

# Study on Rational Mechanical Design in Mechanical Manufacturing Process

Fengwang Chen Deju Yu Wenjuan Yang

Zhejiang Jialide Sports Technology Co., Ltd., Jinhua, Zhejiang, 321000, China

## Abstract

In mechanical manufacturing, rational mechanical design plays a pivotal role in enhancing productivity, reducing production costs, and improving product quality. With the continuous advancement of manufacturing technologies, green production and precision cutting have emerged as the primary development trends. This article elaborates on the critical role of mechanical design in manufacturing processes, analyzes key technologies in product manufacturing, and explores rational optimization strategies for mechanical design. These efforts aim to elevate product standardization and precision, ensure quality control, and establish a theoretical foundation for the sustainable development of the mechanical manufacturing industry.

## Keywords

mechanical manufacturing; mechanical design; green concept

# 机械制造工艺中的合理化机械设计研究

陈丰旺 于德举 杨文娟

浙江嘉立德运动科技有限公司, 中国·浙江 金华 321000

## 摘要

在进行机械制作的过程中, 合理的机械设计对提高生产率、降低制作成本以及提高产品品质都有着十分关键的作用。随着制作技术的不断发展, 绿色制作和精密切割是目前的主要发展趋势。文章主要阐述了机械设计在机械制作过程中的重要作用, 对产品制造工艺进行了关键性技术的分析, 并在此基础上对合理化的机械设计优化策略进行了研究, 以便于提高产品的标准化程度及精度水平, 确保产品质量, 为机械制造业的可持续发展奠定理论基础。

## 关键词

机械制造; 机械设计; 绿色理念

## 1 引言

作为整个制造过程中的一个重要环节, 机械制造工艺的质量直接关系着产品的精度、效率以及生产成本。面对市场上日益增长的高质量、高精度、高效率的机械产品的需求量, 机械设计在整个制造工艺中发挥的作用也越来越重要。传统机械设计的方法已经不能够满足当前制造的要求了, 为此, 合理的机械化设计成为目前的研究热点。

## 2 机械设计在机械制造工艺中的重要性

### 2.1 契合环保理念中的机械设计发展需求

绿色制造是当前制造业发展的主要趋势之一, 即在制造过程中考虑到资源的节约以及环境保护等方面的问题, 在机械设计中加入绿色设计理念, 则要求设计师不仅要注重产品本身的使用功能及性能, 还要考虑其对于环境造成的影响;

**【作者简介】**陈丰旺(1982-), 男, 中国浙江人, 本科, 高级经济师/工程师, 从事机电制造方面的研究。

通过对机械进行合理化设计, 实现机械制造过程中的材料节省, 降低能源消耗, 同时改进生产过程, 以减小对环境的影响, 比如在产品设计上减少原材料浪费、选用可以重复利用或者分解的原料、提升机器效率等等, 都可以有效地进行绿色化生产。

### 2.2 提升机械设计产品表面的精密度和光滑度

机械产品的工作面及外表面粗糙度对机械的功能和外形有重要影响, 在实际工作中, 表面粗糙度的质量好坏也决定了零部件之间的配合精度、工作性能及其使用周期。良好的机械设计通过对零部件的合理形状设计和加工方式来降低表面加工过程产生的误差, 保证零件表面粗糙度的要求。选用合适的材料及合理的加工顺序都可以对表面的质量进行有效的提升, 如采取高精度的数控加工或者精密研磨等方式, 就可以降低其表面粗糙程度, 并不会影响产品使用效果<sup>[1]</sup>。

### 2.3 提高机械设计生产效率

提高生产率也是机械制造行业的主要目的之一。合理

的机械设计可以有效改进生产工艺过程，通过减少不必要的工艺环节、对零件进行优化设计，缩短加工时间，提高生产率。比如在设计机械时考虑将零件自动化组装起来，减少人为操作，从而减少生产中停歇时间和调整时间。提升产线整体效益。另外，标准化设计还可以有效提升产品率，统一模、夹具的应用，降低工艺变更及设备调试的时间成本，实现生产的一致性和高效化。

### 3 机械制造工艺中的主要技术

#### 3.1 制作及技术程序

在机械制造中，制作技术和制作过程都是十分重要的，它们能为整个机械制造业的顺利运行提供有力保障。其中，制作技术尤为重要，在设计制作技术的过程中，首先应依据产品的需求以及相关的生产设备来制定相应的制作流程，并尽量避免重复操作及资源的浪费。缩短工序路线，合并某些环节，适当调整工序顺序可提高工效及产品质量的一致性。采用技术优化，可以减少材料的浪费，节约生产时间，降低成本，还可以提高产品合格率。通过对过程的设计，能增加整体系统生产的协调性及稳定性，保证质量的稳定及持续改进。

#### 3.2 零件装夹及定位

装夹定位作为机械加工中的重要环节之一，对加工精度以及加工效率都有很大的影响。合理的设计装夹及定位能很大程度上避免因零件的位置移动或者松动而产生的误差，保证各个加工过程的精确性。因此，在进行零件装夹定位的设计时，应从零件本身的形状、材料、加工方式等多个角度出发，正确地选用夹具及定位方法。例如，在对一些复杂的工件进行加工的过程中，采取多次定位以及夹紧的方法能够保证工件在加工过程中的稳定状态。正确的装夹有利于缩短加工时间，减少废品数量，节省材料，同时进行标准化的夹具及工、卡量具的设计可以达到高效率、统一性的生产<sup>[2]</sup>。

#### 3.3 科学合理的控制好加工精度

在机械生产过程中，加工精度控制非常重要，可以有效提升产品质量及性能。在进行机械设计的过程中，应该从源头降低加工误差的发生，保证产品精度符合规定标准。在设计过程中，根据零件功能需求以及应用环境，选择合适的材料和加工方式，防止由于材料不合适或者加工方式不合理而导致误差。其次，对于加工过程中的其他一些影响要素比如温度、设备精度、工具磨损等也要进行充分考虑并做出相应的措施进行控制，如采用高精度的数控机床、对零件进行温度控制、及时更换刀具等方法能有效地减小加工过程中的误差。合理的精度控制不仅能保障产品满足其功能性及产品质量的要求，而且可提高生产的效率，降低返工率和废品率。

### 4 以机械制造工艺的合理化为基础的机械设计

#### 4.1 尽可能提高机械设计的标准化水平

在确保机械制造加工过程合理的前提下，在机械设计

上进一步加强标准化建设，有利于实现各生产环节之间的紧密衔接，提高产品的合格率。而加强标准化理念的应用其实就是从设计的角度出发，通过规范化、统一化的标准来减少产品加工过程中出现的各种不连续性和不可控性因素。二是统筹协调整体产业链布局。对于产品的设计来说，合理的工艺是指所设计出来的产品能适合当前生产工艺进行制造，并且能够满足相关工艺的要求，因此，在设计的过程中应注重标准化的设计理念落实到每个零件的选择及结构安排以及安装等方面。

一是从零件的设计入手，尽量采用国家或行业标准件，比如滚动轴承、紧固件、传动齿轮等，这些标准件具有成熟可靠的使用性能，并可通过批量采购节约费用及仓储空间；二是通过模块化设计实现零件的标准化。采用标准化设计方法，即将一个机械产品的各个部件分解成具有相对独立功能而其输入、输出端口又趋于统一的一些标准单元，这样既可使得不同的产品之间能实现各单元间的互相调用替换，也便于在实际加工过程中减少对各种专用工装夹具的需求。例如在机床的设计中将机床的主要部件如主传动系统部分、进给系统部分及控制系统的部分进行标准化处理，则可缩短新产品的开发周期，并有利于产品制造中的加工、装配和调试环节的工作开展；另外标准化设计还包括制定统一的设计技术文件格式、图样画法、零部件编号方法、材料选用原则等等。保证设计信息在设计部门、生产部门、质检部门之间的正确传达，防止由于信息误差而造成的返改。采取以上系列化的设计方案可以大大缩减特殊零件的数量，缩小零件加工工序转换的频率，并增强产品的稳定性，为以后的大规模生产以及质量管理提供便利条件，这是机械加工工艺科学性的主要设计理念之一。

#### 4.2 在最大程度上有效提高加工质量

机械制造工艺合理化是以确保机械产品加工质量为主要目的进行的设计工作，在设计阶段结合设计及加工工艺，以提高机械产品质量为目标，因为机械产品加工质量会对其使用寿命产生影响，同时，由于存在合理的工艺过程限制了设计方案的应用范围，因此在设计过程中需保证方案在加工过程中的可行性以及可靠性。为避免由于设计和工艺分离造成质量问题，如对承受高频率载荷的机件，其材料需采用强度高的合金钢及相应的热处理工序，并在图纸上注明材料的公差及性能检查要求，以保障材料的质量能满足加工条件。再者，在结构设计上也要尽可能适应加工工艺的特点，不能设计出难于加工或者无法保证加工精度的零件。例如箱体类零件，在进行其设计的时候应该考虑好孔系的位置安排，保证其钻孔、镗孔等加工操作可以利用现有的机器一次装夹完成，降低由于多次装夹造成的定位误差。另外，还要考虑零件加工后应力的释放，应有合理的过度圆角及加强筋等结构来保证零件不会由于加工应力而产生形变影响加工质量。当然，工艺合理化的设计还包含对加工过程的质量风

险预先分析，并体现在设计方案上进行预防性控制。如针对薄壁类零件，在切削中易产生振动变形，可从结构上增加其刚性，同时采用适当的低速切削参数来确保加工稳定性。

#### 4.3 尽可能提升其加工精度的效率

加工精度是决定机械产品关键性指标之一，而以机械制造工艺合理化为基础开展机械设计工作，则可以通过实现设计及工艺之间的配合与完善，在源头上对加工精度进行保证。提高加工精度的过程实际上是在加工过程中通过对各类误差来源的把控来保证零件达到所规定的尺寸、形状以及位置等方面的要求，而设计过程的合理性则决定了其误差控制难度<sup>[3]</sup>。

基于工艺合理的机械设计首先要经过精密的理论计算和仿真，在确定零件的尺寸公差、形位公差等精度的同时也要保证其在现有工艺技术能力范围之内可以加工出来。如精密齿轮的设计就需要结合齿轮的传动比、承载力等需求，精确计算齿厚公差、齿形公差、中心距公差等，并配置相应的数控滚齿、磨齿等精密加工方法，避免精度指标定得高加工不出来或者精度指标定得低又不满足使用要求。另外，从结构上来说，应该考虑到加工过程中的定位以及装夹的稳定性，并对零件进行定位基准的合理化设计，使得其能够在加工过程中实现准确定位并均衡受力的效果。例如针对一些轴类零件，就可以运用两端中心孔作为定位方式，从而利用中心孔的精准定位效果来保障整个轴件的圆柱度、同轴度等内容达到预期的要求。其次，在进行设计的时候也应该尽可能地减少在加工过程中所出现的基准转换现象，避免基准转换所带来的累积误差；与此同时，在对工艺进行合理化设计的过程中也必须要考虑到应用精密加工技术的要求。例如，在设计需要进行数控加工的零部件时，应优化结构，以提升其可切削性，避免出现深腔、窄槽等难以通过数控加工完成的设计；在使用激光切割、电火花加工等特种精密加工技术时，应根据这些技术的特性，设计符合要求的零部件结构和材料选择。

#### 4.4 要着重关注绿色加工

在进行机械设计的时候应该从机械制造工艺的合理性出发，在整个机械设计过程中贯彻绿色加工的理念，让设计工作和生产工艺能够相互配合起来，最终达到绿色节能、低耗减排的目的，并且这也是当今时代下对于机械制造业提出的一个基本的要求。所谓的绿色加工并不单单只是使用绿色环保的原材料来进行生产制作而已，还包含着对原材料的选

择、加工技术以及废料回收利用还有产品环境友好性等方面的内容。而设计过程是整个产品的源头所在，在很大程度上决定了绿色加工能否合理地进行。

基于工艺合理的关注绿色加工首先是注重对绿色加工材料的选择，尽量采用可回收、可降解、低污染的绿色材料，并避免选用有毒有害元素的材料，在设计机械零件的时候可以选用强度高的铝合金以及工程塑料等材料，这种材料具有重量轻的特点而且可回收。可以减轻产品重量，并减少材料加工过程中的能耗及污染排放。另外是设计应考虑生产制造工艺的绿色化，在结构上尽量减少加工余量以减少切削过程中产生的废料及能耗。如对于铸件的设计，可通过对铸件结构进行优化设计，使铸件尽可能接近最终成品零件的尺寸大小，从而减小切削加工的余量，节约原料的同时也减少了机床加工耗电以及切削液用量。同时，在设计中也应当考虑在加工环节如何减少废弃物排放，如采用合理的零件结构形式，减少切削时所产生的切屑量，并使用可降解的切削液以及环保型涂镀层技术来降低加工过程对环境污染的程度；另外绿色加工理念还要求设计者在进行方案设计时要考虑产品的全生命周期环保性，从产品设计开始即考虑其拆卸及回收方法，以模块式设计为主，便于报废后的产品零件进行分类回收以及再次利用。

### 5 结语

综上所述，在机械制造工艺中对机械设计的合理性进行分析具有十分重要的意义，只有合理地进行机械设计，才能更好地提高生产的效率，并降低相应的成本，进而提高产品的质量水平；通过对机械设计进行合理的优化，不仅可以提高生产效率以及加工精度，而且可以达到绿色制造的效果，促进机械制造业向着可持续方向发展。相信在未来科学技术的发展下，对于机械设计将会有新的突破及变化，在智能化、自动化以及绿色环保方面会不断地进行完善。更好适应和服务于社会和市场需求。

### 参考文献

- [1] 李俊岭.机械制造工艺中的合理化机械设计研究[J].造纸装备及材料,2021,50(11):101-103.
- [2] 魏强,王平.机械制造工艺中的合理化机械设计研究[J].前卫,2023(5):31-33.  
横,2019,28(24):247-247.
- [3] 李胜.基于机械制造工艺中的合理化机械设计研究[J].石油石化物资采购,2020(21):95-95.