

阴极保护检测规范与实际操作注意事项

阴极保护检测我们认为只是用几种检测仪表和辅助设备工具检测出来数据，记录后就算完成工作。根据数据对管道或阴极保护结构进行评价就可以了。但是你检测出来的数据准确吗？你对现场情况了解吗？你检测时操作规范吗？实际操作中有哪些注意事项？

一、长输管线管地电位检测： 便携饱和硫酸铜参比电极（以下简称参比电极）、数字万用表、20m 测试导线；

- 1、万用表功能旋钮调节到交流 $V_{\sim}$ /直流 V_{-} 功能档；
- 2、在原土层放置参比电极（土壤干燥可加水湿润）；
- 3、黑色表笔接参比电极（先）、红色表笔连接管道（后）；单手操作先测交流再测直流；
（以下检测均按此安全步骤操作）；

注意事项：

- 1、长输管线电位检测根据现场情况选择放置参比电极，一般情况放置在管道上方或离管道较近处，碎石区段要垂直距离管道 1.5m 处（防止碎石空隙产生电阻过大造成数据失真）。
 - 2、外界干扰区段（高压电路、变电站、大型厂矿、地铁高铁）要进行 10m、20m 远参比周向检测，取平均值；
 - 3、检测管道保护电位时发现直流电位异常，浮动大于 200mV 以上或交流电压浮动 2V 时，应该调查所测管线是否有外加电流干扰（LD/PCM 等）；
 - 4、只有直流电位浮动或超限，判断可能上下游阴保站恒电位仪转恒流模式运行；电话确认后解决；
- ✘ 检测管地电位时要注意表笔与被测金属的电性接触良好，防止虚接导致数据失真；

二、场站区域管地电位检测：便携饱和硫酸铜参比电极（以下简称参比电极）、数字万用表、50m 测试导线；

- 1、万用表功能旋钮调节到交流 $V_{\sim}$ /直流 V_{-} 功能档；
- 2、在原土层放置参比电极（土壤干燥可加水湿润）；
- 3、黑色表笔接参比电极（先）、红色表笔连接管道（后）；单手操作先测交流再测直流；

注意事项：

- 1、场站建设回填时回填平整场站所用物料不详，其中包括土、石料及建筑垃圾。每个区域的土壤电阻率不同，检测出的数据也不同。操作区域检测时有阴保站的采用长效参比电极作为检测基准电极连接 $>50m$ 测试导线测试区内管地电位。没有阴保站或长效参比电极的场站区域检测采用参比电极定位法检测，选择原土层放置（土壤干燥可加水湿润）参比电极，连接 $>50m$ 测试导线测试区内管地电位；
- 2、长效参比电极的检测，通电点接线箱一般安装在阴极汇流点处附近，如果阴极汇流点处防腐效果不好或者锌接地电池流失阴极电流较大，其范围内土壤电流电势较强，给长效参比电极和参比电极造成 IR 降过大，参比电位差增大；可采用连接加长测试导线远参比测试，选择原土层放置（土壤干燥可加水湿润）参比电极检测；（远离辅助阳极地床区域）；

三、绝缘接头性能检测：电位法；便携饱和硫酸铜参比电极（以下简称参比电极）、数字万用表；

- 1、万用表功能旋钮调节到交流 $V_{\sim}$ /直流 V_{-} 功能档；
- 2、在原土层放置参比电极（土壤干燥可加水湿润）；
- 3、黑色表笔接参比电极（先）、红色表笔连接管道（后）；单手操作先测交流再测直流；
- 4、对于阴极保护未投用的绝缘接头线性判断方法，检测绝缘接头两侧引出的测试线交流电压，交流电压值大的

是长输管线管道，交流电压值小的是场站、放空区管道；如果有锌接地电池测试线，检测直流电位，直流电位偏负的是锌接地电池测试线；偏正于 -0.20V 电位的并且交流电压相对小的可以判断为测试线断开；

（碳钢管道腐蚀电位新 $-0.20\text{V}\sim-0.40\text{V}$ ；旧 $-0.40\text{V}\sim-0.80\text{V}$ ）（锌合金电位 $-1.04\text{V}\sim-1.14\text{V}$ ）；

强制电流保护的长输管线与牺牲阳极保护的场站、放空区的绝缘接头线性判断方法，检测绝缘接头两侧引出的测试线交流电压，交流电压值大的是长输管线管道，交流电压值小的是场站、放空区管道；或者检测绝缘接头两侧引出的测试线直流电位，直流电位偏负的是长输管线管道，直流电位偏正的是场站、放空区管道；

绝缘接头性能检测：电流法；音频检测设备（LD/PCM 等）

- 1、音频检测设备发射机电流输出红线接绝缘接头任意一侧测试线；黑色接接地极；调节单频、双频或者三频的相应频率，输出电流根据输出状态调谐，尽可能加大输出电流；
- 2、接收机调节到发射机锁定的发射频率，波峰模式，在绝缘接头连接发射机的管道侧进行音频检测，接收到音频信号证明音频设备良好；
- 3、接收机换到绝缘接头另一侧管道检测音频信号，检测不到发射机的发射信号证明绝缘接头良好；检测到发射机发射信号证明绝缘接头失效；
- 4、什么环境下使用音频设备检测？场站与场站、场站与放空区的绝缘接头检测，因为场站、放空区没有强制电流保护，牺牲阳极保护电流也被场站、放空区接地网消耗，所以绝缘接头两侧电位差接近，交流电压也比较接近，这时电位法无法判断绝缘接头性能的情况下只能使用电流法判断；

注意事项：

- 1、电位法检测时发现绝缘接头两侧直流电位一样时，可断开两侧锌接地电池再检测直流电位，这时绝缘接头两侧有电位差说明锌接地电池短路，再安装锌接地电池只能安装一侧；如果两侧直流电位还是一样时只能

用电流法检测：（绝缘接头两侧电位差大于 100mV 即可确定绝缘接头良好）；

- 2、电流法检测时管道引出的每根测试线都要连接发射机进行接收音频检测，防止施工时一侧管道焊接测试线电缆分线造成错误判断；如果另一侧管道还能接收到音频信号，断开发射机测锌接地电池电缆检测。另一侧管道接收不到音频信号说明绝缘接头良好且锌接地电池短路；如果另一侧管道还能接收到音频信号说明绝缘接头失效；对于异常测试线也可用音频设备检测测试线是否与管道断路；

（氧化锌避雷器也可以用此方法检测）；

四、牺牲阳极性能检测：场站、放空区或者长输管线安装牺牲阳极保护管道，此方法既能给管道施加阴极电流保护也能起到交、直流排流效果；

- 1、万用表功能旋钮调节到交流 $V_{\sim}$ /直流 V_{-} 功能档；
- 2、在原土层放置参比电极（土壤干燥可加水湿润），参比电极定位法检测区域内牺牲阳极直流电位；
- 3、断开牺牲阳极与管道连接测试线，黑色表笔接参比电极、红色表笔连接牺牲阳极测试线；检测直流电位；
- 4、断开牺牲阳极与管道连接测试线；万用表功能旋钮调节到安培 A/mA 功能档；红表笔插入万用表 A/mA 插孔；换量程时红表笔插入相应量程插孔；黑色表笔接管道测试线、红色表笔连接牺牲阳极测试线；检测输出电流，以安培至毫安量程顺序检测，每次检测不超过 10 秒。测试完成红表笔恢复到（V/ Ω ）插孔，防止测量电压时烧坏万用表；
- 5、电阻测试仪电流接线柱（1#）40m 导线连接接地极；电压接线柱（1#）20m 导线连接接地极；电压接线柱（2#）跨接电流接线柱（2#）与牺牲阳极测试线连接；以大至小量程测量牺牲阳极接地电阻；
- 6、根据金属化学性能采用直流电位检测可判断测试线连接的金属，直流电位偏负的就是牺牲阳极测试线，偏

正的就是管道测试线。偏正于 -0.20v 电位的并且交流电压相对小的可以判断为测试线断开；

注意事项：

- 1、此方法检测适用于不同金属材料的阴极保护检测，通过检测判断测试线是否断路、牺牲阳极性能。
- 2、如果检测场站区域管道开路电位时，必须把所有牺牲阳极与管道断开 30 分钟后检测。

牺牲阳极电位标准：

（锌合金、纯锌电位 $-1.04\text{v}\sim-1.14\text{v}$ 、镁合金、纯镁电位 $-1.46\text{v}\sim-1.75\text{v}$ 、铝合金电位 -1.60v ）

接地电阻性能级别：

（ $<20\Omega$ 电流导通强； $21\sim40\Omega$ 电流导通中； $41\sim60\Omega$ 欧姆电流导通性能差； $>60\Omega$ 电流导通极差）

- 3、电阻测试仪检测接地电阻可采用一字型检测法 20m、40m 测试导线和 60° 夹角三角型检测法 20m 测试导线；

五、强制电流阴极保护系统检测：强制电流阴极保护系统是由：恒电位仪、通电点、辅助阳极、长效参比电极、阴保电缆、阳极电缆跨接线桩（箱）组成；

- 1、恒电位仪检查、记录：工作中的恒电位仪主要就是查看工作机运行模式，当月工作运行机号。记录预置电位、参比电位、输出电压、输出电流数据。有无（电位 R、电流 C、电压 V、温度 T/R）超限报警。

（恒电位仪调谐、开关机及报警处理参考**阴极保护培训**）

- 2、通电点检测相对比较简单，测量阴极电缆、零位接阴电缆、长效参比电极电缆直流电位数据。长效参比电极电位差检测时应该关停恒电位仪（开、关机检测数据对比无明显误差；以后可以开机检测）；

（长效参比电极电位差检测方法同上：二、**场站区域管地电位检测**之注意事项）；

- 3、辅助阳极检测主要是测量阳极接地电阻（测试方法同上：四、**牺牲阳极性能检测**之 5）

（必须断开阳极与恒电位仪连接）

也可以通过公式计算阳极电阻。万用表黑表笔连接长效参比电极电缆，红表笔连接阳极电缆检测阳极闭路直流电位；恒电位仪工作机按停止键检测阳极开路直流电位；工作机运行时查看输出电流；

（阳极闭路电位—阳极开路电位÷输出电流= 接地电阻）

- 4、阴保电缆是指（恒电位仪阴极输出与管道、恒电位仪零位接阴输入与管道、恒电位仪参比输入与长效参比电极、恒电位仪阳极输出与辅助阳极、牺牲阳极输出与管道）的电性连接线缆。恒电位仪正常工作时无需检测阴保电缆。恒电位仪故障时首先排除阴保电缆是否断路，恒电位仪母排处检查阴极、零位接阴、参比电极、阳极直流电位，判断各线是否正常。

断开通电点的阴极、零位接阴、参比电极连接，检测管道阴极测试线、管道零位接阴测试线、长效参比电极测试线是否正常？断开恒电位仪的阴极电缆、零位接阴电缆、参比电缆。把阴极电缆连接零位接阴电缆，到通电点处（万用表调节Ω功能档）测试阴极电缆与零位接阴电缆电阻/通断；把通电点零位接阴电缆连接参比电缆，到恒电位仪处（万用表调节Ω功能档）测试零位接阴电缆连接参比电缆电阻/通断；

阳极电缆可用音频设备检测电缆是否正常或者用测试导线（万用表调节Ω功能档）测试电缆电阻、通断；

注意事项：

- 1、恒电位仪自动状态运行时，如遇外界干扰超限、市电停电，再来电时恒电位仪默认 1#机运行，当本月 2#机工作时记录人员要记住本月工作机号，遇到此类情况切换到 2#机运行就可以了；
- ※ 1#机工作时遇到自动切换到 2#机运行时，及时通知阴保人员前去检查原因，不要擅自切换到 1#机；
- 2、恒电位仪预置电位设置：方法 1、可根据管道保护电位值设置预置电位的大小；
方法 2、恒电位仪工作机运行时按停止键参考参比电位数值设置预置电位大小；

- 3、检测辅助阳极接地电阻，断开辅助阳极与恒电位仪连接线前必须关停恒电位仪；
（阳极接线箱内不确定辅助阳极测试线时，断开恒电位仪母排的阳极与端子连接，万用表检测阳极测试线）
- 4、长效参比电极电位差检测时参比电极作为基准电极接黑表笔，长效参比电极接红表笔，检测出的数值有正有负，记录时一定要看好；

六、**交流排流检测：**长输管线受地理环境和周边环境因素干扰造成管道交流电压增高，不断的或间断的交流干扰会导致管道保护电位浮动，严重的可以使阴极保护系统恒电位仪恒位转恒流再报警关机。交流干扰分为动态干扰和静态干扰两种，相对静态干扰排流效果明显，动态干扰较复杂；为了减小交流干扰对管道的威胁，长输管线在有交流干扰管段安装了排流设施；

- 1、直接接地排流（排流同时阴极保护电流同样消耗较大，现在已经不使用）
- 2、嵌位排流，排流节的分支电路中，其中一分路串入一只硅二极管，另一分路中反向串入两只硅二极管。一般硅二极管的正流结压降为 0.7V，当交流电压为上正下负时，整流模块 ZL1 导通，管道对地电压为正 0.7V。当交流电压为上负下正时，整流模块 ZL2 导通，管道对地电压稳定在负 1.4V 左右，此值与阴极保护电位要求相符合；检查方法比较简单，嵌位排流器正端连接管道，负端连接接地极，封闭式，只有正端可以检测，万用表检测管道与嵌位排流器的闭路交、直流电位，再检测管道与嵌位排流器的开路交、直流电位。闭路交、直流电位与开路交、直流电位比较判断嵌位排流器的工作是否正常；
- 3、去耦合器排流，去耦合器的原理是一只电容加一只硅二极管串联，二极管的特性只允许电流单一方向通过，电容的特性通交隔直，管道安装去耦合器就是把管道上的交流通过电容再通过二极管释放到接地极，而且管道直流被电容隔断。因为二极管是单一方向通过电流，所以接地极上如果有高压交流也无法通过二极管

到管道。起到了把管道交流排出的效果；去耦合器正端连接管道，负端连接接地极。检查方法：万用表功能旋钮调节到交流 $V_{\sim}$ /直流 V_{-} 功能档；万用表黑表笔连接参比电极，红表笔连接去耦合器正端，检测管道与去耦合器闭路交、直流电位，去耦合器负端检测接地极与去耦合器闭路交、直流电位，检测数据直流电位差较大，交流电压差较小，说明去耦合器电容是好的，断开管道与去耦合器连接，检测管道与去耦合器开路交流电压，对比管道闭路交流电压数值，电压差较大证明去耦合器排流效果良好；（万用表调节 Ω 功能档）

断开管道与去耦合器、断开接地极与去耦合器，万用表红表笔接去耦合器正极、黑表笔接去耦合器负极检测电阻/通断，万用表读数或蜂鸣，反向检测万用表不读数，证明二极管起到单一方向导通作用；反向检测万用表读数或蜂鸣，证明二极管双向导通已损坏；

注意事项：

- 1、检测去耦合器电位时一定要看好正负极，正极接管道、负极接接地极，两侧直流电位不一样，记录读取管道电位测正极，后安装的去耦合器没有标注正负极，所以检测时一定注意；
（交流 $\pm 2V$ 以内时去耦合器交流电压差较小）

七、去 IR 降电位检测：长输管线因介质环境不同，管道保护电位也不一样，数据显示有超保护的，有欠保护的，想要知道管道极化电位是否达到了保护，只有做去 IR 降电位检测，长输管线安装了极化探头，有效的极化探头连接管道极化后就可以做去 IR 降电位检测；（江西天然气管道极化探头失效较多）

- 1、数字万用表（数据记录仪）、参比电极、管道相同材质试片；
- 2、管道上方挖坑埋设试片和参比电极（土壤干燥可加水湿润），试片连接管道测试线进行 24 小时极化；

- 3、万用表功能旋钮调节到交流 $V_{\sim}$ /直流 V_{-} 功能档；万用表黑表笔连接参比电极，红表笔连接试片导线与管道测试线断开，读取断开瞬间电位，极化 20 秒断 1 秒，多次记录取平均电位值；
- 4、欠保护段要埋设腐蚀试片作为自然电位，参照负 100mv 标准，判断管道是否受到保护；

注意事项：

- 1、试片在埋设前要清洁，加水保证试片与介质的接触。参比电极尽量离试片不大于 5 厘米。读取数据要准确。
- 2、试片的大小可根据管道发现的缺陷点大小而定，一般试片采用 60mmX100mm；按照机械伤标准；试片极化后测得的断电（去 IR 降）电位也是管道有缺陷点处的断电（去 IR 降）电位；

八、土壤电位梯度检测：处于直流电气化铁路、阴极保护系统及其它直流干扰源附近的管道应进行干扰源侧和管道侧两方面的调查测试，管的任意点上的管地电位较自然电位偏移 20mv 或管道附近土壤电位梯度大于 0.5mv/m 时，确认为直流干扰；

- 1、数字万用表、参比电极 2 只（电位差小于 5mv）、20m 或 50m 测试导线（测试导线越长数据越精确）；
- 2、参比电极记号为 A、B；参比电极 A 放于管道上方参比电极 B 在管道前、后、左、右用万用表检测两只参比电极电位差除以测试导线米数得到的就是土壤电位梯度（mV/m）；
- 3、判断标准：
- 4、

直流干扰程度的判断指标

直流干扰程度	弱	中	强
管地电位正向偏移值（mV）	<20	20~200	>200

杂散电流强弱程度的判断指标

杂散电流强弱程度	弱	中	强
土壤电位梯度 (mV/m)	<0.5	0.5~5	>5

注意事项:

- 1、参比电极电位差不能 $> \pm 5\text{mV}$ ，测试导线选择无氧铜，作为参比电极 A 定位在管道上方，检测方位土壤电位梯度大的一侧就是干扰源方向；电位数据有正有负，记录时看好；

平时注意事项

- 一、每月检查参比电极溶液和铜棒附着物，发现溶液浑浊、铜棒有附着物及时清除铜棒附着物和更换参比电极溶液；
- 二、每月检查万用表电池电量，发现万用表有电池符号出现及时更换电池；
- 三、检查测试导线有无断路，测试笔（夹）有无锈蚀，保证测试时接触良好，细心测量，认真记录；
- 四、检查测试桩（箱）内端子连接片有无锈蚀（铜绿）保证连接正常；
- 五、检测出发前检查使用的检测工具是否带齐全？避免车辆往返浪费时间；
- 六、本队管辖内的测试桩（箱）所在位置、类型、构造要铭记于心；每周检查管辖段恒电位仪运行情况，与阴保站保持联系；
- 七、安全出行、杜绝酒后、疲劳驾驶和一切带有危险性的检测操作；

八、入场站、阀室根据江西天然气安全规范规定执行；



去耦合器排流测试桩接线图



万用表欠电所造成的数据误差



西安捷通智创仪器设备有限公司

地址：西安市雁塔区沣惠南路18号唐沣国际广场D座6层

邮编：710075

网址：<https://www.xajtzc.com>

电话：029-89396188/400-029-3662

邮箱：info@quickdetection.com