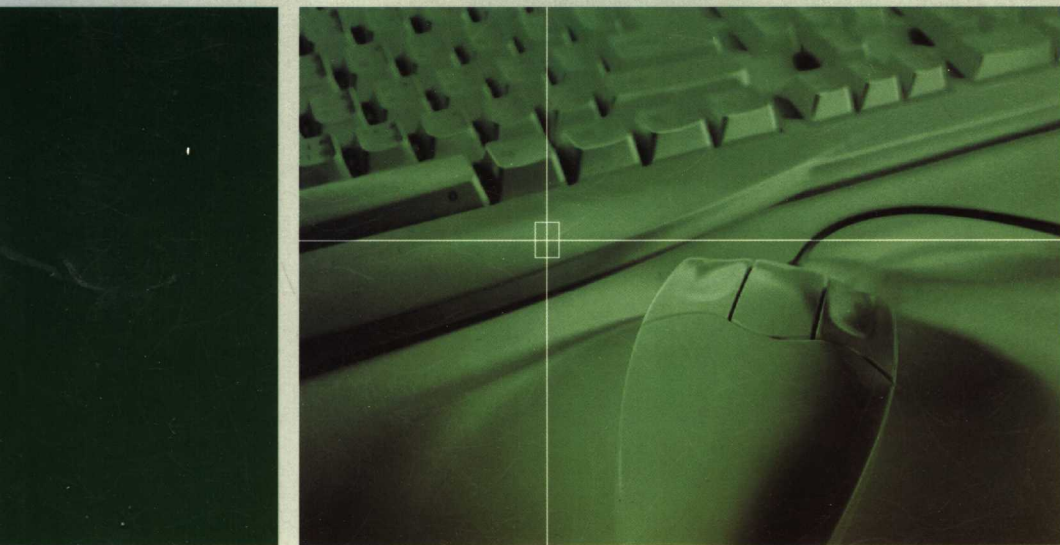


机械制图与计算机绘图

Jixie Zhitu yu Jisuanji Huitu



主编 ◆ 邵剑平



21 世纪高等职业技术教育规划教材——机电类

机械制图与计算机绘图

主编 邵剑平

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 简 介

本教材属于“21 世纪高等职业技术教育规划教材——机电类”系列教材，共分十一章，第一至三章介绍制图的基本知识、原理和技能，第四至七章介绍投影作图基础，第八至十一章介绍机械制图。本书突出机械制图与计算机绘图内容的相互渗透、有机结合，体现出计算机是制图的工具之一，讲授的计算机绘图内容以应用为主，相关的实体造型可帮助学生提高读图能力。

本书的编写严格遵守最新国家标准，包括《机械制图》、《技术制图》及相关 CAD 的制图标准。

本书配有相应的习题集，可作为高、中等职业技术教育机电类各专业的制图教材。

图书在版编目 (C I P) 数据

机械制图与计算机绘图 / 邵剑平主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2006.9

21 世纪高等职业技术教育规划教材. 机电类

ISBN 7-81104-353-X

I. 机... II. 邵... III. ①机械制图—高等学校: 技术学校—教材②自动绘图—高等学校: 技术学校—教材
IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 092055 号

21 世纪高等职业技术教育规划教材——机电类

机械制图与计算机绘图

主 编 邵剑平

责任编辑	唐元宁
封面设计	本格设计
出版发行	西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号)
发行部电话	028-87600564 87600533
邮 编	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	四川森林印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm×260 mm
印 张	20.5
字 数	506 千字
版 次	2006 年 9 月第 1 版
印 次	2006 年 9 月第 1 次印刷
印 数	1—3 000 册
书 号	ISBN 7-81104-353-X
定 价	29.80 元

图书如有印装问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

21 世纪高等职业技术教育规划教材——机电类

编 委 会

主 任 张 雪

副主任 郭晋荣

成 员 （按姓氏笔画为序）

张 龙 张爱民 李益民 李雪芳

连苏宁 邵剑平 武可庚 祖国庆

赵建英 徐汇音 陶若冰

前 言

随着科学技术的发展,社会对人才的要求进一步提升,需要大量有一定理论基础且实践能力强的工程技术人才。高等职业技术教育是高等教育的三个层次之一,是以培养高等技术应用型人才为目标的。

本书系“21世纪高等职业技术教育规划教材——机电类”系列教材之一。在编写过程中,总结了一些院校近年来制图课程改革的成果和经验,针对培养对象的具体情况,将本学科传统的内容与计算机绘图等有机结合。为适应新世纪高等职业技术教育,本书具有如下特点:

(1) 教材内容体系适合高职特点,以应用为目的,以必需、够用为度,以掌握概念、强化应用为教学重点。

(2) 计算机绘图已成为工程类应用型人才必备的基本素质之一,本书的一大特点就是将传统的制图与计算机绘图有机结合。在讲二维几何作图时就以计算机绘图为主,不仅有助于学生打下 CAD 基础,还能提高其学习兴趣。遵循从三维立体到二维图形的认识规律,将截交、相贯、组合体与三维实体造型结合起来,使许多难理解的内容变得更容易、更直观,学生的空间想像和逻辑思维能力也在学习的过程中不断提高。同时通过补图、补线、绘制轴侧图、绘制三维造型图等练习手段,强化对学生读图能力的培养。

(3) 参考了最新的国家标准,包括《机械制图》、《技术制图》及相关 CAD 的制图标准。

(4) 在编排上,将有关标准和手册上的数据表格插入到正文中,建立标准数据的概念,为学生以后的设计工作打好基础。

(5) 本书内容翔实,图例丰富,并配有《机械制图习题集》。

全书由邵剑平主编,参加编写的人员有:西安铁路职业技术学院冯岩(第九章)、张秀红(第二章),太原铁路机械学校要文利(第八章),苏州经贸职业技术学院范训慧(第五、六章),苏州建设交通高等职业技术学校张金花(第四章),苏州机电高等职业技术学校邵剑平(第一、三章)、葛菊英(第七章)、章红梅(第十、十一章)。

全书由苏州大学芮延年教授主审。

在编写过程中参考了国内一些同类著作,在此向有关作者表示感谢。由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2006年8月

编写说明

1. 本课程的研究对象及作用

在工业生产中,根据投影原理、标准和有关规定表示工程对象,并有必要的技术说明的图称为图样。随着科学技术的发展,图样在工程技术上的作用显得越发重要,它不仅是指导生产的重要技术文件,也是进行技术交流的重要工具,它还是信息的载体,传递着设计的意图,集合了加工制造的指令,是工程界共同的技术语言。

机械制图就是研究如何运用正投影原理,绘制和阅读机械工程图样的课程。主要内容有正投影理论、国家制图标准的有关规定,以及各种绘图技术的运用等。

2. 本课程的基本任务

- (1) 学习正投影的基本理论及其应用,具有图解空间几何问题的初步能力。
- (2) 培养和发展学生的空间想像、逻辑思维与形象思维的能力,以及分析问题与解决问题的能力。
- (3) 培养绘制和阅读机械工程图样的能力。
- (4) 学习贯彻国家制图标准及其他有关规定,具有查阅有关标准和手册的能力。
- (5) 培养用计算机绘图、仪器绘图和手工绘制草图的能力。
- (6) 培养严谨的工作态度和一丝不苟的工作作风。

3. 本课程的学习方法

(1) 本课程是一门既有系统理论,又注重实践的技术基础课。因此,学习本课程应坚持理论联系实际,即对投影理论的理解与绘图、看图技能的训练要相辅相成,互相促进。

在投影理论的指导下去看图,并通过一定数量的画图、读图练习,反复实践,才能掌握本课程的基本原理和方法。

(2) 注意画图与看图相结合,物体与图样相结合,逐步培养空间逻辑思维与形象思维的能力;可以利用 AutoCAD 三维绘图功能,多绘制物体的三维图,理解三维立体与二维平面投影之间的转换,在头脑中逐渐架起二维与三维沟通的桥梁。

(3) 认真听课,及时复习,独立完成作业;同时,注意正确使用绘图仪器,熟练掌握 AutoCAD 绘图方法,不断提高绘图技能和绘图速度。

(4) 在绘图中,严格遵守国家标准,包括《机械制图》、《技术制图》及相关 CAD 的制图标准,培养自己的标准意识。

(5) 在学习过程中,应培养自学能力和创新能力,养成认真工作的好习惯,这是 21 世纪工程技术人员的必备素质。

目 录

第一章 制图标准的基本知识	1
第一节 制图标准的基本规定	1
第二节 图线及画法	7
第三节 尺寸注法	8
第四节 CAD 制图规则	13
第二章 AutoCAD 基础	16
第一节 AutoCAD 文件命令与坐标输入	16
第二节 基本绘图命令	19
第三节 基本编辑命令	28
第四节 图形的设置	35
第五节 综合应用	41
第三章 几何作图	44
第一节 基本作图方法	44
第二节 圆弧连接	51
第三节 平面图形的绘制方法	55
第四节 平面图形的 CAD 尺寸标注	57
第四章 正投影基础	61
第一节 正投影法和三视图	61
第二节 点的投影	66
第三节 直线的投影	70
第四节 平面形的投影	75
第五节 基本几何体及表面点、线的投影	83
第六节 带切口基本体的投影及尺寸标注	93
第五章 轴测图与三维实体造型	101
第一节 轴测图	101
第二节 基本三维实体的绘图命令	113
第三节 三维实体造型的基本知识	116
第四节 布尔运算	121
第五节 实体的编辑命令	122
第六节 用户坐标系	124

第六章 几何体表面交线	131
第一节 截交线	131
第二节 相贯线	138
第三节 截割体与相贯体的实体造型	144
第七章 组合体	152
第一节 组合体的形体分析	152
第二节 组合体的视图画法	155
第三节 组合体视图的尺寸标注	157
第四节 组合体的实体造型	162
第五节 组合体视图的阅读方法	169
第八章 图样画法	177
第一节 视 图	177
第二节 剖视图	182
第三节 断面图	191
第四节 AutoCAD 中的图形填充	194
第五节 其他表达方法	197
第六节 各种表达方法的综合运用举例	202
第七节 第三角投影简介	204
第九章 零件图	207
第一节 概 述	207
第二节 零件图的视图选择	208
第三节 零件图的尺寸标注	210
第四节 零件图上的技术要求	214
第五节 尺寸及技术要求在 AutoCAD 中的标注	223
第六节 零件图上的螺纹结构	232
第七节 零件图上的工艺结构	240
第八节 读典型零件图	243
第十章 标准件与常用件	249
第一节 螺纹紧固件	249
第二节 齿 轮	262
第三节 键与销	273
第四节 滚动轴承	281
第五节 弹 簧	287
第六节 AutoCAD 中的图块及其属性	289
第十一章 装配图	298
第一节 概 述	298

第二节	装配图的表达方法	300
第三节	装配图的尺寸标注	303
第四节	装配图中零件的编号、明细栏及技术要求	304
第五节	部件测绘和装配图的绘制	305
第六节	读装配图及拆画零件图	311
第七节	AutoCAD 中装配图的画法	313
参考文献		315

第一章 制图标准的基本知识

图样是现代工业生产的重要技术文件，是科学技术交流的重要工具，被称为工程语言。为便于生产、管理和交流，需对图样各个方面作出统一的规定。我国于 1959 年首次颁布了适用于机械图样的国家标准《机械制图》，1993 年又颁布了国家标准《技术制图》作为各种工程图样通用的技术标准，这些标准是绘制和阅读机械图样的准则和依据。

国家标准简称“国标”，以汉语拼音的缩写“GB”为代号。例如 GB/T17453—2005，其中“T”表示为推荐性标准，“17453”是标准顺序号，“2005”是标准批准年号。随着科学技术的发展和经济建设的需要，标准会被适时修订。

本章主要介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》以及 CAD 制图规则中的基本内容，其余部分将在以后相关章节中分别介绍。

第一节 制图标准的基本规定

一、图纸幅面及标题栏

为了便于图样的绘制、使用和保管，技术图样均应画在规定幅面和格式的图纸上。

1. 图纸幅面尺寸和代号（GB/T 14689—1993）

绘制图样时，应优先采用表 1.1 所规定的基本幅面，必要时，也允许选用国家标准所规定的加长幅面。这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1.1 图纸幅面尺寸 (单位: mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 $B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
c	10			5	
a	25				
e	20		10		

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式如图 1.1 所示，分为留有装订边和不留装订边两种，但同一产品的图纸只能采用一种格式。

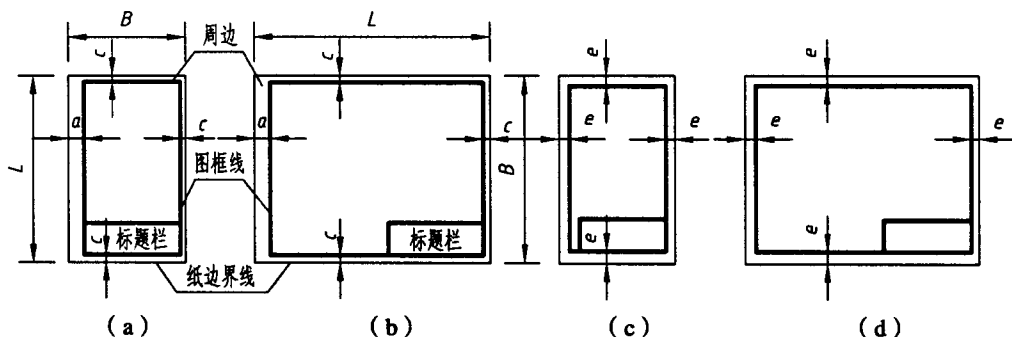


图 1.1 图框格式

(1) 留有装订边的图纸的图框格式如图 1.1 (a)、(b) 所示, 图中尺寸 a 、 c 按表 1.1 的规定选用。

(2) 不留装订边的图纸的图框格式如图 1.1 (c)、(d) 所示, 图中尺寸 e 按表 1.1 的规定选用。

(3) 加长幅面图纸的图框尺寸,按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如 A2×3 的图框尺寸,按 A1 的图框尺寸确定,即 e 为 20 (或 c 为 10),而 A3×4 的图框尺寸,按 A2 的图框尺寸确定,即 e 为 10 (或 c 为 10)。

(4) 为了复制或微缩摄影时定位方便, 可在图纸各边长的中点处分别画出对中符号。对中符号是一段粗实线, 长度从纸边界开始至伸入图框内约 5 mm。

3. 标题栏及其方位 (GB/T 10609.1—1989)

(1) 标题栏的格式和尺寸按 GB/T 10609.1—1989 的规定,一般由更改区、签字区、其他区、名称及代号区组成,如图 1.2 所示,也可按实际需要增加或减少,制图作业的标题栏建议用简化格式。

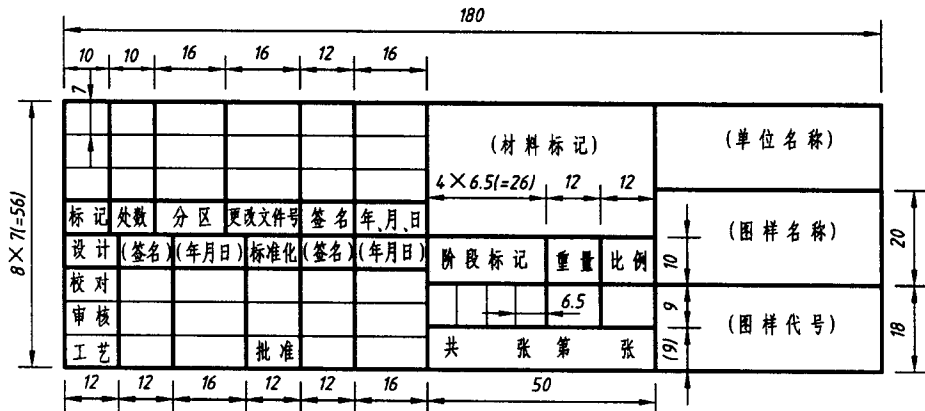


图 1.2 标题栏的格式及尺寸

(2) 通常在 A4 图纸竖放, 其他基本幅面图纸横放时, 标题栏的位置应位于图纸的右下角, 如图 1.1 所示。标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时, 构成 X 型图纸, 如图 1.1 中的 (b)、(d) 所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时, 则构成 Y 型图纸, 如图 1.1 中的 (a)、(c) 所示, 在此情况下看图的方向与标题栏的方向一致, 即以标题栏中的文字方向为看图方向。

(3) 考虑利用预先印制的图纸, 允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用, 如图 1.3 (a) 所示; 或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用, 如图 1.3 (b) 所示。但为了明确绘图与看图时图纸的方向, 应在图纸下边的对中符号处画一个方向符号。方向符号是用细实线绘制的等边三角形, 其大小和所处的位置如图 1.3 (c) 所示。

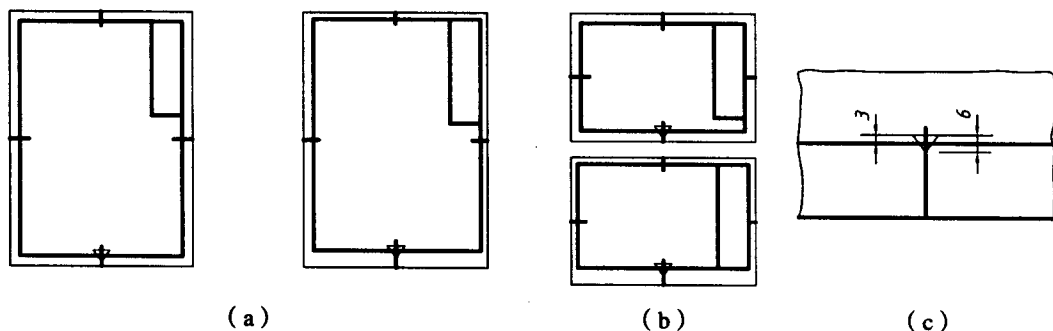


图 1.3 图纸的另一种配置方式及方向符号

4. 图幅分区 (GB/T 14689—93)

(1) 必要时, 可以用细实线在图纸周边内画出分区, 如图 1.4 所示。

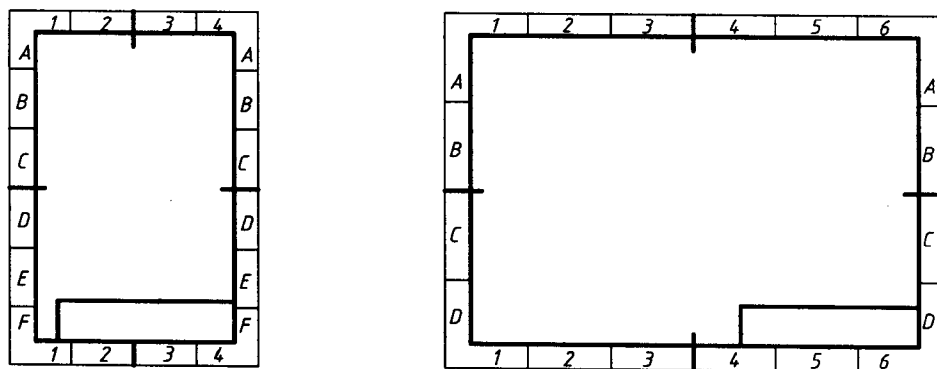


图 1.4 图幅分区

(2) 图幅分区数目按图样的复杂程度确定, 但必须取偶数。每一分区的长度应在 25~75 mm 之间选择。

(3) 分区的编号, 沿上下方向 (按看图方向确定图纸的上下和左右) 用大写拉丁字母从上到下顺序编写; 沿水平方向用阿拉伯数字从左到右顺序编写。当分区数超过拉丁字母的总数时, 超过的各区可用双重字母编写, 如 AA、BB、CC 等。拉丁字母和阿拉伯数字的位置应尽量靠近图框线。

(4) 在图样中标注分区代号时, 分区代号由拉丁字母和阿拉伯数字组成, 字母在前数字在后并排书写, 如 B3、C5 等。当分区代号与图形名称同时标注时, 则分区代号写在图形名称的后面, 中间空出一个字母的宽度, 例如 E—E A7。

二、比例 (GB/T 14690—1993)

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。比值为 1 的比例称为原值比例, 即 1 : 1。比值大于 1 的比例称为放大比例, 如 2 : 1 等。比值小于 1 的比例称为缩小比例, 如 1 : 2 等。

比例的选择一般应与图纸幅面的选择同时考虑, 以能充分而清晰地表达机件的结构形状, 又能合理利用图纸幅面为基本原则。在此前提下, 具体根据机件的尺寸大小和结构形状的复杂程度选用比例。

绘图时应采用表 1.2 中规定的比例, 最好选用原值比例, 然后考虑优先选取的比例系列, 必要时也可选用允许选取的放大或缩小比例。但不论放大还是缩小比例, 图样上的尺寸数字都应按机件的真实大小标注。

表 1.2 标准比例

种类	比 例	
	优 先 选 取	允 许 选 取
原值比例	1 : 1	
放大比例	5 : 1 2 : 1	4 : 1 2.5 : 1
	$5 \times 10^n : 1$ $2 \times 10^n : 1$ $1 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1$ $2.5 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6
	$1 : 2 \times 10^n$ $1 : 5 \times 10^n$ $1 : 1 \times 10^n$	$1 : 1.5 \times 10^n$ $1 : 2.5 \times 10^n$ $1 : 3 \times 10^n$ $1 : 4 \times 10^n$ $1 : 6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

同一机件的各个视图应采用相同比例, 并在标题栏“比例”一项中填写所用的比例。当机件上有较小或较复杂的结构需用不同比例时, 可在视图名称的下方标注比例, 如图 1.5 所示。

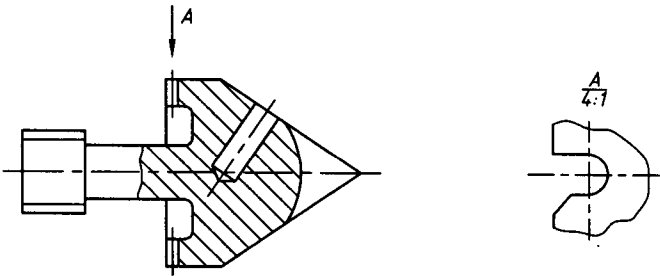


图 1.5 不同比例的标注

三、字体 (GB/T 14691—1993)

书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体高度（用 h 表示）的公称尺寸系列为：1.8 mm, 2.5 mm, 3.5 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm, 20 mm。如果要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。图样中字体可分为汉字、字母和数字。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体，并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 应不小于 3.5 mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。书写长仿宋体的要点为：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。长仿宋体字的示例如下：

10 号字

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

7 号字

横平竖直注意起落结构匀称填满方格

5 号字

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

3.5 号字

螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝棉麻化纤

2. 字母及数字

字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度为字高的 1/14；B 型字体的笔画宽度为字高的 1/10。在同一图样上，只允许选用一种字型。一般采用 A 型斜体字，斜体字字头与水平线向右倾斜 75°。以下字例为 A 型斜体字母及数字和 A 型直体拉丁字母：

拉丁字母大写斜体

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

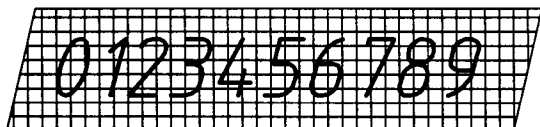
Q R S T U V W X Y Z

拉丁字母小写斜体

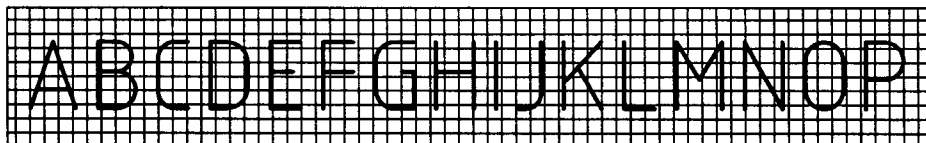
a b c d e f g h i j k l m n o p

q r s t u v w x y z

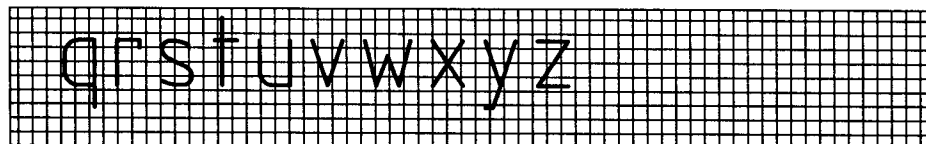
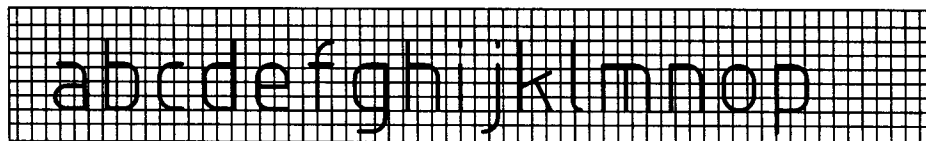
阿拉伯数字斜体



拉丁字母大写直体



拉丁字母小写直体



3. 字母组合应用示例

(1) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的字母及数字，一般采用小一号字体，其应用示例如下：

$$10^3 \quad S^{-1} \quad D_1 \quad T_d \quad \phi 20_{-0.023}^{+0.010} \quad 7^{\circ \pm 1'}_{-2^{\circ}} \quad \frac{3}{5}$$

(2) 图样中的数学符号、计量单位符号以及其他符号、代号应分别符合国家标准有关法令和标准的规定。量的符号是斜体，单位符号是直体，如 m/kg ，其中 m 为表示质量的符号，应用斜体，而 kg 表示质量的单位符号，应是直体。例如：

$$l/mm \quad m/kg \quad 460 \text{ r/min} \quad 380 \text{ kPa}$$

(3) 其他应用示例如下：

$$10J_55(\pm 0.003) \quad M24-6h$$

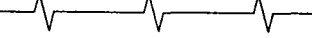
$$\phi 25 \frac{H6}{m5} \quad \frac{II}{2:1} \quad \frac{A}{5:1} \quad \frac{6.3}{\nabla}$$

第二节 图线及画法

一、图线的形式及用途

国家标准《技术制图 图线》(GB/T 17450—1998)规定了工程图样中各种图线的名称、形式及其画法。国家标准《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002)规定了机械图样中采用的各种线型及其应用场合。机械制图所用的 9 种线型见表 1.3。

表 1.3 机械制图的线型及其应用

图线名称	图线形式	应用举例
粗实线		可见轮廓线, 相贯线
细实线		尺寸线, 尺寸界线, 剖面线 重合断面的轮廓线
波浪线		断裂处的边界线
双折线		断裂处的边界线
粗虚线		允许表面处理的表示线
细虚线		不可见轮廓线
细点画线		轴线, 对称中心线
粗点画线		限定范围表示线
细双点画线		相邻辅助零件的轮廓线, 可动零件的 极限位置轮廓线, 轨迹线

二、线 宽

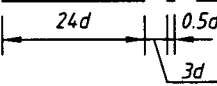
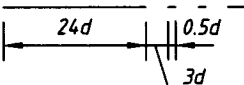
所有线型的图线宽度(d)在下列数系中选择: 0.13 mm, 0.18 mm, 0.25 mm, 0.35 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1 mm, 1.4 mm, 2 mm。在同一图样中, 同类图线的宽度应一致。

GB/T 4457.4—2002 中明确规定, 在机械图样中采用粗细两种线宽, 它们之间的比例为 2:1。当粗线的宽度为 d 时, 细线的宽度为 $d/2$ 。机械制图中的粗线宽度通常选择 0.5 mm 或 0.7 mm。

三、图线画法

(1) 虚线、点画线和细双点画线的线段长短和间隔应各自大致相等, 在图样中要显得匀称协调。点、短间隔、画、长画之间的比例见表 1.4。

表 1.4 部分线型规格

图线名称	图线规格
虚线	
细点画线	
细双点画线	

(2) 除非另有规定, 两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7 mm。

(3) 细点画线和细双点画线的首末端一般应是长画而不是点, 细点画线应超出图形轮廓 2~5 mm。当图形较小难以绘制细点画线时, 可用细实线代替细点画线, 如图 1.6 所示。

(4) 如图 1.7 所示, 细点画线或细虚线与粗实线、细虚线、细点画线相交时, 一般应以线段相交, 不留空隙; 当细虚线是粗实线的延长线时, 粗实线与细虚线的分界处应留出空隙。

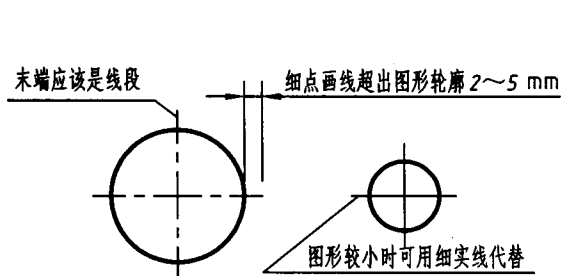


图 1.6 细点画线的画法

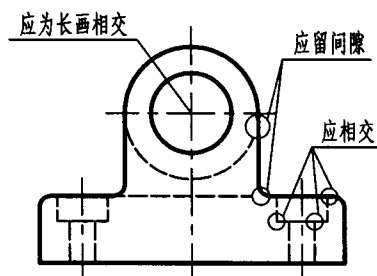


图 1.7 细点画线或细虚线与其他图线的关系

第三节 尺寸注法

图形只能表达机件的结构形状, 机件的大小由标注的尺寸确定。标注尺寸时, 应严格遵守国家标准有关尺寸注法的规定, 做到正确、完整、清晰、合理。本节主要介绍《机械制图 尺寸注法》(GB/T 4458.4—2003) 和《技术制图 简化表示法 第 2 部分: 尺寸注法》(GB/T 16675.2—1996)。

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依据, 与图形的大小及绘图的准确度无关。