



教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

机械制图

JIXIEZHITU

孙兰凤 主编



中央广播电视大学出版社

Central Radio & TV University Press

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

机 械 制 图

孙兰凤 主编

中央广播电视大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图 / 孙兰凤主编. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2006. 8

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

ISBN 7-304-03649-4

I. 机… II. 孙… III. 机械制图—电视大学—教材
IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 096663 号

版权所有, 翻印必究。

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

机械制图

孙兰凤 主编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 发行部: 010-58840200

总编室: 010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号 邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 何勇军

责任编辑: 闫海新

印刷: 北京宏伟双华印刷有限公司

印数: 0001 ~ 2500

版本: 2006 年 8 月第 1 版

2006 年 8 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

印张: 18 字数: 412 千字

书号: ISBN 7-304-03649-4/TH·92

定价: 24.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

数控技术专业教学资源建设咨询委员会

顾 问：于云秀 郝广发 严 冰
主 任：李林曙 孙长庆
成 员：（以姓氏笔画为序）
 王 军 方院生 刘春佳 任 岩
 冯雪飞 任庆国 何阳春 关德章
 杜纯梓 吴炳岳 沈炳生 李长江
 李 涛 季连海 周延军 陈 昊

数控技术专业教学资源建设委员会

主 任：陶水龙 刘亚琴
副主任：张超英 杨 琳 郭 鸿 章振周
 宁 晨 王兆山 李西平
成 员：（以姓氏笔画为序）
 石 亮 田 虬 冯小平 孙海维
 齐 宏 谷 良 杨海东 何勇军
 冼健生 洪晓锋 高鸿庭 栾振涛
 梁柳青 崔虹雯 郭士义 舒大松

内 容 提 要

本书是中央广播电视大学和天津广播电视大学的共建教材，是中央广播电视大学数控技术专业的必备教材。

教材内容符合教育部工科制图课程教学指导委员会制订的《画法几何及机械制图课程教学基本要求》，将绘图软件与投影理论、最新国家标准融为一体。AutoCAD 实现二维与三维间的转换，是本书的突出特色，也是工程设计人员的梦想。

全书共分六章，内容包括：机械制图的基本知识与技能，投影法的基本知识，组合体投影图的画法、读法及尺寸注法，图样的基本表示法，零件图与零件，装配图。计算机绘图、轴测图融入每一章，用计算机设计绘图软件 AutoCAD 实现二维与三维图形间的转换贯穿于各章。标准件、标准结构分散于零件图、装配图之中。最新标准中的简化画法、近似画法、简化标注法贯穿于全书，降低了难度，使繁杂的作图过程简单化。

全书坚持“以体为主，少而精，突出形体分析，注重三种能力训练，技能学到手”的原则。例题有分析、有作图步骤，便于自学。本教材适用于高等职业教育的机电类、非机类专业，可作为高等专科学校机械类各专业的教材，也可供其他各类学校有关师生和有关工程技术人员参考。

前 言

为了配合中央广播电视大学数控技术专业的教学,中央广播电视大学与机械工业教育发展中心合作共同组织编写了数控技术专业系列教材。该系列教材的编写遵循教育部等三部委联合发布的《关于开展数控技术专业技能型紧缺人才培养的通知》精神,结合“中央广播电视大学人才培养模式改革和开放教育试点”研究工作的开展,立足职业为导向,学生为中心,以基础理论教学“必需、够用”为度,突出实践技能教学的地位,旨在培养学生具有一定的工程技术应用的能力,以适应就业岗位实际工作的需要。

为贯彻教育部有关工科教学内容改革精神、适应电视大学远程教学的特点,根据中央广播电视大学对数控技术专业的培养目标要求和机械制图一体化方案的要求而编写了该本《机械制图》教材。

本教材是机械制图课程多种媒体教学中的主媒体、主教材。本着“以学生为中心”的教育思想,围绕学生的三种基本能力、多种思维分析能力、两种技能和工程文化素质的培养,将画法几何与机械制图有关内容进行了整合和重组,采取以文字教材为主,多种媒体相互配合、相互补充,全方位地为学生提供教学媒体服务与帮助。

本教材在内容整合、重组过程中,充分考虑中央广播电视大学有关“够用为度”的原则,根据本课程的特点、与后续课程的关系及其在人才培养中的潜能作用,针对远程教学和成人学习的特点,结合作者多年教学改革实践经验,在教材中采用章前有学习导读,章后有总结与思考,节中有知识点提示;围绕“投影理论知识、制图的基本规定、图样的基本表示法、标准功能结构的特殊画法及规定标记、尺寸标注的基本规则与基本规定”,由浅入深,由简单到复杂,降低难度,并引导学生用 AutoCAD 绘制实体模型,以加深理解;介绍最新国家标准,用简化画法、近似画法、符号简化注法代替繁杂的画图过程。

本教材具有以下特点:

1. 从“体”开始,以“体”为线(基本体、组合体、零件体、装配体),轴测图的画法、实体模型的生成紧相随。突出形体分析,注重读图训练,注意培养分析问题和解决问题的能力。

2. 按“体”的表面特征内容及其画法类型,进行整合、重组模块。在每个模块中介绍其投影画法、规定、标注、AutoCAD 的实现等,脉络清晰,形成了新体系、新风格。

3. 以新国标的近似画法、简化画法、简化标注为主线,贯穿于每个模块之中,提倡简

化画图、简化标注。

4. AutoCAD 计算机绘图融入每个模块之中, 二维与三维图形用计算机设计绘图软件相互转换贯穿于全程, 是本书的显著特点。

5. 突出新的学术观点和研究, 纠正了用体的表面生成代替实体的生成, 提出了互补体的概念和标准功能结构等。

本教材是由中央广播电视大学组织协调、天津广播电视大学组织实施的共建教材, 参编人员有孙兰凤(绪论、第1章、第3章、第5章、附录、各章中 AutoCAD 绘图部分和全书插图)、吴虹(第1章、第2章、附录)、付建军(第4章)、梁柳青(第1章、第6章、附录), 孙兰凤担任主编。

天津科学技术大学教授姚涵珍担任本教材主审, 天津电子信息职业技术学院双师型教师赵用元和天津商学院教授张晨阳参与审定, 提出了许多宝贵意见。在编写过程中还得到了中央广播电视大学和天津广播电视大学有关领导和专家的指导与大力支持。在此一并表示感谢。

本教材适用于高等职业教育机械设计制造类、机电类各专业教学和自学, 也可作为有关技术人员的参考用书。

由于作者水平所限, 对书中不当之处, 恳请读者批评指正。

编 者

2006-06-21

目 录

0 绪 论	(1)
1 机械制图的基本知识与技能	(4)
本章学习导读	(4)
1.1 制图的基本规范及规则	(4)
1.2 尺寸注法	(14)
1.3 几何作图的基本原理及方法	(21)
1.4 平面图形的画法	(25)
1.5 绘图技能	(28)
总结与思考	(30)
2 投影法的基本知识	(32)
本章学习导读	(32)
2.1 投影法的概念及投影法的分类	(32)
2.2 物体的三面投影图	(35)
2.3 立体上的点、直线、平面在三投影面体系中的投影特性	(39)
2.4 工程上常用的投影图	(45)
2.5 基本立体的投影	(47)
2.6 轴测投影	(62)
2.7 用 AutoCAD 绘制基本立体的实体模型及其投影	(68)
总结与思考	(69)
3 组合体投影图的画法、读法及尺寸注法	(70)
本章学习导读	(70)

2 | 机 械 制 图

3.1	组合体的组成形式及分析法	(71)
3.2	截切体 (又称切割体或挖切体) 的投影	(73)
3.3	相贯体的投影	(87)
3.4	复杂组合体的画图	(99)
3.5	组合体的读图	(103)
3.6	组合体的尺寸注法	(110)
3.7	组合体的正等轴测图	(116)
3.8	用 AutoCAD 模拟手工绘制组合体的投影	(119)
	总结与思考	(123)
4	图样的基本表示法	(125)
	本章学习导读	(125)
4.1	视 图	(125)
4.2	剖视图	(131)
4.3	断面图	(142)
4.4	局部放大图	(145)
4.5	常用简化画法	(146)
4.6	图样基本表示法的综合应用	(151)
4.7	第三角投影法简介	(153)
4.8	用 AutoCAD 绘制视图、剖视图、断面图	(156)
	总结与思考	(156)
5	零件图与零件	(158)
	本章学习导读	(158)
5.1	概 述	(158)
5.2	零件上常见的标准结构的画法及尺寸注法	(161)
5.3	零件表达方案的视图选择	(177)
5.4	零件图的技术要求	(188)
5.5	读零件图	(201)
5.6	零件的测绘	(205)
5.7	常用标准件和与其相关的标准结构	(208)
5.8	用 AutoCAD 绘制零件图	(212)
	总结与思考	(213)

6 装配图	(216)
本章学习导读	(216)
6.1 装配图的作用和内容	(216)
6.2 装配图的表达方法	(218)
6.3 常见的合理装配结构	(226)
6.4 装配图的视图选择及其画图	(229)
6.5 装配图的尺寸	(232)
6.6 装配图的零件序号、明细栏和技术要求	(233)
6.7 读装配图	(236)
6.8 用 AutoCAD 绘制装配图	(242)
总结与思考	(243)
附 录	(245)
参考文献	(276)

0 绪 论

0.1 本课程性质及其研究对象

机械制图是研究阅读和绘制机械工程图样的技术基础课，主要内容以正投影法和国家标准中的规定画法为基础，研究工业生产中产品图样的绘制和阅读问题。

在现代工业生产中，大到机器设备，小到仪器仪表，无论是设计，还是制造、使用、维修，都离不开机械图样。机械工程图样记录着和传递着设计者的智慧和意图，承载着机器或零件形状、大小、加工、检验等技术的全部信息。机械工程图样是工业生产的重要技术文件，也是创造发明、进行科技交流的重要工具。因此，图样是技术人员必须掌握的技术语言，也是每一个工程技术人员必须具备的基本工程素质、基本工程知识和基本工程能力。

图 0-1 是一零件工作图，从这一零件工作图可看出，机械工程图样的内容主要有 4 个方面。

- (1) 一组图形表示机器或零件的形状结构等。
- (2) 尺寸说明机器或零件的大小。
- (3) 技术要求是为达到机器的工作性能而提出的技术措施和要求。
- (4) 标题栏填写机器或零件的名称、材料、数量、绘图比例等内容。

机械工程图样暗含的内容涉及到工程设计及绘图、制造工艺、材料、公差等有关工艺、专业知识。本课程侧重介绍前两方面的内容和用 AutoCAD 绘制机械图样。

第一方面的内容主要包括阅读和绘制机械图样的基本理论——正投影法，以及表达机器零件形状结构的各种方法，即《技术制图》和《机械制图》国家标准的有关图样的规定画法等内容。第二方面的内容主要是介绍尺寸标注的方法、规则和要求等。

机械工程图样可以用手工绘制或用计算机生成，随着产品更新换代速度的加快，由于计算机绘图的方便、准确、效率高，现在被越来越多的采用。

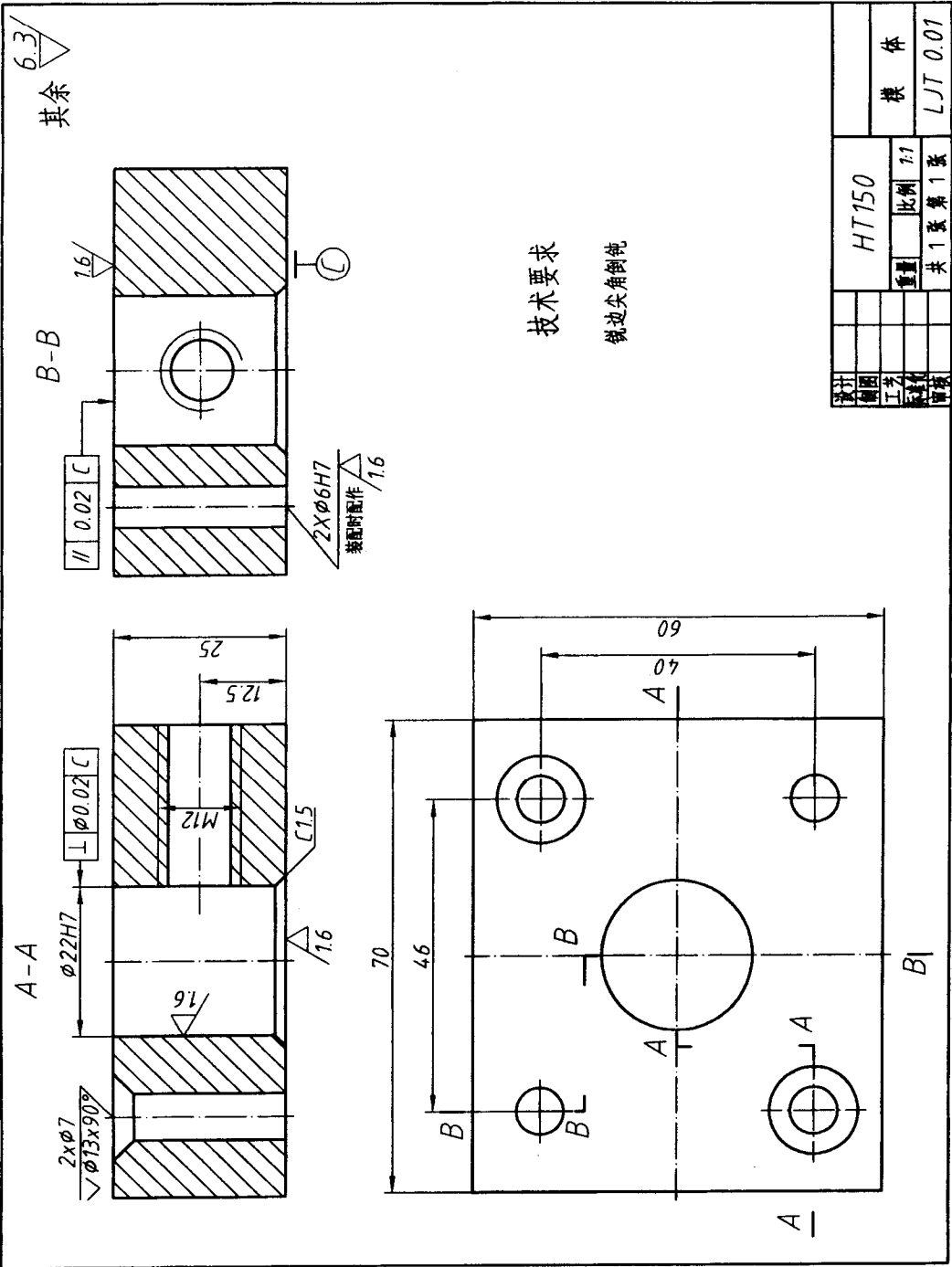


图 0-1 机械图样图例

0.2 学习的主要任务

主要任务是：

(1) 学习正投影法图示空间物体的基本理论和方法，培养空间想象力。

(2) 学习、了解和遵守《技术制图》和《机械制图》国家标准中的有关规定，掌握图样的画法、尺寸注法，培养绘制和阅读工程图样的基本能力。

(4) 学会使用一种设计绘图软件（AutoCAD）绘制工程图样的技能，培养运用现代工具迅速进行设计绘图的能力。

学完本课程应达到如下要求：

(1) 掌握正投影法的基本理论和基本方法。

(2) 能运用所学的基本理论、基本知识和基本技能绘制、阅读零件图和装配图。

(3) 掌握徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图的基本技能。

0.3 学习方法

(1) 掌握三个基本，做到三个多，尽快入门，多实践，并完成一定数量的习题。

工程制图是一门实践性很强的技术基础课，自始至终研究的是空间物体与其投影之间的对应转换关系，绘图和读图是反映这一对应关系的具体形式。因此，要彻底理解基本概念、基本理论和基本方法，在此基础上，由浅入深地进行绘图和读图的实践，注意结合实际多看、多想、多画，不断地由物画图，由图想物，独立思考地完成一定数量的习题练习，这是学好本课程的基本点，也是学好计算机绘图的基础。

(2) 确立“严格遵守标准”的意识，贯彻执行国家标准，是画对图、读懂图的基础与根本。

(3) 掌握画图和读图的主要方法——形体分析方法，以提高投影分析能力和空间想象力。

(4) 有意识地培养自己的工程人文素质，养成认真负责的工作态度。

(5) 要多观察、多联想、多动手，有意识地锻炼自己的创新构型设计。

(6) 学习要主动地学、主动地练，不抄袭，自己一步一个脚印地独立思考，独立完成作业。要真明白、真理解、真掌握。要主动地将纸面作业与计算机上机绘图有机的结合和并行进行，既巩固、提高了绘图与看图能力，又提高了计算机的应用水平和绘图软件的掌握程度。

本课程有难度，很耗时，但难中也有乐趣。掌握本门课程、具备绘图和读图能力、会创新构型设计，不但对工程设计有价值，而且对人类文明建设和经济建设也很有意义。

1 机械制图的基本知识与技能

本章学习导读

目的与要求：理解国家标准的作用；掌握并严格遵守国家标准的基本规定；掌握平面图形的基本作图及尺寸注法；掌握手工绘图的基本技能和用 AutoCAD 绘图的基本设置及基本命令的操作。

主要内容：《技术制图》和《机械制图》中关于“图纸幅面和格式”、“比例”、“字体”、“图线”、“尺寸注法”等的基本规定；平面图形的基本作图及尺寸注法；用 AutoCAD 绘制平面图形。

为了适应生产、管理，建立最佳经济秩序，获得最佳社会效益和便于准确无误地进行国内外技术交流，国家质量技术监督检验检疫总局依据国际标准组织的标准，制定并颁布了与 ISO 国际标准接轨的我国《技术制图》和《机械制图》国家标准，简称“国标”，代号为“GB/T”。统一规定了我国有关生产和设计部门共同遵守的制图基本标准，所以，每个工程技术人员必须确立标准意识，熟识和掌握有关制图的基本标准。

1.1 制图的基本规范及规则

《技术制图》是我国的基础技术标准之一，它包括机械制图、工程建筑制图、电器制图和其他制图四类。

这里仅介绍国家基础标准中的《技术制图》和《机械制图》中的图幅、比例、字体、图线、尺寸等基本规定。

1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面尺寸及代号

图纸幅面是指图纸的宽度与长度 ($B \times L$) 围成的图纸面积。图纸幅面有基本幅面 (首选)、加长幅面 (第二选择)、加长幅面 (第三选择) 3 类。其各自幅面的尺寸规格及彼此间的关系, 如图 1-1 所示。

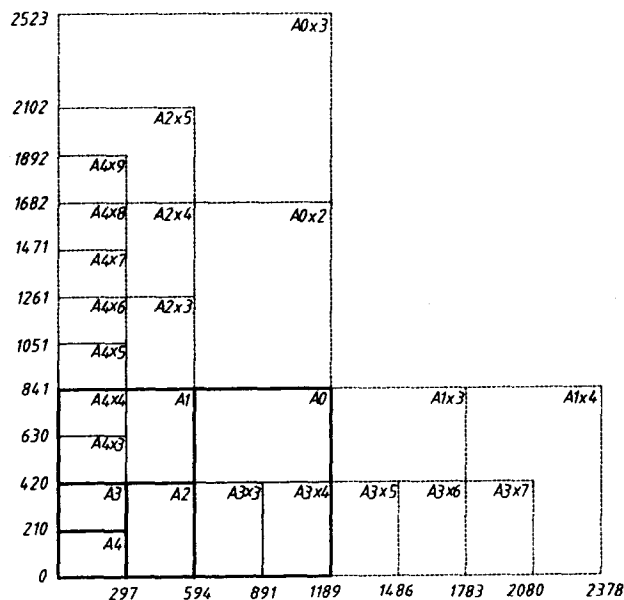


图 1-1 图纸幅面

绘制技术图样时优先采用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸。必要时, 允许采用第二选择的加长幅面所规定的幅面尺寸, 加长幅面尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的。

表 1-1 幅面尺寸规格

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

2. 图框格式

图框是图纸上限定绘图区域的线框。图纸上必须用粗线画出图框, 图样画在图框内部,

其格式分留装订边和不留装订边两种,如图1-2,1-3所示。但同一产品的图样只能采用同一种格式。留装订边或不留装订边,均可采用A4幅面竖放或A3幅面横放。

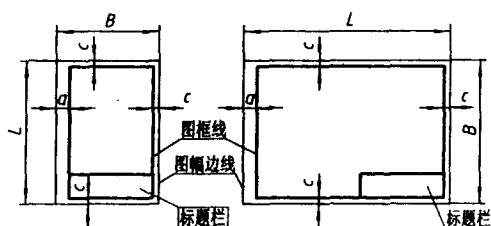


图1-2 装订的图框格式

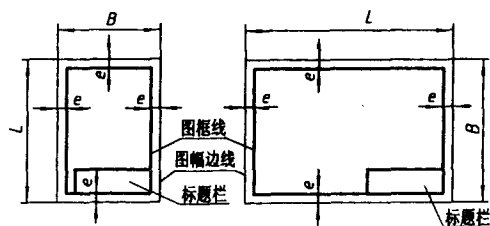


图1-3 不装订的图框格式

图中 a , c , e 尺寸的大小根据图纸幅面大小不同而不同,其尺寸规格详见表1-1。

加长幅面的图框尺寸按比所选的基本图幅大一号的图框尺寸确定。如A3×4的图框应按A2的图框尺寸确定。

记住A3幅面的尺寸,注意其他基本幅面尺寸与A3间的关系。

1.1.2 标题栏

国标GB/T 10609.1—1989对标题栏的内容、格式和尺寸作了规定,如图1-4所示。

180											
10	10	16	16	12	16						
7											

图1-4 标准规定的标题栏规格与尺寸

1. 标题栏的内容

标题栏是由名称、代号、签字区、更改区和其他区组成的栏目,如图1-4所示。每张图纸都必须画有标题栏。根据教学的实际需要,对零件图的标题栏和装配图的标题栏进行了简化,在此推荐零件图采用图1-5(a)所示的格式与尺寸,装配图采用图1-5(b)所示的格式与尺寸。

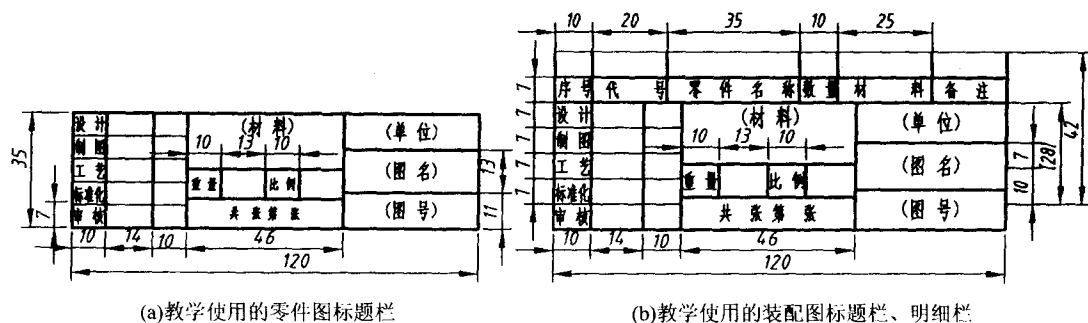
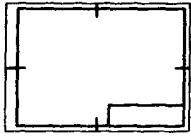
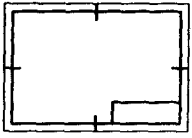
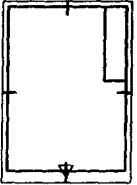
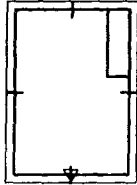
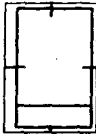
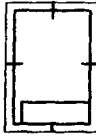
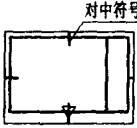
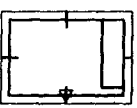


图 1-5 推荐教学使用的标题栏格式与尺寸

2. 标题栏的方位

标题栏的方位一般有基本方位和允许方位，如表 1-2 所示。常用基本方位，一般是位于图纸的右下角，如图 1-2，1-3 所示。

表 1-2 标题栏的方位

	基本方位	允许方位 (一般用于预先印刷的图纸)	方向符号
X 型图纸	 留装订边  不留装订边	 	对于标题栏允许方位，为了明确绘图与看图时图纸的方向，应在图纸的下边对中线处画一个方向符号。 方向符号的尺寸及画法如下： 
Y 型图纸	 留装订边  不留装订边	 对中符号 	
说明	看图方向与标题栏填写方向一致，不标注方向符号。	看图方向与标题栏填写方向不一致，须标注方向符号。	

当标题栏处于允许方位、看图方向与标题栏内文字填写方向不一致时，为使看图方便，必须用方向符号指示看图方向。标题栏的填写仍按常规处理。

3. 附加符号

(1) 方向符号

方向符号的位置及尺寸规格，如表 1-2 右侧所示。