

ICS 号

CCS 号

团体标准

T/CHTS XXXXX-XXXX

公路盾构隧道碳排放因子监测 核定技术指南

Technical Guide for monitoring and approving carbon emission factors of
expressway tunnel

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国公路学会 发布

作为国家标准委、中国科学技术协会团体标准双试点单位，中国公路学会积极贯彻国务院《深化标准化工作改革方案》（国发〔2015〕13号）的要求，立足交通运输行业公路交通领域，于2015年6月份正式启动团体标准工作。同时，中国公路学会标准工作得到了交通运输部的大力支持，并正式写入交通运输部《交通运输标准化“十三五”发展规划》。

中国公路学会严格按照学会标准管理办法及团体标准良好行为指南要求对标准化工作进行管理，遵循开放、公平、透明、协商一致的原则，突出团体标准贴近实际、注重实用的特点，充分发挥密切跟踪行业科技创新进程、及时了解市场技术发展需求的优势，为交通运输行业公路交通领域提供优质的标准，促进行业技术进步，并打造中国公路学会标准品牌。

获取更多学会标准资讯请关注“中国公路学会标准”微信公众号（微信号：CHTS-standard）。

本标准版权为中国公路学会所有。除用于国家法律法规规定用途，或事先得到中国公路学会文字上的许可，不得以任何形式擅自复制、改编、汇编、翻译、发行或传播本标准。

中国公路学会地址：北京市朝阳区安华路 17 号

电话：010-64288712

网址：<http://www.chts.cn/>

电子信箱：CHTS-S@qq.com

团体标准

公路盾构隧道碳排放因子监测核定技术指南

Technical Guide for monitoring and approving carbon emission
factors of expressway tunnel

T/CHTS XXXXX-20XX

主编单位：江苏省交通工程建设局

发布单位：中国公路学会

实施日期：××××年××月××日

××××××(出版单位)

中国公路学会文件

×××× (文号)

中国公路学会关于发布《公路盾构隧道碳排放因子监测核定技术指南》的公告

现发布中国公路学会标准《公路盾构隧道碳排放因子监测核定技术指南》(T/CHTS ×××××—×××××), 自××××年××月××日起实施。

《公路盾构隧道碳排放因子监测核定技术指南》(T/CHTS ×××××—×××××)的版权和解释权归中国公路学会所有,并委托主编单位×××××负责日常解释和管理工作。

中国公路学会

××××年××月××日

前 言

本指南是在广泛调研国内外重点行业及建筑行业碳排放核算及监测研究的基础上,对公路盾构隧道碳排放因子监测及核定理论方法进行研究后,结合高速公路盾构隧道实际应用实际经验编写的。

本指南按照《中国公路学会标准编写规则》(T/CHTS 10001)编写,共分为7章、3个附录,主要内容包括:总则、术语和符号、总体要求、公路盾构隧道碳排放因子、机械碳排放因子监测、材料生产碳排放因子核定、机械碳排放因子核定。

本指南由中国公路学会提出并归口。

受中国公路学会委托,由江苏省交通工程建设局负责日常管理。请将实施过程中,发现的问题和对标准的意见建议,反馈至江苏省交通工程建设局(地址:江苏省南京市秦淮区石鼓路69号江苏交通大厦18层1824室,联系电话:025-84201184,电子邮箱:××××),供修订时参考。

主编单位:江苏省交通工程建设局

参编单位:中国公路学会、中铁十四局集团有限公司。

主要起草人:王峻、崔佳、舒晓峰、余雪娟、吴东阳、方若全、李华、刘倡、李欢、赵合全、宋欢、游少强。

主要审查人:×××、×××、×××

目录

1	总则	1
2	术语和符号	3
3	基本规定	5
4	关键工序碳排放因子识别	6
4.1	工序划分	6
4.2	碳排放因子识别	6
5	材料生产碳排放因子核定	10
5.1	核定方法	10
5.2	核定对象	10
5.3	核定流程	11
6	机械碳排放因子监测	12
6.1	监测方法	12
6.2	监测对象	13
6.3	监测设备	15
6.4	监测流程	18
7	关键工序碳排放因子核定	22
7.1	核定方法	22
7.2	核定结果	22
7.3	核定流程	23
	附录 A 公路盾构隧道常用碳排放因子清单	25
	附录 B 常用化石燃料相关参数缺省值	30
	附录 C 公路盾构隧道机械设备碳排放因子监测核定报告参考目录	31
	用词说明	33

1 总则

1.0.1 为促进公路盾构隧道建设及运营低碳化发展，规范公路盾构隧道碳排放核算及监测工作，制定本指南。

1.0.2 本指南适用于公路盾构隧道建设与运营养护过程中的碳排放因子监测与核定，包括运营期机电设备碳排放因子监测及施工期关键工序碳排放因子的核定。

1.0.3 本指南的监测与核定对象为公路盾构隧道碳排放因子，包括材料生产、建设施工及运营养护过程中涉及的各项碳排放因子监测与核定。涵盖运营期机电设备碳排放因子监测、建设施工过程关键工序整体碳排放因子核定。实际应用过程中仅涉及一个或几个碳排放因子监测核定时也可参照本标准对应规定。

1.0.4 本指南所指的公路盾构隧道碳排放因子监测核定，专指二氧化碳（CO₂）排放因子的测定，不涉及其他温室气体如甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）等的排放因子。

1.0.5 本指南碳排放因子监测范围包括施工机械碳排放因子、运营期机电设备碳排放因子；碳排放因子核定范围包括材料生产碳排放因子及关键工序碳排放因子。

条文说明

材料生产碳排放因子碳排放生产活动不在公路盾构隧道全生命周期可考察范围内，无法对其进行监测。运营期机电设备为总体上以整体运行，单位公里数单位时间内的碳排放量随着运行状态不同发生变化，因此需要对机电设备整体运行的碳排放因子进行监测。不同施工机械在不同关键工序中由于其运行工作状态、工作参数等的不同导致每台班的机械碳排放因子不同，因此需要针对具体的关键工序碳排放因子进行核定。

1.0.6 电力碳排放因子、水碳排放因子、化石能源碳排放因子、人工碳排放因子不属于本指南碳排放因子监测与核定范围。

条文说明

电力碳排放因子、水碳排放因子、化石能源碳排放因子能够根据现有国家标准或相关部门发布的标准进行获取并直接用于计算某一活动或设备在操作过程中产生的碳排放，无需进行监测与核定。在《建筑碳排放计算标准 GB/T 51366—2019》中给出了主要能源碳排放因子，在《生态环境部、国家统计局关于发布 2021 年电力二氧化碳排放因子的公告》对电力碳排放因子进行了公布。

考虑到在整个公路盾构隧道碳排放组成中，人工碳排放占比不超过 2%（通过 CEA-TC1.0 交通工程碳排放计算分析软件项目计算结果分析得到的结论），因此本指南对公路盾构隧道碳排放因子的监测范围主要针对机械碳排放因子，核定范围针对材料生产碳排放因子与机械碳排放因子。

1.0.7 公路盾构隧道碳排放因子监测与核定除应符合本指南的规定外，尚应符合有关法律法规及国家、行业现行有关标准的规定。

中国公路学会标准征求意见稿

2 术语

2.0.1 碳排放因子 (carbon emission factor)

将人工消耗量、施工机械台班消耗量（含能源消耗量）、材料（设备）消耗量（施工现场加工消耗量、材料运输消耗量）与二氧化碳排放相对应的系数，用于量化隧道相关活动的碳排放。

2.0.2 施工机械碳排放因子 (construction mechanical carbon emission factor)

机械设备在正常作业过程中，每台班（8小时）所产生的碳排放量。该因子可通过油耗量与对应油耗碳排放因子的乘积来计算。

2.0.3 运营机电设备碳排放因子 (operating electromechanical equipment carbon emission factor)

公路盾构隧道正常运营过程中，单位公里数每月机电设备系统运行所产生的碳排放量。该因子可通过用电量与对应的电力碳排放因子的乘积来计算。

2.0.4 关键工序碳排放因子 (key process carbon emission factor)

公路盾构隧道建设与运营养护过程中，针对某一特定关键工序（如盾构掘进、管片安装、壁后注浆等），每单位工程量所产生的二氧化碳排放量。

2.0.5 自动在线监测 (automatic online monitoring)

使用监测设备对机械设备的油耗量进行实时监测，以计算其碳排放因子。该监测方式通过无线通信技术将数据实时传输到监控系统。

2.0.6 便携式排放测试系统 (PEMS - portable emissions measurement system)

用于测量和记录机械设备排放量的设备，通过在机械设备上安装 PEMS 进行现场测试，以获取准确的碳排放因子。

2.0.7 OBD 设备 (on-board diagnostics device)

车载诊断系统设备，用于远程数据传输和监控，能够实时获取施工机械设备的油耗数据和定位信息。

2.0.8 OBD 接口 (on-board diagnostics Interface)

机械设备上用于监测和记录发动机状态及油耗数据的接口。通过 OBD 接口进行的数据可以用于实时监控和分析机械的碳排放情况。

2.0.9 油耗传感器 (fuel consumption sensor)

安装在机械设备上的传感器，用于实时测量和记录燃油消耗量，以便计算机械的碳排放因子。传感器应具备高精度、抗振动和抗冲击能力。

2.0.10 碳排放因子监测 (carbon emission factor monitoring)

对不同领域和活动中产生的温室气体排放进行定期监测和计算的过程。

2.0.11 碳排放因子核定 (carbon emission factor verification)

通过科学方法和数据分析，对不同类型的活动、能源使用或排放源的碳排放因子进行确认和计算的过程。

中国公路学会标准征求意见稿

3 基本规定

3.0.1 监测核定工作应遵循准确性、全面性、代表性和可比性原则，确保数据的真实性和有效性。监测核定过程中，应采用标准化的方法和设备，保证数据的一致性和可追溯性。

3.0.2 监测核定过程中，应实施严格的数据质量控制措施，包括数据采集、处理、存储和分析等各个环节。应定期对监测设备进行校准和维护，保障数据的准确性和稳定性。

3.0.3 监测核定工作完成后，应编制详细的监测核定报告，包括监测核定的方法、过程、结果及数据分析等。报告应清晰、准确、客观地反映公路盾构隧道的二氧化碳排放因子情况，并提供必要的图表和数据支持。

3.0.4 公路盾构隧道的建设管理单位应负责组织联系第三方单位实施监测核定工作，应指定专业的技术人员负责监测核定工作，并提供必要的培训和指导。

4 关键工序碳排放因子识别

4.1 工序划分

4.1.1 公路盾构隧道工序划分采用工程结构分解方法（Work Breakdown System, WBS）按照单位工程、分部工程、分项工程进行划分，盾构隧道工程具体划分见表 4.1.1。

表4.1.1 盾构隧道工程工序划分

单位工程	分部工程	分项工程
盾构隧道工程	始发井与接收井	井身开挖、井壁混凝土浇筑、井壁钢筋制安
	地基加固	自凝灰浆墙、MJS 工法桩、冷冻加固
	盾构安装及拆除	盾构主机吊装及调试、盾构主机吊拆、后配套台车吊装、后配套台车吊拆等
	盾构掘进	负环段空推、始发段掘进、到达段掘进、正常段掘进、洞口破除等
	壁后注浆	同步双液注浆、同步单液注浆水泥砂浆、二次注浆水泥、克泥效注浆
	盾构管片	管片预制浇筑混凝土、管片安装、管片预制钢筋制安、成环管片试拼装等
	预制构件及安装	预制“口”型构件、“口”型构件安装、预制烟道板、烟道板安装

4.2 碳排放因子识别

4.2.1 盾构隧道关键工序碳源由直接碳排放、间接碳排放以及碳减排，碳排放源组成应按图 4.2.1 进行分类，具体如下：

- 1 直接碳排放应为化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放；
- 2 间接碳排放划分为外购电力排放以及其他间接排放，其他间接排放为净购入使用水产生的二氧化碳排放；
- 3 碳减排应包括回收利用材料、自产自力减碳量、碳汇的减碳量。

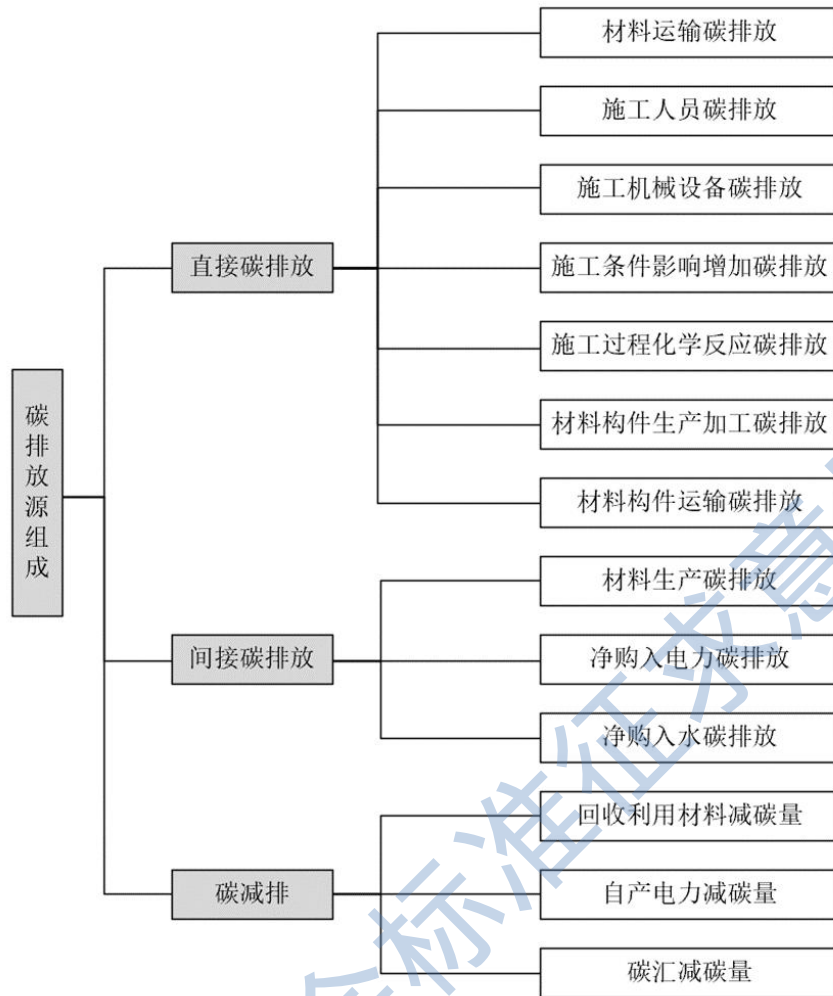


图4.2.1 碳排放源组成

4.2.2 公路盾构隧道依据碳排放源分析方法对各关键工序碳排放因子识别, 碳排放因子组成如图 4.2.2, 公路盾构隧道常用碳排放因子清单可参考附录 A。

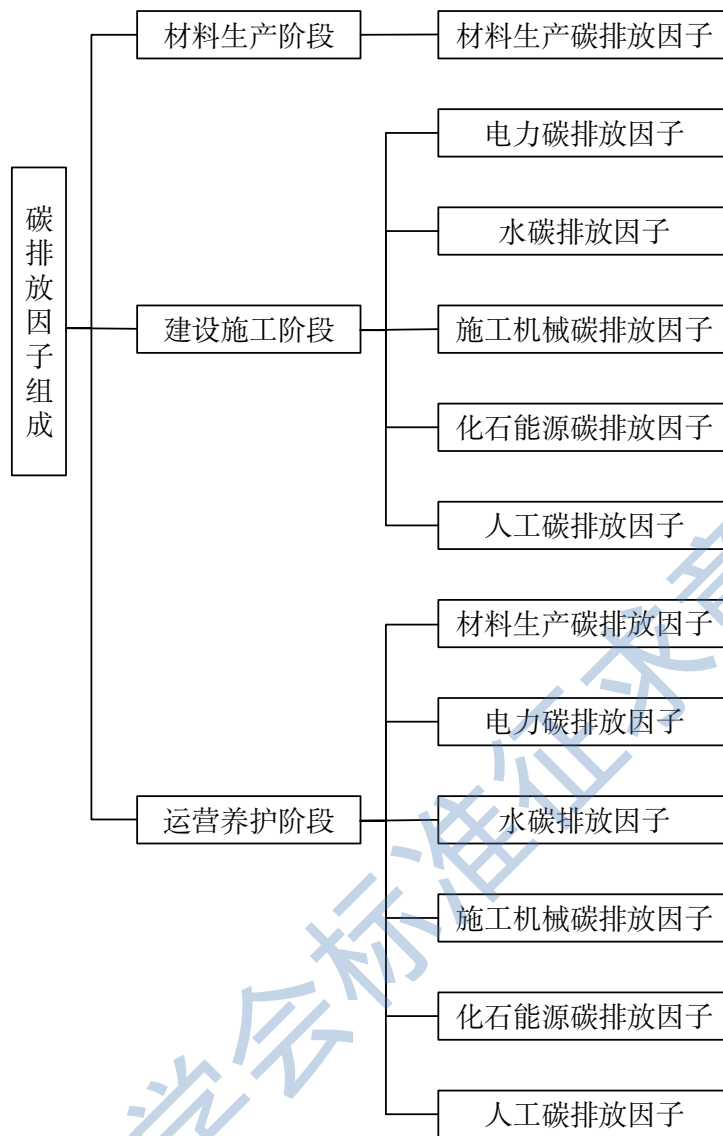


图4.2.2 碳排放因子组成

4.2.3 公路盾构隧道材料生产、建设施工及运营养护过程中碳排放因子组成:

- 1 公路盾构隧道材料生产阶段涉及碳排放因子包括材料生产碳排放因子;
- 2 公路盾构隧道建设施工阶段涉及碳排放因子包括电力碳排放因子、水碳排放因子、施工机械碳排放因子、化石能源碳排放因子及人工碳排放因子;

- 3 公路盾构隧道运营养护阶段涉及碳排放因子包括材料生产碳排放因子、电力碳排放因子、水碳排放因子、施工机械碳排放因子、化石能源碳排放因子及人工碳排放因子。

4.2.4 公路盾构隧道碳排放因子主要用于公路盾构隧道整体项目或某一工序碳排放核算,采用碳排放因子法进行公路盾构隧道碳排放核算即为计算公路盾构隧道各项工程中各类碳排放活动数量与碳排放因子的乘积之和,计算公式(1)如下:

$$E = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m A_{ij} EF_j \quad (1)$$

式中： A_{ij} -第 i 项工程第 j 类碳排放活动的活动数量；

EF_j -第 j 类碳排放活动对应的碳排放因子值。

4.2.5 关键工序碳排放因子也可以用于公路盾构隧道材料选择、施工技术选择、施工方案决策、运营方案决策等产品选择及技术方案决策。

中国公路学会标准征求意见稿

5 材料生产碳排放因子核定

5.1 核定方法

5.1.1 材料生产碳排放由能源使用碳排放、材料生产过程中化学反应可能产生的碳排放两部分组成，材料生产碳排放因子计算公式 (2) 如下：

$$EF = EF_1 + EF_2 \quad (2)$$

式中：EF-原材料排放因子；

EF_1 -能源碳排放因子；

EF_2 -化学反应碳排放因子。

5.1.2 材料生产碳排放因子核定值即为根据已获取的数据按照 5.1.1 公式 (2) 计算结果。

条文说明

材料生产碳排放因子核定数据来源不涉及实时监测获取，均为依据可靠材料获取的固定值，因此直接计算得到的结果即为核定的最终结果。

5.2 核定对象

5.2.1 核定对象可以包括但不限于以下主要材料，完整的公路盾构隧道材料生产碳排放因子见附录 A：

- 1 水泥；
- 2 钢筋；
- 3 混凝土；
- 4 衬砌管片；
- 5 其他在盾构隧道施工中使用的主要建筑材料。

5.2.2 材料生产碳排放因子核定过程应能够获取材料能源使用数据，材料生产过程化学反应能耗数据等。数据获取方式及途径包括但不限于：

- 1 直接从材料生产企业获取生产过程中的能源消耗数据、化学反应数据等。这些数据通常由企业的生产记录、能源管理系统等提供；

2 参考相关行业协会或组织发布的行业统计数据，如中国建筑材料联合会等行业组织发布的数据；

3 查阅已有的研究文献、技术报告等，获取相关材料生产过程的碳排放数据；

4 利用专业的生命周期数据库，如中国生命周期基础数据库（CLCD）等，获取材料生产过程的碳排放数据。

5.3 核定流程

5.3.1 碳排放因子核定完整工作流程应包括以下步骤：

- 1 组建专门的碳排放因子核定团队，负责整个核定工作的组织、实施和监督；
- 2 确定待进行碳排放因子核定的材料清单，包括但不限于 6.2 节中列出的材料；
- 3 获取材料生产过程能源消耗和化学反应的统计数据；
- 4 对获取的统计数据处理计算，得到材料生产碳排放因子；
- 5 编制公路盾构隧道碳排放因子监测核定报告。

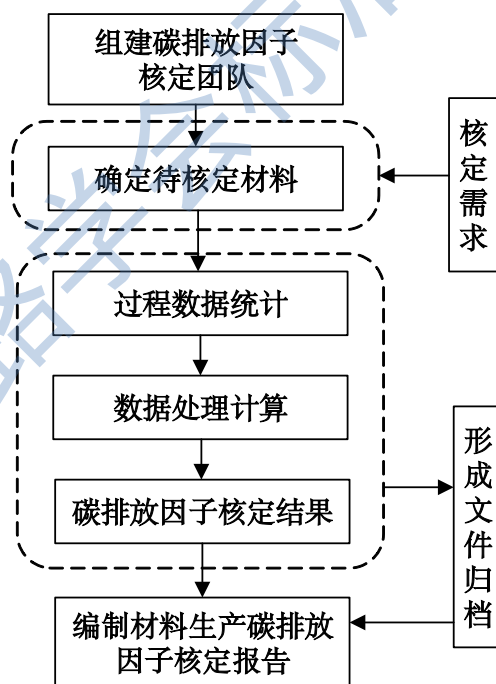


图 5.3.1 材料生产碳排放因子核定工作流程

6 机械碳排放因子监测

6.1 监测方法

6.1.1 施工机械碳排放因子监测采用自动在线监测方式。施工机械碳排放因子监测分为间接监测和直接监测两种监测方法，应满足下列规定要求：

1 间接监测应采用监测设备对机械作业运营过程中的每台班的油耗量进行监测，机械碳排放因子为每台班油耗量与对应油耗碳排放因子的乘积；

2 直接监测采用 PEMS（便携式排放测试系统）车载试验方法，记录机械设备的直接二氧化碳（CO₂）排放量，包括瞬时排放和累积排放数据。

6.1.2 化石燃料的碳排放因子应按下列公式（3）计算：

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \quad (3)$$

式中： EF_i —第 i 种化石燃料的碳排放因子（kgCO₂/GJ）；

CC_i —第 i 种化石燃料的单位热值含碳量（tC/GJ）；

OF_i —第 i 种化石燃料的碳氧化率，以%表示；

$\frac{44}{12}$ —二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

常用化石燃料相关参数见附录 B。

6.1.3 采用间接监测方法对施工机械设备碳排放因子监测时，针对具有 OBD 接口的运输、施工机械设备，应采用 OBD 智能在线监测设备监测运输、施工作业机械设备的油耗数据；针对没有 OBD 接口的运输、施工作业机械设备，可采用油耗传感器智能在线监测设备监测运输、施工作业机械设备的油耗数据。

6.1.4 采用直接监测方法（PEMS 车载试验方法）对施工机械碳排放因子监测时，具体监测方法为：

- 1 将 PEMS 设备稳固地安装在待核定的机械设备上；
- 2 在试验前，检查设备工作状态，并进行预热操作。

3 在机械设备的实际操作条件下，启动 PEMS 设备进行数据采集。试验应涵盖设备的多种工况，包括不同负载和工作环境下的运行状态，以机械设备作业运营过程中一个台班为试验基本时间单位。

6.1.5 针对施工机械碳排放因子的确定采用多次监测平均法。对机械每台班碳排放因子进行监测时，需要保证每次测量过程中机械设备不间断运行 ≥ 8 小时（一个台班），测量次数应大于等于五次，取其算术平均值作为最终值。

6.1.6 公路盾构隧道运营期机电设备碳排放因子监测采用智能电表对隧道机电设备系统的实时用电量进行在线监测，结合电力碳排放因子（依据区域电网排放因子或国家/地方标准值）计算碳排放量。

6.1.7 机电设备碳排放因子监测计算时采用的电力碳排放因子应使用最新值（如生态环境部等权威部门公布的最新数据），并每年至少更新一次。

6.1.8 公路盾构隧道运营期机电设备碳排放因子计算时长度取值以单洞盾构隧道实际运营长度为基准（单位：公里），双洞隧道应分别监测并标注。

6.1.9 运营期机电设备碳排放因子监测数据需按月度统计，监测期间隧道应处于正常运营状态，避免设备停机或人为干预导致的用电量失真。

6.1.10 运营期机电设备碳排放因子监测当监测数据缺失或异常时，采用同期历史数据插值或设备额定功率估算补全。

6.2 监测对象

6.2.1 在对运输、施工机械设备进行间接监测前首先应对设备兼容性进行检查，判断后续采用合适的监测设备进行监测：

1 可采用 OBD 接口进行监测的运输、施工机械设备，检查待监测的机械配备了符合 OBD 标准的接口，能够与远程在线监控系统连接；检查机械的 ECU（电子控制单元）是否支持 OBD 协议，特别是用于油耗数据的监测和报告；

2 采用油耗传感器进行监测的运输、施工机械设备，需配备支持油耗传感器的接口和系统，能够传输数据到油耗传感器。

条文说明

第 2 款源于对设备和系统兼容性的要求，通常遵循 ISO 15031 等国际系列标准，使设备间的数据传输和监控功能兼容。

6.2.2 采用 PEMS 车载试验方法对碳排放因子进行直接监测时，施工机械设备应满足下列要求：

1 检查待进行碳排放因子核定的机械设备处于正常使用状态，发动机和其他关键部件应工作正常，无故障或明显的磨损。机械设备应经过定期维护和检修，包括燃油系统、排气系统和空气滤清器等。在用车辆行驶里程应在有效寿命内，且不应低于 10000km。

2 排气系统应完整无损，排气管不应有泄漏或损坏，使排气气体能顺利导入 PEMS 设备，排气管道应与 PEMS 设备的采样探头相匹配，采样点应设置在排气尾管下游处，且避开弯头、阀门等紊流区域。

3 所用燃料满足《车用汽油》(GB 17930-2016)《车用柴油》(GB/T19147—2003)等标准规定要求，使用前应抽样检测并留存检测报告（保存期不少于 3 年）。车辆润滑油、轮胎压力等，应符合《汽车道路试验方法通则》(GB/T 12534) 的要求。禁止添加任何未获设备制造商书面许可的燃油添加剂。

条文说明

本条中第 1 款规定的目的在于保障测试结果的准确性和可靠性，因为机械设备的性能直接影响其碳排放水平。主要参考了《重型柴油车、气体燃料车排气污染物车载测量方法及技术要求 HJ 857—2017》中的规定要求。

6.2.3 机电设备碳排放因子监测范围应根据盾构隧道实际配置进行划定，包括下述所有子系统的用电设备：

- 1 通风设施包括轴流风机、射流风机、排烟风机、环境传感器、风机变频控制器、消音装置等；
- 2 照明设施包括基本照明灯具、应急照明系统、智能调光系统、照明配电柜等；
- 3 监控与通信系统包括视频监控（高清摄像头、视频存储服务器、视频分析终端），火灾报警系统（感温/感烟探测器、手动报警按钮、火灾报警主机），交通事件检测设备（雷达、激光扫描仪、AI 事件识别系统），环境监测设备（温湿度传感器、CO/VI 检测仪、颗粒物监测仪），有线通信设备（光纤传输设备、工业以太网交换机），无线通信设备（隧道专用无线基站、漏缆覆盖系统），紧急电话与广播（隧道内紧急呼叫箱、IP 广播扬声器）等；
- 4 消防与排水系统包括自动喷淋系统、消防增压水泵、排水泵、水位传感器、流量计等；
- 5 供配电系统包括 10kV/0.4kV 变压器、高压开关柜、低压配电柜、UPS 不间断电源、柴油发电机、电能质量监测仪等；
- 6 交通控制系统包括可变情报板、车道控制灯等。

6.2.4 运营期机电设备通风、照明、监控等子系统在有条件的情况下宜单独安装智能电表。

6.2.5 运营期机电设备扩容或改造后，应同步更新碳排放因子监测配置并重新校准。

6.3 监测设备

6.3.1 采用 OBD 设备对施工机械碳排放因子监测时，OBD 设备应满足下列技术要求：

1 OBD 设备应能够进行远程数据传输和监控，支持无线通信（如全球移动通信系统 GSM、通用分组无线服务技术 GPRS、长期演进技术 LTE 等），OBD 设备应正确安装在待监测机械设备上；

2 OBD 设备应配备用于数据采集、处理和分析的软件平台，能够实时监控油耗数据，应具备数据存储和管理功能，可至少满足 168 小时机械工作状态的数据存储要求；

3 OBD 设备系统应支持实时数据传输和监控，能够实时获取机械的油耗数据和定位信息，应具备数据加密和安全传输功能，防止数据被篡改或丢失；

4 OBD 设备的电气适应性、环境适应性、防护性、耐久性、定位性能和电磁兼容性应符合 ISO 16750 系列标准及 ISO 11452 系列标准相关标准要求；

5 在 OBD 设备正式投入使用之前，进行系统测试，验证设备的功能是否正常，数据采集和传输是否准确。

条文说明

本条款旨在保证采用 OBD 设备对机械碳排放因子的监测符合可靠性、准确性和安全性的要求。为了有效监控机械的碳排放因子，OBD 设备需要具备先进的技术特性和满足严格的标准，尽量保障数据的完整性和准确性，从而为公路盾构隧道的碳排放因子监测提供可靠的数据支持。第 4 款中规定参考了《轻型汽车车载诊断（OBD）系统管理技术规范 HJ 500—2009》中的相关要求。

6.3.2 采用油耗传感器对施工机械碳排放因子监测时，油耗传感器应满足下列技术要求：

1 油耗传感器应具备高精度和高稳定性，以准确测量和记录燃油消耗量。传感器在各种运行状态下应维持长期的稳定性能，以满足监测精度要求；

2 传感器应具备抗振动和抗冲击能力，能够在机械运行过程中抵御振动和冲击。设备应具有抗污染能力，并在各种环境条件下保持正常工作状态；

3 油耗传感器应具备实时数据采集功能，能够准确监测并记录机械的油耗情况。设备应配备支持无线通信模块，以实现数据的远程传输和实时监控。数据传输过程中应保证稳定性，避免数据丢失或延迟；

4 在油耗传感器投入使用前，必须进行全面的系统测试，以验证传感器功能的正常性及油耗数据采集和传输的准确性。

条文说明

本条款旨在使油耗传感器在监测机械碳排放因子时能够提供准确、可靠的数据，支持有效的碳排放管理和控制。通过满足这些要求，可以提高监测结果的可信度，并为后续的数据分析和应用提供坚实的基础。

6.3.3 采用 PEMS 设备对施工机械碳排放因子监测时，PEMS 设备应满足下列要求：

1 PEMS 设备，应具备高精度的传感器和分析仪器，能够准确测量和记录 CO₂ 的排放浓度，CO₂ 传感器应具备足够的检测范围以覆盖被测机械的排放水平。

2 PEMS 设备应使用电池组或小型发电机供电，且至少能够连续运行 3 小时。

3 PEMS 设备需要具备足够的数据存储容量，以记录整个测试过程中的排放数据。数据应能方便地导出用于分析。

4 数据采集频率应至少为 1Hz，以捕捉到瞬态二氧化碳排放情况。

5 除了记录污染物浓度，PEMS 设备必须能够同步记录发动机和车辆参数，如转速、扭矩、车速，以及卫星导航定位信号和环境参数等。

6 PEMS 设备主体安装应避免电磁干扰、灰尘、电击、振动以及散热不良带来的不利影响。采样管路布置应避免管路弯折或泄露，满足气密性要求。

7 在高温、高海拔和低温环境条件下进行测试时，有额外的安装和操作建议，如额外的冷却设备、电池组供电、保温措施等。

条文说明

第 2 款的规定是为了满足试验设备的供电需求，条文的依据来源于《重型柴油车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）GB 17691-2018》附录 K 中对实际道路行驶测量方法（PEMS）的技术要求。

第 5、6 和 7 款主要对试验设备的性能及安装环境要求进行了说明，旨在尽量保障公路盾构隧道碳排放因子核定过程的可靠性。主要依据了《重型汽车实际行驶污染物排放测试技术规范 T/CSAE 237-2021》中的相关规定要求。

6.3.4 采用智能电表对运营期机电设备碳排放因子进行监测时,智能电表应满足下列技术要求:

- 1 智能电表应安装在各机电设备配电柜或主供电回路中;
- 2 智能电表应配置 UPS 或柴油发电机等备用电源,保障监测设备在停电期间等特殊
情况持续运行;
- 3 应定期对智能电表进行校准,误差范围控制在 $\pm 2\%$ 以内。

6.3.5 监测设备具体参数要求参考表 6.3.5-1、表 6.3.5-2 和表 6.3.5-3。

表6.3.5-1 OBD能耗统计设备参数要求

参数	参数内容
工作电压	9V-36V
支持频段	FDD LTE:B1\B3\B7\B8\B20\B28A WCDMA:B1\B8 GSM:B3\B8
工作电流	$\approx 200\text{mA}$
工作温度	$-30^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$
工作湿度	5%~90%RH
接口	OBDII 3FF SIM socket
支持协议	SAE-J1939/SAE-J1979/OBD
GPS 灵敏度	$< -159\text{dBm}$
GPS 定位	冷启动: $\approx 60\text{S}$ 热启动: 1S
SIM 卡类型	E-SIM
通讯方式	4G/wifi
传输频率	1-5min (可调)

表6.3.5-2 油耗统计传感器设备参数要求

参数	参数内容
计量精度	$\pm 0.5\%$
脉冲当量	1.5mL/P
量程	(2-100) L/h

参数	参数内容
计量精度	±0.5%
通讯方式	4G/wifi
传输频率	1-5min (可调)
接口协议	/
工作电压	12V~36V DC
过滤要求	300 目
最大压力	1MP
工作温度	-30℃~80℃
储存温度	-40℃~85℃
检定规程	JJG667-2010
技术条件	JBT9242-1999

表6.3.5-3 智能电表设备参数要求

参数	参数内容	
接线制式	三相四线制	三相三线制
电流规格	互感式: 3×0.3(1.2)A;3X1.5(6)A	直通式: 3×5(60)A; 3×10(40)A 3X15(60)A; 3X20(80)A 3X30(100)A
电压规格	3X220/380V 3X57.7/100V	3X100V
精度等级	有功 0.2S、0.5S、1 级 无功 2 级	有功 0.2S、0.5S 级 无功 2 级
电表属性	三相四线 智能电能表	三相三线 智能电能表
通讯协议	支持 DL/T645-2007 通讯规约	
通讯接口	2 路 RS-485 通讯接口、红外通信接口	

6.4 监测流程

6.4.1 施工机械碳排放因子监测完整工作流程主要包括:

- 1 组建专门的碳排放因子监测团队;

2 确定待进行碳排放因子监测的机械设备, 确认燃油流量传感器的安装和工作状态, 使其准确测量燃油消耗, 检查其他相关传感器 (如发动机转速、负荷传感器) 是否正常工作;

3 对待监测机械的所有油耗测量相关的传感器进行校准, 检查机械的维护记录, 使其处于良好工作状态, 无故障或异常情况;

4 根据现场条件和监测精度要求确定监测方式 (间接监测/直接监测);

5 根据机械设备类型选择合适的监测设备;

6 指定详细的碳排放因子监测方案;

7 进行实际的油耗量监测, 统计和记录监测数据;

8 基于采集的数据计算机械设备对应的碳排放因子;

9 编制公路盾构隧道施工机械碳排放因子监测报告。

条文说明

第2款依赖于《道路车辆 检查或维修期间产生的废气排放的测量方法 ISO 3929》等相关技术标准, 规定了燃油流量传感器和其他数据采集设备的性能要求。第3款依据设备维护和校准的标准 ISO 9001 质量管理体系, 强调定期维护和校准的重要性, 尽量保证测量数据的可靠性。

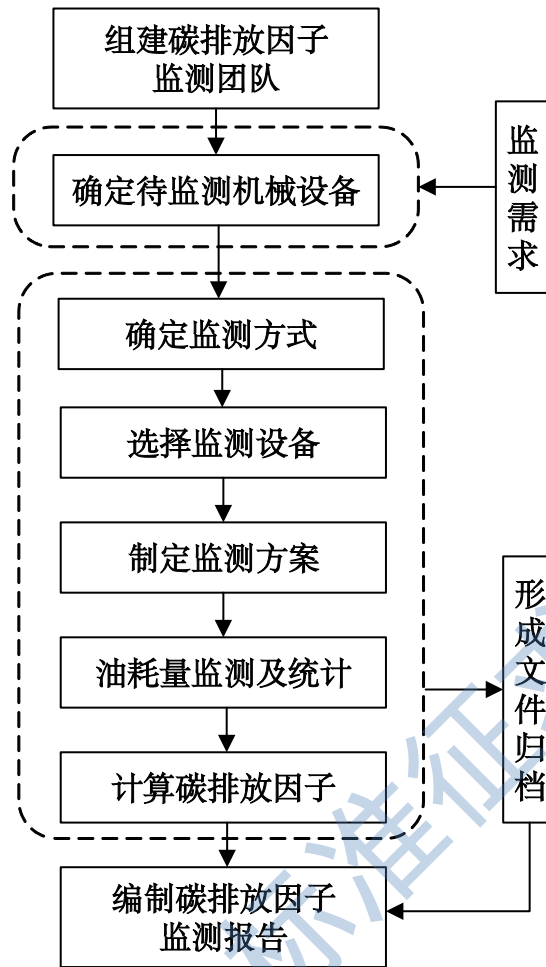


图 6.4.1 施工机械碳排放因子监测工作流程

6.4.2 运营期机电设备碳排放因子监测完整工作流程如下：

- 1 组建专门的碳排放因子监测团队；
- 2 在机电设备配电回路中安装智能电表，并配置数据采集终端，验证数据采集、传输及存储功能的稳定性；
- 3 按每分钟或每小时频率采集用电量数据；
- 4 统计各设备系统月用电量，计算碳排放因子；
- 5 编制《运营期机电设备碳排放因子月度报告》。

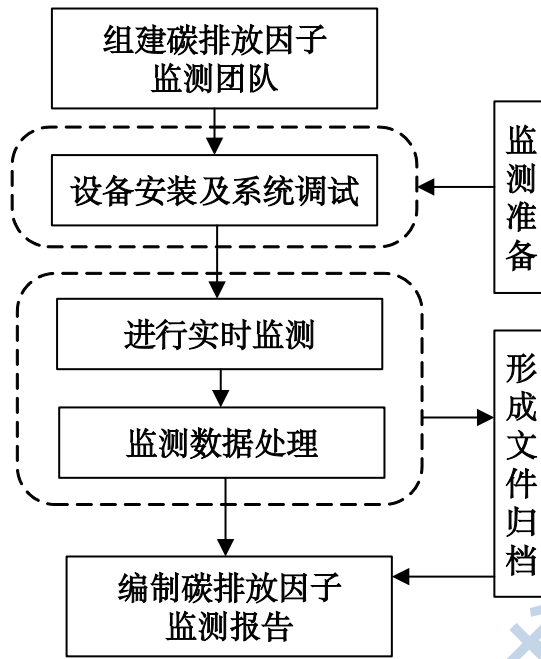


图 6.4.2 运营期机电设备碳排放因子监测工作流程

中国公路学会标准征求意见稿

7 关键工序碳排放因子核定

7.1 核定方法

7.1.1 关键工序碳排放因子核定值应按照如下公式 (4) 进行计算:

$$E_p = \sum_{i=1}^n A_{ai} EF_{ai} + \sum_{j=1}^n A_{bj} EF_{bj} + \sum_{k=1}^n A_{ck} EF_{ck} \quad (4)$$

式中: E_p -第 p 个关键工序的碳排放因子;

A_{ai} -第 i 种不需要进行碳排放因子核定的碳排放源对应的单位关键工序的活动数量;

EF_{ai} -第 i 种不需要进行碳排放因子核定的碳排放源可查询碳排放因子值;

A_{bj} -第 j 种需要进行碳排放因子核定的材料对应的单位关键工序的活动数量;
 EF_{bj} 代表第 j 种需要进行碳排放因子核定的材料的碳排放因子核定值;

A_{ck} -第 k 种需要进行碳排放因子核定的机械对应的单位关键工序的活动数量;

EF_{ck} -第 k 种需要进行碳排放因子核定的机械的碳排放因子核定值。

7.1.2 关键工序碳排放因子核定过程包括材料生产碳排放因子核定及施工机械碳排放因子核定。

7.1.3 不需要进行核定的碳排放因子主要是指能够根据现有国家标准或相关部门发布的标准进行获取的碳排放因子,包括电力碳排放因子、水碳排放因子、化石能源碳排放因子等。

7.1.4 施工机械碳排放因子核定应首先采用间接监测方法得到施工机械碳排放因子监测值,再利用直接监测方法对监测值进行核定。

7.2 核定结果

7.2.1 关键工序碳排放因子核定过程中针对机械碳排放因子核定试验重复次数应 ≥ 5 次,结果取算术平均值,按照以下公式 (5) 进行计算:

$$EF_{ck} = \frac{\sum_{i=1}^n CO_{2i}}{A_i} \quad (5)$$

式中: EF_{ck} -第 k 种需要进行碳排放因子核定的机械的碳排放因子核定值;

CO_{2i} -第 i 次试验测得的 CO_2 排放量 (kg);

A_i -第*i*次试验的机械台班作业量。

7.2.2 在进行机械碳排放因子核定时，碳排放因子核定值与监测值的相对误差绝对值应控制在 10%之内，相对误差绝对值 > 10%时应进行重新核定。

7.2.3 关键工序涉及到的施工机械碳排放因子满足核定误差要求时，按照 7.1.1 中公式进行计算得到的关键工序碳排放因子值即为最终值。

7.3 核定流程

7.3.1 组建专门的碳排放因子核定团队，负责整个核定工作的组织、实施和监督。确定团队成员的专业背景、分工职责及联系方式，团队应具备碳排放监测和核定的相关经验与资质。

7.3.2 确定核定对象，即待进行碳排放因子核定的关键工序，包括材料生产阶段和机械作业阶段。根据工序划分（见表 4.1.1），识别各工序中涉及的碳排放源，筛选出需要核定的材料和机械设备。

7.3.3 制定详细的碳排放因子核定方案，包括核定方法、设备选择、试验条件、数据采集频率等，具体包括：

1 对于材料生产碳排放因子，明确数据获取途径（如企业生产数据、行业数据库）及技术指标要求。

2 对于施工机械碳排放因子，制定间接监测及 PEMS 车载试验的具体实施方案，包括设备安装、工况覆盖、数据采集等。

7.3.4 实施核定工作，具体应按照以下步骤进行：

1 材料生产碳排放因子核定并计算得到材料生产碳排放因子核定值；

2 进行施工机械碳排放因子核定试验，并计算得到施工机械碳排放因子核定值。

7.3.5 应按照下列要求进行数据处理与分析：

1 数据校验：对比监测值与核定值，差异超过 $\pm 10\%$ 时需重新核定；

2 不确定性评估：分析数据来源误差（如传感器精度、工况代表性）；

3 敏感性分析：识别对总碳排放影响显著的关键因子。

7.3.6 编制详细的碳排放因子监测核定报告，包括核定方法、试验数据、结果对比、不确定性说明及改进建议。报告格式参照附录 C 《碳排放因子监测核定报告参考目录》。

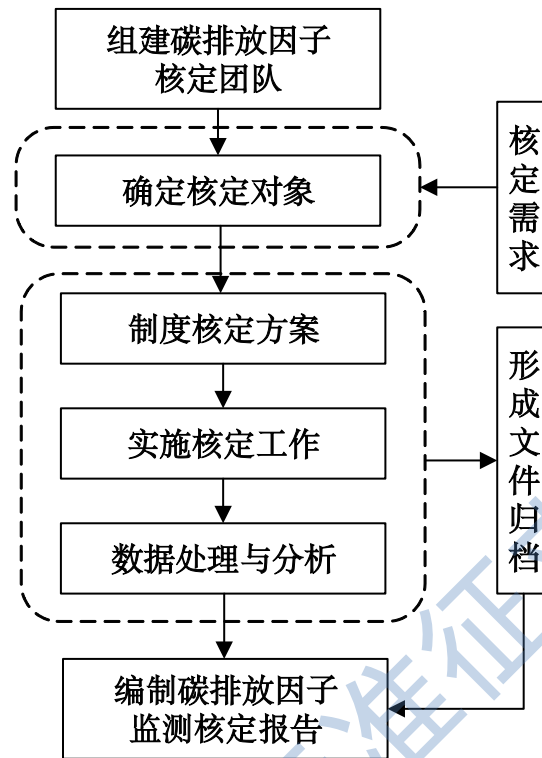


图 7.3.6 机械碳排放因子核定工作流程

附录 A 公路盾构隧道常用碳排放因子清单

序号	分类	碳排放因子名称	单位
1	材料生产碳排放因子	HPB300 钢筋	kg·CO ₂ /t
2		HRB400 钢筋	kg·CO ₂ /t
3		8~12 号铁丝	kg·CO ₂ /kg
4		20~22 号铁丝	kg·CO ₂ /kg
5		型钢	kg·CO ₂ /t
6		钢板	kg·CO ₂ /t
7		钢管	kg·CO ₂ /t
8		镀锌钢管	kg·CO ₂ /t
9		组合式钢模板	kg·CO ₂ /t
10		镀锌钢板	kg·CO ₂ /t
11		钢模板	kg·CO ₂ /t
12		盾尾油脂	kg·CO ₂ /kg
13		φ2000mm 软质通风管	kg·CO ₂ /m
14		主轴密封油脂	kg·CO ₂ /kg
15		管片连接螺栓	kg·CO ₂ /kg
16		遇水膨胀橡胶条	kg·CO ₂ /kg
17		箱涵连接螺栓	kg·CO ₂ /kg
18		三元乙丙橡胶密封垫	kg·CO ₂ /kg
19		粘结剂	kg·CO ₂ /kg
20		氯丁海绵橡胶条	kg·CO ₂ /kg
21		丁腈软木橡胶垫板	kg·CO ₂ /kg
22		PE 泡沫条	kg·CO ₂ /m
23		聚硫密封胶	kg·CO ₂ /kg
24		密封胶	kg·CO ₂ /t
25		钢反力架	kg·CO ₂ /t
26		生石灰	kg·CO ₂ /t
27		洞门环	kg·CO ₂ /t
28		克泥效	kg·CO ₂ /t
29		铜接地板	kg·CO ₂ /kg
30		电焊条结	kg·CO ₂ /kg
31		钢筋连接套筒	kg·CO ₂ /个
32		螺栓	kg·CO ₂ /kg
33		铁件	kg·CO ₂ /kg
34		镀锌铁件	kg·CO ₂ /t
35		电焊丝	kg·CO ₂ /kg
36		石油沥青	kg·CO ₂ /t
37		电	kg·CO ₂ /KW·h
38		水	kg·CO ₂ /m ³

序号	分类	碳排放因子名称		单位	
39		枕木		kg·CO ₂ /m ³	
40		竹胶模板		kg·CO ₂ /m ²	
41		膨润土		kg·CO ₂ /kg	
42		粉煤灰		kg·CO ₂ /t	
43		熟石灰		kg·CO ₂ /t	
44		中(粗) 砂		kg·CO ₂ /m ³	
45		碎石(2cm)		kg·CO ₂ /m ³	
46		碎石 (4cm)		kg·CO ₂ /t	
47		32.5 级水泥		kg·CO ₂ /t	
48		42.5 级水泥		kg·CO ₂ /t	
49		52.5 级水泥		kg·CO ₂ /t	
50		熟石灰		kg·CO ₂ /t	
51		矿粉		kg·CO ₂ /t	
52		玄武岩碎石		kg·CO ₂ /m ³	
53		环氧树脂		kg·CO ₂ /kg	
54		水玻璃		kg·CO ₂ /kg	
55		电力碳排放因子	电力碳排放因子		kg·CO ₂ /kW·h
56		水碳排放因子	水碳排放因子		kg·CO ₂ /t
57		施工机械碳排放因子	单斗挖掘机	斗容量 0.6m ³ 履带式单斗挖掘机	kg·CO ₂ /台班
58				斗容量 1.0m ³ 履带式单斗挖掘机	kg·CO ₂ /台班
59				斗容量 1.25m ³ 履带式单斗挖掘机	kg·CO ₂ /台班
60				斗容量 2.0m ³ 履带式单斗挖掘机	kg·CO ₂ /台班
61			装载机	斗容量 1.0m ³ 轮胎式装载机	kg·CO ₂ /台班
62				斗容量 3.0m ³ 轮胎式装载机	kg·CO ₂ /台班
63	平地机		功率 120kW 以内平地机	kg·CO ₂ /台班	
64	压路机		机械自身质量 12 ~ 15t 光轮压路机	kg·CO ₂ /台班	
65			机械自身质量 18 ~ 21t 光轮压路机	kg·CO ₂ /台班	
66			机械自身质量 20t 以内振动压路机	kg·CO ₂ /台班	
67	手扶式振动碾		机械自身质量 0.6t 手扶式振动碾	kg·CO ₂ /台班	
68	稳定土拌和机		功率 235kW 以内稳定土拌和机	kg·CO ₂ /台班	
69	水泥混凝土摊铺机		3.0-9.0m 滑模式水泥混凝土摊铺机	kg·CO ₂ /台班	
70			2.5-4.5m 轨道式水泥混凝土摊铺机	kg·CO ₂ /台班	
71	混凝土搅拌运输车		容量 10m ³ 以内混凝土搅拌运输车	kg·CO ₂ /台班	
72			容量 6m ³ 以内混凝土搅拌运输车	kg·CO ₂ /台班	
73			容量 14m ³ 以内混凝土搅拌运输车	kg·CO ₂ /台班	
74	混凝土输送泵车		排量 90m ³ /h 以内混凝土输送泵车	kg·CO ₂ /台班	
75			排量 150m ³ /h 以内混凝土输送泵车	kg·CO ₂ /台班	
76	起重机	提升质量 80t 以内履带式起重机	kg·CO ₂ /台班		
77		提升质量 400t 以内履带式起重机	kg·CO ₂ /台班		

序号	分类	碳排放因子名称		单位	
78			提升质量 800t 以内履带式起重机	kg·CO ₂ /台班	
79			提升质量 5t 以内汽车式起重机	kg·CO ₂ /台班	
80			提升质量 12t 以内汽车式起重机	kg·CO ₂ /台班	
81			提升质量 30t 以内汽车式起重机	kg·CO ₂ /台班	
82			提升质量 40t 以内汽车式起重机	kg·CO ₂ /台班	
83			提升质量 50t 以内汽车式起重机	kg·CO ₂ /台班	
84			提升质量 75t 以内汽车式起重机	kg·CO ₂ /台班	
85			提升质量 100t 以内汽车式起重机	kg·CO ₂ /台班	
86			提升质量 120t 以内汽车式起重机	kg·CO ₂ /台班	
87			高空作业车	最大作业高度 10m 以内高空作业车	kg·CO ₂ /台班
88		最大作业高度 15m 以内高空作业车		kg·CO ₂ /台班	
89		内燃叉车	提升质量 4t 以内内燃叉车	kg·CO ₂ /台班	
90			提升质量 5t 以内内燃叉车	kg·CO ₂ /台班	
91			提升质量 10t 以内内燃叉车	kg·CO ₂ /台班	
92		随车吊	提升质量 12t 以内随车吊	kg·CO ₂ /台班	
93		成槽机	履带式液压抓斗成槽机	kg·CO ₂ /台班	
94		高压旋转射流机	钻孔直径 216mm 以内全方位高压旋转射流机	kg·CO ₂ /台班	
95		引孔钻机	钻孔直径 250mm 以内引孔钻机	kg·CO ₂ /台班	
96		吊机	4X12.5t 双管片吊机	kg·CO ₂ /台班	
97			4X6.3t 单管片吊机	kg·CO ₂ /台班	
98			4X20t 箱涵件吊机	kg·CO ₂ /台班	
99		喂片机	喂片机	kg·CO ₂ /台班	
100		发电机组	发电机组	kg·CO ₂ /台班	
101		运输车辆碳排放因子	载货汽车	装载质量 4t 以内载货汽车	kg·CO ₂ /台班
102				装载质量 6t 以内载货汽车	kg·CO ₂ /台班
103				装载质量 20t 以内载货汽车	kg·CO ₂ /台班
104	自卸汽车		装载质量 8t 以内自卸汽车	kg·CO ₂ /台班	
105			装载质量 15t 以内自卸汽车	kg·CO ₂ /台班	
106			装载质量 20t 以内自卸汽车	kg·CO ₂ /台班	
107			装载质量 30t 以内自卸汽车	kg·CO ₂ /台班	
108	平板拖车组		装载质量 40t 以内平板拖车组	kg·CO ₂ /台班	
109			装载质量 50t 以内平板拖车组	kg·CO ₂ /台班	
110			装载质量 60t 以内平板拖车组	kg·CO ₂ /台班	
111			装载质量 100t 以内平板拖车组	kg·CO ₂ /台班	
112	电力机械设备碳排放因子	电动凿岩机	电动凿岩机	kg·CO ₂ /台班	
113		电动刻纹机	混凝土电动刻纹机	kg·CO ₂ /台班	
114		电动切缝机	电动混凝土切缝机	kg·CO ₂ /台班	
115		灰浆搅拌机	出料容量 400L 以内灰浆搅拌机	kg·CO ₂ /台班	
116		混凝土搅拌站	生产能力 60m ³ /h 以内混凝土搅拌站	kg·CO ₂ /台班	
117		门式起重机	门式起重机	kg·CO ₂ /台班	

序号	分类	碳排放因子名称	单位
118	电动卷扬机	牵引力 50kN 以内单筒慢动电动卷扬机	kg·CO ₂ /台班
119		牵引力 100KN 以内单筒慢动电动卷扬机	kg·CO ₂ /台班
120		牵引力 200KN 以内单筒慢动电动卷扬机	kg·CO ₂ /台班
121		牵引力 500KN 以内单筒慢动电动卷扬机	kg·CO ₂ /台班
122	电拉葫芦	提升质量 2t 以内电拉葫芦	kg·CO ₂ /台班
123		提升质量 30t 以内电拉葫芦	kg·CO ₂ /台班
124	液压千斤顶	提升质量 300t 以内液压千斤顶	kg·CO ₂ /台班
125	液压升降机	提升质量 300kg 以内液压升降机	kg·CO ₂ /台班
126		提升质量 500kg 以内液压升降机	kg·CO ₂ /台班
127	打拔桩机	激振力 300kN 以内振动打拔桩机	kg·CO ₂ /台班
128	注浆泵	双液电动注浆泵	kg·CO ₂ /台班
129		排出压力 44MPa 高压注浆泵	kg·CO ₂ /台班
130	砂轮机	手持式砂轮机	kg·CO ₂ /台班
131	钢筋加工机械 设备	钢筋调直弯圆机	kg·CO ₂ /台班
132		数控钢筋剪切生产线	kg·CO ₂ /台班
133		数控钢筋弯弧弯曲机	kg·CO ₂ /台班
134		金刚石绳锯切割机	kg·CO ₂ /台班
135		氧气乙炔切割机	kg·CO ₂ /台班
136		钢筋切断机	kg·CO ₂ /台班
137		以内钢筋弯曲机	kg·CO ₂ /台班
138		钢筋直螺纹滚丝机	kg·CO ₂ /台班
139		数控钢筋弯箍机	kg·CO ₂ /台班
140		焊机	容量 32kVA 以内交流电弧焊机
141	容量 42KV·A 以内交流电弧焊机		kg·CO ₂ /台班
142	电流 500A 以内氩弧焊机		kg·CO ₂ /台班
143	电流 250A 以内 CO ₂ 保护焊机		kg·CO ₂ /台班
144	液浆拌合站	生产能力 30m ³ /h 以内双液浆拌合站	kg·CO ₂ /台班
145		生产能力 30m ³ /h 以内单液浆拌合站	kg·CO ₂ /台班
146	离心清水泵	出水口直径 200mm 以内电动单级离心清水泵	kg·CO ₂ /台班
147	污水泵	出水口直径 1500mm 以内污水泵	kg·CO ₂ /台班
148	泥浆泵	出水口直径 100mm 以内泥浆泵	kg·CO ₂ /台班
149	空气压缩机	排气量 3m ³ /min 以内电动空气压缩机	kg·CO ₂ /台班
150		排气量 10m ³ /min 以内电动空气压缩机	kg·CO ₂ /台班
151		排气量 20m ³ /min 以内电动空气压缩机	kg·CO ₂ /台班

序号	分类	碳排放因子名称		单位
			缩机	
152			排气量 40m ³ /min 以内电动空气压缩机	kg·CO ₂ /台班
153		通风机	功率 200KW 以内轴流式通风机	kg·CO ₂ /台班
154		鼓风机	风量 8m ³ /min 以内鼓风机	kg·CO ₂ /台班
155		液压无气喷涂机	生产率 1200m ³ /h 液压无气喷涂机	kg·CO ₂ /台班
156		冷冻机	SDKW136 冷冻机	kg·CO ₂ /台班
157		泥浆处理系统	泥浆处理系统	kg·CO ₂ /台班
158		同步单液注浆系统	同步单液注浆系统	kg·CO ₂ /台班
159		同步双液注浆系统	同步双液注浆系统	kg·CO ₂ /台班
160		内压滤机	25m ³ /h 以内压滤机	kg·CO ₂ /台班
161		温度控制系统	温度控制系统	kg·CO ₂ /台班
162		泥水系统	泥水系统	kg·CO ₂ /台班
163		注脂系统	注脂系统	kg·CO ₂ /台班
164		盾构机	大直径泥水平衡盾构掘进	kg·CO ₂ /台班
165		管片翻转设备	管片翻转设备	kg·CO ₂ /台班
166	化石能源碳排放因子	汽油碳排放因子		kg·CO ₂ /kg
167		柴油碳排放因子		kg·CO ₂ /kg
168		天然气碳排放因子		kg·CO ₂ /kg
169	人工碳排放因子	人工碳排放因子		kg·CO ₂ /台班
注： 1.本附录给出了公路盾构隧道常用碳排放因子清单，并未提供碳排放因子参考值，碳排放因子值可参考其他已有权威值（如参考《建筑碳排放计算标准》（GBT 51366-2019）），或根据本指南进行监测核定获取。				

附录 B 常用化石燃料相关参数缺省值

能源名称	计量单位	低位发热量 (KJ/t, KJ/104Nm ³)	单位热值含碳量 (tC/TJ)	碳氧化率 (%)
原油	t	41816 ^a	20.1 ^b	98b
燃料油	t	41816 ^a	21.1 ^b	
汽油	t	43070 ^a	18.9 ^b	
一般煤油	t	43070 ^a	19.6 ^b	
柴油	t	42652 ^a	20.2 ^b	
液化石油气	t	50179 ^a	17.2 ^b	
炼厂干气	t	45998 ^a	18.2 ^b	
天然气	104Nm ³	38931 ^a	15.3 ^b	99b
注:				
a 数据取值来源为《中国能源统计年鉴 2022》。				
b 数据取值来源为《建筑碳排放计算标准》(GBT 51366-2019)。				

中国公路学会标准征求意见稿

附录 C 公路盾构隧道机械设备碳排放因子监测核定报告参考目录

C.1 盾构隧道工程概况

该部分需要对核算公路盾构隧道工程建设概况及完工后运营情况进行基本信息描述,包括隧道名称、隧道地址、建设单位、设计单位、监理单位、施工单位、开工时间、竣工时间、项目经理、运营管理单位、运营期核算时间范围、隧道养护基本情况、碳排放核算负责人等。

C.2 碳排放因子监测团队

该部分应详细介绍负责碳排放因子监测的团队构成,包括团队负责人、团队成员的专业背景、分工职责、联系方式以及团队在碳排放监测方面的经验和资质。同时,应提供团队成员在本次监测项目中的具体工作内容和贡献。

C.3 碳排放因子核定团队

该部分应描述负责碳排放因子核定的团队信息,包括团队组成、成员资质、专业技能和在碳排放核定方面的工作经验。还需说明团队在本项目中的工作职责和完成的任务。

C.4 碳排放因子监测核定清单

本部分应列出在碳排放因子监测和核定过程中涉及的所有材料、机械设备、对应的燃料类型、监测点位、监测时间段和进行碳排放因子核定的关键工序等详细信息。清单应包括每个监测对象的描述、监测频次、监测方法的概览等。

C.5 碳排放因子监测实施方案

该部分应详细阐述碳排放因子监测的具体实施方案,包括监测计划、监测方法的选择、监测设备的配置、监测点位的布置、数据采集和处理流程、质量控制措施以及监测过程中的安全管理措施。

C.6 碳排放因子核定试验方案

本部分应描述碳排放因子核定的试验方案,包括试验目的、试验设备的选择和校准、试验过程的详细步骤、数据采集频率和方法、试验条件的控制、安全措施以及试验结果的预期和分析方法。

C.7 碳排放因子监测核定结果评价分析

该部分应包含对监测和核定结果的全面评价和分析,包括数据的统计分析、碳排放因子的计算结果、结果的不确定性分析、与历史数据或其他研究的对比分析,以及监测和核定结果对隧道运营管理的意义和建议。

C.8 附件

附件部分应提供所有支持性文件和补充材料,包括监测和核定过程中产生的原始数据记录、图表、照片、视频资料、设备校准证书、监测人员资格证书、相关计算工具和软件的说明、参考文献以及任何其他有助于理解报告内容的附加信息。

中国公路学会标准征求意见稿

用词说明

1 本指南执行严格程度的用词，采用下列写法：

1) 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”。

2) 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”。

3) 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) 当引用的标准为国家标准或行业标准时，表述为“应符合《×××××》(×××)的有关规定”。

2) 当引用本指南中的其他规定时，表述为“应符合本指南第×章的有关规定”“应符合本指南×.×节的有关规定”“应按本指南第×.×.×条的有关规定执行。”