

面向21世纪普通高等教育规划教材

机械制图

主 编 王淑萍



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

面向 21 世纪普通高等教育规划教材

机械制图

主 编 王淑萍



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书是在机械制图课程教学实践的基础上,针对专业培养要求和学生特点编写而成的。本书采用最新颁布的《技术制图》与《机械制图》国家标准。全书共 11 章,内容分为投影理论基础和机械图两大板块。投影理论基础部分包括正投影图基础,几何元素的投影,组合体,投影变换和轴测图;机械图部分包括机件的表达方法,标准件和常用件,零件图和装配图。附录部分为机械制图中常用的国标文件。

本书可作为高等学校工程学科机械类各专业及其他有关专业课程教材,也可供相近专业师生和工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/王淑萍主编. —上海:同济大学出版社,
2009.8

面向 21 世纪普通高等教育规划教材

ISBN 978-7-5608-4127-4

I. 机… II. 王… III. 机械制图—高等学校—
教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 133492 号

面向 21 世纪普通高等教育规划教材

机械制图

主 编 王淑萍

责任编辑 凌 岚 责任校对 徐春莲 封面设计 潘向葵

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn
(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 江苏句容市排印厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 15.5 插页 12

印 数 1—2100

字 数 418 000

版 次 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-4127-4

定 价 30.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

前 言

本书是我校机械教研室五位教师为提高机械制图课程教学水平,推动课程教学质量上新台阶而编写的。机械教研室机械制图课程的教学团队以年轻教师为主,在教学实践中,不断探索适合学生特点的教学方法,以构建学生绘制机械图样和阅读机械图样的能力为教学主线,几年来,已取得不俗的成果。本书正是团队教师在总结各自教学心得和提升自身教学能力的基础上编写此书的。

在本书编写过程中,我们针对学生课堂理解和课后练习、训练各方面的特点,对教材内容、文字叙述和图例等问题结合教学实际进行了处理,主要体现在以下几点:

1. 在教材内容方面,对投影理论的深度以学生具备足够的投影理论基础为度,力求少而精。而对机械图部分予以较多重视,注重制图和读图的能力训练。

2. 在文字叙述上,力求阐述准确,语句简练,清楚易懂,便于学生看教材。

3. 图例选择强调重点突出,利于说明问题,图形清晰,形体结构简单与复杂程度适中,适宜学生理解。

4. 全书采用最新颁布的《技术制图》和《机械制图》国家标准。根据课程内容的需要,分别在正文和附录选择并编排了国家标准的相关内容,培养学生贯彻国家标准的意识。

本书由王淑萍主编。参加本书编写工作的有:陈丽军(第6章、第8章、第11章),郭波(第3章、附录),兰自志(第4章、第9章、第10章),邹丽梅(第2章、第5章),王淑萍(绪论、第1章、第7章)。全书由王淑萍统稿。

本书编者在编写过程中参考了国内出版的各种教材,获益良多,在此谨对所参考的教材、专著的版权所有表示衷心的感谢。同时,向机械教研室钱学毅老师对本书编写工作的组织与支持表示由衷的谢意。

因水平所限,书中缺点和不妥之处在所难免,尚望专家及使用者批评指正。

编 者

2009年6月8日

目 录

前 言

0 绪 论	1
0.1 课程的研究对象	1
0.2 课程的性质和任务	1
0.3 课程的学习方法	2
1 制图的基本知识与技能	3
1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定	3
1.2 绘图工具和仪器的使用	16
1.3 几何作图	18
1.4 平面图形的尺寸分析及画法	23
1.5 绘图的方法和步骤	27
2 正投影图基础	29
2.1 投影的基本知识	29
2.2 正投影的基本性质	30
2.3 三视图	31
3 点、直线、平面的投影	34
3.1 点的投影	34
3.2 直线的投影	37
3.3 平面的投影	42
3.4 平面内的点和直线	45
3.5 求直线的实长	47
4 投影变换	48
4.1 概述	48
4.2 点的投影变换	49
4.3 直线的投影变换	51
4.4 平面的投影变换	53
4.5 投影变换的应用	55
5 立体的投影	58
5.1 平面立体的投影及其表面的点	58

5.2	回转体的投影及其表面的点	60
5.3	截割体的投影作图	63
6	组合体	70
6.1	组合体的构形分析	70
6.2	立体表面的交线	72
6.3	组合体三视图的画法	77
6.4	组合体的尺寸注法	80
6.5	组合体的读图	85
7	轴测图	91
7.1	轴测图的基本知识	91
7.2	正等轴测图	92
7.3	斜二等轴测图	99
7.4	轴测剖视图	101
8	机件的表达方法	102
8.1	视图	102
8.2	剖视图	106
8.3	断面图	114
8.4	其他画法	117
8.5	综合应用	120
9	标准件和常用件	123
9.1	螺纹及螺纹紧固件表示方法	123
9.2	键及其连接	134
9.3	销及其连接	137
9.4	齿轮	137
9.5	滚动轴承	146
9.6	弹簧	150
10	零件图	154
10.1	零件图的作用和内容	154
10.2	零件图的视图选择	155
10.3	各类典型零件的视图选择	157
10.4	零件图的尺寸标注	161
10.5	零件上常见的工艺结构	165
10.6	零件图的技术要求及其注写	168
10.7	零件测绘和读零件图	180

11 装配图	187
11.1 装配图的作用和内容	187
11.2 装配图的规定画法和特殊画法	188
11.3 装配图中的尺寸标注与零、部件编号及明细表	191
11.4 装配体上的工艺结构	195
11.5 部件测绘和装配图画法	197
11.6 读装配图和拆画零件图	206
附录 A 螺纹	211
附录 B 螺纹紧固件	215
附录 C 键与销	226
附录 D 滚动轴承	231
附录 E 常用标准数据和标准结构	233
附录 F 常用金属材料、热处理和表面处理	236
附录 G 轴和孔的极限偏差	239
参考文献	240

0 绪 论

0.1 课程的研究对象

在人类发展的初期,生产力水平十分低下,人们制造的产品及工具的形状和结构都非常简单,都是由手工制作的。人们在制造一件产品或工具时,是依照自己脑子里的构思和想象,然后再亲手把它造出来。所以在那个时期,制造者就是设计者,设计和制造是合二为一的。

随着生产技术的不断发展,生产规模的不断扩大,产品的数量越来越大,产品的形状和结构越来越复杂,单凭一个人的构思和制造,显然是不可能的,这时制造者就不可能同时又是设计者,而且仅仅依靠一个人的能力也是不可能完成设计与制造的全过程的。于是,构思设计和动手制造就分成了两家,开始出现了图纸。

设计师要把自己的设计意图表达给制造者,就要画出图来。工人师傅要制造出合乎要求的产品,依据的就是图纸。图样能对物体的形状、大小和加工要求作出明晰的说明,而这些用文字语言来表达是不可能的。现代工业生产所用的图纸,我们称之为工程图样。我们见到的汽车、火车、飞机、房屋、桥梁等都是依据工程图样制造和建造出来的。由此可见,图样是生产中必不可少的技术文件。图样里包含和表达了机器和工程设备的技术信息,想要知道一部汽车有什么特殊功能,一架飞机有什么特点,这些信息都可以在它的图样中找到。工程图样在设计—制造—检验—使用—维护的全过程中贯穿着表达和交流的作用。由于图样在工程上起着类似文字语言的表达作用,所以人们常把图样称为“工程技术语言”。因而,绘制和阅读图样便成为一个工程技术人员所必须具备的基本功。

“机械制图”就是一门研究三维工程形体平面表示法的学科,是研究如何绘制和阅读机械图样的学科,本课程包含了工程制图所需的基础知识、基本理论及基本技能。

0.2 课程的性质和任务

“机械制图”是一门重要的专业基础课。其重要性不仅在于本课程致力于培养学生规范的制图能力,同时培养学生的空间分析和构思能力,而这些是工程技术人员的基本素质和基本技能。此外,本课程又是后续课程的基础。

本课程可划分为画法几何与制图两个部分内容。画法几何部分阐述投影理论,它就像语言的语法,只有掌握了语言的基本规则,才能更好地运用这种语言。制图部分涵盖图样表达基础及各种零件和机器的图样画法。

本课程的任务主要有以下几个方面:

- (1) 学习正投影的基本理论及其应用;
- (2) 学习和贯彻《技术制图》与《机械制图》国家标准及其有关规定;
- (3) 培养绘制和阅读机械图样的基本能力;

- (4) 培养和发展空间想象能力和空间思维能力;
- (5) 培养学生认真负责的学习态度和严谨细致的工作作风。

0.3 课程的学习方法

本课程是一门既有系统理论又有实践,而且是实践性很强的课程。对于理论部分,学生应注重掌握投影基本原理和投影作图方法。绘图是一种基本技能,而基本技能的掌握只有通过大量的绘图实践才能获得,没有捷径可走。因此,必须完成一定数量的作业和习题才能很好地建立和发展绘制和阅读机械图样的能力。要正确使用绘图工具和仪器,同时练习徒手绘图的能力。在学习的过程中,注意结合生产实际多看多画。

1 制图的基本知识与技能

本章主要介绍国家标准《技术制图》与《机械制图》中的一般规定,绘图工具及仪器的使用,几何作图方法,平面图形的分析及绘图的方法和步骤等。

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定

图样是工程技术界的共同语言,为了便于指导生产和进行技术交流,使制图规格和方法统一,国家质量监督检验检疫总局颁布了一系列有关制图的国家标准(简称“国标”——代号“GB”)。国家标准对图样上的有关内容作出了统一的规定,每一个从事技术工作的人员都必须掌握并遵守。

本节介绍“图纸幅面及格式”、“比例”、“字体”、“图线”和“尺寸标注”等一般规定,其他有关标准将在以后的章节中逐一介绍。

1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689-1993)

1) 图纸幅面尺寸

绘制技术图样时,应优先选用表 1-1 所规定的图纸基本幅面。基本幅面共有五种,其代号为 A0、A1、A2、A3 和 A4。

表 1-1 基本幅面及图框尺寸 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
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

必要时,也允许选用规定的加长幅面。加长幅面的尺寸应按基本幅面的短边整数倍增加。各种基本幅面和加长幅面见图 1-1,图中粗实线为优先选用的基本幅面。细实线为第一选择的加长幅面,虚线为第二选择的加长幅面。加长幅面的代号记作:基本幅面代号 $\times$ 倍数。例如,A3 $\times$ 3,表示按 A3 图幅短边加长为 297 的 3 倍,即加长后的图纸尺寸为 420 $\times$ 891。

2) 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框。图框有两种格式,不留装订边和留有装订边。同一产品中的所有图样,只能采用同一种图框格式。两种格式如图 1-2 所示,周边尺寸按表 1-1 的规定画出。

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号。对中符号用粗实线绘制,线宽不小于 0.5 mm,长度从纸边界开始至伸入图框内约 5 mm,当对中符号处于标题栏范围内时,则伸入标题栏部分省略不画,如图 1-3 所示。

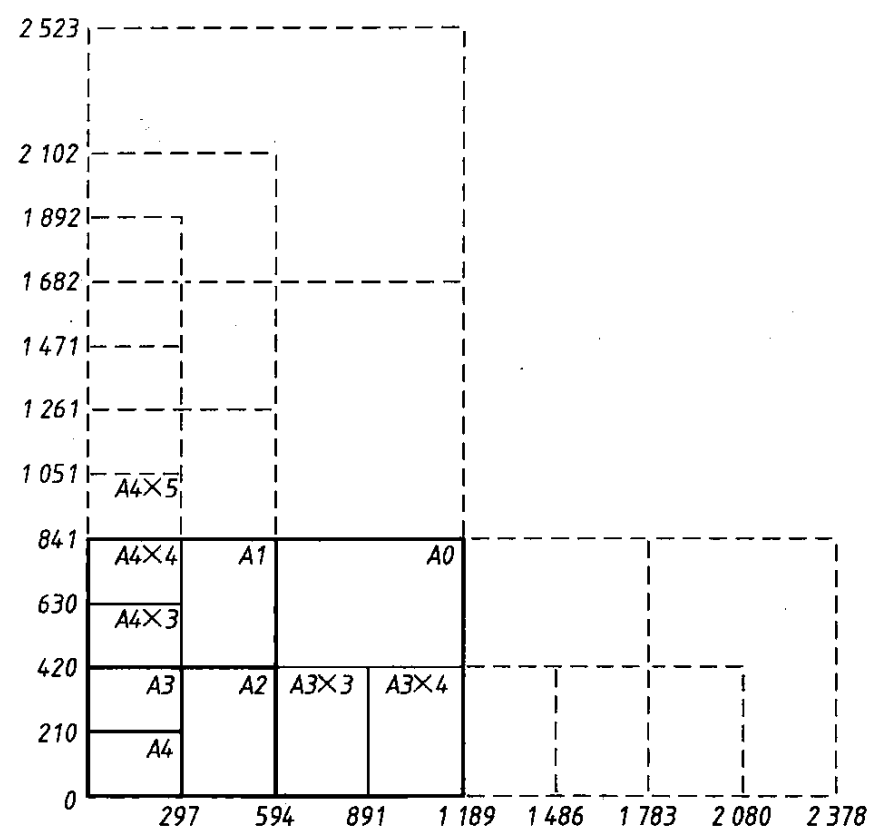
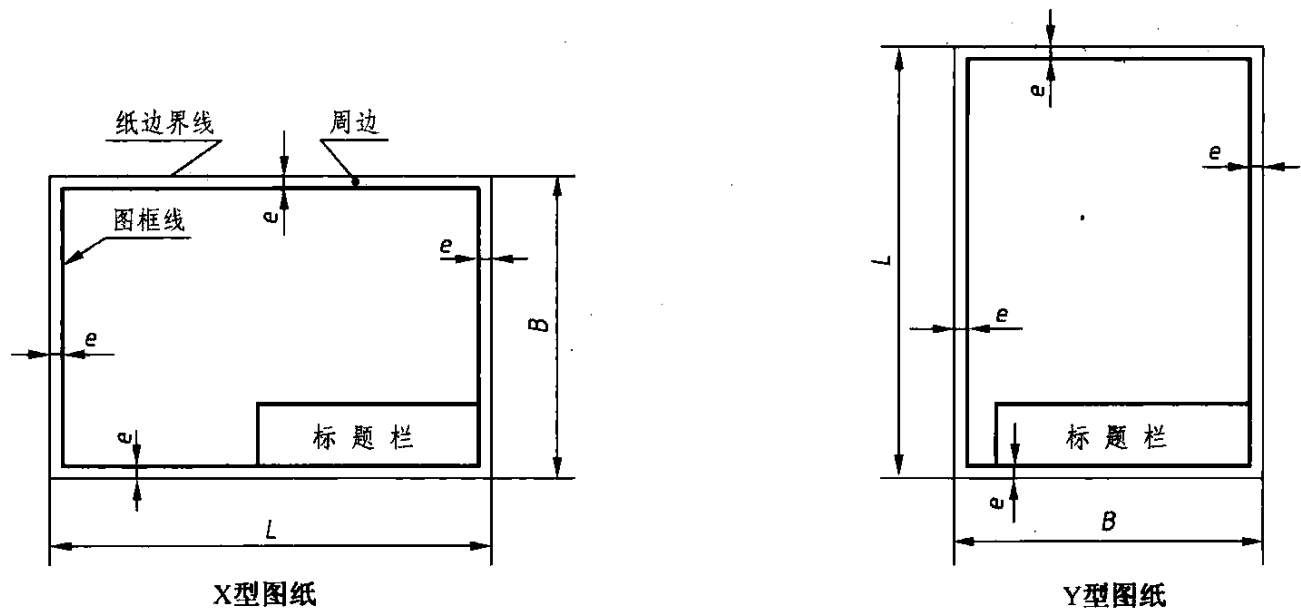
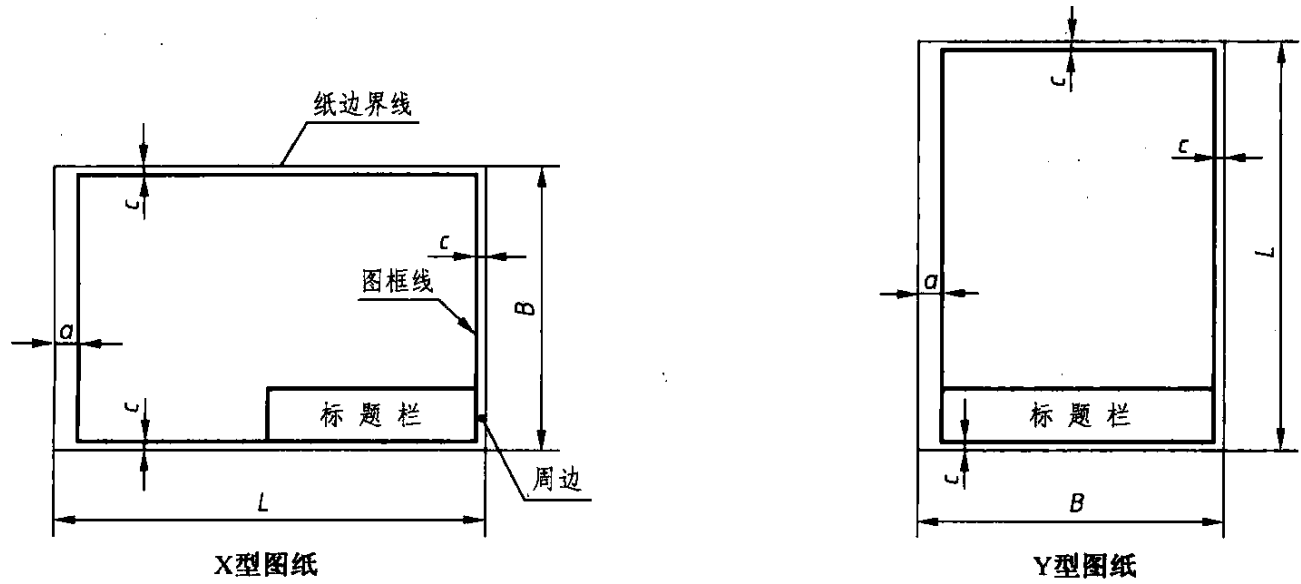


图 1-1 基本幅面与加长幅面尺寸



(a) 不留装订边图纸的图框格式



(b) 留有装订边图纸的图框格式

图 1-2 图框格式

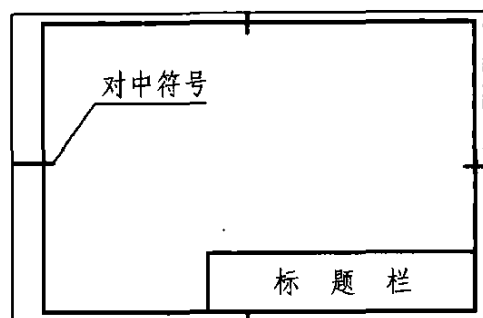
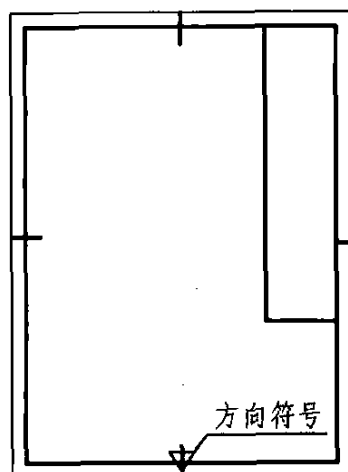
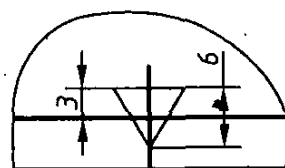


图 1-3 对中符号



(a) 画出方向符号



(b) 方向符号的大小与位置

图 1-4 方向符号

1.1.2 标题栏(GB/T 10609.1-1989)

每张图纸都必须画有标题栏。通常,标题栏应位于图框的右下角。

当标题栏的长边置于水平方向并与图纸长边平行时,则构成 X 型图纸。若标题栏的长边垂直于图纸长边时,则构成 Y 型图纸,如图 1-2 所示。

看图的方向应与标题栏的方向一致。若使用预先印制好的图纸,而标题栏的方向不是看图的方向时,此时为了明确绘图与看图的图纸方向,应在图纸下边对中符号处加画一个方向符号,如图 1-4(a)所示。方向符号是一个用细实线绘制的等边三角形,其大小及所在位置如图 1-4(b)所示。

图 1-5 是国家标准推荐使用的一种标题栏的格式、分栏及尺寸。标题栏的文字方向应为看图方向,标题栏的外框为粗实线,里边是细实线,其右边线和底边线应与图框线重合。

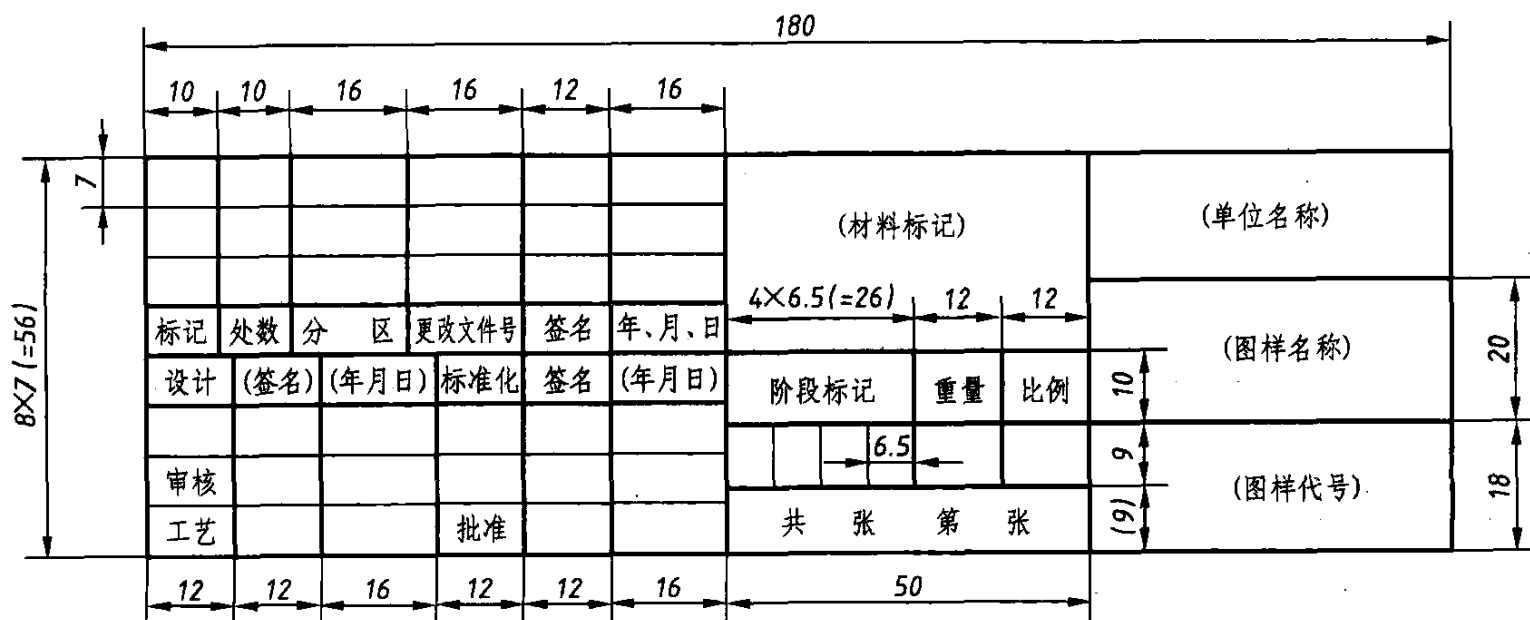


图 1-5 标题栏的格式、分栏及尺寸

为了简化学生作练习,本教材推荐制图练习使用的零件标题栏,如图 1-6 所示。

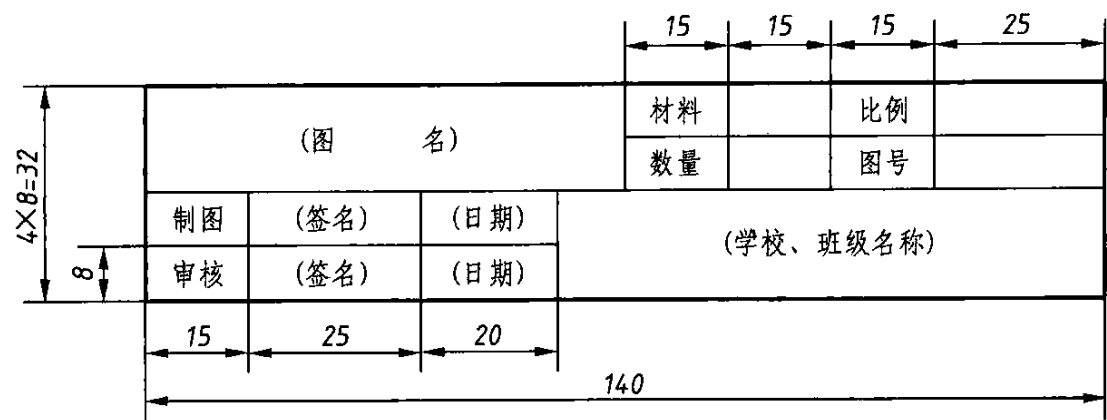


图 1-6 制图练习使用的标题栏格式

1.1.3 比例(GB/T 14690-1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

比例分为原值比例、缩小比例、放大比例三种。为了能从图样中获得实物大小的真实概念,应尽量采用原值比例 1 : 1 画图。若机件太大或太小时,画图所用的比例应根据实际需求按表 1-2 和表 1-3 规定的系列选取适当的比例。不论缩小或放大,在图样上标注的尺寸均为机件的原值尺寸,而与比例无关,如图 1-7 所示。

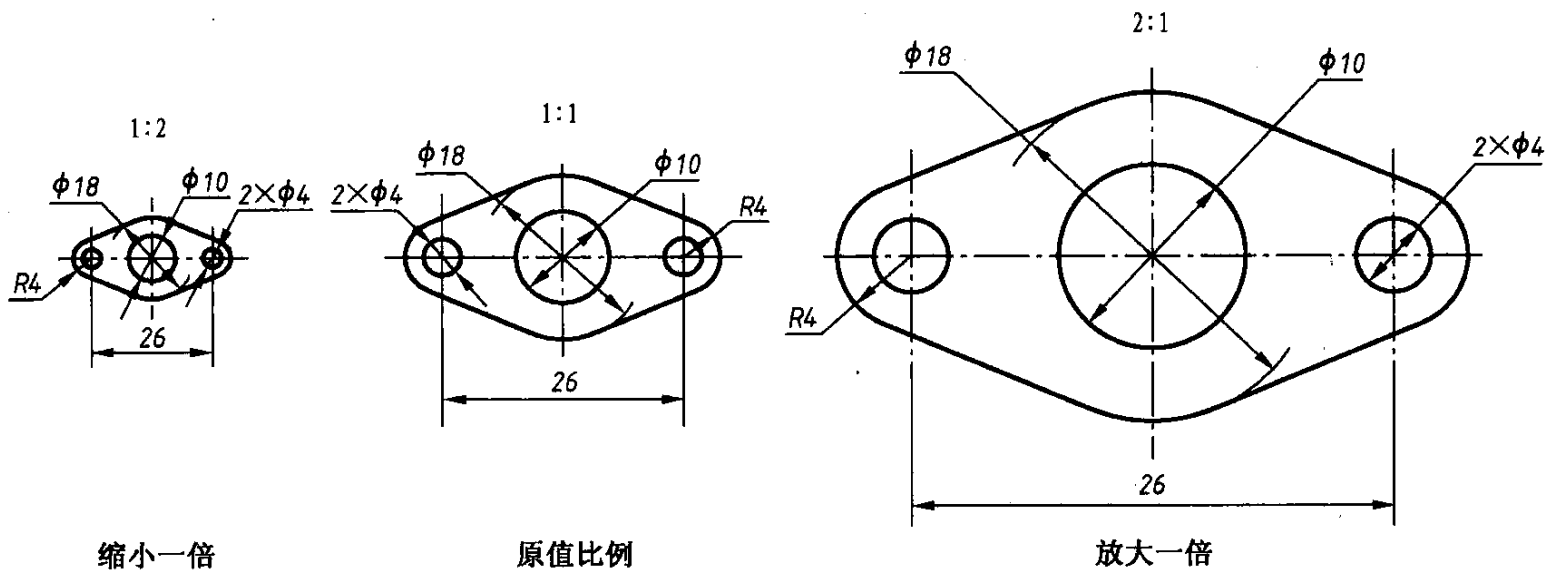


图 1-7 用不同比例画出的图形

表 1-2 优先选用的比例系列

种 类	第一系列		
原值比例	1 : 1		
放大比例	2 : 1	5 : 1	$1 \times 10^n : 1$
	$2 \times 10^n : 1$	$5 \times 10^n : 1$	
缩小比例	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。

表 1-3 比例系列

种 类	第二系列				
放大比例	4 : 1		2.5 : 1		
	$4 \times 10^n : 1$		$2.5 \times 10^n : 1$		
缩小比例	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 6
	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

注： n 为正整数。

比例一般应注写在标题栏中的比例一栏内，必要时注写在视图名称的下方或右侧。
比例注写示例如下所示。

$\frac{I}{2:1}$ $\frac{A \text{ 向}}{1:100}$ $\frac{B-B}{5:1}$ $\frac{\text{墙板位置图}}{1:200}$ 平面图 1 : 100

1.1.4 字体(GB/T 14691-1993)

图样中除图形外，还要用汉字、字母、数字等来标注尺寸和说明机件在设计、制造、装配时的各种技术要求。图样中书写的字体必须作到：字体工整、笔划清楚、间隔均匀、排列整齐。

1) 汉字

图样上的汉字应采用长仿宋体。字体的大小按字号规定，字号代表字体的高度。字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为：1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 14, 20 mm。若要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。汉字一般不小于 3.5 字号。字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体汉字的特点是：横平竖直，起落有锋，粗细一致，结构匀称。长仿宋体汉字示例如下。

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港口纺织服装

2) 字母和数字

在图样中，字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75°。在技术文件中字母和数字一般写成斜体。

字母和数字分 A 型和 B 型。A 型笔画细，B 型笔画略宽。字母和数字书写示例如下。
大写斜体字母



TUVWXYZ ABCDEFGHIJK

小写斜体字母

abcdefghijklmnpqrstuv

wxyz abcdefghijklmno

斜体数字

0123456789

直体数字

0123456789

1.1.5 图线(GB/T 17450-1998, GB/T 4457.4-2002)

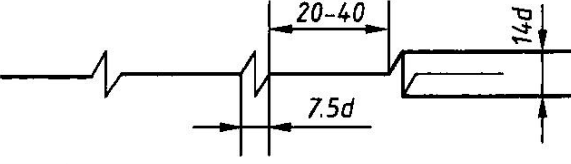
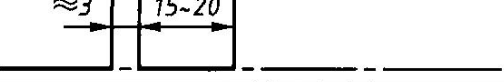
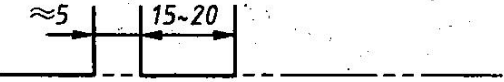
参照国际标准 ISO 128-20:1996,我国于 1998 年颁布了国家标准《技术制图 图线》(GB/T 17450-1998),规定了技术制图所用图线的基本线型。它适用于各种技术图样,如机械、电气、建筑和土木工程图样等。

1) 线型

国家标准 GB/T 4457.4-2002《机械制图 图线》中规定了机械图样中使用的线型。

表 1-4 列出了机械制图最常用的 7 种线型名称、画法和应用。在绘图时应遵循国家标准制定的规定画法。

表 1-4 机械制图使用的图线

图线名称	图 线 型 式	图线宽度	一 般 应 用
粗实线		d	可见轮廓线
细实线		$\frac{d}{2}$	尺寸线,尺寸界线,剖面线和重合剖面的轮廓线等
波浪线			断裂处的边界线,视图与剖视的分界线
双折线			断裂处的边界线
细虚线			不可见轮廓线
细点画线			轴线,对称中心线,轨迹线
细双点画线			假想投影轮廓线,相邻辅助零件的轮廓线,极限位置的轮廓线

2) 图线宽度 d

机械制图国家标准规定了图线宽度。机械制图中通常采用粗、细两种线宽,其比例关系为 2:1。粗线宽度应根据图形的大小和复杂程度选取,一般取 $d = 0.5 \sim 0.7 \text{ mm}$ 。图 1-8 所示为常用图线应用示例。

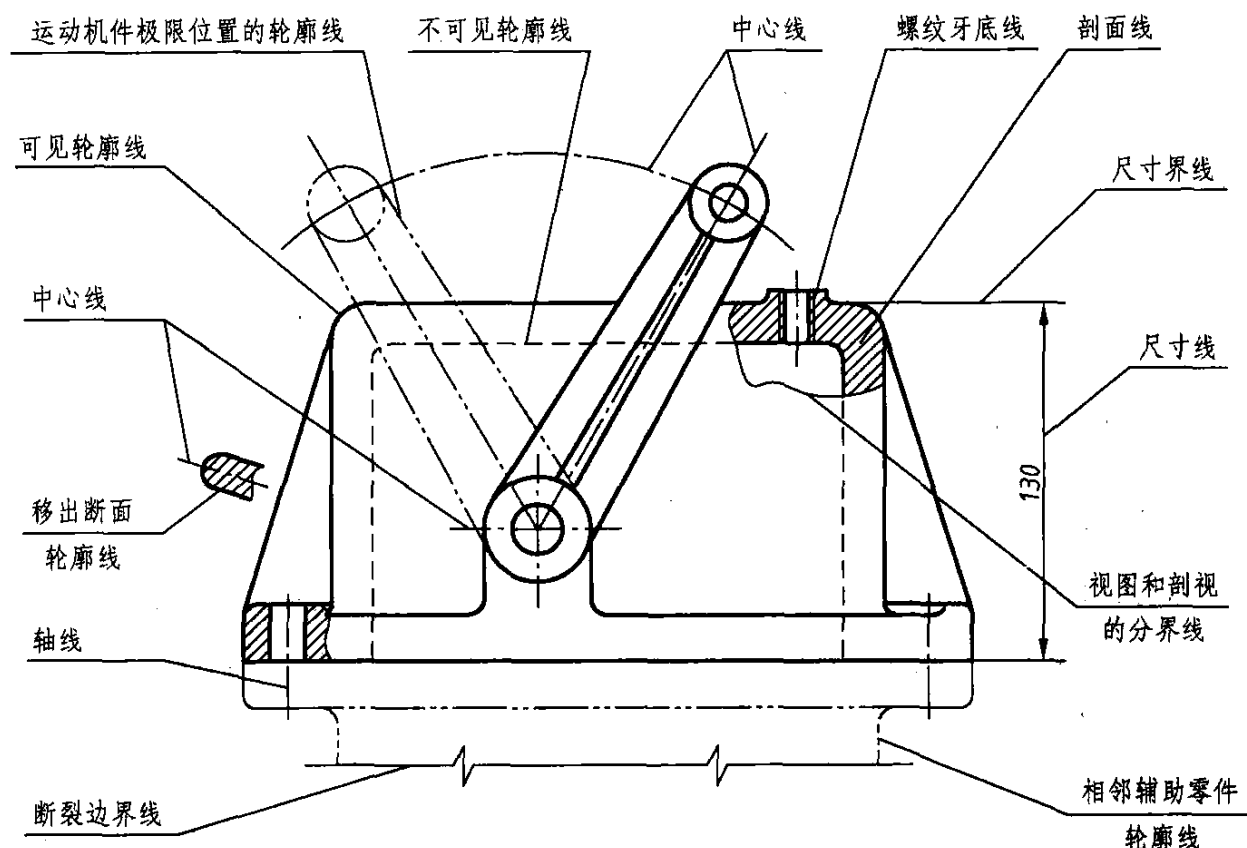


图 1-8 各种线型应用示例

3) 图线的画法

手工绘制图样时,应注意以下几点:

(1) 在同一张图纸中,同类图线的宽度应保持基本一致。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) 在绘制圆的对称中心线时,圆心应为长画线段的交点,并且要超出图形的轮廓线 3~5 mm,如图 1-9 所示。

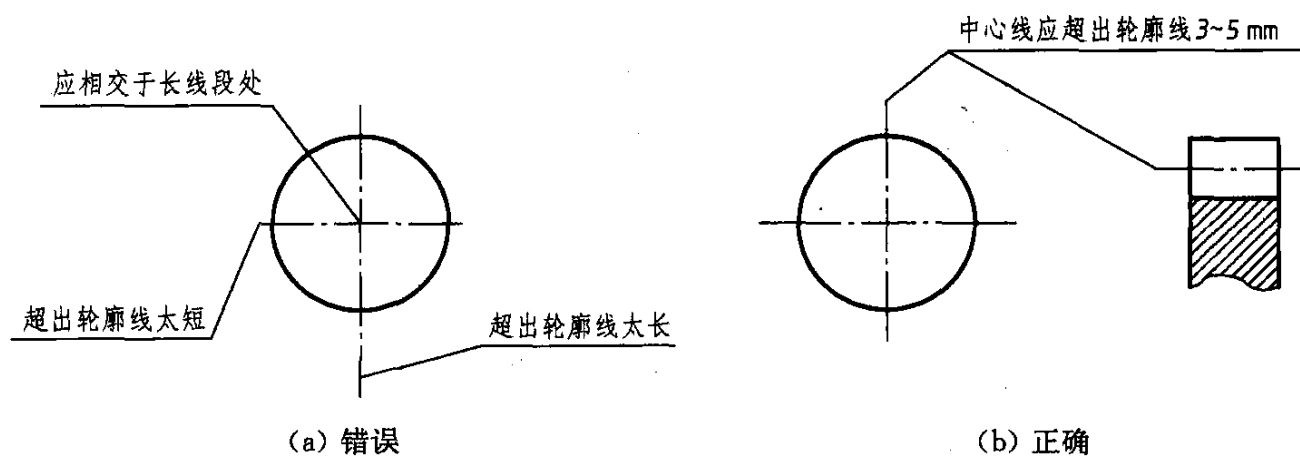


图 1-9 中心线的绘制

(3) 在较小的图形上绘制点画线和双点画线有困难时,可用细实线代替。例如,小圆的对称中心线可用细实线代替,如图 1-10 所示。

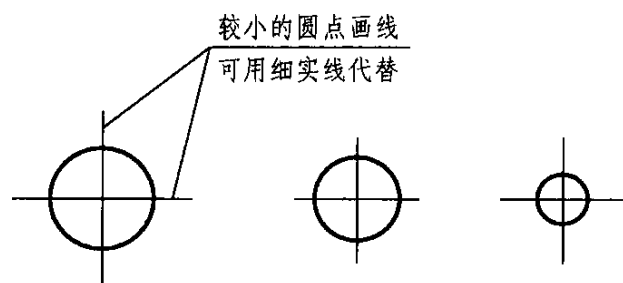


图 1-10 小圆的中心线

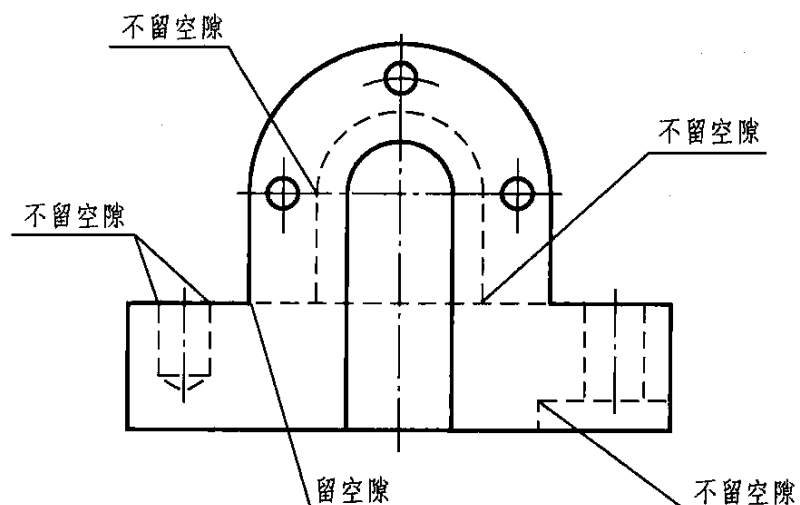


图 1-11 虚线在接头处的正确画法

(4) 虚线在接头(相接、相交、相切)处的正确画法,如图 1-11 所示。

1.1.6 尺寸注法(GB/T 4458.4-2003)

在图样中,除表达机件的结构形状外,还需要标注尺寸,以确定机件的大小。因此,尺寸也是图样的重要组成部分,尺寸标注是否正确、合理,会直接影响图样的质量。为此国家标准 GB/T 4458.4-2003 对尺寸标注的基本方法做了一系列规定,在绘图时必须严格遵守。

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,以毫米为单位时,不需标注单位符号(或名称)。如采用其他单位,则必须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

图样中的尺寸,一般由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字组成。

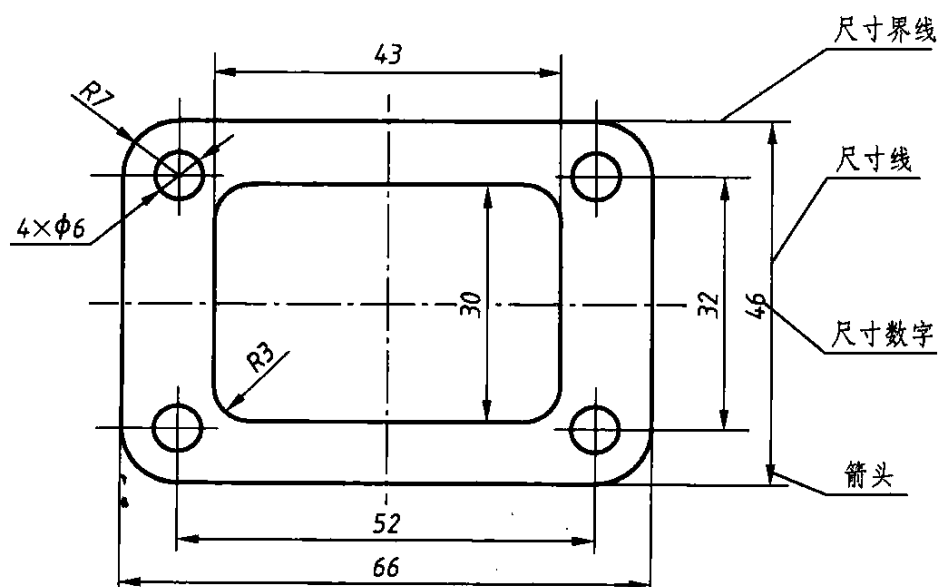


图 1-12 尺寸的组成