



教育部高等职业教育示范专业规划教材

机械制图

JI XIE ZHI TU

于荣贤 主编



赠电子课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

教育部高等职业教育示范专业规划教材

机 械 制 图

主 编 于荣贤
副主编 杨 川 姚亚平
参 编 冯之权 周春英
陈桂华 李慧珍
主 审 王彦辉



机械工业出版社

本书是教育部高等职业教育示范专业规划教材,是根据教育部制定的“高职高专工程制图课程教学基本要求”编写而成的,采用了最新《技术制图》和《机械制图》国家标准,并紧密结合高职高专教育特点,突出基本技能的训练,强化应用、绘图和读图技能。本书共分9章,包括制图基本知识、投影基本知识、立体及交线、轴测图、组合体、机件的表达方法、标准件与常用件、零件图和装配图等。

本书可作为高职高专院校的机械类、近机类各专业的机械制图教材,也可作为成教学院、中等院校的培训用教材,还可供有关技术人员参考。

为方便教师授课,本书备有免费电子课件,凡选用本书作为授课用教材的学校,均可来电索取,咨询电话:010-88379375。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/于荣贤主编. —北京:机械工业出版社,2009.8

教育部高等职业教育示范专业规划教材.

ISBN 978-7-111-27097-3

I. 机… II. 于… III. 机械制图-高等学校:技术学校-教材
IV. TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第098482号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:于宁 王宗锋 责任编辑:王宗锋

版式设计:霍永明 责任校对:张玉琴

封面设计:马精明 责任印制:洪汉军

北京市朝阳区展望印刷厂印刷

2009年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm·12.75印张·312千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-27097-3

定价:22.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379758

封面无防伪标均为盗版

前 言

本教材是根据教育部制定的“高职高专工程制图课程教学基本要求”编写的，针对高职高专院校学生所需的知识结构、能力结构、素质结构等，突出培养应用型人才的实践能力和职业能力，具体特点如下：

1. 针对高职高专教育特点，在编写过程中始终贯彻“理论教学以应用为目的，以必需、够用为度，以掌握概念、强化应用为重点”的原则，在选材和结构体系上，力求适应高职高专教学的需要，体现高职高专教育的特色。

2. 本书文字精炼、语言通俗易懂，图例丰富实用，线条一致、符号统一，在同类教材中篇幅较少。

3. 插图精美。精美的插图为读者提供了线条清晰、标准、规范的图样。

4. 本教材严格贯彻国家最新的《技术制图》和《机械制图》标准。

与本教材配套使用的《机械制图习题集》也同时出版。

本教材由于荣贤担任主编，杨川、姚亚平担任副主编。参加编写的还有周春英、冯之权、陈桂华、李慧珍。具体分工如下：绪论、第3章由于荣贤编写，第1章、第9章由杨川编写，第2章、第8章由周春英编写，第4章、第7章由姚亚平编写，第5章由李慧珍编写，第6篇由冯之权、陈桂华编写。于荣贤负责全书内容的组织和统稿。王彦辉老师认真审阅了全书并提出许多宝贵意见，冯之权老师负责全书的多媒体课件的制作，在此表示深深的谢意！

由于作者水平有限，加之时间仓促，书中难免出现错误和疏漏之处，恳请专家、同行批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 制图基本知识	1
1.1 国家标准《机械制图》的基本规定	1
1.1.1 图纸幅面及格式 (GB/T 14689—2008)	1
1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)	3
1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)	3
1.1.4 图线及画法 (GB/T 4457. 4—2002、GB/T 17450—1998)	4
1.1.5 尺寸注法 (GB/T 4458. 4—2003、GB/T 16675. 2—1996)	4
1.2 绘图工具及仪器的使用	9
1.2.1 常用绘图工具	9
1.2.2 常用绘图仪器	10
1.2.3 常用绘图用品	11
1.3 常见几何图形的画法	12
1.3.1 等分圆周及作正多边形	12
1.3.2 斜度和锥度	12
1.3.3 圆弧连接	13
1.3.4 椭圆的画法	16
1.3.5 平面几何图形的绘制	16
1.4 徒手绘图	19
本章小结	21
第2章 投影基本知识	22
2.1 投影法基本知识	22
2.1.1 投影法分类	22
2.1.2 正投影的投影特性	23
2.1.3 三视图的形成	23
2.1.4 三视图间的投影关系	24
2.1.5 三视图的画法	25
2.2 点的投影	26
2.2.1 点的三面投影	26
2.2.2 点的投影与直角坐标的关系	27
2.3 直线的投影	28
2.3.1 直线的三面投影	28
2.3.2 各种位置直线的投影特性	28

2.3.3 直线上的点	30
2.4 平面的投影	31
2.4.1 平面的表示	31
2.4.2 各种位置平面的投影	32
2.4.3 平面上取点和直线	33
本章小结	35
第3章 立体及交线	36
3.1 基本几何体的投影	36
3.1.1 平面立体	36
3.1.2 曲面立体	39
3.2 基本体的尺寸标注	42
3.2.1 平面立体的尺寸标注	42
3.2.2 回转体的尺寸标注	43
3.2.3 基本体相交后的尺寸标注	43
3.3 截交线	44
3.3.1 平面立体的截交线	44
3.3.2 曲面立体的截交线	45
3.4 相贯线	52
3.4.1 利用积聚性求作相贯线	52
3.4.2 利用辅助平面法求作相贯线	54
3.4.3 相贯线的特殊情况及简化画法	56
3.4.4 过渡线的画法	57
本章小结	59
第4章 轴测图	60
4.1 轴测投影的基本知识	60
4.1.1 轴测图的概念	60
4.1.2 轴向伸缩系数和轴间角	60
4.1.3 轴测图的投影特性	61
4.1.4 轴测投影的分类	61
4.2 正等轴测图	61
4.2.1 正等轴测图的形成及投影特点	61
4.2.2 平面立体正等轴测图的画法	62
4.2.3 回转体正等轴测图的画法	64
4.3 斜二等轴测图	67
4.3.1 斜二等轴测图的形成及投影特点	67

4.3.2 平面立体斜二等轴测图的画法	67	GB/T 4458.6—2002)	99
4.3.3 曲面立体斜二等轴测图的画法	68	6.3.1 断面的概念	99
本章小结	69	6.3.2 断面图的分类及画法	99
第5章 组合体	70	6.4 其他表达方法	102
5.1 组合体的组成分析	70	6.4.1 局部放大图	102
5.1.1 形体分析法	70	6.4.2 简化画法 (GB/T 16675.1—1996)	102
5.1.2 组合体的组合形式	70	6.5 机件表达方法综合运用举例	105
5.1.3 组合体各组成部分的表面连接关系	71	6.6 第三角投影法简介	106
5.2 组合体三视图的画法	73	本章小结	108
5.2.1 形体分析	73	第7章 标准件与常用件	110
5.2.2 选择主视图	73	7.1 螺纹	110
5.2.3 选比例、定图幅	73	7.1.1 螺纹的要素名称及种类	111
5.2.4 排列视图位置、画作图基准线	73	7.1.2 螺纹的规定画法及标注	112
5.2.5 绘制底稿	73	7.1.3 螺纹紧固件及其画法	116
5.2.6 检查、加深	73	7.1.4 螺纹紧固件的联接画法	117
5.3 组合体三视图的尺寸标注	75	7.2 齿轮	120
5.3.1 尺寸标注的基本要求	75	7.2.1 圆柱齿轮	121
5.3.2 组合体尺寸的分类	76	7.2.2 直齿锥齿轮	123
5.3.3 尺寸基准	76	7.3 键和销联接	126
5.3.4 标注尺寸的方法和步骤	76	7.3.1 键联接	126
5.3.5 标注尺寸时应注意的问题	77	7.3.2 销联接	127
5.4 读组合体视图	78	7.4 滚动轴承	129
5.4.1 形体分析法	79	7.4.1 滚动轴承的结构和规定画法	129
5.4.2 线面分析法	80	7.4.2 滚动轴承的代号	130
5.4.3 读图时应注意的问题	83	7.5 弹簧	131
5.4.4 读图综合举例	84	7.5.1 圆柱螺旋压缩弹簧的各部分名称及尺寸计算	131
本章小结	85	7.5.2 圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法 (GB/T 4459.4—2003)	132
第6章 机件的表达方法	87	本章小结	133
6.1 视图 (GB/T 17451—1998、GB/T 4458.1—2002)	87	第8章 零件图	134
6.1.1 基本视图	87	8.1 零件图概述	134
6.1.2 向视图	88	8.1.1 零件图的作用	134
6.1.3 斜视图	89	8.1.2 零件图的内容	135
6.1.4 局部视图	90	8.2 零件图的视图选择	135
6.2 剖视图 (GB/T 17452—1998、GB/T 17453—2005、GB/T 4458.6—2002)	91	8.2.1 视图选择的一般原则	135
6.2.1 剖视图的概念	91	8.2.2 典型零件的视图选择	137
6.2.2 剖视图的种类	92	8.3 零件图的尺寸标注	140
6.2.3 剖切面	95	8.3.1 合理选择尺寸基准	140
6.3 断面图 (GB/T 17452—1998、		8.3.2 尺寸标注的形式	141
		8.3.3 零件图中尺寸标注应注意的问题	141

8.4 零件图中技术要求的标注	143	9.7.1 装配体测量中的注意事项	175
8.4.1 表面粗糙度	143	9.7.2 装配图的画法	176
8.4.2 极限与配合	145	本章小结	179
8.4.3 形位公差	148	附录	180
8.5 读零件图	151	附表1 普通螺纹直径与螺距系列 (GB/T 193—2003)	180
8.5.1 概括了解视图	151	附表2 梯形螺纹直径与螺距 (GB/T 5796.1~5796.4—2005)	181
8.5.2 分析视图, 想象零件的形状	151	附表3 55°非密封管螺纹 (GB/T 7307— 2001)	182
8.5.3 尺寸分析	152	附表4 六角头螺栓 (GB/T 5780— 2000)	183
8.5.4 技术要求分析	153	附表5 1型六角螺母 (GB/T 6170— 2000)	184
8.5.5 综合归纳	153	附表6 平垫圈	184
8.6 零件的测绘	153	附表7 标准弹簧垫圈 (GB/T 93— 1987)	185
8.6.1 零件测绘的方法和步骤	153	附表8 双头螺栓 (GB 897~900— 1988)	185
8.6.2 常用测量工具及其使用方法	154	附表9 螺钉 (一)	186
8.7 零件的工艺结构	158	附表10 螺钉 (二)	187
8.7.1 铸造零件对结构的要求	158	附表11 圆柱销 (不淬硬钢和奥氏体 不锈钢) (GB/T 119.1— 2000)	188
8.7.2 机械加工零件对结构的要求	158	附表12 圆锥销 (GB/T 117— 2000)	188
本章小结	161	附表13 普通型平键 (GB/T 1096— 2003)	189
第9章 装配图	162	附表14 滚动轴承	190
9.1 装配图概述	162	附表15 标准公差数值 (摘自 GB/T 1800.3—1998)	191
9.1.1 装配图的作用	162	附表16 优先及常用配合轴的极限偏差 表 (摘自 GB/T 1801— 1999)	192
9.1.2 装配图的内容	162	附表17 优先及常用配合孔的极限偏差 表 (摘自 GB/T 1801— 1999)	194
9.2 装配图的视图表达	162	参考文献	196
9.2.1 规定画法	164		
9.2.2 简化画法	164		
9.2.3 特殊画法	164		
9.3 装配图的尺寸注法和技术要求	166		
9.3.1 装配图尺寸注法	166		
9.3.2 装配图中的技术要求	167		
9.4 装配图中零、部件序号和明细栏	167		
9.4.1 序号的编排方法	167		
9.4.2 明细栏	168		
9.5 常见装配工艺结构	169		
9.5.1 接触面及配合面	169		
9.5.2 螺纹联接的合理结构	170		
9.5.3 定位销的装配结构	171		
9.6 读装配图和由装配图拆画零件图	171		
9.6.1 读装配图的方法和步骤	171		
9.6.2 由装配图拆画零件图	174		
9.7 装配体测绘和装配图画法	175		

第1章 制图基本知识

【学习目标】

- 1) 清楚《机械制图》和《技术制图》等国家标准的基本规定。
- 2) 学会正确使用绘图工具。
- 3) 掌握平面图形的图线分析与作图方法，理解作图步骤，并学会徒手绘图。

1.1 国家标准《机械制图》的基本规定

在各个工业部门中，为了科学地进行生产和管理，对图样的各个方面，如图纸大小、图幅的布置与安排、尺寸注法、图线粗细、文字与数字书写等，都需要有统一的规定，这些规定称为制图标准，为此国家颁布制定了《机械制图》与《技术制图》国家标准（简称国标，用“GB”表示）。如“GB/T 14689—2008”，其中“GB/T”表示该标准是推荐性国家标准；“14689”是该标准的编号；“2008”是2008年颁布的。

1.1.1 图纸幅面及格式（GB/T 14689—2008）

1. 图纸幅面

根据国家标准规定，绘制技术图样时应优先采用 A0、A1、A2、A3、A4 五种基本幅面，具体尺寸见表 1-1。

表 1-1 图纸幅面代号和尺寸 (单位: mm)

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

绘图时图纸可以横放，也可以竖放。国家标准也规定在必要时允许采用加长幅面（详见 GB/T 14689—2008）。

2. 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框，分为不留装订边和留装订边两种。同一产品的图样只能采用同一种格式。图框线用粗实线画出。图 1-1a、b 为留有装订边的图框格式，而图 1-1c、d 则为不留装订边的图框格式。

3. 标题栏

标题栏位于图纸的右下角，底边与下图框线重合，右边与右图框线重合。它是由名称、代号区、签字区、更改区和其他区域组成的栏目。标题栏的内容、尺寸和格式等在国家标准 GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》中有详细规定。各单位亦可以有自己的格式，具体格式如图 1-2 所示。在校学生绘图时，推荐按照图 1-3 格式绘制。



b)

(单位名称)

(图样名称)

图号

(学校、班级)

图 1-5 数字和字母书写示例

1.1.4 图线及画法 (GB/T 4457.4—2002、GB/T 17450—1998)

图样中为了表示不同内容,以及分清主次,必须使用不同线型、线宽的图线。《技术制图》对图线作了规定。

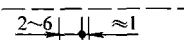
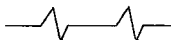
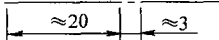
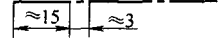
1. 图线宽度

图线分为粗、细两种。粗线宽度 b 应按图样的类型和大小在下列数值中选择: 0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm; 细线宽度约为 $b/2$ 。

2. 基本线型及应用

国家标准规定了各种图线的名称、型式、宽度以及在图上的一般应用。常用线型及应用见表 1-3。

表 1-3 图线的名称、型式、宽度及其应用

图线名称	图线型式	图线宽度	图线应用举例 (见图 1-6)
粗实线		b	可见轮廓线
细虚线		约 $b/2$	不可见轮廓线
细实线		约 $b/2$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线及指引线等
波浪线		约 $b/2$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
双折线		约 $b/2$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
细点画线		约 $b/2$	轴线、对称中心线等
粗点画线		b	限定范围表示线
细双点画线		约 $b/2$	极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线、剖切面前的结构轮廓线

3. 图线画法

在同一图样中,同类图线的宽度应基本一致,如图 1-6 和图 1-7 所示。虚线、点画线及双点画线的线段长短间隔应各自大致相等;虚线、点画线与其他图线相交时,应在线段处相交,而不应在空隙处相交;虚线与虚线、点画线与点画线相交时,应在线段处相交;点画线或双点画线的首末端应是线段,而不是点(短画),点画线一般应超出轮廓线约 2~5mm,较小点画线可用细实线代替。

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

图形只能表达机件的形状,而机件的大小则由标注的尺寸确定。国家标准对尺寸标注的基本方法作了一系列规定,必须严格遵守。

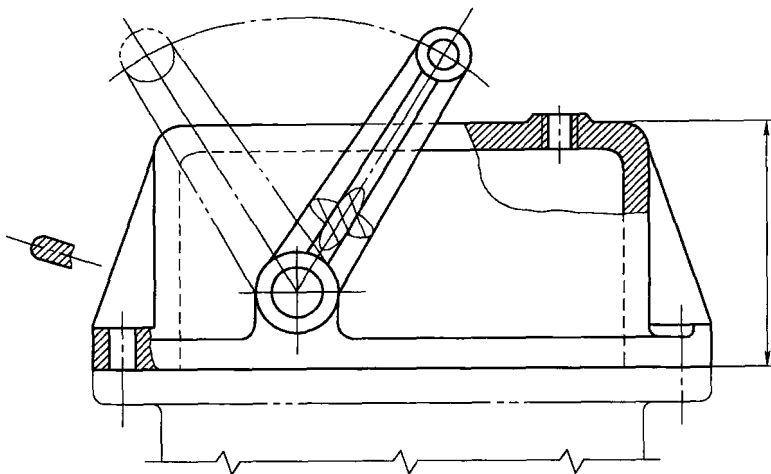


图 1-6 图线应用举例

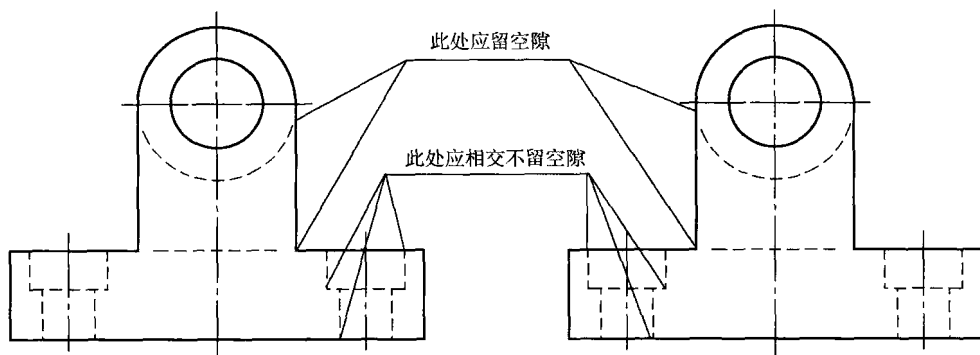


图 1-7 图线画法综合举例

1. 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) 图样中的尺寸, 以 mm 为单位时, 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。

3) 图样中所注尺寸是该图样所示机件最后完工时的尺寸, 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. 尺寸的组成

一个完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端和尺寸数字四个要素组成, 如图 1-8 所示。

(1) 尺寸界线 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。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 并超出尺寸线终端 2mm 左右。

(2) 尺寸线 尺寸线用细实线绘制。尺寸线必须单独画出, 不能与任何图线重合或在其延长线上。尺寸线与所标注的线段平行。尺寸线与轮廓线的间距、相同方向上尺寸线之间的间距应大于 5mm。同一图样中尺寸线间距大小应保持一致。

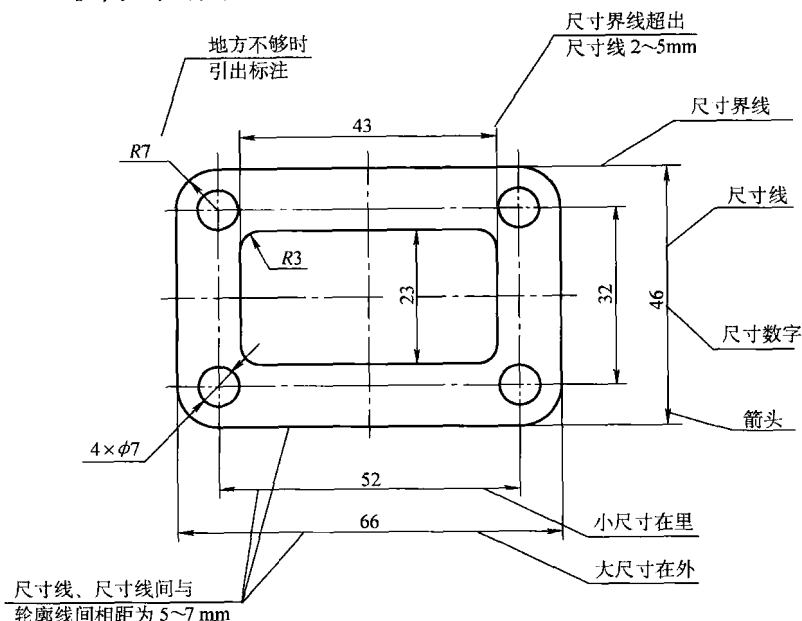


图 1-8 尺寸的标注与组成

(3) 尺寸线终端 尺寸线终端有两种形式, 如图 1-9 所示。其中箭头适用于各种类型的图样, 箭头尖端与尺寸界线接触, 不得超出也不得离开; 而斜线用细实线绘制, 图中 h 为字体高度。当尺寸线终端采用斜线形式时, 尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式。

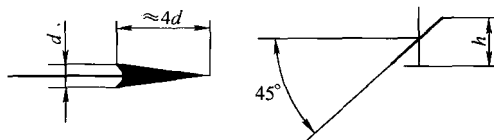


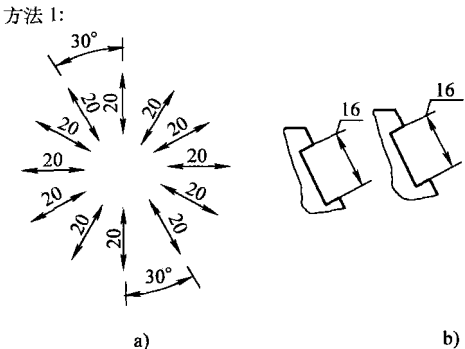
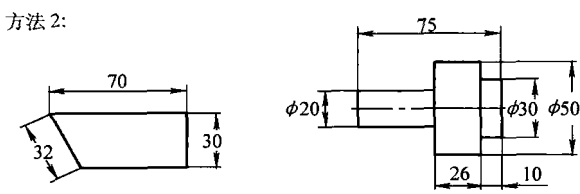
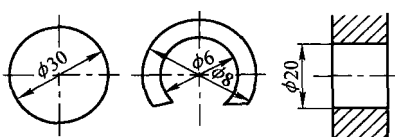
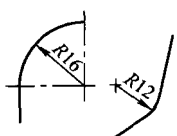
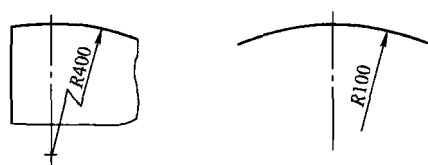
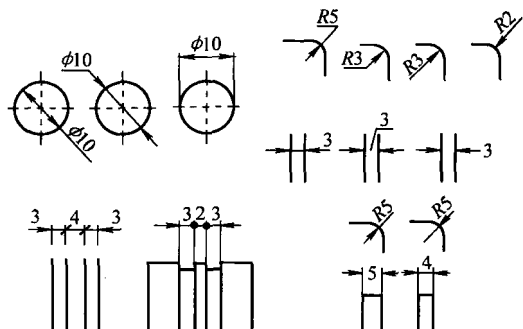
图 1-9 尺寸线终端形式

(4) 尺寸数字 线性尺寸数字一般标注在尺寸线的上方、左侧或中断处。在同一张图样上注写的尺寸数字字高应保持一致, 位置不够时可引出标注。

尺寸数字注写的基本规定: 水平方向的尺寸数字字头向上, 铅垂方向的尺寸数字字头向左, 倾斜方向的尺寸数字字头偏向斜上方, 并应尽量避免在图示 30° 的范围内标注尺寸, 详见表 1-4。

在图样中, 不论尺寸线方向如何, 均允许尺寸数字一律水平书写, 但应注意尺寸数字不得被任何图线通过, 当无法避免时, 应将图线断开。常见尺寸标注示例见表 1-4。

表 1-4 常见尺寸标注示例

标注内容	示 例	说 明
线性尺寸	方法 1:  a) b) 方法 2: 	1) 尺寸数字一般应标注在尺寸线的上方, 也允许标注在尺寸线的中断处 2) 线性尺寸数字的方向一般应采用以下所述的第 1 种方法标注。在不致引起误解时, 也允许采用第 2 种方法。在一张图样中, 应尽可能采用同一种方法 方法 1: 数字应按图 a 所示的方向标注, 并尽可能避免在图示 30° 范围内标注, 若无法避免时, 可按图 b 的形式标注 方法 2: 非水平方向上的尺寸, 其数字可水平标注在尺寸线的中断处 3) 尺寸数字不可被任何图线所通过, 否则必须将该图线断开
圆弧	直径尺寸	 标注圆或大于半圆的圆弧时, 尺寸线通过圆心, 以圆周为尺寸界线, 尺寸数字前加注直径符号“ϕ”
	半径尺寸	 标注小于或等于半圆的圆弧时, 尺寸线自圆心引向圆弧, 只画一个箭头, 尺寸数字前加注半径符号“R”
大圆弧		当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标注其圆心位置时, 可采用折线形式, 若圆心位置不需注明, 则尺寸线可只画靠近箭头的一段
小尺寸		对于小尺寸, 在没有足够的位置画箭头或注写数字时, 箭头可画在外面, 或用小圆点代替两个箭头; 尺寸数字也可采用旁注或引出标注

(续)

标注内容	示 例	说 明
球面		标注球面的直径或半径时, 应在尺寸数字前分别加注符号“Sφ”或“SR”
角度		尺寸界线应沿径向引出, 尺寸线画成圆弧, 圆心是角的顶点。尺寸数字一律水平书写, 一般注写在尺寸线的中断处, 必要时也可按右图的形式标注
弦长和弧长		标注弦长时, 尺寸界线应平行于弦的垂直平分线。标注弧长时, 尺寸界线应平行于该弧所对圆心角的平分线。弧长的尺寸线为同心弧, 并应在尺寸数字左方加注符号“~”
只画一半或大于一半时的对称机件		尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线, 仅在尺寸线的一端画出箭头
板状零件		标注板状零件的尺寸时, 在厚度的尺寸数字前加注符号“t”
光滑过渡处的尺寸		在光滑过渡处, 必须用细实线将轮廓线延长, 并从它们的交点引出尺寸界线
允许尺寸界线倾斜		尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 必要时允许倾斜
正方形结构		标注机件的断面为正方形结构的尺寸时, 可在边长尺寸数字前加注符号“□”, 或用“14×14”代替“□14”。图中相交的两条细实线是平面符号(当图形不能充分表达平面时, 可用这个符号表达平面)

1.2 绘图工具及仪器的使用

正确熟练地使用绘图工具、仪器，掌握正确的绘图方法，既能保证绘图质量，又能提高绘图速度。下面介绍一些最常用的绘图工具、仪器及其使用方法。

1.2.1 常用绘图工具

1. 图板

画图时，需将图纸平铺在图板上，即图板是画图时的垫板，因此，要求其表面光洁平整，四边平直且富有弹性。图板的左侧边称为导边，必须平直，常用的图板规格有 A0、A1 和 A2 三种。

2. 丁字尺

丁字尺主要用来画水平线，它由尺头和尺身组成。尺头和尺身的连接处必须牢固，尺头的内侧边与尺身的上边（称为工作边）必须垂直。使用时，用左手扶住尺头，将尺头的内侧边紧贴图板的导边，上下移动丁字尺，自左向右可画出一系列不同位置的水平线，如图 1-10a 所示。

3. 三角板

将三角板与丁字尺配合使用，可画出铅垂线和与水平线成 30° 、 45° 、 60° 的斜线，如图 1-10b、c 所示；还可画出 15° 、 75° 等 15° 的倍数角的斜线，如图 1-11 所示。此外，用三角板还可以画出已知直线的平行线、垂直线，如图 1-12 所示。

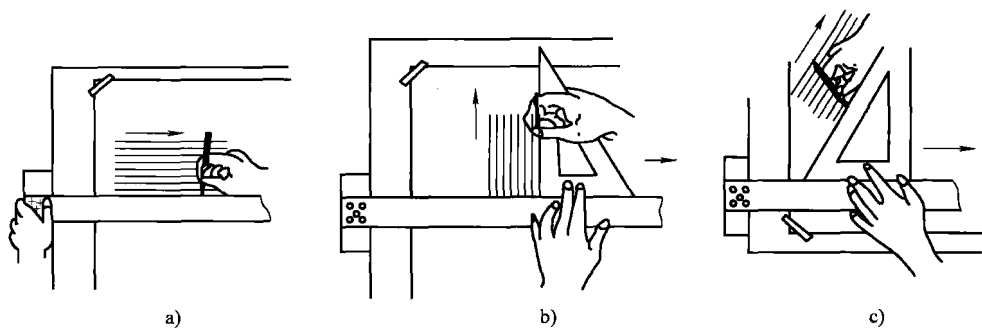


图 1-10 用丁字尺、三角板画线

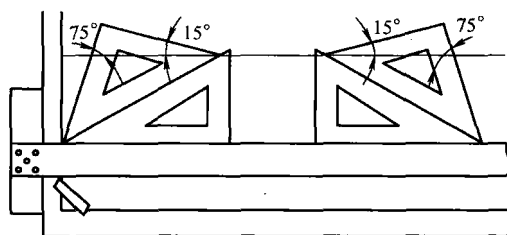


图 1-11 画 15° 、 75° 斜线

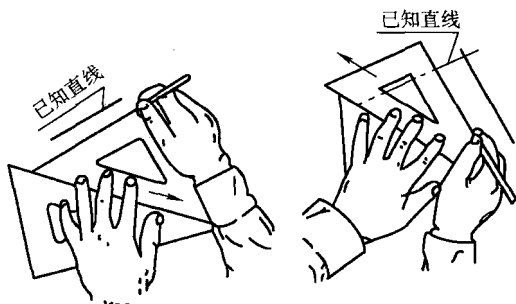


图 1-12 画已知直线的平行线、垂直线

1.2.2 常用绘图仪器

1. 分规

分规是用来量取尺寸、截取线段、等分线段的工具。分规的两腿端部有钢针，当两腿合拢时，两针尖应重合于一点，其使用方法如图 1-13 所示。

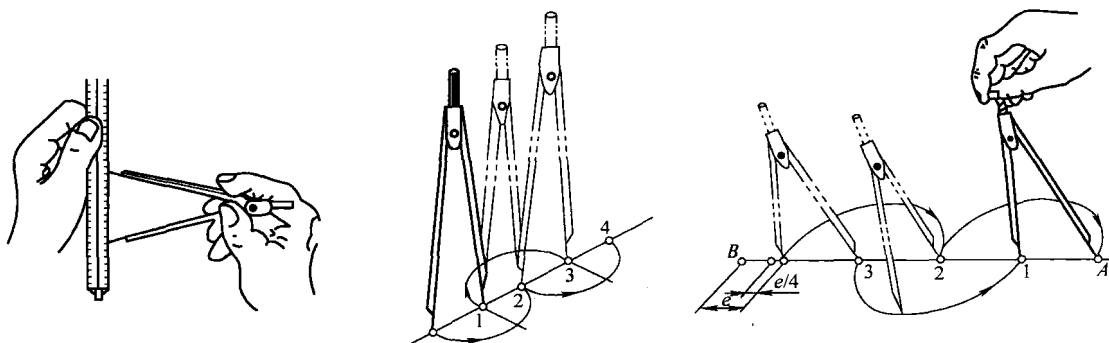


图 1-13 分规及其使用方法

2. 圆规

圆规是用来画圆或圆弧的工具。圆规固定腿上的钢针具有两种不同形状的尖端：带台阶的尖端，用于画圆或圆弧时定心；锥形尖端，可作分规使用。活动腿上有肘形关节，可随时装换铅芯插脚、鸭嘴插脚及作分规用的锥形钢针插脚，如图 1-14 所示。

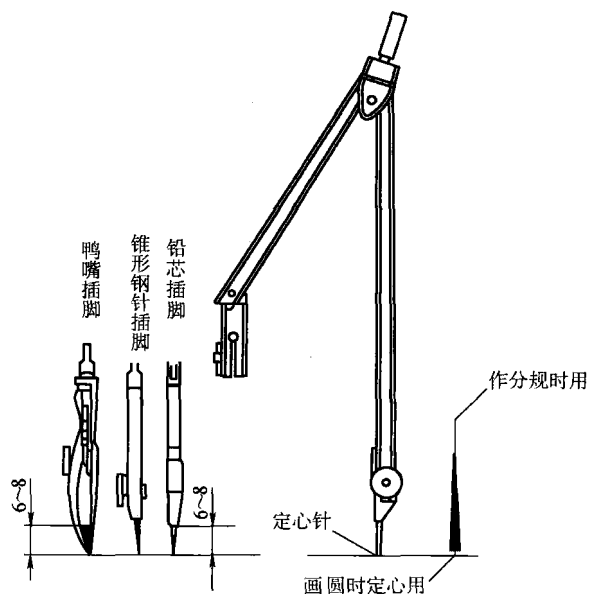


图 1-14 圆规及其附件

画圆或圆弧时，要注意调整钢针在固定腿上的位置，使两腿在合拢时针尖比铅芯稍长些，以便将针尖全部扎入图板内，如图 1-15a 所示；按顺时针方向转动圆规，并稍向前倾