

中等专业学校教材

机械制图

董怀艾主编



湖南科学技术出版社

中等专业学校教材

机械制图

董怀艾 主编

熊家钰 章志彪 慕国昇 李建章 编写

湖南科学技术出版社

中等专业学校教材

机械制图

主 编:董怀艾

责任编辑:何信媛

出版发行:湖南科学技术出版社

社 址:长沙市展览馆路 11 号

印 刷:湖南省岳阳印刷厂

厂 址:岳阳市东茅岭路 52 号

邮 编:414000

(印装质量问题请直接与本厂联系)

经 销:湖南省新华书店

出版日期:1997 年 7 月第 1 版第 14 次

开 本:787mm × 1092mm 1/16

印 张:19

字 数:466,000

印 数:91,901—94,900

书 号:ISBN 7—5357—0067—5/TH·3

定 价:16.00 元

(版权所有·翻印必究)

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作分工的规定,我部承担了全国高等学校工科电子类专业课教材的编审、出版的组织工作。从一九七七年底到一九八二年初,由于各有关院校,特别是参与编审工作的广大教师的努力和有关出版社的紧密配合,共编审出版了教材159种。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应社会主义现代化建设培养人才的需要,反映国内外电子科学技术水平,达到“打好基础、精选内容、逐步更新、利于教学”的要求,在总结第一轮教材编审出版工作经验的基础上,电子工业部于一九八二年先后成立了高等学校《无线电技术与信息系统》、《电磁场与微波技术》、《电子材料与固体器件》、《电子物理与器件》、《电子机械》、《计算机与自动控制》,以及中等专业学校《电子类专业》、《电子机械类专业》等共八个教材编审委员会,作为教材工作方面的一个经常性的业务指导机构。并制定了一九八二~一九八五年教材编审出版规划,列入规划的教材,教学参考书、实验指导书等217种选题。在努力提高教材质量,适当增加教材品种的思想指导下,这一批教材的编审工作由编审委员会直接组织进行。

这一批教材的书稿,主要是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中评选择优和从第一轮较好的教材中修编产生出来的。广大编审者,各编审委员会和有关出版社都为保证和提高教材质量作出了努力。

这一批教材,分别由电子工业出版社、国防工业出版社、上海科学技术出版社、西北电讯工程学院出版社、湖南科学技术出版社、江苏科学技术出版社、黑龙江科学技术出版社和天津科学技术出版社承担出版工作。

限于水平和经验,这一批教材的编审出版工作肯定还会有许多缺点和不足之处,希望使用教材的单位、广大教师和同学积极提出批评建议,共同为提高工科电子类专业教材的质量而努力。

电子工业部教材办公室

前 言

本教材系由电子工业部中专电子机械类教材编审委员会基础课教材编审小组审定，并推荐出版。

该教材由南京无线电工业学校董怀艾主编，无锡无线电工业学校范士元主审，参加审阅的还有秦瑞徵。编审者均依据基础课教材编审小组审定的编写大纲进行编写和审阅。

本课程的参考学时数为120学时。全书分为八章，其内容有：制图的基本知识，正投影的基本原理，轴测投影图，机件的表达方法，标准件和常用件，零件图，装配图，电子工程图。

本书在投影基础理论部分，阐述较系统；在制图部分，以图形表达为主，结合产品的零件图，装配图，介绍了基本的制图标准和机械制图的表达方法，通过作业练习，熟悉国家标准，达到巩固理论知识，掌握制图技能的要求。

全书按照1985年7月1日起实行的国家标准《机械制图》编写。在保证机械制图传统教学内容的基础上，本教材在以下三个方面，试行与电子专业相结合：

1. 选用电子产品中的零部件作为图例，改变了过去无线电类各专业的机械制图教材全部是从机械到机械的教学内容。

2. 选用电子工业部系统工厂常见的民用产品作为总结深化的内容，使学生初步熟悉机电结合产品的特点。

3. 将电子工程图专列一章，醒目引人，教学方便。

电子工程图反映了本书与专业相结合的特色：用适量的表格与元器件图形符号相配合，说明每一种电子工程图的表达内容、有关规定和绘制方法，从而使不具备专业理论知识的学生，掌握绘制电子工程图的要领和技能，这对普及、推广、促进电子工程图的标准化、规范化，建立广泛的群众基础是有帮助的。

本教材适用于90学时至120学时的中等专业学校无线电类各专业；对于少学时（60—70学时）的电子专业，可删去有符号•的内容，不布置相应作业练习。不讲电子工程图，也可作为非电专业的教材。

南京地区部分工厂、研究所和兄弟学校的有关同志，对本书的编写工作给予了热情的支持并提出了宝贵的意见，在此一并表示衷心的感谢。

由于我们的业务水平不高、实践经验不足、编写时间匆促，本书一定存在不少缺点和错误，恳切希望读者批评、指正。

编 者

目 录

第一章 制图的基本知识 (1)

- § 1—1 机械制图的基本规定 (1)
 - 一、图纸幅面 (1)
 - 二、比例 (3)
 - 三、字体 (4)
 - 四、图线及其画法 (7)
- § 1—2 尺寸注法 (9)
 - 一、基本规则 (9)
 - 二、线性尺寸的注法 (10)
 - 三、圆和圆弧尺寸的注法 (12)
 - 四、角度、斜度、锥度等的尺寸注法 (13)
- § 1—3 制图工具及其使用方法 (16)
 - 一、图板、丁字尺和三角板 (17)
 - 二、比例尺 (18)
 - 三、圆规 (18)
 - 四、分规 (19)
- 五、曲线板 (19)
- 六、鸭嘴笔 (20)
- 七、铅笔 (21)
- § 1—4 几何作图 (21)
 - 一、任意等分线段 (21)
 - 二、等分圆周及作正多边形 (22)
 - 三、斜度和锥度 (23)
 - 四、圆弧连接 (25)
 - 五、椭圆的画法 (28)
 - 六、平面图形的尺寸分析和线段分析 (29)
- § 1—5 画图的方法和步骤 (31)
 - 一、制图前的准备工作 (31)
 - 二、底稿的画法和步骤 (32)
 - 三、描深底稿的方法和步骤 (32)

*第二章 正投影的基本原理 (33)

- § 2—1 正投影法与视图 (33)
 - 一、投影法和正投影 (33)
 - 二、直线与平面的投影特征 (34)
 - 三、三视图的形成 (36)
- * § 2—2 点、直线、平面的三面投影 (39)
 - 一、点的投影 (40)
 - 二、直线的投影 (43)
 - 三、平面的投影 (45)
 - 四、平面上的直线和点 (48)
- § 2—3 简单体的投影 (50)
 - 一、基本几何体 (50)
 - 二、截断体 (56)
 - 三、相贯体 (60)
- § 2—4 组合体 (63)
 - 一、组合体的构成 (63)
 - 二、组合体的尺寸标注 (65)
 - 三、画组合体的视图 (70)
 - 四、看组合体的视图 (73)

第三章 轴测投影图 (78)

- § 3—1 轴测投影图的基本知识 (78)
 - 一、轴测投影的概念 (78)
 - 二、常用的轴测投影图 (79)
 - 三、轴测图的基本作图方法 (79)
- § 3—2 正等测图 (80)
 - 一、正等测图的投影特性 (80)

二、平面立体正等测图.....	(81)	§ 3—4 轴测剖视图.....	(95)
三、曲面立体正等测图的画法.....	(84)	一、剖切平面的选择.....	(95)
四、组合体正等测图的画法.....	(88)	二、剖面线的画法.....	(95)
§ 3—3 斜二测图.....	(91)	三、轴测剖视图的画法.....	(96)
一、斜二测图的投影特性.....	(91)	§ 3—5 轴测图的选用和标注.....	(98)
二、圆的斜二测图.....	(92)	一、轴测图的选用.....	(98)
三、斜二测图画法举例.....	(93)	二、轴测图的尺寸标注.....	(99)

第四章 机件的表达方法..... (101)

§ 4—1 基本视图及其配置.....	(101)	一、剖面的基本概念.....	(117)
一、基本视图.....	(101)	二、剖面的种类.....	(118)
二、局部视图.....	(102)	三、剖面图的标注.....	(119)
三、斜视图.....	(103)	§ 4—4 机件上常见的简化画法.....	(119)
四、旋转视图.....	(104)	一、简化画法.....	(119)
§ 4—2 剖视图.....	(107)	二、其它表达方法.....	(124)
一、剖视图的形成与画法.....	(107)	§ 4—5 综合应用举例及小结.....	(123)
二、几种常用的剖视图.....	(109)	一、综合应用举例.....	(128)
§ 4—3 剖面图.....	(117)	二、小结.....	(130)

第五章 标准件与常用件..... (132)

§ 5—1 螺纹及螺纹连接.....	(132)	*三、蜗杆、蜗轮.....	(154)
一、螺纹.....	(132)	§ 5—5 滚动轴承.....	(159)
二、螺纹连接件及其画法.....	(138)	一、滚动轴承的种类与画法.....	(159)
§ 5—2 键联结.....	(144)	二、滚动轴承的代号.....	(159)
一、键的种类、画法及标注.....	(144)	§ 5—6 弹簧.....	(160)
二、键联结的画法.....	(145)	一、弹簧的种类与用途.....	(160)
§ 5—3 销连接.....	(145)	二、圆柱螺旋压缩弹簧各名称和尺寸.....	(161)
§ 5—4 齿轮.....	(146)	三、螺旋压缩弹簧的规定画法.....	(161)
一、圆柱齿轮.....	(147)	四、螺旋压缩弹簧的画法举例.....	(162)
*二、直齿圆锥齿轮.....	(151)	五、螺旋压缩弹簧零件图.....	(163)

第六章 零件图..... (164)

§ 6—1 零件图的内容.....	(164)	二、表面粗糙度.....	(172)
§ 6—2 零件表达方案的选择.....	(164)	三、公差与配合.....	(177)
一、主视图的选择.....	(164)	四、形状和位置公差.....	(184)
二、其它视图的选择.....	(166)	五、表面处理和热处理代号.....	(186)
§ 6—3 零件图的尺寸标注.....	(167)	* § 6—5 零件结构的工艺性.....	(187)
一、基本要求.....	(167)	一、铸造结构的工艺性.....	(187)
二、尺寸基准和选择原则.....	(167)	二、机械加工结构的工艺性.....	(188)
三、标注尺寸应注意的问题.....	(169)	§ 6—6 看零件图.....	(189)
§ 6—4 零件图上的技术要求.....	(171)	一、看零件图的要求.....	(189)
一、零件图上技术要求的内容.....	(171)	二、看零件图的方法和步骤.....	(189)

三、看零件图方法举例	(189)
§ 6—7 典型零件分析	(190)
一、轴套类	(191)
二、轮盘类	(191)

三、叉杆类	(192)
四、箱体类	(193)
五、薄板冲压、注塑、镶嵌类	(195)
§ 6—8 画零件工作图的方法和步骤	(196)

第七章 装配图

(198)

§ 7—1 装配图的概述	(198)
一、装配图的作用	(198)
二、装配图的分类	(198)
三、装配图的内容	(200)
§ 7—2 装配图的表达方法	(199)
一、装配图的规定画法	(199)
二、装配图的特殊表达方法	(202)
§ 7—3 装配图的尺寸标注和技术要求	(203)
一、装配图的尺寸标注	(203)
二、装配图上的技术要求	(204)
§ 7—4 标题栏、代号、序号和明细表	(205)
一、装配图的标题栏	(205)

二、代号的编制	(206)
三、序号、明细表的编写	(206)
§ 7—5 画装配图	(207)
一、准备工作	(207)
二、画装配图步骤	(210)
三、画装配图举例	(211)
§ 7—6 看装配图	(216)
一、看装配图的要求	(217)
二、看装配图的步骤和方法	(218)
三、根据装配图拆画零件图	(219)
四、看装配图的示例	(220)
五、电风扇机头	(222)

第八章 电子工程图

(231)

§ 8—1 方框图	(231)
一、方框图及其作用	(231)
二、方框图的表示法	(232)
三、绘制方框图的步骤	(234)
§ 8—2 电原理图	(235)
一、电原理图及其作用	(235)
二、电原理图绘制须知	(235)
三、电原理图的画法	(241)
• § 8—3 接线图	(242)
一、接线图的表达形式	(243)
二、直接式接线图的绘制步骤	(250)
• § 8—4 线扎图	(250)
一、线扎图的表达方式	(250)
二、线扎折弯的表示	(251)
三、主干分支单线的编号及尺寸标注	(253)
四、导线表示和明细栏	(253)
§ 8—5 印制线路板图	(254)
一、印制板装接图	(254)
二、印制板布线图	(261)

三、印制板机械加工图	(262)
------------	-------

附录5—1 螺纹

一、普通螺纹 (GB193-81)
二、梯形螺纹 (GB784-65)
三、圆柱管螺纹 (FJ11-63)

附录5—2 常用标准件

一、螺钉
二、螺栓
三、双头螺栓
四、螺母
五、垫圈
六、键
七、销
八、滚动轴承

附录6—1 公差与配合

附录6—2 零件结构要素和尺寸简化注法

附录8—1 常用元器件的文字符号和图形符号

第一章 制图的基本知识

机械图样是机械设计和制造过程中的重要技术资料。要学会画图和看图，必须熟悉和掌握有关的基本知识和技能。本章具体介绍《机械制图》国家标准的基本规定、制图工具的用法和几何作图等内容，并通过平面图形、线段和尺寸分析，使读者对平面图形的画法和尺寸标注，有初步的了解。

§ 1—1 机械制图的基本规定

为了适应生产的需要和便于技术交流，必须对图样的表达方法、尺寸注法、所采用的符号等建立统一的规定。在机械制图国家标准GB4457—84^①中对图纸幅面、比例、字体、图线及其画法，作了明确的规定，现分别介绍如下：

一、图纸幅面

画图使用的图纸幅面，按GB4457·1—84的规定，有六种尺寸，并以幅面代号表示。为了合理地使用图纸和便于图样管理，绘图时应优先采用表1—1中规定的六种基本幅面，其中A0号图纸幅面最大，A5号幅面最小。

表1—1

图 纸 幅 面 尺 寸

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
c	10			5		
a	25					

必要时，可以将幅面尺寸沿长边加长，对A0、A2、A4幅面其加长量应按A5幅面短边148的倍数增加；对A1、A3幅面其加长量应按A5幅面长边210的倍数增加见图1—1细实线部分。A0、A1幅面也允许同时加长两边，如图1—1虚线所示。

需要装订的图样，应在图纸幅面内用粗实线画出边框。边框的位置和尺寸如图1—2 (a)所示；A4图纸幅面竖装，A3图纸幅面横装。

① “GB”读作国标，是汉语拼音GUOJIA BIAOZHON (国家标准) 的缩写，4457·1是图纸幅面及格式等的编号，84是该标准规定颁布的年代。

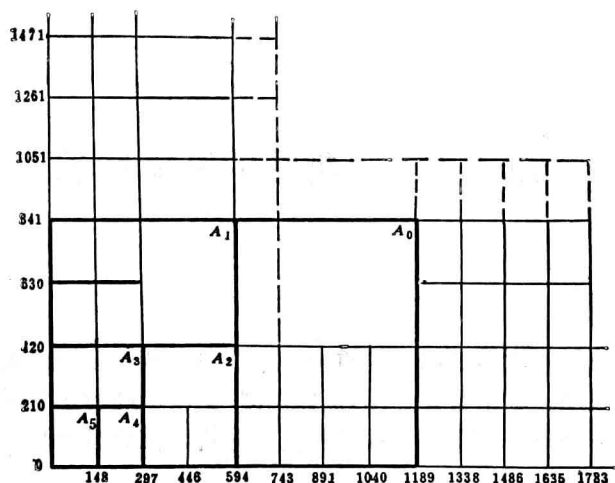
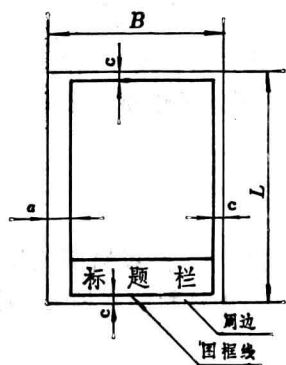
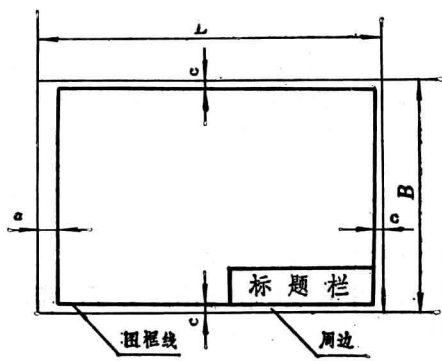


图1—1 六种图纸幅面及加长边

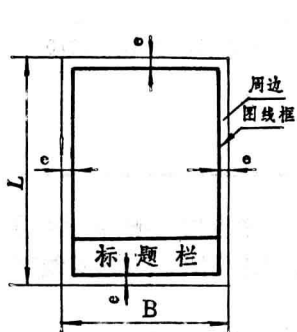


竖装

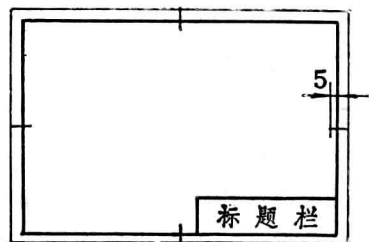
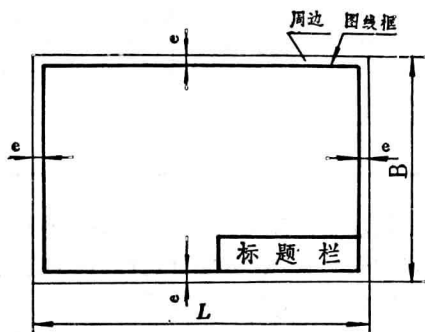


横装

(a) 需装订的图纸幅面



(b) 无装订边的图纸幅面



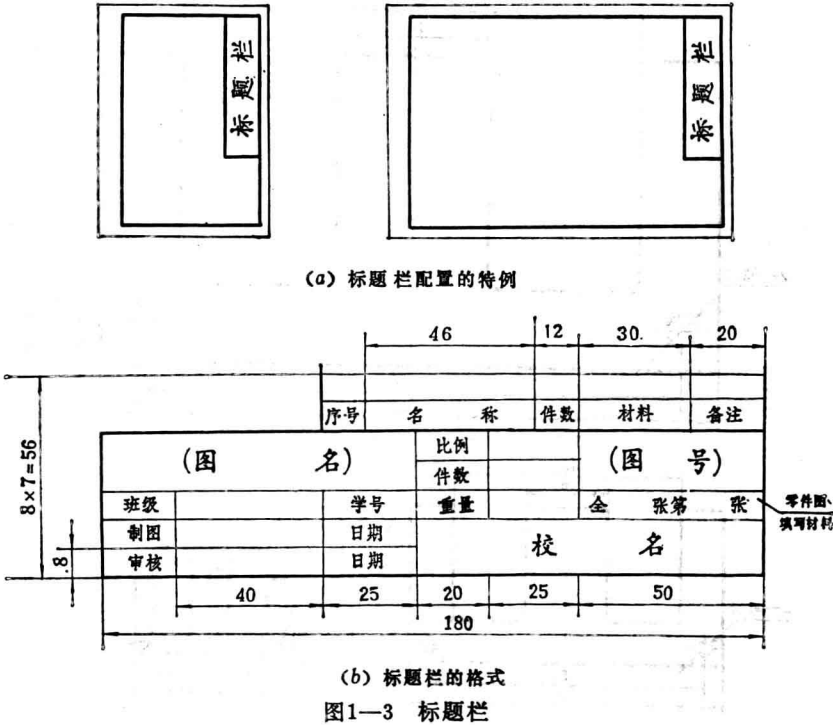
(c) 采用对中符号的图纸幅面

图1—2 图纸幅面的配置

不留装订边的图样，其图框格式如图1—2 (b) 所示。幅面和边框的尺寸按表1—1中的规定。

为了复制或缩微摄影的方便,可采用对中符号,对中符号是从周边画入图框内约5mm的一段粗实线如图1—2(c)所示。

每一零件图或装配图的右下角,必须有一个标题栏,标题栏的位置应按图1—2(a)~(c)所示的方式配置。必要时也可按图1—3(a)所示的方式配置。



国标对标题栏的格式、内容未作统一规定,图1—3(b)为装配图的标题栏。除掉从“序号”开始的上面两行,并将全×张第×张改为材料栏,这就是零件图标题栏。在制图作业中建议使用这种标题栏。

二、比例

图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素线性尺寸之比称为比例。
绘图时应采用表1—2中规定的比例。最好采用1:1的比例,以便使图样能直接反映机件

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

的真实大小。当机件过大或过小时，也可用缩小或放大的比例画出。不论缩小或放大，在注尺寸时，必须标注机件的实际尺寸。图1—4是表示变压器铁芯的一个硅钢片，在采用不同比例时所画的图形。

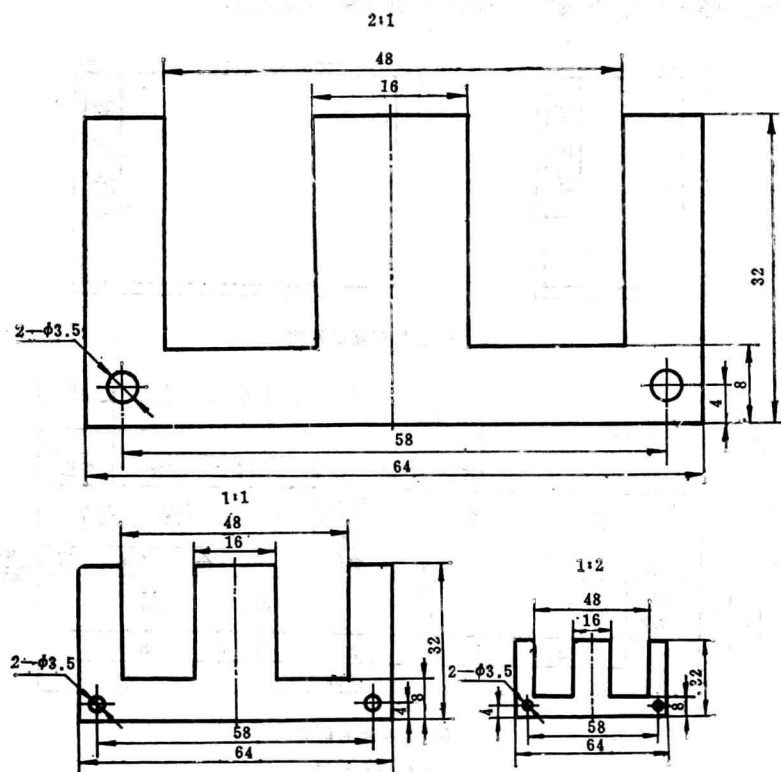


图1—4 用不同比例画出的硅钢片图形

图样上的比例，应按下列形式标注：

1:1

1:2

5:1

三、字体

图样上除图形外，还要用尺寸数字表示机件的大小，并用文字说明来表示技术要求。如果图样上的字体写得潦草，不仅影响图样的清晰和美观，而且可能造成误解，给生产带来不必要的麻烦和损失。因此，书写汉字、数字、字母时，必须做到：字体端正，笔划清楚，排列整齐，间隔均匀。

字体大小共分为七种号数：20、14、10、7.5、3.5、2.5^①等。号数即为字体的高度（单位为毫米），如20号字，即表示字高为20毫米，字宽约等于字高的2/3。

为了保证字体大小一致和排列整齐，书写时可先打格子，然后写字。

（一）汉字

图样上的汉字，应写成长仿宋体，并应采用国家正式公布的简化字。

长仿宋字的特点是：字形长方，笔划挺直、粗细一致、起落分明、撇挑锋利、结构匀称。

^① 汉字字高不宜采用2.5

汉字的基本笔划为：点、横、竖、撇、挑、捺、钩、折，其写法见表1—3。

表1—3

长仿宋体汉字的基本笔划

基本笔划	形 状	笔 法	字 例	基本笔划	形 状	笔 法	字 例
点			方 光 点	捺			分 建
横			左 七	钩			买 刺 代 孔 四
竖			十	折			周 安 及
撇			千 八 月				
挑			均 活				

写长仿宋字的要领可归结为：排列匀整，填满方格，横平竖直，注意起落。书写时，必须考虑每个字的结构特点，在填满每一格子的要求下，估计这个字的组成部分应占怎样的位置，然后进一步考虑各组成部分的笔划应该怎样排列，才能使这个字看起来既是排列匀整又填满方格。每一笔划要一笔写成，不宜勾描。图1—5为长仿宋字体汉字的示例。

无线电工业学校

无线电工业学校

无线电工业学校

图1—5 汉字示例

(二) 数字

图样中书写的数字，一般采用斜体，与水平线成 75° 。GB4457·3—84中规定阿拉伯数字的写法如图1—6所示：“3”的起笔是直笔，以避免与“8”相混；“9”的收笔也是直笔，是为了与“6”有所不同。



图1—6 阿拉伯数字书写笔序

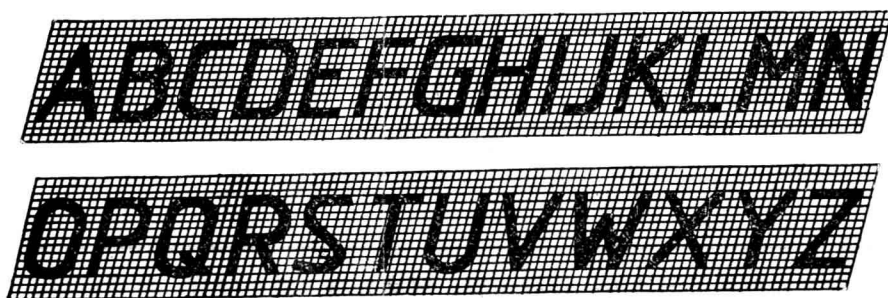
阿拉伯数字和罗马数字的字体笔划粗度约为字高的1/10。罗马数字的结构如图1—7所示，图a为斜体，图b为直体，前者为图样上常用的罗马数字。



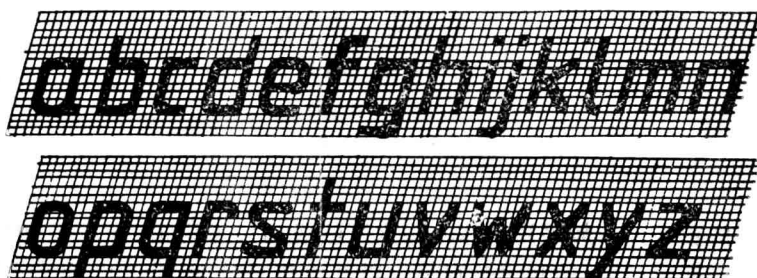
图1—7 罗马数字示例

(三)字母

字母有大写、小写和斜体、直体之分。图1—8a、b为斜体大写和小写字母示例。



(a) 大写拉丁字母



(b) 小写拉丁字母

图1—8 字母书写示例

(四)字体的组合

用作指数、分数、注脚、尺寸偏差数值的数字，一般采用比基本尺寸数字小一号的字体。它们的组合结构如图1—9所示。

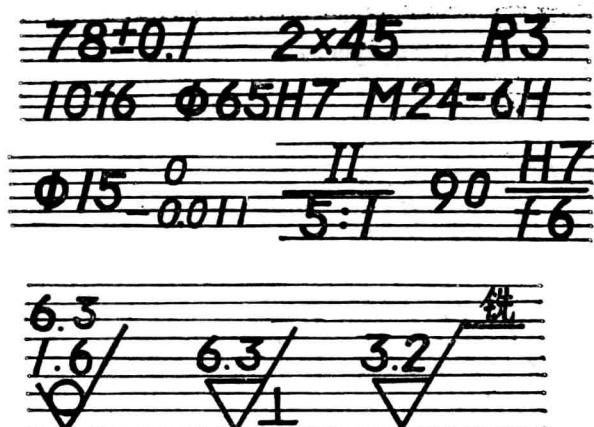


图1—9 字体组合结构示例

四、图线及其画法

绘制图样时应采用表1—4中规定的图线。

表1—4

图线的型式、宽度和主要用途

图 线 名 称	图线型式及代号	图 线 宽 度	在图上的一般应用
粗 实 线	 A	<i>b</i>	A_1 可见轮廓线 A_2 可见过渡线
细 实 线	 B	约 <i>b</i> /3	B_1 尺寸线及尺寸界线 B_2 剖面线 B_3 重合剖面的轮廓线 B_4 螺纹的牙根线及齿轮的齿根线
波 浪 线	 C	约 <i>b</i> /3	C_1 断裂处的边界线
双 折 线	 D		C_2 视图和剖视的分界线 D_1 断裂处的边界线
细 虚 线	 E	约 <i>b</i> /3	F_1 不可见轮廓线 F_2 不可见过渡线
细 点 划 线	 G	约 <i>b</i> /3	G_1 轴线 G_2 对称中心线 G_3 轨迹线 G_4 节圆及节线
粗 点 划 线	 J	<i>b</i>	J_1 有特殊要求的线或表面的表示线
双 点 划 线	 K	约 <i>b</i> /3	K_1 相邻辅助零件的轮廓线 K_2 极限位置的轮廓线 K_3 假想投影轮廓线

图1—10为各种图线应用的举例。图线分为粗细两种，粗线的宽度 b 应按图的大小和复杂程度，在 $0.5\sim 2\text{mm}$ 之间选择；细线的宽度约为 $b/3$ 。图线的推荐系列为： $0.18^{\text{①}}$ 、 0.25 、 0.35 、 0.5 、 0.7 、 1 、 1.4 、 2mm 。

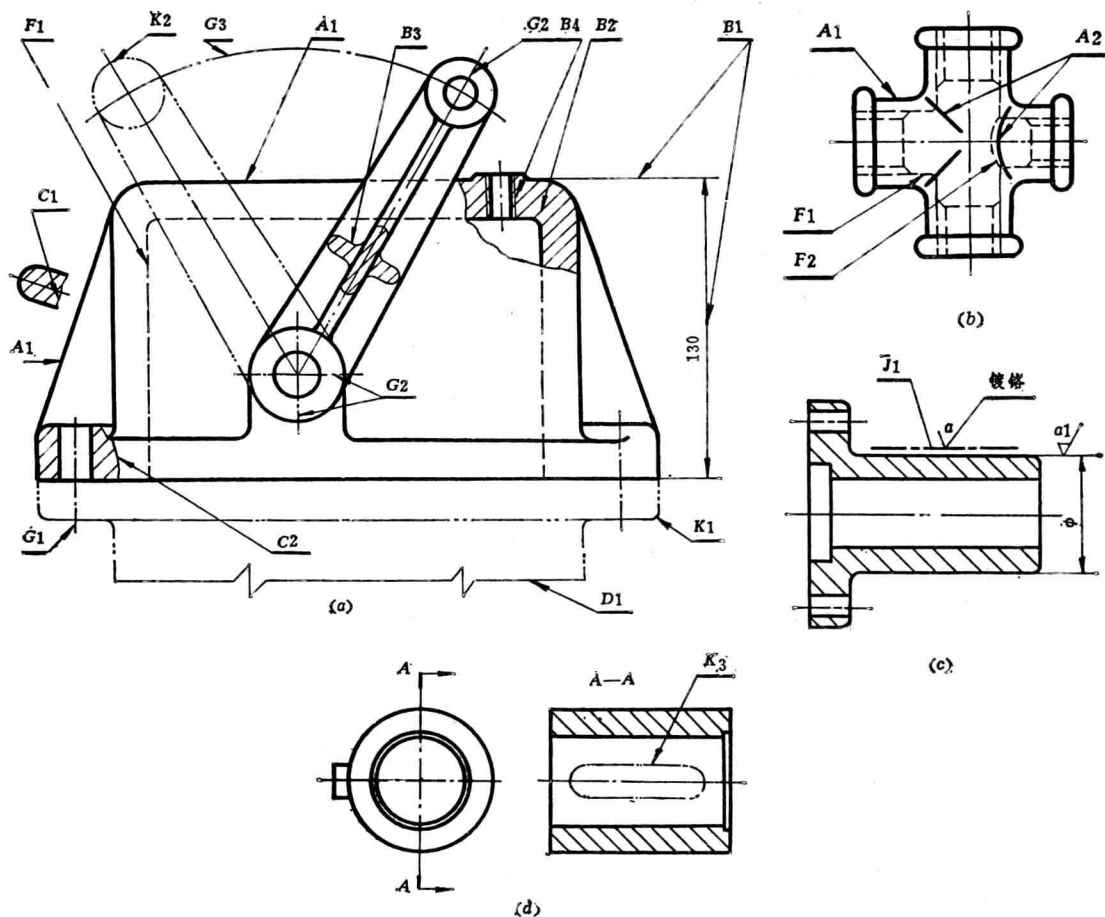


图1—10 各种图线应用举例

同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的线段长度和间隔，也应按图形的复杂程度和图线的长短确定，但各自应大致相等。当图形比较小，用双点划线或点划线绘图有困难时，可用细实线代替。两条平行线（包括剖面线）之间的最小距离应不小于粗实线的两倍宽度，最小距离建议不小于 0.7mm 。

画各种图线时，应注意以下几点(图1—11)。

1. 用点划线表示中心线时，首末两端是线段而不是点，圆心成为线段的交点。中心线超出圆外的长度，根据圆的大小而定，一般约为 $2\sim 5\text{mm}$ 。
2. 圆的直径小于 12mm 时，其中心线可用细实线代替点划线。
3. 虚线与虚线、虚线与中心线、虚线与粗实线均应以线段相交，不留空隙，但虚线处于粗实线延长线上时，应留空隙。
4. 两图线相切，应保持相切图线的宽度，切点处不得加粗或相离。

^① 由于图样复制中存在的困难，应避免采用 0.18mm 。

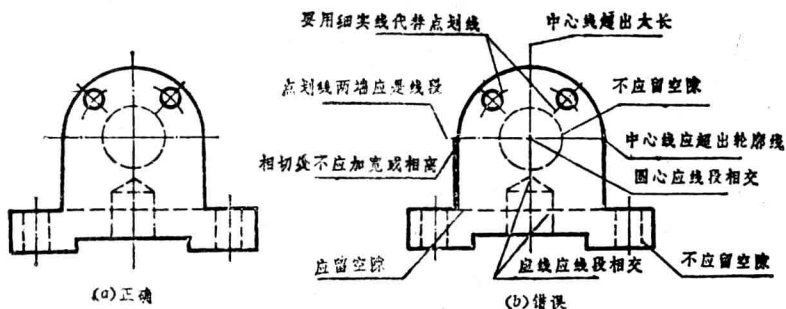


图1-11 图线在相交、相切处的画法

§1-2 尺寸注法

图样中的图形只能表示机件的形状，不能确定它的大小，机械产品的制造与检验，是以图上所注的尺寸为依据的。尺寸标注直接关系到生产能否顺利进行。因此，标注尺寸必须认真细致，一丝不苟。如果尺寸有遗漏或错误，都会给生产造成困难和损失。

标注尺寸时应力求做到正确、完整、清晰、合理。

正确——尺寸注法要符合制图标准的规定。

完整——尺寸必须注写齐全，不遗漏、也不重复。

清晰——尺寸要注在图形最明显处，且布局整齐，便于看图。

合理——所注尺寸既要保证设计要求，又要适合加工、测量、检验和装配等生产工艺的要求。

本节介绍标注尺寸的基本规则，其它内容将在以后有关章节中讲述。

一、基本规则

按国标规定，标注尺寸时应遵守下列四条基本规则：

1. 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

2. 图样（包括技术要求和其它说明）中的尺寸以毫米为单位时，不需标注其计量单位的代号或名称；如果采用其它单位时，则必须注明。采用英寸为计量单位时，在数字的右上方用代号（"）表示。图1-12中的1"，

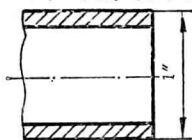


图1-12 用英寸计量单位标注尺寸

是说明管子外径尺寸为1英寸。

3. 图样中所标注的尺寸，为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

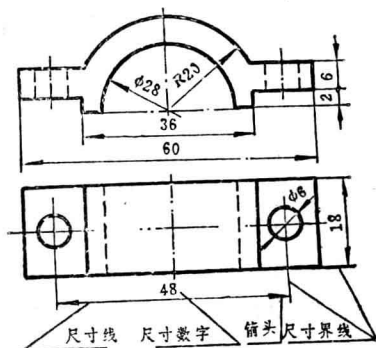


图1-13 尺寸的组成