

船舶运输能源消耗统计及分析方法（GB-T21392-2008）

ICS 03.220.40
R 06



中华人民共和国国家标准

GB/T 21392—2008

船舶运输能源消耗统计及分析方法

The methods of statistics and analysis of energy consumption
in shipping transportation

2008-02-03 发布

2008-08-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准是交通能源消耗统计及分析方法系列标准之一,该系列标准包括:

- 公路运输能源消耗统计及分析方法;
- 船舶运输能源消耗统计及分析方法;
- 港口能源消耗统计及分析方法。

本标准的附录 A、附录 C 为规范性附录,附录 B 为资料性附录。

本标准由中华人民共和国交通部提出。

本标准由交通部能源管理办公室归口。

本标准起草单位:交通部水运科学研究院。

本标准主要起草人:李庆祥、王妮妮、李静、赫伟建、崔艳、冯羽、张云鹏。

船舶运输能源消耗统计及分析方法

1 范围

本标准规定了营业性船舶运输能源消耗统计的船型分类、统计指标、调查方法、指标计算及能源消耗分析等方法。

本标准适用于从事水上客、货运输活动的我国企业或个体经营的营业性机动船舶(含悬挂外国旗的营业性机动船舶);内河为在固定航道从事运输活动的营业性机动船舶;不适用于过河渡船、封闭水域内从事休闲旅游的娱乐性船舶。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准;然而,就随根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2260—2002 中华人民共和国行政区划代码

GB/T 3358.1 统计术语 第一部分 一般统计术语(GB/T 3358.1—1993, neq ISO/DIS 3435-1~3435-3)

GB/T 4086.1 统计分布数值表 正态分布

3 术语和定义

GB/T 3358.1 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

换算周转量 converted turnover

运输船舶完成的客、货周转量按照一定的换算系数得到的换算周转量。

3.2

单位产量燃料消耗量 fuel consumption per converted turnover

船舶单位换算周转量的燃料消耗量。

4 船型分类

4.1 航区划分

船舶应按航区划分为海洋和内河 2 大类。江海直达船根据其主航区确定。

4.2 海洋船舶

海洋船舶按照船型分为 6 大类(见表 1)。

表 1 海洋船舶分类表

航 区	船 型	船型代码	说 明
海洋	客船	11	含客船、客货船、客滚船
	干散货船	12	
	集装箱船	13	
	件杂货船	14	
	液体散货船	15	含油船、液体化工品船、液化气船、沥青船
	其他船	16	统计范围内除上述 5 种船型外的其他有动力的海洋船舶,如半潜船、冷藏船等

3 内河船舶

内河船舶按照船型分为 7 大类(见表 2),每大类按照主机功率分为 5 个子类(见表 3);子类代码由船型代码和等级代码组成。

表 2 内河船舶分类表

航 区	船 型	船型代码	说 明
内河	客船	21	含高速客船、客货船
	散杂货船	22	含散货船和杂货船
	液体散货船	23	含油船、液体化工品船、液化气船、沥青船
	集装箱船	24	
	滚装船	25	
	顶推船和拖船	26	
	其他船	27	统计范围内除上述 6 种船型外的其他有动力的内河船舶,如多用途船等

表 3 内河船舶主机功率划分表

等级划分	主机功率 P/kW	等级代码
一等船舶	$P \geq 1500$	1
二等船舶	$441 \leq P < 1500$	2
三等船舶	$147 \leq P < 441$	3
四等船舶	$36.8 \leq P < 147$	4
五等船舶	$P < 36.8$	5

5 燃油品种分类

船舶所用燃油分为 2 类:重油、柴油。重油、柴油的低位发热值及折标油(标煤)的折算系数附录 A。

6 船舶运输能源消耗统计指标

船舶运输能源消耗统计指标见表 4。

表 4 船舶运输能源消耗统计指标

指标类型	指标名称
调查指标	换算周转量
	燃料消耗量
推算指标	燃料消耗量合计指标
	单位产量燃料消耗量合计指标

7 船舶运输能源消耗统计调查

7.1 海洋船舶能源消耗调查

7.1.1 调查方法

海洋船舶能源消耗调查应采用全面调查的方法,以航运企业为统计单元。

7.1.2 统计时间

报告期由交通主管部门确定,宜定为一个季度。

7.1.3 调查内容

调查内容应包括：企业各类船舶数量、燃料品种、报告期内各类船舶所完成的换算周转量及燃料消耗量等。海洋船舶能源消耗调查表示例参见附录 B 表 B.1，换算周转量的折算方法见附录 C。

7.2 内河船舶能源消耗调查

7.2.1 调查方法

内河船舶宜采用抽样调查的方法，选取部分省份为调查总体，以抽样省份为子总体进行抽样。

7.2.1.1 抽样框的建立

交通管理部门应以船舶登记号、船舶名称、船舶类型、总吨、净载重吨(客)位、功率、建造年份、隶属单位、联系电话等为主要内容，形成营业性内河运输船舶名录清单，作为子总体的抽样框。

7.2.1.2 子总体最低样本量的确定

子总体最低样本量可按式(1)计算。

$$n = \frac{N u_{1-\alpha/2}^2 C_v^2}{N^2 + u_{1-\alpha/2}^2 C_v^2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

N ——子总体船舶数量；

$u_{1-\alpha/2}$ ——标准正态分布 $(1-\alpha/2)$ 分位数，从 GB/T 4088.1 的正态分布表中查得，一般取置信度 95%，

$u_{1-\alpha/2} = 1.96$ ；

C_v ——子总体单位燃料消耗值变异系数，一般取 0.5~0.9；

r ——相对误差限，一般取 5%~15%。

7.2.1.3 样本量的分配

样本量的分配应采用等比例分配的原则，根据子层船舶数量占子总体的比例进行分配，且各子层的最低样本量应不少于 2 艘。

7.2.1.4 子层样本船舶的抽取

按照船舶库内自然顺序排队，随机起点等距抽样的方法抽取。

7.2.1.5 样本船舶编码

对选定的样本船舶进行统一编码。省级代码按 GB/T 2260—2002 规定编码，船型代码按照表 2 编码，等级代码按照表 3 编码，子层内样本船舶编码由调查部门自行编码。



图 1 样本船舶编码方式

7.2.2 统计时间

报告期由交通主管部门确定，宜定为一个季度。

调查期宜统一确定为 5 天，如果被调查的样本船舶在访问日前正好从事长途运输，且一个航次的时间超过 5 天，调查期应延长至该航次结束。

7.2.3 调查内容

内河船舶能源消耗调查内容应包括：船舶基本信息、燃料品种、调查期内所完成的换算周转量、燃料消耗量等。内河船舶能源消耗调查表示例参见附录 B 表 B.2。

8 统计指标计算

8.1 报告期海洋船舶能耗指标的计算

报告期海洋船舶燃料消耗量为所有航运企业燃料消耗量之和。

报告期海洋船舶单位产量燃料消耗量(以下简称单耗值),按式(2)计算。

$$q_h = 1\,000 \cdot Q_h / T_h \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

q_h ——报告期内海洋船舶的单耗值,单位为千克每千吨公里(kg/1 000 tkm);

Q_h ——报告期内海洋船舶运输的燃料消耗量,单位为吨标准油(toe);

T_h ——报告期内海洋船舶所完成的换算周转量,为所有航运企业所完成的周转量之和,单位为千吨公里(1 000 tkm)。

8.2 报告期内河船舶能耗指标的计算

8.2.1 报告期样本船舶单耗值和燃料消耗量的计算

报告期内的单耗值等于调查期内的燃料消耗量除以所完成的换算周转量。

报告期内燃料消耗量等于调查期内燃料消耗量乘以报告期天数再除以调查期天数。

8.2.2 报告期子层单耗值和燃料消耗量的估计值及其精度计算

8.2.2.1 报告期子层单耗值的估计值及其精度计算

报告期 hl 子层单耗估计值按式(3)计算。

$$\hat{Y}_{hl} = \bar{y}_{hl} = \frac{1}{n_{hl}} \sum_{i=1}^{n_{hl}} y_{hli} \quad \dots\dots\dots(3)$$

报告期 hl 子层单耗估计值的方差估计按式(4)计算。

$$v(\hat{Y}_{hl}) = \frac{N_{hl} - n_{hl}}{N_{hl} \cdot n_{hl} \cdot (n_{hl} - 1)} \sum_{i=1}^{n_{hl}} (y_{hli} - \bar{y}_{hl})^2 \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

$\hat{Y}_{hl}$ ——报告期 hl 子层单耗估计值,单位为千克每千吨公里(kg/1 000 tkm);

$\bar{y}_{hl}$ ——报告期 hl 子层样本船舶单耗平均值, h 为大层编号, $h=1, 2, \dots, 7$; l 为等级层编号, $l=1, 2, \dots, 5$ (以下同),单位为千克每千吨公里(kg/1 000 tkm);

n_{hl} —— hl 子层抽样船舶数量;

y_{hli} ——报告期 hl 子层内第 i 艘样本船舶单耗值,单位为千克每千吨公里(kg/1 000 tkm);

$v(\hat{Y}_{hl})$ ——报告期 hl 子层单耗估计值的方差估计;

N_{hl} ——报告期 hl 子层船舶数量。

8.2.2.2 报告期子层燃料消耗量的估计值及其精度计算

报告期 hl 子层燃料消耗量的估计值按式(5)计算。

$$\hat{Z}_{hl} = X_{hl} \cdot \bar{x}_{hl} / \bar{x}_M \quad \dots\dots\dots(5)$$

报告期 hl 子层燃料消耗量的估计值的方差估计按式(6)计算。

$$v(\hat{Z}_{hl}) = \frac{N_{hl} \cdot (N_{hl} - n_{hl})}{n_{hl}} \cdot [s_{hli}^2 + s_{hli}^2 \cdot (\bar{x}_{hl} / \bar{x}_M)^2 - 2 \times s_{hli} \cdot \bar{x}_{hl} / \bar{x}_M] \quad \dots\dots\dots(6)$$

其中:

$$\bar{x}_{hl} = \frac{1}{n_{hl}} \sum_{i=1}^{n_{hl}} x_{hli} \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$\bar{x}_M = \frac{1}{n_M} \sum_{i=1}^{n_M} x_{Mi} \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$s_{zhl}^2 = \frac{1}{n_M - 1} \sum_{i=1}^{n_M} (z_{Mi} - \bar{z}_M)^2 \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$s_{xhl}^2 = \frac{1}{n_M - 1} \sum_{i=1}^{n_M} (x_{Mi} - \bar{x}_M)^2 \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$s_{zxhl} = \frac{1}{n_M - 1} \sum_{i=1}^{n_M} (x_{Mi} - \bar{x}_M)(z_{Mi} - \bar{z}_M) \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

$\hat{Z}_M$ ——报告期 hl 子层燃料消耗量的估计值,单位为吨标准油(toe);

X_M —— hl 子层所有船舶总功率,单位为千瓦(kW);

$\bar{z}_M$ ——报告期 hl 子层样本船舶的平均燃料消耗量,单位为吨标准油(toe);

$\bar{x}_M$ —— hl 子层样本船舶的平均主机功率,单位为千瓦(kW);

$v(\hat{Z}_M)$ ——报告期 hl 子层单耗燃料消耗量估计值的方差估计;

z_{Mi} ——报告期 hl 子层内第 i 艘样本船舶燃油消耗量,单位为吨标准油(toe);

x_{Mi} —— hl 子层内第 i 艘样本船舶的主机功率,单位为千瓦(kW)。

8.2.3 报告期大层单耗值和燃料消耗量的估计值及其精度计算

8.2.3.1 报告期大层单耗值的估计值及其精度计算

报告期 h 大层单耗值的估计值按式(12)计算。

$$\hat{Y}_h = \sum_{i=1}^s \frac{X_{hi} \cdot \hat{Y}_{hi}}{X_h} \quad \dots\dots\dots (12)$$

报告期 h 大层单耗估计值的方差估计按式(13)计算。

$$v(\hat{Y}_h) = \sum_{i=1}^s \left(\frac{X_{hi}}{X_h} \right)^2 \cdot v(\hat{Y}_{hi}) \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中:

$\hat{Y}_h$ ——报告期 h 大层单耗值的估计值,单位为千克每千吨公里(kg/1 000 tkm);

X_h —— h 大层所有船舶总功率,单位为千瓦(kW);

$v(\hat{Y}_h)$ ——报告期 h 大层单耗估计值的方差估计。

8.2.3.2 报告期大层燃料消耗量的估计值及其精度计算

报告期 h 大层燃料消耗量的估计值 $\hat{Z}_h$,按式(14)计算。

$$\hat{Z}_h = \sum_{i=1}^s \hat{Z}_{hi} \quad \dots\dots\dots (14)$$

报告期 h 大层燃料消耗量估计值的方差估计,按式(15)计算。

$$v(\hat{Z}_h) = \sum_{i=1}^s v(\hat{Z}_{hi}) \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中:

$\hat{Z}_h$ ——报告期 h 大层燃料消耗量的估计值,单位为吨标准油(toe);

$v(\hat{Z}_h)$ ——报告期 h 大层燃料消耗量估计值的方差估计。

8.2.4 报告期子总体单耗值和燃料消耗量的估计值及其精度计算

8.2.4.1 报告期子总体单耗值的估计值及其精度计算

报告期子总体单耗值的估计值,按式(16)计算。

$$\hat{Y} = \sum_{h=1}^r \frac{X_h \cdot \hat{Y}_h}{X} \quad \dots\dots\dots (16)$$

GB/T 21392—2008

报告期子总体单耗值的估计值的方差估计,按式(17)计算。

$$v(\hat{Y}) = \sum_{k=1}^f \left(\frac{X_k}{X} \right)^2 \cdot v(\hat{Y}_k) \quad \text{.....(17)}$$

报告期子总体单耗值的估计值的变异系数,按式(18)计算。

$$Cv(\hat{Y}) = \sqrt{v(\hat{Y})/\hat{Y}} \quad \text{.....(18)}$$

式中:

$\hat{Y}$ ——报告期子总体单耗值的估计值,单位为千克每千吨公里(kg/1 000 tkm);

X —— f 总体所有船舶总功率,单位为千瓦(kW);

$v(\hat{Y})$ ——报告期子总体单耗估计值的方差估计;

$Cv(\hat{Y})$ ——报告期子总体单耗估计值的变异系数。

8.2.4.2 报告期子总体燃料消耗量的估计值及其精度计算

报告期子总体燃料消耗量的估计值按式(19)计算。

$$\hat{Z} = \sum_{k=1}^f \hat{Z}_k \quad \text{.....(19)}$$

报告期子总体燃料消耗量的估计值的方差估计按式(20)计算。

$$v(\hat{Z}) = \sum_{k=1}^f v(\hat{Z}_k) \quad \text{.....(20)}$$

报告期子总体燃料消耗量的估计值的变异系数按式(21)计算。

$$Cv(\hat{Z}) = \sqrt{v(\hat{Z})/\hat{Z}} \quad \text{.....(21)}$$

式中:

$\hat{Z}$ ——报告期子总体燃料消耗量的估计值,单位为吨标准油(toe);

$v(\hat{Z})$ ——报告期子总体燃料消耗估计值的方差估计;

$Cv(\hat{Z})$ ——报告期子总体燃料消耗估计值的变异系数。

注:在95%置信度下,报告期子总体内河船舶单耗值的估计值 $\hat{Y}$ 的实际极限相对误差为 $1.96 \cdot Cv(\hat{Y})$,总燃料消耗

量的估计值 $\hat{Z}$ 的实际极限相对误差为 $1.96 \cdot Cv(\hat{Z})$ 。

8.2.5 报告期总体单耗值和总燃料消耗量的计算

8.2.5.1 报告期总体燃料消耗量的计算

报告期总体燃料消耗量按式(22)计算。

$$Q_n = \frac{1}{P_n} \sum_{i=1}^p Q_i \quad \text{.....(22)}$$

式中:

Q_n ——报告期总体燃料消耗量,单位为吨标准油(toe);

P_n ——报告期抽样总体船舶总功率占总体船舶总功率的比重,可参照《交通统计年鉴》上的数据;

Q_i ——报告期 i 子总体燃料消耗量(为各子总体燃料消耗量估计值 $\hat{Z}_i$),单位为吨标准油, $i=1,2,\dots,p$, p 为子总体的个数。

8.2.5.2 报告期总体单耗值的计算

报告期总体船舶单耗值按式(23)计算。

$$q_n = \sum_{i=1}^{10} P_i q_i \quad \text{.....(23)}$$

GB/T 21392—2008

报告期子总体单耗值的估计值的方差估计,按式(17)计算。

$$v(\hat{Y}) = \sum_{k=1}^f \left(\frac{X_k}{X} \right)^2 \cdot v(\hat{Y}_k) \quad \text{.....(17)}$$

报告期子总体单耗值的估计值的变异系数,按式(18)计算。

$$Cv(\hat{Y}) = \sqrt{v(\hat{Y})/\hat{Y}} \quad \text{.....(18)}$$

式中:

$\hat{Y}$ ——报告期子总体单耗值的估计值,单位为千克每千吨公里(kg/1 000 tkm);

X —— f 总体所有船舶总功率,单位为千瓦(kW);

$v(\hat{Y})$ ——报告期子总体单耗估计值的方差估计;

$Cv(\hat{Y})$ ——报告期子总体单耗估计值的变异系数。

8.2.4.2 报告期子总体燃料消耗量的估计值及其精度计算

报告期子总体燃料消耗量的估计值按式(19)计算。

$$\hat{Z} = \sum_{k=1}^f \hat{Z}_k \quad \text{.....(19)}$$

报告期子总体燃料消耗量的估计值的方差估计按式(20)计算。

$$v(\hat{Z}) = \sum_{k=1}^f v(\hat{Z}_k) \quad \text{.....(20)}$$

报告期子总体燃料消耗量的估计值的变异系数按式(21)计算。

$$Cv(\hat{Z}) = \sqrt{v(\hat{Z})/\hat{Z}} \quad \text{.....(21)}$$

式中:

$\hat{Z}$ ——报告期子总体燃料消耗量的估计值,单位为吨标准油(toe);

$v(\hat{Z})$ ——报告期子总体燃料消耗估计值的方差估计;

$Cv(\hat{Z})$ ——报告期子总体燃料消耗估计值的变异系数。

注:在95%置信度下,报告期子总体内河船舶单耗值的估计值 $\hat{Y}$ 的实际极限相对误差为 $1.96 \cdot Cv(\hat{Y})$,总燃料消耗量的估计值 $\hat{Z}$ 的实际极限相对误差为 $1.96 \cdot Cv(\hat{Z})$ 。

8.2.5 报告期总体单耗值和总燃料消耗量的计算

8.2.5.1 报告期总体燃料消耗量的计算

报告期总体燃料消耗量按式(22)计算。

$$Q_n = \frac{1}{P_n} \sum_{i=1}^p Q_i \quad \text{.....(22)}$$

式中:

Q_n ——报告期总体燃料消耗量,单位为吨标准油(toe);

P_n ——报告期抽样总体船舶总功率占总体船舶总功率的比重,可参照《交通统计年鉴》上的数据;

Q_i ——报告期 i 子总体燃料消耗量(为各子总体燃料消耗量估计值 $\hat{Z}_i$),单位为吨标准油, $i=1,2,\dots,p$, p 为子总体的个数。

8.2.5.2 报告期总体单耗值的计算

报告期总体船舶单耗值按式(23)计算。

$$q_n = \sum_{i=1}^{10} P_i q_i \quad \text{.....(23)}$$

式中:

q_s ——报告期总体船舶单耗值,单位为千克每千吨公里(kg/1 000 tkm);

P_i ——报告期 i 子总体船舶总功率占抽样总体船舶总功率的比重,数据参照上一年《交通统计年鉴》;

q_i ——报告期 i 子总体船舶单耗值(为各子总体的单耗估计值 $\hat{Y}$),单位为千克每千吨公里(kg/1 000 tkm), $i=1, 2, \dots, p$ 。

8.3 报告期船舶运输能耗指标的计算

8.3.1 报告期船舶运输总燃料消耗量的计算

报告期船舶运输总燃料消耗量,按式(24)计算。

$$Q = Q_s + Q_i \quad \text{----- (24)}$$

式中:

Q ——报告期船舶运输燃料总消耗量,单位为吨标准油(toe)。

8.3.2 报告期船舶运输单耗值的计算

报告期船舶运输单耗值,按式(25)计算。

$$q = 1\,000 \cdot Q/T \quad \text{----- (25)}$$

式中:

q ——报告期船舶的单耗值,单位为千克每千吨公里(kg/1 000 tkm);

T ——报告期船舶完成的换算周转量(千吨公里),由报告期内海洋船舶和内河船舶换算周转量相加得到,内河船舶报告期内周转量用燃料消耗量除以单耗值得到。

9 能源消耗统计分析方法

9.1 船舶运输能源消耗统计分析方法

一般采用比较分析法、结构分析法和因素分析法。

9.2 比较分析法

通过比较不同时期的船舶燃料消耗量和单位产量燃料消耗量,分析指标的变化趋势。通过单位产量燃料消耗量高低的对比,分析船舶运输燃料消耗的节能潜力。

9.3 结构分析法

通过计算海洋船舶、内河船舶的燃料消耗量,分析船舶运输能源消耗的结构组成;通过分析海洋船舶各船型的燃料消耗量,分析海洋船舶能源消耗的结构组成;通过分析内河各子层、大层、子总体、总体的燃料消耗量,分析内河船舶能源消耗的结构组成。

9.4 因素分析法

通过分析船队结构变化,具体分析高能耗船型、低能耗船型的结构变化对能源消耗的影响。

GB/T 21392—2008

附录 A

(规范性附录)

燃料的低位发热值及折算系数

燃料的低位发热值及折算系数见表 A.1。

表 A.1 燃料低位发热值及折算系数

能源品种	平均低位发热值	折标准煤系数	折标准油系数
柴油	42 652 kJ/kg(10 200 kcal/kg)	1.457 1 kgce/kg	1.020 0 kgoe/kg
重油	41 816 kJ/kg(10 000 kcal/kg)	1.428 6 kgce/kg	1.000 0 kgoe/kg

GB/T 21392—2008

附录 B

(资料性附录)

营业性运输船舶能源消耗调查表

营业性运输船舶能源消耗调查表参见表 B.1 和表 B.2。

表 B.1 营业性海洋船舶运输能源消耗调查表

填报单位(盖章)

统计期:

年第

季度

统计指标		船舶类型					
		客船	干散货船	集装箱船	件杂货船	液体散货船	其他船
船舶数量(艘)							
换算周转量(换算吨公里)							
燃料消耗量	重油(吨)						
	柴油(吨)						

数据填报人:

联系电话:

报告日期: 年 月 日

表 B.2 营业性内河船舶运输能源消耗调查表

抽样船舶编号:

调查期:

年

月

日到

月

日

船舶营运证登记号	船舶名称	船舶类型	净载重吨(客)位	主机功率	总吨	建造年份
调查期内能耗情况						
换算周转量(换算吨公里)						
燃料消耗量	重油(吨)					
	柴油(吨)					

船舶经营人:

经营人联系电话:

调查员联系电话:

报告日期:

年

月

日

GB/T 21392—2008

附 录 C
(规范性附录)
换算周转量的计算方法

换算周转量可按下列方法折算：

货物周转量 1 吨公里=1 换算吨公里；
铺位及海运座位客运周转量 1 人公里=1 换算吨公里；
内河座位客运周转量 3 人公里=1 换算吨公里；
集装箱 1 TEU 公里=10 换算吨公里。

GB/T 21392—2008

参 考 文 献

- [1] 交通统计年鉴。
 - [2] 公路、水路、港口主要统计指标及计算方法规定。
-