

影响机械加工表面质量的因素及改进措施

高 帅 王 勇 李海波

北京航天爱锐科技有限责任公司 北京 100076

摘 要: 在机械加工过程中, 表面质量是评价加工结果的重要指标, 其好坏直接影响到零部件的使用寿命和性能。因此, 正确理解影响机械加工表面质量的因素, 并采取相应的改进措施, 对于提高加工质量、降低成本和提高效率至关重要。

关键词: 机械加工表面; 质量因素; 改进措施

1 影响机械加工表面质量的因素

1.1 切削参数

切削参数包括切削速度、进给度和切削深度等。这些参数的选择直接影响到切削过程中的刀具磨损、切削力和表面质量。切削速度过高或过低都会对表面质量产生不利影响。如果切削速度过高, 可能导致切削热的快速集中, 引起表面烧伤或塑性变形, 从而降低表面质量。相反, 切削速度过低可能导致切削过程中切屑堆积或切削力过大, 也会影响表面质量。因此, 在机械加工过程中, 合理选择适当的切削参数是确保获得良好表面质量的关键。

1.2 切削力

切削力的大小直接影响工件在加工过程中的变形和表面质量。当切削力过大时, 会导致工件表面出现毛刺、撕裂和切削震动等问题, 进而影响工件表面质量的均匀性和光洁度。过大的切削力会引起工件的弹性变形和塑性变形, 使得工件表面产生不均匀的切削痕迹。这些不均匀的切削痕迹会造成表面粗糙度的增加, 从而影响工件的外观质量和尺寸精度。此外, 过大的切削力还会引起刀具振动和工件振动, 进而使得切削过程不稳定。这种切削震动会加剧切削表面的毛刺和撕裂现象, 导致表面质量下降^[1]。

1.3 刀具质量

优质的刀具能够提供更好的切削效果, 通过精确的刃口设计和高品质的材料制造, 使得切削过程更加稳定。这些刀具不仅能够减小切削力, 减少振动和变形, 还能提高加工精度和表面光洁度。相比之下, 低质量或磨损严重的刀具容易导致切削过程中的刃口失效、加工热和切削力的增加, 从而降低表面质量。因此, 在机械加工过程中, 选择优质的刀具并保持其良好状态对于获得高质量的表面至关重要。

1.4 机床精度和稳定性

机床的精度指的是机床在运动过程中实际位置与理论位置之间的误差大小, 而稳定性则反映了机床在加工过程中能否保持良好的动态性能。当机床的精度不高或稳定性不好时, 会引发加工误差, 导致表面质量下降。例如, 在零件加工过程中, 如果机床的工作台移动不准确或者存在振动, 就会产生不规则的加工刀痕, 从而影响表面的光洁度和平整度。另外, 机床的精度和稳定性还与切削力有关。当机床的刚度不足时, 在切削过程中会发生振动, 使得切削力难以稳定控制, 进而影响到加工表面的质量^[2]。

1.5 冷却液的选择和使用

冷却液的选择和使用对机械加工表面质量有着重要影响。适当选择合适的冷却液可以实现以下效果: 首先, 冷却液能够有效降低切削温度, 减轻工件和刀具的磨损程度, 从而提高机械加工的效率和质量。其次, 冷却液的使用可以有效减轻切削力, 避免因过大的切削力导致工件变形或损坏的情况发生。此外, 冷却液还能清洁切屑, 防止切削过程中产生的金属屑堆积在工件上, 进一步保障加工表面的光洁度和精度。

1.6 工件材料的选择

工件材料的选择对机械加工表面质量有重要影响。不同材料具有不同物理性质, 会对表面质量产生不同影响。在选择材料时, 需要考虑其可加工性以及对外部质量的影响。某些材料可能难以加工, 容易产生刀具磨损、表面粗糙度高等问题, 从而降低表面质量。同时, 材料的硬度、塑性等特性也会直接影响加工过程中的切削力和表面变形情况。

2 机械加工表面质量影响因素的改进措施

2.1 合理选择和调整切削参数

通过合理的切削速度、进给速度和切削深度的选择和调整, 可以使切削过程更加稳定, 提高加工效率和表面质量^[3]。首先, 切削速度过低会导致刀具与工件之间

的摩擦增大,切削力增加,容易造成毛刺、起痕等表面缺陷;而切削速度过高则会造成切削温度过高,引起材料软化、变形甚至烧伤。因此,通过根据不同材料的特性和加工要求,合理选择切削速度,能够保证加工表面的光洁度和平整度。其次,进给速度过快会导致切削过程中切屑无法及时排出,积累在切削区域内,容易产生凹痕和粘附现象;而进给速度过慢则会导致切削过程时间过长,容易引起刀具磨损。因此,根据切削工具和材料的特性,选择适当的进给速度,既能确保加工效率,又能提高表面质量。最后,过大的切削深度会导致切削力过大,容易引起振动和共振,从而影响表面质量;而过小的切削深度则会增加切削次数,延长加工时间。因此,在实际加工中,应根据材料的硬度、刀具的性能和工件的要求,选择适当的切削深度,以达到较好的表面质量。综上所述,合理选择和调整切削参数对于改进机械加工表面质量至关重要。通过合理选择切削速度、进给速度和切削深度,可以使切削过程更加稳定,提高加工效率和表面质量。这需要考虑材料的特性、切削工具的性能以及工件的要求,以求得最佳的切削参数组合。只有在实践中不断总结经验并进行优化,才能有效地提升机械加工表面的质量^[4]。

2.2 优化刀具选择

优化刀具选择是改进机械加工表面质量的重要措施。下面是一些详细的改进方法:刀具的硬度直接影响到切削过程中对工件的切削力和摩擦力,选择硬度高的刀具可以减少刀具磨损、延长使用寿命,并提供更稳定的切削效果。切削过程中,刀具与工件之间摩擦会导致刀具磨损,选择具有良好耐磨性的刀具能够减少刀具磨损的程度,保持刀具的锋利度,从而提高加工表面的质量。锋利的刀具能够更好地切削工件,减少切削力和切削温度,降低工件表面的粗糙度。因此,在机械加工过程中应选择具有锋利切削边缘的刀具,确保切削效果的最佳。刀具的设计和形状应与所加工工件的特性相匹配,例如,选择合适的切削角度、刀具尺寸和刀具材料等,以确保切削力的合理分布,避免过度磨损或不均匀切削。定期检查和维护刀具可以及时发现刀具的磨损、缺陷或失效情况,并进行修复或更换。这样可以确保刀具始终处于最佳状态,提供更好的切削效果和表面质量。总之,通过优化刀具选择,包括选择高硬度、耐磨损和锋利的刀具,并注意刀具与工件的匹配性,定期检查和维护刀具,可以改善机械加工的表面质量,提高加工效率和工件精度^[5]。

2.3 保持机床精度和稳定性

保持机床精度和稳定性是改善机械加工表面质量的重要措施之一。以下是一些详细的方法来实现这一目标:确保按照制造商的指导手册进行机床的定期检查和维护。这包括润滑系统的清洁和更换、传动系统的校准和紧固、电气系统的检查等。通过定期维护,可以避免机床因为部件磨损或松动而引起的误差。保持机床干净整洁,避免灰尘、切屑和其他污染物进入机床内部。定期清洁导轨、滚珠螺杆、线性导轨等关键部件,并使用适当的防护措施,如机床罩和护板,以防止外部环境对机床的影响。定期校准机床各个轴向(如X、Y、Z轴)的位置和角度,确保其与设定值一致。此外,还需要根据不同的加工任务,调整和优化机床的速度、进给、切削参数等设置,以保证加工的精度和稳定性。使用高精度的传感器来监测机床的运动和位置,并通过反馈系统实时调整机床的工作参数。这样可以及时纠正任何偏差或误差,并确保加工过程中的精度和稳定性。对于大型机床来说,内部应力是导致变形和误差的常见原因之一。采用适当的热处理、退火等方法,可以有效地减少材料的内部应力,并提高机床的稳定性和精度。振动是机床精度和表面质量的重要影响因素。通过采用合适的阻尼材料、振动吸收器、减振螺栓等措施,可以有效地减少机床的振动,提高加工的精度和表面质量。总之,通过定期维护、清洁和防护、校准和调整、传感器和反馈系统、应力消除以及振动控制等措施,可以保持机床的精度和稳定性,从而降低机床误差对加工表面质量的影响,提高加工的精度和表面质量^[1]。

2.4 正确使用和选择冷却液

冷却液在机械加工中起着重要的作用,可以对切削过程中产生的热量进行散热和降温,从而改善表面质量。不同的切削材料和切削方式对冷却液的需求有所区别。根据实际情况选择适合的切削液种类,如水溶性切削液、合成切削液、切削油等。对于高速切削、重切削或难加工材料,可能需要选择具有更好散热性能和抗磨损特性的切削液。控制冷却液的浓度对于保证切削温度的稳定至关重要。根据冷却液供应商提供的指导,准确调节冷却液的浓度以及稳定性,防止浓度过低或过高导致切削效果下降。此外,定期检查并维护冷却液的稳定性,及时更换过期的冷却液。确保冷却系统的正常运行非常重要。定期检查冷却系统的水泵、冷却器、喷嘴等部件,确保其工作状态良好。清洗冷却系统中的沉淀物和污垢,防止堵塞和影响冷却效果。此外,根据切削条件调整冷却系统的喷射位置和角度,以确保冷却液充分覆盖切削区域。在加工过程中,合理控制冷却液的供给

流量和温度对于降低切削温度和减轻切削力至关重要。增加冷却液的流量可以有效地带走热量,防止切削温度过高。同时,要确保冷却液的温度适中,不过低也不过高,以避免对切削质量产生负面影响。定期清洗冷却液系统,并使用合适的过滤装置去除其中的颗粒物和杂质^[2]。清洁冷却液可以有效减少切削过程中的摩擦和磨损,提高表面质量。使用合适的过滤装置可以延长冷却液的使用寿命,并降低维护成本。通过正确使用和选择冷却液,并结合以上措施,可以有效降低切削温度、减轻切削力、清洁切屑,从而提高机械加工的表面质量。

2.5 选择适当的材料

根据具体的加工要求和工件的用途,选择合适的材料。例如,如果需要高强度和耐磨性,可以选择硬度较高的材料;如果需要良好的导热性能,可以选择导热系数较高的材料。考虑材料的可加工性能,包括切削性、塑性变形性等。易加工的材料更容易获得较好的加工表面质量。一般来说,金属材料的加工性能与其晶粒结构、硬度和成分有关。某些材料(如铜、铝)具有良好的可加工性,而其他材料(如钛合金、高碳钢)则较难加工。不同材料对加工表面质量的影响也不同。一些材料容易产生划痕或氧化,而另一些材料可能会产生粘附或焊接。因此,在选择材料时,需要考虑其对加工表面质量的影响,并选择那些不易产生缺陷或有利于后续处理的材料。为了提高加工表面质量,可以采取以下改进措施:根据不同材料的特性选择合适的切削工具。切削工具的几何形状、刃口质量和材料都会对加工表面质量产生影响。使用尖锐并且质量良好的切削工具能够减少切削力和切削温度,从而改善表面质量。合理控制切削速度、进给速度和切削深度等切削参数,以避免过大的切削力和过热现象^[3]。过大的切削力会导致振动和表面变形,而过热则容易引起刀具磨损和表面氧化。在加工过程中使用适当的加工液,如切削液、冷却液等。加工液不仅可以冷却切削区域,降低切削温度,还能有效冲洗切屑和减少摩擦,提高表面质量。选择合适的加工方法和工艺路线,如铣削、车削、磨削等。不同的加工方法对表面质量有不同的影响,需要根据具体情况选择最合适的加工方法。通过选择适当的材料,并结合上述改进措施,可以有效提高机械加工的表面质量,达到更高的

加工要求。

2.6 注意工艺控制

合理选择刀具和加工参数,确保切削速度、进给速度和切削深度等参数适当。同时,对加工过程进行严格监控和控制,避免刀具撞击、过载和振动等问题的发生。选用高精密度的机床和加工设备,确保稳定可靠的性能,减少加工误差和振动对表面质量的影响。选择优质的刀具,并根据加工材料的特性和要求进行正确的刀具选择。使用尖锐且耐磨损的刀具,保证加工过程中的切削效果和表面光洁度。合理选择和应用冷却润滑剂,降低加工温度,减少摩擦和热变形,提高加工表面的质量和精度。对待加工的工件进行适当的清洁和去除表面氧化物等杂质,确保工件表面平整、无划痕和凹陷,以免影响加工后的表面质量。对机床和切削工具进行定期检修和保养,确保其良好运行状态^[4]。及时更换磨损严重的刀具和零部件,避免因设备老化引起的加工质量下降。通过以上改进措施,可以有效地提高机械加工过程中的表面质量,达到更好的均匀性和光洁度要求。

结语

总结起来,影响机械加工表面质量的因素众多,需要综合考虑切削参数、切削力、刀具质量、机床精度和稳定性、冷却液、工件材料等因素。通过合理选择和调整切削参数、优化刀具选择、保持机床精度和稳定性、正确使用和选择冷却液、选择适当的材料以及注意工艺控制等改进措施,可以提高机械加工表面质量,满足工件的使用要求,提高生产效率和产品质量。

参考文献

- [1]陈浩,李明,孙文华等.基于模糊综合评判法的机床刚度评价[J].精密制造与自动化,2020,32(2):26-29.
- [2]任卓,赵伟,魏晓东等.刀具磨损对铝合金加工表面质量的影响及改进措施[J].机械制造与自动化,2019(12):54-57.
- [3]韩晓明,卢开宇,张志伟.机械加工表面质量的研究与改进[J].工业控制计算机,2020,33(2):188-192.
- [4]王国权,宗金岭,刘鹏.机械加工中表面质量的影响因素及改进方法[J].机械工程与自动化,2019,48(2):93-97.
- [5]杨建秋,沈雷,周金凤.机械加工表面质量控制的影响因素及研究进展[J].机械制造与自动化,2018,47(4):59-64.