

文章编号: 1000-8241(2013)07-0791-04

压气站出站管道温度对农作物的影响及解决措施

张龙¹ 唐玉龙¹ 王丽娟² 颜安居¹

1. 中国石油西气东输管道公司豫皖管理处, 河南郑州 450008; 2. 中国石油天然气管道局科技中心, 河北廊坊 065000

摘要: 以西气东输豫皖管理处 4 座压气站为例, 测量管道实际出站温度, 得出了压气站出站温度影响农作物生长的事实。分析了通过改变冷却风扇的运行方式以降低出站温度这种传统方法的不足, 提出了增加隔热层来降低出站温度对农作物生长影响的新方法。建立了管道隔热层模型, 计算得出隔热层厚度宜为 0.23 m, 通过对比分析可知, 每座压气站 3 年赔偿百姓的费用即超过了其增加隔热层的费用。最后, 对于国内新建及已建压气站如何增加隔热层提出了合理建议。(图 6, 参 4)

关键词: 压气站; 管道; 农作物; 温度影响; 隔热层

中图分类号: TE867

文献标识码: A

doi: 10.6047/j.issn.1000-8241.2013.07.023

Impacts of outlet temperature of gas compressor station on crops and the solutions

Zhang Long¹, Tang Yulong¹, Wang Lijuan², Yan Anju¹

1. PetroChina Henan-Anhui Management Office, West-to-East Gas Pipeline Company, Zhengzhou, Henan, 450008;

2. PetroChina Pipeline R&D Center, Langfang, Hebei, 065000

Abstract: Taking the four gas compressor stations, under the jurisdiction of Henan-Anhui Management Office, PetroChina West-to-East Gas Pipeline Company, as an example, investigation and analysis are made to determine the impact of outlet temperatures of gas compressor station on the local crop growth around the pipeline. It is pointed out that the traditional method to reduce the outlet temperature by means of changing the operating mode of cooling fan has shortcomings. A new method to reduce the outlet temperature of gas compressor station by means of applying thermal insulation has been proposed to mitigate the impact on the local crop growth. The pipeline insulation is modeled and the best thickness of insulation is turned out from calculation as 0.23 m. It is known from comparison and analysis that the expenses for claim compensation to the local peasants in three years for each gas compression station are more than the cost of insulation addition. Finally, a rational suggestion is proposed on the procedures for insulation application in the existing and newly-built gas compressor stations. (6 Figures, 4 References)

Key words: gas compressor station, pipeline, crop, temperature impact, insulation

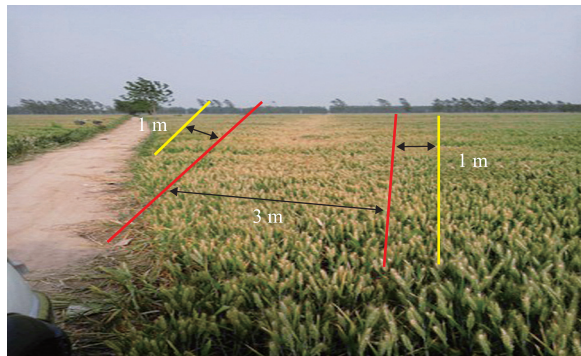
西气东输豫皖管理处所辖管道穿越河南和安徽两省, 有 4 座压气站运行, 且均位于农村地区, 紧靠农田。压缩机正常运转时, 出站温度范围为 50~55 °C。压气站出站管道埋深距农作物根系较近, 管道外部为 3PE 防腐层结构, 相当于未加隔热层的稳定热源。额外的稳定热源在一定程度上影响了管道上方农作物的生长和产出, 并进一步影响了站场和当地百姓的关系。因此, 有必要对压气站出站管道温度对农作物产生的影响和管道隔热问题进行分析, 并提出相应的解决措施, 以确保管道安全平稳运营。

1 土壤温度对农作物生长的影响

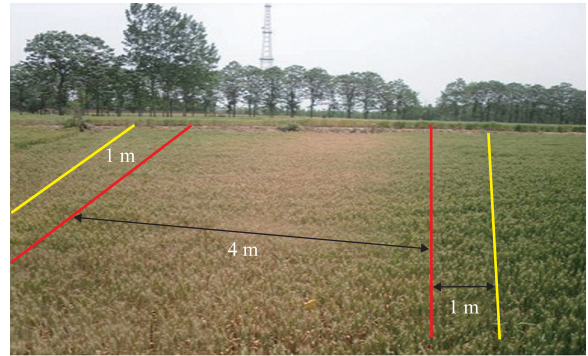
相关资料表明, 土壤温度过高, 会加速根的老化过程, 不利于根吸收水分; 同时, 温度过高使酶钝化, 原生质流动缓慢, 在土壤温度超过 35 °C 时, 玉米、番茄等作物根系吸水速度减慢^[1]。水稻生育期的最适水温为 28~32 °C, 超过或低于该范围, 会妨碍水稻对无机盐的吸收, 尤其对钾和硅酸的吸收影响最大。另外, 根系温度较高对植物激素也有较大影响。通过对西气东输豫皖管理处所辖管道某压气站出站管道上方农作物的

生长情况进行分析,得出管道作为热源向土壤传递热量,使土壤温度偏离农作物生长所需的正常温度,导致

麦田减产甚至绝收(图1,红线范围以内为重影响区,红线与黄线之间为轻影响区)。



(a) 出站 20 km 处



(b) 出站 30 km 处

图1 某压气站管道出站温度过高对其上方麦田的影响

为了降低压气站出站温度对农作物生长的影响,一般是通过改变冷却风扇的运行方式以降低出站温度对农作物生长的影响。在进口温度 21.2 °C、进口压力 5.79 MPa、压比 1.4 的工况条件下,测试空冷风扇运行方式对出站温度的影响(图2)。压气站的出站温度随开启冷却风扇数目的增多而降低,8 台风扇全开时的出站温度比不开风扇时的出站温度下降 6.5 °C。但是,在管道出站 100 m 处、距地表下 30 cm 和 60 cm 的位置,开启不同台数的冷却风扇,对土壤温度的影响不大。这说明改变冷却风扇的运行方式以降低出站温度对农作物生长的影响效果不明显。基于此,提出采取增加隔热层以降低出站温度对农作物生长影响的新方法。

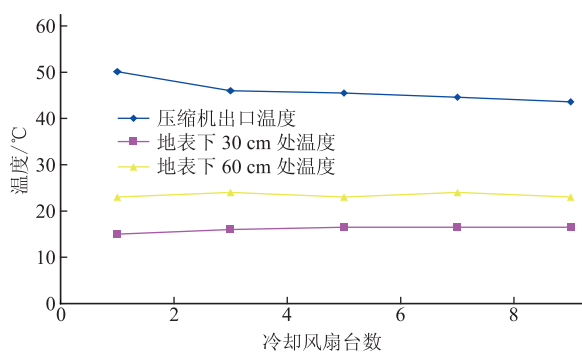


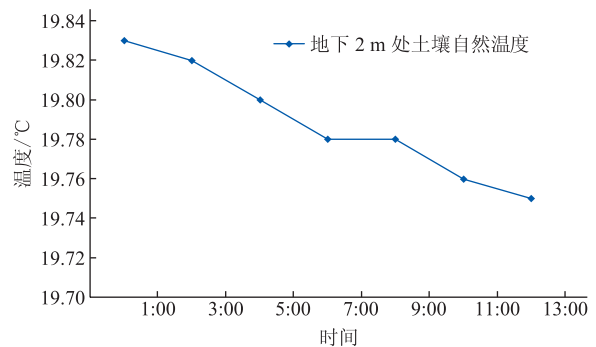
图2 不同风扇运行方式下管道上方土壤的温度变化

2 出站管道沿线土壤温度的变化趋势

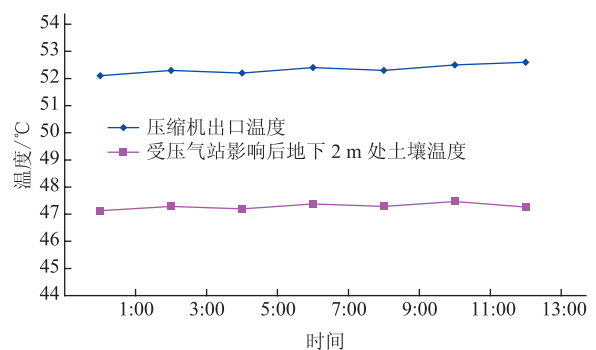
目前,西气东输豫皖管理处所辖管道的防腐结构由内至外分别为防腐层、防护层和保护层。防腐层材料一般为液体环氧类涂料和聚乙烯胶粘带,防护层一般选用聚乙烯专用料或玻璃钢层^[2],二者的厚度与隔

热层相比较薄。采用热电阻温度变送器测量压缩机出口温度为 52.6 °C,用红外线温度探测器测量压缩机出口管道外壁温度为 52.4 °C,说明埋地管道的防腐结构基本不具备隔热功能。

在同一时间段内,当没有压气站的出站管道时,地下约 2 m 处土壤的自然温度约为 19.8 °C(图 3a);当有压气站出站管道时,地下约 2 m 处紧邻管道的土壤温度约为 47 °C(图 3b)。由于管壁内部、管壁外侧与土壤的热传导,均会对管壁周围 20~50 cm 范围内农作物根系层的土壤温度产生较大影响。



(a) 无压气站出站管道



(b) 有压气站出站管道

图3 某地区有无压气站地下 2 m 处土壤温度对比

2012年11月,现场实测数据显示,在压气站出站3 km、管道埋深约2 m的位置,地表下20 cm处的温度与环境温度相差3℃(图4)。当无压气站出站管道时,该地区11月地表下20 cm处的温度与环境温度相差约0.8℃,故管道热源使该点温度增加了约2℃。在0~3 km范围内,出站温度热损失较少的位置,地表下20 cm处的温度与环境温度相差更大,其他月份规律也是如此。在出站15 km位置,管道埋深为3.1 m,相对其他位置埋深较深,而此处两点温差相差最小,约为0.3℃。由此可知,管道埋深越深,对上层土壤的传热影响越小。

在地表下20 cm、管道正上方的温度最高。随着测温点向两侧偏移,温度基本按线性趋势下降,管道热源对土壤温度的影响范围在管道两侧各4 m左右,管道中心线与边缘位置的温差约2.7℃(图5)。

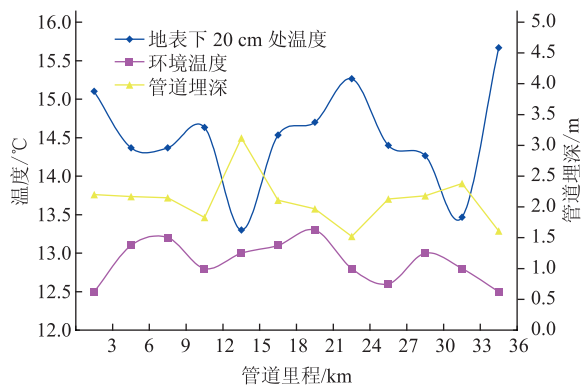


图4 2012年11月某压气站出站温度随管道里程的变化

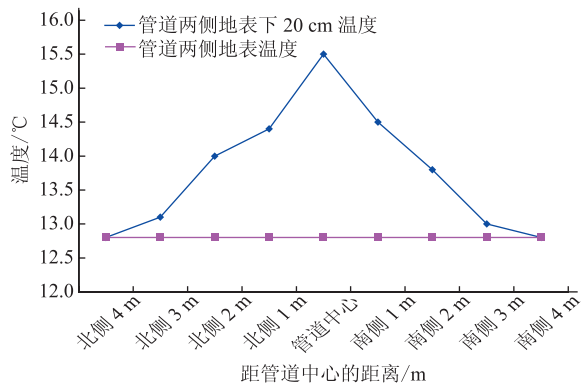


图5 2012年11月某压气站出站20 km处管道两侧地下与地表温度的对比

3 管道隔热的理论计算

增加隔热结构的埋地管道一般由防腐层、隔热层、防水层及保护层组成(图6)^[2]。由于防腐层和防护层基本不起隔热作用,因此,在隔热理论计算中只考虑隔

热层。针对西气东输埋地钢质天然气管道,隔热层宜选用聚氨酯泡沫塑料^[2]。

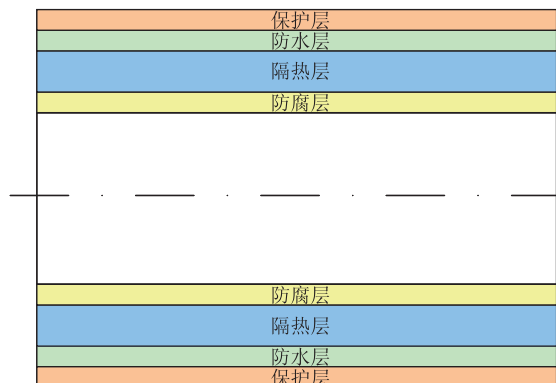


图6 管道隔热层结构示意图^[2]

隔热层厚度计算一般有4种方法,包括控制管道表面温度法、最大允许热损失法、经济隔热层厚度法、最大允许温降法。根据相关规范^[2-4],西气东输天然气管道宜采用经济隔热层厚度法计算隔热层厚度。假设管道外径大于1000 mm,可按平面计算隔热层厚度:

$$\delta = 1.891 \times 10^{-3} \sqrt{\frac{f_n \lambda \tau (T - T_a)}{PS}} - \frac{\lambda}{\alpha} \quad (1)$$

$$S = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \times 100\% \quad (2)$$

式中: δ 为隔热层厚度,m; f_n 为热能价格,元/GJ; λ 为保温材料的导热系数,W/(m·K); τ 为年运行时间,h; T 为设备和管道的外表面温度,K; T_a 为距地面 h 处的土壤温度,K; P 为保温结构的单位造价,元/m³; S 为隔热工程投资年分担率; i 为年利率; n 为计息年数; D 、 D_i 分别为保温层的内外径,m; α 为保温层外表面向土壤的放热系数,W/(m·K)。

根据西气东输豫皖管理处所辖管道运行出站的实际情况,取 $T=50$ ℃, $T_a=25$ ℃, $P=310$ 元/m³, $\lambda=0.044$ W/(m·K), $\tau=8700$ h, $S=1$, $f_n=500$ 元/GJ, $\alpha=11.63$ W/(m·K),将上述变量代入式(1)、式(2),可求得管道的隔热层厚度 δ 约为0.23 m。

4 费用计算

结合现场实际情况(图1),压气站出站管道温度对农作物的影响范围长度约30 km,宽度约6 m,在其中心4 m区域为重影响区,两侧各1 m为较重影响区。因此,压气站出站管道温度对农作物的影响面积约为 18×10^4 m²。若百姓要求索赔,根据河南地区农作物常

见品种价格,赔偿约 4.2 元/m²,按照农作物一年两季计算,则每座压气站年需赔偿约 151.2×10⁴ 元。

隔热层厚度取 0.23 m,若保温结构的单位造价 310 元/m³、管道直径 1 016 mm、隔热段长度取 30 km,则每座压气站增加隔热层的成本为 379.6×10⁴ 元。

将每座压气站赔偿百姓费用与增加隔热层的成本对比可得,每座压气站 3 年赔偿百姓的费用超过了其增加隔热层的费用。

5 结论与建议

压气站出站管道增加隔热层后,增大了热阻,减少了对土壤的散热和对农作物生长的影响,避免了与百姓之间的纠纷,有利于管道的安全生产。但是,国内绝大多数压气站的出站埋地管道均没有隔热层,基于此,提出如下建议:①对于新建的管道,在管道建设时期增加隔热层,隔热层结构采用圆周包围模式,其厚度与铺设长度根据式(1)计算。②对于目前已经投产运营的管道,如果采用圆周全包围模式,需将管子下方挖空分段包装,施工难度较大。因此,可在管道上方铺设隔热板,对于外径 1 016 mm 的管道,隔热板的宽度取 2 m 左右。

参考文献:

- [1] 冯玉龙,刘恩举,孙国斌.根系温度对植物的影响[J].东北林业大学学报,1995(3):63.
- [2] 曲良山,邵玉新,曹靖斌,等. GB/T 50538—2010 埋地钢质管道防腐保温层技术标准[S].北京:中国标准出版社,2011.
- [3] 戴自祝,金福锦,陈斌,等. GB/T 4272—2008 设备及管道绝热技术通则[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [4] 戴自祝,金福锦,何振声,等. GB/T 8175—2008 设备及管道绝热设计导则[S].北京:中国标准出版社,2008.

(收稿日期:2012-06-26;编辑:谷英翠)

作者简介:张龙,高级工程师,1957年生,2001年硕士毕业于武汉理工大学管理科学与工程专业,现主要从事天然气管道生产管理

工作。
电话:0371-60275898; Email: zhanglong@petrochina.com.cn

Zhang Long, senior engineer, born in 1957, graduated from Wuhan University of Technology with master degree, management science & engineering, in 2001, engaged in the production management in the of the gas pipeline.

Tel: 0371-60275898, Email: zhanglong@petrochina.com.cn

欢迎订阅 2014 年《油气储运》

《油气储运》杂志创刊于 1977 年,是经国家科委和新闻出版署批准出版,由中国石油天然气股份有限公司管道分公司主办,向国内外公开发行的科技期刊。主要刊载石油、天然气、成品油以及其他介质输送和储存、工程施工等方面的科技文章,忠实地向广大读者传递国内外有关油气储运方面的科技新理论、新技术、新工艺和新动态。目前是国内专门报道油气储运学科研成果和工程实践的唯一刊物,所刊载的文章内容新、实用性强,深受广大读者的喜爱。

从 2013 年起,《油气储运》杂志每一期正式由 80 页扩充为 114 页,每月 25 日出刊, A4 开本,采用全彩印刷,以最精制的版本奉献给广大读者。2014 年国内每期定价 25 元,全年 300 元(学生半价)。国外每期定 25 美元,全年 300 美元。全国各地邮局均可订购,邮发代号 18-89。

另外,我们还制作了《油气储运杂志数据光盘》,分别收录了 1982—2001 年和 2002—2011 年《油气储运》刊发的论文,共两张。提供了时间、标题、主题词、栏目、作者等多途径的全

文检索,可快速检索、查找达秒级速度。

本刊经营国内外广告业务,可为您提供以下广告方案:彩色铜板纸全版(A4 开本)广告,活页广告,广告插页等。印刷精美,收费合理,欢迎广大客户来人、来函、来电洽谈广告业务。

地 址:河北省廊坊市金光道 51 号《油气储运》杂志社

邮 编:065000

联系人:王新萍 孟凡强

电 话:(0316) 2312355 2312340

传 真:(0316) 2312355

邮 箱:ppogst@x263.net

网 址:www.yqcy.net

开户名:中国石油天然气股份有限公司管道分公司

管道科技研究中心

开户行:河北廊坊建设银行廊坊分行营业室

账 号:13001701808050500073