



埋地钢质管道交流干扰防护技术标准

Standard for AC interference mitigation
of buried steel pipelines

2011 - 05 - 12 发布

2012 - 05 - 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

埋地钢质管道交流干扰防护技术标准

Standard for AC interference mitigation
of buried steel pipelines

GB/T 50698 - 2011

主编部门：中国石油天然气集团公司

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2012年5月1日

中国计划出版社

2011 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1032 号

关于发布国家标准《埋地钢质管道 交流干扰防护技术标准》的公告

现批准《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》为国家标准
编号为GB/T 50698—2011,自 2012 年 5 月 1 日起实施。

本标准由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇一一年五月十二日

中华人民共和国国家标准 埋地钢质管道交流干扰防护技术标准

GB/T 50698-2011

☆

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

世界知识印刷厂印刷

850×1168 毫米 1/32 1.75 印张 41 千字
2011 年 12 月第 1 版 2011 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—10100 册

☆

统一书号:1580177·718

定价:12.00 元

前 言

本标准是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2009年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2009〕88号)的要求,由中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司会同有关单位编制完成的。

本标准在编制过程中,编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,最后经审查定稿。

本标准共分8章和2个附录,主要技术内容包括:总则、术语、基本规定、调查与测试、交流干扰防护措施、防护系统的调整及效果评价、管道安装中的干扰防护、运行与管理等。

本标准由住房和城乡建设部负责管理,由石油工程建设专业标准化委员会负责日常管理,由中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议,请寄送中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司(地址:成都市小关庙后街25号;邮政编码:610017),以供今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位: 中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司

参 编 单 位: 中国石油天然气管道工程有限公司

中国电力科学研究院

主要起草人: 张 平 向 波 龚树鸣 黄留群 陆家榆

李英义 齐 磊 程 明 蒋 俊 窦宏强

汤晓勇 傅贺平 冯 琦 黄春蓉 李 浩

主要审查人: 李绍忠 卢绮敏 葛艾天 欧 莉 陈敬和

曹靖斌 许 敬 薛志远 崔 典 周凤山

王 磊 王 铭

目次

1 总 则	(1)
2 术 语	(2)
3 基本规定	(3)
4 调查与测试	(5)
4.1 一般规定	(5)
4.2 调查与测试的项目	(6)
4.3 测试工作的分类及应用	(7)
4.4 测试工作的要求	(8)
5 交流干扰防护措施	(10)
5.1 一般规定	(10)
5.2 故障和雷电干扰的防护措施	(11)
5.3 持续干扰的防护措施	(12)
6 防护系统的调整及效果评价	(15)
6.1 防护系统的调整	(15)
6.2 防护效果评价	(15)
7 管道安装中的干扰防护	(16)
8 运行与管理	(17)
8.1 检查与测量	(17)
8.2 开挖调查	(17)
8.3 安全管理	(18)
附录 A 交流腐蚀评估的测量方法	(19)
附录 B 交流腐蚀的识别	(22)
本标准用词说明	(23)
引用标准名录	(24)
附:条文说明	(25)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirement	(3)
4	Investigation and measurement	(5)
4.1	General requirement	(5)
4.2	Items for investigation and measurement	(6)
4.3	Classification and application of measurement	(7)
4.4	Measurement requirements	(8)
5	Mitigation measures for AC interference	(10)
5.1	General requirement	(10)
5.2	Mitigation measures for fault and lightning	(11)
5.3	Mitigation measures for steady AC interference	(12)
6	Adjustment and assessment for the mitigation system	(15)
6.1	Adjustment for the mitigation system	(15)
6.2	Assessment the mitigation system	(15)
7	Mitigation during the pipeline construction	(16)
8	Operation and maintenance	(17)
8.1	Examination and measurement	(17)
8.2	Excavation and investigation	(17)
8.3	Personnel safety	(18)
AppendixA	Measurement for AC corrosion assessment	(19)
AppendixB	Identification of an AC corrosion case	(22)

Explanation of wording in this standard	(23)
List of quoted standards	(24)
Addition: Explanation of provisions	(25)

1 总 则

1.0.1 为有效地控制高压交流输电系统和交流牵引系统对埋地钢质管道(以下简称管道)的交流干扰腐蚀危害,减轻交流干扰和雷电对腐蚀控制系统的影响,规范交流干扰防护工程的技术要求,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于管道交流干扰的调查与测量、交流干扰腐蚀防护工程的设计、施工和维护。

1.0.3 在干扰区域,宜由被干扰方、干扰源方及其他有关各方的代表,组成防干扰协调机构,按统一测试、统一评价、分别实施和管理的原则,联合设防、协调、处理,减轻干扰。

1.0.4 埋地钢质管道交流干扰防护技术要求除应执行本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 交流干扰 AC interference

由交流输电系统和交流牵引系统在管道上耦合产生交流电压和电流的现象。

2.0.2 交流干扰源 source of AC interference

能对埋地钢质管道造成交流干扰的高压交流输电线路、设施和交流电气化铁路、设施,统称交流干扰源,简称干扰源。

2.0.3 管道交流干扰电压 pipeline AC interference voltage

由交流干扰产生的管道对地交流电压,也称为管地交流电位。

2.0.4 交流电流密度 AC current density

交流电流在防腐层破损点处单位面积的漏泄量。

2.0.5 故障屏蔽 fault shield

在输电线路杆塔、变电站等的接地体与管道之间设置浅埋接地体,当输电系统发生故障时,可为管道和防腐层局部位置提供防护的措施。

2.0.6 去耦隔直装置 DC decoupling device

允许交流电流双向流动、切断或极大地降低直流电流流动的装置。包括极化电池、接地电池和固态去耦合器等。

2.0.7 固态去耦合器 solid-state DC decoupler

由固态电子元器件组成的干型去耦隔直装置。它具有在低压直流时的高电阻和交流时的低电阻的特性。

2.0.8 集中接地 lumped ground

在受附近输电系统干扰的管道的某些重要位置设置的深埋或浅埋接地,为管道和防腐层提供持续干扰或瞬间干扰防护。

3 基本规定

3.0.1 管道与高压交流输电线路、交流电气化铁路宜保持最大间距。

3.0.2 在路径受限区域,相关建设单位在系统设计中应充分考虑管道可能受到的交流干扰,并对管道上可能产生的交流腐蚀和对腐蚀控制系统的影响程度进行分析和评估。

3.0.3 对管道造成交流干扰的干扰源,应根据国家现行有关标准采取减轻交流干扰的措施。

3.0.4 当确认管道受交流干扰影响和危害时,必须采取与干扰程度相适应的防护措施。

3.0.5 当管道上的交流干扰电压不高于4V时,可不采取交流干扰防护措施;高于4V时,应采用交流电流密度进行评估,交流电流密度可按下式计算:

$$J_{AC} = \frac{8V}{\rho \pi d} \quad (3.0.5)$$

式中: J_{AC} ——评估的交流电流密度(A/m²);

V ——交流干扰电压有效值的平均值(V);

ρ ——土壤电阻率($\Omega \cdot m$);

d ——破损点直径(m)。

注:1 ρ 值应取交流干扰电压测试时,测试点处与管道埋深相同的土壤电阻率实测值;

2 d 值按发生交流腐蚀最严重考虑,取0.0113。

3.0.6 管道受交流干扰的程度可按表3.0.6交流干扰程度的判断指标的规定判定。

表 3.0.6 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

3.0.7 当交流干扰程度判定为“强”时,应采取交流干扰防护措施;判定为“中”时,宜采取交流干扰防护措施;判定为“弱”时,可不采取交流干扰防护措施。

3.0.8 在交流干扰区域的管道上宜安装腐蚀检查片,以测量交流电流密度和对交流腐蚀及防护效果进行评价。检查片的裸露面积宜为 100mm^2 ,安装按本标准附录 A 进行。

3.0.9 从事交流干扰和雷电影响防护设施安装、调试、测试、维修的人员应受过电气安全培训,并掌握相关电气安全知识。

4 调查与测试

4.1 一般规定

4.1.1 当管道与高压交流输电线路、交流电气化铁路的间隔距离大于 1000m 时,不需要进行干扰调查测试;当管道与 110kV 及以上高压交流输电线路靠近时,是否需要进行干扰调查测试可按管道与高压交流输电线路的极限接近段长度与间距相对关系图(图 4.1.1)确定。

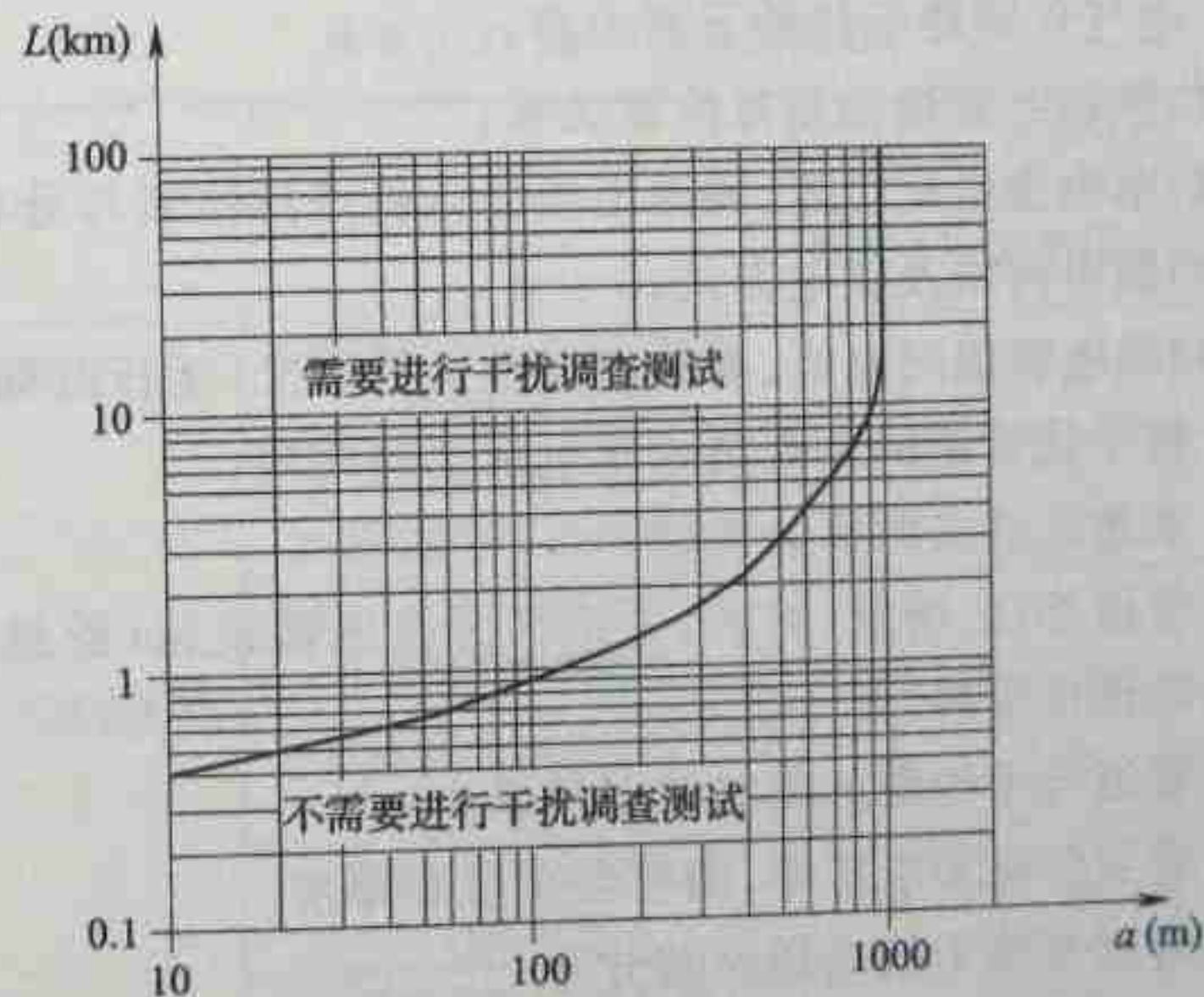


图 4.1.1 极限接近段长度 L 与间距 a 相对关系图

4.1.2 当管道与高压交流输电线路的相对位置关系处于需要进行干扰调查测试区时,对已建管道应进行管道交流干扰电压、交流电流密度和土壤电阻率的测量;对在设计阶段的新建管道可采用专业分析软件,对干扰源在正常和故障条件下管道可能受到的交流干扰进行计算。

4.2 调查与测试的项目

4.2.1 交流干扰源的调查测试应包括下列内容:

1 高压输电系统应包括下列内容:

- 1) 管道与高压输电线路的相对位置关系;
- 2) 塔型、相间距、相序排列方式、导线类型和平均对地高度;
- 3) 接地系统的类型(包括基础)及与管道的距离;
- 4) 额定电压、负载电流及三相负荷不平衡度;
- 5) 单相短路故障电流和持续时间;
- 6) 区域内发电厂(变电站)的设置情况。

2 电气化铁路应包括下列内容:

- 1) 铁轨与管道的相对位置关系;
- 2) 牵引变电所位置,铁路沿线高压杆塔的位置与分布;
- 3) 馈电网络及供电方式;
- 4) 供电臂短时电流、有效电流及运行状况(运行时刻表)。

4.2.2 被干扰管道的调查测试应包括下列内容:

- 1 本地区过去的腐蚀实例。
- 2 管道外径、壁厚、材质、敷设情况及地面设施(跨越、阀门、测试桩)等设计资料。
- 3 管道与干扰源的相对位置关系。
- 4 管道防腐层电阻率、防腐层类型和厚度。
- 5 管道交流干扰电压及其分布。
- 6 安装检查片处交流电流密度。
- 7 管道沿线土壤电阻率。
- 8 管道已有阴极保护和防护设施的运行参数及运行状况。
- 9 相邻管道或其他埋地金属构筑物干扰腐蚀与防护技术资料。

4.3 测试工作的分类及应用

4.3.1 测试工作应分以下三种:

- 1 普查测试:用于初步调查干扰程度及管地交流电位分布情况,为详细测试提供依据。
- 2 详细测试:提供实施干扰防护措施所需的技术参数。
- 3 防护效果评定测试:用于调整交流干扰防护系统运行参数及评定防护效果。

4.3.2 对本标准第4.2.1条和第4.2.2条所规定的调查测试项目,可以根据具体干扰状态、测试工作种类确定对全部或部分项目进行测试。一般情况下,调查与测试项目宜按表4.3.2的规定进行。

表 4.3.2 调查与测试项目

实施方面	调查、测试项目		测试分类		
			普查测试	详细测试	防护效果评定测试
干扰源侧	高压输电系统	管道与高压输电线路的相对位置关系	○	○	—
		塔型、相间距、相序排列方式、导线类型和平均对地高度	√	○	—
		接地系统的类型(包括基础)及与管道的距离	○	○	—
		额定电压、负载电流及三相负荷不平衡度	△	○	—
		单相短路故障电流和持续时间	√	○	—
		区域内发电厂(变电站)的设置情况	√	○	—
	电气化铁路	铁轨与管道的相对位置关系	○	○	—
		牵引变电站位置,铁路沿线高压杆塔的位置与分布	○	○	—
		馈电网络及供电方式	○	○	—
		供电臂短时电流、有效电流及运行状况(运行时刻表)	√	○	—

续表 4.3.2

实施方面	调查、测试项目	测试分类		
		普查测试	详细测试	防护效果评定测试
被干扰侧	本地区过去的腐蚀实例	△	△	—
	管道外径、壁厚、材质、敷设情况及地面设施(跨越、阀门、测试桩)等设计资料	✓	○	—
	管道与干扰源的相对位置关系	○	○	—
	管道防腐层电阻率、防腐层类型和厚度	△	○	—
	管道交流干扰电压及其分布	○	○	○
	安装检查片处交流电流密度	—	✓	△
	管道沿线土壤电阻率	○	○	○
	管道已有阴极保护防护设施的运行参数及运行状况	△	○	△
	相邻管道或其他埋地金属构筑物干扰腐蚀与防护技术资料	△	△	—

注:○—必须进行的项目;△—应进行的项目;✓—宜进行的项目。

4.4 测试工作的要求

4.4.1 普查测试应遵循下列原则:

1 测试点应选在与干扰源接近的管段,间隔宜为 1km,宜利用现有测试桩。

2 对与高压交流输电线路接近的管段,各点测试时间不短于 5min;对与交流电气化铁路接近的管段,测试宜选择在列车运行的高峰时间段上。

3 应记录每次测量的时间和位置。

4.4.2 详细测试应遵循下列原则:

1 测试点应根据普查测试结果布设在干扰较严重的管段上,干扰复杂时宜加密测试点。

2 测定时间段应分别选择在干扰源的高峰、低峰和一般负荷三个时间段上,测定时间段一般为 60min,对运行频繁的电气化铁路可取 30min;对强度大或剧烈波动的干扰,普查测试期间测得的

交流干扰电压最大和交流电流密度最大的点,以及其他具有代表性的点,应当进行 24h 连续测试,或者直到确立和干扰源负载变化的对应关系。

3 每次测试的起止时间、测定时间段、读数时间间隔、测试点均应相同。

4 各测试点以相同的读数时间间隔记录数据。

4.4.3 防护效果评定测试应遵循下列原则:

1 防护效果评定应在所有详细测试点进行,测定时间段一般为 8h。

2 接地点、检查片安装点、干扰缓解较大的点和较小的点,测定时间段为 24h。

3 在安装检查片的测试点应进行交流电流密度的测量。

4 在安装减轻干扰的接地点应测量接地线中的交流电流。

5 其他原则与详细测试相同。

6 应绘制实施干扰防护措施前、后,原干扰段的管地交流电位分布曲线和测试点的电压-时间曲线。

4.4.4 上述各类测试中,读数时间间隔一般为 10s~30s,干扰电压变动剧烈时,宜为 1s。

4.4.5 测试时应断开临时性阴极保护和临时防护接地体。

4.4.6 土壤电阻率的测试应与管道交流电压测试同时、同位置进行。

4.4.7 交流干扰测量方法及数据处理应按本标准附录 A 执行。

5 交流干扰防护措施

5.1 一般规定

5.1.1 防护措施设计应根据调查与测试的结果,对下列各项进行预测和评估:

- 1 干扰源在正常运行状态下对管道的交流腐蚀。
- 2 故障情况或雷电状态下对管道防腐层和金属本体、阴极保护设备和干扰防护设施的损伤。
- 3 操作和维护人员及公众的接触安全等影响。

5.1.2 对存在交流干扰的管道,在阴极保护系统设计中应给予更大的保护电流密度;在运行调试中应使管道保护电位(相对于CSE,消除IR降后)比阴极保护准则电位(一般土壤环境中 -850mV ,在厌氧菌或硫酸盐还原菌及其他有害菌土壤环境中 -950mV)负值更大。

5.1.3 在同一条或同一系统的管道中,根据实际情况可采用一种或多种防护措施;但所有干扰防护措施均不得对管道阴极保护的有效性造成不利影响。

5.1.4 管道与输电线路杆塔、通信铁塔等及其接地装置间应保证足够的安全距离。在路径受限地区难以满足安全距离时,应采取故障屏蔽、接地、隔离等防护措施;宜根据工程实际情况,在分析计算的基础上进行管道安全评估。

5.1.5 埋地管道与高压交流输电线路的距离宜符合下列规定:

- 1 在开阔地区,埋地管道与高压交流输电线路杆塔基脚间控制的最小距离不宜小于杆塔高度。
- 2 在路径受限地区,埋地管道与交流输电系统的各种接地装置之间的最小水平距离一般情况下不宜小于表5.1.5的规定。在

采取故障屏蔽、接地、隔离等防护措施后,表5.1.5规定的距离可适当减小。

表 5.1.5 埋地管道与交流接地体的最小距离(m)

电压等级(kV)	≤ 220	330	500
铁塔或电杆接地	5.0	6.0	7.5

5.1.6 管道与110kV及以上高压交流输电线路的交叉角度不宜小于 55° 。在不能满足要求时,宜根据工程实际情况进行管道安全评估,结合防护措施,交叉角度可适当减小。

5.1.7 阴极保护设备应配有雷电和电涌保护装置。

5.1.8 交流干扰防护设施的所有永久性电缆连接件应确保连接点具有良好的机械强度和导电性,并在回填前做好防腐密封。

5.1.9 所有交流干扰防护设施的安装中,应首先把接地电缆连接到接地极上,然后连接到受干扰的管道上。拆下的顺序相反,连接接地极的一端应最后拆卸。操作中应使用适当的绝缘工具或绝缘手套来减少电击危险。

5.2 故障和雷电干扰的防护措施

5.2.1 故障屏蔽应符合下列规定:

- 1 在管道邻近架空输电线路杆塔、变电站或通信铁塔、大型建筑的接地体的局部位置处,可沿管道平行敷设一根或多根浅埋建筑的接地体的局部位置处,可沿管道平行敷设一根或多根浅埋接地线作屏蔽体,减轻在电力故障或雷电情况下,强电冲击对管道防腐层或金属本体的影响。

- 2 屏蔽线宜通过固态去耦合器与受影响的管道连接且连接点不少于两处。

5.2.2 集中接地应符合下列规定:

- 1 在进、出工艺站场、监控阀室的管道上或监视阀室安装有绝缘接头的放空管等位置处,宜设置集中接地,减轻在电力故障或雷电情况下,强电冲击对管道辅助设施、阴极保护设备和线路管道防腐层的影响。

2 集中接地可利用就近的管道系统共用接地网接地。在需单独设置接地的位置,应根据现场环境条件接地体采用浅埋或深埋方式。

3 接地体宜通过去耦隔直装置与受影响的管道连接。

5.2.3 接地垫应符合下列规定:

1 在操作人员与管道辅助设施(包括阀门、阴极保护检测装置等)接触区域内可能存在危险的接触电压和跨步电压时,可采用接地垫,避免接触电压和跨步电压对操作人员的危害。

2 接地垫面积应足够大,并尽量靠近地面安装。

3 接地垫与受影响的构筑物连接点应不少于两处,可通过去耦隔直装置连接,以减轻阴极保护屏蔽、电偶腐蚀,以及对阴极保护同步瞬间断电测量的不利影响。

4 接地垫上方宜铺一层干净的、排水良好的砾石层,砾石层的厚度不应小于 8cm,砾石粒径不小于 1.3cm。

5.2.4 固态去耦合器、极化电池、接地电池及其他装置应符合下列规定:

1 在受强脉冲和过高感应交流电压影响的管道和适当的接地装置之间,可装设固态去耦合器、极化电池、接地电池或其他装置,以有效隔离阴极保护电流,将管道瞬间干扰电压降到容许值以下。

2 当使用固态去耦合器、极化电池、接地电池以及其他装置时,应当正确选择其规格、位置、连接方式,并能安全承载最大冲击电流。

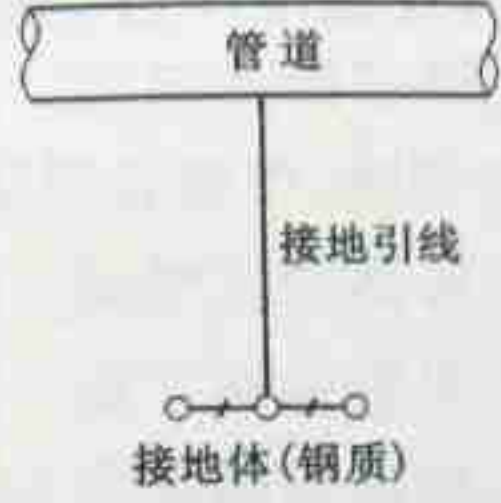
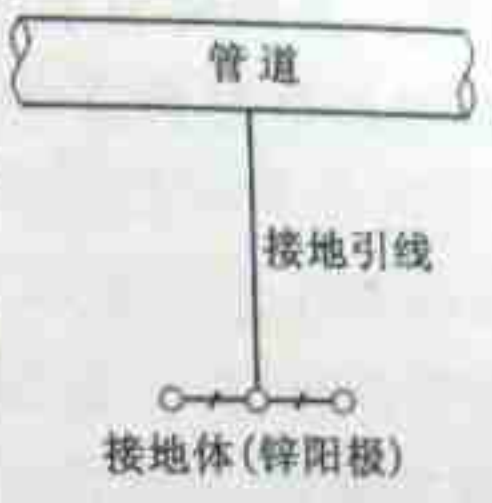
5.2.5 管道与防护装置和接地装置连接电缆的截面积应与泄放电流强度相匹配,宜采用 35mm^2 的多股铜芯电缆,电缆敷设宜短直。

5.3 持续干扰的防护措施

5.3.1 可采取在长距离干扰管段的适当部位设置绝缘接头的分段隔离措施,将与交流干扰源相邻的管段与其他管段电隔离,简化防护措施。

5.3.2 在进行持续干扰防护措施的设计时,应根据调查与测试结果的分析,结合对阴极保护效果的影响等因素,选定适用的接地方式。持续干扰防护常用的接地方式应符合表 5.3.2 的规定。

表 5.3.2 持续干扰防护常用的接地方式

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	适用于阴极保护站保护范围小的被干扰管道。具有简单经济、减轻干扰效果好的优点,缺点是应用范围小,漏失阴极保护电流	适用于受干扰区域管道与强制电流保护段电隔离,且土壤环境适宜于采用牺牲阳极阴极保护的干扰管道。具有减轻干扰效果好、向管道提供阴极保护的优点;缺点是管道进行瞬间断电测量与评价阴极保护有效性实施困难	适用范围广。能有效隔离阴极保护电流,启动电压低,可将感应交流电压降到允许的极限电压内,减轻干扰效果好;额定雷电冲击及故障电流通流容量大,装置抗雷电或故障电流强电冲击性能好。缺点是价格高

5.3.3 接地点的设置应根据详细测试或计算结果分析确定,通常情况下,可按下述条件综合确定:

1 相互位置条件:

- 1) 被干扰管道首、末端;
- 2) 管道接近或离开干扰源处;
- 3) 管道与干扰源距离最小的点;
- 4) 管道与干扰源距离发生突变的点;
- 5) 管道穿越干扰源处。

2 技术条件:

- 1) 交流电流密度较大的点;
- 2) 管道交流干扰电压较高,且持续时间较长的点;

3) 高压输电线导线换位处;

4) 土壤电阻率低, 便于接地体设置的场所。

5.3.4 干扰防护设施中所有的连接点应安全可靠; 所有电缆、连接件和装置部件等应能承受预期的最大冲击或故障电流。

5.3.5 在存在直流杂散电流影响的管段进行持续交流干扰防护时, 宜采用去耦隔直装置。去耦隔直装置的直流反向启动电压必须高于管道可能出现的对地负向直流电压。

6 防护系统的调整及效果评价

6.1 防护系统的调整

6.1.1 交流干扰防护工程安装完毕后, 应立即投入试运行, 并进行全面综合调整, 使防护系统达到最佳效果。

6.1.2 防护系统的调整, 可采用以下措施:

1 改变防护接地点位置, 或增设防护接地点及其设施。

2 分段隔离措施。绝缘接头两端应跨接去耦隔直装置或避雷器等防电涌装置。

6.2 防护效果评价

6.2.1 防护效果的评价应符合以下原则:

1 防护效果的评价点应包括防护接地点、检查片安装点、干扰缓解较大的点、干扰缓解较小的点, 其他评定可根据实际情况选择。

2 在测取干扰防护措施实施前、后参数时, 应统一测量点、测定时间段、读数时间间隔、测量方法和仪表设备。

6.2.2 防护效果应符合下列规定:

1 在土壤电阻率不大于 $25\Omega \cdot m$ 的地方, 管道交流干扰电压低于 $4V$; 在土壤电阻率大于 $25\Omega \cdot m$ 的地方, 交流电流密度小于 $60A/m^2$ 。

2 在安装阴极保护电源设备、电位远传设备及测试桩位置处, 管道上的持续干扰电压和瞬间干扰电压应低于相应设备所能承受的抗工频干扰电压和抗电强度指标, 并满足安全接触电压的要求。

7 管道安装中的干扰防护

7.0.1 邻近交流输电系统的管道在施工期间应指定专人负责电气安全。安全负责人应熟悉输电线路对管道的电磁影响及其防护的规定。

7.0.2 管道施工开始前,宜与邻近干扰源方的主管部门商议,共同制定适当的施工程序,保证管道施工安全顺利进行。

7.0.3 在进行与交流干扰区域内管道接触的任何作业前,应进行管道交流干扰电压的测量。

7.0.4 在交流干扰区域内进行管道施工时,应符合下列规定:

1 长度为 300m 与大地绝缘的管段两端应装设临时接地极;长度超过 300m 与大地绝缘的管段,应由一端开始,每隔 300m 装设单独的临时接地极。接地极接地电阻应小于 30Ω 。

2 临时接地极可以是接地棒、裸露的套管或其他适宜的金属接地体,但不得与邻近的输电线路接地极相连。

3 临时接地极与管道的连接线应采用截面面积不小于 10mm^2 多股铜芯导线,各连接点应具有良好的机械强度和导电性。

4 所有临时接地极应保持到管道回填,如无特殊要求,回填时应予以拆除。

7.0.5 当车辆及其他施工设备在输电线路附近工作时,应遵守现行电气安全规程。金属工棚或拖车应接地。

8 运行与管理

8.1 检查与测量

8.1.1 交流干扰防护系统的常规功能性检测内容及周期,按表 8.1.1 的规定进行,以确认防护系统是否运行正常,防护效果是否符合指标要求。

表 8.1.1 常规功能性检测内容及周期

设 施	检 测 内 容	周 期
牺牲阳极防护设施	阳极交流排流量、阳极输出电流、阳极开路电位;管地交流电位和直流电位	每月一次
测试桩	管地交流电位(每月一次);通过检查片检测;管地断电电位、交流电流密度	至少每年一次
防护设备	防护设备的运行和状况;交流排流量、接地极接地电阻	根据运行条件,每 1 月~3 月一次
防护系统全面维护	防护系统全面检查;各主要元件性能检测;失效元件的更换	每年一次

8.1.2 应对检查与测量所得的数据和所发现情况进行分析,进而指出可能存在的异常以及改进措施,说明对管道状况进行更详细评价的必要性。

8.1.3 当干扰环境发生较大改变时,应及时进行各项调查,对防护设施进行调整或改进防护措施。当防护设备主要元件进行维修或更换后,应进行接地点管地交流电位的 24h 连续测试。

8.2 开挖调查

8.2.1 在可能存在交流腐蚀的管段,宜定期对管道或腐蚀检查片进行开挖调查,以对交流腐蚀进行确认。对检查片的开挖调查宜在埋设 12 个月后进行,交流腐蚀的识别应符合本标准附录 B 的

规定。

8.2.2 管道开挖检测应符合国家现行标准《钢质管道及储罐腐蚀评价标准埋地钢质管道外腐蚀直接评价》SY/T 0087.1—1的有关规定。检查片的制备、腐蚀产物清除和腐蚀速率计算应按国家现行标准《埋地钢质检查片腐蚀速率测试方法》SY/T 0029的有关规定执行。

8.3 安全管理

8.3.1 处于输电线路、电气化铁路及其接地体附近的管道应加强管理,防止对管道维护人员的伤害。

8.3.2 交流干扰防护设施和阴极保护设施应设置警示标志。

8.3.3 掌握邻近高压输电系统、交流牵引系统的主要电气参数及防护措施的现状。

8.3.4 在管道检修期内或开挖管道、接触管道的各种作业时,应与电力或铁路部门加强联系,并指定有经验人员随时监护,避免发生电击危害。

8.3.5 在进行干扰测试和防护设施维护及其他防护作业时的安全守则应符合现行国家标准《埋地钢质管道阴极保护参数测量方法》GB/T 21246的有关规定。

8.3.6 雷雨期间,不得进行交流干扰电参数测试或类似性质的工作。

8.3.7 站在接地垫上的操作、维护人员和接地垫以外人员之间,不得传递金属器具。

附录 A 交流腐蚀评估的测量方法

A.1 一般规定

A.1.1 对已建管道现场测量的主要参数应包括管道交流干扰电压、保护电位和土壤电阻率。当安装了检查片,所测参数尚应包括检查片交流电流密度。

A.1.2 测量仪表应符合下列规定:

1 测量仪表应具有防电磁干扰性能。

2 测量仪表及测量导线应符合现行国家标准《埋地钢质管道阴极保护参数测量方法》GB/T 21246的相关规定。

A.1.3 参比电极应符合下列规定:

1 参比电极可采用钢棒电极、硫酸铜电极。采用钢棒电极时,其钢棒直径不宜小于 16mm,插入土壤深度宜为 100mm。

2 参比电极放置处,地下不应有冰层、混凝土层、金属及其他影响测量的物体。

3 土壤干燥时,应浇水湿润。

A.1.4 测量工作的安全守则应符合现行国家标准《埋地钢质管道阴极保护参数测量方法》GB/T 21246的相关规定。

A.2 管道交流干扰电压测量

A.2.1 管道交流干扰电压测量应按本标准第 4.4 节的有关规定执行。对短期测量可使用交流电压表;对长期测量应使用存储式交流电压测试仪。

A.2.2 测量步骤应包括:

1 将交流电压表与管道及参比电极相连接,接线方式见管道交流干扰电压测量接线(图 A.2.2)。

2 将电压表调至适宜的量程上,记录测量值和测量时间。

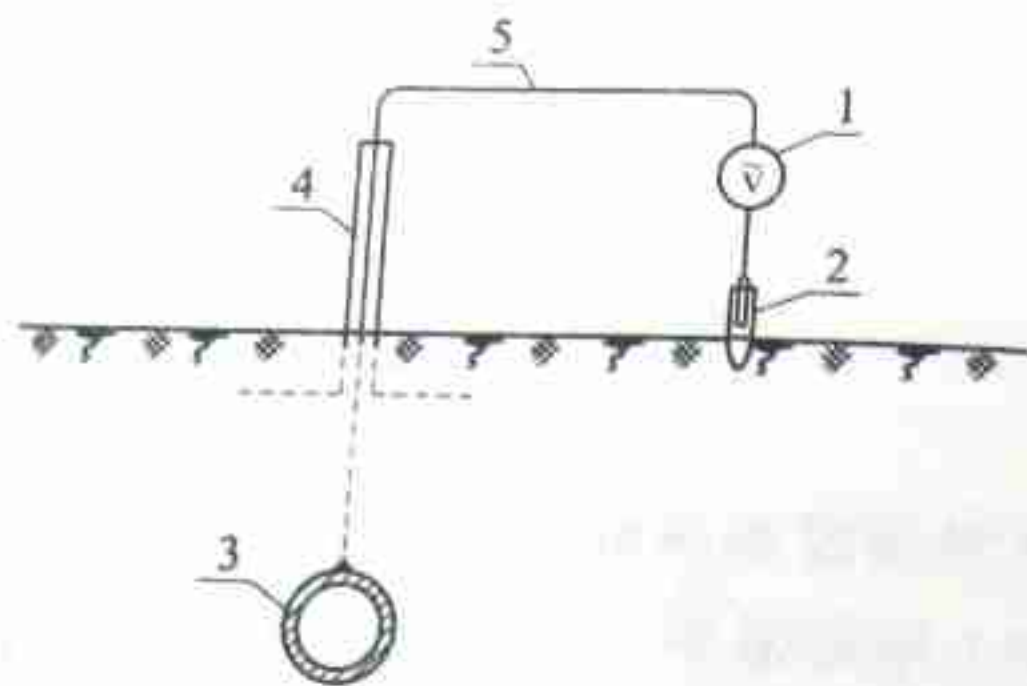


图 A.2.2 管道交流干扰电压测量接线图

1—交流电压表; 2—参比电极; 3—埋地管道; 4—测试桩; 5—测试导线

A.2.3 数据处理应符合下列规定:

1 测量点干扰电压的最大值、最小值,从已记录的各次测量值中直接选择。平均值应按下列公式进行计算:

$$U_p = \frac{\sum_{i=1}^n U_i}{n} \quad (\text{A.2.3})$$

式中: U_p ——测量时间段内测量点交流干扰电压有效值的平均值 (V);

$\sum_{i=1}^n U_i$ ——测量时间段内测量点交流干扰电压有效值的总和 (V);

n ——测量时间段内读数的总次数。

2 绘制出测量点的电压—时间曲线图。

3 绘制出干扰管段的平均干扰电压—距离曲线,即干扰电压分布曲线图。

A.3 交流电流密度测量

A.3.1 检查片安装应符合下列规定:

1 在进行详细测试时,可使用裸露面积为 100mm^2 的便携式棒状探头。将便携式棒状探头插入靠近管道的土壤中,并通过测

量电缆与管道电连通。

2 在进行监测及评估管道运行期间交流腐蚀影响的测量时,应使用腐蚀检查片组(如:3片),其中应至少有一个检查片通过测量电缆与管道电连通。检查片与管道的净距约 0.5m ,各检查片间的间距约 3m 。检查片除裸露面积为 100mm^2 的金属表面外,其余部位应做好防腐绝缘。检查片的制备应符合国家现行标准《埋地钢质检查片腐蚀速率测试方法》SY/T 0029 的有关规定。

A.3.2 测量步骤应包括:

1 将交流电流表串入回路与管道及检查片相连接,接线方式见交流电流密度测量接线图(图 A.3.2)。

2 将交流电流表调至适宜的量程上,记录测量值和测量时间。

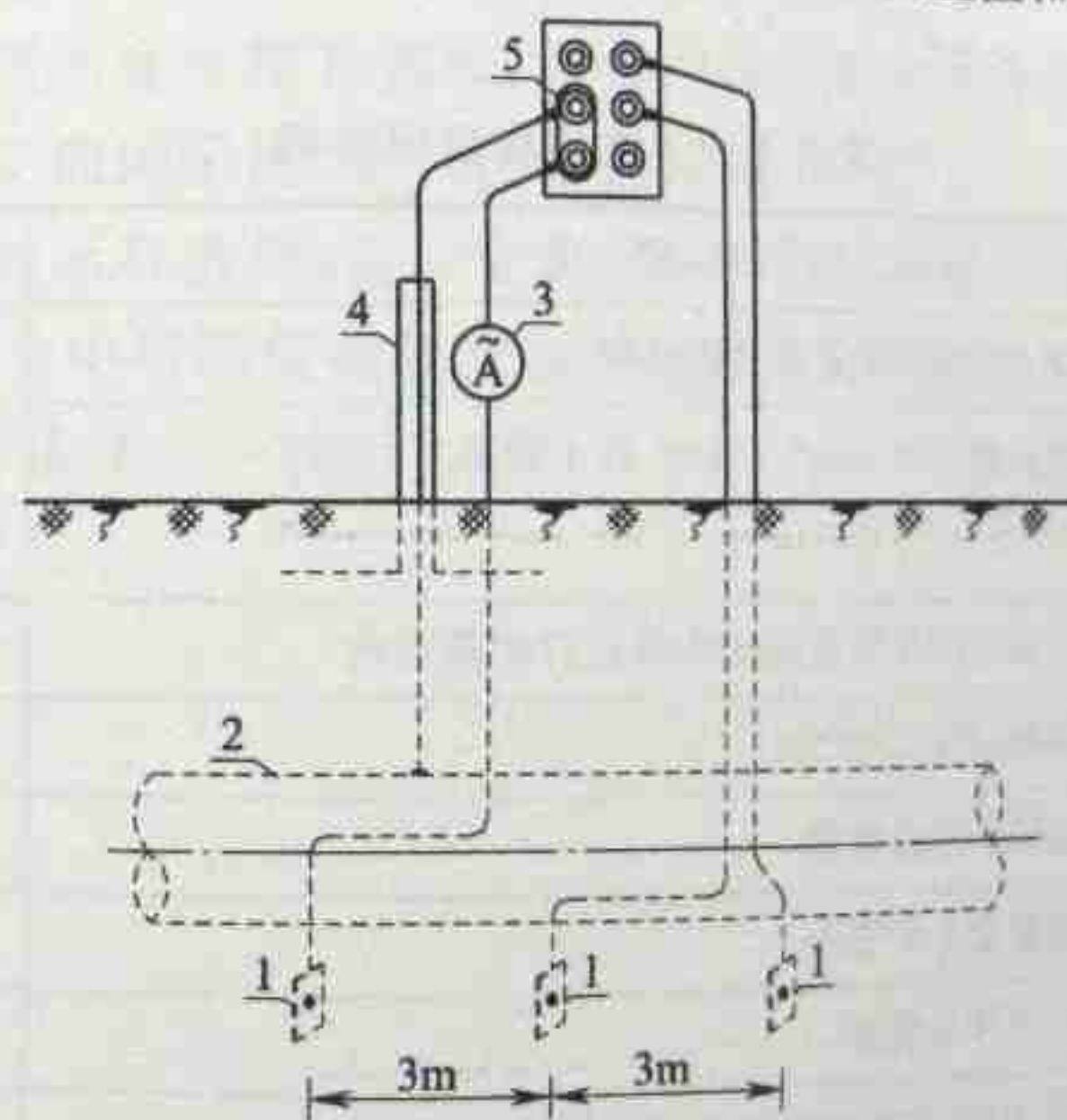


图 A.3.2 交流电流密度测量接线图

1—腐蚀检查片; 2—埋地钢质管道; 3—交流电流表; 4—测试桩; 5—铜质连接片

A.3.3 数据处理应将直接测量获得的交流电流值 I_{AC} 除以检查片裸露面积即为交流电流密度值 J_{AC} 。

附录 B 交流腐蚀的识别

B.0.1 在对评估为存在交流腐蚀可能性高的管段或预埋的腐蚀检查片进行开挖检测中,现场开挖后宜采用 pH 试纸及时测量缺陷与土壤界面的 pH 值,并测量附近土壤电阻率。

B.0.2 根据现场检测的情况,交流腐蚀评估按表 B.0.2 规定的评估项目对腐蚀类型进行评价,当大多数评估项目结论为肯定时,可以判定为交流腐蚀。现场不能识别的,应做好记录,提交相应的专业技术人员处理。

表 B.0.2 交流腐蚀评估表

评估内容	是	否
管道上存在大于 4V 的持续交流干扰电压		
防腐层单个破损点面积为 $1\text{cm}^2 \sim 6\text{cm}^2$ 的小缺陷		
管壁存在腐蚀		
测得的管道保护电位值在阴极保护准则允许的范围内		
pH 值非常高(典型情况大于 10)		
腐蚀形态呈凹陷的半球圆坑状		
腐蚀坑比防腐层破损面积更大		
腐蚀产物容易一片片地清除		
腐蚀产物清除后,钢铁表面有明显的硬而黑的层状痕迹		
管道周围土壤电阻率低或者非常低		
防腐层下存在大面积的剥离(在腐蚀坑周围有明显的晕轮痕迹)		
在腐蚀区域的远处,出现分层或腐蚀产物中含有大量碳酸钙		
腐蚀产物里存在四氧化三铁		
管道附近土壤存在硬石状形成物		

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《埋地钢质管道阴极保护参数测量方法》GB/T 21246

《钢质管道及储罐腐蚀评价标准埋地钢质管道外腐蚀直接评价》
SY/T 0087.1—1

《埋地钢质管道检查片腐蚀速率测试方法》SY/T 0029

中华人民共和国国家标准

埋地钢质管道交流干扰防护技术标准

GB/T 50698 - 2011

条文说明

制定说明

本标准是根据建设部《关于印发〈2009年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标[2009]88号)的要求,由主编单位会同参编单位共同编制而成。

制定过程中,经过调研,比较广泛地征求了有关单位意见,总结了多年来管道交流干扰防护的实践经验,以原行业标准《埋地钢质管道交流排流保护技术标准》SY/T 0032为基础,同时参考了欧洲标准《埋地阴极保护管道交流腐蚀可能性评估》CEN/TS 15280、美国《减轻交流电和雷电对金属构筑物 and 腐蚀控制系统影响的措施》NACE SP0177 和《管道输送系统的阴极保护》ISO 15589—1:2003(第一部分:陆上管道),根据当前工程建设中在管道外防腐层、高压输电线路电压等级等方面的发展变化情况,结合现阶段国内在管道建设方面出现的新需求,为体现当今技术进步和经济发展与对标准的需求相适应的原则,使国内标准与国际标准接轨,对原行业标准在规范结构、条文内容进行了较大的调整和补充、完善。除按建设部的《工程建设标准编写规定》在章节编排、文字叙述上作了相应调整和修改外,主要依据国际标准、国外先进标准和研究报告,结合近年来国内工程在交流干扰防护上应用的成熟新技术和实践经验,对交流干扰程度的判断、交流腐蚀的识别、调查与测试、监测方面内容,以及减轻交流电和雷电对管道腐蚀控制系统影响的防护技术方面的内容,进行补充和完善。

为便于有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,根据《工程建设标准编写规定》编写了条文说明。

本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目次

1	总 则	(31)
2	术 语	(33)
3	基本规定	(34)
4	调查与测试	(36)
4.1	一般规定	(36)
4.2	调查与测试的项目	(36)
4.3	测试工作的分类及应用	(36)
4.4	测试工作的要求	(37)
5	交流干扰防护措施	(38)
5.1	一般规定	(38)
5.2	故障和雷电干扰的防护措施	(39)
5.3	持续干扰的防护措施	(40)
6	防护系统的调整及效果评价	(42)
6.1	防护系统的调整	(42)
6.2	防护效果评价	(42)
7	管道安装中的干扰防护	(43)
8	运行与管理	(44)
8.1	检查与测量	(44)
8.2	开挖调查	(45)
附录 A	交流腐蚀评估的测量方法	(46)
附录 B	交流腐蚀的识别	(46)

1 总 则

1.0.1 本条明确了本标准制定的目的。目前工程建设中,管道主要采用的是以挤压聚乙烯三层结构防腐层(3LPE)、熔结环氧粉末等为主的高绝缘性能的防腐层,输电线路等级更高,出现了500kV甚至750kV或1000kV,交流电气化铁路里程快速增长,三者间受空间限制的情况也越来越多,受交流干扰源电磁耦合影响,管道更容易感应上持续的高电压,所引发的交流干扰问题更加剧了管道交流腐蚀及电危害的风险;而三者都是国民经济的重要动脉,在公用走廊中的安全运行异常重要。因此,应通过既保证安全又节约投资的技术手段,合理解决公用走廊中三者间在空间上的矛盾,有效减轻交流电和雷电对管道造成的交流腐蚀和对腐蚀控制系统的影响。编制本标准,就是为了通过规范交流干扰防护的技术要求,体现当今技术进步和经济发展与对标准的需求相适应的原则,从交流干扰防护的实际需要出发,做到技术先进,经济合理,安全适用,达到有效减轻交流干扰源对管道电磁耦合影响,延长管道使用寿命的目的。本标准提及的高压交流输电线路为架空输电线路,绝缘良好且有铠装的埋地高压输电电缆无论正常情况还是短路情况下对管道的电磁耦合干扰影响均较小,德国 AFK No. 3 中也明确了不予考虑。

1.0.2 明确了本标准的适用范围,着重于交流电干扰腐蚀危害的控制,以及交流电和雷电对埋地钢质管道腐蚀控制系统(外防腐层、阴极保护设备和检测设施等)的影响及减轻措施。但持续或瞬间干扰下对操作和公众人员的安全电压指标,不属于金属防腐技术范畴。

1.0.3 公用走廊中的相互影响与防护涉及相关行业之间、不同产

权归属单位间的有效协调,为了在国民经济的整体利益中找到一个既能将解决技术问题的费用降到最低限度,又能保证安全可靠的解决办法,平衡各方面的利害关系,协调解决不同行业或产权隶属部门之间出现的技术、经济、义务和责任问题是有必要的。交流电干扰的特点是影响范围广、状态多变,并且对特定环境、对象干扰程度往往不同,所以在采取防干扰措施上,需与现场实际密切结合,干扰源方与被干扰方“综合治理”、“共同防护”才能起到事半功倍的效果。

1.0.4 指出本标准与其他有关规范、标准的关系。

2 术 语

2.0.1~2.0.3 《油气田及管道腐蚀与防护工程基本术语》SY/T 0030标准中已有的术语在本标准中不列入。该术语按《埋地钢质管道交流排流保护技术标准》SY/T 0032 给出。

2.0.5~2.0.8 按美国腐蚀工程师协会标准《减轻交流电和雷电对金属构筑物 and 腐蚀控制系统影响的措施》NACE SP0177 中的定义给出。

3 基本规定

3.0.1 减缓相互影响最有效的措施是从间距上保证,在系统设计中尽可能地远离干扰源是原则,本条依据加拿大国家标准《管线和输电线路两者间电协调的原则和应用》CAV/CSA—C22.3 No. 6—M91 (1999 修订版)总则第 3.1.3 条给出。

3.0.2 提出相关建设单位在交流电干扰环境中应遵守的基本要求,在对线路路由走向、厂站和导线换位的设置、馈电方式等方案的系统设计中应对所有影响进行考虑,这是今后工程建设与运行管理中合理协调与顺利实施的前提。本条是参照 NACE SP0177—2007 第 6.2.1 条和国际大电网组织(CIGRE)报告《高压电力系统对金属管线的影响导则》制定的。

3.0.3、3.0.4 本条引自《埋地钢质管道交流排流保护技术标准》SY/T 0032 第 3.0.3 条和 1.0.7 条。

3.0.5 采用 4V 电压指标先于其他指标进行评估是按欧洲技术委员会标准 CEN/TS 15280:2006 中在使用管道交流干扰电压的评估指标的相应规定。对一些低土壤电阻率区域,采用单一交流电流密度来评估存在局限性;同样对一些高土壤电阻率区域采用单一电压指标也存在局限性,本标准体现了以电压来先行判断,并综合电流密度指标评估的指导原则。金属管道发生 AC 腐蚀的前提条件是存在持续的高的感应交流电压,该指标是国外基于大量现场测量和案例分析、实验和基础研究以及工程应用的基础上的总结。

影响交流腐蚀现象的主要参数:感应的交流电压;裸露金属上的交流电流密度;管道直流电流的极化程度;防腐层破损点尺寸;周围的土壤电阻率;周围的土壤化学成分。本条中式(3.0.5)是依

据壳牌 DEP 标准(阴极保护 DEP 30, 10, 73)、国际大电网委员会(CIGRE)同欧洲管线腐蚀与保护委员会(CEOCOR)合作的研究验证报告《阴极保护管道上的交流腐蚀——对腐蚀风险评估和减缓措施的指导书》,以及美国腐蚀工程师协会的《阴极保护技术教程》CP-3 等给出。破损点直径(裸露面积)的规定引自 CEN/TS 15280:2006 第 6.1 节的相关规定,同时也包括:ISO 15589—1:2003、NACE 技术报告《交流腐蚀:腐蚀速率、机理、减缓要求》(NACE 327 工作组)中都说明了裸露面积为 100mm^2 的缺陷具有代表性和最有可能发生交流腐蚀。

3.0.6 交流腐蚀发生的可能性与防腐层破损点的电流密度及相伴随的管道与外界的电流流动相关联,交流电流密度指标是经国内、外实验室确认,同时本标准也是按 CEN/TS 15280:2006 及 BS EN12954:2001、ISO 15589—1:2003 等国外标准中公认的准则制定的。早在 1975 年中科院福建物质结构研究所二部的实验研究报告就指出,当电流密度为 $3\text{mA}/\text{cm}^2 \sim 5\text{mA}/\text{cm}^2$ 时,其腐蚀分别为自然腐蚀的 2 倍~5 倍,交流腐蚀已不容忽视。如果相应于 100mm^2 裸露面上的交流电流密度低于 $30\text{A}/\text{m}^2$;并且管(地)电位满足保护准则电位,则腐蚀风险是可忽视的。当交流电流密度大于 $100\text{A}/\text{m}^2$ 时,即使达到预期的阴极保护准则电位,也存在高的交流腐蚀风险。

3.0.8 裸露金属上的交流电流密度的实测只能借助于检查片来进行,在目前国际上对交流腐蚀的认知水平下,推荐对交流干扰的管道应使用检查片,定期对管道或永久性腐蚀检查片进行开挖调查,以对交流腐蚀和防护效果进行确认。

3.0.9 本条引自 NACE SP0177—2007 的相关规定,对施工与维护中操作人员的基本要求作出了明确规定。

4 调查与测试

4.1 一般规定

4.1.1 管道受干扰的程度与许多因素有关,为工程实际中方便初步判断,增强本标准的可操作性,依据 CEN/TS 15280:2006 第 7.2.3 条及德国腐蚀问题工作协会标准《高压三相电流装置和交流路轨设备影响范围内的管线安装和采取措施》AfK No. 3—82 的相关规定给出了管道极限接近段长度与间距的相对关系图。

4.1.2 对已建管道推荐采用实测,对处于设计阶段的新建管道或干扰源未运行情况,系统设计中可按国际大电网委员会(CIGRE)报告《高压电力系统对金属管线的影响导则—1995》进行计算或采用一些专用软件进行建模计算分析。如:用于公用走廊电磁干扰和接地分析的 CDEGS 软件。美国雪佛龙公司标准《AC 干扰抑制系统》CPM—DU—6020 中明确规定了对新建管道在设计中必须采用专业软件(SES-CDEGS 和 Right-of-Way)进行 AC 干扰建模计算。对已建管道交流电流密度可根据第 4.4.6 条测得数据计算,也可直接测试。

4.2 调查与测试的项目

4.2.1、4.2.2 本节调查与测量的项目按 NACE SP0177—2007 第 6.2.4 条及《埋地钢质管道交流排流保护技术标准》SY/T 0032 给出,这些项目是影响干扰程度的主要因素,也满足行建模计算所需参数的要求。

4.3 测试工作的分类及应用

4.3.1、4.3.2 测试管道交流干扰电压是掌握管道交流干扰情况最基本、最直接的手段,又是对防护措施及效果评定的可靠依据,

条文的规定按《埋地钢质管道交流排流保护技术标准》SY/T 0032 给出。分为三个阶段:首先是普查测试,粗略地了解管道被干扰的情况,并据此确定下一步的工作方向和内容;详细测试是尽可能地、周详地掌握被干扰的具体情况和程度,并以此决定所采取的防护措施;防护效果评定测试是完成了防护措施之后,反过来检查效果,看减轻交流干扰达到了怎样的程度。这三个阶段中所进行的测试,虽然测试内容都相同,但深度和目的、用途不同。三个测试阶段中,以详细测试和防护效果评定测试为重要,是必须进行的。对采用软件进行建模计算的新建管道,可直接按详细测试中的内容收集基础资料后建模计算。

4.4 测试工作的要求

4.4.1~4.4.7 对测试的具体要求规定是根据工程经验及参考 NACE SP0177—2007 第 6.2 节及《埋地钢质管道交流排流保护技术标准》SY/T 0032 的主要内容对测量的具体要求作出的。

(1)为了获得足够可靠的、具有代表性的数据,应增加测试点,延长测量时间,减小数据的读取时间间隔。另外需根据干扰源的变化情况,以某一个或几个能代表干扰源负荷长期变化规律的时间段取平均值,以反映被干扰管道的长期干扰状态。根据交流电气化铁路干扰的特殊性及国内已具备可 1s 间隔 24h 连续采集数据的仪器,将《埋地钢质管道交流排流保护技术标准》SY/T 0032 中的 10s 修改为 1s。交流电流密度测量的规定是参考 ISO 15589—1:2003 附录 B 第 3.3 节及欧洲管线腐蚀与保护委员会(CEOCOR)《阴极保护管道上的交流腐蚀——对腐蚀风险评估和减缓措施的指导书》的规定给出。在本标准中,对测试点的布置、测试时间段、读数时间间隔及 24h 的连续测试等,都作了相应的规定。其具体值均采用了国内外习惯的做法和数值。

(2)测试工作的技术要求,分别在第 4.4.1 条~第 4.4.6 条中作了具体的规定。只有正确地掌握被干扰管道全线的状况和变化规律,才能保证交流干扰防护工程设计合理,措施得当。

5 交流干扰防护措施

5.1 一般规定

本节对减轻交流干扰所应考虑的内容和基本措施作了基本规定。

5.1.1 列出了持续及瞬间干扰情况下,需考虑的对管道腐蚀控制系统各方面的影响,明确了应制定缓解目标的基本要求。由于持续干扰下的交流腐蚀与防腐层类型、土壤电阻率、土壤特性等相关;瞬间干扰与管道特定位置、管道参数及电流大小等相关,往往随着干扰源与被干扰体的具体情况而变化,因此,缓解目标应根据工程具体情况制定明确的目标。本条参考 NACE SP0177—2007 第 4.1 节给出。

5.1.2 本条引自《埋地或水下金属结构阴极保护——一般原理及管线安装》BS EN12954:2001。没有实施阴极保护的管道更易遭受交流腐蚀危害,阴极保护对交流腐蚀有一定的抑制作用,但程度是有限的,并与破损点处的交流电流密度、直流电流密度有关,破损点处的交流电流密度、直流电流密度比值越小腐蚀风险越小,保护电流密度大意味着计算保护范围小,设计在保护范围及运行调试中应考虑阴极保护系统尽可能使管地断电电位向负方向偏移,但应注意不能比管道的极限保护电位更负。俄罗斯联邦国家标准《钢质干线管道防腐蚀基本要求》P 51164—98 第 5.1 节中规定,对存在交流干扰(50Hz)腐蚀风险管道的最小保护电位为 -0.95V 。

5.1.3 本条引自《埋地钢质管道交流排流保护技术标准》SY/T 0032和 ISO 15589—1:2003 第5.6节,给出减轻设施设置的基本要求。

5.1.4、5.1.5 为与 2010 年 6 月 25 日颁布的《中华人民共和国石

油天然气管道保护法》相一致,表 5.1.5 中对 $\leq 220\text{kV}$ 的最小距离统一为 5m。在管道靠近杆塔接地处,受阻性耦合和感性耦合影响,由于雷电电流或故障电流泄放引起的地电位升高或电弧影响,瞬间强电流冲击则可能造成对外防腐层甚至管道本体金属、管道附属设备、阴极保护设备、排流保护设施的毁坏。损毁的程度取决于多种因素,包括:管道与杆塔接地体之间的距离;对地故障电流或雷电流的大小;故障持续时间;土壤电阻率;管道防腐层电气强度。

在这些影响因素中,对具体工程而言影响参数都是不同的,会随地点而变,因此对每一特定位置安全距离应通过计算确定。在此局部位置处从距离上尽可能地保证足够的安全距离是避免或减轻这一有害影响的基本措施。为使标准可操作性强,便于指导设计与运行管理,表 5.1.5 中给出的是一般情况下避免击穿外防腐层的最小净距。需说明的是,管道防腐层电气强度与材料类型和厚度相关,一些薄涂层(工频耐压远低于三层 PE),在很高土壤电阻环境下,表 5.1.5 的距离可能不适合,需计算分析。另外,防腐层性能优异的管道高电压可能会传输在数千米的距离内,表 5.1.5 的距离并不包括影响区域内瞬间干扰下对设备和操作人员接触电压的安全性。

5.1.6 交叉角度的规定与德国腐蚀问题工作协会标准 Afk No. 3—82 第 5.1 节的规定一致。

5.1.7 为保护阴极保护设备免遭沿管道传送而来的电力故障或雷电强电冲击影响而毁坏,根据运行管理经验及参考 NACE SP0177—2007 第 6.3.3.1 款,作此规定。

5.2 故障和雷电干扰的防护措施

本节吸收了 NACE SP0177—2007 第 4 章和 AS/NZS 4853:2000 附录 J 的主要内容,结合国内重点工程中的运用经验,列出了国内外公认的减轻交流电和雷电对金属构筑物及腐蚀控制系统瞬

间干扰影响的技术措施,同时这些方法对减轻干扰源在正常工作状态下对管道的阻性耦合、感性耦合和容性耦合影响在一定距离范围内也有作用。

5.2.1 本条采用了 NACE SP0177—2007 第 4.2.1 条中的方法。与《石油与石油设施雷电安全规范》GB 15599 第 4.7.5 条中规定一致。

5.2.2 集中接地防护技术在工程中应用普遍:在线路监视阀室、监控阀室及进出工艺站场处设置低电压电涌保护装置与接地连接的集中接地排流防护,以减轻雷电与故障电流对绝缘接头(法兰)、阴极保护设备的强电冲击影响,同时也可有效减轻雷电对沿线管道防腐层的击穿影响。与 AS/NZS 4853:2000、NACE SP0177—2007 中的集中接地的措施一致。

5.2.3~5.2.5 采用了 NACE SP0177—2007 第 4.3 节、第 4.10 节和第 5.3.5 条中的相应方法。

5.3 持续干扰的防护措施

5.3.2 接地是减轻持续干扰直接而有效的一种措施。对管道交流干扰的防护,标准的主旨是鼓励 and 促进管道保护新技术的研究开发和推广应用,表 5.3.2 列出的是工程中常用的有效方式。直接接地、负电位接地是保留《埋地钢质管道交流排流保护技术标准》SY/T 0032 的方式,固态去耦合器接地方法是 NACE SP0177—2007 中给出的方法,在国外减缓交流干扰工程中应用普遍;同时近年来在国内大型长输管道工程也成功应用的干扰防护新技术,为体现技术先进、安全适用的原则予以列入。钳位式排流器符合固态去耦合器定义范围,但应满足第 5.2.4 条和第 5.3.4 条要求。

5.3.3 接地点的位置、数量和接地电阻需根据测试或计算的排流前管道干扰电压分布与程度等为依据,通过计算并优化后确定,在满足将管地交流电压降到减缓目标内的前提下,合理确定,达到技

术可靠、经济合理的目的。本条参照《埋地钢质管道交流排流保护技术标准》SY/T 0032 的有关规定及工程经验制定。

5.3.5 本条采用 NACE SP0177—2007 第 4.12.1 条的相应规定。在直流杂散电流影响的区域,牺牲阳极接地或直接接地方式都可能吸收杂散电流,在杂散电流的流出处造成管道腐蚀,同样管道也可能吸收杂散电流后通过直接接地极流出,造成接地极的加剧腐蚀,因此宜采用隔直去耦装置,但在杂散电流流入端应注意其直流反向启动电压必须高于管道可能出现的对地负向直流电压。

6 防护系统的调整及效果评价

6.1 防护系统的调整

6.1.1、6.1.2 本节参照《埋地钢质管道交流排流保护技术标准》SY/T 0032 的有关规定及工程经验规定了调整的内容和方法,降低管道干扰电压的效果取决于接地点设置的位置、数量与接地电阻,由于感性耦合的特点和产生干扰的外部环境的复杂性,因此,应根据测试结果综合分析,进行合理调整。

6.2 防护效果评价

6.2.1 参照《埋地钢质管道交流排流保护技术标准》SY/T 0032 的有关规定和工程经验制定,设计中应根据干扰源分布和管道的具体情况分析确定分段隔离的可行性与防护效果。

6.2.2 本条第1款是针对持续干扰下减轻交流腐蚀风险所规定的,防护效果应以有效减轻腐蚀风险并合理投资为原则,低土壤电阻率环境,交流腐蚀风险高,减轻干扰到允许电压的接地电阻易满足,而高土壤电阻率环境,交流腐蚀风险相对较低,干扰电压要减轻达到低的程度工程成本高,60A/m² 根据案例数据分析和国外研究文献,综合腐蚀风险程度和经济性确定。第2款中对公众或维护操作人员所允许的安全接触电压,以及瞬间干扰电压尚应满足有关安全规范、条例的要求;对阴极保护电源设备、电位远传设备,国内产品目前基本要求是:抗电强度 1000V,抗工频干扰电压 30V。

7 管道安装中的干扰防护

7.0.1~7.0.5 对管道施工与安装干扰防护设施期间所应采取的安全防护措施和要求进行了规定。本章参照 NACE SP0177—2007 和《埋地钢质管道交流排流保护技术标准》SY/T 0032 的有关规定制定。在施工和安装期间,由于接触受到交流电或雷电流影响的金属构筑物,人员会有电击危险,必须识别这类危险并采取措施减轻这种危险。人员电击危险的严重性通常和构筑物与大地间或构筑物之间的电位差大小成正比,电击危险的严重程度还取决于暴露在这种危险环境的持续时间。在施工开工前,应当与该地区相应的公用供电部门进行协调,以便制定恰当的工作程序,使这样施工不会损坏或干扰其他公用供电设备的运行(某些情况下,公用供电部门可以切断输电设施或者锁住重合闸部件)。在与输电杆塔靠近处,应确认接地体与管道的相对位置,当距离不能满足最小净距时,应与电力主管部门商议将接地体向远离管道方向迁移,并采取防护措施。

8 运行与管理

8.1 检查与测量

8.1.1~8.1.3 参照《埋地钢质管道交流排流保护技术标准》SY/T 0032和《埋地钢质管道阴极保护技术规范》GB/T 21448的有关规定制定。本节的规定也仅是原则性的,各管理单位应依据本标准编制细则。当发现阴极保护系统管地电位或输出电流等参数出现异常时,应及时检查固态去耦合器等防护设施是否正常。

8.2 开挖调查

8.2.1 破损点处交流腐蚀的程度受破损点尺寸物理参数;特定的土壤电阻率、碱金属与碱土金属阳离子(Ca^{2+} 、 Mg^{2+})的浓度、阴极保护电流生成的氢氧化物数量及交流电流引起防腐层破损点附近化学变化的化学参数控制,是多因素影响决定的,直接的开挖调查是最可靠验证方法。

8.2.2 管道探坑的开挖、土壤的取样分析、腐蚀状况的检查、pH值测试及收集腐蚀产物和记录彩照等应按《钢质管道及储罐腐蚀评价标准埋地钢质管道外腐蚀直接评价》SY/T 0087.1—1的规定进行。

附录 A 交流腐蚀评估的测量方法

A.1、A.2 参照《埋地钢质管道交流排流保护技术标准》SY/T 0032制定。

A.3 交流电流密度测量参照欧洲管线腐蚀与保护委员会(CEOCOR)《阴极保护管道上的交流腐蚀——对腐蚀风险评估减缓措施的指导书》制定。电流密度的理论计算值与实际测量值可能因土壤特性(Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 在管道表面附近沉积),扩散电阻变化而存在差异。

附录 B 交流腐蚀的识别

B.0.1 在测量 pH 值时,及时测量缺陷与土壤界面的 pH 水平是极其重要的。由于碱性的裸露表面会非常快地和空气中的二氧化碳中和,因此挂片挖出来后应立即测量 pH 值。实际中最好的方法是使用精度为 0.5 个单位的 pH 试纸。

B.0.2 交流腐蚀评估表参照了欧洲管线腐蚀与保护委员会 (CEOCOR)《阴极保护管道上的交流腐蚀——对腐蚀风险评估和减缓措施的指导书》制定。