

## 基于 BIM 技术的面板堆石坝施工管理研究

尹博韬

中工武大设计研究有限公司, 湖北 武汉 430000

**[摘要]** 施工过程中出现的问题不能有效预测, 造成施工缓慢, 工期延长。基于 BIM 技术和三维模拟软件 Navisworks 对面板堆石坝的施工过程进行动态模拟, 设定不同评价指标将 BIM 技术的应用情况采用灰色系统理论进行评价。结果表明: BIM 技术可以很好地应用于面板堆石坝的施工管理中, 并且技术应用的成熟度较高, 可有效提高工程施工效率。

**[关键词]** 面板堆石坝; BIM; 施工管理; 灰色系统

DOI: 10.33142/hst.v2i3.858

中图分类号: TV511

文献标识码: A

### Research on Construction Management of Face Rockfill Dam based on BIM Technology

YIN Botao

Zhonggong Wuda Design and Research Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430000, China

**Abstract:** The problems in the construction process can not be effectively predicted, resulting in slow construction and extension of the construction period. Based on BIM technology and 3D simulation software Navisworks, the construction process of face rockfill dam is simulated dynamically, and the application of BIM technology is evaluated by grey system theory according to different evaluation indexes. The results show that BIM technology can be well applied to the construction management of face rockfill dam, and the maturity of technical application is high, which can effectively improve the construction efficiency of the project.

**Keywords:** face rockfill dam; BIM; construction management; gray system

#### 引言

BIM (Building Information Modeling) 是由 Chuckm. Eastman<sup>[1]</sup> 在 1975 年提出的一种集数字化、信息化于一体的新型建筑信息模型, 在实际的优化设计、工程建设、施工管理、工程咨询等方面有广泛的应用。随着 BIM 的广泛应用, 国内外对 BIM 越来越重视对其研究越来越多, 在欧美国家尤其明显。例如将 BIM 用于工程项目的智能化管理; Kymmel<sup>[2]</sup> 提出将 BIM 作为实现项目构建、规划、施工、运行、管理为一体的三维模型; 另外 BIM 还可用于进行不确定性分析对项目进行评估, 进而降低工程的成本, 更加有效进行管理。在 21 世纪初期 BIM 技术逐渐在我国开始流行, 虽然时间较短, 但是对于 BIM 的研究发展速度还是较快。2011 年住建部明确要加强 BIM 在工程中的应用, 陆续制定了相关标准规范, 但是对于实际应用, 还是比较缺乏<sup>[3]</sup>。本文在此基础上将 BIM 技术应用于常见的面板堆石坝, 研究其在面板堆石坝施工进度管理中的应用, 为工程的实际建设提供理论依据。

#### 1 模型建立

本文的研究是在一个水利工程项目的基礎上进行的。研究对象包括蓄水池、工厂车间、供水系统和其他的辅助设施。水库面积为 124 平方公里, 水位为 541.60 米, 水泥坝的高度为 101.9 米, 水面斜率为 1:1.5。

表 1 坝前特征水位

设计洪水水位(m)	正常高水位(m)	防洪限制水位(m)	死水位(m)
541.6	541.6	531.6	514.6

根据基本项目信息对建筑过程进行视觉模拟, 并对施工进度进行管理, 首先, 设计了建筑信息模型的组织结构, 结合水利工程的项目实际尽可能的优化人力资源。建筑信息模型小组主要包括工程师、技术研究小组、应用开发小组、技术支持小组、系统管理小组、数据维护小组等团队组成, 建筑信息模型的组织框架如图 1 所示。

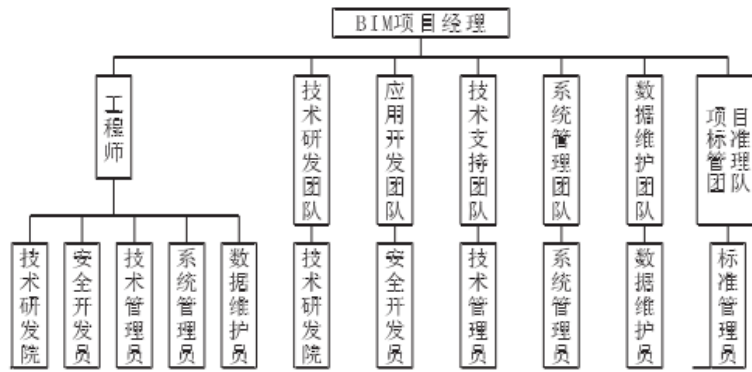


图1 BIM组织结构图

根据工程地质材料采用 Civil3D 软件进行地形三维建模，见图2。

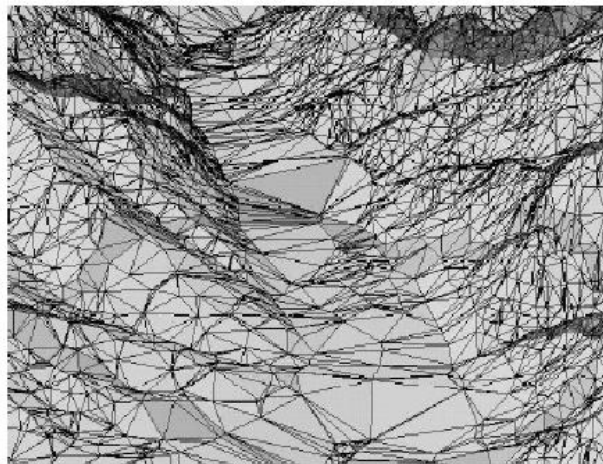


图2 三维地形图

根据该水利项目的地形图，构造了一个三维模型，该模型分为多个区域：垫层区、堆石区、反滤层、坝面防护、防渗区等等。视情况而定，把水利项目相应的数据输入建筑信息模型软件当中，根据技术分析来构建水利项目的三维模型<sup>[4]</sup>。该项目需要 7690 000 立方米的挖掘工作、298 000 立方米的混凝土、94 000 立方米的过渡材料、49 000 立方米的垫层填充材料、10 500 立方米的填充砂浆、67 000 立方米的砾石和其他需要的辅助材料。图3说明了利用3D模型软件制作的建筑信息模型。

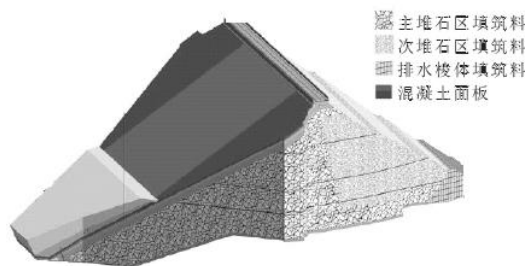


图3 面板堆石坝 BIM 模型

## 2 施工进度三维动态模拟

根据水利项目的一般施工建造的过程，应确定项目的施工关键节点和施工的工期进度情况<sup>[5]</sup>。在建造过程中，水坝主体由不同部分组成：水坝的地基需要优先确定并施工建造，然后完成拦截构造和下趾板结构。然后填充下垫层和过

渡区,在填充堆石主体时,最好将大体积的石头有限使用,按照体积的大小依次填充,最终填充最小的沙石,应用混凝土可以在填充过程中予以加固,填充完成后进行面板的浇筑,最后进行周边附属设施的施工。具体见图4。

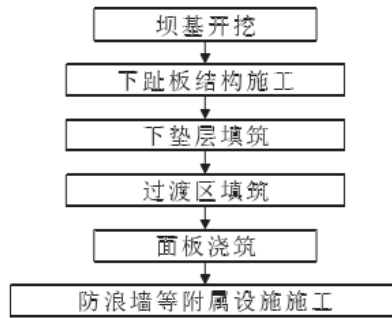


图4 简易施工流程图

一旦确定了水利工程的施工建造过程,就可以进行三D的动态模拟了。并且使用相关的三维处理软件模拟水坝坝体的整个施工建造的全过程。在建造过程中,水坝的堆石需要应用平起的方法,使水坝的表面能够与相对平坦的结构始终保持应力平衡<sup>[6]</sup>。图5显示了用于水坝主体铸造演示过程的建筑信息模型技术。建筑水利工程可以使用图5的模式进行实际的施工建造工作,注造过程按图4的结构图进行。在水利工程项目的实际施工建造中,整个项目可以进行合理的拆分,以便不同的项目同时施工,缩短水利工程的建造工期,降低施工成本。

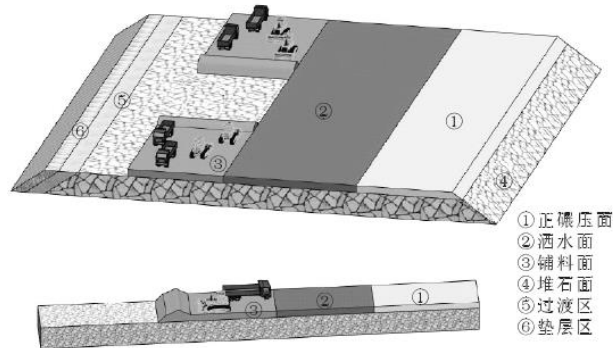


图5 BIM技术在坝体施工中的预演

Navisworks 软件经过可视化、分析后启动了自我检查后的建造过程的仿真动态模拟。如果在上一个周期引入的标准规格中出现错误,则发出错误通知。如果错误太大,则这个可视化的模拟过程就会被种植,直到修改错误后再重复进行模拟,因此,建筑信息模型技术将不同专业的人员与围绕水利工程构造的工作内容相结合,该模拟系统可以分阶段以不同的方式执行已确定的仿真模拟建造程序,在模拟建造的环节,软件中呈现的不同的颜色代表不同的工程部件,建筑信息模型技术系统自动检查相关的模拟建造程序,如果建造程序中隐含着可能影响工程安全重大错误,该系统将迅速提供错误信息,以便及时进行调整,便于建造方案可以得到整体优化,从而提高水利项目的建造施工效率,保障水利工程的安全和良好性能。

### 3 采用灰色系统理论进行评价

建筑信息模型技术在面板堆石坝建造中的应用,由灰色系统理论进行科学合理的评估。建筑信息模型的成熟度可分为五个层次:初始层次、可重复层次、定义层次、管理层次和优化层次。随着建筑信息模型信息的逐渐丰富和改进,该项目的成熟程度将逐渐提高,表明该项目的预期成果正在接近实际成果。根据建筑信息模型的成熟模型,图7显示了用于构建建筑信息模型信息成熟模型的评估系统。它主要分为三类:信息因素、组织因素和交互方式因素,并按每一类因素进行了详细的分类。

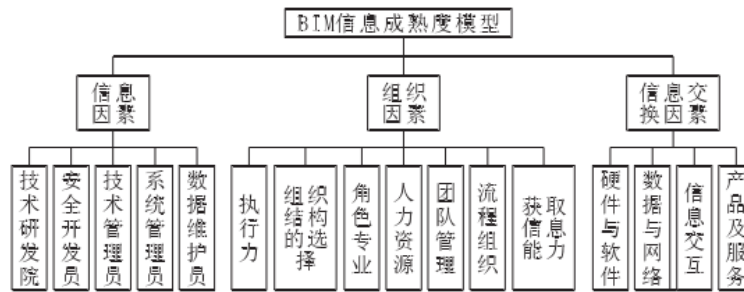


图 7 BIM 信息成熟度模型指标评价体系

评价体系为 10 分制，表 2 为具体的评分标准，表 3 为本项目邀请的 10 位专家打分评价。

表 2 评分标准

分值	$9 \leq d < 10$	$7 \leq d < 9$	$5 \leq d < 7$	$3 \leq d < 5$	$1 \leq d < 3$
等级	优先级	管理级	定义级	重复级	初始级

表 3 专家打分评价矩阵

	U <sub>11</sub>	U <sub>12</sub>	U <sub>13</sub>	U <sub>14</sub>	U <sub>15</sub>	U <sub>21</sub>	U <sub>22</sub>	U <sub>23</sub>	U <sub>24</sub>	U <sub>25</sub>	U <sub>31</sub>	U <sub>32</sub>	U <sub>33</sub>	U <sub>34</sub>	U <sub>35</sub>
E <sub>1</sub>	6	5	7	5	7	5	8	6	9	8	5	8	6	7	8
E <sub>2</sub>	6	8	6	5	5	6	6	6	6	5	4	6	6	5	5
E <sub>3</sub>	8	6	6	4	6	6	6	8	6	6	8	6	8	6	6
E <sub>4</sub>	6	6	8	8	6	6	8	8	8	6	7	6	8	6	6
E <sub>5</sub>	5	8	8	7	10	8	8	6	8	8	5	8	6	8	8
E <sub>6</sub>	5	8	6	6	6	8	6	7	8	8	4	8	7	8	7
E <sub>7</sub>	6	6	7	5	6	6	7	5	6	6	5	6	6	6	7
E <sub>8</sub>	5	7	7	6	8	7	6	4	7	7	4	7	9	7	6
E <sub>9</sub>	6	8	5	8	8	5	3	8	6	5	8	6	8	6	7
E <sub>10</sub>	6	4	6	9	9	2	2	7	9	8	7	9	8	6	5

由灰度及白化函数得出灰色模糊评价矩阵 R，参考序列 U<sub>0</sub> 如下：

$$R = \begin{bmatrix} 0.25 & 0.31 & 0.29 & 0.29 & 0.33 & 0.29 & 0.32 & 0.31 & 0.42 & 0.31 & 0.28 & 0.26 & 0.22 & 0.26 & 0.30 \\ 0.36 & 0.34 & 0.39 & 0.37 & 0.39 & 0.36 & 0.39 & 0.38 & 0.41 & 0.38 & 0.38 & 0.36 & 0.31 & 0.36 & 0.38 \\ 0.36 & 0.33 & 0.30 & 0.33 & 0.28 & 0.35 & 0.28 & 0.30 & 0.16 & 0.31 & 0.33 & 0.38 & 0.33 & 0.31 & 0.32 \\ 0.02 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.13 & 0.60 \end{bmatrix}$$

$$U_0 = \{10, 9, 9, 9, 10, 9, 9, 9, 9\}$$

对 U<sub>0</sub> 进行相关计算，令分辨系数为 0.5，可以得到关联系数如下：

$$\xi_1(1) = \frac{0 + 0.5 \times 8}{4 + 0.5 \times 8} = 0.5$$

对关联度进行归一化处理得出评价指标的权重集合为：

$$W = (0.056, 0.057, 0.058, 0.062, 0.061, 0.057, 0.062, 0.048, 0.051, 0.063)$$

模糊评价矩阵为：B = W × R = (0.334, 0.368, 0.287, 0.011)

系数调整矩阵 A 为:  $A = (10, 7, 5, 2)$

最终得出评价系数为:

$$Q = BA^T = (0.334, 0.368, 0.287, 0.011) \begin{pmatrix} 10 \\ 7 \\ 5 \\ 2 \end{pmatrix} = 7.38$$

#### 4 结论

本篇文章主要论证阐述建筑信息模型技术和 Autodesk Navisworks 模拟软件应用于面板堆石坝, 以良好高效的管埋水利工程项目的施工进度和效率, 从而能够动态地管理面板堆石坝的施工建造, 并根据可能出现的建造问题提出优化处理意见, 从而提高了水利工程项目的建筑质量和效率。使用灰色信息系统评估建筑信息模型技术应用的方法, 估价系数为 7.38, 相当于“管理级”, 表明建筑信息模型技术在水利工程的项目建造施工中已经得到了普遍的成熟的应用。其中还需要注意的是应用程序要求加强建筑信息模型技术平台的管理, 以便优化工程建设的效率。

#### [参考文献]

- [1] 李义模. 面板堆石坝大坝填筑施工技术及其质量控制要点分析[J]. 黑龙江水利科技, 2018, 46(10): 164-165.
- [2] 娄立广. 混凝土面板堆石坝病害特点及其除险加固分析[J]. 建材与装饰, 2018(42): 277-278.
- [3] 宿生, 李晓伟. 面板堆石坝施工期反渗水问题及处理措施研究[J]. 水利规划与设计, 2018(10): 191-195.
- [4] 刘兴宇, 储昌成. 阳胆溪水库工程面板堆石坝溢洪道方案比选分析[J]. 冶金与材料, 2018, 38(05): 7-8.
- [5] 徐耀, 郝巨涛. 混凝土面板堆石坝面板接缝止水技术的发展与展望[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2018, 16(05): 457-465.
- [6] 朱安龙, 廖洁, 沈超敏, 姜忠见, 刘斯宏. 大角度折线型高面板堆石坝三维数值模拟分析及应用[J]. 华北水利水电大学学报(自然科学版), 2018, 39(05): 45-52.
- [7] 胡清焱, 邓斌, 王抗, 李锐. 老挝南立 1-2 水电站面板堆石坝面板混凝土施工技术[J]. 四川水力发电, 2018, 37(05): 23-25.

作者简介: 尹博韬, (1993-), 助理工程师, 本科。