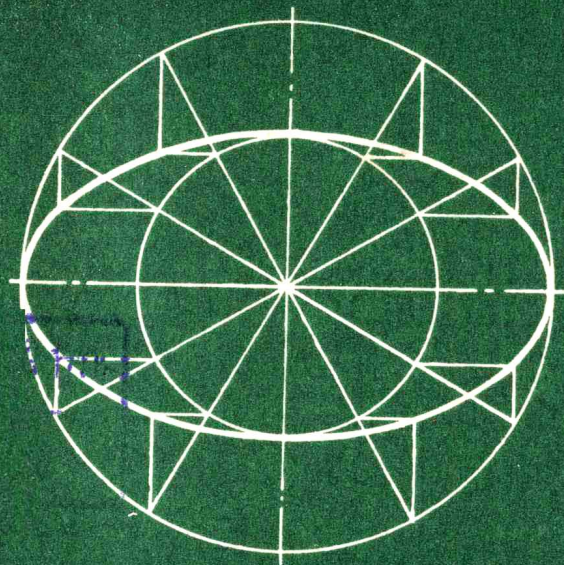
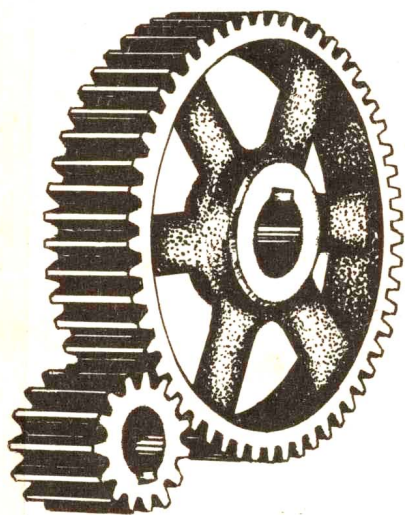


画法几何及机械制图

(第二版)

马晓湘 钟均祥 主编



华南理工大学出版社

画法几何及机械制图

(第二版)

马晓湘 钟均祥 主编

华南理工大学出版社

内 容 提 要

本书是编者吸收近年教学经验,根据高等工科院校机械类专业的教学特点,在原 1988 年版本的基础上重新修订的。

全书分十七章,内容包括画法几何、机械制图、计算机绘图三大部分。画法几何部分特别注重加强对空间形体的想象能力和表达能力的培养,在保证理论基础的前提下,删去繁琐的、与制图关系不密切的内容。机械制图部分贯彻最新制图标准及有关标准。计算机绘图以目前我国流行的微机为例,教会学生在较短时间内学会编制简单绘图程序,应用微机绘制简单图形。此外还编有常用的数据表供参考选用,全书文字通俗,图文并茂,便于教学和自学。

本书可作高等工科院校机械类专业本科教材,也可作专科及成人教育教材,或自学考试用书。

〔粤〕新登字 12 号

画法几何及机械制图

(第二版)

马晓湘 钟均祥 主编

责任编辑:张树元

*

华南理工大学出版社出版发行

(广州 五仙门 邮编 510641)

各地新华书店经销

广东番禺印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 27.75 字数 622 千

1992 年 7 月第 2 版 1992 年 7 月第 2 次印刷

印数 8 000—20 000

ISBN 7-5623-0066-6/TH·1

定价:11.40 元

序

本书为高等工科院校机械类专业画法几何及机械制图教材，适合本科、大专及函授生使用。

编者吸收近年教学的经验，在 1988 年版本的基础上修订出版本书。书中按教学顺序重新编排章节，文字力求通俗易懂，插图清晰明了，以方便学生自学和复习。

投影制图是全书的重点。从点开始逐步建立空间形体（及其相对位置关系）的投影和可见性概念，把线面分析法和形体分析法交错插入“基本形体的投影”以后的各章中，以加强对空间形体的想象能力和表达能力的培养，使画法几何的理论有机地应用于制图实践，并删去与制图关系不大密切的内容。制图标准与有关标准都采用了最新标准。计算机绘图以教会学生编制简单绘图程序和微机操作为重点，使学生在有限的几个学时中初步掌握应用微机绘制简单图形的能力。

此外，编有《画法几何及机械制图习题集》与本教材配套。

本书由马晓湘、钟均祥主编。参加编写的同志是：陈育丽（第一、十三章），王东武（第二至第五章），廖冠南（第六、第九章），钟均祥（第七、第十一章），胡汝权（第八、第十章），傅东水（第十二、十四章），蔡秀云（第十五章），陈远华（第十六章），马晓湘（第十七章）。修订时第八章由钟均祥执笔。

原书由叶秉钧教授审定。

编 者

1992 年 2 月

目 录

绪论

一、课程的研究对象、性质和任务	(1)
二、本课程的学习方法	(1)
三、投影法的基本知识	(1)
复习思考题	(4)

第一章 机械制图的基本知识

§ 1-1 国家标准《机械制图》摘录	(5)
§ 1-2 常用制图工具的使用方法	(21)
§ 1-3 平面图形的画法	(29)
§ 1-4 绘图的方法与步骤	(41)
§ 1-5 图样的复制	(44)

第二章 点

§ 2-1 两投影面体系中点的投影	(45)
§ 2-2 三投影面体系中点的投影	(47)
§ 2-3 两点的相对坐标	(50)
§ 2-4 重影点的可见性	(50)
复习思考题	(52)

第三章 直线

§ 3-1 直线的投影	(53)
§ 3-2 直线对投影面的相对位置	(53)
§ 3-3 一般位置线段的实长及其对投影面的倾角	(56)
§ 3-4 直线和点的相对位置 直线的迹点	(58)
§ 3-5 两直线的相对位置	(60)
§ 3-6 两直线夹角的投影	(63)
复习思考题	(65)

第四章 平面

§ 4-1 平面的表示法	(66)
§ 4-2 平面对投影面的相对位置	(67)
§ 4-3 平面上的点和直线	(69)
复习思考题	(74)

第五章 直线与平面、平面与平面的相对位置

§ 5-1 直线与平面互相平行 两平面互相平行	(75)
§ 5-2 直线与平面的交点 两平面的交线	(77)
§ 5-3 直线与平面垂直 平面与平面互相垂直	(83)
§ 5-4 综合例题	(86)
复习思考题	(90)

第六章 投影变换

§ 6-1 概述	(91)
§ 6-2 换面法	(91)
§ 6-3 旋转法	(100)
复习思考题	(105)

第七章 基本形体的投影

§ 7-1 立体的三视图	(106)
§ 7-2 平面立体的投影	(110)
§ 7-3 曲面立体的投影	(115)

第八章 立体表面的交线

§ 8-1 曲面立体的截交线	(126)
§ 8-2 两曲面立体的相贯线	(139)

第九章 展开图及焊接图

§ 9-1 展开图概述	(155)
§ 9-2 平面立体的表面展开	(155)
§ 9-3 可展曲面的表面展开	(157)
§ 9-4 不可展曲面的近似展开	(162)
§ 9-5 焊接图概述	(167)
§ 9-6 焊缝的图示法、符号及其标注方法	(168)
§ 9-7 读焊接图	(172)

第十章 轴测图

§ 10-1 正等轴测图	(174)
§ 10-2 斜二等轴测图	(187)
§ 10-3 轴测图的剖视画法	(190)

第十一章 组合体的三视图及其尺寸标注

§ 11-1 形体分析法	(193)
§ 11-2 线、面分析法	(198)
§ 11-3 视图上的尺寸标注	(203)

第十二章 机件的各种表达方法

§ 12-1 视图	(208)
§ 12-2 剖视图	(213)
§ 12-3 剖面图	(220)
§ 12-4 其它表示法	(223)

第十三章 零件图

§ 13-1 概述	(229)
§ 13-2 零件图的视图选择	(230)
§ 13-3 零件图的尺寸注法	(236)
§ 13-4 零件的工艺结构及其尺寸注法	(243)
§ 13-5 零件图的技术要求	(251)
§ 13-6 零件图图例分析	(253)
§ 13-7 零件测绘	(263)

第十四章 零件的加工精度

§ 14-1	表面粗糙度	(275)
§ 14-2	公差与配合	(283)
§ 14-3	形状和位置公差	(290)

第十五章 标准件和常用件

§ 15-1	螺纹和螺纹紧固件	(303)
§ 15-2	销和销连接	(318)
§ 15-3	键和键连接	(320)
§ 15-4	齿轮及蜗杆、蜗轮	(324)
§ 15-5	滚动轴承	(336)
§ 15-6	弹簧	(338)

第十六章 装配图

§ 16-1	装配图的内容与要求	(341)
§ 16-2	装配工艺结构	(347)
§ 16-3	部件测绘和画装配图	(350)
§ 16-4	读装配图和由装配图拆绘零件图	(364)

第十七章 计算机绘图

§ 17-1	微型计算机及其外围设备	(368)
§ 17-2	IBM PC 的基本操作	(368)
§ 17-3	几种屏幕显示方式和有关命令	(373)
§ 17-4	图形显示程序的编制	(375)
§ 17-5	主程序与子程序	(384)
§ 17-6	绘图机绘图简介	(387)

附录

一、标准结构

附表 1	零件倒角与倒圆	(392)
附表 2	砂轮越程槽	(393)
附表 3	中心孔	(394)

二、常用材料及热处理

附表 4	常用热处理和表面处理名词解释	(395)
附表 5	常用金属材料	(396)
附表 6	常用非金属材料	(398)

三、公差与配合

附表 7	标准公差数值	(399)
附表 8	轴的基本偏差数值	(400)
附表 9	孔的基本偏差数值	(402)
附表 10	优先配合中轴的极限偏差	(404)
附表 11	优先配合中孔的极限偏差	(405)
附表 12	基孔制配合的轴新旧标准对照	(406)
附表 13	基轴制配合的孔新旧标准对照	(406)

四、形状公差与位置公差

附表 14	直线度、平面度	(407)
附表 15	圆度、圆柱度	(407)
附表 16	平行度、垂直度、倾斜度	(408)
附表 17	同轴度、对称度、圆跳动和全跳动	(408)
五、螺纹		
附表 18	普通螺纹的直径与螺距	(409)
附表 19	普通螺纹的基本尺寸	(410)
附表 20	普通螺纹的螺纹收尾、肩距、退刀槽和倒角	(411)
附表 21	非螺纹密封的管螺纹	(412)
附表 22	梯形螺纹	(413)
六、联接件		
附表 23	六角头螺栓	(414)
附表 24	双头螺柱	(415)
附表 25	内六角圆柱头螺钉	(416)
附表 26	开槽沉头螺钉	(417)
附表 27	开槽圆柱头螺钉	(418)
附表 28	紧定螺钉	(419)
附表 29	六角螺母	(420)
附表 30	垫圈	(420)
附表 31	标准型弹簧垫圈	(421)
附表 32	圆锥销	(421)
附表 33	圆柱销	(422)
附表 34	普通平键及键槽尺寸	(423)
七、常用件		
附表 35	单列向心球轴承	(425)
八、机械制图机构运动简图符号		
附表 36	机构运动简图符号	(426)
九、计算机绘图		
附录 37	练习解答	(430)
附录 38	几个常用的子程序	(433)
附录 39	IBM PC 的 BASIC 语言常用保留字	(435)
附录 40	IBM PC 常见错误信息	(436)

绪 论

一、课程的研究对象、性质和任务

本课程是研究工程图样的绘制和阅读的一门学科。它通过研究空间几何问题，解决在平面上表达空间物体（图示法）和在平面上图解空间几何问题（图解法），达到在工程界中交流思想的作用。

本课程的主要任务：

1. 学习投影法（主要是正投影法）的基本理论及其应用。
2. 培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
3. 培养空间几何问题的图解能力。
4. 培养空间想象能力和空间分析能力。
5. 使学生对计算机绘图有初步的了解。
6. 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、本课程的学习方法

画法几何及机械制图是一门既有系统理论，又密切结合生产实际和进行绘图实践的技术基础课程。学习画法几何一定要手脑并用，复习时对照课文、按作图步骤把一些图例画一遍，并认真完成所指定的习题，通过动手画图对课程内容进行消化和加深理解。机械图是一种生产上使用的图样，图样的正确与否，对产品质量有直接的影响。因此学习机械制图的时候，要树立为生产服务、对生产负责的观点，严肃认真地绘制和检查每一个视图、每一组尺寸，看看是否做到投影正确、尺寸完全、合乎规格，并根据自己的生产知识水平，努力使所绘制的图样便于加工和检验。图样是工程界的共同语言，绘图时必须严格遵守《机械制图》国家标准及其他有关标准。国家标准是国家的技术法规，国家标准《机械制图》是大学学习阶段所接触的第一个国家标准，因此要从一开始就养成遵守国家标准的习惯。

三、投影法的基本知识

（一）投影法

画法几何以投影法为基础。

图 1 中，设以定平面 H 为投影面，以不在投影面上的定点 S 为投影中心。过点 S 和空间任一点 A 作直线与投影面 H 相交于点 a ，则 SA 称为投射射线，点 a （小写）称为空间点 A （大写）在投影面 H 上的投影。空间其余点的投影（例如 B ）可用同样方法作出。

投影方法有中心投影法和平行投影法：

1. 中心投影法

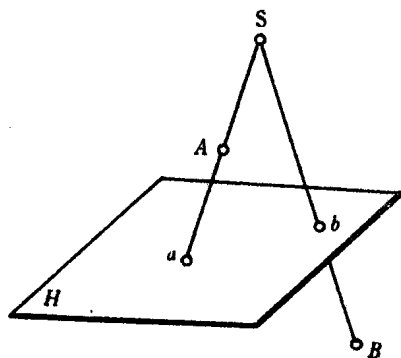


图 1 投影方法

所有的投射线从同一投影中心发出的投影方法 (图 2)。

2. 平行投影法

若使投影中心移至无穷远, 则投射线成为互相平行, 这种投影法称为平行投影法 (图 3)。

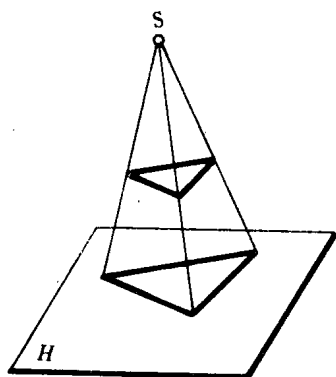


图 2 中心投影

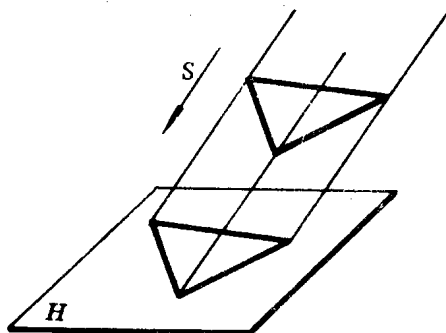


图 3 平行投影

平行投影又分为斜投影和正投影。

当互相平行的投射线倾斜于投影面时, 这种投影称为斜投影 (图 4)。

当互相平行的投射线垂直于投影面时, 这种投影称为正投影 (图 5)。

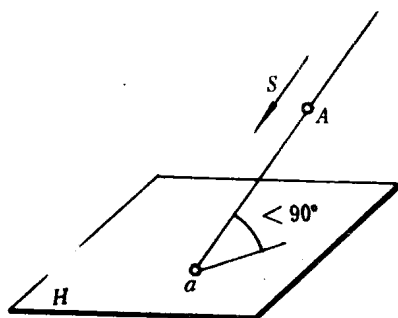


图 4 斜投影

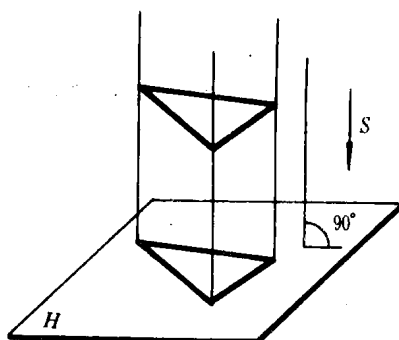


图 5 正投影

(二) 工程上常采用四种图

为了绘制机器及其零件、房屋、地形结构等不同要求的图样, 工程上采用四种图:

(1) 正投影图 (多面正投影图的简称); (2) 轴测投影图; (3) 透视投影图; (4) 标高投影图。

1. 正投影图

这种图由多面投影图组成。将空间形体分别向相互垂直的两个或两个以上的投影面作正投影, 得两个或多个投影图。图 6 是长方体的三面正投影图。

正投影图作图简便, 度量性好, 在工程中得到广泛的采用; 这种图的缺点是直观性差, 未经训练的人不能看懂。

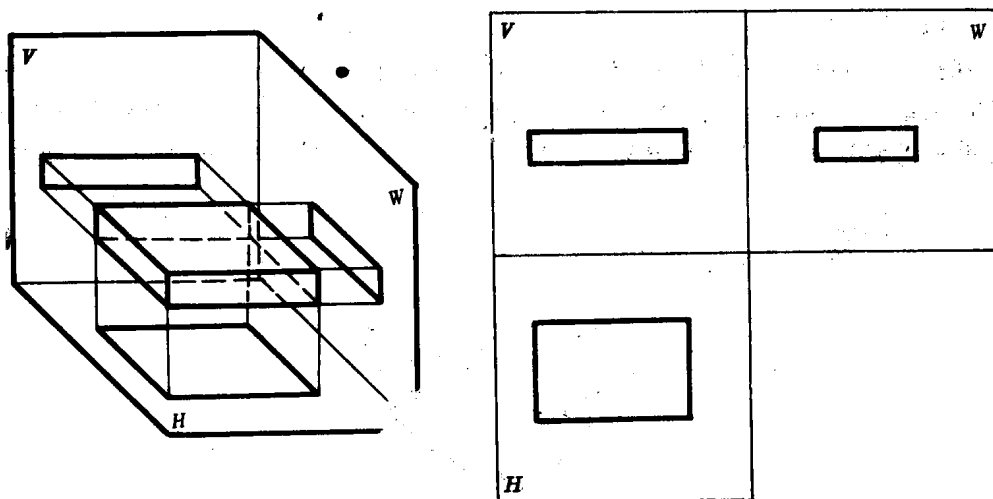


图 6 正投影图

2. 轴测投影图

将物体和确定物体位置的直角坐标系,用平行投影法投影到某一选定的投影面上,得到的图称为轴测投影图 (图 7)。

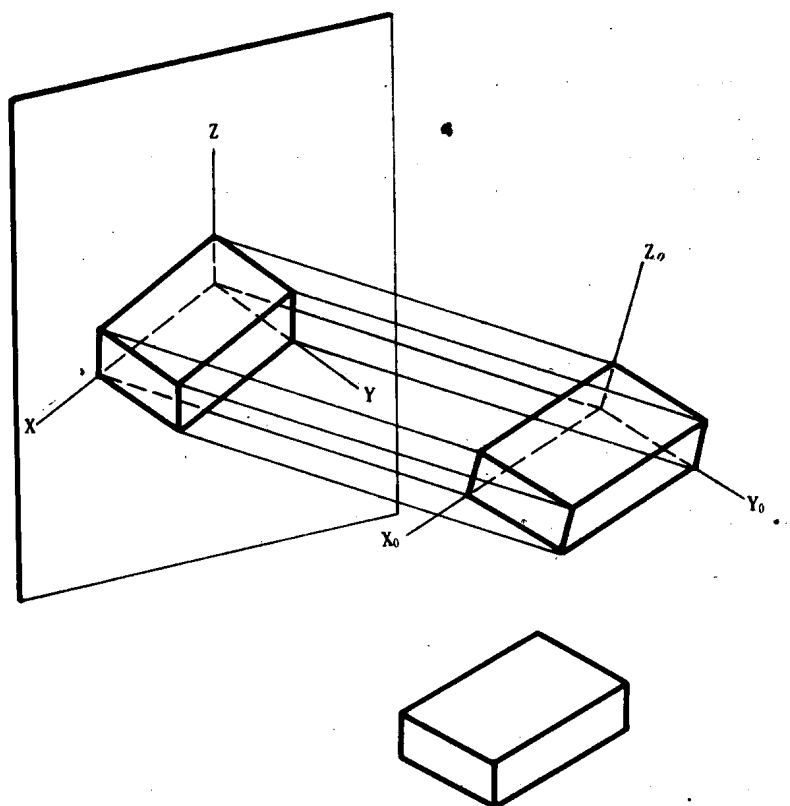


图 7 轴测投影图

轴测投影图富有立体感，但作图较为复杂，因此在工程上仅用来作为辅助图样。

3. 透视投影图

透视投影图是用中心投影法画出的。图 8 是长方体的透视图，在这个图中，原来互相平行的两组水平线都分别相交于一点，原来的铅垂线段则保持竖直。透视图直观性最强，常用在建筑图中，以表示建筑物的外貌和内部陈设，其缺点是作图复杂且度量性差。

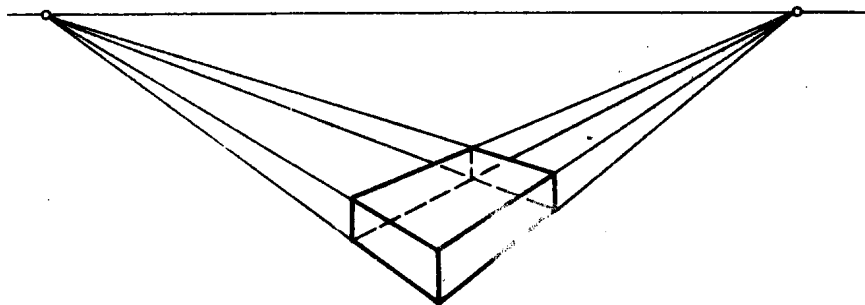


图 8 透视投影图

4. 标高投影图

标高投影图是采用正投影的原理，分别作出形体在一系列水平面上的等高线的投影，并用数字标注出各等高线的高度。图 9 为山丘标高投影图。

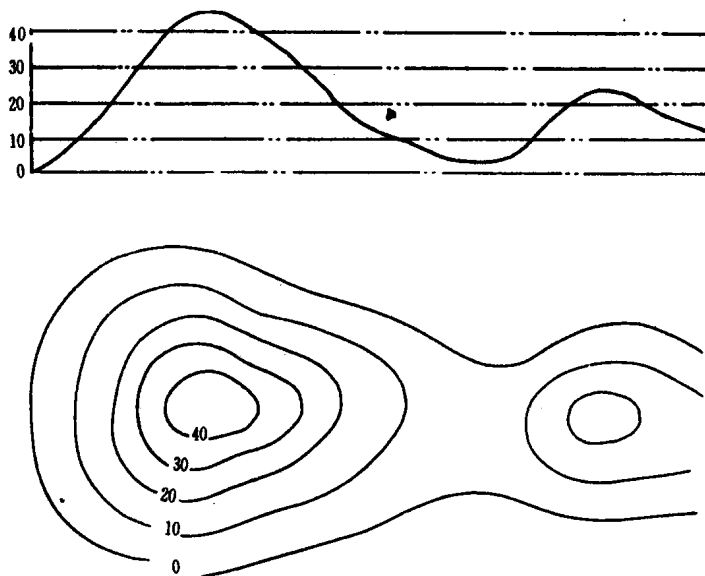


图 9 标高投影图

复习思考题

1. 什么叫做中心投影法？什么叫做平行投影法？
2. 什么叫做斜投影？什么叫做正投影？

第一章 机械制图的基本知识

§ 1-1 国家标准《机械制图》摘录

图样是工业生产的一种主要技术文件。为了适应生产需要和便于技术交流，我国于1959年颁布了国家标准《机械制图》，1970年、1974年和1984年先后又进行了修订，对图样的格式和表示方法等都作了规定，起到统一工程语言的作用。本章仅摘录1984年颁布的国家标准中有关图纸幅面、比例、字体、图线、剖面符号及尺寸注法等标准，其余标准将在以后各章陆续介绍，以便绘图时共同遵守和执行。

一、图纸幅面及格式 (GB 4457.1—84)*

1. 图纸幅面

绘制图样时，应采用表1-1中规定的幅面尺寸。

表 1-1		图纸幅面			(mm)
幅面代号	$B \times L$	e	c	a	
A0	841×1189	20	10	25	
A1	594×841	10			
A2	420×594				
A3	297×420				
A4	210×297				
A5	148×210				

为便于计算图幅面积，定A0幅面的面积为1平方米。把A0幅面对折裁开成为两个A1幅面；A1幅面对开成两个A2幅面；余类推，如图1-1中的粗实线部分。图幅宽度 B 和长度 L 的比例为 $B:L=1:\sqrt{2}$ 。

必要时可将表中幅面的长边加长。对A0、A2、A4幅

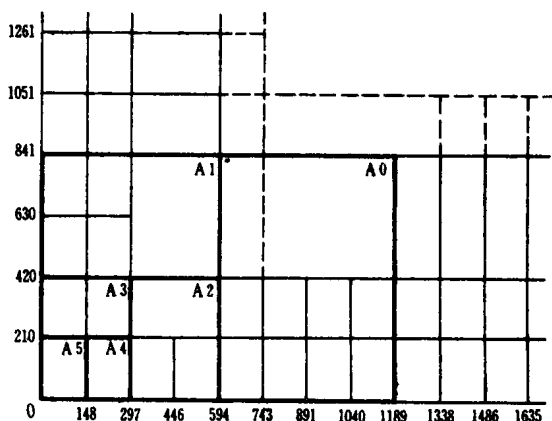


图 1-1 图幅关系及加长边

* GB 4457.1—84 是国家标准的编号。“GB”是国(Guo)标(Biao)的代号；“4457.1”是该标准的顺序号；“84”表示该标准是1984年颁发的。

面的加长量应按 A0 幅面长边的 $1/8$ 倍数增加；对 A1、A3 幅面的加长量应按 A0 幅面短边的 $1/4$ 倍数增加，见图 1-1 中的细实线部分。A0 及 A1 幅面也允许同时加长两边，见图 1-1 中的虚线部分。

2. 图框格式

根据图样是否需要装订，分成两种格式：

需要装订的格式，如图 1-2 所示。一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。其中 a 为装订边的尺寸。不需装订的格式，如图 1-3 所示。

无论图样是否装订，均应画出图框，周边尺寸应根据图纸幅面大小，从表 1-1 中选取相应的 a 、 c (或 e) 值。

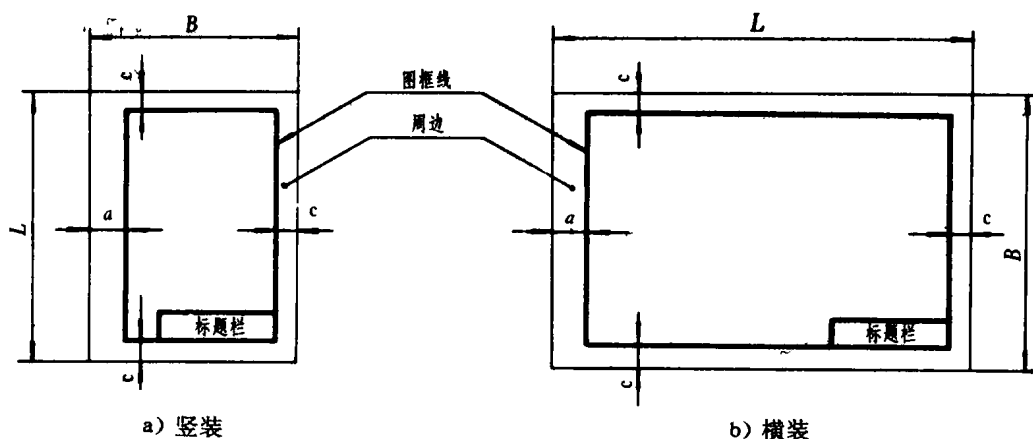


图 1-2 要装订的图框格式

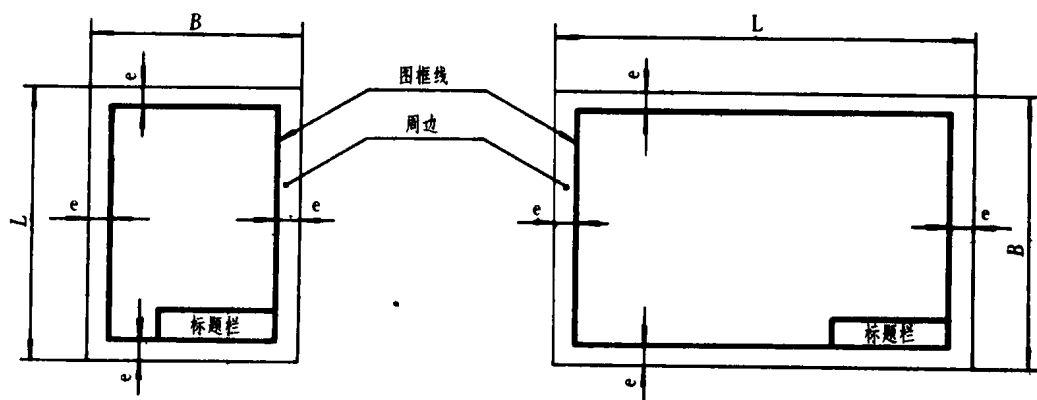


图 1-3 不装订的图框格式

3. 标题栏

每张图样都必须有标题栏。

国家标准对标题栏的格式已作统一规定。在学校制图作业中，可采用图 1-4 所示的格式。

标题栏的位置应按图 1-2、图 1-3 所示的方式配置。必要时，也可按图 1-5 所示的方式配置。标题栏中的文字方向为看图的方向。

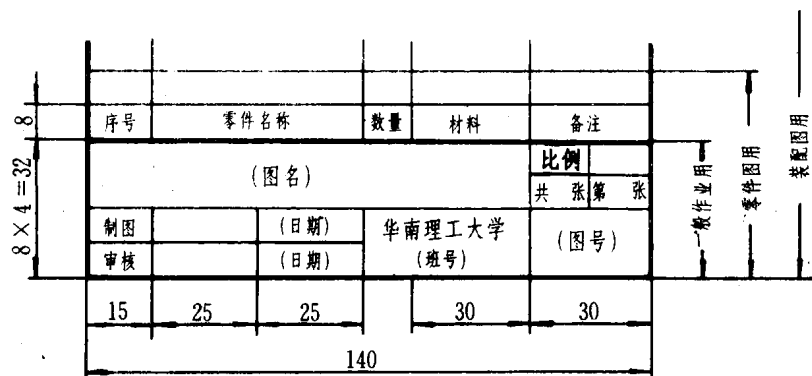


图 1-4 标题栏

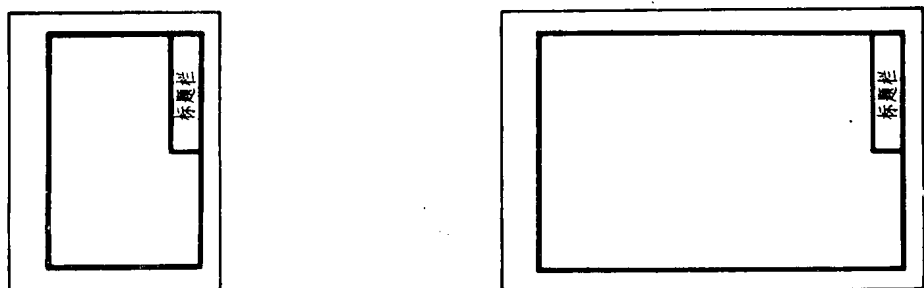


图 1-5 标题栏的另一种配置方式

二、比 例 (GB 4457.2—84)

比例——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。

绘制图样时，应根据机件大小和结构的复杂程度选用表 1-2 中规定的比例。

表 1-2

比 例

与实物相同	1 : 1
缩小的比例	1 : 1.5 1 : 2 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 5
	1 : 10 ⁿ 1 : 1.5 × 10 ⁿ 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 2.5 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ
放大的比例	2 : 1 2.5 : 1 4 : 1 5 : 1 (10 × n) : 1

注：n 为正整数。

图 1-6 是采用不同比例画出的同一零件的图样。必须注意，不管采用什么比例作图，图上的尺寸必须按照零件的实际大小标注。

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”一项中填写所用的比例，如 1 : 1。当某个图形需要采用不同的比例时，必须在该图形上方另行标注，如图 1-7 所示。

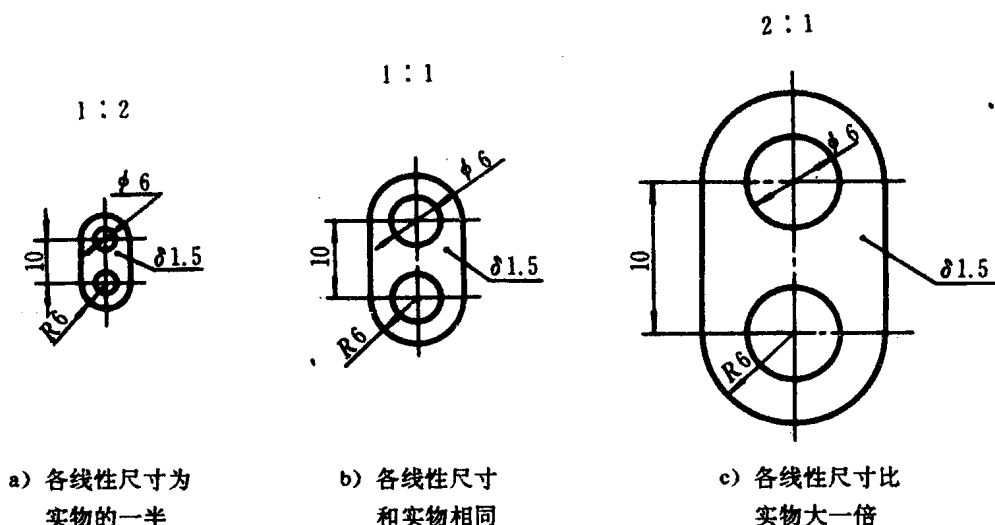


图 1-6 不同的比例对图形的影响

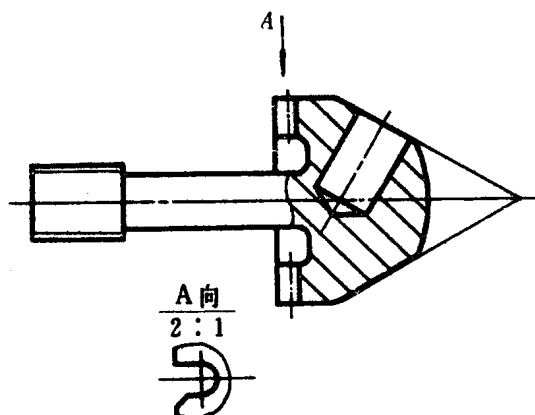


图 1-7 不同比例的注法

三、字体 (GB 4457. 3—84)

图样和技术文件中书写的字体必须做到：字体端正，笔划清楚，排列整齐，间隔均匀。

字体的号数，即字的高度（单位：mm），分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 七种（汉字不宜采用 2.5），字体的宽度约等于字体高度的 $\frac{2}{3}$ 。数字及字母的笔划宽度约为字体高度的 $\frac{1}{10}$ 。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式公布的简化字。

为了使字体写得整齐匀称，在书写长仿宋体汉字时，最好先画出格子，如图 1-8。

长仿宋体字的书写要领是：“横平竖直，锋角分明，结构匀称，高宽足格”。其基本笔划如图 1-9。



图 1-8 长仿宋体字宽和字高的比例

名称	横	竖	撇	捺	钩	挑	点
形状	—		/	\	ㄟ	✓	ハ
笔法	—		/	\	ㄟ	✓	ハ

图 1-9 长仿宋字体基本笔划

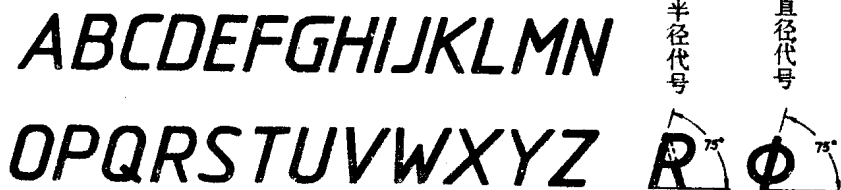
2. 字母和数字

字母和数字有斜体和直体两种。通常采用斜体书写，斜体字头向右倾斜，与水平线约成 75° 倾角。

用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般采用小一号字体。各种字母、数字的示例如下：

拉丁字母示例

大写斜体



大写直体

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ