

机械设计过程中零件结构合理性问题研究

马家浩

(沧州市永高农牧机械科技有限公司 河北 沧州 061000)

摘要: 零件是机械的基础组成, 零件结构是否合理直接影响着机械的性能能否有效发挥。因此, 如何优化机械零件合理性设计一直是设计人员需要重视及深入研究的课题。文章以机械零件结构合理性设计为研究对象, 分析了其基本原则, 又结合实际工作经验探索了优化机械零件结构合理性设计的措施及方法。

关键词: 机械设计; 零件结构; 合理性; 原则; 方法

0 引言

工业化及科技快速发展, 对机械零件提出了更高的质量要求。再加上现在机械零件的结构越来越复杂且多样化, 无形中也增加了机械零件生产的难度。而要保证机械零件的质量及适用性, 首要工作就是对机械零件的结构进行合理化设计。若设计不合理, 则必然会导致生产的零件不能使用, 或者根本就无法生产加工, 这样不仅会对整体生产进度产生不利影响, 而且也会影响企业的经济效益。因此, 机械零件结构的合理性设计对机械加工生产有着深远的指导意义, 既能保障机械生产加工的进度及效益, 也有利于提高零件性能, 降低生产消耗。

1 机械零件结构合理性设计的基本原则

1.1 零件结构与原材料相适应的原则

通常情况下, 零件材料确定之后, 其具体的生产工艺流程及性能等也就基本确定了。但是因为不同的结构材料所产生的性能也存在差异, 主要表现在力学性能、物理性能和化学性能等方面。所以, 确定零件结构材料之后, 在设计过程中, 应根据材料工艺性能特点进行设计, 以便确保设计出的零件的性能与材料工艺性能相符, 进而提高机械零件的适用性。比如, 某机械零件的生产材料为铸铁, 由于铸铁材料有着良好的铸造性能, 所以该机械零件制作生产应选择铸造工艺, 这样便可以使零件的制作加工工艺跟材料性能相符合。同时, 依据铸铁零件的结构性能要求, 采取薄壁结构设计, 避免实心操作, 可有效提高该零件的适用性。再比如, 生产凸轮轴的时候, 原材料确定为 45# 钢材, 则凸轮轴生产应选择锻造工艺, 并对凸轮轴采取实心设计, 这样既能保障凸轮轴的结构性能及质量跟原材

料相适应, 也能使凸轮轴的设计及生产成本得到合理化的降低, 进而实现良好的生产效益目标。

1.2 零件结构跟毛坯成型工艺相适应的原则

机械零件的毛坯形状不同, 则应用的成型工艺也是不同的, 同时, 毛坯的成型工艺也会影响最终的毛坯结构。比如, 在加工生产结构形状比较复杂的机械零件时, 通常设计时会应用铸造成型工艺, 因此, 铸造成型工艺不仅可以适用制造芯子等结构形状多变的零件, 而且也能加工出复杂的内腔。同时, 也可设计中空结构来增强机械零件整体的刚性, 以合理减少零件的用料。而在制造结构复杂的箱体零件时, 通常设计中会应用焊接成型工艺来进行加工, 但是焊接箱体时, 箱体的内腔不宜太复杂, 否则焊接难度就会增大, 进而影响箱体的焊接质量。

2 优化机械零件结构合理性设计的方法

2.1 加强零件加工工序的合理化设计

合理的加工工序可以有效地节省机械零件的加工时间, 加快整体生产进度。因此, 在机械零件的设计过程中, 要结合零件结构的具体材质、造型及工艺要求等选择合适的加工工艺, 减少人力、物力及资金等方面的不必要消耗, 在保障零件加工质量的同时, 实现成本的合理化降低。比如, 零件 A 的两个表面 (图 1), 一个是水平的, 一个是倾斜的, 采取同步加工显然是行不通的, 因此, 设计加工工艺时, 应适当调整角度再进行第二个倾斜面的零件加工, 以保证零件加工质量。零件 B 的两个表面虽高度不一样 (图 2), 但都是水平的, 且相互平行, 因此, 在零件设计时, 可通过增设一对砂轮或刀具来同时完成两个表面的加工, 这样可简化工序, 节省生产时间及成本, 进而提高经济效益。

2.2 选择合适的毛坯类型

毛坯类型是影响机械零件加工质量的重要因素之

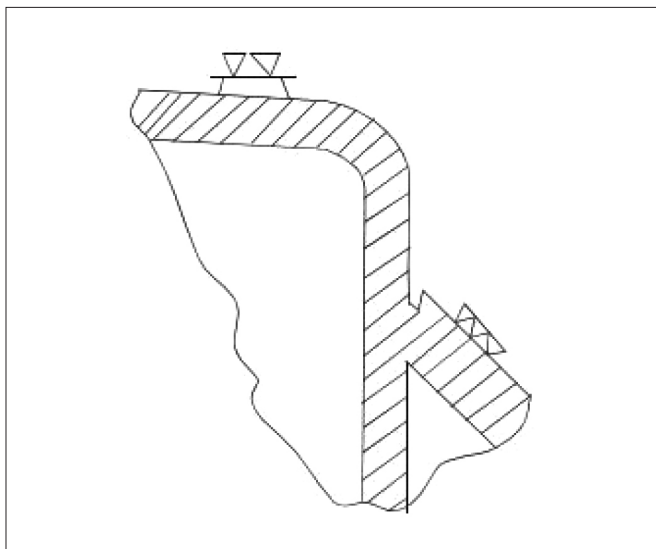


图1 零件 A

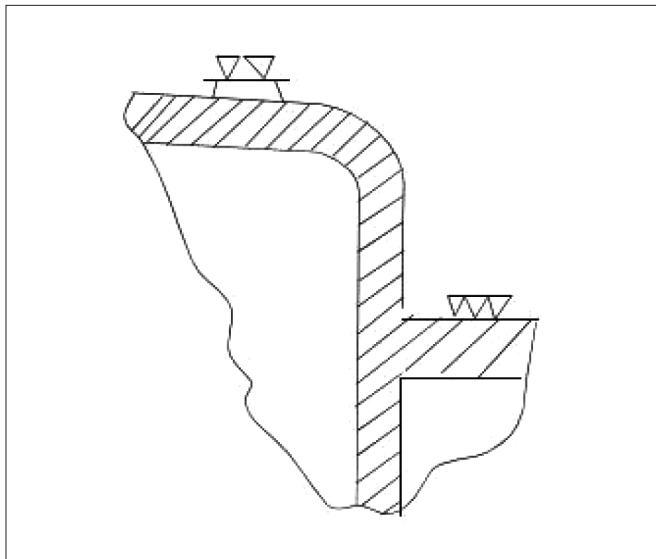


图2 零件 B

一。因此,在机械零件的设计工作中,应根据零件生产需要选择合适的毛坯类型。

(1) 确定毛坯形状及尺寸:根据零件结构要求确定合适的毛坯形状及尺寸,不仅能够加快机械零件的生产加工效率,而且也能减小零件加工中出现质量问题的概率。

(2) 确定毛坯结构:合适的毛坯结构能够使机械零件加工时节省很多的时间,因此,为保障毛坯结构跟零件结构相适应,应利用合并法或分解法来对毛坯进行综合对比分析,即把简单的毛坯整合成一个新的、大的毛坯或把一个大毛坯分解成许多个小毛坯,再综合对比分析,确定合适的毛坯结构,最终保障加工效率及质量的同时,降低成本,比如,在加工车床丝杠螺母合口瓦及活塞环的时候,可先加工处理长套筒、毛坯,

再把合口瓦切削为两部分,待检测各零件均达到质量要求后,再在机床做进一步处理,最终制成符合设计要求的活塞环。

2.3 减少零件加工面

零件的加工面越少,则需要的加工工作量也就越少,同时,也有利于提高加工的精密度。因此,机械零件结构设计中,也需在保障零件质量的基础上,尽可能地减少零件加工面的面积及数量。

随着国内机械行业的不断发展,机械的精密度要求越来越高,随之也提高了对零件的精密度要求,这无形中增大了机械零件加工的工作量及难度。鉴于此,在加工机械零件之前,根据实际需求对机械零件结构进行优化设计,合理化减少零件加工面,比如,可把零件定位到一个端面内,并进行实时的对比分析,以保障机械零件加工的精密度。另外,为减少零件的加工难度,也要尽量避免在半封闭或全封闭的内表面进行加工操作。

2.4 提高零件设计精度

机械零件结构设计的精度情况直接影响着其最后加工成型的精度。因此,机械零件结构设计中,需根据零件生产要求,不断提高机械零件结构设计的精度,以便更加有效地指导机械零件加工,保障加工后的零件参数与设计参数相一致。但是机械零件结构在实际设计工作中,也易因一些因素影响而导致精度偏差过大,甚至出现变形问题。比如,空腔类机械零件的设计过程中,易因外力因素影响而使得零件发生变形。为规避此类问题,可在实际设计工作中,从稳定性角度入手,把空腔类机械零件结构设计成盒状,并把原有的开口端设计为闭口端,实现机械零件整体强度的全面优化,有效防止其变形,进而保证零件的精度。

2.5 优化零件形状,减少零件荷载

在实际机械零件设计及生产中,不同批次、不同用途的机械零件,其形状及结构是有区别的,其所受的荷载也各不相同。荷载过大就会破坏零件的稳定性,甚至引起变形或者零件失效。为此,机械零件结构设计中应根据要求优化设计零件形状,最大化地减少零件荷载,延长机械零件的使用年限。比如,以某轴承为例,原零件分布及转矩分布设计(图3),轴上的转矩主要是 $T_2+T_3+T_4$,轴承所受荷载比较大。为了减小轴承上的荷载,便对其形状做了优化设计,即把输入轮1移到了输入轮2与输入轮3之间(图4),则使轴承上的转矩由原来的 $(T_2+T_3+T_4)$ 减少为了 (T_3+T_4) ,从而减小了轴承上的荷载。

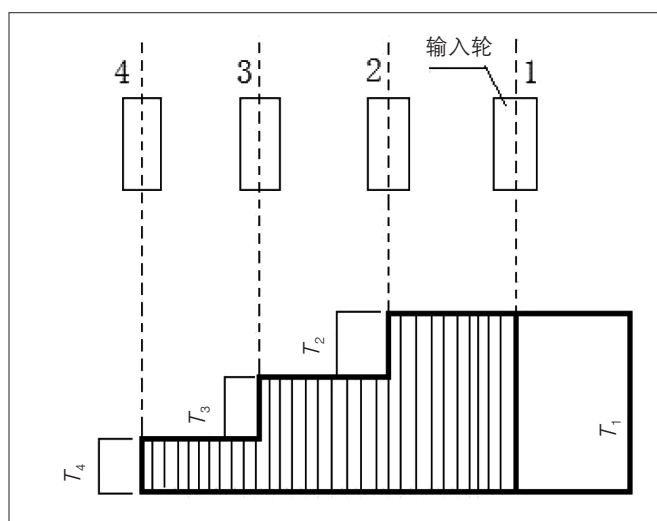


图3 优化设计前轴上零件及转矩分布示意图

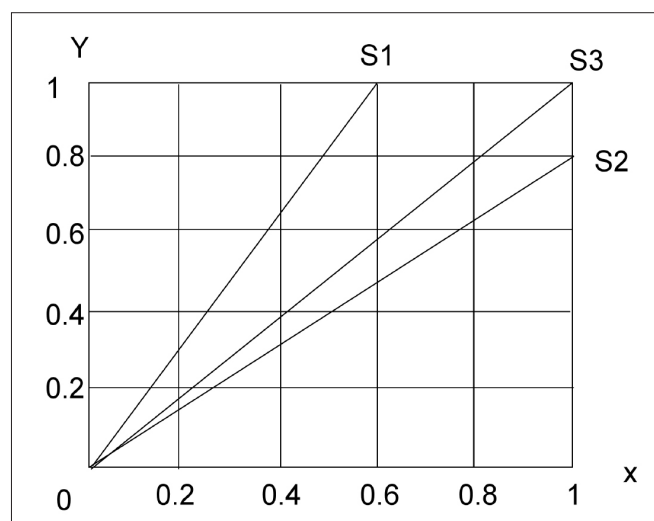


图5 三种方案的技术经济性综合对比示意图

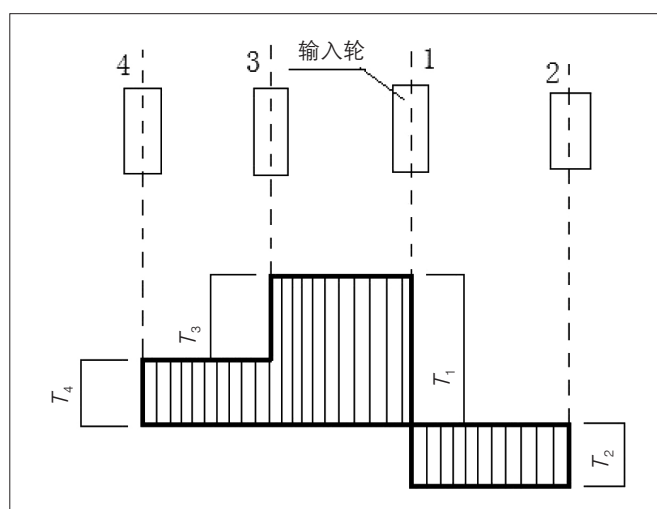


图4 优化设计后轴上零件及转矩分布示意图

2.6 提高零件结构设计的技术经济性

在机械零件结构合理性设计中，技术经济性是衡量机械零件结构设计合理与否的核心指标，技术经济性主要包括技术性及经济性两个方面。因此，为保障机械零件的精度及质量，在机械零件结构的合理性设计中，既要重视设计的技术性，也要兼顾设计的经济性，从而设计出最优化的机械零件结构方案。比如，以某机械零件为例，在实际设计中共设计出了三种方案，为得出最优设计方案，对三种方案的技术性及经济性做了综合对比（图5），X轴为该零件的经济性指标，主要包括设计及生产中的各项成本；Y轴为该零件的技术性指标，主要包括零件的各个性能指标。

由图5可以看出，S1方案具有良好的技术性，但经济性比较差；S2方案经济性良好，但技术性比较差；S3方案的经济性及技术性均是最佳。因此，最终确定S3方案为最优设计方案。

3 结语

综上所述，作为机械设备的基础单元，零件结构设计的合理与否直接决定着最终机械设备的性能状态。因此，在机械设计时，为保障最终机械设备可以长久稳定服役，就必须要根据机械设备组装要求及客户要求，从加工工艺、毛坯类型、零件结构、零件精度、零件形状和零件的技术经济性等各方面入手，充分重视并加强零件结构的合理性设计，以此来降低零件加工的难度及工作量，减少不必要的原料消耗，加快零件的生产效率，提高零件的适用性及质量，为后期机械设备高效优质组装和长久稳定运行提供保障，进而推动我国机械行业快速稳健发展。

参考文献：

- [1] 赵冬. 机械加工零件结构的合理设计分析[J]. 时代农机, 2019, 46(02): 90-91.
- [2] 范兴劲. 机械零件设计及加工工艺分析[J]. 中国设备工程, 2021(09): 122-123.
- [3] 苏立青, 陈娜, 安占召. 零件机械加工工艺设计原则的探究[J]. 南方农机, 2018, 49(17): 193.
- [4] 王俊. 机械设计过程中零件结构合理性的问题研究[J]. 内燃机与配件, 2022(03): 184-186.
- [5] 肖文哲. 基于3D打印技术的机械零件设计研究[J]. 山东工业技术, 2019(09): 39-40.
- [6] 张如星. 机械零件结构设计的可靠性分析[J]. 工程技术研究, 2019, 4(09): 207+209.
- [7] 何威. 机械零件可靠性设计理论与方法研究[J]. 湖北农机化, 2018(03): 57-59.