

文章编号: 1007-4929(2004)05-0014-03

试验研究

应用 Surfer 软件进行喷(微)灌均匀度分析

杨路华^{1,2}, 刘玉春², 柴春玲², 高会嫣², 李长江²

(1. 武汉大学, 湖北 武汉 430072; 2. 河北农业大学, 河北 保定 071001)

摘要:利用 Surfer 软件可以绘制各类等值线图 and 三维表面图, Surfer 软件可应用于喷(微)灌水量分布图绘制、喷洒强度和均匀度计算。重点介绍该软件的基本原理与应用方法, 包括数据建立、水量分布图生成等过程, 以及利用 AutoCAD 等软件进行图形处理与喷洒强度和均匀度计算。

关键词: Surfer 软件; 喷(微)灌强度; 喷(微)灌均匀度; 水量分布图

中图分类号: S275.5 **文献标识码:** A

Application of Surfer Software for Uniformity Analysis of Sprinkler Irrigation or Micro Irrigation

YANG Lu-hua^{1,2}, LIU Yu-chun², CHAI Chun-ling², GAO Hui-yan², LI Chang-jiang²

(1. Wuhan University, Wuhan City, Hubei Province, 430072, China;

2. Hebei Agricultural University, Baoding City, Hebei Province, 071000, China)

Abstract: Surfer Software Package can be used to draw various isograms and 3D surface charts. It also can be applied for water distribution mapping, irrigation intensity and uniformity analysis of sprinkler irrigation or micro-irrigation. The basic principles and application method of Surfer software Package, including the processes of data establishment and water distribution mapping, the application of CAD software to modify water distribution chart and to calculate irrigation intensity and uniformity, were introduced in this paper.

Key words: Surfer software; irrigation intensity; irrigation uniformity; irrigation water distribution map

0 引言

喷洒强度和均匀度是衡量喷(微)灌性能的重要指标, 表征喷洒均匀度的参数有均匀系数(C_u)和水量分布图。实际工程中多用方格法或径向射线法测定喷(微)灌的均匀度, 然后在方格纸上手工绘制等水量分布图, 计算喷洒强度和均匀系数, 工作非常繁琐。特别是在喷头组合分析以及喷洒图形不规则时, 喷洒均匀度分析的工作量非常大, 绘图速度慢、时间长, 而且不同技术水平的人员所绘制图形的质量也存在较大差异。

Surfer 软件是一个应用广泛的三维绘图软件包, 可以绘制各类等值线图和三维表面图, 广泛应用于地质、地理、水文、矿山等领域。本文将 Surfer 软件引入农业灌溉领域, 利用该软件进行喷(微)灌水量分布图绘制和均匀度计算, 特别是微灌的组合均匀度计算。以采用径向射线法进行微喷头(型号: GL-8-16)均匀度测试为例, 重点介绍软件的基本原理、数据建立与转换、水量分布图的生成与处理以及均匀系数的计算等过程。

1 Surfer 软件基本原理与应用过程

1.1 数据处理

Surfer 软件的核心包括数据生成、数据网格化、图形生成等部分。该软件要求输入直角坐标下的一组数据, 其形式为 $\{x, y, data\}$, 其中 x, y 为测点坐标, $data$ 是测点的点喷强 (mm)。软件提供 Worksheet 进行数据输入, 也可调用在 Excel 中处理好的数据。

1.2 网格化插值计算

网格化插值模型是软件绘制等值线的核心。网格化插值计算采用一定的网格化方法(即数学模型)对不规则分布的原始数据点进行插值, 生成在原始数据分布范围内规则间距的数据点分布。原始数据的不规则分布, 造成缺失数据的“空洞”, 网格化则用外推或内插的算法填充了这些“空洞”。Surfer 软件给出了多种网格化插值计算方法, 包括克里金法、径向基本函数法、多元回归法、距离倒数乘方法、最小曲率法、修正谢别

收稿日期: 2004-03-02

基金项目: 河北省发改委项目和河北省教育厅项目(2002243)资助。

作者简介: 杨路华(1970-), 男, 副教授, 博士, 主要从事节水灌溉与水资源规划方面的研究。

德法、三角网线性插值法、最近临点法、普通临点法等,每种方法又都包含多个可选项。

一般在试验数据个数小于 250 的情况下,网格化插值采用具有线性变异图的克里金法(Kriging)是十分有效的,克里金法描述数据中隐含的趋势,比如高点会是沿一个脊连接,而不是被牛眼形等值线所孤立,因而可以产生较好代表原始数据特点的网格。

1.3 图形绘制

Surfer 软件提供了多种绘图类型,有等值线图、线网图、粘贴图、分类粘贴图、光栅图、阴影地貌图和矢量图等。在 Surfer 软件主界面中打开 Map 菜单,选 Contour 项或 Wireframe 项,输入网格文件的文件名,在随后的图形属性对话框里,选择增删等值线、改变等值线标值、填充、平滑等选项,确认后退出到主界面,即绘制出等值线图。

2 微喷头水量分布图绘制与计算

2.1 径向射线法的试验数据处理

以径向射线法进行微喷头(型号:GL-8-16)均匀度测试为例,说明水量分布图的绘制与分析。该微喷头属固定孔口式,有 8 个流道。水量分布呈八角状梅花形。均匀度测试采用径向射线法,如图 1 所示,布置 16 条射线,射线上测点的距离可取 0.5 m,每条射线上有 7 个测点,试验时工作压力 0.1 MPa。试验数据需要整理和转换。以微喷头为原点,取正北方向的射线为 Y 轴。根据射线夹角、到原点的距离对试验数据进行转换,这项工作可以在 Excel 中完成,保存为文件 dms. xls。

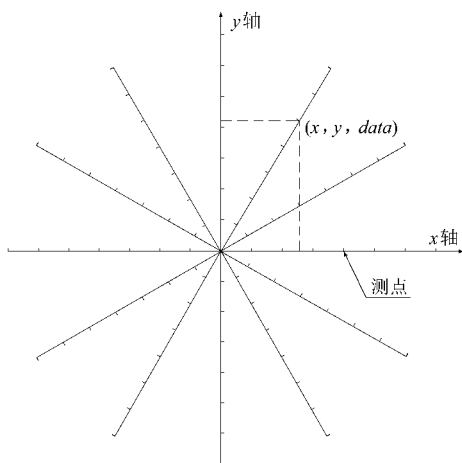


图 1 均匀度试验径向射线法布置示意图

2.2 数据的网格化插值计算

GL-8-16 微喷头均匀度试验中,共 16 条射线,每条射线上有 7 个测点,整个试验数据有 112 个,可选用克里金(Kriging)网格插值法。在 Surfer 软件主界面打开 Grid 菜单的 Data 选项,输入存放试验数据的文件名(dms. xls),接着出现一个网格化参数对话框,选用克里金(Kriging)网格插值法。对话框中自动给出网格参数,确定数据分布范围(-3,-3;3,3),在 x 、 y 轴取值范围内取 100 个离散点,进行网格化插值计算,生成网格文件(dms. grd)。网格化的结果如图 2 所示。

2.3 水量分布图绘制

微喷灌的水量分布图一般采用等值线图(图 3),也可以用



图 2 GL-8-16 微喷头均匀度试验数据网格化插值结果线网图(图 4)表示微喷头的水量分布情况,比等值线图更直观。根据喷洒强度确定等值线标值和间隔。在 Surfer 软件主界面中打开 Map 菜单,选 Contour 项或 Wireframe 项,输入网格文件名(dms. grd),即绘制出等值线图。

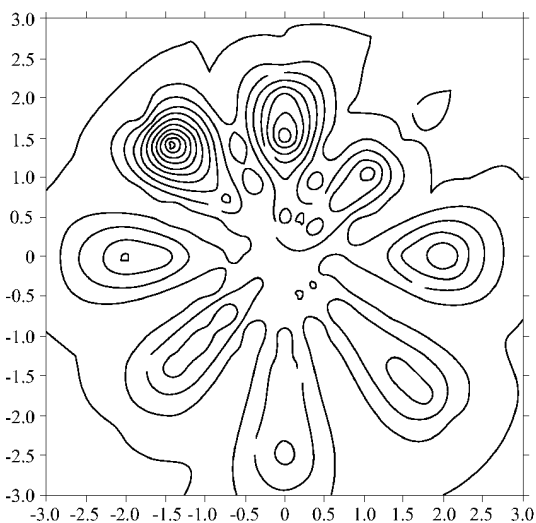


图 3 GL-8-16 微喷头水量分布图(等值线图)

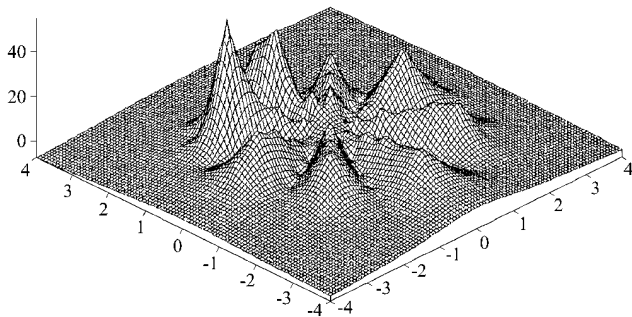


图 4 GL-8-16 微喷头水量分布图(线网图)

2.4 水量分布图的叠加绘制

在大田作物灌溉中,喷(微)灌一般采用组合布置,组合后的均匀度才能准确地反映出喷(微)灌的工作性能。喷(微)灌的组合形式有正方形、矩形、三角形等多种形式。根据单个微喷头的水量分布图,进行叠加组合,从而确定出最优的组合形式。Surfer 软件具有图形叠加计算的功能,首先要确定叠加区

域,进行坐标变换,再进行叠加计算。下面以 GL-8-16 型微喷头矩形组合(2 m×3 m)举例说明。

2.4.1 叠加区域确定

微喷头进行矩形组合,喷头间距 2 m,支管间距 3 m,则 4 个微喷头围成的区域为组合区,分别受到 4 个微喷头水量的影响,其均匀度反映了微喷头的实际工作性能。组合均匀度是这 4 个微喷头的水量分布图在组合区的叠加。如果以左下角的微喷头为原点,支管方向为 x 轴,微喷头逆时针编号,则叠加区为(0,0;2,3),也就是第 1 微喷头的第 1 象限水量、第 2 微喷头的第 2 象限水量、第 3 微喷头的第 3 象限水量和第 4 微喷头的第 4 象限水量叠加。

2.4.2 坐标轴变换

由于这 4 个微喷头的水量分布图实际上是一样的,第 2 个微喷头的水量分布图可以由第 1 个微喷头向上垂直移动 3 m 得到,即 $x_2 = x_1; y_2 = y_1 + 3$ 。以次类推,可以得到 3、4 微喷头的坐标。矩形布置的各微喷头坐标变换公式如下:

$$\begin{cases} x_1 = 0, y_1 = 0, & \text{喷头 1} \\ x_2 = x_1, y_2 = y_1 + 3, & \text{喷头 2} \\ x_3 = x_1 + 2, y_3 = y_1 + 3, & \text{喷头 3} \\ x_4 = x_1 + 2, y_4 = y_1, & \text{喷头 4} \end{cases}$$

2.4.3 叠加计算

叠加计算是指 2 个或几个图形相同坐标上的数值叠加,从而形成一个新的图形。在 Surfer 软件里,叠加实际上是指网格插值后的数据叠加。叠加计算要求参与叠加的图形指定相同的叠加区域。微灌的矩形组合计算是 4 个水量分布图的叠加,处理中,可以首先叠加其中 2 个图,生成一个新文件,再叠加其余 2 个图,生成另一个新文件,最后将这 2 个新文件再进行叠加,从而最终生成矩形组合计算结果。

在 Surfer 软件主界面中打开 Grid 菜单,选 Math 项,选取第一个要叠加的网格文件名,确认后再输入第 2 个要叠加的文件名和叠加后输出的新文件名。依次进行,可得出任何组合形式的水量分布图,如图 5、图 6 所示。

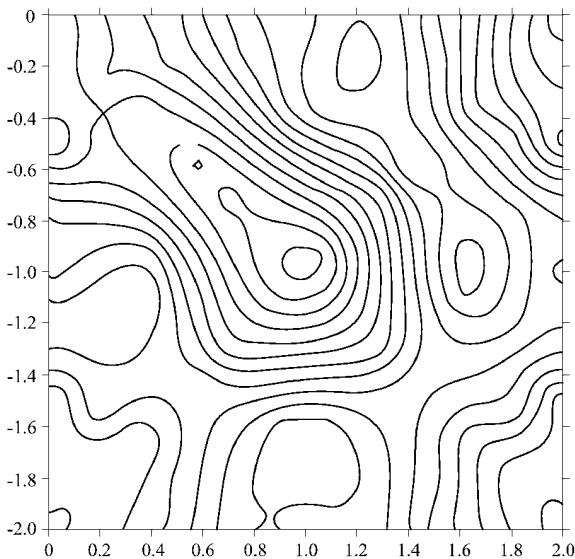


图 5 GL-8-16 微喷头组合水量分布图(2 m×3 m,等值线图)

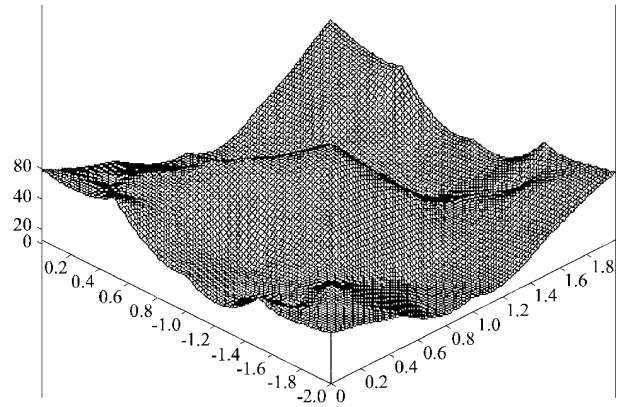


图 6 GL-8-16 微喷头组合水量分布图(2 m×3 m,线网图)

2.5 图形处理与输出

无论何种网格化插值方法,总是对数据趋势的拟合,一旦拟合结果与实际有较大差距时,图形的修改处理工作可以利用 AutoCAD 软件进行。在 Surfer 软件主界面中打开 File 菜单,选 Export 项,存盘成 AutoCAD 交换文件(*. dxf)或 Windows 图元文件(*. wmf)。

等值线图由 Surfer 调入 CAD 后,图幅有所缩小,但垂直和水平方向缩小的比例是相同的,需要设置图形的比例,以恢复等值线图的尺寸。编辑图形时,需要炸开调入的等值线图,对图形做适当修改。

2.6 喷洒强度与均匀度计算

组合后的喷洒强度和均匀度也可以利用 Surfer 软件计算。网格化插值计算后生成的文件包含了绘图的所有数据。在 Surfer 软件主菜单的 Grid 中,选 Extract,输入要计算的网格文件名(dms. grd),然后指定输出的数据文件名、格式(dms. dat)以及提取的间距。在 Excel 软件里,打开数据文件,调用函数均值和偏差均值函数,即可非常方便地计算出组合喷洒强度和微灌的均匀系数 C_u 。

在 Surfer 软件里,打开 GL-8-16 型微喷头的网格文件,复制数据到 Excel 软件里,计算可得微喷头矩形组合后的喷洒强度为 12.16 mm/h,喷洒均匀度 80.56%。

3 结 语

应用 Surfer 软件进行喷(微)灌均匀度计算与水量分布图的绘制,不仅节省时间、提高工作效率,而且避免由于人为原因造成的误差,提高了水量分布图的质量,是喷(微)灌技术分析与计算方法的重要改进,具有重要的应用推广意义。

参 考 文 献

- [1] 王文元,杨路华. 微喷头布置形式对喷洒均匀度的影响[J]. 灌溉排水,1994,(2).
- [2] 曾志华,朱学林. Surfer 自动化在静力触探试验曲线图绘制中的应用[J]. 探矿工程—岩土钻掘工程,2003,(6).
- [3] 杨路华,王文元,韩振中. 农业节水区划中模糊聚类分析与应用[J]. 灌溉排水学报,2003,(5).
- [4] 胡明星. 应用 Surfer 增强 ArcView 的 3 维显示[J]. 测绘通报. 2003,(2).
- [5] Chang, T J. Investigation of droughts by use of kriging method [J]. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE, 1991, 117(6).