

油田给油管道的结垢机理及治理措施

汪益宁 肖伟 吴晗 王晖 振华石油控股有限公司

摘要: 大庆油田某采油厂给油管道中的介质含有大量的气体或离子, 介质中钙、钡等成垢离子数量的增加是导致给油管道结垢的主要原因。给油管道结垢机理: 地层水中富含易结垢的盐离子(如碳酸盐、硫酸盐等), 在采油过程中因环境因素的改变而破坏原化学平衡, 使垢物增加; 多种不相容的介质混合在一起, 使多种结垢离子相互结合而生成垢物(常见垢物包括硫酸钡和硫酸锶等难溶性盐类)。给油管道除垢治理方法主要有机械除垢、化学除垢、超声波除垢和采用除垢器具除垢。在进行给油管道除垢时, 应根据实际情况, 合理选取除垢方法, 以达到效率高、无污染的除垢效果。使用铬、钼元素含量较高的管材, 合理添加化学试剂以及建立管道监测系统, 可有效减缓给油管道的腐蚀速率。

关键词: 给油管道; 结垢机理; 影响因素; 除垢

doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2015.12.035

油田给油管道结垢是国内外所面临的重要问题。大庆油田某采油厂给油管道中的介质含有大量的气体或离子, 介质中的钙、钡等成垢离子数量的增加是导致给油管道结垢的主要原因。

本文从给油管道结垢机理及主要影响因素出发, 进行管道结垢预防以及结垢治理措施研究。

1 结垢机理及主要影响因素

1.1 结垢机理

(1) 地层水中富含易结垢的盐离子(如碳酸盐、硫酸盐等), 在采油过程中因环境因素的改变而破坏原化学平衡, 使垢物增加。垢物的主要成分以碳酸钙为主, 同时还混有少量的碳酸钡、硫酸钙等。

(2) 多种不相容的介质混合在一起, 使多种结垢离子相互结合而生成垢物, 常见垢物包括硫酸钡和硫酸锶等难溶性盐类。

大庆油田某采油厂给油管道因具备上述两个条件极易形成以碳酸钙为主, 硫酸钙、硫酸钡等难溶性盐类为辅的垢物。

1.2 主要影响因素

1.2.1 固体颗粒的影响

在管道输送过程中, 由于介质中所含固体颗粒形状不规则, 在流速一定的条件下, 介质中的固体颗粒越大, 越容易附着在管道内壁, 形成垢物。

1.2.2 pH值的影响

对油田管道中的结垢物与原油进行分析得出, 当溶液中的pH值过高, 会使碳酸盐溶解后又重新结晶, 进而促进垢物的产生; 若pH值过低则会促

进溶液对管道的腐蚀, 并在管道中产生腐蚀性的垢物。因此需要控制pH值才能尽量减缓垢物的产生, 一般pH值宜控制在6~8之间^[1]。

1.2.3 压力的影响

压力对给油管道中的碳酸钙、硫酸钡、硫酸锶以及硫酸钙等结垢物均有影响, 结垢反应中有气体生成, 压力小促使结垢反应正向进行, 使垢物增加。在管道输送过程中, 管道内压力逐渐下降, 导致结垢速度增加。

1.2.4 介质流速的影响

通常情况下, 增加给油管道输送介质的流速, 能够减少沉积物的含量, 进而降低结垢速度。此外, 流速的增加还能够提高剥蚀率, 减少垢物的增长; 反之, 则使介质中的微生物、固体颗粒等沉积物增多, 导致结垢速度明显增加。

2 结垢预防措施

(1) 选用铬或钼含量较高且硫和磷含量较低的耐蚀管材, 可增加管道的抗蚀性能。铬元素可增加管道钝化膜的稳定性, 钼元素可减少氯离子的腐蚀, 进而减少腐蚀结垢。

(2) 通过添加适当的化学试剂(如缓蚀剂、杀菌剂、表面活性剂等)除去腐蚀介质或改变结垢环境, 可有效减缓给油管道的腐蚀速率, 降低垢物的形成速度^[2]。

(3) 建立管道检测系统, 加强对管道的检测, 及时发现管道腐蚀严重的部位并采取相应的除垢措施进行维护^[3]。



3 治理技术

3.1 机械除垢

机械除垢是指利用强力清管器进行除垢。清管器除垢的优点是治理速度快、操作简便、价格低、无污染、强度低、自动化程度高；缺点是难以彻底清除垢物，在除垢过程中一般需要反复清理6~8次，设备容易损坏，清管效率低，除垢成本高。

3.2 化学除垢

化学除垢主要是通过化学方法将垢物溶解清除，包括螯合剂溶剂清洗、酸洗等，针对不同的垢物选择不同的化学试剂。化学除垢的优点是工艺流程简单、费用低、停工时间短；缺点是容易造成管道的损坏，并且对环境有一定的污染。国外常用的除垢剂包括快速活性水转化剂溶液、EDTA除垢剂、次氨基三甲基磷酸、二烷基二硫等。国内常用的除垢剂包括WS系列、CTI系列化学清洗剂等。每种化学除垢剂的除垢效率不尽相同。

3.3 超声波除垢

超声波除垢主要通过超声波场使结垢物质经过超声波一系列效应（如机械效应、空化效应、分散效应等）产生物理、化学形态的变化，进而使得结垢物出现分散、疏松、破碎、脱落等现象，使其不能在管道内壁结垢。此种方法通常用于垢物未形成时的预防，其优点是成本低、无损坏、无污染。

3.4 给油管道内除垢器具除垢

给油管道内除垢器具按照驱动方式可分为气体

压缩驱动除垢器具、液力驱动除垢器具和电驱动除垢器具。给油管道内除垢器具除垢质量好，效率高，适合大庆油田某采油厂给油管道除垢。该方法对今后管道除垢技术具有一定的借鉴意义。

4 结语

(1) 对大庆油田某采油厂给油管道结垢原因进行分析得出，介质中因含大量气体或离子易发生化学腐蚀，钙、钡等成垢离子数量的增加是管道结垢的根本原因。

(2) 使用铬、钼元素含量较高的管材，合理添加化学试剂以及建立管道监测系统，可有效减缓给油管道的腐蚀速率。

(3) 给油管道结垢是介质中固体颗粒大小、pH值、管道内压力、介质流速等因素综合作用的结果。因此，需要综合考虑各种因素的影响，才能将结垢速度降到最低。给油管道除垢时，应根据实际情况，合理地选取除垢方法，以达到效率高、无污染的除垢效果。

参考文献

- [1] 王兵, 李长俊, 朱伟, 等. 结垢及除垢技术在管道中的应用研究[J]. 石油化工腐蚀与防护, 2008, 25 (1): 28-30.
- [2] 左景荣, 任韶然, 于洪敏. 油田防垢技术研究与应用进展[J]. 石油工程建设, 2008, 34 (2): 7-14.
- [3] 孙莉, 江元汝, 许启明. 坪桥油田采油管道结垢机理与防治措施[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2008, 5 (3): 233-255.

收稿日期 2015-04-19

(栏目主持 樊韶华)

(上接第89页)性、旁通现象、清管效率、使用程度等方面占优势。因此，建议对海南管线开展直板清管器+皮碗清管器清管作业可行性研究，以避免和降低常规清管球通球存在的风险。

5 结论和建议

(1) 海南管线随着天然气输量的降低，海管内的积液量增加，当输量低于 $71.9 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 时不能直接进行清管操作，可以采用批量清管的方法保证段塞流体积不超过捕集器容积，确保清管作业安全。

(2) 在 $15 \sim 20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 低输量时，海南管线使用常规清管球的清管方式将不再适用。

(3) 建议海南管线开展直板清管器+皮碗清管器清管作业可行性研究，全面评估低输量下面临的各种风险，找到常规清管球清管作业的正确替代方法。

参考文献

- [1] 梁法春, 曹学文, 魏江东, 等. 积液量预测方法在海底天然气管道中的应用[J]. 天然气工业, 2009, 29 (1): 103-105.
- [2] 国家能源局. 天然气管道运行规范: SY/T 5922-2012[S]. 北京: 石油工业出版社, 2013.
- [3] 张鹏. 长输天然气管道低输量下清管方法的研究[J]. 石油规划设计, 2000, 11 (2): 25-26.
- [4] 海上采油工程手册编写组. 海上采油工程手册[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001: 654-659.
- [5] 余曦, 李伟林. 清管球与清管器在中输气管道上的应用比较[J]. 油气储运, 1997, 16 (3): 34-35, 49.
- [6] 李长俊. 天然气管道输送[M]. 北京: 石油工业出版社, 2008: 224-227.

[作者简介]金光智: 工程师, 1997年毕业于西南石油学院石油天然气地质勘查专业, 现主要从事油气开发和管理管理工作。

(0755) 21606026、michael.jin@cnooc.com.cn

收稿日期 2015-09-23

(栏目主持 樊韶华)

