

# 机械结构优化设计分析

王立营 马金玲 邓文玲

华北计算技术研究所(中国电子科技集团公司第十五研究所) 北京 100000

**摘要:** 机械结构优化设计是机械工程领域中的一项重要任务,旨在通过科学的方法和手段,对机械结构进行改进和优化,以提高其性能、降低成本并满足使用要求。论文首先介绍了机械结构优化设计的意义,然后分析了机械结构优化设计面临的挑战与问题,接着根据这些问题提出了相对应的解决措施,最后分析了机械结构优化设计的实践应用。希望论文的研究能够为从业者提供参考与借鉴。

**关键词:** 机械结构; 优化设计; 应用

## 引言

机械结构是机械设备的基础,其性能的好坏直接影响到设备的整体性能和使用寿命。随着科技的不断进步和市场的日益竞争,对机械结构的性能要求也越来越高。因此机械结构优化设计成为了一个亟待解决的问题。通过优化设计,我们可以在保证机械结构基本功能的前提下,进一步提高其性能、降低成本、延长使用寿命,从而满足市场的需求和用户的期望。

### 1 机械结构优化设计的意义

随着科技的飞速发展和市场竞争的日益激烈,对机械产品的性能、质量和成本要求也越来越高。因此通过优化设计手段提升机械结构的性能,成为了企业提升竞争力、实现可持续发展的关键所在。

#### 1.1 提升产品性能

在机械产品的设计过程中,结构的合理性直接影响到产品的性能表现。通过优化设计,我们可以对机械结构的尺寸、形状、材料等进行精确调整,从而使其在满足使用要求的前提下,达到最佳的性能状态。例如,在航空航天领域,对机械结构的轻量化和高强度要求极高,通过优化设计,可以在保证结构安全性的同时,有效降低重量,提高飞行效率。

#### 1.2 降低生产成本

在制造过程中,材料的消耗、加工工时和制造成本都是影响产品成本的重要因素。通过优化设计,我们可以找到更加经济合理的结构方案,减少不必要的材料浪费和加工工时,从而降低生产成本<sup>[1]</sup>。这不仅有助于提高企业的经济效益,还有利于推动整个行业的可持续发展。

#### 1.3 提高产品的可靠性和安全性

在机械产品的使用过程中,结构的稳定性和安全性是用户最为关心的问题。通过优化设计,我们可以对结构进行详细的受力分析和疲劳寿命预测,确保其在各种

工况下都能保持稳定的性能。同时,优化设计还可以考虑结构的容错性和冗余性,提高产品的容错能力,降低故障发生的概率。

#### 1.4 推动技术创新和产业升级

随着新材料、新工艺和新技术的不断涌现,机械结构优化设计为这些创新成果的应用提供了广阔的舞台。通过优化设计,我们可以充分发挥新材料、新工艺和新技术的优势,提升机械产品的整体性能和质量水平。这不仅有助于推动企业的技术创新和产业升级,还有利于提升整个行业的核心竞争力。

#### 1.5 促进节能减排和环保

在现代社会,环保和可持续发展已成为全球共识。通过优化设计,我们可以降低机械产品的能耗和排放,减少对环境的影响。如在汽车行业,通过优化汽车发动机和车身结构,可以有效降低油耗和排放,实现绿色出行。

## 2 机械结构优化设计面临的挑战与问题

尽管机械结构优化设计已经取得了显著的进展,但在实际应用中仍然面临着一些挑战和问题。

### 2.1 复杂性和非线性问题

机械结构往往具有复杂性和非线性的特点,这使得优化设计过程变得十分复杂和困难。尤其是在处理大型、复杂的机械系统时,需要考虑的因素更多,计算量更大,这给优化设计带来了很大的挑战。

### 2.2 多目标优化问题

在实际应用中,机械结构优化设计往往需要同时考虑多个目标函数,如强度、刚度、重量、成本等<sup>[2]</sup>。这些目标函数之间往往存在相互制约和冲突的关系,如何找到一个能够平衡各个目标的最优解是一个难题。

### 2.3 可靠性问题

机械结构的可靠性是优化设计过程中需要考虑的重要因素之一。然而,由于制造误差、材料性能的不稳定

以及使用环境的复杂性等因素的影响，机械结构的可靠性往往难以保证。如何在优化设计中充分考虑这些因素，提高机械结构的可靠性是一个需要解决的问题。

### 3 机械结构优化设计面临的挑战与问题应对措施

在机械结构优化设计领域，尽管我们已经取得了诸多令人瞩目的成果，但复杂性、非线性、多目标优化以及可靠性等问题仍然困扰着我们。针对这些问题，我们需要采取一系列有效的措施，以推动机械结构优化设计的进一步发展。

#### 3.1 应对复杂性和非线性问题的策略

针对机械结构复杂性和非线性带来的挑战，我们应从以下几个方面着手解决：1) 深化理论研究，完善优化算法。针对复杂机械结构的优化问题，我们需要不断深入研究其内在规律和特点，提出更加有效的优化算法。与此同时，结合有限元分析、边界元方法等数值方法，对机械结构进行精确建模和仿真分析，为优化设计提供准确的数据支持。2) 强化计算能力的提升。面对大型、复杂的机械系统，我们需要加强计算能力的提升，包括采用高性能计算机、云计算等先进技术，提高计算速度和精度，以应对复杂优化问题的计算需求。3) 加强跨学科合作与交流。复杂性和非线性问题往往涉及多个学科领域的知识，我们需要加强与其他学科的合作与交流，共同研究解决这些问题的方法和技术。

#### 3.2 解决多目标优化问题的思路

1) 构建合理的目标函数体系。在优化设计过程中，我们需要根据实际需求，构建合理的目标函数体系，明确各个目标之间的权重和优先级关系。同时，采用合适的多目标优化算法，如帕累托最优解法、遗传算法等，寻找能够平衡各个目标的最优解。2) 加强定性分析与定量分析的结合。在解决多目标优化问题时，我们需要充分发挥定性分析与定量分析的优势，对问题进行全面深入的分析。通过定性分析，我们可以了解问题的本质和规律；通过定量分析，我们可以对问题进行精确的计算和评估。二者相结合，有助于我们找到更加全面、有效的解决方案。3) 考虑实际约束条件。在实际的机械结构优化设计中，往往存在各种约束条件，如制造工艺、材料性能、使用环境等。这些约束条件对优化设计的结果具有重要影响。所以，在解决多目标优化问题时，我们需要充分考虑这些约束条件，确保优化结果的可行性和实用性。

#### 3.3 提升机械结构可靠性的途径

机械结构的可靠性是优化设计过程中需要重点考虑的因素之一。为提高机械结构的可靠性，我们可以采取

以下措施：1) 严格把控材料选择与使用。材料性能是影响机械结构可靠性的关键因素之一。因此，在优化设计过程中，我们需要选择性能稳定、质量可靠的材料，并严格按照材料的使用规范进行操作<sup>[3]</sup>。同时，加强对材料性能的测试和评估，确保所选材料能够满足设计要求。2) 优化制造工艺与流程。制造工艺和流程对机械结构的可靠性有着重要影响。我们需要对制造工艺和流程进行优化，提高制造精度和效率，减少制造误差和缺陷。同时，加强对制造过程的监控和管理，确保每个环节的质量可控。3) 引入容错设计与冗余设计。为提高机械结构的容错能力，我们可以引入容错设计和冗余设计的方法。通过增加冗余部件或采用容错结构，降低因单一故障导致整个系统失效的风险。此外，还可以采用故障诊断与预测技术，及时发现并处理潜在故障，提高机械结构的可靠性和安全性。

#### 3.4 增强优化设计方法的实用性与效率

1) 简化与优化数学模型。数学模型是优化设计的基础，但过于复杂的模型往往导致计算量大、求解困难。因此，我们需要根据实际问题，简化与优化数学模型，使其既能够准确反映问题的本质，又易于求解。2) 开发高效的优化算法与工具。随着计算机技术的不断发展，我们可以利用先进的算法和工具，提高优化设计的效率。例如，开发基于人工智能的优化算法，利用机器学习技术自动调整优化参数，实现优化过程的自动化和智能化。3) 加强实验验证与实际应用。优化设计方法的有效性需要通过实验验证和实际应用来检验。我们可以通过搭建实验平台，对优化设计方法进行实验验证，评估其性能和效果。

#### 3.5 推动机械结构优化设计的创新与发展

面对日益复杂的工程问题和不断变化的市场需求，我们需要推动机械结构优化设计的创新与发展，以适应新的挑战 and 机遇。1) 加强基础研究与应用研究的结合。基础研究是创新发展的基石，应用研究则是将创新成果转化为实际应用的关键。我们需要加强基础研究与应用研究的结合，通过深入研究机械结构的内在规律和特点，提出新的优化设计理论和方法，推动优化设计技术的创新发展<sup>[4]</sup>。2) 鼓励跨学科交流与合作。机械结构优化设计涉及多个学科领域的知识和技术，鼓励跨学科交流与合作有助于打破学科壁垒，促进知识的融合与创新。我们可以建立跨学科的研究团队或合作平台，共同开展研究工作，推动优化设计技术的交叉融合与创新。3) 关注市场需求与产业趋势。市场需求和产业趋势是优化设计技术发展的重要驱动力。我们需要密切关注

市场需求的变化和产业趋势的发展,及时调整研究方向和技术路线,以满足市场的需求和产业的发展。

#### 4 机械结构优化设计的实践应用

##### 4.1 航空航天领域

在当前时代中,大量的科学技术都是在航空航天领域首先研发、推广的,而在这之中,机械结构优化的发展最快,并且应用面广,是个在航空航天领域加以应用。航空航天领域在我国有着极其重要的地位,因此机械结构优化设计得到了广泛的应用,并且也得到了我国的充分重视。就当前情况来看,我国结构优化设计的研究基本集中在航天航空领域,大量的研究论文与研究报告也都出自航空航天领域,无论国外还是国内都是这样的现象。国内在机械结构优化时研究了飞机机身与飞机整体结构,同时也研究了火箭的发动机装载体与航空发动机轮盘,并以此发表了大量的机械结构优化论文与研究报告,为我国机械结构优化提供了方向。我国的航空航天业研究机械结构取得了巨大的成功,同时也为我国航天航空的发展做出了贡献,促进了我国综合水平与科技能力的提升。

##### 4.2 船舶制造业

相对国外的船舶制造业的结构优化设计起步较晚,我国自20世纪开始研究船舶结构优化设计,相对于国外晚了近10年。但就目前情况来看,我国船舶制造业结构优化设计的研究依然取得了巨大的突破,收获了结构优化设计的研究成果。例如,在潜艇结构、游轮表面结构、货仓结构、液压仓结构等结构优化设计都取得了成果,提高了船舶制造业的发展,并为船舶制造业提供了可靠精确的结构设计。

##### 4.3 汽车产业

在当前时代中汽车产业是我国机械结构优化设计应用最广泛的领域之一,结构优化设计在汽车产业中不断创新,同时汽车产业也是我国经济发展的重要行业。全国的各个地区都十分重视汽车产业的发展,因此将衔接的结构优化设计应用在汽车产业中可以提高汽车产业的质量,为我国经济发展做好铺垫<sup>[5]</sup>。我国汽车产业结构优化设计已经有了大量的研究成果,国内学者将DDDU-2软件包应用在了汽车产业的结构优化设计中,一些国内学

者也进行了万向节传动布局的支撑动态结构优化设计,并对汽车机械结构框架以优化设计进行了研究,提升了汽车悬挂系统的实际应用效率,并对汽车发动机与汽车车身以结构优化设计进行了研究,得出了大量的研究报告,为我国企业产业的发展提供了有效推力。

##### 4.4 通用机械与机床

通用机械与机床的结构优化设计是我国机械结构优化设计成功应用的领域之一,其主要研究方面是将现有的科学技术与结构优化设计进行有效结合,使复杂的大型通用机械与机床的结构更加合理、数据更加精确。在通常情况下,一般的机械零部件都是连续体结构,将连续体结构进行分解时非常复杂,因此对机械零部件进行结构优化设计较为困难。在我国的一些研究报告与论文中对机床床身零部件机械结构优化设计与原著拉压弹簧动载结构优化设计进行了突破性创新,将机械结构优化设计应用到了机械与机床中。

#### 结束语

机械结构优化设计是机械工程领域中的一项重要任务,对于提高机械性能、降低成本具有重要意义。通过建立合理的数学模型、选择合适的优化算法以及正确处理约束条件,我们可以实现机械结构的优化设计。然而目前机械结构优化设计仍面临一些问题和挑战,需要进一步研究和探索。未来,随着多学科交叉融合和智能化技术的发展,机械结构优化设计将迎来更加广阔的发展前景。

#### 参考文献

- [1]吴爱强,汪永超,李波,李强.面向绿色制造的机械结构设计方案选择[J].组合机床与自动化加工技术,2019(10):15-19.
- [2]张荣宝.机械结构优化设计应用与趋势研究[J].设备管理与维修,2019(18):86-87.
- [3]胡恒广.机械结构设计中的创新设计[J].南方农机,2019,50(14):250.
- [4]许晓琳.机械结构设计中的创新与优化探究[J].设备管理与维修,2019(12):174-176.
- [5]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.