

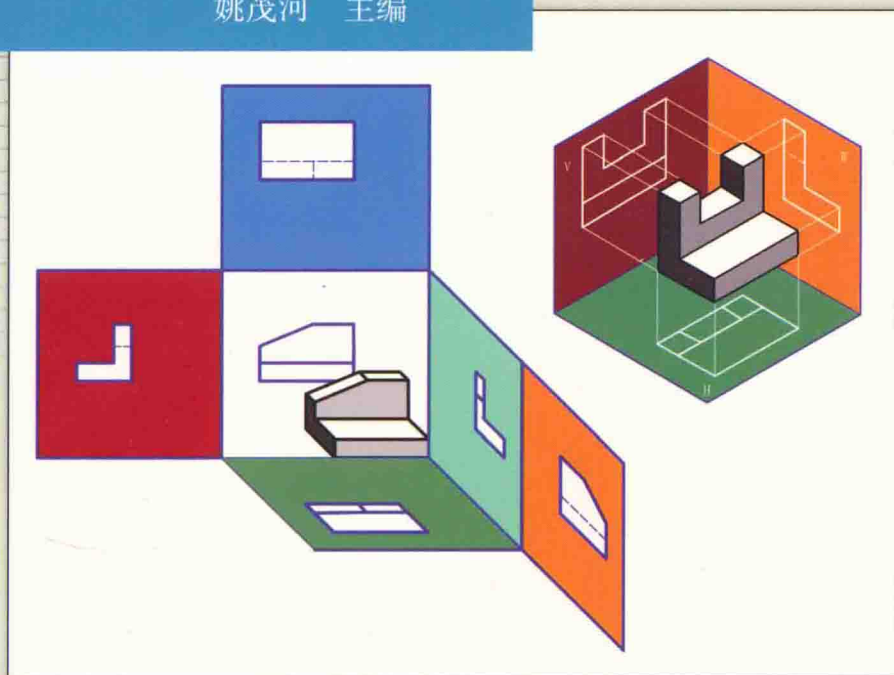


全国高职高专教育“十一五”规划教材

机械(工程)制图系列

机械制图与 AutoCAD

姚茂河 主编



高等教育出版社 HIGHER EDUCATION PRESS

全国高职高专教育“十一五”规划教材

机械(工程)制图系列

机械制图与 AutoCAD

姚茂河 主编

李柳 易慧君 副主编

高等教育出版社

内容提要

本书内容包括机械制图与 AutoCAD 两大部分。其中机械制图的内容包括:机械制图基本规定,圆弧连接与平面图形画法,点、线、面的投影,换面法,基本体,截交线,相贯线,组合体,轴测图,视图、剖视图、断面图等机件的表达方法,零件的技术要求,标准件、常用件,零件图的视图画法与尺寸标注,装配图等。CAD 的内容包括:AutoCAD 2008 中文版基本知识,二维图形的常用画法与编辑,三维绘图基本知识、三维实体建模基本方法、三维模型显示,对象特性,文字输入,尺寸标注,公差标注等。

机械制图部分另配有习题集,AutoCAD 上机操作可以用教材中的图例做练习,也可以使用机械制图部分的习题。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图与 AutoCAD/姚茂河主编. —北京:高等教育出版社, 2009.9

ISBN 978-7-04-028025-8

I. 机… II. 姚… III. 机械制图:计算机制图—应用软件, AutoCAD—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 140402 号

策划编辑	罗德春	责任编辑	查成东	封面设计	于 涛
版式设计	马敬茹	责任校对	金 辉	责任印制	尤 静

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京东光印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 21.25
字 数 520 000

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2009 年 9 月第 1 版
印 次 2009 年 9 月第 1 次印刷
定 价 25.20 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 28025-00

前 言

进入 21 世纪以来,随着计算机技术的迅速普及应用,在设计制图领域,计算机绘图已经被广泛采用。为适应社会发展需要,作者编写了本书。

本书根据机械制图的要求与计算机绘图的实际情况,以机械制图为主线进行编排,AutoCAD 作为一种工具,为机械制图服务,适时介绍相关内容。教学中可以将传统教学与现代教学有机结合在一起同时进行。建议分两个学期授完,总计约需 140 课时。一般可以安排为每周六节课:两节常规教学,两节多媒体教学,两节上机操作。此外,本书中带 * 号的部分可作为选学内容。

本书主要特点有:

(1) 将机械制图与 AutoCAD 融合,采用多媒体教学与常规教学相结合的教学形式,打破了长期在传统教室上课的厌倦,又避免了单一的多媒体教学速度过快,难以消化吸收的问题。可以有效激发学习兴趣,提高教学效率,改善教学效果。

(2) 编入 AutoCAD 仿真画法的内容。应用这一技术,可使原来手工绘图很难解决的问题变得很容易,非常实用。该内容在现有教材中尚未专门描述过。

(3) 对于 AutoCAD 的三维操作知识介绍比较详细。三维模型的操作可以帮助学生迅速提高空间想象能力,习惯三维与二维的转换关系,理解和掌握投影作图基础知识。

(4) 在技术要求的标注中,编入利用堆叠文本标注尺寸公差,利用快速引线标注形位公差等技巧。

(5) 采用 AutoCAD 2008 版本,编入了新增的主要功能。比如在螺纹内容后编入螺栓建模实例,在锥齿轮内容后编入锥齿轮建模实例等。

(6) 突出了柱体的概念。因为这一概念对合理标注尺寸有着十分重要的意义。而合理标注尺寸是学习的一个难点,又是实际应用中的一个重点。

参加本书编写的人员有:怀化职业技术学院的姚茂河、李柳,南京化工职业技术学院的易慧君,湖南科技职业学院的肖调生,邵阳学院的易怀安,湖南生物机电职业技术学院的吴东阳,湖南工业职业技术学院的罗永新等。其中姚茂河任主编,李柳、易慧君任副主编。本书由承德石油高等专科学校的王冰和怀化职业技术学院的付娟华审稿,并提出了许多宝贵的意见和建议,对本书编写质量的提高起了很大的作用,在此谨表示感谢和敬意。

由于编者水平有限,疏漏和错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2009 年 7 月

目 录

第 1 章 机械制图基本知识	1		
§ 1-1 机械制图基本规定	1		
§ 1-2 几何作图	7		
§ 1-3 圆弧连接	10		
§ 1-4 尺寸标注的基本规定	14		
§ 1-5 平面图形画法	19		
第 2 章 AutoCAD 二维绘图	24		
§ 2-1 AutoCAD 2008 基本知识	24		
§ 2-2 AutoCAD 直线图形画法	29		
§ 2-3 AutoCAD 画圆弧连接与对象特性	35		
§ 2-4 AutoCAD 标尺寸	40		
§ 2-5 AutoCAD 画平面图	47		
第 3 章 投影作图基础	52		
§ 3-1 三视图	52		
§ 3-2 点的投影	57		
§ 3-3 直线的投影	60		
§ 3-4 两直线的相对位置	64		
§ 3-5 平面的投影	69		
* § 3-6 直线与平面相交和两平面相交	74		
* § 3-7 换面法	77		
第 4 章 文字输入与图形编辑	83		
§ 4-1 文字输入	83		
§ 4-2 常用图形编辑命令	86		
第 5 章 立体及其表面交线	92		
§ 5-1 基本体	92		
§ 5-2 截交线	96		
§ 5-3 相贯线	103		
第 6 章 三维模型	111		
§ 6-1 三维实体模型(一)	111		
§ 6-2 三维操作基础知识	117		
§ 6-3 三维实体模型(二)	121		
§ 6-4 视觉样式与渲染	125		
		§ 6-5 三维曲面	132
第 7 章 组合体	136		
§ 7-1 组合体视图画法	136		
§ 7-2 组合体的尺寸标注和看图	139		
第 8 章 轴测图	147		
§ 8-1 轴测图基本知识与正等测	147		
§ 8-2 斜二测与 AutoCAD 画轴测图	153		
第 9 章 机件的表达方法	157		
§ 9-1 视图	157		
§ 9-2 剖视图	160		
§ 9-3 剖切方法	166		
§ 9-4 断面图	170		
§ 9-5 局部放大与简化画法	172		
第 10 章 表面结构与公差	179		
§ 10-1 表面结构的表示法	179		
§ 10-2 尺寸公差与配合	190		
§ 10-3 几何公差的标注	194		
第 11 章 AutoCAD 其他操作	199		
§ 11-1 多段线、阵列和填充	199		
§ 11-2 AutoCAD 绘图辅助工具	205		
§ 11-3 块以及公差标注	211		
第 12 章 标准件与常用件	221		
§ 12-1 螺纹	221		
§ 12-2 螺纹紧固件及其连接	227		
§ 12-3 键、销连接	231		
§ 12-4 圆柱齿轮	235		
§ 12-5 锥齿轮与蜗杆蜗轮	242		
§ 12-6 滚动轴承与弹簧	249		
第 13 章 零件图	256		
§ 13-1 零件图及其表达方案	256		

§ 13-2	零件图的尺寸标注	260	§ 14-2	装配工艺结构与部件 测绘	287
§ 13-3	典型零件分析	265	§ 14-3	看装配图与拆画零 件图	295
§ 13-4	零件的工艺结构	269	附录	301	
§ 13-5	看零件图与零件测绘	272	参考文献	331	
第 14 章	装配图	280			
§ 14-1	装配图及其表达方法	280			

第1章

机械制图基本知识

§ 1-1 机械制图基本规定

一、概述

1. 图样及其作用

在工程建设活动中,人们通过图样来表达设计思想、制造要求、交流经验,所以,图样就是一种工程语言。

什么是图样?图样不是随心所欲的绘画,而是按照有关标准或规定绘制图形,并有足够的形状尺寸以及制造要求的图纸。

自古以来,图样都是手工绘制的。但近十几年来,随着计算机技术的飞速发展,计算机绘图得到了广泛应用,所以在学习机械制图的同时,还必须努力学好计算机绘图知识。

2. 本书内容简介

本书内容包括机械制图和计算机绘图两大部分。其中机械制图的内容有:

- (1) 机械制图国家标准基本规定。
- (2) 正投影与视图画法。
- (3) 图样的常用表达方法。
- (4) 标准件与常用件。
- (5) 零件图、装配图。

计算机绘图的软件很多,比如 AutoCAD、CAXA 电子图板、SolidWorks、Mastercam、UG、Pro/E 等。其中 AutoCAD 应用最为广泛,其显著特点是能精确绘制各种工程图样,具有很强的二维绘图与编辑能力,方便灵活的尺寸标注与修改,还有简便可靠的实体建模方式。本书以 AutoCAD 2008 为基础,介绍 AutoCAD 的应用。

二、机械制图基本规定

1. 图纸幅面和格式

(1) 图纸幅面

图纸幅面是指绘制图样所采用的图纸规格大小。GB/T 14689—2008 规定,绘制图样时,应优先采用表 1-1 所规定的幅面尺寸。

表 1-1 图纸幅面尺寸 mm

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

A0 的幅面最大,宽(B):长(L)= 841 : 1189 = 1 : $\sqrt{2}$,面积约为 1 m²,A1 的幅面为 A0 的一半,其余以此类推。

若表 1-1 中的基本幅面不能满足要求时,允许按基本幅面的短边成整数倍增加,如图 1-1 所示。

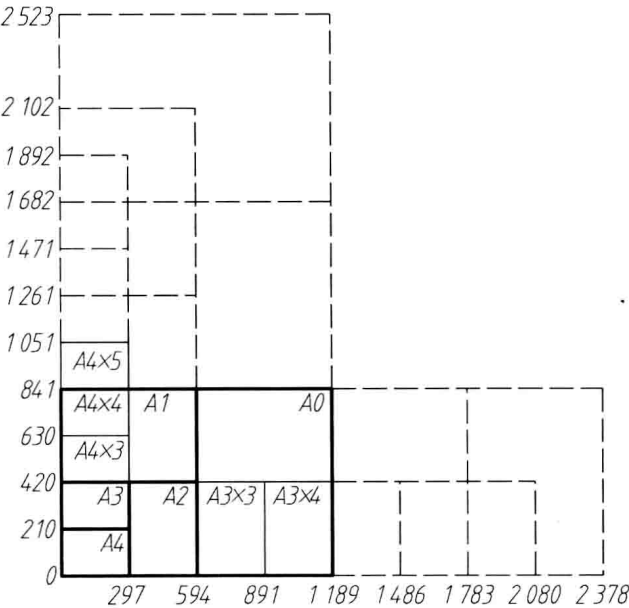


图 1-1 图纸幅面尺寸

(2) 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式有留装订边和不留装订边两种。留有装订边的图框格式如图 1-2 所示,不留装订边的图框格式如图 1-3 所示。一般情况下,A3 应横放,如图 1-3a。A4 应竖放,如图 1-3b。图框尺寸如表 1-1 所列。同一产品的所有图样必须采用同一种图框格式。

(3) 标题栏

每张图纸的右下角都必须有标题栏。GB/T 10609. 1—2008 规定的标题栏如图 1-4 所示。学生作业过程中,手工绘图时也可选用图 1-5 所示的标题栏。在 AutoCAD 绘图中,可将标题栏创建为块,或者将图框与标题栏一起设置为样板。调用方便,不用重复绘制。

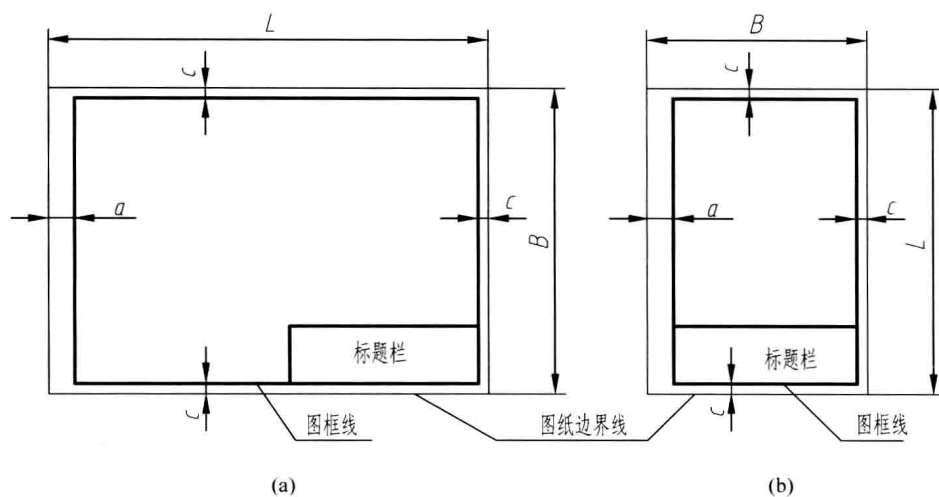


图 1-2 留有装订边的图框格式

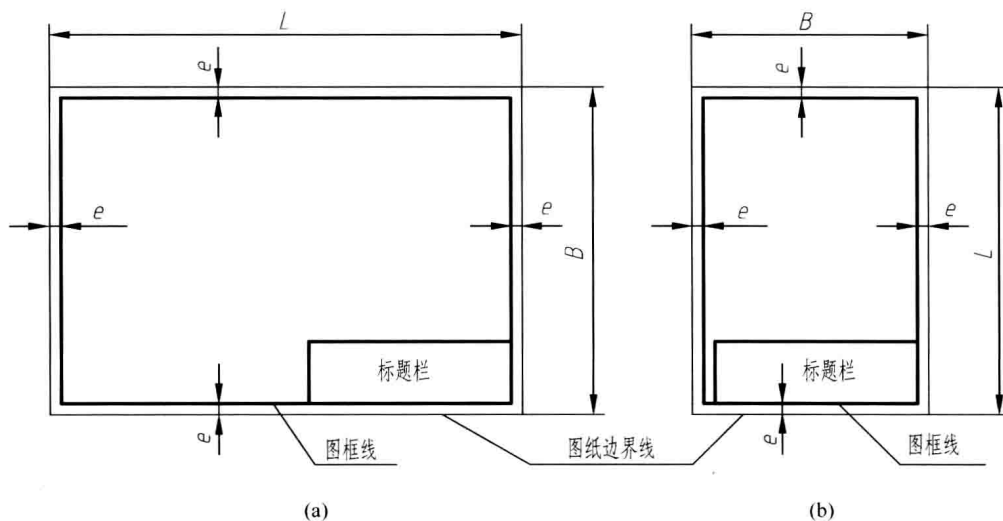


图 1-3 不留装订边的图框格式

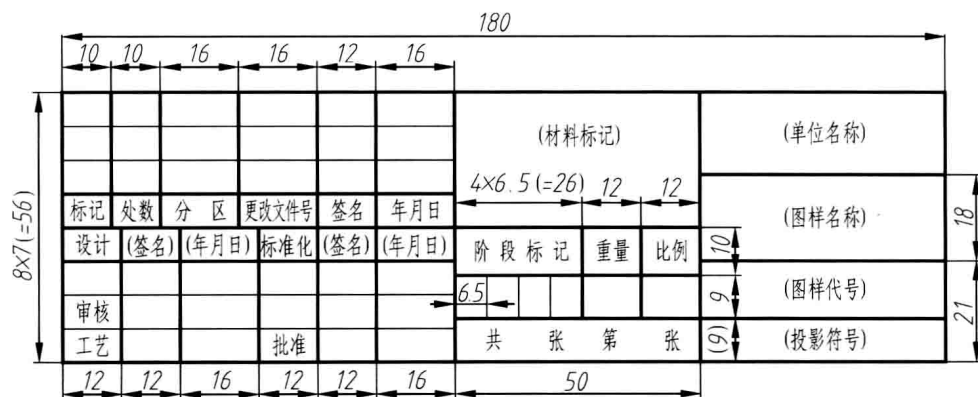


图 1-4 标题栏格式

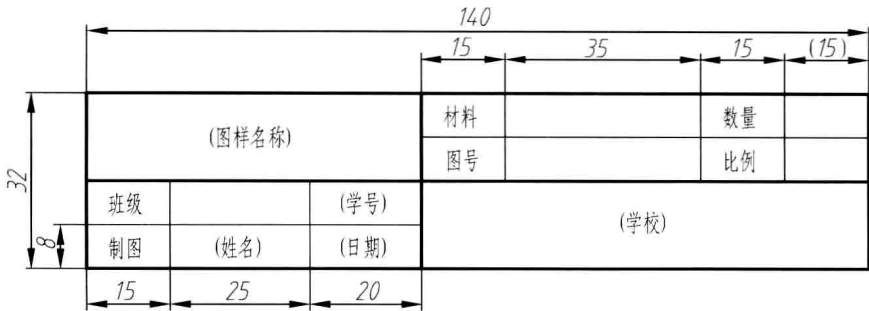


图 1-5 学生作业手工绘图用标题栏

2. 比例

比例是指图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。图形不论放大或缩小,其尺寸都必须按机件的实际尺寸标注。

GB/T 14690—1993 规定的比例系列见表 1-2。

表 1-2 比例系列

种类	比 例	
	第一系列	第二系列
原值比例	1 : 1	
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 ⁿ 1 : 2×10 ⁿ 1 : 5×10 ⁿ	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6 1 : 1.5×10 ⁿ 1 : 2.5×10 ⁿ 1 : 3×10 ⁿ 1 : 4×10 ⁿ 1 : 6×10 ⁿ
放大比例	2 : 1 5 : 1 1×10 ⁿ : 1 2×10 ⁿ : 1 5×10 ⁿ : 1	2.5 : 1 4 : 1 2.5×10 ⁿ : 1 4×10 ⁿ : 1

3. 字体

GB/T 14691—1993 规定,图样上和技术文件中所用的汉字应写成长仿宋体。字体高度(用 h 表示)代表字体的号数。公称尺寸系列为:1.8,2.5,3.5,5,7,10,14,20 mm。其他字号按 $\sqrt{2}$ 倍增减。字高常用 5 mm,不应小于 3.5 mm。字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ (或 $0.71h$)。

字母和数字可以写成直体和斜体。斜体字的字头向右倾斜,与水平基准线成 75°。例如:

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

4. 图线

GB/T 4457.4—2002 中规定了机械图样中使用的九种线型。其中常用的有粗实线、细实线、虚线(本书指细虚线,另外还有一种粗虚线)、细点画线(常称为点画线)、波浪线、细双点画线(常简称为双点画线)等七种。见表 1-3。

线宽有粗和细两种,它们之间的比例为 2 : 1。粗实线宽度可根据图形的大小和复杂程度选取,一般取 0.35 ~ 0.7 mm,细线宽度 0.18 ~ 0.35 mm。线宽系列为:0.13,0.18,0.25,0.35,0.5,0.7,1,1.4,2 mm。

表 1-3 机械制图的图线型式及应用

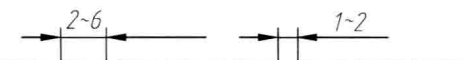
序号	图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
1	粗实线		d	可见轮廓线、表示剖切面起迄和转折的剖切符号
2	细实线		$d/2$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线、指引线、螺纹牙底线及辅助线等
3	波浪线		$d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
4	虚线		$d/2$	不可见轮廓线
5	细点画线		$d/2$	轴线、对称中心线、剖切线等
6	粗点画线		d	限定范围表示线
7	细双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件极限位置的轮廓线、轨迹线、中断线等

图 1-6 为常用图线的应用举例。

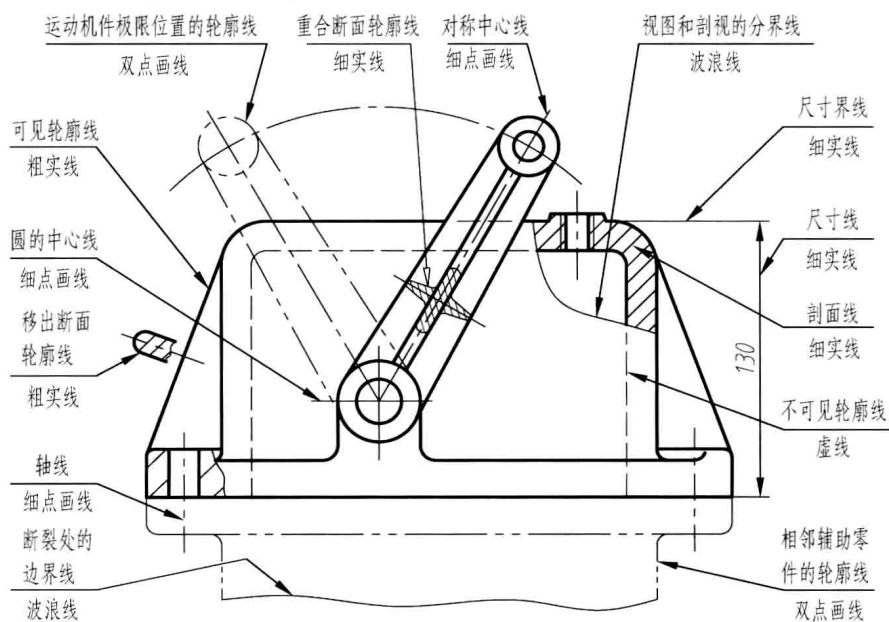


图 1-6 图线应用示例

图线连接处的一些习惯画法见表1-4,图1-7为图线连接处的画法示例。

表1-4 图线交接处的习惯画法

图例		画法说明
正确	错误	
		① 虚线为实线的延长线时,交接处留出间隙 ② 虚线与实线相交,不留空隙
		虚线、点画线相交、相切处应为实线,不应为点,也不应间断
		① 点画线超出图形2~5 mm,不应短于图形内,也不要刚好与图形相交 ② 点画线太短时,可用细实线代替,两端不要有点 ③ 点画线的点通常为短画,不要刻意画圆点

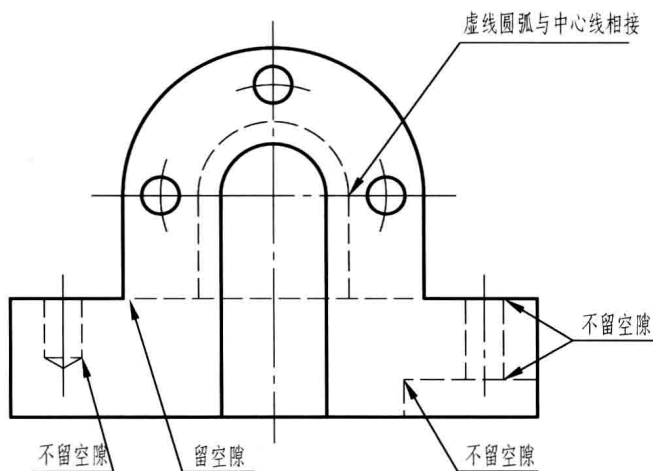


图1-7 图线连接处画法示例

§ 1-2 几何作图

一、等分直线段

手工绘图等分直线段的方法如图 1-8 所示。

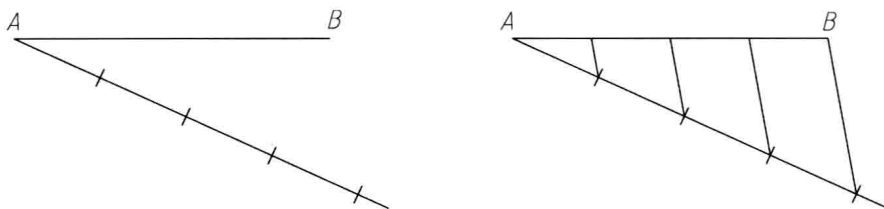


图 1-8 等分直线段

作图过程:过要等分的线段(AB)端点 A 画一斜线,用分规取任意长度为一等份,在斜线上量取需要的等份,然后连接等份末点与线段 B 点。过斜线上各等份点作平行线交于 AB 线段,即得所求各等份点。

二、等分圆周

1. 六等分圆周画正六边形

手工绘图六等分圆周有两种方法,一是用分规等分,取弦长等于半径即可,如图 1-9a 所示。二是用三角板等分,如图 1-9b 所示。

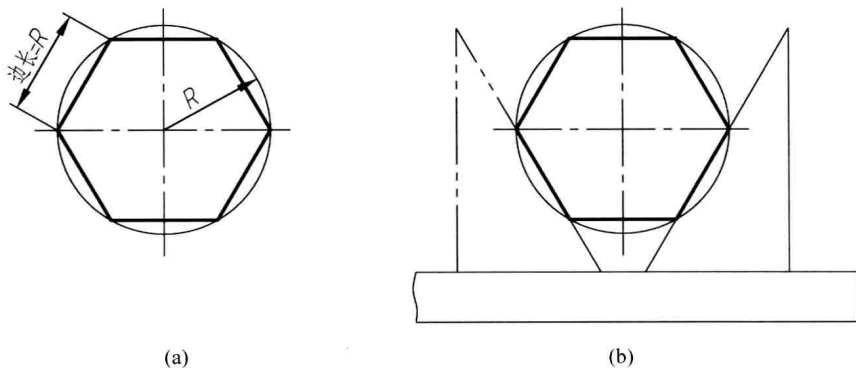


图 1-9 正六边形画法

2. 五等分圆周画正五边形

手工绘图五等分圆周如图 1-10 所示。

作图步骤:

(1) 作半径的垂直平分线,找到其中点 B ;

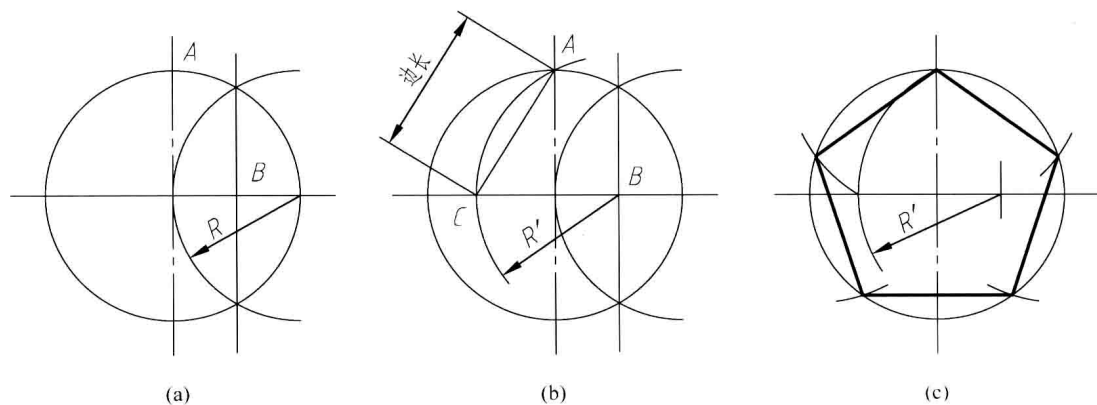


图 1-10 五等分圆周

(2) 以 AB 为半径, B 点为圆心画弧交于 C 点;

(3) AC 即为正五边形的边长。

三、斜度与锥度

1. 斜度

斜度是指一直线(或平面)对另一直线(或平面)的倾斜程度,其大小用两直线(或两平面)间夹角的正切值来表示。在图 1-11 中

$$\text{斜度} = \tan \alpha = \frac{H-h}{L} = \frac{1}{5}$$

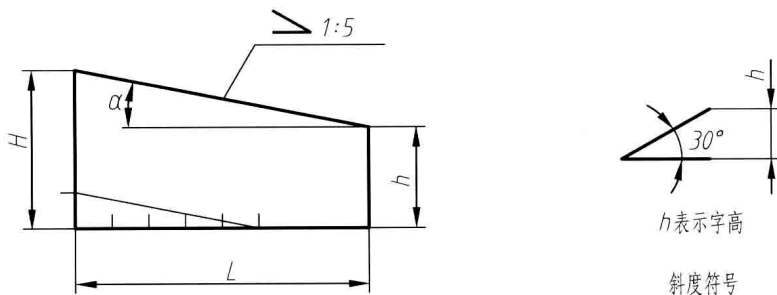


图 1-11 斜度

斜度的画法:直角三角形的对边取 1 等份(分子数),邻边取分母的等份数,斜边即为所需斜度。

斜度的标注:如图 1-11 所示,用指引线标注。斜度比值前加注符号,符号的方向应与图形倾斜方向一致。

2. 锥度

锥度是指正圆锥体底圆直径与锥高之比。对于图 1-12 所示的圆锥台,则为两端圆直径之差与两端面间的距离之比,即

$$\text{锥度} = 2 \tan \alpha = \frac{D-d}{L} = \frac{1}{4}$$

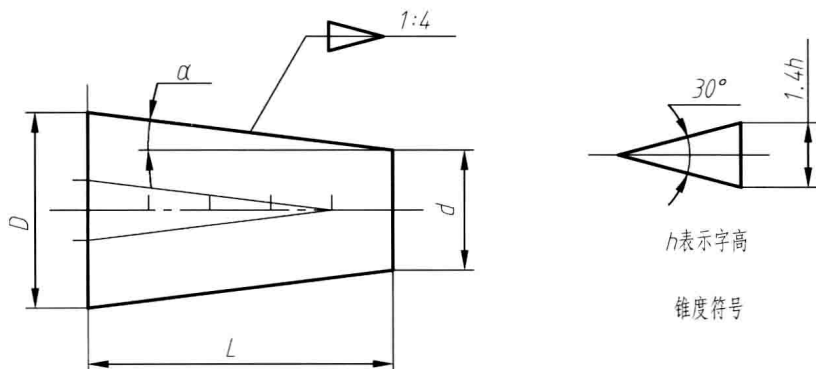


图 1-12 锥度

锥度的画法:正圆锥底面直径取一等份(分子的数值),锥高取等于分母的等份数,即为所求锥度。过已知点作此锥度的平行线即可。

锥度的标注:如图 1-12 所示,用指引线标注,在锥度比值前加注符号,符号对称于指引线,其方向与图形相一致。

四、平面曲线

1. 椭圆的近似画法

手工绘制椭圆时,常采用四心近似画法,如图 1-13 所示。

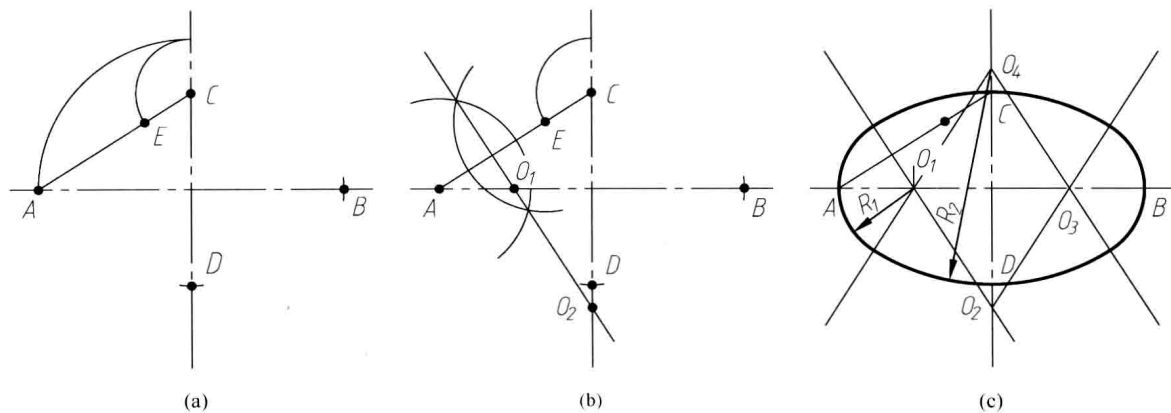


图 1-13 椭圆的四心近似画法

作图方法:

(1) 在长、短轴端点的连线 AC 上减去长短轴之差 CE 。

(2) 作剩下线段 AE 的垂直平分线,分别交长、短轴线于 O_1 和 O_2 ,即为所求的两个圆心。

(3) 另外两个圆心与此对称。找到四个圆心后,两两连接各圆心作直线,得出大小圆弧的各个切点,即可画出四心椭圆。

*2. 渐开线的画法

渐开线的形成:一条直线在圆周上作连续无滑动滚动时,直线上任一点的轨迹就是该圆的渐开线,该圆称为基圆。齿轮的齿廓曲线多为渐开线。下面介绍用 AutoCAD 画四分之一圆的渐开线的方法,如图 1-14 所示。

(1) 画基圆 $\phi 40$ 。在四分之一的范围内,每间隔 15° 画一径向线和切线(相当于将基圆的四分之一等分成六份,然后在各等份点处作切线)。

(2) 在任意位置画一条直线,长度等于基圆展开长的四分之一: $40\pi/4 = 31.416$ 。将直线等分成六等份。

(3) 以直线端点为圆心, $R1$ (一等份)为半径画圆。接着以切线 $L1$ 的切点为圆心画圆,其半径等于 $R1$ (默认值,单击回车键确认即可)。然后以该圆为边界,剪去该切线的多余部分,再删除该圆,留下的切线长度等于第一小段圆弧展开长。

(4) 仍以直线端点为圆心, $R2$ (两等分长度)为半径画圆。接着以切线 $L2$ 的切点为圆心画圆,其半径等于 $R2$ (默认值)。然后以该圆为边界,剪去该切线的多余部分。再删除该圆,留下的切线长度即等于第一、二两段圆弧的展开长。

……依次定出各切线长度。

(5) 用样条曲线将起始点及各切线的端点连接起来,即为所求的渐开线。

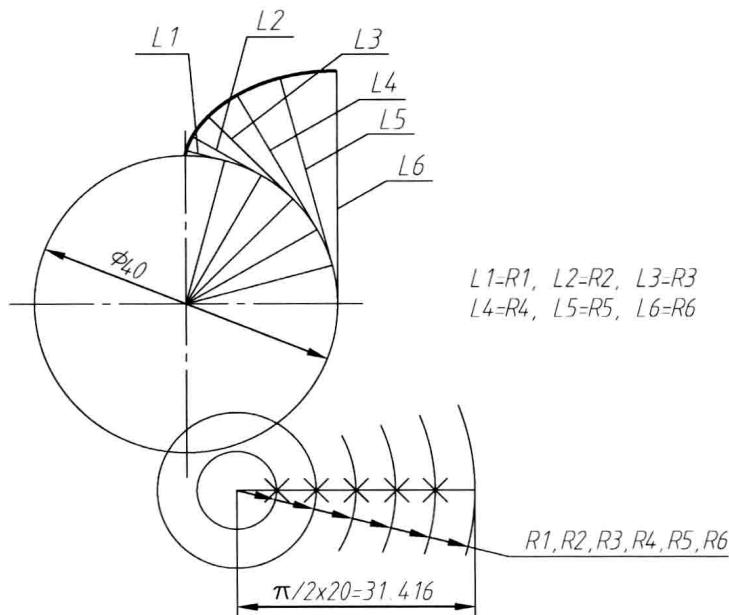


图 1-14 渐开线画法

§ 1-3 圆弧连接

圆弧连接就是用一段圆弧光滑地连接相邻两个已知线段。

圆弧连接的作图步骤：

- (1) 求圆心；
- (2) 定切点；
- (3) 画连接圆弧。

一、连接圆弧圆心的方法

1. 圆弧与直线相切

当圆弧与已知直线相切时,作一条距离等于半径的平行线。连接圆弧的圆心必在此平行线上,如图 1-15 所示。

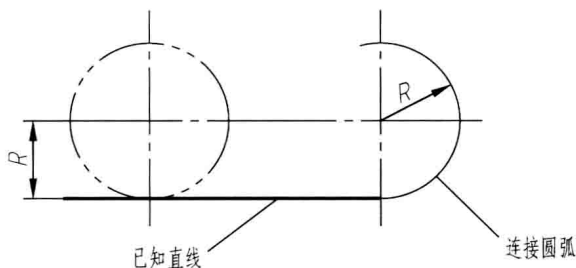


图 1-15 圆弧与直线相切

2. 圆弧与圆弧外切

当连接圆弧与已知圆弧外切时,以已知圆弧的圆心为圆心,两圆弧半径之和(R_1+R)为半径画一圆弧,连接圆弧的圆心必定在此圆弧上,如图 1-16 所示。

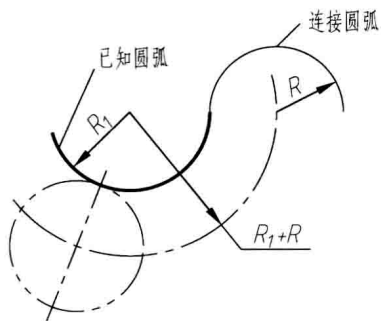


图 1-16 两圆弧外切

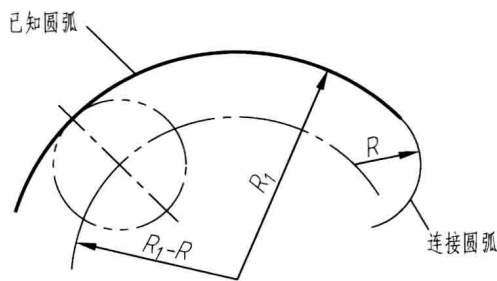


图 1-17 两圆弧内切

3. 圆弧与圆弧内切

当连接圆弧与已知圆弧内切时,以已知圆弧的圆心为圆心,两圆弧半径之差(R_1-R)为半径画一圆弧,连接圆弧的圆心必定在此圆弧上,如图 1-17 所示。

二、圆弧连接画法举例

例 1 已知两直线和连接圆弧半径 R ,如图 1-18a 和 1-18c,求作圆弧连接。

作图步骤：