ICS 75－010
E 10
备案号：27472—2010

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 5919—2009
代替 SY/T 5919—1994

埋地钢质管道阴极保护技术管理规程

Cathodic protection technology management regulations for buried steel pipeline

2009－12－01 发布　　2010－05－01 实施

国家能源局　发布

目　　次

前言 …… Ⅱ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　一般规定 …… 2
5　运行及管理 …… 2
6　防腐层管理 …… 7
附录A（资料性附录）　埋地钢质管道阴极保护度测试方法 …… 9
附录B（资料性附录）　地下管线阴极保护多功能测量探头使用说明 …… 11

前　言

本标准代替 SY/T 5919—1994《埋地钢质管道干线电法保护技术管理规程》。

本标准与 SY/T 5919—1994 相比，主要变化如下：

——标准名称改为《埋地钢质管道阴极保护技术管理规程》。

——增加了“前言”内容。

——更新了相关的引用标准（1994 年版第 2 章；本版第 2 章）。

——修订 1994 年版“5.1 通则”作为本版“5.1 运行指标控制及相关规定”。

——修订了 5.1.1 中的有关保护指标。

——增加“5.1.9 埋地绝缘接头两侧设有防雷接地电池的，每月应对接地电池性能进行测试，发现接地电池失效的，应采取相应安全措施。”

——修订了“表 3”、“表 4”的内容。

——修订 1994 年版“5.2.1 保护间与电源设备的管理”为本版“5.2.1 恒电位仪等电源设备的管理”。

——修订了 5.2.3.2 中有关阳极地床判废标准内容。

——结合 SY/T 5919—1994、电力相关标准、石油天然气管道保护条例等，修订 1994 年版“表 5”及“表 6”中有关电力、通讯系统与管道的最小安全距离作为本版的“表 5”及“表 6”。

——将 1994 年版“5.4.3”内容作为本版其他条款内容，增加“电气化铁路干扰判定”内容（本版的 5.4.3）。

——按照指导性原则，以“管理原则”、“定期检测”、“技术等级划分和维护方式”为主题框架，修订了“6 防腐涂层管理”的有关内容。

——删掉 1994 年版的附录 B、附录 C，保留 1994 年版附录 A、附录 D 作为本版的附录 A 和附录 B。

本标准中的附录 A、附录 B 为资料性附录。

本标准由油气储运专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国石油天然气股份有限公司管道分公司、中国石油化工股份有限公司管道储运分公司。

本标准主要起草人：刘广兴、何悟忠、吴运强、罗鹏、吴三临、陈建民、李绍忠。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——SY/T 5919—1994。

埋地钢质管道阴极保护技术管理规程

1 范围

本标准规定了埋地钢质管道线路阴极保护技术管理的基本要求。

本标准适用于埋地钢质管道线路阴极保护的技术管理。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 21246 埋地钢质管道阴极保护参数测量方法

GB/T 21447 钢制管道外腐蚀控制规范

GB/T 21448 埋地钢质管道阴极保护技术规范

SY 0007 钢质管道及储罐腐蚀控制工程设计规范

SY/T 0017 埋地钢质管道直流排流保护技术标准

SY/T 0032 埋地钢质管道交流排流保护技术标准

SYJ 4006 长输管道阴极保护工程施工及验收规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

保护率 protection ratio

对所辖埋地钢质管道施加阴极保护程度。按式（1）计算：

$$保护率=\frac{管道长-未达有效阴极保护管道长}{管道总长}\times 100\% \quad \cdots\cdots (1)$$

3.2

运行率 operation ratio

埋地钢质管道年度内阴极保护有效投运时间与全年时间的比率。按式（2）计算：

$$运行率(年)=\frac{年度内有效投运时间(h)}{全年时间(h)}\times 100\% \quad \cdots\cdots (2)$$

3.3

保护度 degree of protection

衡量埋地钢质管道阴极保护效果的指标。一般用失重法计算。按式（3）计算：

$$保护度=\frac{G_1/S_1-G_2/S_2}{G_1/S_1}\times 100\% \quad \cdots\cdots (3)$$

式中：

G_1——未施加阴极保护检查片的失重量（g）；

S_1——未施加阴极保护检查片的裸露面积（cm^2）；

G_2——施加阴极保护检查片的失重量（g）；

S_2——施加阴极保护检查片的裸露面积（cm^2）。

注：检查片的埋设及处理参见附录 A。

4 一般规定

4.1 阴极保护专业人员应参加由生产管理、设计、施工部门组成的工程验收小组。阴极保护工程质量应达到 GB/T 21448 规定的标准，并符合 SYJ 4006 的规定。

4.2 管道管理部门应注意收集、整理、保存由设计、施工单位提供的和其他来源获得的文件、图纸资料和原始资料，主要包括以下内容：

a）管道走向带状图。

b）阴极保护系统及单体图。

c）全线防腐层结构、分布、补伤等资料。

d）管道附属设施，如固定墩，穿、跨越，阀室，套管等分布、结构、防腐保护状态一览表或资料。

e）管道自然电位分布曲线图，对于交、直流干扰管段，应提供干扰段长度、起止点，最大、最小干扰电位分布曲线，最大、最小干扰电位—时间分布曲线。

f）沿线土壤电阻率或土壤腐蚀性分布。

g）设计、施工更改、设备合格证、说明书等其他相关资料。

h）管道腐蚀穿孔分布、测试及分析记录等。

4.3 有人值守的阴极保护管理站，阴极保护间与办公间应分隔成独立区域，不得合用，且其使用面积应按设备、人员合理配置。阴极保护间应保持清洁、无尘、通风、干燥，仪器、设备、工具摆放整齐。要有“三图”（即管道走向图、保护电位曲线、管道保护工岗位责任制）。

4.4 阴极保护管理站和管理机关应配备常用设备和仪表、工具，明细见表 1。

表 1 管理机关、阴极保护管理站常用设备配置

序号	名　称	数量	型号及技术性能	配置单位
1	防腐层检漏仪	2 台	—	保护站
2	便携式手持 GPS	2 台	—	保护站
3	接地电阻测试仪	1 台	—	保护站
4	万用表	3 块	直流内阻大于 $1\times10^4\Omega/V$（或 3 位半以上精度数字表）	保护站
5	维修工具	2 套	—	保护站
6	对讲机（防爆型）	1 对	—	保护站
7	防腐层绝缘电阻测量仪	2 台	—	管理机关
8	埋地钢质管道外防腐层状况检测仪	1 套	RD－PCM	管理机关
9	高精度手持 GPS	1 套	Trimble GeoXH	管理机关
注：表中第 2 项和第 9 项根据管道完整性管理需要适当配备。				

5 运行及管理

5.1 运行指标控制及相关规定

5.1.1 埋地钢质管道应按 GB/T 21447，SY 0007 中有关规定投运阴极保护，中断运行和停止使用的管道，在未明确报废（或拆除）前，阴极保护应保持连续投运。阴极保护的主要控制指标应符合 GB/T 21448 中有关规定，具体如下：

a）保护率等于100%。

b）运行率大于98%。

c）保护度大于85%。

d）保护电位。

1）一般地区为－850mV（CSE，以下同）或更负。

2）当土壤或水中含有硫酸盐还原菌且硫酸根含量大于0.5%时为－950mV或更负。

3）保护电位最高不应超过－1200mV，在此前提下，各阴极保护管理站的汇流点电位在确保该站保护末端达到保护电位标准的前提下，尽量使绝对值最小。

4）对高强度钢（最小屈服强度大于550MPa）和耐蚀合金钢，如马氏体不锈钢、双项不锈钢等，极限保护电位则要根据实际析氢电位来确定。其保护电位应比－850mV（CSE）稍正，但在－650mV～－750mV的电位范围内，管道处于高pH值SCC的敏感区，应予注意。

5）特殊场合可采用阴极极化与去极化电位差大于或等于100mV指标。

6）上述保护电位指标均为管/地界面极化电位。

e）直流干扰地区的排流保护标准应符合SY/T 0017中的规定。

f）交流干扰地区的排流保护标准应符合SY/T 0032中的规定。

5.1.2 管道保护状态的确认，应采用测量管地电位判断。管道保护电位符合5.1.1d）的控制指标。

5.1.3 埋地用参比电极宜使用埋地长效参比电极，如需配制硫酸铜参比电极，其配制应符合如下规定：

a）配制饱和硫酸铜溶液必须使用化学纯硫酸铜晶体和蒸馏水。液态硫酸铜参比电极底部渗透膜应渗而不漏。作恒电位仪信号源的参比电极时，每周查看一次，严防冻结和干涸；作现场测量时，使用后要保持清洁，防止污染。参比电极中的紫铜棒应定期擦洗，露出铜本色。

b）固态长效硫酸铜参比电极用于恒电位仪信号源时，应埋入冻土层以下，参比电极周围应充填填包料，旱季应在地面定期浇水湿润。填包料配方见表2。用于现场测量时，应提前用饱和硫酸铜溶液浸泡12h。

表2 固态长效硫酸铜参比电极填包料配方

成分及型号	石膏粉	圆明粉	膨润土	Ⅰ型	Ⅱ型
比例及重量	75%	5%	20%	7kg	8kg

5.1.4 测试桩应以一条管线为单位统一规格，由起点至终点统一编号。测试线的绝缘电阻值应大于$10\times10^4\Omega$。每月应进行一次检查、维护，每年进行一次检修，应保持标记清楚、完整。

5.1.5 每月应逐桩测量管道保护电位一次，并进行保护电流密度、保护状态分析，将保护电位、月平均输出电流、月平均输出电压等参数填入统一格式的报表，会同保护电流密度、保护状态分析等报上一级主管部门备案。

5.1.6 在寒冷地区的冬季测量管道保护电位时，可根据实际情况适当减少测点。保护末端的测试点应每月测试，其他测点每次应轮换测试。

5.1.7 每年测量全线自然电位一次。测量时间由主管部门确定，但不宜选择在冬季。测量工作应在全线阴极保护停运24h后开始。

5.1.8 每月检测一次绝缘法兰（或绝缘接头）两侧的管道对地电位。与上次测试结果差异过大时，应对其性能进行鉴别，发现有漏电，应采取措施。应定期维护绝缘法兰并保持清洁、干燥。

5.1.9 埋地绝缘接头两侧设有防雷接地电池的，每月应对接地电池性能进行测试，发现接地电池失效的，应采取相应安全措施。

5.1.10 本标准中的测量方法按表3执行。

5.1.11 阴极保护及防腐层调查宜采用表3、表4所列的测试方法及标准型测量仪表。

表 3　阴极保护主要参数测量方法一览表

序号	测 量 参 数	测量方法及标准	适用程度
1	阴极保护电参数	GB/T 21246	执行
2	直流干扰及排流保护参数测试	SY/T 0017	执行
3	交流干扰及排流保护参数测试	SY/T 0032	执行
4	管道电流密度及 *IR* 降测量	阴极保护多功能测量探头法（附录 B）	参考
5	防腐层检漏	地面检漏仪检漏法	
6	防腐层状况调查	RD－PCM 管道电流测绘法	

表 4　标准型测量仪表

序号	名称及型号	量　　程	精度	内阻	外 附 电 源
1	袖珍数字万用表	—	0.5 级	10MΩ	干电池
2	接地电阻测试仪	0Ω～1/10/100Ω 四级	0.5 级		无
3	Trimble GeoXH GPS 便携式手持 GPS	—	≤0.3m ≤15m		干电池（充电电池）
4	兆欧表	0MΩ～∞MΩ	—		无
5	防腐层检漏仪	—	—		干电池（电瓶）
6	RD－PCM 埋地钢质管道外防腐层状况检测仪	0.1A～3A			电瓶（或 220V 交流电）

5.1.12　仪表使用规则如下所述：

a）应按使用说明书的规定进行操作、保养、维护。

b）各类测量仪器（表）应按有关规定的检定周期进行检定，检定证书存档。

c）所有测量连接点，应保证电接触良好。

d）测量用导线宜用铜芯绝缘软线。当存在电磁干扰时，宜选用屏蔽导线。

e）管地电位测量宜采用便携式铜—饱和硫酸铜电极作为参比电极。制作材料及使用要求应满足 GB/T 21246 的有关规定。

f）仪器（表）使用完后要擦洗干净，长期不用要退出表内干电池，以防止电解液流出损坏表内零件。仪器（表）应存放在干燥、通风、无腐蚀性物质和强烈振动的场所。

5.2　强制电流阴极保护系统的运行管理

5.2.1　恒电位仪等电源设备的管理

5.2.1.1　恒电位仪等电源设备应做到无灰尘、无缺件、无外来物，技术状态良好。

5.2.1.2　恒电位仪等电源设备应定期对运行机与备用机进行切换运行，切换周期以每月一次为宜。

5.2.1.3　恒电位仪等电源设备应每月维护保养一次，以保证仪器设备技术性能达到出厂技术指标。

5.2.1.4　恒电位仪等电源设备应有避雷措施。

5.2.1.5　应逐台建立设备档案，认真填写运行、维修、事故记录。

5.2.1.6　在设备维修中，不得擅自改变结构和线路；需要改装时，要提出申请，报业务主管部门批准，并绘制改装后的图纸存档。

5.2.1.7　恒电位仪等电源设备报废，应按具备下列条件之一者执行：

a）恒电位仪等电源设备使用已达 10 年以上。

b）无法修复或修复已不经济。

c）技术性能已明显落后。

5.2.1.8 强制电流阴极保护系统运行的相关数据记录、图表等应按相关规定归档，应收集、整理并妥善保存下列运行资料：

a）管道保护电位记录。

b）阴极保护运行记录。

c）恒电位仪等电源设备故障及维修记录。

5.2.2 强制电流阴极保护系统的运行管理

5.2.2.1 管道阴极保护除每年规定的停机测自然电位时间，不得任意中断，因故障停运 12h 以上，由上级主管部门批准。宜采用假负载调整、检修恒电位仪等设备；调整、检修时每次不宜超过 2h。

5.2.2.2 保护工每日巡检恒电位仪等电源设备一次，应及时测试并适当调整汇流点电位，记录汇流点电位、输出电流、输出电压等，并填写运行记录表。无人值守的中间站可酌情减少巡检次数。

5.2.2.3 阴极保护管理站在调整汇流点电位时，应与上、下站加强联系，避免相互影响。

5.2.3 辅助阳极系统的运行管理

5.2.3.1 阳极电缆（线）：

a）阳极架空线，应每月沿杆路检查一次线路完好情况。检查内容主要有：电杆有无倾斜；瓷瓶、导线是否松动；阳极导线与阳极地床连接是否牢固等。发现问题，及时处理。

b）每年雷雨季节前，对阳极架空线的避雷设施应检查测试一次，防雷接地电阻不大于 10Ω。

c）埋地阳极电缆，应敷设规范，走向、标示清楚。

d）阳极电缆（线）与阳极地床间应设阳极地床测试桩，测试桩应尽可能靠近阳极地床，以便测试阳极接地电阻。

5.2.3.2 阳极地床：接地电阻应每 6 个月测试一次，两次测试间隔时间最多不能超过 9 个月，特殊地区应酌情加密检测。发现阻值半年内上升明显或突然大幅度上升时，应分析原因，找出问题，并采取措施进行处理，符合下列条件之一的，应考虑更换阳极。

a）接地电阻升高到极限且无法处理时。

注：接地电阻极限是指阳极接地电阻增大导致恒电位仪的电压输出达到或超过额定电压的 85%，且持续时间超过半年。

b）高硅铸铁阳极由于接头部位腐蚀导致引线脱落或断裂且无法修复时。

c）修复已不经济。

5.3 牺牲阳极保护系统的运行管理

5.3.1 牺牲阳极埋入地下，填包料浇水 10d 后应进行保护参数的投产测试，所有参数的测量应符合 GB/T 21246 的规定。测试项目一般有：

a）阳极开路电位。

b）阳极闭路电位。

c）管道开路电位（投运前为自然电位）。

d）管道保护电位。

e）单支阳极输出电流。

f）组合阳极联合输出电流。

g）单支阳极接地电阻。

h）组合阳极联合接地电阻。

i）阳极埋设点土壤电阻率。

5.3.2 牺牲阳极投入运行后，相邻两组阳极之间的所有管道保护电位，应达到 5.1.1 所规定的指标。

5.3.3 为了便于测量，在相邻两组阳极的管段中间，应根据需要适当设置电位测试桩，桩间距以不

大于500m为宜。

5.3.4 牺牲阳极投入运行后，应定期进行监测，至少每半年测量一次管道保护电位和阳极输出电流。阳极开路电位、阳极接地电阻和阳极埋设点土壤电阻率，可根据需要作加密测试。

5.3.5 对牺牲阳极保护系统，每年至少应维护一次。

5.4 干扰腐蚀与防护的运行管理

5.4.1 直流干扰与防护

5.4.1.1 直流干扰判定标准如下：

a）当在管道任意点上管地电位较自然电位正向偏移20mV或管道附近土壤中的电位梯度大于0.5mV/m时，确定为有直流干扰。

b）当在管道任意点上管地电位较自然电位正向偏移100mV或管道附近土壤中的电位梯度大于2.5mV/m时，管道应采取直流排流保护或其他防护措施。

5.4.1.2 直流干扰的测试，排流保护、效果评定及管理应按SY/T 0017中的规定执行。

5.4.1.3 管道管理部门应对所辖的存在直流干扰管段进行重点监护，对防干扰的排流系统进行定期维护，对干扰电位、排流电流等进行每月监测，并做好相关记录。

5.4.2 交流干扰与防护

5.4.2.1 交流干扰判定标准如下：

a）当管道任意点上管地交流电位持续1V以上时，确定为有交流干扰。

b）当中性土壤中的管道任意点上管地交流电位持续高于8V，碱性土壤中高于10V或酸性土壤中高于6V时，管道应采取交流排流保护或其他防护措施。

5.4.2.2 管道与电力系统接地体间的最小水平安全间距应符合表5的要求。

表5 管道与电力系统接地体间的最小水平安全距离

高压线电压等级，kV		35及以下	110	220及以上
最小安全距离，m	铁塔或电杆附近	5	10	15
	电站或变电所附近	10	15	30

5.4.2.3 管道与高压电力架空线、Ⅰ或Ⅱ级通信线平行时的距离应符合表6的要求。

表6 管道与高压电力架空线、通信线平行时边导线的允许间距

通信、架空电力线路等级	Ⅰ，Ⅱ级通信线	35kV以下电力线	35kV及以上电力线
与管道的最小水平距离，m	25	15	最高杆（塔）高

5.4.2.4 交流干扰的测试执行SY/T 0032的规定。

5.4.2.5 交流干扰防护措施，应优先选择避让措施，当避让困难时，可选择以钳位式交流排流保护为主的综合防护措施。

5.4.2.6 管道部门每年应对所辖管道进行一次交流管地电位测试，特别对与输电线路平行间距小，平行段较长，距输电线路杆（塔）避雷接地体、变电所接地网较近等干扰可能性大的管段应重点监测，当发现有干扰时，应按SY/T 0032的规定进行详测，并将结果报告上级主管部门。

5.4.2.7 对已采取防护措施的交流干扰管段，应采取如下管理措施，并做好相关记录。

a）每月测试一次交流干扰电位，排流电流量。

b）每月检查一次排流设施的技术状况，并进行维护。

c）每年进行一次效果分析，并进行排流保护设施的调整。

5.4.3 电气化铁路干扰判定

电气化铁路干扰程度与管道的距离参照表7判断，具体干扰程度以干扰测试结果为准。

表7 电气化铁路干扰程度判定

干扰源距管道距离，m	＜50	50～200	＞200
干扰程度	重	中	轻

6 防腐层管理

6.1 管理原则

防腐层的管理优先采用管道完整性管理原则，其次考虑其他管理办法。

a）有完整性评价的，按完整性评价报告指导防腐层的维护、大修。

b）无完整性评价的，应按管道内检测分析报告，结合对管体腐蚀缺陷修复进行防腐层维修或大修，也可按防腐层外检测报告指导对防腐层维修或大修。

c）因防腐层破损、老化导致阴极保护异常，应及时进行修复。

6.2 定期检测

6.2.1 日常检测

每年进行防腐层检漏，及时处理漏点，并做好防腐层检漏修补记录，规定如下：

a）三层PE防腐层，每5年完成一次全线防腐层检漏，每年检漏长度不少于全线长度的1/5。

b）其他类型防腐层，每3年完成一次全线防腐层检漏，每年检漏长度不少于全线长度的1/3。

c）5年以内的外检测结果，可作为防腐层日常检漏、修补依据。

6.2.2 专项检测

防腐层应定期进行专项检测，规定如下：

a）管道投产后，即应对全线进行防腐层专项检测，并作为原始资料存档。

b）在役管道，每5年～8年进行专项检测一次。

6.2.3 防腐层性能评价

应以日常检测、专项检测为基础，并结合现场开挖情况综合确定。现场开挖周期规定如下：

a）石油沥青、胶带防腐层，宜每两年进行一次开挖检测。

b）其他防腐材料可适当延长开挖测试周期。

6.3 技术等级划分和维护方式

6.3.1 防腐层技术等级以面电阻为依据，等级划分及相应措施见表8。

表8 不同等级防腐涂层采取的维护方式

序号	防腐层面电阻，Ω·㎡	技术等级	对防腐层采取措施
1	≤1000	5	大修
2	＞1000～3000	4	a）加密测点进行小区段测试； b）对加密测点测出的＜1000Ω·㎡段进行维修
3	＞3000～5000	3	按规定进行检漏、修补
4	＞5000～10000	2	按规定进行检漏、修补
5	＞10000	1	暂不维修

6.3.2 沥青防腐涂层技术等级划分见表9，维修或大修后的防腐层应达到二级（良）以上。

表9 沥青防腐涂层技术等级划分

绝缘电阻，$\Omega \cdot m^2$	＞10000	＞5000～10000	＞3000～5000	＞1000～3000	≤1000
等级	一级（优）	二级（良）	三级（可）	四级（差）	五级（劣）
损坏或老化程度	基本无 损坏或老化	损坏或老化 轻微	损坏或老化 较轻	损坏较重 或局部严重	损坏或老化 严重

附 录 A
（资料性附录）
埋地钢质管道阴极保护度测试方法

A.1 埋设检查片的目的

埋设检查片是研究管道腐蚀的一项重要手段，可定量分析管道的阴极保护效果，从中获得管道阴极保护的经验。

A.2 检查片的制备

A.2.1 检查片的材质为16Mn钢板，与油（汽）管道的材质相同。

A.2.2 检查片为长方状，外形尺寸：100mm×50mm×5mm（长×宽×高）。

A.2.3 检查片应利用磨床加工表面，使其表面光洁度达RA.1.6μm。

A.2.4 检查片要统一编号，用中号钢字横排打印在每片的右上角。

A.3 检查片的埋设

A.3.1 检查片埋设前必须进行表面清理和称重，其方法要求如下：首先用不含漂白粉的洗涤剂擦洗水冲，用洁净的软布除去表面的残屑油污；然后用丙酮清洗脱脂，用滤纸吸干，用干净白纸包好，放入干燥箱内干燥10h～20h；最后将检查片用天平称重，记录原始重量和表面积。称重用的天平精度为10mg。称重后用蜡或其他方法将编号覆盖，放入干燥器中保存。

A.3.2 检查片表面清洗称重完成后，应尽快埋入试验点，如果搁置时间过长，应检查是否有生锈现象；如已生锈，则必须先行除锈后再按上述方法重新处理。

A.3.3 实验点由各主管部门选定，其要求如下：

实验点应选择有代表性土壤和比较典型的环境中，如盐碱地带、沼泽、稻田地区、杂散电流大的地区等，同时应兼顾交通方便、便于管理等条件。对于无防腐绝缘层的检查片，埋设地点应远离阴极通电点，一般可距汇流点10km以上，用作分析阴极保护度的检查片应埋设在保护管道的末端。

A.3.4 检查片12片为一组，其中6片与管道相连，使其与管道一样得到阴极保护；6片不与管道相连，使其不受阴极保护。检查片与管道的联结方法是以导线端与阴极保护测试线搭接，另一端用螺栓与检查片接线孔相连接，不得使用焊接方法。

A.3.5 一组内的检查片应埋设在条件相同的土壤中，检查片要垂直于管线与地面，阔面相对，片间间距为250mm～300mm，检查片中心与管线中心处于同一标高，检查片中心与管线轴心相距1.5m～2.0m（如图A.1所示）。在埋设回填检查片时，注意不要破坏原有土层次序。禁止用脚踩等方法将检查片踩入或打入土中，回填时要分几层踩实。

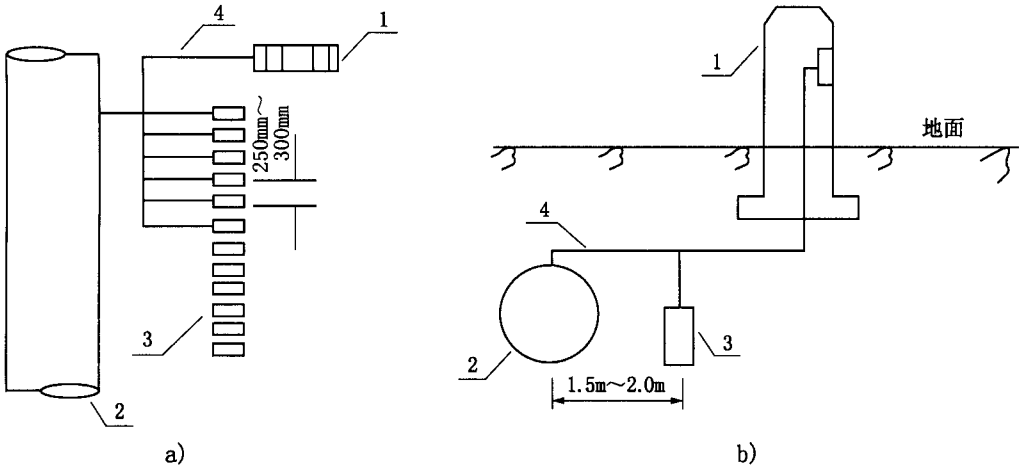
A.3.6 检查片埋设后，应在里程桩上做明显永久性标志，并对实验点土壤性质、酸碱性、杂散电流、埋设深度、排列方法等做详细记录。

A.4 检查片的管理及挖掘实验

A.4.1 检查片埋设后要加强管理，避免遭到破坏，并按月测试电位。

A.4.2 检查片定期取出进行实验，每次分别取出埋设通电保护与未通电保护的检查片各两片，每隔一年进行一次。挖掘埋设时应避免破坏其他不取出的检查片。

A.4.3 检查片挖掘时除现场摄取检查片的外观照片外，还应做好现场记录，包括检查片颜色、光泽等方面的外观描述；腐蚀产物的分布、颜色、厚度、紧实度、构造（层状、粒状、多孔）等方面的



1—测试桩；2—管道；3—检查片；4—连接线

图 A.1　检查片埋设示意图

描述。

A.4.4　现场记录后将检查片保持原状，带回室内，除去腐蚀产物（但不得用利器刮磨），可使用10%H_2SO_4 + 0.5%硫脲溶液处理2h～8h。然后按A.3.1的方法进行表面清洗和称重（使用天平的精度与测原始重量时的天平相同）。

A.4.5　按式（3）计算保护度。

A.5　检查片埋设记录及实验报告单的填写

A.5.1　检查片埋设记录表：每埋设一组检查片填写一式三份，报主管部门一份。

A.5.2　检查片开挖实验报告单：每开挖取片实验一次，填写一式三份，报主管部门一份。

A.5.3　每开挖补设一次，要认真填写原始记录并报主管部门备案。

A.6　分析与建议

A.6.1　保护度一般应在85%以上为合格。

A.6.2　经分析，如保护度不合格，应结合阴极保护运行情况，特别是保护电位的情况，分析原因，并提出改进措施。

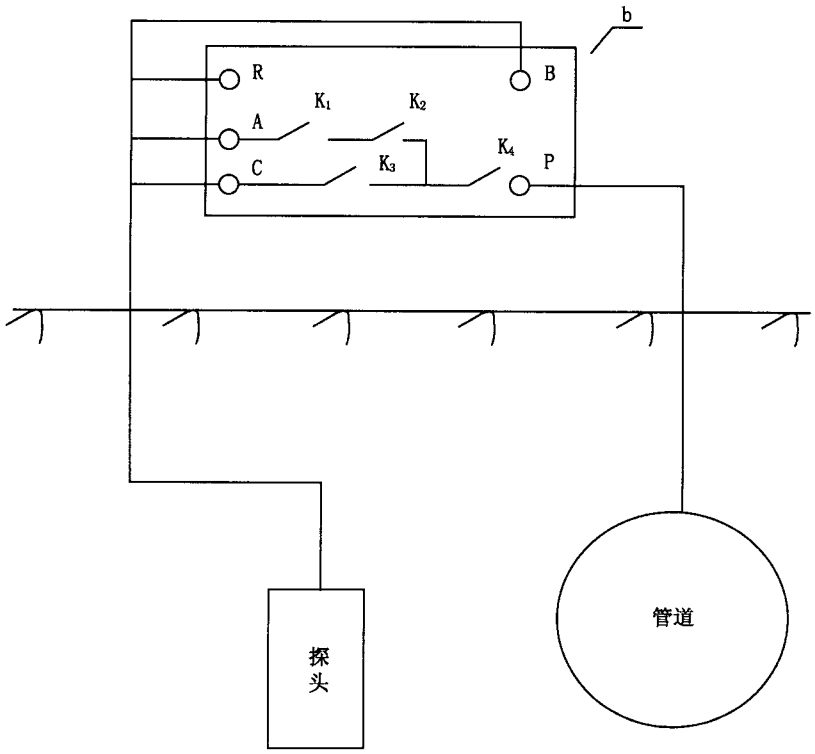
A.6.3　结合检查片的腐蚀情况、腐蚀产物，分析腐蚀原因、特点、性质，对保护方法提出意见。

附 录 B
（资料性附录）
地下管线阴极保护多功能测量探头使用说明

B.1 阴极保护多功能测量探头的埋设

将阴极保护多功能测量探头上永久性固体参比电极的微孔瓷片凹形空间用湿膨润土填满，然后将阴极保护多功能测量探头埋入地下管线附近。其埋深与地下管线截面的水平中心线深度基本相同，距管外壁的距离约为0.5m～0.6m。

将阴极保护多功能测量探头上的辅助电极A，B，C和永久性固体参比电极（$Cu/CuSO_4$）分别接入探头接线盒的A端、B端、C端和R端，并将地下管道的引出线接入探头接线盒的P端，合上开关K_1，K_2，K_3，K_4，使辅助电极A和C与地下管道相连（参见图B.1）。



b—探头接线盒；R—永久性固体参比电极；
A—辅助电极A；B—辅助电极B；C—辅助电极C；P—与管道连接端

图B.1 阴极保护多功能探头埋地接线图

B.2 测量方法

B.2.1 地下管线自然腐蚀电位U_n的测量：

将高阻电压表（例如DT830数字万用表）接入探头接线盒的R端和B端，即测得自然腐蚀电位U_n；或将T－20A管道监测车配备的X－T记录仪接入R端，选择适当的电压量程和走纸速度，可测得自然腐蚀电位U_n随时间的变化。

B.2.2 保护电位U_{on}的测量：

将高阻电压表接入探头接线盒的R端和A端，可测得相当于常规测量方法测得的保护电位U_{on}随时间的变化。

B.2.3 *IR*降和保护电位U_{on}的测量：

将X－T记录仪接入探头接线盒的R端和A端，选择适当的电压量程；走纸速度选择40cm/min。将时间中断器接入开关K_4的两端，每隔27s中断3s，打开开关K_3，K_4。

瞬时断开辅助电极A端保护电流时，由X－T记录仪上的电位衰减曲线的直线部分读出*IR*降；由电位衰减曲线上的转弯处读得消除*IR*降的阴极保护电位U_{off}。

如果用T－20A管道监测车配备的X－T记录仪测得的U_{off}略正于－0.85V，应用高响应速度的测量仪器进行验证测量。

B.2.4 通电时的电位负偏移的确定：

由测得的保护电位U_{on}值减去自然电位U_n值，即可确定通电时的电位负偏移ΔU_{on}。

B.2.5 断电时的电位负偏移的确定：

由测得的保护电位U_{on}值减去自然电位U_n值，即可得到断电时的电位负偏移ΔU_{on}。

B.2.6 保护电流密度i_p的测量：

将阻值合适的采样电阻R_0接入开关K_3的两端，再将X－T记录仪接入R_0的两端，并选择合适的电压量程；打开开关K_3，记录采样电阻R_0上的电压降ΔU，便可根据$\Delta U/R_0$确定流入辅助电极C的保护电流密度（辅助电极C的面积为1cm^2）。

亦可用零阻电流表接入开关K_3的两端，打开开关K_3，直接读得流入辅助电极C的电流密度。

B.2.7 地下管线的阴极保护未投入运行时，指示地下管线上的阴极区和阳极区。

测量接线同B.2.6。断开地下管线的阴极保护系统时，根据由辅助电极C上测得的电流方向判断地下管线的阴极区和阳极区；有电流流入辅助电极C时，此处的地下管线为阴极区；反之，则为阳极区。

B.2.8 阴极保护电位U_{on}，U_{off}及*IR*降和保护电流密度的同步测量：

将X－T记录仪的一个测量通道接入探头接线盒的A端和R端；将阻值合适的采样电阻R_0接入开关K_3的两段，并将R_0的两端接入X－T记录仪的另一个测量通道。X－T记录仪的走纸速度选为4cm/min，并将两个测量通道的电压量程分别选择在合适挡。将时间中断器接入开关K_4的两端，中断周期为每隔27s中断3s。打开开关K_3和K_4。

由X－T记录仪上可同时测得相当于常规测量方法测得的保护电位U_{on}，*IR*降、消除*IR*降影响的保护电位U_{off}，以及阴极保护电流密度i_p。

若由X－T记录仪（T－20A管道监测车配备的）上测得的保护电位U_{off}略正于－0.85V，则应用高响应速度的记录仪表进行验证测量。

B.2.9 地下管道自然状态下腐蚀电流密度的测量：

在距阴极保护多功能测量探头2m～9m处钻入土壤钻，将土壤钻和探头接线盒内的R端、B端分别接入便携式土壤腐蚀测量仪的“辅助”、“参比”和“工作”接线端，调节便携式土壤腐蚀测量仪的平衡电阻，使其检流计不发生偏转（详见便携式土壤腐蚀测量仪使用说明书）。向辅助电极B施加极化电流，使之极化10mV左右，依式（B.1）计算自然状态下的腐蚀电流密度：

$$I_{corr}=1.09\frac{\Delta I}{\Delta E} \qquad \text{……（B.1）}$$

式中：

I_{corr}——腐蚀电流密度，A/c ㎡；

ΔI——极化电流，mA；

ΔE——极化值，mV。