

机械设计基础

主 编 郝育忠 殷立君
副主编 江长华 熊 科 余茂武
主 审 邱映辉

JIXIE
SHEJI JICHU



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

TH122/698

2007

机械设计基础

主 编 郝育忠 殷立君
副主编 江长华 熊 科 余茂武
主 审 邱映辉

重庆大学出版社

内容简介

本教材共分 15 章,分别是机械设计概述、平面机构的结构分析、平面连杆机构及其设计、凸轮机构及其设计、螺旋机构及间歇运动机构、挠性件传动、齿轮机构及其设计、蜗杆蜗轮机构、轮系与减速器和变速器、联接、轴及其设计、轴承、联轴器与离合器、机械的调速与平衡及先进设计方法简介。

本教材可以作为高等职业教育和高等应用型教育机械专业教材,也可以作为机械专业人士的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/郝育忠,殷立君主编. —重庆:重庆大学出版社,
2007. 8

ISBN 978-7-5624-4184-7

I. 机… II. 郝… 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(2007)第 115004 号

机械设计基础

主 编 郝育忠 殷立君

副主编 江长华 熊 科 余茂武

主 审 邱映辉

责任编辑:周 立 李定群 版式设计:周 立

责任校对:谢 芳 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆科情印务有限公司印刷

*

开本:787 × 1092 1/16 印张:17.25 字数:431 千

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—7 000

ISBN 978-7-5624-4184-7 定价:29.50 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

《机械设计基础》是根据教育部提出的“高等职业教育和高等应用型教育为制造业和农业现代化培养高技能型人才的任务”并结合编者多年的教学经验和教学改革成果编写而成的。突出高职教育和高等应用型教育注重培养实践能力和创业能力的特点,旨在培养既能进行工程设计,又能动手操作的应用型技术人才。同时以加强学生综合素质及创新能力的培养为出发点,尽量反映新知识、新内容,应用现代科学技术,采用先进的教学方法和教学手段。

本教材讲述常用机构和通用零部件的结构、工作原理、设计与维护使用等内容,突出高等应用型教育和高等职业教育的要求。在编写本教材的过程中主要突出以下特点:

1. 坚持基础理论以应用为目的,教材内容的选择及体系结构适合应用型高校以及专科教学需要,力求体现应用型教学、专科教学的特色。

2. 本教材具有针对性和实用性,理论分析以适度够用为限,力求深入浅出,突出重点,分散难点,文字简明通俗,利于自学。

3. 内容上,着重讲述了典型机构、主要零部件的结构、工作原理、性能特点及设计、分析方法,适当增加了使用与维护知识和标准零部件的正确选择的内容。

4. 每章在提示中指明了重点掌握的内容,配置了适当的例题分析和习题、思考题以深化教学内容,使理论和实际紧密相联,并能提高学生应用理论处理实际问题的能力。

5. 本教材既适用于高等教育应用型高校的学生还可以用于高等职业技术学院、高等专科学校及成人和民办高校数控、机电、模具等专业的学生,亦可供有关工程技术人员作参考。

本教材共分 15 章,分别是机械设计概述、平面机构的结构分析、平面连杆机构及其设计、凸轮机构及其设计、螺旋机构及间歇运动机构、挠性件传动、齿轮机构及其设计、蜗杆蜗轮机构、轮系与减速器和变速器、联接、轴及其设计、轴承、联轴器与离合器、机械的调速与平衡及先进设计方法简介。

本教材由江西工业贸易职业技术学院郝育忠及殷立君任主编,江长华、熊科、余茂武同志任副主编,南昌大学邱映辉教授主审,邱锴老师参加图表制作与打字排版等工作,在此表示衷心感谢!由于作者水平和时间有限,误漏之处难免,请广大老师和读者批评指正。

所有意见、建议请寄往:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学出版社理工分社

邮政编码:400030

联系电话:023-65106596

编者

2007年4月

目 录

第1章 机械设计概述	1
1.1 课程内容、性质和任务	1
1.2 机械零件的常用材料与结构工艺性	2
1.3 机械零件设计的基本准则及设计步骤	8
1.4 当前机械设计的动态	10
思考与练习题	11
第2章 平面机构的结构分析	12
2.1 机构结构分析的目的	12
2.2 运动副及其分类	12
2.3 平面机构运动简图的绘制	13
2.4 平面机构具有确定运动的条件	15
2.5 平面机构结构分析实例	18
思考与练习题	19
第3章 平面连杆机构及其设计	21
3.1 平面连杆机构的基本形式及其演化	21
3.2 平面四杆机构存在曲柄的条件及基本特性	29
3.3 平面四杆机构的运动设计	33
思考与练习题	36
第4章 凸轮机构及其设计	39
4.1 凸轮机构的类型及应用	39
4.2 凸轮机构的从动件常用运动规律	41
4.3 盘形凸轮的设计	46
4.4 凸轮机构设计中应注意的问题	49
4.5 凸轮机构的常用材料和结构	51
思考与练习题	54
第5章 螺旋机构及间歇运动机构	56
5.1 螺旋机构	56
5.2 棘轮机构	58
5.3 槽轮机构	61
5.4 不完全齿轮机构和凸轮式间歇机构简介	62

思考与练习题·····	63
第6章 挠性件传动 ·····	64
6.1 带传动的类型、特点及应用·····	64
6.2 带传动的受力分析和应力分析·····	65
6.3 带传动中的滑动·····	68
6.4 V带与V带轮·····	68
6.5 V带传动的失效形式及设计计算·····	73
6.6 带传动的张紧、安装与维护·····	81
6.7 链传动简介·····	82
思考与练习题·····	87
第7章 齿轮机构及其设计 ·····	89
7.1 齿轮传动的类型、特点及应用·····	89
7.2 渐开线的形成和基本性质·····	90
7.3 渐开线标准直齿圆柱齿轮的参数及几何尺寸·····	93
7.4 渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动·····	98
7.5 渐开线齿廓的切削原理与根切现象·····	103
7.6 变位齿轮传动简介·····	105
7.7 齿轮的失效形式与设计准则·····	108
7.8 齿轮传动的精度等级及齿轮常用材料·····	110
7.9 渐开线标准直齿圆柱齿轮传动的设计计算·····	114
7.10 渐开线斜齿圆柱齿轮传动·····	120
7.11 直齿圆锥齿轮传动·····	128
7.12 齿轮的结构·····	131
7.13 齿轮传动的润滑与维护·····	133
思考与练习题·····	134
第8章 蜗杆蜗轮机构 ·····	138
8.1 蜗杆传动的类型和特点·····	138
8.2 蜗杆传动的主要参数与尺寸计算·····	140
8.3 失效形式与设计计算准则·····	144
8.4 蜗杆蜗轮的材料与结构·····	145
8.5 蜗轮轮齿的强度计算·····	146
8.6 蜗杆传动的效率、润滑与热平衡计算·····	148
思考与练习题·····	152
第9章 轮系与减速器和变速器 ·····	154
9.1 定轴轮系及其传动比的计算·····	154
9.2 周转轮系及其传动比计算·····	156
9.3 复合轮系及其传动比计算·····	157
9.4 轮系的功用·····	159

9.5 减速器和变速器	162
思考与练习题	165
第10章 联接	168
10.1 键、花键和销联接	168
10.2 螺纹联接	176
10.3 弹性联接	188
10.4 其他常用联接	191
思考与练习题	193
第11章 轴及其设计	196
11.1 轴的类型和材料	196
11.2 轴的强度计算	199
11.3 轴的结构设计	201
11.4 轴的使用与维护	208
思考与练习题	209
第12章 轴承	210
12.1 滚动轴承的组成、类型和代号	210
12.2 滚动轴承类型的选择与计算	215
12.3 滚动轴承的组合设计	224
12.4 滑动轴承概述	231
思考与练习题	237
第13章 联轴器与离合器	240
13.1 联轴器	240
13.2 离合器	244
思考与练习题	246
第14章 机械的调速与平衡	247
14.1 机械运转速度波动的调节	247
14.2 刚性回转件的平衡	251
思考与练习题	254
第15章 先进设计方法简介	256
15.1 CAD简介	256
15.2 机械设计资料的程序处理	257
15.3 典型机械零件的程序设计	262

第 I 章

机械设计概述

提示:本章要求明确本课程研究的对象和内容;掌握机器零件、构件、机器和机械的基本概念;了解机械零件的常用材料与结构工艺性和设计准则;掌握正确的学习方法。

1.1 课程内容、性质和任务

1.1.1 研究对象

本课程研究对象是机械,它是机器和机构的统称,由若干机器零件和构件所组成。

机器零件是组成机械的最小的制造单元,如图 1.1 中的 1,2,4,5 等。它又分各种机械中普遍使用的通用零件,如螺钉、螺帽及键销等,以及各种机械专用的专用零件,如机架、机壳、汽轮机叶片等。

构件是组成机械的运动单元,它是若干零件所组成的刚性整体,如图 1.2 中的 1,2,3,4 等。

机器种类繁多,如飞机、火车、汽车、轮船、起重機、縫紉機、機床等。其结构、用途各异,但具有如下共同特征:

①为若干构件的人为的组合物。所谓“人为”是指将许多构件按一定的规律和要求进行组合。

②各组成构件之间具有确定的相对运动,而不是任意地乱动。

③任何机器都能用来做有用的机械功,以减轻或取代人的体力劳动,如汽车、机床等,或者用来转换机械能,如电动机、内燃机等。它们将电

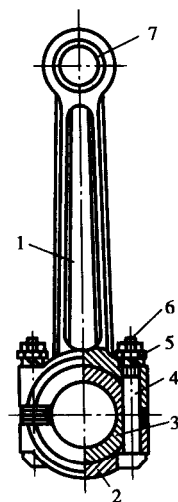


图 1.1 内燃机连杆

1—连杆体;2—连杆盖;3—轴瓦;4—螺栓;
5—槽形螺母;6—开口销;7—轴套

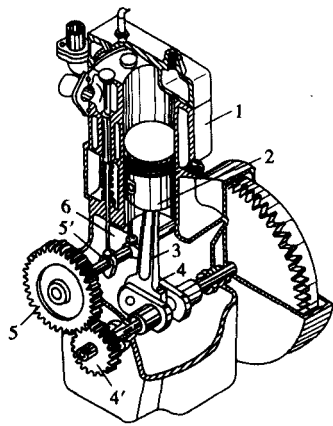


图 1.2 内燃机

能、热能转换为机械能。前者称为工作机,后者称为原动机。

机构也具有机器的 1,2 两特征,但不能单独用来代替人做有用的机械功或转换机械能,而是用在机械中传递运动或转换运动形式,如机械中的连杆机构、凸轮机构、齿轮机构等。

通常一台复杂的机器由若干机构所组成,如图 1.2 所示,内燃机由连杆机构 1,2,3,4,齿轮机构 1,4',5 及凸轮机构 1,5',6 组成。

机器的组成按各部分的功能分类,可分为 4 个部分:

①动力部分,即机器的动力源,如电动机、内燃机等。

②工作部分,即直接实现机器的特定功能,完成生产任务的部分,如起重机的卷筒、吊钩,轧钢机的轨辊等。

③传动部分,即原动机与工作部分之间的传动装置,起传递运动和减速、变速,改变运动形式的作用。

④控制部分,即前面 3 部分的操纵、控制系统。

1.1.2 课程内容、性质和任务

本课程是以研究常用机构和传动装置(如连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、带传动、链传动等)及通用机器零部件(如联接件、轴系件等)的结构、工作原理、特点和设计方法为内容的一门设计性的技术基础课,它需运用先修课程中的工程数学、工程制图、机械制造、工程力学、互换性与技术测量等基础理论和生产知识,解决常用机构和通用零部件的分析和设计问题,培养学生具有一般机械的方案设计和技术设计的初步能力,为以后的专业课学习打下实践基础,是机械工程师必修的课程。

1.2 机械零件的常用材料与结构工艺性

1.2.1 机械零件常用材料

机械零件常用材料有碳素结构钢、合金钢、铸铁、有色金属、非金属材料及各种复合材料。其中,碳素结构钢和铸铁应用最广。

常用材料的分类和应用举例见表 1.1。

表 1.1 机械零件常用材料的分类和应用举例

材料分类		应用举例或说明	
钢	碳素钢	低碳钢(含碳量 $\leq 0.25\%$)	铆钉、螺钉、连杆、渗碳零件等
		中碳钢(含碳量 $> 0.25\% \sim 0.60\%$)	齿轮、轴、蜗杆、丝杠、联接件等
		高碳钢(含碳量 $\geq 0.60\%$)	弹簧、工具、模具等
	合金钢	低合金钢(合金元素含量 $\leq 5\%$)	较重要的钢结构和构件、渗碳零件、压力容器等
		中合金钢(合金元素含量 $> 5\% \sim 10\%$)	飞机构件、热锻模具、冲头等
		高合金钢(合金元素含量 $\geq 10\%$)	航空工业蜂窝结构、液体火箭壳体、核动力装置、弹簧等
铸铁	灰铸铁	低牌号(HT100, HT150)	对力学性能无一定要求的零件,如盖、底座、手轮、机床床身等
		高牌号(HT200 ~ HT400)	承受中等静载的零件,如机身、底座、泵壳、齿轮、联轴器、飞轮、带轮等
	可锻铸铁(KT)	铁素体型	承受低、中、高动载荷和静载荷的零件,如差速器壳、犁刀、扳手、支座、弯头等
		珠光体型	要求强度和耐磨性较高的零件,如曲轴、凸轮轴、齿轮、活塞环、轴套、犁刀等
	球墨铸铁(QT)	铁素体型 珠光体型	与可锻铸铁基本相同
铜合金	铸造铜合金	铸造黄铜	用于轴瓦、衬、套阀体、船舶零件、耐腐蚀零件、管接头等
		铸造青铜	用于轴瓦、蜗轮、丝杠螺母、叶轮、管配件等
轴承合金(马氏合金)	锡基轴承合金		用于轴承衬,其摩擦因数低,减磨性、抗烧伤性、磨合性、耐蚀性、韧度、导热性均良好
	铅基轴承合金		强度、韧度和耐蚀性稍差,但价格较低
塑料	热塑性塑料(如聚乙烯、有机玻璃、尼龙等)、 热固性塑料(如酚醛塑料、氨基塑料等)		用于一般结构零件,减磨、耐磨零件,传动件,耐腐蚀件,绝缘件,密封件,透明件等
橡胶	通用橡胶特种橡胶		用于密封件,减振、防振件,传动带,运输带和软管,绝缘材料,轮胎,胶辊,化工衬里等

1.2.2 材料的选择原则

合理选择材料是机械设计中的重要环节。选择材料首先必须保证零件在使用过程中具有良好的工作能力,然后还要考虑其加工工艺性和经济性。

(1) 满足使用性能要求

材料的使用性能指零件在工作条件下,材料应具有力学的性能、物理性能以及化学性能。对机械零件而言,最重要的是力学性能。

零件的使用条件包括3方面:受力状况(如载荷类型、大小、形式及特点等)、环境状况(如温度特性、环境介质等)、特殊要求(如导电性、导热性、热膨胀等)。

1) 零件的受力状况。当零件(如螺栓、销等)受拉伸或剪切这类分布均匀的静应力时,应选用组织均匀的材料,按塑性和强度性能选材。载荷较大时,可选屈服点 σ_s 或强度极限 σ_b 较高的材料。

当零件(如轴类零件等)受有弯曲、扭转这类分布不均匀的静应力时,按综合力学性能选材,应保证最大应力部位有足够的强度。常选用易通过热处理等方法提高强度及表面硬度的材料(如调质钢等)。

当零件(如齿轮等)受有较大接触应力时,可选用易进行表面强化的材料(如渗碳钢、渗氮钢等)。

当零件受变应力时,应选用抗疲劳强度较高的材料,即能通过热处理等手段提高疲劳强度。

对刚度要求较高的零件,宜选用弹性模量大的材料,同时还应考虑结构、形状、尺寸对刚度的影响。

2) 零件的环境状况及特殊要求。根据零件的工作环境及特殊要求不同,除对材料的力学性能提出要求外,还应对材料的物理性能及化学性能提出要求。如当零件在滑动摩擦条件下工作时,应选用耐磨性、减磨性好的材料,故滑动轴承常选用轴承合金、锡青铜等材料。

在高温下工作的零件,常选用耐热好的材料,如内燃机排气阀门可选用耐热钢,气缸盖则选用导热性好、比热容大的铸造铝合金。

在腐蚀介质中工作的零件,应选用耐腐蚀性好的材料。

(2) 有良好的加工工艺性

零件毛坯的加工方法有许多,主要有热加工和切削加工两大类。不同材料的加工工艺性不同。

1) 热加工工艺性。热加工工艺性能主要指铸造性能、锻造性能、焊接性能和热处理性能。表1.2为常用金属热加工工艺性能比较。

2) 切削加工性能。金属的切削加工性能一般用刀具耐用度为60 min时的切削速度 v_{60} 来表示, v_{60} 越高,则金属的切削性能越好。金属切削加工性能分为8个级别,一级容易加工,8级难加工。

表 1.2 常用金属热加工工艺性能比较

热加工工艺性能	常用金属材料热加工性能比较	备注
铸造性能	可铸性较好的金属铸造性能排序:铸造铝合金、铜合金、铸铁、铸钢	铸铁中,灰铸铁铸造性能最好
锻造性能	碳素结构钢中锻造性能排序:低碳钢、中碳钢、高碳钢 合金钢:低合金钢锻造性能近于中碳钢,高碳合金钢较差	含碳量及含合金元素越高的材料,其锻造性能相对越差
焊接性能	低碳钢和含碳量低于 0.18% 的合金钢有较好的焊接性能 含碳量大于 0.45% 的碳钢和含碳量大于 0.35% 的合金钢焊接性能较差 铜合金和铝合金的焊接性能较差,灰铸铁焊接性能更差	含碳量及含合金元素越高的材料,焊接性能越差
热处理性能	金属材料中,钢的热处理性能较好,合金钢的热处理性能比碳素结构钢好;铝合金的热处理要求严格;铜合金只有很少几种可通过热处理方法强化	选材时要综合考虑淬硬性、淬透性、变形开裂倾向性、回火脆性等性能要求

(3) 选择材料要综合考虑经济性要求

①材料价格。材料价格在产品总成本中占较大比重,一般占产品价格的 30% ~ 70%。

②提高材料的利用率。采用精铸、模锻等毛坯加工方法,可以减少切削加工对材料的浪费。

③零件的加工和维修费等要尽量低。

④采用组合结构。如蜗轮齿圈可采用减磨性好的铸造锡青铜,而其他部分采用廉价的材料。

⑤材料的合理代用。对生产批量大的零件,要考虑我国资源状况,材料来源要丰富;尽量避免采用稀缺的材料。碳钢可用热处理方法强化,代替合金钢而降低成本。

1.2.3 机械零件的结构工艺性

机械零件的结构工艺性是指在零件设计时要从选材、毛坯制造、机械加工、装配以及保养维修等各环节所考虑的工艺问题。

(1) 铸造零件的工艺性

①为了防止浇铸不足,对于不同铸造方法铸件壁厚有一允许的最小值。

②零件箱壁交叉部分要有过渡圆角,以避免尖角处产生裂纹(见图 1.3(a)),但是圆角不可太大,以免交点处尺寸太大,金属积聚产生缩松(见图 1.3(b))。建议 $D \approx 1.3d$ (见图 1.3(c))。

③铸件应有明显的分型面(见图 1.4)。

④铸件应有必要的斜度以便于取出模型。

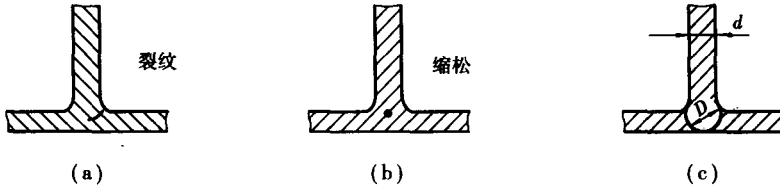


图 1.3 铸件过渡圆角大小应当

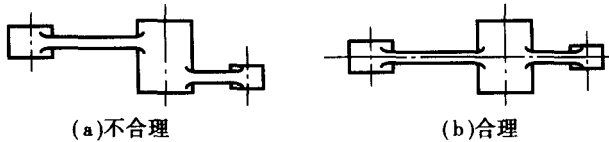


图 1.4 铸件应有明显的分型面

⑤ 为避免采用活块,可将凸台加长(见图 1.5(b))引至分型面。

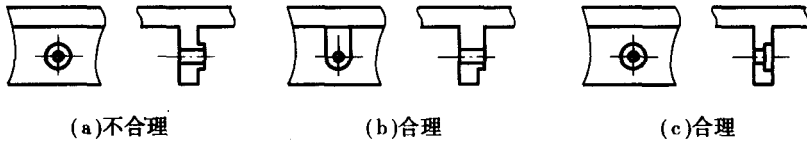


图 1.5 避免采用活块

⑥ 铸铁抗拉强度差而抗压强度高,在设计零件形状时应尽可能把拉应力(或弯曲应力)化作压应力(见图 1.6)。

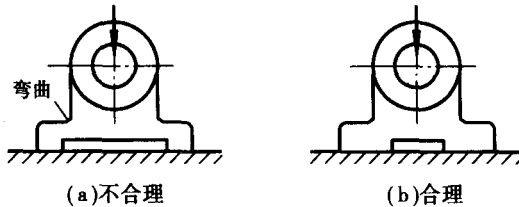


图 1.6 避免铸铁受拉力

(2) 热处理零件的工艺性

为避免热处理零件产生裂纹或变形,在设计零件时,应注意如下:

- ① 避免锐边尖角,应将它倒钝或改成圆角,圆角半径要大些;
- ② 零件形状力求简单、对称;
- ③ 轴类零件的长度与直径之比不可太大;
- ④ 提高零件的结构刚性,必要时增加加强筋;
- ⑤ 形状复杂,或者不同部位有不同性能要求时,可用组合结构(如机床铸铁床身上镶钢导轨)。

(3) 切削加工工艺性

1) 加工表面的几何形状应尽量简单,尽可能布局在同一平面上或同一轴线上,尽可能统一尺寸,以便于加工,如图 1.7 所示减速箱体轴承座端面应取在同一平面上,3 个轴承端盖槽

的尺寸 b_1, b_2 应力求一致。

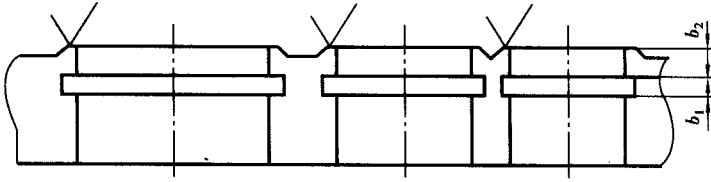


图 1.7 减速箱侧面加工

2) 有相互位置精度要求的各表面最好能在一次安装中加工。如图 1.8 所示的零件须从两端加工, 改进后可在一端一次加工, 这样能减少工件的安装次数提高加工效率, 同时也提高位置精度。

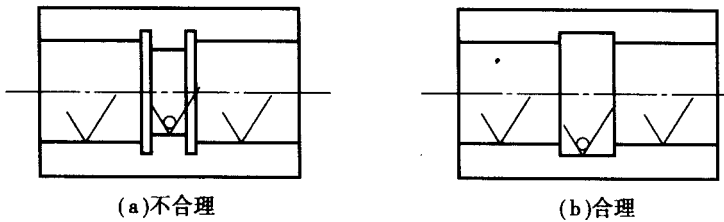


图 1.8 二孔在一次安装中加工

3) 加工时应能准确定位、可靠夹紧, 并便于加工、易于测量。

4) 应尽量减少加工面的数目。如图 1.9 所示, 起重螺旋的螺母与机座在直径 D 及 D_1 处同时配合是不合理的, 这样加工和装配都困难, 只要直径 D 处配合即可, D_1 处应有一定间隙。

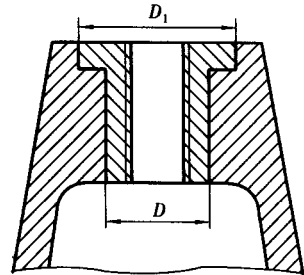


图 1.9 减少不必要的配合面 D_1

5) 形状应便于刀具进刀、退刀, 如螺纹应该有退刀槽。

6) 被加工表面形状应有助于提高刀具的刚性和延长刀具寿命。如图 1.10 所示, 用麻花钻钻孔时, 应避免在斜面上钻孔。

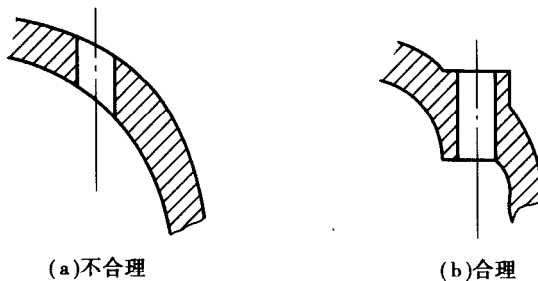


图 1.10 避免在斜面上钻孔

(4) 零件装配的结构工艺性

1) 零件应该有正确的装配基面, 如图 1.11(a) 所示, 汽缸盖用螺纹联接, 由于螺纹间有间隙, 对中不好, 汽缸杆易产生偏移, 图 1.11(b) 将螺纹联接改为配合, 使工作情况有了改进。

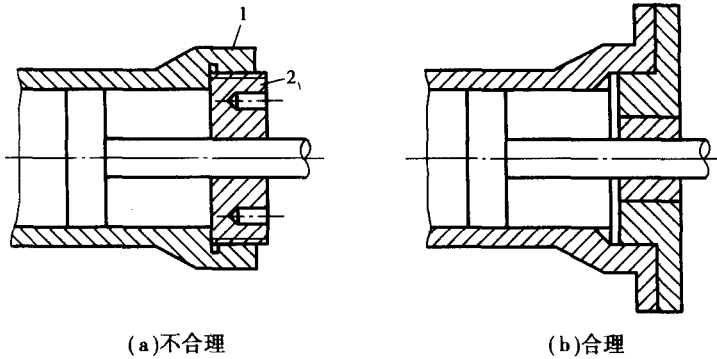


图 1.11 不应以螺纹面对中

2) 应使装配方便,如图 1.9 所示,因为 D_1 处有配合,装配困难。

3) 应使拆卸方便,如图 1.12 所示,为了便于从机体上卸下轴承外圈,孔台肩处的直径应大于轴承外环的内径。

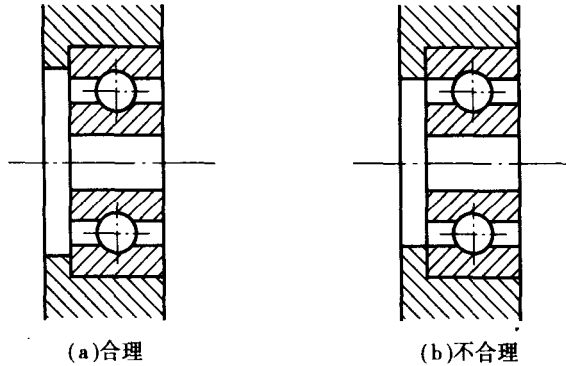


图 1.12 应使拆卸方便

不同的结构方案,其成本往往有较大的差别,但是在选择机器或零件方案时,只考虑制造成本是不全面的,应该对设计方案进行技术经济综合评价。

1.3 机械零件设计的基本准则及设计步骤

1.3.1 机械零件的失效及主要失效形式

机械零件由于某种原因丧失正常工作能力,称为失效。对于通用的机械零件,其强度、刚度、磨损失效是主要失效形式,对于高速传动的零件还应考虑振动问题。归纳起来,零件的主要失效形式如图 1.13 所示。

机械零件在实际工作中,可能会同时发生几种失效形式,设计时应根据具体情况,选定避免同时发生失效的设计方案。

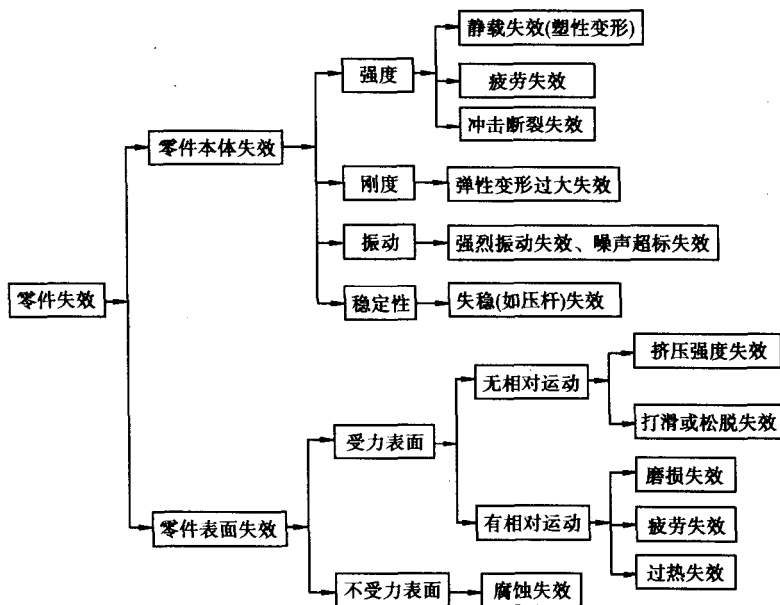


图 1.13 零件失效形式框图

1.3.2 机械零件的设计准则

根据零件产生失效的形式及原因制订设计准则,并以此作为防止失效和进行设计计算的依据。

1) 强度设计准则:要求零件在工作时不产生强度失效,强度准则取为零件中的应力不超过许用应力。用公式表示为

$$\sigma \leq [\sigma] = \frac{\sigma_{\text{lim}}}{S_{\sigma}} \quad (1.1)$$

$$\tau \leq [\tau] = \frac{\tau_{\text{lim}}}{S_{\tau}} \quad (1.2)$$

在式(1.1)、式(1.2)中, σ, τ 分别为拉伸(压缩、弯曲)及剪切工作应力, $[\sigma], [\tau]$ 为许用应力, S_{σ}, S_{τ} 为安全系数, $\sigma_{\text{lim}}, \tau_{\text{lim}}$ 为极限应力。对静应力,极限应力取为屈服极限(塑性材料)或强度极限(脆性材料),对变应力,极限应力取为疲劳极限。

2) 刚度准则:刚度是指零件在载荷作用下抵抗弹性变形的能力。刚度计算准则或刚度要求为:零件的弹性变形小于或等于允许值。此允许值根据变形对零件工作性能的影响由分析或实验的方法来决定(如轴弯曲变形量影响轴上齿轮的啮合情况等)。

3) 耐磨性准则:耐磨性是指零件抵抗磨损的能力。例如,齿轮的轮齿表面磨损量超过一定限度后,轮齿齿形有较大的改变,使齿轮转速均匀,产生噪音和动载,严重时因齿根厚度变薄而导致轮齿折断。因此在磨损严重的条件下,以限制与磨损有关的参数作为磨损计算的准则。

4) 振动稳定性准则:如果某一个零件的固有频率 f 与激振源的频率 f_p 相同或为其整数倍时,则这些零件就会产生共振,破坏正常工作。根据实践结果, f_p 与 f 接近在一定范围以内时,即可发生较大的共振,因此振动稳定性准则,要求激振源的频率在该范围之外,一般要求 $0.85f > f_p, 1.15f < f_p$ (更高阶的共振也应避免)。