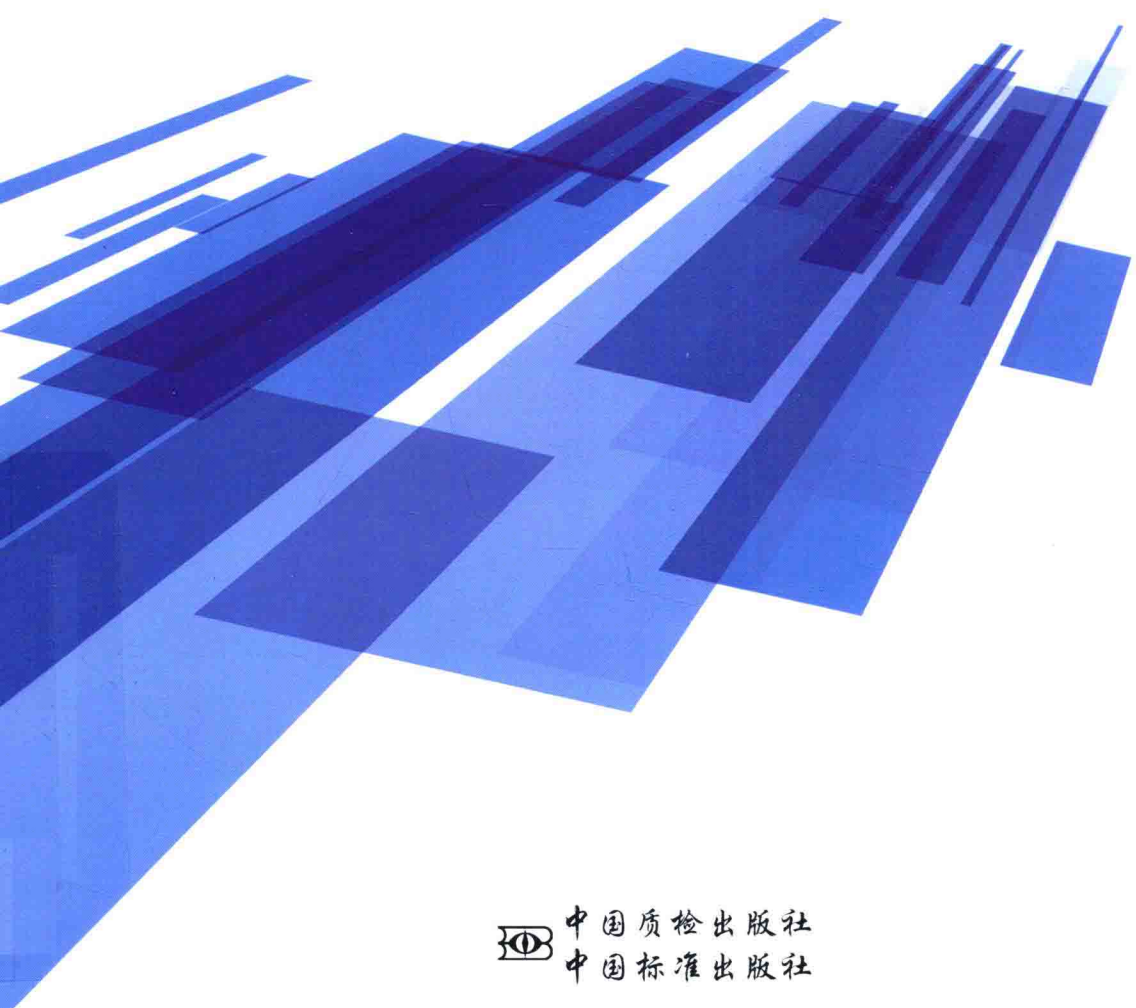



Jidongche Nengyuan Jiliang Chanpin
Jishu Yuanli Yu Yingyong

机动车能源计量产品 技术原理与应用


徐龙 余柳 张克 刘莹 刘宇环 主编



 中国质检出版社
中国标准出版社

机动车能源计量产品 技术原理与应用

徐龙 余柳 张克 刘莹 刘宇环 主编



中国质检出版社
中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

机动车能源计量产品技术原理与应用/徐龙等主编.

—北京:中国质检出版社,2018.11

ISBN 978-7-5026-4674-5

I. ①机… II. ①徐… III. ①机动车—能源消耗—
计量仪器—研究 IV. ①U473

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 229739 号

中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)

北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 10.5 字数 232 千字

2018 年 11 月第一版 2018 年 11 月第一次印刷

*

定价:39.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68510107

编委会

主 编：徐 龙 余 柳 张 克 刘 莹
 刘宇环

编 委：程 颖 郑晓彬 谷 岩 朱宇婷
 何巍楠 蔡 静 王聘玺 张明辉
 姚 敏 李晶晶



随着社会和经济的飞速发展,我国交通运输行业整体水平得到了迅速提升,尤其是机动车的制造和保有量已经处于世界领先地位。随之带来的城市交通能源消耗也逐步扩大,面临的节能减排形势日益严峻。

近年来,随着我国城市化和机动化进程的逐步推进,城市交通能源消耗逐步增加。以北京市为例,2015年交通领域(包括航空、铁路、交通行业及社会交通等)能源消耗占全市总量的28.3%。几年来,该比例每年增长1.3个百分点。其中,城市交通能源消耗占比为52.9%,同比2012年所占比例增加3.8个百分点。同时,由于化石燃料的大量消耗,还导致了空气污染、温室效应等问题,引发社会公众的广泛关注。

“十三五”期间,城市交通既要确保服务品质的提升,又要有效控制交通运输活动能源消耗和碳排放总量的增长,面临既要提质增效又要实现节能减排的双重压力,对城市交通绿色发展提出了更高的要求。同时,随着京津冀交通一体化工作的逐步深化,城市交通治理工作亟待全面提升。

能源计量是交通行业挖掘节能降耗空间、促进节能减排的工作基础和数据支撑。2013年,国务院《计量发展规划(2013—2020年)》明确提出,加快交通运输等专用计量测试技术研究,提升专业计量测试水平。2016年5月,交通运输部印发《交通运输标准化“十三五”发展规划》,旨在加强计量、检验检测、认证认可等能力建设,全面提升行业标准化发展的整体效益,加强计量服务能力建设,推动省级(区域)专业计量站发展和行业计量服务网络建设。

2016年,《北京市“十三五”时期绿色交通发展规划》提出,推动交通节能减排计量体系建设,要求推进交通行业计量标准化,推动行业车辆计量器具全加装,逐步实现重点行业车辆计量监测全覆盖,推进国家城市能源计量中心(北京)交通分中心建设;要求开展计量技术攻关和定期检测工作,力争在双源无轨电车和轨道列车电能在线计量、充电桩充电效能检测、LNG加气机精确计量等关键技术上取得突破。在此背

景下,2017年,原国家质检总局、交通运输部批复同意北京市交通委员会依托北京交通发展研究院成立“国家能源计量中心(城市交通)”,成为国内首个行业性国家能源计量中心。

机动车能源计量设备是交通运输行业节能减排工作的基础,通过能源计量设备可以准确测量机动车能源消耗数据,同时也可以验证交通行业节能减排相关的试验结果,是交通行业对于能源消耗精细化管理的数据源头。

本书根据交通行业节能减排工作的需求,通过对交通行业机动车用能源计量器具进行梳理、分析和研究,依据相应的国家标准和计量检定规程,按照机动车能源计量器具检测项目,分别概述上述计量器具的结构原理,解释标准规范中检测与检定的内容,并进一步分析标准规范中存在的不足和有待改进的问题。

本书旨在为开展机动车能源计量工作的检测及检定人员提供一本通俗实用的工具书,同时为提高检测与检定技术水平,保证机动车能源计量工作的准确和公正性,以及为机动车能源使用过程中的节能减排工作提供有力的技术保证。

本书通过对机动车用能源计量器具的产品技术原理和应用进行的详细介绍,旨在强化交通行业的技术机构、管理部门对计量技术和管理要求的理解和实践。本书可作为交通行业的相关技术机构和管理部门的学习参考书。

由于时间、水平有限,书中难免存在不妥之处,敬请同仁提出意见指正。

编者

2018年8月



第一章 机动车与能源计量	1
第一节 机动车	1
第二节 能源计量	3
第三节 机动车与能源计量	4
第二章 机动车车用能源供应计量器具	11
第一节 机动车加油机	11
第二节 机动车用加气机	27
第三节 新能源车充电桩	61
第三章 机动车车载能源计量器具	70
第一节 机动车能源消耗计量设备	70
第二节 机动车总线能耗采集设备相关标准综述	102
第四章 机动车车载通用传感器	112
第一节 爆震传感器	112
第二节 曲轴位置传感器	114
第三节 压力传感器	117
第四节 空气流量传感器	120
第五节 氧传感器检测	121
第六节 温度传感器	123
第七节 横向加速度传感器	126
第五章 实践案例	128
第一节 北京市交通领域节能减排统计与监测平台	128
第二节 交通重点用能企业能源管理平台	129
第三节 交通节能减排决策支持	131

附录 1 能源供应计量器具加油机标准、检定规程	136
附 1.1 JJG 443—2015《燃油加油机》	136
附 1.2 GB/T 9081—2008《机动车燃油加油机》	137
附 1.3 JJF 1056—1998《燃油加油机税控装置技术规范》	139
附录 2 能源供应计量器具加气机标准、检定规程	141
附 2.1 JJG 996—2012《压缩天然气加气机》	141
附 2.2 JJG 997—2015《液化石油气加气机》	142
附 2.3 GB/T 31138—2014《汽车用液化压缩氢气加气机》	144
附录 3 能源供应计量器具充电桩标准、规范	145
附 3.1 GB/T 28569—2012《电动汽车交流充电桩电能计量》	145
附 3.2 SZDB/Z 29.5—2010《电动汽车充电系统技术规范》	146
附 3.3 NB/T 33002—2010《电动汽车交流充电桩技术条件》	147
附 3.4 GB/T 18487.1—2015《电动汽车传导充电系统 第 1 部分:通用要求》	147
附 3.5 GB/T 20234.1—2015《电动汽车传导充电用连接装置 第 1 部分:通用要求》	148
附 3.6 GB/T 20234.2—2015《电动汽车传导充电用连接装置 第 2 部分:交流充电接口》	148
附 3.7 GB/T 20234.3—2015《电动汽车传导充电用连接装置 第 3 部分:直流充电接口》	148
附录 4 车载能源计量器具油耗仪检定规程	149
附 4.1 JJG 1038—2008《科里奥利质量流量计》	149
附 4.2 JJG(交通)009—1996《四活塞联动式油耗仪》	150
附 4.3 JJG 640—2016《差压式流量计》	152
附 4.4 JJG 1029—2007《涡街流量计》	153
附录 5 车载能源计量器具液位计标准、检定规程	155
附 5.1 JJG 971—2002《液位计》	155
附 5.2 HG/T 4276—2002《液化气体罐车用磁力液位计》	156
附录 6 车载能源计量器具数据采集规范	158
DB11/T 1269—2015《营运客车能源计量器具功能及数据采集规范》	158

第一章 机动车与能源计量

当前,我国机动车能源消耗与污染物排放的控制问题日益突出,已成为城市污染排放的重要来源。随着国家对于能源节约、污染治理和应对气候变化的新要求,以机动车为主体的交通节能减排工作面临新的机遇和挑战。获取科学、准确、可靠的机动车能源计量消耗数据是不可或缺的环节,具有重要的现实意义。

第一节 机动车

2016年,全国机动车保有量达到2.95亿辆,其中,汽车占主导地位。其构成按车型分类,客车占88.4%,货车占11.6%;按燃料分类,汽油车占88.5%,柴油车占10.2%,燃气车占1.3%;按排放分类标准,国I标准前的汽车占1.0%,国I标准的汽车占5.4%,国II标准的汽车占6.4%,国III标准的汽车占24.3%,国IV标准的汽车占52.4%,国V标准的汽车占10.5%。机动车分类参见表1-1。

表 1-1 机动车分类

分 类		说 明	
汽车	载客汽车	大型	车长大于或等于 6000mm,且乘坐人数大于或等于 20 的载客汽车
		中型	车长小于 6000mm,且乘坐人数为 10~19 的载客汽车
		小型	车长小于 6000mm,且乘坐人数小于或等于 9 的载客汽车,但不包括微型载客汽车
		微型	车长小于或等于 3500mm,且发动机气缸总排量小于或等于 1000mL 的载客汽车
	载货汽车	重型	总质量大于或等于 12000kg 的载货汽车
		中型	车长大于或等于 6000mm 或者总质量大于或等于 4500kg,且小于 12000kg 的载货汽车,但不包括低速货车
		轻型	车长小于 6000mm,且总质量小于 4500kg 的载货汽车,但不包括微型载货汽车、三轮汽车和低速货车
		微型	车长小于或等于 3500mm,且总质量小于或等于 1800kg 的载货汽车,但不包括三轮汽车和低速货车

表 1-1(续)

分 类		说 明
低速 汽车	三轮 (三轮汽车)	以柴油机为动力,最大设计车速小于或等于 50km/h,总质量小于或等于 2000kg,长小于或等于 4600mm,宽小于或等于 1600mm,高小于或等于 2000mm,具有三个车轮的货车。其中,采用方向盘转向、由传递轴传递动力、有驾驶室且驾驶座椅后有物品放置空间的,总质量小于或等于 3000kg,车长小于或等于 5200mm,宽小于或等于 1800mm,高小于或等于 2200mm
	低速 (低速货车)	以柴油机为动力,最大设计车速小于或等于 70km/h,总质量小于或等于 4500kg,长小于或等于 6000mm,宽小于或等于 2000mm,高小于或等于 2500mm,具有四个车轮的货车
摩托车	普通	最大设计车速大于 50km/h,发动机气缸总排量大于 50mL 的摩托车
	轻便	最大设计车速小于或等于 50km/h,且若使用发动机驱动,发动机气缸总排量小于或等于 50mL 的摩托车

2016年,全国机动车排放污染物初步核算为 4472.5 万 t,其中,一氧化碳(CO) 3419.3 万 t,碳氢化合物(HC) 422.0 万 t,氮氧化物(NO_x) 577.8 万 t,颗粒物(PM) 53.4 万 t。汽车是机动车污染物排放总量的主要贡献者,其排放的一氧化碳(CO)和碳氢化合物(HC)超过 80%,氮氧化物(NO_x)和颗粒物(PM)超过 90%。机动车污染物排放形势日益严峻,导致对我国机动车管理和污染物控制的要求迅速提高。但是,我国相关工作起步较晚,交通行业节能减排工作面临以下难点问题:

1. 城市交通将面临严格的节能减排考核,但缺乏抓手

2015年,全国交通运输、仓储和邮政业能耗达到 3.83 亿 t 标煤,占全国能耗总量的占比从 2010 年的 7.89% 升至 9.53%。部分城市该占比已经达到 18.5%。“十二五”末,全国汽柴油消费总量达到 2.87 亿 t,增速达到 6.2%。北京、上海等地区汽柴油消费总量也呈现逐年上升趋势。

城市交通带来的能耗排放量已经纳入政府相关部门的目标考核范围。“十三五”期间,全国大多数地区也将面临交通能耗排放量指标压力。目前,交通系统尚不掌握能耗排放底层数据,无法为考核目标制定、目标执行进度等提供有效支撑,缺乏抓手。

2. 交通节能减排热点难点问题不断涌现,但政府应对措施缺乏数据支撑

城市绿色交通体系建设、运输车辆能耗排放控制、大货车治理、新能源车推广等热点难点问题亟须政府快速准确响应,但在高精度的能耗排放总量数据、高分辨率的能耗排放位置数据、真实准确的车辆基础信息、各类基于大数据的决策评估工具等方面的数据支撑不足。

3. 资源环境刚性约束日趋加强,企业面临生存压力急需绿色转型

随着资源环境刚性约束的日趋加强,传统模式的交通运输企业面临严峻的生存压力。以货运和路政两个行业为例,在环境压力下,全国多个城市普遍对货运车辆采取了道路禁行、区域限行和车辆提前淘汰等措施,使企业传统运输模式受到严重影响,面临巨大市场生存压力。以北京市为例,由于高耗能及颗粒物、氮氧化物、苯芮芘等污染物排放问题,29 家沥青混合料搅拌站面临经常性停产压力,难以满足全市各级道路建设与养护需求。

尽管国家和地方政府对企业的绿色转型提供资金等激励性引导性政策,但是由于多数交通运输企业未能系统掌握自身数据情况,难以享受此类支持,生存环境艰难。

4. 社会公众对交通节能减排问题日益关注,政府部门面对舆情压力难以快速准确响应

红色预警、重大事件的机动车限行、绿色出行(公交专用道、自行车、步行)、治污治堵一体化措施(拥堵收费、低排放区)、国 I、国 II 车区域限行或提前淘汰等措施给社会公众的生产和生活造成影响,但是由于节能减排效果评估的支撑数据不足,存在较大争议,容易引起社会公众的质疑。传统的交通治理思路和工作方式已不能完全满足工作要求,需要更加科学、精细化的城市交通治理措施。因此,需要更加精确的计量技术手段和基于大数据的数据应用及决策支持,才能更好地满足宏观、中观、微观交通治理措施的需求。

造成以上工作痛点的症结,集中体现在数据基础和工具的薄弱与缺失,而能源计量是解决这一问题的有效手段。交通能源计量应聚焦于辅助决策、科学研究、推广应用到公共沟通等节能减排领域,在交通节能减排计量政策和规划体系化建设、计量理念和技术推广、计量大数据应用、计量关键技术与产品研发等方面开展研究工作,为交通节能减排领域辅助决策、技术研发、人才培养、市场咨询等工作提供支撑,为进一步提升交通节能减排精细化水平,有力支持“安全、便捷、高效、绿色、经济的现代化综合交通运输体系”建设,服务交通节能减排方面的政府监管和市场需求提供支撑。

第二节 能源计量

能源计量是指在能源生产、存储、转化、利用、管理和研究过程中,实现单位统一、量值准确可靠的活动。能源计量工作主要结构如图 1-1 所示。

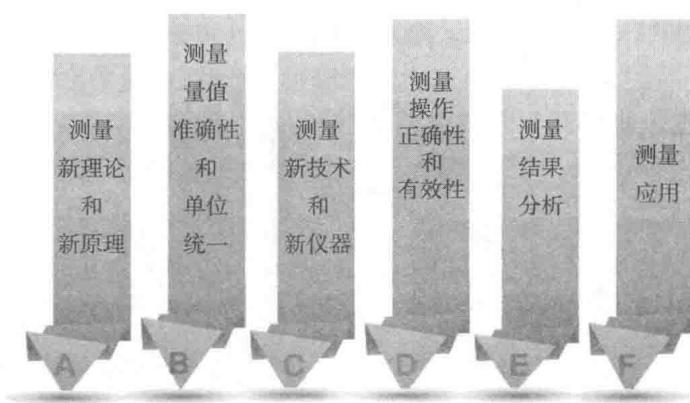


图 1-1 能源计量工作的主要结构

在交通领域,能源计量环节包括能源供给和能源消耗两个部分,如图 1-2 所示。能源供给主要是加油机、加气机及新能源车充电桩。能源消耗主要是车辆、船舶等移动源消耗,以及厂(场、站)、交通枢纽等固定源消耗。

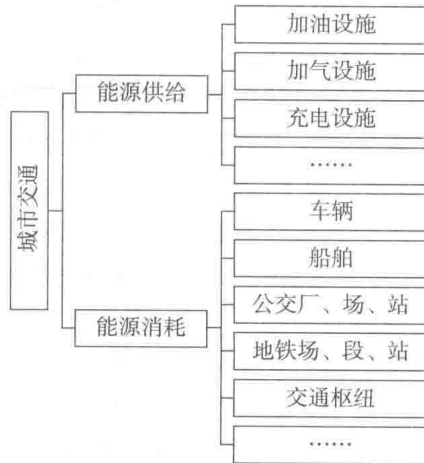


图 1-2 城市交通能源计量的领域和构成

第三节 机动车与能源计量

一、背景形势

当前,交通正处于清洁低碳能源迅速发展,并逐渐替代高污染、高碳化石能源的快速变革期。同时,交通能源应用也处于高碳改良的后期和低碳过渡的初期,交通能源从化石能源逐步向电能和氢燃料快速发展。交通能源应用发展趋势如图 1-3 所示。

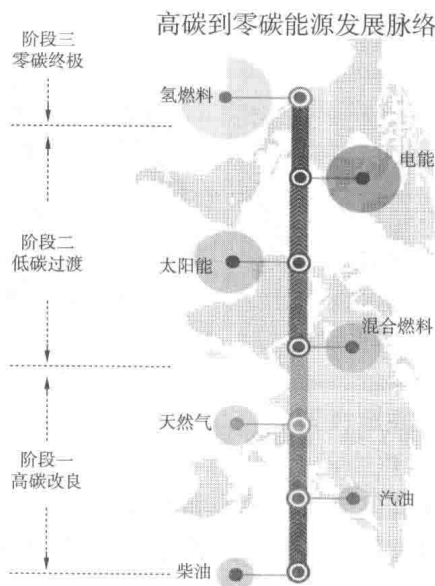


图 1-3 交通能源应用发展趋势

在交通能源结构优化调整的快速变革期,出现了大量的空白领域和新问题,亟须以能源计量基础,打造井然有序的发展环境。能源革命背景下的交通能源计量研究和应用领域如图 1-4 所示。

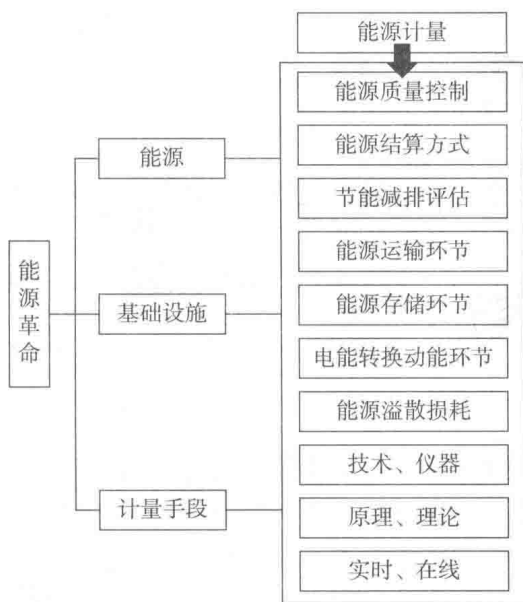


图 1-4 交通能源计量研究和应用领域

交通有传统的水、电、气、热计量,重点是车辆在移动过程中消耗的汽油、柴油、天然气等能源的消耗,计量难度非常大。

【问题 1】车辆个体能耗排放量小,但数量众多。

以一辆国 III 货车为例,排放量 NO_x 0.32t/年, PM_{10} 0.02t/年;相较于单个工业企业,排放量 NO_x 191t/年, PM_{10} 73t/年。

机动车每年排放 NO_x 总量 = 0.32t/辆 × 5600000 辆 = 1792000t

【问题 2】车辆时空位置动态变化,治理难度大。

车辆时间、空间位置动态变化,使用过程中能耗排放准确数据采集一直是世界性难题,治理难度更大。车辆能耗排放时空分布特征示意如图 1-5 所示。

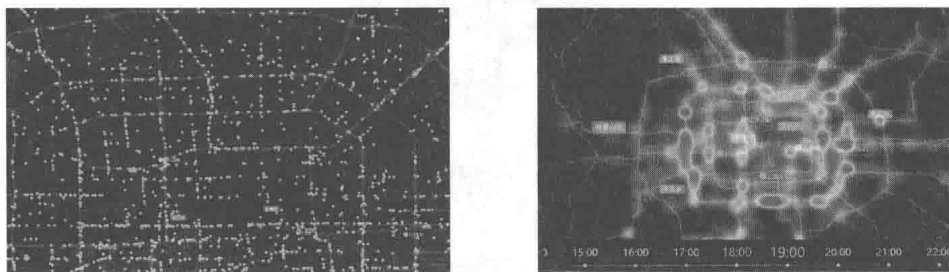


图 1-5 车辆能耗排放时空分布特征

【问题 3】与人类活动空间重合,危害性大。

街道周边由于建筑物和人口密集,机动车排放污染物聚集在人体呼吸高度消散较

慢,对道路周边暴露人群造成健康危害较大。车辆污染物排放对人体危害示意如图 1-6 所示。

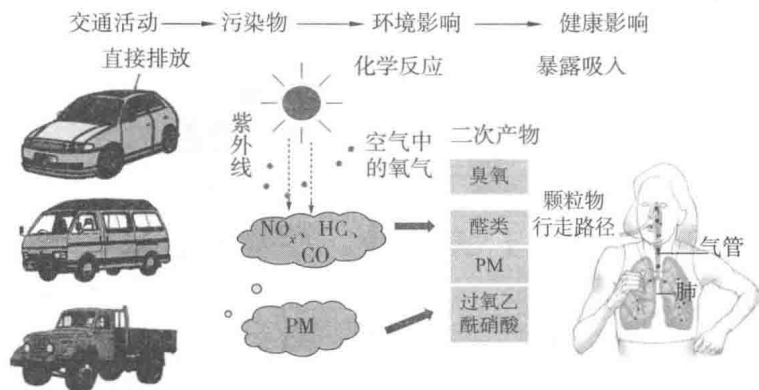


图 1-6 车辆污染物排放对人体危害

随着“互联网+”大数据的发展,移动源在城市运行过程中产生了车辆、运行、运营、流量、能源消费、基础设施等多源数据,为移动源能耗排放的精细化管理提供了契机。交通大数据结构如图 1-7 所示,车载诊断系统(OBD)技术采集的项目如图 1-8 所示。



图 1-7 交通大数据结构

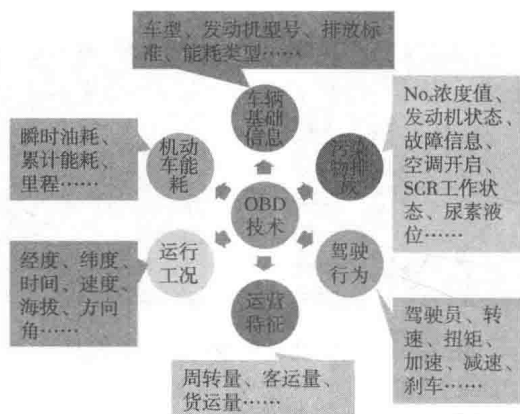


图 1-8 OBD 技术采集的项目

【问题4】交通大数据的特点是体量大、来源多。

交通大数据在精度和稳定性上的缺陷导致其与现有计量要求存在天然壁垒,如何充分发挥其决策管理支持作用仍面临诸多理论和技术问题。交通技术发展给能源计量带来了新的研究空间,如图1-9所示。

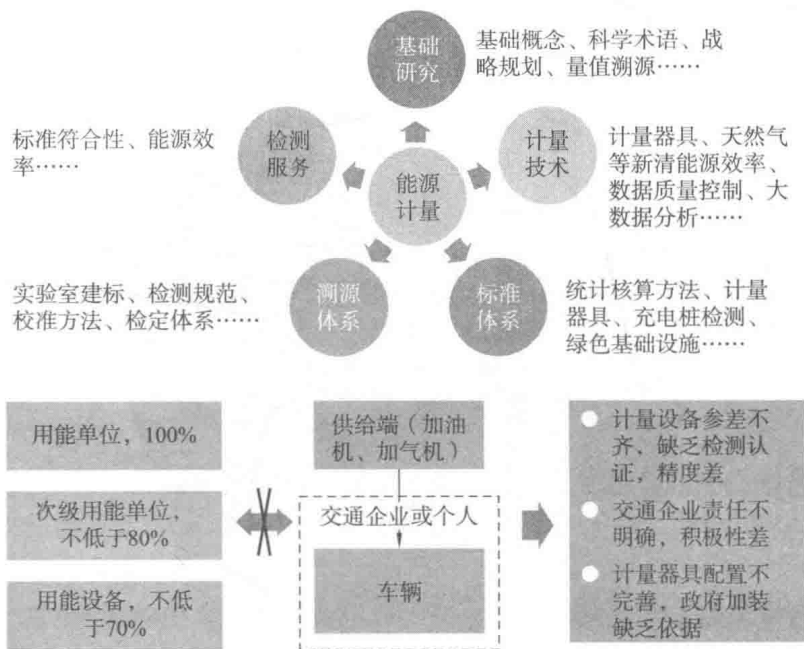


图 1-9 交通技术发展给能源计量带来的研究空间

多源大数据转化为计量数据过程中,在基础研究、计量技术、标准体系、溯源体系和数据检测等方面存在诸多理论缺失。目前,计量器具配置主要依据国家标准 GB 17167—2006《用能单位能源计量器具配备和管理通则》,适用于固定源能源计量,不符合移动源特点。OBD 技术等新型的车辆能源计量手段层出不穷,但需要计量的检测认证,为器具选型加装提供依据。如何从采集手段上升为计量器具,并建立相应的配置和管理规定,是城市交通能源计量面临的挑战。

二、核心技术

1. 基于大数据的车联网多维感知和协同技术

为了实现车辆能耗排放的实时采集和大数据感知分析,建立以车辆基础特征为坐标原点、以车联网技术为特点的多维感知和协同技术,在以下 3 个方面有所突破:

(1) 能够实现能耗综合指标直接感知、污染物指标间接感知、能耗排放数据与驾驶行为、运营特征及运行工况等多元数据的关联和融合;

(2) 能够实现大数据的多源异构数据的有序协同和关联,解决了交通大数据的离散性问题;

(3) 能够同步感知能耗(车辆瞬时能耗、累计油耗、车辆行驶里程等)、污染物排放(不同工况下各车型排放因子、氮氧化物浓度值、尿素液位、SCR 工作状态、运行里程等)、

运营特征(客运量、客运周转量、货运量、货运周转量等)、运行工况(运行速度、经度、纬度等)和使用者(驾驶人信息、急加速和急刹车时间及次数、变速频率、加速踏板行程值)等5大维度以及800余项能耗排放关键信息,如图1-10所示。

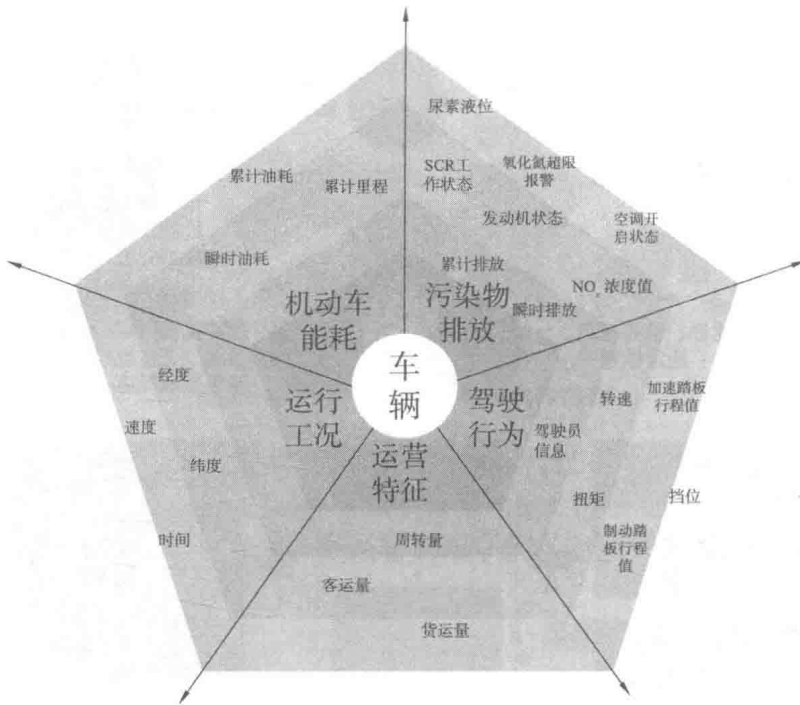


图 1-10 车辆移动源能耗排放多维感知技术构成

基于大数据的车联网多维感知和协同技术能够整合多维异构数据,实现数据有序关联,以车辆基础特征为坐标原点,将海量数据聚类为网状结构模型。通过多维实际数据的网状化模型,实现车辆基础信息数据、运营数据与能耗排放等数据的交叉融合和匹配分析。

2. 基于大数据和移动源检测的交通能源计量数据质量控制技术

交通能源计量数据质量控制技术包括计量质控技术,移动源实车校核技术和大数据纠偏技术。该核心技术在研发兼容多种发动机类型的高精度监测器具的基础上,依托大数据智能化分析技术、实验室检测手段和 MOVES 能耗排放模型技术,针对计量器具完成 50 余种关键校正模型算法研发,显著提高监测数据质量并达到计量要求,提高了交通能耗排放数据核算精度。

3. 多层次交通能耗排放模型技术

基于智能化分析技术和实验室检测,结合交通大数据技术,应用高分辨率交通能耗排放仿真技术和多尺度评估技术,初步构建了高综合性、高敏感性的多层次交通能耗排放综合评价模型体系,以满足不同维度、不同尺度、不同粒度的交通能耗排放核算需求,解决交通节能减排工作中宏观、中观、微观规划、预测、评估等问题。北京市按照此技术,逐步建立了五层次交通能耗排放模型,如图 1-11 所示。

(1)基于时间维度的宏观核算清单模型。通过将机动车按照车辆自身物理属性和本地运营管理特征分类,通过各种车型的保有量、排放因子、能耗因子及车辆行驶里程进行



图 1-11 五层次交通能耗排放模型

能耗排放总量的核算,主要用于不同时间粒度交通能耗排放总量的评估和预测。可用于交通能耗排放总量的核算、未来年交通能耗排放目标制定及分解,能够为交通管理部门、研究机构提供宏观数据支持。

(2) 基于空间维度的中观路网评价模型。通过对城市路段的交通量和速度变化进行预测,并预测每个路段、每小时能耗污染物排放。主要应用于交通战略规划情景分析及交通政策措施效果评估。

(3) 基于实时交通流的路网能耗排放动态监测模型。能够实现高分辨率仿真,可以仿真城市路网某路段小时的交通量与速度,通过与速度排放因子库的关联耦合,实现对城市路网动态能耗污染排放时空分布的仿真。主要用于路网动态能耗排放清单、道路周边环境质量仿真等。

(4) 基于时空维度的单车能耗排放监测模型。以单车为研究对象,通过车辆多位感知技术获取车辆实时运行工况信息,并与各类车型微观能耗排放因子库相耦合,获得单车动态能耗污染物排放量数据。主要用于高能耗排放车辆识别、微观驾驶行为矫正等。

(5) 基于区域的基础设施能耗排放评估模型。以基础设施为研究对象,建立基础设施的交通活动主体及活动状况的能耗排放仿真模型。主要用于基础设施内部环境评价、环境治理措施效果评估。

交通能耗排放高分辨率仿真技术和多尺度评估技术为有效满足宏观、中观、微观交通能耗排放治理决策管理需求需关注真实性、辨识度、敏感性、综合性等方面问题。

4. 高时效性、高扩展性的海量数据分析挖掘

面对大数据给交通节能减排分析工作带来的机遇和挑战,需要具备海量数据实时采集、传输、处理、存储、分析、应用为一体的信息化技术。目前,基于微观监测进行系统评估的工作,例如,驾驶行为诊断矫正,车辆减排装置状态监测等,对指标计算及分析的实时性要求比较高。此外,交通行业处于监测体系大发展期,计量监测范围和数量日益增多,数据接入的种类以及数据量会进一步提升,进而带来了系统扩展难题。传统的大数