

Surfer 软件在航道整治中的应用研究

李一凡

(中交水利水电建设有限公司, 浙江 宁波 315000)

摘要: Surfer 软件具有的强大插值功能和地形图绘功能, 具有较为广泛的应用。本文将该软件引入于航道整治研究中, 探讨了 Surfer 软件在绘制河床等值线、深泓线、计算航道冲淤变化图以及疏浚量中的方法和步骤, 最后以广东贺江河段为例进行了分析。分析结果表明, 使用 Surfer 软件辅助航道整治设计方法可行, 能较为精确绘制航道的等值线图 and 冲淤变化图, 并能提高工作效率。

关键词: Surfer 软件; 航道; 演变分析; 疏浚

中图分类号: U617 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 05—0072—03

1 引言

Surfer 软件是美国 Golden Software 公司编制的一款用以绘制三维图为主的软件。具有强大插值功能和绘图能力, 可以基于 XYZ 三维坐标数据轻松制作基面图、数据点位图、分类数据图、等值线图、线框图、地形地貌图、趋势图、矢量图以及三维表面图等, 这在以地形的三维变化为基础的河床演变分析中能提供较大的帮助^[1-4]。传统的河床演变分析是基于 CAD 地形图人工读取高程点, 人工绘制等值线图以及通过断面数据计算河道的冲淤变化量^[5-6], 该处理较为复杂, 效率较低, 甚至有时会带入人为误差。而 Surfer 软件则可以通过输入地形图的三维坐标快速生成更为直观的平面图以及 3D 表面图, 较为直观和快捷反映河床的冲淤变化。同时, 该软件还可以通过对同一河道不同时间点的三维数据进行处理, 得到较为全面精确的冲淤变化值, 减少了因为隔段取断面带来的误差。本文将 Surfer 软件应用于航道整治中, 并结合工程实例详细阐述 Surfer 软件在航道整治中的应用。

2 Surfer 软件在航道整治中应用的方法

2.1 网格化数据

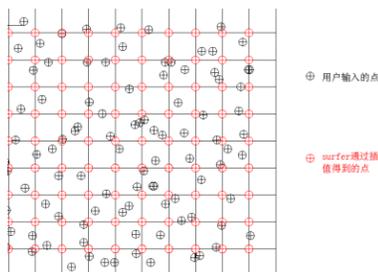


图 1 Surfer 成网格原理图

Surfer 软件内置十二种常用的插值法, 可以通过输入的散点坐标插值补充所需节点的坐标, 以此形成一个整齐格式的网格数据集合, 过程如图 1。图中不同特性的散点可以通过合适的插值法得到更加精确的网格数据, 具体的选择方法可参考文献^[2]。此外, 从图 1 还能看出相同面积时, 插值的点越密, 精度越高。可在 Surfer 软件输出网格文件时调整节点数。

2.2 基于网格文件绘制 3D 表面图和等值线图

步骤一: 将 XYZ 三维坐标数据进行格式整理后形成三列, 分别为 X,Y 和 Z, 保存 [* .xls] 格式作为数据源。

步骤二: 打开 surfer 软件, 使用“网格—数据”选项, 选择先前导出的 [* .xls] 文件, 选择合适的网格化方法, 调整节点数 (精度) 到适当程度后确认等待程序输出一个 [* .grd] 格式的网格文件 (如图 2 所示)。

步骤三: 通过“绘图—新建—3D 表面图”选择刚刚输出的 [* .grd] 文件, 即可形成 3D 表面图, 可以通过 3D 表面图对网格数据的正确性进行简单校验。因为 Surfer 默认通过插值补充成一个矩形轮廓的网格数据集, 相对于不规则轮廓的河道数据集肯定有不少多余, 即需要白化将多余的部分去除。

步骤四: 通过“绘图—新建—等值线图”导入白化后的 [* .grd] 网格文件。通过调整左边状态栏的“层次”中参数, 最终形成等值线密度适中的等值线图 (如图 3 所示)。



图 2 节点的调整

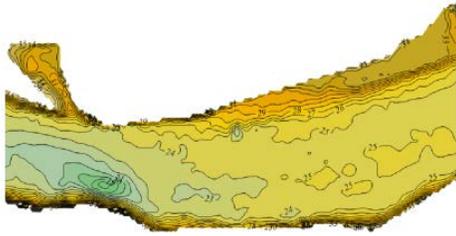


图3 surfer 输出等值线图

2.3 基于 Surfer 软件绘制深泓线

Surfer 输出的等值线可以进行颜色填充，将颜色深度按照高程大小分布，即可通过颜色分辨任何断面的最深点，只要覆水，即是水深最大点。通过 Surfer 强大的互交功能，将等值线图输出成 .dxf 格式即可在 CAD 中打开编辑，根据精度要求用曲线连接若干水深最大点即可快速绘制深泓线。

步骤一：点击生成的等值线图，调节左边栏中的“层次”选项，勾选并选择合适的填充色；

步骤二：通过“文件—导出”选择导出为[* .dxf]格式；

步骤三：使用 CAD 软件打开导出的 [* .dxf] 文件，选择样条曲线，根据深泓线精度需要连接若干水深最大点形成深泓线。

2.4 基于 Surfer 软件统计河床冲淤变化

在 Surfer 软件中，两个在同一个 XY 平面坐标下，且节点数（精度）相同的网格数据可以通过内置的数学公式 A-B 将 Z 坐标相减，得到一个新的网格文件。通过这个特性，即可将同一河道 2 个时间点的网格数据相减，得到其较为精确的冲淤变化情况。

步骤一：通过“网格—数学”添加时间点 1 和时间点 2 的网格文件 [* .grd]，选择计算公式 A-B，输出 [out .grd]。



图4 Surfer 步骤图

步骤二：通过“网格—白化”将输出的 [out.grd] 白化后，使用新等值线图打开，调整颜色等属性得到客观的冲淤面积图，如图 5 所示。



图5 Surfer 输出冲淤变化图

2.5 疏浚量计算

在 2.4 节中已经提到过 Surfer 的 A-B 功能。且 Surfer 还内置以某个 z 值为基面分别统计基面上和基面下体积的功能。在航道疏浚量计算中，即可利用此两项功能进行精确计算。

步骤一：因为设计的航道断面一般为一个规则的梯形，可以简单快速地构建一个航道的网格数据文件（航道 3D 表面图如图 6，图 7），通过 A-B 功能将航道网格于河道网格相减，并以航道开挖线作为边界白化即可输出一个冲淤变化网格，其中淤的部分即是需要疏浚的部分。

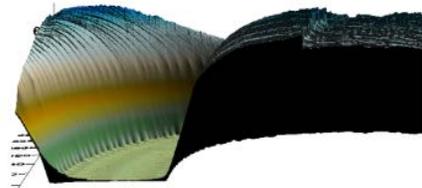


图6 航道 3D 表面图主视图

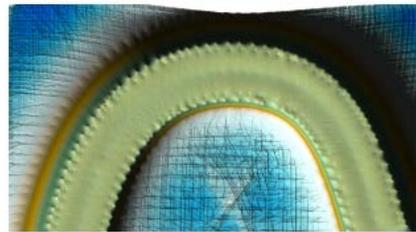


图7 航道 3D 表面图俯视图

步骤二：利用 Surfer 的“网格—体积”功能，以 $z=0$ 为基面统计输出的网格，即会输出基面上、下两个体积值，基面以下部分体积即是疏浚量。

3 工程实例分析

3.1 河段概况

贺江源于湘桂交界处的黄沙岭，流经广西省贺州，至江口镇流入西江，全长 351 公里。曾作为运输大动脉，具有较大的航运潜力。国家重点规划建设的“两横一纵

两网（长江干线、珠江干线、京杭大运河、长江三角洲航道网和珠江三角洲航道网）”让贺江具备了进一步开发的价^[5]。

贺江兼具山区河流和渠化河流的特点，汇流地面坡度大、时间短，水位、流量暴涨暴落，流速大、比降陡，各段流态，边界条件比较复杂，需进行必要的航道整治。

3.2 Surfer 软件在航道整治中的应用

本文以贺江都平大坝上游约 1000m 处的弯道为例进行分析，图 8 为 2010 年河段等值线图，根据图 8 可以很容易绘制深泓线变化图（图 9）。同时，以 1992 年和 2010 年两年的数据为数据源，通过 Surfer 软件配合 CAD 软件输出河床冲淤变化图（图 10）。由图 9 可知深泓线偏向凹岸，整体呈凸淤凹冲。同时下半部分凸岸有支流入口，扰动水流，也加剧了右岸河床的淤积，该变化规律与弯道演变规律相符。

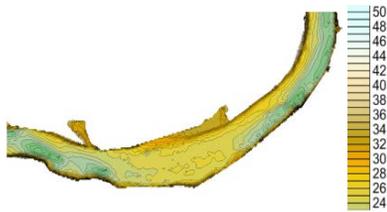


图 8 2010 年河段等值线图

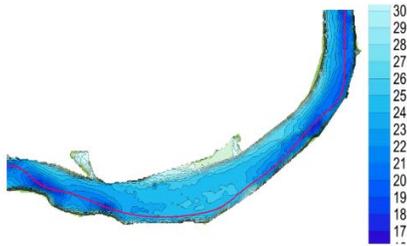


图 9 2010 年河段深泓线



图 10 河段 1992 年对比 2010 年冲淤变化图

按照目前贺江航道的规划，此次分析初步选定为 300t 级单向航道进行疏浚计算，图 11 为该河段设计的 300t 级单向航道平面布置。为分析该河段的疏浚量，构建航道表面的网格文件，通过 Surfer 软件将航道表面网格文件减去贺江 2010 年的网格文件，并以开挖边界白化，将得到的 [out.grd] 文件通过 Surfer 的“网络—体积”以 z=0 为基面计算体积（图 12）。输出结果如图 13，取 [Cut] 部分，经过体积换算后得疏浚量为 61.25m³，都平大坝

上游受蓄水影响，水深较深，达到 7-9m，仅少许浅滩需要疏浚。



图 11 设计航道平面布置图

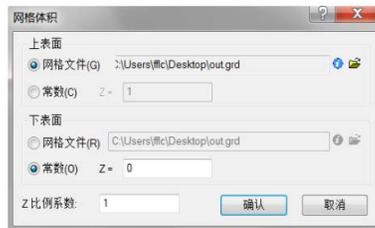


图 12 疏浚体积计算步骤图

Cut & Fill Volumes	
Positive Volume [Cut]:	0.0000612595300778
Negative Volume [Fill]:	0.0014899580032241
Net Volume [Cut-Fill]:	-0.0014286984731463

图 13 surfer 体积计算输出结果图

4 结论

本文将 Surfer 软件应用于航道整治中，应用结果表明：该软件能较为准确绘制航道的等值线图和冲淤变化图，并能结合 CAD 软件绘制深泓线，能提高河床演变分析的效率。在航道疏浚量计算方面，采用 Surfer 的计算方法类似于全河段积分，使其理论上计算结果精度高于传统算法，且计算过程简单快捷，人工误差较小。Surfer 软件可应用于航道整治设计研究中。

参考文献：

- [1] 吴敬文，周丰年，赵辉. 基于格网节点的土方量计算方法研究 [J]. 测绘通报，2006，(11):43-55.
- [2] 周兴华，姚艺强，赵吉先. DEM 内插方法与精度评定 [J]. 测绘科学，2005，30 (5) :86-88.
- [3] 陈欢欢，李星，丁文秀. Surfer8.0 等值线绘制中的十二种插值方法 [J]. 工程地球物理学报，2001(4):60-61.
- [4] 张立亭 陈竹安，罗亦泳 基于 surfer 的土地整理土石方量计算及精度分析 [J]. 工程勘察，2015，5(1):53-56.
- [5] 吴腾，徐金环，陶桂兰，等. 贺江下游航道优化开发等级研究 [J]. 水运工程，2014,4:106-110.
- [6] Teng WU, XiuXia LI. Vertical 2-D mathematical model of sediment silting in dredged channel. Journal of Hydrodynamics. 2010, 22(5), supplement: 628-632.