

# 基于金属机械结构设计的创新设计分析

任超

山西省检验检测中心(山西省标准计量技术研究院)产品质量检验技术研究所

DOI: 10.12238/j pm.v5i3.6643

**[摘要]** 传统设计方法因其理念陈旧、形式单一,已远不能满足当今社会经济的实际需求。相应的,机械结构设计也需要进行理念及方法的创新,不断完善设计方式,提升机械设计水平,获得更大的经济效益。基于此,该文阐述了机械结构设计中的创新设计内涵,归纳了创新设计应遵循的原则,分析了机械结构设计现状,提出了机械结构创新设计的具体应用。所得结论为:平台及材料滞后问题,严重限制了机械结构设计水平的提升,设计人员需创新设计理念,开发全新的设计平台,并广泛推广应用,推动机械行业实现高质量发展。

**[关键词]** 机械结构;创新设计;并行设计

## Innovative design analysis based on metal mechanical structure design

Ren Chao

Shanxi Provincial Inspection and Testing Center (Standard Measurement Technology Research Institute of Shanxi Province)

**[Abstract]** The traditional design method is far from meeting the actual needs of today's social economy. Accordingly, the mechanical structure design also needs to carry out the concept and method of innovation, constantly improve the design way, improve the level of mechanical design, and obtain greater economic benefits. Based on this, this paper expounds the connotation of innovative design in mechanical structure design, summarizes the principles that should be followed in innovative design, analyzes the current situation of mechanical structure design, and puts forward the specific application of innovative design of mechanical structure. The conclusion is that the lag of platform and materials seriously limits the improvement of the improvement of mechanical structure design level. Designers need to innovate the design concept, develop a new design platform, and widely promote and apply it, so as to promote the high-quality development of the machinery industry.

**[Key words]** mechanical structure; innovative design; parallel design

### 引言

近年来,国家高度重视创新创造,并将其列入国家发展战略之中。随着我国不断融入国际市场,机械制造业所面临的国外竞争日趋激烈,这对各类机械产品的质量、效能以及能耗提出了更高的要求。传统的机械结构设计理念落后,产品质量参差不齐,距离客户需求还有较大差距,对机械行业的健康稳定发展产生巨大影响。所以,加大技术投入,创新机械结构设计方法,不但创造较高的经济价值,还产生良好的社会效益。

### 1 机械结构设计中的创新设计内涵

机械结构设计包含机械构件的材质、大小、数量以及装配方法等,通过结构化方式展现原理方案的内容。从本质上来讲,机械结构设计是通过装配不同的机械构件,达到某项整体功能目标。各类零部件在结构功能方面存在明显差异,其主要功能包含三方面,其一是确保相对位置的固定,其二是能承受相应的荷载,其三是明确机械运动轨迹。创新机械结构设计,就是不断完善优化机械设计工艺技术,增强机械设计强度,提升机

械结构刚度,增加机械产品使用年限,全面提升机械结构设计功能。

### 2 机械结构创新设计原则

#### 2.1 合理化

创新机械结构设计,应坚持合理化设计原则。通过具体分析机械结构各项性能指标,需要先后考虑低副结构、移动副结构与高副结构。低副结构的主要构件超过四个,包含四个运动副,其优势在于便于精准控制,成承受较大荷载,加工效率高。相比之下,高副结构包含三个运动副及构件,由于构件数量较少,设计难度低。

#### 2.2 简单化

优化机械结构设计方法,需力求简单化。为精简机械结构,不需要过于追求零误差的机械设计结构,可使用具有微小设计误差的机械结构。遵循这一简单化原则,一方面有利于增强机械结构刚性,另一方面可有效避免误差产生,提高机械结构设计精度,节约加工费用,提升经济效益。

### 2.3 小尺寸

为创新机械结构设计, 需要遵循小尺寸原则, 尽可能减小机械尺寸。加工制造小型机械产品, 需要最大限度的减小机械构件的尺寸, 其中一个重要条件是机械运行效率、稳定性及荷载程度不受影响。结合机械具体结构, 选择最匹配的机械构件。若机械运行具有间歇性规律, 则应选用小尺寸凸轮机构; 若机械传统比固定, 设计机械结构, 应选用小尺寸周转轮系减速器。

### 2.4 大动力

大动力是创新机械结构设计的重要原则。为达到连杆机构往复摆动目的, 通常选择摆动导杆结构, 其传动角较大, 而压力角较小。结合实际情况, 采取不同的设计方法: 1) 当机械结构运行距离近且承受较大阻力时, 需要加设相应构件, 增大力度; 2) 部分机械结构具有对称性, 快速运转且具有较大惯性力矩, 则需要降低动荷载, 有效提升结构动力性能。

## 3 机械结构设计现状分析

机械结构设计已进入创新发展的快车道, 原因有三, 其一是计算机技术的发展及推广应用, 其二是新材料的研发及使用, 其三是新技术的发展及应用。在当前的机械结构设计中, 广泛应用了多项技术, 主要有摩擦学技术、稳定性分析技术、有限元计算技术以及计算机设计技术等。通过运用各项新技术, 有效提升了机械结构设计质量及设计效率, 但还是存在如下问题:

### 3.1 平台滞后

当前的机械结构设计方法主要为串行, 设计平台具有明显的滞后性。设计过程中, 工作人员按照既定工作步骤开展工作, 各个环节相互独立, 影响沟通效率, 对于设计过程中出现的问题, 无法快速解决。设计工作耗时长, 不但造成人力物力资源的巨大损失, 而且不利于设计工作效率的提升。

### 3.2 材料落后

机械结构设计中, 材料是影响设计效率及产品质量的重要因素。传统机械结构设计所用的材料类型较为固定, 不能创新应用新材料, 依然沿用以往所用的材料, 例如钢铁、塑料等。上述材料较为落后, 其刚度及强度无法达到现代机械结构设计的要求, 而且用料成本较高, 不利于机械结构设计水平的提升, 而且影响机械产品设计质量。

### 3.3 方法陈旧

当前, 计算机网络技术已实现快速发展及应用, 推动了机械结构设计方法的创新发展。但部分设计方法依然较为陈旧, 一方面机械设计工作效率得不到提升, 另一方面严重增加了工作人员的任务量, 影响工作效率与质量。

## 4 机械结构创新设计的应用

### 4.1 创新平台

#### 4.1.1 并行设计平台

机械结构设计长期存在各种限制性因素, 通过应用并行技术, 细分机械结构设计系统, 主要划分为各种功能模块, 设计人员充分利用自身技术优势, 明确设计目标, 并合理匹配相应的变量。结合并分析各板块之间的关系, 将时空方面的限制消除, 实现信息数据资源的共享, 将每个人的创意想法集中起来,

创新机械结构设计方法, 快速提升机械设计质量。

设计开发机械产品时, 将产品工艺设计、构件组装、生产加工、设备维护等各个流程并行集成, 节约机械结构设计时间, 此为并行设计理念的本质要求。将机器人结构设计作为分析案例, 设计机器人需要用到集控、机械及电子计算机等技术, 同时还要配套使用相关的理论方法。由此, 将机器人结构设计分为以下模块: 1) 领域技术分析与方案设计: 主要应用了传统的机械结构设计理念; 2) 机械结构与综合评价: 该模块主要包含结构设计、误差检测、轨迹设计以及参数数据识别等, 其中运用到传动技术、传感检测技术、电子计算机技术以及机械加工装配技术等, 机器人运动方式对各个模块有重要影响。所以, 通过创新并行设计平台, 综合运用机器人传动结构、支撑系统, 改变以往的串行设计, 不断优化结构设计方案, 防止设计技术方面出现问题, 从而全面完善机械结构设计, 提升机械产品质量。

#### 4.1.2 仿真设计平台

对于机械运行过程中出现的构件冲突问题, 传统机械设计方法不能准确预测, 设计人员通过引进各种集成工程软件平台, 可有效解决上述问题。1) 充分发挥设计平台的作用, 构建起实体模型, 并依照构件外形设计图纸, 科学设计构件尺寸大小; 2) 相继完成旋转、倒角等流程环节, 合理设计机械各个构件, 并设定具体参数; 3) 利用机械装配图, 有效预测机械结构运行过程中可能出现的各类问题, 例如零部件干涉、行程偏差以及驱动力等问题, 发现潜在问题并快速采取解决措施, 提升结构设计水平, 制造高质量机械产品。

#### 4.2 创新材料

设计机械产品, 可选用各种材质材料, 由于材料性能存在差异, 导致制造工艺等方面也各不相同。按照传统机械结构设计要求, 需选用相应材料满足机械设计功能的要求, 选定材料类型后, 决定选用何种加工技术, 并进行机械结构的科学设计, 充分发挥材料的实际价值。因此, 必须合理选用结构材料, 充分应用新研制的新型材料, 材料不但影响机械产品的性能质量, 而且对其设计制造成本也有决定性作用。设计刀具结构时, 对设计材料的硬度有较高要求, 通常选用硬度约等于 10 的超硬材料, 例如人造金刚石等; 设计空心球形外壳结构时, 所选材料对变速率等有较高要求, 通常选用超塑性金属。

随着 3D 打印技术的发展及应用, 机械结构设计方法也实现不断创新发展。设计人员可广泛应用各类超材料, 增强机械的反常规力学性能, 提升机械结构的可操作性, 主要体现在: 1) 设计人员明确设定机械材料的等效力学参数, 实现对材料等效模量、质量密度及泊松比的自由操控, 全面提升力学性能; 2) 为获取材料记忆性能方面的而二维拉胀结构, 需综合运用负泊松比结构及材料形状, 实现对超材料形状的合理调整。

#### 4.3 创新方法

##### 4.3.1 结构变异设计

机械结构变异设计是实现设计思维创新的主要途径和载体, 该创新方法实际上是通过改进机械结构设计的可行性方案, 不断丰富发展其他设计方案, 并持续完善机械结构设计方

案的各项数据内容, 最终为各个局部的结构设计提供最佳方法。机械结构变异设计方案具有一定的独立性, 与设计标准要求密切相关, 方案中包含各项技术要素内容, 基于对所有技术要素内容的全面分析, 实现最优组合, 最终推动实现零件连接、热处理工艺的创新发展奠定坚实的基础。

机械结构功能设计中, 不断创新设计方法。要全面实现机械结构功能, 必须科学设计机械构件外形, 并准确设定不同构件的相互位置, 构件形状是由机械的不同表面构成, 机械构件与工作介质的接触面即为功能表面, 它对机械功能的影响是决定性的, 因此必须高度重视其变异设计。工作人员为设计不同的机械结构设计方案, 应全面准确描述各项参数, 例如构件顺序、构件型号、表面数量及具体位置等。为明确机械运动关系, 需要充分利用各机械构件的联接方式, 向机械构件表面施加压力, 并重点分析构件接触面形状, 有效控制各个构件的自由度。机械轴与轮毂相互联接, 产生一定的索合力, 通过对其进行分析, 从而确定机械轴毂联接形式。机械轴向力的传递, 主要依靠联接构件表面产生的摩擦力, 机械构件表面产生压力, 主要经过盈配合而实现, 尽管这类结构形式简单, 但也有明显劣势, 主要表现为装配难度高、应力集中等。

综上, 通过机械结构变异实现机械机构创新设计, 依照实际支撑情况, 选择最佳的联接方式, 最终实现机械构件装配表面结构无过盈, 后续根据实际需要对接面结构过盈情况进行适当调整, 不断优化结构变异设计方法, 实现机械结构的创新设计, 提升机械产品质量。

#### 4.3.2 机器学习设计

随着科技的发展, 声子晶体、超结构材料等不断涌现, 对机械结构性能设计提出了更高要求, 而传统机械结构设计水平低、设计过程繁琐且设计费用高, 已远远不能满足用户的实际需求。为解决上述问题, 机械设计工作者应充分利用大数据、云计算、人工智能等数字化技术, 基于机器学习设计各种机械结构, 充分运用各种参数空间, 积极探索创新机械结构设计方法, 提高机械结构性能。

正向设计与反向设计, 是两种常见的传统机械结构设计方法。1) 正向设计: 当明确机械结构设计目标时, 具体分析波动响应, 通过实施多次正分析, 选定最佳机械结构。该设计方法的优点在于, 借助于实验方法进行分析操作, 比较容易, 且能反复多次应用, 缺点在于当外部因素变化较大时, 设计方案内容精度较低, 方案的可选择性较差; 2) 反向设计: 是指已确定预期波动响应范围时, 设计最佳机械结构, 充分适应各项应能要求。通过分析各种机械结构设计方案可知, 机械结构设计目标应充分发挥其应用背景的主导作用, 实现机械结构反向设计。采用反向设计方法, 前提是设定目标函数及相关限制性条件, 充分运用优化算法制定机械结构设计最佳方案, 其优点是可应用于各种范围的机械结构设计, 缺点在于约束性条件过多, 部分内容需要持续完善。

因此, 设计人员基于机器学习开展机械结构设计, 需要设定大规模样本, 进行训练实验, 并同时采用上述两种设计方法,

充分适应各种目标范围的变化要求。机械结构应力集中, 是设计人员设计机械结构时面临的一大难题, 可结合机械构件截面形状变化情况, 选定部分样本, 开展训练活动, 有效降低构件应力集中部位的刚度, 不断调整机械结构截面的位置, 防止构件强度受到外部因素的影响, 制定最佳方案。

#### 结语

综上所述, 机械设计是一项复杂且难度较高的工作, 其中结构设计环节涉及多方面内容, 对细节的要求较高。机械结构设计属于可充分发挥创造性的工作, 要求设计人员加强学习, 掌握更多专业技能, 并充分结合机械加工技术、构件性能、材料力学、安全环保、制造成本等内容, 科学设计构件形状。一方面要求符合机械结构设计方案要求, 另一方面机械构件的强度、精度满足相应标准, 最终推动机械制造行业实现健康、快速发展。

#### [参考文献]

- [1]林振生.机械结构设计中的创新设计应用研究[J].中国设备工程,2021(07):126-127;
- [2]李石.机械结构设计中的创新设计[J].科学技术创新,2020(11):189-190;
- [3]李端芳.浅谈机械结构的创新设计[J].中国新技术新产品,2020(05):95-96;
- [4]滕小磊,吴志学.机械结构分析与优化设计[J].现代制造技术与装备,2022,58(10):113-117;
- [5]韩磊.机械结构设计中的创新与优化分析[J].集成电路应用,2022,39(03):134-135;
- [6]徐宁.机械结构设计的创新与优化分析[J].造纸装备及材料,2021,50(04):15-17;
- [7]王冠.数控机床机械结构设计和制造技术的创新研究[J].内燃机与配件,2021,(03):71-72;
- [8]杨文龙.数控机床机械结构设计和制造技术的创新研究[J].内燃机与配件,2020,(11):102-103;
- [9]姜小蛟.机械结构设计中的创新与优化探究[J].装备维修技术,2021,(02):46-49;
- [10]魏耿冉,孙成栋,齐鹏.创新设计在机械结构制造中的应用探讨[J].湖北农机化,2019,(22):59.
- [11]马子豪,赵泽中,李川等.基于单片机及机械结构创新的智能饮水机开发设计[J].中国高科技,2023,(16):15-16;
- [12]李春艳.基于 PLC 的自动传送装置载重臂的机械结构设计[C]//国家新闻出版广电总局中国新闻文化促进会学术期刊专业委员会.2020 年第四届国际科技创新与教育发展学术会议论文集(卷一).四川交通职业技术学院,2020:3;
- [13]戴伟鹏.简析机械结构设计中的创新设计[J].南方农机,2020,51(03):90;
- [14]王晓燕,朱雨洁,赵俊杰等.基于机器人构型设计的机械创新分析[J].科技与创新,2021,(24):126-127;
- [15]王明浩,郎庆阳,赵亮等.用于创新实践教学机械手臂平台的研究与设计[J].辽宁科技学院学报,2022,24(02):16-18.