

天然气管道冰堵成因及防治措施研究

王关鲁（国家管网集团西气东输公司川气东送天然气管道有限公司，湖北 武汉 430000）

摘要：天然气在输送过程中受到气候、环境等因素的影响，天然气管道极易出现冰堵等现象，影响了天然气管道的正常使用，甚至引发严重的危害。如何有效的防治天然气管道冰堵问题，并且保障天然气输送的安全稳定性，成为当前天然气管道应用中主要面临的问题。本文主要对天然气管道输送中冰堵发生的原因及危害进行了分析，并提出了相应的预防及处理措施，旨在为业内人士提供一些建议和帮助。

关键词：天然气；管道；冰堵；成因；防治措施

近年来，天然气作为一种新型的清洁能源，在生产生活中的应用越发普遍，其推广与应用符合可持续发展的要求。但是，在天然气运输和使用过程中，管道冰堵是一种常见的问题，不但对天然气的正常运输作业有直接的影响，并且对能源的合理利用也造成很大的影响。同时，也是当前管道运行管理中，迫切需要解决的一个关键性问题。天然气管道之所以会出现冰堵的问题，是因为管道在运行前的试水工作过程中残留了大量的水分，并未处理干净，在流经地势较低的区域，使管道内部聚集了大量的水分。当温度较低时，这部分残留的水分便会凝结在一起，进而发生凝霜或是结冰的形象，导致管道中的相关部件出现堵塞的问题，如阀门、流量计及其他设备等。所以，对天然气管道的冰堵问题进行防治及应急处理尤为重要。笔者结合自身工作，对天然气管道发生冰堵的原因及危害进行了分析，并提出了有效的预防及处理措施。

1 天然气管道冰堵成因及危害

1.1 冰堵成因

1.1.1 天然气水露点

天然气输送过程中，其饱和水汽含量直接是由天然气的水露点指标来反映的，二者呈现出正向变化的关系，当水露点较高时，天然气的水汽含量也相对较高。因此，在天然气管道输送的过程中，冰露点降低，能够使得天然气管道保持良好的输送效果。根据天然气管道输送的相关要求，在管道输送的过程中，当其输送条件符合其要求以后，其环境温度最低点需要在输送管道中气体水露点的5℃以上，输送条件主要是在特定的条件下，观测点位置天然气管道的运行情况条件。因此，在天然气的输送过程中，管道内水合物的形成条件往往是由水露点的测量、计算与分析等来获得的，通过这些条件的分析，可以直接掌握游离水是否存在，从而判定天然气管道内水合物是否具备形成条件。

1.1.2 天然气水合物的形成

天然气水合物是水与小分子气体甲烷、乙烷等形成的一种固态结晶，其外观似雪沫或碎冰，点火即燃，又称之为“可燃冰”，可堵塞管道、设备、仪表等，形成冰堵。目前已经发现的水合物有Ⅰ型、Ⅱ型和H型三种

类型。天然气水合物的形成是造成冰堵发生的直接原因，而水合物的形成过程中，组分与热力学是基本条件，组分主要包含了水分、低分子量液体与气体，而热力学主要是温度与压力等条件。此外，水合物的形成还会受到一些外部条件的影响，如当气体处于剧烈扰动状态时，其水合物生成的可能性更高。

1.2 冰堵危害

一是当天然气管道中产生水合物以后，其往往会在干线运输与输气场的特定位置加以流通，比如，在阀门、节流装置等的流通，由于其在这些位置的流通面积有限，就会加大堵塞现象发生的概率。再加上在管道输送过程中其上部的压力相对较大，处于压力增加、流量减小的阶段，而下部压力相对较低，导致其输送的稳定性不足。二是天然气水合物的产生多位于节流装置处，一旦水合物形成，就会影响介质流量计量，导致其计量值与实际值存在较大的偏差，流量计量的精度大大降低。三是在气液联动截断阀引压管位置处，也极易产生水合物，而此处的水合物会使得有关的控制单元对于相关信号的检测受到影响，造成信号检测的延误等，最终导致对阀门的控制受到影响。四是当阀门关闭以后，有些天然气管道也会在阀腔、死气段内形成水合物，此时，由于体积增大，就会导致管道出现冻裂等问题，此现象一般发生在天然气管道投入使用的初期阶段、冬季气温较低的情况下。

2 天然气管道冰堵预防措施

2.1 有效控制气源质量

为了在运输天然气的过程中避免管道冰堵的现象，就必须严格控制气源质量。目前比较常用的方式就是减少天然气自身的水露点，由于水露点是天然气管道内冰堵现象发生的直接原因，只有降低了水露点，才能抑制冰堵问题的发生。在天然气管道运行过程中，要尽量保持管道内所输送的天然气为清洁、干燥的天然气，并要保证管道内不存在积水等。在特定的压力条件下，只要天然气的水露点符合要求，并且不存在游离水，就从根本上抑制了水合物的生成，进而从源头上控制了冰堵现象的发生。因此，在天然气管道投入使用之前，有关部门必须做好清管与干燥处理，且在管道置换投产的过

程中增设站内设备、阀室球阀的排污与吹扫。

2.2 添加抑制剂

在天然气输送管道里,使用化学抑制剂乙二醇做辅助,能够更加充分的干燥管道里的水气,起到露点下降,减少水合物产生等效果。目前,常用的抑制剂主要为甲醇,其能够以极快的速度跟天然气相互混合,减少使用雾化装置,更为方便快捷。甲醇加注到管道里之后,当管道的温度提升、压力减少时甲醇就会气化,不用担心管道里出现积液现象。在抑制剂的使用过程中,要做好相应的计算。甲醇灌注时,如果是往主干线管道里面注醇,就选取在出站阀旁压力表接口位置;如果是往分输管道里面注醇,就选取在计量、调压撬间压力表的位置,或者把注醇设备与临时拆除仪表接在一起。

2.3 提高输送温度

在天然气输送过程中,提高输送温度,也是一种有效的预防冰堵现象的手段。一是采用水套炉、电加热器等装置对输送天然气进行加热,以此增大天然气输送温度,使管道中残留的水分,或是水蒸气能够快速的挥发,进而保证管道的干燥性,防止天然气形成水合物。当未确定天然气水露点的时候,加热装置使用功率以比调压节流后温度仍高 5°C 为准。一般情况下,天然气压力每增大 1MPa ,温度相应提高约 10°C ;压力每减小 1MPa ,温度相应降低约 4.5°C 。二是缠绕电伴热带。在天然气站场分离器、调压撬及其后管段、引压管、排污集液包等位置缠绕电伴热带并做保温,可在一定程度上缓解冰堵问题的发生,但对天然气流动量较大的分离器、调压撬及其后管段的作用不大。在发生冰堵后,及时关断冰堵设备两端阀门,通过电伴热带的加热可作为解堵措施。电伴热带的选用功率一般为 $30\sim 60\text{W/m}$,对所需伴热部位做螺旋包裹缠绕,必须采用安全保温材料以做到有效保温,长时间投用,需安装温控装置。

2.4 减少调压阀前后压差

由于分输站场调压撬上的工作调压阀多是轴流式调节阀,笼筒是阀门的关键部件,壁面上有许多孔眼,活塞通过活塞杆的导引在笼筒内前后运动,可精确调节流量,但此结构也容易在笼壁上发生冰堵,且水合物一旦生成,很快就会堵塞流量调节的孔眼,节流进一步加大,阀前后压差增大,阀后天然气温度持续下降,游离水在阀门和阀后管段内冻结,进一步加剧冰堵,直至完全堵塞。因此,减小调压阀前后的压差,是一种抑制冰堵的有效手段。

2.5 定期清管

天然气在输送过程中,如果管道内存在积液就会增大冰堵发生的概率。因此,在天然气输送过程中,工作人员要做好清管工作,及时清除管道内存在的积液、积物等,从源头上抑制水合物的形成。在清管过程中,需要在不能生成水合物的压力与温度条件下,如果管道内

的运行压力温度等超过了水合物的生成条件,清出的积物、积水将会较少。但这并不能表明管道内无积液,只能说明管道内的水量不是非常大,只能说明管道内的水量有限。因此,清管工作极为重要。

3 天然气管道解堵应急处理方法

目前,常用的天然气管道解堵应急处理办法主要有三种:一是注醇法。这一方法是通过注入亲水性较好的有机防冻剂来吸收水分,从而降低管道内天然气的水露点,水露点越低,管道内的干燥程度越高,从而不易形成水分凝结,形成冰堵,这种方法不改变管道内的压强和水汽含量,提升管道对温度的适应力。二是降压解堵法。刚开始产生水合物时,根据输气管道作用和功能,需依靠自身装置直观完成天然气放空任务,减少管道里面的温度和压力,只要水合物的产生温度比管道里气体温度低,那么水合物就会迅速分解。很多案例实验证明,水合物往往 10min 内就能分解,主要是因为水合物结晶壳出现液化情况后就容易迅速从管壁上掉下来,再与气流一起流出管道。三是外部热水浇注法。这种方法使用起来最为简单,对于冰堵管径较小的部分十分的有效,确定冰堵区域之后通过热水浇筑,喷淋的方式,将管道内的水合物溶解。最终达到保障天然气稳定传输,长输管道稳定运行的目的。

4 结束语

综上所述,天然气能源对社会经济的稳定发展发挥了重要的作用。天然气在管道输送过程中,进入管道的天然气水露点较高或者新建管道内遗留积水较多,达到了生成天然气水合物的条件,致使天然气管道发生冰堵问题,严重影响了管道的安全运行。因此,在天然气管道输送过程中,相关工作人员一定要深入研究分析管道发生冰堵的具体原因,做好相应的冰堵预防与控制措施,根据输送情况,从源头上控制水合物、水露点等的形成条件,从根本上控制冰堵现象的发生,进而为天然气安全输送工作提供重要保障。

参考文献:

- [1] 范豆,范锦涛,金金.输气管道水合物的形成与防治[J].环境与发展,2017(07):22-24.
- [2] 姜美玉.天然气长输管道冰堵的防治与应急处理[J].中国石油和化工标准与质量,2018(02).
- [3] 王超,郭世民.天然气设备冰堵原因及改善方法[J].化工管理,2014(3).
- [4] 李孟秋,王超.长输天然气管道冰堵治理与案例分析[J].化工管理,2016(02):60-62.
- [5] 吴云鹏.天然气设备冰堵原因分析与改善措施研究[J].石化技术,2019,26(02):283+307.

作者简介:

王关鲁(1987-),男,山东菏泽人,主要从事长输天然气管道储运管理工作。