

ICS 91.200

CCS P 51



T

团体标准

T/CI 992—2025

绿色城市道路建设指南

Guidance for green urban road construction

2025 - 04 - 25 发布

2025 - 04 - 25 实施

中国国际科技促进会

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
4 基本原则	2
5 可行性研究阶段	2
6 设计阶段	3
6.1 设计原则	3
6.2 路基处理	3
6.3 路基	3
6.4 路面	4
6.5 桥梁	5
6.6 隧道	6
6.7 慢行友好设施	6
6.8 排水	7
6.9 照明	7
6.10 绿化	8
6.11 交通安全设施	8
7 施工阶段	8
7.1 施工原则	8
7.2 施工组织	9
7.3 关键技术	9
7.4 推荐材料与机械设备	13
7.5 环境保护	13
8 运维阶段	15
8.1 运维原则	15
8.2 运营	15
8.3 养护	15
8.4 智慧管理平台	15
参考文献	17

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。

本文件由济南新旧动能转换起步区管理委员会建设管理部提出。

本文件由中国国际科技促进会归口。

本文件起草单位：济南新旧动能转换起步区管理委员会建设管理部、山东大学、桂林航天工业学院、山东三箭房地产开发有限公司、济南城建集团有限公司、中国电建市政建设集团有限公司、山东汇通建设集团有限公司、济南市市政工程设计研究院(集团)有限责任公司、中铁建工集团山东投资建设有限公司、四川鲁通市政工程有限公司、山东省国土测绘院、济南金诺公路工程监理有限公司。

本文件主要起草人：郑兆宇、王建柱、张文哲、于宗晓、张海岩、陈霖、王小超、赵波、范俊德、杨勇、邓先睿、奚运成、路川、韦庆亮、韩玉德、高影、刘振凯、尹万朋、杨正祥、华彬彬、王浩然、王蛟平、吴庆乾、范洪勇、鞠天强、李恒根、张鹏程、刘晓哲、种道帅、王福生、陈启、钟华、顾耀辉、邢邦宁、司英明、魏振磊、吴建清、刘世杰、王允凯、米广苗、邹吉涛、叶聿森、蔡海峰、许庆林。

绿色城市道路建设指南

1 范围

本文件确立了绿色城市道路建设的基本原则，为城市绿色道路建设在可行性研究阶段、设计阶段、施工阶段、运维阶段提供了具体的方法和建议。

本文件适用于绿色城市道路的设计、施工和运维管理工作，包括路基、路面、桥梁、隧道、交通工程、照明工程与附属设施等。本文件主要适用于各等级绿色城市道路的建设工作，其他道路参照执行。

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 3838 地表水环境质量标准
GB 12523 建筑施工场界环境噪声排放标准
GB 16297 大气污染物综合排放标准
GB/T 20145 灯和灯系统的光生物安全性
GB/T 31831 LED室内照明应用技术要求
GB/T 50034 建筑照明设计标准
GB/T 51439 城市步行和自行车交通系统规划标准
CJJ 45 城市道路照明设计标准
JGJ/T 163 城市夜景照明设计规范
JTG D30 公路路基设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

绿色城市道路 green urban road

在城市道路的全生命周期内，以创新、协调、绿色、开放、共享为发展理念，最大限度地节约资源、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，与自然和谐共生的城市道路。

3.2

绿色施工 green construction

在保证城市道路工程质量、安全等基本要求的前提下，通过新材料、新工艺、新技术、新设备的应用和管理创新，最大程度地保护生态环境、提高资源利用效率、降低能源消耗和减少污染物排放的施工活动。

[来源：GB/T 50640—2023，2.0.1，有修改]

3.3

绿色运营与养护 green operation and maintenance

以全生命周期的理念，运用科学运营管理手段和先进检测、维修技术，在保证城市道路运营安全、通行效率与养护质量的同时，显著降低资源占用、减少环境污染和资源消耗，实现城市道路长期高水平运营，同时向公众提供更安全、更舒适、更便捷、更美观通行环境的城市道路运营、养护、日常维修等活动。

3.4

绿色建材 green building materials

在全寿命期内可减少资源消耗、减轻对生态环境的影响，具有节能、减排、安全、健康、便利和可循环特征的建材产品。

[来源：GB/T 50378—2019，2.0.5]

4 基本原则

- 4.1 绿色城市道路建设、运营与养护宜坚持低碳发展、全寿命周期成本、资源集约、生态保护和绿色创新等理念，推动可持续发展。
- 4.2 绿色城市道路建设、运营与养护宜尊重自然、顺应自然、保护自然，把资源能源节约和生态环境保护摆在行业发展更加突出的位置，严格落实生态环境保护制度。
- 4.3 绿色城市道路建设宜遵循因地制宜的原则，结合当地的气候、资源、生态环境、经济、人文等特点进行。
- 4.4 绿色城市道路建设宜综合全寿命期内的技术与经济特性，采用有利于促进可持续发展的建设模式、工艺、技术、设备和材料。
- 4.5 绿色城市道路建设宜体现共享、平衡、集成的理念。在城市道路建设过程中，路基、路面、桥梁、隧道、慢行友好设施、排水、照明、绿化等各专业宜协同工作。
- 4.6 绿色城市道路建设宜综合考虑城市道路建设全寿命期内的技术与经济特性，宜选用包括新技术、新材料、新工艺、新方法在内的“四新”技术和产品，促进设计技术、城市道路产品等的技术进步。不采用国家和地方禁止使用的城市道路材料及制品。
- 4.7 宜通过基于城市道路信息模型(BIM)技术的管理系统进行设计、施工及养护全过程一体化管理。
- 4.8 宜根据所在地区的能源政策和资源条件，科学、充分地选用太阳能、风能、地热能等可再生能源。
- 4.9 宜对城市道路建设施工能耗进行监测管理，系统评估项目建设能耗及碳排放水平。
- 4.10 城市道路建设宜推广采用工程质量、健康、安全及环境四位一体的管理体系。

5 可行性研究阶段

- 5.1 绿色设计宜遵循现行有效的城市道路设计规范等相关技术要求，通过包括但不限于优化选线设计指标、集约节约利用资源、提升工业化建造水平、统筹全寿命周期成本、加强 BIM 和创新技术应用以及交通旅游融合，提升绿色设计水平。
- 5.2 城市道路选线宜科学规划建设用地，避让生态保护红线和不可移动文物，切实保护耕地和草原。
- 5.3 优化选线设计指标，并优先考虑以下因素。
 - a) 统筹利用现有通道资源；改扩建遵循利用与改造相结合的原则，充分利用原有设施和通道资源。
 - b) 做好路堤与桥梁、路堑与隧道方案比选，避免高填深挖。优先采用低路堤、浅路堑或者高架桥方案，合理控制路基填挖，减少占地宽度。
 - c) 在现有城市道路设计技术标准、规范的基础上，确保安全与功能的同时，合理选用标准，灵活运用技术指标，维护城市道路与沿线自然、人文环境的协调。
 - d) 灵活选用设计线形，按照不同地区的地形地貌和环境特征，在满足设计规范的基础上尽可能遵循地势要求，维持线形走底带原貌。
- 5.4 平面线形设计宜优先考虑：
 - a) 灵活应用平面指标，使路线适应地形起伏，与地形、地物、环境和景观相协调，并与纵面线形和横断面相互配合，保持线形的连续性与均衡性；
 - b) 增加平曲面数量，提高曲线占比，选择合适的平曲线半径，使线形符合驾驶员的视觉和心理需求，避免长直线和单个长大平曲线造成驾驶疲劳和视觉疲劳；
 - c) 对于地形条件较好的路段，可结合运行速度检验结果，通过对平曲线半径进行精细取值，主动影响和控制驾驶员行车速度，使运行速度平稳连续。
- 5.5 纵断面线形设计宜优先考虑以下内容。
 - a) 纵面设计宜尽量灵活选择指标，适当增加变坡点，使平纵线形吻合地形，实现低填深挖。山岭重丘区项目，可通过反复调整优化平纵指标，使土石方的整体平衡及分段土石方的平衡。

- b) 隧道进出口路段，可结合地形地质条件，适当提高洞口高程，增加隧道连接线填方数量，消化隧道弃方；对于平原、丘陵和山岭区之间的地形变化段，增加路线纵坡长度和坡度，适应地形和运行速度变化，减少填挖数量。

6 设计阶段

6.1 设计原则

- 6.1.1 宜与城镇空间、生态空间、农业空间布局相协调，并与城镇开发边界、永久基本农田、生态保护红线等控制线要求相衔接。按照“统筹规划、合理布局、集约高效、因地制宜”原则，统筹利用综合运输通道线位、土地、空域等资源，避免土地资源分割与浪费。
- 6.1.2 宜遵循城市道路建设技术规范等相关要求，通过优化选线、生态环保、资源节约、节能低碳、交通与旅游融合、新技术应用等提升绿色道路建设水平。
- 6.1.3 推行生态环保和生态防护技术，重点加强对自然地貌、原生植被、表土资源、湿地生态、冰川、农田、野生动物等方面的保护。
- 6.1.4 宜在满足安全与景观要求的前提下，结合道路沿线的自然资源条件，在边坡、隧道口等位置因地制宜布设风力或光伏发电设施，实现可再生能源的就地利用。
- 6.1.5 推行废旧沥青、钢材、水泥等材料再生和循环利用，推广粉煤灰、煤矸石、矿渣、钢渣等工业废料的综合利用，实现资源高效循环利用。沙漠地区宜充分利用沿线风积沙，戈壁地区宜充分利用沿线的砂砾石料，工业企业分布较近地区宜加大工业废渣利用。
- 6.1.6 耕地集中分布区域，宜采取以桥代路、路基挡土墙、节地型排水沟、压缩护坡道和碎落台宽度等措施，减少占地面积。
- 6.1.7 宜强化美学设计，充分挖掘城市道路沿线区域的文化特色、旅游资源，提出地域特色突出的设计方案，做到路景相融。
- 6.1.8 推广 BIM、地理信息系统 (GIS) 等技术在城市道路建设中的应用，拓展 BIM 技术在结构物建模、精细化质量管理、远程实时监控、模拟施工组织等全生命周期中的应用。

6.2 路基处理

- 6.2.1 换填法施宜优先考虑：
 - a) 回填土施工宜采取防止扬尘的措施，4 级风以上天气严禁回填土施工。施工间歇时宜对回填土进行覆盖；
 - b) 当采用砂石料作为回填材料时，宜采用振动碾压；
 - c) 灰土过筛施工宜采取避风措施；
 - d) 开挖原土的土质不适宜回填时，宜采取土质改良措施后加以利用。
- 6.2.2 在城区或人口密集地区，不宜使用强夯法施工。
- 6.2.3 高喷射注浆法施工的浆液有必要使用专用容器存放，置换出的废浆宜及时收集清理。
- 6.2.4 采用砂石回填时，砂石填充料宜保持湿润。
- 6.2.5 基坑支护结构采用锚杆(锚索)时，宜采用可拆式锚。
- 6.2.6 喷射混凝土施工宜采用湿喷或水泥裹砂喷射工艺，并采取防尘措施，确保作业区粉尘浓度不大于 10 mg/m^3 。喷射混凝土作业人员有必要佩戴防尘用具，并结合机械通风等手段控制粉尘扩散。
- 6.2.7 路基处理宜提高固体废弃物利用率，宜加强建筑垃圾及煤矸石、矿渣、钢渣、粉煤灰等工业废料的调查、试验与应用，不宜采用危险废物用作路基处理。

6.3 路基

- 6.3.1 路基填挖宜考虑以下内容。
 - a) 严格控制高填深挖路基。JTG D30 规定了新建和扩建公路的路基设计，宜按照执行，同时结合路线方案优化，与采用桥、隧方案以及半桥半路、半隧半路、分离式路基等方案进行充分比选，择优选用。

- b) 对于线路必须通过耕地、湿地集中分布区域的路段，路基设计宜通过技术经济比较，采取以桥代路、设置路基挡土墙、节地型排水沟、分台式路基等措施，减少占地面积。山区溪谷路段压缩路基宽度，以桥代路，减少占地。
 - c) 路基挖方宜合理调配，力求自身利用平衡，减少设置取土场、弃渣场；如设置取土场、弃渣场时，避免占用基本农田，并与改田、造地、复垦相结合。
 - d) 城市道路材料宜尽量就地取材，最大限度地利用地方材料，在技术、经济可行的条件下，可考虑利用符合技术要求的粉煤灰、矿渣等工业废渣、建筑垃圾及其他城市道路工程(如河道整治、水库开挖等)的废弃土石方。
- 6.3.2 生态防护宜考虑：
- a) 路基具有保护路基稳定、水土保持、改善生态环境等作用。根据路基工程所处的自然环境及人文环境，做到与周围环境的协调与和谐，并可同时考虑绿色防护的景观效果；
 - b) 做到工程防护与生态防护相结合，在保障边坡稳定与安全的前提下，尽可能以生态防护为主；
 - c) 城市道路边坡生态防护可采用喷播绿化、三维网喷播、秸秆育苗钵一体化、客土喷播、植生袋绿化、土工格室绿化、三联生态防护等技术；
 - d) 改扩建城市道路项目废弃旧路路段可将硬地面刨除后，进行生态恢复。
- 6.3.3 路基排水宜考虑以下内容。
- a) 城市道路防护排水系统设计宜将隔离栅、边坡、边(排水)沟作为一个整体系统，通过地形恢复整治、原生态设计，打造融入自然的城市道路防排水系统。
 - b) 在保证边坡稳定的前提下，路堑边坡开口线尽量采用圆弧形设计，坡面防护因地制宜采用生态防护设计，营造与周边原生植物群落一致的乔灌木复合群落，降低传统圬工防护对生态与景观的影响。
 - c) 人为活动较少的路段可采取种植多刺植物，营造植物隔离栅替代传统隔离栅的设计方案，兼顾安全与生态保护功能。
 - d) 在满足道路交通安全等基本功能的基础上，道路位于城镇规划区的路段按照海绵城市建设要求充分利用城市道路自身及周边绿地空间落实低影响开发设施设计，建设下沉式绿地、植草沟、雨水湿地、透水铺装、渗管/渠等低影响开发设施，通过渗透、调蓄、净化方式实现道路低影响开发控制目标。
 - e) 城市道路路线穿越耕地集中分布区，按照要求间隔距离设置沉淀池，防止冲毁农田。路基排水设计将排水渠道设计融入当地自然沟渠，并与农田水利设施相结合。
 - f) 在城市道路互通立交区根据原有地形排水体系，因地制宜地将路基排水系统引入，达到灌溉和排水的目的。
 - g) 城市道路路线穿越泉域重点保护区、饮用水源保护区、I类和II类地表水体的，严禁排放水污染物。
- 6.3.4 路肩加固和修饰宜考虑：
- a) 结合场地的不同情况及条件，采用植草路肩、空心混凝土预制块加植草、实心混凝土预制块或天然石材等不同的路肩加固方式；
 - b) 城市道路路肩宜自然修饰，显现路基边线轮廓，体现整体线形的优美舒展，并及时进行修剪，使路面高于草路肩。
- ## 6.4 路面
- 6.4.1 路面结构设计宜遵循全寿命周期成本(LCC)最优理念。
- 6.4.2 宜结合区域环境条件、工程造价及当地经验，在桥面铺装、弯道及长大纵坡、声环境敏感路段选择低噪声、抗凝冰等功能型路面设计。
- 6.4.3 高等级城市道路中、上面层宜采用改性沥青混凝土路面、长寿命路面或高性能水泥混凝土路面设计。
- 6.4.4 宜采用温拌沥青路面降低施工碳排放。
- 6.4.5 路面材料宜优先选用地方性材料，提高废旧材料利用率，可采用下列技术措施：
- a) 按照国家政策要求，提高城市道路废旧沥青路面材料循环利用；

- b) 利用废胎胶粉制备橡胶沥青混合料，用于沥青路面的结构层、应力吸收层、封层、防水黏结层或用作填缝料等；
 - c) 经充分论证后利用钢渣替代部分集料用于沥青路面；
 - d) 利用尾矿渣、煤矸石等固体废弃物用于路面基层或底基层，或用于路缘石、防护盖板及人行道砖的铺筑。
- 6.4.6 改扩建工程宜提高旧路结构资源综合利用水平，重点考虑下列方案：
- a) 采用分段设计，在既有路面检测评价结果基础上，针对不同路段(部位)确定病害分布和发育情况以及旧路的强度指标，选用不同的处治方案；
 - b) 城市道路改扩建工程单向扩建为四车道及以上时，宜结合交通特性，进行新建和改扩建两部分设计，充分利用既有路面；
 - c) 当拓宽改造硬路肩作为第三车道使用时，从结构层厚度、使用性能两方面科学评估硬路肩技术状况，制定可行利用方案；
 - d) 水泥混凝土路面改为沥青路面时，可采用水泥压浆、高分子注浆、就地破碎再利用或水泥路面加铺沥青层等方案，利用现有水泥混凝土路面结构与材料。
- 6.4.7 路面材料选用宜考虑以下内容。
- a) 推广应用低碳环保耐久性路面，在技术经济论证可行的前提下，城市道路路面设计宜加大能够提高长期使用性能、节约材料的新型路面材料及技术的应用，如高模量沥青混凝土、聚合物水泥混凝土、轻质混凝土、温拌沥青混合料、大空隙低噪音排水沥青、废旧橡胶粉沥青等路面技术。在不影响路面正常性能的前提下，推广应用功能型路面，如排水路面、降温路面、发电路面或融雪化冰路面等。
 - b) 改扩建工程积极推行废旧沥青路面、钢材、水泥等材料再生和循环利用，提高旧路面材料的利用比例。
- ## 6.5 桥梁
- ### 6.5.1 桥型选择宜考虑以下内容。
- a) 桥型方案比选既要考虑建设期经济性，还要充分考虑全寿命周期成本，包括运营期的维护成本、结构耐久性、环境适应性及抗灾能力，并关注考虑技术合理性、设计标准化、施工装配化、养护便利性及循环利用残值等因素。
 - b) 在山区复杂条件下非标准跨径桥梁中积极推进钢结构桥梁的应用，积极应用高性能混凝土，保证结构使用寿命，有效降低城市道路运营养护成本。
 - c) 注重桥梁美学设计，在桥梁设计中融入工程美学和景观设计，体现工程与自然人文的和谐、融合与共享。设计中要从宏观上把握桥型选择和孔跨布置，从微观上注意如梁、墩、台、附属结构、材料、色彩等细节。
- ### 6.5.2 桥梁标准化设计宜注重结构设计体系化、结构构件标准化、加工制作自动化、现场安装装配化、建造运维信息化、拆除部件再利用化。鼓励采用钢结构、装配式混凝土结构、高性能混凝土结构等适宜工业化建造的结构形式。
- ### 6.5.3 桥梁设计宜进行建养一体化设计，同时考虑建设与养护需求，确保结构设计易于更换和养护，做到可维护、可检查、易操作。加强钢结构桥梁构造设计，方便养护与检查，减少能积留湿气的死角或凹槽。重视钢结构纵、横向受力的连接性和均衡性，细化截面过渡和连接设计，避免应力集中引起疲劳损伤，提高耐久性。
- ### 6.5.4 桥梁生态环保设计宜考虑以下内容。
- a) 优化下部结构设计，减少对环境的破坏。山区城市道路，为减少墩台施工对自然环境的影响，对于纵横坡陡峭的路段，对墩台施工方案进行单独设计，合理设置墩台、系梁标高。尽量避免系梁、承台施工扰动边坡，对原地面扰动过大的要进行恢复。城市道路路线穿越城区的，合理选择桥型，尽量减少桥墩数量设置。
 - b) 水环境保护设计，强化穿越敏感水体路段的径流收集与处置。城市道路建设特别重视对饮用水水源地的保护，路线设计时，宜尽量绕避饮用水水源保护区。为防范危险化学品运输带来的环境风险，对跨越饮用水水源二级保护区、准保护区和二类以上水体的桥梁，在确保安全

和技术可行的前提下，宜在桥梁上设置桥面径流水收集系统，并在桥梁两侧设置沉淀池，对发生污染事故后的桥面径流进行处理，确保饮用水安全。

6.6 隧道

6.6.1 隧道选址宜考虑：

- a) 项目所在地区的地表植被较好的条件下，隧道要提倡“早进洞晚出洞”的原则，尽量减少对植被的破坏，最大限度地保护植被，并与自然地形坡面平顺衔接；
- b) 洞口原则选择零填挖处(洞中心线处洞顶填挖为零)，避免造成过度的填挖，减少对地形和周边生态环境的干扰；
- c) 注重隧道洞门景观设计，在满足洞口防护、行车安全的前提下，将洞口作为一个与周边环境协调的景点城市道路，并缓和驾乘人员高速进入隧道暗环境时的紧张感；
- d) 隧道选址在地勘工作基础上，避免穿越地下水丰富区域，施工时采取封堵措施，避免大量疏干地下水。

6.6.2 隧道布置宜考虑：

- a) 隧道平面线形的确定，需综合考虑地形、地质状况、洞口接线、通风、车辆运行安全和施工条件等因素，可采用直线或较大半径的曲线；
- b) 隧道纵断面线形，以行车安全、排水、通风、防灾为基础，同时考虑施工期间的排水、出渣、材料运输等条件确定，尽量设置缓坡，最小纵坡值宜不小于 0.5%，最大纵坡一般控制在 3%以下。

6.6.3 精细化设计宜考虑：

- a) 针对隧址周边地形特点，综合考虑安全、环保、美观、经济、排水等因素，落实“早进洞晚出洞”和尽量降低边坡高度的设计原则，因地制宜选择洞门形式与洞口位置，避免在洞口形成高边坡和高仰坡，洞口顶部仰坡高度不宜高于 20 m；
- b) 推行中、短隧道单向 CD 挑梁法出洞设计，实现“零开挖”。

6.6.4 绿色照明宜考虑以下内容。

- a) 隧道洞门形式宜采用削竹式等利于充分利用自然光的设计。
- b) 洞口减光设计可因地制宜采取绿化带减光、遮阳棚、遮光棚以及通透式棚洞等方式。
- c) 隧道照明方案设计推广应用 LED 照明灯具、精细化照明调光控制技术；自然、气候条件许可的区域，隧道通风和照明用能可开发利用风电、光电、风光互补、水电等可再生能源，推广应用光纤传导、太阳光与人工光结合及导光管采光系统等绿色照明技术，以减少市电的使用量。

6.6.5 绿色通风宜考虑以下内容。

- a) 将通风能耗作为隧道位置布设、线形、断面及纵坡设计的一项重要比选因子；在保证交通安全的前提下，选择有利于隧道通风的设计方案；隧道通风方案设计宜首先考虑自然通风的可能性，不具备自然通风条件时，宜优先采用纵向机械通风方案与应用分布式智慧型单相供配电技术。
- b) 城市道路隧道通风主要分自然通风和机械通风两种，对于长度在 700 m 以下的隧道一般可采用自然通风，而对于长度在 700 m 以上的隧道一般考虑采用机械通风，具体宜根据通风计算结果确定。

6.7 慢行友好设施

6.7.1 慢行友好的设计宜遵循以下原则。

- a) 城市道路要树立慢行优先的理念，改善居民出行环境，保障出行安全，倡导绿色出行。
- b) 城市道路按照人行交通、非机动车交通、机动车交通的优先次序分配路权。
- c) 城市慢行交通系统交通设施除保持自身特性外，还与城市其他交通设施相互匹配、相互协调。使之成为统一、协调、完整的系统工程，共同支撑城市交通体系安全、顺畅运行。
- d) 城市慢行交通系统交通设施的规划、建设与管理满足 GB 55019 和 15MR501 的要求。
- e) 城市道路慢行系统与机动车道同步规划、设计、建设和交付使用。

6.7.2 行道树设施带的设计宜考虑以下内容。

- a) 人行道内侧沿路缘石宜设置行道树设施带, 行道树设施带宽度宜控制在 1.5 m~2 m。各类设施和城市家具宜集约布局在行道树设施带内, 不影响正常行人通行。设施带内的等各类设施不侵入道路建筑限界。
 - b) 设施带内行人可能到达的区域, 标志牌、路名牌等下缘距离人行道路面的高度不小于 2.2 m。
- 6.7.3 交通环境的设计宜考虑:
- a) 绿化、铺装、城市家具、照明等交通环境宜符合 GB/T 51439 的规定;
 - b) 行道树宜选用本土深根、冠大荫浓、适应城市道路环境条件的树种;
 - c) 道路绿化种植宜及时修剪, 不侵入道路建筑限界, 不遮挡交通标志、信号灯;
 - d) 过街安全岛两端的绿化不高于 0.5 m;
 - e) 学校、医院、交通枢纽等周边道路的人行道, 宜采用摊铺式面层。

6.8 排水

- 6.8.1 排水设施设计合理选择排水构造物的尺寸和形式, 结合环境保护要求增加路面径流净化功能, 如设置雨水花园、透水铺装和湿地等绿色基础设施, 减少城市径流污染。
- 6.8.2 敏感水体路段的路面径流收集后排入多功能处理池、蒸发池、人工湿地等处理储存设施。
- 6.8.3 城镇路段路基排水宜按照海绵城市建设要求进行低影响开发设计, 提高路侧径流的入渗能力。
- 6.8.4 路面排水设施耐冰冻、耐盐蚀; 地下排水设施置于当地最大冰冻线以下, 无法满足时, 宜采取保温措施。
- 6.8.5 截水沟、边沟、急流槽等排水构造物采用轻型、耐久、装配式、工厂化结构。
- 6.8.6 路基施工做好临时边沟、临时截水沟等临时排水设施, 临时排水设施与永久性排水设施综合考虑, 并与工程影响范围内的自然排水系统相协调。

6.9 照明

- 6.9.1 根据项目规模、功能特点、建设标准、视觉作业要求等因素, 确定合理的照度指标, 城市道路照明的数量和质量符合 GB/T 50034 的规定。
- 6.9.2 选用的照明产品能效符合国家相关能效标准的节能评价价值。除有特殊要求的场所外, 选用高效照明光源、高效灯具及其节能附件。选用 LED 照明产品时, LED 照明产品的光输出波形的波动深度符合 GB/T 31831 和 GB/T 20145 的规定。
- 6.9.3 根据城市道路内各场所的照明要求, 合理利用天然采光, 并优先考虑:
- a) 具有天然采光条件或天然采光设施的区域, 采取合理的人工照明布置及灯具分组;
 - b) 具有天然采光的区域独立分区控制, 宜设置随室外天然光的照度变化自动控制或调节的功能;
 - c) 公共区域的照明系统采用分区、定时、感应等节能控制;
 - d) 有条件时宜配合城市道路设计设置导光系统, 合理利用天然采光。
- 6.9.4 功能明确的房间或场所, 宜采用一般照明和局部照明相结合的照明方式。
- 6.9.5 根据城市道路的功能特点、建设标准、管理要求等因素, 照明控制宜采取分散与集中、手动与自动相结合的方式, 并优先考虑:
- a) 地下通道、地下车行道、非机动车停车区等空间的照明系统采取分区、定时、感应等节能控制措施;
 - b) 智能照明系统具有相对的独立性, 宜具有与城市管理系统网络通信的功能。
- 6.9.6 在管理人员长期驻留或作业的城市道路附属空间中, 照明光源的显色指数不小于 80, 且符合 GB/T 20145 规定的无危险类照明产品。
- 6.9.7 在满足眩光限制和配光要求的情况下, 照明设计选用直射光通比例高、控光性能合理的高效率灯具, 并优先考虑:
- a) 照度标准值为 300 lx 及以上的场所, 宜选择效率不低于 75% 的灯具;
 - b) 室内用灯具效率不低于 70%, 装有遮光格栅时不低于 60%。
- 6.9.8 照明系统功率因数不低于 0.9。
- 6.9.9 城市道路各功能区域的照明功率密度限值不高于 GB/T 50034 规定的现行值, 重点节点区域不高于目标值。
- 6.9.10 下列场所宜选用感应式自动控制的发光二极管灯:

- a) 地下通道的行车道、停车位；
 - b) 无人长时间逗留，只进行检查、巡视和短时操作等工作的场所。
- 6.9.11 地下通道、疏散通道等通行空间的应急照明满足照度要求。紧急出口设置安全指示标志灯。
- 6.9.12 宜利用太阳能、光伏发电等可持续能源作为照明能源。根据道路所在的地理位置、气候环境条件自身的特点、照明要求等，通过经济技术比较确定方案，宜选择导光设备。
- 6.9.13 景观照明设计遵循安全、适度的原则，步行和自行车交通系统宜保证充足照明，并符合 JGJ/T 163 和 CJJ 45 的有关规定。

6.10 绿化

- 6.10.1 路侧景观遵循多借景、少造景的原则，因地制宜充分利用路域优质景观资源。
- 6.10.2 路侧景观设计宜将不同路侧部位作为统一的景观绿化载体，植物选择宜选择乡土植物，地形整理宜采用模拟自然式边坡形式。
- 6.10.3 城市道路景观宜避免过度设计，根据项目实际统筹考虑景观设计内容，突出特色和亮点，营造符合区域环境特征的通行环境。
- 6.10.4 边坡景观营造宜优先采用生态防护措施，圬工防护宜采取植物柔化、立面景观优化等措施；植物搭配宜最大程度呼应路域原生植物群落。
- 6.10.5 挡墙段落景观设计宜利用乡土材料和生态环保材料，凝练区域典型文化元素进行大尺度流线型表达。
- 6.10.6 中央分隔带防眩板和防眩网的颜色能够较好融入周边环境，可提炼区域典型历史文化元素，对工程防眩设施进行适度的地域化、景观化表达。

6.11 交通安全设施

- 6.11.1 护栏和标志标线设计宜考虑：
- a) 交安设施设置宜统筹考虑经济、环保及耐久性，并使用与环境协调的材料和形式；
 - b) 按“无缝防护”的理念处理好各种护栏和构造物之间的互相衔接；
 - c) 优先选择低碳环保型护栏；钢护栏或标志等钢结构，采用生态环保的防腐处理工艺；
 - d) 标线宜采用环保型涂料，宜推广应用长余辉蓄能发光标线。
- 6.11.2 特殊路段安全设施设计宜考虑以下内容。
- a) 涉及敏感水体、自然保护区等的环境敏感路段宜加强交通引导，提高护栏防护等级。存在动物通道的路段，合理设置动物通道提示标志。
 - b) 旅游交通量较大路段的标志标识在提供交通出行服务信息外，宜增加旅游服务信息，加强行车智能引导。
 - c) 风景优美路段，在满足安全要求前提下可充分考虑美观和通透性设置桥梁护栏。
 - d) 风雪害较严重路段，交通安全设施设置宜充分减缓风吹雪、积雪对交通安全的影响：
 - 1) 冬季风雪较大的地区，宜选择少阻雪的护栏形式，积雪严重地区的桥梁宜选用金属梁柱式护栏或组合式护栏；
 - 2) 在风吹雪较严重路段的上风侧宜设置挡雪板或预制混凝土管挡雪墙等阻雪设施，减少通过的雪量；
 - 3) 宜设置积雪标杆加强诱导，能见度较低路段，积雪标杆顶部宜贴反光膜；
 - 4) 宜取消突起路标或设置不突出路面的路标，避免除雪、除冰对路标的影响。
 - e) 沙漠路段标志、标线宜有防风沙及风蚀设计，同时增加风向、风速标。

7 施工阶段

7.1 施工原则

- 7.1.1 城市道路施工严格贯彻落实国家和当地有关环境与资源保护法律、法规的规定、项目环境影响报告书(表)提出的主要环境保护措施以及环境保护行政主管部门对项目环境影响报告书(表)、水土保持方案的批复意见要求。
- 7.1.2 加强施工过程的管理和监督，按规定选定专业机构开展施工期环境监测、水土保持监测，并根

据监测结果及时调整绿色施工方案；组织编制施工期环境保护监理、水土保持监理实施方案，并将施工期环境保护监理和水土保持监理纳入主体工程监理一并考虑，涉及自然保护区、风景名胜区及饮用水源保护区等重大环境敏感区，并可能存在重大环境影响的项目，可按规定选定环保专业机构协助开展施工期环境保护监理和水土保持监理工作。

7.1.3 加大宣传和培训力度，结合工程项目的特点，有针对性地对绿色施工相应的宣传，通过宣传营造绿色施工的氛围。定期对建设单位、设计、施工及监理人员进行绿色施工知识培训，增强绿色施工意识。

7.1.4 工程参建各方宜推动绿色施工技术的策划、应用与创新。

7.1.5 施工单位宜编制绿色施工专项方案或在施工组织设计中包含绿色施工章节，以指导绿色施工技术的应用。

7.1.6 施工单位在策划绿色施工时宜选用《建筑业 10 项新技术(2017 版)》的绿色施工技术。

7.1.7 施工单位宜根据绿色施工技术要求，选用环保、节能高效的施工机械。

7.1.8 施工单位宜选用绿色建材，不采用国家、行业、地方政府限制、禁止使用的建材、制品。

7.1.9 绿色施工技术实施过程中，按有关规定做好实施记录，评价和总结，并进行持续改进。

7.2 施工组织

7.2.1 施工单位是城市道路工程绿色施工的实施主体，组织绿色施工的全面实施。

7.2.2 实行总承包管理的建设工程，总承包单位对绿色施工负总责。

7.2.3 总承包单位对专业承包单位的绿色施工实施管理，专业承包单位对工程承包范围的绿色施工负责。

7.2.4 施工单位宜建立以项目经理为第一责任人的绿色施工管理体系、制定绿色施工管理制度，负责绿色施工的组织实施，进行绿色施工教育培训，定期开展自检、联检和评价工作。

7.2.5 绿色施工组织设计、绿色施工方案或绿色施工专项方案编制前，宜进行绿色施工影响因素分析，并据此制定实施对策和绿色施工评价方案。

7.2.6 参建各方宜积极推进城市道路工业化和信息化施工，城市道路工业化宜重点推进结构构件预制化和城市道路配件整体装配化。

7.2.7 施工单位宜加强施工管理、协商确定工期。

7.2.8 施工现场建立机械设备保养、限额领料、建筑垃圾再利用的台账和清单。工程材料和机械设备的存放、运输宜制定保护措施。

7.2.9 施工单位宜强化技术管理，绿色施工过程技术资料宜收集和归档。

7.2.10 施工单位根据绿色施工要求、对传统施工工艺进行改进。

7.2.11 施工单位宜建立不符合绿色施工要求的施工工艺、设备和材料的限制、淘汰等制度。

7.2.12 施工单位宜按照国家法律、法规的有关要求，制定施工现场环境保护和人员安全等突发事件的应急预案。

7.3 关键技术

7.3.1 环境保护技术宜考虑以下内容。

a) 施工现场根据环境条件和工程特点进行绿化设计，将临时绿化和永久绿化相结合，临时绿化宜采取速生绿植品种、移动式盆栽、种植草皮、喷混植生等技术。

b) 施工现场宜选用下列技术进行扬尘监测与控制：

- 1) 扬尘智能监测技术；
- 2) 现场喷洒降尘技术；
- 3) 风送式雾炮机技术；
- 4) 施工现场车辆自动冲洗技术；
- 5) 自动喷淋技术；
- 6) 化学、生物抑尘剂、管道静电除尘应用技术；
- 7) 砂石料场防扬尘电动覆盖技术；
- 8) 木工机械双桶布袋除尘技术；
- 9) 垃圾管道垂直运输技术；

- 10) 垃圾密闭运输车应用技术。
 - c) 施工现场有害气体控制采用下列技术或措施：
 - 1) 生产、生活燃料选用清洁燃料；
 - 2) 食堂油烟进行净化处理；
 - 3) 当深井、隧道、管道、地下室等不能保证良好自然通风的有限空间作业区及逆作法施工时，采用密闭空间临时通风及空气检测技术；
 - 4) 当现场钢筋或钢材焊接时，宜采用焊接烟尘收集过滤技术；
 - 5) 当隧道内材料运输时，宜采用电力车。
 - d) 施工单位宜根据工程现场和周边环境条件，采取限时、遮光及全封闭等光污染综合控制技术。
 - e) 施工现场根据周边环境要求对噪声振动进行控制，并优先考虑：
 - 1) 选用低噪声机械设备；
 - 2) 选用能够减少或避免噪声振动的工艺措施；
 - 3) 场区周边宜设置隔声屏(墙)、隔振沟等；
 - 4) 加工棚及混凝土输送泵采用降噪技术；
 - 5) 塔吊及高空作业使用对讲机进行联络。
 - f) 施工场区内雨水、污水分流排放。
 - g) 根据现场条件，选用成品隔油池、化粪池等设施进行水资源管理。
- 7.3.2 资源节约技术宜考虑以下内容。
- a) 施工单位制定工程垃圾减量化与资源化利用措施，并优先采取如下技术：
 - 1) 优化下料技术；
 - 2) 余料再利用技术；
 - 3) 机械分拣技术；
 - 4) 再生骨料就地加工与分级技术。
 - b) 施工现场临时设施与安全防护设施宜标准化、工具化，定型化，可选用如下设施：
 - 1) 标准化箱式房；
 - 2) 标准化加工棚；
 - 3) 定型化可周转利用临边、洞口防护；
 - 4) 构件化可周转利用围墙；
 - 5) 工具化施工马道及定型化可调高度通道楼梯；
 - 6) 可拆卸可周转的钢筋堆场底座。
 - c) 施工现场宜利用既有建(构)筑物及市政设施，或根据现场条件选用如下永临结合技术：
 - 1) 利用消防水池兼作基坑降水、雨水收集永临结合技术；
 - 2) 消防管线永临结合技术；
 - 3) 用电永临结合技术；
 - 4) 施工道路永临结合技术；
 - 5) 施工现场绿化永临结合技术；
 - 6) 光导管自然采光永临结合技术；
 - 7) 化粪池永临结合技术。
 - d) 施工现场水资源利用宜优先考虑：
 - 1) 建立水资源收集与综合利用系统；
 - 2) 当有基坑降水时，对基坑降水进行回收利用或用于回灌；
 - 3) 对雨水进行回收利用；
 - 4) 对现场生产和生活废水进行回收利用；
 - 5) 有条件的项目使用中水。
 - e) 施工现场宜优先利用太阳能、风能、空气能及其他可再生能源。
 - f) 生活区、办公区采用时控开关智能限电器、LED 灯、声光控开关、人体感应开关、USB 插座充电等节约用电综合控制技术。
 - g) 施工单位宜使用国家、行业、地方政府推荐的节能、高效、环保的施工机械设备，施工现场临时变压器宜安装功率补偿器。

- h) 施工单位优化土方开挖和基坑支护方案，土方就近堆放。
 - i) 施工单位建立人力资源节约和保护管理制度与技术措施，因地制宜制订各施工阶段劳动力使用计划，合理投入施工作业人员并进行动态调整。
- 7.3.3 基坑与隧道工程技术宜考虑：
- a) 基坑截水帷幕技术；
 - b) 复合土钉墙支护技术；
 - c) 套管跟进锚杆施工技术；
 - d) 两墙合一地下连续墙技术；
 - e) 工具式钢结构组合内支撑施工技术；
 - f) 面层混凝土湿喷技术；
 - g) 基坑降水回灌技术；
 - h) 泥浆处理技术；
 - i) 混凝土内支撑切割技术；
 - j) 逆作法施工技术；
 - k) 水压爆破技术；
 - l) 超浅埋暗挖施工技术；
 - m) 硬岩顶管施工技术；
 - n) 隧道洞渣无公害处理技；
 - o) 全预制轨下结构拼装技术；
 - p) 装配式管廊施工技术。
- 7.3.4 地基与基础工程技术宜考虑：
- a) 水泥土桩高喷搅拌法施工技术；
 - b) 水力吹填技术；
 - c) 旋挖钻干作业成孔施工技术；
 - d) 全套管钻孔桩施工技术；
 - e) 水泥土复合管桩应用技术；
 - f) 塔吊与车库基础共用技术；
 - g) 基础底板、外墙后浇带超前止水技术。
- 7.3.5 钢筋工程技术宜考虑：
- a) 高强钢筋应用技术；
 - b) 全自动数控钢筋加工技术；
 - c) 钢筋焊接网片技术；
 - d) 钢筋集中加工配送技术；
 - e) 压型钢混凝土柱梁节点钢筋连接技术。
- 7.3.6 混凝土工程技术宜考虑：
- a) 清水混凝土施工技术；
 - b) 自密实混凝土施工技术；
 - c) 大体积混凝土自动喷淋养护技术；
 - d) 喷涂养护剂混凝土养护技术。
- 7.3.7 钢结构工程技术宜考虑：
- a) 钢结构整体提升技术；
 - b) 钢结构高空滑移安装技术；
 - c) 箱形钢板剪力墙体技术。
- 7.3.8 模板与脚手架工程技术宜考虑：
- a) 铝合金模板施工技术；
 - b) 塑料模板施工技术；
 - c) 定型模壳施工技术；
 - d) 早拆模板施工技术；
 - e) 集成式爬升模板技术；

- f) 布料机与爬模(或钢平台)一体化技术;
 - g) 定型化楼梯钢模板施工技术;
 - h) 工具式方钢吊模施工技术;
 - i) 压型钢板、钢筋桁架楼承板免支模施工技术;
 - j) 箱涵组合钢模整体浇注技术;
 - k) 五段式对拉螺栓应用技术;
 - l) 自爬式卸料平台施工技术;
 - m) 整体提升电梯井操作平台技术;
 - n) 钢网片脚手板技术;
 - o) 附着式升降脚手架技术;
 - p) 装配式剪力墙结构悬挑脚手架技术;
 - q) 承插型盘扣式钢管脚手架技术;
 - r) 高大共享空间贝雷梁施工技术;
 - s) 钢木龙骨技术;
 - t) 内隔墙与内墙面免抹灰技术;
 - u) 覆塑模板应用技术;
 - v) 预制混凝土薄板胎模施工技术。
- 7.3.9 信息技术宜考虑:
- a) 绿色施工在线监控技术;
 - b) 远程监控管理技术;
 - c) 建筑信息模型技术。
- 7.3.10 施工设备应用技术宜考虑:
- a) 变频施工设备应用技术;
 - b) 电力车应用技术;
 - c) 混凝土泵管水气联洗技术。
- 7.3.11 临时设施装配化和标准化技术宜考虑:
- a) 预制混凝土板临时路面技术;
 - b) 拼装式钢板临时路面技术;
 - c) 施工车辆出场自动清洗技术;
 - d) 渣仓自动喷淋降尘技术;
 - e) 木工机械双桶布袋除尘技术;
 - f) 油烟净化技术;
 - g) 密闭空间临时通风及空气检测技术;
 - h) 成品隔油池、化粪池、泥浆池、沉淀池应用技术;
 - i) 插销式可拆卸钢筋堆场底座技术;
 - j) 全自动标准养护室用水循环利用技术;
 - k) 定型化可调高度通道楼梯技术;
 - l) 封闭管道建筑垃圾垂直运输及分类收集技术;
 - m) 临时设施定型标准化技术;
 - n) 安全防护定型标准化技术;
 - o) 高墩翻模施工安全防护通道技术;
 - p) 现场临时变压器安装功率补偿技术。
- 7.3.12 施工现场环境保护技术宜考虑:
- a) 现场绿化综合技术;
 - b) 现场降尘综合技术;
 - c) 砂石料场防扬尘电动覆盖技术;
 - d) 垃圾密闭运输车应用技术;
 - e) 焊接烟尘收集过滤技术;
 - f) 沥青搅拌站出料口除尘技术;

- g) 降噪隔音棚应用技术；
- h) 充气式隔音墙应用技术；
- i) 炮眼钻杆消音罩应用技术；
- j) 焊渣收集箱应用技术。

7.3.13 其他技术宜考虑：

- a) 建筑垃圾减量化与资源化利用技术；
- b) 非传统水源回收与利用技术；

注：非传统水源指不同于传统地表水供水和地下水供水的水源，包括再生水、雨水、海水等。

- c) 可再生能源综合利用技术；
- d) LED 灯应用技术；
- e) 临时照明声光控技术；
- f) 生活办公区智能限电技术。

7.4 推荐材料与机械设备

7.4.1 选用环保材料宜优先考虑：

- a) 对施工过程中使用的材料进行能耗评估，选择能耗较低的材料，降低能源消耗；
- b) 评估材料在生产、运输、使用等环节的污染物排放情况，选择排放较少的材料；
- c) 综合考虑材料的环保性能、成本、使用寿命等因素，进行综合评价，选择最优的环保材料；选择水性涂料、粉末涂料等环保涂料，替代传统的溶剂型涂料，减少 VOCs 排放；
- d) 选用甲醛释放量低、无污染的环保板材，如生态板、实木板等，替代传统板材；
- e) 鼓励利用建筑废弃物再生材料，如再生骨料、再生砖等，实现资源循环利用。

7.4.2 施工期节材宜优先考虑：

- a) 优化混凝土配合比，利用粉煤灰及外加剂减少混凝土中水泥用量；
- b) 推广隧道洞渣在路面集料、机制砂中的利用技术、弃土场与填方路基结合设置技术、土石方合理调配技术，降低废弃土石方数量；
- c) 建立和落实材料计量、使用、存放、周转管理制度，并缩短运输距离，减少能耗。

7.4.3 优化现场布置宜优先考虑：

- a) 根据施工需求和场地条件，科学划分施工区域，确保各区域功能明确，减少相互干扰；
- b) 采用标准化、可周转的临时设施，提高设施利用率，降低对现场环境的影响；
- c) 根据施工进度和实际情况，动态调整现场布置，确保施工高效、有序进行。

7.4.4 加强资源节约与循环利用宜优先考虑：

- a) 选用节能、高效的施工机械，减少能源消耗和排放；
- b) 通过精确计算和优化下料方案，减少材料浪费，提高材料利用率；
- c) 对施工现场产生的废弃物进行分类回收，实现废弃物的量化、资源化和无害化处理。

7.4.5 污染防治与处理技术应用宜优先考虑：

- a) 采取洒水、覆盖、围挡等措施，有效控制施工现场扬尘污染；
- b) 选用低噪音施工设备，合理安排施工时间，减少对周边环境和居民的影响；
- c) 建立施工现场污水处理系统，确保施工废水达标排放，保护水环境；
- d) 对施工现场产生的固体废物进行妥善处理，避免对环境 and 人体健康造成危害。

7.5 环境保护

7.5.1 环境保护与水土保持宜优先考虑以下内容。

- a) 城市道路设计阶段按照项目环境影响评价文件及水土保持方案要求，完成相关污染防治工程和水土保持措施设计；施工阶段落实环境影响评价文件及水土保持方案中提出的各项环境保护与水土保持措施，对施工过程中可能产生的声、气、水等各种污染及生态破坏进行综合治理。
- b) 城市道路工程环境保护与水土保持监理、监测单位与工程主体监理单位同步进场，监督环保、水保措施落实情况。
- c) 公路施工环境保护工作坚持预防为主、综合治理、公众参与、强化监测的原则。
- d) 涉及生态保护红线区时制定专项环保施工方案。

7.5.2 水环境保护宜优先考虑以下内容。

- a) 预制场养生用水、混凝土搅拌站排水、桥梁基础施工中的泥浆等施工废水循环利用或沉淀脱水后妥善处置。
- b) 施工营地生活污水处理后资源化利用或达标后排放；改扩建工程施工营地生活污水处置尽可能依托既有污水处理设施。
- c) 服务设施污水处理设施设计根据环境影响评价文件确定的污水排放标准，结合气候、场地条件，合理选用污水处理工艺。污水处理设备宜采取适当的保温措施，保证冬季运行效果。
- d) 在饮用水水源二级保护区内不设置沥青混合料拌和站、混凝土拌和站及取、弃土（渣）场；在饮用水水源准保护区内不堆放或倾倒任何含有害物质的材料或废弃物。
- e) 路线经过饮用水水源保护区、准保护区和 GB 3838 中Ⅱ类标准的水体时，有必要对路桥面径流进行收集，并在保护区外设置危险化学品事故应急池，事故应急池具有油、沉淀功能，能净化路桥面初期雨水径流，并满足防渗和防腐蚀要求，具备条件的地方宜设置远程监控功能。
- f) 公路施工期对混凝土拌和站、预制场等施工废水及施工营地生活污水进行监测。

7.5.3 声环境保护宜优先考虑以下内容。

- a) 城市道路声环境保护从规划选线绕避声环境敏感目标、降低噪声源强、阻隔传播途径和做好受声点防护等方面提出工程治理或综合防治措施。
- b) 施工组织设计对产生强噪声辐射的施工机械作业时间、场地布置、施工方式等做出合理安排。
- c) 施工阶段加强管理，声环境敏感点周边尽量减少夜间施工或安排低噪声施工作业。夜间连续进行施工作业时，采取有效降噪措施。
- d) 宜选用低噪声的施工工艺，振动较大的固定机械设备宜加装减振机座，采取临时性降噪措施，并加强各类施工设备的维护和保养。
- e) 施工阶段开展施工作业噪声监测，确保施工现场噪声满足 GB 12523 的规定。

7.5.4 生态环境保护宜优先考虑：

- a) 对涉及生态保护红线的路段施工行为严格管理，落实项目环境影响评价文件提出的生态保护及恢复方案；
- b) 在设计的永久和临时用地范围内施工，不对施工用地范围之外区域扰动；
- c) 控制和减少对原地貌、地表植被、水系的扰动和损毁，保护原地表植被、表土及结皮层；
- d) 对国家和地方重点保护野生植物、古树名木及其生长环境加以保护，保护措施优先采用避让和就地保护方案，或采用可行的迁地保护方案。

7.5.5 大气环境保护宜优先考虑：

- a) 预制场、拌和站、料场及取、弃土（渣）等集中施工作业场地避开环境空气功能区一类区，拌和站与二类区中的城镇居民集中居住区距离不宜小于 300 m，并设在主导风向的下风侧；
- b) 预制场、拌和站、料场等场地合理利用建设用地布设，地面硬化处理，场地周边予以围挡；
- c) 施工现场主要出入口、施工便道、施工场站宜硬化并洒水抑尘；位于城镇居民集中居住区的施工道路、施工便道路面宜保持较湿润状态；
- d) 建筑垃圾、渣土运输车辆宜遮盖防止遗撒，保持车身整洁，其行驶路线、时段符合相关区域规定；
- e) 石灰、粉煤灰等路用粉状材料采用封闭方式运输，堆放有遮盖防止扬尘污染；
- f) 混合料拌和采用集中拌和方式，土石方挖填、岩石爆破、土石料筛分、场地清扫等作业中喷洒水雾抑尘；
- g) 对施工便道、拌和站、施工营地等扬尘及烟气排放情况进行监测，确保满足 GB 16297 相关要求。

7.5.6 固体废弃物宜优先考虑以下内容。

- a) 施工材料堆放、运输、使用的全过程严格控制施工材料的散漏和浪费。
- b) 无法利用的废弃土石方、拆除废弃物、施工作业废弃物等工程弃渣及时清运至经审批后的弃渣场妥善处置，不得擅自倾倒、堆放、丢弃、遗撒工程弃渣；严禁向江河、湖泊、渠道、水库及其最高水位线以下的滩地和岸坡等地点倾倒、堆放工程弃渣。
- c) 施工生活垃圾分类收集并合理分类存放于垃圾站房。
- d) 城市道路施工水上作业时严禁向水体丢弃生活垃圾，将生活垃圾集中收集并运至岸上处置。

- e) 城市道路工程产生的废燃料油及油泥、喷漆防腐作业废物、废旧沥青等危险废物处置符合防治危险废物污染环境的相关规定。
- f) 城市道路工程危险废物的容器和包装物以及收集、贮存、运输危险废物的设施、场所，设置危险废物识别标志。
- g) 收集、运输、贮存危险废物，必须按照危险废物特性分类进行，贮存场所采取符合国家环境保护标准的防护措施，严禁将危险废物混入其他废物中贮存或进入弃渣场。
- h) 危险废物有必要委托具有危险废物收集经营许可证的单位处置，严禁将危险废物提供或者委托给无经营许可证的单位处置。

8 运维阶段

8.1 运维原则

- 8.1.1 推行绿色城市道路设施数字化、养护专业化、管理现代化、运行高效化、服务优质化，提高运营与养护管理能力和水平。
- 8.1.2 树立绿色运营与养护理念，健全绿色运营与养护管理制度，加强绿色运营与养护技术的研发，推广“四新”“五小”科技成果。

8.2 运营

- 8.2.1 制定并实施节能、节水、节材等资源节约与循环利用管理制度。
- 8.2.2 加强各类环保设施的维护和运行管理，全面推进沿线道路附属设施的污水处理与利用，实现垃圾分类收集和无害化处置。
- 8.2.3 对城市道路运营期交通量及环境质量进行跟踪监测，及时采取声屏障等敏感点降噪措施，提升管理与服务设施区污水处理设施的处理能力，做到城市道路沿线声环境质量及污水排放水质达到相应标准要求。
- 8.2.4 城市道路沿线设施运行有效，对城市道路运营期交通量及环境质量进行跟踪监测，噪声超标时采取声屏障等降噪措施，污水排放不达标的实施环保提标升级改造。
- 8.2.5 制定危化品突发环境事件应急预案，配备相关人员和物资，并定期演练。
- 8.2.6 宜建立覆盖互通立交、长大桥隧、陡坡路段、多雾路段、服务区等重点区域的监测体系，实现重大事件的主动预测和自动报警。
- 8.2.7 利用短信平台、门户网站、微信、微博等新媒体手段，构建公益服务与个性化定制服务相结合的城市道路出行信息服务体系，引导公众高效、便捷、舒适地出行，缩短出行人员在途距离和时间，最大限度降低能耗和排放水平。

8.3 养护

- 8.3.1 宜建立综合养护管理系统，提升养护业务的信息化管理水平。
- 8.3.2 采用节能、环保材料和施工工艺工法。冬季养护作业宜采用环境友好型融雪剂材料、冷拌和料修补法、微波除雪技术等。
- 8.3.3 推广新能源、清洁能源在城市道路养护装备中的应用，合理配置养护作业机械设备，提高使用率，降低单位能耗。
- 8.3.4 路面日常养护宜采取微表处、稀浆封层、雾封层等预防性养护方案；路面大中修宜推广应用节能、利于材料循环利用的材料及施工工艺和工法，采用温拌沥青混合料工艺、沥青路面再生和水泥混凝土路面再生技术等技术。
- 8.3.5 加强边坡、隧道洞口、沿线设施等绿化养护。
- 8.3.6 养护施工及保洁作业采取有效的降噪、除尘措施，防止污染。

8.4 智慧管理平台

- 8.4.1 智慧管理平台宜具备 95% 的数据准确率，响应时间不超过 5s。
- 8.4.2 平台技术架构宜包含但不限于：
 - a) 扬尘在线监测系统；

- b) 智慧工地系统;
- c) 基于云计算的电子商务采购技术;
- d) 基于互联网的项目多方协同管理技术;
- e) 基于物联网的劳务管理信息技术;

注：物联网指基于感知控制设备，通过通信网络，使物理实体、人、系统和资源信息相连接，相应和处理物理和虚拟世界信息的基础设施。

- f) 基于 BIM 的现场施工管理信息技术。

参 考 文 献

- [1] GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）
 - [2] GB 25501 水嘴水效限定值及水效等级
 - [3] GB 25502 坐便器水效限定值及水效等级
 - [4] GB 50176 民用建筑热工设计规范
 - [5] GB 50189 公共建筑节能设计标准
 - [6] GB/T 50378—2019 绿色建筑评价标准
 - [7] GB/T 50640—2023 建筑与市政工程绿色施工评价标准
 - [8] GB/T 50743 工程施工废弃物再生利用技术规范
 - [9] GB/T 51231 装配式混凝土建筑技术标准
 - [10] GB 55019 建筑与市政工程无障碍通用规范
 - [11] JTG/T 2321 公路工程利用建筑垃圾技术规范
 - [12] JTG/T 2340 公路工程节能规范
 - [13] 15MR501 城市道路——无障碍设计
 - [14] 建筑业10项新技术(2017 版)（建质函[2017]268号）
 - [15] 国务院安委会办公室关于实施遏制重特大事故工作指南构建双重预防机制的意见（安委办〔2016〕11号）
 - [16] 危险性较大的分部分项工程安全管理规定（住房和城乡建设部令第37号）
 - [17] 陈胜营等, 绿色公路建设技术指南[M]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2019
 - [18] 中国公路学会, 中国绿色公路研究与展望[M]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2018
 - [19] 陈济丁, 绿色公路建设理论与实践[M]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2017
 - [20] 王随原等, 绿色公路建设与评价[M]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2016
 - [21] 江玉林, 公路路域生态恢复技术研究与实践[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004
-