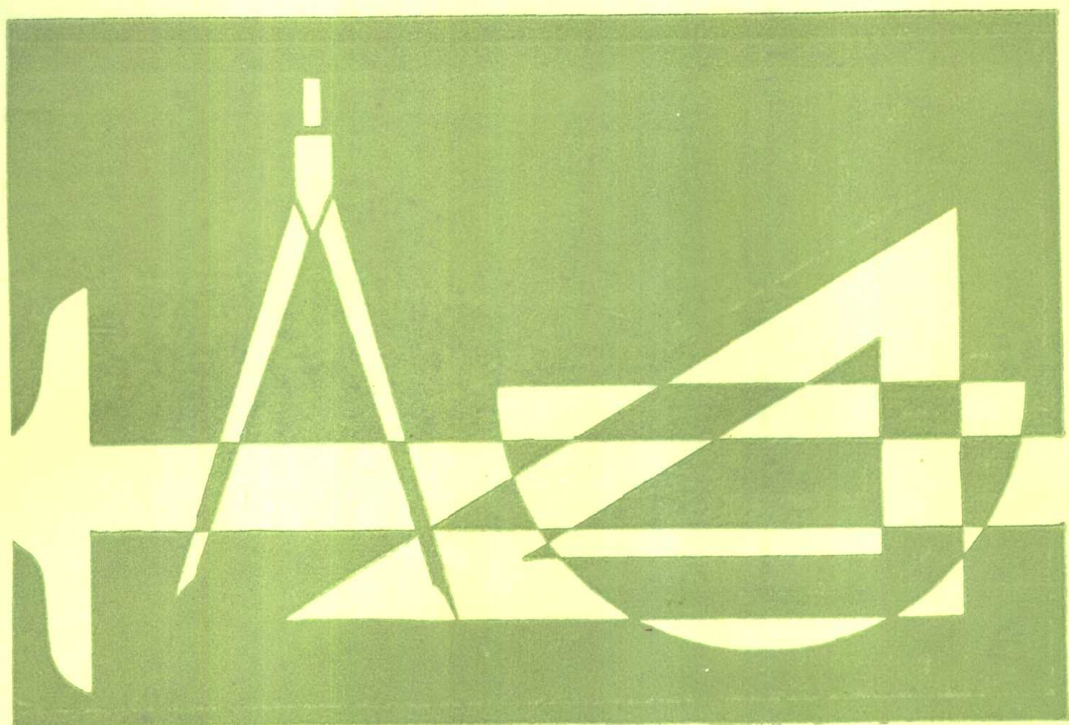




孙天杰 主编

土水建类

工程制图

天津大学出版社

112939

TU198
1914

工 程 制 图

(土、水、建类)

孙天杰 主编

天 津 大 学 出 版 社

内 容 提 要

本书是土、水、建类图学系统教材之一，同作者编写的《画法几何》成为一套。

本书内容有制图基础（包括制图基本知识和技能、投影制图、计算机绘图基本知识等）和专业工程制图（包括房屋施工图——建施、水施、设施，水利工程图、机械图等），并有相应的习题集供配套使用。

本书采用84年以来国家颁布的新制图标准。

本书可作为高等工科院校土木、建筑、水利等系所属专业的制图教材，也可作为有关工程技术人员参考书。

工 程 制 图

孙天杰 主编

天津大学出版社出版

（天津大学内）

河北昌黎县印刷厂印刷

新华书店天津发行所发行

开本：787×1092毫米1/16 印张：22³/₄ 字数：590千字 插页5

1991年9月第一版 1991年9月第一次印刷

印数：1—11500

ISBN 7-5618-0247-1

TU·30

定价：9.90 元

前 言

本书是天津大学建筑制图教研室组织编写的土建类图学系列教材的第二册（第一册《画法几何》已于88年底由天津大学出版社出版）。

本书包括制图基础和专业工程制图两大部分。制图基础有：制图基本知识和技能、组合体的视图、剖视剖面、计算机绘图等章。专业工程制图部分以房屋的施工图为主（其中建筑、结构、水、暖、电、管道等施工图都有介绍），还有水利工程图和机械图。

本书采用84年以后国家陆续颁布的新制图标准，包括《房屋建筑制图统一标准》GBJ—86、《总图制图标准》GBJ103—87、《建筑制图标准》GBJ104—87、《建筑结构制图标准》GBJ105—87、《给排水制图标准》GBJ106—87、《采暖通风与空气调节制图标准》GBJ114—88、《机械制图》GB4457~4460—84等。

本书按照土建类画法几何及工程制图课程教学基本要求编写，并在内容上有所增加，以便有选择余地。

本书适于作高等工科院校土建类、水利类各专业本科生的教材，也可供相应专业的大专生使用，亦可作为相应专业的电大、职大、函大等成人教育的图学教材。

本书的配套习题集《工程制图习题集》（土、水、建类）与本书同时出版。

参加本书编写的有：天津大学孙天杰（第一章）、赵树绵（第二章）、王桂梅（第三、十二章）、孙占木（第四章）、丛爱芬（第七章）、王炳坤（第十一章），天津城建学院李英林（第五、八、九、十章）、徐金芳（第五、六章）、李平（第十三章）。孙天杰任主编，由天津大学孙昭文、佟国相主审。

恳切希望各方读者对本书的错误和不足之处，给予批评和指正。

编者

1990.6.

目 录

第一章 制图的基本知识及技能	(1)
§1-1 常用绘图工具仪器及使用方法	(1)
§1-2 字体	(6)
§1-3 图纸幅面及标题栏	(10)
§1-4 图线	(12)
§1-5 尺寸标注的一般规则	(14)
§1-6 绘图过程和一般步骤	(22)
§1-7 几何作图	(24)
§1-8 平面图形尺寸分析及画法	(35)
§1-9 徒手作图	(38)
第二章 组合体的视图	(41)
§2-1 组合体视图的画法	(42)
§2-2 组合体视图上的尺寸标注	(45)
§2-3 组合体视图的阅读	(51)
§2-4 基本视图、辅助视图	(57)
第三章 剖视 剖面	(64)
§3-1 剖视	(64)
§3-2 剖面	(76)
§3-3 综合应用举例	(78)
第四章 计算机绘图基础	(83)
§4-1 概述	(83)
§4-2 微型机自动绘图系统简介	(83)
§4-3 自动绘图的插补原理	(85)
§4-4 绘图程序简介	(86)
§4-5 上机操作	(97)
第五章 房屋工程图概述	(100)
§5-1 房屋建筑工程的设计程序	(100)
§5-2 房屋建筑施工图的分类	(100)
§5-3 建筑总平面图	(101)
§5-4 房屋的组成	(108)
§5-5 建筑施工图的有关规定	(108)
第六章 建筑施工图	(126)
§6-1 建筑平面图、立面图、剖面图的基本概念	(126)

§6-2 建筑平面图·····	(130)
§6-3 建筑立面图·····	(140)
§6-4 建筑剖面图·····	(145)
§6-5 建筑详图·····	(149)
§6-6 单层工业厂房施工图·····	(155)
§6-7 房屋测绘·····	(159)
第七章 结构施工图·····	(161)
§7-1 结构施工图概述·····	(161)
§7-2 钢筋混凝土结构图·····	(162)
§7-3 基础图·····	(171)
§7-4 上部结构布置图·····	(178)
§7-5 钢结构图·····	(180)
§7-6 木结构图·····	(192)
第八章 给水排水工程图·····	(194)
§8-1 概述·····	(194)
§8-2 给排水工程图的图示特点及一般规定·····	(196)
§8-3 室外给水排水平面图·····	(201)
§8-4 室内给水排水施工图·····	(204)
§8-5 给排水工程详图·····	(211)
第九章 采暖通风工程图·····	(214)
§9-1 概述·····	(214)
§9-2 采暖通风工程图的一般规定·····	(214)
§9-3 采暖工程图的规定画法·····	(217)
§9-4 室内采暖工程图·····	(219)
§9-5 通风工程图·····	(230)
第十章 管道工程图·····	(234)
§10-1 管道的单线图和双线图·····	(234)
§10-2 管道的剖面图·····	(240)
§10-3 管道的轴测图·····	(244)
第十一章 建筑电气施工图·····	(249)
§11-1 概述·····	(249)
§11-2 有关电气施工图的一般规定·····	(249)
§11-3 电气照明施工图·····	(254)
第十二章 水利工程图·····	(264)
§12-1 概述·····	(264)
§12-2 水工图的基本表达方法·····	(265)
§12-3 水工图的特殊表达方法·····	(267)
§12-4 水工图的尺寸注法·····	(275)

§12-5 水工图的阅读和绘制	(278)
第十三章 机械图	(285)
§13-1 概述	(285)
§13-2 螺纹和螺纹紧固件	(286)
§13-3 键和销	(294)
§13-4 滚动轴承	(297)
§13-5 直齿圆柱齿轮	(299)
§13-6 弹簧	(303)
§13-7 零件图	(306)
§13-8 表面粗糙度	(310)
§13-9 尺寸公差及形位公差简介	(312)
§13-10 零件的常见结构.....	(321)
§13-11 装配图.....	(324)
§13-12 由零件图画装配图.....	(329)
§13-13 看装配图及拆画零件图.....	(333)
附录	(337)

第一章 制图的基本知识及技能

本章主要介绍常用绘图工具和仪器及其使用方法、国家制图标准中的统一标准、几何作图、平面图形分析、徒手作图等。

§1-1 常用绘图工具仪器及使用方法

正式的投影图和各种工程图都是具有一定精度要求的图，必须使用绘图工具及仪器绘制。绘图工具和仪器种类繁多，下面仅列举学习阶段不可缺少的几种，并附以使用方法的简要说明。

一、绘图板、丁字尺及其用法

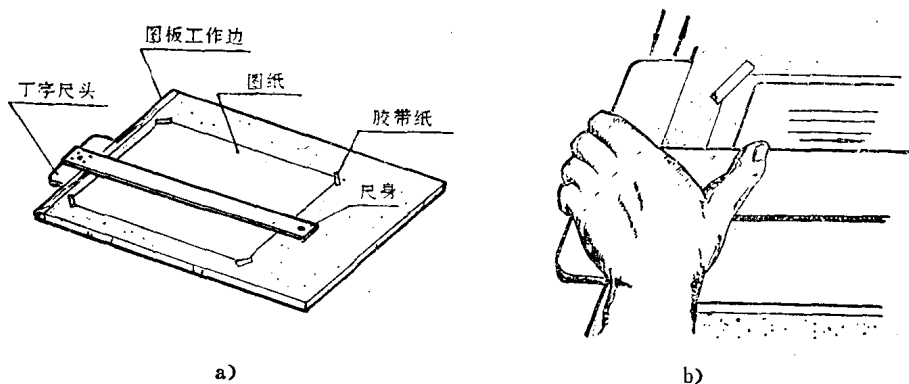


图1-1 图板、丁字尺及其用法

绘图板：见图1-1a），图板表面应平整无缝隙，左边为工作边，需平、直、硬，其大小宜与所使用的图纸幅面相适应，常用图板尺寸如表1-1所列。

表1-1 常用图板尺寸（mm）

图 板 代 号	1	2	3
图板尺寸（长×宽）	920×610	610×460	460×305

表中2号图板较适合本课程使用。

丁字尺：见图1-1a），由尺身和尺头组成，尺头与尺身需垂直，且连接牢固。尺身的上边沿为工作边，常带有刻度，要求平直光滑无刻痕。尺身长度为600mm的丁字尺，与2号图板配合使用较为适宜。

使用时，丁字尺尺头靠紧图板工作边上下移动，可画出互相平行的水平线，见图1-1b）。

二、三角板及其用法

绘图用的三角板应有两个，见图1-2a)，一个是 30° 、 60° ，一个是 45° ，合为一付。有的边上带有刻度，可用于量度尺寸。 45° 三角板斜边的长度以不小于250mm 的较为适合本课程使用。

使三角板的一直角边靠紧丁字尺的工作边，从左至右可画出相互平行的竖直线，此时画笔应贴靠三角板的左边，自下向上画出图线，见图1-2c)。一付三角板与丁字尺配合，可画出 30° 、 45° 、 60° 的角度线，还可画出 15° 倍数的角度线，见图1-2b)。

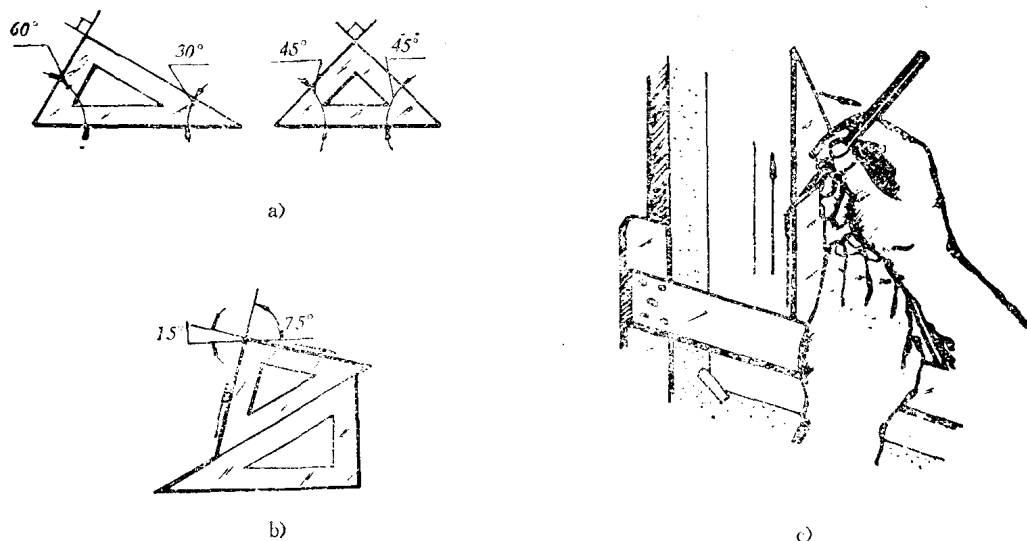


图1-2 三角板及其使用

三、绘图铅笔、墨线笔及其用法

绘图铅笔：见图1-3a)，一般在其木质杆的端部都标有表示铅芯软硬程度的代号，“H”表示硬度，H数愈多，则愈硬，最硬为“6H”；“B”表示铅芯黑度（软度），B数愈多愈黑（软），最软为“6B”；“HB”表示软硬适中。一般，作底图时选用较硬的铅芯，如2H、3H等，加深图线时可用H、HB、B等。

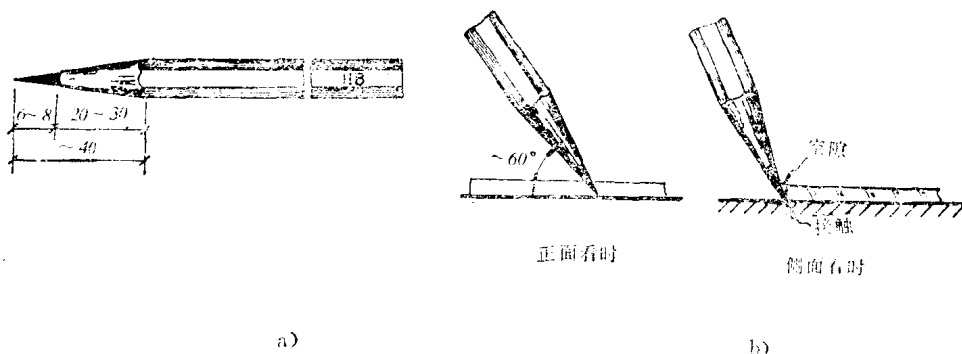


图1-3 绘图铅笔及其用法

使用木杆铅笔一定要削好，裸铅芯不要太长或太短，并在细砂纸上将铅芯磨成高锥状，犹如针尖，如图1-3a)所示。画线时，笔的姿态应如图1-3b)所示，即正面看时与纸面倾斜约 60° ，侧面看时笔尖抵住尺的下边沿，笔身向外倾斜。画较长的图线时，铅笔要在行笔过程中缓慢旋转，使铅尖能均匀磨损，以便保持铅尖的尖锐，一旦不够尖锐应立即磨尖。

绘图用的墨线笔常见的有两种，一种是直线笔（俗称鸭嘴笔），见图1-4a），另一种是针管笔，图1-5a）是其中一种式样。

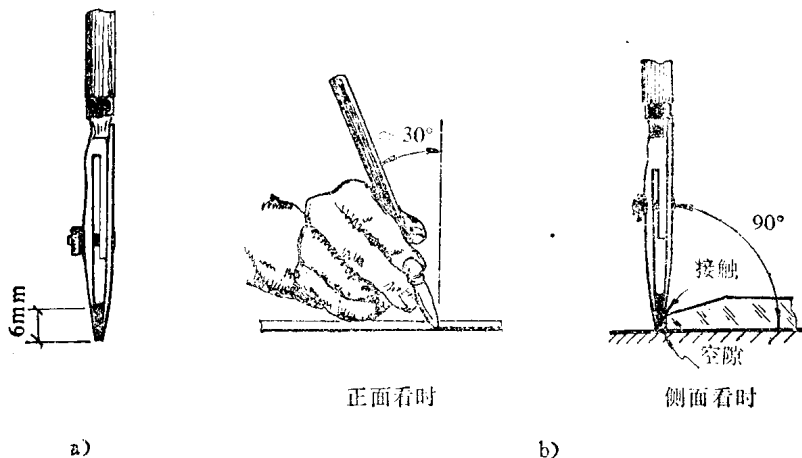


图1-4 直线笔及其用法

鸭嘴笔由两叶簧片组成，墨水蘸在两簧片之间，旋动小螺母可使两簧片靠近或离开，从而能画出粗细不同的图线。蘸墨水时万不可直接将笔尖伸入墨水瓶中，应用蘸水钢笔蘸墨水导入簧片之间，加墨水不可太多，一般 $5 \sim 7\text{mm}$ 为宜。加入后，擦去簧片外侧渗出之墨水方可使用，以免沾污图纸。画线时，笔的姿态应如图1-4b)所示，入笔不要太重，一旦接触纸面立刻行笔，不要停顿，行笔过程中要注意保持两簧片同时接触纸面，不要偏转和晃动，不能太快，也不能太慢，要匀力匀速。

直线笔用毕后，需及时擦拭干净，放松调整小螺母。若簧片端部磨损严重，可用油石磨修。

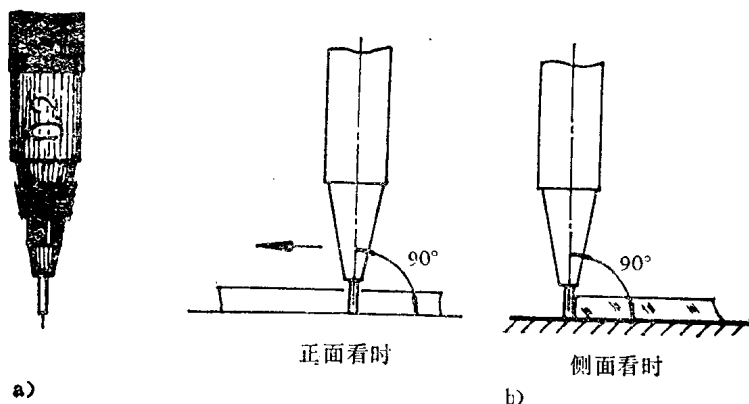


图1-5 针管笔及其用法

针管笔犹如自来水笔，腔内可以存贮墨水，笔尖是一细针管，为保证出水流畅针管内还有一活动针尖，行笔时活动针尖将墨水引导至纸面。针管内径即图线粗度，因此，每支笔只能画出一种宽度的图线。画线前，将笔垂直振动，试其活动针尖是否有效，有振感或有振声时即可使用。应注意针管笔的握笔方式与自来水笔及直线笔皆有不同，针管笔的行笔在两个方向都垂直纸面，如图1-5b)所示，其它动作与直线笔相同。

针管笔需灌注碳素墨水。若要较长时间中断使用时，需洗净笔管及笔头，以免墨水干涸，造成针尖在管内活动不灵而画不出图线。

四、分规、圆规及其使用

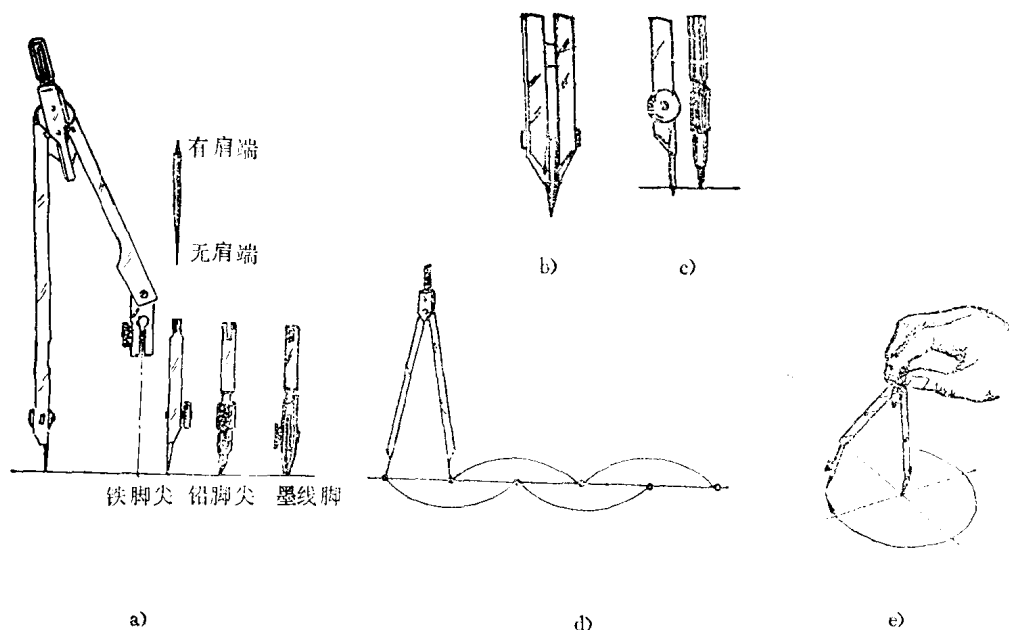


图1-6 分规、圆规及其使用

一般圆规的脚是可换的，有铁尖脚、铁芯脚和墨线脚，见图1-6a)，都换成铁尖脚如图1-6b)便是分规（也称扎规），主要用来分等份和量取线段，如图1-6d)；将其一换成铅芯脚如图1-6c)或墨线脚，则用以画圆或圆弧。作分规用时，两脚都用无肩端，且高度调整到平齐如图1-6b)；作圆规画底稿时，铁尖脚可用无肩端，加深或上墨时，铁尖脚要用有肩端，且使其略长于铅芯脚或墨线脚，画线时要扎透纸面，使尖肩抵住纸面如图1-6c)，这样做，即使用力也不致使针孔越来越大，还要注意随时调整两脚，使其同时垂直纸面如图1-6e)，才能保证图线质量。

五、曲线板及其用法

曲线板也称云形板，形状有多种，图1-7a)是较简单的一种。

曲线板是画非圆曲线用的。图1-7b)表示已知曲线上若干点如(1)，先用较硬的铅笔，徒手将各点顺序轻轻地连成曲线如(2)，在曲线板上选择曲率大致与曲线的一部分（至少连续四个点）相同的一段，靠在曲线上，并稍微偏移动使与曲线完全吻合后，将曲线描深或上墨如(3)，用同样的方法步骤，分若干段将曲线画完，应注意，每两次间

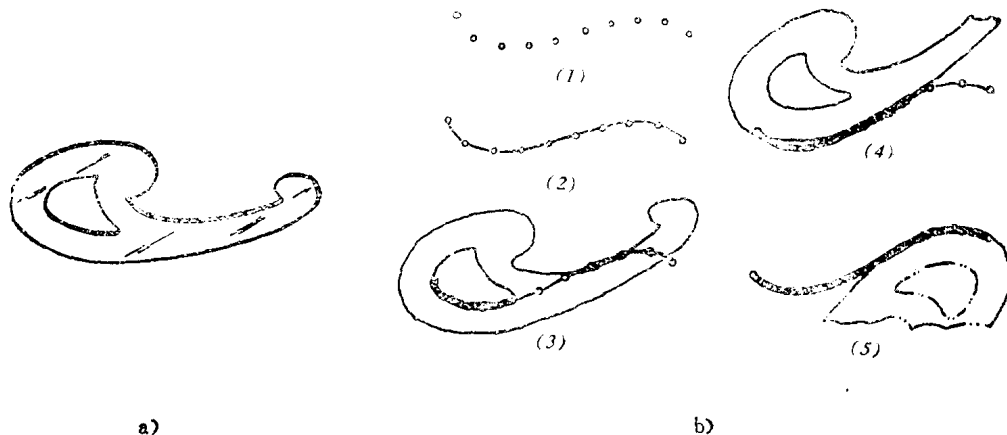


图1-7 曲线板及其用法

应有一段搭接，如（4）、（5）所示。

六、比例尺及其用法

比例尺的形式有多种，图1-8a)所示为三棱比例尺，在它的三个棱面上刻有1:100、1:200、1:300、1:500和1:600等六种比例的尺子，而图1-8b)所示之平板比例尺，是刻有三种比例的尺子。尺子上的长度单位，一般都是米（m），即1:100的尺面中的1cm代表1m。

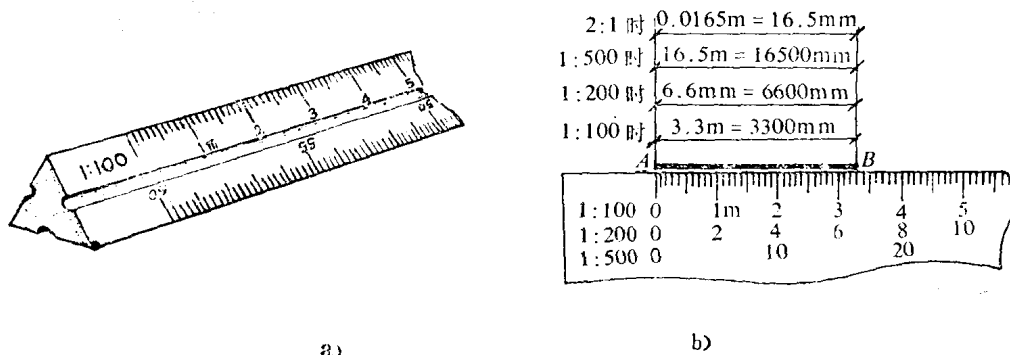


图1-8 比例尺及其用法

画在图纸上的图形，与实物的大小常不相同，之间应有一定的比例关系，例如欲使图形比实物各向同比例的缩小100倍，不必计算，选用1:100的比例尺直接量度即可。图1-8b)是用不同比例尺量度同一条线段AB所得到的不同结果：用1:100的比例尺量AB时，其长度为3.3m即3300mm；用1:200的比例量AB，其长度为6.6m即6600mm；用1:500的比例量AB，其长度为16.5m即16500mm。以上都是缩小比例尺，它们都可改为放大比例尺，如将1:100的尺子改为2:1的放大比例尺时，则AB所示的长度就是0.0165m，即16.5mm。

七、图纸

正式绘图要用绘图纸，较好的绘图纸应是纸质坚实、平整，不宜太薄，用橡皮擦不易

起毛，上墨时能快吸但不浸润。还有一种透明度较高的描图纸，上墨后可作为晒蓝图的底图。

绘图前图纸不要折叠，应卷成筒形。

除以上所列外，擦图用橡皮、固定图纸用胶带纸、书写墨字用钢笔及绘图墨水、修改图线用的薄刀片、磨铅芯用的细砂纸、除橡皮沫用软毛刷及擦图片等，也是需要准备的常用物品。

§1-2 字 体

工程图中的字体包括：汉字、字母、数字和书写符号等。

国家制图标准规定工程图中的字体应作到：笔划清楚、字体端正、排列整齐、间隔均匀；标点符号应清楚正确，必须用黑墨水写。这样规定是因为工程图是施工和生产中最重要的依据，如果字体潦草，易造成误解，将会给生产带来损失。

一、汉字

国标规定工程图中的汉字应写成长仿宋体（对大标题、图册封面、地形图等汉字也可书写成其它字体，但应易于辨认）。还规定，汉字书写必须遵守国务院公布的《汉字简化方案》和有关规定。

长仿宋体字是宋体字的变形，其变形率有多种，国标所指的是字高与字宽的比例应为： $1:\frac{1}{\sqrt{2}}$ ，约为1:0.7，笔划的粗度约为字高的1/20，见图1-9。常用长仿宋体字的字高和字宽列于表1-2中。

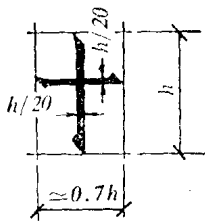


图1-9 长仿宋体字的比例

表1-2		长仿宋体字各号字的高宽关系 (mm)						
字 高	20	14	10	7	5	3.5	2.5	
字 宽	14	10	7	5	3.5	2.5	1.8	

书写长仿宋体字的要领是：横平竖直，起落有锋，布满字格，结构匀称。式样见以下例字。

工程图中的汉字应写成长仿宋体
并采用简化字要领是横平竖直起
落有锋布满字格结构匀称高宽好

天津大学天津城市建设学院联合编写土建类图学系列
教材第一册画法几何第二册制图基础及专业工程制图
土木建筑水利海船结构环境热调建材水建水港管理技
经审定绘图班级姓名图名比例件数分号总号备注专业
系别

三视图辅助视图几何作图字体练习线型平立剖侧左右俯仰后背镜 面 标
高线性尺寸剖切位置符号全半阶梯局部旋转斜正重合移出轴前向 内 外
高低顶底长宽分厘毫米矩方东西南北截断测测二求三读图补线步 骤 制
绘技术形体分析线面分析为主次分清布置投影总评取靠需要原薄 符 号
中心校对序号完成共设计责人

仿宋体字的笔划及行笔顺序见图1-10。

	笔划	行笔顺序	常见错误	例字
横	二			三七
竖	丨			十沐
拐	ㄟ ㄥ ㄣ			国也母
钩	丿 ㇏ ㇚			了戈几
撇	㇀ ㇁ ㇂			度形受
捺	㇏ ㇐ ㇑			天这建
点	丶 ㇔ ㇕			点立次
挑	㇚ ㇛			津红

图1-10 长仿宋体字的笔划及行笔

书写长仿宋字还要注意以下几点:

1. 要有字格 (用很淡的硬铅芯细线画出) 或有衬格。
2. 初始练习时, 行笔要慢, 且各种笔划都是一笔写完, 不要重描
3. “横平” 的要求不能绝对化, 书写时可略向右上方倾斜, 但要一致。
4. 对 “充满字格” 也不要绝对化理解, 例如 “一” 字就不可能 “充满”, 对 “口”、“日” 这样的字也不能机械的充满字格。

二、字母和数字

写在工程图中的字母和数字都是黑体, 即粗细一致, 不显笔锋。分为直式和斜式两种, 斜式的斜度是对底线逆时针成 75° 角, 直式和斜式又各有一般字体和窄体字之分。见图1-11及图1-12。

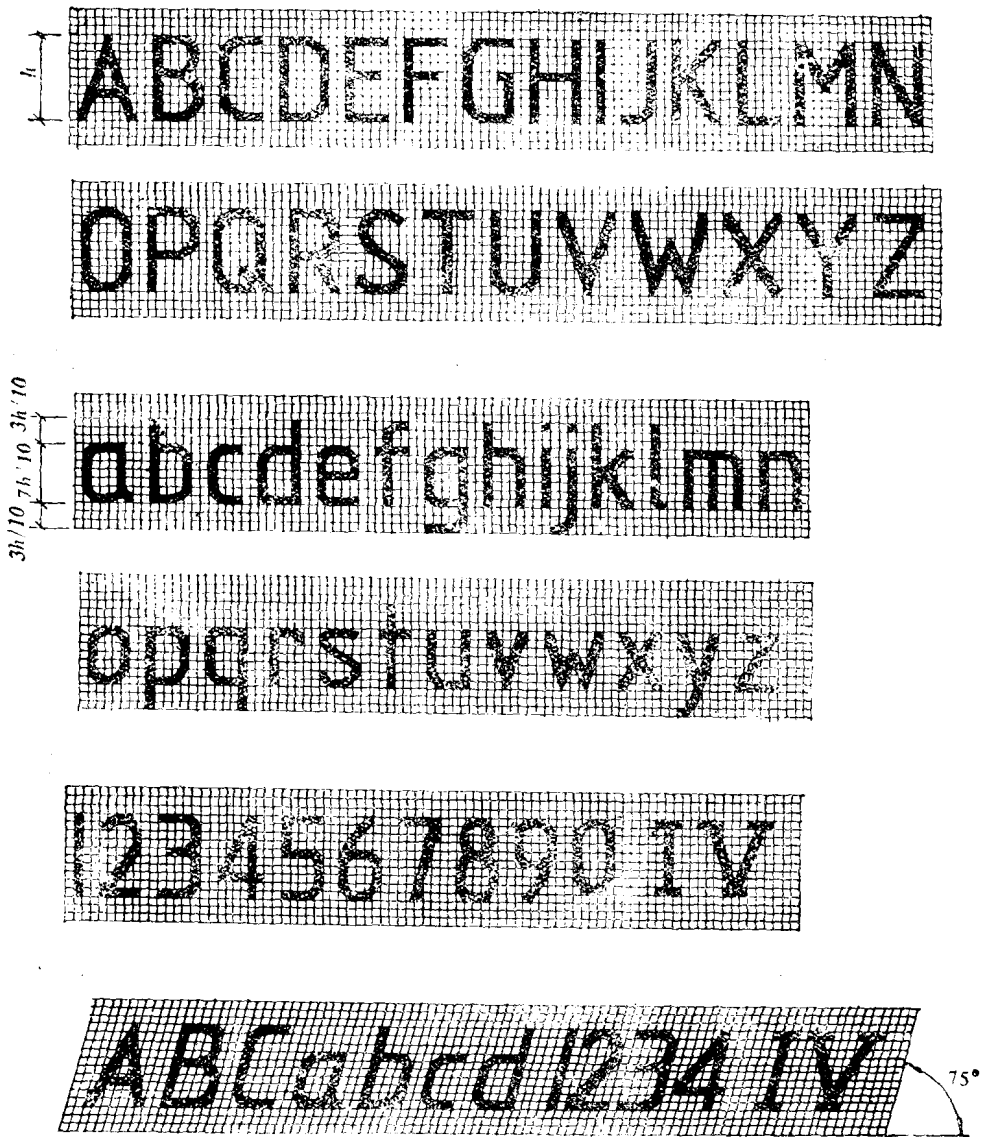


图1-11 一般字体的字母和数字

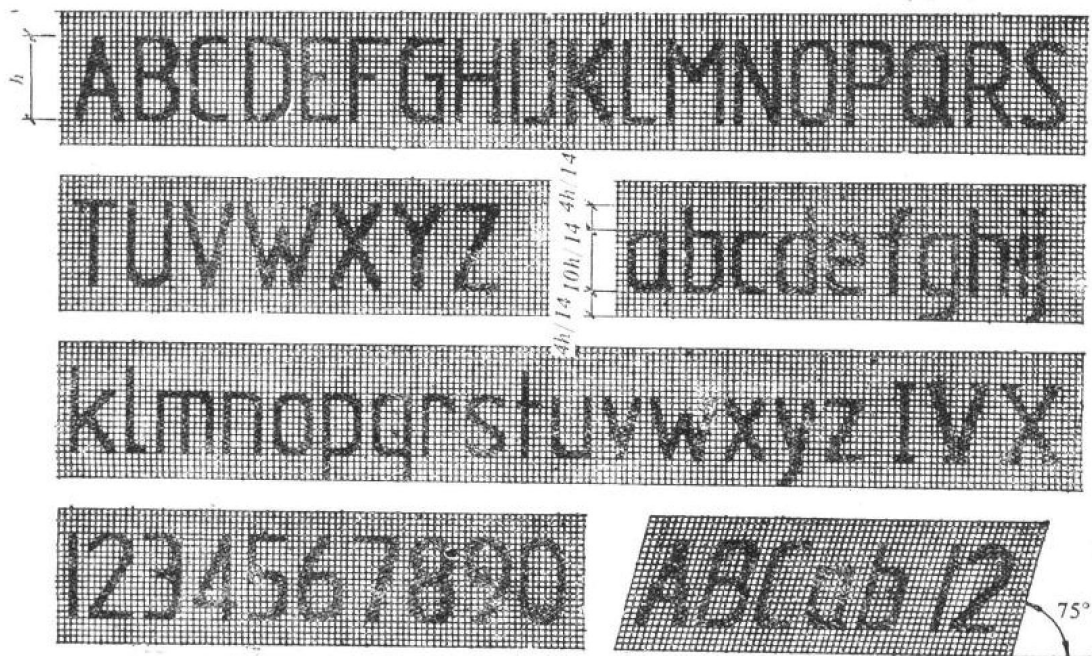


图1-12 窄体字的字母和数字

一般字体的笔划粗度是字高的 $1/10$ ，窄体字的笔划粗度是字高的 $1/14$ 。

数字和字母的高和宽因字形不同而有所变化，除宽度的不同已体现在图1-11、图1-12中，其它变化列于表1-3中。

表1-3

拉丁字母、阿拉伯数字、罗马数字的书写规则

		一般字体	窄字体
字 母 高	大 写 字 母	h	h
	小写字母（上下均无延伸）	$7/10h$	$10/14h$
小写字母向上或向下延伸部分		$3/10h$	$4/14h$
笔划宽度		$1/10h$	$1/14h$
间 隔	字母间	$2/10h$	$2/14h$
	上下行底线间最小间隔	$14/10h$	$20/14h$
	文字间最小间隔	$6/10h$	$6/14h$

注：①小写拉丁字母a、c、m、n等上下均无延伸，j上下均有延伸。

②字母的间距，如需排列紧凑，可按表中的最小间隔减少一半。

在工程图中，实际书写的字母、数字，一般并不需要象图1-11、图1-12那样画出许多小格，特别在书写较小字时，可只画出上下两条界线（对小写字母可再加画出上延和下延两条线），但其结构和各部比例仍应如图1-11，图1-12。图1-13中显示了较小字母和数字的字格式样。

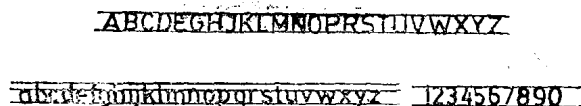


图1-13 较小字母和数字的字格

与汉字写法不同，书写较大的字母和数字时，可借助米格描画，以保证笔划粗细一致。

三、字号及其使用

习惯上常把字的高度（h），定为反映字体大小的号数（简称字号），如字高 $h=5\text{mm}$ 的字即为5号字。国标规定的常用字号的系列是：2.5、3.5、5、7、10、14、20。

表1-4推荐的各种字号的使用范围，可供参考。

表1-4 各种字号的使用范围

字 号	2.5	3.5	5	7	10	14	20
使用范围		1) 详图的数字标题 2) 标题的比例数字 3) 剖面名称代号 4) 图标中部分文字 5) 一般文字说明		各种图的标题		大标题或封面标题	
		尺寸、标高及其它数字		1) 表格的名称 2) 详图及附注标题			

四、国标中关于字体的其它规定

（一） 表示数量的数字，应用阿拉伯数字书写；计量单位应符合国家颁布的有关规定，例如，三千五百毫米应写成 3500mm ，三百二十五吨应写成 325t ，五十千克每立方米应写成 50kg/m^3 。

（二） 表示分数时，不得将数字与文字混合书写，例如四分之三应写成 $3/4$ ，不得写成 $4\text{分之}3$ ，百分之三十五应写成 35% ，不得写成百分之35。

（三） 不能整数的小数数字，应在小数点前加“0”定位，例如0.15，0.004等。

（四） 数字与汉字并列书写时，数字的号数（即字高）宜比汉字小一号或两号。

（五） 汉字书写在图中应不小于3.5号，拉丁字母、阿拉伯数字或罗马数字写在图中应不小于2.5号。

§1-3 图纸幅面及标题栏

一、图纸幅面

为了合理使用图纸和便于管理、装订，国标对绘制工程图的图纸幅面作了规定，如表1-5所示。图1-14是其格式及尺寸代号的含义。