



车工

高级

张应龙 主编



化学工业出版社



车工

高级

张应龙 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书主要讲述了高级车工必备的机械加工机械制图及工艺规程基本知识、产品质量控制知识、刀具知识、夹具知识、车床结构与原理知识、车床维护保养与故障排除方法等方面的相关知识；讲述了在普通车床上车削深孔零件、偏心零件、多线蜗杆、箱体孔类零件，在数控车床上运用多重复合循环指令程序车削加工带有二维圆弧曲面零件的方法，并简要讲述了 SIEMENS 802S/C 系统的面板功能和操作过程。

本书以企事业单位中具有初中文化以上的高级车工为主要对象，可作为企事业单位中车工工种的培训教材，也可作为相关专业院校教材，并可作为广大工程技术人员的学习、参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

车工：高级/张应龙主编. —北京：化学工业出版社，
2011.3

ISBN 978-7-122-10407-6

I. 车… II. 张… III. 车削-技术培训-教材 IV. TG51

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 007807 号

责任编辑：李玉晖

文字编辑：余纪军

责任校对：蒋 宇

装帧设计：尹琳琳

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 装：三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 13¼ 字数 338 千字 2011 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：29.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本书首先介绍了高级车工必备的机械制图、工艺规程、精度检验、车削误差分析等方面的基本知识,可转位机夹式车刀、群钻、深孔加工刀具及刀具磨损、刀具寿命等刀具方面的知识,车床夹具定位误差的分析与计算,组合夹具、液压高速动力卡盘、液压自动定心中心架等车削夹具方面的知识;然后介绍了四方回转刀架、六角回转刀架、盘形自动回转刀架、排式刀架等数控刀架方面的知识,并进一步介绍了识读普通车床主轴箱、进给箱装配图的方法,普通车床常见机械故障及排除方法,数控车床的定期维护保养、常见故障诊断及排除方法、液压原理及常用液压元件等方面的知识;在上述基础上,详细介绍了在普通车床上车削深孔零件、偏心零件、多线蜗杆、箱体孔类零件的方法;最后介绍了在数控车床上如何运用多重复合循环指令编写带有二维圆弧曲面的较复杂零件的程序并进行车削加工的方法,并简要介绍了 SIEMENS 802S/C 系统的面板功能和操作过程。

本书由张应龙担任主编和统稿工作,顾佩兰高级工程师、张松生高级技师、冯伟玲技师、倪敏祥技师、陈雪峰和肖克霞等同志参加了有关章节的编写工作。在编写过程中,参阅了有关教材、资料和文献,在此对有关专家、学者和作者表示衷心感谢。

在本书的编写过程中,江苏大学李金伴教授、马伟民高级工程师、王大明技师给予了精心的指导和热情的帮助,提出了许多宝贵的意见,全书由江苏大学葛福才高级工程师担任主审,在此谨向他们表示衷心感谢。

本书以企事业单位中具有初中文化以上的高级车工为主要对象,内容丰富、深入浅出、通俗易懂、密切联系实际,可作为企事业单位中车工工种的培训教材,也可作为中职、高职院校车工工种学生的教材,并可作为广大工程技术人员的学习、参考用书。

由于编者水平所限,编写时间比较仓促,书中缺点和错误在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2010 年 11 月

目 录

第 1 章 机械加工工艺基本知识	1
1.1 零件工作图与加工工艺卡	1
1.1.1 复杂畸形零件图的画法	1
1.1.2 简单零件轴测图的画法	4
1.1.3 简单零件加工工艺卡的绘制	9
1.1.4 精密零件的机械加工工艺过程卡的制订	12
1.1.5 大型回转体零件机械加工工艺过程卡的制订	16
1.2 零件加工精度及检验	17
1.2.1 尺寸精度及其检验	18
1.2.2 形状精度及其检验	18
1.3 车削误差的种类及产生原因	20
1.3.1 加工原理误差	20
1.3.2 工艺系统的几何误差	20
1.3.3 工艺系统受力变形对加工精度的影响	23
1.3.4 工艺系统热变形对加工精度的影响	25
1.3.5 工件内应力对加工精度的影响	26
复习思考题	27
第 2 章 车削刀具与车床夹具	30
2.1 车削刀具	30
2.1.1 机夹式可转位车刀	30
2.1.2 群钻	36
2.1.3 深孔加工刀具	37
2.2 刀具磨损与刀具寿命	46
2.2.1 刀具寿命的概念及刀具磨损的形式	46
2.2.2 刀具磨损的原因	48
2.2.3 刀具的磨损过程	49
2.2.4 刀具的磨钝标准	49
2.2.5 刀具的非正常破损	50
2.2.6 提高刀具耐用度和延长刀具寿命的方法	50
2.3 车床夹具	55
2.3.1 车床夹具定位误差的分析与计算	55
2.3.2 组合夹具	59
2.3.3 液压高速动力卡盘	62
2.3.4 液压自动定心中心架	63

复习思考题	66
第3章 车床	67
3.1 普通车床主轴箱、进给箱的结构	67
3.1.1 识读车床主轴箱、进给箱装配图的方法	67
3.1.2 普通车床主轴箱的结构	70
3.1.3 普通车床进给箱的结构	72
3.2 数控刀架	73
3.2.1 四方回转刀架	74
3.2.2 六角回转刀架	75
3.2.3 盘形自动回转刀架	76
3.2.4 排式刀架	76
3.3 普通车床常见机械故障及排除	78
3.3.1 造成机械故障的原因	78
3.3.2 常见的机械故障类型及排除方法	78
3.3.3 其他机械故障现象	80
3.3.4 零件加工质量问题	81
3.4 数控车床的定期维护保养	84
3.4.1 数控车床维护保养内容和要求	84
3.4.2 机械结构日常维护	85
3.4.3 电气控制系统日常维护	86
3.5 数控车床常见故障诊断及排除	87
3.5.1 数控车床故障的类型	87
3.5.2 数控车床故障诊断与维修的一般方法	88
3.5.3 数控车床操作常见错误	90
3.5.4 数控车床常见故障的处理	93
3.6 数控车床液压原理及常用液压元件	93
3.6.1 数控车床的液压系统	93
3.6.2 数控车床常用的液压元件	95
复习思考题	100
第4章 深孔零件的加工	101
4.1 深孔加工的特点	101
4.2 利用内排屑深孔钻加工零件	101
4.2.1 内排屑深孔钻对加工系统的要求	101
4.2.2 切削用量的合理选择	102
4.2.3 提高加工精度的措施	103
4.3 利用镗刀和铰刀车削深孔零件	103
4.3.1 深孔镗削的特点	103
4.3.2 深孔镗削的分类	104
4.3.3 深孔镗刀结构	105
4.3.4 深孔铰削的特点及分类	106
4.3.5 深孔铰刀的结构	106

4.3.6	浮动铰刀	108
4.3.7	深孔镗、铰削用量	108
4.4	深孔零件的滚压加工	110
4.4.1	滚压加工的特点	110
4.4.2	滚压机理	110
4.4.3	滚压工具与滚压方式	111
4.4.4	滚压加工工艺	112
4.5	深孔工件的车削方法	114
4.5.1	深孔加工的基准选择	114
4.5.2	深孔加工工艺路线的拟订	115
4.5.3	深孔加工余量的选择	117
4.6	典型深孔零件加工工艺	118
4.6.1	抽油泵长缸套深孔加工	118
4.6.2	液压缸体精密深孔加工工艺	119
4.7	深孔工件的测量方法	120
4.7.1	深孔孔径尺寸精度检测	121
4.7.2	深孔直线度误差的检测	122
4.7.3	深孔圆度误差的检测	124
4.7.4	深孔表面粗糙度的检测	125
复习思考题		125
第5章 偏心零件的车削加工		126
5.1	三拐曲轴的车削加工	126
5.1.1	三拐曲轴的结构和技术要求	126
5.1.2	曲轴的装夹	126
5.1.3	提高曲轴加工刚度的方法	128
5.1.4	曲轴车刀的刀体结构与安装	129
5.1.5	多拐曲轴的车削方法	130
5.1.6	曲轴的测量	131
5.1.7	多拐曲轴车削实例	133
5.2	三偏心孔的加工方法	140
复习思考题		142
第6章 多线蜗杆的加工		143
6.1	多线蜗杆的加工特点	143
6.2	蜗杆各部分尺寸计算	144
6.3	车多线蜗杆时交换齿轮的计算	145
6.4	车多线蜗杆的车削方法	148
6.4.1	多线蜗杆的分线方法	148
6.4.2	多线蜗杆螺纹车刀	150
6.4.3	多线蜗杆的车削方法	152
6.5	多线蜗杆的测量	154
6.6	加工实例	157

6.7 容易产生问题及注意事项	160
复习思考题	160
第7章 箱体孔的加工	162
7.1 箱体类零件的功用及结构特点	162
7.2 箱体孔零件的车削方法	163
7.2.1 箱体类零件的主要技术要求	163
7.2.2 拟定箱体孔类零件机械加工工艺规程时的基本原则	164
7.2.3 刀具和切削用量的选择	165
7.3 箱体孔零件的测量方法	165
7.4 加工实例	167
7.4.1 立体交错孔的车削	167
7.4.2 与回转轴线垂直且偏心孔的车削	169
7.4.3 两半箱体同心孔的车削	169
7.5 容易产生问题及注意事项	174
复习思考题	175
第8章 复杂零件数控编程与加工	176
8.1 复杂零件的工艺特点	176
8.1.1 编程数学处理	176
8.1.2 复杂零件的刀具选择	179
8.2 复杂类零件编程指令	182
8.2.1 数控车床多重复合循环指令	182
8.2.2 编程实例	187
8.3 SIEMENS 802S/C 系统的操作	189
8.3.1 面板及功能	189
8.3.2 操作过程	194
复习思考题	202
参考文献	203

第 1 章 机械加工工艺基本知识

1.1 零件工作图与加工工艺卡

1.1.1 复杂畸形零件图的画法

(1) 多线蜗杆 如图 1-1 所示，为一多线蜗杆的零件图，绘图比例为 1 : 2。该轴材料为 45 钢，零件最大直径为 $\phi 90_{-0.054}^0$ mm，长度为 630 mm。由图 1-1 右上角表中可知，该蜗杆的头数 $z_1=3$ ，为三线蜗杆，模数 $m_x=6$ ，压力角 $\alpha=20^\circ$ ，蜗杆齿廓代号为 ZN，为法向直廓蜗杆，ZN 蜗杆是用直线刀刃的单刀或双刀在车床上车削加工成的；这种蜗杆磨削起来也比较困难，螺纹旋向为右旋；精度等级为 8f (GB/T 10089—1988)。绘图时，在图的右上角用表格形式给出啮合特性表，在表中给出蜗杆的主要参数、精度等级和检验项目等。

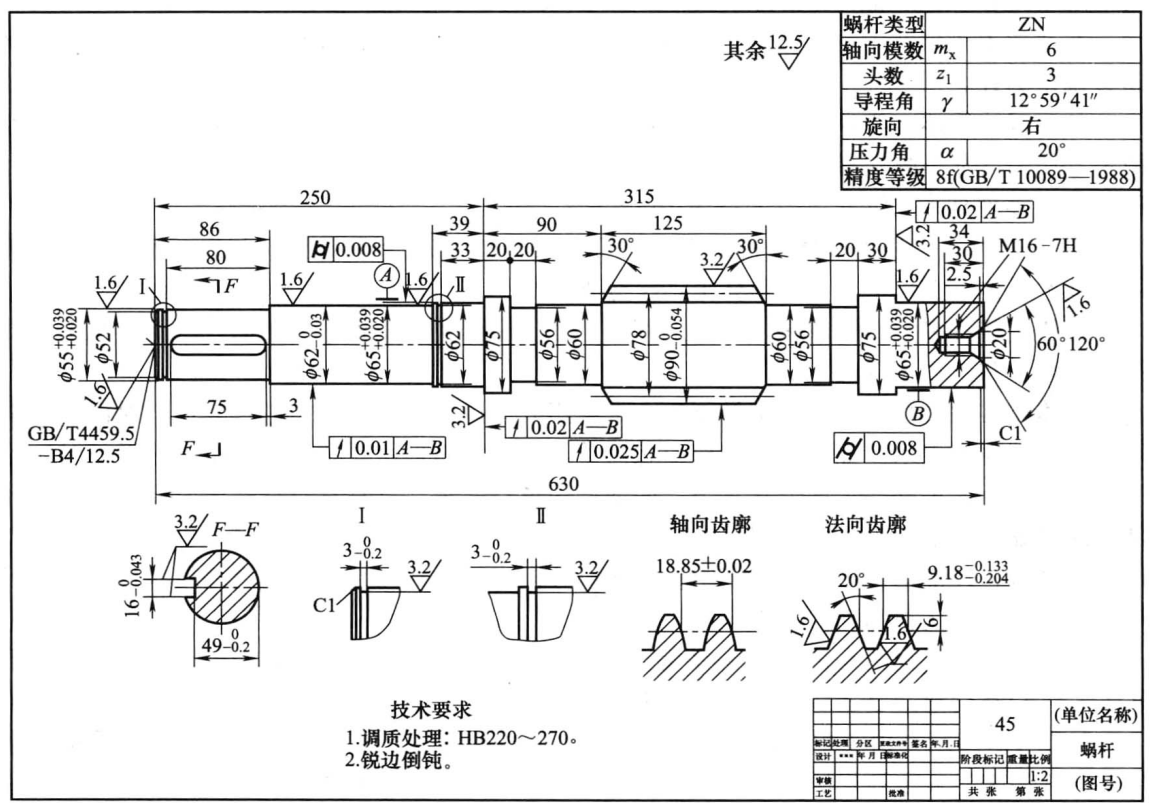


图 1-1 三线蜗杆零件图

由图 1-1 可知，该零件采用一个主视图、一个移出断面图、两个局部放大图、两个局部剖视图来表达。主视图按加工位置水平放置，表达该轴是由 9 段直径不同并在同一轴线的回

转体组成。采用 $F-F$ 移出断面图表达 $\phi 55_{+0.020}^{+0.039}$ 轴上 16mm 键槽的形状结构, 两个局部放大图表达轴用挡圈沟槽的结构和尺寸, 两个局部剖视图表达 $\phi 90_{-0.054}^0$ 轴上蜗杆齿形部分的形状结构和尺寸公差。

从图 1-1 中可知, 标注有极限偏差数值的外圆尺寸, 从左至右分别为 $\phi 55_{+0.020}^{+0.039}$ 、 $\phi 62_{-0.03}^0$ 、 $\phi 65_{+0.020}^{+0.039}$ 、 $\phi 90_{-0.054}^0$ 、 $\phi 65_{+0.020}^{+0.039}$, 都是保证配合质量的尺寸, 均有一定的公差要求, 在标注公称直径尺寸的同时分别注出上下偏差值。在图的合适位置标注出其余未注公差的直径尺寸。

两中心孔的护锥以及 $\phi 55_{+0.020}^{+0.039}$ 、 $\phi 62_{-0.03}^0$ 、2- $\phi 65_{+0.020}^{+0.039}$ 轴颈的表面粗糙度值均为 $R_a 1.6$, 蜗杆的齿顶圆及齿面、16mm 键槽的两工作面、 $\phi 55_{+0.020}^{+0.039}$ 轴颈和左端 $\phi 65_{+0.020}^{+0.039}$ 轴颈上两轴用挡圈沟槽的底部以及左端 $\phi 75$ 轴颈的左端面、右端 $\phi 75$ 轴颈的右端面等处的表面粗糙度值均为 $R_a 3.2$, 未注表面粗糙度值为 $R_a 12.5$, 在图的右上角用相应的表面粗糙度符号标出。

左端 $\phi 65_{+0.020}^{+0.039}$ 轴肩的右端面为该轴长度方向尺寸的主要基准, $\phi 55_{+0.020}^{+0.039}$ 轴肩的右端面、右端 $\phi 65_{+0.020}^{+0.039}$ 轴肩的左端面为该轴长度方向尺寸的辅助基准, 分别标出两辅助基准与主要基准之间的定位尺寸 $250-86=164\text{mm}$ 和 315mm 。以这三个端面为基准标出全部轴向尺寸。

该蜗杆以两 $\phi 65_{+0.020}^{+0.039}$ 轴颈的共同轴线 $A-B$ 为该轴径向尺寸的主要基准, 分别标出 $\phi 62_{-0.03}^0$ 外圆面、蜗杆的齿顶圆和 2- $\phi 65_{+0.020}^{+0.039}$ 轴肩的端面对共同轴线 $A-B$ 的径向跳动公差要求。左轴端钻有 B 型中心孔, 带保护锥, 规格为 B4/12.5; 右轴端钻有 C 型中心孔, 带螺紋, 规格为 CM16, 螺紋等级为 7H。

在“技术要求”中, 注出该零件材料要进行调质处理, 调质硬度为 HB250; 并提醒操作者锐角倒钝。

(2) 减速箱体 箱体类零件多为铸造件, 一般可起支撑、容纳、定位和密封等作用。如图 1-2 所示, 为一减速箱底座的零件图, 绘图比例为 1:5。该轴材料为灰铸铁, 牌号为 HT200, 零件外形尺寸长×宽×高为 $233 \times 104 \times 80$ 。

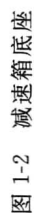
① 表达方案 根据形体分析的方法, 可以将箱体大致分成底板、外壳、套筒和肋板等四个基本形体。在以上各基本形体上, 又分别具有一些凸台、通孔、圆槽等要素。

箱体类零件多数经过较多工序制造而成, 各工序的加工位置不尽相同, 因而主视图主要按形状特征和工作位置确定。

箱体类零件结构形状一般都较复杂, 常需用 3 个以上的基本视图进行表达。对内部结构形状采用剖视图表示。如果外部结构形状简单, 内部结构形状复杂, 且具有对称平面时, 可采用半剖视; 如果外部结构形状复杂, 内部结构形状简单, 且具有对称平面时, 可采用局部剖视或用虚线表示; 如果外、内部结构形状都较复杂, 且投影并不重叠时, 也可采用局部剖视; 重叠时, 外部结构形状和内部结构形状应分别表达; 对局部的外、内部结构形状可采用局部视图、局部剖视和断面来表示。

箱体类零件的视图一般投影关系复杂, 常会出现截交线和相贯线; 由于它们是铸件毛坯, 所以经常会遇到过渡线, 要认真分析。

如图 1-2 所示, 由于主视图不对称, 在采用向视图表达外部形状特征的同时, 采用 6 个局部剖视图表达 6 个孔形结构的相对位置、内部形状和尺寸。俯视图采用向视图, 主要表达结合面的形状及其面上孔的分布情况, 也反映了内部矩形槽和两半圆柱孔的形状和位置。左视图上采用阶梯剖 $A-A$, 既表达两半圆柱孔及其上沟槽的结构与尺寸, 又表达了内部矩形槽在高度和宽度方向上的结构与尺寸, 还表达了下部底板和壳体的形状和厚度。采用以上 3



个视图,已将箱体的主要结构表达清楚了。对于箱体上的一些细部结构,又采用1个局部剖视图和1个局部放大剖视图进行补充表达,局部剖视图B—B表达了头部壳体的结构和结合面背面的结构,局部放大剖视图的放大倍数为5:1,表达了半圆柱孔上沟槽的内部结构和表面粗糙度。

② 尺寸标注 箱体类零件的长度方向、宽度方向、高度方向的基准主要采用孔的中心线、轴线、对称平面和较大的加工平面。箱体类零件的定位尺寸较多,各孔中心线(或轴线)间的距离一定要直接标注出来。

如图1-2所示,在主视图上标注出减速箱的高度为80mm,下部底板的长度为179mm,两端凸台的长度为45mm,高度为3mm,两半圆柱孔的相对位置为 70 ± 0.06 mm,大半圆柱孔距右端的距离为97mm。分别标注出各孔的结构尺寸和位置尺寸,并标注出筋的厚度为6mm。最后注出各加工面的表面粗糙度值。

在俯视图上标注出结合面的长度尺寸233mm和宽度尺寸100mm,注出各孔的相对位置关系尺寸,并标注出结合面的4角圆弧R23,下部底板4角圆弧R15,两圆柱孔轴线平行度 $\phi 0.05$ mm的形位公差要求。

在A—A阶梯剖视图上标注出下部底板的宽度104mm,高度为12mm;注出两圆柱孔的长度104mm,两圆柱孔的直径 $\phi 47 \pm 0.012$ mm和 $\phi 62 \pm 0.015$ mm,两圆柱孔的圆弧面和端面的表面粗糙度值 $R_a 1.6 \mu\text{m}$ 和 $R_a 6.3 \mu\text{m}$;标注出两圆柱孔上面 $3^{+0.1}_0$ mm宽的沟槽的直径尺寸 $\phi 56$ mm和 $\phi 70$ mm,两外侧圆弧的直径尺寸 $\phi 66$ mm和 $\phi 80$ mm。

在B—B局部剖视图上标注出矩形槽的内外4角圆弧值R6和R12,标注出结合面背面的结构尺寸。

③ 其他技术要求 箱体上一些细微地方的结构尺寸,在相应视图上要全部标注出来;不加工表面的表面粗糙度值,用不切削加工的表面粗糙度符号在图的右上角标注出来。

在“技术要求”中用文字注出未注圆角R3~R4;非加工表面的处理方式:涂腻子、砂光、喷淡绿色漆;为防止铸件在加工后因铸造应力变形,铸件要时效处理。

1.1.2 简单零件轴测图的画法

工程上一般采用正投影法绘制立体的多面投影图,它可以完全确定立体的形状、大小。因此,根据这种图样可以制造出所表示的零件。但是,多面正投影图缺乏立体感,要运用正投影原理对照几个投影,才能想象出零件的形状,缺乏制图知识的人不易读懂。轴测投影图是物体在平行投影下形成的单面投影,能同时反映物体长、宽、高三方向的形状,比多面正投影图形象生动,富有立体感。

对于车工来说,工作中有时需要绘制以回转体结构为主体的零件的轴测图,而回转体的轴测图是比较难绘制的,这主要是由于视觉的原因,在轴测图中物体的一些表面会发生形状变形,特别是平面图上的圆在轴测图中经常会变成非圆图形。

(1) 轴测投影图的形成和分类 要得到轴测图,可以有两种方法。

① 在不改变正投影的情况下,改变物体的位置,使物体的正面、侧面和顶面均与正投影面处于倾斜位置,如图1-3所示。

当物体的正面、侧面、顶面与正投影面的倾角都相同时,投影后所得到的图形,称为正等轴测投影图,简称正等测图。

当三个面中有二个与正投影面的倾角相同而另一个不同时,投影后所得到的图形,称为正二等轴测投影图,简称正二测图。

② 在不改变物体位置的情况下,改变投影方向,使投影线与正投影面成倾斜位置。

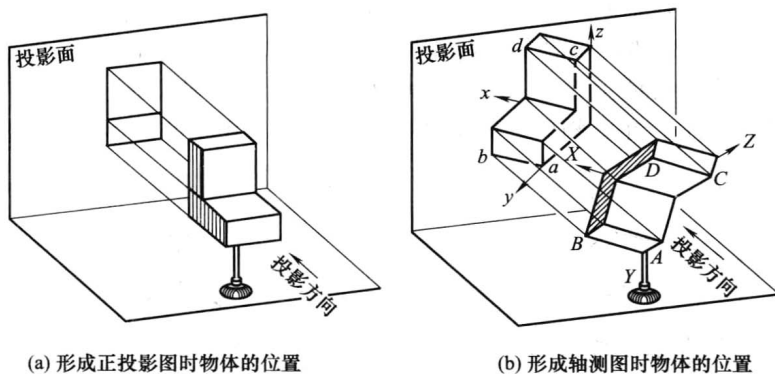


图 1-3 正等测图的形成

这时物体的正面仍平行于正投影面，但是投影线与正面不垂直，这样所得到的图形，叫做斜二等轴测投影图，简称斜二测图，如图 1-4 所示。

图 1-5 所示为同一物体分别用正等测、正二测和斜二测所画出的图形。

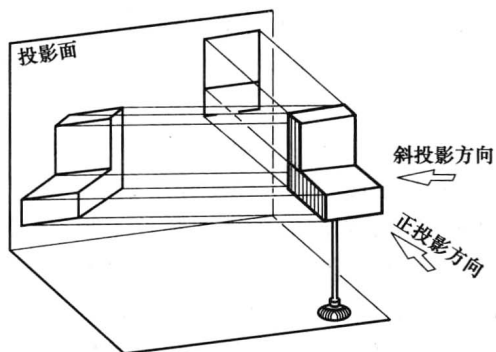


图 1-4 斜二测图的形成

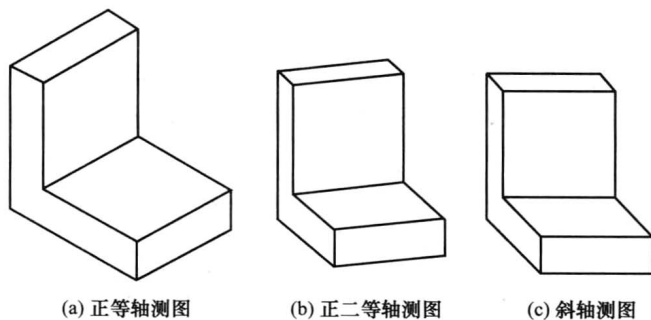


图 1-5 物体的各种轴测图

(2) 轴测图的重要特性 为了画图的方便，人们把代表物体上长、宽、高三个方向的线定为坐标轴，分别用 X 、 Y 、 Z 来表示。其中 X 轴代表长度方向， Y 轴代表宽度方向， Z 轴代表高度方向。这三个轴在空间相互成为 90° 角，三个轴的交点称为原点，用字母 O 来表示。在一般情况下，我们常选物体上一个棱角或对称中心作为原点。当选棱角作为原点时，则 X 、 Y 、 Z 三轴，分别与过该棱角的长、宽、高三方向的棱线重合。在轴测图上，坐标轴的投影，称为轴测轴，如图 1-6 所示。

轴测图有一个重要特性，就是物体上平行于某一坐标轴的直线，其在轴测图上的投影也

必与某坐标轴的投影(即轴测轴)平行。例如物体上棱线 AB 平行于 X 轴,在轴测图上它的投影 ab 也必平行于 X 轴,如图 1-3 (b) 所示。同理,物体上相互平行的直线,在轴测图上也必相互平行。例如物体上棱线 AB 与 CD 相互平行,在轴测图上 ab 与 cd 也必相互平行,如图 1-3 (b) 所示。在画物体的轴测图时,要经常利用这些基本性质。

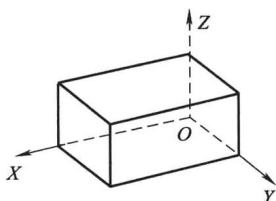


图 1-6 轴测轴与轴测图

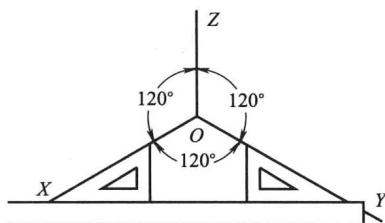


图 1-7 正等轴测图的轴测轴

(3) 轴测图的基本术语

① 轴间角 轴间角就是轴测轴之间的夹角。

在空间 X 、 Y 、 Z 三轴是相互成 90° 角的关系,但投影成轴测轴时,因三个轴与投影面均处于倾斜状态,因而产生变形。在正等轴测图上轴测轴互成 120° 的夹角,如图 1-7 所示。其中 Z 轴处于垂直位置,而 X 、 Y 轴分别与水平线成 30° 。手工绘图时,可以利用 30° 三角板画出。

② 轴向伸缩系数 坐标轴轴向线段的投影长度与实际长度的比值称为轴向伸缩系数。 X 、 Y 、 Z 三轴的轴向伸缩系数分别用 p 、 q 、 r 表示。

由于轴测图形成时,物体上各主要面对投影面都处于倾斜位置,因此各部分长度均产生变形,但是与 X 、 Y 、 Z 三轴平行的线段变形是有规律性的。

在等轴测图中,凡平行于轴的线段或距离,均较实长缩短了 0.82 倍,即 $p=q=r=0.82$ 。根据这个比例关系,就可以度量与轴相平行线段的尺寸。但为了作图方便,凡平行于轴的线段常不按比例缩小,仍照原尺寸画出,即 $p=q=r=1$ 。这样画出来的等轴测图,要比实物大了 $\frac{1}{0.82}=1.22$ 倍。

(4) 平行于坐标面的圆的正等轴测图画法 平行于坐标面的圆的正等轴测为椭圆。为了画图方便,圆的正等轴测图椭圆,也可采用四段圆弧连成的近似椭圆绘制,其画法和作图步骤如下(图 1-8)。

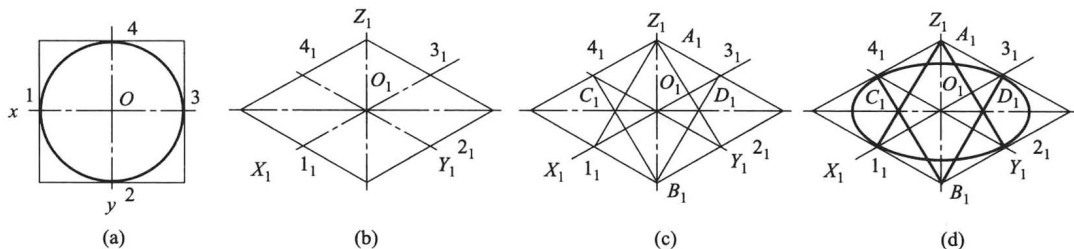


图 1-8 正等轴测图中椭圆的近似画法

① 通过圆心 O 作参考坐标系,并作圆的外切正方形,切点为 1、2、3、4,如图 1-8 (a) 所示。

② 作轴测轴和切点 1_1 、 2_1 、 3_1 、 4_1 ,通过这些点作外切正方形的轴测投影菱形,并作对角线,如图 1-8 (b) 所示。

③ 过 1_1 、 2_1 、 3_1 、 4_1 作各边的垂线，交得圆心 A_1 、 B_1 、 C_1 、 D_1 。 A_1 、 B_1 为短对角线的顶点， C_1 、 D_1 在长对角线上，如图 1-8 (c) 所示。

④ 分别以 A_1 、 B_1 为圆心， $A_1 1_1$ 为半径，作 $1_1 2_1$ 弧、 $3_1 4_1$ 弧；再分别以 C_1 、 D_1 为圆心， $C_1 1_1$ 为半径，作 $1_1 4_1$ 弧、 $2_1 3_1$ 弧，连成近似椭圆，如图 1-8 (d) 所示。

图 1-9 画出了立方体表面上三个内切的正等轴测图，它们都为椭圆。平行于各坐标面的圆的正等轴测图均可采用图 1-11 的方法绘制。

由图 1-9 可以得出正等轴测图上平行坐标面的圆的轴测投影——长轴的规律：长轴垂直于与圆所在平面相垂直的轴测轴，短轴则平行于与圆所在平面相垂直的轴测轴。如水平面上的圆的正等轴测椭圆的长轴垂直于 Z_1 、短轴则平行于 Z_1 。

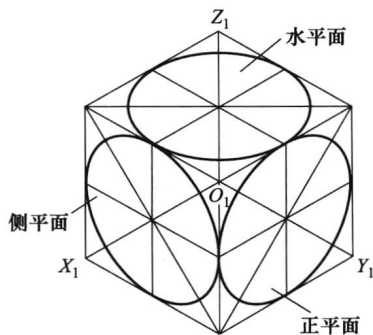


图 1-9 平行于坐标面圆的正等轴测图

用简化轴向伸缩系数画出的圆的正等轴测椭圆，其长轴长度等于圆直径的 1.22 倍，短轴长度等于圆直径的 0.7 倍。

(5) 轴类零件正等轴测图的画法

【例 1-1】 作出如图 1-10 所示圆柱的正等轴测图。

分析：因圆柱铅垂放置，其轴线为铅垂线。圆柱前后、左右对称。为了作图方便，选择其顶面中心为参考坐标系的原点。作图步骤为：

- ① 选定参考坐标系 $O-XYZ$ ，以圆柱顶面中心为 $O-XYZ$ 的原点。
- ② 画出正等轴测图轴测投影坐标系 $O_1-X_1Y_1Z_1$ 。
- ③ 画出顶面的轴测投影椭圆。
- ④ 按圆柱的高度确定出底面的中心，画出底面的投影椭圆。
- ⑤ 画出圆柱面的轮廓线，即平行于轴线且切于两椭圆的平行线。
- ⑥ 可见性判断。将看不见的线和作图线擦去，即得圆柱的轴测图。

(6) 圆锥零件正等轴测图的画法

【例 1-2】 作出如图 1-11 所示圆锥的正等轴测图。

分析：因圆锥铅垂放置，其轴线为铅垂线。为了作图方便，选择其底面中心为参考坐标系的原点。作图步骤为：

- ① 选定参考坐标系 $O-XYZ$ ，以圆锥底面中心为 $O-XYZ$ 的原点。
- ② 画出正等轴测图轴测投影坐标系 $O_1-X_1Y_1Z_1$ 。

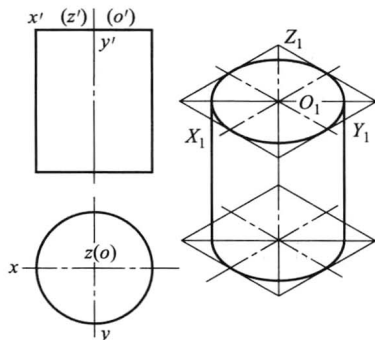


图 1-10 圆柱正等轴测图的画法

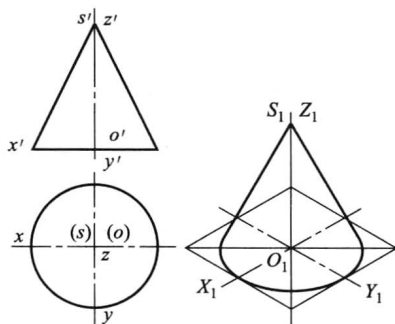


图 1-11 圆锥正等轴测图的画法

- ③ 画出底面的轴测投影椭圆。
- ④ 画出顶点 S 的轴测投影 S 。
- ⑤ 画出圆锥面的轮廓线, 即过锥 S_1 作椭圆的切线。
- ⑥ 可见性判断。将看不见的线和作图线擦去, 即得圆柱的轴测图。

(7) 套类零件正等轴测图的画法

【例 1-3】 作出图 1-12 所示轴套的正等轴测图。

分析: 因为轴套的轴线是铅垂线, 顶圆和底圆都是水平圆, 于是取顶圆的圆心为原点, 确定坐标轴。作图步骤如下。

- ① 选定参考坐标系 $O-XYZ$, 以顶圆的圆心为 $O-XYZ$ 的原点。
- ② 画出正等轴测图轴测投影坐标系 $O_1-X_1Y_1Z_1$, 画顶面的近似椭圆, 再把连接圆弧的圆心向下移 H , 作底面近似椭圆的可见部分。
- ③ 作与两个椭圆相切的圆柱面轴测投影的轮廓线及轴孔。
- ④ 由 L 定出 1_1 。由 1_1 定出 2_1 、 3_1 ; 由 2_1 、 3_1 定出 4_1 、 5_1 。再作出平行于轴测轴的诸轮廓线, 画全键槽, 如图 1-13 所示。

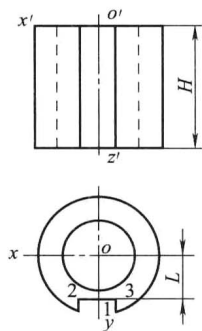


图 1-12 轴套的两面投影

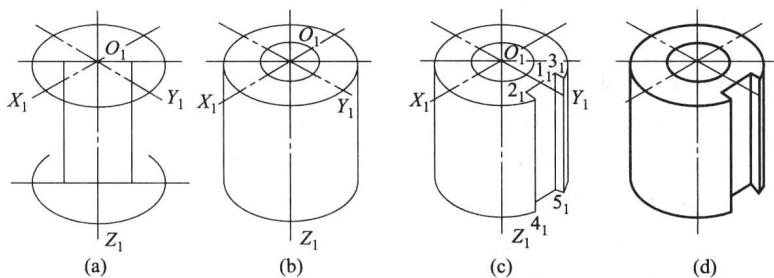


图 1-13 轴套的正等轴测图

(8) 套类零件轴测剖视图的画法 在轴测图上, 为了表示套类的内部形状, 可假想用剖切平面将零件的一部分剖去, 这种剖切后的轴测图称为轴测剖视图。

一般采用两个剖切平面沿坐标面方向切掉零件的四分之一将零件剖开, 如图 1-14 (a) 所示。尽量避免用一个剖切平面剖切整个零件, 如图 1-14 (b) 所示, 以及选择不正确的剖切位置, 如图 1-14 (c) 所示。

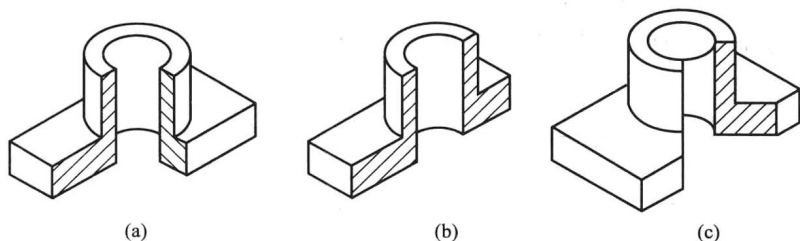


图 1-14 轴测剖视图的剖切方法

在轴测剖视图中, 应在被剖切平面切出的剖面区域内画出剖面线。平行各坐标面的剖面的剖面线的画法如图 1-15 所示。

轴测剖视图的具体画法有两种, 一是先画外形再取剖视, 如图 1-16 所示, 最后完成的轴测图, 不需要画出剖切平面。二是先画剖面形状, 后画外形, 如图 1-17 所示。

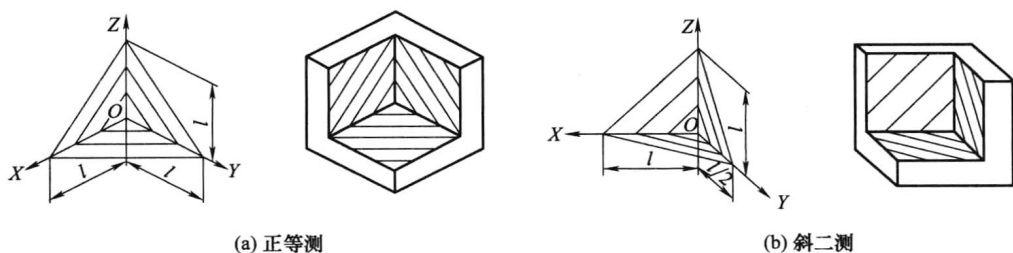


图 1-15 轴测剖视图中剖面线的画法

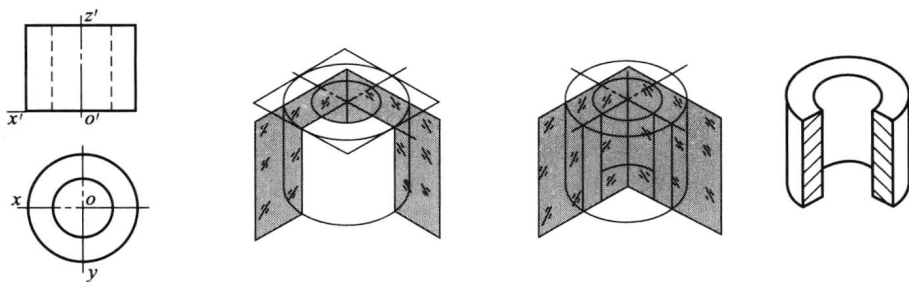


图 1-16 套筒的轴测剖视图的画法

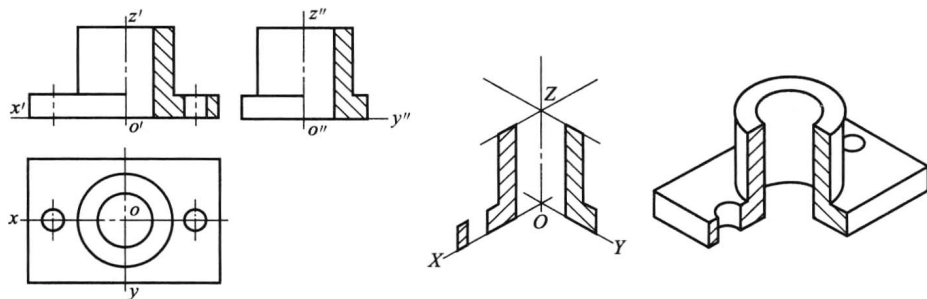


图 1-17 支架的轴测剖视图的画法

1.1.3 简单零件加工工艺卡的绘制

(1) 选取模板 编制零件的加工工序卡时,首先要选取一张空白的机械加工工艺卡,如图 1-18 所示。现代机械制造企业,一般都是 CAD 制图,如计算机内有现成的模板,可直接复制调用;如没有现成的,可先制作模板,并存储在某文件名下,以便随时调用。

(2) 填写工序卡片表头 包括产品型号、产品名称、零件图号、零件名称、工序名称和工序号等,如图 1-19 所示。如零件为配套加工,只是一个零件,可不用填写产品型号、产品名称。

(3) 绘制工序图 未加工表面用细实线表示,加工表面用粗实线表示,标注定位和夹紧符号,如图 1-20 所示。

由图 1-20 可知,本零件采用右侧底面和 $\phi 27^{+0.021}_0$ 孔定位。右侧底面限制了 3 个自由度,分别是绕 X 轴旋转、绕 Y 轴旋转和沿 Z 轴平移; $\phi 27^{+0.021}_0$ 孔限制了 2 个自由度,分别是沿 X 轴平移和沿 Y 轴平移。夹紧采用螺纹芯轴旋入夹紧。

(4) 标注尺寸和技术要求 包括所有机加工尺寸、形位公差、表面粗糙度和文字说明,如图 1-21 所示。

(5) 工艺要求填写 包括加工设备、材料牌号、热处理状态、工装夹具、刀具、量具等,如图 1-22 所示。有的企业的工序卡上还有切削工艺参数、刀具交隔数量等。