

# 机械制图与计算机绘图

彭晓兰 主编



江西高校出版社

### 图书在版编目(CIP)数据

机械制图与计算机绘图/彭晓兰主编. —南昌:江西高校出版社, 2009.8(2010.6 修订)

21 世纪高校规划教材

ISBN 978-7-81132-677-2

I. 机... II. 彭... III. ①机械制图—高等学校—教材 ②自动绘图—高等学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009) 第 139528 号

出版发行	江西高校出版社
社 址	江西省南昌市洪都北大道 96 号
邮 政 编 码	330046
总编室电话	(0791)8504319
销 售 电 话	(0791)8511423
网 址	www.juacp.com
印 刷	南昌市光华印刷有限责任公司
照 排	江西太元科技有限公司照排部
经 销	各地新华书店
开 本	787mm×1092mm 1/16
印 张	24.75
字 数	595 千字
版 次	2010 年 6 月第 1 版第 2 次印刷
印 数	4001~7000 册
书 号	ISBN 978-7-81132-677-2
定 价	40.80 元

版权所有 侵权必究

# 前 言

本教材是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是在原教材获江西省高校优秀教材一等奖的基础上,吸取近年来高等职业教育教学改革的经验,借鉴应用性、技能型人才培养的实践成果重新编写而成。

内容包括:机械制图的基础知识,点、直线、平面的投影,立体的投影,轴测图,复杂形体图形分析与识读,机件常用表达方法,标准件与常用件,零件图、装配图读绘,AutoCAD 绘图技术。全书采用我国最新颁布的《技术制图》、《机械制图》、《计算机辅助设计》国家标准及与制图有关的其他国家标准。

与教材配套的《机械制图与计算机绘图习题集》同时出版,教材中所有图例均配有三维模型,增强教学的直观性。

本教材由九江职业技术学院彭晓兰任主编,九江职业技术学院汪程、九江职业大学王维昌任副主编。参加编写的人员有:彭晓兰(第 10、11 章)、汪程(第 2 章、附录)、王维昌(第 7、8 章)、陈永备(第 4、5 章)、陈丽君(第 1、9 章)、刘晓红(第 3、6 章),全书由彭晓兰统稿、定稿,助学系统由九江职业技术学院吴剑平制作,全书由九江职业技术学院焦凤珍老师审稿。

为了方便学生自主学习,本书制作了《机械制图与计算机绘图网络助学系统》,师生可通过网络进入九江职业技术学院/精品课程/机械制图与计算机绘图/教学资源/助学系统使用。网址:<http://218.65.5.218/Jixiezhitu/index.htm>

本书可作为应用性、技能型人才培养的各类学校机械类、近机械类专业机械制图课程的教材,也可供有关工程技术人员参考。

由于编者水平有限,书中难免仍有漏误和不当之处,欢迎同仁和读者批评指正。

编 者

2009 年 5 月

# 目 录

前言	1
第 1 章 机械制图基本知识	1
1.1 国标《机械制图》和《技术制图》的基本规定	1
1.2 常用制图工具及使用	15
1.3 几何作图	17
1.4 平面图形尺寸标注	21
1.5 绘图的方法和步骤	24
复习思考题	26
第 2 章 正投影法	27
2.1 投影法的基本知识	27
2.2 形体的三视图	28
2.3 点与直线的投影	31
2.4 平面的投影	43
2.5 几何元素间的相对关系	49
复习思考题	54
第 3 章 立体的投影	55
3.1 平面立体	55
3.2 回转体	60
3.3 相贯线的特殊情况及过渡线的画法	74
3.4 复杂形体的结构分析	76
3.5 复杂形体的三视图	85
3.6 形体的尺寸标注	89
复习思考题	97
第 4 章 AutoCAD 2008 绘图基础	98
4.1 AutoCAD2008 入门	98
4.2 设置绘图环境	102
4.3 精确绘图	106
4.4 平面图形的绘制	110
4.5 平面图形的编辑	117
4.6 文字输入	130
4.7 创建样板图	135
复习思考题	139
第 5 章 AutoCAD 绘制三视图	140
5.1 AutoCAD 尺寸标注	140

5.2	AutoCAD 图块 .....	151
5.3	AutoCAD 绘制组合体三视图 .....	154
	复习思考题 .....	157
<b>第 6 章</b>	<b>轴测图</b> .....	<b>158</b>
6.1	轴测图基本知识 .....	158
6.2	正等轴测图 .....	159
6.3	斜二等轴测图 .....	166
6.4	AutoCAD 绘制正等轴测图 .....	168
	复习思考题 .....	171
<b>第 7 章</b>	<b>AutoCAD 三维造型</b> .....	<b>172</b>
7.1	AutoCAD 三维造型基础 .....	172
7.2	AutoCAD 创建三维实体 .....	180
	复习思考题 .....	191
<b>第 8 章</b>	<b>机件的表达方法</b> .....	<b>192</b>
8.1	视图 .....	192
8.2	剖视图 .....	197
8.3	断面图 .....	209
8.4	其他表达方法 .....	211
8.5	综合应用举例 .....	217
8.6	第三角投影(第三角画法) .....	220
8.7	AutoCAD 的机件表达方法 .....	224
8.8	AutoCAD 三维模型到二维图形的转换 .....	229
	复习思考题 .....	238
<b>第 9 章</b>	<b>标准件与常用件</b> .....	<b>239</b>
9.1	螺纹 .....	240
9.2	螺纹紧固件 .....	247
9.3	齿轮 .....	252
9.4	键、销、滚动轴承和弹簧 .....	258
9.5	AutoCAD 绘制标准件与常用件 .....	265
	复习思考题 .....	271
<b>第 10 章</b>	<b>零件图</b> .....	<b>272</b>
10.1	概述 .....	272
10.2	零件图视图的选择 .....	273
10.3	零件图的尺寸标注 .....	275
10.4	零件的工艺结构 .....	281
10.5	零件图上技术要求的注写 .....	286
10.6	典型零件图形分析和表达 .....	300
10.7	零件图读图 .....	305
10.8	测绘零件与绘制零件图 .....	308

---

10.9	用 AutoCAD 绘制零件图 .....	313
10.10	AutoCAD 图样输出 .....	320
	复习思考题 .....	325
<b>第 11 章</b>	<b>装配图</b> .....	<b>326</b>
11.1	概述 .....	326
11.2	装配图的表达方法 .....	330
11.3	装配图的视图选择 .....	333
11.4	装配图的尺寸标注 .....	333
11.5	装配图的制图要求 .....	334
11.6	常见的装配工艺结构 .....	336
11.7	测绘装配体和绘制装配图 .....	339
11.8	读装配图和拆画零件图 .....	351
11.9	用 AutoCAD 拼画装配图 .....	355
	复习思考题 .....	361
<b>附录</b>	.....	<b>362</b>
一	螺 纹 .....	362
二	常用标准件 .....	365
三	常用零件的结构要素 .....	377
四	极限与配合 .....	379
五	常用金属材料及热处理 .....	384
<b>参考文献</b>	.....	<b>387</b>

# 第1章 机械制图基本知识

## 学习目标

1. 掌握国家标准《机械制图》、《技术制图》中的基本规定。
2. 掌握平面图形的画法和平面图形尺寸标注方法。
3. 正确使用常用绘图工具和仪器。
4. 具备徒手绘图的基本能力。

## 1.1 国标《机械制图》和《技术制图》的基本规定

我国颁布实施的有关制图的标准(简称国标或“GB”),是相关行业必须共同遵守的基本规定,是绘图和读图的基本准则。学习制图必须严格遵守国标,树立标准化的观念,使制图规格和方法符合国标规定。

### 1.1.1 图纸尺寸(GB/T 14689—1993)

#### 1. 图纸幅面尺寸

为便于使用和保管图纸,图样应绘制在一定的幅面和格式的图纸上。图纸幅面分基本幅面和加长幅面两种,在绘图时应优先采用基本幅面。基本幅面的图纸分 A0~A4 五种,如表 1-1 中所示。A0 幅面面积为  $1\text{m}^2$ ,长短边之比为  $\sqrt{2}$ 。A1 幅面为 A0 幅面的一半(以长边对折裁开),A2~A4 以此类推,如图 1-1 中粗实线所示。

表 1-1 基本幅面及图框尺寸

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

加长幅面的幅面大小按基本幅面的短边成整数倍增加,如表 1-2 和表 1-3 中所示。图 1-1 中的细实线为第二选用加长幅面,如 A3×3;图 1-1 中的虚线为第三选用加长幅面,如 A3×6。具体如图 1-1 所示。

表 1-2 图纸的加长幅面尺寸一

幅面代号	A3×3	A3×4	A4×3	A4×4	A4×5
B×L	420×891	420×1189	297×630	297×841	297×1051

表 1-3 图纸的加长幅面尺寸二

幅面代号	A0×2	A0×3	A1×3	A1×4	A2×3	A2×4	A2×5
B×L	1189×1682	1189×2523	841×1783	841×2378	594×1261	594×1682	594×2102
幅面代号	A3×5	A3×6	A3×7	A4×6	A4×7	A4×8	A4×9
B×L	420×1486	420×1783	420×2080	297×1261	297×1471	297×1682	297×1892

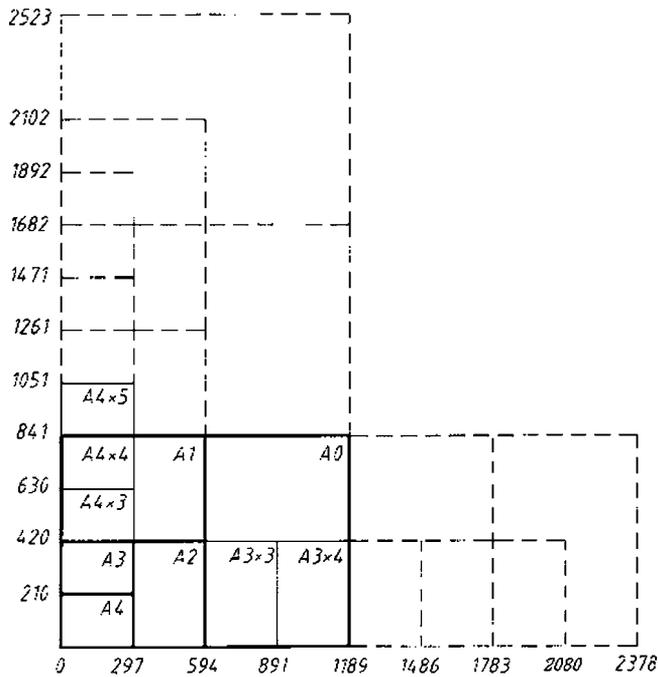
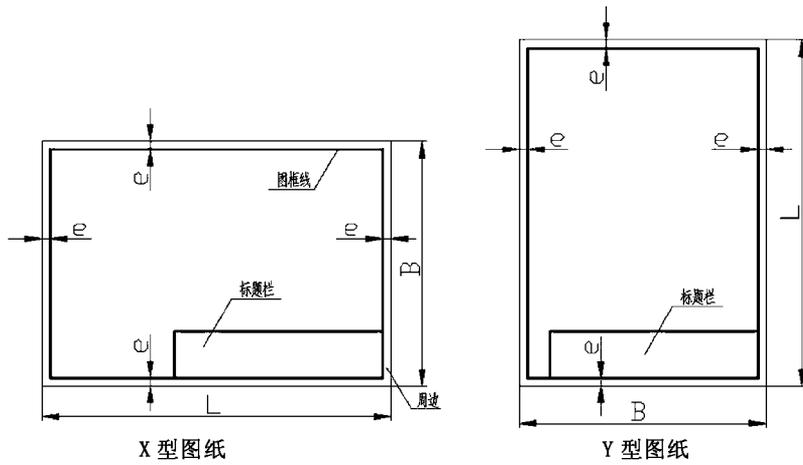


图 1-1 图纸幅面格式

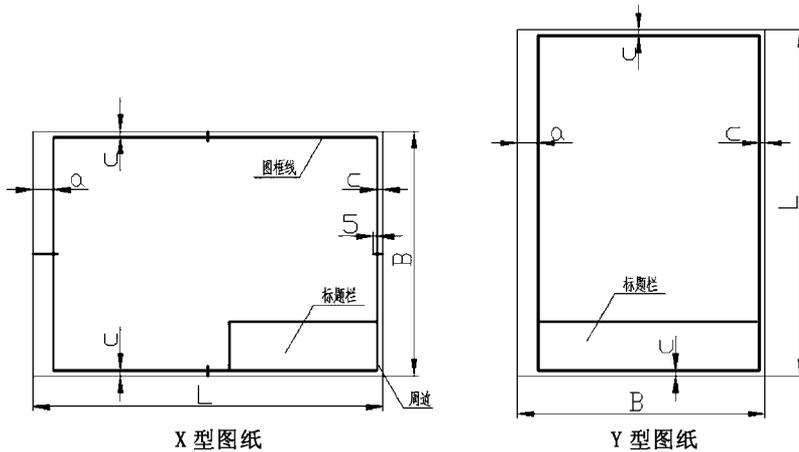
## 2. 图框格式

图样中图框由内、外两框组成。外框用细实线绘制,大小为幅面尺寸;内框用粗实线绘制,内外框周边的间距尺寸与图框的格式有关。

图框的格式分为不留装订边和留有装订边两种。两种图框格式如图 1-2(a)、(b)所示,它们各自的周边尺寸见表 1-1。同一产品的图样只能采用一种格式的图框。加长幅面的图框尺寸,按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定,如 A2×3 的图框尺寸按 A1 的图框尺寸确定,即  $e$  为 20。图样画在图框内。



(a) 不留装订边



(b) 留装订边

图 1-2 图框的格式

1.1.2 标题栏 (GB/T10609.1-1998)

为使图样便于管理和查阅, 每张图纸上都必须画出标题栏, 通常标题栏位于图框的右下角。技术制图标准规定, 标题栏一般由更改区、签字区、其他区、名称及代号区组成。标题栏的格式有两种, 如图 1-3(a)、(b) 所示, 推荐使用图 1-3(a) 的格式。这种标题栏的格式、分栏、尺寸及各栏填写的内容如图 1-4 所示。

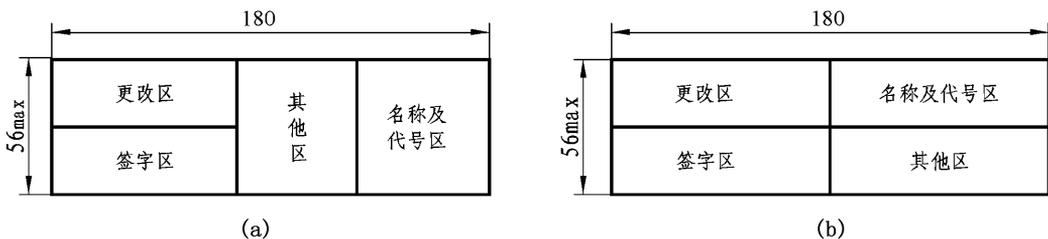


图 1-3 标题栏格式

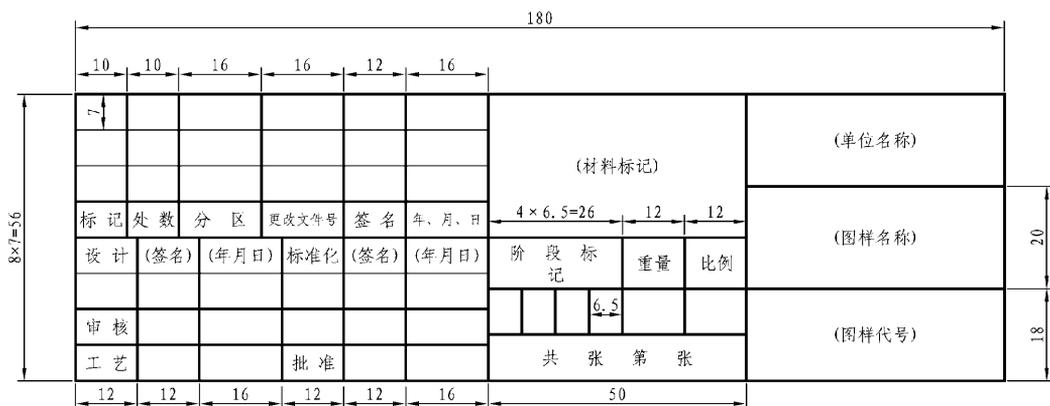
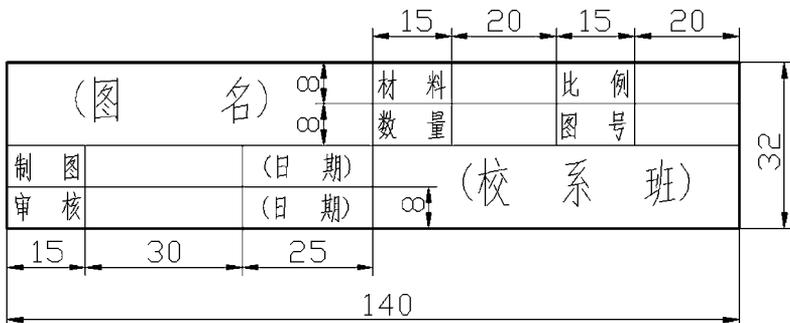
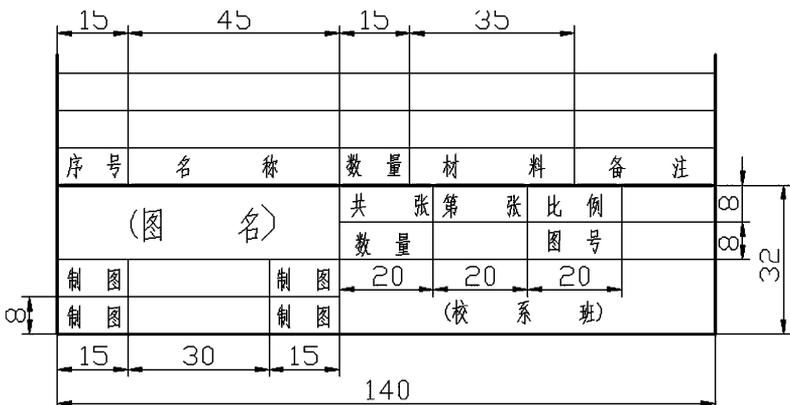


图 1-4 标题栏的内容格式及尺寸

学习本课程期间,制图作业建议采用经简化的标题栏格式,如图 1-5(a)、(b)所示。



(a)零件图用标题栏



(b)装配图用标题栏

图 1-5 标题栏简化格式

若标题栏长边置于水平方向并与图纸长边平行,则构成 X 型图纸;若标题栏长边与图纸长边垂直,则构成 Y 型图纸。如图 1-2 所示。不论是 X 型或 Y 型图纸,其看图方向与图纸标题栏的方向一致。

### 1.1.3 图纸的折叠(GB 10609.3—89)

为便于图纸能够装入文件袋或装订成册保存,国家标准规定了有关图纸的折叠方法。折叠后的图纸幅面一般是 A4 或 A3 大小,折叠时图纸的图面应朝外,并以手风琴式样折叠,折后图纸上的标题栏应位于首页右下方并朝外,以便查阅。

### 1.1.4 比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图中的图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

比例=图中图形的线性尺寸/实物相应要素的线性尺寸

比例分原值、缩小和放大三种,其比例分别为等于 1、小于 1 和大于 1。

绘制图样时应尽可能按机件的实际大小采用 1:1 的原值比例,但由于机件的大小及结构复杂程度不同,有时需要放大或缩小。当需要按比例绘制图样时,优先选用第一系列比例,必要时允许选用第二系列比例。见表 1-4。

表 1-4 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 1:2×10 <sup>n</sup> 1:5×10 <sup>n</sup> 1:1×10 <sup>n</sup>	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 1:1.5×10 <sup>n</sup> 1:2.5×10 <sup>n</sup> 1:3×10 <sup>n</sup> 1:4×10 <sup>n</sup> 1:6×10 <sup>n</sup>
放大比例	2:1 5:1 10:1 2×10 <sup>n</sup> :1 5×10 <sup>n</sup> :1 1×10 <sup>n</sup> :1	2.5:1 4:1 2.5×10 <sup>n</sup> :1 4×10 <sup>n</sup> :1

注:n 为正整数

同一机件的各个视图应采用相同的比例,在图样上标注比例应采用比例符号“:”表示,如 1:1、1:500 等。而该比例一般应填写在图纸标题栏中的比例栏内。当某个视图需要采用不同的比例时,也可在视图名称的下方或右侧另行标注比例。注意:图样上标注的尺寸,应按机件的实际尺寸标注,与所选择比例是放大还是缩小无关。如:1:2 表示所画尺寸放大 2 倍才为物体的实际尺寸;2:1 表示将所画尺寸缩小 2 倍才为物体的实际尺寸。如图 1-6 所示。

### 1.1.5 字体(GB/T 14691—1993)

图样上除了表达机件形状的图形外,还要用文字和数字说明机件的大小、技术要求和其他内容。

图样上的汉字、数字和字母,书写时必须做到:字体端正、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐,以保证图样的清晰、美观。

#### 1. 字号

字体的字号即指字体高度  $h$ (单位为 mm),分为:1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 八种。如 5 号字表示字体高度为 5mm。如需要书写更大的字,则选大一号的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$

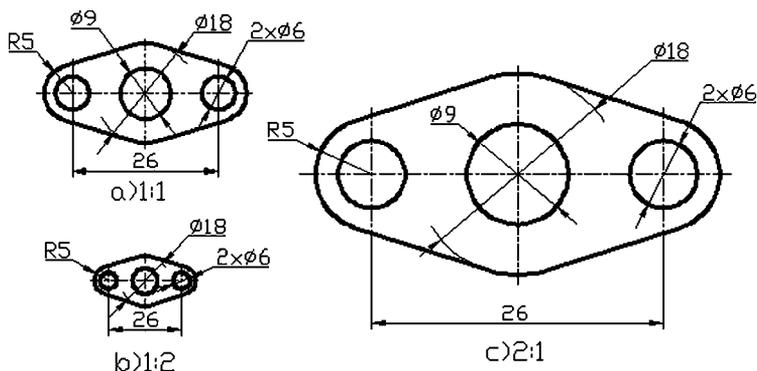


图 1-6 用不同比例画出的同一机件的图形

的比率递增。用来表示指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母, 字号一般应采用小一号的字体。

图中字体大小应与图样大小、比例等相适应, 从规定高度中选用。

### 2. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体, 并采用国家正式颁布推行的简化字。书写要点是: 横平竖直、起落有锋、粗细一致、结构均匀。汉字的高度不应小于 3.5mm, 其宽度一般为  $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体汉字示例如图 1-7 所示。

#### 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航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

#### 3.5 号字

机床螺纹齿轮蜗轮端子接线飞行指导驾驶挖填施工引水通风闸阀棉麻化纤

图 1-7 长仿宋体汉字

### 3. 数字和字母

工程图样中常用的数字有阿拉伯数字和罗马数字两种, 常用的字母有拉丁字母和希腊字母两种。字母有大写、小写之分。

数字和字母分 A 型字体和 B 型字体两种。其中 A 型字体的笔画宽度(d)为字高的 1/14, B 型字体的笔画宽度(d)为字高的 1/10。

数字和字母可写成斜体或直体两种格式, 技术文件中数字和字母一般写成斜体。斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成  $75^\circ$ 。当与汉字混合书写时, 可采用直体。但在同一图样

上只允许选用一种形式的字体。书写时不能潦草,笔画应保持粗细一致并成等线体。

各种字母、数字书写示例如图 1-8 所示,组合书写如图 1-9 所示。书写时注意它们的笔画顺序。

A B C D E F G H I J K L M N O

P Q R S T U V W X Y Z

(a) A 型斜体大写拉丁字母

a b c d e f g h i j k l m n o p q

r s t u v w x y z

(b) A 型斜体小写拉丁字母

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

(c) A 型斜体阿拉伯数字

Ⅰ Ⅱ Ⅲ Ⅳ Ⅴ Ⅵ Ⅶ Ⅷ Ⅸ Ⅹ

(d) A 型斜体罗马数字

α β γ δ ε ζ η θ ϑ κ λ μ

ν ξ ο π ρ ρ̄ τ υ φ ψ χ ψ ω

(e) A 型斜体小写希腊字母

图 1-8 字体书写示例

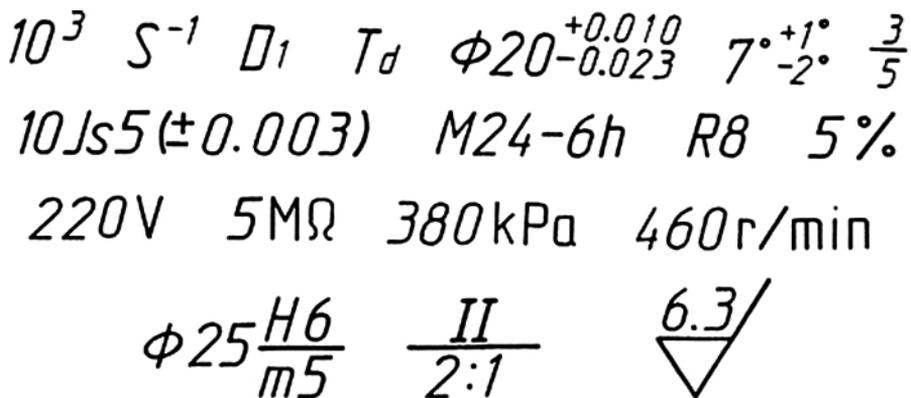


图 1-9 组合书写示例

1.1.6 图线及其画法(GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

为了与国际标准接轨,我国在 2002 年修订了《技术制图—图线》的国家标准,规定了图线的基本线型,制图时应遵循国家标准中的有关画法。

1. 基本线型

机械制图国家标准中规定了 15 种基本线型及基本线型的变形。机械图样中常用的图线名称、型式、宽度及其应用见表 1-5、表 1-6、表 1-7 和图 1-10 所示。

表 1-5 基本线型

代码 No.	基本线型	名称
01.1		细实线
		波浪线
		双折线
01.2		粗实线
02.1		细虚线
02.2		粗虚线
04.1		细点画线
04.2		粗点画线
05.1		细双点画线

2. 线宽

机械图样中的图线分粗线和细线两种。粗线宽度  $d$  应根据图形的大小和复杂程度在 0.5mm~2.0mm 之间选择,细线的宽度约为  $\frac{d}{2}$ 。图线宽度的推荐系列为:0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1.0mm、1.4mm、2.0mm。制图中一般常用的粗实线宽度为 0.7mm~1.0mm。图线宽度为 0.18mm 的图线,因图样复制后不清晰,尽量不要采用。

手工绘图时,线素(指不连续线的独立部分,如点、画线的长度及其相互间的间隔)的长

度应符合表 1-6 中的规定。

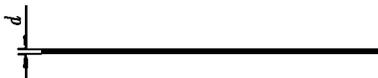
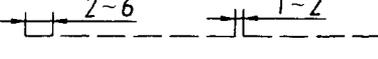
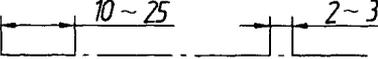
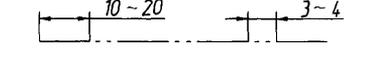
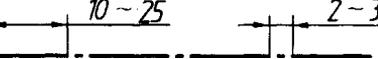
表 1-6 线素的长度

线素	点	短画	画	长画	短间画	间隔
长度	$\leq 0.5d$	$6d$	$12d$	$24d$	$3d$	$18d$

3. 常用的图线型式及应用

绘制机件图形常用的图线,如表 1-7 中所示。常见图线应用如图 1-10 所示。

表 1-7 机械制图的图线型式及应用

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
粗实线		$d$	可见轮廓线,可见过渡线、可见棱边线、螺纹牙顶线、螺纹长度终止线、齿顶圆(线)等
细实线		约 $d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线、螺纹牙底线、重合断面轮廓线、尺寸线的起止线等
波浪线		约 $d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
细虚线		约 $d/2$	不可见轮廓线,不可见过渡线等
细点画线		约 $d/2$	轴线、对称中心线、分度圆(线)
细双点画线		约 $d/2$	可动零件极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线等
粗点画线		$d$	有特殊要求的线、限定范围表示线、表面的表示线等

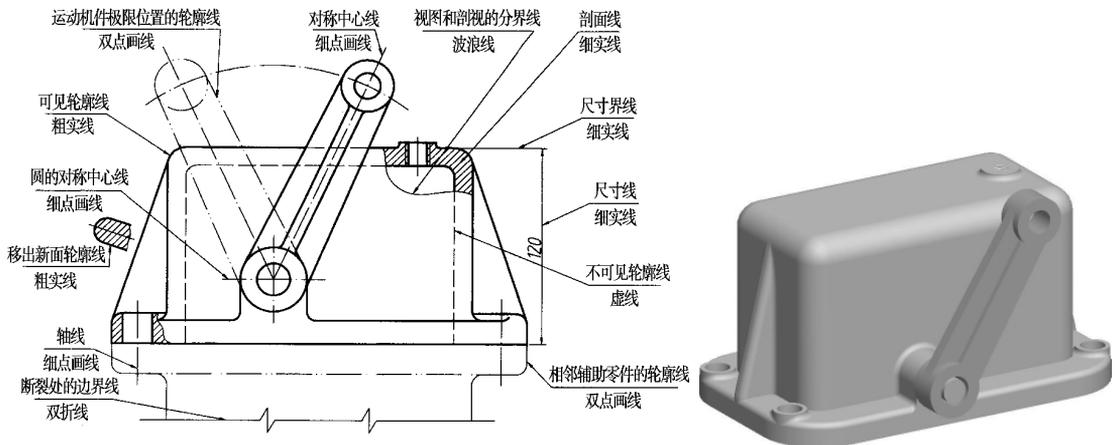


图 1-10 常用图线及其应用

#### 4. 图线画法

图线画法的基本原则：

(1)同一图样中,同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(2)两平行线(含剖面线)之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度,其最小距离不得小于0.7mm。

(3)绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点,而不应该在短画或间隔处相交。点画线和双点画线的首末两端应是线段而不是短画或点,且推荐中心线应超出图形轮廓线长度约为3mm~5mm。如图1-11所示。

(4)在绘制较小的图形时,如绘制点画线或双点画线有困难,则可用细实线来代替。

(5)虚线、点画线或双点画线与实线或它们自己相交时,应在线段处相交,而不应在空隙或短画处相交。当虚线位于粗实线的延长线上时,在虚线与粗实线连接处应留空隙,要空开。如图1-12所示。

(6)圆弧虚线与直虚线相切时,圆弧虚线应画至切点处,留空隙后再画直虚线。

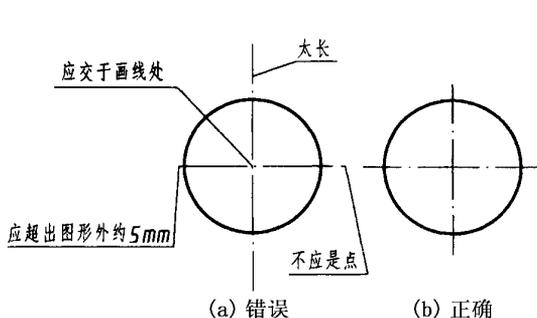


图1-11 中心线的画法

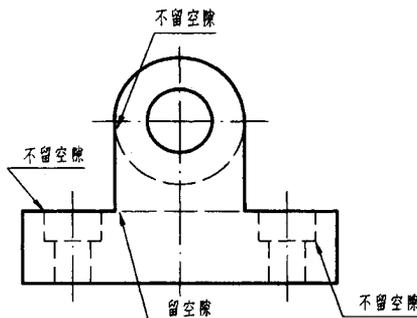


图1-12 虚线连接处画法

#### 1.1.7 尺寸标注(GB/T 4458.4-2003、GB/T 16675.2-1996)

图形只能表达机件的形状,机件的大小则由标注的尺寸来确定。标注尺寸时,应严格遵守国家标准有关尺寸标注的规定,做到“正确、完整、清晰、合理”。

##### 1. 基本原则

(1)机件的真实大小以图样上所标注的尺寸数值为准,与图形的大小、比例及绘图的准确度无关。

(2)如果图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸以mm为单位时,则不需标注其计量单位的符号或名称。如采用其他单位,必须注明相应的计量单位符号或名称(如30°、21μm)。

(3)图样中所标注的尺寸,是指该图样所示机件的最后完工尺寸,否则必须另加说明。

(4)机件的每一个尺寸,一般都只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

(5)标注相平行的尺寸时,应遵循“小尺寸在里,大尺寸在外”的原则,依次排列整齐,相互平行的两尺寸线间距离相等,且应大于5mm。

##### 2. 尺寸的组成及注法

每一个完整的尺寸,一般由尺寸数字、尺寸界线、尺寸线和表示尺寸线终端的箭头或斜

线所组成。尺寸标注的基本方法如表 1—8 所示。

表 1—8 尺寸注法

尺寸要素	图例	说明
尺寸界线	<p>(a) (b)</p>	<p>1. 尺寸界线用细实线绘制, 应从图形的轮廓线、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(a)。</p> <p>2. 尺寸界线一般应与尺寸线垂直并超过尺寸线(约 2~3mm), 需要时尺寸界线才允许倾斜, 此时尺寸界线与尺寸线尽可能画成 60°夹角, 如图(b)。</p>
尺寸线终端	<p>(a) (b)</p> <p><math>d</math> 为图中粗实线的宽度</p>	<p>1. 尺寸线终端有箭头和斜线两种形式, 箭头适用于各种类型的图样。斜线用细实线绘制, 当尺寸线的终端采用斜线形式时, 尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。一般机械图样中用箭头形式, 建筑图样用斜线形式。同一张图样中只能采用一种尺寸线终端的形式。</p> <p>2. 圆的直径和圆弧半径的尺寸线的终端应画成箭头。</p> <p>3. 箭头尖端与尺寸线接触, 不得超出也不得分开。</p> <p>4. 当尺寸太短没有足够的位置画箭头时, 允许将箭头画在尺寸线的外边; 尺寸线终端采用箭头形式时, 标注连续的小尺寸可用圆点代替中间箭头, 如图(b)。</p>
尺寸线	<p>(a) (b)</p> <p>尺寸线不应与其他图线重合, 也不应在其他图线的延长线上。</p>	<p>尺寸线用细实线绘制。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他线的延长线上。标注线性尺寸时, 尺寸线必须与所标注的线段平行。</p>