

复杂地形土石方超挖工程量计算方法

熊世旺¹, 樊海民², 杨超², 王敏², 马海良¹

(1. 中国水利水电第四工程局有限公司, 青海 西宁 810007;
2. 华能澜沧江水电股份有限公司托巴水电工程建设管理局, 云南 迪庆 674608)

摘要:针对传统的复杂地形土石方超挖工程量计算方法计算工作量大、重复工作多的问题,在 TB 水电工程坝基开挖过程中采用了 Civil 3D 软件自带的一些功能进行三维建模来计算超挖工程量,可以快速、精确、直观地计算实际工程量。

关键词:土石方;超挖工程量;计算方法;Civil 3D;TB 水电工程

中图分类号:TV512 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-7647(2024)S1-0152-03

Method for calculating over-excavation volume of earth-rock in complex terrain//XIONG Shiwang¹, FAN Haimin², YANG Chao², WANG Min², MA Hailiang¹ (1. Sinohydro Engineering Bureau 4 Co., Ltd., Xining 810007, China; 2. Tuoba Hydroelectric Engineering Construction Management Bureau of Huaneng Lancang River Hydropower Inc., Diqing 674608, China)

Abstract: In response to the problems of large calculation workload and many duplication of work in the traditional method for calculating over-excavation volume of earth-rock in complex terrain, some functions of Civil 3D software were used for 3D modeling in the excavation process of TB Hydropower Project dam foundation to calculate the over-excavation volume, which can quickly, accurately and intuitively calculate the actual volume of earth-rock.

Key words: earth-rock; over-excavation volume; method of calculation; Civil 3D; TB Hydropower Project

土石方工程量计算在水利水电工程建设中是一项非常重要的工作,计算结果的准确性直接影响到工程的投资。传统的计算方法具有计算工作量大、重复工作多的缺点,且计算结果因断面布设的间距、位置不同会造成差异,很难让参建各方接受。因此研究一种计算结果准确、快速的计算方法是有重要现实意义的。

TB 水电工程为一等大(1)型工程,以发电为主,电站装机容量 1 400 MW,挡水建筑物采用碾压混凝土重力坝,坝顶高程 1 740.00 m,坝顶长 477.00 m,最大坝高 158.00 m。厂房位于右岸,安装 4 台单机容量为 350 MW 的混流式机组。枢纽主要由挡水建筑物、泄洪消能建筑物、右岸地下水发电系统等组成。

坝基开挖过程中,由于地质原因导致超挖工程量较大。建基面清理完成后建设单位要求必须查清楚具体的超挖工程量后才能进行覆盖,而 TB 水电工程工期特别紧张,因此施工单位、监理单位和第三方测量管理单位共同研究后,确定采用 Civil 3D 软件自带的一些功能进行三维建模来计算地质超挖工

程量。本文以该工程的 9~15 号坝段为例介绍该计算方法,以供相关工程测量人员参考。

1 Civil 3D 软件

Civil 3D 是 Autodesk 公司在基础设施行业推行的一款适用于多个领域的一体化智能三维设计软件,广泛应用于勘察测绘、地形地貌、场地及土地规划、道路交通、水利水电、地下管道等领域,是一个从集成方案设计、施工图、效果图到漫游动画的系列化的设计工具。其相关设计要素之间的动态关联更新功能大大降低了设计过程中的劳动强度,实现了所见即所得的设计模式。

勘测数据是土木工程设计的前提和基础,Civil 3D 的核心就是数字地形模型 DTM。多源数据为 Civil 3D 创建数字地形曲面提供了更方便、更快捷的优势。设计人员的设计环境也从原来的二维平面转为三维立体,土木结构的建模不再是绘制简单的平、纵、横,而是在三维地形曲面上构建真正的空间三维结构模型。Civil 3D 的强大功能在工程测量中得到了广泛的应用。

2 计算方法及流程

TB 水电工程 9~15 号坝段纵向桩号为坝上 0+11.6 至坝下 0+120, 左岸自坝左 0+58 至坝右 0+84.6, 面积为 18 766 m², 共分成 14 个浇筑块, 按要求需要将每个浇筑块分别计算出地质超挖工程量。如果采用传统的断面法需要按 2 m 的断面间距计算才能满足要求, 需要绘制 500 多条断面, 电梯井位置还需要加密布设断面, 计算过程需要不断将测量的建基面数据建立三角网并修网保存, 绘制等高线建立建基面地形图, 再利用绘制的地形图剖面设计开挖断面线和建基面实测断面线, 将两次断面线按桩号和高程套在一起, 计算两期之间的超挖面积后填入 Excel 表格进行计算。该方法工作量大, 重复工作多, 耗费时间长, 且断面位置选择不一致会造成工程量的偏差, 最终计算工程量难以让参建各方接受。

随着科技水平的不断提高, 水利水电工程技术也得到了很好的发展, 为了保证地质超挖工程量贴近真实工程量, 采用更严密、精确、直观的三维实体计量方法势在必行。三维实体计量方法优点在于可以充分直观地展现地形、地貌特征并改变以往传统工程量计算方法, 使大坝设计体型以外建基面部位地质工程量的计算更严密、快捷、准确, 计算出的精准工程量不仅能有效地控制工程投资且能及时提供。

坝地质超挖工程量计算基本思路是先利用设计开挖蓝图创建一个设计曲面, 再利用实际测量得到的建基面测量数据创建实际开挖建基面曲面。设计曲面向下生成实体, 建基面曲面向上生成实体, 将两个实体按空间实际坐标相叠加, 根据仓面设计图的上下游桩号和左右岸桩号进行分块, 最后通过两个实体的差集运算获得最终的地质超挖工程量。计算思路及流程如图 1 所示。

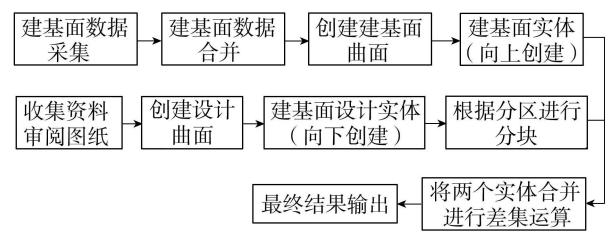


图 1 计算思路及流程

3 计算步骤

3.1 建基面数据采集

建基面数据采集是地质超挖工程量计算的一项重要基础工作, 数据采集的质量直接决定了工程量计算的准确性。点位采集过密造成外业工程量增加, 时间延长; 采集过稀又不能真实反映实际地形,

计算出来的结果不准确。采集时间过早坝基内有浮渣, 造成工程量偏小, 采集过晚建基面又容易被铺设的钢筋网或混凝土覆盖, 造成数据缺失。因此何时进行数据采集和点位采集的间距对建基面数据采集也非常重要。

根据以往经验, 各单位测量部门各自采集数据, 由于采集的点位不同、密度不同等原因容易造成最终的工程量差异较大, 严重时可能还会引起扯皮现象, 很难让参建各方接受计算结果。为解决该难题, 经共同研究后采用清理完成一个部分测量一个部分, 同时进行三方联测的方式进行数据采集, 最后将所有数据合并到一起作为建基面地质超挖的数据, 即监理单位、施工单位和第三方测量管理单位使用同一台测绘仪器, 按 1 m×1 m 的网格均匀采集数据, 对沟、槽、洞的上沿和下沿重新进行加密测量, 在第三方测绘人员见证下进行数据采集, 每天采集的数据三方确认后签字留底, 作为计算的基础数据, 这样监理单位和第三方测量管理单位不仅履行了自己工作职责, 还可以解决后期由于数据不一致造成的工程量差异和引起的不必要扯皮现象, 更容易让参建各方接受。通过不断的实践, 三方联测的方法不仅在采集计量数据时使用, 还可以在开挖体型、混凝土体型检测时使用, 是一种能让参建各方都能接受的成熟方法。

3.2 设计建基面曲面创建

Civil 3D 可采用多种数据创建三维地形模型。这些数据来源包括野外测量点的坐标、已有的等高线及图上的高程点、DEM 数据、三维特征线和放坡功能等。

设计曲面的创建先根据设计蓝图绘制出设计开挖平面图, 结合剖面图的高程信息, 在选中线条后从对象创建要素线, 将要素线赋予高程信息, 检查高程信息无误后, 将所有要素线作为特征线添加到设计曲面上, 便可以形成设计三维曲面。图 2 为 9~15 号坝段设计建基面三角网曲面。

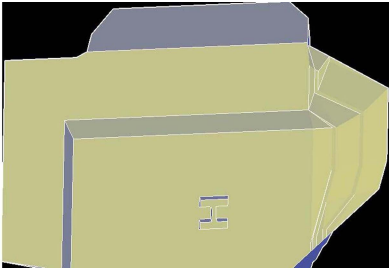


图 2 9~15 号坝段设计建基面三角网曲面

3.3 实测建基面曲面创建

实测建基面曲面往往根据实际测量的地形点, 在曲面下将所包含的点文件添加到软件中自动生

成,通过修改直线、删除多余的直线、交换边等曲面编辑使曲面接近真实地形,获得最终建基面曲面(图3)。

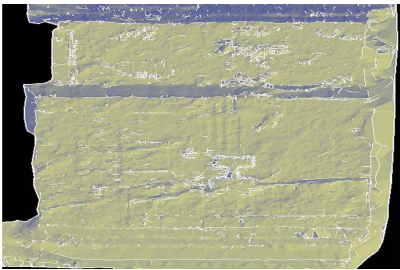


图3 9~15号坝段实测建基面三角网曲面

3.4 地质超挖实体创建

利用创建好的设计建基面三角网曲面和实测建基面三角网曲面,从设计建基面三角网曲面向下提取实体,实测建基面三角网曲面向上提取实体,将两个实体叠合在一起,利用CAD的差集功能命令即可以轻松获取地质超挖部分的实体(图4)。

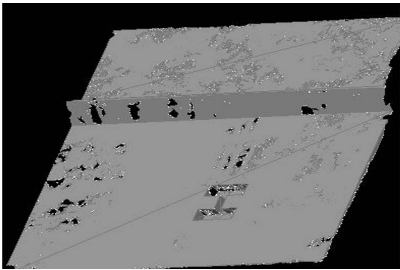


图4 9~15号坝段差集实体

3.5 地质超挖实体工程量计算

依据创建的地质超挖部分实体,通过MASSPROP命令查询到总体积。根据要求,需要将所有工程量分解到每一个仓号上,采用上述方法按仓面设计的桩号范围创建设计曲面并生成实体,便可自动计算出需要范围内的工程量。图5为9~15号坝段地质超挖总工程量,因为全为石方,未涉及土方,如果需要计算不同介质的工程量,只需按不同介质的分界线建立三维曲面,用同样的方法可计算不同介质的工程量。

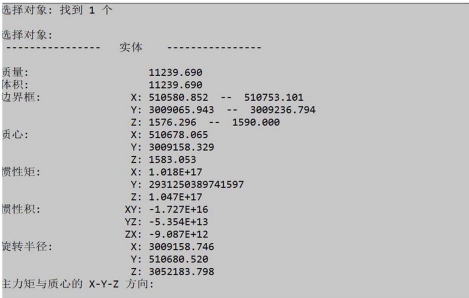


图5 9~15号坝段地质超挖总工程量

4 结 语

利用 Civil 3D 三维功能计算土石方工程量,建

立的三维曲面比较贴近真实地形,整个三维建模自动化程度高,可以快速、精确、直观地复核设计体型或设计体型以外的实际工程量,并计算出各种复杂部位的开挖、填筑工程量,可减少人工投入,节约时间。Civil 3D 软件学习简单,利用 Civil 3D 三维功能计算土石方工程量是土石方计算的一种新思路、新方法,可为同类工程建设工程量计算提供参考。

参考文献:

[1] 任耀,秦军. AutoCAD Civil 3D 2008 实战教程[M]. 北京:人民交通出版,2008.
[2] 张正禄,潘国荣,李广云,等. 工程测量学[M]. 武汉:武汉大学出版社,2005.
[3] 电力行业水电施工标准化技术委员会. 水电水利工程施工测量规范:DL/T 5173—2012[S]. 北京:中国电力出版社,2012.

(收稿日期:2024 - 09 - 26 编辑:熊水斌)

(上接第 136 页)

3.3 预埋灌浆管质量检查

预埋灌浆管孔斜应满足合同相关条款的要求,且必须扫孔至孔底以验证孔深是否满足图纸要求。预埋灌浆管验收合格率必须达到 100%,对不合格的灌浆管,须在防渗墙顶面预埋灌浆管的临近位置钻孔,并需对防渗墙预埋管口进行有效保护。

4 结 语

TB 水电工程围堰防渗墙施工中,因地质原因,原始地层存在大量孤石,导致施工过程中出现漏浆、钻进效率低、成孔难度大等难题,为此参与建设的各单位积极研究对策,采取了各项措施,保证了工程质量,确保了工程在合同工期内完成,社会效益及经济效益均较为明显。

参考文献:

[1] 陈邦辅,杨兴堂,卢元海. 乌东德大坝围堰防渗墙施工技术 & 质量控制[J]. 中国水利,2017(增刊 1): 70-74. (CHEN Bangfu, YANG Xingtang, LU Yuanhai. Construction technology and quality control of impermeable walls for the Wudongde Dam cofferdam [J]. China Water Resources, 2017 (Sup1): 70-74. (in Chinese))
[2] 王业成. 大坝围堰防渗墙施工技术[J]. 河南水利 & 南水北调, 2021, 51 (1), 57-58. (WANG Yecheng, Construction technology of dam cofferdam seepage control wall [J]. Henan Water Resources and South to North Water Diversion, 2021, 51(1): 57-58. (in Chinese))

(收稿日期:2024 - 09 - 24 编辑:刘晓艳)