



专用于国家职业技能鉴定
国家职业资格培训教程


ZHUANYONGYU GUOJIA ZHIYE JINENG JIANDING • GUOJIA ZHIYE ZIGE PEIXUN JIAOCHENG

镗工

TANG GONG

(初级技能 中级技能 高级技能)

劳动和社会保障部 组织编写
中国就业培训技术指导中心

 中国劳动社会保障出版社



专用于国家职业技能鉴定
国家职业资格培训教程

ZHUANYONGYU GUOJIA ZHIYE JINENG JIANDING • GUOJIA ZHIYE ZIGE PEIXUN JIAOCHENG

钳工


(初级技能 中级技能 高级技能)

编审委员会

主任	陈宇				
副主任	陈李翔	张永麟			
委员	李玲	陈蕾	张伟	赵欢	
	王宝金	沈照炳	应志梁	顾力平	
	偶金华	吴荣柄	楼一光	孙彬年	

本书编审人员

主编	孙彬年		
编者	郝晓理	赵扬焕	

 中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

镗工: 初级技能 中级技能 高级技能/劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心
组织编写. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2004

国家职业资格培训教程

ISBN 7-5045-4675-5

I. 镗… II. 劳… III. 镗削-技术培训-教材 IV. TG53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 087238 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

新华书店经销

北京地质印刷厂印刷 北京京顺印刷有限公司装订

787毫米×1092毫米 16开本 20印张 495千字

2005年9月第1版 2005年9月第1次印刷

印数: 5000册

定价: 35.00元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

前 言

为推动镗工职业培训和职业技能鉴定工作的开展，在镗工从业人员中推行国家职业资格证书制度，劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心在完成《国家职业标准——镗工》（以下简称《标准》）制定工作的基础上，组织参加《标准》编写和审定的专家及其他有关专家，编写了《国家职业资格培训教程——镗工》（以下简称《教程》）。

《教程》紧贴《标准》，内容上，力求体现“以职业活动为导向，以职业技能为核心”的指导思想，突出职业培训特色；结构上，针对镗工职业活动的领域，按照模块化的方式，分初级、中级、高级、技师、高级技师5个级别进行编写的。《教程》的基础知识部分内容涵盖《标准》的“基本要求”；技能部分的章对应于《标准》的“职业功能”，节对应于《标准》的“工作内容”，节中阐述的内容对应于《标准》的“技能要求”和“相关知识”。

《国家职业资格培训教程——镗工（初级技能 中级技能 高级技能）》适用于对初级、中级、高级镗工的培训，是职业技能鉴定的指定辅导用书。

本书由孙彬年、赵扬焕、郝晓理（中国一拖集团有限公司）编写，孙彬年主编。

此外，上海柴油机股份有限公司的强瑞鑫、赵忠玉、邹其良、宋桂英、蒋庆丽、刘建农等专家也参与了教程编写的前期工作，特此表示感谢。

由于时间仓促，不足之处在所难免，欢迎读者提出宝贵意见和建议。

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心

目 录

第一部分 初级镗工工作技能

第一章 工艺准备	(1)
第一节 识读零件图	(1)
第二节 制定加工工艺	(9)
第三节 工件定位与夹紧	(14)
第四节 准备刀具	(23)
第五节 设备调整及维护保养	(31)
第二章 工件加工	(41)
第一节 镗削单孔	(41)
第二节 圆柱孔端面的加工	(49)
第三节 孔系的镗削加工	(51)
第四节 环形沟槽镗削加工	(60)
第三章 精度检验与误差分析	(63)
第一节 尺寸精度检验	(63)
第二节 形位公差的检测	(74)

第二部分 中级镗工工作技能

第四章 工艺准备	(82)
第一节 读图与绘图	(82)
第二节 制定加工工艺	(96)
第三节 工件定位与夹紧	(104)
第四节 准备刀具	(112)

第五节	设备调整及维护保养	(117)
第五章	工件加工	(129)
第一节	镗削单孔	(129)
第二节	镗削同轴孔系	(133)
第三节	镗削平行孔系	(136)
第四节	镗削相交孔和交叉孔	(139)
第五节	镗削沟槽	(141)
第六节	平面加工	(143)
第七节	加工箱体类工件	(149)
第八节	特殊镗削加工	(153)
第六章	精度检验与误差分析	(157)
第一节	尺寸精度检验	(157)
第二节	形位公差的检验	(162)
第三节	表面粗糙度比较法测量	(168)
第四节	镗削误差分析	(169)
第七章	数控镗床操作	(175)
第一节	数控加工工艺特点	(175)
第二节	数控加工程序的编制	(179)
第三节	数控镗铣床常用孔加工刀具	(188)
第四节	数控镗床的维护保养	(191)
第五节	数控镗床加工	(198)

第三部分 高级镗工工作技能

第八章	工艺准备	(204)
第一节	读图与绘图	(204)
第二节	制定加工工艺	(215)
第三节	工件定位与夹紧	(219)

第四节	刀具准备	(225)
第五节	设备调整及维护保养	(229)
第九章	工件加工	(233)
第一节	镗削单孔	(233)
第二节	镗削同轴孔系	(237)
第三节	镗削平行孔系	(240)
第四节	镗削相交孔系和交叉孔系	(243)
第五节	镗削沟槽	(247)
第六节	平面加工	(250)
第七节	大型精密箱体镗削	(253)
第八节	镗削加工特殊材料工件	(258)
第九节	特殊镗削加工	(261)
第十章	精度检验与误差分析	(264)
第一节	尺寸精度检验	(264)
第二节	位置公差检测	(274)
第三节	触针法测量表面粗糙度	(277)
第四节	箱体工件的综合检测	(280)
第五节	误差分析	(282)
第十一章	数控镗床操作	(284)
第一节	复杂箱体数控镗削工艺设计	(284)
第二节	数控加工手工编程	(290)
第三节	数控镗床的维护保养	(296)
第十二章	培训指导	(302)
第一节	技术理论培训	(302)
第二节	操作技能培训	(304)
参考文献		(308)

第一部分 初级镗工工作技能

第一章 工艺准备

第一节 识读零件图

一、识读简单零件工作图样

作为一名技术工人，必须学会识读零件图，根据零件图想象分析出零件的结构形状，了解零件的尺寸和技术要求，以便在镗削加工时采取相应的技术措施，使之达到图样上提出的各项技术要求。

1. 识读零件图的步骤

(1) 看标题栏

首先，要读零件图的标题栏，从中了解零件的名称、比例、材料等。通过这些了解，以便正确选用镗削加工的刀具、加工方法等，还可以从比例想象出零件的实际大小。

(2) 分析视图

读图时应先找出主视图，从主视图开始，通过投影关系寻找出其他各视图，然后看零件采用的是什么表达方法。通过投影关系找到各剖视、断面的剖切位置，局部视图和斜视图的投影方向箭头。最后分析主视图与其他各视图的表达重点。

(3) 分析形体

因为所有机器零件都可以近似看作是由若干个基本几何体（如长方体、六棱柱、正四棱锥台、圆柱、圆锥、圆锥台、圆球、圆环等）组合而成的，所以在读图时可以用形体组合的方法分析零件的结构形状，在搞清楚视图关系的基础上，根据图形特点，将零件分解成为几大部分。然后根据基本形体将各个部分的形状想象出来，再对各细小结构进行分析，最后将细小结构和几大部分综合起来想象出零件的整体形状。

(4) 识读零件尺寸

综合分析视图和形体，找出零件长、宽、高 3 个方向尺寸的主要基准，然后从基准出发，以结构形状分析为线索，了解各形体的定形尺寸和定位尺寸，弄清各个尺寸的作用。

视图和尺寸是从形状和大小两个方面来表达零件的，读图时应将视图、尺寸和形状结构三者结合起来进行分析。

(5) 了解技术要求

读图时应弄清楚零件表面粗糙度的要求、尺寸公差、形状公差、位置公差、热处理要求、表面修饰、检验以及物理、化学性能等方面的特殊要求。

按以上步骤来读零件图，然后综合起来就可得到零件形状及其加工、检验等方面的完整概念。

总之，看零件图的步骤可简单概括为：一看标题，二析视图，三想形状，四读尺寸，五识要求，最后综合。

以上步骤只是看图时要注意的几个方面，实际上识图时不必机械照搬，要前后联系，互相补充，突出重点进行分析。也可结合自己的工作经验，参照上述步骤进行，这样效果会更好些。

2. 简单零件工作图样的识读

(1) 识读支架零件图（如图 1—1 所示）

由标题栏可知，零件名称是“支架”，比例 1:2，材料是 HT200（灰铸铁）。零件图采用一个基本视图、一个“A 向”视图和一个移出断面。“A 向”斜视图反映支架右端倾斜部分的实形；移出断面反映了中间支承板的断面形状；主视图采用局部剖的方法以表达零件左端的 $\phi 25H11$ 孔和 M6 螺纹孔，以及右端的 $\phi 13$ mm 通孔。左端主要部分的形状为圆筒，旁边还有一个 $\phi 12$ mm 的圆凸台。右端中间部分是一个半圆筒，半圆筒两边部分的实形由“A 向”视图反映。左、右两部分由中间的 T 形肋板连接。长度方向的尺寸基准是 $\phi 25H11$ 孔的轴线。图中有 3 个配合尺寸，它们是 50h6、 $\phi 40H7$ 、 $\phi 25H11$ ，这些都是重要尺寸，应给予足够重视。图中技术条件要求 $\phi 40H7$ 孔与相关零件同时加工，以便制造和装配。

(2) 识读减速箱箱体零件图（如图 1—2 所示）

由标题栏可知，零件名称是减速箱箱体，材料是灰铸铁，从比例得知实物比图大一倍，加工件数量为一件。

箱体采用了 3 个基本视图——主、俯、左视图。主视图采用半剖视图以表达箱体的内形。零件的主要形状为一上方开口的箱体，中间空腔部分用来放置一对蜗杆蜗轮副，前后箱壁上有 $\phi 52$ mm 孔，左右箱壁上也有 $\phi 52$ mm 孔，两者的轴线垂直交叉。4 个孔在箱壁的内、外壁上都有 $\phi 76$ mm 的凸台，凸台圆周上有均匀分布的 4 个螺纹孔。底板有圆角，圆角上有 4 个 $\phi 8$ mm 的孔，底板下面是 120 mm × 60 mm 的凹坑。箱体上面 4 个角有与箱盖相连的螺纹孔。高度方向的尺寸基准是底面；前后的对称面是宽度尺寸基准；左右的对称面是长度基准。两组 $\phi 52$ mm 孔的中心距 $63^{+0.025}_0$ mm 是一个在镗削时要保证的重要尺寸。

技术要求有 4 条，需注意。

二、公差与配合

1. 公差配合的基本概念

(1) 标准公差

国家标准中用表格列出的，用以确定公差带大小的任一公差称为标准公差，孔、轴基本偏差代号是 IT。

标准公差的大小与公差等级有关，公差等级是确定尺寸精确程度的等级，分别用数字 01、0、1、2、…、18 来表示。其中，IT01 级精度最高，依次降低，IT18 级精度最低。

(2) 基本偏差

标准中用表格列出的，用以确定公差带相对于零线位置的上偏差或下偏差中，一般靠近零线的那个偏差称为基本偏差。

国家标准中规定的孔、轴基本偏差各有 28 种，孔用大写拉丁字母表示，轴用小写拉丁字母表示。孔、轴基本偏差代号见表 1—1。

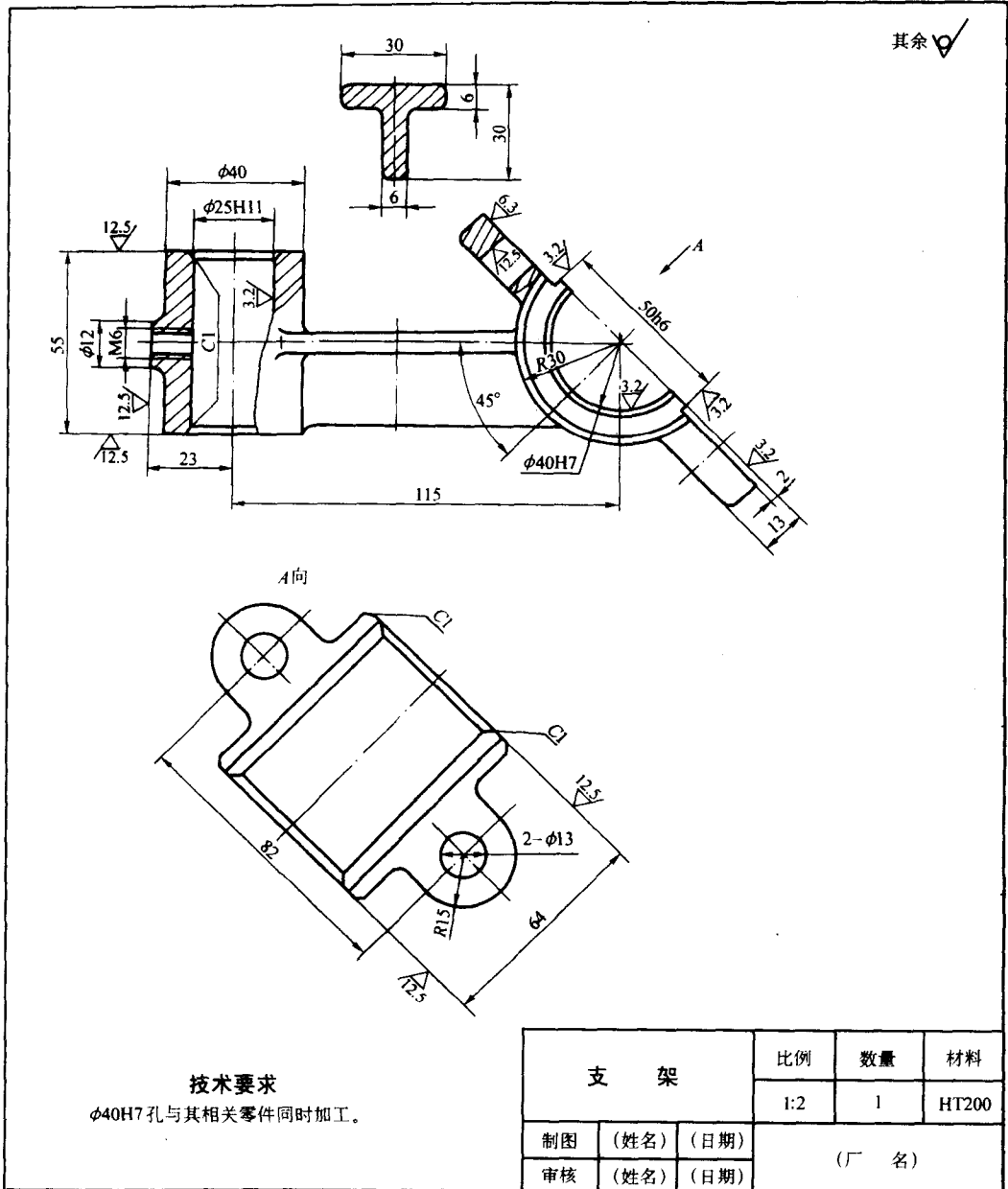


图 1—1 支架零件图

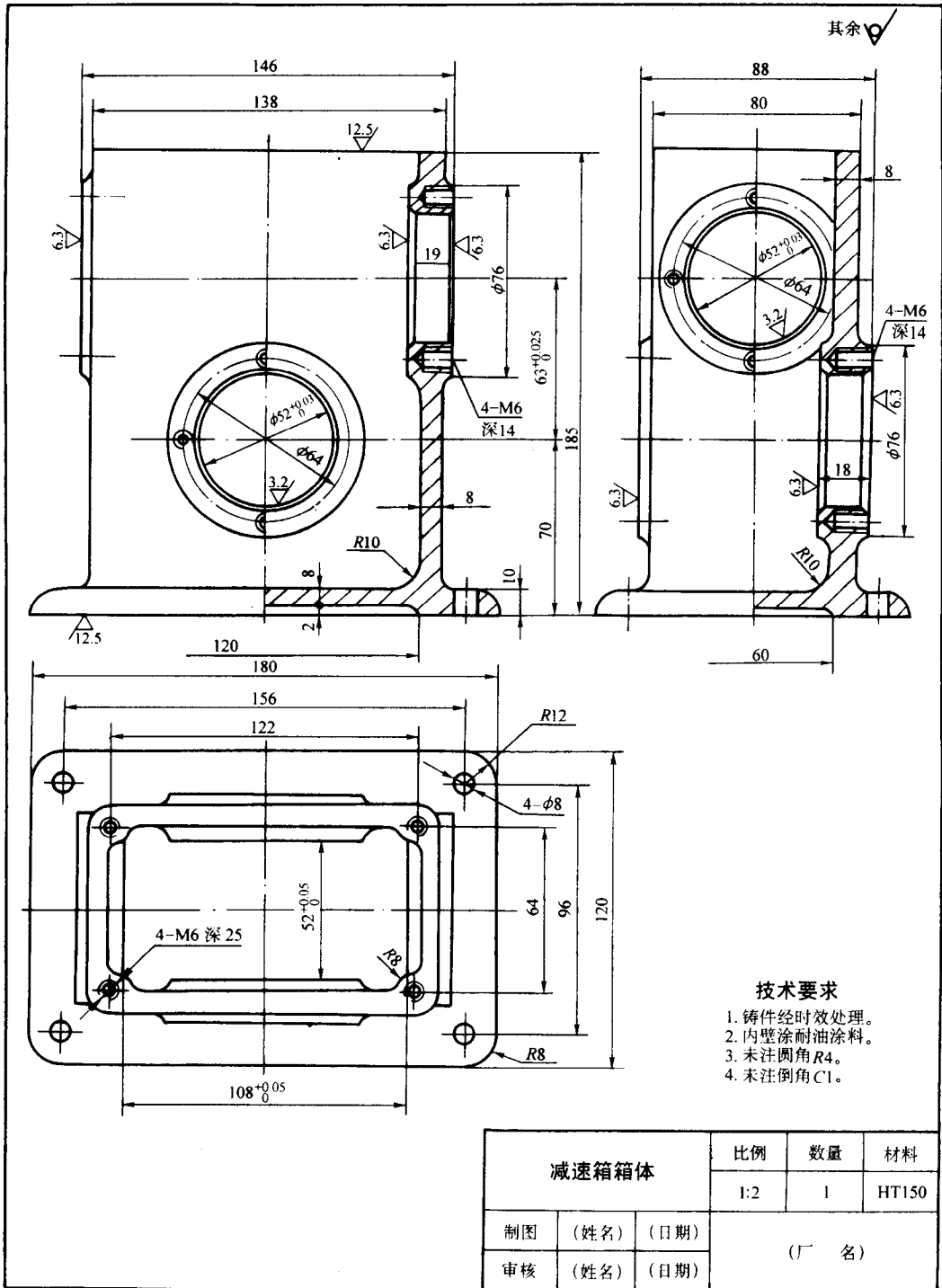


图 1—2 减速箱箱体零件图

表 1—1

孔、轴基本偏差代号

孔	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z			
	CD				EF	FG		JS															ZA	ZB
轴	a	b	c	d	e	f	g	h	j	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z			
	cd				ef	fg		js															za	zb

根据零件的基本尺寸、基本偏差代号和公差等级，从相关的孔或轴的基本偏差数值表（一般公差配合手册中都能找到）中就可查得其基本偏差值。例如，某轴为 $\phi 26b$ ，从基本偏差数值表中基本尺寸段为 24~30 mm 和基本偏差为 b 的横、竖行相交处，即可得基本偏差值为 $-160 \mu\text{m}$ 。

(3) 公差带代号

国家标准将公差带的大小和公差带的位置这两个要素分别用标准公差和基本偏差进行标准化。因此孔、轴公差带代号是由基本偏差代号与公差等级数字组成，并且用同样大小的字体书写。

例如，有一圆柱形孔 $\phi 50G7$ ，其中 $\phi 50$ 表示零件要素的基本尺寸，也就是圆柱孔的直径为 50 mm，G7 是孔的公差带代号，G 为孔的基本偏差代号，7 为公差等级代号。又如，有一轴 $\phi 10m6$ ，其中 $\phi 10$ 为基本尺寸，m6 为轴的公差带代号，m 指轴的基本偏差代号，6 指公差等级代号。

在图样上的公差带还可以用其他方法表示。例如，轴 $\phi 80g6$ 还可以表示为 $\phi 80_{-0.029}^{0}$ mm 和 $\phi 80g6$ ($_{-0.029}^{-0.010}$)。

(4) 基准制

国家标准规定配合有两种基准制，即基孔制和基轴制。

1) 基孔制 基本偏差为一定的孔的公差带，与不同基本偏差的轴的公差带形成各种配合的一种制度称为基孔制。

基孔制的孔为基准孔，国家标准规定的基准孔的下偏差为零，即公差带位于零线以上。基准孔的代号为 H。

2) 基轴制 基本偏差为一定的轴的公差带，与不同基本偏差的孔的公差带形成各种配合的一种制度称为基轴制。

基轴制的轴为基准轴，国家标准规定的基准轴的上偏差为零，即公差带位于零线以下。基准轴的代号为 h。

(5) 配合分类

国家标准中规定的配合有 3 类，即间隙配合、过渡配合和过盈配合。属于哪一种配合取决于孔、轴公差带的相互位置。

1) 间隙配合 在基孔制（或基轴制）中，a 到 h（或 A 到 H）用于间隙配合。配合间隙依字母顺序从大到零。

2) 过渡配合和过盈配合 在基孔制（或基轴制）中，js 到 zc（或 JS 到 ZC）用于过渡配合和过盈配合。大多数尺寸段，js 到 n（基轴制 JS 到 N）用过渡配合，配合间隙依字母顺序依次减小，过盈量依次增大；p 到 zc（基轴制 P 到 ZC）用于过盈配合，过盈量依字母顺序从小依次增大。

3) 配合代号 配合代号在图样上是用孔、轴公差带的代号组合写成分数形式来表示的,分子为孔的公差带代号,分母为轴的公差带代号。

即:基本尺寸 $\frac{\text{孔公差带代号}}{\text{轴公差带代号}}$

如 $\phi 30 \frac{H7}{f6}$, $\phi 50 \frac{U8}{h8}$ 等,也可以写成 $\phi 30H7/f6$, $\phi 50U8/h8$ 。

4) 配合种类的识别 在配合代号中,只要有 H 的即为基孔制配合,有 h 的即为基轴制配合。然后按上述配合种类的划分,看非基准件的基本偏差代号属于哪一段,来确定其配合类别。

没有基准孔或基准轴的配合称为非基准制的混合配合。判别这种配合属于哪一类,可画出公差带图,按孔、轴公差带的相互位置来判断配合种类。

(6) 未注公差尺寸的极限偏差

有许多不作配合用或不重要的尺寸,图样上只注明基本尺寸,不加注上、下偏差,这种尺寸称为未注公差尺寸。

国家标准规定,未注公差尺寸可在 IT12~IT18 公差等级中任意选择。各企业可以按零件的功能要求和实际情况作出具体的规定。一般,孔用 H,轴用 h,长度用 $\pm \frac{1}{2}IT$ (js 或 JS)。

2. 典型零件公差配合特点

(1) 轴承座

轴承座为一个圆柱孔,它在整个机器零件中起着支承、定位和保持传动精度等重要作用,所以圆柱孔一般均有尺寸精度、形状精度、位置精度及表面粗糙度等方面的要求。

镗削是较精密的孔加工工序,镗床上加工的圆柱孔大多数是机器零件上的主要配合孔或支承孔,都有较高的尺寸精度要求。一般镗孔的尺寸精度控制在 IT7~IT8 之间;对于坐标镗床或金刚镗床上的加工,其尺寸精度可以控制在 IT6 公差等级之内。

(2) 箱体工件

箱体工件上的轴承孔是用来安装轴承的,平面是用作支承面或密封面的,它们的尺寸精度将直接影响产品的使用性能和寿命。轴承孔的尺寸误差和几何形状误差会造成轴承与孔的配合不良,特别是机床主轴承孔会影响主轴的旋转精度和端面圆跳动,直接影响机床的加工精度。

例如,轴承孔尺寸过大,轴承与轴承孔配合过松,会使传动轴回转中心不稳定,降低轴承的支承刚度,并易产生振动和噪声;若孔径过小,轴承与轴承孔配合过紧,轴承将因外环变形而不能正常运转,缩短了轴和轴承的使用寿命。

一般来说,主轴孔的尺寸精度要求为 IT6 公差等级,其余轴承孔的尺寸精度为 IT6~IT7 公差等级。

三、形状与位置公差

1. 形位公差代号

形位公差代号包括公差框格和指引线、公差有关项目的符号、公差数值及其他有关符号。如果是位置公差,还多一项基准代号。

形位公差框格为两格或多格(最多 5 格)。形状公差的框格只需 2 格,位置公差的框格

为3~5格。第一格是形位公差的项目符号；第二格是形位公差的数值及有关符号；第三格和以后各格是基准代号的字母及有关符号。

2. 常用的形位公差的基本概念

(1) 平行度

被测要素相对于基准在平行方向上所允许的变动全量称为平行度公差。它用于限制被测要素相对于基准不平行的程度。

(2) 垂直度

被测要素相对于基准在垂直方向上所允许的变动全量称为垂直度公差。它用于限制零件上被测要素相对于基准不垂直的程度。

(3) 同轴度

被测要素的实际轴线相对于基准轴线所允许的变动全量称为同轴度公差。它用于限制圆柱面轴线相对于基准轴线的不同轴程度。

(4) 圆度

回转体径向截面（即垂直于轴线的截面）上实际圆轮廓对理想圆所允许的变动全量称为圆度公差。它用于限制零件的圆柱面、圆锥面或球面径向截面轮廓的形状误差，还可以控制零件的椭圆度和棱圆度误差等。

(5) 圆柱度

实际圆柱面对理想圆柱面所允许的变动全量称为圆柱度误差。它用于限制圆柱表面的综合形状误差。

(6) 位置度

被测的点、线、面的实际位置对其理想位置所允许的变动全量称为位置度公差。该理想要素位置由基准和理论正确尺寸确定。它用于限制零件上被测要素的实际位置偏离其理想位置的程度。

3. 箱体类零件形位公差的特点

箱体类零件的形位公差主要有轴承孔的几何形状精度、轴承孔之间的相互位置精度、主要平面的形状精度和轴承孔与主要平面（或端面）的相互位置精度等。

(1) 轴承孔的几何形状精度

轴承孔的几何形状误差会造成轴承与孔的配合不良，特别是影响轴的旋转精度和端面圆跳动。机床主轴孔的形状位置精度，如圆度、圆柱度、孔与孔之间的同轴度、孔与端面的垂直度误差，都将直接影响主轴的旋转精度和端面圆跳动，进而影响机床的加工精度。

一般来说，箱体孔的几何形状精度应在轴承孔的尺寸公差范围内，要求高的轴承孔应不超过轴承孔尺寸公差的 $1/3 \sim 1/2$ 。

(2) 轴承孔之间的孔距尺寸精度和相互位置精度

箱体工件上的轴承孔一般都与齿轮啮合传动有关。支承相互啮合的齿轮传动的轴承孔之间要有一定的孔距尺寸精度和平行度要求。这些精度将影响齿轮啮合的精度，产生噪声和振动，甚至造成齿轮啮合时没有侧隙和咬死。一般轴线之间的平行度在轴线全长上取 $0.03 \sim 0.1 \text{ mm}$ 。

箱体工件上同轴孔系应有一定的同轴度要求。同轴孔系的同轴度超差，不仅会给箱体中轴的装配带来困难，而且会使轴的运转情况劣化，轴承磨损加剧，温度升高，影响机械设备

的正常运转和工作精度。一般同轴孔系的同轴度不应超过孔径尺寸公差的一半。

轴承孔中心线和轴承孔端面的垂直度误差，会使轴和轴承装配到箱体工件上后产生歪斜，造成旋转轴径向圆跳动和端面圆跳动加大，从而影响机械设备的工作性能。一般主轴轴线与主轴孔端面的垂直度要求为 $0.015\sim 0.025\text{ mm}$ ，其他传动轴为 $0.03\sim 0.05\text{ mm}$ 。

(3) 主要平面的形状精度和轴承孔与主要平面的相互位置精度

箱体工件上的主要平面有底平面、导向面、支承面、与其他部件的连接面等，它们多作为装配基准面或加工基准面，它们的加工质量直接影响机械设备总装配时的装配精度和接触刚度。因此，这些平面都有较高的平面度要求。如金属切削机床主轴箱箱体的主要装配基准面的平面度要求为 $0.05\sim 0.2\text{ mm}$ /在整个平面上；各平面间垂直度要求为 $0.1\text{ mm}/300\text{ mm}$ 。

箱体工件上主轴孔中心线与箱体装配基准面和导向面间要求相互平行，如不平行将会影响整台设备的工作性能。这项精度要求一般是在总装配时通过装配钳工刮削后达到的。为了减少刮削劳动量，需要镗工在镗削时达到一定的平行度要求。例如，C6150 车床主轴箱规定，镗削后主轴轴线对装配基准面的平行度要求为在全长上（650 mm）不超过 0.03 mm 。

四、表面粗糙度

1. 基本概念

(1) 表面粗糙度的实质

表面粗糙度是指加工表面上由较小间距和峰谷所组成的微观几何形状误差，一般是由所采用的加工方法和其他因素形成的。凡是波距小于 1 mm 的微观几何形状误差，都属于表面粗糙度的范围。

(2) 表面粗糙度对零件使用性能的影响

表面粗糙度虽然只是一些极微小的加工痕迹，但它与机器零件的配合性质、耐磨性和耐腐蚀性等均有密切的关系。

表面粗糙的零件，在间隙配合中，由于波峰和波谷较大，会加快磨损，使间隙增大，从而影响配合精度。在过盈配合中，粗糙表面的凸峰会被挤平，使实际过盈量减小，导致连接不牢固。表面粗糙，易产生应力集中。粗糙表面由于凹谷深度大，腐蚀物质易聚集存留，使零件表面锈蚀。

但并不是任何零件都要求表面粗糙度值越小越好。表面粗糙度值太小，会增加生产成本，在某些情况下，反而对产品性能不利。例如，会使装配零件容易发生松动，使摩擦离合器传递扭矩减小等。因此，应合理选择零件的表面粗糙度，以达到既能满足使用要求，又能使加工经济的目的。

2. 表面粗糙度的标注

表面粗糙度标注中的基本符号是由两条不等长且与被注表面投影轮廓线成 60° 倾斜的细直线组成，如图 1—3a 所示。

在基本符号上加一短划，如图 1—3b 所示，表示表面粗糙度是用去除材料的加工方法获得的，如车、铣、刨、钻、镗、电火花加工等。

在短划上方加注数字表示表面粗糙度高度参数的允许值（单位为 μm ），如图 1—3c 所示。

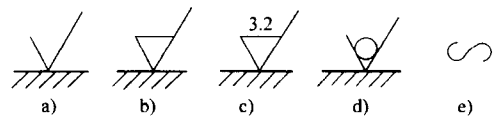


图 1—3 表面粗糙度符号

- a) 基本符号 b) 需要去除材料的表面
c) 表面粗糙度高度参数 d) 不除材料的表面
e) 需保持原供应状态的表面

在基本符号上加一小圆,如图 1—3d 所示,表示表面粗糙度是用不去除材料的加工方法获得的,如铸、锻、冲剪、热轧等。当需保持原供应状况的表面时,也可以用图 1—3e 所示的基本符号代替。

3. 镗削加工的表面粗糙度

一般镗孔的表面粗糙度应达到 $R_a0.4\sim1.6\mu\text{m}$ 。

对于箱体工件来说,表面粗糙度的大小将会影响连接面的配合性质和接触刚度。主轴孔是传递动力和保证机械设备精度最关键的部位,所以主轴孔的表面粗糙度值要求很小,一般应控制在 $R_a0.4\mu\text{m}$ 以内,其他支承孔的表面粗糙度值为 $R_a0.8\sim1.6\mu\text{m}$ 。装配基准面和定位基准面的表面粗糙度值为 $R_a0.8\sim1.6\mu\text{m}$,其他非主要面的表面粗糙度值为 $R_a3.2\sim6.3\mu\text{m}$ 。

第二节 制定加工工艺

一、机械加工工艺规程的基本概念

1. 机械加工工艺规程

要得到一个合格的零件,可以采用不同的机床、不同的加工方法和流程,即采用不同的机械加工工艺过程。但在一定的生产条件下,总有一种工艺过程是比较合理的,将这种较合理的工艺过程的各项内容写成工艺文件,就是机械加工工艺规程。

机械加工工艺规程一般由图表、卡片等组成,其中常用的有工艺过程卡片、工艺卡片及工序卡片 3 种。

(1) 工艺过程卡片

工艺过程卡片是按工序次序填写的表格,用以说明零件各工序的加工内容、加工设备、加工车间及各工序的先后次序。工艺过程卡片的内容比较简单,但从中能了解零件的工艺流程及加工方案,一般用于单件小批量生产。

(2) 工艺卡片

工艺卡片也是一种按工序次序填写的表格,但比工艺过程卡片要详细得多,其内容增加了加工尺寸、技术要求及装夹方法的文字说明,主要用于小批量及中批量生产。

(3) 工序卡片

在大批量生产中采用工序卡片,每一工序编制一张工序卡片,以工序图及文字说明各工序的具体加工内容,包括工件的定位及夹紧方法、加工尺寸及技术要求、所采用的机床及工艺装备等。

2. 机械加工工序的种类

根据加工时切去余量的多少及所达到的加工精度,机械加工可以分为以下几类工序:

(1) 粗加工工序

从工件上切去大部分加工余量,使其形状和尺寸接近成品要求的工序为粗加工工序。粗车、粗镗、粗铣、粗刨及钻孔都属于粗加工工序,其加工精度为 IT11 以下,表面粗糙度值

R_a 大于 $6.3 \mu\text{m}$ 。粗加工工序一般用作要求不高或非配合表面的最终加工，也可作为精加工的预加工。

(2) 精加工工序

从经过粗加工的工件表面切去较少的加工余量，使工件达到较高的加工精度及表面质量的工序为精加工工序。常见的精加工工序有精车、精镗、精铣、拉削、铰削及磨削等。如工件表面无特别高的要求，精加工工序常作为最终加工。

(3) 光整加工工序

光整加工工序是从经过精加工的工件表面上切去很少的加工余量，得到很高的加工精度及很小的表面粗糙度的加工工序。研磨、珩磨、超精加工及抛光等方法都属于光整加工。

二、简单零件的镗削加工工艺流程

1. 套类零件镗孔加工工艺流程

套类零件的镗孔加工绝大多数是安排在车床上完成的，在一次装夹中完成内孔和外圆的加工，能够有效地保证其同轴度要求。少量形状、结构特殊的套类零件也可以安排在镗床上加工。编制套类零件镗孔加工工艺流程时应注意以下几点：

(1) 镗孔的加工精度为 IT8~IT10，表面粗糙度为 $R_a 0.8 \sim 6.3 \mu\text{m}$ 。

(2) 由于镗杆或镗刀的尺寸受到被加工孔径的限制，一般刚度较差，容易产生弯曲和扭转振动，从而影响内孔的加工精度和表面粗糙度。

(3) 与扩孔和铰孔相比，镗孔的生产效率较低。

(4) 采用万能或标准刀具加工，生产成本低，故一般用于单件小批量生产。

套类零件镗孔加工工艺流程通常有以下两种方案：

第一种方案：粗镗→半精镗→粗磨→精磨。此方案适用于经过淬火的钢件。对于未淬火的钢件及铸铁，虽也能采用，但生产效率较低。

第二种方案：粗镗→半精镗→精镗。此方案多用于毛坯上铸出或锻出的孔，孔径不宜太小，否则会因镗杆太细而影响加工质量。

2. 箱体类零件镗削加工工艺流程

(1) 箱体类零件加工工艺过程分析

在制定工艺流程前，先要对工件进行工艺过程分析。箱体类零件的工艺过程具有以下要点：

1) 定位基准的选择 由于箱体类零件由平面和孔系组成，对尺寸精度、形状精度、位置精度都有较高的要求，加工过程中要经过多次装夹，所以在编制工艺流程中必须选用统一基准。

2) 加工顺序的安排

①人工时效工序的安排。一般毛坯铸造后立即进行人工时效。加工过程中将工件在粗加工后、精加工前放置一段时间，以消除加工应力，或在粗加工后进行人工时效处理。

②粗、精加工分开。先粗加工、后精加工。粗、精加工安排在不同的机床上完成。

③先加工平面，后加工轴孔。

④先加工重要孔，后加工次要孔。

(2) 箱体类零件镗削加工工艺流程