

# 机械设计基础课程设计指导手册

## 目录

1. 内容描述.....	2
1.1 设计背景与意义.....	2
1.2 课程设计目标与要求.....	3
2. 机械设计基础概述.....	5
2.1 机械设计的基本概念.....	5
2.2 机械设计的基本原则.....	6
2.3 机械设计的一般流程.....	8
3. 设计方法与工具.....	9
3.1 设计方法介绍.....	10
3.2 设计软件应用指南.....	11
3.3 常用设计工具介绍.....	12
4. 设计计算与理论.....	13
4.1 材料力学基础.....	14
4.2 轴承与齿轮设计.....	16
4.3 连接件与弹簧设计.....	18
4.4 机械传动系统设计.....	19
5. 设计实例分析.....	20
5.1 实例一.....	21
5.2 实例二.....	21

5.3 实例三.....	23
6. 设计图纸与表达.....	24
6.1 图纸标准与规范.....	25
6.2 机械制图基本技能.....	26
6.3 设计图纸的绘制与审查.....	27
7. 设计报告撰写.....	29
7.1 报告结构及内容要求.....	29
7.2 设计计算过程说明.....	30
7.3 设计结果分析与讨论.....	31
8. 设计答辩与评审.....	32
8.1 答辩准备与技巧.....	32
8.2 评审标准与流程.....	33
8.3 答辩常见问题及应对策略.....	34

## 1. 内容描述

本课程设计指导手册旨在为机械设计基础课程的学生提供一个全面而详细的设计方案，以帮助学生理解并应用基本的机械设计原理和概念。该手册将涵盖从初步设计到最终实施的各个阶段，确保学生能够掌握必要的技能和知识，以便在将来的设计工作中发挥重要作用。

手册内容将包括以下几个部分：

- 引言：介绍机械设计的重要性以及其在现代工业中的作用。
- 基础理论：阐述机械设计的基本原理，如力学、材料科学和制造工艺等。

设计流程 详细说明机械设计的一般步骤，包括需求分析、概念设计、详细设计、原型制作和测试评估。

- 工具和技术: 提供一系列常用的设计工具和技术，如计算机辅助设计（CAD）、三维建模软件和有限元分析（FEA）。
- 案例研究: 通过实际案例展示如何将理论知识应用于具体问题解决。
- 常见问题解答: 列出学生在学习过程中可能遇到的常见问题及解决方案。

## 1.1 设计背景与意义

在现代工业生产中，机械设备的设计和制造是推动技术进步的关键环节之一。随着科技的发展和社会对产品质量和性能的要求不断提高，机械设计的基础知识变得愈发重要。本课程旨在通过系统的学习，使学生掌握机械设计的基本原理、方法和技术，培养学生的创新思维能力和实践操作能力。

机械设计基础课程设计不仅能够帮助学生理解并应用各种力学理论和工程计算方法，还能够培养学生解决实际问题的能力，这对于未来的职业发展具有重要意义。通过本课程的学习，学生将能够更好地理解和分析复杂机械系统的结构特点及其工作原理，从而提高设计效率和质量，为机械行业的发展做出贡献。

此外本课程设计还强调了团队合作的重要性，在项目实践中，学生需要与其他成员密切协作，共同完成任务。这种跨学科的合作经验对于提升学生的沟通技巧、领导力以及解决问题的能力具有重要作用。

机械设计基础课程设计不仅是学习专业知识的过程，更是培养综合素质的重要途径。通过本课程的学习，学生将能够在机械领域内具备扎实的技术功底，并且拥有良好的职业素养和创新能力，为未来的职业生涯打下坚实的基础。

## 1.2 课程设计与要求

- 第一章 课程设计概述

(一) 课程设计目标:

本课程设计旨在通过系统性的实践训练,使学生掌握机械设计的基本流程与方法,熟悉机械部件的设计原理及实际应用,培养学生独立分析和解决实际机械设计问题的能力,为其今后从事机械设计工作奠定坚实的基础。

(二) 课程设计要求:

2. 掌握机械设计基础知识: 学生应熟练掌握机械设计的基本理论和方法,包括机械原理、机械结构、材料选择、制造工艺等。
3. 实践操作技能: 学生需通过实际操作训练,提高绘图、测量、计算等基本技能,增强实践动手能力。
4. 创新思维与解决问题能力: 培养学生具备独立思考和创新设计的能力,面对机械设计问题能够灵活运用所学知识进行分析和解决。
5. 设计文档的规范性: 学生应学会规范撰写机械设计文档,包括设计说明书、计算书等,养成严谨、细致的工作作风。
6. 团队合作与沟通: 强化学生的团队协作意识,学会在团队中分工合作,提高沟通与交流能力。
7. 安全意识: 在设计过程中,学生应严格遵守机械设计的安全规范,确保设计的安全性和可靠性。

(三) 设计目标的具体实施路径(以下可通过表格形式呈现)

目标类别	具体实施路径	要求细则
知识掌握	学习机械原理、机械设计基础等课程	熟练掌握机械设计的基本理论和方法
实践能力	完成机械部件设计、装配等实践任务	

		提高绘图内容、测量等基本技能
创新能力	完成创新设计项目或案例分析	灵活运用知识解决问题，培养创新思维
文档规范性	撰写设计说明书、计算书等文档	规范书写，内容详实，表达清晰
团队合作	分组完成任务，加强团队沟通与合作	学会团队协作，提高沟通效率
安全意识	遵守机械设计安全规范	确保设计的安全性和可靠性

通过以上目标和要求的实施，旨在培养学生的综合能力和素质，为其未来成为一名优秀的机械设计师打下坚实的基础。

## 2. 机械设计基础概述

机械设计的基础涵盖了机械系统的整体概念、设计原则和方法，以及如何将这些原理应用于实际工程中。本节将从以下几个方面对机械设计基础进行详细介绍。

首先机械系统是由多个组成部分组成的复杂体系，包括但不限于：机构、机器、设备等。在设计过程中，我们需要明确每个组件的功能，并确保它们之间能够有效地协同工作。此外考虑到实际应用中的安全性和可靠性，我们还需要遵守相关的国家标准和行业标准。

其次机械设计的基础还包括了设计流程和方法论，这通常包括需求分析、方案设计、详细设计、制造工艺设计和测试评估等阶段。在整个设计过程中，需要综合考虑成本、性能、寿命等因素，以实现最佳的设计效果。

机械设计的基础还涉及到材料选择和加工技术的应用,根据所设计机械的具体要求,合理选用合适的材料是至关重要的。同时了解并掌握各种先进的加工技术和工艺也是提高机械产品性能的关键。

## 2.1 机械设计的基本概念

机械设计是一门应用广泛、综合性强的工程技术学科,它涉及对各种机械装置、设备和系统的设计、制造与优化。在机械设计过程中,设计师需要运用所学的工程原理、材料科学、制造技术以及美学知识,来满足功能需求、提高性能指标并确保产品的可靠性与安全性。

机械设计的基本任务包括:确定产品的功能需求,进行工作原理设计,选择合适的材料和制造工艺,以及制定合理的结构方案。这一过程通常需要经历需求分析、概念设计、详细设计、样机制作与试验等阶段。

在设计过程中,设计师需遵循一定的设计原则和方法,如简化法则、标准化与模块化设计、结构分析与优化等。同时还需掌握一些基本的设计软件工具,以便更高效地完成设计任务。

此外机械设计还应注重环保与节能,通过选用环保材料和高效传动方式,降低产品运行过程中的能耗和噪音污染。

以下是一个简单的表格,用于说明机械设计的主要步骤:

序号	设计阶段	主要活动
1	需求分析	分析用户需求,明确产品功能与性能指标
2	概念设计	创造产品概念,进行初步的结构设计
3	详细设计	完善结构设计,确定各个部件的尺寸、形状与材料
4	制作样机	根据详细设计内容纸制作产品原型

5	试验验证	对样机进行功能、性能与耐久性测试
---	------	------------------

机械设计是一门既需要理论基础又需要实践经验的学科，通过不断学习和实践，设计师可以不断提高自己的设计水平，创造出更加优秀的产品。

## 2.2 机械设计的基本原则

在机械设计中，遵循一系列的基本原则至关重要，这些原则不仅能够确保机械系统的可靠性和效率，还能提升其耐用性和安全性。以下列举了几项核心的机械设计基本原则：

### (1) 结构的可靠性

机械结构应具备足够的强度和刚度，以承受预期的载荷和应力。以下表格展示了影响结构可靠性的几个关键因素：

因素	说明
材料选择	根据载荷条件 and 环境因素选择合适的材料，如钢材、铝合金等。
设计计算	使用正确的公式和标准进行结构设计，确保安全系数。
制造工艺	确保加工精度，减少制造误差。

### (2) 系统的效率

机械系统应尽可能减少能量损失，提高能量转换效率。以下公式可以帮助评估系统的效率：

$$\left[ \text{效率} = \frac{\text{输出功率}}{\text{输入功率}} \right]$$

### (3) 耐用性与维护性

机械设计应考虑其长期运行的耐用性，以及维护和更换的便利性。以下是一些提高耐用性和维护性的建议：

- 模块化设计：将机械系统分解为若干模块，便于单独更换和维修。
- 润滑系统：设计合理的润滑系统，减少磨损和故障。
- 防尘与防护：采用适当的防护措施，防止灰尘和异物进入机械内部。

#### (4) 安全性

机械设计必须确保操作人员和周围环境的安全，以下是一些安全设计的基本要求：

- 安全装置：安装紧急停止按钮、限位开关等安全装置。
- 操作规程：制定明确的安全操作规程，确保操作人员遵守。
- 警示标志：在机械上设置清晰的警示标志，提醒操作人员注意安全。

遵循这些基本原则，能够帮助设计师创造出既高效又安全的机械系统。在实际设计过程中，还需结合具体的应用场景和需求，灵活运用这些原则。

## 2.3 机械设计的一般流程

机械设计是一个系统化的过程，它包括了从概念到产品的整个设计周期。以下是机械设计的一般流程：

8. 需求分析：这是设计过程的起点，需要收集和分析用户的需求、市场趋势、技术发展等相关信息。
9. 概念设计：在理解了需求后，设计师会开始构思产品的基本概念，包括其功能、结构、外观等。
10. 初步设计与详细设计：根据概念设计，进行初步设计和详细设计。初步设计通常包括草内容和简化的工程内容纸，而详细设计则更注重具体的技术细节和制造工艺。
11. 模拟与仿真：使用计算机辅助设计（CAD）软件进行模拟和仿真，以验证设计的可行性和性能。

12. 原型制作：根据详细的设计内容纸，制作出实体原型，以便进一步测试和评估。
13. 测试与优化：对原型进行各种测试，如性能测试、耐久性测试、安全性测试等，并根据测试结果进行必要的优化。
14. 生产准备：完成所有测试后，准备进入生产阶段。这包括制定生产计划、选择合适的材料和工具、建立生产线等。
15. 生产实施：按照生产准备阶段制定的计划，开始批量生产。
16. 质量控制：在整个生产过程中，都需要进行严格的质量控制，以确保产品质量符合标准。
17. 售后服务：提供客户培训、技术支持和售后服务，确保客户能够正确使用和维护产品。

### 3. 设计方法与工具

在机械设计基础课程设计中，掌握有效的设计方法和选择合适的工具是至关重要的。

以下是几种常用的机械设计方法：

- 草内容绘制：利用二维或三维软件进行初步的设计构思，通过草内容表达出产品的基本形状和尺寸。
- CAD/CAM 技术：计算机辅助设计（Computer-Aided Design）和计算机辅助制造（Computer-Aided Manufacturing），包括 AutoCAD、SolidWorks 等软件，用于详细设计、模拟分析和制造工艺规划。
- 有限元分析（FEA）：通过将复杂系统分解为多个单元并应用特定的数学模型来预测其行为，适用于材料力学、热学等领域，帮助工程师评估产品性能和安全性。
- 仿真软件：如 ANSYS、Simulink 等，用于模拟系统的动态响应，优化设计参数，减少物理原型制作成本。

此外熟练使用各种设计软件和工具，对于提高工作效率和设计质量至关重要。建议定期参加相关培训和研讨会，以保持对最新技术和工具的了解。

### 3.1 设计方法介绍

在机械设计基础课程中，设计方法的掌握是完成高质量设计项目的关键。以下是常用的几种设计方法介绍：

- 传统设计法

这是基于经验的设计方法，通常依赖于工程师的经验和知识。在设计初期，它利用已知的力学原理、材料性质和类似产品的数据进行规划。该方法具有实用性和成熟性特点，但对于创新型设计存在一定的局限性。在传统设计法中，一些经验公式和计算表格尤为重要，如应力计算、疲劳强度分析等。

- 现代设计方法学

与传统的经验设计不同，现代设计方法学更加注重创新性和优化设计。它借助先进的计算机技术和软件工具进行仿真和模拟，包括有限元分析（FEA）、优化设计算法等。这种设计方法允许设计者探索更多的解决方案和优化空间，使得产品设计更为精准、高效和先进。计算机辅助设计（CAD）在现代机械设计中的普及反映了这种趋势。同时这种方法通常需要掌握现代编程技术和算法知识。

- 计算机辅助设计（CAD）技术

计算机辅助设计是当代机械设计不可或缺的工具。CAD 软件能帮助设计者创建精确的三维模型，进行复杂的几何分析和运动仿真。通过 CAD 技术，设计者可以迅速生成多个设计方案并进行比较和选择。此外 CAD 软件还提供了集成环境，支持设计者进行有限元分析、强度计算和优化设计等高级功能。这种设计方法对设计师的技术能力要求较高，但极大地提高了设计效率和准确性。

- 模块化设计方法

模块化设计是一种基于标准化和模块化的设计理念，它将产品分解为多个独立模块，每个模块都有特定的功能，便于后续的维修和更换。这种设计方法有利于提高产品的灵活性、通用性和维护性，并能够加快研发速度和市场响应能力。同时模块化设计允许设计者在规划阶段进行并行设计和优化组合，以满足不同的市场需求。这种方法需要设计者具备良好的标准化意识和系统化思维。

### 3.2 设计软件应用指南

在进行机械设计基础课程设计时，选择合适的软件是至关重要的一步。本章将详细介绍如何有效地应用各种设计软件来完成任务。

首先我们推荐使用 AutoCAD 作为主要的设计工具，因为它提供了强大的二维和三维绘图功能，能够满足大部分机械设计的基本需求。对于复杂的零件设计，SolidWorks 也是一个不错的选择，它具有更高级的建模和仿真功能。

在使用这些软件时，建议先熟悉其基本操作界面和常用命令。通过观看教程视频或阅读官方文档，可以快速上手。同时多做一些简单的练习题，可以帮助巩固所学知识并提高实际操作能力。

此外为了更好地掌握软件的应用技巧，还可以尝试与其他同学合作，共同完成一些设计项目。这样不仅可以互相学习，还能锻炼团队协作精神。

保持良好的编程习惯也很重要，无论是用什么软件，都应该养成编写注释的习惯，这有助于理解和维护代码。另外定期检查和更新软件版本也是必要的，因为新版本通常会引入许多改进和修复的问题。

通过以上方法，相信你能够在机械设计基础课程设计中游刃有余地运用各种设计软件，顺利完成你的课程设计任务。

### 3.3 常用设计工具介绍

在机械设计领域，选用合适的工具能够显著提升设计效率与质量。本节将详细介绍几种常用设计工具的使用方法及其特点。

设计工具	主要功能	适用范围	特点
SolidWorks	三维建模、装配、仿真	机械、电子、建筑	高效、直观、易用
ANSYS	流体动力学、结构分析、有限元分析	工程、科研	功能强大、专业性强
MATLAB/Simulink	数学建模、仿真、控制设计	通信、控制、电子	灵活、高效、适用于复杂系统
AutoCAD	二维绘图、设计、标注	建筑、机械、电子	广泛应用、兼容性好
CATIA	三维设计、虚拟现实、协同设计	航空、汽车、航天	全面、灵活、适用于复杂产品
Creo	参数化设计、机械设计、仿真	工程、制造、设计	用户友好、功能全面

在设计过程中，可以根据具体需求选择合适的工具。例如，在进行简单的机械零件设计时，可以使用 SolidWorks 或 AutoCAD；而在需要进行复杂的三维装配和仿真分析时，则可以选择 ANSYS 或 CATIA。此外随着技术的发展，一些新兴的设计工具也逐渐涌现，如基于云的设计平台，可以实现远程协作和实时共享，极大地提高了设计效率。

在使用这些工具时，建议参考相关的教程和视频，以更快地掌握其操作技巧。同时也要注意数据的备份和保护，以防意外丢失重要信息。

## 4. 设计计算与理论

设计计算是机械设计基础课程中的核心部分，它涉及到对设计方案的精确评估和验证。在这个阶段，我们不仅需要运用基本的数学知识和工程原理，还需要利用一些专门的软件工具来辅助计算。以下是本课程设计指导手册中关于设计计算与理论部分的一些建议要求：

- **使用专业软件进行计算：**推荐使用如 MATLAB、SolidWorks Simulation 等专业软件来进行结构分析、有限元分析等复杂计算。这些软件能够帮助学生更好地理解复杂的物理现象，并得出更加精确的设计结果。
- **表格化数据整理：**对于实验数据、计算结果等，建议使用表格形式进行整理。表格可以帮助学生清晰地展示数据，便于对比和分析。
- **公式的应用：**在设计计算过程中，应尽可能使用标准公式或通用公式。这样不仅可以提高计算的准确性，还可以减少重复劳动，提高工作效率。同时对于特殊问题，也可以考虑编写自定义公式。
- **理论与实践相结合：**设计计算不仅仅是纸上谈兵，更应该注重实践应用。通过将理论知识与实际案例相结合，可以加深学生对所学知识的理解和应用能力。

此外设计计算与理论部分还应包含以下内容：

- **计算公式的推导：**在遇到新的计算公式时，应详细推导其来源和适用条件，以便学生能够更好地理解和掌握。
- **常见问题及其解决方法：**针对设计计算中出现的常见问题，提供相应的解决方案和注意事项。这样可以帮助学生在实际工作中避免类似错误。

设计计算与理论是机械设计基础课程中的重要环节，它不仅要求学生具备扎实的理论基础，还要求他们能够熟练运用各种计算工具和方法。通过本课程设计指导手册中的建议要求，希望学生能够在设计计算与理论部分取得更好的学习效果。

## 4.1 材料力学基础

材料力学是机械设计的基础课程之一，它研究材料在受到外力作用时的变形和破坏规律。掌握材料力学的基本原理和方法，对于设计出既安全又经济的机械零件至关重要。

### (1) 材料的力学性质

材料的力学性质主要包括弹性、塑性、强度和硬度等。这些性质直接影响到零件的承载能力和使用寿命，以下是一些常见的材料力学性质及其参数：

材料	弹性模量 (GPa)	塑性模量 (GPa)	韧性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	硬度 (HRC)
钢	200-210	70-80	60-70	500-600	90-95
铝	70-80	25-30	15-20	200-250	60-70
铜	110-130	30-40	20-30	300-400	70-80

### (2) 材料的应力与应变

应力是指单位面积上的内力，常用符号  $\sigma$  表示；应变是指材料在受力作用下的变形程度，常用符号  $\varepsilon$  表示。应力与应变的关系可以通过胡克定律描述：

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

其中 E 是材料的弹性模量。

### (3) 材料的屈服条件

材料的屈服条件是指材料在受力过程中，应力达到某一特定值时，材料的变形达到一定程度，此时材料将发生永久变形，无法恢复原状。屈服条件通常通过屈服极限来定义：

$$\sigma_s = \sigma_b$$

其中  $\sigma_s$  是屈服极限， $\sigma_b$  是材料的抗拉强度。

#### (4) 材料的断裂条件

当材料的应力超过其抗拉强度时，材料将发生断裂。断裂条件可以通过断裂韧性来描述：

$$K_{IC} = \sigma_c / \sqrt{\epsilon_c}$$

其中  $K_{IC}$  是断裂韧性， $\sigma_c$  是材料的抗拉强度， $\epsilon_c$  是材料的断裂应变。

#### (5) 材料的疲劳极限

疲劳极限是指材料在反复受力的情况下，经过一定次数的循环后，仍能保持原有承载能力的应力值。疲劳极限通常通过 S-N 曲线（应力-寿命曲线）来表示。

通过以上内容的介绍，读者可以初步掌握材料力学的基本概念和方法，为后续的机械设计课程设计打下坚实的基础。

## 4.2 轴承与齿轮设计

在机械设计中，轴承和齿轮是两个重要的组件，它们共同作用于实现机械设备的运动和动力传递。本节将详细介绍轴承的设计方法以及齿轮的基本原理和应用。

### (1) 轴承设计

轴承是支撑旋转部件的关键元件，确保其能够平稳运行并减少摩擦损失。轴承的设计主要包括选择合适的类型（如球轴承、滚子轴承等）、确定尺寸参数（直径、宽度、厚度）以及考虑承载能力、速度等因素。在设计过程中，需要根据具体的应用需求来选

择合适的轴承类型，并通过计算或实验确定最佳的工作条件。

轴承选型：

- **类型选择:** 首先根据轴的尺寸、转速和载荷情况选择合适的轴承类型。例如，高速轻载场合可选用深沟球轴承；低速重载场合则可能更适合采用推力球轴承。
- **尺寸参数:** 根据实际应用需求，确定轴承的内径、外径、宽度等关键尺寸。这些参数直接影响到轴承的整体性能和使用寿命。
- **承载能力和速度:** 考虑到设备的运转频率和所承受的最大负荷，需对轴承的承载能力和工作速度进行综合评估。

轴承设计步骤:

18. 确定应用环境下的最大载荷及转速。
19. 根据载荷大小和转速选择合适类型的轴承。
20. 计算所需轴承的数量及规格。
21. 进行初步的几何形状设计。
22. 制作试样进行试验验证。

## (2) 齿轮设计

齿轮是机械传动系统中的重要组成部分，用于传递扭矩和改变运动形式。齿轮的设计主要涉及齿数、模数、压力角、齿宽等参数的选择，以满足特定的传动需求。

齿轮设计原则:

- **齿数与模数的关系:** 根据传动比的要求，计算出所需的齿数。同时应保证齿数足够大，以便于加工和散热。
- **压力角和齿宽:** 根据齿轮的精度等级和工作条件，合理设定压力角和齿宽。过小的压力角可能导致啮合不良，而过大的齿宽会增加材料消耗。
- **接触强度:** 在设计时要考虑齿轮的接触应力，确保有足够的系数，避免因过载导致失效。

齿轮设计流程：

23. 明确传动比及所需传递的功率。
24. 根据传动比计算齿轮的齿数。
25. 选取适当的模数和压力角。
26. 设计齿轮的几何尺寸，包括齿高、齿距等。
27. 检查齿轮的接触强度和弯曲强度是否满足要求。
28. 对设计结果进行优化调整，直至达到预期效果。

通过上述介绍，我们可以看到轴承与齿轮在机械设计中的重要作用及其设计要点。

正确理解和掌握这些知识对于提升机械产品的质量和可靠性具有重要意义。

### 4.3 连接件与弹簧设计

#### ◉ 连接件设计

连接件在机械设备中扮演着至关重要的角色，主要用于将各个部件连接在一起，实现设备的整体功能。常见的连接件包括螺栓、螺母、键、销等。在设计连接件时，需考虑以下要点：

##### (1) 螺栓与螺母设计

- **材料选择：**根据设备的工作环境和负载要求，选择适当的材料，确保螺栓和螺母的强度和耐腐蚀性。
- **尺寸确定：**根据受力分析，计算所需的最小螺栓直径，确保连接的安全性和稳定性。
- **预紧力设计：**预紧力的大小直接影响到连接的可靠性和松弛趋势，应根据实际工作状况设定合适的预紧力。

防松设计: 考虑采用适当的防松措施, 如使用锁紧垫圈或涂抹锁紧剂等, 避免连接件在工作过程中的松动。

## (2) 键与销设计

- 类型选择: 根据连接和定位的需求, 选择合适的键(如平键、斜键)和销的类型。
- 尺寸计算: 根据连接强度要求和轴的直径, 计算键和销的尺寸。
- 配合公差: 确保键槽和键的配合具有一定的公差, 以便于安装和拆卸。

## ◎ 弹簧设计

弹簧在机械设备中常被用于缓冲、减震、储能等场合。在设计弹簧时, 需关注以下

要点:

### (1) 弹簧类型选择

- 根据使用场景和要求, 选择合适的弹簧类型, 如压缩弹簧、拉伸弹簧、扭转弹簧等。
- 考虑弹簧的几何形状、材料以及工作环境对性能的影响。

### (2) 载荷与变形量计算

- 根据设备的工作载荷, 计算弹簧的变形量, 确保其在工作过程中能够提供足够的弹力和稳定性。
- 考虑弹簧的疲劳强度和寿命, 确保其在长期工作中保持性能稳定。

### (3) 材料与制造工艺

- 选择适合的材料, 确保弹簧具有足够的强度和耐腐蚀性。
- 考虑制造工艺对弹簧性能的影响, 选择合适的制造工艺进行生产。

(以下为示例, 具体设计过程中需要根据实际情况进行计算和调整)

## ◎ 连接件设计参考公式

螺栓强度计算:

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要  
下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/798116107104007047>