

中小型通风机生产工艺技术的改进与实践

王华

广东肇庆德通有限公司, 广东 肇庆 526600

DOI:10.61369/WCEST.2025120012

摘 要 : 工业4.0背景下, 中小型通风机生产系统网络化转型, 带来网络安全风险。需构建威胁模型, 设计安全增强型架构, 实施关键工艺参数动态加密、设备准入控制等防护措施, 通过红蓝对抗测试、评估模型等量化防护效果, 改进实践中提升质量追溯完整率与 OEE, 构建持续改进机制与人才培养体系, 未来需强化边缘计算与 AI 模型防护, 构建下一代工艺安全架构。

关 键 词 : 中小型通风机; 生产工艺; 网络安全

Improvement and Practice of Production Process Technology for Small and Medium sized Ventilators

Wang Hua

Guangdong Zhaoqing Detong Co., Ltd., Zhaoqing, Guangdong 526600

Abstract : Under the background of Industry 4.0, the networked transformation of small and medium-sized ventilation fan production systems brings network security risks. It is necessary to build a threat model, design a security enhanced architecture, implement protective measures such as dynamic encryption of key process parameters, equipment access control, etc., quantify protective effects through red blue confrontation tests, evaluation models, etc., improve the integrity rate of quality traceability and OEE in practice, build a continuous improvement mechanism and talent training system, strengthen edge computing and AI model protection in the future, and build a next-generation process security architecture.

Keywords : small and medium-sized ventilation fans; production process; network security

引言

在工业4.0浪潮下, 中小型通风机生产系统网络化转型趋势显著, 但网络安全风险随之而来。2021年发布的《工业和信息化部关于印发“十四五”信息化和工业化深度融合发展规划的通知》强调提升工业信息安全保障能力, 为中小型通风机生产工艺安全改进提供政策支撑。在此背景下, 需对生产工艺中的网络安全威胁进行分析, 构建安全架构、实施加密技术、强化设备接入安全等, 并通过评估模型和测试方案量化防护效果, 同时培养复合型人才, 以应对转型中的安全挑战, 推动生产工艺持续优化。

一、中小型通风机生产中的网络安全需求分析

(一) 通风机生产系统的网络化转型趋势

在工业4.0的大背景下, 中小型通风机生产系统正呈现出显著的网络化转型趋势。生产设备借助物联网架构实现互联互通, 各设备间能高效传递数据。如通风机制造中的各类机床、检测仪器等, 通过物联网技术形成一个有机整体, 提升生产协同性与效率。与此同时, PLC控制系统与MES系统的互联变得愈发普遍。PLC控制系统精准执行设备操作指令, MES系统则负责生产过程的全面管理与监控, 二者互联使得生产流程更为智能化、精细化。然而, 这种网络化转型也带来诸多网络安全风险^[1]。设备间频繁的数据交互增加了数据泄露风险, 一旦

MES系统遭受攻击, 可能导致生产计划混乱, 影响通风机的正常生产, 而PLC控制系统若被入侵, 会直接干扰设备运行, 造成严重生产事故。

(二) 生产工艺数据的安全威胁图谱

在中小型通风机生产工艺中, 构建三维模型数据传输、远程运维接口等关键环节的威胁模型至关重要。数据篡改是典型风险场景之一, 恶意攻击者可能利用系统漏洞, 在三维模型数据传输过程中篡改数据, 导致通风机生产尺寸、规格等关键参数错误, 影响产品质量与性能。同时, APT攻击(高级持续性威胁)也不容忽视, 黑客通过长期潜伏, 秘密渗透到生产网络, 针对远程运维接口进行攻击, 窃取敏感的生产工艺数据, 甚至操控生产流程, 给企业带来严重损失。通过对这些典型风险场景的识别与

分析，可绘制出全面的安全威胁图谱，为制定针对性的安全防护策略提供依据，以保障中小型通风机生产工艺数据的安全^[2]。

二、面向工艺改进的网络安全技术体系设计

（一）安全增强型生产工艺架构

为实现中小型通风机生产工艺的改进，设计安全增强型生产工艺架构。该架构融合零信任架构对工业控制系统进行重构。零信任架构以“永不信任、持续验证”为原则，打破传统基于边界的安全防护模式，对访问生产系统的任何用户、设备等都进行严格身份认证与权限管理，确保只有合法且权限适配的主体能接入系统，降低内部网络被攻击风险。同时，设计工艺数据采集 - 传输 - 存储的全生命周期保护机制^[3]。在数据采集阶段，通过加密等手段保证数据真实可靠；传输过程中采用安全协议防止数据泄露与篡改；存储时利用加密存储、访问控制等技术确保数据的保密性与完整性，全方位保障生产工艺在安全的网络环境下运行，助力中小型通风机生产工艺改进。

（二）关键工艺参数的动态加密方法

在中小型通风机生产中，关键工艺参数的动态加密至关重要。研究基于国产密码算法的叶片振动监测数据实时加密技术，通过采用国产密码算法，能有效保障数据安全性与可靠性，防止数据在传输与存储过程中被窃取或篡改^[4]。同时，开发适用于现场总线协议的轻量化加密模块，鉴于现场总线在通风机生产中的广泛应用，轻量化加密模块可无缝嵌入现有系统，在不影响系统性能的前提下，对关键工艺参数进行动态加密。这种加密模块能够依据工艺参数的变化实时调整加密策略，确保参数在各个环节始终处于加密保护状态，从而为中小型通风机生产工艺改进筑牢网络安全防线，保障生产过程的稳定与高效。

三、网络安全技术在生产工艺中的实践应用

（一）智能装配线的安全防护实施

1. 设备接入安全认证体系

在中小型通风机生产的智能装配线中，设备接入安全至关重要。部署基于数字证书的自动化设备准入控制系统是关键举措。该系统能对装配机械臂等设备进行严格的安全鉴权。数字证书如同设备的“身份证”，只有拥有合法有效数字证书的装配机械臂，才能接入生产网络。当机械臂试图接入时，系统会依据证书信息核实其身份，防止非法设备接入带来安全隐患。同时，此系统还具备行为审计功能，对装配机械臂在生产过程中的操作行为进行实时记录与分析^[5]。一旦发现异常行为，如未经授权的指令执行、数据传输异常等，能及时发出警报并采取相应措施，确保智能装配线的稳定、安全运行，保障中小型通风机生产工艺的顺利推进。

2. 工艺指令签名验证系统

在中小型通风机智能装配线的安全防护实施中，工艺指令签名验证系统发挥着关键作用。该系统通过开发数控加工指令的双

向认证模块，有效防范 G 代码文件在传输过程中的非法篡改^[6]。具体而言，在指令发出端，系统对生成的数控加工指令进行数字签名，将代表指令完整性和发送方身份特征的签名信息附加于指令后。接收端在接收到指令后，利用特定算法对签名进行验证，确认指令是否被篡改以及发送方的合法性。若签名验证失败，系统会及时发出警报，阻止错误指令进入生产流程，从而保障了智能装配线按正确的工艺指令进行生产，极大地提高了中小型通风机生产工艺的安全性及可靠性，避免因指令篡改导致的生产事故与产品质量问题。

（二）远程运维安全通道构建

1. 多因子认证的 VPN 隧道技术

在中小型通风机生产工艺中，构建远程运维安全通道至关重要，多因子认证的 VPN 隧道技术是关键手段。通过融合生物特征识别建立安全通道时，多因子认证为其提供了更高的安全性。VPN 隧道技术能够在公网中建立一条专用的安全通信隧道，确保风机调试过程中传输的数据不被窃取或篡改，保障数据机密性。在认证环节，结合生物特征识别（如指纹、面部识别等）与其他认证因子（如密码、令牌等），实现多因子认证。这大大增强了访问控制的可靠性，只有通过多重验证的用户才能接入远程运维系统。此技术的应用，有效提升了中小型通风机生产工艺中的远程运维安全性，保障调试数据的机密性^[7]。

2. 运维操作的区块链存证

在中小型通风机生产工艺中，运维操作的区块链存证至关重要。通过实施基于智能合约的运维记录上链机制，能够有效保障工艺参数调整过程的可追溯性。区块链技术以其分布式账本、不可篡改等特性，将每次运维操作的详细信息，如操作时间、人员、调整的具体参数等，以加密形式记录在链上^[8]。这使得在生产过程中，一旦工艺参数出现问题或需要复盘优化，相关人员可便捷、准确地追溯到每一次调整的源头，明晰责任归属，为后续的工艺改进提供可靠依据。同时，基于智能合约的自动化执行，可确保记录的真实性和客观性，减少人为干预带来的风险，提升整个生产工艺的可靠性和稳定性，助力中小型通风机生产工艺技术不断优化与发展。

四、工艺安全改进的成效评估与优化

（一）网络安全防护效果量化分析

1. 攻防演练测试方法论

为量化评估中小型通风机生产工艺网络安全防护效果，设计涵盖 51 种攻击向量的红蓝对抗测试方案，以此验证工艺系统抗渗透能力。在测试中，模拟真实网络攻击场景，观察工艺系统在面对不同攻击向量时的反应，包括系统是否能够及时检测到攻击、能否有效阻止攻击以及遭受攻击后数据的完整性与系统的恢复能力等。通过对这些指标的量化分析，可清晰掌握工艺安全改进成效，如判断哪些安全措施有效抵御了特定攻击向量，哪些区域仍存在薄弱环节。基于分析结果，针对性地优化安全策略与防护措施，不断提升工艺系统网络安全防护水平，确保生产工艺稳定运行^[9]。

2.安全运营指标体系建设

在中小型通风机生产工艺安全改进中，建立涵盖MTTD（平均检测时间）、MTTR（平均响应时间）等核心指标的评估模型至关重要。MTTD能反映发现安全问题所需的平均时长，MTTR则体现解决问题的平均耗时，通过对这些指标量化分析，可清晰洞察工艺安全防护效果。基于此评估模型，进一步开展网络安全防护效果量化分析，明确网络层面安全措施对生产工艺的保障作用。同时，构建完善的安全运营指标体系，将工艺安全相关指标融入其中，如故障发生率、隐患排查率等。借助这些指标体系，持续评估工艺安全改进成效，及时发现不足并加以优化，从而不断提升中小型通风机生产工艺的安全性与稳定性^[10]。

（二）生产工艺效能的综合提升

1.质量追溯完整率分析

在中小型通风机生产工艺技术改进实践中，对质量追溯完整率进行分析意义重大。通过安全日志审计提升产品缺陷溯源效率后，对质量追溯完整率展开对比分析。从数据上看，实施前由于缺乏完善追溯体系，质量追溯完整率较低，部分产品缺陷难以精准定位根源，影响产品整体质量提升。实施安全日志审计后，质量追溯完整率显著提高，能够快速、准确追踪到产品生产各环节信息，当出现缺陷时，可迅速锁定问题源头，实现高效整改。基于此成效，后续优化方向可着眼于进一步完善安全日志审计流程，确保其记录更加全面、准确，同时与其他生产环节深度融合，进一步巩固并提升质量追溯完整率，为中小型通风机生产工艺的持续优化奠定坚实基础。

2.设备综合效率(OEE)评估

在中小型通风机生产工艺效能的综合提升中，设备综合效率(OEE)评估极为关键。OEE通过计算设备可用率、性能效率和质量率三者乘积来衡量设备生产效率。从设备可用率看，工艺安全改进可能减少了计划外停机时间，比如因设备故障、维修、待料等状况的降低，使得设备可实际运行时间增多。性能效率方面，优化后的工艺或许让设备运行速度更稳定、生产节拍更合理，提高单位时间产量。质量率上，改进措施也许避免了因工艺偏差导致的次品，提升通风机合格产品比例。基于OEE评估结果，可进一步识别工艺中的薄弱环节，如对频繁影响可用率的故障源进行针对性维护，对影响性能效率的瓶颈工序再优化，持续改进工艺，全面提升中小型通风机生产工艺效能。

参考文献

- [1]蔡灵霞.A公司研究型抗体生产工艺改进研究[D].浙江大学,2023.
- [2]吴一铭.基于HTTP的DNS服务机制研究与改进[D].中国科学院大学,2021.
- [3]刘勇.基于多反例的协议漏洞分析与改进[D].电子科技大学,2021.
- [4]郑钰.近代京津手工地毯的生产工艺与设计风格研究[D].浙江工业大学,2021.
- [5]李宁.鸭发酵饲料生产工艺的研究[D].中国矿业大学(江苏),2021.
- [6]梁雄,尹爱华,王小波,等.高纯氨生产工艺技术探讨[J].新型工业化,2022,12(10):236-239.
- [7]尹建华,尹爱华,梁雄,等.高纯氨生产工艺技术探讨[J].化工管理,2023,(05):146-148.
- [8]陈强.浅谈煤制甲醇生产工艺技术[J].石河子科技,2022,(03):54-56.
- [9]张亚静,郭蓉.浅析影响食用盐加碘生产工艺技术的因素和改进措施[J].中国井矿盐,2024,55(04):3-4.
- [10]陈美荣,魏兰,段丽,等.天然气生产工艺技术措施[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(15):140-142.

（三）持续改进机制构建

1.自适应安全架构迭代

在中小型通风机生产工艺安全改进中，自适应安全架构迭代是持续改进机制构建的关键。随着生产环境与威胁的动态变化，需基于威胁情报对安全架构进行不断调整。借助先进的数据分析技术，深度剖析收集到的威胁情报，从中提取关键信息，精准定位现有安全架构的薄弱环节。通过优化防护策略、升级安全组件等方式，实现安全架构的自适应迭代。比如，依据新发现的网络攻击手段，及时调整防火墙规则与入侵检测系统配置。如此，让安全架构始终契合生产实际需求，保障工艺安全，持续提升通风机生产过程中的安全性与稳定性，有效应对各类潜在安全威胁。

2.人员安全能力培养方案

在中小型通风机生产工艺技术改进中，人员安全能力培养方案重点在于制定融合生产工艺与网络安全知识的复合型人才培养体系。岗位能力矩阵清晰界定各岗位对生产工艺与网络安全知识技能的要求，使员工明确自身发展方向与提升目标。通过分析不同岗位在通风机生产流程中的职责，精准规划工艺操作、故障排查、网络安全防护等能力标准。实训平台建设为员工提供实践操作场所，模拟通风机生产实际场景，涵盖从基础工艺操作到复杂网络安全应对的各类训练项目。员工在实训平台通过反复实践，巩固所学知识，提高实际操作技能与应对突发安全问题的能力，为生产工艺安全改进筑牢人才基础。

五、总结

在中小型通风机生产工艺技术改进的实践中，网络安全技术通过特定实施路径深度融合，发挥了显著的创新价值。从生产流程的数字化监控到数据传输的加密处理，这些技术有效保障了生产环节的稳定性与数据安全性。然而，当前方案并非尽善尽美，在边缘计算安全方面，随着边缘设备的广泛应用，其面临的攻击风险增加，现有防护手段需进一步强化；AI模型防护也存在挑战，模型的训练数据易受污染，影响通风机性能预测的准确性。面向未来，构建面向数字孪生工厂的下一代工艺安全架构迫在眉睫，这将整合多领域安全技术，实现生产工艺与安全防护的深度融合，推动中小型通风机生产工艺技术迈向新高度。