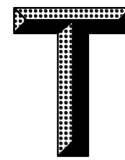


ICS 93.080.10
CCS R 87



团 体 标 准

T/CI 1077—2025

绿色智慧公路数字化设计技术指南

Technical guidelines for digital design of green intelligent highways

2025-07-01 发布

2025-07-01 实施

中国国际科技促进会 发布
中国标准出版社 出版

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 基本原则	2
6 技术应用	2
7 数据管理	4
附录 A(资料性) 数字化技术方法	5
参考文献	7

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。

本文件由中国国际科技促进会提出并归口。

本文件起草单位：山东高速集团有限公司创新研究院、山东省交通规划设计院集团有限公司、交科院数智科技(北京)有限公司、交通运输部公路科学研究所、湖北文理学院、江西省中赣投勘察设计有限公司。

本文件主要起草人：么新鹏、王孜健、范颂华、张涵、王奕彤、吴伟令、张夕珂、夏晓敬、高剑、朱杰锐、王元元、薛金顺、罗卫华、韩向锋、万田宝、荣文、李一鸣、张云帆、王超、徐润、王丹、王俊栋、丁孝娥、韩中一、于浩清、孟强、陶楠楠、孟宪君。

绿色智慧公路数字化设计技术指南

1 范围

本文件确立了绿色智慧公路数字化设计的基本原则,给出了绿色智慧公路的数字化技术方法,为其勘测数字化、设计数字化和数据管理提供了指导。

本文件适用于新建、改扩建绿色智慧公路的数字化设计,运营改造项目数字化设计参照执行。

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 31168—2023 信息安全技术 云计算服务安全能力要求
GB/T 39204—2022 信息安全技术 关键信息基础设施安全保护要求
GB/T 45396—2025 数据安全技术 政务数据处理安全要求
GB 50797 光伏电站设计标准
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
JTG/T 2422—2021 公路工程施工信息模型应用标准
JTG C20 公路工程地质勘察规范
JTJ 002 公路工程名词术语

3 术语和定义

JTJ 002界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智慧公路 intelligent highway

基于安全畅通、优质体验、高效管理的业务需求,以数据为主线,通过提升基础设施数字化、网络化、智能化水平,构建多层次业务智慧化应用,实现人、车、路、环境深度融合的公路。

3.2

绿色公路 green highway

在公路的全寿命周期内,以创新、协调、绿色、开放、共享为发展理念,最大限度地控制资源占用、降低能源消耗、减少污染排放、保护生态环境,注重建设品质提升与运行效率提高,为人们提供安全、舒适、便捷、美观的行车环境,与自然和谐共生的公路。

[来源:JT/T 1199.1—2018,3.1]

3.3

绿色智慧公路 green intelligent highway

具有绿色公路和智慧公路特征的公路。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AR:增强现实(Augmented Reality)

BIM:建筑信息模型(Building Information Modeling)

EBS:工程分解结构(Engineering Breakdown Structure)

GIS:地理信息系统(Geographic Information System)

PPK:后处理动态差分定位(Post-Processed Kinematic)

RTK:实时动态差分定位(Real-Time Kinematic)

VR:虚拟现实(Virtual Reality)

5 基本原则

- 5.1 绿色智慧公路宜考虑高速公路行业管理者、所有者、运营者和使用者的需求,设计内容覆盖建设、管理、养护、运营、服务全过程。
- 5.2 绿色智慧公路宜利用沿线收费站和服务区场区、互通匝道圈、隧道口中分带、隧道遮阳棚洞、路堤和隧道口路堑边坡等资源,建设光伏发电设施。
- 5.3 绿色智慧公路宜采用全寿命周期减碳理念,考虑建设阶段的工程量、施工方法等因素,兼顾运营阶段的养护工程量和社会效益,确定减碳目标。
- 5.4 绿色智慧公路宜通过提高路线与地形的适应性,优化最小圆曲线半径和最大纵坡,开展智慧收费站、智慧隧道、主动交通管控系统建设,降低车辆行驶过程中油耗,减少温室气体排放。
- 5.5 绿色智慧公路数字化设计采用的技术方法包括但不限于无人机测绘技术、BIM技术、交通流仿真技术、驾驶模拟仿真技术等,相关工作流程可参考附录A。
- 5.6 绿色智慧公路数字化设计主要包括工程可行性研究、初步设计、施工图设计三个阶段,宜根据《公路工程设计文件编制办法》、JTG C20、JTG/T 2420—2021中第7章、JTG/T 2421—2021中附录A~附录K、JTG/T 2422—2021中附录A~附录C等确定各阶段数字化技术成果交付内容和精度。
- 5.7 绿色智慧公路数字化设计宜利用无人机搭载高分辨率测绘相机、倾斜摄影设备、激光雷达等进行公路工程地形地貌测绘,宜基于GIS+BIM技术构建公路工程三维数字化模型,宜基于交通流仿真技术进行公路运行状况评估和设计方案优化,宜基于驾驶模拟技术进行公路交通安全评估和设计方案优化。
- 5.8 数字化测量和勘察宜提供公路工程所需的地形、地貌、地质信息模型。
- 5.9 数字化设计宜提供公路工程建设、养护、运营所需的公路基础设施全寿命周期数字化信息模型。
- 5.10 勘察设计数据管理宜涵盖数据采集、存储、处理、共享、归档全周期,确保数据的完整性、准确性、一致性和可溯源性,并符合《网络数据安全条例》、GB/T 31168—2023中第7章、GB/T 39204—2022中第7章、GB/T 45396—2025中第6章规定的安全技术防护要求。

6 技术应用

- 6.1 数字化技术在公路工程地形测量中的应用宜包括:
 - a) 利用北斗卫星定位、无人机航测、固定站激光扫描及车载激光雷达扫描等先进技术开展数字化地形测绘,采用无人机结合全景技术空地联合开展数字化外业调查;
 - b) 利用基础数据三维化、空间坐标统一及格式标准化等方法,融合多源异构数据,进行数字化建模与处理,完成三维地理信息数据可视化集成,形成高精度三维地理信息基础数据;

- c) 利用无人机搭载高分辨率正射相机进行航测,获取工程区高重叠度影像,经处理后生成地形图制作、三维选线、方案比选及视距分析所需的正射影像与数字表面模型;
 - d) 利用无人机搭载倾斜摄影设备进行航测,建立工程区实景三维模型,与公路BIM模型融合,生成设计方案论证、设计要素冲突检查、工程区域拆迁统计和工程精细化设计所需的GIS+BIM融合数据;
 - e) 利用无人机搭载激光雷达进行变高飞行航测,获取公路工程土方计算、占地计算、三改设计(改路、改沟、改渠设计)、排水设计等所需的植被点云和地面点云数据。
- 6.2 数字化技术在公路工程地质勘察中的应用宜包括:
- a) 开展标准化外业策划、数字化外业作业、外业质量监管、勘察内业数字化应用和二三维一体化成果交付;
 - b) 开展勘察外业策划,完成项目信息、标准地层、项目工点、项目勘探点、作业单位等信息结构化存储、管理及自动化坐标转换,形成外业基础数据;
 - c) 开展勘察内业整理,完成钻探/物探数据归集、原位测试统计、室内试验汇总、地质剖面绘制及不良地质评价等流程;
 - d) 开展勘察设计信息协同传递,提供岩土工程分析、地基基础设计等所需的标准化数据接口;
 - e) 开展二三维一体化勘察成果数字化交付,交付内容和精度符合JTG C20的要求。
- 6.3 数字化技术在主体工程路线路基路面通用设计中的应用宜包括:
- a) 工程可行性研究阶段,开展公路工程可视化交通分析、廊带选线、功能模拟、性能分析、冲突检查等工作;
 - b) 工程可行性研究交付成果包括但不限于技术报告、可视化协同设计三维模型、视频等;
 - c) 初步设计阶段,开展公路工程局部路线方案比选、专业方案比选、冲突检查、交通仿真验证、交通安全评价等工作;
 - d) 初步设计交付成果包括但不限于技术报告、可视化协同设计三维模型、视频等,模型精细度宜满足JTG/T 2421—2021中附录A关于L2.0的要求;
 - e) 施工图设计阶段,开展公路工程设计方案精细化模型交付、工程数量信息复核、冲突检查、交通仿真验证、交通安全评价、施工组织可视化模拟等工作;
 - f) 施工图设计交付成果包括但不限于技术报告、可视化协同设计三维模型、视频等,模型精细度宜满足JTG/T 2421—2021中附录A关于L3.0的要求。
- 6.4 数字化技术在主体工程关键要素专项设计中的应用宜包括:
- a) 特大桥、航道桥、跨铁路桥等重点桥梁工程宜基于BIM技术开展初步设计方案比选论证、施工图精细建模优化设计等工作,三维模型宜为建设期结构施工监测、运维期管养监测提供信息接口;
 - b) 隧道工程宜基于BIM技术进行初步设计阶段隧道洞口方案比选、多阶段地质勘察成果综合三维地质建模、施工图精细化建模设计方案优化等工作,三维模型宜为建设运维期监测管控提供信息接口;
 - c) 枢纽互通宜基于BIM技术开展初步设计线型方案比选、施工图净空核查、视距验证以及交通仿真分析等优化设计应用;
 - d) 交付成果模型精细度宜满足JTG/T 2421—2021中附录A关于L3.0的要求。
- 6.5 数字化技术在交通工程设计中的应用宜包括:
- a) 交通运行监测点位设计,宜结合道路线形利用数字化设计技术开展空间模拟分析,优化雷达、视频等监控设施空间覆盖范围,并避免门架设施遮挡;
 - b) 复杂场景下交通标志标线设计,宜利用驾驶模拟技术开展设计方案安全性评估;
 - c) 智慧收费站、智慧隧道、基础设施监测预警设计,宜利用GIS+BIM技术同步构建满足数字孪生

需求的三维模型；

- d) 养护方案设计,宜采用交通仿真评价技术,评估不同养护方案形成的交通影响,辅助养护决策;
- e) 恶劣天气、交通事故、重大活动等特殊场景下应急交通管理预案设计,宜采用交通流仿真技术、驾驶模拟技术评估公路在复杂条件下的运行性能,辅助方案比选和设计优化。

6.6 数字化技术在边坡光伏设计中的应用宜包括:

- a) 宜结合数字勘察数据、项目沙盘模型、驾驶模拟技术、交通仿真技术,辅助边坡光伏项目选址设计,且符合GB 50797 站址选择的有关规定;
- b) 宜充分考虑光资源利用率和眩光安全性,开展驾驶模拟试验验证,选择东西走向直线路段向阳侧边坡和不产生眩光影响的曲线路段向阳侧边坡进行工程建设;
- c) 宜充分结合边坡本身植被情况进行选址,利用沙盘模型进行光照模拟,确认区域内光照集中时段内边坡内外构筑物 and 树木等对光伏组件无阴影遮挡;
- d) 宜充分考虑路段交通流量和交通事故情况,利用交通仿真技术开展交通冲突分析,对备选路段进行比选验证,选择流量和事故风险较低的路段进行项目建设;
- e) 宜考虑边坡排水及耐冲刷需求,结合路段边坡三维地形模型开展地形排水分析,选择具备集中排水系统或易于进行排水改造的边坡进行项目建设;
- f) 宜根据所选路段的岩土工程数字勘察结果,进行光伏结构的支架基础设计,结合路段边坡三维地质模型,进行边坡支架结构建模计算和边坡稳定性分析。

6.7 数字化技术在近零能耗建筑设计中的应用宜包括:

- a) 采用BIM技术进行多专业设计要素碰撞检查;
- b) 基于三维模型、各系统具体指标和外部环境参数进行系统热量传输的三维仿真计算。

7 数据管理

7.1 勘察设计数据包括但不限于社会经济数据、交通调查数据、水文气象数据、环境敏感数据、勘测勘察数据、工程设计数据、管理过程数据等。

7.2 勘察设计数据宜遵循统一的数据采集和录入标准,及时上传至勘察设计平台。

7.3 勘察设计的原始数据宜独立加密存储,过程数据宜提供版本化管理,交付数据宜符合5.4的描述。

7.4 勘察设计数据安全防护宜根据GB/T 31168—2023 中第7章、GB/T 39204—2022 中第7章、GB/T 45396—2025 中第6章的有关要求,考虑物理环境、通信网络、区域边界、计算环境及云控平台信息安全等因素,有必要覆盖物理环境至应用层的安全控制。

7.5 宜参照GB/T 43697 的有关规定加强勘察设计数据分级分类保护,涉及高精度地形、军事设施位置等关键地理信息的数据存放于国内服务平台,涉及个人信息的数据脱敏后使用。

7.6 宜建立数据共享标准,整合公路及相关领域各类数据资源,勘察阶段宜采用IFC标准格式向设计阶段传递地质模型至智能化设计平台,设计阶段宜采用IFC标准格式向施工阶段传递不低于精度L3.0的BIM模型至建设管理系统。

附 录 A
(资料性)
数字化技术方法

A.1 无人机测绘技术

基于无人机测绘的公路工程数字化测量工作包括下列流程。

- a) 任务规划:明确测绘目标(地形建模、工程量核算等),设定精度要求(平面/高程误差阈值)及交付标准。
- b) 外业准备:依据设计方案布设地面控制点,规划无人机航线(航高、重叠率、航向/旁向重叠度等)。
- c) 外业航测:执行自动化飞行采集影像数据,利用RTK/PPK技术同步获取高精度定位数据。
- d) 数据处理与产品生成:通过空中三角测量解算影像位姿,基于密集匹配生成点云且经去噪、配准、融合后生成完整点云,基于点云与空三成果生成数字高程模型(DEM)、数字正射影像(DOM)及实景三维模型。

A.2 BIM 技术

A.2.1 公路工程BIM模型根据模型精细度分为沙盘模型和精细模型,模型包含几何和非几何信息,具备统一的EBS编码,模型精细度宜满足专业应用需要,并符合JTG/T 2420—2021、JTG/T 2421—2021、JTG/T 2422—2021的要求。

A.2.2 公路工程BIM模型支持的功能主要包括:

- a) 具备交通运行状态、气象环境状态等动态数据实时展示功能;
- b) 具备数据层可定制和可扩展功能;
- c) 具备VR和AR技术兼容性;
- d) 可与数据库系统、地理信息系统、交通仿真工具、有限元计算工具等集成为数据分析和可视化平台。

A.2.3 基于BIM技术的公路工程协同设计工作包括下列流程。

- a) 应用规划与标准制定:界定BIM在全生命周期中的应用阶段(规划、设计、施工、运维),设定模型精细度等级及交付要求,制定协同规则(数据格式、交付标准、协作平台权限)。
- b) 多专业模型创建与集成:基于勘察数据(无人机航测地形曲面、地质钻孔柱状图等)构建公路路线基准模型,依序整合路基路面工点模型、桥隧结构物模型、交安设施模型及三维地质体模型,通过全局共享坐标系与参数化构件库实现模型空间拓扑一致性,并执行模型轻量化处理确保协同效率。
- c) 协同分析与设计优化:通过硬碰撞检测(实体几何干涉)与软碰撞校验(施工安全净距不足)消除设计冲突,通过构件属性编码动态关联自动统计土方挖填、结构混凝土等工程量,通过4D进度模拟(时间轴-BIM模型挂接)与5D成本控制(工程量-造价实时映射)优化资源曲线平衡施工强度,输出冲突报告、构件优化参数及多方案比选模型以支撑闭环决策。
- d) 仿真验证与迭代决策:基于BIM模型参数驱动多物理场仿真(结构力学有限元分析、岩土稳定性验算、交通流微观模拟等),执行性能目标验证(结构安全系数 \geq 规范值、服务水平 \leq 三级等),

依据仿真结果生成敏感性分析报告(如边坡支护参数-造价曲线、交通组织-通行效率矩阵),触发参数化设计调整(几何拓扑优化、材料规格迭代等),通过自动校验-反馈循环直至满足多目标工程约束(结构安全/全周期经济性/关键工期节点),输出仿真认证模型作为最终交付基准。

A.3 交通流仿真技术

A.3.1 基于交通流仿真评估的设计方案优化工作流程主要包括:

- a) 确定交通仿真试验的目的、目标和评价标准;
- b) 根据初始设计方案,建立交通仿真模型,进行交通流仿真试验,采集效率、安全、环境等方面的评价指标,进行公路运行状况评估;
- c) 根据评估结果调整设计方案;
- d) 重新评估直至输出满足目标和标准的设计方案。

A.3.2 交通流仿真建模包含以下6个步骤:

- a) 公路仿真路网建模;
- b) 交通管控措施建模;
- c) 交通流特征数据建模;
- d) 仿真参数标定校核;
- e) 仿真运行控制;
- f) 仿真效果评估。

A.3.3 宜优先采用数字化设计输出的公路工程信息模型构建仿真路网模型。

A.3.4 交通流特征数据包括交通量、车辆运行期望速度及分布、公路实际通行能力、收费站车辆停车时间分布、分车型车头时距等参数。

A.3.5 仿真参数标定校核可采用实际交通流参数和驾驶行为参数,其中驾驶行为参数标定也可通过驾驶模拟仿真试验提取。

A.4 驾驶模拟仿真技术

A.4.1 基于驾驶模拟技术的设计方案优化工作流程包括:

- a) 确定驾驶模拟试验的目的、目标和评价指标;
- b) 根据初始设计方案,建立驾驶模拟场景模型,进行驾驶模拟试验,采集驾驶行为指标、交通安全风险指标、认知负荷与生理指标、主观评价指标等数据,开展驾驶人行为特征与设计参数关联分析,进行公路交通安全性评估;
- c) 根据评估结果调整设计方案;
- d) 重新评估直至输出满足目标和标准的设计方案。

A.4.2 驾驶模拟场景搭建宜包括静态场景构建、动态交通流配置、环境状态渲染、动态事件配置等步骤。

A.4.3 静态场景构建宜包括地形建模、路线建模、横断面建模、结构物建模、附属设施建模及路面摩擦系数设置等。宜优先采用数字化设计输出的公路三维模型,完成驾驶模拟静态场景构建。

A.4.4 动态交通流配置宜包括基础车流建模(车辆分布、跟驰模型、换道模型等)和特殊车辆植入(强制切入、异常停车等干扰车辆设置或V2X交互车辆设置)。

A.4.5 环境状态渲染宜包括设置环境光照条件和恶劣气象条件。

A.4.6 动态事件配置宜包括事件触发器配置(指定时间/空间触发事件、基于驾驶员操作响应触发事件)和多模态刺激设置(插入声音、文字和图像等)。

参 考 文 献

- [1] GB/T 43697 数据安全技术 数据分类分级规则
[2] JT/T 1199.1—2018 绿色交通设施评估技术要求 第1部分:绿色公路
-

全国团体标准信息平台

中国国际科技促进会
团体标准
绿色智慧公路数字化设计技术指南
T/CI 1077—2025

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 15 千字
2025年8月第1版 2025年8月第1次印刷

*

书号:155066·5-16373 定价 38.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



T/CI 1077-2025