

中国公路建设行业协会标准

T/CHCA XXX-202X

公路工程绿色工地建设指南

Guidelines for Green Construction Sites of Highway Engineering

202X-X-X发布

202X-X-X实施

中国公路建设行业协会

发布

中国公路建设行业协会标准

公路工程绿色工地建设指南

Guidelines for Green Construction Sites of Highway Engineering

T/CHCA XXX-202X

主编单位：中交一公局集团有限公司

湖州市绕城高速公路有限公司

批准部门：中国公路建设行业协会

实施日期：202X年x月x日

人民交通出版社股份有限公司

北京

前言

根据中国公路建设行业协会印发的《关于公布 2024 年第二批中国公路建设行业协会标准立项评审结果的通知》（中路建协技发[2025]16 号）的要求，标准编制组经过深入调查研究，认真总结工程实践经验，参考有关技术标准和资料，并在广泛征求意见的基础上，制定本指南。本指南按照《公路工程行业标准编写导则》（JTG 1003-2023）规定起草，共分 7 章和 3 个附录，主要内容包括：1 总则、2 术语、3 基本规定、4 管理与规划、5 生态环境保护、6 资源节约、7 节能低碳。

本指南由中国公路建设行业协会负责管理，由中交一公局集团有限公司、湖州市绕城高速公路有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请反馈至中交一公局集团有限公司（联系人：包仕淳；地址：浙江省湖州市吴兴区康山街道杭宁高速公路区联络线 TJ03 标项目部；邮编：313000；电话：15606881314；电子邮箱：382989836@qq.com）。

主编单位：

中交一公局集团有限公司

湖州市绕城高速公路有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

前 言	I
1 总 则	1
2 术语	2
3 基本规定	4
3.1 基本原则	4
3.2 实施要求	4
4 管理与规划	6
4.1 组织管理	6
4.2 规划管理	7
4.3 减碳策划	9
4.4 实施管理	11
5 生态环境保护	13
5.1 生态保护	13
5.2 水土保持	14
5.3 空气保护	16
5.4 声光保护	18
5.5 施工准备	20
5.6 办公生活区	21
5.7 场站区	23
5.8 生产作业区	26
5.9 拆除与恢复	31
6 资源节约	33
6.1 水资源节约	33
6.2 土地资源节约	35
6.3 材料节约	35
6.4 废弃物资源化利用	36
6.5 办公生活区	38
6.6 生产区	39
6.7 人力资源节约与保护	42
7 节能降碳	46
7.1 一般规定	46
7.2 办公生活区	48
7.3 生产区	48
7.4 碳排放管控规定	50

7.5 直接碳排放核算方法	54
7.6 间接碳排放核算方法	55
附录 A 直接碳排放因子	59
附录 B 间接碳排放因子	62
附录 C 绿色工地管理记录表	64

1 总 则

1.0.1 为准确、全面贯彻绿色发展理念，落实国家碳达峰碳中和战略，推动公路工程行业高质量发展，提升公路工程工地在生态环境保护、资源节约、节能低碳建造等方面的水平，制订本指南。

1.0.2 本指南适用于新建、改（扩）建公路工程绿色工地建设和管理活动。

1.0.3 高速公路绿色工地建设除应符合本指南外，还应符合国家、行业和地方现行有关法规、标准、规范的规定。

2 术语

2.0.1 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。

2.0.2 绿色工地 green construction site

以绿色发展理念为引领，通过科学管理和技术进步，在为建造施工图设计所含实体工程而所需的现场场地、现场设施、临时工程、供应链、施工过程中，推广“四新”技术和新型建造方式应用，最大限度地实现节约资源、保护生态环境、降低碳排放的工地。

2.0.3 绿色建材 green building materials

在全生命周期内，资源能源消耗少，生态环境影响小，具有节能、减排、低碳、安全、便利和可循环特征的高品质建材产品。

2.0.4 绿色低碳效应 green and low-carbon effects

通过实施绿色低碳建造所带来的环境效益、社会效益、经济效益。

2.0.5 环境友好型 environmentally friendly

有助于生态环境或者对生态环境的不利影响低到生态环境可以自然消纳的程度。

2.0.6 非传统水源 non-traditional water source

区别于传统地表水（如河流、湖泊）和地下水（如井水、泉水）的水资源，通常需要通过特殊技术或方法进行开发、处理和利用。

2.0.7 清洁能源 clean energy

指在生产和消费过程中不排放污染物或排放量极低的能源类型，主要有风能、水能、太阳能、地热、空气能、生物能（沼气）、海洋能、氢能等，也包括利用清洁能源技术处理过的化石能源，如洁净煤、洁净油等。

2.0.8 装配式 prefabricated

以工业化生产方式为主，在工厂完成建筑构、配件制造，通过可靠的连接方式在施工现场装配安装而成的建造方式。

2.0.9 建筑信息模型 building information modeling (BIM)

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。

2.0.10 智能建造 intelligent construction

一种以人工智能为核心的新一代信息技术与工程建造相融合的工程建造技术。

2.0.11 智慧工地 smart construction site

一种以物联网、大数据、云计算、人工智能等信息技术为基础，对施工现场的“人、机、料、法、环”等关键要素进行全面感知、实时互联、智能分析和协同控制的现代化工地管理模式。

2.0.12 公路工程建设期碳排放 carbon emission during highway construction

公路工程在与其有关的材料（设备）生产及运输阶段、建设阶段产生的二氧化碳总和。

2.0.13 核算边界 accounting scope

与公路工程材料（设备）生产及运输、建设等活动相关的二氧化碳排放的计算范围。

2.0.14 活动数据 activity data

公路建设、运营、养护和拆除活动产生温室气体的工程能源、资源消耗数据。

2.0.15 碳排放因子 carbon emission factor

将消耗单位数量能源或物料的活动数据转换为二氧化碳当量排放量的系数，用于量化公路工程建设期相关活动的碳排放。

3 基本规定

3.1 基本原则

3.1.1 落实绿色发展的要求，遵循“以人为本、因地制宜、环境友好、资源节约”的原则。

3.1.2 生态环境保护原则为坚持保护优先、最小扰动，在生态红线内规范工地建设行为，控制环境污染，并实现生态系统的同步修复。

3.1.3 资源节约原则为在工地建设的全生命周期中，以最优的资源消耗量或者消耗强度获得最优的经济效益、社会效益和环境效益。

3.1.4 节能低碳原则为遵循全周期减碳要求，推广清洁能源应用与旧料再生利用，实现低碳与生态环保、资源节约协同优化。

3.2 实施要求

3.2.1 参建单位应将绿色工地建设要求纳入施工组织设计及专项方案，实现绿色工地建设与工程施工同步策划、同步实施、同步管控。

3.2.2 应明确各参建单位职责，建立“全员参与、全程管控”的管理机制。

3.2.3 签订分包或劳务合同时，应明确绿色工地建设相关要求及考核标准，同步纳入合同履约评价。

3.2.4 应优先采用行业主管部门推广的绿色施工技术及新技术、新工艺、新材料、新设备，鼓励研发具有自主知识产权的“四新”成果。

3.2.5 应推行大临建设标准化、永临结合技术，提高土地、水、材料、能源利用效率。

3.2.6 应定期开展资源消耗、损耗QC活动。

3.2.7 应推行建筑工业化生产模式，采用装配式施工方式，配套应用智能建造技术，落实工厂预制、装配化施工及信息化管理要求。

3.2.8 应优先采购碳排放强度低的原材料及服务，推动绿色供应链建设，材料采购需符合国家及行业绿色建材相关标准。

3.2.9 工程项目应对建筑废弃物实行分类回收利用，鼓励施工企业和社会力量对建筑垃圾分类回收利用实行公司化运营。

3.2.10 有毒有害废弃物（如废机油、油漆、化学溶剂、废电池、墨盒、滤芯）应单独储存、设置醒目标识，严禁与普通垃圾混放，委托有资质的第三方机构进行无害化处置。

3.2.11 乙炔、氧气、防腐剂等危险品及化学品的运输和储存，应符合危化品管理相关规定。

3.2.12 对于改扩建工程，应充分发挥既有工程（含设施）的原位利用、既有工程拆除后的移位利用及再生利用，还可考虑既有工程降级使用，减少新增环境扰动。

3.2.13 应编制并持有完整的绿色工地建设规划文件，结合施工各阶段落地实施，定期开展绿色工地建设效果自查自评，形成书面报告，作为验收评估的重要依据。

4 管理与规划

4.1 组织管理

4.1.1 应明确参建各方核心职责，建立建设单位统筹、设计单位支撑、施工单位落实、监理单位监督的管理体系。

4.1.2 建设单位应履行的职责

1 编制的招标文件宜明确绿色工地建设要求，编制的工程概算宜明确绿色工地建设专项费用的占比；

2 建设单位应规定绿色工地建设的整体目标，宜将核心指标纳入合同约定；

3 应对绿色工地建设进行总体策划、交底、总结、考核、奖惩；

4 审定施工单位编制的绿色工地专项方案，提供场地、环境、工期、资金等条件保障，协调解决实施过程中的重大事项及难点问题；

5 应基于项目全生命周期为工程建设创造永临结合条件，协调设计、施工及其他相关单位，协同推进永临结合的规划、建设和使用。

4.1.3 设计单位应履行的职责

1 宜为绿色工地建设提供场地功能分区、大临工程选址等规划原则及技术依据；

2 宜结合绿色工地建设需求，对便道、便桥、大型预制厂、沥青混凝土拌合站等大型临时工程及设施进行专项设计；

3 设计文件中宜明确减少工地污染物、废弃物产生的技术要求；

4 应配合施工单位解决绿色工地建设中的设计衔接问题，及时提供设计技术交底及补充说明；

5 设计方案比选中应计入全生命周期绿色低碳效应，兼顾绿色工地建设需求。

4.1.4 施工单位应履行的职责

1 作为绿色工地建设实施主体，应贯彻国家政策法规及相关要求，全

面组织绿色工地建设实施；

2 应建立以项目经理为第一责任人的绿色工地建设管理体系及工作机构，明确责任人，实行目标管理；

3 应依据合同文件及相关要求，结合工程实际编制绿色工地建设专项方案，与施工同步策划、部署，实施成本纳入标后预算；

4 改扩建工程宜开展既有结构检测评估，编制旧设施再利用专项方案，制定交通导改、既有设施保护、旧料回收转运专项措施；

5 应加强绿色工地建设技术创新和四新应用；

6 落实分专业、分场地绿色建设要求，建立旧料回收、能耗统计、碳排放等过程管控台账，开展碳排放计算与动态跟踪并采取管控措施；

7 实行总承包管理的工程，总承包单位应对绿色工地建设负总责，并对专业承包单位的绿色工地建设实施管理，专业承包单位对承包范围内绿色工地建设负责；

8 应开展绿色工地教育培训，制定应急处置方案，定期自检并根据结果改进。

4.1.5 监理单位应履行的职责

1 对绿色工地建设承担监理责任，专门设置环境监理岗位，编制绿色工地监理实施细则；

2 审查绿色工地建设专项方案，监督检查施工单位专项方案落实及相关量化指标达标情况；

3 改扩建工程重点监督旧料回收利用率、既有结构施工保护措施落实；

4 对违反绿色施工要求、专项方案规定的行为及时制止并督促整改，留存监理记录；

5 定期提交绿色工地评估报告，向建设单位和施工单位反馈问题。

4.2 规划管理

4.2.1 施工准备阶段，施工组织设计应纳入绿色工地建设要求，具体符合以下规定：

- 1 专项施工方案的比选应充分考虑绿色低碳效应；
- 2 合理安排作业时间、施工工序，减少夜间、高温、低温等不利施工条件影响，提高机械设备使用率和满载率；
- 3 合理利用自然条件，减少额外施工措施；
- 4 采用流水作业模式，提升施工效率；
- 5 最大范围（标段内、标段间或项目外）统筹土石方调配，减小填挖不平衡；
- 6 分幅设计路线应确保尽早半幅贯通，降低施工干扰；
- 7 优先推进永久绿化工程，可采用“提前培育、见缝插针”模式实施，或通过临时绿化过渡；
- 8 禁止使用《公路水运工程淘汰危及生产安全施工工艺、设备和材料目录》中的工艺、设备、材料，限制或淘汰不符合绿色工地建设要求（如高能耗、高污染、低效率）的落后施工方案；
- 9 从施工组织设计源头减少污染物、废弃物产生，明确废弃物资源化利用的统筹原则与主要路径。

4.2.2 施工准备阶段，应结合工地现场及周边环境、工程实际情况，识别生态环境风险因素，建立风险辨识清单，开展风险评估与分级，基于评估结果制定分级管控措施。

4.2.3 施工单位应在施工准备阶段，编制绿色工地建设专项方案，经监理单位审查、建设单位审定后实施。

4.2.4 绿色工地建设专项方案宜包括但不限于下列内容：

- 1 绿色工地建设总体目标；
- 2 生态环保、资源节约、节能低碳等核心指标要求；
- 3 施工总平面布置及分区规划，制定办公生活区、加工厂、预制厂、拌合站、生产作业区绿色建设措施；
- 4 生态环境保护、资源集约节约及碳排放管控相关要求；
- 5 大临建设标准化、永临结合技术应用、智慧管控平台搭建、机械化设备配置、改扩建旧料再生利用等专项规划；

6 新技术（如 BIM 优化、光伏供电）、新材料（如绿色低碳建材、可回收周转材料）、新工艺（如预制装配工艺、低扰动施工工艺）、新设备（如自动化加工设备、环保型施工机械）的应用场景及实施路径。

4.2.5 施工总平面布置要求

1 科学合理规划，减少施工场地占用面积，临时设施在保证安全的前提下，兼顾办公、生产和生活便利性，满足工程分阶段管理需要；

2 以建设项目为整体，统筹各标段工地建设，节约高效布置材料堆场、加工场地、起重机械设备等施工设施，合理规划临时道路及配套设施；

3 充分利用原有建（构）筑物、道路及管线，优化预拌水泥混凝土、沥青混合料等材料的“量与运距的乘积”总和，减少材料二次搬运；

4 宜推广适宜的智能建造技术，采用 BIM+GIS 模拟临建布局及土石方调配，结合智能策划与数据应用技术，提升施工总平面布置合理性及绿色施工策划效率。

4.2.6 投资类项目前期应开展大临设施集约化设计，统筹全线资源与调度能力，统一规划标段内拌合站、钢筋加工场、预制场、工地试验室等关键设施，提高机械化、智能化生产水平。

4.2.7 改扩建专项方案要求

1 应包含旧设施利用清单、施工干扰控制（如半幅施工、夜间铣刨）、既有场站升级改造方案等内容；

2 编制前应开展既有道路技术状况、交通流量时空分布、周边基础设施及敏感点分布的调查评估；

3 应深化“永临结合”规划思路，统筹临时与永久排水、道路、水电网衔接及既有场站升级复用。

4.2.8 应在施工规划阶段开展精细化土方平衡计算，优化土石方调配方案，从源头减少取（弃）土方总量，最大限度缩减取（弃）土场的设置数量及占地面积。

4.3 减碳策划

4.3.1 总体要求

- 1** 碳排放管控覆盖施工准备、场地建设、生产作业、旧料再生全流程，与生态环保、资源节约措施协同实施；
- 2** 新建工程应聚焦低碳工艺选用、清洁能源替代、低碳材料应用，匹配分专业碳排放控制要求；
- 3** 改扩建工程应侧重旧料再生减碳、既有设施节能改造、施工能耗优化，契合分专业碳排放控制要求；
- 4** 应优先选用国家相关部委发布的绿色低碳技术、有资质机构认证的低碳产品；
- 5** 工地建设全生命周期内优先选用碳足迹小或碳足迹强度低的结构、设施、装备及工艺；
- 6** 低碳技术应用应明确边界（如光伏安装不占用核心施工场地），适配工地建设实际；
- 7** 工地建设碳排放应涵盖所有排放源的直接与间接碳排放，统一核算标准及数据留存要求，对接碳排放监测与评估工作；
- 8** 应明确材料循环利用、可再生能源应用、节能设备推广等贴合工地实际的减碳控制措施。

4.3.2 策划职责分工

- 1** 设计单位宜在设计阶段开展减碳专项优化（如桥梁预制方案比选、隧道通风系统节能设计），提供碳排放核算基础数据；
- 2** 施工单位宜结合施工组织设计，编制分专业减碳策划清单，明确各阶段减碳重点及责任部门。

4.3.3 分专业减碳策划方向

- 1** 路基工程宜策划填挖平衡优化、低碳压实设备选型、边坡碳汇植物种植方案；
- 2** 路面工程宜策划低碳沥青材料应用、温拌沥青施工工艺推广、旧路面材料再生循环利用方案；
- 3** 桥梁工程宜策划预制装配率提升、钢结构轻量化设计、预制场光伏

供电方案；

4 隧道工程宜策划通风及照明系统变频控制、弃渣再生利用规划、施工机械低碳选型。

4.3.4 改扩建工程减碳策划宜包括下列内容：

- 1 明确碳减排重点为旧料再生替代新料、既有设施节能改造；
- 2 规划旧料再生减碳路径，明确旧路面热再生、旧桥钢筋复用等技术的减碳目标；
- 3 制定既有设施节能改造方案，涵盖旧隧道通风、照明系统等升级措施；
- 4 核算旧料再生产生的减碳量，纳入项目总体减碳目标。

4.3.5 项目宜建立集成权威的材料碳足迹数据库的BIM模型，并利用AI等智能算法，对主要工程材料、构件或施工方案进行低碳与成本的双目标优化分析，为决策提供量化依据。

4.4 实施管理

4.4.1 应建立覆盖施工全周期的实施管理体系，按“施工准备、场地建设、生产作业、退场复绿”分阶段管控，确保绿色建设要求贯穿始终。

4.4.2 施工准备阶段

- 1 应落实临建造址生态避让、专项方案编制、智慧管控平台搭建、机械化设备进场等工作；
- 2 改扩建工程应依据前期调查评估成果，制定针对性施工组织与交通导改方案。

4.4.3 场地建设阶段

- 1 应执行大临建设标准化、永临结合技术要求，同步建成扬尘喷淋系统、雨水收集池等节能节水及污染防控设施；
- 2 智慧管控平台完成施工区与通行区安全智能监控、引导功能调试。

4.4.4 生产作业阶段

- 1 按分专业、分场地要求落实生态环保、资源节约、节能低碳措施，

通过智慧管控平台实时监控指标达标情况，及时调整优化；

- 2 定期开展建设期交通组织方案绿色评审，减少对既有交通流的影响。

4.4.5 退场复绿阶段

- 1 临时设施拆除、场地恢复实施前，施工单位应编制工作计划，明确责任人和职责，并报监理（建设）单位审批后实施；

- 2 及时清理场地、回填表土、开展植被恢复，确保复绿效果达标；

- 3 高寒高海拔地区应落实草皮移植及原位恢复要求。

4.4.6 过程管理要求

- 1 施工单位应落实绿色工地建设实施主体责任，全面组织专项方案实施，做好施工机械设备管理；

- 2 按规划要求开展分阶段、分层次、分岗位、分工种的绿色工地建设交底与培训，留存交底、培训及考核实施记录；

- 3 设置绿色施工专（兼）职管理人员，对施工全过程进行监督管理、检查验收，发现问题及时整改；

- 4 建立绿色工地建设过程台账，包含智慧管控平台监测数据、设备运行记录、旧料回收记录、整改通知及回复、主要材料领用登记、水电气计量等资料，每月报送建设、监理单位；

- 5 工地现场资料宜采用电子文档管理，留存过程管理资料、见证资料（如典型图片影像）和自检评价记录。

4.4.7 应开展工程项目建设全周期扬尘、噪声、水土保持、水资源消耗、材料消耗与循环利用、能源消耗、碳排放等核心指标的综合监测，宜使用智慧工地管理系统实施信息化管理，监测数据留存≥6个月。

4.4.8 生活区、办公区，宜进行物业化管理；工点短期生活区也应进行规范化设置、管理。

5 生态环境保护

5.1 生态保护

5.1.1 生物保护规定

1 生态敏感区施工前宜开展生物多样性本底调查，保护方案需经专家论证；

2 保护场地内及受施工影响的保护物种，采取就地保护、异地移栽、异地补偿及建设洄游通道等生态保护措施；

3 临建场地应重点保护场区内及周边古树名木、名胜古迹，制定专项方案并落实隔离防护措施，避免施工扰动；

4 在有国家或地方重点保护野生动物出没路段，应设置预告、禁止鸣笛等标志，并根据需要为动物横向过路设置通道；

5 工地通过林地时，应注意保护用地范围内的林木，严格控制林木的砍伐数量，不得砍伐公路用地范围之外不影响行车安全的林木。

5.1.2 植被土壤保护及取弃土规定

1 场地清表、平整及取（弃）土作业前，应剥离表层熟土，集中堆存并妥善养护管理，遵循“永临结合”原则进行再利用，避免熟土流失；

2 生态环境脆弱、植被恢复困难地区及草原草甸区域，应优先保护原地表覆盖植被、腐殖土，避免随意破坏；

3 公路用地范围内有特殊意义的植物、场地内原有树木及灌木，宜充分利用或移植再利用；生态脆弱区草皮应采用移植技术，及早用于防护工程或生态恢复；

4 取（弃）土场应集中设置，宜选择公路用地界400m以外、地表植被稀疏区域，避免破坏原有地表植被及河水流向；

5 取土场优先选择植被稀疏的丘陵、山包等荒地、荒坡；

6 弃土场宜选择储量大、地形低的洼地，或不易受水流冲刷的荒沟、荒地、低产田地，并分级填筑弃土；

7 取（弃）土作业应控制对原地表自然坡度的改变，避免形成裸露坡面；

8 施工过程中临时道路两侧应种植本土耐候植被，提升道路沿线植被覆盖度。

5.1.3 防护工程需在保障稳定安全的前提下，优先采用植物防护或生态与工程结合的防护方案，兼顾水土保持效果；植物选配遵循“乡土植物为主、外来物种为辅”原则，保障属地生态系统稳定。

5.1.4 生态敏感及脆弱区施工，应采用扰动范围小、影响程度低、施工时间短的施工工法，严禁雨季开展土石方作业。

5.2 水土保持

5.2.1 排水规定

1 工地排水应遵循“分类收集、分类处理、分质排放、节水优先”要求，从源头管控排水污染风险，兼顾水资源高效利用；

2 排水去向包括市政污水管网、雨水管网、自然水体及循环利用，排水进入自然水体的，应按规定申请排污许可证；

3 严禁向《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中 I、II 类水域及 III 类水域划定的保护区排放工地排水，严禁施工泥浆水直接排入管渠或自然水体；

4 排水设施应建立安全操作、质量控制、智慧监测及运行维护管理制度；

5 生活污水、生产废水宜优先排入市政污水管网，排入前应调查下游污水处理厂处理能力及其运行负荷；

6 周边市政污水管网完善且污水处理厂负荷充足时，现场无预处理设施或处理负荷过大需将生产废水排入管网的，其控制指标及限值应符合相关规定；

7 无市政污水管网或处理厂负荷不足时，应采用一体化设施处理后按规定排放，具备条件的应现场回用；

8 当生产废水经过处理后超过工地回用水量，需将处理后的水就近排

入雨水管网或自然水体时，控制指标和控制限值应符合相关规定；

9 生产废水收集应综合考虑污染程度、再生利用可能性及处理要求，按废水种类分别设置专用管渠；

10 生产废水应结合污染物特性，采用除泥沙、除油、沉淀、过滤等工艺处理，沉淀池有效水深 2.0m-4.0m 时，沉淀时间不应低于 30min，表面水力负荷及设计参数参照《室外排水设计规范》（GB 50014-2021）执行。

5.2.2 排水监测规定

1 施工现场所有排水口应按生活污水、生产废水、雨水、再生水等类型分开设置，各排水口需规范设置环境保护图形标志，且所有排水口均应实施监测；

2 水处理设施排水的采样方案设计及监测项目选择，应符合国家环境保护行政主管部门相关规定；

3 废水监测指标应符合《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）要求，再生水监测指标应符合《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）要求；

4 水质水量在线监测系统应每日监测，特殊需求时可适当加大监测频率。

5.2.3 废弃油料、化学溶剂等有毒有害物质及受其污染的废水，应采用专用防渗储存池分类收集，设专人管理并建立台账，委托有资质的第三方机构规范处置，严禁随意倾倒。

5.2.4 冻土地区施工，应强化临时截排水措施，减少地表径流对冻土的扰动，防范冻土融化引发的水土流失。

5.2.5 临时占用土地应优先选用闲置地、劣质地，避免占用耕地或生态敏感区域。

5.2.6 涂料、胶粘剂等化学材料应存储于专用防雨防渗场地，设置防渗托盘或防渗地面，防止泄漏污染土壤和地下水。

5.2.7 便道两侧应设置集水导流沟，确保漫流水集中汇流或处理，禁止在栈桥桥面冲洗车辆，污水不得直接排入河道。

5.2.8 固体废弃物处置要求

- 1 建筑垃圾应规范堆放, 严禁随意占用土地, 防止有害物质渗入土壤;
- 2 建筑垃圾应按照环境卫生主管部门的规定交由取得建筑垃圾处置核准文件的单位进行清运;
- 3 建筑垃圾再生集料用于路基填筑或基层时, 应检测轻质杂物含量($\leq 1.0\%$)和易溶盐含量($\leq 0.5\%$), 确保符合环保要求;
- 4 含重金属的废料、可能造成二次污染的废弃物应单独储存, 重金属废料需设置隔离措施, 避免与土壤、水体接触;
- 5 废沥青、废机油、清洗检修产生的油污等固体废物, 应按种类分类收集至专用密闭容器或指定防渗地点, 设置明显危险废物标识。

5.3 空气保护

5.3.1 扬尘防控规定

- 1 主出入口、施工重要路段、临时场站应设置围挡, 主出入口及临时场站围挡高 $\geq 2.5\text{m}$, 其他 $\geq 1.8\text{m}$, 宜采用定型化工具式围挡, 底端防溢并定期清洁修缮;
- 2 围挡(或围墙)顶部应配套雾化喷淋系统, 且每隔 2m 增设雾化喷淋装置, 喷淋方向朝内、与水平呈 $65\sim 75^\circ$ 夹角, 确保喷淋连续覆盖、无遗漏;
- 3 除雨雪天气外, 围挡(围墙)雾化喷淋作业不得无故关闭, 工程结束前或确需取消前不得拆除;
- 4 妨碍施工时应设置符合安全要求的临时围挡, 保障降尘连续性。
- 5 工地区域内非道路/非作业用途的易扬尘裸露土地、堆存土方, 应采取绿化、绿色防尘网优先覆盖、硬化铺装、抑尘剂固化等措施, 超过三个月未开工的裸露用地, 宜绿化或覆盖;
- 6 工地应选择吸附能力强的植物(如乡土树种)构建防尘绿化带, 绿化布局应覆盖主要扬尘扩散路径;
- 7 易扬尘物料的堆放、运输、装卸及储存应采取封闭或覆盖措施, 施工阶段对易扬尘材料封闭存放, 宕渣、渣土等运输车辆实行100%密闭运输;

8 工地内规划用于通行、作业或活动的各类道路及露天场地应定期洒水、清扫，保持路面平整清洁，具备条件的道路应采取硬化处理，减少扬尘扩散。

9 重要临时便道、临时码头、“三集中” 场地（混凝土集中拌制、钢筋集中加工、混凝土构件集中预制场地）及主要工地出入口周边不少于100米范围，应实施硬化处理，硬化质量应符合相关技术标准。

5.3.2 大气污染物管控

1 严禁露天焚烧各类废料、垃圾及沥青、油毡、油漆等易产生有毒有害烟尘的物质，施工工地严禁熔融沥青，防止大气污染；

2 所有垃圾应分类存放于密闭式容器或站点，建筑垃圾需集中收集至现场封闭式垃圾站后统一运出处置，避免扬尘污染；

3 建筑垃圾运输应采用封闭方式，严禁遗洒、超载，防范运输过程中产生大气污染；

4 易产生粉尘的固定设施应设置在主导风向下风向，与敏感区域保持合规距离，采取全封闭、安装除尘设备等措施，确保排放符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；

5 喷涂作业应在封闭大棚内，应选用符合《低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求》（GB/T 38597-2020）、《胶粘剂挥发性有机化合物限量》（GB 33372-2020）的低 VOCs 环保材料，作业时加装防雾罩、风扇、风道等设施，限制 VOCs 扩散，避免喷雾漂移；

6 涂料、胶粘剂等含挥发性有机物（VOCs）材料需密闭储存，避开高温时段，采取错峰施工减少挥发。

5.3.3 移动源及设备管控

1 机动车船尾气应符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996），非道路移动机械排气烟度限值符合《非道路柴油移动机械排气烟度限值及测量方法》（GB36886-2018）；

2 运输及施工作业车辆需通过当年尾气检测并取得合格证，优先使用无铅汽油，物料运输车辆应符合“国五”及以上排放标准；

3 确需使用柴油机械的，应满足“国四”及以上排放标准，优先推广

新能源施工车辆、工程机械及船舶，限制排放超标或超淘汰年限的移动源入场；

4 运输车辆需按规定时间、路线行驶，保持车身整洁、密闭措施到位，严禁运输中抛洒遗漏、带泥上路；

5 运输车辆在场内应按道路情况限速行驶，减少扬尘产生；

6 进场非道路移动机械需完成编码登记并悬挂环保号牌，建立含环保号牌、责任人、进出场时间的管理台账；

7 施工现场主出入口应设置告示牌，明确“未经环保上牌的非道路移动机械禁止作业”，严禁未上牌或排放黑烟明显的机械入场；

8 加强施工机械与运输车辆维修保养，禁止柴油动力设备超负荷工作，减少烟度及颗粒物排放；

9 优先采用焊烟净化、自动喷洒防尘、高空喷雾等环保设备及技术，强化废气与扬尘治理。

5.3.4 施工场界宜设置扬尘自动监测仪，连续监测总悬浮颗粒物（TSP）、PM10、PM2.5 等指标及气温、风向等气象状况；线性工程施工区域及“三集中”场地内，应在施工车辆主出入口设置监测点位。

5.3.5 重污染天气期间，须按属地应急响应要求落实减排措施，停止可能产生扬尘的作业，限制高排放机械使用（纯电动、氢燃料电池机械除外）。

5.4 声光保护

5.4.1 噪声污染防控规定

1 施工现场噪声排放应符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011），昼间限值 $\leq 70\text{dB}(\text{A})$ ，夜间限值 $\leq 55\text{dB}(\text{A})$ ，敏感区域需参照相关标准执行更严格要求；

2 施工组织设计应针对环境敏感点附近路段，明确强噪声辐射施工机械的作业时间（如避开夜间 22:00-次日 6:00）；

3 确需夜间施工的，应办理夜间施工许可，并严禁使用高噪声机具；

4 优先选用低噪声、低振动的施工机械设备及降噪减振的施工工艺，控制作业半径，宜建立施工机械设备数据库；

5 合理布局施工区域，将高噪声设备设置在远离居民区一侧，建立施工机械定期保养维护制度，保持设备低噪运行状态；

6 运输材料的车辆进入施工现场严禁鸣笛，装卸材料需轻拿轻放，避免猛烈撞击产生噪声；

7 施工操作人员经培训考核合格后持证上岗，避免因操作不当产生额外噪声，严禁在施工现场喧哗吵闹，高噪声作业避开噪声敏感点；

8 在噪声敏感区域施工作业时，应设置噪声监测系统，主动警示提醒，保存原始监测记录；

9 噪声监测点应选不受外界干扰、噪声源稳定区域，常规设于施工场界外 1m、高度 1.2m 以上处，场界有隔声围挡且周边有噪声敏感建筑的，监测点仍设场界外 1m，高度需高于围挡 0.5m 以上，无法在场界外 1m 设置的，可设于靠近敏感建筑的场界内 1m 处，高度距地面 1.2m 以上；

10 定期委托环保部门对施工现场噪声进行检测，及时整改超标问题。

5.4.2 光污染防治规定

1 光污染控制应符合《室外照明干扰光限制规范》(GB/T 35626-2017)及《城市夜景照明设计规范》(JGJ/T 163-2008)要求，推行“转、遮、控、禁”综合管控措施；

2 照明应以日光型为主，尽量减少射灯及石英灯的使用，应因地制宜控制照明设施的照度，不干扰道路沿线生态环境及居民正常生活；

3 优先避免夜间施工，确需夜间施工的及施工场地露天照明灯具均应加设灯罩，控制照度与光束方向，集中照射施工范围，严禁直射居民区及敏感区域，防止强光外泄至夜空或公路界外；

4 夜间施工期间机械设备运行和使用过程中严控强光，严格控制照明时间，天亮后立即关闭夜间照明设施；

5 定期对施工现场照明设施进行巡视检查，发现强光干扰周边环境时立即整改；

6 易产生光污染的施工工艺应根据场界内外环境特点，采取限时施工、遮光遮挡和全封闭施工等措施，避免或减少光污染。

5.5 施工准备

5.5.1 临建选址生态避让规定

- 1 临建选址应综合地形、地质、水文、生态等核心因素论证，降低对周边生态环境、居民生活及既有设施的不利影响；
- 2 应尽量绕避村镇居民点、敏感建筑物，避免破坏周边水利、电力等基础设施，无法绕避时需比选保护与局部调整方案；
- 3 应避让省级及以上自然保护区，距其缓冲区边缘不宜小于100m，确需进入的须按国家规定执行并出具专项生态保护方案；
- 4 应避让法定保护湿地，确需穿越的，选择影响范围最小的位置通过，并采取必要工程措施避免湿地水环境重大改变，同时按国家规定执行相关要求。

5.5.2 场站选址相关规定

- 1 稳定土、水泥混凝土、沥青混凝土拌合站，砂石场、轧石场，预制场等各类场站，不得设置在饮用水源地保护区范围内；
- 2 混凝土搅拌站应远离饮用水源地保护区布局，饮用水源地二级保护区内严禁设置各类拌合站及砂石料场、预制场等场站；
- 3 拌合站选址应考虑拌合物料进场便利、用料位置及量的沿线分布，以优化运输耗能，同时距学校、医院、居民区等敏感区不小于500m；
- 4 高寒高海拔地区，河流水体200m范围内不得设置拌合站，冰川及冰川集中分布区边缘的横向距离5000m范围内不得设置拌合站；
- 5 各类拌合站不得设置在环境敏感点的上风口，砂石料场选址应重点避开水资源敏感区域。

5.5.3 办公生活区及生产区显著位置应提前设置绿色工地创建牌及相关宣传牌，营造绿色环保施工氛围，强化全员绿色施工理念。

5.5.4 水上桥梁施工准备

- 1 水上桥梁施工前，应详查评估施工区域水体、岸线、湿地等自然环境，明确其生态系统类型、特点及敏感性，据此制定适配的施工方案；
- 2 施工前应对进场的施工机械、船只进行严格检查，重点排查油料存

储及输送系统，严防施工过程中出现油料泄漏风险。

5.5.5 可能造成土壤污染的项目，施工前完成的环境影响评价文件中，须明确土壤及地下水潜在风险，同步制定针对性预防措施。

5.5.6 施工前完成生产区临时排水系统布局，明确与原排水系统、后续驻地及场站设施的衔接方案，山区生产区需同步明确自然排水系统保护措施。

5.5.7 开工前应制定施工扬尘污染防治实施方案，在施工现场及主要出入口设置扬尘防治公示牌，明确扬尘污染防治措施、责任人及主管监督机构等核心信息，公示牌规格应符合行业通用标准。

5.6 办公生活区

5.6.1 施工前应测定办公区、生活区边界内的健康卫生指标、环保指标，过程中持续监测，对污染及有毒有害物质侵入采取有效防护措施。

5.6.2 办公生活区室外地面（除行车道外）应采用连锁块、网格砖等透水铺装材料，工点生活区室外地面参照执行，室内地面宜铺设防潮地板革。

5.6.3 办公生活区场地空白区域绿化比例不低于 25%，减少裸露土地，绿化植物优先就地取材，契合区域自然环境。

5.6.4 生活污水收集

1 生活污水应分类收集、分质处理，单独设置管渠收集后统一排入抗渗污水收集池，严防渗漏漫流；

2 生活污水总量计算及管道设计流量符合现行标准，管渠设计优先采用重力流；

3 无重力排放条件时应设置提升泵，执行《建筑给水排水设计规范》（GB 50015-2019）、《室外排水设计规范》（GB 50014-2021）相关规定；

4 生活区厕所应配备抗渗带盖化粪池（严寒地区采用防冻型移动厕所或固定厕所），定期联系环卫部门清理，办公生活区宜设移动式厕所并集中抽吸处理；

5 食堂含油污水、清洗器具废水需经隔油器（池）隔油除渣及沉淀池单独处理，可配套油水分离装备强化效果，处理后排入化粪池；

6 生活区宜设置集中洗衣区，配套小型污水处理装置或沉淀池处理洗衣废水，确保达标排放；

7 隔油器（池）、化粪池应定期清掏维护，并采取防漏防渗措施，防止二次污染；

8 采用一体化装置处理生活污水时，选用成熟工艺，处理效果宜达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）一级 A 标准；

9 生活污水处理设施产生的污泥，转运至市政管理部门指定地点妥善处置。

5.6.5 办公生活区空气保护规定

1 生活区道路应硬化处理，定期洒水清扫，保持路面清洁，抑制扬尘扩散；

2 食堂应选用清洁燃料，优先采用全电厨房，减少废气排放，操作间必须安装抽油烟机及油烟净化装置，避免油烟直排；

3 生活区临时厕所应采用水冲式或移动式，配备纱窗、间歇式自动抽排风设施；

4 大便位置设手动冲水装置，小便位置设自动冲水装置，化粪池做抗渗处理，定期消毒清理，防止异味扩散。

5.6.6 生活垃圾收集、分类与处理

1 活垃圾应设置固定集中收集点，采用标准垃圾桶（禁用露天敞开式收集设施），配置数量适配分类需求，符合《环境卫生设施设置标准》（CJJ 27-2012）规定；

2 垃圾桶需满足卫生、耐用、密闭、防雨、防渗、抗冻、抗老化要求，所有收集容器均需明确分类指引标识；

3 办公区域宜配备可回收物、有害垃圾、干垃圾收集容器，可按需增设湿垃圾收集点，废墨盒、电池等有害废弃物单独分类收集，规范回收；

4 集中供餐食堂区域宜成组设置干垃圾、湿垃圾、可回收物分类收集容器，湿垃圾产生量多的可配置就地处理设施；

5 外送供餐区域宜成组设置干垃圾、可回收物分类收集容器，按需因

地制宜设置湿垃圾收集点；

6 宿舍区域宜成组设置可回收物、有害垃圾、湿垃圾、干垃圾收集容器，数量按需配置；

7 设置垃圾箱房作为垃圾集中存放及交付区域，配置与当地环卫收运系统衔接的标准容器，标识符合当地分类目录要求；

8 生活垃圾实行袋装化收集后存入垃圾箱房，及时清运，安排专人定时定点对接市政环卫收运，按规定完成移交；

9 具备厨余垃圾处理条件的由市政环卫清运至专业处理站，不具备条件的采用餐厨垃圾生化处理设备统一处置；

10 废弃清洁用品、墨盒清洗废水等含化学物质的废弃物，严禁随意倾倒，需分类收集后交由有资质单位处理，防止污染土壤和水体。

5.7 场站区

5.7.1 场站区水土保持通用要求

1 各类场站应设置围墙、围挡或隔离栅与外界隔离，混凝土搅拌站隔离设施应强化防渗污功能，防止未经处理的污水流入周边水体；

2 材料仓库及临时堆放场应规范物料堆放，做到整齐有序、防止散漏污染，仓库四周设置疏水沟系，避免雨水浸湿物料导致流失；

3 油料、化学溶剂、沥青等危险品库房，地面必须采取防渗漏处理，并采取专项防护措施，防止泄漏或雨水冲刷污染土壤、地下水及周边水体；

4 场站内排水应采用雨污分流模式，配套完善排水系统及疏水沟系，同时优化场地及周边排水坡度设计，确保排水通畅，严禁出现雨后积水现象；

5 场站内应设置临时污水汇集设施及沉淀池，污水经沉淀处理后排放；

6 含油污水需先经隔油池分离浮油，再通过沉淀池进一步处理，确保达标排放。

5.7.2 预制场水土保持规定

1 预制场构件养护废水、模板清洗废水等生产废水，应通过专门排水管道收集至沉淀池，根据性质采用中和、过滤等工艺处理，确保达标排放；

2 混凝土预制构件养护废水含碱性物质，应先调节 pH 值后再进行沉淀处理；

3 预制场油料、脱模剂等化学品应设置专门储存区域，储存容器密封性良好，储存区地面做防渗处理并设围堰，防止泄漏污染土壤和水体；

4 预制场场地应硬化处理，及时清理杂物废料，避免雨水冲刷堵塞排水系统或污染水体。

5.7.3 拌合站水土保持规定

1 混凝土搅拌站应收集搅拌设备清洗等生产废水，设置多级沉淀池处理，去除悬浮物、砂石颗粒后达标排放；

2 混凝土搅拌车应定点清洗，清洗区域配套建设临时沉淀池，搅拌机前台及运输车清洗处应设沉淀池，严禁未经处理的泥浆水直接排入排水设施及河流；

3 搅拌站物料堆放区域应设防雨棚，堆放场四周修筑截水沟，避免雨水冲刷物料导致污染物流入周边水体；

4 沥青、油料等储存罐及输送管道应定期检查维护，确保密封性良好，防止泄漏污染土壤及地下水；

5 沥青混凝土拌合站含油废水、设备清洗废水，须经油水分离装置处理，再通过沉淀、过滤等深度处理后达标排放；

6 沥青混凝土拌合站应建设雨水收集系统，将初期雨水引入沉淀池处理，去除沥青颗粒、油污等污染物后排放；

7 砂、石料冲洗废水应通过沉淀池处理后排放。

5.7.4 砂石料场生态环境保护规定

1 砂石料场应在场地周边开挖截水沟，防止场外雨水流入冲刷砂石，场内设置合理排水坡度，确保积水及时排出；

2 砂石料冲洗废水需集中收集，设置大型沉淀池处理，根据废水水质和水量合理确定沉淀时间，确保悬浮物充分沉淀；

3 砂石料应按粒径、种类分类堆放，对易起尘砂石料采取覆盖或搭建防雨棚措施，防止雨水冲刷导致物料流失污染水体；

4 机制砂宜采用干法加工，若采用湿法加工，洗砂污水严禁直接排放，应经处理达标后排放或回用；

5 现制水磨石作业污水应控制流向，经专用沉淀池处理后按规定排放。

5.7.5 场站区扬尘防控规定

1 场站料仓、上料区、混凝土拌合站搅拌区域、预制场作业棚等易产尘区域，均应采取全封闭措施，配料机、输送设备、搅拌设备、储料仓（罐）等应封闭设置，整站宜外封装全密闭；

2 易扬尘材料应存入料库，无法入库的需采取有效覆盖措施防治扬尘；

3 混凝土拌合站应安装专属除尘设备（如顶置除尘装置、低置水箱除尘），水泥、粉煤灰储罐罐顶除尘设施应每半年进行一次维修保养；

4 储料仓（罐）进出料口需配备除尘或过滤净化设施，强化物料存储及搅拌环节降尘效果；

5 料库上沿应每隔 1m 设置雾化喷淋装置，喷淋方向朝下，混凝土拌合站宜配置智能喷淋降尘系统；

6 预制场钢筋加工、混凝土搅拌等环节应强化降尘措施，二级回收粉宜采用干法集中回收、集中排放，当采用湿法回收时应及时进行清理，以免形成泥浆流淌；

7 机制砂加工场地应进行硬化处理，宜设置封闭大棚，并配备降尘设施，控制加工过程扬尘污染；

8 主要出入口及临时场站应配置至少一台雾炮，且确保处于正常工作状态；

9 加强蒸汽管道密闭性，防止蒸汽泄漏形成水雾扬尘。

5.7.6 场站区废气与有害气体防治

1 沥青混凝土拌合站应配置二级除尘装置，沥青废气通过集气罩收集，采用蓄热直燃焚烧、吸附法等技术处理，排放应符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；

2 沥青的存放、加热及使用应在密闭循环环境中进行，加热系统优先采用天然气、燃气、电等清洁能源，减少燃煤及重油污染；

3 蒸汽养护优先采用生物质锅炉等清洁能源，导热油锅炉与烘干滚筒应采用低氮燃烧器；

4 沥青拌合站应采用温拌沥青、热拌减排沥青等专项技术，降低沥青烟、硫氧化物等有毒气体排放量，并加强二氧化碳等温室气体的监测；

5 预制梁模板应采用水性环境友好型脱模剂，减少挥发性有机物（VOCs）排放。

5.7.7 车辆冲洗相关规定

1 施工现场出入口宜设置智能化或定型化自动冲洗装置（长度不小于4m，可采用封闭式），按相关标准配置定型化自动冲洗装置或高压水枪、沉淀池；

2 场地不足无法建设冲洗装置的，经建设和监理单位同意后，可仅配置高压水枪和沉淀池，冲洗区域应采取集水与导流措施；

3 过水池底部平行段长度宜大于最大渣土车前后轮距且富余 $\geq 1\text{m}$ ，两头设缓坡，中间水深 $\geq 40\text{cm}$ ；

4 过水池前后区域硬化并设警示桩，车辆过水时间 ≥ 10 秒，池水需循环沉淀及适时更换；

5 冲洗设施旁配备渣土车车身清理辅助工具及专人辅助冲洗，采用高压水枪补充冲洗挡泥板、轮胎内侧等死角，确保车辆洁净出场，严禁带泥上路。

5.7.8 临时交通设施扬尘防控

1 沿线施工便道宜硬化防尘，与国道、省道交叉口采用 C25 及以上混凝土硬化（长度 $\geq 100\text{m}$ 、厚度 $\geq 20\text{cm}$ ），无法硬化的铺设钢板并定期压实修缮；

2 利用路基借道通行路段应渠化管理并保持湿润不起尘，每 5km 便道配不少于 1 辆洒水车，晴热高温增加洒水频率，宜用处理后废水；

3 每 1km 便道及栈桥配不少于 1 名清洁人员，保持设施及路面清洁；

4 边通车临时路段，围挡及喷淋可结合施工组织设置，保持围挡范围内通车路面清洁。

5.8 生产作业区

5.8.1 生态保护通用要求

1 爆破作业应严格控制爆破影响范围与施工强度，生态脆弱区生产作业优先采用弱爆破、非爆破施工工艺，减少对周边岩体及生态系统的直接扰动；

2 弃土堆置应遵循 5.1.2 取弃土作业的统一规定，沟道内堆置弃土时配套修建拦渣坝，坡顶、斜坡面及易滑塌区域弃土必须设置挡渣墙；

3 生产作业区临时材料堆放场、施工便道等临时设施布置，应避免原生植被密集区域，减少对地表植被的碾压破坏；

4 修建便道应充分考虑沿线坡体稳定性风险，避免引发地质灾害。

5.8.2 水土保持通用要求

1 生产区出入口宜设置智能化车辆冲洗平台，车辆出场前彻底清洗轮胎及底盘，避免携泥污染周边水土环境；

2 生产区临时排水系统按规划方案实施，山区施工应采取自然排水系统保护措施，及时疏导积水，防范水土流失；

3 生产区施工便道应加强日常养护维修，保持路面平整完好，减少车辆带泥及雨水冲刷引发的水土流失，避免便道污染物随径流影响周边水环境；

4 生产区各工区应修建临时污水沉淀池及处理池，集中处理机械设备清洗、混凝土养护、隧道涌水等生产废水；

5 生产区泥浆池、沉淀池应采取硬化、铺设水泥毯等防渗措施，防止泥浆或处理后废水下渗污染土壤及地下水；

6 生产区材料仓库及临时堆放场应设置疏水沟系，防止雨水冲刷导致物料流失，沥青、油料、化学物品等应远离敏感水体，采取防渗措施避免水土污染。

5.8.3 空气保护通用要求

1 生产作业区易产生有毒有害气体的作业空间，必须配备有毒有害气体监测报警器，实时监控气体浓度，防范大气污染及安全风险；

2 爆破作业需提前制定扬尘控制计划，采用预湿、喷雾等措施；

3 土石方作业（含路基开挖填筑、桥涵基坑开挖、场地平整等）宜采用湿作业法，应采取洒水、覆盖措施，作业区目测扬尘高度小于 1.5m；

4 破碎老路、拆除工程、钻孔灌注桩等易产尘作业，宜采用湿法施工

并配备喷雾降尘设备。

5.8.4 工地试验室废物处置

1 涉及危险废物的试验室应设置危险废物专用贮存室，应按照相关规范贮存、运输，并委托有资质的第三方机构进行处理，不得随意倾倒；

2 化学室、沥青室及沥青混合料室应配备废物集中收集装置，一般选用塑料、玻璃、金属等不与废液发生反应的材质。

5.8.5 路基作业区生态保护规定

1 路基、弃土堆、隔声堆筑体等各类边坡防护，应统筹兼顾路基稳定、水土保持及景观美化功能，结合生产区施工进度推行“边建边护”，优先采用喷播植草、生态袋、植物纤维毯、自动降解椰网等绿色防护技术；

2 路堑软岩、土质边坡刷坡宜装备智能刷坡系统，精准控制铲斗位置防欠挖超挖，实现 50mm 内质量控制，减少坡面扰动；

3 石方爆破后坡面线应低于设计坡面线且 $\leq 8\text{cm}$ ，坡度小于设计坡度，减少边坡岩体过度扰动及后续生态修复难度。

5.8.6 路基作业区空气保护规定

1 清表作业时，场地内淤泥、土方、垃圾等应分类堆放并统一处置，避免扬尘污染，清表宜采用二次清表工艺减少扬尘扩散；

2 开挖路基土石方时，应根据土质设置针对性抑尘设施，边坡开挖等大面积挖方作业，宜采用高杆喷淋、机械臂喷淋等高效降尘措施；

3 裸露超过 24 小时的临时堆放松散土石方（湿润土除外），宜采用 1000 目以上环保防尘网全覆盖或临时固化，1 个月以上不施工的裸土区域需临时绿化，防尘网损坏及时更新；

4 压实后的土石方路基需通过洒水等方式抑尘，保持路面湿润不起尘；

5 生石灰消解、石灰土拌和等易产尘工序应在全封闭大棚内进行，大棚四周配置喷淋、雾炮等降尘设施；

6 取土场、弃土场作业区露天装卸物料时，应采取洒水、喷淋等抑尘措施，密闭输送物料的装卸处需配备吸尘、喷淋等净化设施。

5.8.7 路面作业区空气保护规定

1 路面切割、铣刨、构筑物拆除、石材切割及清扫等作业时，应采取喷水、洒水等降尘措施，产生的废料需及时处置；

2 路面基层清扫严禁使用鼓风机吹扫，宜采用人工洒水清扫或高压清洗车冲洗，鼓励采用路面洗扫车等新型环保设备；

3 水稳层施工后应及时压实，养护期间需用毡布覆盖，若养护期内需临时通车，应采取喷水、洒水等抑尘措施。

5.8.8 桥涵作业区水土保持规定

1 陆地钻孔灌注桩优先采用旋挖钻干钻作业，确需使用泥浆时，应选用低毒低污染注浆材料，避免污染水体；

2 涉水桥墩桩基优先采用清水钻或环保泥浆施工工法，施工泥浆应循环利用，钻渣通过泥浆船驳运至岸上指定地点集中处置，防止污染水域环境；

3 水上桥梁施工过程中，严禁将废油、施工垃圾等抛入水体，施工平台周围应设置围油栏，强化油污染防控，落实施工前设备检查提出的防泄漏要求；

4 产生油污水、生活污水的施工船舶，应配备污水处理装置或储存设施，处理后排放需符合《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）、《污水海洋处置工程污染控制标准》（GB 18486-2001）等规定；

5 水域内采用筑岛法或土石围堰，完工后及时清除筑岛材料，运至指定地点堆放，不得遗留河中堵塞河道、影响通航行洪或污染水体；

6 涉水桥涵施工宜编制环水保应急专项方案，施工现场按要求配备应急设备设施，提升突发水污染事件处置能力。

5.8.9 桥涵作业区空气保护规定

1 陆地钻孔灌注桩旋挖钻干钻作业时，应配套集尘罩、雾炮等除尘设施，强化钻渣扬尘管控；

2 截桩、破碎等易产生扬尘的作业，应提前洒水湿润作业面，作业过程中持续采取洒水、喷雾等防尘措施，抑制扬尘扩散；

3 桥面抛丸或清洁作业，严禁使用鼓风机直接吹扫，应采用自带吸尘功能的抛丸设备或高压清洗车冲洗，确保粉尘有效收集；

4 现场清运泥浆、土石等物料须采用密闭式运输车辆，运输过程中确

保车厢密闭完好，严禁沿途洒漏，泥浆宜经固化处理制成土饼后再外运处置。

5.8.10 隧道作业区生态环境保护规定

1 隧道洞口施工场地布置应考虑与洞口相邻工程、弃渣利用、农田水利、征地等的关系；

2 隧道开挖应优先选择非爆破或弱爆破施工工艺，生态脆弱区隧道宜采用零开挖进洞技术，最大限度降低对洞周生态系统的扰动；

3 洞内排水实行清污分流，施工废水、涌水统一排至洞外沉淀池过滤；

4 生态脆弱区配置污水快速处理系统，经在线监测（重点监测 pH 值）达标后回用或排放，不达标则回流重处理，落实废水“零”排放要求；

5 隧道洞口土石方开挖应结合土质设置抑尘设施，洞口区域需配套水幕降尘、雾炮等抑尘手段，并设置运输车辆冲洗设施，确保车辆洁净出场；

6 洞内爆破作业后需及时采取洒水、喷雾等降尘措施；

7 盾构等易产生大量泥浆的施工作业，应严防泥浆外溢，外运泥浆必须采用密闭式运输车，避免沿途洒漏扬尘；

8 施工产生的废渣、废土应及时清理，无法立即清理的需采用防尘网全覆盖等措施抑制扬尘，隧道作业区废弃泥质渣土应固化后填埋。

5.8.11 焊接废气防治规定

1 电焊工必须持证上岗，使用氧气及乙炔时应注意控制点火烟量；

2 应优先采用无烟尘或少烟尘焊接工艺，提升焊接机械化与自动化水平；

3 焊接区域应设置工厂预制、可重复使用的封闭作业棚，并配备电焊烟尘收集处理装置。

5.8.12 声光污染防控规定

1 桩基施工优先采用螺旋、静压、喷注式等低噪成桩工艺；

2 电锯、电刨、搅拌机、固定式混凝土输送泵、大型空气压缩机、地泵等强噪声设备，必须搭设封闭式机棚或封闭操作棚，周边配套隔声围护措施；

3 基础施工阶段，生产区照明灯具安装高度不得超过工地围墙 3 米，光源严禁向围墙外照射；

4 钢筋应尽量采用机械连接，焊割、电焊等强光源作业必须采取遮光遮挡或全封闭措施，避免弧光外泄，操作人员需佩戴防护眼镜、面罩等个人防护用品。

5.9 拆除与恢复

5.9.1 即时恢复要求

1 临建场地、临时工程及取（弃）土作业完工后，应立即开展土地整治，通过复垦、绿化、覆土造地（回覆预存表层熟土）等方式恢复原有地形地貌及生态标准（或实施更高水平修复，含土壤修复、植被重建）；

2 取（弃）土导致的植被破坏、地形坡度改变，应同步通过绿化或复垦完成修复。

5.9.2 拆除作业生态环境保护要求

1 拆除前应制定扬尘、噪声、光污染及污水、废气排放、建筑垃圾的专项控制措施，明确污染检测要求，配置相应检测仪器设备，强化污染管控；

2 拆除施工应设雾化喷淋围挡隔离，采取湿法作业降尘，严格遵循“先喷淋、后拆除、拆除过程持续喷淋全覆盖”原则，确保扬尘有效管控；

3 临时设施拆除应采用人工拆除、机械拆除或人工机械配合拆除的方法，严禁采用爆破拆除，避免产生高强度噪声、扬尘及生态破坏；

4 拆除作业期间应密切关注天气变化，当风力达到 6 级及以上时，应立即停止拆除施工，防止扬尘大范围扩散；

5 拆除产生的旧料、废砖、渣土等废弃物应及时清运，无法及时清运的，需采用防尘网全覆盖，并定期洒水保持湿润，杜绝二次扬尘污染；

6 拆除完工后，场地应结合当地自然情况开展土地整治，回覆表层熟土，空旷场地应及时采取绿化、防尘网覆盖或固化处理等措施，长期裸露区域优先采用绿化方式。

5.9.3 生态恢复要求

1 红线内场地交工，自然条件、功能不得劣于原场地（设计另有要求除外），红线外场地交付需符合租用合同及政府规定，特殊场地委托具备资质第

三方处置；

2 生态恢复应遵循 “适地适树” 及 “乡土植物为主、外来物种为辅” 原则，优先选用乡土树种，与周边生态、地形兼容，落实水土保持要求；

3 完工后，取（弃）土场、公路沿线绿化应结合水土保持与景观需求，风沙、多雪地区宜栽植防护林带，临近环境敏感点路段宜通过绿化林带实现防尘降噪；

4 完工后，中央分隔带、土路肩、土质边沟等公路附属区域绿化应适配当地自然经济条件，浅碟式边沟绿化贴近自然，不得遮挡交通标志，兼顾行车安全与视觉优化。

6 资源节约

6.1 水资源节约

6.1.1 节约用水规定

1 应遵循永临结合原则，优先利用已具备使用条件的永久性工程设备和管道作为临时用水设施，施工现场临时消防给水系统的设置应符合《建设工程施工现场消防安全技术规范》（GB/T 50720-2011）的规定；

2 应根据当地气候、自然资源条件及工程特点，制定科学合理的节水控制目标与量化指标，并按施工阶段和区域进行分解；

3 应通过设计深化、施工方案优化与技术应用创新等手段进行节水专项策划；

4 现场给排水系统应进行专项设计，优化管线布局与阀门预设位置，并采用具备防渗漏功能的管网和用水器具；

5 应定期核查工程各阶段用水量，确保实际用水不超过定额用量；

6 生产作业用水量应结合工程量、施工机械等参数计算，排水管渠按施工期最高日最高时设计流量，并以现状水量复核；

7 根据水量消耗 QC 活动需求、成本管控需求，确定用水量监控点，安装智能化监测水表，实时监测用水量与流量变化，及时发现并修复泄漏；

8 定期巡检供水管网，及时修复泄漏隐患，杜绝跑冒滴漏；

9 应分阶段、分区域对目标水耗与实际水耗进行对比分析，形成报告，据此优化节水措施并持续改进。

6.1.2 非传统水源利用一般规定

1 以“优先收集、科学处理、循环复用”为原则，应根据当地气候和自然资源条件，针对工程特点，制定科学的非传统水源利用专项措施；

2 建立雨水、再生水、基坑降水等非传统水源利用系统，用于施工现场机具、设备、车辆冲洗、喷洒路面、绿化浇灌、施工降尘等，减少市政自来水依赖；

3 施工现场机具、设备、车辆冲洗应设置循环用水装置，并记录使用情况；

4 施工用水重复利用率不低于 80%，非传统水源及循环水再利用量占总用水量的比例不低于 30%；

5 应定期监测施工用非传统水源的水质情况，用于混凝土搅拌、养护等工程实体的非传统水源，必须采用科学方法开展水质检测，所有检测均应保留检测报告及相关记录；

6 应建立非传统水源利用台账，记录收集量、处理量、回用量、用途及相关用量，留存水质检测报告、用量记录等资料；

7 应定期记录、核算非传统水源和市政给水水源的用量，定期分析利用效果、核算优化，形成报告并完善措施。

6.1.3 雨水资源化利用

1 宜建立完善雨水收集利用系统，不易收集或超用量的汇水区域采用植草沟、透水铺装等海绵设施消纳；

2 屋面及场地设置专用雨水收集系统与管渠，结合《室外排水设计规范》（GB 50014-2021），按当地降雨资料计算设计流量，实现应收尽收；

3 回用雨水水质应按用途确定，化学需氧量（COD）、悬浮物（SS）指标需符合相应标准，其余指标应满足国家现行规范要求；

4 处理后的雨水优先用于施工现场车辆冲洗、道路清扫、绿化浇洒、施工降尘等，符合水质要求的可用于混凝土养护。

6.1.4 再生水资源化利用

1 再生水水源主要包括经处理的生活污水、生产废水，应设置独立收集系统，确保水源水质稳定可控；

2 再生水管道系统应单独布设，设置明显标识及防误接、误用、误饮措施，与市政供水管网严格区分；

3 再生水处理工艺需根据原水水质、回用用途及场地条件确定，优先选用高效低耗、经实践验证的技术，确保处理效果稳定；

4 再生水优先用于施工现场车辆冲洗、绿化浇灌、工地降尘、地面冲

洗、卫生间冲水等，符合标准的可用于混凝土搅拌与养护、屋面淋水降温；

5 再生水用于土壤压实、车辆冲洗等低水质要求场景时，可适当降低控制限值，用于混凝土搅拌时，需额外符合《混凝土用水标准》（JGJ 63 - 2006）规定；

6 应定期监测再生水水质，保留完整检测记录，确保回用过程安全可控。

6.2 土地资源节约

6.2.1 临时设施的占地面积应按用地指标所需的最低面积设计。

6.2.2 临时用地应分阶段、分区域适时用地，临时建筑层数宜最大化，临时设施占地面积有效利用率不低于 90%。

6.2.3 红线内场地用于临时场站或临时道路的，宜结合施工图设计进行场地处置，使其作为永久工程的一部分，减少重复建设与土地资源浪费。

6.2.4 临时停车场宜采用永临结合或装配式硬化方式，工程结束后及时拆除恢复场地原有用途，提升土地循环利用效率。

6.2.5 应优化基坑开挖及支护方案，严格控制开挖范围，减少对基坑周边土地的临时占用，土方回填宜优先利用工程原土，减少外购土源与土方弃置。

6.2.6 取（弃）土场整治后，应结合土地质量、灌溉条件及地方规划，通过复垦、生态修复或转为永久设施用地等方式明确最终利用方向。

6.2.7 闲置不良地基场地应优先盘活利用，经合规地基处理满足承载力及稳定性要求后，可用于临时设施、材料堆场等工程配套用地，提升土地利用效率。

6.2.8 膨胀性土质地区可在回填土中掺入固化材料改善土质，降低土方外运量。

6.3 材料节约

6.3.1 应将临时道路、水电、消防、照明线路及围挡等与永久设施结合利用，临建可重复使用率不宜低于 70%。

6.3.2 节材措施

1 应制定覆盖主要材料的节材控制目标，宜通过 BIM 技术优化、设计深化及方案优化开展策划，确保材料损耗率较定额降低 30%；

2 应采用节材施工工艺，应推广使用标准化、工具化、定型化、可周转的工具、用具以及防护设施；

3 对周转料具（模板、脚手架等）及可再利用、可再生建筑材料，应分类保养维护、优化调度，延长使用寿命，定期核查使用率及周转率，提高复用效率；

4 应定期核查钢材、混凝土等主要材料的使用损耗情况，通过图表分析对比节材效果，据此优化措施；

5 建筑材料主要包装物回收率应达到 100%。

6.3.3 材料选用与管理

1 工程使用的材料宜就地取材，500km 以内生产的建筑材料重量占建筑材料总重量的比例宜大于 60%；

2 宜选用高强钢筋、商品混凝土、预拌砂浆等工业化产品，推广应用可回收建材、再生建材等绿色建材，充分利用外部建筑垃圾应用于场地、路基工程；

3 废旧建材回收率不宜低于 90%，定期核查记录绿色建材使用情况；

4 应根据施工进度、库存情况制定材料采购和使用计划，严格执行限额领料制度，严控发放流程，减少积压浪费；

5 应分类建立材料台账，统计资料应完整、真实、可追溯；

6 宜采用智能化物料管理系统，对材料的进出场、加工、库存、损耗、调度进行精细化管控，确保材料流转可溯源。

6.4 废弃物资源化利用

6.4.1 固体废弃物（包括杂物）处理要符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》；有毒有害废弃物的分类率应达到100%，各类废弃物处置需遵循“分类收集、集中管控、合规处置”原则。

6.4.2 分类管理与回收利用

1 建筑垃圾处置应以“资源化利用”为核心目标，按《工程施工废弃物再生利用技术规范》（GB/T 50743 - 2012）要求，结合固废类型及场地条件，制定就地循环、高效复用的实施方案；

2 建筑垃圾应按种类、特性分类收集，收集方式需与末端处置要求相匹配，严禁与生活垃圾、污泥及其他危险废物混存混运；

3 按照因地制宜、分类利用的原则，对建筑垃圾进行就地处置，可合理设置加工区与产品储存区，提升资源化处置水平与再生产品质量；

4 难以就地利用的建筑垃圾，优先运至建筑垃圾消纳中心或建筑垃圾处置场所进行资源化处置和再利用，不宜采用填埋方式；

5 建筑垃圾（含场地平整时的既有建筑垃圾）应分类收集、分拣后资源化利用；

6 碎石类、土石方类建筑垃圾优先用于地基填埋、铺路等直接再利用场景，再利用率宜超过50%；

7 其他类别建筑垃圾经破碎筛分后，转化为场站填料、砂石骨料等再生材料，经合规处理后的回填材料优先用于基坑回填、地下室垫层、道路垫层等；

8 具备条件的可将再生材料加工制作环保免烧砖，用于地下室砖模、隔墙等构件；

9 一般建筑垃圾（含碎砖、混凝土块、废模板等）再利用和回收率宜达到30%，施工现场建筑垃圾资源化利用率宜大于等于60%（含再生利用、回收处理、能量回收等）；

10 可配置砂石分离机、厨余垃圾生物处理设备等专用设施，提升固废转化为再生资源的效率与质量。

6.4.3 过程管控

1 应建立废弃物管理台账，分类记录固废产生量、处理方式、去向及再生材料产量、质量检测数据，同步收集过程数据和图片，确保台账完整真实、可追溯；

2 宜将废弃物处置过程纳入智慧工地管理系统，实施信息化跟踪，实现来源可查、去向可追、责任可究；

3 应对建筑垃圾产生量及回收利用效果开展图表对比分析，据此优化回收利用措施。

6.4.4 拆除工程专项

1 拆除临时设施时，产生的建筑材料应分时段、分部位、分种类收集存放并集中有序堆放，建立台账管理；

2 对装配式围挡、活动板房等临时设施实施保护性拆除，分类收集钢材、木材、板材等可再利用材料，加强保养维护，提高周转利用率；

3 建筑物拆除废弃物再利用和回收率宜超过40%；

4 难以就地利用的建筑垃圾，应制定合理的消防、防腐及环保措施，并按相关要求转运到建筑垃圾处置场所进行资源化处置和再利用。

6.4.5 废弃泥浆及渣土专项

1 废弃泥浆、渣土及淤泥质表土以“替代传统建材”为导向，采用工厂化固化或就地固化技术实现资源化利用；

2 淤泥质表土可采用强力搅拌就地固化技术，掺入固化剂形成合格受力层，直接作为场地基础或路基基层，减少砂石填料消耗；

3 废弃泥浆及渣土经压滤分离后，固态泥饼加工为固化土原料，分离清水回收用于施工降尘、混凝土养护等环节，实现固液双资源复用；

4 采用集中厂拌工艺处理固废时，厂区应实行分区封闭管理，设置原料存放、破碎、拌合等功能区域，场地需全硬化处理，配备通风、降尘设施；

5 集中处理时宜构建压滤-破碎-筛分-拌合一体化生产线，固化剂选型应适配土质特性，通过试验确定最佳掺量；

6 产出的固化土强度、稳定性需符合路基填料技术标准，替代宕渣等传统原料；

7 固化土路基施工采用机械化摊铺、压实工艺，重点检测拌和均匀性、含水率及压实度，确保再生材料利用质量达标。

6.5 办公生活区

6.5.1 办公生活区用房优先以租代建，自建时宜采用符合安全要求的、可

重复利用的集成装配式房屋。

6.5.2 生活用水应采用节水器具（如感应式、触摸式、脚踏式）并采取减压限流等节水措施，配置率应达到 100%，应符合《节水型生活用水器具》（CJ/T 164-2014）和《节水型产品通用技术条件》（GB/T 18870-2011）的规定；

6.5.3 办公区和生活区用水应单独计量，宜安装智能水表，实现用水数据的实时监测与分析；

6.5.4 生活废水经沉淀后可用于二次水利用（如冲洗厕所、绿化浇灌）。

6.5.5 办公区应推行无纸化办公，减少纸质文件浪费；废旧纸张宜双面使用并集中回收，对纸张、塑料等可回收物统一回收复用，提升资源循环利用效率。

6.6 生产区

6.6.1 加工场、预制场优先考虑设置在既有场站、厂房、厂址或公路永久用地（服务区、收费站、互通区）内，条件许可时宜放置路基上。

6.6.2 场地临时强化应优先选用路基箱、装配式临时桥梁桥面板等可循环复用构件。

6.6.3 便道、便桥、临时码头的技术等级应结合功能、安全及造价因素充分论证；栈桥宜选用高性能钢筋混凝土桥面板，山区便道跨越峡谷、河流、陡坡路段可选用索道桥。

6.6.4 周转料具及临时设施

1 模板、脚手架等周转料具应优先选用高频周转的定型钢模、工具式支撑等标准化产品；

2 临时设施宜采用轻钢活动板房、预制围挡等可循环构件；

3 定期核查生产区临时用房、围挡等可循环构件的重复利用率；

4 预制台座、存放台座等宜设计为装配式构造。

6.6.5 主材节约与精细化管控

1 以 BIM 技术为核心，结合 AI 辅助钢筋优化下料等智能建造技术，优化材料排版方案、多专业协同流程及钢筋配料、钢构件下料方案，精准核算钢筋、模板等主材用量，从源头减少损耗与返工；

2 钢筋、钢结构宜定尺采购，推行专业化加工配送，优化安装工程预留预埋方案，减少现场加工损耗与二次搬运；

3 应强化余料管理，充分利用钢筋短料及余料，剩余混凝土可用于制作垫块、过梁等小构件，废料钢筋可加工为预埋件，提升材料利用率；

4 钢筋加工应配备数控调直切断机、数控钢筋弯曲机、数控钢筋弯箍机、自动钢筋直螺纹剥肋滚丝机、数控钢筋笼滚焊机、数控自动盘丝机、二氧化碳保护焊等设备，保障加工精度与效率。

6.6.6 场站区节材与资源化利用

1 堆料仓、上料斗平面布置应遵循综合上料运距最短原则，宜采用下沉式上料仓及大倾角防撒料皮带，堆料仓隔墙、挡墙应采用装配式结构；

2 拌合站生产废水、混凝土搅拌车清洗废水、搅拌机前台清洗废水、砂石料冲洗废水及现制水磨石作业污水，应经沉淀池或专用处理设备处理达标后优先回用；

3 砂石料冲洗废水处理后的澄清废水，可专项用于料仓雾化喷淋、料场洒水防尘，协同实现扬尘防控目标；

4 冲洗废料经砂石分离处理后二次利用，处理后污水定向回用，实现废水、固废资源化循环；

5 混合料余料在符合使用要求前提下经再生工艺再利用；

6 水稳、沥青拌合站产生的废弃混凝土、沥青渣等废料集中收集，优先用于临时道路铺设或低强度构件预制；

7 钢构件加工废料应回收再利用或交由专业单位处理；

8 小构件生产完成后，宜将模具转交给养护单位循环使用。

6.6.7 混凝土养护应采用覆膜、喷涂养护液等节水工艺，确保养护质量的同时减少水资源消耗，并完整记录实施情况。

6.6.8 基坑降水利用

1 基坑降排水应采用动态管理技术，控制地下水抽取量，建立基坑降水收集利用系统，优先将无污染地下水用于混凝土搅拌、养护、冲洗及部分生活用水；

2 对无污染地下水应实施回灌措施，记录回灌量、回灌位置等关键数据，减少地下水过度抽取影响。

6.6.9 路基工程

- 1 路基填筑超宽不应大于 50cm，清表宜采用二次清表工艺；
- 2 应制定挖石方综合利用方案，明确分类利用路径（如路基填筑、排水结构、防护工程等）；
- 3 路基施工产生的弃土、弃渣应优先用于路基填筑或场地平整，实现废料资源化利用；
- 4 应积极采用建筑垃圾、工业固体废弃物、生活垃圾焚烧后的炉渣作为路基填料。

6.6.10 路面工程

- 1 路面工程基层养生应采用节水型养生，下基层宜使用节水保湿养生膜减少水分蒸发，上基层宜采用透层养生兼顾水分留存与层间粘结；
- 2 水稳基层、沥青混合料面层边线应立模控制；
- 3 钢渣资源丰富的地区宜采用钢渣替代天然石料制备沥青混合料。

6.6.11 桥涵工程

- 1 支架、模板、临时施工平台优先采用工具式、模块化、标准化、装配式产品，提高周转复用效率，降低临时设施材料投入；
- 2 水中钢平台应对最高水位以下部位及海洋环境下的钢结构采取防锈措施，延长构件使用寿命；
- 3 预压宜优先采用非堆载式预压，减少预压材料的运输与堆放损耗；
- 4 施工产生的泥浆应优先脱水固化或沉淀池渣土固化处理，泥饼可用于绿化覆土、路基填料，特定纯度泥浆经脱水加剂形成流态固化土，可用于三背（桥台背、涵台背、挡土墙背）回填；
- 5 墩、塔钢筋宜采用部品化预制工艺，在地面分块、分段、分组成型后运至现场组拼安装，减少现场钢筋加工损耗及材料浪费；
- 6 小箱梁、T 梁采用可移动定型液压侧模，配套固定式台座，侧模采用自动液压拆装、轨道纵向移动方式，提升模板周转使用率，减少材料损耗；

7 预应力张拉宜采用内卡式千斤顶，通过集成工具锚与限位板，减小钢绞线使用长度，降低主材消耗；

8 应采用清水混凝土技术，通过提升混凝土表面成型质量，减少后期抹灰、装饰等工序的材料与人工投入；

9 应采用桩头超灌控制仪，精准控制混凝土灌注标高，减少桩头混凝土超灌浪费，提升材料利用率。

6.6.12 隧道工程

1 应监测研判洞周变形，优化爆破设计、确定开挖轮廓线，严控超欠挖；

2 IV 级围岩超挖值应 $\leq 12\text{cm}$ ，III 级围岩超挖值应 $\leq 10\text{cm}$ ，减少弃渣并优化支护材料用量；

3 喷射混凝土施工应控制回弹率 $\leq 15\%$ ，降低材料损耗；

4 宜充分利用隧道洞渣，开挖渣土应分类利用，石质渣土可加工为再生骨料，用于基层施工。

6.6.13 线路较长的建设项目，宜设置一座中心实验室及多个工点试验室，通过合理布局优化试验资源配置，减少试样跨区域运输损耗与资源浪费。

6.7 人力资源节约与保护

6.7.1 人力资源节约规定

1 应结合工程特点制定科学合理的人力资源节约目标，建立人力资源节约管理制度，各工种作业人员总用工量节约率不宜低于定额用量的10%；

2 应通过深化设计、施工方案优化、技术应用与创新等措施，提高施工效率，降低劳动强度；

3 应积极推行免焊接、少振捣等绿色施工技术，推广机械化作业与数字化管理、人工智能技术，减少人工投入；

4 具备条件的工程应采用工厂化制作、整体化安装模式，缩短现场作业周期，降低人力消耗；

5 应根据工程进度计划编制人员进场计划，合理配置人力，建立劳动

力使用台账，施工临时安排与工程总体部署协调衔接，避免因部署冲突导致人力浪费；

6 宜按阶段、分工种统计汇总人力资源节约量，开展科学对比分析，针对量化指标所采取的优化方案、技术应用以及指标完成效果等，形成分析报告并将结果用于持续优化节约措施。

6.7.2 职业危害防治规定

1 应全面开展重大危险源识别与公示，针对施工粉尘、有毒有害气体、辐射、噪声、高低温等职业危害制定专项防控方案与应急措施；

2 应合理安排作业时间，高温、严寒天气减少室外作业时长，避免极端环境下长时间连续作业；

3 工地试验室无明确温度要求的功能室，工作期间夏季不高于 30℃、冬季不低于 10℃；

4 应针对空气污染程度采取相应防控措施，严重污染时应停止施工；

5 施工现场禁止燃烧垃圾、原煤、木料、油毡、油漆、塑料等产生有毒有害气体的物质，各级配电箱柜应设置具备绝缘隐患监测功能的设备；

6 深井、密闭环境、防水施工应设置自然通风或临时通风设施，易产生有毒有害气体的作业空间需配备监测报警器，实时监测空气质量；

7 野外施工应结合作业区域气候与环境特点，制定防范高温、高湿、高盐、高海拔、沙尘暴等恶劣气候以及野生动植物伤害的专项措施和应急预案；

8 受风力影响较大的施工区域及塔吊等设备，风向、风速监测仪安装率宜达到 100%，结合气象条件优化作业安排；

9 工地现场应设置报警装置、警示标识、安全标志、应急疏散与逃生标志及应急照明设施，配备消暑防寒用品并设专人管理，明确作业风险提示；

10 现场专业技术人员、特种作业人员（如电工、焊工、起重工等）必须按规定取得相应资格证书，持证上岗并定期参加继续教育；

11 应培训操作人员正确使用职业病防护设备与安全防护用品，有毒有害、扬尘、强光、强噪音作业人员必须佩戴对应防护器具。

12 应定期组织职业危害岗位作业人员开展上岗前、在岗期间及离岗时

的职业健康体检，并同步开展职业健康教育；

13 工人劳动强度和工作时间符合《体力劳动强度等级》(GB 3869-1997)规定，建立合理的休息、休假、加班管理制度。

6.7.3 生活保障规定

1 生活区宿舍应符合干燥通风、采光良好、整洁卫生的要求，人均居住面积不小于 2.5 平方米，每间宿舍居住人员不得超过 16 人，设置可开启式外窗，保障室内空气流通；

2 严禁在尚未竣工的建筑物内设置员工宿舍；

3 宿舍照明选用安全电压，用电线路统一规划架设，严禁私拉乱接及使用电炉、明火烧煮食物；

4 宿舍区配备满足人员使用需求的盥洗池、淋浴间等设施；

5 施工现场设置专职或兼职保洁员，负责办公生活区及施工区域公共部位的卫生清扫与日常保洁；

6 配备合适的文体娱乐设施，改善施工人员业余生活条件。

6.7.4 疫病防治规定

1 应建立健全卫生急救、保健防疫管理制度，完善人员健康应急预案，明确应急处置流程；

2 施工现场应按规定设置医务室，或根据工地规模及作业人数配置常用应急药物、急救器材和必要的医疗器械，配备专职或兼职卫生管理员；

3 施工人员进场前应核验健康状况，建立人员健康监测台账，定期开展体温检测等健康排查；

4 应针对季节性传染病及突发公共卫生事件制定专项防控预案与处置措施，发现疑似病例立即启动预案，采取隔离观察、上报及全面消杀等措施；

5 定期对卫生设施、排水沟、阴暗潮湿地带及生活区宿舍、食堂等人员密集场所开展消毒、“灭四害”工作，按规定清掏化粪池，切断传播途径；

6 食堂需取得食品经营许可证并公示，从业人员持有效健康证明上岗，符合《食品安全国家标准 餐饮服务通用卫生规范》(GB 31654-2021)要求，落实个人卫生、食材索证及生熟分开等措施；

7 合理调整作业时间（避开中午高温时段），宿舍内配备空调、风扇等降温设备，施工现场供应防暑饮料及急救药品，保障施工人员身体健康；

8 加强卫生防疫宣传教育，通过张贴标语、发放手册、开展培训等方式，普及疫病防治知识、个人卫生常识，提高施工人员自我防护意识和能力。

7 节能降碳

7.1 一般规定

7.1.1 应制定施工能耗指标，明确生产、生活、办公及大型设备用能标准，实施能耗重点监管并落实节能措施，定期核算能耗，确保不超定额。

7.1.2 应合理规划施工顺序、作业区域、工作面及工序，统筹起重设备及施工设施配置，减少机具数量，推进相邻作业区机具共享；多专业协同作业，优化工艺避免返工。

7.1.3 应积极发展装配式建筑、工厂预制、装配化施工、信息化管理等智能建造方式。

7.1.4 应定期开展能源消耗 QC 活动，结合活动及成本管控需求确定能源用量监控点，在场区各功能区分别设置耗能、耗水及排污计量装置，安装智能监测设备，对能耗数据进行实时监测与分析。

7.1.5 设备及能源选用

1 应选用功率与负载匹配的机械设备，优先采用一级能效施工机械、电器与照明设备，推广节能高效设备（如变频设备、逆变式电焊机等）；

2 避免大功率设备低负载长时间运行或超负荷使用，核心能耗设备实施群控管理；

3 应积极利用太阳能、地热能、风能等清洁能源，鼓励油改电和新能源机具及设备的推广应用；

4 锅炉应选用节能型、新能源型，北方寒冷地区应采用集中供暖；

5 轻卡、中卡应采用非燃油车型，燃油车宜添加节能型油料添加剂；

6 道路及场地路灯宜采用太阳能等可再生能源，日照充足地区优先采用太阳能热水系统，山区优先采用小型风电，因地制宜利用并开发清洁能源；

7 临时码头采用低能耗、高效率装卸设备，优先选用电动力源设备；

8 现场巡检、观摩车辆宜优先选用新能源车辆，宜配备一定比例的充电桩。

7.1.6 机械设备能耗管控

- 1 机械设备宜使用节能型油料添加剂，节约油量；
- 2 建立施工机械设备全生命周期管理制度与档案，开展用油用电量统计，定期维修保养，保障设备低耗高效运行，停工关机减少空转能耗；
- 3 宜采用智能监控系统，对机械耗能及运行轨迹、时间、载荷等参数进行监控统计。

7.1.7 临时设施节能

- 1 施工供电、便道、视频监控等应实现永临结合；
- 2 临时工程、临时房建、钢筋加工场等各类大棚、围挡、人行道路、排水管道盖板等，应按标准化、装配化、模块化原则设计；
- 3 所有大棚应充分利用自然采光，临时设施（含临时建筑物）体形宜规整，充分结合场地自然条件与地形地貌，优化采光、通风、外墙窗遮阳及冬季日照利用；
- 4 临时设施应选用高效保温、隔热、防火的复合墙体和屋面，以及密封保温隔热性能好的门窗；
- 5 有制冷供暖需求的临时建筑，应选用高能效空调或供暖设备，并配套落实围护结构节能保温措施。

7.1.8 用电与照明

- 1 临时用电应合理规划线路铺设、配电箱配置及照明布局，采用可重复利用的可移动箱式配电室，选用节能电线；
- 2 临时用电宜采用满足《电力变压器能效限定值及能效等级》（GB 20052-2020）中能效 3 级以上要求的节能变压器、低压无功补偿装置及有源滤波装置；
- 3 宜错峰用电，应尽可能减少工地自发电，电网未覆盖区域可采用高效柴油机组，并配套尾气净化装置；
- 4 应选用节能型、自动控制设备，灯具以日光型、LED 灯为主，减少射灯及石英灯使用，节能照明灯具配置率不宜低于 80%；
- 5 照明照度按最低需求设计，照明应具备声控、光控、雷达感应等自动控制措施；

6 宜安装用电智能监控系统及可重复使用的太阳能光伏发电系统。

7.1.9 材料选用及固废利用的节能

1 材料采购应综合比选运输距离及材料自身碳排放因子，优先就近采购低碳材料；

2 材料循环利用方案对比新购材料时，应计入循环利用的绿色低碳效应；

3 施工固体废弃物宜采用建筑垃圾碳捕集与矿化、梯级高值化等技术，实现废弃建筑垃圾的高值化利用。

7.2 办公生活区

7.2.1 办公生活区用房自建时，应选用节能、高效、环保的绿色建材及产品，宜采取保温、隔热、遮阳等节能措施。

7.2.2 浴室淋浴开关应为定时自动关闭型，电热水器（含洗漱专用）应设置定时开关，取暖装置宜采用间歇式限时开关。

7.2.3 光照充足地区，应采用太阳能集热器与空气源热泵结合的方式作为生活辅助热水源。

7.2.4 办公设备产生的废硒鼓、废碳粉盒应统一回收，避免随意丢弃，通过专业回收实现材料再生复用，降低原生材料开采加工能耗与碳排放。

7.2.5 办公生活区照明应执行项目临时用电与照明通用规定，宜额外安装分时电力开关，优化用电时段管控。

7.2.6 职工宿舍应安装用电限流装置，规范用电行为，减少能源浪费。

7.3 生产区

7.3.1 场站区

1 预制梁场宜采用 U 形流水生产线，配置智能化管理系统，提升生产效率，降低无效能耗；

2 大型水泥混凝土构件预制厂宜采用智慧化平台或系统进行全生命周期管理，集成原材料进场、混凝土智能拌和、运输及布料、振捣、模板、养护智能控制、预应力智能张拉、压浆，地基沉降及水、电、环境监测等功能模块；

3 拌合站宜建立智慧化拌合生产系统，从原材控制、配比控制、生产控制、运输监控、浇筑管理、节超监测、环境污染控制等全过程进行智慧化管控；

4 拌合生产系统的主要耗能设备宜采用变频与软启动技术，减少设备启停及运行阶段的能源损耗；

5 场站加热宜采用天然气等清洁能源，高速公路、一级公路和城市快速路沥青混凝土拌合站不宜使用重油加热；

6 拌合站料仓宜采用空气源热泵加热技术，通过循环工质在蒸发器中吸收空气中的热量，而后释放热量加热物料或空间； 循环工质是什么

7 混合料拌合系统宜应用废热回收利用技术，减少燃料消耗，提高能源利用效率；

8 标准养护室（箱）应采用装配式构造，屋面设置保温隔热措施，宜配备智能化温湿度自动控制功能，降低温控能耗；

9 钢结构加工应采用专用定型胎架，胎架宜为可调节装配式结构，与焊机、用电线路及其他管线同步设计使用，实现节能、节时、降耗、节人。

7.3.2 路基作业区

1 路基工程宜采用电动压实机、智能洒水车（按作业面精准洒水）、边坡自动修整机等节能型智能设备；

2 路堤压实宜选用压实度实时监控系统，实时监测压路机三维位置、压实度、碾压遍数等参数，减少传统现场测试工具使用频率，提升施工衔接效率；

3 易发生土壤侵蚀和流失的区域，应采用临时生态防护措施实施边坡固土碳汇。

7.3.3 路面工程

1 应优先采用低碳水稳料、低碳沥青混合料，鼓励通过旧料再生利用、工业固废替代天然集料（如钢渣集料）、固废改性技术等方式制备混合料，减少天然资源开采与碳排放；

2 水稳料拌合宜采用“不振动拌缸+振动拌缸”双拌缸组合搅拌模式，提升混合料微观均匀性与致密性，改善离析问题，提高材料易性和易性；

3 水泥稳定碎石基层宜采用双层（三层）连铺或 20~40cm 大厚度摊

铺压实工艺，提升施工效率，大厚度工艺应配备大功率摊铺机、大吨位压路机；

4 宜采用速强免养生水稳碎石技术，掺入高分子聚合物速强外加剂并优化配比，实现快速凝结，缩短施工周期；

5 沥青混合料的运输、摊铺、碾压等环节及工序，宜采用物联网技术进行全流程管控。

7.3.4 桥涵工程

1 桥梁工程宜采用数控弯曲机、切断机等智能钢筋加工设备，预制构件自动温控蒸汽养护窑，以及 GPS 定位桥梁智能吊装设备，提升施工效率；

2 宜采用低碳水泥混凝土，减少水泥用量并选用最大粒径粗集料，鼓励利用卵石破碎料、沿线本土岩料制备低强度混凝土，减少天然集料开采；

3 大直径超深钻孔桩宜采用分级、分段成孔工艺，根据地质条件匹配钻孔设备，降低钻孔作业用电量。

7.3.5 隧道工程

1 隧道工程宜采用喷浆衬砌一体化智能台车、自动锚杆钻机，配置隧道通风变频控制系统，降低施工能耗；

2 隧道洞内洒水车、清扫车、材料运输车及人员运输车，宜采用充电电池作为动力源。

7.3.6 工地试验室净高超过 3m 且有温湿度要求的功能室，应吊顶缩小有效温控空间，降低设备运行负荷，节约能源。

7.4 碳排放管控规定

7.4.1 基本规定

1 施工单位应以合同段或整个项目的施工管理范围作为碳排放管理的组织边界；

2 宜通过工地绿化碳汇、材料循环利用、可再生能源利用、购买碳交易产品等方式减少碳排放；

3 碳排放核算宜采用排放因子法，其碳排放等于对应的工程活动数据与相应的碳排放因子的乘积之和，单位应采用二氧化碳当量(CO₂e)。

7.4.2 碳排放核算边界

- 1** 建设期碳排放应包含直接碳排放和间接碳排放；
- 2** 直接碳排放应包括各类工程机械为项目工作期间燃用化石燃料（煤炭、石油、天然气）所产生的碳排放；
- 3** 间接碳排放应包括材料供应链排放、购入电力碳排放和购入燃料碳排放；
- 4** 材料供应链排放应包括材料生产过程碳排放和材料场外运输过程碳排放；
- 5** 应计算二氧化碳排放，不应计算除二氧化碳外的其他温室气体排放。

7.4.3 应予计入碳排放核算内容

- 1** 施工现场的机械设备、临时设施等正常运转、安拆、维修保养等活动；
- 2** 沥青混凝土、水泥混凝土、水泥稳定集料、砂浆现场拌和与浇注摊铺等现场施工活动；
- 3** 拌和站、加工场、预制场等场站对自采材料、自加工材料以及外购材料的加工活动；
- 4** 自采材料、自加工材料、外购材料从场站运输至施工现场，以及弃土弃渣等废弃物运输至场外的运输活动。

7.4.4 可不纳入核算边界的过程或活动

- 1** 施工机械、装备的制造或者折旧、维修保养、场外转运；
- 2** 服务于公路工程的研究和开发活动；
- 3** 参建单位上级单位的管理活动；
- 4** 无实质性贡献的其他过程。

7.4.5 碳排放核算内容宜按下列要求进行分类统计：

- 1** 路基工程包含土石方开挖、土石方填筑、防护工程、排水工程、特殊路基处理、涵洞工程等活动；
- 2** 路面工程包含底基层、基层、功能层、面层等活动；
- 3** 桥梁工程包含基础工程、下部结构、上部结构、桥面铺装等活动；

4 隧道工程包含开挖、衬砌、防水与排水、照明、通风等活动；

5 附属工程包含公路防撞护栏、隔离栅、标志标线、声屏障、绿化、房建工程等活动；

6 临时工程包括预制场、拌和站、钢筋加工场、碎石加工场等活动。

7.4.6 临时工程碳排放核算要求

1 应覆盖临时工程的全生命周期，包括但不限于下列过程：材料生产（含原材料获取）、材料运输、施工建设、使用维护、最终处置；

2 材料生产及运输包括实体建材（含设备）、辅助及周转材料的生产与运输过程碳排放；

3 施工建设包括施工装备能耗（含电能）、水资源消耗及建筑垃圾运输与处置过程碳排放；

4 使用维护包括设备、照明（不含自产电）、外购热力、水资源（不含自采）消耗碳排放，

5 维修活动碳排放含建材生产运输、维修设备能耗、水资源消耗及建筑垃圾处置碳排放；

6 最终处置包括拆除处置设备能耗、拆解材料及建筑垃圾运输与填埋、水资源消耗碳排放，含回收材料运输碳排放；

7 拆除阶段碳排放需单独核算，包括建筑垃圾运输、填埋或资源化处理的碳排放量。

7.4.7 碳排放核算宜采用核算边界对应的实际活动数据

1 化石燃料消耗量宜采用加油（气）台账或对账单；

2 购入电力消耗量宜采用电表读数或电费购销台账；

3 购入材料的种类和消耗量宜采用工程计量数据或采购清单等资料。

7.4.8 当实际活动数据难以获取时，宜依据 JTG3810-2017、JTG3830-2018、JTG/T3832-2018 的要求，采用预算文件、设计文件等工程资料获取核算边界对应的材料、机械台班消耗量等活动数据。

7.4.9 碳排放核算前应建立化石燃料、外购电力、外购材料和外购燃料的碳排放因子清单，包含名称、代号、规格、单位、碳排放因子、数据来源等信息。

7.4.10 化石燃料、购入材料、购入燃料碳排放因子应按照以下优先次序选取：

- 1 供应商提供的单位产品能耗或经第三方认证的碳足迹、碳标签、环境影响声明等相关数据；
- 2 国家相关部门或项目所在省市公开发布的区域排放因子；
- 3 国内相关标准发布的排放因子，可从 GB/T51366-2019 选取；
- 4 当以上数据有缺省时，可按本文件附录 A、附录 B。

7.4.11 施工单位应结合公路施工特点，编制专项碳排放管理监测计划，需覆盖材料生产运输、建造、拆除、废弃物运输等过程，监测统计能源消耗量、运输工具型号与载重、运输距离等数据。

7.4.12 施工单位应将碳排放数据作为关键工程档案进行管理，所有活动数据应按月统计，核算口径须统一，确保数据的真实性、连续性与可追溯性；碳排放资料的保存期限不应短于公路项目的整体保修期或合同约定的要求。

7.4.13 碳排放报告应以年度为单位进行编制，并在项目交工验收后，对项目全周期的碳排放进行核查，并编制最终的碳排放报告，宜包括但不限于下列内容：

- 1 项目的边界和核算范围；
- 2 为实施碳排放管理所采取的管理与监测计划；
- 3 碳排放相关数据的来源与说明；
- 4 采用的碳排放计算方法、公式及选用的相关碳排放因子清单；
- 5 碳排放总量、各阶段碳排放量及关键排放源分析。

7.4.14 碳排放管理知识培训应包括如下内容：

- 1 国家及地方关于碳排放相关的法律法规、政策和标准；
- 2 高速公路施工过程中碳排放源的识别、控制和碳排放设施管理的要求；
- 3 碳排放核算方法、活动数据收集和排放因子的获取与应用；
- 4 碳排放数据与信息的复核方法、抽样要求和质量管理体系。

7.5 直接碳排放核算方法

7.5.1 直接碳排放指公路工程建设涉及范围内发生的各项建设相关活动使用工程机械燃用化石燃料（煤炭、石油、天然气）所产生的二氧化碳直接排放。

7.5.2 直接碳排放涉及范围应包括项目临建场地（生活区、办公区、钢筋加工场、拌合站及预制场等）和施工场地。

7.5.3 施工机械耗能碳排放计算范围应符合下列规定：

1 包含施工机械正常运转、安拆、维修保养等过程中燃用化石燃料所产生的碳排放，不包含化石燃料的上游生产、运输等过程；

2 为施工现场自发电投入的施工机械纳入计算；

3 为自采材料投入的施工机械纳入计算；

4 不包含施工机械使用电力的间接碳排放。

7.5.4 施工机械耗能碳排放应按下列公式计算：

1 当活动数据来源为实际活动数据时

$$C_d = \sum_{i=1}^n N_{fu,i} EF_{fu,i} \quad (1)$$

式中：

C_d ——施工机械耗能碳排放（kg CO₂e）；

$N_{fu,i}$ ——第 i 种化石燃料消耗量（kg）；

$EF_{fu,i}$ ——第 i 种化石燃料的碳排放因子（kg CO₂e/kg）。

2 当活动数据来源为预算文件时

$$C_{db} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Q_i N_{ms,i,j} EF_{ms,j} \quad (2)$$

式中：

C_{db} ——施工机械耗能碳排放（kg CO₂e）；

Q_i ——第 i 个项目的工程数量（1000 m²、1000m³等）；

$N_{ms,i,j}$ ——第 i 个项目单位工程量的第 j 种施工机械台班消耗量（台班/1000 m²、台班/1000m³等）；

$EF_{ms,j}$ ——第 j 种施工机械台班耗能碳排放因子(kg CO₂e/台班)。

7.6 间接碳排放核算方法

7.6.1 间接碳排放指公路工程耗用的构成工程实体的材料和终端消耗的外部调入电力、燃料在生产及供应过程中产生的碳排放。

7.6.2 间接碳排放应包括材料供应链碳排放、购入电力碳排放和购入燃料排放。

7.6.3 材料供应链碳排放应从生产该材料的原材料开采起至该材料到达施工场地物料仓库止，包括材料生产过程碳排放和材料场外运输过程碳排放。

7.6.4 材料应包括外购构成工程实体的原材料、辅助材料、构配件、零件、半成品或成品。

1 所选材料的总质量不低于公路工程建设所耗材料总质量的 95%；

2 当符合本条第 1 款规定时，质量占比小于 0.1%的材料可不纳入计算。

7.6.5 材料生产过程碳排放指从生产该种材料的原料获取到材料出厂的全部过程中，由于物质和能量流动、转化而产生的碳排放。

7.6.6 材料生产过程碳排放应按下列公式计算：

$$C_{mp} = \sum_{i=1}^n N_{mp,i} EF_{mp,i} \quad (3)$$

式中：

C_{mp} ——材料生产过程碳排放量（kg CO₂e）；

$N_{mp,i}$ ——第*i*种外购材料的总消耗量（t、kg、m³等）；

$EF_{mp,i}$ ——第*i*种外购材料的碳排放因子（kg CO₂e/t、kg、m³等）。

7.6.7 使用工业废料和建筑垃圾替代常规材料、再生循环利用公路工程废旧材料以及通过弃方利用替代常规材料可忽略其材料生产过程碳排放。

7.6.8 材料场外运输过程碳排放指从材料出厂到进入工地仓库之间的运输过程中，由于运输装备消耗能源而产生的碳排放。

7.6.9 材料场外运输过程碳排放应按下列公式计算：

$$C_{mtr} = \sum_{i=1}^n \sum_p^k N_{mtr,i} L_i EF_{tr,p} \quad (4)$$

式中：

C_{mtr} ——材料场外运输过程碳排放量 (kg);

$N_{mtr,i}$ ——第 i 种外购材料的总消耗量 (t、kg、m³ 等);

L_i ——第 i 种材料的场外运输综合运距 (km), 按实际情况取值;

$EF_{tr,p}$ ——第 p 种运输装备单位周转量的碳排放因子 [kg CO₂e/(t·km)], 应按《建筑碳排放计算标准》(GB/T51366—2019)附录E建材运输碳排放因子取用。

7.6.10 材料的活动数据应优先采用实际消耗量数据, 按以下优先次序选择:

- 1 通过物料统计台账、物料管理系统获取主要材料名称及消耗量等数据;
- 2 调查材料进场清单、材料对账清单、物资发料台账获取原材料用量等数据;
- 3 当实际消耗数据无法获取或有缺省时, 可采用预算文件获取相关数据。

7.6.11 购入电力碳排放指公路工程建设期由外部调入的电力消耗在发电过程中产生的碳排放; 不包括相关单位使用发电机自行发电的电力。

7.6.12 购入电力碳排放计算应按下列公式计算:

- 1 当活动数据来源为实际活动数据

$$C_{pe} = (\sum_{i=1}^n N_{ec,i} - N_p) EF_{pe} \quad (5)$$

式中:

C_{pe} ——购入电力间接碳排放 (kg CO₂e);

$N_{ec,i}$ ——第 i 种用电机械设备用电量 (kWh);

EF_{pe} ——购入电力的碳排放因子 (kg CO₂e/kWh);

N_p ——光伏发电系统总上网电量 (kWh)。

- 2 光伏系统总发电量

$$N_p = IK_e \times (1 - K_s) A_p \quad (6)$$

式中:

I ——光伏电池表面的总太阳辐照度 (kWh/m²);

K_e ——光伏电池的转换效率（%）；

K_s ——光伏系统的损失率（%）；

A_p ——光伏系统光伏面板净面积（ m^2 ）。

3 当活动数据来源为预算文件时

$$C_{peb} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Q_i N_{ms,i,j} EF_{pem,j} \quad (7)$$

式中：

C_{peb} ——外购电力间接碳排放（ $kg CO_2e$ ）；

Q_i ——第 i 个项目的工程数量（ $1000 m^2$ 、 $1000 m^3$ 等）；

$N_{ms,i,j}$ ——第 i 个项目单位工程量的第 j 种施工机械台班消耗量（台班/ $1000 m^2$ 、台班/ $1000 m^3$ 等）；

$EF_{pem,j}$ ——第 j 种机械设备在单位台班数内消耗购入电力的碳排放因子（ $kg CO_2e$ /台班）。

7.6.13 购入电力碳排放因子应采用当年度国家或地方相关机构公布的区域电网平均碳排放因子，并符合下列要求：

- 1 若当年度数据尚未公布时，应采用上一年度的公布数据；
- 2 当核算时间少于一年时，宜采用当年度公布数据；
- 3 当核算时间多于一年时，宜采用各年度碳排放因子的加权平均值。

7.6.14 购入燃料碳排放指公路工程建设期外购柴油、汽油、重油等化石燃料的上游生产和运输活动。

7.6.15 购入燃料碳排放计算应按下列公式计算：

1 当活动数据来源为实际活动数据时

$$C_{fup} = \sum_{i=1}^n N_{fup,i} EF_{fup,i} \quad (8)$$

式中：

C_{fup} ——购入燃料间接碳排放（ $kg CO_2e$ ）；

$N_{fup,i}$ ——第 i 种购入燃料消耗量（ kg ）；

$EF_{fup,i}$ ——第 i 种购入燃料的碳排放因子（ $kg CO_2e/kg$ ）。

2 当活动数据来源为预算文件时

$$C_{fupb} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^k Q_i N_{ms,i,j} EF_{fup,l} \quad (9)$$

式中：

C_{fupb} ——购入燃料间接碳排放（kg CO₂e）；

Q_i ——第 i 个项目的工程数量（1000 m²、1000m³等）；

$N_{ms,i,j}$ ——第 i 个项目单位工程量的第 j 种施工机械台班消耗量（台班/1000 m²、台班/1000m³等）；

$EF_{fup,l}$ ——第 j 种机械设备在单位台班数内消耗第 l 种购入燃料的碳排放因子（kg CO₂e/台班）。

附录A 直接碳排放因子

A.0.1 燃用化石燃料的碳排放因子可参考表A.0.1取用。

表A.0.1 主要化石燃料碳排放因子

序号	能源种类	碳排放因子 (kg CO ₂ e/kg)
1	柴油	3.15
2	汽油	3.04
3	重油	3.27
4	煤	2.39

A.0.2 施工机械台班耗能碳排放因子可参考表A.0.2取用。

表A.0.2 施工机械台班耗能碳排放因子

序号	施工机械名称	碳排放因子 (kg CO ₂ e /台班)
1	功率 75kW 以内履带式推土机	173.16
2	斗容量 10 m ³ 以内自行式铲运机	289.80
3	斗容量 1m ³ 履带式单斗挖掘机	235.97
4	斗容量 1 m ³ 轮胎式装载机	154.44
5	功率 90 kW 以内平地机	189.41
6	机械自身质量 12t~15t 光轮压路机	126.00
7	机械自身质量 10t 以内振动压路机	186.48
8	夯击功 1200kN·m 以内强夯机械	108.01
9	电动凿岩机	7.27
10	内燃式凿岩机	38.87
11	稳定土拌和机功率 135kW 以内稳定土拌和机	267.31
12	稳定土厂拌设备生产能力 400t/h 以内	397.42
13	稳定土摊铺机最大摊铺宽度 9.5m	270.49
14	沥青乳化机生产能力 3000L/h 以内	23.54
15	导热油加热沥青设备生产能力 60t/班~80t/班	126.54
16	沥青脱桶设备生产能力 4t/h	417.89

续表A.0.2 施工机械台班耗能碳排放因子

序号	施工机械名称	排放因子 kg CO ₂ e /台班)
17	液态沥青运输车 7000L 以内	142.57
18	沥青洒布机 1000L 以内	14.40
19	生产能力 20t/h 以内沥青混合料拌和设备	704.12
20	最大摊铺宽度 3.6m 以内不带自动找平沥青混合料摊铺机	86.40
21	机械自身质量 12t 以内双钢轮振动压路机	201.60
22	机械自身质量 16t~20t 轮胎式压路机	133.56
23	铣刨宽度 1000mm 以内路面铣刨机	227.71
24	出料容量 250L 以内强制式混凝土搅拌机	30.90
25	容量 200L 以内灰浆搅拌机	9.81
26	输送量 3m ³ /h 以内灰浆输送泵	13.73
27	装载重量 10 t 以内散装水泥车	176.87
28	容量 5m ³ 以内混凝土搅拌运输车	158.41
29	生产能力 50m ³ /h 以内水泥混凝土搅拌站	282.48
30	布料半径 20m 以内混凝土布料机	51.01
31	拉伸力 1200kN 以内预应力拉伸机	18.39
32	容量 4000L 以内洒水汽车	90.32
34	提升质量 30t 以内履带式起重机	166.32
35	提升质量 25t 以内轮胎式起重机	155.77
36	提升质量 8t 以内汽车式起重机	89.78
38	提升质量 10t 以内跨度 20m 龙门式起重机	27.46
39	牵引力 10kN 以内单筒慢动电动卷扬机	12.11
40	带长×带宽(m×m)10×0.5 皮带运输机	12.11
41	空顶自身质量(t)≤1000 箱涵顶进设备	24.08
42	管径(mm)≤1200 人工挖土法顶管设备	85.44
43	管径(mm)≤1000 挤压法顶管设备	98.51
44	锤质重 2.5t 以内轨道式柴油打桩机	201.89
45	激振力 500kN 以内振动打拔桩机	142.38
46	压力 1200kN 以内液压式静力压桩机	79.38

续表A.0.2 施工机械台班耗能碳排放因子

序号	施工机械名称	排放因子 (kg CO ₂ e /台班)
47	钻孔直径 2500mm 以内回旋钻机	446.04
48	钻孔直径 1000mm 以内汽车式钻孔机	91.56
49	钻孔直径 1500mm 以内全套管钻孔机	562.40
50	钻孔直径 1200mm 履带式旋挖钻机	481.95
51	钻孔直径 600mm 以内螺旋钻孔机	137.68
52	直径 40mm 以内钢筋切断机	17.05
53	直径 40mm 以内钢筋弯曲机	7.98
54	全自动钢筋笼滚焊机	407.05
55	功率 32kW 以内直流电弧焊机	52.06
56	电流 500A 以内氩弧焊机	60.78
57	电流 250A 以内 CO ₂ 保护焊机	30.39
58	厚度 100mm 半自动切割机	30.39
59	电流 1200A 以内自动埋弧焊机	110.51
60	容量 75kV·A 以内交流对焊机	100.84

附录B 间接碳排放因子

B.0.1 材料生产过程碳排放因子可参考表 B.0.1取用。

表B.0.1 主要材料生产过程碳排放因子

序号	材料(设备)名称	排放因子	单位
1	M5水泥砂(商)	64.0	kg CO ₂ e /m ³
2	M50水泥砂(商)	145.8	kg CO ₂ e /m ³
3	1:1水泥砂(商)	730.2	kg CO ₂ e /m ³
4	1:3水泥砂(商)	393.7	kg CO ₂ e /m ³
5	M2.5混合砂(商)	199.2	kg CO ₂ e /m ³
6	M10混合砂(商)	315.4	kg CO ₂ e /m ³
7	水泥浆(32.5)(商)	1761.5	kg CO ₂ e /m ³
8	水泥浆(42.5)(商)	2445.5	kg CO ₂ e /m ³
9	普 C10-32.5-2(商)	323.0	kg CO ₂ e /m ³
10	普 C40-32.5-2(商)	410.0	kg CO ₂ e /m ³
11	泵 C15-32.5-2(商)	178.0	kg CO ₂ e /m ³
12	水 C20-32.5-4(商)	361.2	kg CO ₂ e /m ³
13	特粗式沥青碎石(商)	3.8	kg CO ₂ e /m ³
14	水泥土(商)	120.6	kg CO ₂ e /m ³
15	HPB300钢筋	2375.0	kg CO ₂ e /t
16	HRB400钢筋	2340.0	kg CO ₂ e /t
18	钢绞线	2340.0	kg CO ₂ e /t
19	钢丝	2.4	kg CO ₂ e /kg
20	钢管	2430.0	kg CO ₂ e /t
21	钢模板	2400.0	kg CO ₂ e /t
22	铸铁	1.8	kg CO ₂ e /kg
25	石油沥青	174.2	kg CO ₂ e /t
26	改性沥青	295.9	kg CO ₂ e /t
27	环氧沥青	235.1	kg CO ₂ e /t
28	橡胶沥青	80.3	kg CO ₂ e /t
29	乳化沥青	221.0	kg CO ₂ e /t
30	改性乳化沥青	221.0	kg CO ₂ e /t

续表B.0.1 主要材料(设备)生产过程碳排放因子

序号	材料(设备)名称	排放因子	单位
31	聚丙烯纤维	1.4	kg CO ₂ e /kg
32	三维植被网	5.6	kg CO ₂ e /m ²
33	土	2.2	kg CO ₂ e /m ³
34	碎石土	3.4	kg CO ₂ e /m ³
35	砂砾土	3.4	kg CO ₂ e /m ³
36	粉煤灰	0.1	kg CO ₂ e /t
37	砾石 (2 cm)	3.6	kg CO ₂ e /m ³
38	片石	3.5	kg CO ₂ e /m ³
39	大卵石	3.8	kg CO ₂ e /m ³
40	碎石 (2cm)	3.8	kg CO ₂ e /m ³
41	32.5级水泥	677.7	kg CO ₂ e /t
42	62.5级水泥	1041.6	kg CO ₂ e /t
43	电缆	0.1	kg CO ₂ e /m
44	电线	0.2	kg CO ₂ e /m
45	裸铝(铜)线	7.5	kg CO ₂ e /m
46	光缆	0.1	kg CO ₂ e /m

B.0.1 主要购入燃料的碳排放因子可参考表B.0.2取用。

表B.0.2 主要购入燃料碳排放因子

序号	材料类型	碳排放因子 (kg CO ₂ e/kg)
1	柴油	0.67
2	汽油	0.81
3	重油	1.09
4	煤	0.17

附录C 绿色工地管理记录表

表 C.0.1 施工用地统计

工程名称		施工阶段	
序号	用地类型	占地面积	占建设用地百分率
1	临时道路		
2	办公区房屋		
3	材料堆放区		
4	材料加工区		
5	现场绿化		
6	生活区房屋		
7	场站区		
8	其他		
	合计		
填表人		日期	

注：后附平面布置图

表 C.0.2 场地内绿化统计及绿化率计算书

工程名称		施工阶段	
序号	绿地类型	面积	占场地内临时用地百分率
合计			
填表人		日期	

表 C.0.3 既有建筑、市政设施和周边道路利用统计

工程名称				
序号	项目名称	既有建筑、市政设施和周边道路利用面积或利用量	临时建筑与永久建筑结合利用面积	小计
1	道路			
2	管线			
3			
填表人			日期	

表 C.0.4 夜间、雨天、冬期施工时间记录

工程名称				
时间	夜间作业	雨天作业	冬期作业	记录人

表 C.0.5 夜间施工非作业区域照明灯具使用记录

工程名称			
时间	夜间作业	非作业区域照明使用情况	记录人

表 C.0.6 污水排放监测记录

工程名称											
序号	时间 (年、月、日)	监测 位置	PH 值	化学 需氧 量	五日 生化 需氧 量	氨氮	阴离子 表面 活性剂	色度	浊度	责任人	备注

注：测量位置应是污水排入市政管网的出水口，该工程所有出水口均应进行监测。

表 C.0.7 车辆进出场记录

工程名称										
序号	进出场时间 年 月 日		车 辆 牌 号	车辆是否 冲洗干净		车辆是否 超载		渣土是否 覆盖严密		记录人
	进场(时、分)	出场 (时、分)		是	否	是	否	是	否	

表 C.0.8 施工现场洒水清扫记录

工程名称					
施工阶段					
日期	洒水清扫部位	洒水清扫方式	操作人	负责人	备注

表 C.0.9 施工场地空气质量指数检查记录

工程名称				施工阶段	
序号	检查部位	检查时间	施工场地内 PM2.5/PM10	同时段县(市、区) PM2.5/PM10	检查人

表 C.0.10 噪声监控记录

工程名称					
测量仪器				测量日期	
形象进度				测量人	
序号	测量时间 (时、分)	监测点编号	测量值	达标情况	备注

注：应附现场平面布置图，并注明噪声监测点位置。

表 C.0.11 有毒有害废弃物统计

工程名称						
日期	废弃物类型	数量	处理途径	操作人	负责人	备注

表C.0.12 用水量统计

工程名称									
序号	日期 (年、月、日)	水表读数		用水量(m³)		小计	责任人	备注	
1		1号表		1号表					
		2号表		2号表					
						
						

注：用水量按生活用水和施工用水分别统计。

表 C.0.13 施工现场管网和用水器具核查记录

工程名称					
序号	检查日期	检查部位	检查结果	检查人	备注

表C.0.14 施工现场节水系统及节水器具统计

工程名称			日期	年 月 日		
序号	节水系统/节水器具	数量	单位	使用地点	备注	记录人
1	雨水收集系统					
2	可再利用水处理系统					
3	节水型水龙头					
4	低水量冲洗便器或缓 冲冲洗阀					
5	环保型移动厕所					
6	免冲水移动厕所					
.....					

注：1、节水系统/节水器具类型可根据实际情况进行调整；2、后附相应的影像资料。

表 C.0.15 非传统水使用记录

工程名称							
时间	回收收集量 (m³)	使用部位			再利用率(%)	占总用水量比例	记录人

表 C.0.16 基坑降水使用记录

工程名称				
时间	抽取量 (m ³)	排放量 (m ³)	利用量 (m ³)	记录人

表 C.0.17 材料进场计划

工程名称						
序号	材料名称	规格型号	单位	数量	进场时间	记录人

表 C.0.18 材料运输与装卸实施记录

工程名称					
序号	进场/出场时间	材料名称	采用措施	备注	记录人

表 C.0.19 材料出/入库登记

工程名称						
序号	日期	材料规格、名称	数量	出/入库人签字	仓管员签字	备注

表 C.0.20 现场材料堆放情况汇总

工程名称				
序号	材料名称	堆放地点	使用时间	采取的主要保存措施
填表人		时间		

表 C.0.21 绿色建筑材料

工程名称					
序号	材料或物资名称	供应商	使用部位	数量	备注
填表人		时间			

表 C.0.22 材料包装物回收统计

工程名称					
序号	日期	包装物类型	包装物数量	回收率	处理人

表 C.0.23 可再利用或可再循环材料统计

工程名称						
序号	可再利用或可再循环材料名称	使用部位	可再利用价值	总用量	再利用数量	再利用率
填表人		时间				

表 C.0.24 新型模板统计

工程名称					
序号	模板名称	数量(m ²)	周转次数	效果分析	备注
填表人			时间		

表 C.0.25 模板、脚手架材料周转统计

工程名称					
序号	材料名称	数量	单位	周转次数	周转率
填表人			时间		

表 C.0.26 钢筋/混凝土余料使用记录

工程名称						
序号	日期	位置	收集数量	再利用数量	用途	备注
填表人			时间			

表 C.0.27 废旧钢筋处理台账

工程名称					
序号	日期	处理数量	处理方式	处理人	备注

表 C.0.28 就地取材率统计

工程名称							
序号	材料名称	数量	单位	生产厂家	地址	至工程现场距离(km)	是否 500km 之内
距现场 500km 以内生产的工程材料用量占工程材料总用量的比例为 %							

表 C.0.29 重复使用率计算书

工程名称					
序号	材料名称	进场使用数量	重复数量	用途	重复使用率
填表人		时间			

表 C.0.30 建筑垃圾回收利用统计

工程名称										
建筑垃圾类型	产生时间	产生部位	产生垃圾量	回收利用途径	回收利用量	回收利用时间	回收利用率(%)	操作人	负责人	备注

表 C.0.31 建筑/生活垃圾清运记录

工程名称					
序号	时间(年、月、日)	数量	责任人	备注	

表 C.0.32 用电量统计

工程名称								
序号	日期 (年、月、日)	电表读数		用电量 (kWh)		小计	责任人	备注
		1号表		1号表				
		2号表		2号表				
					
					

注：用电量按生活用电和施工用电分别统计。

表 C.0.33 照明灯具统计

工程名称						
序号	照明灯具	功率	数量	使用部位	是否为节能灯具	备注
填表人				时间		

表 C.0.34 用电量核算分析

序号	施工阶段及区域	目标耗电量	实际耗电量	实际耗电量/万元产值
填表人				时间

表 C.0.35 重点能耗设备用电量记录

工程名称			设备		
序号	电表读数	时间	用电量	超过/节约量	记录人
填表人				时间	

表 C.0.36 油料使用统计

工程名称								
序号	日期 (年、月、日)	机械 名称	使用前 油表读 数	使用后油 表读数	油料消 耗量 (h/L)	小计	责任人	备注
		机械 1						
		机械 2						
		机械 3						
							

表 C.0.37 燃气使用统计

工程名称								
序号	日期 (年、月、日)	机械 名称	使用前 燃气读 数	使用后 燃气读 数	燃气消 耗量 (m ³)	小计	责任人	备注
		机械 1						
		机械 2						
							

表 C.0.38 再生能源利用统计

工程名称							
序号	时间(年、月、日)	太阳能转换用电量(kWh)			责任人	备注	
		路灯	热水器	其他			
小计					总计		

表 C.0.39 机械设备维修保养台账

工程名称						
序号	机械设备名称	规格型号	维修保养时间	操作人	负责人	备注

表 C.0.40 机械设备维修保养记录

工程名称				机械设备名称	
时间	保养部位	情况描述	保养人员	验收人	

表 C.0.41 隔油池/化粪池定期清理记录

工程名称						
序号	时间 (年、月、日)	位置	清理单位	垃圾数量	责任人	备注

表 C.0.42 消毒记录

工程名称					
序号	时间 (年、月、日)	消毒方法	消毒药品	责任人	备注

注：应分别对食堂、排水沟、生活区及办公区的厕所(含移动厕所)进行记录。