

基于 PLC 的自动化生产线效率提升关键技术分析

付连军

赤峰中色白音诺尔矿业有限公司 内蒙古赤峰

【摘要】随着工业自动化发展，基于 PLC 的自动化生产线广泛应用，但效率提升面临诸多挑战。阐述 PLC 控制系统优化，从硬件选型、程序设计、通信网络等方面提出改进策略；探讨生产线布局与流程优化，分析设备布局原则与工艺流程改进方法；研究故障诊断与维护技术，介绍故障诊断系统构建及维护方案；提及智能控制技术融合，说明其应用方向。通过这些关键技术分析，为提升 PLC 自动化生产线效率提供全面技术支持与理论参考，推动工业自动化高效发展。

【关键词】PLC；自动化生产线；效率提升；关键技术；智能控制

【收稿日期】2025 年 2 月 20 日 **【出刊日期】**2025 年 3 月 18 日 **【DOI】**10.12208/j.jjea.20250097

Key technologies analysis for efficiency improvement of automated production line based on PLC

Lianjun Fu

Chifeng Zhongse Baiyin Nuocer Mining Co., Ltd, Chifeng, Inner Mongolia

【Abstract】 With the development of industrial, PLC-based automated production lines are widely used, but there are many challenges to improve efficiency. This paper explains the optimization of PLC control system and proposes improvement strategies from selection, program design, communication network and other aspects. The layout of the production line and process optimization are discussed, and the principles of equipment layout and the methods of process flow are analyzed. The fault diagnosis and maintenance technologies are researched, and the construction of fault diagnosis system and maintenance scheme are introduced. The integration of intelligent control technology is mentioned, and its direction is described. Through this key technology analysis, it provides comprehensive technical support and theoretical reference for improving the efficiency of PLC automated production line, and promotes the efficient development of industrial automation.

【Keywords】 PLC; Automated production line; Efficiency improvement; Key technology; Intelligent control

引言

在工业 4.0 浪潮下，基于 PLC 的自动化生产线成为制造业核心生产模式。其高效、稳定运行对企业降低成本、提高竞争力意义重大。但设备老化、控制技术滞后、故障频发等问题制约生产效率提升。如何突破技术瓶颈，实现生产线高效运转，成为亟待解决的关键问题。聚焦 PLC 自动化生产线效率提升关键技术展开研究，对推动制造业智能化升级具有重要现实意义。

1 PLC 控制系统优化

PLC 控制系统作为自动化生产线的“神经中枢”，其性能优劣直接关乎生产效率的高低。在硬件选型环节，需秉持全面且审慎的原则。处理速度

是衡量 CPU 模块性能的核心指标，它决定了 PLC 对各类信号的响应及时性，就如同人类大脑处理信息的速度，若处理速度过慢，生产线的运行节奏便会迟滞。存储容量则如同信息仓库，需满足程序代码、数据记录等存储需求，避免因容量不足导致关键信息丢失或程序无法完整运行。输入输出点数的选择要精准匹配生产线设备数量与信号交互需求，扩展性则为未来生产线升级改造预留可能，确保硬件资源既能满足当下生产需求，又具备一定前瞻性。

程序设计是挖掘 PLC 潜力的关键步骤。模块化编程将复杂的控制任务拆解为多个功能独立的模块，如同搭建积木一般，每个模块负责特定功能，使程序结构清晰明了，便于调试与维护^[1]。结构化编程则

遵循严谨的逻辑框架，通过顺序、选择、循环等结构合理组织程序流程，避免逻辑混乱导致的错误。通过优化程序逻辑，可有效缩短 PLC 的扫描周期，提升其对外部信号的响应速度，让生产线各环节的指令传递与执行更加流畅高效。

通信网络如同生产线的“信息高速公路”，其稳定性与传输速度至关重要。在协议选择上，需根据设备特性与通信需求，选择适配的 Modbus、Profinet 等协议，确保数据在不同设备与系统间准确无误地传输^[2]。合理规划网络拓扑结构，无论是星型、总线型还是环形，都要保障数据传输路径的简洁高效，减少数据传输延迟与干扰。只有构建起稳定快速的通信网络，PLC 才能与传感器、执行机构、上位机等设备实现无缝协作，避免因通信不畅造成生产节奏紊乱。

2 生产线布局与流程改进

科学合理的生产线布局和工艺流程是提升生产效率的根基，其重要性不亚于建筑的地基。在生产线布局过程中，物流顺畅是首要遵循的原则。物料在生产线上的流动应如同溪流般自然流畅，从原材料的投入到成品的产出，每个环节的物料搬运都应尽量减少迂回与折返。根据产品的生产工艺路线和物料的自然流动方向，精准规划设备的摆放位置，使物料在相邻工位间的传递距离最短，减少搬运时间与人力成本。充分考虑空间利用效率，在有限的生产场地内，合理布局设备、通道和存储区域，既保证操作工人有足够的活动空间，又避免空间浪费。

操作便捷性也是生产线布局的关键考量因素。设备的安装高度、操作界面的位置与角度，都应符合人体工程学原理，让工人在操作设备时能够轻松舒适地完成各项任务，减少因操作不便导致的疲劳与失误^[3]。将常用的操作按钮设置在易于触及的高度，显示屏的角度调整到符合工人平视或轻微俯视的视角，这些细节的优化都能有效提升工人的操作效率，进而提高生产线整体效率。

工艺流程改进是对生产过程的深度优化。首先需要每个生产环节进行细致入微的分析，如同医生诊断病情一般，找出冗余的操作步骤和不合理的工序安排。有些环节可能存在重复操作或不必要的等待时间，通过简化流程、合并工序，可消除这些浪费。优化工序衔接同样重要，使各工位之间的工作过渡自然流畅，避免因等待前序工序完成而造成设备闲置或工人停工^[4]。通过平衡各工位的工作负荷，

让每个工位的生产节奏趋于一致，既能提高设备利用率，又能避免因局部产能过剩或不足导致的生产瓶颈，实现生产流程的连续、高效运行。

3 故障诊断与维护强化

故障是自动化生产线高效运行的最大阻碍之一，因此强化故障诊断与维护体系建设势在必行。构建故障诊断系统就像是精密复杂的自动化生产线配备了一支专业且训练有素的“医疗团队”。借助传感器技术，系统能够实时采集设备运行过程中的各类关键参数，温度的细微波动、设备运转时的异常振动、电流的起伏变化，这些参数如同设备鲜活的“生命体征”，每一个数据的变化都在诉说着设备的运行状态。通过对这些参数进行不间断、持续性的监测，就像医生时刻关注病人的各项指标一样，能够第一时间敏锐地捕捉到设备运行状态的异常波动，及时发现潜在问题。

数据分析技术则如同经验丰富、洞察力极强的“诊断专家”。面对传感器采集到的海量、繁杂的数据，它能够运用先进的算法和分析模型，对这些数据进行抽丝剥茧般的深度剖析。结合专家系统中多年来积累的丰富故障案例库，以及行业内资深工程师总结的宝贵经验知识，数据分析技术能够快速且精准地识别故障的具体类型，准确定位故障发生的位置。这使得维修人员无需再像无头苍蝇般四处摸索排查，而是能够带着明确的目标迅速抵达故障现场，极大地缩短了故障排查所耗费的时间，让生产线能够更快地恢复正常运转。

故障预警模型的建立是预防故障发生的关键防线，是保障生产线稳定运行的前瞻性举措。通过深入挖掘设备历史运行数据，如同翻阅一部详细记录设备过往经历的“成长档案”，从中探寻设备性能逐渐衰退的轨迹，以及故障发生的内在规律。基于这些规律，构建起相应的数学模型，这些模型就像时刻警惕的“预警雷达”，拥有敏锐的感知能力，能够提前察觉到设备内部潜在的故障隐患。当设备某个部件的磨损程度在日积月累中慢慢接近临界值，或者设备运行参数出现朝着故障方向发展的微妙趋势时，系统会及时发出预警信号，提醒维修人员对设备进行细致检查和必要的更换操作^[5]。如此一来，就能够将可能引发严重后果的故障及时扼杀在萌芽状态，有效避免因突发故障导致的生产线被迫停机，确保生产活动能够持续、稳定地进行，保障企业生

产计划的顺利推进。

科学合理的维护计划是延长设备使用寿命、保障生产线稳定运行的坚实后盾。在制定维护计划时，不能一概而论，而是要充分考虑设备的类型差异，比如不同生产环节、不同功能用途的设备；使用频率的高低，频繁使用的设备自然需要更频繁的维护；以及运行环境的特殊性，高温、高湿、粉尘多等不同环境都会对设备产生不同影响，综合这些因素，精准确定检查、保养和维修的合理周期^[6]。定期对设备进行全面检查，就如同为设备安排一次细致入微的“全面体检”，不放过任何一个可能存在问题的角落，及时发现潜在故障风险；对设备进行保养，包括润滑关键部件，减少摩擦阻力；清洁设备表面及内部，防止灰尘杂质影响设备性能；紧固松动的零件，确保设备结构稳固等操作，这些看似简单的保养措施，能够有效减少设备部件的磨损程度，让设备始终保持良好的运行状态。

4 智能控制技术融合

将智能控制技术与 PLC 相结合，为自动化生产线效率提升开辟了全新路径。人工智能和机器学习算法的引入，赋予了生产线“智慧大脑”，使其具备自适应控制能力。在生产过程中，系统可根据实时的生产数据和外部环境变化，自动调整控制策略和参数，实现对生产过程的精准控制。当产品规格发生变化时，系统能够快速学习并调整生产工艺参数，无需人工繁琐的参数设置和调试，大大提高了生产的灵活性和响应速度。机器学习算法还能对生产过程进行优化决策，通过不断学习历史生产数据和经验，找出最优的生产方案，提高产品质量和生产效率。

大数据分析技术如同“数据宝藏挖掘者”，深度挖掘生产数据背后隐藏的价值。生产过程中产生的海量数据包含着丰富的信息，通过对这些数据的分析，可洞察生产过程中的规律和潜在问题。分析设备运行数据可发现设备性能衰退的趋势，为维护决策提供依据；分析产品质量数据可找出影响质量的关键因素，指导工艺优化^[7]。这些分析结果能够为生产调度、质量控制等提供有力的数据支持，帮助企业做出更加科学合理的决策，提升整体生产管理水平。

物联网技术的融合实现了设备的远程监控与管理，打破了时间和空间的限制。通过网络将设备与监控中心相连，管理人员和技术人员无论身处何地，都能实时获取设备的运行状态、参数信息等，如同

亲临现场一般^[8]。一旦设备出现异常，系统可立即发出警报，并将故障信息推送至相关人员，方便其及时采取措施。远程管理功能还允许技术人员对设备进行远程调试、参数修改等操作，大大提高了设备管理的效率和响应速度，使生产线的运维更加便捷高效，进一步提升了生产线的智能化水平和生产效率。

5 结语

对基于 PLC 的自动化生产线效率提升关键技术的分析，从控制系统优化、布局流程改进、故障诊断维护强化及智能控制技术融合等方面，为生产线效率提升提供有效路径。未来，随着工业自动化技术持续发展，PLC 技术将与 5G、人工智能等新兴技术深度融合，故障诊断向智能化、精准化迈进，生产线布局与流程通过数字孪生等技术实现动态优化。持续探索创新关键技术，将推动 PLC 自动化生产线效率迈向新高度，助力制造业智能化转型。

参考文献

- [1] 周甚锋.基于工业机器人的汽车生产线自动化技术研究[J].汽车维修技师,2025,(10):124-125.
- [2] 赵允.柔性制造系统在农机自动化生产线中的应用[J].中国农机装备,2025,(05):41-43.
- [3] 陈伍宾.电杆自动化生产线设计与实现[J].信息系统工程,2025,(05):20-23.
- [4] 牛锐朋,秦晓雷.自动化冲压生产线概述[J].锻造与冲压,2025,(10):74-81.
- [5] 刁建兵,梅雷,王开锐,等.对于汽车冲压生产线低成本自动化摆件的探索[J].锻造与冲压,2025,(10):85-88.
- [6] 王艳平,冯军磊.Factory IO 虚拟仿真在《自动化生产线安装与调试》课程中的应用分析[J].中国设备工程,2025,(09):272-274.
- [7] 朱明杰.智能机器人技术在机械制造自动化生产线中的应用[J].模具制造,2025,25(05):199-201.
- [8] 刘华锋,陈勇,湛广永,等.基于 NX MCD 的自动化生产线供料站的虚拟调试[J].锻压装备与制造技术,2025,60(02):25-28.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS