

# 现场总线技术的现状与展望

樊 宇

中核控制系统工程有限公司 北京 102401

**摘 要：**现场总线技术作为工业自动化领域的关键技术，已广泛应用于过程自动化、制造自动化及多个行业。其全数字化通信、开放型互连网络及智能化特点显著提升了工业系统的效率和可靠性。然而，兼容性、带宽及安全性挑战仍存。未来，统一国际标准、工业以太网的普及、智能化与数据分析能力的提升，以及云平台与网络安全的应用将成为发展重点。

**关键词：**现场总线技术；工业自动化；数字化；智能化

## 引言

随着工业自动化的不断发展，现场总线技术作为连接智能现场设备与自动化系统的桥梁，其重要性日益凸显。本文旨在全面介绍现场总线技术的基本知识、应用现状，并分析其面临的挑战，最后展望未来的发展趋势。通过本文的阐述，读者将对现场总线技术有一个更加深入、全面的了解。

### 1 现场总线的基本知识

#### 1.1 现场总线的概念

现场总线（Fieldbus）是一种应用于生产现场，连接智能化仪器仪表、控制器、执行机构等现场设备与控制装置之间的数字式、串行、多点通信的数据总线。它作为工厂数字通信网络的基础，实现了现场设备与控制装置之间的高效、可靠的信息传递。现场总线以全数字化的方式替代了传统的模拟信号传输，使得现场设备的通信更加灵活、高效。它不仅解决了现场设备间的数字通信问题，还促进了现场控制设备和高级控制系统之间的无缝集成，推动了工业自动化的发展。

#### 1.2 现场总线的发展历史

现场总线的发展历史可以追溯到20世纪80年代，随着微电子技术和数字通信技术的快速发展，现场总线技术应运而生。最初，现场总线主要用于解决现场设备与控制装置之间的数字通信问题，以提高工业生产的自动化水平。经过数十年的发展，现场总线技术不断成熟和完善，逐渐形成了多种标准和协议。这些标准和协议的出现，进一步推动了现场总线技术在工业自动化领域的应用和推广。同时，随着物联网、大数据、云计算等新技术的发展，现场总线技术也在不断创新和升级，为工业自动化的发展注入了新的活力。

#### 1.3 现场总线的主要类型

现场总线种类繁多，在国际电工委员会关于现场

总线的标准IEC61158及IEC16784中，规定有近20个种类的总线规范，每种类型都有其独特的特点和应用场景。其中，最具代表性的包括基金会现场总线（FF）、PROFIBUS、CAN、MODBUS等。（1）基金会现场总线（FF）：这是一种开放的总线标准，主要分为H1和HSE两类。H1主要用于过程控制，数据传输率较低但具有本征安全特性；HSE则适合用作控制主干网，传输率较高，适用于实现子系统或整个工厂的互连。（2）PROFIBUS：这是一种广泛应用的现场总线标准，分为PROFIBUS-DP、PROFIBUS-FMS和PROFIBUS-PA三种类型。它们分别适用于分散的外围设备、一般自动化和过程自动化领域。（3）CAN总线：这是一种具有成本低、实时性高、抗干扰能力强等特点的现场总线，广泛应用于离散控制领域。（4）MODBUS：是一种灵活、可靠且广泛应用的通信协议，主要用于工业自动化和控制系统中。它允许不同设备之间进行数据交换，通常用于连接PLC（可编程逻辑控制器）、传感器、执行器和其他工业设备。此外，还有HART、CIP等多种现场总线类型，它们在不同领域和应用场景中发挥着重要作用<sup>[1]</sup>。

### 2 现场总线技术的特点

现场总线技术具有诸多显著特点，首先，现场总线技术采用全数字化通信方式，将模拟信号转换为数字信号进行传输。这一特点极大地提高了信号的稳定性和准确性，增强了系统的抗干扰能力。数字信号的传输不易受到外界干扰，确保了测量与控制的准确度，同时也为实现远程监控、故障诊断等功能提供了坚实基础。其次，现场总线技术遵循开放系统互连模型，构成开放型互连网络。这使得不同制造商的设备能够方便地互连并进行信息交换，增强了系统的兼容性和可扩展性。用户可以根据实际需求灵活选择设备，实现系统的最优化配置。再者，现场总线技术具备互操作性与互用性，支持

不同品牌设备的替换与集成。这提高了系统的集成度和灵活性,使得用户可以根据需求调整系统配置,同时也为系统的扩展和升级提供了便利。此外,现场总线技术还实现了现场设备的智能化与功能自治性,以及系统结构的高度分散性。智能化现场设备具备自诊断与故障处理能力,提高了系统的自治性。而高度分散的系统结构简化了系统组成,提高了可靠性和维护性。这些特点使得现场总线技术能够更好地适应各种复杂的现场环境<sup>[2]</sup>。

### 3 现场总线技术的应用现状

#### 3.1 过程控制

在过程自动化方面,现场总线技术展现出了其强大的实时监测与控制能力。它能够精准地捕捉生产过程中的温度、压力、流量等关键参数,通过实时的数据分析与处理,确保这些参数始终保持在设定的范围内,从而有效保障了生产过程的稳定性和安全性。在石油化工行业,由于现场环境极为复杂,且对安全性有着极高的要求,因而,具有本质安全防爆特性的现场总线技术成为了首选。这种技术能够在易燃易爆的环境中稳定工作,确保生产过程的顺利进行。而在能源电力行业,现场总线技术更是实现了对电力设备的实时监测与控制。无论是发电、输电还是配电环节,现场总线技术都能确保电力系统的稳定运行,及时发现并处理潜在故障,为能源电力行业的安全、高效发展提供了有力保障。

#### 3.2 制造业

在制造自动化领域,现场总线技术也发挥着举足轻重的作用。通过现场总线技术,生产线上的各类设备实现了实时的信息交换与协调运行,这种紧密的连接方式,确保了生产过程的流畅与高效,每一个生产环节都能精准对接,无缝衔接,大大提升了生产线的整体效率。现场总线技术可以实现对产品质量进行实时监控,确保每一件产品都符合质量标准。现场总线技术还为制造业带来了远程监控与故障诊断的便捷,操作人员可以随时随地监控生产线的运行状态,一旦发现异常,便能迅速定位问题所在,及时进行故障排查与处理;这不仅降低了维护成本,还显著提高了生产效率,为制造业的智能化、高效化发展提供了有力支撑<sup>[3]</sup>。

#### 3.3 其他行业应用

在交通运输行业,现场总线技术则发挥着智能控制与管理交通信号的重要作用。通过实时监测交通流量,现场总线技术能够智能调整信号灯的配时,有效缓解交通拥堵,提高交通运行效率。

在楼宇自动化方面,现场总线技术同样展现出了其独特的优势。它能够对楼宇内的各种设备进行智能控制

和管理,实现设备的自动化运行和能效优化,从而提高楼宇的舒适性和节能性。

#### 3.4 面临的挑战

尽管现场总线技术在工业自动化领域取得了显著成就,但仍面临一些挑战。首先,不同厂商提供的现场总线标准间存在兼容性问题,导致用户在选择设备时受到限制。其次,随着物联网技术的不断发展,对网络带宽提出了更高的要求,而现有现场总线技术的带宽可能无法满足未来需求。此外,安全性问题也是现场总线技术面临的重要挑战之一,特别是在涉及敏感信息或关键基础设施时,需要采取更加严格的安全措施来确保数据与操作的安全无忧<sup>[4]</sup>。

### 4 现场总线技术的展望

#### 4.1 统一的国际标准

统一国际标准的制定,将为实现不同厂商设备间的互换性和集成性提供坚实基础。在标准化过程中,需要综合考虑各种现场总线技术的特点和应用需求,确保新标准既具有广泛的适用性,又能充分满足未来工业自动化系统的发展要求。通过统一标准,可以消除因标准不一而带来的技术壁垒,促进全球范围内现场总线技术的交流与合作。统一国际标准还将为现场总线技术的进一步发展和应用提供有力支持。随着工业自动化的不断深入,现场总线技术作为连接现场设备与控制系统之间的桥梁,其重要性日益凸显。但技术的快速发展也带来了标准更新换代的压力,统一国际标准的制定,将有助于稳定技术发展方向,为新技术的研发和应用提供明确指导。在具体实施上,可以通过国际组织或行业协会来推动统一国际标准的制定和推广工作。这些组织可以汇聚全球范围内的专家资源,共同研究制定符合行业发展需求的新标准;还可以通过开展国际合作项目、举办技术交流会等方式,加强不同国家和地区间的技术交流与合作,共同推动现场总线技术的标准化进程。

#### 4.2 工业以太网的广泛应用

随着以太网技术的飞速发展和日益普及,工业以太网正逐步渗透到工业控制网络的各个领域,展现出其独特的魅力和广阔的应用前景。在未来的工业自动化系统中,对带宽的需求将会不断增加。传统的现场总线技术在数据传输速度和容量上存在一定的局限性,难以满足未来复杂工业系统的需求;而工业以太网则以其卓越的性能,为工业自动化系统提供了更为宽广的数据传输通道。无论是实时控制数据、监控信息还是大容量的多媒体数据,工业以太网都能轻松应对,确保数据的准确、快速传输。工业以太网还具备与现有IT基础设施的良好

兼容性。这一特性使得工厂在引入工业以太网时,可以充分利用现有的IT资源,降低系统集成的难度和成本;工业以太网还支持与各种工业设备的无缝连接,便于实现工厂信息化和集成化,提高生产效率和管理水平。国内工业以太网技术已取得了显著进展,以EPA(Ethernet for Plant Automation)为代表的国内工业以太网技术,不仅在国际上获得了广泛认可,还在国内众多工业领域得到了成功应用。这些技术的不断发展和完善,为工业以太网在工业控制领域的应用提供了有力支持,推动了工业自动化系统的智能化、网络化发展<sup>[5]</sup>。

#### 4.3 智能化与数据分析能力的提升

未来现场总线技术将迎来一场深刻的变革,其核心在于与传感器、机器视觉以及物联网技术的深度融合,这一融合将极大地推动工业设备向更高层次的自动化与智能化方向发展。智能化设备将成为未来工业生产的主力。这些设备将不再仅仅是被动的执行者,而是具备自感知、自学习、自决策和自执行能力的智能体。它们能够实时感知环境变化,通过内置的学习算法不断优化自身行为,根据实际需求进行自主调整,从而实现更加高效、精准的生产过程。这种智能化水平的提升,将使得工业设备更加灵活、可靠,能够更好地适应复杂多变的生产环境。现场总线技术也将在数据分析能力上实现显著提升。通过实时采集生产过程中的大量数据,并运用先进的数据分析算法,现场总线系统将对这些数据进行深度挖掘,提取出有价值的信息。这些信息将为优化生产流程、提高产品质量、降低生产成本提供精准的决策支持。例如,通过对生产数据的实时分析,可以及时发现生产过程中的异常波动,从而采取相应措施进行调整,确保生产过程的稳定性;还可以通过对产品质量的数据分析,找出影响产品质量的关键因素,为产品质量的持续提升提供有力保障。

#### 4.4 云平台与网络安全的应用

在未来现场总线技术的发展中,云平台将扮演愈发重要的角色,特别是在设备状态的远程监控与管理方面。云平台凭借其强大的数据存储、处理和分析能力,使得用户能够不受地域和时间限制,实时掌握设备的运行状态和性能参数。通过云平台,用户可以获取设备运

行的全面数据,并运用数据分析工具对这些数据进行深入挖掘,从而揭示出设备运行的潜在规律和问题。这不仅有助于用户优化生产流程,提高生产效率,还能为设备的预防性维护提供科学依据,延长设备的使用寿命。随着云平台的广泛应用,网络安全问题也日益成为关注的焦点。云平台中存储的大量敏感数据,如设备运行状态、生产参数等,一旦泄露或被非法访问,将可能对企业造成重大损失;于是,加强网络安全防护措施势在必行。我们需要采取一系列安全措施来确保云平台的数据安全和隐私保护。加密技术是一种有效的手段,可以对传输和存储的数据进行加密,防止数据在传输过程中被截获或篡改。访问控制也是保障数据安全的重要环节,通过设定严格的访问权限,确保只有授权用户才能访问敏感数据。防火墙作为网络安全的第一道防线,能够阻挡来自外部的网络攻击,保护云平台免受恶意侵扰。

#### 结束语

现场总线技术作为工业自动化领域的重要组成部分,以其独特的特点和优势为工业自动化系统提供了高效、灵活、可靠的解决方案。随着技术的不断发展和进步,现场总线技术将在未来继续发挥重要作用,并呈现出更加广阔的发展前景。通过统一国际标准、推动工业以太网应用、提升智能化与数据分析能力,以及加强云平台与网络安全的应用,现场总线技术将不断适应工业发展的新需求,为工业自动化领域的发展做出更大贡献。

#### 参考文献

- [1] IEC/TR 61158-1 Ed. 3.0: Industrial communication networks - Fieldbus specifications - Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series, 2010:15-20.
- [2] 罗泽鹏.工业以太网网络通信技术研究[J].信息与电脑,2021,06:219-221.
- [3] 荀庆来.工业以太网的应用分析[J].科学技术创新,2019,12:72-73.
- [4] 张颖.现场总线技术在电力自动化中的应用分析[J].中国战略新兴产业,2019(28):106-107.
- [5] 张德强,朱钢毅,等.现场总线技术与工业以太网在燃料管控的结合应用[J].煤质技术,2022,37(2):31-38.