大型原油储罐的外加电流法阴极保护

徐 涛,岳莉莉
(兰州石化公司工程公司监理分公司,甘肃 兰州 730060)

摘 要:阴极保护技术是工业上常用的主要防腐蚀工程技术。介绍它们的基本理论和技术基础,并结合实施经验,介绍了工程应用时的技术要求、参数计算和安装要领。

关键词:储罐;腐蚀;牺牲阳极;强制电流;参比电极
中图分类号:TE972

石化企业的主要原料-原油的储存离不开大型储罐,随着国家石油战略储备工作的开展,大型原油储罐建设正在加紧进行,仅兰州石化公司将要在3年内完成400万m^3的原油储备能力。随着近年来国内外油田的产品结构变化,远地层石油比重加大,成分更加复杂,硫化物、盐等杂质增多,使原油增加了电解质溶液特征,因此对储罐的防腐要求也越来越高。

传统的金属防腐方法主要是隔离防腐,即将金属与腐蚀介质隔离,具体措施有涂料、敷层。但腐蚀环境几乎无处不在,腐蚀的形态也多种多样。单一的防腐措施往往不能有效地控制金属的腐蚀,尤其是电化学腐蚀。金属结构一旦有腐蚀电池形成,其阳极区因其区域范围相对比阴极区的区域范围小的多,腐蚀速度也极快。此时金属表面发生的不是均匀腐蚀,而是孔蚀。油气管道、储罐、各种容器设备等几乎都是因为孔蚀而发生泄露的。

阴极保护就是利用腐蚀电池的原理,将需要被保护的金属结构作为阴极,通过阳极向阴极不间断地提供电子,首先使结构极化,进而在结构表面富集电子,使其不易产生离子,因而大大地减缓了结构的腐蚀速度。

1 储罐阴极保护分类及特点

储罐阴极保护与其他金属构件的阴极保护一样,分为牺牲阳极法和强制电流法两种。其中牺牲阳极法是利用电位比被保护金属结构低的金属或合金(如镁合金、锌合金、铝合金等)作为阳极,构成一个腐蚀电池。在阴极(被保护结构)得到保护的同时,阳极不断地被消耗,故称为牺牲阳极。其特点是:成本低、安装施工简便、对钢材的驱动电压高、电流效率低、对周围金属结构影响小,并具备免维护特点。但只适用于储罐直径较小,土壤电阻率大于100Ω·m的高电阻率介质场合。

强制电流阴极保护技术是在回路中串入一个直流电源,借助辅助阳极,将直流电通向被保护的金属,进而使被保护金属变成阴极,实施保护。其特点是:驱动电压高,能够灵活地在较宽的范围内控制阴极保护电流输出量,适用于储罐直径较大的场合;在恶劣的腐蚀条件下或高电阻率的环境中也适用;对裸露金属层也能达到较完全的阴极保护。但是一次性投资费用高,而且运行过程中需要支付电费;对邻近的地下金属构筑物会产生干扰作用。

2 储罐阴极保护方式的选择

通过以上两种方法的特点比较可以看出,阴极保护的方式的选择应该从投资、运行成本、保护范围、地理环境、土壤电阻、周边金属结构环境等几个方面综合考虑。

以我公司目前在建的5万m^3、10万m^3原油储罐为例,罐区建设地点偏僻,远离厂区、居民区,临近河滩,地下水位约1.2m,土壤电阻率小于33Ω·m,罐底板材质为Q235—B,圈板材质为SPV490Q和16MnR。罐底面积分别为1250m^2、2500m^2。

从以上数据可以看出储罐直径较大,周边无其他金属结构,地下水位偏高,土壤电阻率低。如果选用牺牲阳极法,按照美国腐蚀工程师国际协会NACE RP 0169标准建议,普通钢阴极保护施加阴极保护时被保护结构物的电位负移至少达到-850mV或更负(相对饱和硫酸铜参比电极CSE),如此大面积的保护范围需要的牺牲阳极不仅数量庞大,而且较低的电阻率使其使用寿命也大大缩短,达不到经济运行的效果,因此,该项目选用外加电流法保护是恰当的。

3 储罐强制电流阴极保护参数计算

按照中石油天然气行业标准在罐底与土壤接触的参比电极之间的阴极极化值最小为100mV。保护电流需要量一般通过估算或者测试现场电流需求量获得。结合我国具体情况，推荐保护电流密度为 $i=5\sim10mA/m^2$：

$$I_{总}=i\times S_{总} \quad (1)$$

式中：$I_{总}$——保护电流需要量(A)；

i——保护电流密度(mA/m^2)；

$S_{总}$——被保护总面积($/m^2$)。

直流电源额定输出电压按下式计算：

$$V=I(R+R+R)+V \quad (2)$$

式中：R_a——阳极接地电阻(Ω)；

R_L——导线电阻(Ω)；

R_c——罐底～大地过渡电阻(Ω)；

V_t——阳极地床反电动势(焦炭、沥青砂可取2V)(V)；

I——保护系统的保护电流(可取 $1.1\times I_{总}$)(A)。

直流电源功率可按下式计算：

$$P=IV/0.7 \quad (3)$$

4 储罐强制电流阴极保护的安装

计算出 $I_{总}$、I、V、P 几个参数，就可以选购适当的直流电源。目前国内生产技术已经十分成熟，配套参比电极、辅助阳极等产品以及厂家的技术指导比较完善，保护效果更多地体现在安装质量上。

SY/T0088－95对直流电源阴极与罐体的连接没有做硬性规定，但考虑到导线和罐体金属导体的压降，特别是罐底直径较大时，在施工中强调用铜汇流排分4路以上，与罐底均布的4点以上连接片焊接。

SY/T0088－95标准介绍了罐周直立式、罐旁深井式、罐底斜角式和罐底水平式辅助阳极的布置方式，在大直径罐底的施工中，最常用的是罐底水平式，但与该标准的安装示意图不同的是，我们一般不采用环状辐射状的敷设，而是将阳极带敷设成间距0.3～0.6m的方格网，布满整个罐底，纵横交叉点用点焊机进行两点焊接，这样做的好处是能够最大限度地克服电流密度的不均匀，避免局部电势不足导致的腐蚀。

参比电极是直流电源调整的重要依据，SY/T0088－95标准建议新建储罐宜在罐底适当位置埋设永久性参比电极，如大型容器底中心位置，我们在设计中往往作为一项硬性规定来执行。罐底参比电源的布置上我们通常选取原则是沿某一半径从圆心到边缘之间按长度均匀等分4个埋设点，基本上能够全面反映罐底地电势的分布情况。

自2003年以来，本公司绝大多数在用储罐做了妥善的阴极保护，对于周边装置密度较高的储罐多采用了牺牲阳极保护，随着近年来的规划设计合理性提高，厂内罐区与装置区的安全距离有所加大，强制电流保护也在逐步推广，特别是新建的罐区，有更多的有利条件加以推广应用。

参考文献：

[1] 吴荫顺，曹备. 阴极保护和阳极保护原理、技术及工程应用[M]. 武汉音像出版社，2007.

[2] 中国石油天然气集团总公司. SY/T0088－1995，钢制储罐罐底外壁阴极保护技术标准[S].

[3] 陈学江. 储油罐的几种阴极保护方法[J]. 天然气与石油，2001(1).

[4] 胡士信. 钢制储罐罐底外壁阴极保护应注意的问题[J]. 油品储运，2004(2).

[5] 李环洲，范晓明. 钢制储油罐底板腐蚀分析及防腐措施[J]. 石油规划设计，2005(2).

(上接第24页)首先就是GIS与GPS、RS、GNSS的结合，进一步满足在综合性工程方面的应用。互联网技术全球范围内的飞速发展，使万维网成为高效的全球性信息发布渠道，随着人们对GIS的需求，利用Internet在Web上发布和出版空间数据，为铁路管理数据浏览、查询和分析的功能。GIS在铁路的现代化建设中起到了巨大的作用，通过GIS在铁路运输管理中的应用，必将带来铁路运输效率的提高和运输服务质量的提高。

参考文献：

[1] 邬伦，刘瑜. 地理信息系统原理、方法和应用[M]. 北京科学出版社，2001.

[2] 张李勇，张飞舟. 基于GNSS/GIS/RS集成技术的铁路列车运营监控[J]. 计算机工程与应用，2003(23)：224-227.

[3] 贾利民. 铁路智能运输系统设计优化理论与方法[M]. 中国铁道出版社，2006(1).

[4] 贾利民，秦勇. 青藏铁路运营与安全综合监控系统[M]. 科学出版社，2007(10).

[5] 张金龙，刘艳芳. GIS在既有铁路中的研究与应用[J]. 铁道工程学报，2006(12)：135-139.