

集肤效应电伴热技术 在港口输油管道工程中的应用

杨红民

(天津港工程监理咨询有限公司, 天津 300456)

摘要: 文章介绍了集肤效应电伴热技术的原理、特点以及在港口输油管线建设中的应用, 较好地解决了中长距离输送管道的加热问题。

关键词: 输油管道; 集肤效应电伴热技术; 保温技术

中图分类号: TE832.342; TE835 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-3688(2003)03-0046-03

Technique of Electro-Couple Heating with Skin Effect on Petroleum Pipelines in Port Transportation

YANG Hong-min

(Supervision and Consulting Co. Ltd. of Tianjin Port, Tianjin 300456, China)

Abstract: The paper introduces the principle and characteristics of the technique of electro-couple heating with skin effect and the application of the technique to the petroleum pipelines in port transportation. With the application of the technique, the problem in heating petroleum pipelines of long and medium length is well solved.

Key words: petroleum pipeline; SECT; thermal insulation technique

近几年,管道作为液体货输送的便捷方式,在天津港敷设较多,由于一些液体货需要在较高温度下方可输送,如棕榈油一般需要42℃以上才能输送,多数原油也需要加温才能输送,所以要应用管道伴热技术,本文主要介绍集肤效应电伴热技术的特点和应用。

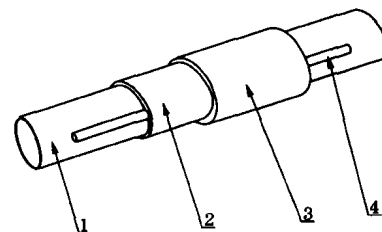
管道集肤效应伴热技术,是石油化工等企业热管道用于加热伴热、保温的新技术、新工艺。国外简称为SECT法。适应于中长距离的输油(超稠油、稠油、高凝油)管道的伴热和加热。

1 集肤效应伴热的构成和基本原理

1.1 集肤效应伴热构成

集肤效应加热法,基本上由输油管道、伴热管(内含耐热电缆)、保温层及保护外壳四部分组成。输油管道和伴热管为普通钢管,伴热管直径为15~40mm,间断的焊接在输油管道上,耐热电缆穿在伴热管中,外面是保温层和防水外壳,伴热管构成如图1所示。

1.2 集肤效应伴热基本原理



1—输油管道;2—保温层;3—保护外壳;
4—伴热管(内含伴热电缆)

图1 伴热管构成图

根据管径的大小和伴热温度的高低,集肤效应伴热分为单管、双管和三管伴热。如图2和图3所示,耐热电缆穿在伴热钢管内,在电缆的一端通入单相交流电,当交变电流经电缆并通过伴热管时,由于集肤效应和邻近效应的作用,电流不是均匀沿着管壁走,而是集中在伴热管内表层流过,管壁集肤层导电截面减小,交流阻抗显著增加,在相同的电流作用下,伴热管得到较大的加热功率,经传导使输油管线升温。管内电流密度的幅值按指数(e^{-x})衰减,工程上通常把电流密度衰减到极值的 $1/e$ 倍时,离电流集中的表面的深度称为电流的透入深度。一般用 s 表示。在此深度内发热量与电流平方成正比,从发热角度来度量,此发热量约等于

收稿日期:2003-02-24

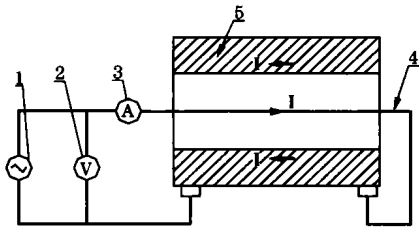
作者简介:杨红民(1970-),男,工程师,业务部副经理,从事工程监理工作。

钢管总发热量的85%以上,所以电流透入深度说明集肤效应的强弱。电流透入深度 S 的数学表达式为:

$$S = 5030 \sqrt{\frac{\rho}{f\mu}} \quad (1)$$

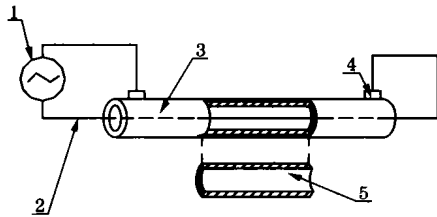
式中: S 为电流透入深度,cm; ρ 为电阻率, $\Omega \cdot \text{cm}$; f 为电源频率,Hz; μ 为钢管相对导磁率。

当电源频率为50Hz时, S 值很小(约1mm),表现出较强的集肤效应,当电源频率增高达到中频(500~1600Hz)时, S 值更小,表现出更强的集肤效应的效果。管线同时获得很大的加热功率。而伴热管外表面电压、电流为零,自身形成绝缘结构。集肤效应伴热原理见图2。



1—交流电源;2—交流电压表;3—交流电流表;
4—耐热电缆;5—伴热管

图2 集肤效应伴热原理图



1—交流电源;2—耐热电缆;3—伴热管;
4—接线盒;5—集肤电流层

图3 伴热管电流示意图

2 集肤效应伴热技术的特点

2.1 适应性广泛

适应所有长、短距离输液钢质管道的伴热和加热,敷设方式适用于任何场所,如:地下直埋,水下,地面架空敷设。适用野外直埋或矿场、工厂,易燃易爆场所直埋或架空。在港口比较恶劣的地质条件和气候条件下,耐腐蚀性较好。

2.2 安全可靠、安装维修方便

由于伴热管是钢管,机械强度大、密封良好,对电缆有较好的保护作用。由于集肤效应自身形成绝缘结构,使输液管道和伴热管外表面不带电,另外输液管全部做安全接地,保证输液管道始终是零电位,安全可靠。

2.3 经济效益较好

集肤效应伴热属等温加热法,加热效率高。例如:输油管道采用集肤效应伴热耗能为231kg/km标煤。采用热循环或蒸汽伴热耗能为1813kg/km标煤。集肤效应伴热首尾端的加热温度是均匀的,不会出现局部过热现象,随着输油

管道距离的加长提高加热电压即可。

同常用的蒸汽伴热或导热油伴热相比,可减少操作人员,不作业时无须值班。

2.4 便于实现自动化

通过温度传感器可实现温度的准确调节和控制,实现无人管理自动化控制或遥控,满足企业现代化发展的要求。

2.5 可实现预制化

输液管道与伴热管焊在一起,外面加上保温和保护外壳,可在预制厂内预制加工,既方便施工,又容易保证工程质量。

2.6 对环境无污染

全部使用电能,无需锅炉等设备,不产生污染环境的废气、废水、粉尘等物质。

2.7 工程使用年限长

一般采用牺牲阳极做防腐处理后,系统整体使用寿命较长。

3 集肤效应伴热技术适用范围

集肤效应管道伴热技术主要应用于管道的伴热和管道内液体或已凝固的介质的加热、溶化或间歇输油的管线。适用范围如下:

(1) 港口油码头装卸高凝点或粘稠液体货类,间歇装车、船,管线不用扫线,可直接再启动。

(2) 要求管道维持温度不低于50℃,常温时为凝固状态,只有加热到一定温度才能变成液态的物质管道输送,正常工作时起伴热作用,当管线中介质凝固时,可起加热作用,如部分原油、巧克力、牛奶、食用油、棕榈油等。

(3) 要求管道维持温度为50~100℃,在常温下(低于50℃)为固态或粘度很高,难以流动,加热到一定温度后又易于流动,采用集肤效应伴热,防止管线降温和管道停输再启动。如:稠油、超稠油、高凝油、燃料重油、煤焦油、蜡等。

(4) 要求管道维持高温,温度高于100℃而低于150℃的输液管道,如硫磺必须加热130~140℃时,才能变成液态。

(5) 要求等温伴热的管线,如管线距离较长,起输温度不易太高的介质输送。如:苯等。

(6) 用于管道的伴热,要求管道维持温度不低于6℃,属于防冻型含有饱和蒸汽的输气管线。

4 集肤效应伴热技术与其它伴热方法比较

集肤效应伴热技术与其它伴热方法比较见表1。

从表1中可看出,在中长距离各种口径管线的伴热采用集肤效应伴热,与其他伴热方式比较:伴热功率大、电源供电点少(单电源最大伴热长度24km)、传热效果好、维修方便。而电热带和MI电缆对于中长距离的管线伴热,由于单根伴热电缆功率较小、电源供电点较多,一旦发生问题,维修较困难,要将所有的保温层去掉才能更换其电缆。

5 港口现场应用情况

(1) 中盛粮油公司输油外管线,为两条325管线,从天津港三突堤油码头至保税区,全长6.9km,输送液体为棕榈

表 1

序号	名称	集肤效应伴热	电热带伴热	MI 电缆伴热	蒸汽伴热
1	伴热距离	长	短	短	短(末点温度低)
2	电源供电点	少(20km)	多(200m)	多	
3	伴热功率	大	小	小	
4	伴热温度	≤150℃	≤150℃	高	高
5	传热效果	好	一般	一般	一般
6	伴热管敷设	直接焊接	捆扎	捆扎	捆扎
7	自动化控制	全自动控制	控制点多	控制点多	无法实现
8	维修	方便	难度大	难度大	方便
9	短距离	较好	好	好	好
10	安全可靠	好	一般	一般	好
11	施工费用	较高	较高	较高	低
12	运行费用	低	低	低	高
13	维修费用	低	高	高	低
14	管理	方便	方便	方便	不方便

油和毛豆油,全部使用集肤效应电伴热技术,2001年9月投产至今,运行良好。

(2) 天津市油脂公司新港油脂库输油外管线,为两条325管线,从天津港三突堤油码头至新港油脂库,全长6.4km,输送液体为棕榈油和毛豆油,全部使用集肤效应电伴热技术,2001年11月投产至今,运行良好。

(3) 赵东原油中转设施工程,包含两条325管线,从天津港三突堤油码头至中国燃料供应天津公司油库,全长4800m,输送液体温度55℃,采用集肤效应电伴热,2003年4月竣工,并将于5月份投产。

6 结论

集肤效应伴热技术在天津港近几年的应用,取得了一定的经济效益和社会效益,较好地解决了中长距离输送管道的加热问题,是一种值得推广应用的新技术。

(上接第45页)

(b) 将出运结构从码头滑移到升降平台上,滑移过程中,先向升降平台靠近码头侧的气浮筒内充气,然后向另一侧的气浮筒内充气。在出运结构向升降平台滑移的过程中,通过调节各筒内的充气量,使升降平台顶面保持水平状态,如图5(b);

(c) 当出运结构完全滑移到升降平台上后,使其位于升降平台的中间位置,并将滑移车固定住,之后向气浮筒内继续充气,使升降平台和码头面的搭接部分完全脱离,并将升降平台向外拖移一段距离;

(d) 将升降平台充气筒内的气体放出,使升降平台匀速下沉,升降平台的下部筒壁会逐渐插入到海底泥土中,直至升降平台淹没于水中,其上的出运结构漂浮起来。当升降平台和出运结构的自重不能使升降平台入土下沉至出运结构能漂浮起来时,可通过抽出气浮筒底部的水来使其下沉到位,如图5(c)。

(e) 将出运结构从升降平台的顶部浮移走,如图5(d);

(f) 向升降平台的气浮筒中注水,使升降平台插入到海底泥土中的筒壁拔出,如图5(e);

(g) 向升降平台的气浮筒中充气,使升降平台漂浮在水面上,准备下一个出运结构下水,如图5(f)。

4 应用例

本方法的一个应用例如下:出运码头面顶标高为+6.5m,水底泥面标高为-5.0m,有保证的施工水位为+1.0m,需要将直径12m、高22m、重470t的混凝土圆筒结

构过驳到驳船上。由于码头顶面较高,水位又较低,而驳船的干舷高度有限,这样无法直接将圆筒结构过驳到驳船上。除了采用船吊外,还可以采用入泥式气浮升降平台按上述的过驳方法来进行过驳。升降平台的气浮筒为边长21m,高11m的箱体,箱体内用十字隔板等分成4个舱格,整个升降平台重约330t,平台在升降过程中,最大入泥深度约为4m(驳船装载后的干舷高度按1m考虑)。对上述圆筒结构进行过驳时,该平台自身具有浮稳性。如果利用附加浮筒或阻斜桩来保证结构的浮稳性,则升降平台及气浮筒的尺度可以减小。

5 结论

采用入泥式气浮升降平台对大型结构物进行过驳和下水是可行的。该方法适用的环境条件广泛,平台建造、使用和维护费用低,操作使用简便。

参考文献:

- [1] 中港一航局二公司. 陆域预制沉箱采用半潜驳出运下水新工艺[J]. 中国港湾建设, 2000, (5): 12-17.
- [2] 别社安, 赵冲久等. 筒型基础海洋平台气浮拖航稳性分析[J]. 天津大学学报, 2002, (2): 222-226.
- [3] 别社安等. 气浮结构的静浮态分析[J]. 中国港湾建设 2000, (6): 18-23.
- [4] 别社安等. 气浮结构的小倾角浮稳性分析[J]. 中国港湾建设 2001, (1): 31-36.