

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2018.01.005

天然气管网冬季运行防冻措施与应用

□ 克拉玛依市燃气有限责任公司(834000) 赵岩 许虎

摘 要: 本文主要以克拉玛依市高新区管线进水后的冬季运行为例,从预防、保温、消除3个方面分析计算了各项保障措施的可行性和有效性,从而进一步应用推广至整个克拉玛依城区的天然气管网冬季防冻运行工作中。

关键词: 注醇 电伴热 排水 推广应用

1 前言

门站、高一中压调压站、管道、调压箱都是天然气输配系统中的重要节点,起到承上启下的作用,其安全稳定运行对城市天然气供应尤为重要。受环境温度、绝热节流效应的影响,当气体或管线中有水时,在冬天就非常容易形成水合物,从而导致冰堵现象的发生,影响正常输气生产和在运管线安全,严重的可导致停输事件发生。克拉玛依市天然气管网工程于

2014年全面完成集中入户工作,在随后的天然气输配过程中,冬季调压箱不同程度的出现冰堵,解冻工作造成大量的资源浪费和环境污染。而在2015年7月白碱滩区天然气管线被消防水击穿,充满大量水后,冬季整个管网的系统运行经受着严峻的考验,而解决整个系统问题迫在眉睫,4个月的时间如何做到?

本论文主要针对此问题发生后,通过防冻剂注入、电伴热保温恢复、排水措施3个方面的防范工作,消除了管网运行的安全隐患,保障整个冬季白碱

有效预测保护电位和电流密度的分布,预测管道保护效果,并且可以及时调整阳极地床形式和位置,避免屏蔽和干扰现象的发生,节省设计和施工时间,最大程度上减少人力物力的浪费。随着数值模拟技术的发展,利用数值计算进行区域阴极保护优化设计逐渐成为阴极保护技术发展的趋势。

参考文献

1 张俊义, 刘志刚, 张永盛. 区域性阴极保护实施过程

中的几个问题[J]. 油气储运, 2000; 19(2): 51-52

2 郑安升, 丁睿明, 廖煜熠等. 西气东输古浪压气站区域性阴极保护方案设计与实施[J]. 腐蚀与防护, 2010; 10: 794-796

3 程明, 屠海波, 张平. 线性阳极在阳曲压气站区域性阴极保护中的应用[J]. 腐蚀与防护, 2012; 33(4): 338-341

4 周冰, 韩文礼, 郭继银等. 馈电试验在大型站场阴保系统设计中的应用[C]. 全国管道腐蚀控制与检测评价技术应用研讨会, 2014

滩区的平稳运行。

2 防范措施理论分析

2.1 冻堵形成机理

天然气水合物是一种笼形晶格包络物，即水分子籍氢键结合成笼形晶格，而气体分子则在范德华力作用下，被包围在晶格的笼形孔室里。在水合物中，与一个气体分子结合的水分子数不是恒定的，这与气体分子的大小和性质以及晶格中孔室被气体分子充满的程度等因素有关。天然气水合物形成的必要条件是：

- ①气体处于水蒸气的饱和或过饱和状态并存在游离水；
- ②有足够高的压力和足够低的温度。在具备上述条件时，水合物有时不能形成，还必须具有一些辅助条件，如压力的脉动，气体的高速流动，节流效应，因流向突变产生的搅动，水合物晶种的存在及晶种停留的特定物理位置如弯头、孔板、阀门、粗糙的管壁等。

由于水合物是一晶状固体物质，天然气中一旦形成水合物，极易在调压装置、管线弯头及三通等处形成堵塞，严重时影响天然气的输送，因此必须采取措施防止其生成。

2.2 防冻方法

(1) 注抑制剂法：可以用于防止天然气水合物生成的抑制剂分为有机抑制剂和无机抑制剂两类。有机抑制剂有甲醇和甘醇类化合物，无机抑制剂有氯化钠、氯化钙及氯化镁等。而城镇燃气的防冻抑制剂主要是有机抑制剂，并以甲醇最为常用。抑制剂的主要作用是使气流中水分子溶于加入的防冻剂，改变水分子之间的相互作用，从而降低天然气的露点，进而抑制管道中天然气水合物的生成。甲醇的沸点低（67.4℃），挥发性强，故防冻效果较好；甲醇的冰点也较低（-97.8℃），所以甲醇在较低温度时不易冻结，适用于要求低温的场合，由于甲醇沸点低蒸汽压力高，故更适用于较低的操作温度，若在较高温度下使用则蒸发损失较大。但甲醇具有中等程度的毒性，因此使用甲醇作抑制剂时应注意采取相应的安全措施。

(2) 加热法：提高天然气节流前的温度，或敷设平行于采气管线的水伴热管线，使气体流动温度

保持在天然气的水露点以上，是防止水合物生成的有效方法。常用的是应用电伴热系统。

(3) 排水和干燥气体法

3 实例分析

3.1 注醇防冻

由于高新区北兴路中压天然气管线处于整个系统的中部，而积水顺着管线和地势集中在钻井、芙蓉、北坡等地势较低的小区，为保证甲醇溶液与水溶液的充分融合，选取沁园配气站为主要注入点，各排水调压箱为分注入点，其主要目的是首末相结合，用配气站的注入量保证全部管线内积水的融合，排水调压箱的注入主要是保证在气温较低时延缓冻堵发生的频次，当冰点要求不高于-30°时，管线压力为0.36MPa，配气站每10 000m³天然气注入甲醇56L，根据高新区冬季平均日用气量为22 000m³，即每天注入总量达到123L即可满足-30℃的冰点以上，末端每次排水后加入甲醇溶液0.5L即可实现延缓作用，而由于配气站注入点为最前端，如果全天注入会造成较大浪费，且甲醇溶液不能很好地被管道内的天然气携带，沿管壁运动会严重影响到注入效果，因此，结合当时气温变化、高峰用气量、防止水堵等因素，制定注入量如表1。

表1 单位：L

温度℃	0℃~ -10℃	-10℃~ -20℃	-20℃~ -25℃	-25℃~ -30℃
08:00~10:00	\	60	70	80
10:00~15:00	25			
17:00~21:00	15	22	30	40

通过以上时间段和注入量的把控，实践证明不仅保证了甲醇与水溶液的充分融合，而且并未发生水堵现象。

3.2 电伴热保温防冻

主要针对积水量较大的小区进行电伴热保温恢复，考虑到天然气在出地面时温度骤然降低和调压装置的节流影响，本次恢复工作重点对出地面的中压管线和入地面的低压埋地管线、围楼管的弯头处进行电

伴热的缠绕,并采用10mm厚的岩棉带进行包裹,起到有效的聚热作用,相比投产时候的电伴热装置更加全面和有效。

以高新区钻井小区调压装置电伴热为例,施工主要包括:自限温电伴热带、保温棉、空开、电伴热终端。以中压埋地管线出地面处为起点,低压埋地端为终点,对管道散热率和电伴热功率进行比较,计算选型是否合理。

根据能量守恒定律,对于无内热源的天然气管道,如果不考虑天然气的摩擦生热,由此推算:管道单位长度热损失=电伴热发热量,而管道散热损失计算公式:

$$Q_p = \frac{2\pi\lambda(T_m - T_0)}{\ln[(d+2\delta) \div d]}$$

式中: Q_p ——管道实际散热量, W/m T_m ——介质维持温度, °C T_0 ——最低温度, °C λ ——保温材料导热系数, W/m·K d ——管道外径, mm δ ——保温层厚度, mm

根据管道散热损失进行计算:取天然气维持温度 $T_m=0^\circ\text{C}$, 高新区平均温度 $T_0=-20^\circ\text{C}$, 泡沫石棉导热系数 $\lambda=0.038\text{W/m}\cdot\text{K}$, 管道外径 $d=50\text{mm}$, 保温层厚度 $\delta=10\text{mm}$, 代入公式, 得:

$$Q_p = \frac{2\pi\lambda(T_m - T_0)}{\ln[(d+2\delta) \div d]}$$

$$Q_p = \frac{2 \times 3.14 \times 0.038 \times (0+20)}{\ln[(50+2 \times 10) \div 50]} = 14.2\text{W/m}$$

由产品说明书可知, 10°C 时, 伴热功率为 25W/m , 自限温最高温度为 70°C 时, 伴热功率为 175W/m , 电伴热功率 > 管道散热损失, 因此, 可以满足现场需求, 将介质温度维持在 0°C 以上。

3.3 巡检排水

由于管线内积水量较多, 利用压差, 将中压天然气管道中的部分积水带出管线, 因此, 必须在冬季来临之前, 制定专项的排水计划和便捷工具, 主要以中间阀井、末端调压箱为排水重点区域, 单次排水时间不超过 3min , 初期阀井每两天进行一次排水, 中期至后期每星期进行一次排水, 楼栋调压箱初期全部进行每天排水, 中期至后期将积水较多的重点小区继续每天排水, 影响不严重的小区一周排水一次, 每次排水

都加入 0.5L 甲醇溶液, 以更好地延缓和防止冻堵问题的发生。

实践证明, 通过注醇预防, 伴热保证, 排水消除 3 种方式的有效利用, 相辅相成, 理论与实践结合, 成功在 2015 年~2016 年的冬季运行中完全解决了高新区系统管网的安全隐患, 且在该区域未发生一起冻堵事件的情况下, 保障了市民的安全平稳用气。

4 建议

城市天然气管网系统在入冬前应提前做好防冻方案计划, 严格落实冬季保温防冻措施, 结合本次实践经验, 进一步推广至克拉玛依主城区, 提出以下几点建议:

(1) 甲醇做为最经济、最有效的抑制剂, 在进入冬季运行前即可在各个区域注入一定比例的量, 通过注醇泵配气站的注入、压差注入器在管线阀井的注入、人工在调压装置的注入这 3 种方式, 有效增强甲醇与水溶液的融合, 降低水的冰点;

(2) 入冬前, 完善市区内调压箱体的伴热恢复, 采用 10mm 的岩棉带进行聚热包裹, 并选择合适的电伴热功率;

(3) 在调压箱技术规格书、厂家出厂设置上考虑更便捷的保温措施, 新建工程图纸会审时, 增加有效、耐用、正常的电伴热设计;

(4) 增加科技调研, 将太阳能电池板做为伴热系统的供电来源, 进一步解决接电困难、经济纠纷等问题;

(5) 制定排水计划, 单次排水时间不宜超过 3min , 制作专用软管排水工具, 重点区域每天排水并加入 0.5L 甲醇, 次要区域每周至少进行一次排水监测。

参考文献

- 1 周廷鹤. 天然气低温运行的危害分析及应对措施
- 2 王晓东. 电伴热带的选型_安装与维护
- 3 刘德青. 城镇天然气防冻工艺技术
- 4 杨万辉. 自限温电热带的设计与应用
- 5 刘永茜. 浅谈寒冷地区天然气集输站场防冻设计