

浅谈总线智能仪表的发展与应用

史逸雪

中核龙安有限公司 广东 阳江 529500

摘要: 随着仪表技术和通讯技术的不断进步,总线智能仪表在工业领域中的应用范围日益广泛,在工业过程控制领域的作用越发关键。本文通过回顾现场总线技术的发展历程,总结梳理总线智能仪表技术的特点和优势,深入研究总线智能仪表在各领域的应用情况,就总线智能仪表应用存在的难点进行了分析探讨,提出了相关建议。

关键词: 现场总线技术;智能仪表

引言

随着“智能制造”等概念的兴起,工业领域正逐步迈向数字化与智能化。相较于传统仪表,现场总线技术及基于此技术的智能仪表为工业领域带来了新的变革,不仅提高了工厂生产效率,更显著提升了工厂产品质量与生产安全。

在生产运行层,总线智能仪表通过实时收集和分析数据,使得生产过程更加精确可控,减少了资源浪费和设备故障率,增强了生产过程的稳定性;在企业管理层,总线智能仪表为企业提供了大量的源数据,通过对大量实时数据的处理和分析,企业可以更好地发现生产过程中存在的问题,从而进行针对性的优化、改进。总线智能仪表的应用不仅提高了企业的运营效率,也为企业的发展和 innovation 提供了有力的支持。

本文首先回顾了现场总线技术的发展历程,梳理总结了总线智能仪表的定义和特点;其次介绍了总线智能仪表在各领域的应用情况;最后就总线智能仪表应用存在的难点进行深入的分析。

1 总线智能仪表概述

1.1 现场总线技术

提到总线智能仪表,就不得不提现场总线技术,它是总线智能仪表的技术基础。正是依赖于现场总线技术的支撑,总线智能仪表才得以问世并发展壮大。

20世纪80年代末、90年代初,计算机系统还比较封闭,不同厂家各成体系,不同品牌间设备不能互通,导致生产效率低下、资源浪费等问题,为解决“信息孤岛”问题,现场总线技术应运而生。其主要解决现场设备与现场设备之间以及现场设备与控制系统之间的通信问题。通俗来讲,现场总线是一种用于工业现场设备之间及其与控制系统之间数据交互的底层网络通信协议,它能够将不同厂商、不同型号的设备连接在一起,实现设备之间的信息交换和协同工作。

尽管现场总线技术的初衷是为了解决“信息孤岛”问题,但在其实际的应用和发展过程中,遭遇了极大的阻力和挑战。国际上现场总线种类繁多且通讯协议各不相同,每种总线标准背后都有相应的大型财团支持,导致不同总线之间互连、互通、互操作问题难以克服。随即有人提出了工业以太网的构想,该构想旨在将成熟稳定的以太网技术引入工厂现场设备层,这一技术随着时间的推移也逐渐被业内人士所认可。同时,为进一步提升工业以太网的实时性能,相关厂商又进一步研发了实时以太网技术。从广义角度,也可将工业以太网看作现场总线技术的一种。虽然业界一直在积极寻求解决方案,但现场总线标准至今未能统一,在第四版IEC 61158标准中共收录了20种现场总线和工业以太网标准,如今的现场总线标准是基于多种现场总线标准的妥协^[1]。目前,在保持原有格局稳定的基础上,各方仍在积极探索新的解决方案,以推动现场总线技术健康稳步发展。

1.2 总线智能仪表及其特点

1.2.1 定义

智能仪表是以微型计算机(即单片机)为核心,将先进的测量技术与计算机技术进行有机结合的一种新型仪表,其在参数自动化检测、数据参数处理以及使用功能多样性等方面,相较于常规仪表均展现出显著的进步与提升。智能仪表在能智能显示多种物理量的基础上,兼备通讯、计算、控制、数据存储等多种数字化功能,在简化仪表电路的同时还大幅提升了仪表可靠性。

基于现场总线技术的智能仪表,即总线智能仪表,是指遵循国际现场总线协议设计制造的智能仪表,这种仪表随着现场总线技术的出现应运而生。总线智能仪表不仅具有智能仪表的特点,能够实现数据的实时采集、处理、传输和控制,提高工业现场的自动化水平和生产效率。同时,采用标准化的总线协议,总线智能仪表可以与使用相同协议的不同厂商的智能仪表设备进行通信

和互操作,降低了系统集成的难度和成本。

1.2.2 特点

1) 打破信息孤岛,实现信息共享

信息孤岛是指不同设备、系统之间无法进行信息交换,导致信息无法共享和协同工作。通过总线智能仪表,可以将不同设备、系统连接在一起,形成一个统一的信息网络,实现信息的共享和协同工作。这样一来,各个设备和系统之间可以相互交换数据,实现信息的实时传递和更新,从而提高生产效率和资源利用率。

2) 提高设备之间的协同效率

现场总线技术可以实现设备之间的协同工作,使得各个设备能够相互配合,共同完成生产任务。通过现场总线技术,可以将各个设备连接在一起,形成一个统一的控制系统,实现设备的集中控制和管理。这样一来,不仅可以提高设备的协同效率,还可以降低人工干预的频率,减少人为错误的发生。

3) 降低生产成本和维护成本

通过总线智能仪表,可以实现设备的远程监控和维护,减少人工巡检的次数和频率。这样一来,不仅可以降低生产成本,还可以提高设备的维护效率和维护质量。同时,总线智能仪表还具有设备智能化管理的功能,提高设备的可靠性和稳定性,减少设备故障的发生,从而降低维护成本。

4) 促进工业自动化和智能化发展

现场总线技术是工业自动化和智能化发展的重要支撑。通过总线智能仪表,可以实现设备的智能化控制和管理,提高生产过程的自动化水平。同时,现场总线技术还可以实现设备之间的协同工作和信息共享,促进生产过程的优化和升级。这样一来,不仅可以提高生产效率和质量,还可以降低生产成本和资源浪费,推动工业可持续发展。

2 总线智能仪表应用案例分析

总线智能仪表在国内外各行业中已经积累了众多成功的应用实例,充分证明了其在各领域的实用性和可靠性。以下简单汇总了总线智能仪表在火电、石油化工等领域的应用情况:

在国外火电厂机组中,如Comanche电厂、Niederhausen电厂、Mannheim电厂等,现场总线控制系统(FCS)已被广泛应用,其中大量应用了总线智能仪表,包括各类参数测量仪表和执行机构等。而在国内,火电厂也陆续取得了现场总线技术的成功应用经验。具体来说,山东莱城电厂、江阴夏港电厂、华能玉环电厂、华能金陵电厂以及华能九台电厂等火电厂均在不同程度上采用了总

线智能仪表代替传统仪表^[2]。

在石油化工行业中,FF现场总线和PROFIBUS现场总线是应用最为广泛的现场总线技术。中海壳牌南海乙烯工程项目、上海赛科乙烯工程项目以及广西华谊能源的工业气体岛智能工厂项目都大规模应用了总线智能仪表,并且系统运行情况表现出色,展现了其稳定性和可靠性。

3 工程应用关注点

现阶段,在各种总线技术并存的形势下,不可避免地会面临这些同类技术的比较和选择,而满足对应工程需要和对环境的适应性,是选择、评判现场总线技术和智能仪表最本地出发点。以下结合总线智能仪表在工控领域的应用经验,总结了实际应用过程中可能会遇到且需重点关注的几类问题,例如总线标准选择、通讯安全、接口兼容性等,并针对这几个的典型问题进行了分析。

3.1 现场总线标准选择问题

现场总线协议标准是智能总线仪表的核心。IEC 61158现场总线国际标准中规定了20种总线标准,例如FF、Profibus、Profinet等,而实际上还有众多未列入标准的总线协议。如何选择适合项目的现场总线标准是工程应用不可避免的问题。在以往众多的工程项目实践中,随着项目的逐步深入与推进,我们经常会发现,最初精挑细选的总线协议在实际采购与施工过程中,往往不能发挥出预期的理想效果。举例来说,在某工程中,某条管线原本设计安装数台流量测量总线仪表,并经过调研确定了几家符合技术要求的仪表品牌。然而,后续出台国产化的要求,导致在招标过程中发现市场上并没有现成的、支持所选总线协议的国产流量智能仪表。该管段不得不进行技术改造,重新选择总线协议及其配套的总线智能仪表,并进行与原有总线协议挂接的设计工作,这无疑增加了后续的工作量,并对工程的总体进度和预算带来一定挑战。

除上述问题,现场总线标准选择还需要注意以下几点内容:

1) 总线协议与控制系统能否正常通信,是否存在兼容性问题。

2) 总线协议的数据传输速率、通信距离以及挂接的总线智能仪表节点数量是否满足工程需要。

3) 总线协议在应用环境下的安全性、抗干扰能力、错误处理能力以及在网络故障时的恢复能力是否满足需求。

3.2 通讯安全问题

总线智能仪表的通讯安全问题一直是业内专家心中的难题,特别是众多总线智能仪表设备共用一根现场总

线电缆,一旦主干电缆或网关发生故障,整条总线上的仪表设备都会受到波及,很可能造成线路瘫痪,导致严重后果。

针对通讯安全问题常常采取以下措施规避潜在风险:

1) 应优先采用融合多种拓扑结构的总线结构,以有效降低现场总线网络传输的故障率。

2) 避免在执行某项控制任务时跨控制器或跨网络通信,相关仪表应尽可能地挂接在同一对控制器下的同一个总线网段上,以减少失效率;尽可能分散控制回路的网段分配,每个网段不要分配过多控制回路,增加网络可靠性;同时对于某些功能失效会导致严重后果的仪表设备,可单独配置网段。

3) 与工厂运行安全密切相关的部件,例如总线网段、控制器、链路设备等均采用冗余结构,通过冗余设计提高数据采集和设备控制的可靠性^[3]。

3.3 通信接口兼容性问题

通信接口兼容性问题一直是工程应用上的难点。工程项目的总线智能仪表可以分为直接挂接控制系统的仪表和第三方成套设备自带的仪表两类。

对于直接挂接控制系统的总线智能仪表必须与控制系统支持相同的总线协议才能与控制机柜通信。当总线协议不匹配时,需要开发接口转换设备,以满足两者之间的通信需求。通常,总线智能仪表的产品样品需要在控制系统的测试平台上做现场总线兼容性测试。

对于一个复杂的工程项目,其中可能会涉及很多套第三方成套设备,调试过程中第三方成套设备与控制系统集成困难,原因往往是通信接口的兼容性问题。由于各厂家对于技术要求的响应程度不同,所使用的总线智能仪表中的总线协议不规范或者直接未使用规定总线协议,导致现场调试时经常出现通信不兼容的问题。对于已经运到现场的第三方成套设备,通常会开发特定的接口转换设备,以满足通讯需求。对于还未采购或还未生产的第三方成套设备,可以采取以下几点措施:要求厂家必须遵循设计文件中对于总线协议、仪表及接口的技术要求;严格管控与厂家的接口文件,严肃文件审查工作;第三方成套设备在进入现场前必须全部通过与控制系统的通讯与兼容性测试。

3.4 仪表安装问题

在实际工程项目中,仪表的不规范安装往往会导致后期问题的出现。大多数现场总线系统故障均源于设计、采购和安装过程中未严格遵循现场总线技术规范,

以及维护不当,这些因素往往导致短路或断开等故障的发生。在仪表安装过程中,有以下几点需要注意:

1) 为了确保现场总线电缆的正常运行和避免潜在的电气干扰,应尽可能避免将其与动力电缆长距离平行敷设,同时保持规定的最小间距^[4]。

2) 为确保电气安全和系统性能稳定,电缆的屏蔽层必须执行可靠有效的接地措施。

3) 电缆应优先选择通过专用桥架进行敷设,在布局过程中应尽量避免高温和粉尘较多以及临近大功率电器设备的区域,并且在合理范围内保证电缆敷设距离最短。若实际情况无法完全避免这些不利因素,电缆则必须在保护管内敷设,提高抗干扰性,确保安全和稳定运行。

3.5 成本问题

目前,总线智能仪表未能实现大规模广泛应用的一个关键因素就是成本问题。尽管从长远来看,采用现场总线技术能够显著降低整个系统的造价,然而,在现阶段,总线智能仪表的单台造价仍然相对较高,这成为了其广泛应用的阻碍。

4 结语

展望未来,总线智能仪表作为一种先进的工业自动化设备,具有广泛的应用前景和巨大的市场潜力,总线智能仪表在提升工业生产效率、节能减排、提高工厂数字化、智能化水平等方面将发挥重要作用。然而,我们也应看到,总线智能仪表的应用还面临着一些挑战,例如:如何确保数据安全性和可靠性,如何降低设备成本,如何提升仪表智能化水平等。对于总线智能仪表的应用,我们不仅需要关注其技术优势和应用前景,还需要充分考虑其在实际项目应用中可能遇到的问题和挑战。但我们相信,随着技术进步和市场需求扩大,总线智能仪表的大规模广泛应用必将是未来一种趋势。

参考文献

- [1] 缪学勤. 20种类型现场总线进入IEC61158第四版国际标准[J]. 自动化仪表, 2007(S1): 25-29.
- [2] 王旭, 陈航, 于树新, 张新立. 现场总线技术在核电厂中的应用[J]. 中国核电, 2012, 5(01): 10-16.
- [3] 刘东波, 吕方, 陈玉娟, 茅红伟, 汪春梅. 现场总线和智能仪表与核电厂DCS的接口分析及应用[J]. 自动化仪表, 2015, 36(11): 41-44+49. DOI: 10.16086/j.cnki.issn1000-0380.201511012.
- [4] 阳宪惠. 现场总线技术及其应用(第2版). 北京: 清华大学出版社, 2008.