

基于新材料、新技术的 绿色机床设计

Green Design of Machine Tool Based on New Material and New Technology

沈阳机床(集团)有限责任公司 徐吉存 高柏宏 李焱 刘春时



徐吉存

机械工程师, 硕士, 毕业于东北大学。现任沈阳机床集团设计研究院研发部副部长, 主要从事机床结构设计方面的工作。

绿色机床设计的意义

制造业作为国民经济的支柱产业, 虽然为社会创造了丰富的物质财富, 但是要消耗大量的资源, 还会造成环境污染。目前, 环境问题已经日益成为影响社会经济发展的一个关键因素, 各国政府制定的环保法规越来越严格, 消费者也对环境管理极大关注。因此, 如何减少资源消耗和环境污染是 21 世纪制造业面临的

随着现代工程技术和科学技术对材料性能要求的不断提高, 新材料的研究和应用得到迅速发展, 以复合材料为代表的新材料已经广泛地应用于国民经济各个领域。在机械工业中, 新材料的出现和应用使一些传统的加工工艺发生了重大变化。

重大问题。为此, 在制造业实施绿色制造技术, 贯彻可持续发展战略已势在必行。机械制造业在我国的节能减排工作中起举足轻重的作用, 金属切削机床是制造机器的机器, 是工业母机, 一般机床的工作年限都在三、四十年以上, 属于长寿命产品, 在其生命周期内既要消耗能源, 又要产生固体、液体和气体的废弃物, 对工作环境和自然环境造成直接或间接的污染^[1]。所以, 节省能源、绿色环保的新型机床成为当前研究的热点。

绿色机床设计的新材料

随着现代工程技术和科学技术对材料性能要求的不断提高, 新材料的研究和应用得到迅速发展, 以复合材料为代表的新材料已经广泛地应用于国民经济各个领域。在机械工业中, 新材料的出现和应用使一些传统的加工工艺发生了重大变化。现

代航空航天业等高新技术产业的发展对数控机床与装备的性能、精度、加工能力的要求日趋提高, 带动和促进了数控机床与装备制造业的发展。由于航空航天工业产品零件具有耐高温、高强度、难加工、合金材料和复合材料多、复杂结构件多和工艺要求高等特点, 要求机床加工设备朝大型(重型、超重型)、高速、精密、复合、智能化的趋势发展。如何充分地发挥新材料工艺性能等优势, 把它应用于实际, 成为新时期机床设计领域的重要课题。

包括碳素纤维、陶瓷和复合材料等新材料在机床结构中的应用, 使机床结构轻量化、环保化, 促进了机床加工设备向高速、精密、复合、智能化方向发展。如机床的大尺寸支承件使用人造花岗石, 或在钢板焊接的框架内填充混凝土, 既可以节省金属资源, 又可以增加抗振性和热稳定性;

对一些受力条件复杂的零、部件,使用像碳纤维等新材料,不仅可以使机床结构轻量化,而且可以提高寿命;对一些高硬度耐磨件,使用陶瓷等材料代替高硬度钢,既可以减轻重量,又可以节省贵重金属资源,还可以省去高硬度钢在加工过程中需多次进行的、耗时耗能的热处理工序。

例如,在欧美等国家机床产业中,新型材料树脂混凝土得到了很大的发展,特别是在高精度机床的床身应用方面,树脂混凝土正逐渐替代传统的铸铁。树脂混凝土是一种新兴结构材料,是一种由天然矿石(不同尺寸、不同来源)和环氧树脂(作为粘合剂)为主的混合物,相对于传统的铸铁来说具有很大的优势。目前,越来越多的国际机床制造商开始设计使用树脂混凝土的机床,但对于中国市场来说,这个领域还是空白。与传统铸铁相比,树脂混凝土具有以下4项优势:

(1)低能耗。相对于铸铁来说,树脂混凝土能耗少,在制作过程中节省大约30%的能量消耗。在面临电力、天然气、煤等能源短缺问题的今天,使用如树脂混凝土之类造价低廉并能回收的环保材料是最理想的选择,树脂混凝土垃圾和旧的床身可以作为建筑原料。

(2)吸振性好。如今,精密数控机床越来越受重视,在高速切削时,工件和机器部件移动得越来越快。提高转速、进给速度和增加零部件重量将会产生振动,从而降低精度。树脂混凝土能消除振动,提高机床的精度。

(3)高度整合性。和900℃浇铸温度的铸铁相比较,树脂混凝土45℃的浇铸温度是另一个优点。

传统的方法是在床身浇铸完成以后再安装上其他的零部件,如今可以直接在铸件中铸入零部件,如管道、电缆、传感器、执行器和盛液体的内腔等。

(4)高精度。传统制造床身的方式是经过铣、磨加工以后再安装线性导轨。因为传统的铸件在脱模以后的精度较低,脱模后的树脂混凝土能达到较高的精度。此外,通过再次浇铸还可以达到更高的精度水平。

绿色机床设计的新技术

随着科学技术的飞速发展,越来越多的新技术应用于机床产品的设计领域。绿色机床提出了一种全新理念:减轻机床的质量,节省材料,降低机床使用时的能源消耗。同时在机床设计中逐渐采用模块化设计,满足不同用户的需求,易于产品维修、拆卸及回收,使资源得到最大限度的利用,节省资源。

1 在结构设计时减轻重量、简化结构、优化功能

进行机床设计时,多数采用类比设计法,在原有产品基础上进行变化或改进,只要原有产品不出现问题,就把某些结构及尺寸照搬过来,或进行按比例放大,这样做可以产生结构尺寸的富余。因此机床结构优化的空间很大,在机床几十年的生命周期内,节能量相当可观。

在设计机床的整体结构时,采用结构最简化原则,尽量简化设计,减少不必要的零件数。因为每一个零件的背后,都有一套完整的设计过程、从准备毛坯到产品检查合格后入库的生产过程、所有的管理过程、以及安装时的调整过程。减少一个零件,就可以减少这一整套的过程,降低制造成本。在设计机床的传动系统时,尽量缩短传动链,不仅可以减少零件数目,减少空载功率损失,而且可以提高传动精度。在零件设计过程中,同样采用结构最简化原则。在机床基础零件设计完成后进行有限元结构分析,在满足刚度前提下,优化改进,减小某些尺寸,让机床重量达到最小,节省材料。图1为机

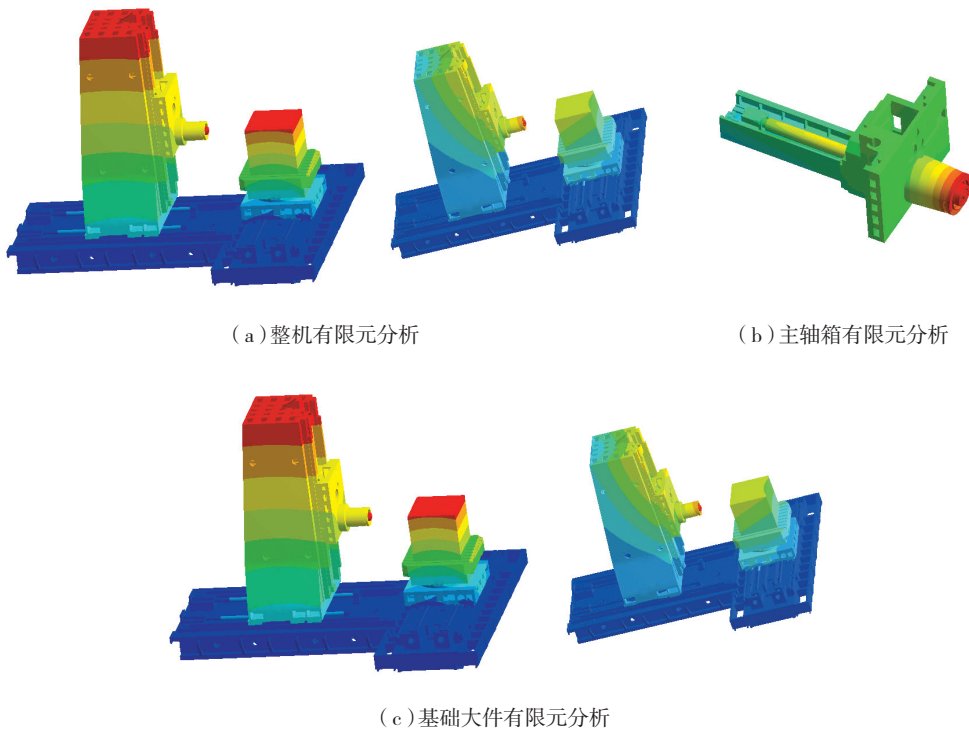


图1 机床基础大件有限元分析图例

床基础大件有限元分析图例。对一些运动部件,进行结构优化设计,既可以节省材料,又可以减轻重量、降低空运转功率和机床使用时的能源消耗。

以我国航空航天业的大飞机项目来说,大飞机的梁、框、肋和壁板的毛坯所用的板材或锻件,都是重量达到几百公斤甚至几吨,因此需要用重型甚至是超重型的多坐标、高速、高刚性、大功率的数控龙门铣床、立式加工中心等数控加工设备。在机床设计时简化结构、优化功能、减轻重量,能够节省大量材料,取得良好的社会效益和经济效益。

2 采用环保新技术,有效利用能源,保护生态环境

在机床新产品设计过程当中强调对资源、能源的有效利用和对生态环境的保护,尽量减少非再生资源的消耗,节省原料。在实际中主要控制噪声污染、废气污染、切削液污染、润滑剂污染和有害物质的使用。针对上述要求,现在有很多环保新技术应用于机床产品设计中。

例如,机床使用过程中的润滑冷却液是有害排放物,特别是磨削时采用的乳化液对环境和工人健康危害非常大。现在,出现了干切削和微量润滑(Minimized Quantity Lubrication, MQL)技术。提高刀具的性能,不使用冷却液,或者使用专门的装置提供气雾或低温空气(冷风),解决切削液污染的问题。图2为微量润滑技术

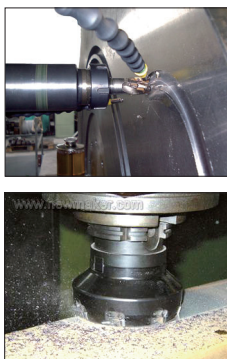


图2 微量润滑技术

的示意图。

同时在机床润滑系统设计时,采用集中润滑或者自润滑方式可有效降低润滑油损耗与排放,减少润滑油对环境的污染。

在现代航空航天业中,由于镁合金密度小,比强度高,能达到减重的目的,因此得到广泛的应用。在飞机上镁合金用于制造壁板、翼肋、机轮轮毂、电机壳体等,在航天工业中镁合金用于制造火箭、人造卫星等多个部件。镁合金粉末遇水容易产生氢气,氢易于燃烧,具有爆炸性,因此镁合金的加工特别是采用大进给量、高速切削时不能冲水排屑,只能采用矿物油,成本很高。镁合金具有不需研磨抛光、散热快、不用切削液也能得到较好的表面质量的特点,因此干切削和微量润滑等环保技术的出现,解决了航空航天行业中镁合金材料加工的难题,降低了加工成本。

3 进行模块化设计,便于重组和绿色再制造

在机床新产品设计中,采用模块化设计可以满足不同用户的需求,易于产品维修、拆卸及回收,使资源得到最大限度的利用,节省资源。在模块化设计及便于回收重组方面,组合机床是一个很好的例子。组合机床是由大量的通用零部件和少量的专用部件组成的高效专用机床,当产品或工艺变化后,把原有的机床拆开,大量的通用零部件还可以重复利用到新的机床。在现有标准的基础上,如果能够对一些通用机床的主要零部件尺寸制定相应的标准,将有利于机床的回收、改造或重组,大大节省机床再造成本^[2]。图3与图4分别

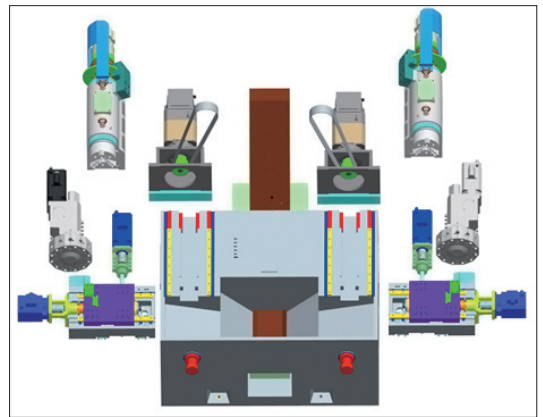


图3 车削类产品模块化设计

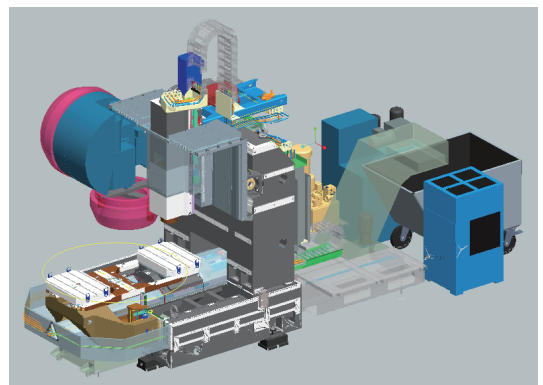


图4 镗铣类产品模块化设计

是车削类产品和镗铣类产品模块化设计图。

结束语

随着新材料和新技术研究的不断深入,大大促进了节省能源、绿色生态的新型机床的不断发展。我国是制造业大国,提高行业自主创新能力,应用新材料、新技术开发绿色机床,实现资源循环利用,实现企业经济效益和社会效益的整体优化,对于振兴我国机床行业具有重要战略意义,对全社会节能减排具有重大的推动作用。

参考文献

- [1] 张曙. 绿色生态机床. 世界制造技术与装备市场, 2009(2):50-54.
- [2] 徐滨士. 绿色再制造工程在我国应用的前景. 中国工程院咨询报告, 2001.

(责编 小城)