



T/CECS G: XXXX 2026

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路路基工程碳排放计算标准

(征求意见稿)

Standard for Carbon Emission Calculation of Highway
Subgrade Engineering

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

中国工程建设标准化协会标准

公路路基工程碳排放计算标准
(征求意见稿)

Standard for Carbon Emission Calculation of Highway Subgrade
Engineering

T/CECS G: XXXXX-2026

主编单位: 中交第二公路勘察设计研究院有限公司

发布机构: 中国工程建设标准化协会

实施日期: 2026年××月××日

人民交通出版社股份有限公司

北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会下达的《关于印发2024年第二批协会标准、修订计划的通知》（建标协字[2024]28号）的要求，由中交第二公路勘察设计研究院有限公司作为主编单位承担《公路路基工程碳排放计算标准》（以下简称“本标准”）的制定工作。

编制组在分析总结国内外公路路基工程相关技术及碳排放计算方法成果的基础上，广泛征求了有关单位和专家意见，经反复讨论修改，编制完成本标准。

本标准分为6章及7篇附录，主要内容包括：1 总则，2 术语，3 基本规定，4 直接碳排放计算，5 间接碳排放计算，6 碳排放计算程序及计算方式，附录A 建材碳排放因子，附录B 建材运输碳排放因子，附录C 常用施工机械台班能源用量，附录D 常用电力碳排放因子，附录E 碳排放计算项目内容及基准值，附录F 建设项目属性信息表，附录G 项目碳排放计算汇总表。

本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本标准提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本标准相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。

本标准由中国工程建设标准化协会公路分会归口，由中交第二公路勘察设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本标准日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路8号；邮编：100088；电话：010-62079983；传真：010-62079839；电子邮箱：shc@rioh.cn），或张静波（地址：湖北省武汉市经济技术开发区创业路18号；联系电话：027-84214165转4460；电子邮箱：zhangjingbo@ccccltd.cn），以便修订时研用。

主 编 单 位： 中交第二公路勘察设计研究院有限公司

参 编 单 位： 交通运输部公路科学研究院
中国科学院武汉岩土力学研究所
长沙理工大学
湖北长江路桥有限公司
湖北经济学院
广西交科集团

主 编： 张静波

主要参编人员： 余 梦 杨 明 李卓智 庄稼丰 陈楚龙 柳 刚 张于平 罗

晶 刘志方 宋常军

主 审：聂承凯

参与审查人员：

目 次

1 总则	2
2 术语	3
3 基本规定	5
3.1 计算原则	5
3.2 计算范围	5
3.3 计算资料	6
3.4 计算内容	7
4 直接碳排放计算	7
4.1 一般规定	7
4.2 施工人员生活耗能碳排放	7
4.3 施工机械耗能碳排放	8
4.4 施工条件影响增加碳排放	9
4.5 施工场地建设耗能碳排放	14
4.6 建设期其他直接碳排放	14
5 间接碳排放计算	15
5.1 一般规定	15
5.2 材料（设备）生产过程碳排放	15
5.3 材料（设备）场外运输过程碳排放	16
5.4 外购电力发电过程碳排放	17
6 碳排放计算程序及计算方式	18
附录 A 建材碳排放因子	19
附录 B 建材运输碳排放因子	21
附录 C 常用施工机械台班能源用量	22
附录 D 常用电力碳排放因子	25
附录 E 碳排放计算项目内容及基准值	27
附录 F 建设项目属性信息表	35
附录 G 项目碳排放计算汇总表	36
本标准用词用语说明	37

1 总则

1.0.1 为加强公路工程建设期碳排放核算管理，规范公路路基工程建设碳排放计算方法，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、改扩建工程公路路基工程在公路规划、设计和施工阶段或在公路建造后的碳排放量计算。

1.0.3 公路路基工程碳排放计算应遵循“科学规范、边界清晰、方法统一、数据可溯”的原则，确保计算过程的规范性、计算结果的准确性与可比性。

1.0.4 公路路基工程碳排放计算除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 公路路基工程碳排放 carbon emissions from highway subgrade engineering

公路路基工程在与其有关材料（设备）生产及运输阶段、建造阶段产生的二氧化碳排放量的总和。

2.0.2 公路路基工程建设直接碳排放（简称“直接碳排放”） direct carbon emissions from highway infrastructure construction（referred to as “direct carbon emissions”）

公路路基工程建设范围内发生的各项建设相关活动产生的二氧化碳直接排放。公路路基工程建设空间范围包括项目“两区三厂”、施工场地和施工便道。

2.0.3 公路路基工程建设间接碳排放（简称“间接碳排放”） indirect carbon emissions from highway infrastructure construction（referred to as “indirect carbon emissions”）

公路路基工程在建设期耗用的构成工程实体的材料（设备）和终端消费的外部调入电力在生产及供应过程中产生的碳排放。

2.0.4 施工人员生活耗能碳排放 construction personnel's daily energy consumption and carbon emissions

从事公路路基工程施工的生产工人在项目生活期间消耗化石燃料所产生的碳排放。

2.0.5 施工机械耗能碳排放 energy consumption and carbon emissions of construction machinery

各类工程机械和工程仪表为项目工作期间消耗化石燃料（煤炭、石油、天然气）所产生的碳排放。

2.0.6 施工条件影响增加碳排放 the impact of construction conditions increases carbon emissions

受不利环境条件影响造成路基工程项目施工过程中化石燃料消耗量增加，从而导致的二氧化碳直接排放量增加。

2.0.7 施工场地建设耗能碳排放 construction site construction energy consumption and carbon emissions

按照工地建设标准化要求，在集中办公、生活居住房屋，公用房屋和生产用房屋等施工场地设施建设过程中，由于施工人员生活耗能和施工机械耗能所产生的碳排放。

2.0.8 建设期其他直接碳排放 other direct carbon emissions during the construction period

发生在公路路基工程建设项目的的生活区、办公区和施工场地的，除了工程施工直接碳排放之外，由于必需的项目管理行为消耗化石燃料而产生的碳排放。包括项目管理措施碳排放、联合试运转措施碳排放、工程保通措施碳排放和不可预计碳排放。

2.0.9 材料（设备）生产过程碳排放 carbon emissions during the production process of materials or equipment

从生产该种材料（设备）的原料获取到材料出厂的整个过程中，由于物质和能量流动、转化而产生的碳排放。

2.0.10 材料（设备）场外运输过程碳排放 carbon emissions during off-site transportation of materials or equipment

从材料（设备）出厂到进入工地仓库之间的运输过程中，由于车辆消耗能源而产生的碳排放。

2.0.11 外购电力发电过程碳排放 carbon emissions during the process of purchasing electricity for power generation

公路路基工程建设期由外部调入的电力在发电过程中产生的碳排放。

2.0.12 碳排放因子 greenhouse gas emission factor

将能源与材料消耗量与二氧化碳排放相对应的系数，用于量化公路路基工程不同阶段相关活动的碳排放。

2.0.13 计算边界 evaluate boundaries

与公路路基工程建材生产与运输、现场施工与管理等活动相关的碳排放的计算范围。

3 基本规定

3.1 计算原则

3.1.1 公路路基工程碳排放计算应遵守一致性、准确性、透明性、客观性和保守性。

条文说明

遵守一致性、准确性、透明性、客观性的原则主要是为了避免产生数据失真、决策失误及环境风险等影响等。

一致性是要求在计算的时间范围，采用相同的计算方法和程序，使用相同或相似的数据来源，确保计算结果可进行比较。

准确性是要求在计算过程中，使用的数据应准确无误、来源可靠，对公路路基工程的碳排放进行准确计算。

透明性是要求对于数据获取、碳排放计算方法公开，确保数据的可追溯性，核查人员和主管机构能够复核计算。

客观性是要求计算方法合理，所有数据来源、计算方法和结果具有真实性和可靠性，无偏见。

保守性是在数据存在不确定性或无法精确获取时，应采取“宁可高估排放、也不低估排放”的估算和处理方式，以确保计算结果不会导致配额过量发放或减排量被高估。

3.1.2 公路路基工程碳排放计算结果应能与其他项目的计算数据进行比较，计算方法和过程应能复现。

3.2 计算范围

3.2.1 公路路基工程碳排放计算可以分部工程、分项工程为核算对象，公路路基工程碳排放计算的范围边界应包含直接碳排放和间接碳排放。计算边界内碳排放源组成应按表 3.2.1 进行分类。

表 3.2.1 公路路基工程碳排放源组成

范围边界	类别	子类	备注
直接碳排放	工程施工直接碳排	施工人员生活耗能碳排放	

	放	施工机械耗能碳排放	
		施工条件影响增加碳排放	冬季、雨季、夜间、高原地区、风沙地区、沿海地区施工以及行车干扰增加的碳排放
		施工场地建设耗能碳排放	
	建设期其他直接碳排放		
间接碳排放	材料（设备）供应链碳排放	材料（设备）工厂生产过程碳排放	
		材料（设备）场外运输过程碳排放	
	外购电力发电过程碳排放		

3.2.2 公路路基工程碳排放计算应仅计算二氧化碳排放，不计算除二氧化碳外的其他温室气体排放。

3.2.3 公路路基工程碳排放计算的时间范围应符合下列规定：

- 1 直接碳排放计算从项目开工起至项目竣工验收止。
- 2 材料（设备）供应链碳排放计算从生产该材料（设备）的原材料开采起至该材料（设备）到达施工场地物料仓库止。
- 3 外购电力发电过程碳排放计算与国家相关机构（生态环境部等）规定的区域电网平均二氧化碳排放的计算范围保持一致。

3.3 计算资料

3.3.1 公路路基工程建设各阶段碳排放计算活动数据选取可包括以下内容：

- 1 规划阶段碳排放计算活动数据宜来源于项目建议书、可行性研究报告；
- 2 设计阶段碳排放计算活动数据宜来源于设计图纸、设计说明书；
- 3 施工阶段碳排放计算活动数据宜来源于施工组织设计、施工日志、现场监测数据等。

3.3.2 数据获取涉及路基填料的种类、数量和来源分析，车辆运输距离计算，现场施工能源消耗类型确定及实际能耗量监测等。

3.3.3 公路路基工程在直接碳排放和间接碳排放中因电力消耗造成的碳排放计算，宜采用由国家相关机构公布的多级电网的当年平均碳排放因子，可包括以下数据类型：

- 1 全国电网平均碳排放因子；

- 2 省级电网平均碳排放因子；
- 3 区域电网平均碳排放因子。

3.3.4 活动数据及碳排放因子的数据验证原则包括一致性验证和准确性验证，可涉及以下内容：

1 一致性验证应对比设计文件、施工日志记录等不同来源获取的活动数据，验证获取数据是否符合工程实际情况。对比国际权威数据库、国家和行业标准数据，确保选取的碳排放因子符合行业认可的范围。

2 准确性验证应准确核对公路路基工程量清单，将获取的数据与类似项目的活动数据及碳排放因子的经验数据对比，对检查数据进行差异性分析。

3.4 计算内容

公路路基工程碳排放计算应以单个路基工程建设项目为计算对象，应对分部分项工程按表 3.4 分阶段开展碳排放计算，累计得到公路路基工程碳排放。

表 3.4 公路路基工程碳排放计算项目表

序号	项目	直接碳排放		间接碳排放	
		工程施工直接碳排放	建设期其他直接碳排放	材料（设备）供应链碳排放	外购电力发电过程碳排放
1	建筑安装工程				
102	路基工程	●		●	●
110	施工场地建设	●			
2	工程建设管理				
201	工程建设管理活动		●		

注：符号●表示此类项目应纳入计算的碳排放源。

4 直接碳排放计算

4.1 一般规定

4.1.1 直接碳排放应包括路基工程施工直接碳排放和建设期其他直接碳排放。

4.1.2 工程施工直接碳排放应包括施工人员生活耗能碳排放、施工机械耗能碳排放和施工场地建设耗能碳排放。

4.2 施工人员生活耗能碳排放

4.2.1 施工人员生活耗能碳排放计算范围应符合下列规定：

1 包括生产工人住宿、餐饮炊事、取暖降温、照明、电器使用和通勤等活动产生的碳排放。

2 不包括施工管理人员在项目生活期间消耗化石燃料所产生的碳排放，相应碳排放在建设期其他直接碳排放中统筹考虑。

4.2.2 施工人员生活耗能碳排放应按式（4.2.2）计算：

$$E_p = \sum_{i=1}^n (A_i \times N_{p,i} \times EF_p) \quad (4.2.2)$$

式中： E_p --施工人员生活耗能碳排放量（ kgCO_2 ）；

A_i --第 i 项工程内容的工程数量（工程数量表列单位）；

$N_{p,i}$ --第 i 项工程内容的人工消耗量（工日/工程数量表列单位）；

EF_p --施工人员生活耗能碳排放因子（ $\text{kgCO}_2/\text{工日}$ ），应优先采用经验数据，当缺少经验数据时，可按 $1.84\text{kgCO}_2/\text{工日}$ 计取；

i --计算项目序号。

4.3 施工机械耗能碳排放

4.3.1 施工机械耗能碳排放计算范围应符合下列规定：

1 包括施工机械正常运转、安拆、维修保养等过程中燃用化石燃料所产生的碳排放。

2 无论是购买或租赁的施工机械均应纳入计算。

3 为施工现场自发电投入的施工机械应纳入计算。

4 为自采材料投入的施工机械应纳入计算。

5 不包含施工机械使用电力的间接碳排放。

4.3.2 施工机械耗能碳排放应按式（4.3.2）计算：

$$E_c = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (A_i \times N_{e,i,j} \times EF_{e,j}) \quad (4.3.2)$$

式中： E_c --施工机械耗能碳排放量（ kgCO_2 ）；

A_i --第 i 项工程内容的工程数量（工程数量表列单位）；

$N_{e,i,j}$ --第 i 项工程内容中第 j 种施工机械的台班消耗量（台班/工程数量表列单位），仅计算燃用化石燃料的施工机械；

$EF_{c,j}$ --第j种施工机械的台班耗能碳排放因子 ($\text{kgCO}_2/\text{台班}$)；

i--计算项目序号。

j--施工机械序号。

4.4 施工条件影响增加碳排放

4.4.1 施工条件影响增加碳排放包括冬季施工增加碳排放、雨季施工增加碳排放、夜间施工增加碳排放、高原地区施工增加碳排放、风沙地区施工增加碳排放、沿海地区施工增加碳排放、行车干扰增加碳排放。具体内容如下：

1 冬季施工增加碳排放。按照公路基础设施施工及验收规范所规定的冬季施工要求，为保证工程质量和安全生产所需采取防寒保温设施或改变技术操作过程，以及低温导致工效降低和机械作业效率降低等增加的碳排放量。

2 雨季施工增加碳排放。雨季期间施工为保证工程质量和安全生产所需采取防雨、排水、防潮和防护措施或改变技术操作过程，以及雨季导致工效降低和机械作业率降低等增加的碳排放量。

3 夜间施工增加碳排放。根据设计、施工技术规范 and 合理施工组织要求，必须在夜间施工或必须昼夜连续施工而发生的夜间施工降效、施工照明设备用电等增加的碳排放量。

4 高原地区施工增加碳排放。在海拔高度 2000m 以上地区施工，由于受气候、气压影响，致使人工、机械工作效率降低和燃料燃烧效率降低而增加的碳排放量。

5 风沙地区施工增加碳排放。在沙漠地区施工时，由于受风沙影响，按照施工及验收规范要求，为保证工程质量和安全生产，采取防风、防沙措施或积沙、风蚀清理修复措施，以及人工、机械效率降低等增加的碳排放量。

6 沿海地区施工增加碳排放。工程项目在沿海地区施工受海风、海浪和潮汐的影响，致使人工、机械效率降低等增加的碳排放量。

7 行车干扰增加碳排放。由于边施工边维持通车，受行车干扰影响，致使人工、机械效率降低增加的碳排放量。

4.4.2 施工条件影响增加碳排放应按下列式计算：

$$E_c = (E_p + E_e) \times \sum_{q=1}^7 \alpha_q \quad (4.4.2)$$

式中： E_c --施工条件影响增加碳排放量（ $kgCO_2$ ）；

E_p --施工人员生活耗能碳排放量（ $kgCO_2$ ）；

E_c --施工机械耗能碳排放量（ $kgCO_2$ ）；

α_q --第 q 项施工条件影响增加碳排放计算系数（%）。

4.4.3 各项施工条件影响增加碳排放计算系数应按下列工程类别选取：

- 1 土方：人工及机械施工的土方工程、路基掺灰、路基换填及台背回填。
- 2 石方：人工及机械施工的石方工程。
- 3 运输：用汽车、拖拉机、机动翻斗车、船舶等运送土石方、水泥混凝土及预制构件、绿化苗木等工程。
- 4 构造物I：砍树挖根、拆除工程、排水、防护、特殊路基处理中的圬工构造物、交通安全设施、临时电力和电信设施、临时轨道、绿化工程等工程。
- 5 构造物II：外购混凝土构件、设备安装工程等。
- 6 钢材及钢结构：所有工程的钢材及钢结构等工程。

详细系数取值说明见 4.4.5-4.4.11。

4.4.4 一条路线穿过环境条件不同的多个区域时，可分段计算或按各区的工程量比例求得全线平均的施工条件影响增加碳排放计算系数。

4.4.5 冬季施工增加碳排放计算系数应根据工程所在地气温区，按表 4.4.5 的规定取值。

表 4.4.5 冬季施工碳排放增加计算系数表（%）

工程类别	冬季期平均温度（ $^{\circ}C$ ）								准一区	准二区
	-1 以上		-1~ -4		-4~ -7	-7~ -10	-10~-14	-14 以下		
	冬一区		冬二区		冬三区	冬四区	冬五区	冬六区		
	I	II	I	II						
土方	0.835	1.301	1.800	2.270	4.288	6.094	9.140	13.720	—	—
石方	0.164	0.266	0.368	0.429	0.859	1.248	1.861	2.801	—	—
运输	0.166	0.250	0.354	0.437	0.832	1.165	1.748	2.643	—	—
构造物I	0.652	0.940	1.265	1.438	2.607	3.527	5.291	7.936	0.115	0.288
构造物II	1.616	2.296	3.114	3.523	6.403	8.680	13.020	19.520	0.292	0.721
钢材及钢结构	0.04	0.101	0.141	0.181	0.301	0.381	0.581	0.861	—	—

注：全国冬季施工气温区划分应按行业标准《公路工程项目概算预算编制办法》JTG 3830-2018 附录 D 执行。

4.4.6 雨季施工增加碳排放计算系数应根据工程所在地雨量区、雨季期，按表 4.4.6 的规定取值。

表 4.4.6 雨季施工碳排放增加计算系数表 (%)

工程类别	雨季期 (月数)																			
	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	雨量区							
	I	I	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	II	II
土方	0.140	0.175	0.245	0.385	0.315	0.455	0.385	0.525	0.455	0.595	0.525	0.700	0.595	0.805	0.665	0.939	0.764	1.114	1.289	1.499
石方	0.105	0.140	0.212	0.349	0.280	0.420	0.349	0.491	0.418	0.563	0.487	0.667	0.555	0.772	0.626	0.876	0.701	1.018	1.194	1.373
运输	0.142	0.178	0.249	0.391	0.320	0.462	0.391	0.568	0.462	0.675	0.533	0.781	0.604	0.888	0.675	0.959	0.781	1.136	1.314	1.527
构造物I	0.098	0.131	0.164	0.262	0.196	0.295	0.229	0.360	0.262	0.426	0.327	0.491	0.393	0.557	0.458	0.622	0.524	0.753	0.884	1.015
构造物II	0.200	0.266	0.366	0.565	0.466	0.699	0.565	0.832	0.665	0.998	0.765	1.164	0.898	1.331	1.031	1.497	1.164	1.730	1.996	2.295
钢材及钢结构	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：1 室内工程及设备安装工程不计雨季施工增加碳排放。

2 全国雨季施工雨量区及雨季区划分应按行业标准《公路工程项目概算预算编制办法》JTG 3830-2018 附录 E 执行。

4.4.7 夜间施工增加碳排放计算系数应按表 4.4.7 的规定取值。

表 4.4.7 夜间施工碳排放增加计算系数表 (%)

工程类别	增加比率
构造物 II	1.702
钢材及钢结构	0.874

4.4.8 高原地区施工增加碳排放计算系数应按表 4.4.8 的规定取值。

表 4.4.8 高原地区施工碳排放增加计算系数表 (%)

工程类别	海拔高度 (m)						
	2001~2500	2501~3000	3001~3500	3501~4000	4001~4500	4501~5000	5000 以上
土方	13.295	19.709	27.455	38.875	53.102	70.162	91.853
石方	13.711	20.358	29.025	41.435	56.875	75.358	100.223
运输	13.288	19.666	26.575	37.205	50.493	66.438	85.040
构造物 I	12.799	19.051	27.989	40.356	55.723	74.098	95.521
构造物 II	12.786	18.985	27.054	38.616	53.004	70.217	93.371
钢材及钢结构	13.204	19.622	28.269	40.492	55.699	73.891	98.930

4.4.9 风沙地区施工增加碳排放计算系数应根据工程所在地的风沙区划及类别，按表 4.4.9 的规定取值。

表 4.4.9 风沙地区施工碳排放增加计算系数表 (%)

工程类别	风沙一区			风沙二区			风沙三区		
	沙漠类型								
	固定	半固定	流动	固定	半固定	流动	固定	半固定	流动
土方	4.558	8.056	13.674	5.618	12.614	23.426	8.056	17.331	27.507
石方	0.745	1.490	2.981	1.014	2.236	3.959	1.490	3.726	5.216
运输	4.304	8.608	13.988	5.380	12.912	19.368	8.608	18.292	27.976
构造物 I	3.968	6.944	11.904	4.960	10.912	16.864	6.944	15.872	23.808
构造物 II	2.976	5.208	8.928	3.720	8.184	12.648	5.208	11.904	17.226
钢材及钢结构	1.035	2.070	4.140	1.409	3.105	5.498	2.070	5.175	7.245

注：全国风沙地区公路施工区划应按行业标准《公路工程项目概算预算编制办法》JTG 3830-2018 附录 F 执行。

4.4.10 沿海地区施工增加碳排放计算系数应按表 4.4.10 中的规定取值。

表 4.4.10 沿海地区施工碳排放增加计算系数表 (%)

工程类别	增加比率
构造物 II	0.195
钢材及钢结构	0.200

4.4.11 行车干扰增加碳排放计算系数应按表 4.4.11 中的规定取值。

表 4.4.11 行车干扰施工碳排放增加计算系数表 (%)

工程类别	施工期间平均每昼夜双向行车次数 (机动车、非机动车合计)							
	51~100	101~500	501~1000	1001~2000	2001~3000	3001~4000	4001~5000	5000 以上
土方	1.499	2.343	3.194	4.118	4.775	5.314	5.885	6.468
石方	1.279	1.881	2.618	3.479	4.035	4.492	4.973	5.462
运输	1.451	2.230	3.041	4.001	4.641	5.164	5.719	6.285
构造物 I	0.924	1.386	1.858	2.320	2.693	2.988	3.313	3.647
构造物 II	0.948	1.417	1.896	2.365	2.745	3.044	3.373	3.713
钢材及钢结构	—	—	—	—	—	—	—	—

注：新建工程、中断交通进行封闭施工或为保证交通正常通行而修建保通便道改的扩建工程，不计行车干扰施工增加碳排放。

4.5 施工场地建设耗能碳排放

4.5.1 施工场地建设耗能碳排放应按下式计算：

$$E_s = (E_p + E_e + E_c) \times \beta \quad (4.5.1)$$

式中：Es--施工场地建设耗能碳排放量 (kgCO₂)；

E_p--施工人员生活耗能碳排放量 (kgCO₂)；

E_e--施工机械耗能碳排放量 (kgCO₂)；

E_c--施工条件影响增加碳排放量 (kgCO₂)；

β--施工场地建设耗能碳排放计算系数 (%)。

4.5.2 施工场地建设耗能碳排放计算系数应优先采用经验数据，当缺少经验数据时，可按 1%计取。

4.6 建设期其他直接碳排放

4.6.1 建设期其他直接碳排放应按下列式计算：

$$E_o = (E_p + E_e + E_c + E_r + E_s) \times \gamma \quad (4.6.1)$$

式中： E_o --建设期其他直接碳排放量（ kgCO_2 ）；

E_p --施工人员生活耗能碳排放量（ kgCO_2 ）；

E_c --施工机械耗能碳排放量（ kgCO_2 ）；

E_r --施工条件影响增加碳排放量（ kgCO_2 ）；

E_s --施工场地建设耗能碳排放量（ kgCO_2 ）；

γ --建设期其他直接碳排放计算系数（%）。

4.6.2 建设期其他直接碳排放计算系数可按如下方法取值：

- 1 工程可行性研究阶段开展碳排放计算，计算系数按 9%计取；
- 2 初步设计阶段开展碳排放计算，计算系数按 5%计取；
- 3 施工图设计阶段开展碳排放计算，计算系数按 3%计取。
- 4 偏差过大的另列专项详细计算。

5 间接碳排放计算

5.1 一般规定

5.1.1 间接碳排放应包括材料（设备）供应链碳排放和外购电力发电过程碳排放。其中，材料（设备）供应链碳排放应包含材料（设备）生产过程碳排放和材料（设备）场外运输过程碳排放。

5.1.2 间接碳排放应符合现行国家标准《环境管理生命周期评价原则与框架》（GB/T 24040）、《环境管理生命周期评价要求与指南》（GB/T 24044）相关规定。

5.2 材料（设备）生产过程碳排放

5.2.1 材料（设备）应包括外购的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，满足公路初期运营、管理需要的设备，以及使用的周转性的材料、模板、支撑、手脚杆和挡土板等。纳入计算的材料（设备）应符合下列规定：

1 所选材料（设备）的总重量不应低于路基工程建设所耗材料（设备）总重量的 95%；

2 当符合本条第 1 款规定时，重量比小于 0.1%的材料（设备）可不纳入计算。

5.2.2 材料（设备）生产过程碳排放应按下式计算：

$$E_m = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (A_i \times N_{m,i,k} \times EF_{m,k}) \quad (5.2.2)$$

式中： E_m --材料（设备）生产过程碳排放量（ kgCO_2 ）；

A_i --第 i 项工程内容的工程数量（工程数量表列单位）；

$N_{m, i, k}$ --第 i 项工程内容中第 k 种材料（设备）的消耗量（ $\text{kg}/$ 工程数量表列单位、 $\text{m}^3/$ 工程数量表列单位等）；

$EF_{m, k}$ --第 k 种材料（设备）的生产过程碳排放因子（ kgCO_2/kg 、 kgCO_2/m^3 等）。材料（设备）生产过程碳排放因子宜选用经第三方审核的材料（设备）碳足迹数据；

i --计算项目序号；

k --材料（设备）序号。

5.2.3 替代材料的材料（设备）生产过程碳排放应符合下列规定：

- 1 当使用低价值废料作为原料时，可忽略其上游过程的碳过程；
- 2 当使用高价值再生原料时，应按其所替代的初生原料碳排放的50%计算。

5.3 材料（设备）场外运输过程碳排放

5.3.1 纳入材料（设备）场外运输过程碳排放计算的材料（设备）应符合本标准第5.2.1条的有关规定。

5.3.2 材料（设备）场外运输过程碳排放应按式（5.3.2）计算：

$$E_t = \sum_{k=1}^n \left(\sum_{i=1}^m (A_i \times N_{m,i,k}) \times L_k \times EF_{t,p} \right) \quad (5.3.2)$$

式中： E_t --材料（设备）场外运输过程碳排放量（ kgCO_2 ）；

A_i --第 i 项工程内容的工程数量（工程数量表列单位）；

$N_{m, i, k}$ --第 i 项工程内容中第 k 种材料（设备）的消耗量（ $\text{kg}/$ 工程数量表列单位、 $\text{m}^3/$ 工程数量表列单位等）；

L_k --第k种材料（设备）的场外运输平均运距（km）；

$EF_{t,p}$ --第p种运输装备单位周转量的碳排放因子（ $\text{kgCO}_2/(\text{t} \cdot \text{km})$ ）；

i--计算项目序号；

k--材料（设备）序号；

p--运输装备类型。

5.3.3 各项材料（设备）的场外运输距离应采用设计文件提供的实际运输距离。

当材料（设备）实际运输距离未知时，可按下列规定取值：

- 1 混凝土的默认运输距离为40km；
- 2 砂、石等地材的默认运输距离为50km；
- 3 其他材料（设备）的默认运输距离值为 500km。

5.4 外购电力发电过程碳排放

5.4.1 外购电力发电过程碳排放计算应符合如下规定：

1 外购电力应包括路基工程建设期自外购进的电力，不应包括相关单位使用发电机自行发电的电力。

2 通过设计文件、工程实施方案无法明确的用电量暂不纳入计算。

5.4.2 外购电力发电过程碳排放应按式（5.4.2）计算：

$$E_d = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m (A_i \times N_{e,i,j} \times B_{e,j} \times EF_d) \right) \quad (5.4.2)$$

式中： E_d --外购电力发电过程碳排放量（ kgCO_2 ）；

A_i --第 i 项工程内容的工程数量（工程数量表列单位）；

$N_{e,i,j}$ --第 i 项工程内容中第 j 种施工机械的台班消耗量（台班/工程数量表列单位）；

$B_{e,j}$ --第 j 种施工机械单位台班的用电量（kWh/台班）；

EF_d --区域电网平均二氧化碳排放因子（ kgCO_2/kWh ），应根据路基工程项目所在区域，采用由国家相关机构（生态环境部等）公布的相应区域电网公路建设期当年平均二氧化碳排放因子；

i --计算项目序号；

j--施工机械序号。

6 碳排放计算程序及计算方式

6.0.1 公路路基工程碳排放计算程序应符合表 6.0.1 的规定：

表 6.0.1 公路路基工程项目碳排放计算程序

序号	计算项目	计算方法
(一)	施工人员生活耗能碳排放	Σ 工程数量 \times 碳排放计算人工消耗量 \times 施工人员生活耗能碳排放因子
(二)	施工机械耗能碳排放	Σ 工程数量 \times 碳排放计算施工机械台班消耗量 \times 施工机械耗能碳排放因子
(三)	施工条件影响增加碳排放	$[(一) + (二)] \times$ 综合计算系数
(四)	施工场地建设耗能碳排放	$[(一) + (二) + (三)] \times$ 计算系数
(五)	工程施工直接碳排放	(一) + (二) + (三) + (四)
(六)	建设期其他直接碳排放	(五) \times 计算系数
(七)	直接碳排放	(五) + (六)
(八)	材料（设备）生产过程碳排放	Σ 工程数量 \times 碳排放计算材料消耗量 \times 材料生产过程碳排放因子
(九)	材料（设备）场外运输过程碳排放	Σ 工程数量 \times 碳排放计算材料消耗量 \times 材料运距 \times 运输装备单位周转量碳排放因子
(十)	材料（设备）供应链碳排放	(八) + (九)
(十一)	外购电力碳排放	Σ 工程数量 \times 碳排放计算施工机械台班消耗量 \times 施工机械单位台班用电量 \times 区域电网平均二氧化碳排放因子
(十二)	间接碳排放	(十) + (十一)
(十三)	路基工程建设期碳排放	(七) + (十二)

附录 A 建材碳排放因子

表 A 建材碳排放因子

序号	建筑材料类别	建筑材料碳排放因子
1	普通硅酸盐水泥（市场平均）	735 kgCO ₂ e/t
2	C30 混凝土	295 kgCO ₂ e/m ³
3	C50 混凝土	385 kgCO ₂ e/m ³
4	石灰生产（市场平均）	1190 kgCO ₂ e/t
5	消石灰（熟石灰、氢氧化钙）	747 kgCO ₂ e/t
6	天然石膏	32.8 kgCO ₂ e/t
7	砂（f=1.6~3.0）	2.51 kgCO ₂ e/t
8	碎石（d=10mm~30mm）	2.18 kgCO ₂ e/t
9	页岩石	5.08 kgCO ₂ e/t
10	黏土	2.69 kgCO ₂ e/t
11	砂	3.77 kgCO ₂ e/m ³
12	中（粗）砂	3.77 kgCO ₂ e/m ³
13	路面用机制砂	3.51 kgCO ₂ e/m ³
14	砂砾	4.27 kgCO ₂ e/m ³
15	矿（煤）渣	0.11 kgCO ₂ e/m ³
16	石渣	2.18 kgCO ₂ e/m ³
17	矿粉	84.40 kgCO ₂ e/t
18	砾石（2~8cm）	3.60 kgCO ₂ e/m ³
19	片石	3.49 kgCO ₂ e/m ³
20	大卵石	3.82 kgCO ₂ e/m ³
21	玄武岩碎石	6.30 kgCO ₂ e/m ³
22	块石	4.03 kgCO ₂ e/m ³
23	料石（粗料石、细料石、中粗砂）	6.06 kgCO ₂ e/m ³
24	32.5 级水泥	677.68 kgCO ₂ e/t
25	42.5 级水泥	735.00 kgCO ₂ e/t
26	52.5 级水泥	920.03 kgCO ₂ e/t
27	62.5 级水泥	1041.56 kgCO ₂ e/t
28	水泥浆（32.5）（商）	1761.52 kgCO ₂ e/m ³
29	水泥浆（42.5）（商）	2445.52 kgCO ₂ e/m ³
30	水泥土（商）	120.60 kgCO ₂ e/m ³
31	水泥砂（商）	92.41 kgCO ₂ e/m ³
32	水泥砂砾（商）	102.27 kgCO ₂ e/m ³
33	水泥碎石（商）	92.66 kgCO ₂ e/m ³
34	水泥碎石土（商）	52.71 kgCO ₂ e/m ³
35	石灰土（商）	62.87 kgCO ₂ e/m ³

36	石灰碎石（商）	62.87 kgCO ₂ e/m ³
37	石灰碎石土（商）	45.79 kgCO ₂ e/m ³
38	石灰粉煤灰（商）	113.19 kgCO ₂ e/m ³
39	石灰粉煤灰土（商）	52.50 kgCO ₂ e/m ³
40	石灰粉煤灰碎石（商）	52.89 kgCO ₂ e/m ³
41	石灰煤渣（商）	63.30 kgCO ₂ e/m ³
42	石灰煤渣碎石（商）	46.37 kgCO ₂ e/m ³
43	石灰煤渣碎石土（商）	45.77 kgCO ₂ e/m ³
44	水泥石灰碎（砾）石（商）	118.79 kgCO ₂ e/m ³
45	水泥石灰碎石土（商）	118.40 kgCO ₂ e/m ³
46	2:1:4 三合土（商）	159.59 kgCO ₂ e/m ³
47	混凝土预制块	151.84 kgCO ₂ e/m ³
48	HPB300 钢筋	2375.00 kgCO ₂ e/t
49	HRB400 钢筋	2340.00 kgCO ₂ e/t
50	冷轧带肋钢筋网	2520.00 kgCO ₂ e/t
51	预应力粗钢筋	2340.00 kgCO ₂ e/t
52	钢绞线	2340.00 kgCO ₂ e/t
53	钢丝	2.37 kgCO ₂ e/kg
54	钢管	2430.00 kgCO ₂ e/t
55	钢管桩	2350.00 kgCO ₂ e/t
56	预制构件	151.84 kgCO ₂ e/m ³
57	套管及拉杆构件	2400.00 kgCO ₂ e/t

注：本附录来源于 GB/T 51366-2019《建筑碳排放计算标准》。

附录 B 建材运输碳排放因子

表 B 建材运输碳排放因子

序号	运输方式类别	碳排放因子[$\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{t}\cdot\text{km})$]
1	轻型汽油货车运输（载重 2t）	0.334
2	中型汽油货车运输（载重 8t）	0.115
3	重型汽油货车运输（载重 10t）	0.104
4	重型汽油货车运输（载重 18t）	0.104
5	轻型柴油货车运输（载重 2t）	0.286
6	中型柴油货车运输（载重 8t）	0.179
7	重型柴油货车运输（载重 10t）	0.162
8	重型柴油货车运输（载重 18t）	0.129
9	重型柴油货车运输（载重 30t）	0.078
10	重型柴油货车运输（载重 46t）	0.057
11	电力机车运输	0.01
12	内燃机车运输	0.011
13	铁路运输（中国市场平均）	0.01
14	液货船运输（载重 2000t）	0.019
15	干散货船运输（载重 2500t）	0.015
16	集装箱船运输（载重 200TEU）	0.012

注：本附录来源于 GB/T 51366-2019《建筑碳排放计算标准》。

附录 C 常用施工机械台班能源用量

表 C 常用施工机械台班能源用量

序号	机械名称	性能规格		能源用量		
				汽油 (kg)	柴油 (kg)	电 (kwh)
1	履带式推土机	功率	75 kW	—	56.50	—
2			105 kW	—	60.80	—
3			135 kW	—	66.80	—
4	履带式单斗液压挖掘机	斗容量	0.6 m ³	—	33.68	—
5			1 m ³	—	63.00	—
6	轮胎式装载机	斗容量	1 m ³	—	52.73	—
7			1.5 m ³	—	58.75	—
8	钢轮内燃压路机	工作质量	8 t	—	19.79	—
9			15 t	—	42.95	—
10	电动夯实机	夯击能量	250 N·m	—	—	16.60
11	强夯机械	夯击能量	1200 kN·m	—	32.75	—
12			2000 kN·m	—	42.76	—
13			3000 kN·m	—	55.27	—
14			4000 kN·m	—	58.22	—
15			5000 kN·m	—	81.44	—
16	稳定土拌和机	功率 (kW)	88 以内	—	55.32	—
17			118 以内	—	74.17	—
18			135 以内	—	84.86	—
19			165 以内	—	103.72	—
20			235 以内	—	147.72	—
21	稳定土厂拌设备	生产能力 (t/h)	50 以内	—	—	141.69
22			100 以内	—	—	209.70
23			200 以内	—	—	408.06
24			300 以内	—	—	549.74
25			400 以内	—	—	697.10
26	稳定土摊铺机	最大摊铺 宽度 (m)	7.5	—	55.07	—
27			9.5	—	85.87	—
28			12.5	—	136.27	—
29	沥青乳化机	生产能力 (L/h)	1000 以内	—	—	13.76
30			3000 以内	—	—	41.29
31			6000 以内	—	—	116.99
32	沥青脱桶设备	生产能力 (t/h)	4	—	113.98	103.23
33			6	—	174.86	123.87
34	预制块生产设备			—		481.60

35	泡沫轻质土生产设备		60m ³ /h	—		832.01
36	锚杆钻孔机	锚杆直径	32 mm	—	69.72	—
37	履带式柴油打桩机	冲击质量	2.5 t	—	44.37	—
38			3.5 t	—	47.94	—
39			5 t	—	53.93	—
40			7 t	—	57.4	—
41			8 t	—	59.14	—
42	轨道式柴油打桩机	冲击质量	3.5 t	—	56.90	—
43			4 t	—	61.70	—
44	步履式柴油打桩机	功率	60 kW	—	—	336.87
45	振动沉拔桩机	激振力	300 kN	—	17.43	—
46			400 kN	—	24.90	—
47	静力压桩机	压力	900 kN	—	—	91.81
48			2000 kN	—	77.76	—
49			3000 kN	—	85.26	—
50			4000 kN	—	96.25	—
51	汽车式钻机	孔径	1000 mm	—	48.80	—
52	回旋钻机	孔径	800 mm	—	—	142.50
53			1000 mm	—	—	163.72
54			1500 mm	—	—	190.72
55			600 mm	—	—	181.27
56	螺旋钻机	孔径	1000 mm	—	—	40.00
57	冲孔钻机	孔径	1000 mm	—	146.56	—
58	履带式旋挖钻机	孔径	1500 mm	—	164.32	—
59			2000 mm	—	172.32	—
60			650 mm	—	—	126.42
61	三轴搅拌桩基	轴径	850 mm	—	—	156.42
62	电动灌浆机	—	—	—	—	16.20
63	履带式起重机	提升质量	5 t	—	18.42	—
64			10 t	—	23.56	—
65			15 t	—	29.52	—
66			20 t	—	30.75	—
67			25 t	—	36.98	—
68			30 t	—	41.61	—
69			40 t	—	42.46	—
70			50 t	—	44.03	—
71			60 t	—	47.17	—
72	轮胎式起重机	提升质量	25 t	—	46.26	—
73			40 t	—	62.76	—
74			50 t	—	64.76	—

75	汽车式起重机	提升质量	8 t	—	28.43	—
76			12 t	—	30.55	—
77			16 t	—	35.85	—
78			20 t	—	38.41	—
79			30 t	—	42.14	—
80			40 t	—	48.52	—
81	叉式起重机	提升质量	3 t	26.46	—	—
82	自升式塔式起重机	提升质量	400 t	—	—	164.31
83			60 t	—	—	166.29
84			800 t	—	—	169.16
85			1000 t	—	—	170.02
86			2500 t	—	—	266.04
87			3000 t	—	—	295.60
88	门式起重机	提升质量	10 t	—	—	88.29
89	载重汽车	装载质量	4 t	25.48	—	—
90			6 t	—	33.24	—
91			8 t	—	35.49	—
92			12 t	—	46.27	—
93			15 t	—	56.74	—
94			20 t	—	62.56	—
95	自卸汽车	装载质量	5 t	31.34	—	—
96			15 t	—	52.93	—
97	平板拖车组	装载质量	20 t	—	45.39	—
98	机动翻斗车	装载质量	1 t	—	6.03	—
99	洒水车	灌容量	4000 L	30.21	—	—
100	泥浆罐车	灌容量	5000 L	31.57	—	—
101	电动单筒快速卷扬机	牵引力	10 kN	—	—	32.90
102	电动单筒慢速卷扬机	牵引力	10 kN	—	—	126.00
103			30 kN	—	—	28.76

注：本附录来源于 GB/T 51366-2019《建筑碳排放计算标准》和 JTG/T 3833-2018《公路工程机械台班费用定额》。

附录 D 常用电力碳排放因子

表 D-1 不同地区电力平均碳排放因子表

序号	区域电网名称	能源类别	碳排放因子 (kgCO ₂ e/kwh)	来源
1	全国电力平均	电力	0.5777	《2024年全国电力平均碳足迹因子》
2	华北区域电网		0.7120	《2021年区域电力平均二氧化碳排放因子》
3	东北区域电网		0.6012	
4	华东区域电网		0.5992	
5	华中区域电网		0.5354	
6	西北区域电网		0.5951	
7	南方区域电网		0.4326	
8	西南区域电网		0.2113	

表 D-2 省级电力平均碳排放因子表

序号	省份	能源类别	碳排放因子 (kgCO ₂ /kwh)	来源
1	北京	电力	0.5688	《2021年省级电力平均二氧化碳排放因子》
2	天津		0.7355	
3	河北		0.7901	
4	山西		0.7222	
5	内蒙古		0.7025	
6	辽宁		0.5876	
7	吉林		0.5629	
8	黑龙江		0.6342	
9	上海		0.5834	

10	江苏		0.6451	
11	浙江		0.5422	
12	安徽		0.7075	
13	福建		0.4711	
14	江西		0.5835	
15	山东		0.6838	
16	河南		0.6369	
17	湖北		0.3672	
18	湖南		0.5138	
19	广东		0.4715	
20	广西		0.5154	
21	海南		0.4524	
22	重庆		0.4743	
23	四川		0.1255	
24	贵州		0.5182	
25	云南		0.1235	
26	陕西		0.6336	
27	甘肃		0.4955	
28	青海		0.1326	
29	宁夏		0.6546	
30	新疆		0.6577	

注：依据温室气体核算体系（GHG Protocol）发布的《IPCC Global Warming Potential Values》可得 CO₂ 的 GWP 值取 1，即 1 kgCO₂e 相当于 1kgCO₂。

附录 E 碳排放计算项目及基准值

E 1.0.1 项目内容包括新建及改扩建过程中路基土、石方、排水、防护工程，特殊路基处理等。

E 1.0.2 路基工程碳排放计算项目包括新建及改扩建过程中施工直接碳排放、材料（设备）供应链碳排放、外购电力发电过程碳排放等 3 类排放源的分项构成。

E 1.0.3 路基工程碳排放计算项目及基准值选取可按表 E.0.1-E.0.10 的规定。

表 E.0.1 挖、装土方碳排放计算内容及碳排放计算基准值

单位：1000m ³ 天然密实方		
分项编号	工程名称	碳排放计算基准值 (kgCO ₂)
1-1	挖、装土方	
工程内容：挖、装土方，砍树挖根，砍挖灌木林，除草，挖竹根等全部工序。		
人工(1001001)、90kW 以内履带式推土机(8001003)、135kW 以内履带式推土机(8001006)、1.0m ³ 以内履带式液压单斗挖掘机(8001027)、2.0m ³ 以内履带式液压单斗挖掘机(8001030)		608.85

表 E.0.2 填土路基碳排放计算内容及碳排放计算基准值

单位：1000m ³ 天然密实方			
分项编号	工程名称	碳排放计算基准值 (kgCO ₂)	
1-2	填土路基		
工程内容：清除表土、填方路基碾压、洒水等全部工序。			
人工(1001001)、135kW 以内履带式推土机(8001006)、120kW 以内自行式平地机(8001058)、10~12t 光轮压路机(8001080)、10t 以内振动压路机(单钢轮)(8001088)、15t 以内振动压路机(单钢轮)(8001089)、6000L 以内洒水汽车(8007041)	高速、一级公路	二级公路	三、四级公路
	1143.14	1000.86	850.03

表 E.0.3 借土方挖、装碳排放计算内容及碳排放计算基准值

单位：1000m ³ 天然压实方		
分项编号	工程名称	碳排放计算基准值 (kgCO ₂)
1-3	借土方挖、装	
工程内容：借土方挖、装，取土场表土清除及排（截）水沟土方开挖等工序。		
人工（1001001）、135kW 以内履带式推土机（8001006）、0.6m ³ 以内履带式液压单斗挖掘机（8001025）、2.0m ³ 以内履带式液压单斗挖掘机（8001030）		498.92

表 E.0.4 自卸汽车运土、石方碳排放计算内容及碳排放计算基准值

单位：1000m ³ 天然密实方						
分项编号	工程名称	碳排放计算基准值 (kgCO ₂)				
1-4	自卸汽车运土、石方					
工程内容：等待、装、卸、远运、空回。						
6t 以内自卸汽车（8007013）、8t 以内自卸汽车（8007014）、10t 以内自卸汽车（8007015）、12t 以内自卸汽车（8007016）、15t 以内自卸汽车（8007017）、20t 以内自卸汽车（8007019）、30t 以内自卸汽车（8007020）	土方					
	10t 以内自卸汽车运土		20t 以内自卸汽车运土		30t 以内自卸汽车运土	
	第一个 1km	每增运 0.5km	第一个 1km	每增运 0.5km	第一个 1km	每增运 0.5km
	1	2	3	4	5	6
	1349.25	176.31	1059.27	122.47	831.59	93.66
	石方					
	10t 以内自卸汽车运石		20t 以内自卸汽车运石		30t 以内自卸汽车运石	
	7	8	9	10	11	12
	第一个 1km	每增运 0.5km	第一个 1km	每增运 0.5km	第一个 1km	每增运 0.5km
	1696.84	217.66	1308.11	163.26	1030.27	122.04

表 E.0.5 开炸石方碳排放计算内容及碳排放计算基准值

单位：1000m ³ 天然压实方		
分项编号	工程名称	碳排放计算基准值 (kgCO ₂)
1-5	开炸石方	
工程内容：石方开炸、清运等全部工序。		
人工（1001001）、钢钎（2009002）、空心钢钎（2009003）、Φ50mm 以内合金钻头（2009004）、煤（3005001）、原木（4003001）、硝铵炸药（5005002）、非电毫秒雷管（5005008）、导爆索（5005009）、135kW 以内履带式推土机（8001006）、2.0m ³ 以内轮胎式装载机（8001047）、9m ³ /min 以内机动空压机（8017049）		2347.16

表 E.0.6 填石路基碾压碳排放计算内容及碳排放计算基准值

单位：1000m ³ 天然压实方				
分项编号	工程名称	碳排放计算基准值 (kgCO ₂)		
1-2	填石路基碾压			
工程内容：机械整平石方，人工解小并摊平石方、碾压等全部工序。				
人工（1001001）、105kW 以内履带式推土机（8001004）、10t 以内振动压路机（单钢轮）（8001088）、20t 以内振动压路机（8001090）、9m ³ /min 以内机动空压机（8017049）		高速、一级公路	二级公路	三、四级公路
		1259.24	939.08	830.67

表 E.0.7 路基零星工程碳排放计算内容及碳排放计算基准值

单位：1km						
分项编号	工程名称	碳排放计算基准值 (kgCO ₂)				
1-7	路基零星工程					
工程内容：整修路拱、整修边坡、开挖土、石截水沟、挖台阶、填前压实、零星回填土、零填及挖方路基碾压等全部工序。						
人工（1001001）、空心钢钎（2009003）、Φ50mm 以内合金钻头（2009004）、硝铵炸药（5005002）、非电毫秒雷管（5005008）、导爆索（5005009）、0.6m ³ 以内履带式液压单斗挖掘机（8001025）、		高速、一级公路		二级公路		三、四级公路
		平原微丘区	山岭重丘区	平原微丘区	山岭重丘区	平原微丘区

1.0m3 以内履带式液压单斗挖掘机（8001027）、120kW 以内自行式平地机（8001058）、8~10t 光轮压路机（8001079）、12~15t 光轮压路机（8001081）、蛙式夯土机（8001095）、3m3/min 以内机动空压机（8017047）	1	2	3	4	5	6
	2308.63	2176.93	1676.79	1566.69	597.46	854.83

表 E.0.8 排水工程碳排放计算内容及碳排放计算基准值

						表列单位	
分项编号	工程名称	碳排放计算基准值 (kgCO ₂)					
1-8	排水工程						
工程内容：圬工：挖基、垫层、砌石、混凝土浇筑及预制、安装等全部工序。							
其他排水工程：渗沟、盲沟、集水井、PVC 排水管、混凝土排水管、泄水槽、拦水带、边沟涵等全部工序。							
人工（1001001）、HPB300 钢筋（2001001）、HRB400 钢筋（2001002）、8~12 号铁丝（2001021）、20~22 号铁丝（2001022）、钢模板（2003025）、组合钢模板（2003026）、空心钢钎（2009003）、Φ50mm 以内合金钻头（2009004）、铁件（2009028）、铁钉（2009030）、铸铁算子（2009032）、U 形锚钉（2009034）、石油沥青（3001001）、水（3005004）、锯材（4003002）、塑料打孔波纹管（Φ100mm）（5001031）、硝铵炸药（5005002）、非电毫秒雷管（5005008）、导爆索（5005009）、土工布（5007001）、中（粗）砂（5503005）、砂砾（5503007）、片石（5505005）、碎石（2cm）（5505012）、碎石（4cm）（5505013）、碎石（5505016）、块石（5505025）、32.5 级水泥（5509001）、Φ300mm 以内混凝土排水管（5511005）、Φ400mm 以内混凝土排水管（5511006）、0.6m3 以内履带式液压单斗挖掘机（8001025）、1.0m3 以内轮胎式装载机（8001045）、2.0m3 以内轮胎式装载机（8001047）、60kW 以内履带式拖拉机（8001065）、蛙式夯土机（8001095）、250L 以内强制式混凝土搅拌机（8005002）、500L 以内强制式混凝土搅拌机（8005004）、400L 以内灰浆搅拌机（8005010）、4t 以内载货汽车（8007003）、1t 以内机动翻斗车（8007046）、8t 以内汽车式起重机（8009026）、3m3/min 以内机动空压机（8017047）	砌石圬工	混凝土圬工	其他排水工程				
				高速公路	一级公路	二级公路	三、四级公路
		1000m3	1km				
		1	2	3	4	5	6
	83052.15	291400.53	107858.81	83337.06	10939.46	4649.07	

表 E.0.9 防护工程碳排放计算内容及碳排放计算基准值

表列单位										
分项编号	工程名称	碳排放计算基准值 (kgCO ₂)								
1-9	防护工程									
工程内容：植草护坡、圻工防护、喷射混凝土护坡、锚杆框架梁防护、预应力锚索框架梁防护、抗滑桩、加筋土挡土墙、板桩式挡土墙、锚杆挡土墙、柔性防护网、客土喷播（混）植（生）草防护、金属网、土工织物网、防风固沙等工序。										
项目	植草护坡	砌石防护	混凝土防护			锚杆框架梁防护		预应力锚索框架梁防护	抗滑桩	加筋挡土墙
			片石	混凝土	喷射	普通	预应力			
	1000 m ³	1000m ³			10m ³	100m		10m	10m ³	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
人工（1001001）、HPB300 钢筋（2001001）、HRB400 钢筋（2001002）、钢绞线（2001008）、8~12 号铁丝（2001021）、20~22 号铁丝（2001022）、铁丝编织网（2001026）、型钢（2003004）、钢板（2003005）、钢管（2003008）、钢模板（2003025）、组合钢模板（2003026）、钢钎（2009002）、空心钢钎（2009003）、Φ50mm 以内合金钻头（2009004）、Φ150mm 以内合金钻头（2009005）、钻杆（2009007）、电焊条（2009011）、铁件（2009028）、铁钉（2009030）、铸铁管（2009033）、冲击器（2009035）、偏心冲击锤（2009036）、石油沥青（3001001）、水（3005004）、原木（4003001）、锯材（4003002）、草籽（4013001）、草皮（4013002）、PVC 塑料管（Φ50mm）（5001013）、塑料软管（5001017）、塑料打孔波纹管（Φ100mm）（5001031）、PVC 注浆管（5001043）、塑料拉筋带（5001054）、塑料	72.5	77156.3	198783.71	269107.66	5412.53	4121.57	8791.47	30357.2	5808.35	5043.26

<p>扩张环（5001055）、硝铵炸药（5005002）、非电毫秒雷管（5005008）、导爆索（5005009）、土工布（5007001）、黏土（5501003）、种植土（5501007）、熟石灰（5503003）、中（粗）砂（5503005）、砂砾（5503007）、片石（5505005）、大卵石（5505008）、碎石（2cm）（5505012）、碎石（4cm）（5505013）、碎石（8cm）（5505015）、块石（5505025）、32.5级水泥（5509001）、钢绞线圆锚（4孔）（6005006）、钢绞线圆锚（6孔）（6005008）、1.0m³以内履带式机械单斗挖掘机（8001035）、1.0m³以内轮胎式装载机（8001045）、气腿式风动凿岩机（8001103）、38~170mm 液压锚固钻机（8001116）、250L 以内强制式混凝土搅拌机（8005002）、200L 以内灰浆搅拌机（8005009）、400L 以内灰浆搅拌机（8005010）、混凝土喷射机（8005011）、3m³/h 以内灰浆输送泵（8005013）、单液压电动注浆泵（8005021）、钢绞线拉伸设备（8005078）、3t 以内载货汽车（8007002）、4t 以内载货汽车（8007003）、8t 以内汽车式起重机（8009026）、12t 以内汽车式起重机（8009027）、30kN 以内单筒慢动电动卷扬机（8009080）、50kN 以内单筒慢动电动卷扬机（8009081）、中 150mm 以内潜水泵（8013020）、32kV·A 以内交流电弧焊机（8015028）、3m³/min 以内机动空压机（8017047）、9m³/min 以内机动空压机（8017049）、17m³/min 以内机动空压机（8017051）</p>										
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

表 E.0.10 特殊路基处理碳排放计算内容及碳排放计算基准值

表列单位					
分项编号	工程名称		碳排放计算基准值 (kgCO ₂)		
1-10	特殊路基处理				
工程内容：石料垫层、土工合成材料处理地基、强夯、碎石（砂、灰）桩、旋喷桩、CFG 桩、粉（浆）喷桩、预应力管桩、采空区注浆孔、采空区注浆等工序。					
项目	石料垫层	土工合成材料	强夯	碎石（砂、灰）桩	旋喷桩
	1000 m ³	1000m ³		10m ³	10m
	1	2	3	4	5
人工（1001001）、铁钉（2009030）、U形锚钉（2009034）、水（3005004）、土工布（5007001）、土工格栅（5007003）、土工格室（5007004）、土（5501002）、黏土（5501003）、熟石灰（5503003）、砂（5503004）、中（粗）砂（5503005）、砂砾（5503007）、石渣（5503012）、片石（5505005）、大卵石（5505008）、碎石（5505016）、32.5级水泥（5509001）、75kW以内履带式推土机（8001002）、90kW以内履带式推土机（8001003）、165kW以内履带式推土机（8001007）、1.0m ² 以内轮胎式装载机（8001045）、12~15t光轮压路机（8001081）、15t以内振动压路机（单钢轮）（8001089）、1200kN·m以内强夯机（8001097）、2000kN·m以内强夯机（8001098）、3000kN·m以内强夯机（8001099）、4000kN·m以内强夯机（8001100）、It以内机动翻斗车（8007046）、10t以内履带式起重机（8009001）、15t以内履带式起重机（8009002）、300kN以内振动打拔桩机（8011008）、400kN以内振动打拔桩机（8011009）、300kN以内振动打拔桩锤（8011012）、55kW以内振冲器（8011062）、Φ600mm以内螺旋钻孔机（8011065）、高压旋喷钻机（8011072）、高压注浆泵（8011074）、100mm电动多级水泵（≤120m）（8013011）、150mm电动多级水泵（≤180m）（8013013）、6m ³ /min以内机动空压机（8017048）	5361.87	7707.56	2516.7 2	1587.67	3456.58

项目	CFG 桩	粉(浆)喷桩	预应力管桩	采空区	
	10m ³ 实体	10m	100m	注浆孔	注浆
	6	7	8	9	10
人工(1001001)、8~12号铁丝(2001021)、钢管(2003008)、电焊条(2009011)、铁钉(2009030)、中89mm全破碎复合片钻头(2009037)、中127mm全破碎复合片钻头(2009038)、中73mm复合片取芯钻头(2009041)、中127mm金刚石取芯钻头(2009042)、水(3005004)、锯材(4003002)、粉煤灰(5501009)、熟石灰(5503003)、中(粗)砂(5503005)、碎石(2cm)(5505012)、碎石(4cm)(5505013)、青(红)砖(5507003)、32.5级水泥(5509001)、预应力管桩(5511003)、1.0m ³ 以内轮胎式装载机(8001045)、液压工程地质钻机(8001121)、250L以内强制式混凝土搅拌机(8005002)、200L以内灰浆搅拌机(8005009)、400L以内灰浆搅拌机(8005010)、60m ³ /b以内混凝土输送泵(8005051)、压浆机(含拌浆机)(8005083)、15t以内履带式起重机(8009002)、25t以内履带式起重机(8009004)、2.5t以内轨道式柴油打桩机(8011005)、600kN内振动打拔桩锤(8011014)、2000kN以内液压式静力压桩机(8011020)、Φ600mm以内螺旋钻孔机(8011065)、粉体发送设备(8011073)、15m以内深层喷射搅拌机(8011075)、25m以内深层喷射搅拌机(8011077)、Φ50mm电动单级离心水泵(8013001)、Φ50mm以内泥浆泵(8013023)、21kV·A以内交流电弧焊机(8015027)、32kV-A以内交流电弧焊机(8015028)、3m ³ /min以内机动空压机(8017047)	2292.94	453.34	31297.33	1315.14	8304.56

注：1、本附录碳排放计算基准值适用于公路路基工程前期规划设计阶段的碳排放概算，该计算结果可作为方案比选的依据之一。

2、本附录“碳排放计算基准值”包括单位工程量的分部和分项工程涉及直接、材料(设备)供应链、外购电力发电过程等3类排放源产生的碳排放。通过调研相关材料(设备)生产过程碳排放因子、施工机械台班耗能碳排放因子、施工机械台班对应耗能数量、运输装备单位周转量碳排放因子，计算得到本附录碳排放计算基准值。

3、依据碳排放计算原则的“保守性”中提及“宁可高估排放、也不低估排放”的估算和处理方式，同一分项工程中涉及同类型设备不同型号，是为尽可能涵盖方案中涉及的所有设备型号，在进行方案比选时，不同设备型号的选取对总体碳排计算结果影响不大。

4、此项目表和分项编码文本及电子库由本标准主编单位统一管理。进行碳排放计算时，应执行统一的材料(设备)编号。

附录 F 建设项目属性信息表

建设项目属性信息表应符合表 F.0.1 的有关规定。

表 F.0.1 公路路基工程项目属性及工程数量表

建设项目：

编制日期：

项目基本属性					
编号	名称	单位	信息		备注
001	工程所在地				
002	地形类别				平原或微丘
003	新建/改扩建				
004	公路技术等级				
005	设计速度	km/h			
007	路基宽度	m			
008	路线长度	公路公里			不含连接线
二	项目工程数量信息				
编号	内容	单位	数量	数量指标	备注
10202	路基挖方	1000 m ³			
10203	路基填方	1000 m ³			
10206	排水圪工	1000 m ³			包括防护、排水
10207	防护圪工	1000 m ³			
10205	特殊路基	m ³			
三	项目碳排放计算结果				
编号	排放源名称	碳排放量 (吨)	碳排放强度 (吨/km)	占排放量比例 (%)	备注
1	工程施工直接碳排放				
2	建设期其他直接碳排放				
3	材料(设备)供应链碳排放				
4	外购电力碳排放				
5	工程项目总碳排放				
四	分项工程碳排放情况				
1	路基工程				
2	其他工程				
3	施工场地建设				

附录 G 项目碳排放计算汇总表

G.0.1 项目碳排放计算汇总表应符合表 G.0.1 的有关规定。

建设项目名称：

编制范围：

表 G.0.1 项目碳排放计算汇总表

第 页 共 页

分项 编号	工程 名称	单位	工程 数量	直接碳排放		间接碳排放						合计 (kg)	排放强度	各项碳 排放比 例 (%)	
				排放量 (kg)	排放强度	材料(设备) 生产		材料(设备) 运输		外购电力 排放量 (kg)	小计 (kg)				
						排放量 (kg)	排放强度	排放量 (kg)	排放强度						
				填表说明：											
				1、本表反映新建及改扩建路基工程各类碳排放源组成、排放量、排放强度等。											
				2、本表“分项编号”“工程名称”“单位”等应按本标准附录 E 的编号及内容填写。											
				3、“排放强度”以各分项的碳排放量除以相应工程数量计算；“各项工程碳排比例”以各分项碳排放合 量除以路基工程建设项目碳排放总量计算。											
				4.本表中除列出具体分项外，还应列出子项（如临时工程等），并将子项下的具体分项的碳排放进行汇总。											
总计															

本标准用词用语说明

1 本标准执行严格程度的用词，采用下列写法：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词，正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

1) 在标准总则中表述与相关标准的关系时，采用“除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定”。

2) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准和行业标准时，表述为“应符合《××××××》(×××)的有关规定”。

3) 当引用本标准中的其他规定时，表述为“应符合本标准第×章的有关规定”、“应符合本标准第×.×节的有关规定”、“应符合本标准第×.×.×条的有关规定”或“应按本标准第×.×.×条的有关规定执行”。