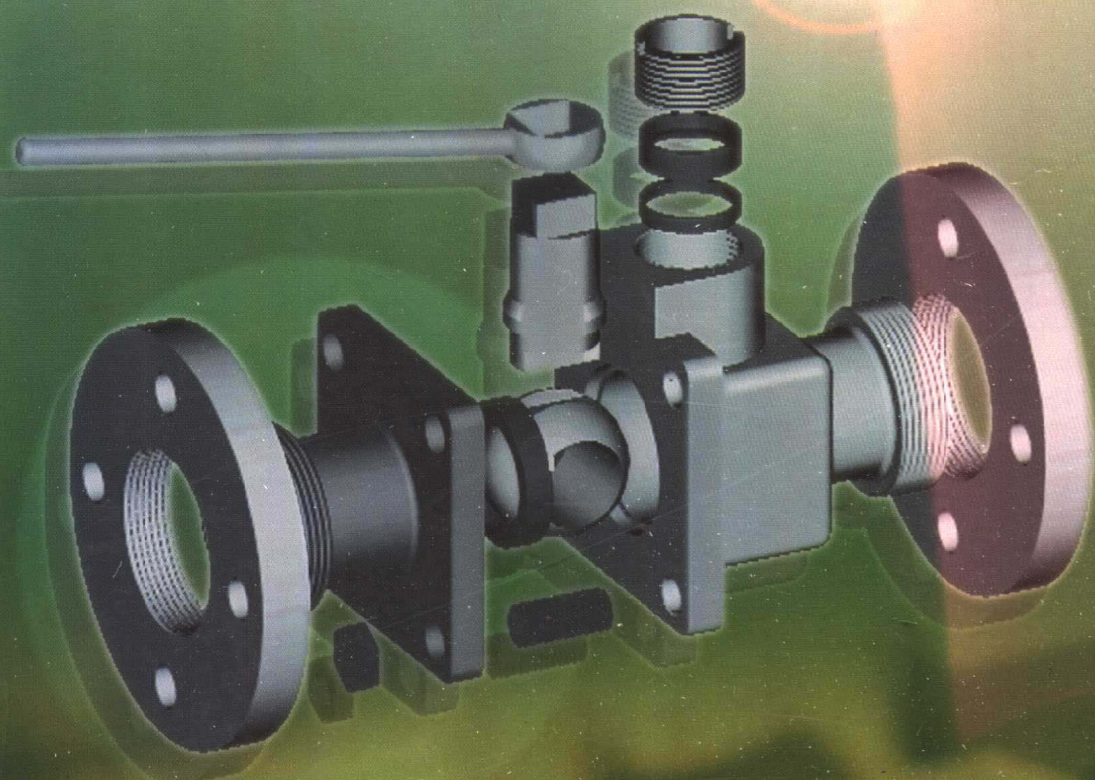


面向 21 世纪高职高专系列教材

机械制图

寇世瑶 主编



航空工业出版社

机械制图

主 编：寇世瑶

副主编：杨小兰

编 委：王 慧 司尧华 任春红 刘 鹏

杨小兰 张松青 寇世瑶 程 芳

航空工业出版社

内 容 提 要

本书全面介绍了有关机械制图方面的知识。全书共分十章,分别介绍了机械设计与制图基本知识,正投影、立体投影、组合体、轴测图绘制方法,机件形状的常用表达方法,标准件与常用件、零件图、装配图与其他工程图样的绘制方法,并在有关章节中介绍了构型设计方面的理论与方法。

全书内容简明扼要、语言流畅、结构合理,可作为高等工程专科学校、高等职业教育学院和成人教育学院机械类、近机械类专业的教材,以及高等教育自学考试相关专业的教学用书。此外,本书也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 寇世瑶主编.

—北京:航空工业出版社,2001.9

ISBN 7-80134-919-9

I. 机… II. 寇… 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 (2001) 第 064053 号

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

北京云浩印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

2001 年 9 月第 1 版

2001 年 9 月第 1 次印刷

开本 787×1092 1/16

印张 24 75

字数: 598 千字

印数: 1-8000

定价: 37.10 元

本社图书如有缺页、倒页、脱页、残页等情况,请与本社发行部联系调换。联系电话: 010-65934239 或 64941995

前 言

本教材是根据原国家教委颁发的《高等学校工程专科机械制图课程教学基本要求》，并结合当今社会对工科人才素质的新要求，按照高等工程专科学校机械工程类专业教学指导委员会审定的《机械制图教学大纲》，由河南机电高等专科学校制图教研室教师组织编写的。本教材在编写过程中，除认真总结和充分吸取各校近年来的教改经验与成果外，还力求反映现代科学技术的新知识、新内容。

本书主要有以下特点：

(1) 贯彻“基础理论教育以应用为目的，以必需、够用为度，以掌握概念、强化应用为教学重点”的原则，教材内容的选择及体系结构，完全适应工程专科的教学需要，力求体现专科特色。

(2) 加强了工程图学构形设计中有关构形设计的理论、原则、方法等内容，构形设计的训练贯彻全课程。

(3) 适当降低了立体表面交线的难度。截交线、相贯线的求解及画法以工程应用实例为主，以定形分析、特殊情况、简化画法为主，具有针对性、实用性强的特点。

(4) 为加强实践性教学，培养学生分析和解决实际工程绘图问题的能力。教材中增加了实物测绘及徒手绘制草图方法等方面的内容。

(5) 全书文字精练、语言通俗，图例丰富，插图清晰。所选图例紧密结合专业需要，并力求结合生产实际。

(6) 标准资料新。本书全部采用技术制图与机械制图最新国家标准及与制图有关的其他标准。

(7) 随着计算机技术的发展与普及，计算机绘图将逐步取代传统的用仪器手工绘图的方法。因此，为加强计算机绘图能力的培养，本书专门编写了介绍计算机绘图内容的配套教材，以适应机械工业 CAD/CAM 对本课程的要求。

本书由寇世瑶主编，杨小兰为副主编。参加编写的人员有：司尧华（绪论、第一、十章），张松青（第二章），任春红（第三章），刘鹏（第四、五章），寇世瑶（第六、十章、附录），杨小兰（第七章），王慧（第八章），程芳（第九章）。全书由中国人民解放军信息工程学院王耀林教授主审，王耀林教授对教材体系和具体内容等提供了很多宝贵意见，在此特表谢意。

本书主要作为高等工程专科学校机械类、近机械类各专业机械制图课程的教材，与本教材配套使用的有《机械制图习题集》和《计算机绘图》（李长胜主编）。尽管我们在编写时已尽了最大努力，但由于水平有限，对于书中不当之处，恳请读者批评指正。

编 者

2001.8

目 录

绪 论	1
第 1 章 机械设计与制图基本知识	4
1.1 机械设计与绘图方法	4
1.2 国家标准《技术制图与机械制图》的基本规定	6
1.3 常用手工绘图工具	22
1.4 平面图形的绘制方法	28
第 2 章 正投影法	39
2.1 投影法的基本知识	39
2.2 点的投影	41
2.3 直线的投影	47
2.4 平面的投影	57
第 3 章 立体的投影	68
3.1 基本几何体的投影	68
3.2 切割体的投影	79
3.3 相贯体的投影	91
第 4 章 组合体	101
4.1 组合体视图的基本知识	101
4.2 组合体视图的画法	105
4.3 组合体的尺寸注法	111
4.4 看组合体视图	115
4.5 组合体的构型设计	123
第 5 章 轴测图	129
5.1 概述	129
5.2 正等轴测图	131
5.3 斜二等轴测图的画法	137
5.4 轴测剖视图的画法	138
5.5 轴测草图的画法	140
5.6 轴测图的黑白润饰	143

第 6 章 机件形状的常用表达方法	147
6.1 视图	147
6.2 剖视图	151
6.3 断面图	163
6.4 简化画法和其他表达方法	166
6.5 表达方法综合应用举例	172
6.6 第三角画法简介	175
第 7 章 标准件与常用件	179
7.1 螺纹	180
7.2 螺纹紧固件及其连接	189
7.3 键连接和销连接	195
7.4 滚动轴承	202
7.5 齿轮	208
7.6 弹簧	220
第 8 章 零件图	225
8.1 零件图的作用和内容	225
8.2 零件图的视图选择	227
8.3 零件图的尺寸标注	234
8.4 典型零件的视图选择及尺寸标注	243
8.5 表面粗糙度代(符)号和镀涂、热处理的标注	250
8.6 极限与配合、形位公差简介	258
8.7 零件上常见的工艺结构	276
8.8 零件构型设计	281
8.9 看零件图	284
8.10 零件测绘	287
第 9 章 装配图	294
9.1 装配图的作用和内容	294
9.2 装配图的规定画法和特殊表达方法	294
9.3 常见的装配结构和装置	299
9.4 装配图的尺寸和技术要求	301
9.5 装配图的零件序号、明细栏和标题栏	302
9.6 部件测绘和装配图的画法	303
9.7 看装配图和由装配图拆画零件图	311
9.8 装配体结构构型设计	315
第 10 章 其他工程图样	321

10.1	展开图	321
10.2	焊接件	332
10.3	铆接图	343
附录		348
参考文献		388

绪 论

一、本课程的研究对象

准确表达物体的形状、大小和技术要求的图样，称为工程图样。它是按照一定的理论和方法，把“形”和“数”巧妙地结合起来，即用图形加注尺寸的方法把物体的形状和大小准确、完整地表达出来。它解决了用语言和文字难以描绘清楚的形、数问题。只有不易用图形表达的某些技术要求，才借助少量文字加以说明。

不同行业的工程图样，所表达的具体对象有所区别。机械图样是表达零、部件或整台机器的图样。设计部门通过图样来表达设计思想，制造和维修部门根据图样来指导生产，因此，工程图样是工程技术界表达和交流技术思想的必不可少的技术文件，人们常把图样比喻为“工程界的语言”，每个工程技术人员，都必须掌握和运用这种“语言”。

本课程就是运用正投影基本原理，研究机械图样绘制和阅读的基本理论，学习国家标准《技术制图与机械制图》的基本内容，阐述手工绘制机械图样和阅读机械图样的基本方法。

二、本课程的主要任务

1. 学习正投影法图示空间物体的基本理论和方法。
2. 培养绘制和阅读机械图样的基本技能和空间想象能力。
3. 培养将工程问题抽象成几何关系而给予解决的几何抽象能力。
4. 培养对某一工程对象的形状构成及根据具体要求生成形状的构型表达能力。
5. 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、本课程的特点和学习方法

本课程是工科院校中一门既有理论、又偏重实践的技术基础课。在学习时，不仅应很好地掌握投影理论和基本概念，还要认真学习国家标准，通过不断地画图、读图训练等实践活动，逐步提高空间想象能力，增强工程意识，培养和提高绘制和阅读机械图样的能力。学习时应注意：

1. 没有正确理论作指导的实践是盲目的，因此要掌握画图和看图的方法，必须首先掌握投影理论，对于投影理论的学习，要理论联系实际，多看、多想、多画，不断地由物画图，由图想物，既要注意逻辑思维，更要重视形象思维，逐步提高空间想象能力和空间分析能力。

2. 完成一定数量的习题和作业，是巩固基本理论和培养画图、读图能力的保证。因此对习题和作业必须高度重视，既要认真、按时完成，又要优质、快速。

3. 国家标准《技术制图与机械制图》，是评价机械图样是否合格和优劣的重要依据，

因此，要认真学习国家标准，通过实践逐步掌握，并以国家标准来规范自己的绘图行为。绘制的机械图样应做到：投影关系正确，视图选择和配置恰当，图线规格、尺寸标注、字体书写等符合国家标准规定。

- 4. 要正确掌握绘图仪器和工具的使用方法，努力提高图面质量和绘图速度。
- 5. 不断总结和改进学习方法，增强自我训练的能动性，努力提高自学和独立思考能力。

四、我国制图发展史概况

制图与其他学科一样，是我国劳动人民长期生产经验的积累、总结和提高，它始终是随着生产的需要而产生和发展的。

远在春秋时代，我国最古老的一部技术书籍《周礼考工记》中，就有画图工具“规、矩、绳墨、悬、水”的记载。早在公元前 100 年左右，我国的数学名著《周髀算经》中，就有勾股弦等几何作图问题的记载。

自秦汉起，历代一般都根据图样建造宫室，唐代作家柳宗元曾在《梓人传》中描写当时建筑宫室的情景：“画宫于堵，盈尺而曲尽其制，计其毫厘而构大厦，无进退焉！”可见当时的图样已能起到指导建筑施工的作用。

宋代李诫（明仲）于公元 1100 年所著《营造法式》一书是我国最早的一部建筑工程的经典著作。该书总结了我国在建筑上的技术成就，并附有大量的图样。这些图样与近代的正投影图和轴测投影图几乎无多大差别（图 0-1）。

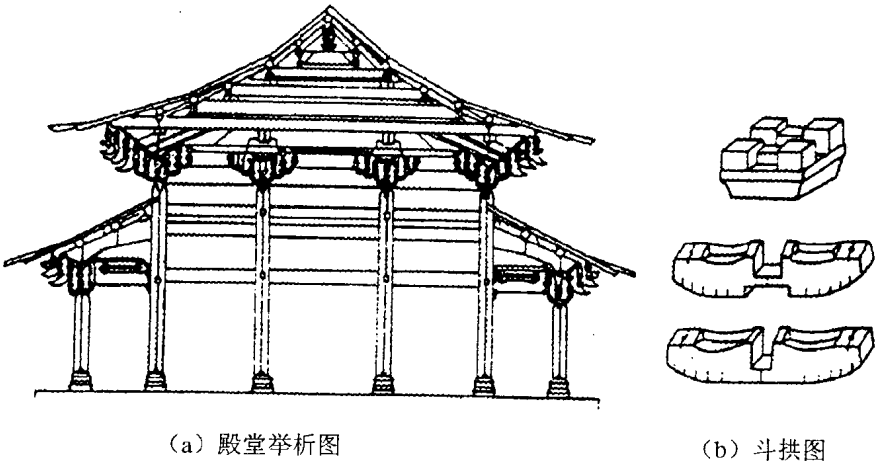


图 0-1 《营造法式》中的附图举例

明代宋星所著《天工开物》一书中，详细地阐述了农业、交通、采冶、军事等方面的问题，并画有大量图例，图 0-2 所示的“水碾”图就是其中一例。清代戴震根据《周礼考工记》著成的《考工记图》一书，对各种器具分别绘成了图样，如图 0-3 所示的“耒耜”图。

从很多历史资料可以看出，我国很早就能应用图样来制造工具和指导建筑施工等，说明我们的祖先在工程图学方面曾有过杰出的创造和伟大的成就。但在解放前，由于长期处于半封建、半殖民地的统治下，致使我国的科学技术停滞不前，因此制图学也不可能得到

发展，制图标准和制度异常混乱。

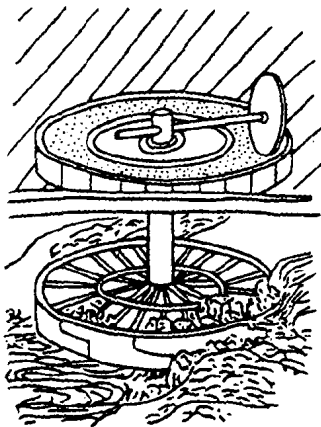


图 0-2 《天工开物》中的图样举例——水碾图

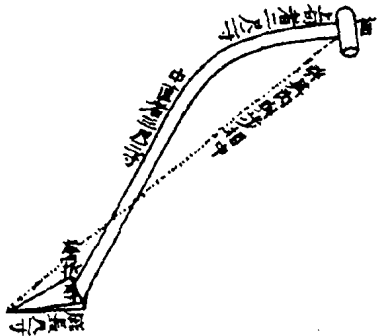


图 0-3 《考工记》中的图样举例——耒耜图

解放后，祖国面貌日新月异，科学技术有了很大的发展。制图这门学科也得到了相应的发展，不仅消除了旧中国在制图标准方面的混乱状态，而且为适应生产发展的需要，国家科学技术委员会于 1959 年第一次颁布了《机械制图》的国家标准，1974 年又进行了修订。为了适应我国改革开放的需要，1984 年国家标准局再一次修订了《机械制图》国家标准。该标准参照采用了有关的 ISO 国际标准，具有国际通用性。这标志着我国的工程制图又进入了一个新的阶段。此外，计算机绘图这一新技术在我国也得到了发展与普及，目前已被广泛应用于航空、造船、汽车、机械、电子、建筑、轻工、交通、气象和地质等各个行业，这些成就，对于发展我国的图学理论，促进“四化”建设，都起着巨大的作用。

第 1 章 机械设计与制图基本知识

将人们头脑中思考的物体变成实际物体形式，为此而作全部信息、数据的工作就是设计。机械设计就是根据机器或设备的使用要求，确定其工作原理和实现预定运动的途径，在充分考虑加工制造、装配及维修等因素的基础上，通过分析和计算，选择合适的材料，确定组成机器零、部件的几何形状和尺寸，并用机械图样和其他技术资料等信息表达出来的全过程。显然，机械图样是设计和生产中重要的技术文件，为便于组织生产管理和进行技术交流，对机械图样的画法、标注、技术要求及使用符号等都需要作出统一的技术规定。这些由国家主管部门作出的技术规定，就是制图的国家标准。

本章主要介绍机械设计的一般过程、国家标准《技术制图与机械制图》的基本规定以及绘图方法等方面的基本知识。

1.1 机械设计与绘图方法

1.1.1 机械设计的一般过程

机械设计的一般过程及主要内容，反映在图样设计上，可分为整体设计、结构设计、零件设计等三个主要设计阶段。现代设计过程如图 1-1 所示。

1.1.2 设计文件的形式及种类

常见的设计文件有两种形式，即文字型文件和图样型文件。

1. 文字型文件

文字型文件与我们生活中常见的文件类似，它是一种以文字说明为主、插图为辅的文件形式。作为设计的文字型技术文件主要有各种工艺规程、材料明细表以及设计和使用说明书等。

2. 图样型文件

设计时，对于机器及设备的形状和大小主要用图样型文件表示。常见的图样型文件有以下几种：

（1）按产品类型分类

基本产品图样——表示基本产品及其组成部分的图样。

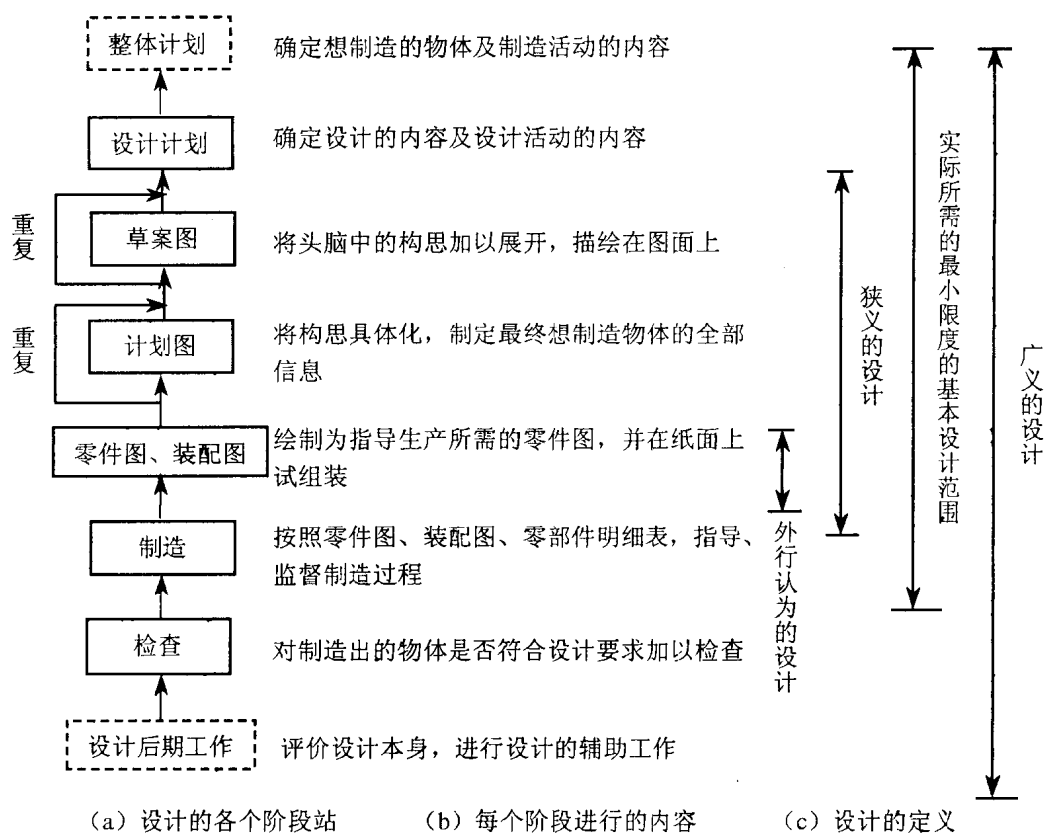


图 1-1 机械设计过程的流程图

辅助产品图样——表示制造基本产品时所用专用夹具、工具及模具等的图样。

工艺工序图样——表示产品毛坯及机械加工过程工序的图样。

(2) 根据图样种类分类

总装图——表示机器或设备的整体外形轮廓、基本性能和各部分大致装配关系的图样。

装配图——表示机器或部件的工作原理、性能结构及零件之间装配连接关系等内容的图样。

零件图——表示单个零件的形状结构、尺寸大小及技术要求等内容的图样。

(3) 按图样使用目的与性质分类

草图——凭目测按大致比例徒手绘制的图样。

原图——设计后经审核批准可作为原稿的图样, 常为铅笔图。

底图——根据原图复制的图样, 一般为描绘的墨线图。

生产用图——根据底图晒制或复印的图, 传统为蓝图, 是加工检验产品的依据。

装配图和零件图是图样型文件中两种主要的文件形式, 是机械设计中两种重要的机械图样, 本课程主要讨论学习这两种图样的绘制与阅读。

1.1.3 绘图方法简介

现代工程技术与设计中，主要有手工尺规作图、计算机绘图与徒手绘图三种绘图方法。

1. 手工尺规作图

手工尺规作图就是采用手工绘图工具绘制图样。它是一种具有悠久历史的传统绘图方法，目前许多中小企业仍以这种绘图方法为主。它要求工程技术人员能正确、熟练地使用各种绘图工具，掌握几何作图方法，加强绘图技能、技巧的基本功训练，做到绘图质量高、速度快。

2. 计算机绘图

计算机绘图（Computer Graphics，简称 CG），就是将图形信息输入计算机，进行存储和处理后，控制图形输出设备，实现显示或绘制出各种图形。随着计算机技术的普及和发展，计算机绘图将逐步取代传统的手工尺规作图，并逐步与计算机辅助设计（Computer Aided Design，简称 CAD）和计算机辅助制造（Computer Aided Manufacturing，简称 CAM）紧密结合，逐步实现设计、制图与制造的自动化。

3. 徒手绘图

徒手绘图就是不借助于绘图工具，凭目测、按大致比例、徒手绘制图样的方法。采用徒手绘图方法绘制的图样，称为草图。在设计方案讨论、技术交流及现场测绘中，经常需要快速地绘制出草图。所以，徒手绘图技术是工程技术人员必须具备的一项基本技能。

1.2 国家标准《技术制图与机械制图》的基本规定

1.2.1 图纸幅面及格式（GB/T 14689—93）

1. 图纸幅面

为了便于图样的绘制、使用和保管，图样应画在规定幅面和格式的图纸上。绘图时应优先采用表 1-1 规定的基本幅面，幅面代号有 A0、A1、A2、A3、A4 等 5 种。必要时，可按规定加长幅面，如图 1-2 所示。

2. 图框格式

图样无论是否装订，在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，见图 1-3 和图 1-4，尺寸按表 1-1 选取，但同一产品的图样只能采用一种格式，图纸一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

表 1-1 图纸基本幅面及图框尺寸

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				

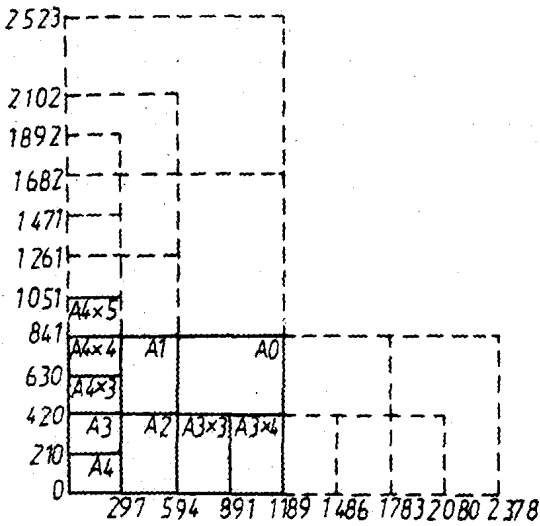


图 1-2 图纸幅面及加长边

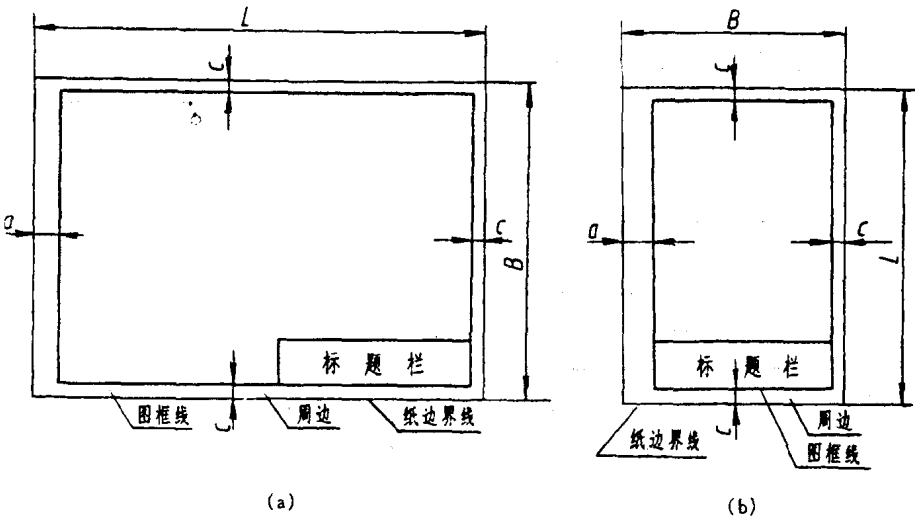


图 1-3 留有装订边的图框格式

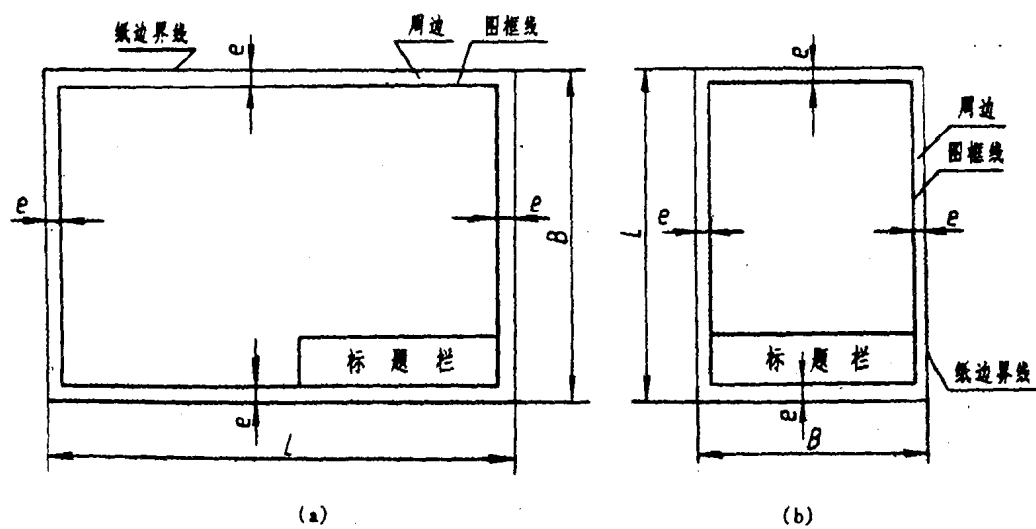


图 1-4 不留装订边的图框格式

3. 标题栏

每张图纸上都必须画出标题栏，标题栏的位置应位于图纸的右下角，与看图方向一致。

标题栏的格式，国家标准 GB 10609.1—1989 已作了统一规定，如图 1-5 所示。学校的制图作业中，建议采用图 1-6 推荐的格式。标题栏内的图名和校名用 10 号字，其余用 5 号字。

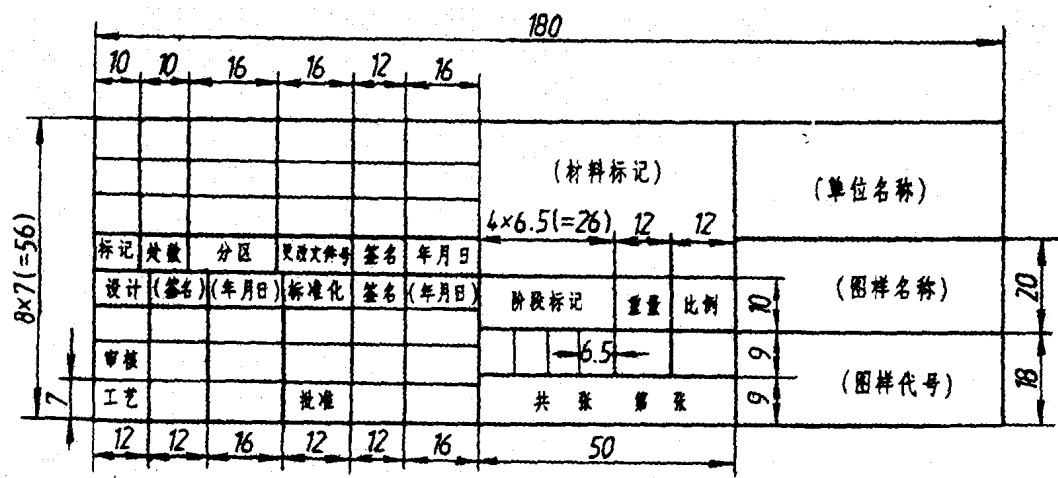


图 1-5 标题栏的格式及其部分的尺寸

注意：标题栏的外框线一律用粗实线绘制，其右边和底边均与图框线重合，内部分格线用细实线绘制。

				15	35	15	(15)
(图号)				材料		比例	
				数量		图号	
制图		(姓名)	(日期)	(校名)			
审核		(姓名)	(日期)	(班号)			
15		25	20	140			

图 1-6 制图作业中推荐的标题栏格式

当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸,如图 1-3 (a) 与图 1-4 (a) 所示。当标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1-3 (b) 与图 1-4 (b) 所示。此时,看图的方向与看标题栏的方向一致。

为了利用预先印制好的图纸,允许将 X 型的图纸的短边置于水平位置使用,如图 1-7 (a) 所示,或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用,如图 1-7 (b) 所示。

为了使图样复制和微缩摄影时定位方便,应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号。

对中符号用粗实线绘制,线宽不小于 0.5mm,长度从图纸边界开始至伸入图框内约 5mm,如图 1-7 所示。当对中符号处在标题栏范围内时,则伸入标题栏的部分省略不画,如图 1-7 (b) 所示。

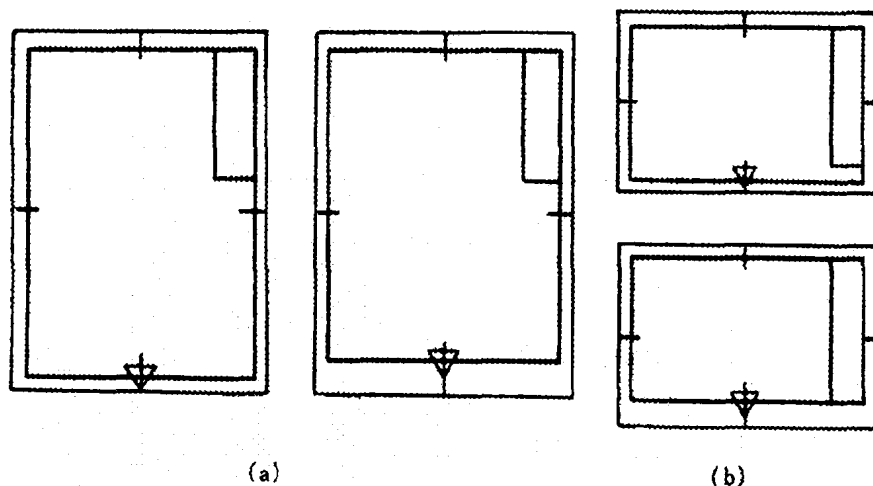


图 1-7 对中符号和方向符号

若使用预先印制好的图纸,为了明确绘图和看图的方向,应在图纸的下边对中符号处,画一个方向符号,如图 1-7 所示。

方向符号是一个用细实线绘制的等边三角形,其大小及所在位置如图 1-8 所示。

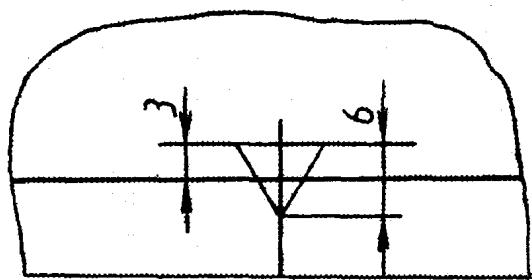


图 1-8 方向符号的大小与位置

1.2.2 比例（GB/T 14960—1993）

图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。绘图时应尽量采用 1：1 的原值比例。需要按比例绘制图样时，应由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。必要时，也允许选取表 1-3 中的比例。

表 1-2 规定的比例（一）

种 类	比 例
原值比例（比值为 1 的比例）	1：1
放大比例（比值>1 的比例）	5：1 2：1 $5\times10^n：1$ $2\times10^n：1$ $1\times10^n：1$
缩小比例（比值<1 的比例）	1：2 1：5 1：10 $1：2\times10^n$ $1：5\times10^n$ $1：10\times10^n$

注：n 为正整数。

表 1-3 规定的比例（二）

种 类	比 例
放大比例	4：1 2.5：1 $4\times10^n：1$ $2.5\times10^n：1$
缩小比例	1：1.5 1：2.5 1：3 1：4 1：6 $1：1.5\times10^n$ $1：2.5\times10^n$ $1：3\times10^n$ $1：4\times10^n$ $1：6\times10^n$

注：n 为正整数。

同一张图样上的各视图应采用相同的比例，并标注在标题栏中的“比例”栏内。图样无论放大或缩小，在标注尺寸时，应按机件的实际尺寸标注。

当某视图需要采用不同的比例时，可在视图名称的下方或右侧标注比例，如图 1-9 所示。