



工程制图

冯世瑶 刘 新 李亚萍 主编

清华大学出版社



工程制图

冯世瑶 刘 新 李亚萍 主编

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书以教育部“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”为指导,从高等独立院校的教学实际出发编写而成。内容包括:制图的基本知识;制图的基本原理;基本体及其表面截交线;组合体的三视图;轴测图;工程形体的常用表达方法;常用工程图样介绍;AutoCAD绘图等。与许永年等主编的《工程制图习题集》配套使用。

本书适合计算机、光电子信息、电气工程、工程管理、应用型理科及相关专业使用,也可供高等专科学校及高等职业技术学院、网络大学、函授大学、职工大学等相关专业使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/冯世瑶,刘新,李亚萍主编. —北京:清华大学出版社,2007.9

ISBN 978-7-302-15541-6

I. 工… II. ①冯…②刘…③李… III. 工程制图 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 096741 号

责任编辑:梁 毅

责任校对:白 蕾

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:17.25 字 数:402 千字

版 次:2007 年 9 月第 1 版 印 次:2007 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:25.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:022484-01

前 言

本教材以教育部“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”为指导,从高等独立院校的教学实际出发编写而成;与许永年主编的《工程制图习题集》配套使用。适用于计算机、光电子信息、电气工程、工程管理、应用型理科及相关专业,课内学时数为40~60。

本教材编写原则是:打好必要基础、保证主干内容、注重实践环节、体现电类特点。具体说明如下。

1. 本教材侧重于体的投影分析及作图方法。对于点、线、面投影及线面关系的理论基础,只限于“必要”和“够用”。
2. 为方便学生自学和预、复习,每章前面有内容提要;结尾有复习思考题。选取的例题尽量典型;作图步骤伴有立体图对照;文字力求精练、流畅。
3. 为满足结合专业的需要,专业工程图样中除机械图外,还介绍了房屋建筑图、电气图、焊接件图的基本知识,以供选用。
4. 全书采用了已发布的最新国家标准。
5. 考虑到各专业对“计算机绘图”有不同的要求和安排,本教材将 AutoCAD 绘图独立成章。既可以在本课程内学习(要适当增加课内和上机的学时),也可以放到后续课程中学习。

本教材由冯世瑶、刘新、李亚萍主编。参加本教材编写的有:许永年(第1、2章)、李亚萍(第3、4章)、刘新(第5、8章)、冯世瑶(第6章)、谭琼(第7章、附录)等。袁静芳为本书作了部分图形绘制和文字打印录入工作。武汉大学丁宇明教授对全书进行了认真仔细地审阅,提出了许多宝贵意见和建议,在此深表感谢。

本教材在编写过程中,参阅了一些已出版的同类教材,在此向这些教材的作者表示感谢。

书中有错误或不当之处,敬请批评指正。

编 者

2007年8月

目 录

绪论	1
第 1 章 制图的基本知识	2
1.1 制图的基本规定	2
1.1.1 图纸幅面和格式	2
1.1.2 比例	3
1.1.3 字体	4
1.1.4 图线	5
1.1.5 尺寸注法	7
1.2 绘图工具及其使用	12
1.2.1 图板、丁字尺和三角板	12
1.2.2 绘图仪器	13
1.2.3 铅笔	14
1.3 几何作图	15
1.3.1 等分已知线段	15
1.3.2 正多边形的作法	15
1.3.3 斜度和锥度	16
1.3.4 圆弧连接	17
1.3.5 椭圆的画法	18
1.4 平面图形的分析和画图步骤	19
1.4.1 平面图形的尺寸分析	19
1.4.2 平面图形的线段分析和绘制线段的程序	20
1.4.3 平面图形的尺寸标注示例	20
1.5 绘图的 3 种方式简介	21
1.5.1 尺规绘图的一般步骤和方法	22
1.5.2 徒手绘图的方法	22
1.5.3 计算机绘图	23
复习思考题	24
第 2 章 制图的基本原理	25
2.1 投影法的基本知识	25
2.1.1 投影法的概念	25
2.1.2 投影法的种类	25
2.1.3 投影法的应用	26
2.2 投影与视图	27
2.2.1 概述	27

2.2.2 三视图的形成及其投影关系	27
2.3 几何元素的投影分析	29
2.3.1 点的投影	29
2.3.2 直线的投影	32
2.3.3 平面的投影	39
复习思考题	46
第3章 基本体及其表面截交线	47
3.1 平面立体及其表面截交线	47
3.1.1 平面立体投影及表面上取点、取线	47
3.1.2 平面立体表面截交线的投影	50
3.2 回转体及其表面截交线	54
3.2.1 回转体表面特性及其投影	54
3.2.2 回转体表面上取点、取线	56
3.2.3 回转体表面上截交线	60
3.2.4 复合回转体的投影及表面截交线	68
复习思考题	72
第4章 组合体的三视图	73
4.1 组合体及其形体分析	73
4.1.1 组合体的组合方式	73
4.1.2 组合体表面连接形式	74
4.1.3 组合体的形体分析法和线面分析法	76
4.2 立体表面的相贯线	78
4.2.1 相贯线的性质	78
4.2.2 求解相贯线的一般方法	79
4.2.3 相贯线的特殊情况	85
4.2.4 多体相贯	87
4.2.5 相贯线的简化画法	88
4.3 画组合体的三视图	88
4.4 看组合体的视图,构想空间形体	93
4.4.1 看图要点	94
4.4.2 看图的基本步骤	96
4.4.3 看图实例	98
4.5 基本体和组合体的尺寸标注	102
复习思考题	107
第5章 轴测图	108
5.1 轴测图概述	108

5.1.1 轴测图的形成	108
5.1.2 轴测图术语	108
5.1.3 轴测投影的特性	109
5.1.4 轴测图的分类	109
5.2 正等轴测图的画法	109
5.2.1 正等轴测图的轴间角和轴向伸缩系数	109
5.2.2 正等轴测图的画法举例	110
5.3 斜二等轴测图的画法	114
5.3.1 斜二等轴测图的轴间角和轴向伸缩系数	114
5.3.2 作平行于坐标面圆的斜二测	115
复习思考题	116
第6章 工程形体的常用表达方法	117
6.1 视图	117
6.1.1 基本视图	117
6.1.2 向视图	118
6.1.3 局部视图	118
6.1.4 斜视图	119
6.1.5 第三角投影简介	120
6.2 剖视图	122
6.2.1 剖视图的概念	122
6.2.2 剖视图的画法	122
6.2.3 画剖视图应注意的几个问题	124
6.2.4 剖视图的分类	125
6.2.5 剖视图的剖切面	127
6.3 断面图	131
6.3.1 断面图的概念	131
6.3.2 断面图的分类	131
6.4 其他常用表达方法	133
6.4.1 局部放大图	133
6.4.2 常用的规定画法和简化画法	133
6.5 表达方法综合举例	135
复习思考题	137
第7章 常用工程图样介绍	138
7.1 产品的设计、制造与图样的关系	138
7.2 机械图	139
7.2.1 机械图概述	139
7.2.2 零件图	139

7.2.3 装配图	169
7.3 其他工程图样	177
7.3.1 房屋建筑图	177
7.3.2 电气图	187
7.3.3 焊接图	194
复习思考题	198
第8章 AutoCAD 绘图	200
8.1 AutoCAD 概述	200
8.1.1 启动 AutoCAD	200
8.1.2 AutoCAD 的用户工作界面	200
8.1.3 AutoCAD 的基本使用方法	202
8.1.4 图形文件的保存、关闭及退出 AutoCAD	203
8.1.5 绘图工具	204
8.1.6 图层	209
8.2 简单图形元素的绘制与编辑	212
8.2.1 简单图形元素的绘制	212
8.2.2 基本编辑命令	216
8.3 使用 AutoCAD 进行尺寸标注	224
8.3.1 标注样式设置	224
8.3.2 标注尺寸	229
8.4 填充与图块	232
8.4.1 画剖面线命令	232
8.4.2 在绘制零件图中采用图块	234
8.4.3 图块的插入	235
8.4.4 定义带有属性的图块	236
复习思考题	237
附录 A 螺纹、螺纹紧固件	238
附录 B 键、销及其连接	246
附录 C 常用工程材料及其处理方法	249
附录 D 极限与配合	253
附录 E 房屋建筑图制图图例	257
附录 F 常用电气图用图形符号	262
参考文献	265

绪 论

1. 本课程的研究对象

图形和文字一样,是人类用于表达和交流思想的重要工具。工程图样以工程和产品为对象,用于表达其结构形状、尺寸大小、质量规范以及装配安装要求等;是现代生产和科学实验过程中从设计到制造、装配、检验的主要依据;是工程技术部门一项重要的技术文件和技术交流的工具。工程图样还被广泛用于产品广告、使用说明等领域。为此,工程图样被喻为“工程界的语言”。

2. 本课程的性质和任务

工程制图是研究绘制和阅读工程图样的基本原理和方法,培养学生形象思维能力和制图基本技能的一门理论与实践并重的课程;是高等理工院校一门必修的技术基础课程,也是学生获得工程素质培养的一门课程。

本课程的主要任务是:

- 1) 学习正投影法的原理及其应用;
- 2) 掌握绘制和阅读与专业相关工程图样的基本能力;
- 3) 培养空间形象思维的初步能力;
- 4) 培养徒手和尺规绘图以及使用计算机绘图软件绘图的初步能力;
- 5) 在学习过程中培养理解和自觉贯彻国家标准的意识。

3. 本课程的教学特点

1) 本课程是一门既有系统理论又有较强实践性的课程,在学习过程中除在课内认真听课外,还必须通过完成一系列习题和画图、看图的作业,才能有效地掌握本课程知识。

2) 本课程要求培养较强的空间想象能力。在学习过程中要注意经常进行空间几何关系分析,反复将平面图形与空间形体进行对应思考。学习初期可适当借助模型对照,增强感性认识,但切勿依赖模型。

3) 要正确使用制图工具和仪器,在画图实践中不断提高自己的绘图技能和图面质量。图样上任何一个细小的差错都会给生产带来损失,因此要养成认真负责、严谨细致和一丝不苟的工作作风。

4) 随着计算机绘图技术的发展和普及,AutoCAD 和各种绘图软件已被广泛使用。为此要求在掌握手工绘图的基础上,必须学会使用一种典型绘图软件画图,并为今后学习CAD 技术打下基础。

5) 本课程的专业图学习与工程实际和专业知识有紧密联系。为此,应尽可能通过观看教学录像片或现场参观等环节获取一些生产实际知识。

6) 与本教材配套使用的除《工程制图习题集》外,还有多媒体课件可供选用。

第 1 章 制图的基本知识

内容提要

本章主要介绍《技术制图》和《机械制图》系列国家标准的一些基本规定、绘图仪器及工具的使用、几何作图方法及绘图程序。学习本章过程中要通过绘图实践来掌握这些规定和方法,培养初步的绘图技能,做到作图准确、图线分明、字体工整、图面整洁。

1.1 制图的基本规定

工程图样是工程与产品信息的载体,是工程界进行表达和技术交流的共同语言,是工程技术部门的重要技术文件。为了便于技术管理和交流,国家技术监督局发布了《技术制图》和《机械制图》系列国家标准,对图样画法、尺寸注法等都作了统一的规定,绘图时必须严格遵守。下面摘要介绍制图标准中的一些最基本的规定,如图纸幅面、比例、字体、图线、尺寸标注等。标准中的其他内容将在以后各章、节中陆续介绍。

1.1.1 图纸幅面和格式

1. 图纸幅面尺寸

图纸幅面尺寸是指绘制图样所采用的纸张的大小规格。为了便于图样管理和合理使用图纸,根据《GB/T 14689—1993^① 技术制图 图纸幅面和格式》的规定,应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。如基本幅面不能满足绘图的需要,可采用加长幅面。加长幅面是由基本幅面的短边乘整数倍增加而形成的,如 $A3 \times 3$ 即为 $420\text{mm} \times (297\text{mm} \times 3) = 420\text{mm} \times 891\text{mm}$ 。

表 1-1 基本幅面及图框尺寸

(单位: mm)

尺寸代号	幅面代号				
	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
c	10			5	
a	25				

说明: B 、 L 、 c 、 a 的定义如图 1-1(a)所示。

2. 图框格式

图框是指图纸上限制绘图区域的线框,用粗实线画出(图幅线用细实线给出),其格式分为留有装订边和不留装订边两种,如图 1-1 所示。同一种产品只能采用其中一种格式,图 1-1 中的有关尺寸,均按表 1-1 的规定画出。

3. 标题栏

标题栏放在图框的右下角,用来填写图名、图号、比例、材料、数量、设计审核者的签名

^① GB/T 14689—1993 的含义是: 国家标准(GB)中的推荐性标准(T),其编号为 14689,1993 年发布的。

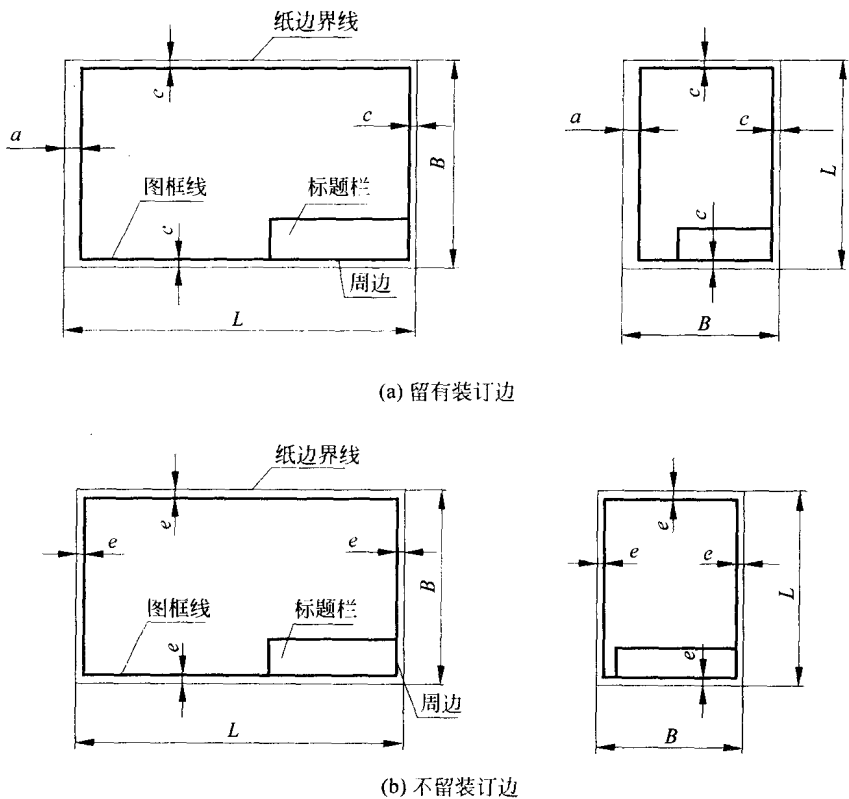


图 1-1 图框格式

以及相应的日期和单位等。标题栏的内容和格式应按《GB 10609.1—1989 技术制图 标题栏》的规定绘制和填写。学校的制图作业中的标题栏可使用如图 1-2 所示的简化格式。其中括号中的内容依具体情况填写,不能照括号内的字抄写。

70			15	20		
(图名)			比例		(图号)	
			数量			
制图	(姓名)	(日期)	重量		材料	
描图	(姓名)	(日期)	(校名、专业、班级)			
审核	(姓名)	(日期)				
15	30		140			15

图 1-2 标题栏的简化格式

1.1.2 比例

图样中的图形与其实物的相应要素线性尺寸之比称为比例。比值等于 1 的比例(即 1:1)称为原值比例;比值大于 1 的比例(如 2:1)称为放大比例;比值小于 1 的比例(如

1:2)称为缩小比例。绘图的比例,应根据图样的用途和复杂程度从表 1-2 中选用,并优先选用常用比例。详见《GB/T 14690—1993 技术制图 比例》。

表 1-2 比例系列

常用比例	原值比例	1:1			
	放大比例	5:1	2:1		
		$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$		$1 \times 10^n : 1$
	缩小比例	1:2	1:5		1:10
		$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$		$1:1 \times 10^n$
可用比例	放大比例	4:1	2.5:1		
		$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$		
	缩小比例	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4
		$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$

注: n 为正整数。

1.1.3 字体

工程图样中的字体包括汉字、字母和数字,它们的书写必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。《GB/T 14691—1993 技术制图 字体》对字体作了详细规定。

字体的号数即字体的高度(用 h 表示,单位 mm),如 7 号字其字高为 7mm;常用字号有 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 等。如果需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

1. 汉字

应写成长仿宋体,只使用直体。字的高度 h 不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

书写长仿宋体字的要领是:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。长仿宋体示例如图 1-3 所示。

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 结构均匀 填满方格

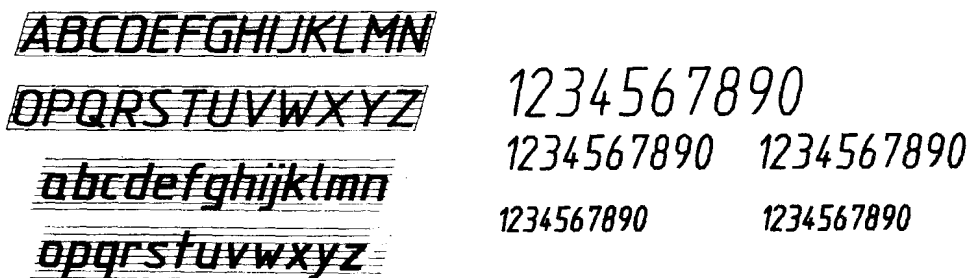
5号字

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

图 1-3 长仿宋汉字书写示例

2. 字母和数字

字母和数字的字体分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/14$; B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/10$ 。在同一图样上,只允许选用一种形式的字体。字母和数字可写成斜体或直体。斜体字的字头向右倾斜,与水平基线成 75° 角。图样中一般采用斜体,书写示例如图 1-4 所示。



(a) 拉丁字母A型字体大小写斜体

(b) 阿拉伯数字A型字体斜体



(c) 罗马数字A型字体斜体

图 1-1 字母数字书写示例

1.1.4 图线

国家标准对图线的规定包括线型和线宽两个方面,以下就这两个方面的问题分别加以介绍。

1. 线型

《GB/T 17450—1998 技术制图 图线》中规定了 15 种基本线型及若干种基本线型的变形和图线的组合。绘制机械图样依照《GB/T 4457.4—2002 机械制图 图样画法 图线》的规定可使用 9 种基本图线,如表 1-3 所示。

2. 线宽

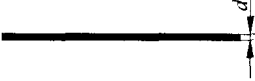
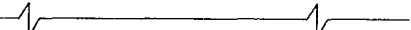
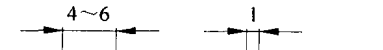
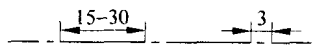
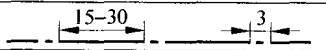
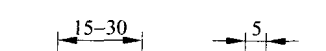
所有线型的线宽(d)应按图样的大小和复杂程度,在下列数字中选择: 0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。在机械图样中,采用粗细两种线宽,它们之间的比例为 2:1。

3. 图线的画法

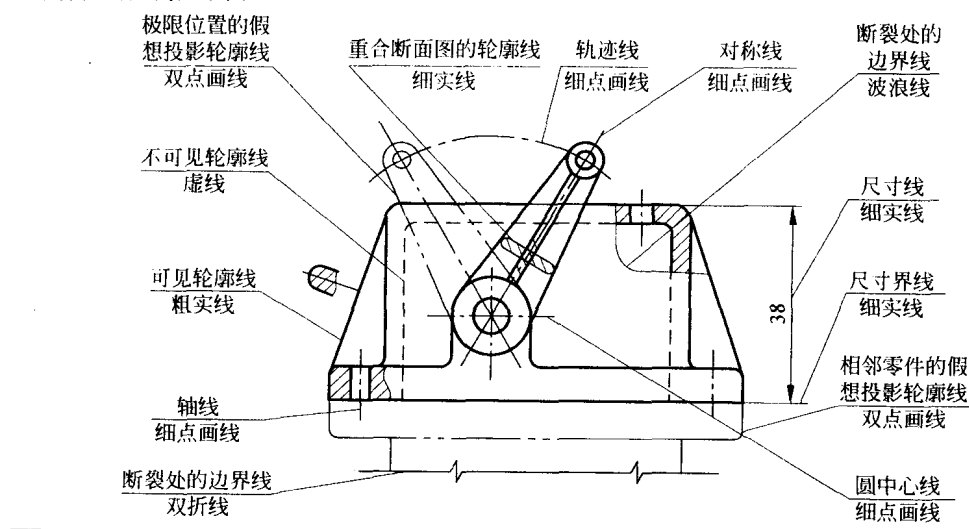
- 1) 同一图样中,同类图线的宽度应一致。
- 2) 虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自均匀相等。这些不连续线和双折线的长度和画法等,可参考表 1-3。
- 3) 两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。
- 4) 绘制圆的中心线时,圆心应为线段的交点;点画线(或双点画线)的首末两端应是线段而不是点,且一般不要超出图形太长,以 2~5mm 为宜,如图 1-5(a)所示。在较小的图形上,绘制点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替,如图 1-5(b)所示。
- 5) 虚线、点画线、双点画线各自相交,或互相相交时,其交点不宜在线段的间隔处;但当虚线是粗实线的延长线时,相接的地方要断开,如图 1-5(c)所示。
- 6) 粗细不同的图线重合时,只须画出其中一种,优先顺序为:可见轮廓线和棱线、不

可见轮廓线和棱线、轴线和对称中心线、假想轮廓线、尺寸界线。

表 1-3 线型及其应用

名 称	图 线 型 式	线 宽	一 般 应 用
粗实线		d (优先选用 0.7mm)	可见棱边线、可见轮廓线、相贯线、 螺纹牙顶线、螺纹长度终止线、齿 顶圆(线)、剖切符号用线
细实线		约 $d/2$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线 和基准线、剖面线、重合断面的轮 廓线、短中心线、螺纹牙底线、表示 平面的对角线、范围线及分界线、 重复要素表示线、锥形结构的基面 位置线、辅助线、不连续同一表面 连线、成规律分布的相同要素连线
波浪线			断裂处边界线、视图与剖视图的分 界线
双折线			断裂处边界线、视图与剖视图的分 界线
细虚线		d	不可见棱边线、不可见轮廓线
粗虚线			允许表面处理的表示线
细点画线		约 $d/2$	轴线、对称中心线、分度圆(线)、孔 系分布的中心线、剖切线
粗点画线		d	限定范围表示线
细双点画线		约 $d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件 的极限位置的轮廓线、重心线、成 型前轮廓线、剖切面前的结构轮廓 线、轨迹线

综合应用图例见下图



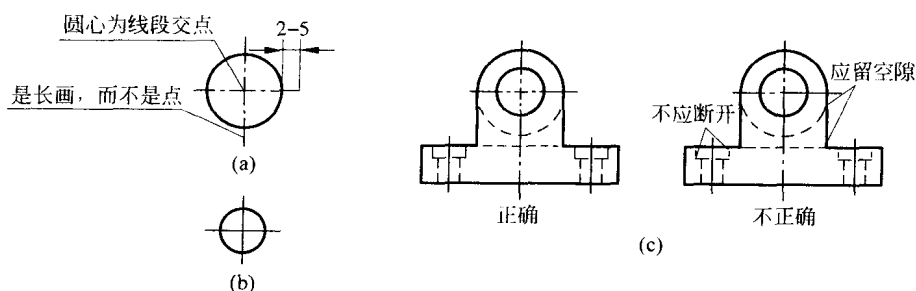


图 1-5 点画线、虚线的画法

1.1.5 尺寸注法

除了在图样中表示机件的形状外,还必须按国家标准完整、清晰、正确地标注尺寸,以确定机件各部分的大小和相对位置尺寸;不能有遗漏或错误,否则会给生产带来困难和损失。《GB/T 16675.2—1996 技术制图 简化表示法 第2部分:尺寸注法》和《GB/T 4458.4—2003 机械制图 尺寸注法》对此作了详细规定。

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性无关。

2) 图样中的尺寸以毫米为单位时,不需注出单位符号(或名称);如采用其他单位,则必须注明其单位符号。

3) 图样中所标注的尺寸,为该图样所示机件的最后尺寸,否则应加以说明。

4) 机件的每一尺寸,一般只标注一次,并应注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的基本要素

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线及其终端和尺寸数字等组成,如图 1-6 所示。

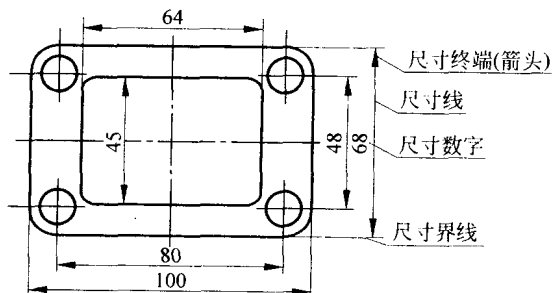


图 1-6 尺寸的组成

1) 尺寸界线

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或延伸,也可以用轮廓线、轴线或中心线作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时可允许倾斜。

2) 尺寸线及其终端

尺寸线用细实线单独绘制,标注线性尺寸时,它应与被注的线段平行。尺寸线不能用其他图线代替,不能和其他图线重合,亦不能在其他图线的延长线上。

尺寸线终端有箭头和斜线 2 种形式。

(1) 箭头: 其形式与画法如图 1-7(a)所示。机械图样中一般采用箭头作为尺寸线的终端,同一张图样箭头大小应一致。

(2) 45°短斜线(细实线): 其画法如图 1-7(b)所示。斜线作为尺寸线终端的形式主要用于建筑图样。

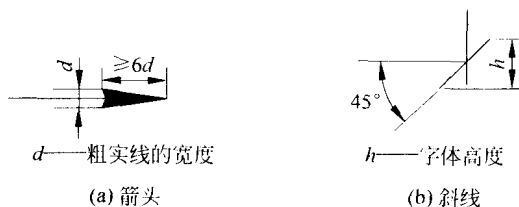


图 1-7 尺寸线终端

3) 尺寸数字及相关符号

尺寸数字的书写位置及方向与具体尺寸有关,同一图样中尺寸数字的大小和书写格式应一致。线性尺寸的数字一般应写在尺寸线的上方,也允许写在尺寸线的中断处。国标中还规定了一些注写尺寸数字时前后所用的一些特征符号,例如:在标注直径时,应在尺寸数字前加注符号 ϕ ; 标注半径时,应在尺寸数字前加注符号 R ; 在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 ,即注写为 $S\phi$ 或 SR 。具体规定可参阅表 1-4 的尺寸标注示例。

表 1-4 尺寸标注示例

标注内容	图 例	说 明
线性尺寸的数字注写	(a) (b) (c)	线性尺寸的数字应按图 1(a)所示方向填写,水平方向尺寸数字字头向上,垂直方向的尺寸数字字头向左,倾斜方向的尺寸数字字头偏向斜上方。应尽量避免在图示 30° 的范围内标注尺寸,无法避免时,可按图 1(b)标注 对于非水平方向的尺寸,其数字可水平注写在尺寸的中断处,如图 1(c),但一张图中应尽可能采用同一种方法

表 1-4 图 1

续表

标注内容	图 例	说 明
圆的直径和圆弧半径的尺寸标注	表 1-4 图 2	圆或大于半圆的圆弧标注直径, 数字前加注符号 ϕ , 如图 2(a) 所示; 小于或等于半圆的圆弧标注半径, 数字前加注符号 R , 如图 2(b) 所示。标注圆弧及圆的尺寸时, 一般用轮廓线作为尺寸线, 尺寸线或其延长线要通过圆心
球面标注	表 1-4 图 3	标注球面的尺寸, 如图 3(a) 所示, 应在 ϕ 或 R 前加注 S 。不致引起误解时, 则可省略 S , 如图 3(b) 中的右端球面
大圆弧标注	表 1-4 图 4	在图纸范围内无法标出圆心位置时, 半径按图 4(a) 形式标注; 不需要标出圆心位置时, 可按图 4(b) 形式标注
弦长和弧长	表 1-4 图 5	标注弦长时, 尺寸界线应平行于弦的垂直平分线, 如图 5(a) 所示; 标注弧长尺寸时, 尺寸线用圆弧, 并应在尺寸数字左方加注符号 $\sim$, 如图 5(b) 所示