

天然气站场放空形式的选择

张亚涛 杨永超 刘中庆（国家管网集团技术创新有限公司，天津 300450）

摘要：伴随着国际上减少碳排放的呼声越来越高，国内政策倾向于长输管道天然气放空进行点火处理，但是这又与实际工程经验不符，大大加重了工程建设的负担。从规范角度、放空形式的本质安全进行探讨分析，得到影响范围，与实际经验相对比分析，确定不同形式的优劣。同时考虑到国内天然气放空回收技术的日臻成熟，充分考虑与放空形式结合，满足碳排放的政策要求。

关键词：天然气站场；冷放空；点火放空；回收；工程建设运营

1 国家形势政策

2021年11月10日，在联合国气候大会上，中美两国领导人共同发布了《中美联合宣言》。宣言中提到，“加大行动控制和减少甲烷排放是21世纪的必要事项”。

2023年11月生态环境部等11部门关于印发《甲烷排放控制行动方案》的通知，要求推进能源领域甲烷排放控制，促进油气田放空甲烷排放管控，鼓励企业因地制宜开展伴生气与放空气回收利用，不能回收或难以回收的，应经燃烧后放空。

2024年2月，国家管网集团公司发布《国家管网集团甲烷排放管控行动指南》，其中要求，针对不能回收或难以回收的放空天然气，具备条件的站场应完善火炬燃烧放空功能或采用外接火炬等模式，努力实现燃烧后放空。

由此可以看出，目前对于国家政策方面，对于无法回收的天然气，倾向于点火燃烧。

2 国内天然气站场放空形式变迁

回顾国内长输管道工程的发展里程，可以看出，在2010年之前站场放空形式多采用点火放空，2010年-2019年之间，放空多采用冷放空（保留点火功能），2019年之后，放空多采用单纯的冷放空。详见图1：

放空形式的演变，是适应社会经济发展水平的结果。早期国家城镇化程度较低，长输管线集中在西部地区，沿线人烟稀少，火炬与周围的建构筑物防火间距可以得到保证，点火放空成为最简单有效的方式。随着时代发展，建设用地紧张开始显现，点火放空在部分地区已经无法实现，因此演变为冷放空（保留点火功能）。新世纪伴随着国家城镇化建设的突飞猛进，长输管线在东部省份建设的越来越多，点火放空面临着人员、工矿企业密集等诸多因素，已经几乎无法成行，因此采用单纯的冷放空。

因此，从目前国内长输管线建设的实际情况来看，点火放空已经失去通用性，单纯的冷放空具有更大范



图1 放空形式演变图

表 1 站内间距对比表

规范	条文说明
《输气管道工程设计规范》GB 50251-2015	3.4.6 条款：放空的气体应安全排入大气。其条文解释：安全排放需要根据项目具体情况，将各种影响因素综合考虑后制定安全排放设计方案和管理措施。 3.4.9 章节 6 条款：放空立管和放散管防火设计应符合现行国家标准《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183 的有关规定。
《石油天然气工程设计防火规范》GB50183-2004	表 4.0.4 规定了放空火炬与外部防火间距，表注 5 中规定了“放空管可接本表中可能携带可燃液体的火炬间距减少 50%。”同时明确火炬的防火间距应经辐射热计算确定。 4.0.8、5.2.1 条款规定了放空立管与站场内部间距：放空管放空量等于或小于 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$ 时，不应小于 10m；放空管放空量大于 $1.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$ 且等于或小于 $4 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$ 时，不应小于 40m。 6.8.8 条款对于放空立管的高度进行了规定： ≤ 20 (10) m 范围的，高出顶端 2m， > 20 (10) m 范围的，高出地面 5m。
《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183 报批稿	4.0.15 石油天然气站场和非净化天然气输气管道线路截断阀（室）设置放空立管时，其防火间距应通过计算可燃气体扩散范围确定，扩散区边界空气中可燃气体浓度不应超过其爆炸下限的 50%。 6.9.9 条款与原 6.8.8 同。

表 2 站外防火间距对比表

项目		GB50183-2004					GB50183 (送审稿)	
		站场	民房	企业	高速	其他公路	电力线	站场、民房、企业、高速、其他公路、电力线
站场	冷放空	10m 和 40m	60m	60m	40m	30m	40m	石油天然气站场和非净化天然气输气管道线路截断阀（室）放空立管的防火间距，应通过计算可燃气体扩散范围确定，扩散区边界空气中可燃气体浓度不应超过其爆炸下限的 50%； 自动泄放系统设置的放空立管应防止放空气体被意外点燃时对设备和周围人员造成伤害；
	点火放空	90m	120m	120m	80m	60m	80m	高架火炬的高度应经辐射热计算确定，应确保高架火炬下部及周围人员和设备的安全；
阀室	冷放空	未要求	-	-	-	-	-	连续排放高出 20m 范围内的平台或建筑物顶 2m 及以上；间歇排放应高出 10m 范围内的平台或建筑物顶 2m 及以上
	点火放空	未要求参照站场	120m	120m	80m	60m	80m	高架火炬的高度应经辐射热计算确定，应确保高架火炬下部及周围人员和设备的安全；

表 3 泄放形式规定表

规范	条文说明
《泄压和减压系统指南》SY/T10043-2002	第 4.3 节大气排放中的相关条款规定，在不违反当地法规的前提下，管道站场放空立管可不设点火设施。

围的适用性。

3 规范解析

长输管道天然气放空主要参考《输气管道工程设计规范》GB 50251-2015、《石油天然气工程设计防火规范》GB50183-2004 等规范，条文解释对比如表 1、表 2、表 3：

经过对比分析发现：

①现行规范对于天然气放空和点火并无倾向性规定；

②现行规范冷放空距离远小于点火放空防火间距；

③即将执行的相关规范将相关的防火间距归属于到相关计算上面。

4 危险性分析

针对放空管放空作业的常规和特殊情况，确定天然气泄露产生的情形为：扩散气云、喷射火。据此可以选择爆炸下限、热辐射阈值等指标来进行评判。

选取参数时候，需要考虑各种最不利的情况。

①山区地形容易因昼夜温差、山势等影响，造成风向下吹，存在较大的危险性；

②按照目前干线管网压力越小，泄放速度越慢，越容易产生气体集聚，危险性越大，选择运行压力为

7MPa 进行计算。见表 4。

表 4 输入参数表

序号	参数	依据	备注
1	最不利风向、风速	按照最不利的山区地形分析，斜向下 45° 风向是在现实中存在的最不利风向，此时天然气气体存在向下扩散的可能，经查阅资料，最大风速为 9m/s	
2	压力、温度、密度	操作压力：7MPa，操作温度 OPT：35°C 气体密度：0.785kg/Nm³	
3	放空量	12000m³/h、40000m³/h、400000m³/h（目前国网长输管线项目较大的站场放空量）	
4	阈值	蒸气云扩散以 50% 浓度为界； 人员能承受的热辐射阈值为 6.31kW/m²； 地面设备能承受的热辐射阈值为 12.5kW/m²；	
5	放空管高度	15m（调研常规数值）	

通过国际上某通用的气体扩散模型计算软件，来模拟计算放空量和热辐射。

当放空量为 12000m³/h，50%LFL、热辐射分别见图 2a、图 2b：

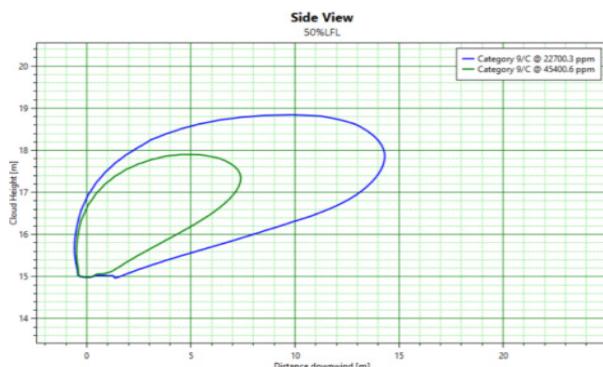


图 2a

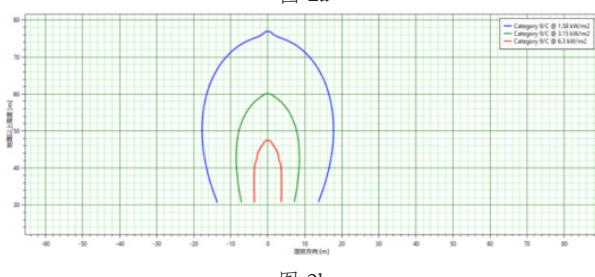


图 2b

图 2 50%LFL、热辐射计算图 (12000m³/h)

当放空量为 40000m³/h，50%LFL、热辐射分别见图 3a、图 3b：

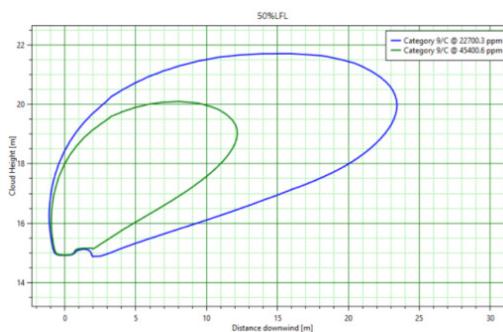


图 3a

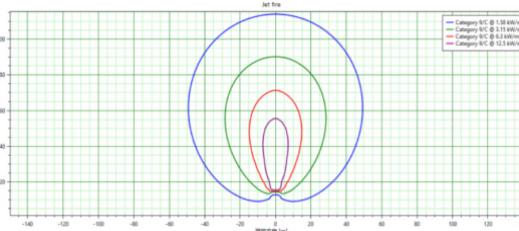


图 3b

图 3 50%LFL、热辐射计算图 (40000m³/h)
当放空量为 40000m³/h，50%LFL、热辐射分别见图 4a、图 4b：



图 4a

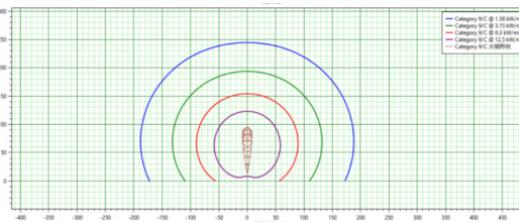


图 4b

图 4 50%LFL、热辐射计算图 (400000m³/h)

通过模拟分析，可以看出，最不利风向、风速对天然气的泄放扩散影响非常有限。

4.1 50%LFL 影响

冷放空情形下，气体扩散的 50%LFL 边界远离在泄放点以上，不会下沉至地面，地面的偶然产生的明火点不会引燃泄放气体，地面处于安全的区域。

4.2 热辐射影响

① 放空量越大，热辐射的影响范围越大；

② 12.5kW/m^2 范围线不会波及地面，距离地面最近约 10m，因此地面设备一般不会受到较大影响；

③ 6.31kW/m^2 范围线出现在距离放空管中心水平约 60m 的范围处，火炬对地面的人员影响较大。

4.3 现状项目的适配性

国家管网项目天然气站场放空量一般均位于 $40000\text{m}^3/\text{h}-400000\text{m}^3/\text{h}$ 之间，如果放空立管带有点火功能，则放空立管与周围设施的间距则会相应增大约 1.5 倍以上，不利于现状的工程建设。

5 国外应用调研

经过调研咨询，美国没有放空的法律、法规和规范标准限制。主要依据工程实践进行设计，天然气放空时应做好噪声防护。由于其无毒、无污染，可以直接排放至大气中，湿气放空应考虑点火。俄罗斯在天然气长输管道站场方面，一般采用直接放空形式，但是在油气田处理伴生气方面一般采用直接燃烧方式。东南亚地区长输管道站场一般采用直接放空形式。

6 结论

从国内外形势、国家政策，趋向于点火功能设置。但是从服务于工程建设运营角度考量，点火防火队周

边的影响太大，局限性非常大，不利于工程建设。同时伴随着利用压缩机进行可移动式回收技术应用的日渐成俗，长输管道天然气有计划的放空可以得到有效的收集。因此在未来，不论在国际上，还是国内，从经济上考量，对于天然气应该趋向于进行回收利用。因此可以看出，未来“冷放空 + 移动式天然气回收”会成为工程建设的趋势。

参考文献：

- [1] 卜祥军,胡颖,张宏亮.输气管道工程放空系统设置现状及改进建议[J].天然气与石油,2014,32(5):91-94.
- [2] 薛明,范俊欣,李兴春,等.油气生产过程中放空燃烧气的检测与回收利用现状[J].化工环保,2020,40(3):239-245.
- [3] 朱鹏.浅议放空天然气回收利用技术的发展趋势[J].城市建设理论研究(电子版),2014(24):1713-1714.
- [4] 李瑜,姚林,李海润,等.长输天然气管道放空回收利用[J].管道技术与设备,2015(5):55-57.

作者简介：

张亚涛 (1989-)，男，汉族，河南襄城人，本科，工程师，技术员工，研究方向：油气设施总平面设计。

