



21世纪机电专业规划教材

工程制图

主编 潘 锲 黄燕

主审 魏天路



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

 21 世纪机电专业规划教材

工程制图

主 编	潘 锲	黄 燕	
副主编	刘新柱	张耀宇	王艳凤
	李 东	黄嘉宁	
主 审	魏天路		

哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书是 21 世纪机电专业规划教材。本书在内容上努力做到深入浅出、详实具体、通俗易懂,所选的例题兼顾了不同学时要求,拓宽了教材的适用面。本书全部采用我国最新颁布的《机械制图》与《技术制图》等国家标准。与本书配套的《工程制图习题集》同时出版。

全书共分 10 章及附录,主要内容包括制图的基本知识与技能;点、直线、平面的投影;基本几何体;组合体的视图;轴测图;机件的常用表达方法;标准件与常用件;零件图;装配图;计算机绘图的基本知识等。

本书可作为高等院校机械类和近机械类各专业工程制图课程的教材,也可供高职、夜大、函授大学和有关专业岗位培训使用。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/潘锲等主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2007.12

(含习题集)

ISBN 978-7-5603-2612-2

I.工… II.潘… 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 164393 号

责任编辑 许雅莹

封面设计 卞秉利

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂

开 本 787 mm × 1092 mm 1/16 印张 19.625 字数 454 千字

版 次 2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-5603-2612-2

定 价 37.80(含习题集)

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

21 世纪机电专业规划教材

编写委员会名单

主 任 魏天路

编 委 (按姓氏笔画排序)

于淑芳	王 冬	王俊发	王艳凤
刘力强	刘建军	刘明亮	刘新柱
孙红旗	朱向东	阮世鑫	张玉贤
张连军	张洪霞	张耀宇	李 东
李玉清	李亚芹	李 伟	李宪芝
李春玉	李清臣	杨 海	杨 康
陈永波	陈 振	姜永成	赵占鳌
赵玉冰	高士杰	黄嘉宁	黄 燕
董晓威	潘 锲	鞠红香	

本系列教材从培养学生的技术应用能力、自学能力和实践能力出发,贯彻现代教育思想,遵循理论为技术应用服务的原则,突出专业教育特点,进行有效的课程整合,结合实践教学的条件积极编写教材,以适应教学改革。由现在的理论教学型向边教学、边实践工学结合型的教学模式转变。教材编写过程中,得到了各院校领导及一线教师的大力支持,谨此一并表示感谢。

由于稿件编写时间有限,以及编者对知识的认识深度有限,所以书中难免有所疏漏,敬请读者给予批评指正。

总 序

“机电一体化”技术就是加工制造业为了适应现代生产环境及市场的动态变化,将微电子技术、计算机技术、信息技术、自动控制技术综合应用于制造加工生产全过程的一批高新复合技术群。21 世纪中国将需要一大批掌握先进控制技术,能从事数控机床、加工中心、智能机器人以及其他新型机电一体化技术和产品的设计、安装、调试、操纵、编程与开发的高级复合应用型创新技术人才。按照人事部最新统计预测,“机电一体化”专业技术人才是我国今后几年急需紧缺的八大最热门专业人才之一。因此,加大机电专业的学科建设和人才培养迫在眉睫。

目前的机电专业呈现出两大特点:首先是机电专业的技术知识发展迅速。由于激光技术、模糊技术和信息技术的融入,使机电专业的知识领域向周围各领域扩展,形成许多新的边缘科学知识。其次是对专业技术能力的要求不断提高。

本系列教材从培养学生的技术应用能力、自我学习能力和实践能力出发,贯彻现代教育思想,遵循理论为技术应用服务的原则,突出专业教育特点,进行有效的课程整合,结合实践教学的条件积极编写教材,以适应教学模式,由现在的理论教学型向边教学、边实践工学结合型的施教模式转化。教材编写过程中,得到了各院校领导及一线教师的大力支持,在此一并表示感谢。

由于稿件编写时间有限,以及编者对知识的把握程度有限,所以,书中难免有所疏漏,敬请读者给予批评指正。

教材编委会
2007 年 7 月

前 言

《工程制图》是用正投影法绘制和阅读工程图样的一门基础学科。我国各工科院校都将《工程制图》作为工程类各专业必修的一门技术基础课程,是机电类课程规划教材之一。

本书是依据国家教育部审定的工程制图课程基本要求编写的,具有以下特点。

(1)《工程制图》作为一门专业基础课,将学生在今后的实践中可能接触到的产品零件图纳入到教材中。

(2)突出画图、看图能力的培养,这是编写本书的主线。为此,我们将知识在宏观上构建起框架,从微观上穿针引线,将其编织成网,以形成严密的体系。自投影作图起,即以“必需够用”的基础理论为指导,以“左右逢源”的轴测图为媒介,以“空间”、“平面”相互转化为依托,将“画图、看图结合在一起”,以使学生的学习伊始即走上正确的学习之路。进而以符合逻辑的递进层次,以适时引入的有效方法,以形式多变、富有启发性的贴切习题相配合,力求使学生把握住开启画图、看图之门的两把钥匙,以对其能力的培养真正起到强化的作用。

(3)注重学生实用技能的训练。在教材的相关部分章节介绍了徒手绘制草图的方法和步骤,增强了学生在现场绘制草图的能力。

(4)计算机绘图已经在各个工厂、院校和科研单位全面普及,所以在计算机绘图一章,以工程图样为例,简明扼要地叙述了 AutoCAD 2005 的绘图过程,使读者能较快地掌握计算机绘图知识。

(5)本书的配套习题集,精选了不同类型的练习,并注重在难度上的循序渐进,便于教师和学生使用。

本书由佳木斯大学潘锲和黑龙江八一农垦大学黄燕任主编,佳木斯大学刘新柱、平顶山学院张耀宇、辽宁机电职业技术学院王艳凤、黑龙江农垦农业职业技术学院李东、广州康大职业技术学院黄嘉宁任副主编。本书第1、2、10章由佳木斯大学潘锲编写,第3、4、5章由黑龙江八一农垦大学黄燕编写,第6章由佳木斯大学刘新柱编写,第7章由平顶山学院张耀宇编写,第8章由辽宁机电职业技术学院王艳凤编写,第9章由黑龙江农垦农业职业技术学院李东编写,附录由广州康大职业技术学院黄嘉宁编写,同时感谢广州康大职业技术学院赵占鳌老师和浙江林学院刘建军老师在统稿和编校过程中所作的工作。由佳木斯大学魏天路老师担任主审工作,魏天路老师对本书进行了认真审查,并提出了一些宝贵的修改意见和建议,在此表示衷心的感谢。

限于编者的水平,且时间比较仓促,书中难免有不足之处,恳请读者及同仁批评指正。

编 者

2007年8月

目 录

第 1 章 工程制图基本知识与技能	1
1.1 国家标准的基本规定	1
1.2 常用绘图工具及其应用	9
1.3 几何作图	11
1.4 平面图形的尺寸标注与画法	13
1.5 徒手画草图	15
第 2 章 正投影的基本知识	17
2.1 正投影与三视图	17
2.2 点的投影	20
2.3 直线的投影	22
2.4 平面的投影	27
第 3 章 立体的投影	32
3.1 基本几何体的投影	32
3.2 切割体的投影	38
3.3 相贯体的投影	43
第 4 章 组合体的视图	45
4.1 组合体的三视图	45
4.2 尺寸标注	51
4.3 组合体读图	52
第 5 章 轴测图	57
5.1 轴测图的基本知识	57
5.2 正等轴测图	58
5.3 斜二轴测图	60
第 6 章 机件的常用表达方法	63
6.1 视图	63
6.2 剖视图	66
6.3 断面图	71
6.4 局部放大图和简化画法及其他规定画法	73
6.5 综合应用举例	76
第 7 章 标准件与常用件	78
7.1 螺纹与螺纹紧固件	78
7.2 键与销	89
7.3 齿轮	92
7.4 滚动轴承	99

7.5 弹簧	102
第8章 零件图	105
8.1 零件图的内容和作用	105
8.2 零件的分类和视图选择	106
8.3 零件图的尺寸标注	111
8.4 零件图的技术要求	116
8.5 零件上常用的工艺结构	128
8.6 零件的测绘	130
8.7 看零件图	133
第9章 装配图	136
9.1 概述	136
9.2 装配图的表达方法	138
9.3 装配图中的尺寸注法	141
9.4 装配图中零、部件序号及明细表	141
9.5 装配工艺结构	143
9.6 装配图的阅读	146
9.7 由装配图拆画零件图	148
第10章 计算机绘图的基本知识	151
10.1 计算机绘图的优势	151
10.2 绘图软件——AutoCAD 2005 简介	151
10.3 AutoCAD 2005 绘图基本操作	154
10.4 视图的显示控制命令	157
10.5 尺寸标注与文字说明	158
10.6 绘图环境设置	160
10.7 用 AutoCAD 2005 绘制平面图	161
附录	163
附录1 公差与配合	163
附录2 螺纹	168
附录3 螺纹紧固件	173
附录4 键与销	177
附录5 渐开线圆柱齿轮的公差和基本偏差	179
附录6 滚动轴承	184
参考文献	190

第1章 工程制图基本知识与技能

1.1 国家标准的基本规定

图样是工程界的共同语言,为了便于指导生产、技术管理和同国外进行技术交流,国家技术监督局发布了国家标准《机械制图》与《技术制图》,它对图样的内容、格式和表达方法等都作了统一规定,绘图时必须严格遵守。本节将简要介绍该标准中的图纸幅面、比例、字体、图线和尺寸标注等,其他内容将在后面有关章节中叙述。

我国颁布实施的有关制图的国家标准(简称国标或“GB/T”),是有关各行业必须共同遵守的基本规定,是绘图和读图的基本准则。学习制图必须严格遵守国家标准,树立标准化的观念。

1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)^①

1. 图纸幅面尺寸

为便于使用和保管图纸,图样应绘制在一定的幅面和格式的图纸上,图纸幅面分基本幅面和加长幅面两种。在绘图时应优先采用基本幅面,见表 1.1,基本幅面的图纸分 A0 ~ A4 五种,A0 幅面面积为 1 m^2 。A1 幅面为 A0 幅面的一半(以长边对折裁开),A2 ~ A4 幅面以此类推。

表 1.1 基本幅面尺寸

表 1.1 基本幅面尺寸					mm
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

注:表中 B 、 L 、 e 、 c 、 a 如图 1.1 和 1.2 所示。

2. 图框格式及标题栏

(1) 图框格式

每张图纸在绘图前都必须先画出图框,图框线用粗实线。图框有两种格式,一种是不留装订边,另一种是留有装订边。不留装订边的图纸,其图框格式如图 1.1 所示,宽度 e 可依幅面代号从表 1.1 查出。留有装订边的图纸,其图框格式如图 1.2 所示,装订边宽度 a 和 c 可依幅面代号从表 1.1 查出(一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装)。

^① GB/T 表示推荐性国家标准,14689 为标准编号,1993 表示此标准于 1993 年由国家质量技术监督局批准。

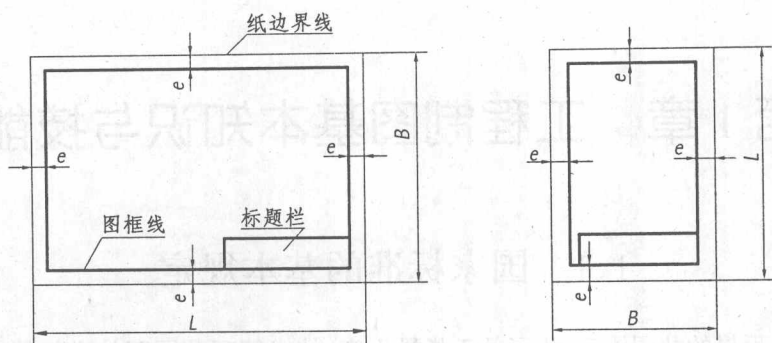


图 1.1 不留装订边的图框格式

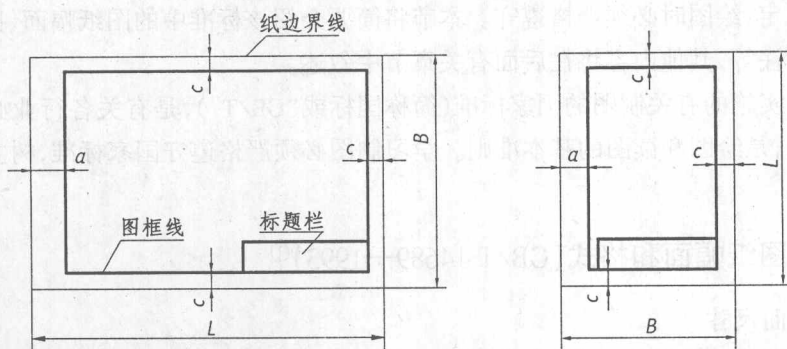


图 1.2 留装订边的图框格式

(2) 标题栏

标题栏位于图纸的右下角, 每张图纸都必须画出标题栏。国标规定的标题栏的尺寸与格式如图 1.3 所示, 学生参考选用的标题栏格式如图 1.4 所示。

180													
10		10		16		16		12		16			
7													

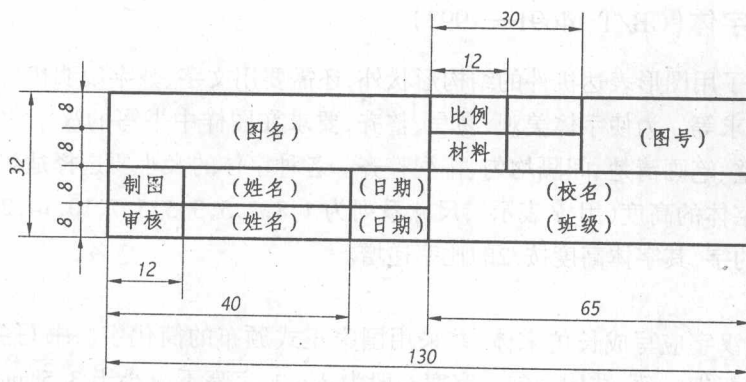


图 1.4 学生参考选用的标题栏格式

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

图样中的图形与其实物的相应要素的线性尺寸之比,称为比例。需要按比例绘制图样时,应在表 1.2 规定的系列中选取适当的比例。特殊情况,允许选用表 1.3 的比例。

表 1.2 一般选用的比例(n 为正整数)

原值比例	1:1					
缩小比例	(1:1.5)	1:2	(1:2.5)	(1:3)	(1:4)	1:5
	$1:1 \times 10^n$	$(1:1.5 \times 10^n)$	$1:2 \times 10^n$	$(1:2.5 \times 10^n)$	$(1:3 \times 10^n)$	
		$(1:4 \times 10^n)$	$1:5 \times 10^n$	$(1:6 \times 10^n)$		
放大比例	2:1	(2.5:1)	(4:1)	5:1	$1 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$
		$(2.5 \times 10^n:1)$	$(4 \times 10^n:1)$	$5 \times 10^n:1$		

表 1.3 特殊情况选用的比例(n 为正整数)

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

比例一般应标注在标题栏的“比例”一栏内,必要时,可标注在视图名称的下方或右侧。不论采用何种比例,图形中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小,与图形的大小无关。同一机件的各个视图一般采用相同的比例,并需在标题栏的比例栏中写明采用的比例,如 1:1。当同一机件的某个视图采用了不同比例绘制时,必须另行标明所用比例。

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

图样中除了用图形表达机件的结构形状外,还需要用文字、数字说明机件的名称、大小、材料和技术要求等。为使字体美观、易写、整齐,要求在图样中书写的汉字、数字、字母必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。各种字体的大小要选择适当。

字号,即字体的高度(用 h 表示),尺寸系列为 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 mm。若要书写大于 20 号的字,其字体高度按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式颁布的简化字。书写要点是:横平竖直、起落有锋、粗细一致、结构均匀。字宽一般为 $h/\sqrt{2}$,字高不应小于 3.5 mm。长仿宋体汉字示例如图 1.5 所示。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

图 1.5 汉字仿宋体(1号)

2. 数字和字母

数字和字母分 A 型和 B 型两种字体。A 型字体笔画宽度为字高的 $1/14$, B 型字体笔画宽度为字高的 $1/10$ 。

数字和字母可写成斜体或直体,斜体字字头向右倾斜,与水平呈 75° ,但在同一图样上只允许选用一种型式的字体,如图 1.6 所示。书写时不能潦草,笔画应保持粗细一致并成等线体,字体在图中的应用如图 1.7 所示。

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

图 1.6 字母和数字示例

$\phi 25 \frac{H6}{m5}$ $\frac{II}{2:1}$ $\frac{A}{5:1}$ $\frac{6.3}{\sqrt{}}$ R8 5%

图 1.7 字体在图中的应用

1.1.4 图线(GB/T 17450—1998, GB/T 14665—1998, GB/T 4457.4—2002)

1. 图线的形式和应用

国家标准《技术制图》中规定了 15 种基本线型。在机械图样中采用粗细两种线宽,它们之间的比例为 2:1,设粗线的线宽为 d , d 应在 0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 mm 中根据图样的类型、尺寸、比例和缩放复制的要求确定,优先选择 $d = 0.5$ mm 或 0.7 mm。机械工程图样中图线的名称、代码、线型一般应用以及应用示例,可查阅 GB/T 4457.4—2002。各种图线的名称、线型、线宽和主要用途见表 1.4,线素的长度见表 1.5,各种图线在图样上的应用,如图 1.8 所示。

表 1.4 图线

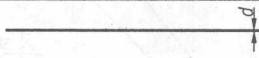
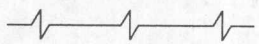
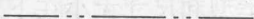
线型 No	图线形式		图线名称	图线宽度	应用举例
01	实线		粗实线	d	①可见轮廓线 ②可见过渡线
			细实线	约 $d/2$	①尺寸线及尺寸界线 ②剖面线 ③重合断面的轮廓线 ④螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 ⑤引出线 ⑥分界及范围线
			波浪线	约 $d/2$	①断裂片的边界线 ②视图和剖视的分界线
			双折线	约 $d/2$	断裂处的边界线
02			虚线	约 $d/2$	①不可见轮廓线 ②不可见过渡线
04			细点画线	约 $d/2$	①轴线 ②对称线和中心线 ③齿轮的节圆和节线
			粗点画线	d	有特殊要求的表面表示线
12			双点画线	约 $d/2$	①相邻辅助零件的轮廓线 ②极限位置的轮廓线 ③假想投影轮廓线 ④中断线

表 1.5 线素的长度

线 素	线 型 No	长 度
点	04 ~ 07, 10 ~ 15	$\leq 0.5d$
短间隔	02, 04 ~ 15	$3d$
短画	08, 09	$6d$
画	02, 03, 10 ~ 15	$12d$
长画	04 ~ 06, 08, 09	$24d$
间隔	03	$18d$

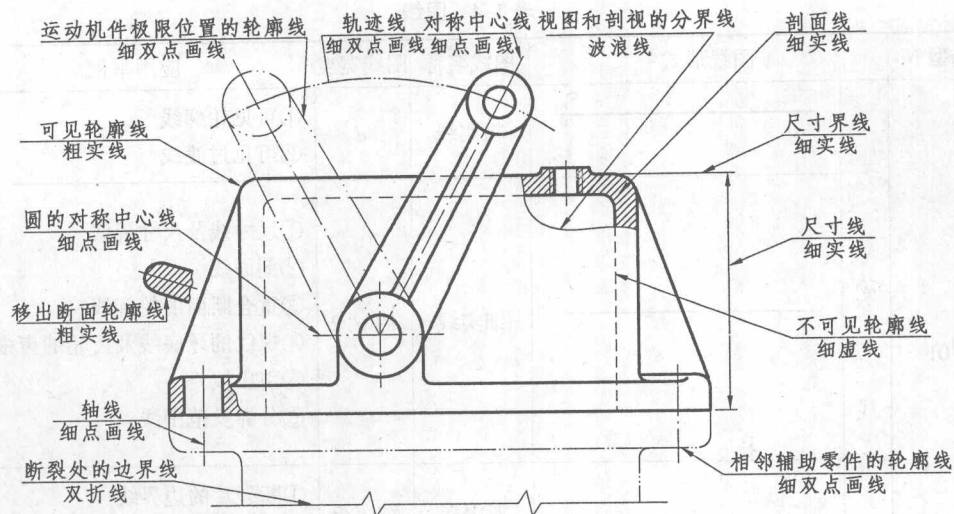


图 1.8 图线举例

2. 图线画法规则

(1) 一张图纸中同类的图线宽度应保持基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长和间隔应大致相等。

(2) 两平行线(含剖面线)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 0.7 mm。

(3) 绘制图样的对称中心线时,对称中心应为两对称线长画线的交点。细点画线、粗点画线和细双点画线的首末两端应是线段而不是点,超出图形轮廓线长度约为 3~5 mm。

(4) 在绘制较小的图形时,如绘制细点画线或细双点画线有困难,则可用细实线来代替。

3. 图线的尺寸

尺寸是图样中的主要内容之一,是制造零件的直接依据,也是图样中指令性最强的部分。国家标准规定,所有线型的图线宽度应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择: 0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2 mm。为了保证图样清晰、易读和便于缩微复制,应尽量避免在图样中出现宽度小于 0.18 mm 的图线。

1.1.5 尺寸标注法(GB/T 4458.4—2003, GB/T 16675.2—1996)

1. 基本原则

(1) 机件的真实大小以图样上所标注的尺寸数值为准,与图形的大小、绘图比例及绘图的准确度无关。

(2) 如果图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸以 mm 为单位,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) 图样中所标注的尺寸,一般是指该图样所示机件的最后完工尺寸,否则必须另加说明。

(4) 机件的每个尺寸,一般只标注一次,并应标注在反映该结构形体特征的图形上。

2. 常用的尺寸标注法

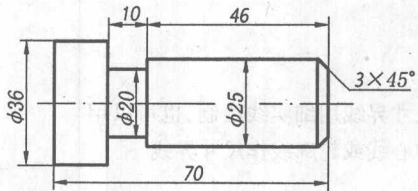
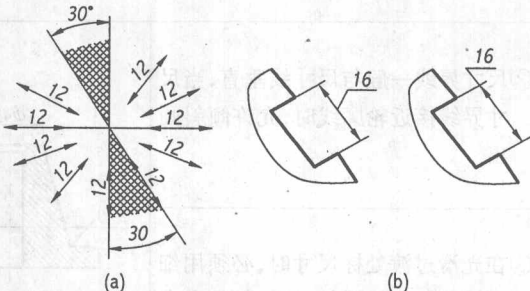
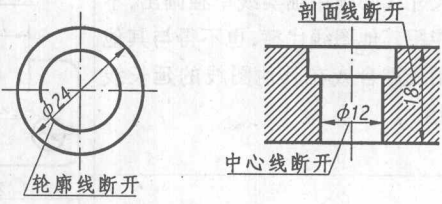
一个完整的尺寸,一般由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端和尺寸数字 4 个要素组成。尺

寸标注规则见表 1.6。

表 1.6 尺寸标注规则

项目	说 明	图 例
尺寸界线	① 尺寸界线用细实线绘制,也可以用中心线或轮廓线作尺寸界线	
	② 尺寸界线一般与尺寸线垂直,当尺寸界线接近轮廓线时,允许倾斜画出	
	③ 在光滑过渡处标尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,从它们的交点处引出尺寸界线	
尺寸线	① 尺寸线必须用细实线单独画出,不能用其他图线代替,也不得与其他图线重合或在其他图线的延长线上	
	② 标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行	

续表 1.6

项目	说 明	图 例
尺寸数字及箭头	①线性尺寸的数值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	
	②线性尺寸的数值一般按图(a)所示的方向注写,并尽量避免在图示30°范围内注,否则按图(b)的形式注。注意同一图样中,标注形式要统一	 (a) (b) 当尺寸线在打网纹的30°范围内,可选用图(b)的形式标注,但同一张图样中的标注形式要统一
	③尺寸数字不可被任何图线通过,否则必须将该图线断开	 轮廓线断开 中心线断开
	④数字要求工整匀称	箭头不合要求 箭头大小 数字箭头太大 好 不好

续表 1.6

项目	说 明	图 例
直径与半径尺寸的标注	①整圆或大于半圆的圆弧一般标注直径尺寸,并在数字前面加注符号“ ϕ ”,尺寸线通过圆心,以圆周为尺寸界线	
	②半圆或小于半圆的圆弧一般标注半径尺寸,并在数字前面加注符号“ R ”,且尺寸线应通过圆心	
	③大圆及球半径的标注,尺寸线的方向线应过圆心	
角度的标注	角度的数字一律水平书写,且字头向上	

1.2 常用绘图工具及其应用

1. 图板、丁字尺

图板是用来铺放及固定图纸的矩形木板。图板的规格名称均与图纸幅面代号相同,其表面应平坦光洁、软硬适中,左右两边为导边,必须垂直。

丁字尺由尺头和尺身组成,主要用于绘制水平线,也可与三角板配合使用,用来绘制特殊的角度线。作图时用左手扶住尺头,使其内侧面紧靠图板左导边,上下移动丁字尺,便可画出一系列的水平线。画水平线时铅笔沿尺身的工作边自左向右移动。

2. 三角板

一副三角板有 45° 、 $30^\circ(60^\circ)$ 两块,除直接画直线外,也可配合丁字尺画出竖直线和特殊角度的斜线,如图 1.9 所示。

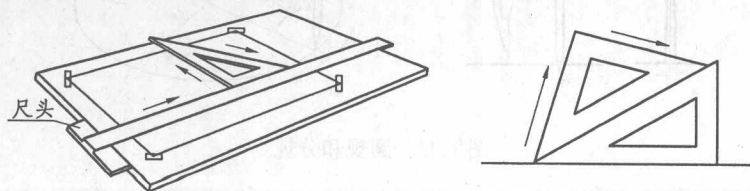


图 1.9 三角板