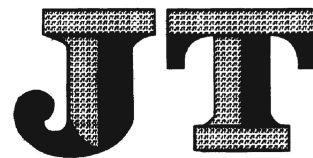


ICS 43.080.10
CCS R10



中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T 1411—2022

天然气营运货车燃料消耗量限值 及测量方法

Limits and measurement methods of fuel consumption for natural gas
commercial vehicle for cargos transportation



2022-01-13 发布

2022-04-13 实施

中华人民共和国交通运输部 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 燃料消耗量限值	1
5 测量方法	3
附录 A(规范性) 天然气营运货车核查项目	7
附录 B(规范性) 燃料消耗量标准状态校正	8
附录 C(资料性) 天然气燃料消耗量校正的计算示例	10



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。

本文件由交通运输部运输服务司提出。

本文件由全国道路运输标准化技术委员会(SAC/TC 521)归口。

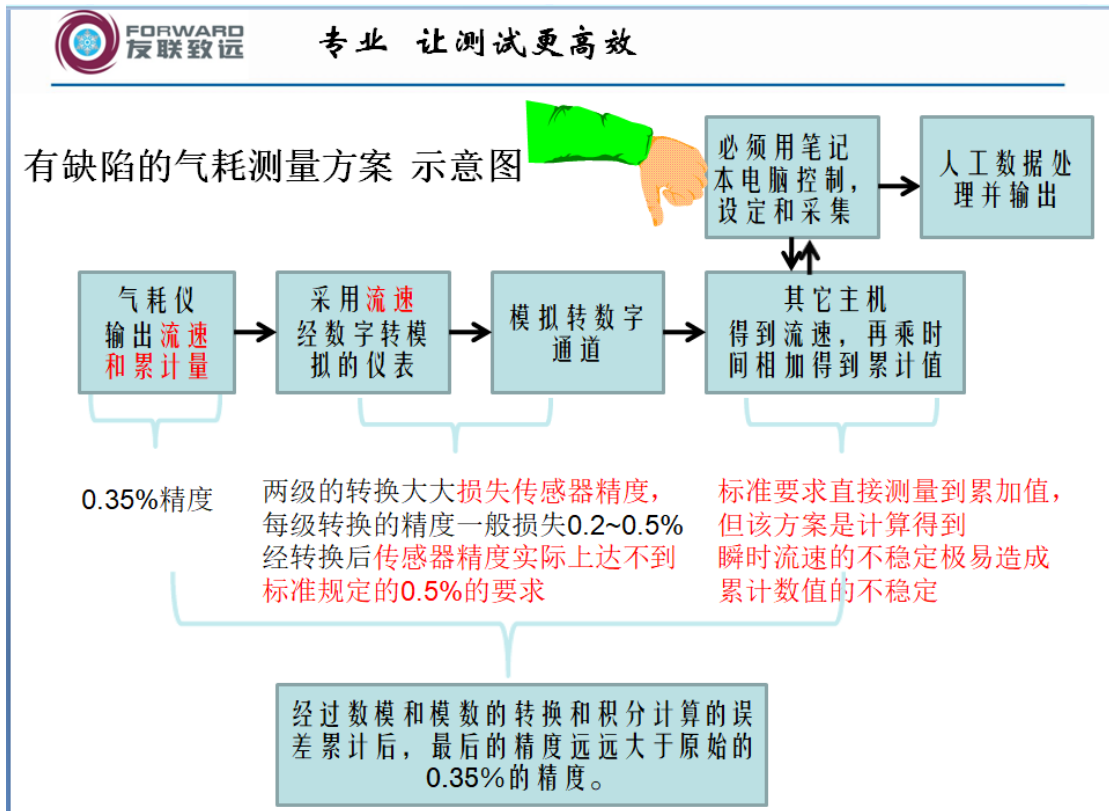
本文件起草单位：交通运输部公路科学研究所、襄阳达安汽车检测中心有限公司、北京中公高远汽车试验有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、济南汽车检测中心有限公司、陕西汽车集团有限责任公司、东风商用车有限公司、中国重型汽车集团有限公司、北京福田戴姆勒汽车有限公司、上汽依维柯红岩商用车有限公司。

本文件主要起草人：宋尚斌、李泉、张红卫、刘莉、何勇、蔡凤田、晋杰、白韶波、黎浩、韩立波、李会民、董金松、刘炜、程卫红、刘鹏飞、龙军、吕光辉、侯林磊、田水涛、安东、史海燕、周维林、王伟、刘富佳、田晶晶、黄柏杨、董明军、王红钢、赵浩、涂怀年、王超、徐敏、李学登、肖乐。



友联致远针对该标准开发了专用的汽车测试系统：标准内置，直接出综合结果。优缺点对比：

1、社会上有缺陷的测试方案



2、友联致远优化的测试解决方案



天然气营运货车燃料消耗量限值及测量方法

1 范围

本文件规定了天然气营运货车燃料消耗量限值及测量方法。

本文件适用于以天然气为单一燃料且最大总质量为 3 500 kg ~ 49 000 kg 的营运货车。

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,仅注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 1589 汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值

GB/T 3730.1 汽车和挂车类型的术语和定义

GB/T 3730.2 道路车辆 质量 词汇和代码

GB/T 3730.3 汽车和挂车的术语及其定义 车辆尺寸

GB/T 12534 汽车道路试验方法通则

GB/T 12545.2 商用车辆燃料消耗量试验方法

GB/T 17895 天然气汽车和液化石油气汽车 词汇

GB/T 29125—2012 压缩天然气汽车燃料消耗量试验方法

JT/T 719 营运货车燃料消耗量限值及测量方法

3 术语和定义

GB/T 3730.1、GB/T 3730.2、GB/T 3730.3、GB/T 17895、GB/T 29125 和 JT/T 719 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

天然气质量流量计 natural gas mass flowmeter

安装于天然气汽车低压管路中用于测量天然气气体质量流量的仪器。

4 燃料消耗量限值

4.1 天然气营运货车的燃料消耗量限值用综合燃料消耗量指标表示。天然气货运汽车(单车)的燃料消耗量限值应符合表 1 的规定,天然气自卸汽车(单车)和混凝土搅拌运输车(单车)的燃料消耗量限值应符合表 2 的规定,天然气半挂牵引车(列车)和牵引货车(列车)的燃料消耗量限值应符合表 3 的规定。

表 1 天然气货运汽车(单车)^a燃料消耗量限值

车辆总质量 T (kg)	第一阶段限值(kg/100km)	第二阶段限值(kg/100km)
$3\ 500 < T \leq 4\ 500$	14.0	13.1
$4\ 500 < T \leq 7\ 000$	16.1	15.0

表1 天然气货运汽车(单车)^a燃料消耗量限值(续)

车辆总质量 T (kg)	第一阶段限值(kg/100km)	第二阶段限值(kg/100km)
$7\ 000 < T \leq 9\ 000$	19.1	17.8
$9\ 000 < T \leq 12\ 000$	22.2	20.8
$12\ 000 < T \leq 18\ 000$	25.7	24.1
$18\ 000 < T \leq 20\ 000$	29.3	27.4
$20\ 000 < T \leq 25\ 000^b$	32.7	30.6
$25\ 000 < T \leq 31\ 000^c$	35.6	33.3

注:每1 kg 液化天然气燃料消耗量相当于1.4 m³压缩天然气的燃料消耗量。

^a包括未牵引挂车时的牵引货车;
^b对于三轴车,驱动轴为每轴每侧双轮胎且装备空气悬架车辆,总质量最大限值为26 000 kg;
^c对于四轴车,驱动轴为每轴每侧双轮胎且装备空气悬架车辆,总质量最大限值为32 000 kg。

表2 天然气自卸汽车(单车)和混凝土搅拌运输车(单车)燃料消耗量限值

车辆总质量 T (kg)	第一阶段限值(kg/100km)	第二阶段限值(kg/100km)
$3\ 500 < T \leq 4\ 500$	14.9	14.0
$4\ 500 < T \leq 7\ 000$	17.6	16.4
$7\ 000 < T \leq 9\ 000$	20.8	19.4
$9\ 000 < T \leq 12\ 000$	24.0	22.5
$12\ 000 < T \leq 18\ 000$	26.6	24.8
$18\ 000 < T \leq 20\ 000$	32.0	29.9
$20\ 000 < T \leq 25\ 000^a$	35.4	33.1
$25\ 000 < T \leq 31\ 000^b$	38.3	35.8

注:每1 kg 液化天然气燃料消耗量相当于1.4 m³压缩天然气的燃料消耗量。

^a对于三轴车,驱动轴为每轴每侧双轮胎且装备空气悬架车辆,总质量最大限值为26 000 kg;
^b对于四轴车,驱动轴为每轴每侧双轮胎且装备空气悬架车辆,总质量最大限值为32 000 kg。

表3 天然气半挂牵引车(列车)和牵引货车(列车)燃料消耗量限值

列车总质量 T (kg)	第一阶段限值(kg/100km)	第二阶段限值(kg/100km)
$T \leq 27\ 000$	37.0	34.6
$27\ 000 < T \leq 36\ 000$	39.5	36.9
$36\ 000 < T \leq 43\ 000$	42.8	40.0
$43\ 000 < T \leq 49\ 000$	45.7	42.7

注:每1 kg 液化天然气燃料消耗量相当于1.4 m³压缩天然气的燃料消耗量。

4.2 天然气营运货车单位货物周转量的综合燃料消耗量为报告值。

5 测量方法

5.1 车辆核查

5.1.1 试验前应对车辆基本信息与主要参数进行核查,核查项目应符合附录 A 的规定。

5.1.2 核查的车辆尺寸及质量参数应符合 GB 1589 的规定,且车长、车宽、车高与其设计值的偏差应不超过 1%,整车整备质量、最大总质量与其设计值的偏差应不超过 2%。

5.2 试验条件

5.2.1 试验路应为平直路,路面应清洁、干燥、平坦,用沥青或混凝土铺装;试验路长度应满足 GB/T 12534 的要求;纵向坡度在 0.1% 以内。

5.2.2 试验时的气象条件及试验车辆准备应符合 GB/T 12534 的规定,天然气质量流量计安装应按照说明书的规定执行。

5.2.3 车辆轮胎气压、燃料、润滑油(脂)、制动液、制动气压、发动机冷却液等应符合 GB/T 12534 及车辆制造厂的规定。

5.2.4 试验车辆轮胎的选用应按照下列要求顺序选择:

- a) 当车辆可选装斜交轮胎及子午线轮胎时,应选装斜交轮胎;
- b) 当车辆可选装不同外直径轮胎时,应选装外直径小的轮胎;
- c) 当车辆在同一轮胎外直径下可选装不同断面宽度轮胎时,应选装断面宽度大的轮胎。

5.2.5 试验时应关闭车窗、驾驶室通风口及空调等,只允许驱动车辆所必需的设备工作。

5.3 试验仪器设备

主要试验仪器应符合下列规定:

- a) 车速测量仪器:最大允许误差为 $\pm 0.5\%$;
- b) 天然气质量流量计:最大允许误差为 $\pm 0.5\%$;
- c) 计时器:最小分度值为 0.1 s;
- d) 发动机转速表:最大允许误差为 $\pm 1\%$;
- e) 称重仪:准确度等级为三级及以上。

5.4 试验方法

5.4.1 等速工况

5.4.1.1 车辆满载,手动变速器车辆应置于最高挡或次高挡,当最高挡不能满足试验车速需要时,采用次高挡;自动变速器车辆应置于“D”挡。在各试验车速下,保持车辆平稳行驶至少 100 m 后,等速通过 500 m 的测试路段,测量车辆通过该路段的实际行驶距离、时间和燃料消耗量。

5.4.1.2 货运汽车(单车)、半挂牵引车(列车)和牵引货车(列车)的试验车速均分别为 40 km/h、50 km/h、60 km/h、70 km/h、80 km/h(其中危险货物运输车辆为 75 km/h);自卸汽车(单车)和混凝土搅拌运输车(单车)试验车速均分别为 30 km/h、40 km/h、50 km/h、60 km/h、70 km/h。

5.4.1.3 每次试验的平均速度与规定试验速度之差不应超过 1 km/h。

5.4.1.4 试验过程中瞬时速度与规定试验速度之差不应超过 2 km/h。

5.4.1.5 每个试验车速应在测试路段上往返测量各两次。

5.4.1.6 试验结果应按照 GB/T 12545.2 的规定进行重复性检验。

5.4.2 加速工况

5.4.2.1 车辆最高设计车速不大于 100 km/h 时,以起始速度 50 km/h 将加速踏板踩到底,加速到终速度 70 km/h 作为车速的测量区间。车辆满载,手动变速器车辆应置于速比为 1 的挡位,如无该挡位,则选取速比最接近于 1 的挡位;自动变速器车辆应置于“D”挡。加速前,车速应控制在 48 km/h ~ 50 km/h 内保持匀速行驶至少 5 s,立即将加速踏板踩到底,同时开始测量,车速达到 70 km/h 测量结束,记录加速燃料消耗量、加速时间和距离、起始和终止速度等测量结果。

5.4.2.2 车辆最高设计车速大于 100 km/h 时,以起始速度 60 km/h 将加速踏板踩到底,加速到终速度 80 km/h 作为车速的测量区间。车辆满载,手动变速器车辆应置于速比为 1 的挡位,如无该挡位,则选取速比最接近于 1 的挡位;自动变速器车辆应置于“D”挡。加速前,车速应控制在 58 km/h ~ 60 km/h 内保持匀速行驶至少 5 s,立即将加速踏板踩到底,同时开始测量,车速达到 80 km/h 测量结束,记录加速燃料消耗量、加速时间和距离、起始和终止速度等测量结果。

5.4.2.3 试验过程中起始速度和终速度与规定速度之差应分别在 $-2 \text{ km/h} \sim 0 \text{ km/h}$ 和 $0 \text{ km/h} \sim 2 \text{ km/h}$ 范围之内。

5.4.2.4 加速试验应在测试路段上往返测量各两次。

5.4.2.5 试验结果应按照 GB/T 12545.2 的规定进行重复性检验。

5.4.3 怠速工况

5.4.3.1 怠速燃料消耗量测量应在等速工况和加速工况试验结束后立即进行。

5.4.3.2 测量时车辆应静止,手动变速器车辆处于空挡位置,离合器处于接合位置,自动变速器车辆挡位应处于“停车”或“P”挡位;加速踏板处于完全松开位置,发动机转速应保持为车辆制造厂规定的怠速转速,转速偏差为 $\pm 50 \text{ r/min}$ 。

5.4.3.3 怠速燃料消耗量应在怠速 300 s 后开始测量,测量 3 次,每次测量时间为 300 s。记录怠速燃料消耗量和发动机转速。

5.5 燃料消耗量的校正

5.5.1 等速工况燃料消耗量的校正

按照 5.4.1 试验方法进行的同一试验车速下燃料消耗量测量结果的算术平均值作为该车速的等速燃料消耗量测定值,并按照附录 B 的规定校正。

5.5.2 加速工况燃料消耗量的校正

按照 5.4.2 试验方法进行的加速燃料消耗量测量结果的算术平均值作为加速燃料消耗量的测定值,并按照附录 B 的规定校正。

5.5.3 怠速工况燃料消耗量的校正

按照 5.4.3 试验方法进行的怠速燃料消耗量测量结果的算术平均值作为怠速燃料消耗量的测定值,并按照附录 B 的规定校正。

5.6 综合燃料消耗量的计算

5.6.1 等速工况燃料消耗量的计算

等速工况燃料消耗量按照式(1)计算:

$$\overline{Q}'_u = \frac{\sum_{i=1}^n (V_{ui} \times k_{ui} \times \overline{Q}'_{ui})}{\sum_{i=1}^n (V_{ui} \times k_{ui})} \dots\dots\dots(1)$$

式中：

- \overline{Q}'_u ——等速工况燃料消耗量,单位为千克每百千米(kg/100km)；
- \overline{Q}'_{ui} ——第*i*个车速等速燃料消耗量算术平均值的校正值,单位为千克每百千米(kg/100km)；
- k_{ui} ——第*i*个车速下的等速权重系数,见表4；
- V_{ui} ——第*i*个等速工况速度点,单位为千米每小时(km/h)；
- n* ——等速工况速度点的个数,*n* = 5。

表4 天然气营运货车满载综合燃料消耗量时间权重系数

工 况	等 速 工 况						加速工况 (<i>k_u</i>)	加速工况 (<i>k_a</i>)	怠速工况 (<i>k₁</i>)
	等速权重系数(<i>k_{ui}</i>)								
车速(km/h)	30	40	50	60	70	80			
货运汽车(单车) ^a	—	0.05	0.05	0.15	0.25	0.50	0.75	0.15	0.10
自卸汽车(单车)混凝土 搅拌运输车(单车)	0.05	0.10	0.30	0.35	0.20	—	0.65	0.25	0.10
半挂牵引车(列车)和牵 引货车(列车) ^a	—	0.05	0.05	0.15	0.25	0.50	0.80	0.10	0.10

^a危险货物运输车、危险品半挂牵引车(列车)及危险品牵引货车(列车)在等速工况中试验车速均为40 km/h、50 km/h、60 km/h、70 km/h、75 km/h,其在75 km/h对应的等速权重系数与货运汽车(单车)在80 km/h下对应的等速权重系数相同。

5.6.2 加速工况燃料消耗量的计算

加速工况燃料消耗量按照附录B的规定计算。

5.6.3 怠速工况燃料消耗量的计算

怠速工况燃料消耗量按照附录B的规定计算。

5.6.4 综合燃料消耗量的计算

综合燃料消耗量按照式(2)计算：

$$Q = \frac{\overline{Q}'_u \times \sum_{i=1}^n (V_{ui} \times k_{ui}) \times k_u + \overline{Q}'_{as} \times 3.6 \times \frac{\overline{S}_a}{T_a} \times k_a + 100 \times \overline{Q}'_{ld} \times k_1}{\sum_{i=1}^n (V_{ui} \times k_{ui}) \times k_u + 3.6 \times \frac{\overline{S}_a}{T_a} \times k_a} \dots\dots\dots(2)$$

式中：

- Q ——综合燃料消耗量,单位为千克每百千米(kg/100km)；
- \overline{Q}'_{as} ——加速工况燃料消耗量,单位为千克每百千米(kg/100km)；
- \overline{Q}'_{ld} ——怠速工况燃料消耗量,单位为千克每小时(kg/h)；
- k_u, k_a, k_1 ——分别为等速工况、加速工况、怠速工况燃料消耗量时间权重系数,见表4；

\overline{S}_a ——加速工况平均加速距离,单位为米(m),按照式(3)计算;
 \overline{T}_a ——加速工况平均加速时间,单位为秒(s),按照式(4)计算。

$$\overline{S}_a = \frac{\sum_{j=1}^m S_{aj}}{m} \dots\dots\dots(3)$$

式中:

S_{aj} ——第j次加速距离,单位为米(m)。

$$\overline{T}_a = \frac{\sum_{j=1}^m (T_{aj})}{m} \dots\dots\dots(4)$$

式中:

T_{aj} ——第j次加速时间,单位为秒(s)。

5.7 单位货物周转量的综合燃料消耗量

单位货物周转量的综合燃料消耗量按照式(5)计算:

$$Q' = \frac{Q \times 10^3}{W} \dots\dots\dots(5)$$

式中:

Q' ——单位货物周转量的综合燃料消耗量,单位为千克每吨每百千米[$\text{kg}/(\text{t} \cdot 100\text{km})$];

W ——试验车辆的额定载质量,单位为千克(kg)。



附录 A

(规范性)

天然气营运货车核查项目

天然气营运货车核查项目应符合表 A.1 的规定。

表 A.1 车辆核查项目

货车生产企业			
产品名称		商标	
产品型号		出厂日期	
车辆识别代号(VIN)		发动机型号	
底盘型号		最大净功率/转速[kW/(r/min)]	
底盘生产企业		最大转矩/转速[N·m/(r/min)]	
轮胎规格		发动机生产企业	
前/后轮胎数		发动机排量(mL)	
悬架形式		发动机怠速转速(r/min)	
燃料种类		驱动形式	
轴数		排放水平	
钢板弹簧片数(前/后)		总质量(kg)	
外形尺寸(mm)	长	整备质量(kg)	
	宽	额定载质量(kg)	
	高	驾驶室准乘人数(人)	
货厢栏板内尺寸 ^a (mm)	长	满载轴荷(kg)	
	宽	满载最高车速(km/h)	
	高	载质量利用系数 ^a	
自卸车倾卸方式		准拖挂车总质量 ^a (kg)	
牵引车鞍座最大允许承载质量 ^a (kg)		—	
^a 非此类别车型不核查该项目。			



附 录 B
(规范性)
燃料消耗量标准状态校正

B.1 道路试验燃料消耗量计算

B.1.1 等速工况各速度点燃料消耗量按照式(B.1)计算:

$$\overline{Q}_{ui} = \frac{\overline{m}_{ui}}{10 \times \overline{D}_{ui}} \dots\dots\dots(B.1)$$

式中:

- \overline{Q}_{ui} ——第*i*个车速试验天然气消耗量的算术平均值,单位为千克每百千米(kg/100km);
- \overline{m}_{ui} ——第*i*个车速试验实测试验天然气消耗质量算术平均值,单位为克(g);
- \overline{D}_{ui} ——第*i*个车速试验实测车辆行驶距离算术平均值,单位为千米(km)。

B.1.2 加速工况燃料消耗量按照式(B.2)计算:

$$Q_{asj} = 100 \times \frac{m_{asj}}{S_{sj}} \dots\dots\dots(B.2)$$

式中:

- Q_{asj} ——第*j*次加速燃料消耗量,单位为千克每百千米(kg/100km);
- m_{asj} ——第*j*次加速工况试验实测试验天然气消耗质量,单位为克(g)。

B.1.3 怠速工况燃料消耗量按照式(B.3)计算:

$$Q_{ldk} = \frac{m_{ldk}}{10^3 \times T_{ldk}} \dots\dots\dots(B.3)$$

式中:

- Q_{ldk} ——第*k*次怠速燃料消耗量,单位为千克每小时(kg/h);
- m_{ldk} ——第*k*次怠速工况试验实测天然气消耗质量,单位为克(g);
- T_{ldk} ——第*k*次怠速工况实测试验时间,单位为小时(h)。

B.2 修正为基准天然气消耗量

B.2.1 等速工况燃料消耗量修正按照式(B.4)计算:

$$\overline{Q}'_{ui} = \overline{Q}_{ui} \times \frac{H_{NG,low}}{\left(\frac{H_{G20} + H_{G23}}{2}\right)} \dots\dots\dots(B.4)$$

式中:

- $H_{NG,low}$ ——试验天然气低位发热量(288.15 K,101.325 kPa)(计算见 GB/T 29125—2012 附录 B 中 B.4),单位为兆焦耳每立方米(MJ/m³);
- H_{G20} ——基准燃料 G20 的低位发热量(288.15 K,101.325 kPa)(计算见 GB/T 29125—2012 附录 B 中 B.4,G20 见 GB/T 29125—2012 表 1),单位为兆焦耳每立方米(MJ/m³);
- H_{G23} ——基准燃料 G23 的低位发热量(288.15 K,101.325 kPa)(计算见 GB/T 29125—2012 附录 B 中 B.4,G23 见 GB/T 29125—2012 表 1),单位为兆焦耳每立方米(MJ/m³)。

B.2.2 加速工况燃料消耗量修正按照式(B.5)和式(B.6)计算:

$$\overline{Q}'_{as} = \frac{\sum_{j=1}^m Q_{asj}}{m} \dots\dots\dots(B.5)$$

$$\overline{Q'_{as}} = \overline{Q_{as}} \times \frac{H_{NG,low}}{\left(\frac{H_{G20} + H_{G23}}{2}\right)} \dots\dots\dots(B.6)$$

式中:

$\overline{Q_{as}}$ ——加速燃料消耗量的算术平均值,单位为千克每百千米(kg/100km);

m ——测量次数, $m=4$ 。

B.2.3 怠速工况燃料消耗量修正按照式(B.7)和式(B.8)计算:

$$\overline{Q_{ld}} = \frac{\sum_{k=1}^p Q_{ldk}}{p} \dots\dots\dots(B.7)$$

$$\overline{Q'_{ld}} = \overline{Q_{ld}} \times \frac{H_{NG,low}}{\left(\frac{H_{G20} + H_{G23}}{2}\right)} \dots\dots\dots(B.8)$$

式中:

$\overline{Q_{ld}}$ ——怠速燃料消耗量的算术平均值,单位为千克每小时(kg/h);

p ——测量次数, $p=3$ 。



附录 C

(资料性)

天然气燃料消耗量校正的计算示例

C.1 等速工况 60 km/h 速度点的燃料消耗量

C.1.1 试验燃料为液化天然气(LNG),其组分、摩尔质量和摩尔分数见表 C.1。

表 C.1 液化天然气(LNG)组分、摩尔质量和摩尔分数

组 分	摩尔质量 ^a M_i (kg/kmol)	摩尔发热量 ^b $\overline{H}_i^0(t_1)$ (kJ/mol)	摩尔分数 ^c x_i (%)
甲烷	16.043	802.69	93.721 1
乙烷	30.07	1 428.84	3.457 3
丙烷	44.097	2 043.37	0.631 2
丁烷	58.123	2 657.6	0.131 6
氮气	28.013 5	0	1.096 7
二氧化碳	44.01	0	0.869 4

^a应符合 GB/T 29125—2012 表 B.1 的规定;
^b应符合 GB/T 29125—2012 表 B.3 的规定;
^c由加注 LNG 燃料的加气站气质分析报告或符合资质认定和实验室认可的检测机构检测得到。

C.1.2 在 60 km/h 等速工况下测得的天然气燃料消耗量测量值见表 C.2。

表 C.2 等速工况 60 km/h 速度点天然气燃料消耗量的测量值

序 号	方 向	距离 (km)	天然气燃料消耗量测量值 (g)
1	往	0.5	150
2	返	0.5	152
3	往	0.5	151
4	返	0.5	153

C.1.3 按式(B.1)计算百公里天然气燃料消耗量。

式(B.1)中天然气燃料消耗量平均值 \overline{m}_w 计算结果如下:

$$\overline{m}_w = \frac{150 + 152 + 151 + 153}{4} = 151.5(\text{g})$$

式(B.1)中等速行驶距离算术平均值 \overline{D}_w 计算结果如下:

$$\overline{D}_w = \frac{0.5 \times 4}{4} = 0.5(\text{km})$$

将 \overline{m}_w 和 \overline{D}_w 代入式(B.1),计算结果如下:

$$\overline{Q}_w = \frac{151.5}{10 \times 0.5} = 30.3(\text{kg}/100\text{km})$$

C.2 修正为基准天然气消耗量

按式 (B.4) 将天然气消耗量修正为标准参比条件下的基准天然气消耗量。公式中 $H_{\text{NG,low}}$ 按 GB/T 29125—2012 附录 B 中式 (B.5) 方法计算, 见式 (C.1):

$$H_{\text{NG,low}} = \frac{\overline{H^0}(t_1)}{M} \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

混合物的理想摩尔发热量 $\overline{H^0}(t_1)$ 按照式 (C.2) 计算如下:

$$\overline{H^0}(t_1) = \sum_{z=1}^N x_z \times \overline{H_z^0}(t_1) \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

$\overline{H_z^0}(t_1)$ 是混合物组分 z 的理想摩尔发热量, 摩尔发热量见表 C.1。按照式 (C.2) 计算结果如下:

$$\begin{aligned} \overline{H^0}(t_1) &= 802.69 \times 0.937211 + 1428.84 \times 0.034573 + 2043.37 \times 0.006312 + 2657.6 \times 0.001316 \\ &= 818.084 \text{ (kJ/mol)} \end{aligned}$$

混合物摩尔质量 M 按照 GB/T 29125—2012 附录 B 中式 (B.6) 方法计算, 见式 (C.3):

$$M = \sum_{z=1}^N x_z \times M_z \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

按式 (C.3) 中 M 计算结果如下:

$$M = 17.120 \text{ (kg/kmol)}$$

将 $\overline{H^0}(t_1)$ 和 M 代入 GB/T 29125—2012 附录 B 中公式 (B.5), 计算结果如下:

$$H_{\text{NG,low}} = \frac{818.084}{17.120} = 47.785$$

式 (B.4) 中 H_{G20} 和 H_{G23} 的计算方法与 $H_{\text{NG,low}}$ 相同, 计算结果如下:

$$H_{\text{G20}} = 50.033 \text{ (MJ/kg)}$$

$$H_{\text{G23}} = 43.828 \text{ (MJ/kg)}$$

将 $H_{\text{NG,low}}$ 、 H_{G20} 和 H_{G23} 的结果代入公式 (B.4) 后, $\overline{Q'_{\text{ui}}}$ 计算结果如下:

$$\overline{Q'_{\text{ui}}} = 30.3 \times \frac{47.785}{46.930} = 30.85 \text{ (kg/100km)}$$

故, 计算所得校正后的 60 km/h 等速工况下天然气燃料消耗量为 30.85 kg/100km。



