

ICS 35.020

CCS K 6.5

团体标准

T/CITSA XX-202X

交通基础设施数字化基础软件系统架构 及技术要求

The digital infrastructure software system architecture and functional
requirements for transportation infrastructure

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国智能交通协会 发布

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

 3.1 术语和定义 1

 3.2 缩略语 2

4 总则 2

 4.1 可靠性 2

 4.2 可扩展性 2

 4.3 安全性 2

5 软件系统技术架构 2

 5.1 软件系统技术架构图 2

 5.2 软件系统技术架构 3

6 软件系统技术要求 4

 6.1 系统功能架构 4

 6.2 一般技术要求 4

 6.3 运行支撑软件环境技术要求 5

 6.4 服务技术要求 6

参考文献 8

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。

本文件由武汉理工大学提出。

本文件由中国智能交通协会归口。

本文件起草单位：武汉理工大学、中国交通信息科技集团有限公司、中国科学院软件所、中交第二航务工程局有限公司、浙江中控信息产业股份有限公司。

本文件主要起草人：吴超仲、高嵩、曹菁菁、邹新欣、张雪洁、李登峰、李擎伟、陈伟、吴国全、李建强、陈富强。

交通基础设施数字化基础软件系统架构及技术要求

1 范围

本文件给出了交通基础设施数字化软件系统架构与技术的术语和定义，规定了交通基础设施数字化软件系统总体架构、基础共性业务与功能、建设和应用等技术建议。

本文件适用于交通基础设施数字化软件系统的开发和应用。

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 51269-2017 建筑信息模型分类和编码标准

GB/T 51212-2016 建筑信息模型应用统一标准

GB 17859-1999 计算机信息系统安全保护等级划分准则

JTG/T 2420-2021 公路工程信息模型应用统一标准

JTS/T 198-1-2019 水运工程信息模型应用统一标准

T/CRBIM 002-2014 铁路工程信息模型分类和编码标准

IEEE 1471-2000, 软件密集型系统架构描述的推荐实践

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 术语和定义

3.1.1 交通基础设施 transport infrastructure

为社会生产和居民生活提供公共服务的物质工程设施，是用于保证国家或地区社会经济活动正常进行的公共服务系统，包括公路、铁路、桥梁、隧道、机场、港口、航道以及城市轨道交通、城市道路及配套设施等。

3.1.2 交通基础设施数字化 digitalization of transportation infrastructure

通过利用建筑信息模型、地理信息系统、物联网、人工智能技术，对新建或已建交通基础设施（3.1）进行全生命周期、全要素的信息感知，通过数据存储、传输、可视化方式对信息进行集成处理的过程。

3.1.3 基础软件 basic software

支撑交通基础设施数字化（3.2）的操作系统、云计算环境、软件中间件等。

3.1.4 软件架构 software architecture

软件对整个系统的设计、构建、部署和演化产生重要影响的任何系统。

[来源：IEEE 1471-2000, 3.3]

3.1.5 容器 Container

通过一种虚拟化技术来隔离运行在主机上不同进程，从而达到进程之间、进程和宿主操作系统相互隔离、互不影响的技术。

3.1.6 建筑信息模型 Building information modeling

在建设工程及设施全生命期内，对其物理和功能特性进行数字化表达，并依此设计、施工、运营的过程和结果的总称。

[来源：GB/T51212-2016，2.1]

3.2 缩略语

BIM Building information modeling 建筑信息模型

4 总则

4.1 可靠性

交通基础设施数字化软件设计应遵循避错设计原则，通过增加多余的资源获得高可靠性，使程序在运行中自动查找所存在的错误并自我改正错误，减少错误危害程度。此外，还应定期进行系统数据备份，以确保数据安全性。

4.2 可扩展性

为保证系统可扩展性应采用模块化设计，宜将系统划分为独立的功能模块，实现松耦合，降低各部分之间的依赖关系。需明确定义每个模块的接口和约定，确保交互清晰一致。同时，可考虑系统的水平扩展和垂直扩展能力，以实现灵活的系统扩展和性能提升。

4.3 安全性

软件部署环境安全应满足或参照GB 17859-1999第2级及以上安全标准规定，建议操作和数据记录的日志保存最短时间不少于30日。

4.3.1 数据传输

软件需确保向第三方服务器进行数据推送时的私密性和完整性，实现数据传输加密和数据完整性校验。

4.3.2 数据私密性

软件要确保同一资源池内用户数据互不可见，仅在用户授权情况下可获取数据。

4.3.3 数据存储安全

软件需保证系统存储数据的稳定性、持久可用性和访问安全性，包括隔离不同用户数据、镜像保护、安全策略等手段的应用。

5 软件系统技术架构

5.1 软件系统技术架构图

软件系统分为采集感知、传输通信、汇聚存储、分析处理及交互展示五个层次。



图1 交通基础设施数字化基础软件系统技术架构

5.2 软件系统技术架构

5.2.1 采集感知层

软件应具备多种数据来源及类型，包括但不限于专业建模软件输出的几何模型、通过卫星遥感、激光扫描和倾斜摄影等技术采集的遥感影像、激光点云和影像数据，以及各种物联网传感器获取到的物理感知数据和状态数据。

5.2.2 传输通信层

软件应具备数据传输与服务能力，支持多种通讯和网络传输协议，包含移动通信网络、有线以太网、ZigBee、BLE等。

5.2.3 汇聚存储层

负责组织和存储交通基础设施各类数据，可分为交通基础设施数据和支撑数据两类，进一步细分为时空数据、物联感知数据、业务数据。针对不同数据类型，应提供多种存储方式，包括分布式文件存储、分布式结构化数据存储、分布式列式数据存储等，并确保存储空间可扩展。

5.2.4 分析处理层

应提供交通基础设施数据计算、分析和加工处理的核心功能、算法、框架和运行支撑环境。

5.2.4.1 数据分析处理应支持流式、批式和深度学习的数据处理引擎与框架，支持共性的数据清洗、增强、融合、转换与分割等数据处理、多维建模和时空计算等功能；

5.2.4.2 应管理共性基础的机器学习模型和算法库，实现交通基础设施资源化分析和预测等功能；

5.2.4.3 运行支撑环境应对分析处理任务提供统一的、虚拟化的计算资源，负责资源的调度、管理以及运行环境的维护监控等。

5.2.4.4 除云计算、大数据处理、流式计算、机器学习和深度学习等共性基础技术外，还应包括多维建模、时空计算、资源化分析等领域核心技术。

5.2.5 交互展示层

作为交通基础设施数字化输出的重要表达方式和展示途径，并为上层业务应用提供二次开发支撑。

5.2.5.1 可视化渲染

基于三维GIS引擎和图形引擎等组件，提供多尺度、多层次的交通基础设施渲染、展示和交互能力。

5.2.5.2 二次开发

应向上提供特定业务应用的开发支撑能力，通过集成复用和编排组织基础软件的共性基础服务，实现业务应用的快速搭建。

5.2.6 集成规范

描述基础软件与其他平台系统的集成和交互途径，具体根据系统间的关联关系程度，可通过页面/门户、接口API、数据和服务实现多层次的集成交互。

5.2.7 安全保障

描述纵贯交通基础设施数字化基础软件各个层次的安全保障机制，主要从接入、网络传输、数据、系统、访问控制等方面提供安全保障措施、手段和制度等。

6 软件系统技术要求

6.1 系统功能架构

软件系统功能架构划分为两个层次：软件运行支持环境、基础组件与服务。

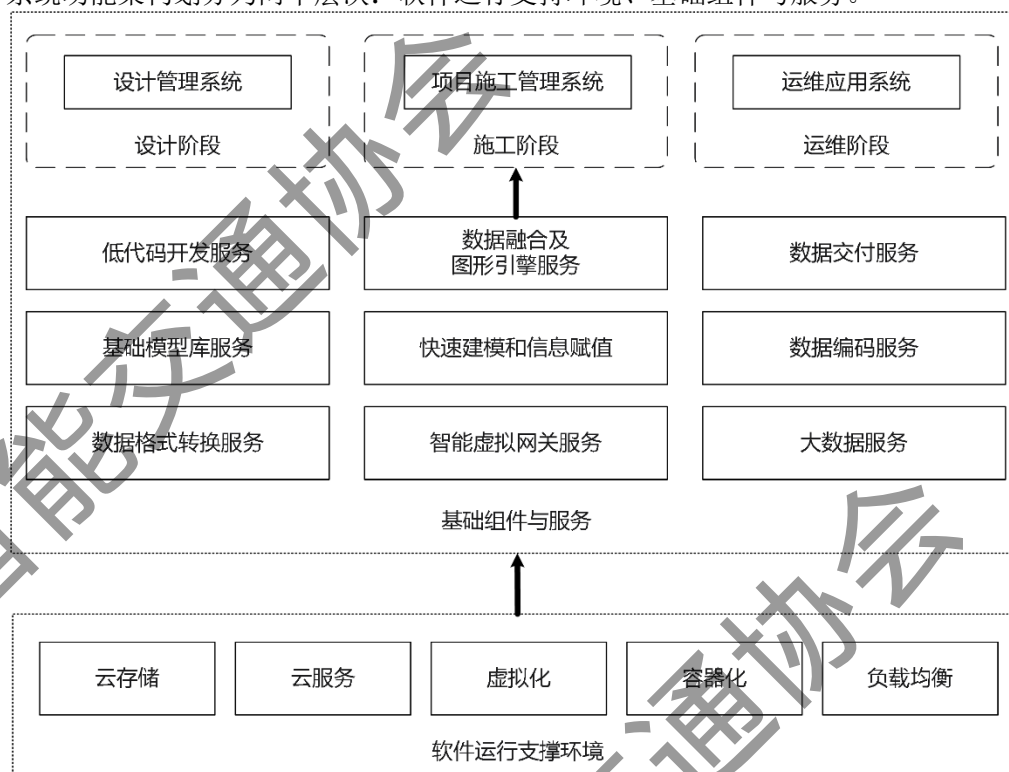


图2 交通基础设施数字化基础软件系统功能架构

6.2 一般技术要求

6.2.1 访问性能要求

在网络环境畅通的情况下，软件所有功能模块的访问和操作响应时间宜小于2秒。

6.2.2 数据并发性要求

应支持多个用户或系统同时访问和操作数据，保证数据的一致性和完整性。在网络环境畅通的情况下，每秒同时向软件平台提交请求的数量不少于200人。

6.3 运行支撑软件环境技术要求

运行软件支撑环境是综合性的技术框架，为软件应用提供必要的基础设施和服务。可适应不断变化的业务需求和技术发展，支持交通基础设施数字化软件的高效、稳定和安全运行，同时具备良好的可扩展性和灵活性，功能包括计算资源虚拟化、分布式储存、分布式云服务、软件运行容器化、负载均衡。

6.3.1 计算资源虚拟化技术要求

6.3.1.1 服务器虚拟化

通过虚拟化技术，将物理服务器转化为多个虚拟服务器，提高服务器的利用率。

6.3.1.2 资源调度

软件运行支撑环境可根据软件的需求动态分配和释放计算资源，实现资源的优化利用。

6.3.1.3 隔离性保障

确保虚拟化后的各个应用之间的隔离，避免相互干扰。

6.3.2 分布式储存技术要求

6.3.2.1 数据存储与管理

应提供稳定、可扩展的存储空间，用于存储交通基础设施相关的数据、信息和知识。

6.3.2.2 数据备份与恢复

确保数据的安全性，实现数据的定期备份和快速恢复。

6.3.2.3 存储优化

通过分布式存储技术，实现数据的高效读写，满足交通基础设施软件的大数据需求。

6.3.3 分布式云服务技术要求

6.3.3.1 服务注册与发现

应该使各类上层软件服务能够动态注册，并允许其他服务发现和调用。

6.3.3.2 服务路由

需要确保服务请求到正确路由，实现服务之间的通信。

6.3.3.3 服务监控与管理

对分布式服务进行实时监控，确保服务的可用性和性能。

6.3.4 软件运行容器化技术要求

6.3.4.1 容器打包

将应用及其相关依赖项打包成独立的容器，便于在不同环境中进行部署和运行。

6.3.4.2 容器部署

快速、简单地部署容器化的应用，使其能够在各种环境中轻松地运行。

6.3.4.3 容器管理

对容器进行全面的生命周期管理，包括启动、停止、升级等操作，以确保容器应用的稳定运行。

6.3.5 负载均衡

6.3.5.1 流量分发

将进入的流量分发到多个服务器或服务上，确保负载的均衡分配。

6.3.5.2 动态负载调整

根据服务器的负载情况动态调整流量，避免某台服务器过载。

6.3.5.3 故障转移

当某个服务器或服务出现故障时，系统应自动将流量转移到其他可用的服务器或服务上，以保证服务的持续可用性。

6.4 服务技术要求

服务功能包括数据格式转化服务、智能网关服务、大数据服务、基础模型库服务、快速建模和信息赋值功能、模型编码服务、低代码开发服务、数据融合与可视化服务、数据交付服务。

6.4.1 数据格式转化服务

6.4.1.1 软件应支持典型交通基础设施数字化模型文件格式的导入和导出，文件格式包括但不限于：STP、RVT、DWG、DXF、DGN、FLN、3DPDF、SKP，软件应支持上述格式文件相互转化。

6.4.1.2 宜支持以 IFC 格式为基础的交通基础设施数字化模型文件格式的转换，包括 IFC 文件到 OBJ、GLTF、3DTILES 文件的转化。

6.4.1.3 几何信息以三维模型的形式保存，附加属性信息以文本形式（如 Json、XML 格式文本）或存储数据库中，实现数据-模型分离管理。

6.4.2 智能网关服务

6.4.2.1 软件应具有数据接入能力，可支持消息队列、TCP/UDP、串行通讯、Profinet 等协议的数据接入，具备协议适配能力。

6.4.2.2 智能虚拟网关应可支持千万级点位流数据的接入能力，具备实时性、稳定性、可扩展性、安全性和可维护性的性能。具体应包括以下功能：

- 数据采集与传输：从各种交通基础设施传感器和设备中获取数据，通过可靠的通信协议将数据传输到软件架构中的其他组件或云端服务器。
- 数据解析与处理：解析从传感器和设备接收到的原始数据，数据解析后，应能进行必要的预处理，如格式转换等，满足后续分析和应用的需求。
- 数据存储与管理：将采集并处理后的数据存储在本地图或云端存储设备上，应提供数据管理功能，包括数据的备份、恢复、查询等。
- 远程监控与控制：对软件架构中的其他组件或云端服务器对设备进行实时监控和控制。远程监控和控制功能应支持多种通信协议，可适应不同类型的设备和传感器。
- 故障诊断与预警：可实时监测设备的运行状态，发现潜在的故障并预警。故障诊断和预警功能应支持多种故障类型，且能根据故障类型采取相应的处理措施。

6.4.3 大数据服务

6.4.3.1 交通基础设施基础软件应具备数据管理服务功能，具体包括但不限于：

- 交通基础设施数字化信息多级访问控制管理，确保数据分级访问控制的有效实施；
- 分布式存储，支持大规模数据的分布式存取；
- 数据清洗，能够去除数据中的错误、不准确和不完整的信息，提高数据质量和可信度；
- 数据的合规性检查，可基于国际标准如 IFC 等，对交通基础设施数字化模型数据进行合法性检测并输出不合法数据的内容清单；

e) 数据分析, 软件应具有开放性接口, 可接入并运行用户定制的分析算法。

6.4.3.2 为存储数据, 软件应采用分布式关系型数据库、分布式文件系统、分布式非关系型数据库等方式, 并且具备弹性增长的能力。可对BIM、GIS、物联网传感器、业务等数据进行存储管理, 包括但不限于以下能力:

- a) 数据吞吐量: 能够快速处理大量数据的输入和输出, 保证系统的实时性。
- b) 数据处理速度: 具备高效的数据处理能力, 能在短时间内对大量数据进行计算和分析, 100M 大小以下的数据, 处理时间不超过 1 秒; 大于 100M 小于 500M 的数据, 处理时间不超过 5 秒; 大于 500M 的数据, 处理时间不超过 8 秒。
- c) 数据压缩与解压缩: 采用适当的数据压缩技术, 减少存储空间占用, 同时提供快速的数据解压缩功能。
- d) 数据传输与通信: 确保数据在多个系统或设备之间的传输速度和通信稳定性。

6.4.4 基础模型库服务

应当具有族/构件库管理功能, 可管理基础族/构件库, 实现族/构件数据共享服务, 包括: 族上传、族下载、族编码、属性信息获取、族文件加密/解密、族版本管理、族目录管理、族审批与验证等功能。

6.4.5 快速建模和信息赋值

6.4.5.1 交通基础设施数字化基础软件应基于给定的地形环境, 交通基础设施设计等级、类型、服务能力等关键参数, 结合交通基础设施设计方案知识库, 在模型库服务的基础上自动构建满足设计要求的交通基础设施 BIM 模型。

6.4.5.2 系统应支持对模型对象进行自动或手动信息赋值。

6.4.6 模型编码服务

软件建议遵循GB/T 51269-2017、T/CRBIM 002-2014、JTS/T 198-1-2019、JTG/T 2420-2021标准对模型进行编码, 此外, 软件宜具备对数字化模型在线编码的功能, 并支持智能推荐和批量生成编码功能。

6.4.7 低代码开发服务

6.4.7.1 具有页面组件、流程编排工具 BPM、模型编排工具、基线应用模板等低代码开发功能。

6.4.7.2 提供线上开发环境、沙箱测试环境, 实现用户应用的定制化开发, 并确保在开发过程中的稳定性和安全性。

6.4.8 数据融合与可视化服务

6.4.8.1 具备交通基础设施BIM数据与GIS数据的融合处理功能, 能够对数字化模型进行轻量化处理, 提高数据处理效率。

6.4.8.2 提供融合后模型数据的可视化渲染与信息查询的服务功能。软件可视化引擎应流畅渲染面片数在 5000 万以上交通基础设施模型, 并保证渲染帧率不小于 24FPS, 确保用户体验的流畅性和交互性。

6.4.9 数据交付服务

6.4.9.1 具有交通基础设施数字化交付的数据标准制定的功能, 可制订交付策略和交付计划并确定交付任务责任矩阵。

6.4.9.2 支持遵循所制定标准, 对工程系统对象、数据对象、设施构件及设备对象、位置对象、文档对象、组织机构及人员对象、关系对象的信息进行统一管理。

6.4.9.3 提供数字化移交功能, 为交通基础设施从设计、施工、设备安装、调试、验收、移交等各个阶段向运维阶段的全生命周期提供支持。

参 考 文 献

- [1] JTG/T 2421-2021, 公路工程设计信息模型应用标准[S]. 北京:人民交通出版社股份有限公司, 2021.
 - [2] JTS/T 198-2-2019, 水运工程设计信息模型应用标准[S]. 北京:人民交通出版社股份有限公司, 2019.
 - [3] JTS/T 198-3-2019, 水运工程施工信息模型应用标准[S]. 北京:人民交通出版社股份有限公司, 2019.
-

中国智能交通协会团体标准
《交通基础设施数字化基础软件系统架构及技术要求》
编制说明

标准编制组

2024 年 2 月

目 录

一、工作简况	1
二、编制原则	6
三、标准内容的起草	7
四、标准水平分析	9
五、采标情况	11
六、与我国现行法律法规和有关强制性标准的关系	11
七、重大分歧意见的处理过程和依据	12
八、标准性质的建议	12
九、贯彻标准的要求和建议	13

一、工作简况

1. 任务来源

2021年12月中国交通建设集团有限公司承担了国家重点研发计划项目《交通基础设施数字化软件技术研发》，其中武汉理工大学承担了课题一《交通基础设施数字化工业软件架构及核心技术标准体系》的研究任务。课题拟解决当前交通基础设施数字化软件缺少顶层架构设计、标准及技术规范不统一等问题，形成交通基础设施数字化工业软件架构和核心技术标准体系。针对交通基础设施数字化业务流程复杂、数据特征多样问题，研究多维度的交通基础设施数字化共性特征及模式，分析交通基础设施勘察设计、施工建设、运维养护等全生命周期的数字信息特征，形成交通基础设施数字化统一数据处理流程模式及业务流程模式。针对交通基础设施数字化工业软件自适应能力不足的问题，研究弹性资源调度、多源异构数据分布式存储与处理、服务柔性编排与演化等关键技术，设计覆盖数据采集、分布式存储、服务集成、运行支撑等多层次的数字化工业软件架构。针对交通基础设施数字化各方式之间以及全生命周期不同阶段之间亟需相互协调和配合的标准化问题，研究交通基础设施数字化核心技术标准体系，以数字化全生命周期为主线，围绕“数据、模型、安全、接口”等方面，构建核心技术标准体系框架。课题预期形成交通基础设施数字化工业软件体系架构与核心技术标准体系，编制相关关键标准。

由武汉理工大学牵头，于2022年7月向中国智能交通协会提出申

请，并获得批准编制《交通基础设施数字化基础软件系统架构及技术要求》。标准主要编制单位包括武汉理工大学、中国交通信息科技集团有限公司、中国科学院软件所、中交第二航务工程局有限公司等单位。参与标准编制的主要人员包括吴超仲、高嵩、邹新欣、李登峰、陈伟、李建强等人。

2. 起草单位情况

(1) **武汉理工大学**作为一所历史悠久、学科门类齐全的高等学府，长期致力于交通领域的科研与教学，积累了大量与标准编制相关的经验。学校在交通基础设施建设、智能交通系统、交通工程管理等方向取得了显著的研究成果，并成功地将这些成果转化为标准编制的实践。通过与国内外知名企业和研究机构的合作，武汉理工大学参与了多个国家级、行业级标准的编制工作，积累了丰富的标准编制经验。武汉理工大学在交通领域拥有强大的技术实力。该校拥有一批高水平的科研团队和实验平台，致力于交通领域的前沿技术研究和应用。在智能交通系统、交通大数据分析、交通仿真模拟等方面，武汉理工大学取得了多项具有自主知识产权的核心技术，为标准编制提供了坚实的技术支撑。同时，该校还注重与行业的深度融合，积极参与交通领域的实际工程项目，将科研成果转化为实际应用，提升了技术实力和标准编制的水平。

(2) **中国交通信息科技集团有限公司**拥有2个国家级科研平台、8个省部级科研平台，包括综合交通运输大数据处理及应用技术交通行业研发中心、公路建设与养护技术、材料及装备交通运输行业研发中心

等。中国交通信息科技集团有限公司是最早从事公路、港航机电及智能交通的设计院之一，参与近三分之一公路、水运信息化工程。参编国际标准1项，编制行业水运、公路领域行业标准8项、地方标准11项，集团2项，单位级标准74项，共计96项，其中主编交通运输部《交通运输信息资源目录体系》参编交通运输部《公路信息化技术规范》、《公路智能化数字技术规范》等。获2020年度中国公路学会“交通BIM工程创新奖”一等奖。

(3) **中国科学院软件所**中国科学院软件所自1985年成立以来，一直致力于计算机科学理论和软件高新技术的研究与发展，其中不乏对交通、信息领域标准的深入探索与贡献。多年来，软件所不仅承担了多项国家和省部级的重大项目，还积极参与了交通、信息领域标准的制定与修订工作，积累了丰富的标准编制经验。这些经验不仅涵盖了标准制定的全过程，还涉及到了标准实施、评估与反馈等多个环节，为软件所在该领域的标准编制工作奠定了坚实的基础。

中国科学院软件所拥有强大的技术实力和创新能力。作为一所综合性基地型研究所，软件所汇聚了国内外顶尖的计算机科学和软件技术专家，形成了多学科交叉、协同创新的科研团队。在交通、信息领域，软件所不仅关注前沿技术的研发与应用，还注重将科研成果转化为实际生产力，推动交通、信息行业的标准化进程。特别是在智能交通系统、大数据处理与分析、云计算与边缘计算等方面，软件所取得了显著的研究成果，为标准的制定提供了有力的技术支撑。

(4) **中交第二航务工程局有限公司**深耕于路桥、港航、铁路、市政

等交通基础设施建设领域，参与并完成了众多国内外重大工程项目。在这些项目的实施过程中，公司积累了丰富的标准编制经验。公司不仅参与制定了多项国家、行业和地方标准，还根据自身工程实践，自主编制了一系列企业标准和技术规范。这些经验涵盖了从勘察、设计、施工到运维等交通工程建设的全过程，为中交二航局在交通领域标准编制方面奠定了坚实的基础。公司拥有一支高素质的技术研发团队，致力于交通工程技术的研究与应用。公司不仅掌握了多项具有国际、国内领先水平的施工技术，还拥有一批先进的施工装备和检测设备。在标准编制过程中，中交二航局能够充分依托自身的技术实力，将科研成果和工程实践经验转化为标准条款，确保标准的科学性和实用性。

3. 主要起草人及其所做的工作

本标准的主要起草人吴超仲，武汉理工大学教授，博士生导师。兼任中国智能交通协会理事、高级会员，全国智能运输系统标准化委员会委员，中国人工智能学会智能交通专业委员会秘书长，中国交通运输协会青年科技工作者工作委员会主任，曾任《交通信息与安全》杂志主编，国际期刊 Transportation Research Part F 编委，参与多项标准编制。本标准的主要起草人员情况见表1。

表1 标准主要起草人员信息表

序号	单位名称	姓名	职称	专业	担任的职责
1	武汉理工大学	吴超仲	高级	交通运输工程	总体负责人
2	武汉理工大学	高嵩	中级	计算机应用技术	技术负责人
3	武汉理工大学	曹菁菁	副高级	系统科学	软件架构部分编制
4	武汉理工大学	邹新欣	无	计算机系软件	资料收集分析
5	武汉理工大学	张雪洁	无	计算机系软件	资料收集分析
6	中国交通信息科技集团有限	李登峰	副高级	环境工程	技术要求部分编制

	公司				
7	中国交通信息科技集团有限公司	李擎伟	中级	计算机系软件	技术要求部分编制
8	中国科学院软件所	陈伟	副高级	计算机软件与理论	软件架构部分编制
9	中国科学院软件所	吴国全	正高级	软件工程	软件架构部分编制
10	中交第二航务工程局有限公司	李建强	中级	土木工程	技术要求部分编制
11	中交第二航务工程局有限公司	陈富强	副高级	桥梁与隧道工程	技术要求部分编制

4. 主要工作过程

本规范的编制过程主要包括以下几个阶段：

1. 立项阶段：

2022年7月，由武汉理工大学牵头，于2022年7月向中国智能交通协会提出申请，通过专家组评议获得批准编制《交通基础设施数字化基础软件系统架构及技术要求》。明确了本规范的编制任务，确定了本规范的总体编制目标、范围和内容。

2. 调研阶段：

2022年7月至2023年4月，陆续收集交通基础设施数字化基础软件系统相关的法规、标准、案例等资料。对交通基础设施数字化软件设计单位、交通基础设施设计、施工、运营等单位等进行现场调研，了解交通基础设施数字化基础软件的现状和需求。邀请行业内外专家进行咨询，获取专业意见和建议。

3. 起草阶段：

2022年12月至2023年8月，根据调研结果，组织规范编写团队，

开始规范的起草工作。编制小组内部对初稿进行讨论，修改和完善相关内容。经过内部讨论后，形成标准草案。于2023年12月完成了项目内部相关单位的意见征求，根据专家意见对标准进行完善。

2024年6月，标准草案提交到归口管理单位，相关专家对标准的内容提出了指导意见。依据专家的建议规范了术语部分，去掉不必要的术语，软件架构、建筑信息模型等术语应用了现有标准的定义；修改文中的插图为黑白色；规范了6.4.2等部分的表述。

二、编制原则

为交通基础设施数字化提供科学、先进、合理、兼容、安全、可扩展和可操作的指导，以促进交通行业的数字化转型和智能化发展。本标准的编写遵循以下编制原则：

科学性：标准的编制应该基于科学的理论和方法，遵循交通基础设施数字化领域的相关标准和规范。通过系统的研究和分析，确保标准的内容准确、可靠，能够为交通基础设施数字化提供科学的指导。

先进性：标准应体现当前交通基础设施数字化的先进技术和理念，关注国内外最新的发展动态。采用先进的技术手段和方法，推动交通基础设施数字化的创新与发展，确保标准具有前瞻性和引领性。

合理性：标准的编制应考虑实际应用的需求和限制，结合现有的交通基础设施状况和资源条件。编制过程中要充分考虑技术的可行性、经济的可承受性和社会的可接受性，确保标准的建议和要求合理可行。

兼容性：标准应具备良好的兼容性，能够适应不同地区、不同类

型的交通基础设施数字化项目。考虑到各种技术体系和数据标准的差异，标准应提供灵活的架构和技术方案，以促进不同系统之间的互操作性和集成性。

可扩展性：随着技术的不断发展和业务需求的变化，交通基础设施数字化系统需要具备良好的可扩展性。标准应提出灵活的架构设计和技术选型，便于系统的升级和扩展，以适应未来的发展需求。

三、标准内容的起草

1. 主要技术内容的确定和依据

本标准起草的目的是确保交通基础设施数字化软件系统能够满足现代交通基础设施设计、建设、管理的需求，提高系统效率、安全性和可靠性。制定一套全面的技术标准，涵盖软件架构设计、功能特性、性能参数等方面的技术要求和规范。

标准编制组结合相关领域的技术规范、方法、标准等文献，对所涉及的主要技术内容进行科学、系统、全面的研究和分析。参考交通工程、软件工程、信息系统等领域的理论基础，根据交通基础设施数字化的需求，明确软件系统应具备的关键技术特性，包括可靠性、可扩展性、安全性等。确定系统技术与功能架构设计的具体要求，包括软件系统技术参考架构和功能架构。

标准编制组在确定主要技术内容的基础上，参考当前先进的软件系统技术架构，提出了符合交通基础设施数字化需求的系统技术参考架构和软件系统功能架构。进而根据交通基础设施数字化的具体业务

需求，将功能分为不同类别，并详细描述各类功能的要求。对软件运行环境、计算资源虚拟化、分布式储存、分布式云服务、软件运行容器化、负载均衡等方面，提出具体的技术要求。明确基础组件与服务的技术要求，包括数据格式转化服务、智能网关服务、大数据服务、基础模型库服务、快速建模和信息赋值功能、模型编码服务、低代码开发服务、数据融合与可视化服务、数据交付服务等。同时在软件的性能参数要求方面，通过对主要编制单位的经验和行业同类企业的挑檐，确定了交通基础设施数字化软件的访问性能、渲染服务能力、最大并发量、数据处理速度、信息接入性能、数据存储能力等关键性能参数要求，以确保系统能够高效稳定地运行。

技术参数和技术指标的确定，主要基于标准编制单位所开发的系统在实验室环境开展软件测试、性能评估和安全测试数据，以及应用单位实际交通基础设施环境的测试数据和结果来确定。通过数据分析验证技术内容的准确性和科学性以及技术内容的适用性和可靠性。编制过程还借鉴行业内的成功案例和最佳实践。对技术内容进行必要的调整和完善。

编制过程中还考虑到技术解决方案的适用性，技术内容的提出和指标确定充分考虑了公路、港航、机场、轨道四类不同的交通方式的实际应用场景，确保标准内容适用于不同类型的交通基础设施项目。在探索新技术和方法的同时，编制过程中还注重人工智能、大数据等技术的应用，以提高交通基础设施数字化的水平。

后续工作中将根据技术发展和行业反馈，不断完善和更新技术标

准，确保其持续适应行业需求。

2. 标准中英文内容的汉译英情况

本标准主要对标准名称、术语与定义方面进行了英文翻译，翻译时确保专业词汇运用准确得当、确保标准内容的国际化和标准化水平，提高标准的可读性和可用性。

四、标准水平分析

1. 国内标准比较

经过调研与本标准相关的现有国家标准主要有：《信息技术 存储管理 第2部分：通用架构》《物联网 信息交换和共享 第1部分：总体架构》《智能交通管理系统建设技术规范》《智能交通 数据安全服务》等。现有相关国家标准均为通用的软件系统架构，缺乏针对道路交通基础设施数字化等具体领域的基础软件系统架构及技术要求。

与本标准相关的现有行业标准主要有：《交通运输数据资源交换与共享 第1部分：总体架构》《交通运输数据资源交换与共享 第2部分：通用技术要求》《交通运输数据资源交换与共享 第3部分：数据格式与接口》。这些标准规定了交通运输数据资源共享交换平台的体系架构、功能架构、业务架构和资源提供与使用方式；规定了资源共享要求、交换要求、环境要求、数据安全要求。仅针对数据资源交换与共享进行了规范，未涉及交通基础设施数字化其他方面。行业标准《交通运输数据中心互联技术规范 第1部分：系统架构模型》《交

交通运输数据中心互联技术规范 第2部分：数据资源目录分类编码》《交通运输数据中心互联技术规范 第3部分：数据交换》规定了交通运输数据中心互联的基本原则、互联系统架构、技术要求及性能要求；规定了交通运输数据中心数据资源目录分类、编码和扩充原则；规定了交通运输数据中心互联的数据交换总体要求、交换方式和交换管理。数据中心互联只是交通基础设施数字化其中的一部分，缺乏其他部分的架构设计规范内容。

在团体标准方面，《高速公路交通气象系统架构及技术规范》《智慧城市 数字孪生城市技术参考架构》《数字化转型 参考架构》《城市交通时空大数据格式标准》等标准虽与系统架构等方面有一定关系，但均未涉及交通基础设施数字化的软件架构的相关内容。

综上，本标准是国内首次从架构、功能、性能等方面提出的针对交通基础设施数字化的软件架构及技术要求的标准。

2. 国际标准比较

介绍与本标准相关的国际标准，包括 ISO、IEC、ASTM、ANSI 等组织发布的标准。对于国际标准，应进行详细的比较分析，包括标准的适用范围、技术要求、测试方法、检验规则等方面的内容。在比较分析中，应突出本标准与国际标准的差异，说明本标准的创新点和优势，同时指出需要进一步完善和改进的方面。在国际标准比较中，还可以介绍与本标准相关的国际标准的应用情况和发展趋势，为标准的推广和应用提供参考依据。

国际标准 ISO/IEC/IEEE/DIS 42010《软件、系统和企业-架构描述》提供了架构描述的核心术语、定义和关系，规定了架构描述框架和架构描述语言的预期属性，以有效支持架构描述的开发和使用。ISO/IEC 18384-3:2016《信息技术——面向服务体系结构（SOA）的参考架构——第 3 部分：面向服务体系结构本体论》定义了面向服务的体系结构（SOA）的正式本体，是一种支持面向服务的体系结构风格。ISO/IEC/IEEE 42020:2019《系统与软件工程 架构框架》提供了一个通用的架构框架，用于描述和理解系统和软件的架构。它定义了架构描述的概念、方法和表示方式，以支持系统和软件的设计、开发、维护和演化。上述标准在软件架构方面提出了基础性的通用软件参考架构，可以作为本标准的参考，但在本标准的编制过程中我们结合工程实践和行业发展趋势，在参考通用软件架构标准的基础上提出了符合交通基础设施数字化的业务特点的软件参考架构和技术要求，具有较强的实用性。

五、采标情况

本标准未采用国际标准或国外标准制修订。

六、与我国现行法律法规和有关强制性标准的关系

本标准作为交通基础设施数字化基础软件系统架构及技术的标准要求规范，其内容符合国家现行的方针、政策、法律、法规，与行业发展技术水平相协调，可促进技术进步和行业技术升级。标准制定严格

遵循相关的法律法规、相关国家强制性标准，参考国家推荐性标准、行业标准和地方标准，达成与现有标准体系的兼容。

本标准将涉及对以下标准的引用：

GB/T 36450.2-2021 信息技术 存储管理 第2部分：通用架构

GB/T 36478.1-2018 物联网 信息交换和共享 第1部分：总体架构

GB/T 39898-2021 智能交通管理系统建设技术规范

GB/T 37373-2019 智能交通 数据安全服务

GB/T 32910.2-2017 数据中心 资源利用 第2部分：关键性能指标设置要求

GB/T 51269-2017 建筑信息模型分类和编码标准

GB/T 51212-2016 建筑信息模型应用统一标准

JTG/T 2420-2021 公路工程信息模型应用统一标准

JTG/T 2421-2021 公路工程设计信息模型应用标准

JTS/T 198-1-2019 水运工程信息模型应用统一标准

JTS/T 198-2-2019 水运工程设计信息模型应用标准

JTS/T 198-3-2019 水运工程施工信息模型应用标准

CRBIM1003—2017 铁路工程信息模型表达标准

七、重大分歧意见的处理过程和依据

无重大分歧意见。

八、标准性质的建议

本标准的编制过程是基于行业内多个机构的共识而制定的，有助于确保标准能够反映行业的最佳实践和共同需求。通过制定本标准，可以统一行业内的技术要求和规范，提高交通基础设施数字化建设的整体水平和质量。可以为新技术、新方法的研发和应用提供指导，推动交通基础设施数字化领域的技术创新和进步。可以提高我国交通基础设施数字化行业的国际竞争力，推动行业健康发展。因此建议本标准定位为团体标准。

本标准的归口管理单位为中国智能交通协会。

九、贯彻标准的要求和建议

为了确保《交通基础设施数字化基础软件系统架构及技术要求》作为团体标准能够成功实施，建议采取以下措施：

广泛参与：邀请行业内的专家、学者、企业代表参与标准的制定过程，确保标准的全面性和权威性。

持续更新：建立一个定期审查和更新标准的机制，以适应技术发展和行业变化。

宣传教育：通过培训、研讨会等方式，提高行业内对团体标准的认识和理解，促进标准的广泛采纳。

实施监督：设立专门的机构或委员会，负责监督标准的实施情况，确保标准的执行效果。

通过这些措施，可以确保《交通基础设施数字化基础软件系统架构及技术要求》作为团体标准，为交通基础设施的数字化转型提供有

效的技术支持和指导。