

LNG 接收站再冷凝工艺及运行控制分析

孙继伟 (中石油江苏液化天然气有限公司, 江苏 南通 226400)

摘要: 近几年, 随着我国城市化建设进程的不断推进, 我国天然气行业发展不断迅速, 社会群众对液化天然气的实际需求也在不断增多, 我国已经投产并且在建的天然气接收站也在逐渐扩大。LNG 接收站能够在运行期间, 产生过量的蒸气, 这些蒸汽会导致储罐压力处于不稳定的运行状态, 就可能对接收站的运行造成一定的影响, 因此需要采用再冷凝工艺, 进行运行控制。因此, 本文主要对 LNG 接收站再冷凝工艺及运行控制进行分析。

关键词: LNG 接收站; 再冷凝器; 处理工艺

0 引言

随着我国 LNG 接收站的数目不断扩大, 对 LNG 接收站进行运行管理成为了我国许多社会群众重点关注的热点问题。LNG 接收站, 能够有效的优化国内目前的能源结构, 能够改善环境, 提高有效的环境执行能力。但 LNG 接收站在采用再冷凝工艺时, 可能会产生蒸汽, 可能会导致储罐压力发生一定的变化, 可能会导致工艺管线在环境温度不断变化的情况下产生过多的蒸汽, 因此需要进行一定的再冷凝处理。因此, 本文主要对再冷凝工艺进行分析, 并提出相应的工艺控制措施。

1 LNG 接收站工艺流程概述

LNG 接收站主要功能就是从整体出发, 接收并储存 LNG, 并通过采取相应的优化措施使 LNG 气化, 然后跟随管道的传输方向, 向下游用户提供天然气, 满足社会群众实际的使用需求。LNG 运输船到达卸船码头后, LNG 由运输船上的卸船泵, 经过 LNG 卸料臂, 并通过卸船总管输送到 LNG 储罐中。储罐中的 LNG, 通过低压泵从罐内输出, 然后再经过高压泵加压进行处理, 进入气化器进行气化, 最后将这些气体输送到天然气管网。

接收站储罐中储存的 LNG 由于自然蒸发, 在储罐上层会形成 BOG, 为防止产生的 BOG 造成储罐超压。加之低温设备和管道循环, 可能会产生过量的 BOG, 那么就需要对这些 BOG 进行相应的处理, 通过采取优化措施, 压缩机加压, 将 BOG 加压进再冷凝器, 然后与低压泵的过冷 LNG 进行接触, 并充分融合, 液化成天然气, 输送到高压泵中, 从而完成了整体的 LNG 接收站工艺的流程, 完成了预期的工作目标, 保证接收站能够始终处于稳定运行状态下, 完成了整个接收站的运行控制核心^[1]。

2 再冷凝器技术概述

2.1 再冷凝器的基本结构

再冷凝器通常由垂直的圆柱形容器构成, 在再冷凝器的上部会填满许多由不锈钢物质构成的填料, 在内部还会包括液体分布器、闪蒸盘、气体分布盘等, 这些机器设备能够有效的满足再冷凝工艺的实际使用需求。在再冷凝器中通过填入 BOG 和 LNG 燃料能够从顶部进入, 并通过液体气化和气体分布盘, 逐渐增大 BOG 和 LNG 的接触面积, 让这些物质能够在填料层中进行充分的接触, 并实现良好的化学反应, 达到更好地冷凝效果, 完成后续的工作安排。

2.2 再冷凝器工艺描述

再冷凝器工艺就是在 LNG 接收站运行的过程中, 从整体出发, 明确 LNG 接收站的热量变化情况, 并根据热量输入产生的 BOG 进行相应的天然气调整。再冷凝器工作时, 来自低压输出总管的 LNG 从再冷凝器侧面进入, 产生的 BOG 经 BOG 总管进入压缩机入口分液罐, 过滤掉气体中的液滴后进入 BOG 压缩机入口, BOG 经压缩机压缩后, 从顶部进入再冷凝器, 与来自低压输出系统的 LNG 在再冷凝器内部的拉西环填料床层混合后被冷凝到露点以下转变为液态, 最后与低压输出系统的 LNG 混合后从再冷凝器底部输出, 然后去往高压泵, 最后经高压泵加压并被气化器气化后外输。

2.3 超压控制

当 LNG 接收站在运行过程中, 外界天然气数量较低时, 那么就无法获得充足的天然气冷凝下来, 与 BOG 进行充分混合, 那么再冷凝器就会采取两级超压保护装置, 可以开启压力控制阀, 将过量的蒸发器释放到 BOG 的总管内部, 然后与现有的 LNG 进行充分融合, 那么也可以开放二级安全阀, 通过调整压力的

方式,将过量的蒸发器排放到BOG总管,如果在排放过程中难以压缩,或者是冷凝总管中的氮气,就可以将这些气体在再冷凝器中充分集聚,那么在发生压力升高的情况,就可以进行后续的超压控制。因此,如果再冷凝器的压力,在其他条件干预的情况下不断升高,操作员就可以通过在冷凝器底部进行取样,在取样口进行后续操作,进行相关气体的分析和溶解。当氮气含量超过规定值,并且超过规定标准时,就可以通过压力控制阀进行及时的排出,可以将没有冷凝的气体及时的排放到LNG总管,从而完成整体的超压控制。

2.4 温度超值控制

如果外界输入流量相对较低,再冷凝器就不能够快速冷凝,就不能够从BOG压缩机中获得所有的蒸发气,那么就会导致仪表在进行再冷凝时出现温度变化,导致再冷凝器出口温度持续升高,液位逐渐降低,或者是在经过分析旁路时,流量不足,因此就需要工作人员按照规定的温度和液位进行流量调整,需要明确温度控制标准。如果再冷凝器在工作过程中发生温度波动的情况,就需要及时的分机输出。首先,进行低压控制,并对BOG压缩机的负荷能力进行及时的调节,从而保障再冷凝器的温度和压力,能够始终处于稳定的运行状况下,保障LNG接收站再冷凝工艺的有效进行。

2.5 液位控制

如果在运行过程中再冷凝器的液位出现升高,那么BOG气体的含量将会逐渐减小,气压相对较低,空间压力逐渐变小,就会导致LNG需要采用过量的冷凝进行液位上升。因此,在发生上述现象时,工作人员需要及时的减少进入再冷凝器的LNG的具体含量,或者是增大BOG压缩机的相应负荷,否则就会导致再冷凝器的液位逐渐下降,气体的含量逐渐增多,温度急剧变化,出现温度过热或者是温度过冷的情况,就会导致空间压力逐渐变大,导致冷凝器内部的LNG相对不足,造成液位下降,严重的影响了LNG接收站的运行效率。因此,工作人员需要逐渐增大进入再冷凝器中的LNG的具体含量,或者也可以减少BOG压缩机的具体运行负荷。如果采取上述办法后,液位仍然处于过高或者是超过设定值的运行状态,就需要及时关闭启动电源,并且也要保障BOG压缩机停机运行,关闭出口阀,将液位控制在稳定的运行状态下。如果再冷凝器的液位过低或者是已经低于设定值,那么工

作人员也可以采取关闭高压外输补气装置以及外冷气出口的方式进行有效调节,保障高压泵和压缩机能够稳定运行^[2]。

此外,在冬季,由于外界气温相对较低,并且BOG含量较少,就会导致BOG的流量比例出现一定的变化,流量比例相对较低,有可能接近零值。那么为了保障LNG接收器的稳定运行,就需要利用再冷凝器自身的含量进行相应处理,需要利用BOG再冷凝器,能够始终处于液位稳定的运行状态下。反之,在夏季温度相对较高,BOG含量较大,并且温度急剧升高,就可以采取液位控制的方式,保障再冷凝器的稳定运行,从而更好地实现理想的运行效果,更好地完成LNG接收站冷凝工艺的目标。

3 再冷凝器日常操作注意事项分析

根据上述再冷凝器控制的原理进行分析,再冷凝器在运行过程中,虽然是下游高压泵的入口缓冲罐,但其运行控制的复杂性相对较高,其运行效率以及运行的稳定性,将会直接影响再冷凝器自身在整个工艺流程中的位置,也会直接影响后续的再冷凝工艺的进程。因此,在LNG接收站生产运行的过程中,再冷凝器不仅需要从整体出发,保障自身温度、液位和压力的稳定性,同时也要明确上游低压输送总管的实际运行效率,明确上游总管的影响,要保障下游高压泵进口,能够与高压泵上游的压力相一致,否则将会直接影响再冷凝器的稳定运行,并且对于直接负责生产的责任人员来说,再冷凝器在运行过程中,是整个工艺生产控制的重点环节,也是关键环节,其在生产工艺上的不确定性,或者是许多工况的改变,将会直接或间接的引起再冷凝器的不稳定性,将会导致液压和液位出现严重的问题,出现严重的液位波动。因此,针对再冷凝器日常操作应该明确几点注意四项^[3]。

首先,工作人员要落实目标责任制,要保障LNG接收站能够24h不间断的运行,并根据具体的排班标准,针对夜间操作人员进行监督。夜间操作人员在凌晨三四点钟最容易犯困,容易出现人为疏忽,在工艺状况较为稳定的情况下,就需要对工作人员进行一定的监督,要保障再冷凝器能够始终处于稳定的运行状态下。同时,工作人员也可以采用先进的信息技术,可以通过串级模式,对再冷凝器进行联动控制,通过自动控制的方式,避免出现人为因素的干扰,减少由于人为手动操作出现的失误,避免出现后续的安全事故或生产事故。

其次,在夜班监管期间,工作人员要严格的保障 LNG 接收站的安全平稳运行,要避免在夜间出现施工作业或者是大幅度改变其他作业工况的现象,要保障再冷凝器能够始终处于稳定的运行状态下,避免再冷凝器受到人为因素的干扰,出现异常波动,严重的影响了再冷凝器的运行状态。

此外,操作人员在操作再冷凝器时,也要明确操作的关键点,明确控制重点,并通过信息技术将数据曲线,通过大屏幕进行集中显示,方便及时查看数据的变化情况,明确曲线变化趋势,并积极的采取有效的控制措施,进行相应处理,从而实现预先的控制目标,实现理想的监控效果,更好地保障再冷凝器控制工作的有效运行。

4 结论与建议

LNG 接收站再冷凝工艺,在运行过程中会直接影响整体运行效率,因此需要积极采取优化措施进行有效控制,需要保障再冷凝工艺的稳定运行,需要对温度、压力、液位进行相应的调整,实现理想的运行状态。同时,LNG 接收站再冷凝工艺与直接输出相比,能够有效的节省功耗,能够从整体出发,避免出现过多的资源消耗,是贯彻了绿色、可持续、发展的运行目标,具有明显的使用优势,能够实现理想的运行控制效果,提高了接收站的运行效率。

其次,再冷凝器是再冷凝工艺有效运行的必备环节,也是最重要的核心设备,因此工作人员需要对再冷凝器,进行密切的关注,需要明确再冷凝器的运行变化规律,并且再冷凝器结构相对特别,结构复杂,属于通向入流的换热设备。因此,能够及时的将 BOG 和 LNG 进行充分混合,能够实现理想的冷凝效果。因此,在操作过程中,工作人员要明确具体的注意事项,明确操作流程,不能够让液位波动过大,而应该将液位控制在合理的范围内,并且在调节液位时,也应该在填料区间进行合理操作,不应该进行随意操作,而应该避免人为因素对填料区的影响,切实的保障再冷凝器能够始终处于稳定的运行状态。

再次,在保障再冷凝器运行的过程中,通过对温度、流量、压力等调节,能够始终保持再冷凝器的稳定运行^[4]。但在调节流量比例时,也需要明确 BOG 和 LNG 的具体输入含量,要通过两级超压保护或者是通过压力计算等多种方式,进行温度的相应控制,保障温度能够始终处于稳定的变化区间内,防止出现温度过高或温度过低,对再冷凝器造成一定的影响,严重

的影响后续再冷凝工艺的稳定运行。

此外,再冷凝器的液位控制,是后续工作人员操作的重点和难点,因此工作人员在操作再冷凝器时,必须明确注意事项,明确关键点,明确操作原则,在操作过程中要遵循因地制宜,并坚持缓慢原则。过快的人为操作,都会导致再冷凝器的液位波动时间过长,不能够将液位迅速的稳定下来,就会影响再冷凝器的运行状态,导致后续的工作环节出现一定的影响。因此,工作人员必须缓慢进行液位调整,明确液位控制,保障再冷凝器的稳定运行,并保障上游和下游稳定输气,能够实现理想的效果,实现再冷凝器有效运行的必要条件,更好地发挥 LNG 接收站再冷凝工艺的实际功能,实现理想的冷凝效果。

5 结论

综上所述,在新形势下,我国对天然气的需求量不断增多,天然气是事关我国经济发展,事关社会公众日常生活的重要组成部分。因此,必须积极采取优化措施,加强资金和人才的投入,不断新建 LNG 接收站,并明确 LNG 接收站的运行原理,明确再冷凝工艺的重点和难点,明确再冷凝工艺的运行原理,并进行及时的有效控制,通过液位控制、温度控制、压力控制等多种方式,保障再冷凝工艺能够有效运行,实现 LNG 接收站的控制目标,更好地满足我国社会群众对天然气的实际使用需求,提高我国天然气行业的发展速度,更好地促进我国经济的快速发展。

参考文献:

- [1] 任东. 低外输量工况下 LNG 接收站 BOG 再冷凝工艺的探讨 [J]. 化工技术与开发, 2022, 51(09): 76-78.
- [2] 何亮, 姚三三, 李强. 中小型 LNG 储罐顶部液氮冷凝盘管的长度计算 [J]. 西部特种设备, 2021, 4(04): 12-16+21.
- [3] 李昌徽. 论 LNG 接收站再冷凝工艺技术分析及其优化 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019, 39(09): 255-256.
- [4] 吴明, 朱祚良, 孙东旭, 何俊男, 唐凯, 胡本源, 田士章. 针对 LNG 接收站 BOG 再冷凝工艺预冷法优化方案的改进 [J]. 化工进展, 2019, 38(05): 2521-2526.

作者简介:

孙继伟 (1988-), 男, 汉族, 黑龙江望奎人, 中级工程师, 本科, 主要从事: LNG 接收站生产运行操作岗。