

# 基于 OpenRoads Designer 的取水口开挖设计

赵振龙

(辽宁省水利水电勘测设计研究院有限责任公司, 辽宁 沈阳 110006)

**摘要:** 提出一种利用 OpenRoads Designer 软件解决复杂场地开挖问题的思路, 并实现出图。对比分析 Bentley 系列软件中 OpenRoads Designer、Geopak、MicroStation 三种软件在开挖设计方面的功能, 为水工设计人员在实际工作中的应用提供参考。

**关键词:** OpenRoads Designer; BIM; 复杂场地开挖

中图分类号: TV67

文献标识码: A

文章编号: 1672-2469(2019)04-0118-04

随着 BIM 技术在我国的不推广, 三维设计已然成为一种趋势。然而不同于建筑行业的 BIM 设计, 水利行业因其自身行业特点, 往往设计需要紧密结合实际的场地地形, 这要求 BIM 软件对地形有强大的处理能力, Bentley 系列软件中可以基于地形进行设计的软件主要有 OpenRoads Designer 与 Geopak 以及 MicroStation 的网格模块, 其中 OpenRoads Designer 作为 Bentley 公司 CE 版系列主推的旗舰产品, 软件更新速度快, 也将会完全取代过去的 PowerCivil、InRoad 及 Geopak, 而且更适合长距离线性工程的三维建模, 显然是水工设计人员必须掌握的软件, 反观过去专门进行场地设计的 Geopak 已有近十年没有更新。

传统认为 OpenRoads Designer 是一款做道路的 BIM 设计软件, 也可变相应用于水利中的河道或是长距离输水管线。现有绝大多数 OpenRoads Designer 的工程应用都是基于线性工程去介绍的, 针对场地设计的很少, 而针对复杂场地开挖设计就基本没有。本文将结合实际工程详细介绍 OpenRoads Designer 进行复杂场地设计的思路, 使水工设计人员不用再去掌握 Geopak, 也可以实现复杂场地设计及出图。

## 1 工程背景

某重点输水工程二期工程柴河段, 主要采用有压隧洞的输水方式, 总长约 57km, 其取水口设计结合水库岸坡山体地形地貌及地质条件, 采用岸塔式取水口。取水口一期开挖采用明挖的方式, 并利用开挖岩坎作为施工期的挡水围堰, 待取水口施工

完毕, 再进行岩坎爆破。

取水口开挖底高程为 81.0m, 一级马道高程 91.0m, 二级马道高程 100.0m, 三级马道高程 110.0m, 四级马道高程 117.0m, 五级马道高程 127.0m。

## 2 原始地形模型的创建

在 OpenRoads Designer 里地形的创建主要有“从文件”和“从图形过滤器”两个命令。其中“从文件”前提是上游测绘专业已提供了软件可识别的地形文件; 在没有可供使用的地形文件, 只有传统地形图的基础上则可以选择使用“从图形过滤器”来创建地形。其中“从图形过滤器”的主要操作方法为: 将 Dwg 地形图另存为 DGN 格式→在过滤器中创建等高线、高程点两个过滤器→新建一个包含等高线、高程点两个过滤器的过滤组→通过过滤组生成地形→检查生成的地形→在过滤器中排除一些错误的高程线和高程点→重新生成地形→导出为 TIN 文件。

## 3 创建实体开挖体

使用 OpenRoads Designer 另外新建一个 DGN 文件, 在 2D-model 中导入新生成的 TIN 文件, 导入成功后, 可以先关掉地形的三角网显示, 以方便以后的建模工作。实体开挖体则需要在 3D-model 中通过三维建模功能进行实现, 主要操作方法为: 使

收稿日期: 2018-11-27

作者简介: 赵振龙(1989年—), 男, 工程师。

用“智能线”绘制出开挖体最底部轮廓→使用“创建复杂多边形”将轮廓闭合→使用“拉伸构造实体”将闭合轮廓拉伸至固定马道高度→使用“修改实体”中的“边”将实体顶部的边拉伸至放坡位置→重复上述操作生成6级开挖体→使用“布尔工具”将各级开挖体合并成一个整体→使用“转换为实体”将开挖体转化为智能实体。如图1所示。

操作过程中要注意以下几点。

(1) 为保证开挖体能和地形相交,开挖体的顶部要保证穿过地形。

(2) 由于软件自身原因,不支持含有完全垂直边坡的地形,因此在垂直开挖的部分需要给开挖体一个小的坡比,本文采用的是给垂直部分的开挖体顶部偏移2cm的距离的方式,鉴于开挖并非是个极其精确的工作,这种误差是允许的。

(3) 由于 Bentley 系列软件底层都是基于 MicroStation 的,都有着强大的三维精确绘图能力,因此开挖体创建方法并不唯一,只要能通过各种命令组合生成三维开挖体并转化为智能实体即可。

(4) 考虑到设计过程中开挖体可能会进行调整,建议将开挖体文件备份一份。

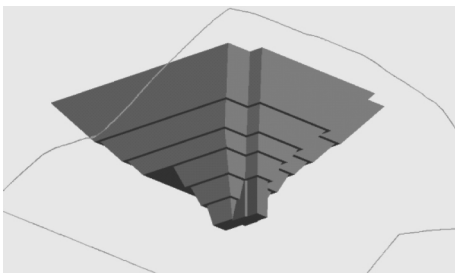


图1 通过三维建模生成的开挖体

#### 4 将开挖体转化为地形文件

将开挖体转化为地形文件的操作是在 3D-model 中进行的,主要操作方法为:通过“打散元素命令”将开挖实体打散为曲面→使用“从元素创建地形”,特征类型为“断裂线”,边界方法为“删除裂片”→依次选取各级开挖的坡面及开挖的最底面→生成初始开挖体地形→导出为 TIN 文件。

操作过程中要注意以下几点。

(1) 为方便面的选择,可以将打散后开挖体最顶的面删掉。

(2) 在选取开挖坡面的过程中,不要选取马道平面。

(3) 一定要将开挖体地形转化为 TIN 文件来

“定版”,以避免操作中误删除创建地形的元素导致开挖体地形变化。

#### 5 为开挖体地形添加边界

为开挖体添加边界的主要操作方法为:将刚生成的初始开挖体三角网关闭,导入初始开挖体 TIN 文件→将开挖体地形和原始地形分别改下显示颜色→在 3D-model 顶视图上使用“智能线”描出开挖边界→使用“特征管理”中“添加特征”命令,特征类型为“覆盖边界”→将边界添加给开挖体地形→生成最终开挖地形→使用“分析土方量”中“地形到地形”来计算开挖量→导出为 TIN 文件。如图4—图6所示。

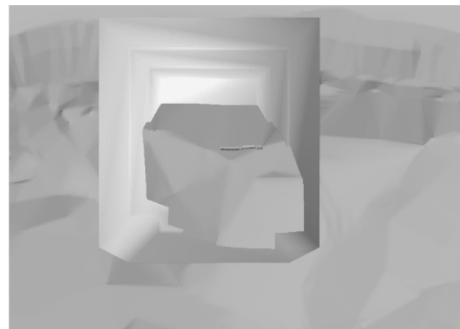


图2 顶视图显示的开挖边界

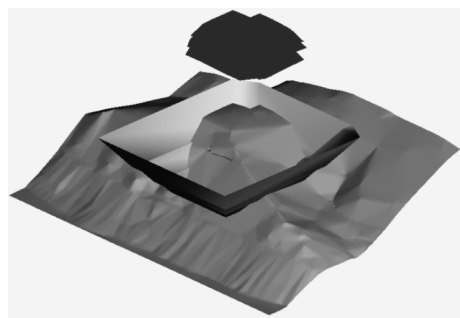


图3 绘制边界

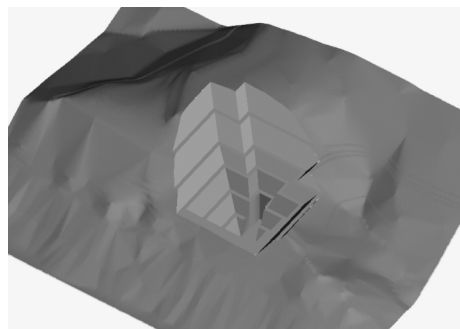


图4 剪切地形后的效果

操作过程中要注意以下几点。

(1) 在描绘边界时,可新建一个临时 ACS 坐标

系,使ACS的Z高程高于实际地形,并配合ACS锁来绘制。

(2) 可使用“剪切地形”命令,来实现开挖体与地形合成的效果。

## 6 平面出图

平面出图主要使用软件的参考功能。主要步骤为:新建一个2D的设计Model→将地形底图、之前备份的实体开挖体、开挖完毕后的模型参考进来→按开挖完毕后的模型勾勒出闭合开口线→使用围栅功能中的泛填,新建以一个闭合开口线为边界的围栅→在“参考”里对地形底图使用“围栅覆盖”,对实体开挖体使用“围栅剪切”→关闭开挖完毕后的模型的参考显示→在“参考”属性中调整地形底图的颜色饱和度来将地形底图淡显→添加标注及图框。如图5所示。

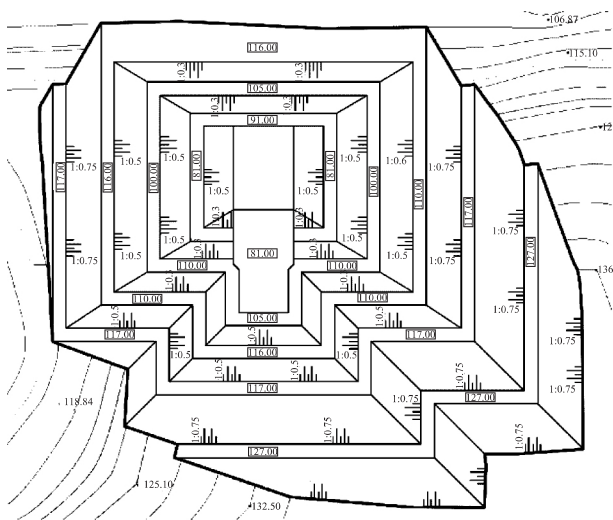


图5 平面出图

## 7 剖面出图

剖面出图主要使用软件DV切图功能。主要步骤为:在“剪切体积快”中选择“剖面剪切”中的“按剖面应用剪切”→在顶视图上绘制剖面线→在视图属性面板中将前视与后视关闭,将剪切打开→右键单击剖面线选择“创建绘图”→添加标注及图框。如图6所示。

## 8 与 Geopak 和 MicroStation 网格模块对比

使用 Geopak 做复杂开挖的思路与上述方法类似,并且也可以将地形导出为 TIN 文件,但不同的是 Geopak 可以自动提取开挖体与地形的交线。但

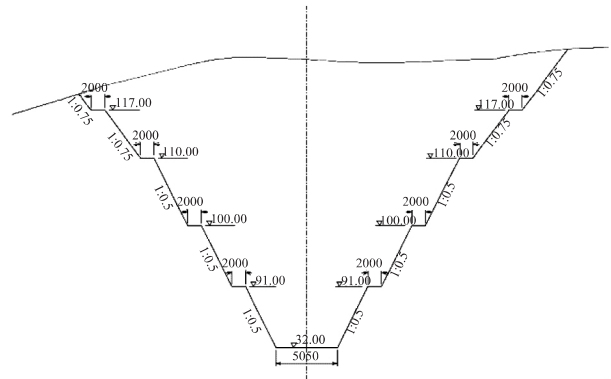


图6 剖面出图

Geopak 仍存在诸多不便,总结如下。

(1) Geopak 为纯英文界面,不便于学习。

(2) 由于 Geopak 已有近十年没有更新,安装 Geopak 前还要安装一个旧版本的 MicroStation。

(3) Geopak 的开挖文件并不在当前使用的 DGN 文件里,而是在使用土木工具流时会另外新建一个 .gsf 文件,这样很容易导致开挖文件丢失。

(4) 在文件层级上,除去 DGN 文件的层级关系,Geopak 开挖还要理解土木工具流中 Project、Model、Object、Element 四个层级,开挖操作必须严格遵循这4个层级之间的关系,很繁琐。

(5) 自动放坡工具在一些边缘处理上仍旧存在瑕疵。

MicroStation 网格模块做开挖可以有很大的自由度,主要思路是网格面与网格面做布尔,或是网格体与网格体做布尔,而且还支持垂直开挖,但前提是必须把地形打散成网格。但也存在着一些问题,主要为以下几点。

(1) 无法像地形一样,对三角网显示进行控制,在一个全是三角网的视口下作图体验很差。

(2) 使用网格面布尔生成的开挖体网格在转化成地形的过程中,开挖体部分会严重失真,这会导致在此文件上无法再进行,需使用地形文件的其他设计,严重影响工作的协同性。

## 9 总结

(1) 利用 OpenRoads Designer 进行复杂场地开挖设计并出图是可行的,但仍有很大改进空间。为更方便使用,建议软件增设自动求两个地形交线的功能。

(2) 不推荐使用 MicroStation 网格模块进行开挖设计,使用此模块进行开挖设计会影响工程设计整体的协同性。

参考文献

[1] 赵琳,李孟,陈娜,等. 长距离输水管道 BIM 快速建模技术研究与应用[J]. 水利规划与设计, 2018(02): 48-51.  
 [2] 蒋艺. 基于 OpenRoads 技术的道路三维设计方法研究[J]. 工程建设与设计 2016(11): 12-15.  
 [3] 高飞,何京拔,湛汉溪. AutoCAD Civil 3D 软件在弃渣场设计中的应用[J]. 人民长江, 2017(12): 12-14.  
 [4] 于佳. AutoCAD Civil 3D 在水利工程中的应用[J]. 吉林水利, 2015(03): 45-47.

[5] 郝永志. AutoCAD Civil 3D 在新疆某水利工程设计中的应用[J]. 西北水电, 2014(04): 104-106.  
 [6] 赵一新,李政鹏,屈志刚. GEOPAK 在前坪水库工程场地开挖的应用及工程优化[J]. 西北水电, 2014(05): 97-99.  
 [7] 孙程. 基于 GEOPAK Site 的三维开挖辅助设计[J]. 人民长江, 2013(17): 26-28, 66.  
 [8] 彭殿军. 基于 MicroStation V8i 的几种动态切图方法[J]. 有色冶金设计与研究, 2016(04): 51-53.  
 [9] 赵伟,张翔宇. MicrostationV8 中文版实用手册[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.

(上接第 77 页) HEC-HMS 分布式水文模型采用方案二时模拟精度较高, 可清晰地模拟再现洪水过程。

对模型涉及的各个参数进行敏感性分析, 可得出影响模型模拟洪峰流量精度的关键因素。据统计, 模型共有树冠截留量  $I$ 、地表截留量  $W$ 、土壤饱和含水率  $\theta_s$ 、土壤湿润锋吸力  $S_f$ 、土壤稳定下渗率  $\varphi$ 、流域滞时  $L_t$ 、衰减系数  $RC$ 、峰值比  $R$ 、蓄量常数  $K$  和流量比重因子  $X$  共 10 个参数。采用 Morris 筛选法<sup>[14]</sup>, 分别取验证期的 3 场洪水进行演算, 结果见表 2。由表 2 可以看出,  $RC$  和  $R$  对洪峰流量为正敏感, 其余参数均为负敏感, 影响最大的因素为树冠截留量, 即树冠截留量越大, 洪峰流量越小。峰值比  $R$ 、地表截留量  $W$ 、衰减系数  $RC$  的影响次之, 其余因素的敏感性较低。综上所述, 树冠截留量是影响水文径流洪峰流量最关键的因素。

表 2 参数敏感系数取值

参数名称	20110715	20120807	20130718
$I$	-1.96	-1.37	-1.28
$W$	-0.58	-0.56	-0.67
$\theta_s$	-0.17	-0.23	-0.19
$S_f$	-0.34	-0.37	-0.31
$\varphi$	-1.00	-1.04	-0.88
$L_t$	-0.47	-0.37	-0.48
$RC$	0.63	0.70	0.60
$R$	0.86	0.64	0.62
$K$	-0.41	-0.51	-0.47
$X$	0.33	0.17	0.28

3 结语

本文通过 HEC-HMS 模型模拟了整个水文径流过程, 得到了较好的模拟结果, 分别采用了 2 种方法进行模拟, 确定了最优方法与影响的关键因素, 本文对今后模型的应用和水文预测均提供了一定的

理论依据。本文选择了 6 场洪水进行了验证, 在今后的工作中, 尽可能多地选择一次代表性洪水进行模型验证, 同时可采用遗传算法等方法优化 HEC-HMS 模型, 进一步提高模型的模拟精度。

参考文献

[1] 杨殿亮,许畅,钟华. 沂河临沂站洪水预报影响因素分析[J]. 水利规划与设计, 2017(12): 33-35, 84.  
 [2] Chang L C, Chang F J, Wang Y P. Auto-configuring radial basis function networks for chaotic time series and flood forecasting[J]. Hydrological Processes, 2009, 23(17): 2450-2459.  
 [3] 雍斌,张万昌,赵登忠,等. HEC-HMS 水文模型系统在汉江襄河流域的应用研究[J]. 水土保持通报, 2006, 26(03): 86-90.  
 [4] 金保明,颜望栋,张烜,等. 基于径向基函数神经网络的洪水预报方法[J]. 南昌大学学报(工科版), 2018, 40(03): 246-252.  
 [5] 陈洋波,覃建明,王幻宇,等. 基于流溪河模型的中小河流洪水预报方法[J]. 水利水电技术, 2017, 48(07): 12-19, 27.  
 [6] 高玉琴,张泽宇,赖丽娟,等. 参数变化对 HEC-HMS 模型流域洪水模拟结果影响分析[J/OL]. 长江科学院院报, [2018-06-13]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1171.TV.20180613.0928.004.html>.  
 [7] 程文飞,陈军锋,吴博,等. HEC-HMS 水文模型在圪洞流域洪水模拟中的应用[J]. 水电能源科学, 2018, 36(08): 52-55.  
 [8] Shahid M A, Boccoardo P, Usman M, et al. Predicting peak flows in real time through event based hydrologic modeling for a trans-boundary river catchment[J]. Water Resources Management, 2017, 31(03): 793-810.  
 [9] 赵永超,王加虎,梁菊平,等. HEC-HMS 模型在紫荆关流域水文模拟中的应用[J]. 水电能源科学, 2017, 35(12): 10-13.  
 [10] 吴建红,朱积军. HEC-HMS 模型及其应用比较研究[J]. 科技创新导报, 2010(04): 6-7.  
 [11] 刘洋,马长明. HEC-HMS 模型构建方法及在山区洪水预报中的应用[J]. 山西建筑, 2013(39): 209-211.  
 [12] 梁睿. HEC-HMS 水文模型在北张店流域的应用研究[D]. 太原理工大学, 2012.  
 [13] GB/T 22482—2008. 水文情报预报规范[S].  
 [14] 陈芬,陈兴伟,谢剑斌. HEC-HMS 模型次洪模拟的参数敏感性分析及应用[J]. 水资源与水工程学报, 2012(05): 119-122.