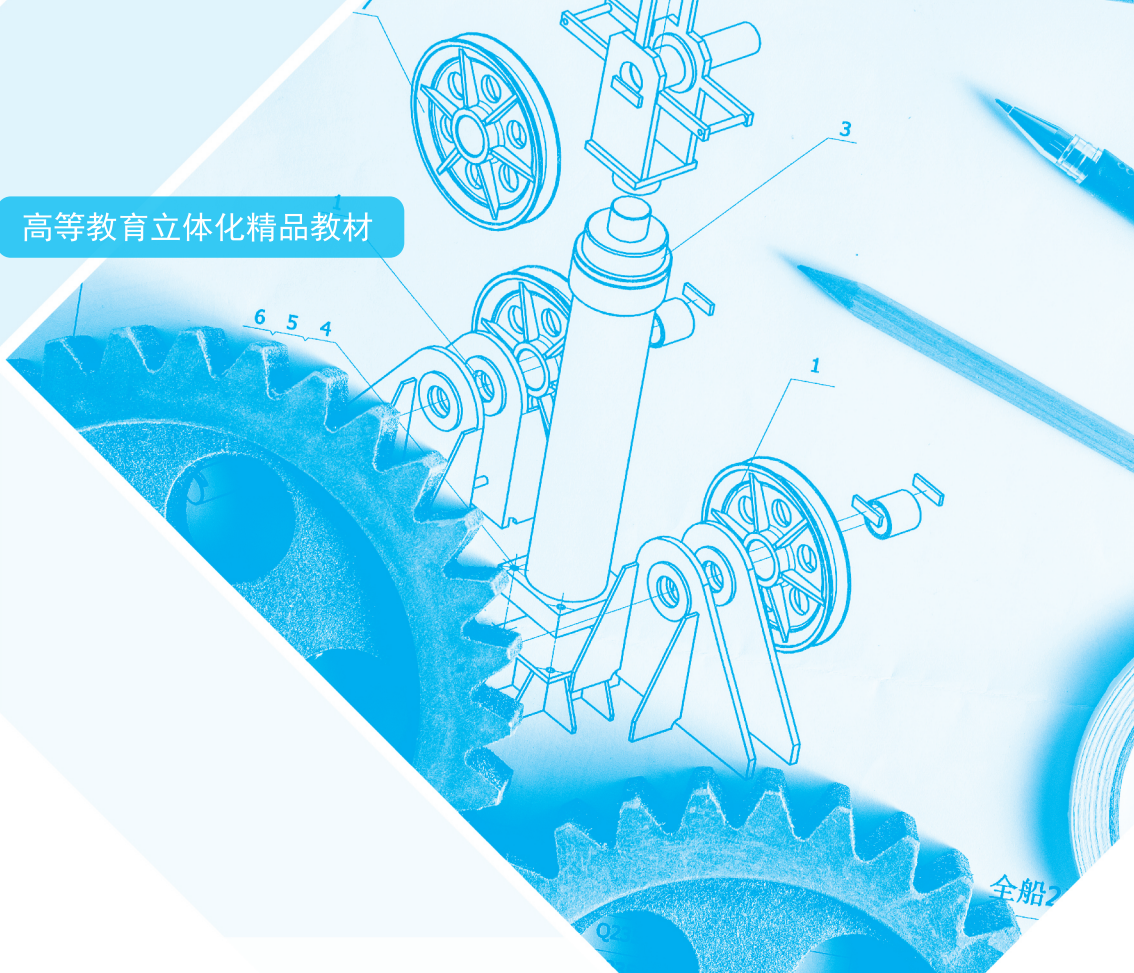




高等教育立体化精品教材



汽车机械识图与CAD

主 编 刘祖其 徐春霞
副主编 刘德兵 张雨洪
编 者 刘祖其 徐春霞 刘德兵 张雨洪
周 梅 任 娇 刘 静 陈 丽

西北工业大学出版社

西 安

【内容提要】 本书以“着重职业技术技能训练，基础理论以够用为度”为原则，结合国家现行标准《机械制图》和《技术制图》的基本规定，将汽车机械识图与计算机辅助设计（Computer Aided Design, CAD）有机融合，并配有《汽车机械识图与CAD习题集》。

本书共10章，内容涵盖了汽车机械识图课程的主要知识点，内容包括制图基本知识、基本几何体的投影、组合体三视图基础、图样基本表示法的应用、常用机件表示法的应用、零件图的识读与绘制、装配图、展开图与焊接图、AutoCAD 2019制图、汽车零部件制图实例。

本书可作为本科院校、高职高专院校、技师学院的汽车运用与维修、汽车制造与装配、新能源汽车技术、汽车营销与服务及相关专业的教材。

图书在版编目（CIP）数据

汽车机械识图与CAD/刘祖其，徐春霞主编. —西安：
西北工业大学出版社，2019.12
ISBN 978-7-5612-6897-1

I. ①汽… II. ①刘… ②徐… III. ①汽车-机械图-识图-高等职业教育-教材 ②汽车-机械制图-
AutoCAD 软件-高等职业教育-教材 IV. ①U462

中国版本图书馆CIP数据核字（2019）第285438号

QICHE JIXIE SHITU YU CAD

汽车机械识图与CAD

责任编辑：朱晓娟

策划编辑：肖 莎

责任校对：张 友

装帧设计：易 帅

出版发行：西北工业大学出版社

通信地址：西安市友谊西路127号

邮编：710072

电 话：(029) 88491757, 88493844

网 址：www.nwpup.com

印 刷 者：天津市蓟县宏图印务有限公司

开 本：787 mm×1 092 mm 1/16

印 张：20

字 数：462千字

版 次：2019年12月第1版 2019年12月第1次印刷

定 价：48.00元

如有印装问题请与出版社联系调换

本书以“着重职业技术技能训练，基础理论以够用为度”为原则，结合国家现行标准《机械制图》和《技术制图》的基本规定，将汽车机械识图与 CAD 有机融合，并配有《汽车机械识图与 CAD 习题集》。

本书共 10 章，内容涵盖了汽车机械识图课程的主要知识点，内容包括制图基本知识、基本几何体的投影、组合体三视图基础、图样基本表示法的应用、常用机件表示法的应用、零件图的识读与绘制、装配图、展开图与焊接图、AutoCAD 2019 制图、汽车零部件制图实例。

本书可作为本科院校、高职高专院校、技师学院的汽车运用与维修、汽车制造与装配、新能源汽车技术、汽车营销与服务等专业及相关专业的教材。

在编写本书的过程中参考了一些相关书籍，在此对其作者致以诚挚的感谢。

由于水平有限，书中难免有不足之处，恳请读者批评指正。

编者

2019 年 10 月

CONTENTS

目 录

第 1 章 制图基本知识

本章内容	1
本章重点	1
本章难点	1
1.1 国家标准	1
1.1.1 图纸幅面、图框格式及标题栏	2
1.1.2 比例	4
1.1.3 字体	5
1.1.4 图线	7
1.1.5 尺寸注法	9
1.2 常用绘图工具	13
1.2.1 铅笔和铅芯	13
1.2.2 图板、丁字尺和三角板	14
1.2.3 圆规和分规	15
1.2.4 曲线板	16
1.3 常用几何图形绘制	16
1.3.1 等分作图	16
1.3.2 斜度和锥度	17
1.3.3 圆弧连接	19
1.3.4 椭圆的画法	21
1.4 平面图形的画法及标注	22
1.4.1 平面图形的尺寸分析	22
1.4.2 平面图形的线段分析	22
1.4.3 平面图形的绘制步骤	23

1.5 绘制汽车起重吊钩平面图形	25
本章小结	29

第 2 章 基本几何体的投影

本章内容	31
本章重点	31
本章难点	31
2.1 投影法的基本知识	31
2.1.1 投影法的概念	31
2.1.2 投影法的分类	32
2.1.3 正投影的基本特性	33
2.2 点、直线与平面的投影	34
2.2.1 点的投影	34
2.2.2 直线的投影	36
2.2.3 平面的投影	40
2.3 基本几何体的投影	43
2.3.1 物体的三视图	43
2.3.2 棱柱	46
2.3.3 棱锥	48
2.3.4 曲面立体	50
2.4 基本几何体的尺寸标注方法	52
2.5 截交线与相贯线	54
2.5.1 截交线	54
2.5.2 相贯线	62
本章小结	65

第3章 组合体三视图基础

本章内容	67
本章重点	67
本章难点	67
3.1 组合体的形体分析	67
3.1.1 组合体的基本概念	67
3.1.2 组合体的组合形式	68
3.1.3 组合体局部表面之间的关系	68
3.1.4 形体分析方法	71
3.2 组合体三视图的画法	72
3.2.1 叠加式组合体的三视图画法	72
3.2.2 切割式组合体的三视图的画法	75
3.3 组合体的尺寸标注	76
3.3.1 组合体尺寸标注的要求	76
3.3.2 常见几何体的尺寸标注方法	76
3.3.3 尺寸的分类和尺寸基准	77
3.3.4 组合体尺寸标注的方法和步骤	78
3.4 组合体三视图的读图方法	81
3.4.1 读图的基本要领	81
3.4.2 读图的基本方法	82
3.5 轴测图的画法	85
3.5.1 轴测图的基本知识	85
3.5.2 正等轴测图的绘制	87
3.5.3 斜二轴测图的绘制	91
3.6 画汽车连杆轴承盖三视图	93
本章小结	94

第4章 图样基本表示法的应用

本章内容	97
本章重点	97
本章难点	97
4.1 视图	97
4.1.1 基本视图	97

4.1.2 向视图	98
4.1.3 局部视图	99
4.1.4 斜视图	100
4.2 剖视图	100
4.2.1 剖视的基本概念	101
4.2.2 剖视图的种类及其应用	103
4.2.3 剖切平面的种类	106
4.3 断面图	108
4.3.1 基本概念	108
4.3.2 断面图种类	109
4.4 局部放大图与简化画法	111
4.4.1 局部放大图	111
4.4.2 简化画法	111
4.5 第三角投影法	117
4.6 机件表达方法综合实例	120
本章小结	121

第5章 常用机件表示法的应用

本章内容	123
本章重点	123
本章难点	123
5.1 螺纹与螺纹紧固件	124
5.1.1 螺纹的形成	124
5.1.2 螺纹的基本要素	125
5.1.3 螺纹的类型	126
5.1.4 螺纹的规定画法与标注	128
5.1.5 螺纹紧固件及标记	133
5.1.6 常用螺纹紧固件的连接画法	140
5.2 齿轮	143
5.2.1 直齿圆柱齿轮的参数	144
5.2.2 直齿圆柱齿轮的规定画法与尺寸标注示例	145
5.2.3 直齿锥齿轮的规定画法	147
5.2.4 蜗轮、蜗杆的画法	149
5.3 键连接与销连接	151
5.3.1 常用键与标记	151
5.3.2 常用键连接的规定画法与尺寸标注 (GB/T 1096—2003)	152

7.6.1 由装配图拆画零件图的步骤	222
7.6.2 拆画零件图举例	222
本章小结	225

第 8 章 展开图与焊接图

本章内容	227
本章重点	227
本章难点	227

8.1 展开图	227
8.1.1 概述	227
8.1.2 绘制展开图的基础知识	229
8.1.3 平面立体制件的表面展开	230
8.1.4 曲面立体制件的展开面	232
8.2 焊接图	236
8.2.1 概述	236
8.2.2 焊缝的符号及其标注	237
8.2.3 常见焊缝的标注	241
本章小结	244

第 9 章 AutoCAD 2019 制图

本章内容	245
本章重点	245
本章难点	245

9.1 AutoCAD 软件的特点与基本功能	245
9.1.1 AutoCAD 软件的特点	245
9.1.2 AutoCAD 软件的基本功能	246
9.2 AutoCAD 2019 的新增功能	246
9.3 AutoCAD 2019 的操作环境	247
9.3.1 AutoCAD 2019 简介	247
9.3.2 启动 AutoCAD 2019	247
9.3.3 AutoCAD 2019 的工作界面	248
9.3.4 AutoCAD 2019 的操作界面	251
9.4 AutoCAD 2019 的基本绘图命令	256
9.4.1 新建图形文件	256

9.4.2 打开图形文件	257
9.4.3 保存图形文件	257
9.4.4 命令执行方式	258
9.4.5 绘图环境设置	258
9.4.6 辅助功能设置	259
9.5 AutoCAD 2019 的应用	260
9.5.1 绘制点	260
9.5.2 绘制直线	262
9.6 绘制实例	265
本章小结	266

第 10 章 汽车零部件制图实例

本章内容	267
本章重点	267
本章难点	267
10.1 发动机装配结构简图	268
10.2 汽车配气组件	269
10.3 活塞连杆组	272
10.4 汽车拨叉	274
10.5 齿轮式机油泵	275
10.6 离心式水泵	277
10.7 二轴式变速器	280
10.8 齿轮齿条式转向器	282
10.9 新能源汽车部件简介	283
本章小结	284

附 录

附录 A 螺纹	287
附录 B 螺纹紧固件	295
附录 C 垫圈	302
附录 D 普通型平键	304
附录 E 紧固件用孔	305
附录 F 轴和孔的极限偏差	306
附录 G 滚动轴承	310
参考文献	311

第1章

制图基本知识

本章内容

- 1) 熟悉图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸注法等制图标准。
- 2) 掌握铅笔和铅芯、图板、丁字尺、三角板、圆规、分规和曲线板的使用方法。
- 3) 掌握几何图形的作图方法及尺寸的标注方法。
- 4) 掌握平面图形的尺寸分析、线段分析和绘制步骤。

本章重点

- 1) 相关国家标准的基本规定。
- 2) 平面图形的分析方法和作图步骤。

本章难点

平面图形的尺寸分析和线段分析。

1.1 国家标准

图样是表达工程技术人员设计意图、交流技术思想、组织和指导生产的一个重要工具，是现代工业生产中必不可少的技术文件，图样作为技术交流的共同语言，必须有统一的规范。

国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会发布了《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、表示法等做了统一规定。《技术制图》国家标准是一项基础技术标准，在内容上具有统一性和通用性，在制图标准体系中处于最高层次；《机械制图》国家标准是机械专业的制图标准。《技术制图》和《机

械制图》国家标准是绘制机械图样的根本依据，工程技术人员必须严格遵守其有关规定。

以“GB/T 14689—2008”为例说明国家标准编号的含义，其中，“GB/T”称为“推荐性国家标准”，简称“国标”；“14689”表示标准顺序号，“2008”是该标准的年代号，表示该标准是2008年颁布的。



1.1.1 图纸幅面、图框格式及标题栏

1. 图纸幅面

1) 图纸幅面是指图纸宽度与长度组成的图面。绘制图样时，应优先采用表1-1中规定的图纸基本幅面尺寸。基本幅面由大到小的代号依次为A0、A1、A2、A3、A4。

表 1-1 基本幅面尺寸

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		

2) 必要时允许加长幅面，但应注意只能按照图1-1所示的格式加长，即基本幅面的短边成整数倍地增加。

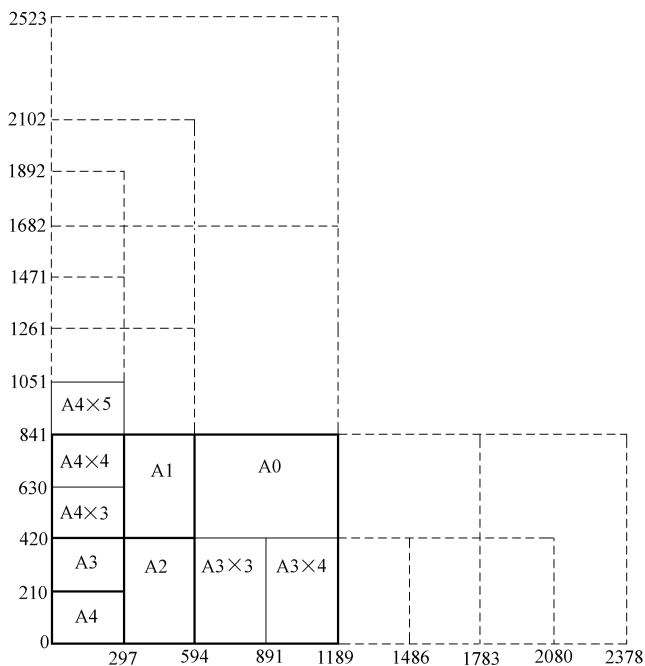


图 1-1 图纸的幅面及加长尺寸

2. 图框格式

图框是指图纸上限定绘图区域的线框，必须用粗实线在图纸上画出图框。图框格式有留装订边和不留装订边两种，但同一产品图样只能采用一种格式。每张技术图样中均应画出标题栏。当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，构成 X 型图纸；当标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸，如图 1-2 所示。此时，看图的方向与标题栏中的文字方向一致。

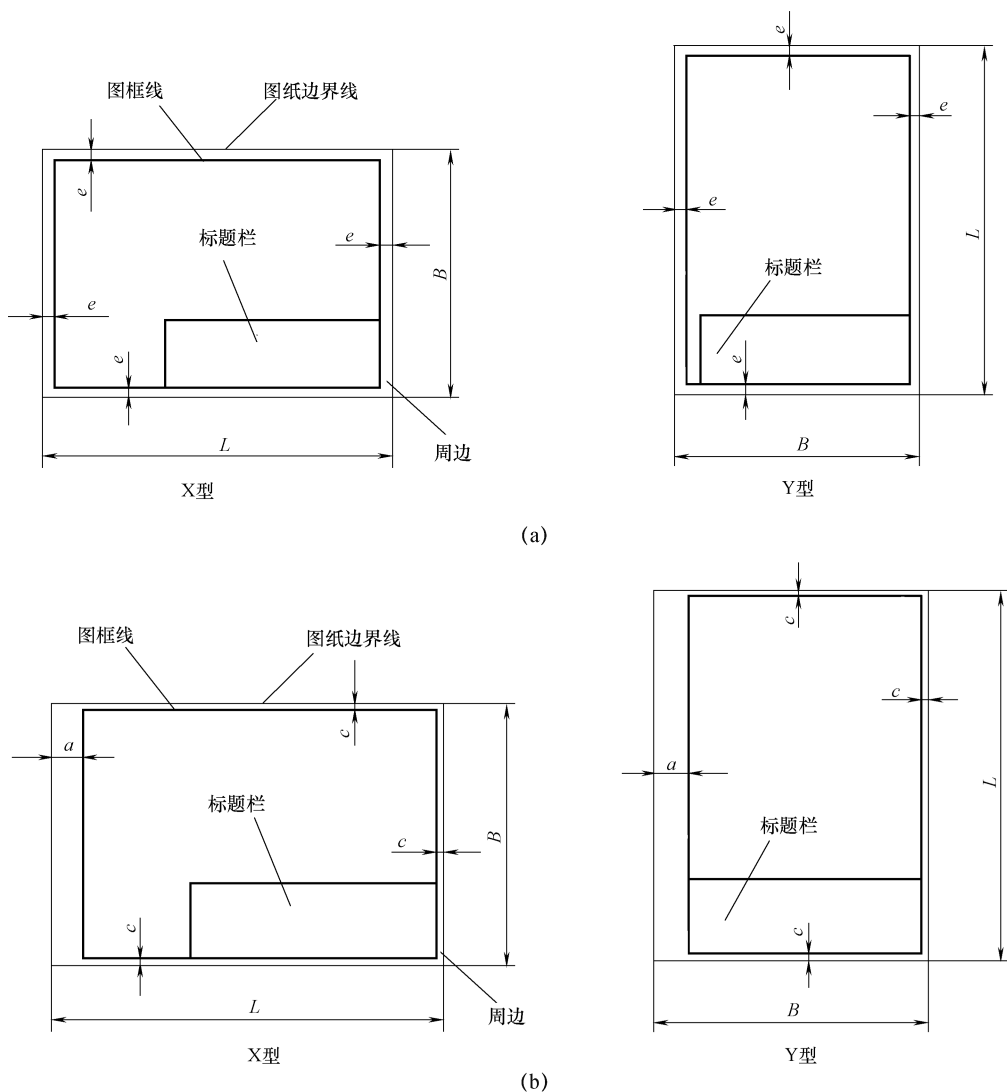


图 1-2 图框格式

(a) 不留装订边；(b) 留装订边

3. 标题栏

每张图纸都必须画出标题栏，其位置位于图纸的右下角。对于标题栏的内容、格式及尺寸，国家标准《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—2008)做了规定，如图 1-3 (a) 所示。学生作业中的标题栏，建议采用图 1-3 (b) 所示的形式。

chapter 01

chapter 02

chapter 03

chapter 04

chapter 05

chapter 06

chapter 07

chapter 08

chapter 09

chapter 10

appendix

表 1-2 比例

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

(3) 标注方法。

在同一机件内，要选用相同的比例绘制各图形，且在标题栏中进行标注。若有某一图形采用的是不同的比例，需要另加标注。无论采用的是哪一种比例，在图样中都必须标注机件的实际尺寸大小。图 1-4 所示为不同比例画出的图形及尺寸数值。

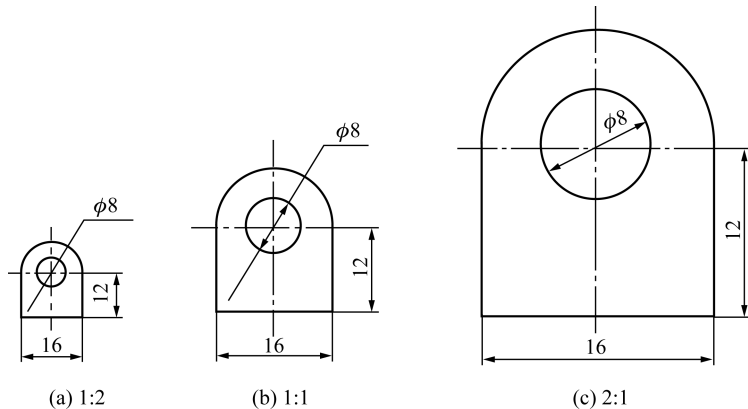


图 1-4 不同比例画出的图形及尺寸数值的标注

(a) 1:2; (b) 1:1; (c) 2:1

1.1.3 字体

国家标准《技术制图 字体》(GB/T 14691—1993)对制图字体做了规定。字体即图样及技术文件中出现的汉字、数字和字母的书写方式。不同的字体高度(h)用字号表示,有1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm共八种。对字体的要求是“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。

(1) 汉字。

汉字书写要求为长仿宋体,且要求选用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化汉字。汉字高度(h)不能小于3.5mm,宽度一般为 $h/2$ 。初学者可以通过打格的方式保证书写的字体大小一致、规范整齐。汉字的书写方法如图1-5所示。

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

appendix

10号字 字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7号字 横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5号字 技术制图 机械电子 汽车船舶 土木建筑

图 1-5 汉字书写方法

(2) 字母和数字。

字母和数字可分为 A 型和 B 型，A 型字体中笔画的宽度 (d) 为字体高度 (h) 的 $1/14$ ，即 $d=h/14$ ，B 型字体中 $d=h/10$ 。要求在同一图样内只能采用一种类型的字体。

字母和数字也可写成直体（正体）和斜体。斜体字字头向右倾斜，与水平线约成 75° 。斜体多用于技术文件的书写。当同汉字混合进行书写时，可选用直体。

字母和数字书写示例如图 1-6 所示。

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
 abcdefghijklmnopqrstuvwxyz abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
 (a)

0123456789 0123456789
 (b)

图 1-6 字母和数字书写方法

(a) 字母示例；(b) 数字示例

(3) 拉丁字母。

拉丁字母有大写和小写之分，如图 1-7 所示。汉语拼音字母来源于拉丁字母，两者字形完全相同。

ABCDEFGHIJKLMN
OPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmn
opqrstuvwxyz

图 1-7 拉丁字母示例（斜体）

(4) 数字。

用作指数、脚注、极限偏差、分数等的数字及字母一般应采用小一号的字体。数字及字母组合书写的综合应用示例如图 1-8 所示。

$R3$ $C2$ $M24-6H$ $\phi 60H7$ $\phi 30g6$
 $\phi 20^{+0.021}_0$ $\phi 25^{+0.007}_{-0.020}$ $Q235$ $HT200$

图 1-8 字体书写综合应用示例




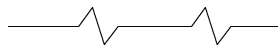
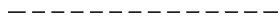
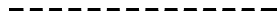
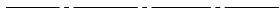

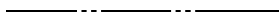


1.1.4 图线

1. 线型

绘制图样时，应采用国家标准《机械制图 图样画法 图线》（GB/T 4457.4—2002）中规定的图线类型，见表 1-3。

表 1-3 常用图线（部分）

图线名称		线型	图线宽度	应用举例
实线	粗实线		d	可见轮廓线、可见棱边线、相贯线
	细实线		约 $d/2$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线、指引线
	波浪线		约 $d/2$	断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线
	双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线
虚线	细虚线		约 $d/2$	不可见轮廓线、不可见棱边线
	粗虚线		约 d	允许表面处理的表示线
点画线	细点画线		约 $d/2$	轴线、对称中心线、剖切线
	粗点画线		d	限定范围的表示线
细双点画线			约 $d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线、剖切面之前的结构轮廓线、轨迹线

2. 图线宽度

在图样绘制过程中，图线宽度分成粗、细两种，比例为 2 : 1。依据图样的尺寸及类型，图线宽度 d 可以在下列数系中进行选择，即 0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。其中，优先采用宽度为 0.5mm 和 0.7mm 的尺寸。各种类型图线的应用示例如图 1-9 所示。

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

appendix

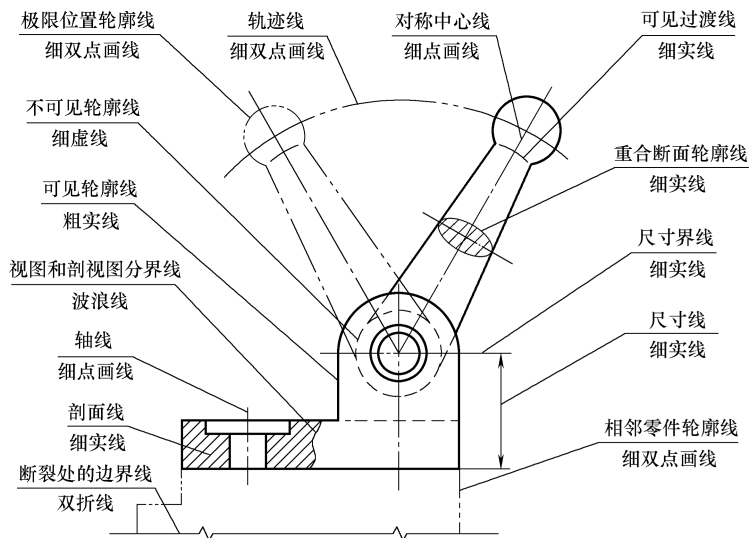


图 1-9 图线的应用实例

3. 图线的画法

如图 1-10 所示, 在进行图线绘制时, 有以下几点注意事项。

- 1) 在同一图样中, 要保证同类图线的宽度基本一致。同时, 虚线、点画线及双点画线长度和间隔也应该各自保持大体相等。
- 2) 两条平行线之间的距离应不小于粗实线的两倍, 最小间距不小于 0.7mm。
- 3) 绘制圆的对称中心线时, 点画线两端应超出圆的轮廓线 2~5mm, 圆心应是线段的交点。在较小的图形上绘制点画线有困难时, 可用细实线代替。
- 4) 两条虚线、点画线或双点画线相交应以线段相交, 而不应相交在点或间隔处。
- 5) 直虚线在实线的延长线上相接时, 虚线应留出间隔。
- 6) 虚线圆弧与实线相切时, 虚线圆弧应留出间隔。
- 7) 点画线、双点画线的首末两端应是线段, 而不应是短画。
- 8) 当有两种或更多的图线重合时, 通常按图线所表达对象的重要程度选择绘制顺序: 可见轮廓线 > 不可见轮廓线 > 尺寸线 > 各种用途的细实线 > 轴线和对称中心线 > 假想线。

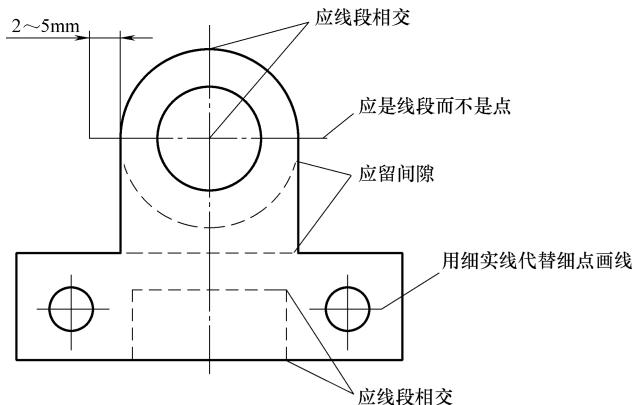


图 1-10 图线的正确绘制方法



1.1.5 尺寸注法

关于尺寸标注的国家标准有《机械制图 尺寸注法》(GB/T 4458.4—2003)和《技术制图 简化表示法 第2部分:尺寸注法》(GB/T 16675.2—2012)。

1. 基本规则

图样中的图形仅能表达机件的结构形状,其各部分的大小和相对位置关系还必须由尺寸来确定。国家标准中对尺寸标注的基本方法有明确规定,必须严格遵守。

- 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度无关。
- 2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以 mm 为单位,不需标注计量单位的代号或名称,如采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。
- 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,否则应另加说明。
- 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。
- 5) 绘图时按理想关系绘制的,如相互平行平面和相互垂直平面的关系均按图形所示几何关系处理,一般不需要标注尺寸,如垂直不需要标注 90° 。

2. 尺寸要素

一个完整的尺寸,一般由尺寸线、尺寸界线、尺寸线终端和尺寸数字四要素组成。如图 1-11 所示。

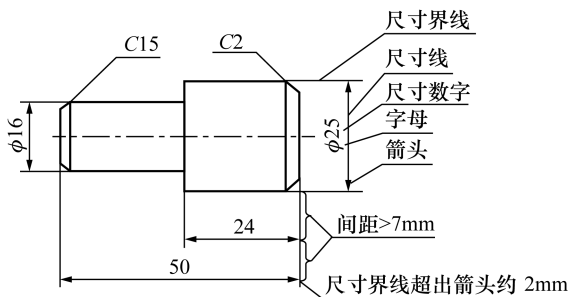


图 1-11 尺寸组成示例

- 1) 尺寸线表明度量尺寸的方向。线性尺寸的尺寸线应与所标注的线段平行,其间隔与平行的尺寸线之间的间隔应一致,为 $5\sim 10\text{mm}$ 。
- 2) 尺寸界线表明所注尺寸的范围。一般与尺寸线垂直,且超过尺寸线 $2\sim 3\text{mm}$ 。
- 3) 尺寸线终端表明尺寸的起、止,如图 1-12 所示。

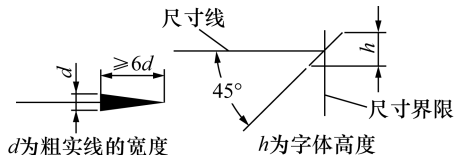


图 1-12 尺寸终端的画法

- 4) 尺寸数字表示机件的实际大小。

chapter 01

chapter 02

chapter 03

chapter 04

chapter 05

chapter 06

chapter 07

chapter 08

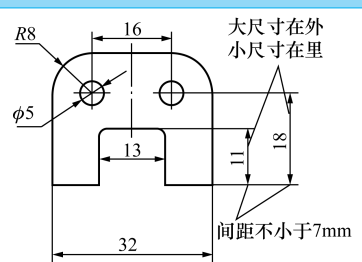
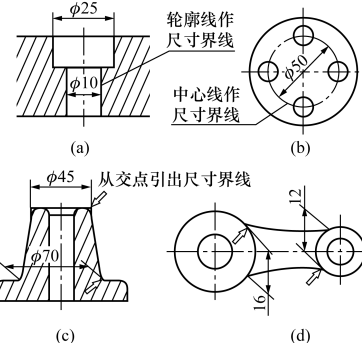
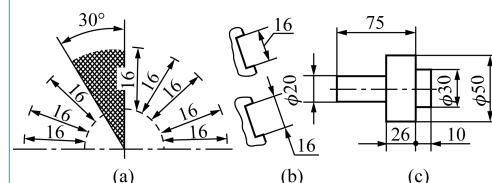
chapter 09

chapter 10

appendix

尺寸组成举例见表 1-4。

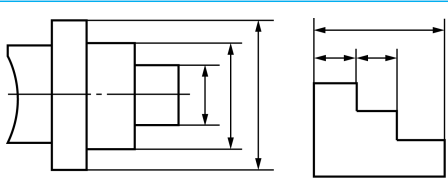
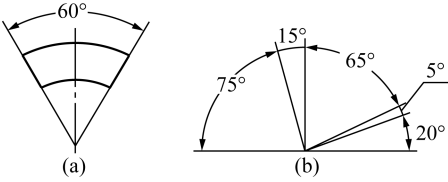
表 1-4 尺寸组成举例

项目	应用举例	说明
尺寸线		<p>尺寸线应平行于被标注的线段，其间隔及两平行的尺寸线间的间隔应为 5~10 mm；尺寸线间或尺寸线与尺寸界线之间应尽量避免相交</p>
尺寸界线		<p>尺寸界线应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出，尺寸界线用细实线绘制，一般应与尺寸线垂直。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线，如图 (a) (b) 所示。当尺寸界线过于靠近轮廓线时，允许倾斜画出，如图 (c) (d) 所示。在光滑过渡处标注尺寸时，必须用细实线将轮廓线延长，从它们的交点处引出尺寸界线，如图 (c) 中的箭头所指处</p>
尺寸数字		<p>尺寸数字一般书写在尺寸线的上方或中断处，并尽量避免在 30° 范围内标注尺寸，如图 (a) 所示，当无法避免时，如图 (b) 所示。位置不够时可以引出注在外面。竖直方向的尺寸可按图 (c) 的形式标注</p>

3. 常见图形尺寸标注示例

常见尺寸标注举例见表 1-5

表 1-5 常见尺寸标注举例

项目	应用举例	说明
		<p>并列尺寸：小尺寸在里，大尺寸在外，尺寸线间隔应保持一致。串列尺寸：箭头互相对齐</p>
角度标注		<p>尺寸界线应延径向画出，尺寸线应画成圆弧，圆心是角的顶点。尺寸数字一律水平书写在尺寸线的中断处，必要时可写在上方或外面，也可引出标注。图 (a) 所示为常见角度标注，图 (b) 所示为尺寸数字标注在尺寸线中断处</p>

续表

项目	应用举例	说明
直径与半径标注		<p>在对直径进行标注时, 须在尺寸数字前加注符号“ϕ”; 对半径进行标注时, 须在尺寸数字前加注符号“R”。其尺寸线须经过圆心, 尺寸线的末端须画箭头。对球面的直径或半径进行标注时, 须在符号“ϕ”或“R”前再加注符号“S”。图 (a) 所示为直径标注, 图 (b) 所示为同心圆直径标注, 图 (c) 所示为球面半径标注, 图 (d) 所示为半径标注</p>
小尺寸标注		<p>在没有足够位置画箭头或注写数字时, 箭头可画在外边, 也可以用小圆点代替两个箭头; 在一些特殊情况下, 允许只画一个箭头对小圆直径进行标注; 为了避免产生误解, 还可以采用将尺寸线断开的方法标注, 如图所示</p>
弦长及弧长标注		<p>在对弧长进行标注时, 须在尺寸数字的上方加注符号“\sim”。弦长及弧长的尺寸界线须平行于该弦的垂直平分线, 当弧较大时, 尺寸界线可沿径向引出</p>
球面标注		<p>一般应在“ϕ”或“R”前面加注符号“S”, 如“$S\phi$”或“SR”。但在不致引起误解的情况下, 也可不加注符号“S”</p>
对称件标注		<p>对称件的图形如只画出一半或略大于一半时, 尺寸线应略超过对称中心线或断裂线。此时只在靠尺寸界线的一端画出箭头</p>
正方形标注		<p>标注剖面为正方形结构的尺寸时, 可在正方形边长数字前加注符号“\square”, 或用“$B \times B$” (B 为边长) 注出</p>

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

appendix

续表

项目	应用举例	说明
均匀分布孔标注		均匀分布的成组孔等的尺寸,按图(a)所示的方法标注;当成组要素的定位和分布情况在图形中已明确时,可不标注其角度
尺寸相同孔槽标注		在同一图形中,对相同尺寸的孔槽等成组要素,可在一个要素上标注出其尺寸和数量。标注板状零件的厚度时,可在尺寸数字前加“t”

尺寸标注的常用符号及缩写词的含义(见表1-6)。

表 1-6 尺寸标注的常用符号及缩写词的含义

序号	符号及缩写词			序号	符号及缩写词		
	含义	现行	曾用		含义	现行	曾用
1	直径	ϕ	(未变)	9	深度	\Downarrow	深
2	半径	R	(未变)	10	沉孔或铤平	\sqcup	沉孔、铤平
3	球直径	$S\phi$	ϕ	11	埋头孔	∇	沉孔
4	球半径	SR	R	12	弧长	\frown	(仅变注法)
5	厚度	t	厚 δ	13	斜度	\angle	(未变)
6	均布	EQS	均布	14	锥度	\triangleleft	(仅变注法)
7	45°倒角	C	$1 \times 45^\circ$	15	展开长	$\bigcirc \rightarrow$	(新增)
8	正方形	\square	(未变)	16	型材截面形状	新: GB/T 4656—2008 旧: GB/T 4656.1—2000	

4. 尺寸的简化注法 (GB/T 16675.2—2012)

在绘制好的图样中进行尺寸标注时,为了减少工作量,可采用简化尺寸标注法。

(1) 带箭头的指引线。

在进行尺寸标注时,可以使用单边箭头,或者带箭头的指引线,也可以采用不带箭头的指引线,如图1-13所示。

(2) 同一图形中相同要素的简化标注。

对于同一图形中出现的相同要素,如尺寸相同的孔、槽等,可只在其中一个要素上标注尺寸和数量。如图1-14(a)所示,图中“EQS”表示均匀分布。若图中组成要素的定位及分布情况已经明确,可不标注角度并省略缩写词“EQS”,如图1-14(b)所示。

(3) 一组圆和圆弧的标注。

一组同心圆弧可采用共用的尺寸线和箭头依次表示,如图 1-15 (a) (b) 所示。若一条直线上有多个圆心圆弧的尺寸,也可以采用相同的简化注法,如图 1-15 (c) 所示。

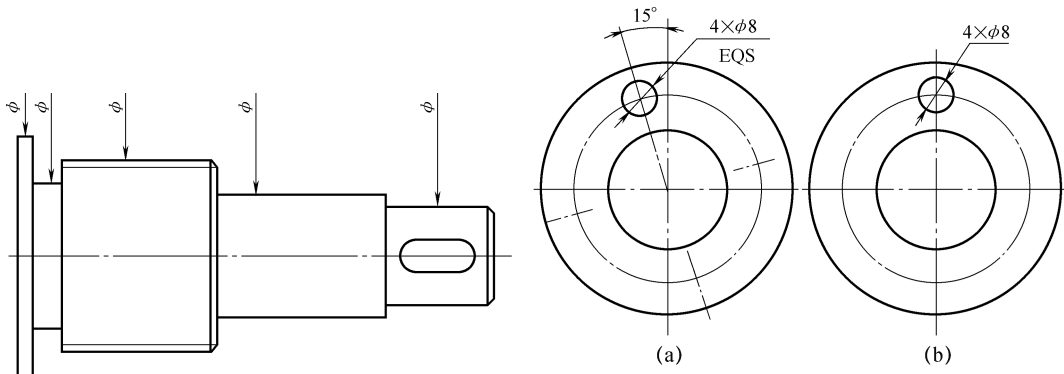


图 1-13 带箭头的指引线简化注法示例

图 1-14 同一图形中相同要素的简化注法示例

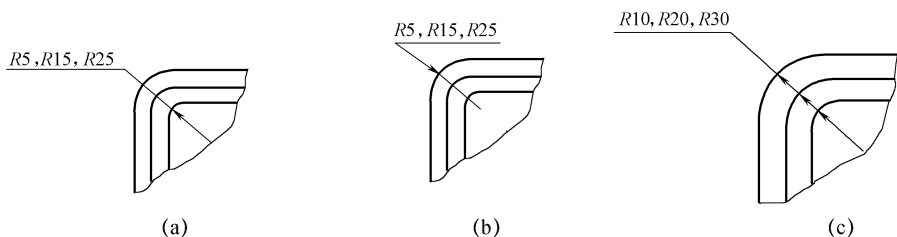


图 1-15 一组圆和圆弧的简化注法示例

1.2 常用绘图工具

若想快速准确地完成绘图任务,必须能够正确、熟练地使用绘图工具和仪器。随着加工制造工艺技术的发展进步,绘图工具及仪器的功能与品质都有了显著的提高和改善。本节介绍几种学生绘图中常用的工具和仪器。



1.2.1 铅笔和铅芯

绘图中常用的铅笔一般分为软、硬两种。字母 B 表示软铅芯, B 前的数字越大,铅芯越软; H 表示硬铅芯, H 前的数值越大,铅芯越硬;字母为 HB 时,表示铅芯的软硬适中。在绘图时,一般选择 H 或 2H 铅笔打底稿,削成圆锥形铅芯;选择 B 铅笔加深,绘制粗实线,削成扁平的矩形铅芯,如图 1-16 所示;选择 HB 铅笔画细实线、细点画线和虚线。注意,相同类型的线条粗细、浓淡须保持一致。

chapter
01

chapter
02

chapter
03

chapter
04

chapter
05

chapter
06

chapter
07

chapter
08

chapter
09

chapter
10

appendix

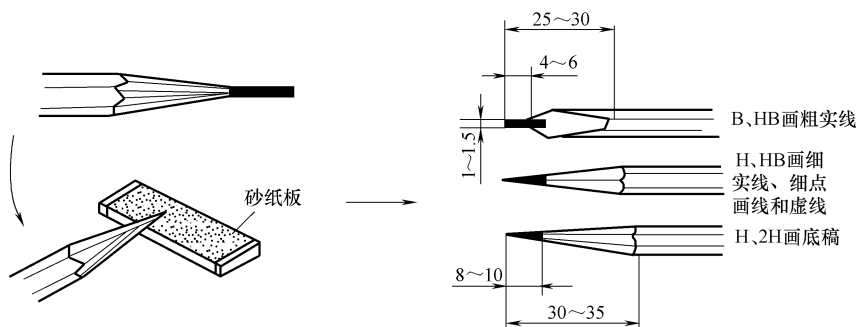


图 1-16 绘图常用铅笔



1.2.2 图板、丁字尺和三角板

(1) 图板。

在进行图样绘制时，图板是用来铺放、固定图纸用的矩形木版，其材质多为胶合板。板面必须平整、光洁，左侧的导边必须平直，如图 1-17 所示。在使用过程中，要保持图板的整洁完好。

(2) 丁字尺。

丁字尺多用于绘制水平线，由尺头和尺身构成。在使用过程中，如图 1-18 所示，应注意保持尺头内侧靠紧图板的导边，然后左手推动丁字尺进行上、下移动。当移动到所需位置时，则可以变换手势，压住尺身，再用右手从左至右画水平线。

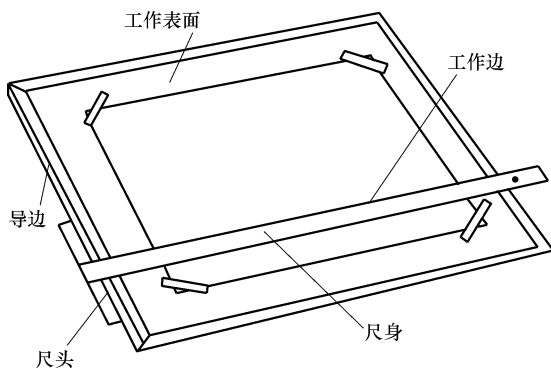


图 1-17 图板

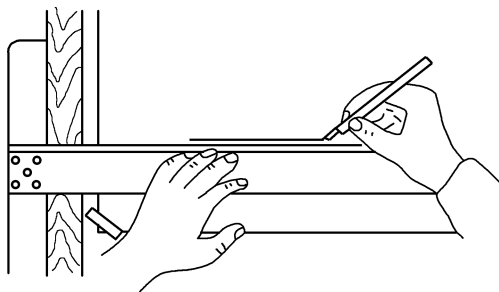


图 1-18 丁字尺

(3) 三角板。

三角板一般由 45° 、 45° 、 90° 和 30° 、 60° 、 90° 两块合成为一副。如图 1-19 所示，将三角板与丁字尺配合使用，可以画出垂直线、倾斜线及一些常用的特殊角度，如 15° 、 75° 、 105° 等；也可以将两块三角板配合使用，作出已知直线的平行线或垂直线。

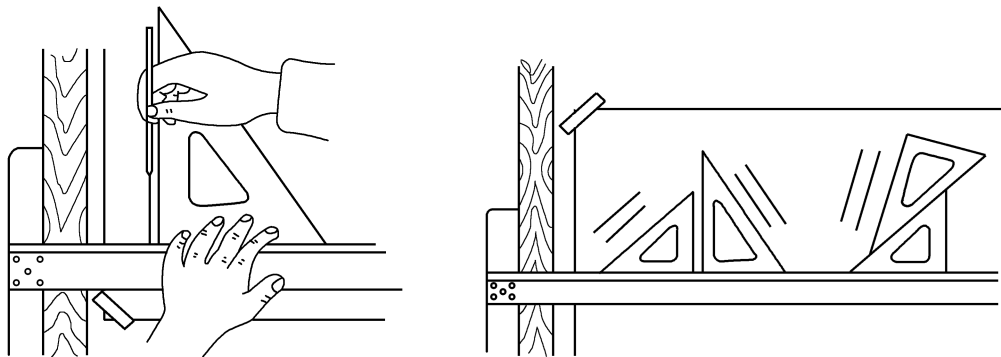


图 1-19 三角板



1.2.3 圆规和分规

(1) 圆规。

圆规是绘制圆或圆弧的工具，常见的有大圆规、弹簧规和点圆规等。大圆规的一条腿内装有钢针，另一条腿可以装入铅芯插腿或鸭嘴插腿。使用圆规时应注意，当两腿并拢后，针尖须略高于铅芯尖。如图 1-20 所示，绘制图样时，先将钢针插入图板内，使圆规稍倾斜于前进的方向，且用力均匀，平稳转动。当画较大圆时，应尽量使圆规两脚与纸面垂直。

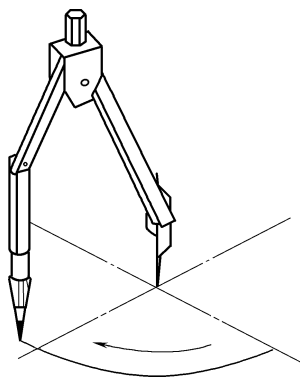


图 1-20 圆规的使用方法

(2) 分规。

分规的作用主要是截取尺寸、等分线段和圆周。使用时应注意，分规的两个针尖并拢时应平齐。图 1-21 所示为分规的使用方法。

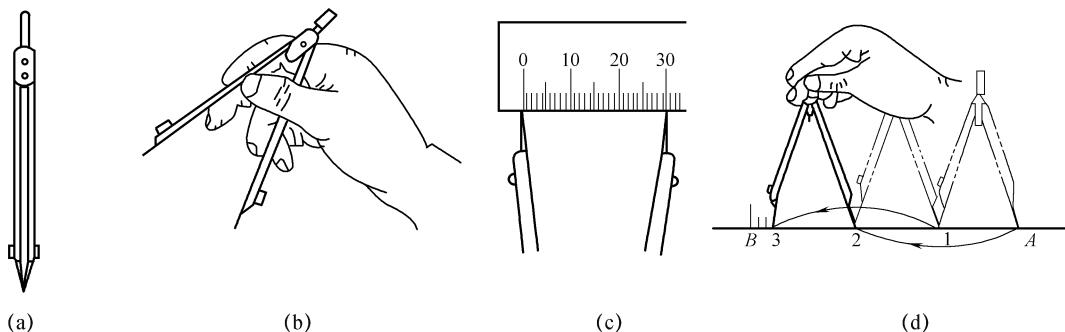


图 1-21 分规的使用方法

(a) 分规；(b) 分规使用方法；(c) 分规截取尺寸；(d) 分规等分作图

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



1.2.4 曲线板

绘制曲线图形时常采用曲线板。画图时，应先按照相应的作图方法找出曲线上的
一些点，接着徒手将各点轻轻地连成曲线，然后找出曲线板与曲线相吻合的线段，分
几段逐次将各点圆滑地连接成曲线。注意，为了能够获得流畅、准确的线条，相邻曲
线段之间应留至少两点间的一小段作为过渡，即应有一小段与已画曲线段重合，如
图 1-22 所示。

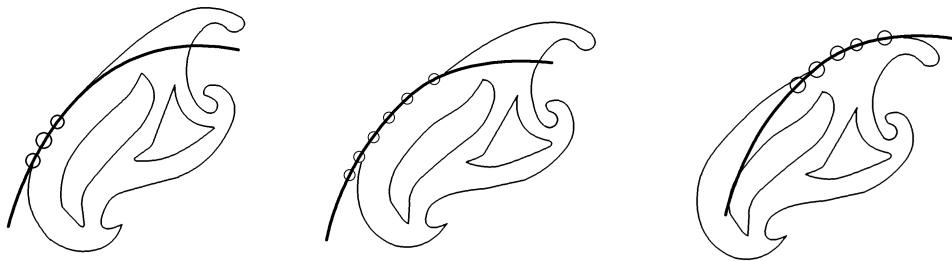


图 1-22 曲线板的使用方法

1.3 常用几何图形绘制

在工程制图中，常需要依照给定的条件，准确地完成几何图形的绘制。对于一些
复杂图形，学生要学会分析图形并掌握基本的几何作图方法，才能准确无误地完成图
形的绘制。



1.3.1 等分作图

在绘制图样时，经常需要进行等分处理，下面介绍几种图形的等分作图方法。

1. 等分直线段

任意等分直线段的方法如图 1-23 所示。

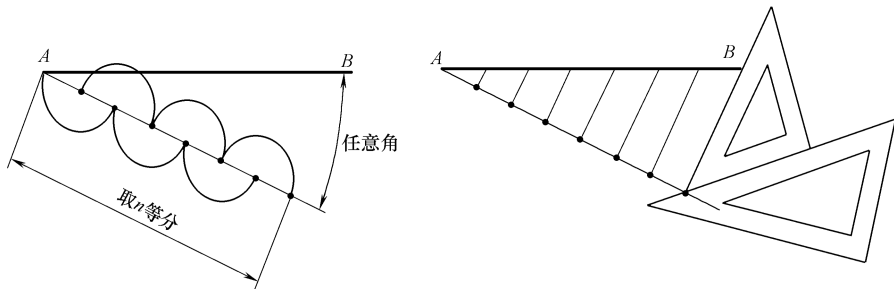


图 1-23 等分直线段

1) 过已知线段的一个端点，画任意角度的直线，并用分规自线段的起点量取 n 条
线段。

- 2) 将等分的最末点与已知线段的另一端点相连。
- 3) 过各等分点作该线的平行线, 与已知线段相交的点即为等分点, 即推画平行线法。

2. 等分圆周及作内接正多边形

作圆周的等分及内接正六边形时可以采用图 1-24 所示的两种方法。

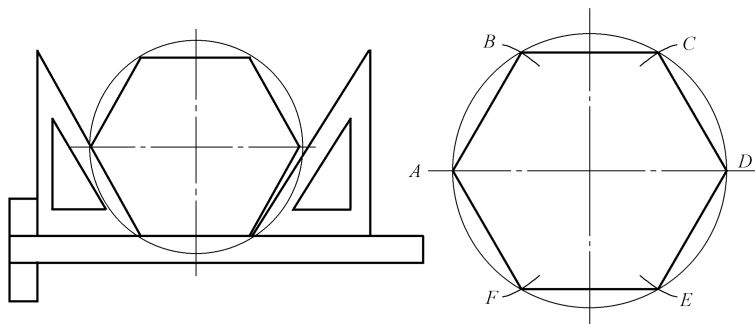


图 1-24 圆的内接正六边形

(1) 用三角板与丁字尺作图。

采用 60° 三角板配合丁字尺作平行线, 先将四条斜边画出, 然后用丁字尺作出上、下两条水平边, 得到圆的内接正六边形。

(2) 用圆规直接等分。

以圆在水平直径上的两处交点 A 、 D 为圆心, 以半径 $R=D/2$ 作圆弧, 分别与圆交于点 B 、 F 、 C 、 E , 最后依次连接点 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 即可获得圆的内接正六边形。

【例 1-1】 作图 1-25 所示圆的内接正五边形。

作图步骤:

1) 在已知圆中取半径 OM 的中点 F , 如图 1-26 (a) 所示。

2) 以 F 为圆心, FA 为半径画弧, 与 ON 交于点 G , AG 即为五边形的边长, 如图 1-26 (b) 所示。

3) 以 AG 为半径, 依次在圆周上截得五等分, 得到 A 、 B 、 C 、 D 、 E 五个点, 如图 1-26 (c) 所示。

4) 依次连接 A 、 B 、 C 、 D 、 E 五个点, 即为所求正五边形, 如图 1-26 (d) 所示。

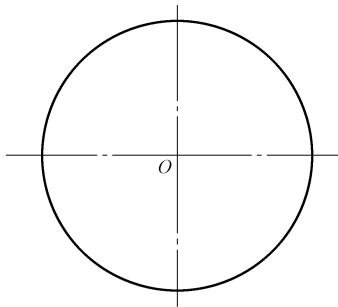


图 1-25 作圆的内接正五边形



1.3.2 斜度和锥度

(1) 斜度。

斜度是一条直线 (或平面) 对另一直线 (或平面) 的倾斜程度, 用符号 “ S ” 表

chapter
01

chapter
02

chapter
03

chapter
04

chapter
05

chapter
06

chapter
07

chapter
08

chapter
09

chapter
10

appendix

示。它等于最大棱体高 H 与最小棱体高 h 之差对棱体长度 L 之比。斜度 S 与角度 α 的关系为 $S = \tan\alpha = \frac{H-h}{L}$ ，并将此值化为 $1:n$ 的形式，如图 1-27 (a) 所示。斜度符号如图 1-27 (b) 所示。

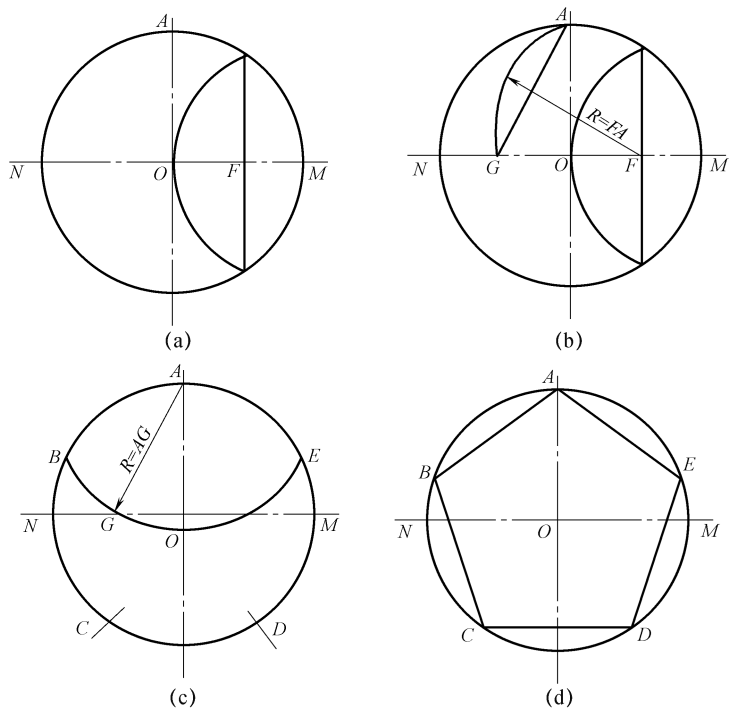


图 1-26 已知圆的内接正五边形作法

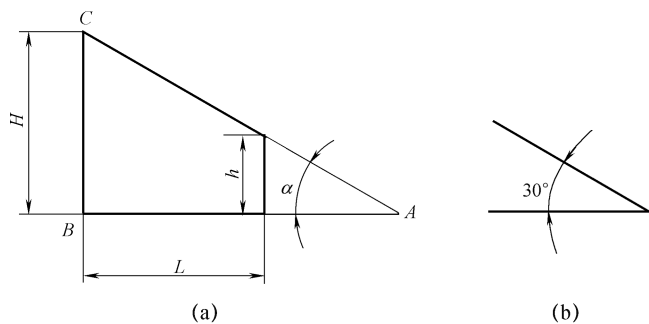


图 1-27 斜度及其符号

(a) 斜度；(b) 斜度符号

(2) 锥度。

锥度表示为正圆锥体的底圆直径与高度之比，如果是圆锥台，则锥度表示底圆与顶圆的直径差与高度之比。锥度也可以简化表示为 $1:n$ 。锥度及其符号如图 1-28 所示。

需要注意的是，斜度、锥度符号的线宽均为图样中字体高度的 $1/10$ 。

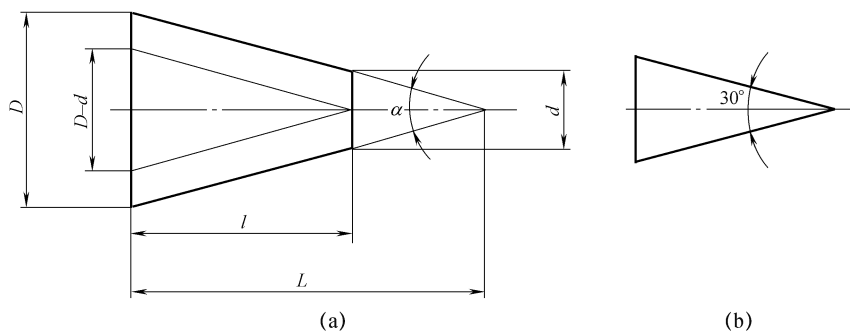


图 1-28 锥度及其符号

(a) 锥度 $= 2 \tan \alpha = D/L = (D-d)/l = 1:n$; (b) 锥度符号

【例 1-2】 图 1-29 (a) 为已知图形, 图 1-29 (b) 在直径方向取 1 个单位长度, 在轴线方向上取 5 个单位长度, 连接 AB/AC, 此锥度即为 1:5。图 1-29 (c) 依尺寸 D 在直径方向上取 EF, 过 E、F 分别作 BA、CA 的平行线, 并截取轴高 L 即为所求。

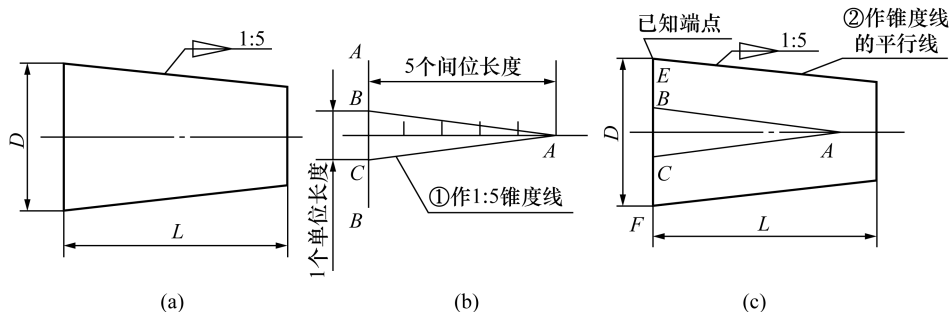


图 1-29 锥度及其标注

1.3.3 圆弧连接

圆弧连接是用已知半径的圆弧 (称为连接圆弧) 光滑连接两已知线段, 包括直线和圆弧。在连接过程中, 应准确地画出连接圆弧的圆心及连接的切点, 以保证圆弧的光滑连接。如图 1-30 所示, 圆弧连接的作图步骤如下。

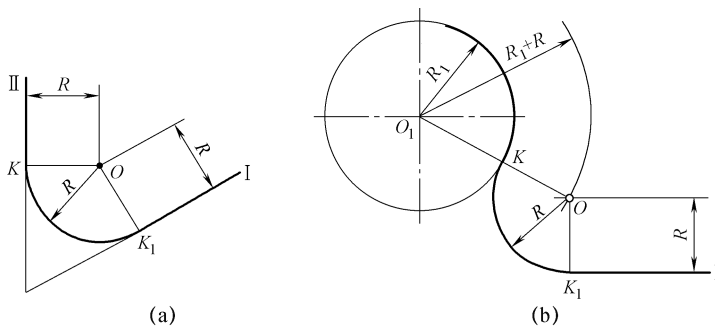


图 1-30 圆弧连接示例

(a) 圆弧与两直线连接; (b) 圆弧与直线和圆弧连接

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

- 1) 作出连接弧的圆心。
- 2) 确定切点的位置，即连接弧与已知直线（或已知圆弧）光滑连接时的分界点，作为连接弧的起点和终点。
- 3) 准确地画出连接圆弧。

【例 1-3】 圆弧连接的作图步骤如下：

- 1) 先作出连接弧的圆心。
- 2) 确定切点的位置，即连接弧与已知直线（或已知圆弧）光滑连接时的分界点，作为连接弧的起点和终点。
- 3) 最后准确地画出连接圆弧。

圆弧连接举例见表 1-7。

表 1-7 圆弧连接举例

项目	应用举例	说明
连接两已知直线		圆心：与两已知直线分别相距为 R 的平行线的交点 切点：所求圆心到两直线的最短距离 OM 、 ON ，切点为 M 、 N
外连接两已知圆弧		圆心：两已知圆弧的同心圆弧（半径 $R_1 + R$ 和 $R_2 + R$ ）的交点 切点：两圆心连线与已知圆的交点 K_1 、 K_2
连接已知圆弧和直线		圆心：平移直线 R 与作同心圆弧（半径 $R_1 + R$ ）的交点 切点：所求圆 O_1 与圆 O 的切点为 K ，圆 O 与直线 I 切点为 K_1
内外连接两已知圆弧		圆心：分别画出内外连接的圆弧的交点 切点：分别连接已知圆心和连接弧圆心的交点或延长线交点 K_1 、 K_2
内连接两已知圆弧		圆心：分别以两已知圆弧的圆心，半径 $R - R_1$ 、 $R - R_2$ 作圆弧交点 切点：两圆心连线的延长线与已知圆弧的交点 K_1 、 K_2



1.3.4 椭圆的画法

椭圆的常用画法有四心法和同心圆法。

1. 四心法

四心法就是将椭圆用四段圆弧连接起来的图形近似代替。若已知椭圆的长轴 AB 、短轴 CD ，具体作图步骤如下。

1) 先画出长轴 AB 与短轴 CD 。连接 AC ，然后在 AC 上选取线段 CE ，使其长度为 AO 与 CO 之差，如图 1-31 (a) 所示。

2) 接着作线段 AE 的垂直平分线，分别交 AO 和 OD (或其延长线) 于 O_1 和 O_2 点。以 O 为对称中心，找出 O_1 、 O_2 的对称点 O_3 、 O_4 ，得到所求的四圆心 O_1 、 O_2 、 O_3 、 O_4 。通过 O_2 和 O_1 、 O_2 和 O_3 、 O_4 和 O_1 、 O_4 和 O_3 各点，分别作连线，如图 1-31 (b) 所示。

3) 分别以 O_1 、 O_3 和 O_2 、 O_4 为圆心， O_1A 、 O_3B (或 O_2C 、 O_4D) 为半径画两个圆弧。

使所画四弧的接点，分别位于 O_2O_1 、 O_2O_3 、 O_4O_1 和 O_4O_3 的延长线上，光滑连接各点，获得所求的椭圆，如图 1-31 (c) 所示。

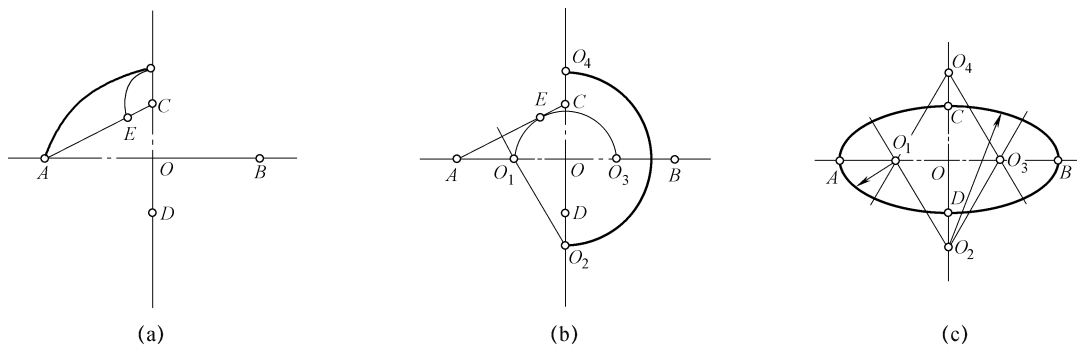


图 1-31 四心法作椭圆

2. 同心圆法

若已知相互垂直且平分的长 AB 、短 CD 两轴，采用同心圆法画椭圆的步骤如下。

1) 同心圆的直径分别为长轴 AB 和短轴 CD ，过圆心作一系列直线与两圆相交，如图 1-32 (a) 所示。

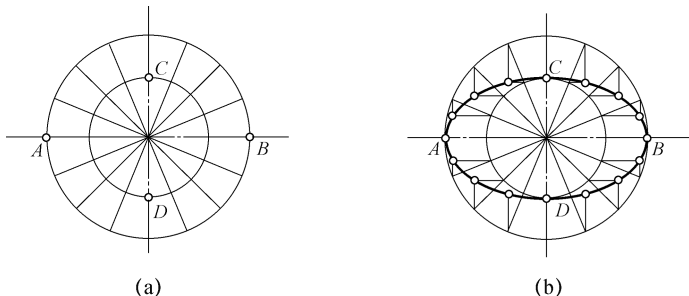


图 1-32 同心圆法作椭圆

chapter 01

chapter 02

chapter 03

chapter 04

chapter 05

chapter 06

chapter 07

chapter 08

chapter 09

chapter 10

appendix

2) 从大圆交点作垂线, 小圆交点作水平线, 得到的交点即椭圆上的点, 如图 1-32 (b) 所示。

3) 用曲线板将各点光滑连接起来, 获得所求椭圆。

1.4 平面图形的画法及标注

在绘制平面图形时, 首先要对图形进行尺寸分析和线段分析, 然后才能正确地画出平面图形并标注尺寸。



1.4.1 平面图形的尺寸分析

1. 尺寸基准

确定平面图形的尺寸位置的几何元素 (点或线) 称为基准。分析尺寸时, 首先要查找尺寸基准。通常将图形中的对称线、较大圆的中心线和重要的轮廓线等作为基准。一个平面图形具有两个坐标方向的尺寸, 每个方向至少要有有一个尺寸基准。画图时, 要从尺寸基准开始画。

2. 尺寸分类

在常见平面图形中, 按作用的不同可将尺寸分成定形尺寸和定位尺寸两种。

(1) 定形尺寸。

定形尺寸表示确定平面图形上各线段形状和大小的尺寸。如直线的长度、圆及圆弧的直径或半径、角度等。如图 1-33 中的 $\phi 11$ 、 $\phi 19$ 、 $\phi 26$ 等都表示定形尺寸。

(2) 定位尺寸。

定位尺寸表示确定平面图形上线段或线框之间相对位置的尺寸, 如图 1-33 中的位置尺寸 80。

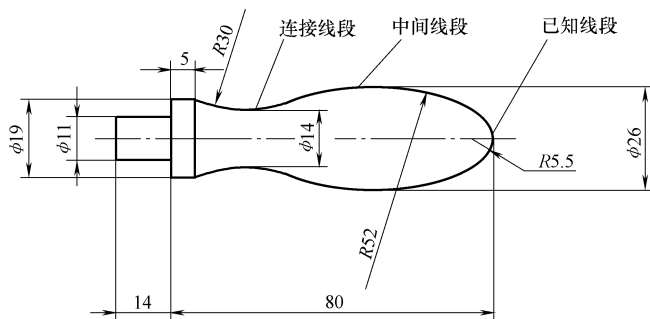


图 1-33 平面图形尺寸分析



1.4.2 平面图形的线段分析

平面图线中的线段, 根据其尺寸信息是否完整齐全可以分为已知线段、中间线段和连接线段。

(1) 已知线段。

已知线段为定位尺寸及定形尺寸全部已知的线段。这一类线段可以直接画出，如图 1-33 中的 R5.5。

(2) 中间线段。

中间线段为已知定形尺寸，但定位尺寸不齐全的线段。如果想要画出这一类线段，首先要确定其与相邻中间线段的连接关系，如图 1-33 中的 R52。

(3) 连接线段。

连接线段为已知定形尺寸，但没有定位尺寸的线段。如果想要画出这一类线段，首先要确定其与相邻中间线段或已知线段的两个连接关系，如图 1-33 中的 R30。



1.4.3 平面图形的绘制步骤

1. 绘图前的准备

绘图前需要将工具和仪器准备好，根据不同的线型要求削好铅笔及圆规铅芯，选择合适的绘图比例，确定图幅并固定图纸。

2. 绘制底稿

绘制底稿时首先按照相关国家标准画出图纸边界、图框及标题栏，然后在图纸中确定图样的位置，最后按照基准线、已知线段、中间线段、连接线段的顺序绘制底稿。现以图 1-33 所示的手柄为例，具体的作图步骤如例 1-4 所示。

【例 1-4】

(1) 绘制准备。

- 1) 分析图形的尺寸及其线段。
- 2) 确定比例，选用 1:1 比例，选用合适的图幅，固定图纸。

(2) 绘制草图。

- 1) 绘制草图的步骤：绘图步骤如图 1-34 所示。
- 2) 画草图时，应注意以下几点：
 - a. 选用 H 或 2H 铅笔。
 - b. 草图上的各种线型均用细实线绘制，要细、轻画。
 - c. 绘制草图尽量准确。画错的地方，在不影响画图的情况下，可先做记号，待底图完成后一起擦掉。

(3) 加深草图。

- 1) 加深草图的步骤如下：
 - a. 先粗后细。先加深全部粗实线，再依次加深全部细虚线、细点画线及细实线等，这样既可提高绘图效率，又可保证线型粗细一致。
 - b. 先曲后直。在加深线型时，应先加深圆弧和圆，再加深直线，以保证连接光滑。
 - c. 先水平、后垂斜。先用丁字尺自上而下画出全部相同线型的水平线，再用三角板从左向右画出全部相同线型的垂直线，最后画出直线和倾斜线。

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

appendix

2) 加深底图时应注意以下几点:

a. 用铅笔加深以前, 要全面检查草(底)图, 把画错的线条及作图辅助线用软橡皮轻轻擦净。

b. 用不同铅笔加深各种图线时, 要用力均匀, 以免线条浓淡不匀。

c. 为避免弄脏图面, 要保持手和三角板及丁字尺的清洁。加深过程中应经常用软布将图纸上的铅芯浮沫扫净, 尽量减少三角板在已加深的图线上反复推摩。

d. 加深检查, 在进行尺寸标注前, 认真核对作图过程, 用软橡皮顺着图线的方向擦去多余的图线, 用铅笔对图形进行加深处理, 加深后的手柄的图形如图 1-34 (e) 所示。

(4) 标注尺寸。

加深图线后, 应一次性绘制出尺寸界线、尺寸线和箭头, 最后按照国家标准进行标注。

完成的手柄的图形如图 1-34 (f) 所示。

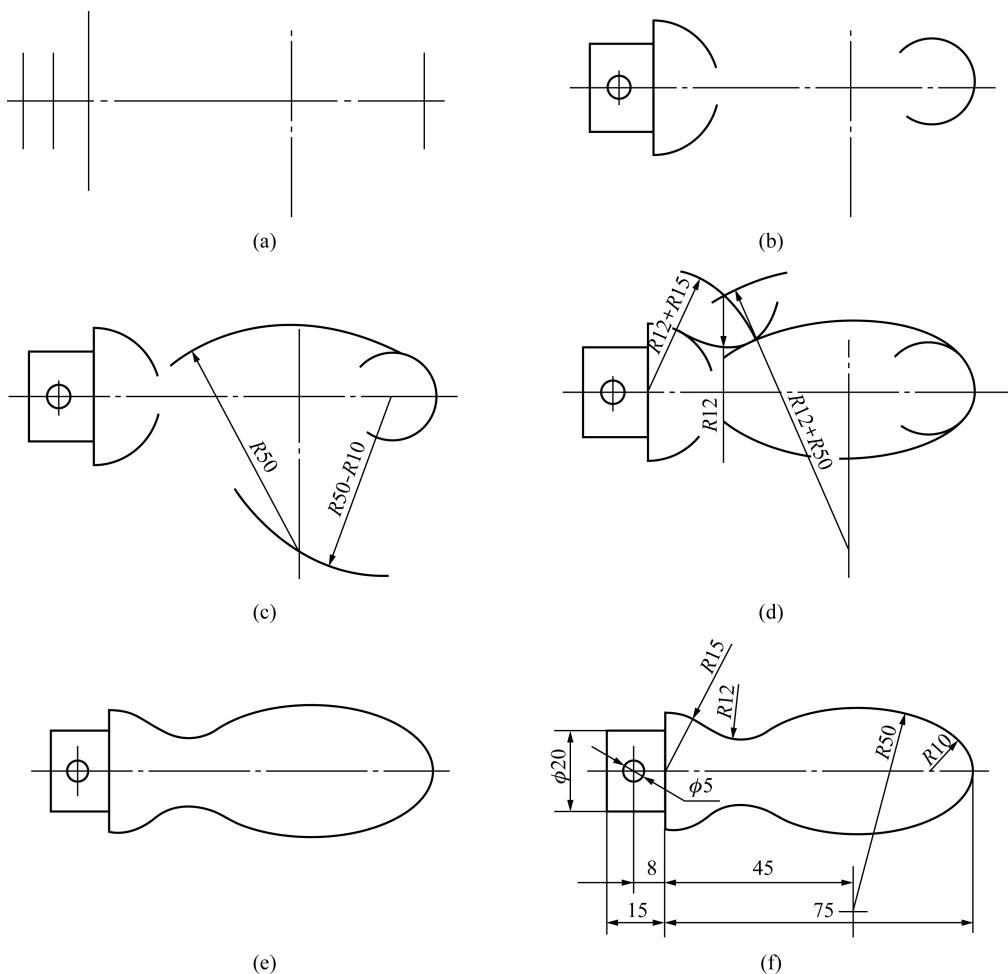


图 1-34 绘制手柄的方法和步骤

(a) 布图, 画基准线; (b) 画已知线段; (c) 画中间线段; (d) 画连接线段

(e) 检查, 加深; (f) 标注尺寸

(5) 检查和签署。

完成绘图工作后, 必须仔细检查, 确认无误后才可以将姓名和日期填入标题栏中。填写标题栏及必要文字说明。

1.5 绘制汽车起重吊钩平面图形

1. 分析平面图形尺寸

(1) 尺寸基准。

尺寸基准用来标注尺寸的起点。

(2) 尺寸种类。

尺寸可分为定形尺寸和定位尺寸。

1) 定形尺寸。定形尺寸是用来确定平面图形上线段的长度、圆弧半径、圆的直径以及角度等的尺寸。

2) 定位尺寸。定位尺寸是用来确定平面图形上的各线段或封闭图形之间相对位置的尺寸。

2. 分析平面图形线段

平面图形线段包括已知线段、中间线段和连接线段。

1) 已知线段。具有定形尺寸和齐全定位尺寸的线段称为已知线段。

2) 中间线段。具有定形尺寸和不齐全定位尺寸的线段称为中间线段。

3) 连接线段。只有定形尺寸没有定位尺寸的线段称为连接线段。

3. 画汽车起重吊钩平面图形

图 1-35 所示为汽车起重吊钩平面图形, 画图步骤如下。

1) 确定尺寸基准并作出图形的基准线。根据该平面图形的特点, 选 $R50$ 圆弧的中心线为水平、竖直方向基准, 如图 1-36 (a) 所示。

2) 画已知线段, 如图 1-36 (b) 所示, 画汽车起重吊钩平面图形。

3) 画中间线段。大圆弧 $R45$ 是中间圆弧, 圆心位置尺寸只有一个方向是已知的, 另一方向位置需根据 $R45$ 圆弧与 $R50$ 、 $\phi 40$ 圆弧外切的关系画出, 如图 1-36 (c) 所示。

4) 画连接线段。 $R7$ 、 $R15$ 、 $R40$ 的圆弧只给出半径, 所以是连接线段, 应最后画出, 如图 1-36 (d) 所示。

5) 校核、描深。校核作图过程, 擦去多余的作图线, 描深图形, 如图 1-36 所示。

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

appendix

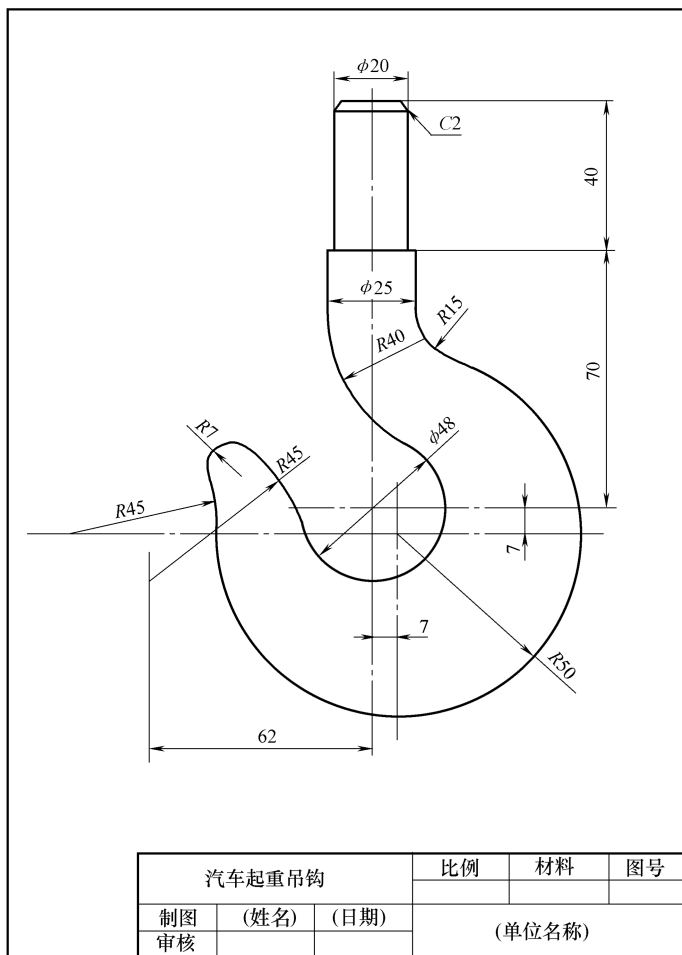


图 1-35 汽车起重吊钩

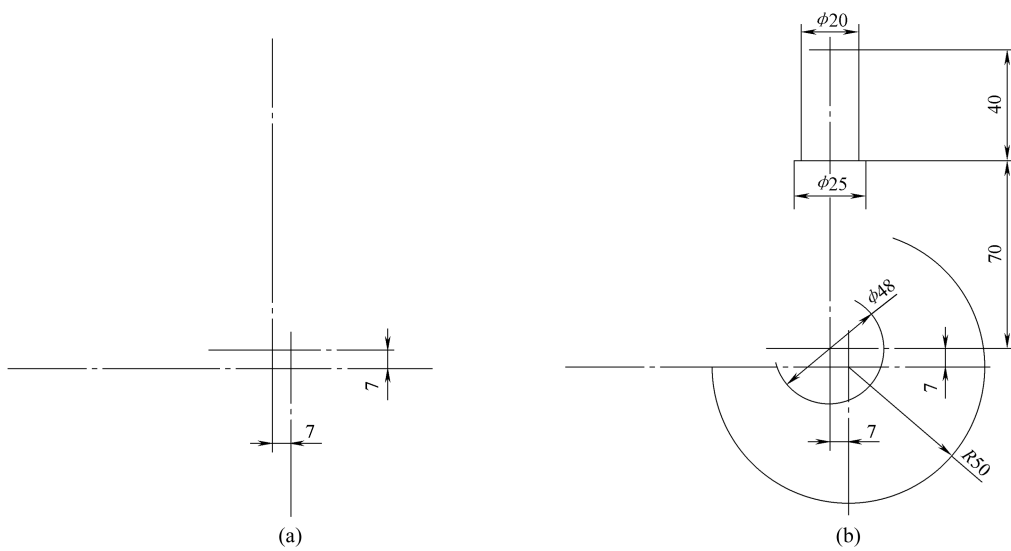
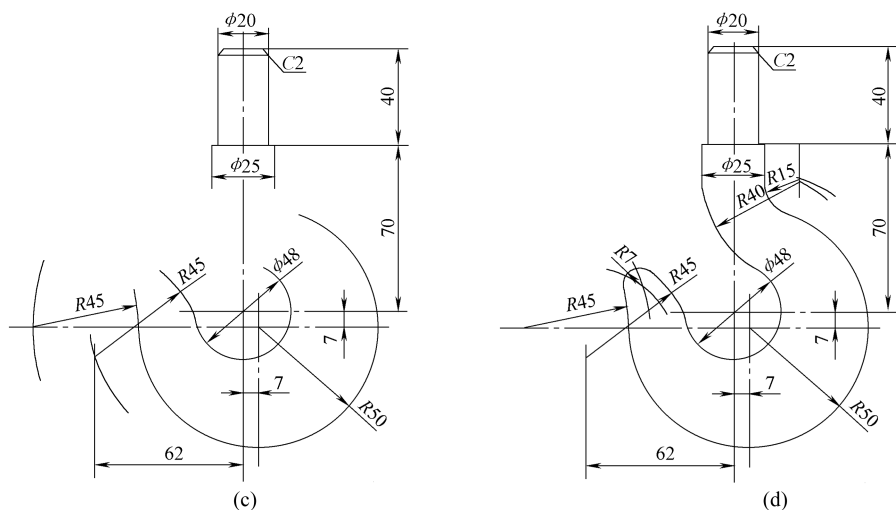


图 1-36 汽车起重吊钩作图步骤



续图 1-36 汽车起重吊钩作图步骤

【例 1-5】 完成图 1-37 所示的挂轮架平面图形的绘制。

图 1-37 (a) 所示为挂轮架的立体图, 若从该零件的正面看并将其轮廓线画下来就是平面图形, 图 1-37 (b) 所示为挂轮架平面图形。

1. 绘制准备

- 1) 分析图形的尺寸及其线段。
- 2) 确定比例, 选用 1:1 比例, 选用合适的图幅, 固定图纸。
- 3) 分析尺寸: 定位尺寸有 270、102、60、25、48、72、R86、30°、15°, 其余是定形尺寸。

4) 线段分析: 中间线段有 R60 弧; 连接线段包括左右两边切线、R40 弧、右边两个 R30 弧、下方 R15 弧; 其余都是已知线段。

2. 绘制草图

挂轮架平面图的作图过程如图 1-38 (a) ~ (d) 所示。

- 1) 布图, 画基准线, 即按定位尺寸画细点画线, 7 条中心线和 R86 细点画线, 如图 1-38 (a) 所示。
- 2) 画中间线段、画 R9 半圆、R12 半圆、R15 半圆、R30 半圆、R55 圆、R75 半圆、R116 弧, 如图 1-38 (b) 所示。
- 3) 画 R60 半圆弧, 如图 1-38 (c) 所示。
- 4) 画 R18 圆弧、R40 圆弧, 直线连接, 如图 1-38 (d) 所示。
- 5) 加深草图。
- 6) 标注尺寸。
- 7) 检查和签署。

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

appendix

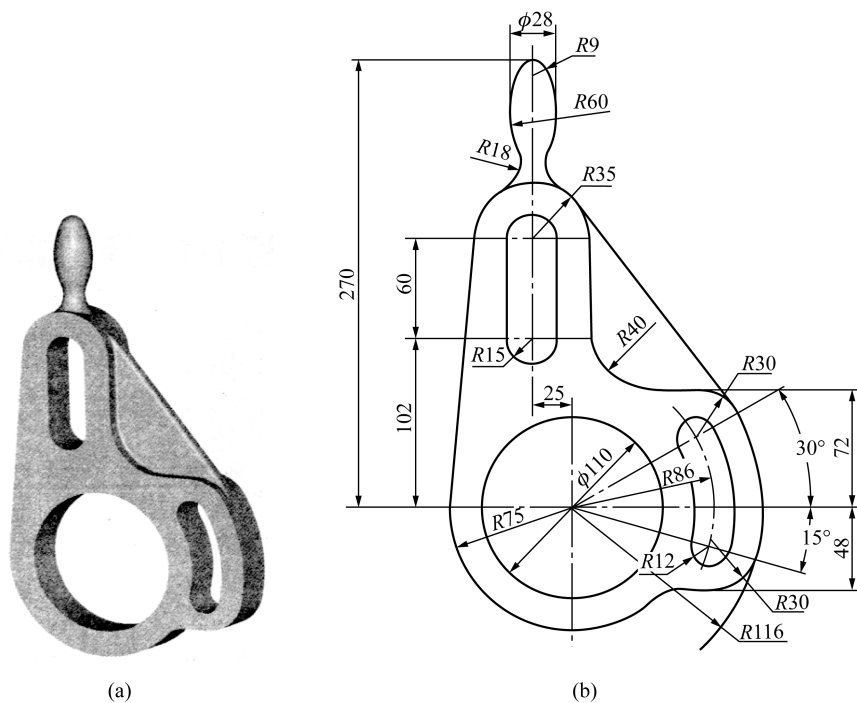


图 1-37 挂轮架平面图

(a) 立体图；(b) 平面图

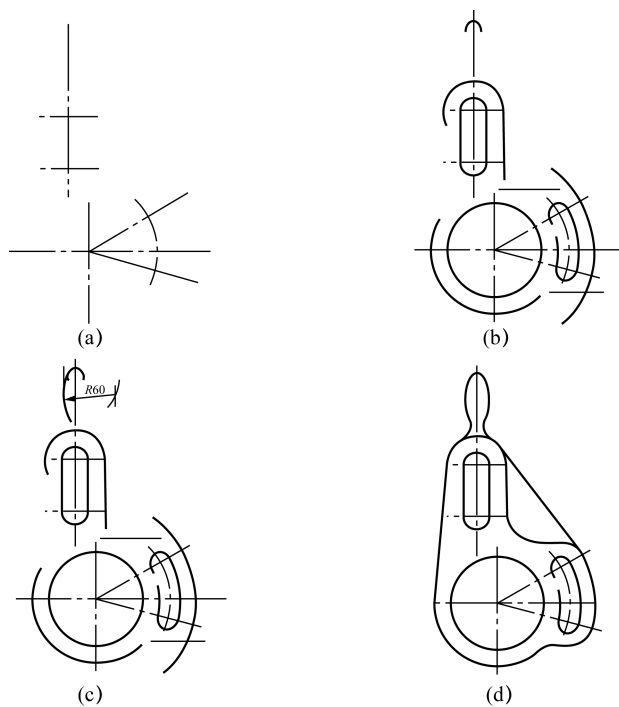


图 1-38 挂轮架平面图的绘制

(a) 布图，画基准线；(b) 画已知线段；(c) 画中间线段；(d) 画连接线段

本章小结

- 1) 必须严格按照相关国家标准中对图纸幅面和格式、比例、字体、图线及尺寸注法等规定进行绘图。
- 2) 铅笔、图板、丁字尺、三角板、圆规和分规等为常用的绘图工具，使用丁字尺和三角板可以完成各种方位图线的绘制。
- 3) 借助常用绘图工具可以完成平面几何图形的绘制。
- 4) 绘制平面几何图形时，先进行尺寸分析，包括定形尺寸和定位尺寸；然后确定已知线段、中间线段和连接线段；最后正确标注平面图形的尺寸。

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

appendix

