

ICS 93.040

CCS P 28

T



团 体 标 准

T/CSPSTC XXX—202X

桥梁工程信息模型应用技术规范

Technical specification for bridge engineering information model application

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国科技产业化促进会 发布

中国标准出版社 出版

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	2
4.1 应用原则	2
4.2 信息安全	2
5 桥梁工程信息模型的应用阶段	2
6 可行性研究阶段 BIM 应用	3
6.1 可行性研究阶段 BIM 应用原则	3
6.2 可行性研究阶段 BIM 应用内容	3
7 初步设计阶段 BIM 应用	4
7.1 初步设计阶段 BIM 应用原则	4
7.2 初步设计阶段 BIM 应用内容	4
8 施工图设计阶段 BIM 应用	5
8.1 施工图设计阶段 BIM 应用原则	5
8.2 施工图设计阶段 BIM 应用内容	5
9 施工准备阶段 BIM 应用	7
9.1 施工准备阶段 BIM 应用原则	7
9.2 施工准备阶段 BIM 应用内容	7
10 施工阶段 BIM 应用	7
10.1 施工阶段 BIM 应用原则	7
10.2 施工阶段 BIM 应用内容	7
11 运维阶段 BIM 应用	10
11.1 运维阶段 BIM 应用原则	10
11.2 运维阶段 BIM 应用内容	10
12 不同形式桥梁的 BIM 应用	13
12.1 涉水桥梁	13
12.2 跨线桥梁	13
12.3 公路立交桥梁	14
12.4 高架桥梁	14
13 桥梁工程信息模型可视化技术要求	15
13.1 总体要求	15
13.2 具体要求	15

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江西省交通科学研究院有限公司提出。

本文件由中国科技产业化促进会归口。

本文件起草单位：XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX、XXX、XXX、XXX。

桥梁工程信息模型应用技术规范

1 范围

本文件规定了桥梁工程信息模型应用的应用原则、信息安全、桥梁工程信息模型应用的应用阶段、可行性研究阶段建筑信息模型（BIM）应用、初步设计阶段 BIM 应用、施工图设计阶段 BIM 应用、施工准备阶段 BIM 应用、施工阶段 BIM 应用、运维阶段 BIM 应用、不同形式桥梁的 BIM 应用的技术要求。

本文件适用于新建、改建、扩建和大修的桥梁全生命周期（可行性研究、设计、施工、运维）BIM 技术应用。桥梁工程中涉及的桥梁工程信息模型数据的建立、传递和解读，特别是各专业之间的协同，工程参与各方的协作，以及管控、交付等亦可按照此规范参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 51235 建筑信息模型施工应用标准
- GB/T 51269 建筑信息模型分类和编码标准
- GB/T 51301 建筑信息模型设计交付标准
- GB/T 51447 建筑信息模型存储标准
- CJJ 99 城市桥梁养护技术标准
- JTG/T 2420 公路工程信息模型应用统一标准
- JTG/T 2421 公路工程设计信息模型应用标准
- JTG/T 2422 公路工程施工信息模型应用标准
- JTG 5120 公路桥涵养护规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

桥梁工程信息模型 bridge engineering information model

以三维图形和数据库信息集成技术为基础，创建并利用几何数据和非几何数据对桥梁工程项目进行全寿命期管理的信息模型。

3.2

几何数据 geometric data of bridge engineering information model

模型内部几何形态和外部空间位置数据的集合。

3.3

非几何数据 non-geometric data of bridge engineering information model

除几何数据之外所有数据的集合。

3.4

桥梁工程信息模型构件 component of bridge engineering information model

桥梁工程各类设施、设备等物理实体集合，构件可以是单个模型组件或多个模型组件的集合。

3.5

桥梁工程信息模型应用 application of bridge engineering information model

在桥梁工程项目全寿命期内，对模型信息进行提取、检查、分析、更改等过程。

注：如管线综合、工作量统计等。

3.6

全生命周期 life cycle

桥梁工程从设计、施工到运维等阶段的总称。

3.7

协同 collaboration

基于桥梁工程信息模型进行信息共享、交互、协调工作的过程。

3.8

碰撞检测 collision detection

检测桥梁信息模型包含的各类构件或设施是否满足空间关系的过程。

4 基本规定

4.1 应用原则

桥梁工程信息模型的应用应符合现行相关国家标准和行业标准的有关规定。

4.2 信息安全

桥梁工程信息模型在各阶段应用时，应保障信息安全。

5 桥梁工程信息模型的应用阶段

桥梁工程信息模型的应用阶段包括可行性研究阶段、初步设计阶段、施工图设计阶段、施工准备阶段、施工实施阶段以及运维阶段。

桥梁工程信息模型的应用应满足表1的要求。

表1 桥梁信息模型应用的不同阶段

序号	应用选项	可行性研究阶段	初步设计阶段	施工图设计阶段	施工准备阶段	施工实施阶段	运维阶段
1	方案比选	□	□	√	—	—	—
2	创建桥梁模型	√	√	√	√	√	—
3	地质建模、GIS 环境搭建	√	□	√	√	√	—
4	场地分析	√	√	√	—	—	—
5	建筑性能模拟分析	—	—	√	—	—	—
6	虚拟仿真漫游	√	√	√	—	—	—
7	桥梁结构平面、立面剖面检查	√	□	√	—	√	—
8	碰撞检测及管线综合	√	□	□	—	√	—

表1 桥梁信息模型应用的不同阶段（续）

序号	应用选项	可行性研究阶段	初步设计阶段	施工图设计阶段	施工准备阶段	施工实施阶段	运维阶段
9	设计协同	□	□	□	—	—	—
10	二维制图表达	√	√	□	—	—	—
11	工程量计算与复核	√	√	□	√	√	—
12	基于 BIM 的结构分析	√	√	□	—	—	—
13	施工深化设计及模型优化	—	—	—	□	□	—
14	施工场地规划	—	—	—	√	√	—
15	标准化管理	—	—	—	□	√	—
16	施工方案模拟	—	—	√	□	√	—
17	工程量、计量管理	—	—	—	□	□	—
18	进度管理	—	—	—	□	□	—
19	质量与安全	—	—	—	□	□	—
20	征地拆迁管理	√	√	√	□	□	—
21	工序管理	—	—	√	□	□	—
22	大型设备运输路径检查	—	—	√	□	□	—
23	竣工管理	—	—	—	—	√	—
24	运维管理方案的策划	—	—	—	—	—	□
25	运维管理系统的搭建	—	—	—	—	—	□
26	运维模型的构建	—	—	—	—	—	□
27	资产管理	—	—	—	—	—	□
28	设备设施维护管理	—	—	—	—	—	□
29	应急管理	—	—	—	—	—	□

注：表中“√”表示该应用项宜用于该阶段，“□”表示该应用项可用于该阶段，“—”表示该应用项不适用于该阶段。

6 可行性研究阶段 BIM 应用

6.1 可行性研究阶段 BIM 应用原则

宜利用 BIM 技术辅助工程方案论证，方案内容应包含桥梁的桥位、桥长、跨径、桥宽、桥面标高、坡度等布置内容。应充分利用 BIM 技术三维可视化特征辅助桥梁方案设计，设计内容宜包含使用要求、造型美观、因地制宜、就地取材、便于施工和养护等。

6.2 可行性研究阶段 BIM 应用内容

6.2.1 方案比选分析

宜利用 BIM 技术辅助桥梁方案比选分析，比选分析应包含：桥梁结构类型、跨径布置、分孔方式、横断面布置、性能分析、防洪论证分析、通航论证分析、桥型施工方法可实施性分析等信息。

6.2.2 规划管理

应利用 BIM 技术创建桥梁工程信息模型及环境信息模型建立数字城区，进行设计方案审查、规划控制，实现整个规划的动态管理。

7 初步设计阶段 BIM 应用

7.1 初步设计阶段 BIM 应用原则

桥梁工程信息模型应继承可行性研究阶段精度，扩展模型精度满足初步设计阶段应用。宜利用 BIM 技术进行桥梁方案比较，确定桥梁的推荐方案，方案内容应包含跨径布置、桥孔布置、桥位处地质、施工条件、材料供应、施工工期、水文计算结果工程造价等。应利用初步设计阶段的桥梁工程信息模型，配合结构专业建模进行核查设计。

7.2 初步设计阶段 BIM 应用内容

7.2.1 通则

对桥梁方案比选、地质模型、桥梁 BIM、场地现状仿真、景观效果分析、征地拆迁分析、地质适宜性分析、噪声影响分析、虚拟仿真漫游做出规定。

7.2.2 桥梁方案比选

应利用 BIM 技术进行桥梁方案比选。方案应包含：桥梁结构类型、跨径布置、分孔方式及横断面布置；根据上部结构形式、跨度、桥梁高度以及场地地质条件等。

7.2.3 初步设计阶段地质模型

宜利用钻探、地质构造、地形等数据建立地质模型。地质模型应满足与桥梁 BIM 融合，具备高精度、小体量、全属性的特点。

7.2.4 初步设计阶段桥梁 BIM

各专业初步设计桥梁 BIM 精度宜满足 LOD200 及以上等级。

7.2.5 场地现状仿真

场地现状仿真内容应包含：场地现状模型、性能分析模型及应用报告。

7.2.6 景观效果分析

宜利用 BIM 模拟桥梁工程方案线路及周边环境，分析桥梁工程方案、设施与周边环境结合的景观效果。

7.2.7 征地拆迁分析

宜利用 BIM 中集成用地规划、构筑物产权单位、建设年代、建筑面积、城市人口分布等信息，利用 BIM 数据集成与管理平台分析设计方案需要拆迁的构造物的数量、面积、产权单位和拆迁成本等。

7.2.8 地质适宜性分析

宜利用 BIM 技术，集成桥梁工程方案模型和三维地质模型，分析设计方案中线路穿越的地层、地下水和不良地质情况，提高方案分析和调整的效率。

7.2.9 噪声影响分析

宜利用 BIM 技术和噪声影响分析软件输出的数据，在三维场景中展示噪声影响范围，统计分析桥梁工程运行噪声影响区域内的建筑等信息。

7.2.10 虚拟仿真漫游

虚拟仿真漫游应展示桥梁工程真实尺寸的可视化模型，展示方式宜包含：效果图、场景漫游、交互式实时漫游虚拟现实系统、对应的展示视频文件等可视化成果。

8 施工图设计阶段 BIM 应用

8.1 施工图设计阶段 BIM 应用原则

利用 BIM 技术进行桥梁方案比较，确定桥梁的推荐方案。桥梁方案的选择应遵循“技术先进、安全可靠、适用耐久、经济合理”的原则，兼顾美观与周围景观协调。桥梁结构类型的选择宜综合跨径布置、桥孔布设等统筹考虑，并结合桥位外的场地地形地质、自然条件等基础资料，施工条件、材料供应、施工工期、水文计算结果及工程造价等因素综合考虑。利用 BIM 技术根据各种桥梁结构的特点，考虑交通运输条件、防洪通航要求、场地地质、水文环境等因素，优化桥梁总体设计。大桥桥位在服从路线走向的前提下，作为路线控制点进行综合考虑，中小桥位置服从路线布设要求。

8.2 施工图设计阶段 BIM 应用内容

8.2.1 通则

对桥梁优化设计、地质模型、桥梁 BIM、施工图设计阶段桥梁结构的平面、立面、剖面检查、碰撞检查与管线综合、工程量计算及复核、基于 BIM 的结构分析、虚拟仿真漫游工程量计算及复核、管线搬迁与道路翻交模拟做出规定。

8.2.2 桥梁优化设计

宜利用 BIM 技术进行桥梁方案比选和优化，生成桥梁复杂部位的剖面图指导设计。

8.2.3 施工图设计阶段地质模型

宜在初步设计阶段继承、扩展、补充地质模型信息，地质模型宜包含：围岩等级、支持地质任意剖切面、二维输出等。

8.2.4 施工图设计阶段桥梁 BIM

BIM 专业设计模型应提供经分析优化后的各专业 BIM 施工图模型，模型的交付内容及深度不宜低于 LOD300 等级。

8.2.5 施工图设计阶段桥梁结构的平面、立面、剖面检查

宜利用 BIM 技术检查桥梁结构的构件在平面、立面、剖面位置是否一致，以消除设计中出现不统一、空间不合理的错误。

8.2.6 碰撞检查与管线综合

8.2.6.1 施工图阶段碰撞检查与管线综合过程中，宜基于 BIM 的协作工作方式，根据最终 BIM 所反映的三维情况，调整二维图纸。

8.2.6.2 施工准备阶段 BIM 管线综合应在设计阶段成果的基础上进行，并加入相关专业深化的模型，对有矛盾的部位进行优化和调整。设计单位应根据最终深化 BIM 所反映的三维情况，调整二维图纸。

8.2.6.3 检查过程中，如发现某一系统普遍存在影响合理，应提交设计单位做全系统设计复查。

8.2.6.4 碰撞检查与管线综合步骤如下：

- a) 搭建模型，根据设计图纸，基于土建施工图设计阶段交付模型，搭建模型；
- b) 校验模型的完整性、准确性；
- c) 碰撞检查，利用模拟软件对桥梁工程信息模型进行碰撞检查，生成碰撞报告；
- d) 提交碰撞报告，将碰撞检查报告提交给建设单位，报告需包含碰撞点位置，碰撞对象等；
- e) 生成优化平面图纸，根据优化模型，生成综合优化平面图纸，并将最终成果交付给建设单位；
- f) 碰撞检查与管线综合的成果宜包括桥梁工程项目的碰撞检查模型、碰撞检查报告、管线优化平面图纸等。

8.2.7 工程量计算及复核

数据收集：调整桥梁工程信息模型的几何数据和非几何数据；校验模型的完整性、准确性；生成BIM工程量清单。

8.2.8 基于 BIM 的结构分析

将BIM向结构分析模型进行转换；利用结构分析模型开展抗震、抗风、抗火等结构性能分析和设计；将结构计算的结果存储在BIM或基于BIM的管理系统平台中，以便后续的应用。

8.2.9 虚拟仿真漫游工程量计算及复核

可视化模型及生成文件：应提交基于BIM设计模型的表示真实尺寸的可视化展示模型，及其创建的效果图、场景漫游、交互式实时漫游虚拟现实系统、对应的展示视频文件等可视化成果。

8.2.10 管线搬迁与道路翻交模拟

8.2.10.1 管线搬迁与道路翻交模拟工作主要包括以下内容。

- a) 施工围挡建模。根据管线搬迁方案建立各施工阶段施工围挡模型。
- b) 管线建模。根据地下管线成果探测图、报告以及管线搬迁方案平面图、断面图建立现有管线和各施工阶段的管线模型。
- c) 道路现状和各阶段建模。根据道路翻交方案，创建道路现状模型与各阶段道路翻交模型。模型能够体现各阶段道路布局变化及周边环境变化。
- d) 周边环境建模。根据管线搬迁地区周边地块平面图、地形图创建地表模型，根据桥梁工程项目周边建构筑物的相关图纸创建周边建构筑物模型。
- e) 校验模型的完整性、准确性及拆分合理性等。
- f) 生成管线搬迁与道路翻交模型。

8.2.10.2 实施施工围挡建模、管线建模、道路现状和各阶段建模及周边环境建模，经检验合格后生成管线搬迁与道路翻交模型。生成管线搬迁与道路翻交模拟视频，反映各阶段管线搬迁内容、道路翻交方案、施工围挡范围、管线与周边建构筑物位置的关系及道路翻交方案随进度计划变化的状况。

9 施工准备阶段 BIM 应用

9.1 施工准备阶段 BIM 应用原则

宜利用 BIM 技术进行图纸会审、施工深化设计及模型优化、施工工程量统计、大型设备运输路径检查、施工方案模拟。

9.2 施工准备阶段 BIM 应用内容

9.2.1 通则

对图纸会审、施工深化及模型优化、施工工程量管理、大型设备运输路径检查、施工方案模拟做出规定。

9.2.2 图纸会审阶段 BIM 技术应用

应利用 BIM 作为会审的沟通平台,进行设计、施工数据检测及问题协调;利用三维模型检测设计碰撞、核查设计问题及施工可行性。

9.2.3 施工深化设计及模型优化

施工深化应利用 BIM 对施工合理性、可行性进行甄别。施工深化过程应定期更新施工作业模型、设计协调文件、管理文件、深化施工图及节点图等相关信息。

9.2.4 施工工程量统计

工程量统计宜利用软件获取施工作业模型中的工程量信息,从模型中获取的工程量信息应满足合同约定的计量、计价规范要求;建设单位可利用施工作业模型实现动态成本的监控与管理,并实现目标成本与结算工作前置。施工单位根据优化的动态模型实时获取成本信息,动态合理地配置施工过程中所需的资源。

9.2.5 大型设备运输路径检查

大型设备运输路径检查应校验模型的完整性、准确性,在进行路径检查。成果宜包括:桥梁工程项目的运输路径检查模型、运输路径模拟视频等。

9.2.6 施工方案模拟

施工方案模拟宜利用模型对施工场地临建设施、便道等方案进行模拟和比选。对重难点施工工艺方案进行模拟,选择最优施工方案,生成模拟演示视频并提交施工部门审核。成果宜包括:施工模拟演示文件,施工方案比选报告。

10 施工阶段 BIM 应用

10.1 施工阶段 BIM 应用原则

宜利用 BIM 技术创建虚拟现场,结合地理信息系统(GIS)、物联网、移动互联等技术开展标准化管理、施工 BIM+GIS 管理系统平台搭建、进度管理、质量管理、安全管理、重要部位和环节验收管理、工程量及物料管理、竣工资料电子交付等方面的应用。

10.2 施工阶段 BIM 应用内容

10.2.1 通则

对标准化管理、施工 BIM+GIS 管理系统平台搭建、进度管理、质量管理、安全管理、装

配式桥梁施工与管理、重要部位和环节的验收管理、工程量及物料管理、竣工资料电子交付做出规定。

10.2.2 标准化管理

标准化管理应利用 BIM 技术对场地布置方案、施工工艺、施工流程、质量安全事故等进行模拟，开展施工交底、实施、管理及考核等标准化管理活动；标准化管理模型宜包含：临建、安全防护设施、施工机械设备、质量控制样板、质量通病等内容。

建立施工阶段桥梁 BIM 构件的分类和编码标准、桥梁构件的命名规则标准、桥梁 BIM 管理系统数据接口技术标准等相关标准。

10.2.3 施工 BIM+GIS 管理系统平台搭建

施工 BIM+GIS 管理系统的建设应以基于地形、地质及路桥构造物模型为重点，实现桥梁施工管理。宜利用施工 BIM+GIS 管理系统平台实现征地拆迁管理、进度管理、质量管理、安全管理、场地管理等。可结合物联网监控监测设备搭建施工 BIM+GIS 智慧工地平台。

10.2.4 进度管理

应利用 BIM 数据集成与管理平台进行进度信息上报、分析和预警管理，将二维施工进度计划与模型进行整合，以三维的形式直观地反应在人视线中。主要工作内容。

- a) 收集进度数据，包括：计划进度数据、实际进度数据等。
- b) 结合工程项目施工进度计划的文件和资料，将模型与进度计划文件整合，形成各施工进度时间、施工工作安排、现场施工工序完整统一，可以表现整个项目施工情况的进度计划模拟的文件；施工计划模拟演示文件。表示施工计划过程中的整个工程进度安排、活动顺序、相互关系、施工资源、措施等信息。
- c) 根据可视的施工计划文件，及时发现计划中需待完善的区域，整合各相关单位的意见和建议，对施工计划模拟进行优化、调整，形成合理、可行的整体项目施工计划方案；施工进度控制报告。不同情况下的进度调整、控制文件，包括不同情况的施工计划展示视图，以及一定时间内虚拟模型与实际施工的进度偏差分析等。
- d) 在项目实施过程中，利用施工计划模拟文件指导施工中各具体工作，辅助施工管理，并不断进行实际进度与项目计划间的对比分析，如有偏差，分析并解决项目中存在的潜在问题，对施工计划进行及时调整更新，最终达到在要求时间范围内完成施工目标。

10.2.5 质量管理

10.2.5.1 应以深化设计模型为基础建立质量管理模型，利用移动互联、物联网等信息技术将质量管理事件录入 BIM 数据集成与管理平台，建立工程质量信息与模型的关联关系，实现工程质量问题追溯和统计分析，辅助质量管理决策。

10.2.5.2 通过现场施工情况与模型的比对，能够提高质量检查的效率与准确性，进而实现项目质量可控的目标。

10.2.5.3 主要工作内容。

- a) 准确数据的采集，包括：质量表格、现场照片等。
- b) 修改施工质量方案。
- c) 建筑信息模型的可视化功能准确、清晰地向施工人员展示及传递设计意图。同时，可通过施工过程模拟，帮助施工人员理解、熟悉施工工艺和流程，避免由于理解偏差造成施工质量问题。
- d) 现场图像、视频、音频等方式，把出现的质量问题关联到建筑信息模型的相应构件与设备上，记录问题出现的部位或工序，分析原因，进而制定并采取解决措施。累

计在模型中的质量问题，经汇总收集后，总结对类似问题的预判和处理经验，为日后工程项目的事前、事中、事后控制提供依据。

10.2.6 安全管理

10.2.6.1 应以深化设计模型为基础，根据施工安全风险管理体系增加风险监测点模型和风险工程等信息，建立安全风险管理体系，利用 BIM 数据集成与管理平台建立环境模型与安全风险监测数据的关联关系，实现对施工安全风险的可视化动态管理。

10.2.6.2 通过现场施工情况与模型的比对，能够提高检查的效率与准确性，有效控制危险源，进而实现项目安全可控的目标。

10.2.6.3 主要工作内容。

- a) 准确数据的采集。
- b) 施工安全方案修改、完善施工作业模型，生成施工安全设施配置模型。
- c) 建筑信息模型的可视化功能准确、清晰地向施工人员展示及传递设计意图。同时，可通过施工过程模拟，帮助施工人员理解、熟悉施工工艺和流程，并识别危险源，避免由于理解偏差造成施工安全问题。
- d) 现场施工安全管理情况的变化，实时更新施工安全设施配置模型。
- e) 现场图像、视频、音频等方式，把出现的安全问题关联到建筑信息模型的相应构件与设备上，记录问题出现的部位或工序，分析原因，进而制定并采取解决措施。累计在模型中的质量与安全问题，经汇总收集后，总结对类似问题的预判和处理经验，为日后工程项目的事前、事中、事后控制提供依据。

10.2.7 利用 BIM 技术进行装配式桥梁施工

宜利用 BIM 技术建立桥梁预制构件模型，将模型发送至预制工厂进行预制，并利用 BIM 管理系统平台进行装配式施工管理。

10.2.8 重要部位和环节的验收管理

10.2.8.1 单位工程预验收、单位工程验收、项目工程验收和竣工验收前，在施工过程模型中添加或关联验收所需工程资料，单位工程预验收、单位工程验收、项目工程验收和竣工验收时，利用模型快速查询和提取工程验收所需资料，通过对比工程实测数据来校核工程实体，提高验收工作效率。

10.2.8.2 根据桥梁工程重要部位和环节施工前条件验收的具体实施办法和要求，宜利用 BIM 数据集成与管理平台查询施工过程模型的重要部位和环节的验收信息，快速获得验收所需准备工作及各项工作完成情况，提高条件验收工作沟通和实施的效率。

10.2.9 工程量及物料管理

10.2.9.1 应以深化设计模型为基础，根据清单规范和消耗量定额要求创建成本管理模型，通过计算合同预算成本，结合进度定期进行三算对比、纠偏、成本核算、成本分析工作，可根据实际进度和质量验收情况，统计已完工程量信息、推送相关数据、输出报表等，辅助验工计价工作。

10.2.9.2 主要工作内容。

- a) 收集准确的数据。
- b) 将项目信息、构件信息、进度表、报表等设备与材料信息添加进施工作业模型中，使建筑信息模型建立可以实现设备与材料管理和施工进度协同，并可追溯大型设备及构件的物流与安装信息。

- c) 根据工程进度,在模型中实时输入输出相关信息。输入信息包括工程设计变更信息、施工进度变更信息等。输出信息包括所需的设备与材料信息表、已完工程消耗的设备与材料信息、下个阶段工程施工所需的设备与材料信息等。

10.2.9.3 主要工作成果。

- a) 施工设备与材料的物流信息。
- b) 基于施工作业面的设备与材料表。建筑信息模型可按阶段性、区域性、专业类别等方面输出不同作业面的设备与材料表。

10.2.10 竣工资料电子交付

10.2.10.1 竣工资料电子交付主要应用于施工阶段。在桥梁工程竣工验收时,将竣工验收信息及项目实际情况添加到施工作业模型中,以保证模型与工程实体数据一致,随后形成竣工模型,以满足交付及运营基本要求。

10.2.10.2 主要工作内容:

- a) 收集准确的数据(包括构建几何信息、材质信息、厂家信息以及施工安装信息等);
- b) 完整收集施工作业模型及施工过程中修改变更资料;
- c) 施工单位技术人员应在准备竣工验收资料时,根据修改变更资料更新施工作业模型,使其能准确表达竣工工程实体,以形成竣工模型。

10.2.10.3 主要工作成果:竣工模型及图文档资料。

11 运维阶段 BIM 应用

11.1 运维阶段 BIM 应用原则

为满足设施维护实际工作的需要,可根据 BIM 理念建设一套以“现代化、国际化、专业化、信息化”为准则、实现设施运维管养业务工作移动化、可视化、自动化、系统化的信息管理系统,以实现运维管养业务的信息化流程达到快速高效开展业务的要求,使巡查、方案确定、维护施工、大中修项目、质量安全管理、材料供给、验收归档等业务实现高新协同。

11.2 运维阶段 BIM 应用内容

11.2.1 运维管理方案策划

11.2.1.1 利用 BIM 技术实现信息传递实现移动化和自动推送,自动产生业务记录和分析统计报表,达到整个业务管理工作可视化,实现项目数据的高效管理。

11.2.1.2 通过 BIM 实现项目整体实物的数字管理,将工程各构件和分部的设计施工图纸与模型对应位置挂接,将工程管养产生的巡查、检测、维修施工等动态数据自动挂接所发生的对应位置,将各种监测的数据进行对应位置的自动挂接,能够在点击具体部位时即可看到这些资料数据,达到工程实物的可视化。

11.2.1.3 可利用 3D-GIS 地理信息系统与 BIM、移动终端系统相结合,可实现工程地理位置空间分析和统计的管理,形成立体的工程整体管理系统,同时,通过系统平台实现整个项目的管养业务移动化、自动化、系统化,实现病害、事件的准确定位,对外业人员、设备进行轨迹跟踪定位管理。利用各类传感器、视频的监控自动化,提升决策层管理及局势管理的控制力,确保项目在管理过程中对内对外形成高效高质量的形象。

11.2.2 运维模型的构建

11.2.2.1 运维阶段模型构建可以利用施工阶段的竣工模型也可以重新建模。

11.2.2.2 通过系统搭建完成桥梁构件结构树,将前梁构件逐级精确分层。

11.2.2.3 构件编码：通过系统定义桥梁构件编码，实现编码与图档的关联关系从而实现构件与图档的关联。根据桥梁实际情况，同时为满足业务用户的实际需求，制定桥梁的构件编码原则，后期建立 BIM 时，根据编码原则对所有构件进行编码，确保在系统中，各构件有唯一识别码，用以关联其图纸、病害信息、维修信息等。

11.2.3 运维 BIM+GIS 管理系统平台搭建

11.2.3.1 基本设计原则：运维管理系统要符合安全、稳定、可适应、可移植、可扩展及易维护等基本原则。

11.2.3.2 实现途径：系统的建设以全面管理桥梁工程数据为重心，结合国内外先进的桥梁管理成熟方案，采用先进的信息化技术，实现全面的综合信息化管理。

11.2.3.3 功能设计：道路桥梁基本信息管理模块：桥梁基础信息、桥梁跨（上部结构）信息、桥梁台（下部结构）信息、桥梁墩（下部结构）信息及桥梁附属信息等。

11.2.4 资产管理

11.2.4.1 运维管理平台在资产管理模块的应用设置宜满足下列要求：

- 桥梁信息模型的资产信息可被完整提取，并导入运维管理平台；
- 运维管理平台宜根据桥梁信息模型对桥梁项目的资产信息开展统计、分析、编辑和发布等工作；
- 建立数据库用于储存桥梁项目的资产信息，包括资产类别、名称、位置、采购信息、维护周期等，在运维管理平台中通过设备编码与设备模型实现关联。

11.2.4.2 资产管理与统计需准备的数据资料宜符合下列要求：

- 桥梁信息模型中资产管理与统计的设施设备相关信息宜包含资产类别、名称、位置、采购信息、维护期等；
- 桥梁信息模型宜包含完整的参数信息，并可无损转换为数据库格式文件。

11.2.4.3 资产管理与统计的工作流程宜符合下列要求。

- 运维管理平台宜通过编码等方式提取桥梁信息模型和业务系统的资产信息。采用运维管理平台对桥梁项目的资产信息进行统一梳理和分类。在运维管理平台中，将整理的桥梁项目资产信息进行编辑、展示和输出。资产管理与统计的流程图可参考图 1。

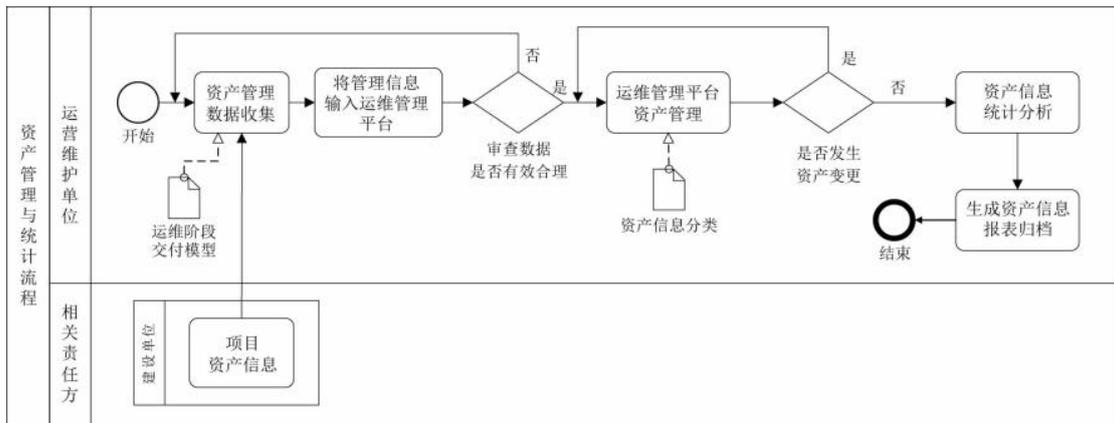


图 1 资产管理与统计流程图

- 资产管理与统计的成果宜包括桥梁项目的资产统计、分类、分析、发布等信息。

11.2.5 设施设备管理

11.2.5.1 运维管理平台在设施设备管理模块的应用设置宜满足下列要求：

- a) 桥梁信息模型中设备信息可被完整提取，并导入运维管理平台；
- b) 运维管理平台宜根据桥梁信息模型对桥梁项目的设施设备参数实施维护、可视化展示和监控；
- c) 建立数据库用于储存桥梁项目设备信息，包括监控信息、实时状态信息、原始采集信息等，在运维管理平台中通过设备编码与设备模型实现关联。

11.2.5.2 设备集成与监控需准备的数据资料宜符合下列要求：

- a) 桥梁信息模型中各项设备信息宜包含设备位置、设备（和系统）类别、名称、管理和维护参数等；
- b) 桥梁信息模型宜包含完整的参数信息，并可无损转换为数据库格式文件。

11.2.5.3 设备集成与监控的工作流程宜符合下列要求：

- a) 根据系统分类，将设备信息输入至运维管理平台，包含运维、养护所需的信息；
- b) 运维管理平台宜对比分析设备当前监控参数和原始采集信息，预测设备运行状态；
- c) 运维管理平台宜对设备（和系统）实施调取、监控、编辑等工作；
- d) 运维管理平台宜针对设备的养护、保养、替换等需求设置自动提醒功能；
- e) 设备集成与监控的成果宜包括桥梁项目设备（系统和单体）的三维可视化、运行状态监控、自动提醒等信息。

11.2.6 应急管理

11.2.6.1 运维管理平台在应急管理模块的应用设置宜满足下列要求：

- a) 桥梁信息模型中应急事件处置涉及的设施设备属性信息可被完整提取，并导入运维管理平台；
- b) 运维管理平台宜根据桥梁信息模型实施应急突发事件处置模拟，准备各类事件应急预案；
- c) 建立数据库用于储存桥梁项目的应急事件处置信息，包括应急设备位置、应急指导信息、应急预案、监测数据等，在运维管理平台中通过设备编码与设备模型实现关联。

11.2.6.2 应急事件处置需准备的数据资料宜符合下列要求：

- a) 桥梁信息模型中应急处置的设施设备相关信息宜包含桥梁监测系统（探头、公共信息指示系统、桥梁监测系统等）终端点位、系统关联信息等；
- b) 桥梁信息模型宜包含完整的参数信息，并可无损转换为数据库格式文件。

11.2.6.3 应急事件处置的工作流程宜符合下列要求。

- a) 将桥梁信息模型数据导入运维管理平台，并将点位、系统关联信息与桥梁信息模型的构件关联。
- b) 模拟各类突发事件，制定不同应急预案。将各种应急预案，以多媒体形式输出为图片或视频，作为培训资料。
- c) 通过通信和视频调度系统处理，将应急指导信息发布至公众信息显示系统，并向系统广播终端和用户移动设备推送批量信息。
- d) 在桥梁项目中，定期进行模拟演练和相关点位核查。
- e) 结合桥梁信息模型，统计、分析常规监测数据和应急事件。

11.2.6.4 应急事件处置的成果宜包括应急系统各项设备的点位、状态、参数等信息，以及应急方案等。

11.2.7 巡检管理

运维管理平台在巡检管理模块的应用设置宜满足下列要求：

巡查养护模块：巡查计划、巡查日志记录、巡检任务实施及记录等。

11.2.8 病害管理

运维管理平台在养护病害模块的应用设置宜满足下列要求：

- a) 病害管理，病害问题列表、病害问题统计，病害定位；
- b) 病害的协同管理，病害问题的提出，病害的处理，病害问题处理的验收。

11.2.9 养护管理

11.2.9.1 运维管理平台在养护管理模块的应用设置宜满足下列要求。

- a) 运维管理平台设置和参数运用宜按照JTG H11、CJJ 99执行。
- b) 工程信息模型中桥梁养护所需构件信息可被完整提取，并导入运维管理平台。
- c) 运维管理平台宜根据工程信息模型制订桥梁设计养护工作方案。
- d) 建立数据库用于储存桥梁项目的设备养护信息，包括养护周期、养护时间、人工耗费等，在运维管理平台中通过设备编码与设备模型实现关联。
- e) 养护管理需准备的数据资料宜符合下列要求：
 - 1) 桥梁模型中养护构件的相关信息宜包含墩柱、桥台、基础、梁、上下部结构、材料、人行道、标志和标线、照明和信号灯、交通服务设施等；
 - 2) 桥梁信息模型宜包含完整的参数信息，并可无损转换为数据库格式文件。

11.2.9.2 养护管理的工作流程宜符合下列要求：

- a) 将桥梁构件信息导入运维管理平台；
- b) 运维部门分类和筛选所需养护的构件，参照 7.1.1、国家标准、行业标准和地方有关标准的要求，在运维管理平台中添加养护期、养护时间、人工耗费等属性信息；
- c) 按照不同养护等级，参照 7.1.1，在运维管理平台设置维护提醒，定期对桥梁项目的构件进行养护、维修和替换；
- d) 根据运维管理平台的计划安排，运营维护单位实施养护工作，并做好养护工作记录。

11.2.9.3 养护管理的成果宜包括桥梁项目的养护构件信息等。

12 不同形式桥梁的 BIM 应用

12.1 涉水桥梁

BIM技术在涉水桥梁的运用主要体现在以下几个方面：

- a) 桥梁参数化建模、构件库；
- b) 桥梁周边GIS环境搭建；
- c) 协同设计，复核设计图纸，二维图纸生成；
- d) 桥梁构造、钢筋的三维可视化，施工模拟，验证施工时的可操作性；
- e) 工程量自动统计；
- f) 碰撞检查。

12.2 跨线桥梁

BIM技术在跨线桥梁的运用主要体现在以下几个方面。

- a) 三维模型参数化构建。一旦发生设计变更导致参数变化，直接在模型中修改相关参数即可，模型也会随之自动调整，方便快捷。
- b) 图纸输出，通过剖切3D模型的任意位置，输出工程需要的2D图纸。
- c) 工程计量，利用模型中高度整合的数据信息，通过软件直接生成工程所需的各类工程量统计表。而且一旦发生工程变更，由模型导出的工程量统计信息也能自动更新。利用BIM技术能有效地对各构件进行工程量统计分析，减少人工操作带来的统计错误，合理地安排材料采购与进场计划，降低工程成本、缩短工期。

- d) 基于BIM的预制构件安装与采购,充分利用BIM模型中储存完备的构件信息库,将预制构件信息库与预制厂商共享。预制厂商能直观地了解到预制构件的尺寸、材质、强度、规格、型号等信息。在采购预制钢箱梁时,直接将钢箱梁BIM模型发给厂商,厂商根据模型直接生产出实体钢箱梁。
- e) 4D施工模拟,将现场施工进度情况与4D模型对比,发现进度偏差时立刻采取纠偏措施。

12.3 公路立交桥梁

公路立交桥梁具有特点:路线多、分叉式出入口多、高程多、边坡复杂、路线基本上多为曲线、路线交叉但高程不同、道路和桥梁交替出现、横坡复杂。BIM技术在公路立交桥梁工程的运用主要体现在以下几个方面:

- a) 基于道路曲线的桥隧结构创新建模方法;
- b) 三维立体模型方案比选;
- c) 参数化族库开发与应用,快速建模工具的开发与应用;
- d) 全专业协同设计;
- e) 基于BIM的交通仿真,施工工序模拟,三维场景虚拟漫游;
- f) 基于BIM的交通安全分析;
- g) 基于BIM的工程优化设计;
- h) 碰撞检查;
- i) 基于BIM的估算应用;
- j) 基于BIM模型的全专业的二维出图。

12.4 高架桥梁

BIM技术在高架桥梁的运用主要体现在以下几个方面:

- a) BIM搭建,利用建模软件,根据二维图纸,对该项目进行建模,通过建立该桥梁的BIM,各构件尺寸、位置关系、表现材质都能在模型中直接反映出来,方便施工任意进行;
- b) BIM施工工艺模拟,施工工艺复杂,基于BIM技术进行各阶段详细施工工艺模拟,可迅速掌握施工工艺,避免出现施工错误;
- c) 施工前作业施工工艺模拟;
- d) 施工管理平台开发与应用。

12.5 市政桥梁

BIM技术在市政桥梁的运用主要体现在以下几个方面。

- a) 施工前期通过建立三维模型对场地进行合理的规划布置,提高效率。
- b) 科学计算工程量,提供数据支持。利用BIM软件自带的明细表功能件所支持的文件格式进行算量。
- c) 模型碰撞检查,发现和解决管线及结构物冲突情况,从而减少返工和材料浪费,节约成本,缩短工期。
- d) 利用BIM+虚拟现实技术(VR),达到实际体验效果。使项目达到设计效果可视化,在利用软件为工程建立了三维信息模型后,得到项目建成后的虚拟三维模型,展现了二维图纸不能给予的视觉效果。
- e) 施工管理平台开发与应用。

13 桥梁工程信息模型可视化技术要求

13.1 总体要求

13.1.1 支持常见几种格式模型加载，如FBX、OBJ、3DS等。

13.1.2 支持流式数据格式及WebRTC协议，实现B/S架构下模型轻量化加载。

13.2 具体要求

13.2.1 模型加载终端包含浏览器端及移动终端，实现跨网传输。

13.2.2 可视化功能包含设计阶段模型展示、施工阶段模型展示、运维养护阶段模型展示等桥梁全生命周期阶段工程信息模型加载与展示。
