

普通高等教育“十一五”规划教材
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI



TUXUE JICHU JIAOCHENG

图学基础教程

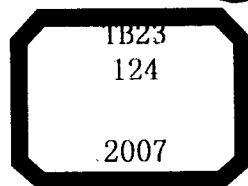
袁 威 主 编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

普通高等教育“十一五”规划教材
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI



TUXUE JICHU JIAOCHENG

图学基础教程

主 编 袁 威
副主编 郑太雄 曾黔蜀
编 写 罗 蓉 邱宝梅
张 毅 沈光先
主 审 孙 爽 魏 伟



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书是普通高等教育“十一五”规划教材。全书共分6章,主要包括制图基本知识、投影与基本立体三视图、立体的表面交线、组合体、图样画法、计算机绘图(AutoCAD2006)等。本书采用最新国家标准,每章都有基本要求、重点、难点、典型例题、习题(包括填空、判断、选择等题型)等。

本书可作为少学时非机类、非土类专业的教材,也可供相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

图学基础教程/袁威主编. —北京:中国电力出版社,2007

普通高等教育“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5083-5264-0

I. 图... II. 袁... III. 工程制图—高等学校—教材
IV. TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第031355号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2007年4月第一版 2007年4月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 10.25印张 245千字

印数 0001—3000册 定价 16.60元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

随着高等工科院校教育教材改革的进一步深化,作为工科院校的一门专业技术基础课程,工程图学课程的教学和教材也应着眼于新时期的要求,以加强对学生综合素质及创新能力的培养为出发点,从而实现工程图学课程教学从以“知识、技能”为主的教育,向“知识、技能、方法、能力、素质”的综合教育转化。

为适应工程图学课程的教学特点和非机类、非土类专业少学时的教学培养目标和教学基本要求的需要,我们组织编写了“图学基础教程”教材。本教材在内容的取舍上是以培养学生具有基本的绘制和阅读图样能力为出发点,以工程图学所需要的基本内容为基础,既有重点又保证了一定的知识面,既注重实用性,又进行了适当的投影理论分析。我们希望学生在学习图学基础知识、进行工程制图基本训练的同时,逻辑思维和形象思维的能力得到提高,培养丰富的空间想象力、创新能力和优秀的工程素质。

本教材的主要特色主要有以下几点:

(1) 采用 2003 年 12 月 1 日颁布的国家标准《技术制图》、《机械制图》等有关的最新标准,根据需要选择并编排在正文中,以培养学生应用最新国家标准意识。

(2) 根据我国目前的实际情况,在“计算机绘图”一章中,采用新版本的图形软件 AutoCAD2006,并且改变了传统的模式,以基本操作、绘图方法与技巧、应用为主线进行编排。

(3) 反映该课程最新的研究成果,根据最新的有关国家标准,采用最新、最准确的“术语”定义。

(4) 在每一章中,前有教学基本要求、教学重点、难点介绍;后有一定数量的文字习题(包括填空、判断、选择等题型);正文中配有相当数量的典型例题。

(5) 主要针对少学时非机类、非土类专业的教学要求与经济实用原则,适当降低了难度;并删除了实际教学中不要求的机械图部分。

本教材由重庆邮电大学自动化学院的袁威主编,郑太雄、曾黔蜀为副主编,参编人员有罗蓉、邱宝梅、张毅、沈光先。本教材由天津工程师范学院的孙爽、魏伟进行了认真、细致的审阅,在此表示衷心的感谢!

在本教材的编写过程中,参考了部分同学科的教材、资料、习题集等文献,在此谨向这些文献的原作者致谢。

由于编者水平所限,书中若有缺点、疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2007 年 3 月

目 录

前言

0 绪论	1
0.1 本课程性质	1
0.2 基本要求	1
0.3 本课程的基本定位	1
0.4 课程特点和学习方法	1
1 制图基本知识	3
1.1 国家标准《技术制图》的基本规定	3
1.2 常用绘图工具及使用方法	14
1.3 几何作图	16
1.4 平面图形的绘制	19
练习题	22
2 投影与基本立体三视图	25
2.1 投影法的基本概念	25
2.2 点、直线和平面的投影	28
2.3 基本立体三视图	43
练习题	54
3 立体的表面交线	56
3.1 平面立体表面的截交线	56
3.2 回转体表面的截交线	61
3.3 两回转体的相贯线	68
3.4 立体的组合表面交线	73
练习题	75
4 组合体	77
4.1 概述	77
4.2 画组合体的视图	79
4.3 组合体的尺寸标注	82
4.4 组合体的读图	86
练习题	94
5 图样画法	96
5.1 视图	96

5.2	剖视图	100
5.3	断面图	110
5.4	其他表达方法	113
5.5	综合举例	119
	练习题	121
6	计算机绘图	123
6.1	AutoCAD 绘图基础与基本操作	123
6.2	创建符合制图国家标准的模板	141
6.3	设置绘图环境	144
6.4	属性块的建立和插入	145
6.5	绘图应用技巧	149
	练习题	153
	参考文献	155

0 绪 论

0.1 本课程性质

工程图学是研究工程与产品信息表达、交流与传递的学问,而图学基础则是工程图学的基本组成部分。图学基础教程是一门既有系统理论又有较强实践性,包含内容丰富的一门基本课程,也是工科学校中普遍开设的一门专业技术基础课。

按一定的投影方法,准确地表达物体的形状、大小及技术要求的图形称为工程图样。在工程界,产品的信息表达是以工程图样为载体。而工程图样是设计与制造产品过程中的重要技术资料,是表达和交流技术思想的重要工具,是工程界的共同语言。每个工程技术人员都必须具备绘制和阅读工程图样的能力。

0.2 基本要求

培养绘制和阅读工程图样的能力是本课程的基本要求。这种能力的培养也是高等工科院校进行基本工程技术训练的重要组成部分。

绘制工程图样是指根据投影原理和国家标准《机械制图》和《技术制图》中有关各种表达方法把物体的形状用平面图形表达在图纸上。

阅读工程图样则是指根据投影原理和表达方法由平面图形想象出所表达的物体形状。

0.3 本课程的基本定位

三种能力的培养与三个概念的建立是工程图学的基本定位。

三种能力是指空间想象能力、图形表达能力、形象思维能力。三个概念是指产品信息概念、设计构型概念、工程规范概念。

本课程是“以投影理论为方法,研究几何形体的构成与表达”,其核心就是空间要素的平面化表现和平面要素的空间转化。正是通过这两种转化的训练,培养学生的空间想象能力和形象思维能力。而工程图样是工程界的通用技术语言,所有的发明创造、技术革新、设备改造等,都需要用图样将设计构思表达出来。所以作为现代工程技术人才,必须具备图形表达能力,并且应遵循工程规范,熟悉产品信息,善于设计构型。

0.4 课程特点和学习方法

1. 本课程的实践性很强

各种能力的培养始终离不开实践。因此,要掌握好基本知识和基本理论,加强基本技能的训练,紧密联系实际,多看、多画、多动脑。

2. 本课程的基本特征是用平面图形表达空间物体

多在完全理解“图形”含义上下功夫是学好本课程的最基本点。在学习投影原理时，要注意分析空间几何要素（点、线、面等）与平面图形之间的对应关系，掌握空间几何要素的各种投影特性。在培养绘图和读图的基本能力时，必须把投影的基本概念理解透彻，要熟悉和应用各种表达方法。

3. 本课程的研究对象——工程图样是工程界的一种共同语言

工程图样是信息的载体，科技人员通过它来实现工程技术方面的交流和信息的传输。而工程图样有统一的格式和规定，国家颁布了《机械制图》和《技术制图》的相关标准。在学习的过程中，必须严格遵守和执行国家标准和有关规定。

4. 工程图样是指导生产的技术文件

工程图样是产品制造最基本的技术文件和技术交流的重要工具，在生产中起着重要的作用，是指导生产的技术文件。任何细小的错误都会影响生产的进度甚至造成损失，所以在绘制和阅读工程图样时，一定要养成一丝不苟、严谨细致的习惯。

5. 工程图样是一种动态的语言

工程图样是生产不断发展的产物。随着生产的发展和对外技术交流开展的需要，工程图样也将不断地更新和完善，以适应新形势的需要，所以，我们要不断学习和掌握新的知识。而工程图样的绘制也大致经历了三个阶段：手工绘图阶段、计算机绘图阶段和计算机辅助设计阶段。

1 制图基本知识

1. 基本要求

- (1) 掌握国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定,特别是尺寸注法。
- (2) 掌握简单的几何作图以及圆弧连接。
- (3) 掌握平面图形的分析和尺寸注法。

2. 重点与难点

图线画法、尺寸标注及圆弧连接是本章重点,其中图线画法又是难点。

1.1 国家标准《技术制图》的基本规定

我国自1959年首次发布了国家标准《机械制图》以来,随着经济建设的不断发展和对外技术交流的日益扩展,我国的国家标准也经过了多次修改与修订,每一次修订标准自规定之日起实施,要求每一个工程技术人员必须以严谨的态度遵守国家标准。

国家标准简称“国标”,其代号为“GB”。例如GB/T4458.4—2003,其中“T”为推荐性标准,“4458.4”为标准顺序号,“2003”为标准颁布的年号。

1.1.1 工程图通用术语 (GB/T13361—1992) (部分摘录)

- (1) 图:用点、线、符号、文字和数字等描绘事物几何特征、形状、位置及大小的一种形式。
- (2) 图样:根据投影原理、标准或有关规定,表示工程对象,并有必要的技术说明的图。
- (3) 简图:由规定符号、文字和图线组成的示意性的图。
- (4) 图形符号:由图形或图形和数字、文字组成的表示事物或概念的特定符号。
- (5) 简化画法:包括规定画法、省略画法、示意画法等在內的图示方法。
- (6) 规定画法:对标准中规定的某些特定表达对象,所采用的特殊图示方法。
- (7) 省略画法:通过省略重复投影、重复要素、重复图形等达到使图形简化的图示方法。
- (8) 示意画法:用规定符号和(或)较形象的图线绘制图样的表意性图示方法。
- (9) 方案图:概要表示工程项目或产品的设计意图的图样。
- (10) 原理图:表示系统、设备的工作原理及其组成部分的相互关系的简图。
- (11) 设计图:在工程项目或产品进行构形和计算过程中所绘制的图样。

1.1.2 图纸幅面及格式 (GB/T14689—1993)

1. 图纸幅面

图纸幅面,简称图幅,是由图纸的宽度与长度组成的图面,即图纸的有效范围,通常用细实线绘制,称为图纸边界或裁纸线。

- (1) 图纸幅面尺寸即图面大小,以其长、宽的尺寸来确定。绘制图样时应优先选用国标

规定的基本幅面，其尺寸见表 1.1。

(2) 必要时允许选用国标所规定的加长幅面，这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。需要时，可查阅 GB/T 14689—1993。

表 1.1 基本幅面尺寸

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

2. 图框格式

图框是图纸上限定绘图区域的线框，通常用粗实线绘制，称为图框线。图纸可横放（X 型）或竖放（Y 型），并分为不留装订边和留装订边两种，但同一种产品只能采用同一种图样。

(1) 留装订边的图框格式，如图 1.1 所示，尺寸见表 1.1 的规定。

(2) 不留装订边的图框格式，如图 1.2 所示，尺寸见表 1.1 的规定。

(3) 加长幅面的图框尺寸按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。

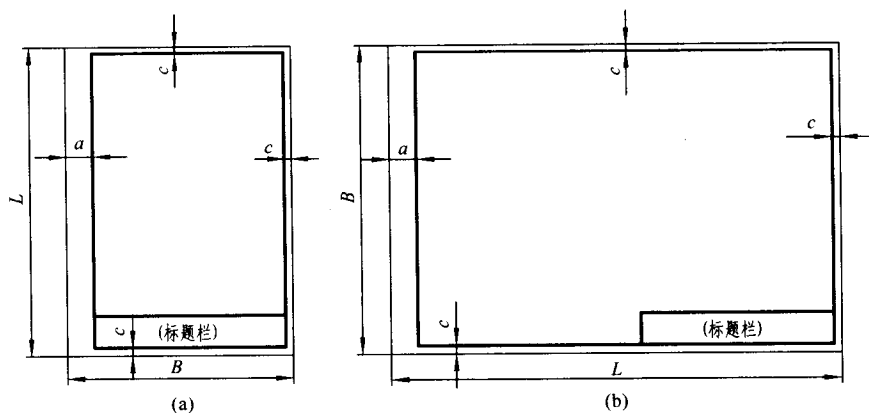


图 1.1 留装订边的图框格式

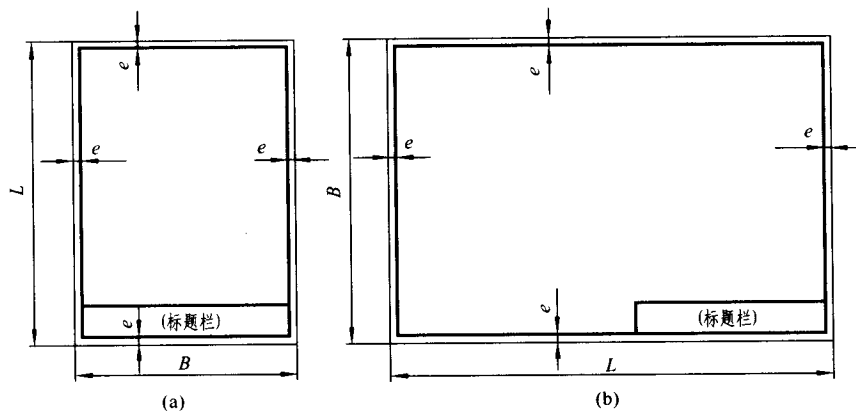


图 1.2 不留装订边的图框格式

表 1.2

绘图比例

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

注 n 为正整数。

为了便于看图, 最好采用原值比例绘图, 如物体太大或太小, 则采用缩小或放大的比例画图。但无论采用何种比例, 标注尺寸时必须按物体的实际大小标注尺寸, 如图 1.5 所示。

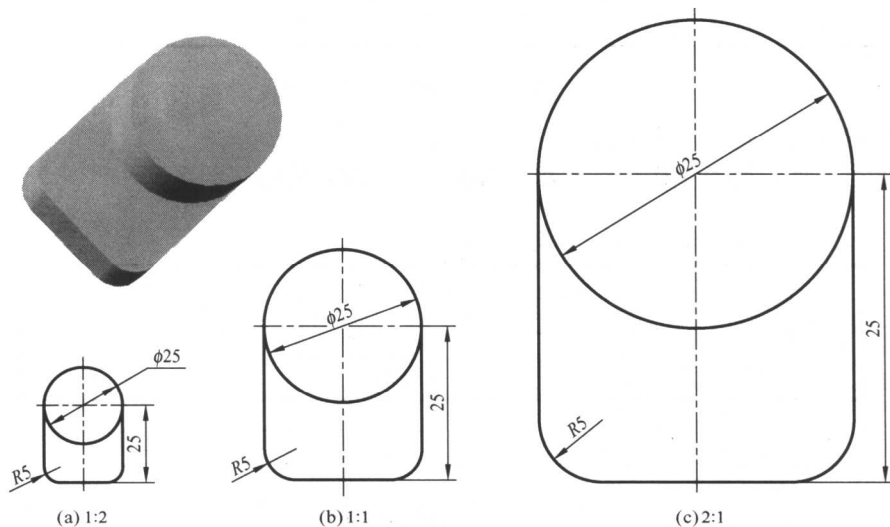


图 1.5 采用不同比例绘制的图形

3. 标注方法

(1) 比例符号应以“:”表示, 如: 1 : 1, 1 : 500, 20 : 1 等。

(2) 比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时, 可在视图名称的下方或右侧标注, 如:

$\frac{I}{2:1}$, $\frac{B-B}{2.5:1}$, $\frac{\text{墙板位置图}}{1:200}$, 平面图 1 : 100。

(3) 必要时允许在同一视图中铅垂和水平方向标注不同的比例 (两种比例的比值不应超过 5 倍)。如: 河流横断面图 $\begin{matrix} \text{铅垂方向 } 1:1000 \\ \text{水平方向 } 1:200 \end{matrix}$

(4) 必要时, 图样的比例可采用比例尺的形式, 一般可在图样中的铅垂或水平方向加画比例尺。

1.1.4 字体 (GB/T14691—1993)

字体是图中文字、字母、数字的书写形式。工程图中的文字必须遵循以下规定。

(1) 国家标准规定图样中的字体必须做到: 字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列

整齐。

(2) 字号 (即字高, 用 h 表示) 公称尺寸系列: 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8mm 等 8 种。若需写更大的字, 字高按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

(3) 汉字应写成长仿宋体字, 并应采用国家正式公布的简化字。字高不应小于 3.5mm, 其字宽约为字高的 0.7 倍。

(4) 长仿宋体字具有“字体工整、笔画清楚”的特点, 便于书写。长仿宋体汉字的示例, 如图 1.6 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港口纺织

图 1.6 长仿宋体汉字示例

(5) 数字和字母分 A、B 型。A 型字体的笔画宽度 (d) 为 $\frac{h}{14}$, B 型则为 $\frac{h}{10}$, 但同一图中只能选用同一种字体。

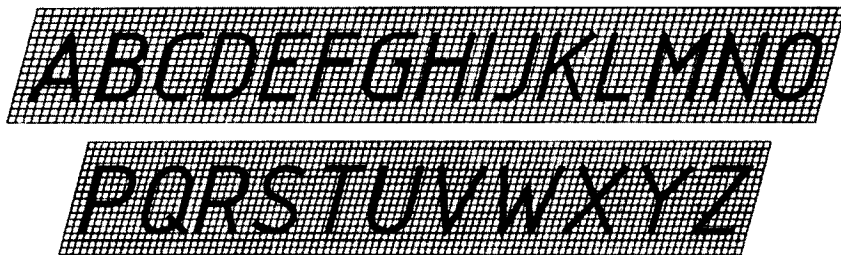
(6) 数字和字母可写成斜体和直体。常用斜体, 字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 角。如图 1.7 所示为数字与字母的 A 型斜体字的书写形式示例。



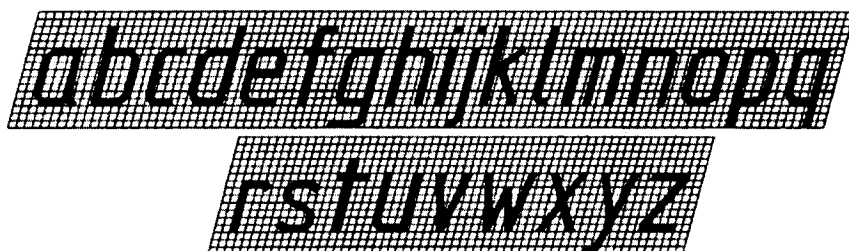
(a) 阿拉伯数字



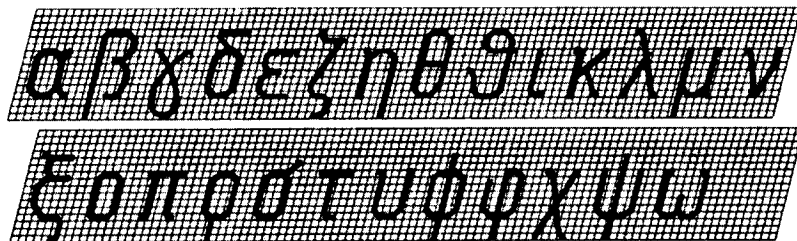
(b) 罗马数字



(c) 大写拉丁字母



(d)小写拉丁字母



(e)小写希腊字母

图 1.7 数字和字母的 A 型字示例

(7) 综合应用时, 用作指数、分数、极限偏差、脚注等的数字和字母, 一般应采用小一号的字体; 图中的数学符号、物理量符号、计量单位符号以及其他符号、代号, 应分别符合国家标准规定, 如图 1.8 所示。

$$\phi 20_{-0.020}^{+0.010}, 7_{-2}^{0+1}, 460\text{r/min}, 380\text{MPa}, 10\text{Js5} (\pm 0.003), \text{M24-6h}, \\ R8, 5\%, \frac{1}{2 \div 1}, \phi 90 \frac{F7}{h6}$$

图 1.8 字体综合应用示例

1.1.5 图线 (GB/T17450—1998、GB/T4457.4—2002)

1. 部分术语

(1) 图线是起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形, 形状可以是直线或曲线、连续或不连续线, 其中, 起点和终点可以重合。

(2) 线素是不连续线的独立部分, 通常有点、间隔和长度不同的画。点是图线的长度小于或等于宽度的一半, 是最常用的线素。

(3) 线段是一个或一个以上不同线素组成一段连续的或不连续的图线, 如实线的线段或由“长画、短间隔、点、短间隔、点、短间隔”组成的双点长画线等。

2. 常用图线型式

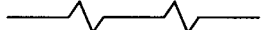
国家标准规定了 15 种基本图线型式, 常用线型与一般应用见表 1.3。

表 1.3

常用线型与应用

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
粗实线		宽度 (d): 优先选用 0.5、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) 等

续表

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
细实线		宽度 (d): 为粗实线宽 度的一半	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、尺寸线的起止线、表示平面的对角线、范围线和分界线、辅助线、投影线等
细虚线			不可见棱边线、不可见轮廓线
细点画线			轴线、对称中心线、分度圆 (线)、孔系分布的中心线、剖切线
细双点画线			相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线、成形前轮廓线、剖切面前的结构轮廓线、中断线等
波浪线		宽度 (d): 为粗实线宽 度的一半	断裂处边界线, 如: 视图与剖视图的分界线 注: 在同一张图上一般只采用这两种线型中的一种
双折线			

3. 图线宽度

所有线型的图线宽度 (d) 应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择 (单位为 mm):

0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1.0, 1.4, 2。

图线的宽度可以有偏差, 但不应大于 $\pm 0.1d$ 。在同一图样中, 同类图线的宽度应一致。机械工程图样上采用两类线宽, 称为粗线和细线, 其宽度比例关系为 2 : 1。

4. 图线画法要求

(1) 同一图样中, 同类图线的宽度应基本一致, 虚线、点画线和长画双短画线的线段长度和间隔应大体相等, 且短间隔的长度为 $3d$ 、点的长度 $\leq 0.5d$, 首尾两端是画而不是点。

(2) 图线相交时, 必须是线段或画相交。当虚线成为实线的延长线时, 在虚、实的连接处虚线应留出空隙。

(3) 对称图形的对称中心线应超出其轮廓线 2~5mm。

(4) 在绘制圆的对称中心线时, 圆心为画的交点, 且细点画线的两端是画并应超出圆周 2~5mm; 在较小的图形中绘制点画线有困难时, 可用细实线代替; 如图 1.9 (a) 所示。而如图 1.9 (b) 所示的画法为错误画法, 画 “X” 的部分都应为长画相交。

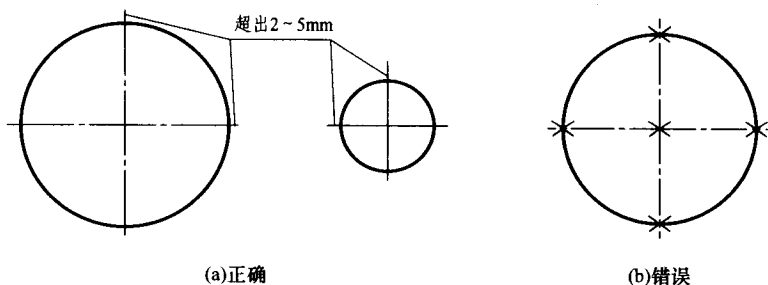


图 1.9 圆的对称中心线的绘制

(5) 两条或两条以上的图线平行(包括剖面线)时,其最小距离不应小于 0.7mm。

5. 图线的应用实例

各种图线在机械图样中综合应用的实例如图 1.10 所示。

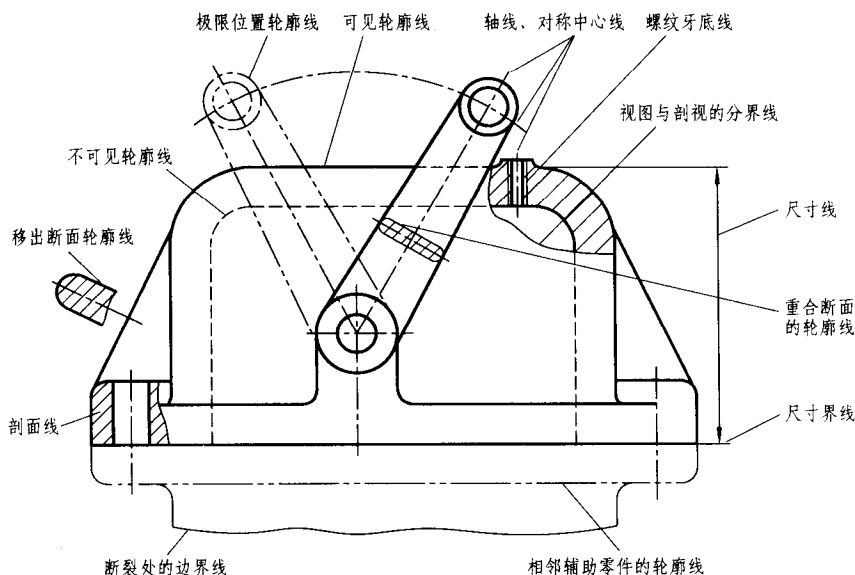


图 1.10 各种图线的综合应用实例

1.1.6 尺寸标注 (GB/T11675.2—1996, GB/T4458.4—2003)

尺寸,是用特定长度或角度单位表示的数值,并在技术图样上用图线、符号和技术要求表示出来。

1.1.6.1 基本规则

(1) 图样上标注的尺寸数值就是机件的实际大小的数值,它与画图时采用的缩、放比例无关,与画图的精确程度亦无关。

(2) 图样上的尺寸以 mm(毫米)为计量单位时,不需标注单位代号或名称,若采用其他计量单位时,则应注明相应的单位符号。

(3) 图样上标注的尺寸是机件的最后完工的尺寸,否则要另加说明。

(4) 机件的每个尺寸,一般在反映该结构最清楚的图形上标注一次。

1.1.6.2 尺寸的组成要素

如图 1.11 所示,一个完整的尺寸包括尺寸界线、尺寸线和尺寸数字。

1. 尺寸界线

尺寸界线是确定被标注对象范围的图线。

(1) 尺寸界线用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线等处引出,也可利用轮廓线、对称中心线、轴线作为尺寸界线,如图 1.11 所示。

(2) 尺寸界线一般与尺寸线垂直。

2. 尺寸线

尺寸线是确定被标注对象长度的图线,以表示尺寸的方向。

(1) 尺寸线用细实线绘制,尺寸线的终端可以用箭头或 45°细斜线两种形式。机械图样

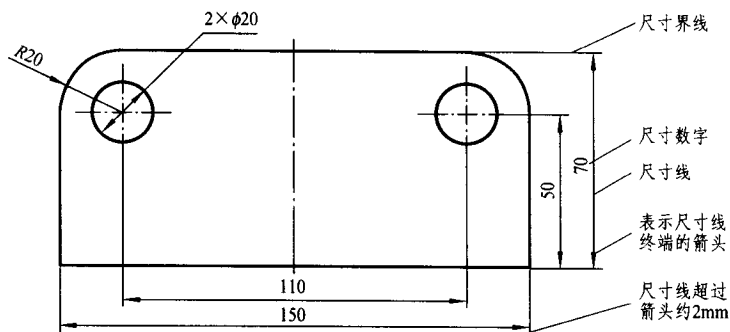


图 1.11 尺寸要素

中一般采用箭头作为尺寸线的终端。箭头长度 $\geq 6d$, d 为粗实线宽度, 一般在 3.5~5mm 之间, 如图 1.12 所示。

(2) 尺寸线不能用其他图线代替, 也不得与其他图线重合。

(3) 标注线性尺寸时尺寸线必须与所标注的线段平行。

3. 尺寸数字

尺寸数字是确定被标注对象的数值, 以表示尺寸的大小。

(1) 一般应注在尺寸线的上方, 也可注在尺寸线的中断处。

注意: 标注尺寸数字时, 应以注写在尺寸线上方为首选形式(画图方便)。当地方有限, 在尺寸线上方注写数字有困难时, 才采用数字标注在尺寸线中断处的形式。

(2) 对于线性尺寸数字的方向, 一般应随尺寸线的方位而变化。如图 1.13 所示, 水平方向字头向上, 垂直方向字头向左, 倾斜方向字头有向上的趋势。并尽可能避免在如图 1.13 (a) 所示的 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时, 可按如图 1.13 (b) 所示的形式标注。

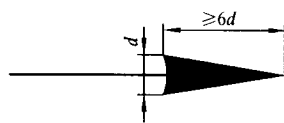


图 1.12 箭头尺寸

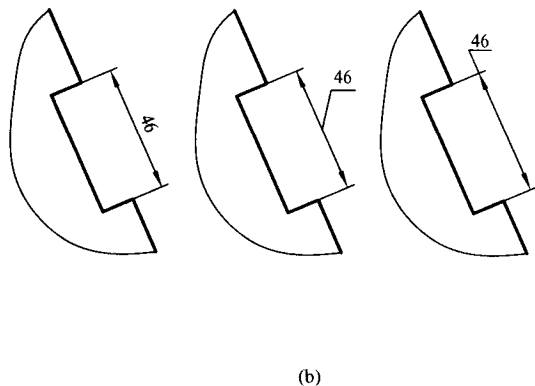
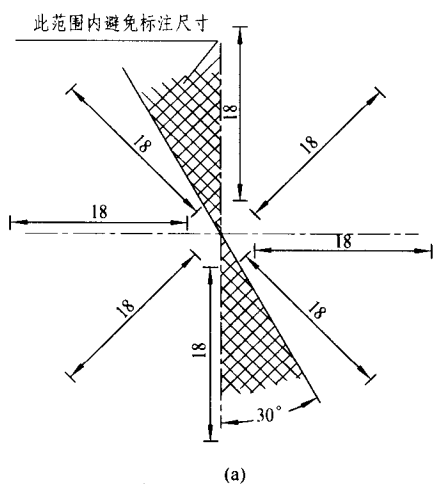


图 1.13 线性尺寸数字的标注