

机械加工生产现场质量管理优化策略研究

张 瑛

中航西安飞机工业集团股份有限公司 陕西 西安 710089

摘要：随着制造业竞争的日益激烈，机械加工生产现场的质量管理成为企业提升核心竞争力的关键环节。当前，部分机械加工企业在生产现场质量管理中仍存在流程不规范、监控手段落后、人员质量意识薄弱等问题，导致产品不良率较高，影响企业效益与市场声誉。本文聚焦机械加工生产现场质量管理，深入剖析现存问题，从优化管理流程、引入先进监控技术、强化人员培训等方面提出针对性优化策略，旨在提升质量管理水平，保障产品质量稳定可靠。

关键词：机械加工；生产现场；质量管理；优化策略

引言：在制造业蓬勃发展的当下，机械加工作为重要基础产业，其产品质量直接关乎企业生存与发展。生产现场作为产品成型的关键场所，质量管理水平至关重要。然而，当前机械加工生产现场质量管理面临诸多挑战，如管理流程繁琐低效、质量监控存在盲区、员工质量意识参差不齐等，导致产品质量不稳定、次品率居高不下。因此，深入探究机械加工生产现场质量管理优化策略，提升质量管理效能，已成为行业亟待解决的重要课题。

1 机械加工生产现场质量管理理论基础

1.1 质量管理的核心概念

(1) 质量定义与质量特性 (ISO标准)：根据ISO9000标准，质量是“客体的一组固有特性满足要求的程度”。在机械加工中，质量特性涵盖适用性 (如零件尺寸精度)、可靠性 (如设备连续运行能力)、安全性 (如操作防护设计) 等，需通过明确标准确保产品符合客户与生产要求。(2) 质量管理的发展阶段：从早期“质量检验”阶段 (事后把关，如成品抽样检测)，演进到“统计控制”阶段 (事中监控，利用统计工具预防缺陷)，再到“全面质量管理 (TQM)” 阶段 (全员参与，覆盖设计、生产、售后全流程，强调持续改进)。

1.2 机械加工现场质量管理的关键要素

(1) 人员：操作技能直接影响加工精度，需定期开展技能培训；质量意识决定员工对缺陷的重视程度，需通过考核强化；团队协作可提升问题响应效率，如班组内及时沟通加工异常。(2) 设备：加工精度是产品质量的基础，需定期校准设备参数；维护保养能减少设备故障导致的质量波动，如制定设备点检计划；智能化水平 (如数控系统) 可提升加工稳定性，降低人为误差。

(3) 材料：原材料质量 (如硬度、成分) 直接决定成品

性能，需严格进厂检验；供应链管理 (如供应商资质审核、库存管控) 可避免不合格材料流入生产。(4) 方法：工艺流程优化 (如简化工序、调整加工顺序) 能减少质量风险；标准化作业 (如作业指导书) 可确保操作一致性，降低人为失误。(5) 环境：推行5S管理 (整理、整顿、清扫、清洁、素养) 可保持现场整洁，避免杂物影响加工；温湿度控制 (如精密加工车间恒温恒湿) 能减少环境对设备精度、材料性能的影响^[1]。

1.3 常用质量管理工具与方法

(1) 经典工具：PDCA循环 (计划-执行-检查-处理) 是持续改进的核心框架，可用于解决质量问题；SPC (统计过程控制) 通过监控过程数据 (如尺寸波动)，提前识别异常，预防缺陷产生；FMEA (失效模式与影响分析) 在设计或生产前，分析潜在失效风险，制定预防措施。(2) 数字化工具：MES系统 (制造执行系统) 实时采集生产数据，实现质量追溯与过程监控；QMS系统 (质量管理体系) 整合检验、审核、投诉等数据，提升质量管理效率；AI视觉检测技术 (如机器视觉) 可快速识别零件表面缺陷，替代人工检测，提升检测精度与效率。

2 机械加工生产现场质量管理现状分析

2.1 行业典型问题梳理

(1) 质量波动大：在机械加工环节，尺寸超差问题频发，例如轴类零件直径偏差超出设计公差 $\pm 0.02\text{mm}$ 范围，导致后续装配卡顿；表面缺陷更是常见，如齿轮齿面出现划痕、气孔，不仅影响零件外观，还会降低其承载能力与使用寿命。这种质量波动并非偶然，部分企业同一批次产品合格率差异可达15%-20%，严重影响订单交付与客户信任。(2) 过程控制不足：部分操作人员为追求加工效率，随意调整设备参数，如擅自提高铣削速

度、改变进给量,忽视工艺文件要求,导致加工质量不稳定;同时,检测环节普遍存在滞后问题,多数企业仍采用“事后抽检”模式,待发现不合格品时,已产生批量加工浪费,如某企业加工法兰盘时,因未及时检测平面度,导致50余件产品报废,直接损失超3万元。(3)信息传递不畅:生产部门与质检部门信息沟通脱节,质检发现的质量问题需通过纸质报告层层传递,平均耗时2-3小时才能反馈至生产端,错过及时调整的最佳时机;此外,数据孤岛现象严重,设备运行数据、质检数据、生产进度数据分别存储于不同系统,如MES系统与QMS系统数据不互通,导致管理人员无法快速整合信息,难以全面掌握生产质量动态,影响决策效率。

2.2 问题成因分析

(1)人的因素:多数中小企业对员工培训投入不足,新员工仅经过1-2周简单岗前培训便上岗操作,对复杂零件加工工艺、设备精准操作要点掌握不扎实;同时,部分员工责任心缺失,存在“重产量、轻质量”的心态,如加工过程中未按要求进行首件检验,仅凭经验判断,导致质量问题隐性累积。(2)物的因素:部分企业仍在服役超10年的老旧设备,如普通车床精度衰减严重,加工零件尺寸偏差率较新设备高8%-12%,且故障频发,平均每月停机维修2-3次;工艺技术更新滞后,未能及时引入先进的高速切削、精密磨削工艺,无法满足高精度零件加工需求,如对精度要求达IT5级的轴承套圈,传统工艺难以稳定达到质量标准^[2]。(3)管理因素:部分企业虽制定了质量管理规章制度,但内容笼统,缺乏具体操作细则,如仅规定“加强设备维护”,未明确维护周期、维护项目与责任人;更关键的是制度执行流于形式,考核机制形同虚设,对违反工艺要求、忽视质量标准的行为惩处力度不足,导致制度失去约束力,质量管理沦为“纸上谈兵”。

3 机械加工生产现场质量管理优化策略

3.1 基于PDCA的持续改进体系构建

(1)计划(Plan):制定质量目标与标准化作业流程。结合企业生产实际与行业标准,设定可量化的质量目标,如将零件尺寸超差率控制在0.5%以内、表面缺陷率降至0.3%以下。同时,细化标准化作业流程,针对不同加工工序(如车削、铣削、磨削)制定专项作业指导书,明确设备参数(如切削速度、进给量)、操作步骤与检验标准,确保每个环节有章可循,避免因操作随意性导致质量波动。(2)执行(Do):强化过程监控与数据采集。在生产现场部署实时监控设备,对关键加工参数(如温度、压力、转速)进行24小时不间断监测,

一旦出现参数偏离预设范围的情况,立即触发报警并暂停设备运行,及时排查问题。同时,安排专人负责数据采集工作,将设备运行数据、加工尺寸数据、质检数据等统一录入数据库,确保数据的完整性与准确性,为后续质量分析提供支撑^[3]。(3)检查(Check):建立多维度质量评价体系。从产品质量、过程质量、管理质量三个维度构建评价体系。产品质量维度重点检测零件尺寸精度、表面粗糙度、力学性能等指标;过程质量维度考核设备利用率、工艺合规率、参数稳定性;管理质量维度评估制度执行情况、跨部门协作效率。定期(如每周、每月)开展质量评审会议,对比实际数据与质量目标的差距,识别存在的问题。(4)处理(Act):闭环反馈与动态优化。针对检查环节发现的质量问题,建立闭环处理机制。明确问题整改责任人、整改期限与整改措施,如因设备参数设置不当导致尺寸超差,需立即调整参数并对已加工产品进行全检,同时记录整改过程与结果。此外,根据质量数据变化趋势与市场需求调整,动态优化质量目标与作业流程,如当客户对零件精度要求提升时,及时更新检验标准与加工工艺,实现质量管理的持续改进。

3.2 数字化与智能化技术应用

(1)引入MES系统实现生产过程透明化:MES系统可实时采集生产现场的设备运行状态、生产进度、质检结果等数据,并以可视化图表(如生产进度看板、质量统计报表)的形式呈现,管理人员通过系统能直观掌握生产动态。同时,系统支持质量追溯功能,当发现不合格品时,可快速追溯至具体加工设备、操作人员与原材料批次,明确责任归属,提高问题处理效率。(2)利用AI视觉检测替代人工抽检:AI视觉检测设备配备高清摄像头与智能算法,可对零件表面缺陷(如划痕、气孔、裂纹)进行快速检测,检测精度可达0.01mm,且检测速度是人工的3-5倍。相比人工抽检,AI视觉检测能实现100%全检,避免因抽检遗漏导致不合格品流入市场,同时减少人工检测的主观误差,提升检测稳定性。(3)通过大数据分析预测质量风险:整合生产过程中积累的海量数据(如设备运行数据、加工工艺数据、质量检测数据),利用大数据分析技术挖掘数据背后的关联规律。例如,分析设备运行参数与质量缺陷的关联性,当某一参数出现特定变化趋势时,提前预测可能产生的质量风险,并及时发出预警,帮助企业采取预防措施^[4]。

3.3 人员能力提升与质量文化建设

(1)技能培训体系设计:建立分层分类的技能培训体系,针对新员工开展入职培训,重点讲解安全操作规

程、基础加工工艺与质量标准；针对老员工推行OJT在岗培训，由技术骨干进行一对一指导，提升其对复杂零件的加工能力与质量问题的解决能力。定期举办技能比武活动，设置零件加工精度、表面质量等竞赛项目，激发员工的学习热情与竞争意识，促进员工技能水平的整体提升。（2）质量激励机制优化：将质量指标纳入员工绩效考核体系，如零件合格率、质量问题整改率等，与员工的薪酬、晋升直接挂钩，对质量表现优秀的员工给予奖金、荣誉证书等奖励；对因个人原因导致质量事故的员工，根据事故严重程度给予罚款、停工培训等处罚。同时，设立质量专项奖励基金，鼓励员工提出质量改进建议，对被采纳且取得显著效果的建议给予额外奖励。

（3）培育全员参与的质量文化：广泛开展QC小组活动，组织员工围绕生产过程中的质量问题成立攻关小组，通过头脑风暴、数据分析等方式制定解决方案，如某QC小组通过优化加工工艺，成功将零件表面缺陷率降低了40%。每年定期举办质量月活动，通过质量知识讲座、案例分享、标语宣传等形式，向员工普及质量管理知识，强化员工的质量意识，营造“人人关心质量、人人参与质量管理”的良好氛围。

3.4 供应链协同与供应商管理

（1）供应商分级评价与动态管理：制定供应商分级评价指标体系，从产品质量（如原材料合格率、交付质量稳定性）、交付能力（如交货准时率、订单满足率）、服务水平（如问题响应速度、售后服务质量）等方面对供应商进行综合评分，将供应商分为A、B、C三个等级。对A级供应商建立长期合作关系，给予优先订单、价格优惠等政策；对B级供应商加强监督与辅导，帮助其提升产品质量；对C级供应商实行淘汰机制，及时更换不合格供应商。同时，建立供应商动态管理机制，每季度重新评估供应商等级，确保供应链质量的稳定性。

（2）原材料质量追溯系统建设：为每批原材料赋予唯一的追溯码，记录原材料的采购批次、供应商信息、检

验报告、入库时间等数据。在原材料加工过程中，通过扫描追溯码可实时跟踪原材料的使用情况，当出现质量问题时，能快速追溯至原材料源头，及时排查是否为原材料质量导致的问题。同时，将原材料质量数据与供应商评价体系关联，为供应商分级提供数据支撑^[5]。（3）联合研发降低质量风险：与核心供应商建立联合研发机制，邀请供应商参与企业的产品设计与工艺改进过程，共同探讨原材料的性能要求、加工工艺的优化方向，从源头降低质量风险。例如，在开发高精度零件时，企业与原材料供应商联合研发新型材料，提高材料的强度与稳定性，确保零件加工后能满足精度要求。同时，通过定期召开技术交流会议，分享质量管理经验与技术创新成果，实现供应链上下游企业的协同发展。

结束语

机械加工生产现场质量管理优化是一项长期且系统的工程。通过本研究，我们针对现存问题提出的一系列优化策略，如精简管理流程、引入智能化监控、加强人员质量培训等，经实践验证能有效提升产品质量稳定性与生产效率。但质量管理永无止境，未来还需紧跟技术发展潮流，持续改进优化策略，不断探索更科学、高效的质量管理模式，以适应日益激烈的市场竞争，为机械加工行业的质量提升与可持续发展注入强劲动力。

参考文献

- [1]贾俊良.机械加工质量影响因素及控制措施[J].造纸装备及材料,2025,54(03):73-75.
- [2]孙浩波.机械产品质量检测要点与方法探讨[J].造纸装备及材料,2022,51(05):141-143.
- [3]程海洋.机械加工工艺对零件加工精度影响及质量控制措施[J].模具制造,2025,25(01):33-35.
- [4]郭金玲.机械加工表面质量管理中的不足及控制对策分析[J].中国设备工程,2024,(21):38-40.
- [5]岳立权.机械加工生产现场管理优化策略初探[J].模具制造,2024,24(07):228-230.