

权威专家 鼎力推荐

实用机械制图 与设计手册

主编 万 静 许纪倩

新标准

新规范



铣

R_z 6.3

R_z 3.2

R_z 1.6

R_a 1.6

R_z 12.5



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

实用机械制图 与设计手册

主 编 万 静 许纪倩
副主编 陈 平 杨光辉
参 编 张苏华 和 丽 杨 皓 樊百林
 李晓武 许 倩 陈 华
主 审 尹常治



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

本手册以简明、实用、速查为宗旨,精选了与现代工程设计紧密关联的三大基础支撑内容,即机械制图相关理论、标准、规范;常用设计数据资料;现代计算机辅助二维、三维设计软件简介与实例。手册将近年来陆续修订及颁布的有关国家标准汇编在本手册中,并力求使标准与实例相结合,诠释标准的含义。

本手册共分3篇。第1篇机械制图,内容包括机械制图的基本标准,平面图画法,机械图样画法,标准要素和标准件的表示法,常用件的规定画法,零件图,装配图,焊接件的表示法,常用机构运动、机械传动简图,展开图;第2篇机械设计常用资料,内容包括设计资料,常用材料,极限与配合、形位公差和表面粗糙度,机械联接,轴承与密封,联轴器与制动器,机械传动,圆柱齿轮减速器,常用电动机;第3篇计算机辅助设计软件简介,内容包括计算机辅助设计软件 AutoCAD 简介及应用实例,三维计算机辅助设计软件 Inventor 简介及应用实例。

本手册是机械工程技术人员的必备工具书,也可作为大中专院校相关专业师生进行课程设计、毕业设计的参考资料,对绘图员和描图员也有较大参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

实用机械制图与设计手册/万静主编. —北京:中国电力出版社, 2010

ISBN 978-7-5123-0138-2

I. ①实… II. ①万… III. ①机械制图-技术手册②机械设计-技术手册 IV. ①TH126-62②TH122-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 028661 号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>

策 划: 周 娟 责任编辑: 杨淑玲 齐 伟 责任印制: 陈焊彬 责任校对: 郝军燕

汇鑫印务有限公司印刷·各地新华书店经售

2010 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·21.5 印张·534 千字

定价: 45.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本社购书热线电话 (010-88386685)

前 言

随着我国经济建设的快速发展,特别是加入 WTO 以后,产品设计的异地化、全球化日益增加,国际交流愈加频繁,与 ISO 国际标准接轨的新国家标准、规范不断出现与应用,推动了机械设计行业知识更新,作为机械设计基础的机械制图及设计数据资料、设计表达手段也必然需要更新、系列化以利创新和提高机械设计的效率。为此,编者结合多年教学与实践经验编写本手册。本手册可作为大中专院校相关专业师生进行课程设计、毕业设计的参考资料,也适用于机械工程技术人员,对绘图员和描图员也有较大参考价值。

手册内容组合新颖、综合完整,既能满足教学要求,又为从事实际设计工作的工程技术人员熟悉和运用新标准、新规范提供了方便。其特色如下:

1. 全书执行最新标准、规范,反映了国家标准规范关于设计表达的最新动态,注重新旧标准的对比。
2. 内容选取上精炼、实用,反映现代设计制图的新手段、新方法。
3. 介绍了一般工程技术人员在实际工作中常见疑难问题的处理方法。例如,正误分析、常用结构汇总、零件上的斜面表达方法等。
4. 在写作上力求简明扼要,强调图示化、条理化、表格化,以方便速查。

本手册共分 3 篇。第 1 篇机械制图,内容包括机械制图的基本标准,平面图形画法,机械图样画法,标准要素和标准件的表示法,常用件的规定画法,零件图,装配图,焊接件的表示法,常用机构运动、机械传动简图,展开图;第 2 篇机械设计常用资料,内容包括设计资料,常用材料,极限与配合、形位公差和表面粗糙度,机械联接,轴承与密封,联轴器与制动器,机械传动,圆柱齿轮减速器,常用电动机;第 3 篇计算机辅助设计软件简介,内容包括计算机辅助设计软件 AutoCAD 简介及应用实例,三维计算机辅助设计软件 Inventor 简介及应用实例。

参加本书编写的有:北京科技大学陈平(第 5、9、12、15~19 章),杨光辉(第 1、4、11、13、14 章),万静、许纪倩、杨皓、樊百林(第 6、7、8、10),张苏华、陈华(第 2、20 章),和丽、杨光辉、许倩、李晓武(第 3、21 章)。全书由万静统稿。

本书由北京科技大学机械工程学院尹常治教授审阅,并为本书提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中不足及错误在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1篇 机械制图

第1章 机械制图的基本标准..... 1

1.1 图纸幅面和格式 1

1.1.1 图纸幅面 1

1.1.2 图框格式 1

1.1.3 标题栏 2

1.2 比例 3

1.3 字体 3

1.4 图线 4

1.4.1 常用图线名称、线型及应用

示例 4

1.4.2 图线宽度 5

1.4.3 图线画法 5

第2章 平面图形画法..... 6

2.1 斜度和锥度 6

2.2 平面图形的线段分析

与画法 7

2.2.1 平面图形的线段分析 7

2.2.2 平面图形的画法 7

2.3 平面图形的尺寸标注 8

第3章 机械图样画法 10

3.1 视图..... 10

3.1.1 基本视图..... 10

3.1.2 向视图..... 10

3.1.3 局部视图..... 11

3.1.4 斜视图..... 12

3.2 剖视图..... 13

3.2.1 剖面符号..... 13

3.2.2 剖视图的种类及适用

条件..... 14

3.2.3 剖切平面的种类..... 16

3.2.4 剖视图的标注..... 21

3.3 断面图..... 21

3.3.1 移出断面图..... 21

3.3.2 重合断面图..... 23

3.4 其他表达方法..... 24

3.4.1 局部放大图..... 24

3.4.2 规定画法和简化画法..... 24

3.5 第三角画法简介..... 27

第4章 标准要素和标准件的

表示法 30

4.1 螺纹表示法..... 30

4.1.1 螺纹的规定画法..... 30

4.1.2 螺纹的标记..... 33

4.2 螺纹紧固件及其联接画法..... 36

4.2.1 螺纹紧固件..... 36

4.2.2 螺纹紧固件的画法..... 38

4.2.3 螺纹紧固件联接画法..... 40

4.3 花键表示法..... 41

4.3.1 矩形花键..... 41

4.3.2 渐开线花键..... 44

4.4 中心孔表示法..... 45

第5章 常用件的规定画法 48

5.1 齿轮的规定画法..... 48

5.2 蜗杆、蜗轮的规定画法..... 51

5.3 弹簧的规定画法..... 52

5.4 滚动轴承的规定画法..... 54

5.4.1 基本规定..... 54

5.4.2 简化画法..... 55

第6章 零件图 57

6.1 零件的表达..... 57

6.1.1 零件表达的要点..... 57

6.1.2 典型零件的表达..... 57

6.1.3 零件上倾斜表面的

表达..... 60

6.2 常见零件的合理工艺结构..... 63

6.2.1 铸件的合理工艺结构·····	63	9.2 机械传动简图·····	125
6.2.2 零件机械加工的合理工艺 结构·····	64	9.3 机械零部件运动简图·····	127
6.3 零件图的技术要求·····	66	第10章 展开图 ·····	129
6.3.1 表面粗糙度和表面结构·····	66	10.1 平面立体的展开·····	129
6.3.2 极限与配合·····	72	10.2 可展曲面的展开·····	130
6.3.3 形状与位置公差·····	76	10.3 不可展曲面的近似展开·····	131
6.4 零件图的尺寸标注·····	79	第2篇 机械设计常用资料	
6.4.1 尺寸标注的基本规则·····	79	第11章 设计资料 ·····	134
6.4.2 常见零件结构要素的尺寸 标注·····	90	11.1 常用资料·····	134
6.4.3 零件尺寸标注的合理性 要求·····	93	11.1.1 常用材料的密度·····	134
6.4.4 尺寸标注常见错误及 说明·····	99	11.1.2 常用材料的弹性模量 和泊松比·····	135
第7章 装配图 ·····	102	11.1.3 常用材料的摩擦因数·····	135
7.1 装配图的表达方法·····	102	11.1.4 机械传动和摩擦副的 效率·····	136
7.1.1 规定画法·····	102	11.1.5 各种传动的传动比推荐 范围·····	136
7.1.2 特殊画法·····	102	11.2 一般零件的结构尺寸·····	137
7.2 装配图的尺寸标注与技术 要求·····	105	11.2.1 标准尺寸·····	137
7.2.1 装配图的尺寸标注·····	105	11.2.2 配合表面的倒角 和倒圆·····	138
7.2.2 装配图的技术要求·····	106	11.2.3 砂轮越程槽·····	138
7.3 装配图中零、部件序号编排 及明细栏·····	106	11.3 铸件的一般规范·····	139
7.3.1 序号的编排方法·····	106	11.3.1 最小壁厚·····	139
7.3.2 明细栏·····	106	11.3.2 铸造内圆角半径·····	139
7.4 与装配有关的构形设计·····	108	11.3.3 铸造外圆角半径·····	140
第8章 焊接件的表示法 ·····	118	11.3.4 铸造斜度·····	141
8.1 焊缝接头形式和图示法·····	118	第12章 常用材料 ·····	142
8.1.1 焊缝接头形式·····	118	12.1 钢铁材料·····	142
8.1.2 焊缝图示法·····	118	12.1.1 铸铁·····	142
8.2 焊缝符号·····	119	12.1.2 钢·····	144
8.3 焊缝的尺寸符号及其标注 示例·····	121	12.2 非铁金属·····	149
8.4 焊缝画法及标注举例·····	123	12.3 非金属材料·····	151
第9章 常用机构运动、机械传动 简图 ·····	124	12.4 型钢和型材·····	152
9.1 机构运动简图·····	124	12.4.1 型钢·····	152
		12.4.2 型材·····	153
		第13章 极限与配合、形位公差和表面 粗糙度 ·····	157

13.1	极限与配合	157	16.2.2	制动器的选择	249
13.2	形位公差	163	16.2.3	鼓式制动器	250
13.3	表面粗糙度	166	16.2.4	电磁制动器	251
第 14 章	机械联接	170	第 17 章	机械传动	253
14.1	螺纹联接	170	17.1	渐开线圆柱齿轮传动	253
14.1.1	螺纹	170	17.1.1	渐开线圆柱齿轮模数及 几何尺寸计算	253
14.1.2	螺栓	176	17.1.2	渐开线圆柱齿轮结构 设计	253
14.1.3	螺柱	177	17.1.3	渐开线圆柱齿轮精度	256
14.1.4	螺钉	179	17.1.4	齿轮副侧隙及公法线 长度	262
14.1.5	螺母	182	17.1.5	圆柱齿轮零件图	264
14.1.6	垫圈	184	17.2	锥齿轮传动	264
14.2	螺纹零件的结构要素	186	17.2.1	锥齿轮模数系列及各 部分尺寸计算	264
14.3	键联接	190	17.2.2	锥齿轮的结构设计	265
14.4	销联接	191	17.2.3	锥齿轮零件图	266
14.5	轴端联接	192	17.3	圆柱蜗杆传动	267
第 15 章	轴承与密封	198	17.3.1	圆柱蜗杆模数、分度 圆直径及基本几何 尺寸关系	267
15.1	滑动轴承座	198	17.3.2	蜗杆、蜗轮的结构 设计	268
15.2	滚动轴承	201	17.3.3	蜗轮零件图	269
15.2.1	滚动轴承代号	201	17.4	普通 V 带传动	270
15.2.2	常用滚动轴承	203	17.4.1	普通 V 带	270
15.2.3	滚动轴承座	229	17.4.2	普通 V 带轮	271
15.3	轴承盖和套杯	234	17.4.3	V 带轮零件图	273
15.4	润滑装置与密封件	235	第 18 章	圆柱齿轮减速器	274
15.4.1	润滑装置	235	18.1	标记示例	274
15.4.2	密封件	237	18.2	外形尺寸及装配形式	274
第 16 章	联轴器与制动器	239	18.3	按机械强度的许用 输入功率	279
16.1	联轴器	239	18.4	减速器的选用	282
16.1.1	常用联轴器的性能、 特点及应用	239	第 19 章	常用电动机	286
16.1.2	联轴器轴孔和联接形式及 尺寸	240	19.1	Y 系列三相异步电动机	286
16.1.3	套筒联轴器	242	19.2	小功率异步电动机	288
16.1.4	凸缘联轴器	243	19.3	直流电动机	290
16.1.5	弹性套柱销联轴器	245			
16.1.6	弹性柱销联轴器	246			
16.1.7	十字轴式万向联轴器	248			
16.2	制动器	249			
16.2.1	常用制动器的特点 和应用	249			

第3篇 计算机辅助设计软件简介

第20章 计算机辅助设计软件 AutoCAD

简介及应用实例 294

20.1 AutoCAD 的工作界面和

工具栏 294

20.1.1 工作界面 294

20.1.2 常用工具栏 295

20.2 AutoCAD 的常用命令 296

20.2.1 常用绘图命令 296

20.2.2 常用编辑命令 296

20.2.3 常用显示命令 301

20.2.4 常用查询命令 302

20.3 尺寸标注 302

20.3.1 尺寸标注样式的设置 302

20.3.2 常用尺寸标注 304

20.4 图层管理 307

20.4.1 图层的特性 307

20.4.2 图层操作 307

20.5 绘图实例 309

第21章 三维计算机辅助设计软

件 Inventor 简介及应用

实例 311

21.1 Inventor 界面简介 311

21.2 Inventor 草图设计功能 313

21.2.1 常用草图绘图功能 314

21.2.2 常用草图编辑功能 315

21.3 Inventor 实体零件设计功能

及应用实例 319

21.3.1 常用实体特征造型 功能 319

21.3.2 常用工作平面的创建 321

21.3.3 常用工作轴的创建 322

21.4 Inventor 装配设计功能及应用

实例 330

参考文献 335

第 1 篇 机 械 制 图

第 1 章 机械制图的基本标准

为了适应现代化生产、管理的需要和便于技术交流，国家制定并颁布了一系列国家标准，简称“国标”，它包括三个标准：强制性国家标注（代号为“GB”）、推荐性国家标准（代号为“GB/T”）和指导性国家标准（代号为“GB/Z”）。国家标准《技术制图》是基础技术标准；国家标准《机械制图》是机械专业制图标准。本章只介绍《技术制图》和《机械制图》一般规定中的主要内容。

1.1 图纸幅面和格式

1.1.1 图纸幅面

图纸幅面是指制图时所采用的图纸宽度与长度组成的图样幅面的大小。基本幅面代号为 A0、A1、A2、A3 和 A4 五种，尺寸按表 1-1 的规定。

表 1-1		图纸幅面尺寸（单位：mm）			
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
c	10			5	
a	25				
e	20			10	

图 1-1 所示的粗实线为基本图幅，绘制技术图样时应优先采用基本图幅，必要时可以按照规定加长图纸的幅面，加长幅面的尺寸由基本幅面的宽度或长度成整数倍增加后得出。图 1-1 所示的细实线和虚线分别为第二选择和第三选择加长幅面。

1.1.2 图框格式

图框是图纸上限定绘图区域的线框。绘图时，必须用粗实线画出图框，图样绘制在图框内部。图框分为不留装订边和留装订边两种格式，格式分别如图 1-2 和图 1-3 所示，但同一产品的图样只能采用一种格式。

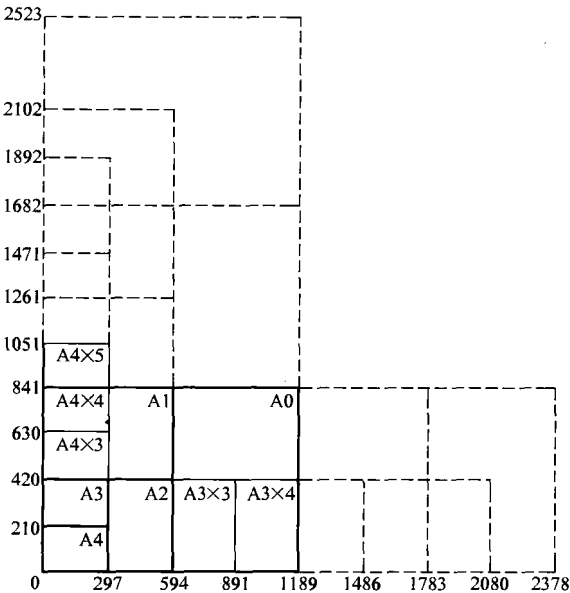


图 1-1 五种图纸幅面及加长边

图 1-4 国家标准规定的标题栏格式

所示是该标准提供的标题栏格式，如要说明第一角画法和第三角画法的投影识别符号，可标识在图样代号下方，如采用第一角画法时，可省略标注。教学中推荐使用简化的标题栏如图 1-5 所示。图中 A 栏的格式和内容如图 1-6 所示。

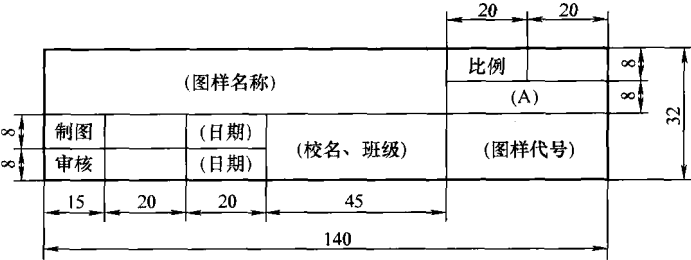


图 1-5 推荐教学用标题栏

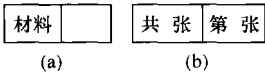


图 1-6 图 1-5 中 (A) 栏的格式和内容
(a) 用于零件图；(b) 用于装配图

1.2 比例

比例是图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比例符号以“：”表示。须按比例绘制图样时，采用表 1-2 中规定的比例。

表 1-2	比 例		
与实物相同	1 : 1		
放大的比例	5 : 1	2 : 1	
	$(5 \times 10^n) : 1$	$(2 \times 10^n) : 1$	$(1 \times 10^n) : 1$
缩小的比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$

注 n 为正整数。

1.3 字体

图样及其有关技术文件中所有的汉字、数字和字母都必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。GB/T 14691—1993 规定了汉字、数字和字母的结构形式及基本尺寸。

汉字应写成长仿宋体字，并应采用国家正式公布推行的简化字。

字体的号数即字体高度（用 h 表示），分为 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm 和 20mm 八种。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

书写长仿宋体汉字的要领是横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。图 1-7 所示为长仿宋体汉字示例。

字体工整 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布平镀抛光研视图
向旋转前后表面展开图两端中心孔锥柱销

图 1-7 长仿宋体汉字示例

字母和数字可写成斜体和直体。斜体字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。图 1-8 所示为斜体字母和数字示例。



图 1-8 斜体字母和数字示例

1.4 图线

国家标准 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》规定了绘制各种技术图样的基本线型。GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》中规定的九种图线符合 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》标准的规定，是机械制图使用的图线标准。

1.4.1 常用图线名称、线型及应用示例

常用图线名称、线型及应用示例见表 1-3、图 1-9。

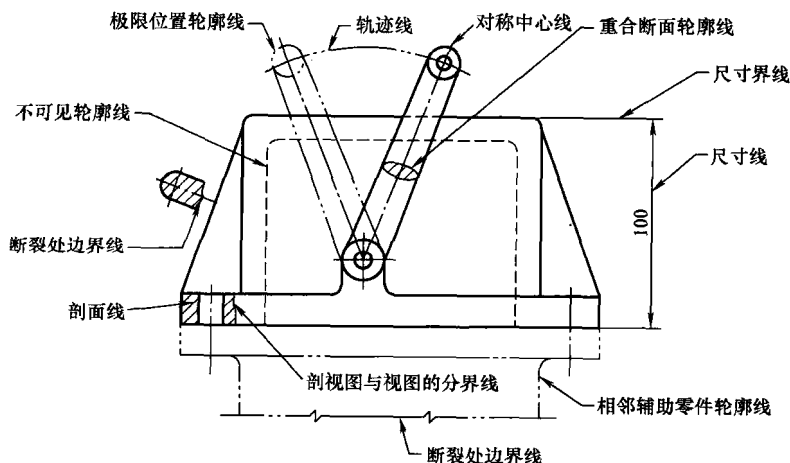
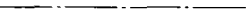


图 1-9 图线的应用示例

表 1-3 图 线

图线名称	线 型	线 宽	主要应用举例
粗实线		d	可见轮廓线
细实线		约 $d/2$	尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合断面的轮廓线
波浪线		约 $d/2$	断裂处的边界线 视图和剖视的分界线
双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线
虚 线		约 $d/2$	不可见轮廓线
细点画线		约 $d/2$	轴线 对称中心线 分度圆（线） 孔系分布的中心线
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 轨迹线
粗点画线		d	有特殊要求表面的表示线

1.4.2 图线宽度

所有线型的图线宽度 d 应按图样的类型、尺寸、比例和微缩复制的要求确定。图线的宽度系列在下列数系中选择（数系公比为 $1 : \sqrt{2}$ ）：0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm 和 2mm。

在同一图样中，同类图线的宽度应一致，推荐使用 0.7mm 和 1mm 的粗线。

1.4.3 图线画法

- （1）点画线、虚线、粗实线彼此相交时，应交于画线处，不应交于空格处。点画线应该超出轮廓线 3~5mm，而虚线不能超出轮廓线，如图 1-10 所示。
- （2）在绘制虚线和点画线时，其线素的长度如图 1-11 所示。
- （3）图线重合时，只画其中一种。优先画图线的顺序为，可见轮廓线、不可见轮廓线、对称中心线、尺寸界线。

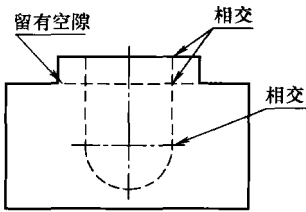


图 1-10 相交图线的画法

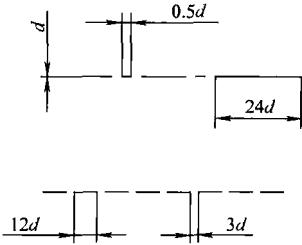


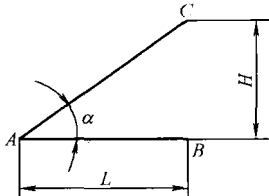
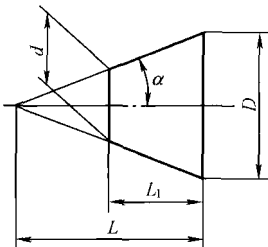
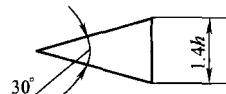
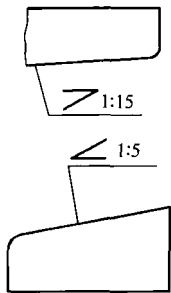
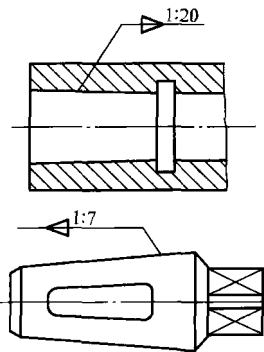
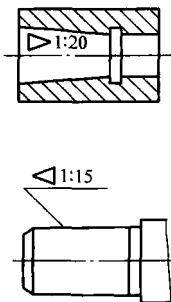
图 1-11 点画线和虚线的画法

第2章 平面图形画法

2.1 斜度和锥度

斜度和锥度的定义、符号及标注示例见表 2-1。

表 2-1 斜度和锥度的定义、符号及标注

类别	斜 度	锥 度	
定 义	一直线（或平面）对另一直线（或平面）的倾斜程度称为斜度。其大小是它们夹角的正切值  $\text{斜度} = \tan\alpha = \frac{CB}{AB} = \frac{H}{L} = 1 : n$	正圆锥底圆直径与圆锥高之比，或正圆锥台两底圆直径之差与锥台高之比  $\text{锥度} = \frac{D}{L} = \frac{D-d}{L_1} = 2\tan\alpha = 1 : n$	
	符 号	 h = 字体高度	 h = 字体高度
标 注 示 例	 注意，斜度符号的倾斜方向应与斜度方向一致 新标准  注意，锥度符号的方向应与圆锥表面由大到小的方向一致 旧标准 		
	新旧国标的锥度标注方法是不同的，新标准中锥度符号是以基准线为对称线配置在基准线上的；而旧标准则在基准线之上。此外，旧标准还可以标注在圆锥轴线上方		

2.2 平面图形的线段分析与画法

2.2.1 平面图形的线段分析

平面图形是由若干线段所组成。平面图形中标注的尺寸，必须能唯一地确定图形的形状和大小。确定图形的形状尺寸，称为定形尺寸；确定各个图形的相对位置尺寸，称为定位尺寸。根据定形、定位尺寸已知条件的多少，图形中的线段可分为以下三种：

1. 已知线段 根据图形中的尺寸就可以直接画出的圆、圆弧或直线，即定形、定位尺寸均已知的线段。对于圆和圆弧，必须有尺寸确定直径（或半径）和圆心位置；对于直线，有尺寸确定两端点的位置。

2. 中间线段 除图形中标注的尺寸，还须根据一个连接关系才能画出的圆弧或直线，即已知条件中缺一个定位尺寸。

3. 连接线段 须根据两个连接关系才能画出的圆弧或直线，即已知条件中缺两个定位尺寸。

在图 2-1 中，圆弧 R_1 、小圆 ϕ 及内部长圆形为已知线段； R_2 、 R_3 是中间线段； R_4 是连接线段。

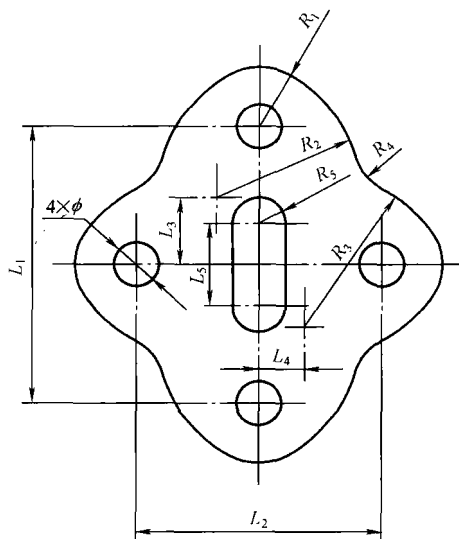


图 2-1 平面图形的线段分析

2.2.2 平面图形的画法

绘制平面图形时，首先画出基准线，随后画出各已知线段，再画出中间线段，最后画出连接线段。图 2-2 所示为图 2-1 的画图步骤。

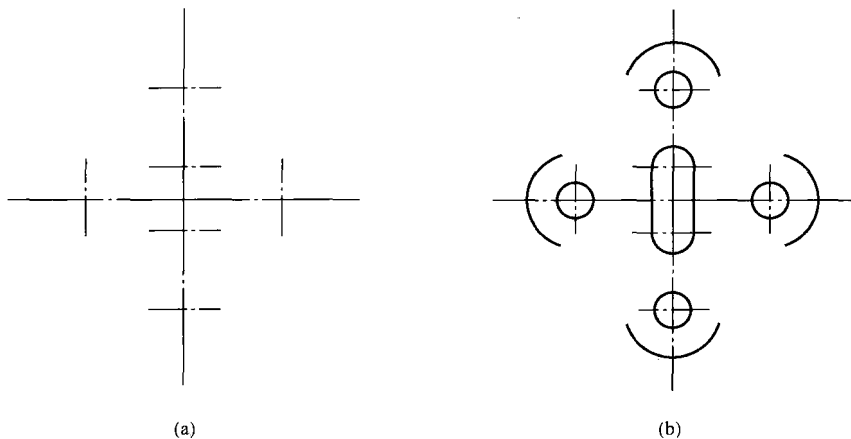


图 2-2 平面图形的画图步骤（一）

(a) 画出基准线和圆的中心线；(b) 画出已知线段

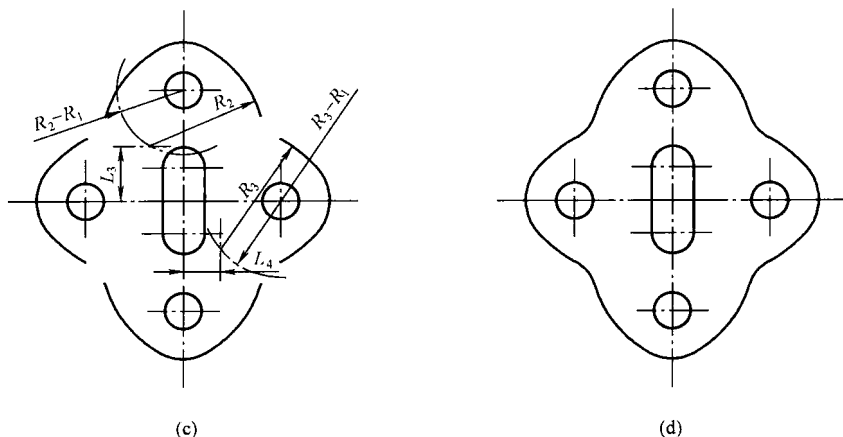


图 2-2 平面图形的画图步骤 (二)

(c) 画出中间线段; (d) 画出连接线段

2.3 平面图形的尺寸标注

要正确标注尺寸, 必须在长度方向和高度方向各选定一条线作为基准线, 由基准出发可标注定位尺寸。

1. 一般平面图形中常用作基准的元素

- (1) 对称图形的对称中心线。
- (2) 较长的直线。
- (3) 放射形图形的中心。

2. 标注尺寸的步骤 图 2-3 所示为平面图形尺寸注法的一般步骤。

- (1) 分析图形, 确定基准: 该图形是以圆的对称中心线和较长的水平线作为基准的。
- (2) 确定图形中各线段的性质: 如图 2-3 (a) 所示的中间线段和连接线段, 其余为已知

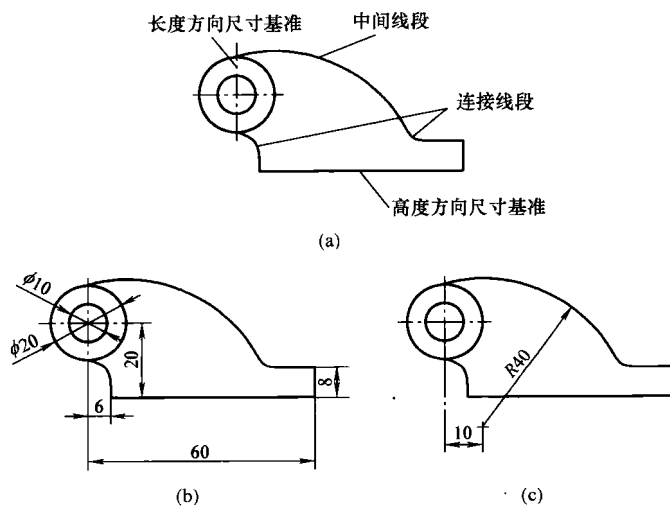


图 2-3 标注平面图形的尺寸 (一)

(a) 选定尺寸基准后进行线段分析; (b) 注出已知线段的尺寸; (c) 注出中间线段的尺寸

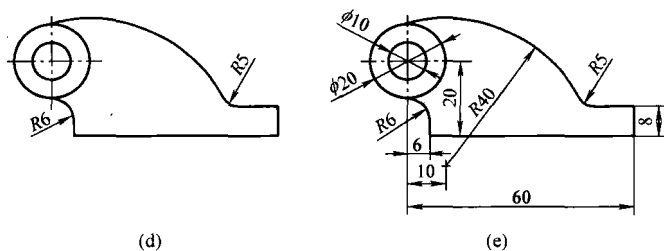


图 2-3 标注平面图形的尺寸 (二)

(d) 注出连接圆弧的半径; (e) 标注完整的尺寸

线段。

(3) 标注定形尺寸和定位尺寸: 按已知线段、中间线段、连接线段的次序逐个标注定形尺寸和定位尺寸。