

ICS 03.220.20

CCS Z 00/09

# 团体标准

T/ITS \*\*\*\*-\*\*\*\*

## 营运车辆碳排放监测体系框架

Framework of carbon emission monitoring system for operating vehicles

(征求意见稿)

本稿完成日期：2024年9月23日

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

20\*\*-\*\*-\*\*发布

20\*\*-\*\*-\*\*实施

中国智能交通产业联盟 发布



## 目 次

1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语、定义和缩略语 .....	1
4 监测体系框架 .....	4
5 监测目标层 .....	6
6 监测实施层 .....	7
7 监测保障层 .....	22
附录 A（资料性）相关参数推荐值 .....	25
附录 B（资料性）报告格式模板 .....	28
附录 C（资料性）监测计划模板 .....	33
参考文献 .....	40

中国智能交通产业联盟

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国智能交通产业联盟（C-ITS）提出并归口。

本文件主要起草单位：交通运输部公路科学研究院、北京中交国通智能交通系统技术有限公司、中路高科交通科技集团有限公司、北京交通大学、华北电力大学。

本文件主要起草人：宋艳、钱越、刘禹卿、王晶、姬美臣、胡松、王海鹏、马捷、常征、于帅、孙晓红、王宏丹、岳睿、王宁玲。

# 营运车辆碳排放监测体系框架

## 1 范围

本文件规定了营运车辆碳排放监测体系框架，包括监测目标层、监测实施层、监测保障层。  
本文件适用于营运车辆碳排放监测业务管理。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 18352.6—2016 轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）

GB 17691—2018 重型柴油车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）

GB/T 19754—2021 重型混合动力电动汽车能量消耗量试验方法

GB/T 27840—2021 重型商用车辆燃料消耗量测量方法

GB/T 38146.1—2019 中国汽车行驶工况 第1部分：轻型汽车

GB/T 38146.2—2019 中国汽车行驶工况 第2部分：重型商用车辆

JT/T 325—2018 营运客车类型划分及等级评定

JT/T 711—2016 营运客车燃料消耗量限值及测量方法

JT/T 719—2016 营运货车燃料消耗量限值及测量方法

JT/T 1411—2022 天然气营运货车燃料消耗量限值及测量方法

JT/T 1444—2022 天然气营运客车燃料消耗量限值及测量方法

JT/T 1248—2019 营运货车能效和二氧化碳排放强度等级及评定方法

JT/T 1249—2019 营运客车能效和二氧化碳排放强度等级及评定方法

DB 11/T 1786—2020 二氧化碳排放核算和报告要求 道路运输业

陆上交通运输企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行），国家发展和改革委员会，2015

## 3 术语、定义和缩略语

### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1.1

#### **监测 monitoring**

持续或定期对碳排放、清除等活动计量、分析以获取数据和信息的过程。

### 3.1.2

#### **碳排放 carbon emissions**

将温室气体释放到大气中。

注：本文件涉及的温室气体主要指二氧化碳（CO<sub>2</sub>）。

### 3.1.3

#### **排放因子 emission factor**

表征营运车辆单位行驶里程或某一操作活动量的碳排放的系数。

[来源：DB11/T 1786—2020，3.5，有修改]

### 3.1.4

#### **活动水平 activity level**

量化营运车辆从事道路运输生产过程中导致碳排放的活动量，例如每种燃料燃烧消耗量、净购入电量、净购入蒸汽量等。

### 3.1.5

#### **活动数据 activity data**

导致碳排放的道路运输活动量的表征值。活动数据与排放因子相乘，得出营运车辆某一移动过程或某一操作相关的碳排放量。活动数据的例子包括所使用的燃料数量、所用电量、行驶距离。

[来源：DB11/T 1786—2020，3.4，有修改]

### 3.1.6

#### **核查 verification**

对一份碳排放清单的数据和信息可靠性（考虑到完整性和准确性）的独立评估，以确定该清单信息是否正确、符合准则的过程。

[来源：ISO 14064-1:2018，3.4.9，有修改]

### 3.1.7

#### **营运企业 transport operator**

从事涉及货运或客运或两者的运输业务的实体。

### 3.1.8

**营运货车 commercial vehicle for cargos transportation**

用于营业性货物运输的汽车和半挂牵引车（列车）、牵引货车（列车）。

[来源：JT/T 719—2016，3.1]

### 3.1.9

**营运客车 commercial motor-vehicles of passenger transport**

用于经营性道路旅客运输的汽车，包括客车和乘用车。

[来源：JT/T 325—2018，3.1]

### 3.1.10

**营运车辆碳排放智能监测系统 intelligent monitoring system for carbon emissions of operating vehicles**

通过安装在营运车辆上的数据采集设备，实时采集碳排放相关数据并定期生成汇总信息和统计指标的具有远程通信能力的应用软件系统。

### 3.1.11

**车载智能碳排放监测终端 on-board carbon monitoring device**

安装在营运车辆上满足工作环境要求，具有碳排放数据采集、移动通信、卫星定位等功能的车载终端装置。

### 3.1.12

**营运车辆碳排放监测体系框架 framework of carbon emission monitoring system for operating vehicles**

营运企业为了对营运车辆碳排放监测业务活动组织管理而建立的一种结构化体系，其涵盖了监测流程、监测方案、监测数据分析报告、监测组织结构等关键要素，旨在确保监测业务的高效开展。

## 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

GWP: 全球升温潜能值 (Global Warming Potential)

OBD: 车载诊断 (On Board Diagnostic)

CAN: 控制器局域网 (Controller Area Network)

PEMS: 便携式排放测试系统 (Portable Emissions Measurement System)

VSP: 机动车比功率 (Vehicle Specific Power)

## 4 监测体系框架

### 4.1 监测要素构成

营运车辆碳排放监测体系主要包括监测主体、监测方案、监测车辆、监测环境、监测数据、监测设备、监测平台、监测组织机构八项要素：

——监测主体是监测的发起者和执行者，是营运车辆碳排放监测业务实施组织和行业、业务管理者，主要包括营业性运输企业、交通运输环境管理单位、机动车排放管理单位等组织的业务管理人员；

——监测方案是监测业务开展的计划，是营运车辆碳排放监测业务赖以开展的初始依据，监测方案规定了监测业务要达到的目标、原则，明确了监测对象、方法，以及监测组织实施开展等内容；

——监测车辆是监测管理的对象，本标准指营运车辆，包括营运货车、营运客车两大类车型。各运输企业的车型构成不同，应将主要车型作为先期监测对象；

——监测环境是监测对象即营运车辆运行的道路、气象等外围环境，营运车辆碳排放受监测环境等因素影响而呈现出不同的排放特征，因此监测环境也应被纳入监测要素范畴；

——监测数据是监测业务的结果性要素，是排放分析计算的数据基础，主要分为排放因子、活动水平等数据资源，可直接或间接量化表征或测算营运车辆碳排放量；

——监测设备是监测数据采集的硬件技术手段，营运车辆可通过OBD、CAN总线技术采集燃料消耗等数据来间接推算碳排放，可通过PEMS、实验室台架测试设备、车载智能碳排放监测终端来检测二氧化碳等气体成分的排放浓度、瞬态排放质量、排放因子数据；

——监测平台是监测业务管理的软件技术手段，通过系统化、可视化的计算机技术手段实现碳排放数据采集、排放监测、排放统计分析、数据存储等功能，方便监测主体碳排放监测信息化管理；

——监测组织机构是监测主体所在单位或者独立的第三方单位，是通过专门成立监测业务组开展营运车辆碳排放监测业务活动的组织单元，包括营业性运输企业、交通运输环境管理单位、机动车排放管理单位等管理主体（或社会第三方碳排放核查单位）的业务部门、业务组。

营运车辆碳排放监测要素构成示意图见图1。



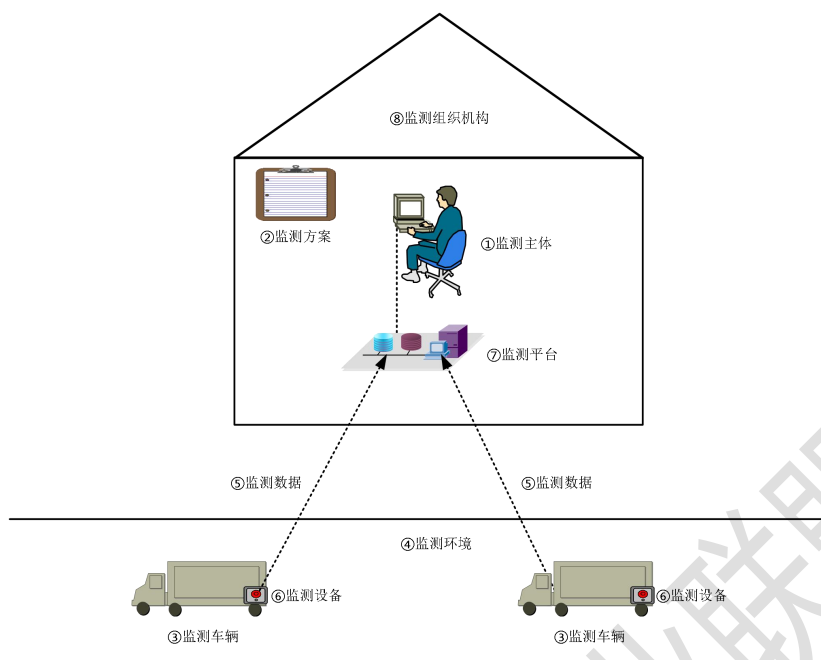


图 1 营运车辆碳排放监测要素构成示意图

## 4.2 监测体系框架

营运车辆碳排放监测体系框架包含目标层、实施层、保障层三个层级，每个层级由若干业务要素组成。其中：

- a) 目标层包括监测目标、监测原则：
  - 监测目标：明确营运车辆碳排放监测的目的和应达到的效果；
  - 监测原则：制定营运车辆碳排放监测应遵循的基本准则或指导思想；
- b) 实施层包括监测范围界定、监测数据获取、监测数据分析、监测报告编制：
  - 监测范围界定：确定监测对象，界定排放范围、选取监测路段，划分监测周期；
  - 监测数据获取：明确监测技术方法，针对监测范围，采集获取碳排放和相关数据；
  - 监测数据分析：设计数据分析框架，进行排放因子、排放总量测算和监测指标分析；
  - 监测报告编制：按照碳排放监测、核查、交易需求，编制碳排放监测分析报告。
- c) 保障层包括监测组织架构、监测业务管理、监测系统构建：
  - 监测组织架构：确立监测组织机构、人力资源配备及其专业技能的要求；
  - 监测业务管理：制定监测计划、进行监测数据管理、制度管理、核算管理等业务管理；
  - 监测系统构建：建设营运车辆碳排放智能监测系统，提升碳排放智能化管理水平。

营运车辆碳排放监测体系框架见图2。

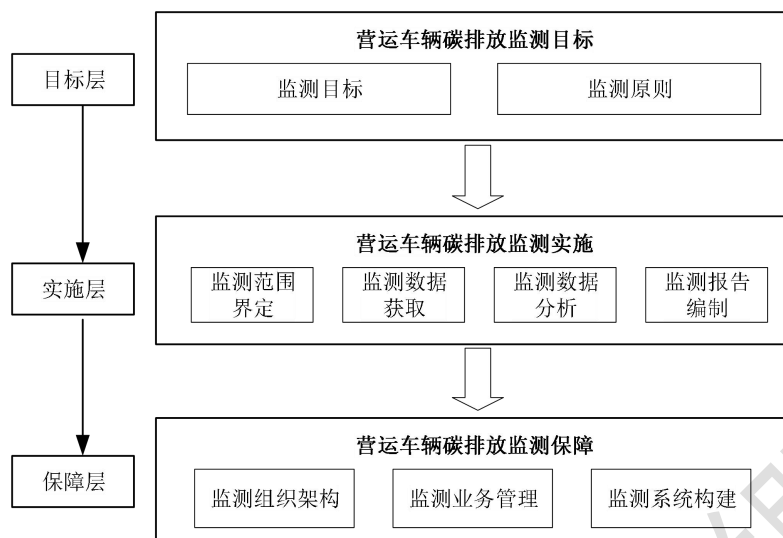


图 2 营运车辆碳排放监测体系框架

## 5 监测目标层

### 5.1 监测目标

营运车辆碳排放监测目标是实现碳排放量及变化趋势的精准化、动态化监测，识别影响因素，为制定碳排放管理措施提供依据，并评估碳减排效果，最终有效支撑碳交易。包括：

- a) 准确量化营运车辆的碳排放量。通过全面、系统的监测，获取精确的碳排放相关数据，准确分析计算不同车型、不同行驶工况下营运车辆碳排放总量、排放水平；
- b) 实时跟踪碳排放的动态变化。及时掌握营运车辆不同车型、不同运营类型、不同路段的碳排放趋势和波动情况，以便适时调整管理策略，确保碳减排工作始终朝着既定目标推进；
- c) 深入分析碳排放的影响因素。识别发现影响营运车辆碳排放的关键因素，如车辆技术状况、燃料类型、排放控制标准、行驶路线、运行速度、环境因素等，以便有针对性地制定减排措施；
- d) 为制定碳排放管理措施提供依据。通过对大量监测数据的研究和分析，为企业和行业制定碳排放管理措施提供坚实的数据支撑，确保碳减排措施的科学性和有效性；
- e) 评估碳减排措施的实际效果。通过持续监测，根据历史排放数据，设定碳减排目标值或基线值，对阶段减排情况进行动态评估，评估各项措施的实际成效，为优化完善碳减排方案提供支撑；
- f) 支撑碳排放权交易。基于碳排放监测数据，支撑企业碳排放核算报告的编制，为企业纳入碳排放权交易市场所需的碳排放核查和数据上报提供基础支撑。

### 5.2 监测原则

营运车辆碳排放监测应按照实时性和精确性、准确性和可靠性、全面性和客观性的原则而开展。

- a) 实时性和精确性

营运车辆碳排放数据的采集分析计算频率宜满足企业碳排放日常监测管理的微观、高频数据应用的实时性需求；宜采取有效技术手段对碳排放及相关数据进行小时/日/月/年等不同时间尺度的精细化监测。

#### b) 准确性和可靠性

宜采取多种方法手段对营运车辆不同时间尺度和统计维度的碳排放量及相关数据进行校核，确保数据的准确性；不同方法手段应长期可依赖，以便企业能够准确、持续的掌握营运车辆碳排放变化情况。

#### c) 全面性和客观性

营运车辆碳排放监测数据应尽量完整全面，监测指标应有代表性，涵盖排放、燃料消耗、活动水平等不同维度和粒度的数据；监测数据应客观，保证数据无系统性的错误或者人为的故意错误，测算结果能够真实反映企业实际情况。

## 6 监测实施层

### 6.1 监测范围界定

#### 6.1.1 监测对象

营运车辆碳排放监测对象为营运车辆，分为营运货车、营运客车。

#### 6.1.2 排放范围

营运车辆碳排放范围为营运车辆从事运输活动全过程中产生的温室气体排放，包括：

##### a) 燃料燃烧排放

营运车辆运行净消耗的化石燃料燃烧产生的温室气体排放。化石燃料燃烧产生的温室气体排放主要为CO<sub>2</sub>排放，此外，还需核算营运车辆化石燃料燃烧产生的CH<sub>4</sub>和N<sub>2</sub>O排放，其排放量主要取决于车辆执行不同排放标准所采取的污染控制技术等因素。

##### b) 尾气净化过程排放

在道路运输中，营运车辆使用尿素等尾气净化剂产生的CO<sub>2</sub>排放。

##### c) 净购入使用电力隐含的排放

营运企业净购入使用电力隐含的CO<sub>2</sub>排放，用于以电力为动力的营运车辆，如电车、纯电动汽车、插电式混合动力汽车等，该部分排放实际发生在电力生产企业。

营运车辆碳排放监测范围见表1。

表 1 营运车辆碳排放监测数据资源内容

车辆类型	燃料燃烧排放			尾气净化过程排放		净购入电力排放	
	主要化石燃料种类	主要耗能设备	温室气体种类	排放设备	温室气体种类	主要耗能设备	温室气体种类
营运车辆（包	汽油、柴油、	营运车辆（以化石	1、CO <sub>2</sub>	营运车辆	CO <sub>2</sub>	运输车辆（以	CO <sub>2</sub>

车辆类型	燃料燃烧排放		尾气净化过程排放		净购入电力排放	
包括营运货车、营运客车)	天然气和液化石油气等	燃料为动力, 如: 汽油车、柴油车、单一气体燃料汽车、两用燃料汽车、双燃料汽车、混合动力电动汽车等)	2、CH <sub>4</sub> 3、N <sub>2</sub> O			电力为动力, 如电车、纯电动汽车、插电式混合动力汽车等)

### 6.1.3 监测路段

宜选取具有以下特征的路段作为营运车辆碳排放监测的典型路段:

- 路段为营运企业某类典型车型日常营运生产活动中出行频率高、行驶工况齐全的典型路段;
- 路段沿线尽量覆盖如出入口、收费站等设施, 以便能够反映车辆走停状态及排放波动特征。

### 6.1.4 监测周期

综合营运车辆的生产活动规律和数据采集条件, 确定监测周期, 包括小时/日监测、周/月监测、季度/年监测, 分别对应微观、中观、宏观三个层面。

#### a) 微观层面

营运车辆微观层面的监测时空尺度为小时/日尺度的单车级监测, 检测不同车辆类型的排放率、油耗率、行驶时间、瞬时速度等微观细粒度数据, 目标是实现单车碳排放实时检测。

#### b) 中观层面

营运车辆中观层面的监测时空尺度为周/月尺度的线路级监测, 测算不同道路类型的排放因子、百公里油耗、平均速度、VSP分布等中观级数据, 目标是实现路段碳排放实时监测。

#### c) 宏观层面

营运车辆宏观层面的监测时空尺度为季度/年尺度的企业级监测, 统计不同企业类型的排放总量、燃料消耗总量、单位周转量/运量/行驶里程的排放量、行驶总里程、客(货)运量及周转量等宏观数据, 目标是实现企业碳排放总量核算。

营运车辆碳排放监测周期见图3。

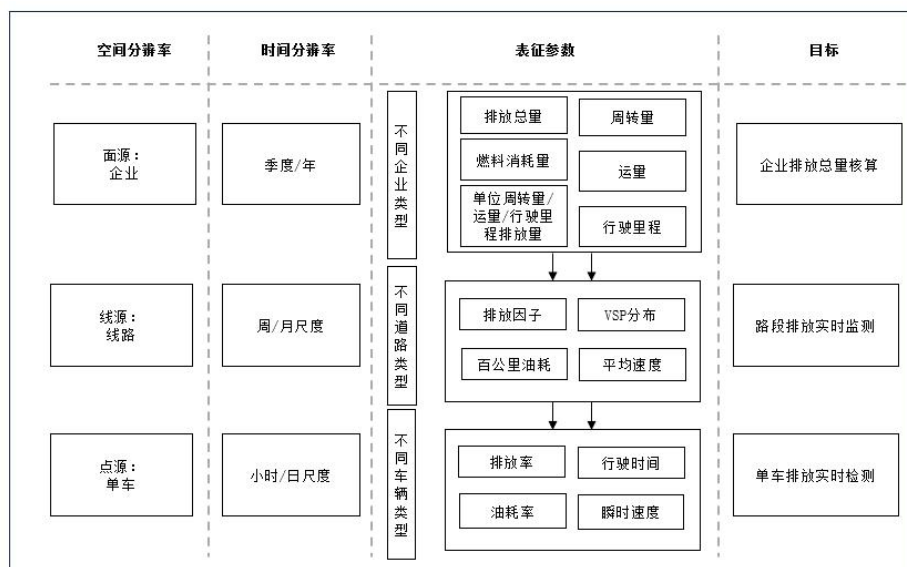


图 3 营运车辆碳排放监测周期

## 6.2 监测数据获取

### 6.2.1 监测方法选择

营运车辆碳排放监测方法包含直接测量法、间接测算法两类。营运企业可根据自身数据采集条件和监测能力选择适合的监测方法。

#### a) 直接测量法

直接测量法适用于微观层面碳排放监测：

——对于具有较强监测能力的企业，可安装使用排放在线监测相关设备，利用OBD设备、CAN总线、车载智能碳排放监测终端等装置实时采集CO<sub>2</sub>排放浓度、燃料流量、进气量等数据，实时计算CO<sub>2</sub>排放率等数据，实现微观层面碳排放随车式在线监测；

——营运企业可视自身条件采用PEMS设备对企业典型车型、典型工况下的碳排放情况进行不定期检测，测试碳排放因子、百公里油耗等关键数据，实现宏中观层面营运车辆碳排放水平的阶段性检测标定。检测要求按照GB/T 27840、GB/T 19754、GB 17691、GB 18352.6、JT/T 1248、JT/T 1249、JT/T 711、JT/T 719、JT/T 1411、JT/T 1444中规定的二氧化碳排放、燃料消耗限值检验要求执行。

#### b) 间接测算法

间接测算法包括排放因子法、碳平衡法两种方法，间接测算法适用于宏中观层面碳排放监测：

——宏观企业层面，宜将碳平衡法作为企业营运车辆车队碳排放量测算的基本方法，基于燃料消耗量，间接推算碳排放量；

——中观路段层面，宜将排放因子法作为营运车辆典型车型路段碳排放量测算的辅助校核方法，基于排放因子、活动水平数据测算路段特定车型碳排放量，作为碳平衡法的补充和校核。

### 6.2.2 监测数据采集

营运车辆碳排放监测数据主要包括通过卫星定位设备、OBD设备、CAN总线、PEMS设备采集的实时监测数据和企业填报或从相关系统接入的统计数据。

营运车辆碳排放监测数据资源内容主要包含车辆基本信息、行驶轨迹数据、燃料消耗数据、营运活动数据、排放测试数据、路网基础数据6类数据资源。

a) 车辆基本信息

车辆基本信息主要包括车辆类型、车辆型号、发动机型号、排放控制标准、燃料类型、车龄等车辆自身基本技术参数。车辆基本信息由营运企业购入新车时向车辆生产企业获取。

b) 行驶轨迹数据

行驶轨迹数据主要包括时间、经度、纬度、速度等数据项，数据采集频率可精确到秒级。其中，逐秒速度可用于加速度、VSP的计算分析。行驶轨迹数据利用卫星定位技术通过营运车辆安装的车载终端设备实时采集获取。

c) 燃料消耗数据

燃料消耗数据包括动态数据、统计数据两类数据，统计数据可通过企业加油卡、加油台账统计获取；动态数据可通过OBD逐秒监控采集发动机燃料流量数据、进气量等数据，作为微观层面碳排放测算的基础数据来源。

d) 营运活动数据

营运活动数据除上述燃料消耗数据外，还包括客货运量、周转量、行驶里程、载荷情况、百公里油耗等统计数据，营运活动数据可通过企业客运和货运业务系统、卫星定位终端设备、里程表、相关统计报表等方式获得。

e) 排放测试数据

排放测试数据包括逐秒排放率、逐秒速度、行驶距离、排放因子、测试工况、行驶周期等数据。排放测试数据为车辆新车型式试验或在用车符合性试验时为检测车辆燃料或污染物排放限值所测试采集的数据，采集方式包括PEMS或台架试验方式，可作为营运车辆典型车辆碳排放因子的来源，用于建立典型车型的碳排放因子数据库，分析典型工况下的碳排放特征。数据经过长期积累后，还可以追踪分析车龄、载重、道路类型等因素对某一类车型排放的影响程度及排放特征。

f) 路网基础数据

路网基础数据包括道路名称、道路类型、起终点、路段长度等。路网基础数据作为背景数据，记录营运车辆日常生产运营的典型路段地理特征，根据营运车辆碳排放监测分析空间尺度的需求，可将路网划分为若干路段，路段的端点通常为交叉口或道路几何结构出现变化的地方。路段可按道路类型划分为快速路、非快速路，其中快速路包括高速公路和城市快速路，非快速路包括主干路和次支路。

营运车辆碳排放监测数据资源内容见表2。

表 2 营运车辆碳排放监测数据资源内容

序号	数据资源类别	数据资源内容
1	车辆基本信息	车辆类型、车辆型号、发动机型号、排放控制标准、燃料类

序号	数据资源类别	数据资源内容
		型、车龄、累计行驶里程、车重、排量、车辆出厂日期等。
2	行驶轨迹数据	时间、经度、纬度、速度、方向、海拔、里程等。
3	燃料消耗数据	①加油量统计数据（来自加油卡、加油台账）； ②发动机运行数据（通过 OBD 逐秒监控采集）：车牌号、车速、发动机转速、进气量（kg/h）、发动机燃料流量（L/h）、时间、经度、纬度、累计里程等。
4	营运活动数据	客货运量、客货运周转量、行驶里程、载荷情况、百公里油耗、行驶里程、车辆保有量等统计数据。
5	排放测试数据	逐秒排放率、逐秒速度、行驶距离、排放因子、测试工况、行驶周期、百公里油耗、累计排放、累计油耗、经纬度等。
6	路网基础数据	道路名称、道路类型、起始点、终止点、道路长度、道路方向、车道数、坡度等。

### 6.3 监测数据分析

#### 6.3.1 数据分析框架

营运车辆碳排放监测数据分析采取“排放因子测算—排放总量测算—监测指标分析”的框架：

——排放因子测算：重点选取典型车型重点监测车辆，通过PEMS、OBD、卫星定位系统来实时、定期或者不定期采集CO<sub>2</sub>排放、燃料消耗、速度、里程等数据，测算单车排放率、典型工况下的排放因子，构建排放因子模型，同时基于相关标准规范和指南，积累不同车型、不同燃料类型的排放因子推荐值，建立典型车型的排放因子库，为排放总量测算奠定数据基础。

——排放总量测算：基于燃料消耗、排放因子、活动水平等多源数据，计算营运车辆碳排放总量值，基于碳平衡法、周转量法、里程法等不同方法对排放总量值进行联合校核和补充计算，确保碳排放量测算的准确性和有效性，为企业层面碳排放核算和报告提供数据基础。

——监测指标分析：在排放总量测算的基础上，结合里程、运量、周转量等营运活动水平数据，对不同车型的排放、能耗强度统计测算，获得单位周转量碳排放量、燃料消耗量等指标值，为企业营运车辆能耗和排放效率分析提供支撑，为能耗和排放影响因素分析、能耗和排放量预测、节能降碳潜力评估等提供数据基础。

营运车辆碳排放监测数据分析框架见图4。

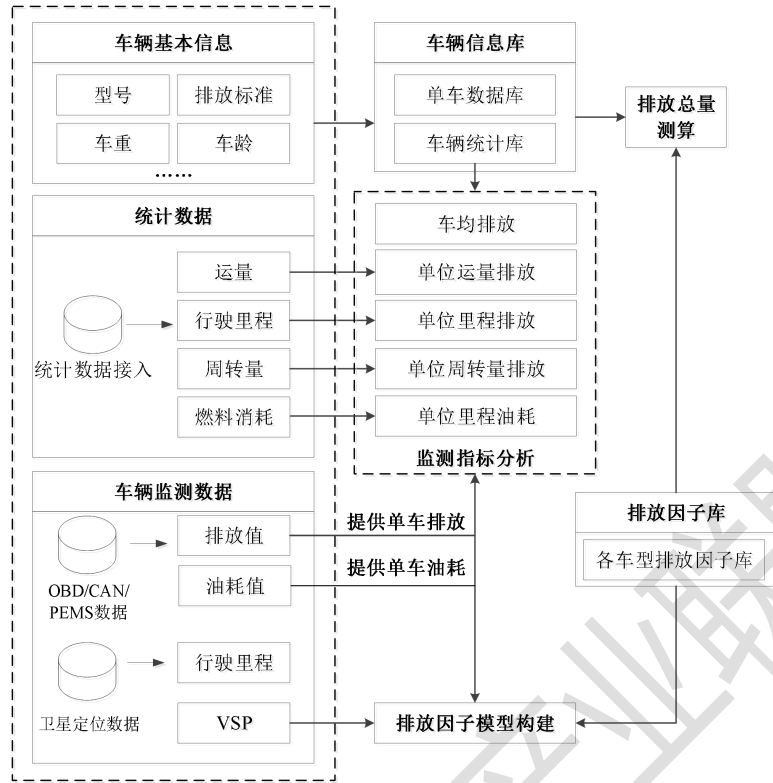


图 4 营运车辆碳排放监测数据分析框架

### 6.3.2 排放因子测算

#### 6.3.2.1 测算原理

排放因子可采用直接检测法、模型测算法、指南推荐法获取，可基于里程、燃油消耗来表示，可围绕单车、路段、车队等不同维度进行综合分析。

##### a) 直接检测法

##### 1) 基于里程的排放因子

企业可选取典型车型，采用实验室台架测试法、道路实测法，利用PEMS设备按照GB17691、GB18352等标准规定的测试工况，进行检测，获取选定车型的排放因子，计算原理见式（1）。

$$EF_d = \frac{\sum_t M_t \times T_t}{\sum_t D_t} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$EF_d$ ——基于里程的排放因子，单位为克每公里（g/km）；

$M_t$ ——单位时间 $t$ 内的排放速率，单位为克每秒（g/s）；

$T_t$ ——车辆行驶距离 $D$ 所用的总时间，单位为秒（s）；

$D_t$ ——车辆单位时间 $t$ 内的行驶里程，单位为公里（km）；

$t$ ——检测时间，单位为秒（s）。

其中， $M_t$ 基于PEMS设备直接检测的CO<sub>2</sub>浓度、进气量、燃料流量数据计算得出，其计算原理见式（2）、（3）、（4）。

$$M_t = u \times C \times q_{mew} \dots \dots \dots (2)$$

$$q_{mew} = q_{maw} + q_{mf} \dots \dots \dots (3)$$

$$u = M_{CO2} / (M_e \times 1000) \dots \dots \dots (4)$$

式中：



- $u$ ——CO<sub>2</sub> 密度和排气密度的比值；  
 $C$ ——CO<sub>2</sub> 的瞬时浓度检测值，单位为百万分比（ppm）；  
 $q_{mew}$ ——瞬时排气率，单位为千克每秒（kg/s）；  
 $q_{maw}$ ——瞬时进气量，单位为千克每秒（kg/s）；  
 $q_{mf}$ ——瞬时燃料消耗量，单位为千克每秒（kg/s）；  
 $M_{CO_2}$ ——CO<sub>2</sub> 的摩尔质量，取 44.01g/mol；  
 $M_e$ ——排气的瞬时摩尔质量，取 28.965g/mol。

## 2) 基于燃料消耗的排放因子

对于纳入OBD排放远程在线监控的营运车辆，可以基于OBD秒级燃料消耗数据，计算不同车辆类型的CO<sub>2</sub>排放因子。计算原理见式（5）。

$$EF_f = \frac{\sum_t M_t \times T_t}{\sum_t F_t} \dots \dots \dots (5)$$

式中：

$EF_f$ ——基于燃料消耗的排放因子，单位为克每千克（g/kg）；

$F_t$ ——车辆在单位时间 $t$ 内的燃料消耗量，单位为千克（kg）。

——基于平均速度区间下的排放因子

针对路段，可计算营运车辆在某一平均速度区间下的排放因子，用于估算路段碳排放量。计算原理见式（6）、（7）。

$$EF_v = 3600 \times \frac{\sum_t M_t}{\sum_t v_t} \dots \dots \dots (6)$$

$$v = 3600 \times \frac{\sum_t v_t}{\sum_t T_t} \dots \dots \dots (7)$$

式中：

$EF_v$ ——平均速度区间 $v$ 的排放因子，单位为克每公里（g/km）；

$v_t$ ——第 $t$ 秒的瞬态速度，单位为公里每小时（km/h）；

$v$ ——平均速度，单位为公里每小时（km/h）。

## b) 模型测算法

企业可基于排放量、机动车比功率（VSP）、速度、加速度、车重等历史数据，构建排放因子与VSP、速度、加速度、车重等参数之间的数学模型，用于预测典型车型、典型工况下的排放因子。

## c) 指南推荐法

企业可参考《2006年IPCC国家温室气体清单指南》、《省级温室气体清单编制指南（试行）》、《2005年中国温室气体清单研究》、《大气污染物与温室气体融合排放清单编制技术指南（试行）》、《DB 11/T 1786—2020 二氧化碳排放核算和报告要求 道路运输业》等指南、报告和标准，积累排放因子值，用于宏中层面的营运车辆碳排放测算。

## 6.3.2.2 参数获取

排放因子及其测算的参数可通过直接测量法、标准推荐值等方式获取。营运车辆碳排放因子计算参数数值来源见表3。

表 3 营运车辆碳排放因子计算参数值来源

序号	数据资源	单位	数据来源	数据用途
1	CO <sub>2</sub> 的瞬时浓度检测值 ( $C$ )	百万分比 (ppm)	通过 PEMS 设备直接检测。	用于计算单位时间 $t$ 内的排放速率 ( $M_t$ )
2	瞬时进气量 ( $q_{maw}$ )	千克每秒 (kg/s)	通过 OBD 系统直接检测。	

3	瞬时燃料消耗量 ( $q_{mf}$ )	千克每秒 (kg/s)	通过 OBD 系统直接检测。	
4	单位时间 $t$ 内的排放速率 ( $M_t$ )	克每秒 (g/s)	通过 PEMS 设备测量计算。	用于计算和监测基于里程的排放因子 ( $EF_d$ )
5	基于里程的排放因子 ( $EF_d$ )	克每公里 (g/km)	通过 PEMS 设备测量计算。	
6	车辆行驶距离 $D$ 所用的总时间 ( $T_t$ )	秒 (s)	通过卫星定位系统直接检测。	用于计算基于里程的排放因子 ( $EF_d$ )
7	车辆单位时间 $t$ 内的行驶里程 ( $D_t$ )	公里 (km)	通过卫星定位系统直接检测。	
8	检测时间 ( $t$ )	秒 (s)	通过卫星定位系统直接检测。	
9	车辆在单位时间 $t$ 内的燃料消耗量 ( $F_t$ )	千克 (kg)	通过 OBD 系统直接检测或通过加油 (气) 卡统计。	用于计算和监测基于燃料消耗的排放因子 ( $EF_f$ )
10	基于燃料消耗的排放因子 ( $EF_f$ )	克每千克 (g/kg)	通过 PEMS 设备测量计算。	
11	第 $t$ 秒的瞬态速度 ( $v_t$ )	公里每小时 (km/h)	通过卫星定位系统直接检测。	用于计算和监测平均速度区间 $v$ 的排放因子 ( $EF_v$ )
12	平均速度区间 $v$ 的排放因子 ( $EF_v$ )	公里每小时 (km/h)	通过 PEMS 设备测量计算。	

### 6.3.3 排放总量测算

#### 6.3.3.1 测算思路

参考《2006年IPCC国家温室气体清单指南》、《陆上交通运输企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》，宏观范围的碳排放测算可根据燃料消耗量或车辆行驶距离两组数据。一般而言，第一种方法（燃料消耗量，也即碳平衡法）适用于CO<sub>2</sub>，第二种方法（分车辆类型和道路类型的行驶距离）适用于CH<sub>4</sub>和N<sub>2</sub>O。企业层面营运车辆碳排放量测算思路见图5。

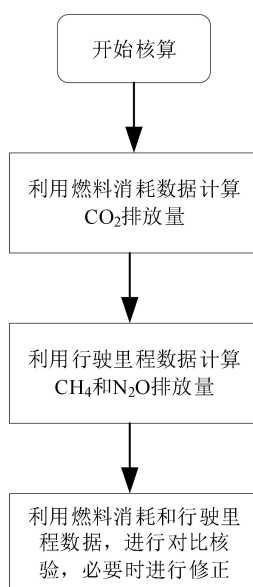


图 5 企业层面营运车辆碳排放量测算思路

### 6.3.3.2 计算原理

营运车辆碳排放总量为活动数据与温室气体排放因子的乘积，计算原理见式（8）。

$$E_{GHG} = AD \times EF \times GWP \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$E_{GHG}$ ——营运车辆温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）；

$AD$ ——温室气体活动数据，单位根据具体排放源如化石燃料的种类确定，一般为百万千焦（GJ）；

$EF$ ——温室气体排放因子，单位与活动数据的单位相匹配，一般为吨二氧化碳每百万千焦（tCO<sub>2</sub>/GJ）；

$GWP$ ——全球变暖潜势，可参考政府间气候变化专门委员会（IPCC）提供的数据（附录A表A.1）。

### 6.3.3.3 计算范围

营运车辆的温室气体排放总量等于车辆运营过程中所有化石燃料燃烧排放量、尾气净化过程排放量以及企业净购入电力隐含的温室气体排放量之和，见式（9）。

$$E_{GHG} = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{过程}} + E_{\text{电力}} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$E_{GHG}$ ——营运车辆温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）；

$E_{\text{燃烧}}$ ——营运车辆净消耗的各种化石燃料燃烧活动产生的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）；

$E_{\text{过程}}$ ——营运车辆在尾气净化过程由于使用尿素等还原剂产生的CO<sub>2</sub>排放量，单位为吨二氧化碳（tCO<sub>2</sub>）；

$E_{\text{电力}}$ ——营运车辆使用的净购入电力隐含的CO<sub>2</sub>排放量，单位为吨二氧化碳（tCO<sub>2</sub>）。

#### a) 燃料燃烧碳排放计算

营运车辆净消耗的化石燃料燃烧排放量计算见式（10）。

$$E_{\text{燃烧}} = E_{\text{燃烧-CO}_2} + E_{\text{燃烧-CH}_4} + E_{\text{燃烧-N}_2\text{O}} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$E_{\text{燃烧}}$ ——营运车辆净消耗的化石燃料燃烧活动产生的温室气体排放量, 单位为吨二氧化碳当量 (tCO<sub>2</sub>e);

$E_{\text{燃烧-CO}_2}$ ——营运车辆净消耗的化石燃料燃烧产生的CO<sub>2</sub>排放量, 单位为吨二氧化碳 (tCO<sub>2</sub>e);

$E_{\text{燃烧-CH}_4}$ ——营运车辆净消耗的化石燃料燃烧产生的CH<sub>4</sub>排放量, 单位为吨二氧化碳当量 (tCO<sub>2</sub>e);

$E_{\text{燃烧-N}_2\text{O}}$ ——营运车辆净消耗的化石燃料燃烧产生的N<sub>2</sub>O排放量, 单位为吨二氧化碳当量 (tCO<sub>2</sub>e)。

#### b) 尾气净化过程碳排放计算

营运车辆尾气净化过程碳排放量计算见式 (11)。

$$E_{\text{过程}} = M \times \frac{12}{60} \times P \times \frac{44}{12} \times 10^{-3} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$E_{\text{过程}}$ ——营运车辆在尾气净化过程由于使用尿素等还原剂产生的CO<sub>2</sub>排放量, 单位为吨二氧化碳 (tCO<sub>2</sub>);

$M$ ——催化转化器使用消耗的尿素添加剂的质量, 单位为千克 (kg);

$P$ ——尿素添加剂中尿素的质量比例, 单位为百分数 (%)。

#### c) 净购入电力碳排放计算

营运车辆净购入电力产生的碳排放量计算见式 (12)。

$$E_{\text{电力}} = \sum AD_{\text{电力}k} \times EF_{\text{电力}k} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$E_{\text{电力}}$ ——营运车辆使用的净购入电力间接产生的CO<sub>2</sub>排放量, 单位为吨二氧化碳 (tCO<sub>2</sub>);

$AD_{\text{电力}k}$ ——从第 $k$ 个区域电网净购入电量, 单位为兆瓦时 (MWh);

$EF_{\text{电力}k}$ ——第 $k$ 个区域电网供电平均CO<sub>2</sub>排放因子, 单位为吨二氧化碳每兆瓦时 (tCO<sub>2</sub>/MWh);

$k$ ——区域电网。

对于运输车辆涉及电力消费的企业, 须采用分车型单位行驶里程电力消耗计算法对通过电力消费统计法获取的运输车辆电力消费数据进行核验, 若两种方法获取的运输车辆电力消耗数据相差±10%以上, 企业须核对运输车辆电力消费统计信息, 重新进行统计核算。

### 6.3.3.4 二氧化碳排放量计算

二氧化碳排放量 ( $E_{\text{燃烧-CO}_2}$ ) 的计算方法可参考《2006年IPCC国家温室气体清单指南》、《陆上交通运输企业温室气体排放核算方法与报告指南 (试行)》、《DB 11/T 1786—2020 二氧化碳排放核算和报告要求 道路运输业》、《大气污染物与温室气体融合排放清单编制技术指南 (试行)》等相关标准和指南, 采用碳平衡法作为计算营运车辆CO<sub>2</sub>排放的基本方法, 同时, 采用里程法或周转量法为辅助校核方法对通过碳平衡法计算得到的排放量数据进行核验, 若两种方法获取的运输车辆能耗数据相差±10%以上, 企业须核对能源消费统计信息, 重新进行统计核算。

## a) 碳平衡法

营运车辆CO<sub>2</sub>排放量为活动数据与排放因子的乘积，计算原理见式（13）。

$$E_{\text{燃烧-CO}_2} = \sum AD_j \times EF_j \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$E_{\text{燃烧-CO}_2}$ ——营运车辆车队净消耗的化石燃料燃烧产生的CO<sub>2</sub>排放量，单位为吨二氧化碳（tCO<sub>2</sub>）；

$AD_j$ ——第j种化石燃料的活动水平，单位根据具体排放源如化石燃料的种类确定，一般为百万千焦（GJ），见式（14）；

$EF_j$ ——第j种化石燃料的CO<sub>2</sub>排放因子，单位与活动数据的单位相匹配，一般为吨二氧化碳每百万千焦（tCO<sub>2</sub>/GJ），见式（15）；

$j$ ——燃烧的化石燃料类型。

$$AD_j = NCV_j \times FC_j \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$NCV_j$ ——第j种化石燃料的平均低位发热量，对固体或液体燃料，单位为百万千焦每吨（GJ/t）；对气体燃料，单位为百万千焦每万立方米（GJ/10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>）；

$FC_j$ ——第j种化石燃料消费量，对固体或液体燃料，单位为吨（t）；对气体燃料，单位为万立方米（10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>）。天然气液体和气体燃料质量单位和容积单位换算参数可采用附录A表A.2的推荐值。

$$EF_j = CC_j \times OF_j \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$CC_j$ ——第j种化石燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳每百万千焦（tC/GJ）；

$OF_j$ ——第j种化石燃料的碳氧化率，以百分数（%）表示；

$\frac{44}{12}$ ——二氧化碳与碳的分子量之比，单位为吨二氧化碳每吨碳（tCO<sub>2</sub>/tC）。

## b) 里程法

里程法计算原理见式（16）。

$$E_{\text{里程-CO}_2} = \sum_i P_i \times VKT_i \times ED_i \times 10^{-6} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$E_{\text{里程-CO}_2}$ ——i类型营运车辆行驶过程中产生的CO<sub>2</sub>排放量，单位为吨（t）；

$P_i$ ——i类型营运车辆的保有量，单位为辆；

$VKT_i$ ——i类型营运车辆的车均行驶里程，单位为公里每辆；

$ED_i$ ——i类型营运车辆的单位距离排放量，单位为克每公里（g/km），见式（17）。

$$ED_i = OC_{ij} \times C_j \times NCV_j \times CC_j \times OF_j \times \frac{44}{12} \times 10^{-7} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$OC_{ij}$ ——i类型营运车辆的百公里燃油（气）量，单位为升每百公里（L/100km）；

$C_j$ ——第j种化石燃料的密度。汽油为0.73吨每立方米；柴油为0.84吨每立方米；液化天然气为0.45吨每立方米。

## c) 周转量法

周转量法计算原理见式（18）。

$$E_{\text{周转量-CO}_2} = \sum_i P_i \times RT_i \times ET_i \times 10^{-6} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$E_{\text{周转量-CO}_2}$ ——i类型营运车辆行驶产生的CO<sub>2</sub>排放量，单位为吨（t）；

$RT_i$ —— $i$ 类型营运车辆的车均周转量，对于货运车辆，单位为吨公里每辆（t.km/辆）；对于客运车辆，单位为人公里每辆（人.km/辆）；

$ET_i$ —— $i$ 类型营运车辆的单位周转量排放量，对于货运车辆，单位为吨二氧化碳每吨公里（tCO<sub>2</sub>/t.km）；对于客运车辆，单位为吨二氧化碳每人公里（tCO<sub>2</sub>/人.km），见式（19）。

$$ET_i = UTF_{ij} \times C_j \times NCV_j \times CC_j \times OF_j \times \frac{44}{12} \times 10^{-1} \dots \dots \dots (7)$$

式中：

$UTF_{ij}$ —— $i$ 类型营运车辆的单位周转量燃油（气）量，对于货运车辆，单位为升每百吨公里（L/100t.km）；对于客运车辆，单位为升每百人公里（L/10<sup>2</sup>人.km）。

6.3.3.5 甲烷、氧化亚氮排放量计算

甲烷（ $E_{\text{燃烧\_CH}_4}$ ）、氧化亚氮（ $E_{\text{燃烧\_N}_2\text{O}}$ ）的排放量计算见式（20）和（21）。

$$E_{\text{燃烧\_CH}_4} = \sum k_{a,b,c} \times EF_{\text{CH}_4} \times GWP_{\text{CH}_4} \times 10^{-9} \dots \dots \dots (1)$$

$$E_{\text{燃烧\_N}_2\text{O}} = \sum k_{a,b,c} \times EF_{\text{N}_2\text{O}} \times GWP_{\text{N}_2\text{O}} \times 10^{-9} \dots \dots \dots (2)$$

式中：

$E_{\text{燃烧\_CH}_4}$ 、 $E_{\text{燃烧\_N}_2\text{O}}$ ——营运车辆净消耗的化石燃料燃烧产生的CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）；

$k_{i,j,m}$ ——营运车辆的*i*类车型、*j*类化石燃料、*m*类排放标准的行驶里程，单位为公里（km）；

$EF_{\text{CH}_4}$ 、 $EF_{\text{N}_2\text{O}}$ ——甲烷或氧化亚氮排放因子，单位为毫克甲烷（氧化亚氮）每公里（mgCH<sub>4</sub>（N<sub>2</sub>O）/km）；

$GWP_{\text{CH}_4}$ 、 $GWP_{\text{N}_2\text{O}}$ ——分别为CH<sub>4</sub>和N<sub>2</sub>O的全球增温潜势。按IPCC第二次评估报告推荐的在100年时间尺度下的数值，CH<sub>4</sub>和N<sub>2</sub>O转换成CO<sub>2</sub>当量计的GWP值分别为21和310；

$m$ ——排放标准，如执行国IV或国IV及以上排放标准。

6.3.3.6 计算参数值获取

营运车辆碳排放总量测算的相关参数值可通过实测法、推荐值、统计值等方式获取。营运车辆碳排放监测总量计算参数值来源见表4。

表4 营运车辆碳排放监测总量计算参数值来源

序号	数据资源	单位	数据来源	数据用途
1	第 <i>j</i> 种化石燃料低位发热量（ $NCV_j$ ）	百万千焦每吨（GJ/t）；百万千焦每万立方米（GJ/10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup> ）	可选择指南推荐值，如《2005年中国温室气体清单研究》等报告，见附录A表A.3。	用于计算第 <i>j</i> 种化石燃料的活动水平（ $AD_j$ ）
2	第 <i>j</i> 种化石燃料消费量（ $FC_j$ ）	吨（t）；万立方米（10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup> ）	营运车辆燃油类消耗台帐或统计报表。应采用能耗统计法作为获取营运车辆化石燃料净消耗量的基本方法，对于营运车辆能耗统计，营运企业应按车、按日记录车辆号牌、燃料类型、总质量、核定载质量或最大准牵引质量、出车日期、单运次行驶里程、单运次载质量和	

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/026140013243011004>