

# 低温设备生产与维修中的智能化管理模式研究

俞辉

杭州布朗低温设备有限公司, 浙江 杭州 311122

DOI: 10.61369/IED.2025010028

**摘要：** 在工业 4.0 与智能制造蓬勃发展的当下，低温设备作为化工、冷链、医疗等领域的核心装备，其生产与维修管理的智能化转型迫在眉睫。传统管理模式的低效与滞后，已成为制约行业发展的瓶颈。本研究深度挖掘低温设备智能化管理的理论根基，系统构建生产与维修环节的智能化解决方案，精准剖析技术、人才、成本等层面的现实挑战，并针对性提出融合创新、人才培养、标准建设等应对策略，同时展望集成化、自适应化、绿色化的发展趋势，为低温设备行业突破发展困境、实现智能化跃升提供全方位指引。

**关键词：** 低温设备；智能化管理；生产流程；维修策略；工业转型

## Research on Intelligent Management Mode in Low Temperature Equipment Production and Maintenance

Yu Hui

Hangzhou Bulang Low Temperature Equipment Co.,Ltd. Hangzhou, Zhejiang 311122

**Abstract：** With the booming development of Industry 4.0 and intelligent manufacturing, the intelligent transformation of production and maintenance management of low-temperature equipment, as the core equipment in chemical, cold chain, medical and other fields, is urgently needed. The inefficiency and backwardness of traditional management models have become bottlenecks restricting the development of the industry. This study deeply explores the theoretical foundation of intelligent management of low-temperature equipment, systematically constructs intelligent solutions for production and maintenance processes, accurately analyzes practical challenges in technology, talent, cost, and other aspects, and proposes targeted strategies such as integrated innovation, talent cultivation, and standard construction. At the same time, it looks forward to the development trends of integration, adaptation, and greening, providing comprehensive guidance for the low-temperature equipment industry to break through development difficulties and achieve intelligent leaps.

**Keywords：** low-temperature equipment; intelligent management; production process; maintenance strategy; industrial transformation

## 引言

在科技飞速发展的今天，化工、食品冷链、医疗冷冻等行业对低温设备的依赖程度与日俱增，低温设备的性能与可靠性直接关乎行业的生产效率与服务质量<sup>[1]</sup>。然而，传统的生产与维修管理模式，因流程僵化、响应迟缓、缺乏精准调控，导致设备故障率高、能耗居高不下、运维成本攀升。随着物联网、大数据、人工智能等技术的成熟，智能化管理为低温设备行业带来了新的机遇。但在实际推进过程中，技术落地难、系统集成复杂等问题凸显。

## 一、低温设备智能化管理的理论基础

### （一）低温设备生产与维修的特点与需求

低温设备生产具有工艺复杂、精度要求高、环境控制严格的特点。在生产过程中，需精确控制温度、压力等参数，确保设备的密封性与稳定性，以满足低温环境下的特殊使用要求<sup>[2]</sup>。例

如，深冷储罐的生产需严格把控焊接工艺与材料性能，防止低温脆化现象。在维修方面，低温设备故障具有隐蔽性强、危害大的特点，一旦出现故障，不仅会导致生产停滞，还可能引发安全事故。因此，对维修的及时性、准确性要求极高，需要快速定位故障点并采取有效修复措施。同时，低温设备的运维还需考虑能耗优化与环保要求，以降低运营成本与环境影响。

## （二）智能化管理的内涵与核心技术

智能化是通过物联网、大数据、人工智能、云计算等先进技术，实现对设备全生命周期的智能感知、分析、决策与控制。其核心技术包括：物联网技术实现设备数据的实时采集与传输，构建设备运行的数字化网络；大数据技术对海量设备数据进行深度挖掘，分析设备运行规律与潜在风险；人工智能技术基于数据模型实现设备故障预测、维修决策优化；云计算技术提供强大的计算与存储能力，支撑智能化管理系统的高效运行<sup>[9]</sup>。这些技术相互融合，形成智能化管理的体系，为低温设备管理模式创新提供了技术支持。

## （三）智能化管理与低温设备行业的适配逻辑

低温设备行业的特殊性决定了智能化管理的必要性与适配性。智能化能够实时监控设备运行状态，及时发现异常并预警，满足低温设备对可靠性与安全性的严格要求。通过数据分析优化生产流程与维修策略，可提高生产效率、降低维修成本，适应行业对高效运营的需求<sup>[4]</sup>。此外，智能化还能整合设备全生命周期数据，为设备研发与改进提供依据，推动行业技术升级。例如，通过分析设备运行数据，优化低温设备的保温结构设计，降低能耗。这种适配逻辑使得智能化成为低温设备行业转型升级的必然选择<sup>[9]</sup>。

## 二、低温设备生产环节的智能化管理模式

### （一）基于物联网的生产设备智能监控与调度

基于物联网技术，在低温设备生产线上部署各类传感器，实时采集设备的温度、压力、振动、电流等运行参数，并通过网络传输至监控中心。利用智能监控系统对设备状态进行实时分析，当检测到异常数据时，系统自动报警并生成故障诊断报告。同时，通过智能调度算法，根据生产任务、设备状态与资源情况，合理安排设备的生产顺序与负荷分配，避免设备过载运行，提高生产线的整体效率<sup>[6]</sup>。例如，在制冷设备生产车间，通过物联网监控系统实时掌握压缩机、冷凝器等关键设备的运行状态，优化生产节拍，缩短生产周期。

### （二）大数据驱动的生产流程优化与质量管控

收集生产过程中的原材料数据、工艺参数数据、质量检测数据等，构建生产大数据平台。运用大数据分析技术，挖掘数据背后的规律与关联，找出影响生产效率与产品质量的关键因素。例如，通过分析焊接工艺参数与焊缝质量的关系，优化焊接工艺，提高焊接合格率<sup>[7]</sup>。同时，利用大数据预测生产过程中的潜在问题，提前采取预防措施，实现生产流程的动态优化。在质量管控方面，建立质量追溯体系，通过数据关联实现产品质量的全流程追溯，及时发现质量问题的根源，为质量改进提供数据支持。

### （三）数字孪生技术在低温设备生产中的应用

数字孪生技术通过创建与物理设备一一对应的虚拟模型，实现对低温设备生产过程的实时映射与仿真。在生产前，利用数字孪生模型对生产工艺、设备布局进行虚拟验证，优化生产方案，降低试错成本。在生产过程中，虚拟模型与物理设备实时交互数

据，反映设备的运行状态与生产进度，管理人员可通过虚拟模型对生产过程进行远程监控与干预。例如，在低温冷库建设中，运用数字孪生技术模拟冷库的制冷系统运行，优化管道布局与设备选型，确保冷库性能达到设计要求。数字孪生技术为低温设备生产提供了可视化、可预测、可优化的管理手段<sup>[8]</sup>。

## 三、低温设备维修环节的智能化管理模式

### （一）预测性维护技术与故障诊断体系构建

利用传感器采集设备运行数据，结合机器学习算法建立设备故障预测模型。通过对设备运行数据的实时分析，预测设备故障的发生时间与类型，提前制定维修计划，变被动维修为主动维护。例如，对低温泵的振动数据、温度数据进行分析，预测轴承磨损、密封失效等故障。同时，构建智能化故障诊断体系，整合专家经验与故障案例库，当设备出现异常时，系统自动匹配故障特征，生成诊断报告与维修建议，提高故障诊断的准确性与效率。预测性维护技术与故障诊断体系的应用，可显著降低设备故障率，减少停机时间<sup>[9]</sup>。

### （二）智能维修资源调配与远程协同运维

建立智能维修资源管理系统，对维修人员、零部件、工具等资源进行统一管理与调配。根据设备故障类型与维修需求，系统自动匹配最合适的维修人员与所需零部件，优化维修资源配置，缩短维修准备时间。同时，借助远程视频、AR等技术，实现维修专家与现场维修人员的远程协同，专家可通过远程指导协助现场人员解决复杂故障。例如，在偏远地区的低温设备出现故障时，维修专家可通过远程视频指导当地人员进行维修操作，提高维修效率。智能维修资源调配与远程协同运维模式，打破了地域限制，提升了维修服务的响应速度与质量。

### （三）维修知识库与专家系统的智能化建设

收集整理低温设备的维修手册、故障案例、维修经验等知识，构建智能化维修知识库。利用自然语言处理、知识图谱等技术，对知识进行分类、索引与关联，实现知识的快速检索与智能推荐。在此基础上，构建维修专家系统，将专家的维修经验与推理逻辑转化为计算机程序，系统可根据设备故障信息自动推理出解决方案。维修人员在遇到问题时，可通过专家系统获取专业的维修建议，同时，维修人员的新经验、新案例也可不断补充到知识库中，实现知识的持续更新与优化。维修知识库与专家系统的建设，为维修工作提供了强大的知识支持与智能辅助<sup>[10]</sup>。

## 四、低温设备智能化面临的挑战

### （一）技术集成与系统兼容性难题

低温设备智能化涉及多种技术的集成应用，不同技术、不同厂商的设备与系统之间存在兼容性问题。例如，物联网传感器与监控系统的数据接口不统一，导致数据传输不畅；不同品牌的智能设备在通信协议、数据格式上存在差异，难以实现互联互通。此外，智能化管理系统与企业现有的ERP、MES等管理系统

集成困难，数据共享与业务协同受阻。技术集成与系统兼容性问题增加了智能化管理系统的建设难度与运行风险，制约了智能化管理的推广应用。

### （二）专业人才短缺与组织架构调整困境

低温设备智能化管理需要既懂低温设备技术，又掌握物联网、大数据、人工智能等信息技术的复合型人才。然而，目前行业内此类专业人才严重短缺，高校相关专业设置不足，人才培养体系不完善，企业内部培训机制不健全，难以满足行业快速发展的需求。同时，智能化管理模式的引入，要求企业对组织架构进行调整，打破传统的部门壁垒，实现跨部门协同。但在实际操作中，组织架构调整面临员工抵触、利益重新分配等困难，导致智能化管理推进缓慢。

### （三）成本投入与投资回报的平衡挑战

低温设备智能化管理系统的建设需要大量的资金投入，包括设备改造、软件研发、系统集成、人员培训等方面。对于中小企业来说，高昂的成本压力难以承受。此外，智能化管理的投资回报周期较长，其效益难以在短期内显现，企业在成本投入与投资回报之间难以找到平衡。部分企业因担心投资风险，对智能化管理持观望态度，影响了行业智能化转型的整体进程。

## 五、低温设备智能化管理的发展策略与趋势

### （一）推动技术融合与标准化建设

加强物联网、大数据、人工智能等技术与低温设备行业的深度融合，研发适用于低温设备的专用传感器、智能终端与管理系统。同时，推动行业标准化建设，统一设备接口、通信协议、数据格式等技术标准，提高设备与系统的兼容性与互操作性。建立智能化管理系统的评估标准与认证体系，规范市场秩序，促进技术创新与产业发展。通过技术融合与标准化建设，降低智能化管

理系统的建设成本与技术风险，推动行业智能化水平提升。

### （二）强化人才培养与组织变革

高校应加强相关专业建设，优化课程设置，培养适应低温设备智能化管理需求的复合型人才。企业要建立完善的人才培养机制，通过内部培训、校企合作、人才引进等方式，提升员工的专业技能与创新能力。同时，积极推进组织架构变革，建立扁平化、网络化的组织结构，打破部门界限，促进信息共享与协同工作。通过组织变革，提高企业对智能化管理模式的适应能力，为智能化转型提供组织保障。

### （三）展望智能化管理的未来发展方向

未来，低温设备智能化管理将朝着集成化、自适应化、绿色化方向发展。集成化表现为将生产、维修、管理等环节的智能化管理系统深度融合，实现设备全生命周期的一体化管理；自适应化是指智能化系统能够根据设备运行状态、环境变化等因素自动调整管理策略，实现智能化决策的自主优化；绿色化则强调在智能化管理过程中，注重能源节约与环境保护，通过优化设备运行、减少资源浪费，实现行业的可持续发展。随着技术的不断进步，低温设备智能化管理将迎来更广阔的发展前景。

## 六、结论

低温设备生产与维修的智能化管理模式是行业发展的必然趋势，对提升行业竞争力、推动产业升级具有重要意义。尽管目前面临技术、人才、成本等诸多挑战，但通过推动技术融合、加强人才培养、完善管理体系等策略，能够有效克服困难，实现智能化转型。展望未来，随着技术创新与应用的深入，低温设备智能化管理将不断完善与发展，为化工、冷链、医疗等行业的高质量发展提供坚实保障，助力我国制造业向智能化、高端化迈进。

## 参考文献

- [1] 姚雪莲. 基于智能化的机械制造技术及发展思考 [J]. 科技创新与应用, 2022, 12(34): 162-164+168.
- [2] 贺林. 机械制造技术智能化发展趋势 [J]. 造纸装备及材料, 2021, 50(08): 88-89.
- [3] 徐慧. 对智能化质量管理应用于制造企业的研究 [J]. 中小企业管理与科技 (中旬刊), 2021, (07): 149-150.
- [4] 陈海瑞. 基于全生产流程的智能化管理体系研究 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2021, (02): 135-136.
- [5] 王晓冬, 郇钰蓉, 王茵茵. 智能技术在建筑企业信息管理中的应用 [J]. 今日财富, 2024, (21): 8-10.
- [6] 彭放. 智能化在发电企业安全应急管理中的应用研究 [J]. 北斗与空间信息应用技术, 2024, (05): 29-34.
- [7] 王晓冬, 郇钰蓉, 王茵茵. 智能技术在建筑企业信息管理中的应用 [J]. 今日财富, 2024, (21): 8-10.
- [8] 王长峰. 重大工程应急管理数智化 [M]. 机械工业出版社: 202207.243.
- [9] 樊静. 大数据时代下企业管理模式创新研究 [J]. 企业改革与管理, 2019, (06): 66+71.
- [10] 李婷婷, 周佩禹. 智能化技术在机械工程自动化中的应用 [J]. 造纸装备及材料, 2022, 51 (03): 55-57.