



国家示范性高等职业院校重点建设专业教材

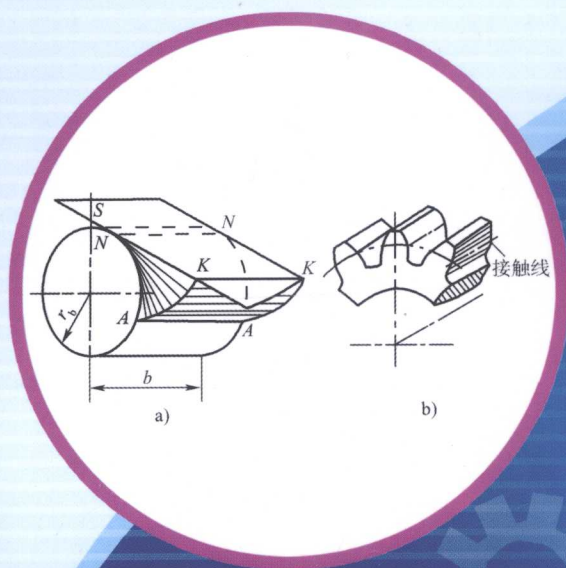
机电一体化技术专业

机械设计基础

◎主 编 王显彬

◎副主编 汤振周

◎主 审 杨 平



人民交通出版社
China Communications Press

国家示范性高等职业院校重点建设专业教材

Jixie Sheji Jichu

机械设计基础

(机电一体化技术专业)

主 编 王显彬

副主编 汤振周

主 审 杨 平

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是国家示范性高等职业院校重点建设专业教材,内容包括:绪论、静力学、材料力学、摩擦磨损及润滑概述、运动简图和自由度、平面连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构、带传动、链传动、圆柱齿轮机构、蜗杆传动、齿轮系、连接、轴、轴承,其他常用零部件。

本书适合作为高等职业院校及成人教育《机械设计基础》课程的教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础 / 王显彬主编. —北京:人民交通出版社, 2009.8

ISBN 978-7-114-07914-6

I. 机… II. ①王…②汤… III. 机械设计 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 123531 号

国家示范性高等职业院校重点建设专业教材

书 名: 机械设计基础

著 作 者: 王显彬

责任编辑: 贾秀珍

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 16.75

字 数: 415千

版 次: 2009年8月第1版

印 次: 2009年8月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-07914-6

定 价: 42.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

序

2006 年是中国高等职业教育的春天。这一年,我国教育部、财政部启动了国家示范性高等职业院校建设计划,高等职业教育首次被定性为中国高等教育发展的一种类型。时代赋予了高等职业教育非常广阔的发展空间。

2006 年也是福建交通职业技术学院发展的春天。同年 12 月,这所有着 140 多年办学历史的百年老校,被确定为全国首批国家示范性高等职业院校建设单位。这对学校而言,是荣誉更是责任,是挑战更是压力。

国家示范性院校建设的核心是专业建设,而课程和教材又是专业建设的重要内容之一。如何通过课程的建构来推动人才培养模式的改革和创新?教材编写工作又如何与学校人才培养模式和课程体系改革相结合?如何实现课程内容适合高素质技能型人才的培养?这均是我校示范性建设中的重要命题。

难能可贵的是,三年来,在全体教职员工的不懈努力下,我校 8 个重点建设专业(6 个为中央财政支持的重点建设专业)在实验实训条件建设、师资队伍建设、人才培养模式与课程体系改革等方面,都取得了突破性的进展。

更令人欣慰的是,我院教师历经 3 年的不断探索和实践,为我院的教材建设作出了功不可没的成绩。一系列即将在人民交通出版社出版的国家示范性高等职业院校重点建设专业教材,就是我院部分成果的体现。在这些教材中,既有工学结合的核心课程教材,也有专业基础课程教材。无论是哪种类型的教材,在编写中,我院都强调对教材内容的改革与创新,强调示范性院校专业建设成果在教材中的固化,强调教材为高素质技能型人才培养服务,强调教材的职业适应性。因为新教材的使用,必须根植于教学改革成果之上,反过来又促进教学改革目标的实现,推进高职教育人才培养模式改革。

培养社会所需要的人,是我院一直不懈的努力方向,而这些教材就是我们努力前行的足迹。

在这些教材的编写过程中,也倾注了相关企业有关专家的大量心血和辛勤劳动,在此谨向他们表示衷心的感谢!

福建交通职业技术学院院长
福州大学博士生导师



前 言

本书是参照教育部颁布的高等职业教育《机械设计基础》课程教学基本要求编写而成。本着“厚基础,重能力,求创新”的总体思路,本书将工程力学、机械原理、机械零件等课程的主要内容进行优化组合,使本书成为一本综合性较强且体系相对完整的教材。

本书的主要特点是:

(1)充分汲取了近几年职业教育教学改革的经验,力求体现职业教育培养技术应用性专门人才的特点,本书以简单机械传动设计为主线,按照工作原理、结构特点、设计计算、查阅手册、机械精度、使用和维护的顺序来编写,使学生最终能够完成简单机械传动装置的设计。

(2)在保证学生掌握基本知识、基本理论、基本技能的前提下,精选教学内容,不强调理论分析,淡化公式推导,突出工程应用,努力提高学生解决实际问题的能力。为培养创新意识和创新能力,适度增加了适应科技发展的新知识和新技术。

(3)本书所采用的计算方法尽量与现有的计算规范和标准相同。

本书教学时数建议为 100 ~ 120 学时。

参加本书编写工作的有福建交通职业技术学院王显彬(绪论 ~ 第 13 章)、汤振周(第 14 章 ~ 第 16 章)。本书由王显彬担任主编,并负责全书统稿,汤振周担任副主编,由福建交通职业技术学院杨平副教授担任主审。

由于编者水平有限,且编写时间比较仓促,书中疏漏及不当之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2009 年 7 月

目 录

绪论	1
0.1 机械的组成	1
0.2 本课程研究的对象和任务	2
0.3 机械零件的失效形式及设计准则	2
0.4 机械零件常用材料及其选用原则	4
0.5 机械设计的基本要求及程序	7
本章小结	8
习题	9
第1章 静力学	10
1.1 静力学基础	10
1.2 约束和约束反力的概念及类型	14
1.3 物体的受力分析和受力图	16
1.4 力矩与力偶	18
1.5 平面力系	22
1.6 物体系统的平衡	31
1.7 空间力系	34
本章小结	41
习题	43
第2章 材料力学	50
2.1 引言	50
2.2 内力与截面法	52
2.3 轴向拉伸或压缩	52
2.4 杆件剪切变形	54
2.5 圆轴扭转	56
2.6 梁弯曲	59
2.7 交变应力	65
本章小结	68
习题	69
第3章 摩擦、磨损及润滑概述	73
3.1 摩擦与磨损	73
3.2 润滑	75
3.3 密封装置	76
本章小结	76
习题	77
第4章 平面机构的运动简图及自由度	78

4.1 运动副	78
4.2 平面机构运动简图	79
4.3 平面机构的自由度	82
本章小结	85
习题	86
实训任务	86
第5章 平面连杆机构	89
5.1 四杆机构的基本形式及其演化	89
5.2 平面四杆机构的基本特性	95
5.3 平面四杆机构的设计	98
本章小结	100
习题	101
实训任务	103
第6章 凸轮机构	104
6.1 凸轮机构的分类	106
6.2 凸轮机构中从动件常用的运动规律	106
6.3 凸轮轮廓曲线的设计	109
本章小结	110
习题	111
实训任务	112
第7章 间歇运动机构	113
7.1 棘轮结构	113
7.2 槽轮机构	116
7.3 不完全齿轮机构	118
本章小结	119
习题	119
实训任务	120
第8章 带传动	121
8.1 带传动概述	121
8.2 V带传动的设计计算	126
本章小结	134
习题	134
实训任务	135
第9章 链传动	136
9.1 链传动的特点和应用	136
9.2 链条和链轮	136
9.3 链传动的运动分析和受力分析	139
9.4 链传动的主要参数及其选择	142
9.5 滚子链传动的计算	143
9.6 链传动的润滑和布置	146

本章小结	148
习题	148
实训任务	149
第 10 章 圆柱齿轮机构	150
10.1 齿轮机构的特点、类型及应用实例	150
10.2 渐开线齿廓及其啮合特性	152
10.3 渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数及几何尺寸	154
10.4 渐开线齿轮的啮合传动	156
10.5 渐开线直齿圆柱齿轮的轮齿加工方法	158
10.6 渐开线齿轮的根切现象	160
10.7 平行轴斜齿圆柱齿轮传动	160
10.8 齿轮传动的失效形式与设计准则	164
10.9 齿轮轮齿受力分析	166
10.10 齿轮轮齿强度计算	168
10.11 直齿圆锥齿轮传动简介	172
10.12 齿轮传动设计	176
本章小结	182
习题	183
实训任务	184
第 11 章 蜗杆传动	186
11.1 蜗杆传动机构概述	186
11.2 蜗杆传动机构的基本参数和尺寸	188
11.3 蜗杆传动的设计	192
本章小结	196
习题	197
实训任务	197
第 12 章 齿轮系	198
12.1 定轴轮系	198
12.2 行星轮系	200
12.3 复合轮系	201
12.4 轮系的功用	202
本章小结	204
习题	204
实训任务	205
第 13 章 连接	206
13.1 螺纹连接	207
13.2 键连接	211
13.3 销连接简介	213
本章小结	213
习题	214

第 14 章 轴	215
14.1 轴的类型和功用	215
14.2 轴的结构设计	217
14.3 轴的强度计算	220
本章小结	227
习题	227
实训任务	228
第 15 章 轴承	229
15.1 概述	229
15.2 滚动轴承的结构、类型、代号及选用	230
15.3 轴承的组合设计	233
15.4 滚动轴承的工作情况分析 & 计算	240
本章小结	243
习题	244
实训任务	245
第 16 章 其他常用零部件	246
16.1 联轴器	246
16.2 离合器	250
16.3 弹簧	253
本章小结	255
习题	255
实训任务	256
参考文献	257

绪 论

学习目标

知识目标: 1. 了解机械的组成和分类;

2. 理解机械零件的设计准则和机械材料的选用原则。

能力目标: 掌握各种零件材料的性能和特点。

0.1 机械的组成

人类为了满足生产和生活的需要,设计和制造了类型繁多、功能各异的机器。机器是执行机械运动的装置,用来变换或传递能量、物料,如内燃机、电动机、洗衣机、机床、汽车、起重机等。机器的种类很多,它们的用途、性能、构造、工作原理各不相同,通常一台完整的机器包括三个基本部分。

(1) 动机部分:其功能是将其他形式的能量变换为机械能(如内燃机和电动机分别将热能和电能变换为机械能)。动机部分是驱动整部机器以完成预定功能的动力源。

(2) 工作部分(或执行部分):其功能是利用机械能去变换或传递能量、物料、信号,如发电机把机械能变换成为电能,轧钢机变换物料的外形等。

(3) 传动部分:其功能是把原动机的运动形式、运动和动力参数转变为工作部分所需的运动形式、运动和动力参数。

以上三部分都必须安装在支承部件上。为了使三个基本部分协调工作,并准确、可靠地完成整体功能,必须增加控制部分和辅助部分。

所有的机器都是由许多机械零件组合而成。机械零件可分为两大类:一类是在各种机器中经常都能用到的零件,称为通用零件,如齿轮、链轮、蜗轮、螺栓、螺母等,另一类则是在特定类型的机器中才能用到的零件,称为专用零件,如内燃机的曲轴、汽轮机叶片等。根据机器功能、结构要求,某些零件需固联成没有相对运动的刚性组合,成为机器中独立运动的单元,通常称为构件。构件与零件的区别在于:构件是运动的基本单元,而零件是加工单元。如图 0-1 所示内燃机的连杆由连杆体 1、连杆盖 4、螺栓 2 以及螺母 3 等 4 个零件组成,形成一个运动整体。

若从运动的观点来研究机器,机器由机构组成,机构由若干构件组成,各构件之间具有确定的相对运动。机构通常指传递运动的机械。一部机器可以包含一个机构(如电动机),也可以包含几个机构,如图 0-2 所示的单缸四冲程内燃机包含由齿轮 9、齿轮 10 组成的齿轮机构;由曲轴 2、连杆 3、活塞 4 组成的曲柄滑块机构;由从动杆 7、凸轮 8 组成的凸轮机构等。

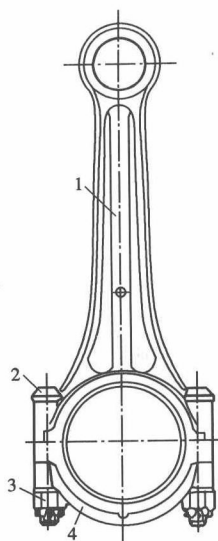


图 0-1 内燃机的连杆
1-连杆体; 2-螺栓; 3-螺母; 4-连杆盖

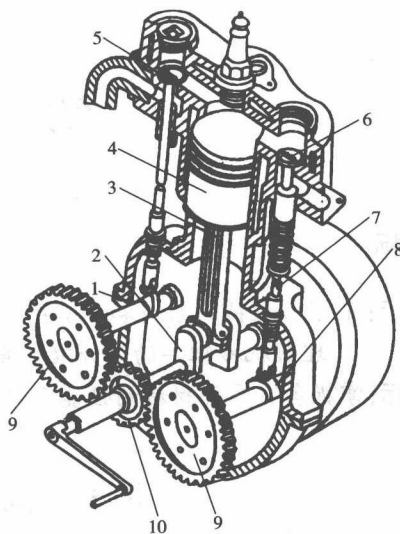


图 0-2 单缸内燃机
1-汽缸体; 2-曲轴; 3-连杆; 4-活塞; 5-进气阀;
6-排气阀; 7-从动杆; 8-凸轮; 9、10-齿轮

0.2 本课程研究的对象和任务

《机械设计基础》是工科院校中的一门重要的技术基础课。课程主要介绍机械中的常用机构和通用零件的工作原理、结构特点、基本的设计理论和计算方法。第 1~2 章主要介绍力学基础知识;第 3 章为摩擦、磨损及润滑概述;第 4~7 章主要介绍机械中的常用机构(平面机构的运动简图及自由度、平面连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构等)的工作原理;第 8~11 章主要介绍常用传动件(带传动、链传动、圆柱齿轮机构、蜗杆传动)的设计;第 12 章为齿轮系;第 13 章为连接件(如螺纹连接、键连接、销连接及其他类型连接);第 14~16 章为轴系零部件(轴、轴承、联轴器、离合器)的设计及选用;此外,还扼要介绍了国家标准和有关规范。这些常用机构和通用零件的工作原理、设计理论和计算方法,对于专用机械和专用零件的设计也具有一定的指导意义。本课程的内容可为学生学习专业机械设备课程提供必要的理论基础。本课程的主要任务是培养学生使他们具备以下能力:

(1)把握常用机构和通用零件的工作原理和结构特点,使学生具有设计机械传动装置和简单机械的能力。

(2)初步具有运用标准、手册、规范、图册和查阅有关技术资料的能力。

(3)了解典型机械的实验方法,接受实验技术的基本训练。

0.3 机械零件的失效形式及设计准则

机械零件在预定的时间内和规定的条件下,不能完成正常的功能,称为失效。

机械零件的失效形式主要有:断裂,过大的残余应变,表面磨损、腐蚀,零件表面的接触疲劳和共振等。

机械零件的失效形式与许多因素有关,具体取决于该零件的工作条件、材质、受载状态及其所产生的应力性质等多种因素。即使是同一种零件,由于材质及工作情况不同,也可能出现各种不同的失效形式。如轴工作时,由于受载情况不同,可能出现断裂、过大塑性变形、磨损等失效形式。

为了使设计零件能在预定时间内和规定工作条件下正常工作,设计机械零件时应满足下面的基本要求:

1) 强度

强度是保证机械零件正常工作的基本要求。为了避免零件在工作中发生断裂,必须使零件工作时满足下面的设计准则:

$$\sigma \leq [\sigma] \quad (0-1)$$

或

$$\tau \leq [\tau] \quad (0-2)$$

式中: σ 、 τ ——分别为零件工作时的正应力和剪应力;

$[\sigma]$ 、 $[\tau]$ ——分别为零件材料的许用正应力和许用剪应力。

为了提高机械零件的强度,设计时可采用下列措施:

- (1) 用强度高的材料;
- (2) 使零件具有足够的截面尺寸;
- (3) 合理设计机械零件的截面形状,以增大截面的惯性矩;
- (4) 采用各种热处理和化学处理方法来提高材料的机械强度特性;
- (5) 合理进行结构设计,以降低作用于零件上的载荷等。

2) 刚度

刚度是指零件在载荷作用下抵抗弹性变形的能力。若零件刚度不够,将产生过大的挠度或转角而影响机器正常工作,例如,若车床主轴的弹性变形过大,会影响加工精度。为了使零件具有足够的刚度,设计时必须满足下面的设计准则:

$$y \leq [y] \quad (0-3)$$

$$\theta \leq [\theta] \quad (0-4)$$

$$\varphi \leq [\varphi] \quad (0-5)$$

式中: y 、 θ 、 φ ——分别为零件工作时的挠度、偏转角和扭转角;

$[y]$ 、 $[\theta]$ 、 $[\varphi]$ ——分别为零件的许用挠度、许用偏转角和许用扭转角。

3) 寿命

机械零件应有足够的寿命。影响零件寿命的主要因素有腐蚀、磨损和疲劳。但至今还没有提出实用且有效的腐蚀寿命计算方法,因此,也无法列出腐蚀寿命的计算准则。而磨损的计算,目前也没有简单、可靠的定量计算方法,因此,只能采用条件性的计算。至于疲劳寿命,通常是算出使用寿命时的疲劳极限来作为计算的依据。

4) 可靠性

满足强度和刚度要求的一批相同的零件,由于零件的工作应力是随机变量,故在规定的工作条件下和规定的使用期限内,并非所有的零件都能完成规定的功能,零件在规定的工作条件下和规定的使用时间内完成规定功能的概率称为该零件的可靠度。可靠度是衡量零件工作可靠性的一个特征量。不同零件的可靠度要求是不同的,设计时应根据具体零件的重要程度选择适当的可靠度。

0.4 机械零件常用材料及其选用原则

机械制造中最常用的材料是钢和铸铁,其次是有色金属合金;非金属材料如塑料、橡胶等,在机械制造中也得到广泛的应用。

0.4.1 金属材料

金属材料主要指铸铁和钢,它们都是铁碳合金,它们的区别主要在于含碳量的不同。含碳量小于2%的铁碳合金称为钢,含碳量大于2%的称为铁。

1) 铸铁

常用的铸铁有灰铸铁、球墨铸铁、可锻铸铁、合金铸铁等。其中,灰铸铁和球墨铸铁属脆性材料,不能碾压和锻造,不易焊接,但具有适当的易熔性和良好的液态流动性,因而可铸成形状复杂的零件。灰铸铁的抗压强度高,耐磨性、减振性好,对应力集中的敏感性小,价格便宜,但其抗拉强度较钢差。灰铸铁常用作机架或壳体。球墨铸铁强度较灰铸铁高且具有一定的塑性,球墨铸铁可代替铸钢和锻钢用来制造曲轴、凸轮轴、油泵齿轮、阀体等。

2) 钢

钢的强度较高,塑性较好,可通过轧制、锻造、冲压、焊接和铸造方法加工各种机械零件,并且可以用热处理和表面处理方法提高机械性能,因此其应用极为广泛。

钢的类型很多,按用途分,钢可分为结构钢、工具钢和特殊用途钢。结构钢可用于加工机械零件和各种工程结构。工具钢可用于制造各种刀具、模具等。特殊用途钢(不锈钢、耐热钢、耐腐蚀钢)主要用于特殊的工况条件下。按化学成分不同,钢可分为碳素钢和合金钢。碳素钢的性能主要取决于含碳量,含碳量越多,其强度越高,但塑性越低。碳素钢包括普通碳素结构钢和优质碳素结构钢。普通碳素结构钢(如 Q215、Q235)一般只保证机械强度而不保证化学成分,不宜进行热处理,通常用于不太重要的零件和机械结构中。低碳钢的含碳量低于0.25%,其强度极限和屈服极限较低,塑性很高,可焊性好,通常用于制作螺钉、螺母、垫圈和焊接件等。含碳量在0.1%~0.2%的低碳钢零件,可通过渗碳淬火使其表面硬而芯部韧,一般用于制造齿轮、链轮等要求表面耐磨而且耐冲击的零件。中碳钢的含碳量在0.3%~0.5%之间,它的综合力学性能较好,因此可用于制造受力较大的螺栓、螺母、键、齿轮和轴等零件。含碳量在0.55%~0.7%的高碳钢具有高的强度和刚性,通常用于制作普通的板弹簧、螺旋弹簧和钢丝绳。合金结构钢是在碳钢中加入某些合金元素冶炼而成。每一种合金元素低于2%或合金元素总量低于5%的称为低合金钢;每一种合金元素含量为2%~5%或合金元素总含量为5%~10%的称为中合金钢;每一种合金元素含量高于5%或合金元素总含量高于10%的称为高合金钢。加入不同的合金元素可改变钢的机械性能并具有各种特殊性质。例如,铬能提高钢的硬度,并在高温时防锈耐酸;镍使钢具有良好的淬透性和耐磨性。但合金钢零件一般都需要经过热处理才能提高其机械性能;此外,合金钢较碳素钢价格高,对应力集中亦较敏感,因此,在碳素钢难于胜任工作时才考虑采用。

用碳素钢和合金钢浇铸而成的铸件称为铸钢,通常用于制造结构复杂、体积较大的零件,但铸钢的液态流动性比铸铁差,且其收缩率比铸铁件大,故铸钢的壁厚常大于10mm,其圆角和不同壁厚的过渡部分应比铸铁件大。表0-1是常用金属材料的力学性能。

常用金属材料的力学性能

表 0-1

材 料		力 学 性 能		
名称	牌号	抗拉强度 σ_b (N/mm ²)	屈服强度 σ_s (N/mm ²)	硬度 (HBS)
普通碳素结构钢	Q215	335 ~ 410	215	
	Q235	375 ~ 460	235	
	Q255	410 ~ 510	255	
	Q275	490 ~ 610	275	
优质碳素结构钢	20	410	245	156
	35	530	315	197
	45	600	355	220
合金结构钢	18Cr ₂ Ni ₄ W	118	835	260
	35SiMn	785	510	229
	40Cr	981	785	247
	40CrNiMo	980	835	269
	20CrMnTi	1 079	834	≤217
	65Mn	735	430	285
铸钢	ZG230-450	450	230	≥130
	ZG270-500	550	270	≥143
	ZG310-570	570	310	≥153
灰铸铁	HT150	145	—	150 ~ 200
	HT200	195	—	170 ~ 220
	HT250	240	—	190 ~ 240
球墨铸铁	QT450-10	450	310	160 ~ 210
	QT500-7	500	320	170 ~ 230
	QT600-3	600	370	190 ~ 270
	QT700-2	700	420	225 ~ 305

3) 有色金属合金

有色金属合金具有良好的减磨性、跑合性、抗腐蚀性、抗磁性、导电性等特殊性能,在工业中应用最广的是铜合金、轴承合金和轻合金,但有色金属合金比黑色金属价格贵。铜合金有青铜与黄铜之分,黄铜是铜与锡的合金,它具有很好的塑性和流动性,能碾压和铸造各种机械零件。青铜有锡青铜和无锡青铜两类,它们的减磨性和抗腐蚀性均较好。轴承合金(即简称巴氏合金)为铜、锡、铅、锑的合金,其减磨性、导热性、抗胶合性优良,但强度低且较贵,主要用于制作滑动轴承的轴承衬。

0.4.2 非金属材料

非金属材料是现代工业和高技术领域不可缺少和占有重要地位的材料,非金属材料包括除金属材料以外几乎所有的材料。机械制造中应用的非金属材料种类很多,有塑料、橡胶、陶瓷、木料、毛毡、皮革、棉丝等。

1) 橡胶

橡胶富有弹性,有较好的缓冲、减振、耐热、绝缘等性能,常用作联轴器和减振器的弹性与装置、橡胶带及绝缘材料等。

2) 塑料

塑料是合成高分子材料工业中生产最早、发展最快、应用最广的材料。塑料比重小,易制成形状复杂的零件,而且各种不同塑料具有不同的特点,如耐蚀性、减摩耐磨性、绝热性、抗振性等。常用塑料包括聚氯乙烯、聚烯烃、聚苯乙烯、酚醛和氨基塑料。工程塑料包括聚甲醛、聚四氟乙烯、聚酰胺、聚碳酸酯、ABS、尼龙、MC 尼龙、氯化聚醚等。目前某些齿轮、蜗轮、滚动轴承的保持架和滑动轴承的轴承衬均有使用塑料制造的。一般工程塑料耐热性能较差,而且易老化而使性能逐渐变差。

3) 复合材料

复合材料是将两种或两种以上不同性质的材料通过不同的工艺方法人工合成多相的复合材料,它既可以保持组成材料各自原有的一些最佳特性,又可具有组合后的新特性,这样就可以根据零件对于材料性能的要求进行材料配方的优化组合。复合材料主要由增强材料和基体材料组成。还有一类是通过加入各种短纤维等的功能复合材料,如导电性塑料、光导纤维、绝缘材料等。近年来,从材料的功能复合目的出发,应用于光、热、电、阻尼、润滑、生物等方面新的复合材料不断问世,复合材料的应用范围正得到不断的扩大。

4) 陶瓷

陶瓷材料具有高的熔点,在高温下有较好的化学稳定性,适宜用作高温材料。一般超耐热合金使用的温度界限为 $950 \sim 1100^{\circ}\text{C}$,而陶瓷材料的使用温度界限为 $1200 \sim 1600^{\circ}\text{C}$,因此,现代机械装置特别是高温机械部分,使用陶瓷材料将是一个重要的研究方向。此外,高硬度的陶瓷材料,具有摩擦系数小、耐磨、耐化学腐蚀、相对密度小、线膨胀系数小等特性,因此可应用于高温、中温、低温领域及精密加工的机械零件,也可以做电机零件。以机械装置为代表使用的陶瓷材料叫做工程陶瓷。

0.4.3 机械材料选用的原则

从各种各样的材料中选择出合用的材料是一项受到多方面因素制约的工作,通常应考虑下面的原则。

1) 载荷的大小和性质,应力的大小、性质及其分布状况

对于承受拉伸载荷为主的零件宜选用钢材,承受压缩载荷的零件应选铸铁。脆性材料原则上只适用于制造承受静载荷的零件,承受冲击载荷时应选择塑性材料。

2) 零件的工作条件

在腐蚀介质中工作的零件应选用耐腐蚀材料,在高温下工作的零件应选耐热材料,在湿热环境下工作的零件,应选防锈能力好的材料,如不锈钢、铜合金等。零件在工作中有可能发生磨损之处,要提高其表面硬度,以增强耐磨性,应选择适于进行表面处理的淬火钢、渗碳钢、氮化钢。金属材料的性能可通过热处理和表面强化(如喷丸、滚压等)来提高和改善,因此要充分利用热处理和表面处理的手段来发挥材料的潜力。

3) 零件的尺寸及品质

零件尺寸的大小及品质的好坏与材料的品种及毛坯制取方法有关。对外形复杂、尺寸较大的零件,若考虑用铸造毛坯,则应选用适合铸造的材料;若考虑用焊接毛坯,则应选用焊接性

能较好的材料。尺寸小、外形简单、批量大的零件,适于冲压和模锻,所选材料就应具有较好的塑性。

4) 经济性

选择零件材料时,当用价格低廉的材料能满足使用要求时,就不应选择价格高的材料,这对于大批量制造的零件尤为重要;此外,还应考虑加工成本及维修费用。为了简化供应和减少储存的材料品种,对于小批制造的零件,应尽可能减少同一部设备上使用材料的品种和规格,使综合经济效益最高。

0.5 机械设计的基本要求及程序

0.5.1 机械设计的基本要求

虽然不同的机械其功能和外形都不相同,但它们设计的基本要求大体是相同的。机械应满足的基本要求可以归纳为几个方面。

1) 功能要求

满足机器预定的工作要求,如机器工作部分的运动形式、速度、运动精度和平稳性、需要传递的功率,以及某些使用上的特殊要求(如高温、防潮等)。

2) 安全可靠要求

(1)使整个技术系统和零件在规定的外载荷和规定的工作时间内,能正常工作而不发生断裂、过度变形、过度磨损,不丧失稳定性。

(2)能实现对操作人员的防护,保证人身安全和身体健康。

(3)对于技术系统的周围环境和人不致造成危害和污染,同时要保证机器对环境的适应性。

3) 经济性

在产品整个设计周期中,必须把产品设计、销售及制造三方面作为一个系统工程来考虑,用价值工程理论指导产品设计,正确使用材料,采用合理的结构尺寸和工艺,以降低产品的成本。设计机械系统和零部件时,应尽可能标准化、通用化、系列化,以提高设计质量,降低制造成本。

4) 其他要求

机械系统外形美观,便于操作和维修。此外,还必须考虑有些机械由于工作环境和要求不同,而对设计提出某些特殊要求,如食品卫生条件、耐腐蚀、高精度要求等。

0.5.2 机械设计的一般程序

机械设计就是建立满足功能要求的技术系统的创造过程。机械设计一般过程如图 0-3 所示。

1) 明确设计任务

产品设计是一项为实现预定目标的有目的的活动,因此正确地决定设计目标(任务)是设计成功的基础。明确设计任务包括定出技术系统的总体目标和各项具体的技术要求,这是设计、优化、评价、决策的依据。

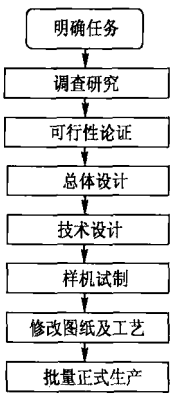


图 0-3 机械设计过程

明确设计任务包括:分析所设计机械系统的用途、功能,各种技术经济性能指标和参数范围,预期的成本范围等,并对同类或相近产品的技术经济指标,同类产品的不完善性,用户的意见和要求,目前的技术水平以及发展趋势,认真进行调查研究、收集材料,以进一步明确设计任务。

2) 总体设计

机械系统总体设计根据机器要求进行功能设计研究。总体设计包括确定工作部分的运动和阻力,选择原动机的种类和功率,选择传动系统,机械系统的运动和动力计算,确定各级传动比和各轴的转速、转矩和功率。总体设计时要考虑机械的操作、维修、安装、外廓尺寸等要求,确定机械系统各主要部件之间的相对位置关系及相对运动关系,人一机一环境之间的合理关系。总体设计对机械系统的制造和使用都有很大的影响,为此,常需作出几个方案加以分析、比较,通过优化,求解,得出最佳方案。

3) 技术设计

技术设计又称结构设计。其任务是根据总体设计的要求,确定机械系统各零部件的材料、形状、数量、空间相互位置、尺寸、加工和装配,并进行必要的强度、刚度、可靠性设计,若有几种方案时,需进行评价决策,最后选择最优方案。技术设计时还要考虑加工条件、现有材料、各种标准零部件、相近机器的通用件。技术设计是保证质量、提高可靠性、降低成本的重要工作。技术设计还需绘制总装配图、部件装配图、编制设计说明书等。技术设计是从定性到定量、从抽象到具体、从粗略到详细的设计过程。

4) 样机试制

样机试制阶段是通过样机制造、样机试验,检查机械系统的功能及整机、零部件的强度、刚度、运转精度、振动稳定性、噪声等方面的性能,随时检查及修正设计图纸,以更好地满足设计要求。

5) 批量正式生产

批量正式生产阶段是根据样机试验、使用、测试、鉴定所暴露的问题,进一步修正设计,以保证完成系统功能,同时验证各工艺的正确性,以提高生产率,降低成本,提高经济效益。

产品设计过程是智力活动过程,它体现了设计人员的创新思维活动,设计过程是逐步逼近解答方案并逐步完善的过程。设计过程中还应注意以下几点:

(1) 设计过程要有全局观点,不能只考虑设计对象本身的问题,而要把设计对象看做一个系统,处理人一机一环境之间的关系。

(2) 善于运用创造性思维和方法,注意考虑多方案解,避免解答的局限性。

(3) 设计的各阶段应有明确的目标,注意各阶段的评价和优选,以求出既满足功能要求,又有最大实现可能的方案。

(4) 要注意反馈及必要的工作循环。解决问题要由抽象到具体,由局部到全面,由不确定到确定。

本章小结

(1) 机器由机构组成,机构由若干构件组成,各构件之间具有确定的相对运动。

(2) 机械制造中最常用的材料是钢和铸铁,其次是有色金属合金,再次是非金属材料,如塑料、橡胶等。