

浅谈大型 LNG 低温储罐的建造技术

杨小兵

中国核工业第五建设有限公司, 上海 201512

[摘要] 现今有关液态天然气的开发项目逐渐增加, 导致大型 LNG 低温储罐取得了良好的应用空间, 若能严格把控建造技术可强化其性能。在此之上, 文章简要分析了大型 LNG 低温储罐的结构特点与设计要求, 并通过充分考虑强度、合理控制成本、自主设计形式、选用优质材料等要点, 突出大型 LNG 低温储罐优势。

[关键词] 大型 LNG 低温储罐; 建造技术; 气压升顶

DOI: 10.33142/ec.v3i2.1493

中图分类号: TE972

文献标识码: A

Construction Technology of Large LNG Cryogenic Storage Tank

YANG Xiaobing

China Nuclear Industry Fifth Construction Co., Ltd., Shanghai, 201512, China

Abstract: With increasing development of liquid natural gas, large LNG cryogenic tanks have gained good application space. If construction technology can be strictly controlled, its performance can be enhanced. On this basis, the paper briefly analyzes structural characteristics and design requirements and highlights advantages of large LNG cryogenic tanks by fully considering strength, reasonable cost control, independent design form, selection of high-quality materials and other key points.

Keywords: large LNG cryogenic storage tank; construction technology; air pressure lifting

引言

液态天然气作为一种环保性极强的燃料, 因其在燃烧阶段不会产生对环境造成破坏的有毒物质, 故而被应用于各个领域。而针对它的存储, 当前大型 LNG 低温储罐具有有效的存储效果。所以, 需高度重视大型 LNG 低温储罐建造技术的应用水平, 保证天然液化气得到适当的保管。

1 大型 LNG 低温储罐的结构特点与设计要求

1.1 结构特点

大型 LNG 低温储罐具体可分为单容罐、全容罐、双容罐等三种结构类型, 其中全容罐主要是由主容器、次容器整体结构组合而成。其中主容器主要应用的是钢制材料且用于存储液态天然气, 蒸汽则被存储于穹顶空间内。而次容器主要用于收集液态泄漏物, 这种储罐类型安全性能较高, 但所需花费的资金也较高, 故而为了节约投资可采用型钢骨架, 并在骨架之上焊接一层厚度不大的钢板。

1.2 设计要求

(1) 耐低温性强

液态天然气在存储期间需要保证其处于低温状态下, 一般最适宜的温度为零下 161.5℃, 这样才能有效提升其利用率。故而储罐的设计需要具备低温性, 常选用的是超低温钢材质, 以便天然液态气能在低温储罐中获得最佳存储效果^[1]。

(2) 安全性高

天然气虽然是环保型燃料, 在燃烧时不会对生态环境造成破坏, 但若将其大量暴露于露天场地内, 极易发生爆炸等严重后果, 从而危及人体安全。所以, 在设计储罐时需注重其安全性能, 大型 LNG 低温储罐常采用的设计结构为双层壁, 它可有效增加储罐的安全性。

(3) 保温性能良好

在大型 LNG 低温储罐中由于内外温差较大, 所以在其保温性能方面需要更为突出。同时需在内外罐间利用优质的保冷材料, 以便达到天然气的最佳存储效果。

2 大型 LNG 低温储罐的建造技术要点

2.1 充分考虑强度

在大型 LNG 全容低温储罐的建造过程中需充分考虑罐体强度, 以便满足天然气的存储要求。一般需借助试验的方

式对其强度进行核查。具体内容如下：

(1) 水压试验

由于大型 LNG 低温储罐属于低温常压储罐，所以在正式使用初期可利用水压试验对其强度进行测量。若大型 LNG 低温储罐在建造后所应用的是薄膜式罐体类型，需在完成焊接步骤后再进行试验。首先，相关人员应通过吸尘器等设施将罐内涂料清除干净，并在承包商的指示下制定合理的建造技术方案；其次，需明确具体的罐体受力情况，形成准确度较高的试验报告。在水压试验期间需保证罐内液体达到最高限位，设置相应的隔水设施，以免储罐底部受试验影响而出现性能下降等问题；最后，相关人员应严格把控好填充空间的水位，并在焊接配件安装完成后有序进行试验。

(2) 气压升顶

在建造大型 LNG 低温储罐时需要实施气压升顶实验。它主要指的是工作人员在准确把控压力差的情况下对储罐穹顶进行操作。比如针对总重量为 720t 的储罐，需按照 260mm/min 的速度将其穹顶结构提至储罐顶部指定位置，待 3h 后可达到 50m 的设计距离，进而实现穹顶承压环的合理化聚合，这样才能保证储罐建造更加稳固^[2]。建造形式如（图 1）所示。



图 1 大型 LNG 低温储罐建造形式

2.2 合理控制成本

当大型 LNG 低温储罐的强度满足要求后需合理控制建造成本。通常情况下，在成本的有效控制阶段可从材料与设计理念等方面着手：从材料层面上，若一味引进国外材料会导致储罐建造成本较高。所以，我国需加大材料研发力度，如镍钢材料。所以在建造技术的应用阶段需注重材料的选用，避免出现大量成本损耗的问题，进而提高大型 LNG 低温储罐建造技术的经济性。而从设计理念层面上，工作人员应具有节约意识，在保证质量的情况下注重经费支出额度，包括焊接、壁厚等环节的设计，以便为企业带来更大的收益。

2.3 自主设计形式

为了突出大型 LNG 低温储罐建造技术更大的优势，需应用自主设计形式对其加以优化，以便建造出经济性与安全性更高的储罐。

就目前发展趋势来看，我国在建造容积为 30000m³ 以下大型 LNG 低温储罐所采用的建造技术已趋于成熟。我国在其设计方面所享有的专利建造技术与其它发达国家仍存在一定的差距，故而在此基础上更应当全面实现自主设计。

如福建某 LNG 项目，它的总容积为 16×10⁴m³。在混凝土施工过程中主要从预应力筋穿束、张拉类型、灌浆方法等方面着手进行建造。同时，为了确保储罐建造得当，它还着重优化了绝热结构，利用专业的机械设备对工艺流程进行了优化，由此提高了建造技术的应用效果。

再如广东省深圳市大型 LNG 低温储罐建造项目，它整体罐高为 51m，在其设计时选用的是型钢球状骨架。为了提高内部衬板的强度需利用气吹顶升的方法进行加固，以此增加罐体密实度。在具体建造过程中，在镍钢壁板焊接、板气吹升顶等技术的操作中难度较大。一般处于低温状态下，储罐能够形成较强的韧性及抗压性，但因大型 LNG 全容低温

储罐建造要求更高,所需焊接技术水平就会越高。经过长期研究,当前在该项目建造实践中已基本上突破原有技术难点。因此,我国要想保证大型 LNG 全容低温储罐建造技术为天然气的利用创造有利条件,就需要应用自主设计形式,如(图2)所示,据此可让储罐建造达到预期效果。

在大型 LNG 全容低温储罐中还注重其低温韧性与抗裂纹能力。一般情况下,它的绝热保温结构具体是由罐底、侧壁、灌顶三部分保温部分组成。在灌顶部分常采用预应力钢筋混凝土作为吊顶,以此增加储罐抗压能力。同时,还应当建造期间借助单机跳打法进行钻孔,并合理制作钢筋笼,利用搭接焊形式增强焊接效果,为了达到良好的加固作用,还可增设加强筋,避免受到外界因素的影响而出现不良后果。在灌注导管时还应保证接头处导管外径照比钢筋笼内径尺寸小 100mm,进而符合建造标准,促使全容低温储罐实现合理化设计。



图2 低温储罐外观图

2.4 选用优质材料

LNG 即天然液化气,它作为一种需在低温存储条件下保存的液体,在大型 LNG 低温储罐建造期间需要选用低温材料,以此体现出储罐的实用价值。我国正在积极推广 Ni 钢材料,就目前大型 LNG 低温储罐建造技术的实际发展情况来看,我国在低温储罐采用的低温材料方面仍需要进一步加大研究力度。根据相关调查可知:全容低温储罐在低温条件下,混凝土的抗压性会有所增加,但长期循环后会出现混凝土性能下降的问题,但在温度下降期间,钢材的抗拉强度会增加。

同时,混凝土内部结构的粘结度也会与自身强度产生紧密的联系。故而在实施大型 LNG 低温储罐的建造技术时需要充分借鉴国内外先进的建造经验,并根据具体的场地环境选择适合的低温材料,从钢筋混凝土性能方面确保储罐采用的材料符合建造标准,让其能在低温状态下具有较强的性能,促使天然气得到高效发展。

3 结论

综上所述,天然液化气因其具有较好的应用优势受到了各个行业的一致好评。而随着油价的不断上涨,人们开始意识到环保型天然气燃料的重要性,并借助大型 LNG 低温储罐保证天然气性能不受影响。另外,为了达到最佳存储效果,需应用建造技术对我国能源分布结构加以优化,促使我国社会实现良性发展。

[参考文献]

- [1]陈威威.基于 ANSYS 大型 LNG 储罐静力场和温度场模拟研究[D].青岛:青岛科技大学,2019.
- [2]腾飞.大型立式低温 LNG 储罐的结构设计和强度分析[D].大庆:东北石油大学,2017.
- [3]蔡文刚.浅谈大型 LNG 低温储罐的建造技术[J].中国石油和化工标准与质量,2018,38(06):181-182.
- [4]陈虎,王蹇,张鹏,etal.9Ni 钢大型 LNG 低温储罐施工及焊接技术[J].中国化工装备,2019,21(3).
- [5]张志琪.大型 LNG 低温储罐衬里底板施工技术优化[J].石油化工建设,2016,38(4):46-48.

作者简介:杨小兵,(1970-),中级工程师,就职于中国核工业第五建设有限公司,工程管理部副总经理、项目经理。