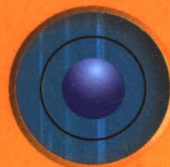


机电工程系列教材



机械设计基础

● 黄平 朱文坚 主编

华南理工大学出版社

机电工程系列教材

机械设计基础

黄 平 朱文坚 主编

华南理工大学出版社

·广州·

内容简介

本书内容包括绪论,机械现代设计与创新设计,平面机构的运动简图及自由度,连杆机构,间歇运动机构与组合机构,齿轮传动,蜗杆传动,轮系,挠性传动,螺纹形成与螺旋传动,螺纹连接,键联接、花键联接、成型联接和销联接,铆接、焊接、胶接和过盈联接,弹簧,轴与轴承,联轴器与离合器等。主要章节附有相应的习题。

本书适合作高等学校近机类和非机类专业本科教材,亦可供专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/黄平,朱文坚主编. —广州:华南理工大学出版社, 2003.4

(机电工程系列教材)

ISBN 7-5623-1897-2

I. 机… II. ①黄…②朱… III. 机械设计-高等学校-教材
IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 086213 号

总发行:华南理工大学出版社(广州五山华南理工大学 17 号楼,邮编 510640)

发行部电话:020-87113487 87111048(传真)

E-mail:scut202@scut.edu.cn

<http://www2.scut.edu.cn/press>

责任编辑:赖淑华 王魁葵

印刷者:广东农垦印刷厂

开本:787×1092 1/16 印张:18.125 字数:442千

版次:2003年4月第1版第1次印刷

印数:1~3000册

定价:28.00元

版权所有 盗版必究

前 言

本书是在作者多年从事“机械设计基础”这门课程的教学实践基础上编写的。教学内容主要根据教育部关于“机械设计基础课程教学基本要求”、《关于“九五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》和教育部召开的第一次全国普通高等学校教学工作会议有关文件而确定。在借鉴了其他相关教材的基础上,考虑到不同专业和学时的要求,编写时力求既保证机械设计基础的基本教学内容,又满足目前高等教育改革,使之适用于50~80学时的近机类和非机类专业本科教学。本书除作为高等学校的教材外,也可以作为相关专业科技人员的参考书。

本书有以下一些具体内容和特色:

1. 本书内容包括绪论、机械现代设计与创新设计、平面机构的运动简图及自由度、连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构与组合机构、齿轮传动、蜗杆传动、轮系、挠性传动、螺纹形成与螺旋传动、螺纹联接、键联接、花键联接、成型联接和销联接、铆接、焊接、胶接和过盈联接、弹簧、轴、滑动轴承、滚动轴承、联轴器、离合器、制动器和机械调速与平衡,共20章,主要章节还附有相应的习题。本书另备有各章节的CAI课件或录像片供教师在教学中使用。

2. 本书在借鉴相关教材的基础上,对一些教学内容进行了改革。例如,将轮系的定轴轮系、周转轮系和复合轮系的传动比计算纳入一节,这样既可帮助学生将相互联系的传动比计算内容统一起来学习,也精简了教学内容。在介绍完连杆、凸轮机构和间歇运动机构后,加入的组合机构内容希望有助于学生更灵活地掌握这些机构组合使用的技巧和设计方法。

3. 本书还加强了现代机械设计基础的部分教学内容,例如,加入了关于现代设计方法学的简介和摩擦学基础知识等内容。对这些新内容主要是以介绍为主,公式推导则尽量省略,并注意篇幅适当,既增加了内容的新颖性,又避免过多的赘述而增加教学时数和师生的负担。

4. 本书还增加了机械设计基础中所涉及的名词术语的中英文对照,帮助学生在在学习中尽早接触本学科的一些有关外语词汇,以便于参阅其他外文资料。

本书带“*”的章节为选学内容,使用时可酌情取舍。

参加本书编写工作的有:朱文坚(第1章、第2章、第7章、第8章、第10章以及第11章部分)、陈东(第3~6章);陈扬枝(第11章部分、第12~14章);徐晓(第15章部分)、黄平(第9章、第15章部分、第16~20章)。由黄平和朱文坚担任主编。

欢迎广大读者提出宝贵意见。

编者
2002年5月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 机械的组成	1
1.2 本课程研究的对象和任务	1
1.3 机械零件的失效形式及设计准则	2
1.4 机械零件常用材料及其选用原则	3
1.5 机械设计的基本要求及程序	7
第 2 章 机械现代设计与创新设计	10
2.1 现代设计方法.....	10
2.2 创新设计.....	13
第 3 章 平面机构的运动简图及自由度	18
3.1 运动副.....	18
3.2 平面机构运动简图.....	19
3.3 平面机构的自由度.....	21
第 4 章 连杆机构	28
4.1 铰链四杆机构的基本型式和特性.....	28
4.2 铰链四杆机构的演化.....	33
4.3 平面四杆机构的设计.....	38
第 5 章 凸轮机构	46
5.1 凸轮机构的应用与分类.....	46
5.2 从动件的常用运动规律.....	48
5.3 盘状凸轮轮廓设计.....	53
5.4 凸轮机构设计应注意的问题.....	56
第 6 章 间歇运动机构与组合机构	61
6.1 槽轮机构.....	61
6.2 棘轮机构.....	63
6.3 不完全齿轮机构.....	65
6.4 组合机构.....	66
第 7 章 齿轮传动	70
7.1 齿轮传动的特点、类型	70
7.2 齿廓啮合基本定律.....	70
7.3 渐开线及渐开线齿廓.....	72
7.4 渐开线标准直齿圆柱齿轮各部分名称和几何尺寸计算.....	74

7.5	渐开线直齿圆柱齿轮传动分析	77
7.6	渐开线直齿圆柱齿轮的加工	79
7.7	直齿圆柱齿轮强度设计	82
7.8	斜齿圆柱齿轮传动	90
7.9	圆锥齿轮传动	95
7.10	齿轮的结构	99
7.11	齿轮传动的润滑	100
第8章	蜗杆传动	103
8.1	蜗杆传动的正确啮合条件	103
8.2	普通圆柱蜗杆传动的主要参数和几何尺寸计算	104
8.3	蜗杆传动强度计算	106
8.4	蜗杆传动的材料和结构	108
8.5	蜗杆传动的效率、润滑和散热	109
第9章	轮系	113
9.1	概述	113
9.2	轮系的传动比计算	115
9.3	轮系的应用	119
第10章	挠性传动	130
10.1	带传动概述	130
10.2	带传动的工作能力分析	133
10.3	普通V带传动设计	136
10.4	V带轮的结构	141
10.5	带传动的张紧装置及维护	143
10.6	同步带传动简介	144
10.7	链传动概述	146
10.8	链传动工作情况分析	149
10.9	滚子链传动的设计	151
10.10	链传动的布置和润滑	155
第11章	螺纹的形成与螺旋传动	160
11.1	螺纹的形成原理和类型及其主要参数	160
11.2	螺旋副的受力分析、效率和自锁	161
11.3	螺旋传动*	163
第12章	螺纹联接	168
12.1	常用螺纹的类型和特点	168
12.2	螺纹联接的基本类型与标准螺纹联接件	169
12.3	螺纹联接的预紧和防松	172
12.4	螺栓联接的强度计算	174
12.5	提高螺栓联接强度的途径	179
第13章	键联接、花键联接、成型联接和销联接	182

13.1	键联接	182
13.2	花键联接	185
13.3	成型联接	185
13.4	销联接	185
第 14 章	铆接、焊接、胶接和过盈联接	187
14.1	铆接	187
14.2	焊接	187
14.3	胶接	189
14.4	过盈联接	189
第 15 章	弹簧*	191
15.1	概述	191
15.2	圆柱螺旋弹簧	191
15.3	弹簧常用材料	194
第 16 章	轴	196
16.1	轴的类型与材料	196
16.2	轴的结构设计	199
16.3	轴的强度计算	203
16.4	轴的刚度计算	208
第 17 章	滑动轴承	212
17.1	滑动轴承的类型	212
17.2	滑动轴承的结构型式	213
17.3	滑动轴承材料及润滑	218
17.4	非液体摩擦滑动轴承的计算	223
17.5	液体摩擦滑动轴承简介	225
第 18 章	滚动轴承	228
18.1	滚动轴承的结构及类型	228
18.2	滚动轴承的失效形式及寿命计算	234
18.3	滚动轴承的组合设计、润滑与密封	240
第 19 章	联轴器、离合器和制动器	248
19.1	联轴器	248
19.2	离合器	257
19.3	制动器	266
第 20 章	机械调速与平衡	269
20.1	机械速度波动与调节	269
20.2	回转件的平衡	271
附录	《机械设计基础》常用单词中英文对照	278
参考文献		282

第 1 章 绪 论

1.1 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,用来变换能量或传递物料,如内燃机、电动机、洗衣机、机床、汽车、起重机、各种食品机械。机械的种类很多,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)原动部分:其功能是将其他形式的能量转换为机械能(如内燃机和电动机分别将热能和电能转换为机械能)。原动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,如发电机把机械能转换成为电能,轧钢机转换物料的外形,等等。

(3)传动部分:其功能是把原动部分的运动形式、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的。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 1-1 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 1-2 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;由凸轮 8、从动杆 7 组成的凸轮机构等。

1.2 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。书中第 4~6 章主要介绍机械中的常用机构(连杆机构、凸轮机构等)的工作原理;第 7~10 章主要介绍常用传动件

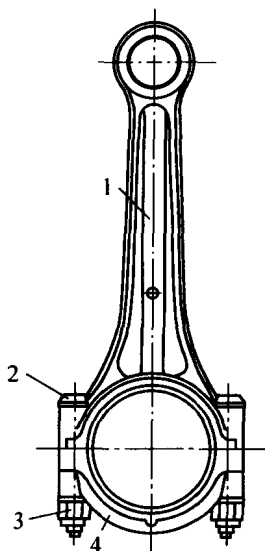


图 1-1 内燃机的连杆

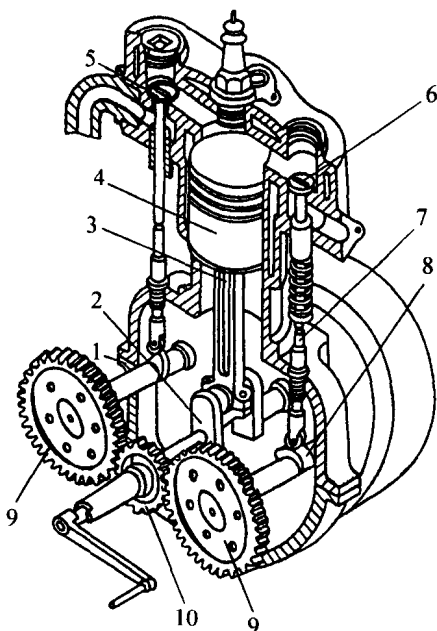


图 1-2 内燃机

(齿轮传动、蜗杆传动、挠性传动)的设计;第 11~15 章为联接件(如螺纹联接、键联接、销联接及其他类型联接)和弹簧的设计及选用;第 16~20 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具备以下能力:

- (1)掌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,受到实验技术的基本训练。

1.3 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、过大的残余变形、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、受力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,由于受力情况不同,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:

$$\sigma \leq [\sigma]$$

或

$$\tau \leq [\tau]$$

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采用强度高的材料;
- 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:

$$y \leq [y], \theta \leq [\theta], \varphi \leq [\varphi]$$

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。

1.4 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。

1.4.1 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%的称为铸铁。

1.4.1.1 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,不能辗压和锻造,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。

1.4.1.2 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。按化学成分分,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。碳素钢的性能主要取决于其含碳量。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心部韧,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,因此只用于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,且其收缩率也比铸铁件大,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1-1是常用金属材料的机械性能。

表 1-1 常用钢铁材料的机械性能

材 料		机械性能		
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	1079	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

1.4.1.3 有色金属合金

有色金属合金具有良好的减摩性、跑合性、抗腐蚀性、抗磁性、导电性等特殊的性能,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,能辗压和铸造各种机械零件。青铜有锡青铜和无锡青铜两类,它们的减摩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,其减摩性、导热性、抗胶合性好,但强度低且较贵,主要用于制作滑动轴承的轴承衬。

1.4.2 非金属材料

非金属材料是现代工业和高技术领域中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。

1.4.2.1 橡胶

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

1.4.2.2 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。

1.4.2.3 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。近年来以材料的功能复合目的出发,应用于光、热、电、阻尼、润滑、生物等方面的新复合材料不断问世,复合材料的应用范围正不断地扩大。

1.4.2.4 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、比重小、线膨胀系数小等特性,因此可应用于高温、中温、低温领域及加工精密的机械零件,也可以做电机零件。以机械装置为代表使用的陶瓷材料叫工程陶瓷。

1.4.3 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:

1.4.3.1 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。

1.4.3.2 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。

1.4.3.3 零件的尺寸及质量

零件尺寸的大小及质量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。

1.4.3.4 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。

1.5 机械设计的基本要求及程序

1.5.1 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以下几方面:

1.5.1.1 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)。

1.5.1.2 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。

1.5.1.3 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。

1.5.1.4 其他要求

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。

1.5.2 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1-3所示。

1.5.2.1 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

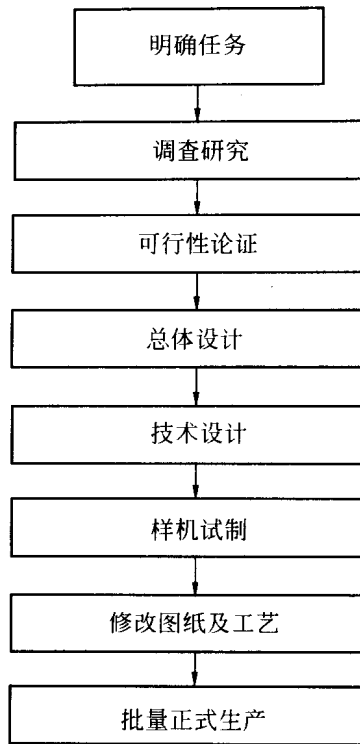


图 1-3 机械设计过程

是设计、优化、评价、决策的依据。

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。

1.5.2.2 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。总体设计时要考虑到机械的操作、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-机-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,常需做出几个方案加以分析、比较,通过优化求解得出最佳方案。

1.5.2.3 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。

1.5.2.4 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。

1.5.2.5 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,而要把设计对象看作一个系统,处理人-机-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。

习 题

1-1 试述机械、机构、构件、零件的含义。

1-2 试述机械零件失效、失效主要形式及机械零件设计准则的含义。

1-3 机械中常用哪些材料?试简述钢和铸铁的主要性能及其应用。

1-4 试各举出具有下述功能的机器的两个事例:(1)原动机;(2)将机械能变换为其他形式能的机器;(3)实现物料变换的机器;(4)变换或传递信息的机器;(5)传递物料的机器;(6)传递机械能的机器。

1-5 指出下列机器的原动部分、工作部分、传动部分、支承部分、控制部分:(1)汽车;(2)自行车;(3)电风扇;(4)缝纫机。

1-6 指出汽车中三个通用零件和专用零件。