

轮胎吊油耗实时计量系统

张 建¹ 钱伟文¹ 纪 纲²

(1. 上海浦东国际集装箱码头有限公司, 上海 200131; 2. 上海同欣自动化仪表有限公司, 上海 200070)

提 要 集装箱码头上大量的轮胎吊, 每天都消耗很多柴油, 难以进行精确计量。文中介绍了基于油箱容积的计量方法, 在智能化计量仪中, 设计了基于存量计量的油耗计量程序、加油量计量程序和开停机程序, 满足了现场工况的需要, 收到良好效果。

关键词 轮胎吊 油耗 实时计量 容积法

0 问题的提出

随着我国经济和外贸事业的发展, 近几年来, 集装箱运输的发展突飞猛进。轮胎吊在港区主要负责将集装箱从堆场吊装到集卡和从集卡吊装到堆场, 同时还从事翻箱等其它工作。

轮胎吊一般由主付两台柴油机, 主发动机额定功约 400kW, 付发动机额定功率约为 20KW。主付柴油机的燃料是一般采用 0 号和-10 号柴油, 存放在油箱内。轮胎吊一天 24 小时不停地作业, 平均一昼夜消耗 400~500L 柴油。轮胎吊的机型不同, 驾驶员操作方法的不同, 作业量的不同, 吊车的油耗也不同。以前由于没有合适的计量手段, 只在加油车向某台轮胎吊加油时, 记下向油箱的加油量, 至于每个作业班消耗多少油, 每个驾驶员消耗多少油, 完成一台集装箱的搬运消耗多少油则无法进行精确的计量, 从而造成无法进行准确的能耗考核。

自从港区响应政府号召开展节约能源、资源活动, 将节能指标层层分解之后, 港区提出要对港区数量众多的轮胎吊油耗进行实时计量和油耗考核任务, 以促进操作管理部门合理而积极的进行堆场策划, 合理的分配单机作业区域, 以及合理分配作业机数; 同样可以促进现场操作人员积极的使用辅助发动机。

1. 轮胎吊油耗计量方案以及方案分析

1.1 流量计法计量方案

典型的轮胎吊上有一个油箱, 高度 1m, 有效容积 1400L。与柴油机配套的油泵将柴油加压后, 送柴油喷嘴, 部分喷入燃烧室燃烧, 多余的油回流到油箱。根据工艺流程的这一特点, 油耗计量就有两种方法, 一种是流量计法, 另一种是油箱容积法。

流量计法是基于对柴油流量的测量。在如图 1 所示的计量系统中, F_1T 测量进油流量, F_2T 测量回油流量, 两路流量信号送流量演算器 FIQ 做流量计算和减法计算, 就可得到耗油瞬时流量 Q_v , 将此流量对时间作积分运算就可得到油耗总量。

从原理分析, 这一方法是可行的, 只要选配的流量具有足够高的精度, 就能获得较高的计量精度。但是具体实施这一方案时, 却遇到了难题, 首先因为测量小流量的流量计安装在供油和回油管道上, 对本来就对外界压力允许较小(对于 KTA19-G3 发动机, 柴油泵进油端压

力范围为 100~200mmHg，回油端带单向阀或油箱在回油口上部时的压力要求为小于 165mmHg^[1]) 的油路造成一定的阻力，从而引起柴油机因不能正常供油而产生超速现象。其次由于回油管路中有少许空气，这对测量精度也造成了影响。

因此其他计量方案就成为关注的目标。

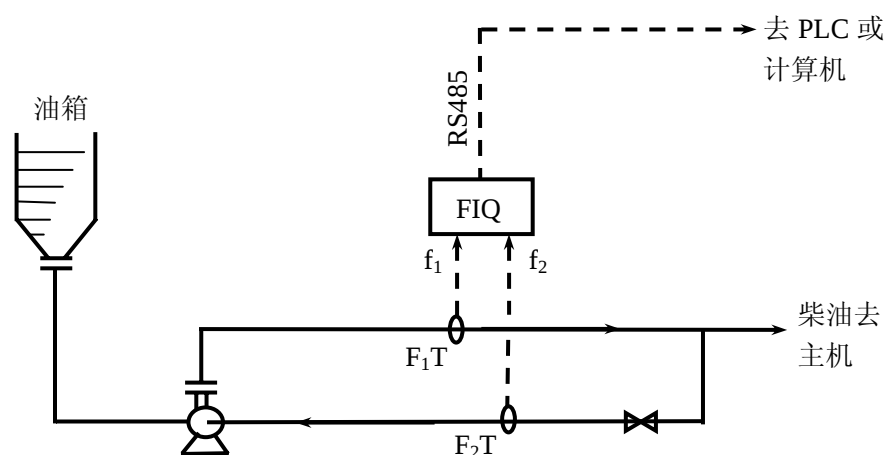


图 1 流量计法油耗计量原理图

1.2 液位计容积法计量方案

1.2.1 液位计容积法计量方案理论分析

液位计法油耗计量是基于油箱内柴油存量的测量，在非加油状态，油耗量等于存量的负增量，即 $t_0 \sim t_1$ 时间间隔内的油耗量为 $-(V_1 - V_0)$ ，如图 2 所示。将此油耗量累积，就如同家用水表在走字。

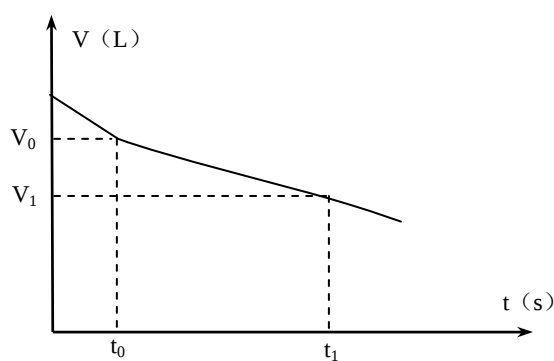


图 2 基于存量的油耗计量

柴油存量的测量是基于油箱液位的测量。油箱液位测量的方法有多种，其中最简单可靠的方法是静压法，即油箱液位计液相口与气相口压力差 ΔP 与液位高度 h 成正比，即

$$\Delta P = \rho \cdot h \cdot g \quad (1)$$

则

$$h = \Delta P / \rho g \quad (2)$$

式中 ΔP —— 压差, Pa;

ρ —— 工作状态下柴油平均密度, t/m^3 ;

h —— 液位高度, mm。

而存量同液位的关系为:

$$V=A \cdot h$$

式中 V —— 容积, L;

A —— 油箱平面积, m^2 。

测量所用的仪表为智能差压变送器和智能油耗计量仪。即先用差压变送器将式(1)得到的差压信号转换为 4~20mA 电流信号, 然后送油耗计量仪进行标度换算和各项目处理。

1.2.2 液位计容积法计量中要考虑的问题

(1) 吊车摇晃对测量的影响及对策

轮胎吊是一种大型移动设备, 其启动、加速、在场地上行驶以及制动等都会引起吊车的整体摇晃。吊车的摇晃使得安装在吊车上的油箱一起晃动, 油箱内的柴油液位更是上下跳动。同时, 安装在吊车上的柴油发动机的振动, 吊车上小车的移动, 吊具拎着集装箱上下移动, 都会引起油箱的振动, 导致油箱内液面的上下跳动。

从统计规律分析, 车身摇晃引起的液位波动, 各种振动引起的液面上下跳动, 对较长一段时间间隔内的液位平均值并无影响, 液位平均值仅因柴油的消耗而降低, 因加油操作而升高。因此, 在油量表内引入数字滤波就能将“摇晃”和“振动”的影响滤除。

但是滤波时间常数并非越大越好, 因为太大的时间常数虽然能使存量示值稳定, 但同时也引起示值响应变慢, 所以, 在系统投运时应通过现场调试选定适合的滤波时间常数。

(2) 加油操作

如前所述, 容积法计量油耗的基本原理是 t_1 时刻的存量值减去 t_0 时刻的存量值。但是在加油操作期间, 这一计算油耗的表达式又是错误的, 因为加油操作期间, t_1 时刻的存量不是减小而是增大。所以在加油时要对存量信号作特殊处理。

① 加油起始点判断

首先要对加油工况作判断。在非加油期间, 存量值也会出现增加现象, 那是吊车摇晃引起的, 其特点是一会儿增加了, 过一会又减少了, 而且增加值不大, 而在加油时, 是单向增加, 而且增加幅值大。所以可以利用这一特点来判断加油起始点, 并将加油开始前瞬间的存量值 (V_2) 记下, 以便计算最近一次加油量。

② 加油状态的显示

计量仪一旦作出“加油开始”的判断，立即启动加油状态显示器，一个特别定义的数码显示器符号，该符号闪烁，表示“加油在进行中”。

③ 加油结束判断

加油操作结束之前，存量值总是单向增加的，但到加油停止时，存量值就停止增加，因此可以用这一特点来判断加油操作是否已结束。

随着加油的进行，存量值不断增加，并且出现最大值，此后数秒钟，存量值趋于稳定，读出该值作为加油结束时的存量值 (V_3)，则差值 $V_3 - V_2$ 就是本次加油量 ΔV 。

计量仪一旦判断加油结束，闪烁的“加油在进行中”的符号即熄灭。

④ 加油后的油耗计量

加油后的油耗计量，在新的存量值 V_3 的基础上进行。

⑤ 加油期间的油耗计量

加油车对油箱加一次油约需几分钟，在加油期间，如果吊车发动机不熄火，这一期间将会烧掉几升柴油，从而引起本次加油量少计几升。由于港区关于轮胎吊的操作规程规定，在加油期间必须关掉发动机，因此加油期间的油耗量总是为零。

⑥ 加油期间的存量测量时间常数

加油是在轮胎吊静止的状态下进行的，而且加油时，发动机也不运转，所以吊车摇晃和振动的现象不复存在。但是，油箱进油管内流动的柴油对液面的冲击，仍对存量测量有一定的干扰，所以仍需保留数字滤波的处理环节。但时间常数比非加油状态小得多。

加油期间采用较小的存量测量时间常数，能使这一时间的存量显示较快地趋于稳定，节约等待时间。

完整的加油程序框图如图 3 所示。

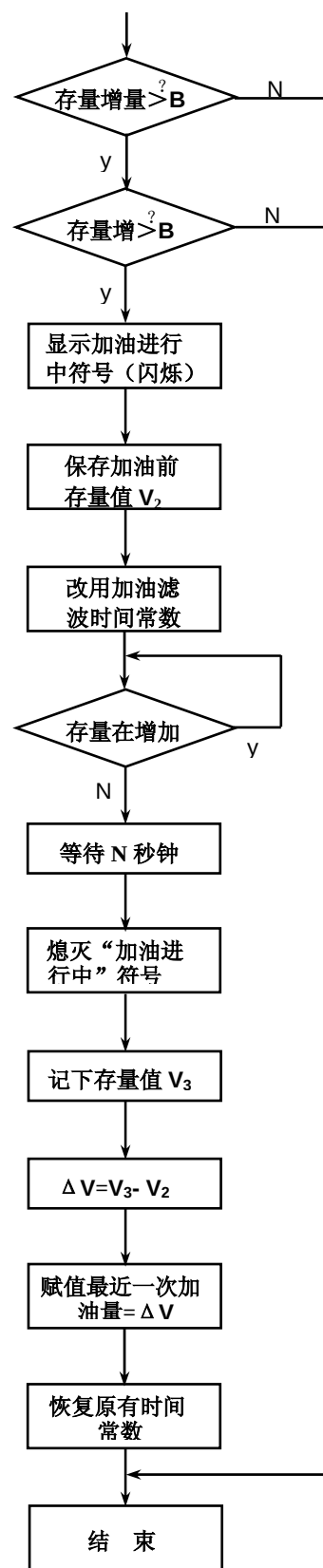


图 3 加油量计量程序框图

（3）开机程序

设计开机程序的目的是计量仪上电后，能很快进入工作状态，因为在正常测量时，为了滤除车身摇晃等对存量示值的干扰，数字滤波器都设置了一个一分钟以上的时间常数，如果开机时仍使用较大的时间常数，很可能十分钟后存量示值仍未稳下来，所以，开机时要用较小的时间常数取代较大的时间常数。

（4）关机程序

油箱计量仪要求不间断使用，以保持数据的连续性，所谓关机就是电源中断，可能是由主发动机的蓄电池欠压保护起作用，也可能是利益相关人员故意拉电或设备原因。不管何种原因，只要掉电，计量仪就要做两件事：

- a. 将掉电前的存量值和油耗（累积值）数据保存；
- b. 将掉电起始日期和时间记下，而在重新上电时，记录相应的上电日期和时间，形成一条断电记录备查。

按上面的要求进行程序设计，使得计量仪在各种不同的工况条件下都能对油耗进行校准的计量，存量显示平稳。

2 液位计容积法的试验结果和分析

按照上面的液位计法测量原理，在港区 849 轮胎吊上设计安装了一套油箱油耗实时计量系统。油箱油量测量传感器选用的是 EJA110A 差压变送器，并设计了一套智能数据处理和显示仪表（为便于驾驶员读取数据，仪表安装在驾驶室），测量设备安装后用加油车对该轮胎吊油箱进行了标定，在油箱最大容积的 25%、50%、75%、100%各点用加油车上的油表校准，存量示值最大当量误差不大于 0.5%。标定后经过近三个月的观察，发现加油时加油量的统计误差始终在 1%之内，由测量的线性性可以得到结论，该系统的实时测量误差也在 1%之内，达到了预计测量精度要求。

3 结束语

接下来通过油耗计量仪表的数字通讯口，将计量仪中的当前存量值、当前油耗累积值、最近一次加油等重要数据，经通讯口送轮胎吊电气房内的 PLC，再与 PLC 采集的其他数据一起经 RCMS 送港区中央控制室内的计算机，为下一步进行能耗考核建立了基础。将轮胎吊能耗实时计量系统和能耗考核系统结合起来，通过调动吊车管理人员以及驾驶员的节油积极性，将大大推动了轮胎吊的节油活动。

参考文献

1. Operation and Maintenance Manual KT19, KTA19, and KTTA19 Engine Series Bulletin No. 3666013-02
printed in USA 08/94 pageE-5.
2. 蔡武昌等 流量测量方法和仪表的选用 北京：化学工业出版社 2001. 3。
3. 纪纲编著 流量测量仪表应用技巧 北京：化学工业出版社 2003. 7。

（摘自《起重运输机械》2007 年第 12 期 39-41 页）