

JT

中华人民共和国交通行业标准

JT/T 311—1997

油船油舱静电测量方法

Electrostatic measurement method for tanks of oil tanker

1997-05-15 发布

1997-10-01 实施

中华人民共和国交通部 发布

前 言

近年来,我国油船先后发生了多次静电爆炸火灾事故,造成重大经济损失,威胁人民生命安全,带来极坏影响。因此,加强油船作业静电检测,及时采取防范对策,是确保油船安全营运的重要措施。为规范油船油舱静电测量,以取得正确可比数据,特编制《油船油舱静电测量方法》标准。

经查,目前国际上尚无油船油舱静电测量方法的专门标准或相应规定。本标准主要是通过总结多年实船测量的经验,并参考GB6951《轻质油品装油安全油面电位值》和其它有关资料编制而成。

本标准规定了如何正确测量油面静电电位、空间静电电位、静电电容、半衰期和空间静电电场强度,将所测得的数据与这些参数的安全极限值和安全限值进行比较,从而评估判断是否安全。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 都是标准的附录。

本标准由交通部科技司提出。

本标准由交通部航海安全标准化技术委员会归口。

本标准起草单位,交通部上海船舶运输科学研究所和上海海运公安局。

本标准主要起草人,罗宏昌、王子玉。

目 次

1 范围	1
2 引用标准	1
3 定义	1
4 油舱装油时油面静电电位的测量	1
5 油舱清洗时舱内空间静电的测量	4
6 测量的安全注意事项	5
附录 A(标准的附录) 油舱装油时油面静电电位测量记录表	7
附录 B(标准的附录) 油舱装油时油面静电电位测量报告	8
附录 C(标准的附录) 油舱清洗时舱内空间静电测量记录表	9
附录 D(标准的附录) 油舱清洗时舱内空间静电测量报告单	10

中华人民共和国交通行业标准

油船油舱静电测量方法

JT/T 311—1997

Electrostatic measurement method for
tanks of oil tanker

1 范围

本标准规定了油船油舱静电测量参数和测试方法,以及测试中的安全注意事项。
本标准适用于不加控制状态下的油船油舱装油和油舱清洗作业时的静电测量。

2 引用标准

下列标准包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文,在标准出版时,所示版本均为有效,所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨、使用下列标准最新版本的可能性。

GB6951—86 轻质油品装油安全油面电位值
JT197—1995 油轮静电安全技术要求

3 定义

本标准采用下列定义。

- 3.1 半衰期($\tau_{\frac{1}{2}}$) half-life time
带电体上的电荷(或电位)消散(或下降)至其初始值一半所需的时间。
- 3.2 测量系统静电电容 electrostatic capacitance of measuring system
测量带电体表面电位的整个测量系统的对地电容,它包括测量电极对地电容、引出线对地分布电容以及仪器测量极板对地电容等。
- 3.3 非接触测量 non-contact measurement
利用静电感应原理,测量静电电位的探极不接触带电体时的测量。
- 3.4 实际静电电位 real electrostatic potential
油面浮球处在浮球静电电容下的浮球静电电位。
- 3.5 空间静电电场 electrostatic field intensity in space
用水冲洗油舱壁、蒸汽蒸舱时,舱内空间要形成带电的细雾油水微粒,舱内带电油水雾云在其周围空间所形成的静电场。

4 油舱装油时油面静电电位的测量

4.1 测量参数

油面静电电位 V , 浮球静电电容 C_0 和静电半衰期 $\tau_{\frac{1}{2}}$ 。

4.2 测量仪器和设备

4.2.1 测量仪器

VC 型静电测量仪(或静电电压表、电容测量仪表),温湿度计和秒表等。上述仪器均应在计量标定

有效期内。

4.2.2 静电测量仪要求

- a) 非接触感应式,集成化数字式测量。
- b) 能直接测量油面静电电位、测量系统静电容和浮球静电容,有信号输出口,可配自动记录打印装置,以记录打印油面静电电位的变化,并可从其衰减段量取半衰期 $\tau_{\#}$ 等多种功能。
- c) 灵敏度高,性能稳定,量程范围要大(既能测几千伏、几万伏高电位,也能测几十伏,几伏的低电位)。
- d) 应能使用干电池作电源,工作电压应不大于 12V。

4.3 测量方法和步骤

4.3.1 测量方法

4.3.1.1 油面静电电位测量

采用浮球引出法。即通过设置在油面上的金属浮球及其引出电线,将该处油面上的静电电荷引至舱外甲板上的静电电位测量仪测量极板上,测量静电电位数值。

4.3.1.2 浮球的静电电容 C_0 测量

可采用 VC 型静电测量仪或电容测量仪表分别测量出整个测量系统的静电电容 C 和引出线的对地分布电容 C' ,其差值即为浮球的静电电容 C_0 。

4.3.1.3 半衰期 $\tau_{\#}$ 测量

在进行油面静电电位测量过程中,当装油停止时记下此时油面静电电位数值 V ,并按下表开始计时,当油面静电电位数值下降到一半时,停止秒表计时,此时秒表上的秒数即为半衰期 $\tau_{\#}$ 。

若配有自动记录打印机的,可在停止装油时,在记录打印纸上按下标记,待测量结束后,可查自动记录打印纸上的静电电位自行衰减段,量取油面静电电位数值 V 下降至一半所经过的时间即为半衰期 $\tau_{\#}$ 。

4.3.2 测量前准备

4.3.2.1 浮球的准备

- a) 浮球应是直径为 $\phi 50\text{mm} \sim 80\text{mm}$ 的金属空心球;
- b) 浮球应有一个通过球心,内径为 $\phi 5\text{mm}$ 的对穿孔管;
- c) 浮球表面要求光洁、耐腐蚀,在上半部焊上用于连接引出电线的引接片,这引片头围面应涂复适量的绝缘胶或清漆。

4.3.2.2 测量点的选择

一般每一个油舱有一个人孔和 2~4 个洗舱孔,浮球选择经那个孔口放至舱内,应符合下述两个原则:

- a) 尽量靠舱内中间;
- b) 远离人梯、纵材、隔板等金属结构物。

4.3.2.3 测量系统安装

油舱油面静电电位测量系统按以下步骤和要求进行安装(见图 1):

- a) 用 $\phi 3\text{mm}$ 高绝缘耐油绳 3 穿过浮球 2 对穿孔管后,下端牢系在重锤 10 上,重锤应放至舱底;绳上端系在甲板上洗舱孔垂直上方 2m~4m 高处的支架 9 上。
- b) 引出电线 4 采用 Rv12/0.15,芯线截面积为 0.212mm^2 的细塑料电线,其一头系于浮球引接片上,另一头按图 1 的走线方式,经过 2 个或 3 个绝缘滑轮 5,连接到静电测量仪表的测量极板 8 上。
- c) 引出电线不能靠近任何金属接地体,距离不少于 10cm,滑轮间引出电线段上挂一个比浮球重量稍轻的物块 6,以确保装油时,浮球能自由地沿绝缘绳随油面升高而上升,而滑轮间引出电线段则随所挂物块下降。三只绝缘滑轮的安装高度、间距,要视油舱深度和周围环境状况而定;应保证悬挂的引出电线,不因浮球上升而接触甲板。

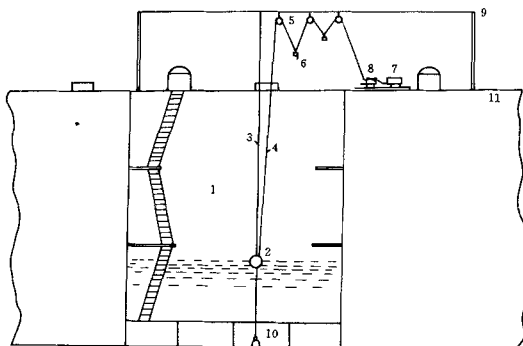


图1 油舱油面静电电位测量系统

1-油舱;2-金属浮球;3-固定绝缘绳;4-引出电线;5-绝缘滑轮;6-物块;7-静电测量仪表;8-静电测量仪表测量极板;9-支架;10-固定重锤;11-甲板

4.3.3 测量步骤

4.3.3.1 测量前,将所测船名、载重吨,被测油舱编号和油舱容积,装载的油品、时间地点、输油管径、流量流速,以及测量位置等填入测量记录表,见附录A(标准的附录)。

4.3.3.2 使用温湿度计测量现场环境的温度和湿度,并将其数据填入测量记录表。

4.3.3.3 装油测量前,仔细检查测量系统是否可靠安全,确定无疑后,将VC型静电测量仪置于电容测量档(或使用电容测量仪表)测量空油舱时测量系统的静电电容 $C_{\text{总}}$ 和引出电线的对地分布电容 C' ,将数据填入测量记录表。

4.3.3.4 将VC型静电测量仪置于静电电位测量档(或使用静电电压表),开启电源,待过3min后调零,校对好测量数值,然后根据油品性质,输油管径、流速和舱内结构,选取合适的量程,便可通知船方,船方再通知岸上,可以开始装油。

4.3.3.5 开始装油作业时,应每隔20s~30s记录一次数据,待过8min~12min(具体视舱容大小,油品和流速大小而定)后,可每隔1min~2min记录一次数据。如配有自动记录打印装置可改变记录打印设定时间。

4.3.3.6 当油舱停止装油时,应即记录下此时的静电电位,并用秒表开始计时,如配有自动记录打印装置的,可在此时打上停止输油标记。当静电仪显示器的静电电位数值衰减到原峰值时数值的一半,便停止秒表计时,秒表的秒数即为半衰期 $\tau_{\text{半}}$,而配有自动记录打印装置的可在记录打印纸上查取 $\tau_{\text{半}}$ 。

4.3.3.7 将VC型静电测量仪再置于电容测量档(或使用电容测量仪表)测量浮球在油面上的整个测量系统静电电容 $C_{\text{油系}}$ 。

4.4 测量分析和报告

4.4.1 从安全角度,取装油过程中油面静电电位的最大值 V_{max} 和 $C_{\text{油系}}$ 、半衰期 $\tau_{\text{半}}$ 作为此油舱在该装油条件下的测试结果。

若考虑浮球的引出电线本身对地分布电容 C' 的影响,油面浮球处的实际静电电位 V_0 ,可按式(1)求出:

$$V_0 = \frac{C_{\text{油系}}}{C_0} \cdot V_{\text{max}} \dots\dots\dots (1)$$

式中: C_0 ——油面浮球的静电电容。

4.4.2 如要了解油面浮球处积聚的静电电荷 Q 和静电能量 W ,可按式(2)、式(3)估算。

$$Q = C_0 V_0 = C_{\text{测量}} V_{\text{max}} \dots\dots\dots (2)$$

$$W = (1/2) C_0 V_0^2 \dots\dots\dots (3)$$

4.4.3 编写测量报告,格式见附录 B(标准的附录),并对测量结果进行分析评估,提出整改意见。

5 油舱清洗时舱内空间静电的测量

5.1 测量参数

舱内空间静电电位 V 、空间静电电场强度 E 和静电半衰期 $\tau_{\#}$ 。

5.2 测量仪器和设备

5.2.1 测量仪器

VC 型静电测量仪(或静电电压表、电容测量仪表)。DE 型空间直流静电电场强度测量仪,还有温湿度计、秒表、水温、水压表等。

5.2.2 静电测量仪要求

5.2.2.1 VC 型静电测量仪的要求同 4.2.2。

5.2.2.2 DE 型空间直流静电电场强度测量仪的性能要求:

- 集成化数字显示,轻小型,携带、使用操作方便;
- 测量探极要小,无电源,遥测距离不小于 10m;
- 电源使用干电池,工作电源电压小于或等于 9V,功耗小;
- 测量范围 $0 \sim \pm 1000 \text{ kV/m}$,基本误差小于或等于 5%。

5.2.3 测量仪器的校验

- 绝缘涂层包覆的空间静电电位测量探极(金属空心球),在试验室高压电场下校验测试调整好;
- 空间直流静电电场强度测量系统,应在试验室标准空间静电高压电场中,校验测试调整好。

5.3 测量方法和步骤

5.3.1 测量方法

5.3.1.1 舱内空间静电电位测量

使用 VC 型静电测量仪(或静电电压表),将设置于舱内空间某点的静电电位探极接收或感应的静电电荷,通过引出电线连接到 VC 型静电测量仪(或静电电压表)的测量极板上,由仪器显示器(或表)读出其静电电位大小。

5.3.1.2 舱内空间静电电场强度的测量

设置于舱内空间某点的静电电场探极所接收的电荷信号(该探极接收的电荷信号与空间该点的电场强度成正比),通过引出电线连接到 DE 型空间静电电场强度测量仪,由该仪器显示出静电电场强度的大小。

5.3.1.3 空间静电半衰期的测量

在油舱停止洗舱时,记下此时空间静电电位数值,并按下秒表开始计时,当空间静电电位数值下降至一半时,停止秒表计时,秒表上的时间(秒数)即是半衰期 $\tau_{\#}$ 。对配有自动记录打印装置的可按 4.3.1.3 相同的方法,并在记录打印纸上查取半衰期。

5.3.2 测量前准备

5.3.2.1 测量探极准备

a) 空间静电电位的测量探极是金属空心球,或涂有 0.5mm~1.0mm 厚绝缘膜的金属空心球,球径为 $\phi 40 \text{ mm} \sim 60 \text{ mm}$ (取值视舱容大小和舱内结构而定)。该球的静电电容 C_0 可以实际测量,也可以理论计算($C_0 = 4\pi\epsilon r, r$ 为球半径)。

b) 空间静电电场强度的测量探极是同心球的电容器,它与 DE 型空间直流静电电场强度测量仪之间采用屏蔽效果大于 70%,长 10m 的屏蔽电缆线连接。该电容探极外径为 $\phi 20 \text{ mm}$,表面包覆一层厚 1.5mm~2.0mm 能耐腐蚀、耐高温和高绝缘的套子。

5.3.2.2 测量系统的安装

a) 测量点的选择。选择原则同 4.3.2.2, 测量探极放入舱内, 一般取甲板下 3m、5m、7m 等三个空间测量位置为宜。

b) 测量探极引出电线安装。舱内空间静电电位测量探极引出电线和空间静电电场强度测量探极引出屏蔽电线应分开布放和分开引出, 不能捆扎一起引出。舱内空间静电电位测量探极引出电线还不能碰触或靠近接地物体, 要悬空连接到 VC 型静电测量仪(或静电电压表)的测量极板上。

5.3.3 测量步骤

5.3.3.1 测量前, 应将船名、载重吨、油舱编号和容积、油品、时间地点, 洗舱机的型式、台数和排水量, 测量点位置等记录于附录 C(标准的附录)表 C1 上。

5.3.3.2 用温湿度计测量并记录下周围环境的温度、湿度, 以及天气状况。

5.3.3.3 油舱清洗测量前, 仔细检查测量系统是否安全可靠, 确定无疑后, 将 VC 型静电测量仪置于电容测量档(或使用电容测量仪表), 测量出洗舱前空间静电电位测量系统的静电电容 $C_{\text{电}}$ 和引出电线的对地分布电容 $C'_{\text{电}}$, 并记录下这两个数据。

5.3.3.4 将 VC 型静电测量仪置于静电电位测量档(或使用静电电压表), 开启 VC 型静电测量仪(或静电电压表)和 DE 型空间直流静电电场强度测量仪的电源开关, 过 3min, 调好仪器的零点, 将量程置于适当的量程范围, 便可通知船方开始洗舱。

5.3.3.5 开始洗舱作业的前 20min 内应每隔 10s~30s 读取并记录一次数据, 以后, 每隔 2min 读取一次数据, 记录于表 C1 上。对配有自动记录打印装置的空间静电电位测量的 VC 型静电测量仪, 可按上述进行设定记录打印时间。

5.3.3.6 在洗舱测试过程中, 应不断地掌握水温、水压数据及其变化情况, 并记录于表 C1 上。

5.3.3.7 洗舱停止冲水时, 应立即记录下此时的空间静电电位数值, 并同时按下秒表开始计时, 如配有自动记录打印装置的可在此时按下标记。当空间静电电位下降至停止时的静电电位值的一半, 即停止秒表计时, 此时秒表上的时间(秒数)即为半衰期 $\tau_{\text{半}}$ 。如配有自动记录打印装置的, 可在记录打印纸上量取半衰期 $\tau_{\text{半}}$ 。

5.3.3.8 将 VC 型静电测量仪置于电容测量档(或使用电容测量仪表), 测量出此时舱内过量饱和和水油气雾下的测量系统静电电容 $C_{\text{油水系}}$ 和静电电位引出电线的对地分布电容 $C'_{\text{油水}}$, 并将数据记录下来。

5.4 测量分析和报告

5.4.1 从安全角度, 分别取测量出的空间静电电位最大值 $V_{\text{max}}/C_{\text{油水系}}$, 空间静电电场强度最大值 E_{max} 和静电半衰期 $\tau_{\text{半}}$, 作为该洗舱条件下的测试结果。

5.4.2 空间静电电位测量点的金属球探极的实际静电电位 V_0 和该处的积聚电荷 Q 和静电能量 W , 可类同于 4.4.1 和 4.4.2 作一修正计算:

$$V_0 = \frac{C_{\text{油水系}}}{C_0} \cdot V_{\text{max}} \dots\dots\dots (4)$$

$$Q = C_0 V_0 = C_{\text{油水系}} \cdot V_{\text{max}} \dots\dots\dots (5)$$

$$W = (1/2) C_0 V_0^2 \dots\dots\dots (6)$$

5.4.3 编写测量报告, 格式见附录 D(标准的附录), 并对测量结果进行分析评估, 提出整改意见。

6 测量的安全注意事项

6.1 油船油舱进行实船静电测量时, 一般应组成由各方共同参加的实船测量小组, 负责统一指挥, 按交通部关于《油船安全生产管理规则》和 JT197—1995《油轮安全技术要求》, 制订具体的实施细则, 确保安全地、正确地测得所需结果。

6.2 上船进行油船油舱测量人员应是经过专业培训的合格人员。

6.3 测量仪器、设备应放在甲板上, 距测量舱孔口 3m 以远的上风处。

- 6.4 测量中如使用非防爆测试仪器时,应采取必要的防爆措施,进入舱内的电路应是本质安全型。
- 6.5 测试过程中,应注意由于较大的油面晃动,使测量引出电线一起晃动,碰触舱孔口壁或附近其它金属物体;同时,要特别防止引出电线与固定浮球绝缘线纠缠在一起,影响测量结果。
- 6.6 测量过程中,如发现异常情况(如:高静电电位极性突然变反,有静电放电现象,清洗油舱的水温、水压突增,清洗油舱时舱内污水水积聚过多,雷雨天气等等),应特别注意,甚至停止测量,检查原因。
- 6.7 测试结束后应稍过一段时间,认为舱内空间静电,或油面上静电电位降至安全范围后,方可将舱内测试浮球,探极、引出电线、固定锤和绝缘绳等取出收好。

附录 A(标准的附录)

表 A1 油舱装油时油面静电电位测量记录表

船 名		载重吨(t)	
舱号、舱容(m ³)		油 品	
流量(m ³ /h),流速(m/s)		输油管径(cm)	
时间、地点		环境温度	
系统静电容(pF)	$C_{\text{空}}$	$C_{\text{船底}}$	引线分布电容(pF) $C'_{\text{空}}$
测试数据		测试数据	
时间	油面静电位(V)	备注	时间 油面静电位(V) 备注
其它			
1. 测量仪器仪表			
2. 油舱状况			
3. 半衰期 $\tau_{\frac{1}{2}}$			
测试人:			

表 B1 油舱装油时油面静电电位测量报告

编号 _____

1. 测量对象

船 名 _____

载重吨(t) _____

油 品 _____

油舱号 _____

2. 地点时间

地 点 _____

时 间 _____

3. 测试条件

油舱容积(m^3) _____

输油管径(cm) _____

流量(m^3/h), 流速(m/s) _____

环境温湿度 _____

4. 测试仪器

5. 测量结果

6. 测量结论

7. 整改意见

8. 测试人员

测试单位签章

年 月 日

附录 C(标准的附录)

表 C1 油舱清洗时舱内空间静电测量记录表

船 名		载重吨(t)	
舱号、舱容(m ³)		油 品	
水流量(m ³ /h) 水流速(m/s)		洗舱机型号/台数	
时间、地点		环境温度	
水压力(Pa) 水温度(C)		空间静电电位 各静电容(pF)	C _空 C' _空 C _{油水系} C _{油水}
测试数据 时间 空间静电电位(V)		空间静电场强度(kV/m)	备注
其它 1. 测量仪器仪表 2. 油舱状况 3. 半衰期			
测试人:			

表 D1 油舱清洗时舱内空间静电测量报告单

编号 _____

1. 测量对象	
船 名 _____	载重吨(t) _____
货 油 _____	油舱编号 _____
2. 地点时间	
地 点 _____	时 间 _____
3. 测试条件	
洗舱机及其台数 _____	水 压 力(Pa) _____
洗舱机排量(m ³ /h) _____	水 温 度(C) _____
油舱容积(m ³) _____	环境温湿度 _____
4. 测试仪器	
5. 测量结果	
6. 测量结论	
7. 整改意见	
8. 测试人员	
测试单位签章 年 月 日	