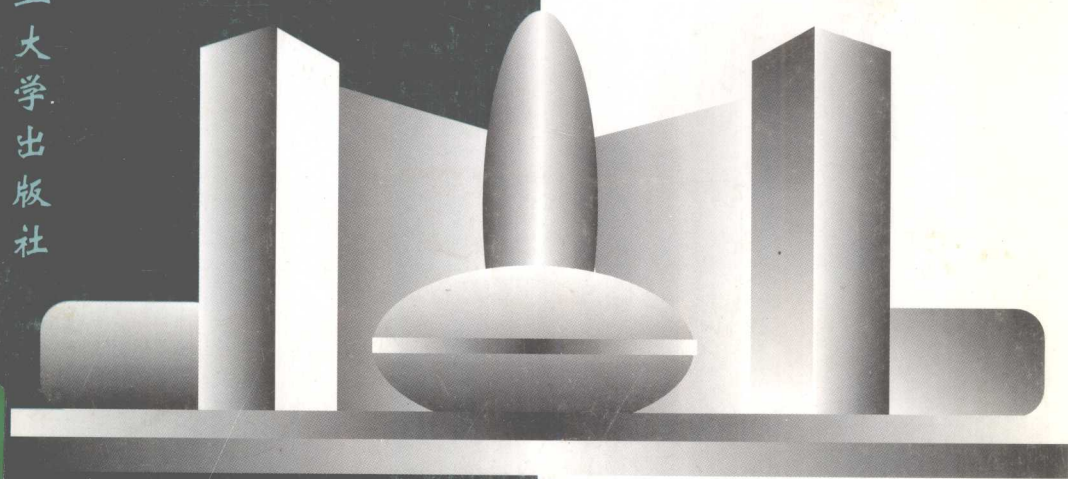


全国建筑高等专科学校房屋建筑工程专业新编系列教材

机械基础及建筑机械

朱乃龙
编

武汉工业大学出版社



机械基础及建筑机械

朱乃龙 编

武汉工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械基础及建筑机械/朱乃龙编. —武汉:武汉工业大学出版社,1999.10 重印

ISBN 7-5629-1307-2

I. 机… II. 朱… III. ①机械学-基本知识 ②建筑机械-基本知识 IV. TU6

武汉工业大学出版社出版发行

(武昌珞狮路122号 邮编:430070 电话:027—87884412)

武汉工业大学出版社印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:11.5 字数:270千字

1997年10月第1版 1999年10月第4次印刷

印数:15 001—20 000 定价:11.50元

(本书如有印装质量问题可向承印厂调换)

前 言

建筑机械越来越广泛地用于建筑施工现场,对加快施工速度、保证工程质量和减轻繁重的体力劳动起着决定性的作用。了解和熟悉机械基础知识,正确掌握建筑机械的选用方法,并充分发挥其效能是高等学校土木建筑专业学生和有关工程技术人员的重要业务知识。

本教材是依据高等院校土木建筑专业机械基础与建筑机械课程的基本教学要求,并为适应参加工业与民用建筑工程专业专科升本科自学考试的考生之需求而编写的。

本书共分12章,第1~10章由朱乃龙编写,第11、12章由吴立编写,全书由朱乃龙主编。第1~6章为机械基础部分,内容包括:机械基础知识、常用机构、带传动及链传动、齿轮传动、轴系零部件和液压传动。在编写时,充分考虑了土建专业学习机械课程的特殊要求,除着重阐述基本知识,基本理论,基本方法和必要的计算外,删除了繁琐的公式推导和一些不必要的内容。力求少而精,概念清晰和易于理解。

第7~12章内容包括:起重机械、土方工程机械、钢筋机械、混凝土机械、装饰机械和桩工机械。此部分的内容重点放在对建筑工程中常用的建筑机械的结构组成、工作原理、主要技术性能参数和各种建筑机械的特性的介绍上。以便为学生在建筑结构设计中综合考虑建筑机械对结构设计的影响,在施工设计中合理选用建筑机械和在施工现场能正确使用与维护建筑机械等方面打下基础。

由于本课程所涉及的知识面广,且不断发展和更新,加之编写时间仓促,编者水平有限,书中若有不妥或错误之处,敬请读者给予批评指正。

编 者
1997年4月

目 录

第一章 机械基础知识	1
§ 1-1 金属材料的机械性能	1
§ 1-2 常用金属材料	2
§ 1-3 钢的热处理简介	4
§ 1-4 公差与配合及表面粗糙度	5
思考题与习题	13
第二章 常用机构	14
§ 2-1 机械的组成	14
§ 2-2 运动副及机构运动简图	15
§ 2-3 平面四连杆机构	17
§ 2-4 曲柄滑块机构及其演化机构	21
§ 2-5 凸轮机构和棘轮机构	22
思考题与习题	24
第三章 带传动及链传动	25
§ 3-1 带传动的基本理论	25
§ 3-2 普通三角带传动设计	28
§ 3-3 滚子链传动	35
思考题与习题	37
第四章 齿轮传动	38
§ 4-1 齿轮传动的类型和特点	38
§ 4-2 渐开线齿廓及其特性	39
§ 4-3 标准直齿圆柱齿轮的基本尺寸及其啮合传动条件	42
§ 4-4 齿轮失效与齿轮材料	47
§ 4-5 直齿圆柱齿轮的强度计算	50
§ 4-6 齿轮的结构设计	56
§ 4-7 斜齿圆柱齿轮传动和直齿圆锥齿轮传动	57
§ 4-8 蜗杆传动	60
§ 4-9 轮系	64
思考题与习题	68
第五章 轴系零部件	70
§ 5-1 轴	70
§ 5-2 轴承	76
§ 5-3 联轴器和离合器	83
思考题与习题	86
第六章 液压传动	87
§ 6-1 液压传动的基本概念	87
§ 6-2 液压动力元件	91
§ 6-3 液压执行元件	94
§ 6-4 液压控制元件	96

§ 6-5 液压基本回路和液压系统实例	104
思考题与习题	110
第七章 起重机械	111
§ 7-1 概述	111
§ 7-2 起重零、部件	114
§ 7-3 起重机的主要工作机构	122
§ 7-4 塔式起重机	125
§ 7-5 自行式起重机	132
思考题与习题	134
第八章 土方工程机械	135
§ 8-1 装载机	135
§ 8-2 单斗挖掘机	137
§ 8-3 推土机	138
§ 8-4 铲运机	141
§ 8-5 压实机械	143
思考题与习题	145
第九章 钢筋机械	146
§ 9-1 钢筋强化机械	146
§ 9-2 钢筋加工机械	148
§ 9-3 钢筋焊接机械	151
思考题与习题	152
第十章 混凝土机械	153
§ 10-1 混凝土搅拌机	153
§ 10-2 混凝土搅拌输送车和输送泵	157
§ 10-3 混凝土振动器	161
思考题与习题	165
第十一章 装饰机械	166
§ 11-1 灰浆制备机械	166
§ 11-2 灰浆喷涂机械	167
§ 11-3 磨光机械	169
思考题与习题	170
第十二章 桩工机械	171
§ 12-1 预制桩施工机械	171
§ 12-2 灌注桩成孔机械	176
思考题与习题	178

第一章 机械基础知识

§ 1-1 金属材料的机械性能

工业上使用的金属材料主要是合金材料。所谓合金是指由两种或两种以上的元素(其中至少有一种是金属)所组成的具有金属特性的物质。如碳素钢是由铁和碳组成的合金;黄铜是铜和锌的合金等。金属与合金统称为金属材料。

金属材料的机械性能通常又称为力学性能。它的主要指标是强度、塑性、韧性、硬度和疲劳强度等。以上指标既是选用材料的重要依据,又是控制、检验材质的重要参数。

一、强度

强度是指材料在外力作用下抵抗破坏或变形的能力。材料的强度越大,其抵抗外力的能力就越大。一般来说当材料的受力情况不同时,材料抵抗破坏(变形)的能力也就不同。材料的强度可分为抗拉,抗压,抗弯曲,抗扭和抗剪切等强度。

二、塑性

塑性是指材料受力时变形而不破坏,当力除去后,变形仍然保持的能力。其指标为伸长率 δ 和断面收缩率 ψ (可参阅《材料力学》教材)。 δ 和 ψ 值越大,材料的塑性就越好。

三、硬度

硬度是材料抵抗其他更硬的物体压入其表面的能力。它是衡量材料软硬程度的指标。一般来说,材料的硬度值越大,材料的强度就越大,且其耐磨性就越好。

测定金属材料硬度的方法一般有布氏硬度和洛氏硬度试验。布氏硬度的测定是用一定直径的硬球体放在被检测材料的表面上(图 1-1),然后以规定的压力 F 作用在球体上,保持一定时间后卸去压力,测出球体在材料表面压痕的面积 A ,于是算出布氏硬度:

$$HB = F/A$$

布氏硬度多适用硬度小于 450HB 的金属材料,对于硬度大于 450HB 的金属材料不能用布氏硬度来表示,而采用洛氏硬度来表示。其测定方法如图 1-2 所示,它是以锥顶角为 120° 的金刚石圆锥体,以一定载荷压入被测金属材料的表面,然后根据压痕的深度确定洛氏硬度值。

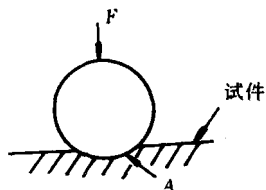


图 1-1 布氏硬度试验方法

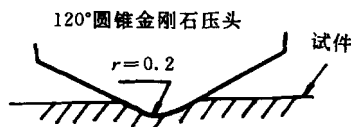


图 1-2 洛氏硬度试验方法

四、韧性

韧性是材料抵抗冲击破坏的能力。常用材料受冲击破坏时所吸收的功来表示。材料的韧

性越好,则材料受冲击时越不容易断裂。常用冲击摆试验来测定。

五、疲劳强度

在规律性变化应力长期作用下,材料抵抗破坏的能力。常用对称循环的疲劳极限 σ_{-1} 来表示材料的疲劳强度。对称循环的疲劳极限为应力曲线如图 1-3 所示的应力作用 10^7 次(个循环),材料不破坏时所受的最大应力。一般材料的疲劳强度与材料的抗拉强度成正比的关系。

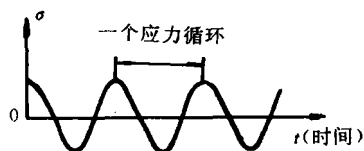


图 1-3 对称循环交变应力

§ 1-2 常用金属材料

建筑机械中常用的金属材料有铸铁、钢、铜及铝等,其中钢的应用最为主要。

一、钢

钢是指含碳量少于 2.11% 并含有少量其他元素的铁碳合金。一般钢中含碳量增多,钢的硬度、强度会增大,但塑性、韧性会降低。工业上应用的碳钢的含碳量一般不超过 1.4%,这是因为含碳量超过此值后,钢表现出很大的硬脆性,并且锻造、切削等工艺性能也很差,失去了生产和使用的价值。

为了改善钢的某些性能,在钢的冶炼过程中掺入了合金元素。这种掺有合金元素的钢称为合金钢,没有掺入合金元素的钢为碳素钢。

1. 合金钢

由于合金元素的存在,合金钢的性能比碳钢好,它的主要特点是有好的渗透性和较高的综合力学性能。使用合金钢时要进行热处理,以便充分发挥其潜在能力。合金钢常用于制造受载荷较大的重要零件。合金钢按用途可分为合金结构钢、合金工具钢和特殊性能钢三类。

合金结构钢的编号是在钢号前用两位数字表示平均含碳量的万分数,紧接着是合金元素的化学符号,其后的数字表示该元素平均含量的百分数,当合金元素的含量少于 1.5% 时,牌号中只表明元素符号而不标其含量。若合金钢是高级优质钢则在牌号的最后加有“A”。如 12CrNi3A 表示此钢的平均含碳量为 0.12%,含 Cr 量少于 1.5%,含 Ni 量为 3% 的高级优质合金结构钢。

合金结构钢按照用途分为普通低合金结构钢和机械制造结构钢。普通低合金结构钢又称低合金高强度钢,它是一种低碳结构用钢,合金元素含量较少,但强度却比同等含碳量的碳素结构钢要高得多,并有良好的焊接性和耐腐蚀性。用它来做机械零件和结构,在相同受载条件下可使结构的重量减轻 20%~30%。

2. 普通碳素结构钢

该类钢对化学成分要求不甚严格,碳、锰含量可在较大范围内变动,有害杂质磷、硫的允许含量相对较高,但必须保证其力学性能。

普通碳素结构钢的牌号表示方法是用屈服极限“屈”字汉语拼音首位字母 Q、屈服极限数值、质量等级符号(A、B、C、D)、脱氧方法(镇静钢 Z、特殊镇静钢 TZ、半镇静钢 b、沸腾钢 F)等四部分按顺序组成。例如:Q235—A.F,即表示此钢屈服极限为 235MPa,质量等级为 A 的沸腾钢。若为镇静钢或特殊镇静钢,其符号“Z”和“TZ”可省略。碳素结构钢按屈服极限值的大小

分为五个牌号,即 Q195、Q215、Q235、Q255 和 Q275。随着牌号的增大,钢中含碳量由小到大,抗拉强度逐渐提高。塑性和韧性则随着牌号的增大而降低。碳素结构钢的质量等级,取决于钢中有害元素硫(S)和磷(P)含量。硫、磷含量越低,钢的质量就越好,其焊接性能和低温抗冲击性能都得到提高。随质量等级从 A 往 D 方向递增,钢中含硫和磷量逐渐减少。

二、铸铁

一般把含碳量大于 2.11% 的铁碳合金称为铁。由于铁多用铸造方法制成机械零件,故又称为铸铁。与钢相比较铸铁含杂质多,机械性能差,性脆。但铸铁的铸造性好,消振性好,且其抗压强度远高于其抗拉强度,价格低廉。所以一般用来铸造成机床的床身来承受压力。

根据碳在铸铁中存在的形式不同,铸铁可分为灰口铸铁和球墨铸铁。

1. 灰口铸铁

灰口铸铁断口呈灰色,其中碳以片状石墨存在。灰口铸铁具有良好的铸造性能和切削加工性能,在工业中应用广泛。灰口铸铁的代号为 HT,后面的数字表示其最低抗拉强度极限。例如 HT200 的铸铁的最低抗拉强度极限为 $\sigma_b=200\text{MPa}$ 。

2. 球墨铸铁

球墨铸铁是通过向一定成分的铁水中加入球化剂(镁或镁合金),使铸铁中石墨呈球状。球状石墨与片状石墨相比,它具有最小的表面积,使石墨割裂基体组织和应力集中的现象大为减轻,因此球墨铸铁的强度、塑性和韧性都较高,常用来替代钢制造曲轴、齿轮连杆、缸体等较重要的零件。球墨铸铁的代号为 QT,后面的两组数字分别表示其最低抗拉强度极限和最低延伸率。如 QT700-2 的最低抗拉强度极限为 $\sigma_b=700\text{MPa}$,最低延伸率为 $\delta=2\%$ 。

三、有色金属

除铁碳合金以外的金属以及这些金属的合金统称为有色金属,如铝、铜、锡、铅、锌等。由于有色金属具有某些特殊性质,所以成为现代各行各业不可缺少的材料之一。

1. 纯铜(紫铜)

它具有良好的导电性、导热性和塑性,但强度低,不易制造机械零件,主要用于各种导电材料。

2. 黄铜

以铜和锌为主组成的合金统称黄铜。其强度、硬度和塑性随含锌量增加而升高,当含锌量为 30%~32% 时,塑性达到最大值,含锌量为 45% 时强度最高。在普通的铜锌合金中再加入其他元素可组合成特殊黄铜,如锡黄铜、铅黄铜等。黄铜一般用于制造耐蚀和耐磨零件。

3. 青铜

青铜是人类历史上应用最早的合金。青铜有锡青铜和无锡青铜之分。锡青铜在耐腐蚀耐磨及强度等方面具有很好的性能,是一种很重要的减摩材料。主要用于制造摩擦零件和耐蚀零件,如蜗轮、轴瓦、阀门等。

4. 铝及铝合金

纯铝是银白色金属,导电、导热性能仅次于铜,塑性好,但是其强度和硬度低。工业上很少直接用纯铝做机械零件,而应用它的合金。当在纯铝中加入 Si, Cu, Mg, Mn 等合金元素后,就组成了铝合金。铝合金保留了密度小的特点,但强度和硬度却大为提高,是目前轻质结构的主要材料,广泛地应用于航空工业上。

§ 1-3 钢的热处理简介

钢的热处理就是在固态范围内对钢进行加热、保温和冷却,以改变钢的内部组织,从而获得所需机械性能和工艺性能的一种方法。合理地运用热处理使零件便于加工,可提高零件的工作能力,延长零件的使用寿命,还能降低成本,节约钢材。按照加热、冷却的特点和材料成分、组织的变化情况,钢的热处理分为普通热处理和表面热处理两大类。

一、普通热处理

普通热处理工艺主要有退火、正火、淬火和回火。其工艺曲线如图 1-4 所示。

1. 退火

将钢加热(约 $700^{\circ}\text{C}\sim 900^{\circ}\text{C}$),保温一定时间,然后缓慢冷却(一般是随炉冷却)的热处理过程,称为退火。

退火的目的是:调整硬度以利于切削加工;细化晶粒,改善组织,以提高力学性能或为最终热处理作准备;消除内应力,防止零件变形或开裂,并稳定其尺寸。

2. 正火

将钢加热(约 $700^{\circ}\text{C}\sim 900^{\circ}\text{C}$),保温一定时间,然后在空气中冷却的热处理工艺称为正火。

正火是退火的一种特殊形式。与退火相比,正火的冷却速度较快,所以钢的组织更细,强度和硬度都有所提高。此外,正火操作简便,生产周期短,生产效率高,比较经济。所以正火工艺应用广泛。

3. 淬火

淬火是将钢加热(约 $700^{\circ}\text{C}\sim 900^{\circ}\text{C}$),保温一定时间,然后在水中或油中急速冷却的热处理工艺。

淬火的目的是为了提高钢的硬度和耐磨性;有的零件的淬火,是使钢的强度和韧性得到良好的配合,以适应不同工作条件的需要。钢在淬火时获得淬硬层深度的能力称为淬透性。淬硬层越厚,淬透性越好。钢在淬火的同时其内应力和脆性会增加,易变形和开裂。

4. 回火

把淬火后的工件重新加热(低于淬火温度),保温一定时间,然后在空气或油中冷却的热处理工艺,称回火。

回火的目的是为了稳定钢在淬火后的组织,消除因淬火冷却过快而产生的内应力并稳定其尺寸,调整强度、硬度,提高塑性,使工件获得较好的综合机械性能。故回火总是淬火后必需的热处理工艺。

淬火钢回火后的性能,与回火的加热温度有关,硬度和强度随回火温度的升高而降低。根据加热温度的不同,回火可分为低温回火、中温回火和高温回火。

(1)低温回火(加热温度通常为 $150^{\circ}\text{C}\sim 250^{\circ}\text{C}$)可减小工件的淬火应力、降低脆性并保持高硬度。用于要求硬度高、耐磨性好的零件,如刀具、模具等。

(2)中温回火(加热温度为 $350^{\circ}\text{C}\sim 500^{\circ}\text{C}$)可显著减小淬火应力,提高弹性。常用于各种弹

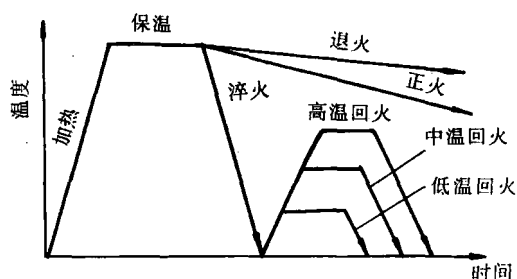


图 1-4 普通热处理工艺曲线

簧和某些模具。

(3) 高温回火(加热温度为 $500^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$)可消除淬火应力,使零件获得优良的综合力学性能。通常把“淬火加高温回火”称为调质。调质广泛用于处理各种重要的中碳钢零件,尤其是承受动载荷的零件,如各种轴、齿轮等。

二、表面热处理

表面热处理包括表面淬火和化学处理等。

1. 表面淬火

表面淬火是将钢件表面迅速加热至淬火温度,而心部温度仍然较低的情况下用水喷射在钢件表面,使之急冷的过程称为表面淬火。

表面淬火能使零件表面具有高硬度和耐磨性,心部保持有足够的强度和韧性。它常用于动载荷和摩擦条件下工作的零件,如齿轮,曲轴,销轴等。表面淬火后要进行低温回火来消除内应力。

按表面加热方法不同,表面淬火可分为感应加热表面淬火、火焰加热表面淬火和接触电阻加热表面淬火等。由于感应加热速度快,生产效率高,产品质量好,易实现机械化和自动化,所以感应加热表面淬火应用广泛。

2. 钢的化学热处理

钢的化学热处理是将钢件置于某种化学介质中,通过加热和保温,使介质中的一种或几种元素渗入零件的表层,以改变表层的化学成分和组织,从而使零件获得所需的性能。常见的化学热处理有渗碳(用于低碳钢)、渗氮、渗铝和渗铬等。

§ 1-4 公差与配合及表面粗糙度

为了提高劳动生产率,保证产品的质量,降低产品成本,就需要进行高度专业化协作性生产,并对产品生产采用互换性原则。然而什么是互换性?如何保证产品具有互换性呢?这就是本节所要讨论的问题。

一、互换性

从一批规格相同的零件中,任意取出一件,不经过任何修配或辅助加工,就能立即装到机器上去,并能完全符合规定的使用性能和技术要求,这种性质叫做互换性。如自行车的某个零件坏了,只需装上一个规格相同的零件,不论这个零件是哪个工厂生产的,都可以正常运转或使用。

二、公差

为了保证零件具有互换性,就必须把零件的制造误差控制在一定范围内,这个尺寸允许的最大误差范围就称为公差。其定义可用公式表达为:

$$\text{孔公差: } T_D = D_{\max} - D_{\min}$$

$$\text{轴公差: } T_d = d_{\max} - d_{\min}$$

上式中 $D_{\max}$ 和 $D_{\min}$ 分别是孔的最大和最小极限尺寸; $d_{\max}$ 和 $d_{\min}$ 则分别是轴的最大和最小极限尺寸(见下面的解释)。

三、基本尺寸

设计给定的尺寸。 D 和 d 分别表示孔和轴的基本尺寸。

四、极限尺寸

允许尺寸变化的两个界限值。大的一个称为最大极限尺寸,用 $D_{\max}$ (孔), $d_{\max}$ (轴)表示;小的一个称为最小极限尺寸,用 $D_{\min}$ (孔), $d_{\min}$ (轴)表示。

五、极限偏差

极限偏差是上、下偏差的统称。上、下偏差定义为:

$$\text{上偏差: } ES = D_{\max} - D$$

$$es = d_{\max} - d$$

$$\text{下偏差: } EI = D_{\min} - D$$

$$ei = d_{\min} - d$$

上述术语及其相互关系可用图 1-5 来表示。

六、公差带图

由于公差、极限偏差与基本尺寸的数值相差甚大,所以往往以简洁的公差带图来表示上述关系,如图 1-6 所示。它是零线与公差带所组成。

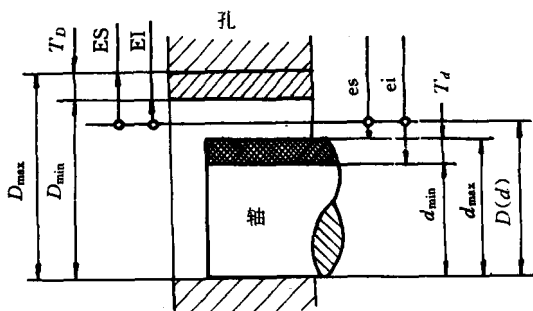


图 1-5 公差与配合的示意图

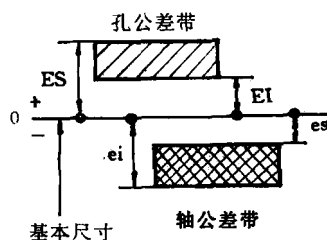


图 1-6 公差带图

1. 零线

零线是在公差带图中确定偏差的一条基准直线,它由基本尺寸确定。正偏差位于零线的上方,负偏差位于零线的下方。

2. 公差带

公差带是在公差带图中,由上、下偏差的两条直线所限定的一个区域。

七、标准公差系列与基本偏差系列

GB1800~1804—79 是公差与配合的新国家标准。新国标中,公差带包括“公差带的大小”和“公差带位置”两个要素,并按标准化的原则制定了相应的标准公差系列和基本偏差系列。如果知道了公差带的大小和公差带位置就可绘出公差带图。

1. 标准公差

标准公差是用以确定公差带大小的标准值,以 IT 表示。IT 按尺寸精确程度,由高到低共分为 20 个等级:IT01, IT0, IT1, IT2, ..., IT18。当已知零件的基本尺寸和标准公差的等级后,就可以从《机械零件设计手册》中查出公差带的大小。

2. 基本偏差

基本偏差是用以确定公差带位置的标准值。在公差带图中靠近零线的那个极限偏差就是基本偏差。如当公差带在零线上方,基本偏差就是下偏差;而当公差带在零线下方,则基本偏差

为上偏差;当零线通过公差带,那么哪个极限偏差距零线近,它就是基本偏差。

基本偏差的等级用一个或两个拉丁字母表示。孔用大写的字母,轴用小写的字母。孔和轴各有 28 个基本偏差的等级,它们相对零线的位置如图 1-7 所示。孔和轴的基本偏差数值,可从国标的有关表格中查得。

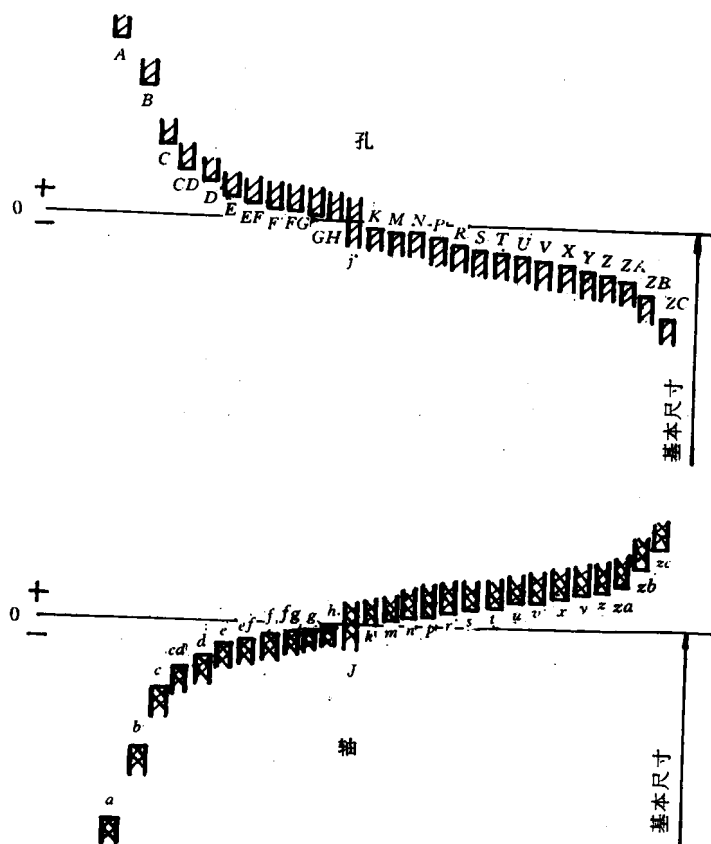


图 1-7 基本偏差系列

3. 公差带中另一极限偏差的确定

基本偏差仅确定了公差带靠近零线的那一个极限偏差,另一个极限偏差则由公差等级决定。如公差带在零线上方,则可由基本偏差确定出孔或轴的下偏差(EI 或 ei),而上偏差(ES 或 es)可由下式求出:

$$ES = EI + IT$$

$$es = ei + IT$$

式中 IT——标准公差数值。

如公差带在零线下方,则基本偏差确定了孔或轴的上偏差(ES 或 es),其下偏差(EI 或 ei)则由下式求出:

$$EI = ES - IT$$

$$ei = es - IT$$

八、配合

配合是指基本尺寸相同的、相互结合的孔和轴公差带之间的关系。按照相结合的孔和轴的松紧程度可把配合分为如下三种：

1. 间隙配合

轴装在孔内存在间隙(包括最小间隙等于零)的配合。在公差带图上表现为孔的公差带在轴的公差带的上方,如图 1-8 所示。

配合极限为最大间隙($X_{\max}$)和最小间隙($X_{\min}$),其计算公式为:

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

$$X_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

2. 过盈配合

轴安装在孔内存在过盈(包括最小过盈等于零)的配合。在公差带图上表现为轴的公差带在孔的公差带的上方,如图 1-9 所示。

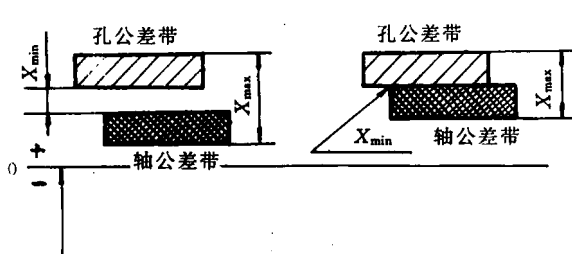


图 1-8 间隙配合

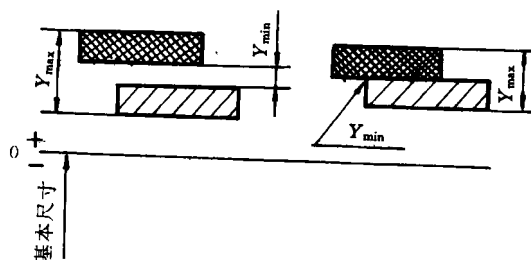


图 1-9 过盈配合

配合极限为最大过盈($Y_{\max}$)和最小过盈($Y_{\min}$),其计算公式为:

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

$$Y_{\min} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

3. 过渡配合

过渡配合指装在孔中轴的尺寸可能比孔的尺寸大,也可能比孔的尺寸小的一种配合。在公差带图中过渡配合表现为孔的公差带与轴的公差带有一部分是重叠的,如图 1-10 所示。

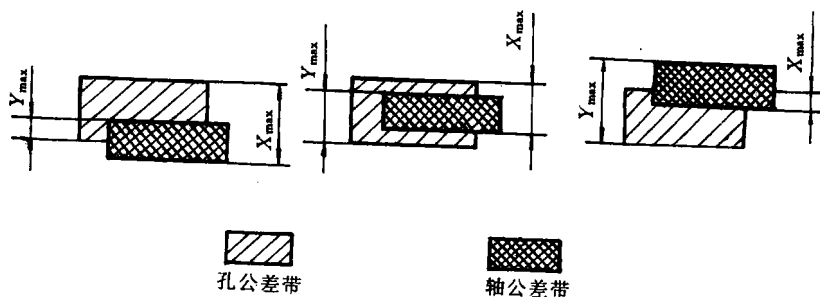


图 1-10 过渡配合

过渡配合的配合极限为最大间隙($X_{\max}$)和最大过盈($Y_{\max}$),其计算公式为:

$$X_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

$$Y_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

4. 配合公差

配合公差是间隙或过盈允许的变动量,用 T_f 表示。对于间隙配合,它等于最大间隙与最小间隙代数差的绝对值;对过盈配合,它等于最小过盈与最大过盈代数差的绝对值;对过渡配合,它等于最大间隙与最大过盈代数差的绝对值。上述关系可用公式表示如下:

$$T_f = |X_{\max} - X_{\min}| = |X_{\min} - X_{\max}|$$

$$T_f = |Y_{\min} - Y_{\max}| = |Y_{\max} - Y_{\min}|$$

$$T_f = |X_{\max} - Y_{\max}| = |Y_{\max} - X_{\max}|$$

配合公差亦等于孔公差与轴公差之和:

$$T_f = T_D + T_d$$

5. 基准制

新国标对配合规定有基孔制和基轴制作为配合的基准制。

(1)基孔制 基孔制是指基本偏差为一定的孔公差(基本偏差等级为 H, EI=0)与不同基本偏差的轴公差带相结合,形成不同松紧程度的各种配合的一种制度。如图 1-11(a)所示。

(2)基轴制 基轴制是指基本偏差为一定的轴公差带(基本偏差为 h, es=0)分别与不同基本偏差的孔公差带相结合,形成不同松紧程度的各种配合的一种制度。如图 1-11(b)所示。

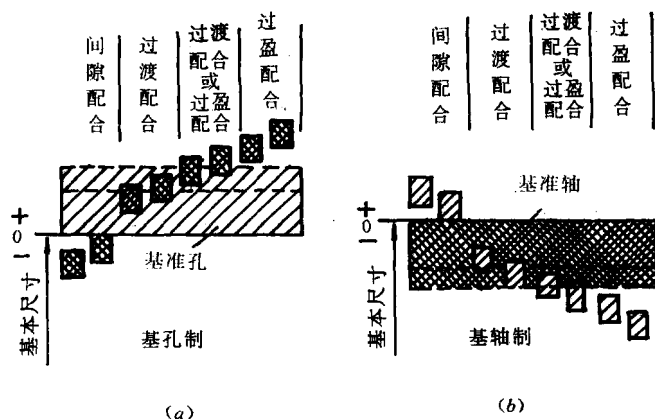


图 1-11 基孔制和基轴制

九、公差与配合的代号

1. 公差带代号

公差带代号是由基本尺寸,基本偏差等级和标准公差等级组成。如图 1-12(a),(b)分别是孔和轴的公差带代号在图纸上的标注,代号中的“ ϕ ”为直径的符号,接着就是基本尺寸,基本偏差和标准公差等级。

2. 配合代号

配合代号是由孔、轴公差带代号按分数形式组成。分子为孔公差带代号,分母为轴公差带代号,如图 1-12(c)是配合代号在图纸上的标注。

十、公差与配合的选用

公差与配合的选用是机械设计和制造中很重要的问题。它的选择恰当与否将直接影响到机械产品的使用性能、质量和制造成本。选用时主要应综合考虑以下三个方面。

1. 基准制的选择

因为加工一定精度的孔比加工同样精度的轴困难,所以一般情况下应优先选用基孔制,以

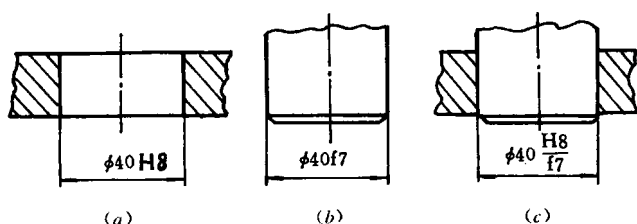


图 1-12 公差与配合的标注

此来减少加工的成本,还可以减少定尺寸刀具和量具尺寸规格、数量。但有时,如用冷拉钢制造光轴;在同一基本尺寸上的轴上要装配几个零件以形成不同的配合;以及使用标准零、部件的轴与带孔零件相配合等情况下,采用基轴制较为适宜。

2. 配合的选用

选用配合时应考虑各种因素,综合分析,并参考同类机器的经验。选用方法有类比法,经验法和计算法。新国标中规定了优先配合、常用配合及一般用途的公差带,以作为选用配合的原则之一。实际选用时,可按《机械零件设计手册》中各种配合的应用举例,也可用类比法参考同类机械的设计经验,并综合考虑其他因素来选用配合。

3. 公差等级的选用

公差等级越高,公差就越小,加工成本也就越高。从图 1-13 可见,如果把公差等级从 IT7 提高到 IT5,相对成本提高近一倍。选用公差等级时,应在满足使用要求的前提下,尽量选用较低的公差等级。一般 IT01~IT2

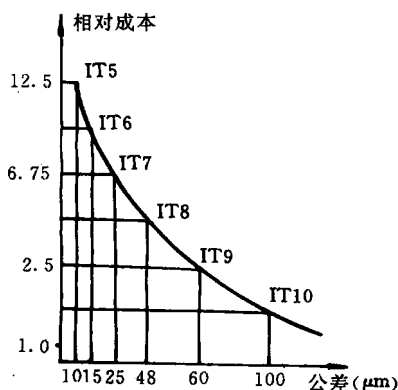


图 1-13 公差等级与相对成本的关系

用于高精度的测量工具,IT3~IT5 用于特别精密的配合,IT5~IT10 用于较重要的配合及一般的配合,IT11~IT18 用于不重要的配合、无配合关系的结合、粗糙联接等。

【例题】已知一对相配合的孔与轴的配合代号为 $\phi 60H8(\frac{+0.046}{0})/f7(\frac{-0.030}{-0.060})$ 。试指出其尺寸、偏差、公差、配合等有关概念,并画出公差带图。

【解】

	孔(mm)	轴(mm)
1. 基本尺寸	60	60
2. 极限尺寸	$D_{\max}=60.046$ $D_{\min}=60.000$	$d_{\max}=59.970$ $d_{\min}=59.940$
3. 极限偏差	$ES=0.046$ $EI=0.000$	$es=-0.030$ $ei=-0.060$
4. 基本偏差	$H=0.000$	$f=-0.030$
5. 标准公差	$T_D=0.046$	$T_d=0.030$
6. 基准制	基孔制	
7. 配合性质	间隙配合	
8. 配合极限	$X_{\max}=ES-ei=0.106$ $X_{\min}=EI-es=0.030$	
9. 配合公差	$T_f=T_D+T_d=0.076$	

十一、形位公差

1. 形位公差的概念

在机械加工过程中,为了提高产品质量和保证互换性要求,除了限制尺寸误差以外,还应限制形状和位置误差。如图 1-14(a)中 $\phi 20f6-\frac{0.03}{0.03}$ 的轴要装进图 1-14(b)中的零件上的孔 $\phi 20H6-\frac{0.03}{0.03}$ 内。轴加工后的实际尺寸为 $\phi 19.982$,这个尺寸是在允许范围内,所以认为是合格的。但安装时轴装不进孔内,经检查发现轴加工弯了 0.04,如图 1-14(c)所示。

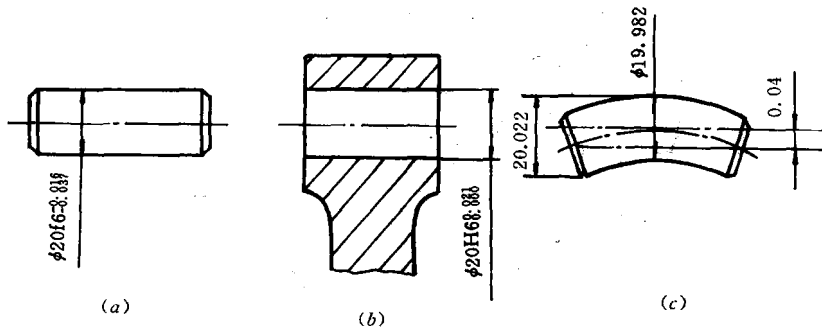


图 1-14 形位公差图例

这种由于加工误差造成轴的轴线弯曲,就是所谓的形状误差的一种情况。除此以外凡是零件上的几何要素,如轴线、平面、圆柱面、曲面等,在加工后被测实际要素对其理想要素的误差就是形状误差。而零件上两个或两个以上几何要素如点、线、面的相互位置,在加工后所形成的误差则属于位置误差。

形状和位置误差对机器、仪器、仪表、量具和刀具等各种机械产品的工作精度、联接强度、运动平稳性、密封性、耐磨性、使用寿命和噪声大小等均有较大的影响。因此为了限制这两种误差,国家标准规定了形状误差和位置误差的最大允许值——形状公差和位置公差(简称为形位公差),其项目和符号如表 1-1 所示。

表 1-1 形位公差的项目和符号

公差 分类	形 状 公 差						位 置 公 差							
	平 面 形		圆 形		轮 廓		定 向			定 位			跳 动	
项 目	直 线 度	平 面 度	圆 度	圆 柱 度	线 轮 廓 度	面 轮 廓 度	平 行 度	垂 直 度	倾 斜 度	同 轴 度	对 称 度	位 置 度	圆 跳 动	全 跳 动
符 号	—	□	○	⊙	⌒	⌒	//	⊥	∠	⊙	≡	⊕	↗	↗

2. 形位公差代号及标注

如图 1-15 所示是形位公差在零件图上的标注。形位公差框格分为两格或多格。左起一格为形位公差项目的符号,第二格是相应的形位公差值,以后各格为表示基准代号的字母。框格