

大比例尺地形图等高线的自动绘制

魏春生¹ 高明凯¹ 王建波²

(1. 中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司 河北 保定 071069 2. 河北新烨工程技术有限公司 河北 宣化 075100)

摘要 该文简要介绍了在 AutoCAD 绘图系统下,应用 AutoLISP 语言,开发离散点等高线自动绘制程序的情况。该程序的特点是引入了边界线、地性线和空白区参与构网的作法,使得该区域的地形、地貌的三维空间分布,得到了客观的描述,改善了构网质量,提高了成图精度,在生产作业中获得了良好的效益。

关键词 地性线 等高线 地形图

Automatic Plotting for Contour Lines on Large Scale Topographic Maps

Wei Chunsheng¹ Gao Mingkai¹ Wang Jianbo²

(1. Zhongkan Metallurgical Investigation Design & Research Institute Co.Ltd

2. Hebei Xinye Engineering Technology Co.Ltd)

Abstract In the AutoCAD cartography system, the program is developed for automatic plotting the contour lines of discrete points by applying AutoLISP language. In the program, the net is constructed by the boundary lines, terrain structure lines and the blank region participation together, and the three dimensional spatial distribution of topography and landform in this region are obtained with objective description, the quality of construction network is improved, the precision of mapping is also enhanced. It has obtained good benefits in the production work.

Key words terrain structure line; contour line; topographic map

1 前言

自动绘制等高线的前提是构建三角网,但网中的每一三角形所反应的地表特性(坡度、坡向)不一定都与实地相符。如位于山脊线或山谷线的三角形,若三角形的一边,不与山脊线或山谷线重合,必将形成有一边穿入山脊或架空在山谷之上,绘出的等高线形成一个台阶状,出现失真。鉴于此,为了提高构网质量,在 AutoCAD 环境下,利用 AutoLISP 语言,开发了等高线自动绘制程序。

2 构建三角网

2.1 构网前准备工作

1) 点击边界线图标或键入命令 `bjx`,按命令的提示,捕捉数据点,绘出边界线,边界线首尾要完全闭合,每一构建三角网区域,只能有一条边界线。

2) 点击空白区图标或键入命令 `bkq`,连接方法与边界线一样,空白区个数不限,也可以为零。空白区可以与边界线共点,但不能共边。

3) 点击地性线图标或键入命令 `dxx`,将山脊或山谷的数据点依次连接起来,地性线间如交叉应有交叉点,地性线条数不限。

2.2 介绍几个函数

1) (`ycl`) 预处理函数,检查边界线,空白区是否首尾闭合,点序的排列是否为顺时针方向,如不符合则反向;地性线是否出现悬空交错,如出现给出提示。

2) (`win`) 目标检索函数,为了提高运算速度,以扩展边中心为圆心,以相当于图纸 60mm 的实际距离为半径,面向扩展方向建立一个搜索半圆程序,通过下述 (`setg ss(list a p1 p2 p3 b)`) (`setg s(ssget "cp" ss ((2 . "f1 - ")`)) 将搜索半圆内的数据点赋于变量 `s`,为匹配三角形的待定点提供目标。

3) (`kz k`) 三角形扩展函数,与 (`win`) 函数相配合在建立和扩展三角形时调用。参数 $k=1$ 时,向边界线内扩展三角形;参数 $k=2$ 时,向空白区外扩展三角形;参数 $k=3$ 时,向地性线左侧,再向地性线右侧扩展三角形。

4) (`glg`) 函数,当待定三角形建立后,该三角形中心为圆心,以相当于图纸上 60mm 实际距离为半径建立一个搜索圆,将该圆内的每一三角形与待定

作者简介:魏春生(1954-),男,高级工程师,从事测量专业。

收稿日期:2006-12-15

三角形比较,如不重叠、不交叉则该三角形成立。

2.3 构建三角网

在 AutoCAD 系统下,点击构建三角网图标,或键入命令 sjw 后屏幕上出现图 1 界面,根据成图需要填入等高距、比例尺分母和搜索半径,搜索半径与数据点的密度有关。通常情况下,不超过图纸上 60mm。

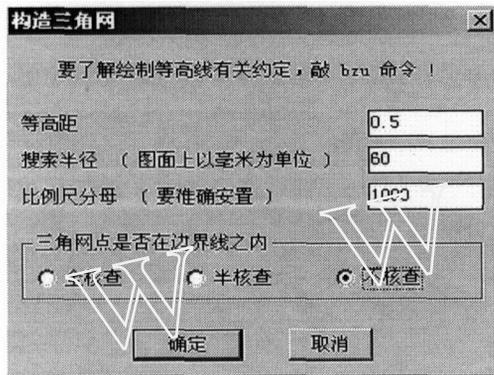


图 1 构建三角网对话框

三角网点是否在边界线之内,是为了确保边界线之外不构建三角形的判断方式,如边界线的形状不是很复杂,可以点击“不核查”键。点击“确定”后,构网首先从边界线开始,见图 2,取边界线 P_1 、 P_2 为三角形的一边,从搜索半圆内检索到的数据点中匹配第三点 P_3 ,此点的选择标准以对应扩展边的顶角最大为原则。三角形形成后,再经 (glg) 函数认定该三角形不与其它三角形重叠、交叉后,记录三角形个数的变量 L 赋于初值 0,(顺序号从 0 开始计数),随后再取 P_2 、 P_3 为下一边,扩展下一三角形,一直到边界线的尾点与首点闭合为止,变量 L 逐一累加,记录三角形个数。随后程序搜索空白区、地性线,按相同的方法逐一构网,边界线内的框架线部位三角形构网完成后如图 3 所示。

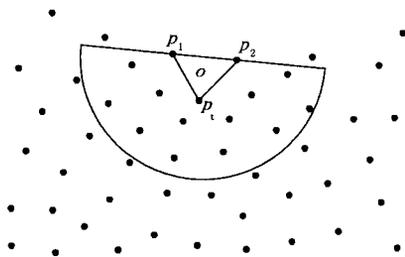


图 2 由 P_1 、 P_2 两点构成的搜索半圆

下一步就是从已形成的三角形,向其余部分扩展。首先从三角形计数 0 号开始,依次对每个已建三角形逐一循环,程序通过如下语句处理该三角形

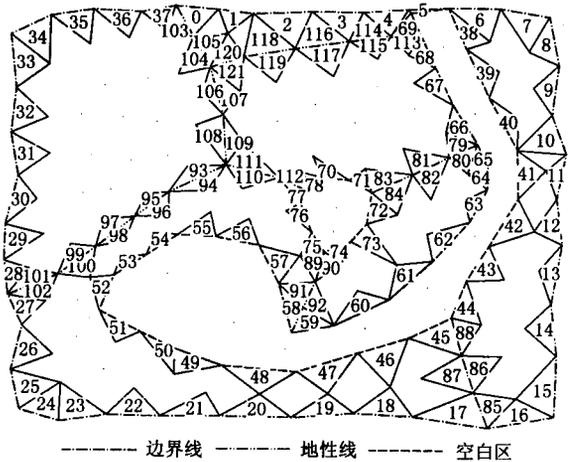


图 3 由边界线、空白区、地性线生成的三角形每一边扩展。

```
(cond((if(and(member a q) (member b q)) () (kk a b c))
      (if(and(member b q) (member c q)) () (kk b c a))
      (if(and(member c q) (member a q)) () (kk c a b))
      (setg k(+ k 1))
    )
  )
```

上述语句中的变量 a 、 b 、 c 是当前 L 号三角形三个角点的三维坐标; q 是边界线、空白区、地性线、坐标数据表的集合。函数 (dnd) 首先判断该扩展边是否与边界线、空白区、地性线相重合,如不重合则调子函数 (kk a b c) 进行扩展,如待定三角形成立,三角形计数号 L 累加 1,扩展三角形计数号 k 累加 1,直至 $k=L$ 时,三角形扩展全部完成。屏幕上给出构网信息如图 4 所示。这些信息以用户变量 user1~5 保存在图形文件中。如三角网中某三角形与实地地形不符,可点击相应图标删除和填加。



图 4 构网信息

3 等高线的自动连接与光滑

点击等高线图标或键入 `dgx` 命令, 屏幕出现对话框如图 5 所示, 如不全部绘出所有等高线, 可以修改起始高程和终止高程, 如起始高程和终止高程为同一数据时, 则仅画这一高度的等高线。

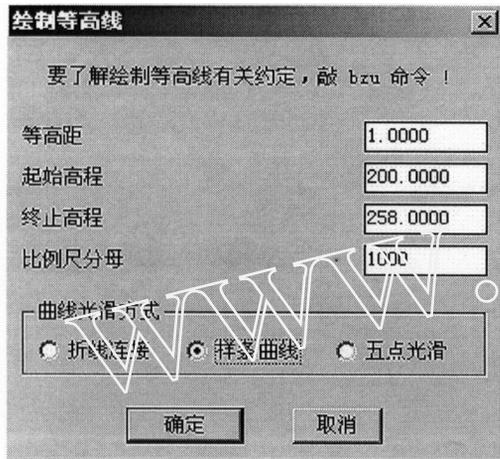


图 5 绘制等高线对话框

曲线光滑方式一栏, 五点光滑即分段三次多项式插值法, 其含义是每二个数据点之间建立一条二次多项式曲线方程, 要求整条曲线上具有连续的一阶导数来保证曲线的光滑。样条曲线, 是 AutoCAD 系统的 `spline` 线, 可以随意扭曲, 光滑自如。Spline 线不足之处, 是编辑功能不强, 如不能加粗, 不能连接, 但它可以转换为 `Lwpolyline` 线, 即通称的多义线, 进行编辑。

等高线的自动连接, 通常的作法是寻找起始点, 追踪等高点, 停止于终止点。本程序的作法是:

```
(defun c:dgx () ;绘制等高线函数
  (setg s (ssget "X" ((0 . "polyline") (8 . "z -
sjw"))))
  (while (<= b- b+) ;b- 起始高程, b+ 终止高程
    (repeat (sslength s)
      (xz - dgd) ;寻找等点子函数
    )
    (lij) ;连接等高线子函数
    (setg b+ (+ b+ dgj) ;当前高再加等高距循环
下一条
  )
  )
  )
  语句 (setg s (ssget "x" ((0 . "polyline") (8 . "z -
```

`sjw"))))` 是将图层为 `z - sjw` 的实体, 图名为 `polyline` 的三角形, 作为选择集赋予变量 `s`。随后从起始高程开始, 通过子函数 `(xz - dgd)` 对每一三角形逐一循环, 如三角形中有这一高度的等高线, 便求出分割点并执行 `(command "pline" p1 p2 " ")` 命令绘入图中。所有三角形搜索完之后, 再调另一子函数 `(lij)` 执行语句 `(command "pline" e "j" "all" " ")` 将分段存放在每一三角形中的等高线, 只要彼此首尾相连, 便会连接成一条曲线。并判断该线是首曲线, 还是计曲线, 分别送入每一图层中。至此, 当前高程再增加一个等高距高度, 进行下一条等高线的搜索、连接, 直至全部完成。图形经适当的编辑完成全部成图作业, 如图 6 所示。

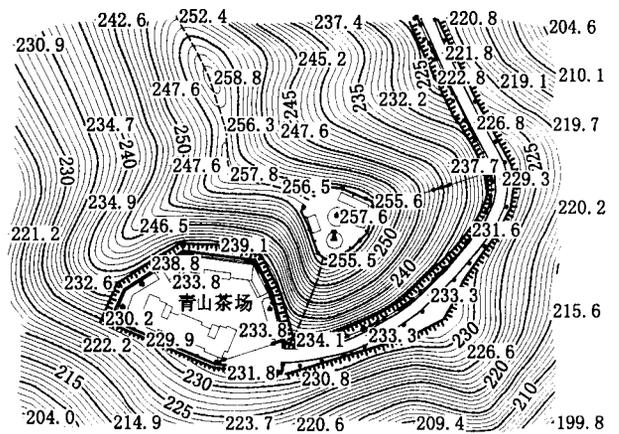


图 6 编辑后的地形图

4 结语

使用全站仪采集野外观测数据, 具有精准的三维坐标 $(X Y Z)$ 。在构建三角网时, 加入边界线, 确保边界线外的数据点不参加构网过程; 加入了空白区, 把不适于等高线表示的地物, 如池塘、坡坎、悬崖、开采区等与构网分离; 加入地性线, 使得山脊、山谷部位构建的三角形的一边与山脊、山谷相重合, 有效的避免了三角形的一边穿入山脊或架空于山谷。综观全部三角网的构建, 客观的表述了该区域的地形、地貌的空间分布, 改善了构网的质量, 提高了成图精度, 在生产作业中获得了良好的效益。

参考文献

- 1 刘岳, 梁启章. 专题地图利用自动化. 北京: 测绘出版社, 1981
- 2 胡友元, 黄杏元. 计算机地图制图. 北京: 测绘出版社, 1987