第29卷第6期 水资源与水工程学报 Vol. 29 No. 6
2018年 12月 Journal of Water Resources & Water Engineering Dec. ,2018

DOI:10.11705/j. issn. 1672 -643X. 2018. 06. 22

基于 BIM 与 VB 技术的水闸模型信息应用

姜 楠, 刘永强
(河海大学 水利水电学院, 江苏 南京 210098)

摘 要: 针对三维模型应用与实际工程施工之间存在脱节问题,为解决模型信息提取繁琐、施工工程变更不易修改、操作工序复杂等不足,以实现三维模型信息更好地服务于水利工程施工为目标,采用 BIM 与 VB 技术,以实际水闸工程为例,对水闸进行族参数建模,动态提取需要的施工图纸并通过二次开发对模型的工程量进行提取并编制工程概算。其次,利用 VB 技术编程,设计建立施工资源配置窗口,以上述工程概算中的数据为基础,完成施工进度图和人材机计划表的动态生成。最后,形成建模、图纸、概算、施工进度及人材机计划五位一体的模型信息应用系统,从模型信息的提取、处理至共享,实现三维模型信息的动态关联和追踪,对水闸三维建模与模型信息在施工中的应用进行了初步探索。研究表明:BIM 与 VB 技术相结合对有效提高水利工程施工进度管理和进一步提升水利工程施工效率均有较好的适用性和实用性。

关键词: 三维建模; 二次开发; BIM; VB 编程; 施工控制; 信息追踪; 施工管理
中图分类号:TV512 **文献标识码**: A **文章编号**: 1672-643X(2018)06-0145-06

Application of sluice model information based on BIM and VB

JIANG Nan, LIU Yongqiang
(*College of Water Conservancy and Hydropower Engineering*, *Hohai University*, *Nanjing* 210098, *China*)

Abstract: Aiming to solve the disconnect problems between 3D modeling and the construction of the actual engineering, such as the difficulty of the extraction of model's information, the difficulty to modify the changes of the engineering and the complexity of the process of construction, this paper chose the technology of BIM and VB to make the information of 3D modeling better serve the construction. First, according to an actual sluice project, we extract the needed construction drawings and make the project budget through the secondary development of Revit after building the model's family parameters of the sluice. At the same time, we use VB technology to design the window for the configuration of the construction's resources to exert the chart of the construction's process dynamically on the base of the data from the budget we made before. Finally, we can build an application system that modeling, drawings, budget, construction process and the plan of manual work, materials and machinery will be included, in which we can make a preliminary exploration on how to use the information of 3D modeling in the construction of the sluice project, from the collection, management to the share of the information to realize the dynamic correlation of 3D modeling. According to the research, the combination of VB and BIM will effectively improve the management of the construction schedule and further improve its efficiency, which has a great applicability and practicability.

Key words: 3D modeling; secondary development; BIM(Building Information Modeling); VB programming; construction control; message tracking;; construction management

1 研究背景

在当今大数据的时代背景下,随着全国信息化产业的快速发展,各个行业都在进行对信息化的研究,传统的图纸和二维建模已经不能满足当今社会的发展,实现工程的信息化资源共享,对提升建设工

收稿日期:2018-05-23; **修回日期**:2018-07-23
基金项目:江苏高校优势学科建设工程项目
作者简介:姜 楠(1995-),女,山东龙口人,硕士研究生,主要从事水利水电建设与管理、BIM 技术与造价管理研究。
通讯作者:刘永强(1970-),男,甘肃定西人,博士,副教授,硕士生导师,主要从事水利工程施工和工程项目管理研究。

程项目管理水平有着重要意义。其中建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)这项全新的技术目前在土木建筑领域已经有了广泛成熟的应用,但在水利行业中,目前相关的 BIM 研究大多处于初步设计阶段,施工阶段中 BIM 的应用鲜少提及,大多数的 BIM 应用是将模型与信息分离开的,造成了信息应用的脱节。

关于 BIM 在水利工程中的应用,龙潜等[1]对水利工程整体的 BIM 应用现状做了研究,马飞等[2]对侧重研究 BIM 与 SQL 数据库融合后的安全管理情况做了研究,王明明等[3]对水利工程应用 BIM 的障碍做了简要概述,孙少楠等[4]对 BIM 在水利工程中的应用点做了简要概述,为水利工程建设提供参考,王明明[5]利用 Navisworks 将土石坝模型与施工进度计划相关联,建立土石坝施工 BIM 模型,对 BIM 在水利工程施工中的应用做了探讨。Ahmad 等[6]认为 BIM 可以规避多种风险,但同时也会带来诸多风险。Hattab 等[7]探讨了 BIM 采用是否能同时考虑社会互动机制和信息流动态,从而改善设计工作流程的问题。MA Zhiliang 等[8]探讨了 BIM 在施工质量管理中的可靠性和有效性。LI Meng 等[9]通过 BIM 对施工自动安全风险识别进行了探讨。Nizam 等[10]对基于 BIM 的建筑评估工具进行了研究探索。MA Zhiliang 等[11]基于本体论和自由平台对 BIM 的快速开发做出了相关研究。Ham 等[12]做了基于 BIM 的建筑误差分析。LIAO Longhui 等[13]对基于 BIM 的工程人员管理进行了研究。Rock 等[14]为业主方开发了 BIM 管理模型等。

通过对文献的阅读与深入的思考,可以发现,现今水利行业对 BIM 的研究十分有限,大多数停留在 BIM 在水利行业发展的整体性综述和概论上,细致深入的应用研究较少,关于施工进度控制方面的应用大多数停留在理论层面,而且大多数 BIM 相关操作具有单一性而缺乏动态性,无法形成一个动态管理的平台机制。

针对以上水利行业 BIM 应用的不足之处,本文以一个实际水闸工程为例,首先采用 Revit 族参数建模,对工程量、图纸、3D 漫游等模型信息进行初步提取和汇集。其次,在 Visual Studio 平台,采用 VB 编程对 Revit 软件在三维族建模的基础上进行二次开发,对提取的信息进行处理。最后,以 BIM 技术与 VB 语言为依托,建立 BIM - VB 施工进度与人材机资源配置的动态管理窗口,通过提取工程概算表中的人材机数据,动态生成施工进度图与人材机计划表,将模型与信息结合,为设计方和施工方提供一个共享的信息平台,以对水利工程模型的信息应用进行有效的探索,提高工程效率,减少设计单位和施工单位之间的沟通问题等,信息管理流程大致如图 1 所示。

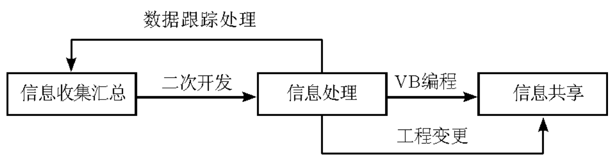

图 1 信息管理流程图

2 基于 BIM 与 VB 的模型信息应用系统

为解决水利工程施工中工程变更等问题,在 Revit 建模时,本文采取族模型,在后期工程的尺寸改变时可直接在属性窗口修改尺寸,生成的图纸和工程量也会随之改变,不必重新建模。鉴于 Revit 软件系统本身的局限性,本文基于 Visual Studio 平台通过 VB 编程对 Revit 进行二次开发,可在程序设置中直接对提取的工程量进行预处理,利于工程概算的编制。结合上述流程,基于 VB 编写的程序代码,创立施工进度与人材机资源计划配置的窗口。从上述已完成的工程概算表中提取工程单价中的人材机资源消耗量,按照概算中的分部分项工程表,在设计好的窗口中输入工期等时间要素,生成该工程的施工进度图、横道图和人材机计划表,使生成的内容可以根据模型信息的改变而改变,达到“一处动则处处动”,有效实现模型信息的动态应用,模型信息应用流程如图 2 所示。

3 工程实例

3.1 工程概况

某水闸工程位于安徽省阜阳市的淮北大堤上,建筑物等级为 1 级,该排水闸兼有挡洪和蓄水功能,水闸共 7 孔,单孔净宽 5 m,顺水流方向长 18 m,闸室型式为胸墙式,采用双层平面钢闸门挡水,下层门采用卷扬式启闭机启闭,上层门采用螺杆式启闭机启闭,闸室两岸上下游均设置挡土墙与两岸连接。该闸闸室总净宽 35 m,底板顶高程 18.16 m,底板厚 1 m。闸室中间三孔一联,其余两孔一联[15]。

3.2 参数化建模

在工程的设计和施工过程中,设计和施工单位都需要大量的平面图和剖面图,有时还要随着工程的变动,对相应的一系列图纸进行改进。本文根据

已有的地形图纸和水闸主体工程图纸,对该水闸的主体工程和地形进行三维建模,既能形象直观地展示工程的情况,更能根据实际工程尺寸的变更,对参数化模型进行调整,而改正后的尺寸也可以自动在图纸中展示出来,减少了大量的工序。三维参数建模的流程图如图 3 所示,最终的主体工程模型与开挖后地形模型的相互安置如图 4 所示。

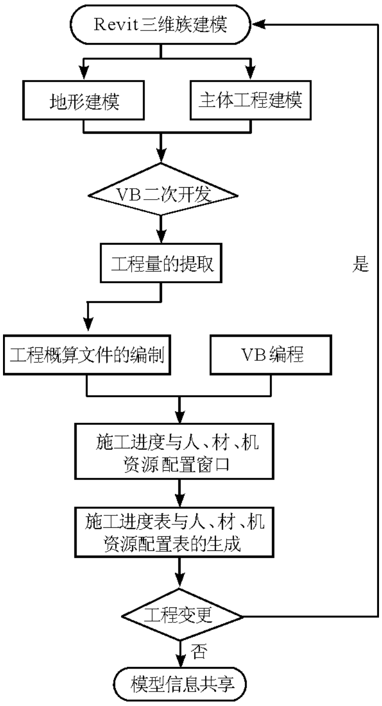

图 2　模型信息应用系统流程图

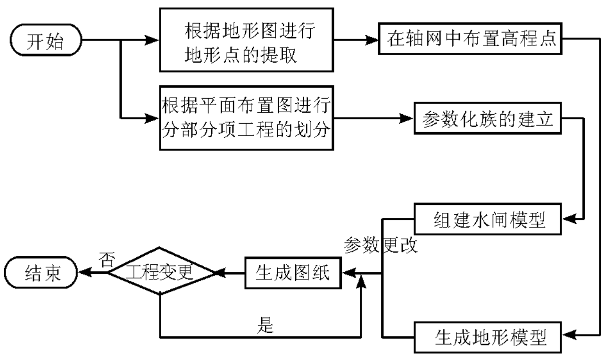

图 3　三维参数建模流程图

3.3　信息提取与预处理

3.3.1　VB 二次开发　Revit 软件具有导出工程量的功能,但是针对水闸工程这种工程量相对较为复杂的工程,导出的工程量不易处理。为了对所提取的工程量数据进行预处理,本文通过 VB 编写二次开发程序,生成 Excel 表格进行工程量统计以备后期的数据运用。

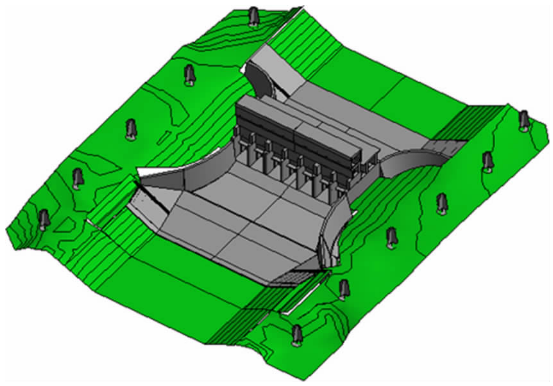

图 4　水闸工程与地形三维模型

此项程序是在 Visual Studio 2012 软件上实现的,在 VB 编程界面中添加 Revit API 和 Revit APIUI 等引用,然后对二次开发工程量统计的代码进行编写,资源管理界面如图 5 所示。通过程序的编写,将代码与相关的工程概算表格地址相关联,导入 Revit 后可以导出相关工程量的相应属性如“标记”“注释”“体积”“净剪切填充”等,以此达到对工程量信息的预处理。在完成程序的编写后,将程序相关的 addins 文件插入 Revit 的地址文件中,即可完成 Revit 的二次开发。

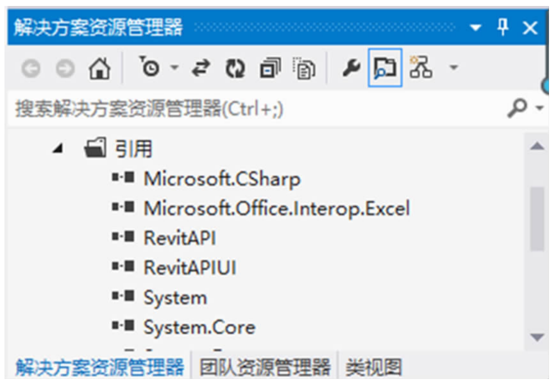

图 5　资源管理器界面图

3.3.2　工程概算的编制　工程概算是工程成本控制的重要指标,高效准确地编制工程概算对于工程的进展有着重要的意义,如果使用已有的概预算方法,当材料的价格发生改变时,概预算就需要进行重新计算。

本文基于二次开发后预处理的工程量,结合国家规定的相关概算编制规范,编制工程概算 Excel 表格,实现概算各部分的联动性。任意改变材料的价格,总概算也会随之改变,减少了工程变更带来的繁琐工序,提升了概算编写的效率,并为后续信息处理提供了数据支撑,在模型信息应用系统中起到

“承上启下”的衔接作用。

3.4 信息的处理与共享

3.4.1 *界面设计* 对于界面的参数设计,主要分为两类:第一类是时间参数,反映了该工程计划的进度,包括开工日期、竣工日期,以及可以根据前两项参数自动导出的总工期数;第二类是控制参数,如图 6 界面第二行所示的控制按钮,编写相应的控件代码将时间和相关的概算数据衔接,导出需要的进度表、横道图和资源计划表。这些参数的设置都是环环相扣的,在完成工期的设置后,能根据衔接的概算数据动态生成相应的配置内容。同理,在工程进度发生变更后,施工进度表、横道图和资源计划表也会随之进行改动。

3.4.2 *VB 程序编写* 在 Visual Studio 中选择相应的 VB 编程界面添加相关引用。先插入两个 Date Time Picker 的控件来显示日期,在上方插入两个 label 进行标记时间点,然后插入一个 Button 控件并编辑控件的程序为完工日期与开工日期的差值,将计算的天数放于后方的“总工期”控件中。在左上角通过“Tool Strip Menu Item”控件设置下拉菜单分别为“新建工程”,“打开工程”,“已有工程”,实现对相关概算文件的引用,在上述已建立的控件下方插入 3 个 Button 控件,分别命名为“生成进度表”、“生成横道图”、“生成资源计划表”,并在每个控件上编写程序,操作界面如图 6 所示。

3.4.3 *施工资源计划的生成* 在水利工程施工的过程中,施工进度控制十分繁琐,工程项目的变更有时会直接导致后续一系列的数据调整。在根据上述流程把模型、图纸和概算进行了动态结合后,编制 VB 程序将施工进度图和人材机计划表进行关联,以达到模型信息的进一步应用。

图 6 施工资源计划界面

程序数据来源于上述工程概算编制中的主体建筑工程概算表和工程单价分析表,在程序启动后生成的 Excel 表格中,右上方显示窗口设置的月份,本文以从 5 月至 9 月的时间点为例,输入在相应的时间段完成的工程量比例,如图 7 所示,在 5 月份的上半月需要完成上游引渠段土方开挖工程量的 50%,完成所有进度设置后需要进行保存。“生成横道图”按钮会依据上述保存过后的表格生成相应的横道图,横道图是由“ * ”组成的,其中每一个“ * ”代表着 10% 的工程量,如图 8 所示。“生成资源计划表”按钮会基于上述步骤保存的内容以及工程单价分析表中的数据生成相关的人材机资源计划表,根据相关定额内容及进度表中计划的工程量,对相应的数据进行分配,生成相应时段的人材机消耗量,如图 9 所示。

基于 VB 的施工资源窗口设置可以达到工程信息的高效共享,有效解决水利工程施工过程中的资源分配问题。在发生工程量变更及人、料、机资源配置不均等状况时,工程人员可以通过该窗口及时进行动态更新,可节省大量的人力物力,便于工程设计方、施工方和承包方的信息交流,利于工程进度的快速推进。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	某水闸施工进度表														
2	编号	工程或费用名称	单位	数量	定额编号	2017年									
3	**壹**	**建筑工程**				5月		6月		7月		8月		9月	
4	一	**主体建筑工程**				上	下	上	下	上	下	上	下	上	下
5	(一)	**上游引渠段**													
6	1	土方开挖	m^3	1757.4	10706	50%	50%								
7	2	上游右岸干砌石护坡	m^3	54.24	30017			50%	50%						
8	3	上游右岸护坡碎石垫层	m^3	15.5	30001		70%	30%							
9	4	上游干砌石底板	m^3	165.27	30019						30%	70%			
10	5	上游浆砌石基础	m^3	145.88	30032				60%	40%					
11	6	上游底板碎石垫层	m^3	40.48	30001					80%	20%				
12	7	上游左岸干砌石护坡	m^3	54.24	30017			50%	50%						
13	8	上游左岸护坡碎石垫层	m^3	15.5	30001		70%	30%							
14	9	细部构造	m^3	11.24255											
15	(二)	**铺盖段**													
16	1	土方开挖	m^3	2880.66	10706	50%	50%								
17	2	土方回填	m^3	1491.76	10465									60%	40%

图 7 施工进度表部分预览图

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	某水闸横道图														
2	编号	工程或费用名称	单位	数量	定额编号	2017年									
3	壹	建筑工程				5月		6月		7月		8月		9月	
4	一	主体建筑工程				上	下	上	下	上	下	上	下	上	下
5	(一)	上游引渠段													
6	1	土方开挖	m^3	1757.4	10706	*****	*****								
7	2	上游右岸干砌石护坡	m^3	54.24	30017			*****	*****						
8	3	上游右岸护坡碎石垫层	m^3	15.5	30001		*******	***							
9	4	上游干砌石底板	m^3	165.27	30019						***	*******			
10	5	上游浆砌石基础	m^3	145.88	30032				******	****					
11	6	上游底板碎石垫层	m^3	40.48	30001					********	**				
12	7	上游左岸干砌石护坡	m^3	54.24	30017			*****	*****						
13	8	上游左岸护坡碎石垫层	m^3	15.5	30001		*******	***							
14	9	细部构造	m^3	11.24255											
15	(二)	铺盖段													
16	1	土方开挖	m^3	2880.66	10706	*****	*****								
17	2	土方回填	m^3	1491.76	10465									******	****

图 8　横道图部分预览图

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	某水闸人工、材料、机械计划表												
2	人工/材料编号	名称	单位	2017年									
3				5月		6月		7月		8月		9月	
4	人工	工长	工时	0.00	102.91	501.24	377.92	231.37	690.49	419.48	284.44	69.32	196.03
5		高级工	工时	0.00	374.40	1059.76	356.42	739.01	3023.63	1990.56	1293.72	99.74	0.00
6		中级工	工时	0.00	1509.32	7779.65	6881.48	3095.57	5969.47	5745.84	4652.66	2239.23	16.01
7		初级工	工时	552.98	2035.34	8862.23	9003.48	3326.83	2566.80	3670.80	3738.18	3421.47	9631.90
8		合计	工时	552.98	4021.97	18202.88	16619.30	7392.78	12250.39	11826.68	9969.00	5829.76	9843.94
9	材料												
10	zc4	石子	m^3	0.00	39.92	140.14	0.00	62.66	149.26	63.97	0.00	0.00	0.00
11	zc5	砂子	m^3	104.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	sj3	M10砂浆	m^3	52.63	1.16	497.56	593.37	62.63	88.47	20.91	0.00	0.00	0.00
13	shui	水	m^3	667.57	270.40	274.07	99.53	298.62	228.91	750.39	846.35	699.45	0.00
14	zc15	块石	m^3	455.04		1520.86	1906.88	278.94	234.84	134.20	57.51	100.90	13.04
15	hnt18	C25混凝土32.5水泥2级配	m^3	425.73	94.32	296.98	136.23	412.15	207.74	0.00	0.00	0.00	0.00
16	机械												
17	1028	装载机轮胎式1.0m^3	台时	17.73	17.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	1042	推土机59.0kw	台时	9.61	9.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

图 9　人、材、机计划表部分预览图

3.5　信息动态追踪

在所构建的模型信息应用系统中,信息的动态追踪主要在以下 3 部分中进行:首先,设计方和施工方可以根据 VB 创建的施工资源计划窗口,对实际工程变更引起的信息量的改变进行更改,实现信息平台上的资源共享;其次,在对信息的处理阶段,主要是概算方面的调整、市场价等可变因素发生变化时,可直接修改相应数据后动态生成相应的进度和人材机计划表;最后,在工程信息的提取阶段,当图纸变更导致工程量发生变化时,只需修改模型相关联的族属性,对应的概算与施工信息会动态更改。通过采用 BIM 与 VB 的技术,对模型信息的动态追踪,不仅实现了大数据背景下的水利工程资源信息共享,还可以有效提升水利工程的施工管理水平。

4　结　论

为响应大数据时代号召,针对现今水利工程施工工序繁琐、工期长、管理复杂等特点,以及 BIM 技术在水利工程中的应用中虽然大力普及,但仍然存在与实际工程脱节等问题,本文以某实际水闸工程为例,利用 VB 技术,对 Revit 进行二次开发,完成对三维模型信息的提取收集、处理和共享,并基于程序设置的窗口平台,实现对模型信息的动态追踪,共有以下 3 个成果:

(1) 信息的提取收集和预处理,采用 VB 二次开发,规避 Revit 自身的不足之处,并对模型信息量进行预处理,为水利工程概算的编制提供便利。

(2) 信息的处理与共享,用 VB 代码设置施工资源配置窗口,对提取的信息进行处理,并在该平台上实现共享,通过编写程序和相关函数,实现模型、概算、施工进度、人材机计划的动态关联,有效节省施工组织管理的时间,提升施工控制效率。

(3) 信息动态追踪,通过施工资源配置窗口、概算文件、三维模型等途径,对工程信息进行定位追踪,针对材料价差、资源配置不均、工程图纸变更等工程问题,可直接进行修改,并达到与其他内容的动态关联,实现对模型信息的有效追踪和修改,提高了施工进度控制的效率。

实践证明,Revit三维建模软件在经过VB二次开发之后,在水利行业有着极好的前景,一方面代替了传统的二维图纸模式,实现了水利工程的数字化建模;另一方面通过Revit二次开发,结合VB编程的施工资源配置窗口,实现动态关联,有效减少工程变更所带来的繁琐工作量,且该信息应用系统可以在对信息进行共享的同时,实现对信息的追踪,进一步提升水利工程的设计及管理水平。另外,考虑到水利工程的复杂性和多样性,本次对模型信息应用的探索仅限于水闸工程,未来还可以对其他水利工程进行相关的探索。BIM技术应用于水利工程需要有成熟的流程和统一规范的管理体系,配合熟练技巧的从业人员,才能充分发挥BIM的价值,从而促进整个水利行业的发展。

参考文献:

[1] 龙 潜,周宜红. 我国水利水电工程中BIM技术应用现状研究[J]. 价值工程,2018,37(5):191-192.

[2] 马 飞. 基于BIM的水利工程安全监测管理系统研究[D]. 邯郸:河北工程大学,2017.

[3] 王明明,姚 勇,陈代果. 我国水利工程中BIM应用现状及障碍研究[J]. 绿色建筑,2017,9(3):53-55+60.

[4] 孙少楠,张慧君. BIM技术在水利工程中的应用研究[J]. 工程管理学报,2016,30(2):103-108.

[5] 王明明. 基于BIM技术的土石坝施工进度管理研究[D]. 绵阳:西南科技大学,2017.

[6] AHMAD Z, THAHEEM M J, MAQSOOM A. Building information modeling as a risk transformer: An evolutionary insight into the project uncertainty[J]. Automation in Construction, 2018,92:103-119.

[7] HATTAB M A, HAMZEH F. Simulating the dynamics of social agents and information flows in BIM-based design [J]. Automation in Construction, 2018,92:1-22.

[8] MA Zhiliang, CAI Shiyao , MAO Na, et al. Construction quality management based on a collaborative system using BIM and indoor positioning[J]. Automation in Construction,2018,92:35-45.

[9] LI Meng, YU Hongliang , LIU Ping. An automated safety risk recognition mechanism for underground construction at the pre-construction stage based on BIM[J]. Automation in Construction,2018,91(13):284-292.

[10] NIZAM R S, ZHANG C, TIAN L. A BIM based tool for assessing embodied energy for buildings[J]. Energy and Buildings, 2018,170:1-14.

[11] MA Zhiliang, LIU Zhe . Ontology- and freeware-based platform for rapid development of BIM applications with reasoning support[J]. Automation in Construction,2018, 90(4):1-8.

[12] HAM N, MOON S, KIM J H, et al. Economic analysis of design errors in BIM-based high-rise onstruction projects: Case study of Haeundae L Project[J]. Journal of Construction Engineering and Management, 2018, 144 (6):05018006.

[13] LIAO Longhui, EVELYN AI LIN TEO. Organizational change perspective on people management in BIM implementation in building projects[J]. Journal of Management in Engineering,2018,34(3)113-118.

[14] ROCK M, HOLLBERG A, HABERT G, et al. LCA and BIM: Integrated assessment and visualization of building elements´ embodied impacts for design guidance in early stages[C]//25th Cirp Life Cycle Engineering (LCE) Conference. Elsevier Science BV, 2018,69:218-223.

[15] 江苏省水利勘测设计研究院有限公司. 中小型水利水电工程典型设计图集:水闸分册[M]. 北京:中国水利水电出版社,2007.