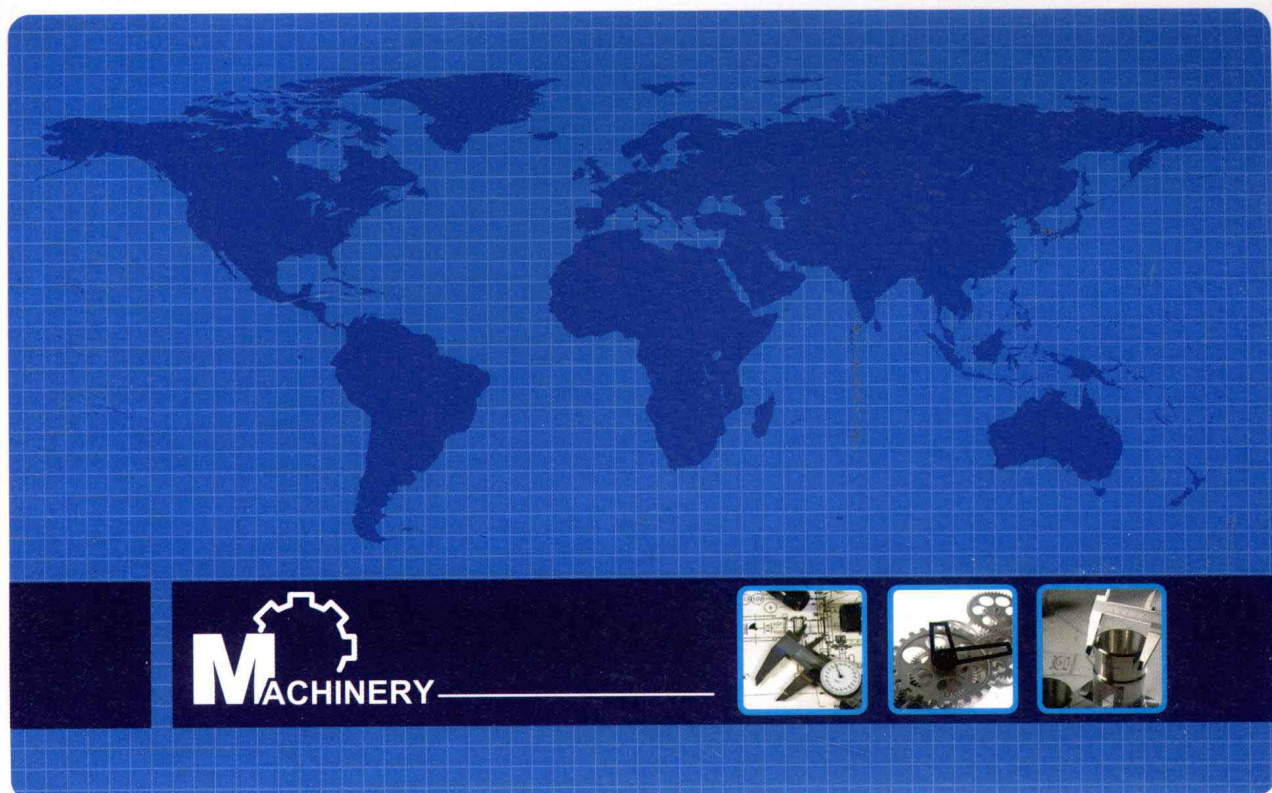




普通高等教育“十二五”机电类规划教材



机械制图

胡志新 徐九南 主 编
姜 毅 程 键 副主编

- 采用国家最新制图标准
- 强化实际应用、提高基本技能
- 培养实践、协作、管理、市场、创新意识
- 理工科院校相关专业工程制图教材

本书教学资源下载：华信教育资源网（www.hxedu.com.cn）



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十二五”机电类规划教材

机 械 制 图

胡志新 徐九南 主 编

姜 毅 程 键 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

“机械制图”课程的教学内容主要由三大部分组成,即制图的基本知识与技能部分、投影作图基础部分、机械制图部分。本书基于最新颁布的国家标准进行编写,以掌握基本理论、强化实际应用、培养基本技能为重点,重视提高学生整体素质与综合能力。主要内容包括制图的基本知识与技能、投影基础、组合体、机件常用的表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、计算机绘图简介和附录等。

本书既适用于高等院校理工科机械类各专业的制图教学,也可供近机械类相关专业作为工程制图教材使用,也可供相关工程技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 胡志新, 徐九南主编. —北京: 电子工业出版社, 2012.4

普通高等教育“十二五”机电类规划教材

ISBN 978-7-121-15879-7

I. ①机… II. ①胡… ②徐… III. ①机械制图—高等学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 023556 号

策划编辑: 许存权

责任编辑: 陈韦凯 特约编辑: 刘海霞 刘丽丽

印 刷: 涿州市京南印刷厂
装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 12 字数: 302 千字

印 次: 2012 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 26.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

“机械制图”是机械类及近机械类相关专业的一门重要的专业基础课,担负着培养学生空间想象能力、绘制和阅读工程图样能力的重要任务,为后期计算机绘图做重要铺垫。工程图样被喻为工程界的技术语言,在工程类人才培养中起着极其重要的作用。本课程对后续专业课程的学习以及学生的课程设计和毕业设计的效果和质量都起着至关重要的作用,同时在培养学生具有工程意识(实践、协作、管理、市场、创新等)和工程设计能力(工程规划、设计、技术标准等),尤其是综合能力和创新能力方面将发挥较大的作用。

在 21 世纪之前,我国“机械制图”课程教学内容主要由三大部分组成:制图的基本知识与技能部分、投影作图基础部分和机械制图部分,注重学生尺规作图基本功的培养,制图课程的授课时数根据专业不同大约在 120~220 学时范围内,可谓是慢功出细活。21 世纪以来,各类专业都在进行课程的优化和整合,以扩大教学内容的知识量、信息量和先进性,同时授课时数又在锐减,大约在 50~120 学时范围内,计算机绘图也已从二维平面绘图发展到现在的三维造型直接转成二维出图,高科技带来高速度,高速度形成快节奏,形势逼人,迫使制图课的内容必须重新整合,调整侧重,基础理论以“必需、够用”为度。

本教材基于最新颁布的国家标准进行编写,充分考虑学生特点,以掌握基本理论、强化实际应用、培养基本技能为重点,重视提高学生整体素质与综合能力。按照 50~90 学时的授课学时数编写,主要内容包括:制图的基本知识与技能,投影基础,组合体,机件常用的表达方法,标准件和常用件,零件图,装配图,计算机绘图简介和附录等。本教材既适用于机械类各专业的制图教学,也可供非机械类、近机械类相关专业作为工程制图教材使用。

本教材由胡志新、徐九南担任主编,由姜毅、程键担任副主编。胡志新编写第 1 章,姜毅编写第 4 章,徐九南编写第 5 章,程键编写第 7 章,陈晖编写第 3 章、第 6 章,尹志安编写第 2 章、第 8 章和附录。

本教材在编写过程中得到了有关单位的热心支持,在此表示诚挚的感谢。由于编者水平有限,加之时间较紧,错漏之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编 者

目 录

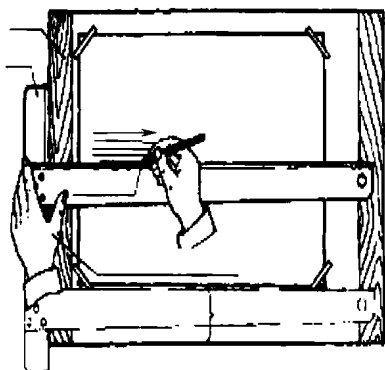
第1章 制图标准及绘图方法	(1)
1.1 国家标准有关制图的基本规定	(2)
1.1.1 图纸的幅面和格式 (GB/T14689—2008)	(2)
1.1.2 标题栏 (GB10609.1—2008)	(3)
1.1.3 比例 (GB/T14690—1993)	(4)
1.1.4 字体 (GB/T14691—1993)	(5)
1.1.5 图线 (GB/T4457.4—2002、GB/T17450—1998)	(6)
1.1.6 尺寸注法 (GB/T4458.4—2003、GB/T16675.2—1996)	(8)
1.2 手工绘图工具和仪器的使用	(14)
1.2.1 图板、丁字尺、三角板	(14)
1.2.2 铅笔	(16)
1.2.3 圆规和分规	(16)
1.2.4 其他常用绘图工具	(17)
1.3 几何作图	(18)
1.3.1 任意等分线段	(18)
1.3.2 等分圆周和作正多边形	(19)
1.3.3 圆弧连接	(20)
1.3.4 斜度和锥度	(21)
1.4 平面图形的分析及画法	(22)
1.4.1 尺寸分析	(22)
1.4.2 线段分析	(23)
1.4.3 平面图形的画图步骤	(23)
1.4.4 平面图形的尺寸标注	(24)
1.5 绘图的方法和步骤	(25)
1.5.1 仪器绘图	(25)
1.5.2 徒手绘草图	(26)
小结	(27)
练习题	(27)
第2章 投影基础	(28)
2.1 投影法及三视图的形成	(29)
2.1.1 投影法的概念	(29)
2.1.2 投影法的分类	(29)
2.1.3 正投影的基本性质	(30)
2.1.4 三视图的形成	(31)
2.1.5 三视图之间的关系	(33)
2.1.6 三视图的作图方法与步骤	(33)

2.2	点的投影	(34)
2.2.1	点的三面投影	(34)
2.2.2	点的投影与直角坐标的关系	(34)
2.2.3	点的种类及其投影	(35)
2.2.4	两点的相对位置及重影点	(36)
2.3	直线的投影	(37)
2.3.1	直线的三面投影	(37)
2.3.2	各种位置直线的投影	(38)
2.3.3	两直线的相对位置	(40)
2.3.4	直线上的点	(42)
2.4	平面的投影	(42)
2.4.1	平面的表示法	(42)
2.4.2	各种位置平面的投影	(43)
2.4.3	平面内的点和直线	(45)
	小结	(46)
	练习题	(47)
第3章	组合体	(48)
3.1	组合体的形体分析	(49)
3.2	组合体的画法	(51)
3.2.1	叠加式组合体三视图的画法	(51)
3.2.2	切割式组合体三视图的画法	(53)
3.3	组合体的尺寸标注	(54)
3.3.1	标注组合体尺寸的基本要求	(54)
3.3.2	组合体的尺寸分析	(54)
3.3.3	组合体尺寸标注中应注意的问题	(55)
3.3.4	组合体尺寸标注的步骤	(57)
3.3.5	常见结构的尺寸注法	(58)
3.4	读组合体视图	(58)
3.4.1	读图的基本知识	(59)
3.4.2	叠加式组合体视图的阅读	(60)
3.4.3	挖切式组合体视图的阅读	(61)
	小结	(63)
	练习题	(63)
第4章	轴测图	(64)
4.1	轴测图的基本知识	(65)
4.1.1	轴测图的形成	(65)
4.1.2	轴间角和轴向伸缩系数	(65)
4.1.3	轴测图的分类	(66)
4.2	正等轴测图	(66)
4.2.1	正等轴测图的形成、轴间角和轴向伸缩系数	(66)

4.2.2	平面立体正等轴测图的画法	(67)
4.2.3	曲面立体正等轴测图的画法	(69)
4.2.4	组合体正等轴测图的画法	(71)
4.3	斜二等轴测图	(72)
4.3.1	斜二等轴测图的形成、轴间角和轴向伸缩系数	(72)
4.3.2	平行坐标面的圆的斜二测	(72)
4.3.3	画法举例	(73)
4.4	轴测剖视图的画法	(75)
4.4.1	轴测图的剖切方法	(75)
4.4.2	轴测剖视图的画法	(76)
	小结	(77)
	练习题	(77)
第5章	标准件与常用件	(79)
5.1	螺纹	(80)
5.1.1	螺纹的形成、主要参数和结构	(80)
5.1.2	螺纹的规定画法	(83)
5.1.3	常见螺纹的种类和标注	(85)
5.2	螺纹紧固件及其连接	(87)
5.2.1	螺钉连接	(88)
5.2.2	螺栓连接	(90)
5.2.3	双头螺柱连接	(91)
5.3	键、销连接	(92)
5.3.1	键	(92)
5.3.2	销	(93)
5.4	滚动轴承	(94)
5.4.1	滚动轴承的结构、分类和代号	(94)
5.4.2	滚动轴承的画法	(96)
5.5	齿轮	(96)
5.5.1	圆柱齿轮	(96)
5.5.2	锥齿轮简介	(100)
5.5.3	蜗杆、蜗轮简介	(101)
5.6	弹簧	(101)
5.6.1	圆柱螺旋压缩弹簧的各部分名称和尺寸关系	(102)
5.6.2	圆柱螺旋压缩弹簧的画法	(102)
5.6.3	螺旋压缩弹簧的作图步骤	(103)
	小结	(104)
	练习题	(104)
第6章	零件图	(105)
6.1	零件图的作用和内容	(106)
6.1.1	零件分类	(106)

6.1.2 零件图的内容	(107)
6.2 零件图的视图选择和尺寸标注	(108)
6.2.1 零件图的视图选择	(108)
6.2.2 零件图的尺寸标注	(109)
6.3 零件结构的工艺性简介	(112)
6.3.1 零件上的铸造结构	(112)
6.3.2 零件上的机械加工结构	(113)
6.4 零件图的识读	(116)
6.4.1 读零件图的方法和步骤	(116)
6.4.2 读零件图举例	(116)
小结	(118)
练习题	(118)
第 7 章 装配图	(119)
7.1 概述	(120)
7.1.1 装配图内容	(120)
7.1.2 装配图的表达方法	(121)
7.1.3 装配图的尺寸标注和技术要求	(124)
7.1.4 装配图的零件序号和明细栏	(124)
7.2 部件测绘及装配图的画法与步骤	(127)
7.2.1 部件测绘	(127)
7.2.2 装配图的画法与步骤	(129)
7.2.3 装配工艺结构的合理性	(131)
7.3 读装配图和由装配图拆画零件图	(134)
7.3.1 看装配图的要求	(134)
7.3.2 看装配图的方法和步骤	(134)
7.3.3 由装配图拆画零件图	(137)
小结	(140)
练习题	(140)
第 8 章 计算机绘图简介	(141)
8.1 计算机绘图的基本知识	(142)
8.1.1 概述	(142)
8.1.2 计算机辅助设计的概念	(142)
8.1.3 计算机辅助工程绘图	(143)
8.2 AutoCAD 2008 版简介	(144)
8.2.1 AutoCAD 2008 的界面组成	(144)
8.2.2 图形文件管理	(148)
小结	(150)
练习题	(150)
附录 A	(151)
参考文献	(181)

第 1 章 制图标准及绘图方法



本章要点

- 了解机械制图的基本规定
- 正确合理使用常用的绘图仪器与工具
- 掌握几何作图方法
- 掌握平面图形的绘制方法与步骤，并能正确绘制



要点说明

机械图样是设计和制造机械的重要技术文件，是交流技术思想的一种工程语言。因此，在绘制图样时必须严格遵守国家标准《技术制图》、《机械制图》和有关的技术标准。本章简要介绍国家标准《技术制图》、《机械制图》中的图幅、比例、字体、图线和尺寸标注等有关规定；一般绘图工具和仪器的使用方法；作图的一般步骤等。

1.1 国家标准有关制图的基本规定

为了便于技术交流、档案保存和各种出版物的发行，使制图规格和方法统一，国家质量技术监督局颁布了一系列有关制图的国家标准。在绘制技术图样时，必须掌握和遵守有关规定，如图幅、比例、字体、图线、尺寸标准等一般规定，这些均属于基本规定。

1.1.1 图纸的幅面和格式（GB/T14689—2008）

1. 幅面

图纸幅面是指绘制图样所采用的图纸规格。绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的图纸基本幅面。

表 1-1 图纸幅面尺寸 mm

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

基本幅面图纸中，A0 幅面为 1m²，长边是短边的 $\sqrt{2}$ 倍，A1 图纸的面积是 A0 的一半，A2 图纸的面积是 A1 的 1/2，其余依此类推。必要时，图纸幅面的尺寸允许加长，但须按基本幅面的短边整数倍加长，如图 1-1 所示。图中粗实线部分为基本幅面，为第一选择；细实线部分为加长幅面，为第二选择；虚线部分为第三选择。加长后幅面代号表示为：基本幅面代号×倍数，如 A2×3，表示按 A2 图幅短边 420 加长 3 倍，即 594×1260。

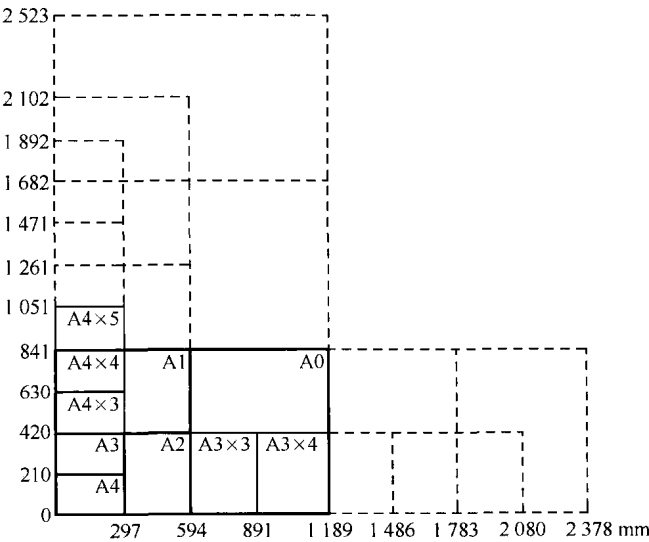


图 1-1 基本幅面与加长幅面



2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线绘制出图框。图框有两种格式：留有装订边和不留装订边。同一产品的所有图样只能采用一种格式。

留有装订边的图纸，图框格式如图 1-2 所示，尺寸按表 1-1 的规定画出。

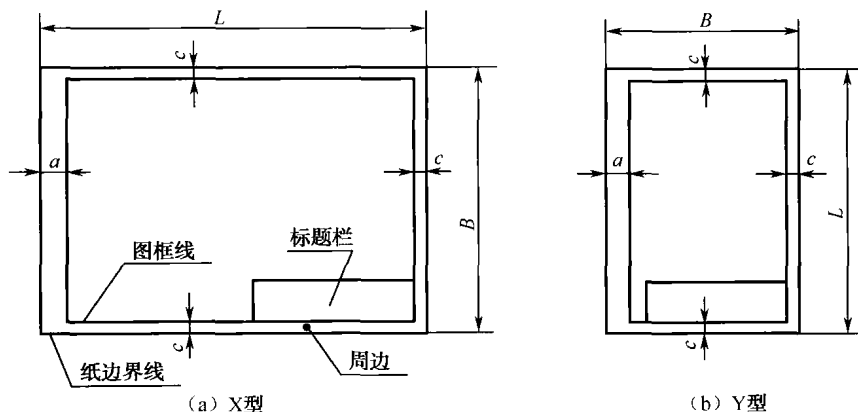


图 1-2 留有装订边的图框格式

不留装订边的图纸，图框格式如图 1-3 所示，尺寸按表 1-1 的规定画出。

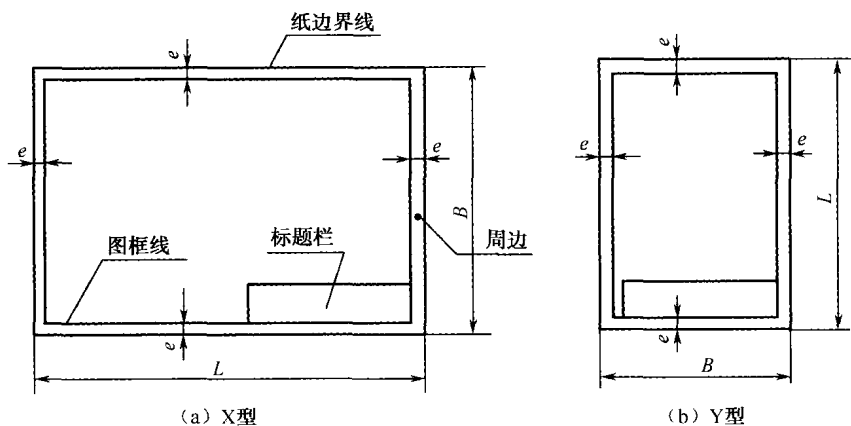


图 1-3 不留有装订边的图框格式

1.1.2 标题栏 (GB10609.1—2008)

为了便于图样的管理及查阅，每张图必须有标题栏。通常标题栏位于图框的右下角，看图的方向应与标题栏的方向一致。如果标题栏的长边水平且与图纸长边平行时为 X 型图纸；如果标题栏长边垂直于图纸长边时为 Y 型图纸。格式如图 1-4 所示，推荐使用第一种格式。

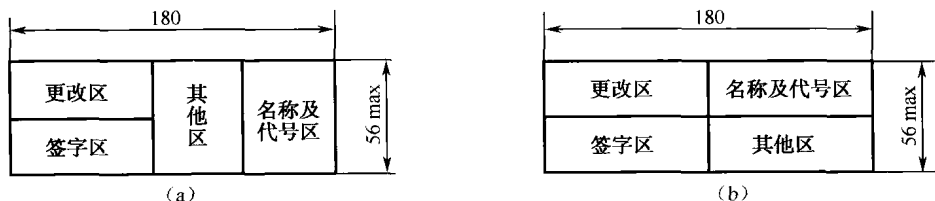


图 1-4 标题栏格式

第一种标题栏的格式、分栏及各部分尺寸如图 1-5 所示。

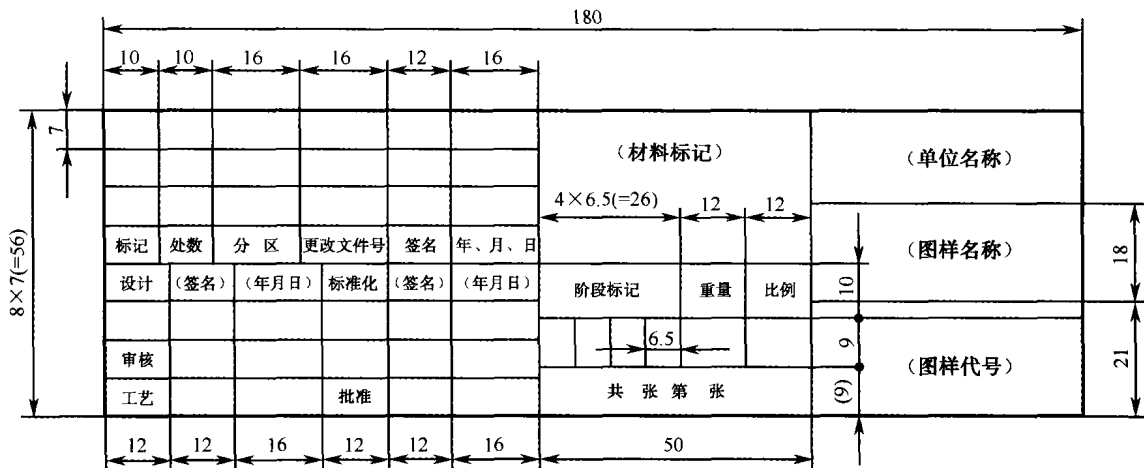


图 1-5 国标规定的标题栏

为了简便，在制图作业练习中，可采用图 1-6 中的标题栏格式。

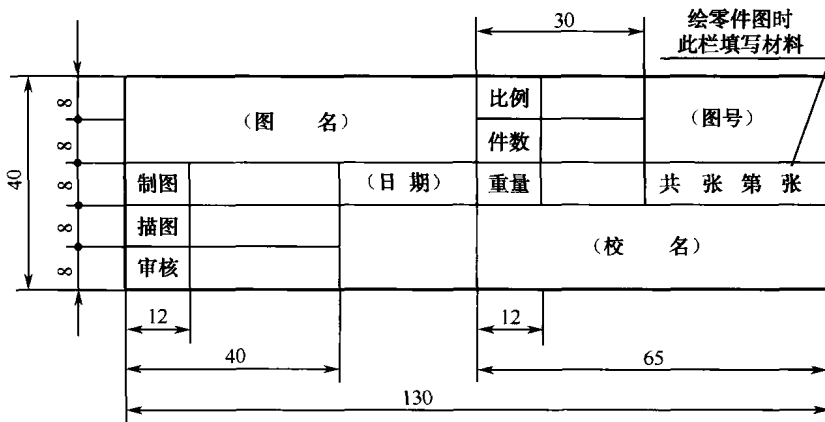


图 1-6 学校推荐的标题栏格式

1.1.3 比例 (GB/T14690—1993)

图样的比例是图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比例分为三种：

- ① 原值比例 比值为 1 的比例，即 1:1。
- ② 放大比例 比值大于 1 的比例，如 2:1 等。
- ③ 缩小比例 比值小于 1 的比例，如 1:2 等。

不论放大或缩小，在图上标注的尺寸均为机件的实际大小，而与图样比例无关，如图 1-7 所示。

比例一般应注写在标题栏的比例栏内。在绘制图样时应从表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。

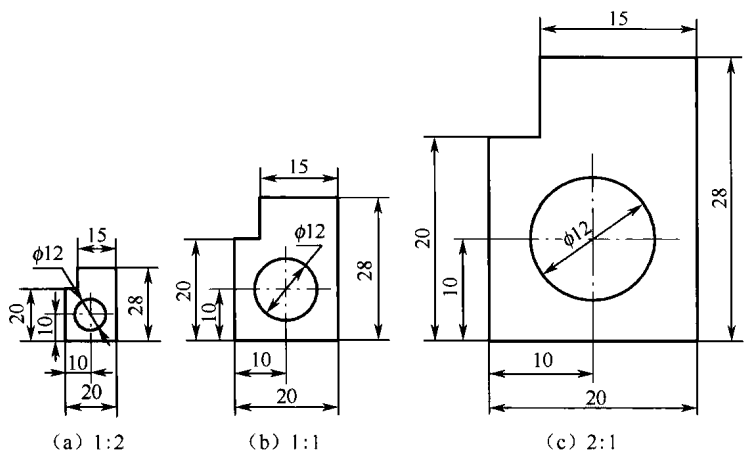


图 1-7 图形比例与尺寸的关系

表 1-2 标准比例

种 类	比 例	
	优先选取	允许选取
原值比例	1:1	
放大比例	5:1 2:1	4:1 2.5:1
	$1 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $5 \times 10^n:1$	$4 \times 10^n:1$ $2.5 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2 1:5 1:10	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6
	$1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:1 \times 10^n$	$1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$ $1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$

1.1.4 字体 (GB/T14691—1993)

在图样中书写汉字、字母、数字时必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度 h 的公称尺寸系列: 1.8mm, 2.5mm, 3.5mm, 5mm, 7mm, 10mm, 14mm, 20mm。如需书写更大的字, 其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体号数代表字体的高度, 如图 1-8 所示。

1. 汉字

① 汉字应写成长仿宋体, 并采用国家正式推广的简化字。

② 汉字字高 h 不应小于 3.5mm, 其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

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未注铸造圆角其余技术要求两端材料

图 1-8 长仿宋体汉字示例



2. 字母和数字

① 字母和数字分 A 型和 B 型。B 型的笔画宽度比 A 型宽。我国采用 B 型，其字母和数字示例如图 1-9 所示。同一图样上，只允许选用一种型式的字体。

② 字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。图样上一般采用斜体字。

③ 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般应采用小一号的字体。

B 型大写斜体

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 型小写斜体

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 型斜体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

B 型直体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

图 1-9 字母和数字示例

1.1.5 图线 (GB/T4457.4—2002、GB/T17450—1998)

为了使图样清晰和便于看图，国家标准《技术制图》规定了绘图时应用的 15 种基本线型。基本图线适用于各种技术图样，各技术领域也有各自的图线应用规定。用于机械图样中的线型如表 1-3 所示。

图线宽度 d 应按图样的类型和尺寸大小选用，有 0.13mm；0.18mm；0.25mm；0.35mm；0.5mm；0.7mm；1mm；1.4mm；2mm。图线宽度分粗线、中粗线和细线，其宽度比率为 4:2:1。粗实线的宽度应根据图形的大小和复杂程度，在 0.5~2mm 之间选取，一般取 0.7mm。

表 1-3 图线及应用举例

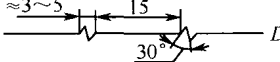
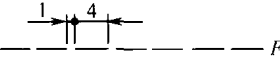
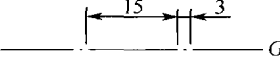
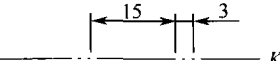
图线名称	图线形式及代号	图线宽度	一般应用举例
粗实线	 A	b	A1 可见轮廓线
细实线	 B	约 b/3	B1 尺寸线及尺寸界线 B2 剖面线 B3 重合断面的轮廓线
波浪线	 C	约 b/3	C1 断裂处的处界线 C2 视图和剖视的分界线
双折线	 D	约 b/3	D1 断裂处的边界线
虚线	 F	约 b/3	F1 不可见轮廓线
细点画线	 G	约 b/3	G1 轴线 G2 对称中心线 G3 轨迹线
粗点画线	 J	b	J1 有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线	 K	约 b/3	K1 相邻辅助零件的轮廓线 K2 极限位置的轮廓线

图 1-10 所示为常用图线应用举例。

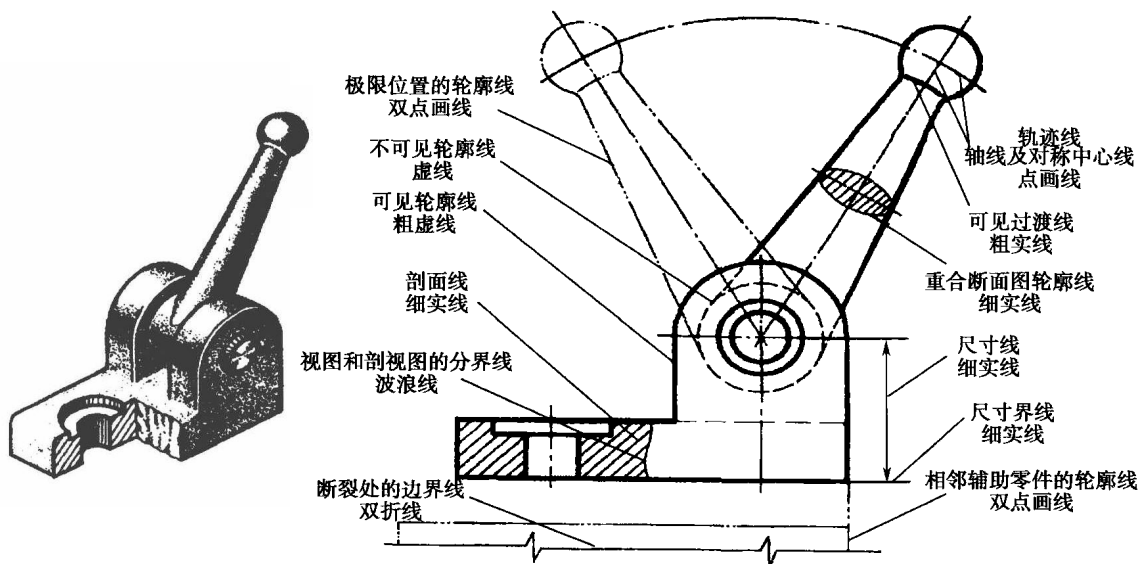


图 1-10 各种图线的应用举例

在绘制图样时，应该注意以下几点：

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同。

② 两条平行线（包括剖面线）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。点画线、双点画线的首末两端应是画线而不是点，且超出图形的轮廓线约 3~5mm。当图形较小时，绘制点画线或双点画线有困难时，可以用细实线代替，如图 1-11 所示。

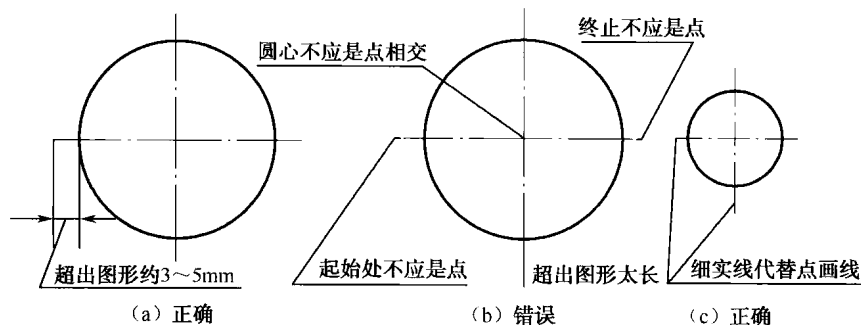


图 1-11 中心线的画法

④ 虚线与虚线相交或虚线与其他线相交，应以线段相交，不得留有空隙。当虚线处在粗实线的延长线上时，粗实线应画到分界点而虚线应留有空隙。当虚线圆弧与虚线直线相切时，虚线圆弧应画到切点，而虚线直线应留有空隙，如图 1-12 所示。

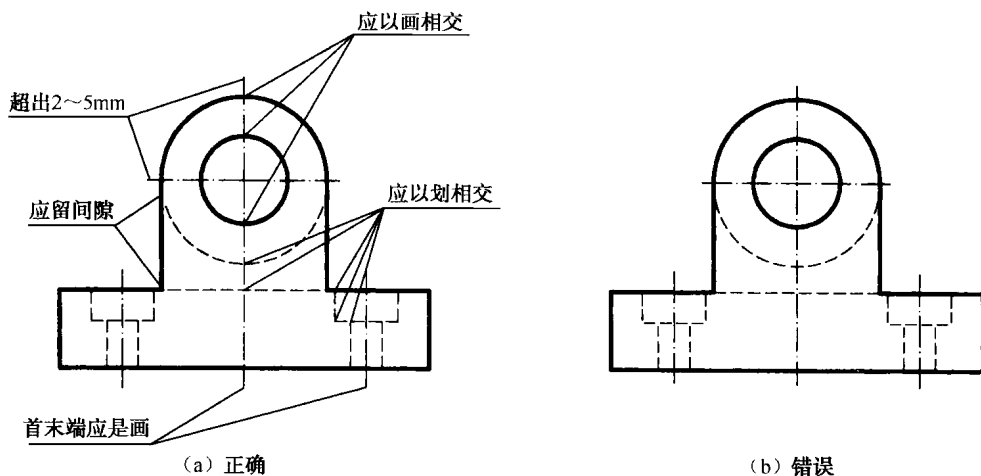


图 1-12 图线画法的正误对比

1.1.6 尺寸注法 (GB/T4458.4—2003、GB/T16675.2—1996)

在图样上，不仅要表达物体的形状，还应标注尺寸，表示物体各部分大小及相互位置关系。

1. 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 为单位时，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。

2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸，是由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字组成，如图 1-13 所示。

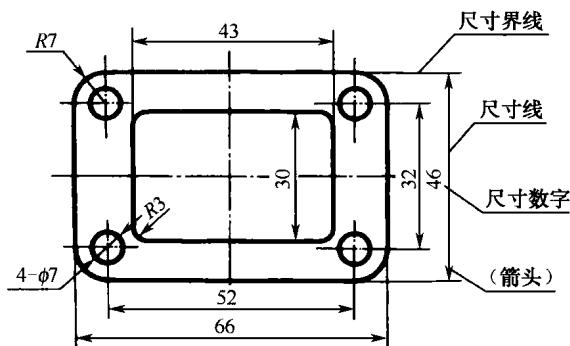


图 1-13 尺寸的组成

(1) 尺寸界线

尺寸界线表示尺寸的度量范围，一般用细实线绘出，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出，也可用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。

尺寸界线一般应与尺寸线垂直，并同时超过尺寸线 3~4mm，必要时允许倾斜，但两尺寸界线必须互相平行，如图 1-14 所示。

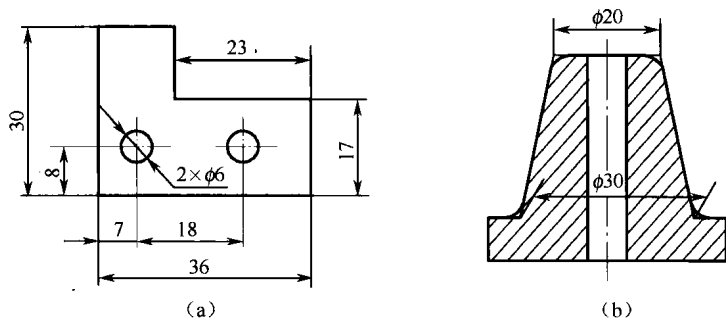


图 1-14 尺寸界线

(2) 尺寸线

尺寸线表示所注尺寸的度量方向和长度。用细实线单独绘出，不能由其他线代替或重合，也不能画在其他线的延长线上。标注线性尺寸时，尺寸线应与所注尺寸部位的轮廓线（或尺寸方向）平行，且尺寸线之间不能相交。尺寸线与轮廓线相距 5~10mm。互相平行的尺寸线，小尺寸在里，大尺寸在外，依次排列整齐，如图 1-15 所示。

(3) 尺寸线终端

尺寸线终端有两种形式：

① 箭头 箭头的形式如图 1-16 (a) 所示，适用于各种类型的图样。

当尺寸线太短没有足够的位置画箭头时，允许将箭头画在尺寸线外边；尺寸线终端采