

# 基于 Civil 3D 的水利水电工程施工总布置三维设计

缪正建,王曙东

(长江勘测规划设计有限责任公司,湖北 武汉 430010)

**摘要:**针对水利水电工程施工总布置系统复杂而又设计繁琐的特点,提出了基于 Civil 3D 的水利水电工程施工总布置三维设计方法,包括三维地形建模、枢纽导流建筑物建模、料场渣场建模、施工场地建模与施工道路建模等等。该方法简单实用,模型数据间动态关联,可以实时调整更新,而且计算结果能三维可视化。工程应用表明,利用该软件能够明显提高设计效率,减少设计出错,具有广阔的应用前景和实用意义,可为水利水电工程施工总布置设计提供新思路,满足不同规模工程的设计需求。

**关 键 词:**施工总布置; 三维设计; Civil 3D; CATIA; 水利水电工程  
**中图法分类号:** TP391      **文献标志码:** A      **DOI:**10.16232/j.cnki.1001-4179.2015.S1.044

AutoCAD Civil 3D 软件(简称 Civil 3D 软件)是一款专业的三维设计软件,支持利用建筑信息模型(BIM)进行土木工程设计及文档编制。该软件具有提供场地规划、道路设计、排水管网设计等强大功能,被广泛应用于勘察测绘、土地规划、道路交通、水利水电等工程领域。

水利水电工程施工总布置是一项复杂的系统工程,涉及勘测、规划、厂房、施工等设计专业,设计流程与专业协调非常复杂。因此,本文综合考虑了 Civil 3D 软件的功能特点,提出了水利水电工程施工总布置三维设计方法,在实际应用中取得了一定的成果。

## 1 总体研究思路

目前基于 Civil 3D 软件的水利水电工程施工总布置三维设计研究很少<sup>[1]</sup>,本文尝试提出其总体研究思路,如图 1 所示。

## 2 三维设计方法

### 2.1 三维地形建模

三维数字地形模型是整个三维设计的前提与保证,也是后期三维模型挖填布尔运算的基础。因此,三维地形模型的精度直接决定了整体三维模型的精度。

Civil 3D 软件具有强大的曲面建模功能,采用不

规则三角网法(TIN)建立三维地形曲面,能够很好地满足工程要求。其建模过程如下:首先获取原始地形数据(原始地形点、等高线、地形特征线、边界线等),然后通过“创建曲面-定义-地形数据”的命令流快速添加原始地形数据来生成三维地形曲面,最后可以通过软件中自带的“对象查看器”功能,检查其合理性和有效性,生成的三维地形曲面如图 2 所示。

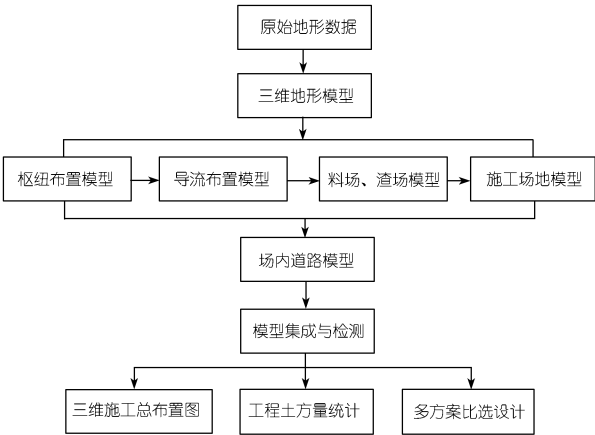


图 1 总体研究思路

由于水利水电工程施工总布置区域往往很大,覆盖面积可达十几平方千米,因此原始地形数据存储量比较大,势必会影响三维地形曲面模型的存储量和建



(1) 垫座处理措施对拱坝的切向拉应力影响不大,设置垫座后拱坝的切向压应力略有增大,但垫座厚度的变化仍然对切向压应力影响不大。

(2) 垫座处理措施对拱坝的垂向应力影响明显。深槽经过垫座处理后,增大了坝体与坝基岩体的接触面积,垂向拉应力和垂向压应力均有较大程度的减小。

(3) 随着垫座厚度的增加,拱坝垂向拉应力越来越小。当垫座厚度增加到 3 m 后,垫座厚度对拱坝垂向应力影响趋于平缓,说明垫座厚度约为 0.3~0.4 倍深槽宽度是既经济又安全的尺寸。

(4) 混凝土垫座与浆砌石垫座相比,能够更快地减小坝体的垂向应力,处理效果更好。因此,对于浆砌石拱坝,设置混凝土垫座较浆砌石垫座更优。

(5) 从拱坝裂缝的角度来说,设置垫座对于减小拱坝垂向应力更为有利。

### 4 坝基深槽深挖回填混凝土

本文将原有深度 40 m 的深槽软弱带开挖 20 m 后,将此 20 m 深度的深槽用混凝土置换,然后进行坝体应力计算,计算结果见表 3 和表 4。

表 3 深槽回填混凝土拱坝主应力 MPa		
工况	最大主拉应力 $S_1$	最大主压应力 $S_3$
无深槽	1.92	-6.08
深槽宽度 7m	2.97	-7.37
深槽置换混凝土	1.43	-5.78
应力位置	拱冠上游面	拱冠下游面

(1) 进行深槽回填混凝土处理以后,拱坝的主拉应力和主压应力与深槽 7 m 情况对比,应力值有了明显的降低。即使与坝基无深槽情况对比,回填混凝土

措施的主拉应力也低于无深槽情况,这说明深槽回填混凝土是一种效果较好的处理措施。

表 4 深槽回填混凝土拱坝正应力 MPa				
工况	切向正应力		垂向正应力	
	最大值	最小值	最大值	最小值
无深槽	0.269	-2.91	1.04	-4.45
深槽宽度 7m	0.132	-2.68	2.62	-5.35
深槽置换混凝土	0.443	-3.19	0.792	-4.92

(2) 与深槽情况对比,坝基深槽置换混凝土以后,坝体的切向正应力有所增加,但是切向应力值仍小于坝体允许应力值,同时坝体的垂向正应力有所减小。这说明坝基条件的改变使拱坝的应力出现了调整,深槽置换措施减小了坝体梁向应力,增大了拱向应力。

### 5 结 语

本文首先参考了实际工程数据,建立了拱坝和地基的三维有限元模型,并且针对深槽分别模拟了垫座处理和深槽回填混凝土的处理措施及其效果。处理效果表明,深槽回填混凝土处理效果最好,其次是设置垫座。对于设置垫座,混凝土垫座的处理效果要比浆砌石垫座好,而且垫座厚度为 0.4 倍深槽宽度最为经济合适。

#### 参考文献:

[1] 祁庆和. 水工建筑物(第三版)[M]. 北京:中国水利水电出版社, 1997.  
[2] 刘云贺,张伯艳. 带垫座拱坝的静动力分析[J]. 土木工程学报, 2004,(11).  
[3] 胡云明. 二滩水电站拱坝坝基处理[J]. 水电站设计,1996,(6).

(编辑:郑毅)

(上接第 138 页)

可以检测各专业间的设计衔接问题,避免出现设计错误,而且可以直观全面了解工程的总体布置情况。

### 3 结 语

水利水电工程施工总布置是一项复杂的系统工程,本文提出了基于 Civil 3D 软件的水利水电工程施工总布置三维设计方法,包括三维地形建模,枢纽、导流建筑物建模,料场与渣场建模,施工场地建模,以及场内施工道路建模等。利用该软件能够为水利水电工

程施工总布置设计提供一种先进的设计方法和技术手段,大大提高工作效率,减少设计错误。

#### 参考文献:

[1] 杨宏斌. BIM 在水电工程施工总布置设计中的应用[J]. 工程质量,2013,31(3):8-11,23.  
[2] 王进丰,李小帅,傅尤杰. CATIA 软件在水电工程三维协同设计中的应用[J]. 人民长江,2009,40(4):68-70.  
[3] 王雯珏. Civil 3D 在电厂总图道路设计中的应用[J]. 武汉大学学报:工学版,2013,46(S1):5-8.

(编辑:郑毅)