

# 浅谈机床结构件的精细化设计

李亚静

(通用技术集团大连机床有限责任公司 辽宁 大连 116000)

**摘要:** 结构件设计是机床产品设计的重要组成部分。在产品中结构件内部涵盖了很多具有功能性的零部件,其中承载了一些专业性指标,比如说机床的功能参数、价值成本量等,直接影响到了成本的根本价值。数控机床产品是一项综合性、系统性较强的工程,其中包含了多个技术性元素,比如说机械、电气、工艺等,将其充分归结为一体,促进产品的整体效能提升,强化用户最终的体验感。结构件的精细化设计指的是在保证技术性能的基础之上进一步削减成本,保证用户体验感的一种设计理念。本文着重分析了机床产品结构设计中的一些原则性问题,从不同角度探索了多年来实践操作的总结经验,并且阐述了一些与机床产品设计结构相关的经验,希望可以为工程技术人员在产品结构设计环节提供一些思路,促进设计水平的整体优化。

**关键词:** 机床结构件; 精细化设计; 工艺性优化

## 0 引言

结构精细化设计主要意义是在有限的条件下,不断调整设计思路,设计出高质量的机械结构,实现微观上的机床部件优化。优化设计需要结合多种要素来进行平衡性设计。比如,设计的主要目标可以设定为功能性丰富、少量的成本资金投入、能耗降低、环境污染减少等。精细化设计的主要方法是在原有的技术经验基础之上结合现代的衍生性科技成果开展有限元分析,帮助强化结合程度,搭建出专业的设计方案。

## 1 机床结构配置

### 1.1 机床结构件在产品中的关键作用

结构件在产品中主要以下四个作用:一是可以作为移动部件运动的有效载体。二是承担一些在加工过程中的负荷变形力。三是承担运动部件在长时间运动过程中的惯性力。四是承担加工过程中因为摩擦强度增加所产生的热力。

### 1.2 结构件设计的目标任务

需求和消耗的平衡是机床性能改进所追求的主要目标。主要做到改善负荷力较大情况下的热力作用,减少摩擦力的变形作用,与此同时,还需要降低能耗等等。事实上,这是相互作用又互不相容的,应当在不断探索的实践经验中找寻平衡点,帮助强化设计结构理念。

### 1.3 结构件设计遵循的基本原则

结构件设计的目的在于优化效率、不断找寻能耗和力的作用之间的平衡点、保证质量的基础上减少成本投入。主要可以遵循以下七个原则:

#### 1.3.1 运动部件轻量化原则

在进行部件构造时,应当尽可能减少部件的重量,使其在运动的过程中可以减少惯性带来的运动力,降低能耗。

#### 1.3.2 运动重心驱动原则

在设置移动部件动力源头时需要寻找部件的中间承重线,设置好固定运动点,避免因为动力分布不均匀导致用力点发生偏转。

#### 1.3.3 结构对称原则

在设置结构件位置布局时,需要尽可能做到分布匀称,这样可以使部件看上去比较协调,在运动发热的过程中受到变形压力的作用进一步减弱。

#### 1.3.4 短路程原则

在设置传导性路径时,需要尽可能缩减部件之间的传导路径距离,使得回弹加快,内部机床零部件的结合面不断减少,可以达到平衡点的稳定。

#### 1.3.5 短悬臂原则

在设置结构件的相关角度时,可能在运动过程中会存在一些误差,所以需要减少悬臂的角度差,强化运动过程中的精准度。

#### 1.3.6 受力闭环原则

很多力的作用都可以通过多个路径传递到闭环内部,形成循环结构。

#### 1.3.7 结构配置的设计选择

应当考虑到产品在市场中的主要定位,以满足功能性指标作为基础,权衡平衡点所在。除此以外,还需要考虑到成本要素。如果没有合适的最佳设计方案就需要综合性考虑各个因素,适当的削减、加强一定比例的因素,寻找合适的设计方案。

## 2 结构件优化设计

### 2.1 机床结构件优化的目标

结构件可以划分为固定性基础部件和移动性部件等等。固定性结构件优化设计的关键在于帮助实现材料的高效分配。在保证机床处于静态的情况下,进一步检测机床

结构件的性能,有效调节结构件的重量,避免因惯性作用,导致运动力装置脱轨。在减轻重量的同时可以控制好强度的质量比。

依据多年机床制造经验和开发过程实践,在结构件的设计环节中,主要需要考虑设备部件的重量减轻、以及热力作用削减等情况。除此以外,大型部件需要考虑到设备的运动过程中的重力因素、动力因素等等。

## 2.2 优化设计方法

在当前阶段,结构优化设计指的是借助有限元的分析方法相结合加工经验和设计理念,综合利用一些新的衍生性技术手段,帮助搭建科学化的设计方案。有限元分析方法主要针对于三个角度来进行分析,以拓扑优化为辅,从热应力、模态转变等进行改善,提出理想化的结构件设计方案。对于一些基础性结构件可以从静态情况和模态背景下的维度进行分析,将多个分析结果整合起来,最后不断优化加工工艺条件。除此以外,对于一些关键的结构件设计,需要分析热源储备集中点,进行运动状态下的热变形分析,降低机床加工过程中所产生的能耗。

## 2.3 轻量化设计与极简设计

轻量化设计在结构设计中处于关键一环,核心理念在于帮助减轻移动部件的重量、降低部件在运行过程中的功率和能耗、进一步提升运行过程中的稳定性、减少在其中的投入消耗;其中具备较高的强度,具有一定减震性,避免外部附属较多金属。在设置轻量化指标时,需要尽可能将结构优化,按照核定的负荷承载量来搭建专业的结构件,借助拓扑优化软件按照应力大小的主要分布,来进行科学分配,是关键的机床结构优化设计主要方案。

## 2.4 结构件材料的选择

应该合理选用结构件材料。在当前阶段,使用灰铸铁作为结构件的重点材料频率较高,因为其中的耐受度较高、抗压程度较强,所以具有很好的应用性。除此以外,还有一些材料可以用于制作一些精细化结构件。比如,HT200材料可以帮助平衡其中的压力承受、进一步强化期间的摩擦力感应面积,常常用来制作机床的工作台、基座等产品;HT300材料因为内部密度较大,可以帮助筑牢钢铁性结构件,比如承载较大压力的油气罐等。在这些灰铸铁中增加一些基础性化学元素,可以帮助强化材料的耐受度,提升产品质量,增加认可度。

近些年来,机床结构件的新材料已经在机械加工领域内的一些深入应用,比如一些树脂混凝土材料等。树脂混凝土材料也被称作是复配性的大理石,可以用来制作一些基座等,其中摩擦属性较强,具有较强的耐腐蚀性,市场对于这一材料的需求不断增加,逐渐应用这一材料来强化结构件的硬度。除此以外,虽然这一材料的密度和铸铁存

在一定差异,但是其中的刚度大小是一致的。在实际使用过程中,零部件常常用材料进行实心浇筑,所以其中的密度超过预想结果,制造效果也更好。因为当前市场上的基座价格比精加工制作的基座低,所以可以在市场中大规模推广。

## 2.5 结构件形状尺寸的确定

首先,需要考虑到最大工件的主要尺寸,查看可以容纳的最大轮廓,然后考虑刀具和工件之间的相对运动行径。在设计结构件的大量元素中,往往需要先确定结构的具体长度。在进行尺寸设计时,不能随意确定其尺寸大小,需要在满足技术要求的前提下实现精准测量,尊重科学原则。比如,轴承孔径往往大小约为62 mm,在外侧增加端盖,在中间设置一些断层,将63设置为优先数,严格按照固定标准进行设计。“优先数”的应用,优点在于实现结构件的标准化定制。标准化流程指的是在科学测量所有零部件的尺寸大小以后,结合多功能的参数大小和接口尺寸比例来进行分析,然后进行系统化操作,最后进行标准化设计。“优先数”设计在革新生产产品时应当提前进行分析,而不是在生产以后再进行标准化设计。

## 3 结构件工艺性优化

### 3.1 基准的合理性

结构件基准的确定,需要从装配基准和加工基准两个方面进行考虑。

首先,需要把装配安装基准作为单个零部件的设置基准。主要需要注意以下五点:

- (1) 需要了解零件在装配环节中所处于的基础形态和在整体结构中所发挥的主要作用。
- (2) 对于零件的加工精度度要有一个明确的依照,不仅可以满足功能性质要求,还可以符合设计的重要思路。
- (3) 应当确定零件的主要安装基准。
- (4) 需要检测基准是否便于测量、精度是否和设计图纸所一致。
- (5) 如果出现质量不过关的零部件,在选取基准面时需要进一步加工零件,确保其符合标准。

其次,也可以将零部件加工工艺作为主要的设计参照标准。在选取加工零件基准面时,需要提前在表面固定位置上设置画线。因为一般情况下的加工顺序往往先通过基准面来开展,然后在这一层面上,细化定位方向,开展其他位置的加工工作。因此,在选取基准面时,需要综合考虑各项因素。当某一个零件处于最初始形态时,如果外形适当,就可以将其看作是基准面进行加工,考虑如何固定点位,尽可能减少细小零件装夹的次数。

### 3.2 形位公差、尺寸公差,表面粗糙度的合理性、经

(下转第10页)

以达到提高 ZL26C 吸阻稳定性的目的。最终得到以下结论:

(1) 改变 ZL26C 预张紧辊对相对于喂入辊对和扩张辊对的布置方式,由斜线变为直线,可增大丝束与辊轮接触面积,丝束受力更均匀。

(2) 将预张紧辊对内轴承换为轻载大游隙轴承,使之转动灵活,减小失速现象。

(3) 改变预张紧辊对压辊的连接方式,减少连接处应力对压紧力的影响,使接触压力更平稳,丝束密度适中。

(4) 改变开松板结构,使"V"型吹气缝隙在交点处不再相互延伸,避免出现卷缠的现象,使丝束开松更加均匀。

(5) 改变开松板上下间隙,将 ZL26C 的开松板间隙

由 3.3mm 调为 2.5mm,使丝束运行更加平稳。

(6) 增加丝束限位装置,使丝束运行更加平稳。

(7) ZL26C 设备通过以上措施改进后,标准偏差 SD 分布区间由 119 ~ 135 下降为 94 ~ 104,约下降 22%;同时,变异系数 CK 由 4 下降至 3,显著提升了 ZL26C 吸阻稳定性。

**参考文献:**

[1] 刘建辉.提高滤棒吸阻稳定性[J].科技风,2008(9):1.

[2] 郎晏民.基于提高圆周 SD 值稳定性对 ZL26C 型成型机的优化改善[J].机电工程技术,2020,49(10):2.

**作者简介:** 杨赫(1993.10-)女,汉族,河南许昌人,研究生,助理工程师,研究方向:烟草机械。

(上接第 7 页)

济性

在控制机床技术基准度时,需要调控各项指标,使其符合设计图纸,将公差值和表面粗糙度控制在一个合理范围内。一般情况下,公差值的标注往往没有具体的数值,是由产品零部件契合程度所决定的。结合零部件在结构件中所发挥的作用,需要考虑到实际的精准度要求。

根据机床研发领域所积累的经验,在进行精度标注细节时需要注意以下几点:两个平面的平行度和平面度的公差值要存在差异;如果是同一形态下的形状公差,应当设置小于位置公差值;在设置垂直公差值过程中,需要做好调整,对于直角角度和垂直所形成的公差数值进行判断,将短边作为测量的要素,长边作为比较基准,用以判断;同轴度的两个要素较大的一方被作为基准。

床身导轨在精度控制中发挥关键作用,在进行测量时,需要严格控制其形状公差值。

### 3.3 工艺凸台的合理性,减少加工面

在设计结构件时,需要考虑到加工面数量对其的实际影响,在适当情况下增加一些工艺凸台,可以减少成本消耗。对于结构件的基础接触面设计时,需要确定螺栓的直

径,综合长宽比进行考量。

## 4 结语

近些年来,我国工业发展体制不断革新,已经朝向现代化、精细化方向发展,为了契合这种发展理念,当前工业机械领域在机床结构设计环节中已经开始应用专业设计方案,从多个设计领域中强化内部精度,利用优先数、拓扑原则改善结构件尺寸,减少在使用过程中所产生的能耗,在保证质量的基础之上削减成本。除此以外,通过使用一些新兴技术,可以进一步提升结构件制造的精密度。本文通过阐述机床结构配置相关理念,着重分析了结构件的工艺设计和技术应用方面如何优化方案,结合实践经验,针对性的提出了一些建议,希望可以优化机床结构设计方案,为工程技术人员开展工作提供专业参考。

**参考文献:**

[1] 张曙,卫汉华,张炳生.机床结构配置的新思路[J].制造技术与机床,2011(10):8-11.

[2] 刘妍.刹车盘机床加工工艺研究及生产线规划[J].中国新技术新产品.2021(7):43-45.