

邮 电 中 等 专 业 学 校 试 用 教 材

机 械 设 计 基 础

湖 南 省 邮 电 学 校 编

人 民 邮 电 出 版 社



邮电中等专业学校试用教材

机 械 设 计 基 础

湖南省邮电学校 编

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 提 要

本书的内容是使学习者学会分析、比较和选用一般机构的能力，掌握通用机件的简单设计计算方法，全书共分十八章，第一章概述了机械设计的基本原则和步骤，设计中的一些共同性问题；第二——十七章分别介绍了各种机械传动机构的组成原理、设计方法和轴类零件、联接方式等的设计计算；第十八章简单介绍了液压传动原理、一般机械中常用的回路和简单设计方法。各章均配置了一定的例题和习题。

本书是为邮电中等专业学校邮政机械专业编写的教材。同时也考虑了为读者提供一套较系统又较容易接受的设计计算方法。内容由浅入深、通俗易懂，适合具有一定基础知识的、机械设计、维修的工程技术人员和青年工人自学参考。

机 械 设 计 基 础

湖南省邮电学校 编

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

天津新华印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/16 1982年3月第一版

印张：24 8/16 页数：196 1982年3月天津第一次印刷

字数：616 千字 印数：1—8,500册

统一书号：15045·总2573—综221

定价：1.95元

前 言

本书是邮电中等专业学校教学用书。为适应邮电教育事业发展的需要，1978年以来，我们组织了部分邮电学校分工编写了微波、载波、市内电话、线路、电报、电源、综合电信和邮政机械等八个专业所用的专业基础课和专业课教学用书，有些已经出版，有些将陆续出版，以满足各邮电中等专业学校教学的需要。

编写教材，是提高教学质量的关键。我们组织编写本教材时，力求以马列主义、毛泽东思想为指导，努力运用辩证唯物主义的观点阐明科学技术的规律，内容上注意了少而精，尽量反映科学技术的新成就。书内难免存在缺点和错误。希望有关教师和使用过程中，把发现的问题提给我们以便修改提高。

邮电部教育局
一九八〇年七月

11627-13

编 者 的 话

《机械设计基础》一书是根据邮电中等专业学校教学大纲编写的，作为邮政机械专业的教材，计划174学时。

编写中，着重考虑了我国邮政机械尚处于发展阶段，要求每个中等技术人员要具备一定的设计能力，以便在维护、修理的基础上因地制宜地改革设备；同时也力图给读者提供一套容易接受、又较系统的机械设计方法。

为使学生接触较多的设计资料和学会使用设计手册，本书借用天津大学机械教研室编写的《机械零件手册》作为学生参考用书。

本书由湖南省邮电学校伍元芳同志编写，辽宁省邮电学校钱勤业、陈乐善、陈慎言同志和四川省邮电学校曹宗德、陈惠珍、马国新同志审阅。

由于水平有限、时间仓促，书中缺点错误在所难免，恳请各校老师、同学和读者批评指正。

目 录

第一章 绪论	1
§1-1 《机械设计基础》的研究对象	1
§1-2 机械设计的基本原则和一般步骤	3
§1-3 机器制造中常用的材料及其选用	5
§1-4 许用应力与安全系数的确定	7
§1-5 机械零件的工艺性	10
§1-6 配合种类、精度及光洁度的选择原则	12
第二章 机构组成的基本知识	17
§2-1 构件的自由度、运动副和约束条件	17
§2-2 平面机构的自由度及机构具有确定运动的条件	19
§2-3 机构组成原理	21
§2-4 计算自由度应该注意的几个问题	22
§2-5 机构简图	23
第三章 平面连杆机构及其设计	26
§3-1 概述	26
§3-2 四杆机构的基本形式及其运动特性	27
§3-3 四杆机构的派生形式	31
§3-4 平面连杆机构的设计	33
§3-5 四杆机构运动分析概述	38
第四章 凸轮机构及其设计	44
§4-1 凸轮机构的应用和分类	44
§4-2 从动件的运动规律	46
§4-3 凸轮轮廓曲线的设计	51
§4-4 凸轮机构基本尺寸的确定	53
§4-5 凸轮机构设计中的几个其他问题	56
第五章 间歇运动机构	59
§5-1 棘轮机构	59
§5-2 槽轮机构	62
§5-3 不完全齿轮机构	64
第六章 皮带传动	66
§6-1 传动带的种类、特点及应用范围	66
§6-2 皮带传动的理论基础	66
§6-3 三角皮带的受力特点、结构和标准	71
§6-4 皮带轮	74
§6-5 三角皮带传动的设计	76

§6-6 皮带传动的张紧方法、安装与使用维护	83
第七章 摩擦轮传动	85
§7-1 概述	85
§7-2 定传动比摩擦轮传动	86
§7-3 变传动比摩擦轮传动(无级变速器)	89
§7-4 摩擦轮的材料与结构	91
第八章 齿轮传动	93
§8-1 齿轮传动的特点、分类和基本要求	93
§8-2 齿廓啮合的基本定律	95
§8-3 渐开线齿廓	96
§8-4 渐开线齿轮的主要参数和几何尺寸	100
§8-5 一对渐开线齿轮的啮合和传动情况	103
§8-6 齿轮的失效形式	105
§8-7 齿轮材料及其选用	108
§8-8 直齿圆柱齿轮的强度计算	111
§8-9 齿轮的结构设计	119
§8-10 齿轮传动设计的一般步骤与实例	122
§8-11 齿轮加工与测量的基本知识	125
§8-12 变位直齿圆柱齿轮传动	132
§8-13 斜齿圆柱齿轮传动	148
§8-14 直齿圆锥齿轮传动	157
第九章 蜗杆传动	166
§9-1 概述	166
§9-2 蜗杆传动的主要参数、结构和基本尺寸	168
§9-3 蜗杆传动的失效形式与材料选择	171
§9-4 蜗杆传动的强度计算	172
§9-5 蜗杆传动的热平衡计算	176
第十章 轮系及减速器	180
§10-1 定轴轮系的传动比及用途	180
§10-2 周转轮系及其传动比	182
§10-3 几种行星轮系传动简介	186
§10-4 减速器	190
第十一章 链传动	197
§11-1 链条与链轮	197
§11-2 链传动的运动特性	205
§11-3 链传动的设计计算	207
§11-4 链传动的安装与维护	211
第十二章 轴	214
§12-1 概述	214
§12-2 轴的结构和材料	215

§12-3	转轴的强度计算和刚度校核	222
§12-4	转轴设计步骤与设计举例	224
§12-5	键和花键联接	227
第十三章	轴承	234
§13-1	滑动轴承的主要形式和结构	234
§13-2	轴瓦的结构与材料	236
§13-3	半液体摩擦向心滑动轴承的计算	239
§13-4	滑动轴承的润滑	239
§13-5	滚动轴承的类型和代号	243
§13-6	滚动轴承的选择	247
§13-7	滚动轴承部件的组合设计	253
§13-8	滚动轴承与滑动轴承的比较	257
第十四章	联轴器	260
§14-1	概述	260
§14-2	固定式联轴器	260
§14-3	可移式联轴器	264
§14-4	爪型离合器	267
§14-5	摩擦离合器	269
§14-6	超越离合器	272
§14-7	安全离合器	273
第十五章	螺纹联接	275
§15-1	螺纹	275
§15-2	螺纹联接的主要形式和应用	278
§15-3	螺旋副中力的关系与效率	281
§15-4	螺母、垫圈及防松装置	283
§15-5	螺纹联接的设计	287
§15-6	螺旋传动	294
第十六章	焊接	297
§16-1	概述	297
§16-2	电弧焊焊缝的主要形式和应力情况	298
§16-3	电弧焊焊缝的强度计算	301
第十七章	弹簧	305
§17-1	概述	306
§17-2	弹簧材料与弹簧的制造	306
§17-3	圆剖面圆柱螺旋弹簧的设计	309
§17-4	圆簧丝圆柱螺旋扭转弹簧	317
第十八章	液压传动	320
§18-1	概述	320
§18-2	油液的性质及其选用	325
§18-3	液压传动的几个基本概念	330

§18-4	油泵和油马达·····	333
§18-5	动力油缸·····	341
§18-6	阀·····	346
§18-7	辅助装置·····	357
§18-8	液压基本回路·····	364
§18-9	液压系统实例·····	373
§18-10	液压系统的设计简介·····	376
§18-11	液压系统的安装、使用与维护·····	381

第一章 绪 论

§1-1 《机械设计基础》的研究对象

《机械设计基础》是一门通用性的专业基础课，是研究各种机器中常用机构和通用零件的设计原理和计算方法的。

机械是机器和机构的总称。几千年来，广大劳动人民为了战胜自然、改造自然，创造了各式各样的机械，如电动机、汽车和各种机床等。各种不同的机械，粗观其外形和用途千差万别，而仔细分析它们的内部构造，却有如下共同属性：

- (1) 它们都是许多机件的组合，单一的机件不能称为机器；
- (2) 各机件间必有确定的相对运动；
- (3) 都能完成有效的机械功（工作机）或转换机械能（原动机）。

因此，人们给机器下了这样一个定义：机器是一种人为的机件组合，各机件之间具有确定的相对运动，用来代替人的体力劳动，以完成有效的机械功或转换机械能。

如图1-1所示的牛头刨床，就是由机架1、齿轮2和3、曲柄4、滑块5、导杆6、连杆7、刨头8、偏心轮9、摇杆10、传动轴11、皮带轮12、棘轮13和棘爪14等机件组成的。这些机件之间都有确定的相对运动：如齿轮3相对于机架1作匀速回转运动；棘轮13相对于机架作间歇转动；导杆6相对于机架作往复摆动；刨头8相对于机架1和滑块5相对于导杆6，各作具有一定变化规律的直线运动。电机将外界输入的电能转变为机械能，再通过各种机构将电机转子的回转运动转换为刨头的往复运动和工作台的步步移动，便可用来切削工件16以完成有效的机械功。

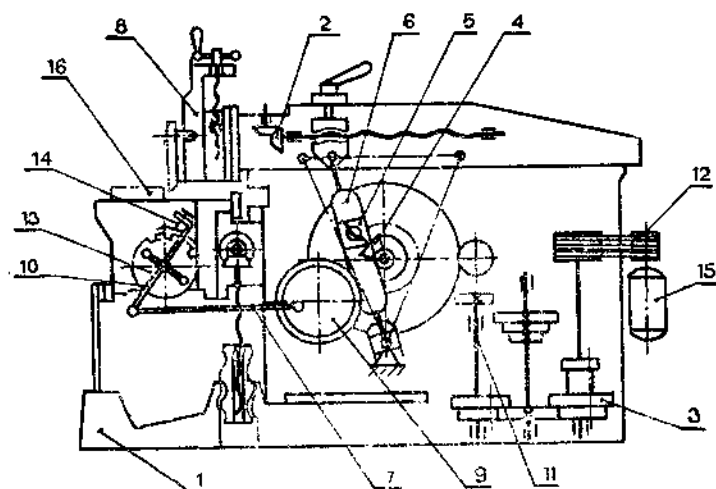


图 1-1 牛头刨床

机构也是一种人为的机件组合，各机件间同样具有确定的相对运动。不同的是它不能完成有效的机械功，也不能将其他形式的能转换为机械能。就是说机构只具备机器的前两个特

征。它们的区别是：

机器同时产生运动和能的变化，用来利用或变换机械能。

机构则只能产生运动的变化，只能用来传递或变换运动。

机器通常包括一个或一个以上的机构，如电机只具有由定子和转子组成的一个机构，但它具有机器的全部特征，是机器而不是机构。又如齿轮 2 和 3，它们只能将齿轮 2 较快的转动转变为齿轮 3 较慢的转动；齿轮 3、滑块 5 和导杆 6 则只能将齿轮 3 的转动变为导杆 6 的摆动……都不具备机器的第三个特征。因此，它们都是机构。牛头刨床由齿轮机构、导杆机构、凸轮机构、棘轮机构及螺旋机构等多个机构组成。

组成机构或机器的每一个机件是一个具有确定运动的整体，称为构件。构件可以是一个制造单元，也可以是多个制造单元的刚性联接。机构中相对固定不动的构件称为机架；驱动力所作用的构件称为原动构件；其他构件称为从动构件。

组成构件的每一制造单元称为零件。零件和构件的区别在于：构件是运动的单元，零件是制造的单元。为研究方便，将零件分为专用零件和通用零件两类：凡是具有专门功用，并在特定的机器中才使用到的零件称为专用零件。如内燃机中的曲轴和活塞、邮票出售机中的撕票轮等。凡是在各类机器中都具有相同功用的零件称为通用零件，如齿轮、轴和螺钉等。

再从各种机器各部分的功用上去分析，任何机器一般都可以分为本质上不同的三个部分：原动机、传动机和工作机。

机器既然是代替人进行生产的装置，就必须根据生产的要求产生一定的生产动作。机器中直接产生生产动作的部分称为工作机。它是利用机械能的部份，如牛头刨床的刨头部分和邮票出售机中的出票机构等。

工作机必须有输入的机械能来带动它。为了将其他形式的能量转变为机械能，机器中必须有转换能量的部分，这一部分称为原动机，如电动机、内燃机及蒸汽机等。

有了这两部分是否就够了呢？少数情况下是可以了，如电动机直接拖动离心泵、砂轮机。但大多数情况不能直接连接。因为：

(1) 工作机所要求的速度，通常与原动机最有利的速度不一致。例如某一包裸分拣机，需要的线速度为 0.2—1 米/秒，折算为主动轴速度为 10—60 转/分，而所用电动机的转速一般为 1440 转/分。

(2) 工作机通常要按工作情况的不同经常改变速度，若用调节原动机的速度来适应这种需要是不经济的，甚至是不可能的。

(3) 原动机只输出一种运动，如电动机输出轴作匀速回转运动，内燃机和蒸汽机活塞只作往复运动。而工作机往往需要多种多样的运动协同工作。如牛头刨床，刨头需作往复运动，进刀机构需间歇运动。

为了解决上述原动机和工作机之间的矛盾，在原动机和工作机之间加入变换运动的中间装置。机器中，这种将原动机的运动按需要变换并传递给工作机的中间装置称为传动机。

现代机器中，传动机的形式有：机械传动、液压传动、气压传动和电力传动几种。它们都有各自的特点和应用范围。但机械传动是最普遍最基本的传动形式。

原动机是由专门的部门和工厂研制的；工作机因为工作的千差万别，其性能与结构亦相差很远，必须分门别类由专业课去研究。《机械设计基础》是一门通用性的专业基础课，只研究各类机械共性的问题，即只研究传动机和通用零件。具体说来只研究以下几个方面：

(1) 研究各种常用机构的结构、工作原理、运动和动力特性及设计计算方法。

- (2) 从强度、刚度、寿命和结构工艺性等方面研究通用零件的计算和 design 方法。
作为中等专业学校, 仅学习机械 design 的基本知识。通过本课程的学习, 要求达到:
- (1) 具有对一般机构进行分析、比较和选用的初步能力。
 - (2) 具有对通用零件进行计算和 design 的初步能力。
- 目的是为学生毕业后管理、使用、维护和改革一般机器打下一定理论基础。

§1-2 机械 design 的基本原则和一般步骤

为使大家对 design 工作有个初步的认识, 在分章讨论具体问题之前, 简述一下机械 design 的基本原则。

一、正确认识 design 工作

要做好 design 工作, 应经常深入生产第一线, 广泛调查研究。遵循 design、制造、使用相结合的原则。

结合具体条件, 搞好 design 工作。

二、设计机械及其零件应满足的基本要求

机械及其零件虽多种多样, 其基本要求往往是相同的, 概括起来大至有如下几项:

1. 使用要求

无论是设计新机器或是改造旧机器, 目的都是为了最大限度地满足生产对它的使用要求。设计者必须深入现场, 仔细了解和分析这些要求, 并在 design 中尽力实现它们。使用要求包括:

(1) 对机械基本性能的要求

所谓基本性能, 即完成它担负的工作必须具备的性能。如运转规律、工作范围及工作精度等。

(2) 保证机械长期稳定运转的要求

由于机器长期在各种不同环境下工作, design 时必须考虑到机械中的每个零件在最不利的条件下工作时的抵抗能力。如强度、刚度及耐磨性等。

(3) 为保证使用安全的要求。

(4) 特殊要求

如在高、低温条件下工作的机器应满足耐高、低温的要求; 运行机器需本身体积小、重量轻, 因此, 其所用零件也应满足这些要求。

应该指出在考虑上述要求时, 必须慎重地分析和研究。因为要求太低固然影响使用, 但人高又使机器复杂、成本过高、甚至无法实现。

2. 工艺要求

即按所设计的图纸能否生产出来, 能否最经济地生产出来。对于成批产品, 还要看是否适合于大批生产。

3. 维修要求

所有机器都需进行日常维护，大多数机器使用期较长，需进行多次的修理。这就要求易于装拆，易损零件便于更换。

三、机器发展的主要趋势

生产和科学技术的迅速发展，对机器的性能不断提出新要求，与此同时也给机器制造业不断提供新材料、新技术和新工艺，这就促使机器结构也要相应地不断改进。了解其发展趋势，对于每个从事机械工作的人员是非常必要的。

在使用和生产上，对现代机器的突出要求是：工作机要有尽可能高的生产效率；原动机能输出尽可能大的功率。此外还要求运转可靠、操作简单、体积小、重量轻、造价低和造型美观等。提高机器生产效率和增大功率最有效的方法，是提高运行速度和实现生产过程的自动化，故高速和高度自动化，是现代机器发展的总趋势。

为此，近代机器在结构上有如下特点：

1. 尽可能以回转机构代替往复机构，以消除不作功行程和高速时惯性力的影响。

2. 采用部件组装结构

同一类型的机器尽管外形相差大，但组成机器的各部件按其用途划分却是基本相同的。如果，将这些部件在结构上和工艺上固定下来，就有可能由有限的部件组成式样繁多的机器。这种结构称为部件组装结构。采用部件组装结构便可以用为数不多的部件组装成不同型式，甚至不同用途的各种机器。部件可以在机器组装前单独装配和试车，或由专门的工厂设计和生产。这将使设计、装配和维修工作大为简化，并为降低成本、提高质量创造了有利条件。

3. 采用多种传动方式

除机械传动外，广泛采用液压、气压和电力等传动方式，可使操纵系统大为简化，并为高度自动化提供有利条件。如目前使用的各种包裹分拣机就是一例。

四、设计步骤与方法

1. 设计一个传动部分的一般步骤

大致分如下几步：

(1) 根据工作要求确定机器的运动；

(2) 选择与设计适当的机构实现上述运动；

(3) 进行强度计算与结构设计，画出装配图和零件图。

2. 重要零件设计的方法

重要零件设计通常有以下三种方法：

(1) 理论设计 根据已掌握的科学理论与实践知识进行设计。根据进行顺序的不同又有设计计算和校核计算两种具体做法。设计计算是根据运动要求、载荷情况和材料性能等，由理论公式算出零件主要尺寸；校核计算是先利用其他方法（如类比法），初步定出零件尺寸，然后根据理论公式进行校核。

(2) 经验设计 根据原有机器的使用经验总结出来的简单公式(称经验公式)和数据,采用类比的方法进行设计。这种设计方法,避免了繁琐的计算过程,简单可靠,是常采用的。缺点是受到有无充足的资料和类比机械的限制。弥补的方法是进行广泛深入的调查研究。

(3) 模型实验设计 仅用于巨大的复杂的设计中,如飞机、轮船的设计。

3. 重要零件的设计步骤

通常有如下几步

(1) 拟定计算简图 图中尽可能将零件构造和相互间的连接加以简化。并将其上载荷简化为集中载荷或按一定规律分布的载荷;

(2) 确定作用于零件上的载荷大小;

(3) 选择合理的材料;

(4) 在已知工作条件下,根据强度、刚度及稳定性等衡量零件工作能力最重要的准则确定零件尺寸,并加以圆整,使之符合标准值。

(5) 绘制零件工作图,并标出必要的技术要求。

应该指出,上述步骤只是一般的进行顺序,并不是一成不变的。

§1-3 机器制造中常用的材料及其选用

机器制造中常用的材料有黑色金属、有色金属和非金属材料三大类。

一、黑色金属

黑色金属包括钢和铸铁。

1. 钢

由于钢无论在静载荷、变载荷或是冲击载荷下,都具有较高的机械性能,且产量高、价格便宜,还具有良好的加工性能,所以是机器制造中最主要的材料。钢又分碳素钢和合金钢两类。

2. 铸铁

铸铁也是机器制造中最常用的材料之一。由于它具有优良的铸造性能,广泛用来制造各种形状复杂的机件。如机座、壳体等。铸铁分灰口铸铁、白口铸铁、可锻铸铁和球墨铸铁等。

二、有色金属

有色金属在机械制造中的运用通常是用含有它们的合金,某种纯金属很少应用。如铸造黄铜、铸造青铜、轴承合金、铝合金及锌合金等。由于它们具有某些特殊性能,如减摩性、抗腐蚀性、不导磁性和高的导电性等,在机械中常用来制造轴承、隔磁材料、导电材料等。但因为产量少,价格高,一般只在非用不可时才采用。

三、非金属材料

非金属材料在机械制造中运用较多的有橡胶和塑料等。

1. 橡胶

橡胶可制成各种不同硬度。软橡胶主要用来制造传送带、传动带及缓冲、减振等零件；硬橡胶可用来制造用水润滑的轴承衬套等。

2. 塑料

塑料由于很容易加工成极复杂的形状。且材料来源极广，品种繁多，性能多样，是非金属材料中发展最快的一种。它分热固性塑料和热塑性塑料两大类。前者只能一次加热成形；后者可多次加热成形。机械中常用的热固性塑料有酚醛塑料，它可以分别由木屑、石棉及矿物纤维作填充物加酚醛树脂制成，也称为结合塑料。木屑组合塑料又称电木，用于制造齿轮、操纵手柄等；石棉组合塑料用作摩擦材料，如离合器摩擦片。也有以层叠纤维织物或薄木板为基体加酚醛树脂组成的塑料，称为层压塑料，如布质酚醛层压板（俗称布胶木板）。它具有较高的硬度，可制齿轮和轴衬等。机械中常用的热塑性塑料有尼龙66、尼龙1010、增强尼龙、聚碳酸酯及聚甲醛等。它们用以压制成各种形状复杂的零件，如齿轮、轴承架、叶轮等。

四、其 他 材 料

还有两种材料，在机器制造业中是常用的，且有其特殊性。

1. 粉末冶金

“粉末冶金”是指用金属粉末（或金属粉末与非金属粉末的混合物）作原料，经成型和烧结，制成各种类型的金属制品和金属材料的一种方法（作为一种材料叫冶金粉末更确切一些）。由于生产过程与生产陶瓷有类似之处，也叫金属陶瓷法，其制品便是平常指的陶制金属。粉末冶金的特点是：

（1）粉末冶金法能生产具有特殊性能的材料。如：

- ①生产过程中，能人为的控制其制品的孔隙度，生产各种多孔材料，多孔含油轴承；
- ②能利用金属和金属、金属和非金属的组合效果，生产多种特殊性能的材料，如钨—铜假合金的电接触材料；金属和非金属组成的摩擦材料；
- ③可以生产难熔金属化合物和金属组成的硬质合金和金属陶瓷。硬质合金刀片就是用此法制成；
- ④可以生产结构均匀的合金，如用此法生产的高速钢比熔铸法生产的就要结构均匀，性能好。

（2）用粉末冶金法制造机器零件，可一次获得最后尺寸和较高的表面光洁度，无需机械加工。是一种无切屑或少切屑的加工方法，节省材料、工时。

2. 陶瓷

陶瓷主要用作切削刀片。这种陶瓷与一般陶瓷器的陶瓷并无本质上的区别。制造方法也差不多，只是原料要求很纯，氧化铝颗粒特别细，烧结温度特别高。这种材料的特点是硬度很高，红硬性也极高，能在1200℃的高温下正常切削，价格又远比硬质合金低。

在零件设计中，选择合适的材料是个关键问题。这就要求设计人员全面了解各种材料的

性能、成本及制造方法。《机械零件手册》*第二章列出了部分常用材料的牌号、化学成份、主要性能及应用实例，使用时可在其中参照查找。在选择材料时，主要应满足以下三个方面的要求：

(1) 使用要求 系指强度、刚度、耐磨性、耐热性等要求。如零件尺寸决定于强度条件时，应选用高强度的材料，如调质钢、合金钢、高强度铸铁等。零件尺寸决定于刚度条件时，应选择弹性模量大的材料。很多情况下 很难选出同时满足各方面要求的材料，此时所选材料应首先满足其中主要要求。

(2) 工艺方面的要求 所选材料应能保证零件采用最简单的方法制造出来。由于材料不同，制造方法也就不同。例如铸铁不能锻造，塑性小的材料不宜冲压。零件形状和尺寸不同时，选用材料亦往往不同。如形状较复杂或大型零件一般采用铸造；外形简单且批量大的零件则采用冲压或模锻。

(3) 经济方面的要求 所选材料要使制造出来的产品成本最低。因此，应采用廉价且易获得的材料，但必须注意，机器的价格决定于材料价格和加工费用两个方面。有时虽采用较昂贵的材料，但由于加工简便、尺寸小、重量轻，却能得到成本低质量好的机器。例如生产单件形状并不很复杂的大型机座，采用辗轧钢的焊接结构反而比铸件成本低。

根据多种要求选择材料，是一个复杂的技术经济问题。通常拟出几个不同方案，经反复分析比较后确定。

§1-4 许用应力与安全系数的确定

许用应力——构件在工作时所允许产生的最大应力，称为许用应力。它是设计、验算零件时所依据的条件应力。

合理选择许用应力，是保证设计既经济、轻巧又安全、耐用的机器的重要条件。设计者的任务就是要在保证安全可靠的前提下尽可能提高许用应力。

一、应力的分类

应力分为静应力和变应力。

1. 静应力——在外载荷作用下，零件中应力的方向和大小均不随时间而变化时，称为静应力，如图1-2所示。

2. 变应力——在外载荷作用下，零件中应力的方向和大小，或者是两者之一随时间而变化时，称为变应力。经常遇到的变应力有：“对称循环应力”和“脉动循环应力”。应力的

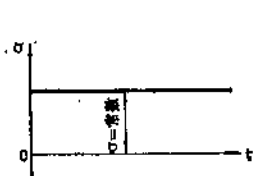


图 1-2 静应力

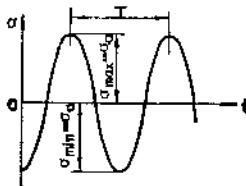


图 1-3 对称循环应力

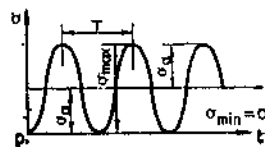


图 1-4 脉动循环应力

* 本教材借用天津大学机械零件教研室编写的《机械零件手册》作为辅助用书，凡该手册中已有资料，本书中不再编入。后面提到时，简称《手册》。无此书时可参阅各种设计手册。

大小和方向均随时间而变化,而最大应力和最小应力的绝对值相等,这种应力称为“对称循环应力”,如图1-3所示;当应力在零和某一极限值之间重复变化时,称为“脉动循环应力”,如图1-4所示。

极限应力——当零件中的应力达到极限应力的数值时,即破坏了正常的工作,称为极限应力。如出现裂痕,产生塑性变形等。

二、许用应力的选择

选择许用应力,通常有如下两种方法:

1.查表法

各个不同的部门通过多年的生产实践和理论分析,常制订有本部门的许用应力或许用安全系数规范,列成图表,并附使用说明,以备设计者查取。如无这种规范,可按下列原则确定安全系数:

(1) 对于塑性材料在静应力下以屈服极限作为极限应力时,可按表1-1选定许用安全系数 $[n]$ 。如载荷和应力计算不十分准确时, $[n]$ 可增大20—50%。

表1-1

$\frac{\sigma_s}{\sigma_b}$	0.45~0.55	0.55~0.7	0.7~0.9	铸 件
$[n]$	1.2~1.6	1.4~1.8	1.7~2.2	1.6~2.5

表中: σ_s 为屈服极限, σ_b 为强度极限, $[n]$ 随 $\frac{\sigma_s}{\sigma_b}$ 的增加而增加是为了保证一定的安全度。

(2) 对于组织不均匀的脆性材料,在静应力下,以强度极限为极限应力时,可取 $[n] = 3 \sim 4$ 。如计算不十分准确, $[n]$ 可增大50~100%。

(3) 在交变应力下以持久极限为极限应力时,如果计算准确,工艺质量和材料均匀性都很好,则取 $[n] = 1.3 \sim 1.4$;如果计算不十分准确。工艺质量和材料均匀性中等时,可取 $[n] = 1.4 \sim 1.7$;计算不准确,材料又不均匀,尤其是尺寸又很大时,则取 $[n] = 1.7 \sim 3$ 。

2.部分系数法

(1) 总安全系数 n 的确定 以几个部分的安全系数的乘积表示总的安全系数 n ,即:

$$n = n_1 n_2 n_3 \quad (1-1)$$

式中: n_1 为考虑到计算载荷和应力时,是否准确应给的安全系数,一般取 $1 \sim 1.5$ 。 n_2 为考虑到材料是否均匀应给于的安全系数,对于锻钢或轧制钢一般取 $1.2 \sim 1.5$;对于铸铁一般取 $1.5 \sim 2.5$ 。 n_3 为考虑零件重要性的安全系数,一般取 $1 \sim 1.5$ 。

(2) 许用应力的确定 有了许用安全系数 $[n]$,再求得极限应力,就可由其关系式求得许用应力。极限应力是由材料性质和循环特性来确定的。

①静载荷下:

(a) 塑性材料,以屈服极限 σ_s 为极限应力,则:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_s}{n} \quad (1-2)$$

(b) 脆性材料,以强度极限 σ_b 为极限应力。由于脆性对应力集中很敏感,还要考虑应