

# 天然气管网压力能生产 LNG 技术要点分析

马俊 (山西天然气有限公司, 山西 太原 030006)

**摘要:** 随着天然气产业的不断发展, 管道运输的高效性得以充分发挥, 不仅有效解决了我国天然气资源不足的问题, 也使天然气管道运输更加便利。在该发展趋势下, 实现管道运输的安全性与经济性成为主要的问题, 并且成为现代网络发展下天然气管道建设的整体趋势。

**关键词:** 天然气; 管网; LNG 技术

目前, 全球各个国家面临的最大问题就是能源和环境的问题, 因为现在全球经济形势良好, 各国发展迅速, 加上环境保护意识越来越强, 天然气作为一种清洁且高能的能源被广泛使用。我国目前全国各地的天然气运输距离变长, 口径变大, 分布也很密集, 这也是我国未来发展的趋势。

## 1 天然气管网压力能生产 LNG 技术的内涵

液化天然气 (LNG) 是天然气的液体形式, 主要在大气压下, 液化天然气在常温常压下处于气态时, 其液化形式仅占液化天然气体积的 1/600, 因此在长距离存储和运输方面更为经济。

LNG 是通过液化过程将天然气冷却至  $-162^{\circ}\text{C}$  ( $-260^{\circ}\text{F}$ ) 来生产的。在将天然气冷却并将其冷凝成 LNG 之前, 要除去二氧化碳, 水和硫之类的杂质。此过程的最终结果是无味, 无色的产品, 主要由甲烷 (大约 85% 至 99% 的范围) 组成, 少量的乙烷, 丙烷, 丁烷和戊烷, LNG 气更清洁, 更有效的可用能源运输形式之一。

使用液化天然气有许多环境和安全优势: ①再气化的液化天然气是清洁燃烧的产品, 与其他化石燃料相比, 几乎不产生任何颗粒物, 也减少了  $\text{NO}_x$  和  $\text{CO}_2$  的排放。由于在液化过程中几乎将硫全部除去, 因此再气化的液化天然气的燃烧排放的二氧化硫量可忽略不计; ② LNG 储存在接近大气压的压力下, 与加压燃料 (例如, 液化石油气 -LPG) 相比, 降低了储存的危险。LNG 蒸气无限制地释放到大气中, 该蒸气本质上不是爆炸性的; ③通过加热液化天然气, 其蒸发后会变得比空气轻, 因此释放时会上升; ④ LNG 无腐蚀性且无毒; ⑤液化天然气必须先汽化, 然后与适量的空气混合才能在空气中形成 5% 至 15% 的甲烷混合物, 并设有点火源才能点燃。

## 2 天然气管网压力能生产 LNG 技术要点分析

### 2.1 LNG 供应链技术要点

LNG 生产过程涉及将天然气从生产现场通过管道输送到液化厂, 在液化之前, 首先要对气体进行处理, 以除去污染物, 例如二氧化碳, 水和硫, 以防止在气体冷却至  $-162^{\circ}\text{C}$  时冻结和损坏设备。液化厂类似于带有压缩机, 冷凝器, 压力膨胀阀和蒸发器的大型制冷机。制冷过程中产生的液化天然气通过管道输送到储罐, 两者都绝缘以保持低温。LNG 储罐的设计和建造使用特殊材料来容纳低温液体。然后, 从储罐中抽出液化天然气, 将其装载到专门配备的液化天然气运输船上, 然后运输到接收站, 在那里进行储存, 再进行气化并在需要时通过管道输送到最终用户, 例如发电厂。用于卸载 LNG 的海上码头设施, 用于 LNG 储存的专用罐, 用于 LNG 再气化的工艺设备, 公用事

业和其他基础设施。

### 2.2 存放技术要点

LNG 运输船将 LNG 输送到接收终端, 停泊后, 到达通往储罐的低温管道。装载臂所在码头的长度由特定的工地条件, 水深和液化天然气运输船的总长度决定, 这些选择的目的是为运输要求提供最大的灵活性。除了码头外, 还需要一个转弯圈以方便 LNG 运载工具在到达或离开时转向。LNG 将在大气压下存储在专门设计的低温 LNG 储罐中。可以使用几种类型的储罐设计。在完全密闭设计中, 以下功能将在设计中固有, 以确保存储箱的安全: ①内部储气罐提供主要的安全壳, 将由诸如 9% 的镍钢之类的低温材料制成; ②镍钢内部储罐的侧面, 底部和顶部周围将有大约 1m 的松散的绝缘材料 (例如珍珠岩); ③外箱可提供二次密闭, 将采用钢筋混凝土, 预应力混凝土; ④圆顶形屋顶将采用钢筋混凝土, 预应力混凝土。

### 2.3 再气化技术要点

所储存的液化天然气通过每个罐内的沉浸式泵送至再气化单元, 在此进行加热并转化回天然气。再气化是一种简单的热交换过程。常见的蒸发器类型包括使用海水加热 LNG 的 Open Rack 蒸发器和在气体加热的热水浴中加热 LNG 的潜水燃烧蒸发器。

LNG 接收站通过应用先进技术和严格的操作实践在过去 40 年中拥有出色的安全记录。接收站的安全性由四个要素提供, 这些要素为 LNG 行业工人的安全提供了多层保护。尽管这些安全要素适用于接收站, 但有些安全要素也适用于 LNG 运输。

①主要收容措施: 这是收容 LNG 产品的第一个也是最重要的要求。第一层保护涉及使用适当的材料以及陆上和 LNG 船上储罐的正确工程设计; ②二级围堵: 这适用于陆上设施, 并确保如果发生泄漏或溢漏超出一级围堵, 则 LNG 可以被完全围堵和隔离; ③保障系统: 这些系统的目标是最大程度地减少从陆上设施或从 LNG 运载工具中释放 LNG 的频率和大小, 并防止潜在的相关危害 (例如火灾) 造成的伤害。通常, 这将涉及使用诸如高级别警报和多个备用安全系统之类的技术, 其中包括紧急关机 (ESD) 系统。所有液化天然气设施均设置了操作程序、应急响应和定期维护, 以保护人员, 财产和环境; ④分隔距离: 诸如欧洲标准之类的公认规范为所有陆上固定式液化天然气 (LNG) 装置 (包括液化, 储存, 汽化, 转移和处理 LNG 装置) 的设计, 构造和操作提供了指南。

### 2.4 LNG 运输船技术要点

LNG 运载工具具有绝缘的液货舱, 并 (下转第 35 页)

5000kPa 调整到 7000kPa, 夏季二级空冷器出口温度确保在 80℃ 以下, 达到节流减压撬入口压力和温度要求; 7.0MPa、80℃ 以下的湿气进入节流制冷脱水装置进行干化, 在海水冷却器内冷却至 40℃, 进入预冷换热器降温至 -5~-10℃, 再进入 J-T 阀将温度降低至 -25~-18℃, 复热到 35℃ 外输。节流制冷分离出来的低温液体复热后进入生产流程。海水用量为 25~30t/h, 平台甲醇储罐 3 方, 甲醇注入泵出口压力为 8MPa, 满足甲醇注入要求, 周转天数为 7 天。

设备投运后运行平稳, 运行处理量在  $13 \times 10^4 \text{Sm}^3/\text{d}$  时, 天然气露点可以稳定在 -30℃ @5.2MPa 以下, 处理效果良好, 相当于每天节能 173t 标准煤, 减少碳排放 281t。此外, 天然气冷却分离出的重组份全部回收处理, 按照额定处理

(上接第 33 页) 采用双壳设计, 以在碰撞或着陆时为液货舱密闭性的完整性提供最佳保护。有两种传统的 LNG 容器设计: 球形 (MOSS) 设计和膜设计。

在运载工具上, LNG 在大气压下存储在罐中, 而蒸发气体可用于补充液体燃料以进行推进, 或被液化并送回罐中。对于 MOSS 运载工具, 船体中包含四个或五个球形储罐, 每个储罐的很大一部分位于露天甲板上方。膜设计也可以有四个或五个储罐, 但每个储罐的较大部分位于露天甲板以下。液化天然气运输也有出色的安全记录。在过去的 40 年中, 液化天然气已安全运输到世界各地的海洋中。到那时, 已有超过 40000 艘, 覆盖了超过 9000 万英里, 而港口或海上没有任何生命损失。没有碰撞, 起火, 爆炸或船体失灵导致密闭性破坏的记录, 没有 LNG 运载工具在海上丢失。截至 2004 年底, 世界船队中约有 176 艘 LNG 船, 订购的还有 112 艘。液化天然气运输船经常访问交通密度高的地区和港口, 例如日本的东京湾和大阪湾。平均而言, 一艘液化天然气运输船每 20h 便安全无事故地进入东京湾。LNG 船的良好安全记录主要归功于其双船体设计与与货运运营相关的多重保护, 以及该行业对运营, 维护和船员培

(上接第 32 页) 风险进行排查, 从而更好地了解管道的运行状态, 保证其运行的安全性。但是在实际工作中, 很多企业对于工艺管道的排查工作重视度不足, 这也使得其安全风险大大提升。为了更好地降低工艺管道的安全风险, 就需要对管道进行安全排查。相关企业要设立专门的部门进行管道的安全排查工作。工作人员应该定期对管道的安全隐患进行排查, 一旦发现问题, 要及时采取科学的措施, 从而降低工艺管道的安全风险。

### 3.3 强化防腐蚀技术

工艺管道的防腐蚀工作是其安全风险管理的关键环节。在管道运行的过程中, 腐蚀是对工艺管道运行危害最大的问题之一。因此相关企业必须给予足够的重视。管道一旦发生腐蚀问题就会对管道的性能产生非常大的影响, 甚至导致管道破裂, 穿孔。因此, 相关企业要积极组织防腐蚀方面的专业人员, 对工艺管道的运行环境进行科学的分析和研究, 从中找出能够导致管道腐蚀的因素, 进而采取相应的措施和先进的防腐蚀技术, 从而减少工艺管道的腐蚀。在不断提升防腐蚀技术的同时, 还要加强对管道的检查和维护工作。相关工作人员如果在检查过程中发现腐

量  $15 \times 10^4 \text{Sm}^3/\text{d}$  计算, 重组份处理量为  $4800 \text{Nm}^3/\text{d}$ ,  $\text{C}_3$  夹带量为 5.2t/d,  $\text{C}_4^+$  夹带量为 5.4t/d, 根据设备投用后的实际运行情况来估算, 每天可回收轻烃组分约 6 方/d。

## 5 结论

①“J-T 阀”节流制冷脱水装置占用甲板面积小, 操作重量轻, 安装施工简单, 成本低, 满足海洋石油平台天然气干化外输的需求; ②该项目充分利用了现有设备资源, 节省了投资成本; ③该套装置运行稳定, 处理后的天然气完全满足干气外输的质量要求。

### 参考文献:

- [1] 《天然气脱水》编写组编. 天然气脱水 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2017(11).

训安全的关注。

## 3 结语

基于以上分析可以发现, 天然气分输站的压力能可以利用压差液化天然气工艺对其进行回收和利用, 实现最大限度减少能源的浪费, 提高能源利用率。本文对天然气管网压力能的利用来生产液化天然气进行了分析, 列出了大概的流程, 过程比较复杂需要多加注意, 为我国创建节约型社会贡献一份力量。

### 参考文献:

- [1] 杜雄飞. 天然气管网压力能发电制冰技术的开发及应用 [J]. 科技视界, 2018(14):25-26.
- [2] 许杰. 基于天然气管网压力能生产 LNG 技术要点 [J]. 智能城市, 2018,4(02):29-30.
- [3] 刘世通. 运用天然气管网压力能生产 LNG 技术分析 [J]. 石化技术, 2017,24(09):35.
- [4] 杨跃, 杨强. 利用天然气管网压力能生产 LNG 技术研究 [J]. 中小企业管理与科技, 2017(07):191-192.
- [5] 任钊震, 范迎宁, 吴家莉. 运用天然气管网压力能生产 LNG 技术分析 [J]. 石化技术, 2017,24(06):24.

蚀痕迹, 就需要采取相应的措施, 及时对管道进行维护, 避免腐蚀面积的扩大。只有这样才能更好地保证工艺管道的正常运行, 避免管道因腐蚀而发生安全风险。

## 4 结束语

成品油站场的工艺管道的安全性对于整个站场的正常运行有着非常重要的作用, 因此就需要相关企业加强对工艺管道的安全风险研究, 在进行科学的研究基础上, 采取有效的措施, 提升其安全风险管理工作, 只有这样才能保障成品油站场的安全运行, 才能更好地实现成品油的生产

### 参考文献:

- [1] 姜绪彪. 输油站场内压力管道穿越道路段风险防范措施 [J]. 中国特种设备安全, 2020,36(06):76-81.
- [2] 赵磊. 输油站场工艺管线完整性管理研究 [J]. 中国石油石化, 2017(12):53-54.
- [3] 黄亮亮. 成品油输油站场风险评价技术研究 [D]. 成都: 西南石油大学, 2015.
- [4] SY/T6830-2011, 输油站场管道和储罐泄漏的风险管理 [S]. 国家能源局, 2011.