

阀门接地问题对管网阴极保护的影响

□ 北京市燃气集团研究院 (100011) 和宏伟 冯文亮

□ 北京市公用事业科学研究所 (100011) 白冬军

摘 要: 随着燃气管网的不断发展与建设, 阀门的使用量也随之增多。阀门在安装和使用往往需要进行接地, 本文从手动阀门、电动阀门的接地问题出发, 分析阀门接地对管网阴极保护的影响, 同时根据不同情况, 提出了解决接地影响的方法。希望本文能为科学研究和生产建设提供一定的参考和依据。

关 键 词: 阀门 电动阀门 接地 阴极保护 管道

Valve Grounded Problem Affecting to the Cathodic Protection

He Hongwei, Bai Dongjun, Feng Wenliang

Abstract: With the continuous development and construction of the gas pipeline network, the amount of using valves also increases. Installation of valves often requires grounded. With the manual valves and electric valves grounded problems, this article will analyze the effects of grounded valve to the cathodic protection of pipelines and give solutions of the grounded methods under different circumstances. Hoping this article can provide some reference and basis to scientific research, production and construction.

Keywords: Valve Electric Valve Grounded Cathodic Protection Pipeline

1 引言

随着燃气管网的不断发展与建设, 管网规模不断扩大, 阀门的使用量也随之增多^[1]。由于燃气是一种易燃、易爆的介质, 燃气行业存在高危险性。在燃气输送过程中, 必须保证管网防静电、防雷电、阴极保护等相关保护设施的正常运行, 以保证燃气运营的安全。

为了保证燃气阀门的密封性, 在管网建设中普

遍采用的是软密封球阀。按照开关操作方式将球阀分类, 可以分为手动球阀和电动球阀。因传统的手动球阀具有对外界环境条件要求较小、开关限位能得有效保证等方面的优点, 在管网建设中使用量最大。但随着电工电子技术的发展和远程控制、远程监控系统的推广与应用, 电动阀门的安装使用也不断增多。无论是手动阀门和电动阀门, 出于安全的目的往往都需要进行接地^[2], 常见的接地方式主要有直接接地、惰性材料接地、锌包钢接地等。但是, 阀门接地会给管网

的阴极保护带来很大的影响，特别是采用外加电流的阴极保护系统。一旦阴极保护失效，埋地钢质管道发生腐蚀的风险增大，甚至会造成管道局部腐蚀、腐蚀穿孔、腐蚀开裂等现象，直接影响着燃气安全生产与运行。本文将从阀门不同的接地方式同时结合阀门的操作类型，对接地问题中给阴极保护带来的影响进行分析，提出解决的方法。

2 接地对阴极保护的影响

阴极保护系统电路路径的构成包括：土壤、管道、导线^[2]。对于直流电路来说，根据欧姆定律可以知道，电路中的电流在流动过程中，电流会始终倾向于在电阻较小的路径流动。当管道的防腐层面电阻率变化不大、防腐层没有出现严重的破损点和接地的情况

况时，管道表面阴极保护电流的分布是相对较为均匀的，如图1所示。

但是由于接地原因直接与大地形成电通路（短路）时，接地短路点位置上的电阻是极小的。在这种情况下，阴极保护电流在流动时会优先选择电阻较小的接地点位置，会在接地点的位置形成阴极保护电流的集中流入^[3]（根据阳极的位置情况、杂散电流的分布情况，也可能可能会出现电流集中流出的现象，电流流出的位置会受到强烈的腐蚀），接地点附近的其他位置将得不到足够的阴极保护电流而处于欠保护的状态，这种现象也叫做阴极保护的短路屏蔽效应，如图2所示。处于欠保护位置的管道，在水、土壤等环境的作用下发生腐蚀反应，使管道壁厚减薄，管道处于腐蚀失效的风险之中。

从防腐层破损点的角度上看，接地点的位置相

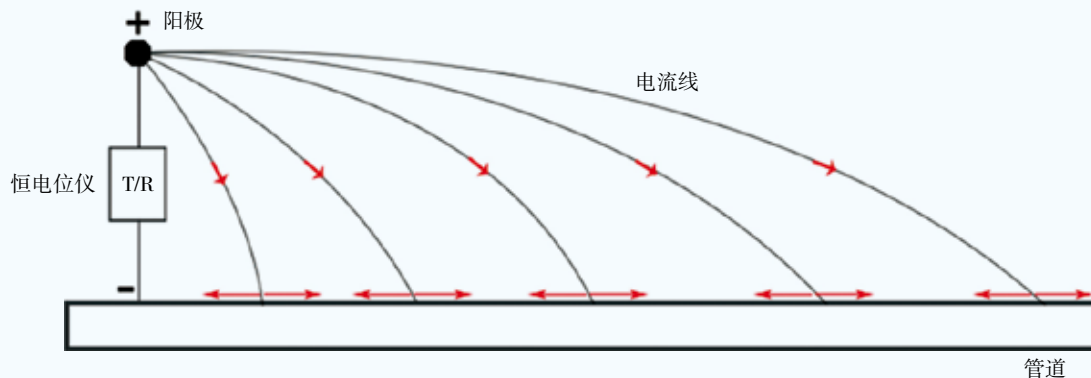


图1 管道表面阴极保护电流分布示意图

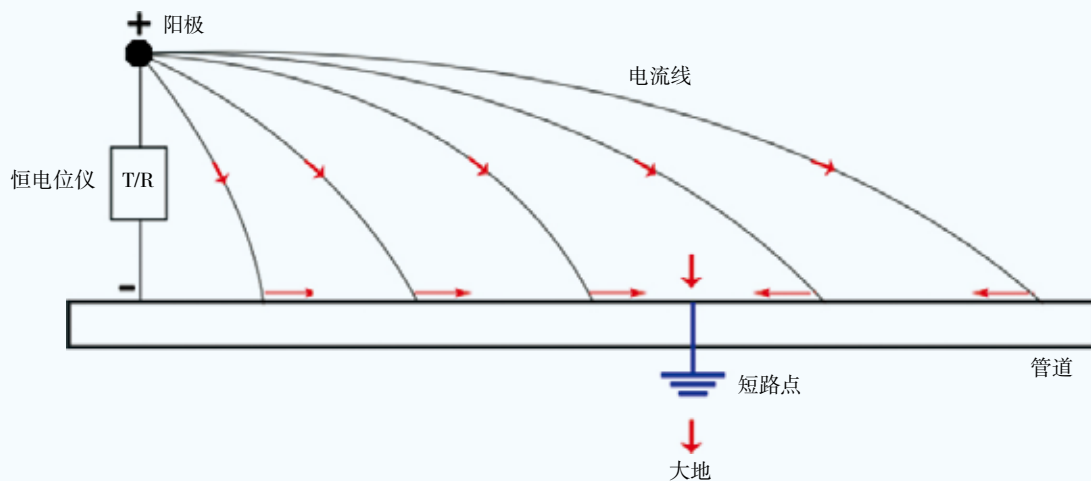


图2 接地短路后的阴极保护电流分布示意图

当于一个较大的破损点。对于正常的带有防腐层的管道，一般在阴极保护设计和运行维护过程中，认为防腐层破损点的面积只占防腐层总面积的1%~10%左右，而在出现接地点后，特别是由于接地极或接地网引起的接地短路（接地电阻在几个欧姆或者零点几个欧姆），在阴极保护的电流需求计算时，折合成破损点的面积时甚至可能会占到总面积的50%以上，在这种情况下可能会使接地点附近几公里的管线得不到有效保护。

另外，在管道有接地发生时，会使阴极保护所需要的电流增大，增加了阳极消耗速率，降低了阳极寿命。对于外加电流系统来说，输出电流的增大，造成了不必要的电力浪费。所以接地问题应该在阴极保护设计和运行维护中引起关注。

3 阀门的接地方式

在输送易燃、易爆气体时，应该对管道进行防静电处理使静电不会形成积累过程，常用的方法是将管道、阀门、法兰等关键位置进行接地。对于场站、野外的露天阀门还要采取防雷击处理措施，将露天阀门接地能够有效地防止雷击带来的大电流放电、击穿损坏等。阀门接地还能降低或避免人员在开关操作时触电的危险。

3.1 阀门直接接地

阀门直接接地常见于闸井中，对于大口径的阀门，为了有效的避免悬空带来的自重下坠的趋势风险，往往将阀门下方砌筑平台。如果平台是砖砌、砂石、混凝土结构，闸井内的环境一般都阴暗潮湿，这些平台会在水的作用下，变得湿润、导电，接地电阻变小。如果阀门的外防腐或者防锈漆脱落、破损时，会与平台、大地形成电通路。在没有绝缘隔离措施或者线路跨接的情况下，阴极保护电流会通过土壤、平台、阀门构成的短路点位置集中地流入，会引起管道的其他位置阴极保护电流不足，管道处于欠保护的状态。

对于直流电动阀门来说，存在直流负极共享阀门金属外表面电流通道的问题。从远地点来说，负极与变压器是相互连接的，而变压器又是与市电电网相互连接，在电通路上，等同于阀门外表面、直流的负极、远端大地是相互连接的。所以，在这种情况下，

阴极保护电流也会通过阀门流入流出大地。为了避免这种情况的发生，应该将电机部分、直流电路部分、阀门壳体采取一定的绝缘措施，避免负极与阀门壳体的共享导致的阴极保护电流回路在远端大地短路的情况。

使用交流电动阀门时，为了防止人员操作时带来的触电风险，阀门壳体的面表面一般采取接地措施。这种接地方式，等同于将阀门直接接地，造成管道接地的短路。另外，交流电在连接时，中性线也可能造成远端大地连接的情况。为了有效地避免直接接地的发生，可以将电动头与阀门进行绝缘处理，如图3所示。在接地线上串联电容的方法，可以起到隔离阴极保护电流的作用，但是遇到大电流或者雷电电击时，串联的电容很容易烧毁。



图3 交流驱动的电动阀门连线情况

3.2 采用接地极方式进行接地

根据GB/T 50235-2010《工业金属管道工程施工及验收规范》中对防静电和防雷电的要求，对于露空的阀门、闸井中的阀门应该进行接地处理。在接地时，为了有效地降低与土壤的接触电阻和接地材料的自身腐蚀，往往会使用铜包钢或者铜网等惰性材料接地方式，如图4所示。

在金属活动顺序表中，Fe要比Cu活泼，在相同的环境中，Fe的电位要比Cu负。当异种金属相接触，处于相互连通的电解质中时，由于不同金属之间存在实际电位差而使电位较低的金属腐蚀速度比原来增大，电位较高的金属的腐蚀速度减小，这种现象称为电偶腐蚀^[4]，见图5所示。当钢与铜相互接触时，钢的



图4 铜包钢接地极



图5 电偶腐蚀：铜阀门与钢管连接时，钢管加速腐蚀

腐蚀速率比其单独存在时加大。在阀门位置，利用铜包钢或者铜网进行接地时，由于电偶腐蚀的作用，会加速阀门的腐蚀。同时由于铜的良好导电性和自腐蚀较低的特性，利用铜材质进行接地时，接触电阻要比阀门直接接地更低，在这种情况下，阴极保护电流集中流入流出的现象会更加严重。

4 阀门接地问题的解决方法

为了解决阀门接地所带来的对阴极保护系统的影响，最终目的是要防止阴极保护电流从接地位置集中地流入或者流出，同时还要有效的防止静电的积累和雷击的危害，解决方法的基本思路就是隔直通交（阻止直流通过，降低交流阻抗）。

（1）尽量较少惰性材料（如Cu）接地极的使用，而采取活性材料接地的方式，这样能降低电偶腐蚀对阀门的危害。常用的材料包括：锌包钢、锌带等。另一方面，金属锌可以作为牺牲阳极使用，为阀门提供阴极保护的同时，电回路中还降低了阀门在阴极保护电场的电势。阀门电势的降低，减少了阀门与阳极之间的电势差，使在接地位置的阴极保护电流不会出现过于集中的现象。

但由于接地极与管道直接连通，不但增加了管道从接地极接受杂散电流的危险，而且在管道进行瞬间断电测量，评价阴极保护有效性时难以实施。另外，嵌位式排流方法也能起到隔直通交的作用^[5]，但其明显的不足是耐雷电流或故障电流的强电冲击性能较差，存在大电流毁坏设备的可能，管理维护繁琐、费用高，不推荐使用该方法。

（2）固态去耦合器加接地极的方式是国外应用较普遍的方式，也是NACE SP0177-2007标准和加拿大管道腐蚀研究会的专题研究报告PR-262-9913《交流接地对阴极保护的影响报告》中推荐的方式。由于其低阈值电压（-2V/+2V）和雷电冲击漏泄电流量大（100kA）的特点，具有降低感应电压效果好、维护方便、适用性强等优点，同时又能防止杂散电流在管道上汇集后对人体的危害。作为直流隔离和交流耦合装置，当遇到交流故障电流或雷电电流时固态去耦合器会切换到短路模式，以提供过压保护。当过电压过去之后，又自动切换回到直流隔离模式^[6]。

如果使用的是经过Fail-Safe认证的固态去耦合器，当遇到自身故障时，会自动变为短路模式，优先保证防止静电和雷击的危险。当固态去耦合器出现自身故障时，巡检人员能够通过测试桩的电位变化或者恒电位仪的输出电流的变化来判断固态去耦合器是否正常工作。特别是具有阴极保护远程传输系统的企业，可以实时的监测固态去耦合器的工作状态。而直接接地法和活性材料接地法这两种方式在出现问题或者故障时，往往不能及时地做出判断，使管道处于欠保护、静电、雷击等风险之中，虽然安装成本较低，但是却为阴极保护的运行和维护带来了很大的困难。

（3）对于电动阀门，应该对电动部分与阀体部分进行绝缘隔离，还需要保证直流电动阀门的负极线与阀体之间的绝缘，交流阀门的中性线、零线与阀体

之间的绝缘。在绝缘性检测时可以使用国外某公司的CE-IT绝缘测试仪,该仪器是一款能够全自动、高灵敏度的检测绝缘性的电子仪器,通常要比直接测试绝缘电阻更加可靠。在使用CE-IT检测绝缘性过程中,当测量结果为“short”时,表示所测两端的电压降在10mV或者更小,此时绝缘不合格,会出现阴极保护电流在短路点集中的问题;当测试结果为“good”时,表示所测两端的对地电位极性相反或者电压降在大于10mV,同时泄露电流小于25%,绝缘合格;如果显示“open”可能会需要进行更进一步的测量。

5 结论

对于阴极保护系统特别是采用外加电流的阴极保护系统,阀门接地的接地问题给阴极保护带来的影响是很大的,特别是接地电阻非常小时,可能会造成阀门周围几公里的管线得不到有效的阴极保护;如果接地点的位置距离很近,会出现临近接地点位置的管段的阴极保护电位过负,而远端管段欠保护的情况,所以阀门的接地问题应该引起重视。

在阀门使用接地极的接地方式时,应该优先考虑使用活性材料作为接地极,减少使用惰性材料所引起的电偶腐蚀。利用固态去耦器加接地极的方式是能够非常有效地起到直流隔离和交流耦合的作用。同时还能够避免大电流所带来的对管道和阀门的危害,保

护自身的正常工作。

对于电动阀门来说,应该使电动头与阀体相互绝缘,还需要保证直流驱动阀门的负极线,交流驱动阀门的中性线、零线进行绝缘保护。另外,还应该对电动阀门的绝缘性进行测试。在测试时不能直接简单地进行绝缘电阻值的测试,因为接地、短路对阴极保护产生影响的不是简单的电阻关系,还与极性、压降、电势、电流等因素相关,所以在测试过程中应该使用阴极保护绝缘测试仪。

参考文献

- 1 蒋洪恩. 燃气阀门应用现状[J]. 市场与技术, 2012; 19(4): 114-116
- 2 柳叶. 天然气场站接地系统综述[J]. 天然气技术, 2009; 1(1): 65-66
- 3 俞彦英. 套管腐蚀及屏蔽影响现场实验及其检测方法[J]. 管道技术与设备, 2006; 1(1): 31-32
- 4 吴荫顺, 曹备. 阴极保护与阳极保护[M]. 北京: 中国石化出版社, 2007: 76-78
- 5 李许立. 可控式油气管道感应电流排流法研究[J]. 铁道标准设计, 2009; 9: 109-110
- 6 滕延平, 李熙. 去耦器排流技术在管道交流干扰减缓中的应用[J]. 管道技术与设备, 2011; 5: 27-29

工程信息

玉溪中心城区将建4个燃气站

《玉溪市中心城区燃气专项规划(2012年~2030年)》于近日进行公示,根据规划,未来玉溪将建4个气站,分别是玉溪门站(储配站)、高仓调压计量站、大营街调压计量站和研和调压计量站,规划远期将使75万人受益。

规划分为近期和远期两个时间段,近期:2012年~2020年、远期:2020年~2030年。规划

范围为玉溪市中心城区至2030年城市建设用地范围,用地面积约为91.28km²。本次规划的气源来自于中缅天然气管道昆明—玉溪支线,末端建设中石油玉溪分输站(玉溪末站)。

玉溪中心城区采用玉溪末站供应的天然气作为城市的主气源。

(本刊通讯员供稿)