

画法几何及机械制图

湘潭机电专科学校 编
长沙有色金属专科学校

机械工业出版社

画法几何及机械制图

湘潭机电专科学校
长沙有色金属专科学校 编

该书是根据全国高等专科学校画法几何及机械制图教学大纲（120~150学时）编写的。其内容与体系亦符合国家教委近期组织制定的高等专科学校画法几何及机械制图课程教学基本要求（机类）的精神。

全书共分十三章，另加附录。内容包括制图基本知识 with 技能，点、线、面的投影，投影制图基础，机械图样，建筑图和计算机绘图等。为配合本书的使用，还编写了与本书配套使用的习题集。

本书可作为高等专科学校机类、近机类专业以及职大、电大、夜大、函大相近专业的教学用书，亦可供有关工程技术人员参考。

画法几何及机械制图

湘潭机电专科学校 编
长沙有色金属专科学校

*

责任编辑：孙祥根

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

北京市地质局印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16·印张 23 1/4·字数 530千字

1990年6月北京第一版·1990年6月北京第一次印刷

印数 00,001—10,000·定价：7.98元

*

ISBN7-111-02381-1/TH·392(X)

前 言

本书是根据全国高等专科学校工程图学课程组制订的画法几何及机械制图课程教学大纲编写的，其内容和体系亦符合国家教委近期组织制订的高专科学校画法几何及机械制图课程教学基本要求的精神。

本书可作为高等专科学校机械类或近机类专业的教材（120~150学时），亦可以作为职业大学、职工大学、电视大学、函授大学、业余大学等专科院校有关专业的教学用书，也可供工程技术人员参考。

本书教学内容的选择体现了高等专科教育针对性、实用性较强的特点。根据专科培养目标的需要，适当精简了画法几何部分，并加强了机械制图基础知识和看图、绘图基本技能等方面的内容。

本书体系的编排，首先从感性入手，根据实物画三视图，使学生建立起初步的立体概念，再从体上抽象出点、线、面的投影及其相对位置的研究，然后又回到立体加以巩固，最后引导学生综合运用。

全书贯彻循序渐进的原则，内容由浅入深，由简到繁。文字通俗易懂，便于自学。

本书全部采用了最新国家标准。

为配合本书的使用，还编写了配套的习题集。

本书由湘潭机电专科学校和长沙有色金属专科学校共同编写，由王玉秀、熊兆飞主编。参加本书编写的人员是：湘潭机电专科学校王玉秀（第二章、第三章），王勉之（第四章、第十一章），吕汉资（第五章），刘小年（第七章、第八章），熊兆飞（第九章），缪华（第十三章）；长沙有色金属专科学校张佳林（第一章、第十二章），易文祥（第六章、第十章）。

本书由湖南省工程图学学会理事长、湖南大学卿钧主审，参与审稿的有长沙有色金属专科学校李昌泽、江苏沙洲职业工学院俞捷，湖南省邵阳工业专科学校莫清廉、湖南大学邵阳分校王娟英、湖南省纺织专科学校郑惠荣、长沙空军第二职工大学王海元、江南机器厂工学院王铁牛等。以上同志对本书的初稿提出了许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

本书编写过程中曾得到两校领导的大力支持和系、教研室有关同志的热情帮助，在此一并表示谢意。

由于我们水平有限，书中的缺点和错误在所难免，恳切希望使用本书的教师和读者批评指正。

编 者

1990年元月

目 录

绪论	1
第一章 制图的基本知识与技能	2
§ 1-1 国家标准《机械制图》的一般规定	2
§ 1-2 绘图工具和仪器的使用	12
§ 1-3 几何作图	19
§ 1-4 平面图形的尺寸分析和画图步骤	27
第二章 正投影和三视图	31
§ 2-1 投影法的基本知识	31
§ 2-2 物体的三视图	34
§ 2-3 常见基本体的三视图	37
思考题	39
第三章 点、直线和平面的投影	40
§ 3-1 点的投影	40
§ 3-2 直线的投影	45
§ 3-3 平面的投影	55
§ 3-4 直线与平面、两平面间的相对位置	64
§ 3-5 投影变换	74
思考题	82
第四章 立体的投影	84
§ 4-1 基本体的投影及其表面上的点和线	84
§ 4-2 平面与立体相交	91
§ 4-3 两曲面立体相交	100
§ 4-4 立体的尺寸标注	111
思考题	114
第五章 组合体	115
§ 5-1 组合体及其形体分析法	115
§ 5-2 组合体视图画法	117
§ 5-3 组合体的尺寸标注	121
§ 5-4 看组合体视图的方法	126
思考题	132
第六章 轴测图	133
§ 6-1 轴测图的基本知识	133
§ 6-2 正等测图	136
§ 6-3 斜二测图	144

思考题	147
第七章 机件的表达方法	148
§ 7-1 视图	148
§ 7-2 剖视图	152
§ 7-3 剖面图	164
§ 7-4 局部放大图及其他表达方法	166
§ 7-5 表达方法的综合运用举例	171
§ 7-6 第三角投影简介	175
思考题	177
第八章 标准件与常用件	178
§ 8-1 螺纹及螺纹紧固件	179
§ 8-2 键联接与销联接	192
§ 8-3 焊接与铆接	198
§ 8-4 齿轮	203
§ 8-5 滚动轴承	217
§ 8-6 弹簧	220
思考题	224
第九章 零件图	225
§ 9-1 零件图的作用和内容	225
§ 9-2 零件图的视图选择及其表达方法	226
§ 9-3 零件图尺寸标注	232
§ 9-4 零件的工艺结构	238
§ 9-5 零件图的技术要求	242
§ 9-6 典型零件图分析	255
§ 9-7 零件的测绘	264
§ 9-8 看零件图	268
思考题	271
第十章 装配图	272
§ 10-1 装配图的作用和内容	272
§ 10-2 装配图的表达方法	274
§ 10-3 装配图的尺寸与技术要求	278
§ 10-4 装配图的序号、标题栏和明细栏	280
§ 10-5 装配图的工艺结构	282
§ 10-6 装配图的画法	287
§ 10-7 部件测绘	292
§ 10-8 读装配图	294
思考题	303
第十一章 展开图	304
§ 11-1 平面体的展开	304

§ 11-2 曲面体的展开·····	306
第十二章 建筑图简介 ·····	312
§ 12-1 建筑图的基本表达形式·····	312
§ 12-2 建筑施工图画法规定·····	315
§ 12-3 厂房建筑图·····	318
第十三章 计算机绘图简介 ·····	324
§ 13-1 计算机绘图概述·····	324
§ 13-2 绘图机绘制图形·····	327
§ 13-3 屏幕显示图形·····	330
§ 13-4 基本图形子程序·····	333
附录 ·····	340
一、螺纹·····	340
二、螺纹紧固件·····	343
三、键·····	349
四、销·····	351
五、滚动轴承·····	352
六、常用的机械加工一般规范和零件结构要素·····	355
七、公差与配合·····	357
八、常用金属材料及热处理·····	362
参考文献 ·····	365

绪 论

一、本课程的研究对象

在现代工业生产中，不论是制造各种机器、设备还是建筑物的施工，都要先进行设计，画出图样，然后根据图样进行加工、装配或施工、安装。在工程中，根据投影原理和有关规定，表示出物体的形状、大小和结构并注有必要数据尺寸的图形称为工程图样（简称图样）。

在设计和改造机器设备时，要通过图样来表达设计思想和要求；在制造机器过程中，要以图样作为依据；在使用机器时，要通过图样来帮助了解机器的结构和性能。因此，工程图样是工业生产中的重要技术文件。它是进行技术交流，沟通人们技术思想的重要工具，是工程界共同的“技术语言”。这种“语言”比一般文字更直观，更精练，每个工程技术人员，都必须掌握和运用这种语言，即学会绘制和阅读工程图样。

本课程是研究运用投影原理解决空间几何问题以及根据投影原理和有关标准绘制和阅读工程图样的一门学科，它包括画法几何与机械（或工程）制图两部分内容。

二、本课程的主要任务和要求

本课程是培养工程技术人才的一门重要技术基础课。其主要任务是培养学生具有一定的空间想象和思维能力及绘制和阅读机械图样的实际技能。通过本课程的学习，应达到如下要求：

- 1) 掌握用正投影法图示空间物体的基本理论和基本方法；
- 2) 具有用图解法解决空间几何问题的初步能力；
- 3) 能运用所学的基本理论、基本知识和基本技能绘制和阅读零件图和装配图；
- 4) 所绘图样应做到：投影正确，视图选择和配置恰当，尺寸完整、清晰，字体工整，线型标准，图面整洁、美观，符合国家标准的规定，并初步懂得制造工艺和结构设计方面的一般知识；
- 5) 能够正确、熟练地使用绘图工具和仪器，不断提高绘图的技术和技巧；
- 6) 培养耐心细致的工作作风和严肃认真、高度负责的工作态度。

三、本课程的特点及学习方法

本课程是工科院校中一门既有系统理论性，又有较强实践性的技术基础课。学习时，除要认真学习投影理论，准确掌握基本概念外，还要在理解的基础上，通过大量由浅入深的绘图和读图实践，逐步提高空间想象能力和空间分析能力，从而掌握正投影的基本理论、作图方法及其应用。

做作业时，应按照正确的方法和步骤作图，养成正确使用绘图工具和仪器的习惯，熟悉制图的基本规格和基本知识，遵守国家标准的有关规定，并学习查阅和使用有关手册。通过做作业培养绘图和读图能力，并养成认真负责、严谨细致的作风。

本课程主要是培养学生具有一定的绘图和读图能力，这方面能力的进一步提高，还有待于后继课程、生产实习、课程设计和毕业设计中继续学习和培养。

第一章 制图的基本知识与技能

图样是一种工程语言，是传递技术信息的工具，为了便于生产和进行交流，对图样的画法、尺寸注法以及使用的术语、符号等都必须有统一的规定。这些规定由国家制订和颁布实施，用于机械图样的叫做国家标准《机械制图》。

本章摘要介绍有关图纸幅面、比例、字体、尺寸注法等几个国家标准及制图工具的使用、几何作图的方法和平面图形的尺寸及线段分析。

§ 1-1 国家标准《机械制图》的一般规定

一、图纸幅面 (GB4457.1—84)①

为了便于图样的绘制、使用和保管、图样均应画在具有一定幅面和格式的图纸上。

1. 幅面尺寸

绘制图样时、应采用 GB4457.1—84 规定的幅面尺寸，见表 1-1。

表 1-1 图纸幅面尺寸

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			

由表 1-1 可知，图纸幅面的大小有六种，其中 A₀ 幅面的图纸最大，其大小是 841×1189。宽 (B) : 长 (L) = 1 : $\sqrt{2}$ ，面积为 1m²。A₁ 幅面为 A₀ 幅面大小的一半 (以长边对折裁开)；其余都是后一号为前一号幅面的一半。

必要时，允许将图纸幅面沿长边加长，对于 A₀、A₂、A₄ 幅面的加长量应按 A₀ 幅面长边的 1/8 的倍数增加，对于 A₁、A₃ 幅面的加长量按 A₀ 幅面短边的 1/4 的倍数增加，A₀ 及 A₁ 幅面也允许同时加长两边。

2. 图框格式

无论图样是否装订、均在图幅内用粗实线绘制图框，需要装订的图样，其图框格式如图 1-1a、b 所示。不留装订边的图样、其图框格式如图 1-1c、d 所示，其周边尺寸仍按表 1-1 的规定。一般采用 A₄ 幅面竖装、A₃ 幅面横装。

为了复制或缩微摄影的方便，可以在图纸周边的中央部位画入图框内约 5mm 的一段粗实线称为对中符号、如图 1-1d 所示。

① 国家标准简称“国标”，代号“GB”，GB后面的数字为国标编号，“84”表示该标准是1984年颁布的。

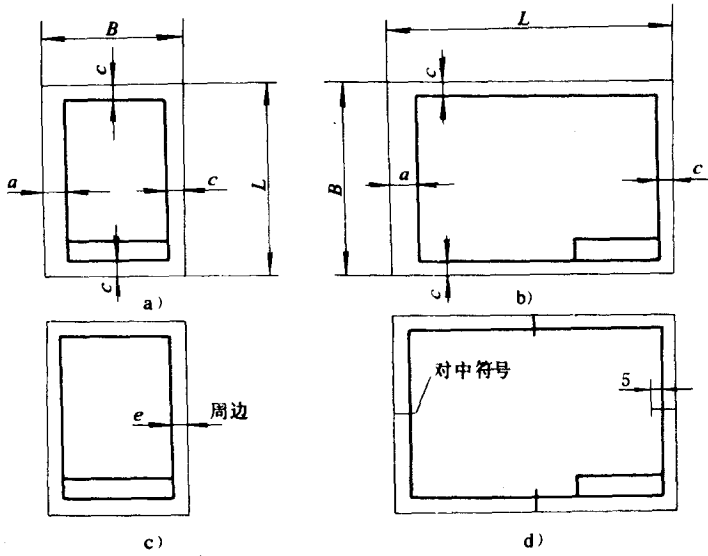


图 1-1 图框格式

3. 标题栏 (GB10609.1—89)

标题栏一般画在图框内的右下角，技术制图标准规定，其格式如图 1-2a、b 所示，当采用图 1-2a 的形式配置标题栏时，名称及代号区中的图样代号应放在该区的最下方，格式举例见图 1-3。

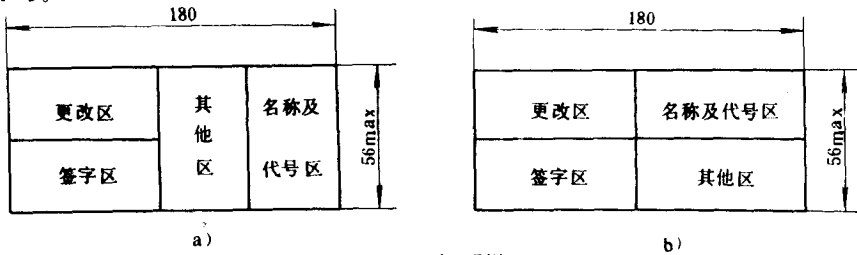


图 1-2 标题栏

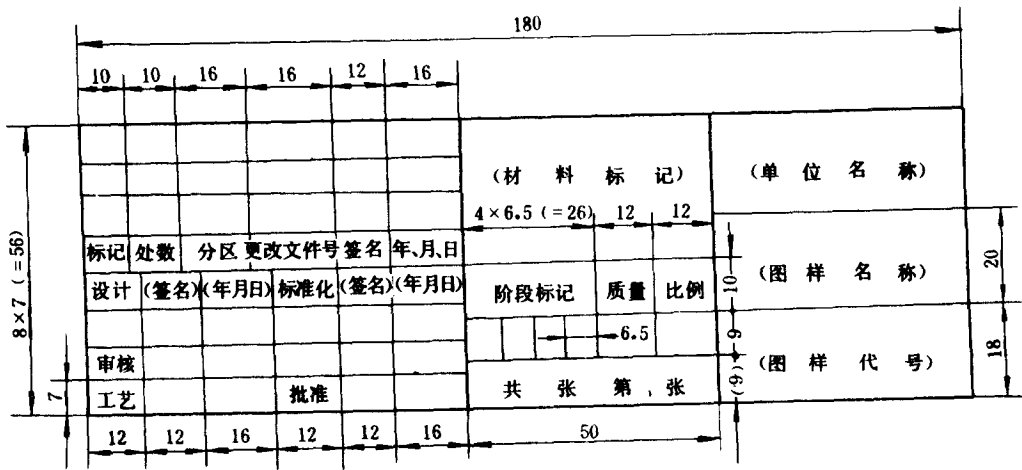


图 1-3 标题栏格式举例

二、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。

表 1-2 比例

与实物相同	1:1
缩小比例	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
放大比例	2:1 2.5:1 4:1 5:1 (10×n):1

注: n 为正整数

- 1) 绘制图样时, 应采用表 1-2 规定的比例。
- 2) 绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例, 并在标题栏的比例一栏中填写, 当某个视图需要采用不同的比例, 必须另行标注。
- 3) 在绘制图形的直径或厚度小于 2mm 的孔或薄片以及较小的斜度和锥度等时, 该部分可以不按原比例而夸大画出。
- 4) 为了能从图上得到实物大小的真实概念, 应尽可能用 1:1 的比例画图。
- 5) 图形不论放大或缩小, 在标注尺寸时必须标注机件的实际尺寸, 如图 1-4 所示。

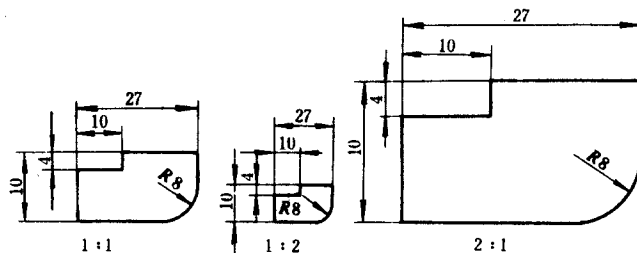


图 1-4 用不同比例画出的同一机件的图形

三、字体

在图样上除了表示机件形状的图形外, 还要用文字和数字来说明机件的大小、技术要求及其它内容。字体的书写必须做到: 字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

各种字体的大小要选择恰当, 字体号数是书写字体大小的依据。字体号数分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 七种字号 (汉字不宜采用 2.5 号)。字体的号数即为字体的高度、字宽约为字高的三分之二。

1. 汉字

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。

(1) 长仿宋体的基本笔划 书写长仿宋体, 首先要注意基本笔划的形式和运笔方法, 书写时, 每笔宜一笔写成, 不宜反复勾描。其基本笔划如图 1-5 所示, 起笔和落笔一般都要有“锋”。



图 1-5 基本笔划

(2) 长仿宋体的结构特点 书写长仿宋体，还应注意字形姿态及其结构特点，每个字的部首偏旁所占的位置和分量要预先估计，做到：字形长方，笔划挺拔、横平竖直、起落分明、左右均衡、上下协调、布置合理，如图 1-6 所示。

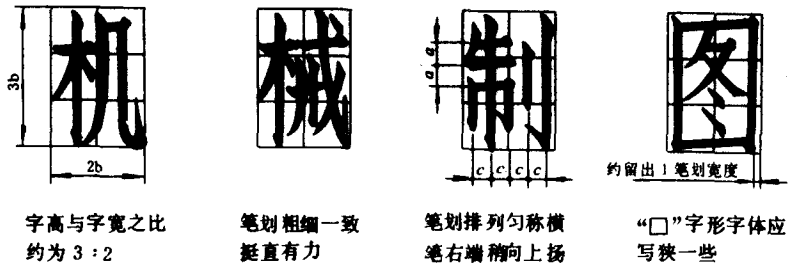
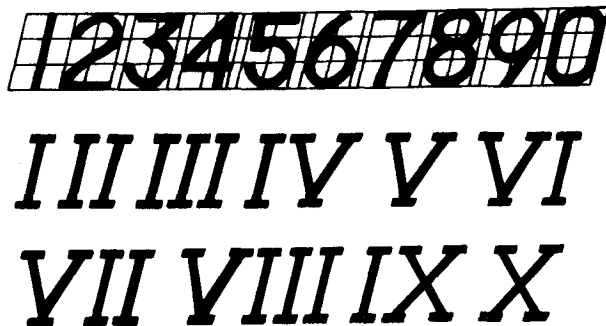


图 1-6 长仿宋体字的结构特点

2. 数字及字母

数字及字母有直体和斜体两种，单独书写时一般采用斜体，斜体字头向右倾斜，与水平线约成 75° 角，数字和字母的笔划宽度一致、约为字高的十分之一。其书写型式如图 1-7 所示。当与汉字混合使用时应采用直体。



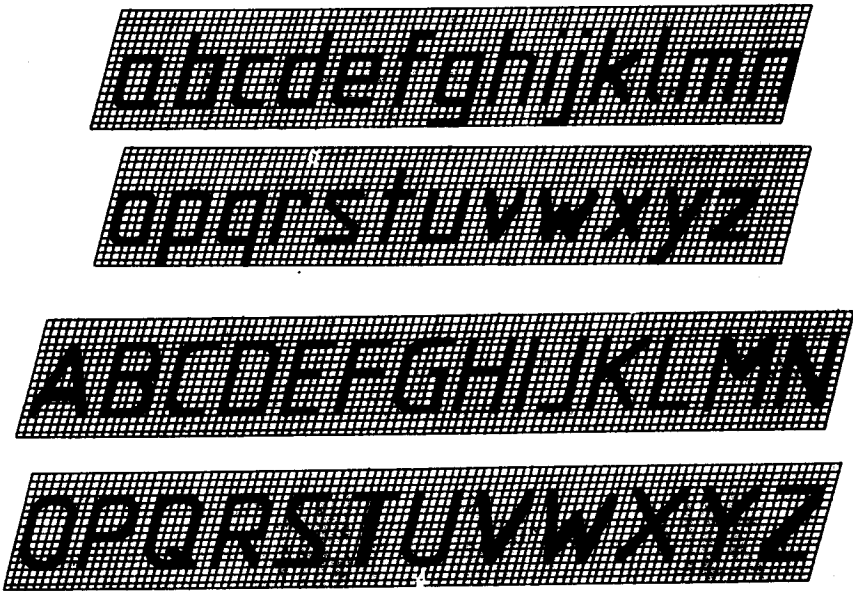


图 1-7 数字和字母示例

数字和部分字母的笔顺如图 1-8 所示。

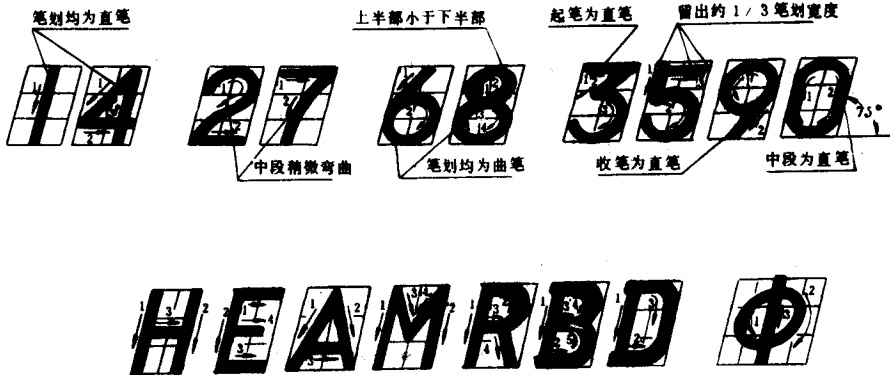


图 1-8 数字和部分字母笔顺

四、图线

1. 图线的型式及应用

机件的图形是用各种不同粗细和型式的图线绘制而成。图线的名称、型式、代号、宽度及常见用途如表 1-3。

表 1-3 图线的名称、型式和应用举例


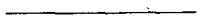

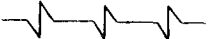
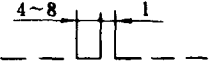
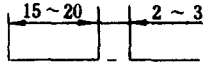

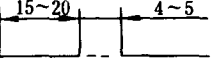
图线名称	图线型式	代号	图线宽度	图线应用举例
粗实线		A	b (0.5~2mm)	A1 可见轮廓线 A2 可见过渡线
细实线		B	约 b/3	B1 尺寸线及尺寸界线 B2 剖面线 B3 重合剖面的轮廓线 B4 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 B5 引出线 B6 分界线及范围线 B7 弯折线 B8 辅助线 B9 不连续的同—表面的连线 B10 成规律分布的相同要素的连续
波浪线		C		C1 断裂处的边界线 C2 视图和剖视的分界线
双折线		D		D1 断裂处的边界线
虚线		F		F1 不可见轮廓线 F2 不可见过渡线
细点划线		G		G1 轴线 G2 对称中心线 G3 轨迹线 G4 节圆及节线
粗点划线		J		b
双点划线		K	约 b/3	K1 相邻辅助零件的轮廓线 K2 极限位置的轮廓线 K3 坯料的轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线 K4 假想投影轮廓线 K5 试验或工艺用结构 (成品上不存在) 的轮廓线 K6 中断线

图 1-9 为图线的应用示例。

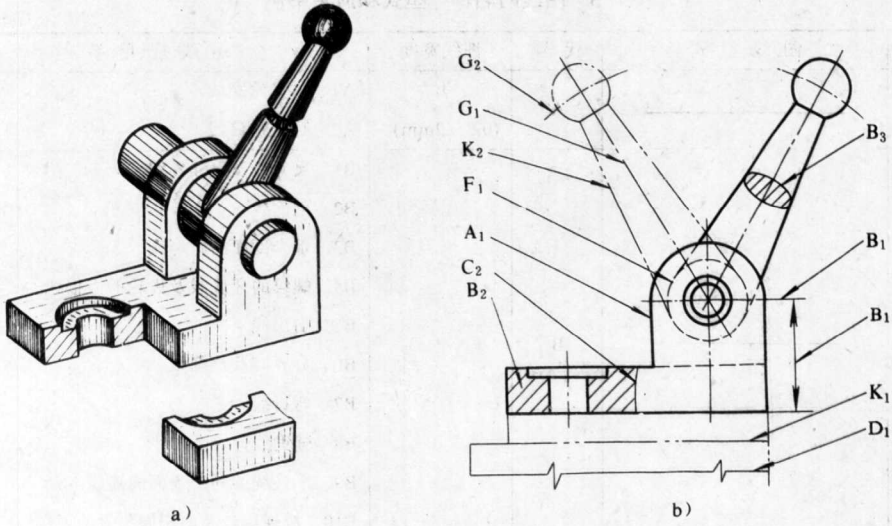


图 1-9 图线及其应用

2. 图线画法及注意的问题

- 1) 同一图样中，同类型的图线的宽度应一致。虚线、点划线及双点划线各自的线段长度和间隔距离均应力求一致。
- 2) 点划线和双点划线中的点是极短的一划（长约 1mm），不能画成圆点，且应点、线一起绘制，而线的首末两端应该是线段，不得为点。
- 3) 点划线作轴线、对称中心线，双点划线作为中断线，应超出轮廓线 2~5mm。
- 4) 点划线、虚线、双点划线自身相交或与任何图线相交时，都应在线段处相交，不应在空隙或以点相交。
- 5) 当虚线为粗实线的延长线时，粗实线应画到分界点，而虚线应留有空隙，当虚线圆弧与虚线直线相切时，虚线圆弧的线段应画到切点，而虚线直线留有空隙。
- 6) 在较小的图形上绘制点划线或双点划线有困难时，可用细实线代替。

图 1-10 为图线在相交、相切处正确与错误画法的比较。

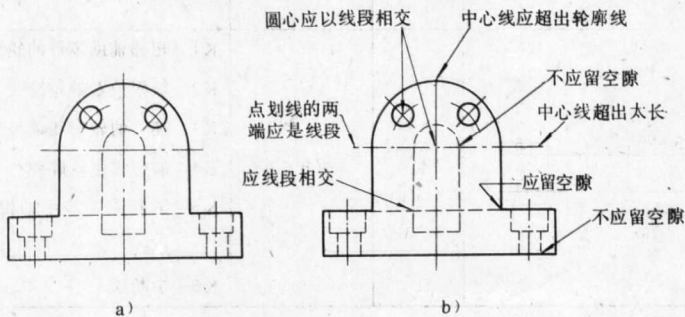


图 1-10 图线在相交、相切处的画法

五、尺寸注法 (GB4458.4—84)

1. 尺寸标注的基本规则

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程度无关;

2) 图样中的尺寸, 均以毫米为单位。如采用其他单位, 则必须注明相应的计量单位的代号或名称;

3) 图样中所注的尺寸, 为该机件的最后完工尺寸, 否则应另加说明;

4) 机件的每一尺寸, 在一张图纸上一般只标注一次, 并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的组成

一个标注完整的尺寸应具有尺寸界线、尺寸线及尺寸数字这三个基本要素, 如图 1-11 所示。

(1) 尺寸界线 用来表示所注尺寸的范围。尺寸界线用细实线绘制, 并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出, 也可借用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 并超出尺寸线的终端 2mm 左右。

(2) 尺寸线 用来表示尺寸度量的方向。尺寸线用细实线绘制, 其终端有两种形式: 箭头的形式, 如图 1-12a 所示; 用细实线绘制成斜线形式, 其方向和画法如图 1-12b 所示。

绘制尺寸线应注意以下几点:

1) 尺寸线必须用细实线单独绘制, 不能借用图形中的任何图线, 也不能画在其它图线的延长线上。

2) 尺寸线终端采用箭头的形式时, 适用于各种类型的图样, 采用斜线的形式时, 尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。同一张图样中尽量采用一种尺寸线终端的形式。

3) 标注线性尺寸时, 尺寸线必须与所标注的线段平行。

4) 圆的直径和圆弧半径的尺寸线的终端应画成箭头。

(3) 尺寸数字 表示所注机件尺寸的实际大小 线性尺寸的数字一般注在尺寸线的上方, 也可注在尺寸线的中断处。尺寸数字的书写方法有两种:

1) 数字应按图 1-13 所示, 即水平方向的尺寸数字, 字头朝上; 垂直方向的尺寸数字, 字头朝左; 倾斜方向的尺寸数字, 字头要保持朝上的趋势, 如图 1-13a 所示; 30° 范围内应尽量避免标注尺寸, 当无法避免时, 可按图 1-13b 的形式之一标注。

2) 对于非水平方向的尺寸, 其数字可水平地注写在尺寸线的中断处, 如图 1-14a、b 所示。

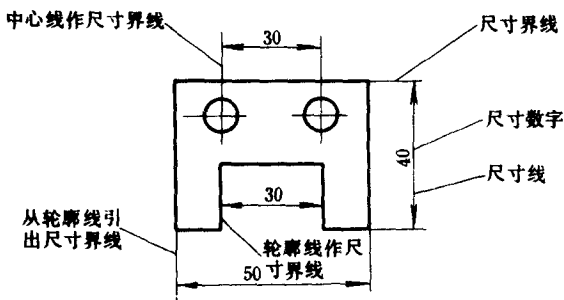


图 1-11 尺寸的组成部分

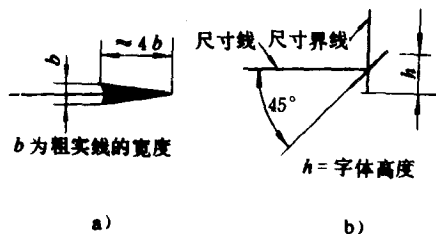


图 1-12 尺寸线终端的画法

在一张图纸中应尽可能采用同一种方法注写。

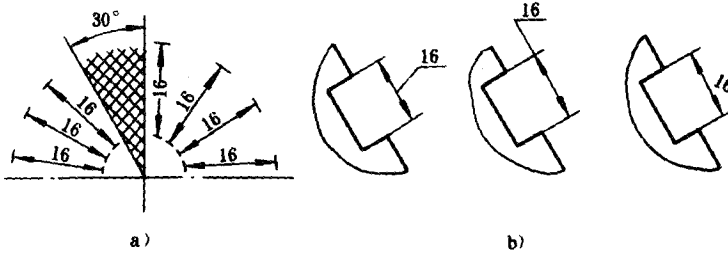


图 1-13 线性尺寸数字的注写方法之一

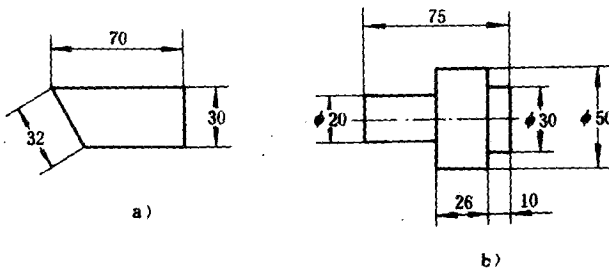


图 1-14 线性尺寸数字的注写方法之二

3. 常用的尺寸注法

在实际工作中，尺寸标注的形式多种多样，表 1-4 列举的尺寸注法供参考。

表 1-4 常用的尺寸注法示例

尺寸种类	图 例	说 明
直线尺寸的标注	<p>a) 正确</p> <p>b) 错误</p>	串列尺寸，箭头对齐
	<p>a) 正确</p> <p>b) 错误</p>	并列尺寸，小在内，大在外，尺寸线间隔不小于 7~10mm