

机加工表面质量及其控制措施

桑 静¹ 刘自鹏²

1. 常州市喆钧智能科技有限公司 江苏 常州 213000

2. 中车戚墅堰机车车辆工艺研究所股份有限公司 江苏 常州 213000

摘要: 机械加工表面质量直接决定零件性能与寿命。其主要涉及表面粗糙度、完整度及硬度等方面,影响因素涵盖材料特性、机床与刀具条件、切削参数及冷却液选用。有效控制机加工表面质量需制定科学的加工流程,合理设置切削参数,选择合适的刀具材料,保养机床并精确定位零件品质。定期检测表面质量,针对问题采取调整措施,以提高整体加工效率和产品性能。

关键词: 机加工; 表面质量; 控制措施

引言: 在现代制造业中,机械加工表面质量是衡量零件品质的重要指标,直接影响零件的功能性、耐久性 & 整体性能。随着科技的进步和产业的发展,对机械加工表面的精度与质量要求愈发严格。本文深入探讨机械加工表面质量的影响因素及其控制措施,旨在通过科学合理的加工方法和有效的管理手段,提升零件的表面质量,为制造高精度、高性能的机械零件提供有力保障。

1 机械加工表面质量概述

1.1 机械加工表面质量的定义

机械加工表面质量涵盖了表面完整性、粗糙度、硬度等多个方面。表面完整性是指加工表面无裂纹、划痕、毛刺等缺陷,保持良好的几何形状和尺寸精度。粗糙度则反映了加工表面微小几何形状误差的大小,通常用表面轮廓算术平均偏差Ra来表示。硬度则是指加工表面1. ii 1. II ①面的硬度值,它决定了表面的耐磨性和抗变形能力。

1.2 表面质量的影响因素

(1) 材料性质。材料的塑性、韧性和脆性是影响加工表面质量的重要因素。塑性好的材料在加工过程中容易产生较大的变形,导致表面粗糙度增大;韧性好的材料在加工时不易断裂,但可能产生较大的塑性变形;而脆性材料则容易在加工过程中产生裂纹和崩裂,影响表面完整性。(2) 加工条件。加工条件主要包括切削参数、刀具和机床的选择。切削参数如切削速度、进给量和切削深度等直接影响切削力和切削热,进而影响表面粗糙度和硬度。刀具的几何形状、材料、刃磨质量和磨损程度等都会对加工表面质量产生影响。机床的精度、刚度、稳定性和运动精度等则是决定加工表面形状精度和尺寸精度的关键因素^[1]。

1.3 表面质量的重要性

(1) 耐磨性、耐腐蚀性、疲劳强度。表面质量良好的零件具有更高的耐磨性和耐腐蚀性,能够在恶劣的工作环境中保持较长的使用寿命。同时,良好的表面质量还能提高零件的疲劳强度,使其在交变载荷作用下不易发生断裂和失效。(2) 产品的使用寿命与可靠性。表面质量直接影响产品的整体性能和可靠性。表面粗糙度过大或存在裂纹等缺陷会导致零件在使用过程中迅速磨损或失效,从而降低产品的使用寿命。而表面质量良好的零件则能够保持较高的精度和性能稳定性,提高产品的可靠性和市场竞争力。

2 影响机械加工表面质量的因素

2.1 材料性质的影响

(1) 塑性材料与脆性材料的差异。塑性材料和脆性材料在机械加工中的表现截然不同。塑性材料如铜、铝等在受到切削力时容易发生塑性变形,导致切削区域的材料被挤压、拉长,从而在已加工表面上形成较大的粗糙度。此外,塑性材料在切削过程中还容易产生积屑瘤,这是切削刃前方被挤压的材料因高温高压而粘附在刀具上形成的瘤状物,它会进一步加剧表面粗糙度。相比之下,脆性材料如陶瓷、玻璃等在切削时容易发生脆性断裂,形成崩裂状的切屑,这会在零件表面留下微小裂纹或坑洞,同样影响表面质量。(2) 材料韧性对表面粗糙度的影响。材料的韧性是指其抵抗塑性变形和断裂的能力。韧性较高的材料在切削过程中更难以被切断,容易在刀具作用下发生较大的塑性变形,从而增大表面粗糙度。此外,韧性材料在切削时还容易产生较大的切削力和切削热,这些都会加速刀具磨损,进一步影响表面质量。相反,韧性较低的材料在切削时更容易被切断,形成的切屑也较为规则,有利于获得较好的表面质量。

2.2 机床与刀具的影响

(1) 机床精度与稳定性。机床的精度和稳定性是影响机械加工表面质量的关键因素之一。机床的精度决定了加工零件的尺寸和形状精度，而稳定性则决定了加工过程中的振动和误差。机床的精度不足或稳定性差会导致加工表面的形状和位置精度下降，表面粗糙度增大。此外，机床的导轨、丝杠等部件的精度和磨损情况也会影响加工表面的质量^[2]。(2) 刀具刃口质量、材料和几何参数。刀具的刃口质量、材料和几何参数对机械加工表面质量具有直接影响。刃口质量好的刀具能够减小切削过程中的摩擦和磨损，从而降低表面粗糙度。刀具材料的硬度和耐磨性也会影响切削过程中的刀具磨损情况，进而影响表面质量。此外，刀具的几何参数如前角、后角、切削刃的形状和角度等都会直接影响切削过程中的切屑形成和排出情况，从而影响表面质量。

2.3 切削参数的影响

(1) 切削速度、进给量、切削深度。切削速度、进给量和切削深度是切削过程中的重要参数，它们直接影响切削过程中的切削力、切削热和切屑的形成。切削速度过高会导致切削热增加，加剧刀具磨损和工件热变形，从而影响表面质量。进给量过大则会使切削力增大，导致工件表面产生较大的塑性变形和划痕。切削深度过大则可能导致刀具崩刃或工件破裂，同样影响表面质量。因此，合理设置切削参数对于获得良好的表面质量至关重要。(2) 切削参数对表面粗糙度和切削力的影响。切削参数对表面粗糙度和切削力具有直接影响。切削速度、进给量和切削深度的变化都会导致切削力和切削热的变化，进而影响表面粗糙度。一般来说，切削速度的增加会使切削温度上升，切削力减小，但过高的切削速度会导致刀具磨损加剧，使表面粗糙度增大。进给量的增加会使切削力增大，导致工件表面产生更大的塑性变形和划痕，使表面粗糙度增大。切削深度的增加则会使切削力急剧增大，可能导致刀具崩刃或工件破裂，严重影响表面质量。

2.4 冷却液的影响

(1) 冷却液的冷却、润滑、清洗作用。冷却液在机械加工过程中起着冷却、润滑和清洗的重要作用。冷却作用可以降低切削过程中的温度，减少刀具和工件的热变形，提高加工精度。润滑作用可以减小切削过程中的摩擦和磨损，降低切削力和切削热，从而减小表面粗糙度。清洗作用则可以冲走切削过程中产生的切屑和金属粉末，防止它们附着在刀具和工件上，影响加工质量和刀具寿命。(2) 冷却液选择不当的负面影响。冷却液的选择对于机械加工表面质量具有重要影响。如果选择的

冷却液冷却效果不佳，会导致切削温度过高，加剧刀具磨损和工件热变形，影响加工精度和表面质量。如果润滑效果不佳，则会导致切削过程中的摩擦和磨损增大，使表面粗糙度增大。此外，如果冷却液的清洗效果不佳，切屑和金属粉末会附着在刀具和工件上，形成积屑瘤或磨料磨损，进一步影响表面质量。此外，不合适的冷却液还可能与切削材料或切削油发生化学反应，导致表面腐蚀或变质，严重影响零件的性能和使用寿命。

3 机械加工表面质量的控制措施

3.1 拟定科学性的零件机械加工技术流程

(1) 加工时间的控制。加工时间的控制是确保表面质量的关键。一方面，加工时间过长可能导致工件过热，产生热变形，增加表面粗糙度，甚至引发材料性质的改变。另一方面，加工时间过短可能无法充分去除材料，留下加工痕迹，同样影响表面质量。因此，在制定加工计划时，应使用专业的加工模拟软件或依据经验公式，精确计算并设定合理的加工时间。同时，通过优化工艺路线和加工参数，提高加工效率，减少不必要的加工时间和能源浪费。(2) 零件品质定位。零件品质定位是机械加工前的关键步骤，它决定了后续的加工策略和参数选择。这包括对零件材料、尺寸、形状、公差等方面的精确测量和分析。品质定位的准确性直接影响加工过程的稳定性和最终产品的表面质量^[3]。因此，应使用高精度的测量工具，如激光测距仪、三坐标测量机等，对零件进行精准测量和定位。同时，建立完整的品质控制系统，确保所有测量数据准确、可追溯，为后续的加工过程提供可靠的依据。

3.2 切削参数的合理设置

(1) 优化切削速度、进给量、切削深度。切削速度、进给量和切削深度的选择应根据被加工材料的物理特性、刀具的切削性能以及机床的性能进行综合考量。过高的切削速度可能导致刀具磨损加剧，表面粗糙度增大；过低的切削速度则可能增加切削力和切削热，同样影响表面质量。进给量和切削深度的优化也需要根据加工要求进行调整。一般来说，较小的进给量和切削深度有利于获得较好的表面质量，但会降低加工效率。因此，在优化切削参数时，需要权衡加工效率和表面质量的要求，找到最佳的平衡点。(2) 切削液的合理使用。切削液在机械加工中起着冷却、润滑和清洗的重要作用。合理使用切削液可以显著降低切削过程中的摩擦和磨损，减小切削力和切削热，从而降低表面粗糙度。在选择切削液时，应根据被加工材料的切削性能和切削参数的要求进行匹配。同时，切削液的喷射方式和流量也

需要根据加工过程进行调整,确保切削液能够充分覆盖切削区域,起到良好的冷却和润滑作用。此外,定期更换切削液,保持其清洁度和性能稳定,也是确保切削效果的关键。

3.3 刀具的合理选择

(1) 刀具材料的匹配。刀具材料的选择应根据被加工材料的切削性能和加工要求来确定。常见的刀具材料有高速钢、硬质合金、陶瓷和立方氮化硼等。对于硬度较高或韧性较强的材料,应选择耐磨性更好的刀具材料,如硬质合金或立方氮化硼。对于切削速度较高的场合,应选择耐热性更好的刀具材料,如陶瓷。同时,考虑到刀具的成本和加工效率,应合理选用刀具材料,实现性能和成本的平衡。(2) 刀具几何参数的优化。刀具的几何参数,如前角、后角、切削刃的形状和角度等,对加工过程中的切削力、切削热和表面质量具有重要影响。优化刀具几何参数可以减小切削过程中的摩擦和磨损,降低切削力和切削热,从而提高表面质量。在选择刀具几何参数时,应根据被加工材料的切削性能和加工要求进行综合考量。例如,对于硬度较高的材料,可以选择较小的前角以减小切削刃与材料之间的摩擦;对于要求较高的表面质量,可以选择较大的后角以减小切削刃与已加工表面之间的摩擦。同时,根据加工过程中的实际情况,对刀具几何参数进行微调和优化,以实现最佳的加工效果^[4]。

3.4 机床的维护与保养

(1) 定期检查和调整机床精度。机床的精度是确保加工质量的关键因素之一。定期对机床进行检查和调整,可以确保机床的几何精度和运动精度满足加工要求。这包括对机床导轨、丝杠、轴承等关键部件的精度进行检测和调整;对机床的传动系统和润滑系统进行检查和维护;对机床的电气系统进行测试和调整等。通过定期的检查和调整,可以及时发现并消除机床的误差和故障,确保加工过程的稳定性和准确性。(2) 机床导轨、丝杠等部件的保养。机床导轨、丝杠等部件是机床精度和稳定性的重要组成部分。定期对导轨、丝杠等部件进行清洁和润滑,可以减小摩擦和磨损,延长使用寿命,提高加工精度和效率。在清洁和润滑时,应选择合适的清洁剂和润滑剂,按照规定的保养周期和方法进行操作。同时,避免使用劣质或过期的清洁剂和润滑剂,

以免对机床部件造成损害。此外,对于长期闲置的机床,应定期进行空运转和保养,以确保机床始终处于良好的工作状态。

3.5 表面质量的检测与评估

(1) 表面粗糙度、平整度、硬度的检测。表面粗糙度是评价机械加工表面质量的重要指标之一。通过使用表面粗糙度测量仪等高精度设备,可以对机械加工表面进行粗糙度检测,了解表面的微观不平度情况。平整度检测可以反映表面的整体形状精度和位置精度。硬度检测可以了解表面的硬度和耐磨性。这些检测数据为后续的产品质量评估和工艺改进提供了重要依据。在进行检测时,应选择合适的检测方法和设备,确保检测结果的准确性和可靠性。同时,对检测数据进行详细记录和分析,以便及时发现并解决问题。(2) 检测中的问题发现与调整。在检测过程中,如果发现机械加工表面质量存在问题,如表面粗糙度过大、平整度不达标或硬度不符合要求等,应及时进行调整。根据检测数据和分析结果,确定问题产生的原因,如切削参数不合理、刀具磨损严重或机床精度不足等。然后,针对问题产生的原因,采取相应的调整措施,如优化切削参数、更换刀具或调整机床精度等,以提高机械加工表面质量。

结束语

综上所述,机加工表面质量的控制是确保零件性能和使用寿命的关键环节。通过合理优化切削参数、选择适宜的刀具与机床、精心拟定加工流程并强化机床维护保养,以及实施严格的表面质量检测,我们能够显著提升机械加工零件的表面质量。未来,随着技术的不断进步和创新,我们将继续探索更高效的表面质量控制方法,为制造业的发展贡献力量。

参考文献

- [1]邢超华.影响机械加工表面质量的因素及控制措施[J].化学工程与装备,2021(13):174-175.
- [2]秦素玲.关于机械加工表面质量论述分析[J].山东工业技术,2019,(05):53-54.
- [3]张晋.机械加工表面质量对零件的使用性能的影响及控制措施[J].山东工业技术,2019,(03):21-22.
- [4]李文龙,玄洪中.浅谈机械加工零件表面的质量控制措施[J].科技与创新,2019,(08):70-71.