

基于 GEOPAK Site 的三维开挖辅助设计

孙 程

(上海勘测设计研究院,上海 200434)

摘要:在水电工程设计中,开挖图的绘制较为繁琐和复杂,仅仅借助传统的平面 CAD 绘图软件进行辅助设计,难以取得良好的设计成果。以上马迪水电工程为例,借助于 GEOPAK Site 强大的三维场地运算分析能力,对其进行三维开挖辅助设计,设计过程相对于传统设计方法更快捷且准确。详细介绍了 GEOPAK Site 的运用方法,其经验可供类似工程参考

关键词:开挖图;三维;GEOPAK Site;辅助设计;水电工程

中图分类号: TP391 **文献标志码:** A

开挖图的设计一般是在二维 CAD 平台上借助类似 ZDM 插件来完成的,对于建筑物结构和所处场地较为简单的工程,这种方法能够获得满意的设计成果。但是,对于建筑物结构和所处场地均复杂的水电工程而言,该法难以取得令人满意的效果;同时在设计过程中,需要设计者具有较强的三维空间想象能力,加重了设计者的负担,使开挖图的绘制耗时耗力。

GEOPAK Site 是一种适用于工程基础项目设计的有力而完善的工具,如设计各类建筑场地、水坝、垃圾填埋场、停车场、固体废料的相关场地设施、工厂的场地、排水系统等等。其优秀的内部算法和对计算机运算能力的充分应用,有效地减轻了复杂场地开挖图设计的负担。

本文借助 GEOPAK Site 强大的三维场地运算分析能力,对上马迪水电站工程进行三维开挖辅助设计,整个设计过程相对于传统设计方法较为轻松和准确,取得了较好的设计成果。限于篇幅,本文以上马迪工程中结构复杂程度较高的首部枢纽为例,介绍 GEOPAK Site 辅助设计开挖过程。

1 工程简介

上马迪水电站工程位于尼泊尔西部发展地区的卡斯基大区的马迪河上,工程采用引水式电站开发方式,属 IV 等工程。

1.1 工程设施

工程包括坝址首部枢纽工程、引水隧洞、调压井、压力钢管、电站厂房和开关站等。

其中,首部枢纽工程包括横跨马迪河的敞开放式溢流堰(混凝土重力坝)、右岸岸边式泄洪通道、右岸冲砂池、右岸隧洞进口。引水隧洞沿马迪河右岸布置,从首部工程到调压井位置距离约为 4 km,调压井后压力钢管长度约为 400 m。厂房包括主厂房、安装间、副厂房、尾水渠以及开关站。电站厂房位于河道右岸滩地上,装机容量为 2×25 MW,开关站位于厂房附近,厂房尾水渠直接汇入马迪河。

首部枢纽的三维模型如图 1 所示。

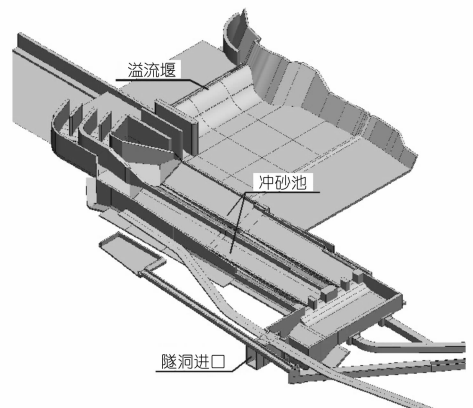


图 1 首部枢纽模型示意

1.2 工程地质

工程区岩石属于尼泊尔西部的次喜马拉雅区昆卡组,归类于变质沉积岩,包括石英岩、千枚岩、页岩、板岩等。工程区内主要为石英岩和千枚岩,含少量云母片岩和板岩千枚岩。岩石呈微风化到弱风化,薄层-中厚层结构,岩石强度中等。节理裂隙紧密-中等张开。综合条件适宜布置引水隧洞等地下结构。马迪河在溢流堰坝址处呈“V”形河谷,左岸山体陡峭,坡度近乎垂直;右岸为滩地,较为平坦,滩地的右侧为坡度缓于左岸的山体,坝址处冲沙池附近有石英岩出露,微风化、岩石坚硬。冲沙池布置在河道右岸的台地上,基础为沉积层,为含有卵形石英岩和片麻岩构成的砂和淤泥质地层,该种地质类型最适合于渠道的开挖和回填。冲沙池范围内和周围的地质条件对于水工建筑物的开挖和主体施工而言是安全的。隧洞进口位于马迪河右岸的石英岩悬崖处,该区域地质条件良好,可以进行大坡度开挖,非常适合布置引水隧洞的洞脸。

2 GEOPAK Site 辅助设计

基于 GEOPAK Site 的开挖辅助设计主要流程有:

- ① 三维地形建模;
- ② 开挖边界提取;
- ③ 确定开挖原则、方案;
- ④ 进行开挖及优化设计;
- ⑤ 成果整理出图。

2.1 地形建模、边界提取

GEOPAK Site 提供了多种数据接口,既可根据文本地形点信息生成三维地形图,也可通过平面 CAD 地形及数字高程图生成三维地形。上马迪工程根据地质报告提供的平面 CAD 地形图提取 GEOPAK Site 所需的三维地形信息 .DAT 文件,特别需要注意的是在地形提取之前的单位设置。通过反复实践 CAD 到 GEOPAK Site 的数据转换过程,笔者有以下经验可供参考:① 国内工程普遍以米为单位,在 CAD 中先要将图形单位设置成“无单位”或“米”,在 GEOPAK Site 提取时设置对应单位制的种子文件;② 国外工程多以英寸为单位,此时 CAD 中的图形单位要设置成“英寸”,与 GEOPAK Site 中的种子文件保持对应。通过以上设置,即可保证地形信息在转换时准确无误。同时,地形数据信息规模较大的文件,会明显降低 GEOPAK Site 的后续运算速度,考虑到土建开挖工程的精度要求较低,可以适当对三维地形数据进行模型轻量化处理,减小数据量,提高运算速度。该工程采用米制单位,三维地形轻量化时 XY 指标采用 0.2,Z 指标采用 0.01,即平面距离在 20 cm 以内、高差在 1 cm 以内的点,在三维地形网格生成时,仅选取其中一个作为网格节点。经过上述轻量化处理,模型规模可降低 20%~50%,

对于后续数据处理速度的提高有重要作用。经过上述处理,得到上马迪整个工程区域的三维地形如图 2 所示。

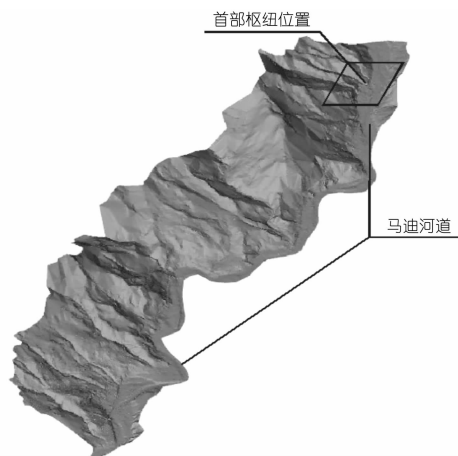


图 2 三维地形示意

地形提取完毕后,根据建筑物的布置情况,在地形图中确定开挖边界,为了便于在后续的开挖过程中直观地观察开挖情况,建议开挖边界按实际开挖高程绘制。

2.2 开挖及优化设计

根据工程区域的地质条件,坝址河道处为河床覆盖层,多为卵砾石和砂组成,采用 1:2 坡比开挖;冲沙池处为含有卵形石英岩和片麻岩构成的砂和淤泥质地层,此处采取 1:1.2 的坡比开挖;在隧洞进口处因地质条件较好(为石英岩悬崖),因此在高程 937.00 m 以下采取直立开挖,高程 937.00 m 以上采用 1:0.3 坡比开挖。开挖成果见图 3 (为方便显示,场地地形仅截取部分)。

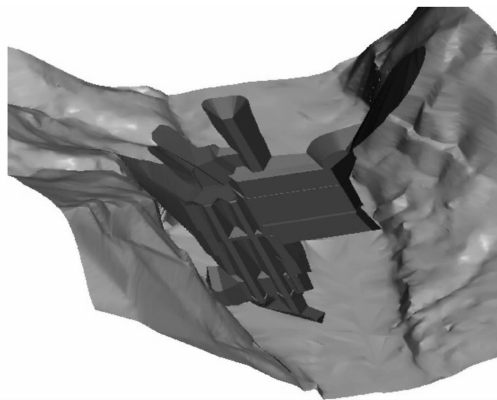


图 3 开挖成果

隧洞进口处原设计开挖方案为从开挖底高程 927.20 m 处开始,即采用 1:0.3 坡比放坡至地面,但在 GEOPAK Site 辅助设计过程中,发现该开挖方案的

开挖量过大,几乎将该处山体的整个山头削掉,在增加工程投资的同时,也延长了工期,因此需优化设计。考虑到该处为石英岩悬崖,倾向上游,并且该处不存在新老滑坡体,隧洞进口区域相对稳定。同时,该处节理走向与河道走向近乎垂直,此种构造走向条件对于布置引水隧洞的洞脸而言是非常有利的。综合上述条件,可认为在距离地面高度至少 5 m 的 937.00 m 高程以下采用直立开挖是可行的,高程 937.00 m 以上采用 1:0.3 的坡比开挖,并采用相应的锚固和喷护措施进行边坡防护。图 4 与图 5 分别为两种开挖方案。GEOPAK Site 给出原方案的挖方工程量为 89 869 m³,优化方案的挖方工程量为 7 806 m³,两者相差悬殊;即使优化方案在高程 937.00 m 以下的直立开挖段需采取更多的临时支护措施和更高要求的边坡防护措施,但相比于原方案仍显著地降低了工程投资。图 6 为上述两种方案 A-A、B-B 的典型剖面图。

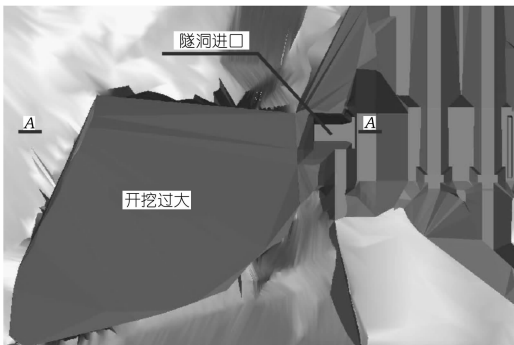


图 4 隧洞进口原开挖方案

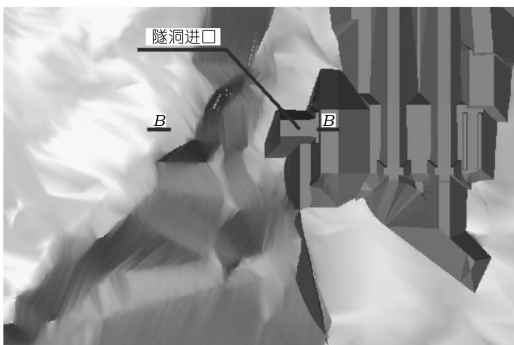


图 5 隧洞进口优化后开挖方案

2.3 成果整理

GEOPAK Site 开挖设计完毕之后,需要进行成果整理:① 切取所需开挖剖面图,因为 GEOPAK Site 储存了三维开挖的所有信息,所以可以在任何所需位置切出开挖剖面图;② 进行相应尺寸、高程标注。根据整理成果即可绘制开挖平面图和剖面图。

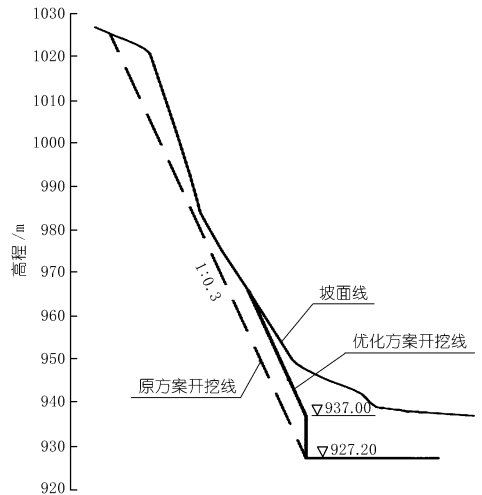


图 6 开挖方案典型剖面对比

3 结语

运用 GEOPAK Site 进行开挖图辅助设计具有如下优点:

(1) 制图准确、高效。通过软件自身算法与计算机运算能力的结合,在保证开挖图中各种边界线、坡线准确性的同时,使得开挖过程更加高效。

(2) 开挖自动化程度高。开挖图的传统绘制过程中,对于放坡边界线往往需要人工计算,即便是借助 ZDM 等插件,也难以放出高程渐变坡底线的坡顶线,GEOPAK Site 则能够自动进行这些工作,将设计者从繁琐的计算中解放出来。

(3) 便于优化设计。通过修改放坡坡比参数能够即时查看放坡边界、工程量、开挖剖面情况,相较于传统方法,更便于优化设计。

(4) 成图方便。传统绘图方法,往往需要设计者同时画出开挖平面图、开挖剖面图,而 GEOPAK Site 辅助设计过程中,平面开挖图、剖面开挖图均可在 GEOPAK Site 中自动生成,仅需适当标注即可满足设计出图要求。

(编辑:赵凤超)

(下转第 66 页)

