



高等院校规划教材

工程制图

主 编 刘福华 林慧珠
副主编 胡爱萍 黄 胜

石油工业出版社
Petroleum Industry Press

高等院校规划教材

工 程 制 图

主 编 刘福华 林慧珠
副主编 胡爱萍 黄 胜

石 油 工 业 出 版 社

内 容 提 要

全书共分九章,内容包括制图基本知识、投影基础、立体的投影、组合体、轴测图、机件的表达方法、机械工程图、房屋建筑图、化工图等。

本书可作为高等院校非机械类专业工程制图课程的教材,也可供工程技术人员参考。与本书配套使用的由林慧珠、刘福华编写的《工程制图习题集》同时由石油工业出版社出版。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/刘福华,林慧珠主编.

北京:石油工业出版社,2009.2

高等院校规划教材

ISBN 978-7-5021-6971-8

I. 工…

II. ①刘…②林…

III. 工程制图-高等学校-教材

IV. TB 23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 001167 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.com.cn

编辑部: (010) 64523612 发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 中国石油报社印刷厂

2009 年 2 月第 1 版 2009 年 2 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 16.5

字数: 419 千字

定价: 25.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

本教材是根据教育部工程图学教学指导委员会 2004 年制订的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》，参考国内外同类教材，在总结长期制图教学经验的基础上编写的。

本教材授课学时为 32~70 学时，适用于非机械类各专业的制图教学，也可供工程技术人员和成人教育相关专业使用和参考。

本教材除附录外共 9 章，有如下主要特点：

(1) 本教材采用我国最新颁布的《技术制图》、《机械制图》等国家标准。

(2) 删减了画法几何的部分内容，同时也降低了该部分的难度，使内容更加紧凑合理。

(3) 充实了徒手绘图的内容，有利于构思设计和创意设计技能的培养。

(4) 突出石油、化工特色，有完整的化工图。

(5) 适用性强。专业图样有机械工程图、房屋建筑图和化工图，以适应不同专业的教学需要，教学中可根据各专业特点选用。

(6) 注重工程素质和工程意识的培养。强调仪器绘图能力、徒手绘图能力、动手能力的培养。

(7) 本教材力求体系完整，概念清楚，重点突出，图文并茂，通俗易懂，便于组织教学，也便于自学。

参加教材编写工作的有：刘福华（绪论，第 1 章，第 3 章，第 5 章，第 8 章）、黄胜（第 2 章，第 7 章）、林慧珠（第 4 章，第 6 章，第 9 章）、胡爱萍（第 7 章第 2 节）。赵庆梅参与了本书部分编写工作。全书由刘福华统稿。

在编写工作中得到了有关领导和同事的大力支持，在此表示诚挚的谢意。

由于我们的水平有限，加之时间仓促，错误之处在所难免，欢迎使用本教材的广大师生和读者批评指正。

编 者

2008 年 9 月 30 日

目 录

绪论	1
第 1 章 制图基本知识	2
1.1 制图国家标准	2
1.2 制图工具及其用法	11
1.3 几何作图	12
1.4 平面图形的画法	14
1.5 徒手绘图	15
第 2 章 投影基础	17
2.1 投影法基本知识	17
2.2 点的投影	19
2.3 直线的投影	24
2.4 平面的投影	31
第 3 章 立体的投影	37
3.1 基本立体	37
3.2 截切立体	44
3.3 相贯立体	50
第 4 章 组合体	58
4.1 组合体的组合方式和分析方法	58
4.2 组合体三视图的画法	60
4.3 组合体的尺寸标注	64
4.4 组合体三视图的读法	68
第 5 章 轴测图	75
5.1 轴测图的基本知识	75
5.2 正等轴测图	76
5.3 斜二轴测图	81
5.4 轴测图的剖切画法	83
第 6 章 机件的表达方法	85
6.1 视图	85
6.2 剖视图	88
6.3 断面图	99
6.4 其他表达方法	101
6.5 第三角投影法简介	105

第 7 章 机械工程图	108
7.1 概述	108
7.2 标准件与常用件	109
7.3 零件图	139
7.4 装配图	164
第 8 章 房屋建筑图	180
8.1 概述	180
8.2 建筑施工图简介	184
第 9 章 化工图	191
9.1 化工设备图	191
9.2 化工工艺图	213
附录	231
A 螺纹及螺纹紧固件	231
B 键与销	246
C 轴承	248
D 零件倒角与倒圆	251
E 砂轮越程槽	251
F 极限与配合	251
G 常用金属材料和非金属材料	254
H 常用的热处理和表面处理名词解释	256
参考文献	257

绪 论

本课程是一门研究工程图样的课程，即研究如何绘制和阅读工程图样。

根据投影原理、标准或有关规定，表示工程对象的图称为工程图样。在机械、化工、土木、电子等工程技术中，设计人员通过工程图样表达自己的设计思想，制造人员根据工程图样进行加工制造和施工，使用人员利用工程图样进行合理使用。工程图样是设计、制造、使用的一项重要技术资料，是发展和交流科学技术的有力工具。在信息时代的今天，工程技术人员每天需要接受和处理很多的图形信息。由于工程图样在工程上起着类似语言的表达作用，而且世界各国基本相同，没有民族、地域的限制，因此，人们常把工程图样称为“工程技术语言”。因而，绘制和阅读工程图样便成为一个工程技术人员所必须具备的基本功。本课程包含了如何绘制和阅读工程图样所需的基础知识、基本理论及基本技能。

本课程学习要求——

- (1) 掌握正投影法的基本理论，并能利用投影法在平面上表示空间几何形体，图解空间几何问题；
- (2) 培养绘制和阅读工程图样的能力；
- (3) 培养尺规绘图、计算机绘图和徒手绘图的能力；
- (4) 培养空间想象能力和空间思维能力；
- (5) 培养良好的工程意识；
- (6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

本课程学习方法——

- (1) 本课程是实践性很强的技术基础课，在学习中除了掌握理论知识外，还必须密切联系实际，更多地注意在具体作图时如何运用这些理论。只有通过一定数量的画图、读图练习，反复实践，才能掌握本课程的基本原理和基本方法。
- (2) 在学习中，必须经常注意空间几何关系的分析以及空间几何元素与其投影之间的相互关系。只有“从空间到平面，再从平面到空间”进行反复研究和思考，才是学好本课程的有效方法。
- (3) 认真听课，及时复习，独立完成作业；同时，注意正确使用绘图工具，不断提高绘图技能和绘图速度。
- (4) 养成自觉遵守制图国家标准的良好习惯，不断提高查阅标准的能力，严格执行制图国家标准中的有关规定。
- (5) 工程图样在生产上起着指导作用，绘图和读图的任何差错将给生产带来程度不同的损失。因此，在画图时要确立对生产负责的观点，认真细致，一丝不苟。

第 1 章 制图基本知识

1.1 制图国家标准

工程图样作为“工程技术语言”，需要公认的规范使图样及其表达的信息确切、清晰、规范。国际标准化组织（ISO）和各国政府都为此制定了相应的制图标准来规范工程图样的绘制。我国政府制定发布了技术制图、机械制图、建筑制图、电气制图等国家标准。

我国国家标准有强制性标准和推荐性标准两种。国家标准的代号为“GB”或“GB/T”，例如“GB/T 14689—2008”中“GB”为“国标”的汉语拼音字头，“T”为“推”（荐性）字的汉语拼音字头，“14689”为标准编号，“2008”为标准批准的年份。

制图国家标准（简称国标）是我们绘制工程图的基本依据和出发点，是一项所有工程人员在设计、施工、管理中必须严格执行的条例，我们从学习制图的第一天起，就应该严格遵守国标中的每一项规定，养成一切遵守国家条例的优良品质。

1.1.1 图纸幅面和格式（GB/T 14689—2008）

图纸长边（ L ）和短边（ B ）组成的图面称为图纸幅面。

1. 图纸幅面尺寸和代号

绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。必要时，也允许选用表 1-2 和表 1-3 所规定的加长幅面。这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出，如图 1-1 所示。图中粗实线所示为基本幅面（第一选择）；细实线所示为表 1-2 所规定的加长幅面（第二选择）；虚线所示为表 1-3 所规定的加长幅面（第三选择）。

表 1-1 基本幅面尺寸

（单位：mm）

幅面代号	尺寸（ $B \times L$ ）
A0	841×1189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

表 1-2 加长幅面（1）

（单位：mm）

幅面代号	尺寸（ $B \times L$ ）
A3×3	420×891
A3×4	420×1189
A4×3	297×630
A4×4	297×841
A4×5	297×1051

表 1-3 加长幅面 (2)

(单位: mm)

幅面代号	尺寸 (B×L)
A0×2	1189×1682
A0×3	1189×2523
A1×3	841×1783
A1×4	841×2378
A2×3	594×1261
A2×4	594×1682
A2×5	594×2102
A3×5	420×1486
A3×6	420×1783
A3×7	420×2080
A4×6	297×1261
A4×7	297×1471
A4×8	297×1682
A4×9	297×1892

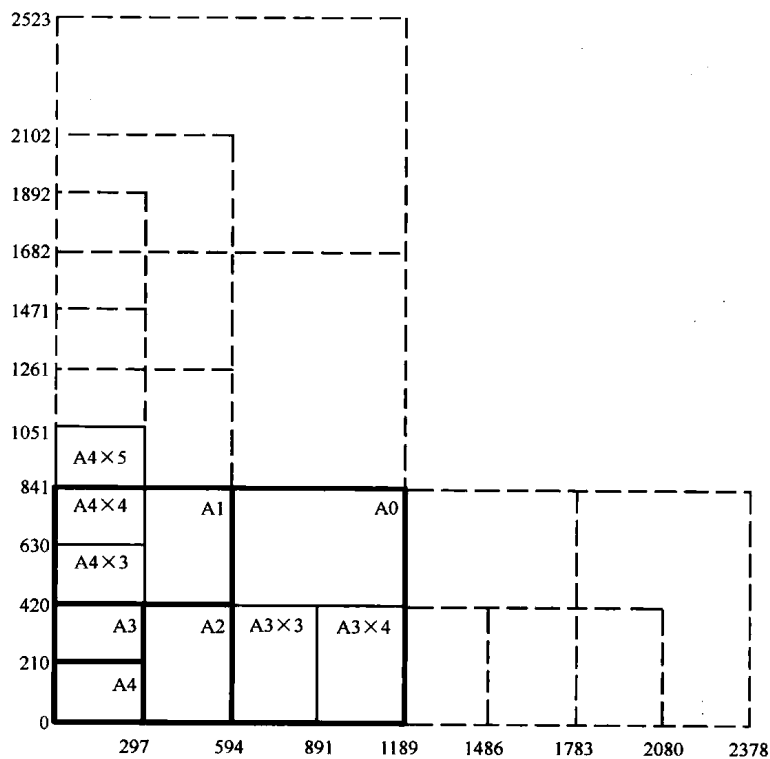


图 1-1 图纸幅面

2. 图框格式

图框是图纸上限定绘图区域的线框,必须用粗实线画出。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一种格式。

(1) 不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-2、图 1-3 所示，尺寸符合表 1-4 的规定。

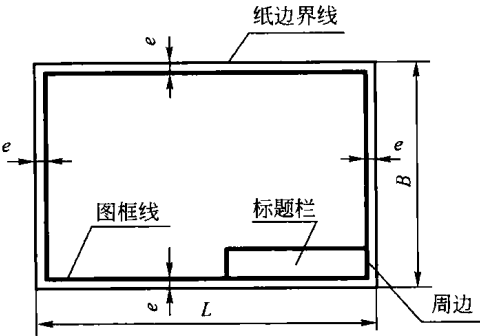


图 1-2 不留装订边的图纸幅面横装

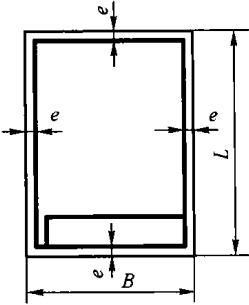


图 1-3 不留装订边的图纸幅面竖装

表 1-4 基本幅面尺寸 (单位: mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 (B×L)	841×1189	594×841	420×594	294×420	210×297
<i>e</i>	20		10		
<i>c</i>	10			5	
<i>a</i>	25				

(2) 留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-4、图 1-5 所示，尺寸符合表 1-4 的规定。

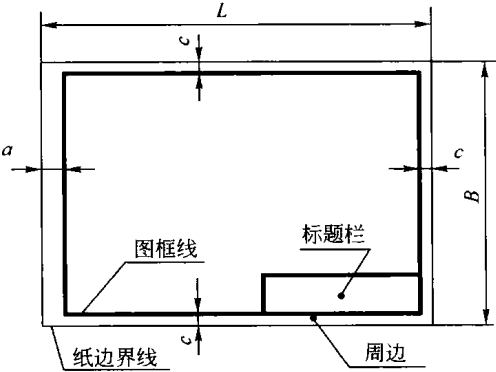


图 1-4 留装订边的图纸幅面横装

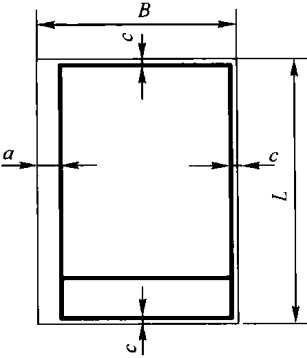


图 1-5 留装订边的图纸幅面竖装

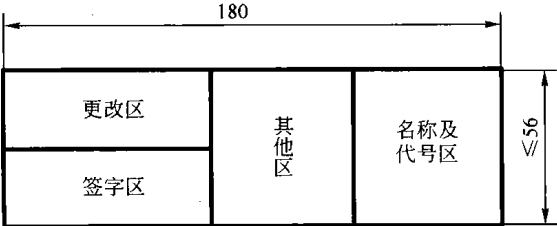


图 1-6 标题栏的组成

1.1.2 标题栏

按 GB/T 10609.1—2008 的规定，标题栏一般由更改区、签字区、其他区和名称及代号区组成，如图 1-6 所示。也可按实际需要增加或减少。

Figure 1 shows the standard drawing template layout. The drawing area is 180 units wide and 56 units high (8x7). The layout includes a title block on the right (180x56) and a drawing area on the left (180x56). The title block contains fields for material marking, unit name, drawing name, drawing code, and projection symbol. The drawing area contains fields for marking, quantity, division, modification file number, signature, date, design, drawing, review, and process.

绘图									34	
校对										
			比例		数量					
审核			班号		学号		图号			
			16	30	14	16	16	16	16	16
180										

1.1.3 比例 (GB/T 14690—1993)

需要按比例绘制图样时, 应由表 1-5 规定的系列中选择适当的比例。

种 类	比 例	
原值比例	优 先:选 取	允 许 选 取
放大比例	5 : 1; 2 : 1; 5×10^n : 1; 2×10^n : 1; 1×10^n : 1	4 : 1; 2.5 : 1; 4×10^n : 1; 2.5×10^n : 1
缩小比例	1 : 2; 1 : 5; 1 : 10; $1 : 2 \times 10^n$; $1 : 5 \times 10^n$; $1 : 1 \times 10^n$	1 : 1.5; 1 : 2.5; 1 : 3; 1 : 4; 1 : 6; $1 : 1.5 \times 10^n$; $1 : 2.5 \times 10^n$; $1 : 3 \times 10^n$; $1 : 4 \times 10^n$; $1 : 6 \times 10^n$

1.1.4 字体 (GB/T 14691—1993)

— 5 —

1. 汉字

工程图样中国家标准规定汉字写成长仿宋体字，并应采用国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中公布的简化字。汉字的高度 h 应不小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。书写长仿宋体的要点为：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。长仿宋体字的示例如下：

字体工整笔画清楚排列整齐间隔均匀

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

2. 字母及数字

字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度为字高的 1/14；B 型字体的笔画宽度为字高的 1/10。在同一图样上，只允许选用一种字型。

字母和数字可写成斜体和正体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。

一般采用 A 型斜体字，以下为 A 型字母及数字示例：

拉丁字母大写斜体：

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

拉丁字母小写斜体：

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

阿拉伯数字斜体：

1234567890

希腊字母小写斜体：

$\alpha \beta \gamma \phi \pi \mu \theta \delta \lambda \omega \varepsilon \nu$

罗马数字斜体：

IIIIIIIVVVVVVVIIIXX

拉丁字母大写直体：

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

拉丁字母小写直体：

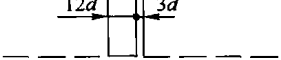
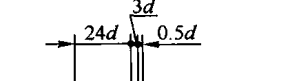
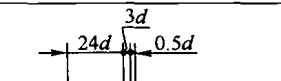
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

1.1.5 图线及画法 (GB/T 17450—1998, GB/T 4457.4—2002)

1. 图线形式及应用

常用的图线如表 1-6 所示。

表 1-6 基本线型

图线名称	线型	图线名称	线型
粗实线		细虚线	
细实线		细点画线	
波浪线		细双点画线	
双折线			

注：表中除粗实线外，其他图线均为细线， d 为相应线宽

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系列中选择：0.13mm, 0.18mm, 0.25mm, 0.35mm, 0.50mm, 0.7mm, 1mm, 1.4mm, 2mm。

机械图样中采用两种线宽，即粗线和细线，其宽度比率为 2 : 1。粗实线的宽度通常选用 0.5mm 或 0.7mm。

图线应用举例如图 1-9 所示。

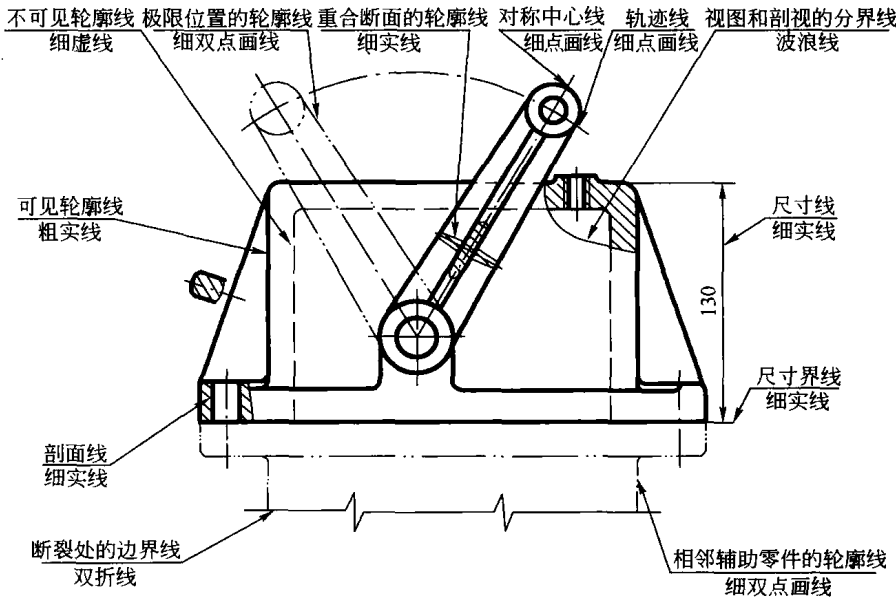


图 1-9 图线应用举例

2. 图线画法

(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短画、长画的长度和间隔应各自大小相等。

(2) 除非另有规定，两条平行线之间的最小间距不得小于 0.7mm。

(3) 点画线和双点画线的首末端一般应是长画而不是短画，如图 1-10 所示。

(4) 点画线应超出图形轮廓 2~5mm, 如图 1-10 所示。

(5) 当图形较小难以绘制点画线时, 可用细实线代替点画线, 如图 1-10 所示。

(6) 当不同图线互相重叠时, 应按粗实线、虚线、点画线的先后顺序只画前面一种图线。

(7) 图线相交时, 一般应以线段相交, 不要交于间隔或短画处; 当虚线是粗实线的延长线时, 粗实线与虚线的分界处应留出空隙, 如图 1-11 所示。

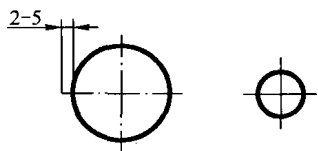


图 1-10 对称中心线

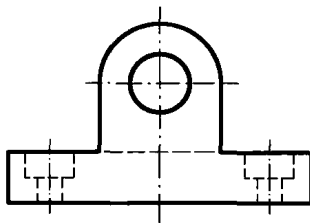


图 1-11 图线相交和衔接

1.1.6 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003, GB/T 19096—2003)

图形只能表达机件的形状, 其大小由尺寸确定。一张完整的图样, 其尺寸注写应做到正确、完整、清晰、合理。以下只就尺寸的正确注法摘要介绍国家标准的一些规定。

1. 基本规定

(1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据, 与绘图的比例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代号或名称。

(3) 图样中标注的尺寸应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

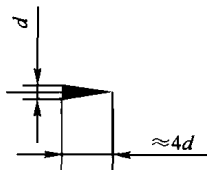
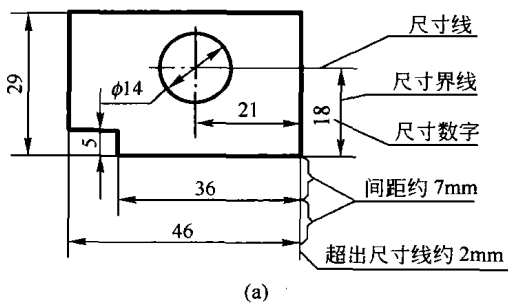
一个完整的尺寸有尺寸数字、尺寸线和尺寸界线组成, 如图 1-12 (a) 所示。

1) 尺寸界线

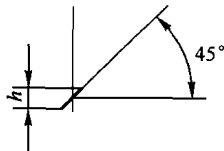
(1) 尺寸界线用细实线绘制。

(2) 尺寸界线应自图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出, 图形中的轮廓线、轴线或对称中心线也可作为尺寸界线。

(3) 尺寸界线一般应垂直于尺寸线, 其末端应超出尺寸线约 2mm。



(b)



(c)

图 1-12 尺寸的组成

d 为粗实线宽度, h 为尺寸数字字高

2) 尺寸线

(1) 尺寸线必须用细实线画出，不得用其他图线代替，也不能与其他图线重合或画在其延长线上。

(2) 标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行。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) 当有几条互相平行的尺寸线时，大尺寸要标注在小尺寸之外，以免尺寸线与尺寸界线相交。

(4) 尺寸线终端有两种形式，箭头和斜线，如图 1-12 (b)、(c) 所示。同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式。

3) 尺寸数字

(1) 尺寸数字表示机件的真实大小，与图形的大小无关。

(2) 线性尺寸的尺寸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。

(3) 线性尺寸的尺寸数字应按图 1-13 所示的方向注写。要尽可能避免在图 1-13 所示 30° 范围内标注尺寸，当无法避免时，可按图 1-14 的形式标注。

(4) 尺寸数字不可被任何图线所通过。当不可避免时，必须将图线断开，如图 1-15 所示。

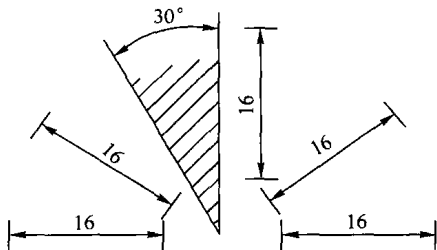


图 1-13 线性尺寸的尺寸数字方向

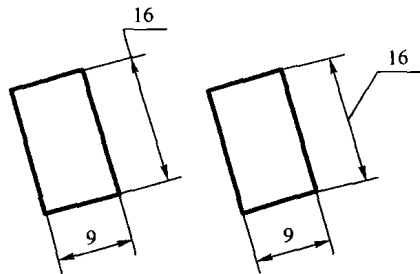


图 1-14 30°范围内标注尺寸

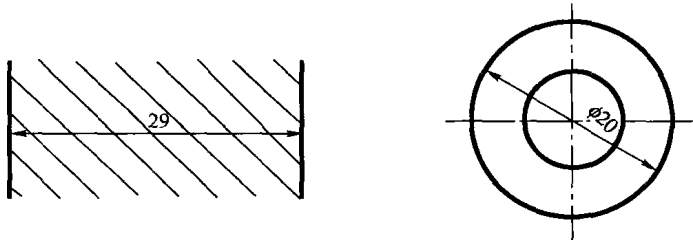


图 1-15 图线与尺寸数字重合时断开

3. 常用的尺寸注法

标注尺寸时，应尽可能使用符号和缩写词。常用的符号和缩写词如表 1-7 所示。

表 1-7 常用的符号和缩写词

名 称	符号或缩写词	名 称	符号或缩写词
半径	R	45°倒角	C
直径	ϕ	均布	EQS
球半径	SR	深度	$\downarrow$
球直径	$S\phi$	沉孔或铰平	$\perp$
正方形	$\square$	埋头孔	∇
厚度	t		

常用的尺寸标注示例如表 1-8 所示。

表 1-8 常用的尺寸标注示例

项 目	示 例
半径和直径	
角度	
弦长和弧长	
小尺寸	
正方形结构	
对称结构	

1.2 制图工具及其用法

1.2.1 图板、丁字尺、三角板

图板是画图时的垫板，要求板面平整，工作边光滑平直。绘图时用胶带将图纸固定在图板左下方的适当位置上，如图 1-16 所示。

丁字尺由尺头和尺身组成，尺头和尺身的工作边都应光滑平直。使用时，用左手握住丁字尺尺头，使其工作边紧靠图板左侧工作边，利用尺身工作边由左向右画水平线，如图 1-17 (a) 所示。

三角板有 45° 的等腰三角形和 30° 、 60° 的直角三角形两种。三角板各边要光滑平直，角度应准确。三角板与丁字尺配合使用，可自下而上画出垂直线，如图 1-17 (b) 所示。

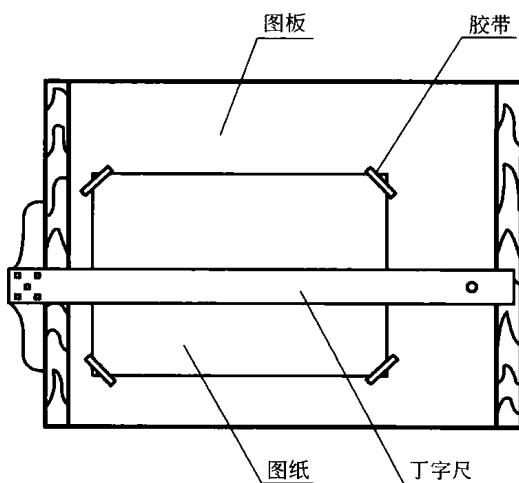


图 1-16 图板、丁字尺及图纸的固定

1.2.2 圆规、分规

圆规用于画圆和圆弧。圆规的一条腿上装钢针，另一条腿上装铅心。画圆时要使针尖略长于铅心尖，并将带台阶的一端针尖扎在圆心处，如图 1-18 (a) 所示。画圆或画弧时，要按顺时针方向一次画成，注意均匀用力，尽量使钢针和铅心同时垂直于纸面，如图 1-18 (b) 所示。

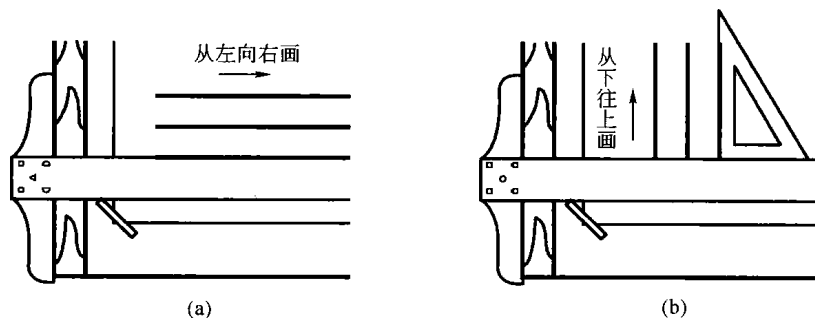


图 1-17 画水平线、垂直线

分规用于量取尺寸和截取线段。分规两条腿上均装钢针，当两条腿并拢时，两个针尖应调整平齐，如图 1-18 (c) 所示。

1.2.3 绘图铅笔及铅心

绘图铅笔铅心的软硬用字母“H”和“B”表示。H 前的数值越大，表示铅心越硬，所