

# Discussion on Corrosion and Protection of Long-distance Oil and Gas Pipeline

Guotao Gao

Hubei Deshi Hongxin'an Technology Consulting Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430070, China

## Abstract

Corrosion is the most important factor affecting the service life and reliability of long-distance oil and gas pipelines, and it is also one of the main causes of oil and gas pipeline accidents. The long-distance oil and gas pipeline has large pipe diameter, long distance, high pressure and huge investment. Once the pipeline is corroded, perforated, leaked, etc., not only the loss is significant, the repair is difficult, but it may also cause fire and explosion accidents and environmental pollution incidents. Therefore, the corrosion control of oil and gas pipelines is an important prerequisite for ensuring the safe transportation of oil and gas pipelines.

## Keywords

long-distance oil and gas pipelines; corrosion principle of pipelines; pipeline anti-corrosion technology

## 浅谈长输油气管线的腐蚀与防护

高国涛

湖北德势弘馨安技术咨询有限公司, 中国·湖北 武汉 430070

## 摘要

腐蚀问题是影响长输油气管道使用寿命和可靠性的最重要的因素,也是造成油气管道事故的主要原因之一。长输油气管道管径大、距离长、压力高、投资巨大。一旦管线腐蚀穿孔、泄漏等,不但损失重大,抢修困难,还可能引起火灾爆炸事故及环境污染事件。因此,油气管道的腐蚀控制是保障油气管道安全运输的重要前提。

## 关键词

长输油气管线;管线的腐蚀原理;管线防腐技术

## 1 引言

管线输送油气是目前油气采用较为普遍的运输方式。截至2018年,中国已经铺设了总长度达13.6万公里的油气管道线路,并且未来几年这个数字还会快速增长,因油气管线腐蚀问题造成的安全生产事故频频发生,加强长输油气管线腐蚀控制对于保障油气安全输送显得尤为重要<sup>[1]</sup>。长输油气管线通常为金属管道,其腐蚀因素主要如下:

## 2 长输油气管线的腐蚀原理

### 2.1 大气腐蚀

油气管道暴露在大气腐蚀环境和温度下,由于大气中的水和氧等的化学和电化学反应而引起的腐蚀称为大气腐蚀,大气腐蚀最为常见。

### 2.2 化学腐蚀

油气管道的化学腐蚀是指管道的表面与土壤等非电解质直接发生纯化学反应作用而引起的破坏,在化学腐蚀过程中,电子的传递是管道与氧化剂之间直接进行的,而没有电流产生。

### 2.3 电化学腐蚀

油气管道的电化学腐蚀不同于化学腐蚀,油气管道与电解质也容易产生电化学反应而造成腐蚀。引起这种腐蚀的原因在于油气管道在电解质中形成了腐蚀原电池,伴随着电流的流动,就容易产生电腐蚀。油气管道埋藏在地表下面,管道与附近的土壤、水、湿冷气体的接触,容易造成外表面腐蚀,而油气管道在运输过程中,因污水、油气的作用产生的内腐蚀都属于电化学腐蚀的范畴。

### 2.4 电流干扰腐蚀

长输油气管道属于线性工程,可能存在与高压架空线路

并行地段, 高压线路产生的交流杂散电流会对埋地管道产生电场作用、磁场作用和地电场作用, 由于管道防腐层存在漏敷点及其它缺陷, 造成交流干扰电流进入, 破坏管道阴极保护电流的保护作用, 使局部阴极保护失效, 增加管道腐蚀的危险性。

## 2.5 其他原因

土壤、大气中富含的细菌等微生物, 这些微生物的新陈代谢作用于油气管道, 会造成油气管道的腐蚀; 管道的强制电流阴极保护受到人为破坏, 使附近管段失去保护, 导致管线腐蚀; 牺牲阳极的阴极保护法的阳极地床耗尽后, 被保护的管段也会失去保护, 导致腐蚀; 施工质量缺陷等原因会造成钢管内外表面的防腐涂层损坏, 特别是外表面涂层的损坏, 在损坏处要补伤。如果补口、补伤质量不良会影响管道抗腐蚀性能, 从而引起管道腐蚀失效。

## 2.6 应力腐蚀

是长输油气管道在应力和腐蚀环境的共同作用下引起的破坏, 是腐蚀产生后滋生的一种衍生腐蚀, 但它的威力很大, 可能导致油气管道开裂, 这种开裂往往是突发性、灾难性的, 会引起爆炸、火灾等事故, 应力腐蚀严重威胁着油气管道的运输安全。

## 3 长输油气管线腐蚀导致的后果

腐蚀会导致油气泄漏等直接经济损失, 还会起火灾爆炸事故、环境污染事故, 导致停工停产等严重后果, 极大影响了油气工业安全生产。若位于人口稠密地区的高压油气管线一旦腐蚀、穿孔、破裂, 后果将不堪设想, 油气管线腐蚀失效事故不胜枚举, 如造成 62 人死亡、136 人受伤的 11·22 青岛输油管道爆炸特别重大事故就是由于输油管道长期处于干湿交替的海水腐蚀导致。

## 4 长输油气管线防腐蚀技术

有效控制油气管道腐蚀的方法主要是通过油气管道外部腐蚀及内部腐蚀实现的。

### 4.1 长输油气管道外防腐

#### 4.1.1 涂层保护

由于埋地管线是在土壤的介质中进行工作, 要防止土壤中成分的腐蚀, 需要对管线外涂防腐层, 隔离管线金属表面

和土壤, 通过提高防腐电池回路电阻, 起到有效的防腐蚀保护。涂层材质可以选择绝缘性能较好、材质坚固的, 有效抗击微生物腐蚀、电绝缘等。

#### 4.1.2 阴极保护

利用电化学原理中的阴极保护, 也可以很好的防止管油田管道的腐蚀。

一般阴极保护是通过两种方式来实现的:

(1) 牺牲阳极法, 是选择管线外面点位更负的金属, 例如铝合金、镁合金等, 以此作为外涂层的材质, 利用新的外涂层可以产生新的电化学反应。油气管道材料电池的阳极比外涂层材料的阳极要低, 两者相比较之下, 管道成为了阴极, 就可以起到防腐蚀的作用<sup>[1]</sup>;

(2) 外加电流阴极保护腐蚀法是首先将外加的电源负极直接连接在需要保护的金属上, 这样电源的正极和辅助阳极就连接在一起, 形成电流。通过外加电源和辅助阳极之间的点位差, 与牺牲阳极和管道内的点位差进行比较, 得出前者低于后者的结论, 从而可以起到保护油气管道的阴极作用。该方式的最大优点就是拥有较长的保护距离以此保护电流, 同时不会对金属造成任何的消耗<sup>[2]</sup>。

### 4.2 油气管道的内壁保护

不同于油气管道外壁长期接触土壤, 油气管道的内壁主要是与石油、天然气等物质相接处。这些物质中本身包含着非常繁多的腐蚀杂质, 比如溶解氧、碳化氢、二氧化碳等物质, 再加上物质的流速、温度、压力等综合作用, 都会造成油气管道内壁的严重腐蚀。

(1) 油气管道内壁界面保护, 这种保护方式包括可以涂抹防腐层或者进行适当的电化学保护。

(2) 运输物质的降解处理。对所运输的物质进行一定程度的降解处理, 可以降低石油、天然气等物质中含有的杂质, 或者降低这些物质的浓度, 在考虑经济效率的前提下, 还可以适当增加这些的流速, 来减少它们与内壁层接触的机会<sup>[3]</sup>。

(3) 选用耐腐蚀性强的材料来制造油气管道。

## 5 结语

因为油气运输管道的腐蚀问题已经引发了许多重大事故, 因此我们要高度重视, 汲取教训, 积极学习世界各国先进的经验和先进技术, 不断增强油气运输管道的可靠性和安全性, 为

中国经济建设的平稳发展保驾护航。

### 参考文献

- [1] 田甲,王硕,何静.埋地管道剥离涂层下金属腐蚀与阴极保护数学模型研究[J].化学工程与装备.2014(07).
- [2] 贺华镭,何永宏,张军峰,何宏伟.靖边气田集气南干线A段防腐层检测与阴极保护效果评价[J].腐蚀科学与防护技术.2018(01).
- [3] 韩兴平,丁华,李小夏.涂层与阴极保护下的管道外腐蚀研究与控制[J].管道技术与设备.2013(05).