

DOI:10.14048/j.issn.1671-2579.2019.05.020

桥梁工程施工质量智能化管理的数据标准制定

江宇清¹, 肖鑫²

(1.贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司, 贵州 贵阳 550000; 2.中南大学 土木工程学院)

摘要: 桥梁工程施工质量的好坏直接关系到公路建成后的运行绩效,采用智能化管理方式加强桥梁施工质量控制是大数据时代的必然趋势。桥梁施工涉及到的数据类别众多,信息量巨大,部分施工环节数据采集低效低能,数据标准难以保持一致性,数据汇总时存在重叠现象。加快桥梁工程施工质量智能化管理数据标准的制定工作迫在眉睫。应坚持“自动采集、实时上传、质量形成链条闭环”的原则,并确保数据标准的统一性和规范性,以促进桥梁工程施工质量智能化管理平台的更新、维护和共享。

关键词: 数据标准; 桥梁工程; 质量管理; 智能化

中国经济的飞速发展使得桥梁建设正以前所未有的规模和速度在各地展开,随着各地屡屡出现在建桥梁坍塌和服役桥梁倒塌的恶性事故,桥梁施工质量问题成为公众关心的热门议题。桥梁施工质量受到项目实施环境、施工团队、施工技术、进场原料等众多因素的影响。在桥梁施工建设过程中,能否加强质量控制,遵守施工规范,直接关系到桥梁建成后的性能,倘若出现质量问题,会给桥梁后期使用埋下安全隐患,进而影响整条道路通行能力以及运营绩效,甚至危害到公众的生命安全。

桥梁施工质量监管是项目管理中的重要工作,优质的施工质量源自对各个施工环节的全方位管控。桥梁施工涉及到的数据类别众多,信息量巨大,部分施工环节数据采集低效低能,数据标准难以保持一致性,数据汇总时存在重叠现象,这给桥梁施工质量智能化管理设置了多重障碍,使得“智慧工地”的推广工作举步维艰。同时,当前对于桥梁施工过程中产生的各种数据,其处理方式多种多样,有的是自动化数据归纳,有的是通过人工的方式进行数据归纳,由此进一步提高了质量监管难度。施工企业极有可能对原始数据进行加工,从而逃避本该承担的质量责任。即便是施工机械自带的数据采集系统所获得的数据,由于施工过程先天会受到各种外在因素的不利影响,也会在一定程度上使许多虚假数据混杂其中。要解决上述难题,首要在于加快桥梁工程施工质量智能化管理数据标准的

制定工作,为桥梁工程施工质量数据产生、存储、交换奠定坚实的基础。统一数据口径,既能实现优化查询,又便于进一步挖掘数据。在确保数据一致性标准(数据设计、数据命名、数据使用和数据属性的一致性)的基础上,提升质量智能化管理平台的完整性和准确性。

1 桥梁工程施工质量数据的基本编码

作为描述和表示信息的工具,数据的准确性、可靠性、可控制性以及可校验性成为其保证信息交换、处理和共享的重要先决条件。该目标的实现依靠数据标准化,即以数据为标准化对象,包括数据产品、数据过程、数据服务等,找到实现数据活动或概念达到最佳状态的路径,并且形成统一的标准以便优化提高工作效率,避免重复劳动。数据标准制定的目的在于为桥梁工程施工各个环节间采集到的不同数据整合提供数据基础、提高数据质量和促进数据的共享。数据标准规范性主要包含两层含义:① 各数据在进行信息编码时需遵循一致性,即确定数据本身的标准,如此利于数据在智能化监控系统与智能化管理平台间的流转和有效利用;② 梳理对桥梁工程施工质量及安全影响较大的关键数据,即建立数据标准,如此利于政府质监部门对桥梁工程施工质量的全过程闭环监管。确保数据标准规范性是实现业务数据互联互通的基本前提,是顶层设计成功应用的重要保障。

收稿日期:2019-01-23

基金项目:贵州省交通运输厅项目(编号:2017-123-050)

作者简介:江宇清,男,硕士,高级工程师.E-mail:2098867649@qq.com

桥梁工程施工质量数据标准的编制需要一个统一的框架结构和原则:① 要符合桥梁工程施工的生产特点及其项目所处现场环境的数据特质,在广泛的数据种类和庞大的数据数量中收集共性特征;② 最大限度减少桥梁工程施工质量数据的冗余,增强所采集到的数据的实用性和方便性;③ 充分满足扩展需要,在整体架构设计时应充分考虑到未来桥梁工程施工质量数据的扩展需要;④ 充分借鉴国内外先进的工程施工质量数据标准进行扩展来编制具有桥梁专业领域特色的质量数据标准;⑤ 不要试图把全部的数据标准一次做完,应该分步制定标准;⑥ 标准不应靠强迫命令推广,而应对其加以宣传。

作为公路建设的重要组成部分,桥梁工程在建造过程中的参建单位众多,为实现质量管理智能化平台及相关智能化监控系统接入平台后的规范化管理,有必要对单位编码的设计规范要求约定。数据编码主要有 3 种方法:十进制编码法、顺序法、分组编码法。

(1) 十进制编码方法:首先对编码对象进行分类,并编以若干位十进制代码;其次将各大类细分为几小类,并编以若干位十进制代码;最后依次类推,直至不再分类为止。

(2) 顺序编码法:按照对象出现顺序,从小到大,或者从大到小,进行按序编码。该方法简单,代码较短。但这种代码缺乏逻辑基础,新数据只能追加到最后,删除数据会产生空码,所以此法一般只用作其他分类编码后细分类的一种手段。

(3) 分组编码法:一种在顺序编码基础上进行改动的方法,也需要从头开始,但会在每批同类型数据后为新数据留有余量。

该文采用分组编码法,项目编码由项目类型编号(桥梁主体工程、路面工程、特种设备)、单位名称拼音缩写(单位工程名称、合同段号、项目名称)、施工地点拼音缩写及所属级别(分别为:001、002、003 三个级别)组成。其中项目类别编号规范见表 1,施工单位所属级别的编码规范见图 1。

表 1 项目类别编号规范

类型名称	编码	说明
桥梁主体工程	BRI01	桥梁编码
路面工程	PAV02	路面编码
特种设备	SPE03	特种设备编码

例如:BRI01GYYZKJPXGS001,其中“BRI01”代表项目类型编号,“GYYZKJ”代表单位名称拼音缩写,

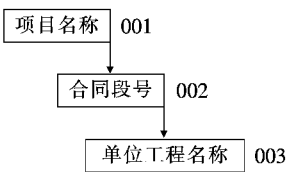


图 1 单位级别编码规范

“PXGS”代表施工地点拼音缩写,“001”代表施工单位所属级别。

2 桥梁工程施工质量数据的标准确立

该文以桥梁主体工程为例来说明桥梁工程质量管理智能化平台的数据标准如何确立。桥梁主体工程是指包含桥梁基础、墩台、梁段等在内的混凝土工程,因此桥梁主体工程质量智能化管理平台的数据标准主要是指混凝土由原材料配比、混凝土生产、运输、浇筑、养护至构件质量形成全过程的相关数据标准。制定数据标准,目的是实现质量形成的可追溯功能,技术目标是实现“混凝土原材料在进入拌和楼前按一定的频次、分批次上传相关试验检测数据,自混凝土生产完成开始,则需实现由出场、运输、进场、浇筑、养护至构件质量形成全过程中所有关键数据的自动采集、实时上传功能”。因此,在制定桥梁主体工程质量智能化管理平台数据标准时应以“自动采集、实时上传、质量形成链条闭合”为原则,并保证数据标准的规范性和统一性。

桥梁工程施工质量智能化管理的数据标准核心是:基于统一规范的逻辑数据模型,在业界建设统一的数据仓库,实现数据的有机共享和协同。为实现基于数据共享的标准化处理流程,系统需要通过规范化的数据项定义指标口径范围,对相关部门在数据标准方面的不同需求进行协调,并在各管理类应用主题的实施过程中采用统一规划、分步骤实施的策略。

研究数据源(目标单位数据库)数据模型首先需要抓取采集元数据;其次分析其在数据源中所对应的数据;最后将其整合以执行数据清洗、数据填充、数据格式翻译、审查数据完整性、研究数据日志审计。数据清洗是指对数据进行合法性、合理性检查,清理无效数据,提高数据质量。数据填充是指根据用户所定义的数据以及填充规则对缺失值进行合理估计,确保数据的完整性。数据格式翻译是指根据数据之间的映射关系转换数据格式。研究数据安全传输是指加密所导出的数据,并使用安全隔离网闸技术联通目标和数据中心网络;加密网络传输通道,安全地将数据上传到数据

中心;解密数据并导入。审查数据完整性是指对原始数据的准确性与完整性进行校验与对比。研究数据日志审计是指对通过行政事业单位采取的数据进行安全审计,以增加数据具体明细呈现的透明度。

2.1 数据标准标识符命名规定

为确保所制定的数据标准规范性强、通用性好,根据交通部就高速公路信息化建设的相关技术标准,首先确定数据标准本身的标准,即各数据标准的标识符命名规定及数据表结构等。命名数据标准标识符时,应遵循以下规定:

(1) 标识符遵循唯一性。

(2) 标识符编码由英文字母、下划线、数字构成,首字符必须为英文字母。

(3) 标识符是中文名称关键词的英文翻译,可采用英文译名的缩写命名。

(4) 关键词英文翻译的排序需根据其中文名称排列顺序,关键词之间的分隔使用下划线。

(5) 标识符采用英文译名缩写命名时,单词缩写主要遵循以下规则:① 优先使用英文关键词的标准缩写;② 对于无标准缩写的英文关键词,应取单词第一个音节,省略辅音之后部分;③ 倘若英文译名缩写相同,应参考压缩字母法等常用缩写方法。

(6) 相同的实体和实体特征在要素类表、关系类表、属性类表中采用一致标识。

2.2 重难点分析

在桥梁主体工程质量智能化管理平台数据标准的制定过程中,重难点主要是“混凝土原材料在进入拌和楼前按一定的频次、分批次上传相关试验检测数据,自混凝土生产完成开始,则需实现由出场、运输、进场、浇筑、养护至构件质量形成全过程中所有关键数据的自动采集、实时上传功能”这一技术目标的实现,其中又以当混凝土由搅拌站运输至梁场或桥梁墩台时如何实现所运输混凝土与相应梁段编号或墩台编号相对应最为突出。

以混凝土由搅拌站运输至梁场为例,考虑实现混凝土与梁段编号一一对应的技术方案主要有 3 种:

(1) 混凝土罐车粘贴电子标签,梁场混凝土浇筑现场安装扫码枪。通过采用梁场混凝土浇筑现场实时对混凝土罐车进行扫码的方式,力图实现混凝土与梁段编号的一一对应功能。但此种方案的弊端是:选用有线连接扫码枪的方式,扫码距离有限,信号质量不佳;若选用无线连接扫码枪的方式,虽可有效提升扫码距离,但信号质量更得不到保证,难于确保实效。此方

案具有成本低、易操作的优点,其缺点主要体现在需人工进行操作。应用此技术方案时,可使用手机的 NFC 功能,利用 RFID 电子芯片扫描的形式实现混凝土与梁段编号的一一对应。

(2) 通过对混凝土罐车 GPS 的定位,结合事先对各高速公路梁场位置和预制台座的坐标采集,实现混凝土与梁段编号的一一对应。此技术方案的优点在于可通过混凝土罐车与梁段浇筑位置的对应实现混凝土与梁段编号的一一对应,全过程无需人工操作;缺点在于方案实施前期需进行环境勘测,结合基本环境地形图,构建建设规划图,以便实现后期 GPS 定位。

(3) 通过在梁场浇筑现场安装运输车辆视频识别装置的方式实现混凝土与梁场的一一对应。此种方案中的视频识别装置仅能对进入梁段浇筑现场的运输车辆进行识别,无需人工操作,但难以实现混凝土与梁段编号的一一对应。

以上 3 种技术方案技术特点各不相同,研究在综合考虑各实施方案的技术可行性(即所制定的实施方案应技术可行、可靠,可有效规避上述 3 种方案中谈到的技术弊端)、经济合理性(即所制定的实施方案成本不宜过高,避免施工单位主观上产生抵触情绪,影响方案的实施效用)和业务流程匹配性(即所制定的实施方案应与当前的相关业务流程相匹配)的基础上,选定技术方案 1 作为主要实施方案。

3 以预应力 T 梁预制施工为例梳理数据标准

考虑到预应力 T 梁预制施工的复杂性和全面性,该文以其为例梳理高速公路桥梁主体工程质量智能化管理平台数据标准。从原材料进厂至预应力 T 梁预制构件质量形成,主要可分为混凝土的生产、运输、现场浇筑与养护共 4 个阶段。通过分别对混凝土的生产过程(图 2)和现场浇筑过程进行分析,梳理得出对高速公路桥梁主体工程质量影响较大的关键数据。现场浇筑过程施工工艺流程如下:施工准备→制作、安装钢筋和橡胶管→安装模板→浇灌混凝土、养护→拆模板并继续养护→初张→终张→孔道压浆→梁体封端→梁体检验合格→吊装使用。在此基础上,依据当前开发应用较为成熟的各桥梁主体工程施工智能化监控系统,结合上述数据标准制定的目的、技术目标和制定原则,选定从拌和站基础数据,拌和站生产数据,试验机混凝土数据,预应力张拉数据,孔道压浆数据等 5 个方

面制定数据标准,具体如下:① 拌和站基础数据,如表 2 所示;② 拌和站生产数据,如表 3 所示;③ 试验机混凝土数据,如表 4 所示;④ 预应力张拉数据,如表 5 所示;⑤ 孔道压浆数据,如表 6 所示。

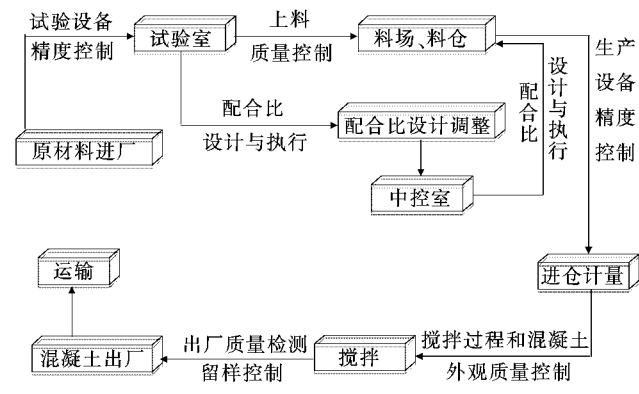


图 2 混凝土生产工艺流程图

表 2 拌和站基础数据

序号	字段名	标识符	说明
1	工程名称	PRO_NA	混凝土使用工程名称
2	施工地点	CS_NA	混凝土施工地点
3	浇筑部位	PP_NA	混凝土浇筑部位
4	配比编号	PRO_NB	配合比编号 C50 等
5	强度等级	SG_NB	混凝土强度等级 C30 等
6	搅拌用时	MIX_DATE	秒
7	出料时间	DIS_DATE	YYYY-MM-DDHH:mm:ss
8	采集时间	COL_DATE	YYYY-MM-DDHH:mm:ss
9	上传时间	UP_DATE	YYYY-MM-DDHH:mm:ss
10	设备编号	EQU_DATE	

表 3 拌和站生产数据

序号	字段名	标识符	说明
1	用水量(配比值)	WD_VAL	单位 kg
2	水泥用量(配比值)	CC_VAL	单位 kg
3	砂用量(配比值)	SC_VAL	单位 kg
4	碎石用量(配比值)	GC_VAL	单位 kg
5	矿粉用量(配比值)	OP_VA;L	单位 kg
6	煤灰用量(配比值)	FAC_VAL	单位 kg
7	掺合量	BA_VAL	单位 kg
8	减水剂用量(配比值)	WRAD_VAL	单位 kg
9	外加剂用量(配比值)	AD_VAL	单位 kg
10	同养时间	SA_TIME	
11	标养时间	STA_TIME	
12	压溃曲线	COL_NB	

表 4 试验机混凝土数据

序号	字段名	标识符	说明
1	工程名称	PRO_NA	混凝土使用工程名称
2	施工部位	CON_NA	混凝土施工部位
3	试件编号	TP_NB	
4	制件日期	PA_DATE	YYYY-MM-DD
5	试验日期	TE_DATE	YYYY-MM-DD
6	龄期	AGE_NB	天
7	试件尺寸	SS_NB	
8	试件面积	AOS_NB	
9	设计强度	DS_NB	
10	折算系数	CC_NB	
11	破坏荷载	FI_NB	
12	抗压强度	CS_NB	
13	强度代表值	SR_VAL	
14	试验完成时间	TC_DATE	YYYY-MM-DDHH:mm:ss
15	过程时间	PRO_DATE	YYYY-MM-DDHH:mm:ss
16	过程荷载	PL_VAL	
17	试件数量	TP_NU	
18	开始加载时间	SL_TIME	YYYY-MM-DDHH:mm:ss
19	结束加载时间	EI_TIME	YYYY-MM-DDHH:mm:ss

4 结论

桥梁工程作为极为重要的构造物,其质量好坏事关公众的健康、安全。随着工程监理和政府监管的不断升级,桥梁工程施工质量数据呈现几何级数增长,业主和政府工程质量监督部门的需求也在不断多样化,借助于桥梁工程施工质量数据建立质量智能化管理平台的需求也愈来愈强。国外的数据标准已取得长足发展与广泛运用,相比之下,中国桥梁工程施工质量智能化管理的数据标准才刚刚起步,如果不能“大力促进业务协同和资源共享,实现从效率到效能、从分散到集约、从封闭到开放三个转变”,将会严重阻碍推行“智能质监”、推广“智慧工地”的改革步伐。只有事先确立良好的数据标准,才能保障桥梁施工质量数据共享的更新频率和准确性,推动共享朝标准、规范的方向发展。

表 5 预应力张拉数据

序号	字段名	标识符	说明	序号	字段名	标识符	说明
1	桥梁名称	BRI_NA	预应力张拉项目名称	17	摩擦系数	FC_VAL	
2	项目名称	PRO_NA		18	钢绞线规格型号	SSM_NB	
3	桥梁编号	BRI_NB		19	工具夹片内陷值	TC_VAL	
4	预制梁编号	PRE_NB		20	张拉断面	TS_NB	
5	预应力束编号	PREST_NB		21	千斤顶编号	JOPG_NB	
6	浇筑日期	POU_DATE	YYYY-MM-DD	22	油压表编号	HGM_NB	
7	预应力束长度	PRE_LEN		23	力值	FOR_VAL	
8	张拉日期	TEN_DATE	YYYY-MM-DD	24	伸长值	ELO_VAL	
9	千斤顶规格	JSF_NB		25	力筋回缩值	SK_VAL	
10	千斤顶型号	JM_NB		26	工作端伸长值	OEE_VAL	
11	千斤顶品牌	JB_NA		27	设计张拉力(最终值)	DT_VAL	
12	千斤顶标定日期	CAL_DATA	YYYY-MM-DD	28	张拉长度	TL_VAL	
13	张拉时砼强度	TSC_NB		29	理论伸长值	TE_VAL	
14	智能张拉器品牌	IJB_NA		30	总伸长值	TOE_VAL	
15	油压表规格	SOPQ_NB		31	伸长率误差	EE_VAL	
16	油压表型号	HGM_NB		32	时程曲线	TH_NB	

表 6 孔道压浆数据

序号	字段名	标识符	说明
1	张拉时间	TEN_DATE	YYYY-MM-DDHH; mm:ss
2	压浆时间	PRE_DATE	YYYY-MM-DDHH; mm:ss
3	压浆剂量	PD_UN	
4	水胶比	WBR_VAL	
5	浆液流动度	FCS_VAL	
6	浆液温度	STP_NB	单位℃
7	孔道编号	CL_NB	
8	起始时间	SS_DATE	YYYY-MM-DDHH; mm:ss
9	终止时间	TER_DATE	YYYY-MM-DDHH; mm:ss
10	压浆压力	PG_NB	
11	稳压压力	VR_NB	
12	保压时间	VR_DATE	
13	浆液拌制时间	CMM_DATE	
14	压浆品牌	PB_NA	

参考文献:

- [1] 钟明键,张新云.桥梁工程施工质量管理问题研究[J].山西科技,2009(1).
- [2] 刘邦奇.对接“智慧城市”建设 打造“智慧质监”南京模式[J].中国信息界,2014(5).
- [3] 杨炜鸿,孙震宇,冯利.通用数据标准制定方法的研究[J].长春理工大学学报(自然科学版),2007(3).
- [4] 李春子.适用于高校的数据标准制定与实现[J].信息技术与标准化,2010(5).
- [5] 唐琳,施良,邹可可.XML 技术的房地产估价数据标准研究[J].中国房地产,2013(24).
- [6] 史健宗,南卓铜,赵林.多年冻土元数据标准研究和应用[J].遥感技术与应用,2014(5).
- [7] 李东昇.轨道梁桥养护管理综合数据平台研究与开发[D].北京交通大学硕士学位论文,2009.
- [8] 李悦玲,赵俊兰,王晓晶.桥梁运营管理信息化平台设计关键问题研究[J].北方工业大学学报,2014(3).
- [9] 白羽.打破信息孤岛 构建信息共享桥梁[J].中小企业管理与科技(上旬刊),2015(12).
- [10] 张金平.后张法预应力 T 梁施工技术[J].中小企业管理与科技,2014(34).
- [11] 张绍阳,葛丽娟,安毅生,等.交通运输数据标准研究现状与发展[J].交通运输工程学报,2014(2).