

天然气管道清管作业常见故障的分析与处置

张 伍（中海石油深海开发有限公司，广东 珠海 519000）

摘 要：随着社会的发展与时代的进步，我国对于天然气管道清管作业工作的实施也更为重视，因此需要积极落实天然气管道的清管作业工作，天然气管道的使用效果将直接对天然气行业整体的发展造成影响，因此天然气管道清管作业故障分析处理技术运用也已成为学界热点话题。基于此，本文简单分析天然气管道清管作业的常见故障类型，深入探讨天然气管道清管作业故障处理措施，以供参考。

关键词：天然气；管道清理；风险识别

0 引言

天然气管道本身承担输送燃气的作用，而未经处理的天然气内部存在大量的杂物与污渍，影响天然气运输效率，若处理不当将会直接对天然气管道运输造成较大影响，因此天然气管道内部普遍存在大量的杂物与污渍，需定期对其进行清理可以大幅度提高天然气管道的使用寿命，并进一步提高工作效果，对于天然气行业的后续发展具有重要意义。

1 天然气管道清管作业常见故障类型处理

1.1 卡堵故障

卡堵风险在天然气管道清管工作的实施过程中属于一种较为常见的故障类型，其在清理管道的过程中，会产生大量的压力与流量，因此其内部的压力若发生改变，则出现卡堵问题的可能性也会随之大幅度提高，在清理管道的过程中，需要挑选较为适宜的方案对卡堵问题进行控制，在使用排放阀的过程中需要对其进行仔细检查，判断其是否始终处于关闭状态。

为避免清管器因构造规格问题导致使用过程中出现串气等问题，可采取的方法是：其一，压力和流量监控。首先，应立即监测卡堵区域的压力和流量。如果发现异常变化，应进行进一步的检查。其二，管道隔离。如果确定了卡堵的位置，应将该区域的管道隔离，关闭相应的阀门以减少对管道其它部分的影响。其三，压力释放。通过安全排放系统释放被隔离区域的压力，以减少工作人员的安全风险。其四，清管器定位与取出。利用管道定位器找到清管器的确切位置。如果清管器靠近取出设备（如发射器或接收器），可以通过打开取出设备的门来取出清管器。其五，清理卡堵物。卡堵物可能是由于管道内部的结垢、沉积物或其他异物造成的。使用专门的工具（如高压水射流或机械切割工具）清理这些卡堵物。其六，检查清管器。检查清管器是否有损坏或设计上的缺陷，导致其

不能正常通过管道。其七，更换清管器。如果清管器损坏或不适合当前的管道条件，应更换为合适的型号和规格。其八，复位阀门和设备。在处理完卡堵问题后，复位所有阀门和设备，确保它们处于正确的工作状态。其九，管道重新压力测试：在清理作业完成后，进行压力测试以确保管道的完整性。

1.2 管道局部变形

为避免管道局部发生形变等问题，需要积极地开展敷设作业工作，并延长管道的使用时间，避免因坚硬物体对管道形成作用力而导致其内部出现严重凹陷等问题，保证管道的使用效果。在此阶段需要避免管道清理工作的实施过程受到阻碍问题发生，在此阶段的工作中需要优先判断出已经产生弯曲的管道区域，而后分析此工作方式的作用下，是否会对管道清理工作的落实产生不利影响。而后需要将其余建筑拆除，避免因违法建设存在对管道的使用安全性造成严重影响的情况乱搞出现，提高对天河区管道保护工作的重视力度。在管道发生形变后的建设阶段，需要相关施工单位对此工作给予充分重视，检查管道的形变情况，而后对验收工作的相关环节加以控制，降低各类负面影响出现的可能性。

管道三通区域，若其运行速度逐渐减缓，则会导致内部物体流动的稳定性受到严重影响，因此为避免出现卡堵等现象，需要保证清管器内部的压力值可以始终维持在相同状态，并避免管道内部出现过多的杂物，而一旦其三通位置出现卡堵等问题，则其干线关东的直径将会低于 0.5 倍。因此需要通过科学的设计保证系统运行的合理性，而后选择适宜的链条，降低清管设备使用过程中出现卡堵问题的可能性，并降低卡堵的频次，分析其支线内部是否存在过多的粉尘杂质，保证相关的清理工作可以顺利进行，降低风险发生概率。在管道的出入弯头处，也较易出现清理困难

与卡堵等问题，而为避免各类风险反复出现，需要保证其建设半径可以满足标准要求，并落实清管检验等相关工作，降低异常情况导致出现卡堵的频次，为清理工作的顺利完成提供有力保障。

在现场管线的进出弯头位置，由于弯头的曲率半径不能满足在管线中的使用要求，所以更易造成冲洗和堵塞。为防止危险的出现，应按照有关规范的规定，在未曾用过的弯管中选取曲率半径合适的弯管在使用过程中，若直径仍不能满足使用的需求，应立即对其进行替换，以确保其满足规范的使用要求。避免出现堵塞，必须在清管过程中进行全面的检测，所有的弯头和三通，如果出现任何不正常的现象，均需要立即进行改装或者替换。

2 天然气管道清管作业故障处理措施

2.1 卡堵故障处理

为避免收球作业过程中出现堵塞，需要明确产生堵塞问题的主要原因。造成堵塞的主要因素主要包括收球端的主管阀不能全部打开。相应的危险管理对策包括三点：一是做好巡视工作，确保其处于全开的状况；二是在清管器丢失的时候，发送和接收的球体之间会形成一个密闭的或者高度不一致的状态，导致其内部的流体和气压都会下降，从而无法将清管器送到球体的位置。此时，应增大压力和位移，并探测回球末端的压力；三是当球阀因为某些原因而没有闭合时，通过三通时，其工作状况不稳，极有可能出现卡阻。这时的反应控制方法是，一边清除管子，一边关闭阀门。在清扫管线的过程中，需要避免清管器与盲盘发生碰撞，降低可能存在的严重的回收风险。虽然清管器的运动速率很慢，但是其本身的重量相对较大，在与收球套管内的盲板发生碰撞时，会造成不同程度的损伤甚至出现爆炸等问题，给作业人员带来生命危险。此外，如果球与钢板碰撞产生的震动，则会对仪表盘及其他设备的运行状况造成影响，因此，对此进行的控制方法是：要求操作者进行监听，并认真地进行检测，并随时注意其状况。天然气处理过程中若遇到火源，极易引发火灾等重大意外。

在净化作业过程中，大量的灰尘和气体会随气体一起逸出。由于气体与水不溶，一旦在野外燃烧，会引发大范围的火灾。具体的处理方法是：第一，对进行严密监管，对进出的车辆和人员进行检查，并在工地周围设置安全区域。在收球区，无关人员不得入内，并采取相应的隔离措施；二是在此范围内工作的工人，

必须穿戴好相应的防护设备；三是在进行回收工作前，要做好防爆的准备，比如准备防火铲和防爆扳手等。四是配备专门的消防器材，例如消防箱，灭火器等。五是要与地方防火机关密切联系，指定专人到工地进行防火监督和指导，预防火灾；第六，当进行除污染作业时，为了防止天然气和粉尘从管线中扩散到工业区和人流密集的地方，可以使用送风的方式提高效果，为管道清理工作的顺利完成提供有力保障。

2.2 收发球筒阀门防控

因为通信装置的信号不稳定，导致管道监听和跟踪者不能在第一时间了解电力或者其他的故障状况，不能第一时间将工作信息传递给现场控制中心。上述均为通信资料遗失的危险。清管是一个系统性和复杂性的工作，它要求多个小组共同合作，任何一个环节出现了问题，都会对整个工作小组的工作产生不利的影响。其风险的控制方式为：

①企业要事先将所有参加人都召集起来，进行专门的训练，并坚持各项规章制度，还要在工地上进行多次训练。

②在清理工作开始之前，按照“一用一备”的原则，负责监督组长等有关工作人员必须对通信设施进行全面的检修，以确保清理工作不会受到通信的干扰。清管器的信息缺失一般是由于没有收到来自各监测站点的信号，导致追踪小组的工作人员对球的定位不能进行准确的判定，因此出现了不能对清管装置进行实时监测的现象，造成此现象的一个主要原因为管路的设计不够合理，当弯头、三通处出现了分流并联流动，会对驱动产生一定的影响。以及地形和地形有很大的改变，管路出现振动，然后有可能出现螺钉的松动，造成皮盘掉落。

③由于球头框架的力学性能较差，在遇到震动时容易发生散球现象。四是破损的面较多。密封的皮筒不但起到了清洁的作用，而且由于密封的原因，也会产生压力差异，难以为球的常规工作提供动力。此种情况下，一旦胶筒失去了密封作用，清管器便会停止运转。在这种情况下，若有大量的空气，清扫器会以慢速运转，直到把皮钵全部用光，管子和凸缘会发生直接的摩擦，避免出现严重损耗。

2.3 清管器卡堵风险控制

在常规工作条件下，若球头工作时间超出预期，或球头所算出的行程超出了管线的实际长度，可以判定球头发生漏气问题。产生漏气问题的原因相对较多，

比如,球头的磨损比较平稳,或者球有很大的擦伤问题,同等情况下均有可能发生窜气。在燃气管线中存在着漏气现象的情况下,施工人员首先要增加管路中的空气流量,从而增加球头前后的压力差,驱动管内的清管器,将清管器从管路中取出,并且,若球在管线中停留24小时以上,且管线未产生窒压问题,工作人员可以在管线中添加一根比较粗的清管器,从而带动停转的清管器继续前进,若仍未发现管线中的清管器,则应进一步深入剖析造成窜气的原因,保证清管工作实施的必要性。

在球头移动时,球头附近的沉积物将会积聚,如果沉积物堆积得比较厉害,将导致管线阻塞。当管线发生阻塞问题时,工作人员必须增大管线的上游压力,或是减少管线下游的压力,导致清管器前后位置的压差增大,促使清管器将沉积物向前推进,若该方法不能奏效,工作人员可以逆向添加清管器,通过反推力的方法来处理管线的阻塞问题。若上述措施均不可行,员工须立即执行紧急计划,切断管线。

在进行天然气管线的清管工作时,有很大可能发生污染,此类的物质会给周边的环境带来很大的危害,为此,在进行清管工作前,要先与当地环保部门取得沟通,在完成了清管工作之后,要将废水和各类杂质用密闭的槽车装好,交给环保部门专门处理。当然,在得到环境主管机关许可的情况下,还可以根据有关规定自行采取措施,在不断对相关控制措施进行优化的过程中,可以起到强化控制质量的作用,在此过程中可以借助常规故障的分析处理达到提高建设效果的作用。

2.4 针对收球期间异常情况的处理方法

海上天然气管道收球期间,容易出现异常情况之一是海管来液量超过终端凝析油稳定单元小时处理能力。推测造成该异常情况的原因之一是,在收球期间,由于海管内积液过多造成来液量超过陆岸终端凝析油稳定单元小时处理能力,段塞流捕集器的液位上涨迅猛。该突发情况造成的结果是,段塞流捕集器液位高高触发生产关断。

针对该情况的应急处置应当分“两步走”:第一步,发现异常。①在提高凝析油稳定单元处理量至最大负荷,中控发现段塞流捕集器液位仍持续上涨;②现场观察到段塞流捕集器就地液位计数值及上涨趋势相同。第二步,采用下列应急处置措施。①凝析油处理量增大到最大负荷,且段塞流捕集器液位上升至高

液位仍继续上升时,中控投用清管液流程;②投用清管流程后段塞流捕集器液位仍无法控制而产生生产关断,立即告知相关领导,同时通知上游平台及下游用户,终端发生生产关断,协调上游减产;③恢复清管流程,将段塞流捕集器液位转移至安全液位;④按照生产关停恢复程序恢复生产;⑤通知上游平台及下游用户,终端已逐步恢复生产。

另一个常见异常情况是海管积液形成段塞产生“气荒”。推测造成该故障的原因是在收球后期可能由于海管积液过多而造成海管内形成段塞流,短时间内海管上岸无天然气流动,产生“气荒”,短时间内,段塞流捕集器出口压力降低至正常低压后,持续降低。该故障引发的后果主要集中在两个方面:其一,制冷单元膨胀压缩机喘振停机;其二,外输压缩机入口压力低停机。

处理此种异常情况的流程是:其一,提前将制冷系统膨胀压缩机切换至J-T阀;其二,保持终端正常生产,当发现海管上岸压力开始出现持续下降时,终端适当减少外输量,观察海管上岸压力变化情况;其三,持续步骤二一段时间之后,如果发现海管上岸压力持续保持下降态势,则应继续降低终端外输量,并同时上报情况,做好终端可能出现“气荒”现象的准备,必要时减量甚至完全停止外输;其四,当段塞流捕集器压力降低,终端及时调整外输气量并打开站内循环阀门,进行“自持”,便于后期系统及及时恢复正常外输工况。

3 结语

综上所述,现阶段天然气管道清管作业工作的实施过程中,各类可能存在的故障问题均已被进一步明确,因此对各类常见的故障问题进行解决也显得尤为重要。目前天然气管道清管作业故障处理的过程中,需要对卡堵与清管器等区域进行调控,进而为管道清管工作的顺利完成提供有力保障。

参考文献:

- [1] 彭阳,戴志向,胡子夏.天然气管道清管过程动态预测软件开发及应用[J].油气储运,1-12.
- [2] 陈宏建,唐德志,张少刚.国内外油气田集输管道清管技术及规范发展现状[J].腐蚀与防护,2023,44(12):1-7.

作者简介:

张伍(1984-)男,四川巴中,大学本科,中级职称,研究方向,天然气处理或天然气净化。