

高等学校试用教材

机 械

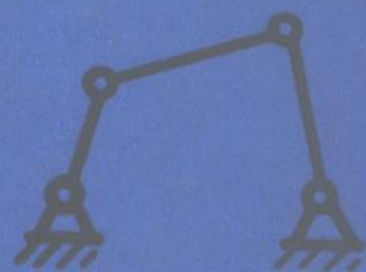
MECHANICAL

FOUNDATION

基 础

范思冲

主编



东南大学出版社



7/22

高等学校试用教材

机 械 基 础

(非机类专业用)

范思冲 主编

赠送母校图书馆

南京东南大学

赵小东 冯明琪赠

年 月 日

东 南 大 学 出 版 社

内 容 简 介

本书将机械制图、工程力学、机械原理和机械零件三门课程有机地结合在一起。全书共分十五章：第一至五章机械制图基本知识，第六章工程力学和工程材料基本知识，第七、八章连杆机构和凸轮机构，第九至十四章联接零件、传动零件、轴系零件以及弹簧等一般参数的通用机械零件的设计和计算方法，第十五章课程设计。每章末附有适量的习题，书末还编有附录，摘要列出了国家标准、部颁标准等资料中的有关图表，以满足平日作业和课程设计的需要。同时出版的《机械基础习题集》编入了机械制图部分的习题，与本书配套使用。

本书适合于工科高等院校本科、大专非机类各专业使用，也可供“五大”和中等专业学校使用或有关科技人员参考。

2929/340P

机 械 基 础

范思冲 主编

东南大学出版社出版

南京四牌楼2号

江苏省新华书店发行 南京14所印刷厂印刷

开本787×1092毫米1/16 印张：27 字数：674千字

1989年6月第1版 1989年8月第2次印刷

印数：1001—12000

ISBN 7-81023-240-1

TH·9

定价：9.30元

责任编辑 张新建

前 言

近几年来,万长顺、冯雪芹、凌洪昌等同志在我校自动控制、电气技术等专业进行教学改革,将机械制图、工程力学、机械原理和机械零件等课程有机地结合,成为一门综合性的技术基础课程——机械基础。实践证明:上述做法更符合认识规律和教学规律,可以大大缩短教学学时,提高教学质量,为非机类各专业的专业改革创造有利条件,因而迅速受到本校十多个非机类专业的普遍欢迎。1988年9月在我校召开的中国电工技术学会电气技术专业机械基础教学研讨会上,十九所高校的代表对这一改革尝试给予了充分的肯定和较高的评价,也提出了许多宝贵意见。

这本《机械基础》教材就是在总结我们多年来教学改革经验的基础上,由原讲义完善、提高写成的,它具有以下几个特色:

1. 将非机类专业的机械方面课程(除金工外)有机结合为一体,可满足非机类专业对机械基础知识的需要。

2. 全书贯彻“少而精”原则,并力求做到语言简练、深入浅出、数据正确、插图清晰。

3. 名词、术语、定义、符号以及设计计算方法全部采用最新国家标准,并采用国际单位制。

同时出版的《机械基础习题集》(制图部分的习题)与本书配套使用。

参加本书编写工作的同志有顾玉坚(第一、十章)、龚庆荣(第二章)、徐志祥(第三章)、万长顺(第五、八、九、十四、十五章及附录)、冯雪芹(第十二、十三章),其余各章由范思冲同志编写并担任主编。

本书由袁亮、裘善康同志担任主审,参加审稿的还有杨炳文同志。

本书在编写过程中参考、借鉴了有关教材的某些图、表、例题、习题等,谨向原编者致意!

本书的编写和出版还得到各有关兄弟院校、本校各有关部门和系的领导、各兄弟教研组和本教研组的许多同志的关怀和指教,在此一并表示感谢!

限于编者的水平和经验,加上时间匆促,本书的缺点和错误在所难免,热忱欢迎各兄弟院校试用,并请提出宝贵意见。

编者 1989年4月于东南大学

目 录

前言

第一章 制图标准介绍	(1)
§ 1—1 图纸幅面及格式	(1)
§ 1—2 字体	(3)
§ 1—3 图线 with 比例	(5)
§ 1—4 尺寸注法	(7)
第二章 制图原理	(12)
§ 2—1 正投影	(12)
§ 2—2 三视图	(14)
§ 2—3 基本形体的三视图及尺寸	(17)
§ 2—4 组合体的三视图及尺寸	(22)
§ 2—5 立体表面上点、线、面的投影分析	(29)
§ 2—6 立体表面的交线	(39)
§ 2—7 看图	(48)
§ 2—8 轴测图	(53)
第三章 视图、剖视和剖面	(58)
§ 3—1 视图	(58)
§ 3—2 剖视图	(63)
§ 3—3 剖面图	(70)
第四章 零件图	(72)
§ 4—1 零件图的视图选择 and 尺寸标注	(72)
§ 4—2 零件图的技术要求	(76)
第五章 装配图	(88)
§ 5—1 概述	(88)
§ 5—2 装配图的作用 and 内容	(88)
§ 5—3 装配图的表达方法	(89)
§ 5—4 装配图的视图选择、零件序号及零件明细表	(90)
§ 5—5 画装配图的步骤	(91)
§ 5—6 装配图的阅读	(93)
第六章 工程力学和工程材料基本知识	(96)
§ 6—1 概述	(96)
§ 6—2 静力学的基本概念	(96)
§ 6—3 静力学公理	(96)
§ 6—4 物体的受力分析和受力图	(99)
§ 6—5 平面汇交力系	(103)
§ 6—6 力矩和平面力偶系	(106)
§ 6—7 平面一般力系	(109)
§ 6—8 物体系统的平衡	(114)

§ 6—9 轴向拉伸与压缩	(116)
§ 6—10 剪切与挤压	(123)
§ 6—11 扭转	(126)
§ 6—12 平面弯曲	(133)
§ 6—13 交变应力	(144)
§ 6—14 机械工程常用材料及其热处理	(147)
习题	(155)
第七章 平面四杆机构	(163)
§ 7—1 概述	(163)
§ 7—2 平面连杆机构的基本型式及其应用	(165)
§ 7—3 平面四杆机构的基本性质	(168)
§ 7—4 连杆机构的运动设计	(171)
习题	(172)
第八章 凸轮机构	(174)
§ 8—1 凸轮机构的性能与种类	(174)
§ 8—2 从动件的常用运动规律及其选择	(175)
§ 8—3 盘状凸轮轮廓曲线的设计	(177)
§ 8—4 凸轮设计绘图中的几个问题	(179)
习题	(182)
第九章 零件的联接	(183)
§ 9—1 螺纹联接	(183)
§ 9—2 键联接	(201)
§ 9—3 销联接	(203)
§ 9—4 联轴器联接	(205)
习题	(207)
第十章 带传动和链传动	(209)
§ 10—1 带传动	(209)
§ 10—2 链传动	(226)
习题	(239)
第十一章 齿轮传动	(240)
§ 11—1 齿轮传动的特点和分类	(240)
§ 11—2 渐开线的形成及其性质	(241)
§ 11—3 渐开线齿廓啮合的几个重要性质	(243)
§ 11—4 渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸	(245)
§ 11—5 一对渐开线齿轮的啮合传动	(248)
§ 11—6 渐开线直齿圆柱齿轮的加工方法和加工精度简介	(249)
§ 11—7 齿轮轮齿的失效形式	(252)
§ 11—8 齿轮材料及热处理	(254)
§ 11—9 标准直齿圆柱齿轮的强度计算	(255)
§ 11—10 斜齿圆柱齿轮传动	(261)
§ 11—11 圆柱齿轮的规定画法	(267)

§ 11—12 圆柱齿轮的结构设计	(269)
§ 11—13 直齿圆锥齿轮传动	(272)
§ 11—14 蜗杆传动	(276)
习题	(288)
第十二章 轴	(291)
§ 12—1 概述	(291)
§ 12—2 轴的结构设计	(293)
§ 12—3 轴的强度计算	(300)
习题	(304)
第十三章 轴承	(306)
§ 13—1 滑动轴承的结构	(306)
§ 13—2 非液体润滑向心滑动轴承的设计计算	(311)
§ 13—3 滚动轴承的结构、类型和代号	(313)
§ 13—4 滚动轴承的类型选择	(317)
§ 13—5 滚动轴承的尺寸选择	(319)
§ 13—6 滚动轴承的组合设计	(323)
习题	(326)
第十四章 弹簧	(329)
§ 14—1 概述	(329)
§ 14—2 圆柱形螺旋弹簧的结构、参数和几何尺寸	(330)
§ 14—3 压缩弹簧的设计	(334)
§ 14—4 螺旋弹簧的画法	(334)
习题	(337)
第十五章 机械基础课程设计	(338)
§ 15—1 概述	(338)
§ 15—2 齿轮减速器的结构、分类及其装配图的阅读	(339)
§ 15—3 传动装置的总体设计	(343)
§ 15—4 减速器装配图的设计及绘制	(350)
§ 15—5 减速器的结构设计	(358)
§ 15—6 课程设计实例	(367)
课程设计题目	(376)
习题	(377)
附 录	(379)
附表1.1 标准尺寸 (GB2822—81)	(379)
附表1.2 砂轮越程槽 (GB6403.5—86)	(380)
附表2 直径与螺距 (GB193—81)、粗牙普通螺纹基本尺寸 (GB196—81)	(380)
附表3 细牙普通螺纹基本尺寸 (GB196—81)	(381)
附表4 梯形螺纹基本尺寸 (GB5796.3—86)	(382)
附表5 非螺纹密封的管螺纹基本尺寸 (GB7307—87)	(383)
附表6 普通螺纹零件的结构要素——外螺纹 (GB3—79)	(384)
附表7 普通螺纹零件的结构要素——内螺纹 (GB3—79)	(385)

附表8	紧固件通孔及沉头座尺寸 (GB5277—85)	(386)
附表9	六角头螺栓 (GB5782、5783—86)	(388)
附表10	小六角头铰制孔用螺栓 (GB27—76)	(390)
附表11	双头螺柱 (GB897~900—76)	(392)
附表12	螺钉 (GB65、67、68—85)	(393)
附表13	零件倒圆与倒角 (GB6403.4—86)	(394)
附表14	轴上固定螺钉用的孔 (Q/ZB146—73)	(394)
附表15	紧定螺钉 (GB71、73、75—85)	(395)
附表16	1型六角螺母—A和B级 (GB6170—86)	(396)
附表17	六角开槽螺母 (GB6178、6180—86)	(397)
附表18	垫圈 (GB95~97—85, GB848—85)	(398)
附表19	标准型弹簧垫圈 (GB93—87)	(399)
附表20	平键联接的剖面和键槽、普通平键的型式和尺寸 (GB1095、1096—79)	(400)
附表21	圆锥销 (GB117—86)	(401)
附表22	圆柱销 (GB119—86)	(402)
附表23	开口销 (GB91—86)	(403)
附表24	单列向心球轴承 (GB276—82)	(404)
附表25.1	单列圆锥滚子轴承 (GB297—84)	(406)
附表25.2	单列向心推力球轴承 (GB292—64)	(408)
附表26	刚性凸缘联轴器 (Q/ZB121—73)	(410)
附表27	尼龙柱销联轴器 (Q/ZB123—73)	(411)
附表28	Y系列三相异步电动机的性能	(413)
附表29	Y系列三相异步电动机的外形和安装尺寸	(421)
附表30	常用及优先用途轴、孔的极限偏差 (GB1801—79)	(414)
附表31	机构运动简图符号 (GB4460—84)	(422)
参考文献		(424)

第一章 制图标准介绍

图样是工程界的技术语言，是表达设计意图、交流技术思想的一种重要技术文件。国家标准《机械制图》是我国的一项重要技术标准，统一规定了一些画图的规则。各生产部门、设计部门和工程技术人员必须严格遵守标准中的各项规定。因此，为了学会看图、制图，除了学习、掌握一些绘制图样的基本原理和方法等基础知识外，还必须了解、熟悉关于图样的国家标准（简称为《制图标准》）。《制图标准》的内容较多，本章先摘要介绍以下五个规定：

1. GB4457.1-84 《机械制图 图纸幅面及格式》
2. GB4457.2-84 《机械制图 比例》
3. GB4457.3-84 《机械制图 字体》
4. GB4457.4-84 《机械制图 图线》
5. GB4458.4-84 《机械制图 尺寸注法》

其它有关内容将在以后各章中陆续介绍。

§ 1—1 图纸幅面及格式

为了便于图样的管理、使用和图纸的供应等工作，《制图标准》对图纸幅面及格式作了规定。

一、图纸幅面代号及尺寸

绘制图样时，应采用表 1—1 中规定的幅面尺寸。

表 1—1 图纸幅面

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
a	25					
c	10			5		
e	20		10			

由表 1—1 所列尺寸可见，A0号图纸幅面最大，A5号图纸幅面最小，相邻代号的图纸面积各相差一倍。如图 1—1 所示，A0号图纸幅面经过对折裁开后成为两张A1号图纸，A1号图纸再对折裁开后成为两张A2号图纸，…A4号图纸再对折裁开后成为两张A5号图纸。

绘制图样时，应优先采用表 1—1 规定的幅面尺寸，必要时，图纸可以沿长边加长，具体加长量可参见国标中的有关规定。

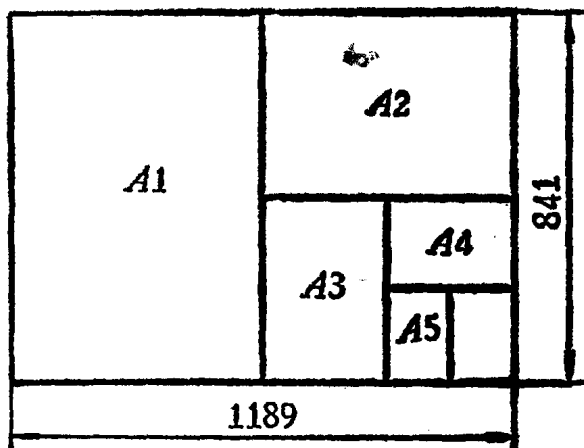


图 1—1

二、图框格式

无论图样是否装订，均应用粗实线画出边框，其格式及有关尺寸见表1—1和图1—2。需要装订的图样，一般按A4幅面竖装或按A3幅面横装，如图1—2a、b所示；不留装订边的图样，其格式如图1—2c、d所示。

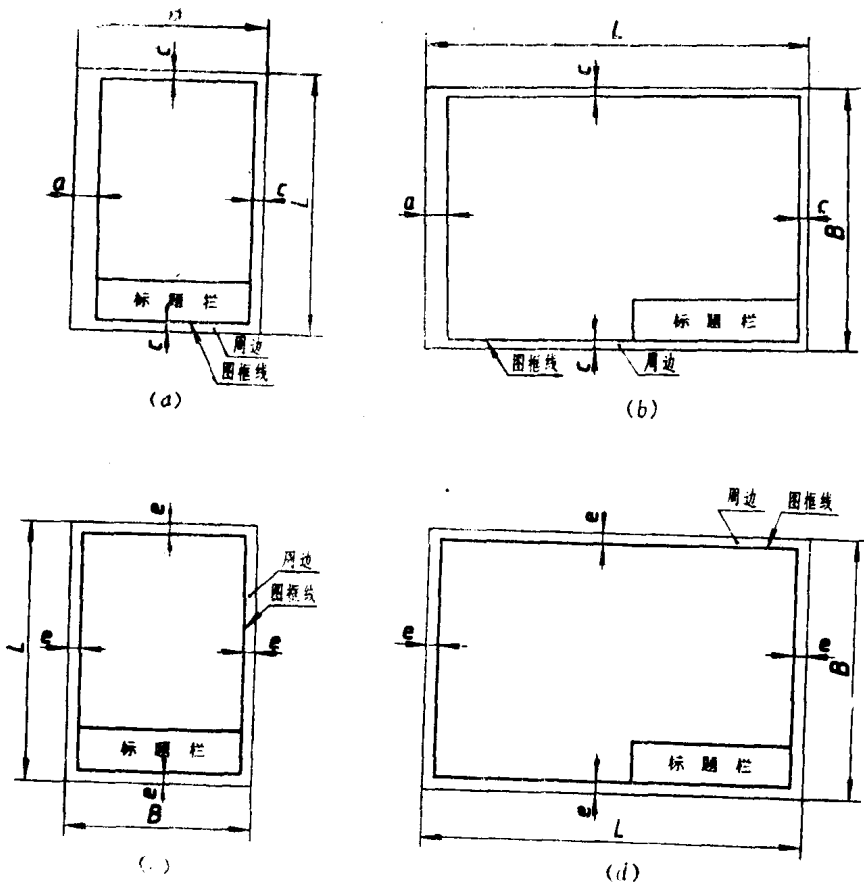


图 1—2

三、标题栏及其方位

标题栏的格式在制图标准中没有统一的规定，在校学习时，建议采用图1—3所示的格

式和尺寸，标题栏布置应在图样的右下方并紧靠图框线。

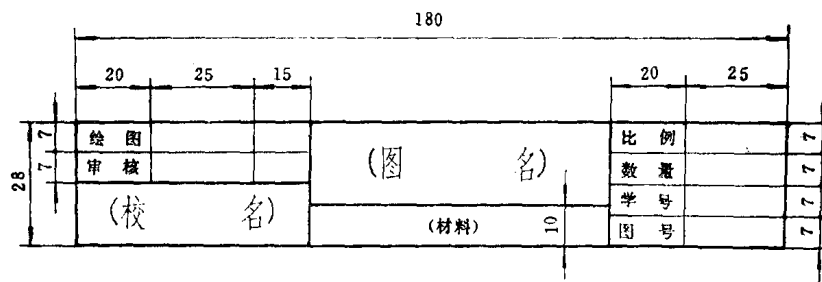


图 1 — 3

§ 1—2 字 体

一、一般规定

文字是组成图样的重要组成部分，为了保证图样质量、便于阅读、免出差错，制图标准对文字作了下列要求和规定：

1. 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。汉字应写成仿宋体，并应采用国家正式公布推行的简化字。

2. 字体的号数，即字体的高度（单位为毫米），分为20、14、10、7、5、3.5、2.5七种，字体的宽度约等于字体高度的2/3。

3. 斜体字字头向右倾斜，与水平线约成75°角。

4. 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般采用小一号字体。

二、字体示例

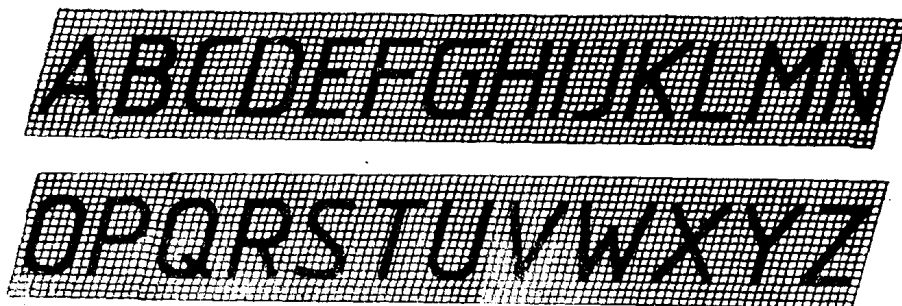
1. 汉字示例。汉字用长仿宋体，书写要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。这种字体的特点是笔划粗细一致、结构匀称、笔锋显露、清秀挺拔、易于书写。

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铬光研视图

2. 拉丁字母示例

大写斜体



小写斜体

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

3. 阿拉伯数字示例

斜体

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

直体

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

4. 字体的应用示例

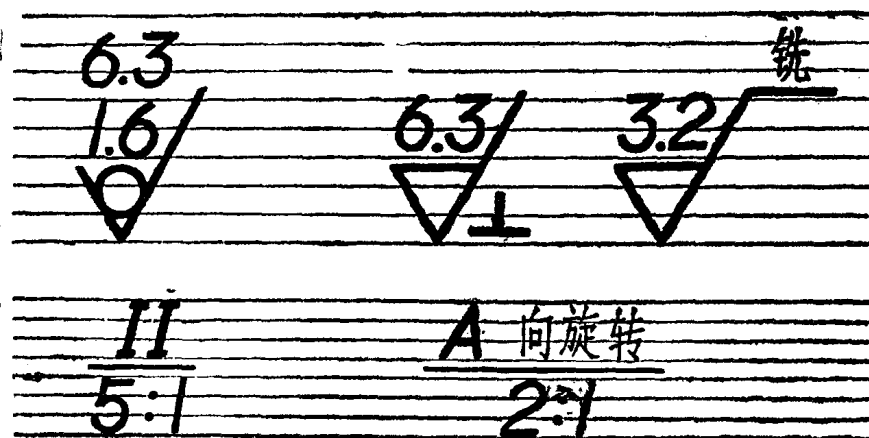
R3 2×45° M24-6H

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

78±0.1 10Js5(±0.003)

$\Phi 65H7$ 10f6 3P6 3p6

$90\frac{H7}{f6}$ $\Phi 9H7/c6$



§ 1—3 图线与比例

制图标准对各种图线的名称、型式以及在图上的一般应用范围都作了统一规定。现介绍如下：

一、图线型式及其应用

各种图线的名称、型式、宽度以及在图上的一般应用见表 1—2 及图 1—4。

表 1—2 图线的型式和用途举例

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用举例
粗实线		b	A1 可见轮廓线
细实线		约 $b/3$	B1 尺寸线及尺寸界线 B2 剖面线
虚线		约 $b/3$	C1 不可见轮廓线
细点划线		约 $b/3$	D1 轴线 D2 对称中心线
波浪线		约 $b/3$	E1 断裂处的边界线 E2 视图和剖视的分界线
双点划线		约 $b/3$	F1 相邻辅助零件的轮廓线 F2 极限位置的轮廓线

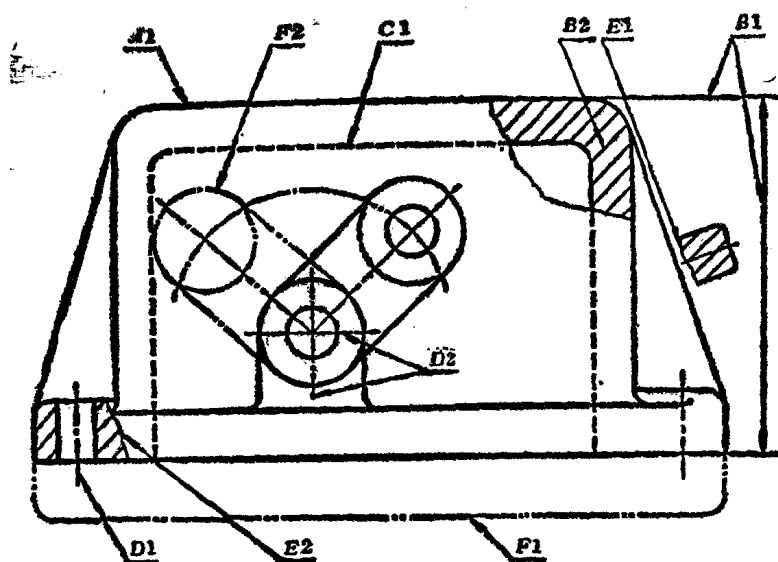


图 1—4

二、图线的宽度

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 $b/3$ 。

图线宽度的推荐系列为： $0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2 \text{ mm}$

三、图线画法

1. 在进行制图作业时，粗实线的宽度 b 建议为 0.7 mm 左右；虚线、点划线和双点划线的线段长度和间隔大小建议如表 1—3。

表 1—3 图线画法

虚 线	点 划 线	双 点 划 线

2. 绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点。点划线或双点划线的首尾两端应是线段并超出圆周 $2 \sim 5 \text{ mm}$ （图 1—5 a）。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—5 c）。

四、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。

绘制图样时，一般应尽量采用 $1:1$ 的比例。如因某种原因的需要，图形也可以放大或

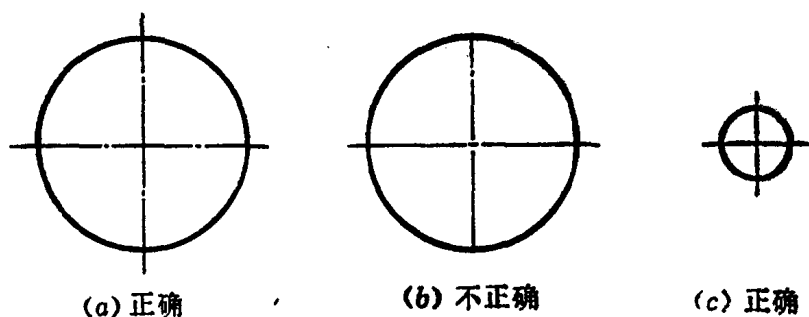


图 1—5

缩小, 但应采用制图标准规定的比例 (表 1—4)。

表 1—4 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 : 3 × 10 ⁿ	1 : 4 × 10 ⁿ	1 : 5 × 10 ⁿ	1 : 10 × 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

§ 1—4 尺寸注法

图样中的视图主要表示零件的结构和形状, 而零件的各部分大小则要用尺寸来注明。因此, 尺寸必须注的完整、清晰、合理。制图标准对标注尺寸的基本规则和各种注法作了统一规定。

一、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准, 与图形的大小及绘图的准确度无关。

2. 图样中的尺寸, 以毫米为单位时, 不需标注计量单位代号或名称。

3. 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。

二、尺寸线、尺寸界线和尺寸数字

一个完整的尺寸, 一般应由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字 (包括符号) 等组成 (图 1—6)。

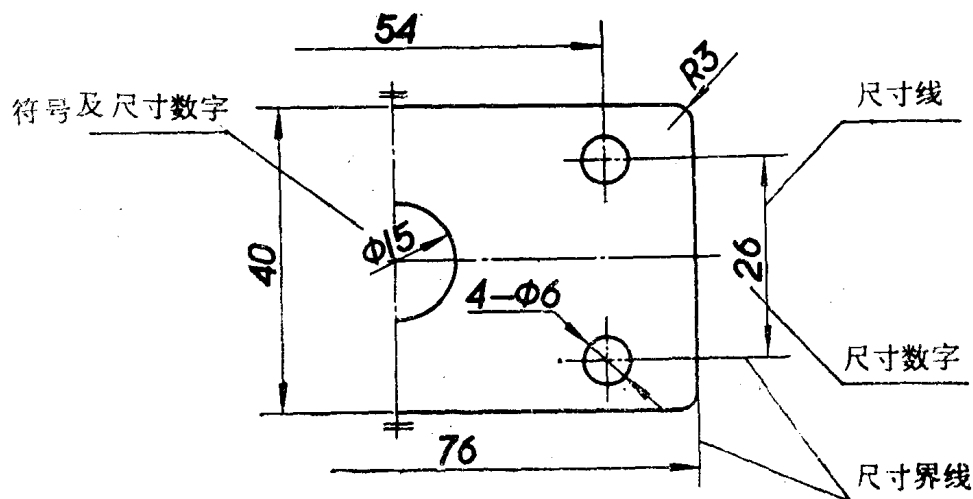


图 1—6

1. 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制，并应从图形的轮廓线、轴线或中心线处引出；也可利用轮廓线、轴线或中心线作尺寸界线。

尺寸界线一般与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜。尺寸界线应超出尺寸线约2~3 mm。

2. 尺寸线

(1) 尺寸线用细实线绘制，其两端箭头应指到尺寸界线，尺寸线不能用其它图线代替，也不得与其它图线重合或画在其延长线上。

(2) 标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行。

(3) 尺寸线的箭头形式如图 1—7，其宽度约等于图形中粗实线的宽度 b ，长度约为宽度的四倍。

(4) 当对称机件的图形只画出一半或略大于一半时，尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线，此时仅在尺寸线的一端画箭头（图 1—6 中的尺寸 54、76、 $\phi 15$ ）。

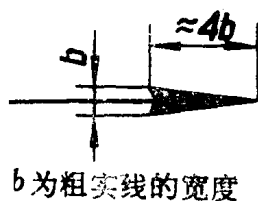


图 1—7

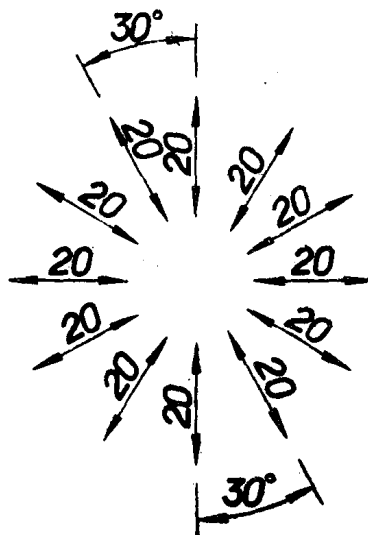


图 1—8

3. 尺寸数字

(1) 线性尺寸的数值一般应注写在尺寸线的上方。

(2) 图形中水平方向的尺寸数字, 书写时应字头朝上; 铅垂方向的尺寸数字字头应朝左(图1—6)。

(3) 倾斜位置的尺寸数字应按图1—8所示的方向书写, 并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸, 当无法避免时, 可按图1—9的形式标注。

(4) 尺寸数字不可被任何图线所通过, 否则必须将该图线断开, 如图1—6中的 $\phi 15$ 。

(5) 角度的数值一律写成水平方向, 一般注写在尺寸线的中断处(图1—10), 必要时也可按图1—11的形式标注。

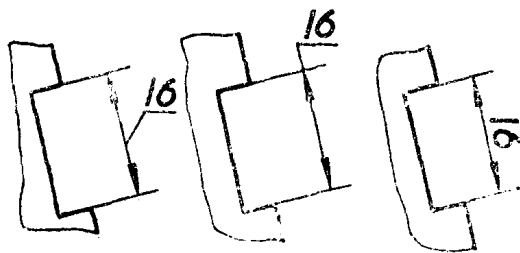


图 1—9

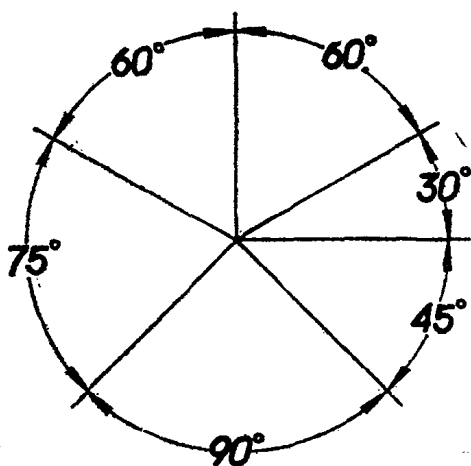


图 1—10

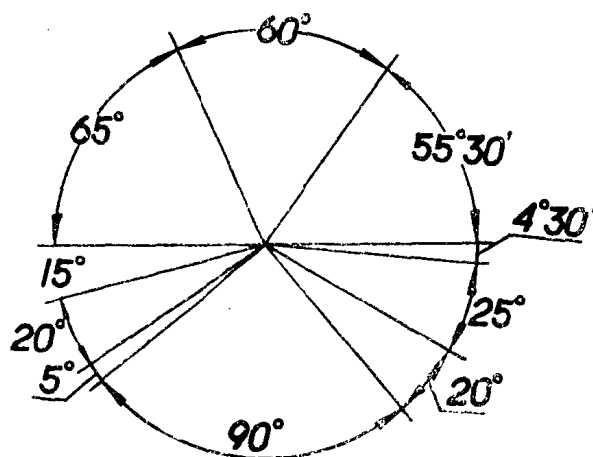


图 1—11

三、圆的直径和圆弧半径的尺寸注法

1. 标注直径尺寸时, 应在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”, 标注半径尺寸时, 应在尺寸数字前加注符号“ R ”, 标注球面的直径或半径时, 应在符号“ ϕ ”或“ R ”前再加注符号“ S ”(图1—12)。

2. 当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时, 可按图1—13a的形式标注, 若不需要标注其圆心位置时, 可按图1—13b的形式标注。

3. 在没有足够的位置画箭头或注写数字时, 可按图1—14的形式标注。

四、其它几种常见的符号及简化注法

1. 标注板状零件的厚度时, 可在数字前加注符号“ δ ”(图1—15)。

2. 相同的要素(如孔、槽等)可仅在一个要素上注出其尺寸和数量(图1—16); 在