

本书是根据最新颁布的《技术制图》《机械制图》及有关国家标准，结合笔者多年来从事机械制图教学改革经验编写而成的。

根据高等职业教育改革的发展方向和应用型人才的培养目标，本书从高等职业教育的特点出发，强调画图、读图和计算机软件绘图基本能力的培养，对空间想象能力的培养采取低起点逐步提高要求的教学方法，所以，本书在教学设计和内容组织上有以下特点。

(1) 本书根据机械类和近机类专业机械制图课程教学基本要求“少而精”的原则确定编写内容，以“够用为度”的原则处理投影理论和工程图的关系。从高等职业教育的特点出发，强调画图、读图和计算机绘图基本能力的培养，对空间想象能力的要求适当降低。

(2) 为了让学生更好地掌握形体分析法和线面分析法，本书将正投影理论和立体投影相结合，从三个视图的角度研究点、线、面的投影，在立体的投影中强调线面分析和形体分析。对尺寸标注的要求分层次逐步提出，对基本概念和基本方法的讲解采用案例教学方法，便于学生理解和掌握。

(3) 制图测绘技术是工程技术人员必须掌握的基本技能，也是教学中的一个难点，不是通过一堂课或一个测绘实训就能掌握的技能。因此，从第3章开始，在每一章的后面安排了一个或几个与该章内容相关联的测绘案例。这样从简单的平面立体、曲面立体、组合体和机件，到比较复杂的零件图和装配图，逐步培养学生的测绘能力，使这个教学难点得到分解。在配套的《机械制图习题集》中也作了相应的习题设计。

(4) 计算机软件绘图是现代企业工程技术人员普遍使用的绘图工具，为了适应现代绘图技术的发展，在机械制图课程体系的基础之上，增加了计算机软件绘图的内容，选择的是应用比较广泛 AutoCAD 绘图软件，并且将软件绘图内容和机械制图内容作了有机的融合。在第2章中对 AutoCAD 2014 的基本绘图方法、基本工具和基本设置作了介绍。从第3章开始，在每章的测绘案例之后，安排了 AutoCAD 绘图案例，这样就将手绘草图、手工仪器绘图、测绘和计算机软件绘图有机地结合在一起，并且采用了案例教学的方法，在绘图案例中介绍 AutoCAD 的绘图命令和绘图技巧。这样的教学设计与高等职业教育的学情相适应，与企业工程技术人员的绘图过程是一致的，体现了

手工绘图是基础，计算机绘图软件是工具的基本理念。

(5)随着 3D 绘图技术的发展，企业工程技术人员已经普遍采用“草图→3D 建模→工程图”的设计技术。为了适应 3D 绘图技术的发展，本书在第 11 章介绍了简单实用的 3D 绘图软件 SolidWorks 2013 的基本功能。

(6)将轴测图作为选学内容安排在装配图之后的第 10 章介绍，笔者不提倡通过绘制立体图解决空间想象能力的培养问题，而且随着计算机三维绘图技术的发展，工程技术人员绘制轴测图的机会越来越少，所以将轴测图作为选学内容安排在后面介绍。

(7)为适应现代教育技术的发展，与教材配套的多媒体资源库中收集了与本教材相关的最新国家标准，还提供了本书各章节的知识点讲解以及大部分素材案例的动画、视频、仿真模型等多媒体资源。资源库中还收集了笔者从事机械制图教学 30 多年积存下的丰富的教学资料，这些教学资料有笔者从事制图教学时绘制的作业、在教学实践中测绘的模型、从生产现场收集到的生产用图样、保存下来的学生作业等。为教师采用现代教育技术组织教学、学生利用现代教育技术自主学习提供了广阔的平台。

本书由王冰、于建国、王斌担任主编，参加编写的有：王晓鹏、贺会敏、夏铭、冯志辉、李莉、王国永、宋英杰、崔盟军、谢颖。全书由王冰统稿。

参与本书配套光盘多媒体素材制作的有：王森、王峰、李兴臣、李巍杭、陈文娟、许学鹏、张黎明、苏磊、郝玉良、段红波、杨杰。

限于笔者的水平和能力，书中难免有错误和不足，恳请使用本书的师生以及广大读者批评指正。

编者

CONTENTS

目 录

第 1 章 制图基本知识和技能

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定	2
1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)	2
1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)	5
1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)	5
1.1.4 图线(GB/T 4457.4—2002)	7
1.2 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)	10
1.2.1 标注尺寸的基本规则	10
1.2.2 尺寸界线、尺寸线和尺寸数字	10
1.2.3 标注尺寸的符号及缩写词	13
1.2.4 尺寸的简化注法(GB/T 16675.2—2012)	15
1.3 平面图形的绘制和尺寸标注	18
1.3.1 平面图形的尺寸分析	18
1.3.2 平面图形的线段分析	19
1.3.3 平面图形的画图方法和步骤	20
1.4 平板类零件的测绘	22
1.4.1 测绘任务说明	22
1.4.2 测量工具	23
1.4.3 测绘步骤	23

第 2 章 AutoCAD 绘图基础

2.1 AutoCAD 2014 的绘图环境、基本	
---------------------------	--

操作和绘图设置	28
2.1.1 绘图环境	28
2.1.2 基本操作	31
2.1.3 基本绘图设置	34
2.2 AutoCAD 2014 绘图、修改和尺寸标注工具栏	42
2.2.1 绘图工具栏	42
2.2.2 修改工具栏	45
2.2.3 选择对象	45
2.2.4 尺寸标注工具栏	46
2.3 定制 A4 图幅的样板图	47
2.3.1 样板图要求	47
2.3.2 样板图设定步骤	47
2.4 AutoCAD 绘制平面图形案例	51

第 3 章 正投影基础

3.1 投影法及三视图	66
3.1.1 物体的投影	66
3.1.2 中心投影	66
3.1.3 平行投影和正投影	67
3.1.4 三视图的形成	68
3.1.5 三视图的投影规律	70
3.1.6 三视图中图线的画法	70
3.1.7 绘制三视图案例	71
3.2 点、直线、平面的投影	75
3.2.1 点的投影	75
3.2.2 直线的投影	75
3.2.3 平面的投影	77
3.2.4 综合举例	80

3.3 点、直线、平面的位置关系	85
3.3.1 点和直线的位置关系	85
3.3.2 直线和直线的位置关系	85
3.3.3 点和平面的位置关系	88
3.3.4 直线和平面的位置关系	89
3.3.5 平面和平面的位置关系	91
3.3.6 综合举例	93
3.4 投影变换	95
3.4.1 直角三角形法	95
3.4.2 投影变换法	96
3.4.3 综合举例	99
3.5 平面立体的测绘案例	102
3.5.1 测绘任务说明	102
3.5.2 测绘步骤	102
3.5.3 利用 AutoCAD 软件绘制正图	104

第 4 章 立体及其表面交线

4.1 基本几何体的投影	108
4.1.1 圆柱体的投影及其表面上的点	108
4.1.2 圆锥体的投影及其表面上的点	109
4.1.3 圆球体的投影及其表面上的点	110
4.2 截交线	110
4.2.1 圆柱面截交线	111
4.2.2 圆锥面截交线	111
4.2.3 圆球面截交线	112
4.2.4 截交线绘图案例	113
4.3 相贯线	118
4.3.1 圆柱面与圆柱面相交相贯线的画法	118
4.3.2 辅助平面法求相贯线	121
4.3.3 相贯线绘制案例	123
4.4 截交线和相贯线测绘案例	126
4.5 在 AutoCAD 中绘制截交线和相贯线	129

第 5 章 组合体

5.1 组合体的画图方法	136
---------------------------	-----

5.1.1 利用形体分析法绘制组合体的视图	136
5.1.2 利用线面分析法绘制组合体的三视图	139
5.2 组合体的读图方法	141
5.2.1 形体分析法	141
5.2.2 线面分析法	145
5.3 组合体的尺寸标注	147
5.3.1 基本几何体的尺寸标注	147
5.3.2 尺寸标注的基本要求	148
5.3.3 尺寸分类和尺寸基准	150
5.3.4 具有截交线和相贯线的组合体的尺寸标注	152
5.4 组合体测绘案例	153
5.4.1 测绘任务说明	153
5.4.2 测绘步骤	154
5.5 利用 AutoCAD 绘制组合体的三视图案例	156
5.5.1 三视图画图步骤	156
5.5.2 尺寸标注步骤	158

第 6 章 机件的基本表示方法

6.1 视图(GB/T 17451—1998、GB/T 4458.1—2002)	164
6.1.1 基本视图	164
6.1.2 向视图	165
6.1.3 局部视图	166
6.1.4 斜视图	167
6.2 剖视图(GB/T 17452—1998、GB/T 4458.6—2002)	168
6.2.1 剖视图的概念和画法	168
6.2.2 剖切平面位置的选择和剖视图的标记	170
6.2.3 剖视图的种类	172
6.2.4 剖切面的种类	173
6.3 断面图(GB/T 17452—1998、GB/T 4458.6—2002)	175
6.3.1 移出断面图	176
6.3.2 重合断面图	178
6.4 局部放大图和简化表示法	178
6.4.1 局部放大图(GB/T 4458.1—2002)	178

6.4.2	简化表示法(GB/T 16675.1—2012)	179
6.5	剖视图的尺寸标注	180
6.6	第三角画法简介	181
6.6.1	第三角画法中三视图的形成	181
6.6.2	第三角画法中的六个基本视图	183
6.7	机件测绘案例	185
6.7.1	测绘任务说明	185
6.7.2	测绘步骤	185
6.7.3	在 AutoCAD 中绘制机件的正图	186

第 7 章

常用机件及结构要素的特殊表示法

7.1	螺纹及螺纹紧固件表示法(GB/T 4459.1—1995)	194
7.1.1	螺纹	194
7.1.2	螺纹紧固件	201
7.2	键、花键及其联接的表示法	205
7.2.1	常用键及其标记	206
7.2.2	键联接的画法及尺寸标注	207
7.2.3	花键表示法(GB/T 4459.3—2000)	209
7.3	齿轮表示法(GB/T 4459.2—2003)	211
7.3.1	直齿圆柱齿轮	211
7.3.2	斜齿圆柱齿轮	215
7.3.3	直齿圆锥齿轮	215
7.4	滚动轴承表示法(GB/T 4459.7—1998)	217
7.4.1	滚动轴承的结构和类型	217
7.4.2	滚动轴承的画法	218
7.4.3	滚动轴承的代号(GB/T 272—1993)	221
7.5	弹簧表示法(GB/T 4459.4—2003)	223
7.5.1	圆柱螺旋压缩弹簧各部分的名称及尺寸计算	223
7.5.2	圆柱螺旋压缩弹簧的标记	224
7.5.3	圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	224

7.6	零件测绘案例	226
7.6.1	轴类零件的测绘案例	226
7.6.2	测绘齿轮案例	228
7.7	在 AutoCAD 中绘制轴的零件图及螺栓连接	232
7.7.1	在 AutoCAD 中绘制轴的零件图	232
7.7.2	在 AutoCAD 中绘制螺栓连接件	236

第 8 章 零件图

8.1	零件图的作用和内容	244
8.1.1	零件图的作用	244
8.1.2	零件图的内容	244
8.2	典型零件的视图表达方法	246
8.2.1	轴套类零件	246
8.2.2	轮盘盖类零件	247
8.2.3	叉架类零件	250
8.2.4	箱体类零件	252
8.2.5	主视图的选择原则	255
8.3	零件上常见的工艺结构	256
8.3.1	铸件工艺结构	256
8.3.2	机械加工工艺结构	258
8.4	零件图的尺寸标注	260
8.4.1	尺寸基准	260
8.4.2	标注尺寸的注意事项	261
8.4.3	零件上常见孔的尺寸注法	263
8.5	零件图的技术要求	265
8.5.1	表面结构的图样表示法	265
8.5.2	极限与配合	269
8.5.3	几何公差(GB/T 1182—2008)	275
8.6	读零件图案例	279
8.7	测绘零件	282
8.7.1	零件测绘的步骤	282
8.7.2	零件测绘案例	283
8.8	在 AutoCAD 中绘制零件图	289
8.8.1	创建带属性的粗糙度图块	289
8.8.2	引线文字标注和几何公差标注	290

第 9 章 装配图

9.1 装配图的作用和内容	296
9.2 装配图的视图表达方法	298
9.2.1 装配图画法的规定画法	298
9.2.2 装配图画法的特殊规定和简化画法	300
9.3 装配图中的尺寸标注、零部件编号及明细表	302
9.3.1 尺寸标注	302
9.3.2 零部件编号	302
9.3.3 标题栏及明细表(栏)	304
9.4 常见的装配工艺结构	305
9.4.1 装配工艺结构	305
9.4.2 机器上的常见装置	307
9.5 部件测绘和装配图画法	309
9.5.1 部件测绘	309
9.5.2 画装配图	314
9.6 读装配图和拆画零件图	318
9.6.1 读装配图的方法和步骤	318
9.6.2 由装配图拆画零件图	320
9.7 利用 AutoCAD 拼画装配图	322

第 10 章 轴测图

10.1 轴测图的基本知识	328
10.1.1 轴测图的形成	328
10.1.2 轴间角和轴向伸缩系数	328
10.2 正等轴测图的概念和画法	329
10.2.1 平面立体正等轴测图的画法	329
10.2.2 曲面立体正等轴测图的画法	331
10.2.3 正等轴测图的表达方法	333
10.3 斜二等轴测图的概念和画法	334

10.4 正二等轴测图的概念和画法	335
10.5 利用 AutoCAD 绘制正等轴测图	337
10.5.1 正等轴测图的绘图环境	337
10.5.2 等轴测捕捉模式下的绘图和修改命令	338
10.5.3 利用 AutoCAD 绘制正等轴测图案例	339

第 11 章 SolidWorks 绘图基础

11.1 SolidWorks 2013 概述	342
11.1.1 启动 SolidWorks	342
11.1.2 SolidWorks 的文件操作	342
11.1.3 SolidWorks 的基本概念	344
11.2 SolidWorks 的草图绘制	346
11.2.1 绘制草图的方法	346
11.2.2 绘制草图的命令	347
11.2.3 尺寸标注	354
11.2.4 草图几何关系	355
11.3 SolidWorks 的特征	356
11.3.1 基于草图的特征	356
11.3.2 基于实体的特征	360
11.3.3 基准面和基准轴	363
11.4 创建 SolidWorks 模板图	364
11.4.1 创建零件模板图	365
11.4.2 创建装配体模板图	367
11.4.3 创建工程图模板图	367
11.4.4 创建明细栏模板	374
11.5 SolidWorks 建模案例	377
11.5.1 创建零件模型	377
11.5.2 创建装配体模型	383
11.5.3 创建工程图	385

参考文献

第1章

制图基本知识和技能

教学内容和要求	本章主要介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中有关图纸的幅面和格式、比例、字体、图线和尺寸标注等基本规定，以及绘图仪器的使用方法和平面图形的绘图步骤、制图测绘的基本方法和步骤。要求正确理解和应用国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定，能正确使用绘图仪器绘制平面图形和制图测绘的图样。		
重点难点	本章的重点是国家标准《技术制图》和《机械制图》中关于图纸的幅面和格式、比例、字体、图线和尺寸标注的相关规定，平面图形的尺寸分析、线段分析以及圆弧连接的画法，制图测绘的基本方法和步骤。难点是平面图形的绘制方法和步骤、铅笔的修理和使用、制图字体的书写方法。		
学习指导	学习本章时要通过绘制平面图形案例掌握国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定，通过测绘案例掌握制图测绘的基本方法和步骤。		
教学安排		教学内容	作业
	第一讲	1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定	习题集 1-1, 1-2, 1-3
	第二讲	1.2 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003)	习题集 1-4, 1-5
	第三讲	1.3 平面图形的绘制和尺寸标注 1.4 平板类零件的测绘	习题集 1-6, 1-7

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定

机械图样是表达工程技术人员的设计意图和设计方案的重要技术文件。图样作为技术交流的共同语言必须有统一的规范,否则会给生产和技术交流带来混乱和障碍。为此,国家质量监督检验检疫局颁布了《技术制图》和《机械制图》等一系列国家标准,对图样的内容、格式、表达方法、画法等做了统一规定。国家标准《技术制图》是基础技术标准,在制图标准中处于最高层次,具有通用性,适用于各类制图。国家标准《机械制图》是在《技术制图》基础上制定的适用于机械图样的制图标准,工程技术人员必须严格遵守其有关规定。

标准代号由字母和数字组成,如“GB/T 4457.4—2002”,“GB/T”表示“推荐性国家标准”,“4457.4”是该标准的编号,其中4457为标准的顺序号,4表示本标准的第4部分,“2002”是标准颁布年份。



1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸的幅面尺寸

国家标准《技术制图 图纸幅面和格式》(GB/T 14689—2008)规定的图纸幅面分为三种:如图1-1中粗实线所示为基本幅面(第一选择);细实线所示为加长幅面(第二选择)、虚线所示为加长幅面(第三选择)。绘图时应优先选择基本幅面(第一选择)。基本幅面的幅面代号由“A”和相应的幅面号组成,基本幅面共5种,代号为A0~A4,基本幅面的代号、尺寸和边框尺寸如表1-1所示。

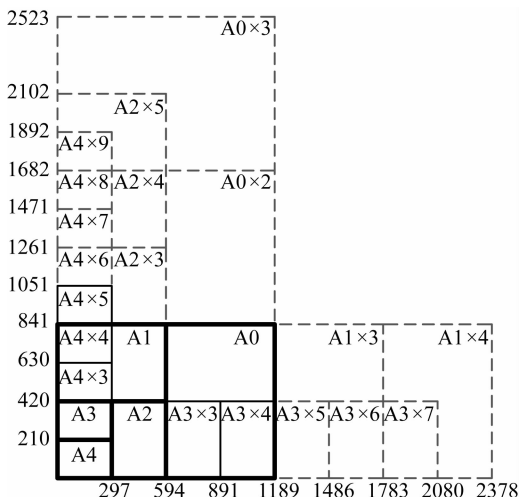


图 1-1 图纸的幅面尺寸

表 1-1 基本幅面(第一选择)

单位: mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 $B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
边框	a	25			
	c	10		5	
	e	20		10	

必要时允许采用加长幅面,加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的。加长幅面的尺寸和代号如图 1-1 所示。

2. 图框格式

图纸必须用粗实线绘制出图框,其格式分为留有装订边和不留装订边两种,如图 1-2 所示,但同一产品的图样只能采用一种格式。基本幅面的图框及留边尺寸 a 、 c 、 e 等,按表 1-1 所示的规定绘制。

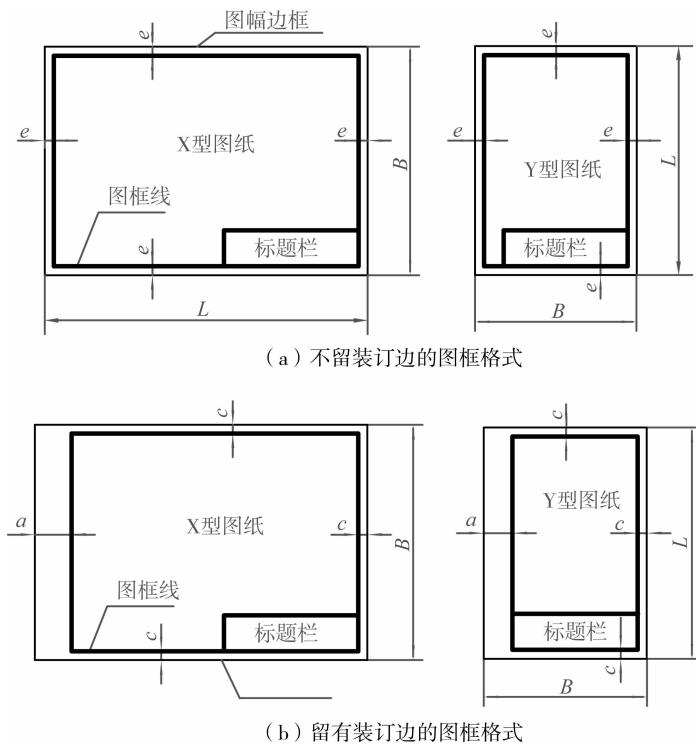


图 1-2 图框格式和标题栏位置

3. 标题栏及其方位

国家标准《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—2008)规定的标题栏格式和尺寸如图 1-3 所示。绘制图样时应优先选用标准推荐的格式和尺寸。

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04chapter
05chapter
06chapter
07chapter
08chapter
09chapter
10chapter
11

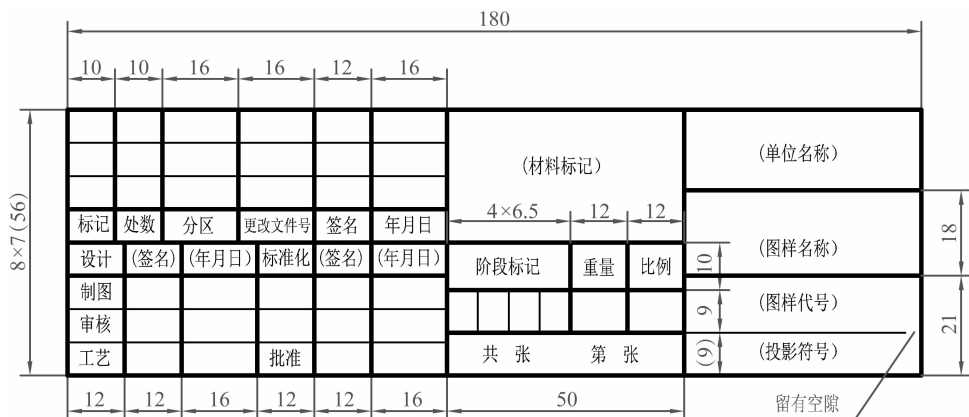


图 1-3 标题栏格式、分栏及尺寸

通常标题栏位于图框的右下角。若标题栏的长边置于水平方向，并与图纸的长边平行，则构成 X 型图纸。若标题栏的长边与图纸的长边垂直，则构成 Y 型图纸。在此情况下，标题栏的文字方向为看图方向，如图 1-4 所示。

为了使用预先印制好的图纸，允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用，或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用。这种情况下，对需要留装订边的图纸，装订边在下方。此时，标题栏中的文字方向与看图方向不一致，应在图纸下边的对中符号处绘制“方向符号”，如图 1-4 所示。

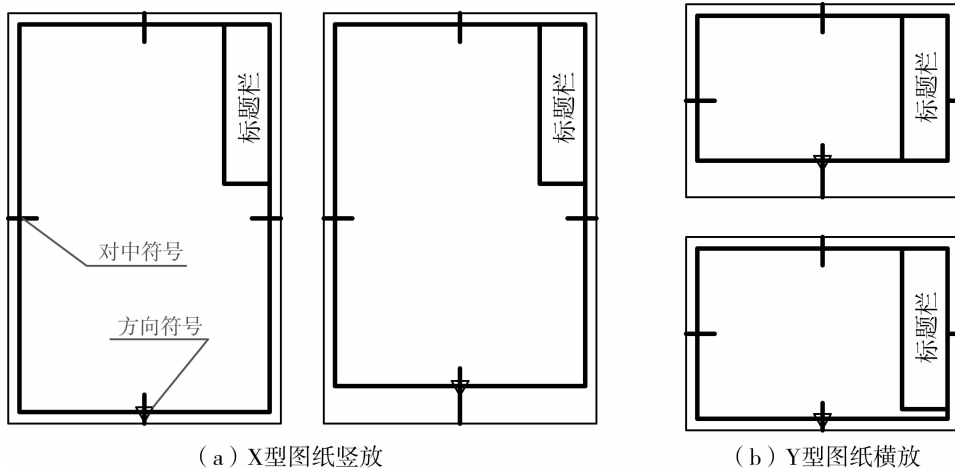


图 1-4 标题栏的方位

4. 对中符号和方向符号

为了便于图纸的复制和微缩摄影时定位，应在图纸各边的中点处分别画出“对中符号”，对中符号用粗实线绘制，长度从纸边开始至伸入图框内约 5 mm 处，当对中符号

处于标题栏内时,则伸入标题栏内的部分省略不画,如图1-4所示。

采用X型图纸竖放或Y型图纸横放时,应在图纸下方的对中符号处绘制方向符号,以表明绘图与看图的方向,如图1-4所示。方向符号是用细实线绘制的等边三角形,其大小和位置如图1-5所示。

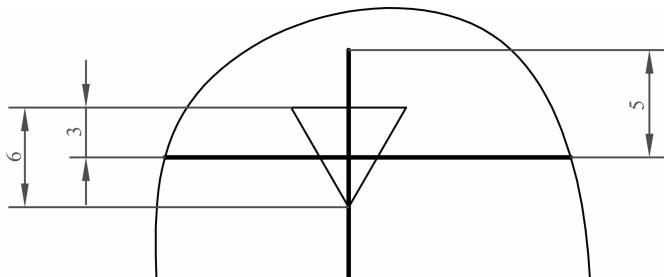


图 1-5 对中符号和方向符号的画法



1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比,称为图样的比例。绘制图样时应在国家标准中规定的比例系列中选用合适的比例,如表1-2所示为常用的比例系列。

表 1-2 常用的比例系列

种类	比例	
	第一系列	第二系列
原值比例	1 : 1	
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 1 × 10 ⁿ	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6
	1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ	1 : 1.5 × 10 ⁿ 1 : 2.5 × 10 ⁿ
		1 : 3 × 10 ⁿ 1 : 4 × 10 ⁿ 1 : 6 × 10 ⁿ
放大比例	2 : 1 5 : 1 1 × 10 ⁿ : 1	2.5 : 1 4 : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1
	2 × 10 ⁿ : 1 5 × 10 ⁿ : 1	4 × 10 ⁿ : 1

注: n 为正整数。



1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

图样中的字体有汉字、字母和数字,在图样上写字时要根据需要选用合适的字号。字体高度代表字体的号数,字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为: 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 mm,如需书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化汉字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04chapter
05chapter
06chapter
07chapter
08chapter
09chapter
10chapter
11

2. 字母和数字

字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的十四分之一，B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的十分之一。在同一图样上只允许选用一种型式的字体。字母和数字可以写成直体或斜体，斜体字字头向右倾斜，与水平基线成 75° 。

书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整体。为了达到这些要求，手写字时要注意以下几点。

- (1) 用 H 或 HB 铅笔写字，将铅笔修理成圆锥形，笔尖不要太尖或太秃。
- (2) 按所写的字号用 H 或 2H 的铅笔打好底格，底格宜浅不宜深。
- (3) 字体的笔画宜直不宜曲，起笔和收笔不要追求刀刻效果，要大方简洁。
- (4) 字体的结构力求匀称、饱满，笔画分割的空白分布均匀。

如表 1-3 所示为字体示例。

表 1-3 字体示例

字 体		示 例
长仿宋体字	7 号	
	5 号	
拉丁字母	A 型字体 大写斜体(7 号)	
	A 型字体 小写斜体(7 号)	
阿拉伯数字	A 型字体 斜体(7 号)	
	A 型字体 直体(7 号)	
综合应用		



1.1.4 图线(GB/T 4457.4—2002)

1. 机械制图的线型及应用

国家标准《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002)规定了机械图样常用的9种线型,如表1-4所示。在机械图样中采用粗细两种线宽,它们之间的比率为2:1。粗线(粗实线、粗虚线、粗点画线)的宽度(d)应按图样的类型、大小和复杂程度,在下列参数中选取:0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 mm,细线取粗线的0.5倍。粗线的宽度(d)优先选用0.5 mm和0.7 mm。



表 1-4 线型及其应用

图线名称	线型	图线宽度	一般应用	应用举例
粗实线		d	可见轮廓线	
细实线		$d/2$	1. 尺寸线和尺寸界线 2. 剖面线 3. 重合剖面的轮廓线	
波浪线		$d/2$	1. 断裂处的边界线 2. 视力与剖视的分界线	
双折线		$d/2$	断裂处的边界线	
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线	
细点画线		$d/2$	1. 轴线 2. 对称中心线	
细双点画线		$d/2$	1. 相信辅助零件的轮廓线 2. 可动零件的极限位置的轮廓线 3. 轨迹线	
粗虚线		d	允许表面处理的表示线	
粗点画线		d	限定范围表示线	

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04chapter
05chapter
06chapter
07chapter
08chapter
09chapter
10chapter
11

2. 图线的画法

在绘制虚线、点画线时，线和线相交处应为线段相交。当虚线在粗实线的延长线上时，在分界处要留空隙。点画线超出轮廓线的长度约为 3~5 mm。当要绘制的细点画线长度较短时，可用细实线代替，如图 1-6 所示。

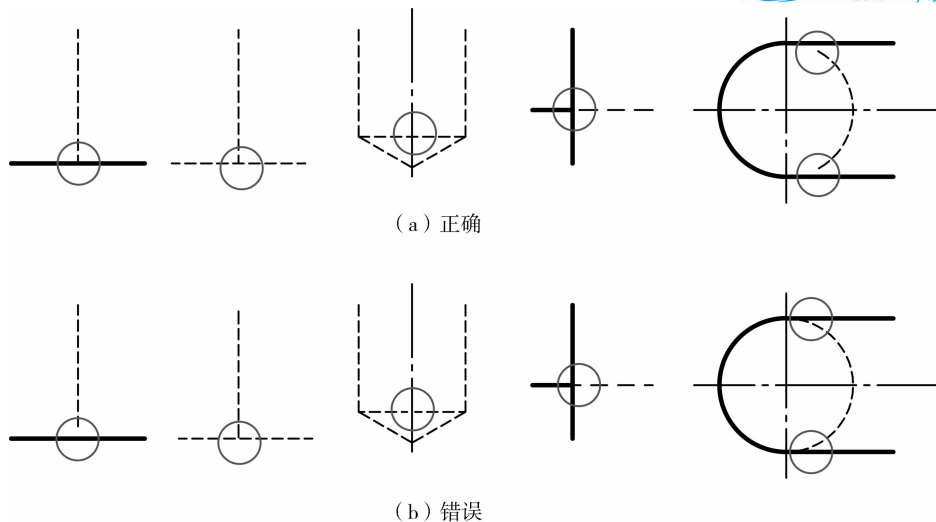


图 1-6 图线的画法

3. 粗实线铅笔的修理

粗实线是图样中最重要的图线，为了把粗实线画的均匀整齐，关键是正确的修理和使用铅笔，绘制粗实线的铅笔以 HB 或 B 的铅笔为宜。将铅芯修成长方体形，使用时用矩形的短棱和纸面接触，长方体铅芯的宽侧面和丁字尺或三角板的导向棱面贴紧，用力要均匀，速度要慢，一遍画不黑可重复运笔，如图 1-7 所示。

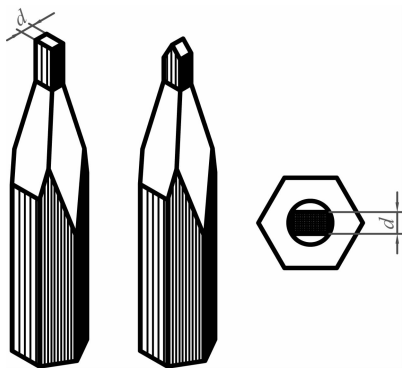


图 1-7 粗实线铅笔的修理和使用



绘制图线的注意事项



粗实线铅笔的修理与使用

4. 细实线铅笔的修理和使用

画细实线、细虚线、细点画线等细线所用的铅笔牌号为 H 或 2H，将铅芯修理成圆锥形，如图 1-8 所示。当铅芯磨秃后要及时修理，不要凑合着画。绘制虚线和点画线时，初学者要数丁字尺或三角板上的毫米数，这样经过一段时间的练习后，画出的虚线或点画线的线段长才能整齐相等。

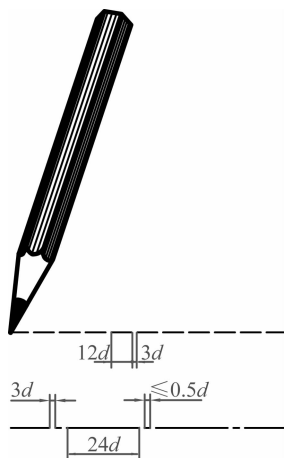


图 1-8 细实线铅笔的修理和使用

5. 粗实线铅芯的修理和使用

画粗实线圆所用的铅芯为 HB 铅芯，修理成如图 1-9 所示的形状。使用时要调整圆规腿的关节，使铅芯和纸面垂直，使侧棱和纸面均匀接触，画圆时用力要均匀，速度要慢，一遍画不黑可反方向重复一遍。

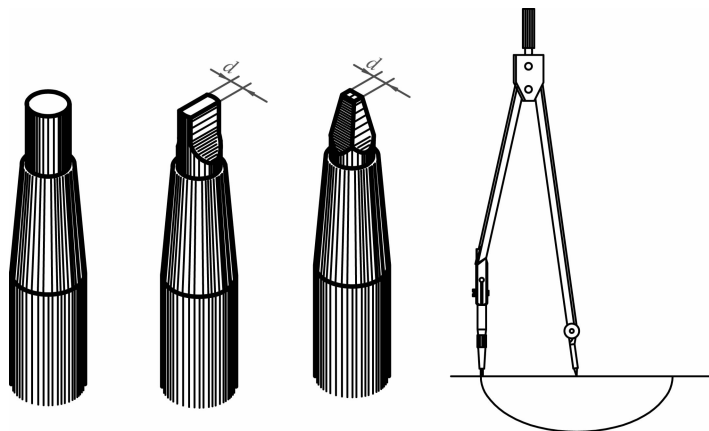


图 1-9 粗实线铅芯的修理和使用

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04chapter
05chapter
06chapter
07chapter
08chapter
09chapter
10chapter
11

1.2 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)

在机械图样中,图形只是表达了零件的形状,若要表示大小,则必须在图样上标注尺寸。尺寸是加工制造零件的主要依据,不能有任何差错。如果尺寸标注错误、不完整或不合理,将给加工、检验带来困难,甚至产生废品而造成经济损失,所以尺寸标注必须遵守国家标准的相关规定。

1.2.1 标注尺寸的基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形的大小及绘图的准确性无关。

(2) 图样中的尺寸以毫米为单位时,不需标注其单位的符号(或名称),如采用其他单位,则应注明相应的单位符号。

(3) 图样中所标注的尺寸,为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则应另附说明。

(4) 机件的每一尺寸,一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

此外,为了使标注的尺寸清晰易读,标注尺寸时可按下述尺寸绘制:尺寸线到轮廓线、尺寸线和尺寸线之间的距离取 $6\sim 10\text{ mm}$,尺寸界线超出尺寸线 $2\sim 3\text{ mm}$,尺寸数字一般为3.5号字,箭头长度 $\geq 6d$ (d 为粗实线的宽度),箭头尾部宽度为 d ,如图1-10所示。

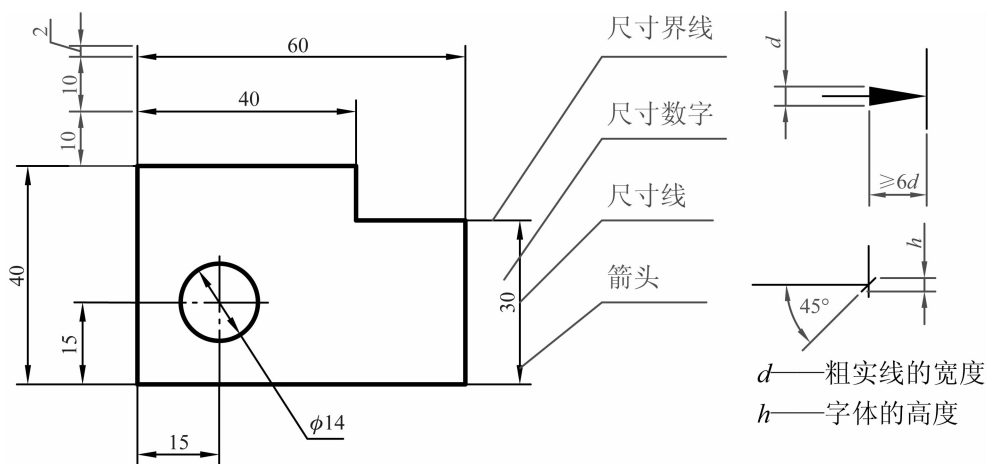


图 1-10 尺寸标注的基本规则

1.2.2 尺寸界线、尺寸线和尺寸数字

1. 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可

利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线，如图 1-11(a)所示。

尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时允许倾斜。在光滑过渡处标注尺寸时，应用细实线将轮廓线延长，从交点处引出尺寸界线，如图 1-11(b)所示。

标注角度的尺寸界线应沿径向引出；标注弦长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线；标注弧长的尺寸界线应平行于该弧所对圆心角的角平分线，但当弧度较大时，可沿径向引出，如图 1-11(c)所示。

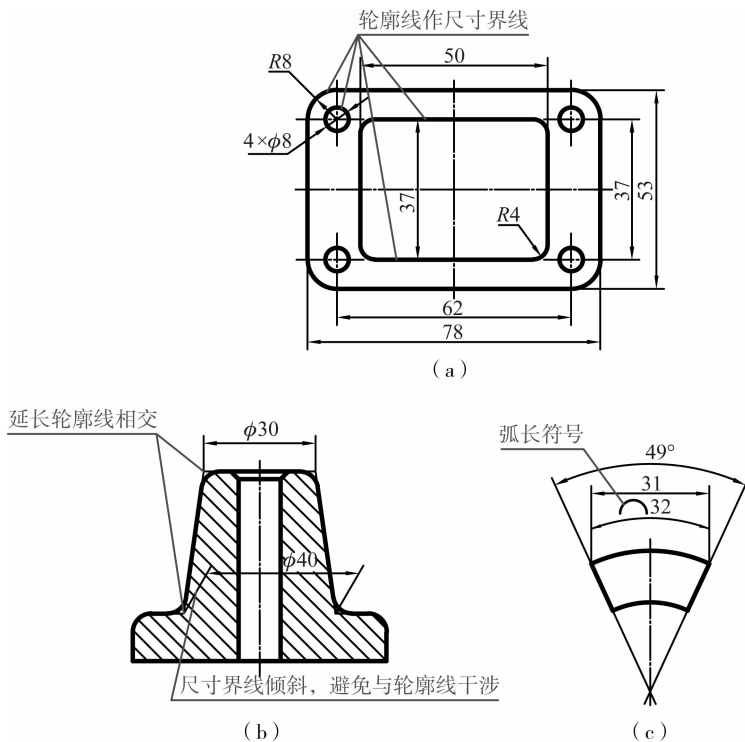


图 1-11 尺寸界线的画法

2. 尺寸线

尺寸线用细实线绘制，尺寸线终端可以有箭头和斜线两种形式，如图 1-10 所示。箭头适用于各种类型的图样，斜线只适用于尺寸线和尺寸界线垂直的图样。当尺寸线的终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线应相互垂直。一般来说，同一张图样中只能采用一种尺寸线终端的形式。机械图样中一般采用箭头作为尺寸线的终端。

标注线性尺寸时，尺寸线应与所注的线段平行。需要特别注意的是：尺寸线不能用其他图线代替，一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。

圆和圆弧的直径或半径的尺寸线的终端应画成箭头，并按图 1-12(a)所示的方法标注。当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置(或不需标出其圆心位置)时，可按图 1-12(b)所示的方法标注。当对称机件的图形只画出一半时，尺寸线应略超过对称中心线，此时仅在尺寸线的一端画出箭头，如图 1-12(c)所示。

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04chapter
05chapter
06chapter
07chapter
08chapter
09chapter
10chapter
11

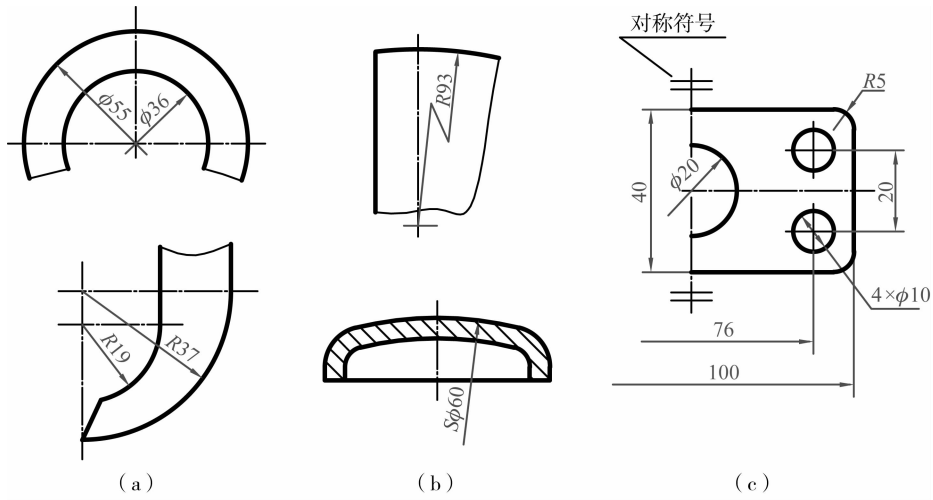


图 1-12 尺寸线的画法

在没有足够的位置画箭头或注写数字时，可按如图 1-13 所示的形式标注，此时，允许用圆点或斜线代替箭头。

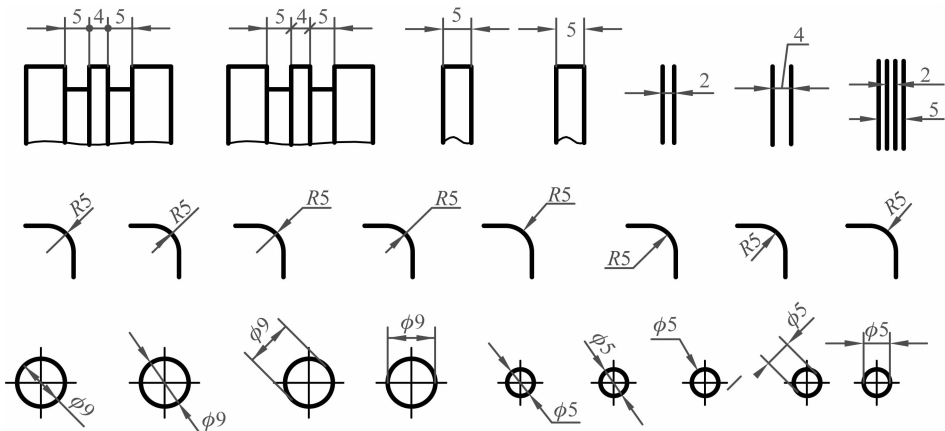


图 1-13 小尺寸的注法

3. 尺寸数字

线性尺寸数字的方向按图 1-14(a)所示的方法标注，并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸，当无法避免时应按图 1-14(b)所示的方法标注。

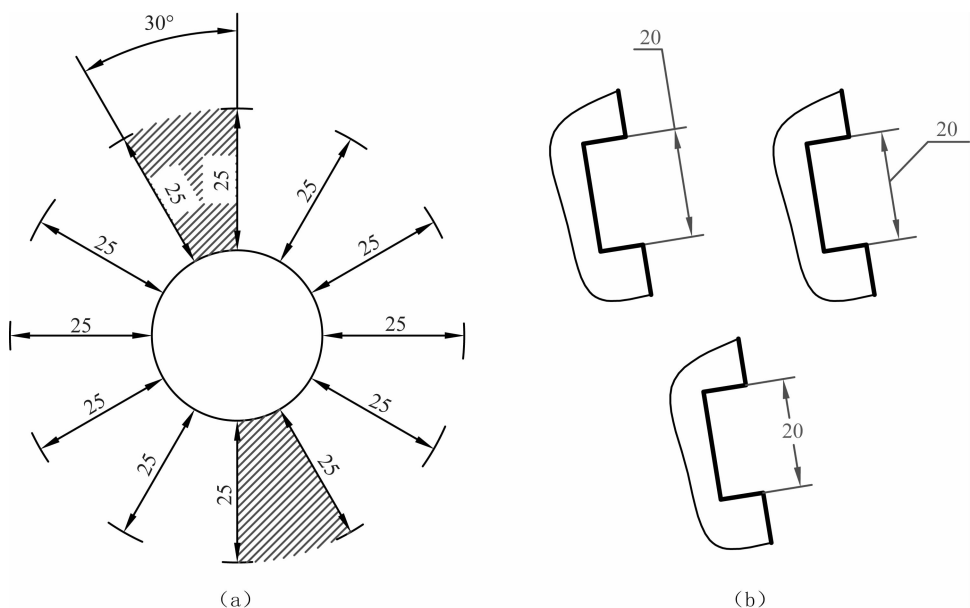


图 1-14 线性尺寸数字的方向

角度的数字一律写成水平方向，一般注写在尺寸线的中断处，也可写在尺寸线的上方，或引出标注，如图 1-15 所示。

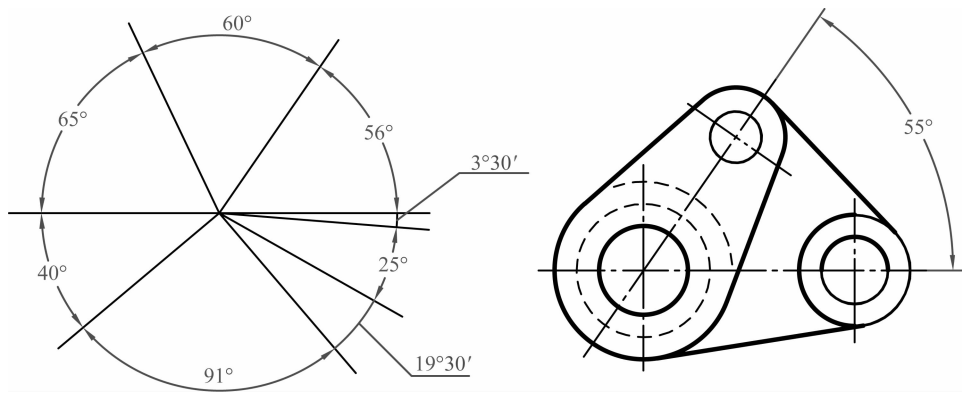


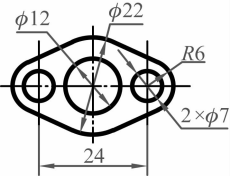
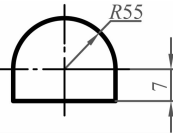
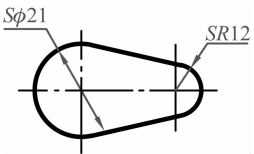
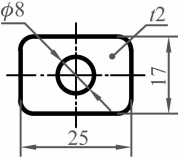
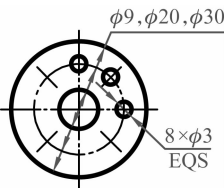
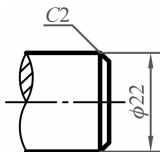
图 1-15 角度的数字注写方法

需要注意的是，尺寸数字不可被任何图线穿过，否则应将图线断开，如图 1-12(c) 中的对称中心线和图 1-14(a) 中的剖面线画法。

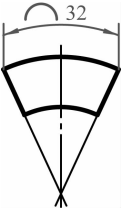
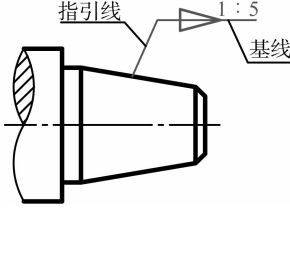
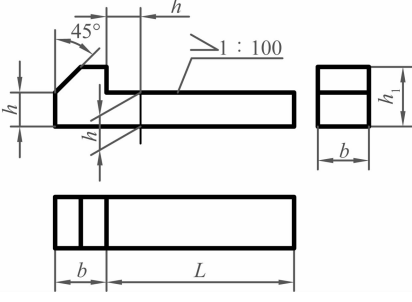
1.2.3 标注尺寸的符号及缩写词

标注尺寸时，应尽可能使用符号和缩写词，常用的符号、缩写词及注法图例如表 1-5 所示。

表 1-5 标注尺寸的符号和缩写词

含义	符号或缩写词	图例	说明
直径	ϕ		<p>圆心角大于 180° 时, 要标注圆的直径, 且尺寸数字前加“ϕ”, 结构相同的圆的直径注写“数量$\times\phi$”</p>
半径	R		<p>圆心角小于等于 180° 时, 要标注圆的半径, 且尺寸数字前加“R”</p>
球面	S		<p>标注球面直径或半径尺寸时, 应在符号 ϕ 或 R 前再加符号“S”</p>
厚度	t		<p>标注板状零件的厚度时, 可在尺寸数字前加注符号“t”</p>
均布	EQS		<p>均匀分布在圆上的孔可在尺寸数字后加注“EQS”表示均匀分布</p>
45° 倒角	C		<p>45° 倒角在尺寸数字前加注“C”</p>

续表

含义	符号或缩写词	图例	说明
弧长	⌒		标注弧长时, 应在尺寸数字前加注符号“⌒”
锥度	∇		锥度符号配置在基线上, 基线通过指引线和圆锥的轮廓线相连, 基线平行于圆锥的轴线。锥度符号的方向要与圆锥方向相一致。锥度的定义如下图所示。 $\text{锥度} = D/L$
斜度	∕		斜度符号配置在基线上方。斜度符号的方向要与斜面的方向一致。斜度的定义如下图所示。 $\text{斜度} = H/L$



1.2.4 尺寸的简化注法(GB/T 16675.2—2012)

标注尺寸时, 在不致引起误解和不会产生理解的多义性情况下, 应优先采用简化注法。

1. 同一图形上相同要素的标注

在同一图形中, 对于尺寸相同的孔、槽等组成要素, 可仅在一个要素上注出其尺寸和数量。均匀分布的孔用“EQS”表示, 如图 1-16(a)所示。当组成要素的定位和分布情况在图形中已经明确时, 可不标注其角度, 并省略“EQS”, 如图 1-16(b)所示。相同结构的沟槽用“数量×宽度×直径”表示, 如图 1-16(c)所示。

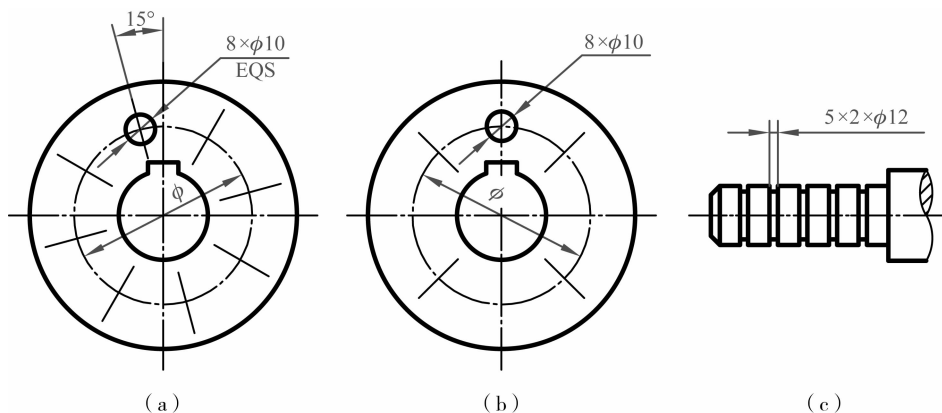


图 1-16 同一图形上相同要素的标注

2. 采用单边箭头和指引线的标注

标注尺寸时，可使用单边箭头，也可采用带箭头的指引线，还可采用不带箭头的指引线，如图 1-17 所示。

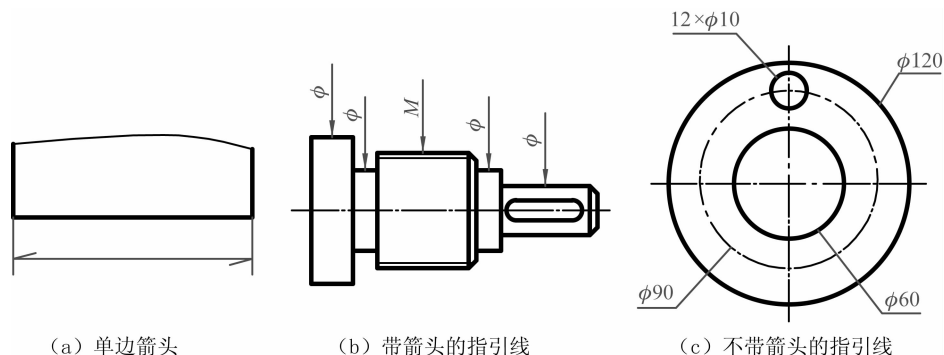


图 1-17 单边箭头和指引线标注

3. 一组圆和圆弧的注法

一组同心圆弧可用共用的尺寸线和箭头依次表示，尺寸数字按箭头所示方向用逗号依次隔开，如图 1-18(a)所示。圆心位于一条直线上的多个不同圆心圆弧的尺寸，可用共用的尺寸线标注，尺寸数字按箭头所示方向用逗号依次隔开，如图 1-18(b)所示。一组同心圆或尺寸较多的台阶孔的尺寸，可用共用的尺寸线标注，尺寸数字按箭头所示方向用逗号依次隔开，如图 1-18(c)、(d)所示。

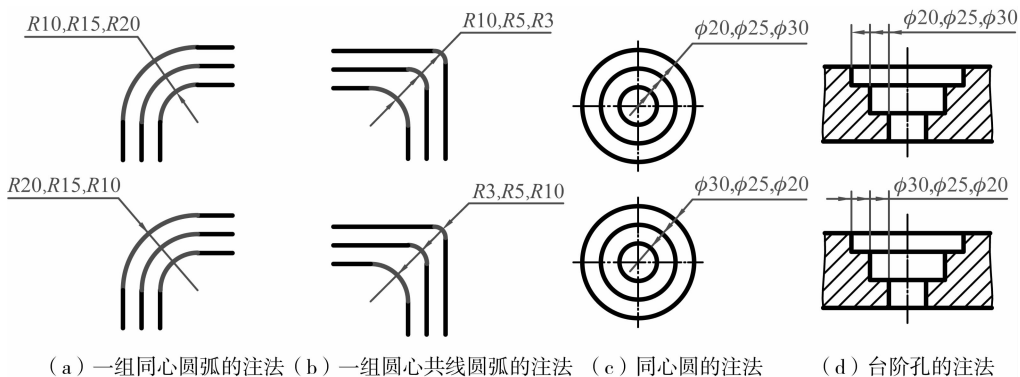


图 1-18 一组圆和圆弧的尺寸注法

4. 同基准尺寸的注法

从同一基准出发的尺寸，可用共用的尺寸线（也可以断开）表示，基准处用小圆代替箭头，如图 1-19 所示。

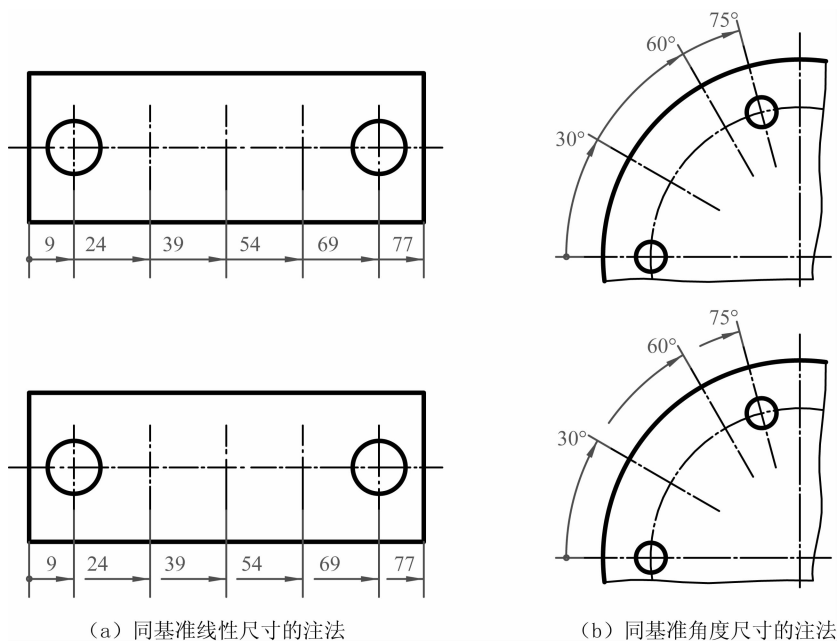


图 1-19 同基准尺寸的注法

- chapter 01
- chapter 02
- chapter 03
- chapter 04
- chapter 05
- chapter 06
- chapter 07
- chapter 08
- chapter 09
- chapter 10
- chapter 11

1.3 平面图形的绘制和尺寸标注

图 1-20 所示为挂轮架的平面图形，结合该案例分析平面图形的绘制方法和尺寸标注方法。

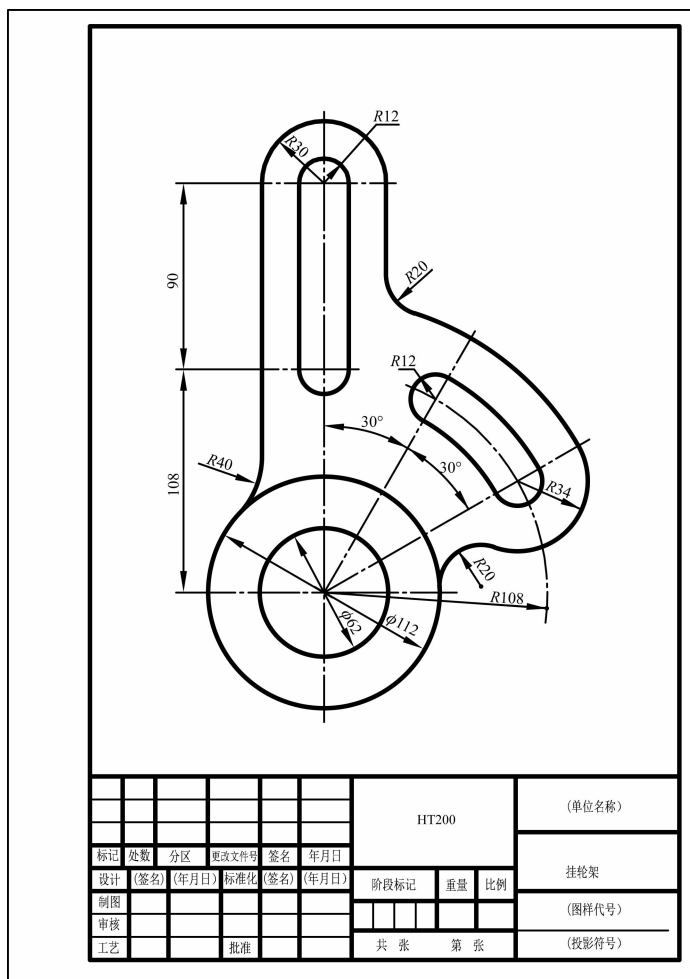


图 1-20 挂轮架平面图形



1.3.1 平面图形的尺寸分析

挂轮架平面图形中的尺寸 $\phi 112$ 、 $\phi 62$ 等是确定图形几何元素形状大小的尺寸，我们把确定图形几何元素形状大小的尺寸定义为定形尺寸；而 $R108$ 、 108 、 30° 等是确定圆心位置的，确定几何元素位置的尺寸定义为定位尺寸； $\phi 112$ 的圆心



和垂直中心线是 108 和 30° 等尺寸的起始位置，尺寸的起点定义为尺寸基准。挂轮架的尺寸分析如图 1-21 所示。标注尺寸可先注定形尺寸，再注定位尺寸。

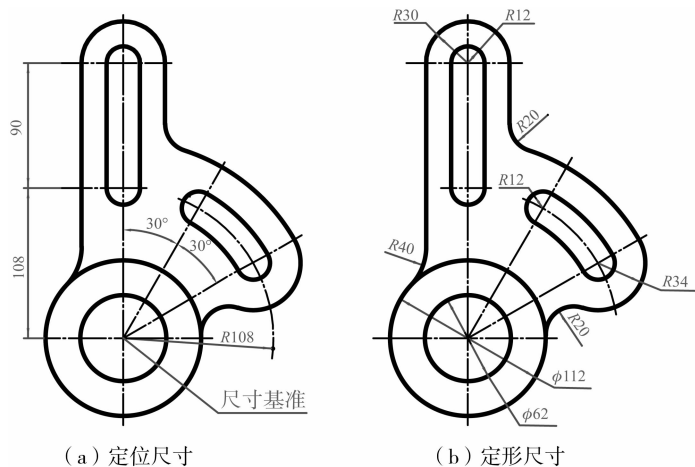


图 1-21 挂轮架尺寸分析

1.3.2 平面图形的线段分析

组成挂轮架平面图形的线段有的可以直接画出，如 $\phi 112$ 、 $\phi 62$ 等，这样的线段称为已知线段；有的线段的二个端点中只有一个端点可直接确定，而另一个端点由线段与其他线段的关系来确定，如圆弧 $R34$ 、与 $R34$ 相接的圆弧 $R142(R108+R34)$ 等，这样的线段称为中间线段；有的线段二个端点都不能直接画出，要根据和线段相接的两端线段的关系来确定，如 $R20$ 、 $R40$ 的圆弧，两圆弧的公切线等，这样的线段称为连接线段。挂轮架的线段分析如图 1-22 所示。

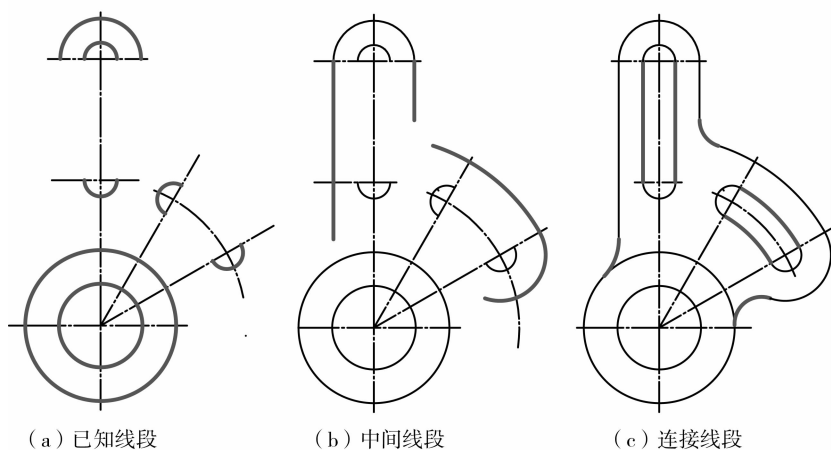


图 1-22 挂轮架线段分析

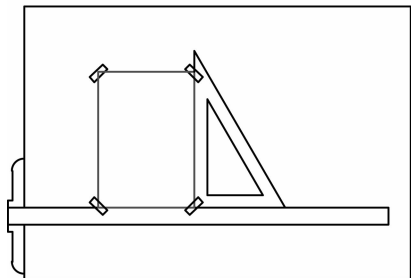
chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04chapter
05chapter
06chapter
07chapter
08chapter
09chapter
10chapter
11



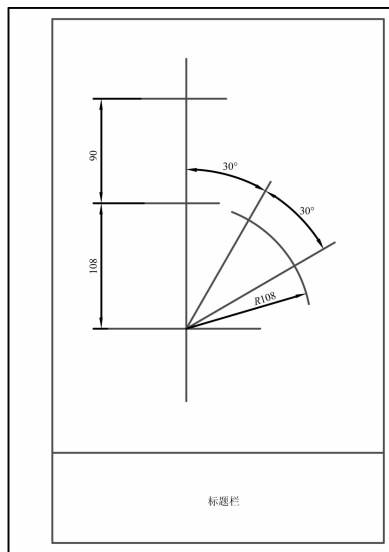
1.3.3 平面图形的画图方法和步骤

1. 准备工作

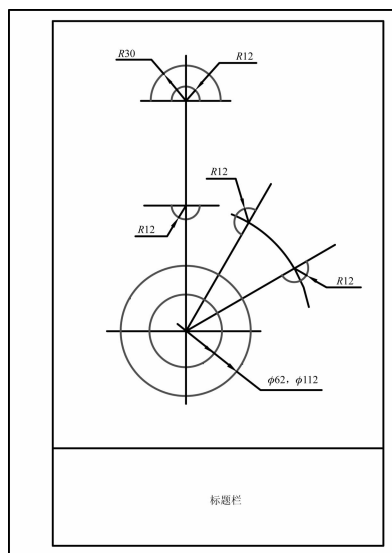
绘图之前的准备工作可以按下述步骤进行：清洁绘图工具→确定比例→选择图幅→固定图纸。固定图纸时用丁字尺和三角板配合将图纸找正，然后用胶带纸将图纸固定在图板的左下部，如图 1-23(a)所示。为了保持图面的干净和整洁，绘图时可以将不画的图纸部分用草稿纸保护起来。



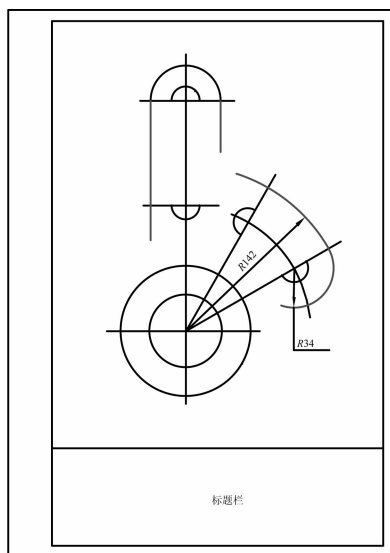
(a) 固定图纸



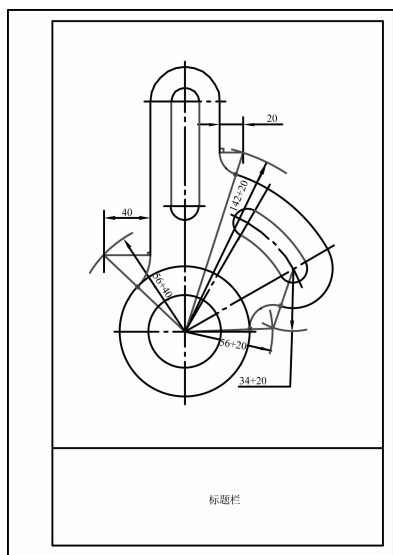
(b) 绘制图框线、标题栏和定位基准线的底稿



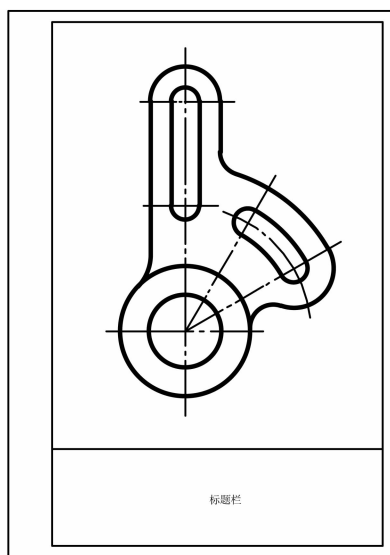
(c) 绘制已知线段的底稿



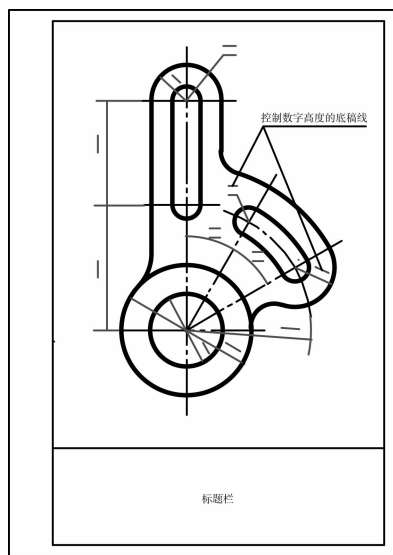
(d) 绘制中间线段的底稿



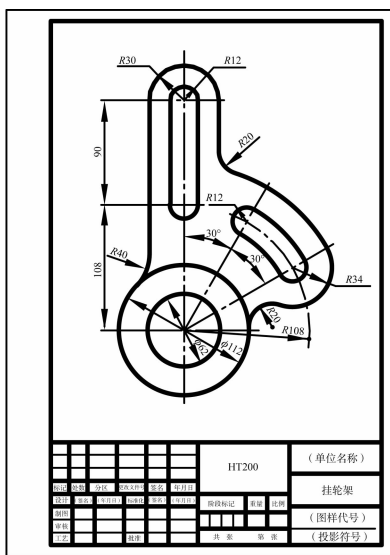
(e) 绘制连接线段的底稿



(f) 加深图形



(g) 绘制尺寸线和尺寸界线的底稿



(h) 加深尺寸、图框和标题栏

图 1-23 挂轮架画图步骤

2. 绘制底稿

绘制底稿时用 2H 的铅笔轻轻绘出底稿线。测量尺寸要用分规在量具上精确测出尺寸，然后在图纸上轻轻做出标记。绘制水平线用丁字尺，绘制垂直线用丁字尺和三角板配合画出。

(1) 绘制图框线→绘制标题栏→布图→绘制定位基准线，如图 1-23(b)所示。确定

- chapter 01
- chapter 02
- chapter 03
- chapter 04
- chapter 05
- chapter 06
- chapter 07
- chapter 08
- chapter 09
- chapter 10
- chapter 11

图样在图纸上的位置称为布图。布图时先不考虑要标注的尺寸，只按图形的大小通过计算确定图样在图纸上的位置，使图样在图纸上均匀分布，然后根据图样位置确定基准线的位置，并画出基准线。

(2) 绘制已知线段的底稿，如图 1-23(c) 所示。

(3) 绘制中间线段的底稿，如图 1-23(d) 所示。

(4) 绘制连接线段的底稿，如图 1-23(e) 所示。上端 $R20$ 的圆弧和 $R40$ 的圆弧一端和直线相切，一端和圆弧相切；下端 $R20$ 的圆弧一端和圆弧相切，一端和圆相切，要利用相切关系求出圆心位置和切点。

3. 加深图形

为了防止将尺寸注错，在标注尺寸之前要先加深图形。加深图形时要先加深圆弧，后加深直线；先加深粗线，后加深细线，如图 1-23(f) 所示。

4. 绘制尺寸线和尺寸界线的底稿线

尺寸的底稿只绘制尺寸界线和尺寸线，箭头和尺寸数字不画底稿，尺寸数字只绘制控制高度的底稿线即可，如图 1-23(g) 所示。

5. 加深尺寸、图框线、填写标题栏

加深尺寸界线、尺寸线→绘制箭头→注写尺寸数字→加深图框和标题栏→填写标题栏，如图 1-23(h) 所示。图框线和标题栏是最后加深的，目的是防止绘图仪器将图面弄脏。

1.4 平板类零件的测绘



1.4.1 测绘任务说明

防喷器是油井井口使用的防止发生井喷的设备，在钻井、采油等生产过程中广泛使用，是典型的油田应用设备。图 1-24 所示是防喷器闸板的前密封组件的三维模型图，前密封组件由闸板胶芯、上肋板和下肋板组成，闸板胶芯的材料是氟橡胶，肋板的材料是 2Cr13，闸板胶芯和两块肋板硫化成一个整体，牢固可靠。

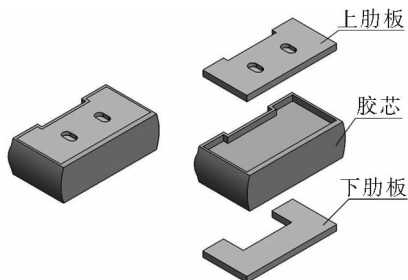


图 1-24 防喷器闸板前密封组件

本节任务是测绘上肋板，绘制上肋板的工作图样。由于闸板胶芯和两块肋板硫化成一个整体，不能拆开，所以只能测绘肋板的形状，不能测量肋板的厚度，肋板的厚度只能根据相关的技术资料确定。

1.4.2 测量工具

由于肋板的精度不高，所以长度尺寸的测量工具采用普通的钢板尺即可，圆弧半径和槽的长度可用游标卡尺测量，钢板尺和游标卡尺的使用方法如图 1-25 和图 1-26 所示。

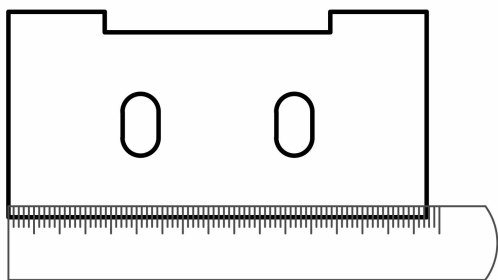


图 1-25 钢板尺的使用

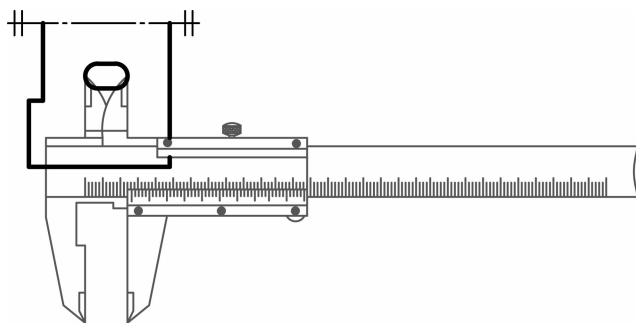


图 1-26 游标卡尺的使用

1.4.3 测绘步骤

1. 徒手绘制草图

徒手绘制草图时，可先用 2H 的铅笔轻轻画出底稿，再用 HB 的铅笔加深粗实线。画草图的粗实线铅笔笔尖要修理成圆头，细线用 H 或 2H 铅笔加深，线形要粗细分明。要注意草图直线和圆弧的宏观效果，不要仅仅计较某些细节上的曲直，尺寸采用目测，比例大致准确即可。

徒手绘制直线时，执笔要自然，手腕抬起，不要靠在图纸上，同时，小手指可与纸面接触作为支点，保持运笔平稳。眼睛要朝着前进的方向看线段的终点，不要看笔

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04chapter
05chapter
06chapter
07chapter
08chapter
09chapter
10chapter
11

尖。短直线应一笔画出，长直线画一段停顿一下，调整一下方向，逐段完成。绘制对称的图形要先画出一半，再画另一半，画另一半时，眼睛要看着对称的图形。绘制完成的防喷器前密封上肋板的草图如图 1-27(a) 所示。

徒手画圆时，要先画中心线。画小圆时，可在中心线上按半径大小目测出四个点，然后过四个点分段画出，也可以过四个点先画个正方形，再作内切的四段圆弧，如图 1-27(b) 所示。画大圆时可过圆心加画一对十字线，按半径大小目测出八个点，然后分段画出，如图 1-27(c) 所示。

画圆角时，先根据半径确定圆弧的两个端点，然后找出圆心，再画出圆角，如图 1-27(d) 所示。

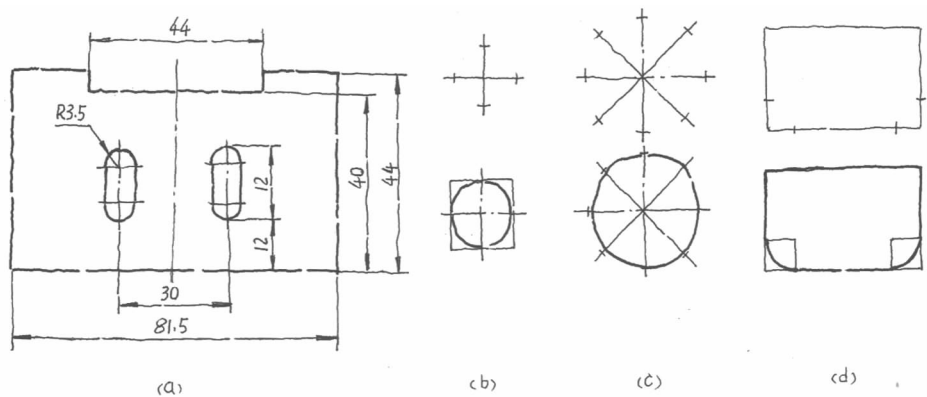


图 1-27 徒手绘制草图的方法

2. 测量尺寸

用钢板尺、游标卡尺等测量工具测出尺寸，然后将尺寸标注在草图上，如图 1-27(a) 所示。

3. 确定精度

由于槽 44 的尺寸只能做大，尺寸 40 只能做小，以保证硫化后的牢固程度，且采用粗铣加工，所以尺寸 44 的上极限偏差取 $+0.3 \text{ mm}$ ，下极限偏差取 0；尺寸 40 的上极限偏差取 0，下极限偏差取 -0.2 mm 。各表面的粗糙度 Ra 值均取 $12.5 \mu\text{m}$ (参见 8.5.1 节)。

4. 绘制工作图样

按下述步骤绘制工作图样。

第一步：确定绘图比例。查表 1-2，取绘图比例为 $1:1$ 。

第二步：确定图幅。查表 1-1，取 A4(210×297)图幅。按需要绘制留装订边图框。

第三步：绘制图样。按 1.3.3 节的绘图方法和步骤绘制完成肋板的工作图样。最后按确定的精度进行标注，上、下极限偏差用 2.5 号字书写，数字的位数要对齐，粗糙度符号的绘制参见 8.5.1 节。

绘制完成的上肋板的工作图样如图 1-28 所示。标题栏中的“阶段标记”是根据 JB/T 5054.3—2000 的规定填写的，该标准将阶段标记分为三种：“S”——样机(样品)试制阶

段标记，“A”——小批试制阶段标记，“B”——正式生产图样标记。

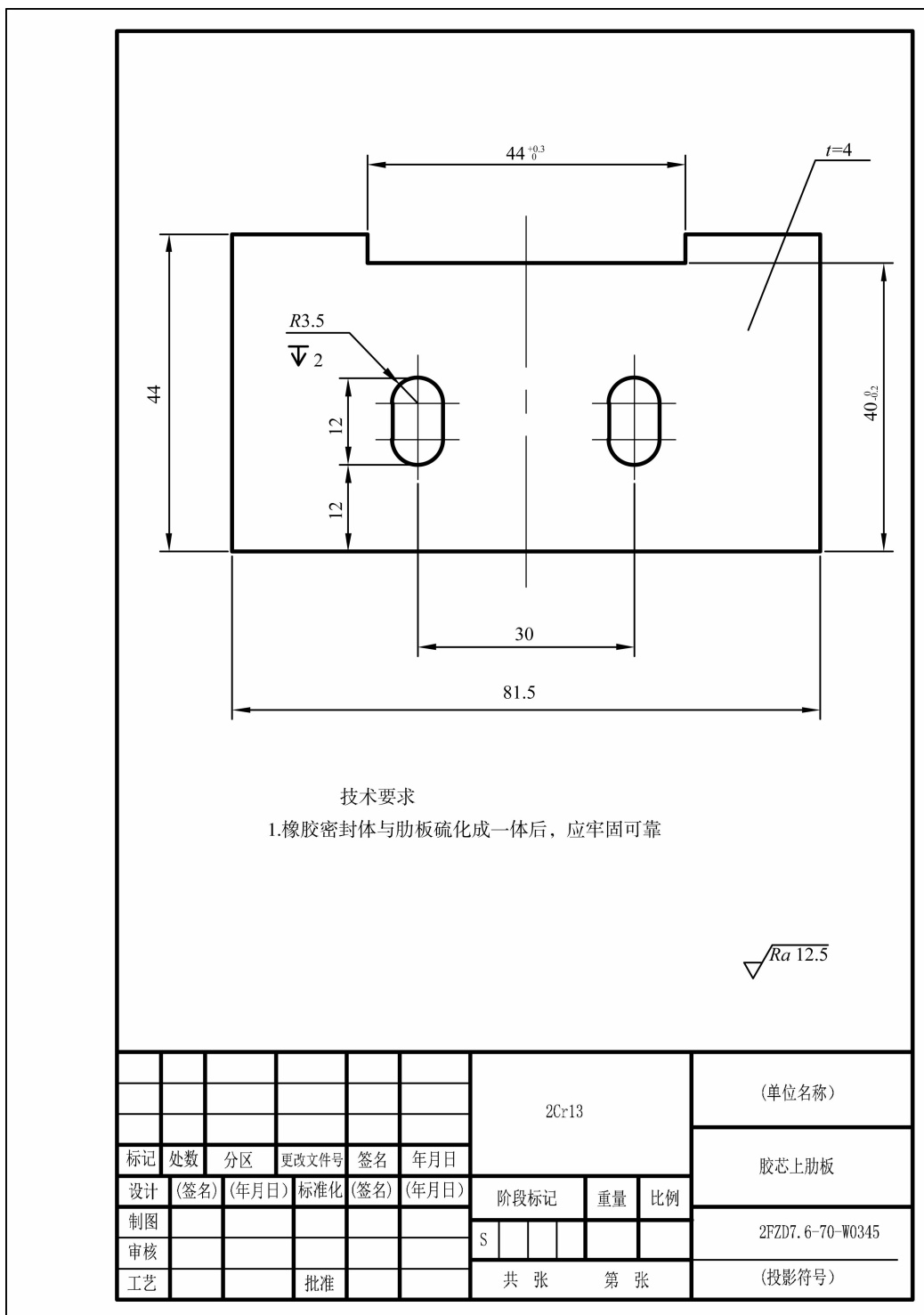


图 1-28 胶芯上肋板工作图样

- chapter 01
- chapter 02
- chapter 03
- chapter 04
- chapter 05
- chapter 06
- chapter 07
- chapter 08
- chapter 09
- chapter 10
- chapter 11



码上测验



选择题



判断题