

泵机组循环试验介质温升分析

崔 虹* 何 建设

(中国人民解放军总后油料研究所)

崔 虹 何建设:泵机组循环试验介质温升分析,油气储运,2004,23(1) 26~28。

摘 要 在大功率泵机组循环试验中,其介质温升是一个很严重的问题,温升大小对于整个试验的安全具有重要意义。通过对循环试验介质温升来源进行分析,给出了介质与油罐之间热量交换的粗略计算方法,并结合试验初步探讨了介质温升的规律。

主题词 输油管道 泵机组 循环试验 温升 分析

一、前 言

用管道输油具有高效、安全的特点,在军事后勤保障中该项技术占有重要地位。随着管道输量和工作压力的提高,中继泵站的输送能力也应增大。通常输油泵的性能测试是在出厂前通过试验装置以纯净水为介质进行测试的,一般采取较短距离的管道、阀门节流的方法进行测试,使介质循环流动,以模拟实际工况达到试验目的。在测试过程中,由于机组功率很大,使循环介质的温度不断升高,从而引起管道压力变化,同时也给试验带来了一定的安全隐患。

结合性能测试试验,给出此类试验中介质与油罐之间热量交换的一种粗略计算方法,并对介质温升的规律进行初步探讨,这将对同类试验中的温升预测,以及根据合理设计试验工况,控制介质温升具有重要意义。

二、循环试验介质温升来源

泵机组的循环试验主要由油罐、供油泵、输油泵机组、阀门、管路组成(见图 1),其中因节流阀安装位置的不同,分为站内节流和管路末端节流。站内节流是指通过调节输油泵出口阀(阀 2)的开度达到试验所需的条件;管路末端节流指通过调节管路末端的阀门(阀 3)的开度达到试验所需的条件。

根据试验情况,可采取任一种节流方式,或同时使用。无论采取何种节流方式,循环试验介质温升主要来源为,介质过泵引起的温升、阀门节流产生的

温升、介质沿管路流动引起的温度变化、以及介质与油罐间的热量交换引起的温度变化等。对介质过泵温升、阀门节流温升、介质沿管路流动引起的温度变化的计算方法可参照文献[1,2],而对介质与油罐之间热量交换的计算则需要先确定其计算方法。

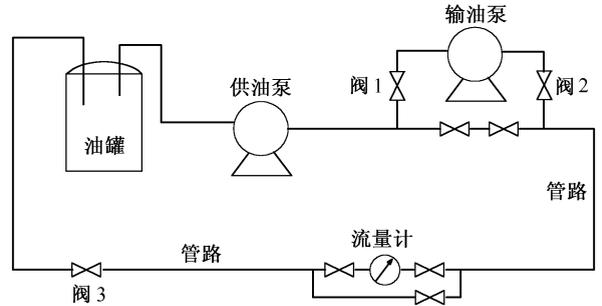


图 1 泵机组循环试验示意图

三、介质与油罐间的热量交换引起的温度变化

输送介质流经泵、阀门、管路后进入油罐,与罐内介质进行混合,存在换热现象,同时,罐壁与环境之间也存在着换热现象。由于试验是循环进行,热量交换始终处于一种动态的变化过程中,假定忽略罐壁与环境间的散热,只需考虑输送介质与罐内介质间的换热。

设 t 时刻,入罐介质的温度为 T_0 ,油罐内介质的温度为 T 、质量为 M ,入罐介质的流量为 Q ,经 dt 时间后,油罐内介质的温度变化量为 $dT(>0)$,则在 dt 时间内流入罐内的介质质量为:

* 102300,北京市门头沟区三家店东街一号;电话:(010)66389733。

$$dm = \rho Q dt \quad (1)$$

设 dt 时间内流入的介质在流出罐之前与罐内介质充分混合,则有:

$$Cdm(T_0 - T - dT) = CMdT$$

$$\rho Q(T_0 - T)dt - \rho QdT = MdT \quad (2)$$

因为 ρQdT 为 dt 的高阶无穷小,所以有:

$$\rho Qdt = \frac{M}{T_0 - T}dT \quad (3)$$

两边积分得:

$$T = T_0 + ae^{-\frac{\rho Q}{M}t} \quad (4)$$

设 $t=0, T=T^*$, 则 $a=T^* - T_0$ 故有

$$T = T_0 + (T^* - T_0)e^{-\frac{\rho Q}{M}t} \quad (5)$$

$$C_1 = \frac{\rho Q}{M}t, \text{ 则}$$

$$\Delta T_1 = (T^* - T_0)(e^{-C_1} - 1) \quad (6)$$

四、算例分析

1、夏季输水试验

以水为试验介质,管路末端节流压力为 5.52 MPa,环境温度为 18~32℃,取 20℃ 计算,试验工况见表 1。稳定运行 24 h 后,介质温升为 22.74℃,接近实际值(25℃),循环周期为 1 096.774 s/个,计算结果见图 2。

表 1 夏季输水试验工况

管路长度 (m)	泵扬程 (m)	流量 (m ³ /h)	泵效率 %	泵压力(MPa)		罐容积 (m ³)
				入口	出口	
1 800	500	100	50	0.98	5.88	50

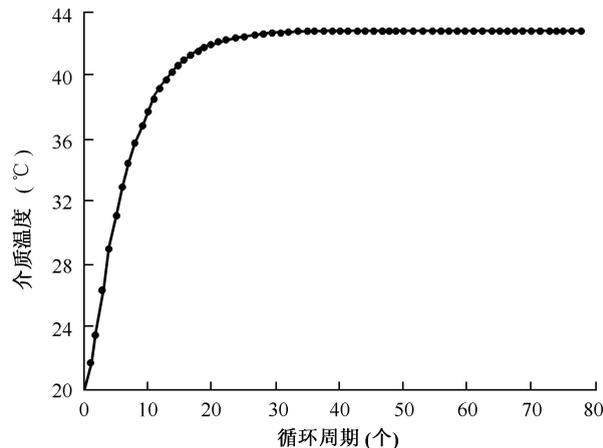


图 2 夏季输水温升计算结果

2、冬季输油试验

以 -35 号柴油为试验介质,环境温度为

-24℃,采用站内节流和末端节流的运行方式,末端阀前压力为 0.2 MPa,试验工况见表 2。

表 2 冬季输油试验工况

管路长度 (m)	泵扬程 (m)	流量 (m ³ /h)	泵效率 %	泵压力(MPa)		罐容积 (m ³)
				入口	出口	
564	384	148	60	0.59	4.28	50

在上述工况下,稳定运行 5.5 h,油料温升为 12.09℃,接近实际值(11.2℃),循环周期为 232.199 8 s/个,计算结果见图 3。

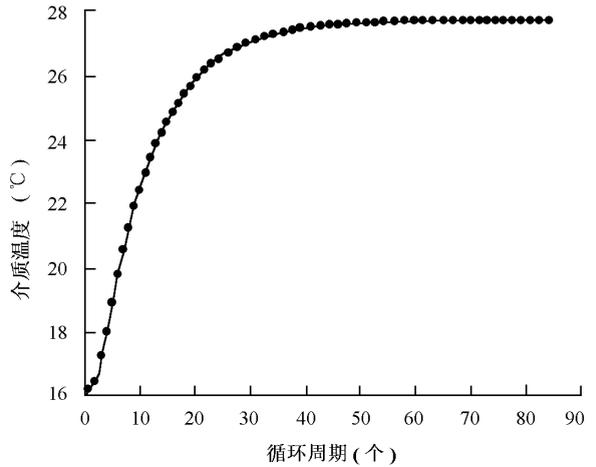


图 3 冬季输油温升计算结果

3、结果分析

由图 2 和图 3 可知,泵机组循环试验介质温度变化呈现出相同的趋势,即介质温度随着试验循环周期的增大逐渐升高,最后趋于稳定。

对上述两个算例的计算结果分别求微分,其结果见图 4 和图 5。

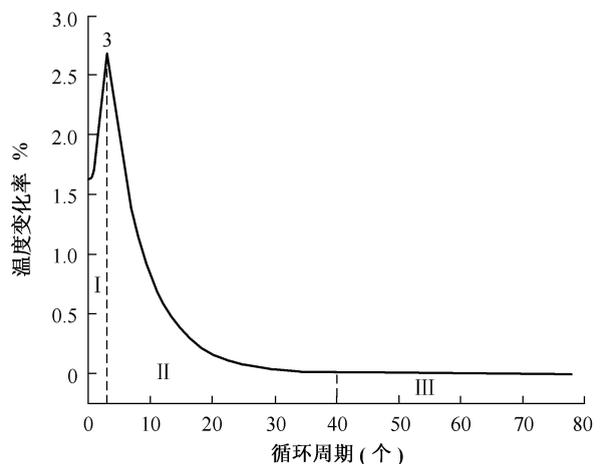


图 4 夏季输水介质温度随时间的变化率

从图 4 和图 5 中可以看出,介质温度随时间的

变化率大致分为快速升温区(I)、缓慢升温区(II)、恒温区(III),其中,快速升温区对于介质最终温度有决定性的影响,是控制介质温度的关键。另外,不同试验条件介质温升速率不同,管路长度越长,则快速升温区的温升速率越小。

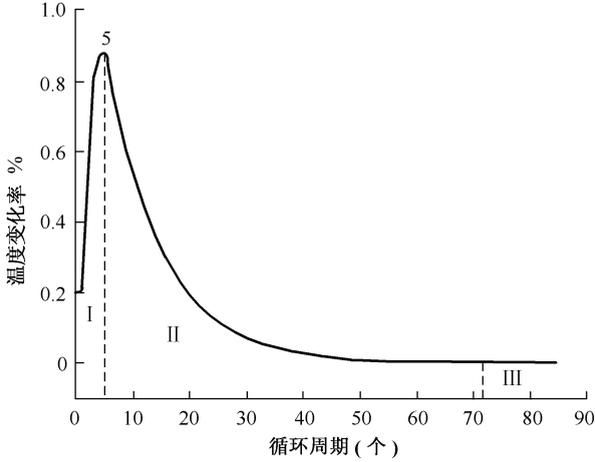


图 5 冬季输油介质温度随时间的变化率

五、结 论

由上述分析,可得出以下结论。

(1)确定的介质与油罐间的热量交换公式能够比较接近的估计试验介质温升。

(2)循环试验介质温度随时间的增加逐渐升高,最后趋于稳定。

(3)介质温度随时间的变化率存在快速升温区、缓慢升温区和恒温区三个不同的区域,其中快速升温区是控制介质温升的关键。

参 考 文 献

1. 蒲家宁:输油管道新理论与新技术,科学技术文献出版社(北京),2002。
2. 严大凡:输油管道设计与管埋,石油工业出版社(北京),1986。

(收稿日期:2003-02-18)

编辑:孟凡强

(上接第 10 页)

在实际生产运行中,当相邻两种原油密度无差异时,可以在两种原油间加入一部分密度有明显差异的第三种原油来实现密度检测。针对所输原油间的性质差异,还可采用颜色观查、试剂测试、超声波检测、成分化验等方法掌握混油界面。

对于经多管道、长距离的顺序输送,尽量在中途增加密度检测,以此校核确定混油界面的位置和混油情况,提高混油界面最终切割的准确性。

2、混油界面的切割

混油界面的切割应根据炼厂对品质要求的高低、混油实际状况和油库的分储能力进行综合平衡。因原油储罐单罐容量比较大,一般情况下不安排混油罐,原油切割后直接进入专用储罐。

对于通过加隔离球和由输量推算确定的混油界面,按隔离球实际到达的时间和输量推测的混油界面到达时间进行切割。

对于通过实际检测掌握的混油界面,要根据参

数的变化现场确定切割。从图 1 数据可以看出,整个混油段很长,特别是在后行原油浓度小于 7%或大于 93%时,浓度变化平缓,难以确定混油段真正的头尾。在 7%~93%范围内,浓度变化明显,截取此范围内的混油通过量是 910 m³,混油管段长度是 4 420 m;后行油浓度在 15%~85%范围内的混油通过量是 270 m³,混油管段长度是 1 310 m,在输量为 780 m³/h,其经过的时间约 20 min;后行油浓度在 30%~70%范围内,浓度变化最显著,混油通过量只有 100 m³,建议在此浓度范围内进行切割。如果炼厂只对某一种原油的品质要求高,而对与其相邻的前后两种原油要求低时,在对这种原油的油头、油尾的混油界面切割时,建议选择在其浓度达到(或降至)85%左右时进行切割。

(收稿日期:2003-02-27)

编辑:张彦敏