

经过优化的 MV855 主轴箱防护体, 现在以玻璃钢作为主要材料, 这得益于玻璃钢优异的设计灵活性, 使得能够便捷地制作出各种形态, 解决了传统机床外观设计中固有的僵硬线条问题。同时, 玻璃钢的连接技术也减少了机床防护体在组装时出现漏水或漏油的可能性。改进后的设计细节请参见图 2。



图 2 MV855 主轴箱防护罩

3.3.2 观察窗材料的选择

MV855 立式加工中心观察窗主要是采用有机玻璃, 在有机玻璃外面再加一层钢板以增强防护性, 防止加工件高速旋转而飞出造成安全事故。

随着科技的不断进步, 新材料和新工艺的加入, 让透明陶瓷和杜邦 Sentry Glas plus 的应用成为玻璃界的一股清流, 它们的出现, 让玻璃材料的性能有了质的飞跃。透明陶瓷在透明度、强度和硬度方面, 都把传统玻璃甩在了后面, 它不仅耐磨耐刮, 还特别适合用来制造防弹汽车的窗户、坦克的观察窗、轰炸机的轰炸瞄准器以及高级防护眼镜等。美国空军研究实验室和美国 Surmet 公司联手, 对基于特殊透明陶瓷的新型防弹护板进行了测试, 而 Surmet 公司近年来一直在持续研究这种透明陶瓷。

杜邦 SentryGlas plus 是一种创新中间膜技术, 属于杜邦夹层玻璃产品系列的最新成果, 显著提升了夹层玻璃性能。杜邦是唯一提供一系列夹层玻璃产品的聚合物科学公司。SGP 夹层玻璃具备防破裂和防侵入性能, 满足 ASTM 标准。透明陶瓷和 SGP 夹层玻璃适用于 MV855 立加机床观察窗。

3.3.3 装饰带与门把手材料的选择

设想中密度纤维板 (MDF) 作为板材领域的多用途工具, 其均匀的组织结构和适宜的密度赋予了它卓越的尺寸稳定性。MDF 提供了广泛的厚度选项, 从 1.5 毫米至 60 至 80 毫米不等, 满足了多样化的应用需求。此外, MDF 不仅具备理想的物理特性, 还具有良好的表面处理适应性, 无论是油性、水性还是胶质涂料, 均能轻松应用, 简化了创意涂装过程。其强度高、耐水性好且易于清洁的特性, 使其在市场上备受青睐。随着科技与自然和谐共存理念的不断推广, MDF 在科技产品外壳领域的应用迅速增长, 已成为该行业的重要组成部分。

在讨论机床设计时, 装饰带可被视为一种时尚的装饰元素, 而中密度纤维板则是提升装饰带表现力的关键材料。该材料具备优异的涂饰适应性, 能够兼容多种涂料类型, 包括水性、油性和胶质涂料。通过压制工艺, 它还可以转化为复合型纤维板材, 为设计领域提供广泛的应用潜力。至于装饰单板、木纹纸、浸渍纸、塑料、树脂胶膜以及金属薄片等表面装饰材料, 它们为装饰带增添了额外的美学价值和质感。观察这些元素, 不难发现装饰带的应用领域变得丰富多彩, 充满探索的可能。



图 3 碳纤维在 MV855 机床外防护的应用

3.3.4 人机工程学在机床设计过程中的作用

人机工程学, 亦称宜人学 (ergonomics), 是人因工程研究的出发点, 体现了体能劳动合理化的理念。人机工程学的精髓, 就是研究人和系统里其他小伙伴怎么玩得转, 包括理论、原则、数据和方法, 全都得考虑进去。以此设计产品, 旨在优化人力与系统效能。该学科以人的需求和能力为中心, 致力于设计和改善产品、过程、系统以及操作环境, 以满足人的需求, 使人的体力和能力得到最大化的发挥。

近年来, 人机工程学的研究受到重视, 并取得了显著进展, 发展成为一门新兴学科——人为因素工程学 (human factors engineering), 简称人因工程学。这门新学科反映了其研究范围与传统人机工程学的不同: 人因工程学的研究对象从劳动扩展到包括休息、学习、娱乐等所有人类活动; 研究范围也从人的物理活动扩展到生理、心理的人类行为现象和社会因素。其研究重点与其他学科的关系如图 4 所示。

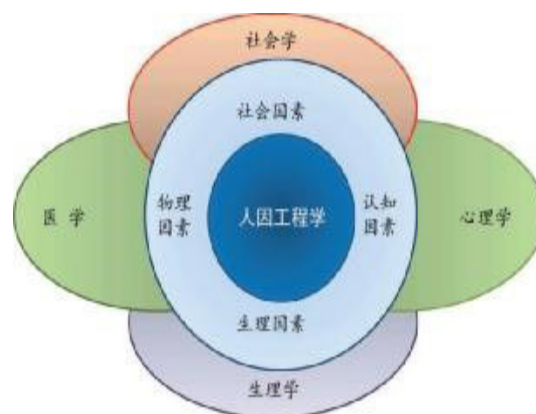


图 4 人因工程学与其他学科的关系

在不同产品中，人因工程学所考虑的要素表现出不同的特点。例如，各种人因设计要素在数控机床控制台设计中的体现见表 1。

表 1 人因设计要素在数控机床控制台设计中的体现

要素	体现形式
物理因素	显示面板的高度是否配合不同操作员的体型，显示面板角度调节铰链的偏转力是否适中
生理因素	屏幕所显示字体大小和反差在车间照明条件下是否容易阅读，告警和提示声响的音量是否足够
认知因素	屏幕显示各组数字的分野是否明确，信息的显眼程度是否与信息的重要性一致，告警声响与提示声响差异是否足以引起必要的警觉
社会因素	显示信息所用的文字和符号是否能被操作者正确理解 操作者是否会轻视异常事件

将外观设计视为高端数控机床在机械设计完成后的一种装饰性工作，以及将数控机床的易制造性视为超越外观设计的成本控制策略，可能会导致在两个方面都无法实现最佳效果。工业设计在产品开发流程中的作用，是全面考虑技术和人类需求及其限制，创造性地提出能够同时满足这两方面需求的设计方案，这对于高端数控机床产品的开发和创新来说是至关重要的一个环节。

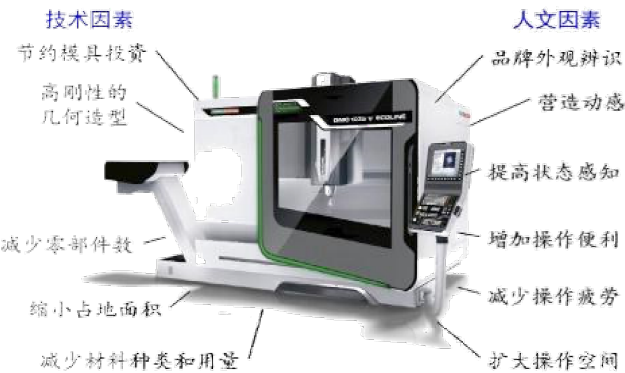


图 5 机工程学在机床设计过程中的应用

3.3.5 南通国盛 MV855 立式加工中心外观改进设计方案

如图 6 所展示的，南通国盛 MV855 的一个设计方案，运用了充满科技感的冷色调来塑造整个机床的外观，以灰色作为主色，外观设计灵感来源于无机元素的简洁与秩序。左右防护体两侧采用暗白色作为辅助色彩，为机床外观增添了丰富的层次感，有效消除了传统设计的单调性。

在选用玻璃钢作为主轴箱防护体的核心材料过程中，我们能够实现更大尺寸的圆角加工，确保了表面处理的光滑度，从而赋予了机床整洁而轻快的外观形象。在细节处理上，我们同样注重创新，例如门把手采用氧化铝材质，并精心镶嵌橡胶块，确保操作者在使用过程中的舒适度，体现了人性

化设计的理念。机床的 CRT 操作箱设计汲取了有机形态的精髓，整体造型显得庄重大方，美观得体。

前门合侧观察窗采用杜邦 SentryGlas plus 材料，防止了切削液和切屑对玻璃的损害，保障了操作安全，并提升了可视性。移门设计中使用碳纤维板作为装饰，使机床设计和谐统一。

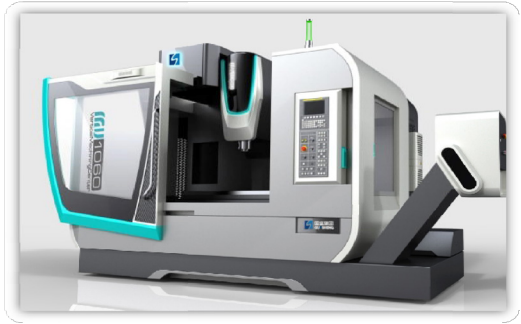


图 6 MV855 加工中心设计方案

4 结论

经过全面深入的分析，本研究揭示了全球机床外观设计的发展趋势，并识别出传统机床设计中钣金物理属性对造型的限制。进一步地，本研究探讨了新材料和新工艺在机床外观设计中的应用潜力，并以南通国盛 MV855 立式加工中心的外观改进设计为例，深入分析了如何通过新材料和新工艺的创新组合来替代传统刚性的钣金部件。这种创新方法旨在使机床设计更加注重人的体验，提供更加丰富和多元的视觉、触觉和听觉体验。通过比较新材料与传统工艺，本研究突出了新材料和新工艺在机床外观设计上的优势，以及它们在经济、美学和社会层面的重要性。研究还指出了不同材料和工艺在机床外观设计中适用的特定部件，例如采用玻璃钢材料制作主轴箱防护罩，以优化成型过程，达到最佳的外观设计效果。

参考文献

[1] 张曙, 卫汉华. 机床的工业设计, 机械设计与制造工程, 2017(05).
[2] 王太勇. 我国数控技术与装备的现状与发展, 商业现代化, 2008(06).
[3] 颜啸. 浅析工业设计理论在数控机床外观造型设计中的实践, 科技创业家, 2013(08).
[4] 卢晓梦. 数控机床外观造型设计中的审美分析, 装饰, 2007(3).
[5] 舒浩. 机床设计外观设计的理论与实验研究, 北京交通大学, 2009.
[6] 安庆升 丁传荣. 城市铁路接触轨玻璃钢防护罩系统的研制, 纤维复合材料, 2009, 12(4).
[7] 杜继涛. 防护罩六工序复合模具设计, 制造技术与机床, 2008(11).
[8] 杨维平, 李伦, 徐人平. 加工中心造型设计, 现代机械, 2002(01).
[9] 李世葳. 基于人机工程的数控机床外防护的设计研究, 东北林业大学, 2008.

Study on motion accuracy reliability analysis and optimization design of flexible mechanism

Yaxi Liu Mengli Shan

Henan Vocational University of Science and Technology, Zhoukou, Henan, 466000, China

Abstract

This paper presents a systematic analysis and optimization design study on the motion accuracy and reliability of the flexible mechanism. First, the basic concept, classification and its application in the engineering field are analyzed, and the main factors affecting the motion accuracy are discussed in detail. Then, the reliability analysis method of the flexible mechanism is introduced, and the relationship between motion accuracy and reliability is explored. In order to improve the performance of the flexible mechanism, this paper proposes a joint optimization design method of motion accuracy and reliability, using the optimization algorithm to adjust the design parameters, so as to achieve higher motion accuracy and stronger reliability guarantee. Through simulation analysis and real case verification, the effectiveness and feasibility of the optimized design method in improving the overall performance of the flexible mechanism are proved. The results provide theoretical support and practical guidance for the design and application of flexible institutions.

Keywords

flexible mechanism; motion accuracy; reliability analysis; optimization design; simulation verification

柔性机构运动精度可靠性分析与优化设计研究

刘亚西 单孟丽

河南科技职业大学, 中国·河南 周口 466000

摘要

本文针对柔性机构的运动精度和可靠性展开了系统的分析与优化设计研究。首先, 分析了柔性机构的基本概念、分类及其在工程领域中的应用, 并对影响运动精度的主要因素进行了详细讨论。然后, 介绍了柔性机构的可靠性分析方法, 并探讨了运动精度与可靠性之间的关系。为提高柔性机构的性能, 本文提出了一种运动精度与可靠性联合优化设计方法, 利用优化算法对设计参数进行调整, 从而实现更高的运动精度与更强的可靠性保障。通过仿真分析与实际案例验证, 证明了该优化设计方法在提升柔性机构整体性能方面的有效性与可行性。研究结果为柔性机构的设计与应用提供了理论支持与实践指导。

关键词

柔性机构; 运动精度; 可靠性分析; 优化设计; 仿真验证

1 引言

随着现代工程技术的不断发展, 柔性机构在许多高精度、高可靠性要求的领域中得到了广泛应用, 如机器人、精密仪器、航空航天等。然而, 柔性机构在工作过程中往往存在着运动精度不稳定和可靠性不足的问题, 这大大影响了其在高端装备中的应用效果。为解决这一问题, 开展柔性机构运动精度与可靠性分析及其优化设计成为当前研究的热点。本文主要聚焦于柔性机构运动精度与可靠性的联合优化问题, 旨在通过理论分析与计算机仿真相结合的方法, 提出一种高效的优化设计策略, 以提高柔性机构在复杂工作环境中的整体性能。

【作者简介】刘亚西(1998-), 男, 中国河南西华人, 硕士, 助教, 从事结构可靠性研究。

2 柔性机构运动精度分析

2.1 柔性机构的基本概念与分类

柔性机构是指具有显著柔性或变形能力的机械结构, 通常由一系列具有一定柔性的部件构成。这类机构在外力作用下能够发生明显的弹性变形, 而这种变形对其整体运动性能产生影响。柔性机构与刚性机构的区别在于其响应更加灵活, 可以在一些高精度或复杂环境下提供更高的适应性和工作性能。根据应用领域的不同, 柔性机构可以分为两类: 一类是用于负载传递的柔性机构, 另一类是用于执行精密操作的柔性机构。前者侧重于提高结构的稳定性和承载能力, 后者则更注重精确控制与操作精度^[1]。

2.2 运动精度的定义与评价方法

运动精度是指机械系统在运动过程中, 目标部件的位移、速度、加速度等参数与预定值之间的偏差程度。运动精