

画法几何及工程制图

主 编：崔永军
副主编：董兴辉

气 象 出 版 社

画法几何及工程制图

主 编	崔永军		
副 主 编	董兴辉		
编写人员	王兆筠	袁长东	王志明
	王士军	崔永军	董兴辉

气象出版社

(京)新登字 046 号

内 容 简 介

本书是根据高等工业学校非机械类专业(80~110学时)“画法几何及工程制图”课程教学基本要求,结合电力工业各专业对本课程的要求,集多年教学经验,在贯彻少而精的原则上编写的。本书内容除画法几何、投影制图、机械制图、计算机绘图初步等基本要求的规定内容外,还编入了表面展开图、管道图、房屋建筑图三部分内容,供不同专业选学。

本书可作为非机械类工科专业本专科、成人教育本专科、函授教育本专科的教材,也可作为非工程类专业的选修课教材。

画法几何及工程制图

主 编 崔永军

副主编 董兴辉

编写人员 王兆筠 袁长东 王志明

王士军 崔永军 董兴辉

*

责任编辑:吴向东 终审: 纪乃晋 王存忠

封面设计:赵景伟 责任技编:雪 春 责任校对:方 芳

气象出版社出版、发行

(北京市海淀区白石桥路 46 号 100081)

*

地矿部航空物探遥感中心制印厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:22.125 字数:500 千字

1995 年 5 月第一版 1995 年 5 月第一次印刷

印数:1—3000 册

ISBN 7—5029—1958—9/TU·0002

定价:23.00 元

前 言

本书是根据高等工业学校非机械类专业(80~110学时)“画法几何及工程制图”课程教学基本要求,结合电力工业各专业对本门课程的要求,集我教研室老教师多年的教学经验,贯彻少而精的原则编写的。

本书内容除画法几何、投影制图、机械制图、计算机绘图初步等基本要求的规定内容外,还编入了表面展开图、管道图、房屋建筑图三部分内容,供不同专业选学。

本书从体系和写法上有以下特点:

(1)为了使系统性更好并便于安排教学,换面法从点开始分散贯彻,三个基本投影面用H、V、W表示,新投影面采用了依次用数字编号来表示。为了使正向和逆向作投影图对等,在术语上尽量不用“旧投影”、“新投影”、“保留投影”,而采用“相邻投影”、“相间投影”。直线的真长用“TL”、平面的真形用“TS”表示。

(2)删掉了迹点、迹线的内容,而改用“具有积聚性的投影”和“直线的点视图PV和平面的边视图EV”。

(3)突出投影的基本规律,直角投影定理采用投影规律证明而不是用三垂线定理。并建议绪论课讲轴测图的教学法。

(4)为了适应非机械类专业读图多画图少的特点,零件图和装配图侧重讲述读图内容,适当减少画图的内容。

(5)普通螺纹、梯形螺纹及管螺纹均采用最新标准,并在附录中收入相应的参数表。

(6)为了培养学生能力并提高学习兴趣,本书选取了部分结合实际结合专业的图样举例。

本书主编为崔永军,副主编为董兴辉。参加编写的有:王兆筠(第一章、第五章、第六章)、袁长东(第二章、第七章、第十四章)、董兴辉(第三章、第四章)、王志明(第十章)、王士军(第十三章)、崔永军(序论、第八章、第九章、第十一章、第十二章、附录)。彭立星、伍鹏、杨志凌参加了本书的插图和图表的绘图及复制工作。袁长东、王兆筠、董兴辉对书稿进行了互审,并提出了很好的修改意见。

本书由袁长东、王兆筠主审,特致谢意。

本书可作为非机械类工科专业本专科、成人教育本专科、函授教育本专科的教材,也可作为非工科类专业选修课教材。

由于编者水平有限,且教学工作忙时间紧,虽经反复校对,书中仍会存在缺点和错误,恳请读者批评指正。

编 者

1995年3月于北京

目 录

• 前言

绪论	(1)
第一章 制图的基本知识	(3)
第一节 国家标准《机械制图》重点简介	(3)
第二节 绘图工具和仪器的使用方法	(17)
第三节 几何图形的画法	(24)
第四节 绘图的一般方法、步骤和图面质量要求	(30)
第二章 点、直线、平面的投影	(37)
第一节 投影的基本知识	(37)
第二节 点的投影	(40)
第三节 直线的投影	(44)
第四节 平面的投影	(53)
第五节 直线与平面的相对位置	(60)
第三章 基本体的投影	(73)
第一节 投影	(73)
第二节 立体表面上的点	(79)
第四章 立体表面的交线	(84)
第一节 平面与立体表面的交线—截交线	(84)
第二节 直线与曲面立体相交	(94)
第三节 两立体表面的交线—相贯线	(97)
第五章 组合体的投影和尺寸注法	(106)
第一节 组合体的视图	(106)
第二节 组合体三视图的画法	(108)
第三节 读组合体视图的方法	(111)
第四节 组合体的尺寸注法	(117)
第六章 机件的各种表达方法	(123)
第一节 视图	(123)
第二节 剖视图	(125)
第三节 剖面图	(135)
第四节 其它各种画法	(137)
第五节 机件的各种表达方法综述和举例	(145)
第七章 轴测图	(147)
第一节 概述与波尔克定理	(147)

第二节	平面体的轴测图画法	(148)
第三节	曲面体的轴测图画法	(152)
第四节	轴测图相贯线的画法	(156)
第五节	轴测图的剖开画法	(159)
第八章	标准件与常用件	(160)
第一节	螺纹	(160)
第二节	螺纹紧固件及其连接	(168)
第三节	齿轮	(174)
第四节	弹簧	(178)
第五节	键和销	(182)
第六节	滚动轴承	(186)
第九章	零件图	(189)
第一节	零件图的内容和作用	(189)
第二节	零件图的视图选择	(190)
第三节	零件图的尺寸注法	(195)
第四节	常见的零件工艺结构	(197)
第五节	表面粗糙度代号及其在图样上的标注	(200)
第六节	公差与配合	(206)
第七节	形状和位置公差	(213)
第八节	读零件图	(217)
第十章	装配图	(220)
第一节	装配图的作用与内容	(220)
第二节	装配图的表达方法	(220)
第三节	装配图的尺寸和技术要求	(226)
第四节	装配图中的编号和明细栏	(227)
第五节	装配结构的合理性简介	(228)
第六节	读装配图和拆画零件图	(230)
第十一章	管道图	(235)
第一节	管道施工图	(235)
第二节	管道安装图和管道轴测图	(239)
第十二章	表面展开图	(247)
第一节	概述	(247)
第二节	可展表面展开图画法	(247)
第三节	不可展表面的近似展开	(257)
第十三章	房屋建筑图	(262)
第一节	概述	(262)
第二节	建筑图的表达方法	(263)

第三节	建筑图的有关规定	(264)
第四节	房屋建筑施工图的阅读	(271)
第五节	房屋结构施工图的阅读	(280)
第十四章	计算机绘图	(289)
第一节	计算机绘图的基本知识	(289)
第二节	坐标系与坐标变换	(292)
第三节	基本功能子程序及其用法	(301)
第四节	投影图的绘制	(304)
第五节	投影法系统	(307)
附录		(311)
一、	通用标准	(311)
二、	螺纹	(313)
三、	螺纹结构	(316)
四、	常用的标准件	(318)
五、	滚动轴承	(333)
六、	极限偏差	(336)
七、	常用材料及热处理	(340)

绪 论

一、本课程的研究对象和任务

图样是能够准确表达机件或建筑的形状结构、尺寸和技术要求的图形,是表达和交流技术思想的重要工具,被人们喻为“工程技术界的语言”。在现代工业生产中,设计人员用图样表达自己的设计意图和机器设备、仪器、仪表、机房、厂房的形状结构,加工制造人员则根据图样使设计意图变为现实。因此从事工业生产和管理的人员必须学会绘制和阅读图样的理论和能力。在高等工业学校中,本课程是一门技术基础课,它的研究对象是用正投影理论和方法画图、看图并解决空间几何问题。学习本课程的主要目的是培养画图、看图和空间思维能力。

本课程的主要内容包括画法几何、制图基础、机械制图、管道图、房屋建筑图及计算机绘图等几个部分,重点是前三部分。本课程的主要任务有:

- (1)学习正投影法的基本理论及其应用。
- (2)培养绘制和阅读工程图样的能力,即图示能力。
- (3)培养空间想象和分析能力以及图解简单空间几何问题的能力。
- (4)培养认真负责、严谨细致的工作态度和作风。

二、工程上常用的图样

(1)多面正投影图。按正投影法将空间形体分别投影在两个或两个以上的互相垂直的投影面上,然后把各投影按规定展开在一个平面上。这样得到的一组投影图称为多面正投影图。如图 0-1 所示。多面正投影图的原理将在第二章讨论。这种图样用于机械制图中的零件图、装配图;用于建筑图中的建筑施工图和结构施工图等。

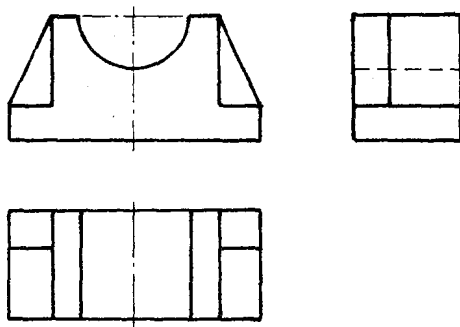


图 0-1 多面正投影图

(2)轴测图。按正投影法或斜投影法将空间形体绘制成立体图,称为轴测图,如图 0-2 所示。轴测

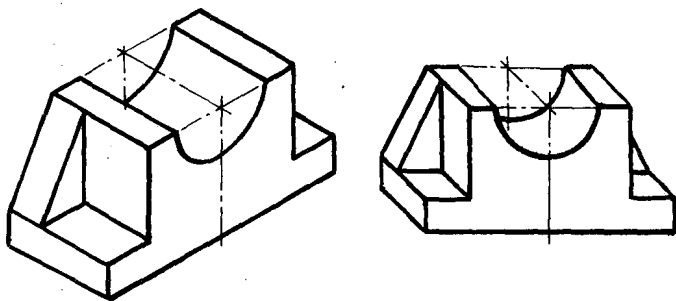


图 0-2 轴测图

图在工程上主要用作辅助图样,由于这种图样立体感较强,可帮助读图和培养空间想象能力。在某些施工图样中,也用轴测图指导施工,如管道轴测图、水暖、通风设备系统图中,就可以用轴测图指导施工。

还有一些其它图样,如透视图、地形图(标高投影)、展开图等,这里不再详述。

三、学习方法建议

由于本课程是一门很重要的基础课,因此必须学好,才能为后续的机械类课程和毕业后的工作打下坚实的基础。与其它基础课相比较,本课程有其不同一般的特点,一是本课程主要通过空间思维能力解题,而不是通过逻辑思维能力解题;二是本课程实践性很强;三是本课程几乎不用公式的推导和记忆,而是培养能力为主。据此,我们建议学生在学习时应注意如下学习方法。

(1)有意识地培养自己的空间思维能力。在学习中,既要学会投影图的作图方法,又要注意分析它们的空间几何关系,也可针对具体问题绘制轴测草图或用橡皮泥制作模型,从而提高自己的空间思维能力。

(2)及时、独立、认真地完成习题和作业。本课程具有很强的实践性,因此必须在弄懂基本理论的基础上,通过大量的作题练习,才能真正学好本课程。切忌只听课不作习题或抄袭别人作业,否则是学不好本课程的。

(3)严格遵守国家标准的有关规定。俗话说没有规矩不成方圆,国家标准是规范图样画法和标注的指导性文件,在作题中不允许置国家标准的规定于不顾而了草从事,要从第一次画图或读图开始就树立标准化意识,一丝不苟地贯彻标准的各项规定。在画机械图时,还要学会查阅机械零件手册和有关标准,这在今后的设计中是必须具备的能力。

第一章 制图的基本知识

第一节 国家标准《机械制图》重点简介

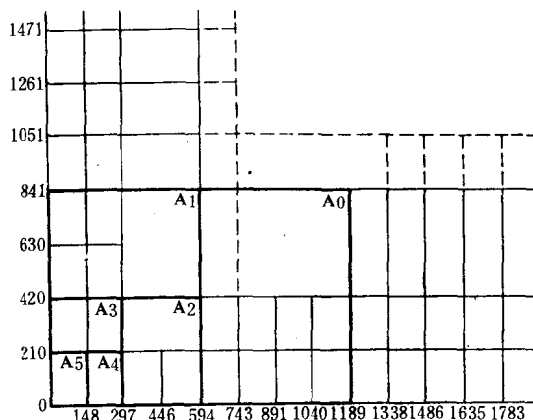
图样是技术交流的工具,遵守一定的标准是十分必要的。为了适应改革开放的要求,1984年,我国重新修订了机械制图国家标准,修订后的这个标准与国际标准 ISO 是十分相近的。绘制机械图样必须遵守国家标准《机械制图》GB4457-84~GB4460-84 及 GB131-83 的规定。“GB”是国家标准的代号,即“国标”二字汉语拼音的第一个字母,84 代表此标准是1984 年批准发布的,4457 等数字是各标准的编号。

一、图纸幅面及格式(GB4457.1-84)

绘制图样应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸,必要时长标可按图 1-1 的细线部分加长。对 A0、A1 幅面亦可按虚线的尺寸同时加长和加宽。A0 幅面面积为 1 平方米,为确保基本幅面长宽比为一定值,可演算出长与宽的比值为 $\sqrt{2}$,因此 A0 幅面的尺寸为 841×1189,1189 的一半(舍去小数)594 为 A1 幅面的宽度,841 为 A1 幅面的长度,即 A1 幅面为 594×841,A2~A5 幅面的尺寸可按同法算出。

表 1-1 图纸幅面尺寸(mm)

幅面代号	幅面尺寸	周边尺寸		
	B×L	a	c	e
A0	841×1189	25	10	20
A1	594×841			
A2	420×594			
A3	297×420		5	10
A4	210×297			
A5	148×210			



需要装订的图样,其图框格式如图 1-2 所示。一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装,图中符号的尺寸如表 1-1 中所示。不需要装订的图纸可将图 1-2 中的 a 和 c 都改为表 1-1 中的 e。

图 1-1 图纸幅面及其加长加宽

图框线用粗实线绘制。标题栏一般应放在图纸右下角(图 1-2),特别需要时亦可放在图纸右上角。标题中的文字正放时为看图的方向。

标题栏的格式,国标中未作统一规定,学校中的制图作业可采用图 1-3 的格式。图 1-3(a)为一般制图作业的标题栏格式,图 1-3(b)为零件图的标题栏格式。

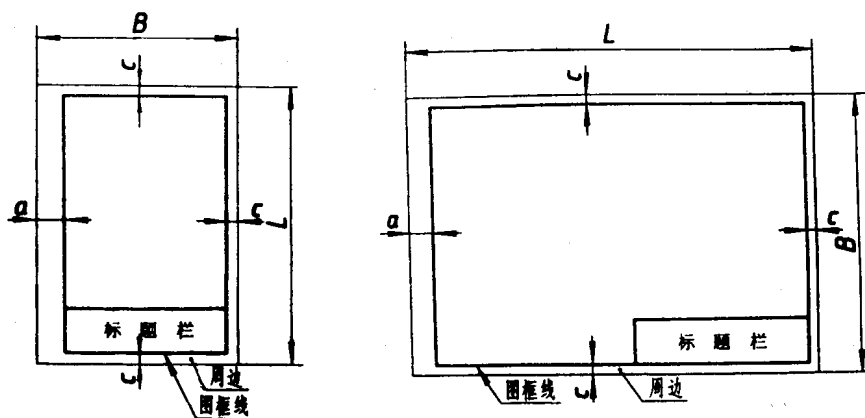


图 1-2 需装订图样的图框格式

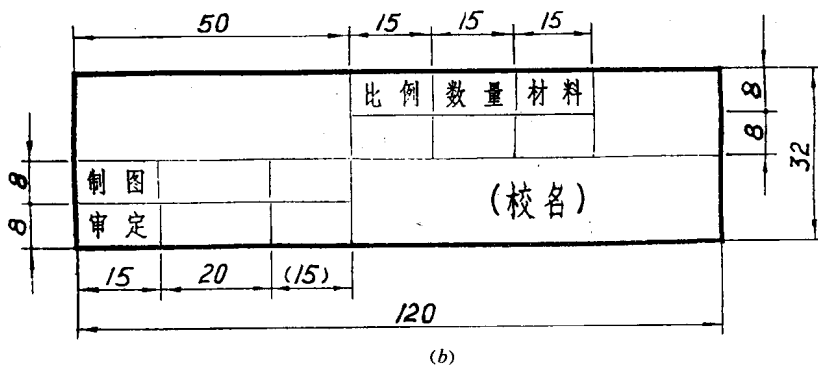
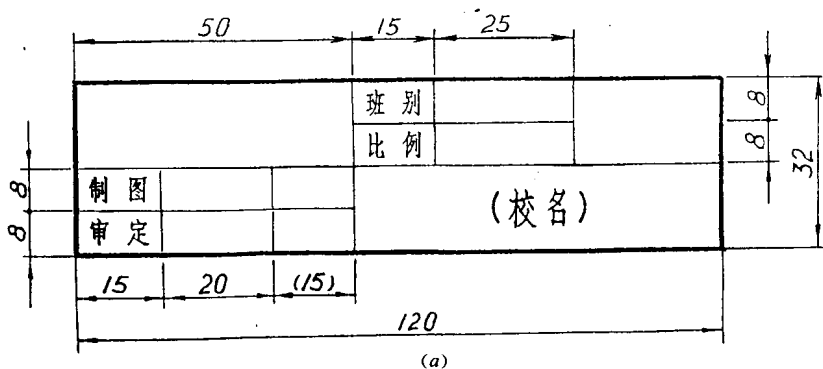


图 1-3 标题栏的格式

(a)一般仪器图用；(b)零件图用

二、比例(GB4457.2-84)

比例=图形的线性尺寸:实物的线性尺寸

图样中的比例是指图样中的线性尺寸与实物的线性尺寸之比,它不是面积之比,更不是体积之比。比值的大小,即图形的缩放值。例如,图形的线性尺寸和实物的线性尺寸一样大,

比例为 1 : 1;图形的线性尺寸是实物线性尺寸的一半,比例为 1 : 2;图形的线性尺寸是实物线性尺寸的两倍,比例为 2 : 1,如图 1-4 所示。绘图时一般应采用表 1-2 中 GB 所规定的比例。

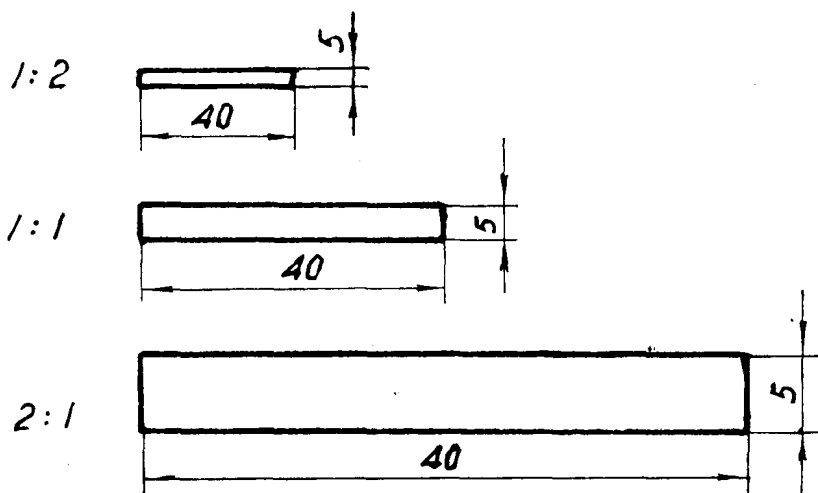


图 1-4 用不同的比例画出的图形

表 1-2

绘图图样的比例

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、字体(GB4457. 3-84)

图样中书写的字体必须作到:字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。图样中根据需要采用不同高度的字体。字体的号数(图 1-5),即字体的高度(单位为 mm),分为:20、14、10、7、5、3.5、2.5 七种。字体的宽度约等于字高的 2/3(字宽即下一号字高,如 10 号字的字宽为 7)。

(一)汉字

图样中的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。

书写长仿宋体的要领是:横平竖直、粗细均匀、写出棱角、填满方格、结构匀称。

(1)横平竖直。横笔在初练时基本保持水平,熟练后可向右上略微倾斜。竖笔保持和水平线垂直。在字中,横和横、竖和竖基本保持平行。

(2)粗细均匀。仿宋字的最大特点是,除棱角和笔锋外,笔划粗细均匀,所以它特别适用于铅笔和钢笔的书写。

(3)写出棱角。仿宋体字和等线体字的不同就在于它的起笔、落笔有棱角或笔锋,但不应过分夸大。

10 号

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

7 号

装配时作斜度深沉最大小球直网纹均布水平镀抛光研视图

5 号

设计制图技术要求表面处理基本尺寸材料向视图旋转其余均布未注圆角精度等级热处理

3.5 号

真空泵 螺栓母钉双头密封垫片顶盖底座托盘支架箱体床身汽缸活塞滑块套筒烯油拉杆拖板名牌手齿链凸轮皮带防护

图 1-5 字体的号数

(4)填满方格。初练仿宋字时,必须按字号打出长方形方格在方格内书写,除个别特殊字外,一般都要满格书写,并且在打格时要留出字间距。仿宋字看起来整齐美观,就在于它的大小尺寸基本一致。

(5)结构匀称。汉字书法的特点就是讲究结构匀称,这样才能美观大方。平时汉字写的较好,练仿宋字时结构匀称很容易掌握;若平时汉字写的不太好,练写仿宋字时,一定要按仿宋字字帖上的字体结构去练。这样,当仿宋字练好后,其它的硬笔汉字亦会好起来。

仿宋字的基本笔法如表 1-3 所示。练习写仿宋字宜用 HB 铅笔,铅芯要削得尖一些。制图作业中要养成打格写仿宋字的习惯(使用模板较方便)。初练仿宋字时要特别注意,笔划要粗细均匀。

(二)字母和数字

图样中的字母和数字分直体和斜体两种,一般多用斜体字。斜体字字头向右倾斜和水平线成 75° 角。字母和数字的笔划宽度约为字体高度的 $1/10$ 。用作指数、极限偏差、注脚等的数字和字母,一般采用小一号字体。图 1-6 为斜体大、小写拉丁字母和数字的字型样式。图中 h 代表字高, b 代表字宽, $h_1=b$, $a=b/10$, $d=2h/10$, $e=6h/10$, $f=16h/10$ 。图 1-7 为罗马数字示例,图 1-8 为字体应用示例。

四、图线(GB4457. 4-84)

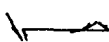
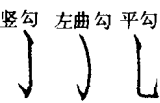
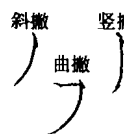
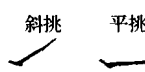
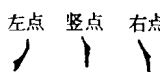
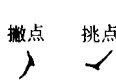
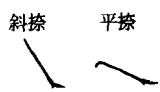
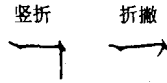
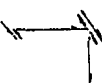
绘制图样时应采用表 1-4 中规定的 8 种线型。图线宽度分粗、细两种。粗线的宽度 b 应按图样的大小和复杂程度在 $0.5\sim 2\text{mm}$ 之间选取,细线的宽度约为粗线的 $\frac{1}{3}$ 。

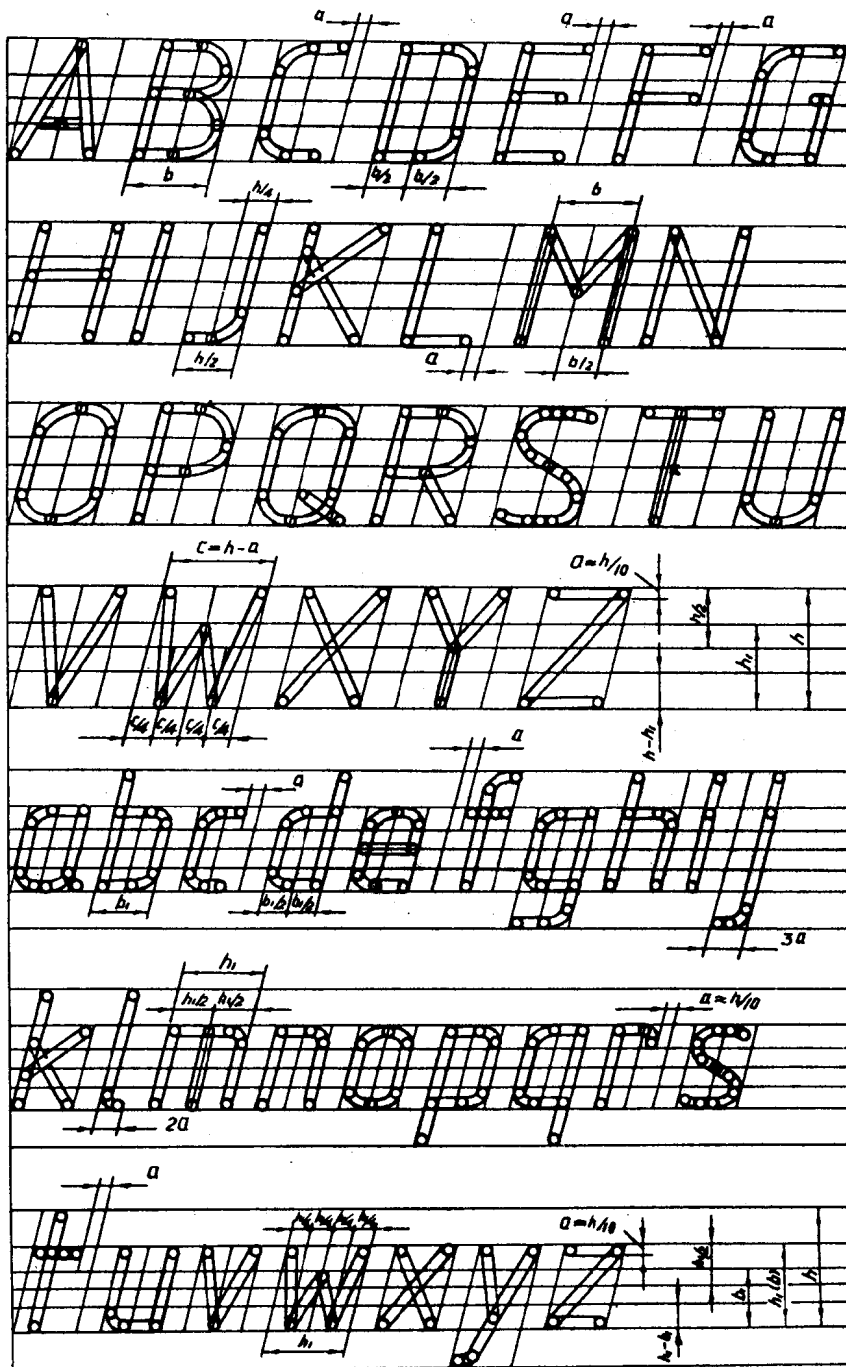
图线宽度的推荐系列为:0.18,0.25,0.35,0.5,0.7,1,1.4,2mm。由于图样复制中的困难,应避免采用 0.18mm。

各种图线的应用如图 1-9 所示。

表 1-3

写仿宋字的笔法

名称	笔划型式	运笔路线	字 例	要 领
横			上下元	起笔、落笔写出棱角，落笔为一扁三角形。
竖			旧汁壮	起笔、落笔写出棱角，落笔向左写出一扁三角形，若落笔到其它线终止时，不再写出棱角。
勾	竖勾 左曲勾 平勾  右曲勾 包勾 		灯疗包 戈功虑	竖勾的起笔和竖的起笔相同，写竖勾时，向左画一小折线，然后回笔到中间处向左斜勾出，收笔有锋。
撇	斜撇 竖撇  曲撇 		化开外	起笔写出棱角，收笔有锋。
挑	斜挑 平挑 		捉独绘	起笔写出棱角，收笔有锋。
点	左点 竖点 右点  撇点 挑点 	 	息六料 滑职雨	左点，起笔先画一斜点，然后向左下画出斜线（稍弯曲），收笔为一扁三角形；右点，向右写出一长扁三角形；竖点收尾无棱角。
捺	斜捺 平捺 		泵建仪	收尾处如条帚，回笔后，水平方向快速画出，有笔锋。
折	竖折 折撇 		点灾邨	转折处有棱角，和竖笔的起笔相同。



(a)

图 1-6 拉丁字母和数字(一)

(a) 大小写斜体拉丁字母

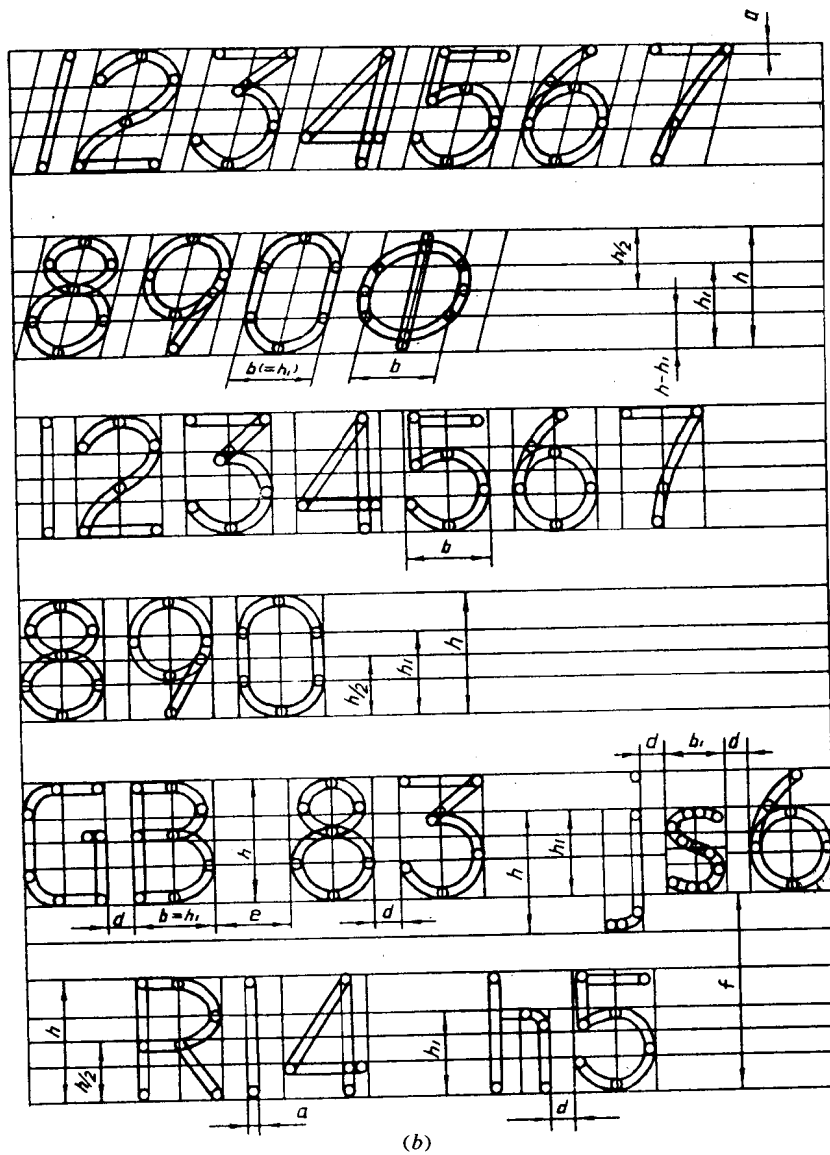


图 1-6 拉丁字母和数字(二)

(b)拉丁字母和数字

I II III IV V VI
VII VIII IX X

图 1-7 斜体罗马数字

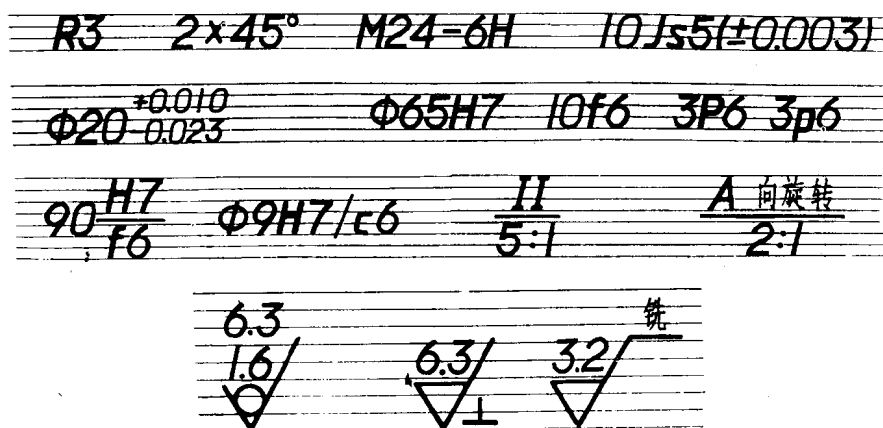


图 1-8 字体应用示例

表 1-4

图线的名称、型式、宽度和主要用途

图线名称	代 号	图线型式及画法	线 宽	主 要 应 用
粗实线	A		b	可见轮廓线
细实线	B		约 $\frac{b}{3}$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线
波浪线	C		约 $\frac{b}{3}$	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
双折线	D		约 $\frac{b}{3}$	断裂处的边界线
虚线	F		约 $\frac{b}{3}$	不可见轮廓线
细点划线	G		约 $\frac{b}{3}$	对称中心线、轴线、中心线
粗点划线	J		b	有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线	K		约 $\frac{b}{3}$	假想投影轮廓线、极限位置轮廓线、相邻辅助零件轮廓线、中断线