

BECKHOFF 自动化新技术

高效、灵活、安全：基于 PC 的控制技术 助力氢能产业发展

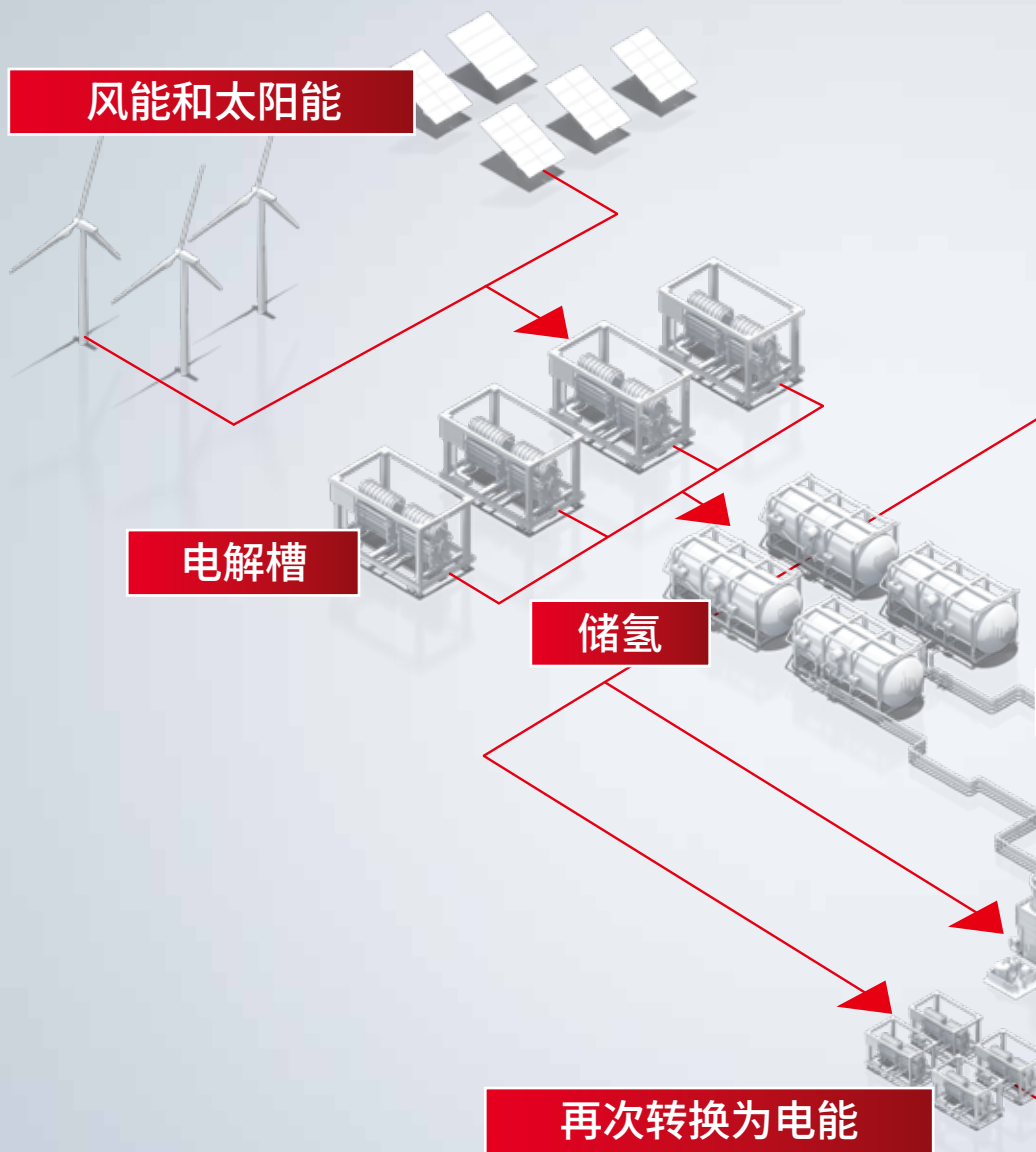


针对氢能行业的集成式自动化解决方案

氢能被誉为“未来能源”，在能源转型中发挥着重要作用。使用可再生能源制备绿氢是能源和交通运输领域实现减碳目标的重要措施之一。风能、水能或太阳能产生的电能可通过电解的方式转化为氢气，然后储存在储氢罐中，并通过卡车、轮船或管道进行运输。氢能可以转化为电能，可广泛应用于碳中和交通工具（如燃料电池汽车）、化工行业、钢铁生产和发电站等领域。为了使这一切成为可能，需要实现整个氢能价值链 — 从制取、运输到终

端应用 — 各个工艺环节的自动化。倍福通过基于 PC 的控制技术为确保集成和安全控制氢能领域涉及到的所有工艺过程提供合适的解决方案。

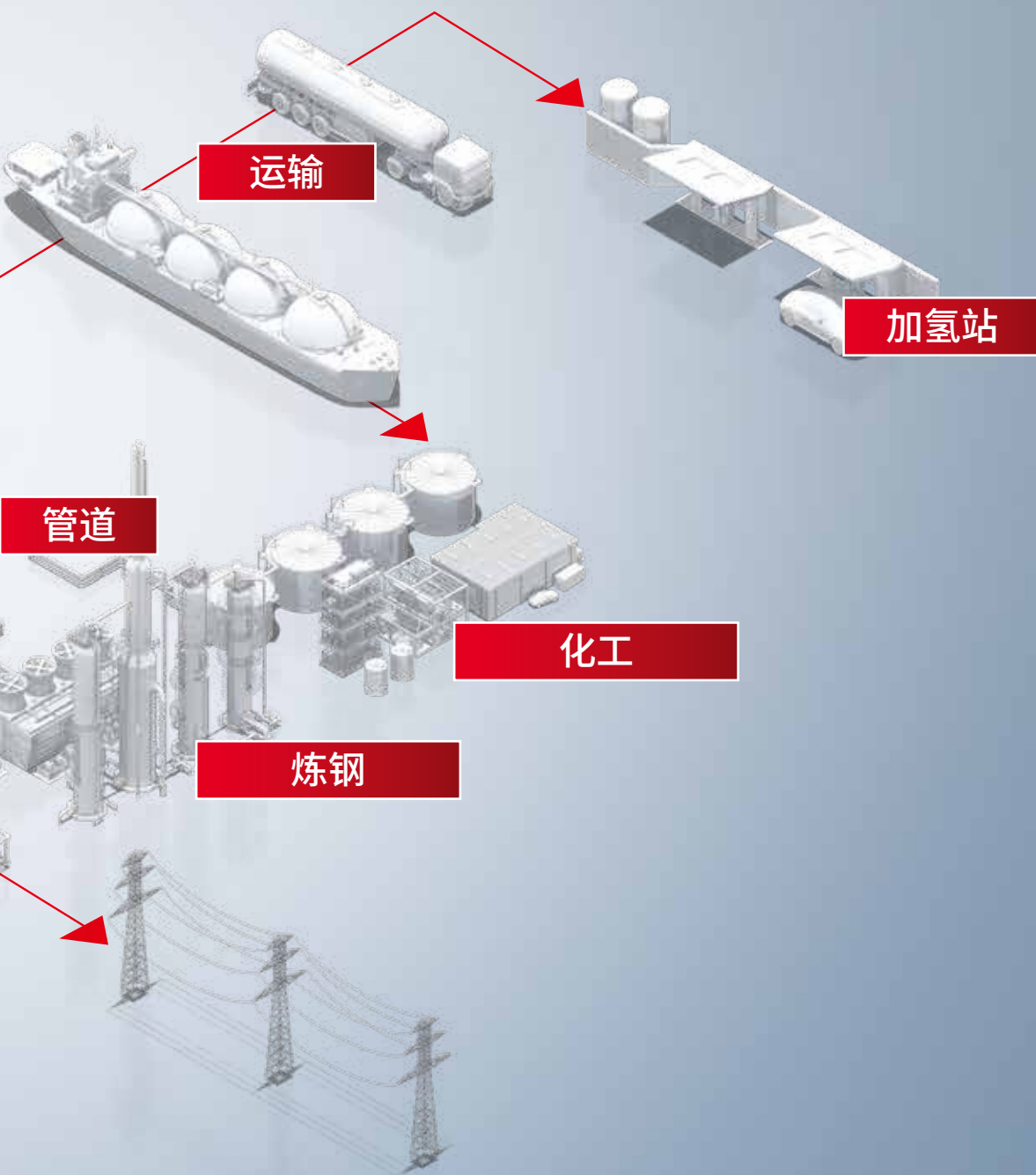
作为风电和光伏行业领域的长期自动化合作伙伴，倍福已经积极进军氢能价值链的起点 — 可再生能源发电领域。全球有超过 100,000 多台风力发电机组已经使用倍福基于 PC 的控制技术进行自动化改造。更重要



的是, 全球各地安装的绝大部分太阳能电池板的生产过程控制也都是采用倍福技术实现的。倍福在过程技术以及具有潜在爆炸性危险应用的自动化方面也拥有多年丰富经验。由于氢气是一种易燃易爆的气体, 因此所有制备过程必须严格遵守防爆要求。倍福技术已经在氢能的具体应用方面 (例如用作汽车燃料、制成燃料电池或在热电联供系统中使用) 取得了成功。未来, 氢能源将作为化石燃料的可持续替代品在更多的领域得到应用:

比如在甲烷化和氨气制取过程中, 在合成燃料的生产中, 以及目前仍处于研究阶段的其它诸多技术中。倍福正在此领域积极布署其基于 PC 的控制技术, 通过使用绿氢减少二氧化碳排放。

► www.beckhoff.com.cn/hydrogen

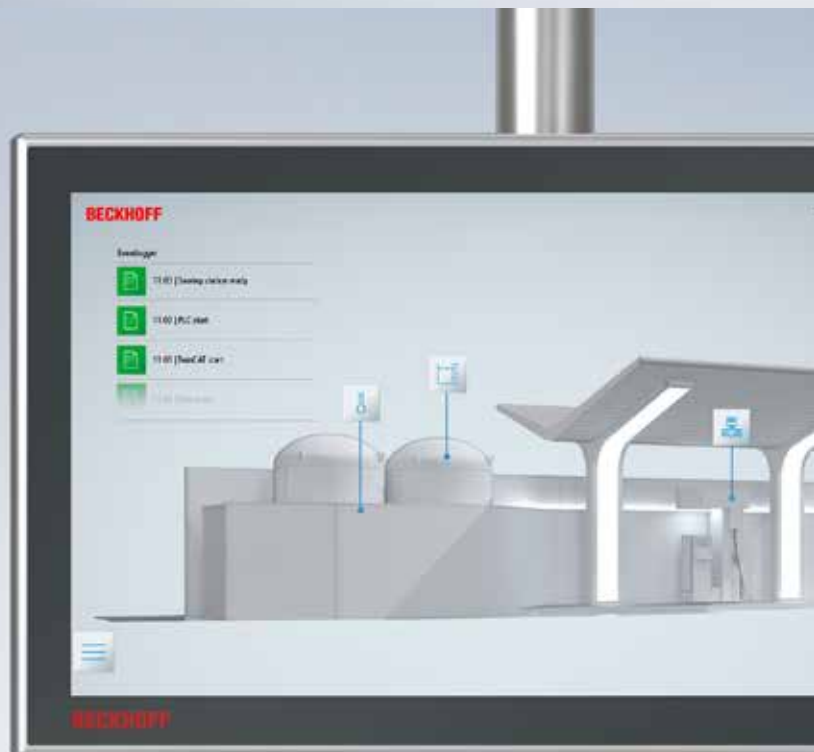


倍福系统： 模块化、可扩展 的控制技术

40 多年来，倍福一直致力于通过基于 PC 的控制技术为多个应用领域打造灵活开放的自动化系统。基于 PC 的控制技术始终将自动化软件中的智能控制与 IT 及自动化领域中成熟的标准技术融合在一起，将包括 PLC、运动控制、HMI 和测量技术在内的各种功能集成到同一个系统中。

基于 PC 的控制技术的核心是一台性能强大的工业 PC。倍福的可扩展工业 PC 产品系列提供的硬件解决方案在性能等级和设计上可

以根据具体的应用需求适配。这些工业 PC 适用于各种应用领域：用作过程装置自动化的中央或分布式元件，用作现场 HMI，或用作物联网方案中的边缘控制设备。这些装置采用超紧凑设计，在有限的空间内提供强劲算力，使各类应用场景都能以节省空间的方式实现部署。控制面板和面板型 PC 可以方便地实现过程装置的可视化操作。嵌入式控制器或带模块化 I/O 层的现场总线耦合器能够直接连接倍福 I/O 端子模块，从而能够将传感器和执行器轻松连接到控制系统中。I/O 产品系



列中多样化的数字量和模拟量端子模块也能够帮助系统简单、经济地集成所有功能 — 从测量技术到应用专属的安全解决方案。这些 I/O 组件已经通过了 ATEX、IECEX 和 NEC/CEC 等多项认证, 因此也可用于防爆区 2 区和 I 类 2 区, 通过防爆认证的嵌入式控制器和面板型 PC 同样适用于这些区域。

我们提供一个基于 TwinCAT 自动化软件的中央开发和控制平台。TwinCAT 除了能够执行传统的 PLC 流程之外, 还能够实现过程装

置可视化、通过 TwinCAT IoT 实现安全云连接以及通过 TwinCAT Analytics 实现数据分析。倍福的驱动产品可以与 TwinCAT 自动化软件提供的运动控制解决方案结合使用, 构成一套完整的驱动系统。当伺服驱动器与采用单电缆技术的伺服电机结合使用时, 相较于与传统的双电缆接线方式, 能够显著减少安装所需的工作量。动力及反馈系统被整合到一根标准电机电缆中, 从而减少了材料和调试成本。

倍福的系统集成解决方案为传统供应商提供了高效的替代方案, 非常适用于氢能行业。基于 PC 的控制技术可实现从制取、运输到加氢站整个氢能价值链上的设备和系统的全面自动化。



高效的自动化 解决方案助力 优化电解槽

随着氢气在化学工业中作为能源或原材料的应用日益广泛,其需求量也在持续攀升。目前,主要通过天然气等化石碳氢化合物制备的灰氢来满足需求,但这种方式虽然能够以较低成本制氢,但会产生大量二氧化碳排放。因此,为从长远角度减少排放,利用太阳能或风能等可再生能源制取绿氢的工业装置的开发正变得越来越重要。

要实现零碳排放的制氢方式,需要借助电解这一电化学工艺,即利用电能将水分解为氢

气和氧气。该工艺采用由阴极和阳极组成的电解槽,阳极和阴极之间通过半透膜分隔开来,并与水接触。当在阴极和阳极之间施加电压时,电流就会开始流动,水随即被电解分解,在阳极产生氧气,在阴极产生氢气。氢气随后即可从电解槽中提取并储存。

零碳制氢的规模化生产需要依托创新型、高性价比的电解解决方案,才能更多地使用可持续的绿色方式满足不断攀升的需求。同时还需要优化很多操作参数,以保证高效率和

控制面板

直接在现场控制和操作 — 甚至在防爆危险区域中



过程装置的安全。倍福基于 PC 的控制技术可以实现整个电解过程的自动化控制和实时监测,是实现集成式控制方案的首选。电解槽通过控制柜中安装的性能强大的 CX 系列嵌入式控制器进行本地控制,从而显著节省空间。也可在过程装置附件加装控制面板,以实现过程装置的本地化操控与实时状态监测。我们丰富的 I/O 产品系列中的 EtherCAT 端子模块可以与嵌入式控制器无缝连接,采集并处理温度、压力等安全相关数据。信号传输默认采用 EtherCAT 实时现场总线系

统 — 得益于倍福系统的开放性和灵活性,可以无缝集成其它所有常见通信协议。

EtherCAT 端子模块

丰富的 I/O 产品系列,
支持采集几乎所有
信号类型



嵌入式控制器

适合安装在 DIN
导轨上的模块
化、节省空间的
控制系统



实时集成 所有信号类型： 通过基于 PC 的控制技术和 EtherCAT

倍福凭借其基于 PC 的控制技术理念，将各种 I/O 组件集成在同一个系统中。例如，集成安全功能的 EtherCAT 端子模块可以与 EtherCAT 测量端子模块以及集成安全栅的 I/O 模块自由组合，连接防爆区域的本质型现场设备。这些元件随后可以集成到一个全面的控制系统中，为氢能行业过程装置操作人员提供一个高效、完整的解决方案，以满足所有应用需求。

通过我们为 PLC、运动控制、I/O、传感器技术、测量技术及安全技术量身打造的通用型开放式 EtherCAT 高速现场总线，用户仅需部署一种通信解决方案即可满足全场景需求。EtherCAT 也可通过其扩展距离技术简化广阔区域（例如大型清洁能源产业园）的数据采集，通信距离最长可达 300 米。对于更远的距离，可以使用传输长度最长为 100 千米的光纤解决方案。EtherCAT 线缆冗余用于建立



一个容错型环形拓扑结构, 以确保始终能够访问设备网络或网段。此外, EtherCAT 集成完整的诊断功能, 能够快速识别系统和设备中的故障。这样可以显著减少停机时间, 降低维护需求, 并提高过程装置的可靠性。

倍福控制技术在集成第三方 EtherCAT 设备及其它现场总线系统方面同样具备高度灵活性与开放性。基于 PC 的控制技术支持

EtherCAT、PROFINET、PROFIBUS、Modbus 和 EtherNet/IP 等各种常见的通信协议, 这也可为用户在更新或扩展现有系统时提供优势。制造商可以根据不同的应用和控制系统拓扑结构使用合适的现场总线耦合器以及嵌入式控制器建立连接。通过这种方式可以轻松升级或优化过程装置, 同时系统的开放性也可以确保未来的可扩展性, 保护运营商的投资。

EtherCAT®

PROFI
NET®

Ethernet TCP/IP

IO-Link

PROFI
BUS®

OPC UA
The Industrial Interoperability Standard

CANopen

EtherNet/IP®

HART
COMMUNICATION PROTOCOL



测量技术

采用金属外壳的 ELM 模块, 用于实现高精度和高速度测量技术

防爆

集成安全栅的高度紧凑型 I/O 模块, 用于直接连接本质安全型现场设备

基于 PC 的控制 技术助力实现 安全的氢能储存 和运输

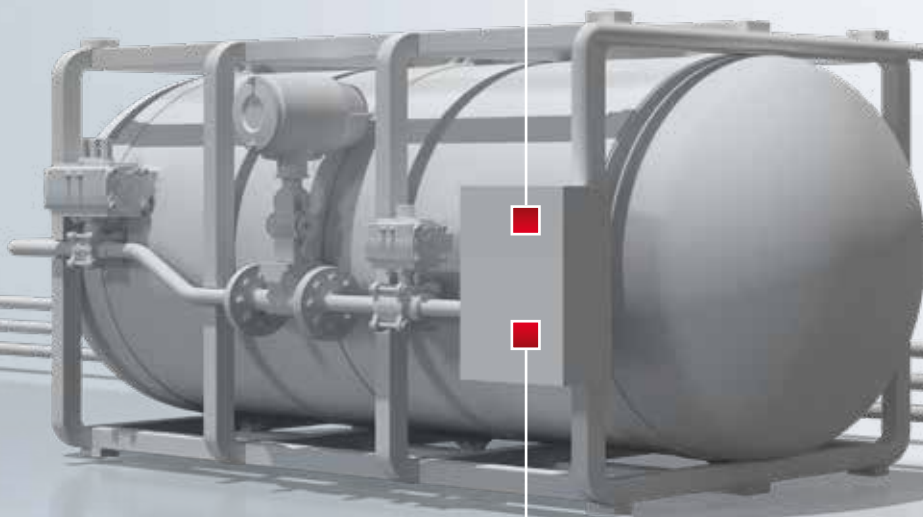
氢气目前的储存方法主要是液态储氢和高压气态储氢。在液态储氢罐中，氢气以更高密度储存，因此能够实现更高效的空间利用和更大容量的储存。在储氢罐监测过程中，压力、温度及极限值等关键数据都通过内置的传感器直接采集。由于氢气是一种高度易燃的气体，与氧气混合后容易形成爆炸性环境，因此必须考虑防爆要求。通过 ELX 端子模块的本安型接口，能够直接从防爆区 0 区采集与这

些参数相关的信号。根据功能安全要求，亦可按需对信号进行处理。

氢通常以液态或气态形式运输。输送气态氢时，管道是最理想的运输方式，而液态氢则通常需要采用卡车、铁路或轮船进行运输。为了监测管道泄漏风险，系统通过 ELX 端子模块定期记录介质流量、温度及压力数据，然后通过 EtherCAT 传输至边缘设备。边缘设备（例

边缘设备

通过 C60xx 系列
超紧凑型工业 PC
集成云通信功能
的控制器



ELX 端子模块

带本安型接口的 ELX 系列
EtherCAT 端子模块可连接
防爆区 0 区的现场设备



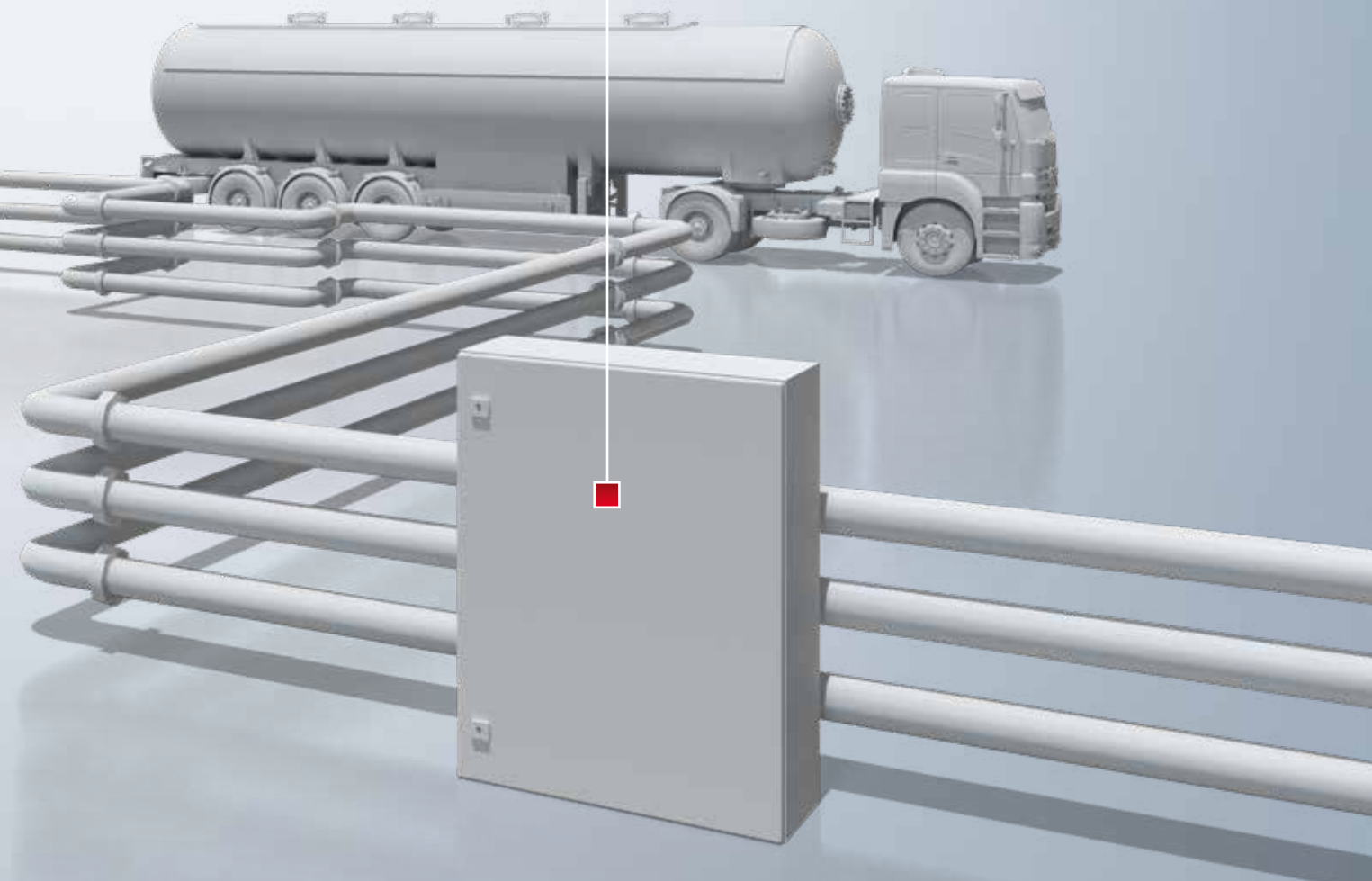
如超紧凑型工业 PC C6015) 会对采集到的信号进行处理, 随后将其传输至云端。若要远程连接边缘设备, 既可使用倍福 LTE 无线网卡进行无线通信, 也可选择通过光纤电缆进行有线传输。

我们拥有全系列产品线, 可支持实施最高适用于 0 区的整体防爆解决方案: 用于本质安全型信号采集和功能安全的 EtherCAT 端子

模块、用于设备可视化的控制面板和面板型 PC, 以及可轻松集成到所有常见现场总线系统的嵌入式控制器和总线耦合器。TwinCAT 还支持 IEC 60850 和 IEC 61870 等最常见的远程控制协议, 其功能库能够直接集成在设备控制系统中, 帮助氢能行业用户实施复杂的防爆应用解决方案。

光纤耦合器

带光纤接口的 EtherCAT 基础组件
通信距离最长可达 20 千米



系统集成:防爆 与安全防护

我们通过将安全技术全集成在自动化系统中,以满足过程控制技术在功能安全方面日益增长的需求。结构紧凑且采用模块化设计的 TwinSAFE 安全解决方案被无缝集成到控制平台中。通过集成式安全协议 (Safety over EtherCAT) 进行通信,且安全相关控制器采用模块化设计,因此在拓扑结构的选择具有极大的灵活性。

这些安全 I/O 构成了用于连接安全相关的传感器和执行器的接口。得益于它们集成的逻

辑,仅需单个紧凑型组件,即可将完整的安全控制系统整合到 EtherCAT 系统中。

我们的 ELX 端子模块将高度紧凑的远程 I/O 模块和安全栅整合于一体,可直接连接本安型现场设备。由此打造出带本安型接口的超窄型 EtherCAT 端子模块,其 12 毫米的紧凑外壳内可容纳多达 8 个本安型输入。由于无需使用外置安全栅,因此可以显著节约控制柜内占用的空间,从而带来真正的成本优势。ELX 系列端子模块的高分辨率和高精度

安全

- 将 TwinSAFE 安全解决方案无缝集成至自动化系统中
- 有大量安全 I/O 可供选择,全面适配各类安全相关信号
- 通信通过集成的 Safety over EtherCAT 协议实现
- 通过单个组件实现全面安全控制
- 适用于从小型控制器到高度复杂的安全应用

防爆

- 紧凑型远程 I/O 模块用于直接连接防爆区 0/20 区和 1/21 区的本安型现场设备
- 无需使用外置安全栅,显著节省空间
- 通过 ATEX、IECEx 和 NEC/CEC 认证,可在全球范围内使用
- 可与其它 I/O 组件自由组合
- 针对 0/20 区的完整防爆解决方案



确保了高品质精准测量, 满足客户多年来对倍福产品品质的期望。ELX 端子模块已经通过 ATEX、IECEX 和 NEC/CEC 认证, 符合所有行业特定的防爆技术规范, 并可用于全球几乎所有市场, 从而让用户能够一站式购齐全球通用的自动化组件。

集成安全功能的 ELX 端子模块可实现最高适用于防爆区 0 区 (含 0 区) 的 TwinSAFE 安全功能。这意味着倍福丰富的 I/O 产品线能为氢能行业的各类应用提供匹配模块。

安全和防爆

- 本安型接口与功能安全相结合
- 支持处理从 0 区至 SIL 3 级安全相关模拟量信号



灵活的基于 PC 控制的自动化和物联网解决方案在加氢站中的应用

氢能的应用或将助力交通领域在应对气候变化中发挥关键作用。尽管经过数十年来在能效提升与和排放控制方面的技术的发展,内燃机仍是温室气体排放的主要源头之一。电动汽车与氢燃料电池汽车是目前最具潜力的替代方案。

然而,储能仍是电动交通领域面临的最大的技术挑战之一。目前使用的电池存在体积大、重量重的缺点,使得它们难以契合众多交通工

具的实际应用需求。因此,物流行业正积极探索适用于卡车运输、航运和航空领域的替代性能源解决方案。未来,氢能很有可能成为该领域最重要的能源。但加氢要比加化石能源复杂得多:在加氢过程中,需要在高达 1000 bar 的压力下压缩氢气。在功能安全方面,在加注氢气时需要对压力进行监测,并确保必要时能够安全终止加注。此外,鉴于氢气属于高度易燃物质,必须严格遵守相关的防爆规定。尽管面临上述挑战,加氢站运营商们仍然希望

TwinCAT Analytics



针对状态监测方案的数据处理和分析软件

云连接



通过 TwinCAT 实现系统集成云连接的开放式通信标准

继续为客户提供他们所习惯的那种轻松的加油体验。

氢动力交通领域的高效过程自动化需要采用同时满足防爆与功能安全要求的柔性控制解决方案。凭借其丰富的 I/O 模块产品线和 TwinCAT 软件，倍福基于 PC 的控制技术为实现定制化自动化解决方案奠定了坚实的基础。TwinSAFE 集成式安全控制解决方案能够将过程控制与功能安全结合在同一个系统

中。TwinCAT Analytics 为过程数据处理提供了现成的功能库和模块，这意味着所采集到的压力、流量和温度等数据可直接在控制软件中进行分析。这些数值可用于过程装置监测，并通过 TwinCAT HMI 可视化。分析结果可通过云连接直接集成至物联网解决方案中，例如，作为远程访问时检查过程装置状态依据。这有助于在必要时进行快速干预以及实施预测性维护，从而提高过程装置的可靠性。

TwinCAT HMI

倍福过程控制软件库 (Process Library) 为流程工业及其它众多行业提供了丰富多样的控制选择。



TwinCAT: 集成式开发和 控制平台

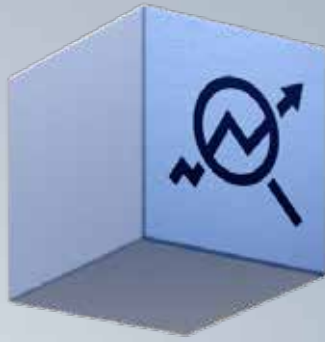
氢能产业多样化的工艺流程对自动化系统提出了不同的功能与性能要求。TwinCAT 自动化软件与我们基于 PC 的控制技术协同工作, 构建了一个可扩展的自动化平台, 该平台可根据具体的应用需求进行个性化适配。



TwinCAT HMI

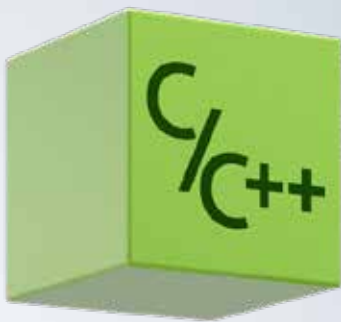
TwinCAT HMI 将人机界面直接集成到 Visual Studio® 开发环境中。基于 Web 的可视化解决方案可以方便地开发和维护过程装置监测和运行的用户界面。可视化操作可在任意终端设备上执行, 且不受平台限制: 既可直接在设备本地进行, 也可通过 Web 浏览器从任意位置进行访问。





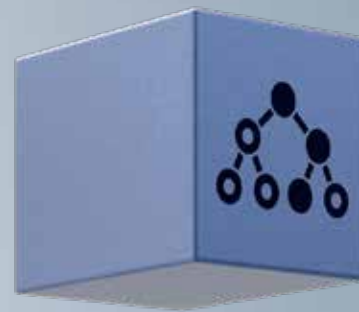
TwinCAT Analytics

TwinCAT Analytics 支持周期同步地无缝采集所有设备和过程数据。这些数据是深入分析的基础，分析结果可用于实施预测性维护。结合 TwinCAT IoT，甚至可以创建基于云的大数据评估方案，以确保可持续的过程质量控制。



C++

TwinCAT 为用户提供了借助应用广泛且面向硬件的 C/C++ 语言对自动化项目进行编程的选项。集成在 Microsoft Visual Studio® 中的 C 编译器用于生成代码。因此，用户除了使用 IEC 61131-3 语言之外，还能够选择 C++ 作为实时应用程序的编程语言。



TwinCAT Machine Learning

TwinCAT 与机器学习算法连接的接口允许在传统控制环境中使用 AI 方法，并支持生产与工艺流程优化。通过无缝集成到 TwinCAT 中的机器学习解决方案，还可以实时执行机器学习模型。



MATLAB®/Simulink®

得益于 TwinCAT 与 MATLAB® 和 Simulink® 连接，可以将使用这些语言开发的模型和仿真功能直接集成到控制器中。这些程序先经过验证，然后部署到实际的 TwinCAT 系统中通过这种方式可以毫无风险地将客户应用程序中的控制和监控代码直接转化成生产代码，从而避免在开发阶段产生不可预见的错误。

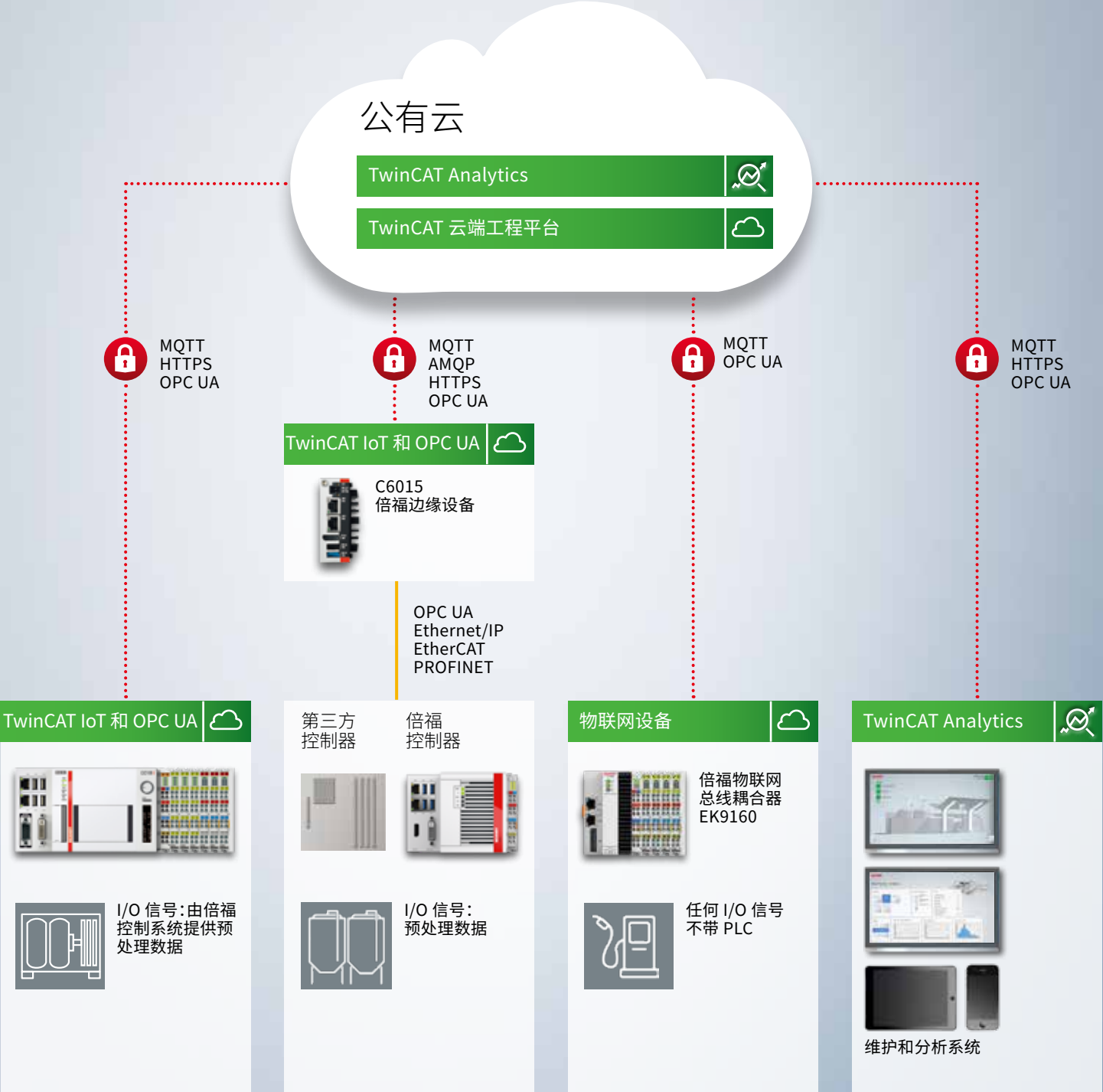
使用倍福产品 轻松、安全地 集成入云端

利用基于云的系统实现物联网解决方案，在自动化领域的几乎所有应用场景中正变得越来越普及，这是因为物联网应用场景能够以始终如一的高过程质量实现更经济的过程控制。

一个典型的应用场景是在规模宏大且分布范围极广的过程装置，或者偏远地区进行数据采集，氢气管道监测便是此类应用的典型代表。通过中央控制室可以对大面积区域进

行全方位监控，并在必要时采取相应措施。此外，云连接技术使得加氢站等自主系统成为可能，这些系统可以通过物联网连接传输状态或过程数据，并在出错时发送消息提醒。

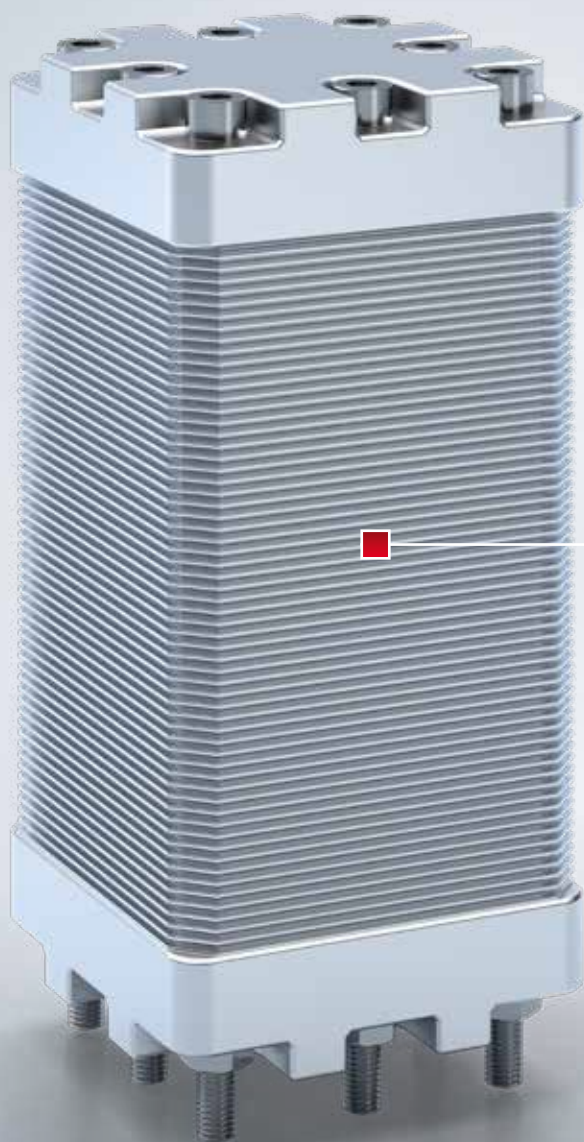
倍福各种具有物联网功能的组件可为各类应用场景实现与公有云或私有云系统的连接。TwinCAT IoT 支持用于云通信的标准 MQTT 和 OPC UA 协议。



电池电压 测量技术

氢能的整个价值链对于高精度测量技术的需求极为迫切。在电解过程中，测量和监测单电池的电流-电压特性至关重要：电池电压升高可以增加电流密度，从而提高氢气产量。但制氢效率却会随着电池电压的升高而降低。通过精确测量所有参数可以选定最佳工作点。但在实际操作中，由于电池在电堆中的安装位置限制，电压的设置往往只能针对整个系统统一进行。尽管如此，在电解槽的使用寿命周期内，单电池的电压可能会取不同

值并出现电压漂移现象。EtherCAT 端子模块 EL3008-0003 为此提供了高效解决方案：该端子模块的级联测量原理极大地简化了布线工作，而其优异的绝缘性能则确保了能在高达 1500 V 的堆叠总电压环境下稳定运行，因此也适用于大型系统。得益于模块化设计，该端子模块不仅能够用于搭建测试环境，还能与整个装置控制系统结合使用，实现长期、不间断的监测。



EtherCAT 端子模块 EL3008-0003
能够测量燃料电池中高达 1500 V
的堆叠电压

集成式自动化： 从传感器到云端

大数据分析

控制室



MQTT
AMQP
OPC UA

MQTT
AMQP
OPC UA

MQTT
AMQP
OPC UA

电解槽



DVI/USB, CP-Link 4

EtherCAT 扩展距离耦合器

EK1101

PROFINET

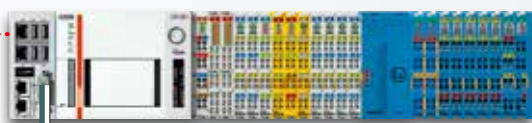
EtherCAT 冗余

EtherCAT 端子盒

加氢站

MQTT
AMQP
OPC UA

CX2020



DVI/USB, CP-Link 4



储罐

EK1501



EtherCAT 光纤

Ex ia

管道

EK1100



Ex ib

Ex ia

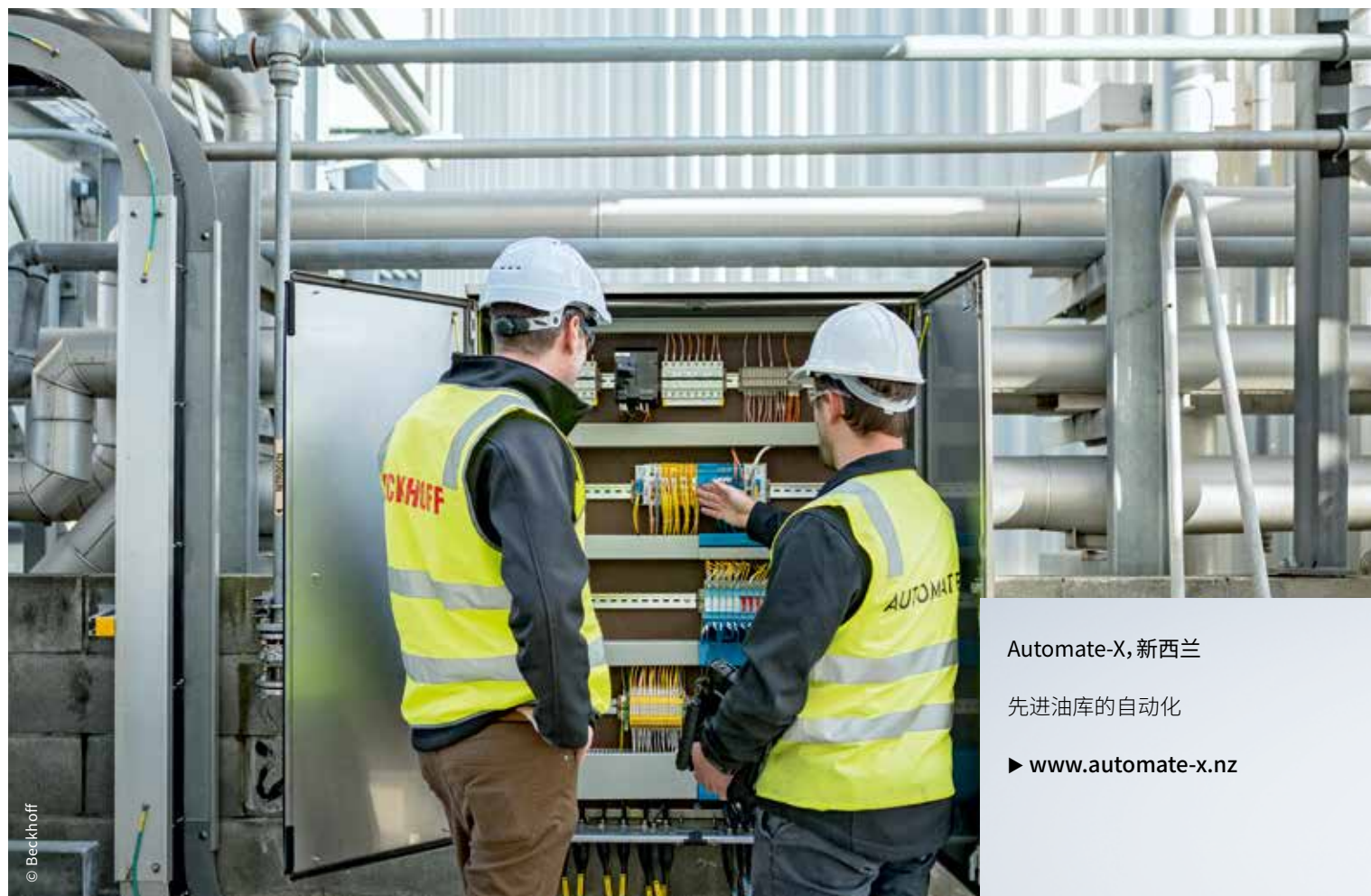
参考 案例

Nel Hydrogen, 丹麦

加氢站实时控制解决方案

► www.nelhydrogen.com

© Beckhoff



© Beckhoff

Automate-X, 新西兰

先进油库的自动化

► www.automate-x.nz

GKN Hydrogen, 意大利

基于 PC 的控制技术为氢能储存和
运输筑牢安全防线

► www.gknhydrogen.com



© Harald Wishtaler/GKN Hydrogen



金风科技, 中国

高效的风力发电机组状态监
测解决方案

► www.goldwind.com

© Goldwind

基于 PC 的控制技术
助您抢占氢能行业市场先机：
► www.beckhoff.com.cn/hydrogen

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

德国

总部

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG
Hülshorstweg 20
33415 Verl
Germany
电话: +49 5246 963-0
info@beckhoff.de
www.beckhoff.de

倍福中国

Beckhoff Automation Company Ltd.
倍福中国自动化有限公司
上海市静安区汶水路 299 弄 9-10 号
(市北智汇园 4 号楼) (200072)
电话: 021 / 66 31 26 66
info@beckhoff.com.cn
www.beckhoff.com.cn

Beckhoff®、TwinCAT®、TwinCAT/BSD®、TC/BSD®、EtherCAT®、EtherCAT G®、EtherCAT G10®、EtherCAT P®、Safety over EtherCAT®、TwinSAFE®、XFC®、XTS® 和 XPlanar® 均为 Beckhoff Automation GmbH 的注册商标。本手册中所使用的其它名称可能是商标名称，任何第三方为其自身目的而引用，都可能触犯商标所有者的权利。

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG 03/2025, 版权所有。

本手册中所包含的信息仅是一般描述或性能特征简介，在实际应用中并不总是与所述完全一致或者可能由于产品的进一步开发而不完全适用。仅在合同条款中明确约定情况下，才有义务提供相关特性信息。

技术规格若有变更，恕不另行通知。