

浅谈提高钳工钻孔精度方法研究

毛孟高 郭少强

中航西安飞机工业集团股份有限公司 陕西 西安 710089

摘要:在现代机械制造领域,随着工业技术向高精度、复杂化方向发展,钻孔作为钳工的基础且关键操作,其精度直接影响产品质量与生产效益。本文阐述了钳工钻孔精度其在产品质量、生产效率及设备维护等方面的必要性,分析发钻头特性、工件属性和加工工艺等影响因素。提出了钻头刃磨与优化选择、精确划线定位、合理装夹与工艺控制等方法,并制定基于生产场景适配、技术培训与管理强化、持续改进机制构建的应用策略。研究成果为钳工钻孔精度提升提供理论与实践指导,对提高企业生产效益与产品竞争力具有重要意义。

关键词:钳工;钻孔精度方法;应用策略

引言:当前机械零部件对配合精度要求不断提高,钻孔精度不足易导致装配问题、增加生产成本并延误生产周期。但现有研究在钻孔精度提升的系统性方法与应用策略方面仍存在不足。本文旨在深入探究提高钳工钻孔精度的方法与应用策略,为解决实际生产中的精度难题提供有效方案,助力机械制造行业高质量发展。

1 提高钳工钻孔精度方法的必要性

随着工业技术向高精度、复杂化方向发展,探索并掌握提高钳工钻孔精度的方法已成为行业发展的必然要求,其必要性主要体现在以下几个方面。(1)从产品质量层面来看,钻孔精度直接关系到零件的装配质量与功能实现。在精密机械加工中,零部件之间的配合精度要求极高,钻孔的孔径误差、位置偏差或表面粗糙度不达标,都可能导致零件无法正常装配,或装配后出现松动、磨损加剧等问题,进而影响设备的整体性能与使用寿命。(2)在生产效率方面,高精度钻孔能显著减少因加工误差导致的返工、报废现象。当钻孔精度不足时,后续可能需要花费大量时间和精力进行修复或重新加工,不仅增加了生产成本,还会延误生产周期。而采用高精度钻孔方法,可一次性满足加工要求,减少材料浪费与时间消耗,提高生产效率。(3)提高钻孔精度对设备维护也具有重要意义。高精度钻孔能使零件之间的配合更紧密,减少因装配不当产生的额外应力和磨损,从而降低设备故障发生的概率,延长设备使用寿命,减少设备维护成本^[1]。

2 钳工钻孔精度的影响因素

钳工钻孔精度是一个受多因素综合作用的复杂问题,深入探究这些影响因素,是实现高精度钻孔的关键前提。其主要影响因素涵盖钻头特性、工件属性以及加工工艺等以下多个方面:(1)钻头特性因素。首先是钻头的几何

参数,钻头的顶角角度决定了切削刃的锋利程度和切削力分布,顶角过大或过小都会导致切削力不均,使钻孔出现孔径扩大或孔轴线偏斜;后角影响钻头后刀面与加工表面之间的摩擦,后角过大可能降低钻头强度,造成钻孔不稳定,后角过小则会增加摩擦,加剧钻头磨损。横刃斜度直接影响轴向力大小,横刃过长或斜度过小,会使轴向力增大,导致钻头容易偏移,影响孔的位置精度。钻头在使用过程中不可避免地会产生磨损,切削刃磨损后,切削性能下降,会使钻孔的表面粗糙度增加,孔径尺寸误差变大,严重时甚至导致钻头折断,影响钻孔精度和生产安全。(2)工件属性因素。工件材料的特性差异显著,硬度较高的材料会加剧钻头磨损,且在钻孔时容易出现钻头打滑现象,导致孔的位置精度降低;韧性较好的材料则易产生切屑缠绕,影响排屑效果,造成切削力波动,进而影响钻孔精度。在铝合金等软质材料上钻孔时,容易出现孔径扩张,而在淬火钢等硬质材料上钻孔则可能出现孔壁粗糙、尺寸偏差大等问题。工件的装夹方式直接关系到其在钻孔过程中的稳定性。若装夹不牢固,钻孔时工件会产生振动或位移,导致孔的位置和尺寸出现偏差;装夹方式不当还可能使工件产生变形,影响钻孔精度。(3)加工工艺因素。切削参数的选择对钻孔精度影响明显,切削速度过高会使钻头温度急剧升高,加速磨损,甚至产生积屑瘤,影响孔的表面质量;进给量过大则会导致切削力增大,使孔的轴线容易发生偏斜,同时也会降低表面精度^[2]。钻孔操作规范同样重要,起钻时若定位不准确,或钻孔过程中退钻、排屑不及时,都可能影响钻孔的精度和质量。

3 提高钻孔精度的方法

3.1 钻头刃磨与优化选择

钻头作为直接作用于工件的切削工具,其性能优劣对钻孔精度有着决定性影响。以下科学的刃磨方法与合

理的钻头选型,是保障钻孔精度的首要环节。(1)标准麻花钻刃磨技巧。标准麻花钻在钳工钻孔作业中应用广泛,其刃磨质量直接关系到钻孔的效率与精度。刃磨时,需严格遵循“两主刃对称,横刃短小”的核心原则。具体操作时,首先将钻头平稳置于砂轮中心水平面上,使主切削刃与砂轮外圆面保持约 59° 的夹角,同时确保钻头轴线与砂轮圆柱母线在水平面内的夹角等于顶角的一半,以此保证两主切削刃在长度和角度上的高度对称。在刃磨过程中,以钻头轴线为轴心,通过缓慢转动与上下摆动的协调动作,塑造出正确的后刀面形状,并将后角角度控制在 $8^\circ - 14^\circ$ 的合理区间。横刃长度通过修磨将其缩短至原来的 $1/3 - 1/5$,能够有效减小轴向力,显著提升钻头的定心能力。(2)特殊钻头的针对性应用。不同的工件材料和加工要求,对钻头的性能提出了差异化需求。面对淬硬钢、硬质合金等高硬度材料,含钴高速钢钻头或硬质合金钻头凭借其高硬度、优异耐磨性和强大的切削力承受能力,成为理想选择;在加工铝合金、铜合金等软质材料时,群钻结构的钻头通过独特的刃磨方式,可有效改善切削性能,避免出现孔径扩张、切屑堵塞等问题。针对深孔加工的特殊需求,枪钻或BTA深孔钻凭借良好的排屑性能与导向性,能够精准保证深孔的直线度和孔径精度。而在薄板材料加工中,三尖两刃钻则可有效规避孔口翻边、毛刺等缺陷,大幅提升加工质量。

3.2 精确划线与定位技术

以下精准的划线与定位是确保钻孔位置准确的基础,能够为钻孔作业提供可靠的引导,从源头上保障钻孔精度。(1)高度游标划线尺的精准使用。使用前,必须先对游标零位进行校准,确保测量数据的准确性。划线时,将工件平整放置在划线平台上,依据图纸要求,细致调整高度游标划线尺的高度,使划针精准接触工件表面,随后沿平台平稳移动划线尺,依次划出基准线和钻孔位置线。在整个划线过程中,保持划线尺的稳定至关重要,将划针与工件表面的夹角控制在 $45^\circ - 60^\circ$ 之间,能够使划出的线条清晰、准确。对于精度要求极高的划线任务,可采用多次划线法,先初步划出位置线,再进行反复精确调整与复核,确保线条位置的万无一失。(2)样冲眼的规范制作与作用发挥。制作样冲眼时,需将样冲垂直且精准地对准划线的交点或圆心位置,然后用手锤适度敲击样冲顶部,冲出一个大小和深度适中的小坑。样冲眼若过大或过深,会干扰钻孔精度;过小或过浅,则难以发挥定位作用。对于高精度钻孔,可先冲出浅坑,再利用中心钻钻出小导向孔,为后

续钻孔作业提供精确导向,有效防止钻头偏移。

3.3 合理装夹与工艺优化控制

以下合理的工件装夹方式与优化的加工工艺参数,是保障钻孔过程稳定、提升钻孔精度的重要保障。(1)工件装夹方式的科学选择。工件装夹方式的选择需综合考虑工件的形状、尺寸和加工要求。对于小型工件,平口钳装夹是常用且有效的方式,装夹时务必确保工件表面与钳口紧密贴合,并借助划针或百分表进行精确找正,以保证工件的水平度和垂直度。针对大型工件或不规则形状的工件,可采用压板、螺栓等装夹方式,操作过程中要精准把控压板的位置和力度,防止工件因受力不均产生变形。在装夹薄壁工件时,通过增设辅助支撑或增加装夹点,能够有效提高工件刚性,避免钻孔时因振动影响精度。对于高精度要求的钻孔任务,专用夹具凭借其根据工件特点定制的优势,可提供精准定位和可靠夹紧,为钻孔精度提供坚实保障。(2)加工工艺参数的优化与规范操作。在切削参数选择上,需依据工件材料特性和钻头类型,精准确定合适的切削速度和进给量。对于硬度较高的材料,应适当降低切削速度、减小进给量;对于软质材料,则可适度提高切削速度和进给量。切削液的合理使用在钻孔过程中同样不可或缺,其不仅能起到冷却和润滑作用,还能有效辅助排屑,提升钻孔质量^[3]。针对深孔加工,高压冷却方式可将切削液直接喷射到切削区域,确保冷却和排屑效果。

4 提高钳工钻孔精度方法的应用策略

4.1 基于生产场景的适配策略

不同生产场景对钻孔精度的要求和实现方式存在差异,只有结合生产特点制定适配策略,才能使提高钻孔精度的方法发挥最大效能。(1)单件与小批量生产的灵活应用。以异形模具零件加工为例,利用3D打印技术快速制作契合零件轮廓的工装夹具,能够精准定位,有效保障钻孔过程中工件的稳定性。在钻头选用上,依据每批次工件的材料特性灵活切换,对于铝合金等软质材料采用群钻结构改善切削性能,针对淬硬钢等硬质材料使用硬质合金钻头增强耐磨性。借助便携式测量工具,如电子数显卡尺、激光对中仪等,在加工过程中实时监测钻孔精度,一旦发现偏差,即刻调整,以此适应单件小批量生产的动态变化需求,确保每个工件的钻孔精度达标。(2)批量生产的标准化与自动化融合。通过制定详细的标准化作业流程,将精确划线、钻头刃磨、工件装夹等操作固化为标准操作规范,使每个生产环节都有章可循,操作人员严格依照流程执行,减少人为操作的不确定性。引入数控钻床、自动化装夹机器人等自动化设

备, 凭借其高精度的定位系统和稳定的加工参数控制, 大幅降低人为因素对钻孔精度的干扰。搭建在线监测系统, 对钻孔过程进行全方位实时监控, 一旦检测到精度异常, 系统迅速报警并自动进行补偿调整, 从而保障批量生产中钻孔精度的一致性和稳定性, 实现生产效率与产品质量的同步提升。

4.2 技术培训与管理强化策略

技术方法的有效应用离不开人员技能的提升和管理制度的保障, 通过以下策略构建培训体系和完善管理机制, 能够为提高钻孔精度提供坚实的人力和制度支撑。(1) 分层级技术培训体系构建。对于新入职钳工, 开展基础技能培训, 以标准麻花钻刃磨方法、高度游标划线尺使用规范、样冲眼制作技巧等基础知识和操作要领为核心内容, 采用理论讲解结合实操训练的模式, 帮助其快速掌握基础技能, 建立正确的操作规范意识。针对有一定经验的钳工, 组织进阶培训, 深入剖析特殊钻头的应用场景、复杂工件装夹方案设计、高精度钻孔工艺优化等内容, 通过实际案例分析、模拟操作演练等方式, 提升其解决复杂问题的能力。定期邀请行业专家开展技术讲座, 分享前沿的钻孔技术和工艺, 拓宽钳工的技术视野, 激发创新思维, 推动整体技术水平不断进阶, 为提高钻孔精度奠定坚实的人才基础。(2) 完善质量管理体系。建立严格的钻孔精度质量标准, 对孔径公差、位置精度、表面粗糙度等指标作出明确规定, 并构建质量追溯体系, 为每个钻孔工件赋予唯一标识, 详细记录加工过程中的各项信息, 确保一旦出现质量问题, 能够迅速追溯到具体操作人员和加工环节, 及时采取改进措施。

4.3 持续改进机制构建策略

钻孔精度的提升是一个持续优化的过程, 通过以下策略构建数据驱动和创新导向的持续改进机制, 能够不

断挖掘提升精度的潜力, 保持技术竞争力。(1) 数据驱动的工艺优化。通过收集和分析钻孔过程中的各类数据, 包括工件材料参数、钻头磨损数据、切削参数、钻孔精度检测结果等, 运用数据挖掘技术, 深入剖析影响钻孔精度的关键因素和潜在规律。通过对不同材料在相同钻孔工艺下的精度数据进行分析, 发现材料硬度与切削速度、进给量之间的内在关联, 进而优化切削参数组合。基于数据分析成果, 持续改进钻孔工艺方案, 对钻头刃磨角度、装夹方式、切削液使用方法等进行调整和优化, 实现钻孔精度的螺旋式上升, 推动生产工艺向更高水平发展。(2) 产学研合作与技术创新。企业将实际生产中遇到的技术难题提炼为研究课题, 与高校科研团队协同开展技术攻关, 共同探索新型钻头材料、创新钻孔工艺方法^[4]。

结束语: 本研究系统分析了钳工钻孔精度的影响因素, 提出了切实可行的精度提升方法与应用策略。通过优化钻头性能、精确划线定位、合理工艺控制等方法, 结合生产场景适配、技术培训与管理强化及持续改进机制, 可有效提高钻孔精度。随着智能制造技术的发展, 钳工钻孔精度研究应进一步与数字化、智能化技术融合, 探索新型材料与工艺。

参考文献

- [1]张冠兰. 浅谈提高钻孔位置精度的有效方法[J]. 职业,2019(23):126-127.
- [2]王宝红. 提高钳工钻孔位置精度的方法探索[J]. 现代职业教育,2017(9):114.
- [3]沈连水. 钳工实习中提高自由钻孔位置精度的几种方法[J]. 职业技术,2009(2):38-39.
- [4]朱平平. 浅谈如何提高钳工钻孔位置精度的方法[J]. 文存阅刊,2020(40):186.