

机械类产品结构要素设计要点探究

李泰江

(法雷奥舒适驾驶辅助系统(广州)有限公司 广东 广州 510800)

摘要: 结构要素设计决定了机械类产品的运动承载能力、稳定性、产品精度等方面的性能特征。通过合理的结构设计,可以最大程度地优化产品性能,满足用户的需求和预期。本文旨在探究机械类产品结构要素的设计要点,以帮助机械工程师更好地理解应用。文章概述了机械类产品的结构要素,并强调了主要结构要素与辅助结构要素的区分及它们在产品性能中的作用;详细讨论了结构要素设计的基本原则,包括结构布局与连接设计、运动与传动系统设计及润滑与密封设计,以帮助工程师在实际应用中做出明智的决策,并呼吁其在产品设计和制造中充分考虑以上要点,以确保产品更加优质,保持市场竞争力。

关键词: 机械类产品; 结构要素; 结构设计要点; 运动学分析; 连接方式

0 引言

机械类产品的结构要素设计是制造一款优质产品的重要环节之一,其要点涵盖产品的功能需求、材料选择、零部件的布局与连接、装配过程等诸多方面^[1]。无论是传统的机械设备还是现代的智能机械装置,其结构设计都直接影响到产品的性能、可靠性及使用寿命等关键指标^[2]。深入探究机械类产品结构要素设计的要点,对于提高产品质量和竞争力具有重要意义。因此,本文旨在深入探讨机械类产品结构要素设计的要点,以帮助工程师更好地理解和应用这一领域的核心原则,文章从分析结构布局与连接设计、运动与传动系统设计,以及润滑与密封设计等方面进行详细讨论。每个设计要点都将涉及相关的技术细节和实用公式,以便能够将这些原则应用到实际工程项目中。总之,机械类产品的结构要素设计是保证产品质量和竞争力的重要环节。通过深入探究机械类产品结构要素设计的要点,机械工程师可以更好地理解和应用相关知识,为制造高品质产品提供支撑。在当前技术飞速发展的背景下,不断改进和创新机械类产品的结构设计,将有助于推动中国制造业向更高水平迈进。

1 机械类产品结构要素的定义及作用

1.1 主要结构要素

在机械类产品的结构要素中,主要结构要素是产品的关键组成部分,直接承担载荷和影响产品的主要性能,包括主体结构、动力传动系统、传感与控制系统^[3]。

具体如下。

(1) 主体结构要素: 构成产品的主要骨架或主体框架,承受载荷并提供产品的基本形状和结构支持。主体结构要素包括底座、框架、壳体等。主体结构承担产品的载荷,其设计需要考虑材料强度、刚度和稳定性,以确保产品在工作条件下不会失效或变形^[4]。

(2) 动力传动与运动系统: 包括电机、齿轮、皮带、链条等,这些要素影响产品的速度、转矩、转速等性能。动力传动与运动系统负责传递动力和实现所需的运动,正确的设计可以确保产品在性能方面达到预期目标。

(3) 传感与控制系统: 包括传感器、控制器、仪表盘等,用于检测和控制产品的各项参数,使产品正常运行,以确保产品的精度、稳定性和可靠性。

1.2 辅助结构要素

在机械类产品的结构要素中,辅助结构要素虽然不是产品的核心部分,但它们在确保产品的整体性能和可靠性方面起着重要的辅助作用^[5]。辅助结构要素包括连接与固定要素、润滑与密封系统、附件与配件等,辅助结构要素的设计可以影响产品的装配、维护和使用寿命。

(1) 连接与固定要素。用于连接和固定各个部件的螺栓、螺母、销钉、焊接等元件,确保各部件之间的协调运动和结构稳定性^[6]。连接与固定要素的设计直接影响产品的装配和拆卸,同时也决定了产品的结构稳定性和耐用性。

(2) 润滑与密封系统。确保产品的运动部件顺畅

工作并防止液体或气体泄漏的关键要素,包括润滑油、密封圈、轴承、滑块等。润滑与密封系统保持运动部件的润滑和防止泄漏,有助于维持产品顺畅运行。

(3) 附件与配件。机械类产品需要滤清器、散热器、滤网、滤芯等各种附件和配件,以提供额外的功能及性能改进,如降低噪声、提高能效等。

2 机械类产品结构要素设计的基本原则

机械类产品结构要素设计的基本原则是确保产品能够在满足功能需求的同时,具备高性能、可靠性、可维护性和经济性^[7]。以下是机械类产品结构要素设计的基本原则。

(1) 功能导向性设计。将产品的功能需求置于设计的核心位置,确保每个结构要素的设计都有明确的功能目标,并根据目标进行优化。

(2) 材料选择与强度匹配。选择合适的材料,考虑成本、耐腐蚀性、疲劳寿命等因素,并确保其强度和刚度能够满足产品的设计载荷和使用环境要求。

(3) 结构模块化设计。倡导简化结构,减少不必要的复杂性,以降低制造成本、提高可靠性,并减少维护工作,有助于提高产品的性能^[8]。将产品分为可独立设计、制造和维护的模块或子系统,以提高生产效率和可维护性,有助于对产品进行定制化,或根据要求对产品做出快速改进。

(4) 安全性与可靠性。确保产品的设计安全可靠,进行故障模式和效应分析(FMEA),以识别潜在故障并采取降低风险。

(5) 装配友好性设计。考虑产品的装配和维护过程,确保产品设计易于组装、便于维护,减少装配错误和维修时间。

(6) 润滑与密封。为运动部件提供适当的润滑和密封,以减少摩擦和磨损,延长部件寿命,同时防止液体或气体泄漏现象。

(7) 环保设计及成本效益。考虑材料的可持续性、能源效率和废弃物管理情况,以降低产品对环境的负面影响。在不降低产品性能的前提下,寻求成本效益的设计解决方案,以确保产品在市场上具有竞争力。

(8) 持续改进。定期评估产品性能,收集用户反馈,追踪市场趋势,不断改进产品的设计以满足不断变化的市场需求及技术标准。

在机械类产品的结构要素设计中,以上基本原则可

以帮助工程师和设计团队制定有效的策略,以创造出性能卓越、可靠耐用、经济实用的机械类产品。

3 机械类产品结构要素设计要点

根据机械类产品结构要素的定义及作用,以及对要素设计的基本原则进行分析,可以看出机械类产品结构要素的设计要点颇多,从开始设计时就需要考虑设计功能,依据功能进行其他的设计构建。本文将从结构布局与连接设计、运动与传动系统设计、润滑与密封设计三方面入手,介绍机械类产品结构要素设计的关键要点。

3.1 结构布局与连接设计

3.1.1 结构布局

结构布局的优化是确保机械类产品结构紧凑、高效并满足功能需求的关键步骤。在进行结构布局前,使用有限元分析(Finite Element Analysis, FEA)工具来模拟和分析结构在不同工作条件下的应力和应变分布,有助于确定结构中的关键应力集中点和弱点,以指导布局的优化。根据应力分析结果和材料性能数据,选择合适的材料,如机械类结构的强度、刚度和密度等,使用材料弹性模量(E)、屈服强度(σ_{yield})等材料性能参数进行指导。弹性模量表示材料在受力时的弹性变形能力,具体计算如式(1)所示。

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (1)$$

式中: E —材料的弹性模量(Pa);

σ —材料的应力(Pa);

ε —相应的应变。

屈服强度表示材料在受力时开始发生塑性变形的应力值,具体如式(2)所示。

$$\sigma_{\text{yield}} = \frac{F_{\text{yield}}}{A_0} \quad (2)$$

式中: σ_{yield} —材料的屈服强度(Pa);

F_{yield} —开始发生塑性变形的力(N);

A_0 —受力前的横截面积(m^2)。

使用这些材料性能参数,可以根据实际情况计算并评估材料的性能,以确保产品的设计在结构强度和稳定性方面是合适的。在设计过程中,将这些参数与产品的载荷和应力分析相结合,以确定材料选择和结构设计是否满足要求。追踪载荷在机械类产品结构中的

传递路径,以识别负载集中点并优化材料的布局,确保结构能够均匀承受负载。

3.1.2 连接设计

连接方式的选择和设计直接影响到产品的结构强度、稳定性和可维护性。在对螺栓进行连接时,可以使用标准的螺栓拉伸强度公式来进行螺栓连接中的应力计算,具体如式(3)所示。

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (3)$$

式中: σ — 螺栓的应力;

F — 受到的拉伸力;

A — 横截面积。

确保连接部件的材料与连接方式相匹配,考虑到温度、湿度和腐蚀等因素,材料选择和连接性能需要相互协调。对于螺栓连接,使用螺栓预紧力公式来估算预紧力以确保连接的紧固,具体如式(4)所示。

$$F_p = \frac{T}{K} \quad (4)$$

式中: F_p — 螺栓的预紧力;

T — 转矩;

K — 螺栓系数。

计算预紧力后,考虑连接部件的密封和润滑需求,选择适当的密封圈和润滑剂,以减少腐蚀和摩擦,确保连接的可靠性。

结构布局 and 连接设计的优化是确保产品结构强度和稳定性的关键步骤。通过使用工程分析工具和公式计算,在对机械类产品结构的设计过程中可以合理地选择连接方式和布局,以满足产品的性能和可维护性要求。

3.2 运动与传动系统设计

3.2.1 运动学分析

运动学分析是研究机械类产品结构中各个部件的运动行为的过程,主要流程如图1所示。

在进行运动学分析时,首先需要确定机械类产品结构的分析目标,如部件的位移、速度、加速度等参数。建立适当的坐标系,以便描述和测量部件的运动趋势,确定分析时间段,即从何时开始到何时结束。根据部件的初始位置和运动特性,使用位移公式计算部件的位移,具体如式(5)所示。

$$S = b + vt \quad (5)$$

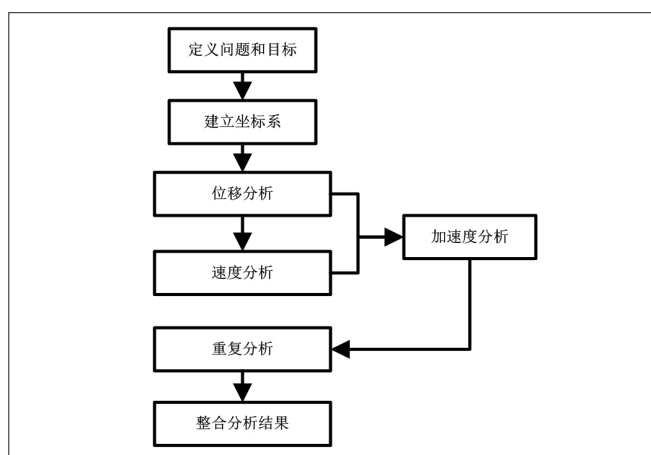


图1 运动学分析流程

式中: s — 位移距离;

b — 初始位置;

v — 速度;

t — 时间。

使用位移数据计算部件的速度,速度 v 的计算公式具体如式(6)所示。

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (6)$$

式中: Δs — 位移变化;

Δt — 时间变化。

使用速度数据计算部件的加速度,加速度 a 的计算公式如式(7)所示。

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (7)$$

式中: Δv — 速度变化。

根据需要,重复以上步骤以分析系统中的其他部件的运动。将位移、速度和加速度分析结果整合起来,以全面了解系统中各个部件的运动行为。使用运动学分析的结果来指导系统设计,包括传动系统、控制系统和材料选择等。

运动学分析的关键在于建立各个参数之间的联系。位移分析提供了位置信息,速度分析基于位移数据提供了速度信息,而加速度分析则基于速度数据提供了加速度信息。这些参数相互关联,可以用于确定部件在任何给定时间点的运动状态。整个分析过程是逐步进行的,以确保准确性和一致性,并为机械类产品结构的设计和优化提供重要信息。

3.2.2 传动系统的选择与设计

传动系统在机械类产品中用于将动力从一个部件

传递到另一个部件,以实现所需的运动。传动比是输入和输出旋转速度之间的比率,对于齿轮传动系统,传动比*i*的计算如式(8)所示。

$$i = \frac{C_s}{C_r} \quad (8)$$

式中: C_s —输出齿轮的齿数;

C_r —输入齿轮的齿数。

输出功率等于传动比和输入功率的乘积,根据传动系统的输出功率需求,选择齿轮、皮带、链条等适当的传动元件,选择过程中还需要考虑传动比、载荷、速度和效率等因素。传动系统的效率是指输入功率 P_{in} 和输出功率 P_{out} 之间的比率,传动效率 η 可以使用公式(9)进行计算。

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \quad (9)$$

传动系统的选择和设计取决于产品的性能需求和工作环境。在实际运行之前,进行传动系统的测试和验证,以确保其符合设计要求。一旦产品投入使用,定期进行维护,以确保传动系统的性能稳定,根据实际使用情况和用户反馈,持续改进传动系统的设计。运动学分析和传动系统设计帮助工程师确保产品的运动特性和传动系统的效率满足要求,并最大程度地提高产品性能。

3.3 润滑与密封设计

3.3.1 润滑方式与润滑剂选择

润滑是机械结构中的重要部分,它有助于减少摩擦、磨损和热量产生,提高系统的效率和寿命。

润滑方式主要有以下三种:

(1) 润滑脂。适用于高负载、低速度(100r/min以下)和高温度(超过150℃)条件下的润滑,以半固态形式存在。

(2) 润滑油。适用于高速(1000r/min以上)、高温度和轻负载条件下的润滑,以液态形式存在。

(3) 干润滑。适用于特殊条件,如高真空(低于101.3kPa或760mm汞柱)或高温下,可以使用固态润滑材料,如涂层或陶瓷球。

选择合适的润滑剂要考虑运动部件的材料和工作环境,润滑剂包括以下几种:

(1) 矿物油。通用型润滑剂,适用于常规机械应用。

(2) 合成油。耐高温、低温和化学腐蚀的润滑剂。

(3) 润滑脂。适用于密封性要求高的部件,可以粘附在摩擦表面上。

(4) 固体润滑剂。如涂层或陶瓷,适用于高温或高真空条件下。

确保润滑剂能够到达需要润滑的部位,通过设计适当的润滑系统,如油泵、油管道和润滑油槽,考虑润滑剂的循环和过滤功能,以保持润滑剂的质量和清洁度。

3.3.2 密封设计要求

密封是防止液体或气体泄漏的关键部分,尤其在机械类产品结构中,确保其密封性能至关重要。根据液体或气体的性质,选择适当的密封材料,如橡胶、硅胶、聚四氟乙烯(PTFE)等。在设计之前了解工作环境的条件,包括温度、压力、化学性质和腐蚀性,以选择能够抵抗这些条件的密封材料。密封结构的设计要考虑部件之间的相对运动,如旋转、往复运动或静态密封。选择适当的密封类型,如O形圈、旋转密封、活塞密封等,确保密封件的表面光滑,且安装时正确压紧,定期检查和维护密封件,以确保其性能。替换老化或受损的密封件,以防止泄漏,在密封处提供适量的润滑和冷却,以减少摩擦和热量产生,提高密封的寿命。不良的密封设计可能导致泄漏、能源浪费和设备损坏,因此,注意密封设计有助于确保机械类产品结构的可靠性和使用效率。

4 结语

机械类产品结构要素设计是机械工程领域的核心。本文介绍了关键的设计要点和原则,为工程师提供了机械类产品开发和制造领域的指导策略。文章强调了结构布局与连接设计、运动与传动系统设计,以及润滑与密封设计等关键要素,这些要点对于确保产品性能、产品可靠性及产品寿命至关重要。在不断发展的市场竞争中,机械工程师必须不断提高自身的设计技能和知识,以创造出更加创新和卓越的机械产品。结构要素设计是这一过程中的重要一环,只有深入理解和应用相关原则,才能取得成功,设计人员将能够更好地应对挑战,创造出高性能、可靠且寿命长的机械产品,从而满足不断变化的市场需求。

参考文献:

[1] 戚其松,徐航,董青,等.基于镜面反射算法的机械产

品结构稳健优化设计 [J/OL]. 机械设计与制造 :1-14[2023-10-20].

[2] 钱永海. 机械产品设计的结构优化技术运用分析 [J]. 中国机械, 2023(01):17-20.

[3] 袁永焯. 3D打印技术在机械产品设计中的应用 [J]. 集成电路应用, 2022, 39(09):100-101.

[4] 贺尚红, 黄诗辉, 周振华. 机械产品设计中基于多模型集成的二次开发技术研究 [J]. 现代制造工程, 2022(07):83-89.

[5] 董建文, 曾舜安, 彭晖, 等. 基于某企业工程机械类产品的质量安全风险监测分析与处置措施 [J]. 建设机械技术与

管理, 2021, 34(04):125-129.

[6] 王江月. 机械产品结构在设计要点探究 [J]. 中国设备工程, 2021(09):233-234.

[7] 孙艳. 浅谈液滴分析仪的机械结构设计 [J]. 中国设备工程, 2022(16):115-116.

[8] 田俊鼎. 机械产品设计智能化系统及其关键技术研究 [J]. 信息记录材料, 2020, 21(04):206-207.

作者简介: 李泰江 (1988.03-), 男, 汉族, 广东茂名, 本科, 工程师, 研究方向: 结构设计 (汽车、机械行业)。

广告征订



版位 Format	价格 Price (RMB)
特殊版位 Specified Ads. Position	
封面	25,000
封二	16,000
封三	12,000
封底	18,000
扉一	15,000
扉二	10,000
后扉一	12,000
后扉二	9,000

版位 Format	价格 Price (RMB)
正常版位 Editorial Page	
编辑页	10,000
编辑页跨页	15,000
1/2编辑页	5,000
1/3编辑页	3,500
1/4编辑页	2,500

注: 所有特殊版位广告均为4C广告, 正常版位广告均为黑白色; 所有广告需提供成熟设计稿, 如需编辑部制作需单独收费。

优惠说明:

在原价格基础上, 连续预定3期, 优惠8%; 连续预定6期, 优惠15%; 连续预定12期, 优惠20%; 连续预定18期, 优惠30%; 连续预定36期, 优惠40%。另, 如提前一次性付款, 可在享受优惠的基础上享受8%的额外折扣。

广告预定热线: 010-6741 0664 / 1368 332 6370