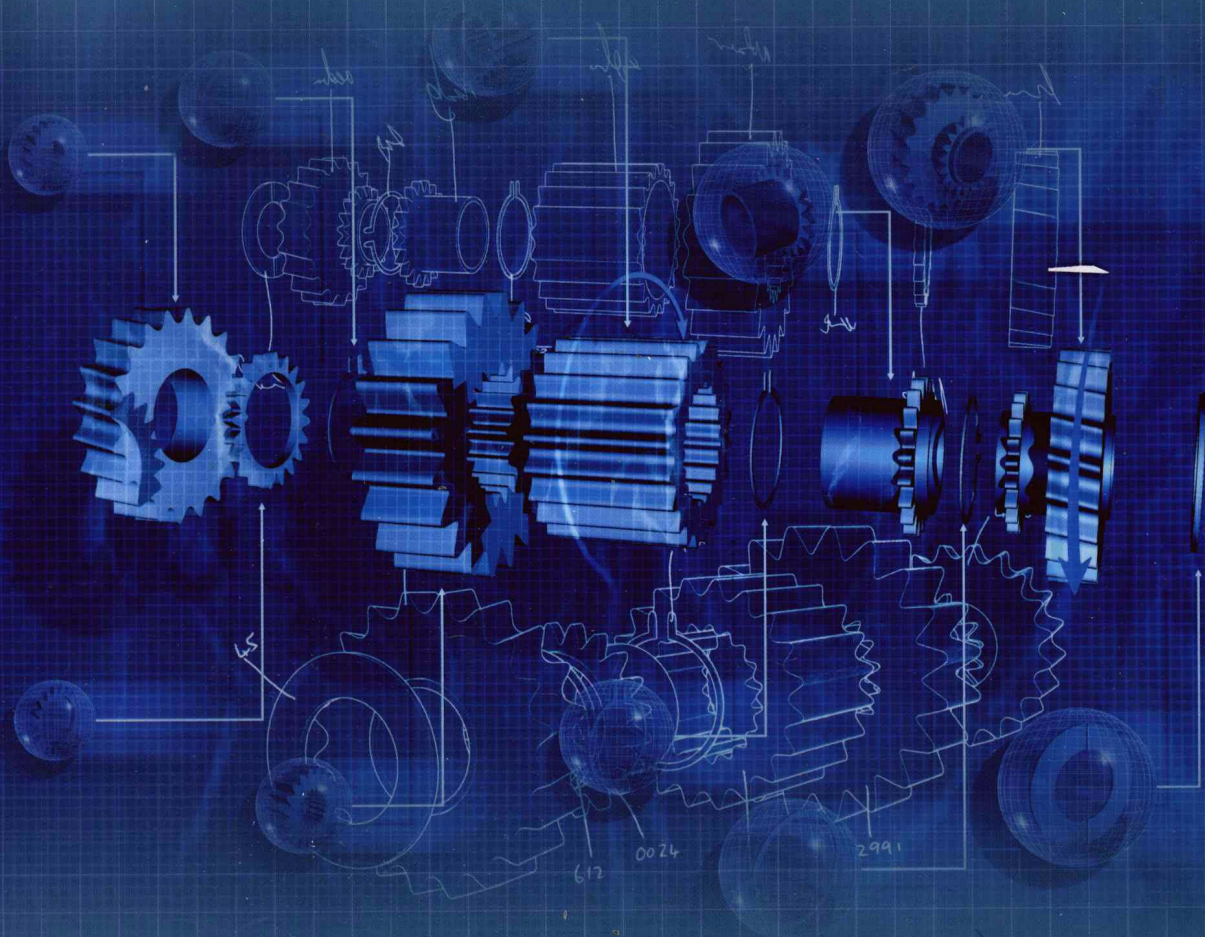




普通高等教育“十一五”国家级规划教材

工程制图

焦永和 张京英 徐昌贵 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

工程制图

焦永和 张京英 徐昌贵 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是根据教育部2005年制订的“高等学校工程图学课程教学基本要求”,参考国内、外同类教材,根据作者多年的教学经验及近年来的教学改革实践编写而成的。

全书内容除绪论外共分为十章,包括制图的基础知识、正投影基础、基本立体及其表面交线的投影、组合体的视图、轴测投影图、图样画法、标准件与常用件、零件图、装配图、计算机绘图等内容。本书采用最新国家标准。

与本书配套使用的焦永和、张京英、徐昌贵主编的《工程制图习题集》同时出版,本书后还附有《工程制图多媒体课件》。

本书可作为高等学校本科非机类、近机类各专业的教材,也可供中等职业及高等职业学校的教师和有关的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/焦永和,张京英,徐昌贵主编. —北京:高等教育出版社,2008.6

ISBN 978-7-04-023936-2

I. 工… II. ①焦…②张…③徐… 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(2008)第067967号

策划编辑 肖银玲 责任编辑 杜惠萍 封面设计 张楠 责任绘图 杜晓丹
版式设计 陆瑞红 责任校对 金辉 责任印制 毛斯璐

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	机工印刷厂		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	2008年6月第1版
印 张	22	印 次	2008年6月第1次印刷
字 数	540 000	定 价	30.00元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 23936-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010)58581897/58581896/58581879

反盗版举报传真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100120

购书请拨打电话：(010)58581118

前 言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,依据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2005 年制订的“高等学校工程图学课程教学基本要求”,参考国内、外同类教材,根据作者多年来的教学经验,并总结近年来的教学改革实践经验编写而成。

组合体的视图一章是本课程最主要的内容之一,而组合体的尺寸标注和读组合体的视图是学生学习中的难点。在本书的编写过程中,作者经过了半年多的构思,将自己多年来在教学中总结出来的方法作了详细的介绍。提出了组合体的定形与定位尺寸的划分,取决于在形体分析时对组合体的分解方式;提出了读组合体视图时应当注意的六方面的问题,其中“关注层次、线段的有效交点、圆的象限点以及通孔与板厚的关系”等是本书的独到之处,也是本书突出的特点。

除此之外,本书还有以下主要特点:

(1) 投影理论是全书的基础和主体。投影法是绘制几何形体、零部件图的理论基础,投影理论构成了全书的主体和核心,体现了工程制图与画法几何的内在联系。

(2) 在每章的开始给出了本章的学习目标与学习内容,便于学生预习时参考。在每章的最后给出了本章小结和一定数量的复习思考题,有利于学生的课后复习。

(3) 采用了有关的最新国家标准。全书采用了国家标准化委员会颁布的《技术制图》、《机械制图》等有关最新国家标准,根据课程内容的需要,选择并分别编排在正文或附录中,以树立贯彻最新国家标准的意识,培养学生查阅国家标准的能力。

(4) 包括了计算机三维造型的内容。本书不仅包括计算机二维绘图的内容,还包括了三维造型的内容。根据近几年的教学实践经验,将其集中在最后一章,便于在教学中灵活选用。二维绘图部分简单介绍了 AutoCAD 绘图软件的基本绘图功能;三维造型部分介绍了用 Inventor 构造三维形体的功能。本书的计算机绘图部分主要培养学生合理地运用软件绘制工程图以及三维造型的能力,而不是系统地介绍 AutoCAD 与 Inventor 软件的全部知识和具体操作。

(5) 增强了徒手绘图能力的培养。徒手绘图是现代工程技术设计尤其是创意设计的一种必需的能力。本书第一章集中讲授了徒手绘制平面图的方法。徒手绘图的训练贯穿在全课程的作业实践中,教学中可将一部分传统的尺规作业改为徒手图,以加强徒手绘图能力的培养。

(6) 习题类型多样化。在习题集中仍以尺规作图题为主,此外还有徒手绘图、软件绘图、填空、选择、判断等题型。

与本书配套使用的焦永和、张京英、徐昌贵主编的《工程制图习题集》同时出版,可供选用。本书后附的《工程制图教学辅助系统》光盘,内容包括 CAI 课件、习题答案、模拟题等。本套教材可供高等院校非机类、近机类各专业的学生使用,也可作为其他专业的教学参考书。

本书由焦永和、张京英、徐昌贵主编。参加本书编写工作的有:北京理工大学焦永和(绪论、第三章、第四章、附录)、张彤(第一章、§8.5)、樊红丽(第二章)、张辉(第五章)、张京英(第六

II 前 言

章)、李莉(§ 10.1)、罗会甫(§ 10.2),中国人民解放军装备指挥技术学院陈梅(第七章),北京工商大学刘斌(第八章其余小节)、徐昌贵(第九章)。书中的三维立体模型均由刘斌构造。

北京科技大学窦忠强教授认真审阅了全书,提出了许多宝贵的意见。清华大学刘朝儒教授认真审阅了组合体一章,提出了很好的修改意见,并将自己在教学中使用多年的读图图例(图4-39至图4-42)无偿提供给了作者,使得本章的内容更加丰满。在此一并致谢。

由于水平所限,书中不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2008年2月

目 录

绪论	1	复习思考题	123
第一章 制图的基础知识	2	第五章 轴测投影图	124
§ 1.1 国家标准有关制图的基本规定	2	§ 5.1 轴测投影的基本知识	124
§ 1.2 几何作图	15	§ 5.2 正等轴测图	127
§ 1.3 平面图形的分析和尺寸注法	20	§ 5.3 斜二轴测图	134
§ 1.4 徒手图	26	§ 5.4 轴测图的剖切画法	138
本章小结	28	本章小结	140
复习思考题	28	复习思考题	141
第二章 正投影基础	29	第六章 图样画法	142
§ 2.1 投影法	29	§ 6.1 视图	142
§ 2.2 点的投影	32	§ 6.2 剖视图	147
§ 2.3 直线的投影	37	§ 6.3 断面图	157
§ 2.4 平面的投影	43	§ 6.4 其他规定画法和简化画法	161
§ 2.5 直线与平面的相对位置	50	本章小结	167
本章小结	56	复习思考题	167
复习思考题	56	第七章 标准件与常用件	168
第三章 基本立体及其表面交线的投影	57	§ 7.1 螺纹	168
§ 3.1 平面立体的投影	58	§ 7.2 螺纹紧固件及其连接的画法	179
§ 3.2 曲面立体的投影	60	§ 7.3 键及其连接	187
§ 3.3 平面立体的截交线	67	§ 7.4 销及其连接	189
§ 3.4 回转体的截交线	71	§ 7.5 滚动轴承	190
§ 3.5 回转体的相贯线	81	§ 7.6 齿轮	193
本章小结	90	§ 7.7 弹簧	201
复习思考题	90	本章小结	204
第四章 组合体的视图	92	复习思考题	204
§ 4.1 概述	92	第八章 零件图	205
§ 4.2 画组合体的视图	96	§ 8.1 零件图的内容和特点	205
§ 4.3 组合体的尺寸标注	100	§ 8.2 零件的结构分析	207
§ 4.4 读组合体的视图	110	§ 8.3 零件表达方案的选择	210
本章小结	122	§ 8.4 零件图的尺寸标注	212

II 目 录

§ 8.5 零件图的技术要求	218	第十章 计算机绘图	269
§ 8.6 零件测绘	230	§ 10.1 AutoCAD 软件应用简介	269
§ 8.7 零件图的阅读	234	§ 10.2 三维造型基础	285
本章小结	237	本章小结	296
复习思考题	237	附录	297
第九章 装配图	240	§ 1 螺纹	297
§ 9.1 装配图的作用和内容	240	§ 2 倒圆、倒角、退刀槽、螺栓通孔	302
§ 9.2 部件或机器的表达方法	242	§ 3 螺纹紧固件	305
§ 9.3 零件结构的装配工艺	247	§ 4 键、销	320
§ 9.4 装配图的尺寸标注和技术要求	249	§ 5 滚动轴承和钢球	323
§ 9.5 装配图中零、部件序号和明细栏	251	§ 6 表面粗糙度参数	329
§ 9.6 画装配图的方法和步骤	252	§ 7 极限与配合	330
§ 9.7 装配体测绘	257	§ 8 常用材料	339
§ 9.8 读装配图和拆画零件图	264	§ 9 热处理名词简介	342
本章小结	268		
复习思考题	268		

绪 论

一、本课程的性质

图形是人类社会生活与生产过程中进行信息交流的重要媒体。采用一定的投影方法及按有关规定绘制的图形称为图样。

在生产和科学研究中,设计者用图样表达设计的产品,制造者从图样了解产品的设计要求并制造产品,图样还被用来进行技术交流,以及产品的检验与维修。因此,图样是设计的成果、制造与检验维修的依据、交流的工具。生产实践与科学研究都离不开图样,它是工程界的技术语言。工程技术人员应当熟练地掌握这一技术语言。

工程制图是研究工程图样的阅读与绘制的一门技术基础课程。

二、本课程的任务

- (1) 学习正投影法的基本理论及其应用。
- (2) 培养对三维形体的空间思维能力。
- (3) 培养阅读与绘制工程图样的基本能力。
- (4) 培养利用计算机绘制图样以及用计算机构造三维形体的初步能力。

此外,在教学过程中,应注重培养分析问题和解决问题的能力,培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风,这对于工程技术人员来说都是十分重要的。

三、本课程的主要内容

- (1) 用投影的方法在二维平面上表达三维空间几何元素和形体的基本理论和方法。
- (2) 绘制和阅读工程图样的理论、方法和国家标准的有关规定。
- (3) 使用仪器绘图、徒手绘图的基本方法与技能。
- (4) 一般机械零件和部件的结构知识、技术要求等。

第一章 制图的基础知识

本章学习目标

掌握有关工程制图的国家标准；了解几何作图和徒手草图的概念和作图方法；掌握平面图形的分析和绘制。

本章学习内容

1. 国家标准中图纸幅面和格式、标题栏和明细栏、比例、字体、图线和尺寸标注等的要求；
 2. 正多边形、斜度与锥度、圆弧连接、椭圆等的几何作图；
 3. 平面图形的尺寸及线段分析，平面图形的绘制方法及尺寸标注；
 4. 徒手草图的概念和简单的作图方法。
-

工程图样是现代工业生产中必不可少的技术资料，每个工程技术人员均应熟悉和掌握有关制图的基本知识和技能。本章将着重介绍国家标准《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”、“尺寸标注”等有关规定，并简略介绍平面图形的基本作法、尺寸标注及徒手草图的概念和作图方法。

§ 1.1 国家标准有关制图的基本规定

为了适应现代化生产、管理的需要和便于技术交流，国家标准机构依据国际标准化组织制定的国际标准，结合我国具体情况，制订并颁布出相应的一系列国家标准，代号“GB”。“GB/T”表示该国家标准为推荐性标准。本节摘录了国家标准《技术制图》和《机械制图》中有关制图的基本规定，在绘制工程图样时，必须严格遵守这些规定。

一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的图纸幅面尺寸。图幅代号分别为 A0、A1、A2、A3、

A4 五种。

表 1-1 图纸幅面

mm

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,可以按规定加长图纸的幅面。加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出,如图 1-1 所示。图中粗实线为第一选择的基本幅面;细实线为第二选择的加长幅面;细虚线为第三选择的加长幅面。

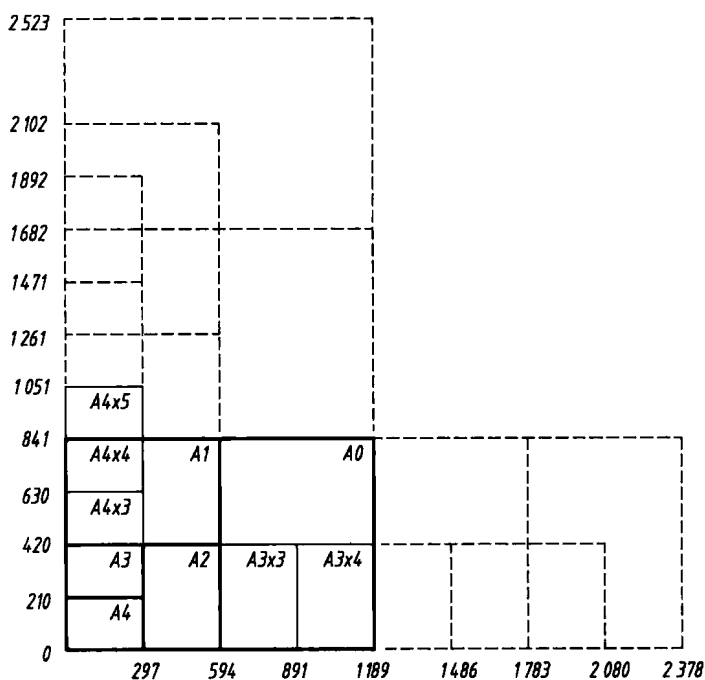


图 1-1 图纸幅面

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框,图样必须绘制在图框内部。其格式分为留有装订边和不留装订边两种,如图 1-2 所示,其尺寸规定见表 1-1。同一产品的图样只能采用一种图框格式。

当标题栏(下文介绍)的长边置于水平方向且和图纸的长边平行时,构成 X 型图纸;若标题栏的长边和图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1-2 所示。

采用 X 型图纸与 Y 型图纸时,看图的方向与看标题栏的方向一致。有时为了充分利用已印刷好的图纸,允许将 X 型图纸的短边或 Y 型图纸的长边置于水平位置使用,但必须用方向符号指示看图方向,方向符号是用细实线绘制的等边三角形,放置在图纸下端对中符号处,如图 1-

2e 所示。此时,标题栏的填写方法仍按常规处理,与图样的尺寸标注、文字说明无确定的直接关系。

为使图样复制和缩微摄影时方便定位,对图 1-1 和表 1-1 中的各号图纸,均应在各边中点处分别用粗实线绘制对中符号,自周边深入图框内约 5 mm,如图 1-2e 所示。

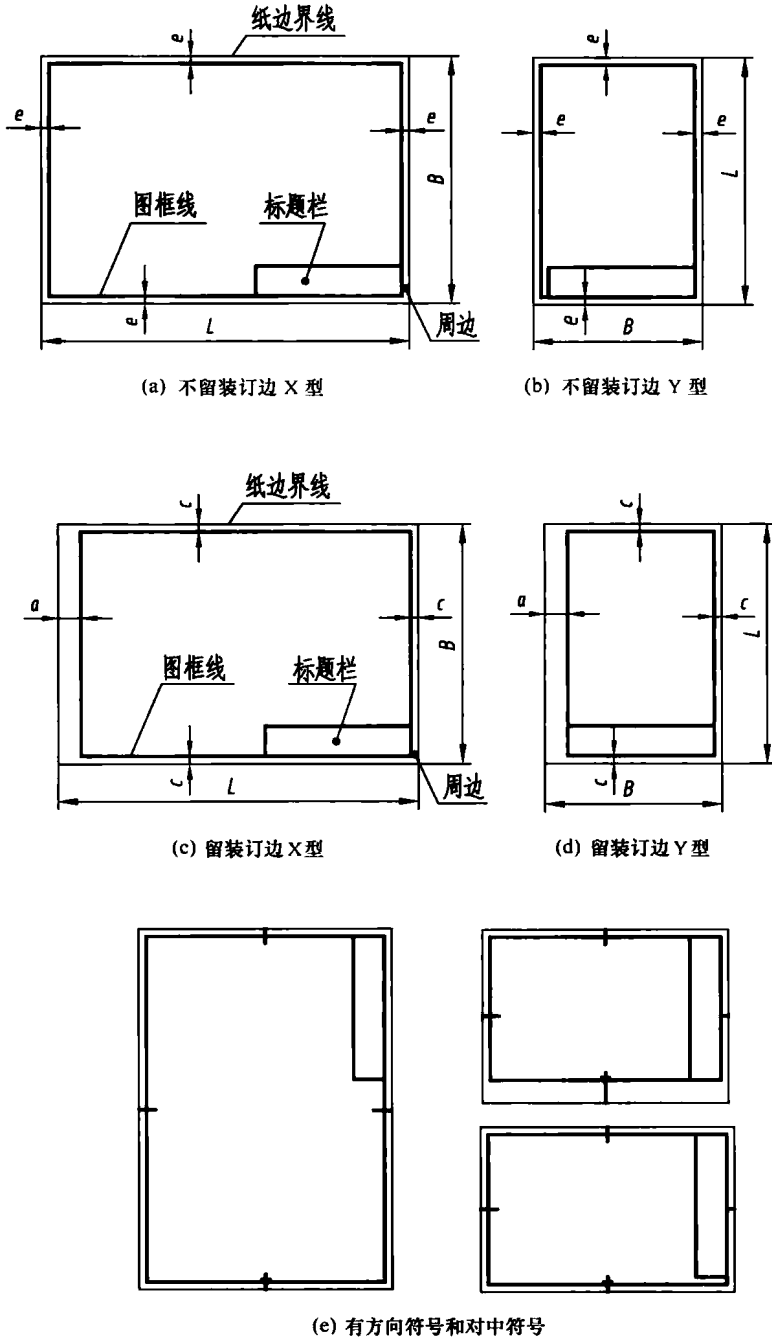


图 1-2 图框格式

二、标题栏和明细栏

1. 标题栏

每张图纸上都必须画有标题栏。标题栏位于图纸的右下角,其格式和尺寸要遵守国家标准 GB/T 10609.1—1989 的规定,在该标准的附录中,作为参考列举了一个图例,作为标题栏的统一格式,如图 1-3 所示。

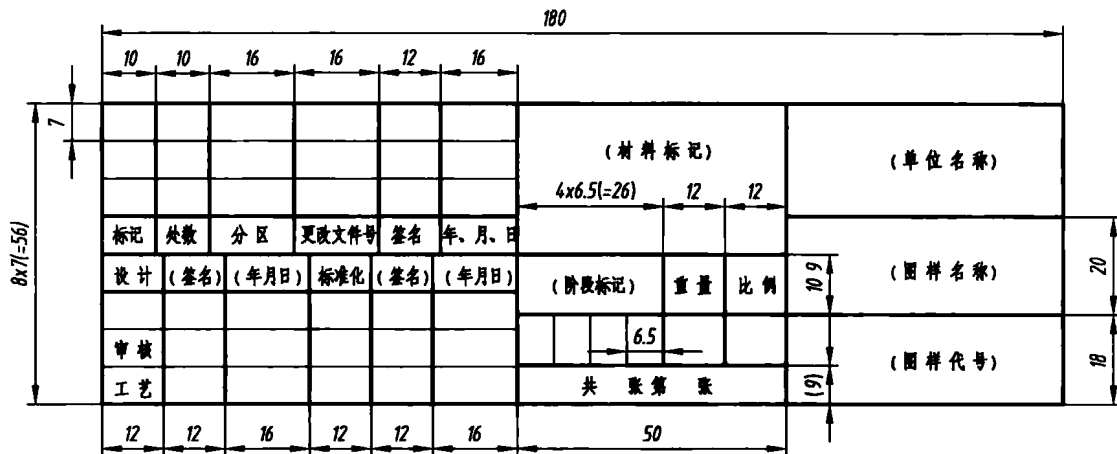


图 1-3 标题栏的格式

2. 明细栏

装配图中的明细栏由国家标准 GB/T 10609.2—1989 规定,其格式和尺寸如图 1-4 所示。

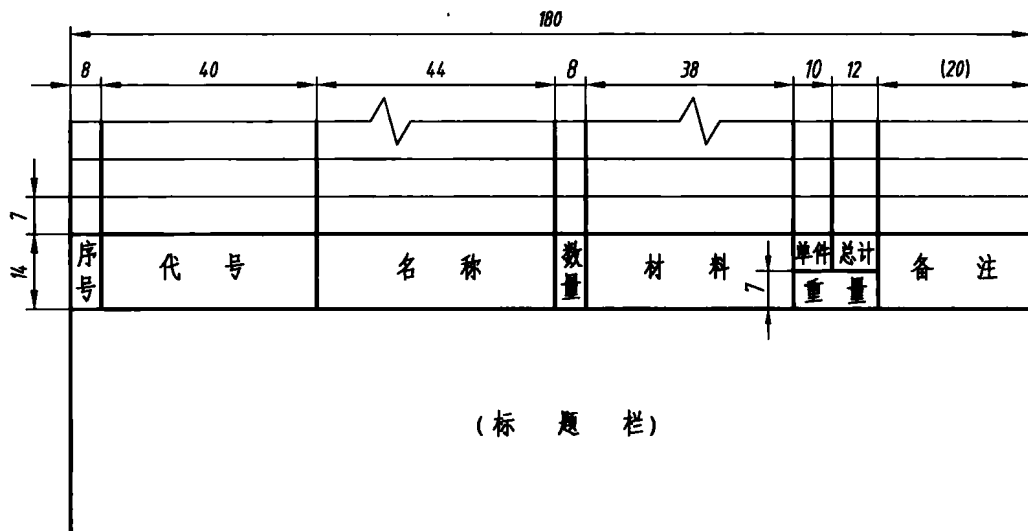


图 1-4 装配图中明细栏的形式

为了简化练习,本教材推荐制图练习用的标题栏和明细栏如图 1-5 所示。

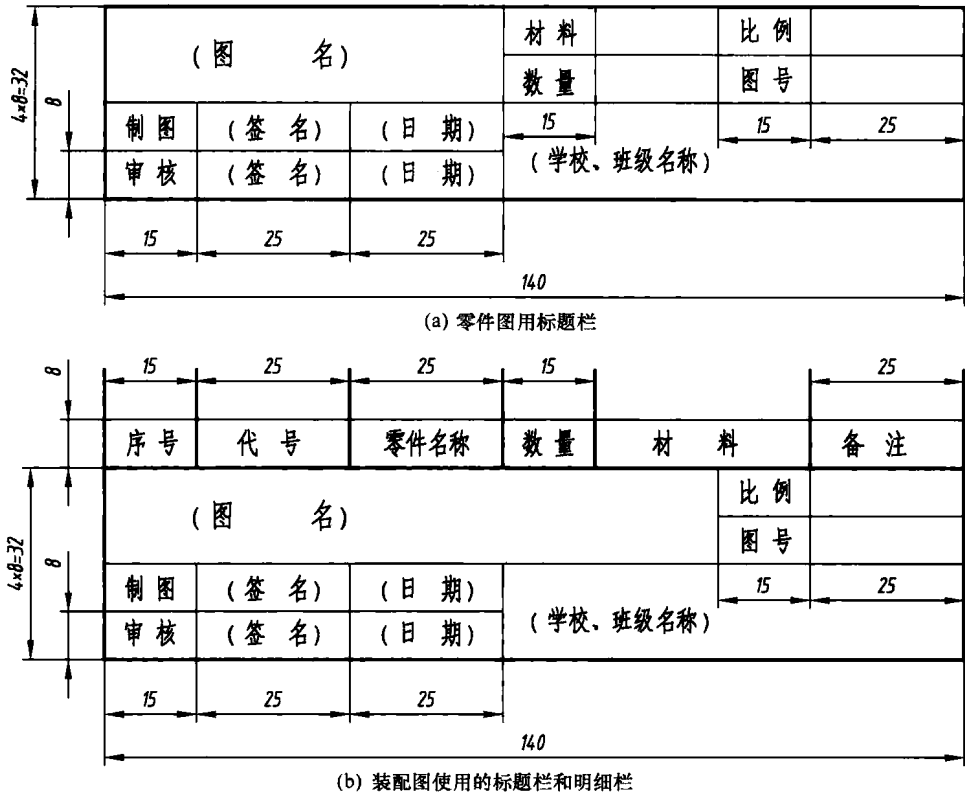


图 1-5 练习使用的标题栏和明细栏

三、比例 (GB/T 14690—1993)

图样的比例是指图样中机件要素的线性尺寸与实物相应要素的线性尺寸之比。线性尺寸是指尺寸线能用直线表达的尺寸,例如直线长度、圆的直径等,而角度则为非线性尺寸。

图样比例分为原值比例、放大比例、缩小比例三种,绘制图样时,应根据实际需要按表 1-2 中规定的系列选取适当的比例。应尽量按机件的实际大小(1:1)画图,以便能直接从图样上看出机件的真实大小。必要时,亦允许采用表 1-3 的比例。

表 1-2 标准比例系列

种类	比例		
原值比例	1:1		
放大比例	2:1	5:1	
	$2 \times 10^n:1$	$5 \times 10^n:1$	$1 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2	1:5	1:10
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$

注: n 为正整数。

表 1-3 比例系列

种类	比例					
放大比例	4:1	$4 \times 10^n:1$	2.5:1	$2.5 \times 10^n:1$		
缩小比例	1:3	$1:3 \times 10^n$	1:4	$1:4 \times 10^n$	1:6	$1:6 \times 10^n$

注： n 为正整数。

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例，并在标题栏的比例一栏中标明。当某个视图需要采用不同的比例时，必须另行标注。应注意，不论采用何种比例绘图，尺寸数值均按原值注出，如图 1-6 所示。

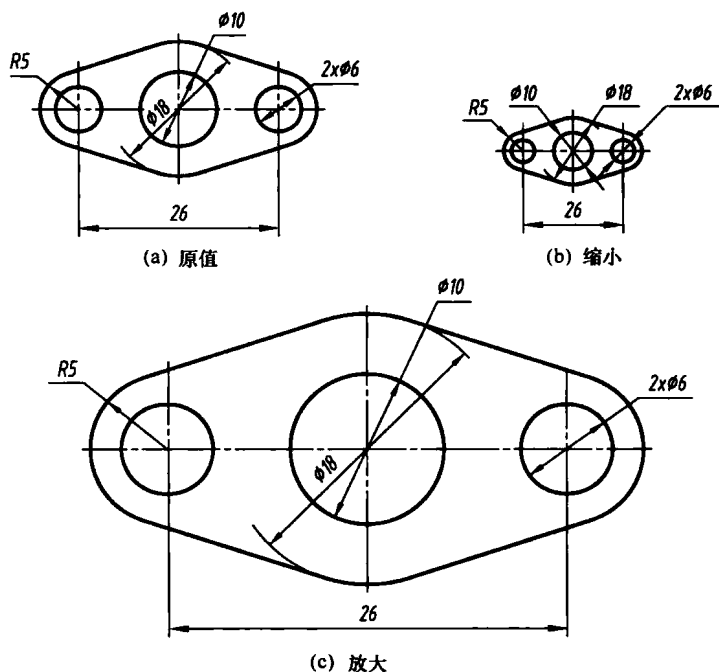


图 1-6 比例

四、字体 (GB/T 14691—1993)

图样中的字体书写必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度(用 h 表示,单位为 mm)的公称尺寸系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20。如需书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增,字体高度代表字的号数。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字,并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体汉字的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。

汉字除单体字外,一般由上、下或左、右几部分组成,书写时各部分的比例要匀称,结构要紧凑。

汉字书写示例——长仿宋体

10号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7号字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5号字

技术制图 机械电子 汽车航空 船舶港口 土木建筑 矿山井坑 纺织服装

2. 数字和字母

数字和字母分为A型和B型。A型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的十四分之一;B型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的十分之一。数字和字母均可写成斜体或直体,斜体字字头向右倾斜,与水平线成约 75° 角。在同一张图样上,只允许选用一种形式的字体。

阿拉伯数字书写示例:

A型斜体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

A型直体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

字母书写示例:

A型大写斜体

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

A型小写斜体

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

3. 图样中书写规定与示例

(1) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般应采用小一号的字体。

10^3 5^{-1} D_1 T_d $\phi 20_{-0.023}^{+0.010}$ $7^\circ_{-2^\circ}^{+1^\circ}$ $\frac{3}{5}$

(2) 其他应用示例。

10Js5(± 0.003) M24-6h $\phi 25_{m5}^{H6}$ $\frac{11}{2:1}$ $\frac{A}{5:1}$ $\sqrt{Ra\ 6.3}$ R8 5%


五、图线 (GB/T 17450—1998, GB/T 4457.4—2002)

国家标准规定了技术制图所用图线的名称、形式、结构、标记及画法规则。它适用于各种技术图样,如机械、电气、土木工程图样等。

1. 线型

GB/T 17450—1998 中规定了绘制各种技术图样的 15 种基本线型。机械制图用线型有 9 种,表 1-4 和图 1-7 给出了机械制图中常用的几种线型的名称、画法和应用。

表 1-4 线型及应用

名称	图示	应用	名称	图示	应用
细实线		尺寸线、尺寸界线、指引线、剖面线等	细虚线		不可见轮廓线
粗实线		可见轮廓线、螺纹牙顶线、螺纹终止线	细点画线		中心线、对称线、齿轮的节圆、剖切线等
波浪线		断裂边界线	粗点画线		有特殊要求表面的表示线
双折线			细双点画线		假想轮廓线、极限位置轮廓线

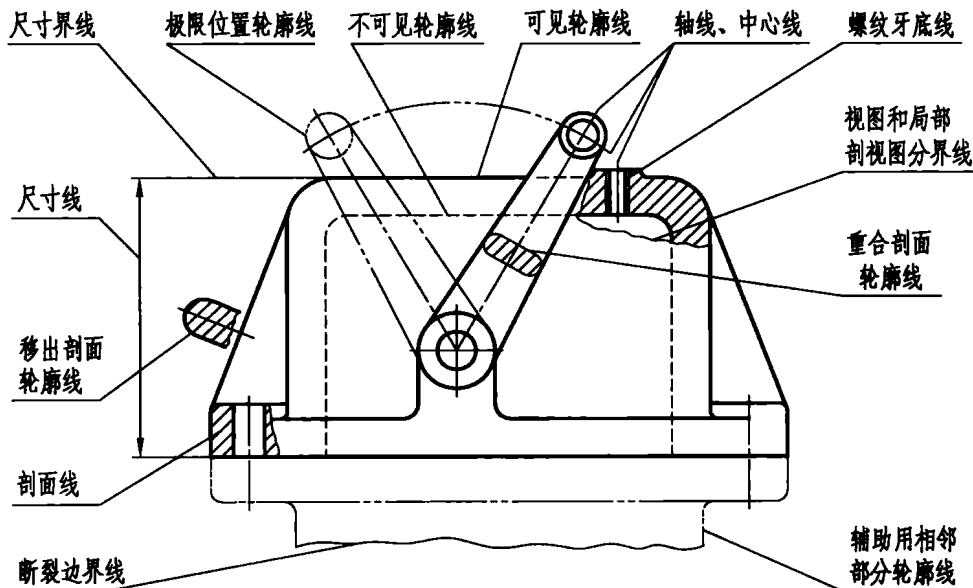


图 1-7 各种线型的应用

2. 图线宽度

技术制图国家标准规定了 9 种图线宽度(用 d 表示)。绘制工程图样时所有线型宽度值 d 应在下面系列中选择:0.13,0.18,0.25,0.35,0.5,0.7,1,1.4,2,单位为 mm。