

机械制图

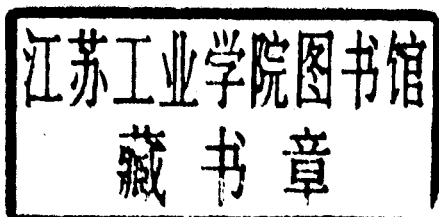
(中专非机械制造类专业用)

梁德本 高政一

清华大学出版社

机 械 制 图

梁德本 高政一



清华大学出版社

内 容 简 介

这是一本适用于中专非机非土建类机械制图课程(学时 160~180)的教材。内容包括正投影作图基础、几何体的投影、截交线和相贯线的投影作图、轴测图、组合体图、零件图、标准件和常用件的作图、装配图、计算机绘图等。

全书论述浅显易读,条理清楚;附有大量的直观图与正投影图相对照;以丰富的作图实例详尽地讲述作图的方法和步骤,对于一些重要的作图则采用分步作图的方式进行讲述,力求符合中专学生的认识特点,并便于自学。

本书的附录部分列有制图作业所需的相应各项国家标准,使制图课的教学不必另备机械设计手册。

机 械 制 图

梁德本 高政一

☆

清华大学出版社出版

北京 清华园

商务印书馆上海印刷厂照排

中国人民解放军1206工厂印装

新华书店总店科技发行所发行

☆

开本: 787×1092 1/16 印张: 23.5 字数: 550 千字

1990年9月第1版 1990年9月第1次印刷

印数: 00001~10000

ISBN 7-302-00621-0/TH·25

定价: 8.50 元

前 言

本书是为中专非机非土建类机械制图课程(学时 160~180)编写的教材。在内容处理上:

1. 突出组合体部分(第 6、7 章)。现已普遍认为组合体部分是机械制图课程的精髓所在,它从根本上影响着制图教学的成败。本书以较大的篇幅举例详述各种类型的组合体在画图和读图中的分析方法,使学生能扎实地掌握这部分内容。

2. 将轴测图部分(第 5 章)放在几何体(第 3、4 章)和组合体部分(第 6、7 章)之间。其用意是可以提前讲述轴测图,并可同时安排正投影图和轴测图的作业和练习。经验证明,画轴测图有助于学生建立空间形体概念。不失时机地早日让学生练习轴测图,对于他们建立空间形体概念,从而对于学习正投影作图是有利的。

3. 本书在引用各项国家标准时,都全文注明标准的代号及名称,希望由此加深学生对于国家标准的印象,理解国家标准的严肃性,引起他们对于国家标准的重视。

4. 为了适应中专学生的认识特点和便于自学,本书的论述力求浅显易读,并用丰富的作图实例详尽地讲述作图过程的分析、方法和步骤,对于一些重要的作图则采用了分步作图的方式进行讲述。书中还附有大量的与正投影图相对照的直观图和学生易于画错的正误对照图例。每章之首都列有该章的学习要点,提出学习该章的重点所在、学习要求和学习方法。

另外编有习题集可与本书配套使用。

参加本书编写的有梁德本(第 1、2 章)、高政一(第 3、4、6、7、12 章)、刘朝伙(第 5、9、12 章)、王睿(第 8、10 章)、范文斌(第 11、13 章)。这些同志虽然都有多年大学和中专的制图教学经验,并且有编出一本切实可用的中专制图教材的强烈愿望,但是旧有的经验可能成为框框,愿望并不等于现实,因而切望本书读者批评指正(寄北京清华大学精仪系制图教研室)。

编 者

1988 年 9 月

目 录

结论	(1)
第一章 机械制图的基本知识	(4)
§ 1.1 机械制图的基本标准	(4)
§ 1.2 常用的绘图工具、仪器及其使用	(11)
§ 1.3 几何图形的作图	(16)
§ 1.4 含有圆弧连接的平面图形的作图	(24)
第二章 正投影作图基础	(27)
§ 2.1 三投影面体系 点的正投影图	(27)
§ 2.2 直线的投影	(33)
§ 2.3 直线上的点	(35)
§ 2.4 空间两直线的相对位置在投影图上的反映	(37)
§ 2.5 平面的投影	(39)
§ 2.6 平面内点和直线的投影作图	(42)
§ 2.7 直线与平面的交点和两平面的交线	(44)
§ 2.8 换面法	(47)
第三章 几何体的投影	(52)
§ 3.1 体的三视图	(52)
§ 3.2 平面体的投影作图	(53)
§ 3.3 回转体的投影作图	(55)
第四章 截交线和相贯线的投影作图	(64)
§ 4.1 截交线的投影作图	(65)
§ 4.2 相贯线的投影作图	(80)
第五章 轴测图	(92)
§ 5.1 正面斜轴测图	(92)
§ 5.2 正等轴测图	(100)
§ 5.3 轴测图作图的几个要点	(109)
第六章 组合体的画图和读图	(113)
§ 6.1 组合体的构成和形体分析法	(113)
§ 6.2 组合体三视图的画法	(116)
§ 6.3 组合体的读图方法	(118)
§ 6.4 由组合体的两个视图作第三视图的方法	(124)
§ 6.5 组合体视图中投影的检查	(125)
第七章 组合体的尺寸标注	(130)
§ 7.1 标注尺寸的规则	(130)
§ 7.2 基本几何体的尺寸注法	(130)
§ 7.3 组合体的尺寸分析	(138)
§ 7.4 组合体的尺寸标注	(141)
§ 7.5 尺寸布置的清晰性	(144)
§ 7.6 常见结构的尺寸注法举例	(146)

第八章 机件图形的画法	(148)
§ 8.1 视图	(148)
§ 8.2 剖视图	(152)
§ 8.3 剖面图	(164)
§ 8.4 局部放大图	(166)
§ 8.5 简化画法	(167)
§ 8.6 第三角画法简介	(171)
第九章 零件图	(173)
§ 9.1 零件结构形状的表达	(175)
§ 9.2 典型零件的表达举例	(178)
§ 9.3 常见的零件工艺结构	(187)
§ 9.4 零件图中的尺寸标注	(193)
§ 9.5 零件图中技术要求的注写	(201)
§ 9.6 零件测绘	(208)
§ 9.7 读零件图的方法和步骤	(217)
第十章 标准件和常用件的作图	(220)
§ 10.1 螺纹的画法及标注	(220)
§ 10.2 螺纹紧固件的画法	(230)
§ 10.3 螺纹紧固件连接的作图	(235)
§ 10.4 键连接的作图	(237)
§ 10.5 销连接的作图	(238)
§ 10.6 齿轮的画法	(239)
§ 10.7 滚动轴承的简化画法	(249)
§ 10.8 弹簧的画法	(253)
第十一章 装配图	(258)
§ 11.1 概述	(258)
§ 11.2 装配图的画法	(258)
§ 11.3 装配图中的尺寸标注	(263)
§ 11.4 装配图中的零件编号及明细表	(263)
§ 11.5 画装配图的步骤和方法	(265)
§ 11.6 公差带代号与配合符号的标注	(271)
§ 11.7 常见装配结构的画法	(278)
§ 11.8 部件测绘	(281)
§ 11.9 装配图的识读	(282)
§ 11.10 由装配图拆画零件图	(284)
第十二章 计算机绘图简介	(287)
§ 12.1 概述	(287)
§ 12.2 苹果Ⅱ (APPLE Ⅱ) 微型计算机简介	(288)
§ 12.3 BASIC 语言的语句和图形显示举例	(290)
§ 12.4 IBM-PC 机主要绘图语句介绍	(297)
第十三章 表面展开	(301)
§ 13.1 概述	(301)
§ 13.2 用旋转法求直线段的实长	(302)
§ 13.3 平面体的表面展开	(304)
§ 13.4 可展曲面的表面展开	(306)
§ 13.5 不可展曲面的表面展开	(310)

附录	(312)
一、 螺 纹	(312)
附表 1 普通螺纹	(312)
附表 2 梯形螺纹	(313)
附表 3 非螺纹密封的圆柱管螺纹	(314)
二、 常用标准件	(315)
附表 4 六角头螺栓	(315)
附表 5 螺柱	(316)
附表 6 开槽圆柱头螺钉	(317)
附表 7 开槽盘头螺钉	(318)
附表 8 开槽沉头螺钉	(319)
附表 9 开槽半沉头螺钉	(320)
附表 10 内六角圆柱头螺钉	(321)
附表 11 紧定螺钉	(322)
附表 12 六角螺母	(323)
附表 13 1 型六角开槽螺母	(324)
附表 14 垫圈	(325)
附表 15 弹簧垫圈	(326)
附表 16 普通平键及导向平键的键槽	(327)
附表 17 普通平键	(329)
附表 18 半圆键的键槽	(330)
附表 19 半圆键	(331)
附表 20 开口销	(332)
附表 21 普通圆锥销	(333)
附表 22 普通圆柱销	(334)
三、 公差与配合	(335)
附表 23 标准公差数值	(335)
附表 24 轴的基本偏差	(336)
附表 25 孔的基本偏差	(338)
附表 26 优先和常用轴的极限偏差	(340)
附表 27 优先和常用孔的极限偏差	(345)
四、 形状和位置公差	(348)
附表 28 形状和位置公差代号及标注示例	(348)
五、 焊缝符号的注法	(354)
附表 29 焊缝符号	(354)
附表 30 焊缝符号的注法示例	(358)
六、 常用金属材料及热处理方法	(361)
附表 31 常用铸铁	(361)
附表 32 常用钢材	(361)
附表 33 常用有色金属	(364)
附表 34 常用热处理方法	(365)
七、 显示图形用的三个子程序(用于 APPLE II 微型机)	(367)
1. 圆的子程序	(367)
2. 圆弧的子程序	(367)
3. 点划线和虚线的子程序	(368)

绪 论

一、课程的内容和任务

机械制图课程的主要内容是研究机器、仪器、仪表以及它们的零件的结构和形状的表达问题。

在几何分析上,任何复杂的机械零件都可视为由一些棱柱、棱锥、圆柱、圆锥等几何体所构成,而这些几何体又可分析为由点、线(直线和曲线)、面(平面和曲面)等几何要素所构成。基于这一认识,本课程的内容是依次论述点,线,面,几何体,组合体(几个几何体的组合),零件,部件(几个零件的组合)的作图方法和规则。在以上各项内容中,组合体是核心部分,它起着承前启后的作用。

本课程的任务是通过系统的作业练习使学生掌握画和读普通机械图样的基本方法,获得有关机械制图方面的一般知识,为今后的设计绘图工作打下可靠的基础。

二、投影法概述

机械图样中用以表达机器及其零件的结构和形状的图形,基本上是按正投影法绘制的。

我们熟知,灯光照射物体时在墙壁(或地面)上产生该物体的影子。利用这一自然现象可引出投影的概念如下:如图1所示,将光源作为投影中心,光线作为投影线,地面作为投影面,通过物体(现为三角板)上一些特定点(现为三角板的三个顶点)的投影线与投影面的交点的连线即为物体在该投影面上的投影。

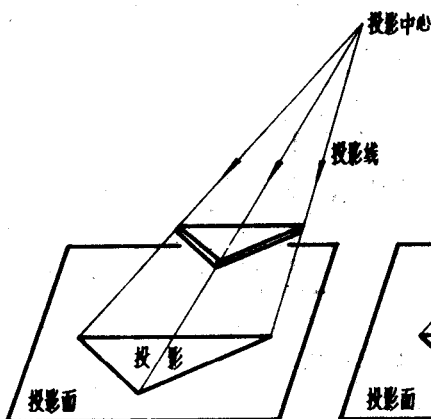


图1 中心投影

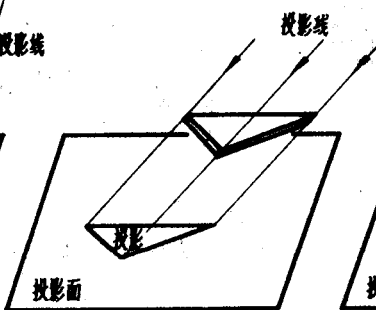


图2 斜投影

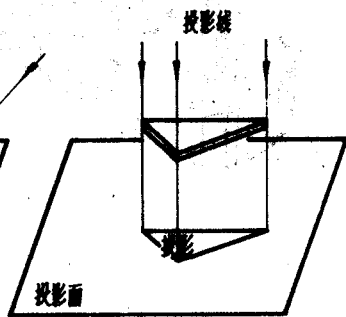


图3 正投影

工程制图中常用的投影法有两种:

1. 中心投影法

图1所示即为由中心投影法得到的投影。中心投影法的特点是各投影线交于一点(投影中心)。常见于建筑图样中的透视图(图4)即为用中心投影法(不只一个投影中心)绘制而成。透视图的图象近似于视觉映象,富有真实感。

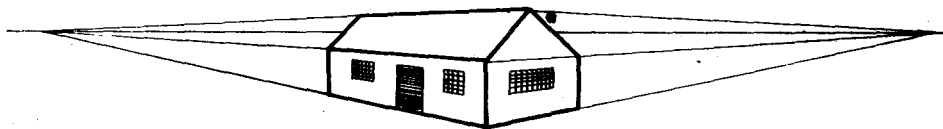


图4 透视图

2. 平行投影法

在投影过程中,如果投影中心离投影面为无限远,则各投影线将互相平行,这种投影法称为平行投影法。

在平行投影法中,如果诸投影线倾斜于投影面,称为斜投影法,用斜投影法作出的投影称为斜投影(图2);如果诸投影线均垂直于投影面,则称为正投影法,用正投影法作出的投影称为正投影(图3)。

图5所示为机械图样中用正投影法绘制的同一机件的两种图形。其中图(a)是一种称为正轴测投影的单面投影图,图(b)是一种称为复合投影的多面投影图(向几个投影面投影所得到的投影图)。轴测投影图以其直观性强而多被用于产品的样本和广告。直接用于生产和制造的机械图样所用的图形是复合投影图,它们的度量性强,并且作图较为简便。

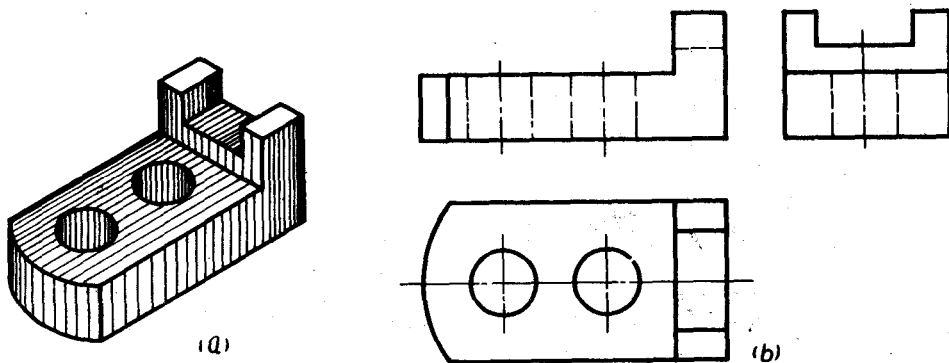


图5 机件的直观图和多面投影图

三、对于本课程学习方法的建议

机械图样所表达的对象是有一定形状和大小的物体——机器和机件,其图形是按正投影法绘制的,因而学习机械制图课程的一个重要方法是自始至终把物体的投影与物体

的形状密切联系，既要想象物体的形状，又要顾及作图的投影规则。

工程图样被誉为国际技术语言，任何国籍和使用任何语言的工程技术人员都可以看懂。它之所以具有这种性质，是因为它是按照国际上共同遵守的若干规则绘制的。简而言之，这些规则可以归纳为两大类，一类是自然规律性的投影法则；另一类是规范性的对绘制图样做出若干规定的制图标准。在学习本课程的过程中，要随时注意学习并遵守这两类规则。

对于机械图样，我国于1959年制订了国家标准《机械制图》，之后经过了几次修订，现行的标准是参考了国际标准修订的，它的编号是GB4457-84至GB4460-84及GB131-83(GB为汉语拼音“国际”二字的第一个字母；4457、4460、131各为该标准项目的序号；83、84各为由国家标准局批准实施该项标准的年份)。

还应指出，本课程是一门实践性特强的技术课，只有认真地做作业练习才能学好这门课——这项技术。

第一章 机械制图的基本知识

学 习 要 点

1. 了解国家标准对于机械图样的图幅规格、作图比例和线型的规定。
2. 练习圆规、分规、三角板、丁字尺等绘图工具的使用方法。
3. 学会圆弧连接的作图方法。

§ 1.1 机械制图的基本标准

一、图纸幅面及格式

国家标准 GB 4457.1-84《机械制图 图纸幅面及格式》对于绘制机械图样所用的图纸幅面规定了六种规格：A0、A1、A2……A5，如表 1-1 及图 1-1 所示。

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		

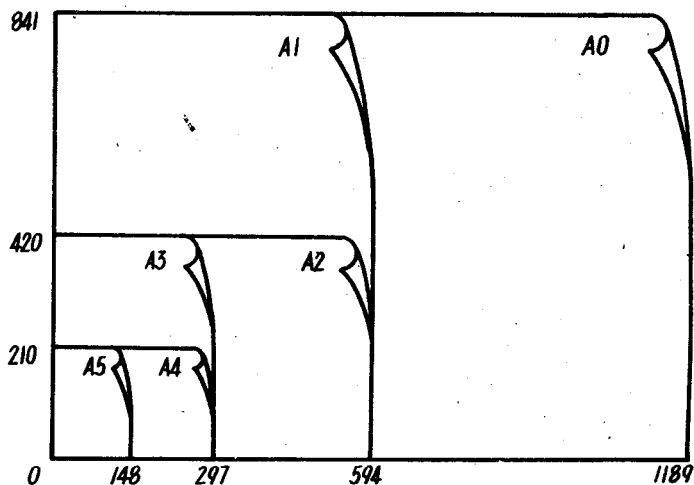


图 1-1 图纸幅面

由表 1-1 及图 1-1 可以看出各号图幅之间的尺寸关系是 A5 号图幅为 A4 号图幅的一半；A4 号图幅为 A3 号图幅的一半；以此类推。

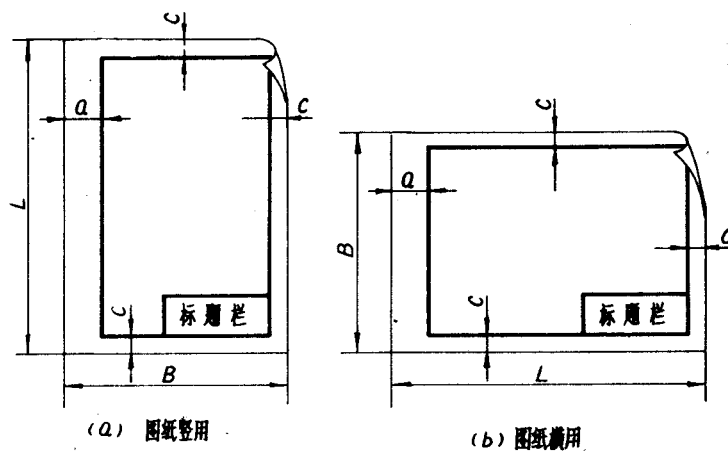


图 1-2 图框的格式

120						
15	20	15	15		15	15
制 图	①	②	⑤		数 量	
审 核	③	④			比 例	
⑥			材 料		⑦	

(a) 零件图用的标题栏

15	50	15	40	40
8				
8				
8				
8	序 号	名 称	数 量	材 料
8	⑤			比 例
8				共 张
8	制 图	①	②	⑦
8	审 核	③	④	
8	15	25	25	20
160				

(b) 装配图用的标题栏

图 1-3 标题栏

各号幅面的图纸均需按图 1-2 所示的格式画出图框, 在图框内进行作图。图框边线与纸边的距离为 c 和 a (其数值见表 1-1)。无论图纸为竖用或横用, 装订边 a ($=25\text{mm}$) 均留在左边。图框用粗实线(见表 1-3)画出。

不需装订的图样, 对于 A0、A1 号图幅, $a=c=20\text{mm}$; 对于 A2、A3、A4、A5 号图幅, $a=c=10\text{mm}$ 。

每张图样的右下角都画有标题栏。各个设计部门和企业单位对于标题栏的格式和填写内容都自行订有规范, 国家标准对此没有统一的规定。在制图课的作业中可以采用图 1-3 所示标题栏的格式, 其填写内容如下:

空格 ①: 绘图者(学生)的姓名。

空格 ②: 绘图的时间。

空格 ③: 审阅者(教师)的姓名。

空格 ④: 审阅的时间。

空格 ⑤: 作业名称。所画为零件图时, 填写零件的名称; 所画为装配图时, 填写部件的名称。

空格 ⑥: 学校、班级的名称或班级的代号。

空格 ⑦: 作业编号。

二、比例

比例是指图形与所画物体大小之比。

机械制图中所画的对象可能极为细小, 例如手表中的机件, 也可能极为庞大, 例如一台机车、一枚火箭等等。对于细小的机件, 需将它放大画出, 才能表达清楚; 对于庞大的机器则需将它缩小画出, 这就产生了所画图形与实际物体之间在线性尺寸之间的比例关系。

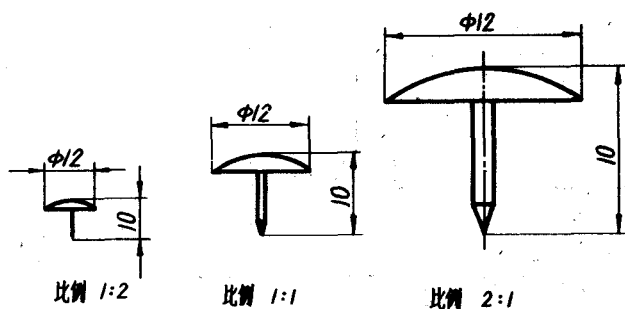


图 1-4 比例

比例的表示法如图 1-4 所示(该图为对同一个图钉按三种比例画出的图形):

比例 1:1 图形与实物的实际大小相同。例如图钉之高为 10mm , 图上即画为 10mm 。

比例 1:2 称为缩小比例。图形上的线长为实物长度的一半。例如图钉之高为

10mm, 在图上画为 5mm, 或者说图上的线长 1mm 代表实际的长度 2mm。

比例 2:1 称为放大比例。图形上的线长为实物线长的一倍。例如图钉之高为 10mm, 在图上画为 20mm, 或者说图上的线长 2mm 代表实际的长度 1mm。

表 1-2 所列为国家标准 GB4457.2-84《机械制图 比例》中规定的绘制机械图样时所允许采用的比例。

一般情况下应尽可能采用 1:1 的比例, 以便于从图形直接得到所画物体实际大小的概念。

应该特别注意: 无论采用什么比例画图, 图上标注的尺寸数值应该是物体的实际尺寸。

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

三、图线

现以图 1-5 与表 1-3 对照说明国家标准 GB4457.4-84《机械制图 图线》对于机械图样中所用各种图线的名称、型式(线型)及其宽度的规定(表 1-3 中最右一列的编号与图 1-5 中应用举例的编号相对应)。

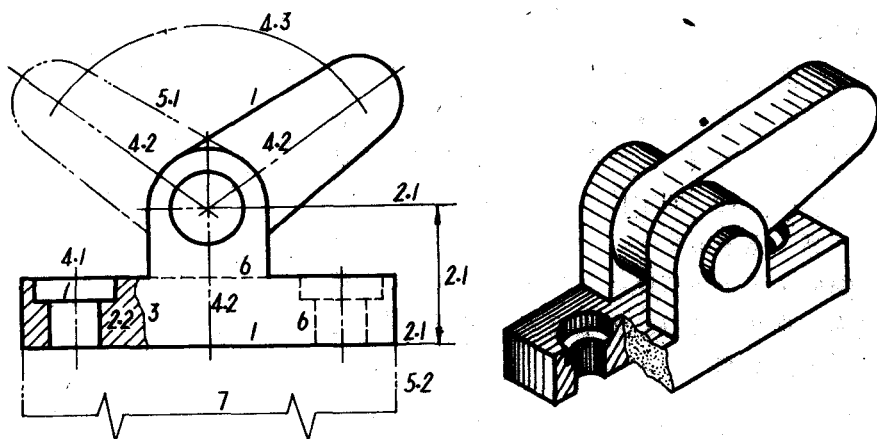
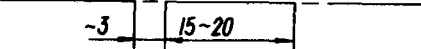
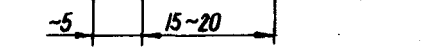
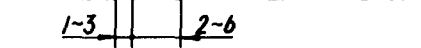


图 1-5 图线的应用举例

表 1-3 图 线

序号	图线名称	线 型	图线宽度(b) mm	应用场合	与图 1-5 中 的对应编号
1	粗 实 线		$b=0.5\sim 1$	可见轮廓线	1
2	细 实 线		约 $b/3$	尺寸线及尺寸界线	2.1
				剖面线	2.2
				其它	
3	波 浪 线		约 $b/3$	断裂处的分界线	3
4	点 划 线		约 $b/3$	轴线	4.1
				对称中心线	4.2
				轨迹线	4.3
5	双点划线		约 $b/3$	极限位置的轮廓线	5.1
				相邻零件的轮廓线	5.2
6	虚 线		约 $b/3$	不可见轮廓线	6
7	双 折 线		约 $b/3$	断裂处的分界线	7
8	粗点划线		b	有特殊要求的线	

四、字体

1. 国家标准 GB4457.3-84《机械制图 字体》对于图样中字体书写的规定如下:

(1) “图样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。”

“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。”

(2) “字体的号数, 即字体的高度(单位为毫米)分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 七种(汉字字高不宜采用 2.5), 字体的宽度约等于字体高度的三分之二。”

(3) “斜体字字头向右倾斜, 与水平线约成 75° 角。”

(4) “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。”

2. 各类字体举例

(1) 汉字

10 号

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

7号

斜度深沉最大小球厚直网纹均布水平镀抛光研视图

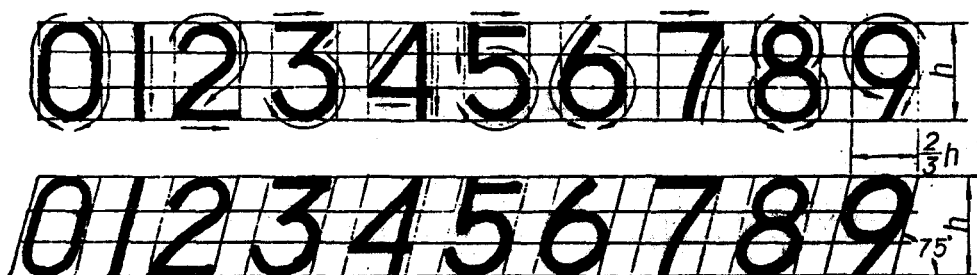
向旋转前后表面展开两端中心孔锥销键

5号

技术要求对称不同轴垂线相交行径跳动弯曲形位移允许偏差内外左右
检验数值范围应符合于等级精热处理淬退回火渗碳硬有效总圈并紧其

余未注明按全部倒角

(2) 阿拉伯数字

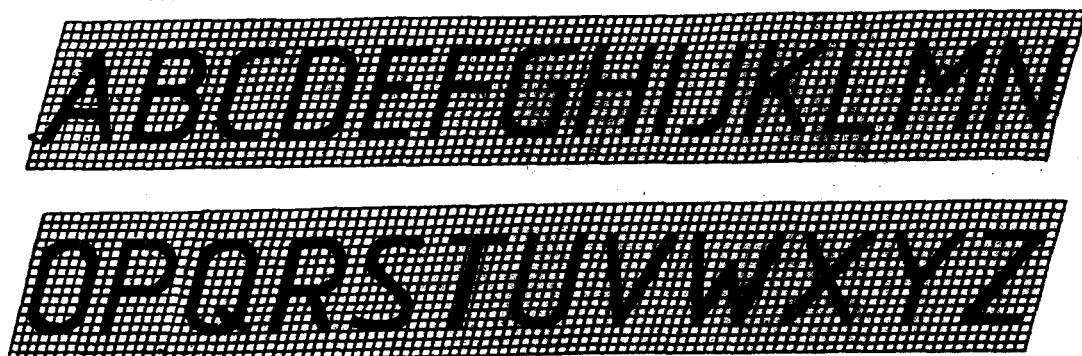


(3) 罗马数字

I II III IV V VI
VII VIII IX X

(4) 拉丁字母

大写斜体



abcdefghijklmn

opqrstuvwxyz

(5) 应用示例

R3 2x45° M24-6H

$\Phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $\Phi 15^0_{-0.011}$

78 ± 0.1 10Js5(± 0.003)

$\Phi 65H7$ 10f6 3P6 3p6

$90 \frac{H7}{f6}$ $\Phi 9H7/e6$

$\frac{6.3}{1.6}$ $\frac{6.3}{\perp}$ $\frac{3.2}{\text{铣}}$

$\frac{II}{5:1}$ $\frac{A \text{ 向旋转}}{2:1}$