

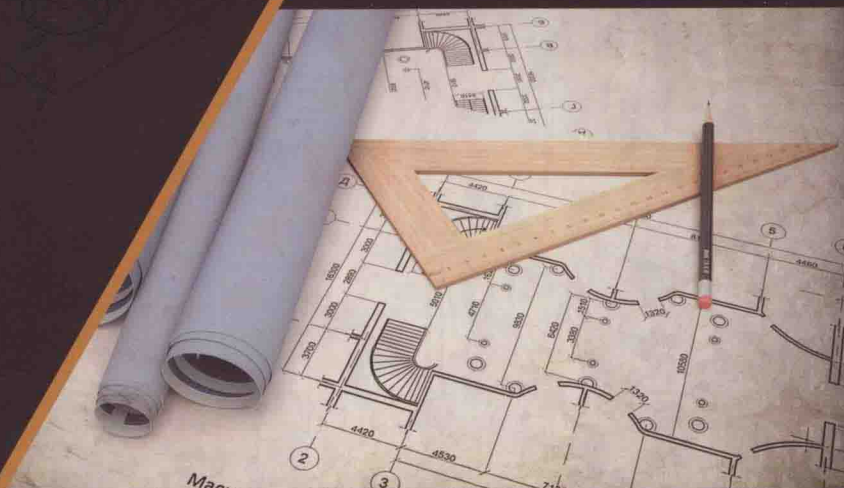
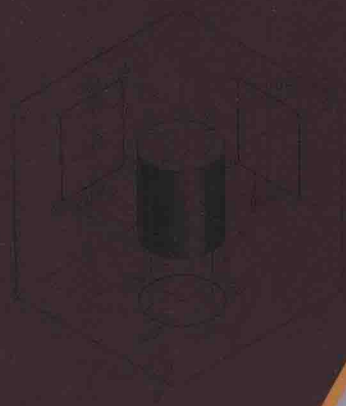


高等工程制图教材

工程制图与 CAD基础



主 审	侯志敏		
主 编	陈慧珍	王 楠	英 璐
副主编	王敬伊	王昭春	汤方丽



东北大学出版社
Northeastern University Press

高等学校规划教材

工程制图与 CAD 基础

主 审 侯志敏

主 编 陈慧珍 王 楠 英 璐

副主编 王敬伊 王昭春 汤方丽

东北大学出版社

· 沈 阳 ·

© 陈慧珍 王楠 英璐 2018

图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图与 CAD 基础/陈慧珍, 王楠, 英璐主编. —
沈阳: 东北大学出版社, 2018. 9
ISBN 978-7-5517-2001-4

I. ①工… II. ①陈… ②王… ③英… III. ①工程制
图—AutoCAD 软件 IV. ①TB237

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 205041 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路三号巷 11 号

邮编: 110819

电话: 024-83680267 (社务室) 83687331 (市场部)

传真: 024-83680265 (办公室) 83680178 (出版部)

网址: <http://www.neupress.com>

E-mail: neuph@neupress.com

印 刷 者: 抚顺光辉彩色广告印刷有限公司

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 185mm × 260mm

印 张: 18.25

字 数: 467 千字

出版时间: 2018 年 9 月第 1 版

印刷时间: 2018 年 9 月第 1 次印刷

策划编辑: 石玉玲

责任编辑: 李 佳

责任校对: 苏 童

封面设计: 刘江旻

责任出版: 唐敏志

ISBN 978-7-5517-2001-4

定 价: 42.00 元

前 言

《工程制图与 CAD 基础》采用最新颁布的《技术制图》与《机械制图》国家标准,注重理论联系实际,内容由浅入深、图文并茂。教材内容符合新修订的“画法几何及机械制图课程教学基本要求”。内容分两大篇,第一篇“工程制图”包括:制图的基本知识与技能,投影基础,基本立体,轴测图,组合体,机件的表达方法,常用标准件画法,零件图,装配图;第二篇“CAD 基础”包括:AutoCAD 简介,常用绘图方法,二维图形的编辑,文本标注,尺寸标注,图层与图块的应用。

本教材在编写过程中,立足于反映机械专业的基本理论、基本知识和基本技能,符合教学大纲的基本要求;同时注意理论联系实际,体现“工学结合”的原则,详略得当,主次分明,章节内容与机械专业的相关课程紧密结合。计算机绘图内容纳入本教材,可根据教学需要选用,同时便于读者自学。《工程制图与 CAD 基础》针对新的课程体系,精选教材内容;努力培养学生的创新思维能力,重视读图、测绘和徒手画图的能力训练,章节结构安排合理,前后照应,避免重复与脱节,简洁实用,方便读者学习。计算机辅助设计(CAD)充分考虑初学者的学习特点,突出常用绘图和编辑命令的讲解,提高作图效率的技巧。《工程制图与 CAD 基础》符合 80~110 学时范围的教学要求,可作为高等学校机械类、近机械类专业本科生教材,也可作为高等职业技术学院、成人教育学院、高等教育自学考试等相关专业用书。

本书由沈阳科技学院机制教研室全体人员共同完成,陈慧珍、王楠、英璐任主编,王敬伊、王昭春、汤方丽任副主编。其中,绪论、第 1 章、第 2 章、第 8 章由陈慧珍编写;第 7 章和第 10 章由王楠编写;第 5 章和第 6 章由英璐编写;第 4 章由王敬伊编写,第 3 章由王昭春编写,第 9 章由汤方丽编写。侯志敏教授作为本书的主审,为教材的规划和编写提出了许多宝贵的意见和建议;同时,本书在编写过程中,还得到了许多老师的无私指教,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2018 年 7 月

目 录

绪 论	1
-----------	---

第一篇 工程制图

第 1 章 制图的基本知识与技能	3
1.1 国家标准《技术制图》《机械制图》的有关规定	3
1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T 14689—2008)	3
1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)	7
1.1.3 字体 (GB/T 14091—2009)	8
1.1.4 图线 (GB/T 17450—1998, GB/T 4457.4—2002)	10
1.1.5 尺寸标注 (GB/T 4458.4—2003)	11
1.2 绘图工具、用品、仪器及其使用	16
1.2.1 绘图工具	16
1.2.2 常用的绘图用品	18
1.3 常用几何图形的画法	21
1.3.1 几何作图	21
1.3.2 斜度和锥度	25
1.3.3 圆弧连接	25
1.4 平面图形的分析与画法	29
1.4.1 平面图形的尺寸分析	29
1.4.2 平面图形的线段分析	30
1.4.3 平面图形的分析与作图	30
1.5 尺规绘图的基本方法和步骤	30
1.5.1 准备工作	30
1.5.2 基本要求	32
1.5.3 画底稿图步骤	32
1.5.4 注意问题	32
1.5.5 加粗、描深线型	32
1.6 徒手画草图	33
1.6.1 握笔的方法	33
1.6.2 目测的方法	33

1.6.3 徒手绘制线	33
第2章 投影基础	36
2.1 投影的基本知识	36
2.1.1 投影法的概念	36
2.1.2 投影法的种类及应用	36
2.1.3 正投影的基本特性	37
2.1.4 工程上常用的投影图	39
2.2 点的投影	40
2.2.1 点的单面投影	40
2.2.2 点在两投影面体系中的投影	40
2.2.3 点在三投影面体系中的投影	41
2.3 直线的投影	48
2.3.1 直线的三面投影	48
2.3.2 直线上点的投影	48
2.3.3 各种位置直线的投影特征	49
2.3.4 一般位置线段的实长及其与投影面的夹角	53
2.4 两直线的相对位置	54
2.4.1 两直线平行	54
2.4.2 相交两直线	55
2.4.3 交叉两直线	55
2.4.4 直角定理	56
2.5 平面的投影	57
2.5.1 平面的表示方法	57
2.5.2 各种位置平面的投影特性	58
2.5.3 平面上的点和直线的投影	61
第3章 基本立体	63
3.1 立体的三面投影——三视图	63
3.1.1 三视图的形成	63
3.1.2 三视图的投影规律	64
3.2 基本立体三视图	64
3.2.1 平面基本立体	64
3.2.2 回转体	67
3.3 立体表面的截交线	71
3.3.1 平面立体表面的截交线	72
3.3.2 回转体表面的截交线	74
3.4 立体表面相贯线	80
3.4.1 平面立体与回转体相贯的相贯线	81
3.4.2 两回转体正交相贯的相贯线	81

3.4.3 相贯线投影的特殊情况	85
3.5 切割体和相贯体的尺寸标注	86
3.5.1 切割体(常常是带有切口和穿孔的基本体)的尺寸标注	86
3.5.2 相贯体的尺寸标注	87
第4章 轴测图	89
4.1 轴测图的基本知识	89
4.1.1 轴测图的形成	89
4.1.2 轴测轴、轴间角及轴向伸缩系数	90
4.1.3 轴测轴的设置	90
4.1.4 轴测图的基本特性	91
4.1.5 轴测图的分类	91
4.2 正等轴测图	91
4.2.1 轴间角与轴向伸缩系数	91
4.2.2 正等轴测图的画法	92
4.2.3 平行于坐标面的圆的正等轴测图画法	95
4.3 斜二轴测图	102
4.3.1 轴间角与轴向伸缩系数	102
4.3.2 斜二轴测图的画法	103
4.4 轴测图的尺寸标注及选择	104
4.4.1 轴测图的尺寸标注的基本原则	104
4.4.2 轴测图的选择	105
第5章 组合体	107
5.1 组合体的组合形式及表面过渡关系	107
5.1.1 叠加型	107
5.1.2 切割型	109
5.1.3 综合型	109
5.2 组合体三视图的画法	109
5.2.1 叠加式组合体的画法	110
5.2.2 切割型组合体的画法	112
5.3 读组合体视图	113
5.3.1 形体分析法读图	114
5.3.2 线面分析法读图	115
5.3.3 已知物体的两个视图,求第三视图	117
5.4 组合体的尺寸标注	120
5.4.1 基本形体的尺寸标注	120
5.4.2 切割体和相贯体的尺寸标注	121
5.4.3 组合体的尺寸标注	121

第 6 章 机件的表达方法	126
6.1 视图	126
6.1.1 基本视图	126
6.1.2 向视图	126
6.1.3 局部视图	128
6.1.4 斜视图	129
6.2 剖视图	130
6.2.1 剖视图的概念	130
6.2.2 剖视图的种类及应用	133
6.2.3 剖切面的种类	137
6.3 断面图	139
6.3.1 断面图的概念	139
6.3.2 移出断面图	140
6.3.3 重合断面图	142
6.4 局部放大图和简化画法	142
6.4.1 局部放大图	142
6.4.2 简化画法	144
6.5 图样的第三角画法	147
6.5.1 第一角和第三角的画法	148
6.5.2 第三角画法与第一角画法的识别符号	149
第 7 章 常用标准件画法	152
7.1 螺 纹	152
7.1.1 螺纹形成	152
7.1.2 螺纹的种类和要素	153
7.1.3 螺纹的规定画法	156
7.1.4 螺纹标注	159
7.2 常用螺纹紧固件	161
7.2.1 常用螺纹紧固件及其标记 (GB/T 1237—2000)	161
7.2.2 螺纹紧固件的画法	164
7.3 键连接和销连接	168
7.3.1 键连接的应用和标记	168
7.3.2 销连接	169
7.4 齿 轮	170
7.4.1 直齿圆柱齿轮各部分的名称、代号和尺寸关系	171
7.4.2 齿轮的规定画法	173
7.5 滚动轴承	175
7.5.1 滚动轴承的构造与种类	175
7.5.2 滚动轴承的代号	176

7.5.3 常用滚动轴承的画法	176
7.6 弹 簧	177
第8章 零件图	180
8.1 零件图的作用和内容	180
8.1.1 零件图的作用	180
8.1.2 零件图的内容	180
8.2 零件图的视图选择	181
8.2.1 主视图的选择	181
8.2.2 视图表达方案的选择	182
8.2.3 典型零件的视图表达方法选择示例	182
8.3 零件图的尺寸标注	184
8.3.1 零件图上的主要尺寸必须直接注出	184
8.3.2 合理地选择基准	184
8.3.3 避免出现封闭尺寸链	185
8.3.4 标注尺寸要便于加工和测量	187
8.3.5 典型零件图的尺寸标注示例	188
8.4 零件上常见的工艺结构	188
8.4.1 铸造零件的工艺结构	189
8.4.2 零件加工面的工艺结构	189
8.5 零件图上的技术要求	191
8.5.1 表面粗糙度 (GB/T 131—2006, GB/T 1031—2009)	191
8.5.2 极限与配合 (GB/T 1800.1—2009)	195
8.5.3 形状和位置公差简介	200
8.6 读零件图	200
8.6.1 读零件图的要求	200
8.6.2 读零件图的方法与步骤	200
8.6.3 读零件图举例	201
第9章 装配图	206
9.1 装配图概述	206
9.1.1 装配图的作用	206
9.1.2 装配图的内容	206
9.2 装配图的表达方法	207
9.2.1 规定画法	207
9.2.2 特殊画法	208
9.2.3 简化画法	209
9.3 装配图中的尺寸和技术要求	209
9.3.1 装配图的尺寸标注	209
9.3.2 技术要求的注写	210

9.4 装配图中的零、部件序号和明细栏	210
9.4.1 零、部件序号的编排方法	210
9.4.2 明细栏	211
9.5 装配结构简介	212
9.5.1 接触面的数量和结构	212
9.5.2 转折处的结构	212
9.5.3 螺纹连接的结构	213
9.5.4 维修、拆卸的结构	213
9.6 画装配图的方法和步骤	214
9.6.1 了解部件的装配关系和工作原理	214
9.6.2 确定表达方案	215
9.6.3 画装配图的方法和步骤	216
9.7 读装配图及由装配图拆画零件图	217
9.7.1 读装配图及由装配图拆画零件图的方法和步骤	217
9.7.2 读装配图及由装配图拆画零件图举例	218

第二篇 CAD 基础

第 10 章 AutoCAD 的绘图与编辑	222
10.1 基本概念与基本操作	222
10.1.1 图形文件管理	222
10.1.2 AutoCAD 经典工作界面	222
10.1.3 设置习惯的工作界面	223
10.1.4 连续、撤销和终止操作	223
10.1.5 缩放与移动图形	223
10.1.6 选择对象	223
10.1.7 设置图形单位	224
10.1.8 绝对坐标	224
10.1.9 相对坐标	224
10.2 绘制基本二维图形	224
10.2.1 绘制直线	224
10.2.2 绘制射线	224
10.2.3 绘制构造线	225
10.2.4 绘制矩形	225
10.2.5 绘制正多边形	225
10.2.6 绘制圆	225
10.2.7 绘制圆环	226
10.2.8 绘制圆弧	226
10.2.9 绘制椭圆和椭圆弧	226

10.2.10	绘制点	226
10.2.11	设置点的样式与大小	227
10.2.12	绘制定数等分点	227
10.2.13	绘制定距等分点	227
10.3	编辑图形	227
10.3.1	删除对象	227
10.3.2	移动对象	228
10.3.3	复制对象	228
10.3.4	旋转对象	228
10.3.5	缩放对象	229
10.3.6	偏移对象	229
10.3.7	镜像对象	229
10.3.8	阵列对象	230
10.3.9	拉伸对象	230
10.3.10	修改对象的长度	231
10.3.11	修剪对象	231
10.3.12	延伸对象	232
10.3.13	打断对象	232
10.3.14	创建倒角	232
10.3.15	创建圆角	233
10.4	线型、线宽、颜色及图层	233
10.4.1	线型	233
10.4.2	线宽	233
10.4.3	颜色	233
10.4.4	图层	233
10.4.5	特性工具栏	234
10.4.6	图层管理	234
10.5	图形显示控制、精确绘图	234
10.5.1	图形显示缩放	234
10.5.2	栅格捕捉、栅格显示	235
10.5.3	正交功能	235
10.5.4	对象捕捉	236
10.5.5	对象自动捕捉	236
10.5.6	极轴追踪	236
10.5.7	对象捕捉追踪	237
10.6	绘制、编辑复杂图形对象	238
10.6.1	绘制、编辑多段线	238
10.6.2	绘制、编辑样条曲线	239
10.6.3	绘制、编辑多线	240
10.7	编辑图案	240

10.7.1	填充图案	240
10.7.2	编辑图案	243
10.8	文字、创建表格	244
10.8.1	文字样式	244
10.8.2	标注文字	244
10.8.3	编辑文字	245
10.8.4	创建表格	245
10.9	尺寸标注、参数化绘图	248
10.9.1	尺寸标注样式	248
10.9.2	标注尺寸	252
10.9.3	编辑尺寸	254
10.10	块与属性	255
10.10.1	块的基本概念	255
10.10.2	定义块	255
10.10.3	定义外部块	255
10.10.4	插入块	256
10.10.5	设置插入基点	257
10.10.6	编辑块	257
10.10.7	定义属性	257
10.10.8	利用对话框编辑属性	259
附 录		258

绪 论

(1) 工程制图与 CAD 基础课程的性质、研究对象及内容

工程制图与 CAD 基础是工科类学生必修的一门技术基础课,是研究和解决空间几何问题以及阅读和绘制工程图样的理论和方法。在工程设计领域,工程制图知识和计算机辅助技术(CAD)被广泛地应用于机械、建筑、电子仪器、服装、船舶设备的设计、制造、安装和使用过程中。

本课程内容包括:制图基础理论、机件的表达方法、零件图和装配图的表达、计算机辅助设计(CAD)。

工程图样是指按照投影理论和国家标准的有关规定,准确地表达机件的形状、大小及有关制造要求的图,通常称为图纸。在工程技术中,工程图样不仅是指导生产的重要技术文件,也是进行技术交流的重要工具,所以工程图样有“工程界的语言”之称。图样的绘制和阅读是工程技术人员必须掌握的一种技能。

计算机辅助设计(CAD)技术是近年来工程技术领域中发展最迅速、最引人注目的一项高级技术,它已成为工业生产现代化的重要标志。它对加速工程和产品的开发、缩短产品设计制造周期、提高产品质量、降低成本、增强企业市场竞争能力与创新能力,发挥着重要作用。

本课程既有系统的理论,又具有较强的实践性,它在培养空间思维和形象思维能力的训练方面,具有特殊的地位和作用。

(2) 本课程的主要任务

- ① 学习投影法(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 培养空间想象能力和空间分析能力;
- ④ 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风;
- ⑤ 培养自学能力、创造能力和审美能力。

(3) 本课程的学习方法

本课程的理论性和实践性都很强,学习中首先要掌握正投影的规律,并运用正投影规律去解决绘图和读图中的实际问题。通过培养空间想象力和空间分析能力,逐步学会正确运用视图、剖视、断面及其他规定画法,掌握尺寸标注的方法。掌握 AutoCAD 的基本功能和各种命令及相关技术,为后续专业课学习打好基础,也为今后进一步提高和从事技术工作创造良好条件。

学习工程制图应注意以下几点。

- ① 理解概念,掌握方法。注重分析、解决实践问题的能力训练。
- ② 注重绘图和读图的结合、物体与图样的结合,要多画多看,逐步培养空间逻辑思维

和形象思维的能力。

③ 严格遵守机械制图的国家标准，并具备查阅有关标准和资料的能力。

④ 按照正确的方法、步骤，及时完成作业。作业要求：线型标准、作图准确、字体端正、图面整洁。

学习 AutoCAD 时，主要应做到以下几点。

① 首先熟悉 AutoCAD 工作界面，了解程序窗口的每一部分功能，其次学会如何下达命令及产生错误后如何处理等。

② 进入学习 AutoCAD 的关键阶段，每次学习 3~5 个命令，围绕这些命令进行简单图形的作图训练，直至完全掌握。

③ 进入提高 AutoCAD 使用水平阶段，进行综合作图训练。

第一篇 工程制图

第1章 制图的基本知识与技能

1.1 国家标准《技术制图》《机械制图》的有关规定

为了适应现代化生产、管理的需要和便于技术交流,国家制定并颁布了一系列国家标准。我国于1959年颁布了国家标准《机械制图》,现行的国家标准《技术制图》《机械制图》都已经过了几次修订。

《技术制图》《机械制图》国家标准是工程界重要的技术基础标准,是绘制和识读机械图样的准则和依据。

我国国家标准(简称“国标”)包括强制性国家标准(代号为“GB”),推荐性国家标准(代号为“GB/T”)和国家标准化指导性技术文件(代号为“GB/Z”)。“GB”是由“国标”两个字的汉语拼音的第一个字母“G”和“B”组成的。例如《GB/T 17451—1998 技术制图 图样画法 视图》即表示技术制图标准中图样画法的视图部分,颁布顺序号为17451,颁布年号为1998。《机械制图》标准适用于机械图样。《技术制图》标准则对工程界的各种专业技术图样普遍适用。

本节摘录了《技术制图》《机械制图》国家标准中有关的基本规定。

1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—2008)

1.1.1.1 图纸幅面

图纸幅面是指图纸宽度与长度组成的大小。为了方便图样的绘制、使用和管理,图样均应绘制在标准的图纸幅面上。应优先选用图1-1所规定的基本幅面尺寸(B 为图纸短边, L 为长边,而且 $L=\sqrt{2}B$),有A0,A1,A2,A3,A4五种常用幅面,如表1-1所示。必要时,长边可以加长,以利于图纸的折叠和保管,但加长的尺寸必须按照国标GB/T 50001—2017的规定,由基本幅面的短边成整数倍增加得到,短边不得加长,如表1-2和表1-3及图1-2所示。从图中可以看出,A0幅面对裁得到A1幅面,A1幅面对裁得到A2幅面,其余类推,而且,图中粗实线所示为基本幅面(第一选择),细实线所示为表1-2(第二选择),虚线所示为表1-3(第三选择)。

表 1-1

基本幅面尺寸及图框尺寸(第一选择)

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				

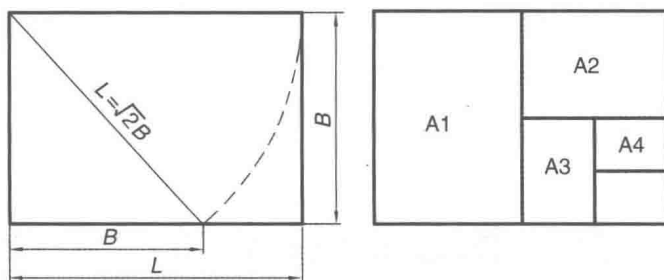


图 1-1 图纸的基本幅面

表 1-2

加长幅面尺寸(第二选择)

mm

幅面代号	A3 × 3	A3 × 4	A4 × 3	A4 × 4	A4 × 5
$B \times L$	420 × 891	420 × 1189	297 × 630	297 × 841	297 × 1051

表 1-3

加长幅面尺寸(第三选择)

mm

幅面代号	A4 × 9	A4 × 8	A4 × 7	A4 × 6	A3 × 7	A3 × 6	A3 × 5
$B \times L$	297 × 1892	297 × 1682	297 × 1472	297 × 1261	420 × 2080	420 × 1783	420 × 1486
幅面代号	A2 × 5	A2 × 4	A2 × 3	A1 × 4	A1 × 3	A0 × 3	A0 × 2
$B \times L$	594 × 2102	594 × 1682	594 × 1261	841 × 2378	841 × 1783	841 × 2523	1189 × 1682

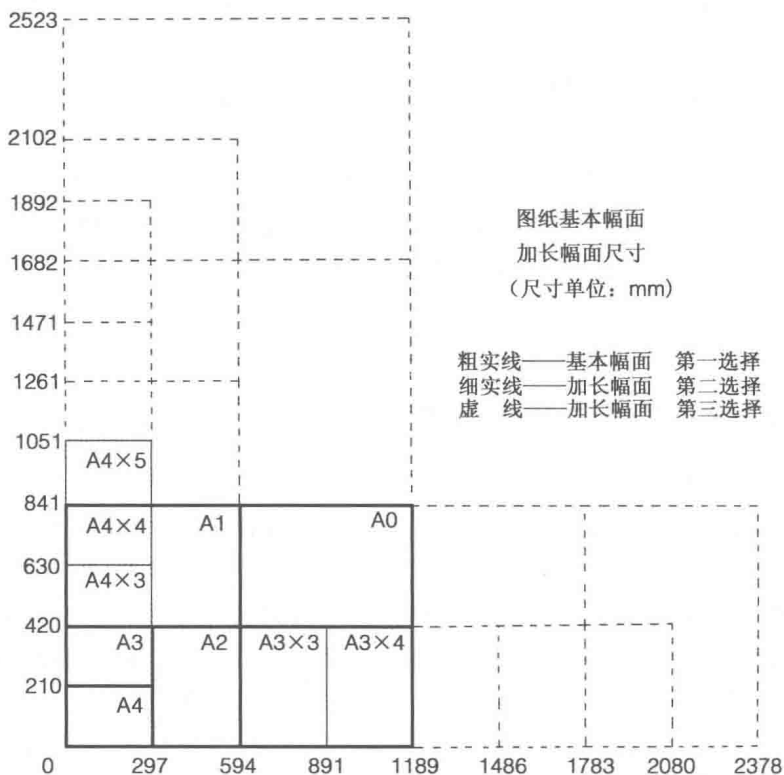


图 1-2 图纸的加长幅面

1.1.1.2 图框格式

图框是图纸上限定绘图范围的线框。图样均应绘制在用粗实线画出的图框内。其格式分为不留装订边和留有装订边两种,但同一产品的图样只能采用一种格式。

留有装订边的图纸,其图框格式如图 1-3 所示。不留装订边的图纸,其图框格式如图 1-4 所示。两种格式的周边尺寸见表 1-1。加长格式的图框尺寸,按照比所选用的基本幅面大一号的图纸的图框尺寸来确定。

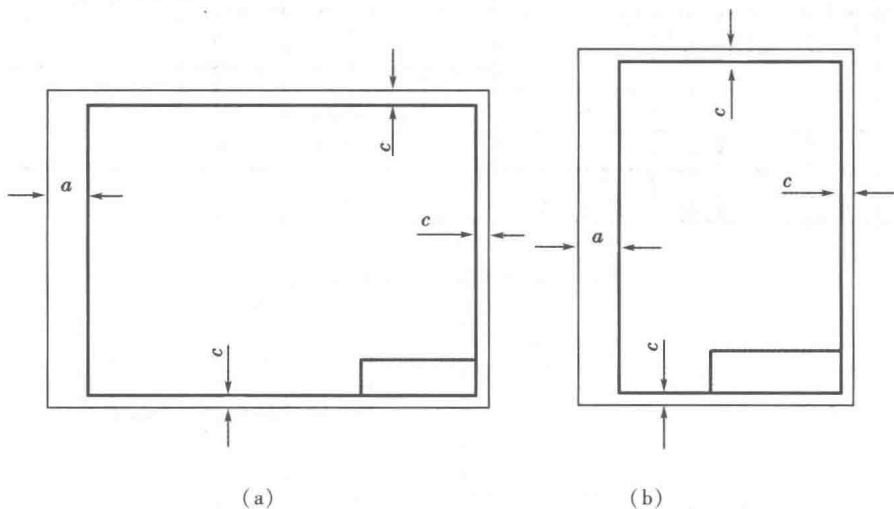


图 1-3 留装订边的图框格式

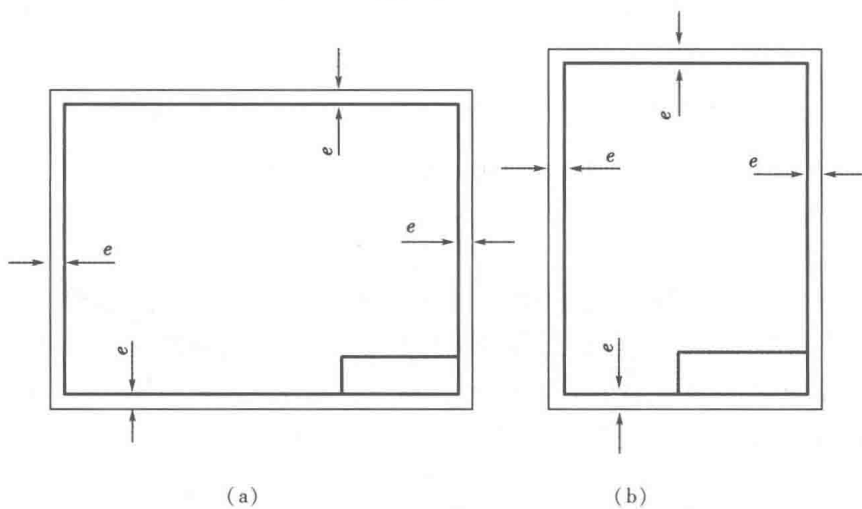


图 1-4 不留装订边的图框格式

1.1.1.3 标题栏

国家标准规定,每张图纸的右下角都必须有标题栏,用以说明图样的名称、图号、零件材料、设计单位及有关人员的签名等内容,它一般包含更改区、签字区、其他区及名称代号区四个部分。国家标准(GB 10609.1—2008)规定了标准图纸的标题栏的格式及尺寸,如图 1-5 所示。但学校里制图作业中的标题栏可以按照图 1-6 的格式绘制。看图的方向与标题栏应一致。

若标题栏的长边置于水平方向且和图纸的长边平行时,称为横式幅面,如图 1-3(a)和图 1-4(a)所示;若标题栏的长边和图纸的长边垂直,称为立式幅面,如图 1-3(b)和图 1-4(b)所示。一般 A0 ~ A3 号图纸幅面宜横放,A4 号以下的图纸幅面宜竖放。