



高等学校教学用书

化工工程制图

机械制图

化学工业部属五院校 合编

张承翼 李春英 主编



化学工业出版社



高等学校教学用书

化工工程制图

机械制图

化学工业部部属五院校 合编

张承翼 李春英 主编

化学工业出版社

(京)新登字 039 号

内 容 提 要

本书主要内容:了解国家标准“机械制图”的基本规定。正确使用绘图工具和仪器,掌握常用的几何作图方法,学习徒手绘草图的技巧。研究用正投影法图示几何形体和图解几何问题的基本理论和方法,掌握轴测投影的基本画法。学会绘制和阅读组合体的投影图,并能正确的标注尺寸。掌握常见标准件和常用件的规定画法及标记,学会绘制和阅读零件图和装配图的方法。了解有关计算机绘图的知识,能进行简单图形的编程。

高等学校教学用书

化工工程制图

机械制图

化学工业部所属五院校 合编

张承翼 李春英 主编

责任编辑:齐 清

封面设计:季玉芳

*

化学工业出版社 出版

(北京市朝阳区惠新里3号)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本 787×1092 1/16 印张 18³/₄ 字数 471 千字

1994年5月第1版 1994年5月北京第1次印刷

印数 1—11,200

ISBN 7-5025-1288-8/G·336

定 价 9.50 元

前 言

为了适应化工教育事业的发展,满足高等院校工程制图教学的需要,经化工部教育司的批准与支持,1992年由化工部属院校(北京化工学院、南京化工学院、郑州工学院、武汉化工学院、沈阳化工学院)组织编写了“化工工程制图”,包括《机械制图》、《化工制图》。

本书为《机械制图》部分,可作为化工高等院校化工类各专业的教学用书。也可作为有关人员学习和参考用书。

本书系统地阐述了工程制图的基本理论,基本内容、基本方法和绘制工程图样的基本技能。随着计算机图形学的发展,计算机绘图已成为高等院校学生必须掌握的先进绘图方法。本书第十四章阐述了计算机绘图的基本方法。

本书由张承翼、李春英主编,参加编写的有孙振华(第一章)、孟庆尧(第二章、第三章)、罗英(第四章)、曹至祥(第五章)、刘葆兴(第六章)、曲伟石(第七章,第十四章)、纪志传(第八章)、李春英(第九章)、杨培怡(第十章及附录一、二)、马大华(第十一章)、刘元湛(第十二章及附录三、四、五、六)、张承翼(第十三章)。

为了配合本书学习,同时编写了与本书配套使用的《化工工程制图习题集》。均由化工出版社出版。

本书由北京化工学院陈伦纪教授主审。

由于我们水平有限,书中难免存在许多缺点和错误,敬请读者批评指正。

编者 一九九二年十二月

04

目 录

绪论	1
第一章 制图的基本知识和技能	3
第一节 国家标准《机械制图》基本规定	3
第二节 绘图工具和仪器的使用方法	14
第三节 几何作图	17
第四节 平面图形的画法及尺寸标注	23
第五节 绘图的基本方法及步骤	26
第二章 点、直线和平面的投影	29
第一节 投影法的基本知识	29
第二节 点的投影	31
第三节 直线的投影	33
第四节 平面的投影	40
第五节 直线与平面、平面与平面的相对位置	47
第三章 投影变换	53
第一节 换面法	53
第二节 旋转法	58
第四章 立体的投影	62
第一节 基本立体的投影	62
第二节 不完整体的投影	70
第五章 平面与回转体表面相交	75
第一节 平面与圆柱的截交线	76
第二节 平面与圆锥的截交线	79
第三节 平面与圆球的截交线	81
第四节 平面与组合回转体相交	83
第六章 立体与立体相交	85
第一节 平面立体和曲面立体相贯线	85
第二节 两回转体的相贯线	87
第三节 两回转体相贯线的特殊情况	93
第四节 组合体相贯线的分析	95
第七章 轴测投影	98
第一节 轴测投影的基本知识	98
第二节 正等轴测图	100
第三节 斜二等轴测图	107
第八章 组合体的视图	111
第一节 组合体的构成方式和分析方法	111

第二节	组合体视图的画法	113
第三节	看组合体视图	114
第四节	组合体的尺寸标注	118
第九章	机件常用的表达方法	121
第一节	视图	121
第二节	剖视图	125
第三节	剖面图	137
第四节	局部放大图和简化画法	140
第五节	表达方法的综合举例	145
第六节	第三角投影简介	147
第十章	连接件	150
第一节	螺纹的规定画法和标注	150
第二节	常用螺纹连接件的画法与标注	158
第三节	键	163
第四节	销	165
第十一章	常用件	167
第一节	齿轮	167
第二节	弹簧	171
第十二章	零件图	176
第一节	零件图的作用和内容	176
第二节	零件图的视图表达	177
第三节	零件图的尺寸标注	177
第四节	零件上常见工艺结构	186
第五节	零件图的技术要求	187
第六节	阅读零件图	203
第十三章	装配图	207
第一节	装配图的作用和内容	207
第二节	装配图的表达方法	207
第三节	常见的装配结构	216
第四节	部件测绘和装配图的绘制	217
第五节	装配图中的尺寸标注	227
第六节	装配图的技术要求, 零、部件的序号和明细表	229
第七节	看装配图和由装配图拆画零件图	230
第十四章	计算机绘图	241
第一节	微型计算机绘图系统	241
第二节	图形显示语句及绘图命令	243
第三节	简单图形的编程知识	245
附录		253
一、	螺纹及螺纹紧固件	253
二、	键、销	267

三、公差与配合.....	274
四、常用的金属材料与非金属材料.....	286
五、常用的热处理和表面处理名词解释.....	290
六、常用的机械加工一般规范和零件结构要素.....	291

绪 论

一、本课程的作用和研究对象

《工程制图》是一门研究用投影法绘制工程图样和解决空间几何问题的技术基础课，是高等工科院校学生的必修课。“图样”和文字、数字一样，也是人们借以表达构思、分析和交流设计思想的基本工具之一。在化工机器设备的制造、装配、安装、使用和维修中都要以图样为依据。所以“图样”既是技术交流的重要工具，又是指导、组织生产不可少的重要技术文件。因而“图样”是每一个工程技术人员必须掌握的“工程界语言”。

在教育部规定的工科院校四年制学生培养目标中也明确指出：“获得本专业的工程师的基本训练，掌握本专业所需要的比较宽厚的基础理论知识；掌握运算、实验、制图等基本技能和必要的工艺操作技能；受到工程设计和科学研究方法的初步训练，……”。

本课程以研究机械结构和化工设备方面的图样为主，培养学生能初步运用图示法来构思、分析和表达工程问题的能力和空间想象能力。

二、本课程的主要任务和内容

1. 主要任务

(1) 为绘制和应用各种工程图样，学习必要的《画法几何》理论基础。培养和发展空间构思、分析和表达能力。并对计算机绘图有初步的了解。

(2) 能够正确地使用绘图仪器和工具，掌握用仪器画正规图和徒手画草图的技能。具有查阅“标准”和“手册”的初步能力。

2. 主要内容

(1) 制图基本知识和技能。

(2) 投影基本原理。

(3) 机械制图。

(4) 计算机绘图。

三、本课程的学习方法

本课程是一门实践性较强的课程，学习时应掌握正确的方法。

1. 扎扎实实学好基本理论 不仅要学好必要的投影知识，还要会运用正确的分析方法去分析问题、解决问题，特别是掌握好投影分析、形体分析和线面分析法。

2. 认真听课 听课要抓住基本概念，基本理论，要特别注意教师的分析和作图，要在听课中积极思考。

3. 认真做好作业 完成作业是学好本课程的一个重要实践性环节。做作业时必须严格按照国家标准规定，注意正确使用仪器。

4. 要多看图、多画图 在听课和作业时要多思、多想投影图与空间物体的对应关系，以不断提高自己的空间思维能力。

随着科学技术的发展，图形学理论在不断充实新的内容，计算机绘图将在越来越多的工程设计和绘图中得到应用。但计算机绘图的出现并不意味着不必学习投影理论，恰恰相反，作为一个设计者必须十分娴熟地掌握投影基本原理、机械制图和化工制图等有关《国家标准》，才能正确的进行编制程序和运用计算机进行绘图。

总之，学习本课程既要学好基本理论，又要学好绘图和读图技能，达到对工程师的基本训练的要求。

第一章 制图的基本知识和技能

机械图样是指导工业生产和进行技术交流的重要技术资料。因此，对图样的格式、内容、尺寸以及绘图方法等国家均有相应的标准。工程技术人员必须熟悉和掌握有关的基本知识和技能。本章着重介绍：《机械制图》国家标准的一些规定；绘图工具及仪器的使用；几何作图；平面图形的尺寸分析及绘图方法等。

第一节 国家标准《机械制图》基本规定

国家标准简称国标，代号“GB”。《机械制图》国家标准，是属于机械工业的一项基础性的技术标准，画图时必须严格遵守它的有关规定。本节仅部分介绍 1985 年 7 月 1 日以后实施的《机械制图》标准，如图幅、比例、字体、图线、尺寸等。

一、图纸幅面及格式

(GB4457.1—84)

1. 图纸幅面尺寸

绘制图样时，应采用表 1-1 中规定的幅面尺寸。其中 A0 号幅面最大，面积为一平方米。必要时也可以沿长边加长，加长量按 A5 号幅面相应边的尺寸或整倍增加，但 A0、A1 可同时加长两边。如图 1-1 所示。

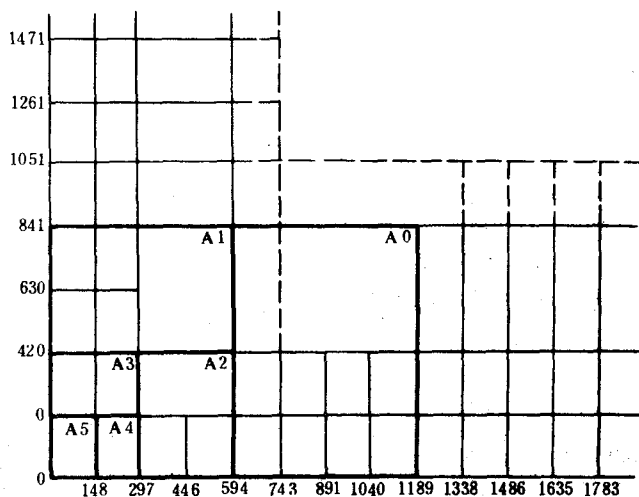


图 1-1 图幅加长示意图

表 1-1 图幅及周边尺寸

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

2. 图框格式

绘制图样时，无论图样是否装订，均应在图幅内用粗实线画出图框。

需要装订的图样，格式如图 1-2 (a) 所示，不需要装订的图样，格式如图 1-2 (b) 所示。它们的周边尺寸 (a、c 或 e) 见表 1-1。为了复制或缩微的方便，可采用对中符号。画法如图 1-2 (c) 所示。

二、标题栏

(GB10609.1—89)

1. 标题栏的方位

每张图样的右下角必须画上标题栏，标题栏中的文字方向为看图方向，标题栏的右边线和下边线与图框线重合，如图 1-2 (a, b) 所示。

2. 标题栏的格式

标题栏的格式国家标准中已有规定，为简化作图，在制图课中建议采用图 1-3 格式。其中 (A) 栏的内容如图 1-4 (a 或 b) 所示；(B) 栏填写零 (部) 件或作业名称；(c) 栏填写单位名称 (校名、系、班级)；(D) 栏填写零 (部) 件或作业的编号；(E) 栏填写本次作业完成的年、月、日。

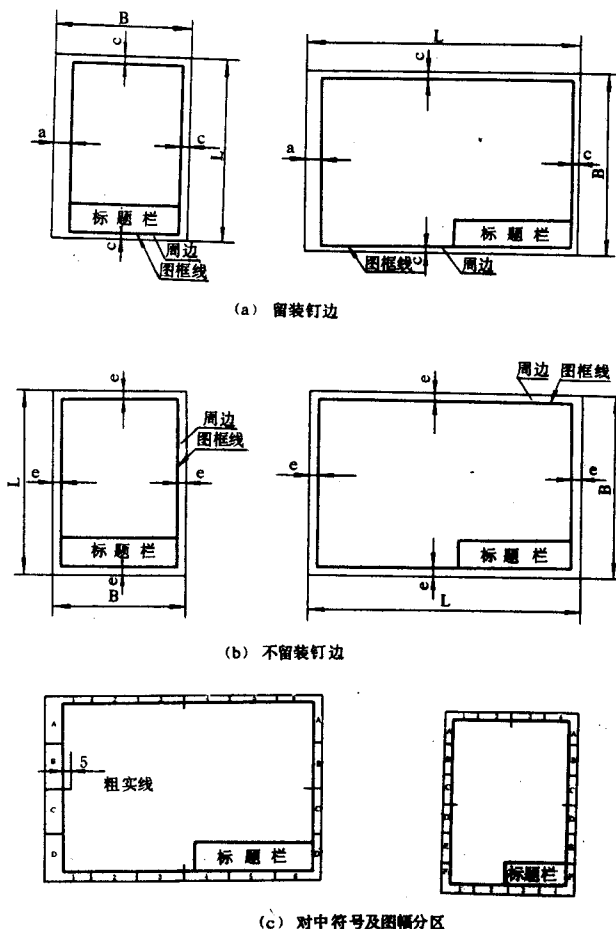


图 1-2 图幅格式及标题栏方位

标题栏中字体号数，建议：图名用 10 号字，其余汉字用 7 号字，数字可用 5 号字。

此线以上为明细表 在装配图中用					
12	18	35	15	25	25
10	8				
序号	代号	零件名称	件数	材料	备注
名 称 (B)			比例	图 号 (D)	
			(A)		
制图		(E)	校 名 (C)		
审核			. 系 班		
15	30	20	65		
130					

图 1-3 标题栏格式及尺寸

数量	材料	共 张	第 张
----	----	-----	-----

(a) 用于零件图

(b) 用于装配图

图 1-4 (A) 项的内容

三、比例 (GB4457.2—84)

1. 比例

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。

2. 规定比例

为了看图方便,应尽可能按机件实际大小画图,称为1:1。当机件过大或过小可采用缩小或放大比例画图。所选用的比例必须符合表1-2中的规定。

表 1-2 比例

与实物相同	1:1
缩小的比例	$1:1.5$ $1:2$ $1:2.5$ $1:3$ $1:4$ $1:5$ $1:10\sqrt{n}$ $1:1.5\times 10\sqrt{n}$ $1:2\times 10\sqrt{n}$ $1:2.5\times 10\sqrt{n}$ $1:5\times 10\sqrt{n}$
放大的比例	$2:1$ $2.5:1$ $4:1$ $5:1$ $(10\times n):1$

注:表中的 n 为正整数。

3. 比例与尺寸的关系

图样无论是放大或缩小,机件尺寸均应按机件的实际尺寸标注,与比例无关。如图1-5所示。

4. 比例在图样中的标注形式

绘制同一机件各个视图,应采用相同比例,并在标题栏的比例一栏中填写,例如1:1。当某个视图需要采用不同的比例绘制时,必须另行标注,如图1-6所示。

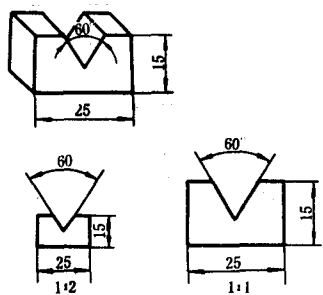


图 1-5 用不同比例绘制的图样

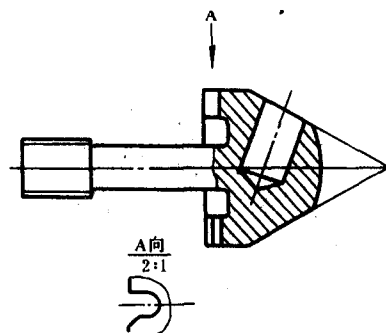


图 1-6 采用不同比例的视图的标注形式

四、字体 (GB4457.3—84)

图样中书写的字体必须做到:字体端正,笔划清楚,排列整齐,间隔均匀。字体的号数即字的高度,单位为mm。分为20、14、10、7、5、3.5、2.5七种字号。字体的宽度均等于字体高度的2/3,数字及字母的笔划宽度约为字体高度的1/10。斜体字,字头向右倾斜,与水平线约成75°角。

1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋字体,并应采用国家正式公布推行的简化字,长仿宋字的书写特点是:(粗体字)横平竖直 注意起落 结构匀称 填满方格

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布水平镀抛光研视图

向旋转前后表面展开两端中心孔锥销键

2. 拉丁字母和希腊字母：有直体和斜体之分，如下：

(1) 大写拉丁字母

直体

A B C D E F G H I J K L M N

O P Q R S T U V W X Y Z

斜体

A B C D E F G H I J K L M N

O P Q R S T U V W X Y Z

(2) 小写拉丁字母

直体

a b c d e f g h i j k l m n

opqrstuvwxyz

斜体

abcdefghijklmn

opqrstuvwxyz

(3) 希腊字母

α β γ δ ε ζ η θ ι

κ λ μ ν ξ ο π ρ σ

τ υ φ χ ψ ω

3. 阿拉伯数字和罗马数字, 字体结构如下

(1) 阿拉伯数字

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

(2) 罗马数字

III IIII IV V VI

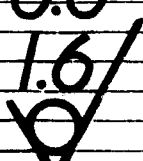
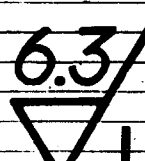
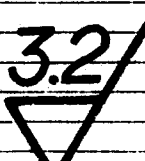
VII VIII IX X

4. 字体的应用示例

R3 2×45° M24-6H

$\Phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $\Phi 15^0_{-0.011}$

78±0.1 10Js5(±0.003)

6.3
1.6/  6.3/  3.2/  铣

II
5:1 A 向旋转
2:1

五、图线 (GB4457.4—84)

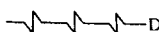
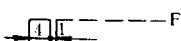
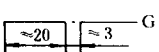
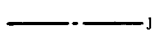
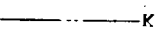
1. 图线型式及应用

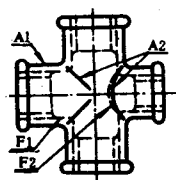
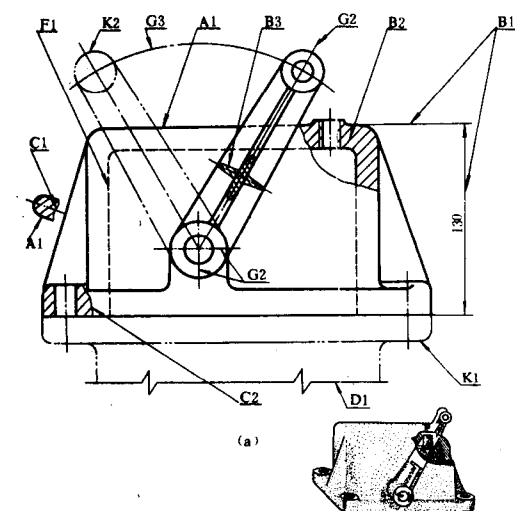
(1) 各种图线的名称、型式、代号、宽度以及在图上的一般应用见表 1-3 及图 1-7。

表 1-3 图线的型式及应用

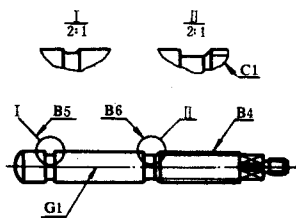
图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用
粗实线	 A	b	A1 可见轮廓线 (图 a、b) A2 可见过渡线 (图 b)
细实线	 B	约 b/3	B1 尺寸线及尺寸界线 (图 a) B2 剖面线 (图 a) B3 重合剖面的轮廓线 (图 a) B4 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 (图 c) B5 引出线 (图 c)
波浪线	 C	约 b/3	C1 断裂处的边界线 (图 a、c) C2 视图和剖视的分界线 (图 a)

续表

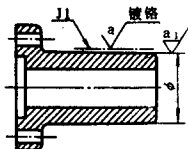
图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用
双折线	 D	约 $b/3$	D1 断裂的边界线 (图 a)
虚线	 F	约 $b/3$	F1 不可见轮廓线 (图 a、b) F2 不可见过渡线 (图 b)
细点划线	 G	约 $b/3$	G1 轴线 (图 c) G2 对称中心线 (图 a) G3 轨迹线 (图 a)
粗点划线	 J	b	J1 有特殊要求的线或表面的表示线 (图 d)
双点划线	 K	约 $b/3$	K1 相邻辅助零件的轮廓线 (图 a) K2 极限位置的轮廓线 (图 a)



(b)



(c)



(d)

图 1-7 图线的应用示例

(2) 图线的宽度 图线分为粗细两种。粗线宽度 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 $b/3$ 。(b 的推荐系列为: 0.18 、 0.25 、 0.35 、 0.5 、 0.7 、 1 、 1.4 、 2mm)。

2. 图线的画法, 如图 1-8 所示

(1) 同一图样中同类图线宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的线段的长度和间距应各自大致相等。见表 1-3 有关内容。

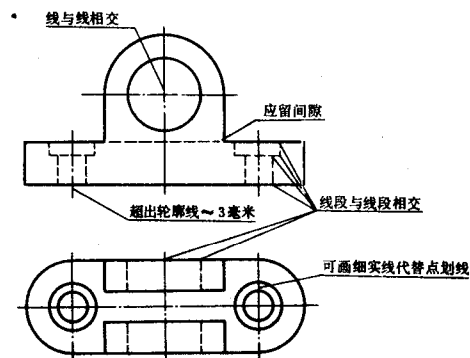


图 1-8 图线的画法

(2) 两条平行线 (包括剖面线) 之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度, 其最小距离不得小于 0.7mm 。

(3) 绘制圆的对称中心线时, 圆心应为线段的交点, 首末两端应是线段而不是短划, 且应超出圆外 $2 \sim 5\text{mm}$ 。

(4) 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。

(5) 虚线与任何图线相交时, 应是线段相交, 当虚线是实线的延长线时, 在连接处要断开。如图 1-8 所示。

六、尺寸注法 (GB4458. 4—84)

1. 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) 图样中的尺寸一般以 mm 为单位注写, 不需要注单位的代号或名称, 如果用其它单位, 则必须注明相应的单位的代号或名称。

(3) 图样中所标注的尺寸, 为该图样所示机件最后完工尺寸, 否则另加说明。

(4) 机件的每一尺寸, 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

每个完整的尺寸都是由尺寸数字、尺寸界线、尺寸线及终端组成, 如图 1-9 所示。

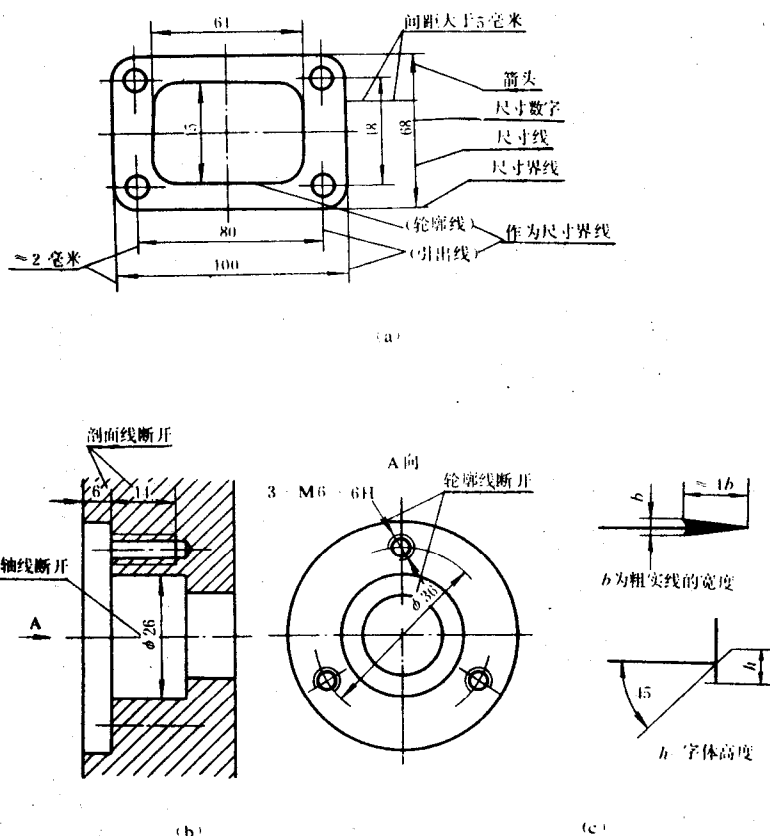


图 1-9 尺寸要素的组成

(1) 尺寸线一律用细实线绘制, 必须单独画出, 不准用任何线代替, 也不得与其它图线重合或画在其延长线上, 如图 1-9 (a) 所示。

(2) 尺寸线两端画箭头 (或 45°斜线), 箭头画法见图 1-9 (c), 箭头尖端应与尺寸界线接