

全国高等学校教学用书
(非机械类专业用书)

机械设计制图 (修订本)

唐保宁 倪宜平 主编



上海交通大学出版社

全国高等学校教学用书

机械设计制图

(修订本)

(非机械类专业用)

~~唐保宁~~ 倪宜平 主编

上海交通大学出版社

(沪)新登字 205 号

内 容 提 要

本书包括了“画法几何及机械制图”、“机械原理及零件”两门课程的基本内容，并围绕常用零部件的简易设计组成新的编写体系。

全书分四篇、共十八章及附录，其主要内容包括：制图基本知识，投影原理，图样画法，机械设计概论，零件的强度与刚度，公差与配合、形位公差和表面粗糙度，零件的连接，平面连杆机构，凸轮机构，带传动及链传动，齿轮传动，蜗杆传动，轴，轴承，轮系和减速器，弹簧，设计实例，成套图样分析，附录。还编有“机械设计制图习题集”与本书配套使用。

本书可作为高等院校工科非机械类或近机械类各专业的教材（学时数为130左右），亦可供有关工程技术人员参考。

机械设计制图(修订本)

出 版：上海交通大学出版社

(淮海中路 1984 弄 19 号)

发 行：新华书店上海发行所

印 刷：立信常熟印刷联营厂

开 本：787×1092(毫米) 1/16

印 张：21.25

字 数：527,000

版 次：1991年12月 第1版

印 次：1992年2月 第2次

印 数：6,401—10,900

科 目：259—298

ISBN 7-313-00963-11/TH·12

定 价：6.90 元

前 言

“机械设计制图”是将“画法几何及机械制图”和“机械原理及零件”两门课程，针对非机械类专业教学的特点与要求，围绕常用零部件的简易设计重新组合而成的一门新课程。

本书是总结了三年教学改革试点的经验，经修改和补充后编写的，全书分四篇，共十八章及附录。还另编了“机械设计制图习题集”配合本书使用。

本书把常用机构和通用零部件的工作原理、几何关系、设计和选用的基本方法、工作图绘制等内容结合在一起，组成了新的编写体系。本书突出设计制图的基本内容，并着重于结构分析，为此删减了一些公式的推导。全书采用国际单位制和我国最新颁发的国家标准。在与国际单位制不相抵触的原则下，保留了个别在国际上广泛流行的单位如 r/min ， N/mm^2 等。

在使用本书时可根据专业特点对内容、章节次序作适当的增删和调整。

本书由中国纺织大学部分教师编写，他们是：唐保宁（第五章、第六章、第七章、第八章、第九章、第十三章、第十四章、第十五章、第十六章及第十八章）、倪宜平（第四章、第十四章、第十七章、第十八章及附录）、施庆伟（第七章、第十章、第十一章及第十二章）、张秀妹（第一章、第二章及第三章）、吴大明（第十七章及附录）。并由唐保宁、倪宜平两同志担任主编。

在编写过程中曾得到张九垣、朱辉、徐锦华、毛子展、应全金、许宝璇、马和福、童伟昌、王继成、姜月玲等同志的热忱关怀、帮助和支持，谨此表示诚挚地谢意。

由于我们的水平有限，编写时间匆促，误漏欠妥之处在所难免，竭诚欢迎广大读者提出宝贵意见和建议。

编 者

一九八六年九月

修 订 说 明

本书自1987年出版以来，被许多院校采用作为教材。读者对本书提出了不少有益的意见和建议；1987年后国家又颁布了一些有关标准；加之教学改革不断发展，书中的内容也需作相应的修改和补充。这次修订除对原版的一些错误更正外，还对零件连接、设计实例和附录等内容作了重新编写。通过这次修订，本书将更能适应当前教学的需要。

本书在修订过程中，编者及有关同志进行了认真的讨论，参加上述内容编写的有中国纺织大学倪宜平(第七章)、许宝璇(第十七章)、童伟昌(附录及十八章部分图例)。马和福、姜月玲描绘了有关插图。本书的修订工作由倪宜平负责。

因修订本是在利用第一版纸型的基础上进行的，有极少量内容，如铸铁牌号、滚子链链号与新标准不尽一致，请读者使用时注意与附录中的有关新标准对照。

编 者

1991年7月

目 录

第一篇 制图基础

第一章 制图基本知识	(1)
§ 1—1 国家标准《机械制图》摘编.....	(1)
§ 1—2 平面图形画法.....	(10)
第二章 投影原理	(15)
§ 2—1 投影的基本概念.....	(15)
§ 2—2 点、直线、平面的投影.....	(16)
§ 2—3 立体的投影.....	(26)
§ 2—4 平面与曲面相交、两曲面相交.....	(31)
§ 2—5 组合体视图.....	(40)
第三章 图样画法	(52)
§ 3—1 视图.....	(52)
§ 3—2 剖视.....	(54)
§ 3—3 剖面.....	(63)
§ 3—4 局部放大图和简化画法.....	(65)
§ 3—5 图样画法应用举例.....	(67)
§ 3—6 第三角投影法简介.....	(69)

第二篇 机械设计基本知识

第四章 机械设计概论	(71)
§ 4—1 机械设计的基本要求和一般步骤.....	(71)
§ 4—2 机械零件结构设计概要.....	(73)
§ 4—3 机械零件常用材料及其选择.....	(76)
§ 4—4 钢的热处理和化学处理.....	(79)
第五章 零件的强度与刚度	(82)
§ 5—1 物体的受力分析.....	(82)
§ 5—2 内力与变形的基本形式.....	(89)
§ 5—3 拉伸、压缩和金属材料的机械性能.....	(91)
§ 5—4 剪切和圆轴的扭转.....	(96)
§ 5—5 梁的平面弯曲.....	(101)

§ 5—6 交变应力·····	(110)
第六章 公差与配合、形位公差和表面粗糙度 ·····	(113)
§ 6—1 公差与配合的基本概念·····	(113)
§ 6—2 公差与配合的基本规定·····	(115)
§ 6—3 公差与配合的选用·····	(118)
§ 6—4 形状和位置公差的标注·····	(121)
§ 6—5 表面粗糙度·····	(124)

第三篇 常用机构及零件的设计制图

第七章 零件的连接 ·····	(129)
§ 7—1 螺纹连接·····	(129)
§ 7—2 键联接和销联接·····	(138)
§ 7—3 焊接·····	(139)
§ 7—4 轴的联接及其装配图·····	(142)
第八章 平面四杆机构 ·····	(147)
§ 8—1 平面四杆机构的基本类型·····	(148)
§ 8—2 铰链四杆机构中曲柄存在的条件·····	(150)
§ 8—3 压力角、死点·····	(152)
§ 8—4 平面四杆机构设计·····	(153)
第九章 凸轮机构 ·····	(155)
§ 9—1 从动件常用的运动规律·····	(155)
§ 9—2 按给定的从动件运动规律绘制凸轮轮廓·····	(158)
§ 9—3 设计凸轮机构应注意的几个问题·····	(162)
§ 9—4 凸轮与滚子的材料和凸轮工作图·····	(166)
第十章 带传动及链传动 ·····	(168)
§ 10—1 带传动·····	(168)
§ 10—2 链传动·····	(178)
第十一章 齿轮传动 ·····	(189)
§ 11—1 齿轮传动的类型·····	(189)
§ 11—2 齿轮传动的平稳性·····	(190)
§ 11—3 标准直齿圆柱齿轮各部分名称及其基本尺寸·····	(192)
§ 11—4 一对渐开线齿轮的正确啮合和连续传动条件·····	(194)
§ 11—5 直齿圆柱齿轮公法线长度和根切现象·····	(196)
§ 11—6 轮齿的失效形式和齿轮材料·····	(197)
§ 11—7 直齿圆柱齿轮的强度计算·····	(198)
§ 11—8 圆柱齿轮的结构·····	(205)
§ 11—9 标准直齿圆柱齿轮的测绘·····	(206)

§ 11—10	斜齿圆柱齿轮传动	(208)
§ 11—11	直齿圆锥齿轮传动	(213)
第十二章	蜗杆传动	(218)
§ 12—1	蜗杆、蜗轮的正确啮合条件及主要参数	(218)
§ 12—2	蜗杆传动的尺寸计算	(221)
§ 12—3	蜗杆、蜗轮的材料及其结构	(222)
§ 12—4	蜗杆传动的强度计算	(223)
§ 12—5	蜗杆与蜗轮的画法	(226)
第十三章	轴	(228)
§ 13—1	轴的结构设计	(228)
§ 13—2	轴径的确定	(231)
§ 13—3	轴设计示例	(233)
§ 13—4	轴的工作图	(237)
第十四章	轴承	(239)
§ 14—1	向心滑动轴承	(239)
§ 14—2	支架及其工作图	(241)
§ 14—3	滚动轴承的类型和代号	(243)
§ 14—4	滚动轴承类型和尺寸选用	(246)
§ 14—5	滚动轴承组合设计	(247)
第十五章	轮系和减速器	(251)
§ 15—1	定轴轮系	(251)
§ 15—2	周转轮系	(253)
§ 15—3	减速器	(257)
第十六章	弹簧	(264)
§ 16—1	弹簧的功能及类型	(264)
§ 16—2	弹簧的制造和材料	(265)
§ 16—3	圆柱形拉伸、压缩螺旋弹簧的设计计算	(267)
§ 16—4	圆柱形螺旋弹簧工作图及其在装配图中的画法	(271)

第四篇 设计制图实例分析

第十七章	设计实例	(275)
§ 17—1	传动机构设计	(275)
§ 17—2	传动零件的设计计算	(279)
§ 17—3	减速器的结构设计	(282)
§ 17—4	绘制减速器装配图、拆画零件图	(287)
第十八章	成套图样分析	(294)

附 录

一、公差与配合.....	(310)
二、螺纹.....	(313)
三、螺栓.....	(315)
四、螺钉.....	(316)
五、双头螺柱.....	(318)
六、螺母.....	(319)
七、垫圈.....	(321)
八、键.....	(322)
九、销.....	(323)
十、滚动轴承.....	(324)
十一、常用金属材料及热处理名词解释.....	(327)
十二、滚子链.....	(332)

第一篇 制图基础

第一章 制图基本知识

图样是设计和制造机器的重要依据,是现代化生产中的重要技术资料。为了适应生产需要和便于国内、外技术交流,必须对图纸格式、图样画法、尺寸注法及所采用的符号等,建立统一的规定。新的国家标准《机械制图》于1985年7月1日起在全国实施。本章摘编其中部分内容,其余将在以后各章中分别叙述。此外本章还着重介绍平面图形,线段连接等画法。

§ 1—1 国家标准《机械制图》摘编

图纸的幅面及格式、比例、字体、图线、尺寸注法,在国家标准《机械制图》中,均作了规定,现分别介绍如下:

(一) 图纸幅面及格式

1. 图纸幅面尺寸

(1) 绘制图样时应优先采用表1—1规定的幅面尺寸如图1—1、图1—2所示。

(2) 需要装订的图样,其边框尺寸查表1—1,格式见图1—1、图1—2。不留装订边的图样A0、A1幅面四周边框宽度为20mm; A2、A3、A4、A5幅面边框宽度为10mm。

表1—1 图纸幅面(mm)

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

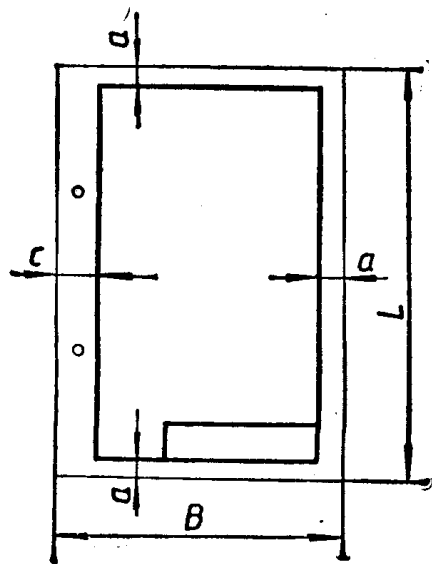


图 1—1

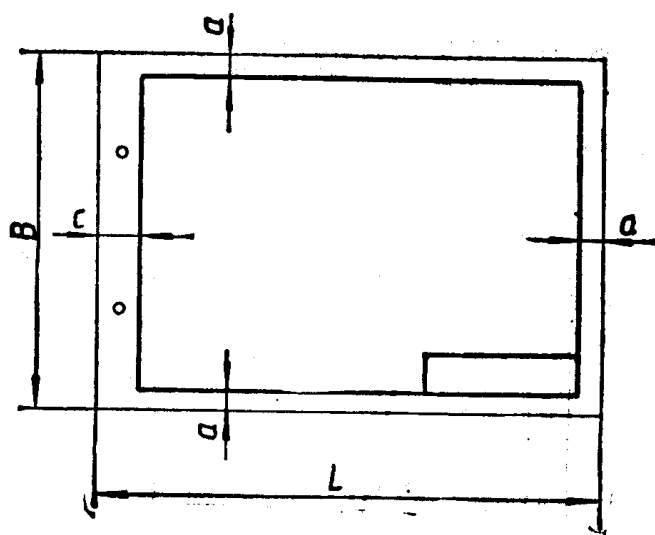


图 1—2

2. 标题栏及其方位

标题栏的格式和尺寸，已在图样管理制度中作了统一规定，一般在学校制图作业中可采用图 1—3 所示的格式和尺寸。

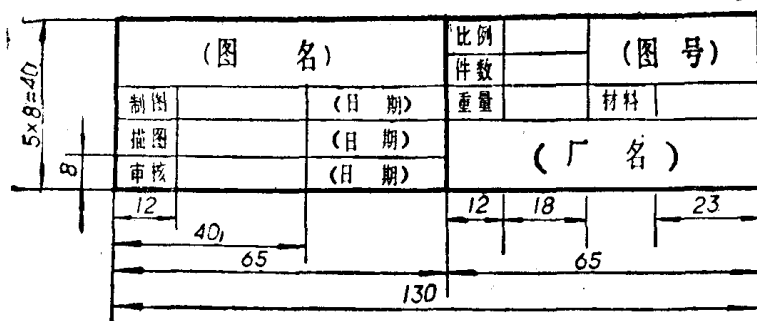


图 1—3

当图样需要装订时，标题栏的位置应按图 1—1、图 1—2 所示的方式配置，必要时亦可按图 1—4、图 1—5 的方式配置。

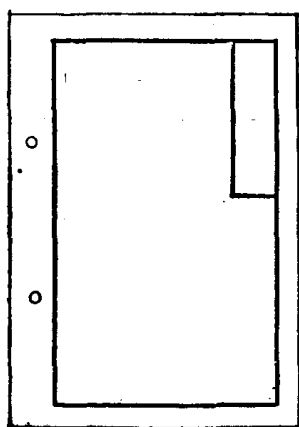


图 1—4

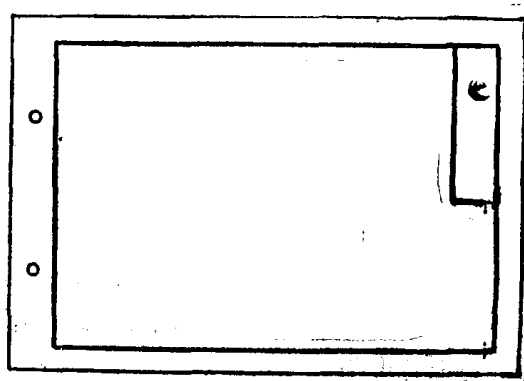


图 1—5

标题栏中的文字方向与读图的方向一致。

3. 图幅分区

如图 1—6、图 1—7 所示，必要时图幅可分区，以便查找图样中的内容和更改处等。

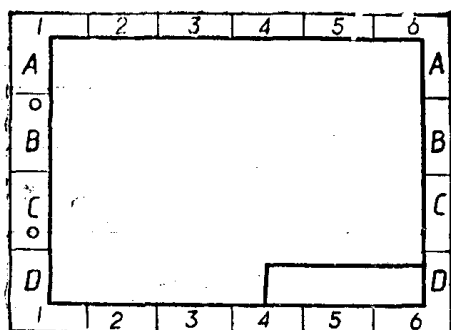


图 1—6

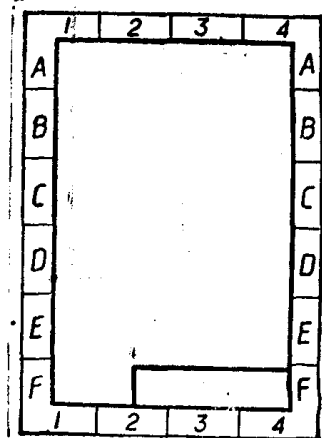


图 1—7

分区的数目应是偶数,分区线为细实线,分区的边长为25~150mm。在分区内,沿标题栏的长边方向从左到右采用直体阿拉伯数字;沿标题栏的短边方向从上到下用大写直体拉丁字母依次编号。编号顺序应从远离标题栏的一角开始,并在对应的边上重复注写一次,如图1—6、图1—7。

(二) 比例

绘制图样时,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比例。

(1) 绘图时,一般应采用表1—2中规定的比例。

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

(2) 绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏比例一栏中填写。当某个视图采用不同的比例时,应另行标注,如图1—8。

(3) 在绘制图形的直径或厚度等于或小于2mm的孔或薄片,以及较小的斜度和锥度时可将该部分不按比例而夸大画出。

(4) 图样中所注尺寸与所采用的比例无关。

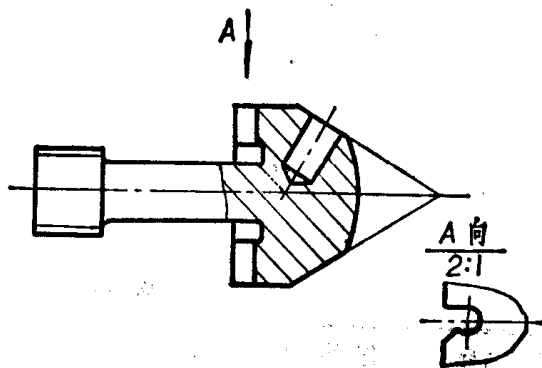


图 1—8

(三) 字体

(1) 图样上除了表示机件的形状和图形外,还需要用数字和文字来说明机件的大小和技术要求等。因此在图样上书写的字体都必须做到字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布的简化字。

(2) 字体的号数,即字体的高度(单位为毫米),分别为20、14、10、7、5、3.5、2.5七种。字体的宽度约等于字体高度的三分之二。

(3) 斜体字(外文、数字)字头应向右倾斜与水平约成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。字体的组合示例如图1—9。

(四) 图线及其画法

(1) 图线的种类和应用

绘制图样时,应采用表1—3所规定的图线。各种图线的主要用途如图1—10所示。

12H9 $\phi 45f5$ $\phi 60js7$ $\phi 84\frac{H7}{k6}$ $\phi 50\frac{0}{-0.025}$
 $\phi 30\frac{H8}{h7}$ $2 \times 45^\circ$ R3 ZG $\frac{1}{2}$ " $\frac{H}{2:1}$

IIIIIIIVVVIIVII VIIIIXX ϕ 1234567890

ABCDEFGHIJKLMN O PQRSTU VWXYZ

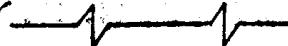
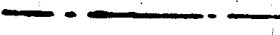
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz $\alpha \beta \gamma \delta \pi \varphi$

中文字体采用长仿宋体 写仿宋体要领
 横平竖直 注意起落 结构匀称 填满方格

图样和技术文件中书写的字必须做到
 字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

图 1-9

表1-3 图线及其应用

图线名称	图线的型式及代号	图线宽度	一 般 应 用
粗 实 线	 A	b	可见轮廓线、可见过渡线
细 实 线	 B	约b/3	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合剖面轮廓线、引出线、螺纹的牙底线及齿轮的齿根线、分界线及范围线、弯折线、辅助线、不连续的同—表面的连线、成规律分布的相同要素连线
波 浪 线	 C	约b/3	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
双 折 线	 D	约b/3	断裂处的边界线
虚 线	 F	约b/3	不可见轮廓线、不可见过渡线
细点划线	 G	约b/3	轴线、对称中心线、轨迹线、节圆及节线
粗点划线	 J	b	有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线	 K	约b/3	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线、假想投影轮廓线、中断线

注 常用图线宽度b(mm)为0.5、0.7、1、1.4。

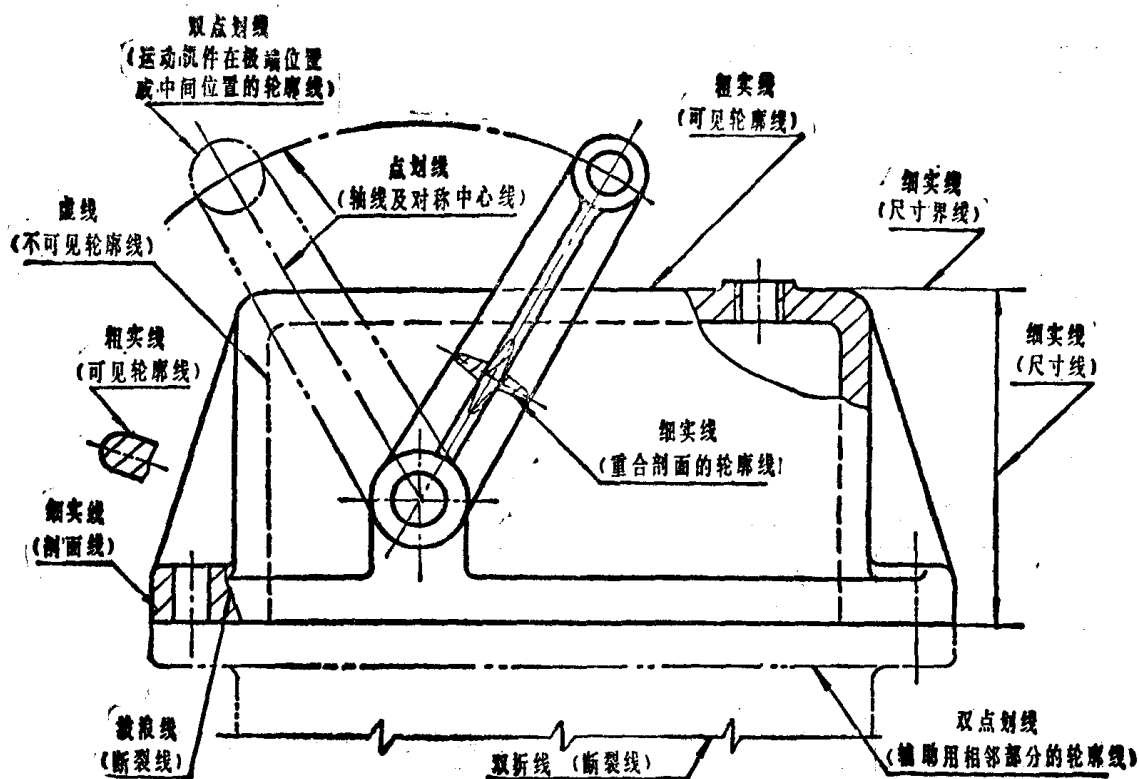


图 1—10

(2) 图线的画法

(a) 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应各自大致相等。

(b) 当两种或两种以上的图线重合时，其重合部分只需画出其中一种，其先后顺序确定为：可见轮廓线；不可见轮廓线；对称中心线；尺寸界线。

(c) 两条平行线（包括剖面线）之间的最小距离应不小于该图线的两倍宽度，其最小距离不得小于0.7mm。

(d) 绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点，点划线和双点划线的首末两端应是线段而不是短划。

(五) 剖面符号

(1) 在剖视和剖面图中，应采用表1—4规定的剖面符号。

(2) 由不同材料嵌入或粘贴在一起的成品，用其中主要材料的剖面符号表示，例如，夹丝玻璃的剖面符号可用玻璃的剖面符号表示；复合钢板的剖面符号，用钢板的剖面符号表示。

(3) 在零件图中，也可以用涂色代替剖面符号。

(4) 木材、玻璃、液体、迭钢片、砂轮及硬质合金等剖面符号，也可在外形视图中画出全部或一部分作为材料的标志。

表1-4 剖面符号

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

注 ①剖面符号仅表示材料的类别，材料的名称和代号必须另行注明。

②迭钢片的剖面线方向，应与束装中迭钢片的方向一致。

③液面用细实线绘制。

(六) 尺寸注法

图形只能表达机件的形状，而机件的大小还必须通过标注尺寸才能确定。标注尺寸时，应做到正确、完整、清晰、合理。

正确——符合国家标准的规定。

完整——标注齐全，不能遗漏也不能重复多余。

清晰——应标注在图形明显处，且布局整齐。

合理——标注尺寸，既符合设计要求，又要符合加工、测量、检验、装配等工艺要求。

1. 基本规则

在图样上标注尺寸时应画出尺寸界线、尺寸线，并填写尺寸数字如图1-11。

(1) 尺寸界线用细实线绘制。尺寸界线应自图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出，并略超出尺寸线的终端。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。

(2) 尺寸线用细实线绘制，轮廓线、轴线、对称中心线不能作尺寸线使用。

尺寸线终端可以有以下两种形式：

(a) 箭头 箭头适用于各种类型的图样。其形式如图 1—12 所示, 图中 b 为粗实线宽度。

(b) 斜线 斜线用细实线绘制, 其方向和画法如图 1—13 所示, 图中 h 为字高。当尺寸线的终端采用斜线形式时, 尺寸线与尺寸界线必须相互垂直, 如图 1—14 所示。

同一张图样中尽量采用一种尺寸线终端形式。当采用箭头时, 在地位不够的情况下允许用圆点或斜线代替箭头。

(3) 尺寸数字 线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方, 也允许注写在尺寸线的中断处, 当位置不够时也可引出标注如图 1—11 中 $4-\phi 4$ 。

线性尺寸数字的方向, 一般应按表 1—5 中所示方向注写, 即水平和倾斜方向的数字,

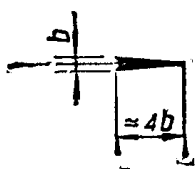


图 1—12

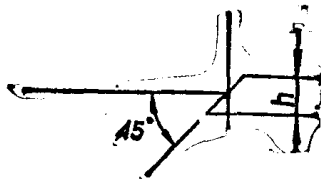


图 1—13

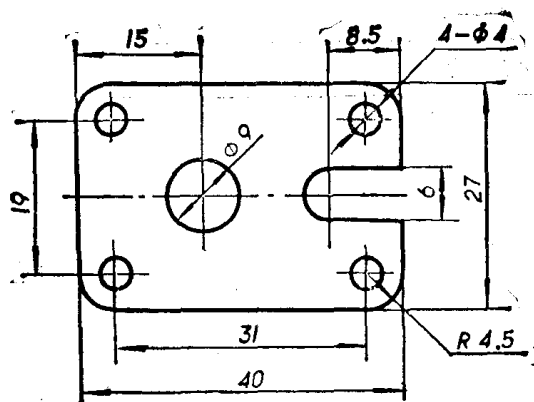


图 1—11

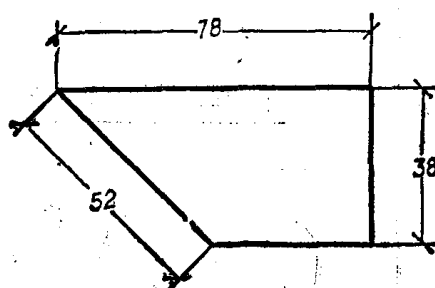


图 1—14

字头向上, 垂直方向的数字字头向左。对于非水平方向的线性尺寸, 其数字可水平地注写在尺寸线的中断处, 如图 1—14 所示。但在一张图样中, 应尽可能采用一种方法。

角度的数字一律写成水平方向, 如表 1—5 所示。

尺寸注法示例及有关规则列于表 1—5。

2. 尺寸注法原则

(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。

表1—5 尺寸注法

标注内容	图 例	说 明
线性尺寸 的 注 法		标注线性尺寸时, 尺寸线必须与所标注的线段平行。

标注内容	图 例	说 明
线性尺寸 的 注 法		尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜。 在光滑过渡处标注尺寸时，必须用细实线将轮廓线延长，从它们的交点处引出尺寸界线。
		线性尺寸数字应按左图所示方向注写，并尽量避免在图示30°范围内标注尺寸。
		当无法避免在30°范围内标注尺寸时，可按左图的形式标注。
角 度 的 注 法		角度的数字一律写成水平方向，一般注写在尺寸线的中断处，必要时可以写在尺寸线的上方或外面，也可引出标注。尺寸线用圆弧绘画，圆心即角度的顶点。
直径和圆 弧半径尺 寸的注法		圆的直径和圆弧半径的尺寸线终端应画成箭头，并按左图绘制。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”。