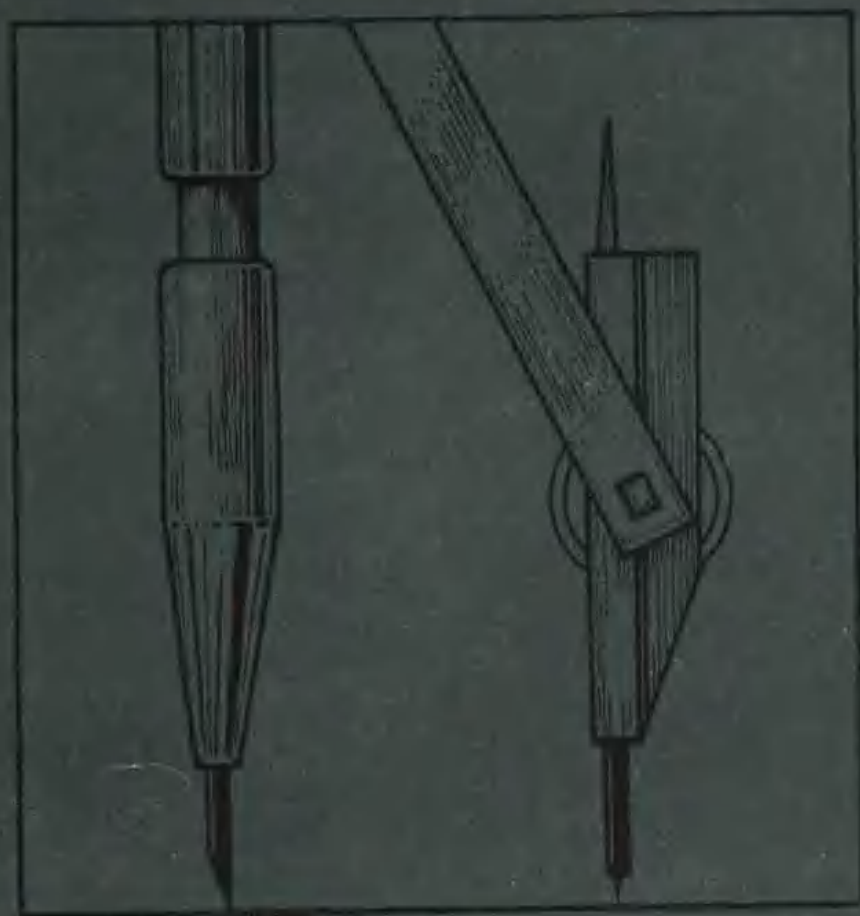


机械工业部部属高等院校协编教材

HUAFAJIHE JI GONGCHENG ZHITU

画法几何及工程制图

李国生 徐钦周 马成洲 主编



黑龙江科学技术出版社

机械工业部部属高等院校协编教材

画法几何及工程制图

李国生 徐伙周 马维洲 主编

黑龙江科学技术出版社

一九八五年·哈尔滨

内 容 提 要

本书是根据一九八〇年教育部制订的《画法几何及工程制图教学大纲》(草案)的精神,参照一九八四年发布的《机械制图》国家标准编写的。

全书共分十一章,其中包括:制图的基本知识与作图技能、正投影基础、轴测图、机件的表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、计算机绘图、表面展开图及透视图绘制等内容,书末附有常用标准表。本书还配有与上述内容相对应的数量充足的习题集。

本书针对性强,逻辑严谨,深浅适中,可作为高等院校大多数专业少学时工程制图课程的教材,也可用作各类电大、夜大、中专的教本,还可供工程技术人员参考。

封面设计:李忠民

机械工业部部属高等院校协编教材

画法几何及工程制图

HUAFAJIHE JI GONGCHENG ZHITU

李国生 徐饮周 马维洲 主编

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区建设街35号)

黑龙江新华印刷厂附属厂印刷·黑龙江省新华书店发行

787×1092毫米16开本14.5印张 330千字

1985年6月第1版·1985年6月第1次印刷

印数:1—30,800册

书号:15217·182 定价:2.80元

前 言

本书是根据一九八〇年教育部制订的《画法几何及工程制图教学大纲》(草案)的精神,参照一九八四年发布的《机械制图》国家标准,按照 80 学时的教学要求编写的。

一九八一年十一月,原第一机械工业部部属九所高等工科院校,在制图学科协作会议上,通过了一项编写一本适合各院校大多数专业少学时制图课使用的通用教材的决议(由湖南大学等五所院校执笔,甘肃工业大学等院校审稿)。

经过反复修改,于一九八二年编写出了本书初稿,并于一九八三年由湖南大学内部印刷成书,作为试用教材。经过一年来机械工业部内外四十余所院校的教学实践,反映十分良好,普遍认为本书系统性强,逻辑严谨,深浅适中。根据许多学校来函的要求,现决定正式出版,以满足各校的教学需要。

基于上述情况,编者在认真听取各方面人士意见的基础上,对试用教材进行了必要的修订。除订正其中的不妥之处和更换了部分章节中的若干图例外,还将书中所涉及到的有关标准,全部换用了新国标。

本书具有如下特点:

1. “便于打好基础”。这也是编写本书的主导思想。画法几何不仅是工程制图的基础,通过它还可以有效地培养和发展学员的空间思维能力。因此,本书约用了三分之一的篇幅阐述画法几何的基本内容,并从体出发,按点、直线、平面、基本体、截割体、相贯体、组合体的顺序组织教材,力求理论联系实际,符合人的认识规律。此外,对视图、剖视、剖面等基础内容也作了较全面的阐述。

2. “内容精”。编写本书的另一个指导思想是尽量做到“少而精”,在保证把基础理论阐述清楚的前提下,突出基本原理的具体运用。例如对几何要素(或立体)相交的问题,着重于特殊位置情况的讨论。对尺寸标注这个难点,则分成若干阶段贯彻,循序渐进,而且每一阶段都突出各自的教学重点。

3. “逐步更新”。本书在内容的编排和论述上作了一些新的尝试。例如在点的投影中引入了辅助投影的概念。在组合体形体分析和尺寸标注等问题的论述上,本书也有所创新。此外,本书还增添了培养徒手画图能力的内容,并新增加了“电气设备中的冲压件和镶嵌件”的内容。

4. “利于教学”。本书编写时充分注意到系统性、科学性和实践性等各个方面,力求概念确切,深入浅出,通俗易懂。对零件图一章,着重于零件图基本知识的介绍,并以看图为主,所以没有编入零件测绘的内容,而把这一部分放到第八章部件测绘中去贯彻,以利于在学时数少的情况下进行教学。本书同时配套发行习题集,题目难易适中,数量略有余裕,读者可根据实际情况选用。

负责试用教材审稿的有甘肃工业大学、吉林工业大学、上海机械学院、太原重机学院和东北重型机械学院的制图教师代表。此外,哈尔滨机电专科学校等校的代表也提出了不少宝贵的意见和建议。

负责本书编写和修订工作的单位及个人有：合肥工业大学吴作义，沈阳机电学院姜延义、曹凤民，陕西机械学院马维洲、吴佳季，哈尔滨电工学院徐饮周、佟宝宁，湖南大学李国生、李砚芳、江涛等。

杨慧庄、陆静静、王幼苓等同志参加了本书的描图工作。

限于编者水平，本书肯定会存在着一些缺点和不足，恳请使用批评指正。

编者

一九八四年十一月

绪 论

在工程中根据投影原理和有关标准及规定,表示物体形状、大小和结构并注有必要数据的图称为工程图样(简称图样)。在现代工业中,无论是设计、施工和对工程的研究等,都离不开图样。例如,研究和装配机器要用到装配图,设计和加工零件要用到零件图,钣金工下料要用到展开图等等。因此,图样就成了工程界的“语言”,是进行技术思想交流不可缺少的工具。这就要求每个从事工程技术工作的人员,必须懂得这种“语言”,善于绘制和阅读图样。

《画法几何及工程制图》这一门学科主要研究如何用投影的理论,在平面上图示或图解空间几何要素的定形、定位和度量问题以及如何依据投影原理与有关规定,去解决工程图样的绘制与阅读等问题。因此,画法几何及工程制图是高等工科院校培养技术人才的一门必修的技术基础课。而这门课程的基本内容、研究对象与学习方法又都有它的特殊性。所以,要学好这门课程,必须注意以下几点:

1. 牢固掌握投影法的基本理论及其概念,积极培养、发展空间想象能力和构思能力。在解答各种作图题时,都应根据具体的情况和要求,先进行合乎逻辑的推理和判断,并提出在空间解决问题的方案和程序,然后再运用投影方法在平面上准确地作图。

2. 掌握正确的画图方法和步骤,加强用仪器和徒手绘图技能的基本训练。在画图过程中,做到既要讲求速度,又要使画出的图样工整美观。

3. 严格遵守国家标准中的有关规定,坚持理论联系实际,多看多画,不断扩大和积累有关设计、制造方面的知识。

学生在初学时,如果觉得投影原理比较抽象,可借助于一些直观工具。例如,用“折纸法”将硬纸片折成三投影面空间模型,再用铅笔、三角板等在其上进行比划和模拟,以增强感性概念。但经过一段时间的学习之后,就应逐步减少对模型的依赖。此外,经常在草图纸上徒手绘制几何要素及物体的轴测图,也是提高空间立体概念的一个好方法。这样,在不断地把空间的“物”转化为平面的“图”,又把平面的“图”转化为空间的“物”的过程中,就能不断地发展自己的空间想象能力和构思能力。

最后必须指出,虽然通过本门课程的学习,可以在培养学生的空间思维能力和画图、看图能力方面打下良好的基础,但这毕竟是初步的,还须在今后的实际工作中继续提高。

目 录

第一章 制图的基本知识与技能

§ 1—1 机械制图的一般规定和尺寸注法	1
§ 1—2 制图工具及其使用	8
§ 1—3 几何作图	12
§ 1—4 平面图形的尺寸和线段分析	15
§ 1—5 徒手画图的技法	17

第二章 投影法和点、直线、平面的投影

§ 2—1 投影法的基本概念	20
§ 2—2 工程上常用的几种投影图	22
§ 2—3 点的投影	23
§ 2—4 直线的投影	27
§ 2—5 平面的投影	33
§ 2—6 直线与平面、平面与平面的相对位置	39

第三章 立体的投影

§ 3—1 基本体的投影	44
§ 3—2 从属于基本体表面的点和线	48
§ 3—3 平面与立体相交	52
§ 3—4 基本体与基本体相交	58
§ 3—5 组合体的投影	63

第四章 轴测投影

§ 4—1 基本概念	72
§ 4—2 正等测的画法	73
§ 4—3 斜二测的画法	79
§ 4—4 轴测投影中的剖切画法	80
§ 4—5 徒手画轴测图的技法	82

第五章 视图、剖视、剖面和其它表达方法

§ 5—1 视图	85
§ 5—2 剖视图	89
§ 5—3 剖面	97
§ 5—4 其它表达方法	100

第六章 标准件和常用件

§ 6—1 螺纹和螺纹连接	106
§ 6—2 齿轮	115
§ 6—3 键和销	118

§ 6—4 弹簧	121
§ 6—5 滚动轴承	123
第七章 零件图	
§ 7—1 零件的视图选择	127
§ 7—2 零件图上的尺寸标注	129
§ 7—3 表面粗糙度代(符)号及其标注	132
§ 7—4 公差与配合	139
§ 7—5 形状和位置公差	147
§ 7—6 典型零件的视图选择和尺寸标注	151
§ 7—7 电气设备中的冲压件和镶嵌件	155
§ 7—8 看零件图	160
第八章 装配图	
§ 8—1 部件的表达方法	164
§ 8—2 装配图中的尺寸标注	166
§ 8—3 装配图中的零件编号和技术要求	167
§ 8—4 部件测绘	168
§ 8—5 看装配图与拆画零件图	175
第九章 计算机绘图	
§ 9—1 计算机绘图的发展和应用	179
§ 9—2 计算机绘图系统	180
§ 9—3 自动绘图机的构造和绘图原理	182
§ 9—4 绘图程序编制概述	185
第十章 表面展开图	
§ 10—1 平面体的表面展开	189
§ 10—2 曲面体的表面展开	191
§ 10—3 变形接头的展开	193
第十一章 诺谟图的绘制	
§ 11—1 诺谟图的一般知识	195
§ 11—2 诺谟图的绘制	196
附录	
一、螺纹	203
二、常用的标准件	205
三、常用的机械加工一般规范和零件结构要素	213
四、尺寸公差	216
五、常用的金属材料与非金属材料	221

第一章 制图的基本知识与技能

工程图样是工程设计、制造过程中的重要技术文件之一。在国家或某些部门的范围内,对图样的内容、格式以及表达方法等均建立了统一的技术规定。这些规定称之为制图标准。

§ 1—1 机械制图的一般规定和尺寸注法

一、机械制图的一般规定

1. 图纸幅面 (GB4457.1—84) ① 为了便于保管和合理利用图纸,制图时应优先选用表 1—1 中所规定的幅面。当有必要时,允许沿幅面的长边加长。对于 A₀、A₂、A₄ 幅面的加长量应按 A₀ 幅面长边的 1/8 倍数增加,对于 A₁、A₃ 幅面的加长量应按 A₀ 幅面短边的 1/4 倍数增加。A₀ 及 A₁ 幅面也允许同时加长两边。

根据需要,图纸可以横放或竖放。无论图纸是否装订,均应按图 1—1 所示格式及表 1—1 所规定的尺寸,并用粗实线画出图框及标题栏。

表 1—1 图 纸 幅 面 尺 寸 (单位:毫米)

幅面代号	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210
a	25					
c	10			5		
e	20		10			

图框格式 需要装订的图样,其格式如图 1—1(a)、(b)所示,尺寸按表 1—1 的规定。一般采用 A₄ 幅面竖装, A₃ 幅面横装。不留装订边的图样,其图框格式如图 1—1(c)、(d)所示;其周边尺寸按上表规定。对不留装订边的图样,为了复制或缩微摄影的方便,可采用对中符号,从周边画入框内约 5 毫米的一段粗实线,见图 1—1(c)、(d)所示。

标题栏 标题栏规定画在边框内的右下角。在学校的制图作业中,建议采用图 1—2 所示的格式②。

2. 比例 (GB4457.2—84) 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比例。国标规定可供制图采用的比例如表 1—2 所示。

①国家标准简称“国标”,代号“GB”,GB 后面的数字为国家标准的编号,“84”表示是 1984 年制定的。

②画零件图时不画明细栏,画装配图时将标题栏中的“材料”栏改填“共×张”、“第×张”。

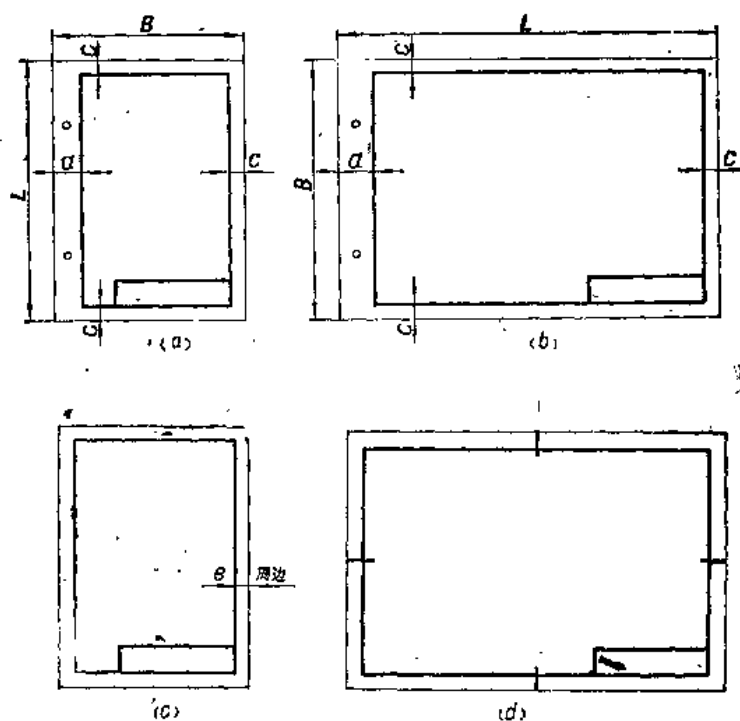


图 1—1 图框格式

		—15—		
序号	零件名称	数量	材 料	备 注
(图 名)			比例	
			材料	
制图	(签名)	(日期)	(校 名)	(图 号)
审核			专业8 一班	
15	25	15	1:40	15 35

图 1—2 标题栏和明细栏

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

制图时最好采用 1:1 的比例。当同一图纸上画出的各个图形所采用的比例相同时, 其比例在标题栏内统一填写; 如有图形采用了另一种比例, 则必须在该图形的上方另加标注。

3. 图线及其画法 (GB4457.4—84) 国标规定画图所用图线的型式、宽度及用途如

表 1—3 所示。画图时, 根据图形的大小和复杂程度, 可在 0.5~2 毫米范围内选定粗实线的宽度 b 。粗实线宽度一经确定, 其它型式图线的宽度也就随之而定。

在一张图纸上, 同一型式图线的宽度以及虚线、点划线或双点划线各自的线段长度和间隔距离均应力求一致, 如表 1—3 中所示。图 1—3 为各种图线应用示例。

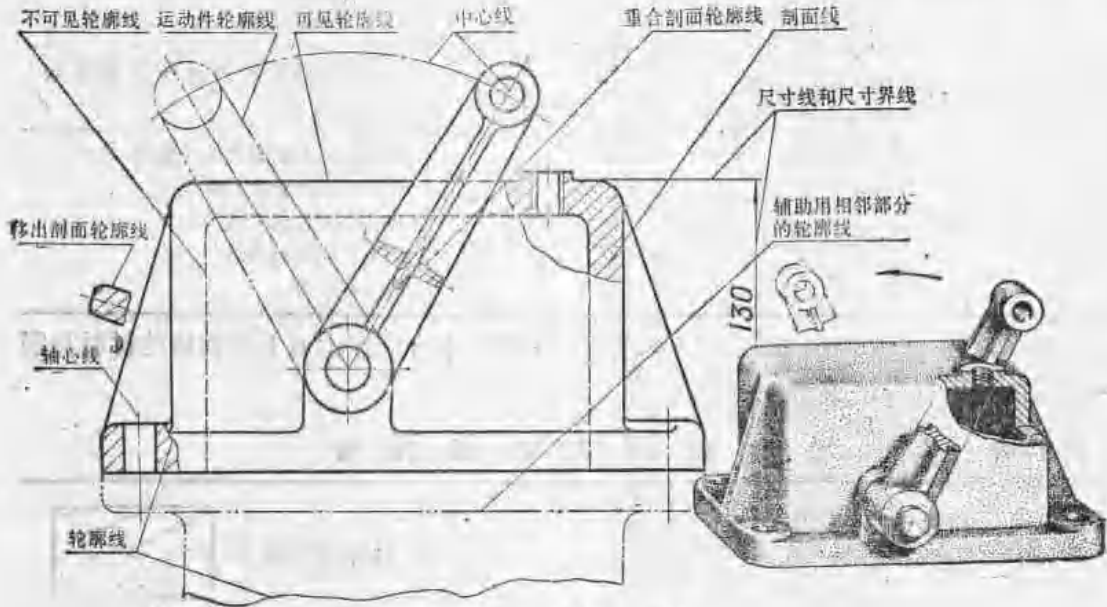


图 1—3 图线应用示例

表 1—3 图线的名称、型式、宽度及应用举例

序号	图线名称	图线型式	图线宽度	图线应用举例
1	粗实线		b (0.5—2 毫米)	(1) 可见轮廓线 (2) 可见过渡线
2	细实线		$\frac{b}{3}$	(1) 尺寸线及尺寸界线 (2) 剖面线 (3) 重合剖面的轮廓线 (4) 指引线 (5) 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 (6) 引出线 (7) 范围线及分界线 (8) 成规律分布相同要素的连线 (9) 不连续的同—表面的连线
3	波浪线			(1) 断裂处的边界线 (2) 视图和剖视的分界线
4	双折线			断裂处的边界线
5	虚线			(1) 不可见轮廓线 (2) 不可见过渡线

续表

序号	图线名称	图线型式	图线宽度	图线应用举例
6	细点划线		约 $\frac{b}{3}$	(1) 轴线 (2) 对称中心线 (3) 轨迹线 (4) 节圆及节线
7	粗点划线		b	有特殊要求的线或表面的表示线
8	双点划线		约 $\frac{b}{3}$	(1) 相邻辅助零件的轮廓线 (2) 极限位置的轮廓线 (3) 假想投影轮廓线 (4) 坯料的轮廓线 (5) 中断线

4. 剖面符号 (GB4457. 5—84) 在剖视和剖面图中, 应在剖面上按物体的材料类别画入规定的剖面符号, 如表 1—4 所示。

表 1—4 各种材料的剖面符号

金属材料 (已有规定剖面符号者除外)		型砂、填砂、粉末冶金、砂轮、陶瓷及硬质合金刀片等		木材纵剖面	
非金属材料 (已有规定剖面符号者除外)		钢筋混凝土		木材横剖面	
转子、电枢、变压器和电抗器等叠钢片		玻璃及供观察用的其他透明材料		液体	
线圈绕组元件		砖		木质胶合板 (不分层数)	
				格网 (筛网、过滤网等)	

5. 字体 (GB4457. 3—84) 在图样和技术文件中, 徒手书写的汉字、数字和字母, 都必须做到字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

国标规定字体大小分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 七种字号。字号即为字体的高度(单位: 毫米), 字宽约为字高的 $\frac{2}{3}$ 。

图样上的汉字应写成长仿宋体, 并采用国家正式公布的简化字。

长仿宋体的特点是: 字形长方、笔划挺拔、注意起落、结构匀称。

(1) 汉字的基本笔划 书写长仿宋体, 首先要注意基本笔划的形式及其运笔方法, 书写时, 每笔宜一笔写成, 不应反复勾描, 如表 1—5 所示。

(2) 汉字的结构特点 书写长仿宋体, 还应注意字形姿态及其结构特点, 各个字体

的部首偏旁所占的地位和分量，应尽量做到左右均衡、上下协调、布局合理、端正大方。如图 1—4 所示。

表 1—5

长仿宋体的基本笔划及运笔方法

名称	点	挑	横	竖	撇	捺	弯	钩
范	上点	平挑	平横	直竖	斜撇	斜捺	右歇	竖钩 曲钩
划	左点	左挑	左尖横	上尖竖	竖撇	平捺	左歇	
型	右点	斜挑	右尖横	下尖竖	斜撇	曲头捺	双歇	包钩 厥钩
式	垂点	向上挑	右钩横		曲撇	反捺		
例	立	批	芷	在	行	木	安	刮
字	心	治	疋	制	各	迷	同	孔
							山	防
							及	气

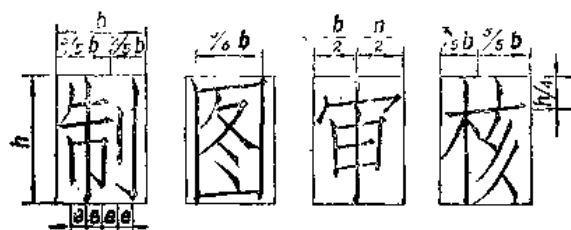


图 1—4 长仿宋体的结构特点

数字和拉丁字母有直体和斜体两种。在图纸上徒手书写时一般采用斜体。国标规定数字和大写字母的型式如图 1—5 所示。

数字和字母的笔划宽度约为字高的 1/10，书写时的笔划顺序如图 1—6(a)、(b) 所示。



图 1—5 数字和大写字母

二、尺寸注法(GB4458.4—84)

物体的实际大小应以图样上所注的尺寸数值为依据，而与图形的比例及绘图的正确性无关。

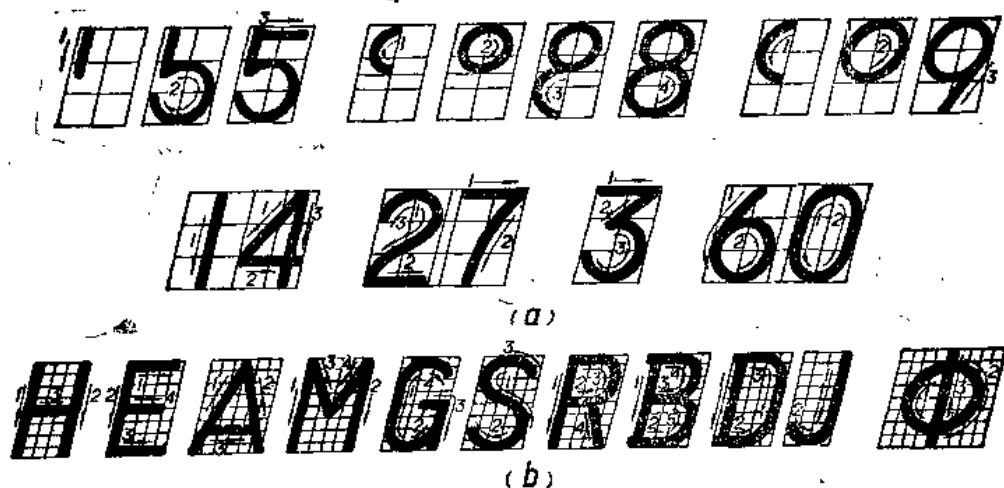


图 1—6 数字和部分字母的笔顺

1. 基本规则

(1) 图样的尺寸，规定以毫米为单位，故不需标注其单位的代号或名称。如采用其它单位时，则必须注明。

(2) 物体的每一尺寸在一张图纸上只标注一次，并应注在表示该结构形状最清晰的图形上。

2. 标注方法 一个完整的尺寸应包含尺寸界线、尺寸线、箭头和尺寸数字四个基本要素。表 1—6 分别说明了尺寸界线、尺寸线、箭头的画法和尺寸数字的填写规则以及直线尺寸、角度、圆直径、圆弧半径、小尺寸和球面尺寸等的注写方法。

表 1—6

尺寸注法 (根据 GB4458. 4—84)

名称	图 例	说 明
尺寸线、尺寸界线、箭头、尺寸数字		(1) 尺寸线一律用细实线画出 (2) 尺寸界线一般用细实线自图形的轮廓线、轴线或中心线引出；不引出时也可用中心线和轮廓线作尺寸界线 (3) 线性尺寸的尺寸线应平行于所标注的线段，端部画上箭头，并刚好与尺寸界线接触 (4) 箭头宽度约等于粗实线宽度 b，长约 $4 \sim 5b$，可使手绘制，也可象右图那样绘制 (5) 尺寸数字一般写在尺寸线的上方，也可写在中断处，为了保证字体清晰，任何图线不得穿过数字

续表

名称	图	例	说 明
线性尺寸的注法			(1) 尺寸数字应按标准规定的形式书写, 垂直尺寸字头朝左, 水平尺寸数字头朝上, 倾斜尺寸数字头有朝上的趋势, 垂直尺寸数字也可水平地注写在尺寸线的中断处, 如左图(a)所示 (2) 尽量避免在图示 90° 网线范围内标注尺寸, 当无法避免时, 可按左图(b)所示三种方式中的任一种标注 (3) 对称图形如只画出一半或略大于一半时, 则尺寸线应超过对称中心线或断裂线, 此时只有一端画箭头, 如左图(c)所示 (4) 当同时有多个平行尺寸时, 应使大尺寸放在小尺寸的外边, 避免一尺寸的尺寸线与另一尺寸的尺寸界线相交
圆和圆弧的尺寸注法			(1) 在直径、半径的尺寸数字前, 分别加注符号 ϕ、R (2) 圆和大于半圆的圆弧, 一般标注直径, 半圆和小于半圆的圆弧, 一般标注半径, 此时, 尺寸线应从圆心画起, 只画一个箭头
大圆弧的尺寸注法			(1) 需要标明圆心位置, 但圆心不在图纸范围内时, 按左图标注 (2) 不需标明圆心位置时, 按右图标注
角度的注法			(1) 尺寸界线沿径向引出, 尺寸线为以角度顶点为圆心的圆弧 (2) 尺寸数字一律水平书写, 一般写在尺寸线的中断处, 也可写在外边或引出标注

续表

名称	图	例	说明
小尺寸和小圆弧的尺寸注法			(1) 当位置不够时, 箭头可画在尺寸界线的外边。允许用小圆点代替两个连续尺寸间的箭头 (2) 在图中带*者的情况下, 为了避免产生误解, 可将有关尺寸线断开, 对于小圆的直径尺寸, 允许只画一个箭头
球面的尺寸注法			(1) 一般应在“Φ”或“R”前面加注“S”字 (2) 在不致引起误解的情况下, 也可不加注
过渡圆角处的尺寸注法			(1) 用细实线将轮廓线延长相交, 并从交点处引出尺寸界线 (2) 必要时允许采用倾斜的尺寸界线

§1—2 制图工具及其使用

只有正确合理地使用制图工具, 才能保证所绘图样的质量, 提高绘图速度。一般常用的制图工具如下:

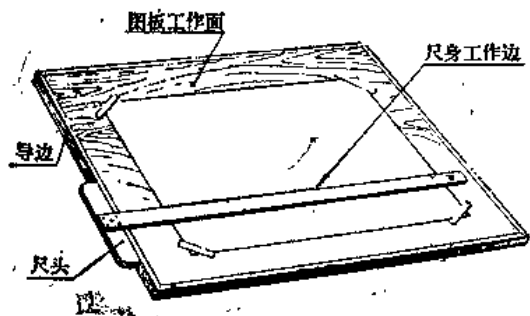


图 1—7 图板和丁字尺

必须平直, 尺头与尺身应结合牢固。使用时, 将尺头紧贴图板的导边, 手势如图 1—8(a) 所示。如果是画较长的或远离尺头的图线, 可将左手右移按住尺身, 手势如图 1—8(b) 所示。

一、图板

图板是平铺图纸用的木板, 分 0 号、1 号、2 号等几种。图板的工作表面必须平坦光洁, 左边称为导边, 必须平直, 如图 1—7 所示。

二、丁字尺

丁字尺主要用来画水平线。它由尺头和尺身组成。尺头内侧边与尺身工作边必须平直。

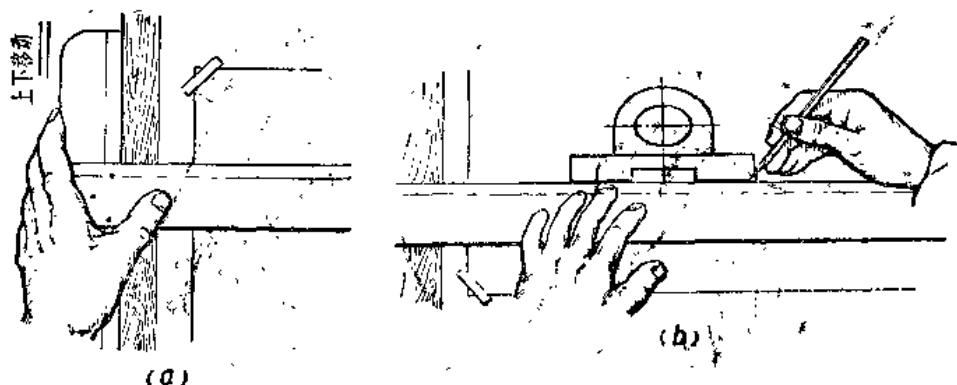


图 1—8 丁字尺的使用

三、比例尺

比例尺供量取不同比例的尺寸用。常见的比例尺为三棱尺，如图 1—9 所示。它的三个棱面上共刻有六种不同比例的刻度，如 1:100、1:200、……等。在 1:100 尺度上，1 厘米实际长度处刻有文字“1m”(米)。就是说按比例 1:100 画图时，图形上每 1 厘米长表示实物 100 厘米(即 1 米)长。

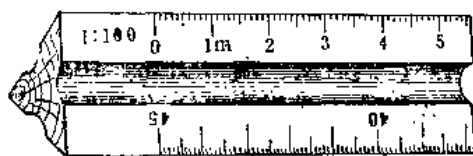


图 1—9 比例尺(局部)

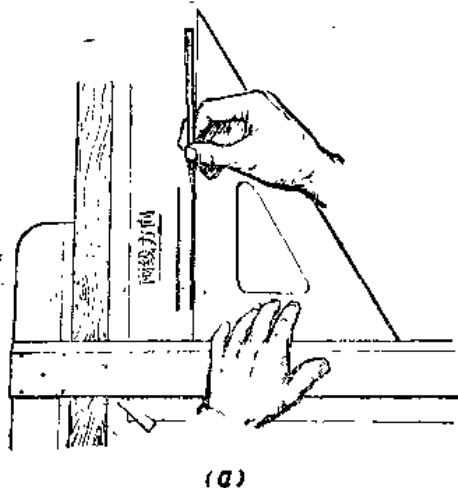
四、三角板

一副三角板有 $45^\circ-45^\circ-90^\circ$ 角和 $30^\circ-60^\circ-90^\circ$ 角的各一块。将三角板与丁字尺配合使用，可画出与水平线成 90° 或 45° 、 30° 、 60° 的直线，若同时使用两块三角板，还可画出与水平线成 15° 、 75° 等 $n \times 15^\circ$ 的斜线(图 1—10(a)、(b))。

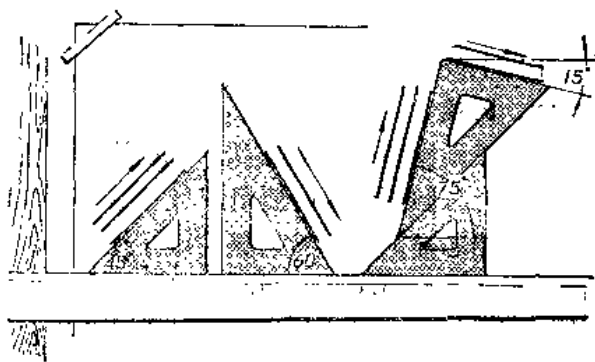
绘图时还可使用两块三角板画已知直线的平行线或垂直线，方法如图 1—10(c)、(d) 所示。初学者往往贪图方便，只用一块三角板凭目测作图，这是不对的。

五、分规

分规是用来截取线段和等分线段的工具。分规两腿的针尖应齐平(图 1—11)。用



(a)



(b)