

# 工业物联网下自动化仪表数据采集与传输优化研究

王恩喜<sup>1</sup> 付立平<sup>2</sup> 刘锦宏<sup>2</sup>

1. 青岛兴佳智能科技有限公司 山东青岛 266000

2. 青岛特殊钢铁有限公司 山东青岛 266000

**摘要:** 在工业物联网蓬勃发展背景下, 自动化仪表数据采集与传输的优化成为关键课题。本文首先阐述工业物联网架构及自动化仪表数据采集与传输流程, 接着剖析该过程中面临的协议兼容性、数据实时性、传输可靠性及安全隐私等挑战。针对这些挑战, 分别提出数据采集优化策略, 如选合适设备与协议、应用边缘计算等; 以及数据传输优化策略, 包括构建可靠网络架构、采用冗余传输技术等。旨在通过这些策略提升工业物联网下自动化仪表数据采集与传输的效率、可靠性与安全性, 推动工业智能化发展。

**关键词:** 工业物联网; 自动化仪表; 数据采集; 数据传输; 优化策略

## 引言

随着信息技术的飞速进步, 工业物联网作为工业领域与物联网深度融合的产物, 正引领着工业生产向智能化、自动化方向大步迈进。自动化仪表作为工业生产过程中的关键设备, 其数据采集与传输的准确性和及时性, 直接关系到工业生产的效率与质量。然而, 在工业物联网复杂的环境下, 自动化仪表数据采集与传输面临着诸多难题, 如多种协议并存导致的兼容问题、数据实时性要求与传输能力不匹配、传输过程中可靠性不足以及安全隐私存在隐患等。因此, 深入研究工业物联网下自动化仪表数据采集与传输的优化策略具有重要的现实意义。

## 一、工业物联网下自动化仪表数据采集与传输概述

### (一) 工业物联网架构

工业物联网是物联网技术在工业领域的深度应用, 其架构通常涵盖感知层、网络层、平台层与应用层。感知层作为数据源头, 由各类传感器、自动化仪表等设备组成, 负责实时采集工业生产中的温度、压力、流量等物理参数, 并将其转化为可处理的数字信号。网络层承担着数据传输的重任, 通过有线(如以太网、工业总线)或无线(如Wi-Fi、ZigBee、5G)通信技术, 将感知层采集的数据快速、稳定地传输至平台层。平台层是工业物联网的核心大脑, 对海量数据进行存储、分析与处理, 挖掘数据潜在价值, 为上层应用提供决策支持。

### (二) 自动化仪表数据采集与传输流程

自动化仪表数据采集与传输是一个紧密衔接、有序

运作的过程。首先, 在数据采集阶段, 自动化仪表凭借内置的传感器, 精准感知工业生产现场的各种物理量, 如压力仪表测量管道压力、温度仪表检测设备温度等, 并将这些物理量转换为电信号或数字信号。接着, 信号调理电路对转换后的信号进行放大、滤波等处理, 以提高信号质量。随后, 数据采集模块按照设定的采样频率和精度, 对调理后的信号进行采集, 并将其转换为计算机能够识别的数字数据。在数据传输环节, 采集到的数据通过现场总线、工业以太网或无线通信网络等传输介质, 发送至数据汇聚节点或上位机系统<sup>[1]</sup>。

## 二、工业物联网下自动化仪表数据采集与传输挑战

### (一) 协议兼容性问题

工业物联网中自动化仪表种类繁多, 不同厂家生产的仪表所采用的通信协议差异显著。一方面, 传统仪表多使用如Modbus、HART等专用协议, 这些协议在特定领域应用广泛但开放性不足; 另一方面, 新兴物联网设备常采用MQTT、CoAP等轻量级协议以适应低功耗、广覆盖需求。多种协议并存使得不同仪表间、仪表与上位系统间难以直接通信, 数据交互受阻。而且, 协议版本更新换代快, 新老版本协议不兼容情况时有发生, 进一步增加了系统集成难度, 导致数据采集与传输的顺畅性和效率大打折扣。

### (二) 数据实时性要求高

工业生产过程复杂且动态变化, 对自动化仪表数据采集与传输的实时性要求极为严苛。在连续生产流程中, 如化工、电力等行业, 温度、压力、流量等参数的微小

变化都可能引发严重后果。若数据采集不及时，无法实时反映生产状态，会导致生产调控滞后，影响产品质量和生产安全。同时，在故障诊断与预警场景中，实时数据是快速定位故障、及时采取措施的关键。一旦数据传输延迟，故障可能进一步扩大，造成设备损坏、生产中断等重大损失，严重影响企业经济效益。

### （三）传输可靠性难以保障

工业环境复杂恶劣，存在诸多干扰因素，严重影响自动化仪表数据传输的可靠性。电磁干扰是常见问题，工厂中大量电气设备运行时产生的电磁场，可能干扰数据传输信号，导致数据丢失或错误。此外，机械振动、高温、潮湿等环境因素也会对传输线路和设备造成损害，降低传输稳定性。在网络层面，工业物联网可能采用多种网络拓扑结构，网络故障、节点失效等情况时有发生，一旦关键节点出现问题，数据传输路径中断，数据无法及时准确送达，进而影响整个工业生产系统的正常运行。

### （四）安全隐私风险大

工业物联网下自动化仪表数据采集与传输涉及大量企业核心信息，安全隐私风险不容忽视。数据在传输过程中，若缺乏有效的加密保护，易被窃取或篡改，攻击者可能获取生产配方、工艺参数等敏感信息，给企业带来巨大经济损失。同时，自动化仪表设备自身安全防护能力有限，易成为网络攻击的入口，黑客可通过入侵仪表设备，进一步渗透至整个工业控制系统，操纵生产设备，引发安全事故。而且，随着工业物联网与外部网络的连接日益紧密，数据隐私泄露风险进一步扩大，企业商业机密和用户隐私面临严重威胁<sup>[2]</sup>。

## 三、工业物联网下自动化仪表数据采集优化策略

### （一）选择合适的设备与协议

在工业物联网环境下，为优化自动化仪表数据采集，选对设备与协议至关重要。设备选择上，要综合考虑工业现场的复杂环境，挑选具备高精度、高可靠性、强抗干扰能力的仪表。比如，在高温、高压、强腐蚀的化工生产场景，需选用能耐受恶劣条件、测量精准的专用仪表，确保数据采集的准确性。协议选择方面，应优先采用通用性强、兼容性好的标准协议，如OPCUA，它打破了不同设备和系统间的协议壁垒，实现无缝对接与数据共享。对于有特殊需求的企业，也可基于开源协议进行二次开发，打造贴合自身业务的专属协议。同时，关注协议的版本更新，及时升级以提升性能和安全性。通过合理选择设备与协议，能降低数据采集的难度和成本，

提高数据的质量和可用性，为后续的数据处理和分析奠定坚实基础。

### （二）应用边缘计算技术

应用边缘计算技术是优化工业物联网下自动化仪表数据采集的有效策略。在工业现场部署边缘计算节点，靠近数据源进行数据处理和分析，可大幅减少数据传输到云端的时间和带宽消耗。边缘计算节点能够实时对采集到的仪表数据进行初步筛选、清洗和聚合，只将有价值的数据上传至云端，降低数据传输量，提高传输效率。同时，它还能在本地实现一些简单的决策和控制功能，如根据实时数据自动调整生产设备的参数，实现快速响应和本地自治，减少对云端的依赖。此外，边缘计算增强了数据的安全性和隐私性，数据在本地处理，减少了敏感信息在网络传输过程中泄露的风险，为工业生产的高效、稳定运行提供有力支持。

### （三）优化数据预处理算法

优化数据预处理算法对提升工业物联网自动化仪表数据采集质量意义重大。原始采集的数据往往存在噪声、缺失值、异常值等问题，影响后续分析和决策的准确性。通过优化滤波算法，如采用自适应滤波算法，能根据数据的特征自动调整滤波参数，更有效地去除噪声干扰，保留数据的真实特征。对于缺失值处理，可运用插值算法，根据数据的趋势和相关性合理填充缺失数据，保证数据的完整性。针对异常值，利用基于统计方法或机器学习的检测算法，准确识别并处理异常数据，避免其对整体数据造成误导。优化后的数据预处理算法能提高数据的质量和一致性，使采集到的数据更符合分析需求，为工业生产的精准控制和优化提供可靠依据。

### （四）实现多协议融合采集

实现多协议融合采集是解决工业物联网中自动化仪表协议兼容性问题的关键。由于工业现场仪表设备协议多样，单一协议采集无法满足需求。多协议融合采集系统通过集成多种协议解析模块，能够同时支持多种不同协议的设备接入，实现数据的统一采集。该系统具备智能协议识别功能，可自动识别接入设备的协议类型，并调用相应的解析模块进行数据提取和转换，将不同协议的数据转换为统一的格式。此外，多协议融合采集系统还具有良好的扩展性，当新增协议类型的设备时，只需添加相应的协议解析模块即可，无需对整个系统进行大规模改造。通过实现多协议融合采集，打破了协议壁垒，提高了数据采集的全面性和灵活性，促进了工业物联网

中不同设备和系统间的互联互通与协同工作<sup>[3]</sup>。

#### 四、工业物联网下自动化仪表数据传输优化策略

##### (一) 构建可靠的网络架构

在工业物联网中,构建可靠的网络架构是优化自动化仪表数据传输的基础。工业现场环境复杂,存在诸多干扰因素,因此网络架构需具备高冗余性和容错性。可采用分层分布式网络架构,将网络划分为感知层、汇聚层和核心层。感知层负责连接自动化仪表,采用工业以太网、现场总线等技术实现设备间的直接通信,确保数据采集的实时性。汇聚层对感知层数据进行汇聚和初步处理,通过交换机等设备实现数据的集中转发,同时具备一定的缓存能力,防止数据丢失。核心层作为网络的核心枢纽,采用高速、稳定的骨干网络,如光纤环网,提供大容量的数据传输通道,并具备链路冗余和快速切换功能,当某条链路出现故障时,能迅速切换至备用链路,保障数据传输的连续性。

##### (二) 选择合适的传输协议

选择合适的传输协议对于工业物联网下自动化仪表数据传输的优化至关重要。不同的传输协议具有不同的特点和适用场景。对于实时性要求极高的数据,如生产过程中的控制指令和状态反馈,可选择实时传输协议(RTP)或时间敏感网络(TSN)协议。RTP能够提供低延迟的数据传输,确保数据的实时性;TSN则通过精确的时间同步和流量调度机制,保障关键数据在规定时间内准确传输。对于数据量较大但实时性要求相对较低的数据,如历史生产数据和设备监测数据,可采用传输控制协议(TCP)。TCP具有可靠的连接机制和错误重传功能,能确保数据的完整传输。

##### (三) 采用数据冗余传输技术

采用数据冗余传输技术是提高工业物联网自动化仪表数据传输可靠性的有效手段。在数据传输过程中,由于网络故障、设备损坏等原因,数据可能会丢失或损坏。通过数据冗余传输,可以增加数据的副本数量,当部分数据传输失败时,可从其他副本中恢复数据,确保数据的完整性和准确性。常见的数据冗余传输方式包括副本冗余和编码冗余。副本冗余是将原始数据复制多份,通过不同的传输路径同时发送,接收端只要收到其中一份数据即可。编码冗余则是通过对原始数据进行编码处理,生成多个编码块,接收端只需收到部分编码块就能恢复原始数据。例如,采用纠错编码技术,在数据中添加冗

余的纠错码,当数据在传输过程中出现错误时,接收端可以利用纠错码对错误进行检测和纠正,提高数据传输的可靠性。

##### (四) 加强数据加密与安全防护

加强数据加密与安全防护是保障工业物联网自动化仪表数据传输安全的关键环节。工业物联网中的数据涉及企业的核心机密和生产安全,一旦泄露或被篡改,将给企业带来巨大损失。因此,在数据传输过程中,必须采用先进的加密技术对数据进行加密处理,防止数据在传输过程中被窃取或篡改。常用的加密算法包括对称加密算法和非对称加密算法。对称加密算法加密和解密使用相同的密钥,加密速度快,适合对大量数据进行加密;非对称加密算法使用公钥和私钥进行加密和解密,安全性更高,常用于密钥交换和数字签名。同时,建立完善的安全防护体系,包括防火墙、入侵检测系统(IDS)、入侵防御系统(IPS)等,对网络流量进行实时监测和过滤,阻止非法访问和恶意攻击<sup>[4]</sup>。

#### 结束语

在工业物联网蓬勃发展的当下,自动化仪表数据采集与传输的优化研究意义深远且重大。通过对设备与协议的精挑细选、边缘计算等先进技术的巧妙应用、预处理算法的持续优化以及多协议融合采集等策略,数据采集的精度、效率与全面性得以显著提升。而在传输环节,可靠网络架构的构建、合适协议的选用、冗余传输技术的采用以及加密防护的加强,全方位保障了数据传输的稳定、可靠与安全。未来,随着技术的不断革新,我们将持续探索创新,进一步优化数据采集与传输,为工业物联网赋能工业生产智能化、高效化发展提供更坚实的支撑。

#### 参考文献

- [1] 廖育梅.面向工业自动化的物联网技术的应用研究[J].数字技术与应用,2022,12:88.
- [2] 王映丽,大数据时代的计算机信息处理技术分析[J].电脑知识与技术,2022,14(10):52-53.
- [3] 陈颖,钟虎鹄.物联网技术在工业自动化中的应用分析[J].引文版:工程技术,2021,59(01):8.
- [4] 孙剑云.浅论工业自动化控制中远程控制与物联网技术的应用[J].通讯世界,2022,75(17):2-3.