

钳工铰孔过程中的常见问题及解决方案

聂豪 柴佳雄 任少飞

中航西安飞机工业集团股份有限公司 陕西 西安 710089

摘要: 钳工铰孔过程中常见问题包括孔径过大或过小、孔表面质量差、位置精度超差以及刀具异常磨损或损坏等。这些问题主要由切削参数不合理、铰刀设计或使用不当、冷却润滑不足、机床精度不够或操作不当等因素导致。解决方案包括优化切削参数、选择合适材料和几何参数的铰刀、改善冷却润滑条件、定期检查和维护机床设备、以及规范操作流程等。通过综合应用这些措施,可以显著提高铰孔加工的精度和效率。

关键词: 钳工铰孔过程; 常见问题; 解决方案

引言: 钳工铰孔作为一种精密加工方法,在机械制造领域扮演着至关重要的角色。然而,在实际操作过程中,钳工经常会遇到一系列挑战,如孔径超差、内孔表面粗糙度值高、铰出的内孔不圆以及铰刀使用寿命低等问题。这些常见问题不仅影响了加工质量和效率,还增加了生产成本。因此,深入剖析这些问题产生的原因,并探索有效的解决方案,对于提高钳工铰孔技术的水平、保障产品质量具有重要意义。本文旨在探讨钳工铰孔过程中的常见问题及其解决方案,以期对相关从业者提供有益的参考和借鉴。

1 钳工铰孔加工概述

1.1 铰孔加工的原理和特点

(1) 铰孔的定义与分类。铰孔是一种精加工方法,通过铰刀从工件孔壁上切除微量金属层,以提高孔的尺寸精度和表面粗糙度。根据加工孔的形状,铰孔可以分为圆柱形铰孔和圆锥形铰孔,分别使用圆柱铰刀和圆锥铰刀进行加工。此外,按使用方法的不同,铰刀还可以分为手用铰刀和机用铰刀,以适应不同加工环境和精度要求。(2) 铰孔加工的基本原理。铰孔加工的基本原理是利用铰刀的多个切削刃,以较低的切削速度对孔壁进行微量切削。铰刀的切削刃均匀分布在铰刀圆周上,通过旋转和进给运动,逐步切除孔壁上的余量,达到提高精度和细化表面粗糙度的目的。在铰孔过程中,切削液的使用也非常重要,它可以降低切削温度,减少切削阻力,提高加工质量和铰刀使用寿命。(3) 铰孔加工的主要特点。铰孔加工的主要特点包括:加工余量小,每次切削深度浅,因此切削负荷小,切削热少,不易产生积屑瘤;铰刀的齿数多,导向性好,切削平稳;加工精度高,表面粗糙度低,能够满足精密零件的加工要求;适用范围广,可用于加工各种材料,如钢、铸铁、有色金属等。

1.2 铰孔加工的设备与工具

(1) 铰孔加工所需的主要设备。铰孔加工所需的主要设备包括钻床、镗床或专用铰孔机床。钻床适用于小孔径的手工或机动铰孔;镗床则适用于大孔径和深孔的铰削;专用铰孔机床则针对特定孔径和加工要求设计,具有更高的加工精度和效率。在选择设备时,需要考虑工件的材质、孔径大小、加工精度要求以及生产批量等因素。(2) 铰刀的种类、结构与选择原则。铰刀的种类繁多,按结构可分为整体式铰刀、装配式铰刀、可调式铰刀等;按用途可分为手用铰刀、机用铰刀和浮动铰刀等。铰刀的结构主要由柄部、颈部和工作部分组成。柄部用于连接机床或手工工具,颈部则起到过渡和支撑作用,工作部分则是进行切削的主要部分。在选择铰刀时,需要考虑加工孔的精度要求、材料硬度、孔径大小以及加工环境等因素^[1]。一般来说,加工高精度孔时,应选择精度较高的铰刀,如浮动铰刀;加工硬度较高的材料时,应选择硬度较高、耐磨性好的铰刀;加工大孔径时,应选择刚性好的铰刀,以保证切削过程的稳定性。此外,还需要注意铰刀的切削刃数、螺旋角、校准部分长度等参数的选择,以满足加工要求。

2 钳工铰孔过程中的常见问题

2.1 孔径超差问题

(1) 孔径增大或缩小的现象及原因分析。孔径超差是指加工后的孔径尺寸与图纸要求不符,表现为孔径增大或缩小。孔径增大的原因可能包括:铰刀磨损严重,切削刃变钝,导致切削量增大;切削液使用不当或不足,使得切削热量无法有效散失,切削刃受热膨胀;切削过程中进给速度过快,切削量过大;工件材料硬度不均匀或工件存在内应力,导致切削过程中受力不均。孔径缩小则可能是由于铰刀选用不当,如直径偏小或切削刃角度不合理;铰削余量过大,切削力增大导致孔径收

缩；工件定位夹紧不当，使得工件在铰削过程中发生位移或变形。（2）孔径超差对工件性能的影响。孔径超差会直接影响工件的装配精度和性能。对于需要配合安装的工件，孔径超差会导致配合间隙或干涉，进而影响装配的牢固性和运动精度。对于密封要求较高的工件，孔径超差可能导致密封不良，造成泄漏或失效。此外，孔径超差还可能影响工件的强度和刚度，降低其使用寿命。

2.2 内孔表面粗糙度值高

（1）表面粗糙度值高的现象及产生原因。内孔表面粗糙度值高表现为孔壁表面不平整，有划痕、毛刺或波纹等缺陷。产生原因可能包括：铰刀切削刃刃口钝化，切削能力下降；切削液选用不当或供给不足，使得切削刃和工件表面摩擦增大；铰削余量分配不均，导致局部切削量过大；工件材料中含有杂质或硬度不均，使得切削过程中受力不均，产生振动^[2]。（2）高粗糙度对内孔质量和使用寿命的影响。高粗糙度的内孔表面会加速零件的磨损和腐蚀，降低其使用寿命。同时，高粗糙度还会影响零件的配合精度和密封性能，导致装配后的工件性能下降。此外，高粗糙度的内孔表面还容易积存污垢和杂质，影响零件的运动精度和稳定性。

2.3 铰出的内孔不圆

（1）内孔不圆的现象及原因分析。内孔不圆是指加工后的孔形状偏离圆形，表现为椭圆、多边形或波浪形等。产生原因可能包括：铰刀刚性不足，切削过程中发生弯曲或振动；工件定位夹紧不当，使得工件在铰削过程中发生位移或变形；铰削余量分配不均，导致局部切削量过大；切削液供给不足或选用不当，使得切削刃和工件表面摩擦增大，产生热变形。（2）内孔不圆对工件装配和性能的影响。内孔不圆会导致工件装配困难，甚至无法装配。对于需要精密配合的工件，内孔不圆会导致配合间隙不均，影响装配后的工件性能和稳定性。此外，内孔不圆还会加速零件的磨损和腐蚀，降低其使用寿命。

2.4 铰刀使用寿命低

（1）铰刀快速磨损或损坏的现象及原因。铰刀使用寿命低表现为铰刀在使用过程中快速磨损或损坏，需要频繁更换。产生原因可能包括：切削刃材料选择不当，硬度、耐磨性不足；切削刃设计不合理，刃口形状、角度不符合加工要求；切削液选用不当或供给不足，使得切削刃和工件表面摩擦增大；铰削余量过大或进给速度过快，导致切削负荷增大；工件材料硬度过高或含有杂质，使得切削刃磨损加剧。（2）铰刀使用寿命低对加工成本和效率的影响。铰刀使用寿命低会增加加工成本，

因为频繁更换铰刀会增加刀具采购和更换的人工成本。同时，铰刀使用寿命低还会降低加工效率，因为更换铰刀会中断加工过程，延长加工周期。此外，铰刀使用寿命低还可能影响加工质量，因为磨损严重的铰刀会导致孔径超差、表面粗糙度高等问题。

3 钳工铰孔过程中常见问题的解决方案

3.1 针对孔径超差的解决方案

（1）根据具体情况调整铰刀外径尺寸。铰刀的外径尺寸是直接影响孔径大小的关键因素。在实际操作中，钳工应根据工件的材质、硬度以及所需的孔径精度，合理调整铰刀的外径尺寸。对于硬度较高的材料，应选用尺寸稍小的铰刀，以避免因切削力过大而导致孔径扩大。反之，对于软质材料，则可选择尺寸稍大的铰刀，确保孔径达到设计要求。（2）优化切削速度与进给量。切削速度和进给量的选择对孔径精度有着重要影响。切削速度过快或进给量过大，都会导致切削力增大，进而造成孔径扩大。因此，钳工应根据材料的切削性能和铰刀的类型，合理设定切削速度和进给量。在实际操作中，可以通过试验法逐步调整，直至找到最佳的切削参数组合^[3]。（3）定期检查并校直铰刀，确保刃口锋利。铰刀的弯曲和刃口磨损是导致孔径超差的另一个重要原因。因此，钳工应定期对铰刀进行检查和校直，确保其在使用过程中保持良好的直线度和刃口锋利度。对于磨损严重的铰刀，应及时更换或刃磨，以避免对孔径精度造成不良影响。

3.2 降低内孔表面粗糙度值的措施

（1）选择合适的切削速度与切削液。切削速度和切削液的选择对内孔表面粗糙度有着直接影响。切削速度过快会导致切削热量增加，加剧工件和铰刀的磨损，从而增加表面粗糙度。而合适的切削液则能有效降低切削温度，减少切削阻力，提高表面质量。因此，钳工应根据材料的切削性能和铰刀的类型，合理选择切削速度和切削液。（2）减小铰刀主偏角，正确刃磨刃口。铰刀的主偏角是影响内孔表面粗糙度的另一个关键因素。主偏角过大，会导致切削力增大，切削热量增加，进而加剧表面粗糙度。因此，钳工在刃磨铰刀时，应合理控制主偏角的大小，确保其在切削过程中能够保持良好的切削性能。同时，刃口的锋利度也直接影响切削质量和表面粗糙度，钳工应确保刃口在刃磨后保持足够的锋利度。（3）控制铰孔余量，确保余量均匀。铰孔余量的大小和均匀性对内孔表面粗糙度有着重要影响。余量过大，会导致切削力增大，切削热量增加，进而加剧表面粗糙度；余量不均匀，则会导致切削过程中切削力波动，影

响表面质量。因此,钳工在铰孔前,应严格控制铰孔余量的大小和均匀性,确保其在切削过程中能够保持良好的切削性能和表面质量。

3.3 提高铰孔圆度的策略

(1) 选用刚性更强的铰刀,避免振动。铰刀的刚性是影响铰孔圆度的关键因素之一。刚性不足的铰刀在切削过程中容易产生振动,导致铰孔圆度不足。因此,钳工在选用铰刀时,应优先考虑其刚性性能,确保在切削过程中能够保持良好的稳定性和精度。(2) 增大铰刀主偏角,选择合适的刃带宽度。增大铰刀主偏角和选择合适的刃带宽度也是提高铰孔圆度的有效方法。主偏角增大,切削力会相应减小,切削热量也会降低,从而有利于保持铰孔的圆度。同时,合适的刃带宽度可以在切削过程中提供更好的支撑,减少振动,进一步提高铰孔的圆度。钳工在选择铰刀时,应根据工件材料和孔径大小等因素,综合考虑主偏角和刃带宽度的选择。(3) 选用合格毛坯,确保工件内孔表面无缺陷。毛坯的质量对铰孔圆度也有着重要影响。如果毛坯内孔表面存在砂眼、气孔等缺陷,那么在铰孔过程中这些缺陷很容易被放大,导致铰孔圆度不足。因此,钳工在选用毛坯时,应严格检查其内孔表面质量,确保无缺陷存在。对于存在缺陷的毛坯,应及时更换或进行修复处理^[4]。

3.4 延长铰刀使用寿命的方法

(1) 根据加工材料选择合适的铰刀材料。铰刀的材料对其使用寿命有着重要影响。不同材料对铰刀的磨损程度不同,因此钳工在选择铰刀时,应根据加工材料的类型和硬度等因素,选择合适的铰刀材料。例如,对于硬度较高的材料,应选用硬质合金铰刀;对于软质材料,则可选用高速钢铰刀。(2) 严格控制刃磨切削用量,避免烧伤。刃磨切削用量是影响铰刀使用寿命的关键因素之一。切削用量过大,会导致铰刀刃口过快磨损,甚至烧伤,从而缩短使用寿命。因此,钳工在刃磨

铰刀时,应严格控制切削用量,确保其在合理范围内。同时,刃磨过程中还应注意保持刃口的锋利度和平整度,避免刃口出现毛刺和凹凸不平的现象。(3) 经常清除切屑槽内的切屑,使用足够压力的切削液。在切削过程中,切屑会不断产生并堆积在铰刀的切屑槽内。如果切屑不能及时清除,会导致切削阻力增大,切削温度升高,从而加速铰刀的磨损。因此,钳工在切削过程中应经常清除切屑槽内的切屑,保持切削过程的顺畅。同时,使用足够压力的切削液也可以有效降低切削温度,减少切削阻力,延长铰刀的使用寿命。此外,钳工在铰孔过程中还应注意保持工作环境的整洁和安静,避免外界因素对切削过程造成干扰。同时,定期对铰刀进行维护和保养也是延长其使用寿命的重要措施之一。

结束语

综上所述,钳工铰孔过程中的常见问题不容忽视,但通过科学合理的分析与应对,这些问题均可得到有效解决。优化切削参数、合理选择并维护铰刀、改善冷却润滑条件以及严格把控操作过程,是提升铰孔质量和效率的关键。未来,随着技术的不断进步和工艺的持续优化,钳工铰孔技术必将更加成熟和完善,为机械制造领域的高质量发展贡献更大力量。我们期待广大钳工同仁共同努力,不断探索和创新,推动钳工铰孔技术迈向新高度。

参考文献

- [1]李国强.精密铰孔加工质量控制技术研究[J].机械制造与自动化,2022,(05):45-46.
- [2]王建军.难加工材料铰孔工艺参数优化[J].工具技术,2021,(08):72-73.
- [3]张明远.精密铰孔加工中的常见缺陷分析与质量控制[J].机械制造与自动化,2022,(04):47-48.
- [4]王立新.不锈钢材料铰孔加工技术研究进展[J].工具技术,2021,(10):103-104.