
公路基础设施物联感知数据分析系统基
本功能要求
(征求意见稿)
编制说明

标准起草组
2023年9月

目 录

一、 任务来源，起草单位，协作单位，主要起草人	3
二、 制定标准的必要性和意义	5
三、 主要工作过程	8
四、 制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系	12
五、 主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证论述	15
六、 重大分歧意见的处理结果和依据	15
七、 采用国际标准和国外先进标准的，说明采集程度，以及与国内外同类标准水平对比情况	16
八、 作为推荐性标准建议及其理由	16
九、 贯彻标准的措施建议	16
十、 其他应说明的事项	17

一、任务来源，起草单位，协作单位，主要起草人

（一）任务来源

当前，中国正处于由“交通大国”迈向“交通强国”的重要节点，交通运输业高质量发展刻不容缓。交通运输部《数字交通发展规划纲要》指出：加快交通运输信息化向数字化、网络化、智能化发展，为交通强国建设提供支撑。该纲要进一步规划到2025年，交通运输基础设施和运载装备全要素、全周期的数字化升级迈出新步伐，数字化采集体系和网络化传输体系基本建成。保障交通基础设施运行的可靠性、安全性、通畅性是交通强国的重要标志，需要对包括路、桥、隧、边坡等各类基础设施的状态进行监测、预警和监管。为适应新时期对公路交通基础设施服役性能长期保持与灾害主动防范的要求，需进一步开展交通基础设施建设和运行维护中的基础理论和方法研究，提高我国交通基础设施的服役性能和服役寿命、提升交通基础设施建设和全寿命决策分析水平，助力我国“交通强国”的建设目标。

在全球数字化经济迅速发展的背景下，公路交通基础设施数字化技术研究和应用正在不断推进，为了提高对公路交通基础设施的感知分析能力，应力、压力、位移、倾斜、温湿度等测量传感器被应用于公路交通基础设施状态监测中，在公路交通基础设施的运营、管理、养护等作业流程中进行信息采集，从而积累了海量监测数据。这些数据具有种类多、体量大、来源复杂的特点，存在数据结构格式不统一，数据库管理能力有限，数据融合不足，缺乏统一数据框架等问题，导致数据应用出现瓶颈，目前数据管理与分析相关技术仍处于起步阶段，分析功能不完善，业务应用场景单一。加强公路交通基础设施多场景下的数据分析系统协同设计研究，推进相关技术标准的制定，可充分利用现有的海量数据价值，实现公路交通基础设施数字化系统的集成应用。

公路基础设施物联感知数据分析是指通过部署在交通基础设施中的物联网感知设备，获取基础设施状态和性能实时监测数据，采用大数据分析、数据挖掘、机器学习、深度学习等新兴技术，构建交通基础设施物联感知大数据分析模型，开发大数据分析工具，构建可扩展的大数据分析接口，深度挖掘交通基础设施的

服役性能、使用寿命、故障原因、故障发生频次、运维保养周期、设备质量等知识，为交通基础设施智能状态监测、全生命周期回溯分析、安全风险预警提供科学的信息化支撑。现有的公路交通基础设施数据资源利用率较低，数据价值释放不完全，难以满足交通基础设施建设维护的高质量要求。公路基础设施物联感知数据分析可充分释放数据价值，有助于提升公路交通基础设施数字化管理、运维水平，进而推动数字交通的发展。

（二）起草单位

《公路基础设施物联感知数据分析系统基本功能要求》由武汉理工大学、中国交通信息科技集团有限公司、北京四维图新科技股份有限公司起草。

（三）协作单位

无

（四）主要起草人

姓名	职务	最高学位	专业技术职称	专业	工作单位	职责分工
吴超仲	武汉理工大学党委常委、副校长	博士	正高级	交通运输工程	武汉理工大学	负责人
黄亮	无	博士	副高级	交通运输工程	武汉理工大学	编写组成员
曹菁菁	无	博士	副高级	系统科学	武汉理工大学	编写组成员
张帆	无	博士	副高级	交通运输工程	武汉理工大学	编写组成员
李登峰	工程师	硕士	副高级	环境工程	中国交通信息科技集团有限	编写组成员

					公司	
郭毅霖	工程师	硕士	副高级	土木工程	中国交通信息科技集团有限公司	编写组成员
李亮	工程师	学士	高级	景观建筑设计	中国交通信息科技集团有限公司	编写组成员
李擎伟	工程师	硕士	中级	软件工程	中国交通信息科技集团有限公司	
周丙浩	工程师	硕士	中级	软件工程	中国交通信息科技集团有限公司	
胡健	项目总监	硕士	其他	水利水电工程	北京四维图新科技股份有限公司	编写组成员
任伟	软件开发工程师	学士	其他	网络工程	北京四维图新科技股份有限公司	编写组成员
代刚毅	解决方案总监	博士	其他	地理信息系统	北京四维图新科技股份有限公司	编写组成员

二、制定标准的必要性和意义

(一) 必要性

目前国内公路交通基础设施资源化分析系统尚未出台统一标准。为加强交通基础设施的数字化、智能化管理水平，推进公路交通基础设施资源化分析应用的

标准化，在国内外相关标准的基础上，充分调查行业应用发展现状、深入研究相关技术理论，推动制定《公路基础设施物联感知数据分析系统基本功能要求》团体标准具有十分重要的意义和必要性，具体表现为：

1、提升道路公路交通设施全生命周期管理能力

我国公路交通基础设施信息化、智能化还处于初级阶段，公路交通基础设施运维以事后维修为主和周期性维护为主，这种传统的设施运维方式使公路交通基础设施的缺陷、损坏无法得到即时判断和处理，导致维护成本高、维修周期长，整体的运维水平较低。制定以数据融合、数据分析为基础的公路交通基础设施资源化分析系统相关的技术标准，将推动实现公路交通基础设施的缺陷检测、技术状况评定、使用性能预测、养护分析、全生命周期管理等，可大幅度提升道路公路交通设施全生命周期管理能力。

2、促进相关行业的协同发展

针对公路交通基础资源化分析系统的功能要求，建立通用标准，不仅可实现高质量公路交通基础设施的运维管理，同时还将推动公路交通基础设施配套设施、设备、软件等技术升级，有利于相关产业的数字化、智能化协同发展，以实现相关行业的共同发展和进步。

3、助力推动交通强国建设

自十九大以来，国家对交通强国战略的重视程度持续加深，创新发展力度在不断加大。为了推进交通强国的建设，需加强交通基础设施建设、维护及管理的综合水平。制定该标准可积极推进数字经济在交通运输行业的发展，提升交通运输行业数字化、网络化、智能化水平，助力推动交通运输行业高质量发展和交通强国建设。

（二）目的和意义

国家标准 GB/T 37721—2019《信息技术大数据分析系统功能要求》，规定了大数据分析系统的数据准备模块、分析和支撑模块、数据分析模块和流程编排模块的功能要求。本标准的制定在参考该标准的基础上，充分考虑了公路交通基础设施的数据特点和多场景分析需求，定义了适用于公路交通基础设施大数据分析的相关行业功能要求，补充和完善了适用于公路交通基础设施大数据的资源化

分析方法。

目前公路交通基础设施数字化相关标准规范主要是针对交通基础设施数据规范、数据采集、数据库设计等方面分别进行定义和规范。《公路地理信息数据采集质量控制》（GB/T28788-2012），该标准制定了公路地理信息采集相关的技术指标及数据质量控制、成果验收等规范性要求；《公路桥梁健康监测系统数据库架构设计规范》（DB32/T3940-2020）则针对公路桥梁检测系统的数据库架构设计的术语定义、通用要求、数据表、数据交换等要求进行了规范性指导。以上标准可为公路基础设施物联感知数据分析提供数据采集、准备基础。大数据分析相关的标准有《信息技术 大数据分析系统功能要求》、《信息技术 大数据分析系统测试要求》，针对大数据分析系统的设计、开发和应用部署提出了功能和测试要求，对制定本标准具有参考意义。

参与标准编写的单位具备充分的科学研究和创新应用实力以支撑《公路基础设施物联感知数据分析系统基本功能要求》的编写。

武汉理工大学拥有国家水运安全工程技术研究中心、港口物流技术与装备教育部工程研究中心、港口装卸技术交通运输行业重点实验室、湖北省公路工程技术研究中心、长江航运产业研究中心、武汉港口机械质量监督检验测试中心、智能航运与海事安全国际科技合作基地、智能航运与海事安全学科创新引智基地等科研基地，具有实力雄厚的科研队伍和扎实的交通相关的科学研究基础。学校下设武汉理工大学智能交通系统研究中心（简称 ITSC），主要从事水路、公路智能交通系统理论技术及应用方面的研究。

北京四维图新科技股份有限公司是中国最大的数字天地图提供商，自主研发了数字孪生大数据平台 MineData，独立承担参与了 30 余项国家导航标准的编制，荣获国家测绘科技进步奖、卫星导航定位科学技术奖、地理信息科技进步奖等 8 项奖项。

中国交通信息科技集团有限公司具有丰富的交通信息工程规划、咨询、设计、研究、软件开发及系统集成和工程总承包相关服务经验。2021 年 9 月，中国交通信息科技集团有限公司的基于大数据+BIM 的城市公路建管养一体化管理平台项目入选 2021 年大数据产业发展试点示范项目名单。

三、主要工作过程

(一) 标准编写的技术路线程序

本标准的编制将围绕公路基础设施物联感知数据分析系统基本功能要求的构建展开，集中行业专家智慧，以现有相关国家标准、政策法规为指导，以团体标准规范体系为基本依据，系统分析公路基础设施物联感知大数据管理体系建设相关的标准规范、基础技术，参照团体标准管理办法，严格落实相关技术负责人，成立咨询组，依照进度安排对各技术标准规范，严格按照进度安排对各技术标准规范内容认真审查讨论，采用专家咨询、实地调研、问卷调查等方式对标准规范进行充实完善，从而制定一套科学系统的公路基础设施物联感知数据分析系统基本功能要求。具体技术路线包括以下五点：

1、严格按照现实需求，展开标准规范编制项目

标准编制承担单位需对公路基础设施物联感知数据分析系统基本功能要求的建立需求进行深入分析，认真贯彻《数字交通“十四五”发展规划》的指导思想、严格按照团体标准制定规范进行标准的编制，做到有的放矢、全面准确地编制标准规范。

2、充分发挥专业优势，发挥项目队伍强项

标准编制单位将充分发挥专业优势，集中强大的专业技术队伍参与本标准规范编制，对标准规范按主要内容进行分门别类落实到具体责任人。发挥各专业人员的丰富研究、工作经验及专业知识，发挥利用技术强项，编制各部分内容。

3、统筹安排任务进度，落实各个项目环节

通过研究、专家咨询等方式为编制标准规范提供指导；对需要编制的标准规范内容进行统筹安排，详细制定实施时间进度安排，循序渐进完成各项标准规范。

4、密切关注行业动态，及时更新相关内容

在标准编制过程中，要密切关注交通基础设施全生命周期数据管理相关行业动态以及相关各专业门类标准规范建设情况，并及时改进和更新标准中相关内容。

5、设置阶段工作节点，稳步推进标准编制工作

按照制定初稿、征求意见稿、送审稿、报批稿，每一阶段成果详细向总负责

人汇报，并召开专家咨询会，充分参考专家意见，修改完善阶段成果，为下一步的工作打下坚实基础，不同阶段各咨询会议讨论内容包括技术方案及工作大纲、初步提出的标准规范初稿、征求意见稿、送审稿、报批稿等。

（二）技术路线示意图

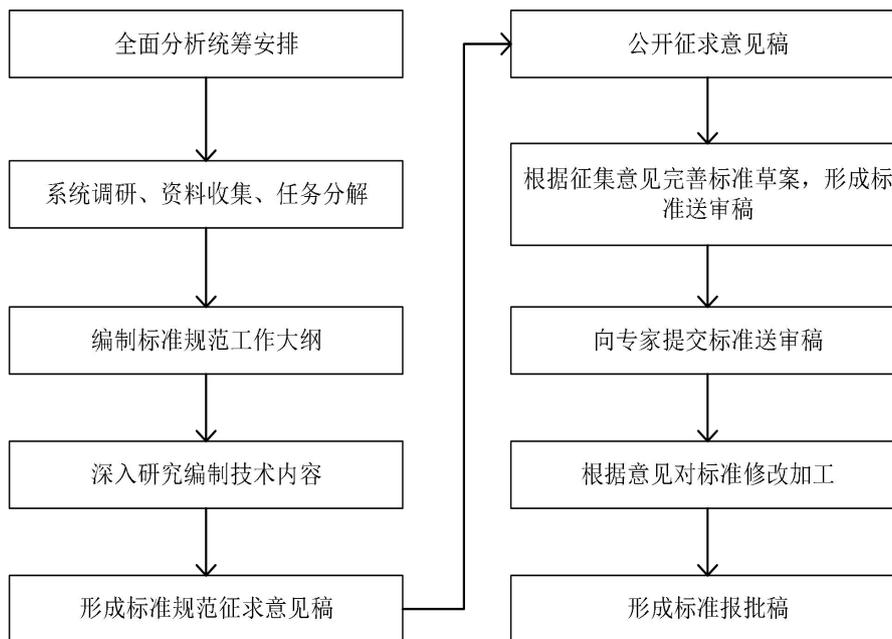


图 1 技术路线示意图

（三）主要工作任务

1、动员分工

召开编写组工作会议，做好思想动员，明确此次编写工作的时间节点、具体任务和标准要求，根据具体编写工作进行任务分工。

2、资料收集

在集中编写之前，参编人员根据任务分工，深入公路交通基础设施施工、运维相关单位调研大数据分析功能需求，广泛搜集整理相关资料，预先梳理编写基本思路。

3、研讨交流

组织编写组研讨交流会，编写组负责人提出编写大纲，全体参编人员进行交

流讨论，并对编写大纲进行必要修改。

4、编写初稿

参编人员按照任务分工，在规定的时间内进行分组编写。期间，编写组负责人每日听取各部分编写人员编写进展情况，视情况组织交流讨论。

5、内部审定

完成初稿后，全体参编人员对相关稿件进行内部审核，提出修改完善意见建议。

6、修改完善

参编人员根据内部审定提出的意见建议，对相关部分内容进行修改完善。

7、征求意见

公开编写标准，并进行意见征求，根据征求意见修改标准，完成标准草案编写。

8、专家审核

将修改过的标准交与相关领域的专家对编写内容进行审阅，充分采纳修改意见建议，根据专家提出的修改意见，进一步完善标准内容。

（四）主要技术内容

1、公路基础设施物联感知数据源分类

在公路基础设施的建设与管理中，对桥梁、隧道、路面、路基和边坡等关键结构的监测与评估至关重要。这些结构的稳定性和耐久性不仅关系到交通安全，还直接影响到经济活动和社会发展。通过对这些结构的响应、变化、作用和环境等方面的数据源进行合理地分类，可以有效地为数据综合分析提供坚实的基础。

2、公路基础设施物联感知数据融合

数据融合供给模块包括数据抽取、数据清洗、数据降维、数据加载等功能，将数据源中获取的数据进行融合，确保从公路基础设施的传感器和监测设备中获取的数据能够被有效整合和优化，以支持后续的数据分析和处理。公路基础设施物联感知数据融合供给模块不仅提升了数据的整体质量，还为公路维护、交通管理、安全监测等提供了强有力的数据支持。

3、公路基础设施数据分析和支撑

公路基础设施的物联感知技术正在不断推动交通管理向智能化和自动化发展。其中，物联感知数据支持模块和数据分析模块是这一进程中不可或缺的两个重要组成部分。数据支持模块包括数据的查询和数据可视化，而数据分析模块包括五类公路基础设施所采集数据的分析计算框架、统计分析、相关性分析和趋势分析。通过这两个模块的协同工作，公路基础设施的物联感知系统不仅能够提供实时的数据访问和展示，还能够进行深入的数据分析，从而为公路的规划、建设、维护和管理提供科学依据。

4、公路基础设施安全风险评价与预测

公路基础设施安全风险评价与预测是通过对公路基础设施建、管、养、运四个时期的安全风险进行识别和评价，支持公路基础设施全生命周期安全风险因素的识别与分类。运用层次分析法、熵权法、贝叶斯网络等评价模型库，实现公路基础设施全生命周期的安全风险评价及预测。

公路基础设施安全风险预测是指使用数据分析、模型算法和预测技术来估计未来在公路基础设施上可能发生的安全风险的过程。可应用在道路设施缺陷检测、路基沉降、路面病害检测等方面，从而为道路异常状态检测、服役性能评估、设施安全评估等分析功能提供分析基础。

（五）进度安排

序号	阶段	进度安排	月数
1	立项 (立项审查会)	2023年9月~2023年11月	3
2	大纲 (大纲审查会)	2023年11月~2024年1月	3
3	征求意见 (征求意见稿审查会)	2024年2月~2024年5月	4

4	技术 (技术审查会)	2024年6月~2024年7月	2
5	符合性 (符合性审查会)	2024年8月~2024年9月	2

四、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

(一) 标准编制原则

本标准的编制遵守《中华人民共和国标准化法》《中华人民共和国标准化法实施条例》等标准化法律法规规章，以及《标准化工作导则:第1部分标准化文件的结构和起草规则》(GB/T 1.1-2020)给出的规则。

(二) 确定标准主要内容的依据

为了体现本标准的科学性和实用性，起草组充分调研相关技术资料和行业应用需求，深入探讨后形成了如下公路交通基础设施大数据分析系统功能要求标准规范的主要框架和内容。

第一章 范围

规定了本标准内容和适用范围。

1、本标准规定了公路基础设施物联感知数据分析系统基本功能要求的技术标准，包括系统总体要求，数据分析模块、数据分析支撑模块和数据集成模块的功能要求。

2、本标准适用于公路交通运输行业的信息主管部门、行业管理部门及相关的软件开发企业。

第二章 规范性引用文件

列举了本标准所引用的国家标准、团体标准、国际标准等标准条目，并对相关标准的引用关系进行必要性说明。

第三章 术语和定义

本标准在参考《信息技术 大数据系统基本要求》的基础上，结合公路交通

基础设施数字化研究进展与展望及实际业务场景需求，并面向公路交通基础设施大数据处理与分析，对公路交通基础设施、状态感知数据、大数据分析系统等标准使用的关键术语进行了定义、阐述。

第四章 总体架构与要求

本章规定将公路基础设施物联感知数据分析系统划分为数据融合供给模块、数据分析支撑模块、数据分析模块、公路基础设施安全风险评价与预测模块，对相关模块进行了系统性的总结，简述各个模块应包含的具体内容。

第五章 公路基础设施数据源

本章规定的公路基础设施数据源依据《JT/T 1037-2022 公路桥梁结构监测技术规范》的监测内容，将数据源划分为结构响应数据、结构变化数据、作用数据和环境数据。公路基础设施数据源也参考《T/CECS G:E41-04-2019 国家公路网重点桥梁和隧道监测评价规程》、《JTG 3450-2019 公路路基路面现场测试规程》、《JTG F80/1-2017 公路工程质量检验评定标准 第一册土建工程》等规范的监测内容，对公路基础设施数据源的桥梁、隧道、路面、路基和边坡的数据源进行规定。

第六章 数据融合供给模块功能要求

本标准规定的数据融合供给模块内容依据《GB/T 37721-2019 信息技术 大数据分析系统功能要求》规定的的数据准备模块功能要求，包括对数据抽取、数据清洗、数据降维、数据加载提出技术要求，从而使数据能直接被上层分析方法直接使用。针对公路基础设施物联感知数据特点分别补充规定了桥梁、隧道、路面、路基和边坡的数据抽取、数据清洗、数据降维、数据加载功能要求。

第七章 数据分析支撑模块功能要求

本章规定了数据分析支撑模块的功能要求，主要依据《GB/T 37721-2019 信息技术 大数据分析系统功能要求》规定的分析支撑模块要求和《GB/T 38673-2020 信息技术 大数据系统基本要求》规定的的数据可视化模块，包括查询功能要求和可视化功能要求。

查询功能要求规定了系统的查询能力和内容；可视化功能要求规定了常见的数据源、高维数据的可视化处理，可视化形式包括应常见的柱状图、折线图、饼图等形式，并能支持与算法模型的评估相关的可视化工具。

第八章数据分析模块功能要求

本标准规定的数据分析模块功能要求依据《GB/T 37721-2019, 信息技术 大数据分析系统功能要求》数据分析模块功能要求, 将数据分析模块划分为分析计算框架功能要求、统计分析功能要求、相关性分析功能要求、趋势分析功能要求、预测性分析功能要求。

分析计算框架要求规定了数据分析模块应支持批处理计算框架、实时流处理计算框架和流批一体计算框架, 实现快速计算的功能; 统计分析功能要求规定了数据分析模块支持公路基础设施数据的基本数值统计; 相关性分析功能要求规定数据分析模块能够对公路基础设施物联感知数据之间相互关系强度进行研究; 趋势分析功能要求规定了数据分析模块能够实现公路基础设施物联感知数据未来发展的趋势和水平的判断和推测; 预测性分析功能要求规定了数据分析模块能够对公路基础设施运行状态进行趋势对比分析。

第九章公路基础设施安全风险评价与预测功能要求

本章对公路基础设施安全风险评价与预测功能要求进行规定, 主要包括公路基础设施安全风险评价功能要求、公路基础设施安全风险预测功能要求和状态异常实时告警功能要求。

公路基础设施安全风险评价功能规定了系统对公路基础设施的建、管、养、运四个时期的安全风险进行识别, 实现对公路基础设施全生命周期的安全风险实施评价; 公路基础设施安全风险预测规定了系统需提供数据分析、模型算法和预测技术估计未来在公路基础设施上可能发现的安全风险的过程; 状态异常实时警告功能规定了公路基础设施运行状态实时监测感知以及运行状态异常评估、警告。

(三) 与现行法律、法规、标准的关系

本标准的编制遵守《中华人民共和国标准化法》《中华人民共和国标准化法实施条例》等标准化法律法规规章, 以及《标准化工作导则 第 1 部分: 标准化文件的结构和起草规则》(GB/T 1.1-2020) 给出的规则。

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证论述

（一）主要条款说明

本标准对公路基础设施物联感知数据分析系统的功能需求进行了技术规范，其中包含了系统的总体架构与要求，公路基础设施数据源、数据融合供给模块、数据分析模块、分析支撑模块以及公路基础设施安全风险评价与预测模块的功能需求。

（二）主要技术指标参数

本标准主要从以下四个方面对公路交通基础设施大数据分析系统基本功能做出要求：

(a) 公路基础设施安全风险评价与预测模块宜包括公路基础设施安全风险评价、公路基础设施安全风险预测、状态异常实时告警等功能模块；

(b) 数据分析支撑模块宜包括统计分析、相关性分析、趋势分析、数据查询、可视化等技术内容，该模块分别为数据集成模块和数据分析模块提供计算、处理技术支撑；

(c) 数据融合供给模块宜包括数据抽取、数据清洗、数据降维、数据加载等功能，将数据源中获取的数据进行集成，用于后续的数据分析处理；

(d) 数据源包括桥梁、隧道、路面、路基、边坡中表征结构响应、结构变化、作用和环境的的数据。

六、重大分歧意见的处理结果和依据

标准的编制过程中没有遇到重大分歧意见。

七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采集程度，以及与国内外同类标准水平对比情况

本标准没有采用国际标准和国外先进标准。

八、作为推荐性标准建议及其理由

本标准建议作为推荐性发布实施。

九、贯彻标准的措施建议

1、组织保障措施

标准规范的编写工作需要科学高效的组织保障。在编写工作正式开战前，要明确标准起草组的参与人员，落实工作人员的责任，严格制定标准规起草组的计划安排。计划过程中充分考虑各种因素，科学、合理地制定分阶段标准编写进度计划以及与之相应的配套工作。

在标准编写过程中实现定期召开会议，确认工作进展以及即时反馈编写工作中的问题与瓶颈，跟踪督察到位，即时发现和解决困难和问题，从而保障标准编写工作的顺利开展和如期完成。

2、技术保障措施

本标准编写过程中采用多种方法和措施包括收集资料、技术验证、试验、专家评审等来体现和保障内容的科学性。

标准起草相关单位具有丰富的科研以及应用基础来支持标准的编写。其中，武汉理工大学具备扎实的交通学科基础，曾经主持或参与多项标准的起草工作；北京四维图新科技股份有限公司是中国领先的数字地图内容、车联网及动态交通信息服务、地理位置相关的商业智能解决方案提供商，为全世界用户提供专业化、高品质的地理信息产品和服务；起草组成员共 12 人，其中 5 人有博士学位，5 人有硕士学位；7 人有高级职称，其中 2 人有正高级职称；中国交通信息科技集团有限公司有丰富的路基础设施数字化管理方面的软件开发、咨询服务、规划设

计的经验。

3、经费保障措施

明确标准规范编制工作的经费来源、使用范围、数量和监督管理措施，保障标准编制所需经费落实到位。

十、其他应说明的事项

无。