

从鹤管改造谈克服气阻的有效途径

聂世全

兰州军区后勤部油料部 (甘肃省兰州市)

提 要 文章分析了出现气阻现象的种种原因,通过实践和水力计算图表分析得出结论:鹤管改造对克服气阻效果明显,简单易行。引入临界温度的概念,有利于宏观上判断卸油是否出现气阻。

主题词 鹤管 [原因] 水力计算 技术改造 临界温度

炎热的夏季在铁路收发油区进行卸油作业,出现气阻是司空见惯的。尤其是近几年来,许多油库特别是高原地区油库气阻现象出现的频率更大,造成的损失更为严重。如何消除气阻或将其降至最低限度,无论从节能、提高效率及效益角度还是从防止设备损坏、保证正常工作顺利完成的角度讲都是亟待研究的课题。下面结合我区油库情况从鹤管改造入手,谈一下解决气阻问题的途径。

1 气阻现象出现频率逐渐增大的原因

(1) 设计欠妥。对重锤式鹤管气阻危险点(图4中4点)距轨面一般4.75m就能满足铁路部门的规定和工作需要,而一些油库设计高达5.0~5.3m,目前工艺设计计算时油温按平均温度考虑偏冒进,因实际工作中油罐车最后待卸油品在夏季均高于平均油温。另外,有些油泵选型中片面强调效率、方便,而忽视了吸入性能。

(2) 老油库在设备改造中片面强调使用方便性而忽视了工作效能。目前,大部分老油库已将其它形式鹤管更换为重锤式鹤

管,而重锤式鹤管吸入性能差。同样工作条件下,重锤式比回转式鹤管增加损失约6 080Pa左右^[1]。

(3) 许多油库设备进入大修期,吸入管内壁腐蚀严重,粗糙度变大,阻力增加。油泵吸入室、叶轮由于气蚀、锈蚀或损坏、变形,导致吸入性能下降,形成恶性循环。

(4) 鹤管、阀门等吸入管路上活动联接部位由于欠保养、维护,导致密封性能差,出现漏气。泵房滤油器清洗不及时易出现堵塞,阻力损失变大。

(5) 世界性气候变暖,各地最高平均气温上升,持续时间变长。

(6) 选用设备质量有问题,个别厂家生产的油泵吸入性能达不到额定参数要求,鹤管旋转接头精度达不到要求,不密封,漏气等。

2 鹤管改造是克服气阻的有效途径之一

影响铁路油罐车油品温度分布的因素有很多,例如,油品来源、装卸车速度、运输距离、沿线停车时间长短及该地区天气情况

等，很难用具体函数表达并计算出来，但有其规律可循，有的单位已做了一些研究^[2]。通过多年来对我区各地油库罐车油温的实测和了解发现，在炎热的夏季对于我国北方高原地区，接收油罐车内油品温度和分布都有类似图1的规律，上面油温高，且变化不大，静止一定时间后阳面油温有所上升，下面、阴面、有风吹的一面油温下降较大，对于西北地区油库一般温差为 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ 。基于此，通过实际计算和多年实践证明，解决油库气阻问题的有效途径是改造鹤管。根据油罐车内油温分布和浮力原理，使得油静压和温度两个影响气阻的重要参数相互平衡，从而实现卸油作业中不出现气阻。即将图2（以重锤式鹤管为例）鹤管A点转向节移至图3C处，并在B处增设一个 90° 弯头，D处增设一个浮子，保证卸油作业中鹤管吸入口距油面 $0.2\sim 0.3\text{m}$ 左右，实现了先走热油（静压头大）、后走冷油（饱和蒸气压小）而不气阻的目的。

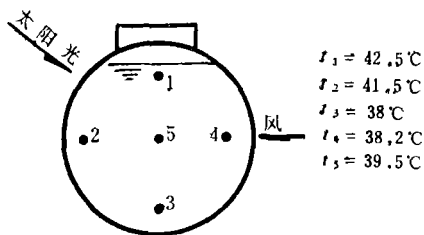


图1 铁路油罐车内油温分布示意图

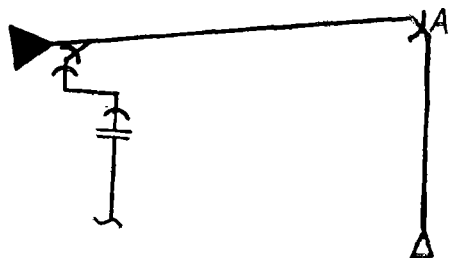


图2 重锤式鹤管

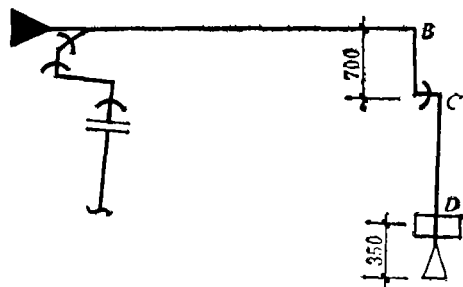


图3 改造后的重锤式鹤管

由图4可计算出输送的车用汽油在不同流量下吸入管路系统各段的阻力损失，详见表1^[3]。由此绘制出不同工况、场所下吸入管路系统的剩余压力图，图5为平均油温为 38°C ，油库驻地海拔 200m ，在两种输送流量下鹤管改装前后的剩余压力图^[4]。由此可推算出，在不同工况、场所及鹤管改造前、后输送某种油品时是否产生气阻，以及能正常输送而不产生气阻的最高平均温度（临界温度）是多少，若产生气阻，应采取什么处理措施克服等。详见表2。

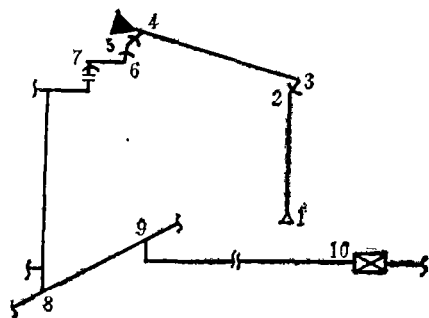


图4 铁路油罐车卸油工艺图

对某油库而言，由图表中可以看出：

（1）鹤管上部（图4中4点）是产生气阻的关键，油温是气阻的重要参数，鹤管改造后对克服气阻非常有效，而采取减少流量其效果不甚理想。

（2）通过测量油罐车油温，并和临界温度比较后可以判断卸油时是否产生气阻以及采取何种措施方能克服气阻。

表 1 卸油水力计算表

区段	实际长度 /m	水力计算长度 /m	管径 /mm	流量 /m ³ ·h ⁻¹	水力坡度 /m·m ⁻¹	阻力损失 /Pa	流量 /m ³ ·h ⁻¹	水力坡度 /m·m ⁻¹	阻力损失 /Pa
1~2	3.70	10.60	100	50	0.037	3 825	40	0.024 0	2 452
2~3	0.35	3.65	100	50	0.037	1 373	40	0.024 0	882
3~4	3.75	6.05	100	50	0.037	2 157	40	0.024 0	1 471
4~5	0.35	3.65	100	50	0.037	1 373	40	0.024 0	882
5~6	0.44	3.74	100	50	0.037	1 373	40	0.024 0	882
6~7	0.50	2.80	100	50	0.037	981	40	0.024 0	686
7~8	6.00	22.10	100	50	0.037	8 041	40	0.024 0	5 198
8~9	4.00	12.00	218	100	0.003 9	490	80	0.002 5	294
9~10	28.40	48.00	150	150	0.040	18 829	120	0.025 6	12 062

表 2 卸油气阻分析表

项目	当地 海拔高 /m	鹤管 流量 /m ³ .h ⁻¹	平均 油温 /℃	鹤管 形式	克服 气阻 情况	临界 温度 /℃	泵入 口是 否满 足要 求	降低多 少米 高度 可克 服气 阻 /m	克服气阻措施
	200	50	38	新	✓	41.0	✓	0.08	改造鹤管
			旧	×	37.8	✓			
			40	新	✓	41.0	✓	0.38	改造鹤管
				旧	×	37.8	✓		
		40	38	新	✓	41.8	✓		
			旧	✓	39.5	✓			
			40	新	✓	41.8	✓	0.12	改造鹤管
				旧	×	39.5	✓		
	500	50	38	新	✓	38.0	✓	0.38	改造鹤管
			旧	×	35.5	✓			
			40	新	×	38.0	✓	0.40	辅助措施
				旧	×	35.5	✓	0.90	辅助措施
40		38	新	✓	39.2	✓	0.18	改造鹤管	
		旧	×	37.0	✓				
		40	新	×	39.2	✓	0.12	辅助措施	
			旧	✓	37.0	✓	0.60	辅助措施	

注：①表中新、旧分别代表改造后、前鹤管；

②泵吸入口处真空度计算从略；

③临界温度：某油库收发系统在一定流量下输送某种油品不产生气阻的最高平均温度。

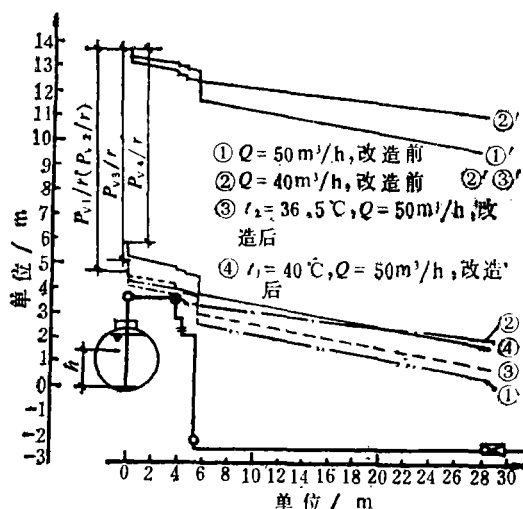


图5 剩余压力图

注：① t_1 、 t_2 分别代表上层、下层油温；

② r_2 代表车用汽油重度；

③ Q_2 代表鹤管工作流量；

④ P_{v1} (P_{v2})、 P_{v3} 、 P_{v4} 分别为38℃、36.5℃、40℃时车用汽油饱和和蒸气压；

⑤ h 代表鹤管改造后上层卸油时进油口与油罐车底之距，图中按1.2m计偏保守。

(3) 鹤管改造简单易行，造价低廉，每只鹤管约需经费300元左右，只要时间安排妥当，不影响正常收发作业。

(4) 鹤管安装位置不易过高，对图4而言，在作业时3点（高于轨面4.75m左右）应略高于4点或一样高，这样对克服气阻有利。例如：西北高原地区某油库冬季验收投用，到夏季由于气阻而无法进行铁路卸油作业。在不影响铁路安全和作业的前提下，我们将鹤管安装高度降低0.4m，问题得到解决。但是，对改造后的鹤管，重新安装时一定要保证4点略高于3点0.10~0.12m，以便于吸入管在油罐车内运动。另外，对其它形式鹤管只要将进油短管按上述方案改造，可达到同样的效果。

(5) 对近几年来将其它形式鹤管更换为重锤式鹤管的，要重新进行水力计算，校核是否满足原设计要求，否则，可通过改造

鹤管来弥补。

(6) 根据同样原理，还有另外两种改造鹤管的方案，如图6所示，卸油作业时，上下油层掺和进入鹤管，由于涉及到专利权问题，这里不予详述。

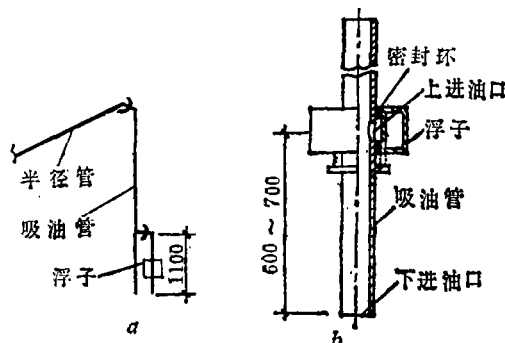


图6 鹤管改造方案图

3 结束语

从上面计算分析可以看到，尽管改造鹤管能有效地克服气阻，但对某油库一定流量下卸某种油品而言，都有一个临界温度，况且其它吸入管段对产生气阻也有很大影响，显然不能消除气阻现象。因此，为最大限度地减少气阻现象出现，除对鹤管改造外，其它方面工作也必须跟上。定期加强对输油设备（尤其吸入管路系统）的维护、保养，检查法兰联接、转动部位的密封性能，及时更换垫片、填料、紧固螺栓，清洗滤油器，确保整个系统的严密性和畅通性；对工作多年的油泵一旦发现吸入室、叶轮损坏或变形，吸入性能严重下降的要及时大修直至更换；对于超出临界温度的油品，特殊情况必须马上卸下时，其它辅助措施要相应跟上。例如：采取冷油拌和、油罐车外部洒水、加入化学剂等降温法，减小卸油速度、夜间卸油等方法。否则，会浪费能源，无法卸下油品，甚至损坏设备，欲速则不达。但必须指出，这种辅助措施效率效益低，浪费时间，管理难度大，不宜经常采用。

(下转32页)

(8) α_R 可按下式计算。

$$\alpha_R = \varepsilon \cdot \sigma_s$$

$$\times \frac{(T_d + 273)^4 - (T_{q1} + 273)^4}{T_d - T_{q1}}$$

..... (9)

式中 ε ——单盘黑度;

σ_s ——常数, $5.67 \times 10^{-8} \text{W/m}^2 \cdot \text{C}^4$;

T_d ——单盘的平均温度, $^{\circ}\text{C}$;

T_{q1} ——最冷月大气的平均温度, $^{\circ}\text{C}$ 。

4 计算实例

中原油田1号库内的5万 m^3 单盘式内浮顶罐。 $D_{bi}=60\text{m}$, $D_d=53.6\text{m}$, $H_{bi}=19\text{m}$ 。内装中原原油, $T_{凝}=31^{\circ}\text{C}$, 相对密度 $d_{420}^{20}=0.87$, 运动粘度 $\nu_{50.0\text{C}}=1.7 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$, 最冷月平均气温 $T_{q1}=-1.2^{\circ}\text{C}$, 风速 $V=3.7\text{m/s}$, 油品的储存温度为 $T_r=50^{\circ}\text{C}$,

若采用5mm厚的玻璃钢作隔热仓, 则计算结果如下。

$$\textcircled{1} \alpha_1 = 69.37 \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{C}^{\circ}),$$

$$\alpha_2 = 8.89 \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{C}^{\circ}),$$

$$\alpha_3 = 5.19 \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{C}^{\circ}).$$

$$\textcircled{2} \text{通过作 } a-h \text{ 曲线得 } a=0.03,$$

$$h=7\text{cm}.$$

$\textcircled{3}$ 单盘的总传热系数:

$$K_d = 11.70 \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{C}^{\circ}).$$

$\textcircled{4}$ 加隔热仓后1a可节省的热流量为:

$$\Delta Q = 9.47 \times 10^2 \text{kW} (\text{按年平均温度计})$$

$\textcircled{5}$ 若1a按8760h计, 热能价格按2.18 $\times 10^{-2}$ 元/kW·h计。则

$$1\text{a可节省热能: } 8.30 \times 10^6 \text{kW} \cdot \text{h}$$

$$1\text{a节能的价值: } 18.09 \text{万元}.$$

(收稿日期: 1991-04-05)

(上接27页)

目前, 同行们对克服气阻方面的研究较为活跃, 探索研制出许多新工艺、新设备, 但有些还有待进一步完善。例如: 低气压卸油工艺、吸入管引入射流泵工艺^[6], 在安全、效率方面尚存在需解决的问题。气动潜油泵的研制有很大的发展前景, 相信在不久的将来, 气阻问题会得到彻底解决。

参 考 文 献

[1] 胡伦魁等. 剖析我军现用火车槽车装卸油鹤

管. 军用油料, 1991, (6)

[2] 颜建宝. 解决高原地区夏季卸油“气阻”的有效方法. 油气储运, 1991, 10(6)

[3] 马秀让. 油库工艺设计手册. 北京: 海军工程设计研究院, 1979年

[4] 郭光臣等. 油库设计. 北京: 石油工业出版社, 1982年

[5] 曲训江. 对“低气压卸汽油工艺”安全性质疑. 油气储运, 1991, 10(2)

(收稿日期: 1992-02-14)

东黄复线技术总结及录相片出版

东黄复线是我国第一条引进国外先进设备和SCADA系统, 由管道设计院设计的实现全线自动化密闭输油的管道。其技术总结已由中国石油天然气管道局工程处组织完成出版。该总结的主要内容有: 工艺、自动化仪表、电气、通信四个专业设计与密闭输送及全自动化相关的技术总结; 自动化系统的投运总结。这个总结, 资料宝贵, 图文并茂, 其中有与自动化相关的工艺流程和泵、电动阀、加热炉、调节阀与电气开关柜、通信与SCADA系统组态等图幅14张及大量数据表。同时与技术总结相配套的东黄复线技术资料录相片也已录制完成。需要技术资料者请与管建局工程处综合科李燕霞联系; 需要录相片者请与管道设计院李建业联系。

管道局工程处 李燕霞