

DB51

四川省地方标准

DB51/T 3227—2024

绿色低碳高速公路通用技术导则

2024 - 12 - 18 发布

2025 - 01 - 18 实施

四川省市场监督管理局 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

4 总体要求 1

5 规划与设计阶段 2

6 施工阶段 2

7 运营阶段 5

8 监测与评估 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。

本文件由四川省交通运输厅提出、归口、解释并组织实施。

本文件起草单位：蜀道投资集团有限责任公司、四川蜀道高速公路集团有限公司、四川西香高速建设开发有限公司、四川路桥建设集团股份有限公司、四川蜀道清洁能源集团有限公司、四川智能建造科技股份有限公司、四川省标准化研究院。

本文件主要起草人：张正红、张胜、蒋永林、杨如刚、周凤岗、黄兵、孙立成、赵桐远、廖知勇、张敏、周俊、冷顺多、张菖、范宇轩、刘士伟、倪婉昱、姜之未、郭世杰、童羨遥、周雄华、陈光军、肖波、赵根、徐华、郑伟、彭伟、高鹏斌、陈显福、李文权、黄志勇、张砚戈、吴永建、刘发波、王华、宋亮、鲜成、杨弋、姚晗、杜可欣、王思程、孙周、黄云、刘斌、廖龙兴。

绿色低碳高速公路通用技术导则

1 范围

本文件给出了绿色低碳高速公路总体要求、规划与设计、施工、运营、监测与评估等技术要求。
本文件适用于四川省行政区域内新建、改(扩)建绿色低碳高速公路的建设与运营管理。

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 19568 风力发电机组 装配和安装规范
- GB/T 19960.1 风力发电机组 第 1 部分：通用技术条件
- GB/T 24716 公路沿线设施太阳能供电系统通用技术规范
- HJ 1358 环境影响评价技术导则 公路建设项目
- JTG B04-2010 公路环境保护设计规范

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 总体要求

4.1 绿色规划与设计

践行绿色低碳理念，包括路线规划、生态廊道、植被保护、能源优化设计等，确保工程从起始阶段便具备绿色低碳的基础。

4.2 绿色施工和运营

包括材料选择、材料循环利用、自然资源利用等方面，确保资源高效利用、减少浪费。

4.3 智能交通与运营

强调智能监控、信号控制、车联网系统、自动驾驶支持等技术的集成与应用，实现自动化管理与绿色高效运营。

4.4 能源管理与优化

通过智能能源管理系统、互补系统、动态能源补充调整等手段，确保能源高效利用性与可持续性。

4.5 碳排放与环保监测

加强碳排放监测与管理，包括碳排放基线、评估工具、数据采集与监测等，确保碳足迹监测与管理机制的持续优化。

5 规划与设计阶段

5.1 路线规划原则

在路线规划中，应全面考虑环境和工程的双重要求。特别是在涉及自然保护区、湿地、森林等环境敏感区域时，应优先选择对生态系统影响最小的路线。应避免穿越基本农田和密集居住区，以减少对农业生产和居民生活的干扰。路线选择需综合考虑自然条件和气候因素，尽量减少工程量和建设负荷，避免对山体的过度开采和可能导致的水土流失问题。

5.2 综合环境影响评估

在设计阶段，应结合施工期生态影响和运营期生态影响进行全面的环境影响评估，可参考HJ 1358进行评估。评估内容应涵盖生态环境敏感性、自然条件、气候因素等方面，明确各方案对生态系统的潜在影响。在此基础上，开展替代方案比选，综合比较各备选方案的环境影响和工程可行性，优先选择对自然环境保护最有利、工程负荷最小的路线设计方案，确保工程的可持续性和环境保护目标的实现。

5.3 生态廊道设计

在设计阶段，应充分考虑生态连通性，设计并设置必要的生态廊道，以保障野生动物的迁徙路径和栖息地的连通性，防止公路对生态系统的割裂和破坏。廊道设计需结合当地生物多样性和地形条件进行优化，确保廊道的有效性和可持续性。

5.4 水资源保护设计

在设计阶段，应制定合理的排水系统设计，避免对水体的污染和干扰。充分考虑水资源的保护措施，如渗透性铺装、雨水收集系统等，和地下水饮用水水源保护区、饮用水取水井(泉)以及泉域等特殊地下水资源保护区等。减少工程对自然水循环的影响。

5.5 植被保护设计

在设计阶段，应最大限度地保留现有植被，减少植被砍伐，并通过合理规划绿化带和生态景观，提升工程的生态效益。植被保护设计需与当地的生态系统相协调，确保植被的多样性和健康生长。

5.6 能源优化设计

在设计阶段，应优化能源使用结构，通过高效设备、智能控制系统等手段，减少施工和运营阶段的能源消耗。优先考虑使用再生能源，确保能源利用率的最大化，实现绿色低碳的目标。

6 施工阶段

6.1 资源管理利用

6.1.1 材料选择

6.1.1.1 项目应优先采用环保材料，提升项目的低碳性能。例如，采用低碳水泥、环保型混凝土等材料，减少生产和使用过程中的碳排放。

6.1.1.2 使用可再生资源，如生物基材料、可再生木材等，减少对不可再生资源的依赖。

6.1.1.3 在关键基础设施中引入智能材料，如自修复混凝土、变色涂层等，以提升结构的耐久性、抗压性，并减少长期维护需求。

6.1.1.4 宜使用本地生产的材料，减少长途运输带来的碳排放。

6.1.2 材料利用

6.1.2.1 应最大化实现材料的循环利用，减少材料浪费，降低对新投入材料的需求。推广使用再生材料，如再生混凝土、再生钢材。

6.1.2.2 在施工过程中，应设置废料回收和再利用措施，将产生的废料重新用于建设或其他项目。

6.1.2.3 扩建项目保留并升级现有材料，使其适应新的功能需求，减少拆除和废弃物产生。

6.1.3 清洁能源利用

6.1.3.1 光能利用

6.1.3.1.1 光伏系统安装

在高速公路的服务区、收费站、停车区、隧道等设施的可用面积上，应结合太阳能资源评估意见安装光伏发电系统。光伏系统主要用于满足设施的日常电力需求，并作为应急电力来源。光伏系统的建设应符合 GB/T 24716中的规定。

6.1.3.1.2 光伏供电比例

光伏发电系统应满足设施全年电力需求的20%-30%。这一比例根据项目地理位置、光照条件以及设施电力需求在前述比例范围内进行确定，确保实现光能的高效利用。

6.1.3.2 风能利用

6.1.3.2.1 风力发电机安装

在风能资源丰富的高速公路路段，宜每2公里至少安装1台小型风力发电机，用于为路灯、监控系统、通风设备等提供电力支持。风力发电机组的建设应符合 GB/T 19960.1和 GB/T 19568中的要求。

6.1.3.2.2 风光互补系统

风力发电与光伏系统应结合使用，确保在不同气候条件下能源供应的稳定性。风力发电应在光照不足或夜间提供电力补充，确保设施全天候运行。

6.1.3.2.3 隧道风能利用

在适宜风能资源的隧道进出口及隧道内的通风系统中，建议安装小型风力发电设备，利用自然风力辅助供电。风能供电比例应达到通风系统电力需求的10%以上，减少传统能源的依赖。

6.1.3.3 水资源利用

6.1.3.3.1 节水技术应用

应采用高效节水技术，如喷灌、滴灌系统智能灌溉控制、再生水利用、分区灌溉和覆盖物技术等技术。

6.1.3.3.2 雨水收集与利用

应设置雨水收集系统，将雨水用于降尘、灌溉、清洁和其他非饮用水用途。

6.1.3.3.3 废水处理与再利用

通过现场的废水处理设施，将产生的废水处理后循环使用，减少新鲜水资源的消耗。

6.1.3.4 氢能源利用

6.1.3.4.1 制氢设施建设

在高速公路服务区、加油站或其他合适位置建设制氢设施，利用现场的太阳能光伏发电系统、风能或其他可再生能源来电解水制氢，这样可以减少对电网的依赖，实现现场制氢、现场加氢。

6.1.3.4.2 氢能车辆加氢站

在高速公路沿线建设加氢站，为氢燃料电池车辆提供加氢服务。加氢站的能源来源应优先考虑可再生能源制氢，条件允许时可以现场制氢。

6.1.3.4.3 氢能动力应用

在高速公路的建设和维护过程中，可以使用氢燃料电池作为能源供应，如氢能叉车、氢能工程机械等，以减少施工过程中的碳排放。

6.1.3.4.4 氢能存储系统

建立氢能存储系统，用于平衡供需波动，确保氢能源的稳定供应。例如，可以通过在风能或光伏发电量高时制氢并存储起来，以供夜间或阴天等发电量不足时使用。

6.2 施工工艺

6.2.1 预制与模块化建设

6.2.1.1 预制构件技术

采用预制构件技术，通过工厂化生产标准化构件，减少现场施工时间和材料浪费，提升施工效率。

6.2.1.2 模块化建设

将预制构件和标准化单元模块化，简化现场安装流程，实现快速、精准的施工，减少碳排放。

6.2.2 先进施工技术

6.2.2.1 快速成型技术

采用快速成型混凝土技术，提升施工速度和精度，减少材料浪费。

6.2.2.2 3D 打印与机器人施工

引入3D打印、机器人施工和自动化施工技术，提高施工的自动化水平和质量控制，降低对人工和资源的依赖。

6.2.2.3 透水混凝土与透气性路面

采用透水混凝土和透气性路面材料，增强路面的透水性和吸水性，减少路面积水，防止水土流失。

6.2.3 再生与循环技术

6.2.3.1 冷再生与热再生技术

使用冷再生和热再生技术，将旧路面材料就地回收再利用，减少新投入材料的需求和运输成本，降低碳排放。

6.2.3.2 自愈合沥青技术

在道路施工中引入自愈合沥青材料，延长道路使用寿命，减少维护需求。

6.2.4 智能施工管理

6.2.4.1 数字化施工管理系统

通过数字化施工管理系统，实时监控施工过程中的资源配置、时间管理和质量控制，优化施工效率。

6.2.4.2 智能压实技术

采用智能压实技术，实时监控路面压实情况，确保施工质量，减少重复作业，降低能源消耗。

6.3 生态管理

6.3.1 环境保护措施

6.3.1.1 要求

应在施工期内采取以下环境保护措施，以减少对生态系统的干扰。

6.3.1.2 沉砂池设置

在施工现场设置沉砂池，防止泥沙流入周围水体，减少水体污染。

6.3.1.3 噪声控制

采取噪声控制措施，使用低噪声施工设备，并在必要时设置噪声屏障，以减少对附近居民和野生动物的影响。

6.3.2 生态与节能型施工设备

6.3.2.1 生态护坡技术

通过种植本地植物或使用生态材料，进行生态护坡，防止水土流失，维护自然生态系统。

6.3.2.2 节能型施工设备

推广使用节能型施工设备，如电动或混合动力的施工机械，减少施工过程中的燃油消耗和碳排放。

6.3.3 生态恢复

在施工结束后，应及时恢复或修复受损的生物栖息地。包括湿地、森林和草原的恢复。利用自然系统和生态工程技术修复湿地，恢复其水源涵养和生物多样性功能；通过植树造林或自然恢复方法，保护或恢复施工区域周边的森林生态系统；在草原生态区施工后，应进行草原的恢复与保护，确保植被的再生，防止土地沙化和荒漠化，恢复草原生态平衡。此外，还应确保在施工和恢复过程中，保护区域内的生物多样性，避免对珍稀物种栖息地的破坏。同时，应遵循JTG B04-2010中8章规定要求，减少水土流失，确保生态系统的长期稳定。

7 运营阶段

7.1 智能交通系统集成

7.1.1 智能监控与信号控制系统

应在公路沿线部署智能监控设备，实时监控交通流量、车辆速度和事故情况。通过智能交通信号控制系统，动态调整信号灯时长和顺序，减少拥堵并提高交通流动性。

7.1.2 车联网与数据管理系统

推广车联网技术，实现车辆与基础设施的互联，提高交通安全性和运行效率。通过传感器和摄像头采集交通数据，并运用大数据分析技术提前识别交通问题，支持交通管理决策。

7.1.3 车路交互与自动驾驶保障

建设智能路侧单元，实现车辆与道路之间的交互信息。部署自动驾驶保障系统，保障自动驾驶车辆的安全运行。

7.1.4 交通管理与事故响应优化

建立交通管理平台，整合各类交通数据，实时调整交通管理措施，如路段限速、车辆分流等，提高交通效率。应建立智能交通事故处理系统，快速响应突发事件，减少对交通的影响。

7.2 能源管理与优化

7.2.1 智能能源管理系统

在运营阶段，通过智能能源管理系统，实时监控和优化能源使用，确保再生能源和传统能源的平衡，提升整体能源利用效率。

7.2.2 节能设备的应用与维护

确保已安装的节能设备，如LED路灯、光伏系统、雨水收集系统、滴灌系统等，定期维护以保持高效运行，减少不必要的能源损耗。

7.2.3 动态能源供给调整

根据需求优化供应能力：根据实时交通流量、天气情况等因素，动态调整能源供给策略，确保在不影响交通安全和运营效率的情况下，最大化再生能源的利用。

7.2.4 风光储微电网系统

在服务区、收费站、停车区、隧道等关键设施区域，建设以风能、太阳能发电为基础的微电网系统，配备储能设备，实现自给自足的能源供给。微电网应能够自动切换至储能系统，替代传统柴油应急发电，确保在供电中断或负荷高峰时，设施仍能持续稳定运行。

7.3 道路养护技术

7.3.1 绿色养护原则

7.3.1.1 生态优先

养护过程中应优先考虑减少对环境的影响，尽可能减少对现有植被和水资源的干扰，避免使用高污染、高耗能的养护方式。

7.3.1.2 智能化养护

引入智能化设备与管理系统，通过数据监测和分析，提高养护效率和精准度，减少不必要的资源浪费。

7.3.2 养护技术与方法

7.3.2.1 预防性养护

采用预测性养护技术，通过智能监测系统收集道路实时数据，提前发现潜在问题，避免因路面损坏导致的频繁大规模修复工作，减少不必要的能源消耗和交通中断。

7.3.2.2 表面微修复技术

推广使用低碳的表面微修复技术，针对道路表层的轻微损坏进行定期处理，延长道路使用寿命，减少大规模修复需求。

7.3.2.3 透水路面养护

在透水性路段，定期对路面进行养护清洁，确保其透水功能的长期有效，减少积水对路面的破坏。

7.3.3 智能化管理系统

7.3.3.1 智能监测系统

在运营阶段引入智能路面监测系统，实时监控路面温度、湿度、负荷和路面损坏状况，及时反馈养护需求。

7.3.3.2 数据驱动养护规划

基于路面监测数据和交通流量，建立大数据分析系统，自动生成最优养护计划，减少养护资源的浪费。

7.3.3.3 无人机巡检

利用无人机定期巡检道路状况，快速识别破损路段及潜在安全隐患，减少人工巡检带来的耗时和成本。

7.3.4 绿色养护管理机制

7.3.4.1 动态资源调度

基于实时路况和设备监测数据，动态调整养护资源调度，确保养护工作高效进行，避免过度或不足的维护。

7.3.4.2 废料管理与再利用

针对养护过程中产生的废料（如旧路面材料），建立循环使用机制，将适宜的废料进行加工后再利用，避免资源浪费。

7.3.4.3 环境友好型设备

优先使用氢能、电动、混合动力或其他节能环保设备进行养护作业，减少能源消耗和排放。

8 监测与评估

8.1 环境监测系统建设

建立全面的环境监测系统，实时监控大气、水、噪声等环境要素。

8.2 环境监测核算

对碳排放、资源利用等方面进行量化核算，确保项目符合绿色低碳目标，推动资源的合理高效利用。

8.3 环境监测评估

对环境监测数据进行系统评估，明确生态保护与恢复措施的成效，识别需要改进的环节。

8.4 环境评价报告

定期发布环境影响评价报告，公开项目的环境表现，确保透明度和公众监督。