

# 浅析液化天然气储存及应用技术研究

刘苏南（山东港华燃气集团有限公司，山东 济南 250098）

**摘要：**伴随着全球经济的不断壮大，人类依赖的自然环境受到了越来越严峻的威胁，尤其是温室效应，这是所有国家都面临的挑战。鉴于我国对生态环境保护的关注度逐渐提高，天然气在国内的能源使用率出现了剧增。作为一种清洁能源，天然气相较于石油和煤炭，具备显著的优点，可以有效地降低温室气体对环境的影响。因此，我们必须积极推动天然气储存和应用技术的发展。通过这种方式，我们可以增强液化天然气的使用效益，减少所有环节的安全隐患，从而提高其经济和社会价值。

**关键词：**液化天然气；储存；应用技术

## 0 引言

传统的石油和煤炭资源在使用过程中往往会引发严重的空气污染，这进一步恶化了温室效应的影响，已经不能满足现代可持续发展的理念。尽管如此，由于天然气的技术相对成熟，其高燃烧效率和大储量的特点，近年来已逐渐替代了化石能源。但是，我国的天然气分布并不均匀，所以必须对其进行液化处理，以方便储存和运输，保证每一个地方都能满足基本的用气需求。

## 1 液化天然气的危险特性

一是天然气液化可能会受到冻害。由于其温度偏低，储存盒在运输过程中可能会遭受冻害。如果在运输过程中发生意外泄漏或溢出，它会吸收大量的外部空气，进而气化，形成霜。因此，我们可以确定它有可能面临冻伤的风险。

二是液化天然气的破坏力极强。它很容易被点燃或者引发爆炸。一旦发生爆炸，造成的损失是难以预测的。近些年来，液化天然气爆炸的事件数量在不断增加。液化天然气的储存问题也日益引起了人们的重视。

考虑到以上各项因素，我们需要关注液化天然气的运输过程：运输过程中，是否有专门的押运工作人员，以及运输过程中液化天然气的车辆是否已经驶入了禁止运输化学物质的区域；运输过程中，液化天然气是否已经获得了运输许可，以及是否已经向所在地提交了相关的申请。承运商在接收液化天然气时，他们是否清楚地掌握了被接收的化学物质的种类、数量、风险属性和可能出现的紧急应对策略，同时也依据相关法律法规，为液化天然气做好了适当的封装，并且在封装物体上印有明确的指示；如果需要增加阻止剂或稳定剂，他们是否已经增加，并且已经向承运

商说明了这些信息。

## 2 液化天然气的优势

当前的主流能源是液化天然气，它拥有许多其他能源无法比拟的特性：

①液化天然气是最清洁的燃料，在液化天然气燃烧的过程中，会产生二氧化碳和水，这些有害物质的排放量相对于煤炭和重油来说，有着显著的减少。例如，替换燃煤为天然气，可以降低80%–90%的氮氧化物排放，同时也能将一氧化碳的排放量减少52%，基本上可以避免二氧化硫的排放和城市酸雨的形成；

②天然气液化相对更为经济和实惠，其价格比液化石油气低大约30%–50%；

③天然气的液化过程具有很高的热效率，即使在相同的压力条件下，天然气燃烧产生的热量也比大多数其他矿物燃料的体积要高；

④液化天然气还具有安全的特点，液化天然气具备较强的安全性，它的燃烧温度可以达到650℃；相较于液化石油气，天然气的燃烧下限更低，只需要5%，而液化石油气则需要1%–1.5%。天然气并未包含任何一种化学物质，因此不会导致人体一氧化碳中毒。而且，天然气的气态密度相对较低，因此在发生泄漏时，它更容易被扩散开来。泄漏区域的积累难以触发火灾或者爆炸。当发生燃烧，并且不会释放出如一氧化碳这样的有害物质，也无法对人类的身心造成伤害。

## 3 液化天然气储存运输技术的要点

### 3.1 输配系统压力级制和储气调峰技术

鉴于天然气的供气压力较大，研究其在适应新环境下的压力限制，可以显著增强天然气输送系统的供气压力。这不仅减轻了城市建设中高压网络管道的技术难题，也对城市天然气项目的科学和合理使用起

到了积极的推动作用。此外，在天然气工程规模较大、供应区域广泛且气源压力较大的情况下，选择何种调峰策略和储气方法以减少能源消耗，并充分满足用户需求，具有积极的影响。对于城市储气调峰问题，采用经济合理的方法进行解决具有重要意义。所以，我们对全球的天然气储备调节状态和天然气供应体系的压力等级制度进行了深入的研究，对不同的储存方法进行了比较分析，寻找提升供气压力的安全性的途径，分析了它们的适用条件和范围，积极改善现有的储气设备的技术评估，对高压管道的瞬态模拟计算进行了调度管理，并且创建了标准的高压管道网络规则和规定。

### 3.2 确定用气量指标和用气规模的预测技术

在一个城市里，建设多大的燃气项目，主要取决于燃气公司对该城市的全体用户的掌控能力，以及高级决策者的勇气和决心。尤其是在储存量方面，更需要燃气公司进行充分的市场研究，做好设计的预备工作。在市场研究过程中，我们将收集大量的信息，并对这些信息进行深度剖析，从而生成一些分析图表。这些图表能够协助我们更有效地管理城市的用气量，并对相关的流量和天然气管道的口径等问题进行适当的设计和改善。另外，我们也具备将现有的一些有说服力的预测方法整合到整个工作流程中的能力。通过科学的预测，我们能够制定出高度可控、操作性强且有依据的调查表，进一步进行市场研究，对社会各个领域的用户群体进行相关的分析。我们还可以参考目前在这个城市中其他天然气公司的相关报告和数据，来分析当前的市场消费情况。

## 4 液化天然气的储存技术

### 4.1 液化天然气的制取与输送

液化天然气也被叫做 LNG。当天然气在正常的压力条件下被冷却至  $-162^{\circ}\text{C}$ ，它会转化为液态天然气。通过使用节流、扩大以及添加冷却剂等技术，天然气可以被净化并转化为液态天然气。此外，天然气的液化涵盖了天然气的溶解和保存，同时也涉及到天然气的预处理、冷却能力的再利用，以及相关的安全技术。在液化天然气的各个步骤里，其生产和传递的重要性不言而喻。液化天然气的过程中，其体积将减少 620 倍。这使得它在运输时既经济又稳定。假设我们使用液化天然气船取而代之的是深海或者地下的管线，这将大大减少对于管线的投入。同时，这也能够显著减少运输的费用。此外，液化天然气持续地调控着全球

的天然气供应。这不仅能确保那些气源匮乏的国家的天然气供应。更关键的是，它能实现天然气的多样化，具有极高的经济效益。通过工厂的预处理，液化天然气能够去除气体中的杂质。因此， $\text{SO}_2$  和  $\text{NO}_x$  在燃烧过程中的排放量极低。这使得它成为一种清洁能源。因此，采用先进的技术，并采取适当的传输方法，不不仅可以提升公众的生活品质，也可以降低大气污染，对经济与环境的协调发展具有积极影响。

### 4.2 液化天然气接收站的工艺传统

通常，专业的运输船将液化天然气从生产地点运送至目的地的接收站，并在经过再气化处理后，将其输送给用户。现在，已经构建了一个涵盖生产、储存、运输、接收、再气化以及冷量利用等环节的全面的产、运、销工业系统。液化天然气接收站会采取两种不同的工艺方法，依据用户的压力需求，分别为直接输出型和再冷凝型。主要由两个组成部分组成的接收站是接收港和站场。在这个过程中，是否需要安装再冷凝器等设备，这将取决于接收站的操作模式，例如卸货、储存、再气化外输、蒸发气处理、防止真空补充气体以及火炬释放等。另外，一些设备也将装有冷却系统。为了保证其稳定且安全的运行，我们需要一个高度稳定的控制系统。

#### 4.2.1 液化天然气卸船系统

在码头，卸料臂将停泊在码头的液化天然气输送船的输出口与码头的卸货管道相连，而在船上的储存设备中的输送泵和潜水泵则会将其传递至最后的储存设备。当船上的液化天然气数量逐渐减少时，储存设备的压力也会相应地降低。为了保持罐内压力的稳定，我们需要将因气化而从码头储罐引入船舶的天然气。在卸载液化天然气的过程中，通常会使用双母管式设计的管道。当天然气从船舶流向岸边时，两条管道会同步运作，即使其中一条出现问题，另一条管道也能够确保工作的连贯性。

#### 4.2.2 液化天然气储存系统

尽管液化天然气的低温储罐已经实施了绝热保冷的设计，但是仍然存在外部热量的侵入。特别是当储罐的绝热层和附属管道出现泄露等问题时，都会使得储罐内的温度升高，从而导致少量的液体蒸发。在卸货过程中，由于船舶内部的输送泵在运作时会产生热量，以及船舶内部和末端储罐之间的压力差异，卸货臂的热量泄露，还有液体和蒸汽的交替，这些都会导致蒸汽的产生量翻倍。为了在卸货过程中尽可能地降

低蒸汽的产生, 我们需要尽可能地提升储罐的压力。

#### 4.2.3 液化天然气再气化 / 外输系统

在储罐里, 液化天然气通过输送泵被压缩到 1MPa, 然后被引入到再冷凝器, 这样就能将源于储罐顶部的蒸发气液化。液化天然气的压力会因应各种客户需求而有所差异。通常, 部分液化天然气会被低压的外部输送泵压缩到 4MPa, 然后被引入到低压水淋蒸发器进行蒸发。当水淋蒸发器处于基础工况下, 其浸没式蒸发器被视为预备设施, 无论是在水淋蒸发器的维护过程中还是在需求提升气体流量的情况下, 它们都会同步工作。而其他的部件则会通过高压外送泵将其压力提升到 7MPa, 然后送入高压水淋蒸发器中蒸发, 这样就能满足远程客户的需求。

#### 4.3 液化天然气接收站的主要设备

LNG 接收站的核心部件包括卸料臂、LNG 存储器、LNG 输送泵、LNG 气化装置、蒸汽压缩机以及冷凝器。首先, 为确保安全, 需要使用双层密封的方式来保证卸料臂的旋转接口在低温环境下的优秀密封效果。确保卸料臂能够在运行过程中流畅地旋转。所有的卸料臂都需要安装应急解除器。LNG 的臂部流速通常被设置为 10m/s, 然而, 蒸发器回流臂的流速则被规定为 50m/s。LNG 卸料臂的材质主要是不锈钢和铝合金。通常, 生产出的直径为 40.64cm。LNG 储罐是一种常压的大型设备, 它有两种形式, 分别位于地下和地上。一般来说, 这些都是双壁的圆柱形。所有的出口都应该安排在顶部, 以防止出口泄漏。此外, 还需要注意液体层次分明和储罐因热量泄漏而产生的翻滚现象。

### 5 液化天然气的应用概括

目前, 液化天然气对于人们的日常生活和众多行业的正常运作起着关键作用。制冷是一种常见的方式。深度冷冻能够最大化利用液化天然气。通过科学的手段来管理低温环境下的液化天然气储存, 以便更好地保存。所以, 这种技术能够被应用到更多的领域。天然气的液化能源通常被分成两类: 直接使用和间接使用。其中, 直接使用主要应用在低温能源的发电、空气净化、干冰的生成、轻质烃的分离、超低温的冷却、海洋的淡化、汽车的空气净化、低温的水产养殖、养殖业等领域, 而间接使用则是主要的生成液态氮或液态氧。利用天然气的冷却能量, 接着运用液态氮与液态氧来执行低温破碎、低温生态建设以及废水净化等步骤。

除了液化天然气的冷能使用, 液化天然气的使用

范围极其广阔, 不仅适合民众、发电厂、工业生产者, 也适合商务领域。它被视为液化天然气深度冷冻液化的核心技术。就如同超低温冰箱存放的储罐和专门的运输船只, 这些操作都需要消耗大量的能源。然而, 依照能源守恒原则, 液化天然气的冷能够在释放破的阶段被优化使用, 从而减少了成本。

随着中国社会经济的进步, 人民的生活质量逐渐提高, 私家车的数量也有所上升, 这对交通运输产生了巨大的负担。同时, 汽车的尾气排放对空气质量产生了严重的影响和破坏。另一方面, 天然气的主要组成部分是甲烷, 它是一种环保的能源。在使用甲烷的过程中, 我们可以防止其在能量转化过程中产生废水和废渣, 并且, 这些产生的气体也不会对空气质量造成破坏。所以, 现在的汽车行业已经开始逐渐采用液化天然气取代汽油作为主要的能源来源, 并且液化天然气的价格比汽油更加实惠。这样做不仅可以有效地降低家庭汽车的能源消耗, 同时也可以降低汽车尾气对环境的污染。另外, 液化天然气在汽车空调的冷却方面表现优秀, 因此得到了广泛的应用。

### 6 结论

液化天然气作为一种环保且高效的能源, 与我国的绿色发展观念相吻合, 近年来得到了广泛的推广和使用。在液化天然气的应用过程中, 必须通过储存和运输来解决资源在各地的分布不均的问题, 以满足各地的气体需求。当执行天然气的液化、储藏、搬运以及装卸任务时, 我们必须严格按照行业的规定来操作, 并且要对技术进行严谨的管理, 把安全性放在首要位置。随着液化天然气储存运输技术的持续进步, 未来液化天然气将会被广泛应用于更多的领域。

#### 参考文献:

- [1] 唐玉峰, 黄慧生, 王永智等. “双碳”背景下山东省液化天然气基础设施建设的几点建议 [J]. 中国工程咨询, 2023(03):39-43.
- [2] 王婕, 冯瑶. 液化天然气泄漏影响因素分析及研究 [J]. 安全与健康, 2022(12):61-65.
- [3] 邓志安, 周庆哲. 液化天然气 (LNG) 的制备与储存运输 [J]. 山西化工, 2021, 41(02):90-91+94.
- [4] 张晴. 超大型液化天然气技术 [J]. 石油化工应用, 2021, 40(11):20.
- [5] 单铂琳. 关于液化天然气储存及应用技术的研究 [J]. 化工管理, 2019(23):94-95.