

机械优化设计在机械设计及加工中的作用

Role of Mechanical Optimization Design in Mechanical Design and Processing

刘伟¹ 王小芳²Wei Liu¹ Xiaofang Wang²

1. 威海拓展纤维有限公司 中国·山东威海 264202

2. 良美精密机械有限公司 中国·山东威海 264202

1. Weihai Expanding Fiber Co., Ltd., Weihai, Shandong, 264202, China

2. Liangmei Precision Machinery Co., Ltd., Weihai, Shandong, 264202, China

摘要: 优化设计已成为现代机械设计理论和方法中的一个重要领域, 并且越来越受到从事机械设计的科学工作者和工程技术人员的高度重视。当前机械制造使用的现代化工艺和生产使用的相关技术都以智能化和自动化为基础, 使得整个制造生产的技术水平有了质的提升。分析和探讨机械制造过程中的现代化工艺和新兴的加工技术, 能有效提高机械制造企业的生产能力, 助力机械制造企业获得更高的经济收益。

Abstract: Optimization design has become an important field in modern mechanical design theory and methods, and is increasingly valued by scientific and engineering technicians engaged in mechanical design. The modern processes and related technologies used in current mechanical manufacturing are based on intelligence and automation, which has led to a qualitative improvement in the technical level of the entire manufacturing production. Analyzing and exploring modern processes and emerging processing technologies in the mechanical manufacturing process can effectively improve the production capacity of mechanical manufacturing enterprises and help them achieve higher economic benefits.

关键词: 机械设计; 机械优化设计; 加工

Keywords: mechanical design; mechanical optimization design; machining

DOI: 10.12346/etr.v5i2.7729

1 引言

机械优化设计为工程设计提供了一种重要的科学设计方法, 使得在解决复杂设计问题时, 能从众多的设计方案中找到尽可能完善的或最适宜的设计方案。在设计过程中, 常常需要根据产品使用的要求, 工况及操作环境, 合理确定各种参数, 如重量、成本、性能、承载能力等, 以达到最佳的设计目标。

2 机械优化设计的意义

机械设计是产品制造加工过程中的重要环节, 相较于机械制造, 机械设计过程中严格遵守相应的设计规范、设计标准等。设计者需要密切关注机械产品的功能, 采用最新的设计标准、设计理念、最前沿的材料等各种因素。从宏观层面

来说, 只有不断优化机械设计和制造工艺, 改进设计及制造工艺流程, 合理利用机械设计策略, 才能满足机械设计制造的要求。

传统机械设计, 设计人员更多依赖的是经验, 或者在设计过程中常常采用比对的方法, 即根据现有的或相类似的设备, 在加上一定的安全系数, 采用类比方法或经验方法时, 往往同种设备, 因不同设计人员设计出的设备相差比较大。例如, 在一些中小工厂, 在设计设备主轴时, 设计人员为保证安全, 人为增加了主轴计算公式中 $[\tau]$ 的取值, 计算出来的主轴直径比:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{9.55 \times 10^6}{0.2[\tau_r]} \sqrt{\frac{P}{n}}} = A \sqrt[3]{\frac{P}{n}}$$

【作者简介】刘伟(1978-), 男, 中国山东威海人, 本科, 工程师, 从事化工机械研究。

现有设备主轴大很多,后来设计人员再遇到此类设备时,又在此基础上增加了安全系数,这就导致相同的设备,尺寸原来越大,既造成了材料的浪费,又增加了产品的成本,降低了产品在市场上的竞争力。因此优化机械设计在机械设计中得到越来越多中小企业的重视^[1]。

3 机械优化设计的应用

3.1 机械优化设计在选材方面的应用

选材是机械方案确定后的第一任务,材料直接影响着产品的性能,使用寿命,在纷繁复杂的众多材料中,应用优化选材系统,输入机械设计常用的备选材料,如轴常用材料,即 Q235、35、45、40Cr 等,系统能很快计算出材料的需用应力,材料的安全系数等设计所需数据,设计人员据所得到的数据,并根据产品工况快速做出判断,确定采用的最佳材料。选用的材料既能保证零件的强度、刚度,又能兼顾零件的经济性。选择机械设计加工材料时,在满足使用性能的基础上,必须充分考虑到机械使用材料的物理性能、化学性能、材料的可加工性能、价格、工艺性能等多方面的因素,根据机械设计加工的具体要求,充分考虑到机械零件表面的物理性能,选择性价比较高的机械零件材质,这样才能充分提高机械加工的效率,减少误差存在的可能性,避免不必要的支出和浪费,降低设计成本,通过提高产品质量,提高生产企业的核心竞争力。特别是在大规模的机械生产加工过程中,必须不断对加工材料的属性进行优化,对于加工材料的性能指标、结构尺寸等诸多参数进行考量,对机械设计加工的具体程序进行简化,不断提高生产、加工的效率。

3.2 机械优化设计在设计过程中的作用。

随着计算机技术的及专业软件的发展,设计过程中融入的机械优化设计越来越多,并对设计人员提出了更高的要求,三维软件及专业分析软件走在了设计的前沿。以前,三维软件从原来的建模为主要功能向以建模、模拟、分析为主要方向转变。如图 1 所示的一个材质为普通碳素钢 Q235 的支架。传统设计过程中,用经典力学或弹性力学不易完成强度计算,这就需要用专业三维软件建模,然后利用三维软件自带分析模块或专业的分析软件对其进行静强度受力分析,得出如图 2 所示的应力分布图和图 3 所示的应变分布图。

从图 2 中得知最大应力位于圆孔下端的筋板的根部,最大应力为 8.4×10^7 ,支架材料的屈服强度为 $2.24 \times 10^8 \text{MPa}$,用材料的屈服强度除以最大支架的最大应力,得到安全系数 $n = 2.24 \times 10^8 / 8.4 \times 10^7$,即 $n = 2.66$;从图 3 中得出支架的最大应变为 1.117×10^{-1} ,即 0.117mm 。然后,设计人员再根据数据查阅相关的机械设计标准和规范,看安全系数及变形量是否符合机械设计标准并给出判断结果,如果不符合,则需要增加支架的筋板厚度,再次进行分析计算,直至得到最优结果。这样就极大缩短了产品开发周期,节省了传统机械设计中的制作,上机实验等环节,降低了企业的成本,提高了产

品适应市场的能力。此外,在设计过程中,可以通过改变支架的壁厚,使零件结构达到最优化,从而提高产品竞争力。甚至有的三维零件模型可以直接由数控机床读取,用于数控加工。除此之外,热场、频率、疲劳等不容易用传统方法取得数据的实验,都可以用相关的专业软件进行分析,从而使设计更加直观,看得见,使得设计有数据支撑,更便于同客户进行交流^[2]。

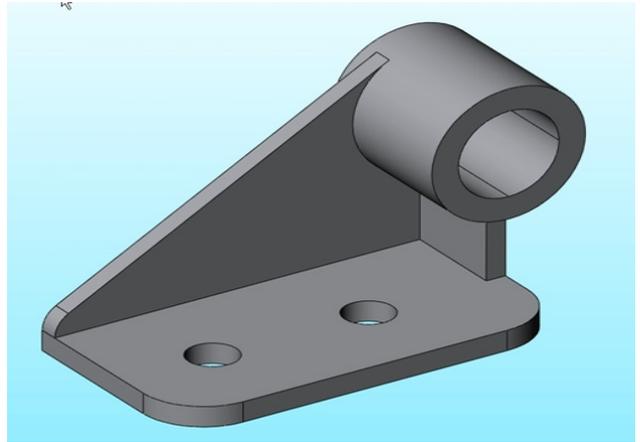


图 1 支架

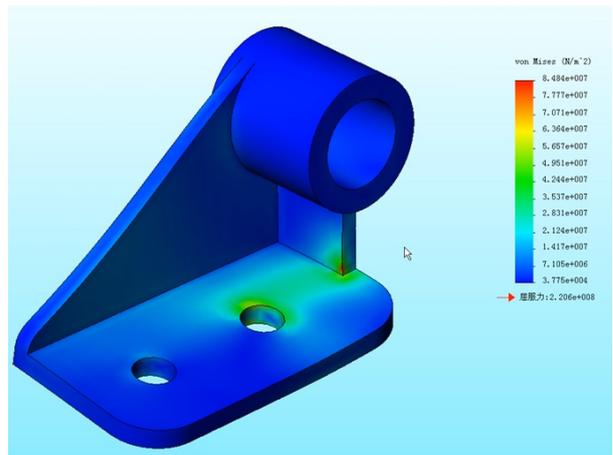


图 2 应力分布图

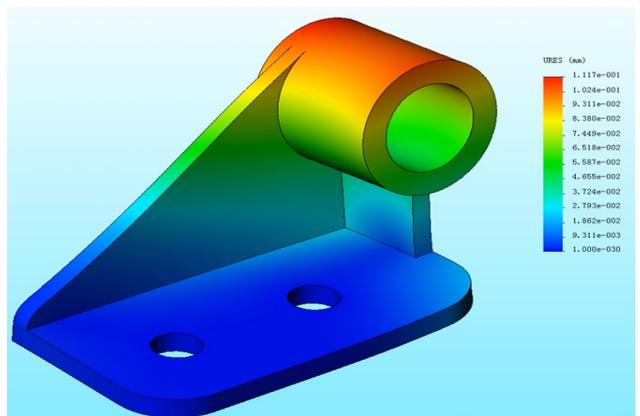


图 3 应变分布图

3.3 机械优化设计在装配过程中的作用

在装配过程中,用机械优化设计实现虚拟装配,在装配前获得可靠的装配数据,如施加的压力或载荷,装配后零件的变形。根据这些数据,可以在装配过程中采取相应的措施,保证装配质量,避免出现因操作不当,造成装配事故。如图4所示,两个不同材质圆环过盈配合。两种不同材料的两个元环采用过盈配合装配,内环保持较高的耐磨性,外环起支撑作用,这在机械设计中经常用到,虽然根据GB/T5371-2004《公差与配合过盈配合的计算和选用》标准中的公式 $p_{\text{min}}=F_M/(\pi \times d_f \times l_f \times \mu)$, $\delta = \delta_{\text{emin}}+2(S_o+S_i)$ 计算出承受的轴向载荷和最小过盈量,但计算步骤繁琐,且计算出的轴向压力和过盈量根据传统公式计算出的计算结果与实际情况是否相吻合,无法验证其计算结果的正确性,而通过采用专业软件,如ANASY、Solidwork Similation等专业软件或插件进行受力分析,得出图4分析结果,用以验证通过根据标准人工计算出的轴向压力结果是否正确。根据图4数据图像,可以读取两环过盈装配后的应力、应变情况,以及装配时需要施加的轴向载荷,因此可以制作相应的工装,用于装配过程中,对零件起保护作用,避免外环变形过大,影响装配质量。

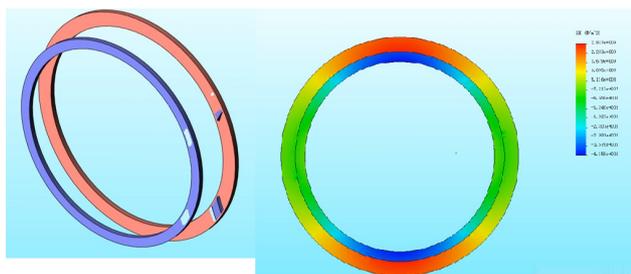


图4 两个不同材质圆环过盈装配

3.4 机械优化设计在产品加工过程中的应用

在当前现有的加工技术条件下,从零件的下料到加工,都可充分考虑采用先进的加工制造技术,如下料采用激光或水刀技术下料,能大大降低材料的损耗,并且节省了传统下料后续工序——铣边、去除毛刺和飞边等工序。机械加工采

用数控加工,以保证机械加工零件精度达到预期的要求,提高精度最常见的操作方式就是增加零件的打磨光滑度和切割平整度。针对人力手工切割过程中容易造成的切割不均、大小不一或者切面不平整等问题,工作人员必须在现代机械加工当中不断提高切削刀具的使用性能,提高切削的精密程度。还需要不断改进机床等设备,加强生产加工器械各方面的性能创新,提高机床的抗震性能,关注在加工过程中机床主轴的运转速度,积极进行零件加工的误差分析,及时对操作误差进行发掘和研究,特别是对于生产工具、机床和工业零件方面的误差,应当进行全方位的分析,找出问题根源,尽可能缩小误差值,防患于未然。此外,还应当积极引进计算机信息技术等先进的生产设备,以便对产生的误差进行监控和数据分析。只有尽最大努力把误差控制在小范围之内,才不会对机械精度造成大面积的影响,应当积极采取相应措施,实现加工技术补偿,如对于数控机床在运行中产生的误差,可以对其进行数字化操作并加强日常的维护保养,以矫正磨损,缩小误差,提高机械零件加工的精细化程度^[3]。

4 结语

采用优化机械设计与机械制造工艺相结合的方法,是保证机械产品质量的重要保障,也是提升机械产品质量和效益的关键。论文对优化机械设计在产品设计及机械制作流程中常用的方法进行了分析,将这些技术融入机械设计制造加工中,是今后机械加工发展的趋势,也是提升产品竞争力的必然要求。因此,需要相关机械制造企业不断提升对技术的重视度,整合优质的机械优化设计方法、合适的制造工艺和超前的加工技术,促进自身的机械产品质量水平不断提升。

参考文献

- [1] 王琪,胡海燕.基于机械设计制造及其自动化未来发展方向的研究与思考[J].电子世界,2014(16):93-93.
- [2] 武兴荣.现代化机械设计制造工艺及精密加工技术分析[J].中国设备工程,2023(6):109-111.
- [3] 方建荣,杨玉贵.现代化机械设计制造工艺及精密加工技术分析[J].大众标准化,2021(9):250-252.