

工程制图

高宗华 王海涛◇主编



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

高等院校机械电气类专业“十二五”重点规划教材

工 程 制 图

主 编 高宗华 王海涛

副主编 刘 辉 徐 荣

参 编 姚 实 葛 婧

合肥工业大学出版社

内容提要

本书是根据教育部工程图学教学指导委员会关于“工程制图课程教学基本要求和国家标准局最新发布的新标准”在充分总结各院校工程制图课程教学改革研究与实践的成果和经验基础上编写而成的。内容包括机械制图的基本知识、正投影的基础知识、立体的投影、轴测图、组合体、机件的常用表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、建筑制图、电气设备图等。全书以培养学生读图和绘图能力为主,将精选的制图内容与计算机绘图软件相结合,将“教、学、做、练”融为一体,以培养学生读图和绘图能力为主,精选制图内容与例题,力求适时、精练、实用。

本书可作为本科院校、高职高等院校非机类专业教材,也可作为相关工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/高宗华,王海涛主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2015.1

ISBN 978-7-5650-2076-6

I. ①工… II. ①高…②王… III. ①工程制图——高等职业教育—教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 293984 号

工 程 制 图

高宗华 王海涛 主编

责任编辑 马成勋

出 版 合肥工业大学出版社
地 址 合肥市屯溪路 193 号
邮 编 230009
电 话 总 编 室:0551—62903038
市场营销部:0551—62903198
网 址 www.hfutpress.com.cn
E-mail hfutpress@163.com

版 次 2015 年 1 月第 1 版
印 次 2015 年 1 月第 1 次印刷
开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张 22
字 数 535 千字
印 刷 合肥学苑印务有限公司
发 行 全国新华书店

ISBN 978-7-5650-2076-6

定价: 51.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

前 言

本书是根据教育部工程图学教学指导委员会关于“工程制图基础课程教学基本要求和国家标准局最新发布的新标准”,在工程制图课程教学改革研究与实践的成果和经验基础上编写而成的。

随着社会和科学技术的进步,特别是计算机技术的普及与发展,工程制图课程无论是课程体系、教学内容,还是教学方法与手段,以及现代科技对人才培养的要求等方面都发生了深刻的变化。因此,本书力求反映这种发展变化,反映以应用为目的,以必需、够用为特色。除了在文字教材中尽量反映现代科学技术和新知识、新内容外,还将陆续推出与教材配套的教师教学辅导系统和学生学习辅导系统的电子化教材,以适应现代化教学方法与手段的需要。

本书主要有以下特点:

(1)全书采用了最新的国家标准。力求与最新颁布的国家标准“技术制图”和“机械制图”的规定同步。

(2)章节形式新颖。每章均设有内容导读、知识要点、能力目标、使教师和学生对本章的知识构成、学习方法等方面有一个全面的了解。

(3)整合内容,优化体系结构。对传统的画法几何内容进行了慎重的取舍,并以典型立体为载体进行讲解;对机械制图内容的设置注重实际应用和技能训练,突出基本绘图、识图能力的培养。在基本体、组合体、表达方法等章节中穿插画轴测图的内容,既可做为提高空间想象能力、创新思维能力的一种手段,又可降低学生的学习难度。

(4)“讲一练结合”、“学一做结合”。在大部分章节中设置有“小常识”、“学与做”内容,以激发学生的学习兴趣、丰富学生的知识,加强动手能力的培养。

(5)加强草图技能的训练和测绘能力的培养。为适应当前 CAD 技术发展的需要,本教材适当降低仪器绘图的要求和难度,并在一些主要章节中均增加了绘制草图、形体测绘的内容,做到草图、测绘不断线,使学生掌握测绘及徒手绘制机械图样的基本能力。为了复习巩固已学知识,进一步培养学生分析

问题和解决问题的能力,将装配体增加了测绘内容,对整个测绘过程作了全面的介绍,力求在完成本课程的学习后,使学生具有整机或部件的测绘能力。

(6)计算机绘图采用 AutoCAD 2008 通用版本,并精选内容,做到在允许的学时范围内,达到能绘制二维图形的目的。

全书共十一章。主要内容有制图基本知识、正投影的基础知识、立体的投影、轴测图、组合体、机件常用的表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、电气和建筑和附录。

本书由江西电力职业技术学院高宗华、安徽工程大学王海涛担任主编,安徽广播电视大学刘辉、徐荣担任副主编,合肥通用职业技术学院姚实,安徽文达信息工程学院葛婧参与本书编写。

由于编者水平有限,书中还存在一些不足之处,恳请读者批评指正。

编者

2015 年 1 月

目 录

第 1 章 制图的基本知识	(1)
1.1 制图基本规则	(1)
1.2 绘图工具的使用方法	(13)
1.3 几何作图	(18)
1.4 平面图形的线段分析和画图步骤	(23)
第 2 章 投影理论基础	(26)
2.1 投影法的基础知识	(26)
2.2 三视图基础	(28)
2.3 点的投影	(34)
2.4 直线的投影	(36)
2.5 平面的投影	(42)
2.6 AutoCAD 界面组成及基本操作	(48)
第 3 章 基本体投影	(54)
3.1 立体的投影及表面取点	(54)
3.2 截交	(64)
3.3 相贯	(73)
3.4 绘制简单图形	(77)
第 4 章 轴测图	(82)
4.1 轴测图基本概念	(82)
4.2 正等测轴测图	(83)
4.3 斜二测轴测图	(93)
4.4 基本体草图的绘制	(95)
4.5 AutoCAD 基本绘图环境	(97)
第 5 章 组合体	(108)
5.1 组合体的组合形式及其形体分析	(109)
5.2 画组合体三视图的方法和步骤	(113)
5.3 组合体的尺寸注法	(117)
5.4 组合体读图	(124)
5.5 二维基本绘图命令	(129)

第 6 章 机件图样的基本表示法	(143)
6.1 视图	(143)
6.2 剖视图	(149)
6.3 断面图	(158)
6.4 局部放大图和简化画法	(161)
6.5 读剖视图	(165)
6.6 各种表达方法的综合应用	(166)
6.7 图形编辑命令	(167)
第 7 章 标准件与常用件	(183)
7.1 螺纹	(183)
7.2 螺纹紧固件及其连接画法	(192)
7.3 键和销	(198)
7.4 滚动轴承	(201)
7.5 齿轮	(203)
7.6 弹簧	(208)
第 8 章 零件图	(211)
8.1 零件图的作用与内容	(212)
8.2 零件表达方案的选择与尺寸标注	(213)
8.3 零件的构形设计与工艺结构	(223)
8.4 零件的技术要求	(225)
8.5 AutoCAD 尺寸的标注	(240)
第 9 章 装配图	(257)
9.1 装配图的用途和内容	(257)
9.2 装配图的规定画法和特殊画法	(258)
9.3 装配图的尺寸注法和技术要求	(261)
9.4 装配图中零、部件序号和明细栏	(263)
9.5 装配体测绘	(265)
第 10 章 房屋建筑图图样简介	(272)
10.1 房屋建筑图的概述	(272)
10.2 房屋图的绘图规则	(276)
第 11 章 电气线路图图样简介	(283)
11.1 电气线路图的概述	(283)
11.2 电气线路图各种元件的规定画法	(285)
11.3 焊接图	(296)
附录	(303)
参考文献	(346)

第 1 章 制图的基本知识

【内容导读】

机械图样是按照国家标准的规定和投影原理绘制的,用于表达机器和机械零件的结构形状和技术要求,它是制造机器和加工零件的依据。现行的国家标准“技术制图”和“机械制图”是阅读和绘制机械图样的准则和依据。

我国标准编号是由标准代号、标准顺序号和批准的年号构成的。国家标准分强制性国家标准(代号是“GB”)和推荐性国家标准(代号是“GB/T”)。

要正确地绘制出机械图样,除了熟悉国家标准的有关规定外,还要能正确地使用绘图工具,掌握几何作图的方法和技巧,并通过绘图技能的训练以保证绘图质量,提高绘图速度。

【知识要点】

本章将简要介绍国家标准中关于“图纸幅面及格式”、“比例”、“字体”、“图线”、“尺寸注法”等有关规定;绘图工具的种类及使用方法;常用几何图形的画法及平面图形的分析、绘制方法和步骤。

本章知识的重点是国家标准“技术制图”和“机械制图”的有关规定,平面图形的作图方法及尺寸标注,以及使用绘图仪器和工具绘制机械图样的方法和步骤。难点是平面图形的线段分析和已知平面图形的尺寸标注。

【能力目标】

能按国家标准的规定,正确使用绘图工具绘制平面图形并标注其尺寸。

1.1 制图基本规则

图样是工程设计结果的一种表达形式,是产品制造和工程施工的依据,是组织和管理生产的重要技术文件,是“工程技术界的共同语言”。为了便于交流技术思想,国家对图样作出统一的规定。国家标准“机械制图”中统一规定了在绘制工程图样的过程中应共同遵守的画图规则。

国家标准简称“国标”，代号“GB”。在国家标准中，分别就图纸的幅面尺寸及格式、比例、字体、图线和尺寸注法作了规定。

1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—2008)

绘制图样时，优先采用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸。

表 1-1 图纸幅面尺寸(mm)

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

图纸可以横放或竖放。图纸无论装订与否，均用粗实线画出图框线和标题栏框线。需要装订的图样，其图框格式如图 1-1 所示，一般采用 A3 幅面横装或 A4 幅面竖装。不需装订的图样，只需将如图 1-1 所示的尺寸 a 和 c 均改为表 1-1 中的尺寸 e 即可。必要时可将幅面加长，对 A0、A2、A4 幅面的加长量应按 A0 幅面长边的 1/8 倍数增加，对 A1、A3 幅面的加长量应按 A0 幅面短边的 1/4 倍数增加。

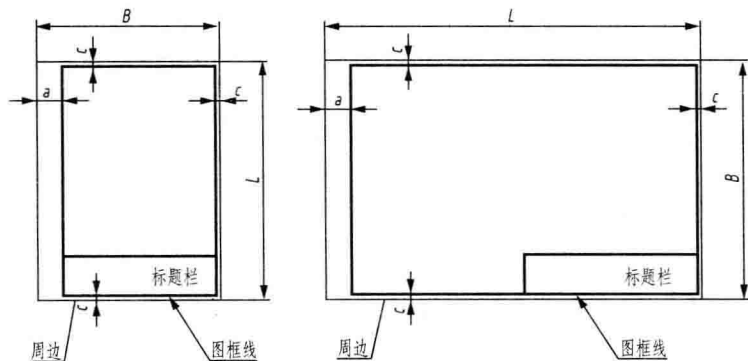


图 1-1 需要装订的图框格式

图框用粗实线绘制。

每张图样都必须有标题栏。标题栏的位置应按如图 1-1 所示的形式配置。必要时，也采用如图 1-2 所示的格式。看图的方向与看标题栏的方向一致。

国家标准对标题栏的格式、内容和尺寸作了统一规定(GB/T 10609.1—2008)。制图作业的标题栏最好采用如图 1-3 所示的简化格式。

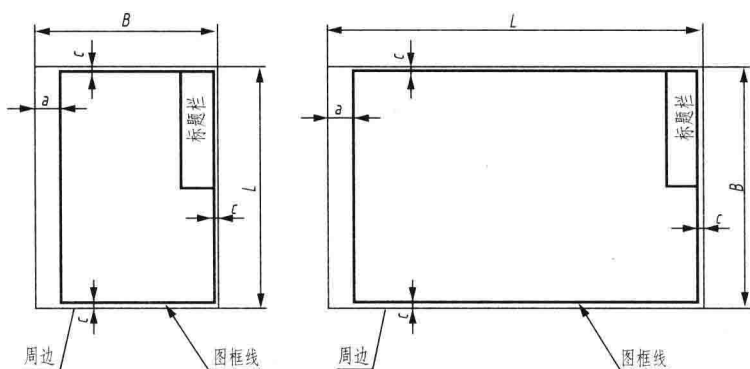


图 1-2 标题栏配置的另一种格式

				30			
				12			
8		(图 名)		比例		(图 号)	
				件数			
40	8	制图	(日期)	重量	共 张第 张		
	8	描图		(日期)			(校 名)
	8	审核	系 班				
12		40		65			
				130			

图 1-3 标题栏格式

学与做

图纸幅面代号的几何含义就是对 0 号幅面的对开次数,如 A3 中的“3”表示将 0 号图纸长边对折裁切 3 次所得的幅面。同学们可将购买的 A0 图纸按此方法裁成所需大小。

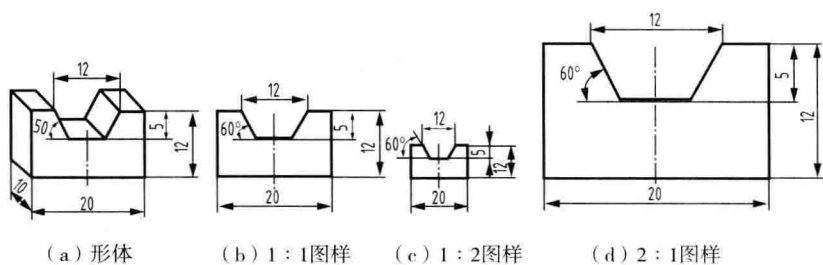
1.1.2 比例(GB/T14690—1993)

比例是指图样机件要素与相应的实际机件要素的线性尺寸之比。

绘制图样时一般从表 1-2 规定的系列中选取不带括号的合适比例,必要时也可选取表中带括号的比例。优先选用第一系列比例,尽量采用 1:1 的原值比例,必要时允许选用第二系列比例。

绘制同一机件的各个视图应采用同一比例,图样所采用的比例,应填写在标题栏的“比例”栏内;当某一视图需采用不同比例时,必须另行标注在视图名称的下方或右侧。

不论采用何种比例,图样上所标注的尺寸数值都是被表达机件的真实大小,与选用的比例无关。要注意的是,图形中的角度应按实际角度绘制。同一物体采用不同比例绘制的图形和标注如图所示。



不同比例的图形和尺寸注法

表 1-2 绘图的比例

种类	比 例
原值比例	1 : 1
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 (1 : 1.5) (1 : 2.5) (1 : 3) (1 : 4) (1 : 6)
放大比例	2 : 1 5 : 1 10 : 1 (2.5 : 1) (4 : 1)

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

图样中书写的汉字、数字和字母必须做到:字体端正、笔划清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的号数,即字体的高度,分为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm 等 8 种,其宽度约为高度的 2/3。为了保证字体大小一致和整齐,书写时最好先按所选字号的高宽尺寸画好格子。

汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度不宜小于 3.5mm。长仿宋体字的书写要领是:横平竖直,锋角分明,结构匀称,高宽足格。长仿宋体基本笔划有点、横、竖、撇、捺、提、钩、折,如图 1-4 所示,汉字示例如图 1-5 所示。



图 1-4 汉字的基本笔划

图样中的汉字、数字和字母必须写得
字体端正 笔划清楚 间隔均匀 排列整齐

图 1-5 长仿宋体汉字字体示例

数字和字母有斜体和直体两种,通常采用斜体,斜体字头向右倾斜,与水平线成 75° 倾角。数字和字母分为 A 型和 B 型,A 型字体的笔划宽度为字高的 1/14,B 型字体的笔

划宽度为字高的 $1/10$ 。用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般采用小一号的字体;图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号及其他符号应符合国家有关法令和标准的规定。数字及字母的示例如图 1-6 所示。



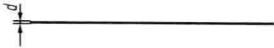
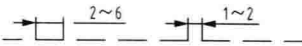
图 1-6 数字、字母及其综合示例

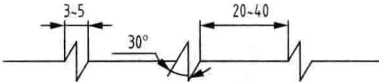
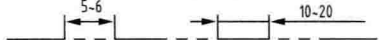
1.1.4 图线(GB/T 4457.4—2002)

国家标准《机械制图》图样画法,图线(GB/T 4457.4—2002)中规定了绘制机械图样的 9 种线型及应用,见表 1-3。

表 1-3 机械制图的图线型式及应用

(单位:mm)

图线名称	图线型式	线 宽	主要用途
粗实线		d	可见轮廓线
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线

细点画线		$d/2$	轴线, 轨迹线, 对称中心线
细实线		$d/2$	尺寸线和尺寸界线; 剖面线、重合断面轮廓线; 指引线; 过渡线
细波浪线		$d/2$	断裂处的边界线 视图与剖视的分界线
细双折线		$d/2$	断裂处的边界线
细双点画线		$d/2$	极限位置的轮廓线 相邻辅助零件的轮廓线 成形前的轮廓线等
粗点画线		d	有特殊要求或限定范围表示线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线

2. 图线宽度

国家标准“机械制图 图样画法 图线”(GB/T4457.4—2002)中规定,在机械图样中采用粗线和细线两种线宽,粗、细图线的线宽比为 2:1。粗实线 d 应按图样的复杂程度和大小在 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1.0, 1.4, 2.0(mm) 系列中选择。

各种图线的应用示例如图 1-7 所示。

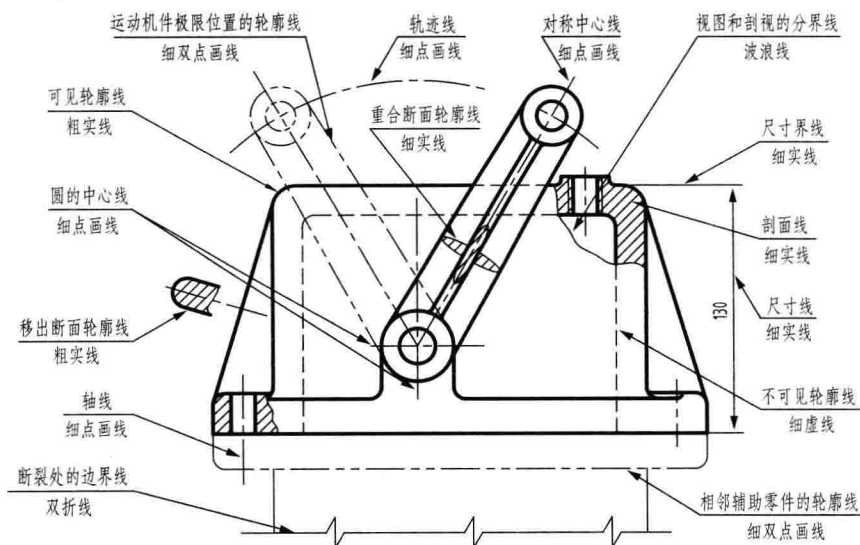


图 1-7 图线的应用示例

绘图时通常应注意以下几点:

(1)同一图样的同类图线宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的线段长度和间隔应各大致相等。点划线和双点划线中的“点”应画成长约1mm的短划,短划不能与短划或长段相交。点划线和双点划线的首尾两端应是线段而不是短划。

(2)两条平行线间的距离应不小于粗实线宽度的两倍,其最小距离不得小于0.7mm。

(3)绘制圆的对称中心线时,圆心应是线段的交点。

(4)绘制轴线、对称中心线、双折线和作为中断线的双点划线时,宜超出轮廓线约2~5mm。

(5)在较小的图形上绘制点划线时,可用细实线代替。

(6)当虚线是粗实线的延长线时,粗实线应画到分界点,虚线应留有空隙。当虚线与粗实线或虚线相交时,不应留有空隙。当虚线圆弧和虚线直线相切时,虚线圆弧的线段应画至切点,虚线直线则留有空隙。

(7)粗实线与虚线或点划线重叠,应画粗实线。虚线与点划线重叠,应画虚线。如图1-8所示为图线画法的图例。

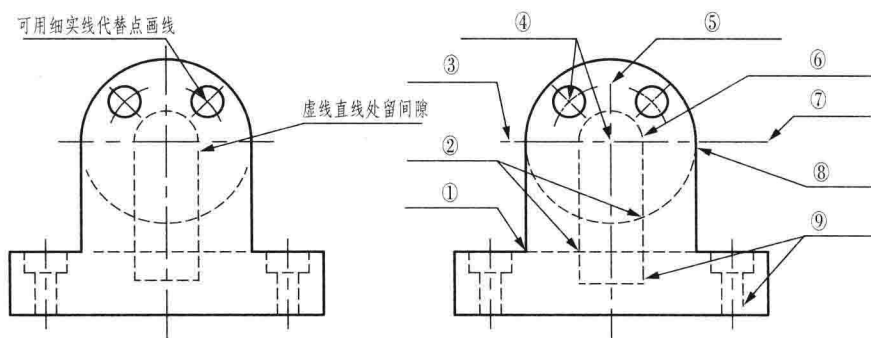


图1-8 图线画法示例

图中:①虚线应留间隙;②应是长画相交;③点画线的两端应是长画;④圆心应是长画相交;⑤中心线应超过轮廓线;⑥虚线圆弧不应留间隙;⑦中心线太长;⑧虚线应留间隙;⑨不应留间隙。

学与做

如图1-8所示是图线的画法示例,请将正确和错误的图形进行对比,并在错误画法的图形横线上写出错在哪里。

1.1.5 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)

图样上的图形主要表达机件的结构形状,而机件的大小则根据图上标注的尺寸数值确定。标注尺寸是一项很重要的工作,一定要认真对待。

下面介绍尺寸注法的一些基本内容,有些内容在后面的有关章节中讲述,其他相关内容可查阅国标(GB/T 4458.4—2003)。

1. 尺寸标注的基本规则

(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。

(2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸以 mm 为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,否则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(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。

2. 尺寸组成

如图 1-9 所示,一个完整的尺寸标注,一般由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端,以及尺寸数字(含符号和缩写词)四个要素所组成。

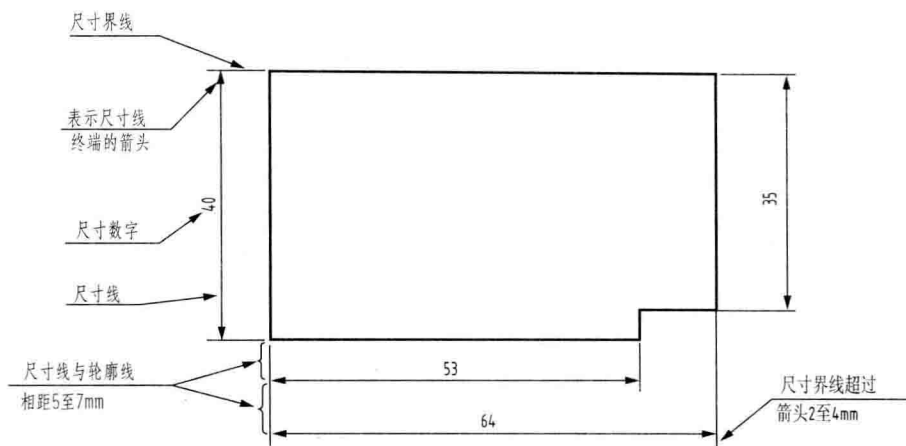


图 1-9 尺寸的组成及标注示例

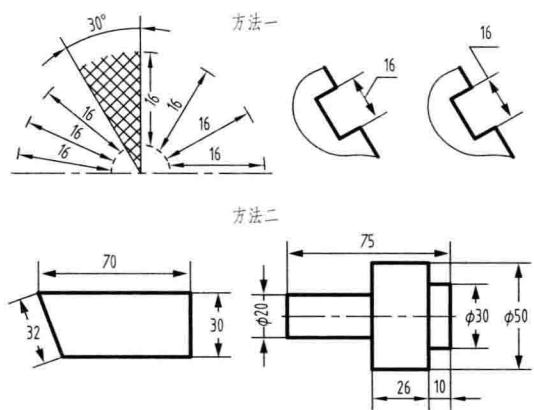
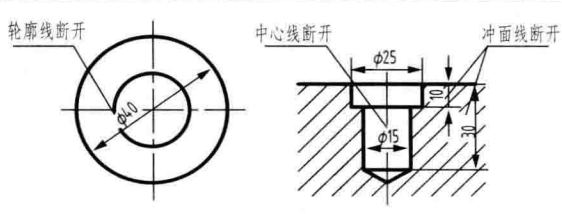
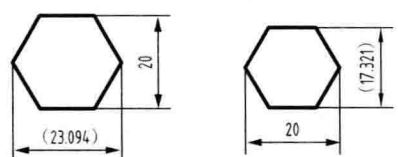
(1) 尺寸数字

用来表示所注尺寸的数值,是图样中指令性最强的部分。要求注写尺寸时一定要认真仔细、字迹清楚,应避免可能造成误解的一切因素。注写方法见表 1-4。

表 1-4 尺寸数字的注写方法

说 明	图 例
(1) 线性尺寸的数字一般水平的应注写在尺寸线的上方,垂直的应注写在尺寸线的左方,也允许注写在尺寸线的中断处	

(续表)

说 明	图 例
(2) 尺寸数字的书写方法有两种: 方法一: 如左图所示, 水平方向的尺寸数字字头朝上; 垂直方向的尺寸数字字头朝左; 倾斜方向的尺寸数字字头保持朝上的趋势。尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸, 当无法避免时, 可按右图的形式引出标注; 方法二: 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; 一般应采用第一种方法注写。当图形简单, 尺寸较少时, 也允许采用第二种方法。但在同一张图样中, 应尽可能采用同一种方法	
(3) 尺寸数字不可被任何图线所通过, 当不可避免时, 必须把图线断开	
(4) 标注参考尺寸时, 应将尺寸数字加上圆括号	

(2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制, 一般不得与其他图线重合或画在其延长线上。线性尺寸的尺寸线必须与所标注的线段平行; 当有几条互相平行的尺寸线时, 大尺寸要标注在小尺寸外面。尺寸线与轮廓线或两平行尺寸线之间的距离约为 5mm 左右, 如图 1-9 所示。在圆或圆弧上标注直径或半径尺寸时, 尺寸线一般应通过圆心或延长线通过圆心。

(3) 尺寸终端

尺寸线终端有两种形式: 箭头适用于各种类型的图样, 在机械图样中主要采用这种

形式,如图 1-10a 所示,图中的 b 为粗实线的宽度;斜线用细实线绘制,如图 1-10b 所示,图中的 h 为字体高度,采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界线一般应互相垂直。

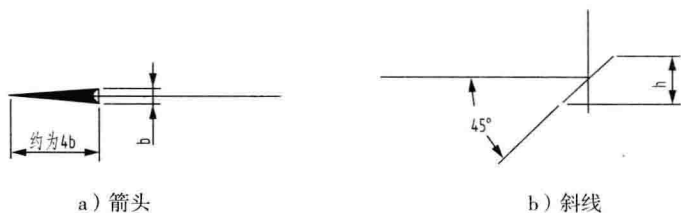


图 1-10 尺寸终端的两种形式

(4) 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制,并应自图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可利用轮廓线、轴线或对称中心作尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,并超出尺寸线的终端约 2mm。如图 1-9 所示。如果尺寸界线垂直于尺寸线,则图线很不清晰,此时尺寸界线允许倾斜,如表 1-5 中“光滑过渡处的尺寸”。

3. 尺寸注法示例

表 1-5 中列出了国家标准规定的一些尺寸注法。

表 1-5 尺寸注法示例

尺寸种类	图 例	说 明
线性尺寸的注法		串列尺寸的相邻箭头应对齐,即应注在一条直线上
		并列尺寸应是小尺寸在内,大尺寸在外,尺寸间隔不小于 6mm
直径尺寸的注法		圆或大于半圆的圆弧及跨于两边的同心圆弧的尺寸应标注直径;标注时,在尺寸数字前加注直径符号“ ϕ ”
半径尺寸的注法		小于或等于半圆的圆弧尺寸一般标注半径;标注时,在尺寸数字前加注半径符号“R”