

融合地理编码的全生命周期电气设备实物 ID

潘柏崇¹, 王兴华^{1,✉}, 许成昊¹, 王彦峰¹, 雷翔胜¹, 赵智尧²

(1. 广东电网有限责任公司电网规划研究中心, 广东 广州 510080;

2. 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广东 广州 510663)

摘要: [目的] 统一身份编码已被广泛用于辅助电网设备资产的全生命周期管理。学术界与工业界的注意力集中在统一身份编码与管理系统的结合, 而忽视了现有统一身份编码是否能满足需要。[方法] 本文提出能够兼顾全局唯一性、安全性、规范性、兼容性、扩展性、效率性和合理性的基于地理编码的电网设备实物 ID(Grid Geo-coding ID, GGID) 编码方法。GGID 由电网工程的规划、设计、施工和运维阶段的关键信息所组成, 包含空间位置、工艺工序、设备类型和时间轴。[结果] 对试点站的全体电气设备采用 GGID 编码方法所得到的实物 ID 相比于现有的编码格式, 更容易与企业资源规划系统和全生命周期的 BIM 模型进行结合, 同时可以与已有编码进行联动。[结论] 通过测试和比较, GGID 符合作为电网资产管理系统和数据库的主键值的要求, 可以用于服务电网设备资产的高效管理, 服务于生命周期各阶段信息归档。

关键词: 全生命周期管理; 电网工程; 电气设备; 实物 ID; 地理编码

中图分类号: TM7; V242; TM501 **文献标志码:** A

文章编号: 2095-8676(2022)S2-0098-08

开放科学(资源服务)二维码:



Object ID of Electrical Equipment Integrating Geo-Coding in Full-Life Cycle

PAN Baichong¹, WANG Xinghua^{1,✉}, XU Chenghao¹, WANG Yanfeng¹, LEI Xiangsheng¹, ZHAO Zhiyao²

(1. Research Center of Grid Planning, Guangdong Power Grid Corporation, Guangzhou 510080, Guangdong, China;

2. China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, Guangdong, China)

Abstract: [Introduction] Unified object ID has been widely used to assist full-lifecycle management of grid equipment assets. Academic and industrial communities focus on the combination of unified object ID and management systems, but neglect whether the existing object ID can meet requirements or not. [Method] This paper proposed Grid Geo-coding ID (GGID) coding method for grid equipment that takes into account global uniqueness, security, standardability, compatibility, scalability, efficiency and rationality. The GGID consisted of the key information at the planning, design, construction and O&M stages of grid projects, including spatial location, processing technology, equipment type and timestamp. [Result] Compared with the existing object ID format, the object ID obtained for all the electrical equipment of the pilot substation using the GGID coding method is easier to be combined with the enterprise resource planning system and the BIM model of the full-life cycle, and it can be linked with the existing code. [Conclusion] According to test and comparison, GGID meets the requirements as the primary key value of the grid asset management system and database, and can be used to serve for the efficient management of grid equipment assets and the information archiving at all stages of the full-life cycle.

Key words: full-life cycle management; grid project; electrical equipment; object ID; geo-coding

2095-8676 © 2022 Energy China GEDI. Publishing services by Energy Observer Magazine Co., Ltd. on behalf of Energy China GEDI.

This is an open access article under the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

0 引言

电气设备作为电网业务的核心承载, 电网工程

的设备管理任务贯穿于规划设计、物资采购、工程施工、生产运维和退役报废等全生命周期各阶段。

电气设备作为电网公司核心资产, 其规模随国家经

收稿日期: 2022-04-20 修回日期: 2022-07-28

基金项目: 广东电网有限责任公司规划项目“电网工程全生命周期研究”(031000QQ00210002); 中国能建广东院科技项目“基于地理信息数据的三维多细节层次语义模型构建”(EV10031W); 中国能建广东院科技项目“电网工程全生命周期数字孪生仿真模型研究”(ER10551W)

济的发展同步扩大。有效的电网设备管理技术是保证电网的高效和稳定运行的前提条件。电网公司在面对巨大的存量和增量电气设备时一直在探索如何实现电气设备在运营和资产管理各阶段的横向打通。

目前在电网工程全生命周期的不同阶段的设备都会采用不同类型的明码来进行管理^[3]。在电网工程各参与方可以采用项目编码、WBS 编码、物料编码、设备编码、资产编码等实物 ID 对不同场景中的设备进行管理^[1]。现有实物 ID 采用具有明确编制规则的明码, 并以此作为桥梁将技术信息化平台和管理信息化平台进行横向打通^[2]。

在电网工程全生命周期中的规划阶段, 总承包单位完成项目立项生成项目编码, 采用项目编码可以描述工艺标识、安装地点标识和位置标识^[4]; 在设计阶段, 多专业之间进行协同三维设计时需要构建实物 ID 并进行联动^[5]; 在施工阶段, 电网的 WBS 编码能够满足对于概算、采购的业务需求^[6], 通过确立物料编码、实物 ID 与设备资产分类之间的关系可以对设备参数信息进行验收审核; 施工完成后, 进行数字化移交时采用统一的实物 ID 可以减少重复工作, 节省数据建设成本, 但是在电网工程的不同阶段如何保证实物 ID 的完整性、可靠性和一致性已成为学术界和工业界共同面对的重大问题^[7]; 在运维阶段, 电网公司对已投运的存量设备通过对电网设备物资编码进行编码, 此类编码以全域唯一标识的编码作为关键索引, 关联所有与之相关的属性信息和流程信息, 是现阶段实现设备全生命周期完整信息的管理的一种途径^[8]。

虽然学术界和工业界已经充分认识到全生命周期的实物 ID 在企业或大型项目中是控制成本和提升效益的关键^[9], 但是现有的编码方式过度依赖于特定的编码规则, 比如南方电网公司发布《电网设备信息分类与编码》和广东电网公司发布的《主网设备信息分类与编码》都属于编码信息明确的码文。此类编码可直接提供设备相关信息, 因此设备的管理细度与编码规则的复杂程度相关。编码需扩展时, 会改变编码结构长度, 同时相关业务系统均需作相应调整, 随着编码规则越复杂, 其可读性也随之降低。设备对应的编码有可能随系统改造、设备迁置、资产移交等生产活动而改变, 不利于对设备全生命周

期的统一编码管理。

目前的实物 ID 编码主要分为两种技术路线, 展示明确信息的显式编码和需要解码才能获取信息的非显式编码。显式编码目前主要用于电网业务管理所使用的 WBS 编码^[10], 而非显式编码主要用于 ERP 资产管理。现有方法的局限:

1) 数据割裂: 电网公司在依据传统管理模式开展资产全寿命周期管理时, 不同部门负责建立各阶段的数据库和物资编码, 彼此独立的资产数据库和不一致的编码导致电网资产数据出现人为割裂的问题。

2) 主键唯一性无法保证: 设备管理在统一的数据库中会面临高并发修改的操作, 分布式的 ID 最核心的关切就是保证主键的唯一性。部分依赖序列号或流水码的显式编码在设备信息数据库异步存储和读写时难以避免重复编码带来的问题, 这会导致主键的不唯一。

3) 数据库安全: 数据库被意外爬取时, 显式的编码作为设备管理数据库的主键会轻易泄露数据库增量信息等。电网设备数据库在遭遇恶意爬取后, 依据编码规则实现 ID 自增的主键会暴露出设备数据的增量。

为了能让实物 ID 可以服务于设备的全生命周期, 本文提出了一种结合生命周期各阶段特性并融合地理编码信息的实物 ID 生成方法。文章包括 6 个部分, 第一部分引言介绍了研究的动机和研究现状, 第二部分介绍了本文所提出 GGID 的编码方法, 第三部分介绍了生成的 GGID, 第四部分对 GGID 的优势与不足进行了讨论, 第五部分总结了 GGID 编码方法的价值与未来的应用前景。

1 方法

为服务于电网工程全生命周期本文提出基于地理编码的电网设备实物 ID(Grid Geo-coding ID, GGID) 编码方法, 该方法所生成的无规则实物 ID 编码具有全局唯一性、安全性、规范性、兼容性、扩展性、效率性和合理性。编码的构造过程可分为四个阶段, 如图 1 所示, 在设计阶段确定编码创建时间戳, 根据初设方案确定设备类型, 对厂区的作业范围进行划分, 确认设备地理空间位置并构件空间网格。

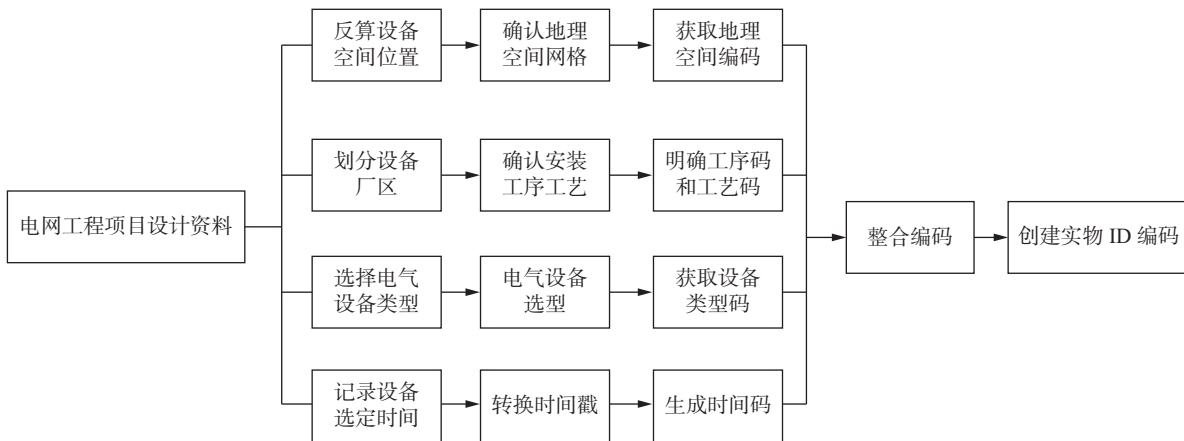


图1 GGID 编制流程图

Fig. 1 GGID generation process flow

1.1 电气设备地理空间编码

现有编码通常习惯直接使用变电站站名或线路名并结合杆塔号来对设备的空间位置进行描述。这种抽象的空间位置描述方式具有主观性,同时沟通有效性依赖于电网工作人员的经验 and 素质。为此,本文以客观的绝对空间坐标来描述设备位置信息,将地球的空间在经度(Longitude)、纬度(Latitude)二维层面进行划分并根据顺序对每个网格单元进行编码。首先在地球参考椭球面的纬度方向划分,然后在沿着经线方向划分。

地理编码是通过将特定位置的描述性元素与参考数据中的元素进行比较,将 X、Y 坐标分配给位置描述的过程^[10]。本文所构建的地理空间编码体系对应于 WGS84 坐标系,地球空间编码符合 5 点要求:(1)相邻的空间单元无重叠部分;(2)相邻级别的空间网格单元彼此嵌套;(3)单个空间网格具有唯一性;(4)网格代码与网格一一对应;(5)网格编码能够转化为空间坐标。

1.1.1 划分方法

地球表面划分采用二分法,即在经线、纬线方向将地球参考椭球体平面空间,从起始位置开始,不断向两侧进行二元划分,将区域扩展为 2 的整数次幂,形成整度、整分、整秒的经纬度网格。

1.1.2 起始位置

纬线的起始位置是赤道,即 0° 纬线。纬线方向二元划分的范围是从赤道向北 90° 至北极点,从赤道向南 90° 至南极点。经线的起始位置是本初子午线,即 0° 经线。经线方向二元划分的范围是从本初子午

线向东 180° ,向西 180° 。

在沿纬线方向的第一次二元划分时,地球参考椭球面位于分割线以北的区域被标记为 0,以南标记为 1。在沿经线方向二次划分时,地球参考椭球面位于分割线以东的区域被标记为 0,以西的区域标记为 1。采用二次划分的方式来逐渐缩小地理格网的范围,如图 2 所示。

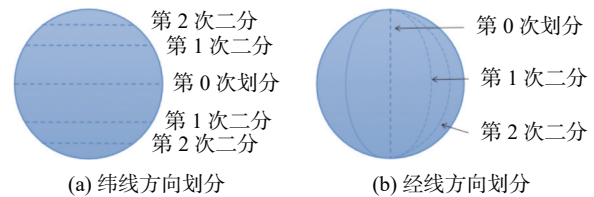


图2 地理空间划分示意

Fig. 2 Example of geographical space division

根据格网的范围可以将格网分为三个级别:度级、分级和秒级。度级是将格网边长分割至小于 1° 的二次划分的次数;分级是将格网边长分隔至小于 $1'$ 时的二次划分次数;秒级是将格网边长分隔至小于 $1''$ 时的二次划分次数。纬线方向的二分为次数范围为:度 1-8 级、分 9-14 级、秒 15-20 级。沿纬线方向和沿经线方向空间划分对应单位级别分别如表 1 和表 2 所示。

1.1.3 构建编码

在进行地理空间编码时,我们先记录目标对象的维度划分,然后在记录目标对象的经度划分。维度划分需要 20 位的二进制编码来记录,经度划分需要 21 位的二进制编码来记录。以中国广东省广州市为例,对其进行划分,如图 3 所示。

表 1 沿纬线方向空间划分对应单位
Tab. 1 Units divided in space along latitude

度级	格网边长	分级	格网边长	秒级	格网边长
2 ¹	90.00°	2 ⁹	21.10'	2 ¹⁵	19.76"
2 ²	45.00°	2 ¹⁰	10.55'	2 ¹⁶	9.89"
2 ³	22.50°	2 ¹¹	5.27'	2 ¹⁷	4.94"
2 ⁴	11.25°	2 ¹²	2.63'	2 ¹⁸	2.47"
2 ⁵	5.66°	2 ¹³	1.32'	2 ¹⁹	1.24"
2 ⁶	2.81°	2 ¹⁴	0.66'	2 ²⁰	0.62"
2 ⁷	1.40°	-	-	-	-
2 ⁸	0.70°	-	-	-	-

表 2 沿经线方向空间划分对应单位
Tab. 2 Units divided in space along longitude

度级	格网边长	分级	格网边长	秒级	格网边长
2 ¹	180°	2 ¹⁰	21.10'	2 ¹⁶	19.76"
2 ²	90°	2 ¹¹	10.55'	2 ¹⁷	9.89"
2 ³	45°	2 ¹²	5.27'	2 ¹⁸	4.94"
2 ⁴	22.5°	2 ¹³	2.63'	2 ¹⁹	2.47"
2 ⁵	11.25°	2 ¹⁴	1.32'	2 ²⁰	1.24"
2 ⁶	5.66°	2 ¹⁵	0.66'	2 ²¹	0.62"
2 ⁷	2.81°	-	-	-	-
2 ⁸	1.40°	-	-	-	-
2 ⁹	0.70°	-	-	-	-

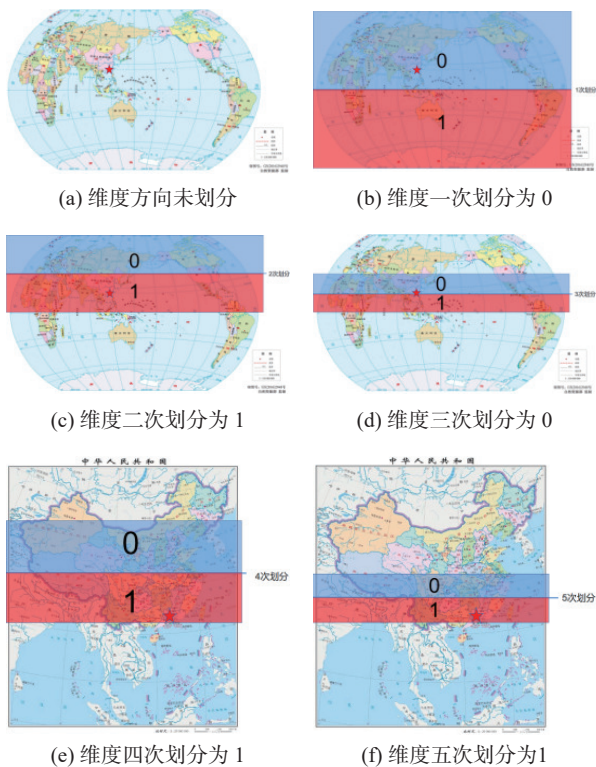


图 3 二次划分示例

Fig. 3 Quadratic division example

每个电气设备的空间位置都要精确到维度方向和经度方向的秒级, 因此地理编码由 41 位二进制数表示。稀疏的二进制数会导致编码过长, 不利于作为数据库的主键, 因此在构成电气设备 ID 前要将其转化为 13 位的十六进制数来进行压缩, 如图 4 所示。

1.2 电网工程工序工艺码

电网工程主要涉及输电、变电和配电三大业务板块, 各业务板块所需设备的安装工序和工艺并不相同。设备的工序和工艺是描述该电网工程施工和设备安装的重要信息。本文将三大业务板块的工艺和工序采用 2 位的十进制编码进行表示, 如表 3 所示。其中工序工艺指的是该类型设备在电网工程项目中最主要的实施步骤。

1.3 电气设备类型码

设备类型码由两部分组成, 第一部分是电网工程设备类属编码, 用于标记设备在移交后资产属于和何种专业。设备类属码从电网的不同业务范畴出发, 将设备先进行一个粗分类, 如表 4 所示。第二部分是电气设备的类别编码, 用于区分电网工程中不同专业具体所操作的设备。由于配电、直流和调度等专业的设备都可以纳入到变电和输电内部, 因此将具体的设备类型分为变电设施和输电设施两大部分。采用十进制编码对所有电气设备进行编码, 为了缩短编码长度, 我们将其转化为十六进制, 如表 5 和表 6 所示。电气设备类型码由 2 位十进制的类属码和 2 位十六进制的设备类型码所组成, 如图 5 所示。

1.4 时间码

本文所采用的时间码记录了电网工作人员在生成设备实物 ID 时的时间, 而时间码的核心是时间戳生成技术。时间戳的主要目的在于通过一定的技术手段, 对数据产生的时间进行认证, 从而验证这段数据在产生后是否经过篡改, 加入时间戳可以极大地提高数据保密性。本文采用 Python 的 Time 模块来提供的标准的时间戳格式, 采用 Time 模块的 Time 函数可以返回微秒级的时间戳。将生成的时间戳从十进制转换为十六进制可以对编码长度进行压缩。

Python 的 Time 模块所获取的时间戳为 15 位的十进制整数, 将其转换为十六进制数后得到只有 13 位的时间码。

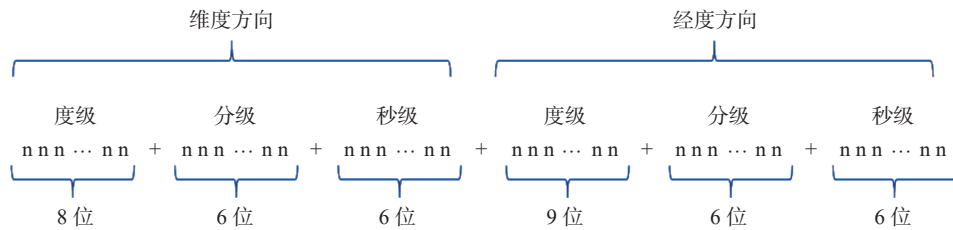


图 4 地理空间编码格式

Fig. 4 GGID format

表 3 电网工程工序工艺码

Tab. 3 Grid engineering process code

输电			变电			配电		
设备类型	工序工艺	编码	设备类型	工序工艺	编码	设备类型	工序工艺	编码
导线	架线工程	11	变压器	设备安装	41	高压配电柜	垫层施工	61
避雷线	接地工程	12	开关	电缆敷设	42	变压器	设备安装	62
绝缘子	杆塔工程	13	四小器	设备安装	43	断路器	设备安装	63
金具	杆塔工程	14	无功装置类	设备安装	44	低压开关柜	设备安装	64
基础	土石方工程	15	阻波器	设备安装	45	配电盘	设备安装	65
杆塔	杆塔工程	16	绝缘子高压套管	设备安装	46	开关箱	电缆敷设	66
接地装置	接地工程	17	导引线	电缆敷设	47	控制箱	设备安装	67
			接地装置	接地施工	48			
			二次设备	二次接线和屏柜安装	49			

表 4 电网工程设备类属编码

Tab. 4 Grid engineering equipment category code

对象类属	代码
输电	10
变电	11
配电	12
直流	13
调度	14
通信	15
其他	16

2 结果

首先按照顺序将采用十六进制表示的 13 位的地理空间编码作为无规则实物 GGID 的第一部分, 其次将采用 2 位十进制的工艺工序码作为 GGID 的

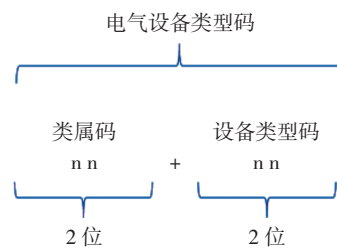


图 5 电气设备类型编码格式

Fig. 5 Electrical equipment type code format

第二部分, 然后将 4 位设备类型码作为 GGID 的第三部分, 最后采用 13 位十六进制的时间码作为 GGID 的第四部分。最终得到的 GGID 共有 32 位数字与字母共同组成。

3 讨论

相比于现有的实物 ID 编码, GGID 能够兼顾电

表 5 变电设备类别编码
Tab. 5 Type code of substation equipment

一次设备			二次设备			辅助设施		
设备类型	类别编码	十六进制	设备类型	类别编码	十六进制	设备类型	类别编码	十六进制
主变压器	102	66	电源设备	131	83	建筑物	161	A1
换流变压器	103	67	继电保护及安全自动设备	132	84	设备基础及构支架	162	A2
换流阀	104	68	自动化设备	133	85	通风设施	163	A3
阀冷系统	105	69	直流控制系统	134	86	正常照明	164	A4
断路器	106	6A	时间同步系统	135	87	事故照明	165	A5
组合电器	107	6B	变电站视频及环境监控系统	136	88	给排水	166	A6
主母线	108	6C	电能质量监测终端	137	89	防小动物设施	167	A7
高压设备联线	109	6D	装置插件	138	8A	消防设施	168	A8
隔离开关	110	6E	计量设备	139	8B	防盗报警装置	169	A9
独立接地刀闸	111	6F	测量仪表	140	8C	门禁设备	170	AA
电压互感器	112	70	通道设备	141	8D	起重设备	171	AB
电流互感器	113	71	辅助元器件	142	8E			
组合式互感器	114	72	变送器	143	8F			
滤波器	115	73	抗干扰设备	144	90			
避雷器	116	74	端子箱类设备	145	91			
避雷线	117	75	二次线缆	146	92			
电力计量箱	118	76	二次设备屏柜	147	93			
电容器	119	77	计算机设备	148	94			
电抗器	120	78	打印机	149	95			
穿墙套管	121	79	显示器	150	96			
接地网	122	7A	大投影墙	151	97			
中性点接地成套装置	123	7B	五防装置	152	98			
绝缘子	124	7C	通信设备	153	99			
高压柜	125	7D						
在线监测设备	126	7E						

网工程各生命周期阶段所关心的内容,作为电气设备的唯一索引能够与物料、项目、WBS 和设备资产编码共存,做到不取代,不冲突。

GGID 也存在服务对象单一的特点,目前 GGID 的设计只针对电网工程的电气设备。如果需要增加非电气设备,需要制定对应设备的工艺工序和设备

类型码,因此 GGID 能够采用扩展的方式,将物资的管理范围扩展至非电设备。

4 结论

本文提出一种基于地理编码的电网工程实物 ID 编码方法,该方法所生成的无规则编码相比于有

表 6 输电设备类别编码

Tab. 6 Type Code of power transmission equipment

架空线路	类别编码	十六进制
杆塔	181	B5
基础	182	B6
导地线	183	B7
绝缘子串	184	B8
金具	185	B9
拉线	186	BA
附属设施	187	BB
特殊区段	188	BC
电缆线路	189	BD
电缆本体	190	BE
电缆附件	191	BF

```

import time
localtime = time.localtime( time.localtime(time.time()) )
print ('本地时间为', localtime)
t = time.time()
t = int(round(t * 1000000))
print ('时间戳为', t)

base = [chr(x) for x in range(10)] + [chr(x) for x in range(ord('A'), ord('A')+10)]
def dec2hex(num):
    l = []
    if num < 0:
        return '-' + dec2hex(abs(num))
    while True:
        num, rem = divmod(num, 16)
        l.append(base[rem])
        if num == 0:
            return ''.join(l[::-1])
    dec2hex('1047224968291339')
    *'52a26120010f'
    
```

(a) 打印时间戳信息

(b) 时间码

图 6 时间戳编码

Fig. 6 Timestamp coding

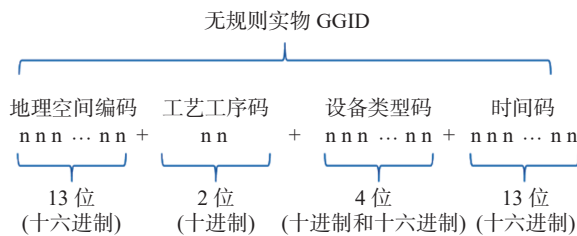


图 7 GGID 编码格式

Fig. 7 GGID code format

规则的明码更适用于电网工程全生命周期管理。从数据安全的角度,非显式的 GGID 作为数据库主键并不会暴露数据库的增量,如果被意外爬取到数据也不会暴露数据内容。当设备的环境发生改变后,设备的代码也会随着设备的使用区域一同发生变化。同时 GGID 还具有全局唯一性,在分布式数据库和海量插入的条件下,依然不会出现重码的情况,极大地保证了数据库的可维护性。在编码的过程中,本研究还预留了许多码位可以用于后续 GGID 的扩展。

参考文献:

[1] 陈宇,杨善秋. 电网资产统一身份编码信息系统建设及应

用[J]. 电力信息与通信技术, 2018, 16(1): 102-105. DOI: 10.16543/j.2095-641x.electric.power.ict.2018.01.019.

CHEN Y, YANG S Q. Construction and application of grid asset unified identity code information system [J]. *Electric Power Information and Communication Technology*, 2018, 16(1): 102-105. DOI: 10.16543/j.2095-641x.electric.power.ict.2018.01.019.

[2] 李鑫生,郑七振,吴露方,等. BIM结合物资编码在装配式建筑物料管理中的应用研究 [J]. *建筑施工*, 2021, 43(10): 2209-2213. DOI: 10.14144/j.cnki.jzsg.2021.10.075.

LI X S, ZHENG Q Z, WU L F, et al. Application of BIM combined with material coding in prefabricated building material management [J]. *Building Construction*, 2021, 43(10): 2209-2213. DOI: 10.14144/j.cnki.jzsg.2021.10.075.

[3] LI X, XU Y L, JUAN L, et al. Research on implementation methods of power grid technology supporting energy internet construction [J]. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020, 558(5): 052013. DOI: 10.1088/1755-1315/558/5/052013.

[4] ZHONG C, WU J, WANG Y, et al. Research on correlation traceability method of unified identity coding information of grid physical assets [C]. 2019 IEEE 2nd International Conference on Electronics Technology (ICET). IEEE, 2019: 624-629. DOI: 10.1109/ELTECH.2019.8839622.

[5] 李青芯,贺瑞,程翀. 电网三维数字化设计技术探讨及展望 [J]. *电力勘测设计*, 2020(S1): 1-6. DOI: 10.13500/j.dlksj.issn1671-9913.2020.S1.001.

LI Q X, HE R, CHENG C. Discussion and prospect of three-dimensional [J]. *Digital Design Technology for Power Grid. Electric Power Survey and Design*, 2020(S1): 1-6. DOI: 10.13500/j.dlksj.issn1671-9913.2020.S1.001.

[6] Nwankpa J, Roumani Y. Understanding the link between organizational learning capability and ERP system usage: An empirical examination [J]. *Computers in Human Behavior*, 2014, 33: 224-234. DOI: 10.1016/j.chb.2014.01.030.

[7] 张一泓,徐昉,黎翡娟,等. 电网企业资产全生命周期管理模式综述 [J]. *电力信息与通信技术*, 2016, 14(5): 28-33. DOI: 10.16543/j.2095-641x.electric.power.ict.2016.05.005.

ZHANG Y H, XU Y, LI F J, et al. Review of lcam mode in power grid enterprises [J]. *Electric Power Information and Communication Technology*, 2016, 14(5): 28-33. DOI: 10.16543/j.2095-641x.electric.power.ict.2016.05.005.

[8] 吴志力,韩文军. 电网工程数字化移交工作的必要性和迫切性 [J]. *电力建设*, 2014, 35(2): 66-69. DOI: 10.3969/j.issn.1000-7229.2014.02.013.

WU Z L, HAN W J. Necessity and urgency of power grid project digital transfer work [J]. *Electric Power Construction*, 2014, 35(2): 66-69. DOI: 10.3969/j.issn.1000-7229.2014.02.013.

- [9] 王冬梅, 曹来江, 王元海. 设计及物资编码映射技术 [J]. *造船技术*, 2018(4): 66-69. DOI: [10.3969/j.issn.1000-3878.2018.04.013](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-3878.2018.04.013).
WANG D M, CAO L J, WANG Y H. Design and material coding mapping technology [J]. *Marine Technology*, 2018(4): 66-69. DOI: [10.3969/j.issn.1000-3878.2018.04.013](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-3878.2018.04.013).
- [10] WANG J. Construction of risk evaluation index system for power grid engineering cost by applying wbs-rbs and membership degree methods [J]. *Mathematical Problems in Engineering*, 2020, 2020(5): 1-9. DOI: [10.1155/2020/6217872](https://doi.org/10.1155/2020/6217872).

作者简介:



潘柏崇

潘柏崇 (第一作者)

1981-, 男, 广东从化人, 高级工程师, 主要从事电网输变电工程设计、建设研究方向工作 (e-mail)75607997@qq.com。



王兴华

王兴华 (通信作者)

1989-, 男, 内蒙古赤峰人, 工程师, 主要从事电网输变电工程设计、建设研究工作 (e-mail) wangxh0603@163.com。

许成昊

1992-, 男, 重庆人, 工程师, 主要从事智能电网、输变电工程设计工作 (e-mail)137451526@qq.com。

王彦峰

1978-, 男, 河南南阳人, 高级工程师, 主要从事电网输变电工程设计、建设研究工作 (e-mail)13560309121@139.com。

雷翔胜

1976-, 男, 湖南郴州人, 高级工程师, 主要从事电网输变电工程设计、建设研究工作 (e-mail)13751770252@qq.com。

赵智尧

1992-, 男, 内蒙古呼和浩特人, 工程师, 主要从事地理信息工程、电网数字孪生研究工作 (e-mail)zhaozhiyao@gedi.com.cn。

项目简介:

项目名称 广东电网有限责任公司规划项目“电网工程全生命周期研究”(031000QQ00210002)

承担单位 广东电网有限责任公司电网规划研究中心

项目概述 通过本课题的研究与实施, 切实地提升电网数据模型的利用率, 通过数据模型的互联、融合、共享, 开展数据价值的深度挖掘, 实现多源电网数据的融合和共享, 对分散数据进行集约利用, 将输变电工程数字化建设成果跨专业、跨系统间流转、维护和利用, 避免各阶段的重复建设, 减少浪费, 有效促进三维数据模型在工程各个阶段的深入广泛应用, 充分地发挥数据资源的最大效益, 对提升跨专业数据共享能力, 提高数字化基建水平, 推进运维业务智能化, 降低管理、经济成本等方面都具有积极影响, 有着较高的经济和社会效益。

主要创新点 (1) 基于核心模型+场景应用模型架构的标准化数据模型构建, 本课题研究核心模型加场景模型的方式, 在模型创建前期集合基建和运维阶段数据内容生成核心模型。然后根据不同阶段的不同需求, 提取相应的数据模型, 以满足建设、管理、资产、检修、维护等各个需求, 生成符合场景应用的场景模型, 从而达到模型数据在全生命周期的流转应用; (2) 提出基建-运维三维数据的转化方法, 研究并解析工程数字化设计移交成果中变电站 BIM 模型, 提取运维专业对三维数据规范性的要求, 实现三维设计 BIM 模型到运维专业所需的三维数据格式的自动转化; (3) 基于无规则编码的实物 ID 的全生命周期信息管理技术, 通过唯一实物 ID 实现与设备实体、数据模型关联, 在设备生产、规划设计、施工建设、运维各阶段通过识别唯一实物 ID 进行设备认证并作为设备数据交互及应用管理的唯一接口, 实现信息完整可追溯、跨系统贯通、设备的全生命周期管理。

(编辑 孙舒)