

Determination of Stray Current in Oil and Gas Pipelines and Discussion on Drainage Protection Measures

Hao Cheng

Anhui Special Equipment Inspection Institute, Hefei, Anhui, 230051, China

Abstract

Stray current, including AC interference and DC interference, can have a serious impact on the corrosion protection effect of oil and gas pipelines. The DC stray current caused by rail transit can also cause electrochemical corrosion and perforation of oil and gas pipelines, and the AC stray current interference generated by high-voltage lines can also cause serious corrosion of pipelines. The interference of AC and DC stray currents has always been a focus of attention and research in the industry. The paper introduces the methods for determining AC and DC stray currents and proposes protective measures for stray current drainage, providing effective experience and practices for oil and gas pipeline operation enterprises.

Keywords

oil and gas pipeline; stray current; corrosion protection

油气管道杂散电流判定方法及排流防护措施探讨

程浩

安徽省特种设备检测院, 中国 · 安徽 合肥 230051

摘 要

杂散电流包括交流干扰和直流干扰, 都会对油气管道腐蚀防护效果都会造成严重影响, 轨道交通引起的直流杂散电流还会对油气管道产生电化学腐蚀及穿孔现象, 高压线所产生的交流杂散电流干扰也会对管道产生较为严重的腐蚀, 交直流杂散电流干扰一直是行业内关注和研究的重点, 论文介绍交直流杂散电流判定方法, 并提出杂散电流排流防护措施, 为油气管道运营企业提供了有效经验做法。

关键词

油气管道; 杂散电流; 腐蚀防护

1 引言

中国已经进入“十四五”时期, 城镇化的迅速发展, 地铁和高压电线快速的建设, 产生了大量的杂散电流干扰, 杂散电流是指在预定电路以外流动的干扰电流。它在土壤中流动。该电流从管道的防腐层破损位置或者漏出金属本体的管道, 流入点为阴极, 杂散电流在管道中流动, 又从另一防腐层破损点流出, 流出点为阳极, 流出点产生腐蚀, 杂散电流已经成为影响油气管道腐蚀防护效果的重要因素之一。为了准确掌握杂散电流干扰信息, 弄清干扰方式, 为管道的保护提供依据, 需要对管道的直流电位、交流电位、土壤电阻率和土壤 pH 值等项目进行检测, 并选择适合方法排流, 通过理论和试验分析, 采用一种或者多种方式进行排流, 从而保护管道, 避免管道因杂散电流而产生腐蚀。

【作者简介】程浩(1983-), 男, 中国安徽巢湖人, 硕士, 高级工程师, 从事压力管道检验研究。

2 杂散电流判定方法

2.1 直流杂散电流的判定

直流杂散电流普遍存在于直流电气化铁路、直流电焊机、某些工业电气设备、外部的阴极保护系统以及由地磁场变化都可能引起直流干扰。

①对于在设计阶段的新建管道, 采用杂散电流测试设备如 SCM 等设备对管道附近土壤内的电位梯度进行测试, 其电位梯度测量值小于 0.5mV/m 时, 可以判定其干扰不影响管道, 当电位梯度测量值大于 0.5mV/m 时, 可以判定土壤附近存在影响管道的杂散电流, 应该对附近干扰源进行排查, 并且进一步评估范围内杂散电流干扰情况。

②对阴极保护系统有效的管道, 应采用硫酸铜参比电极测试法, 测量管道的直流电位, 若直流电位测量值低于或高于管道保护电位, 应采取保护措施进行评估。

③对于没有实施阴极保护的在用管道, 应采用万用表和硫酸铜参比电极, 应用管地电位偏移测试法, 对管地电位偏移量进行测试, 当所测量管地电位高于或者低于自然腐蚀

电位,则认为管道存在杂散电流干扰,此时,应排查干扰源,并在范围内进行测量和评估。

2.2 交流杂散电流干扰

埋地油气管道交流干扰源一般包括高压电线、设施和高铁、交流化的电气设施。

①对于在设计阶段的新建管道应首先进行干扰源排查,排查后对于附近存在干扰源的管道应该进行测试,并采用专业的杂散电流评估软件进行评估。

②在用埋地管道测试,首先应该排查管道附近可能存在的交流干扰源,如高压线、高铁等交流电气化设备,然后测试管地电位,测量时选择管道附近存在干扰源的最近距离测试桩测试,测量应包括交流干扰电压、交流电流分布和土壤电阻率情况^[1]。

当交流管地电位测量值小于等于4V时,认为交流杂散电流对管道腐蚀影响较弱,无需进行防护;当交流管地电位测量值大于4V时,认为存在交流干扰,并可能腐蚀管道,应计算电流密度,如下式:

$$J_{AC} = \frac{8V}{\rho\pi d}$$

式中: J_{AC} ——交流电流分布密度 (A/m^2);

V ——交流电压平均值 (V);

ρ ——管道附近土壤电阻率测量值 ($\Omega \cdot m$);

d ——防腐层破损点有效长度 (m)。

管道受到交流干扰的程度按照表1交流干扰程度的判断标准的规定判定^[2]。

表1 交流干扰程度的判断指标

交流干扰程度	弱	中	强
交流电流密度 (A/m^2)	<30	30~100	>100

如表1所示,所测量电流分布密度大于 $100A/m^2$,应

进行杂散电流排流;当电流的分布密度大于 $30A/m^2$ 且小于 $100A/m^2$,可对干扰段管道进行监控使用,并经常测量电流密度变化情况;当交流电流分布密度小于 $30A/m^2$,此时对管道影响较小,可不采取措施,但应该进行实时监控。

3 杂散电流排流防护措施

3.1 建议的直流干扰排流措施

对于直流干扰,对管道影响较大,一般来说管道直流干扰对管道腐蚀情况要大于交流干扰,因为杂散电流干扰腐蚀点一般出现在流出点位置,因此,防护措施的选取应考虑下列因素:

- ①管道杂散电流干扰源的相对位置;
- ②干扰的大小和形式;
- ③管道杂散电流干扰的强度、范围和影响等因素;
- ④管道附近的土壤电阻率和土壤pH值;
- ⑤管道防腐层破损点分布情况;
- ⑥管道的防护和排流情况和效果。

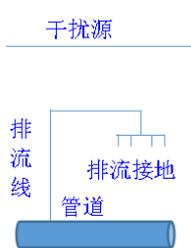
常见的排流保护方式分为接地排流、直流排流、极性排流和强制排流等,可按照表2选用^[3]。

根据表2排流回路中不同的电气连接方式,直流杂散电流的排流方式分为四种:接地排流、直流排流、极性排流和强制排流。

①接地排流。电缆直接连接一个埋地阳极包或者阳极地床。利用阳极来排除杂散电流,穿过土壤,再流回到钢轨中。用于排流的电阻,其阻值应尽可能小,这样可以增强排流效果。

对于同一个埋地的结构,需要根据工作环境实际及情况和相应的工作条件,根据排流需要,采用一种或几种方式进行排流处理。

表2 直流干扰常用的排流保护方式

方式	接地排流	直接排流	极性排流	强制排流
原理示意图				
适用范围	适用于管道阴保系统较稳定,排流时不可以向干扰源进行排流的情况	适用于管道阴保系统较稳定,排流时可以直接向干扰源排流的情况,在使用此方式应与干扰源单位进行协商	适用于管道阴极保护系统不稳定的情况,再向干扰源排流时,应与得干扰源单位协商,受到干扰的管道应该在干扰源的负回归网络	适用于管道与干扰源电位差较小的情况,再与得干扰源单位协商后,可以在交变区的管道向干扰源排流

在交流电气化铁道旁的地下构筑物上，对于排流方式引起的干扰应注意。不应干扰铁路控制信号，引起电路安全问题。

②直接排流。对于地铁附近的受直流干扰的管道，采用排流线将管道与地铁的钢轨或负回归线连接，这种方法简单且有效。对于管道有阳极保护的情况适合采用直流排流。通过连接电缆、可变电阻、控制开关和开路系统，用来达到控制的排流量的目的，因为过度排流容易造成防腐层剥离。

③极性排流。目前，管道运用单位最常用的一种排流方式就是极性排流。该方法使得杂散电流只能从管道中排流，而不能使杂散电流流入管道。该方法简单、安全、高效。

④强制排流。当杂散电流通过直接排流和极性排流不能达到效果，或者无法使用时，通常应用强制电流法。强制电流法的原理与阴极保护相似。通过安装整流装置在管道和地铁钢轨中间。在存在电位差情况下，对于强制电流排流方法可以起到排流的目的，同时还能提供阴极保护，此方法经济、简单、安全，被广泛使用。

3.2 建议的交流干扰排流措施

对于交流干扰，应充分考虑交流干扰源的位置和干扰大小、方式等情况，对下列各项进行预测和评估：

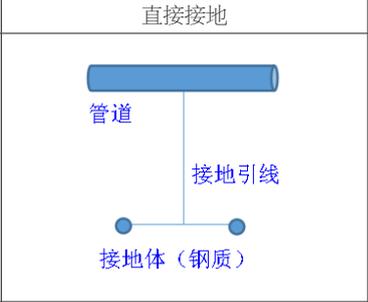
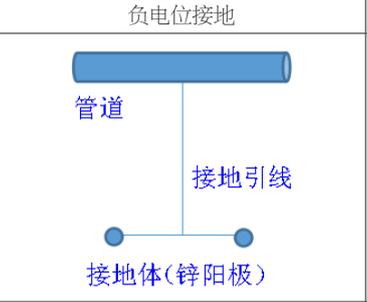
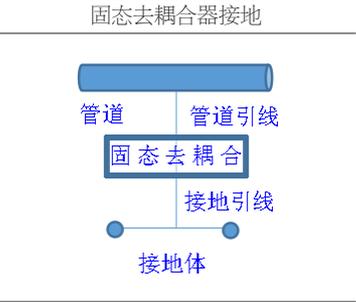
- ①流出点交流杂散电流对管道的腐蚀情况；
- ②在遇到设备故障或者遭遇雷电影响的情况下，阴极保护设备和杂散电流防护设备的防护情况；
- ③巡线人员和操作人员对设备的影响。

对存在交流杂散电流干扰的管道，阴保系统应该提高电流密度；适当的提高管道运行的保护电位（相对于 CSE，消除 IR 降后），比阴极保护系统的电位要更负。

在同一条管道或者管网，可以采用一种或者采用多种排流方法；所采用的防护措施不对阴极保护系统产生影响，影响管道的保护。

在进行杂散电流干扰防护时，可根据干扰源排查结果，结合对阴极保护效果的影响因素，选择一种适合的接地的方法，持续干扰防护常用的接地方式的安装示意图、特点和适用范围见表 3。

表 3 持续干扰的排流方式

方式	直接接地	负电位接地	固态去耦合器接地
示意图			
特点及适用范围	适用于被干扰管道的阴极保护的适用范围小。其优点是经济、简单、便于操作，缺点是效果不明显，并且容易给阴极保护系统造成负面影响	适用于强制电流保护系统与管道产生了隔离的管道，并且土壤的环境较为潮湿土壤电阻率低，不适用牺牲阳极保护的情况。优点是防干扰效果好；缺点是不利于监测阴极保护的运行状况	适用多种情况。可有效地隔离各种杂散电流，是目前最常用的方法之一，优点是抗交流杂散电流效果好，缺点是经济性差，组装结构复杂

4 结论

交流和直流杂散电流对油气管道腐蚀都会造成严重影响，轨道交通引起的直流杂散电流还会对油气管道产生电化学腐蚀及穿孔现象。论文通过介绍杂散电流的检测和评价方法，提出一系列的管道防干扰措施，有效减少和控制的杂散电流对管道的影响，避免因杂散电流而造成发生油气管道发

生腐蚀穿孔事故提供了经验做法。

参考文献

- [1] 王昭等.埋地输气管道腐蚀与防护综述[J].广东化工,2015(8):12-13.
- [2] 郭乃连.埋地天然气管道的腐蚀与防护综述[J].煤气与热力, 2010(8):195.
- [3] 汪国良.天然气管道腐蚀原因分析与防护措施[J].石化技术, 2016(7):99.