

斜床身车床的导轨尺寸和床身结构优化设计

陈忠良 张连富

(沈阳机床(集团)有限责任公司, 辽宁 沈阳 110027)

摘要 机床作为工业体系的有机载体,是提升生产加工能力的重要设备。随着我国工业形态的深刻变化,对机床的性能提出了更高的使用需求。基于此,本文以斜床身车床作为研究对象,从导轨尺寸计算、床身结构优化等角度出发,有针对性地完成斜床身车床的升级,逐步实现其内部结构的轻量化,为后续机床研发创新等活动的开展提供参考借鉴。

关键词 斜床身车床 导轨尺寸 床身结构

中图分类号:TG659

文献标识码:A

文章编号:1007-0745(2022)01-0004-03

斜床身车床在使用过程中,对于零件加工的精准度、复杂度有着严格的要求。基于这种功能定位,现阶段车床往往采取多轴联动的方式,以确保零件加工任务的顺利完成^[1]。多轴联动结构方案的使用,固然可以提升机床的实用属性,但是造成了机床刚度以及调节能力的下降,无形中影响了斜床身车床的使用寿命,增加了故障发生的几率。为兼顾斜床身车床加工能力与耐久度,笔者认为有必要针对性地开展结构优化设计等系列工作,从而实现斜床身车床加工能力的有效提升。

1 斜床身车床导轨尺寸和床身结构优化的基本思路

考虑到斜床身车床导轨尺寸、床身结构涉及多项参数指标,在优化设计环节,技术人员应当率先明确相关优化设计思路,以思路的转变作为切入点,持续构建起完善的斜床身车床导轨尺寸和床身结构优化设计框架,为后续相关工作的开展奠定坚实基础。

斜床身车床的零件加工能力与机床结合面、支承件之间有着密切的联系,从以往经验来看,斜床身车床整机性能的60%到80%受到结合面与支承件的影响。基于这种情况,工作人员在开展斜床身车床优化的过程中,将结合面以及支承件作为核心要点进行深入研究,旨在通过导轨尺寸的调控、床身结构优化等举措,推动斜床身车床的智能化、轻量化以及精准化。从二十世纪九十年代以来,国内外相关研究团队进行了相关领域的技术深耕,取得了一定的成就,斜床身车床导轨尺寸、床身结构更为合理^[2]。为了更好地提升斜床身车床导轨尺寸、床身结构优化设计工作效能,

工作人员应当确立起相关的设计思路,在结构优化理论等设计理论的驱动下,有目的地完成结构优化等相关工作。具体来看,结构优化理论依托数学规划的方式,通过构建斜床身灵敏度构造近似模型,在小步长迭代的框架下,形成最优化的设计方案。基于多种因素的全面考量,工作人员在整个斜床身车床的床身结构优化设计环节中,为确保优化设计的有效性、科学性,需要充分遵循确定的设计目标,在设计目标的引导下,有序开展床身筋板布局优化、结构轻质化的设计思路,通过上述要点的引导规范,使得车床床身结构的实用性、耐久性得到持续提升。具体来看,设计目标的确定环节,工作人员应当以科学性原则、实用性原则为框架,将床身结构的最大静态刚度作为优化调整的目标,将刚度性能的改善作为整体设计优化工作的出发点与落脚点,推动车床床身内部结构布局的最优化。筋板作为床身结构的重要构成,在确定床身结构优化设计目标后,工作人员可以利用计算机模拟、数学模型等多种辅助手段,开展系列优化试验,借助优化试验,对机床内部的筋板布局做出合理设置,实现支撑能力的全面提升。以斜床身车床导轨尺寸设计为例,工作人员在设计环节,利用设计软件在较短的时间内,完成车轨尺寸的拓扑优化,在此基础上,针对性地开展形状优化以及尺寸优化等系列工作。结构优化理论作为目前成熟的斜床身车床导轨尺寸、床身结构优化理论,其可操作性强、设计效果符合预期,成为主流的斜床身车床设计优化基本思路。

2 斜床身车床导轨尺寸设计方案

斜床身车床导轨尺寸设计优化环节,工作人员

需要整合现有技术资源,充分借鉴以往的理论经验,着眼于斜床身车床的结构特点,有针对性地完成斜床身车床导轨尺寸设计工作,稳步提升车床导轨的运行效果。

斜床身车床区别于其他车床,其车床主体与床身结构之间呈 45° 的夹角,运行过程中利用两轴联动、半闭环控制系统来完成各类加工任务。这种结构布局,对于车床工作范围、导轨尺寸提出了更为严格的要求,斜床身车床运行过程中,导轨的运动幅度更大,受到更大的外部荷载,进而增加了斜床身车床故障发生率,影响生产加工活动的连续性。为应对这种情况,工作人员可以对导轨的尺寸做出灵活优化,在实际操作中工作人员利用测量设备,对斜床身机床的整体长度、Z向行程以及最大切削长度进行测算,以获取导轨最大接触长度。最大接触长度确定后,工作人员还需要综合考量斜床身机床床鞍的宽度限度,从而判定导轨最小接触长度,初步确定导轨的基础尺寸^[3]。为了保证导轨尺寸设计的精确度,工作人员还需借助导轨模型简化等方式,对导轨空间布局以及载荷开展计算。具体操作环节中,需要精准把握斜床身床身、滑板、床鞍、尾座等区域的载荷分布情况,以此为基础,实现导轨尺寸的精准计算。例如床身载荷主要分布在主轴箱、床鞍、尾座的连接区域;滑板与床鞍载荷主要分布在刀塔连接位置、滑板-床鞍导轨连接区域;主轴箱与尾座载荷主要分布在二者套筒分布区域。考虑到斜床身车床导轨的耐久性,工作人员可以使用功率求解法,采取极限计算的方式,确定上述相关区域的载荷承载能力。具体计算公式为: $F_c=1000P_c/v=1000P_e \eta/v$,其中 $F_p=0.45 \cdot F_c$, $F_f=0.35F_c$ 。 F_c 表示斜床身车床导轨承受的主切削力; F_p 表示斜床身车床导轨承受的背向力; F_f 表示斜床身车床导轨承受的进给切削力。同时 P_e 、 P_c 分别表示斜床身车床主轴电机功率、切削功率等指标。以数学模型计算作为基础,可以实现对导轨承受载荷的精准评估,为后续导轨尺寸布局等活动的有序开展提供方向性引导。依托上述数据计算工作,工作人员划定导轨尺寸计算的框架,排除了其他因素的干扰。在实际设计环节中,采取矩形导轨系统尺寸优化的方式,将导轨接触长度、导轨载荷分布等相关性能参数,纳入到数学模型之中,通过对数学表达式中相关参数对应关系的尺寸特征进行明确,进而达成轨道尺寸设计的目标。现阶段,在不改变斜床身车床导轨其他结构模块的前提下,通过改善导轨的接触长度、

导轨分布方案,可以保持导轨的刚度,在实现导轨运行轨迹最优化的同时,促进了导轨的轻量化。

3 斜床身车床床身结构优化策略

斜床身车床床身结构优化过程中,工作人员应当以科学性原则、实用性原则为框架,结合床身结构使用需求,采取针对性的方法举措,有序推进床身结构优化工作的开展,定向强化斜床身车床床身结构的承载力。

斜床身车床床身作为车床的核心组成部分,对于斜床身车床加工精密度、加工可操作性有深远影响。基于这种内在联系,在整个机床产业的发展过程中,技术人员要着眼于斜床身车床升级改造环节,将床身结构优化作为重点,利用经验设计、试验设计以及计算机辅助设计等方式,开展机床床身结构的定向优化。斜床身车床床身结构优化环节中,工作人员需要构建起完备的设计优化方案,按照明确设计指标、建立物理模型、理顺概念设计、构建设计方案、性能分析的设计程序,推动斜床身车床床身结构优化工作的有序开展,实现床身结构性能的有效改善。在床身设计指标确定过程中,工作人员应当确立起正确的床身结构优化要求,合理判定机床精度,避免机床精度过高或者过低的情况发生。

在这一思路的指导下,以静刚度、轻量化作为主要设计指标,引导床身结构优化工作的有序开展。结构优化设计指标确认后,工作人员将结构优化理论作为引导,进行床身拓扑结构优化工作。优化环节中仍旧需要建立数学模型,利用专业软件将数学模型中获取到的数据进行组合,形成几何模型,工作人员通过对几何模型进行结构分析、构成优化等工作,以推动床身结构优化工作的有序开展,逐步消除过往斜床身车床结构优化盲区,针对性地提升床身结构的静刚度,强化床身的承载能力。

斜床身车床设计方案涵盖多项不同的内容,为确保相关工作的有序开展,降低工作误区,整合车床设计的主要资源,设计人员应当坚持做好设计图纸的优化,以设计图纸作为平台,实现设计参数的灵活化、科学化调整,推动设计工作的有序开展。斜床身车床设计图纸可以最为直接的反映出整体结构布局,将设计目的以最为直观的方式呈现出来。斜床身车床设计图纸作为斜床身车床设计的主要依据,以规范土木斜床身车床设计活动的顺利开展,避免额外因素对于斜

床身车床设计活动的影响,实现斜床身车床设计进度、斜床身车床设计进度的管控。基于此,斜床身车床设计人员必须做好设计图纸的优化、调整。

一方面,要严格按照有关的规范和要求进行图纸设计,不能为了降低图纸设计工作量或者是一时的方便,简化斜床身车床设计图纸中的部分重要信息标注,甚至是直接省略信息标准,这样不仅不利于技术人员正确理解设计图纸,而且还有可能对某些加工工序和操作产生误导,进而对斜床身车床整体的加工改造进度和加工改造质量产生不良影响。斜床身车床设计图纸需要开展细节处理,实现图纸的科学性、高效性。斜床身车床设计队伍的能力和素质会对结构设计的科学性、合理性产生直接的影响,因此必须要加强斜床身车床设计队伍建设工作。

另一方面,要注重引进经验丰富、能力强的设计人员,同时还要加强对斜床身车床设计人员的培训教育力度,注重职业道德素养的提升,逐步提升设计人员的责任感,对于斜床身车床设计活动的推进有着极大的裨益。积极推进斜床身车床建筑设计信息化,充分利用设计软件,消除人为因素对于斜床身车床设计活动的影响。设计人员要深入到斜床身车床设计建设的一线去了解斜床身车床设计现场的实际情况,并结合地质勘查的有关结果,在相关设计工作经验的基础上,对斜床身车床建筑有关构件的承载力进行合理的计算,对几种构件的属性进行充分的比对,然后确定最优化的建筑构件。由于斜床身车床在实际应用过程中不仅要受到竖向荷载的影响,而且还需要承受相应的外力作用,因此在进行斜床身车床设计时,应当对这些影响要素进行综合考虑,综合分析后确定斜床身车床结构的布置方案、选型方法,从而确保斜床身车床的安全性达到相关要求。

为实现设计方案的精准呈现,设计团队逐步转变观念,将虚拟仿真技术纳入到设计之中,借助VR、人工智能技术等虚拟仿真手段,将设计方案的效果以更为直观的方式呈现出来,充分展现基础参数,有效消除了设计方式的局限性。VR技术作为虚拟仿真技术的重要组成部分,其在斜床身车床设计中的应用,要求设计人员从实践角度出发,结合VR技术的特点,综合考量斜床身车床设计的各类需求,将其作为设计工具、设计检测工具,促进斜床身车床设计领域虚拟仿真模式的形成。

具体来看,设计人员利用计算技术,将设计对象

的基础参数进行录入,在相关软件程序的支持下,完成对设计对象的数字化处理。在此基础上,利用VR技术,将计算机内存储的设计对象的数字资源,以具象化的方式表现出来,打造出了三维设计空间。设计人员通过VR技术,对三维模型进行针对性地调整,展现不同的设计方案,以达到实际的使用需求^[4],根据车床对象所处的环境以及使用场景,反复调整设计方案,对斜床身车床导轨尺寸、床身结构进行合理化调整,确保了斜床身车床设计方案的最优化。设计软件可以将斜床身车床设计中涉及到的各类数据进行二维呈现,这种呈现尽管存在数据调取以及应用困难的情况,但是数据的精准度较高,数据分析与应用更为合理,从数据准确性的方面,符合虚拟仿真技术对于基础数据的使用需求,减少了数据误差对于整个技术应用效果的影响。在设计软件应用环节,设计人员仍旧按照以往的操作方式进行处理,但需要着重注意数据录入、评估以及汇总的方式,避免上述环节出现差错,影响最终的技术应用。人工智能技术在斜床身车床设计的应用环节中,可以充分利用其学习能力,来实现设计方案的自我优化,设计人员在完成斜床身车床设计的初稿后,利用人工智能技术,对设计方案的整体风格、细节等开展评估,通过设计方案的自查,有针对性地进行斜床身车床设计方案的调整优化,提升设计方案与使用场景的趋同性。

4 结语

导轨尺寸设计以及床身结构优化,对于斜床身车床使用性能的提升有着极大的裨益,是改善车床生产加工能力的核心举措。本文从实际出发,在梳理斜床身车床导轨尺寸与床身结构优化设计思路的前提下,采取多元化的策略防范,稳步进行导轨尺寸设计、床身结构优化等系列工作,通过导轨、床身结构的强化,持续满足现阶段斜床身机床使用需求。

参考文献:

- [1] 梅雪峰,高瑞芳.机床床身结构优化设计方法研究[J].现代制造技术与装备,2019(04):141-142.
- [2] 李典伦,黄华,邓文强.数控机床液体静压导轨结构的优化设计[J].工程设计学报,2020(07):132-133.
- [3] 杨志贤,洪后紧,顾寄南.重型车床床身性能分析及多目标参数优化[J].机械设计与制造,2020(08):47.
- [4] 同[3].