提供结构化的、经过技术验证的电气设计。MX-System 产品经理 Daniel Siegenbrink 将为您揭示该设计工具的具体工作原理, 以及智能项目规划、合理性校验和计划中 AI 集成所带来的附加价值。

MX-System 已经推出大约四年了, 为什么选择现在推出 MX-System Designer?

Daniel Siegenbrink: 在实际应用中, 我们越来越多地看到 MX-System 正在从根本上改变设备和系统的电气化流程。因此, 对我们来说, 为客户提供一款能够极大简化上游规划并将其带入数字化时代的工具, 是顺理成章的一步。另一个驱动力是我们自身在模块化系统项目规划中积累的丰富经验。近年来, 我们处理了近 1000 个客户咨询。为了应对这一工作量, 我们很早就开发了内部软件。没有它, 我们将无法高效地规划各个解决方案, 也无法以清晰易懂的方式为客户准备这些方案。另一个关键因素是, 我们希望 Designer 能在市场上充当 MX-System 的强大传播者。我们正在大幅简化解决方案的实施过程。从现在起, 每位用户都能快速、轻松地创建自己的个性化解决方案。

倍福在创建这个工具时遇到了哪些具体挑战?

Daniel Siegenbrink: 这是我们首次提供的一款可直接在网页浏览器中访问和使用的深度工程设计工具。为了实现这一点, 我们必须开发并实现一个直观的操作理念。其设计思路也是全新的: MX-System Designer 并非传统意义上的产品配置器。这不再是单一组件选型的问题, 而是要以结构化的方式规划整台设备的整体电气

架构 — 从供电层、控制层、I/O 层, 一直到所连接的外围设备。由于 MX-System 的物理逻辑 (标准化接口、模块可直接插装并固定在底板上) 为数字化规划模型提供了绝佳基础, 其实施过程中的技术挑战被控制在合理范围内。但我们也只是刚刚起步。最核心的架构任务, 是搭建一套稳定且可扩展的数字化基础, 以便我们未来能轻松添加更多功能。毕竟, 在现有房屋上加建第三层, 通常比从一开始就规划一栋三层建筑更具挑战性。

倍福 MX-System 产品经理 Daniel Siegenbrink:

“这不再是单一组件选型的问题, 而是要以结构化的方式规划整台设备的整体电气架构。”

用户使用该工具是否需要具备特殊的工程专业知识? 如果需要, 能否从倍福获得相关支持服务?

Daniel Siegenbrink: 使用该工具完全无需掌握特殊的软件操作或 IT 专业知识。倍福网站上

的教程视频完全能够满足使用需求。用户必须熟悉自身设备及其所需功能, 换句话说, 他们必须知道需要用到哪些执行器、电机和传感器。其余环节, 也就是转化成系统架构的工作, 基本可由 Designer 直观地引导完成。我们了解到, 已经在使用这款工具的客户, 从一开始就能轻松上手。如果您在拓扑搭建相关环节遇到任何问题, 我们的专业技术人员随时都乐意为您提供帮助。

这款工具收费吗? 用户在使用时需要注意哪些事项?

Daniel Siegenbrink: MX-System Designer 是一款纯在线工具, 运行于我们的服务器端。因此, 用户无需在本地计算机上安装。这是一项显著优势: 该软件在全球范围内都能以完全相同的、最新的格式提供, 为设备制造商、项目经理和电气规划人员提供了标准化的规划基础。该工具完全免费使用。您仅需在我们的官网注册一个标准的 MyBeckhoff 账号即可, 该账号本身也完全免费。

使用这款软件, 整个系统的设计是完全由设备制造商自主掌控, 还是倍福也会参与其中?

Daniel Siegenbrink: 系统架构的主导权应当且始终完全掌握在设备制造商手中。借助

MX-System Designer, 倍福实质上仅提供数字化框架与后台智能支持。该工具可让客户实现自主、高效且零差错的操作, 减少工程设计过程中的后续调整, 同时还能直观呈现系统结构。

使用 MX-System Designer 可以完成哪些具体的规划工作?

Daniel Siegenbrink: 首先当然是 MX-System 本身, 也就是底板以及安装在底板上的所有功能模块。全系列的工业 PC 模块、驱动模块、系统模块及 I/O 模块已作为标配完全集成。除此之外, 我们还在工具中集成了分布式外设, 其中就包括防护等级高达 IP67 的 EtherCAT P 端子盒。其中一个特别重要的方面是结构化的电缆规格。MX-System Designer 支持直接选用适配的预装电缆, 涵盖了近 2000 种不同的连接器组合, 可针对 MX-System 模块与电机或传感器之间的连接提供多种长度规格的选型推荐,

从而让布线过程从概念设计阶段起, 就能做到尽可能全透明化。

这款软件工具在搭建整套系统的过程中, 是否包含合理性校验功能?

Daniel Siegenbrink: 是的, 深度合理性校验是该软件功能范围的核心组成部分, 也是一项极具竞争力的独特卖点。系统会自动对电气系统设计的核心要点进行校验。这从直观的依赖关系就开始体现: 例如, 如果将一台 48 V 伺服驱动器拖放到底板上, Designer 会立即提示必须同步安装一个 48 V 电源。这类细节在项目规划中常常因时间紧迫而被忽略。然而, 该工具的能力远不止于此, 而是深入更底层的物理层面: 它可以计算系统总功率需求、校验底板内的负载分布、监控各个模块的功率限制, 甚至能按设定的电缆长度计算电压降。通过这种方式, 我们确保用户只能生成技术上允许且功能上可行的组合。

这款软件是否采用模块化架构? 后续你们是否计划持续增加更多功能? 如果有, 可能会新增哪些功能?

Daniel Siegenbrink: 与倍福所有新技术一样, 我们从坚实的功能基础出发, 不断扩展并增加各类新功能。人工智能的应用是我们明确的发展方向 — 我们计划从现有的简单拖拽功能, 进阶到基于提示词的系统生成模式, 即用户只需用文字描述设备的功能需求, AI 就能自动生成初步的系统设计方案。全自动导出完整配置后的 MX-System 工作站 3D CAD 模型这类功能, 也已纳入产品的开发路线图。不过, 我们的终极目标是实现最大程度的垂直整合: 未来将支持将结构化的可视化内容从网页工具无缝导入至 TwinCAT 开发环境中, 搭建起从电气硬件规划到软件参数化的直接桥梁。

更多信息:
www.beckhoff.com.cn/mx-system-designer



借助 MX-System Designer, 用户能够以图形化方式对系统架构进行建模, 并在项目早期阶段就完成技术一致性校验。



© Intel, the Intel logo and other Intel marks are trademarks of Intel Corporation or its subsidiaries.

搭载 Intel® Core™ 处理器(系列 2)的工业 PC:CPU 焕新升级,性能大幅提升

Intel® Core™ 处理器(系列 2)家族最高可配备 12 个性能核,基频高达 4 GHz,最高睿频达 5.9 GHz,因此非常适合所有对单核计算能力要求严苛的应用和/或需要利用多个强大内核优势、高度并行化的应用。Felix Wildemann,倍福工业 PC 产品经理说道:“对于部分应用场景,尤其是依赖操作系统自身调度机制的非控制类任务,混合 CPU 架构具有诸多优势。然而在控制/自动化领域,大量对性能要求苛刻的应用既需要强劲的单线程性能,也要求 CPU 核心具备统一的架构。这不仅能让每个核心输出更强性能,还能大幅简化开发流程。多年来,我们在全层级产品中都观察到了混合处理器架构的发展趋势,其中也包含 Arm® 架构处理器,因此我们尤为欣喜的是,英特尔倾听了行业反馈,将 Bartlett Lake 12P 系列 CPU 纳入了其嵌入式产品路线图,这为工业应用带来了真正的优势。”

C6040 超紧凑型工业 PC 的尺寸仅为 132 x 202 x 76 毫米,是该系列中性能突出的机型之一,这款新型通用型工业 PC 尤其适用于复杂的多轴控制、HMI 应用和周期极短的应用,以及机器学习和机器视觉应用。“倍福 C6040 超紧凑型工业 PC 搭载配备性能核的 Intel Core(系列 2)处理器,可为边缘工业工作负载提供经过优化的确定性计算性能。”英特尔公司制造业务部门高级总监兼总经理 Todd Matsler 表示,“这款长生命周期平台可在紧凑的工业 PC 设计内,同时支撑可预测的实时控制以及先进的视觉与 AI 应用。此次合作充分彰显了英特尔致力于为新一代工业系统打造可扩展、高可靠性边缘计算解决方案的决心。”

C6640、C6650 和 C6675 控制柜式工业 PC 搭载 ATX 主板,并提供丰富的设备选配方案,包括支持使用高性能大尺寸显卡,以满足高阶机器学习和机器视觉应用需求。C5240 19 英寸抽拉式工业 PC 同样配备了最高性能等级的组件,使其成为机械与系统工程应用的理想之选。

更多信息:
www.beckhoff.com.cn/intel-core-series-2

EP741x MDR 控制器:集成安全技术,智领内部物流



倍福的 EP741x MDR 控制器为自动化物流在安全性、效率与模块化方面树立了全新标杆。该系列模块防护等级达 IP54,可根据实际需求选配集成或不集成安全功能的版本。结合对众多制造商生产的 24 V 和 48 V 电机的控制能力,系统建造商和运营商能够在享有极大灵活性的同时,减少布线工作,并显著降低系统成本。

电商和内部物流领域的持续产能扩张,要求输送系统具备模块化、灵活且可靠的特点。电动辊筒输送机(MDR)通过分区运行带来了巨大的效率优势,但在使用传统总线系统时,往往会触及性能极限。而全新的 EP741x MDR 控制器则解决了这一难题。它集成了 EtherCAT,可实现亚毫秒级的更新速率。即便是长距离输送线或复杂系统中,也能确保路由逻辑的绝对同步。

EP741x 系列沿用了成熟的 EtherCAT 端子盒架构,可以实现 24 至 48 V 电压范围内的无刷直流电机(BLDC)的无传感器控制。其一大优势在于,该模块可与任何供应商的电动辊筒配合使用,从而简化工程设计并

大幅减少备件库存。控制器有 2 通道版本(EP7412)和超紧凑的 4 通道版本(EP7414)可选。全级联设计配合 IP54+ 防护等级、集成连接电缆以及标准化的 M8 或 M12 连接器,有效降低成本、杜绝布线错误,并最大限度地缩短安装时间。同时,更小的安装深度便于直接安装在输送机轨道型材内,从而节省空间。

在 MDR 解决方案领域,通过 Safety over EtherCAT (FSoE)实现的安全扭矩关断(STO)安全功能堪称业内首创。传统控制器为满足急停需求,通常需要完全切断电源,而 EP741x-9071 则采用智能设计,在安全切断电机输出功率的同时,保持控制电子元器件的逻辑电压,使系统始终处于安全状态。用户可受益于分布式安全架构,根据需求灵活定义独立控制的安全区域,从而无需额外的安全组件或复杂的并行布线,将物料输送系统的模块化程度提升至全新水平。对于安全要求较低的应用,倍福还提供不含安全功能的经济型 2 通道和 4 通道版本 MDR 控制器(EP741x-0071)。

更多信息:
www.beckhoff.com.cn/ep7412
www.beckhoff.com.cn/ep7414

《网络弹性法案》和《机械法规》：

基于 PC 的控制技术与 EtherCAT — 安全设计，智赢未来

制造业面临的网络攻击和恶意软件威胁正与日俱增。为应对这一挑战，《网络弹性法案》(CRA) 及新《机械法规》等法规对各生产商和设备制造商提出严格的要求。凭借基于 PC 的控制技术和 EtherCAT，倍福为满足这些要求、抢占未来市场先机提供了理想的技术基础。

随着《网络弹性法案》(EU) 2024/2847 与修订后的《机械法规》(EU) 2023/1230 陆续生效，工业制造领域的法规要求正在经历根本性转变。未来，网络安全将要求技术与流程之间实现持续协同。倍福很早就预见到了这一需求；十多年来，公司一直运营着自己的产品安全事件响应小组 (PSIRT)，负责专业的漏洞管理，并提供了详细的安全指南。作为行业专用 CERT@VDE 的联合创始人，倍福还积极参与跨制造商的漏洞信息共享。

基于 PC 的控制技术与 EtherCAT 筑牢网络安全屏障
倍福正积极推动标准制定工作，旨在确保自动化技术能够契合新的欧盟法规要求。由于仅靠国际 IEC 62443 系列标准目前尚不足以满足《网络弹性法案》的要求，倍福正助力在 CEN-CENELEC 内推动欧洲版标准 EN IEC 62443 的制定工作。其目标是实现切实可行的标准化，从而确保有效的安全防护。

从技术角度来看，基于 PC 的控制技术和 EtherCAT 提供了原生安全基础。通过工业 PC 集中管理系统通信，所使用操作系统 (如 Windows 或 Linux®) 的原生安全功能可全面应用于 PLC Runtime，包括内置的防火墙。此外，系统架构也因采用 EtherCAT 通信而显著受益。即便在推出 20 年后，该协议依然始终面向基于硬件的实时控制，并与上层 IP 网络明确隔离，攻击面极小。因此，EtherCAT 无需修改任何协议即可实现符合网络安全和标准要求的使用方式。这使得 EtherCAT 系统能够根

据 IEC 62443-3-3 标准完成系统认证，即便单个设备未单独获得认证。倍福已针对三种不同的参考架构场景 (DK-177530-UL、DK-178394-UL 和 DK-178399-UL) 获得 UL 认证，每一种都对应一类典型工业应用 — 这是保持现有系统设计的关键因素。

评估与认证
在产品层面，倍福采用专用的安全评估流程。所有产品都会持续接受评估，并根据其与《网络弹性法案》的符合性进行改进，必要时也会依据

IEC 62443 标准进行优化。在很多情况下，产品仅凭现有设计就已满足相关要求，只需补充完善文档资料即可。对于安全组件，倍福将确保在 2027 年 1 月新《机械法规》生效前完全满足其要求。预计倍福将于今年完成 IEC 62443-4-1 认证，以保障产品开发生命周期的安全性。与此同时，公司自身的 IT 与生产基础设施的安全性也将很快通过 ISO 27001 认证得到验证。

“网络安全并非一成不变，而是一个持续推进的过程，需要量身定制的技术和明确的指引。”倍福负责产品合规安全的 Torsten Förder 总结道，“当市场上的其他厂商建议过度地采取防护措施时，我们则专注于提供切实有效安全保障所需的方案。凭借这种精简的方法和倍福产品线提供的技术支撑，用户既能确保安全无忧，又能保护自身投资，并始终保持竞争优势。”

照明视觉单元:16 款全新设备搭载交叉偏振滤光片，打造完整视觉解决方案



倍福的照明视觉单元 (VUI) 是由相机、照明设备和采用液体透镜技术的可调焦光学镜头构成的完整视觉单元。该系列现已新增 16 款采用新型图像传感器的设备，并可选配交叉偏振滤光片。

VUI 采用工业级设计，专为机械设备制造中的严苛日常工况而打造——结构紧凑、坚固耐用，并且易于集成到控制系统中。该系列产品线现又增加了 16 款搭载新型图像传感器的设备，提

供 5.1、8.1 和 12.4 MP 三种分辨率，适用于多种高要求应用场景 — 从高速节拍检测到对测量和检测精度要求更高的精细质量检验。

这些设备还支持选配交叉偏振滤光片，从而扩展了其应用范围，这款易于使用的单元能够有效抑制表面反射，胜任更多复杂的视觉任务。这样一来，即使隔着玻璃、塑料或水等易反光的透明介质，也能以高对比度、无反光的方式清晰采集目标特征。

更多信息：
www.beckhoff.com.cn/units

经济型驱动系统 — 开启高效能应用新篇章

倍福的经济型驱动系统是一个由伺服电机、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。凭借扩展后的功率范围，以及全新的外部制动电阻和电源滤波器，系统正释放出更大的应用潜力。

X1000 经济型伺服驱动器系列迎来新成员，一款额定电流为 12 A 的三相机型。至此，该系列驱动器的额定电流范围已覆盖 3.4 至 12 A，而其单相型号则能够提供 1.65 至 6.9 A 的电流。其显著特点之一是具有高功率密度：尽管结构非常紧凑，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。

AF1000 经济型变频器系列同样新增了一款额

定功率为 5.5 kW 的三相机型，从而为传送带、泵或风机等基本驱动应用提供了成本优化型解决方案。该系列的单相型号覆盖的功率范围为 0.37 至 1.5 kW，三相型号覆盖的功率范围为 0.75 至 5.5 kW。它不仅提供该细分市场典型的单轴版本，还提供极具成本效益的双轴版本，从而为各种应用场景提供可灵活扩展的解决方案。

作为系统组件领域的全方位解决方案供应商，倍福还能够为经济型驱动系统提供合适的配套附件，包括外部制动电阻和电源滤波器。其中，AX2090-BW10-xxxx 制动电阻提供适用于单相和三相电源的不同型号，且功率等级丰富多样，能够确保制动电阻器根据具体应用进行优化适配。此外，高品质的 AX2090-NF1x-xxxx



电源滤波器还能能为这些经济型设备提供出色的干扰抑制效果。这些组件组合使用时，根据 EN 61800-3 标准，它们能够满足最高达 C2 类别的行业规范要求。

更多信息：
www.beckhoff.com.cn/economy-drive-system

新一代多点触控面板斩获德国红点设计奖

性能可扩展，颜值更出众



reddot winner 2026
industrial design



倍福凭借其新一代多点触控面板斩获备受瞩目的 2026 年度德国红点设计奖，以表彰其在直观人机交互、高度技术集成以及出众设计上的持续深耕。这些可扩展的控制面板和面板型 PC 将极简设计与工业适用性完美融合，为机械与系统工程企业提供了一种高性价比且面向未来的自动化解决方案。

红点奖是全球最负盛名的产品设计竞赛之一，其评审标准极其严苛，不仅关注产品的外观美学，更重视其功能性和创新性。新一代多点触控面板能够获此殊荣，充分凸显了其面向应用的设计理念。面板正面与背面均遵循清晰统一的设计语言，可最大程度减少操作失误，并能与现代化系统方案和谐地融为一体。设计始终是倍福的核心关注点之一。在倍福看来，控制面板以及面板型 PC 早已不只是操作设备：它更是设备的视觉符号与情感桥梁，其外观直接影响着整个生产环境的品质。新一代多点触控面板兼顾美学外观与舒适触感，以高品质材质优化操控手感，全面提升用户体验与操作便捷性。

从 HMI 到智能中枢

为满足工业需求，HMI 设备采用压铸铝打造，因而极为坚固。然而，其设计不仅经久耐用，更是深思熟虑的工程智慧的有力体现。为使德国本土生产兼具高成本效益，倍福将面向生产的适配优化直接融入外壳设计之中。精致的设计与精湛的生产工艺相辅相成，实现了精益化生产，让新一代多点触控面板的用户在品质与功能毫不妥协的前提下，尽享极高的成本效益。

这款获奖的面板系列正推动传统 HMI 向数据采集与可视化的智能中枢转型 — 控制和可视化任务在同一个平台中完成，从而大幅减少空间占用、布线工作量及延迟时间。该系列基于全新的电子架构打造，配备标准化接口、支持端到端 EtherCAT 通信，可与 TwinCAT 实现无缝集成。

用于边缘计算与 AI 的网关

新一代 Intel Atom® 和 Arm® 处理器系列为工业互联系统提供强劲性能支撑。新一代多点触控面板可满足各种性能等级需求，成为边缘计算和 AI 的中央网关。

更多信息：
www.beckhoff.com.cn/next-panel-generation

基于 EtherCAT 与 XTS 的电芯产线机械终检方案

依托高速数据通信与柔性产品搬运, 提升系统产能

在电动出行领域, 不仅车载电池本身要具备极致性能, 生产设备也对性能有着极高要求。由保时捷与瓦尔塔合资成立的锂离子圆柱形电池公司 V4Smart, 依托倍福 EtherCAT 超高速通信与 XTS 智能输送系统, 在电池电芯机械下线终检的复杂系统中成功满足了这一高要求。

总部位于诺德林根的 V4Smart 背后, 是一支专注于高性能锂离子圆柱形电池研发与生产的跨学科团队。其核心工作聚焦电化学储能系统的技术进步, 覆盖从材料研究到可规模化电芯量产的全产业链条。其中一个典型项目是全新的电池电芯下线终检设备, 该设备产出的电芯可适配搭载混动系统的保时捷 911 Carrera GTS 与 Turbo S 车型。该项目由 Varta Microbattery 公司埃尔旺根机械工程部门、系统集成商 Nema Automation (布雷茨费尔德), 以及位于威尔和克赖尔斯海姆的倍福团队紧密协作落地。Nema 首席技术官 Andreas Hütter 这样描述其广泛的任务范围: “作为系统集成商, 我们全权负责控制系统设计、电路图绘制、控制柜设计、软件编程及调试工作, 并且所有这些工作都由我们独立完成。”

待使用的工站包含约 20 套光学检测单元, 以及额外的装配区域, 比如用于安装电芯底部绝缘层、套设热缩套管的工站, 包括所需的加热风洞。

Varta Microbattery 公司电气设计/控制技术团队负责人 Felix Eitel 解释道: “电芯要接受多项机械特性检测。会检查外壳是否存在划痕、凹痕、水渍或电解液残留污渍。电芯顶盖和底部也会同样需要检测, 检测过程中电芯还会被旋转。随后安装底部绝缘层并核验安装位置是否准确, 再通过热加工套设热缩套管, 同步检测套管长度是否合规、是否完

系统设计与工艺流程的复杂度

整套系统由两个镜像对称的区段构成, 每个区段长约 15 米、宽 3 米。通过这种设计, 在保障易操作性的同时, 实现了每分钟 80 件被测工件的高产能。在每个子系统中, 由倍福系统工程部门全套交付的 XTS 系统循环轨道长度达 28.5 米, 可将电芯快速灵活地输送至 30 余个作业与检测工站。数据的复杂性还体现在约 1000 个 I/O 数据点上, 其中一半通过分布式 EtherCAT 端子盒采集, 另一半通过分布在 26 个控制柜中的 EtherCAT 端子模块采集。V4Smart 化成段负责人 Michael Luber 指出, 这类数据密集型的大型系统, 必须依托高性能且高可靠的通信技术, 而倍福研发的全球通用工业以太网协议 EtherCAT 使这一切成为可能。海量待传输数据要求一种高效且精确匹配的 EtherCAT 网络拓扑结构, 即星型拓扑, 所有其它网络节点均以线性方式从该拓扑中接入。



电芯终检设备前的项目团队 (从左至右): Michael Müller (倍福包装应用工程师)、Michael Luber (V4Smart 化成段负责人)、Hannes Junker (Nema Automation 软件工程负责人)、Andreas Hütter (Nema Automation 首席技术官)、Felix Eitel (Varta Microbattery 电气设计/控制技术团队负责人)、Tilman Plaß (倍福汽车行业经理)、Julius Eyermann (Nema Automation 工程部经理)、Markus Seckler (倍福应用工程师)



尽管系统结构复杂,但通过带按键扩展功能的倍福多点触控控制面板,仍可实现清晰显示和便捷操作



两个镜像对称的子系统尺寸均为 15 米 x 3 米,各自搭载了一套循环轨道长度为 28.5 米的 XTS 系统(图中所示为加热风洞后的缓冲区)

依托 XTS 系统,电芯可顺畅输送至热缩套管套设工序的加热风洞内,并由专门的安全区域保护,防止停留时间过长



全包覆电芯、有无破损。最后每颗电芯会通过 UV 激光打标,由相机核验打标内容,再由一台 Delta 机器人完成电芯下料。”

Andreas Hütter 确认了对电芯生产中这最后一道工序的极高要求:“要实现每个子系统每分钟 40 件被测工件的指定产能,同时将不良率控制在 1% 以下,所需的极致速度与可靠性,本身就要求配备性能极强、高度集成的控制技术,以及 XTS 所实现的这类高柔性产品输送能力。带加热风洞的热缩套管套设工序,以及用于前序多道工序检测的大量视觉系统,同样是项目中的重大挑战。”

XTS 作为核心系统元件

该系统的核心统一元件是倍福的 XTS 智能产品输送系统。这一点不仅体现在两个子系统各自长达 28.5 米的长轨道上,也体现在每个子系统配置的超 100 个 XTS 电机模块和 100 个动子上。此外,XTS 也是最终选择倍福基于 PC 的控制技术作为自动化方案的决定性因素。“Varta Microbattery 在其封装产线中使用这种基于 PC 的控制技术已有多,然而,对于 V4Smart 的下线终检设备,XTS 才是选型的首要考量。这款输送系统是唯—能让产品输送环节达到所需动态性能与运行速度的方案。”

Andreas Hütter 补充道:“将产品输送与设备加工周期解耦是项目的关键所在。系统包含大量不同类型的加工工站,有些是并行加工,有些是单工站加工,还有加热风洞这样的连续工序,必须与循环操作同步。这就需要 XTS 所提供的极高灵活性。此外,系统的可用安装空间十分有限,XTS 能实现极为紧凑的设备布局。若采用传统设计方案,系统体积至少会大出三分之一。”

据 Andreas Hütter 介绍,如果没有灵活的 XTS,集成用于热缩套管的 2 米长加热风洞会困难得多。动子在风洞内的运行速度为 60 毫米/秒。项目的核心挑战在于,即便前序工序出现故障,也必须将加热风洞内的所有电芯可靠移出加热区域,避免电芯因过热而损坏。传统方案中,排查故障必须等加热风洞全部清空之后才能进行。而灵活的 XTS 系统可通过额外的供电模块划分出两个安全区,彻底消除了这段等待时间。这样,在发生故障时,系统前段可以停机进行维护,而承载电芯的动子则可以不受干扰地继续驶出加热风洞。

Felix Eitel 介绍了产品输送环节的另一个特殊设计:“XTS 动子上安装的工作件运载装置进一步提升了系统的灵活性。电芯采用可旋转的安装方式,通过与由 AX8000 多轴伺服系统驱动的 AM8000 伺服电机相连

的磁藕,电芯抵达对应工站后即可旋转。每个子系统的 13 个工站都采用了该设计,覆盖光学检测、清洁工站以及加热风洞。”伺服电机搭载的单电缆技术(OCT)也带来了显著优势,可大幅减少布线工作量、节省安装空间,提升维护便捷性。

在工艺流程前后两端的两套 Delta 并联机器人拾放应用中同样应用了 AM8000 系列伺服电机。这些机器人的运动学运算在倍福中央机器控制器上通过 TwinCAT 3 Kinematic Transformation 完成,实际的运动规划则由 TwinCAT 3 Motion Pick-and-Place 实现。另一台倍福控制计算机通过 TwinCAT HMI 和三台倍福多点触控控制面板,提供清晰的可视化界面和便捷的系统操作。

携手合作,寻求最优解

各参与方之间的相互支持也是达成理想解决方案的关键因素。Andreas Hütter 证实,与倍福(尤其是克赖尔斯海姆销售办事处)的合作十分紧密,全程以解决问题为导向且各方地位平等,覆盖了从产品设计到各类应用场景问题的方方面面。Michael Luber 则重点提及了各方始终以目标为核心的协作模式:“尽管项目涉及四家合作方,流程复杂度很高,但所有出现的挑战都能以极具建设性的积极态度推进解决,各方响应也都高效迅速。”



在总计 13 个工站上,通过与 AM8000 伺服电机相连的磁藕,可带动电芯旋转,以此实现如从各个侧面进行检测这类作业

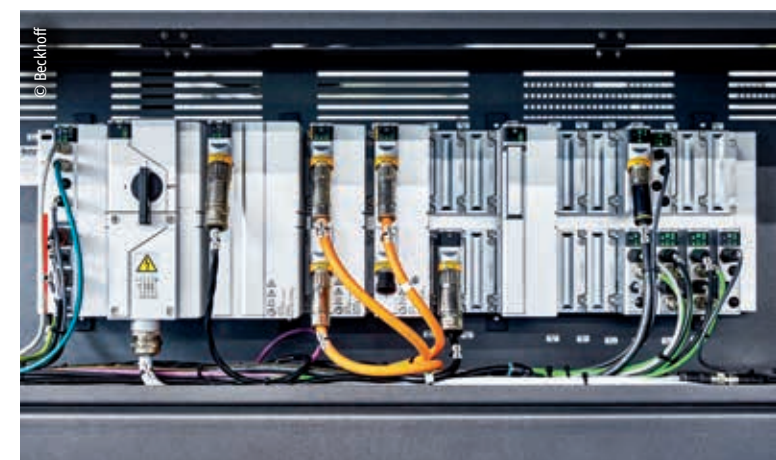
RO-BER 的线性机器人可
全自动搬运沉重的料箱，
确保 Bürkert 物流人员
的安全

基于 MX-System 的拆垛单元解决了内部物流领域由来已久的占地面积问题

无控制柜解决方案解锁 空间利用新极限

德国 Bürkert 流体控制系统公司坐落于 Criesbach 的工厂正面临着一个颇具代表性的生产物流难题：将沉重的料箱手动送入自动化小件仓库，不仅整个流程效率极为低下，还给操作人员带来了沉重的负担。然而，传统自动化解决方案所要求的占地面积，在当前条件下根本无法满足。因此，Bürkert 委托龙门机器人与物料搬运设备制造商 RO-BER 设计了一款极为紧凑的拆垛单元，该单元可接收由自动导引车 (AGV) 运送来的托盘。尽管采用了上述解决方案，但用户仍有进一步节省空间的需求，以满足其严苛的标准：最终，倍福的 MX-System 发挥了关键作用，它让系统能够在完全无需控制柜的情况下稳定运行，成功攻克空间受限这一棘手难题。

在内部物流领域，占地面积是最宝贵的资源之一——通常情况下，每一平方厘米的空间都至关重要，而 Bürkert 公司的情况正是如此。这家流体测量、控制和调节系统供应商正处于稳步增长的轨道上，这意味着其内部物料处理及物流环节必须进行持续的优化与改进。Bürkert 不销售标准产品，而是专注于为每位客户量身定制独一无二的阀门设计与材料方案，实现精准匹配。因此，该公司的产品范围包含 14 万种可供销售的单品。负责统筹 Bürkert 整体物流流程的 Frank Landgraf 讲述了当时决策的出发点：“要妥善应对生产环节与内部物流中所呈现出的这种多样性，确实是一项极具挑战性的任务。过去，自动化工作的重点聚焦于装配领域，而时至今日，内部物流领域则蕴含着最大的发展潜力。”他进一步强调，充分考虑人机工程学具有至关重要的意义：“如今，人工搬运重达 20 公斤甚至更重的箱子已不再符合我们当下的操作规范——况且，鉴于当前劳动力短缺的现状，我们也无力再维持这种操作方式。”在 Criesbac 工厂，向拥有约 27,000 个货位的自动化小件仓库供料这个环节，已经成为制约整体运营效率的瓶颈。该公司一直不遗余力地探寻自动化解决方案，然而受现场环境条件的限制，实际可操作的空间微乎其微。新系统必须安装在现有的狭小空间内，而传统机器人单元和庞大的控制柜对于该空间显得过于局促拥挤，难以适配。



MX-System 直接安装在设备的上层结构中，可完全替代传统控制柜，实现对所有轴与工艺流程的控制

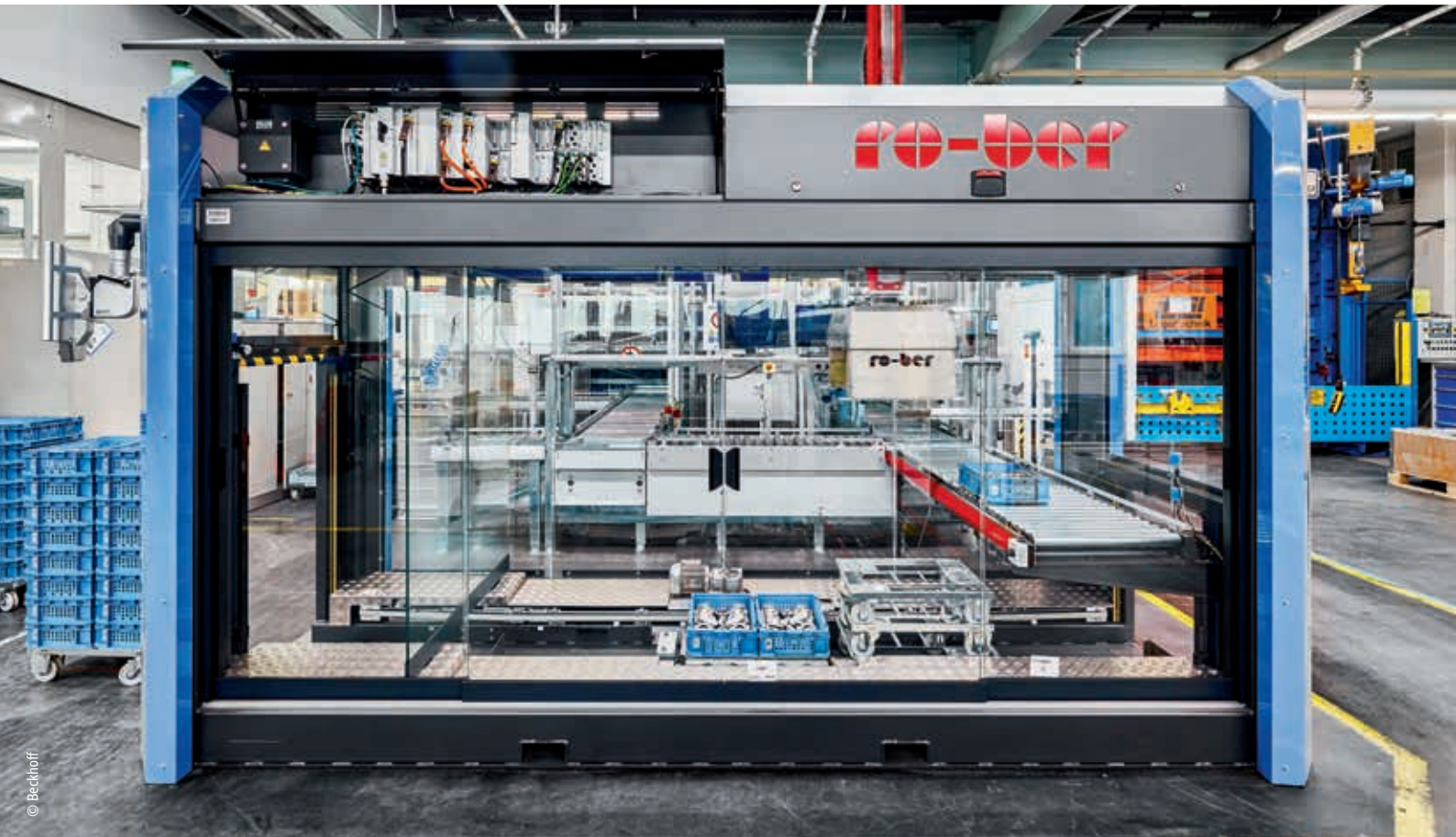


操作人员可通过定制的倍福控制面板访问联网系统的所有功能和过程数据

更少工作量, 更小空间

带着这一目标, Bürkert 找到了位于德国卡门的 RO-BER 工业机器人公司。RO-BER 长期专注于复杂龙门机器人系统的研发与生产, 其团队依据 Criesbach 工厂的具体需求, 开发了一套定制化的拆垛单元, 该单元能够高效地完成从地面滚轮托盘上拆垛欧标料箱的任务。一台配备多功能夹具的线性机器人取下料箱, 随后以严丝合缝的精准度将其对齐放置在自动化小件仓库的输送系统上。尽管在机械和机器人技术方

RO-BER 拆垛单元可无缝集成到 Bürkert 德国 Criesbach 工厂的自动化小件仓库旁的有限空间中



面, RO-BER 能够沿用其成熟的解决方案, 但在自动化控制方面, 他们探索出了新的路径。为确保系统达到所需的紧凑程度, RO-BER 经过审慎考量, 最终选定了倍福的 MX-System 作为解决方案。

“作为一种可插拔的模块化无控制柜解决方案, 它很快就引起了我们的注意。”RO-BER 总经理 Elmar Stöve 解释道。MX-System 是一种模块化自动化系统, 包含了从控制组件和驱动产品到 I/O、电源和熔断器等所以控制柜功能。其功能模块防护等级高达 IP67, 具有坚固耐用的特点, 凭借这一优势, 在众多应用场景中能够完全摒弃传统控制柜的使用。所有需要的模块都插接在设备安装底板上。对于 RO-BER 而言, 这意味着无需再为安装控制柜单独规划空间, 而是将自动化系统直接集成到设备上部结构中, 从而显著减少了所需空间和布线工作量, 同时简化了整个单元的设计。

更快的组装与调试

“MX-System 的优势贯穿设备的整个生命周期, 从设计、规划到维护都包含在内。”倍福销售工程师 Antonia Kuhn 解释道, “在组装过程中, 底板的标准化接口设计省去了手动接线和复杂线缆路径的需求。功能模块只需插入并拧紧即可, 电气连接会自动建立。所有现场设备均通过可插拔的连接电缆与 MX-System 模块连接, 进一步消除了所有潜在的接线错误。”这为设备制造商带来了巨大的效率提升。“一套完整的 MX-System, 包括工业 PC、伺服驱动器、主开关、馈电模块、48 伏电源和 I/O 模块, 只需几分钟就能安装在设备上。”Elmar Stöve 证实道, “与传统控制柜所需的安装时间 (可能长达数小时甚至数天) 相比, 这是个巨大的差异。”单电缆自动化 (OCA) 技术减少了电机的布线工作量, 因为动力、数据和反馈信号都通过一根电缆传输, 这也降低了



MX-System 功能模块只需插接到底板上即可, 将组装时间从数小时缩短至几分钟

出错的可能性。此外, MX-System 产品线中的每个组件都能被诊断, 从维护角度来看, 这是一大优势。

无缝集成与网络化

“对我们而言, 自动拆垛不仅仅是新设备带来的功能 — 它还必须能够无缝集成到更高层级的架构中, 并与我们的自动导引车 (AGV) 实现互联。”Bürkert 公司负责流程优化的 Marius Mazugo 表示。这正是倍福基于 PC 的开放式控制技术与 EtherCAT 通信技术的优势所在, 因为它兼容所有常见的 IT 和通信标准, 使用户能够在物流控制、生产控制系统和企业数据库中实现无缝追溯。当 AGV 小车进入工厂时, 系统会自动识别订单, 拆垛欧标料箱, 将其送至自动化小件仓库, 并堆叠空置的地面滚轮托盘, 再由 AGV 小车取走。这一全自动循环过程消除了人工干预的需要, 并避免了停机时间。

项目规划简单, 可扩展性强

除 MX-System 外, 该拆垛系统还配备了倍福 CP39xx 系列定制化控制面板, 安装在一个带紧凑按钮扩展件的安装臂上。支持 HTML5 的显示屏搭载 TwinCAT 3 HMI, 专为直观操作而设计, 可提供设备及其流程的详细图示, 以及对 EtherCAT 网络的动态实时图形监测, 从而实现系统的快速诊断。该系统除了使用 AM8000 系列伺服电机外, 还使用了多个 IP67 级 EtherCAT 端子盒。整个应用都在 TwinCAT 3 自动化软件中进行配置。“对于 RO-BER 这家倍福技术的资深用户而言, 使用 MX-System 无需改变任何编程习惯。”Elmar Stöve 说道。凭借软件的



跳出控制柜的思维: 来自 Bürkert 的 Frank Landgraf, 来自 RO-BER 的 Elmar Stöve, 来自倍福的 Antonia Kuhn, 以及来自 Bürkert 的 Stefan Keilbach 和 Marius Mazugo (从左至右)

灵活性以及工业 PC 的高计算能力, 该系统能够处理和管理极其复杂的自动化任务。原则上, RO-BER 的系统甚至能够处理混合托盘或不同类型的包装。

出色的人体工程学设计与工艺稳定性

对 Bürkert 而言, 投资新的拆垛系统已获得丰厚回报。“RO-BER 在系统功能实现和运行上, 真正将我们的设想变成了现实: 运行流畅且无故障。”Bürkert 厂区仓库与物流部门团队负责人 Stefan Keilbach 总结道, “该系统外观设计先进, 视觉融合度也非常出色。”该项目凸显了模块化、紧凑型物流单元的发展趋势, 这类单元可灵活集成到现有的物流流中。MX-System 在这一进程中起到了技术催化剂的作用: 设备制造商无需再以控制柜为核心来设计系统, 而是能够将自动化功能直接集成到机械系统中。由此打造的设备结构紧凑、外观简洁, 且更易于维护。

真正的竞争优势

Bürkert、RO-BER 与倍福三方的合作表明, 打破常规思维 — 就本例而言, 是跳出控制柜的局限 — 能够催生创新解决方案, 从而显著提升效率并创造价值。“我们看到了 MX-System 的巨大潜力, 并且对更多的自动化项目有很多构想。”Elmar Stöve 展望未来时说道, “例如, 在今年的 LogiMAT 展会上, 我们展示了一款体现这一设备设计理念的新型紧凑型码垛单元。”这再次印证了无控制柜设备制造已不再是遥远的愿景, 而是当今工业生产中的现实, 并正在切实转化为真正的竞争优势。

观看 RO-BER 采用
MX-System 的无控制柜
拆零拣选单元的演示



更多信息:
www.buerkert.de/en
www.ro-ber.de/en
www.beckhoff.com.cn/mx-system



在模块化生产架构下依托 MX-System 实现无控制柜，
全新 Aumann A-NWS/V 机型可按需将多台紧凑型绕线
单元并排布置

由 Christian Gerkensmeier (左二)
带领的 Aumann 专家团队，已规划后
续新机型与系统全部采用 MX-System
系统实现无控制柜设计

MX-System 模块化设备方案赋能电机生产

无控制柜设计，成就 更优绕线工艺

在工业领域中，线圈绕制是一项年需求量达数十亿次的基础工序，因此，快速、精准且可靠的
加工流程至关重要。然而，成本效益要求的不断提升以及新的制造结构，给设备制造商带来
了巨大的挑战。在此背景下，倍福 MX-System 为 Aumann 开辟了全新的可能性，首台用于电
机生产的无控制柜设备便是最好的证明。

无论是变压器、电机还是电磁阀，在绕制线圈方面，无人能及 Aumann。这家德国设备制造商近 90 年来始终专注生产绕制类专用设备，服务于汽车、电气、移动通信、IT 及医疗技术等行业领域。该公司的产品范围几乎涵盖所有主流绕线技术 — 而且还不止于此。“随着时间的推移，我们逐步增加了预装配、接触连接、测试、粘合和接合等周边配套工序。”Aumann Espelkamp 绕线技术技术经理 Jürgen Hagedorn 解释道，“在我们的一些系统中，绕线工艺如今仅占 20% 到 30%。”据该公司介绍，它是全球唯一一家覆盖从漆包线涂覆、绕线到产品最终组装整个价值链的供应商，并且同时提供相应的自动化技术。

随着对绕制线圈的要求不断提高，对生产技术的需求自然也随之增长：绕线必须精确、可重复且可靠，同时还要极其快速，并且完美适配所生产的产品。这正是 Espelkamp 工厂的用武之地。Aumann Espelkamp GmbH 正是 Aumann AG 集团旗下专注于此类高端绕组解决方案的企业，其业务主要面向电动汽车电机领域。

为用户赋予更高灵活性

日益明显的一点是，除了生产率之外，终端用户越来越关注灵活性。这反过来又对设备的基础配置产生重大影响，例如，在电动汽车转子所需的正交排线针式绕线工艺场景中。“这种绕组的工艺要求极高。”Aumann



将 MX-System 集成在绕线机底座结构内，可完全省去传统控制柜

Espekamp 公司机械设计与绕组技术主管 Christian Gerkenmeier 解释道，“线材必须分层完美排布。”正因如此，该制造商采用了伺服电机与机械曲柄驱动装置的特殊组合，以此实现正弦式针杆行程 — 到目前为止，这类配置主要应用于大型设备中，这类设备最多可同时水平绕制 8 个组件。

“然而，运动部件的质量相当大，这会限制设备的运行速度。”Christian Gerkenmeier 指出，通过在新型 A-NWS/V 设备上将绕线工序调整为垂直布局，我们显著降低了运动质量。”由于该设备每次仅同时绕制 2 至

3 个线圈，整体尺寸也大幅缩减。“这种全新工艺能在大幅提升绕线速度的同时，实现更高的加工精度。”Jürgen Hagedorn 强调道。A-NWS/V 的产能从原先的每分钟绕线 60 匝提升为每分钟超过 250 匝。Aumann 采用了一套前沿方案：不再使用专为固定工件数量设计的大型一体式系统，而是让用户将多个紧凑型绕线单元并排布置。这些单元通过龙门架连接，总体占地面积不超过一台卧式多工位绕线系统，同时可根据实际需求灵活调整绕线单元数量以及整套系统的尺寸。这也对电子和电气设计提出了特殊要求，因为传统控制柜，无论是直接安装在设备上还是布置在设备周边，都会严重限制模块化设计的自由度。因此，Aumann 明确意识到，必须采用一套真正颠覆性的全新解决方案。

行业范式革新

“多年来，倍福一直是我们自动化领域的首选合作伙伴。”Christian Gerkenmeier 表示。在与倍福紧密协作研发新设备的过程中，双方很快聚焦到 MX-System 及其背后无控制柜自动化技术的深层潜力，这直接开启了自动化技术领域的一场范式革新。用户只需从丰富的模块化产品线中，为自身应用场景挑选合适的功能模块，将其插接到标准化底板上并拧紧固定，无需额外操作，就能以 IP67 高防护等级的分布式架构，完整实现一台设备所需的全部自动化与开关控制功能。所有模块均可通过标准化接口接入 EtherCAT 网络并完成供电。

“Aumann 是首批深度探索 MX-System 的倍福客户之一，早在该系统的核心潜力刚显现时，双方就启动了相关合作。”MX-System 产品经理 Marvin Düsterhus 指出。Aumann 解决方案的核心是搭载第11代 Intel® Core™ i5 处理器并配备 16 GB 内存的 MC6030 工业 PC 模块。集成主开关、熔断保护与供电功能的 MS1132 系统模块可提供三相 400/480 V AC，全系统最大支持 32 A 电流。方案还搭配了驱动控制、EtherCAT 通信连接等各类功能模块。由于 MX-System 结构极为紧凑，因此可以轻松集成到新设备的下部结构中。除 MX-System 通信接口模块 MO6224 外，设备内部组网全部采用 EP 系列 EtherCAT 分布式端子盒，不仅彻底省去了传统控制柜，连常规场景下必需的接线盒也不再需要，整体布线工作量也显著减少。

双赢优势

“在当下的行业环境中，仅聚焦效率与性能已经远远不够。”Christian Gerkenmeier 表示，“我们必须将成本因素放在越来越重要的考量位置。”此前 Aumann Espelkamp 已将控制柜设计业务外包，而 MX-System 直接帮其实现了多重收益。整套传统控制柜的相关成本被完全消除，设备制造商可直接将这部分成本让利给客户，同时还将这部分核心价值创造环节重新收回企业内部，更能大幅缩短产品上市周期。MX-System 的模块化、可插拔设计不仅加快了现场装配速度，也让前期工程设计环节的效率得到显著提升。

“设备占地需求、部署工作量、综合成本与交付周期都得到了显著缩减。我们所需的专业技术人员数量也同步降低，不再依赖外部服务商，整体

收益十分可观。”同时，Christian Gerkenmeier 特意强调：“客户依然拥有自主选择权，可按需订购带传统控制柜或不带控制柜的机型。”但这位 Aumann 笃定更受市场欢迎的选项会是后者：“我坚信未来绝大多数客户都会优先选择搭载 MX-System 的机型。”归根结底，无控制柜自动化能为设备制造商和终端用户双方都带来核心优势。

熟悉环境中的自动化

对供需双方而言，另一项核心优势在于：除了外形尺寸之外，整套自动化体系的使用逻辑完全保持一致。“我们团队在倍福技术上积累了深厚的使用经验。”Jürgen Hagedorn 解释道，“工程设计、PLC 编程、驱动控制环节依然可以在 TwinCAT 环境中按原有习惯开展，参数配置和编程逻辑和其它倍福产品几乎没有差异，这对我们来说是极其宝贵的优势。从纯技术角度来看，切换到 MX-System 完全不存在陡峭的学习门槛。”因此，该解决方案能够无缝适配设备其余部分的自动化与驱动技术。

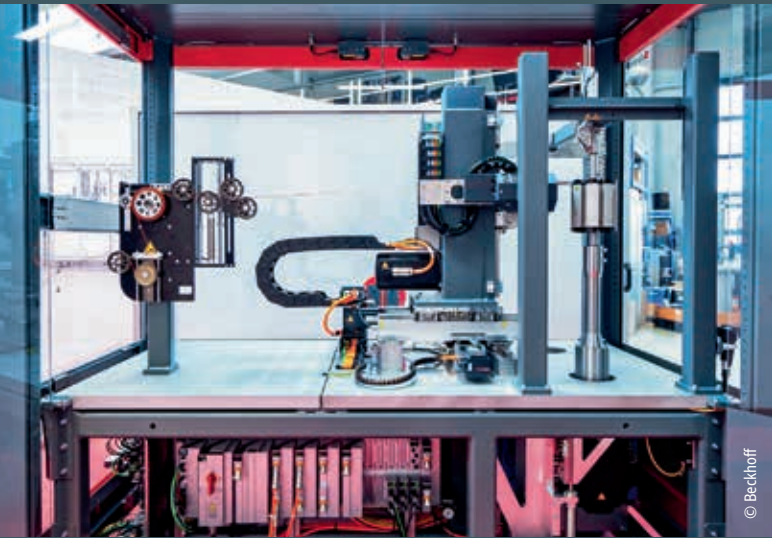
AM8000 系列伺服电机可驱动排线系统和转子支架的所有轴，直接与 MX-System 的 MD8xxx 伺服驱动器相连。上述倍福 EP 系列 EtherCAT 端子盒，是设备内部实现通信、连接传感器与执行器的核心枢纽。当然，人机操作界面也在这套系统中发挥着重要作用。“Aumann 长期以来一直在使用倍福的控制面板。”倍福销售部门的 Robin Bertling 表示，“但针对 A-NWS/V 型绕线机，这款采用 CP3916 多点触控控制面板的 HMI 进行了重新设计：既保留了一贯的人体工学设计与易用性，又采用了贴合 Aumann 品牌风格的定制化外观方案。”这家设备制造商还在多个其它场景对这套自动化技术进行了验证测试，完成了迭代优化与升级改造，比如采用 TwinSAFE 集成式安全解决方案，或是使用预装配的标准化电缆。

多个标杆项目持续推进中

Aumann 目前正计划依托 MX-System 落地更多解决方案。“我们正朝着量产方向推进。”Jürgen Hagedorn 表示，“这款立式针绕机已经验证了我们的技术路线是正确的。后续我们不仅会将模块化设计系统性应用到新一代机型中，还会在项目初期就将 MX-System 纳入整体方案考量。”Aumann 还在定制专用设备领域看到了无控制柜自动化的广阔机遇。“部分客户项目本身就全程采用倍福技术规划，非常适合成为我们下一个标杆项目。”Christian Gerkenmeier 展望道。比如我们正在规划一条搭载 MX-System 的全自动化产线。“如果我们能以这种方式落地整套系统而非单一工序，就能更直观地向终端用户证明，传统控制柜已经可以成为过去式了！”



这款新型针式绕线机的 HMI 采用专为 Aumann 定制的 CP3916 多点触控面板，完全适配该应用场景



将绕线工序改为立式布局后，Aumann 大幅降低了运动质量，显著缩短了生产节拍

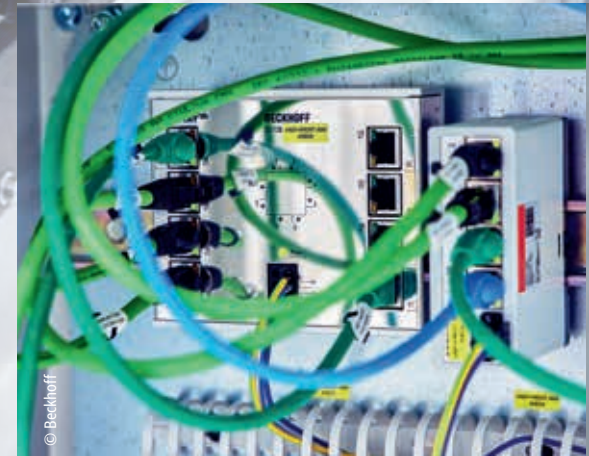
更多信息：
www.aumann.com
www.beckhoff.com.cn/automotive
www.beckhoff.com.cn/mx-system

XTS 赋能多组分销钉柔性产线

300%

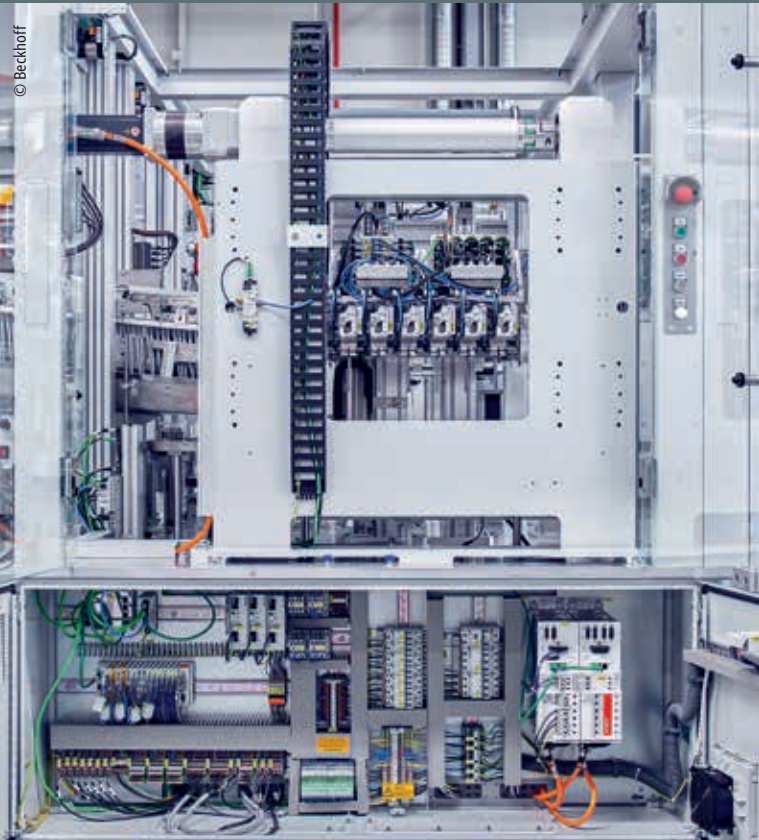
更高产能, 更强灵活性

在一条约 10 米长的轨道上, 48 个动子串联起各个工位, 还可根据生产需求灵活切换为 2 个、4 个或 6 个动子分组运行



在占地面积基本不变的前提下实现超 30% 的产出率提升, 离不开精密的装配工艺与高端自动化方案。正因如此, fischer Innomation 选择了兼具高性能与高精度的倍福 XTS 智能输送系统及运动控制方案, 搭配其种类丰富的 I/O 组件, 以构建一套用于多组分塑料销钉全自动装配、贴标与包装的新系统。

fischer Innomation 在控制层面依托 CU1128 8 端口星型拓扑扩展模块 (如图所示)、CU2508 实时以太网端口倍增器等基础组件, 实现模块化设备架构



得益于分布式架构, 体积更小的控制柜可直接布置在设备机架下方

AM80xx 系列伺服电机采用的单电缆技术 (OCT), 搭配 EP 与 EPP 端子盒, 不仅能节省整机空间, 还可大幅缩减控制柜内部占用体积



fischer Innovation 是 fischer 集团定制机械制造部门的分拆子公司, 位于内卡尔河畔霍尔布, 在装配与生产系统的研发制造领域拥有数十年的专业积淀。

这家设备制造商拥有深厚的行业积淀, 其核心业务聚焦两大领域: 各类塑料膨胀螺丝的全自动装配系统, 以及钢制销钉的生产、后续装配与包装工序。其第三大核心专长领域是卡筒装配与灌装系统, 这类系统可用于灌装双组分胶黏剂或其它化工产品。整体而言, 其设备方案可覆盖从物料进料、印刷、包装直至最终码垛的全流程。

“原则上我们所有系统都采用模块化设计, 以便灵活响应客户需求。尽管在设计和装配阶段就出现需求变更的情况相对少见, 但投用数年后这类调整不可避免, 这样系统就能支持新产品的生产。”fischer Innovation 公司控制技术、软件及电气设计负责人 Alexander Schäfer 解释道。“技术与功能的覆盖范围越广, 基于 PC 的控制技术这类可扩展、高灵活性的自动化平台就越重要。”来自倍福巴林根销售团队的 Dieter Völkle 补充道。这一点在最新的多组分塑料销钉全自动生产系统项目中体现得尤为明显。“该系统在复杂度管控和优化原有产线流程方面, 均具有里程碑意义。”fischer Innovation 部门经理 Eckhard Bukenberger 指出。

XTS 释放优化潜力

这套新系统的设计指标十分亮眼: 要在相近的占地面积下大幅提升灵活性与产出效率。“相比现有系统, 产能要提升约三分之一。”Alexander Schäfer 解释道。要实现这一目标并不容易 — 该场景下共有约 250 种

销钉型号, 其中绝大多数都采用按订单生产的模式, 完成生产、包装并准备发货。“切换产品时, 我们必须能在全程无需人工调整的情况下完成所有参数设置。”Eckhard Bukenberger 在描述另一项核心需求时提到。市场需求不断迭代, 用户对多组分塑料销钉的需求也随之增长, 这就不可避免地需要对装配流程进行调整。依托 XTS 系统搭配各类配套软件工具, fischer Innovation 现在可按需对系统进行重新配置。“相比此前的自动装配设备, 这套方案大幅缩短了换型调试时间。”Alexander Schäfer 强调道。

这套装配方案采用基于 PC 的控制架构, 搭载了一条约 10 米长、配备 48 个动子的 XTS 轨道, 将多组分塑料销钉装配的各个工艺工位串联起来。在第一个工位, 多组分销钉的基础构件会被装入动子支架中, 随后由两台二氧化碳激光器为其打上专属产品标签。由于激光器功率较高, 两台设备均通过 Safety over EtherCAT (FSoE) 进行安全控制。

通过动子可变频组实现工艺优化

要满足短节拍生产要求, 系统中需配置两台低速激光工位 (数量是此前的两倍), 可同时向两个工位各输送一件产品。通过多次并行执行多组慢速工序、同步供给工件来缩短节拍, 正是 XTS 的核心优势之一。这种工位复用方案能够落地, 是因为每个动子都可独立控制, 无需遵循固定流转顺序。每个动子在 TwinCAT 中对应一个独立轴, 可通过各类功能实现单独管控。“这意味着装载工件的动子可按需完成分组与定位, 无需依赖机械结构锁止。”Dieter Völkle 重点介绍 XTS 的核心特性。即便处于静止状态, TwinCAT NC 也会主动控制动子位置, 始终保持销钉的精准工位姿态。



借助倍福 XTS 系统与基于 PC 的控制技术, fischer Innovation 的多组分塑料销钉装配系统不仅产出率提升了 30% 以上, 还进一步提高了生产的柔性化水平

这两个特性在后续工序中充分发挥作用: 动子以 6 个为一组, 在 6 个并行工位下方完成定位, 通过电机模块通电实现精准锁止。“这里的 ‘精准’ 指的是达到 0.1 毫米的定位精度。”Eckhard Bukenberger 指出。在前往下料包装工位的途中, 动子上的销钉可通过导轨全速完成 90° 旋转, 保证工件以正确姿态抵达机械抓手位置。这样, 它们便能以正确的方向到达抓取器。这一设计让 fischer Innovation 省去了 SCARA 机器人抓手端额外配置的旋转轴。而在销钉的下料与放置工序中, 4 个动子成组运行的模式是最优方案。

从仿真验证到项目落地

在规划和验证系统方案阶段, XTS 的仿真模式提供了极大助力。比如仿真结果明确显示, 要实现产能提升的最优方案是配置 48 个动子, 同时搭配 6 个并行压装工位。“XTS 能以如此高的灵活性搭建并串联所有工序步骤, 这一点彻底说服了我们。”Eckhard Bukenberger 表示。这套 XTS 系统以预装配、预测试的功能总成形式交付, 配套完整控制柜, 直接在霍尔布的工厂内集成到整机中。“我们只需要安装仿真工具生成的软件, 几乎立刻就能启动设备调试运行。”Alexander Schäfer 回忆道。

由 TwinCAT 基于配置模板计算并协同生成的位置数据, 会通过 EtherCAT 传输至下料包装单元的机器人。“我们并非简单将销钉放入包装箱, 而

是为每一层工件指定插入深度与水平偏移量。”Alexander Schäfer 解释道。这些配置模板属于订单物料清单的组成部分, 数据存储在生产控制器的中央数据库中, 设备操作人员可通过 OPC UA 和 TwinCAT Database Server 调取相关内容。

全链路分布式模块化设计

这套系统的控制架构同样遵循最大化灵活性的设计原则。“依托 EtherCAT 品类丰富的基础组件, fischer Innovation 可以像搭建工位一样灵活搭建网络, 还能按需完成后续扩展。”Dieter Völkle 指出。每个送料单元都配有独立控制柜, 通过星型分配器连接到控制计算机 (一台 C6032 超紧凑型工业 PC)。以码垛机为例, 它通过 EL6695 EtherCAT 桥接端子模块完成系统集成, 而工位中使用的各类传感器与执行器, 则由 fischer Innovation 通过 EP 和 EPP 端子盒完成连接。

“基于此前的良好使用体验, EtherCAT P 已成为我们定制专用设备首选的标准化布线方案。”Alexander Schäfer 表示。在控制端, 团队计划将现有可视化系统替换为 TwinCAT HMI, 同时集成更多型号的机器人。将驱动方案从 AX5000 紧凑型伺服驱动器升级为 AX8000 多轴伺服系统后, 还能进一步节省控制柜内的安装空间。“未来我们可以将从该项目中积累的技术经验复用至外部项目, 毫无保留地向客户推荐 XTS 方案。”Eckhard Bukenberger 总结道。

更多信息:

www.fischer-innovation.de

www.beckhoff.com.cn/xts

基于 PC 控制的半导体测试晶圆自动化搬运方案

从源头阻断污染与误差,全流程守护晶圆生产可靠性

扫描二维码,观看基于 PC 的控制
技术实现测试晶圆自动化搬运
的相关视频



半导体生产中的测试与校准过程会占用大量资源。Fabmatics 研发了测试晶圆中心 (TWC) 以降低相关复杂性并提升效率。TWC 是一款洁净室系统,可自动完成测试晶圆的识别、分拣和存储,从机器人控制到 IT 集成,所有任务都整合在同一个端到端平台上,由倍福 CX 系列嵌入式控制器统一控制。设备运营商可受益于更短的设置时间、无缝可追溯性以及显著提升的整体设备效率。

全球半导体行业对微芯片的需求持续高涨。为保障半导体制造的高品质与高良率,生产设施必须执行严苛的校准与监测流程,“测试晶圆”正是用于这类场景,它会流经各个工位,完成指定参数的校验。只有在测试与校准全部完成后,常规生产晶圆才能进入工序加工。在现代半导体晶圆厂的流转晶圆总量中,测试晶圆的占比最高可达 50%,对应的物流与管理工作复杂度极高。自动化领域专业厂商 Fabmatics 正是瞄准这一痛点切入,该企业拥有数十年洁净室自动化领域的技术积淀,面向全球供应可自动完成晶圆盒识别、运输、搬运与存储的系统。全新推出的 TWC 是内部物流中测试晶圆的核心枢纽,它可自动完成晶圆盒内测试晶圆的配套备料、中间暂存与重新分拣,保障测试晶圆能准时送达各工艺工位。

全自动测试晶圆中心 (TWC) 通过优化测试晶圆的物料流转,提升芯片生产环节的系统运行可靠性

测试晶圆专门用于半导体生产中要求严苛的设备校准与工艺监测流程

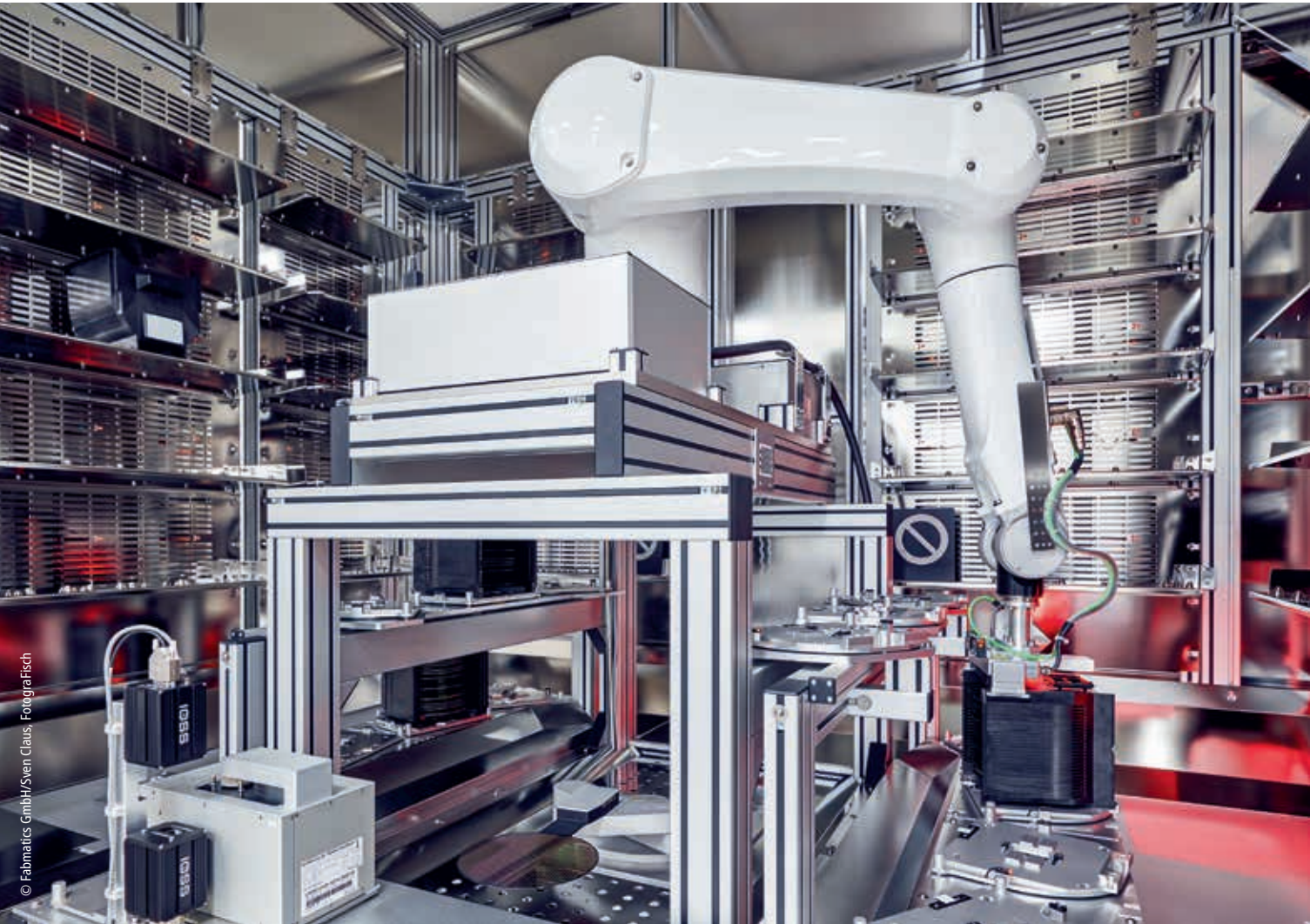
通过自动化管控降低生产风险

半导体生产环节涉及的资产价值极高。“一个装满晶圆的晶圆盒的价值，很快就会超过输送它的移动机器人的采购成本。”Fabmatics 公司产品开发组负责人 Carsten Grunert 直接点明，“这也是工厂内的过程可靠性具有最高优先级的核心原因。”不少晶圆厂此前都采用人工或零散难集成的子系统来调度测试晶圆。“洁净室内人工干预越少，误差来源和污染风险就越低。”Fabmatics 负责 PLC 开发的 Michael Neumann 继续说道，“最终通过集成式自动化方案，还能直接提升合格芯片的产出良率。”不当操作、污染或简单的分配失误造成的晶圆损伤，很容易引发高额经济损失，还会大幅拖慢生产进度。时间在半导体生产中是极其关键的要素，尤其是在定期维护周期结束后，工艺设备必须依靠测试晶圆快速完成重新验证。

复杂搬运场景的集中控制

为实现全流程自动化，Fabmatics 面向 200 mm 半导体晶圆厂打造的 TWC 是一套集成式系统，结构紧凑，整机尺寸仅为约 2.8 x 2 米。该系统最多可配置 93 个存储仓位（总计可容纳 2325 片晶圆），同时设置 14 个晶圆盒物料搬运工位。其机电核心由两台机器人组成：一台负责晶圆盒搬运的六轴机器人，以及一台完成晶圆精密转运的 SCARA 机器人。在自动化控制层面，Fabmatics 完全采用倍福基于 PC 的控制解决方案。以无风扇 CX2043 嵌入式控制器作为中央控制器，将全部控制逻辑、通信，以及驱动技术、机器视觉、机器人技术，全部整合在一台紧

TWC 的机电核心由两台机器人组成：一台负责晶圆盒搬运的六轴机器人，以及一台完成晶圆精密转运的 SCARA 机器人



凑型硬件平台上。外围设备的物理集成通过 EtherCAT 耦合器 EK1100 和各个 EL 系列 EtherCAT 端子模块以分布式方式实现，EtherCAT 星型拓扑扩展模块确保了结构清晰、安全的网络拓扑结构。该通信协议的硬实时特性，可实现机器人与下游工序的高动态同步。TWC 还集成了用于晶圆盒唯一身份识别的 RFID 阅读器，以及用于机器人精准定位的视觉系统。

IT 融合与软件工程

对 Fabmatics 而言，倍福架构的核心优势之一，就是实现了 TwinCAT 3 自动化软件的深度集成。它将这台嵌入式控制器转化为一台多任务实时控制器，将配置、PLC 编程与诊断功能全部整合在统一平台内。Fabmatics 无需对接多个独立分散的系统，可在这套标准化开发环境中完成全部自动化逻辑的编程工作，既消除了不同系统对接的接口损耗，也简化了整厂设备的设计流程。同时 Fabmatics 认为，接入各类现代化 IT 工具箱是必不可少的核心配置。“为适配现代编程需求，当下代码必须支持版本控制。”Michael Neumann 强调道，“通过集成 Git 这类工具，TwinCAT 搭建起了可跨团队并行开发控制项目的统一平台。”除此之外，这套方案还能实现源代码可追溯，提高功能块的复用性，从整体上提升开发效率。在功能安全层面，Fabmatics 也完成了无缝集成。TWC 采用 TwinSAFE 端子模块，搭配 Safety over EtherCAT (FSoE)，直接通过标准工业网络传输所有安全相关信号。“此前相互独立的自动化控制与安全技术体系正在深度融合，既省去了

易引发故障的单芯硬接线环节，又缩减了控制柜内部的占用空间，最终实现了综合成本的降低。”Carsten Grunert 说道。

携手应对新挑战

这套自动化测试晶圆中心的落地，正在为半导体制造企业创造直接的经济增值。测试晶圆批次可按配置要求准时送达，完全省去人工查找与分拣的耗时。设备维护完成后，所需的校准晶圆可无延迟地送至工位，既缩短了停机时间，也稳定了晶圆厂的产出节奏。同时，全自动化搬运将失误率降至最低，每片晶圆的无缝追溯也彻底杜绝了混料问题。

从这个维度来看，TWC 清晰展现了基于 PC 的控制技术既能满足半导体行业的严苛要求，也能持续释放流程优化的潜力。Fabmatics 与倍福之间的合作也在不断深化。“除了常规控制技术，我们在新场景中也正逐步集成更多倍福的驱动产品，包括 AX8000 系列高动态伺服驱动器、ELM72xx 系列 EtherCAT 紧凑型伺服电机端子模块，以及配套的伺服电机。”Fabmatics 正着眼于未来，布局 AI 辅助代码生成、数字孪生应用以及先进的安全方案等技术。“倍福是我们的首选自动化供应商，面对未来的各类技术挑战，我们必然会持续选用这套不断迭代的基于 PC 的模块化控制系统。”Carsten Grunert 总结道。



倍福 CX2043 嵌入式控制器将 PLC、运动控制、安全功能、机器视觉与机器人技术全部整合在一个结构紧凑的硬件平台上

更多信息：
www.fabmatics.com
www.beckhoff.com.cn/semiconductor

双方在自动化领域的长期合作：Fabmatics 的 Carsten Grunert (左)、Michael Neumann (右) 和 Kathrin Kammer (左二)，以及倍福的 Martin Rau (右二)



借助 IVB Flex 包装机, 智能化的 XPlanar 产品输送系统将操作灵活性、过程可靠性与可追溯性融为一体

基于 XPlanar 的医药包装泄漏检测解决方案

悬浮式医疗袋输送 — 更快、更安全

为提升医用包装袋输送流程的效率与安全性, Bonfiglioli Engineering 在其最新款 IVB Flex 包装机中集成了倍福 XPlanar 平面磁悬浮输送系统, 打造了一套高效的泄漏检测解决方案。两家公司的紧密合作为项目目标的顺利达成提供了有力支撑。

在自动化包装机中, 质量控制与产品完整性不仅是生产效率的保障, 更是满足法规要求与实现全程可追溯性的关键, 这一点在制药行业尤为突出。作为 TASI 测试与自动化集团旗下企业, Bonfiglioli Engineering 深耕该领域已逾 50 年, 以泄漏检测技术为核心, 持续拓展质量控制与医药包装完整性保障的技术版图。

柔性包装袋带来的挑战

Bonfiglioli Engineering 工程总监 Davide Luisari 指出, 三种互补的检测技术可全面覆盖制药行业的质量控制需求: “第一种是 CCIT (容器密封完整性测试), 用于检测包装容器密封性能。第二种是 AVI (自动视觉检测), 主要用于产品外观缺陷的识别和质量控制。第三种是 HGA (顶空气体分析), 用于检测包装容器顶部空间的气体成分 — 在某些包装工艺中, 这是一项非常关键的参数。”

根据检测类型的不同, 可能会采用其中一种或多种技术。然而, 关键难点在于容器的输送, 以医用包装为例, 每次拾取并送入设备时都存在实际的损伤风险。而这正是 Bonfiglioli Engineering 解决方案的过人之处。正如 Davide Luisari 所言: “我们不仅仅是销售设备, 更是通过全面的咨询服务为客户提供支持。在医疗这一受到严格监管的行业中, 企业的核心竞争力不仅在于确保产品质量, 更在于设计出可靠、可重复且真正高效的生产流程。”为满足这一需求, IVB Flex 包装机配备

左图: 控制柜内部视图, 依次展示了 C6030 超紧凑型工业 PC、EtherCAT 耦合器 EK1100、2 端口通信接口端子模块 EL6631、CU8130 UPS 以及 PS3031 电源模块 (从上到下, 从左到右排列)



Bonfiglioli Engineering 工程总监 Davide Luisari (左二) 与倍福意大利分公司代表: 销售团队负责人 Massimo Veronesi (左三)、销售工程师 Marco Portuese (右) 以及 XTS/XPlanar 产品专家 Giovanni Paladini (左), 共同在用于医疗容器泄漏检测的 IVB Flex 设备前合影留念

了 XPlanar 平面磁悬浮输送系统,在产品输送过程中完全消除机械接触,从而避免磨损,大幅降低袋体受损风险。此外,该方案还实现了端到端的可追溯性。

智能的悬浮式产品输送

该方案旨在借助 XPlanar 动子,最大程度减少产品的输送与搬运环节。在设备内部,泄漏检测通过 Bonfiglioli Engineering 自主研发的专用密封罩系统同步完成。具体流程为:将包装袋被放置于配备专用包装袋支架的 XPlanar 动子上,随后移至密封罩下方。到达指定位置后,系统夹持包装袋支架并将其提升至紧贴密封罩底座,从而为测试创造理想条件。

单次测试大约需要七秒,期间包装袋被充压,通过压力差检测泄漏。根据检测结果,包装袋被送至出料线或废品区。整个过程无需直接接触产品,包装袋一旦装载到动子上,便在各测试工位间被轻柔输送,确保袋体完整,同时保障测试的高可靠性与可重复性。该设备配备六个密封罩、一个装载站及一个自动卸载站,整体布局极为紧凑,总占地面积仅约 5 平米。

系统采用 8 个 155 x 155 毫米的 APM4330 XPlanar 动子,悬浮于由 13 块 XPlanar 平面模块组成的输送表面上,其中包括 7 块 320 x 320 毫米 (APS4244) 和 6 块 320 x 160 毫米 (APS4242) 的模块,从而在相对紧凑的空间内实现了极高的功能密度。这些 XPlanar 动子配备可更换的包装袋支架,操作员可根据产品类型手动更换。格式切换过程快速且直观:只需取下当前工具,换上适用于新格式的工具即可。替换工具通过定心销轻松安装,确保运动过程中的正确定位与稳定性。正如 Davide Luisari 所言:“XPlanar 在格式切换过程中提供了无与伦比的灵活性,使我们能够快速切换,例如从 50 或 100 毫升的小容器转向更大容量的包装袋。”除了卓越的工艺灵活性之外,凭借 XPlanar 动子高达 1.8 公斤的负载能力,IVB Flex 在精度与质量方面同样达到了极高标准,为系统的可靠运行提供了更大保障,也为未来的功能拓展预留了广阔空间。

复杂挑战,简单方案

据 Davide Luisari 介绍,XPlanar 系统成功实现了操作灵活性、过程可靠性与可追溯性的三者兼备。而倍福技术所带来的价值远不止于此。Luisari 解释道,基于 C6030 超紧凑型工业 PC 的自动化方案进



Bonfiglioli Engineering 工程总监
Davide Luisari

“XPlanar 在格式切换过程中提供了无与伦比的灵活性。”

一步简化了 IVB Flex 的整体架构,尤其是在采用 TwinCAT 作为软件平台之后:“这是我们首次使用这些技术,因此我们充分利用了倍福提供的培训资源,我们先参加了基础课程,随后又完成了针对 XPlanar 系统的高级课程。在此期间,如遇到任何技术障碍或疑问,我们随时都能获得产品专家的支持。不过事实证明,TwinCAT 编程环境始终非常友好易用。从系统设计、软件开发,到客户现场的工厂验收,我们仅用了约十个月便完成了原型机的交付,这对我们而言堪称创下了纪录的速度!”

在集成方面同样未遇到任何问题。“尽管客户的技术规格明确要求使用第三方 PLC,但我们的技术人员在整个过程中并未遭遇任何兼容性或接口方面的难题。”Davide Luisari 解释道。更为重要的是,该方案在远程维护方面能带来显著优势。倍福超紧凑型工业 PC 的设计原生支持 VPN 连接,无论设备部署在何处,均可实现安全远程访问。这不仅便于开展高级诊断,还能第一时间识别潜在的关键问题,从而高效实施早期干预,将故障消除在萌芽阶段。

未来潜力

据 Davide Luisari 介绍,这台设备的生产率已超出客户预期,该客户是一家在海外设有工厂的医疗器械制造商:“非接触式磁悬浮技术在其中发挥了关键作用:它最大限度地减少了机械磨损,降低了维护需求,更为关键的是,确保了全程无菌操作环境。不过,在 Bonfiglioli Engineering,我们已经不满足于此,正在突破固有思维的边界。目前我们正着力将光学检测功能直接集成到设备本体中。市场上虽已有类似方案,但其高昂的成本与庞大的空间需求使其既不实用,也不具备经济可行性。”另一项挑战则来自人工智能领域:“我们正在探索利用神经网络进一步优化泄漏检测与视觉检查,以减少误剔除的数量,尤其是在处理包装袋等柔性产品时。”这些开发方向对计算能力提出了极高要求。Luisari 补充道,正是考虑到倍福工业 PC 所提供的卓越 CPU 性能,他们的目标是将包括实时控制与 AI 在内的所有功能全部集成到一个硬件平台中。

基于 PC 的控制技术在半导体材料精密切割技术领域的应用

新一代全自动划片机助力提升晶圆切割效率

全球范围内电子元器件的市场需求正持续稳步攀升。要在这个动态变化的市场环境中保持竞争力,企业必须以具备优势的价格交付高品质产品。总部位于中国的立朵科技,通过在其全自动划片机上搭载倍福基于 PC 和 EtherCAT 的通用型控制技术,成功实现了品质与成本的平衡。

无锡奥特维科技股份有限公司(ATW)于 2010 年在无锡成立,现拥有 4000 多名员工,是光伏、锂电和半导体专业领域知名的智能装备制造厂商。立朵科技是无锡奥特维科技股份有限公司控股子公司,主要从事半导体划片机研发、生产和销售。立朵科技专注于半导体材料精密切割技术领域,秉持“专业、团结、进取”的企业精神持续深耕。

近期,该企业成功研发并推出了 LAD5100 与 LFD7100 系列精密划片机。这类先进设备可适配 6 英寸、8 英寸、12 英寸等全系列不同尺寸的晶圆产品。立朵科技的系统主要应用于半导体晶圆、集成电路、功率器件、化合物芯片、光通信器件、LED 等领域全自动划切加工。立朵设备通用性强,适用于硅片、铌酸锂、陶瓷、玻璃、石英、氧化铝以及 PCB 板等多种材料与产品的切割,同时还配套提供全系列晶圆清洗设备、核心耗材以及定制化的划切工艺解决方案。



立朵科技划片机已在
洁净车间内完成部署安装

为实现 LAD5100 单轴半自动划片机与 LFD7100 双轴全自动划片机的自动化升级, 立朵科技选用了倍福基于 PC 和 EtherCAT 的通用控制技术。

作为国内领先的半导体设备供应商, 立朵科技依靠先进的产品技术和丰富的行业经验, 不断为客户提供合理、实用、高效的产品解决方案。

基于 PC 的控制技术

为实现 LAD5100 单轴半自动划片机与 LFD7100 双轴全自动划片机的自动化升级, 立朵科技选用了倍福基于 PC 和 EtherCAT 的通用控制技术。在设备控制层面, 他们选用了尺寸仅为 132 x 133 x 76 毫米

的 C6030 超紧凑型工业 PC。这款控制器体积小巧但算力强劲, 搭载 Intel® Core™ i5-9500E 处理器, 能够实现最小 50 μs 的任务周期。这款适合控制柜安装的工业 PC 还配备 4 个独立的千兆网口, 不仅满足 EtherCAT 实时控制需求, 而且还支持 Modbus TCP 与 TCP/IP 协议。整套基于 PC 的控制系统选用 Windows 10 IoT Enterprise 操作系统上, HMI 界面基于 C# 语言开发。这套基于 PC 的控制技术方案不仅降低了设备成本, 还提高了通信和设备运行的稳定性。

开放的 EtherCAT 现场总线系统及其优势

EtherCAT 是迄今为止速度最快的工业以太网技术之一, 同时它提供纳秒级精度的同步。EtherCAT 系统中设备的快速反应时间减少了处理步骤中的状态转换等待时间, 从而显著提高了应用的效率。EtherCAT 在网络拓扑方面没有任何限制。几乎无限数量的节点可以组成线型、树型、星型拓扑及任何拓扑的组合。此外, 客户设备的使用经验表明, 诊断能力对于提高设备的可用性和缩短调试时间方面发挥着重要作用。在故障排除过程中, 错误检测和错误定位非常重要。立朵科技采用 TcEtherCAT.lib 来获取从站节点的通信状态, 提高设备的运行效率。

设备采用全套倍福 I/O 解决方案, 覆盖 EtherCAT 端子模块全系列产品中的数字量模块、模拟量模块以及各类通信模块。其中, EL3702 超采样模拟量输入端子模块可满足客户对测量范围实现超高分辨率扫描的严苛需求。

依托 TwinCAT 构建完全适配场景的定制化自动化解决方案

在立朵科技看来, TwinCAT 3 软件重新定义了我们所熟知的自动化技术领域。TwinCAT 3 将 TwinCAT PLC 和 TwinCAT NC 等全部功能整合到一个集开发环境和 Runtime 环境于一体的统一软件平台中。基于这套架构, 设备可配置多个任务周期, 将不同的任务分配到不同的 CPU 核心, 该软件平台还支持灵活的任务优先级设置, 实现多任务实时处理。

要实现划片机的超高加工精度, 必须让切割刀片的各轴运动与主轴驱动完成高度协同的精准运动控制。

- 设备 NC 控制周期达到 200 μs, 满足 Y 轴单一定位精度 ≤ 0.002/5 mm, 全程定位精度 0.003/310 mm; 划片刀 Z 轴行程分辨率 0.00005 mm, 重复定位精度 0.001 mm; 主轴转速最高达 60,000 rpm, 径向跳动小于 0.1 μm

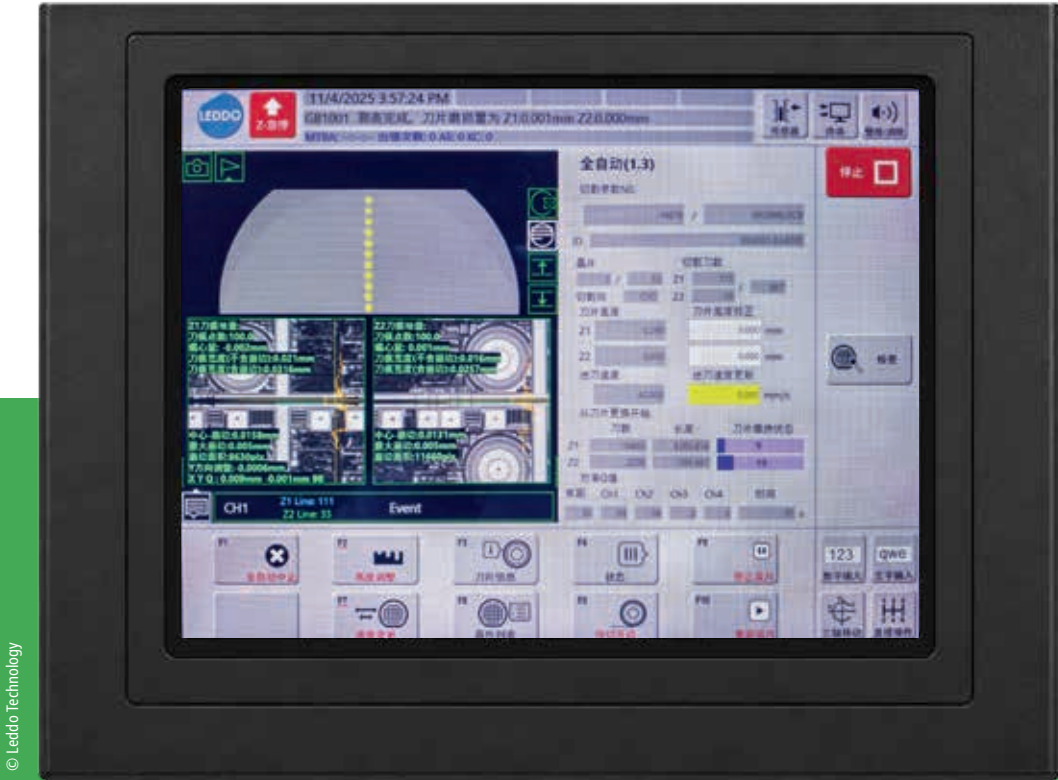
- TwinCAT 3 Eventlogger 管理目标事件, 记录自定义报警信息, 让设备维护全程无忧
- TwinCAT 3 Scope Server 可自动采集并存储实时运行数据, 数据分析得心应手
- TwinCAT 3 Condition Monitoring 可分析振动测量数据, 提高设备稳定性, 从根源上避免对切割品质造成负面影响

总结

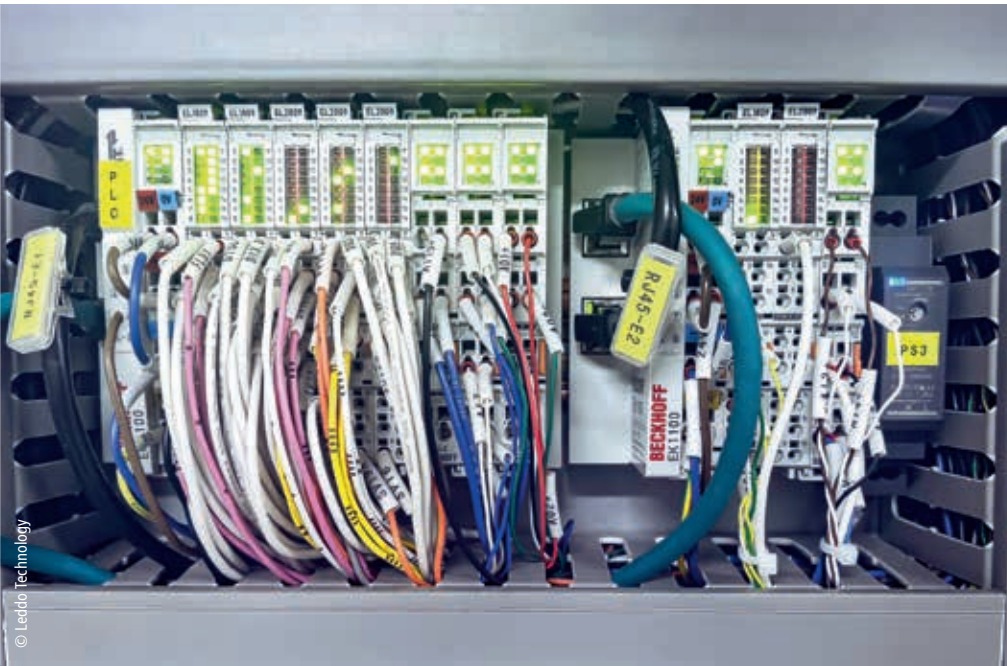
该设备 ±1.5 μm 的加工精度, 已优于国内多数中小型设备厂商的同类产品精度水平。据立朵科技介绍, 甚至有信息称其设备精度已达到或超过部分国外领先水平。在高价值半导体材料与产品的加工环节, 该设备的良率能达到 99.9%, 直接助力终端客户提升市场竞争力。在立朵科技来看, TwinCAT 丰富的功能库与 EtherCAT 强大的诊断能力, 大幅简化了设备调试与维护流程, 支持设备在运行阶段持续完成应用优化, 保障系统始终保持高可用性。此外, 立朵表示, 倍福的技术还能有效节省控制柜内部空间, 帮助企业节约洁净车间内造价高昂的生产场地资源。

更多信息：
www.wxautowell.com
www.beckhoff.com.cn/halbleiter-fertigung

配套 HMI 可实现划片全流程与设备运行参数的可视化展示



算力强劲、接口丰富的 C6030 超紧凑型工业 PC 被用作划片机的主控制器



搭载 EtherCAT 端子模块的紧凑型 I/O 层, 大幅节省了设备集成式控制柜的内部安装空间

基于 PC 的控制技术驱动微创手术精准化

基于 PC 控制的高精度微型机器人操作平台

作为巴塞尔大学 MIRACLE II 项目的重磅成果, 这款外科手术机器人在 2025 年日本大阪世博会上成为全场焦点

MIRACLE II 是由维尔纳·西门子基金会资助的 MIRACLE 项目的第二阶段。MIRACLE 是“微创机器人辅助计算机引导激光切骨术”的英文缩写, 即一款可在虚拟现实环境下完成规划与监控的模块化微创激光骨切除机器人。该系统的机器人执行模块由巴塞尔大学的 Georg Rauter 教授及其团队依托倍福控制技术、特别是 TwinCAT 3 Target for Simulink® 开发而成。



Cx2043 嵌入式控制器以及紧邻配置的 130 W CX2100-0014 电源、EtherCAT 和 TwinSAFE 端子模块, 共同构成了 MIRACLE II 项目的控制硬件

MIRACLE II 项目落地与巴塞尔大学医学院生物医学工程系 (DBE)。“来自计算机科学、工程学、机器人学、激光物理学、外科学等多领域的研究人员汇聚于此,携手将骨科手术带进太空时代。”DBE 生物启发医学机器人实验室 (BIOMED Lab) 主任 Georg Rauter 教授表示。相应的微型机器人将以前所未有的精度,为在治疗现场直接制备的定制化生物墨水植入物执行功能性切割操作。

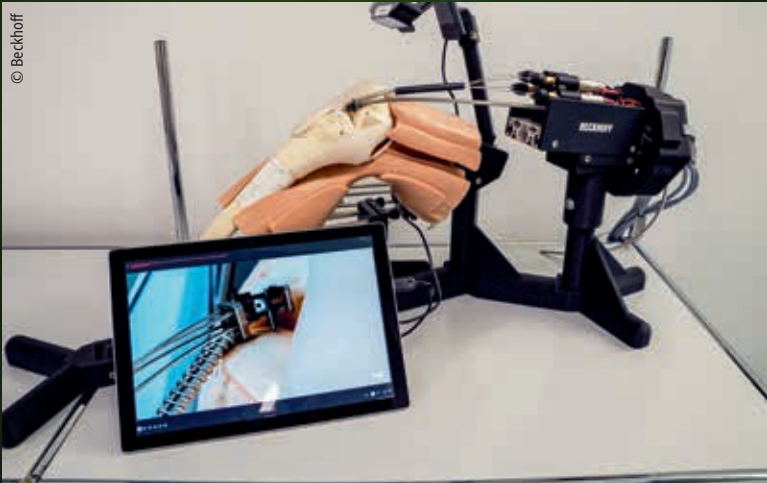
基于 PC 的控制技术作为技术支撑

作为研究工作的一部分,机器人专家 Georg Rauter 教授自 2008 年起便一直采用倍福基于 PC 的控制技术开展相关研发工作。他这样描述当时的出发点:“彼时,我们需要一套通信方案,来适配分布在大范围区域内的数百个组件。此外,绝大多数测量卡都基于 PCI 总线或 PCI Express 总线。为了规避接口数量增加、信号线缆长度过长带来的日益突出的难题,我们在寻找总线型系统的过程中,最终选定 EtherCAT 作为适配方案,也因此找到了倍福作为配套控制技术的供应商。”

在攻读博士学位期间,Rauter 在该领域的研究始于瑞士苏黎世联邦理工学院,他基于绳驱机器人开发了一款赛艇模拟器。该方案的核心是对两台各配备五套传动系统的绳驱并联机器人实现同步控制。该赛艇模拟器的目标是通过提供关于动作执行的个性化多模态反馈,借助智能算法指导人们完成自主运动。Georg Rauter 教授解释道:“该研究旨在探究健康人群复杂动作中的运动学习机制。安全性是这款模拟器的核心要素,因为赛艇运动可产生极大的作用力 — 例如船桨入水时的作用力 — 而模拟器必须能够精准复现这类力。安全功能最初是通过独立的安全控制器实现的。借助 TwinCAT 3,我们如今采用系统集成式 TwinSAFE 安全解决方案,例如,该技术还能实现与人机界面的无缝集成。TwinCAT 3 的另一项优势在于,我们可以沿用熟悉的工作流程。这让我们既能继续使用图形化编程界面,也能通过 MATLAB® 和 Simulink® 完成编程操作。我是 TwinCAT 3 Target for Simulink® 工作流程的忠粉,它可以生成能直接集成至 TwinCAT 的 C++ 项目,编译后即可输出适配的设备代码。此外,TwinCAT 的工作流程也让硕士研究生和新员工受益良多:我们每年都会开设一门相关模块化课程,此前在巴塞尔举办两场,如今由于课程广受欢迎,也会在因斯布鲁克增设一场。我们还会在各类大会上举办专题研讨会。原则上,这些课程也向对 MATLAB® 和 Simulink® 在 TwinCAT 3 中的落地应用抱有明确兴趣的工业界参与者开放。”

外科手上机器人领域的落地应用

作为 MIRACLE II 项目的一部分,Georg Rauter 教授其机器人技术专业知识与基于 PC 的控制经验应用到了外科手术机器人领域。该项目聚焦经典骨科应用场景:在微创手术中,借助内窥镜将激光通过小切口送入体内,精准操控骨骼或改变其几何形态,进而调整骨骼稳定性。现有已完成的研究正进一步拓展至软骨再生医学领域。后续研究的核心平台是一款微型机器人,它已在 2025 年日本大阪世博会等多场活动中亮相,可通过膝关节的具体应用场景(激光截骨术或软骨再生医学)展示跨学科协作的成果。

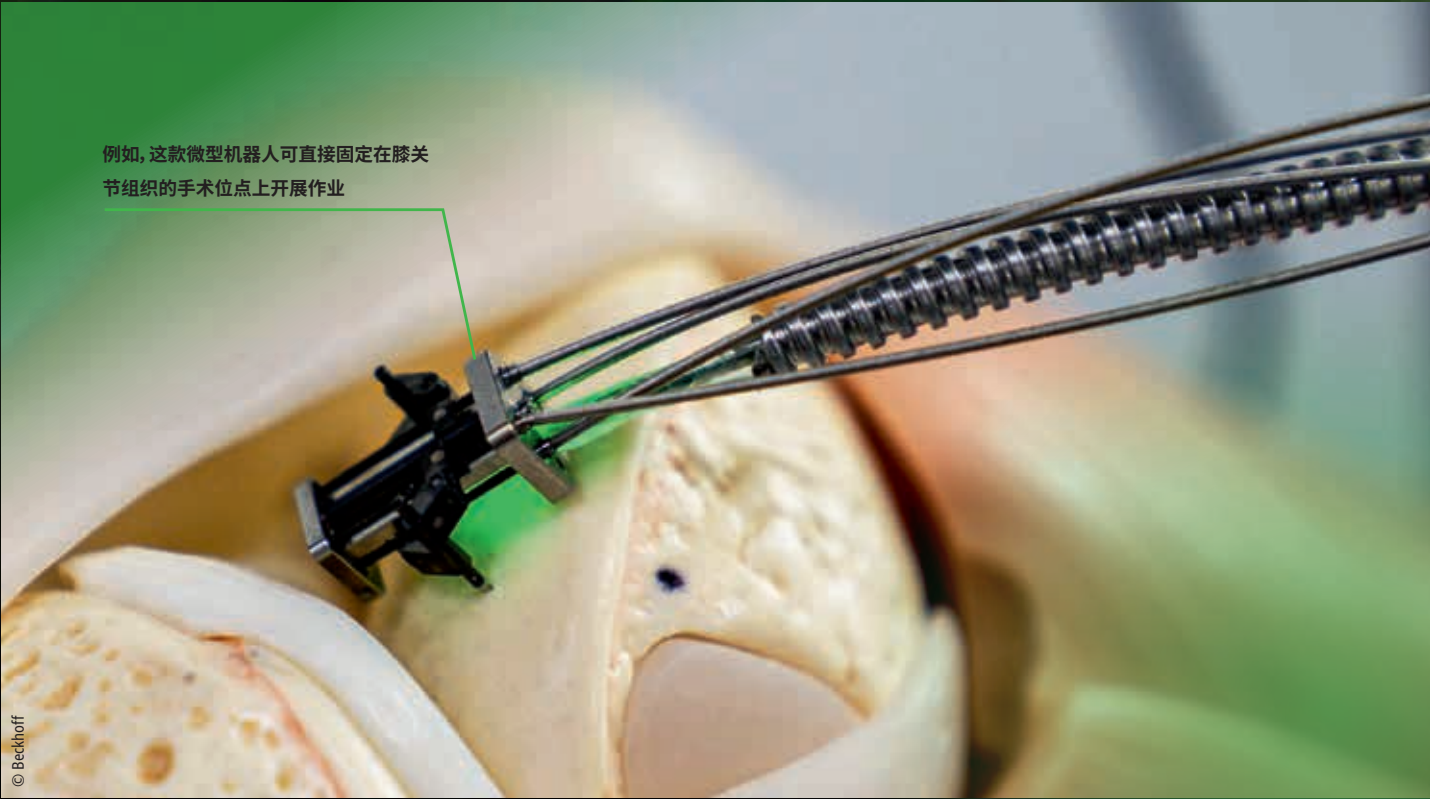


为保障手术精准开展,柔性螺旋主轴可让这款微型机器人通过 WLAN 在人体内实现高精度移动



巴塞尔大学生物医学工程系 BIOMED 实验室主任 Georg Rauter 教授(右)与倍福瑞士分公司区域销售经理 Eric Schaller(左),共同见证了 MIRACLE II 外科手术机器人的成功落地

Georg Rauter 教授进一步解释道:“并联机器人与激光技术的融合,是我们在巴塞尔的核心研究方向,其微型化尺寸在业内也属独有。当前的外科手术机器人采用固定在地面的大型设备,搭配尺寸庞大的运动链,要实现足够的精度,其稳定控制的难度极高。而我们的微型机器人则直接在人体组织上实现局部支撑,同时将激光导入该区域,激光本身不会



产生交互作用力。这意味着该系统无需补偿干扰力,就能实现极高的定位精度。所需的扭矩通过柔性主轴从外部施加。所需的扭矩通过柔性主轴从外部输入,整体设计让设备的占用面积极小,横截面仅为 7.5 x 7.5 毫米。”

所需高性能技术

并联传动系统的同步运行对控制性能有着极高要求,倍福的 TwinCAT 软件、CX2043 嵌入式控制器,以及 EtherCAT 和 TwinSAFE 端子模块可精准满足这一核心需求。该技术让平面系统能够可靠利用三大平面自由度:前后移动、横向移动与旋转运动。整套系统共搭载 4 台支持 EtherCAT 和 FSoE 协议的小型伺服电机(含冗余配置),通过柔性螺旋主轴将机器人移动至目标位置。Georg Rauter 教授这样描述这套控制系统的独特之处:“得益于冗余驱动设计,控制系统无需求解线性方程组,而是通过求解实时优化问题,不仅能迭代输出最优结果,还可实现每毫秒多次运算,持续逼近最佳控制效果。”

Georg Rauter 教授指出,TwinCAT 的强大功能得到了充分应用:“TwinCAT HMI 就是一个特别典型的例子,其跨多逻辑层级的数据交互能力尤为出色:可实现从 C++ 程序、PLC、硬件层,直至安全功能层的数据无缝互通。此外,我们的运动学模型可以便捷集成到 TwinCAT 中,还能通过 ADS 协议轻松对接第三方组件,比如基于机器学习的视觉模块。TwinCAT 与 EtherCAT 的开放性和灵活性,很大程度上得益于它们的广泛普及,这也让适配各类需求的接口组件都能轻松获取。”

紧密协作带来的多重收益

Georg Rauter 教授表示,巴塞尔大学开展的相关研究,也从与倍福瑞士分公司的紧密合作中获益良多。其中,针对专项咨询的快速响应能力、支持短期硬件测试的便利条件,是合作中尤为突出的两大优势。他举例说明,双方曾在一整年的周期内,完成了 XPlanar 智能输送系统的应用潜力验证测试;除此之外,该系提出的各类控制技术自主研发提案,也都能获得开放的倾听与专业评审。

XPlanar 在化妆品灌装轧盖生产线中的应用

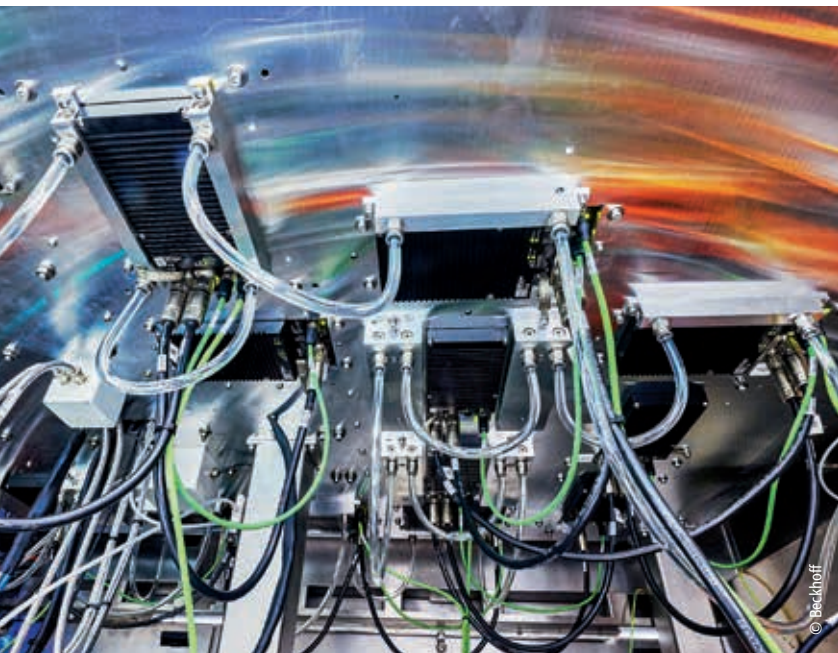
智能产品输送推动 工厂布局从直线型 迈向模块化

生产环境中的空间限制使得传统系统方案难以施展,这要求发挥创造力并采用基于 PC 的控制技术。基于这一思路,Pro Pharma Automation 与 Glanzer cosmetic engineering 联手打造了一套搭载 XPlanar 与 TwinCAT 的创新灌装系统。据 Glanzer cosmetic engineering 总经理 Sigrid Glanzer 介绍,该解决方案将成为多组分化妆品的灌装与设计领域的标杆。

右图:一台 C6670 控制柜式工业服务器(右)负责协调所有设备流程
— 其中也使用了 AX8000 多轴伺服系统(左)等



TwinCAT 3 XPlanar 中集成的换轨功能与防撞功能,可防止 XPlanar 动子在狭小空间内发生碰撞,并确保它们以高精度接近工站



机架下方视图:铝制底板的冷却水系统符合所分装化妆品产品的温度要求



XPlanar 极大提升了 Glanzer cosmetic engineering 与 Pro Pharma Automation 公司联合打造的灌装轧盖生产线的灵活性



Sigrid Glanzer (Glanzer cosmetic engineering) 手持一只灌装好的罐子, Gerhard Holzer 与 David Kittl (均来自倍福), Walter Steinauer 与 Hellwig Mallinger (均来自 Glanzer cosmetic engineering), 以及 Christian Haslmair (Pro Pharma Automation) 在灌装产线前合影 (从左至右)

Glanzer cosmetic engineering 拥有 90 多年历史, 专为国际品牌与零售商生产化妆品。约100名员工在总计十条生产线上, 完成高粘度油、乳液、膏霜及液体产品的开发、生产、灌装与包装。“作为奥地利领先的合同制造商, 我们为化妆品行业提供全方位服务 — 从产品开发、按产品规格要求生产, 到灌装与包装, 一站式覆盖。”总经理 Sigrid Glanzer 说道。该公司面临的挑战在于产品生命周期日益缩短以及生产批次高动态变化。与此同时, 多相灌装、罐内定制图案等新趋势也对企业提出了更高要求。“化妆品领域, 创意无处不在。”工厂经理兼公司共同所有人 Walter Steinauer 证实道。目前, 公司已通过 IFS HPC 及化妆品 GMP 双重认证。

为应对持续变化的市场需求, 公司与总部位于奥地利 Elsbach 的专注于制药与化妆品行业的设备制造商 Pro Pharma Automation 联手设计了一套全新的灌装轧盖系统。项目首要目标是实现罐型尺寸、工艺流程及产品种类的高度灵活性, 这要求对生产线采用全新的设计思路。对 Pro Pharma 而言, 现有高端化妆品产线空间有限且卫生要求严苛, 进一步增加了项目的复杂性。“我们面对的占地面积大约只有 3 x 1.8 米 — 这几乎称不上是一条生产线。”Pro Pharma Automation 总经理 Christian Haslmair 在描绘这一方案时说道。

XPlanar — 紧凑、可扩展的解决方案

该灌装系统基于倍福的 XPlanar 平面磁悬浮输送系统。“该系统真正的

优势在于, 它能够最大限度地利用可用空间, 且布局可灵活定制。”Walter Steinauer 表示。这意味着, 与传统传送带系统相比, 它能在更小的面积内容纳更多工站。此外, XPlanar 动子支持完全不受机械设计限制的自由流程。因此, 根据产品规格的不同, 可以跳过流程中的某些工站, 或者多次经过同一工站。搭载 XPlanar 的系统还可以通过并行配置多个工站并增加动子数量, 实现几乎任意规模的扩展。“目前的布局包含 20 个 XPlanar 平面模块和 16 个动子, 设计产能约为每分钟 30 件。”Christian Haslmair 说道。

在极为有限的空间内, 总共容纳了 13 个工站和 3 台机器人。第一台机器人从进料口取出罐子, 利用专用支架将其放置在转接区域的 XPlanar 动子上, 支架能将罐子精确固定到位, 并在机器人插入罐子后自动松开。随后是抽除 / 吹扫工位, 用于确保罐内没有颗粒或纸板残留物。接下来进入灌装环节: Glanzer 可以选择同时灌装两种组分, 也可仅灌装一种。在产品分装工序, Pro Pharma 采用的是伺服控制的螺旋式灌装机, 而非传统的活塞式灌装机。“它们使我们能够分装高粘度液体和水基乳液, 并可根据需要撤回或追加更多。”Christian Haslmair 说道。

动子旋转与高精度打造独特卖点

由于 Glanzer cosmetic engineering 计划未来在其灌装容器中增加小型瓶装产品, 对精度提出了更高要求。“我们需要 0.1 毫米的定位精度。”Walter Steinauer 说道, “XPlanar 的精度远超这一需求, 其位置

分辨率可达 1 微米, 典型重复精度仅为 5 微米。”倍福奥地利分公司销售经理 David Kittl 在解释该解决方案提供的另一项功能时表示。对于含两种组分的产品, 动子可在分装过程中同步旋转罐子。“这样会在不同组分之间形成漂亮的螺旋图案, 为我们的客户提供了产品差异化的机会, 也能在销售点吸引消费者的目光。”Sigrid Glanzer 在谈到这一吸引人的系统特性时说道, “基于 PC 的控制技术与 XPlanar 绝不会限制化妆品行业的创造力。”David Kittl 肯定道。

灌装完成后, 下一道工序是封口, 由第二台机器人及其专用夹爪机构完成操作。在此过程中, 支架以及动子的精确定位至关重要。“如果罐子没有精确对中, 机器人就无法正确定位盖子, 也就几乎不可能将其准确旋紧到位。这个环节容错空间极小。”Walter Steinauer 说道。最后, 动子移动到第三台机器人处, 由该机器人将灌装好的罐子放置到传送带上, 进入最终检测环节。

TwinCAT 3 一切尽在掌控

TwinCAT 3 XPlanar (TF5890) 负责协调所有运动。“尽管在极为有限的空间内同时运行多个动子, 但系统集成的换轨功能和防撞功能, 可防止它们相互碰撞。”David Kittl 表示。Christian Haslmair 则借助 TwinCAT 3 PLC/NC PTP (TC1250)、AX8000 多轴伺服系统以及 AM8000 同步伺服电机来控制工站、驱动轴并协调机器人。所有这些过程都在一台 C6670 控制柜式工业服务器上执行, 该服务器同时承担全部生产步骤的可视化与数据采集任务。

在化妆品与制药行业, 过程控制及文档记录必须符合 ISO 13485 要求。正因如此, 每个 APM4330 动子都配备了一个 XPlanar ID 识别框, 可读取所有工位上动子的唯一序列号。凭借这一信息, 每个罐子在系统中的完整运行轨迹都可被记录并归档 (如有需要) — 即使断电后也能实现。此外, 如果编程得当, 系统启动时无需执行回零操作。除了平稳运行之外, 系统还必须易于清洁。在这方面, XPlanar 系统相比其它系统优势明显: XPlanar 平面模块安装在一块铝板上, 并覆盖一层通过 FDA 认证的薄膜, 且不影响功能性与精度。Pro Pharma 还开发了一套巧妙的解决方案, 用于在封口系统中维持化妆品所需的特定加工温度。“我们在 XPlanar 电子器件的工作面下方安装了一套水冷系统, 以保持系统内部保持低温。”Christian Haslmair 说道。Pro Pharma 为不同尺寸的平面模块采用了相应尺寸的冷却表面。

小批量, 短换型时间

随着生产批量越来越小, 换型时间已成为效率的关键考量。“如果下一批次需要在三小时内处理, 或者要灌装不同尺寸的罐子, 我们不可能允许换型过程耗时半天。”Walter Steinauer 总结道。两个过渡工站确保了这一点 — 同样, 高度自动化的产品换型流程也为此提供了保障, 该流程通过客户定制的 CP3921 不锈钢多点触控控制面板及 TwinCAT HMI 启动。“虽然现在要给出确切数字还为时尚早, 但我们预计换型时间将比现有产线缩短三分之一。”Walter Steinauer 表示。Sigrid Glanzer 对这项投资的回报信心十足: “我们的销售部门简直是在从我手里抢样品, 好尽快送到客户手中!”

更多信息:
www.glanzer.pink
www.pro-pharma-automation.at
www.beckhoff.com.cn/xplanar

XPlanar 助力激光加工创新

悬浮式产品输送系统赋能金属零部件高效可持续生产

奥尔堡大学表示,该校是全球首批在高端激光加工工艺中测试倍福 XPlanar 智能输送系统的机构之一。该测试旨在满足行业对更具灵活性、更可持续的生产模式的需求,最终形成了一套由软件控制的高速高精度生产方案,有望彻底变革金属零部件的研发与制造模式。

奥尔堡大学(AAU)材料与生产系的 Morten Kristiansen 博士讲师已深耕激光加工领域研究超过 15 年。他的核心研究方向是开发全新工艺,借助激光技术实现中小批量金属零部件的快速成型:“激光技术为生产模式带来了颠覆性的全新思路—全程高精度、高灵活性,从启动之初就完全处于数字化管控之下。传统制造依赖大型压力设备、复杂工装与漫长的调试周期,而激光加工无需实体工装,就能产出同等甚至性能更优异的零部件。”

灵活性提升、减少浪费以及大幅降低生产成本,将成为未来智慧工厂的核心关键目标。因此,奥尔堡大学的这支研究团队正致力于用数字化方法替代传统的依赖工装的生产工艺,从而节省时间与资金投入,并助力生产环节快速适配市场需求。

一块小型金属板材通过工件载具固定在 XPlanar 动子上,由动子带动其高速移动至激光加工工位下方

微米级精度旋转

XPlanar 平面磁悬浮输送系统为奥尔堡大学开辟了全新的研究领域:这款模块化输送系统以 XPlanar 平面模块作为高度紧凑的全集成驱动单元,通过动子在其上方实现六自由度运动,以微米级精度完成工件的定位与旋转。

在奥尔堡大学的这套系统中,一块小型金属板材通过工件卡具固定在 XPlanar 动子上,由动子带动其高速移动至激光加工工位下方。激光可完成对金属板材的弯曲变形、成型与雕刻作业。Morten Kristiansen 博士解释道:“我们第一次接触到 XPlanar 系统时,就立刻意识到了它的应用潜力。无需昂贵的机器人来移动激光头,我们只需控制 XPlanar 动子带动工件移动即可。这不仅能实现更高的精度与灵活性,让加工流程更顺畅,同时还能在单台设备中整合多道不同的加工工序。”

Morten Kristiansen 博士表示,精度是核心关键,XPlanar 的重复定位精度可达 $\pm 5 \mu\text{m}$,表现甚至优于最先进的高端机器人。这让 XPlanar 可以直接接入整体生产系统,实现工件在各加工工位之间的自动输送。“传统生产模式需要多台独立设备搭配人工操作,而我们的这套系统可在软件控制下,快速、精准地完成全流程作业。”他说道。该系统可通过增加工位的方式轻松拓展,每个动子都能针对特定产品定制,因此支持多款不同产品并行研发。”这就相当于拥有了一座数字化生产实验室,我们可以同时测试多款不同产品,实时观测到各类参数带来的差异变化。”他继续说道。

适配一体化激光平台的技术方案

XPlanar 技术已完成为期 12 个月的测试,相关研究由 Mads Holm Andersen 和 Mads Augustinus Frøhlich 在 Morten Kristiansen 博士的指导下完成,形成了对应的学位论文。他们的研究结论表明,磁悬浮技术在激光加工领域具备极高的工业应用潜力,可作为金属加工行业一体化集成式激光平台的核心技术底座。“每个工件的加工时长被压缩到了最低水平,因为 XPlanar 可以将已完成激光加工的工件移至一旁冷却,同时让激光同步加工其它工件。我们所生产的工件本身加工时长仅为 5 分钟,加上冷却环节,从设计到产出成品的总耗时在 1 到 2 小时之间。而传统制造工艺如果需要先定制工装再加工工件,整体交付周期往往长达 4 到 6 周,二者的生产效率差距十分显著。”奥尔堡大学材料与生产系助理研究员 Mads Augustinus Frøhlich 解释道。

“XPlanar 完美适配原型件试制、中小批量生产以及按需生产场景。整套方案仅按需产出对应数量的工件,可将工件废料占比降低至少 10%,这一数值基本等同于传统折弯机生产线常规的过量生产余量。”奥尔堡大学材料与生产系助理研究员 Mads Augustinus Frøhlich 解释道。

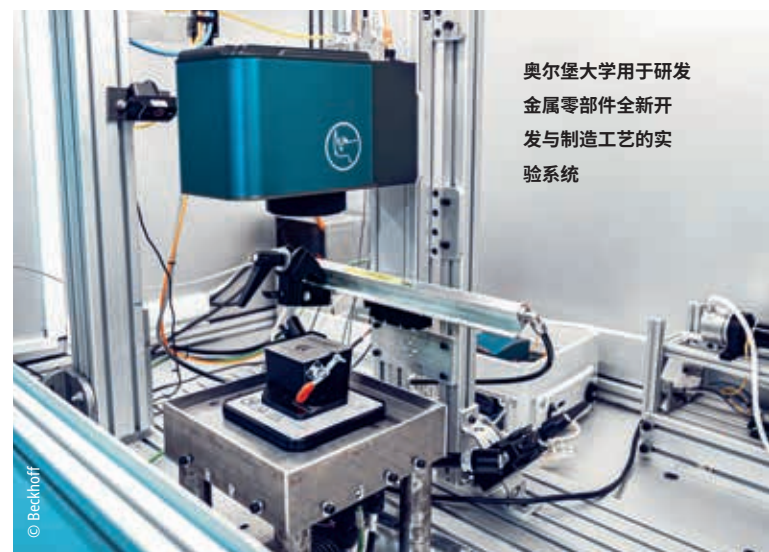
从实验验证走向工业落地

“工业界尚未完全挖掘出激光技术的全部潜力。依托 XPlanar 系统,我们有望为连续生产流程打造出数字化、高精度、模块化的全新行业标杆,这一方案的独特性在业内十分罕见。”Morten Kristiansen 博士解释道。目前奥尔堡大学已联合多家工业合作伙伴推进该技术的市场化成熟落地,目标是在数年内将这套方案投入真实生产环境开展测试,覆盖金属加工、电子制造、医疗技术等涉及小型精密零部件、设计迭代频繁的典型行业。

Morten Kristiansen 博士指出,TwinCAT 作为开放软件平台,加上与倍福的深度技术协作,是释放实验性探索能力、产出全新创新成果的核心关键。其开放标准、灵活的软件架构与多类接口,可实现从传感器、图像处理到激光系统的全链路集成,完全不受单一厂商的技术绑定限制。“倍福的技术门槛极低,我们可以直接下载软件、测试各类方案,接入庞大的组件生态。这让研究人员和学生都能将创意落地实践,在现有基础上迭代优化,无需从零开始搭建整套系统。精度、速度与软



项目团队(从左至右):Michael Byskov(倍福丹麦分公司技术支持工程师)、Morten Kristiansen 博士(奥尔堡大学讲师)、Mads Faaborg Frøhlich(奥尔堡大学助理研究员)和 Jakob Nørskov Pedersen(奥尔堡大学材料与生产系学生)



件自由度的结合,让倍福成为以实验驱动创新的科研环境的理想合作伙伴。”他解释道。

奥尔堡大学与倍福的合作渊源已超过 15 年,双方以探索自动化技术性能边界的共同研究愿景为坚实基础,开展了长期稳定的技术协作。从首个概念验证阶段开始,倍福的技术专家就深度参与其中,在新创意落地时提供了快速的定制化技术支持。“他们总能快速响应我们的需求,主动分享技术经验,帮助我们吃透整套解决方案,而非仅做简单的问题修正,这也切实推动了我们自身技术能力的提升。”Morten Kristiansen 博士说道。

更多信息:
www.en.aau.dk
www.beckhoff.com.cn/science



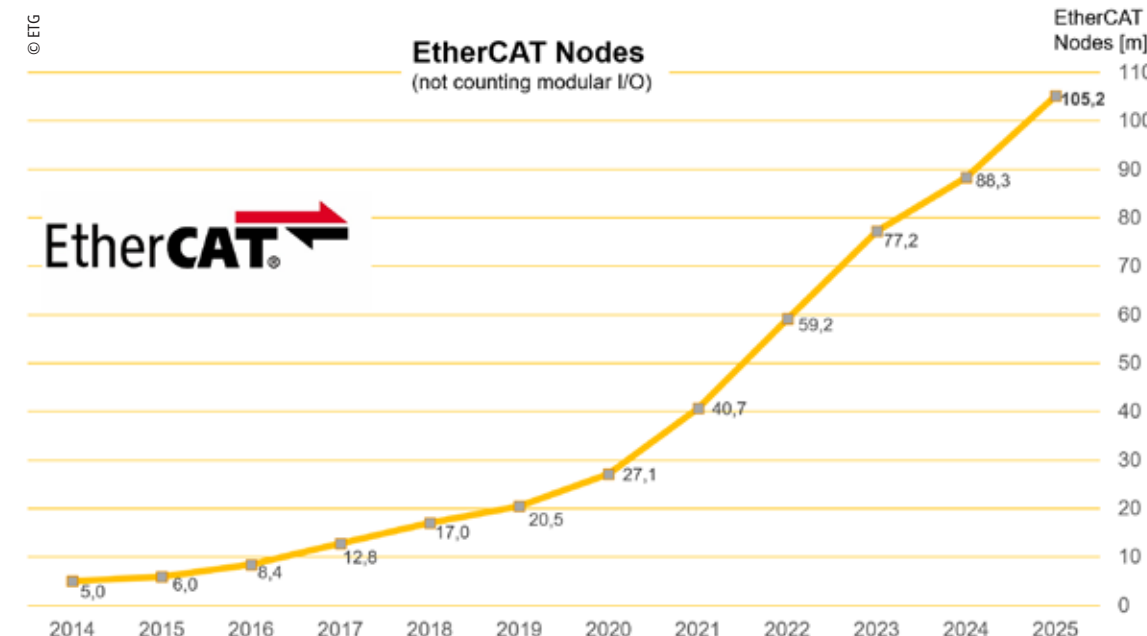
2026 汉诺威工业博览会:EtherCAT 凭借获认证的网络安全大放异彩

在 2026 年汉诺威工业博览会上, EtherCAT 技术协会 (ETG) 不仅在全新且引人注目的展位上展示了 EtherCAT 技术, 更斩获一项重磅权威认证:UL Solutions 对 EtherCAT 网络弹性进行了官方认证。这项认证为 EtherCAT 技术在未来工业网络领域的发展奠定了坚实的基础, 同时也证明该技术现已满足 IEC 62443 等国际工业网络安全标准的核心要求。

2026 年 4 月 20 日至 24 日, 全球工业界齐聚汉诺威, 参与这场全球规模最大的工业创新贸易博览会。本届展会以“THINK TECH FORWARD”为主题, 聚焦前沿技术革新与产业转型升级。展会共吸引超 10.9 万名来自全球各地的专业观众前来参观了解行业最新动态。对 ETG 而言, 本届展会带来了双重首秀:联合展台迁至 27 馆 G59这一战略优势展位;并与 44 家联合参展商共同在 125 平方米的展区内展示了 500 余款相关产品。作为“倍福体验之旅 (Experience Beckhoff)”专属参访项目 (原 VIP 项目), EtherCAT 技术再次向众多国际参观者敞开了大门。

本届展会的核心议题之一是工业场景下的网络安全, 而 ETG 恰好在此发布重磅喜讯。UL Solutions 官方认证:EtherCAT 无需对协议和硬件进行任何修改和更换即可满足国际标准 IEC 62443 安全等级 2 的要求。该标准的欧洲版本, 未来也将成为欧盟《网络弹性法案》(CRA) 的合规基础。UL 的测试评估同时表明, 仅需有针对性地进行软件升级, EtherCAT 即可达到更高的安全等级。UL 将 IEC 62443-3-3 标准中 100 多项系统要求对应到具有不同威胁场景的三种典型 EtherCAT 系统上, 并进行了评估, 最终测试成果十分亮眼。UL Solutions

的 S&S 首席顾问 Alexander W. Köhler 表示:“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。”在 ETG 展台上, Köhler 向 EtherCAT 技术协会执行董事 Martin Rostan、德国倍福网络安全专家 Torsten Förde 颁发了网络安全证书。这一认证充分进一步彰显了 EtherCAT 是面向未来技术的标杆:高性能、高灵活性与高安全性。



凭借精准的芯片统计数据, 数据基础坚实可靠:ETG 公布截至 2025 年全球 EtherCAT 节点数达到约 1.05 亿。

EtherCAT 节点突破 1 亿大关

目前 EtherCAT 节点总量已达到 1.05 亿, 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 年全年新增节点近 1700 万个, 直观反映芯片短缺危机已然缓解, 同时印证该技术市场热度持续走高。

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。

EtherCAT 技术协会执行董事 Martin Rostan 指出, 多协议芯片在实际应用中的使用率可能更高。这种持续的需求主要归功于 EtherCAT 的技术优势:极短通信周期、高

确定性、低延迟, 同时兼具调试简便、拓扑结构灵活易扩展的特点。除此之外, 该技术覆盖应用范围十分广泛, 从制造自动化和机器人技术, 到包装和半导体技术, 乃至医疗和交通运输领域。

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。

更多信息:

www.ethercat.org

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