

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2016.08.002

# 天然气长输管线埋地管道 气体温度的研究及应用

□ 湖北省天然气发展有限公司 (430040) 董泉泉 周超 李景

**摘要:** 天然气埋地管道温度与撬装管道温度均呈季节性变化,但是撬装管道气体温度随季节性变化更为明显,并且受天气影响较大。研究埋地管道气体温度与撬装管道气体温度变化趋势,有助于帮助运行人员合理的使用换热设备,降低能耗。同时,通过埋地管道温度的研究能更加精确的计算埋地管道储气量。

**关键词:** 埋地管道气体温度 撬装管道气体温度 季节性变化 节能降耗 储气量计算

## Research on Gas Temperature of Long Distance Buried Natural Gas Pipelines

Dong Xiaoxiao, Zhou Chao, Li Jing Hubei Natural Province Gas Development Co., Ltd.

**Abstract:** The temperature of natural gas buried pipeline temperature and skid mounted pipes are seasonal variation, but the gas temperature of the skid mounted pipeline is more obvious with the seasonal variation, and it is affected by the weather. The research on gas temperature change trend of buried pipeline gas temperature and skid mounted pipeline is helpful to help operators to use heat exchanger equipment reasonably and reduce energy consumption. At the same time, through the study of buried pipeline temperature can be more accurate calculation of buried pipeline gas storage.

**Keywords:** buried pipeline gas temperature skid mounted gas temperature seasonal variation energy conservation and consumption reduction calculation of gas storage capacity

染物方面,极限热输入时 $CO_{\alpha=1}$ 应小于0.1%。

### 参考文献

1 何贵龙,高硕.燃气采暖热水炉检验标准对比[J].煤气

与热力,2011;31(6):33-36

2 燃气采暖热水炉[S] GB 25034-2010

3 城镇燃气分类和基本特征[S] GB/T 13611-2006

4 刘丽珍.浓淡燃烧低NO<sub>x</sub>燃烧器研制的探讨[J].煤气与热力,2000;5:349-359

由于天然气长输管道敷设于地下，埋地管道内气体温度与撬装管道内气体温度有所不同，埋地管道气体温度主要通过管壁与周围土壤进行热量交换来达到平衡，而撬装管道内气体温度主要通过管壁与大气温度进行热量交换来达到平衡。由此，我们推断埋地管道气体温度和撬装管道气体温度虽然都呈季节性变化，但是埋地管道气体温度受天气气温的影响较小。由于目前工艺特点，埋地管道未安装温度计，无法直接观测到埋地管道气体温度。但是本分输站实际输气经验告诉我们：在冬季输气时，进站温度会先慢慢上升，然后趋于平稳，供气结束后，温度慢慢回落至当时环境温度（夏季刚好相反）。由此，我们将输气阶段进站温度趋于稳定时的温度代表埋地管道气体温度，研究分析长输管线埋地管道气体温度的变化趋势。

本分输站于2014年11月开始记录某长输管线的埋地管道气体温度，现以2015年1月1日至2015年12月31日的生产数据，来研究长输管线埋地管道气体温度与撬装管道气体温度全年的变化情况，以及换热设备的能耗使用情况和对管道储气量的计算影响程度。

## 1 埋地管道与撬装管道气体温度变化趋势

(1) 用输气阶段进站温度趋于稳定时的温度代表长输管线埋地管道气体温度。此数据每日上午7:30-10:30首次输气时读取记录进站压力变送器一次，晚上19:30-23:50最后一次输气时读取记录进站压力变送器一次，埋地管道气体温度每天记录2个点，

全年共计730个点；

(2) 用供气前的整点进站温度代表当时环境温度下的撬装管道温度。由于进站处温度变送器测量的是地上管道内的气体温度，管内气体与周围环境通过管道进行热量交换，管内气体温度趋于环境温度，所以，此温度可以反映当时的环境温度；

(3) 将全年两个时段的埋地管道气体温度与撬装管道气体温度做对比，分析两者变化趋势的差别；

(4) 将24时整点（管存计算的时间点）进站温度与当天最后一次供气时间段的埋地管道气体温度作对比，分析温度取值的不同，对管存气量计算的影响；

(5) 2015年8月30日至2015年10月13日，进站温度变送器拆卸送检，故埋地管温与进站温度只能由现场仪表读取，所以读数存在一定的偏差。

数据分析：

(1) 由图1、图2中可知，从全年的变化趋势上来看，撬装管道气体温度曲线随季节性变化明显，其变化范围在 $-0.92^{\circ}\text{C}$ ~ $40.62^{\circ}\text{C}$ 之间，温差为 $41^{\circ}\text{C}$ ；而埋地管道气体温度曲线也随季节性变化，但是较撬装管道气体温度不太明显，其变化范围在 $11.03^{\circ}\text{C}$ ~ $28.15^{\circ}\text{C}$ 之间，温差为 $17^{\circ}\text{C}$ ；

(2) 从单个月份上来看，撬装管道气体温度曲线波动比较大，并且无规律，说明其受天气（环境温度）的影响较大；而埋地管道气体温度曲线变化平缓，说明其受天气（环境温度）的影响较小；

(3) 由图1、图2中可知，撬装管道气体温度和埋地管道气体温度在冬、夏两季相差特别大。在冬



图1 2015年上午时段撬装管道气体与埋地管道气体温度变化趋势图



图2 2015年下午时段撬装管道气体与埋地管道气体温度变化趋势图



图3 2015年每日24时段撬装管道气体与埋地管道气体温度对比图

季，埋地管道气体温度高于撬装管道气体温度，在夏季，撬装管道气体温度要高于埋地管道气体温度。而在3月中旬至4月中旬和10月份，撬装管道气体温度和埋地管道气体温度比较接近；

(4) 图1、图2中黑色线条标注的是仪表送检期间的根据曲线变化趋势的假想曲线。由于这段时间进站处温度变送器拆卸送检，读数存在偏差，假设读数准确，推断埋地管道温度变化趋势应为黑色曲线所示。

## 2 通过利用埋地管道气体温度进行节能降耗

通过研究埋地管道气体温度与撬装管道气体温度变化趋势以及实际输气经验发现，对于此长输埋地管线分输站而言，撬装管道气体温度 $\geq 8^{\circ}\text{C}$ 时，无需启用换热设备；当埋地管道气体温度 $\geq 14^{\circ}\text{C}$ 、 $3^{\circ}\text{C} \leq$ 撬装管道气体温度 $\leq 8^{\circ}\text{C}$ 时，换热设备能耗的高低与

输气量的大小无关，与供气次数有关，因为只要将撬装管道内的冷气输送完，即埋地管道气体输送至撬装出站处，便可以停运换热设备。当埋地管道气体温度 $\leq 14^{\circ}\text{C}$ 、撬装管道气体温度 $\leq 3^{\circ}\text{C}$ 时，即极端寒冷天气（如图1红框所示，为2015年12月底和1月至2月中旬这两个时间段），整个供气过程都要运行换热设备，这时，换热设备能耗的高低与供气时长有关系。

在实际输气中，由于本分输站具备有调压功能，调压器在调压过程中会产生节流降温效应，使天然气温度下降约 $8^{\circ}\text{C}$ 左右，当天然气温度低于临界温度时，管道中的水合物在低温环境下会形成冰堵，造成设备无法运行，影响正常输气。若未利用埋地管道气体温度，换热设备的运行是根据撬装管道气体温度来判断的，每次供气前，当撬装温度低于 $8^{\circ}\text{C}$ ，便会运行锅炉、循环水泵、电加热器、电伴热带，直至供气完毕后停运设备，即输气时长决定能耗高低。当利用

埋地管道气体温度时,每次输气前,根据当时的撬装管道温度和埋地管道温度以及循环水温度进行综合判断,是运行循环水泵,还是运行锅炉,还是仅仅运行电伴热。这样,通过利用埋地管道气体温度,大大减少了换热设备的运行数量和运行时间,进而起到了节能降耗的作用。

根据2015年的生产运行数据,并结合2015年全年埋地管道和撬装管道温度变化图,换热设备的使用时间应为2015年的1月、2月、3月、11月和12月,累计5个月。本分输站换热设备主要由锅炉、循环水泵、电加热器和电伴热组成,表1、表2、表3为2015年本分输站换热设备能耗的数据分析:

表1 未利用埋地管道温度

项目	功率/流量	使用时长 (min)	消耗量 (kW·h/Nm <sup>3</sup> )	消耗金额 (元)
电伴热	1.25kW	51 044	1 063.42	1 237.13
电加热器	3kW	11 200	560.00	651.48
循环水泵	3kW	60 245	3 012.26	3 504.31
锅炉	49.1Nm <sup>3</sup> /h	11 200	9 165.3	29 370.31
合计	/	/	/	34 763.23

表2 利用埋地管道温度

项目	功率/流量	使用时长 (min)	消耗量 (kW·h/Nm <sup>3</sup> )	消耗金额 (元)
电伴热	1.25kW	1 448	30.17	25.14
电加热器	3kW	973	48.65	40.56
循环水泵	3kW	13 323	666.16	552.30
锅炉	49.1Nm <sup>3</sup> /h	984	805.2	2 580.39
合计	/	/	/	3 198.39

表3 对比数据

项目	耗气量	耗气金额	总电费	总金额
未利用埋地管道温度	9 165.3	29 370.31	5 257.73	34 628.04
利用埋地管道温度	805.2	2 580.39	618.00	3 198.39
对比	8 360.1	26 789.92	4 639.73	31 429.65

根据2015年换热设备实际使用情况分析,在2015年,此分输站换热设备能源消耗比例中,锅炉自用气的消耗金额是占比最大的,其次是循环水泵。从图5也可以看出,锅炉换热设备是分输站冬季供气的主要换热设备。而电加热器和电伴热和在整个冬季输气使用时长是最短的,所以其能耗也是最小的。



图5 换热设备能耗比例图

### 3 埋地管道气体温度取值对长输管道储气量计算的影响

在长输管道储气量的计算上,由于工艺条件的限

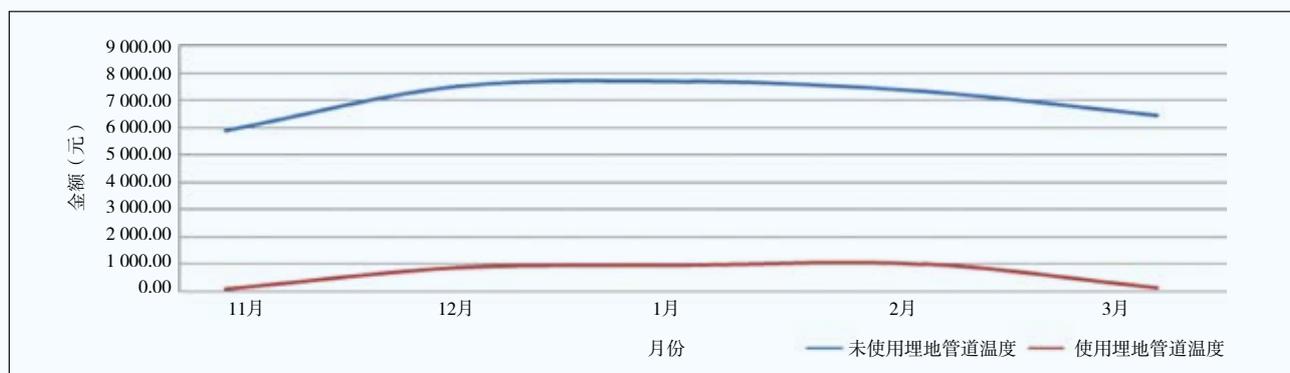


图4 总能耗对比图

制,在埋地主管道上未安装有温度计仪表,不能直接读取埋地管道气体温度。若以撬装管道气体温度作为埋地管道气体温度来计算管道储气量是不合理的。从图1、图2可知:分输场站撬装进站温度与埋地管道气体温度在冬、夏两季的差值特别大,二者不能混为一谈,否则在长输管线管存、输差、天然气价值评估上,将会出现“差之毫厘,失之千里”的情况。

一般情况下,会在每日24时核算管道储气量,从图3可知:24时撬装管道气体温度均与埋地管到气体温度也存在一定的差值,因此,在进行管道储存气量计算以及输差分析时,不同的温度取值将会对计算结果带来较大的偏差。例如:在2015年12月31日24时对天然气储气量进行盘库时,24时进站温度(即环境温度)为7.22℃,埋地管道气体温度为15.48℃,相差-8.26℃,以此长输管线为例,计算得出管存相差+5 179Nm<sup>3</sup>,假设以3元/m<sup>3</sup>价格计算,则偏差+17 157元。这样,会在企业资产评估上存在差异:天然气管库价值比实际多17 157元。可见,埋地管道气体温度的准确读取对公司生产经营有着重大的意义。

#### 4 结论与建议

(1)从3月中旬开始,撬装管道气体温度与埋地管道气体温度越来越接近,环境温度呈上升趋势,到了4月份,埋地管道气体温度均在14℃以上,撬装管道气体温度达到8℃以上,此时,可以停用换热设备,并按照维护保养要求对换热设备进行不常用季节的维护保养;

(2)从11月中旬开始,埋地管道气体温度虽然仍然有18℃~20℃,但是撬装管道气体温度随天气变化非常大,在11月底还会低于8℃。因此,分输场站应在11月中旬前完成锅炉换热系统的试运行工作,适时投用换热设备;

(3)冬季,埋地管道气体温度普遍高于环境温度,在输气时,要确保换热器的循环水温度高于埋地管道温度,防止换热器循环水反吸埋地管道气体的热量,导致温度降低;

(4)本次统计的数据仅为2015年全年的数据,数据来源仅为长输管线中的本分输站所观测到的埋地管道气体温度,数据具有一定的局限性。建议天然气

长输管线上所有的分输场站、阀室共同统计和分析其埋地管道气体温度变化趋势,建立埋地管道气体温度数据库,绘制更加精确的曲线图;

(5)如有条件,可在后期建设的埋地主管道上加装红外测温式温度计仪表(无探针),以便今后运行过程中,直接读取埋地管道气体温度;

(6)根据埋地管道气体温度和撬装管道气体温度变化趋势,以及锅炉换热设备的使用情况,编制符合实际生产运行的《锅炉换热系统运行操作规程》,规范操作流程。

#### 参考文献

- 1 胡延成,马贵阳,于鑫泰.季节变化对埋地管道周围温度场的影响[J].管道技术与设备,2010;2:13-15
- 2 于克鹏,蒋秀,刘德绪.管道起伏对天然气温度分布的影响[J].华中师范大学学报(自然科学版),2012;4(2)
- 3 高德洁,王鑫,王春生.天然气输送管线温度计算[J].石油矿场机械,2011;40(7):39-43
- 4 徐志杰.电伴热埋地天然气管道的热力计算[J].油气储运,2013;32(05):496-498
- 5 天然气输送管道运行管理规范(SY/T5922-94)[S]
- 6 输气管道工程设计规范(GB50251)[S]
- 7 计兴国,王为民,耿德江.埋地管道土壤温度场的数值模拟[J].内蒙古石油化工,2010;15
- 8 潘柏定,徐松强,卢志明.基于管壁温度测量的埋地燃气管道严密性试验[J].煤气与热力,2012;12
- 9 叶文琴(译).天然气管道内的温度现象[J].上海煤气,1998;2
- 10 程俊,陈俊文,陈庆.埋地管道露空后温度变化规律探讨[J].广东化工,2013;40(23)
- 11 王洪志,王双平,金哲.基于Fluent的不同地貌埋地管道温度场数值模拟[J].管道技术与设备,2013;4:18-20

#### 说明

2016年第7期《城市燃气》刊登的“北京市天然气分布式能源应用现状及对策研究”一文,作者应为:林蓬成、候安平、王锐。特此说明。