

轻量化技术在机床设计中的应用研究

李雨

(沈阳机床成套设备有限责任公司 辽宁 沈阳 110000)

摘要: 随着机械行业发展, 深加工技术不断进步, 加工技术的提升对机床的性能提出了更多更高的要求, 因此深度探究机床结构对机床精度的提升有重要作用, 而机床结构的轻量化技术是实现此目标的必然要求。轻量化技术的变革对机床性能有直接影响, 可大幅度提高机床的动态响应及切削效率。基于此, 如何解决机床设计中的轻量化, 促进轻量化技术在机床设计中的应用成为研究重点。在此结合实际设计过程, 对轻量化技术在机床中的应用进行深度分析。

关键词: 轻量化技术; 机床设计; 应用; 未来展望

0 引言

数控机床的设计过程中涉及多种先进技术的使用, 这些技术的应用使得人们的操作变得更加便利。在传统的设计工作中, 材料应用、设计方法等均存在局限性, 这导致数控机床的性能存在不足, 无法保证稳定运行, 在实际应用时存在一定的安全风险。同时在对机床设计进行优化时, 为了保证刚度、强度及性能等符合需求, 需要应用更多材料来提高支撑刚性及强度。轻量化技术的出现为机床设计优化提供了更多选择, 可确保在优化数控机床的结构时具有更轻的重量和更为良好的抵抗弹性形变的性能特点, 便于相关技术人员设计更加科学合理的优化方案。

1 轻量化技术简介

轻量化设计与结构设计有紧密联系, 想要实现轻量化目标, 需要以结构设计为基础进行落实, 具体来看, 轻量化主要包括以下两方面内容, 其一为充分考虑结构的刚度和强度需求, 在满足相关标准及技术指标的基础上对部分可改变构件如立柱、床身及滑台等进行优化, 从这些方面入手进行轻量化设计。其二是从机床的动态性能方面入手, 在保证动态性能参数不变基础上, 对运动部件的结构进行调整, 从而实现轻量化设计目标。随着时代发展, 机床的制造材料不断进步, 目前越来越多的轻质材料得到广泛应用, 例如现今的蜂窝式的材料、泡沫金属材料等, 逐渐成为机床设计时的首选, 这些材料广泛被应用于结构外面, 作为保护材料得到应用, 科学利用这些材料不仅可以有效降低噪声, 提升结构构件性能, 还能维持设备稳定运行。另外目前铝合金、矿物质材料等也在轻量化设计中发挥了重要作用, 同时碳纤维等新型材料的应用大幅度提高了机床材料的使用年限, 这为实现省工省料的目标作出了重要支持。综上, 目前机床的轻量化技术方法主要从参数优化、结构性能优化、综合条件多方法结构优化等几方面着手进行思考, 且已经取得了一定的成绩。

2 轻量化技术特点

2.1 结构优化设计技术

在对机床进行设计时, 需要综合考虑多方面因素, 具体来看, 可从静态性能和动态性能两方面进行思考。在降低机床自身重量时, 需要保证其自身性能仍可以满足使用需求, 相关参数符合标准要求。从而在此基础上对机床设计进行优

化, 科学约束生产制造成本投入, 从而实现性能调整。通常情况下, 机床的轻量化设计主要从内部结构件的分布特征及筋板类型方面进行设计, 通过结构组成变化, 充分发挥结构优化设计技术特点, 实现轻量化目标。从此方面入手时, 需要保证设计的支撑构件可以充分满足设备的刚度需求和强度需求, 例如机床的立柱和床身需要满足支撑承载的需求, 在设计运动部件时, 需要结合各部件的动态性能具体要求及约束条件等, 对机床的重量、刚度及强度等进行详细分析, 熟练掌握机床中各部分能量的传递特点及传递路径, 从而以此为依据, 实现轻量化设计优化目标。

2.2 新材料设计技术

随着科技发展, 越来越多的新型材料得到广泛应用, 新材料设计技术也成为了机床轻量化设计中的重点应用方法。现今最常应用新材料有蜂窝材料和泡沫金属材料, 这些新型材料较传统的钢铁等质量更轻、性能更佳, 科学应用这些材料, 可大幅度降低机床的重量。同时这些新材料具有多孔的特点, 因此在实际应用时, 可以更为全面地发挥降噪、减震等功能, 由于其良好的性能效果, 在滑块、移动工作台和移动导轨等部件中得到大量应用。另外, 在减速箱和立柱中也应用新材料也可以发挥重要作用, 这些新型轻质材料不仅降低了构件重量, 也可以改善支撑结构的整体性能。而在钢板焊接框架和大尺寸支撑部件中, 科学应用混凝土和花岗岩替代部分支撑可大幅度降低成本投入, 也能有效增强机床的稳定性。综上, 在技术水平飞速发展的今天, 越来越多的新型轻质材料面世, 这些令人眼花缭乱的材料为企业单位带来更加多样化的选择, 但也带来了些许挑战, 需要相关人员结合设计要求针对性地选择最佳材料, 如此才能保证轻量化设计效果。

2.3 多学科综合优化设计技术

此种技术方法从机床的整体性能角度出发进行思考, 在进行设计时, 会综合多学科领域知识, 从而实现对数控机床的接口方式及连接形式等方面内容的优化。科学应用此种技术对机床的关键部位进行调整, 可有效保证机床整体性能更加可靠。通过综合分析机床的各个子系统, 从而形成协同合作、有效配合局面, 增加机床的整体和局部性能的协调性。另外在应用此种技术优化时, 需要明确不同学科的耦合作用

特点,如此才能有效保证机床整体工程性能得到改善。

3 轻量化技术在机床设计中的应用

3.1 多学科综合优化设计在机床设计中的应用

随着科技进步,数控机床功能和自身结构日益复杂,在此种情况下,对数控机床的优化设计已经不再局限于某一方面或者某一学科,而是从整体、从多角度进行综合性设计研发。在多年以前,由于科技水平及各学科研究进展的限制,每个学科之间都相互独立,彼此之间缺乏耦合作用,尤其即使经过了最优设计得到的结果也是单个学科的最优设计,无法保证机床各方面均达到满意状态。因此,实现多学科耦合,加强多学科综合优化设计在机床轻量化设计中的应用有重要作用。为了跟上时代步伐,满足当前市场需求,实现多个学科的协同设计优化至关重要。例如美籍波兰裔科学家、NASA 的高级研究员 Sobieszczanski-Sobieski 提出了 MDO (Multidisciplinary Design Optimization) 方法,这便是一种通过利用多学科技术实现协同机制的工程产品。同时 MDO 方法成为多学科综合设计优化方法研究领域的坚实基础,结合此设计方法,国内外的科学家设计出了更多的优化措施。

由于多学科综合优化设计技术涉及学科众多,同时还需要综合考虑不同学科之间的耦合作用效果,所以在进行多学科综合优化设计时,需要从机床的整体进行思考,综合考虑机床的性能、强度、刚度、成本、静态性能及动态性能等的影响,从而确保设计的模型在实际中可以发挥作用。应用此种方法对机床继续轻量化设计优化时,应遵循简单化原则,在设计过程中应在保证性能正常发挥的基础上,去掉不必要的零件,从而降低机床复杂性,避免繁琐而无实用意义的部件增加成本。对于机床的传动系统优化设计过程,可从减少尺寸链方面入手,通过降低连接部件数量而达到降低能源消耗的目标。综上,在数控机床实行轻量化技术时,想要实现最优设计,充分利用多学科耦合,分析零部件之间的连接方式,从而进行针对性调整,实现对数控机床零部件加工工艺的优化,是促进数控机床实现现代化发展的重要支撑。

3.2 结构优化控制技术在机床设计中的应用

在结构化设计环节中,机床的部分零部件存在尺寸较大、重量大、结构复杂的特点,这也是运用轻量化技术优化的重要内容,例如部分机床中的箱体、横梁及立柱等关键控制节点,对机床的使用性能效果及使用寿命有直接影响,因此通过科学设计优化控制方案实现精确化预测和评估至关重要。同时结构优化技术在机床内部的大型零件设计及制造方面也不断发挥价值,通过优化设计可大幅度提高零件的加工效率。综上所述,结构优化控制技术在机床设计中有重要作用,想要加强机床加工性能,充分分析机床的静态及动态特性极其重要,而依靠传统的实验设计方法无法满足要求,必须在机床设计中提高结构优化技术才能实现,才能达成提高零件使用效率和使用效果的目标。

3.3 新材料设计技术在机床设计中的应用

目前新材料设计的应用也是机床轻量化创新设计的重要

研究内容,在科技手段的支持下,机床设计中越来越多的采用多功能的复合型号材料来保证实际的应用效果,目前较为常见的复合型号材料包括复合材料、陶瓷材料和碳纤维材料等内容。这些材料较传统的混凝土材料而言,更具有优势。同时较传统的混凝土材料而言,树脂混凝土性能更加优良,此种材料具有较好的热稳定性和较强的抗震性,在实际应用中发挥了重要价值。同时机床内部的各种辅助构件也不断采用新型材料进行优化,例如在减速箱以及导轨和立柱上引入纤维基增强型的复合材料以及蜂窝金属材料等,这些材料具有较强的刚性和强度,相较传统材料而言,具有质量轻、强度高优势特征。

4 轻量化技术的策略展望

综上所述,机床在工业化产业得到广泛应用,机床轻量化技术的科学应用发挥了重要价值。机床结构是轻量化设计的基础,也是推动该技术发展的主要方向。经过多年的发展吗,目前轻量化技术得到大幅度进步,随着科技发展,轻量化技术研究水平有了很大变化,已经从经验设计走向参数化设计,现今更是发展为实际应用性能为导向的节点优化设计局面,具体来看,轻量化设计从宏观逐渐向微观探索,从原来的整体方面入手到从局部性能角度进行思考,这为经济发展提供了巨大支持。结合实际进行分析,在未来人们对轻量化技术的研究主要将围绕以下三方面内容进行。

4.1 结构体系以及轻质材料耦合实现新型轻量化设计

目前机械机床材料轻量化与机床结构轻量化均得到大范围应用,这两方面内容均是轻量化设计中的重点,现阶段促进这两种方法实现耦合是研究重点方向,这两种轻量化方法实现耦合可以有效降低材料性能的约束和局限。因此在构件中应用各向异性的复合材料突破结构材料之间的界定范围成为轻量化的重点内容。

4.2 机床功能变化对轻量化结构件和构型提出新需求

在科学技术的支持下,机床不断发展,现阶段得到广泛应用的机床已经从传统的金属切削式的加工机床转向为“三束”加工式机床,传统的机床功能单一,目前的机床已经实现了多功能耦合,凭借一种机床可以承担大量的加工任务,另外在智能化技术和自动化技术支持下,基于机器人技术继承的一体化机床也逐渐得到应用,科技的发展,导致机床的工作空间、加工性能及性能等都发生了较大的改变,现阶段应用的机床几乎都以计算机模型及设计系统为主,在大型企业中鲜少出现人工操作现象,因此,机床操控系统的研发优化和计算模型调整均成为重点内容,但需要注意,无论是结构轻量化的设计数学模型还是数值计算方法,均需要以机床的结构和实际性能特征为依据,需要保证设定的数学模型或者数值计算方法可以在机床中得到应用。另外现阶段运动学仿真和机床动态性能及静态性能的发展,使得机床功能不断发展,功能的变化也对机床的轻量化结构件和构型提出了新要求。

4.3 在科学研究支持下,发现新材料优化轻量化结构

在传统的轻量化设计中,设计内容会受到制造工艺的限

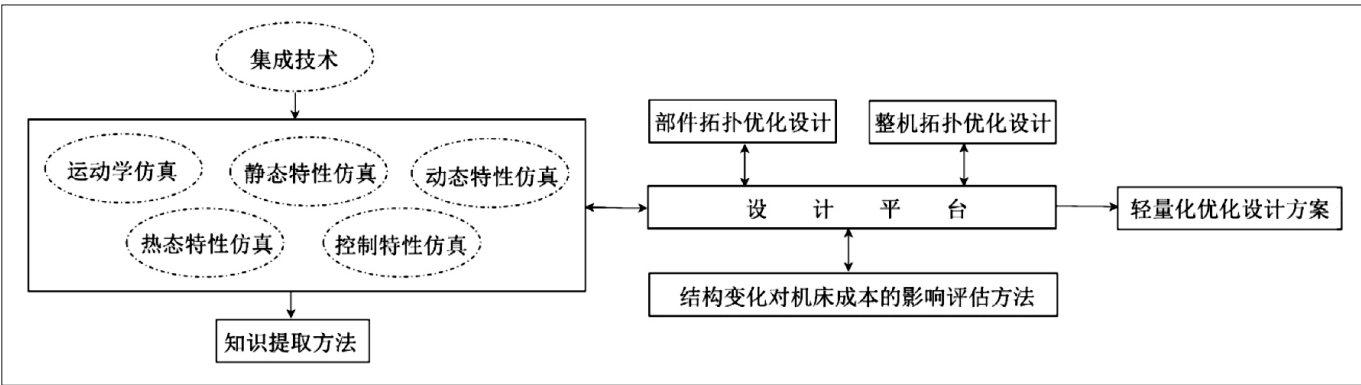


图 多学科优化结构设计方案

制，由于制造技术不成熟，很多特殊的零件无法按照预期设计制作出来，这对于轻量化技术发展带来了挑战。同时传统的制造工艺中，难以增加材料种类，这导致设计几乎都或多或少存在缺点，无法完美实现预期，且在实际加工过程中，材料的边界条件也会限制加工设计思路。例如某种机床只有在满足机床零件最小筋板厚度的约束条件时，才能实现最优设计。另外随着结构优化体系不断优化调整，机床材料的边界条件限值会逐渐增加，这意味着随着探索空间的加大，轻量化设计的限制不断降低，设计方案愈加多样化。目前随着科技发展新材料不断面世，极大地促进轻量化技术发展，为实现最优设计发挥了重要功能。

5 结语

轻量化机床设计的广泛应用，有效提高了机床制造中绿色环保理念的应用，同时也提高了再加工和可回收利用的产品关键技术。在当前机床制造中，充分利用轻量化技术设计研发新型机床，加强机床性能优化，研究新型加工工艺，降低资源消耗，是应用轻量化技术的最终目标。在此结合实际情况，探究轻量化技术的应用，以扎实的理论方法为基础，分析未来轻量化技术的发展，就能够为机床设计优化提供更多支持。

参考文献：

[1] 崔子成. 轻量化技术在汽车工程中的应用探讨 [J]. 科技与创新, 2019(14):154-155.

[2] 秦飞, 孙浩. 轻量化技术在机床设计中的应用 [J]. 科技风, 2018(14):149.

[3] 范青. 工程机械设计中轻量化技术的应用 [J]. 南方农机, 2020, 51(20):103-104.

[4] 巫鼎宗. 绿色设计在机床设计与制造中的应用 [J]. 现代工业经济和信息化, 2020, 10(07):57-58+61.

[5] 张松, 刘斌, 房玉杰. 数控机床轻量化技术研究进展 [J]. 航空制造技术, 2020, 63(14):14-22.

[6] 汪海洪. 新能源汽车轻量化技术研究 [J]. 时代汽车, 2020(05):68-69.

[7] 郭韦华. 轻量化技术在汽车工程中的应用 [J]. 工程技术研究, 2020, 5(03):127-128.

[8] 李桢楠, 周雯雯, 季金强, 戴世佳. 轻量化技术对纯电动客车的节能影响分析 [J]. 客车技术与研究, 2019, 41(05):18-20.

[9] 何秀军. 工程机械设计中轻量化技术的应用 [J]. 内燃机与配件, 2021(17):35-36.

[10] 王维伟. 基于流固耦合的客车骨架轻量化研究 [D]. 扬州大学, 2021.

[11] 李天箭, 丁晓红, 李郝林. 机床结构轻量化设计研究进展 [J]. 机械工程学报, 2020, 56(21):186-198.

作者简介: 李雨 (1987.02-), 男, 汉族, 辽宁大石桥人, 本科, 工程师, 研究方向: 机床设计及制造。