

机 械 设 计

郭学陶 主编



航 空 工 业 出 版 社

机 械 设 计

郭学陶 主编

航空工业出版社

1992

(京)新登字161号

内 容 提 要

本书分十二章。第一章介绍机械设计的一般原则和方法；第二~十二章介绍常用机械零件的设计与计算。其中部分章节（如：螺栓联接，矩形花键联接，带、链、蜗杆传动，滚动轴承等）的有关内容进行了更新。

本书加强了机械设计的整体观念和结构设计观念。书中附有较多的例题和思考与练习题，以帮助学生更好地领会课程内容。例题与练习题中各有一道系列题，前后贯串。附录中收入了机械设计电算程序的举例及大作业课题任务书，便教利学。

本书可作为高等工业院校机械类专业机械设计课程的教材，也可供有关专业师生和工程技术人员参考。

机 械 设 计

郭学陶 主编

航空工业出版社出版发行

（北京市安定门外小关东里14号）

一邮政编码：100029—

全国各地新华书店经售

南京航空学院印刷厂印刷

1992年11月第1版

1992年11月第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/16

印张：21.5

印数：1—2500

字数：536.6千字

ISBN 7-80046-458-X/TH·021

定价：5.90元

前 言

本书是在1986年所编《机械设计》的基础上,参照原航空工业部部属高等院校重点课程协作组1987年拟定的《机械设计课程教学基本要求》(试行草案)、遵循“打好基础,精选内容,逐步更新,利于教学”的原则编写而成的。

编写中注意了航空院校的特点,并充分吸取了各兄弟院校多年来在本课程教学中所积累的丰富经验和教学方法。在主要内容上确保足够的理论深度,对一般内容则注意其知识面的广度。对部分章节(如:螺栓联接,矩形花键联接,带、链、蜗杆传动,滚动轴承等)的有关内容进行了更新。

本书加强了机械设计的整体观念和结构设计观念,并重视了设计中原理方案的拟定与构思,以利培养学生的设计(创造)能力。

在论述方面,力求深入浅出,图文并茂。对一些重点和难点内容解释较为详细,以加深学生的理解。

书中附有较多的例题和思考与练习题,以便帮助学生更好地领会课程内容。题例与练习中,各有一道系列题,前后贯串,以增强学生对机械设计的整体观念。附录中收入了机械设计电算程序的举例(全套程序另备一张磁盘)及大作业课题任务书,便于教师教学和学生学习。

本书由南京航空学院、沈阳航空工业学院、郑州航空工业管理学院、南昌航空工业学院等四所院校合编。参加本书编写的有:郭学陶(绪论、第一、九章),刘东明(第二章),王良云(第三章、附录Ⅰ),吴大受(第四章、附录Ⅰ),史以亮(第五章),白希贵(第六章),潘升材(第七章),王友三(第八、十章),郑玉高(第十一章),欧阳祖行(第十二章)。由郭学陶担任主编。

本书承同济大学喻怀正教授、北京理工大学彭荣济教授审阅,提出了许多中肯的意见和建议;南京航空学院云铎教授阅读了全书初稿,提了许多宝贵意见。在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限,错误和欠妥之处在所难免,殷切希望同行和广大读者批评指正。

编 者

1991.9.

目 录

绪 论	(1)
§ 0-1 机械及机械设计	(1)
§ 0-2 机械设计课程性质、内容和任务	(1)
§ 0-3 本课程的特点及学习方法	(2)
思考与练习	(4)
第一章 机械设计总论	(5)
§ 1-1 机械设计的基本要求	(5)
§ 1-2 机械零件设计应考虑的问题	(5)
§ 1-3 机械零件的设计方法	(11)
§ 1-4 机械零件的强度及其计算准则	(12)
§ 1-5 机械设计的类型及一般过程	(24)
§ 1-6 原理方案构思与设计中的创造性方法	(26)
思考与练习	(33)
第二章 螺纹联接与螺旋传动	(36)
§ 2-1 螺纹联接的基本知识	(36)
§ 2-2 螺纹联接的预紧和防松	(42)
§ 2-3 螺栓组联接的结构设计和受力分析	(44)
§ 2-4 单个螺栓联接的强度计算	(51)
§ 2-5 螺纹联接件的材料和螺纹紧固件的许用应力	(56)
§ 2-6 提高螺栓联接强度的措施	(63)
§ 2-7 螺旋传动	(69)
思考与练习	(78)
第三章 键、花键和无键联接	(81)
§ 3-1 键联接	(81)
§ 3-2 花键联接	(84)
§ 3-3 无键联接	(85)
思考与练习	(87)
第四章 带传动	(88)
§ 4-1 概述	(88)
§ 4-2 传动带	(89)
§ 4-3 带传动的工作情况分析	(92)

§ 4-4 普通 V 带传动的设计计算	(96)
§ 4-5 V 带传动的结构设计	(108)
思考与练习	(111)
第五章 链传动	(113)
§ 5-1 概述	(113)
§ 5-2 链传动结构	(113)
§ 5-3 链传动的运动特性	(116)
§ 5-4 链传动的受力分析	(118)
§ 5-5 链传动的主要参数及其选择	(119)
§ 5-6 链传动的设计计算	(120)
思考与练习	(123)
第六章 齿轮传动	(125)
§ 6-1 齿轮传动的工作情况、失效形式及设计准则	(125)
§ 6-2 齿轮材料、热处理及其选择	(129)
§ 6-3 渐开线直齿圆柱齿轮传动的承载能力及设计计算	(131)
§ 6-4 渐开线斜齿圆柱齿轮传动的承载能力及设计计算	(154)
§ 6-5 渐开线直齿圆锥齿轮传动的承载能力及设计计算	(160)
§ 6-6 渐开线齿轮的结构设计与零件工作图	(167)
§ 6-7 齿轮传动的润滑	(171)
§ 6-8 圆弧齿圆柱齿轮传动简介	(173)
思考与练习	(174)
第七章 蜗杆传动	(176)
§ 7-1 蜗杆传动的生成、类型和啮合性能	(176)
§ 7-2 普通圆柱蜗杆传动的主要几何关系	(179)
§ 7-3 蜗杆传动的材料、结构和润滑	(181)
§ 7-4 蜗杆传动受力分析和效率	(183)
§ 7-5 普通圆柱蜗杆传动的强度计算及温度计算	(186)
附录 齿面接触线的绘制	(192)
思考与练习	(193)
第八章 滑动轴承	(194)
§ 8-1 概述	(194)
§ 8-2 摩擦和磨损	(194)
§ 8-3 润滑	(198)
§ 8-4 滑动轴承的类型及结构型式	(203)
§ 8-5 非液体摩擦滑动轴承的设计计算	(208)

§ 8-6 流体动压润滑基本理论	(210)
§ 8-7 流体动压滑动轴承	(213)
§ 8-8 其它滑动轴承简介	(222)
思考与练习	(223)
第九章 滚动轴承	(225)
§ 9-1 滚动轴承的类型和代号	(226)
§ 9-2 滚动轴承的尺寸选择	(231)
§ 9-3 滚动轴承的组合设计	(249)
§ 9-4 滚动轴承与滑动轴承的比较	(256)
思考与练习	(258)
第十章 联轴器、离合器和制动器	(260)
§ 10-1 概述	(260)
§ 10-2 联轴器	(260)
§ 10-3 操纵式离合器	(265)
§ 10-4 自动离合器	(269)
§ 10-5 制动器	(271)
思考与练习	(273)
第十一章 轴	(275)
§ 11-1 概述	(275)
§ 11-2 轴的结构设计	(278)
§ 11-3 轴的强度计算	(283)
§ 11-4 轴的刚度计算	(290)
§ 11-5 轴的振动和临界转速概念	(292)
附录	(295)
思考与练习	(300)
第十二章 弹簧	(302)
§ 12-1 概述	(302)
§ 12-2 圆柱形螺旋压缩(拉伸)弹簧的设计计算	(305)
§ 12-3 弹簧的制造	(313)
§ 12-4 螺旋扭转弹簧	(317)
思考与练习	(318)
主要参考文献	(319)
附 录	(320)
I 机械设计电算程序举例	(320)
II 机械设计大作业课题、任务书	(334)

绪 论

§ 0-1 机械及机械设计

机 械

机械是机器与机构的总称。

机器——执行机械运动的装置。用来变换或传递能量、物料与信息，以减轻人的体力或脑力劳动。机器由机构组成。

机构——具有确定相对运动的构件组合。

构件——机构中的运动单元。它可由一个或多个零件组成。

零件——机械设备的制造单元，是组成机械的基本要素。

它们之间的从属关系如图 0-1。

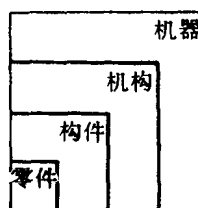


图 0-1 机器、机构、构件、零件间的从属关系

设 计

英文 Design (设计) 一词，起源于拉丁语 Designare，由 De (记下) 与 Signare (符号、记号、图形等) 两词组成。故 Design 一词的最初含义为将符号、记号、图形等记下来的意思。可见设计是人们为了达到某一特定目的，将自己的思想、意志，用语言文字、图形记号等方式表达并记录下来的过程，通过设计，求得达到某一目的的实施方案和手段。

机械设计

是“根据对机械产品提出的任务，应用当代各种先进技术的成果，求得一个在技术上尽可能完善、经济上合理、使用方便、外型美观、并能集中反映先进生产力的研制机械产品的方案和手段。”是综合性、创造性劳动。它包括机器、机构、构件或零件的设计。

§ 0-2 机械设计课程性质、内容和任务

在国民经济各部门中，使用着各种类型的机械，它们的用途、构造及性能虽可各有不同，但从机械的组成来分析，又都具有某些共性，一台完整的机械设备，一般都由原动部分，传动部分和工作部分等三部分组成。例如建筑、矿山及冶金行业等广泛应用的卷扬机 (图 0-2)，即可分为原动部分 (电动机) 1，传动部分 (齿轮减速器) 2，及工作部分 (卷筒) 3 等三大部分。任何机械都可进行类似的分解。

当然，一台现代化的机械设备中，也还会包含机械、电气、液压、气动、润滑、冷却、控

制、监测等等系统中的部分或全部，但其主体仍然是机械系统。

机械系统中的原动部分及工作部分等，通常均有专门的学科研究。作为“机械设计”课程来说，主要是从工作能力、结构工艺、以及经济性等几个主要方面，来研究具有通用性的机械传动装置及普通条件下工作的一般参数的通用零件^(注)，是一门应用技术科学。

在设计零件时，常要根据该零件所应完成的功能，并与有关的其它零件联系起来综合考虑，因此本课程要讲授的多是一些具有相对独立功能的零件组合，如：螺纹联接、带传动、联轴器、轴承、……等等，这些，在习惯上也通称为“机械零件”。显然，机械零件的设计，是机械设计的重要组成部分。

本课程的具体内容，包括三个方面：

一、机械设计的一般原则和方法（第一章）。

二、机械零件的设计与计算（第二～十二章），包括

联接件：螺纹联接、键联接等；

传动件：带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、螺旋传动等；

轴系件：轴承、联轴器、轴；

其它：弹簧、机座与箱体（结合作业及课程设计进行）。

三、总体设计（结合作业及课程设计进行）。

通过本课程学习，培养学生：

1. 掌握通用机械零、部件设计的原理、方法和设计的一般规律，具有设计机械传动装置和简单机械的能力；

2. 树立正确的设计思想，了解国家当前有关的技术经济政策；

3. 具有运用标准、规范、手册、图册和查阅有关技术资料的能力；

4. 掌握典型机械零、部件的实验方法，获得机械实验技能的基本训练；

5. 对机械设计的新发展有所了解。

为今后从事有关机械专业方面的学习和工作打下良好的基础。

§ 0-3 本课程的特点及学习方法

机械设计是一门综合性技术基础课，在学习过程中，将综合运用理论力学、材料力学

注：一般机械设备中经常用到的零件叫通用零件，如螺钉、齿轮、轴、轴承等。只是某些专用设备中才用到的零件叫专用零件，如螺旋桨、曲轴、……等。专用零件不属本课程研究范围。

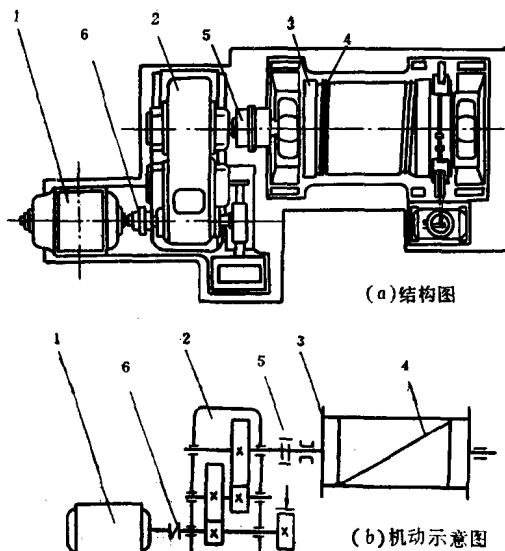


图 0-2 卷扬机

1—电动机；2—齿轮减速器；3—卷筒；
4—钢丝绳；5、6—联齿器

机械原理、机械制图、公差技术测量、机械制造基础、工厂实习及机械工程材料等相关课程或教学环节中的基本理论、工程技术和生产实践的知识，来解决设计中的许多问题。

机械设计不同于前修课程，它是许多学科的综合运用，因此，在学习本门课程时，必须根据本课程的特点，探求相应的学习方法，才能收到较好的效果。本书各章虽自成系统，但并非彼此孤立，其每一零件都是各种机械设备中的组成部分（如图 0-3 所示的典型机械传动装置——减速器，即由许多常用通用零件组成）。除第一章外，各章内容也大体上都包含下述几个主要部分，即

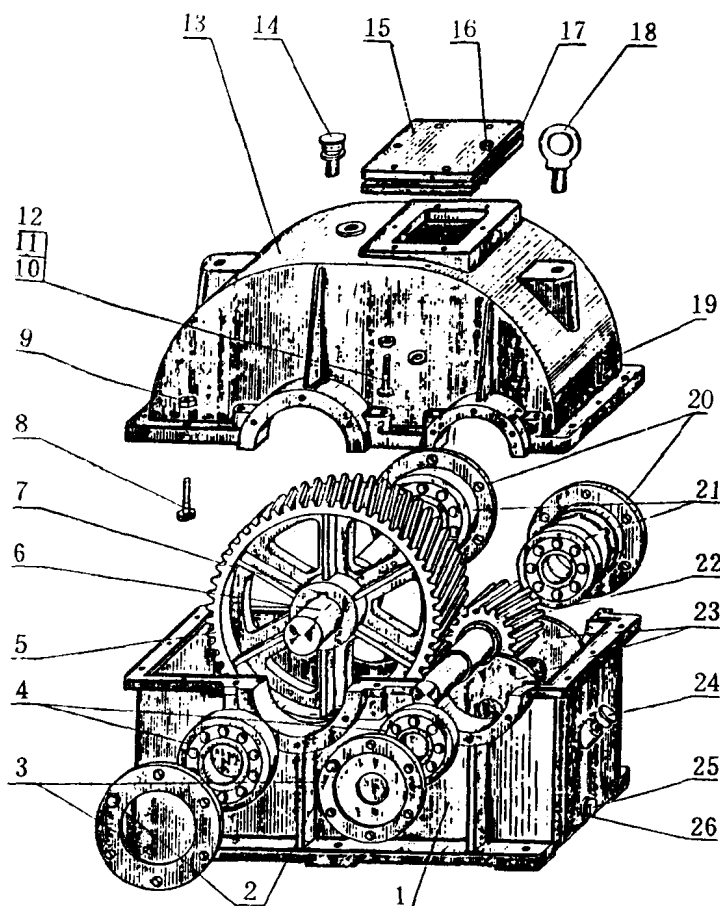


图 0-3 一级斜齿圆柱齿轮减速器（分解图）

- | | | | |
|-----------|-----------|------------|-------------|
| 1—箱体； | 8—M20螺栓； | 15—窥视孔盖； | 22—小齿轮轴； |
| 2—M12螺钉； | 9—M20螺母； | 16—M8螺钉； | 23—挡油圈； |
| 3—轴承盖； | 10—M30螺栓； | 17—压制纸垫； | 24—油面指示器； |
| 4—角接触球轴承； | 11—M30螺母； | 18—吊环螺钉； | 25—油塞； |
| 5—斜齿轮； | 12—弹簧垫圈； | 19—定位销； | 26—耐油橡皮制的垫片 |
| 6—大齿轮轴； | 13—箱盖； | 20—轴承盖； | |
| 7—平键； | 14—通气螺栓； | 21—角接触球轴承； | |

类型应用—工作原理—失效形式—设计准则—计算方法—结构设计。

学习中应根据零件的实际工作条件进行具体分析，并着重了解计算的出发点、各参数的物理概念及分析方法。由于影响零件功能的因素很复杂，有时不能单纯由理论公式计算解

决。很多系数和数据是由实验得出来的,有的还要用到经验或半经验公式,因此,对公式、系数应了解其使用条件和应用范围。

计算所得的结果和数据,尚须根据具体情况进行处理,如进行圆整或取标准值等。

结构设计,是机械设计的重要组成部分。零件的尺寸通常并不只取决于强度计算,还须考虑到具体的结构。由于所设计的任何产品,都是实在的东西,因此结构设计并不只是能按比例画得出来的图纸,还须考虑到加工、装配和维护的可能性。如图 0-4(a) 中的螺母就不便装

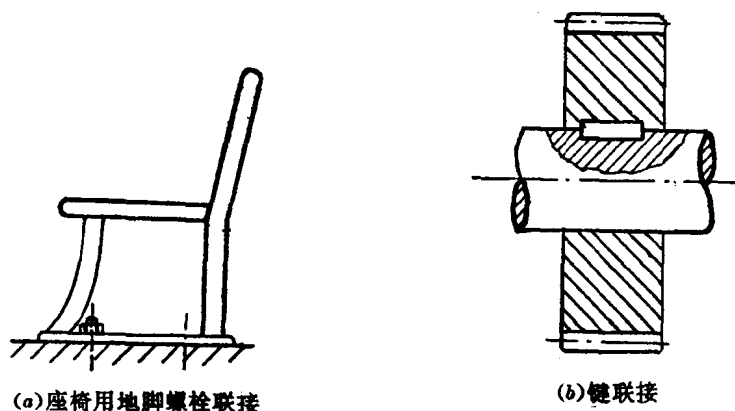


图 0-4 不合理的结构设计

拆,而图(b)中的键联接就根本不可能实现。结构形状对改善零件工作性能也有重要影响。结构设计的优劣,也往往体现出一个设计者才能的高低。

在学习过程中,除及时完成习题、作业、实验等各教学环节所要求的任务,熟悉各参数的选择及计算方法外,应多观察实物,常翻阅手册,并经常练习徒手绘图,逐步掌握机械设计的基本原理与方法。

思考与练习

0-1 区别下列名词的含义:

- (1) 机械设计与“机械设计”;
- (2) 构件、零件与“机械零件”;

0-2 “机械设计”研究的内容与任务。

0-3 “机械设计”课程的特点及学习方法。

0-4 指出图 0-3 中各标号零件在该装置中的作用。

第一章 机械设计总论

§ 1-1 机械设计的基本要求

机械的种类虽然很多，但设计时的基本要求往往是共同的，根据对现有机械的分析，现代机械的设计具有下列四大要求：

一、三性统筹

即适用性、可靠性与经济性三方面应加以辩证地统一考虑。适用性体现为满足生产不断提出的新的功能要求；可靠性即保证可靠地实现预定功能；经济性是一个综合指标，它体现在设计、制造、使用的全过程中，经济性好意味着在保证功能的基础上能有效地节约能源及人力、物力。

二、四位一体

将四种传动（机械、电气、液压、气动）有机地匹配，各得其所，博采众长。近年来，将机械学与电子学相结合形成的机电一体化系统，在生产中也已逐渐推广使用。

三、人机协调

把机器和有关人的因素看作一个系统，合理协调，使操作、使用机器时方便舒适，使机器发挥更佳的效能。

四、多方兼顾

对设计、制造、销售、运输、管理、使用、维修保养等要全面地综合分析，贯穿到整个产品中去。

§ 1-2 机械零件设计应考虑的问题

设计机械零件时应考虑的问题，是从机器总体设计要求中提出的，一般来说，主要有以下三个方面：

一、工作能力

零件失去设计时预定的功能，称为零件的失效。机械零件抵抗失效的能力，叫做工作能力（或承载能力）。为避免零件失效，应使零件具有相应的工作能力。衡量零件工作能力的准则，随零件失效形式的不同而不同。例如转轴的失效可能由于疲劳断裂，也可能由于过量的弹性变形。前者轴的工作能力取决于轴的疲劳强度，后者则取决于轴的刚度，故分别应按强度准则或刚度准则来考虑，显然，起决定作用的将是工作能力中的较小者。

在此，仅就影响工作能力的主要因素分述如下。

1. 强度

强度是零件抵抗破坏的能力。所谓破坏，除零件的整体断裂外，也可能是零件的表面损坏（如疲劳点蚀）或零件在工作中产生了不允许的塑性变形。可见强度计算是保证零件工作能力的最基本的计算准则。

2. 刚度

刚度是零件抵抗弹性变形的能力。刚度大小用产生单位变形所需的外力（或力矩）来表示。刚度的反义词是柔度，与刚度互为倒数。

对机械零件提出刚度要求主要由于以下原因：

（1）由于某些零件的刚度不够，将影响机器的正常工作。例如轴的弯曲刚度不够时，轴颈将在轴承中倾斜而使二者接触不良；又如汽车驾驶盘的传动杆，其扭转刚度不够时，将使驾驶产生困难；再如机床主轴刚度不够，将影响被加工零件的精度。

（2）对于弹簧一类的弹性零件，其设计的出发点就是要在一定的载荷下产生一定的变形，可以说满足刚度要求是这类零件的计算前提。

按刚度计算所得的零件剖面尺寸一般比按强度计算的大，故满足刚度要求的零件往往也能同时满足强度要求。保证零件刚度的计算准则，是限定弹性变形量不超过许用值。

为了适应工作需要，有时也希望零件具有适当的柔度。例如为了提高承受轴向变载荷的螺栓强度，可用柔性螺栓；为了避免高转速轴的共振，可用挠性轴等。

3. 工作稳定性

即零件在工作时能保证稳定地正常工作。影响零件工作稳定性的因素主要有：

（1）振动稳定性

当机器或零件的自振频率与周期性外力的频率相近时，就要发生共振，共振可在短期内使零件损坏。对零件或机器来说，不应在共振频率下工作。对高速运行的转动轴来说，就应避免在临界转速下工作。

（2）受压稳定性

这主要表现在受压状态下工作的零件（如细长杆或薄壁件），当压力超过临界压力时，零件将丧失稳定性，致使零件不能正常工作，甚至可以引起整个机器结构的破坏，造成严重事故。所以在正常情况下，应使工作压力小于临界压力。

4. 摩擦性能

对于以一定压力相互接触、而两接触表面间又存在有相对运动或相对运动趋势时，则两接触表面将形成摩擦。摩擦将使接触表面间产生摩阻、磨损、振动和发热等现象。对于像滑动轴承一类的零件，则要求摩擦副具有较好的减摩、抗磨、散热等性能。而对于依靠摩擦副传递运动和动力的零件，如摩擦轮传动、带传动等，则要求摩擦副之间具有一定的摩阻和耐磨性，从而保证零件具有足够的工作能力。

5. 温度对零件工作能力的影响

温度的影响主要表现在以下三个方面。

（1）温度对材料机械性能的影响

一般金属，当温度超过某一数值（如：钢 300~400℃，轻合金 100~150℃）后，其强度将急剧下降，而在低温时，其强度却有所提高，但钢和铸铁的韧性在低温下要显著降低。

设计在高温或低温下工作的零件时，必须注意这些特性。

在高温下，金属零件还将发生蠕变和应力松弛现象。

(2) 温度变化对零件几何尺寸变化的影响

如果制造零、部件所用各种材料的膨胀系数不同，则在温度变化时，或是引起温度应力，或是使某些活动联接的间隙增大或减小，显然这都对工作不利。

(3) 温度对润滑的影响

随着温度的升高，润滑油的粘度和在润滑表面上的吸附能力都将下降，因而有可能导致摩擦表面的直接接触，甚至使零件表面产生过度磨损或胶合现象，使零件失去工作能力。

二、材料选择及结构工艺

1. 机械零件常用材料及其选择原则

机械零件常用材料有钢、铸铁、有色合金、非金属材料 and 复合材料。

(1) 普通碳钢

普通碳钢有甲类和乙类之分。其中甲类（A类）碳钢仅保证机械性能而不保证化学成分，常用于制造载荷较小或不太重要的零件；乙类（B类）碳钢仅保证化学成分而不保证机械性能，应用较少。

(2) 优质碳钢

优质碳钢同时保证机械性能与化学成分，常用于载荷较大或较重要的零件。使用优质碳钢时应考虑热处理，以发挥其机械性能。

(3) 合金钢

合金钢具有较优越的综合性能。当主要零件承受较大载荷，且工作情况复杂和热处理要求较高时，若用优质碳钢不能满足要求，可选合金钢，但合金钢价格较贵。

(4) 铸钢

铸钢的组织不如轧制钢材及锻压钢件致密，因此其强度略低于同牌号的锻钢。铸钢主要用于制造承受重载的大型零件或形状复杂的零件。

(5) 灰铸铁

灰铸铁铸造性能好，容易铸造成形状复杂的零件，而且价格便宜，故应用很广。灰铸铁抗压强度较高，但抗拉强度较小，故用它制造的零件主要用于承受压力载荷。

(6) 有色金属合金

有色金属合金中黄铜和青铜耐磨性好，故常用作蜗轮及轴瓦材料。轴承合金减摩性好，常用作轴承衬材料。

(7) 非金属

非金属材料中的塑料，虽强度较低，但重量轻，并可用注射成型方法制成形状复杂的零件，且容易加工。塑料耐磨性差，但减摩性好。塑料品种很多，由于技术的改进，强度逐渐提高，是一种可以作为金属代用品很有前途的零件材料。

(8) 复合材料

复合材料是利用几种特性不同的材料复合制成一种新型材料，例如以塑料为基体，用强度很高的玻璃纤维和它复合制成纤维增强塑料，可用于制造薄壁压力容器，或汽车车箱等。

常用钢、铸铁牌号及性能摘录于表 1-1。更详细资料见有关手册。

表 1-1 常用钢、铸铁牌号及机械性能

材 料		机 械 性 能			应 用 举 例		
名称	牌 号	抗拉强度 σ_B (MPa)	屈服强度 σ_s (MPa)	硬 度 (HB)			
普通 碳钢	A2	340~420	220		金属结构构件, 拉杆、铆钉、心轴、 垫圈; 焊接件、齿轮、螺钉、盖等。		
	A3	410~430	230				
	A3F	410~430	220				
优质 碳钢	25	430	240		轴、辊子 联轴器、垫圈、螺钉等 轴、销、连杆、螺栓、螺母等 齿轮、链轮、轴、键、销等 齿轮、凸轮等		
	35	520	270				
	45	600	300				
	50Mn	650	340				
合 金 钢	40Cr	750	550	调质207~269	重要的齿轮、连杆、螺栓、螺母、轴等		
	35SiMn	800	520	调质229~286			
	38SiMnMo	750	600	调质229~286			
铸 钢	ZG35	500	280	≥ 143	机架、飞轮、联轴器、齿轮、轴承箱 及座等		
	ZG45	580	320	≥ 153			
	ZG55	650	350	169~229			
		抗拉强度 σ_B (MPa)	抗弯强度 σ_{Bb} (MPa)	抗压强度 σ_{BC} (MPa)	屈服限 σ_s (MPa)	硬度 (HB)	应 用 举 例
灰 铸 铁	HT200	200	400	750	—	170~241	底座、床身、手轮、工作台等
	HT250	250	470	1000	—	187~241	齿轮、底座、机体、汽缸等
	HT300	300	540	1100	—	187~255	齿轮、轴承座、机体、油缸、 汽缸等
球 墨 铸 铁	QT400-17	400	—	—	250	<197	油泵齿轮、车辆轴瓦、阀体等
	QT500-5	500	—	—	350	147~241	连杆、曲轴、凸轮轴、齿轮轴等
	QT600-2	600	—	—	420	229~302	

选用机械零件材料时, 可从下列几方面进行考虑。

(1) 使用要求

按强度条件设计的零件, 当其尺寸和重量又有限制时, 应选用强度较高的材料; 按刚度条件设计的零件, 应选用弹性模量较大的材料; 若零件表面接触应力较高 (如齿轮), 应选用可以进行表面强化处理的材料 (如调质钢、渗碳钢等)。此外, 对容易磨损的零件 (如蜗轮), 选用耐磨性好的材料; 对滑动摩擦下工作的零件 (如滑动轴承), 应选用减摩性能好的材料; 在高温下工作的零件, 应选用耐热材料; 在腐蚀性介质中工作的零件, 应选用耐腐蚀材料等。

还有, 对重要零件选用材质可靠性较高的材料。

(2) 工艺要求

工艺要求主要是考虑零件及其毛坯制造的可能性和难易程度。如铸造性能、锻造性能、焊接性能、机加工性能、热处理性能等。

(3) 经济要求

在满足使用要求的前提下,选材时还应考虑设法降低零件制造的总成本。零件的总成本包括材料本身的价格以及制造出产品的各个生产环节所需费用。此外,还需考虑材料的利用率,例如采用无屑或少屑的毛坯(精铸、精锻、冷拉等)。对稀有金属的使用要严加控制,这些材料不仅本身价格昂贵,同时也往往要求特殊加工工艺。

常用材料的相对价格见表 1-2。

表 1-2 常用材料的相对价格

材 料	种 类、 规 格	相 对 价 格
热 轧 圆 钢	普通碳素钢 A3($\phi 33\sim 42$)	1
	优质碳素钢($\phi 29\sim 50$)	1.5~1.8
	合金结构钢($\phi 29\sim 50$)	1.7~2.5
	滚动轴承钢($\phi 29\sim 50$)	3
	合金工具钢($\phi 29\sim 50$)	3~20
	4Cr9Si2 耐热钢($\phi 29\sim 50$)	5
铸 件	灰铸铁铸件	0.85
	碳素钢铸件	1.7
	铜合金、铝合金铸件	8~10

零件各部分工作情况不一样,要求亦异,所以同一零件的不同部分,可选用不同材料(蜗轮齿圈部分用青铜,滑动轴承用轴承合金作轴承衬等)。

利用热处理方法,可使同一材料在不同部位具有不同的性质以满足不同的工作要求(如对齿面进行热处理,从而获得齿面硬而齿心韧的性能)等。

材料选择还应考虑到国家资源和供应情况,对一台设备而言,零件材料品种应尽可能少,这也是不可忽视的。具体选材时要从实际出发,综合各种要求,进行分析比较,最后才能选出适用的材料。

2. 机械零件的结构工艺性

机械零件的工艺性,是指所设计的零件,在一定生产条件下,以最小劳动量,花最少的加工费用制成能满足使用要求的零件,并能以最简便方法在机器中进行装拆与维修。

表 1-3 为加工工艺性及装配工艺性示例。

三、标准化、通用化、系列化

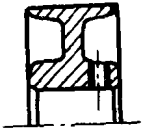
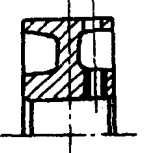
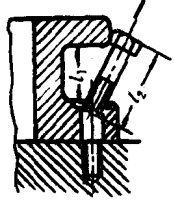
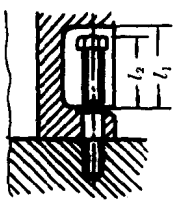
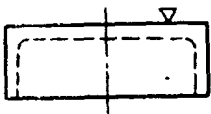
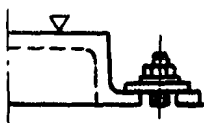
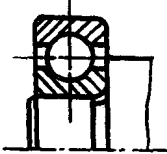
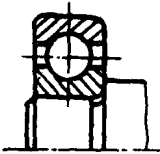
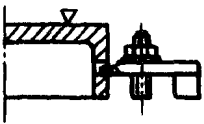
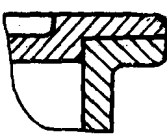
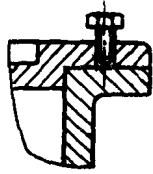
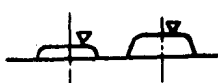
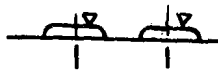
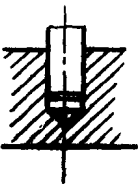
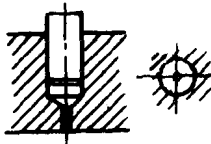
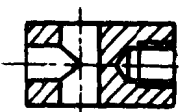
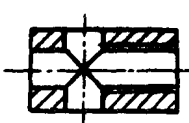
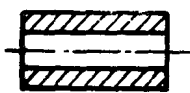
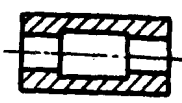
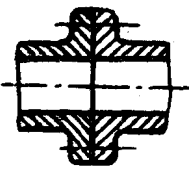
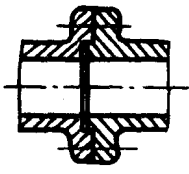
1. 标准化

将零件的结构型式、尺寸、材料、参数和性能等加以合理的统一规定,称为标准化。按规定标准生产的零件称为标准件,不按规定标准生产的零件称为非标准零件。

我国现行标准有国家标准(代号为 GB),部颁标准(如 JB、HB)和地方企业标准。出口产品应采用国际标准(ISO)。目前,国家标准已逐步向国际标准靠近。

目前,已经标准化的通用零件有螺纹联接件、键、销、传动带、链、滚动轴承、联轴器和弹簧等(见机械设计手册)。

表 1-3 工艺性示例

加工工艺性示例		装拆工艺性示例	
不合理的结构	合理的结构	不合理的结构	合理的结构
 螺纹孔无法加工	 轮缘上开工艺孔	 $l_1 < l_2$ 时螺钉无法装入	 应使 $l_1 > l_2$ 或采用双头螺柱联接(注意板手空间)
 难以在机床上固定	 增加夹紧凸缘	 轴肩过高, 轴承拆卸困难	 轴肩高应小于内圈高度
	 开夹紧工艺孔	 圆柱面配合较紧时拆卸困难	 增设拆卸螺钉
 需要两次走刀	 一次走刀	 装销时空气无法排出	 开设排气孔
 需要两次装夹	 一次装卡, 易保证孔的同轴度	 开设排气槽	
 精车长度过长	 减小精车长度	 无定位基准, 不能满足同轴度要求	 有定位基准, 同轴度容易保证