



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

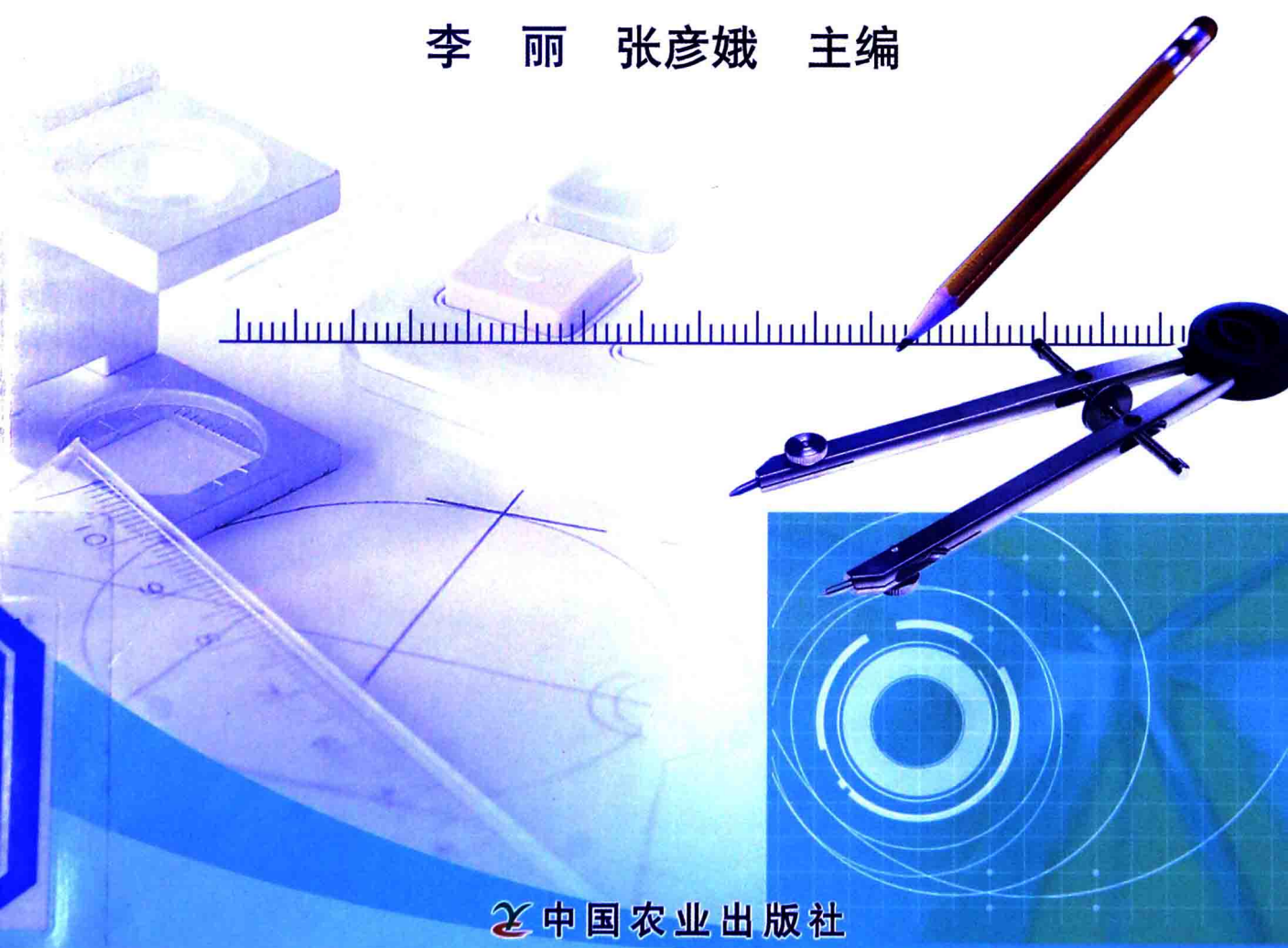


普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材
北京高等教育精品教材

现代工程制图基础

第三版

李丽 张彦娥 主编



 中国农业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育农业部“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材
北京高等教育精品教材

现代工程制图基础

第三版

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. —3 版
—北京: 中国农业出版社, 2014. 8

普通高等教育“十一五”国家级规划教材 普通高等
教育农业部“十二五”规划教材 全国高等农林院校“十
二五”规划教材 北京高等教育精品教材

ISBN 978-7-109-19419-9

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 163824 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

北京万友

20

发行所发行

3 版

开本

: 16.75

定价: 30.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书内容包括制图基础知识与技能，计算机绘图简介，正投影法基础，几何元素间的相对位置及综合问题，投影变换，曲线、曲面及曲面立体，组合体，轴测图及机件图样画法。

本书可独立使用，也可与本书的系列教材《机械制图与计算机绘图》一起使用，与本书配套的还有《现代工程制图基础习题集》、《机械制图与计算机绘图》、《机械制图与计算机绘图习题集》、《计算机绘图实验指导》、《测绘与工程制图实践指导书》及这套教材的电子素材。

本书不仅可作为大学本科各专业学生的课内教材，而且便于自学，也可供工程技术人员参考。

第三版编写人员名单

主 编 李 丽 张彦娥
副主编 杨启勇 吴红丹 高辉松
参 编 刘韶军 潘白桦 刘雪美 王海华
傅秀清 陈玉仑 何扬清 周振宝
梅树立 张志毅 德淑敏
审 稿 董国耀

第三版前言

本书自第一版 2003 年出版以来，被各兄弟院校选用，受到使用者及同行专家的好评，入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材，被评为北京高等教育精品教材，并获得北京市教学成果奖。

本书是在第二版基础上，根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2010 制订的《普通高等院校工程制图课程教学基本要求》，总结参编院校近年来的教学实践及教学改革经验修订而成。除保持原有特色外，本书在以下方面有重要变化：

1. 调整了计算机绘图部分的编写结构，实时更新了计算机绘图软件的版本。除增加了对当前国内外主流计算机绘图软件的概述外，根据使用者意见反馈，将原来书中第二章计算机绘图基础的内容以及分散在各章节中计算机绘图的内容集中调整到本书的配套教材《机械制图与计算机绘图》和《计算机绘图实验指导》中，以便于系统指导学生的绘图实践。

2. 结合零件构型设计特点，采用计算机实体造型的理念，分析平面图形的尺寸及画图方法。以求将平面图形分析与工程实践及计算机实体造型紧密结合，培养学生的工程设计意识，为后续课程学习奠定基础。

3. 通过增加综合问题的解题方法的分析比较，培养学生的逻辑思维能力；通过进一步增加组合体构型设计的内容，培养学生的创新思维能力，以适应当前科学技术的发展。

4. 全书采用最新技术制图、机械制图相关国家标准。

5. 进一步对全书文字和图例进行斟酌、推敲及校对，力求表述简练、重点突出。

参加本版修订的有：李丽（绪论、第三、四章）、张彦娥（第一、二章）、刘韶军（第五章）、杨启勇、刘雪美（第六章）、潘白桦（第七章）、高辉松（第八章）、吴红丹（第九章），何扬清、王海华、梅树立、周振宝、傅秀清、陈玉仑、张志毅、德淑敏等也做了大量工作。

由于水平有限，难免存在错漏和欠妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2014 年 7 月

目 录

第三版前言

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1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	11
§1-2 平面图形的绘制和尺寸注法	16
一、平面图形中的圆弧连接与设计结构	16
二、平面图形的尺寸分析	18
三、平面图形的线段分析	19
四、平面图形的尺寸注法及尺寸标注示例	20
五、平面图形的绘制	23
§1-3 尺规绘图的步骤及徒手绘图方法简介	27
一、绘图常用工具及其用法	27
二、绘图的一般步骤	28
三、徒手绘图的方法	29
§1-4 平面图形构型设计	29
一、平面图形构型设计的方法	30
二、平面图形构型设计时应注意的问题	30
小结	30
思考与练习	31
第2章 计算机绘图简介	32
§2-1 计算机绘图概述	32

一、计算机绘图系统的组成及其应用	32
二、计算机绘图与常用 CAD 软件	33
三、AutoCAD 2013 软件简介	35
§ 2-2 AutoCAD 2013 二维绘图基础	36
一、AutoCAD 2013 的二维绘图环境	36
二、命令执行中的数据	41
三、命令简介	43
四、其他绘图辅助工具	45
§ 2-3 AutoCAD 2013 三维绘图环境简介	46
一、AutoCAD 2013 的三维绘图环境	46
二、三维中的用户坐标系	46
三、三维视图的显示	47
四、三维造型简单示例	47
小结	49
思考与练习	49
第 3 章 正投影法基础	50
§ 3-1 投影法及工程上常见的投影	50
一、投影法的基本概念	50
二、投影法分类	50
三、工程上常见的投影	53
§ 3-2 三视图的形成及其投影规律	56
一、投影系的建立	56
二、三视图的形成	57
三、三视图的投影规律	58
四、简单物体三视图的基本作图方法和步骤	59
§ 3-3 点的投影	61
一、点的三面投影	61
二、两点的相对位置和无轴投影图	64
三、重影点的投影	66
四、各分角中点的投影	67
§ 3-4 直线的投影	68
一、直线的投影图	68
二、各类直线的投影特性	69
三、直线段的实长和对投影面的倾角	71
四、直线上的点	73
五、两直线的相对位置	76
六、垂直两直线的投影特性	79
§ 3-5 平面的投影	81

一、平面的投影表示法	81
二、各类平面的投影特性	83
三、平面上的点和直线	86
四、平面立体的投影	88
小结	91
思考与练习	92
第 4 章 几何元素间的相对位置及综合问题	93
§ 4-1 平行问题	93
一、直线与平面平行	93
二、平面与平面平行	94
§ 4-2 相交问题	95
一、直线与平面相交	95
二、平面与平面相交	97
三、平面与平面立体相交	100
四、平面立体与平面立体相交	101
§ 4-3 垂直问题	102
一、直线与平面垂直	102
二、平面与平面垂直	104
§ 4-4 综合问题	105
一、综合问题作图方法分析	106
二、综合问题作图举例	108
小结	110
思考与练习	110
第 5 章 投影变换	111
§ 5-1 概述	111
一、变换投影面法	111
二、旋转法	112
§ 5-2 变换投影面法	112
一、点的变换	112
二、直线的变换	114
三、平面的变换	117
四、换面法在定位与度量问题中的应用	119
§ 5-3 旋转法	124
一、旋转法概念	124
二、绕垂直轴旋转法	124
三、绕水平轴旋转法	130
小结	131

思考与练习	132
第 6 章 曲线、曲面及曲面立体	133
§ 6-1 曲线形成与投影	133
一、曲线概述	133
二、圆的投影	134
三、圆柱螺旋线	137
§ 6-2 常见曲面	138
一、曲面的形成和分类	138
二、常见回转面	139
三、直纹曲面	140
§ 6-3 常见曲面立体的投影及其表面的点与线	142
一、圆柱体	143
二、圆锥体	145
三、圆球	147
四、圆环	148
§ 6-4 平面与曲面立体相交	149
一、平面与圆柱相交	150
二、平面与圆锥相交	154
三、平面与圆球相交	158
四、平面与组合回转体相交	160
§ 6-5 两曲面立体相交	162
一、相贯线的作图方法	163
二、常见相贯线的空间分析	170
三、相贯线的特殊情况	172
四、组合相贯线	173
小结	175
思考与练习	175
第 7 章 组合体	176
§ 7-1 组合体的组合形式	176
一、基本几何体的三视图	176
二、组合体的组合形式及其投影特性	176
三、组合体的形体分析	180
§ 7-2 组合体视图的画法	182
一、形体分析	182
二、选择视图	182
三、画图步骤	183
§ 7-3 组合体的尺寸标注	186

一、基本体的尺寸标注	186
二、组合体的尺寸分析	187
三、标注尺寸时应注意的问题	188
四、组合体的尺寸标注方法	189
五、尺寸安排要清晰	192
§7-4 组合体视图的读图方法	193
一、读图的基本知识	194
二、读图的基本方法	196
三、读图举例	199
四、读图方法小结	202
§7-5 组合体的构型设计	202
一、组合体构型设计的原则	202
二、构型设计的方法	203
三、构型训练的基本方法	205
小结	206
思考与练习	206
第8章 轴测图	207
§8-1 概述	207
一、轴测投影的形成	207
二、轴测投影的基本作图方法	208
三、轴测投影的种类	209
§8-2 正等轴测图	209
一、正等测的轴间角和轴向伸缩系数	209
二、平行于坐标面的圆的正等轴测图	211
三、立体的正等测作图	213
§8-3 斜二等轴测图	217
一、斜二测的轴间角和轴向伸缩系数	217
二、斜二测中平行于坐标面的圆	218
三、斜二等轴测图的作图方法	219
§8-4 轴测剖视图	220
一、轴测剖视图的画法	221
二、轴测剖视图剖面线方向的规定	222
小结	223
思考与练习	223
第9章 机件图样画法	224
§9-1 视图	224
一、基本视图	224

二、向视图	225
三、局部视图	225
四、斜视图	226
§ 9-2 剖视图	227
一、剖视图的基本知识	227
二、剖视图的种类及其适用条件	231
三、剖切面的种类	234
§ 9-3 断面图	239
一、断面图的概念	239
二、断面图的种类和画法	240
三、断面图的标注	241
§ 9-4 局部放大图	242
§ 9-5 简化画法	242
一、规定画法	242
二、省略画法	244
三、投影简化画法	246
四、示意画法及其他简化画法	247
§ 9-6 图样画法综合举例	247
一、综合举例 1	247
二、综合举例 2	248
三、剖视图上尺寸标注举例	249
§ 9-7 第三角投影法	250
一、第三角投影	250
二、第三角投影中的三面视图	250
三、第三角画法和第一角画法的投影标识符号	251
小结	251
思考与练习	252
主要参考文献	253

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。由于图样表达简捷、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，计算机绘图精度高、出图速度快，已经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) 培养空间形体的图示能力和空间几何问题的图解能力。
- (4) 培养尺规绘图、徒手绘图及计算机绘图的基本能力。
- (5) 培养空间想象能力和创造性思维能力。
- (6) 培养严谨、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》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 1 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，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》一系列国家技术标准。下面对其中常用的部分标准做简单介绍。

一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008)

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	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
B×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。

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

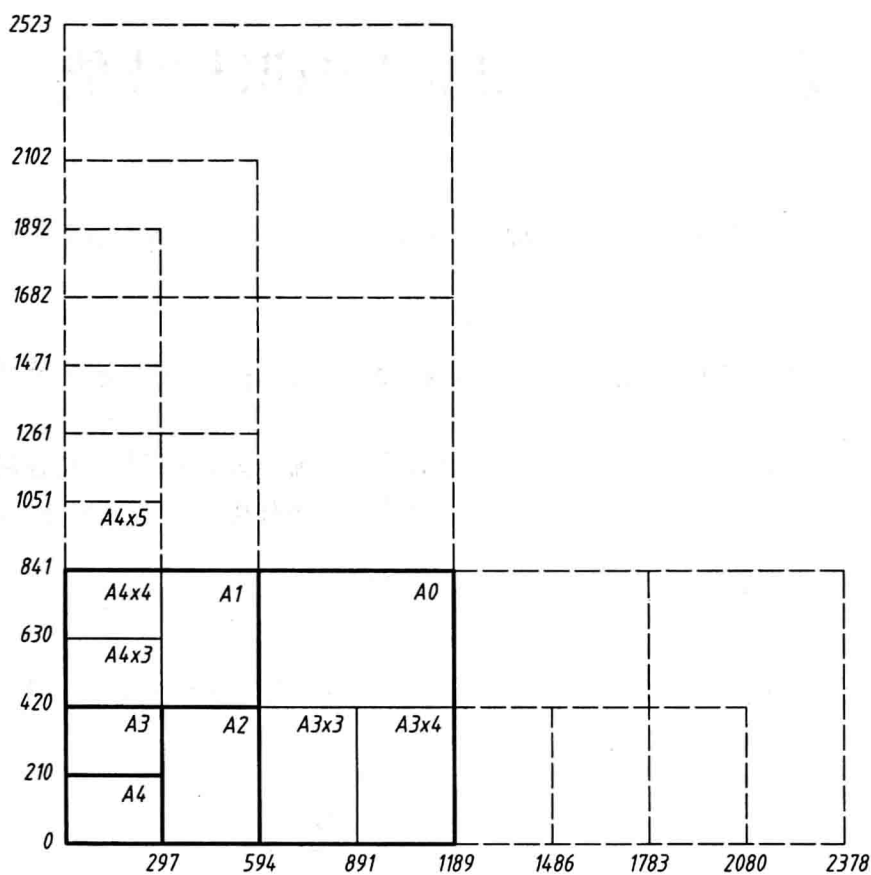


图 1-1 图纸幅面

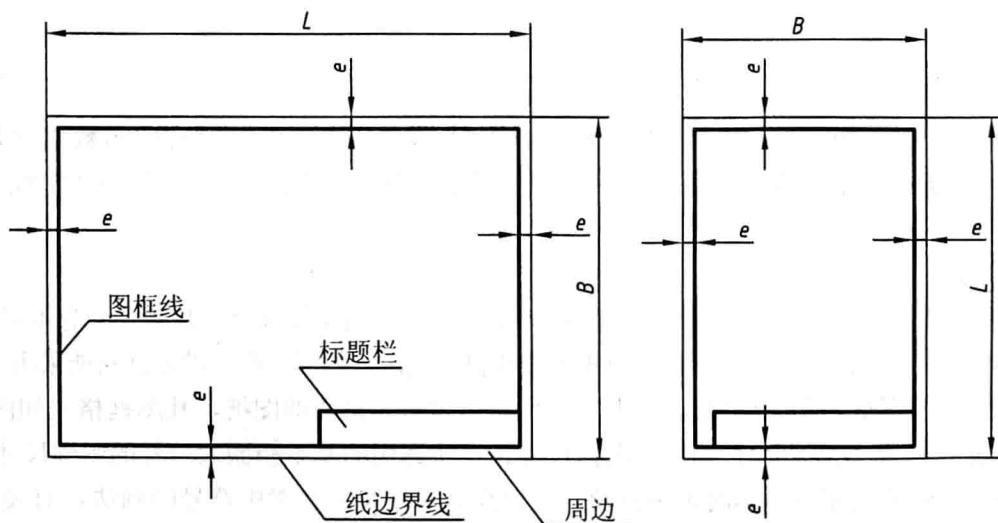


图 1-2 不留装订边图纸格式

栏。标题栏的格式和尺寸按 GB/T 10609.1 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。

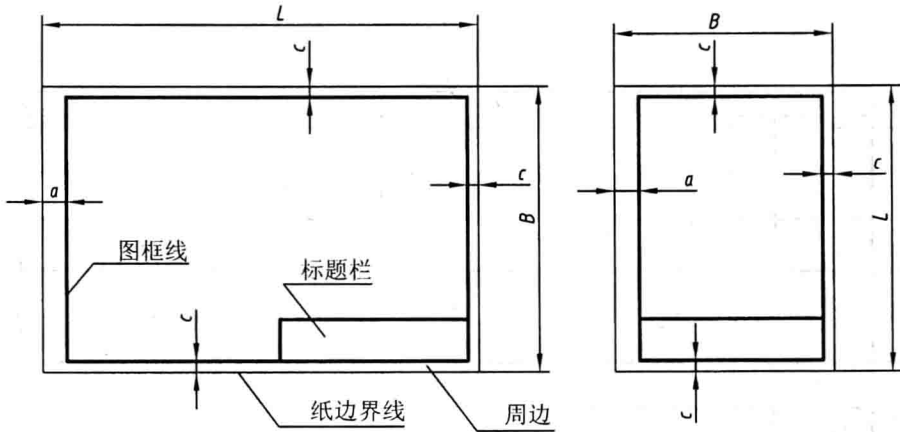


图 1-3 留装订边图纸格式

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。

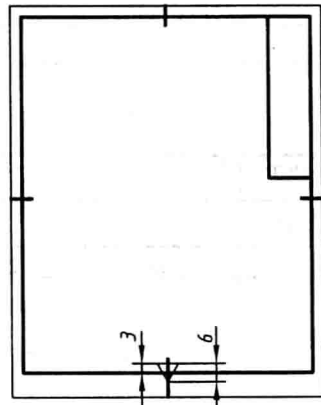


图 1-4 对中符号与方向符号

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。

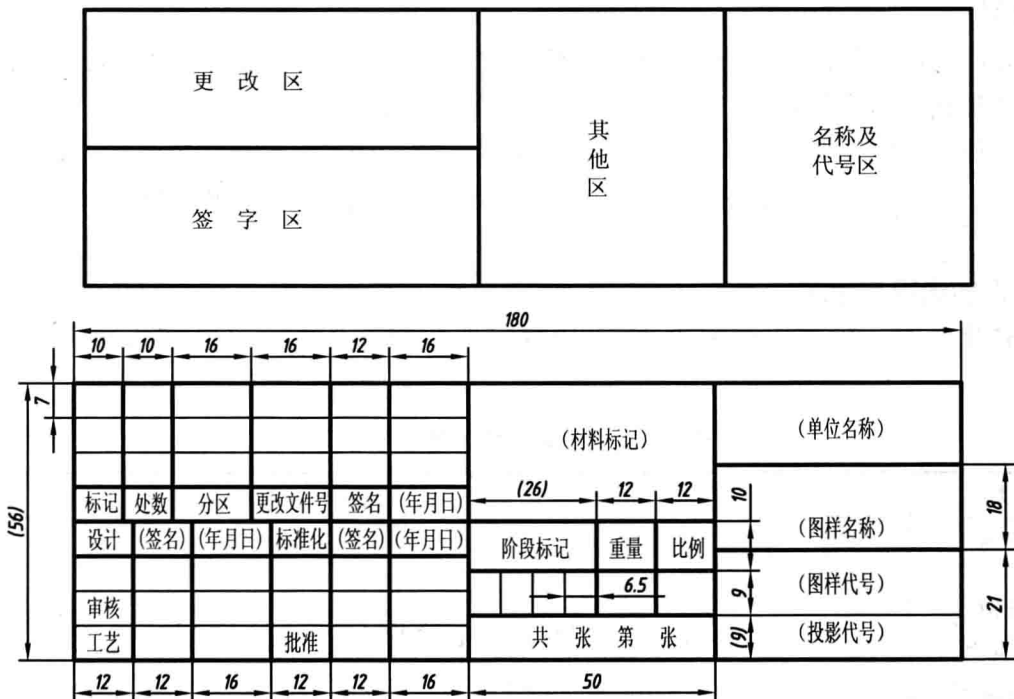


图 1-5 国家标准标题栏格式