

附录 A 生产安全事故风险评估报告

A.1 危险有害因素辨识

输气作业区作为天然气运营管理基层生产单位，在生产经营过程中存在自然灾害、事故灾难、公共卫生事件、社会安全事件四种类型风险。其主要危险源来自运输介质天然气本身的危害；其次为运载天然气的输气工艺（输气设备、管道及其附属设备）故障带来的危害；再次为自然环境事故带来的危害；其他为天然气运行管理过程中发生的其他危害。

A.2 事故风险分析

1 物质固有性危险性分析

作业区主要经营的化学品为天然气，燃料自身的危险性取决于这些物质的化学成分及其物理、化学性质，如易挥发、易流失、易燃易爆、有毒等。

天然气属易燃易爆化学品，企业在设计、施工、经营过程中，管理不善易造成泄漏，与点火源，即可发生火灾爆炸事故。

1.1 天然气

表 A-2 天然气的理化特性

标识	中文名称：甲烷	英文名：methane； Marsh gas	
	分子式 CH ₄	相对分子质量：16.04	UN 编号：1971
	危险性类别：第 2.1 类易燃气体	危规分类号：21007	CAS 号：74-82-8

理化性质	外观与性状：无色无臭气体	
	熔点 (oC)：-182.5	溶解性：微溶于水, 溶于醇、乙醚。
	沸点 (oC)：-161.5	相对密度 (水=1)：0.42 (-164℃)
	饱和蒸汽压 (kPa)： 53.32 (-168.8℃)	相对密度 (空气=1)：0.55
	临界温度 (oC)：-82.6	燃烧热 (kJ/mol)：889.5
	临界压力 (MPa)：4.59	最小引燃能量 (mJ)：0.28
燃烧爆炸危险性	燃烧性：易燃	燃烧分解产物：一氧化碳、二氧化碳。
	闪点 (oC)：-218	聚合危害：不聚合
	爆炸极限 (%V/V)：(5—15)	稳定性：稳定
	引燃温度 (oC)：537	禁忌物：强氧化剂、氟、氯。
	<p>危险特性：易燃,与空气混合能形成爆炸性混合物,遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氟化氧及其他强氧化剂接触剧烈反应。</p> <p>灭火方法：切断气源，若不能立即切断气源，不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。</p> <p>灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。</p>	
防护	<p>工程控制：生产过程密闭,全面通风。</p> <p>呼吸系统防护：一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下,佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩）。皮肤防护：穿防静电工作服。</p> <p>眼睛防护：一般不需要特殊防护，高浓度接触时可戴安全防护眼镜。</p> <p>其它：工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐、限制性空间或其他高浓度区作业，须有人监护。</p>	
泄漏处理	<p>迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉，也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥当处理，修复、检验后再用。</p>	
储运	<p>储运注意事项：易燃气体。储存于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过 30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧气、压缩空气、卤素（氟、氯、溴）等分开存放。切忌混储混运。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型，开关设在仓外。配备相应品种和数量的消防器材。罐储时要有防火防爆技术</p>	

措施。露天贮罐夏季要有降温措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。验收时要注意品名，注意验瓶日期，先进仓的先发用。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。
--

2 事故分析

(1) 火灾爆炸

爆炸是天然气管道、站场最严重的事故。当天然气的浓度到达爆炸极限时，遇热源、明火就会发生爆炸，喷射火焰的热辐射会导致人员烧伤或死亡。火灾、爆炸导致建筑物、设备的崩塌、飞散会引起进一步的扩大火灾，火势蔓延极快，火势较难控制，造成的后果较为严重。

如果天然气没有被直接点燃，则释放的天然气会形成爆炸烟云，这种烟云点燃后，会产生一种敞口的爆炸蒸汽烟云，或者形成闪烁火焰。在闪烁火焰范围内的人群会被烧死或造成严重伤害。当产生敞口的爆炸蒸汽烟云时，其冲击波可使烟云以外的人受到伤害。

事故的发生最直接的影响是造成人员伤亡、财产损失，此外对区域环境也会造成较为严重的影响。天然气一旦发生爆炸、火灾，爆炸、燃烧过程中有毒有害气体和燃烧烟尘、颗粒物对区域的大气环境会造成不利影响，导致区域环境空气质量下降，且短时间内不易恢复。事故的发生同时也会毁坏区域的地表人工植被，污染土壤，对生态环境造成影响。除大气和生态影响外，事故本身及事故后建筑物等毁坏状态将明显破坏区域的环境景观。

如果输气管道破裂而引发火灾、爆炸，在影响范围内的动物、人类都将受到火灾之害，使其一度或二度烧伤甚至死亡。尤其是在

人口稠密地区将带来较大的人员伤亡和财产损失，人口越密集，事故后果越严重。

根据天然气生产设备及工艺操作方面的特点，可进一步识别其主要危险有害因素。

——设备缺陷

设备或管道因阀门内漏、腐蚀、安装质量差、以及设备开停频繁、温度升降骤变等原因，极易引起设备、管道及其连接点、阀门、法兰等部位泄漏，造成着火爆炸。

——生产过程

(1) 管道及站场装置均为带压运行，在发生泄漏时，会造成天然气的快速扩散，在遇到点火源（如明火、雷电、电火花等）时，就会发生火灾甚至爆炸。

(2) 在进行天然气置换时，若置换不彻底，天然气与空气混合达到了爆炸极限，若遇火源便可引发爆炸。

(3) 在进行天然气升压操作时，站场天然气升到操作温度、操作压力必须保持一定的速率，升温、升压过快产生的热应力、压力会损坏设备，可造成重大爆炸事故。

(4) 放空设施故障，会造成放空天然气的聚集，易造成火灾事故。

(5) 在设备检修作业过程中由于违章检修、违章动火作业引起的爆炸等等。

(2) 天然气泄漏

天然气输送过程是一个密闭输送的过程，由于天然气中的主要危险、有害介质为烃类，微量二氧化碳、硫化氢等。它们大多属于易燃、易爆、有毒有害物，泄漏在环境中与空气混合后易达到爆炸极限，此时若遇明火或静电产生的可能引起燃烧和爆炸。而硫化氢属于《常用危险化学品的分类标准》（GB3690-92）中的生产性毒性物质和腐蚀性物质，若空气中硫化氢含量超过一定限度，将会对处于该环境中的人员造成伤害，同时废水、废渣和危化品泄漏或排放，易对河流、湖泊、水库以及城镇水源地、浅层地下水造成污染；废气对大气环境造成污染。对于天然气输送，泄漏又可以分成下列几种类型：

——管线泄漏

因地质或自然灾害（如滑坡、洪灾）、第三方破坏、管道本质安全状况等原因均会导致管道破裂，而发生天然气泄漏。对于管道经历三、四类地区，由于人口集中或有重要的其他设施存在，管道泄漏将产生严重的后果。

——场站泄漏

由于天然气输送工艺涉及较多设备与工艺操作，因此，在天然气场站发生泄漏的概率较大。但由于场站可控的特点，除场站进站阀上游、出站阀下游发生泄漏需进行干线阀室管断外，其他类型的泄漏均可以采取站内关断、停止使用、流程倒换等措施，对故障区域进行隔离，而减少泄漏量。

——场站进站阀上游、出站阀下游

发生概率低，但发生后果较为严重。该情况将影响该站及其上下游的天然气管道输送，需进行干线阀室管断，且控制范围较大，处理时间较长。

(3) 关键设备故障

——一、二类场站故障停运

由于一、二类场站涉及天然气集输、处理气量较大，用户较多。若停止运行，其对天然气生产造成的影响以及由此而产生的社会影响都较大。

——无人值守天然气生产设施故障

由于无人值守天然气生产设施大多远离作业区、有人值守场站，发生故障后，处理时间较长，故障危害程度可能会升级。

——管道变形

管道变形会引发管道憋压、泄漏，更严重将引起爆炸，易造成人员伤亡和设备、设施损毁，控制影响范围较大，恢复时间较长，易产生次生污染事故。

——管线、设施冰堵

冬季作业时易发生，如处理不及时，易造成管线或设备超压，并引发事故。

(4) 自然灾害

输气管理处南充输气作业区长输管网系统所辖范围涉及四川省南充地区、遂宁地区、广安地区、达州地区等地区，这些区域属于

中亚热带、亚热带季风湿润气候区，受海拔高度影响和季风影响，地区内立体气候明显，夏热秋凉、夏秋多雨、雨热同季、盛夏多干旱，秋冬多阴雨；地形以山地、丘陵为主，地质构造复杂，位于扬子准地台（I级构造单元）的II级构造单元——四川台坳，III级构造单元川中台拱的北部，地质构造范围内河流密布，沟谷深邃；地区内人口数量多，密度大，加上近年来基础建设增多，人类对自然环境的破坏强烈并有加剧的趋势。因此，地区范围内自然灾害种类多种多样，其中尤以洪涝灾害、干旱灾害和地质灾害最为突出。

作业区主要面对的自然灾害事故事件类型或风险有以下几类：

突发性洪汛灾害：包括江河洪水、渍涝灾害、山洪灾害、水库垮坝、堤防决口、水闸倒塌等。

突发性气象灾害：包括冰雹、暴雨、暴雪、寒潮、冰冻、低温、大雾、大风、高温、雷电等。

突发性地震灾害。

突发性地质灾害：包括山体崩塌、滑坡、泥石流和地面塌陷等。

可能造成的危害是：

——集输气管线位移、破裂、天然气外泄，可能造成火灾或爆炸甚至引起周围植被大面积燃烧，严重破坏生态环境，造成重大影响。

——生产设备损毁、操作人员伤亡，造成重大经济损失。

——输气站场装置被淹，造成设备损坏、停电停产，对生产造成重大影响。

——员工身体健康受损或伤亡。

——天然气供应中断，严重影响社会公众和厂矿企业的生活生产。

(5) 其他

——车辆事故

受道路环境条件、车辆、驾驶人员的影响，发生概率较高，影响事故后果的因素较多。

——群体性、社会公共安全事件

主要包括下列严重影响输气生产、员工正常生活的事件：

食物中毒；

重大疫情；

火灾、建筑物坍塌，

大量有毒、有害气体泄漏，

拥挤踩踏等事故灾难；

爆炸、恐怖袭击等重大刑事、治安案件。

可能造成的危害是：

人民群众或员工身体健康受损或伤亡，造成重大经济损失。

生产设备损毁、操作人员伤亡，造成重大经济损失。

A.3 事故风险评价

从危险有害因素分析中可以看出，作业区主要存在火灾爆炸、天然气泄露、关键设备故障、自然灾害等其他事故风险。

1、LEC 评价法

该方法用与系统风险有关的三种因素指标值的乘积来评价风险

大小，这三种因素分别是：L（likelihood，事故发生的可能性）、E（exposure，人员暴露于危险环境中的频繁程度）和 C（consequence，发生事故可能造成的后果）。给三种因素的不同等级分别确定不同的分值，再以三个分值的乘积 D（danger，危险性）来评价风险大小，即：

$$D = L \times E \times C$$

表 A-3 事故发生的可能性 L

分数值	事故发生的可能性
10	完全可以预料
6	相当可能
3	可能，但不经常
1	可能性小
0.5	很不可能
0.1	极不可能

表 A-4 人员暴露的频繁程度 E

分数值	人员暴露的频繁程度
10	连续暴露
6	每天工作时间内暴露
3	每周一次或偶然暴露
2	每月一次暴露
1	每年几次暴露
0.5	非常罕见暴露

表 A-5 发生生产安全事故后果的严重性 C

分数值	发生事故产生的后果
100	10 人以上死亡
40	3-9 人死亡
15	1-2 人死亡

分数值	发生事故产生的后果
7	严重
3	重大，伤残
1	引人注目

表 A-16 风险等级判定表

分数值	风险程度	标志色
≥ 720	极高	红色
$720 > R \geq 240$	高	橙色
$240 > R \geq 150$	中等	黄色
$150 > R$	低	蓝色

通过上文的风险评估方法，作业区应急办公室对作业区区域内安全事故进行了定性评估，本次定性风险评估结论如下：

序号	事件	L	E	C	D
1.	火灾爆炸	1	6	40	240
2.	天然气泄漏	3	6	3	54
3.	关键设备故障	6	6	3	108
4.	自然灾害	0.5	3	15	22.5
5.	其他	3	2	3	18

A.4 结论建议

1 风险评估结论

通过对输气管理处南充输气作业区生产经营过程中存在的危险危害因素分析，得出作业区的事故风险评估结论如下：

输气管理处南充输气作业区存在的事故伤害类型有火灾爆炸、

天然气泄漏、关键设备故障、自然灾害及其他等事故，其中火灾爆炸是本企业的主要危险因素。

2 建议

- 1) 站区内严禁火源。
- 2) 定期进行设施设备的监测，特别特种设备定期委托检测。
- 3) 严格按照操作流程进行作业。