



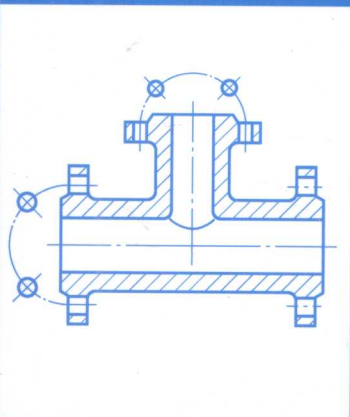
高职高专“十一·五”规划教材
GAOZHI GAOZHUAN SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI

工程制图

第二版

● 路大勇 叶青玉 主编

GONGCHENG
ZHITU



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

工 程 制 图

第 二 版

路大勇 叶青玉 主 编
邢锋芝 曾 敏 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本教材的理论性内容以必需、够用的原则适当压缩,以掌握概念,强化应用,培养技能为教学重点。书中精选了本学科的传统内容,拓展了其他工程图的相关内容,强化了形体分析、结构功能分析和部件测绘指导。

全书内容包括:制图的基本知识与技能、投影基础、基本体及其表面交线、轴测图、组合体、机件的表达方法、机械图概述、标准件和常用件、零件图、装配图、其他工程图和部件测绘。

本书配有叶青玉主编的《工程制图习题集》及多媒体课件,并将免费提供给采用本书作为教材的院校使用。如有需要,请发电子邮件至 cipedu@163.com 获取。

本书内容翔实,文字叙述通俗流畅,图例典型,分析全面,既可作为高职高专机械类和近机类专业的教材,也可作为职大、夜大、电大等相近专业的教材或参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/路大勇,叶青玉主编. —2版. —北京:化学工业出版社,2010.5
高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-08168-1

I. 工… II. ①路…②叶… III. 工程制图-高等学校:技术学院-教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 059866 号

责任编辑:高 钰
责任校对:王素芹

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张15 字数371千字 2010年6月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:25.00 元

版权所有 违者必究

第二版前言

本书的第一版自2004年出版以来,以其优良的品质受到了广大读者和业内人士的一致肯定,于2007年荣获第八届中国石油和化学工业优秀教材一等奖。应广大读者的要求,在第一版的基础上进行本次修订。

本书主要适用于高等专科学校、高等职业技术学校机械类和近机类专业的制图教学,也可作为职大、夜大、电大等相近专业的教材或参考用书。

本书的主要内容包括:制图的基本知识与技能、投影基础、基本体及其表面交线、轴测图、组合体、机件的表达方法、机械图概述、标准件和常用件、零件图、装配图、其他工程图(表面展开图、焊接图、管路图、第三角画法)和部件测绘。

本次修订保持了第一版的基本体系和特色,以培养高技能人才为目标,努力做到形象思维与逻辑思维相结合,结构分析与功能分析相结合,理论与实践相结合。本次修订的主要内容有:

1. 跟踪最新国家标准,更新了包括图纸幅面和格式、标题栏、表面结构的表示法,极限与配合、几何公差、焊缝符号表示法等在内的多项标准。
2. 根据新标准重新绘制与调整了相关的图例。
3. 增加了针对每章的知识目标和能力目标,以增强教学的针对性。
4. 精心制作了涵盖全书的多媒体课件,以方便教师授课。

本书配有叶青玉、路大勇主编的《工程制图习题集》第二版,同时制作了涵盖习题、答案和相关提示的课件,并将免费提供给采用本书作为教材的院校使用。如有需要,请发电子邮件至 cipedu@163.com 获取。

参加本书修订工作的有:路大勇、邢锋芝、熊放明、叶青玉、陆英、张洪强、曾敏、刘慧芬。

由于编者水平所限,书中难免存在疏漏之处,敬请读者批评指正。

编者

2010年3月

第一版前言

本教材依据教育部“高职高专工程制图课程教学基本要求”，按照高职高专教育的培养目标和特点，融合多年的教学经验编写而成。主要适用于高等工程专科学校，高等职业技术学院机械类和近机类专业的制图教学，也可作为职大、夜大、电大等相近专业的教材或参考用书。

本教材的编写以培养技术应用型人才为目标，降低理论要求，注重思维方法的培养，在教材的体系结构及部分内容的处理上有所创新。投影基础部分引入了以坐标为基础的逻辑思维方法；基本体部分增加了形体的横向对比和投影总结；机械图部分在形体分析的基础上，加强了结构功能分析，注重零件和装配体的功能协调；将部件测绘单设一章，强调理论与实践的结合，知识点相对集中；考虑到不同专业的需要，设置其他工程图一章，介绍了表面展开图、焊接图、管路图、第三角投影图等相关内容。

本书采用了最新的《技术制图》、《机械制图》等国家标准及有关行业标准。

本书绝大部分插图采用计算机绘制，可为制作课件、电子挂图等提供素材。

本书配有由叶青玉主编的《工程制图习题集》。

参加本书编写工作的有：路大勇（绪论、第七章、第九章、第十章、附录），邢锋芝（第四章、第五章、第十一章第一节和第二节），熊放鸣（第三章、第八章），叶青玉（第一章、第六章、第十一章第四节、第十二章），陆英（第二章、第十一章第三节）。本书由路大勇任主编，邢锋芝任副主编，由赵玉奇主审，王绍良、梁正、董振珂等参加了审稿工作。

限于编者水平和时间仓促，教材中难免存在不足和错误，欢迎读者批评指正。

编者

2004年5月

目 录

绪论	1
第一章 制图的基本知识与技能	2
第一节 制图国家标准的基本规定	2
第二节 绘图工具及其使用方法	12
第三节 几何作图	15
第四节 平面图形的画法	19
第二章 投影基础	24
第一节 正投影法及三视图	24
第二节 几何元素的投影	29
第三章 基本体及其表面交线	41
第一节 基本体	41
第二节 截交线	48
第三节 相贯线	56
第四节 基本体的尺寸标注	60
第四章 轴测图	63
第一节 轴测图的基本知识	63
第二节 正等测图	64
第三节 斜二测图	67
第五章 组合体	69
第一节 组合体的形体分析	69
第二节 组合体三视图的画法	71
第三节 组合体的尺寸标注	73
第四节 读组合体视图的方法	77
第六章 机件的表达方法	84
第一节 视图	84
第二节 剖视图	88
第三节 断面图	97
第四节 其他表达方法	99
第七章 机械图概述	106
第一节 零件图和装配图	106
第二节 零件和装配体的工艺结构	109
第八章 标准件和常用件	116
第一节 螺纹和螺纹紧固件	116
第二节 齿轮	125

第三节	键和销	134
第四节	滚动轴承	137
第五节	弹簧	140
第九章	零件图	144
第一节	零件的视图选择	144
第二节	零件图的尺寸标注	146
第三节	零件图的技术要求	152
第四节	读零件图	169
第十章	装配图	176
第一节	装配图的表达方法	176
第二节	装配图的尺寸标注及其他	180
第三节	画装配图	182
第四节	读装配图和拆画零件图	186
第十一章	其他工程图	191
第一节	表面展开图	191
第二节	焊接图	196
第三节	管路图	200
第四节	第三角画法简介	203
第十二章	部件测绘	207
第一节	了解和拆卸部件	207
第二节	绘制零件草图	209
第三节	画部件装配图	212
第四节	画零件工作图	212
附录		215
参考文献		232

绪 论

一、图样及其在生产中的作用

根据投影原理，遵照国家标准或有关规定绘制的表达工程对象的形状、大小及技术要求的图，称为工程图样，简称图样。

现代工业中，无论设计和制造各种机器设备，还是工程设计或施工都离不开图样。图样作为表达设计意图和交流技术思想的媒介和工具，被称为工程语言。熟练地绘制和阅读图样是工程技术人员必须具备的能力。

二、本课程的地位与性质

本课程是一门既有系统理论，又有较强实践性的技术基础课，是各工程专业的基础平台。通过本课程的学习，培养良好的工程意识和空间构思能力，为专业课程的学习和日后的工作打下扎实的基础。

三、本课程的任务与要求

本课程的主要任务是培养学生的画图和读图能力。通过学习应达到如下要求。

- ① 掌握正投影法的基础理论和基本方法。
- ② 掌握制图国家标准的基本内容，具有查阅标准和技术资料的能力。
- ③ 能正确使用绘图工具和仪器，掌握尺规作图和徒手画图的基本技能。
- ④ 能绘制和阅读中等复杂程度的零件图、装配图及其他相关工程图，具备一定的实际应用能力。
- ⑤ 培养和发展形象思维能力、空间想像能力及解决一般空间几何问题的图解能力。
- ⑥ 培养认真负责的工作态度和严谨科学的工作作风。

四、本课程的特点和学习方法

本课程的实践性很强。对制图标准的领会及绘图、读图技能的提高，都需要通过大量的实践才能完成。所以，学习本课程一定要注重绘图、读图实践，及时完成作业。

本课程的空间概念很强。培养和发展形象思维能力和空间想像能力是本课程的主要目的之一，也是学好本课程的关键。应注重对基本概念、基本理论的理解，做到多画、多看、勤思考，逐步积累形体素材，循序渐进地培养空间与平面间的双向思维能力。

本课程的规范性很强。工程图样作为工程语言，是指导生产施工的技术文件，国家标准对其格式、画法等各个方面都有统一的规定。学习中应严格树立标准化思想，做到严肃认真、一丝不苟，以高度负责的态度确保所绘图样的正确性和规范性。

第一章 制图的基本知识与技能

知识目标：1. 熟悉《技术制图》、《机械制图》国家标准的基本规定。

2. 熟悉平面图形中常见的线段关系、尺寸关系。

3. 掌握平面图形的基本作图机理。

能力目标：1. 能正确树立标准化意识。

2. 能正确使用绘图仪器，绘制并标注中等复杂程度的平面图形。

图样是工程界的语言，是生产中的重要技术资料，是表达设计意图、进行技术交流的重要工具。为了绘制出合格的机械图样，需要掌握正确的作图方法并熟练地使用绘图工具和仪器，还必须严格遵守国家标准《技术制图》与《机械制图》中的相关规定，树立标准化的概念。

第一节 制图国家标准的基本规定

国家标准简称“国标”，其代号为“GB”（“GB/T”为推荐性国标），例如：GB/T 14689—2008，表示推荐性国家标准，标准编号为 14689，批准发布的年代为 2008 年。

本节介绍国家标准《机械制图》中有关图纸幅面、比例、字体、图线、尺寸注法等五项内容，其他相关标准将在后续章节中陆续介绍。

一、图纸幅面及格式（GB/T 14689—2008）

（一）图纸幅面

国标规定的基本幅面有五种，代号为 A0、A1、A2、A3、A4，其基本尺寸见表 1-1。必要时，也允许选用加长幅面，其加长后的幅面尺寸可根据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

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		

（二）图框格式和尺寸

图框用粗实线画出，其格式分为留有装订边和不留装订边两种，按看图方向不同又可分为横装和竖装，如图 1-1 和图 1-2 所示，图框的尺寸见表 1-1。

（三）标题栏（GB/T 1069.1—2008）

每张图纸上都应画出标题栏，标题栏位于图纸的右下角。国标规定的标题栏格式如图 1-3 所示，投影符号的画法见十一章第四节。为简化起见，制图作业中的标题栏可采用图 1-4 所示的格式。

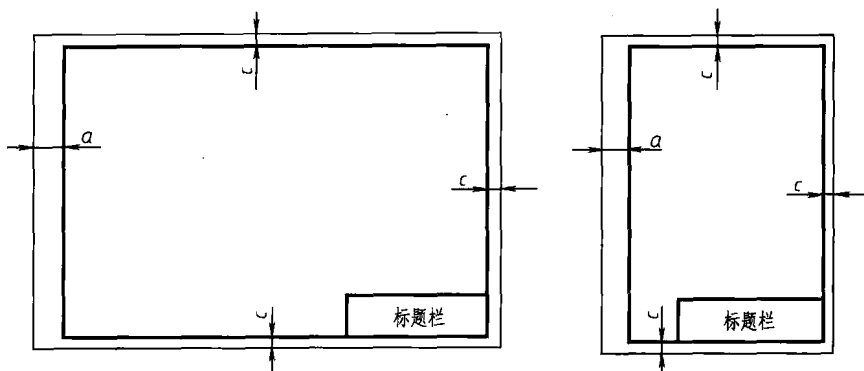


图 1-1 留有装订边的图框格式

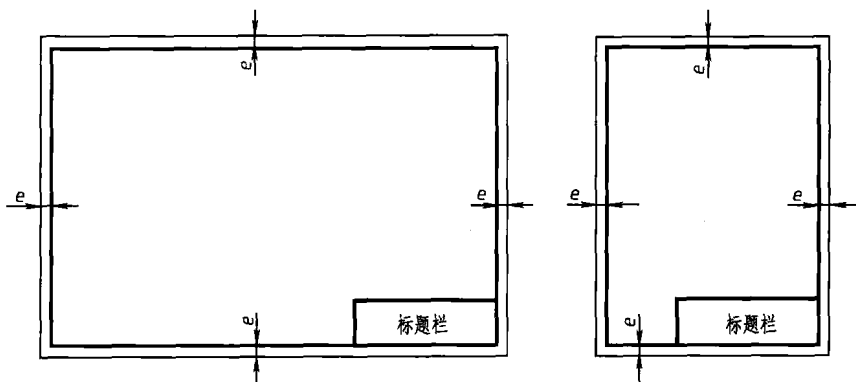


图 1-2 不留装订边的图框格式

10 10 16 16 12 16						(材料标记)			(单位名称)	
						4×6.5(=26)				
标记 处数 分区 更改文件号 签名 年、月、日						阶段标记			(图样名称)	
设计 (签名) (日期) 标准化 (签名) (日期)						重量			(图样代号)	
审核									(投影符号)	
工艺 批准						共 张第 张				
12 12 16 12 12 16						50				
						180				

图 1-3 国标规定的标题栏格式

			13 13 13				
(图名)			比例	数量	材料	(图号)	
制图		(日期)					
校核		(日期)					(学校、班级)
13 23 20			130				

图 1-4 制图作业用标题栏格式

二、比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图样中的图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。国标规定的比例包括原值比例、放大比例、缩小比例三类,绘制图样时一般在表 1-2 中选用,必要时,也允许在表 1-3 中选用。

表 1-2 一般选用的比例

种 类	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
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$

注: n 为正整数。

表 1-3 允许选用的比例

种 类	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 : 6
	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

比例一般注在标题栏中的比例栏内,比例符号应以“:”表示。不论采用什么比例,图样中的尺寸均应按机件的实际大小标注。

三、字体 (GB/T 14691—1993)

(一) 基本要求

① 在图样中书写的汉字、数字和字母,都必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

② 字体高度(用 h 表示)的尺寸系列为 1.8mm, 2.5mm, 3.5mm, 5mm, 7mm, 10mm, 14mm, 20mm。

(二) 汉字

汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布的简化字。汉字字高不应小于 3.5mm,字宽为 $h/\sqrt{2}$ (即约等于字高的 2/3)。

书写长仿宋体的要领是:横平竖直,注意起落,结构匀称,填满方格。长仿宋体汉字示例如图 1-5 所示。

(三) 字母和数字

字母和数字分为 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。同一张图样上只允许选用一种字体。

字母和数字可写成斜体或直体,一般采用斜体书写。斜体字的字头向右倾斜,与水平基准线成 75° ,如图 1-6 所示。

10号字

字体工整笔画清楚排列整齐间隔均匀

7号字

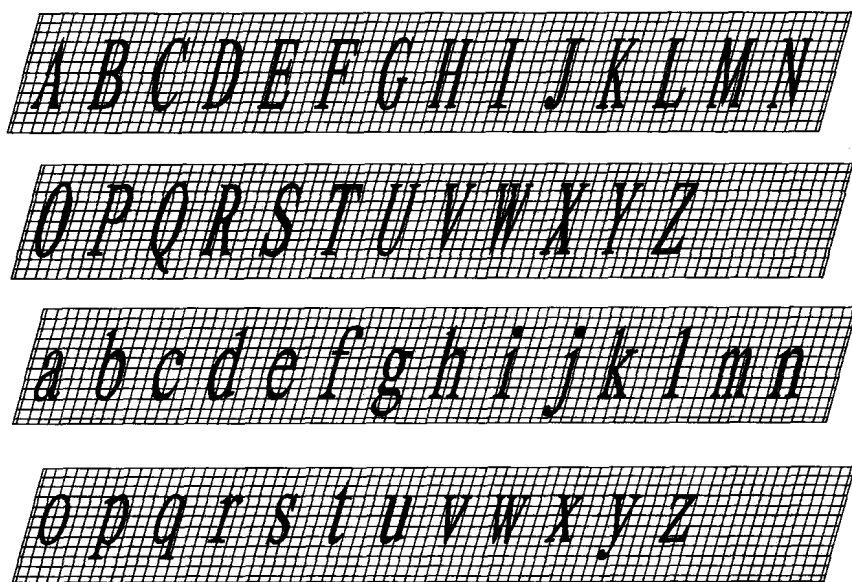
横平竖直注意起落结构匀称填满方格

5号字

机械制图尺寸比例线型字体锥度斜度零件装配

图 1-5 长仿宋体汉字书写示例

A 型斜体拉丁字母



A 型斜体阿拉伯数字和罗马数字

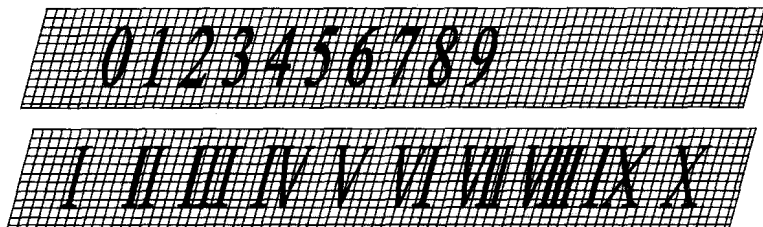


图 1-6 字母和数字书写示例

四、图线 (GB/T 4457.4—2002)

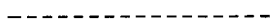
机械图样是用不同形式的图线绘制而成的。为了使绘图和看图有一个统一的准则，国家

标准对图线的名称、形式、尺寸、画法及一般应用等都作了统一的规定。

(一) 基本线型及其应用

用于机械图样的基本线型有九种, 见表 1-4。图线的应用示例如图 1-7 所示。

表 1-4 基本线型及应用

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
粗实线		d	可见棱边线; 可见轮廓线; 相贯线; 螺纹牙顶线; 螺纹终止线; 齿顶圆(线); 剖切符号用线等
细实线		$d/2$	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; 螺纹牙底线; 表示平面的对角线; 辅助线; 投影线; 不连续同一表面连线; 成规律分布的相同要素连线等
波浪线		$d/2$	断裂处的边界线; 视图与剖视图的分界线
双折线		$d/2$	断裂处的边界线; 视图与剖视图的分界线
细虚线		$d/2$	不可见棱边线; 不可见轮廓线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线
细点画线		$d/2$	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		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线; 可动零件极限位置的轮廓线; 成型前轮廓线; 剖切面前的结构轮廓线; 轨迹线; 中断线等

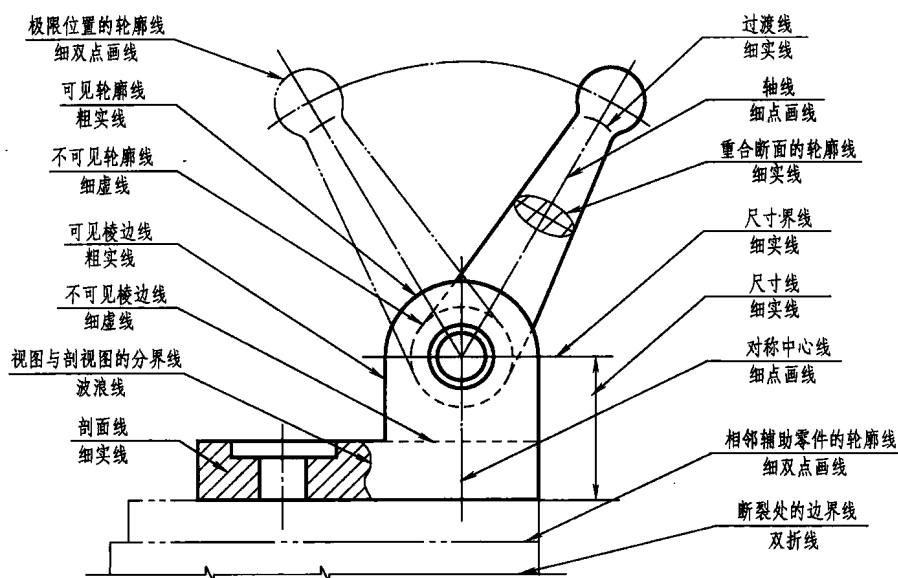


图 1-7 图线的应用

机械图样中的图线分粗细两种，其宽度比例为 $2:1$ 。图线宽度应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择，该数系公比为 $1:\sqrt{2}$ ，单位为毫米。

0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2

(二) 绘制图线时的注意事项 (见图 1-8)

① 在同一图样中，同类图线的宽度应一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相同。

② 两条平行线（包括剖面线）之间的距离不应小于粗实线的两倍宽度，其最小距离不得小于 0.7mm。

③ 点画线及双点画线的首末两端应是线段而不是点。画圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点，细点画线应超出图形轮廓约 2~5mm。在较小图形上绘制点画线和双点画线有困难时，可用细实线代替。

④ 各种图线相交时，应以线段相交。

当虚线位于粗实线的延长线上时，虚线与粗实线之间应留有空隙。

⑤ 当两种或两种以上的图线重合时，其优先绘制的顺序是：粗实线→虚线→细实线→细点画线→双点画线。

五、尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—1996)

图样中除包含表示形体形状的图形外，还需要按照国家标准的要求，正确、完整、清晰的标注尺寸，以确定形体的真实大小，为机件的加工及检验提供依据。

(一) 基本规则

① 机件的真实大小，应以图样上所注尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

② 图样中（包括技术要求和其他说明）的尺寸，以毫米为单位时，不需标注单位符号（或名称），如采用其他单位时，则应注明相应的单位符号。

③ 图样中所标注的尺寸，为该图样所示机件的最后完工尺寸，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。

(二) 尺寸的组成及线性尺寸的注法

一个完整的尺寸，一般由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端和尺寸数字组成，如图 1-9 所示。

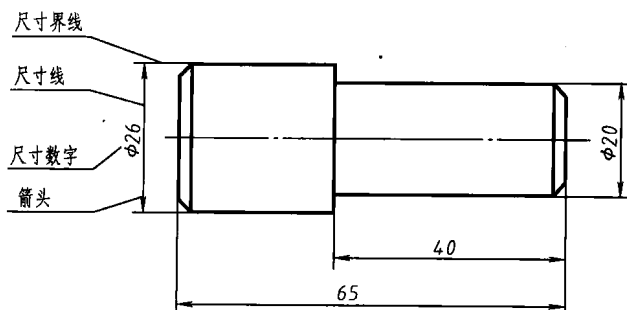


图 1-9 尺寸的组成

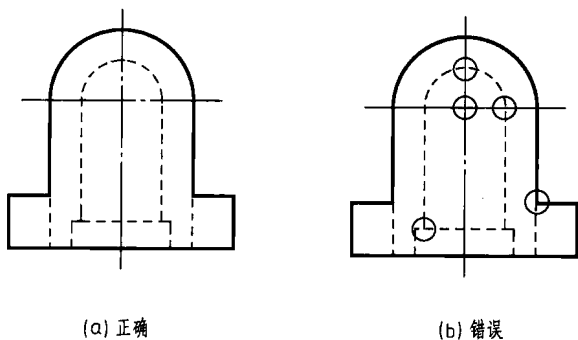


图 1-8 图线画法注意事项

1. 尺寸界线

① 尺寸界线用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出，也可以利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线，如图 1-10 (a) 所示。

② 尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜，如图 1-10 (b) 所示。

③ 在光滑过渡处标注尺寸时，应用细实线将轮廓线延长，从它们的交点处引出尺寸界线，如图 1-10 (b) 所示。

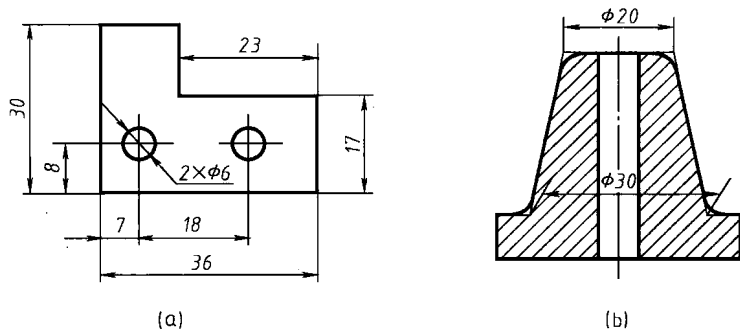


图 1-10 尺寸界线

2. 尺寸线

① 尺寸线必须用细实线单独画出，不能用其他任何图线代替，也不能与其他图线重合或画在其延长线上，如图 1-11 所示。

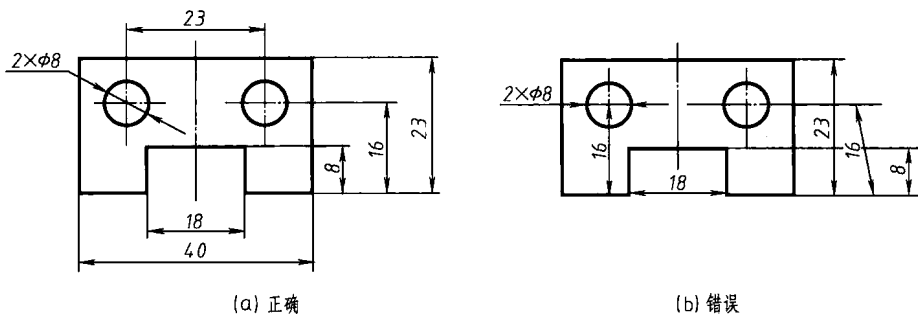


图 1-11 尺寸线的正误对比

② 标注线性尺寸时，尺寸线应与所标注的线段平行。

3. 尺寸线终端

尺寸线的终端形式有以下两种。

(1) 箭头 箭头画法如图 1-12 (a) 所示。

(2) 斜线 斜线用细实线绘制，其画法如图 1-12 (b) 所示。当采用斜线时，尺寸线与尺寸界线应相互垂直。

机械图样中一般采用箭头作为尺寸线的终端。

4. 尺寸数字

① 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，如图 1-13 (a)、(c) 所示。

② 线性尺寸数字的方向，有以下两种注写方法，一般应采用方法 1 注写；在不致引起误解时，也允许采用方法 2。在同一张图样中，应尽可能采用同一种方法。

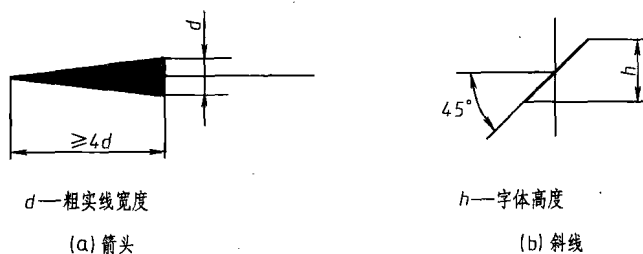


图 1-12 尺寸线终端

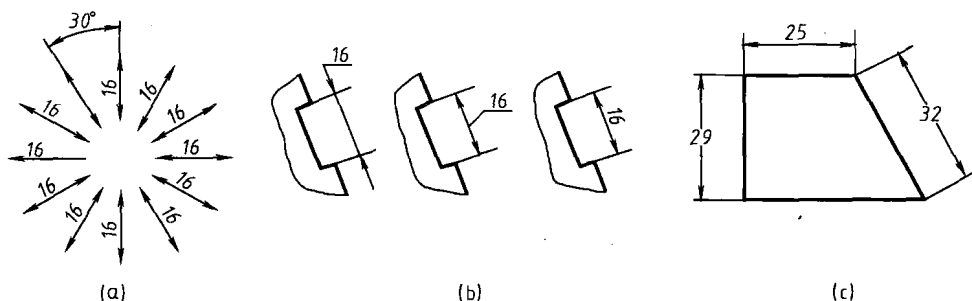


图 1-13 尺寸数字

方法 1: 数字应按图 1-13 (a) 所示的方向注写, 并尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸, 当无法避免时可按图 1-13 (b) 的形式标注。

方法 2: 对于非水平方向的尺寸, 其数字可水平地注写在尺寸线的中断处, 如图 1-13 (c) 所示。

③ 数字不能被任何图线所通过, 否则应将该图线断开。

(三) 其他常用尺寸的注法 (见表 1-5)

表 1-5 常用尺寸注法

直径的注法	图例	
	说明	圆或大于半圆的圆弧, 应标注直径尺寸, 在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”
半径的注法	图例	
	说明	① 半圆或小于半圆的圆弧, 应标注半径尺寸, 尺寸线由圆心引出, 带箭头的一端指向圆弧, 在尺寸数字前加注符号“R” ② 大圆弧的半径, 可按图(b)的形式标注, 当不需要标注圆心位置时, 可按图(c)标注

狭小部位的尺寸注法	图例	
说明		① 当没有足够位置画箭头和写数字时,可将二者之一或者都布置在尺寸界线外面,也可将尺寸数字引出标注 ② 标注一连串的小尺寸时,可用圆点或斜线代替箭头,但最外端的箭头仍应画出
角度、弦长、弧长	图例	
说明		① 角度的尺寸界线应沿径向引出,尺寸线是以角顶为圆心的圆弧 ② 角度尺寸数字一律水平注写,一般注写在尺寸线的中断处,必要时也可注写在尺寸线外面、上方或引出标注 ③ 标注弦长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线 ④ 标注弧长的尺寸界线应平行于该弧所对圆心角的角平分线,尺寸数字左方加注符号“~”
球面、厚度、正方形	图例	
说明		① 标注球面尺寸时,在“φ”或“R”前加注符号“S” ② 标注板状零件的厚度时,可在尺寸数字前加注符号“t” ③ 标注断面为正方形结构的尺寸时,可在正方形边长尺寸数字前加注符号“□”或用“边长×边长”的形式注出