

# 液化天然气 (LNG) 冷能利用研究进展

赵欢 秦倩倩 于婷

陕西长之河工程有限公司 陕西 西安 710000

**【摘要】**我国经济蓬勃发展,使得能源供求之间的对抗日益明显。随着能源(尤其是电力)成本急剧上升,液化天然气冷能利用值变得越来越重要。因此本文结合经验总结法从液化天然气冷能利用原理及分析、中国液化天然气冷能利用潜在市场分析、液化天然气冷能利用的关键技术问题以及液化天然气(LNG)冷能利用的建议等方面对本课题进行了分析,希望通过本文的研究对今后的专家学者研究与此相关的课题有一定的帮助作用。

**【关键词】**液化天然气;冷能利用;研究进展

**前言:**液化天然气作为一种清洁高效的能源,对于我国预防和控制空气污染非常重要。近年来,我国天然气的消费量增长迅速。液化天然气是一种液体,当将天然气精制并冷却为液体天然气时,其形成的温降至 $-162^{\circ}\text{C}$ 时形成的液体,体积为原始体积的 $1/600$ ,它的存在改善了天然气的储存和运输的灵活性,扩展了使用天然气的可能性。液化天然气的功率和消耗量约为1吨850 kWh,其中液化天然气在蒸发过程中会释放大量的冷能,一吨液化天然气蒸发过程中会释放可利用的冷能。一吨液化天然气理论上释放的可利用冷能为230 kWh。然而,在正常条件下,这一部分的冷能大多都被舍弃了,甚至还会造成环境污染。而获得这部分冷能不仅可以有效地利用能源,还可以减少机械制冷所产生的大量电能消耗,这具有巨大的经济和社会效益。因此,液化天然气冷能的利用吸引了国内外专家的广泛关注。

## 1 液化天然气冷能利用原理及分析

冷能液化天然气的使用主要取决于液化天然气与环境,空气等之间的温度差和压力差。当高压和低温液化天然气与外界保持平衡时,就会产生冷能存储在液化天然气中。总的来说,生产1吨液化天然气的能力和净消耗约为10吨850 kWh,液化天然气被运输到目的地(大型站接收液化天然气或中小型液化天然气服务站),液化天然气被运输到天然气管网,根据热力学第一定律,液化天然气在气化过程中释放出非常冷的能量。气化过程中释放的低温能量为1 kg液化天然气左右。如果有830 kJ的冷能,则液化天然气转换效率为100%。在用电的情况下,可以满足1吨液化天然气的冷能约为231千瓦时<sup>[1]</sup>。

## 2 中国液化天然气冷能利用潜在市场分析

### 2.1 常规的液化天然气接收站冷能利用现状

直到2000年,39个液化天然气终端在世界范围内运作良好。液化天然气行业的发展导致了随后的液化天然气冷能利用技术的发展,并得以成功实施。在我国建造的液化天然

气接收站可以根据当地的生产情况和冷能利用行业的潜在市场,匹配周边的产业情况并规划冷能利用模型。

### 2.2 中国低碳经济发展潜在的大规模空分市场

由于仍然需要节能减排,使得煤废水的数量正在迅速增长,这主要归因于通过同时生产合成气( $\text{CO} + \text{H}_2$ )和电(电)来富氧生成的合成气( $\text{CO}$ ),可以直接用作生产氢气的改性化学原料,而不必为甲醇和单二甲醚(DME)的生产运输燃料。纯 $\text{CO}$ 的副产品:可以完全回收,它还可以提高在冰或沉积油气田中用于生产化肥的石油的回收率。该行业的快速发展为现有的空气分离市场带来了重大变化。空气分离单元使用冷能液化天然气产生液氧和液氮以及纯氧,该LiquiCO也可以使用液化天然气冷能。液态 $\text{CO}$ 或液态氮在油气田中运输,可以利用其携带的冷能来分离和纯化天然气(伴生气)和轻质烃或天然气液化(中小型气田)。还可以开发二次和三次采油,减少碳排放并建立循环经济的冷能利用型生产链的油气开发项目<sup>[2]</sup>。

## 3 液化天然气冷能利用的关键技术问题

### 3.1 液化天然气气化操作过程和冷能利用过程在时间和空间上的不同步问题及对策

接收站的气体负荷取决于入口处的气体需求,下游调峰发电,工商业燃料,民用燃气等,消费者的天然气需求在白天和夜晚之间差异很大。另外,大多数低温能源(例如,空气分离)的用户是平稳,连续的过程,并且冷却负荷通常是昼夜之间的平衡,但在性能和市场需求面前可能会发生变化。因此,很难使完全不同的两个时间变化定律同步。不同步的原因是占地面积小,需要考虑接收站的面积,储气罐液化天然气和气体设备等。但是,空气分离单元和冷藏室,北部的冷能利用用户,面积很大,它放置在尽可能靠近接收站的位置,冷热传递通常超过1公里。要解决异步液化天然气冷能利用时间和空间问题,需要执行以下两个步骤: 制冷量的部分利用对应于液化天然气夜间气体的最小制冷量的使用。它的数量少于夜间的最低耗气量,这使它可以连续不

断地工作。昼夜波动始终由 ORV 或 SCV 负载的变化控制。因此工作不是问题,但是大部分能量不能在低温下使用。根据气体液化天然气定律,利用循环制冷剂作为冷却能来传递和节省环境并回收冷能,可以提供连续的冷却能供应,提高冷却和冷却能的回收率。当前,仅在循环制冷系统出现故障或气化水平过高的情况下,才将 ORV 或 SCV 用作备用气化方法。但是,冷循环过程本身也会导致冷却能的损失(冷制冷剂在冷运输过程中通过管道从外部损失,在液化天然气和用户之间进行两次热传递时会损失冷却能)。因此,从实际用户接收到的来自冷却的能量减少<sup>[3]</sup>。

3.2 冷用户的温位分布是冷能充分、梯级利用的重要条件

为了满足许多不同温度水平的冷能用户的需求,有必要实现“高能高耗,低能低耗”。在仅 150 °C 的低温下具有高温和低温温度(例如,冷却至 30 °C)的用户。当然,用户要求的制冷温度(完全集成的自优化空气分离装置)以及产品冷凝需要 150 °C 和 -10 °C 的低温能量。压缩需要冷能,从而为许多用户调整最佳的低温能量配置,以适应不同用户的需求,这是非常困难的一步,但这也是重要的一步。

## 4 液化天然气(LNG)冷能利用的建议

4.1 冷能利用应纳入液化天然气接收站项目规划。并与液化天然气接收站协同设计

到现在为止,在选择计划和建造站点的位置时,更多考虑了港口和天然气设施的空间位置,但是产业链中地理位置和接收站面积的比例提供了液化天然气接收站之间的产业集群的流动,相对位置和距离被考虑的很少,能源集成和优化非常困难,因为有些工厂距离石化行业的主要工业群很远,并且没有令人信服的理由匹配冷能利用产业链。在我国的能源形势下,大规模的空分可以最大程度地提高冷却效率大型液化天然气单元的能源消耗,优先考虑从煤气化和其他大型市场组合中分离出的碳氢化合物。

通过同时创建液化天然气接收设备和冷能利用系统的集成接头设计,操作员可以将冷能利用视为气体正常工作过程以及气化过程的一部分,以确保冷能利用系统的正常运行。

4.2 冷能利用项目与液化天然气接收站的协同运作机制

根据我国当前的经济运作机制,这是一个将极大影响冷能液化天然气可用性的问题。从理论上讲,它应根据市场机制进行操作。然而,当冷能液化天然气被充分利用和整合时,冷能利用产业集群会包含许多土地项目,因此接收站垄断了所有冷能利用产业流,包括公司,员工,行业等。在气化方面,它的性能优于接收站和单个卸船气化<sup>[4]</sup>。

操作更加复杂和庞大。更合适的机制是,接收控制站仅控制制冷剂循环中的气化操作,为每个用户提供下游生产

回路,并且连接是通过其供应制冷剂的热交换容器。在特殊情况下,在计划,招标和签署专家用户合同时,各方的利益和责任以及应急计划都应明确,冷销价格是由市场机制正确确定的。

4.3 按照循环经济园区理念整合液化天然气接收站与周边各种产业和冷能利用产业的关系

工业液化天然气冷能利用是能源经济重要的组成部分。考虑计划经济及其标准是在同一地区建立经济原型的最大障碍,因此,要抓住机遇,改变我国的发展模式,根据市场机制优化资源配置,促进后续产业链的建设,以推进下游冷能利用产业链的构建。

4.4 尽早认识和规划大量的小型液化天然气气化站冷能利用

除了将接收液化天然气的大型站外,我国还拥有数百个小型液化天然气卫星服务站(油轮或轮船),用于加油机运输。液化天然气卫星气化站管道网络更短,气体压力更低,因此液化天然气的压力更低,能量也比大站的能量更低。由于各种低温能量的广泛温度分布,液化天然气卫星加气站适合梯级利用。工厂和商业建筑中的轮胎粉碎,干冰,制冷,低温谷物储存,制冰,制冷等适合所有在 Eat 卫星站响应的冷能的用户,而且成本低,占地面积小,易于规划和建设。在我国,卫星气化站的设计和建造是同时进行的。

## 5 结语

液化天然气是一种清洁,高效,优质的能源,其蒸发过程中释放的大量冷却能具有巨大的经济和环境重要性,但是问题是液化天然气冷能利用率不高。新技术冷能利用的积极传播尚未解决。因此,有必要在液化天然气冷能利用过程中应用循环经济的概念,以积极探索液化天然气冷能利用技术,实现冷液化天然气能源的利用,并建立强大的工业网络系统。

### 【参考文献】

- [1] 曹增辉. 液化天然气冷能利用方法的研究与展望 [J]. 化工管理, 2020(16):56-57.
- [2] 王择锟. 试论液化天然气(LNG)冷量的利用技术 [J]. 清洗世界, 2020,36(05):32-33.
- [3] 覃小文, 李志明, 张文祥, 袁晓旭, 魏小龙, 廖茹霞. 液化天然气冷能利用透平发电机组结构设计方案分析 [J]. 中国重型装备, 2020(01):14-16.
- [4] 陈燕. 液化天然气储存及应用技术的研究 [J]. 中国资源综合利用, 2019,37(03):148-150.