



中华人民共和国国家标准

GB/T 19779—2005

石油和液体石油产品油量计算 静态计量

Petroleum and liquid petroleum products—Calculation of oil
quantities—Static measurement

2005-05-25 发布

2005-11-01 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

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 数值修约	3
5 基础数据的准备	4
6 计算毛计量体积(V_{g0})	5
7 计算毛标准体积	9
8 沉淀物和水	9
9 计算净标准体积	9
10 计算表观质量	9
11 计算质量(真空中的质量)	9
12 直接质量计量	10
13 计算顺序	10
14 计量票(或报告)	11
附录 A (资料性附录) 本标准章条编号与 MPMS 第 12.1 章第 1 部分的章条编号对照	12
附录 B (资料性附录) 本标准术语符号的国内外对照	13
附录 C (资料性附录) 立式油罐量油高度的修正	14
附录 D (资料性附录) 船舱底油(OBQ)或残油(ROB)的计算方法	15
附录 E (资料性附录) 油船的纵倾和横倾修正	16
附录 F (资料性附录) 岸罐和油船的计算流程及实例	18
图 1 纵倾修正计算示意图	7
图 2 用船体中部吃水读数计算油船横倾的方法	8
图 D.1 用纵倾系数计算舱底残油的示意图	15
图 E.1 纵倾修正	16
图 E.2 横倾修正	17
图 F.1 基于体积的计算流程	18
图 F.2 基于表观质量的计算流程	19
表 1 有效数位	4
表 A.1 本标准章条编号与 MPMS 第 12.1 章第 1 部分的章条编号对照	12
表 B.1 本标准常用的国内外术语符号对照	13
表 F.1 按体积修正浮顶、沉淀物 and 水的计算实例	19
表 F.2 按表观质量修正浮顶、沉淀物 and 水的计算实例	20
表 F.3 油船计算实例	21

前 言

本标准根据美国石油学会(API)的石油计量标准手册(MPMS)第12章 第1节《静态油量计算 第1部分:立式圆筒形油罐和油船》的技术内容,结合国际石油静态计量标准的技术资料和我国油量计算的实际情况重新起草,其一致性程度为修改采用,在附录A中列出了本标准章条编号与MPMS第12.1章第1部分章条编号的对照一览表,主要差异如下:

- 增加了铁路罐车、卧式油罐及其他储油容器内油量的计算方法;
- 考虑到我国按油品表观质量进行贸易结算的传统习惯,增加了基于油品表观质量的计算方法、流程和实例;
- 用我国的法定计量单位重新编写了计算实例;
- 增加了附录B“本标准术语符号的国内外对照”、附录C“立式油罐量油高度的修正”、附录D“船舱底油(OBQ)或残油(ROB)的计算方法”及附录E“油船纵倾和横倾的修正”;
- 删除了参照标准中的附录B“立式圆筒形钢罐随温度膨胀收缩的罐壁温度修正系数的实例”和附录C“浮顶调整计算实例:方法1和2”;
- 结合我国国情和实际使用,调整了标准的部分章条结构。

本标准的附录A、附录B、附录C、附录D、附录E和附录F为资料性附录;

本标准由原国家石油和化学工业局提出。

本标准由中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院归口。

本标准负责起草单位:中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院。

本标准参加起草单位:中国石油天然气集团公司石油工业计量测试研究所、中国石油股份有限公司兰州石化公司计量中心、中国石化上海石油化工股份有限公司、中国石油化工股份有限公司山西石油分公司、中国石油化工股份有限公司销售公司计量管理站、中华人民共和国大窑湾出入境检验检疫局。

本标准主要起草人:魏进祥、鲍跃春、吉亚伟、周懋民、乔双喜、刘振东、吴云常。

本标准为首次制定。

石油和液体石油产品油量计算 静态计量

1 范围

本标准规定了储油容器内原油、石油产品及石化产品(以下简称油品)静态液体量的计算方法,定义了静态油量计算中使用的术语,给出了计算某些修正系数值的公式。其原则是无论基础数据是手工采集或自动采集,不同用户采用相同的基础数据(油罐容积表、液位、密度和温度等)能够计算出一致的结果。

本标准适用于常压下的立式圆筒形油罐、油船、铁路罐车、卧式圆筒形油罐、汽车罐车及其他储油容器内油品的油量计算。

本标准不包括挂壁油、非液体物质、微量残油和油气空间的油量计算。

本标准计算静态油量的参比条件是:标准温度为 20℃,大气压力为 101.325 kPa。

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,鼓励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 260 石油产品水分测定法

GB/T 1884 原油和液体石油产品密度实验室测定法(密度计法)(GB/T 1884—2000,eqv ISO 3675:1998)

GB/T 1885 石油计量表(GB/T 1885—1998,eqv ISO 91-2)

GB/T 4756 石油液体手工取样法(GB/T 4756—1998,eqv ISO 3170:1988)

GB/T 6531 原油和燃料油中沉淀物测定法(抽提法)(GB/T 6531—1986,eqv ISO 3735:1975)

GB/T 6533 原油中水和沉淀物测定法(离心法)(eqv ASTM D4007:1981)

GB/T 8170 数值修约规则

GB/T 8927 石油和液体石油产品温度测定法

GB/T 8929 原油含水量测定法(蒸馏法)(eqv ASTM D4006:1981)

GB/T 13235.1 石油和液体石油产品 立式圆筒形金属油罐容积标定法(围尺法)(GB/T 13235.1—1991,neq ISO/DIS 7507-1)

GB/T 13235.2 石油和液体石油产品 立式圆筒形金属油罐容积标定法(光学参比线法)(neq ASTM D4738:1990)

GB/T 13235.3 石油和液体石油产品 立式圆筒形金属油罐容积标定法(光电内测距法)(GB/T 13235.3—1995,neq ISO/DIS 7507-4)

GB/T 13377 原油和液体或固体石油产品密度或相对密度测定法(毛细管塞比重瓶和带刻度双毛细管比重瓶法)(GB/T 13377—1992,neq ISO 3838:1983)

GB/T 13894 石油和液体石油产品液位测量法(手工法)(neq API 2545-65:1987)

GB/T 17605 石油和液体石油产品 卧式圆筒形金属油罐容积标定法(手工法)(neq API 2551:1997)

GB/T 18273 石油和液体石油产品 立式罐内油量的直接静态测量法(HTG 质量测量法)
(GB/T 18273—2000, eqv ISO 11223-1:1995)

JJG 133 汽车油罐车容量试行检定规程

JJG 140 铁路罐车容积检定规程

JJG 168 立式金属罐容量试行检定规程

JJG 266 卧式金属罐容积检定规程

JJG 702 船舶液货计量舱容量试行检定规程

SH/T 0604 原油和石油产品密度测定法(U形振动管法)(SH/T 0604—2000, eqv ISO 12185:1996)

ISO/TR 8338 原油交接责任 余留在船上原油量的估算方法

ISO 3171 石油液体 自动管线取样法

API MPMS Chapter 2 油罐标定

API MPMS Chapter 17 油船计量

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准,术语符号的国内外对照表参见附录B。

3.1

游离水(FW) free water

在油品中独立分层并主要存在于油品下面的水。 V_{FW} 表示游离水的扣除量,其中包括底部沉淀物。

3.2

沉淀物和水(SW) sediment and water

油品中的悬浮沉淀物、溶解水和悬浮水总称为沉淀物和水。其质量分数或体积分数、体积和质量分别用 $SW\%$ 、 V_{sw} 和 m_{sw} 表示。

3.3

沉淀物和水的修正系数 (CSW) correction for SW

为扣除油品中的沉淀物和水(SW),将毛标准体积修正到净标准体积或将毛质量修正到净质量的修正系数。

3.4

体积修正系数(VCF) volume correction factor

将油品从计量温度下的体积修正到标准体积的修正系数。用标准温度下的体积与其在非标准温度下的体积之比表示。等同于液体温度修正系数(CTL)。

3.5

罐壁温度修正系数(CTSh) correction for temperature of the shell

将油罐从标准温度下的标定容积(即油罐容积表示值)修正到使用温度下实际容积的修正系数。

3.6

总计量体积(V_o) total observed volume

在计量温度下,所有油品、沉淀物和水以及游离水的总测量体积。

3.7

毛计量体积(V_g) gross observed volume

在计量温度下,已扣除游离水的所有油品以及沉淀物和水总测量体积。

3.8

毛标准体积(V_{gs}) gross standard volume

在标准温度下,已扣除游离水的所有油品及沉淀物和水的总体积。通过计量温度和标准密度所对应的体积修正系数修正毛计量体积可得到毛标准体积。

3.9

净标准体积(V_{ns}) net standard volume

在标准温度下,已扣除游离水及沉淀物和水的油品的总体积。从毛标准体积中扣除沉淀物和水可得到净标准体积。

3.10

表观质量(m) weight, apparent mass in air

有别于未进行空气浮力影响修正的真空中的质量,表观质量是油品在空气中称重所获得的数值,也习惯称为商业质量或重量。通过空气浮力影响的修正也可以由油品体积计算出油品在空气中的表观质量。

3.11

表观质量换算系数(WCF) weight converting factor

将油品从标准体积换算为空气中的表观质量的系数。该系数等于标准密度减去空气浮力修正值。本标准取空气浮力修正值为 1.1 kg/m^3 或 0.0011 g/cm^3 。

3.12

毛表观质量(m_{g}) gross weight

与毛标准体积(V_{gs})对应的表观质量。

3.13

净表观质量(m_{n}) net weight

与净标准体积(V_{ns})对应的表观质量。

3.14

总计算体积(V_{tc}) Total calculated volume

标准温度下的所有油品及沉淀物和水与计量温度下的游离水的总体积。即毛标准体积与游离水体积之和。

3.15

底油(OBQ) on-board quantity

油船装油前就存在的除游离水外的所有油、水和油泥渣等物质。

3.16

残油(ROB) remaining on board

油船卸油后残留的除游离水外的所有油、水、油泥渣等物质。

4 数值修约

数值修约方法应符合 GB/T 8170。在多数情况下,所使用的小数位数受数据来源的影响。例如,如果油罐容积表被标定到整数升,则随之导出的体积值也应作相应记录。然而,在没有其他限制因素的情况下,使用者应依照表 1 规定的小数位数进行修约。表 1 中的数据不可认为是测量仪器的精度要求。在检验计算方法与本标准的一致性时,显示和打印硬件应具有至少 32 位二进制字长或能显示 10 位数。

表 1 有效数位

量的名称		单位名称及符号	小数位数
国内常用	密度	千克每立方米(kg/m ³)	××××.×
	密度	克每立方厘米(g/cm ³)	×.××××
	VCF		×.××××
	SW%		××.×××
	油品温度	摄氏度(°C)	×.×5
	罐壁温度	摄氏度(°C)	×××.0
	CTSh		×.××××
	CSW		×.××××
	体积	立方米(m ³)	...,×××.×××
	体积	升(L)	...,×××.0
	质量	千克(kg)	...,×××.0
	质量	吨(t)	...,×××.×××
国外及其他	API度, 60°F		×××.×
	相对密度		×.××××
	CTL		×.××××
	油品温度	华氏度(°F)	×.×
	体积	加仑(gallons)	...,×××.××
	体积	桶(barrels)	...,×××.××
	质量	磅(pounds)	...,×××.0
	质量	短吨(short tons)	...,×××.×××
	质量	长吨(long tons)	...,×××.×××

^a 石油计量表的使用把 VCF 限制到 4 位小数,查表时的密度分度和温度分度限制到 2.0 kg/m³ 和 0.25℃,发生争议时,应首选计算执行程序计算的 VCF。

5 基础数据的准备

为获得油罐或油船内油品库存及输转量的准确结果,应首先保证计算油量的基础数据(如液位、油温、密度和水分等)是按规定标准方法同时获得并记录在同一张计量票或计量报告上。

5.1 容积表

储油容器已按相应标准标定,并具备符合标准要求的容积表。其中立式油罐、卧式油罐、铁路罐车、汽车罐车和油船的标定标准依次应为 GB/T 13235.1~GB/T 13235.3(或 JJG 168)、GB/T 17605(或 JJG 266)、JJG 140、JJG 133 和 MPMS Chapter2(Section8A)(或 JJG 702)。

5.2 油品高度

按 GB/T 13894 或其他满足精度要求的自动测量方法准确测量和记录油品的实高或空高,同时也应根据实际需要対使用状态下的检尺口总高和容积表上注明的检尺口总高进行测量和记录。如果容器底部存在游离水和沉淀物,则应测量和记录游离水和底部沉淀物的高度。

5.3 计量温度

油品计量温度按 GB/T 8927 或其他满足精度要求的自动测量方法测量和记录,并最终取得罐内或

舱内油品的平均计量温度。

5.4 取样

为确定罐内、舱内或输转油品的密度以及沉淀物和水的质量分数或体积分数,应根据实际计量需要,按 GB/T 4756 或 ISO 3171 的要求取样,以进行实验分析。

5.5 标准密度

按 GB/T 1884、GB/T 13377 或 SH/T 0604 测定第 5.4 条采集样品的标准密度,以最终获得能代表罐内油品的标准密度。

5.6 沉淀物和水的质量分数或体积分数(SW%)

根据油品类别和贸易协议,按 GB/T 260 或 GB/T 8929 测定水的质量分数或体积分数,按 GB/T 6531 测定沉淀物的质量分数或体积分数,将二者相加作为沉淀物和水的质量分数和体积分数;此外按照 GB/T 6533 也可一次测出原油中水和沉淀物的质量分数或体积分数。

5.7 环境空气温度

对于非保温罐,罐壁温度受外界环境的影响很大,当计算温度对罐壁影响的修正系数时,除了液体温度以外,还必须考虑环境气体温度。油罐周围的环境气体温度总是一个随机且广泛变动的量,尤其应注意选择最佳的测量位置。建议采用如下方法测量环境气体温度:

- 用移动式测温装置在油罐区的背光位置测量一次或多次温度,取平均值作为环境气体温度;
- 永久安装在油罐区背光位置的表面温度计;
- 采用本地气象站提供的数据。

5.8 油船的附加数据

- 前部吃水深度读数;
- 后部吃水深度读数;
- 横倾。

6 计算毛计量体积(V_{60})

6.1 立式圆筒形油罐

6.1.1 概述

根据式(1),从总计量体积(V_{10})中减去所有游离水(V_{1w}),再将结果乘以罐壁温度修正系数($CTSh$),得到毛计量体积(V_{60})。对于浮顶罐,应从中扣除浮顶的排液体积(V_{1rd})。

注:我国通常以质量作为散装油品的结算依据,因此也按质量扣除浮顶排液量,即省略式(1)中的最后减项,但此时的 V_{60} 中包含浮顶的排液体积,不具有油品体积的实际意义,仅作为油量计算的中间变量。

$$V_{60} = \{(V_{10} - V_{1w}) \times CTSh\} - V_{1rd} \quad \dots\dots\dots (1)$$

6.1.2 总计量体积

用 5.2 测量的油品高度查油罐容积表得到对应高度下的标定容积,即油品的总计量体积。当油罐容积表按空罐容积和液体静压膨胀容积分别编制时,总计量体积(V_{10})应按式(2)计算:

$$V_{10} = V_c + \Delta V_c \times \rho_w / \rho_c \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

V_c ——由油品高度查油罐容积表得到的对应高度下的空罐容积;

ΔV_c ——由油品高度查液体静压力容积修正表得到的油罐在标定液静压力作用下的容积膨胀值;

ρ_c ——编制油罐静压力容积修正表时采用的标定液密度,通常为水的密度;

ρ_w ——油罐运行时工作液体的计量密度,可用标准密度(ρ_{20})乘以计量温度下的体积修正系数(VCF)求得。

注:用量油尺或自动液位计直接或间接测量的液体实高,应考虑油品温度对量油尺读数以及检尺口总高的影响。

用液体高度查油罐容积表之前,应参照附录 C 推荐的方法进行修正。

6.1.3 扣除游离水(FW)和罐底沉淀物

在油品转移前后,应测定游离水和罐底沉淀物的数量,以对毛计量体积作出适当修正。用游离水和沉淀物的深度查油罐容积表可确定它们应扣除的体积。

6.1.4 罐壁温度对标定容积的影响(CTSh)

油罐在温度发生变化时,其体积也要发生相应的变化。油罐容积表给出的通常是在标准温度下的容积,实际计量时的罐壁温度通常不同于标准温度,对此应对标定容积作出相应修正。对于立式圆筒油罐,罐壁温度对体积影响的修正系数可以用对横截面积影响的修正系数表示,因此罐壁温度修正系数(CTSh)可以按式(3)计算,温度对液位测量影响的修正系数可参见附录C单独考虑。

$$CTSh = 1 + 2\alpha(T_s - 20) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

α ——罐壁材质的线膨胀系数(低碳钢取 $\alpha = 0.000\ 012$), $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

T_s ——油罐计量时的罐壁温度, $^{\circ}\text{C}$;

罐壁温度通常受罐内油品温度和罐外环境温度的影响,因此在计算罐壁温度对标定容积的影响时,均应给予考虑。对于保温罐,可以将罐内油品的平均温度近似作为罐壁温度,即 $T_s = T_L$ 。对于非保温罐,罐壁温度按式(4)计算:

$$T_s = [(7 \times T_L) + T_a]/8 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

T_L ——罐内油品的平均温度, $^{\circ}\text{C}$;

T_a ——油罐周围的环境空气温度, $^{\circ}\text{C}$ 。

注:用罐壁温度修正系数修正油罐的标定容积,与计算产品自身体积膨胀或收缩的修正无关。根据特殊需要,罐壁温度修正系数也可以按特定的工作温度编入油罐容积表中。

6.1.5 浮顶修正

6.1.5.1 概述

由于罐内油品密度会经常发生变化,与油品密度有关的浮顶的排液体积也随之变化,因此通常不把浮顶修正直接编入油罐容积表中,而是在油量计算中再扣除。

6.1.5.2 按体积扣除

在油量计算时,如果浮顶排液量在计算毛计量体积时扣除,则浮顶的排液体积(V_{fd})按式(5)计算:

$$V_{fd} = m_{fr}/[WCF \times VCF] \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

m_{fr} ——浮顶的表现质量。

注:WCF的单位应与浮顶表现质量的单位相互对应。

6.1.5.3 按质量扣除

由于我国散装油品主要按油品的质量结算,因此在计算带有浮顶的立式圆筒形油罐内的毛计量体积时,可以不扣除浮顶排液体积,而是在计算油品毛表观质量时再扣除浮顶的表现质量。

注:如果液位降落在浮顶最低点至起浮点区间时,浮顶修正不准确,对应数据不适合作计量交接使用。此外,上述浮顶修正不适用于浮顶最低点以下的油量计算。

6.2 油船

6.2.1 概述

根据式(6),从油船舱容表获得的总计量体积(V_{to})中扣除游离水的体积(V_{fw})可计算出毛计量体积(V_{go})。

$$V_{go} = V_{to} - V_{fw} \quad \dots\dots\dots (6)$$

如果修正油船纵倾或横倾的是体积修正值,则可按式(7)计算:

$$V_{go} = (V_{to} \pm \text{纵倾或横倾修正}) - V_{fw} \quad \dots\dots\dots (7)$$

示例:如图2所示,已知左舷吃水(PA)=10.0 m,右舷吃水(SB)=12.0 m,船身宽度(XY)=30.0 m。根据横倾的计算原理,横倾角($\angle LCV$ 或 $\angle SCX$)= θ , $\tan\theta=(\text{右舷吃水}-\text{左舷吃水})/\text{船体宽度}$,则 $\tan\theta=(12.0-10.0)/30=0.0667$, $\theta=4^\circ$ (修约到 0.5°),即油船向右横倾 4° 。

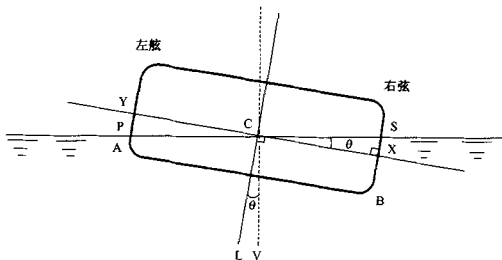


图2 用船体中部吃水读数计算油船横倾的方法

横倾修正的使用方法应注意如下几点:

- 横倾修正值的使用方法与纵倾修正值相同;
- 横倾修正值可正可负。在横倾修正表中给出了该修正值的具体用法;
- 如果舱容表中没有给出横倾修正值,可以参照附录E计算该值。

6.2.5 横倾和纵倾的组合修正

在多数情况下,由于两种修正只有在其中一种不存在时适用,因此横倾修正和纵倾修正最好不放在一起组合使用,当两种情况都存在时,应尽可能消除其中之一。对于横倾和纵倾组合修正的计算方法可以参见附录E。

6.2.6 游离水的体积

用游离水的实高或空高查油舱容积表可得到其体积。油舱内的任何液体都将受到纵倾和横倾影响,如果游离水接触到全部舱壁,前面引用的纵倾和横倾修正对其同样适用。如果游离水不接触到全部舱壁时,船舱中的液体以楔形体积存在,上述纵倾修正不再适用。计算楔形体积是否存在的规则、楔形表/公式的应用及楔形体积的计算可参见附录D或美国石油计量标准手册的第17.4章。

6.3 卧式金属罐、铁路罐车和汽车罐车

6.3.1 概述

根据式(9),从总计量体积(V_{to})中减去游离水,再将结果乘以罐壁温度修正系数($CTSh$),就得到毛计量体积(V_{go})。

$$V_{go} = \{ (V_{to} - V_{fw}) \times CTSh \} \quad \dots\dots\dots (9)$$

6.3.2 总计量体积

用油品高度查油罐容积表可以得到标准温度下的油罐在对应高度下的标定容积(V_c)。如果油品高度介于编表高度之间,则可以采用内插法进行计算。对于此类小型油罐,可以不考虑液体静压力的膨胀影响,总计量体积近似等于标定容积($V_{to} = V_c$)。

6.3.3 扣除游离水和罐底沉淀物

按与6.1.3相同的方法,扣除游离水和底部沉淀物的体积。

6.3.4 罐壁温度对标定容积的影响($CTSh$)

对于卧式油罐、铁路罐车和汽车罐车,其罐壁温度对标定容积影响的修正系数和罐壁温度按与立式圆筒形油罐相同的方法确定,量油尺的测量液位参照C.2进行修正。

6.4 其他容器

其他容器在可获得内部液体毛计量体积(V_{go})的基础上,自第7章继续计算。

7 计算毛标准体积

7.1 体积修正系数

根据 GB/T 1885, 由 5.3 确定的油品的计量温度和 5.5 确定的标准密度查对应油品的体积修正系数表得到将毛计量体积修正到毛标准体积的体积修正系数(VCF)。

7.2 毛标准体积

将第 7 章确定的毛计量体积(V_{go})乘以体积修正系数(VCF), 就得到毛标准体积(V_{gs})。

$$V_{gs} = V_{go} \times VCF \quad \dots\dots\dots (10)$$

8 沉淀物和水

原油和某些石油产品中含有沉淀物和水(SW), 其修正值(CSW)应采用 5.6 中的测试结果按下式计算:

$$CSW = 1 - SW\% \quad \dots\dots\dots (11)$$

除非是贸易需要或有其他特殊要求, 石油产品通常不进行沉淀物 and 水的修正, 此时的净标准体积等于毛标准体积。

注: 沉淀物和水(SW)的含量(SW%)有体积分数和质量分数两种确定方式, 应根据油量计算是基于体积还是基于质量来选择使用。

9 计算净标准体积

用毛标准体积(V_{gs})乘以沉淀物 and 水的修正值(CSW), 即得到净标准体积(V_{ns})。

$$V_{ns} = V_{gs} \times CSW \quad \dots\dots\dots (12)$$

$$V_{sw} = V_{gs} - V_{ns} \quad \dots\dots\dots (13)$$

注: 如果最终需要的只是油品的表观质量, 则也可以按第 10 节由毛标准体积(V_{gs})直接计算毛表观质量(m_g), 从毛表观质量中按质量分数扣除沉淀物和水得到净表观质量(m_n), 本步计算可以省去。

10 计算表观质量

10.1 概述

用 V_{gs} 或 V_{ns} 乘以表观质量换算系数(WCF)可以计算出油品的毛表观质量(m_g)或净表观质量(m_n)。

10.2 浮顶排放量及沉淀物和水(SW)已按体积扣除

$$m_n = V_{ns} \times WCF \quad \dots\dots\dots (14)$$

10.3 按质量修正浮顶排放量及沉淀物和水

将毛标准体积(V_{gs})乘以表观质量换算系数(WCF), 减去浮顶的表观质量(m_{fr}) (对于浮顶罐)得到油品的毛表观质量(m_g), 将其乘以沉淀物 and 水的修正系数(CSW)计算出油品的净表观质量(m_n):

$$m_g = V_{gs} \times WCF - m_{fr} \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$m_n = m_g \times CSW \quad \dots\dots\dots (16)$$

$$m_{sw} = m_g - m_n \quad \dots\dots\dots (17)$$

11 计算质量(真空中的质量)

对于原油及其产品, 通常优先用 V_{gs} 和 V_{ns} 乘以标准密度(ρ_{20})计算质量。然而, 也可以用相同计量温度下的密度和体积相乘来计算质量, 此时的体积应是毛计量体积(V_{go}), 密度一般用由计量温度和标准密度查 GB/T 1885 中的体积修正系数表得到的 VCF 和标准密度来计算。石油化工产品通常用后一种方法计算数量。

注：对于石油化工产品，一般应先已知或实测其密度温度系数，由密度温度系数和已知密度计算出计量温度下的密度，再计算质量。

12 直接质量计量

某些计量方法通过测量液体静压而不是液位来测定质量，例如静压式油罐测量系统。它们使用的计算方法可能包括了温度对液体的影响、液体密度对浮顶的影响或者温度对罐壁的影响的修正。在这种情况下，不应重复这些修正。其计算方法可参见 GB/T 18273。

13 计算顺序

13.1 概述

如果已拥有计算净油量所需的全部基础数据，则可以根据交接协议选定如下计算步骤中的一种进行计算。至于获得基础数据的方法则不属于本标准的范围。在计算过程中，对特殊场合不适用的扣除作为零扣除，不适用的任何修正固定为 1.000 0。油品库存和输转量的计算流程见附录 F。

13.2 基于体积的计算步骤

- a) 由油水总高查油罐容积表，得到总计量体积(V_{t0})。
- b) 扣除用游离水高度查油罐容积表得到的游离水体积(V_{fw})。
- c) 应用罐壁温度影响的修正系数 $CTSh$ ，得到毛计量体积(V_{g0})。
- d) 对于浮顶罐，还应从中扣除浮顶排液体积(V_{trd})。
- e) 将毛计量体积(V_{g0})修正到标准温度，得到毛标准体积(V_{gs})。
- f) 用沉淀物和水(SW)的修正值(CSW)修正毛标准体积(V_{gs})，可以得到净标准体积(V_{ns})。
- g) 如果需要油品的净表观质量(m_n)，可通过净标准体积(V_{ns})与表观质量换算系数(WCF)相乘得到。

13.3 基于质量的计算步骤

- a) 由油水总高查油罐容积表，得到总计量体积(V_{t0})。
- b) 扣除用游离水高度查油罐容积表得到的游离水体积(V_{fw})。
- c) 应用罐壁温度影响的修正系数 $CTSh$ ，得到毛计量体积(V_{g0})。
- d) 将毛计量体积(V_{g0})修正到标准温度，得到毛标准体积(V_{gs})。
- e) 用毛标准体积(V_{gs})乘以表观质量换算系数(WCF)，再减去浮顶的表观质量(m_{tr})得到油品的毛表观质量(m_g)。
- f) 用沉淀物和水(SW)的修正值(CSW)修正油品的毛表观质量(m_g)，可得到油品的净表观质量(m_n)。

注：在基于表观质量的计算步骤中，由于浮顶的排液量在计算油品毛表观质量时扣除，c)和 d)涉及的毛计量体积和毛标准体积包含了浮顶的排液体积。将净表观质量(m_n)除以表观质量换算系数(WCF)可间接计算出净标准体积(V_{ns})。

13.4 油量计算公式汇总

13.4.1 基于体积

$$\begin{aligned} V_{gs} &= \{[(V_{t0} - V_{fw}) \times CTSh] - V_{trd}\} \times VCF && \dots\dots\dots (18) \\ V_{ns} &= V_{gs} \times CSW \\ m_n &= V_{ns} \times WCF \end{aligned}$$

13.4.2 基于质量

$$\begin{aligned} m_g &= \{[(V_{t0} - V_{fw}) \times CTSh] \times VCF \times WCF\} - m_{tr} && \dots\dots\dots (19) \\ m_n &= m_g \times CSW \\ V_{ns} &= m_n / WCF && \dots\dots\dots (20) \end{aligned}$$

13.5 修约方法

在上述计算油品数量的步骤中,只修约油品数量的最终结果。如果必须报告中间结果,则应按第5章的要求进行数据修约,但修约结果不得插入计算过程中使用。岸罐和油船的油量计算实例见附录F。

14 计量票(或报告)

计量票是表明储油容器的库存、收发油量及油品损益的书面文件。如果储油容器在收发作业期间,油品的所有权或保管权发生了变化,则计量票可以作为记载油品收发数量的文件或凭证,为相关单位查验油品数量提供服务。其技术内容应主要包括:

- 计量器具的名称及编号;
- 作业日期和时间;
- 作业前后的油品密度;
- 作业前后的沉淀物和水;
- 作业前后的液位高度;
- 作业前后的游离水高度;
- 作业前后的油品温度及环境温度;
- 作业前后罐内的游离水体积;
- 作业前后罐内库存油品的净标准体积;
- 作业前后罐内库存油品的净表观质量;
- 收发油的净标准体积和/或表观质量。

在填写计量票时,应确保所有副本清晰可见。除非买卖双方同意,否则禁止涂改。如果出现错误需要改正,计量票应注名“无效”,然后再编制一张新票,并将无效票附到新票上。另一种经常采用的替代方法是编写修正差量的调整票。

附 录 A
(资料性附录)

本标准章条编号与 MPMS 第 12.1 章第 1 部分的章条编号对照

表 A.1 给出了本标准章条编号与 MPMS 第 12.1 章第 1 部分章条编号对照一览表。

表 A.1 本标准章条编号与 MPMS 第 12.1 章第 1 部分的章条编号对照

本标准章条编号	对应的 MPMS 第 12.1 章第 1 部分章条编号
1	0
—	1
3.1	3.2.5
3.3	3.2.1
3.4	3.2.14
3.5	3.2.3
3.6	3.2.12
3.7	3.2.16
3.8	3.2.7
3.9	3.2.9
3.11	3.2.15
3.12	3.2.8
3.13	3.2.10
3.14	3.2.11
4	6.1、6.2
5	7
6	9
7	10
8	11
9	12
10	13
11	14
12	15
13	16
14	4

附 录 B

(资料性附录)

本标准术语符号的国内外对照

表 B.1 给出了本标准常用的国内外术语符号的对照一览表。

表 B.1 本标准常用的国内外术语符号对照

术语名称	国内符号	国外符号
游离水体积	V_{fw}	FW
沉淀物和水的质量分数或体积分数	$SW\%$	S&W%
总计量体积	V_{to}	TOV
毛计量体积	V_{go}	GOV
毛标准体积	V_{gs}	GSV
净标准体积	V_{ns}	NSV
毛表观质量	m_g	GSW
净表观质量	m_n	NSW
总计算体积	V_{tc}	TCV

附录 C

(资料性附录)

立式油罐量油高度的修正

C.1 引言

用量油尺测量液位高度时,如果测量时量油尺的温度不同于其检定温度(我国通常为标准温度 20℃),量油尺发生膨胀或收缩,则应将量油尺的观察读数修正到其检定温度,以计算出实际液位高度。其修正系数 F 按式(C.1)计算:

$$F = 1 + \alpha \times (t_d - 20) \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

α ——量油尺材质的线膨胀系数(低碳钢取 $\alpha=0.000\ 012$), $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

t_d ——测量时量油尺的温度, $^{\circ}\text{C}$ 。

油罐的检尺口总高随罐壁温度变化发生膨胀或收缩,而油罐容积表上给出的通常是标定温度下的固定高度,因此在由空高和检尺口总高计算油品实高时,应对检尺口总高的膨胀或收缩进行修正。

本附录仅给出了修正检测液位的简单算法,适用于罐壁与量油尺膨胀系数相同或非常接近的多数情况。对于确定检尺温度修正对油罐体积的影响,本方法完全满足需要。

C.2 用量油尺直接测量油品实高

假定量油尺的温度等于油品温度,将量油尺测量的油品实高的观察读数乘以按式(C.1)计算的修正系数 F ,计算出实际的油品实高。

C.3 用量油尺测量油品空高

C.3.1 对于非保温罐

假定检尺口总高的变化仅由罐壁浸液部分的膨胀收缩引起,而且浸液罐壁温度等于液体温度,浸液罐壁只发生竖直方向的膨胀或收缩。用检尺口总高减去观测空高,再乘以按式(C.1)计算的修正系数 F ,计算出实际的油品实高。

C.3.2 对于保温罐

假定油气空间和液体空间与罐内液体具有相同的温度,而且油罐检尺口总高整体膨胀或收缩,在油气空间的测空量油尺也膨胀或收缩。用检尺口总高减去观测空高,再乘以按式(C.1)计算的修正系数 F_1 ,计算出实际的油品实高。对于外浮顶保温罐,液位高度的修正方法同非保温罐。

C.4 带有非接触式 ATG 的油罐

对于带有非接触式 ATG 的油罐,油气空间不会对雷达液位计的测量空高造成影响。

C.4.1 对于非保温罐,液位高度的修正方法与 C.3.1 相同。

C.4.2 对于保温罐,首先将油罐检尺口总高乘以按式(C.1)计算的修正系数 F ,再减去雷达液位计的测量空高,即可计算出罐内实际的液体实高。

附录 D
(资料性附录)

船舶底油(OBQ)或残油(ROB)的计算方法

D.1 对于装卸原油或其他特殊油品的油船,在卸油结束或装油开始时,油舱底部有时会有存在部分油品。本附录参照 ISO/TR 8338 给出了舱底残油的估算方法。

D.2 当残油为非流动状态时,进一步检测确定其平均实高,直接由实高查舱容表得到残油数量。

D.3 如图 D.1 所示,当残油为流动状态时,舱内液位因纵倾达不到前端或后端,因此形成楔形油品体积,采用纵倾系数计算油量。纵倾系数是楔形体容积与楔形体同高度下船舱矩形体容积的比值(V_w/V_d),楔形体同高度下船舱容量表的正浮标定容积(V_d)与纵倾系数的乘积为残油量。其计算步骤如下:

a) 计算楔形油液高度(D_i),当油船艏倾时

$$D_i = S + Y \times T / LBP \quad \text{..... (D.1)}$$

当油船艉倾时

$$D_i = S + (L_i - Y) \times T / LBP \quad \text{..... (D.2)}$$

式中:

S ——残油检尺高度;

Y ——检尺口到后舱壁的距离;

T ——船艏吃水差;

LBP ——船尾垂线间的长度;

L_i ——油舱长度。

b) 计算纵倾系数(V_w/V_d)

$$V_w/V_d = D_i \times LBP / (2 \times T \times L_i) \quad \text{..... (D.3)}$$

检查 V_w/V_d 的值,如果大于 0.5,使用纵倾修正计算油量;如果不大于 0.5,按如下步骤计算油量。

c) 根据楔形油液的高度(D_i) 在舱容表中查出相应的正浮标定容积(V_s)。

d) 计算纵倾系数与平船标定容积的乘积,得到残油量。

$$ROB(OBQ) = V_s \times V_w/V_d \quad \text{..... (D.4)}$$

注:油舱中成楔形状态的底部游离水应单独应用纵倾系数计算。

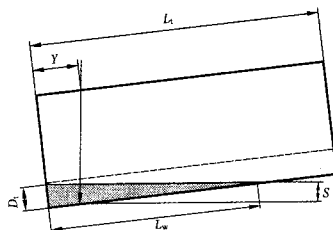


图 D.1 用纵倾系数计算舱底残油的示意图

附录 E

(资料性附录)

油船的纵倾和横倾修正

当油舱船脊在纵向和横向倾斜,且液体接触四周全部罐壁但不接触甲板内面时,容积表必须包括对所得计量高度的修正表。

对于油舱纵倾超出修正表范围的情况,计量空高应按图 E.1 所示由式(E.1)进行纵倾修正。当检尺点位于油舱长度中点后部时,公式中表达式第二部分的符号为正值,反之为负值。

$$U_T = U_M \times [\sqrt{(L^2 + T^2)}/L] \pm (T/L)(L_T/2 - K) \quad \dots\dots\dots (E.1)$$

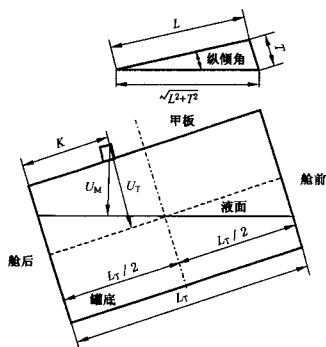


图 E.1 纵倾修正

同样,计量空高 U_M 也应按图 E.2 所示,由式(E.2)进行横倾修正。当横倾朝向检尺点一面时,公式中表达式第二部分的符号为正值,反之为负值。

$$U_T = (U_M / \cos\theta) \pm Z \times \tan\theta \quad \dots\dots\dots (E.2)$$

当需要进行纵倾和横倾的组合修正时,可以使用式(E.3)。

$$U_T = U_M \times \sqrt{(L^2 + T^2)}/(L \times \cos\theta) + Z \times \tan\theta \times \sqrt{(L^2 + T^2)}/L \pm (T/L) \times (L_T/2 - K) \quad \dots (E.3)$$

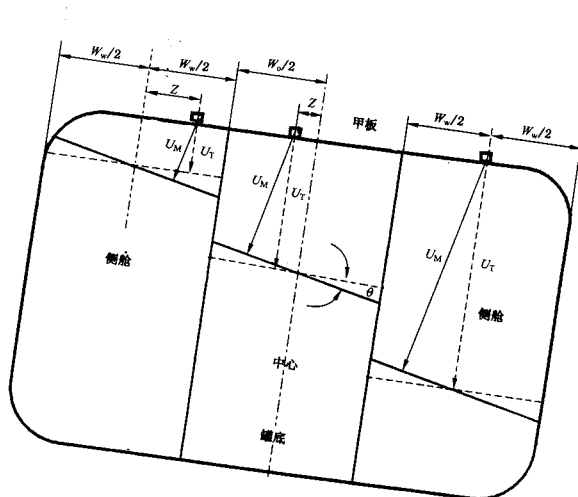


图 E.2 横倾修正

附录 F
(资料性附录)

岸罐和油船的计算流程及实例

F.1 本附录按基于体积和基于表观质量的两种形式，给出了计算油品库存及收发量的计算流程和实例，见图 F.1、图 F.2、表 F.1、表 F.2 和表 F.3。

F.2 在涉及多个油罐的油品计量作业时，单独计算每个油罐内的油量，将每个油罐内的油量相加得到计算油品的库存总量，将每个油罐的收油量或发油量对应相加得到油品的收油总量或发油总量。但无论是库存量还是收发量，必须将输转前后输油管线内的液体量的变化考虑在内。为便于计量，管线内液体最好完全充满或放空。

F.3 针对装油前和卸油后油船上残留的部分液体（油舱底部物、粘附物及输油管线中的液体），在计量装油量或卸油量时，应加以扣除。船上残留物的计算方法不属于本标准的范围，在国内相关标准尚未建立的情况下，可以参照 ISO/TR 8338《原油交接责任 余留在船上原油量的估算方法》及美国石油计量标准手册（MPMS）第 17 章的相关内容计算。

注：为方便计算，附录 D 参照 ISO/TR 8338 给出了油舱底部残油的计算方法。

F.4 由于船舱容积的标定精度通常低于立式油罐，因此在确定船舱内的油品数量时，经贸易双方同意，可以利用船舱经验系数（VEF）来调整船舱内油品的总计算体积（ V_c ）。确定 VEF 的数据资料应源于权威检测机构符合标准方法的检测报告，有关 VEF 来源的详细内容参见美国石油计量标准手册（MPMS）第 17 章。

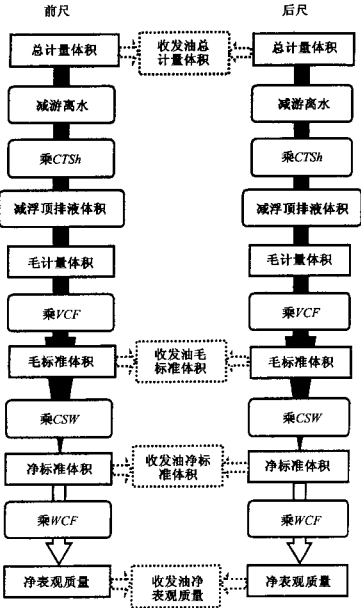


图 F.1 基于体积的计算流程

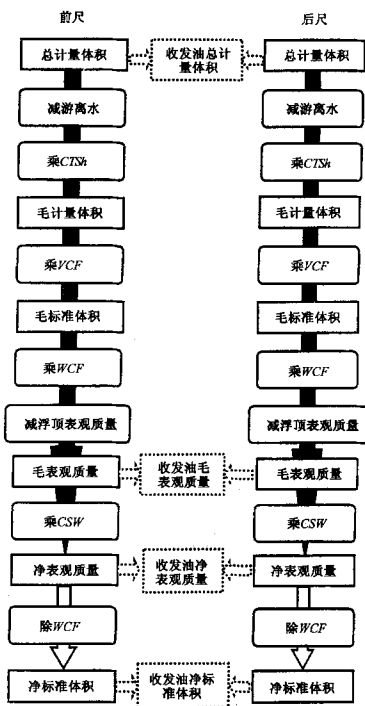


图 F.2 基于表观质量的计算流程

表 F.1 按体积修正浮顶、沉淀物和水计算实例

油罐类型	立式圆筒形浮顶保温罐		油罐编号	1#	油品名称	大庆原油
数据名称	单位	符号	前尺	后尺	备注	
油水总高	m	h	4.500	8.421		
游离水高	m	h_{FW}	0.342	0.400		
平均油温	℃	T_1	40	41		
环境温度	℃	T_a				
罐壁温度	℃	T_s	40	41	$T_s = T_1$	
标准密度	kg/m ³	ρ_{20}	854.6	856.2		
计量密度	kg/m ³	ρ_t	840.2	841.1		
沉淀物和水		SW%	1.000%	1.200%	体积分数	
总计量体积	m ³	V_{to}	5 654.866	10 582.141	查罐容表	
游离水	m ³	V_{fw}	429.770	502.655	查罐容表	
毛计量体积	m ³	V_{go}	5 225.096	10 079.486		

表 F.1 (续)

油罐类型	立式圆筒形浮顶保温罐		油罐编号	1#	油品名称	大庆原油
数据名称	单位	符号	前尺	后尺	备注	
罐壁温度修正值		CTSh	1.000 45	1.000 47		
毛计量体积	m ³	V _{g0}	5 227.447	10 084.223		
浮顶排液体积	m ³	V _{td}	47.671	47.616	浮顶质量为 40 000 kg	
毛计量体积	m ³	V _{g0}	5 179.776	10 036.607		
体积修正系数		VCF	0.983 1	0.982 4	查石油计量表	
毛标准体积	m ³	V _g	5 092.238	9 859.963		
沉淀物和水修正值		CSW	0.990 00	0.988 00		
净标准体积	m ³	V _{sa}	5 041.316	9 741.644		
接收油的净标准体积	m ³	ΔV _{sa}	4 700.328			
表观质量换算系数	kg/m ³	WCF	853.5	855.1		
净表观质量	kg	m _n	4 302 763	8 330 079		
接收油的净表观质量	kg	Δm _n	4 027 316			

表 F.2 按表观质量修正浮顶、沉淀物和水计算实例

油罐类型	立式圆筒形浮顶保温罐		油罐编号	1#	油品名称	大庆原油
数据名称	单位	符号	作业开始	作业结束	备 注	
油水总高	m	h	4.500	8.421		
游离水高	m	h _{FW}	0.342	0.400		
平均油温	℃	T ₁	40	41		
环境温度	℃	T _a				
罐壁温度	℃	T _s	40	41		
标准密度	kg/m ³	ρ ₂₀	854.6	856.2		
沉淀物和水		SW%	1.025%	1.200%	质量分数	
总计量体积	m ³	V _{to}	5 654.866	10 582.141	查罐容表	
游离水	m ³	V _{lw}	429.770	502.655	查罐容表	
毛计量体积	m ³	V _{g0}	5 225.096	10 079.486	仅作为计算过程变量	
罐壁温度修正值		CTSh	1.000 45	1.000 47		
毛计量体积	m ³	V _{g0}	5 227.447	10 084.223	仅作为计算过程变量	
体积修正系数		VCF	0.983 1	0.982 4	查石油计量表	
毛标准体积	m ³	V _g	5 139.103	9 906.741	仅作为计算过程变量	
表观质量换算系数	kg/m ³	WCF	853.5	855.1		

表 F.2 (续)

油罐类型	立式圆筒浮顶保温罐		油罐编号	1#	油品名称	大庆原油
数据名称	单位	符号	作业开始	作业结束	备 注	
毛表观质量	kg	m_g	4 386 225	8 471 254	仅作为计算过程变量	
减浮顶表观质量	kg	m_{ft}	40 000	40 000		
毛表观质量	kg	m_g	4 346 225	8 431 254		
沉淀物和水修正值		CSW	0.989 75	0.988 00		
净表观质量	kg	m_n	4 301 676	8 330 079		
接收油的净表观质量	kg	Δm_n	+4 028 403			
净标准体积	m ³	V_{ns}	5 040.042	9 741.643		
接收油的净标准体积	m ³	ΔV_{ns}	+4 701.601			

表 F.3 油船计算实例

油船名称	前进号油船				油品名称	大庆原油
数据名称	单位	符号	作业开始	作业结束	备 注	
油水总高	m	h	8.456	3.234		
游离水高	m	h_{fw}	0.500	0.500		
平均油温	℃	T_o	40	40		
标准密度	kg/m ³	ρ_{20}	855.3	855.3		
沉淀物和水		SW%	2.000%	2.000%	体积分数	
前部吃水	m		4.500	3.400		
后部吃水	m		5.200	3.780		
纵倾			0.700	0.380		
横倾			无	无		
总计量体积	m ³	V_{to}	15 450	2 300	舱容表已含纵倾修正	
纵倾修正(容积式)		Trim				
横倾修正		List				
总计量体积	m ³	V_{to}	15 450	2 300		
游离水	m ³	V_{fw}	321	302	查舱容表	
毛计量体积	m ³	V_{go}	15 129	1998		
体积修正系数		VCF	0.983 2	0.983 2	查石油计量表	
毛标准体积	m ³	V_{gs}	14 874.833	1 964.434		
沉淀物和水修正值		CSW	0.980 00	0.980 00		
净标准体积	m ³	V_{ns}	14 577.336	1 925.145		
发出油的净标准体积	m ³	ΔV_{ns}	12 652.191			
重量换算系数	kg/m ³	WCF	854.2	854.2		
净质量	kg	m_n	12 451 961	1 644 459		
发出油的净质量	kg	Δm_n	10 807 502		发油	