

融合 Ethernet-APL 技术的 ABB 控制系统以及创新的工程执行方法

融合 Ethernet-APL 技术的 ABB 数字化控制系统和 ABB Adaptive Execution™ 工程执行方法实践——Ethernet-APL 的出现,为工业自动化系统和仪表与数字化世界实现高效互联提供了物理层的解决方案。ABB 作为支持 Ethernet-APL 标准制定和产品开发的主要厂商之一,积极开拓 Ethernet-APL 技术与自动化控制系统的深度融合,并推动其在大型能源行业工程项目中的应用和实践。

随着通信技术、计算机技术的飞速发展,工业 4.0 的理念逐步从探索走向了实践。对于流程行业而言,工业 4.0 的核心是覆盖生产过程全生命周期的智能化;从时间轴的维度看,就是将“智能化、标准化、简单便捷、模块化”等特性蕴含到工程设计、现场实施调试、运行维护、人员培训等各个环节;从系统和设备的架构维度看,就是将智能运营、智能控制、智能设备和智能仪表 4 个层次有机地融合到一起,如臂使手,实现安全高效的生产运营。

过程控制系统作为流程生产的中枢,其应用现状与理想的“智能控制”还存在一定的差距,比如:

1. 虽然现场总线技术、智能仪表技术已经发展多年,但受限于各种标准的不统一、安装调试方法

的不一致、相关总线设备的不通用等因素,导致性价比不高,难以实现大范围、大规模的全厂性应用。

2. 流程工业的很多项目在设计、组装、调试过程中,不可避免地会因需求的变动或者现场的实际需要进行变更与调整。这种难以规避的问题,势必会造成控制系统项目出现软硬件的设计调整、因返工导致的建设成本增加,甚至工期的延误。

3. 数据集成方面,虽然已经有不少的工业标准协议,比如 OPC 协议、Modbus 协议已经被广泛用于数据交换,但仍然存在跨平台支持偏弱,数据类型不丰富等问题。

Ethernet-APL 技术

针对上述第 1 个问题,国际行业组织包括 FieldComm Group、ODVA、OPC Foundation 和 PROFIBUS & PROFINET

International 和包括 ABB 在内的主流厂商共同扩展和改造了以太网技术,目标是加速开发和采用新的以太网物理层开放标准用于过程自动化和仪表,实现在危险区域的部署、长距离连接,以及可选的电缆直接供电。其本质是将以太网渗透到仪表层,全面提升仪表的数字化水平,使得仪表的云端或者网络化维护成为可能,为开放式控制系统建立坚实的基础。这一新的以太网高级物理层,称作“Ethernet-APL”,它将在过程自动化到物联网和数字化的进程中扮演极其重要的角色。

Ethernet-APL 是基于 10BASE-T1L 单对以太网 (SPE) 的一种增强型物理层,在 10 MBit/s 的通信速率下,电缆长度可达到 1 000 m,同时支持全双工。它作为一个物理层,支持 EtherNet/IP、HART-IP、OPC-UA、PROFINET 以及其他高层协议。以 PROFINET 为例,两

本文内容由 ABB 能源工业提供。

者技术相结合后,可以为自动化创造新的应用价值,如:控制系统主干网络到仪表层,统一采用 PROFINET 协议;仪表层网络采用双芯线缆,供电和通信可以在同一线缆中完成;支持所有的防爆应用,包括本质安全;可以重复使用现有的 A 类现场总线电缆,降低项目建设成本;安装便捷,抗电磁干扰能力强。

相对于传统项目建设方式, Ethernet-APL 技术能够显著提升项目的投资回报率。首先,通过以太网在高级物理层上的融合,控制室电子间仅部署交换机和控制器,电子间至现场铺设光缆和电源线即可,同时还支持仪表供电,大幅节省信号线缆、桥架、铺设施工材料,包括一些已安装的 PA TYPE A 电缆可以与 Ethernet-APL 重复利用。其次,缩短工程安装周期,有效降低工程总成本。同时还可以实现控制系统与现场设备的高带宽、快捷的无缝连接。最后, Ethernet-APL 的速度可以达到 10 MBit/s,为功能更丰富的智能设备管理提供了可能,其效果远胜于目前广泛使用的 HART 以及现场总线等技术。

融合了 Ethernet-APL 的 ABB 控制系统 ABB Ability™ System 800xA 架构与 ABB Adaptive Execution™ 工程执行方法

针对前文所提及的传统控制系统与智能工厂控制系统的技术差距和痛点,如:工程设计与实施阶段所面临的潜在的输入延迟以及现场变更等不确定的风险、多种第 3 方数据集成的不统一不便捷等问题,ABB 将 Ethernet-APL 技术、PROFINET 技术与 ABB

Ability™ 800xA 控制系统相融合,结合 ABB Adaptive Execution™ 工程执行方法,实现以数字化和协作为核心,并通过一致的、标准化的交付降低工程投资项目的成本并提升价值。

ABB Adaptive Execution™ 工程执行方法是将 ABB 全球的基础设施、工作方法、技术解决方案及人员的能力进行归并、协调和同步,纳入到一个统一的解决方案中保障项目按时、按预算、按要求交付。

标准化流程和工具

使用标准化流程和管理工具(如通用工程平台、行业特定的软件库和产品化标准化硬件解决方案)来推进多方协作。标准化还可以减少设计和工程工作量,可以省略硬件 FAT,避免或减少软硬件设计返工,简化变更管理过程,缩短安装、调试和开车时间。

提供360度全方位项目视角

它提供贯穿整个项目生命周期——从概念、设计、执行到运营的全方位总体可见性。Adaptive Execution™ 支持模块化工程以及控制、安全、电气和通信系统的持续测试和一体化集成,包括数字化设计直至开车,以及运营过程中的支持和维护。

投资优化

据估算,通过使用 Adaptive Execution™ 工程执行方法,客户能够将与自动化相关的资本支出减少多达 40%,将交付时间压缩多达 30%,将启动时间压缩 40%。

融合 Ethernet-APL 技术、PROFINET 技术的 ABB Ability™ 800xA 控制系统的原理性架构如图 1 所示。

全以太网连接和数字化通信

从管理层、操作层、控制层

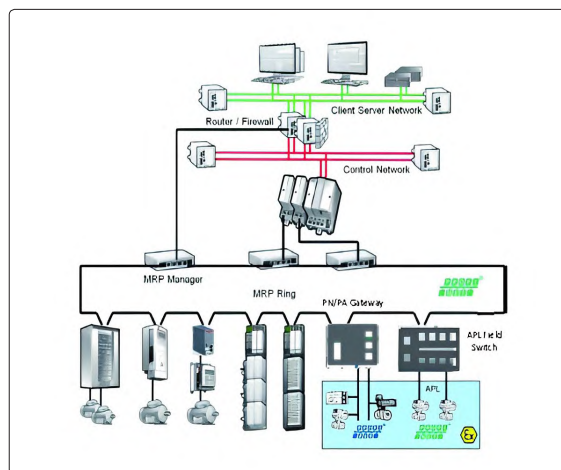


图 1 融合 Ethernet-APL 技术、PROFINET 技术的 ABB Ability™ 800xA 控制系统的原理性架构

到现场仪表层,都基于 Ethernet-APL 技术;控制器到现场设备或者现场 IO 柜,采用了 PROFINET 协议;现场的 APL 仪表则通过 Ethernet-APL 交换机进入控制层网络,并且由 Ethernet-APL 交换机进行供电。

中央控制室的机柜只保留交换机和控制器,中央控制室到现场仅保留光缆和电源电缆,极大地减少信号电缆的使用,以及电缆桥架的使用。

对于支持 PROFINET 的设备,比如变频器、马达保护装置等,直接就近接入到控制层网络。

控制器与 IO 模块的解耦

常规控制系统的 IO,必须预先定义好连接哪一个控制器,而且现场接线测试,必须有控制器才可以进行;现场增加或者修改 IO,繁琐耗时。融合 Ethernet-APL 技术的 ABB 控制系统,采用了全新的数字化布线理念,能够从设计、安装以及调试等各个方面提供便利,节省工程实施时间与成本。

同一机柜里面的 IO 模块可以在任何时候指定到不同的控制器,简化建设和运营期间的设计变更或者功能扩展。

IO 模块可以采用常规 IO 模块、

致谢:本文中涉及的技术术语及解释,参考自 PROFIBUS 与 PROFINET 国际组织、FieldComm 组织、OPC 基金会等网站及其公开的文档,限于篇幅,不一一罗列,特此致谢。

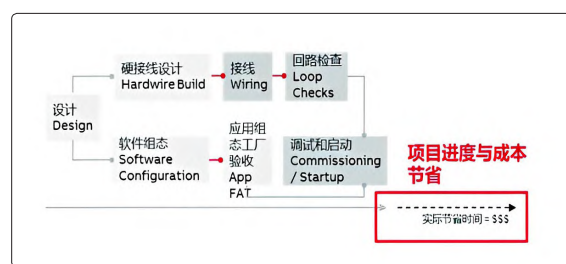


图2 软硬件解耦后的工程实施流程

HART IO 模块；或者直接通过 APL 交换机连接支持 APL 或者 PA 的仪表，兼顾传统常规仪表和现场总线仪表，以平衡和保护用户投资。

同时 IO 柜采用标准化智能远程机柜设计，组装完成后，无需进行 FAT，也无需连接控制器，可以直接发到现场进行接线和线路与模块测试。

现场人员可以直接利用笔记本电脑进行回路检查、仪表配置。

控制室电子间仅部署交换机和控制柜，电子间至现场只需要敷设光缆和电源线；从而大幅节省信号线缆、桥架、敷设施工等材料 and 工程成本，同时也缩短了工程安装周期。

控制系统的硬件和软件的解耦

从根本上改变了以往的“设计—组态—工厂验收—安装—接线—调试”的串行流程，而是硬件设计与软件设计可以并行执行、现场接线 / 测试可以和软件测试并行，极大地节省了现场调试时间，如图 2 所示。

智能设备的管理

ABB 控制系统，支持 HART、FF HSE、PROFIBUS、PROFINET 以及 IEC61850 等工业标准协议，使得各种智能设备的丰富诊断信息能够进入控制系统，为运行人员和维护人员提供有益的参考。ABB FIM 智能设备管理，支持 FDI 现场设备集成技术，能够便捷地对各

种智能设备进行直观而高效的管理与配置。从而实现了整个工厂从仪表、执行机构、变频器、电机以及电气设备的高效集成，而这些正是实施“智慧工厂”的重要基石。

与管理层的融合

通过 OPC UA，ABB 控制系统可以将生产流程和设备的各种数据送到上层管理系统，包括制造执行系统 MES、设备管理系统等，辅助生产与运营决策。事实上，这种融合 Ethernet-APL 技术、PROFINET 技术的 ABB Ability™ 800xA 控制系统，实现了致力于使生产数据易于安全地用于工厂和资产监控以及优化的 NOA（NAMUR Open Architecture，NAMUR 开放式体系结构）的愿景，即：在自动化三角架构的第 2 层基础自动化层打开 1 个通道，让自动化层级的数据可直接安全地用于监控和优化生产现场，实现了从现场数据到企业层面的连接，以结构化和标准化的方式获得工厂的所有现场数据，为工厂的运营方式带来了新的可能。

成功案例

近日，ABB 中国为某国际化工企业在中国的大型化工项目提供了包括 ABB Ability™ System 800xA® 分布式控制系统、Ethernet-APL 技术以及 ABB Adaptive Execution™ 工程执行方法在内的整体解决方案，连接并统筹这个化工厂的 9 大产业集群和 21 家工厂的所有运营，使业主能够实时审查生产的各个方面，监测所有资产和流程并视需要调整和改进运营。此外，作为主自动化供应商（MAV），ABB 还将帮助业主项目团队协调管理项目中

众多自动化、电气、仪表、过程分析仪和阀门厂商。并通过应用，督促所有供应商采用标准化和模块化的方法，将流程、效率和速度放在首位。

依托先进的自动化和数字化技术，ABB 首次将 Ethernet-APL 技术应用用于超大型化工项目中。一方面，Ethernet-APL 技术和 ABB 控制系统的深度融合，开启了全新的数字化布线理念，而革命性的 Adaptive Execution™ 项目执行方法的加持，将设计到调试的串行流程转变为硬件与软件设计、现场与软件测试并行的模式，极大节省了现场调试时间，有助于提升项目投资回报率。另一方面，加载 Ethernet-APL 技术的控制系统支持多种工业标准协议，可以更广泛地接收来自各类智能设备的数据与信息，并能上传至企业的管理层，有效打通数据壁垒，更易于运营、维护和扩展。此外，不同于过去由于火花引发爆炸的隐患而受到限制，新的物理层将以太网直接连接到现场设备，从而限制电流和电压来确保本质安全的解决方案，使在危险环境中组建高速以太网的需求成为可能。

结语

作为主流的自动控制新技术，Ethernet-APL 技术是应工业 4.0 以及“智能工厂”的需求而出现的，融合了以太网技术、OPC UA、现场总线技术以及智能设备管理等各种技术特性，是新一代工厂自动化的主流发展方向。最为重要的是，利用这些数字化技术，能源行业用户可以切实地从工程设计、安装、调试、运行以及维护等方面多维度节省工程建设和运维费用，有效提升投资回报率。