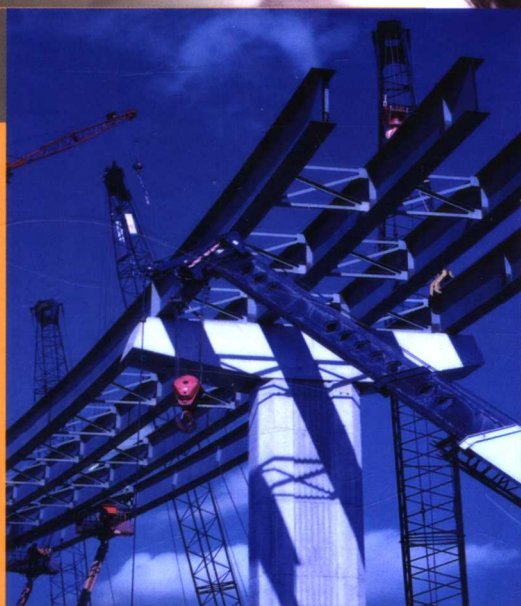


张 勇 张生坦 张晓欣◎主编

现代工程制图



XIANDAI

GONGCHENGZHITU

11010101
110101 10
101010 101 0
1010 1011 0
101001
1001 01010
101101010 1010
11010 1010101 1010
1001010101 10 11010
11011101 11111010
0101011 010101011 00

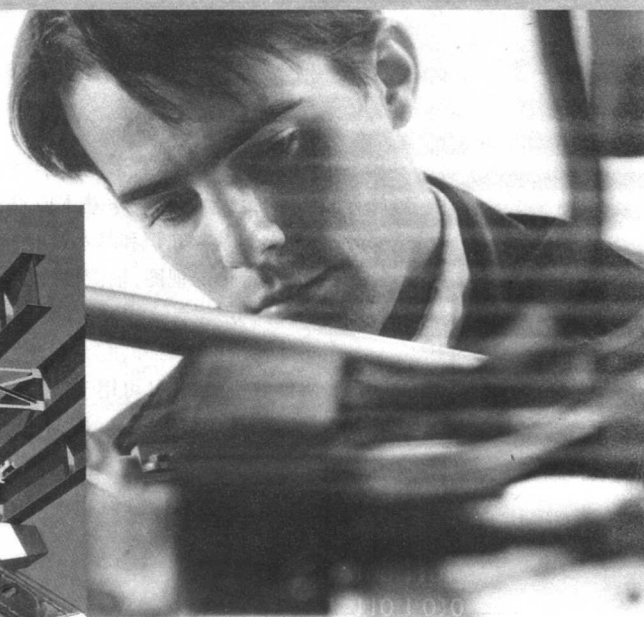
哈尔滨工程大学出版社

现代工程制图

主 编 张 勇 张生坦 张晓欣

副主编 许国玉 吴艳红

主 审 杨欣欣



XIANDAI
GONGCHENGZHITU

哈尔滨工程大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代工程制图/张勇,张生坦,张晓欣主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社,2006
ISBN 7-81073-751-1

I. 现… II. ①张…②张…③张… 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(2006)第 107363 号

内 容 简 介

本书是根据国家教育部高等学校工程图学教学指委员会 2004 年制订的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”组织编写的。全书除绪论外共十一章,主要介绍:制图的基本知识和基本技能,计算机绘图基础,点、直线和平面的投影,立体的投影,组合体的视图,轴测图,图样的基本表示法,标准件与常用件,零件图,装配图,零件构形设计。书末有附录和参考文献。

本书除传统的教材外,配有光盘《现代工程制图辅助教学系统》,既可用于教师在多媒体教室授课,又可用于学生提前预习或课后自主学习。

本书采用最新国家标准,同时出版的《现代工程制图习题集》与本书配套使用。

本书可作为高等工科院校非机械类专业工程制图课程教材,也可供从事工程设计、制图的技术人员参考。

哈尔滨工程大学出版社出版发行
哈尔滨市东大直街 124 号
发行部电话:(0451)82519328 邮编:150001
新华书店经销
哈尔滨工业大学印刷厂印刷

*

开本 787mm×1 092mm 1/16 印张 19.75 字数 499 千字

2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷

印数:1—3 000 册

定价:25.00 元

前言

PREFACE

本书是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2004 年制订的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”,结合新世纪对人才素质的要求和当前课程教学改革的具体情况编写而成。本书除绪论外,共十一章及书后附录,另有《现代工程制图习题集》与本教材配套使用,适合非机械类专业使用。

为了适应新时期对人才培养的需要及教学改革的深入发展,组织内容时,立足于培养学生的空间想象能力、创新设计能力和表达设计思想的能力;加强了计算机绘图的内容,使学生在掌握手工绘图的同时,掌握计算机绘图这一新时期工程技术人员必备的工具。

在确保工程制图基础理论和方法满足实际应用的前提下,精简了部分内容,优化了结构,将通用绘图软件 AutoCAD 作为现代绘图工具融入教材中。

本书除了传统的纸介质教材之外,还有与之配套的光盘《现代工程制图辅助教学系统》。该系统运用多媒体技术,以图片、文字、三维实体模型和三维动态动画演示等方式,生动形象地展示了教学内容,既可用于教师在多媒体教室授课,又可用于学生提前预习或课后自主学习。

本书全部内容均采用了我国最新颁布的《技术制图》和《机械制图》国家标准及制图有关的其他标准。

本书由张勇、张生坦、张晓欣主编,许国玉、吴艳红副主编,杨欣欣主审。编写分工如下:高连吉编写第 1、4 章,杨欣欣编写第 2 章,许国玉编写第 3、6 章,张生坦编写第 7 章、附录,吴艳红编写第 9、10 章,张勇编写第 5、11 章。本书在编写过程中,参考了一些国内同类书籍,并得到戴富美和教研室许多同志的大力支持和帮助,在此深表谢意。

由于时间仓促,水平有限,书中难免存在疏漏和错误之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2006 年 4 月

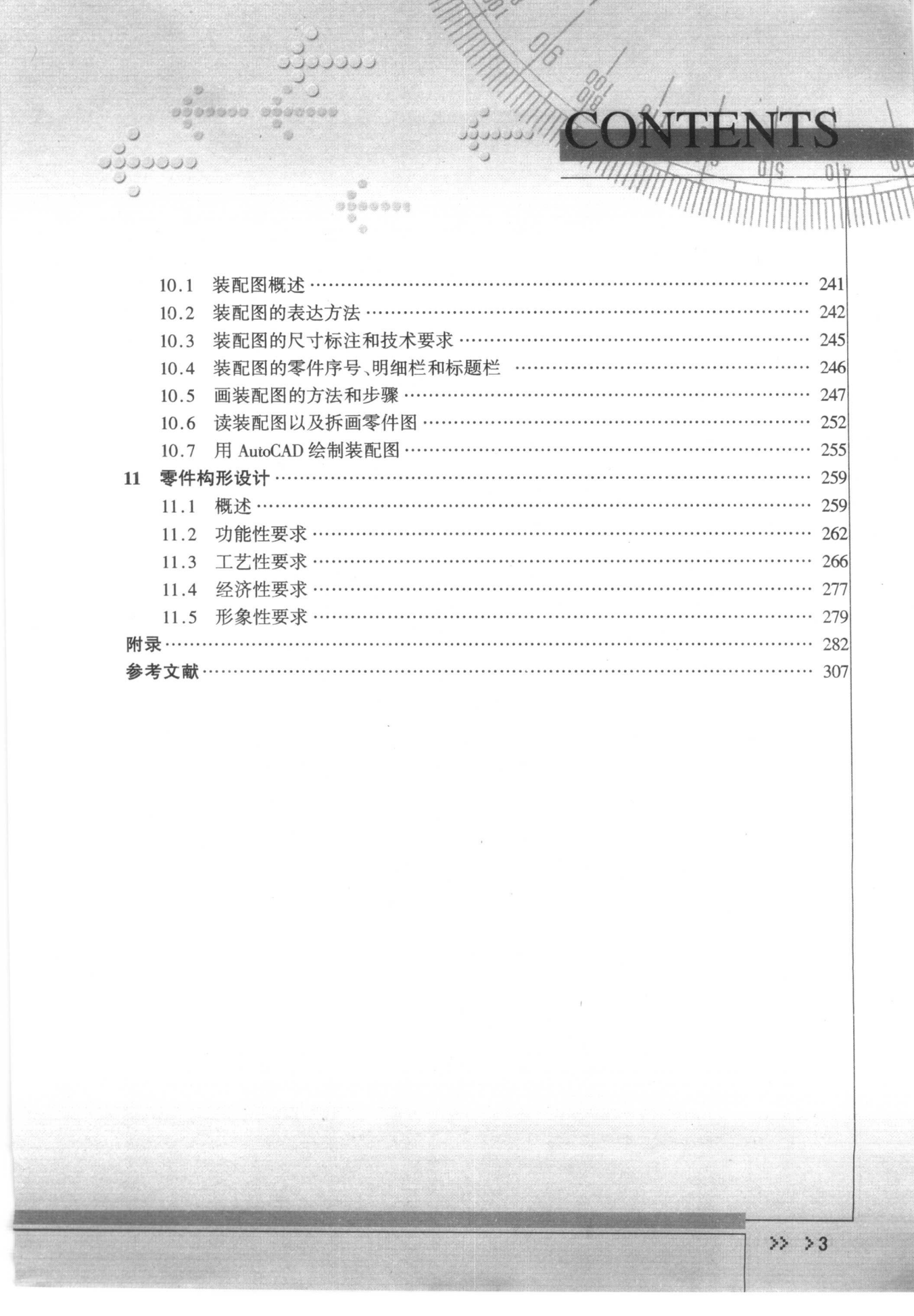
目录

CONTENTS

0 绪 论	1
0.1 本课程的性质和任务	1
0.2 本课程的发展和学习方法	1
1 制图的基本知识和基本技能	2
1.1 制图基本规定	2
1.2 手工绘图中工具和仪器的使用	14
1.3 几何作图	18
1.4 平面图形的画法及尺寸标注	21
1.5 徒手画图的一般方法	23
2 计算机绘图基础	27
2.1 AutoCAD 简介	27
2.2 AutoCAD2006 的操作界面	28
2.3 AutoCAD 操作基础	31
2.4 二维绘图环境设置	35
2.5 图层、颜色、线型和线宽的设置	40
2.6 基本绘图命令	43
2.7 图形编辑命令	47
2.8 图形显示控制	54
2.9 AutoCAD 操作实例	56
3 点、直线和平面的投影	59
3.1 投影法的基本知识	59
3.2 点的投影	61
3.3 直线的投影	64
3.4 平面的投影	71
3.5 空间几何元素的相对位置关系	76
4 立体的投影	82
4.1 基本体的三面投影及三视图	82
4.2 基本几何体的投影	83
4.3 面与立体相交	88
4.4 立体与立体相交	96
5 组合体的视图	104
5.1 组合体的基本知识	104
5.2 组合体视图的画法	107

CONTENTS

5.3	组合体的尺寸标注	111
5.4	读组合体视图	115
5.5	组合体构形设计	120
5.6	用 AutoCAD 绘制组合体视图	123
5.7	用 AutoCAD 进行尺寸标注	124
6	轴测图	140
6.1	轴测图的基本知识	140
6.2	正等轴测图	142
6.3	徒手绘制轴测草图	149
6.4	用 AutoCAD 绘制轴测图	151
7	图样的基本表示法	155
7.1	视图	155
7.2	剖视图	158
7.3	断面图	167
7.4	其他画法	170
7.5	视图表达的综合举例	176
7.6	第三角投影简介	177
7.7	计算机绘制剖视图及断面图	179
8	标准件与常用件	183
8.1	螺纹	183
8.2	螺纹紧固件	191
8.3	键和销	196
8.4	齿轮	199
8.5	滚动轴承	202
8.6	工程标准件图库建立初步	207
9	零件图	213
9.1	零件图概述	213
9.2	零件图的表达方法	214
9.3	零件图的尺寸标注	217
9.4	零件图的技术要求	222
9.5	读零件图	231
9.6	用 AutoCAD 绘制零件图	233
10	装配图	241



CONTENTS

10.1	装配图概述	241
10.2	装配图的表达方法	242
10.3	装配图的尺寸标注和技术要求	245
10.4	装配图的零件序号、明细栏和标题栏	246
10.5	画装配图的方法和步骤	247
10.6	读装配图以及拆画零件图	252
10.7	用 AutoCAD 绘制装配图	255
11	零件构形设计	259
11.1	概述	259
11.2	功能性要求	262
11.3	工艺性要求	266
11.4	经济性要求	277
11.5	形象性要求	279
	附录	282
	参考文献	307

0 绪 论

0.1 本课程的性质和任务

按一定的投影方法,准确地表达物体的形状、大小及技术要求的图形,称为工程图样。它是产品制造、工程施工和生产组织的主要依据。设计人员通过图样表达产品的设计思想和要求,生产人员根据图样加工出零件、装配成机器,管理人员通过图样实现对生产过程的组织、管理和质量监控。因此,每个工程技术人员必须具备绘制和阅读工程图样的能力。

本课程主要研究、解决空间几何问题,以及绘制和阅读工程图样的原理和方法,培养学生的形象思维能力。本课程是一门既有系统理论,又有较强实践性的技术基础课。

本课程的主要任务如下:

- (1)学习投影法(主要是正投影法)的基本理论及其应用;
- (2)培养对三维形状与相关位置的空间逻辑思维和形象思维能力;
- (3)培养空间几何问题的图示和图解能力;
- (4)培养绘制和阅读工程图样的基本能力;
- (5)培养用计算机绘制工程图样的基本能力。

此外,在教学过程中还必须有意地培养学生自学能力、独立分析问题和解决问题的能力,以及认真负责的工作态度和严谨、细致的工作作风。

0.2 本课程的发展和学习方法

由于计算机技术的飞速发展,计算机图形技术得到了相应的发展。自 20 世纪 80 年代以来,西方国家工业设计图纸的 80% 是在计算机上设计和成图的;我国的一些大型企业,计算机成图比例也达到了 60%,还有一些大企业已进入无图纸生产阶段。随着本课程的发展,计算机绘图必将逐步取代传统的手工绘图。

为了顺利学好本课程,必须掌握正确的学习方法。

首先,提高听课效率。由于本课程与图形打交道,作笔记相对困难,因此,不提倡作全文笔记,提倡在书上作旁注,这样可以避免费时且影响听课效果。

其次,必须掌握正确的思维方法。空间思维是学习本课程必须掌握的方法,在学习的初期阶段应以形象思维为主,通过不断的实践掌握三维空间物体和二维平面图形之间的对应关系,而后逐渐增加逻辑思维的分量。

最后,正确对待作业。本门课程的实践性很强,作业量相对较大,学生会感到费时、难做,而后面又要讲用计算机来画图,有些人从而轻视手工作业,这是错误的。要熟练掌握计算机画图,清晰的投影概念、理论必不可少,手工作业正是为了加深和理解课上所讲的投影概念、理论,因此,课后作业必须完成。

1 制图的基本知识和基本技能

作为工程界共同语言的图样是用来进行信息交流的,规范性要求很高。为此,对于图纸、图线、字体、作图比例以及尺寸标注等,均由国家标准作出了严格规定,每个设计者都必须坚决遵守。本章对此摘要介绍。

为了使绘图质量高、速度快,绘图者必须有坚实的基本功。本章对工具使用、绘图方法与步骤、基本几何作图和徒手绘图技能等做基本介绍。

1.1 制图基本规定

1.1.1 技术制图与机械制图国家标准的基本规定(国家标准《技术制图与机械制图》摘录)

1. 图纸幅面及格式(GB/T14689 - 93)

(1) 图纸幅面(表 1 - 1)

表 1 - 1 图纸幅面尺寸 (mm)		
	幅面代号	宽度 × 长度 (B × L)
第一选择的 基本幅面	A0	841 × 1189
	A1	594 × 841
	A2	420 × 594
	A3	297 × 420
	A4	210 × 297

(2) 图纸边框格式及尺寸(表 1 - 2)

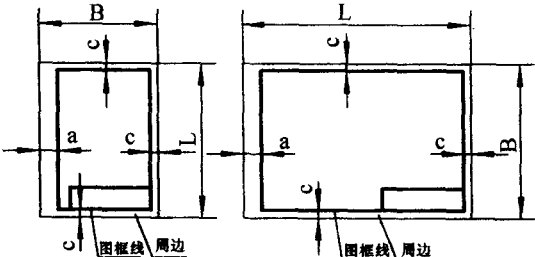
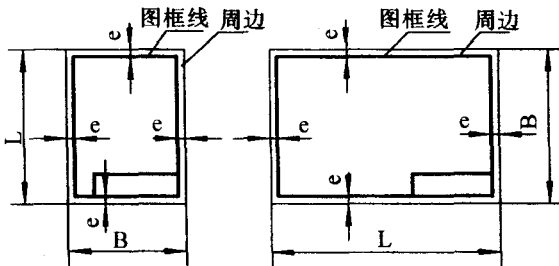
表 1 - 2 图框格式及尺寸	
需要留装订边的图纸格式	

表 1-2(续)

不需要留装订边的图纸格式					
基本幅面边框尺寸	A0	A1	A2	A3	A4
e	20		10		
c	10			5	
a	25				
加长幅面边框尺寸	加长幅面的边框尺寸,按所选用的基本幅面大一号的边框尺寸确定。 例如 A2×3 的边框尺寸按 A1 的边框尺寸确定,即 e 为 20(或 c 为 10);而 A3×4 的边框尺寸按 A2 的边框尺寸确定,即 e 为 10(或 c 为 10)				

注:图框用粗实线绘制。

2. 标题栏与明细栏(GB/T10609.1 ~ 10609.2 - 1989)

(1) 标题栏的方位、格式和尺寸(表 1-3)

(2) 明细栏的格式与说明(表 1-4)

表 1-3 标题栏的方位、格式和尺寸

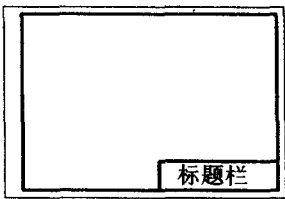
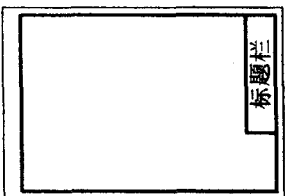
标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸。若标题栏的长边与图纸长边垂直时则构成 Y 型图纸。在此情况下,看图的方向与看标题栏的方向一致	
应采用的方式	允许采用的方式
标题栏的位置应于图纸的右下角 	为了利用预先印制的图纸,允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用;或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用 

表 1-3(续)

标题栏的格式举例及尺寸

The diagram shows a title block layout with a total width of 180 and a total height of 8 x 7 (=56). The layout is divided into several sections:

- Top Section:** A header row with dimensions 10, 10, 16, 16, 12, 16.
- Left Section:** A vertical column with a height of 7.
- Material Marking Section:** Labeled "(材料标记)" with dimensions 4 x 6.5 (=26), 12, 12.
- Unit Name Section:** Labeled "(单位名称)".
- Designation Section:** Labeled "(图样名称)" with a height of 20.
- Code Section:** Labeled "(图样代号)" with a height of 18.
- Bottom Section:** A footer row with dimensions 12, 12, 16, 12, 12, 16, and a total width of 50.

Other labels include "标记", "处数", "分区", "更改文件号", "签名", "年、月、日", "设计 (签名) (年月日)", "标准化 (签名) (年月日)", "审核", "工艺", "批准", "共 张", "第 张", and "(9)".

标题栏上方的明细栏举例

The diagram shows a detail table layout with a total width of 180. The table has 10 columns and 1 row. The columns are labeled: "序号", "代 号", "名 称", "数 量", "材 料", "单件重量", "总计重量", and "备 注". The dimensions for the columns are: 8, 40, 44, 8, 38, 10, 12, and (20). The total height of the table is 14. Below the table is a section labeled "(标题栏)".

表 1-5 比例系列

优先采用比例	种 类	比 例
	原值比例	1:1
	放大比例	5:1 2:1 $5 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $1 \times 10^n:1$
	缩小比例	1:2 1:5 1:10 $1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:1 \times 10^n$
允许采用比例	放大比例	4:1 2.5:1 $4 \times 10^n:1$ $2.5 \times 10^n:1$
	缩小比例	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 $1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$ $1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$

注:n 为正整数。

(3)标注方法

1)比例的符号应以“:”表示。比例的表示方法如 1:1,1:5,2:1 等。

2)绘制同一机件的各个视图时,应尽可能采用相同的比例,以利于绘图和看图。

3)比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时,可在视图名称下方或右侧标注比例,如: $\frac{A}{1:2}$ $\frac{B-B}{2:1}$ $\frac{I}{5:1}$ D2:1

4)当图形中的直径和薄片的厚度等于或小于 2mm,以及斜度和锥度较小时,可以不按比例而夸大画出。

5)表格图或空白图不必注写比例。

4. 字体及在 CAD 制图中的规定(BG/T14691 - 1993、GB/T14665 - 1993)

(1)基本要求

1)图样中书写的字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

2)字体高度 h 的公称尺寸系列为:1.8 mm,2.5 mm,3.5 mm,5 mm,7 mm,10 mm,14 mm,20 mm。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

3)汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 2h/3。

4)字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75°。

5)字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 1/14;B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 1/10。

6)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。

字体书写格式及规定的间距比例见表 1-6。

表 1-6 字体书写格式及规定的间距比例

书 写 格 式		基 本 比 例	
		A 型字体	B 型字体
大写字母高度	h	(14/14)h	(10/10)h

表 1-6(续)

①特殊的字符组合,如 LA,TV,Tr 等,字母间间距可为 $a = (1/14)h$ (A 型)和 $a = (1/10)h$ (B 型)

(2)字体示例(表 1-7)

表 1-7 字体示例

汉字	字体工整 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀	
数字 (斜体)	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	
拉丁字母(斜体)	大写	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
	小写	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
罗马数字 (斜体)	I II III IV V VI VII VIII IX X XI	

(3)CAD 制图中字体的要求

- 1)汉字一般用正体输出,字母与数字一般以斜体输出。
- 2)小数点进行输出时,应占一个字位,并位于中间靠下处。
- 3)标点符号除省略号和破折号为两个字位外,其余均为一个符号一个字位。
- 4)字体高度 h 与图纸幅面之间的选用关系,参见表 1-8。
- 5)字体的最小字(词)距、行距,以及间隔或基准线与字体之间的最小距离,见表 1-9。

表 1-8 CAD 制图中字体与图幅关系 (mm)

图幅	A0	A1	A2	A3	A4
字体高度(h)					
汉 字	5		3.5		
字母与数字					

表 1-9 CAD 制图中字距、行距等的最小距离 (mm)

字体	最小距离	
汉字	字距	1.5
	行距	2
	间隔或基准线与汉字的间距	1
字母与数字	字距	0.5
	词距	1.5
	行距	1
	间隔或基准线与字母、数字的间距	1

1.1.2 图线画法及其在 CAD 制图中的规定 (GB/T4457.4 - 1984、GB/T17450 - 1998、GB/T14665 - 1998)

1.图线的术语和定义(表 1-10)

表 1-10 图线的术语和定义

术语	定 义
图线	起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形,形状可以是直线或曲线,连续线或不连续线 注:①起点和终点可以重合,如一条图线形成圆的情况 ②图线长度小于或等于图线宽度的一半称为点

术语	定 义
线素	不连续的独立部分,如点、长度不同的画和间隔
线段	一个或一个以上不同线素组成一段连续或不连续的图线,如实线的线段或由“长画、短间隔、点、短间隔、点、短间隔”组成的双点画线的线段

2.图线的宽度、形式和应用

所有图线的宽度(b)应按图样的类型和尺寸在下列数系中选择(该数系的公比为 1:√2):0.13 mm,0.18 mm,0.25 mm,0.35 mm,0.5 mm,0.7 mm,1 mm,1.4 mm,2 mm。由于图样复制中存在的困难,应尽可能避免采用线宽 0.18 mm 以下的图线。

图线分粗线、中粗线、细线三种,它们的宽度比率为 4:2:1。

工程制图常用图线,见表 1-11。CAD 制图中的线型、宽度见表 1-12,CAD 制图图线颜色的规定见表 1-13。

表 1-11 工程制图常用图线

技术图中代码	名 称		线 型	一般应用
01	实线	粗实线		可见轮廓线、可见过渡线
		细实线		尺寸线、尺寸界线、剖面线、弯折线、牙底线、齿根线、引出线、辅助线
02	虚线			不可见轮廓线、不可见过渡线
04	点画线	细点画线		轴线、对称中心线、轨迹线、齿轮节线等
		粗点画线		有特殊要求的线或表面的表示线
05	双点画线			相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线、假想投影的轮廓线等
基本线型的变形	波浪线			断裂处的边界线、剖视与视图的分界线
图线的组合	双折线			断裂处的边界线

表 1-12 CAD 制图线宽的规定

组别	1	2	3	4	5
线宽(粗线)/mm	2.0	1.4	1.0	0.7	0.5
线宽(细线)/mm	1.0	0.7	0.5	0.35	0.25

表 1-13 CAD 制图图线颜色的规定

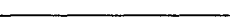
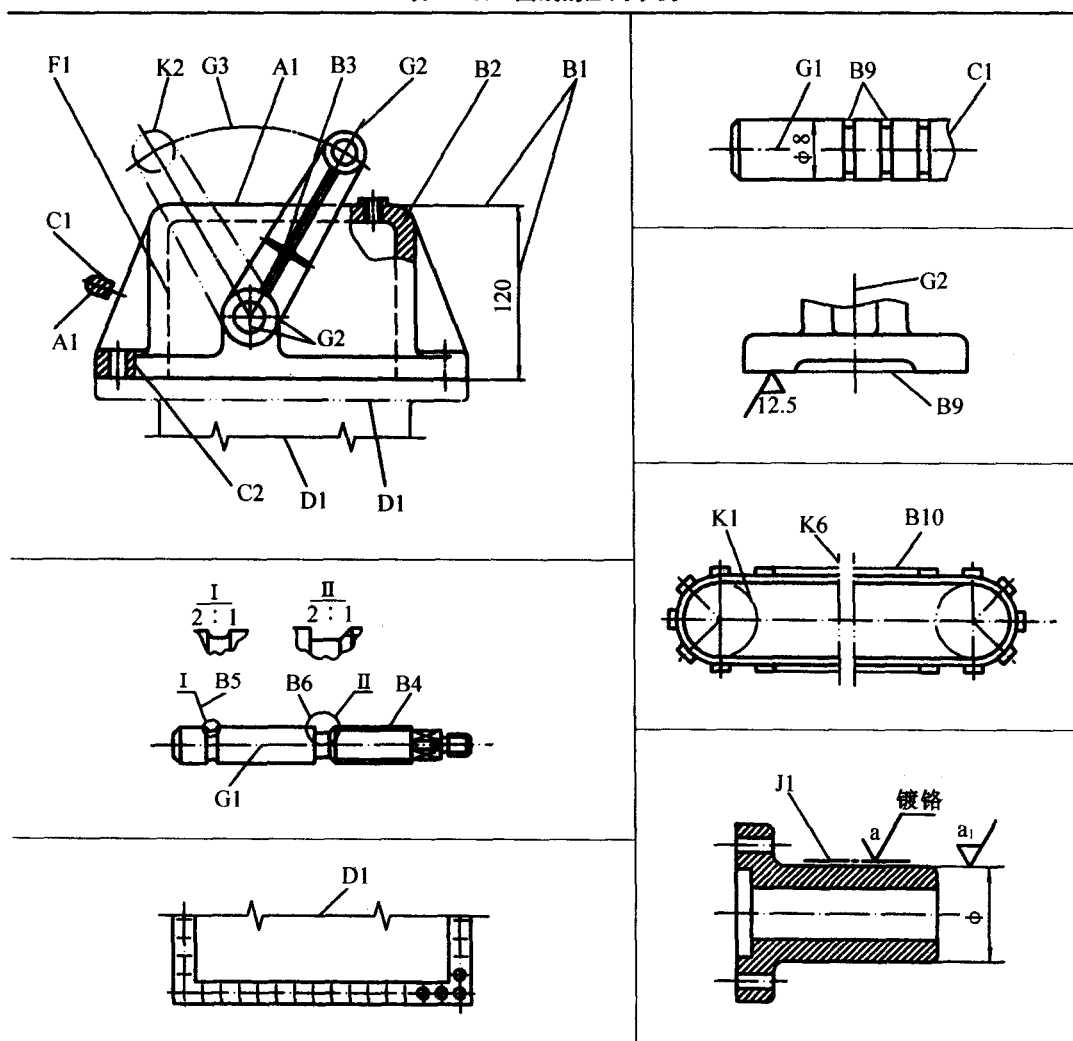
图线名称	图线形式	屏幕显示时的颜色
粗实线		白色
细实线		白色
波浪线		
双折线		
虚线		黄色
细点画线		红色
粗点画线		棕色
双点画线		粉红色

表 1-14 图线的应用示例



3. 图线的画法

(1) 在同一图样中,同类图线的宽度应一致。

(2) 手工绘图时,各线素的长度宜采用下列规定:

点 $\leq 0.5b$;短间隔 $3b$;短画 $6b$;画 $12b$;长画 $24b$;间隔 $18b$ 。

(3) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为长画线的交点。点画线和双点画线的首末两端应是长画而不是点。

(4) 在较小图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。

(5) 当两种以上不同类型的图线重合时,应遵守以下顺序:

1) 可见轮廓线(粗实线,A型线);

2) 不可见轮廓线(虚线,F型线);

3) 轴线和对称中心线(细点画线,G型线);

4) 假想轮廓线(双点画线,K型线);

5) 尺寸界线和分界线(细实线,B型线);

6) 字体与任何图线重合时,字体优先;

7) 为了保证图样复制时图线清晰,两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm 。

计算机绘图时,图样上图线的间隙不表示真实的间距,如螺纹的表示,当建立数据系统时,应考虑这种情况。

1.1.3 尺寸标注

1. 基本规则

(1) 图样中(包括技术要求和其他说明)的线性尺寸,以毫米为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,如采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(2) 图样中所标注的尺寸,为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。最后完工尺寸是指这一图样所表示机件的最后要求,如毛坯图中的尺寸为毛坯最后完工尺寸;零件图上的尺寸是该零件交付装配时的最后尺寸。至于为了达到该尺寸的要求,中间所经过的各工序(包括镀覆和涂层等工序)的尺寸,则与之无关,否则必须另加说明。

(3) 机件的每一尺寸一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

(4) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图样的大小及绘图的准确度无关。

2. 尺寸注法的一般规定(GB/T4458.4-1984)

(1) 尺寸注法的基本要素

图样上的尺寸标注主要有尺寸数字、尺寸线、尺寸界线三个要素组成,有时为了说明特殊的含义,还在尺寸数字前附加某种规定的符号,如 ϕ , R , $\square$ 等。

尺寸数字、尺寸线、尺寸界线的规定见表 1-15。