

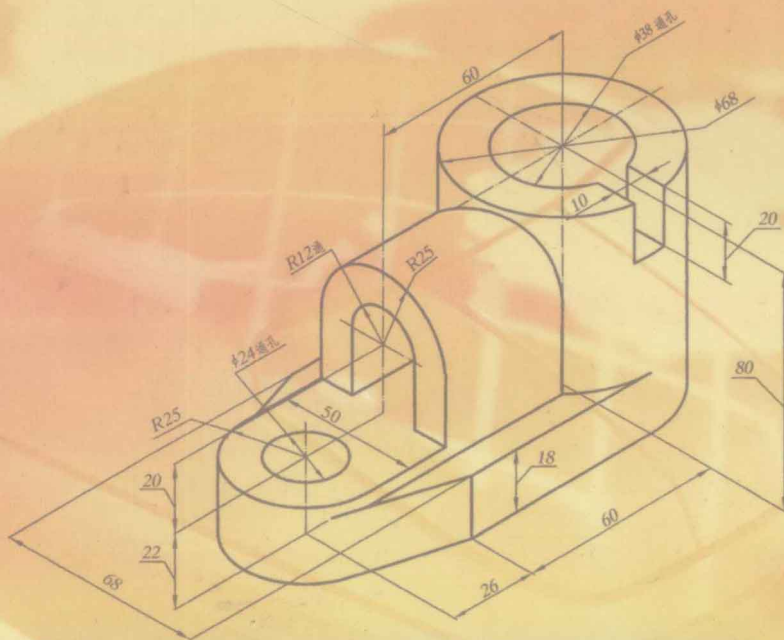


全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教学指导委员会审定

# 现代工程制图基础

李丽 张彦娥 主编



中国农业出版社

全国高等农业院校教材  
全国高等农业院校教学指导委员会审定

# 现代工程制图基础

李 丽 张彦娥 主编

中国农业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

现代工程制图基础/李丽, 张彦娥主编. —北京: 中国农业出版社, 2003.8

全国高等农业院校教材

ISBN 7-109-08456-6

I. 现... II. ①李...②张... III. 工程制图-高等学校-教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 057639 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 郭元建

---

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月北京第 1 次印刷

---

开本: 850mm×1168mm 1/16 印张: 18.75

字数: 445 千字

定价: 28.80 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

# 前 言

21 世纪本科生的培养目标是培养和造就一批“厚基础、强能力、高素质、广适应”的创造性专门人才，我们就以此为教材编写的指导思想。根据这一指导思想确定了教材编写的原则：

(1) 从人才培养目标出发，正确处理工程图学学科特点与社会经济发展的需要、学生认知规律的关系，紧密结合飞速发展的计算机技术。注重基础性、时代性、实用性。

(2) 重视工程图学基础知识的教学和基本技能的训练，妥善处理传统知识和现代科学知识的关系。

(3) 处理传授知识与发展学生智力、培养学生创新能力的关系。

(4) 重视理论联系实际，使二者有机结合。

(5) 重视本学科的纵向联系和学科之间的横向联系，注意教材间的相互配合和整体效应，即处理好本课程与平行课、后续课之间的关系。

(6) 正确处理统一要求与因材施教的关系，使教材更富弹性。

根据以上编写原则，本教材具有如下特色：

(1) 体现教学改革和课程体系改革的精神，反映学科研究的新进展、新成果。对经典内容加以创新处理，展现计算机图形技术在工程制图中的应用，开阔学生的眼界，培养学生的创新能力和综合素质。

(2) 广泛收集并借鉴国内外同类教材的优点，密切联系教学和科研实际，将教学目标贯穿于教材的每一章节，并做到层次化、具体化，以构型设计为主线，重视培养学生的创新能力；以计算机绘图软件为工具强调对学生计算机绘图能力的培养，在尺规绘图、徒手绘图、计算机绘图中，强调徒手绘图和计算机绘图。

(3) 将《画法几何》、《机械制图》、《计算机绘图》三门课程有机地融合。突出重点、拓宽使用面；同时，又根据教学规律将本课程重新分为基础和应用两个部分，即《现代工程制图基础》和《机械制图及计算机绘图》。在内容选择和系统编排上力求使学科的系统性与教学体系一致。

(4) 遵循从三维立体到二维图形的认知规律，以立体为切入点，讨论点和直线

的投影；并以计算机几何造型理论为基础介绍现代工程设计的过程。处理好经典理论与现代技术的关系。

(5) 全面贯彻最新国家标准；精选图例，使图例不仅说明知识点本身，而且有继承性。本着“讲重点、讲难点、讲思路、讲方法”的四讲原则，使该教材既适于讲授，又便于自学。

参加本教材编写的是：李丽（绪论、第三章、第四章）、张彦娥（第一章、第二章及全书计算机绘图部分）、陈忠良（第五章、第八章）、杨启勇（第六章）、边欣（第七章）、张志毅（第九章），同时在本书编写过程中作了大量工作的还有：德淑敏、吴红丹、刘韶军、郝淑华、潘白桦、何扬清等。

董国耀教授作为本教材主审，对全书图文进行了认真审阅，并对作者的新颖论点进行了仔细推敲，提出了许多宝贵的建议。我们在此表示衷心感谢！

由于编写仓促，且水平有限，书中不当之处，恳请读者批评指正。

编者

2003年3月10日

# 目 录

前言

绪论 .....	1
一、图样的作用和工程图学的发展 .....	1
二、本课程的性质、任务和主要内容 .....	1
三、本课程的学习方法 .....	2
第一章 制图基础知识与技能 .....	3
§ 1-1 国家标准《技术制图》和《机械制图》简介 .....	3
一、图纸幅面和格式 .....	3
二、比例 .....	6
三、字体 .....	7
四、图线 .....	8
五、尺寸注法 .....	12
§ 1-2 平面图形的绘制和尺寸注法 .....	17
一、平面图形的尺寸分析 .....	17
二、平面图形的线段分析 .....	18
三、平面图形的尺寸注法及尺寸标注示例 .....	19
四、平面图形的绘制 .....	21
§ 1-3 尺规绘图的步骤及徒手绘图的方法 .....	25
一、绘图工具和仪器的使用方法 .....	25
二、绘图的一般步骤 .....	27
三、徒手绘图的方法 .....	28
§ 1-4 平面图形构形设计 .....	28
一、平面图形构型设计的方法 .....	29
二、平面图形构形设计时应注意的问题 .....	29
小结 .....	30
思考与练习 .....	30
第二章 计算机绘图基础 .....	31
§ 2-1 计算机绘图概述 .....	31
一、计算机绘图系统的组成及其应用 .....	31

二、AutoCAD 2000 绘图软件简介 .....	32
§ 2-2 AutoCAD 2000 的基本操作 .....	32
一、AutoCAD 2000 系统的绘图界面 .....	32
二、命令调用与数据输入 .....	35
三、绘图环境设置与图形管理 .....	37
§ 2-3 AutoCAD 常用绘图命令 .....	50
一、直线的绘制 .....	50
二、圆及圆弧的绘制 .....	51
三、常用图形的绘制 .....	52
§ 2-4 AutoCAD 常用编辑命令 .....	54
一、图形对象的复制 .....	54
二、对象的图形变换 .....	56
三、图形对象修改 .....	57
四、图形对象的属性修改 .....	59
五、夹钳编辑 .....	59
§ 2-5 AutoCAD 绘图实例 .....	60
一、绘制图形的步骤 .....	60
二、绘图实例 .....	60
小结 .....	63
思考与练习 .....	64
<b>第三章 正投影法基础 .....</b>	<b>65</b>
§ 3-1 投影法概述 .....	65
一、投影法的基本概念 .....	65
二、投影法分类 .....	65
§ 3-2 平行投影的基本特性 .....	66
§ 3-3 工程上常见的投影 .....	68
一、多面正投影 .....	68
二、轴测投影 .....	69
三、标高投影 .....	70
四、透视投影 .....	71
§ 3-4 三视图的形成及其投影规律 .....	71
一、投影系的建立 .....	71
二、三视图的形成 .....	72
三、三视图的投影规律 .....	73
四、简单物体三视图的基本作图方法和步骤 .....	74
§ 3-5 利用 AutoCAD 绘制平面立体视图及尺寸标注 .....	77
一、利用 AutoCAD 绘制三视图 .....	77
二、利用 AutoCAD 标注尺寸 .....	77

三、其他绘图和编辑命令 .....	81
四、绘图步骤 .....	81
小结 .....	81
思考与练习 .....	81
<b>第四章 几何元素的投影及其相对位置 .....</b>	<b>83</b>
§ 4-1 点的投影 .....	83
一、点的三面投影 .....	83
二、两点的相对位置和无轴投影图 .....	86
三、重影点的投影 .....	88
四、各分角中点的投影 .....	89
§ 4-2 直线的投影 .....	90
一、直线的投影图 .....	90
二、各类直线的投影特性 .....	91
三、直线段的实长和对投影面的倾角 .....	94
四、直线上的点 .....	96
五、两直线的相对位置 .....	99
六、垂直两直线的投影特性 .....	102
§ 4-3 平面的投影 .....	104
一、平面的投影表示法 .....	104
二、各类平面的投影特性 .....	106
三、平面上的点和直线 .....	110
四、平面立体的投影 .....	114
§ 4-4 平行问题 .....	117
一、直线与平面平行 .....	117
二、平面与平面平行 .....	118
§ 4-5 相交问题 .....	119
一、直线与平面相交 .....	119
二、平面与平面相交 .....	122
三、平面与平面立体相交 .....	124
§ 4-6 垂直问题 .....	127
一、直线与平面垂直 .....	127
二、平面与平面垂直 .....	129
§ 4-7 综合问题 .....	130
小结 .....	131
思考与练习 .....	132
<b>第五章 投影变换 .....</b>	<b>133</b>
§ 5-1 概述 .....	133



一、变换投影面法 .....	133
二、旋转法 .....	134
§ 5-2 变换投影面法 .....	134
一、变换投影面的基本规律 .....	134
二、换面法中的四个基本问题 .....	137
三、换面法用于线、面的定位与度量 .....	142
§ 5-3 旋转法 .....	147
一、旋转法概念 .....	147
二、绕垂直轴旋转法 .....	147
三、绕水平轴旋转法 (选学) .....	153
小结 .....	156
思考与练习 .....	156
<b>第六章 曲线、曲面及曲面立体 .....</b>	<b>157</b>
§ 6-1 曲线形成与投影 .....	157
一、平面曲线的投影特性 .....	157
二、圆的投影 .....	158
三、空间曲线的投影特性 .....	161
四、圆柱螺旋线 .....	162
§ 6-2 常见曲面 .....	163
一、曲面的形成和分类 .....	163
二、常见回转面 .....	164
三、直纹曲面 .....	165
§ 6-3 常见曲面立体的投影及其表面的点与线 .....	167
一、圆柱 .....	168
二、圆锥 .....	170
三、圆球 .....	172
四、圆环 .....	173
§ 6-4 平面与曲面立体相交 .....	174
一、平面与圆柱相交 .....	174
二、平面与圆锥相交 .....	177
三、平面与圆球相交 .....	180
四、平面与组合回转体相交 .....	183
§ 6-5 两曲面立体相交 .....	185
一、相贯线的作图方法 .....	186
二、常见相贯线的空间分析 .....	190
三、相贯线的特殊情况 .....	194
四、组合相贯线 .....	195
小结 .....	195
思考与练习 .....	196

第七章 组合体 .....	197
§ 7-1 组合体的组合形式 .....	197
一、基本几何体的三视图 .....	197
二、组合体的组合形式及其投影特性 .....	197
三、组合体的形体分析 .....	202
§ 7-2 组合体视图的画法 .....	204
一、形体分析 .....	204
二、选择主视图 .....	204
三、画图步骤 .....	205
四、利用 AutoCAD 绘制组合体三视图 .....	208
§ 7-3 组合体的尺寸标注 .....	208
一、基本体的尺寸标注 .....	209
二、组合体的尺寸分析 .....	210
三、标注尺寸时应注意的问题 .....	211
四、组合体的尺寸标注方法 .....	212
五、尺寸安排要清晰 .....	215
§ 7-4 组合体视图的读图方法 .....	216
一、读图的基本知识 .....	217
二、读图的基本方法 .....	219
三、读图举例 .....	222
§ 7-5 组合体的构型设计 .....	226
一、组合体构型设计的基本知识 .....	226
二、构型设计的方法 .....	227
小结 .....	228
思考与练习 .....	229
第八章 轴测图 .....	230
§ 8-1 概述 .....	230
一、轴测投影的形成 .....	231
二、轴测投影的基本作图方法 .....	231
三、轴测投影的种类 .....	232
§ 8-2 正等轴测图 .....	233
一、正等测的轴间角和轴向伸缩系数 .....	233
二、平行于坐标面的圆的正等轴测图 .....	234
三、立体的正等测作图 .....	236
§ 8-3 斜二轴测图 .....	240
一、斜二测的轴间角和轴向伸缩系数 .....	240
二、斜二测中平行于坐标面的圆 .....	242
三、斜二轴测图的作图方法 .....	243

§ 8-4 轴测剖视图	244
一、轴测剖视图的画法	244
二、轴测剖视图剖面线方向的规定	246
§ 8-5 在 AutoCAD 中绘制正等轴测图	247
一、AutoCAD 的正等轴测图绘图环境	247
二、绘制正等轴测图的常用方法	248
三、正等轴测图绘图实例	248
小结	249
思考与练习	250
<b>第九章 机件图样画法</b>	<b>251</b>
§ 9-1 视图	251
一、基本视图	251
二、向视图	252
三、局部视图	252
四、斜视图	253
§ 9-2 剖视图	254
一、剖视图的基本知识	254
二、剖视图的种类及其适用条件	258
三、剖切面的种类	262
§ 9-3 断面图	267
一、断面图的概念	267
二、断面图的种类和画法	268
三、断面图的标注	269
§ 9-4 局部放大图	270
§ 9-5 简化画法	270
一、规定画法	271
二、省略画法	272
三、投影简化画法	274
四、示意画法及其他简化画法	275
§ 9-6 图样画法综合举例	276
一、例 1	276
二、例 2	276
* § 9-7 第三角投影法	278
一、第三角投影	278
二、第三角投影中的三面视图	278
三、六面视图的配置	279
四、第三角画法的识别符号	280
§ 9-8 利用 AutoCAD 绘制组合体剖视图、断面图并标注尺寸	280

## 目 录

---

一、图案填充的命令 .....	280
二、利用 AutoCAD 绘制组合体剖视图、断面图并标注尺寸 .....	283
三、绘图实例 .....	284
小结 .....	285
思考与练习 .....	285
主要参考文献 .....	286

# 绪 论

## 一、图样的作用和工程图学的发展

图形是人类表达思想、交流信息的重要工具之一。图样是能够表达物体形状、尺寸及技术要求的图形，在工程设计、制造以及施工过程中，用图样来表达设计思想。由于图样表达简洁、形象直观、内涵丰富、信息量大，是工程技术界普遍使用的交流语言。

在没有语言文字以前，图形已是一种有效的交流工具。人们用图和画传递信息、交流思想，演变出象形文字。伴随着工程技术的发展，人们发现，使用“图形语言”更便于描述物体，这样出现了用平面图形来表示空间物体的方法，将这些方法应用于建筑、水利和机械工程，便是早期的工程图样，其表达随意且无序。直到 1795 年，法国科学家蒙日创立了画法几何学，提供了在二维平面上图示空间物体和图解空间几何问题的系统理论和方法，奠定了工程制图的理论基础。蒙日的画法几何学对世界各国科学技术的发展影响深远，使图样的画法有了规矩，并逐步形成绘制图样的标准，使图样超越了国界，不受语言限制，成为工程界的通用语言，在各技术领域广泛使用，推动了工程技术和人类文明的发展。

近年来，随着科学技术的迅猛发展，计算机逐步渗入到工程图领域，推动了图形学研究的新浪潮，计算机图形学作为工程图学的一个分支以惊人的速度成熟和发展起来，并引起工程制图技术的根本变革。以计算机图形学为基础的计算机辅助设计和计算机辅助制造成为当今世界引人注目的高新技术之一，同时也是一个国家现代化水平的重要标志。

我国工程设计领域及制造领域，要求产品不断地更新换代，设计周期越来越短，以往单一的手工绘图方式已不能适应需要，计算机绘图作图精度高，出图速度快，正在逐步取代过去的手工绘图。同时，现代计算机辅助设计技术不再仅仅是代替手工绘图的一种工具，而是传统设计与手段的变革，计算机辅助设计由传统的二维绘图发展到今天基于特征的三维参数化造型和变量化造型设计技术，这种三维空间的构思模式使设计和制造进入了一个崭新的境界，也对传统图学教育带来挑战。

## 二、本课程的性质、任务和主要内容

本课程是一门研究图示空间几何元素、图解空间几何问题、绘制和阅读工程图样的理论和方法的技术基础课。

本课程的任务是：

1. 学习投影法特别是正投影法的基本理论及其应用；
2. 学习国家标准关于机械制图和技术制图的基本规定；
3. 培养学生空间形体的图示能力和空间几何问题的图解能力；
4. 培养学生尺规绘图、徒手绘图及计算机绘图的基本能力；
5. 培养学生空间想象能力和创造性思维能力；
6. 培养学生严谨、细致、一丝不苟的工作作风。

本课程的主要内容：

1. 用投影法在二维平面上图示空间几何元素和物体，并图解空间几何问题；
2. 国家标准《技术制图》和《机械制图》中关于图样绘制和阅读的基本规定；
3. 计算机绘图基础；
4. 尺规绘图、徒手绘图、计算机绘图的方法和技能。

### 三、本课程的学习方法

在学习过程中应注意以下几点：

1. 掌握基本理论，注重分析能力、空间想象能力和空间思维能力的培养。

本课程的核心内容是用多面正投影图在二维平面上表达空间物体，因此在二维平面上图示空间几何元素、图解空间几何问题、表达空间物体时，应遵循从三维空间到二维平面的认知规律，先弄清已知条件对应的空间几何问题，然后分析问题，建立解决问题的空间模型，并返回到平面上作图，注意空间和平面的对应关系。

2. 注意结合生活实际多看、多画，加强标准意识。

本课程是一门实践性很强的技术基础课，与生产、生活密切相关。本课程的投影理论和方法来源于实践，并为工程设计服务。因此在学习过程中，应在增加实践机会，多看、多画的基础上，规范表达，加强意识，建立现代工程设计概念，实现无障碍交流，与工程设计接轨。

3. 培养自学能力。

在教师的指导下，通过自学总结适合于学生个体的学习方法，为学生创造独立的思考空间，培养学生分析问题、解决问题的能力以及创造性思维能力。

本课程所学习的知识、培养的能力是工程技术人员必须具备的基本素质，还应在后续课程和工程实践中不断提高。

# 第一章 制图基础知识与技能

绘制工程图样是工程技术人员必须掌握的一种基本技能。本章主要介绍与工程制图相关的国家标准的基本条款、基本图形的绘制方法，以及绘图操作过程中的基本技能。

## § 1-1 国家标准《技术制图》和《机械制图》简介

工程图样是一种工程技术语言，为了便于技术信息的交流，由国家质量技术监督局统一制定和颁布了《技术制图》和《机械制图》一系列国家标准。这里对常用的部分标准做简单介绍。

### 一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689 - 1993)

#### 1. 图纸幅面

图纸幅面是图纸宽度与长度组成的图面。绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。

表 1-1 图纸幅面与格式

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				

必要时，也允许选用加长幅面。加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加来确定的。如图 1-1 所示，粗实线表示基本幅面，细实线和虚线表示加长幅面，其中细实线为第二选择，虚线为第三选择。

#### 2. 图框格式

图框是图纸上限定绘图区域的线框。在图纸上图框必须用粗实线画出，其格式分为不留装订边和留有装订边两种。两种格式在工程图样中可根据需要自由选用，但同一产品的图样只能采用一种格式。

不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-2 所示。留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-3 所示。尺寸按表 1-1 的规定。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。

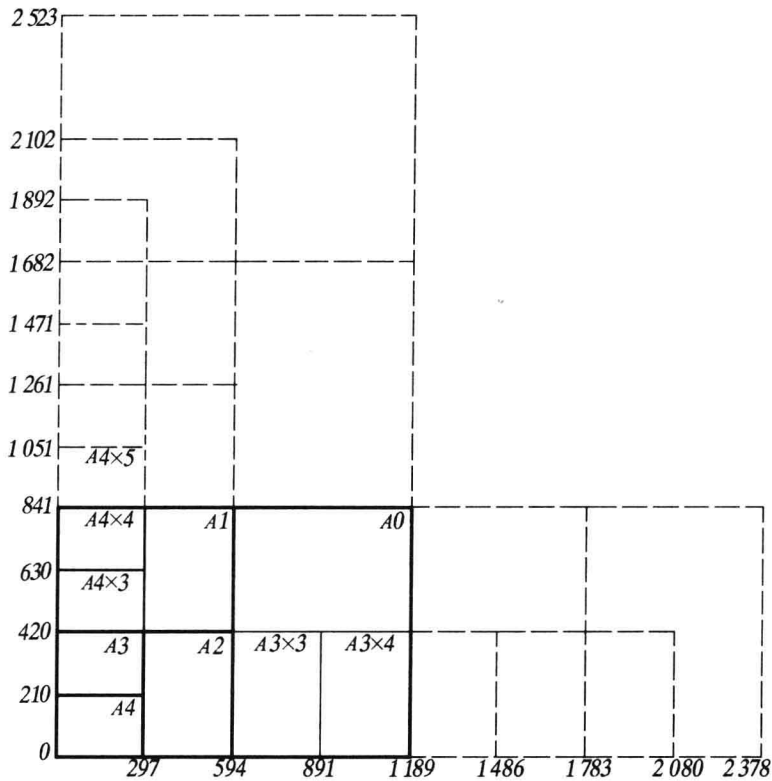


图 1-1 图纸幅面

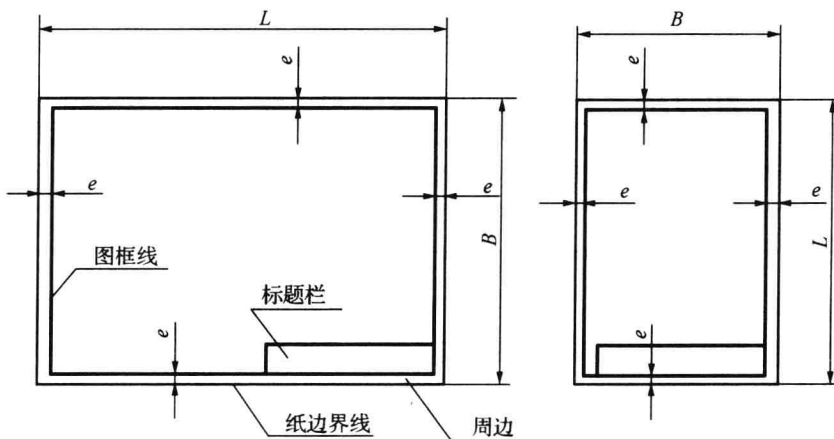


图 1-2 不留装订边图纸格式

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，应该绘制对中符号。对中符号的画法：对表 1-1 中规定的图纸均应在各边长中点处用线宽不小于 0.5 mm 的粗实线绘制线段，线段从纸边开始延伸进图框内约 5 mm，如图 1-4 所示。如对中符号伸入标题栏内，则伸入标题栏内的部分应不画出。



### 3. 标题栏

标题栏一般由名称及代号区、签字区、更改区和其他区组成。每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸按 GB/T10609.1 规定绘制。标题栏的位置应位于图纸的右下角，如图 1-2 和图 1-3 所示。

图纸可以横向和纵向使用，标题栏的长边通常置于水平方向，看图的方向与看标题栏的方向一致。为了利用预先印制的图纸，也允许看图的方向与看标题栏的方向不一致，但此时必须画出方向符号，方向符号是画在图框下边线上的细实线正三角形，其画法如图 1-4 所示。

如图 1-5 所示是国家标准规定的标题栏格式，在课程学习过程中可采用图 1-6 所示的简化标题栏。

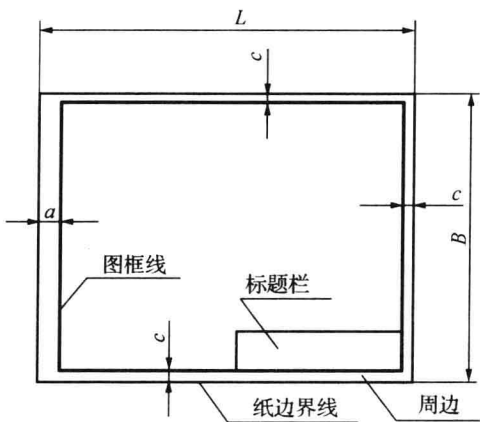


图 1-3 留装订边图纸格式

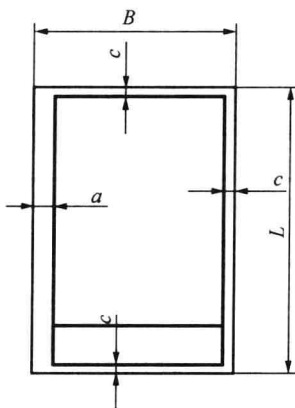


图 1-4 对中符号与方向符号

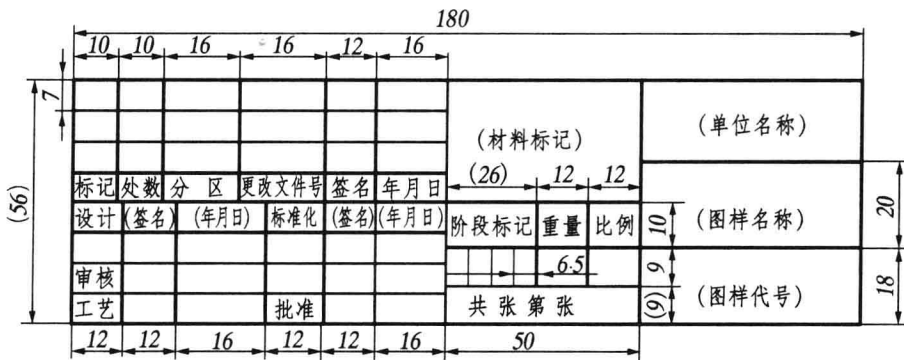
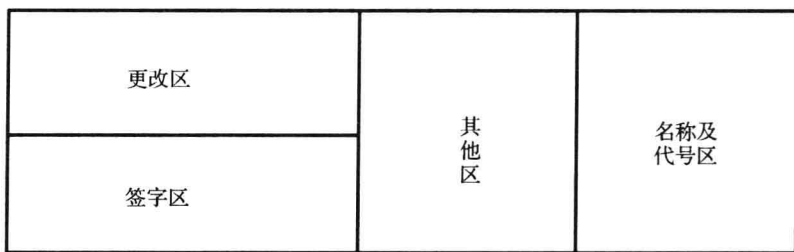


图 1-5 国家标准标题栏格式