

输气管道水合物冰堵防治措施研究

孙 鑫 (北京东方华智石油工程有限公司广西分公司, 广西 南宁 530000)

摘 要: 天然气资源作为我国工业发展的重要基础, 实现我国社会经济的快速发展有着非常重要的作用。目前我国天然气的主要消费地区集中在东部地区, 而大部分天然气资源主要分布在西部地区, 因此需要采取管道运输的方式解决资源分布不均匀的现状, 由于在输送天然气过程中受到温度环境的影响, 很容易导致输气管道内部发生水合物, 水合物的产生会对管道的运行造成不利影响, 分析输气管道水合物的产生原因并提出相应的防治措施, 从而有效实现输气管道的高效运输。

关键词: 输气管道; 水合物; 冰堵; 措施

天然气作为一种清洁性的自然资源, 对提高我国社会经济的发展有着非常重要的作用, 然而天然气在利用管道输送过程中受到外部环境与内部环境的影响, 容易发生天然气水合物, 天然气水合物的产生会占据管道内部面积, 从而造成管线压差增大, 严重的情况下会堵塞天然气管道, 进而发生严重的管道事故, 威胁相关工作人员的人身安全, 这些问题的产生都会严重影响输气管道的安全运行, 针对这种情况需要对天然气水合物的生成条件进行分析并提出相应的冰堵预防措施, 从而有效实现我国输气管道的安全运行。

1 输气管道水合物生成的条件

天然气水合物的生成需要外部条件和内部条件, 因此避免管道内部形成天然气水合物需要从外部环境和内部环境进行充分考虑, 才能够有效防止天然气水合物冰堵现象的发生。

1.1 地形因素

随着我国输气管道工程规模的不断扩大, 输气管道的铺设距离越来越长, 因此所面临的地形越来越呈现出复杂化的状态, 这些外部环境的存在会导致管道内部形成高程差, 这种现象的存在会导致输气管道内部的天然气分布不均匀, 在管道的各个部位会形成明显的压力差, 进而导致输气管道内部形成天然气水合物, 同时管道内部的游离水也非常容易聚集在管道的低处, 这些因素的存在为天然气水合物的形成创造了条件。

1.2 游离水的存在

输气管道中的游离水也可以称之为自由水, 主要是指在输气管道中所存在的流动水。空气管道在进行铺设施工过程中, 很容易在管道内部流下游离水, 并且输气管道中的游离水会处于管道地势较低的地方, 因此一般情况下很难做到全部清除, 这些因素的

存在会对水合物的形成提供了条件。

1.3 天然气本身的质量问题

一般情况下天然气在进入输气管道之前需要做好脱水处理, 因此大多数天然气在进入管道时其中主要的成分为甲烷, 但是由于天然气本身质量的原因与干燥脱水技术的不同, 导致天然气在脱水之后, 天然气中仍然会残存硫元素和水成分, 在经过干燥之后, 这些成分并不多, 但是仍然对天然气水合物的形成提供了条件, 不利于天然气输送工作的正常开展。

1.4 温度及压力条件

输气管道在运行过程中会遭遇到低温环境, 天然气在经过节流阀门时, 其中所含有的水蒸气往往遇到低温环境时会形成液态水, 为天然气水合物的形成奠定了基础, 因此天然气管道内部的温度越低, 越容易发生水合物的形成。另外, 压力条件中气压越高则越容易发生水合物, 同时管道内部因为压力和气流的方向会改变输气管道内部气体的流动, 因此压力也为天然气的形成提供了条件。

2 水合物冰堵危害

输气管道形成水合物发生冰堵之后会对输气管道造成以下几种危害: ①减少输气管道弯头、阀门、节流装置等重要管段的流通面积, 导致输气管道局部出现堵塞, 引起上游压力升高, 下流压力降低的现象出现, 对输气管道的正常运行造成影响; ②当水合物冰堵问题发生在节流孔板时, 会对天然气的计量工作造成严重影响; ③当水合物冰毒问题发生之后会对管道的联动节流阀门造成影响, 进而引起信号检测的准确性降低, 导致出现阀门开关失误的故障频发; ④当输气管道发生水合物冰堵时, 在关闭阀门后会出现死气段, 尤其是针对在投产初期的输气管道或者是冬季温度过低, 时期容易发生管道内部气体膨胀而引起的

管道破裂。

3 防止输气管道发生冰堵问题的策略研究

3.1 控制天然气质量

输气管道在运输过程中所发生的冰堵问题,能够采取适当的预防措施防止水合物的发生,确保输气管道在运输过程中的安全性,控制天然气质量属于最为直接的方式之一。由于冰堵问题的主要来源属于天然气内部的水露点过高,因此可以利用筛选的方式选择优质天然气来进行运输,可以有效防止冰堵问题的发生,进而实现良好的预防效果。

3.2 保持管道干燥

输送管道内部所残存的水分会受到外部环境等因素的现象,导致在输送过程中发生冰堵,因此通过降低输送管道内部的潮湿程度,提高管道内部的干燥状态,可以有利于防止冰堵现象的发生。一般情况下可以利用真空处理、空气干燥等方法进行操作。真空处理的方法主要是对输气管道内部进行抽压操作,使输送管道内部的压力逐渐降低,进而降低水分含量,在实际操作过程中具有非常好的处理效果。在这种情况下,水分子会迅速出现沸腾状态,将管道内部的水分子进行蒸发,从而可以有效预防输送管道内部发生冰堵现象。

3.3 提高天然气运输温度

由于天然气本身就具有特殊性,是一种非常容易受到外界因素影响的一种物质,因此可以适当采取加热的方式来提高天然气本身的温度,进而降低输送管道在运输天然气中的冰堵问题。一般情况下的加热方式包括管道加热和化学抑制剂加热等。在输送管道区域内安装加热装置时,输气管道的内部温度得到迅速提高,有效解决水分子液化等问题的发生。在输送管道中加入化学抑制剂能够有效提高天然气的温度,使内部热力达到平衡状态,提高其流动性,防止输送管道冰堵问题的发生。

3.4 做好施工阶段的管理工作

输气管道进水也是造成输气管道发生冰堵现象的主要原因,因此做好输气管道的防水工作,有利于防止管道发生冰堵现象。首先在实际工作过程中,需要加大施工管理力度,对管道中的积水进行认真排查,一旦发现需要采取措施进行处理,杜绝管道内有积水和杂质的出现。其次需要做好试压工作,在施工图设计要求的指导下,应当按照严格的施工标准进行施工,对管道进行彻底的吹扫工作。

3.5 降低运行压力

输气管道最容易发生冰堵得环节就是在管道停输之后再次启动时,由于管道阀门两侧的压力差较大,容易导致节流效应急剧增大,造成天然气的温度迅速降低,如果输气管道中天然气的水露点较高,并且在低温环境下非常容易发生冰堵现象。因此,降低输油管道阀门上游压力,降低阀门两端天然气的压差,可以减小天然气温度的大幅度下降,可以有效防止阀门两端冰堵发生。但是通常情况下,降低上游压力会直接影响输气管道的输送能力,因此在降低上游压力时也会存在明显的局限性。

3.6 脱水法

水是天然气水合物的生成条件之一,利用脱水法可以有效防止输气管道中水合物的形成常用的脱水方法,包括物理吸附法、降温法和吸湿溶剂法。吸湿溶剂法主要是向输气管道内加入一些吸水的有机溶剂,通过氢键的吸收可以有效脱除管道内部的水分子,从而抑制水合物的生成。吸湿溶剂法在应用过程中具有热力学抑制剂的作用,对于防止输气管道内部水合物的生成非常有效果。物理吸附法主要是通过分子筛选和氧化铝的方式来吸附输气管道内部的水分子,减少天然气与水分子之间的浓度,从而有效达到抑制水合物生成的作用,降温法主要是通过降低体系的温度,使体系中的水发生冷凝降低体系中的水浓度,从而抑制水合物的生成,针对高温高压的天然气输送利用降温法进行脱水的成本较低,是一种较为经济的方法。

除了利用脱水法对输气管道的水分子进行破除之外,还可以利用膜分离法来减少天然气中的水分子,从而防止水合物的形成。膜分离法在应用过程中具有设备简单、投资少、技术成熟等多方面的条件。利用膜分离法能够有效处理含硫天然气中的脱水,方法在使用过程中的最大特点是在托煮水分子的同时,能够将大部分的硫元素进行脱除,从而实现了天然气的脱硫工艺。利用脱水法可以有效防止天然气水合物的形成,不仅可以有效解决输气管道的堵塞问题,同时也能够有效降低天然气中的水相浓度,减少腐蚀问题的发生,提高输气管道以及相关设备在使用过程中的寿命。

4 输气管道冰堵解堵处理措施

除了做好前期的防止天然气管道冰堵工作之外,还需要对后期已经发生的冰堵现象采取解堵措施,因此为了做好防范工作,避免天然气管道出现冰堵现象,

在实际生产过程中,人们也总结出了一些解决天然气冰堵的方法。

4.1 降低气压接触冰堵

降压解堵法主要是通过判断知道天然气管道发生堵塞的管段,也就是形成天然气水合物的管段,想办法降低该管段的气压和温度,通常情况下的做法是安装固定装置,将管道内的部分天然气放出来达到降温降压的目的,这样就会使形成的水合物温度低于管道,气温从而水合物就会被分解掉,该方法不仅能够使水合物得到分解,同时分解速度也非常快,可以有效解决天然气管道的冰堵现象。

4.2 添加防冻剂

天然气管道发生冰堵现象之后,可以向该管段注入防冻剂,例如甲醇防冻剂。甲醇防堵剂的工作原理是:甲醇可以有效吸收水分,降低水合物形成的平衡温度,从而导致水合物的形成条件遭受破坏,实现分解水合物的目的。当水合物完全水解之后,工作人员需要立即将防冻剂和积水清理干净,确保管道的清洁,另外在使用过程中由于防冻剂含有一定的毒性,在具体施工过程中,工作人员需要做好防护工作,避免受到毒气的侵害,在具体施工过程中需要配备一定的防毒工具。

4.3 加热解堵法

针对已经发生冰堵现象的天然气管道,可以通过外界加热的方法来实现天然气水合物的解堵目的,具体的做法是对受到冰堵现象的管段淋浇热水或者是利用蒸汽加热的方式对该管道进行加热,然而这两种方法常常会受到外界条件的影响,在具体施工过程中,可能会存在一定的局限性,因此需要根据天然气管道发生冰堵现象的管段实际位置选择合适的方法,才能够有效实现天然气水合物的解读。

5 天然气水合物生成的抑制研究发展

天然气水合物会造成输气管道堵塞,因此研究学者通过相平衡的热力学模型进行预测,在一定条件下天然气水合物的生成条件,并对天然气水合物生成进行抑制研究,其中最常用的方法为干燥脱除法、加热保温法、降压法等物理方法来进行天然气水合物抑制。

化学抑制法主要由热力学抑制剂和动力学抑制剂两种,热力学抑制剂主要是在生产过程中注入甲醇、乙醇等气体添加剂来改变水合物的热力学稳定性,从而有效避免水合物的形成。动力学抑制剂主要是依靠降低水合物生成的速度来避免管道出现堵塞,通过添

加化学剂,来改变水合物的热力学条件,有效抑制水合物的形成速率,动力学抑制剂在应用的过程中由于其用量少,并且抑制效率高等特点,已经成为很多学者所研究的重点内容。动力学抑制剂虽然能够抑制水合物的生成,但是不能解决水合物堵塞问题,当水合物堵塞管道以后需要采用甲醛或者降压等方式进行解决,因此在实际应用过程中,将热力学抑制剂和动力学抑制剂混合使用,才能够达到安全高效生产的目的。

防聚剂的利用可以降低水合物的聚集,防聚剂的主要原理是降低表面活性剂或者聚合物发生乳化作用,防止水合物晶体的形成,防聚剂不会受到温度的影响。

目前我国对动力学抑制剂的开发还不是特别成熟,主要的原因是分子结构不是特别理想,通常情况下会受到温度、压力、溶解度的影响,造成抑制剂的作用机理失去原有的效果。因此需要研究动力学抑制剂的分子结构,开发出性能更好的抑制剂,能够减少温度变化对抑制剂的影响,从而降低成本,是目前我国天然气水合物抑制研究的主要方向。

6 结束语

综上所述,随着我国天然气行业的快速发展,我国的输气管道系统正在逐渐完善,在输气管道工作过程中容易发生水合物冰堵现象,因此需要利用加热或者注醇的方式来解决冰堵现象。针对当前管道所出现的冰堵问题,需要进行更加完善的分析工作,并且研究相应的解决措施来提高输气管道的安全运行,为实现我国天然气行业的可持续化发展奠定基础。

参考文献:

- [1] 李润五,李康,胡永群.长距离输气管道水合物防治研究综述[J].山东化工,2022(04):51.
- [2] 李建秋,等.天然气水合物在输气管道中的生成预测及防治技术研究[J].油气田地面工程,2022(05):41.
- [3] 董波,张金磊.海上天然气海底管道水合物冻堵的预防措施[J].化工管理,2021(04):124-125+152.
- [4] 王伟铭,等.天然气海底管道水合物冻堵原因分析及解堵和预防方法[J].天津科技,2022(11):49-51.
- [5] 孙毅,李忠田.利用水合物法将放空天然气进行捕获工艺设计[J].科技创新导报,2022(06):19.
- [6] 赵甜等.凝析气集输管道中天然气水合物冻堵防控措施效果模拟[J].油气田地面工程,2021,40(10):11-16.
- [7] 史博会,全恺,乔国春,等.榆济输气管道水合物冰堵防治措施[J].油气储运,2014,33(3):6.