

DESCRIPTIVE GEOMETRY
& MECHANICAL DRAWING

机械制图(上)

第三版

四川大学工程制图教研室 编



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

机械制图 (上)

第三版

四川大学工程制图教研室 编

北京邮电大学出版社

·北京·

内 容 提 要

本书是对原成都科技大学 1989 年版《画法几何》和《机械制图》的修订,本次修订参考了“高等学校工科画法几何及机械制图课程教学基本要求”和高等学校工科制图课程教学指导委员会提出的“画法几何、工程制图、计算机绘图系列课程内容与体系改革建议”,并重新定名为《机械制图》。

全书共 20 章,分上、下两册,包括画法几何、制图基础、机械制图和计算机绘图基础四部分内容。

画法几何部分内容包括:投影的基本知识,点、直线和平面的投影,直线与平面、平面与平面的相对位置,投影变换,基本几何体的投影,平面与立体相交,立体与立体相交,组合体,轴测图。

制图基础部分内容包括:制图基本知识,《国家标准 技术制图》的基本规定,尺规绘图和徒手绘图的基本方法和步骤,尺寸标注基础。

机械制图部分内容包括:《国家标准 机械制图》的基本规定,标准件和常用件,零件图的绘制与阅读,技术要求,装配图的绘制与阅读。

计算机绘图基础部分内容包括:计算机绘图简介,AutoCAD 2002 软件使用的基本知识和在绘制机械图方面的具体应用。

本书附录摘编了螺纹和螺纹紧固件、键与销、滚动轴承、材料及热处理和极限公差与配合等方面的常用国家标准。

本书可作为高等学校工科机械类、近机类各专业机械制图课程(85~130 学时)的教材,也可供工程类专业师生和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图. 上/四川大学工程制图教研室编. —北京:北京邮电大学出版社, 2003

ISBN 7-5635-0764-7

I. 机... II. 四... 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(2003)第 059474 号

出 版 者:北京邮电大学出版社(北京市海淀区西土城路 10 号)

邮编:100876 发行部电话:(010)62282185 62283578(传真)

电子信箱:publish@bupt.edu.cn

经 销:各地新华书店

印 刷:北京通州皇家印刷厂

开 本:850×1168 毫米 1/16

印 张:16.25

字 数:424千字

印 数:6001—8000 册

版 次:2003 年 9 月第 3 版 2006 年 8 月第 3 次印刷

ISBN 7-5635-0764-7/TH·5

定价:25.00 元

· 如有印装质量问题请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

序

本书是对原成都科技大学 1989 年版《画法几何》、《机械制图》的修订,并重新定名为《机械制图》。本次修订主要着眼于 21 世纪人才培养及人才基本素质的需求,参考了“高等学校工科画法几何及机械制图课程教学基本要求”和高等学校工科制图课程教学指导委员会提出的“画法几何、工程制图、计算机绘图系列课程内容与体系改革建议”,总结并吸取了近年来教学改革的成功经验和同行专家的意见。

本书具有以下特点:

1. 继续保持本书前版重视基本概念、基本理论和基本技能的特点,并注意了基本内容的系统性。

2. 注意了本课程在人才素质培养过程中“公共平台”的作用。强调启发学生的空间逻辑思维和形象思维的潜能和悟性,注重学生图形表达能力、空间思维能力、设计构形能力、审美能力和创新能力的培养。不仅工科学生,即使理、医、农、管、艺等专业学生通过本课程的学习所形成的能力和素质都将跨越专业界限,渗透或应用到他们所从事的各行各业中。

3. 有机地将计算机绘图融合在制图的相关章节中,以学习、掌握使用 AutoCAD 2002 交互绘图软件绘制投影图和工程图样为主。注意了计算机绘图内容与传统图学内容相结合,在相关章节以实用为重点,结合相关内容的学习,使计算机绘图与手工绘图并用。

4. 对内容体系安排作了调整,将尺寸标注的基础知识归纳为一章;删减了曲线、曲面和表面展开等章节。

5. 全书采用最新国家标准,注重介绍简化表示法。

6. 对书中选学内容采用*号表示,以适应各种专业的需求。

7. 与本书配套使用的《机械制图习题集》(第三版),由北京邮电大学出版社同时出版,可供选用。

本版修订工作由四川大学工程制图教研室“机械制图修编组”完成。修编组成员有:马俊、王玫、蒲小琼、熊艳、陈玲,马俊任组长。分工为:马俊编写序、前言及第七、十二、十四、十五、十六章和附录,王玫编写第三、四、五、六、十、十一、十七、二十章,蒲小琼编写第一、九、十八、十九章,熊艳编写第二章及各章计算机绘图内容,陈玲编写第八、十三章。

本书由四川大学胡义教授主审。审阅人提出了许多宝贵意见和指导性建议,在此表示衷

心感谢。

值此书出版之际，对教研室为本书前版作出贡献的前辈表示感谢；对本次修订中参与编写提纲讨论和审定的钟清林、干静、杨随先、牟柳晨、尚利、周兵、贾志欣、孙雁等老师表示感谢；也对本次修订中参与图形制作的人员：尹湘云、袁莉、胡侨丹、蒋正茂等表示感谢。本书在编写过程中参考了一些同类著作，特向作者表示衷心感谢，具体书目作为参考文献列于下册书末。

由于编者水平有限，书中缺点、错误在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2003年7月

前 言

一、课程的性质、任务和主要内容

工程图样,被称为“工程界的语言”,是生产管理、科学研究、技术交流的重要手段。因此,每个工程技术人员都必须掌握这门语言,具备绘制和阅读工程图样的能力。

《机械制图》是研究用正投影法绘制和阅读工程图样的一门基础学科。我国各工科院校都将《机械制图》作为工程类各专业必修的一门技术基础课程。

本课程的任务是:

1. 学习投影法的基本理论及其应用。
2. 培养空间想象和空间思维能力。
3. 培养绘制和阅读机械图样(主要是零件图和部件装配图)的基本能力。
4. 培养利用计算机绘制图形的初步能力。
5. 在学习过程中,培养自学能力、分析问题和解决问题的能力以及创造性思维能力;培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

本课程的主要内容包括四个部分:

1. 画法几何:用正投影法研究图示空间几何元素和形体以及图解空间几何问题的基本原理和方法。
2. 制图基础:机件的表达方法及国家标准的有关规定和使用仪器绘图、徒手绘图的基本方法和技能。
3. 机械制图:绘制和阅读机械零件图和部件装配图的理论、方法。
4. 计算机绘图:使用 AutoCAD 2002 绘图的基本方法和技能。

二、课程的学习方法

《机械制图》是一门实践性很强的技术基础课程,它必须通过完成一系列的制图作业来了解和掌握课程的基本内容,培养绘制和阅读机器设备图及零件图的基本能力。为了更好地掌握课程的基本内容,在学习过程中必须注意以下各点:

1. 做到课前预习,认真听课,作好笔记,及时复习总结,弄懂课程的基本理论、基本方法和基本作图。注意应用形体分析法、线面分析法和结构分析法分析问题和解决问题。
2. 在学习的各个环节中加强空间→平面、平面→空间的有机联系,不断提高空间想

象和空间思维能力。

3. 要及时、认真、独立完成作业。在完成作业的过程中，一定要多画、多看、多想。对作业上的错误，一定要及时改正，务必弄懂。

4. 在完成作业的过程中，要注意养成耐心细致、严肃认真的工作作风；要注意学会查阅有关制图的参考书籍、资料和图册，努力提高自己的独立工作能力和自学能力。

5. 全部作业和习题，要求必须用绘图工具和仪器(圆规、分规、三角板、铅笔……)精确作出，达到图面整洁美观，标记文字准确工整，图线符合国家标准。

编 者

2003 年 7 月

目 录

第一章 制图的基本知识和基本技能	1
第一节 制图基本规定	1
一、图纸幅面和格式	1
二、比 例	4
三、字 体	5
四、图 线	8
第二节 绘制工具、仪器及其使用方法	11
一、常用的绘图工具	11
二、其他绘图工具	16
三、手工绘图机	17
第三节 几何作图	17
一、内接正多边形	17
二、斜度和锥度	18
三、椭圆的画法	20
四、渐开线画法	20
五、圆弧连接	21
第四节 平面图形的生成	23
一、平面图形的线段分析及绘图步骤	23
二、绘图的一般方法和步骤	25
第二章 计算机绘图基础	30
第一节 概 述	30
一、CAD 的发展历程	30
二、AutoCAD 的发展及主要功能	31
第二节 进入 AutoCAD 2002	31
一、AutoCAD 2002 的启动和退出	31
二、AutoCAD 2002 主界面	34
三、对图形文件的操作	35
第三节 AutoCAD 2002 绘图初步	36
一、基本绘图流程	36
二、AutoCAD 的命令和数据输入	36
三、AutoCAD 的基本绘图命令	37
四、构造选择集	40
五、常用的编辑命令	41
第四节 显示控制	43
一、视图缩放	43
二、视图平移	45
第五节 精确绘图	46
一、捕捉和栅格	46

二、对象捕捉·····	47
三、功能键和控制键·····	49
第三章 投影法的基本概念·····	52
第一节 投影法·····	52
第二节 平行投影的普遍性质·····	53
第三节 工程上常用的四种投影图·····	55
一、多面正投影图·····	55
二、轴测投影图·····	56
三、透视投影图·····	56
四、标高投影图·····	56
第四节 用 AutoCAD 进行文字标注·····	57
一、使用 Text 命令创建单行文字·····	57
二、标注特殊字符·····	58
三、创建多行文字·····	59
四、创建和修改文字样式·····	60
第四章 点·····	61
第一节 二投影面体系中点的投影·····	61
一、二投影面体系·····	61
二、点的二面投影及其投影规律·····	61
第二节 三投影面体系中点的投影·····	62
一、三投影面体系·····	62
二、点的三面投影·····	62
三、点的三面投影与直角坐标的关系·····	63
四、点的三面投影规律·····	63
第三节 两点间的相对位置·····	65
一、两点间的相对位置·····	65
二、重影点及其可见性·····	65
第四节 用 AutoCAD 完成点的绘制·····	66
一、点的绘制·····	66
二、点样式的确定·····	66
三、点的定数等分和定距等分·····	67
第五章 直线·····	68
第一节 直线的投影·····	68
一、直线投影图的画法·····	68
二、直线投影图的读法·····	68
第二节 各种位置直线的投影·····	69
一、投影面平行线的投影特点·····	69
二、投影面垂直线的投影特点·····	70
三、一般位置直线的投影·····	71
第三节 求一般位置直线段的实长及其对投影面的倾角·····	72
第四节 点与直线的从属关系·····	74

一、点属于直线·····	74
二、点不属于直线·····	75
三、点与直线的从属关系的判断·····	75
第五节 两直线的相对位置·····	76
一、两直线相交·····	76
二、两直线平行·····	77
三、两直线交叉·····	77
第六节 直线的迹点·····	79
一、迹 点·····	79
二、迹点的作图·····	79
第七节 用 AutoCAD 完成图线的绘制·····	80
一、多段线·····	80
二、多 线·····	82
三、绘制正多边形·····	82
四、徒手画图·····	83
五、绘制曲线对象·····	84
第六章 平 面·····	86
第一节 平面的表示法·····	86
一、用点、直线、几何图形表示平面·····	86
二、用平面的迹线表示平面·····	86
第二节 各种位置平面的投影·····	87
一、投影面垂直面的投影特点·····	87
二、投影面平行面的投影特点·····	88
三、一般位置平面的投影·····	90
第三节 点、直线与平面的从属关系·····	91
一、属于平面的直线和点·····	91
二、包含点或直线作平面·····	94
三、属于平面的投影面平行线·····	95
第四节 一边平行于投影面的直角的投影·····	96
第五节 属于平面的最大斜度线·····	98
一、最大斜度线的定义·····	98
二、最大斜度线对投影面所成的倾角最大·····	98
三、最大斜度线的投影作图·····	99
四、最大斜度线的几何意义·····	99
第六节 用 AutoCAD 进行图层和线型比例控制·····	100
一、用图层特性管理器对话框创建和管理图层·····	100
二、工具栏中的图层操作·····	103
三、设置线型比例·····	103
第七章 直线与平面、平面与平面的相对位置·····	105
第一节 平 行·····	105
一、直线与平面平行·····	105
二、两平面相互平行·····	106

第二节 相交	108
一、一般位置直线与特殊位置平面相交	108
二、特殊位置直线与一般位置平面相交	108
三、两特殊位置平面相交	109
四、特殊位置平面与一般位置平面相交	110
五、一般位置直线与一般位置平面相交	111
六、两一般位置平面相交	112
第三节 垂直	114
一、直线与平面垂直	114
二、平面与平面垂直	115
三、直线与直线垂直	117
第四节 综合举例	118
一、综合举例	118
二、小结	120
第五节 用 AutoCAD 绘制二维平面图形	121
第八章 投影变换	125
第一节 概述	125
一、问题的提出	125
二、投影变换方法	125
第二节 换面法	126
一、基本概念	126
二、点的换面	126
三、直线的换面	131
四、平面的换面	132
五、换面法作图举例	134
*第三节 绕垂直轴旋转法	136
一、基本概念	136
二、点绕垂直轴旋转	137
三、直线绕垂直轴旋转	139
四、平面绕垂直轴旋转	140
五、绕不指明轴旋转	142
第九章 简单几何体的投影	144
第一节 平面立体	144
一、棱柱	144
二、棱锥	147
第二节 回转体	149
一、圆柱体	150
二、圆锥体	153
三、圆球体	156
四、圆环体	159
五、复合回转体	160
第三节 用 AutoCAD 绘制三维基本形体	161

一、3D 坐标系	162
二、定制用户坐标系	163
三、观察三维模型	164
四、绘制基本三维实体	166
第十章 平面与立体表面相交	171
第一节 平面与立体表面相交	171
一、概 述	171
二、平面与平面立体表面相交	171
三、平面与曲面立体表面相交	175
第二节 直线与曲面立体表面相交	183
第三节 用 AutoCAD 实现三维实体的切割	186
第十一章 两立体表面相交	188
第一节 平面立体与平面立体表面相交	188
一、平面立体与平面立体表面相交	189
二、求平面立体与平面立体的相贯线的方法	189
第二节 平面立体与曲面立体表面相交	189
一、平面立体与曲面立体表面相交的相贯线	189
二、求平面立体与曲面立体的相贯线的方法	189
第三节 两曲面立体表面相交	190
一、两曲面立体表面相交的相贯线	190
二、求两曲面立体相贯线的方法	190
三、相贯线的特殊情况	190
四、利用曲面立体表面投影的积聚性求作相贯线	192
五、利用三面共点原理求作相贯线	194
六、复合相贯线	200
第四节 用 AutoCAD 创建复合实体	202
一、并 集	202
二、差 集	203
三、交 集	204
第十二章 组合体的三视图	205
第一节 组合体的构成	205
一、组合体的构成及表面连接形式	205
二、组合体的三视图	207
三、组合体画图和读图的方法	207
第二节 组合体三视图的画法	208
一、画组合体三视图的步骤	208
二、叠加式组合体三视图的画法	208
三、切割式组合体三视图的画法	210
第三节 组合体三视图的读法	212
一、读图应注意的问题	212
二、组合体视图阅读的方法和步骤	214

三、由二视图补画第三视图·····	216
四、补画视图中的漏线·····	218
第四节 用 AutoCAD 完成组合体的绘制·····	220
一、用 AutoCAD 2002 绘制如图 12-19 所示轴承座的三面投影（不标注尺寸）···	220
二、用 AutoCAD 2002 对轴承座进行三维建模·····	222
三、布局中三维实体多面视图的生成·····	226
第十三章 轴测图·····	227
第一节 轴测投影的基本知识·····	227
一、轴测投影的定义及术语·····	227
二、轴测投影的基本性质·····	228
三、轴测图的分类·····	228
第二节 常用轴测图的轴间角及轴向伸缩系数·····	228
一、正等测·····	228
二、正二测·····	229
三、斜二测·····	229
第三节 点、线、面及平面立体轴测图的画法·····	230
一、点、线、面轴测图的画法·····	230
二、平面立体轴测图的画法·····	231
第四节 平行于坐标面的圆的轴测图的画法·····	233
一、椭圆长、短轴的方向和大小·····	233
二、平行弦法·····	235
三、近似画法·····	235
第五节 组合体轴测图的画法·····	238
一、组合体轴测图的画法·····	238
二、组合体上截交线和相贯线的画法·····	239
第六节 轴测图剖视图的画法·····	240
一、轴测图中物体的剖切·····	240
二、轴测剖视图的剖面符号·····	240
三、轴测剖视图画法举例·····	241
第七节 用 AutoCAD 绘制正等轴测图·····	242
一、激活轴测投影模式·····	242
二、正等轴测图的绘制·····	243
三、举例绘制正等轴测图·····	244

第一章 制图的基本知识和基本技能

图样是工程技术界的共同语言，是产品或工程设计结果的一种表达形式，是产品制造和工程施工的依据，是组织和管理生产的重要技术文件。为了便于技术信息交流，对图样必须作出统一规定。为此，国家标准《机械制图》统一规定了在绘制图样过程中应共同遵守的绘图规则。国家标准简称“国标”，代号“GB”。

本章将分别就“国标”中规定的图纸的幅面及格式、比例、字体和图线等内容作择要介绍（尺寸注法将在后续章节中介绍）。为了提高绘图质量和速度，本章也将对绘图工具的使用、基本几何作图、绘图方法与步骤等基本技能作简要介绍。

第一节 制图基本规定

一、图纸幅面和格式

图纸幅面和格式由 GB/T 14689—1993《技术制图图纸的幅面及格式》规定。

1. 图纸幅面

图纸幅面是指由图纸宽度 B 与长度 L 所组成的图面。绘图时，图纸可以横放（长边 L 水平放置）或竖放（长边 L 垂直放置）。

1) 基本幅面

GB/T 14689—1993 规定，绘制技术图样时应优先采用表 1-1 所规定的五种基本幅面（第一选择），其代号为 A0、A1、A2、A3、A4，尺寸为 $B \times L$ (mm×mm)。图 1-1 中粗实线所示为第一选择。

表 1-1 图纸幅面及图框格式尺寸

mm

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

2) 加长幅面

必要时，允许选用由基本幅面的短边成整数倍增加后所得的加长幅面（第二选择和第三选择）。A0、A2、A4 幅面的加长量应按 A0 幅面长边的 1/8 倍数增加，A1、A3 幅面的加长量应按 A0 幅面短边的 1/4 倍数增加，如图 1-1 中细实线（第二选择）和虚线（第三选择）所示。

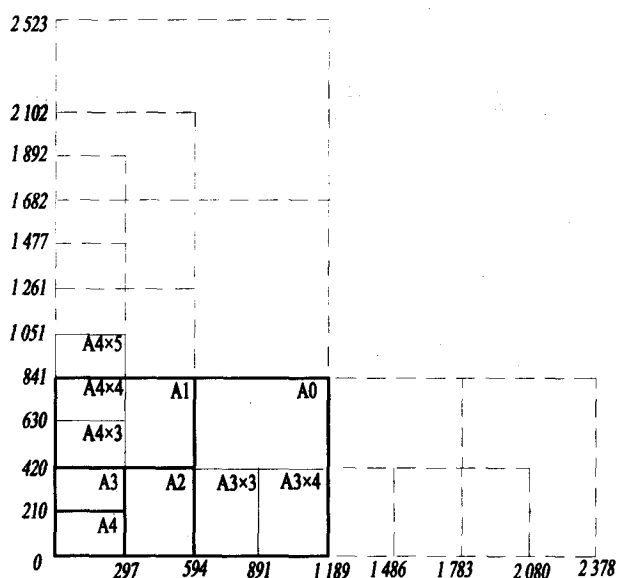


图 1-1 图纸幅面

2. 图框格式及标题栏位置

图框是指图纸上限定绘图区域的线框。图框格式分为不留装订边和留装订边两种，同一种产品只能采用同一种格式。无论装订与否，均用粗实线画出图框线。

不需要装订的图纸，图框格式如图 1-2 所示，其尺寸按表 1-1 规定。需要装订的图纸，其图框格式如图 1-3 所示，一般采用 A3 幅面横装或 A4 幅面竖装。

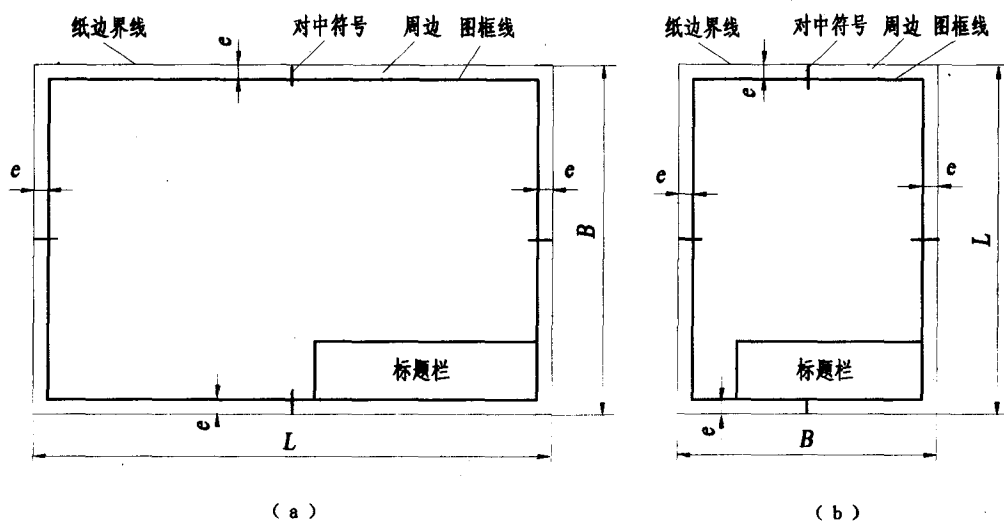


图 1-2 无装订边的图纸格式

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。例如，A3×4 的图框尺寸，应按 A2 的图框尺寸绘制。

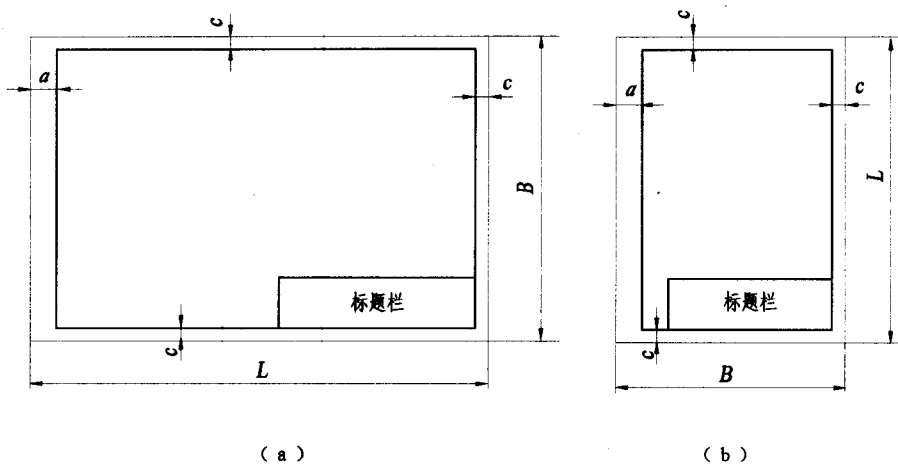


图 1-3 有装订边的图纸格式

标题栏是图纸提供图样信息、图样所表达的产品信息及图样管理信息等内容的栏目。每张图纸都必须画出标题栏，其基本要求、内容、格式和尺寸按 GB/T 10609-1—1989 的规定绘制，各设计单位亦可根据各自需求作相应变化。制图作业的标题栏最好采用图 1-4 所示的简化格式。

		30	
		12	
40	(图 名)		(图 号)
			比例
			件数
	制图	(日期)	重量
8	描图	(校 名)	
8	审核	(日期)	共 张 第 张
8			系 班
8	12	65	
40		130	

图 1-4 标题栏简化格式

当标题栏按图 1-2 (a) 和图 1-3 (a) 所示的形式配置时，构成 X 型图纸；按图 1-2 (b) 和图 1-3 (b) 所示的形式配置时，构成 Y 型图纸。在这两种情况下，看图的方向始终与看标题栏的方向一致。

为了利用预先印制好图框及标题栏的图纸绘图，允许将 X 型和 Y 型图纸按图 1-5 所示放置使用，但需在图纸的下边对中符号处画出方向符号，见图 1-5。方向符号是用细实线绘制的等边三角形，其尺寸见图 1-6。

为了复制或缩微摄影时方便定位，应在各号图纸边长（不是图框边长）的中点处用粗实线（线宽不小于 0.5 mm）分别画出对中符号，其长度是从纸边开始直至伸入图框内约 5 mm。若对中符号伸入标题栏范围内时，伸入部分应当省略。

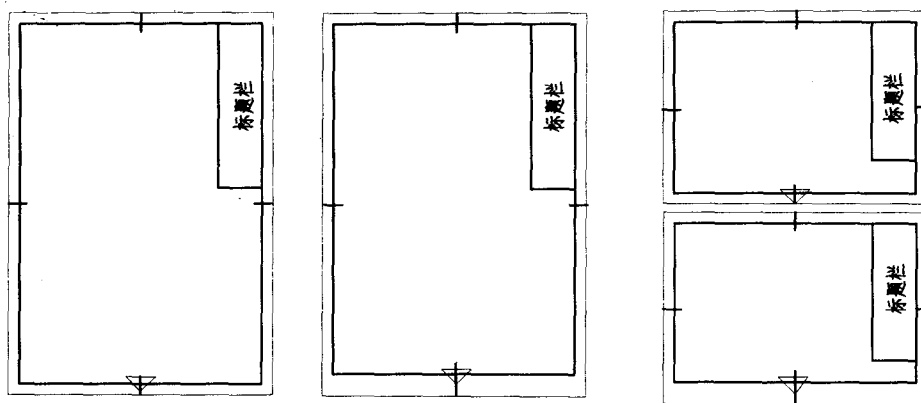


图 1-5 利用预先印好的图纸规定

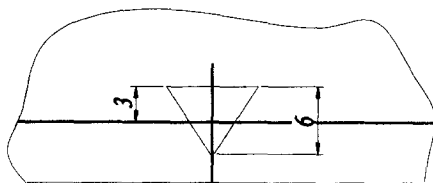


图 1-6 方向符号画法

二、比例

1. 比例的概念

比例是指图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。当绘制的图形与相应实物一样大时，比值为 1，称为原值比例；当绘制的图形比相应实物小时，比值小于 1，称为缩小比例；当绘制的图形比相应实物大时，比值大于 1，称为放大比例。

2. 比例的选择

根据 GB/T14690—1993《技术制图 比例》规定，绘制技术图样时应优先采用表 1-2 所规定系列中适当的比例；必要时也可选取表 1-3 中的比例。

为了方便读图和进行空间分析，绘制图样时应尽量按实物真实大小选用原值比例绘制。

表 1-2 一般选用的比例

种 类	绘 图 的 比 例		
原值比例	1 : 1		
放大比例	5 : 1	2 : 1	
	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$
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。