

文章编号:1009-6825(2013)01-0107-02

直埋供热管线漂移问题分析

石光辉

(太原市热力设计有限公司,山西太原 030012)

摘要:针对两起直埋供热管线局部管段在运行过程中发生漂移的事故进行了分析,并参考了同行同类型事故分析思路,提出了自己的观点,阐述了这两起事故发生的可能原因,并对已经使用的设计方法进行了反思,总结得出了关于土壤摩擦系数的影响因素及导致土壤摩擦力低于计算值的相关因素。

关键词:直埋供热管线,套筒补偿器,拉杆补偿器,漂移事故

中图分类号:TU995.3

文献标识码:A

1 工程实例介绍

工程一:太原市集中供热工程某工程支干线,一次管网,设计供、回水温度为130℃/70℃,采用直埋敷设方式,管径为DN700,管道热补偿采用普通套筒补偿器补偿及复式拉杆补偿器补偿。发生事故的管段布置如图1所示,其中 L 长度为68m,管顶覆土为3.5m,该工程1998年建成投运,2012年发生供水管单向移动事故,回水正常,运行14年,其现场图见图2。

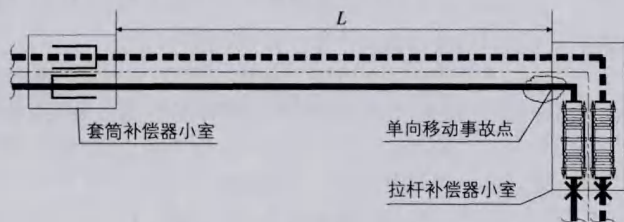


图1 工程一管段布置简图

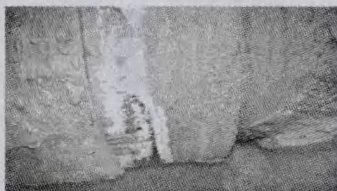


图2 工程一现场图

工程二:太原市集中供热工程某工程支干线,一次管网,设计供、回水温度为130℃/70℃,采用直埋敷设方式,管径为DN400,管道热补偿采用普通套筒补偿器补偿及复式拉杆补偿器补偿。发生事故的管段布置如图3所示,其中 L 长度为60m,管顶覆土为1.5m,该工程2007年建成投运,2011年发生事故,供水发生单向移动事故,回水正常,其现场图见图4。



图4 工程二现场图

3 同类型工程的设计思路及工程一、二定性分析

在实际工程设计中,当拉杆位置有足够长的空间可以采用自然补偿时,简化示意图见图5,此时较之拉杆补偿器由于转角处拉杆直埋管段采用直埋敷设,而且整个管段刚度较拉杆补偿器大很多,存在钢管的弹性反力及土壤的约束反力,因此在 L 长度一致的情况下,采用直埋布置,会较之采用拉杆补偿器分析更为安全。为了简化分析过程,当忽略钢管弹性反力、土壤的约束反力、套筒补偿器的摩擦力、拉杆补偿器的弹性反力时,该模型会简化为如图6所示。套筒补偿器距离弯头盲段处的距离 L 为打压盲板力(1.5倍的设计压力)除以最小土壤摩擦力。按照此种布置方式已经应用多年并未出现 L 管段整体单向移动,即 L 管段整体向盲段(拉杆补偿器、直埋转角弯头)漂移的现象。而且工程一中模型已经运行14年,回水未出现任何单向移动现象,供水也并非逐年漂移,而是在第14年突然整体向盲段单向移动15cm。工程二中仍是回水未出现任何单向移动现象,供水在运行后的第4年出现单向移动现象,且非逐年变化。

工程一管段拉杆小室在出现事故后沿穿墙套管处大量涌入地下水,同一年份建成的其他管段更换管线时也曾经出现过预制保温管保温层碳化导致的脱壳现象,而且工程一管段在维修现场开挖后,地下多为直径30mm左右的砾石及石块,石块之间并没有土壤或细砂。由于管道实际运行压力(1.1MPa)比设计打压压力(2.4MPa)小很多,在计算状态下不会出现由于摩擦力不能克服土壤摩擦力而导致的单向位移现象,即整个管段向盲段漂移的现象。而实际出现事故的原因可能是:管道保温层碳化脱壳的原因(由于埋深较深并未挖出得到验证),也可能是:管道周围土

2 同行同类型工程分析思路

参考文献[2]中存在类似的问题,其工作简图同图1相似,不同之处在将套筒补偿器更换为中间固定,两侧普通波纹管补偿

收稿日期:2012-10-23

作者简介:石光辉(1982-),男,工程师

壤的砂土流失导致的摩擦力降低无法克服运行状态的盲板力。以上两种原因共同或单独作用达到临界平衡状态,当管道升温时形成单向移动现象, L 管段整体向拉杆补偿器移动,当升温完毕后热膨胀释放完毕后,重新达到一次应力静平衡状态,但降温后无法复位。

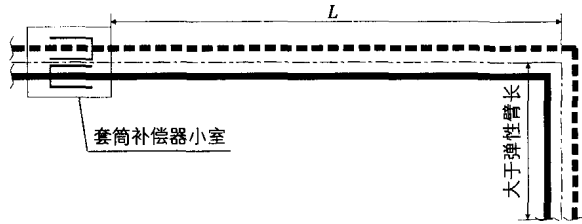


图 5 同类型布置工程简图

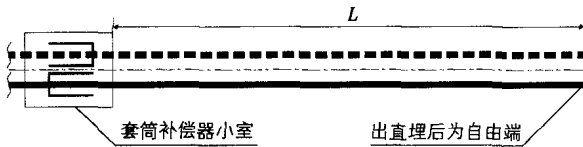


图 6 问题分析简化图

工程二管段建成投运时间较短,管道质量较之十多年以前的预制保温管质量也有大幅度的提高,且该热源根据了解最高温度并未达到过 $130\text{ }^{\circ}\text{C}$,不会出现由于保温层碳化导致脱壳的现象。而此处地面为热源厂内路面,考虑通行车辆为重型货运车辆,地面为钢筋混凝土路面,管道覆土受到路面汽车动荷载不断的扰动、雨水的浸泡等,对覆土具有夯实作用,最终导致混凝土路面与地下回填土的局部分层,而由于路面为配有钢筋的混凝土路面,并不会出现路面下陷现象,造成实际覆土深度的减少,从而导致实际摩擦力远小于计算摩擦力;另外一种原因便可能是该处管线回填时并未填砂,土壤粘结性较强,管道外壁土壤粘结成临时管壳导致摩擦力降低。当运行状态盲板力和实际摩擦力达到临界平衡状态时,当管道升温热时,形成单向移动现象, L 管段整体向拉杆补偿器移动,当升温完毕后热膨胀释放完毕后,重新达到一次应力静平衡状态,但降温后无法复位。

4 实际土壤摩擦力的计算影响因素

根据文献[3]一文中的实验结果,在保温管及安装方式等确定的条件下,摩擦系数的(平均)大小随运行温度和安装温差而变化,和热胀冷缩次数无关。因此当一次升温到最高温度后,整个管段的摩擦系数就有可能达到计算的最小值。而根据《直埋供热管道工程设计》中关于摩擦系数的影响因素一文中的结论:1) 预制保温管和回填土的摩擦系数是一个变化的量而非常数。2) 其大小和升温的次数有关、与温升和温降的次数有关。3) 摩擦系数大小受到钢管温度的影响。4) 摩擦系数大小除和回填物料的物理变化、粗糙度有直接关系外,也受到回填方式的显著影响。5) 摩擦系数和管道运行压力有关,但不明显。因此计算图 6 简图中的 L 长度时,应该从两种状态考虑,即打压状态和运行状态。打压

状态时应按照最小摩擦系数考虑。运行状态时的 L 管道长度的计算方法见其他文章。而计算的埋深根据《城镇直埋供热管道工程技术规程》选取,对于 $DN \leq 500$ 的管道,计算土壤摩擦力时埋深不小于 1.5 m 时,取 1.5 m ,对于 $DN > 500$ 以上管道,即将出版的新规程中给出了相应的算法,但计算时此类问题应该取保守值。

5 结语

导致土壤摩擦力低于计算值的几种因素:

1) 直埋保温管导致的摩擦力失效:预制保温管在运输或施工时外壳、保温层被破坏,以及对管道接口处进行发泡处理时密封不好,都会导致水渗透到保温层内部,降低钢管和保温层之间的附着力,严重时钢管和保温层呈现滑动状态,或是保温管耐温不够导致,保温层高温碳化后保温皮与钢管之间呈管腔空管状态。

2) 土壤回填导致的摩擦力失效:不按规定回填将降低保温管和土壤的摩擦力,特别是地沟敷设改直埋敷设时,如果不废除原有盖板进行充分回填会极大地降低摩擦系数,增加此类布置方式单向移动的风险。

3) 土壤本身条件导致的摩擦力失效:当地下水位较高时,或地下其他管道如自来水、污水等管线渗漏会不断的冲刷管道周围的填砂,导致土壤与管道的接触面逐渐减少;或是管道回填时没有填砂,而土壤的粘结性较强,且管道埋深较深,经若干年运行后管道周围土壤粘结形成管腔导致的土壤摩擦力失效。

4) 路面结构不同导致的摩擦力降低:当路面采用钢筋混凝土路面时,由于路面结构会导致路面与回填路基的局部分层,形成管道上方的盖板现象,此时计算摩擦力时,应考虑实际回填情况,管顶覆土应适时减去路面混凝土层的厚度。

5) 回填质量不同导致的摩擦系数降低:当设计院在计算土壤摩擦力时,均按照回填砂计算,此时最小摩擦系数取 0.2 ,而实际工程中,经常由于各种原因导致施工现场并不会回填砂,实际最小摩擦系数可能为 0.15 。

6) 对于此种布置方式为了减小转弯处弯头的应力或者是拉杆补偿器的位移,距离 L 应该尽可能的短,而为了避免产生单向移动、漂移现象,则需尽可能的长,此时必然存在一个合理的 L 值,该值的确定,和打压压力、运行压力;摩擦系数的选取;回填及土壤情况;路面结构;地下水情况、保温管质量均有关关系。当各种不利情况可能存在耦合时,应设置固定支架予以保护。当充分利用土壤摩擦力或不可设置固定支架时,需综合计算得出。

参考文献:

[1] 城镇直埋供热管道工程技术规程[S].
 [2] 宋盛华.直埋热力管道驻点漂移问题的分析[J].区域供热,2009(2):37-38.
 [3] 王飞,张建伟.大口径预制直埋供热管摩擦系数变化规律的研究[J].建筑热能通风空调,2007,26(5):3-6.
 [4] 王飞,张建伟.直埋供热管道工程设计[M].北京:中国建筑工业出版社,2008.

Drift accident analysis of directly buried heat-supply pipeline

SHI Guang-hui

(Taiyuan Thermal Design Co., Ltd, Taiyuan 030012, China)

Abstract: The paper analyzes two drift accidents of local section of directly buried heat-supply pipelines, refers similar accident analysis thoughts, and puts forward some opinions. In the end, it summarizes the influential factors of soil friction coefficient and relevant factors leading to soil friction value lower than calculation value.

Key words: directly buried heat-supply pipeline, sleeve-type compensator, YSDH, drift accident