



工程制图 与 AutoCAD 绘图基础

【 王 鸿 钧 编 著 】



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

工程制图与 AutoCAD 绘图基础

内 容 提 要

本书主要以增强学生的工程意识、培养工程文化素质和树立创新设计思维为出发点,将原画法几何、工程制图、计算机绘图等课程有机地融合在一起,从而构建一个适合 21 世纪要求的新教学体系。

本书共分为十一章,主要内容有:制图的基本知识与技能,投影与视图基础,点、直线及平面的投影,基本体的三视图,立体表面交线的投影,组合体视图及尺寸注法,轴测图,工程图样的常用表达方法,标准件和常用件,零件图,装配图。

与本书配套的《工程制图与 AutoCAD 绘图基础习题集》同时由中国水利水电出版社出版,可供选用。

本书可供高等院校工科各专业作为机械制图教材,也可供其他类型院校相关专业选用,同时还可供相关专业人员自学和工程技术人员参考阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

工程制图与 AutoCAD 绘图基础/王鸿钧编著. —北京:
中国水利水电出版社, 2008

ISBN 978 - 7 - 5084 - 5776 - 5

I. 工… II. 王… III. 工程制图—计算机辅助设计—应用
软件, AutoCAD—高等学校—教材 IV. TB237

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 119468 号

书 作 者	工程制图与 AutoCAD 绘图基础 王鸿钧 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 印 规 版 次 印 数 定 价	中国水利水电出版社微机排版中心 北京纪元彩艺印刷有限公司 184mm×260mm 16 开本 19 印张 451 千字 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷 0001—4000 册 37.50 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

随着现代科学技术的发展及计算机科学与工程科学的结合与渗透,传统的工程图学、设计和制造都发生了深刻的变化,工程制图已不再是仅限于投影和工程知识的工科学科,而已经成为一门多学科交叉的应用科学技术基础学科。为此,本教材以增强学生的工程意识,培养工程文化素质和树立创新设计思维为出发点,将原画法几何、工程制图、计算机绘图等课程有机融合在一起,从而构建一个适合 21 世纪要求的新教学体系。其特点如下。

1. 将画法几何、机械制图及计算机绘图(以 AutoCAD 2007 版软件进行编写)有机地融合在一起,明确三者之间的关系,使本书的内容紧跟时代的步伐,为培养学生的多向、创新思维提供方法和思路。

2. 从“实体”→“抽象”→“实体”的思维深化来加强正投影基本理论的学习。

3. 按照基本体→截切体→相贯体→组合体的路线,由浅入深地进行分析,并强调以形体分析为主、线面分析为辅的分析方法,培养学生的科学分析方法和空间想象能力。

4. 结合生产、生活实际,增加工程构型设计、工艺结构分析。重点通过介绍平面图形、基本立体、截切体、相贯体和组合体等来诠释有关构型设计的理论、原则和方法。

5. 加强徒手绘图和计算机绘图,为实现“甩图板工程”打下基础。徒手绘图和计算机绘图是现代工程技术,尤其是创新设计的一种必备能力。本教材各章节均融入了 AutoCAD 绘图方法,有利于培养学生的创新设计绘图能力,提高学生的计算机绘图能力、学习积极性及学习效率。

与本书配套使用的《工程制图与 AutoCAD 绘图基础习题集》(王鸿钧编著)同时由中国水利水电出版社出版,可供选用。

本教材可供高等院校工科各专业学生使用,也可供其他相关专业选用,并可供相关工程技术人员参考。

由于编者水平及编写时间所限,书中难免存在疏漏之处,恳请读者批评指正。

2008 年 6 月

目 录

前言

绪论	1
第一章 制图的基本知识与技能	3
第一节 国家标准《技术制图》、《机械制图》简介	3
第二节 绘图工具及其使用	13
第三节 几何作图	15
第四节 平面图形的分析与作图步骤	20
第五节 徒手绘制草图	22
第六节 平面图形的构型设计	23
第七节 AutoCAD 绘图基础	28
第二章 投影与视图基础	60
第一节 投影法简介	60
第二节 三视图的基本原理及画法	63
第三章 点、直线及平面的投影	69
第一节 点的投影	69
第二节 直线的投影	74
第三节 平面的投影	81
第四章 基本体的三视图	88
第一节 基本体三视图	88
第二节 AutoCAD 三维实体创建的基本方法	103
第五章 立体表面交线的投影	109
第一节 平面立体截切的投影	109
第二节 回转体截切的投影	112
第三节 回转体与回转体相贯的投影	122
第四节 利用 AutoCAD 实现截切体和相贯体的投影	128
第六章 组合体视图及尺寸注法	133
第一节 组合体的形体分析	133
第二节 组合体视图的画法	136
第三节 看组合体视图	139
第四节 组合体的尺寸标注	147

第五节 AutoCAD 绘制物体三视图及尺寸标注	152
第七章 轴测图	169
第一节 轴测投影的基本知识	169
第二节 正等轴测图	171
第三节 斜二等轴测图	179
第四节 AutoCAD 绘制轴测图	181
第八章 工程图样的常用表达方法	188
第一节 视图	188
第二节 剖视图	192
第三节 断面图	199
第四节 其他表达方法	201
第五节 AutoCAD 绘制剖视图	204
第九章 标准件和常用件	212
第一节 螺纹和螺纹紧固件	212
第二节 销、键和滚动轴承	225
第三节 齿轮	231
第四节 弹簧	240
第五节 AutoCAD 绘制标准件图	243
第十章 零件图	246
第一节 零件图的作用和内容	246
第二节 零件图的视图选择	247
第三节 零件上常见的工艺结构	251
第四节 零件图的尺寸标注	253
第五节 零件图的技术要求	256
第六节 读零件图	264
第七节 AutoCAD 绘制零件图	265
第十一章 装配图	269
第一节 装配图的作用和内容	269
第二节 装配图的表达方法	270
第三节 装配图的尺寸标注和技术要求	273
第四节 装配图的零、部件序号和明细栏	273
第五节 读装配图及由装配图拆画零件图	275
第六节 AutoCAD 绘制装配图	276
附录	279
参考文献	295

绪 论

一、本课程的研究对象、地位和作用

在工程技术中,人们通过工程图样来表达设计对象和设计思想。工程图样不单是指导生产的重要技术文件,而且是进行技术交流的重要工具。因此,工程图样是每一个工程技术人员必须掌握的“工程技术语言”。

在表达、交流信息,形象思维的过程中,图形的形象性、直观性和简洁性,是人们认识规律、探索未知的重要工具。然而,随着信息时代的到来,传统的二维图样不再是产品设计、制造中所必须的技术文件,在实际生产在已有不少企业使用三维造型软件从事产品的设计开发工作。因此,工程图样作为工程技术部门的一项重要技术文件,可以用二维图形表达,也可以用三维图形表达;可以用手工绘制,也可以由计算机生成。本课程就是研究如何运用正投影的基本理论和方法,绘制和阅读各种工程图样,使用绘图软件进行二维绘图和三维造型表达工程形体。本课程包含了工程制图所需的基础知识、基本理论及基本技能。

本课程内容包括:

(1) 制图基础知识,包括国家标准《技术制图》、《机械制图》的有关规定及平面图绘制等方面的知识。

(2) 制图基本技能,包括尺规绘图、徒手草图、计算机绘图和三维造型等。

(3) 基础理论,包括画法几何及有关的图学理论。

(4) 图样表达基础,包括投影制图及物体的图样表达方法。

实践证明,本课程的利用率非常高。合乎规范的制图能力和空间分析、构思能力,应是一名工科毕业生所必备的基本素养。

二、本课程的学习目的

学习本课程的目的如下:

- (1) 培养正确绘制和阅读工程图样的基本能力。
- (2) 培养和发展空间想象能力、空间逻辑思维能力 and 创新思维能力。
- (3) 培养用计算机手段、尺规及徒手绘制工程图样的能力。
- (4) 培养进行三维造型设计和创造性构型设计能力。
- (5) 培养实践的观点、科学的思考方法以及认真细致的工作作风。
- (6) 培养良好的工程意识。

三、本课程的学习方法

本课程既有系统理论又有实践,同时要求具备较高的空间想象力和分析力。因此,学习过程中应注意以下几点:

(1) 重视基本理论, 掌握平行投影法中正投影法的特性, 注意视图投影规律的对应关系。

(2) 掌握立体上的线、面分析和形体分析方法, 提高投影分析能力和空间想象力, 为解决绘图和读图中的问题打下基础。

(3) 通过大量的作业练习、绘图和看图实践, 加深对课程知识的理解与掌握。多进行“物体”与“图形”的相互转化训练, 并注意画图和看图相结合, 物体与图样相结合。多画多看, 提高自己的画图、读图的能力。

(4) 计算机绘图时, 应熟练掌握一种通用绘图软件的使用方法和技巧。

(5) 为培养创新意识和工程意识, 在做形体构型设计时, 要有实际目的, 并通过查阅有关资料以及和老师与同学讨论交流, 不断完善自己的设计。

(6) 画图时, 应养成一丝不苟、严谨细致的学习作风。

第一章 制图的基本知识与技能

图样是现代机器制造过程中重要的技术文件之一，是工程界的技术语言。设计师通过图样设计新产品，工艺师依据图样制造新产品。此外，图样还广泛应用于技术交流。

为方便各工业部门进行生产、管理和交流，国家对技术图样的图纸幅面、格式、比例、字体、图线和尺寸注法等方面作出了统一的规定，制图国家标准是绘制和阅读技术图样的准则和依据。

本章主要介绍工程图样绘制所涉及到的有关图纸幅面、比例、字体、图线及尺寸标注等方面的基本规范。同时，还将介绍绘图工具的使用、几何作图、平面图形尺寸分析和计算机绘图系统等有关的基本知识和技能。

第一节 国家标准《技术制图》、《机械制图》简介

一、图纸幅面及格式 (GB/T 14689—1993)

图纸幅面及格式应遵循 GB/T 14689-1993 《技术图纸幅面及格式》的规定。

1. 图纸幅面

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，如幅面代号为 A0×2 时，尺寸 $B \times L = 1682\text{mm} \times 1189\text{mm}$ ；A2×3 时，尺寸 $B \times L = 1260\text{mm} \times 594\text{mm}$ ；A4×4 时，尺寸 $B \times L = 840\text{mm} \times 297\text{mm}$ 等，如图 1-1 所示。

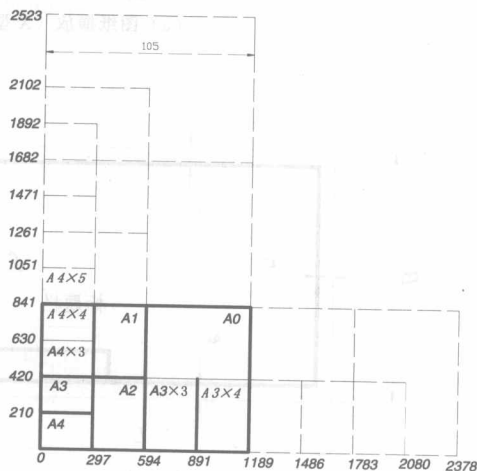


图 1-1 图纸幅面 (单位: mm)

表 1-1

图纸幅面代号和尺寸

单位: mm

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

2. 图框格式

每张图样均需有粗实线绘制的图框。其格式分为不留装订边和留有装订边两种，但同一产品的图样只能采用同一种格式，图样必须画在图框之内。要装订的图样，应留装订边，其图框格式如图 1-2 所示。不需要装订的图样，其图框格式如图 1-3 所示。但同一产品的图样只能采用同一种格式，图样必须画在图框之内。

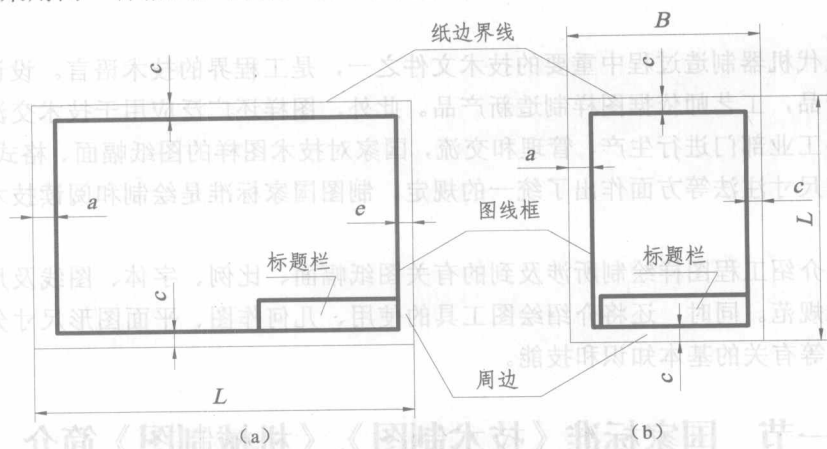


图 1-2 需要装订图样的图框格式

(a) 图纸横放 (X 型); (b) 图纸竖放 (Y 型)

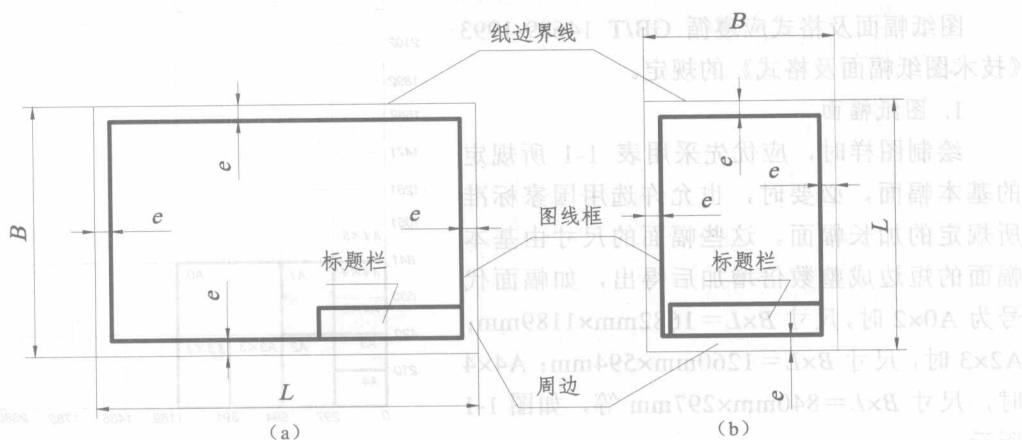


图 1-3 不需要装订图样的图框格式

(a) 图纸横放 (X 型); (b) 图纸竖放 (Y 型)

二、标题栏及其方位

每张技术图样中都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸按 GB/T 10609.1—1989《技术制图 标题栏》的规定，见图 1-4。为了提高学生在学习过程中手工绘图效率，本书将标题栏作了简化，如图 1-5 所示，建议学生在作业中采用。

标题栏一般应位于图纸的右下角。当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，则构成 X 型图纸，如图 1-2 (a) 和图 1-3 (a) 所示。当标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸，如图 1-2 (b) 和图 1-3 (b) 所示。在此情况下，看图的方向与看

标题栏的方向一致，即标题栏中的文字方向为看图方向。

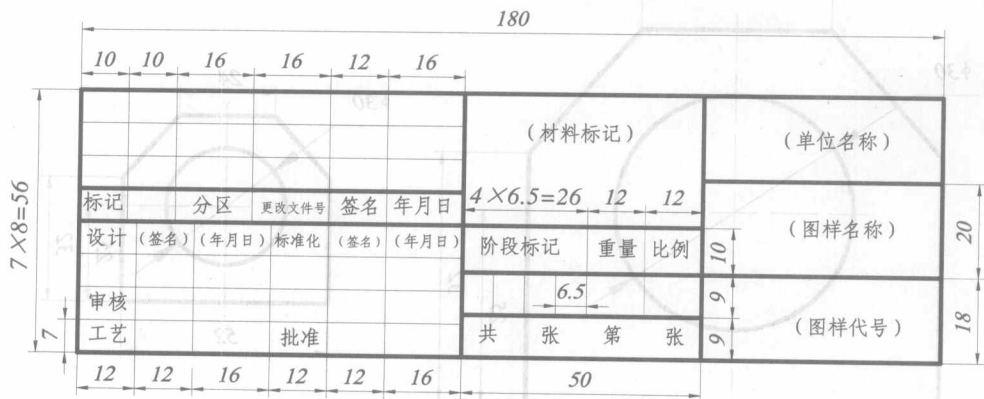


图 1-4 标准规定的标题栏规格与尺寸（单位：mm）

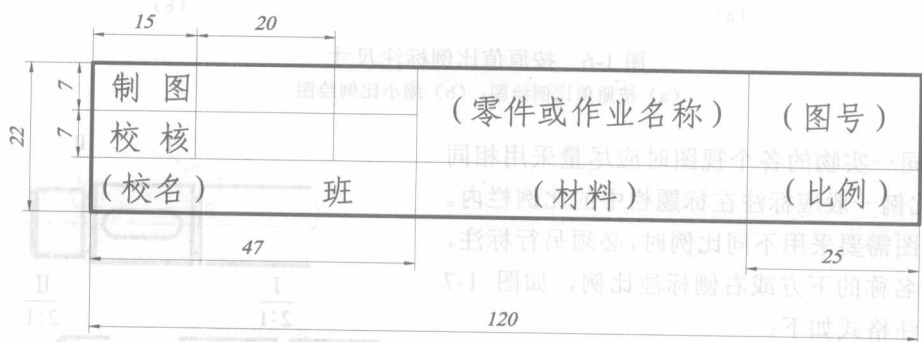


图 1-5 简化后的标题栏（单位：mm）

此外，标题栏的线型、字体（签字除外）和年、月、日的填写格式均应符合相应国家标准的规定。

三、比例

比例是图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比，应遵守 GB/T 14690-1993《技术制图比例的规定》。比值为 1 的比例，即 1:1，称为原值比例；比值大于 1 的比例，如 2:1 等，称为放大比例；比值小于 1 的比例，如 1:2 等，称为缩小比例。

绘制图样时，应尽可能按实物的实际大小画出，以方便看图，如果实物太大或太小，则可用表 1-2 中所规定的选取适当的比例，必要时也允许选取表 1-3 中的比例。不管图按什么比例绘图，但图样上的尺寸数值均应按原值比例标注。图 1-6（a）所示的是 1:1 绘制，图 1-6（b）是缩小比例绘制，但均按原值标注尺寸。

表 1-2 绘图比例（一）

种类	比 例
原值比例	1:1
放大比例	2:1, 5:1, 1×10 ⁿ :1, 2×10 ⁿ :1, 5×10 ⁿ :1
缩小比例	1:2, 1:5, 1:1×10 ⁿ , 1:2×10 ⁿ , 1:5×10 ⁿ

表 1-3 绘图比例（二）

种类	比 例
放大比例	2.5:1, 4:1, 2.5×10 ⁿ :1, 4×10 ⁿ :1
缩小比例	1:1.5, 1:2.5, 1:3, 1:4, 1:6, 1:1.5×10 ⁿ , 1:2.5×10 ⁿ , 1:3×10 ⁿ , 1:4×10 ⁿ , 1:6×10 ⁿ

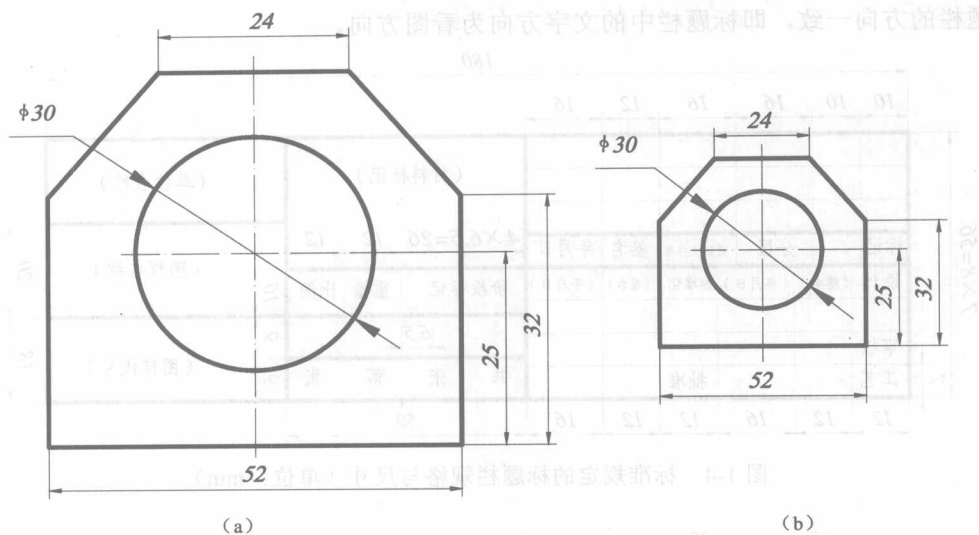


图 1-6 按原值比例标注尺寸

(a) 按原值比例绘图; (b) 缩小比例绘图

绘制同一实物的各个视图时应尽量采用相同的比例,比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。当某个视图需要采用不同比例时,必须另行标注,可在视图名称的下方或右侧标注比例,如图 1-7 所示。标注格式如下:

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{A}{1:100} \quad \frac{B-B}{2:1} \quad \text{平面图} I: 100$$

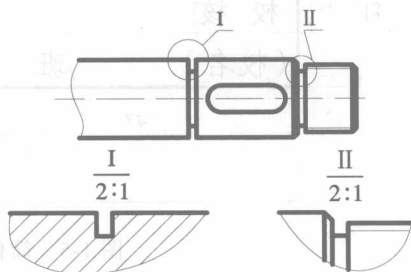


图 1-7 比例的另行标注

四、字体

国家标准 GB/T 14691—1993《技术制图 字体》中,规定了汉字、字母和数字的结构形式。书写字体的基本要求是:

图样中汉字、数字、字母的书写必须做到“字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀”。字体的大小以号数表示,字体的号数就是字体的高度(单位为 mm),字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。用作指数、分数、注脚和尺寸偏差数值,一般采用小一号字体。

汉字应写成长仿宋体字,并应采用中华人民共和国国务院正式推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。长仿宋体字的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

字母和数字分为 A 型和 B 型。字体的笔画宽度用 d 表示。A 型字体的笔画宽度 $d=h/14$, B 型字体的笔画宽度 $d=h/10$ 。在同一图样上,只允许选用一种字体。

字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。绘图时,

一般用 B 型斜体字。在 CAD 制图中，数字与字母一般以斜体输出，汉字以正体输出。

国家标准 GB/T 18229—2000《CAD 工程制图规则》中所规定的字体与图纸幅面的关系见表 1-4。

表 1-4 字体与图幅的关系 单位：mm

图幅 字体 h	A0	A1	A2	A3	A4
汉 字	7	7	5	5	5
字母与数字	5	5	3.5	3.5	3.5

图 1-8 和图 1-9 所示的是图样上常见字体的书写示例。

10号字

字体端正笔划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

机械制备技术发展中国人民同山选择矿山坑服装纺织编写

3.5号字

化学工程地作用审核工艺产间闪星为火温度对角线不好并且和在国有米如何应用

图 1-8 长仿宋体字书写示例

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

I II III IV V VI VII VIII IX X

图 1-9 数字与字母书写示例

五、图线

绘制技术图样时，应遵循国家标准 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》的规定。绘制机械图样时，应遵循国家标准 GB/T 4457.4—2002《机械制图 图线》的规定。

GB/T 17450 规定所有图线的图线宽度 d 应按图样的类型和尺寸大小在下列系数中选择，共有 9 种：0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。图线的宽度分粗线、中粗线和细线三种，其宽度比率为 4:2:1。基本图线适用于各种技术图样。

在机械图样中采用粗细两种线宽，它们的比率为 2:1。在机械图样中粗线线宽优先采用 0.5mm、0.7mm。表 1-5 列出的是机械工程图样的图线型式及应用说明。图 1-10 所示为

常用图线应用举例。

表 1-5

图线的名称、型式、宽度及其用途

图线名称	图线型式	图线宽度	图线应用举例（见图 1-10）
粗实线		粗	可见轮廓线；可见过渡线
虚线		细	不可见轮廓线；不可见过渡线
细实线		细	尺寸线及尺寸界线；剖面线；分界线；重合断面的轮廓线及指引线等
波浪线		细	断裂处的边界线；视图和剖视图分界线
双折线		细	断裂处的边界线；视图和剖视图分界线
细点划线		细	轴线；对称中心线；节圆线等
粗点划线		粗	有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线		细	极限位置的轮廓线；相邻辅助零件的轮廓线等

注 1. 表中虚线、细点划线、双点划线的线段长度和间隔的数值可供参考，其值如下：点的长度不大于 $0.5d$ ，短间隔长度为 $3d$ ，划的长度为 $12d$ ，长划的长度为 $24d$ 。

2. 粗实线的宽度应根据图形的大小和复杂程度选取，一般取 0.5mm 或 0.7mm 。

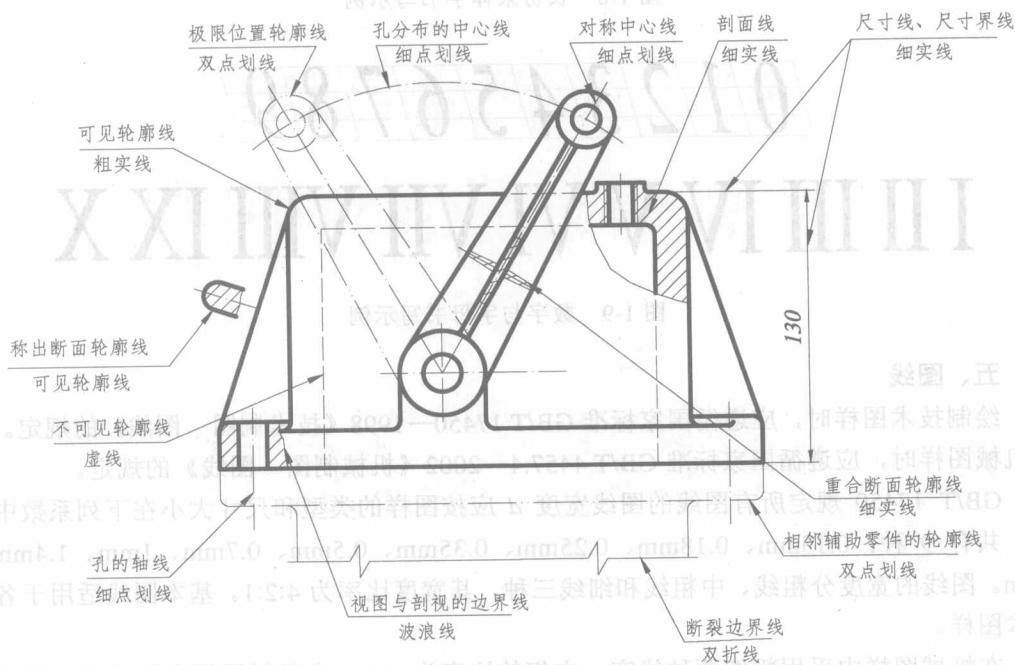


图 1-10 常用图线应用举例（单位：mm）

绘制图样时, 应注意:

- (1) 两条平行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。
- (2) 各种图线相交时, 应在画线处相交, 不应在间隔处相交, 见图 1-11。
- (3) 当虚线是粗实线的延长线时, 粗实线应画到分界点, 而虚线应留有空隙。当虚线圆弧和虚线直线相切时, 虚线圆弧的线段应画到切点, 而虚线直线需留有空隙, 如图 1-12 所示。
- (4) 绘制圆的对称中心线 (细点画线) 时, 圆心应为线段的交点。点划线和双点划线的首末端应是线段而不是点, 同时其两端应超出图形的轮廓线 2~3mm。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, 如图 1-12 所示。

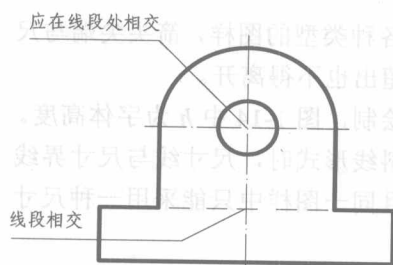


图 1-11 图线画法示例

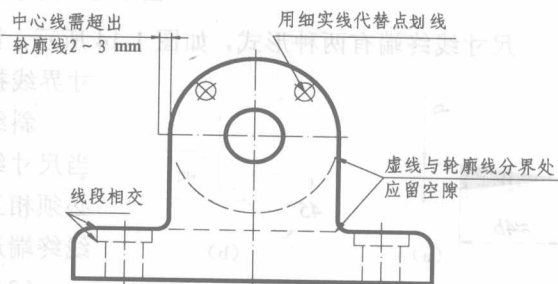


图 1-12 点画线、虚线连接处的画法

六、尺寸注法

图形只能表达机件的形状, 而机件的大小则由标注的尺寸确定。国家标准 GB/T 4458.4—2003《机械制图 尺寸注法》中对尺寸标注的基本方法作了一系列规定, 必须严格遵守。因此, 标注尺寸是一项相当重要的工作, 必须认真细致, 一丝不苟。

1. 尺寸标注的基本规则

(1) 图样上所注的尺寸数值表示机件的真实大小, 它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, 不需标注计量单位的符号或名称; 如采用其他单位, 则必须注明相应的计量单位的符号或名称。

(3) 图样中所注尺寸是该图样所示机件最后完工时的尺寸, 否则应另加说明。

(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

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端、尺寸数字组成, 如图 1-13 所示。

(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。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般与尺寸线垂直, 并超出尺寸线终端 2mm 左右。

(2) 尺寸线。尺寸线用细实线绘制。尺寸线必须单独画出, 不能与图线重合或在其延长线上。

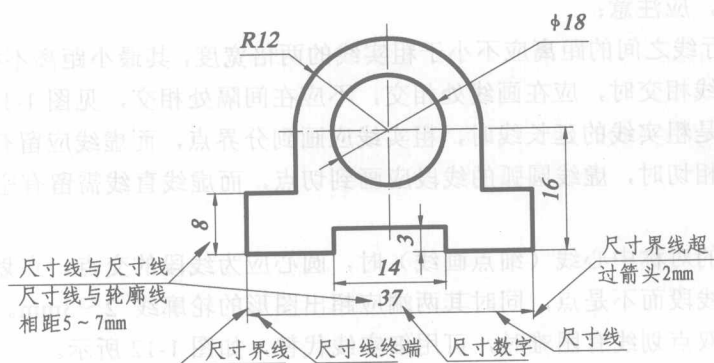


图 1-13 尺寸的组成要素

尺寸线终端有两种形式，如图 1-14 所示，箭头适用于各种类型的图样，箭头尖端与尺寸界线接触，不得超出也不得离开。

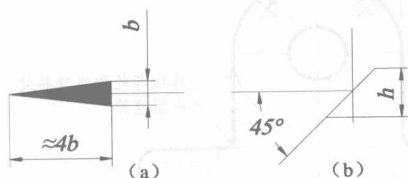


图 1-14 尺寸线终端的两种形式
(a) b 为粗实线的宽度；(b) h 为字体高度

斜线用细实线绘制，图 1-14 中 h 为字体高度。当尺寸线终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须相互垂直，并且同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式。

(3) 尺寸数字。尺寸数字一般注写在尺寸线的上方，也允许注写在尺寸线的中断处，同一图样内大小一致，位置不够可引出标注。尺寸数字不可被任何图线所通过，否则必须把图线断开。在标注直径或半径尺寸时，尺寸数字前应加注符号“ ϕ ”或“ R ”。一般对于不大于半圆的圆弧标注半径，大于半圆的圆弧标注直径。若几何形体为球状，则在 ϕ 或 R 前再加注“ S ”。当有几个相同的直径时，在 ϕ 前加注数量和符号一，如 4— ϕ 等。

3. 尺寸注法

尺寸注法的基本规则，参见表 1-6。标注尺寸时，应尽可能地参照这些常用的尺寸标注方法。

表 1-6

尺寸标注示例

标注内容	图 例	说 明
线性尺寸的 数字方向		尺寸线必须与所标注的线段平行，大尺寸要注在小尺寸外面，尺寸数字应按图 (a) 中所示的方向注写，并尽量避免在 30° 范围内标注尺寸，当无法避免时，可按图 (b) 形式标注