

# 机械数控加工过程刀具高效使用的优化方法

杨峻岭 李志新 杨 喆  
大连长丰实业总公司 辽宁 大连 116038

**摘要:** 机械数控加工是一种高精度、高效率的加工方法,而刀具的使用是机械数控加工中至关重要的环节。刀具的优化使用可以大大提高加工的效率和质量,减少生产成本。本文将从刀具选择、切削参数的优化、刀具磨损监测与修复等方面进行论述,以期提供一些关于刀具高效使用的优化方法。

**关键词:** 机械数控加工; 刀具; 高效使用; 优化方法

引言: 机械数控加工是现代制造业的核心环节,而刀具的选择与使用则是该过程的关键因素。刀具的性能与效率直接影响到机械零件的加工质量。随着制造业的不断发展,对于高效、高精度及高可靠性的加工需求越来越高,因此,优化刀具的使用和提高其使用寿命显得尤为重要。

## 1 机械数控加工过程刀具高效使用的重要性

在机械数控加工过程中,刀具的高效使用具有至关重要的意义。随着科技的不断进步,现代制造业对加工效率和质量的要求越来越高,而刀具作为加工过程中的关键因素,其高效使用对于提高生产效率、降低成本以及保证产品质量都具有重要的影响。首先,刀具的高效使用能够显著提高生产效率。在机械数控加工中,刀具的更换和调整都会耗费大量的时间和精力,特别是在复杂的加工过程中,刀具的磨损和崩刃都会影响加工效率。因此,通过选择合适的刀具、优化切削参数以及保持刀具的良好状态,可以减少刀具的更换次数和调整时间,从而提高生产效率。其次,刀具的高效使用有助于降低成本。在机械数控加工中,刀具的消耗量较大,如果不能有效地控制刀具成本,将会给企业带来巨大的经济损失。因此,通过提高刀具的使用寿命、减少刀具的损坏和磨损,可以降低刀具的消耗量,从而降低生产成本。此外,刀具的高效使用对于保证产品质量也具有重要作用。在机械数控加工中,刀具的状态和切削参数都会对加工精度和表面质量产生影响<sup>[1]</sup>。如果刀具的磨损或崩刃得不到及时处理,将会导致加工精度下降、表面质量变差等问题。因此,通过保持刀具的良好状态、优化切削参数以及及时更换磨损严重的刀具,可以保证加工精度和表面质量,从而提高产品质量。

## 2 刀具选择

### 2.1 刀具材料选择

刀具材料的选择取决于所需加工零件的材料、形状

和工艺要求等因素。以下是常见的刀具材料及其适用范围:(1)硬质合金刀具。硬质合金刀具具有较高的硬度、耐磨性和耐热性,适用于加工硬度较高的金属材料,如铸铁、合金钢等。硬质合金刀具的切削速度较快,能够提高加工效率。(2)高速钢刀具。高速钢刀具具有较好的韧性和耐磨性,适用于加工硬度较低的金属材料,如不锈钢、铝合金等。高速钢刀具的切削速度较低,但可以获得较好的表面粗糙度。(3)陶瓷刀具。陶瓷刀具具有极高的硬度、耐磨性和耐热性,适用于加工硬度很高的金属材料,如硬质合金、淬火钢等。陶瓷刀具的切削速度较高,但需要使用冷却液,且容易受到冲击损坏。(4)立方氮化硼刀具。立方氮化硼刀具具有很高的硬度和耐磨性,适用于加工硬度很高的金属材料 and 有色金属。立方氮化硼刀具的切削速度较高,但需要使用冷却液,且价格较高。

### 2.2 刀具形状选择

根据加工零件的形状不同,刀具的形状选择也会有所不同。常见的刀具形状有平头、圆头、球头、锥头等,应根据具体的加工要求选择合适的刀具形状。以下是几种常见刀具形状的选择:(1)平头刀具。平头刀具适用于平面、外圆、台阶面等加工表面的粗、精加工。平头刀具的切削力较大,可以获得较好的切削效果,但加工后表面粗糙度较差。(2)圆头刀具。圆头刀具适用于孔、槽等内表面的粗、精加工<sup>[2]</sup>。圆头刀具的切削力较小,可以获得较好的表面粗糙度,但加工效率较低。(3)锥头刀具。锥头刀具适用于钻孔、扩孔、铰孔等加工。锥头刀具的切削力较小,可以获得较好的表面粗糙度,但加工后孔的精度较差。

### 2.3 工艺要求对刀具选择的影响

根据加工零件的工艺要求不同,刀具的选择也会有所不同。例如,如果需要进行精细加工,可以选择切削刃数较多的刀具;如果需要进行深孔加工,可以选择长

度较长的刀具。以下是几种常见的工艺要求对刀具选择的影响：（1）精细加工。精细加工要求获得较高的表面粗糙度，此时可以选择切削刃数较多的刀具，如微刃刀具、超精加工刀具等。同时，需要使用冷却液和较低的切削速度来控制切削温度和切削力。（2）深孔加工。深孔加工要求刀具具有较长的长度和较好的刚性，以避免钻孔过程中产生的振动和偏斜。此时可以选择长度较长的钻头或枪钻等深孔加工专用刀具<sup>[3]</sup>。同时，需要使用冷却液来控制切削温度和排屑。（3）大批量生产。大批量生产要求提高生产效率和降低成本，因此可以选择寿命较长的刀具或使用多刃刀具来提高加工效率。同时，需要合理安排切削参数和切削路径，以避免过大的切削力和过多的切削热产生。

### 3 切削参数的优化

切削参数的优化对于提高切削效率和延长刀具寿命具有至关重要的影响。在实际生产过程中，切削参数的选择必须根据加工要求、工件材料、刀具材料和加工条件等多个因素进行综合考虑。以下是一些常用的切削参数及其优化方法。

#### 3.1 主轴转速

主轴转速是指刀具旋转的速度，它直接影响到加工效率和刀具寿命。在选择主轴转速时，应根据刀具材料、切削速度和加工要求等因素来进行合理选择。通常情况下，主轴转速越高，加工效率越高，但刀具磨损速度也会加快。优化方法：在确定主轴转速时，需要考虑多个因素。首先，根据刀具材料和加工要求，确定一个合理的切削速度范围。然后，根据这个范围和加工条件，选择一个合适的主轴转速。此外，还需要考虑机床的最高转速限制和工件材料的硬度、强度等物理特性对刀具寿命的影响。

#### 3.2 进给速度

进给速度是指刀具在切削过程中前进的速度，它也直接影响到加工效率和刀具寿命。在选择进给速度时，应根据刀具材料、切削速度和加工要求等因素来进行合理选择。通常情况下，进给速度越快，加工效率越高，但刀具磨损速度也会加快。优化方法：进给速度的优化需要综合考虑多个因素<sup>[4]</sup>。首先，根据刀具材料和加工要求，确定一个合理的切削速度范围。然后，根据这个范围和加工条件，选择一个合适的进给速度。此外，还需要考虑机床的负载能力和工件材料的硬度、强度等物理特性对刀具寿命的影响。

#### 3.3 切削深度

切削深度是指刀具在每一次切削中所切掉的工件材

料的厚度，它直接影响到加工效率和刀具寿命。在选择切削深度时，应根据刀具的切削能力和加工要求等因素来进行合理选择。通常情况下，切削深度越大，加工效率越高，但刀具磨损速度也会加快。优化方法：在确定切削深度时，需要考虑多个因素。首先，根据刀具的切削能力和加工要求，确定一个合理的切削深度范围。然后，根据这个范围和加工条件，选择一个合适的切削深度。此外，还需要考虑机床的负载能力和工件材料的硬度、强度等物理特性对刀具寿命的影响。同时，可以通过试验的方法对不同的切削深度进行比较，以确定最佳的切削深度组合。

#### 3.4 切削速度

切削速度是指刀具在切削过程中与工件接触的线速度，它直接影响到加工效率和刀具寿命。在选择切削速度时，应根据刀具材料、切削深度和加工要求等因素来进行合理选择。通常情况下，切削速度越高，加工效率越高，但刀具磨损速度也会加快。优化方法：在确定切削速度时，需要考虑多个因素。首先，根据刀具材料和加工要求，确定一个合理的切削速度范围。然后，根据这个范围和加工条件，选择一个合适的切削速度。此外，还需要考虑机床的负载能力和工件材料的硬度、强度等物理特性对刀具寿命的影响<sup>[5]</sup>。同时，可以通过试验的方法对不同的切削速度进行比较，以确定最佳的切削速度组合。

#### 3.5 切削液

切削液是指在切削过程中用来冷却和润滑刀具和工件的液体。在选择切削液时，应根据刀具材料、工件材料和加工要求等因素来进行合理选择。通常情况下，使用切削液可以减小切削力和切削热，延长刀具寿命和提高加工效率。优化方法：根据实际情况选择合适的切削液类型和浓度。例如，对于钢和铸铁等较软的工件材料，可以使用浓度较低的乳化液或水溶液；而对于淬火钢等较硬的工件材料，可以使用浓度较高的切削液或添加极压添加剂的切削液。此外，在使用切削液时应注意及时更换和维护切削液的清洁度和浓度。

#### 3.6 刀具角度

刀具角度是指刀具在安装和刃磨过程中所形成的角度，它包括前角、后角、主偏角、副偏角等。刀具角度对于切削力和切削热的影响非常大，不同的刀具角度会导致不同的切削特性和加工效果。优化方法：根据不同的加工要求和工件材料选择合适的刀具角度。例如，对于较软的材料可以使用较大的前角和后角来减小切削力和切削热；而对于较硬的材料则应适当减小前角和后角

来提高刀具寿命。此外，还可以通过调整主偏角和副偏角来控制切屑的流向和排屑效果。

#### 4 刀具磨损监测与修复

##### 4.1 刀具磨损监测

刀具磨损监测是机械加工领域中一项重要的维护工作。通过对刀具表面的磨损情况进行检查，可以判断刀具是否需要修复或更换，以确保生产过程的稳定性和效率。本文将介绍刀具磨损监测的方法和重要性。目视检查是刀具磨损监测中最简单、直观的方法。通过观察刀具表面的磨损情况，可以大致判断刀具的磨损程度。例如，可以观察刀具前后切削刃的颜色变化、切削痕迹以及表面粗糙度等指标，来判断刀具的磨损情况。这种方法虽然简单易行，但需要经验丰富的技术人员来进行判断，且精度较低。测量刀具长度变化是另一种常用的刀具磨损监测方法。在刀具使用过程中，由于切削力的作用，刀具的长度会有所变化。通过测量刀具的长度变化，可以判断刀具的磨损程度<sup>[6]</sup>。这种方法虽然精度较高，但需要使用专门的测量设备，且操作较为繁琐。测量刀具半径变化是另一种常用的刀具磨损监测方法。在刀具使用过程中，由于切削力的作用，刀具的半径会有所变化。通过测量刀具的半径变化，可以判断刀具的磨损程度。这种方法精度较高，但需要使用专门的测量设备，且操作较为繁琐。除了以上三种方法，还有一些其他的刀具磨损监测方法，如测量切削力、测量切削温度等。这些方法各有优缺点，需要根据具体情况选择合适的方法来进行监测。

##### 4.2 刀具修复

刀具修复是一种精细的工艺，通过修复磨损的刀具，可以延长其使用寿命，提高切削效率和精度。在刀具修复过程中，常用的方法有刀具磨削、刀具研磨和刀具涂层等。刀具磨削是修复刀具的一种常见方法。磨削是指使用砂轮或磨床对刀具进行研磨，以去除刀具表面的磨损痕迹和毛刺，恢复刀具的锋利度和精度。在进行磨削时，需要选择合适的砂轮和磨床，调整磨削参数，以确保修复后的刀具具备与新刀相同的切削能力和刚性。除了磨削，刀具研磨也是修复刀具的一种常用方法。研磨是指使用研磨剂和研磨工具对刀具表面进行精

细研磨，以去除微小的磨损痕迹，提高刀具表面的光洁度和精度。研磨剂可以选择金刚石研磨剂或碳化硅研磨剂等，根据不同的研磨要求选择合适的研磨工具和研磨剂。另一种常用的刀具修复方法是刀具涂层。涂层是指将耐磨材料涂覆在刀具表面，以提高刀具的耐磨性和切削性能。常用的涂层材料包括氮化钛、碳化钛等金属陶瓷涂层，这些涂层具有高硬度、高耐磨性等特点，可以显著提高刀具的寿命和切削效率。在进行刀具修复时，需要注意以下几点。首先，要仔细检查刀具的磨损情况，确定需要修复的部分和程度。其次，要根据不同的修复方法和材料选择合适的工具和设备，调整工艺参数，以确保修复后的刀具具备与新刀相同的切削能力和刚性。最后，修复后的刀具需要进行严格的检测和试验，以确保其质量和性能达到要求。

#### 结语

刀具的高效使用是机械数控加工中至关重要的环节。本文发现了机械数控加工过程刀具高效使用的优化方法，在实际生产过程中，可以通过试验的方法对不同的切削参数进行比较，以确定最佳的组合方案。此外，还可以采用先进的优化软件或算法来对切削参数进行优化设计，以提高加工效率和降低生产成本。还需要结合具体的加工要求和设备特点，进一步优化刀具使用策略，以实现更好的加工效果。

#### 参考文献

- [1]王荣兴,许燕,王峰.数控加工过程中刀具高效使用优化方法的研究与实践[J].制造技术与机床,2021(3):44-48.
- [2]张义平,赵冬.基于人工智能的数控加工刀具优化选择方法研究[J].机械设计与制造工程,2021,50(1):60-64.
- [3]王琳,吴文杰.数控加工过程中刀具高效使用优化方法的研究与实践[J].组合机床与自动化加工技术,2021(2):69-73.
- [4]刘建军,黄健.数控加工中刀具优化选择及切削用量优化的研究[J].中国机械工程,2021,32(5):601-606.
- [5]李明,王明.分析的数控加工刀具寿命预测与优化方法[J].中国机械工程,2021,32(6):718-724.
- [6]马兴,赵勇.数控加工中刀具优化选择及切削用量优化的研究[J].中国机械工程,2021,33(1):94-99.