

英国直流电压梯度检测仪操作手册



目 录

1. 产品简介.....	3
2. DCVG 技术的典型应用.....	3
3. DCVG 技术的原理.....	4
4. 设备配置.....	5
4.1 仪器包装.....	5
4.2 仪器介绍.....	5
4.3 断流器.....	6
4.4 DCVG 测量仪.....	6
4.5 探针和手柄	7
4.6 电池充电.....	8
4.7 装箱箱.....	9
5. 测量前调试设备.....	9
5.1 电池充电时的情况.....	9
5.2 探针.....	9
6. 测量.....	10
6.1 采集DCVG 信号.....	10
6.2 安装DCVG 设备.....	11
7. 操作指南.....	11
7.1 查找缺陷.....	12
7.2 确认防腐层缺陷的严重程.....	14
8. 测量防腐层破损处的信号强弱.....	14
9. 探测和定位管道.....	15
10. 防腐层缺陷大小、形状和定位.....	16
10.1 计算防腐层缺陷的严重程度	17
11. 对防腐层缺陷位置标记.....	18
12. 判断哪些防腐层缺陷该开挖和修复	18
13. 检测中的干扰因素.....	19

1. 产品简介

DCVG 管道防腐层检测仪是源于发明者澳大利亚的约翰·马尔维尼，本台设备的供应商几乎参与自该技术发明以来的整个发展过程，迄今为止他们已经通过该技术发现了2500多种通过开挖验证的管道防腐层缺陷。没有任何其他的直流电压梯度设备厂商能经过20多年持续专业的研究和理解的这项技术，不仅在设备的改进，而且在数据记录方面提供非常强大的使用工具来防止腐蚀。

与所描述的设备符合这本小册子，通过使用经验和理论解释，它能在以下管道检测中解决相关问题。

1. 涂层缺陷位置误差为环向15厘米内，它意味着大大减少开挖成本。
2. 确认涂层缺陷的严重程度，以便决定何种涂层缺陷被优先修复。
3. 通过涂层缺陷分析来判断哪些缺陷是否由于没有足够的阴极保护作用所导致。这个DCVG技术不仅仅能探测金属损失，还能识别处金属流失的位置。
4. 故障识别那里得到它的阴极保护涂层(CP)，所以，从涂层的断层脆弱被保护，如果一个阴极保护失效。
5. 识别那些涂层缺陷，是放电或捡直流牵引干扰，以便更有效的缓解技术能被执行。
6. 识别妨碍管道阴极保护的干扰结构。
7. 确认法兰绝缘的有限性
8. 对有缺陷的测试柱的管道土壤电位监测。
9. 通过管道直流电压梯度的衰减速度，迅速确认有一大批涂层缺陷。

值得注意的是，埋地输油管道上使用地面的非接触式技术是复杂的过程。DCVG 技术收集的数据是相对的，不是绝对的，为提高精度和准确性，一系列影响因素的参数如土壤电阻率、埋地深度等必须被考虑。为了理解技术和提高解释，我们强烈建议使用者参加厂商对操作的技术进行集中培训。

2. DCVG技术的典型应用

以下是直流电压梯度技术一些典型的应用：评估防腐涂层和对埋地管道阴极保护；它必须是想起这层保护层在埋地管道防腐是首要的。值得注意的是：埋地管道防腐层是对管道腐蚀的首要保护，但是所有的防腐层本身是有缺陷的，为了控制腐蚀的钢材，防腐层的缺点在于是采用阴极保护用。阴极保护是一种支持技术。这阴极保护和防腐层保护之间的关系非常重要的，DCVG技术专门研究其之间的关系，为控制腐蚀提供有价值的信息。

典型应用范围：

1. 评价管道涂层来定义修复的要求。
2. 查找阴极保护的薄弱环节。
3. 确认管道已具备与最低的涂层的缺点。
4. 调查干扰的影响。
5. 确立绝缘法兰建立的有效性和其他管道绝缘办法。
6. 为使用执照提供了数据的验证。
7. 检测不可能通过其他方法检测的复杂管网。
8. 测量在混凝土和沥青在城市的街道上。
9. 能够测量电线。
10. 不受大地电流的影响，所以它是可能影响调查的管道。
11. 评估试验桩的完整性。
12. 机械电子连续性检查接头的管道。

DCVG 方法是一种广泛应用于防腐层保护和阴极保护的检测手段。

3. 直流电压梯度技术的原理

当在管线上施加DC（直流电源）时（与加在阴极保护上类似），电流可以通过有抵抗力的土壤到达防腐层有破损的金属管道处，电压梯度就会显示出变化，电流越大，距离防腐层破损的区域越近，电压梯度越来、越集中。一般来说，破损越大，电流越大，电压梯度也越大。直流电压梯度法使用一个灵敏的毫伏表来显示两个Cu/CuSO₄ 电极之间的差异，这两个电极插在同一地平面上。当这两个电极以间隔2 米放置，其中一个电极将比另一个电极更具有活性，这样就可以确定引起电压梯度的梯度数值和电流的大小。为了更好解释和区分监测的其他直流源（例如长管线电极、大地电流和其它的阴极保护系统），在直流电压梯度技术中，加到管线上的非对称的直流信号，以0.45 秒开、0.8 秒关的速率循环开关。可以把直流电信号加在阴极保护系统的顶部或管道阴极保护变压整流器上（T/R），可以通过插入到变压整流器阴极端的特殊的断续器来控制直流电信号的开关。可以使用电池、便携式直流发生器、临时的地床把直流电信号加在测试柱上。检测过程中，测量人员手持两个探针一前一后（间隔1 到2 米）沿着检测管线行走，最好平行并且在管线的正上方，这样便可以获得来自检测管道防腐层缺陷处的电压梯度。靠近缺陷时，检测人员会可以发现毫伏表开始对开/关脉冲电流有反应，这可能是防腐层的缺陷也可能是来自其它结构的干扰。经过缺陷后，

指针向相反的方向偏转并且随着远离缺陷偏转逐渐减少。通过反向测量，可以发现指针没有偏转的位置，例如零。就可以确定缺陷位于两个电极的中间部位。重复操作的方向要与第一次的检测垂直，两次检测直线的交点就是电压梯度的源头。此点位于破损的正上方。定位后还要进行一系列的电子测量，来确定缺陷的形状、严重程度和腐蚀状态，后面会有更详细的讲述。

4. 装箱配置

完整的配置清单如下：

DCVG 测量仪 1

断流器 1

探头手柄 2

硫酸铜参比电极 2

右手连接线 1

左手连接线 1

参比电极固定器 2

探头刷（垫片） 4

木质探头 4

120/240 电池充电器 1

充电器连线 1

填充物瓶子 1

罐装硫酸铜晶体(JAR) 1

仪器箱 1

探针包装盒 1

DCVG 手册 1

4.1 仪器包装拆封

打开直流电压梯度仪搬运箱后，可以看到仪器包装的所有组件。在第一次收到仪器包装时，检查所有仪器包装的组件并确保仪器状况良好。如果有任何组件在搬运途中丢失或损坏，立刻联系采购部门。

4.2 仪器介绍

直流电压梯度管道涂层检测仪包括一个响应速度快、高输入电阻模拟毫伏计，两个探针

电极和一个在1.25 Hz 处阻断直流源的开关。

4.3 断流器

探测切换（断流器）利用一种固态器件，在两种取决于 *STD / SLOW* 开关位置的速度之间切换应用直流。*STD / SLOW* 开关有两位，它们代表：*STD*（标准）设置切换是用于发现涂层破损的常规测量。这种切换速度和一项探测操作的特有的响应时间相匹配。在 *SLOW* 位置测量，同时也有可能，意味着运营商通常是在等待来自模拟仪表的响应，因此是在浪费时间。*SLOW* 切换位置是用于联同一个数字电压表的管道土壤的电压测量，或通过一个嵌入校准转轨的海量测量。固态开关是防止由尖刺或突波借助于一个平行线二极管引起的损坏。脉冲形状峰值的影响等作如下处理。三色二极管显示的颜色指出了开关位置，具体如下：

红灯……………开启有电流

绿灯……………关闭，无电流通过

黄灯……………电量不足或正在充电

当电池电量变得很低，断流器将停止操作。这就避免了损坏弥补断流器定时电路的组件。在正常操作下，断流器的内部电池有足够的能量工作一周而不用充电，但在探测情况下，建议断流器尽可能通过每晚充电来保持充足的电量。电池充电，处理4.6 小节和5.1 小节的更多细节，就是通过一个在断流器里面的内置整流电路，因此只需要连接到一个低压交流电源。与交流电源的连接是通过一个位于 *STD / SLOW* 切换开关下方的两孔充电器插座。利用大型终端和相匹配的10 毫米线，断流器与被阻断的直流电源负极电缆或正极电缆串连。负极电缆优先考虑。这种安装是为了使来自变压器或整流器 (*T / R*) 的电缆连接到断流器上的黑色终端，而从管道来的电缆连接红色终端。

警告：

50 安培是通过断流器切换的一个象征性电流，断流器会安全处理高达80 安培。虽然切换比率在100 安培，切换大电流时相应的大电流阴极两次穗或更常规切换到开启位置时，就会导致切换开关二极管融合使断流器开关失效。这是大峰值电压而不是目前切换的平均水平导致的问题。断流器的一边安装一个大的散热器来驱散固态切换的热量。这些通常不会变热，但当切换到一个100 伏特5安培的整流器(高阻土)时可以观察到变暖，当时环境温度在中午的 *C30o*。黑色断流器箱上的银把手是用来通过一条链(不存在)，为了使断流器能被锁在整流变压器/直流电源上以防止被盗。

4.4 DCVG记录仪

探测仪表主要的明显特征是模拟仪表运动。专为军事用途制造的仪表有一个中心零点指针位置。这意味着仪表输入零电压，指针停留在中间刻度而不考虑切换位置范围。

探测仪表有以下电压范围：

10mV, 25mV, 50mV, 100mV, 250mV, 1V, 2.5V, 4V.

探测仪电压范围可以用位于右手边的仪表面板的电压范围切换开关来选定。这些范围切换对应模拟表头刻度上的各种电压范围或范围的倍数。压范围切换到10mV 相当于模拟仪表上零到千分之十毫伏满刻度偏转，（加或减5mV 仪表指针静止在中心位置）。

电压范围切换到25mV 相当于模拟仪表上零到千分之二十五毫伏满刻度偏转，（加或减12.5mV 仪表指针静止在中心位置）。

电压范围切换到50mV 相当于模拟仪表上零到千分之十毫伏满刻度偏转的五倍，也相当于模拟仪表上零到千分之二十五毫伏满刻度偏转的两倍。

系数加倍，顾名思义，也适用于转换模拟仪表指针读数，以匹配所选电压范围的切换位置。当不使用范围切换时，应将切换开关转向4 伏特范围，使仪表损坏的风险最小化。

左手边的前面板表上有一个“探测仪开启”，“蓄电池(检查)”，“探测仪关闭”切换开关。开关设置到“开启”，正常测量。

在不使用或者长距离搬运时，仪表应切换到“关闭”位置。这种做法即保存了电池电量，也避免了搬运电极使电极不接地时仪表指针的随机满刻度偏移。切换到“蓄电池”位置，仪表应显示右端满刻度偏转。除此之外的任何位置，尤其当指针读数在中间刻度处，表明电池急需充电。蓄电池充电与断流器相似。两孔充电插座放置在仪器右手边一侧。它连接到一个放置在仪表内的小整流设备，给大容量镍镉电池充电。一个低压交流电源，（在4.6节作过描述），同样适用于断流器和偏离手柄，通过两孔插座接通使用。蓄电池充电状态由放置在电池充电器两孔插座旁边的LED（发光二极管）显示。仪表电池正在充电时，LED显示红色。

通向探测仪的输入连接位于仪器的顶部。探测仪中适合于三孔插座的接通插头，要么左手要么右手带进。右手通道会适合放入左手插座，反之亦然，但是没有足够的空间来满足两交叉的通路。明智的做法是，只适用于一个左手带进左边的插座，右手带进右手插座。为了移除一个通路，拔掉插头时，每个插座的一侧的簧载银平面必须被压缩并被约束。

注册及受版权保护的电路，已设计成具有高灵敏度但不受因高压交流架空电力线路、风诱导的静电以及其它虚拟的噪音而产生的感应电压影响的电子电路图。探测仪设计成能防水的，但不应在大雨中使用，因为进水的输入电缆的插头和插座将影响探测仪的相当高输入阻

抗。在雨中使用后应将仪表擦干，并储存在一个温暖干燥的地方。为便于用户浏览、调整和操作，探测仪的顶部和底部的可调皮表带习惯定位在仪器腰部高度处。

4.5 探杖手柄

带直流电压梯度仪的标准探针特别适应于大约一米长的铜/硫酸铜参比电极。探测器是轻量化的、高强度管道，一端固定在一个隔离不锈钢、提供了电气及机械连接两个探针的按钮上。探针电极另一端包含一个导电木塞电极，使土壤和硫酸铜溶液/铜电极电化学接触。木塞是一个安装在塑料支撑圈里面的带有用作垫圈的PTFE（聚四氟乙烯）带子的推动器。塑料支撑圈铆在带有一个扁平的密封的橡皮垫圈的探针上。

探针的所有部件可拆卸下来进行清洗和维护。两个探针用于测量。也有多余的垫圈、木制插头、插座支撑圈和PTFE带子。每个探针拧到相同的控键，然后通过灵活的电缆与探测仪耦合。只有一个探针手柄开启，在探测中用于任一时刻。另一个是用作为备用。备用探头的指针是不会偏转的，因为每次测量时只用一个探头。探测器的把手有内建偏差，这个偏差是通过一个“开/关/量程”开关和偏差调整电位器控制的。偏差开/关/量程开关是两个旋钮中较小的一个，放置在从探测器拧进的螺纹连接端口沿把手往上1-3处。当旋钮上白线与把手上白斑相重合，就关掉偏差开关。旋钮顺时针方向转过五个位置。从OFF位置旋钮不逆时针回转，一旦这样做就会损坏开关。开关的每个位置按顺时针方向转时产生越来越大的偏差，其中切换的最小偏差是从白斑OFF位置顺时针转到第一个ON的位置。最大的偏见是在五位ON。一个大刻度范围，例如250毫伏范围或1000毫伏在DCVG探测仪上通常要求高偏差，这样最后的5位置ON就会用到。一个小刻度范围例如10mV或25mV在DCVG探测仪上通常需要偏差，这样第一位置ON就会用到。

为了调整应用于每一开关位置范围的偏差量，使用了对调电位计。它适用于零下1.3V到零上1.3V的电位器，第五次ON位置开关范围对调。电位器是放置在手柄顶部的大旋钮装置。对于手柄某一特定范围和DCVG探测仪，偏差是调整带来两头直流脉冲（两者都有针扎极限刻度）到DCVG仪表上。这可以是任何刻度位置，只要可以观察到全脉冲。设置在手柄切换范围以下的是一个插座，它打开被堵塞住的探针与DCVG仪表通路。该位置的背面放置着一个电池充电插座，形状和大小与DCVG探测仪和断流器上的电池充电插座相同。类似探测仪和断流器，把手柄用一个低压（18V）交流电压源充电。当手柄上的电池充电时，一个在电池插座上方4cm的小LED，闪烁红光显示充电状态。

手柄内有电子部件，结构牢固，虽然如此，使用时应该小心谨慎且不能掉到硬表面上。

4.6 电池充电

充电器是一个黑色的两头都有线路引出的小塑料箱子。在充电器的后方是一个连接电力干线的电缆。在另一端，放置着的银彩色板是一个主电源电压开关，从而120 或240 伏交流电可使用。请检查各国要求互异的电源。也有一个1 安培保险丝来保护蓄电池充电器，一个充电时闪烁红光的发光二极管。低压电缆也来自于银板，有一个大小与手柄匹配的两孔插头、*DCVG* 检测仪或断流器。为了使一个以上的项目可以在同一时间充电，在低压交流电出力电缆插头提供一个充电器插座，从而使三项同时充电。

警告

在设备每日每夜带电的正常操作使用情况下，这样的问题应该不会发生，任一组合件设备在同一时间内充电是很正常的。

4.7 仪器箱

探头紧密地安放在一个真皮革长管状搬运箱中。箱子同一时间装运两个探针。为了防止硫酸铜溶液变色，建议将探针倒空并在放回箱子前清洗干净。将直流电压梯度仪的所有残存的零件放入特制塑料真空包装箱，隔间已经安装容纳每个不同的组成部分。该仪器箱配有夹锁和搬运手柄。

5. 使用前仪器准备

5.1 电池充电

使用前通宵给仪器充电是明智之举。通常*DCVG* 检测仪和断流器需要比手柄更频繁的充电。如果充电电池完全是扁平的，每一项设备需要单独连续的充电两天。如果仪器没有用到一个星期或更多，那么所有项目应当至少充电一夜，但最好在24 小时内进行。在持续使用长检测仪期间，检测仪和断流器应整晚充电，每晚充电。手柄可以操作几天不用充电。操作数套仪器以确保所有仪器配套部件适当受到维护，及时了解各元器件数目、建立一个充电登记册以保持一个仪器充电记录，包括充电时刻以及充电时间，这是明智的做法。

5.2 探杖

一个木制的探针针尖首先必须用白色聚四氟乙烯胶带缠绕圆柱段，充分运用以确保木制针尖非常坚定地融入探针针尖支持物的推进器。三针尖支持物应准备好。所有三针尖支持物和针尖应该在饮用水中浸泡一夜。水分吸收使木材伸展并且提供液体紧密密封。铜/硫酸铜探针（2 3备用）充满了带推力瓶的硫酸铜解决方案。探针几乎充满了硫酸铜溶液，溶液通过探测器尖端支承物端部。预浸剂及支承物加上垫圈被拧到探测器上以形成液体密封，然后

探测器转向正确的位置,手柄被拧紧。

根据不同类型参考电极的要求,可以制备不同的浓度硫酸铜溶液。为了探测土壤实际管道,应该进行电势测量,解决方法与饱和的固体硫酸铜晶体有关。由于每次测量有区别,于是正常测量所用的实际硫酸铜溶液强度并不苛刻。按推荐的重量,强度解决方案在5%到10%之间。蒸馏水应该用于弥补硫酸铜解决方案。

电极制品比率通常非常低,一个典型的电极能持续正常探测4到6周。电极可以一直使用到它磨平至支承物水平高度处。一个新电极可能漏油,除非它投入使用,因为擦伤的木质电极头阻止了任何大的泄漏。如果这现象没有发生,那么另一个电极应该被使用。

6. 测量

6.1 获取DCVG 信号

确保勘查准确性和决定勘察速度最重要的一个参数即是DCVG 脉冲信号的振幅。为确保DCVG 信号的振幅在150mV 到1500mV 之间,在勘查工作的设置期是值得花充足时间的。由于信号的振幅或强度会沿着管道方向变化,初始(即管道顶端)信号强度必须是1500mV,而在另一端,也就是下一个标记点处的信号强度至少应是150mV。对上述两点间快速衰退的信号测量表明,距离1千米即是管道表面涂层破损的迹象,所以CP 系统中许多涂层破损或是大损耗都是可以预测的。好的涂层随着距离表现出来的信号振幅的衰减是极小的。

使用直流电源时,当断续器在开或关之间转换时,信号的振幅或强度表明管道与远地面之间的测到电位的不同。在DCVG 仪上,振幅是以脉冲大小的形式测量,由于脉冲只有毫伏的大小,利用偏差和幅度转换使得全脉冲达到仪表盘的刻度,并以此测量脉冲仪指针极限值的差异来确定脉冲的大小。

测试点与远地面之间的脉冲振幅与在开或关状态下仅测量测试点土壤电位的差异值不同。为了得到DCVG测量值的最大价值和意义,最理想的状态是管道CP 系统自身能够保持和正常运作时同等水平的输出。如果信号水平不足以确保变压器中有足够的有效容量,此时有必要对变压整流器输出的一些调整。当断流器有电阻的时候也有必要做一些调整,因为必须考虑到它可能会降低CP 系统的原始设置。

如果这个不足以进行勘察或者没有安装CP 系统,那么必须安装一个临时CP 系统,理想的是最大转换值为50安,见4.3 部分的介绍。临时地床可以是插入到土壤里的钢棒或者其他任何钢制结构,比如围墙标杆、高架电力线接地系统、残余物或是钢管。由于临时系统的电阻是未知的,可能会导致高电流。

注意一定要经验充足的人以免烧掉断流器。

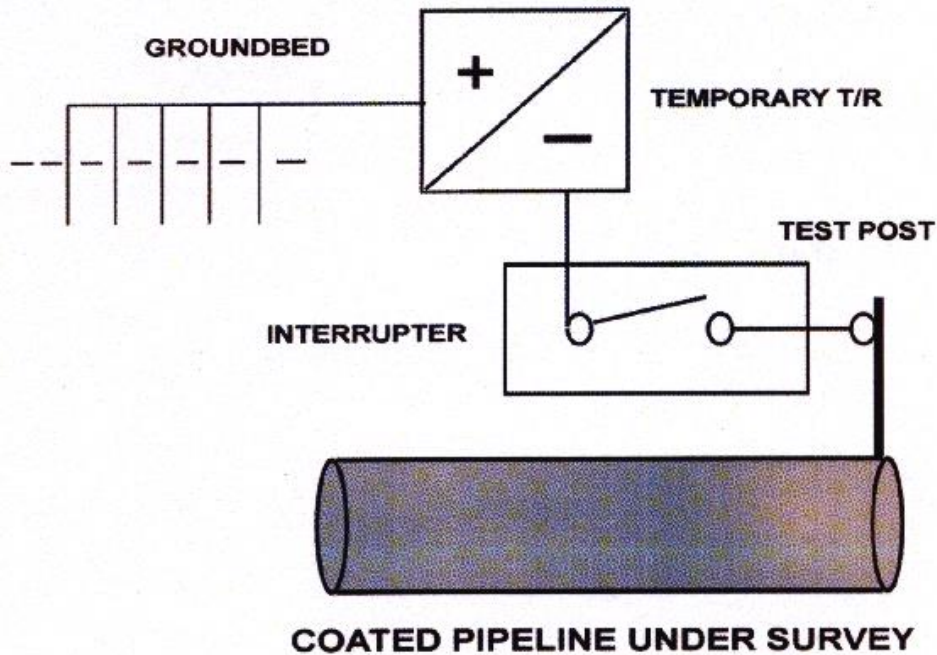
如图1 将断流器接到电路中，利用短的电线，且最佳导线横截面为10 平方毫米。开关可以插入直流电源的正极或负极输出电线的任意一端，一般都是选择负极输出端。断流器的黑色终端必须与管道的负极终端连接。极性的连接是非常重要的，连接错误断续器将不会转换直流输出。如果这种情形发生只需颠倒断续器的终端连接。断流器必须在变压整流器设置在最低输出并且电源开关在关闭状态下连接到变压整流器上。

对于已知输出小于25 安培的变压整流器来说，当接入断流器，断续器打到开的位置并将断续速率设为标准值时，变压整流器应该被开启并且输出会慢慢上升到可以给出足够DCVG 信号水平的正常输出或是更高。为了确保充足的信号水平，要先测量待勘测管道截面极限值时的信号振幅。如果不够充分，应该适当调整直到能够获得足够的信号水平。不恰当的临时阳极的设置往往是信号振幅不充分的原因。对于以电池为直流电源、焊接装置，或者没有安培表的整流器的临时装置来说，为了通过大量电流时不致损坏断续器，以下程序必须遵循。直流回路需在通路中没有断续器时设置。在最低电源设置时，电流被转换，实际电流的流通量是通过直流电流表的方法测量。输出不得高于25 安培。在低于25 安培时，接入断续器就可以测量管道信号振幅。如果信号水平不足以测量那必须将输出调制高于25 安培。调整至25 安培到50 安培都是可能的，但是必须小心调节。如果管道中需要超过25 安培才能在1 千米的距离外要得到好的信号水平，就代表了管道涂层问题严重。调节以确保好的信号水平需要不断尝试、接受错误和耐心，但在设置信号中花费的额外时间，在勘察质量方面会有更大的信心，通常相较于微弱信号的管道勘察速度也会更快。测试点进行信号水平测量的方法跟测量土壤电位的方法完全一样，除了在以下两种情况下的测量：

- 1 从铜线或测试位置的终端到测试位置周边的土壤。
- 2 从测试位置周边的土壤点到远地点。

这些在7.2 部分有详细的介绍。

临时接地电路



6.2 安装设备

之前充满硫酸铜溶液定制的尖端的参考探针，被拧紧固定到探测器的手柄上。仪表的皮带环在脖子和腰部这样使用者使用时会更加舒适。连接导线装置于仪表和探针上使得探针与仪表相连。仪表功能由打开键开启，适用范围是4V 到1000mV。将探针尖端放置在土壤里，右手的探针偏离率被开启。左手的探针的偏离率未被开启，这是一个必要时的备用，同时在一个手柄由于土壤中大的背景直流电情况下不足以提供足够偏离率时，也可以增加可利用偏离率。移至需要测量信号的测试点。右手探针与土壤接触，左手探针或是左手探针电缆的插头与测试点的螺柱或电线连接起来。调整右手偏差控制把手和仪表的变化范围，直到可以在仪表刻度盘上观察到仪表指针偏转程度。调整仪表范围知直到可以精确读出偏转程度。例如，如果仪表是在1000mV 的范围，仪表指针的偏转是从关闭位置的225mV 到开启位置时的850mV，那么管道中测试点的信号就是 $850-225=625\text{mV}$ 。在测量信号时探针的使用是可以选择的。测量了管道与土壤间的信号强度之后，还有一个需要测量的，那就是与远地点的信号强度，这必须加入到管道与土壤间的信号强度里，才是测试位置的全信号强度。在测量远地点时，探针的用途相当于如图-2 中的分隔器的装置，以测试位置的土壤位置为起点，逐渐向右移动，对半单元格每个样点电压观测值求和。当两个或更多的读数较小且相同时即是远地点。在测量信号处理的选择使用探针是可选的。沿管道的所有测试点以及所有的潜在监视点的信号强度都必须记录下来。勘测中截面末端以及距离点都必须测量，因为在计算管道与远地点电位时这些数据是必需的。类似上述的测量是在每个涂层的土壤层涂层破损中心到远

地点间进行，并用于计算涂层破损的严重性。

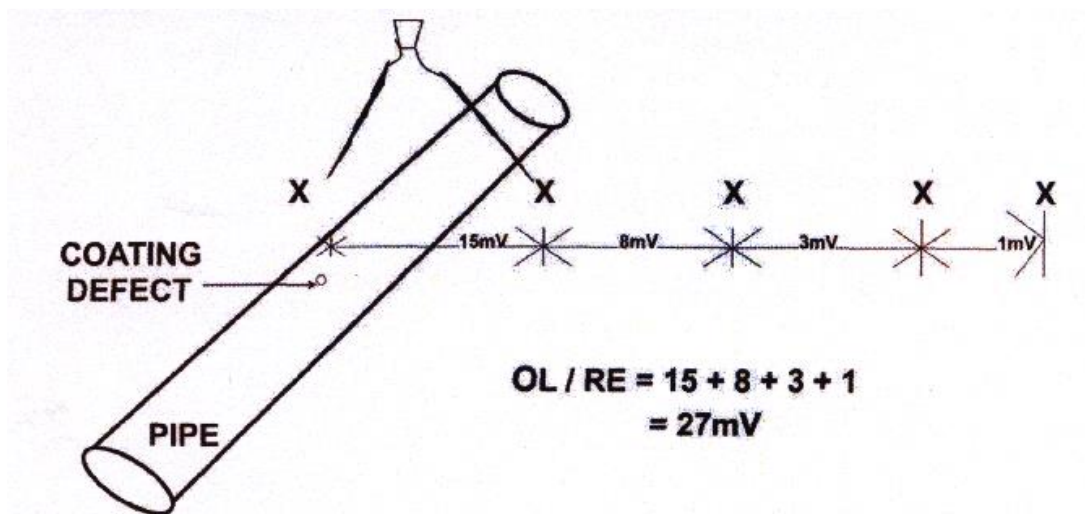
7. 操作指南

7.1 查找缺陷

将仪表量程转换到100mV 范围，确保只有一个手柄偏差开关是开启的并调到3 的位置。这些都是常规勘测所必须的。为了更好的理解仪器，建议在勘测的初次尝试时，直接穿越并沿着管道路线。将其中一个探针放在另一个的前面。用探针接触土壤，两探针间隔约1.5 到2 米的空间。打开偏差控制电压计使得仪表指针达到刻度盘。在探针与土壤接触时始终保持指针在仪表刻度盘上。观察指针将会摇摆，这是对于脉冲直流电的响应。

举起探针，从之前已经测量过信号强度的测试点出发。向前走两步并用探针接触地面。如果必要的话使用偏差使仪表指针能够到达刻度盘。寻找指针偏转。如果没有偏转继续向前行进两步再利用偏差控制使指针到达刻度盘。如果有偏转，观察指针以确定涂层破损所处的方位。如果你不太确定，可以转换到较低的量程或是继续沿着管道方向前进。 仪表指针指向探针，探针是最接近破损的。

缺陷处管线的远地点电压测量



记住，断续器处于关闭的时间要比开启的时间长，当它开启时，通常电流的方向是由地面到破损处的。你要关注的是指针弹开或摇摆的大小和方向。涂层破损有可能是很小的而且就在你的后面，所以正确判定指针摇摆的方向是十分重要的。通过指针的轻弹来识别电流方向需要花费一点时间，所以要有体验仪表显示的准备。

如果你观察到偏差，举起距离涂层破损最近的那个探针并向破损处移动0.5 米。将第二个探针向前移至第一个探针先前所在的位置。继续以这种方式向前移动。随着你向破损处移动，偏转的幅度将会增加，所以有可能需要像要求的那样调到较大量程。超过了涂层破损后，

随着慢慢远离破损处，指针偏转会完全相反并且缓慢减小幅度。循原路返回至涂层破损可能存在的位置，也就是指针偏转方向发生变化的位置。在近似于零的位置，使得两个探针相聚约1.5米，观察仪表是否发生偏转。如果偏转是从左至右，将左边的探针左移15cm 再进行测试。重复这个动作直到没有偏转。有必要把右边的指针复位。在没有偏转时，涂层破损就存在于两个探针的中间点。在中间点的位置的地面上做上记号。

上诉仪表指零的过程实质是把探针的尖端放置在破损周围的同一条等势线上了。探针尖端处于同一等势线上没有电压差，所以仪表指针不发生偏转。旋转90度，垂直于管道作业。面朝地面上标记的方向站立，并重复以上确定涂层破损位置的步骤。在新的指零点时在地上标记两指针的中间点，使之与第一个标记交叉。返回最初的位置检查零点以再核对第一个标记位置。线条直线相交的位置要高于涂层破损电压梯度的中心，我们称之为破损中心。作为检验位置正确的最后步骤，将一个探针置于中心，另外一个放置在距离第一个探针1.5米位置，依次分别放置在罗盘的四个方向。在这四个位置上，时仪表指针都必须指向涂层破损中心的方向。如果有一个位置不是如此的话，有可能之前确定的是错误的破损中心，也有可能是涂层破损位于管道涂层上一个长的裂隙的末端。在涂层破损的位置放置一个有标记的桩，或者其他标记。

7.2 判定涂层缺陷的严重程度

涂层破损的严重性，与其几何大小相关。通过对涂层破损中心的电子测量值来看，还有其他很多的影响因素。将一个探针的尖端放置在破损中心，距离一臂垂直于管道方向放置另一个探针。如果有必要的话调整仪表量程和使用偏差控制，使量程范围内能够全仪表指针偏转。以mV 为单位读出仪表偏转的幅度，与在测量测试位置时采取一样的模式。例如，量程是100mV，从关闭状态的10mV 偏转到开启状态时的95mV，仪表的偏转就是85mV。记下这个数字。把破损中心的探针放到另一个探针所在的位置，向右移动另一个探针约2米。观察仪表的偏转。把这个读数加到第一个读数上。继续把这些偏转求和直到仪表上不再出现任何、甚至是轻微偏转，不再发生偏转预示着达到远地点。做这些测量时，偏差控制需要做一些调整确保刻度盘上有满量程偏转，这时仪表上的读数可以采用。各个与远地点的单独读数的加和造成的总毫伏值降低，被称作“线到远地点的电势”（OL/RE），必须作为影响适当的涂层破损的数量和距离的因素记录下来。大小/重要性或涂层破损的严重性记作%IR，用在管道破损处的线到远地点电势占实际管道到远地点电势的百分比（信号振幅）来表示。参考10.1中%IR 的计算。所有关于涂层破损的信息记录下来之后继续沿着管道勘察。在离开涂层破损

位置时，保持探针间相隔0.5 到1 米，重叠探针的位置直到远离电压梯度仪表指针停止偏转。靠近的空间适用于确定与已知的第一个涂层破损很接近的涂层破损的位置。

勘查中会遇到的一个特别但是普遍存在的电压梯度是长条形的，由煤焦油纵向顶点破裂产生，在条带上有波动，沥青涂层上有微孔隙或是临近处有很多微小的涂层破损。在CIPS或是皮尔森勘查中都忽视了这些形式的涂层破损，然而它们的存在很容易被直流电压梯度技术识别出来，因为这些涂层破损会造成强大的横向电压梯度。

仪表指针的读数在接近裂缝等时与常规破损时的读数是相似的。指针微微地向着离涂层破损最近的探针偏转，并随着逐渐接近涂层破损而幅度增加。然而，在穿过破损中心指针反向偏转以前会有一个指针偏转几乎可以忽略的区域，这和穿过一个裂隙是一样的。在这个指针运动微不足道的区域内，必须垂直于管道方向做一个电压梯度的检测，也就是，在横向上，必须能观察到一个可以表明强的横向梯度的强的指针偏转。指针指零处的起点和终点，近似的指示了裂隙的长度，必须做上记号并记录下来。常规下线到远地点的电势是要测量的，但是如果裂隙很长的话也可以任取一端的读数。

8. 测量破损点测试柱的信号强弱

测试点信号强度的测量受测量点涂层破损产生的电压梯度的影响。涂层破损往往是由测试点电缆通过灼热剂或是螺柱焊接到管道上的一些区域的吸附式涂层引起。涂层破损的存在使得在测试点的信号测量值比实际上要小。

如果来源于涂层破损的电压梯度存在，那么组成整个管道与远地点电势的两个组分也必须测量。管道测试点导线与地面间电势是第一组分。第二组分是利用探针作为分隔器按照之前描述的方法测量的土壤位置与远地点电势。这两者相加就是信号强度（或振幅）。

如果测试位置没有涂层破损，由管道导线位置到土壤的读数将会是一个大的数值例如800mV，从土壤位置到远地点间的读数会很小比如70mV 或更少。如果存在涂层破损读数依涂层破损严重性而有所不同，通常会发现管道导线位置到土壤电势会小一些，比如300mV，而在土壤与远地点间电势会有一个大很多的读数，例如570mV。

随着DCVG 技术使用经验的增加，对于信号的测量值、信号强度（振幅）的衰减会有更好的解释，使得在详细勘测实施之前测量员判定管道截面问题的大小，也即是涂层的破损程度成为可能。

9. 探测不明管线的位置

有时候有必要对一些管道，尤其是老的实际路径未知而且有警告标志或是测试位置的不

适当管道如果管道中存在涂层破损那么很容易依据涂层破损找到管道的所在。如果不存在涂层破损，那么为了确保准确性，必须使用管道定位器来确保勘察是沿着管道路径进行的。在使用直流电压梯度勘测的同时，必须用诸如无线探测器之类的交流机器来确定管道位置。管道中交流电的存在与DCVG 技术的使用不发生冲突。如果管道涂层处于相当不好的状况，管道的中心线很容易确定。

将探针放在距管道长度下方1.5 米处。仪表指针预示着重涂层破损。移开两步，检查是否仍接近破损处。重置探针使得他们垂直于管道轴线。观察指针偏转，继续移动探针关注指针偏转，知道仪表指针反向偏转。这回到指零的位置。你已经越过了轨道。将探针转到与轨道轴线平行的位置继续勘测，每到第三个探针位置时在垂直方向核查。当你在管道方向上以5 米或更大间距，你有可能会漏掉一些管道截面，因此必须核查两次。视线中用木桩标记的涂层破损位置也可以帮助调查员沿着管道路径方向进行勘测。

作为一个可以预测涂层破损的技术，在10000 欧姆厘米土壤管道中需要有800mV 的信号，并且涂层破损在25%到36%范围内时，有且仅有一个涂层破损时，方圆50 到70 米之内仪表才会开始对涂层破损电压梯度有响应。其他涂层破损的存在相较于仅有一个涂层破损，其对于电压梯度距离的抑制是显而易见的。

10. 缺陷的形状和位置

对于涂层破损大小、形状以及在圆周管道上的位置的预测，可以通过在地表绘制涂层破损的电压梯度等势线来获得。以一个等价于线与远地点电势30%的点开始绘制。通过指零的方法在涂层破损中心与起始点之间来回走动，在一路上作标记，并以此绘制等势线。这条线就表明了涂层破损的大小和形状。管道定位器确定的破损中心与管道中心线之间的距离决定涂层是存在于管道的底部、两端或是顶部，但这是一个非常笨拙的方法。

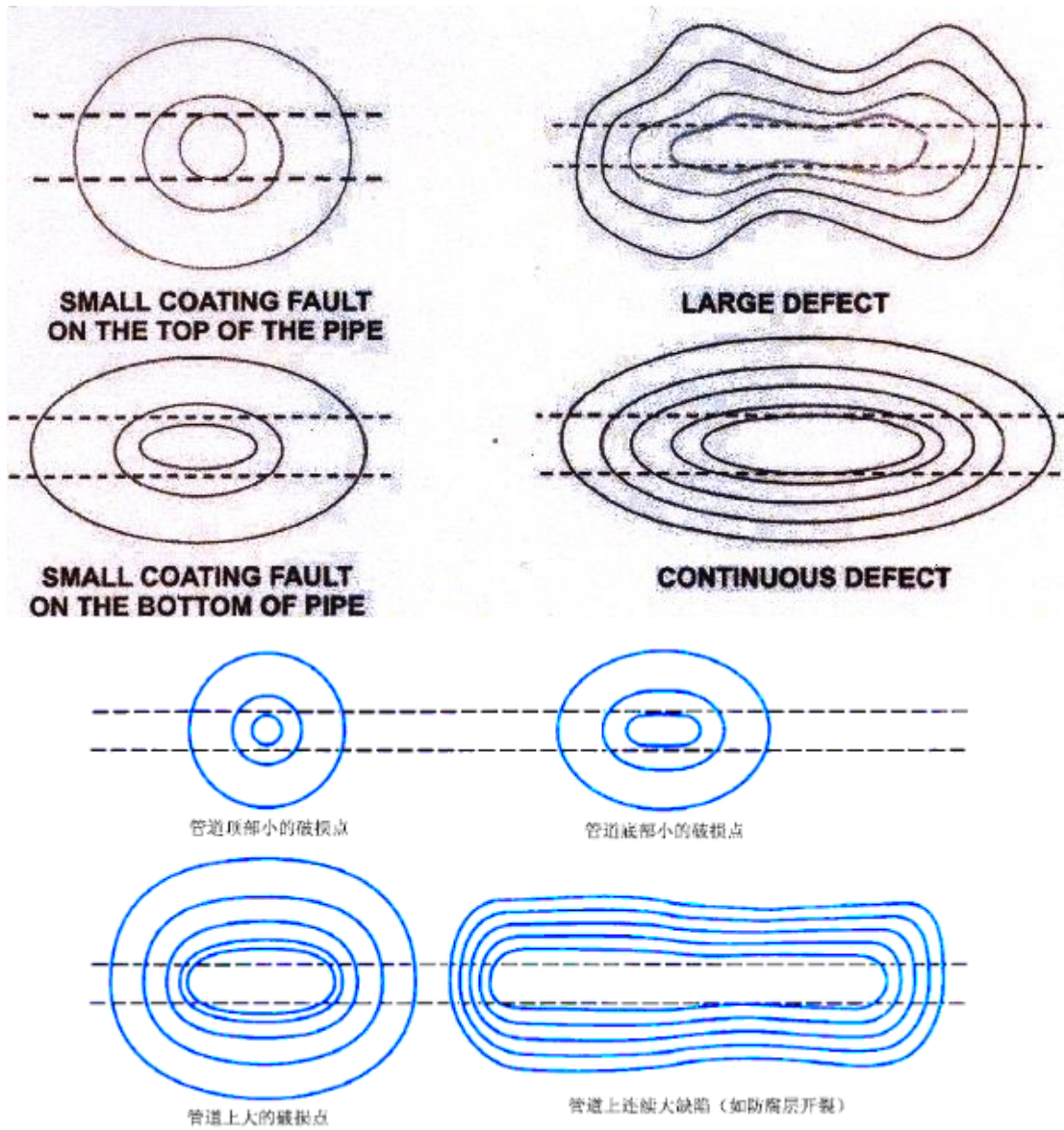
位于管道顶部的小的不连续的涂层破损会显示一个圆形的等势线。同等大小的位于管道底部的涂层破损会显示一个椭圆，并向管道中心线一侧扭曲的形状。由于管道本身会对等势线像管道中心线的扭曲有一些影响，管道直径大的更容易确定涂层破损在管道圆周上所处的位置。

管道上不同形状的涂层破损的等势点的一些典型实例见图-3.

另一个确定涂层破损方位的方法是得到罗盘四个方位的读数，需要注意的是四个方向的测量点探针这件的距离是相同的。如果涂层破损是在管道顶端，那么四个方向上的读数都应是相同振幅。如果两端的读数要比管道下方的读数大得多，那么涂层破损是在管道的底层部

分。如果一端的读数比其他都打那么涂层破损正好就是在那一侧。

Figure 3: 形状文件



10.1 计算防腐层缺陷的严重程度

防腐层缺陷的严重程度用IR %来表示，用下面的公式来计算：

<p>Coating Fault Severity (%IR)=</p> <p style="text-align: center;"> $\frac{\text{Fault Epicentre to Remote Earth} \times 100}{\text{Calculated Pipe to Remote Earth}}$ </p> <p>In short version:- $\%IR = \frac{OL/RE \times 100}{P/RE}$</p>
--

$$\%IR降 = \frac{\text{破损中心点对远点的DCVG信号振幅值}}{\text{计算破损处的管道对远地点的DCVG信号振幅}} \cdot 100\%$$

即：

$$\% IR = \frac{OL/RE}{P / RE} \times 100$$

计算出管道对远地点的电压才能算出反映缺陷的严重程度的%IR 值，此外，还要知道缺陷发生处到两个测试柱之间的距离。

管对远地点电压的计算如下：

$$P/RE = \frac{S_1 - dX(S_1 - S_2)}{D_2 - D_1}$$

他们的含义是：

S1=测试柱1 对远地点的DCVG 信号测量偏振值 例子中=800mV

dX=从测试柱1 到防腐层破损点的距离 例子中=400m

D2=测试柱2 的测量距离（测量起始点为零）例子中=1000m

D1=测试柱1 的测量距离（测量起始点为零）例子中=0m

S2=测试柱2 对远地点的DCVG 信号测量偏振值 例子中=300mV

图4 按例子中的数据 IR%计算如下：

图4 中远地点电压是130 mV

管对地的计算值是：

$$\%IR = \frac{130 \times 100}{600} = 21.7$$

11. 标记涂层缺陷位置：

所有的涂层缺陷都要用某种永久或临时的办法标记，以便得到修复临时标记一般用小旗，小棍或者油漆做记号，来方便在不破坏标记的时间允许范围内做测量，持续时间较长的标记是为了防止因为交通、人畜活动破坏、损毁，当然还要考虑时间和气候，一般来说，从发现缺陷到修复是不需要2 年时间的。城市道路的标记一般用永久性记号笔来标识，如果有比较准确的管网图、地图，还可用参照法来表示，比如参照排水沟、街头拐角等。对于农村地区的管道标记，打桩是不可行的，要么容易丢失，要么会损坏经过的农业机械，这类地方标记可参照附近的测试柱或者栅栏等参照物。距离测量一般用测试车轮，卷尺，或其他光学仪器，有些地方用GPS 定位也很流行，GPS 定位对缺陷进行坐标定位，但是便宜的GPS 定位的精度一般在5 米甚至更大，可是我们的DCVG 测量管道缺陷能在15CM 的误差范围内定位，因而，

较高精度的GPS 定位仪器，将是对图层定位标记的最佳选择。

12. 决定防腐层缺陷是否开挖修复

防腐层缺陷等级：

0 - 15 %IR- 小缺陷，这类缺陷一般不需要修复，且阴极保护良好，附近也没有太多小的类似缺陷

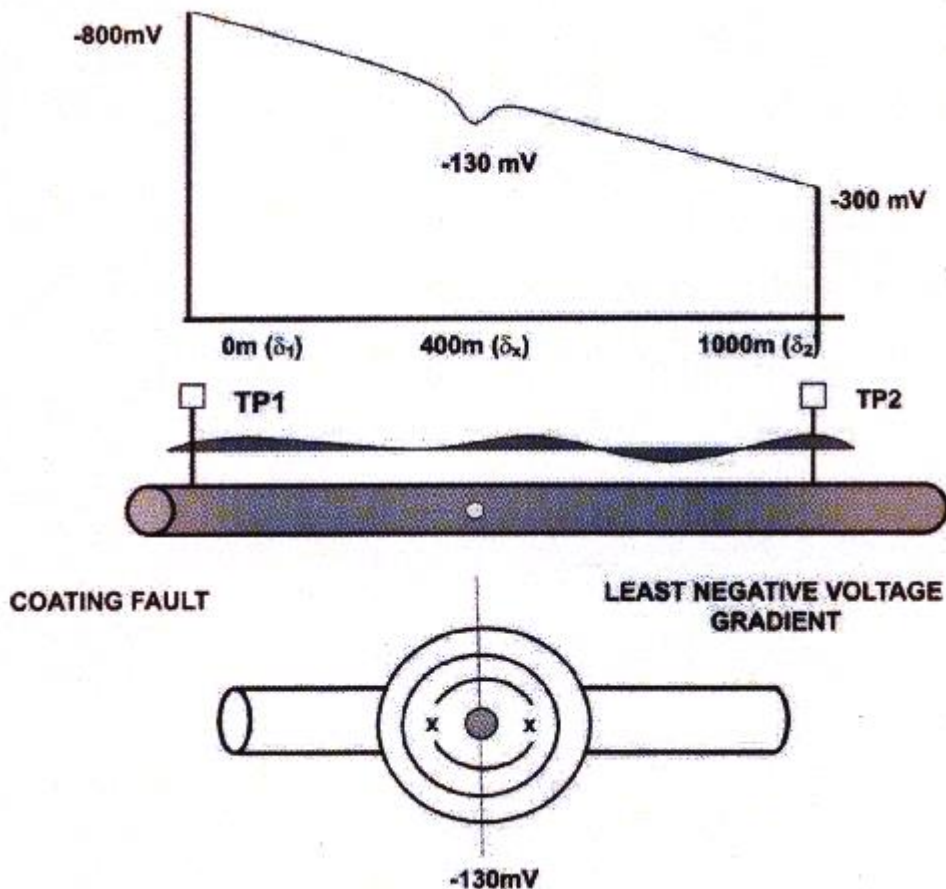
15 - 35%IR- 中等缺陷，需要修复，一般性维护即可

35 - 70%IR- 中等偏大缺陷，需要开挖检测并修复，比较显著的防腐层缺陷。

70 - 100%IR-较大、较严重缺陷，需要及早开挖检测修复

上述缺陷对开挖和修复是唯一且非常重要的信息，别的重要因素如缺陷形状、导致涂层缺陷的方式、腐蚀、土壤PH 值、和电阻率、土壤中硫化物的含量，操作温度、管道服务年限、涂层类型和金属损失史等三十多种因素影响修复决定因素。

Figure 4: % IR 腐蚀的严重性



$$\%IR降 = \frac{\text{破损中心点对远点的DCVG信号振幅值}}{\text{计算破损处的管道对远地点的DCVG信号振幅}} \cdot 100\%$$

即：

$$\% IR = \frac{OL/RE}{P / RE} \times 100$$

13. 检测的干扰因素

在确定干扰构成时可使用DCVG 设备。在对外部结构进行正常的涂层检测时，因检查是否被包裹或接触地表的以确定结构或管道是否处于干扰之中。任何外部结构或管道和直连的电接触管道收到同等强度的干扰信号，在任何阴极保护系统中作为一个漏极。一个结构激发的电压仅仅几毫伏，以1200 毫伏的管道信号中的10 到70 毫伏的干扰信号可被看作导管的电子隔离。任何结构在阴极保护装置附近都将获得少量的阴极保护。这是一个不争的事实，但必须指出任何影响检测的任何因素。



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

电话：029-89396188/400-029-3662

传真：029-85419019 邮编：710075

网址：<https://www.xajtzc.com>

邮箱：info@quickdetection.com

