

基于 Civil3D 软件的溢洪道工程开挖设计方法研究

雷保瞳

中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司

DOI: 10.12238/ems.v6i12.10802

[摘要] 本文从提高工作效率的角度出发,依据工程实例,研究 Civil3D 软件及其附属功能在溢洪道工程中的应用,针对性研究了参数化模型在溢洪道开挖设计中的使用方法。通过 Civil3D 软件,创建地形曲面、溢洪道轴线、设计溢洪道纵坡、创建溢洪道横剖面装配、生成溢洪道模型、生成溢洪道开挖模型、计算工程量并剖切溢洪道横剖面,实现溢洪道工程设计参数化、可视化、动态化、精确化。以某水库开敞式溢洪道开挖设计为例,介绍了 Civil3D 在溢洪道工程设计中的应用,为类似工程溢洪道的三维设计提供参考。

[关键词] Civil3D; 溢洪道; 设计; 三维模型

Research on Excavation Design Method for Overflow Channel Engineering Based on Civil3D Software

Lei Baotong

Chengdu Engineering Corporation Ltd.China Power Construction Corporaion

[Abstract] This paper takes the perspective of improving work efficiency and, based on an engineering example, studies the application of Civil3D software and its auxiliary functions in spillway engineering. It specifically studies the use of parametric models in the excavation design of spillways. Through the use of Civil3D software, terrain contours, spillway axis lines, spillway longitudinal slopes, spillway cross-section assemblies, spillway models, excavation models, and engineering quantities are calculated and sectioned, thereby achieving parameterization, visualization, dynamicization, and precision in spillway engineering design. This paper takes the open spillway excavation design of a certain reservoir as an example to introduce the application of Civil3D in spillway engineering design, providing reference for similar projects.

[Keywords] Civil3D; spillway; design; three-dimensional model.

引言

Civil3D 软件是 Autodesk 公司推出的先进的土木工程设计和制图软件,为工程建设行业提供多元化的工程软件服务和解决方案^[1-2],Civil3D 作为 Autodesk 公司主要的土木工程三维制图软件,为专业设计人员提供协调一致的数字模型,实现了从设计、分析、可视化、文档制作到施工的集成流程^[3-4]。在土木工程设计行业得到广泛应用,其地形分析、三维建模、工程量计算功能在工程设计中的应用极大提高了设计者工作效率及成果准确性^[5],本文研究 Civil3D 软件在大坝溢洪道工程中的设计应用。

1 工程概况

某电站溢洪道位于大坝右坝肩,由进水渠、控制段、泄

槽、挑流鼻坎、护坦及下游导渠等建筑物组成,全长 175m。

溢洪道进水渠底板高程 410.00m,进水渠段采用 1.0m 厚混凝土底板,边墙为适应地形地质条件,采用重力式边墙,边墙顶宽 1.0m;溢洪道控制段为实用堰,堰顶高程 415.00m,闸室段长 30.00m,采用开敞式进水口。闸顶高程与大坝坝顶高程相同为 431.00m。闸室段设 1 孔净宽为 10.00m 的闸孔,边墩最小宽度 3.00m,闸墩与闸底板连成整体,采用重力式挡土墙,设置事故检修平板门和弧形工作门各一道,闸室段建于基岩上;泄槽段采用等宽矩形断面布置,为钢筋混凝土结构,纵坡坡度 1:2.448;泄槽段净宽为 10.00m,水平长 145.00m,左右边墙均为重力式挡墙,边墙和底板表层 50cm 采用抗冲耐磨混凝土;挑坎末端顶高程 346.50m,反弧段半

径36m。

溢洪道进水口溢流堰基础置于弱风化基岩上。溢流堰基础需进行固结灌浆,间排距3.0m、孔深6.0m。同时泄槽底板布置间排距3m的 $\Phi 28$ 、 $L=6m$ 锚筋进行锚固。进水渠道边坡岩体质量以IV类为主,边坡按永久边坡设计,开挖坡比为1:0.3,开挖边坡底高程409.00m,开挖边坡基本稳定,局部完整性差,为了确保边坡稳定,进行系统挂网喷锚+排水孔+锚杆支护。局部破碎或深层结构与缓倾角切割组合的区域穿插布置锚索。全坡面喷混凝土,坡面设排水孔。溢洪道纵剖面见图1。

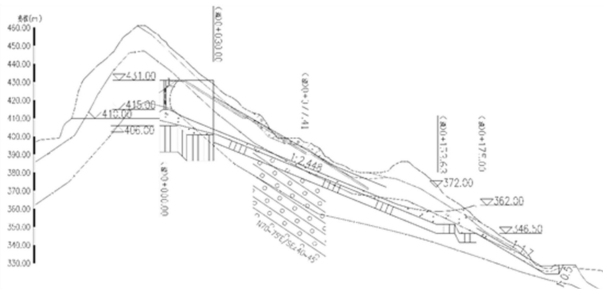


图1 溢洪道纵剖面图

2 设计思路及建模过程

Civil3D 线型工程设计包括三维数字化地形建模、平面轴线设计、纵断面设计、横剖面设计、边坡设计等。在 Civil3D 中,也可以按照此思路,把溢洪道作为线性工程,实现溢洪道轴线设计、溢洪道纵断面设计、溢洪道边坡开挖设计、工程量计算等也可以,实现正向设计的三维动态联动,使结构模型与二维图纸剖面之间保持实时联动,从而提高设计精度和设计效率。

Civil3D 进行溢洪道工程设计的步骤如下:①由测量的地形图生成三维数字地形曲面;②在地形图上布置溢洪道二维轴线;③根据计算的溢洪道底板高程和纵坡绘制溢洪道纵剖面;④根据拟定的溢洪道开挖规则制定溢洪道横剖面装配;⑤创建溢洪道底板和边坡开挖模型,并计算溢洪道土石方工程量;⑥自动剖切溢洪道二维横剖面图并批量生成图纸。

2.1 创建三维地形曲面

Civil3D 中三维地形曲面的创建有多种方法,工程中可利用已有传统二维测绘地形图创建三维地形曲面。首先新建地形曲面,选择地形图中的等高线,通过“创建曲面—定义—等高线”命令给新建的曲面添加等高线,即可生成拟合地形曲面。同样可以将地形图中有效的特征线、高程点等添加至曲面,以提升三维曲面的精准度。创建过程中可以随时通过对象查看器进行三维地形曲面的观察,对面上的异常高程信息,可通过曲面特性进行筛选优化^[6]。

2.2 布置溢洪道轴线

根据具体工程情况及溢洪道轴线布置原则,在二维视图

中布置溢洪道轴线,将布置好的轴线转化为 Civil3D 道路轴线。轴线布置具有更智能的方法,相比 CAD 轴线绘制,Civil3D 轴线绘制可定义多种型式,比如直线和圆弧相切的典型轴线方式,以及多段线型式的轴线方式。Civil3D 轴线调整可实现全线自动关联,相比传统方式更加快捷高效。本文工程实例分析了溢洪道轴线地形,布置了圆弧和直线相切的布置型式,快速布置了溢洪道轴线,并通过纵断面设计,为溢洪道轴线赋予高程特性,通过平面和纵断面特性,实现了溢洪道轴线三维绘制。

2.3 创建溢洪道横剖面装配

Civil3D 中横剖面装配就是由若干个部件构成横剖面。工程实例可通过部件编辑器创建不同需要的横剖面装配。溢洪道装配的创建主要是底板的创建和边坡开挖规则的创建,装配创建需要通过反复的测试,结合具体工程设计原则,有针对性得制定需要的装配。本文溢洪道设计横剖面需要有5个点和4条连线,边坡开挖坡比为1:0.3,溢洪道底板宽度为10.0m,装配共有14个参数。在软件中精确设定设计参数,装配主要包括 elevation(高度)目标参数和 surface(曲面)目标参数。

2.4 创建溢洪道模型

Civil3D 中的道路不局限于广义的公路、隧道、桥梁等,也可以应用在其他类似线型工程,枢纽工程中,在溢洪道工程设计中创建溢洪道模型,也可以通过 Civil3D 的道路建模功能实现^[7]。本文将已创建的溢洪道装配.pkt 文件导入 Civil3D 中,创建溢洪道装配,将溢洪道部件添加到溢洪道横剖面装配中。选择创建道路,设置已经创建的地形曲面目标、溢洪道轴线边线目标、边坡坡比设计值。即可创建溢洪道开挖模型,可以在对象查看器中实时观察溢洪道开挖模型,判断其开挖合理性,溢洪道原始地面模型及溢洪道开挖模型见图2-图3。

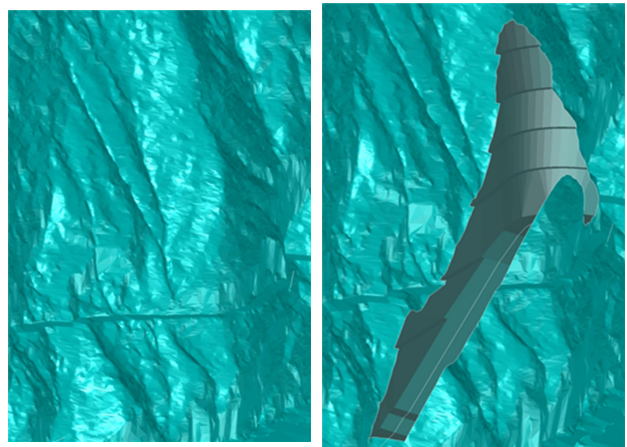
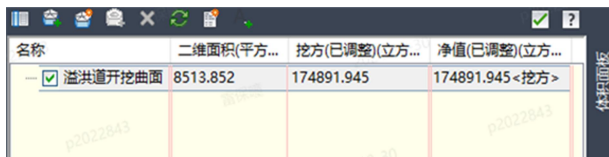


图2 溢洪道开挖前地面模型 图3 溢洪道开挖后模型

创建好溢洪道模型后,可利用软件附属功能计算土石方

工程总量, 溢洪道工程量计算见图4, 根据计算, 本工程溢洪道土石方开挖量约为17.5万 m^3 , 同传统二维工程量计算方法结果基本相近, 可认为Civil3D工程量计算是可靠的。在溢洪道特性中, 可生成由连接代码“溢洪道底板-边坡-曲面”形成的曲面“开挖面”, “开挖面”与三维地形曲面围成的体积即为溢洪道开挖土石方总量。沿溢洪道轴线特征距离生成采样线, 同时在计算材质中添加采样线编组。定义材质中选择数据类型为曲面, 软件将计算条件设定为溢洪道开挖曲面上至三维地形曲面以下。



名称	二维面积(平方...)	挖方(已调整)(立方...)	净值(已调整)(立方...)
溢洪道开挖曲面	8513.852	174891.945	174891.945<挖方>

图4 溢洪道开挖工程量计算结果

2.5 剖切溢洪道横剖面图

Civil3D中横剖面出图是先创建多个横剖面图, 然后选取制定好的图纸模板生成本工程溢洪道横剖面图纸集, 在图纸集的基础上创建所需要的溢洪道横剖面图纸^[8]。生成横剖面图前, 需设置溢洪道横剖面图样式、标注栏样式、表格及代码集样式。溢洪道横剖面图样式可设置栅格、水平轴、垂直轴、图形比例等, 标注栏可显示填挖高度, 而表格可显示当前断面的材质、填挖面积、填挖体积等, 代码集样式主要用于控制横剖面各种尺寸标注。例如, 为溢洪道边坡选择“坡度标注”的标签样式, 即可标注右堤坡坡比为1:0.3, 这就是在创建装配时将代码都命名为有定义的名称的原因。创建好溢洪道横剖面图后, 可生成溢洪道横剖面图纸集, 其过程类似CAD二维设计中将横剖面图套入图框, 在Civil3D中的图框即为图纸模板。可提前制定不同比例的图纸模板, 出图时可根据需要选择相应的比例。溢洪道横剖面见图5。

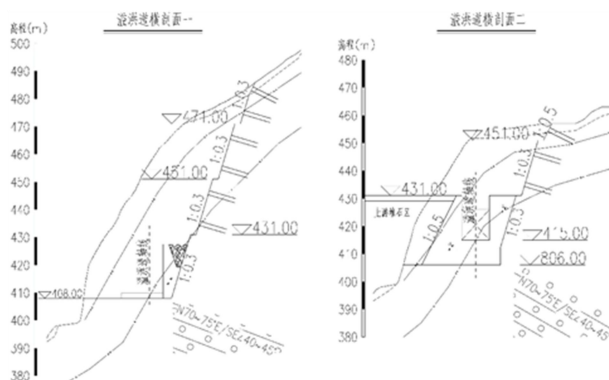


图5 溢洪道横剖面图

3 结语

本文以溢洪道三维正向设计为例, 分析了Civil3D软件在溢洪道工程设计中的应用过程, 用实例验证了Civil3D软件在溢洪道设计过程中有别于传统设计方法的特点。从地形

曲面创建、布置溢洪道轴线、设计溢洪道纵断面、创建溢洪道横剖面装配到创建溢洪道模型、计算土石方开挖工程量、生成所需要的图纸, 其主要思路与其他线型工程基本相同, 但使用Civil3D效率更高, 精度更高, 软件可以把复杂的制图过程简单化, 可以在溢洪道设计过程中动态查看三维实体模型、二维图纸、以及方案调整相应的工程量的变化。

主要优势在于: ①参数化, 可直接在Civil3D中利用特定的参数驱动设计溢洪道横剖面, 调整边坡开挖坡比, 其中, 剖面图的属性栏中除了有可调参数外, 还可以设置设计横剖面每个点、直线及面积的代码; ②可视化, Civil3D软件可实现三维模型可视化, 在工程设计过程当中, 便于实时检查设计断面的准确性, 实时观察三维模型的变化; ③动态化, 软件可以实现溢洪道轴线、溢洪道纵断面及溢洪道横剖面三者之间的联动, 在模型中调整参数, 可以快速响应到整个模型, 以及所剖切的二维图纸, 实现三维模型和二维图纸的动态化, 也可以实现设计方案和工程量的动态关联, 可以实现设计思路和图纸的动态关联, 大幅减少建筑物结构调整导致的图纸、工程量计算周期; ④精确化, Civil3D软件利用传统的地形图创建三维地形模型, 具有可靠度高的特点, 三维实体模型计算工程量所得精确解, 比传统二维棱柱体法计算工程量精确度高, 且耗时大幅降低, 在二维图纸出图方面, Civil3D软件可自动剖切溢洪道横剖面, 使得溢洪道的模型、纵剖面、横剖面工程量之间动态关联, 工程师的主要精力集中在方案本身, 提升设计过程的精确化。

[参考文献]

- [1]任耀, 戴飞灵, 黄伟, 等. AutoCAD Civil3D 2013 应用宝典[M]. 上海: 同济大学出版社, 2013: 1.
- [2]李晶, 张胜东. Autodesk Civil3D 在平原水库坝体及库盘开挖设计中的应用[J]. 吉林水利, 2013 (06): 34-37.
- [3]马超, 顾帽杰, 王波雷, 闫飞. 基于 Civil3D 数据库容曲线的程序开发及应用[J]. 西北水电, 2021 (02): 115-118.
- [4]胡浩. Civil3D 在某水库工程设计中的应用[J]. 东北水利水电, 2020 (04): 66-67.
- [5]程国锋, 丁靖琼. Civil3D 参数化重力坝建模在水利工程中的应用[J]. 黑龙江水利科技, 2017, 45 (6): 135-137.
- [6]易平, 骆秀萍. 土石坝设计中 AutoCAD Civil3D 技术的应用[J]. 甘肃水利水电技术, 2013, 49 (11): 39-41.
- [7]任耀, 秦军, 马宇, 等. AutoCAD Civil3D 2008 实战教程[M]. 北京: 人民交通出版社, 2018: 115.
- [8]武卫平, 李震, 左精力. AutoCAD Civil3D 2018 场地设计实例[M]. 北京: 机械工业出版社, 2018: 192.