

面向 BIM 的桥梁工程分类编码体系研究

王小宁^{1,2} 王逸凡^{1,2} 刘 高^{1,2} 张秋信² 马白虎³ 钟荣炼³

(1. 中交公路长大桥梁建设国家工程研究中心有限公司, 北京 100088;

2. 中交公路规划设计院有限公司, 北京 100088; 3. 贵州省公路开发有限责任公司, 贵阳 550000)

【摘要】随着 BIM 技术在桥梁工程中应用水平不断提高,应用范围不断扩大,信息标准化工作迫在眉睫。本文通过分析国内外相关行业的信息分类与编码体系,根据桥梁工程的特点将桥梁工程中的对象分为 11 张分类表,并制定 EBS 编码结构形式。初步建立一套适用于桥梁工程信息模型需要的分类与编码体系,为实现 BIM 模型信息传递及项目管理提供依据。

【关键词】BIM; 桥梁工程; 分类与编码; EBS

【中图分类号】TU17 **【文献标识码】**A

【版权声明】本文被《土木工程信息技术》、中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录上网,未经授权严禁登载。

1 引言

1.1 标准的意义

根据交通运输部公路现状统计结果,2016 年末,全国公路总里程 469.63 万 km,公路桥梁 80.53 万座。随着我国公路基础设施的大力建设,公路的通行能力和运输效率显著提升,物流业迅速发展,为我国经济发展提供可靠保障。

建筑信息模型(BIM)技术集成现代信息技术和计算机技术,以 3D 模式直观表述,实现工程全生命周期的信息流通、共享和协同工作,促进项目建设过程的信息化发展。为推进 BIM 技术在公路水运工程中的应用,交通运输部在 2017 年 12 月 29 日发布指导意见,旨在提高该领域信息化水平及项目建设品质。

不同地区、不同公司采用不同的桥梁专业分类编码体系及数据格式,为应用 BIM 技术带来一系列问题,阻碍项目信息的传递及标准化管理,如模型不能重用,信息不一致及信息孤岛现象等。采用统一桥梁工程分类编码标准是推动 BIM 技术应用快速发展的必要前提。

1.2 研究现状

美国编制基于 IFC 的国家 BIM 标准,以 ISO 12006-2 框架为参考依据,对建筑工程建设过程中信息进行分类编码^[1]。

余健俊、成虎等对比分析工程系统分解结构(EBS)和项目工作分解结构(WBS)的区别和联系,研究工程系统的组成及 EBS 的应用方法^[2]。杨龙阐述 IFC 标准、EBS 分解标准和 WBS 分解标准等,参照以上标准制订元素分类及编码准则,建立一套适合铁路工程实体模型的元素编码表^[3]。宋子婧、章征等分析 EBS 与工作分解结构(WBS)的区别以及在特大型桥梁全生命周期的发展变化,并对 EBS 的编码方法和作用进行分析^[4]。

2014 年中国铁路 BIM 联盟以联盟名义《铁路工程实体结构分解指南》。共包含轨道、路基、桥涵、隧道、站场、环保、通信、信号、信息等^[5],参照建筑工程 BIM 标准,对铁路工程范围内信息模型的分类及编码做出详细要求。同年,中国勘察设计协会发布《中国市政设计行业 BIM 实施指南》,BIM 设计考虑规划和设计两个阶段,BIM 设计目标为二维视图和统计报表从 BIM 模型中得到,让 BIM 技术成为广

【基金项目】 贵州省科技计划项目课题“山区超高墩多塔大跨斜拉桥建设关键技术研究及应用”(项目编号:黔科合重大专项字[2016]3013)

【作者简介】 王小宁(1987-),男,主任工程师,主要研究方向:基于 BIM 技术信息管理系统研发及应用,项目管理。

大设计人员生产工具,提高设计效率和质量,其中对市政工程构筑物拆分及命名规则提出总体要求。

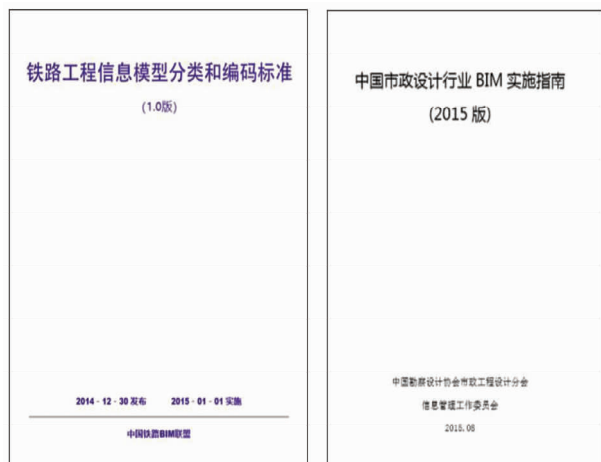


图1 铁路及市政工程相关 BIM 标准及指南

公路行业目前还没有形成国家或者行业层面的相关标准及指南,对信息模型的分解、命名及编码规则还没有形成统一的参考基准。

1.3 相关技术标准

IFC 标准采用 EXPRESS(ISO 10303 - 11:1994)语言定义,是面向对象的三维数据共享及交换标准,其定义应用范围为贯穿于工程全生命期数据共享的标准^[9-11]。IFC 标准的架构分为四层:领域层、共享层、核心层与资源层。资源层主要定义实体与类型等基本概念,不能独立存在,依赖于其它层对其应用;核心层定义结构、基础的关系及其他概念信息;信息传递的相关概念定义在共享层;领域层定义对象的属性信息。IFC 标准的应用主要集中在建筑领域,国内专家及学者正在进行桥梁工程相关 IFC 对象定义及扩展法人相关研究。

IFD 标准的作用是保障信息在共享和传递过程中的准确性。IFC 标准中的对象、信息等都在 IFD 标准中都具有唯一标识码。通过 IFD 标准软件间信息交换不因为国家、地区、文化等不同而产生偏差。

EBS 分解标准定义功能面和专业元素概念,功能面是指工程总系统中具有使用功能的产品或服务^[12],例如一座特大型桥梁可以分为主桥、引桥、滩桥等功能区。每一个功能面由多个专业工程元素组成,例如主桥分为桥梁工程及交通工程等。专业工程元素可以继续分解为多个子元素,例如桥梁工程可以分为下部结构、上部结构等。

WBS 分解标准是将项目系统分解成可管理的

工作任务,根据分解对象的不同又衍生出组织分解结构、资源分解结构及文档分解结构。WBS 主要包括层级结构、编码及分解结构词典三个要素,层级结构是项目管理系统任务从总体到局部细化工作的树状结构;编码是对工作分解结构中每一项工作都进行唯一编码形成编码系统,在日常项目管理中编码系统是资源安排、成本核算及进度安排等工作的重要参照;分解结构词典是对工作进行详细定义和补充说明^[13]。

2 分类体系研究

信息模型分类是根据模型的属性和特征,依照特定的原则和方法将信息模型进行分解和分类,形成多层级的分类体系。分类的主要方法包括:线分法、面分法和混合分类法。

2.1 分类原则

桥梁工程信息模型中对象的分类应遵循如下基本原则:

(1) 适用性

分类要基于全生命周期考虑,满足不同项目阶段、不同管理精度的要求,既满足项目前期阶段(规划阶段、方案阶段)又满足项目中期及后期阶段(建设阶段、运营阶段等)的管理需求。

(2) 系统性

分类应按照特定的分类方法形成一个多层级合理的分类体系。同一层级不能相互包含,层级之间具有隶属关系,上层级可包含下层级。

(3) 扩展性

分类应保证在不影响已有分类体系的基础上,可进行补充和完善,满足不同管理精度及不同管理阶段的需要。

2.2 分类方法

信息分类的主要方法包括:线分法、面分法和混合分法。线分法将目标物按属性或特征分解成若干个层级的类目,同一层级类目为并列关系,不同层级类目是隶属关系。面分法将分类对象按照属性和特征分解成若干面,每个面可继续分成若干独立的面,若干独立的面组着在一起,形成复合类目。混合分类法是线分法和面分法的融合,首先将对象按照分成若干面,再在面内采用线分法对每个类目进行层级分解,混合分类法可较好适用于复杂对象的分类,其中最典型的就是 OminClass 分

类法^[14]。

本文在吸收及总结各方面分类标准的基础上形成一套面向 BIM 的桥梁工程元素分类标准 (IFD), 为桥梁工程信息模型分解提供另外一种思路。同样基于 ISO 12006 - 2 框架, 采用 OminClass 分类法中面分法将《桥梁工程信息模型分类表》按不同特征和属性进行分类形成 11 张表, 每张表中对象再采用线分法分为多层级的表格。

表 1 桥梁工程信息模型分类

表编号	分类名称	备注
01	按功能分	公路桥、铁路桥、公铁两用桥等
02	按形式分	梁桥、斜拉桥、悬索桥等
03	按元素分	主梁、桥墩等
04	建设项目阶段	规划、设计、施工等
05	建设行为	投资、规划、报建等
06	组织角色	设计单位、施工单位等
07	专业领域	桥梁工程、交通工程等
08	工具	塔吊、脚手架等
09	材料	沥青、水泥等
10	属性	形状、尺寸、重量等
11	产品	场地、预制件等

3 编码体系研究

信息模型编码是将信息模型中的对象赋予计算机容易识别的符号, 形成编码集合。整个信息模型是一个大的编码集合, 集合中每一个编码代表信息模型中的某类对象。

信息模型中具有相同属性和特征的对象分为一类, 具有相同的编码符号。类别编码在信息模型的编码集合中具有唯一性, 这可保证信息模型在不同专业及不同应用系统之间能够正确解析。

3.1 编码原则

桥梁工程信息模型中元素的编码应遵循如下基本原则:

(1) 唯一性

在分类编码体系中, 每一个类别有且仅有一个编码, 一个编码也只对应一个元素类别。

(2) 规范性

在分类编码体系中, 编码结构及格式应保持一致。对编码中使用的符号给与解释说明。

(3) 扩展性

元素分类编码时应考虑冗余余量, 满足未来不断扩展的需要。

3.2 编码方法

层级编码以对象层级分类为基础, 将对象编码成为顺序递增可扩展的类。对象编码由表格编码和层级编码 (第一级、第二级等) 组成, 表格编码和层级编码都由 2 位数字组成。采用“-”连接分类与层级码, 采用“.”连接层级码。在项目建设的不同阶段, 项目对编码的精确度要求不一样, 单一类目的编码并不能精确的描述对象, 将不同编码与“+”、“-”、“<”、“>”符号一起使用可以准确地描述复杂对象。

不同的运算符号代表不同的含义, “+”将多个代码组合在一起; “/”表示单个表中的分类对象代码段, “/”前代码为起点, “/”后代码为终点, “<”“>”用于表示分类对象间的隶属或主次关系^[15]。

元素编码一般结构如图 2 所示。

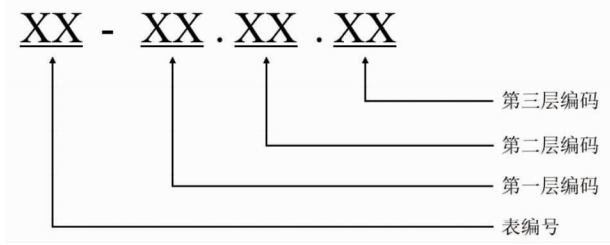


图 2 分类编码结构图

表编号来源于《桥梁工程信息模型分类》, 如“编 3”对应桥梁工程信息模型分类表中的元素表。层级编码对应元素表中的某个元素, 每一个层级编码对应元素分类表中的相应层级的编码对象。

本文着重介绍桥梁工程分类编码体系, 把需要编码的对象分解为树状层级结构, 部分分类表格如表 2 - 4 所示。

表 2 按功能分桥梁 (部分)

编码	第一级	第二级	备注
01 - 01	桥梁		
01 - 01. 01		公路桥	
01 - 01. 02		铁路桥	
01 - 01. 03		公铁两用桥	
01 - 01. 04		人行天桥	
01 - 01. 05		管线桥	

表 3 按形式分桥梁(部分)

编码	第一级	第二级	第三级	备注
02-01	桥梁			
02-01.01		悬索桥		
02-01.01.01			单塔	
02-01.01.02			双塔	
02-01.01.03			多塔	
02-01.02		斜拉桥		
02-01.02.01			单塔	
02-01.02.01			双塔	
02-01.02.01			多塔	

表 4 桥梁元素分类表(部分)

编码	第一级	第二级	第三级	第四级	第五级
03-01	桥梁				
03-01.01		下部结构			
03-01.01.01			基础		
03-01.01.01.01				桩基础	
03-01.01.01.01.01					承台
03-01.01.01.01.02					桩基
03-01.01.01.02				沉井	
03-01.01.01.03				地连墙	
03-01.01.01.04					
03-01.01.02			墩台		

4 分类与编码体系应用

4.1 EBS 编码

EBS 是工程结构在信息系统的数字化描述,将实际工程结构拆分为满足管理需要的最小单元。EBS 编码结构形式为树状层级结构,是分类编码的实例化编码形式。本文将 EBS 编码形式定义如图 3 所示。

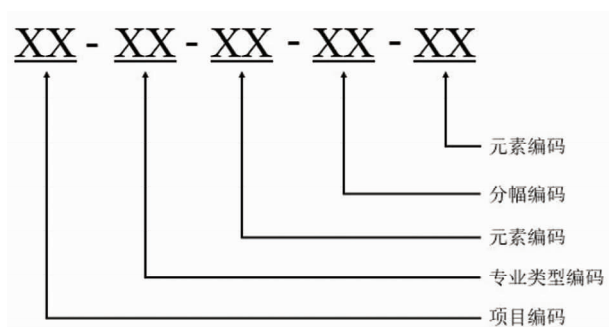


图 3 EBS 编码结构图

编码形式中的分幅位置可根据项目需要进行层级的调整,整个 EBS 的编码层级不固定,根据项目需要,管理人员可进行不同层级的编码,满足复杂项目的使用要求;每一个元素编码由两部分组

成:元素类型编码和实例化编码,中间用“:”连接,“:”前的编码为元素类型编码,其可与《桥梁工程信息模型分类表》中元素类型表的分类编码进行一一映射,“:”后的编码为这个元素的实际编号,如“02:001”中“02”与《桥梁元素分类编码表》中的桩基础编码保持映射,“001”表示 001 号桩基。

以平塘特大桥主塔基础和引桥基础为例,根据上述编码结构可表示为:PTQ-01-01-01:015-03-01-01:01(平塘特大桥—桥梁工程—下部结构-15#索塔—不分幅—基础—承台)和 PTQ-01-01-02:020-01-01-02:001(平塘特大桥—桥梁工程—下部结构-20#桥墩—左幅—基础-001 号桩基)。

工程系统按照“功能面”及“工程要素”进行结构分解,分解对象编码形成 EBS 编码集合。EBS 编码集合反映工程项目的实体结构,信息模型分类编码可确定桥梁元素的类型。两种编码保证映射关系,并且联合使用形成工程项目编码体系,其可反映工程实体的结构层次,又可使信息模型在不同专业信息系统共享及流转过程中,元素能被正确解析出相应类型及附带的属性信息。

4.2 分类与编码体系作用

在设计阶段,技术人员按照 EBS 编码规则及对应的分类编码表可进行桥梁元素标识符的编码工作,此编码具有唯一性。在 BIM 模型建模过程中,建模人员可将确定的唯一编码赋予 BIM 模型。BIM 模型附加的结构化信息及非结构化信息就可无损传递给施工阶段。

在施工阶段,技术人员基于相同的分类编码规则及 EBS 编码规则就可以接受设计阶段传递的 BIM 模型,并提取模型上附加的属性信息。施工期项目管理工作是基于 WBS 展开的,WBS 是将项目涉及的各项内容按照一定的准则进行分解,直至分解成内容单一、便于管理的工作单元,是对工作任务的分解。WBS 与 EBS 的编码是高度类似,密不可分的,根据设计模型上附加的编码可以快速形成一套适合于施工期项目管理工作的 WBS 编码。

5 结论

建立一套适合全生命周期的编码规则体系是实现 BIM 模型信息交互的重要保障。通过对国内外建筑、铁路、公路及市政领域信息分类与编码体

系的研究分析,结合桥梁工程的特点,本文将桥梁工程中的对象分为 11 张分类表,并制定 EBS 编码结构形式。分类编码可以确定元素的类别属性,EBS 编码可以确定桥梁工程构件的唯一性,两者结合对 BIM 模型信息传递及项目管理工作提供重要保障,提出一套适用于桥梁工程 BIM 技术应用需要的分类与编码体系。

本文提出的分类与编码体系只经过部分项目的应用,分类编码表中关于附属结构及交通工程的内容还需进一步完善,编码体系的应用还局限在设计及施工阶段,运维阶段的应用暂未开展。

参考文献

- [1] Eastman C M, Jeong Y S, Sacks R, et al. Exchange Model and Exchange Object Concepts for Implementation of National BIM Standards[J]. Journal of Computing in Civil Engineering, 2010, 24(1): 25-34.
- [2] 余健俊, 成虎, 蒋黎晖. 工程系统分解结构(EBS)及其应用方法研究[J]. 建筑经济, 2013(10): 35-39.
- [3] 杨龙. 面向 BIM 的铁路工程分类与信息编码方法研究[D]. 西南交通大学, 2016.
- [4] 宋子婧, 章征, 向文凤, 等. 工程系统分解结构在特大型桥梁项目管理中的应用研究[J]. 建筑经济, 2014(8): 32-37.
- [5] 中国铁路 BIM 联盟. 关于发布 EBS 和 IFD 标准的决议[J]. 铁路技术创新, 2015(1): 6-7.
- [6] 郑国勤, 邱奎宁. BIM 国内外标准综述[J]. 土木建筑工程信息技术, 2012(1): 32-34.
- [7] 张立业, 李法雄, 林述涛. EBS 编码和 WBS 编码规则的标准化研究[J]. BIM 视界, 2017(3): 16-21.
- [8] 张峰, 强奔, 王吾愚. 桥梁工程信息模型分类与编码研究[J]. BIM 视界, 2018(2): 58-61.
- [9] 邱奎宁, 张汉义, 王静, 等. IFC 拔术标准系列文章之一: IFC 标准及实例介绍[J]. 土木建筑工程信息技术, 2010, 2(1): 68-72.
- [10] 王勇, 张建平, 胡振中. 建筑施工 IFC 数据描述标准的研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2011, 3(4): 9-15.
- [11] 马智亮, 姜喆. IFC 标准在我国建筑工程成本预算中应用的基本问题探讨[J]. 土木建筑工程信息技术, 2009, 1(2): 7-14.
- [12] 成于思, 成虎. 工程系统分解结构的概念和作用研究[J]. 土木工程学报, 2014(4): 125-130.
- [13] 薛自力, 夏远玲, 陈德汉. 工作分解结构(WBS)在施工项目管理计划阶段中的应用[J]. 黑龙江水专学报, 2005, 32(3): 73-76.
- [14] 张峰, 刘向阳, 戈普塔. 公路工程信息模型分类与编码研究[J]. 公路, 2017(10): 185-189.
- [15] GB/T7027-2002. 信息分类编码的基本原则和方法[S].

Research on Classification and Coding Rules of Bridge Engineering for BIM

Wang Xiaoning^{1,2}, Wang Yifan^{1,2}, Liu Gao^{1,2},
Zhang Qiuxin², Ma Baihu³, Zhong Ronglian³

1. CCCC Highway Bridges National Engineering Research Centre Co., Ltd., Beijing 100088, China;
2. CCCC Highway Consultants Co., Ltd., Beijing 100088, China;
3. Yingyun Highway Administration Bureau of Guizhou Province, Guiyang 550000, China)

Abstract: With the continuous improvement of the application level of BIM technology in bridge engineering, as well as the expansion of the application scope, the information standardization work is imminent. This paper analyzes the information classification and coding system of related industries at home and abroad, and divides the objects in the bridge engineering into 11 classification tables according to the characteristics of bridge engineering. An EBS coding structure form is also formulated. A classification and coding system suitable for bridge engineering information model needs is initially established, providing the basis for BIM model information transmission and project management.

Key Words: BIM; Bridge Engineering; Classification and Coding; EBS