

提高钳工机械操作的质量控制方案研究

马钰斐

中国船舶集团有限公司第七一三研究所 河南 郑州 450000

摘要：文章聚焦钳工机械操作质量控制问题。分析发现，尺寸精度偏差、表面质量缺陷、形状与位置精度超标等问题突出，其成因涵盖人员技能不足、设备管理不善、操作流程不规范等。为此，针对性提出提升操作人员技能水平、强化设备与工具管理、规范操作过程、完善质量检测与反馈机制等控制方案，旨在提高钳工操作精度，保障机械产品质量，增强制造业核心竞争力。

关键词：钳工机械操作；质量控制；尺寸精度；表面质量；形位精度

引言

在现代制造业精密化发展进程中，钳工机械操作质量对机械产品性能与寿命至关重要。然而，实际生产中质量问题频发，严重影响生产效率与产品可靠性。深入探究钳工操作中的质量问题及其成因，构建科学有效的质量控制方案，对提升制造业加工水平、满足市场高质量需求意义重大。本文通过剖析现存问题，提出系统性解决方案，以为行业发展提供理论与实践参考。

1 钳工机械操作质量控制的重要性与现状背景

伴随现代制造业向精密化与智能化方向演进，钳工机械操作作为贯穿机械制造、装配及维修全流程的关键技术工种，其作业质量对机械产品性能可靠性与服役周期具有决定性影响。该工种通过手工技艺与专业工具的有机结合，在精密仪器零部件微加工、大型装备复杂装配等领域，承担着自动化设备难以企及的高精度作业任务。其高质量操作可实现零件配合精度达微米量级，有效提升机械系统运行稳定性与动力传输效率，进而强化产品市场竞争优势。但需注意，在制造业质量标准持续升级的背景下，钳工机械操作环节的质量管控挑战日益严峻。实际生产中，尺寸精度偏移、表面加工瑕疵、形位公差超限等问题屡见不鲜。在机械制造领域，钳工操作产生的尺寸偏差、表面缺陷等质量缺陷，不仅大幅推高产品返修率，显著增加材料损耗、工时消耗等制造成本，更可能因关键部件精度失准，引发机械设备运行异常，埋下安全隐患。经深度分析，这些问题源于多方面因素：操作人员理论知识薄弱、实操技能欠缺，难以精准把控加工工艺；设备工装日常维护保养不到位，精度随使用时长下降；作业流程缺乏统一规范，操作随意性大。系统探究影响钳工机械操作质量的关键要素，构建科学完备、执行高效的质量控制体系，对保障产品品质、提升生产效率、增强企业市场竞争力，推动制造业

高质量发展具有重要意义。

2 钳工机械操作中存在的质量问题及成因

2.1 尺寸精度问题

在钳工机械操作领域，尺寸精度达标率是衡量零件加工质量的核心指标，但实际作业过程中，尺寸偏差现象较为普遍。从测量工具使用层面来看，部分操作人员对游标卡尺、千分尺等精密量具的操作规范掌握不足。例如，使用游标卡尺测量前未对零位进行校准，或测量时卡尺与被测表面接触压力不当，均会导致读数误差。在面对阶梯轴、套类等具有多段尺寸的复杂零件时，若未遵循“基准统一”原则，随意选取测量起始点，极易造成累计误差。此外，对尺寸公差概念理解模糊也是关键因素，部分钳工未能充分认识到公差带的上下限对零件配合精度的影响，加工过程中仅追求尺寸数值接近设计值，忽视公差范围要求，导致零件在装配时出现间隙过大或过盈配合失效等问题。温度、湿度等环境因素同样会干扰尺寸测量的准确性。金属材料具有热胀冷缩特性，若在非标准温度环境下测量，零件实际尺寸与测量值存在偏差。测量工具自身的精度损耗也不容忽视，长期使用的量具因磨损、锈蚀导致刻度模糊或基准面变形，若未及时进行校准和维护，将直接影响测量结果的可靠性，最终导致加工零件的尺寸精度难以满足设计要求^[1]。

2.2 表面质量问题

零件表面质量与机械产品使用性能、寿命密切相关，而钳工操作过程中，表面粗糙度超标及加工缺陷问题亟待解决。（1）锉削环节，锉刀选型适配性是关键影响因素。当锉刀类型与工件材料特性、加工余量不匹配时，易引发质量问题。粗齿锉刀用于精密加工，难以实现表面光洁度要求，还会产生明显锉痕；细齿锉刀处理大余量材料，不仅效率低下，还会加速刀具磨损。锉削施力不均会导致加工表面形成波浪形起伏，曲面锉削时

若未把握正确轨迹与用力方向,局部过锉或欠锉现象便会出现。(2)在刮削操作环节,刮刀状态与操作手法是左右工件表面质量的核心要素。刮刀刃磨角度若不符合工艺要求,或刃口存在磨损、崩裂,易在加工表面留下犁沟状痕迹。操作过程中施力大小不均、频率紊乱,以及方向突变,都可能致使材料局部剥落,形成凹坑缺陷,严重影响工件表面的平整度与光洁度。(3)外部环境因素同样不可忽视,操作环境中残留的粉尘、碎屑若未及时清理,易在加工过程中嵌入工件表面形成硬质点,破坏表面完整性。这些表面缺陷影响零件外观,还会降低其耐磨性、密封性和抗腐蚀性,最终对机械系统运行性能产生负面影响^[2]。

2.3 形状与位置精度问题

形状与位置精度的控制是钳工机械操作的难点,圆度、圆柱度、平行度、垂直度等形位公差超标的情况时有发生。机床和夹具的正确使用是保证形位精度的基础,但部分操作人员对设备的调整和校准方法掌握不熟练。在使用台虎钳装夹工件时,若钳口平面与工作台面不平行,且未进行校准,加工后的平面将出现倾斜;使用分度头进行圆周分度加工时,若分度头主轴与工作台面垂直度存在偏差,会导致加工出的孔系或槽系位置精度超差。零件装夹环节的失误也是造成形位精度问题的重要原因。装夹时若未对工件基准面进行清洁,残留的铁屑或杂质会使工件定位不准确;夹紧力过大或作用点分布不合理,会导致薄壁零件发生弹性变形,加工完成后零件恢复原状,形位公差超出允许范围。在进行多工序加工时,若后续工序未以基准面为定位依据,随意更换装夹方式和定位点,会破坏零件各部分之间的相对位置关系。机床导轨磨损、主轴跳动等设备自身精度下降问题,也会在加工过程中引入额外的形位误差,严重影响零件的加工质量和装配精度。

3 提高钳工机械操作质量控制的方案

3.1 提升操作人员技能水平

(1)提升钳工机械操作质量的核心在于强化操作人员技能水平,而系统的理论培训是夯实专业基础的重要手段。机械制图课程的深度学习,可使操作人员精准剖析零件图纸,明确复杂结构的尺寸标注及形位公差标准,减少因识图错误引发的加工误差;深入研习公差配合知识,有助于理解各类配合设计原理,在加工过程中精确控制尺寸精度,保障零件装配契合度;金属材料课程学习则能帮助掌握材料特性,依据硬度、韧性等参数合理选择加工工艺与切削参数,规避因材料认知不足导致的刀具损耗与表面质量问题。通过构建系统的理论知

识体系,为实践操作提供坚实理论支撑。(2)实操训练是实现理论向技能转化的关键环节。专业化钳工实操训练基地需配备多元实训设备与零件模型,还原真实作业场景。锯削训练时,技师应指导操作人员掌握锯条安装角度、起锯方式及施力要点,通过反复练习形成肌肉记忆,提升锯割精度;锉削训练中,针对平面、曲面、沟槽等不同加工需求,技师需示范锉刀选型、握锉姿势与锉削轨迹,纠正力度不均、方向偏差等问题,确保加工表面粗糙度达标;钻孔训练时,技师应传授钻头装夹、定位校准及进给速度控制技巧,解决钻孔偏斜、孔径不符等问题。(3)凭借经验丰富技师的现场演示、问题诊断与针对性指导,操作人员得以逐步提高操作熟练度与精准度,在实际生产中高效完成各类加工任务,切实提升钳工机械操作质量^[3]。

3.2 强化设备与工具管理

设备的稳定运行是保障钳工机械操作质量的基础条件。制定详细的设备维护保养计划,需依据设备的使用频率、工作负荷及结构特性,明确不同设备的保养周期与保养内容。对于钻床,除了日常的清洁除尘、导轨润滑,还需定期检测主轴的径向跳动与轴向窜动,通过专业仪器校准主轴精度,调整轴承间隙,确保钻孔位置精度与孔径尺寸精度。对于磨床,要严格监控砂轮的磨损情况,及时修整砂轮外圆与端面,保证磨削表面的平整度与粗糙度。建立设备运行档案,记录设备的开机时长、故障现象、维修情况等信息,通过数据分析预测设备潜在故障,提前采取预防性维护措施,减少因设备故障导致的加工误差与生产中断,维持设备始终处于高精度运行状态。合理的工具选用与科学的工具管理是提升加工质量的重要保障。根据加工零件的材料属性、加工余量、精度要求,精准选择适配的工具。加工铸铁零件时,选用粗齿锉刀可提高锉削效率;加工有色金属时,为避免材料粘连,需选用细齿且齿纹稀疏的锉刀。刮刀的刃磨角度需根据刮削材料与刮削精度要求进行精细调整,以保证刮削表面的光洁度与接触精度。建立完善的工具管理制度,对工具进行分类编码,采用定置管理方式存放,确保工具取用便捷、存放有序。定期对工具进行精度检测与磨损评估,对于磨损量超出公差范围的量具,及时送校维修;对于刃口磨损的刀具,按照标准流程进行刃磨或更换。通过严格的工具管理,杜绝因工具精度下降或选用不当引发的加工质量问题,为高质量的钳工操作提供可靠的工具支持。

3.3 规范操作过程

(1)构建标准化作业体系是提升钳工机械操作质

量的核心基础。编制操作规程时,需对加工工艺流程进行系统性解构,精确界定各工序操作规范、工艺参数阈值及质量验收标准。以孔加工为例,从零件基准定位起始,明确样冲标记的技术参数,保障孔位坐标精度;依据零件几何特征与材料属性,制定差异化装夹方案,量化夹紧力控制指标,规避装夹变形对加工精度的影响;在切削加工阶段,建立钻头规格、工件材质与切削参数的匹配模型,防止因工艺参数失配引发加工缺陷;对后续精加工工序的操作要点进行标准化描述,形成完整的工艺控制文件,为操作人员提供精确的作业指导。(2)实施全流程质量管控是保障工艺规范有效执行的关键举措。配置专业质量控制人员,建立动态监控机制,要求监控人员熟练掌握工艺文件与质量标准,对操作过程实施实时跟踪。在加工准备阶段,重点核查零件定位、工装安装等基础工序的合规性;在加工过程中,采用计量器具对关键尺寸进行抽样检测,建立偏差预警机制;针对钻孔、成型加工等高风险工序,实施重点监控,确保加工精度满足设计要求。(3)构建问题闭环处理机制是持续改进加工质量的重要保障。质量监控人员发现违规操作或质量偏差,需立即采取纠正措施,通过现场指导、参数调整等方式消除质量隐患。建立质量问题追溯体系,分析问题产生的根本原因,优化工艺流程与操作规范,形成质量改进的良性循环,确保钳工机械操作质量的持续提升。

3.4 完善质量检测与反馈机制

完备的检测体系是把控钳工机械操作质量的最后一道防线。配备高精度的检测工具与设备,构建全面的检测流程。对于尺寸精度检测,根据零件尺寸公差要求,选用游标卡尺、千分尺、高度尺等合适的量具,严格按照测量规范进行操作,对零件的线性尺寸、孔径、深度等进行精确测量。表面质量检测借助粗糙度仪、显微镜等设备,量化评估零件表面粗糙度数值,观察表面微观形貌,判断是否存在划痕、凹坑等缺陷。形状与位置精度检测则利用百分表、平板、V型块等工具,通过测量圆度、圆柱度、平行度、垂直度等形位公差,综合评价

零件的加工质量。对每个加工零件进行全项目检测,确保产品质量符合设计要求,杜绝不合格品流入下一道工序。及时有效的反馈与改进机制是持续提升质量的关键。质量检测人员将检测结果详细记录并及时反馈给操作人员,针对不合格零件,组织技术人员、操作人员共同分析质量问题产生的原因。若因操作手法不规范导致尺寸偏差,为操作人员制定专项培训计划,进行针对性的实操训练,强化正确的操作方法。若因设备精度下降引发质量问题,立即安排设备维修人员对设备进行检修调试,重新校准精度。定期对质量检测数据进行统计分析,运用控制图、排列图等质量工具,找出质量问题发生的规律与主要影响因素,针对共性问题制定改进措施。若发现某类零件的表面粗糙度不合格率较高,可优化铰削、磨削等加工工艺参数,或改进刀具选用方案。通过不断的反馈与改进,实现钳工机械操作质量的持续优化与提升^[4]。

结束语

钳工机械操作质量控制是一项系统工程。通过实施人员技能提升、设备工具强化管理、操作流程规范及质量检测反馈完善等方案,可有效改善钳工操作质量。伴随制造业技术持续革新,钳工操作质量控制需与时俱进。融合智能检测、虚拟仿真等新技术与前沿工艺,动态优化控制方案,精准提升操作精度,方能顺应行业发展趋势,助力机械制造迈向高质量发展新台阶。

参考文献

- [1]陈加利,王彬根,蔡起跑,朱露根.机械零部件加工工艺优化与质量控制研究[J].工程建设(维泽科技),2025,8(3):83-85.
- [2]赖思彬.提高钳工机械操作的质量控制方案研究[J].数字化用户,2020(7):157-159.
- [3]陈学强,张贵宁.提高钳工机械操作的质量控制方案研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2020(10):00304-00304.
- [4]李红.提高钳工机械操作的质量控制方案研究[J].设备管理与维修,2019(18):92-93.