

关于大型液化天然气储罐建造工艺研究

陈禹澄 (中国石化青岛液化天然气有限责任公司, 山东 青岛 266400)

摘要: 天然气作为清洁能源, 在我国的市场应用前景非常广阔, 由于天然气的存储运输要求较高, 因此对大型液化天然气储罐的建造工艺与技术提出了更高的要求。本文基于此, 首先对LNG储罐的选型与比较进行了分析, 其次提出了建造工艺的各项注意事项, 旨在为行业的发展提供一定的参考。

关键词: 大型液化天然气储罐; 建造工艺; LNG接收站

现阶段我国已经建立较多LNG接收站项目, 在项目中, 应重点关注设计、施工与测试等环节, 对各个建造的关键点进行严格的监督与审核, 从而提高建设质量, 确保天然气的安全存储, 创造良好的经济效益。

1 LNG储罐设计

大型液化天然气储罐的设计主要需要考虑到选型与设置两个方面的内容。

1.1 选型

实施大型液化天然气储罐选型, 可以根据实际的需求与成本造价来进行选择, 其中常见的类型有单容罐、双容罐以及全容罐等等不同的类型, 划分为内外构成, 分别填充保冷材料。其中, 单容罐主要以双壁单容为基本模式, 在材质选择上则以低温钢为主, 外部搭配普通碳钢结构。由于单容罐的设置位置一般都会远离人员密集的区域, 这些区域不容易出现大面积的损坏, 所以安全距离以及安全范围的设计与其他类型不太一致。易泄露是单容罐目前已知的重要问题之一, 所以在实际使用时需要考虑到防火堤的设置问题, 由于该类型的大型液化天然气储罐安全性不足, 所以在新建设的生产企业、接收站中应用较少, 基本都集中于一些老旧企业当中还在继续使用; 双容罐是基于单容罐采取低温钢搭配混凝土围堤结构形成的新式结构类型, 内筒出现泄漏后, 气体会向外部倾泄, 此时液体不会出现外泄问题, 对于外部的稳定性产生影响。此时, 如外部出现风险, 那么混凝土墙能够起到良好的缓冲作用, 从而维护一定的安全性。从技术原理上来看, 双容罐的结构使得其不需要再设置防火堤, 但是其本质的技术原理却没有发生变化, 所以依然需要较大的安全距离。

根据国内外发生的各种安全事故来看, 其使用的安全性同样存在一些问题, 整体来看, 其投资成本与施工周期会略高于单容罐, 幅度大概10%~20%之间; 全容罐的材质选择为内外分层, 内层为镍钢, 外层为混凝土底板材搭配镍钢混凝土材料, 内部与外部的天然气之间发生泄漏也不会引发安全风险。从技术原理上来看, 由于全容罐的设计避免了气体外部泄漏的问题, 所以整体安全性较强。一旦出现事故, 对于物料的输送甚至可以继续保持, 直到设备停车。使用金属顶盖进行压力调整, 其整体上与常规大型液化天然气储罐不存在明显区别, 而对比安全性则具有明显优势, 当然这种特殊设计会增加一部分投资预算。由于整个施工过程中气体压力会通过蒸汽返回, 所以节约了大量的投资成本, 降低了操作风险。

1.2 储罐选择及比较

大型液化天然气储罐的选型需要考虑到多个因素,

包括投资、可靠性、寿命、结构稳定性以及后期操作费用等等。其中, 单容罐的处理量最大, 但是对于后期运营的成本要求较高。而双容罐、单容罐在设置上都需要较高的安全距离, 所以还需要单独配置鼓风机, 所以投资要求均高于全容罐。全容罐属于前期造价略高但是后期使用费用低, 再加上安全性能最好, 能够提供良好的外部保护与工艺优势, 所以应该选择全容罐类型。

2 全容罐建造介绍

选定全容罐作为大型液化天然气储罐类型后进行建造分析, 其施工流程包括如下几个方面。

2.1 内罐罐壁施工

大型液化天然气储罐的施工一般都采取内部施工搭配外部施工的模式, 内部设计承装冷冻介质的液化天然气, 材料以9%镍钢为主要类型, 综合考虑到稳定性要求, 需要特别增加外部强化装置。无论是内部还是外部设计, 都需要满足低温介质的存储要求, 所以距离预设1m左右即可, 正常条件下, 内罐盛装冷冻介质, 外部则搭配支撑介质, 通过冷液并且排出, 减轻突发情况带来的不良影响, 最大限度的提升蒸汽的稳定性。

2.2 外罐罐壁施工

外壁施工相较于内部施工要复杂很多, 主要包括如下几个方面: 一是桩基工程, 该过程作为大型液化天然气储罐建设的第一步, 需要考虑到地质环境与条件, 大多数情况下大型液化天然气储罐都会安排在海滨滩的沙岛上, 在岩石层的支撑下进行桩基施工; 二是塔吊与布料的设置。由于结构高度的限制, 大型液化天然气储罐的施工跨度较高, 很多情况下需要频繁进行材料的运输, 为了满足施工过程要求, 需要做好布料机以及塔吊的前期布置; 三是承台施工, 施工过程分别包括有浇筑、搭建、安装避震垫、铺设底模、安装内部承载钢筋、安装测斜管、安装施工缝钢网、外圈施工; 四是墙板施工, 分别处理好罐壁的三层施工, 根据技术标准进行施工记了; 五是环梁施工, 该环节要求做好模板安装支架搭配标准层施工; 六是钢穹顶气升顶施工。该环节的施工包括安装钢筋与波纹管、添加混凝土, 安装环梁栏杆与扶手, 根据设计图完成最终浇筑即可完工。

2.3 外罐护角

护角施工根据边缘板的底板、垂直管壁以及锚板情况来进行调整, 非正常工况引发的泄漏会导致底板收缩, 所以在施工时需要考虑最小间隙的液位设置问题, 同时也要兼顾最大渗漏的情况, 做好全部渗漏冷量控制。在任何载荷工况条件下, 护角都需要添加液体防渗漏模式, 这样

才能够保持气体压力的平衡度,用于解决护角钢板的要求。

2.4 外罐罐底、罐壁衬板、罐顶

外罐罐底为了提升稳定性,需要增设衬板层,避免水蒸气经过外部进入到其中导致气体外溢问题。选择罐底、衬板与顶端材质时,可以考虑使用低温碳钢材料,性能优越,针对性更强。

2.5 外罐吊顶

外罐吊顶需要考虑到顶板设计,温度一般控制在 $-160\sim 165^{\circ}\text{C}$,确保吊顶的平整度,保持顶端保冷层字啊和要求,设置加强圈等。为了避免粉末下漏问题,还需要进一步做好顶端的密封,采取铝合金材料搭配不锈钢材料,能够最大限度的降低材料负面影响。

2.6 整体无损检测

大型液化天然气储罐的施工验收要经过无损检测技术来进行核对,分别包括三个步骤:一是采取观察的方式进行检验,包括所有部件的位置是否合理,结构是否合规;二是射线检验技术的应用。结合国家相关领域的技术标准与规范要求,借助于射线对罐内的焊缝处、加强圈以及内管全部进行检验,100%通过才可以使用;三是真空箱检验。借助于真空箱实验的方式来进行大型液化天然气储罐检验,检验过程中要求真空试验的压力持续高于50kPa。

2.7 整体保冷措施

保冷措施也是大型液化天然气储罐施工过程中需要特别关注的部分,一方面要求系统能够保持良好的隔热能力,满足整体的压力控制要求,所以需要特别处理好底部的保冷问题,可以通过泡沫玻璃、混凝土材料搭配泡沫玻璃的上下层分离实现找平操作,支持环梁部分的土层铺(上接第15页)力,还可以占据更高的市场份额,为企业的发展提供更大的推动力。在对城镇管网进行风险评估时,就需要完善相关的工作手段,达到与时俱进的要求。在开展这项工作时,工作人员要在燃气管道系统运行的情况下确保其可以达到稳定性的要求,再实施完整性评价,以管道的顺利运行作为基础,提高各项指标的完整程度。这种管道完整性评价的方式是在管网风险评估的基础上有所创新的一种形式,可以更加直接地明确管道运行的危险源,从而掌握其中的潜在事故风险,提高城镇管网风险评估的准确性。在完善风险评估手段时,能够以多种形式作为主要的表现方法,就目前存在的一些燃气管道潜在事故风险来说,可以将完整性评价与风险评估进行结合,技术人员可以选择有代表性的燃气管道进行完整性评价,在完成这项工作之后还可以为燃气管网的安全维护提供有效的指导。

2.3 建立事故数据库和安全运行知识专家库

风险评估工作的开展大多需要以多样化的数据资料作为基础才能够明确实际工作需要注意的内容,提高评估准确性及可靠性。在落实城镇燃气管网风险评估工作时就可以借助现代化信息技术建立事故数据库及安全运行知识专家库,确定燃气管网失效的因素,同时还可以有效分辨识别危险源。在目前发展社会经济的过程中,我国针对城镇燃气管网事故的调查形式和统计方法尚未完善,导致风险评估结果存在不准确的现象。在提高风险评估实效性时,

所以至少需要2层以上的泡沫玻璃,且需要在不同的区域添加沥青毡来强化保温性能;另外一方面是管壁的保冷部分,该部分根据经验来看选择珍珠岩搭配弹性毡效果最佳,能够同时满足水平压力的抵抗性以及稳定性、包裹性特征,同时提升了保温性能。

2.8 整体试压

大型液化天然气储罐施工保冷处理完成后,进入到整体试压阶段,根据技术标准与静载荷的设计要求,最终试验时的液位等于最大液位的静载荷1.25倍即可,试验仅针对内罐,不需要进行外罐试压。

3 总结

综上所述,大型液化天然气储罐在建造的过程中非常复杂,需要综合考量不同的材质以及施工条件对施工工艺、技术进行选择,并在建造过程中对每个细节进行监督,严格质量管理,从而高建造工艺。

参考文献:

- [1] 骆晓玲,齐长勇,程换新.大型液化天然气储罐的发展研究[J].机械设计与制造,2009(09):255-257.
- [2] 曲培志.大型液化天然气储罐的策略探讨[J].化工管理,2017(30):52.
- [3] 田程.液化天然气储罐施工技术浅析[J].化工管理,2016(20):110.
- [4] 董建平.大型液化天然气储罐的发展[J].化工设计通讯,2020,46(08):150+153.

作者简介:

陈禹澄(1988-)男,满族,山东青岛人,本科,工程师,主要从事LNG接收站工程建设。

就可以建立事故数据库对以往的燃气事故数据资料进行统计分析,为风险评估人员相关工作的开展提供参考依据。工作人员可以录入城镇燃气管网事故信息资料,提高数据信息的时效性和真实性。在建立安全运行知识专家库时,则需要掌握城镇燃气管网建设施工中利用的材料、设备的参数和型号,以这两个重要的构成要素为主,提高输配系统的安全运行效率,为安全风险评工作开展的参考。

3 结语

城镇燃气管网风险评估对于促进城镇区域的稳定发展有较大的作用,其不仅可以提高燃气供应的稳定性和安全性,还可以保障人们的生命财产安全。在落实风险评估工作时,需要以提高燃气管网运行的安全性作为核心,收集相关的安全事故资料信息,正确识别危险源,加快城镇燃气管网安全管理系统的构建,为城镇区域的可持续发展奠定良好的基础。

参考文献:

- [1] 何成.城镇燃气管网风险评估研究进展及建议[J].智慧城市,2019(09):62-63.
- [2] 冀芳,陈勇.城镇燃气管网风险评估最新研究进展及建议[J].广东化工,2015(07):134-135.
- [3] 陈曦,黄金.城镇燃气管网风险评估管理技术的完善建议[J].石化技术,2015(08):230-231.