



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机械制图

第二版

裘文言 瞿元赏 主编



高等教育出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机械制图

第二版

裘文言 瞿元赏 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是在第一版的基础上,依据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2005 年制订的“高等学校本科工程图学课程教学基本要求”及近年来新颁布的有关制图国家标准,考虑应用型高校人才培养目标及与之相适应的知识、技能、能力和素质结构的要求修订而成的。本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书的主要内容有绪论,制图的基本知识,点、直线、平面和立体的投影,组合体,轴测图,机械图样的基本表示法,常用机件和结构要素的特殊表示法,零件图,装配图和计算机绘图基础等。

本书除供高等学校机械类、近机类专业学生使用外,亦可供高等职业技术学院、成人教育学院、高等教育自学考试等相关专业学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/裘文言,瞿元赏主编. —2 版. —北京:高等教育出版社,2009. 7

ISBN 978 - 7 - 04 - 026463 - 0

I. 机… II. ①裘… ②瞿… 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 067833 号

策划编辑	肖银铃	责任编辑	薛立华	封面设计	张 志	责任绘图	尹 莉
版式设计	马敬茹	责任校对	王 雨	责任印制	尤 静		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 人民教育出版社印刷厂

购书热线 010 - 58581118
咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 19.75
字 数 480 000

版 次 2003 年 6 月第 1 版
2009 年 7 月第 2 版
印 次 2009 年 7 月第 1 次印刷
定 价 23.50 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 26463 - 00

第二版前言

本书第一版自 2003 年 6 月出版以来,在应用型高校中得到了广泛的使用。本次修订主要依据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2005 年制订的“高等学校本科工程图学课程教学基本要求”及近年来新颁布的有关制图国家标准,考虑应用型高校人才培养目标及与之相适应的知识、技能、能力和素质结构的要求,同时也考虑了使用教材院校师生的意见。本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书的主要内容有绪论,制图的基本知识,点、直线、平面和立体的投影,组合体,轴测图,机械图样的基本表示法,常用机件和结构要素的特殊表示法,零件图,装配图和计算机绘图基础等。

与本书配套使用的裘文言、瞿元赏主编的《机械制图习题集》(第二版)也同时修订发行。

为了同时满足不同专业、不同学时教学需要,本书在以下几个方面做了必要的修订,以充分体现其编写特色。

1. 对全书文字做了进一步的推敲,力求图文并茂,适合教师教学与学生自学使用。

2. 在对工程图学内容进行全面分析优化的基础上,充分体现“以应用为目的,以必需、够用为度”的宗旨,建立以形体表达、徒手绘图为主线,手工绘图与计算机绘图同步进行的教学体系,着重培养学生的空间构思能力、构形和图示能力以及设计创新能力。

3. 贯彻最新颁布的《机械制图》及与制图有关的国家标准,如图线、尺寸注法、图样画法、常用的零部件和结构要素的特殊表示法、表面结构的表示法等。

4. 本书介绍了计算机绘图软件 AutoCAD 2007,选编内容全面、完整,能基本满足绘制机械类图样的需要。以计算机作为绘图的重要工具,从而让学生体会计算机技术给工程制图带来的准确与便捷,以此来激发学生对学习制图课的兴趣和积极性。

参加本书修订工作的有上海理工大学裘文言、瞿元赏、上官文菁、李海渊等,由裘文言、瞿元赏任主编。

同济大学洪钟德教授及西安理工大学卢俊明教授对本书进行了详细的审阅,并提出了很多宝贵意见,对提高本书的质量起到了重要的保证作用。西安理工大学卢俊明教授还负责了全书图稿的整理、选编及部分制作工作。在此对他们表示衷心的感谢。

最后,希望选用本书的师生和读者多提意见和建议,以便我们及时修订。

编者

2008 年 10 月

第一版前言

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材,是根据新修订的“画法几何及机械制图课程教学基本要求”,同时又考虑到现代制造加工技术的发展对本课程提出的新要求,结合各有关兄弟院校多年来的教学和教改经验而编写的。与此同时,还编写了《机械制图习题集》,与本书配套使用,亦由高等教育出版社同期出版。

在编写本书过程中,力求反映基础理论教学以应用为目的,以必需、够用为度的特色;为适应21世纪我国教改的需要,将计算机绘图作为一种绘图工具,建立以贯彻制图国家标准、形体表达、徒手绘图为主线,手工绘图与计算机绘图同步进行的教学体系,让学生在学习机械制图基本内容的同时,又能利用绘图软件进行计算机绘图,而这一切又是在不增加课程总学时的情况下实现的。

本书文字简练、通俗易懂、图文并茂,特别适于教学。全书贯彻我国最新颁布的《机械制图》与《技术制图》国家标准。本书除供高等学校机械类、近机类专业使用外,亦可供高等职业技术学院、成人教育学院、高等教育自学考试等有关专业选用。

本书由裘文言、张祖继、瞿元赏主编。参加编写的有:上海理工大学裘文言、瞿元赏、上官文菁、李海渊,南京工程学院张祖继,湖南工程学院刘小年,兰州工业高等专科学校曾宗祯,哈尔滨理工大学郭镜清。

本书由南京工程学院施复和上海应用技术学院颜坚主审,他们对书稿提出了许多宝贵的意见和建议。西安理工大学制图教研室的卢俊明老师用计算机绘制了本书的全部图稿,在此一并表示深切的感谢。

随着教学改革的不深入发展,各校都在积极探索新的教改方法,积累了不少好的经验。由于我们的认识与水平有限,教材中的不妥之处在所难免,敬请使用本教材的师生批评指正。

编者

2003年4月

目 录

绪论	1	§ 5-4 局部放大图和简化表示法	141
第一章 制图的基本知识	3	§ 5-5 表达方法的应用举例	146
§ 1-1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定	3	§ 5-6 第三角画法简介	147
§ 1-2 绘图工具和仪器的使用	17	第六章 常用机件和结构要素的特殊表示法	149
§ 1-3 常见平面图形的画法	21	§ 6-1 螺纹及螺纹紧固件	149
§ 1-4 绘图的方法和步骤	28	§ 6-2 键与销连接	171
第二章 点、直线、平面和立体的投影	32	§ 6-3 滚动轴承	176
§ 2-1 投影法的基本知识	32	§ 6-4 齿轮	182
§ 2-2 点的投影	33	§ 6-5 弹簧	191
§ 2-3 直线的投影	37	第七章 零件图	194
§ 2-4 平面的投影	46	§ 7-1 零件图的作用与内容	195
§ 2-5 直线、平面的相对位置	52	§ 7-2 零件的视图选择	196
§ 2-6 换面法	61	§ 7-3 零件图的尺寸标注	202
§ 2-7 立体的投影	67	§ 7-4 零件图上的技术要求	208
第三章 组合体	92	§ 7-5 零件上的工艺结构及过渡线的画法	228
§ 3-1 物体三视图的形成及其投影特性	92	§ 7-6 读零件图	231
§ 3-2 组合体的组合形式	93	§ 7-7 零件测绘	234
§ 3-3 画组合体的三视图	95	第八章 装配图	239
§ 3-4 读组合体的视图	99	§ 8-1 装配图的作用与内容	239
§ 3-5 组合体的尺寸标注	105	§ 8-2 装配图的表达方法	240
第四章 轴测图	113	§ 8-3 装配图的尺寸标注和技术要求	245
§ 4-1 轴测图的基本知识	113	§ 8-4 装配图的零件序号和明细栏	245
§ 4-2 正等轴测图的画法	114	§ 8-5 装配工艺结构简介	247
§ 4-3 斜二轴测图的画法	120	§ 8-6 部件测绘和装配图的画法	249
§ 4-4 轴测剖视图的画法	122	§ 8-7 读装配图以及由装配图拆画零件图	256
§ 4-5 徒手画轴测图的方法	123	第九章 计算机绘图基础	262
第五章 机械图样的基本表示法	126	§ 9-1 AutoCAD 使用的基本知识	262
§ 5-1 视图	126	§ 9-2 常用绘图命令	268
§ 5-2 剖视图	129		
§ 5-3 断面图	138		

§ 9-3 图形编辑命令	274	§ 9-8 文字	300
§ 9-4 图形显示控制与精确绘图	282	§ 9-9 机械图样的绘制及图形输出	
§ 9-5 图层	285	简介	303
§ 9-6 剖面线和尺寸标注	288	参考文献	309
§ 9-7 图块	297		

绪 论

一、本课程的任务和要求

无论是制造机器或建造房屋,都离不开图样。设计者通过图样来表达自己的设计思想,制造者通过图样来了解设计意图,所以图样被称为工程界的共同语言,每个工程技术人员都必须掌握和运用这种“语言”。

在机械工程中常用的图样是零件图和装配图,统称为机械图样。本课程是研究绘制和阅读机械图样的一门技术基础课程,通过对本课程的学习,培养学生绘制和阅读机械图样的基本能力,为学习后继课程打下必要的基础。

本课程的任务和要求:

- (1) 学习正投影法的基本理论及其应用。
- (2) 培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
- (3) 培养空间形象思维能力。
- (4) 培养计算机绘图和三维几何体造型的基本能力。
- (5) 学习、贯彻制图国家标准及其他有关标准规定。

此外,还必须培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、本课程的特点和学习方法

本课程是一门有理论而且实践性又较强的课程,要学好这门课程,必须做到以下几个方面:

1. 学好投影理论

制图课程的基本理论是正投影原理,必须运用初等几何的基础知识,通过由物画图、由图想物的反复实践,逐步提高形体表达能力和空间形象思维能力。

2. 练好基本功

(1) 准备一套合乎要求的绘图工具和仪器,并掌握正确的使用方法,以保证绘图速度和质量。

(2) 认真听课,及时复习,按教学进度独立完成一定数量的练习和作业,以保证取得理想的学习效果。

(3) 熟悉并严格遵守制图国家标准的有关规定,学会查阅资料和有关标准的方法。

三、我国制图发展的概况

制图这门学科是随着生产的发展而发展的。我们的祖先在很早以前就懂得使用图画来记述和表达事物,这就是图样的起源。早在春秋战国时代,据《周礼考工记》一书的记载,当时已有“矩、规、绳、悬、水”(即角尺、圆规、墨斗、线锤、水准仪)等测绘工具。在西汉时期,《九章算术》一书中已有棱台的插图,图中采用斜投影概念和直观图来表示几何体,如图0-1所示。

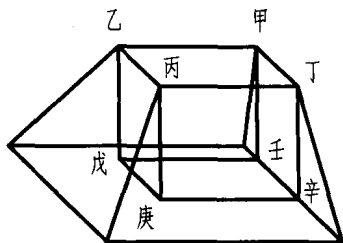


图0-1 棱台

公元前 100 年的古数学名著《周髀算经》中有方圆、圆方和勾股弦等几何作图问题的记载。到汉灵帝时就出现了翻车,并开始在许多器械上应用了齿轮及用金属制造的轴和轴承。在唐代的全盛时期,建筑大师们已能将正面透视图运用于建筑,如当时西安大雁塔门楣上的石刻。宋代李诫所著的《营造法式》一书是我国古建筑技术的经典著作之一,该书中运用了大量的插图来表达建筑造型及某些物品的构造,图 0-2a 所示的殿堂举析图为正投影图;图 0-2b 所示的方栌料和令拱图为斜轴测投影图。

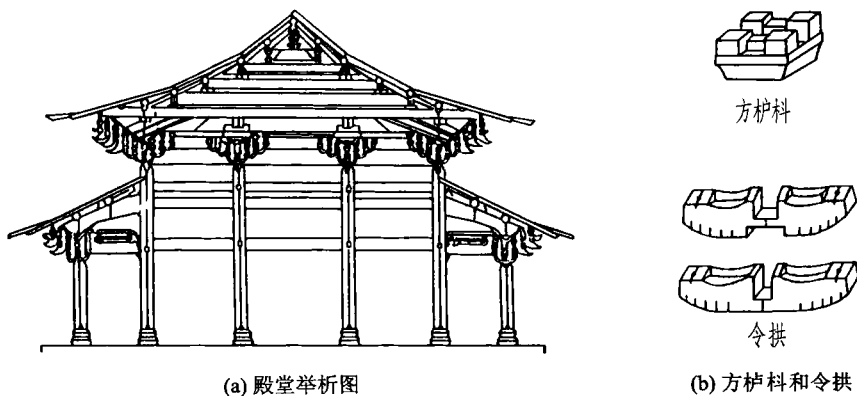


图 0-2 《营造法式》中的附图

随着生产技术的不断发展,使得图样的表达方法和制图技巧日趋成熟,图样的型式和内容也日益接近于现代工程图样,如明代宋应星所著《天工开物》一书中的“水碾”图样(图 0-3)和清代《算法统筹》一书中用来表达丈量步车的零件图、装配图等均大都符合正投影原理或轴测投影原理。

但是,新中国成立前由于我国长期处于半封建、半殖民地社会,几乎没有独立的民族工业,致使制图技术停滞不前,制图标准异常混乱。新中国成立后,在中国共产党的领导下,我国的工农业生产得到了很快的恢复和发展,制图这门学科才逐步走上了不断发展的轨道。

国家科学技术委员会于 1959 年颁布了我国第一个《机械制图》和《建筑制图》国家标准,使全国的工程图样有了统一的准则;随之又先后于 1975 年、1984 年、1993 年直至 2003 年、2006 年对制图国家标准进行了修订,使之更加国际化和通用化,以适应我国改革开放的需要,更利于工程技术的国际交流。

此外,在改进绘图工具、图样复制、制图教材的编写出版及图学理论研究等方面也取得了可喜的成就,尤其是计算机绘图这一新技术的普及和发展,标志着我国的工程制图已进入了一个新阶段,这些成就在我国现代制造业中已起到了重要的作用。

随着计算机绘图的广泛应用,磁盘或光盘将取代图纸成为生产中传递工程信息的重要手段,计算机绘图取代手工绘图已成为必然的发展趋势。由计算机绘图软件生成的实体模型能更清晰地表达出零件的几何形状,结合数控加工来完成零件的工程分析和制造,称其为“无图纸生产”。但“无图纸生产”决不是“无图生产”,作为一个工程技术人员,识读和绘制图样的基本能力仍是必不可少的。

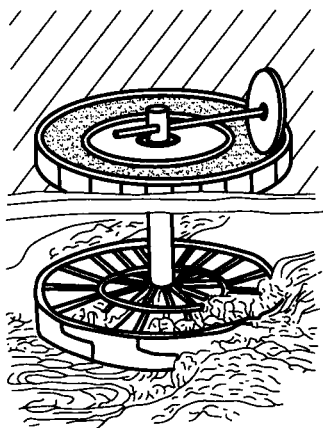


图 0-3 《天工开物》中的水碾图

第一章 制图的基本知识

§ 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、进行技术交流和图样管理,国家标准《技术制图》、《机械制图》对图样上的有关内容作了统一的规定,每个工程技术人员都应该掌握并严格遵守。

国家标准简称“国标”,其代号为汉语拼音字母“GB”,字母后的数字为某一标准的号码,分隔号后的数字为该标准发布的年份,如“GB/T 4457. 4—2002”。标准又分为强制执行标准和推荐执行标准两种属性,如“GB 3100—1993”为强制执行标准,“GB/T 4458. 1—2002”为推荐执行标准。

本节仅介绍图幅、比例、字体、图线、尺寸注法等一般规定,以供读者查阅,其余内容将在以后的章节中分别叙述。

一、图纸幅面与格式(GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

绘制技术图样时,应采用“国标”规定的图纸幅面:

(1) 优先采用基本幅面,其具体尺寸见表 1-1。

表 1-1 基本幅面 mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0	841×1 189	A3	297×420
A1	594×841	A4	210×297
A2	420×594		

(2) 必要时也可选用加长幅面,它们的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍地增加后得出的。

图 1-1 中的粗实线所示为基本幅面(第一选择);细实线所示为加长幅面之一(第二选择);虚线所示为加长幅面之二(第三选择)。

2. 图框格式

在图纸上,必须用粗实线画出图框,其格式可分为“不留装订边”和“留装订边”两种。

不留装订边的图纸,其图框格式如图 1-2 所示,图中的周边尺寸 e 按表 1-2 的规定绘制。

留有装订边的图纸,其图框格式如图 1-3 所示,图中的周边尺寸 a 和 c 按表 1-2 的规定绘制。

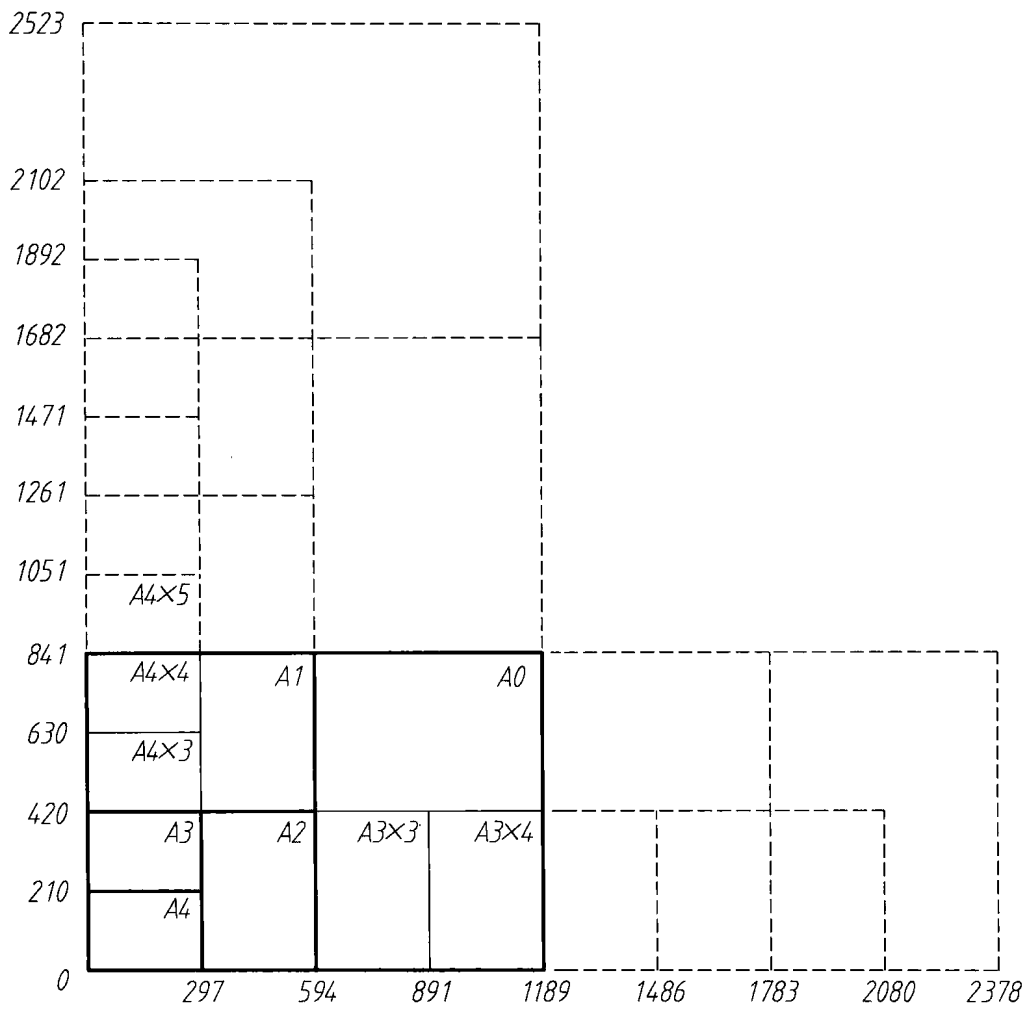


图 1-1 基本幅面和加长幅面

表 1-2 基本幅面的图框尺寸 mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B\times L$	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

加长幅面图纸的图框尺寸中的周边尺寸,按比所选用的基本幅面大一号的来确定,如 A2×3 的周边尺寸 e 或 c 按 A1 的 e 或 c 来绘制,即 e 为 20(或 c 为 10)。

3. 标题栏的方位和格式

绘图时,必须在每张图纸的右下角画出标题栏。

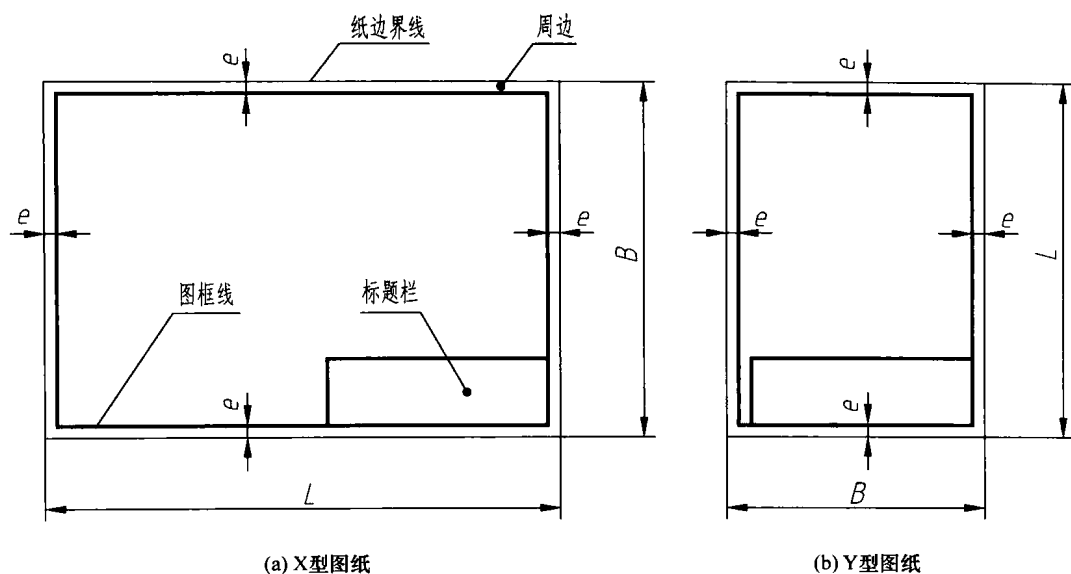


图 1-2 不留装订边的图框格式

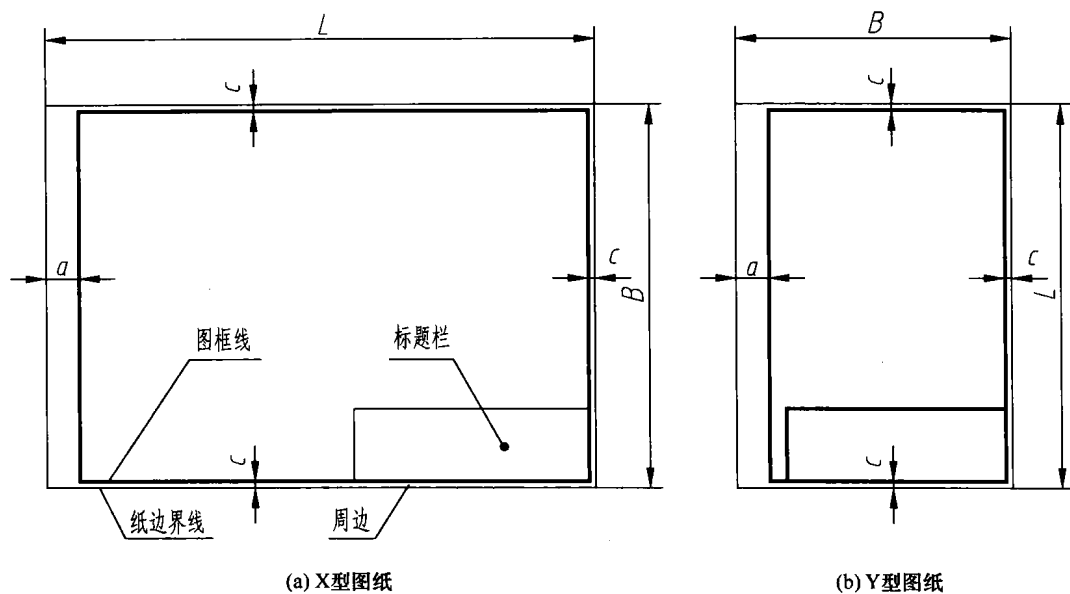


图 1-3 留装订边的图框格式

标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸,如图 1-2a、图 1-3a 所示。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 1-2b、图 1-3b 所示,此时看图的方向与看标题栏的方向一致。

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,应在图纸各边的中点处分别画出对中符号。

对中符号用粗实线绘制,线宽不应小于 0.5 mm,其长度从纸边界线开始伸入图框内约 5 mm,如图 1-4 所示。当对中符号处在标题栏范围内时,则伸入标题栏部分省略不画,如图 1-4b 所示。

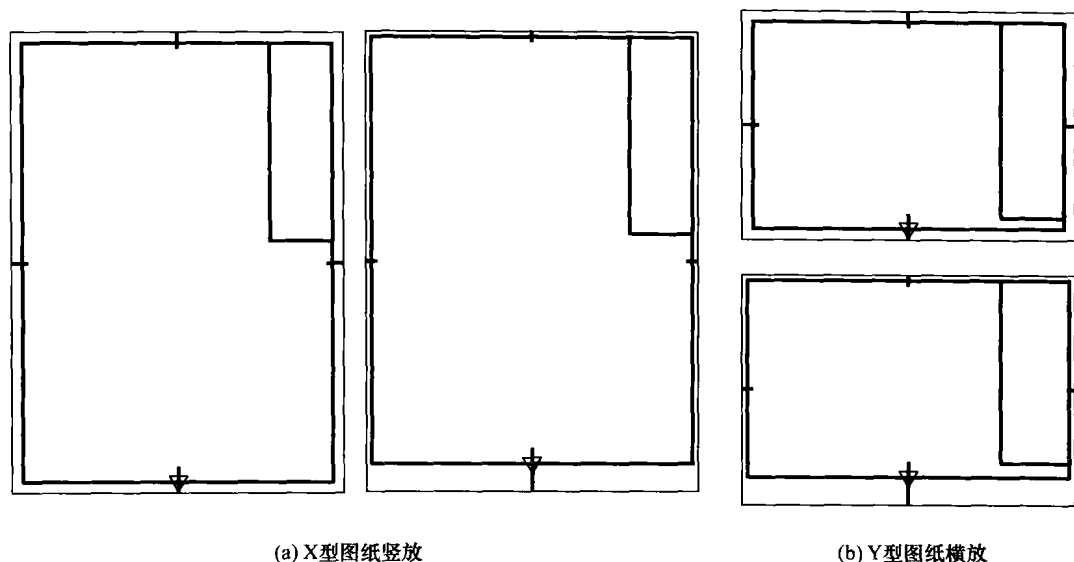


图 1-4 对中符号和方向符号

为了利用预先印制好的图纸,允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用(逆时针转 90°),如图 1-4a 所示;或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用(逆时针转 90°),如图 1-4b 所示。此时,为了明确绘图与看图时的图纸方向,应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号,如图 1-4 所示。方向符号是用细实线绘制的等边三角形,其大小和所在位置如图 1-5 所示。

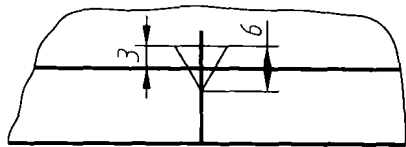


图 1-5 方向符号的尺寸和位置

标题栏的格式及尺寸在国家标准 GB/T 10609.1—2008 中已作了统一规定,如图 1-6 所示。为了学习方便,在学校的制图作业中建议采用图 1-7 所示的格式。

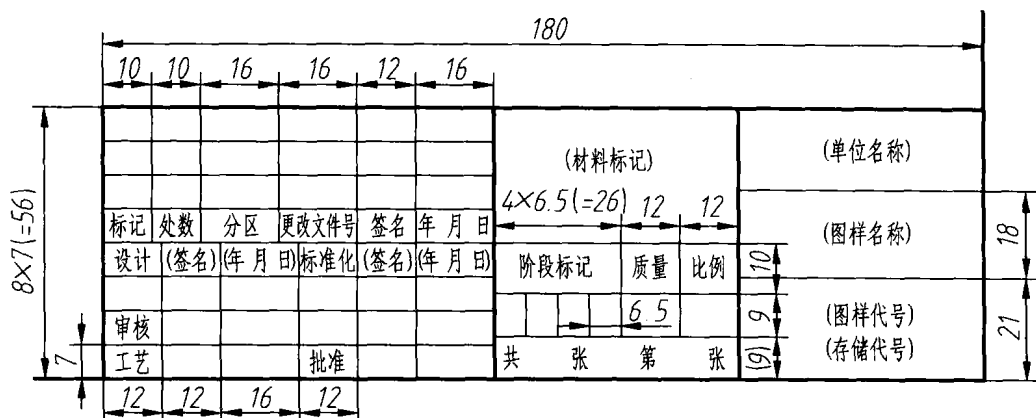


图 1-6 标题栏的标准格式

标题栏的外框线用粗实线绘制;内格线用细实线绘制,其右边和底边均与图框线重合。

注意:标题栏中的字体,除“签名”外,其他项目均按 GB/T 14691—1993《技术制图字体》的规定书写。日期的签署按“2008-05-30”、“20080530”或“2008 05 30”三种形式之一填写。

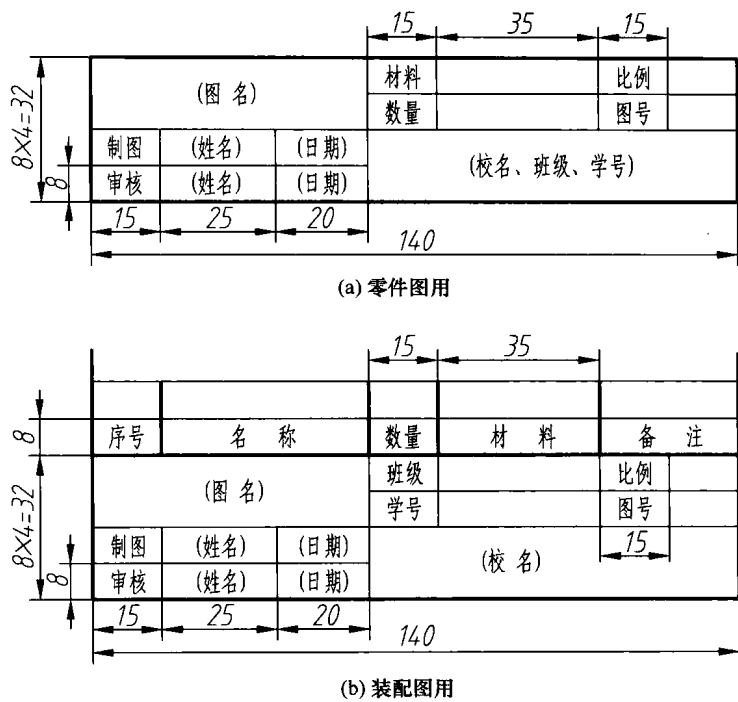


图 1-7 制图作业中的标题栏格式

二、绘图比例(GB/T 14690—1993)

- (1) 绘图比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。
 - (2) 需要按比例绘制图样时,应按表 1-3 所规定的系列选取适当的绘图比例。
- 必要时,也允许选取表 1-4 中规定的绘图比例。

表 1-3 规定的绘图比例(一)

种 类	比 例		
原值比例(比值=1)	1 : 1		
放大比例(比值>1)	5 : 1	2 : 1	
	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$
缩小比例(比值<1)	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 1-4 规定的绘图比例(二)

种 类	比 例				
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。

绘图时尽量采用原值比例。不论采用何种比例绘图,其图样中所标注的尺寸均为机件的实际尺寸,如图 1-8 所示。

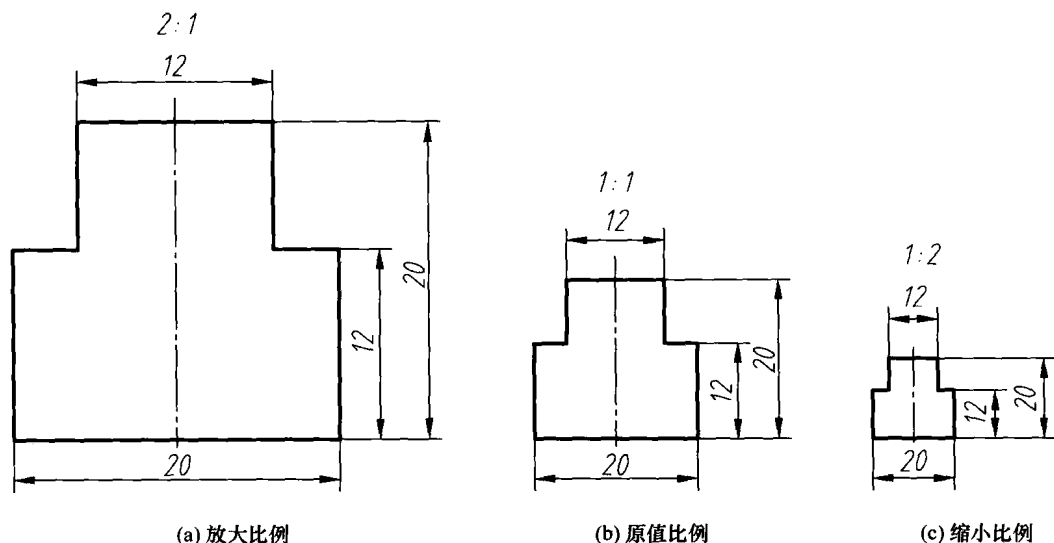


图 1-8 用不同比例画出的图形

(3) 同一机件的各个视图,一般应采用相同的比例,并将其标注在标题栏的“比例”栏内,如 1:1、1:2 等。必要时,可在视图名称的下方标注比例,如 $\frac{I}{2:1}$ 、 $\frac{A}{2:1}$ 、 $\frac{B-B}{2.5:1}$ 等。

三、字体(GB/T 14691—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(用 h 表示)的公称尺寸系列为 1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度即为字体的号数。

1. 汉字

图样上的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。汉字的字高不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $\frac{h}{\sqrt{2}}$ 。

长仿宋体字的书写要领为:横平竖直,注意起落,结构均匀,填满方格。

书写基本笔画时应注意运笔方法,一笔写成,使其在起笔、收笔、转折处有三角形的笔锋,笔画平直,挺拔有力,如图 1-9 所示。同时,字体大小应一致,其偏旁结构及笔画布置需匀称,如图 1-10 所示。



图 1-9 长仿宋体字的基本笔画



图 1-10 长仿宋体字的结构布局

2. 字母和数字

字母和数字分为 A 型和 B 型两种。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的十四分之一, B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的十分之一。但在同一图样上, 只允许选用一种型式的字体。

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

字体示例见图 1-11、图 1-12。

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

图 1-11 长仿宋体字示例

大写

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

小写

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型拉丁字母斜体示例

斜体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

直体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

(b) B型阿拉伯数字示例

A B Γ Δ θ ϕ

α β γ δ θ ϕ

(c) B型希腊字母斜体示例

I II III IV V VI VII VIII IX X

(d) A型罗马数字斜体示例

$$10JS5(\pm 0.003) \quad M24-6h \quad \phi 20 \begin{smallmatrix} +0.010 \\ -0.023 \end{smallmatrix}$$

$$\phi 25 \frac{H6}{m5} \quad \frac{II}{2:1} \quad \sqrt{Ra \ 12.5} \quad R8 \ 5\%$$

(e) 综合应用示例

图 1-12 字母、数字示例

四、图线(GB/T 4457. 4—2002)

用于机械工程图样中的线型如表 1-5 所示。

在机械图样中,图线的宽度可分粗、细两种,其宽度比例为 2:1。粗线的宽度(d)可根据图样的类型、尺寸、比例和缩微复制的要求在 0.13 mm、0.18 mm、0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1 mm、1.4 mm、2 mm 范围内选取(优先采用 0.5 mm 和 0.7 mm)。

各类图线的应用举例如图 1-13 所示(图中的代码参照表 1-5)。