



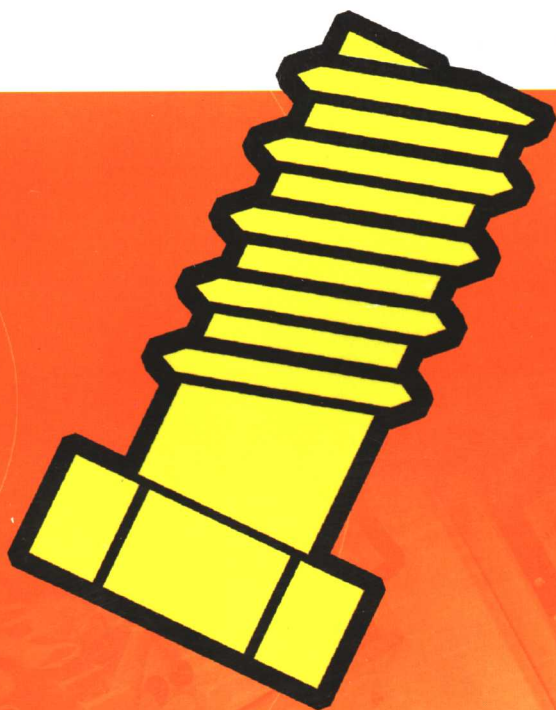
职业院校教改规划教材

JIXIEJIAGONG
JIXIE
JIXIEJIA

机械加工实习指导



马来焕 主编



陕西人民教育出版社

职业院校教改规划教材

机械加工实习指导

主 编 马来焕

副主编 刘公信 宋学锋 贺致锁 冯小敏
张 静 袁卫东

陕西人民教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械加工实习指导/马来焕主编. —西安: 陕西人民教育出版社, 2006. 9

ISBN 7-5419-9705-6

I. 机… II. 马… III. 机械加工—实习—职业教育—教学参考资料 IV. TG506-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 112616 号

机械加工实习指导

马来焕 主编

陕西人民教育出版社出版发行

(西安市长安南路 181 号 邮政编码: 710061)

各地新华书店经销 五二三振兴印刷厂印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 17.5 印张 426 千字

2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 7-5419-9705-6/TG·19

定价: 32.00 元

前 言

本教材是根据教育部对职业教育机械类各专业指导性教学大纲编写而成,适用于高职高专、普通中专、职业中专、职业高中、技工学校及企业短期培训等。在教材编写中,本教材坚持理论和实践相结合,淡化理论,注重实操能力。在编写思路及风格上,一是力求做到系统性。教材内容由浅入深,包括职业教育机械类专业各项实习内容,各实习篇目之间既相互独立,有相互呼应,使学校在安排实习时可前后变化,灵活性强。二是通俗性。教材在语言表述上追求通俗易懂,多采用图示,使学生一看就懂,适合自学。三是实用性。本教材每个实习都由若干个课题组成,并配有指导性实习课时安排,使实习指导教师能方便地安排实习计划,并使用本教材给学生讲课,讲练结合;每课题后面配有思考题,使学生带着问题去学,既能取得良好的实习效果,又能为学生考取中级工职业资格证书打下良好的基础。

本教材共分六篇十二章,第一篇是机械加工实习的基础知识,包括金属材料、公差与配合、形位公差、常用量具等内容。作为各实习的通用部分,可结合各实习讲解相关内容,不安排单独实习时间。第二篇是热工实习,内容包括铸工、锻工、焊工和热处理。第三篇是钳工实习,内容包括钳工划线、錾削、锯削、锉削、钻孔、攻丝等。第四篇是车工实习,包括车工教学实习及车工强化实习。第五篇是轮换工种实习,内容包括铣工、磨工和刨工。第六篇是数控加工实习,包括数控加工教学实习和数控加工强化实习。

本书由宝鸡职业技术学院马来焕主编,刘公信、宋学峰、贺致锁、冯小敏、张静、袁卫东为副主编,全书由刘公信、贺致锁统稿、主审。

在本书编写过程中,参考了大量的文献资料,借鉴了诸多同行的宝贵经验,同时,也得到了宝鸡职业技术学院领导及有关部门的大力支持,在此一并表示感谢。由于编者水平有限,对于书中出现的疏漏及不足之处,恳请同行专家及使用本书的广大读者批评指正。

编者

2006年8月15日

目 录

前 言	(1)
-----------	-----

第一篇 机械加工实习的基本知识

第一章 机械加工的基本知识	(1)
课题一 金属材料	(1)
课题二 公差与配合简介	(3)
课题三 形位公差简介	(7)
课题四 常用量具	(10)

第二篇 热加工实习

第二章 铸造实习	(16)
课题一 铸造的生产过程及型砂、芯砂的配制	(16)
课题二 砂型和砂芯的制造方法	(18)
课题三 熔炼、浇注、落砂、清理和热处理	(22)
第三章 锻造实习	(25)
课题一 坯料的加热和锻件的冷却	(25)
课题二 自由锻的基本操作	(27)
第四章 焊接实习	(32)
课题一 手工电弧焊	(32)
课题二 气焊与气割	(37)
第五章 热处理实习	(43)
课题一 钢的整体热处理	(43)
课题二 钢的表面处理	(46)

第三篇 钳工实习

第六章 钳工实习	(48)
课题一 钳工实习概述	(48)

课题二	钳工划线	(50)
课题三	銼削	(53)
课题四	锯削	(56)
课题五	锉削	(59)
课题六	钻孔、扩孔和铰孔	(63)
课题七	攻螺纹和套螺纹	(68)
课题八	刮削	(71)
课题九	综合练习	(74)

第四篇 车工实习

第七章	车工教学实习	(77)
课题一	车床的组成及操作	(77)
课题二	车刀的刃磨及安装	(81)
课题三	车外圆、端面、台阶面和钻中心孔	(88)
课题四	车槽与切断	(92)
课题五	孔加工	(94)
课题六	车圆锥面	(100)
课题七	车螺纹	(104)
第八章	车工强化实习	(110)
课题一	车削加工各种装夹方法	(110)
课题二	车轴类零件	(120)
课题三	车套类零件	(126)
课题四	车螺纹类零件	(133)
课题五	典型零件加工	(143)

第五篇 轮换工种实习

第九章	铣工实习	(159)
课题一	铣床的组成及操作	(159)
课题二	铣平面、平行面、垂直面和斜面	(166)
课题三	切断与铣槽	(170)
课题四	分度头及分度类零件加工	(173)
第十章	磨工和刨工实习	(179)
课题一	磨床的组成及操作	(179)
课题二	砂轮的平衡和修整	(183)
课题三	磨外圆柱面和圆锥面	(188)
课题四	平面磨削	(192)

课题五	刨床的组成及操作	(195)
课题六	平面刨削	(200)

第六篇 数控加工实习

第十一章	数控教学实习	(205)
课题一	数控车床概述	(205)
课题二	数控车床的编程	(210)
课题三	数控车床基本操作	(221)
课题四	数控铣床概述	(230)
课题五	数控铣床的编程	(234)
课题六	数控铣床基本操作	(242)
第十二章	数控强化实习	(248)
课题一	数控车综合训练	(248)
课题二	数控铣综合训练	(254)
课题三	数控设备的维护	(264)

第一篇 机械加工实习的基本知识

第一章 机械加工的基本知识

课题一 金属材料

金属材料是目前机械制造中使用最广泛的工程材料,正确地选用金属材料,可以满足使用要求,提高零件加工精度,节约生产成本,达到最佳的技术经济效益。

一、金属材料力学性能

金属材料的力学性能是指金属材料在各种载荷作用下所表现出来的特性,也是设计和选材的主要依据,它包括:强度、塑性、硬度和韧性等。

1. 强度 金属材料现在静载荷作用下抵抗塑性变形或断裂的能力。强度大小通过应力(N/mm^2)表示。强度可分为抗拉强度、抗剪强度、抗压强度、抗弯强度和抗扭强度五种。一般情况下,多以抗拉强度作为判别金属强度高低的指标。强度越高,材料的抗拉强度越好。

2. 塑性 塑性是指金属材料在断裂前发生塑性变形的能力。它常用金属材料拉断后的伸长率和端面收缩率 δ 来表示。伸长率和端面收缩率越大,表示材料塑性越好。

3. 硬度 硬度是指金属材料抵抗塑性变形、压痕或划痕的能力。材料的硬度值越大,说明材料的硬度越好。

4. 冲击韧性 金属材料抵抗冲击载荷而不破坏的能力。

5. 疲劳强度 许多机器零件,如轴、齿轮、轴承等,在工作过程中所承受的交变应力超越材料本身的抗屈服极限时,把此值称为疲劳强度。

二、金属材料的分类

金属材料通常分为黑色金属和有色金属两大类。钢铁是黑色金属,主要由铁和以铁为基的合金组成。如钢、铸铁和合金等。钢铁以外的金属称为有色金属。如:铜及其合金、铝及其合金等。

三、常用的金属材料牌号、性能和用途

1. 铸铁

铸铁主要由铁、碳和硅组成,并含有锰、磷、硫等杂质元素的铁碳合金。根据碳存在的形式,分为:

(1) 白口铸铁 碳以游离碳化物的形式析出的铸铁。断口呈银白色,硬度高,脆性大,难以切削加工,主要用于炼钢原料,可锻铸铁的毛坯。如轧辊、犁铧及球磨机的磨球等。

(2) 灰口铸铁 碳主要以石墨形式析出的铸铁。断口呈灰色,灰铸铁的抗拉强度较低,塑

性、韧性差,但具有良好的铸造性能、切削加工性能较好,减摩、减震性好。因而,被广泛用于机床床身、机座和箱体等。常用的牌号有 HT200、HT150 等。

表 1—1 灰铸铁的牌号及应用

牌 号	抗拉强度	应用举例
HT100	100	适用于负荷小、对摩擦、磨损无特殊要求的零件。如支架、手轮等
HT150	150	适用于承受中等负荷的零件。如刀架、底座、齿轮箱、轴承座等
HT200	200	适用于承受较大负荷的零件。如机床床身、汽车缸体、联轴器、液压缸、齿轮等
HT250	250	
HT300	300	适用于承受高负荷的重要零件。如齿轮、大型发动机曲轴、缸体、缸套、液压缸阀体、泵等
HT350	350	

(3) 球墨铸铁 球墨铸铁是铁水在浇注前进行了球化处理,石墨大部分成球状的铸铁。其性能优于灰口铸铁,主要用来制造机床零件、轴瓦、柴油机的曲轴、拖拉机减速齿轮、蜗轮、蜗杆等。常用的牌号有 QT700-2 等。

(4) 可锻铸铁 可锻铸铁是将白口铸铁通过石墨化或氧化脱碳退火处理后具有较高韧性的铸铁。主要用于制造汽车后桥、外壳、活塞环等。常用的牌号有 KTH300 等。

2. 碳钢

碳素钢是 $WC \leq 2.11\%$ 铁碳合金。碳钢的分类方法很多,常见的分类有以下几类:

(1) 按钢中含碳量的分类

① 低碳钢 $WC < 0.25\%$ 的碳素钢。其强度低、塑性、韧性好,易于成形,常用于制造受力不大的结构和零件,如螺栓钢筋等。

② 中碳钢 $0.25\% \leq WC \leq 0.60\%$ 。强度较高,有一定的塑性、韧性,常用于比较重要的配合零件制造,如齿轮、传动轴、连杆等,最常用的中碳钢有 45 钢等。

③ 高碳钢 $WC > 0.60\%$ 。因含碳量较高,热处理后可达到很高的硬度和强度,可用来制造一些工具等,如锉刀、锯子弹簧等,常用的牌号有 T9 ~ T12。

(2) 按钢的质量等级分为

① 普通钢 $WS \geq 0.045\%$ 、 $WP \geq 0.045\%$ 。其特点是塑性、韧性较好,而强度、硬度较低。常用于制造销子、螺钉和一般型材等。如 10、15、20 钢。

② 优质钢 指钢中磷、硫的含量在 $WS \leq 0.020\%$ 、 $P \leq 0.020\%$ 以内的钢。其具有良好的抗脆断性和冷成型性。主要用于机械类、工程类、冲压类零件。

③ 特殊钢 指 $WS \leq 0.020\%$ 、 $P \leq 0.020\%$ 。在生产过程中严格控制磷、硫的含量,达到很高的纯洁度和淬透性。主要用于中空钢、特殊易切钢等。

(3) 按钢的用途分类

① 碳素结构钢 主要用于制造机械零件和工程构件。一般属于低、中碳钢。

② 碳素工具钢 主要用于制造各种刀具、刃具、量具和模具。一般属于高碳钢。

3. 合金钢及其常用的牌号、应用

为了满足使用要求,改善钢的性能,在冶炼时加入了一定量的合金元素,把这种钢称为合金钢,合金钢主要用来制造承受较大负载和尺寸较大的重量零件。常用的有 Q345、40Cr、

W18Cr4V、YT14 和 YW1 等。

(1) 16Mn 为普通低合金钢,含碳 0.16%,含锰量小于 1.5%。强度较好。用于桥梁和车辆中的冲压件等。

(2) 20CrMnTi 属于合金渗碳钢。其合金元素含量小于 1.5%。对其进行渗碳、淬火后可获得表面硬、中心韧的良好性能,常用于制造受冲击的耐磨件,如汽车变速箱中的齿轮、传动轴等。

(3) 40Cr 属于合金调质钢,含铬小于 1.5%,热处理后可获得更好的综合力学性能,常用于制造重要的轴、连杆和连杆螺栓等。

(4) W18Cr4V 属于高合金工具钢,因其合金元素较多,硬度和耐磨性都很好,用于制造各种车刀、钻头、铣刀、拉刀和齿轮刀具等。

(5) GCr15,滚珠轴承钢,进行淬火加回火后,硬度大约为 62~64HRC。主要用于制造中、小轴承。

4. 有色金属

通常把除钢以外的其他金属材料称为有色金属。由于它具有许多独特的性能(如耐热及重量轻、或耐腐蚀等优点)故在生产中越来越多的被使用,常用的有铜、铝及其合金。

思考题

1. 常用的金属材料都有哪几类?
2. 低碳钢和高碳钢的性能特点是什么?
3. 常用的合金钢都有哪些类型? 其用途是什么?

课题二 公差与配合简介

任何一台机器,都是由若干零件不同的方式连接组合而成。在加工过程中,只要将零件的加工误差控制在一定范围内就能满足使用要求和加工经济性,这种允许零件尺寸的变动范围,称之为公差。而配合是指基本尺寸相同的孔和轴配合时所形成的公差带之间的关系。在实际生产中配合的实用性、合理性和经济性起着相当重要的作用。

一、有关尺寸简介

1. 基本尺寸 是指设计时给定的尺寸(孔— D 、轴— d)

设计时一般通过强度和刚性计算或机械结构等方面的因素综合考虑来给定基本尺寸。

2. 实际尺寸 通过测量所得的尺寸,测量位置、方向不同,实际尺寸也不同。

3. 极限尺寸 允许尺寸变化的两个界限值成为极限尺寸。其中有最大极限尺寸(孔— $D_{\max}$ 、轴— $d_{\max}$)和最小极限尺寸(孔— $D_{\min}$ 、轴— $d_{\min}$)。

限制极限尺寸的目的在于限制加工零件尺寸的变动范围,即实际尺寸大于最小极限尺寸而小于最大极限尺寸则该零件合格。

二、有关公差简介

1. 上偏差 最大极限尺寸减去基本尺寸所得的代数差为上偏差 ES 表示孔, es 表示轴。

$$ES = D_{\max} - D \quad D_{\max}、D \text{—孔的最大极限尺寸和基本尺寸}$$

$$es = d_{\max} - d \quad d_{\max}、d \text{—轴的最大极限尺寸和基本尺寸}$$

上偏差可正、可负、也可为零,在称注中用“+”或“-”来表示。

2. 下偏差 最小极限尺寸减去基本尺寸所得的代数差为下偏差。 EI 表示孔, ei 表示轴

$$EI = D_{\min} - D \quad D_{\min}、D \text{—孔的最小极限尺寸和基本尺寸}$$

$$ei = d_{\min} - d \quad d_{\min}、d \text{—轴的最小极限尺寸和基本尺寸}$$

下偏差可正、可负、也可为零,在标注上要表示出来

3. 公差 允许的尺寸变动量为公差 公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸代数差的绝对值,也等于上偏差与下偏差的代数差的绝对值。孔用 TD 表示,轴用 Td 表示。即:

$$TD = |D_{\max} - D_{\min}| = |ES - EI|$$

$$Td = |d_{\max} - d_{\min}| = |es - ei|$$

可以看出公差大于或等于零

例 1 孔 $\phi 35_7^{+0.012}$ $TD = 0.023\text{mm}$

求下偏差

解: $TD = ES - EI$

下偏差 $EI = ES - TD$

$$= 0.012 - 0.023$$

$$= -0.011\text{mm}$$

表示为: $\phi 35_{-0.011}^{+0.012}$

例 2 轴 $\phi 70_{-0.068}^{+0.025}$

求公差 Td

解: $Td = |es - ei|$

$$= |0.025 - (-0.068)|$$

$$= 0.093$$

表示为 $Td = 0.093$

通过计算可以看出该零件例 1 的实际尺寸加工到 $34.989 \sim 35.012$ 范围内都为合格,而零件例 2 的实际尺寸加工到 $69.932 \sim 70.025$ 都为合格品,否则为废品。

三、有关配合简介

我国公差标准规定了三种常用配合:即间隙配合、过渡配合和过盈配合。

1. 间隙配合 具有间隙(或间隙为零)的配合。在装配过程中,孔的最大极限尺寸与轴的最小极限尺寸构成最大间隙,反之,形成最小间隙。在公差带位置关系图上,孔的公差带在轴之上且相离。

2. 过渡配合 可能具有间隙或过盈的配合。这种配合既有间隙存在也有过盈存在,故在公差带位置关系图上,孔和轴的公差带相交叠。

3. 过盈配合 具有过盈或过盈为零的配合。同样,在装配过程中,孔的最小极限尺寸与轴的最大极限尺寸构成最大过盈,反之,则构成最小过盈。在公差带位置关系图上,轴的公差带位于孔之上且相离。

四、公差与标准主要内容简介

1. 基准制

我国公差标准规定了两种基准制。

(1) 基孔制 指基本偏差为一定孔的公差带与不同基本偏差的轴的公差带所形成的公差带之间的关系。其中,基准孔用 H 表示,其公差带位于零线之上,且规定孔的下偏差为零。即 $EI=0$ 如图 1—1a 所示。

(2) 基轴制 指基本偏差为一定轴的公差带与不同基本偏差的孔的公差带所形成的公差带之间的关系。其中,基准轴用 h 表示,其公差带位于零线之下,且 $es=0$ 如图 1—1 所示。

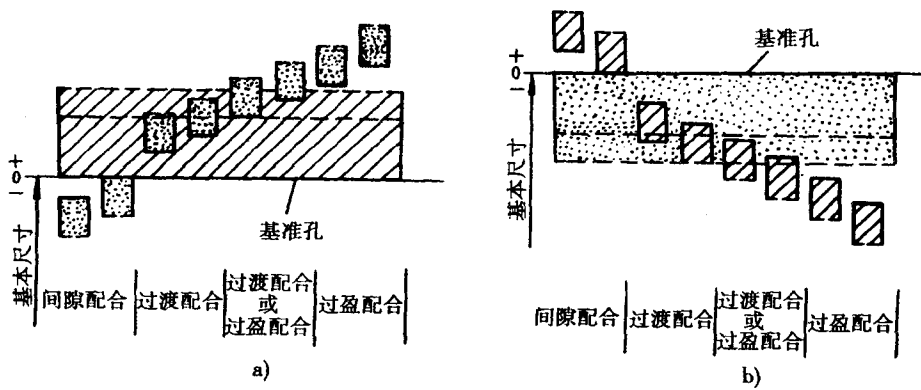


图 1—1 基准制
a) 基孔制 b) 基轴制

2. 公差等级

零件的不同部位的尺寸,其使用要求往往不相同,这种确定尺寸精确程度用公差等级来表示。公差标准把公差等级设置了 20 个,从 IT01、IT0、……直到 IT18,其中 IT01 最高,IT18 最低。在满足使用要求的前提下,尽可能选用较低的公差等级。

3. 基本偏差系列

基本偏差是确定公差带的位置参数,为了满足不同的配合要求,必须将孔和轴的公差带位置标准化,为此,对应不同的基本尺寸,标准对孔和轴各规定了 28 个公差带位置,分别由 28 个基本偏差来确定,如图 1—2 所示。

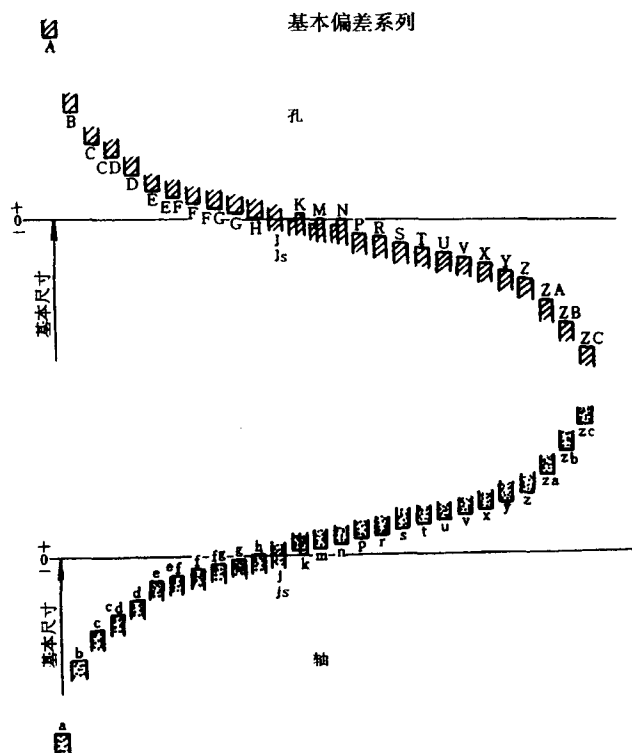


图 1—2 公差与配合标注

五、公差与配合图样标注如图 1—3

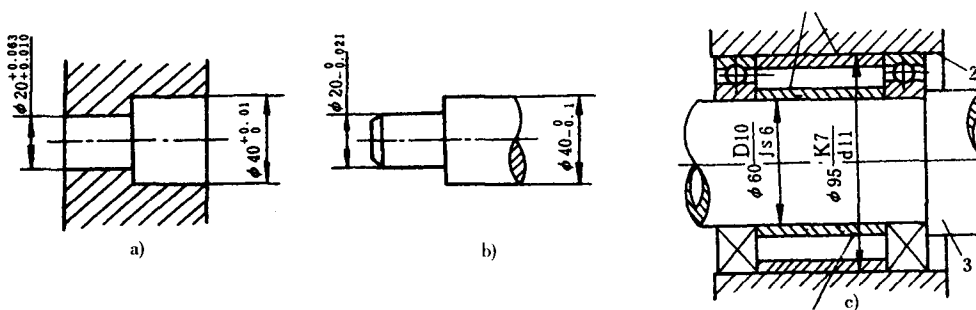


图 1—3 基本偏差

思考题

1. 什么是公差？它和偏差有什么区别？
2. 上偏差、下偏差和公差之间如何换算？
3. 什么是间隙配合、过盈配合和过渡配合？其特点是什么？

课题三 形位公差简介

形位公差分为形状公差和位置公差。在实际生产中,由于零件形状和位置上产生的误差会不同程度的影响装配和使用,故除了检验尺寸误差之外,还要进行对形位公差的检验,只有以上要素都合格,才能满足使用性能的需要。

一、形位公差的项目和符号

GB1182—80 规定形位公差共分为 14 项,各项的名称和符号如表 1—2 所示。

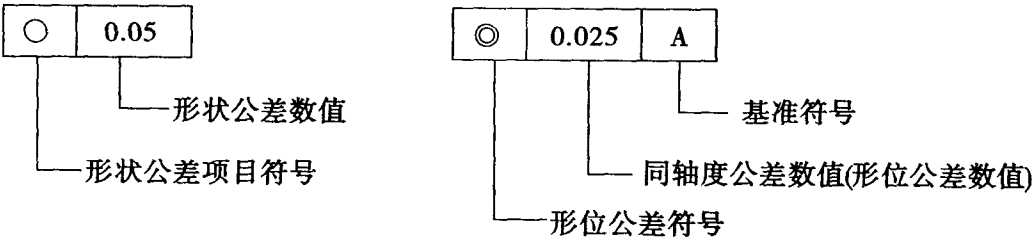
表 1—2 形状、位置公差项目和符号

分 类	项 目	符 号	分 类	项 目	符 号
形状公差	直线度		位置公差	定向公差	平行度
	平面度				垂直度
	圆 度				倾斜度
	圆柱度			定位公差	同轴度
	线轮廓度				对称度
	面轮廓度				位置度
				跳动公差	圆跳动
					全跳动

二、常用形位公差及其标注方法

在技术图样中,形位公差用代号标注的,其代号包括有关项目的符号、形位公差框格和指引线、形位公差数值和基准符号。形位公差框格分成两格或多格,在图样中应水平或垂直地绘制,其线型为细实线。形位公差框格从左向右填写,第一格填写形位公差项目符号,第二格填写公差数值和有关符号,第三格填写基准代号和有关符号。

例:



当实际的形位公差小于图样上形位公差时,即为合格。

1. 形状公差

常用的形状公差有:

(1) 直线度 直线度是指被测直线偏离理想直线形状的程度。标注如图 1—4 所示。

(2) 平面度 平面度是指被测平面偏离理想平面的程度。平面度的标注如图 1—5 所示。

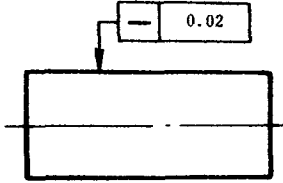


图 1—4 直线度及标注

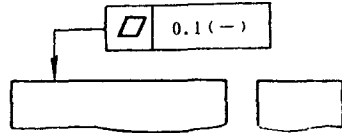


图 1—5 平面度及标注

(3) 圆度 圆度被测圆柱面或圆锥面在正截面上的实际轮廓偏离理想形状的程度,如图 1—6 所示。

(4) 圆柱度 圆柱度公差是指被测圆柱面相对于理想圆柱面所允许的变动量,如图 1—7 所示。

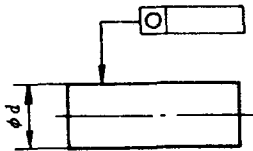


图 1—6 圆度及标注

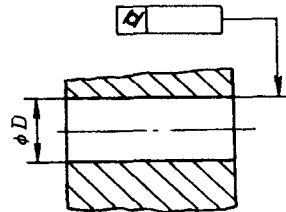


图 1—7 圆柱度及标注

2. 位置误差 常用的位置误差有:

(1) 平行度 平行度是指零件被测要素相对于基准反方向所偏离的程度。如图 1—8 所示。

(2) 垂直度 垂直度是指被测要素相对于基准要素在垂直方向上偏离的程度。垂直度的标注和公差带如图 1—9 所示。

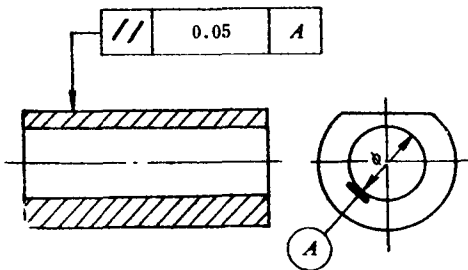


图 1—8 平行度及标注

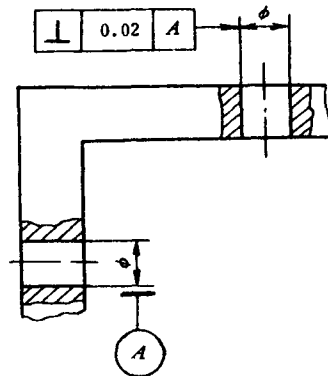


图 1—9 垂直度及标注

3. 同轴度 同轴度是指零件上被测轴线相对于基准轴线的偏离程度。其标注如图 1—10 所示。

4. 圆跳动 圆跳动是指被测圆柱面或端面的任意截面或直径处,在绕基准轴线回转一周时产生的轴向或径向的跳动程度。一般有径向跳动和端面跳动两种。如图 1—11 所示。

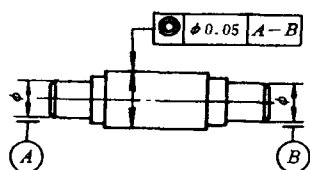


图 1—10 同轴度及标注

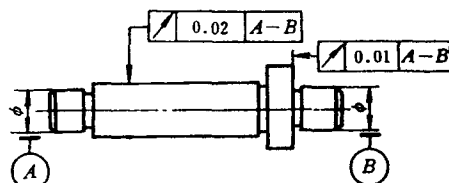


图 1—11 圆跳动及标注

5. 对称度 对称度是指被测要素相对于基准要素的不重合程度。一般应用在键槽上,标注方法如图 1—12 所示。

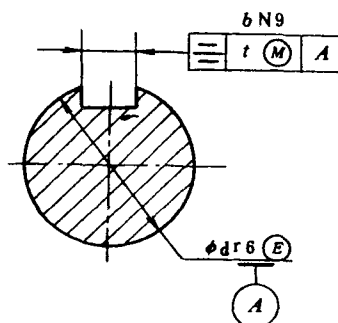


图 1—12 对称度标注及测量

三、表面粗糙度

1. 基本概念

零件被加工面上的微观不平度,称之为表面粗糙度。

表面粗糙度一般是由于刀具刀口形状、切削用量和切削变形等因素引起的。

表面粗糙度对零件的使用性能和寿命有很大影响。如:配合的稳定性、疲劳强度、摩擦、耐磨性等。

2. 表面粗糙度的评定参数

表面粗糙度的参数根据测量方法不同,可分为:轮廓算术平均偏差 R_a 、微观不平度十点高度 R_z 和轮廓最大高度 R_y 三种。其中 R_a 为最常用。

3. 表面粗糙度的标注

(1) 表面粗糙度的符号

(2) 表面粗糙度代号 在表面粗糙度符号的基础上,注上评定表面粗糙度的参数后就是表面粗糙度的代号。

(3) 表面粗糙度标注 表面粗糙度在图样上的标注一般指向轮廓或轮廓延长线,也可指向尺寸线或尺寸线延长线。

表面粗糙度符号、代号和图样标注,如图 1—13 所示。

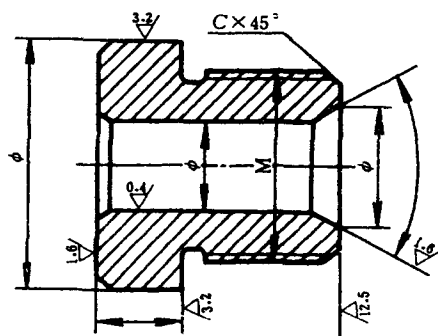


图 1—13 表面粗糙度标注

思考题

1. 什么叫形位公差？形位公差项目都有哪些？
2. 形位公差如何标注？自己给一组零件图上的形位公差作正确注释。

课题四 常用量具

先进的公差标准是实现互换性的基础。要完全保证互换性的实现,必要的检验是生产的重要手段。所以,机械加工精度的提高与否和测量器具的精确程度有密切的关系。测量器具分为量具、量规、量仪和测量装置。

一、常用的量具

常用量具有钢尺、卡钳、角尺、游标卡尺、外径千分尺、百分表和万能游标量角器等。

1. 钢直尺 钢直尺是采用不锈钢片制成的一种最简单的量具,如图 1—14。按测量的长度规格,钢直尺有 150 mm、200 mm、300 mm 及 500 mm 等,最常用的是 150 mm 和 300 mm 的钢直尺。钢直尺的测量精度一般只能达到 0.2 ~ 0.5 mm,主要用于测量精度要求不高的零件和毛坯尺寸,其使用方法如图 1—15 所示。

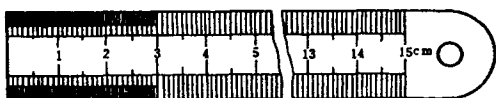


图 1—14 钢直尺

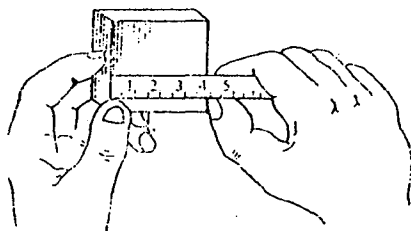


图 1—15 钢尺的使用方法

2. 卡钳 卡钳是一种间接测量工具,常与钢直尺或其他刻线量具配合使用,用于测量工件的外尺寸和内尺寸。卡钳分为外卡钳和内卡钳两种,如图 1—16。

卡钳在生产中应用非常广泛,主要用于测量精度要求不高的零件。其使用方法如图 1—17。

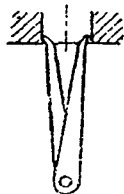


图 1—16 卡钳

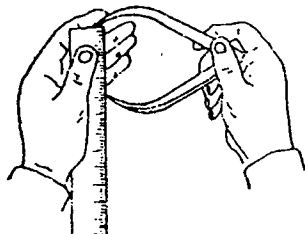
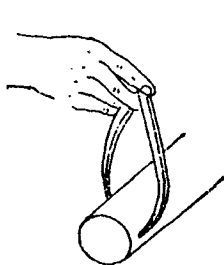


图 1—17 卡钳的使用方法