

面向全生命周期管理的水电工程信息分类编码研究

张志伟¹, 王珩玮², 林佳瑞², 冯奕¹, 张建平²

(1. 成都勘测设计研究院, 四川 成都 610072;

2. 清华大学 土木工程系, 北京 100084, E-mail: jiarui_lin@foxmail.com)

摘要: 分类编码标准是水电工程全生命周期标准体系中的基础部分。针对水电工程信息分类编码应用现状与信息化发展需求, 通过分析建筑行业全生命周期信息分类编码体系及有关标准, 提出了面向水电工程全生命周期管理的信息分类编码扩展方法。验证表明了该方法的有效性, 从而为水电工程全生命周期信息标准的建立提供了支撑, 并对其他工程领域全生命周期信息分类编码体系的建立具有借鉴价值。

关键词: 信息分类; 编码标准; 水电工程; 全生命周期

中图分类号: TU17 文献标识码: A 文章编号: 1674-8859 (2017) 04-131-06 DOI: 10.13991/j.cnki.jem.2017.04.024

Information Classification System for Lifecycle Management of Hydroelectric Projects

ZHANG Zhi-wei¹, WANG Heng-wei², LIN Jia-rui², FENG Yi¹, ZHANG Jian-ping²

(1. Chengdu Engineering Corporation Limited, Chengdu 610072, China;

2. Department of Civil Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China, E-mail: jiarui_lin@foxmail.com)

Abstract: Classification and coding system (CCS) is a basic part for the lifecycle management of hydroelectric projects. Considering the current applications and demand for information development in hydroelectric projects, an extended framework for information classification is proposed based on the analysis of the CCS for lifecycle management. The effectiveness of the proposed method is verified in real cases. The research is helpful to establish lifecycle information standards in hydroelectric projects and can be regarded as a solid foundation for developing lifecycle information classification and coding system in other construction projects.

Keywords: information classification; coding standard; hydroelectric project lifecycle

建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM) 可支持建设领域全生命周期各阶段信息共享、多参与方协同工作, 其价值在逐步扩展与深化的应用过程中已经得到了体现。目前 BIM 已经逐渐与 GIS 结合^[1, 2], 而其应用也已从建筑工程拓展到隧道^[3]、公路^[4]、地铁^[5]、桥梁^[6]等基础设施工程领域。建筑工程和铁路工程领域也正在推出或制定各自的 BIM 标准体系和相关标准, 从而推动了 BIM 技术的深度应用和发展。在水电工程领域, 已有研究者在

全生命周期视角下对特定工程阶段的实施方案进行优化^[7, 8], 而全生命周期管理与分析的具体方法也逐渐被重视^[9, 10]。作为全生命周期管理的硬件支撑,

收稿日期: 2017-01-09. 基金项目: “十二五” 国家科技支撑计划项目 (2011BAB05B05-4)。

有研究关注于水电工程建设的信息化^[11], 其中更包括与 BIM 相关的方向^[12], 但目前基于 BIM 水电工程全生命周期标准体系研究及相关标准编制仅刚刚起步。

典框架、信息交付标准三部分组成^[13]。其中，以 IFC（Industry Foundation Classes，工业基础类）^[14]为代表的数据库标准中定义了各类别对象的概念以及其在全生命期管理系统中的数据结构。以 bsDD（buildingSMART Data Dictionary，buildingSMART 数据字典）^[15]为代表的数据库字典框架中定义数据对象与现实称谓的映射关系，从而支持将数据模型投入实际应用中。以 IDM（Information Delivery Manual，信息交付手册）^[16]为代表的信息交付标准面向业务流程与信息交换需求，以指导 BIM 数据的交换过程与交付。而基于上述基础标准，仍有必要制定若干标准以支持全生命期管理的实际应用，分类编码则是关键标准之一。

目前，国际上针对建筑全生命期信息的分类、编码体系主要以 ISO 12006-2^[17]为基础的扩展，如 BSAB 96、DBK 2006、NS3451: 2009、Uniclass^[18]、OmniClass^[19]等。其中，Uniclass 与 OmniClass 为目前建设全生命期主流编码体系，二者均采用面分类法将工程建设过程相关内容分解为多个维度，在各维度内采用线分类法将概念按层次分解。而目前国内水电工程建设领域的编码标准以线分类法为主，虽然以 KKS（Kraftwerk-kemzeichen System，电厂标识系统）为代表的国家编码标准采用了面分类法的方式，并对电厂工程编码标识具有针对性，但难以覆盖整个项目全生命期。

水电工程建设全生命期标准体系不健全问题亟待解决。本文针对其中最基础的分类与编码标准进行了研究，通过深入调研和分析目前建筑工程全生命期分类编码标准体系，针对水电工程分类编码应用现状和信息化发展需求，提出了水电工程全生命期分类编码扩展方法。

1.1 理论模型

建设项目全生命期信息一般应包括建设成果、建设过程以及建设资源^[17]，如图 2 所示。所有建设项目全生命期均遵循“投入建设资源，在经过一系列建设过程后形成建设成果”这一基本理念，因此通过对建设资源、建设过程、建设成果的描述可完全描述建设项目全生命期信息。

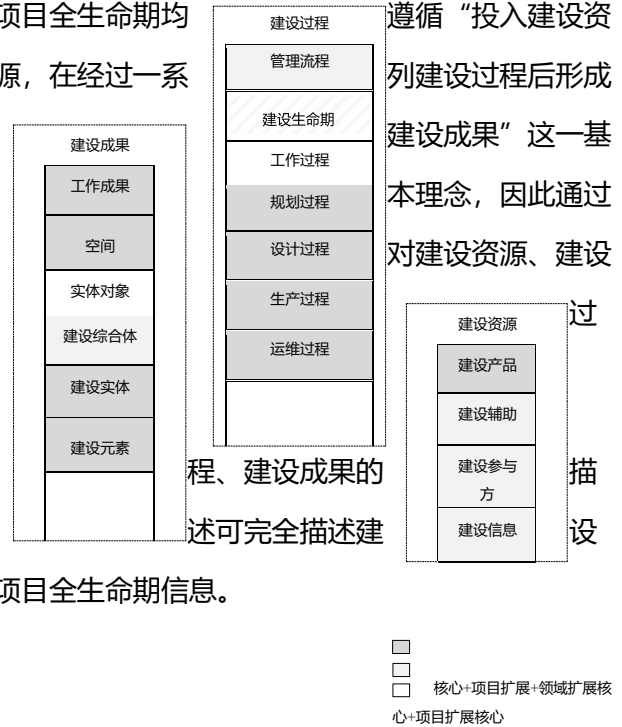


图 1 整体理论模型

(1) 建设成果信息。最终形成的功能性独立概念被称为建设实体。建设实体的有机结合体被称为建设综合体，而建设实体的组成部分被称为建筑元素。同时在建设成果中，工作成果以及空间两个概念是实体对象的另一个侧面。其中，工作成果并不局限于最终建设成果，可为建设过程的阶段性成果，如模板、临时支撑等。空间则一般指建筑中由板、墙等构件围成的区域或自然植被划分出的通路，通常按照功能或类型进行划分。

(2) 建设过程信息。对形成建设成果的一系列阶段、行为及其先后关系的描述。对于建设生命期的定义、划分应是全行业通用的。而对建设过程的直观理解则是工作过程，即建设生命期各阶段中的各项工作的定义，包括规划过程、设计过程、

生产过程以及运维过程。管理流程亦属于建设过程，其特殊性在于其可以对建设过程进行控制。

(3) 建设资源信息。主要包括建设产品、建设辅助、建设参与方和建设信息 4 类。其中，建设产品指建设过程中应被使用的资源实体，如材料、设备等。建设产品可具有多种复杂度，其可以单独构成建设实体也可与其他建设产品组合构成建设实体。

通常情况下，可将建设全生命期各概念的面分类结果按核心、领域扩展和项目扩展 3 个层次进行归类。核心层的概念在建设产业中各行业均应涉及，其分类编码应为全行业通用；领域扩展层的概念与专业领域相关，是对核心层概念的进一步细分和深化，其分类编码应为单一行业通用；项目扩展层中的概念则面向建设项目本身，是结合项目特点对领域层编码的细化。图 1 中，各个方面的概念均有部分或全部属于核心层范畴，部分方面的概念属于项目扩展层范畴，而其中的部分则属于领域扩展层范畴。

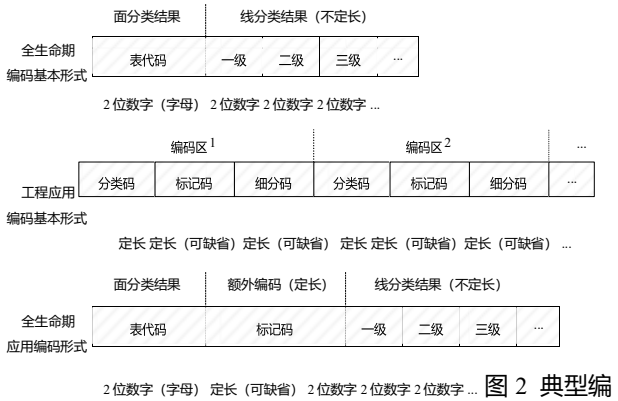
基于该理论模型，不但可通过深化某一个方面概念的方式进行编码体系扩展，还可通过增加更多方面概念的方式实现编码体系的扩展。其中第一种扩展方式通常被称为线分类扩展，第二种则被称为面分类扩展。通常情况下，面分类扩展是领域扩展的主要形式。

1.2 编码规则

理论模型为分类提供了依据，基于该模型可采用不同编码规则对信息进行统一编码。

目前全生命期信息分类编码标准的编码方式基本一致，面分类结果以两位数字或字母标示，后续添加线分类结果。而线分类结果中，各层级使用两

位数字标示。在面分类结果以及各级线分类结果之间使用指定符号统一分隔。我国大部分建设工程实际应用编码标准要求编码精确至同类中的指定对象，因此在分类编码的基础上，会增加标记码以与其他同类对象进行区分。以全生命期分类编码为基础，以实际应用为目标，本文提出了全生命期信息应用编码形式，如图 2 所示。



码原则

有的全生命期信息分类编码标准中对编码组合规则进行了定义（如 OmniClass），而在工程应用分类编码标准中，编码组成存在固定形式，并不能任意组合。为了充分体现面分类的多视角优势，在保留组合自由度的同时能充分突出编码含义，本研究参考 OmniClass 中基于符号的编码组合方式定义了基于特征前缀的编码自由组合方式，如图 3 所示。

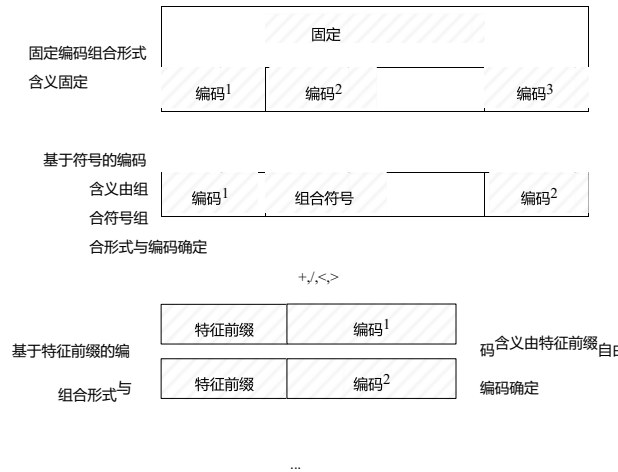


图 3 典型编码组合规则

OmniClass 中，使用 “+、/、<、>” 将两个编码组合成为一个编码。其中，“+”表示两个编码概念的交集；“/”表示以两个编码为始终的整个范围；“<”和“>”表示两个概念是整体和部分的关系。由于在工程实际应用过程中并不需要对范围进行描述，同时，整体与部分的关系属于概念交集的一种，因此仅应保留概念交集这种组合情况。同时，OmniClass 中对关联定义并不明确，存在于组合中的编码可能并不直接包括目标概念，而仅表修饰。如房间 1 中的开关 1，虽然包括房间编码，但实际上并不属于房间。从而，编码的特征前缀应包括“修饰”与“归类”两种类型。

1.3 实例分析

以某图书馆地下一层的二号电动离心消防泵为例，使用全生命期应用编码的方式可以为该模型实体附加若干编码信息，主要包括：所属建筑物、所属空间、产品类型等。

(1) 所属建筑物为图书馆。其全生命期编码为 20-07.10。采用应用编码规则后，应增加标记码

(01) 与表示修饰的特征前缀 (20)，因而为 20-10-01.07.10。

(2) 所属空间为地下一层的消防泵房。其中，地下室的全生命期编码为 13-01.20.10，消防泵房为 12-20.65.59。因而二者的应用编码应分别为 20-13-01.01.20.10 与 20-12.01.20.65.59。

(3) 产品类型为电动离心消防泵。其全生命期编码为 15-22.08.01，增加标记码 (02) 与表示分类的特征前缀 (10)，其应用码为 10-15-02.22.08.01。

2 水电工程信息分类编码扩展方法

通过前述建筑工程全生命期信息编码体系与标准的分析可知，水电工程全生命期信息分类编码体系可基于建筑工程其实目前信息分类编码体系构建，并在此基础上考虑水电工程实际需求，对当前分类编码标准进行扩展和完善。其主要扩展方法包括线分类和面分类两类。

(1) 线分类扩展。指在原有面分类的基础上，针对水电工程的特征，对各概念进行进一步细化和区分。线分类扩展应满足以下 3 点要求：子概念应严格属于父概念；对某概念的线分类，应有同一依据；线分类得到的概念间不应存在交叉。

(2) 面分类扩展。是在原有面分类的基础上，进一步扩充和新增面分类的类别，其本质是对领域概念的进一步扩充。面分类扩展应遵循以下原则：面分类应是对当前领域信息某一新的侧面、角度的概念界定和描述；新增面分类应与既有面分类不同，且概念上没有重叠。

3 水电工程编码转换及扩展验证

3.1 基于线分类扩展的水工构筑物编码扩展

以上述线分类编码规则为基础，研究在 OmniClass “表 30-建筑产品”中扩展了水工构筑物，包括坝、空腔、金属结构、机械等分类并进行进一步划分，部分内容见表 1。

例如，对于某一混流式水轮机，其编号为 “30-02.70.50.20.10”，其中 “02”表示水轮机编号。

3.2 水电工程 KKS 编码转换

针对水电工程的特征，水电工程中用于标识的

表 1 建筑产品水工编码线分类扩展节选

编号	名称	编号	名称
30-70	水工构筑物	30-70.30.00	金属结构
30-70.10	坝	30-70.30.10	闸门

表 2 我国 KKS 编码转换表

30-70.10.10	坝体	30-70.30.10.10	工作闸门
30-70.10.10.10	钱堤	30-70.30.10.20	事故闸门
30-70.10.10.20	排水棱体	30-70.30.10.30	检修闸门
30-70.10.10.30	堆石区	30-70.30.20	清污设备
30-70.10.10.40	二道坝	30-70.30.20.10	耙斗式清污机
30-70.10.10.50	拦沙坎	30-70.30.20.20	回转式清污机
30-70.10.10.60	心墙	30-70.30.20.30	抓斗是清污机
30-70.10.10.70	围堰	30-70.30.20.40	起重设备
30-70.10.15	闸墩	30-70.30.20.50	升船机
30-70.10.15.10	边墩	30-70.30.20.60	起重机
30-70.10.15.20	中墩	30-70.30.20.70	启闭机
...	...	30-70.40.00	止水
30-70.20.00	空腔	30-70.40.10	铜片止水
30-70.20.10	孔洞	30-70.40.20	橡胶止水
30-70.20.10.10	蜗壳	30-70.50.00	水轮机
30-70.20.10.15	灌浆廊道	30-70.50.10	冲击式水轮机
30-70.20.10.20	排水廊道	30-70.50.20	反击式水轮机
30-70.20.10.25	沙底孔	30-70.50.20.10	混流式水轮机
30-70.20.10.30	排水孔	30-70.50.20.20	轴流式水轮机
...	...	30-70.50.20.30	斜流式水轮机
30-70.20.10.80	主机井	30-70.50.20.40	贯流式水轮机

分类编码标准以 KKS 为主，同时采用以现有标准（如《水电工程设计概算编制规定》《水电建设工程工程量清单计价规范》）为分类基础并自行设定的编码体系辅助成本结算。

以我国 KKS 标准为例，其包括 4 类编码：全厂码、工艺相关标识、安装点标识以及位置标识。工艺相关标识中，主要包括三级编码：系统码、设备码、部件码。安装点标识中，主要包括两级编码：安装单元码、安装空间码。位置标识中，主要包括两级编码：建（构）筑物码、房间（分区）码。

因此，我国 KKS 编码向全生命期信息分类编码体系的转换如表 2 所示。

1.3 KKS 编码转换实例分析

以水电工程普遍使用的 KKS 编码为例，其与全生命期信息编码应可相互对应。如 KKS 中的工艺相

表名称	表编号	表名称	表编号
全厂类别	50	安装单元	54
系统	51	安装空间	55
设备	52	建（构）筑物	56
部件	53	房间（分区）	57

KKS 分类码按照逐层进行分类，最终形成树状分类体系。每层采用单字母编码，将字母替换为两位数字则可形成符合全生命期信息分类编码应用体系的分类编码。以系统分类码为例，可新建表 51 系统。KKS 中共有 20 个系统，因此，表 51-系统中首层分类应包括对应 20 种。将 A-Z 中除去不使用的 I 和 O，其他字母进行编码对应，以辅助 KKS 编码向全生命期分类编码进行变换。据此得到 KKS 系统索引表中各系统索引码与全生命期信息分类编码对应关系如表 1 所示。在系统划分的基础上，根据 KKS 已有编码表，可转换为全生命期信息分类编码。以“电力输出和厂用电”为例，其 KKS 编码及转换后的全生命期信息分类编码如表 4 所示。

名称	分类编码	
表 3 KKS 编码与全生命期信息编码的对应关系		
	KKS 系统	全生命期信息索引
电网和配电系统	A	04
电力输出与厂用电	B	08
仪表和控制设备	C	12
常规燃料供应和残余物处理	E	20
核燃料和其他放射性部件	F	24
供水和污水处理	G	28
常规产热（锅炉）	H	32
核产热	J	36
反应堆辅助系统	K	40
蒸汽、水、燃气循环	L	44
主机机械装置	M	48

关标识编码，可用 4 个全生命期编码共同表示。以“=1 SGC01 AP002 KP05”为例，其中“=”指工艺相关标识，“1”指唯一的 1#机组，“SGC01”指

汽、热外供系统	N	52
冷却水系统	P	56
辅助系统	Q	60
燃气生成和处理	R	64
附属系统	S	68
建（构）筑物	U	76
太阳能装置	W	84
重型机械	X	88
车间和办公室设备	Z	96

表 4 KKS 电力输出和厂用电编码向全生命周期信息编码的转换示例

KKS 全生命周期信息名称			
系统码		分类编码电力输	
出	BA	51-08.04 发电机出线	BAA 51-08.04.04 基础
柜	BAB	51-08.04.08 发电机断路器，整流磁极断	BAC
		51-08.04.12 路器，包括冷却系统	
...
直流配电盘，应急电源系统	BW		51-08.84
直流应急配电盘	BWA-BWS	51-08.84.04 ~ 51-08.84.68 控制和保护设	
备的流体供	BWX	51-08.84.88 应系统	
控制和保护设备	BWY	51-08.84.92 用于控制和保护的	
流体供	BX	51-08.88 应系统	
控制和保护设备	BY		51-08.92

常规区喷淋系统的第 1 部分，“AP002”指属于 002 号泵组，“KP05”指属于 05 号泵。该编码可转换为 4 组全生命周期编码。

[20]

第一部分为全厂码，全厂码取值如表 5 所示。可分为两类，一类是数字（设为 50），一类是字母（设为 90）。其中，数字后补零成为两位，字母（除去 I，O）以 4 为间隔转换为两位数字即可。因此全厂码“1”可转换为“50-50.10”。

表 5 KKS 全厂码取值

全厂码取值涉及范围	
1~9	1~9 号机组的系统、建（构）筑物、安装项
A、B、C、D、	10~16 号机组的系统、建（构）筑物、安装项
E、F、G	
J、K、L、M、	分别为 1、2 号机组，3、4 号机组.....15、16 号机
N、P、Q、R 组	的共用系统、建（构）筑物、安装项

S、T、U、V 3 台或 3 台以上机组共用的系统、建（构）筑物、安装项，S、T、U、V 所对应的共用范围可由各方约定
Y 按最终规划容量考虑，全厂公用的系统、建（构）筑物、安装项

第二部分为系统码。“SGC01”应分为系统分类码“SGC”以及系统实例编号“01”，其中“SGC”应转换为“68.28.12”。因此系统码“SGC01”应转换为“51-01.68.28.12”。

第三部分为设备码。“AP002”应转换为“52-002.04.56”。

第四部分为部件码。“KP05”应转换为“53-05.40.56”。

同时，由于 KKS 中的工艺标识直接表示对象分类，而安装点标识以及位置标识表示对对象的修饰。因此需要增加前缀：分类（10），修饰（20）。

如前文的“=1 SGC01 AP002 KP05”转换为 4

表 6 水电工程与建筑工程全生命周期应用编码对应关系示例

工程组	工程	
	编码类型	示例编码 编码含义类型

部分编码，其中全厂码可转换为“20-50-50.10”。系统码则可转换为“10-51-01.68.28.12”，设备码则可转换为“10-52-002.04.56”，部件码则可转换为“10-53-05.40.56”。

对于安装位置标识，以“+1 CBA06.A15”为例，全厂码为“20-50-50.10”，安装单元码为“20-54-06.12.08.04.04”，安装空间码为“20-55-04.15”。

对于位置标识，以“+11UAC05 R001”为例，表示电网系统控制建筑地上 5 层第 1 个实体分隔的房间，全厂码为“20-50-50.10”，建（构）筑物码为

“20-56-76.01.04.12.05”，房间（分区）码为“20-57-001.64”。

3.4 与建筑工程编码之对比

以本文中的例子为例，水电工程与建筑工程全生命期应用编码的对应关系如表 6 所示。

1	建（构）筑物	水电	20-56-76.01.04.12.05	电网系统控制建筑地上 5 层建筑物功能	建筑	20-10-01.07.10	图书馆空间形态	建筑	20-13-01.01.20.10	地下一层
2	房间（分区）	水电	20-57-001.64	1 号实体分割房间空间功能	建筑	20-12.01.20.65.59	1 号消防泵房			
3	系统	水电	51-01.68.28.12	常规区喷淋系统的第 1 部分设备						
		水电	52-002.04.56	2 号泵组部件	水电	53-05.40.56	5 号泵			
	产品类型	建筑	10-15-02.22.08.01	2 号电动离心消防泵						

可产生的对应关系包括如下三组：

(1) 建筑类型与空间。在水电工程全生命期应用编码中，该部分信息可以用一条编码直接表达，对应 KKS 中位置标识中的建（构）筑物码。而在建筑工程全生命期应用编码中，需要使用两条编码组合表达，分别表示建筑物功能以及对应的空间形态。

(2) 功能区域。在水电工程与建筑工程全生命期应用编码中，均可使用一条编码直接表达。但是水电工程全生命期应用编码并不描述区域的具体功能。

(3) 设备部件。在水电工程全生命期应用编码中，工艺相关标识中分别使用系统码、设备码以及部件码对设备部件进行描述，这种表达方式可以直接表现部件在专业系统内的定位。建筑工程全生命期应用编码中仅可使用产品类型描述某个

建筑产品，无法描述大部分水电工程中的特殊设备与部件，同时亦无法描述设备部件在专业系统中的位置。

除了上述可对应信息之外，有部分水电工程信息难以使用建筑工程全生命期应用编码进行表达，包括：全厂码、安装单元、安装空间等。这些信息在水电工程项目的建设及运维过程中被广泛使用，但建筑工程中并未定义。

基于上述分析可以判断，建筑工程与水电工程的全生命期应用编码对于部分事物的描述具有相似的特征。但是，由 KKS 转换的水电工程全生命期应用编码对设备系统具有更详细的表达能力。同时，水电工程全生命期应用编码中存在无法与建筑工程对应的编码类型，充分证明了水电工程信息分类与编码扩展的必要性。

4 结语

本文通过研究分析建筑业全生命期信息分类编码体系及编码标准，提出水电工程全生命期信息分类编码扩展方法。该方法以建筑业全生命期信息分类编码体系为基础，将面分类方法与线分类方法相结合实现水电工程全生命期信息分类编码扩展。基于上述方法，研究在 OmniClass 编码体系中扩充了水工建筑物。同时，研究通过建立水电工程 KKS 编码标准向上述编码体系的转换，对上述编码体系的有效性及其可行性进行了验证。结果表明，基于建筑业全生命期信息分类编码体系及本研究提出的扩展方法，可实现水电工程全生命期信息分类编码，支持水电工程全生命期信息集成与共享。参考文献：

- [1] Cheng J C P, Lu Q, Deng Y. Analytical review and evaluation of civil information modeling[J]. Automation in Construction, 2016, 67: 31-47.
- [2] Karan E P, Irizarry J, Haymaker J. BIM and GIS integration and interoperability based on semantic web technology[J]. Journal of Computing in Civil Engineering, 2015, 30: 04015043.
- [3] Borrmann A, Kolbe T H, Donaubauer A, et al. Multi scale geometric semantic modeling of shield tunnels for GIS and BIM applications[J]. Computer Aided Civil and Infrastructure Engineering, 2015, 30 (4) : 263-281. [4] Tian P L, Hu Z Z, Wang H W, Zhang J P, Zou D. BIM-based Meticulous Construction Management for Metro Station Projects: A Case Study[C]. Proceedings of the 32nd CIB W78 Conference , Eindhoven , the Netherlands. Oct, 2015.
- [5] 张建平, 余芳强, 赵文忠, 等. BIM 技术在邢汾高速公路工程建设中的研究和应用[J]. 施工技术, 2014 (18): 92-96.
- [6] 胡振中, 张建平, 周 毅, 等. 青岛海湾大桥 4D 施工管理系统的研究和应用[J]. 施工技术, 2008 (12): 84-87.
- [7] Pacca S. Impacts from decommissioning of hydroelectric dams: a life cycle perspective[J]. Climatic Change, 2007, 84 (3-4): 281-294.
- [8] 李 莹. 基于全生命周期的水电勘察设计项目风险管理研究[D]. 华北电力大学 (北京), 2010.
- [9] Miranda Ribeiro F, Silva G A. Life-cycle inventory for hydroelectric generation: a Brazilian case study[J]. Journal of Cleaner Production, 2010, 18 (1): 44-54.
- [10] Varun, Prakash R, Bhat I K. Life cycle energy and GHG analysis of hydroelectric power development in India[J]. International Journal of Green Energy, 2010, 7 (4): 361-375.
- [11] 沈园园. 水电工程项目设备管理信息系统研究与实现——从基建期到运行期的信息平滑过度研究[D]. 昆明理工大学, 2008.
- [12] 杜成波. 水利水电工程信息模型研究及应用[D]. 天津大学, 2014.
- [13] NBIMS-US Project Committee. NBIMS-US V3. National BIM Standard - United States[S]. US : BuildingSMARTalliance, 2015.
- [14] ISO 16739: Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries[S]. International Standards Organization. 2013.
- [15] ISO 12006-3. Building construction - Organization of information about construction works - Part 3: Framework for object-oriented information[S]. International Standards Organization, 2007.
- [16] ISO 29481-1. Building information models - Information delivery manual -- Part 1: Methodology and format [S]. International Standards Organization, 2016.
- [17] ISO 12006-2. Building construction - Organization of information about construction works - Part 2: Framework for classification[S]. International Standards Organization, 2015.
- [18] National Building Specification. UNICLASS 2015[S]. UK: Construction Project Information Committee, 2015.
- [19] OCCS Development Committee. OmniClass[S]. US: OCCS Development Committee, 2012.
- [20] 中国电力工程顾问集团公司. GB/T50549. 电厂标识系统编码标准[S]. 北京: 中国计划出版社, 2010.