

铝加工企业设备点检定修制实施效果评估与改进路径

张 蕾 王中阳 王亚磊

河南中孚高精铝材有限公司 河南 郑州 451200

摘要：铝加工行业作为典型的流程型制造产业，具有设备种类繁多、运行环境恶劣、工艺连续性强等特点，对设备可靠性提出了极高要求。点检定修制作为一种以预防为主、全员参与、闭环管理的现代设备管理模式，在铝加工企业中得到了广泛应用。本文首先系统阐述了点检定修制的核心内涵及其在铝加工行业的适用性；其次，构建了涵盖设备可靠性、维修经济性、生产保障能力和管理成熟度四个维度的综合评估指标体系，并结合某典型铝加工企业的实践案例，对其实施效果进行量化分析；再次，深入剖析当前实施过程中存在的主要问题，如点检标准不完善、信息化支撑不足、人员技能参差、激励机制缺失等；最后，从制度优化、技术赋能、人才建设和文化培育四个层面提出系统性的改进路径，旨在为铝加工企业深化点检定修制、实现设备精益化管理提供理论参考与实践指导。

关键词：铝加工企业；点检定修制；实施效果评估；设备可靠性；改进路径

引言

铝加工行业作为国民经济重要基础产业，产品广泛应用于多领域。其生产流程长、工序复杂，涉及熔铸、热轧等多环节，所用设备多样，具有高价值、高能耗、高技术含量特点。设备非计划停机不仅会造成原材料报废、能源浪费等直接经济损失，还会打乱生产计划，影响订单交付与企业声誉。传统“事后维修”“计划检修”模式难满足现代企业需求，在此背景下，“点检定修制”应运而生，它通过科学点检掌握设备状态，制定精准定修计划，实现从“被动抢修”到“主动预防”的转变。不过，实际推行中，许多铝加工企业实施效果不佳，陷入“有制度无执行”等困境。因此，科学评估其实施效果并提出改进策略，对提升企业核心竞争力意义重大。

1 点检定修制的内涵与铝加工行业适用性分析

1.1 点检定修制的核心内涵

点检定修制是以点检为核心、定修为手段、全员参与的现代化设备维修管理体制。其构建“三位一体”点检体系：岗位日常点检由操作工人于交接班或生产间隙完成，快速感知设备基本状态；专业定期点检由专职点检员依规程用专业工具对设备关键部位系统检查，是信息中枢；精密点检由设备技术人员或外部专家借助精密仪器深度诊断，预测隐性故障^[1]。该体系依靠“五定”原则运转（定点、定法、定标、定期、定人），确保标准化与可追溯性。且嵌入PDCA闭环管理流程，点检异常信息流转至维修部门形成工单，维修后验收确认闭环。其深层逻辑是贯彻TPM思想，打破操作与维修壁垒，让操作工成设备第一责任人，参与日常维护。

1.2 在铝加工行业的适用性

铝加工生产特性与点检定修制管理逻辑高度契合。

其一，铝加工生产线24小时连续运转，设备突发故障会导致全线停产，点检定修制预防维护可保障生产连续稳定。其二，铝加工核心设备价值高、备件贵且采购周期长，精密点检能捕捉关键部件早期磨损信号，降低全生命周期维修成本。其三，铝加工现场工况恶劣，加速设备劣化，常态化点检可延缓劣化速度。其四，铝板带箔产品核心质量指标依赖主机设备运行精度，定期精度点检与校准可保证产品质量。因此，点检定修制是铝加工企业设备管理必然选择，是实现精益生产与智能制造的战略基石。

2 点检定修制实施效果评估体系构建

为了科学衡量点检定修制的实施成效，避免仅凭主观感受或单一指标（如故障率）进行片面评价，本文构建了一个多维度的综合评估指标体系。

2.1 评估维度与指标

表1 评估维度与指标

维度	一级指标	二级指标	说明
设备可靠性	设备综合效率(OEE)	可用率、性能开动率、合格品率	全面反映设备利用效率
	故障指标	平均故障间隔时间(MTBF)、平均修复时间(MTTR)、故障停机率	衡量设备稳定性和维修响应速度
维修经济性	维修成本	总维修费用/产值、预防性维修占比	评估维修投入产出比
	备件库存	呆滞库存占比、库存周转率	反映备件管理水平
生产保障能力	计划兑现率	定修计划完成率、非计划停机次数	衡量对生产计划的支持度
	能源消耗	单位产品能耗	设备良好状态有助于节能降耗

续表:

维度	一级指标	二级指标	说明
管理成熟度	制度执行度	点检计划完成率、点检记录完整率	评估基础工作扎实程度
	信息化水平	系统数据录入及时率、数据分析应用率	衡量数字化管理能力
	人员素养	点检员持证上岗率、员工TPM参与度	体现人的因素

2.2 评估方法

评估可采用定量与定性相结合的方法。定量指标通过企业MES（制造执行系统）、EAM（企业资产管理系统）等信息系统直接提取数据进行计算；定性指标则可通过问卷调查、专家访谈、现场观察等方式获取。

3 实施效果评估案例分析——以A铝业公司为例

3.1 企业概况

A公司是一家年产能50万吨的大型铝板带加工企业，拥有完整的熔铸-热轧-冷轧-精整生产线。自2018年起，公司开始全面推行点检定修制，建立了三级点检网络，并上线了EAM系统。

3.2 实施前后关键指标对比（2017vs2023）

表2 实施前后关键指标对比

评估指标	2017年 (实施前)	2023年 (实施后)	变化率
设备综合效率(OEE)	68%	82%	+14%
平均故障间隔时间(MTBF)	120小时	350小时	+192%
平均修复时间(MTTR)	8.5小时	3.2小时	-62%
故障停机率	8.7%	2.1%	-76%
总维修费用/产值	3.8%	2.5%	-34%
预防性维修占比	45%	78%	+33%
定修计划完成率	70%	95%	+25%
点检计划完成率	65%	98%	+33%

3.3 成效总结

数据表明，A公司通过实施点检定修制，取得了显著成效：一是设备可靠性大幅提升：OEE提高14个百分点，MTBF增长近两倍，证明设备运行更加稳定可靠。二是维修经济性显著改善：维修成本占比下降，且维修模式成功转向以预防为主，避免了大量高成本的紧急抢修。三是生产保障能力增强：定修计划完成率和设备可用率的提高，有力支撑了公司订单交付和产能释放。四是基础管理日趋规范：点检工作的执行力得到根本性加强。

4 当前实施中存在的主要问题

尽管A公司取得了初步成功，但在深入调研中仍发现一些共性问题，制约了点检定修制效能的进一步释放。

4.1 点检标准体系不完善

①标准粗放：部分点检标准过于笼统，缺乏量化阈值，如“声音正常”、“温度不高”，导致点检结果主观性强，无法有效指导维修决策。②动态更新滞后：设备经过改造或工艺调整后，点检标准未能及时修订，导致标准与实际脱节^[2]。③覆盖不全：对辅助系统（如液压、润滑、冷却）和隐蔽性故障的关注不足。

4.2 信息化与智能化支撑不足

①系统孤岛：EAM系统与DCS（分布式控制系统）、MES系统数据未打通，无法实现设备运行数据（如电流、振动、温度）的自动采集与关联分析。②数据分析能力弱：系统主要用于记录和查询，缺乏基于大数据和AI算法的故障预测与健康管理（PHM）功能，点检仍停留在“发现问题”而非“预测问题”阶段。③移动端应用体验差：点检员现场录入不便，影响数据及时性和准确性。

4.3 人员技能与意识有待提升

①点检员专业能力不足：部分点检员对设备原理解释不深，只能按表打勾，缺乏独立判断和深度分析能力。②操作工参与度低：受传统观念影响，操作工认为点检是维修部门的事，日常点检流于形式。③复合型人才匮乏：既懂设备又懂数字化的复合型人才稀缺，制约了智能化点检的推进。

4.4 考核激励机制不健全

①重数量轻质量：考核往往只关注点检任务是否完成，而忽视点检发现问题的质量和后续闭环的有效性。②奖惩不对等：对成功避免重大故障的点检行为缺乏有效激励，而对漏检、误检的追责也不够明确，导致员工积极性不高。

5 点检定修制的系统性改进路径

针对上述问题，铝加工企业应从制度、技术、人才、文化四个维度协同发力，推动点检定修制向更高阶的精益化、智能化方向演进。

5.1 制度优化：构建科学、动态、闭环的标准体系

要解决点检标准粗放的问题，企业必须引入系统工程的方法论。可以运用FMEA（失效模式与影响分析）等先进工具，对每台关键设备进行全生命周期的风险梳理，识别出所有可能的故障模式及其影响，并据此制定出包含具体测量参数、精确判定阈值和标准化测量方法的量化点检标准卡，彻底告别模糊描述。在此基础上，必须建立一套标准的动态管理机制，设立由设备、工艺、维修等多部门专家组成的技术小组，定期（如每季度）或在设备发生重大变更后，对点检标准进行评审和更新，确保标准始终与设备的真实状态保持同步^[3]。同

时,必须在信息系统中固化从点检发现异常、到生成维修工单、再到维修验收反馈的全流程,形成一个无缝衔接、责任清晰的闭环管理链条,杜绝任何信息在流转过程中的流失或搁置,确保每一个微小的隐患都能得到妥善处理。

5.2 技术赋能:迈向预测性维护的智能点检

技术是驱动管理升级的核心引擎。企业应着力推进EAM、MES、DCS等核心业务系统的深度集成,打破数据壁垒,构建一个统一的设备数据湖。在这个数据湖中,设备的静态信息(如技术图纸、维修履历)与动态信息(如实时运行参数、报警日志)得以深度融合,为智能分析奠定数据基础。在此基础上,应积极引入物联网(IoT)技术,在轧机主传动、退火炉风机等关键设备上部署振动、温度、声发射等传感器,实现对核心状态参数的7×24小时在线监测,这不仅能替代部分重复性高的人工点检,更能捕捉到人眼无法察觉的早期故障征兆。最终,通过应用机器学习等人工智能算法,对积累的海量历史数据进行训练,开发出针对特定设备的故障预测与健康管理(PHM)模型。该模型能够自动学习设备的健康基线,并在出现异常偏离时提前发出预警,从而将维修模式从被动的“预防性”推向主动的“预测性”,实现设备管理的革命性跨越。当然,这一切都离不开一个优秀的移动端应用作为载体,必须从用户角度出发,设计简洁、高效、支持语音和图像识别的APP,让点检员在现场能够轻松、准确地完成数据交互。

5.3 人才建设:打造高素质的专业队伍

制度和技术的落地,最终依赖于人。企业必须构建一个分层分类的培训体系。对于一线操作工,培训应聚焦于日常点检的基本技能和自主维护的责任意识,让他们真正理解“我的设备我负责”的内涵;对于专职点检员,则要系统性地强化其对设备原理、故障诊断技术和数据分析工具的应用能力,将其培养成设备健康的“全科医生”;对于维修技师,培训重点应放在如何根据精准的诊断信息进行高效、彻底的维修作业上^[4]。为了激发员工的学习热情,企业应建立与技能水平挂钩的职业发展通道和薪酬体系,设立点检工程师、高级点检师等专业职级,让技术人才看到清晰的成长路径。此外,必须打破部门墙,通过定期的跨部门联合会议和项目攻关,促进设备、生产、工艺、质量等部门的深度融合,共同围绕设备健康这一核心目标协同作战。

5.4 文化培育:营造全员参与的TPM氛围

任何先进的管理制度,若没有文化的土壤,终将难以生根发芽。点检定修制的成功,离不开高层管理者的坚定承诺和亲自示范。企业最高领导者必须将TPM理念视为公司战略的一部分,并通过实际行动向全体员工传递这一信号。在现场管理上,应大力推行可视化管理,通过设置TPM看板,将OEE、故障停机时间、优秀改善提案等关键绩效指标公开展示,营造一种公开、透明、积极向上的竞争氛围。最关键的是,要设计一套行之有效的激励机制。通过设立“金点子奖”、“零故障班组”等荣誉奖项,并辅以实质性的物质奖励,让那些在点检定修工作中做出突出贡献的个人和团队获得应有的认可和回报。只有当员工真切地感受到自己的参与能够带来价值、获得尊重时,全员生产维护的文化才能真正内化于心、外化于行。

6 结语

点检定修制是铝加工企业提升设备管理水平、保障高效稳定生产的有效途径。本文通过构建多维度的评估体系,并结合A公司的实践案例,证实了其在提升设备可靠性、降低维修成本、增强生产保障能力等方面的显著价值。然而,面对标准体系不完善、信息化支撑不足、人才技能短板和激励机制缺失等挑战,企业不能止步于制度的初步建立。未来的改进方向在于系统性、深层次的变革。通过持续优化制度标准、深度融合数字技术、系统培养专业人才、精心培育TPM文化,铝加工企业可以将点检定修制从一种管理工具,升华为一种精益生产和智能制造的核心能力。唯有如此,方能在激烈的市场竞争中,以卓越的设备保障能力构筑起坚实的竞争壁垒,实现可持续的高质量发展。

参考文献

- [1]林耀光.铝加工机械设备的安防控制及管理[J].世界有色金属,2025,(17):229-231.
- [2]朱圆圆,易挺.某铝加工企业设备管理体系建立健全初探[J].工业控制计算机,2022,35(12):133-135.
- [3]李正.机械制造加工设备的安全管理及维修策略探索与研究[J].大众标准化,2023,(17):34-36.
- [4]王翔,徐全金,王希斌,等.浅析安全管理理念下的机械加工及设备安全管理及维修[J].中国设备工程,2023,(06):56-58.