

基于卷烟智能制造的工业以太网技术的研究

尹洪禹 张秋实 杜波 王焜

红云红河烟草（集团）有限责任公司乌兰浩特卷烟厂 内蒙古 乌兰浩特 137400

摘要：本文深入探讨了工业以太网技术在卷烟智能制造中的应用，详细分析了其在制丝线自动化控制、卷接包自动化控制、物料管理与物流跟踪、产品质量检测与控制等方面的具体应用。同时，本文还总结了工业以太网在卷烟智能制造中的优势，如高速数据传输能力、高可靠性和稳定性、易扩展性和灵活性等，并指出了其在网络安全、技术兼容性和标准化、人才培养和知识储备等方面面临的挑战。最后，本文提出了相应的建议，以期为卷烟行业的智能化升级提供参考和借鉴。

关键词：卷烟智能制造；工业以太网；自动化控制；物料管理；质量检测

引言

随着工业4.0和智能制造的快速发展，卷烟制造业正逐步向智能化、自动化转型。工业以太网技术作为智能制造的核心技术之一，其在卷烟智能制造中的应用研究具有重要意义。本文旨在详细探讨工业以太网技术在卷烟智能制造中的具体应用、优势及挑战，以期为卷烟行业的智能化升级提供全面而深入的参考。

1 工业以太网技术概述

工业以太网技术，作为工业自动化领域的一项重要革新，其核心在于将成熟的以太网通信技术引入工业控制环境，实现了设备间的高效互联与数据实时交换。这项技术不仅继承了以太网的高速传输特性，确保了大规模数据流的快速处理，还通过特殊设计增强了其在工业现场的抗干扰能力，保证了数据传输的稳定性和可靠性。相较于传统的现场总线技术，工业以太网不仅拥有更高的数据传输速率，能够支持更复杂的自动化控制需求，而且在成本效益上展现出显著优势，降低了系统部署和维护的总体成本^[1]。此外，工业以太网采用开放的标准协议，使得不同厂商的设备能够轻松实现互操作性，为智能制造系统的灵活构建与扩展提供了极大便利。因此，工业以太网技术已成为推动智能制造发展的关键力量，广泛应用于包括卷烟制造在内的众多工业领域。

2 工业以太网在卷烟智能制造中的具体应用

2.1 制丝线自动化控制

工业以太网技术通过构建高效、稳定的通信网络，实现了制丝线上各类设备的互联互通。从原料的初步处理，如烟叶的回潮、切丝，到后续的烘丝、加香加料等关键环节，每一道工序中的设备都通过工业以太网紧密相连。这种连接不仅限于物理层面的数据传输，更涵盖了设备状态、生产参数、工艺指令等多方面的信息交

互。以PROFINET协议为例，它作为工业以太网的一种重要实现方式，在卷烟制丝线自动化控制中发挥了关键作用。通过PROFINET协议，PLC（可编程逻辑控制器）能够轻松实现与现场设备的无缝集成。PLC作为制丝线的核心控制单元，负责接收来自各个设备的实时数据，并根据预设的控制逻辑进行快速响应和精确控制。这种集成方式不仅简化了系统结构，降低了布线成本，还显著提高了数据传输的实时性和准确性。在制丝线的具体生产过程中，工业以太网技术展现出了强大的应用优势。例如，在加香加料环节，工业以太网技术能够确保加香加料系统根据实时采集的烟丝流量和配方参数，精确控制加香加料的比例和时机。这种精确控制不仅保证了成品烟丝的质量一致性，还避免了原料的浪费和成本的增加。此外，工业以太网技术还具备强大的故障诊断和远程维护能力。当制丝线上的设备出现故障或异常情况时，工业以太网能够迅速将故障信息传输到控制中心，使维修人员能够及时了解故障情况并采取相应措施。同时，维修人员还可以通过远程访问的方式，对设备进行在线诊断和修复，从而大大缩短了停机时间，提高了生产效率。

2.2 卷接包自动化控制

卷接包环节是卷烟生产流程的核心，其自动化控制对提升生产效率和产品质量至关重要。工业以太网技术通过构建高速稳定的通信网络，实现了卷接包设备间的高效通信与数据交换。具体而言，工业以太网采用光纤或高质量双绞线作为传输介质，结合TCP/IP协议，确保了数据的高速传输和抗干扰能力。卷烟机、接装机、包装机等关键设备均通过工业以太网连接到控制中心，实现实时监控和远程操作。在卷接包过程中，工业以太网技术实时采集生产数据，如设备运行状态、生产速度、

产品质量参数等，并通过监控软件直观展示。一旦发现数据异常或设备故障，系统立即发出警报，通知相关人员处理，显著提高了生产管理的响应速度。此外，工业以太网还支持远程监控和故障诊断，维修人员可远程访问设备，实时查看状态并进行初步诊断，大大缩短了故障处理时间^[2]。对于柔性化生产，通过调整生产参数和工艺指令，控制中心可快速切换生产不同规格和品种的卷烟，满足市场需求。在具体技术实现上，PROFINET协议、OPC UA技术和边缘计算的应用进一步提升了卷接包自动化控制的精度和效率。PROFINET协议实现PLC与现场设备的无缝集成，确保精确协同作业；OPC UA技术提高数据互操作性和安全性；边缘计算则优化数据处理和响应速度，减少延迟和带宽占用。

2.3 物料管理与物流跟踪

工业以太网技术通过构建覆盖整个生产流程的通信网络，将物料仓库、生产线、物流中心等关键环节紧密连接在一起。在这一网络的支持下，各类物料和物流设备如自动导引车（AGV）、传送带、堆垛机等，均能实现实时监控和数据采集。例如，通过安装在物料仓库的传感器和RFID标签，工业以太网可以实时追踪物料的库存状态、位置信息及流动情况，确保物料供应的及时性和准确性。基于实时采集的数据，工业以太网技术能够自动更新物料信息，并将其同步到企业的管理系统中。这使得生产管理人员能够随时掌握物料的最新状态，包括库存量、在途物料、已分配物料等。这种信息的实时更新，为生产计划的制定和调整提供了有力支持，有效避免了物料短缺或过剩的情况，降低了库存成本。在物流跟踪方面，工业以太网技术通过对物流设备的实时监控和数据采集，能够实时分析物流路径的效率和瓶颈。基于这些数据，系统可以自动优化物流路径，减少不必要的运输和等待时间，提高物流效率。例如，在卷烟生产流程中，AGV需要根据生产需求将物料从仓库运送到生产线。通过工业以太网技术，系统可以实时计算最优路径，并指挥AGV按照该路径行驶，从而缩短运输时间，减少物流成本。

2.4 产品质量检测与控制

工业以太网技术首先在生产线上部署了多种传感器和检测设备，如温度传感器、湿度传感器、重量传感器、视觉检测系统等。这些设备能够实时采集卷烟生产过程中的各项参数数据，如温度、湿度、重量、外观尺寸等。通过工业以太网的高速传输能力，这些数据被实时传输到质量控制中心，为后续的分析 and 处理提供了依据。在质量控制中心，接收到的数据会经过一系列的分

析和处理。系统首先会对数据进行清洗和校验，确保数据的准确性和完整性。随后，利用先进的数据分析算法和模型，系统会对数据进行深入挖掘和分析，识别出可能存在的质量问题或趋势。例如，通过对比历史数据和当前数据，系统可以发现生产过程中的异常波动或偏差，从而及时预警潜在的质量问题。一旦发现产品质量问题，工业以太网技术会立即触发警报系统，通知相关人员进行处理^[3]。同时，系统还会根据问题的性质和严重程度，自动采取相应的应对措施。例如，对于轻微的参数偏差，系统可能会自动调整工艺参数，以恢复正常的生产状态；对于严重的质量问题，系统可能会触发停机检修程序，以防止不合格产品流入市场。

3 工业以太网在卷烟智能制造中的优势

3.1 高速数据传输能力

工业以太网以其卓越的高速数据传输能力，在卷烟智能制造中展现出显著优势。卷烟生产是一个高度自动化和连续性的过程，对数据传输的速度和实时性有着极高的要求。工业以太网通过采用先进的网络技术和协议，如千兆以太网（GbE）甚至万兆以太网（10GbE），实现了数据的高速传输，确保了生产线上各个环节的信息能够即时、准确地传递。这种高速数据传输能力，使得企业能够实时获取生产过程中的各种数据和信息，如设备状态、生产进度、产品质量参数等，为生产管理和决策提供及时、准确的支持。

3.2 高可靠性和稳定性

针对卷烟生产工业环境的特殊性，工业以太网进行了特殊设计和优化，以确保其高可靠性和稳定性。卷烟生产现场往往存在高温、高湿、粉尘多等恶劣条件，这对通信网络的稳定性和可靠性提出了严峻挑战。工业以太网通过采用高质量的传输介质（如光纤）、先进的抗干扰技术和稳定的通信协议，有效抵御了工业环境中的各种干扰因素，保证了数据传输的连续性和准确性。即使在恶劣的工作条件下，工业以太网也能保持稳定的运行，确保生产线的持续、高效运行。

3.3 易扩展性和灵活性

工业以太网采用开放的网络架构和标准化的通信协议，使得不同厂商的设备能够无缝集成和互联。这种开放性和标准化，为卷烟智能制造提供了极大的灵活性和可扩展性。企业可以根据实际需求，灵活调整生产线的配置和规模，轻松实现设备的增减和替换。同时，工业以太网还支持多种通信协议和接口标准，能够与各种智能设备和传感器进行无缝对接，实现生产数据的全面采集和深度分析。这种易扩展性和灵活性，使得卷烟制造

企业能够快速适应市场变化,灵活调整生产策略,提高市场竞争力。

3.4 降低成本和提高效率

工业以太网的应用,为卷烟制造企业带来了显著的成本降低和效率提升。通过实现设备的远程监控和故障诊断,企业可以减少维护人员的数量和降低维护成本。维护人员可以通过网络远程访问设备状态,及时发现并处理故障,避免了现场巡检和维修带来的时间和人力成本。同时,工业以太网还能够优化生产流程,减少不必要的等待和停滞时间,提高生产效率和产品质量^[4]。此外,通过实时数据采集和分析,企业可以更加精准地掌握生产状况,优化库存管理和生产计划,进一步降低库存成本和提高运营效率。这些优势的综合作用,使得卷烟制造企业在激烈的市场竞争中脱颖而出,实现可持续发展。

4 工业以太网在卷烟智能制造中面临的挑战

4.1 网络安全问题日益严峻

随着工业以太网在卷烟智能制造中的广泛应用,网络安全问题日益成为企业关注的焦点。卷烟智能制造系统集成了大量的生产设备、传感器和控制系统,这些系统不仅处理着大量的生产数据,还涉及到企业的核心数据和机密信息。一旦这些系统遭受网络攻击或数据泄露,将可能导致生产线瘫痪、产品质量受损,甚至可能泄露企业的商业机密,给企业带来不可估量的经济损失和声誉损害。因此,如何构建安全可靠的网络安全防护体系,确保工业以太网在卷烟智能制造中的安全稳定运行,是当前面临的重要挑战之一。

4.2 技术兼容性和标准化亟待推进

在卷烟智能制造领域,由于不同厂商的设备采用不同的通信协议和技术标准,导致设备之间的兼容性和互操作性存在问题。这不仅增加了系统集成的难度和成本,还限制了工业以太网在卷烟智能制造中的广泛应用。为了推动工业以太网在卷烟智能制造中的深入应用,需要加快技术兼容性和标准化的推进步伐。通过制定统一的技术标准和通信协议,实现不同厂商设备之间

的无缝集成和互操作,降低系统集成的难度和成本,提高工业以太网在卷烟智能制造中的应用效果。

4.3 人才培养和知识储备不足

工业以太网技术在卷烟智能制造中的应用需要具备一定的技术知识和实践经验。然而,目前卷烟行业在相关领域的人才储备和知识储备相对不足,这限制了工业以太网技术的深入应用和发展。为了推动工业以太网在卷烟智能制造中的广泛应用,需要加强人才培养和知识储备。一方面,企业可以通过与高校、科研机构等合作,开展联合培养和技术研发,培养一批具备工业以太网技术应用能力的专业人才;另一方面,企业还可以加强内部培训和学习交流,提高员工对工业以太网技术的认知和应用能力,为工业以太网在卷烟智能制造中的深入应用提供有力的人才保障。

结语

工业以太网技术作为卷烟智能制造的核心技术之一,在卷烟智能制造领域具有广泛的应用前景和巨大的潜力。通过深入探讨其在卷烟智能制造中的具体应用、优势及挑战,本文为卷烟行业的智能化升级提供了全面而深入的参考。在未来的发展中,随着技术的不断进步和应用领域的不断拓展,工业以太网将继续发挥重要作用,推动卷烟智能制造向更高层次发展。同时,卷烟行业应积极应对网络安全、技术兼容性和标准化、人才培养和知识储备等挑战,加强技术创新和人才培养力度,以更好地发挥工业以太网在智能制造中的优势和作用。

参考文献

- [1]刘元.基于以太网的ZJ17卷接机控制系统改进设计[D].西南科技大学,2018.
- [2]张进鸿,赵伟.基于工业以太网Profinet卷烟制丝线的网络控制系统[J].科技风,2013,(06):37.
- [3]刘新波.基于实时以太网EtherCAT的卷烟机控制[D].华南理工大学,2011.
- [4]蒲凤康,李华文,赵宇,等.EtherCAT实时以太网在GD121卷接机组电控系统中的应用[J].电气自动化,2015,37(03):24-26+43.