

道路

DAOLU
JISUANJI
FUZHUJISHU

计算机辅助技术

王中伟 编著



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

道路

DAOLU
JISUANJI
FUZHUJISHU

计算机辅助技术

王中伟 编著



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

道路计算机辅助技术/王中伟编著.

—长沙:中南大学出版社,2015.12

ISBN 978-7-5487-2086-7

I. 道... II. 王... III. 道路工程-计算机辅助设计

IV. U412.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 307030 号

道路计算机辅助技术

王中伟 编著

☐责任编辑 刘 灿

☐责任印制 易红卫

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 湖南地图制印有限责任公司

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 10.5 ☐字数 261 千字 ☐插页 2

☐版 次 2015 年 12 月第 1 版 ☐印次 2015 年 12 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-2086-7

☐定 价 28.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

前言

Foreword

随着计算机和信息化的发展,公路设计与施工越来越需要利用计算机和专用软件来辅助完成,掌握和应用计算机与专业软件的能力,是工程技术人员不可或缺的核心能力之一。

本书主要讲述了 AutoCAD 和 EXCEL 的工程应用技巧、EXCEL 常用工程软件(程序)的应用、CASS 数模应用与土石方算量、纬地软件的路线构建与路线设计等内容。本书是作者多年潜心研究和应用的成果,很多操作技巧是作者的经验总结,全部 EXCEL 程序也是作者自己开发的,其中,“道路中边桩坐标计算程序 140920.xls”“立交匝道与卵形曲线计算程序.xls”实际应用已相当广泛。

本书使用了三个商业软件,分别是常青藤 CAD 辅助工具 V1.73、CASS 7.0、纬地三维道路 CAD 系统 V6.6。另,附和导线平差计算 1.0 版来自网络,可免费使用,以上软件(程序)均属于原作者(公司)。本书程序开发和软件操作的环境是 Windows 7(64 位)、MS Office 2010、AutoCAD 2006。

书中操作案例的电子附件、计算程序/软件(不包含商业软件)、工程案例图纸等(详单见附录),可在中南大学出版社网站(网址:<http://www.csu-press.com.cn/>)的“下载专区”免费下载,也可以联系作者索取,作者邮箱:595077@qq.com。

由于作者水平有限,书中难免有不当之处,恳请读者批评指正。

王中伟

2015 年 10 月

目录

CONTENTS

第1章 AutoCAD 与 EXCEL 的基本应用	(1)
1.1 利用 AutoCAD 作图查询几何参数	(1)
1.1.1 AutoCAD 的几何参数查询方法	(1)
1.1.2 AutoCAD 单位与角度设置	(2)
1.1.3 AutoCAD 作图查询常见操作	(4)
1.2 AutoCAD 图形定位	(7)
1.2.1 AutoCAD 图形的定位	(7)
1.2.2 外部光栅图像插入 AutoCAD 的定位	(8)
1.3 EXCEL 角度与坐标计算	(12)
1.3.1 EXCEL 三角函数计算	(12)
1.3.2 利用 EXCEL 计算直线距离和方位角	(13)
1.3.3 EXCEL 中度、分、秒格式及转换	(15)
1.4 EXCEL 和 AutoCAD 的综合应用技巧	(16)
1.4.1 将 EXCEL 中的多点坐标批量展绘到 AutoCAD 中	(16)
1.4.2 批量读取 AutoCAD 图形中的多点坐标到 EXCEL	(18)
1.4.3 提取 AutoCAD 中的表格数据到 EXCEL	(21)
第2章 常用 EXCEL 工程软件的应用实例	(24)
2.1 路线坐标及高程的批量计算	(24)
2.1.1 路线中桩坐标及切线方位角的计算	(24)
2.2.2 路线边桩坐标的计算	(27)
2.2.3 路线设计高程的计算	(28)
2.2 立交匝道及卵形曲线的计算	(30)
2.2.1 互通式立交匝道的计算	(30)
2.2.2 卵形曲线的判别及计算	(32)
2.3 建筑桩基坐标的批量提取与检核	(36)
2.3.1 建筑桩基图纸的图形定位	(37)
2.3.2 建筑桩基坐标的提取	(37)

2.3.3 建筑桩基坐标的比对检核	(40)
2.4 附和导线的计算	(41)
2.5 施工坐标转换计算	(43)
2.5.1 施工坐标系及坐标转换基本原理	(43)
2.5.2 施工坐标转换计算	(43)
2.6 谷歌地球路径坐标的提取、转换及 AutoCAD 成图	(46)
2.6.1 谷歌地球及其点位表示	(46)
2.6.2 谷歌地球路径的绘制及坐标提取	(48)
2.6.3 路径坐标的转换与 AutoCAD 成图	(50)
第3章 CASS: 数字地面模型及土石方量的计算	(54)
3.1 CASS 软件简介	(54)
3.2 数字地面模型(DTM)	(56)
3.2.1 数字地面模型简介	(56)
3.2.2 数字地面模型的建立	(57)
3.2.3 数字地面模型的基本应用	(59)
3.3 土石方量计算	(64)
3.3.1 土石方量计算常见方法	(64)
3.3.2 方格网法计算土石方量	(65)
3.3.3 DTM 法计算土石方量	(67)
3.3.4 区域土方量平衡计算	(69)
3.3.5 断面法计算土石方量	(69)
3.3.6 两期间的土石方计算	(75)
3.4 建立数字地面模型的其他方法	(76)
3.4.1 根据电子地形图建立 DTM	(76)
3.4.2 纸质地形图的数字化	(78)
第4章 纬地: 路线重构与路线设计	(80)
4.1 纬地软件简介	(80)
4.2 既有路线的重新构建	(83)
4.2.1 路线平面的构建	(83)
4.2.2 路线平面数据的导入/导出	(87)
4.2.3 卵形曲线和断链的处理	(90)
4.2.4 路线纵断面的构建	(95)
4.2.5 路线横断面的构建	(98)
4.2.6 路线常用计算和查询	(109)
4.2.7 主要设计图表的输出	(113)
4.3 基于数字地面模型的路线设计	(121)
4.3.1 设计任务简介	(121)

4.3.2	地形图的数字化及数字地面模型的建立	(122)
4.3.3	路线平面的设计	(127)
4.3.4	路线纵断面的设计	(133)
4.3.5	路线横断面的设计	(137)
4.3.6	设计图表的输出	(145)
4.3.7	路线三维建模与透视图	(147)
4.4	路基土石方的可视化调配	(149)
4.4.1	纬地土石方可视化调配系统简介	(149)
4.4.2	从纬地路线项目导入土石方数据	(150)
4.4.3	可视化的土石方调配	(152)
4.4.4	输出土石方调配表格	(156)
附录：本书操作案例电子附件、程序等清单		(159)
参考文献		(161)

第 1 章

AutoCAD 与 EXCEL 的基本应用

1.1 利用 AutoCAD 作图查询几何参数

AutoCAD 是一个高精度的图形系统,利用作图方法,可计算与查询工程中常用的几何参数,如距离、角度(方位角)、坐标、面积等,无需繁杂的数值计算,且图形化的表现更加直观。

1.1.1 AutoCAD 的几何参数查询方法

在 AutoCAD 中查询对象的几何参数主要通过三种途径。

1. 查询菜单或命令按钮

如图 1-1 所示,通过查询菜单或命令按钮,可查询距离、面积、列表显示、点坐标等几何参数,其查询结果会显示在命令栏中。



图 1-1 AutoCAD 查询菜单和命令按钮

2. 标注菜单或命令按钮

如图 1-2 所示,通过标注菜单或命令按钮,可查询并标注距离、半径、直径、角度等几何参数,其查询结果将标注在对应的图形中。

3. 特性窗口

按快捷键 Ctrl + 1,将切换显示特性窗口,特性窗口将列表显示所选对象所具备的所有几何信息。图 1-3 所示特性窗口显示的是一条直线的特性参数,包括起、终点坐标、坐标增量、距离(长度)、角度(方位角)等。

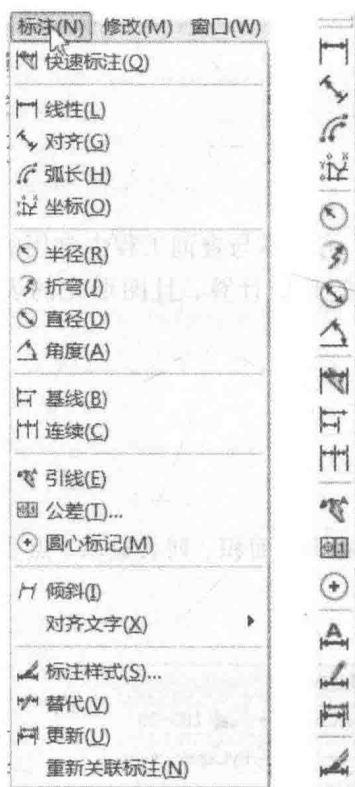


图 1-2 AutoCAD 标注菜单和命令按钮



图 1-3 AutoCAD 特性窗口

1.1.2 AutoCAD 单位与角度设置

为了使查询或者标注的几何参数符合工程常用的精度和表达形式,需要先进行单位和角度的设置。

1. 单位和角度设置

键入命令“UNITS”,或者点击菜单[格式]—[单位...],弹出“图形单位”对话框,修改为如下设置(如图 1-4):

长度:类型“小数”,精度“0.000”;

角度:类型“度/分/秒”,精度“0d00'00””,顺时针;

再点击[方向...]按钮,弹出“方向控制”对话框(如图 1-5),基准角度选择“北(N)”。

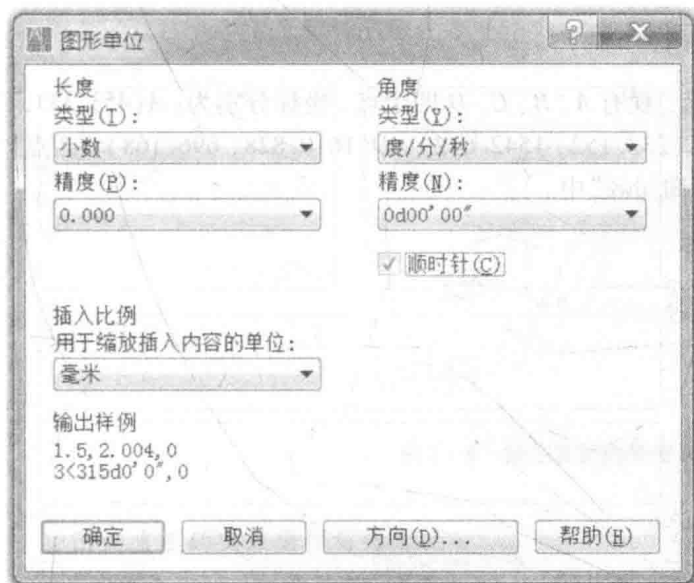


图 1-4 AutoCAD 图形单位的设置

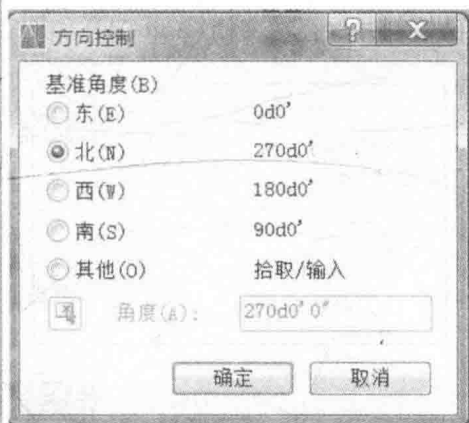


图 1-5 AutoCAD 方向控制设置

2. 修改标注样式

类似地, 需要将标注样式中的主单位进行相应修改, 主要修改小数精度、小数分隔符、角度单位格式、角度精度等几个参数。当然, 为了获得比较美观的标注效果, 还可适当修改标注符号和文字的大小, 如图 1-6 所示。

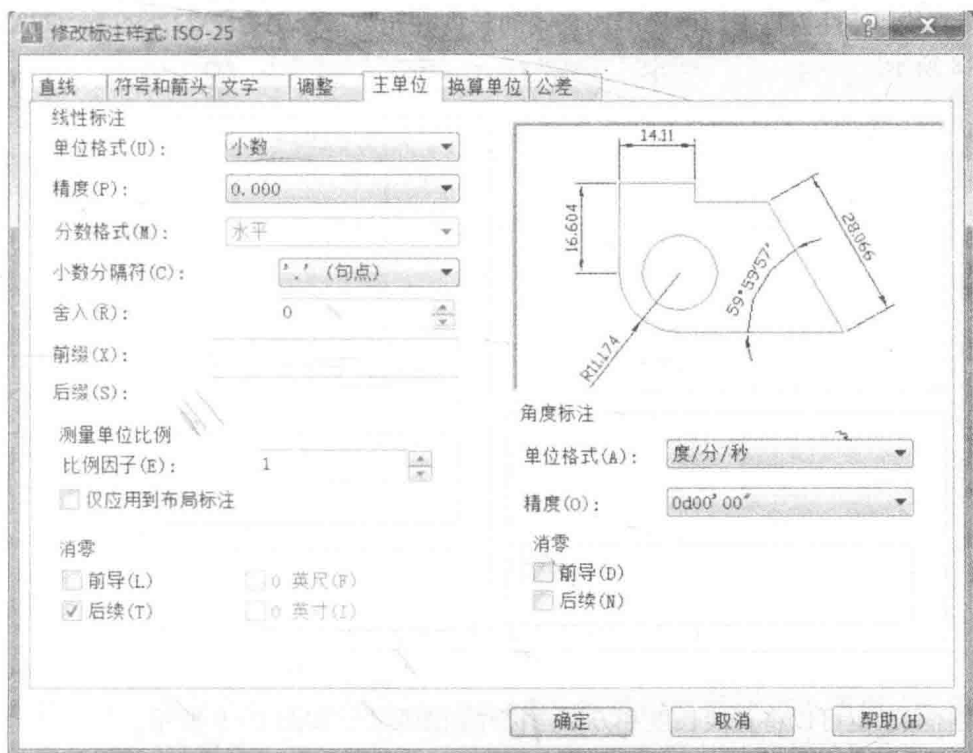


图 1-6 AutoCAD 标注样式设置

1.1.3 AutoCAD 作图查询常见操作

操作案例基本资料：如图 1-7 所示，现有 A、B、C、D 四个点，坐标分别为：A(453.333, 783.394)，B(1634.581, 1400.219)，C(233.152, 1542.612)，D(1610.828, 696.168)，四点已绘制并保存在文档“AutoCAD 作图查询.dwg”中。

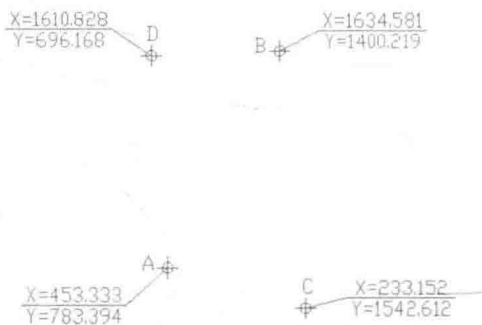


图 1-7 操作案例点位的坐标

1. 直线的长度与方位角

【操作 1-1】求 AB 的距离和方位角 α_{AB} 。

按点的坐标值绘制直线，注意：测量坐标的 X、Y 值和 AutoCAD 图形系统的 X、Y 值是相反的。

选择直线，特性窗口中即可显示该直线的长度和角度，分别为 1322.599 m、 $27^{\circ}34'22''$ ，如图 1-8 所示。

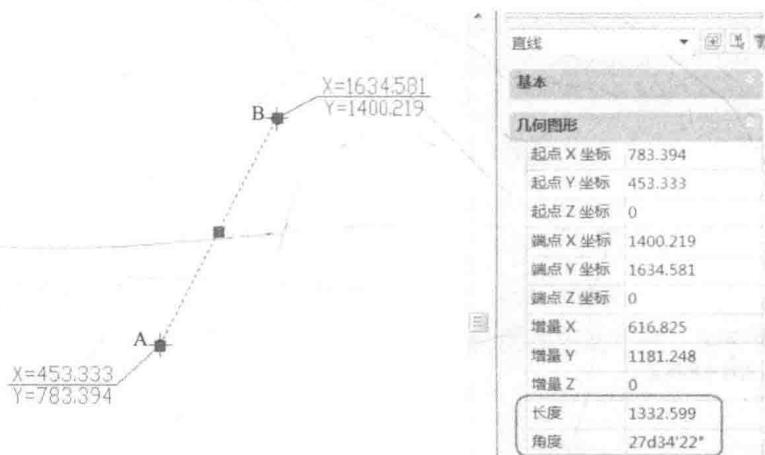


图 1-8 特性窗口显示直线的长度和方位角

根据需要，也可以将直线长度和方位角标注到图形上，如图 1-9 所示。

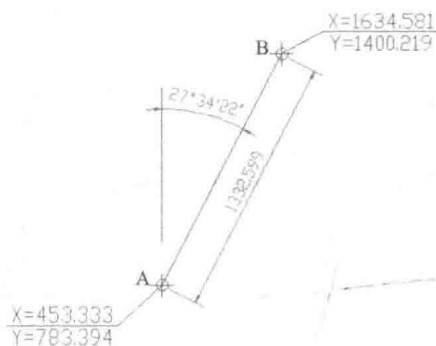


图 1-9 标注直线的长度和方位角

2. 两直线的交点坐标与夹角

【操作 1-2】 计算直线 AB 和直线 CD 的交点坐标、夹角。

查询交点坐标,可使用菜单[工具]—[查询]—[点坐标]命令,也可在命令窗口直接键入“ID”命令。

点位选择要绝对准确,此时必须设置“对象捕捉”中的“交点”选项。

“ID”命令查询点位坐标结果是: $X = 1070.051$, $Y = 1002.294$, 如图 1-10 所示,而作为测量坐标应将 X 、 Y 坐标互换过来,即: $X = 1002.294$, $Y = 1070.051$ 。

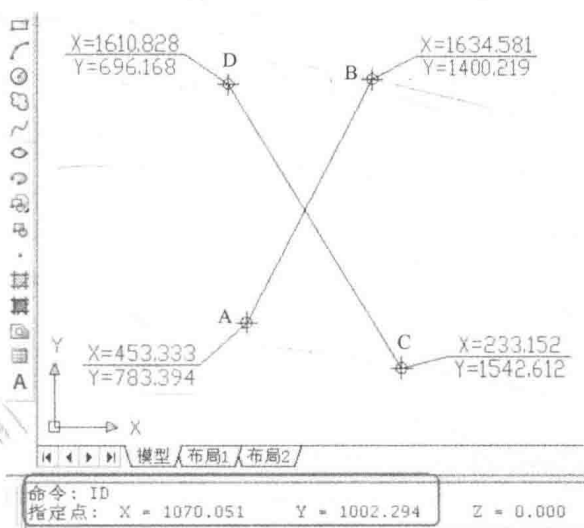


图 1-10 查询点位的坐标

两直线夹角,可用角度标注方式标出。

很多情况下,需要在图上标注坐标,AutoCAD 自带的坐标标注不实用,这里可利用 AutoCAD 外挂软件“常青藤辅助工具系统”中的菜单命令[标注]—[绘制坐标标注]来标注坐标,如图 1-11 所示。

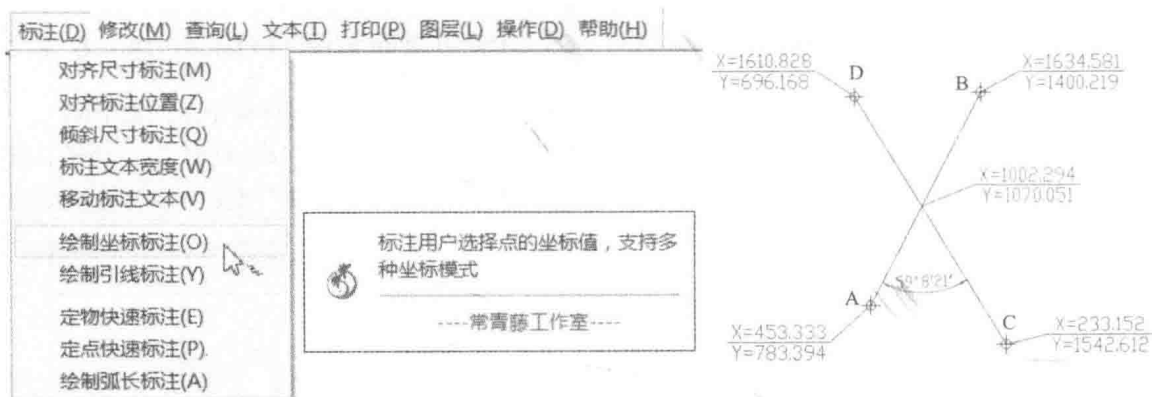


图 1-11 点位坐标的查询和标注

3. 点到直线的垂足坐标及距离

【操作 1-3】 计算 A 点到直线 CD 的垂足坐标和距离。

在“对象捕捉”中选中“垂足”选项，作 A 点到直线 CD 的垂线，再标注垂足坐标和垂线长度，如图 1-12 所示。

4. 三点确定圆，计算圆心坐标和半径

【操作 1-4】 计算 A、B、C 三点确定的圆心坐标及其半径。

根据三点绘制圆，在“对象捕捉”中选中“圆心”选项，标注圆心坐标及半径，如图 1-13 所示。

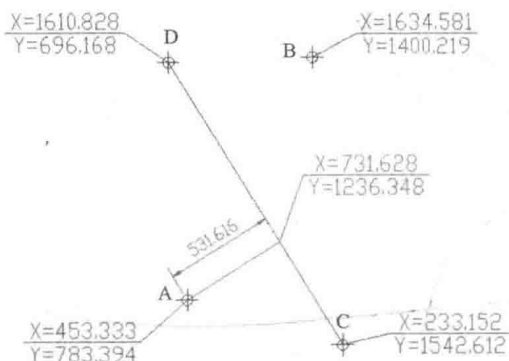


图 1-12 点到直线的垂足坐标及垂线距离的查询和标注

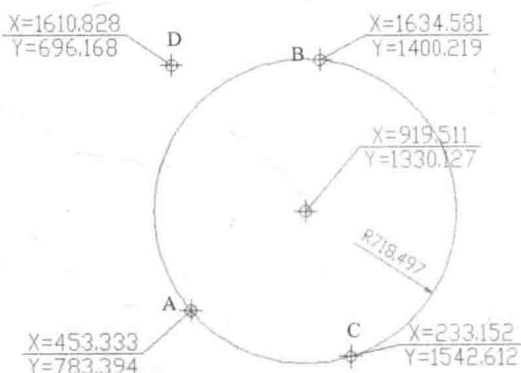


图 1-13 圆心坐标及半径的查询和标注

5. 多边形面积和周长

工程中，经常需要计算一块区域的面积和周长，区域通常用多边形来表示，先用全站仪或者 GPS 外业测得多边形顶点的坐标，再计算其面积和周长。

【操作 1-5】 计算由 A、C、B、D 四点围成的多边形的面积和周长。

首先用多段线(注意：不是直线)将顶点依次连接，绘制成封闭的多边形。

然后，使用菜单[工具]—[查询]—[面积]命令，或直接键入“AREA”命令，选择“对象

参数(0)”，选择多边形，命令窗口即显示多边形的面积和周长，如图 1-14 所示。

也可以在选择多边形后，在“特性”窗口中查看多边形的面积和周长，如图 1-15 所示。

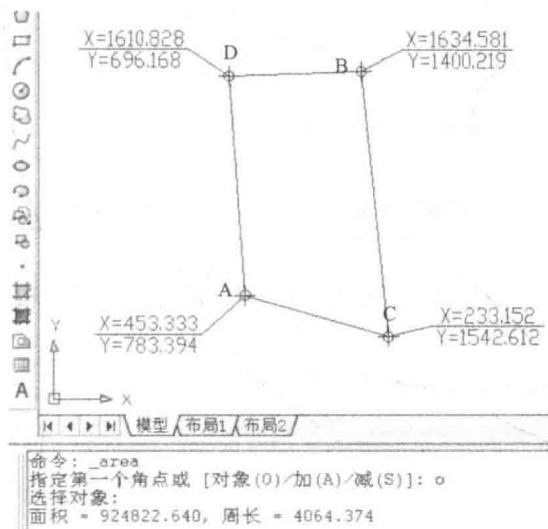


图 1-14 多边形面积和周长的计算



图 1-15 在特性窗口中查询多边形的面积和周长

1.2 AutoCAD 图形定位

工程的电子图纸，由于出图布局、比例、单位设置等多方面的原因，不一定绝对按测量坐标单位和方向来绘制，此时，需要重新对图形进行定位。此外，在 AutoCAD 中插入外部光栅图像或外部引用时，也需要对图形进行定位。

所谓图形定位，就是使图形对象的坐标系与 AutoCAD 绘图坐标系一致，以便对图形对象细部进行坐标查询提取、面积周长量算等操作。

1.2.1 AutoCAD 图形的定位

在 AutoCAD 中对图形进行定位，操作方法有两种：

- (1) 依次用移动 (MOVE)、旋转 (ROTATE)、缩放 (SCALE) 这三个命令；
- (2) 使用对齐 (ALIGN) 命令。

显然，使用对齐命令最便捷。

【操作 1-6】 图 1-16 所示是大岳高速洞庭湖大桥岳阳岸桥塔基础承台平面图(电子图文档名: 桥塔基础承台平面图.dwg)，图上所示数字是承台放样点编号。现已知 0、1、2 点的坐标：

0 点: $X = 3255744.020 \text{ m}$, $Y = 500917.967 \text{ m}$;

1 点: $X = 3255712.530 \text{ m}$, $Y = 500890.404 \text{ m}$;

2 点: $X = 3255775.511 \text{ m}$, $Y = 500945.531 \text{ m}$;

试在 AutoCAD 中进行图形定位，提取所有放样点坐标，并在 EXCEL 中汇总。

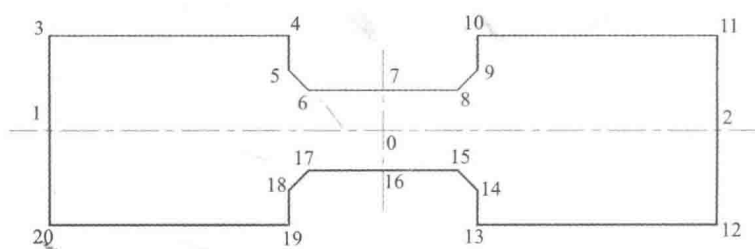


图 1-16 桥塔基础承台及放样点编号示意图

图形定位,只需要两个已知点即可,本例有三个已知点,可选择相对距离较长的 1 点和 2 点,0 点可在定位完成后用于检核。

首先,根据 1 点和 2 点的实际坐标,绘制直线 1'2',如图 1-17 所示。

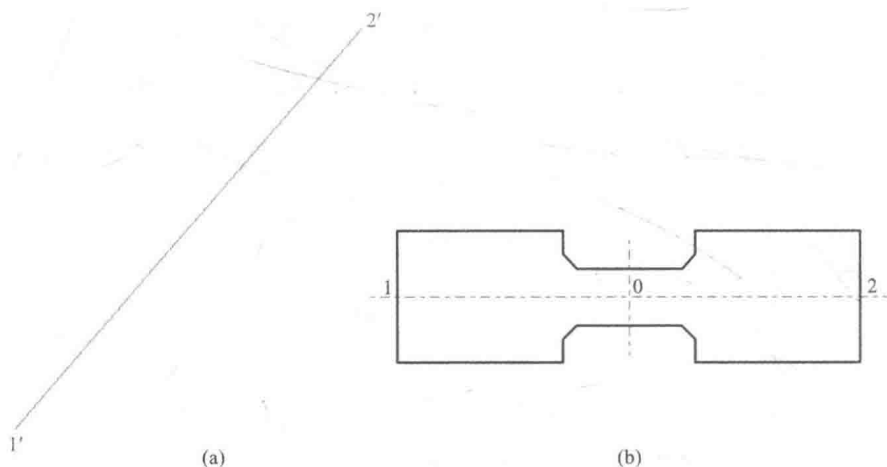


图 1-17 根据实际坐标绘制直线

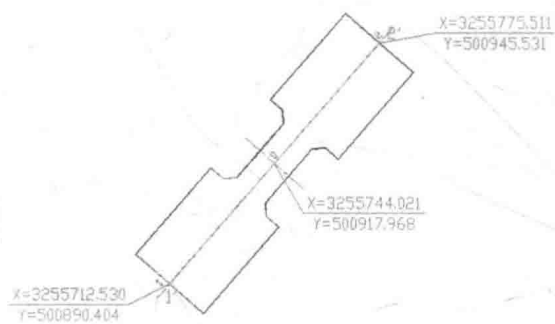
输入“ALIGN”命令,先选择对象,将承台图形全部选中,再按命令提示分别点击两个已知点的源点和目标点。这里所谓的“源点”,就是图形未定位前的点的位置,如图 1-17(b)中的 1 点和 2 点,而“目标点”是指该点在 AutoCAD 中正确的位置,如图 1-17(a)中的 1'点和 2'点。

源点和目标点选择后,当命令提示“是否基于对齐点缩放对象?”时,输入“Y”(是),至此,图形定位完成。检核定位后的 0、1、2 点坐标,看是否与已知值一致(若差别 1~2 mm,为计算或绘图误差,属正常现象)。

检核无误后,提取各点坐标,汇总到 EXCEL 表格中,编排成规范的报表,如图 1-18 所示。

1.2.2 外部光栅图像插入 AutoCAD 的定位

虽然现在数字地形图应用已经非常普遍,但同时还存在大量的纸质地形图,为了能利用这些纸质地形图,可以通过扫描获得地形图图片(光栅图像),再插入到 AutoCAD 中进行定



	A	B	C
1	岳阳岸承台放样点坐标		
2	点号	X	Y
3	0	3255744.021	500917.968
4	1	3255712.530	500890.404
5	2	3255775.511	500945.531
6	3	3255720.269	500881.563
7	4	3255742.843	500901.321
8	5	3255740.044	500904.519
9	6	3255740.278	500908.047
10	7	3255747.314	500914.205
11	8	3255754.349	500920.363
12	9	3255757.877	500920.129
13	10	3255760.676	500916.931
14	11	3255783.250	500936.690
15	12	3255767.772	500954.372
16	13	3255745.198	500934.614
17	14	3255747.997	500931.416
18	15	3255747.763	500927.888
19	16	3255740.727	500921.730
20	17	3255733.692	500915.572
21	18	3255730.164	500915.806
22	19	3255727.365	500919.004
23	20	3255704.791	500899.245

图 1-18 提取准确定位后的图形坐标编制测量放样报表

位，从而可以很方便地查询或提取平面坐标、计算线状地物长度、地块周长和面积等应用操作。

【操作 1-7】 如图 1-19 所示，将一张 1:2000 的地形图图片(电子文件名: 地形图.tif)插入到 AutoCAD 中进行图形定位，并查询：

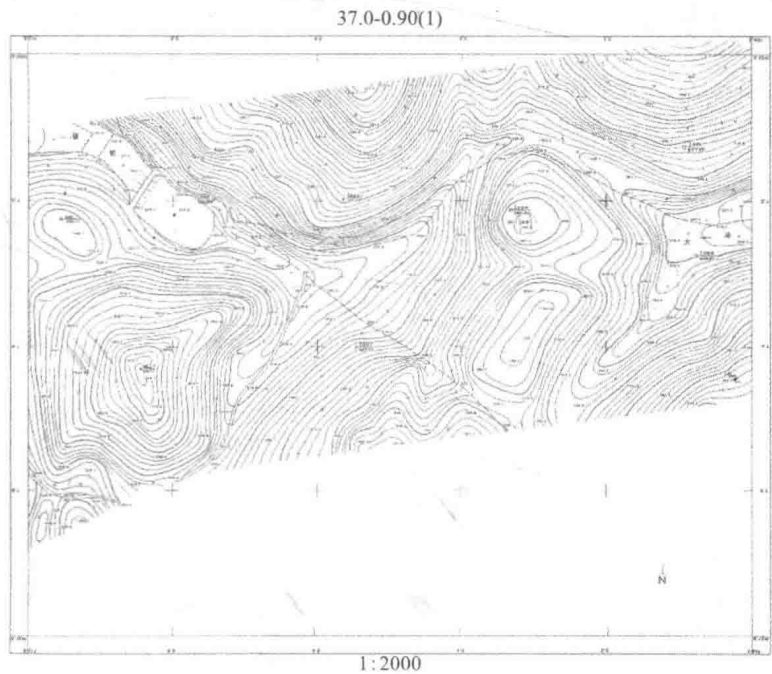


图 1-19 光栅地形图

- (1) 图中水塘的面积和周长;
- (2) 控制点 I062 的坐标。

标准的地形图图纸边缘都印有坐标格网, 图中有坐标格网交叉的“十字线”, 这些都可以用来做图形定位的已知坐标点。如图 1-19 所示, 西南角点坐标是 $X = 2837000 \text{ m}$, $Y = 509000 \text{ m}$, 东北角点坐标是 $X = 2837800 \text{ m}$, $Y = 510000 \text{ m}$, 格网线间距为 200 m , 全图为 $5 \text{ 格(东西)} \times 4 \text{ 格(南北)}$ 。

使用菜单命令[插入]—[光栅图像...], 在弹出的窗体中选择图像文件“地形图.tif”, 将选定的地形图插入到 AutoCAD 中, 如图 1-20 所示。



图 1-20 选择图形文件, 插入光栅地形图

观察地形图的坐标和指北针, 发现图纸的阅读下方为正北方, 因此, 可将插入到 AutoCAD 的地形图旋转 180° 。

下一步, 可将地形图的坐标网格绘制出来(如图 1-21), 一方面可作为图形定位的基准, 另一方面可以用于地形图定位的检核(检查坐标格网交叉点)。

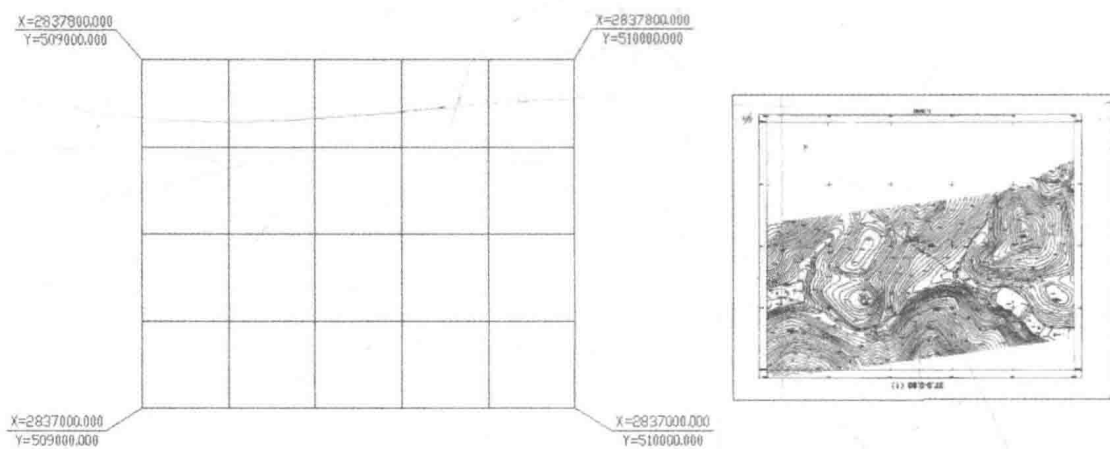


图 1-21 绘制地形图的坐标网格