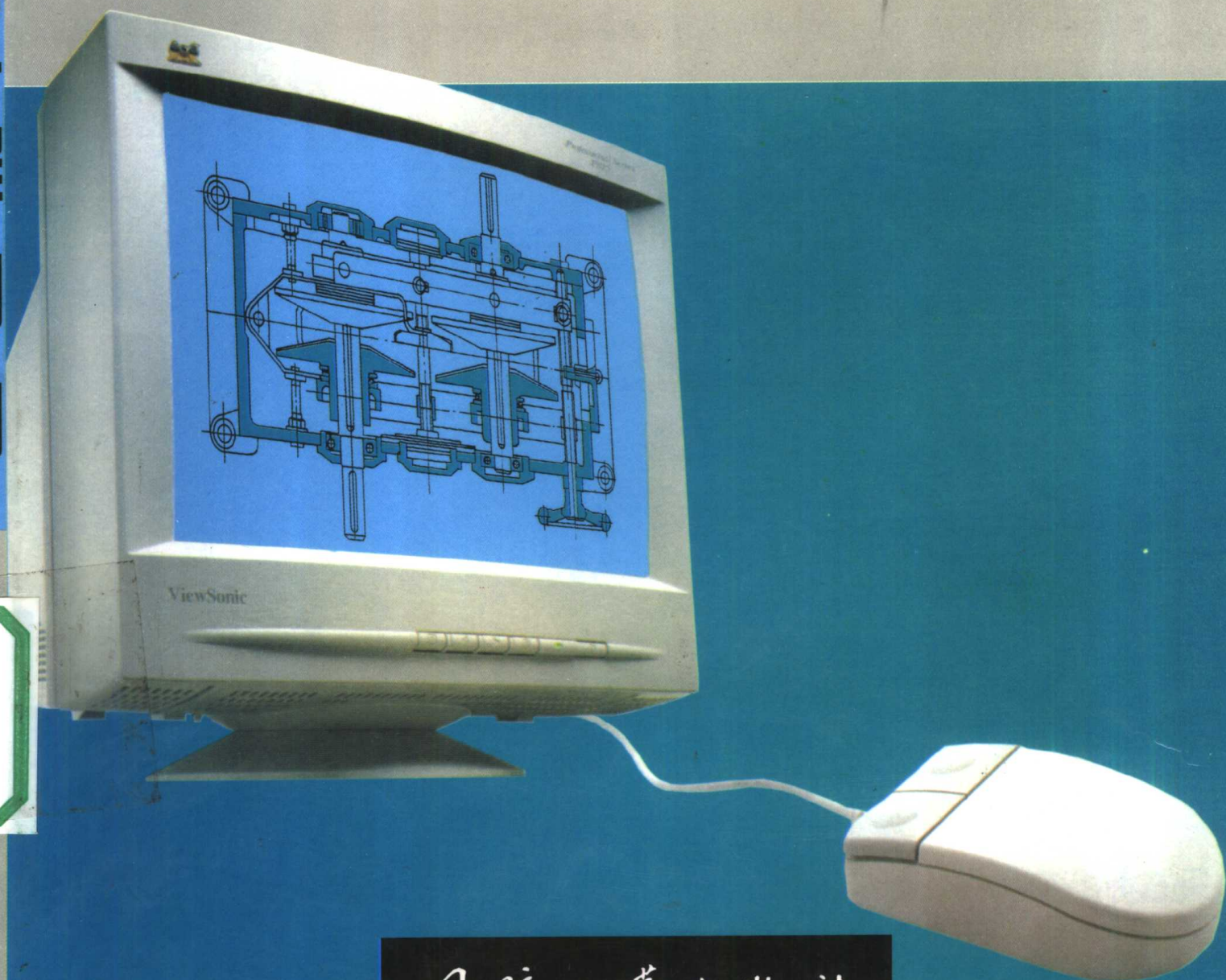


高等學校教材

現代工程制圖

楊勝強 主編

4



國防工業出版社

高等學校教材

現代工程制圖

TB23

版社

高等学校教材

现代工程制图

杨胜强 主编

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

现代工程制图/杨胜强主编. —北京:国防工业出版社, 2001.7

ISBN 7-118-02491-0

I. 现... II. 杨... III. 工程制图 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 06999 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 18 3/4 490 千字

2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月北京第 1 次印刷

印数: 1 - 6000 册 定价: 28.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

工程图学系列教材编委会

主 任 杨世春

副主任 梁世熙 王明珠 杨胜强

委 员 (以姓氏笔画为序)

丁 勇 马 麟 刘阜平 刘春义 李仙梅

严 乐 张红梅 张素珍 陈红玲 侯爱民

荆建军 徐正林 上官文印 董黎君

《现代工程制图》编写组

主 编 杨胜强

副主编 丁 勇

编著者 (以姓氏笔画为序)

丁 勇 马 麟 严 乐 杨胜强 荆建军

董黎君

序

21 世纪生产和科技领域的竞争,归根结底集中在对人才的竞争。作为人才培养主力军的我国各高等学校将不得不重新审视人才培训的目标与模式,这种讨论的最终结果将落实为课程体系 and 教学内容的方案改革。工程制图历来是工科高等院校学生的一门必修的基础课程,不仅面向机械类,而且面向电子类、化工类、管理类及部分理科学生,可以说是一门“量大面广”的课程,因此在当前的改革大潮中,特别引起各院校教学主管部门及广大教师对本门课程改革的紧迫感,并将其放入面向 21 世纪课程体系、内容改革的大背景下加以考虑。

本书作者针对工科高等院校非机械类学生的需要,经过多年教改的不懈探索,特别吸取了已经获得山西省教学成果一等奖的“面向地方院校工程图学教材建设的研究与实践”中的成果,编写了这门教材,将它定名为“现代工程制图”。

书名中的“现代”是相对“传统”而言的,“现代”二字体现了本书的最大特色,作者将传统工程制图知识与计算机绘图知识有机融合,构成了本书特有的体系结构。本书还将原有的组合体概念用计算机图形学中的集合体概念代替,阐述了集合体的构型原理及构型分析,形成了本书的另一个引人注目之处。此外,在教学内容的精简、章节安排、叙述方式等方面也有许多独具匠心的安排。

本书的教学将不仅使学生掌握必须的现代工程制图的技术与知识,还将使学生具备必要的工程图学的素质,使本门课程的教学成为学生素质教育的一个组成部分。

衷心祝愿本书的出版,相信本书作者在今后的教学改革与教学实践中定能作出更大的努力,取得更丰硕的成果,推出更好的教材。

章秉枢

2000 年 11 月于清华园

前 言

为适应全面素质教育、创新教育的现代高教新形势,在保证教学质量的前提下,切实有效地提高教学效率,本书是遵照原国家教委《关于“九五”期间普通高等教材建设与改革的意见》精神,参考我国高等学校工程图学教学指导委员会曾制定的“画法几何及工程制图、计算机绘图课程教学基本要求”,结合获山西省教学成果一等奖的“面向地方院校工程图学教材建设的研究与实践”的省级教改项目研究成果编著而成。

《现代工程制图》是将传统“工程制图”与“计算机绘图”完全融合教学实践的产物。所谓融合教学就是不像以往工程制图课后再讲计算机绘图内容,而是从一开始便引入计算机绘图内容,把工程制图传统知识的传授全面贯穿于计算机辅助教学、计算机绘图教学中。在教学中,淡化尺规作图内容,强化徒手绘草图及计算机绘图内容。

本书编写反映了六大特点:(1)工程制图知识与计算机绘图内容介绍采取同步结合双螺旋上升的方式,使新旧知识科学合理地融为一体。(2)采用最新国标,充分体现工程图学学科发展的时代性。(3)新颖地应用计算机造型中的集合体概念替代工程制图中的组合体概念,提出集合体的构形原理及构形分析过程,使形体构成的分析更加逻辑化。(4)传统的线、面投影及分析贯穿于立体投影及分析之中,对培养学生三维空间分析能力有很强的现实意义。(5)图样中的尺寸及文本标注独立成章,零件图、装配图内容采用比较式编写,体系独特,便于少学时学生全面系统掌握。(6)简介电类工程制图的各种实用图样,便于学生结合专业。

本书在太原理工大学常务副校长杨世春教授、山西省工程图学学会理事长梁世熙教授、太原理工大学机械基础部主任王明珠教授的指导下,在山西省教育厅高教处及太原理工大学教务处的有力支持下,由丁勇、马麟、严乐、杨胜强、荆建军、董黎君合作编写,并由杨胜强、丁勇负责统稿、定稿工作。

参编者分工如下(以内容顺序排列):

杨胜强(绪论、第七章、附录)、严乐(第一章)、荆建军(第二、七章)、丁勇(第三、六章)、董黎君(第四、六章)、马麟(第五章)。

本书得到中国工程图学学会副理事长、中国工程图学学会 CAD 专业委员会主任、《工程图学学报》编委会主任、清华大学博士生导师童秉枢教授的审阅、大力支持和推荐。太原理工大学机械基础部主任王明珠教授审阅了全书,并提出不少宝贵意见。在此表示衷心的感谢。

向为本书付出辛勤劳动的专家、编辑及有关同志表示谢意。

由于初试融合教学,编者学识浅薄,不妥和疏漏之处在所难免,欢迎读者不吝指正。指正联系 E-mail: tutysq@yeah.net。

编 者

目 录

绪论	1	五、平面的投影	65
第一章 基本知识	3	§ 2.2 平面立体的构形及投影表示	68
§ 1.1 国家标准的基本规定	3	一、AutoCAD2000 的空间设计环境	68
一、图纸幅面及图框格式(GB/T14689—1993 等效采用 ISO 5457—1980)	3	二、平面立体的构形	74
二、比例(GB/T14690—1993)	4	三、平面立体的投影	78
三、字体(GB/T14691—1993)	6	四、平面立体的投影分析	81
四、图线(GB4457.4—1984)	7	§ 2.3 回转立体的构形及投影表示	89
五、机械工程 CAD 制图规则(GB/T14665—1998)简介	8	一、概述	89
§ 1.2 绘图方式	10	二、圆柱的构形命令及投影	91
一、手工绘图	10	三、圆锥的构形命令及投影	93
二、计算机辅助绘图	13	四、圆球的构形命令及投影	95
§ 1.3 AutoCAD 软件使用概述	14	第三章 集合体	97
一、安装与启动	14	§ 3.1 集合体的构形	97
二、用户界面	15	一、集合体与形体分析法	97
三、命令提示	17	二、集合体构形的基本方法	97
四、命令执行方法	18	三、集合体构形实例	102
五、数据输入方法	19	§ 3.2 集合体表面连接处的投影分析	113
六、绘图环境设置	20	一、表面间的共面与相切	113
七、图层	23	二、两平面相交	115
八、修正错误的一般方法	26	三、平面与回转面相交	115
九、图形文件管理	27	四、两回转面相交	122
§ 1.4 几何作图	30	五、形体表面间的圆角过渡	126
一、绘图基础	30	§ 3.3 集合体三视图的绘制	127
二、图形编辑	38	一、利用形体分析法绘制三视图	127
三、面域及其操作	48	二、利用构形生成三视图	130
第二章 投影理论基础	52	§ 3.4 看集合体的三视图	134
§ 2.1 投影法的基本知识	52	一、看图要点	134
一、投影法	52	二、看图方法	136
二、投影与视图	54	第四章 工程图中尺寸及文本标注	144
三、点的投影	57	§ 4.1 机械制图国家标准关于尺寸标注 (GB4458.4—1984)的规定	144
四、直线的投影	62		

一、基本规则	144	二、填充操作	202
二、尺寸标注的基本要素及其规定	144	三、生成实体断面	205
三、常见的尺寸注法	145	§ 5.6 图样画法综合应用举例	206
§ 4.2 AutoCAD 尺寸标注的基本方法	147	§ 5.7 第三角投影简介	208
一、尺寸标注的类型	147	第六章 零件图、装配图简介	210
二、尺寸标注的式样	148	§ 6.1 零件图、装配图概述	210
三、按类进行尺寸标注	152	一、视图	210
四、尺寸编辑	159	二、尺寸	210
§ 4.3 平面图形的尺寸分析	161	三、技术要求	213
一、平面图形的线段分析	161	四、装配图的零部件序号及明细栏	213
二、平面图形的画图步骤	161	§ 6.2 螺纹紧固件及其联接	213
三、平面图形的尺寸注法	161	一、螺纹	213
§ 4.4 立体的尺寸标注	164	二、螺纹紧固件	218
一、基本体的尺寸标注	164	三、螺纹联接图	219
二、集合体的尺寸标注	165	§ 6.3 AutoCAD 图块功能及应用	222
§ 4.5 工程图文本标注	169	一、块的特点	222
一、文本字型	169	二、定义块	222
二、添加文本行	170	三、插入块	225
三、文字编辑	176	§ 6.4 螺纹及紧固件的结构与数据	227
第五章 图样画法	178	一、螺纹的结构与数据	227
§ 5.1 视图	178	二、螺纹紧固件的结构与数据	229
一、基本视图	178	§ 6.5 轴系零件及其装配	236
二、向视图	180	一、机加工工艺结构	236
三、局部视图	181	二、圆柱齿轮及啮合	238
四、斜视图	182	三、键联接	240
§ 5.2 剖视图	184	四、销联接	244
一、剖视图的形成	184	第七章 其他工程图样	247
二、剖视图的画法	184	§ 7.1 电气制图基础	247
三、剖视图的分类	188	一、常用电气图形符号	247
四、剖切面的种类	190	二、电气图中常用简图画法	248
§ 5.3 断面图	195	三、印制板图	249
一、移出断面	195	§ 7.2 立体表面的展开	251
二、重合断面	197	一、制件表面模型的构造方法	252
§ 5.4 其他表达方法	197	二、平面体式制件的展开	254
一、局部放大图	197	三、可展曲面型制件的展开	257
二、简化画法与其他规定画法	197	四、不可展曲面型制件的近似展开	259
§ 5.5 AutoCAD 图案填充简介	201		
一、基本概念	201		

附录 1: 技术制图通用术语的中、英文对照	260	附录 3: 系统变量一览表	271
附录 2: AutoCAD 2000 命令集	262	参考文献	287

绪 论

一、研究的对象和性质

在现代工业生产中,任何机床、化工设备、电子产品以及各种仪器仪表等的制造,都要先进行设计,画出其图样,然后根据图样进行加工和装配。按照图物唯一对应的投影理论、符合国家标准的相关规定,表达出满足生产实践需要的机器及其零部件的结构、形状、大小、材料及加工、检验、装配等技术要求的图样,称为工程图样。它是工业生产中的重要技术文件,同时又是工程界表达和交流技术思想和信息的重要媒介和工具。所以工程图样被喻为“工程界的语言”,工程应用中,有“一图胜千言”的良好效果。随着计算机技术及计算机图学理论的发展,计算机辅助设计绘图(CADD)全面推动了几乎所有领域的设计革命。计算机绘图作为一种工具,不仅是绘图工具,更重要的是创意思维的工具。在 3D-CAD 时代已经来临的时刻,计算机绘图有手工绘图不可替代的优越性。高等工科学校工程制图课程教学必须在继承传统的同时,适应现代技术发展的需求,积极开展计算机绘图普及教育。本课程就是研究如何根据投影理论和国标及各种绘图方式的有关规定,绘制并阅读工程图样的一门课程。

本课程是高等工科院校的一门必修的重要技术基础课,它在空间思维和想象乃至形象思维的锻炼方面具有特殊的地位和作用。长期作为教育部组织建设的七门工科基础课之一,对学生全面素质教育有较大影响。

二、教学目的和要求

本课程的教学目的是培养学生掌握绘制和阅读工程图样的基本理论和基本方法。为此要求:

- 1.学习、贯彻国家标准有关工程制图的各项规定。
- 2.掌握徒手绘图、尺规绘图及计算机绘图中的基本几何图方法。
- 3.掌握正投影的基本理论及其应用。
- 4.掌握绘制及阅读工程图样的基本方法和技能。
- 5.基本掌握应用全球通用的 AutoCAD 软件绘制二维、三维图形的方法。
- 6.培养并发展空间想象能力和空间分析能力。
- 7.培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、学习方法及注意问题

1.课程内容既有系统理论又有较强的实践性。因此,在学习中不能仅满足于对理论、原则的理解,而必须密切联系实际,更多地注意如何在具体操作时运用这些理论和原则。

2.学习过程中,必须时常注意空间几何关系的分析以及空间形体与其投影之间的相互联系,“由物到图,再从图到物”进行反复研究和思考。学习初期可借助模型及动静态直观图等增强感性认识,但不可长期依赖它们。

3.认真听课,及时上机操作复习,独立完成作业。只有通过多看、多画、多想的反复实践与总结,才能很好地消化理论,不断提高绘图和读图的方法与技能。

4.本课程与工程实际联系紧密,工程知识越多,学习效果越好。因此,平时要有意识地多了解工程观点,多观察周围环境中的机电产品。努力获取一些有关设计、制造等方面的工程知识。

5.实际工作中,图样上的任何差错都会给生产造成不应有的损失。绘制的图样要做到投影正确、表达合理、尺寸齐全、字体工整、图面整洁,为此要概念清楚、理论扎实、遵守国标、正确使用各种绘图工具,养成严肃认真、耐心细致、一丝不苟的良好习惯和工作作风。

第一章 基本知识

§ 1.1 国家标准的基本规定

图样是一种重要的技术文件,是用来指导生产和技术交流的语言,因此,对于图样画法、尺寸注法等都必须作统一规定。“ISO”是国际上统一制定的标准,我国也相应制定了与国际标准相统一的国家标准“GB”。人人都必须树立标准化的概念,严格遵守,认真执行国家标准。

本节摘要介绍国标中有关图纸幅面及格式、比例、字体、图线等内容,其余部分将在以后有关章节中摘要介绍。

一、图纸幅面及图框格式(GB/T14689—1993 等效采用 ISO5457—1980)

(一) 图纸幅面

绘制图样时,优先采用表 1-1 中规定的幅面尺寸,必要时可沿长边加长。对于 A0、A2、A4 幅面的加长量应按 A0 幅面长边的 1/8 的倍数增加;对 A1、A3 幅面的加长量应按 A0 幅面短边的 1/4 的倍数增加。此外,对于 A0 及 A1 幅面也允许同时加长两边。

表 1-1 图纸幅面

mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	A5
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297	148 × 210
a	25					
c	10			5		
e	20		10			

(二) 图框格式

图纸可以横放或竖放。无论图样是否装订,均应用粗实线画出图框和标题栏的框线。需要装订的图样,其格式如图 1-1 所示,周边尺寸按表 1-1 中的规定。一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。不留装订边的图样,其图框格式如图 1-2 所示,周边尺寸见表 1-1。

(三) 标题栏的方位及格式

标题栏的位置应按图 1-1、图 1-2 所示的方式配置,一般位于图纸的右下角。必要时,也可按图 1-3 所示的方式配置。标题栏的外框线为粗实线,内部线条中水平线为细实线,竖直线为粗实线。标题栏的格式与尺寸应按 GB10609.1 的规定绘制。学生作业可采用图 1-4 所示的简化格式。

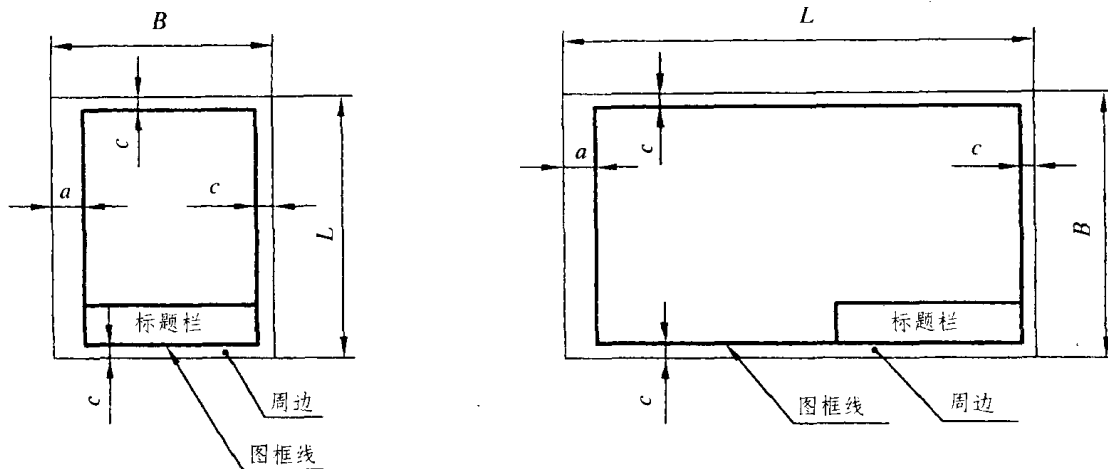


图 1-1 留装订边的图框格式

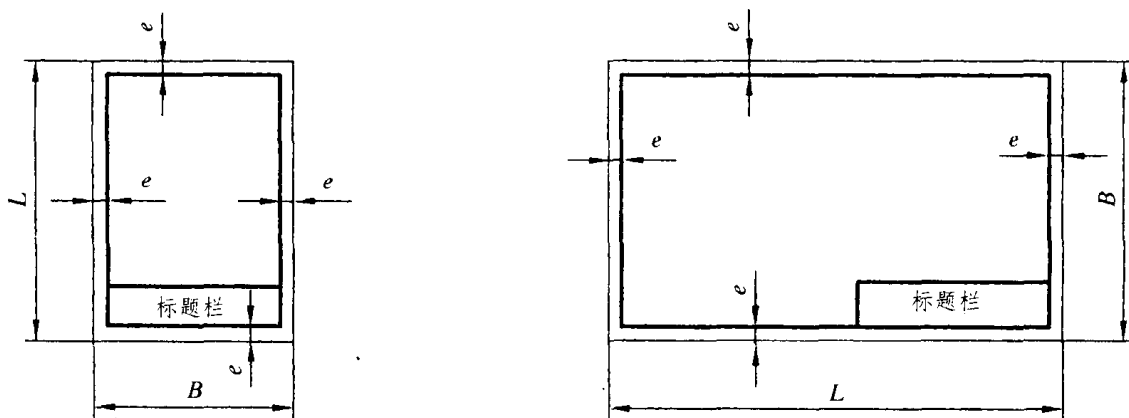


图 1-2 不留装订边的图框格式

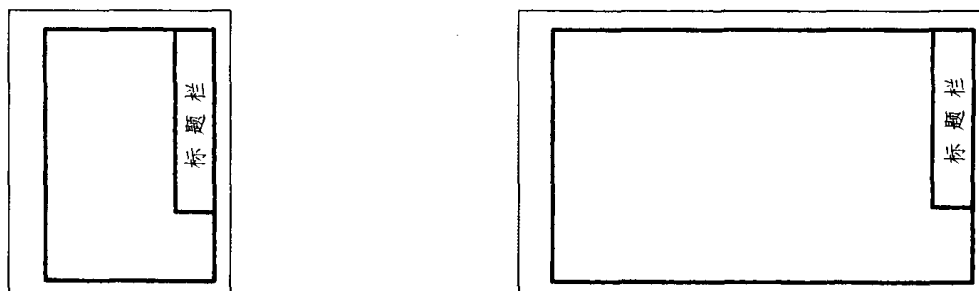


图 1-3 标题栏配置的另一种形式

标题栏中的文字方向应为看图的方向。

二、比例(GB/T14690—1993)

图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比,称为图样的比例。需要按比例绘制图样时,应由表 1-2 中选取适当的比例。

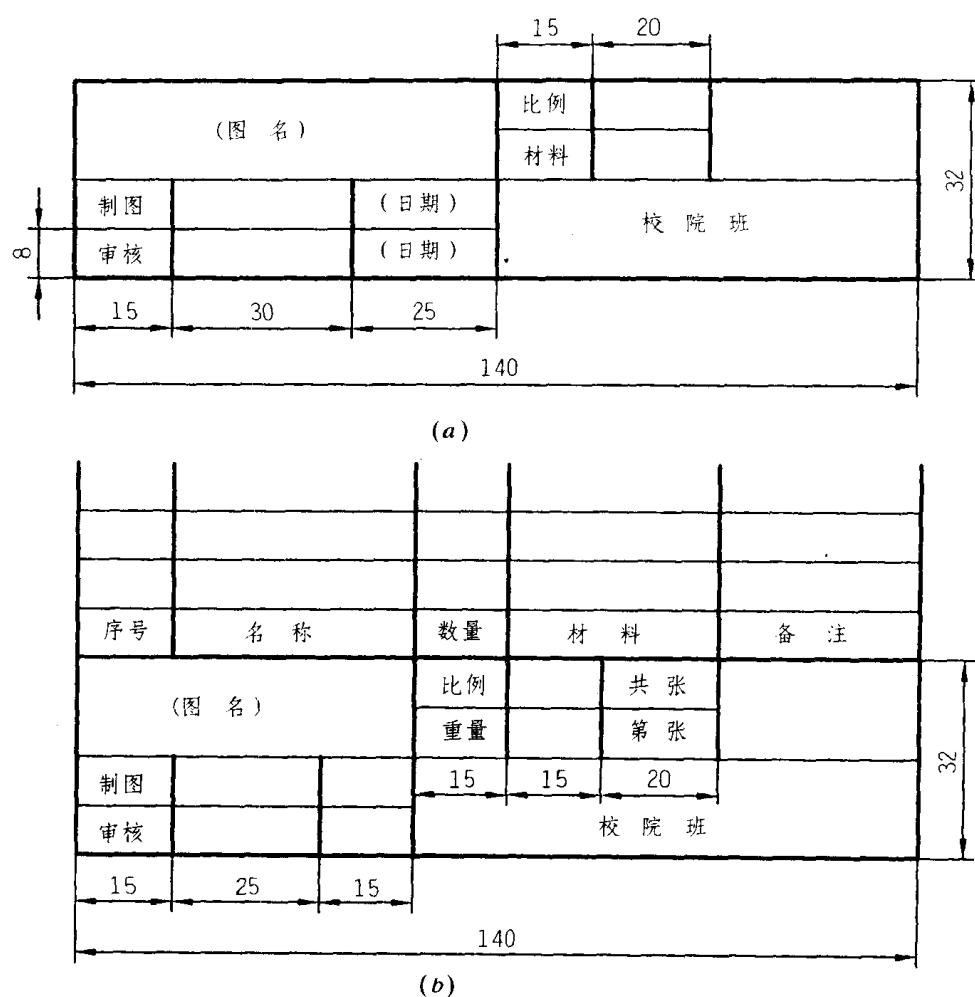


图 1-4 标题栏简化格式

(a)零件图用;(b)装配图用。

表 1-2 比例

种 类	比 例					
	原值比例	1:1				
优先采用	放大比例	5:1 $5 \times 10^n:1$	2:1 $2 \times 10^n:1$		$1 \times 10^n:1$	
	缩小比例	1:2 $1:2 \times 10^n$	1:5 $1:5 \times 10^n$		1:10 $1:10 \times 10^n$	
必要时采用	放大比例	4:1 $4 \times 10^n:1$	2.5:1 $2.5 \times 10^n:1$			
	缩小比例	1:1.5 $1:1.5 \times 10^n$	1:2.5 $1:2.5 \times 10^n$	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。

绘制同一机件的各视图应采用相同的比例,并在标题栏的比例一栏中填写。当某个视图需要采用不同的比例时,可在视图名称下方标注,如 $\frac{A}{2:1}$, $\frac{I}{5:1}$ 。

由于机件的大小及其结构复杂程度的不同,所以对大而简单的机件可采用缩小的比例;对小而复杂的机件则可采用放大的比例。但不论缩小或放大,在标注尺寸时必须标注机件的实际尺寸,如图 1-5。

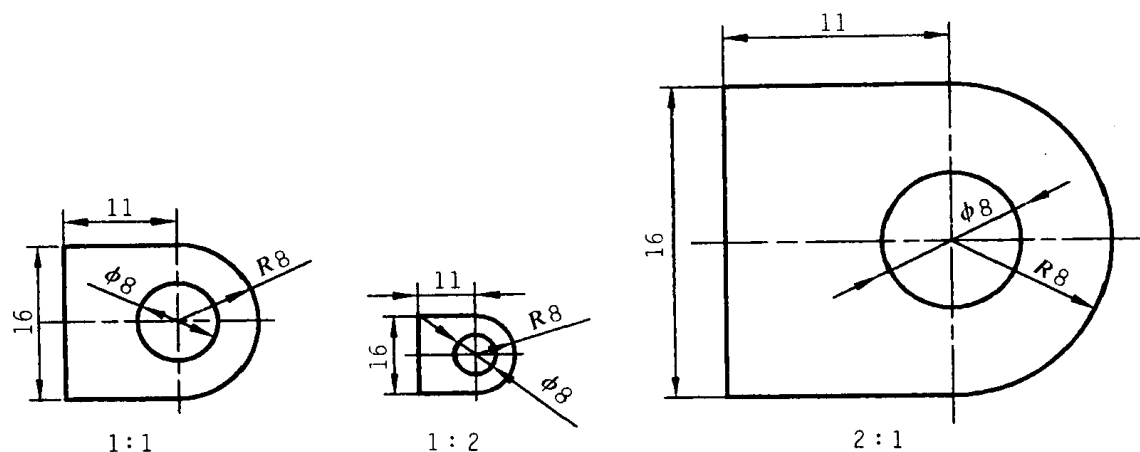


图 1-5 用不同比例绘制同一图形

三、字体(GB/T14691—1993)

在图样上除了表示机件结构的图形外,还要用文字和数字来说明机件的大小、技术要求和
其他内容。

图样中书写的汉字、数字、字母必须做到:字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。

各种字体的大小要选择适当。字体的号数,即字体的高度用 h 表示(单位 mm),分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 七种(汉字不宜采用 2.5 号),字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。数字及字母的笔画粗细,约为字高的 $1/10$ 。

(一) 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布推行的汉字。长仿宋字的特点是:
横平竖直 注意起落 结构匀称 填满方格

长仿宋字的基本笔画是:横、竖、撇、捺、点、挑、钩、折等。每一笔画要一笔写成,不宜勾描。
它们的书写方法如图 1-6 所示。汉字示例见图 1-7。

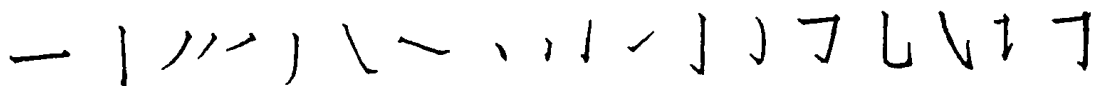


图 1-6 长仿宋体字的基本笔画及写法

中文字体采用长仿宋体 写仿宋体要领
横平竖直 注意起落 结构匀称 填满方格

图样和技术文件中书写的字必须做到

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

图 1-7 汉字示例

(二) 字母和数字

字母和数字有直体和斜体之分,一般情况采用斜体。斜体字字头向右倾斜,与水平线约成 75° ,其结构示例如图 1-8 所示。



图 1-8 字母、数字书写示例

四、图线(GB4457.4—1984)

(一) 图线的型式及应用

各种图线的名称、型式、代号、图线宽度及应用说明见表 1-3、图 1-9。

表 1-3 图线

名 称	图 线 型 式	代号	图线宽度	应 用 举 例
粗实线		A	$b = 0.5 \sim 2\text{mm}$	可见轮廓线, 可见过渡线
细实线		B	约 $b/3$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、螺纹牙底线、齿轮齿根线、引出线
波浪线		C	约 $b/3$	断裂处的边界线, 视图与剖视的分界线
双折线		D	约 $b/3$	断裂处的边界线
虚线		F	约 $b/3$	不可见轮廓线
细点画线		G	约 $b/3$	轴线、对称中心线、节圆、节线
粗点画线		J	b	有特殊要求的线或面的表示线
双点画线		K	约 $b/3$	极限位置轮廓线、假想轮廓线、中断线

图线分为粗细两种。粗线的宽度 b 应按图的大小和复杂程度,在 $0.5 \sim 2.0\text{mm}$ 之间选择;细线的宽度约为 $b/3$ 。图线宽度的推荐系列为 $0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1.0, 1.4, 2.0\text{mm}$ 。 0.18mm 应尽量避免使用。

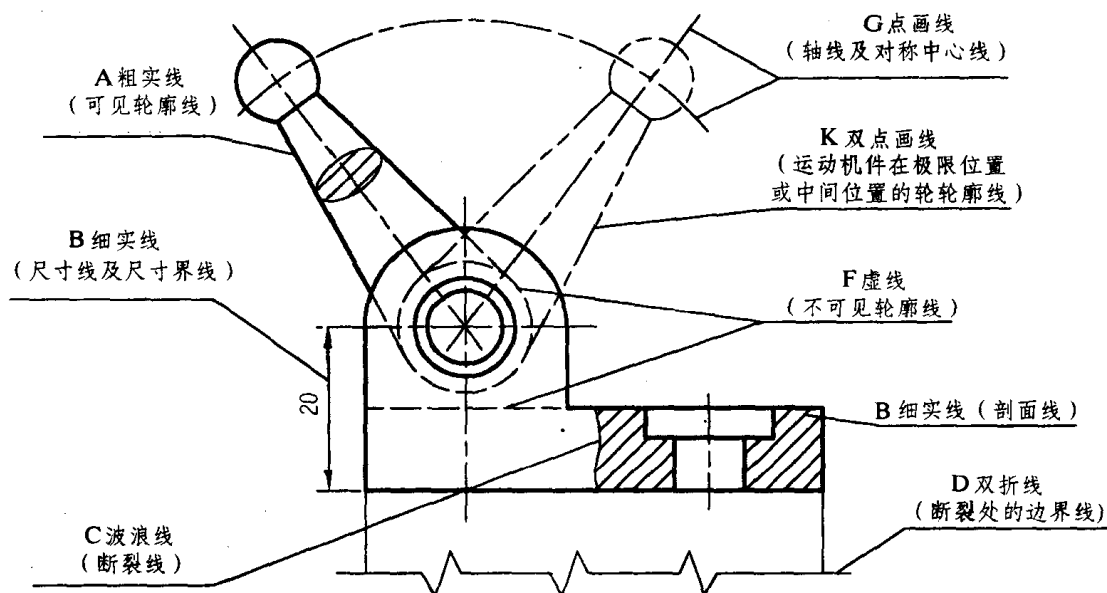


图 1-9 图线应用举例

(二) 图线的画法

(1)同一图样中,同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长短和间隔应各自大致相等。

(2)两条平行线(包括剖面线)之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度,其最小距离不得小于 0.7mm 。

(3)绘制圆的对称中心线时,应超出圆外 $2 \sim 5\text{mm}$;首末两端应是线段而不是短画;圆心应是线段的交点。在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替,如图 1-10 所示。

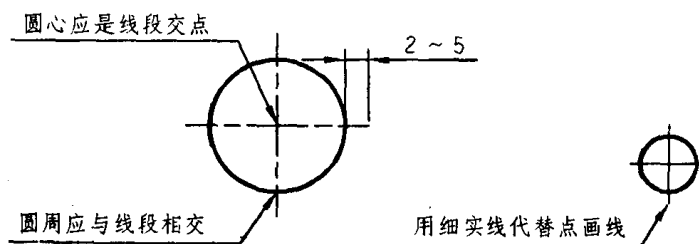


图 1-10 圆的对称中心线画法

(4)虚线与各种图线相交时,应以线段相交,虚线作为粗实线的延长线时,虚、实连接处要留有空隙,如图 1-11 所示。

五、机械工程 CAD 制图规则(GB/T14665—1998)简介

机械工程 CAD 制图规则(GB/T14665—1998)适用于在计算机及其外围设备中进行显示、绘制、打印的机械工程图样及有关技术文件。