

机械设计

JIXIE SHEJI

主 编 谢 江
副主编 娄晨辉 李 兰



国防工业出版社
National Defense Industry Press

机 械 设 计

主编 谢 江
副主编 娄晨辉 李 兰

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是根据教育部“机械设计课程教学基本要求”,为培养学生的综合设计能力和创新能力,使之适应知识经济的需要,并结合一线教师多年来的教学实践经验和硕士研究生入学考试内容的需要而编写的。

全书共分五篇(18章):第一篇总论;第二篇联接;第三篇机械传动;第四篇轴系零、部件;第五篇其他零、部件等。每章附有充足的例题及习题,习题包括思考题与计算题。在部分章节末的附录部分选编了部分国标,以方便读者查阅和使用,包括:“常用普通螺纹、螺栓、螺母及垫圈尺寸和主要性能参数”,“普通平键和键槽尺寸”,“常用滚动轴承尺寸和主要性能参数”,“常用联轴器的尺寸和主要性能参数”等。

本书可作为高等院校机械类及近机械类专业的教材或参考书,也可供其他有关专业的师生和工程技术人员使用或参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计 / 谢江主编. —北京:国防工业出版社,
2009.8
ISBN 978-7-118-05672-3

I. 机... II. 谢... III. 机械设计 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 130406 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 23% 字数 595 千字

2009 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 40.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010) 68428422

发行邮购:(010) 68414474

发行传真:(010) 68411535

发行业务:(010) 68472764

前 言

本书是根据教育部“机械设计课程教学基本要求”,为培养普通应用型大学机械类、近机械类宽口径专业学生的综合设计能力和创新能力,使之适应知识经济的需要,并结合一线教师多年来的教学实践经验和硕士研究生入学考试内容的需要而编写的。

编写过程中,本书参阅了大量同类教材、相关技术标准和文献,注意取材的先进性与实用性,以及现代内容与传统内容的相互渗透与融合,注重培养学生的感性认识和工程意识,注重培养学生的综合能力及工程实践的能力。

本书每章附有充足的例题,以便于读者自学。

本书每章末附有习题,包括思考题和计算题两类。

本书采用了最新国标,对未标出具体国标号者,以能体现其原理和应用原则为主,使用者可以当前实用的国标号为准。

本书在下列章节末的附录部分选编了部分国标,以方便读者查阅和使用:第5章选编了“常用普通螺纹、螺栓、螺母及垫圈尺寸和主要性能参数”;第6章选编了“普通平键和键槽尺寸”;第13章选编了“常用滚动轴承尺寸和主要性能参数”;第15章选编了“常用联轴器的尺寸和主要性能参数”。

本书按68学时~72学时编写,可根据具体情况和不同的专业要求,对教材内容进行取舍,书中小字部分可作为选讲选学内容。

参加本书编写的有谢江(第1章、第2章、第3章)、李文忠(第4章、第14章)、李兰(第5章、第15章)、倪素环(第6章、第11章)、陈青果(第7章、第8章、第9章)、马海蓉(第10章)、郭聚东(第12章、第17章)、娄晨辉(第13章、第16章、第18章)。全书由谢江统稿。

由于时间和编者水平有限,难免存在疏漏或不足之处,殷切希望各位机械设计教师及广大读者不吝指正和建议,以便不断提高本书的质量。来信请寄石家庄市河北科技大学机械电子工程学院(邮编050018),或发电子邮件至:xiejiang3000@yahoo.cn。

编 者

2009年4月

目 录

第一篇 总 论

第1章 绪论	1
1.1 本课程的性质与任务	1
1.2 本课程的内容、特点和学习方法	2
第2章 机械设计总论	4
2.1 机械设计的任务	4
2.2 机械设计的过程	4
2.3 机械零件的主要失效形式和计算准则	5
2.4 机械零件的设计方法	6
2.5 机械零件材料的选用原则	7
2.6 机械零件设计中的标准化	8
第3章 机械零件的疲劳强度	10
3.1 概述	10
3.2 材料的疲劳特性	12
3.3 机械零件的疲劳强度计算	16
3.4 机械零件抗断裂强度简介	26
3.5 机械零件的接触强度	27
习题	28
本章附录	28
第4章 摩擦、磨损与润滑的基本知识	34
4.1 摩擦	34
4.2 磨损	39
4.3 润滑	42
习题	50

第二篇 联 接

第5章 螺纹联接和螺旋传动	52
5.1 螺纹	52
5.2 螺纹联接的基本类型和标准联接件	54
5.3 螺纹联接的预紧和防松	57
5.4 单个螺栓联接的强度计算	60

5.5	螺纹联接件的材料及许用应力	66
5.6	螺栓组联接的设计	68
5.7	提高螺纹联接强度的措施	75
5.8	螺旋传动	78
	习题	82
	本章附录 常用普通螺纹、螺栓、螺母及垫圈尺寸和主要性能参数	84
第6章	轴—毂联接	88
6.1	键联接	88
6.2	花键联接	93
6.3	无键联接	95
6.4	销联接	96
6.5	过盈联接	97
	习题	100
	本章附录 普通平键和键槽尺寸	101
第7章	铆接、焊接和胶接	103
7.1	铆接	103
7.2	焊接	106
7.3	胶接	112
	习题	115

第三篇 机械传动

第8章	带传动	120
8.1	概述	120
8.2	带传动基本理论	125
8.3	V带传动的设计计算	131
8.4	V带轮设计	138
8.5	V带传动的安装、维护与张紧	139
8.6	同步带传动简介	142
	习题	144
第9章	链传动	145
9.1	概述	145
9.2	链传动工作情况分析	151
9.3	滚子链传动的设计计算	155
9.4	链传动的使用与维护	160
	习题	164
第10章	齿轮传动	165
10.1	概述	165
10.2	齿轮传动的失效形式及设计准则	167
10.3	齿轮的材料及其选择原则	169

10.4	齿轮传动的计算载荷	173
10.5	标准直齿圆柱齿轮传动的强度计算	178
10.6	齿轮传动的设计参数和许用应力	183
10.7	标准斜齿圆柱齿轮传动的强度计算	193
10.8	标准直齿锥齿轮传动的强度计算	204
10.9	变位齿轮传动设计简介	210
10.10	齿轮的结构设计	210
10.11	齿轮传动的润滑	213
10.12	圆弧齿圆柱齿轮传动简介	215
10.13	曲齿锥齿轮传动简介	216
	习题	217
第 11 章	蜗杆传动	219
11.1	蜗杆传动的分类、特点和应用	219
11.2	普通圆柱蜗杆传动的主要参数和几何尺寸计算	221
11.3	蜗杆传动的失效形式、设计准则及常用材料	227
11.4	普通圆柱蜗杆传动的设计计算	228
11.5	蜗杆传动的润滑	239
11.6	蜗杆和蜗轮的结构	240
11.7	圆弧齿圆柱蜗杆传动简介	241
	习题	243

第四篇 轴系零、部件

第 12 章	轴	245
12.1	概述	245
12.2	轴的结构设计	248
12.3	轴的强度计算	254
12.4	轴的刚度和临界转速	262
	习题	264
第 13 章	滚动轴承	266
13.1	概述	266
13.2	滚动轴承的主要类型及其代号	267
13.3	滚动轴承的类型和精度的选择	271
13.4	滚动轴承的受力情况、失效形式及设计准则	272
13.5	滚动轴承的计算	274
13.6	轴承装置的设计	283
13.7	特殊工作条件下的滚动轴承简介	292
	习题	293
	本章附录 常用滚动轴承尺寸和主要性能参数	294

第 14 章 滑动轴承	298
14.1 滑动轴承的主要结构形式	298
14.2 滑动轴承的失效形式及常用材料	303
14.3 不完全液体润滑滑动轴承的设计计算	306
14.4 液体动力润滑径向滑动轴承的设计计算	308
14.5 其他形式滑动轴承简介	319
习题	324
第 15 章 联轴器、离合器和制动器	325
15.1 联轴器的种类和特性	325
15.2 联轴器的选择	331
15.3 离合器简介	332
15.4 制动器简介	335
习题	336
本章附录 常用联轴器的尺寸和主要性能参数	337
第 16 章 机座和箱体简介	339
16.1 概述	339
16.2 机座和箱体的截面形状及肋板布置	340
16.3 机座和箱体设计概要	342

第五篇 其他零、部件

第 17 章 弹簧	344
17.1 概述	344
17.2 圆柱螺旋弹簧的结构、制造、材料及许用应力	345
17.3 圆柱螺旋压缩(拉伸)弹簧的设计计算	349
17.4 圆柱螺旋扭转弹簧的设计计算	358
17.5 其他类型弹簧简介	361
习题	364
第 18 章 减速器和变速器	365
18.1 减速器	365
18.2 摩擦轮传动	368
18.3 机械无级变速器简介	369

第一篇 总 论

本篇简要地阐述了与机械和机械零件有关的共性问题,为机械零件的设计奠定了一定的基础。主要包括绪论,机械设计总论,机械零件的疲劳强度,摩擦、磨损与润滑的基本知识。

第1章 绪 论

机械工业是一个国家的支柱产业,是社会财富的来源,也是国家富强和国防稳固的基础。机械工业的生产水平是一个国家现代化建设水平的重要标志。据报导,美国约 60% 的财富来源于机械工业,日本约 50% 的国民生产总值是由机械工业创造的。我国机械工业产值占 GDP (国内生产总值)的比重也已超过了 38%。在物质丰富、科学技术高度发达和人类已步入信息时代的今天,机械工业仍然发挥着无可替代的作用。机械工业的灵魂是产品设计,机械设计则是产品设计的重要组成部分。机械设计主要是研究机械装置和机械系统设计的问题。机械零件是组成机械的基本单元,机械零件的设计是机械设计的组成部分,因而机械零件的设计理论和方法是机械设计的基础。

1.1 本课程的性质与任务

机械设计课程是培养机械工程高级人才的重要入门课程,是我国高等学校机械工程类学生的一门主干技术基础课。其任务是培养学生基本的机械设计能力,同时培养学生综合运用所学知识分析和解决工程实际问题的能力。通过学习本课程及课程设计等实践环节培养学生以下能力。

- (1) 有正确的设计思想和方法,注意了解国家有关的技术经济政策,并勇于创新;
- (2) 掌握通用机械零件的设计原理、方法和机械设计的一般规律,初步具有分析失效原因和提出改进措施的能力,并具有正确使用和维护一般机械设备的基本知识;
- (3) 具有机械系统的综合设计能力,能进行一般机械传动部件和简单机械装置的设计;
- (4) 具有运用标准、规范、手册、图册和查阅有关技术资料的能力;
- (5) 掌握典型机械零件的实验方法,获得实验技能的基本训练;
- (6) 对机械设计的新发展有所了解。

1.2 本课程的内容、特点和学习方法

1.1.1 课程内容

本课程主要研究一般工作条件(常温、常压)下,一般尺寸参数的通用零件的设计问题。通用零件是在各类机器中经常见到的零件,如齿轮、轴承、螺栓等,特殊尺寸参数的通用零件及专用零件(如曲轴、活塞、汽轮机叶片等专门在某些机械中使用的零件)不属于本课程研究的范围。

本课程主要研究的内容包括以下几个方面。

(1) 机械设计总论部分 概述了与机械和机械零件有关的共性问题,主要包括:整机对零件的要求和零件设计的步骤、载荷、应力、失效形式及设计准则等基本知识;疲劳强度理论的有关知识;摩擦、磨损和润滑的基本知识。

(2) 联接件的设计 如螺纹联接、键、花键和无键联接,销联接以及过盈联接等,其主要任务是解决两个相对静止件之间的联接问题。

(3) 传动件的设计 如带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、螺旋传动等,其主要任务是传递运动和动力。

(4) 轴系的设计与计算 如轴、滚动轴承、滑动轴承、联轴器、离合器以及机座等,其主要任务是支承或联接传动零件。

(5) 其他零、部件的设计 如弹簧、减速器和变速器等。

1.1.2 课程的特点和学习方法

(1) 系统性 一般把机器本身称为内部系统,把人和环境称为外部系统。内部系统和外部系统组成了广义机械系统。例如:一个好的机械设计必须能够满足使用要求,加工和装配简单,安全可靠,美观,便于修理,技术经济价值合理,便于运输,不污染环境,报废后的材料可以回收等。这些要求有些情况下是难以完全满足的,因此,要求设计者必须具有系统工程的观点,全面考虑、综合平衡来完成该设计。

对于机器本身的内部系统来说,设计者要能正确确定设计要求,合理选择总体设计方案,掌握每个机械零件的特性,合理选择材料和热处理方式,计算并确定零件的主要参数、各部分的结构尺寸和公差配合等,还要考虑润滑、密封、散热等问题。这是本课程重点学习的内容。

(2) 综合性 在解决机械设计问题时要用到有关的多方面的科学知识,如力学、摩擦学、材料学、机械制造技术、机械原理、互换性和技术测量、机械制图等。本课程就是将先修课的知识加以综合运用,来完成机械设计任务的。

(3) 工程性 本课程具有鲜明的工程性,在设计每个机械零件时要用到大量的表格、标准、资料等,要处理方案选择、零件选型、材料选择、参数选择、结构形式选择等问题,对计算结果要进行分析,有的要圆整、标准化。这些都是处理工程问题时必须具有的能力。通过学习,要了解和掌握工程问题的特殊处理方法。此外,工程问题通常“只有最佳方案,而无唯一解”。因此,要学会从多种方案中评价出好的方案。

(4) 典型性 机械零件的种类很多,本课程只学习其中的一部分,但是设计机械零件的方

法和思路是通用的。因此在学习典型零件的设计过程中,不仅要掌握其具体的设计方法,还要了解其设计思路及一些合理有效的简化处理方法,从而为今后其他机械零部件的设计奠定基础。

第2章 机械设计总论

2.1 机械设计的任务

机械设计可以是应用新的原理或新的概念,开发创造新的机器(开发性设计),也可以是在已有机器的基础上,进行重新设计(适应性设计)或做局部的改革(变型设计)。因此,提高机器工作能力,合并或简化机器结构,增加或减少机器功能,提高机器效率,降低机器能耗,变更机器零件,改用新材料等,都是机械设计的任务。

机械设计是机械产品生产的第一个步骤,它有以下特点。

(1) 与社会密切联系 设计师根据社会的需要,经过研究、分析和设计,提供产品生产所需的全部资料,包括全部产品图纸、技术文件和计算机软件等,作为产品生产的依据。机械产品的技术水平和使用性能主要是在设计阶段决定的。

(2) 必须具有创造性 设计过程是创造性思维的过程,这种创造性可能表现为从机械系统的功能、工作原理到结构都是新的,也可能只在局部进行创造性的改革。

(3) 设计必须结合生产实际 在设计阶段必须细致地考虑生产中实现设计的条件和用户使用的条件(环境、温度、场地、操作者文化水平等),使其设计的产品在现有的条件下具有尽可能好的工艺性。

(4) 设计的产品必须有竞争力 设计的实践不仅仅局限于做成产品,还表现为产品能占领市场,受到用户的欢迎。

2.2 机械设计的过程

2.2.1 机械设计应满足的要求

机械设计的任务通常是根据社会的需求而提出的。对于每一项任务,一般都要编制设计任务书,明确规定机器的预期功能、工作参数要求、可靠性要求、造型要求、生产批量、预期成本及特殊要求等,并提供设计该机器所必需的原始数据和资料(包括国内、外动态,市场预测等)。

机械设计应满足的要求有以下几点。

(1) 首先应满足使用要求 即能实现预期的功能,满足使用者的要求和设计者的设想。

(2) 满足工艺性要求 设计中还要重视零部件的制造与装配工艺的要求,尽量降低其复杂性,以保证在满足功能要求的前提下尽量降低成本,要正确分析处理好选材、热处理、精度等级、形状以及加工手段与设备等因素的影响。

(3) 具有良好的经济性 机器的经济性是一个综合指标:在设计、制造过程中,要求成本低、生产周期短;在使用中,要求生产率高、适用范围广、能量消耗小等。

(4) 符合人机工程的需要 要求操作方便、安全可靠、便于维修;以及造型美观,便于包装和运输等。

2.2.2 机械设计的过程

机械设计的一般步骤如下。

(1) 设计任务的研究和制定 首先应进行市场调查及预测,了解需求情况,了解类似产品和竞争对手、原材料和配件的供应条件、加工条件、能达到的技术水平、新技术的利用等。要合理地确定所设计产品的主要性能指标,如规格、性能、主要参数、每年产量、成本等。

(2) 方案设计 根据机械所预期的功能,经过功能分析、解法搜寻、方案综合、评价、决策等过程来确定机械的工作原理、技术要求并绘制其机构运动简图。这一阶段对设计质量的好坏具有决定性意义,因此应对多种方案进行比较,从中选择最优方案。

(3) 技术设计 技术设计主要包括:机器的运动学设计、机器的动力学计算、零件的工作能力设计、机器及部件的装配图设计、主要零件的校核计算及零件工作图的绘制等。

(4) 技术文件的编制 应编制必要的技术文件(如设计计算说明书、使用说明书、标准件明细表等)。

(5) 鉴定和评价 鉴定和评价的目的是考核设计结果是否能满足使用要求,是否能实现预期的功能,可靠性和经济性的指标是否合理等。

上述设计过程的各个阶段是互相联系的,若某一阶段出现问题或不当之处,必须返回到前面有关阶段去修改。因此,设计过程是一个不断反馈、完善、逐渐接近最优结果的过程。

2.3 机械零件的主要失效形式和计算准则

2.3.1 机械零件常见的失效形式

机械零件由于某种原因不能正常工作称为失效。常见的失效形式有:整体断裂、过量变形、零件的表面破坏以及破坏正常工作条件引起的失效等。

1. 整体断裂

整体断裂是指零件在载荷作用下,其危险截面的应力超过零件的强度极限而导致的断裂,或在变应力作用下,危险截面发生的疲劳断裂。图 2-1 为齿轮轮齿的断裂失效。断裂是严重的失效形式,出现断裂会造成零件不能工作,有时还会招致严重的人身和设备事故。

2. 过量变形

机械零件承受载荷时,总要产生弹性变形,当弹性变形量超过允许量时,零件或机器就不能正常工作;当严重过载时,还会产生塑性变形(图 2-2),不仅导致零件的形状和尺寸改变,破坏零件之间的配合关系,甚至还会导致零件丧失工作能力。

3. 零件的表面破坏

零件的表面破坏主要指腐蚀(图 2-3)、磨损和接触疲劳(点蚀)。表面破坏将使摩擦和能量消耗加大,并且破坏零件的工作表面或使其尺寸改变,最终造成零件报废。

4. 破坏正常工作条件引起的失效

有些零件只有在一定的工作条件下才能正常的工作,如:① 液体摩擦的滑动轴承,只有在存在完整的润滑油膜时才能正常工作;② 带传动只有在传递的有效圆周力小于临界摩擦力

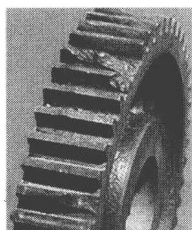


图 2-1 齿轮轮齿断裂失效

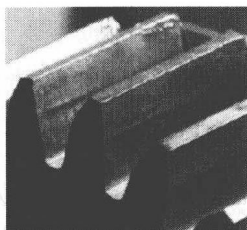


图 2-2 齿轮塑性变形失效

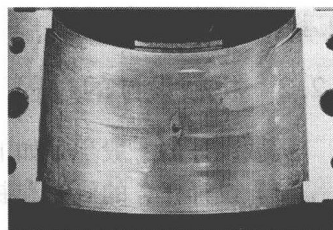


图 2-3 滑动轴承轴瓦腐蚀失效

时才能正常工作;③ 高速转动的零件,只有在转速与转动件系统的固有频率避开一个适当的间隔时才能正常工作。

零件在工作时会发生哪一种失效,这与零件的工作环境、载荷性质等很多因素有关。

2.3.2 机械零件的计算准则

(1) 强度准则 强度是零件抵抗断裂、表面失效及塑性变形的能力,是保证零件工作能力的最基本的计算准则。强度准则要求零件的工作应力 σ 不超过许用应力 $[\sigma]$ 。其典型的条件式为

$$\sigma \leq [\sigma] = \frac{\sigma_{\lim}}{S}$$

式中: $\sigma_{\lim}$ 为极限应力。受静应力时,脆性材料取其强度极限 σ_B ;塑性材料取其屈服极限 σ_s ;受变应力的零件取疲劳极限 σ_r 。 S 为安全系数。

(2) 刚度准则 刚度是零件工作时抵抗弹性变形的能力。刚度准则要求机械零件在载荷作用下产生的弹性变形量 y ,不超过机器工作性能所允许的许用变形量 $[y]$,即 $y \leq [y]$ 。

(3) 振动稳定性准则 高速运动的机械零件在工作时一定要避免共振。要求其激振源的频率 f 避开零件的固有频率 f_p 。通常:当 $f < f_p$ 时,要求 $1.15f < f_p$;当 $f > f_p$ 时,要求 $0.85f > f_p$ 。

(4) 寿命准则 磨损、腐蚀、疲劳都会成为机械零件丧失工作能力的原因。其中疲劳寿命计算研究最多,磨损只能利用一些经验数据计算,腐蚀的计算方法则更欠完善。

(5) 可靠性准则 对于重要的机械零件要求计算其可靠度,以作为可靠性的性能指标。可靠度是指有一大批零件,共有 N_0 个,在一定的工作条件下进行实验,如在时间 t 后仍有 N_s 个正常工作,则这批零件在该工作条件下,达到工作时间 t 的可靠度 R 为

$$R = \frac{N_s}{N_0} = \frac{N_0 - N_f}{N_0} = 1 - \frac{N_f}{N_0}$$

式中: N_f 为在时间 t 内失效的零件数, $N_0 = N_s + N_f$ 。

此外,还有针对发热较大的零件的耐热性准则、针对高精度机械零件的精度准则、针对长期在滑动摩擦状态下工作的零件的摩擦学准则等,在此不一一赘述。

2.4 机械零件的设计方法

机械零件的设计方法通常分为常规设计方法和现代设计方法两大类。

常规设计方法是指采用一定的理论分析和计算,结合人们在长期的设计和生产实践中总结出的方法、公式、图表等进行设计的方法。它又可分为以下几种。

(1) 理论设计 是根据长期总结出来的设计理论和实验数据所进行的设计。这是本书的主要内容。

(2) 经验设计 是根据某类零件已有的设计与使用实践而归纳出的经验关系式或根据设计者本人的工作经验用类比的方法所进行的设计。

(3) 模型实验设计 对于一些尺寸巨大而结构又很复杂的重要零件,尤其是一些重型整体机械零件,为了提高设计质量,可采用模型实验设计的方法。即把初步设计的零、部件或机器制成小模型或小尺寸样机,经过实验的手段对其各方面的特性进行检验,根据实验结果对设计进行逐步的修改,从而达到完善。这种设计方法费时、昂贵,因此只用于特别重要的设计中。

现代设计方法是近二三十年发展起来的,运用了现代应用数学、应用力学、微电子学及信息科学等方面的最新成果与手段,计算精度更高、设计与计算速度更快、更为完善和科学的机械设计方法。大体可分为两类。

(1) 设计自动化方法和技术 如计算机辅助设计、广义优化设计、虚拟设计及智能设计等。均利用了计算机速度快、计算精度高、可编程及绘图、有记忆和逻辑判断等特点,在机械设计中应用日益广泛。

(2) 设计方法和技术 为使产品设计更科学、更完善和更具有市场竞争力,新的设计方法和技术不断出现,如可靠性设计、创新设计、生态化设计、逆向工程设计、保质设计等。

2.5 机械零件材料的选用原则

用于制造机械零件的材料很多,其中以钢及铸铁材料应用最为广泛。近年来,由于塑料、陶瓷及复合材料的性能日益改善,这类材料的应用也愈来愈多。有关材料的知识,可查阅相应课程的教材,例如文献^[23]或机械设计手册^[26,27]。

机械零件的工作可靠性和经济性与其所选用的材料和热处理方式有很大关系。选择的主要原则有以下几点。

1. 满足使用要求

满足使用要求,是选择材料的最基本的原则。机械零件的使用要求一般包括:零件工作和受载情况;零件的尺寸和重量限制;零件的重要程度等。

零件的工作情况指零件所处的环境,如介质、工作温度、摩擦性质等。零件的受载情况主要指零件所受载荷的大小和应力的种类。由于零件工作条件和失效形式的复杂性,在选材时必须根据具体情况抓住主要矛盾,找出关键的力学性能指标。如零件尺寸取决于强度,若尺寸和重量又有限制时,应选用强度较高的材料;如零件尺寸取决于刚度,则应选用弹性模量较大的材料;如零件的接触应力较高(如齿轮、滚动轴承等),则应选用可进行表面强化处理的材料(如调质钢、渗碳钢或氮化钢);在滑动摩擦下工作的零件,应选用减摩性好(即配对摩擦副的摩擦系数小)及耐磨性好的材料,如采用淬火钢与铜合金相配;在高温条件下工作的零件,应选用耐热材料;在腐蚀性介质中工作的零件,应选用耐腐蚀的材料;有冲击振动时,则应选用韧性强或吸振性好的材料;要求精度高的零件,则应选用尺寸稳定性好的材料,如合金工具钢。

2. 满足工艺性要求

在一定的生产规模和生产条件下,制造机械零件所用的劳动量最小、加工费用最少、而零件结构又满足使用要求,则这样的零件具有良好的工艺性。

机械零件的设计,应从多方面(如零件形状的复杂程度、生产批量和各种制造方法的特点等)考虑以改善其工艺性。例如,形状复杂、尺寸较大的零件难以锻造,应选用铸件或焊接件,则其材料必须具有良好的铸造性能或焊接性能;如生产批量较大,可选用流动性好的铸铁件;受力较大时应选用铸钢件;如生产批量较小,则选用型钢或型钢与铸钢组合焊接结构较合理;在生产批量较大或有大型设备的条件下,则应选用锻钢件;对于锻件,还要视批量大小而决定是采用模锻还是自由锻。热处理对改善机械零件的性能有很大的作用,必须按照使用和工艺要求,综合考虑,进行选择。此外,零件的结构要力求简单适用,加工精度和表面粗糙度的规定要合理,这都有助于改善零件的工艺性。

3. 满足经济性要求

在满足前面原则的前提下,选用的材料应尽可能使零件的生产和使用的总成本最低、经济效益最高。零件的成本不仅取决于材料的价格,而且与制造费用有很大关系。有时虽然采用了价格较高的材料,但由于加工简单,外廓尺寸及重量减小,零件的成本反而降低,例如生产少量形状复杂的大型机座时,采用轧制钢材焊接件就比铸件成本低廉;又如汽车齿轮采用合金易切削钢制造,虽然价格比一般合金结构钢高,但节省工时、提高工效所创造的经济效益是十分显著的。

采用局部品质原理是符合经济性要求的,即在零件的不同部位采用不同的材料,或采用不同的热处理方法,使各局部要求分别得到满足。例如蜗轮轮缘用铜合金制造,轮芯采用铸铁或碳钢制造,可以节约贵重金属。局部品质也可以用渗碳、表面淬火、表面辗压等方法获得。

2.6 机械零件设计中的标准化

将产品的型号、尺寸、参数、性能、设计方法、制图要求等统一并简化为数量有限的几种标准,称为标准化。如齿轮的模数、螺纹的形状等。标准化的零件,称为标准件。如螺栓、螺母、键、滚动轴承等。

我国现行的标准有国家标准(GB)、行业标准(JB、HB)及企业标准(QB)等。出口产品应采用国际标准(ISO)。从使用的强制性来说,又可分为强制性国家标准(GB)和推荐性国家标准(GB/T)。强制性国家标准必须严格遵照执行,否则就是违法。推荐性国家标准占整个国标中的绝大多数,如无特殊理由和特殊需要,也必须遵守以期取得事半功倍的效果。

标准化有利于保证产品质量,减轻设计工作量,便于零部件的互换和组织专业化的大规模生产,同时可降低生产成本。因此,标准化既是组织现代化生产的重要手段,也是实行科学管理的重要基础之一。

通用化是广义的标准化。通用化是在不同规格的同类产品中,甚至在不同类产品中尽量采用同一结构和尺寸的零部件,以期最大限度地减少和合并企业或行业内部的零部件种数,从而简化生产管理,并获得较高的经济效益。

系列化也是标准化的重要内容。系列化是将产品尺寸和结构拟定出一定数量的原始模型,然后再根据需求,按一定规律优化组合成产品系列。例如圆柱齿轮减速器,可先制定

出一定数量的一对齿轮的中心距、传动比、齿数、模数等系列数据,然后用它们组合成二级(两对齿轮传动)或三级(三对齿轮传动)减速器系列。在系列化中应使零件有最大限度的通用化。

标准化、通用化、系列化简称为机械产品的“三化”。“三化”程度的高低,既是评定产品质量的指标之一,也是国家的一项重要重要的经济政策。