

· 信息技术 ·



# 水运工程信息模型体系研究及应用

王炜正, 邹艳春, 陈青红

(中交第二航务工程勘察设计院有限公司, 湖北 武汉 430060)

**摘要:** 信息模型体系是水运工程 BIM 技术研究及应用中的重要组成部分。为解决水运工程信息模型全生命期应用过程中出现的模型层级混乱、难以管理等问题, 结合水运工程行业的特点, 对水运工程信息模型体系进行了分析研究。提出分层构建水运工程信息模型体系的思路 and 具体方法, 最后以实际项目应用为依托, 对分层构建模型体系的方法进行验证。结果表明: 分层构建模型体系的方法使模型层级结构清晰明了, 便于信息模型的规范化管理及应用。

**关键词:** 水运工程; BIM(建筑信息模型); 模型体系; 分层构建

中图分类号: U 6; F 407

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)04-0141-06

## Research and application of model system in port & waterway BIM

WANG Wei-zheng, ZOU Yan-chun, CHEN Qing-hong

(CCCC Second Harbor Consultants Co., Ltd., Wuhan 430060, China)

**Abstract:** The information model system is an important part of the research and application of BIM for port & waterway engineering. In order to solve the problems of model hierarchy disorder and difficult management in the application of BIM for port & waterway engineering throughout its life cycle, combining with the characteristics of the port & waterway engineering industry, this paper analyzes and studies the model system of port & waterway engineering BIM, puts forward the idea and specific method of building the model system for port & waterway engineering BIM in layers, and finally verifies the method of building the model system in layers based on the application of practical projects. The result shows that the hierarchical model system makes the hierarchical structure of the model clear and facilitates the standardized management and application of the information model.

**Keywords:** port & waterway engineering; BIM (building information modeling); model system; hierarchical build

建筑信息模型(简称 BIM)是建设项目物理和功能特性的数字化表达<sup>[1]</sup>, 是指创建和利用数字化模型对建设工程项目的设计、施工和运营全过程进行管理和优化的过程、方法和技术<sup>[2]</sup>。

BIM 如今已成为全球建筑行业的重要组成部分, 世界各国政府部门已开始将其作为建筑商踏入建筑业的必要条件。目前在全世界范围内, 众多有影响力的国家都在积极推进 BIM 标准的制定以及 BIM 技术的推广应用工作。

近年来, BIM 技术在国内的应用也进入快车

道, 紧跟建筑领域之后, 铁路、市政、桥梁、轨道交通、水运工程、水利等行业正大力推进 BIM 技术应用的步伐, 相关标准、指南也陆续出台。

我国水运工程行业 BIM 技术的发展和应用尚处于起步阶段, 但在政策上推进力度非常大, 2015 年 11 月, 交通运输部将 BIM 技术列为《交通运输重大技术方向和技术政策》中十大重点技术之首<sup>[3]</sup>, 大力推广 BIM 技术; 2017 年 12 月, 交通运输部发布《关于推进公路水运工程应用 BIM 技术的指导意见》, 在指导意见中提出, 水运行业

收稿日期: 2020-07-02

作者简介: 王炜正(1975—), 男, 教授级高工, 从事水运工程设计及研究工作。

要践行“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念，增强科技创新动力，推进 BIM 技术在水运工程建设管理中的应用；加快制定水运 BIM 技术应用相关标准<sup>[4]</sup>。但在水运工程 BIM 技术应用的过程中，尚未提出对模型体系层级进行统一组织，这样势必造成不同项目、不同阶段、不同参与方在模型层级组织上没有统一的认识，在模型的创建、运用和管理过程中容易出现模型层级混乱、难以管理等问题，导致模型的创建、存储以及交付方式五花八门，甚至直接影响模型信息在全生命期的共享和继承。因此，构建 BIM 模型体系对于实现 BIM 应用价值至关重要。

本文将根据水运工程项目的特点，对水运工程模型体系进行研究，提出分层构建模型体系的方法，并通过实际项目对研究内容进行验证。

1 信息模型体系构建原则

水运工程行业具备领域多、范围广、单体杂、专业繁、结构形式多样化等特点，为满足模型应用过程中的各方要求，模型体系构建需要遵循以下原则：

1)适用于水运工程各领域，包括港口工程、航道工程、通航建筑物工程以及修造船水工工程

等，实现基于 BIM 的信息模型体系层级标准化。

2)根据水运工程的特点，按照从总到分、化整为零、由浅入深的原则进行逐级递进和细化，用更直观的方式呈现各层级信息模型之间的关系，方便模型创建及多专业协同。

3)可贯穿用于模型的创建、运用和管理等过程，为模型在项目全生命期的传递和共享提供了直观、便利的方式。

4)适应不同对象的应用需求，各参与方可方便地对独立功能的区域、对象进行编辑、提取和查看，防止工作中由于管理和工作任务划分不清导致的交叉和无序。

5)综合考虑模型编码、存储及交付等 BIM 应用过程中的关键环节，提高模型创建、运用和管理的效率，提升模型的利用价值。

2 分层构建信息模型体系的方法

根据模型体系层级构建的原则，结合水运工程行业特点，总结水运工程 BIM 应用实践经验，将模型体系划分为 5 个层级，由上至下依次为项目级信息模型、单体级信息模型、专业级信息模型、构件与设备级信息模型、钢筋与零件级信息模型<sup>[5-6]</sup>。模型体系层级组织结构见图 1。

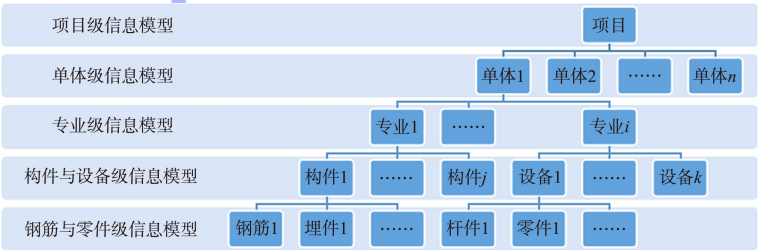


图 1 模型体系层级组织结构

2.1 项目级信息模型

项目级信息模型即项目的总体模型。是各层级模型中的总纲要领，通常在项目开始之初进行创建，是 5 个层级信息模型中最早创建、最后收尾的一个层级。

每一个项目级信息模型表达了采用 BIM 方式创建的唯一的、具有独立特征的工程项目，由两个或两个以上的单体级信息模型组成。

2.2 单体级信息模型

将项目级信息模型进一步细分，可由具有独立使用功能或能独立支持特定任务的对象组成，这类对象即为单体级信息模型，主要表现为具备独立使用功能的系统、建筑物和构筑物。

单体级信息模型按照不同功能单体进行划分，包括场地、水工建筑物、生产及生活辅助建筑物等。单体级信息模型由专业级信息模型组成。

### 2.3 专业级信息模型

水运工程项目中, 由于每个单体中包含专业的多样性, 单体对象往往需要多个专业配合完成, 专业级信息模型是表达单体级信息模型中各专业工作内容的模型。

### 2.4 构件与设备级信息模型

将单体内专业级信息模型进一步细分, 可分解成具有最小独立功能的对象, 即构件与设备级信息模型, 其表达的是单体内各专业构件、设备几何形态及其属性的信息模型。

构件与设备级信息模型不限于狭义的结构构件或工艺设备, 而要考虑到各专业表达对象的差异性。例如: 总图专业的水域、标志标线、设计地形, 航道专业的航标, 测量专业的地形地貌, 岩土勘察专业的地层、特殊地质体等也是构件与设备级信息模型对象。

### 2.5 钢筋与零件级信息模型

构件与设备级信息模型的下一级模型是模型体系的最后一个层级, 即钢筋与零件级信息模型, 是构件与设备级信息模型的最小组成单元。表达构件与设备中零部件组成, 包括钢筋、埋件、零件、螺栓等。

钢筋与零件级信息模型不限于常规的钢筋与零件, 而要考虑各专业构件与设备级信息模型最小组成单元的差异, 因此钢筋与零件级最小组成单元的对象均属于这一级别。金属结构闸阀门等钢结构的组成杆系和构件的预埋件也属于钢筋与零件级信息模型对象。

## 3 分层构建信息模型体系的应用示例

### 3.1 工程概况

某工程设计范围包括码头结构及其对应水域、后方陆域管廊带及生产辅助区域。码头建设一个 10 万吨级液体散货泊位, 每个泊位由工作平台、靠船墩、系缆墩、钢联桥、钢筋混凝土连桥、引桥和护岸组成, 后方陆域布置了办公、消防、供

电、通信、控制、动力、环保等生产辅助设施。涉及到的专业包括测量、岩土勘察、总图、航道、装卸工艺、水工结构、建筑、建筑结构、供电照明、控制、通信、给水排水及消防等。

### 3.2 模型体系组织

该项目中包括 10 个单体, 分别为水域场地、码头、护岸、陆域场地、道路堆场、变电所、综合楼、围墙、管廊和水池, 项目信息模型由这 10 个单体信息模型组成。

项目级和单体级信息模型体系层级见图 2。

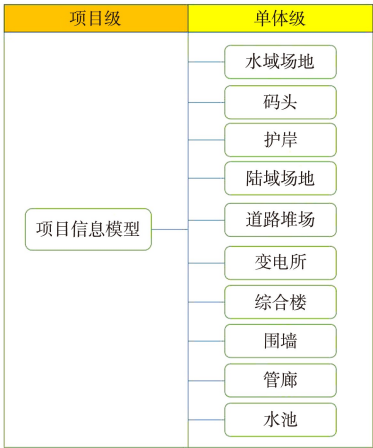


图 2 项目级和单体级信息模型体系层级

由于每个单体包含的专业不同, 所以各单体下专业级信息模型的内容也各不相同。以下举例说明单体级信息模型下体系层级。水域场地单体模型下体系层级见图 3, 码头单体模型下体系层级见图 4。

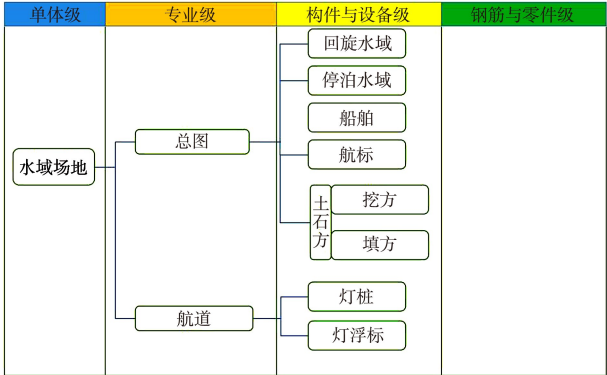


图 3 水域场地单体模型下体系层级

单体级	专业级	构件与设备级	钢筋与零件级
码头	装卸工艺	桩基	系统墩钢筋模型
	水工结构	墩台	靠船墩钢筋模型
	供电照明	横梁	引桥横梁钢筋模型
	控制	钢桥	L型钢
	通信	面板	扁钢
	给水排水	面层	槽钢
	消防	...	工字钢
	暖通		
	建筑结构		

图 4 码头单体模型下体系层级

3.3 信息模型创建

3.3.1 项目级信息模型创建

首先在 Revit 中创建一个空的项目中心文件，按照项目坐标系设置坐标，以此作为项目级信息模型的基础，各单体信息模型以链接的方式与该项目中心文件关联。

例如：岩土勘察专业根据钻孔数据、剖面数据生成三维柱状图模型，再创建地质层面围合成三维地质体模型，该地质模型是一个单体级信息模型，可将该模型链接到项目中心文件中。三维地质体模型见图 5。

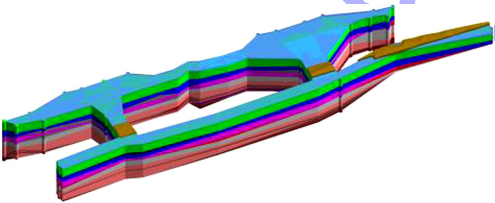


图 5 三维地质体模型

项目级信息模型是所有单体级信息模型的集成关联表达。集成后的项目级信息模型见图 6。

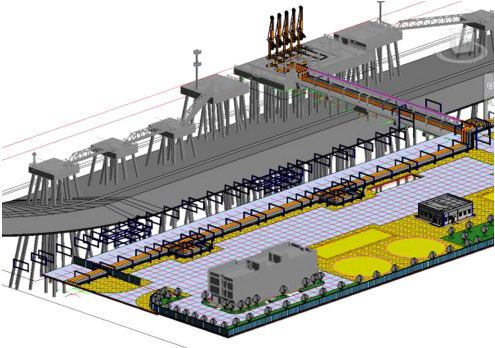


图 6 项目级信息模型

3.3.2 单体级信息模型创建

本项目包括 10 个单体，不同单体的发起专业、主导专业、参与协同专业、协同检查责任专业等均有不同，模型创建前应根据各单体特点对各专业职责进行明确。

以码头单体信息模型为例，其发起专业和主导专业是水工专业，参与协同的专业包括总图、水工、工艺、供电照明、控制、通信、给水排水、消防等配套专业，协同检查责任专业包括总图和水工。

在此基础上完成各单体信息模型的创建工作。码头单体的信息模型见图 7。

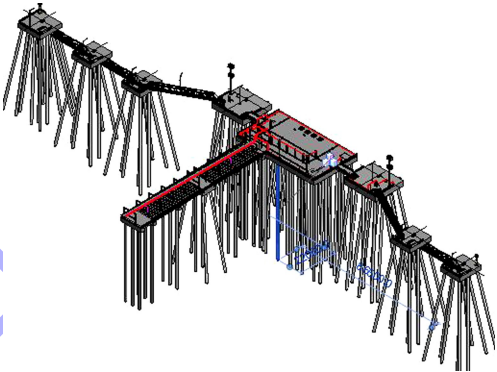


图 7 码头单体的信息模型

3.3.3 专业级信息模型创建

单体级信息模型从项目级信息模型中拆解出来后，各专业在单体级信息模型中建立自己的工作集，按照设计工作流程进行本专业的设计、校审工作，并开展专业间和专业内的协同设计工作，各专业协同工作的过程就是专业级信息模型的创建过程。

专业级信息模型是组织模型，不是实体模型，体现的是各专业的工作内容。管廊单体中液体工艺专业的信息模型见图 8。

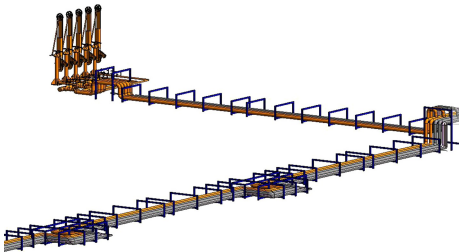


图 8 管廊单体中液体工艺专业的信息模型



### 3.3.4 构件与设备级信息模型创建

构件与设备级信息模型是单体级信息模型的最小功能单元,在这一层级模型的创建过程中,各专业将单体级信息模型中与本专业相关的内容细化到构件与设备级。比如水工专业将码头平台细化到桩基、墩台、护轮坎、栏杆等。

由于不同专业设计对象存在较大差异,构件与设备级信息模型不仅仅局限于结构构件和机械设备,总图专业中的停泊水域、回旋水域等,供电照明专业中的发电机、配电箱、电池设备等均属于这一层级。钢联桥的构件与设备级信息模型见图 9。

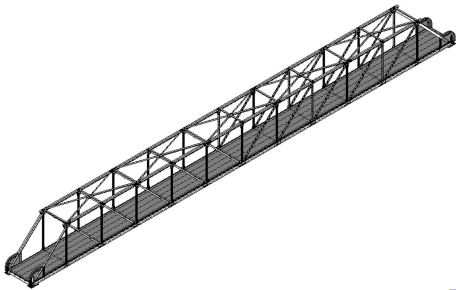


图 9 钢联桥的构件与设备级信息模型

### 3.3.5 钢筋与零件级信息模型创建

钢筋与零件级信息模型是构件与设备级信息模型的最小组成单元,该层级模型是构件与设备级信息模型的进一步细化。该层级模型的创建主要表现为在构件与设备级信息模型基础上增加钢筋、埋件、螺栓、锚栓等模型对象,以及增加钢结构组成杆系等。该层级模型可直接用于构件与设备的加工制造。墩台的钢筋与零件级信息模型见图 10。

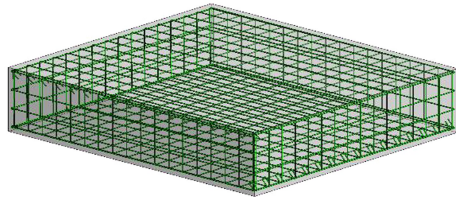


图 10 墩台的钢筋与零件级信息模型

### 3.4 信息模型的存储和交付

项目实施过程中,信息模型的存储和交付按照模型体系的 5 个层级进行组织,根据模型体系

层级创建层级文件夹,文件夹以编码和中文名进行命名。各层级信息模型及其相关文档存储在相应文件夹中。存储文件夹组织的示例见图 11,交付文件夹组织的示例见图 12。



图 11 存储文件夹组织



图 12 交付文件夹组织

### 4 模型体系层级在施工及运维阶段的延续

1) BIM 技术在水运工程施工阶段的应用,主要集中在施工组织、进度、费用、质量、安全及交工验收等方面,施工阶段信息模型可通过模型元素的分类与编码,继承设计阶段信息模型层级体系<sup>[7]</sup>。目前,水运工程在施工阶段通常按单位工程、分部工程、分项工程、检验批进行质量检验,其资料的组织管理及模型应用方式与设计阶段 BIM 模型体系层级存在一定的不一致,但可通过模型的编码体系对模型进行针对性的分类存储和管理,以便设计阶段模型的继承和应用。

2) BIM 技术在水运工程运维阶段的应用主要体现在实现自动化、智能化的设备信息管理、维护维修管理、能耗管理、人员管理等功能,使运维管理流程集成化、管理信息一体化、管理工作

协同化。该阶段信息模型的管理、应用与设计阶段模型体系层级较为吻合,通过增加区域级、空间级、设备及设施级等模型层级,即可顺利继承设计、施工阶段信息模型。

5 结语

1)目前,《水运工程信息模型应用统一标准》和《水运工程设计信息模型应用标准》已发布实施,本文提出的对模型体系进行分层构建的方法及相关要求已纳入标准相关条文中。

2)实践证明,将水运工程信息模型按照 5 个层级进行模型的创建、存储和交付,层级结构清晰明了,便于企业信息模型数据成果的规范化管理。

3)信息模型的存储和交付按照模型体系层级进行组织,便于模型的存储与信息的流转、传承,有利于信息模型在工程全生命期中的应用。

4)分层构建模型体系解决了不同工程参与对象对信息模型的个性化应用需求,有利于信息模型的广泛应用场景开发。

5)在水运工程全生命期过程中,不同阶段的特点不同,不同参与方的需求不同,模型体系层级在施工、运营维护阶段的延续还需进一

步研究验证。

参考文献:

[1] National Institute of Building Sciences. United States national building information modeling standard[S]. Washington, D C: National Institute of Building Sciences, 2007.

[2] 北京市勘察设计和测绘地理信息管理委员会,北京工程勘察设计行业协会.民用建筑信息模型设计标准: DB11T 1069—2014[S].北京:北京市住房和城乡建设委员会,2013.

[3] 交通运输部.关于印发《交通运输重大技术方向和技术政策》的通知[R].北京:交通运输部,2015.

[4] 交通运输部办公厅.关于推进公路水运工程应用 BIM 技术的指导意见[R].北京:交通运输部,2017.

[5] 中交第二航务工程勘察设计院有限公司.水运工程信息模型应用统一标准: JTS/T 198-1—2019[S].北京:人民交通出版社,2019.

[6] 中交第二航务工程勘察设计院有限公司.水运工程设计信息模型应用标准: JTS/T 198-2—2019[S].北京:人民交通出版社,2019.

[7] 中交第二航务工程局有限公司.水运工程施工信息模型应用标准: JTS/T 198-3—2019[S].北京:人民交通出版社,2019.

(本文编辑 武亚庆)

(上接第 62 页)

参考文献:

[1] 马倩雯.大直径钢管桩水平承载能力研究[D].天津:天津大学,2018.

[2] 翟恩地,徐海滨,郭胜山,等.响水海上风电钢管桩基础水平承载特性对比研究[J].太阳能学报,2019,40(3): 681-686.

[3] 陈凯,曹虎麒,胡振明.中外规范桩基承载力计算对比[J].水运工程,2020(5): 229-234.

[4] 徐本春,刘德风,谭斌,等.钢管桩静力拔桩侧摩阻力的计算对比分析[J].佳木斯大学学报(自然科学版),2018,36(5): 676-678,717.

[5] 中交水运规划设计院有限公司.水运工程钢结构设计

规范: JTS 152—2012[S].北京:人民交通出版社,2012.

[6] American institute of steel construction. Specification for structural steel buildings: ANSI/AISC 360-10[S]. Chicago: AISC committee, 2010.

[7] American petroleum institute. Planning, designing, and constructing fixed offshore platforms-working stress design. API RP 2A-WSD 14 [S]. Washington, DC: American petroleum institute, 2014.

[8] European standard. Eurocode 3\_ BS EN 1993\_ Design of steel structures[S]. London: BSI Standards Limited, 2005.

(本文编辑 武亚庆)