交变电流梯度法的使用规程、技巧及检测结果的解释

天津市嘉信技术工程公司 林守江

在应用交变电流梯度法（多频管中电流法）进行埋地管线外防腐层检测时，由于受管道规格尺寸、敷设代、土壤环境等变化因素的影响，没有任何两条管线能够得到完全相同的检测结果。在仪器的使用过程中，结合现场的实际情况，采用正确方法、有效地使用仪器，结合方法原理，对检测结果做出科学、合理的解释，对于发挥仪器的作用是至关重要的。嘉信公司自 1997 年推广英国雷迪公司 PCM 以来，配合用户进行了大量的现场检测，公司的技术人员自己也作过一系列的试验，从中积累了一些实地经验。针对着一些用户在使用雷迪 PCM 的过程中的疑问和检测遇到的问题，编制以下的资料。试图通过该资料为最初的用户提供一些必要的参考，使之能够正确使用仪器，并对应用 PCM 检测的测量结果进行合理准确的解释。

应该说明的是：当操作者具有了他自己的实地经验，尤其是通过对同一管道进行的重复测量，对有疑问的管段进行开挖验证，会大大地提高在解释管线腐蚀测量这一领域的专业技巧和技能。结合现场不断总结、反复验证是提高检测仪器使用水平的有效途径。

1．检测的准备工作

在开始测量一条管道之前，应尽可能多地了解关于这条管道的信息，这对于正确地完成检测任务很有帮助的。这些准备工作包括：

(1)、准备一张大比例尺的地图（1：5000 或更大），来了解目标管线的情况，这个区域内的其它管线、所有支管、阀门、阴极保护检测桩、牺牲阳极的位置、管线连接点的大致位置以及其它相关的资料。检测者也应该参考一些管线的历史记录：管道铺设的日期、防腐层的自然状况、施工质量、所有近期的检测报告（包括其他方法测查结果）、阴极保护电位大致的测量结果、管道曾被开挖和进行过防腐层维修的时间和地点、以及开挖过程中发现破损的有关报告等等。

(2)、要准备好相应的记录本，或使用天津嘉信公司专用的防腐数据记录仪。现场除必须逐点记录距离 X 读数及信号电流读数外，应经常记录管线检测过程峰零值，埋深，拐弯位置及管道设施（闸井、支管、分水器等等)等情况。如果用双频观测，应同时留有记录两个频率电流位置。

(3)、要准备好发射机用的蓄电池以及接收机用的干电池及其它必备器材。

2．检测的工作规划

2.1 信号供入点的选择

在开始现场检测之前，特别对于还未用 PCM 进行检测过的管线来讲，尽可能地在地图上标出管线的参考位置和信号输入点的位置，将是对掌握现场情况是很有帮助的。检测信号必须用直连法施加到目标管线上。信号输入点的位置可以是在阴极保护的检测桩上、阴保站内的保护电流输入点位置（此时应关掉恒电位仪或整流器，去掉连接线）、管线上可能的阀门设施、或其他的易于施加信号点等。当要选择信号供入点时，必须记住的是：靠近信号输入点的位置附近是不能进行检测的（至少 10 米以外）。但是如果当管线与一条道路或河流的交汇点可能存在着破损点时，发射机就不能接在附近的阴保测试桩或相邻的位置上，而要连在较远的另一个接线桩上，以保证能够检测出可能的破损点。

2.2 检测信号频率的选择

应用电流梯度法进行防腐层检测应用的仪器，可以是 RD-PCM，也可以是 RD4000PDL/PXL 仪器。它们的应用范围以及适用的管线类型略有不同，PCM 较适用于长输管线，一次施加信号可以检测距离较长的管线，但对于单纯进行管线的定位则有些不便。而 PDL/PXL 则检测的距离较短，较适用于城市管线的检测，对于要兼顾城市管线定位的单位，则是一种较为经济适用的选择。

在测量之前，选择合适的检测信号频率，对于成功、快速地完成检测工作是至关重要的。对于使用 PCM 进行检测的用户来说，当检测的管线很长，同时管线路由上的埋设条件不很复杂时，检测信号应采用 ELF 档，此时的发射机共发射两个频率：4Hz 及 128Hz，两种信号的比例关系是 4Hz 占 35%，128Hz 占 65%。这种信号的分配比例，有利于采用 128Hz 的信号进行长距离管线的检测。（注意：PCM 发射机上的显示液晶板上显示的数值总是 4Hz 的信号电流大小，而 128Hz 的信号电流大约是显示值的 1.8 倍。而其它档位上几个频率的电流值大体相当）。

当被检测的管线路由上埋设条件较为复杂时，建议采用 ELF 带方向或 LF 带方向的信号供入档。ELF 带方向的发射信号频率为三个：4Hz、8Hz 及 128Hz 它们的比例关系为 4Hz 占 35%、8Hz 占 30% 及 128Hz 占 35%； 而 LF 带方向的发射信号频率也为三个：4Hz、8Hz 及 640Hz 它们的比例关系同为 4Hz 占 35%、8Hz 占 30% 及 640Hz 占 35%；可以看出：对于三种不同信号发射方式，4Hz 信号都有，且电流大小不变。就应用场合来说，ELF 带方向与 LF 带方向信号供入档的应用条件没有差别，只是在一档的定位频率上干扰较强时换入另外一档，以避开外界的干扰频率。

细心的用户可能会发现，PCM 的发射机并没有提供 8Hz 的信号检测模式。发射机发射 8Hz 信号电流是提供与 4Hz 配套的倍频，用于确定检测电流的方向。注意：接收机上有 8 kHz 的检测模式（不是 8Hz），它是为与其他雷迪定位仪器的兼容而设

置的，并非检测由 PCM 发射机发射的 8Hz 信号。也就是说用户可以使用 RD400 系列的发射机发射信号，由 PCM 接收机进行检测。

PCM 接收机提供了两个检测信号电流的按键：测定 PCM 电流（4Hz），它是可以进行数据存储的；另一个检测电流键称为定位电流检测键，它根据接收机处于的不同模式，测定定位电流（128 或 640Hz）。在实际检测应用中，由于 4Hz 信号时采用磁平衡原理进行检测信号的电流测定，它的检测精度较低（< 5%），当发射机施加较小的检测信号时，4Hz 的检测效果较差。而定位电流的测定是采用传统的双线圈方法，检测精度很高（现场进行的测试表明，此频率的检测重复精度 < 0.5%）。对于使用单频法进行防腐层检测的用户来说，是一个很好的选择。遗憾的是，定位电流的检测数据无法存入 PCM 接收机。

此外，对于要同时应用 A 型架进行防腐层精确定位的用户来说，发射机的信号频率只能放在两个带电流方向的档上，这一点十分重要。如果没有采用带电流方向的检测频率，A 型架无法检测出防腐层的漏点。

对于采用 RD4000PDL/PXL 进行埋地管线防腐层检测的用户，信号的选择较为简单，除非 LF 信号（640Hz）频率的干扰很大，一般采用 640Hz 的频率，并且要用直连法给被测管线施加检测信号。当有干扰时，可以采用 8kHz 的检测频率。但此频率的有效检测距离将会大为缩短。

2.3 破损点的可能位置

防腐层破损点的位置大多数分布在：河流或小溪下的管道；岩石中的管道要比松软泥土中的管道防腐层先破损；管线在公路下面的穿越；当管道敷设竣工之后，在其临近位置又进行了开挖（如土木工程或其它管道的施工）的地方等。需要检测的区域还包括：管道的连接位置，这主要是指由不同的单位在不同时间施工的管件连接部位；管线的小半径弯头等部位。建议在这些地区，检测点的间距应该相应的小一些。

此外，当将发射机的信号供入检测管线的中间地段时，用接收机在供入点的两侧分别读取信号电流的数值，从中可以判断出两侧防腐层的大致状况，也就是说信号电流大的一端防腐层状况较差或破损点的分布较多。这是因为，大部分信号电流肯定是流向防腐层差或有破损点的管段。

2.4 发射机地极的位置

(1)、地极点应当选择在管道简单、附近管道无接地点的位置上。

(2)、地极一般打在距检测管线的垂直方向 30-50 米以外地方，除非可以确定与目标管线绝缘良好，且距离较远，一般不能将其他管道、金属构架作为地极使用。如果现场附近有池塘、水沟、建筑物的接地线、避雷针地极、等易于导电的装置，利用它们是一个很方便的选择。

(3)、检查接地回路电阻，回路电阻应在数十欧姆至数百欧姆之间，当回路电阻

过大时 PCM 发射机电压超限指示灯亮，此时无法在目标管线得到理想的信号电流。解决的方法是：可给地极浇水，增加地极数量等办法，以降低接地电阻。

(4)、对于如戈壁、沙漠等过干的土壤环境的用户，准备 0.1-0.3 平米的铝板（厚度不限），将其埋入地下 30-50 厘米，浇上盐水，这样的地极效果较为理想。

(5)、试选发射频率，该管道上所选频率的干扰背景，方法是先关上发射机，将接收机调至所选的频率上，将增益调至最大(100)，检查读数大小。如果干扰太大，则需要改变所选频率。

3．检测中的情况的处理

3. 1 检测间距的选择

测量点之间最佳距离的选择，主要取决于两个因素：管道外防腐层状况以及进行开挖和修复需要精确定位破损点的最小尺寸。对于一条还没有用 PCM 检测过的管线来说，选择的距离小一点是很重要的，为的是把所有的异反常现象都能够收集下来。一般地，对防腐层较好的管线，可选择 50 米以上的间距，对于较差的管线，要用 30 米以下的检测间距，破损点或可疑点附近，要用小间距加密检测。

测量点之间的最小间距：除非管道处在一个非常严重的老化状态下，否则，建议在采用电流梯度法测量时的读数间距不应小于 10 米，应在 20 米以上，一般才用米的测量间距。这主要是因为，在这样一个很短的距离上，信号电流值的可能存在的检测偏差会与防腐保护比较好的管线上的信号衰减幅度相当，这样得到的衰减值可能是没有用的。但当操作者对已有破损的管段进行进一步加密检测时，间距就要小于 20 米。

3.2 信号大小选择及可检测的管线长度

选择施加检测信号的强度是以够用为原则，并非愈大愈好。这主要依据于下面的因素：

a. 防腐层的状况

b. 要检测管线的长度

特定强度的检测信号，能够检测管线的范围主要依据于下面的因素：

a．防腐层的条件

b．使用的信号强度

c．是否有绝缘法兰

当管线处在防腐层已经严重老化的状况下，衰减将变得很高，因此信号的利用范围也将受到限制。如果应用一个较小的信号电流，检测范围也将减小。下表就表明了对于一个给定的发射电流，最大范围值与信号衰减之间的比值关系。下图假设发射的检测电流在信号供入点的向两方向上传播。如果供入点在管线的端点上，那么得到的电流将是上面情况的两倍，检测范围也相应加大。

3.2 衰减数值

对不同规格外防腐层状况较好的管线，检测的信号衰减如下表：

但防腐层更好的管线上得到的实际衰减数值有可能超出这个范围，若是土壤平均电阻率异常地高或低的情况，更是如此。

管 道 规 格 单位：米（英寸）	信号衰减率（%）	衰减范围 mB/m
0.15（6”）	1.8%/50 米	0.07-0.20
0.30（12”）	2.0%/50 米	0.15-0.30
0.50（20”)	2.5%/50 米	0.20-0.40
0.60（24”)	3.0%50 米	0.30-0.60

3.3 最初的检测

当对一条新的管线开始测量的时候，操作者应该选出管道的两三部分管段（一般每段为 50-100 米 ）测试一些检测读数。对于直径为 0.6 米的管线，当信号率在 50 米的范围内达到 20-25%，这就表明防腐层的状况很差，但不一定是破损点所致，但更有可能是防腐层的整体老化或是防腐层的多处破损，防腐层的状况也可通过参照近期的阴极保护电位读数得以证实。在这种情况下，想对管线进行长距离的检测困难较大，所以为了将来的检测，操作者就应该记录下管线的所有相关信息，并以这些信息作为参考基点，在以后的检测中对一段 500 米的管线，当其衰减明显地高出正常范围 3.0 分贝时 ，我们就可以试图找出单个破损点的位置，这样的读数就可以确定出除了一般腐蚀点之外，衰减信号在 250-500 毫贝的破损点的位置。这也可以通过“二等分”该段管线，来迅速地找出破损位置（在两次读数的中点处读数，同时计算出两个方向上的衰减值），一个衰减值为 250-500 毫贝的破损点面积大约相当裸露管线的几平方毫米。

3. 4 破损面积

由于应用 PCM 进行防腐层检测的是防腐层的综合电气性能，而非物理特性。在检测中会发现，信号电流的衰减率与破损部分的面积之间具有一定的相关性。管段内发生 100-150 毫贝的衰减（信号电流降低 10 %），就表明大约有相当于一个 1mm^2 的破损点，当其余的极限衰减为 1500 毫贝时（信号电流降低 85%），管道就集中了大约有 1 平方米的破损，但这并不意味着管段内真有这样的破损点存在，完全可能是若干个小的破损点，也可能是一段管线的防腐层绝缘性能的减低所致。

要注意的是：在管段局部衰减的幅度和破损尺寸之间不存在线性关系，因为受到土壤的电阻率，破损点位置、腐蚀沉积物的分布等因素的影响。也可能存在着这种情况：表面上看起来很明显是一个小的破损，而实际上附近的大面积的防腐层性能下降，因此产生了一个很大的局部信号衰减。对于一条特定的管道，破损面积与其自身的信号衰减之间存在着一个很密切的相关性，但还需要对破损位置延伸方向

的部分管道收集更多的数据来加以进一步的确认。

3.5 重复读数

当读取衰减数据时，让接收机循环地读一组电流值是很有益的，所得到的深度和电流的读数会有很小的变化，都不应超过±2%（小强度的 4Hz 信号除外），除非电流很小或管线很深。当有至少两组成功的读数是完全相同的，数据就可以存储起来，在有些时候，电流的读数也可能有非常大的变化（及深度的读数）。经验表明，这些都通常发生在靠近明显破损的位置上，电流的最大值和最小值都应该记录在笔记本上，为确定破损位置通常需要用小间距进行加密测量。电流值的波动原因，可能是检测电流从破损位置流出，返回接地点（地极位置）时流动路径的差异以及电流大小量的变化所引起的。

PCM 的 4Hz 电流测量精度为±5%，128/640Hz 的信号精度<±3%，但检测的实际精度受如下因素影响：管线的埋深、检测信号的强度、附近管线上的感应信号强度、大的破损点的存在、管线附近有大的金属构件等等。值得特别注意的是：管线埋深的突然变化会影响电流的读数，埋深的突然变浅，往往会导致电流读数的上升。解决的办法是：相邻检测点上的埋深尽量保持接近，这可以通过前后少量移动检测位置，找出深度相当的位置进行电流测量。

3.6 小间距的测量

为了定位某一破损点，待检测管段上的检测间距可缩小到 20-25 米，甚至更小。也可通过在破损区段内用“二等分法”，或缩小读数间距的方法来实现。操作者就应对待检测的这一部分管线每隔 3-5 米就读取电流值，这些数值不用储存，但要记录下来并用图表的形式绘制出来，在电流流量急剧下降的地方就可以确定出破损点的位置，最精确的位置通常是靠近急剧衰减坡度的中间。如果读数的选取是在小于 3-5 米的间距内进行，现场的干扰信号可能产生电流值的波动，看起来象锯齿状的曲线，这使对破损点的定位产生了更多的困难。解决的办法可以有两种：一是在每个检测点多采集几组数据，通过平均值来判断出最大的衰减点；二是应用 A 型架进行地面电场法的检测，可以有效避免现场其它干扰。

3.7 定期检测

电流梯度测量方法的益处是有较快的检测速度和相当低的费用，进行一般性的普查费用会更低。在对那些用 PCM 检测过的管线再进行测查时，这些优势将变得更加明显。对于已经确认管线腐蚀严重的管段，可进行更经常性的测查，以加强对防腐层状况的监测，了解正在迅速发生腐蚀的部位发展趋势，从而在适当的时间里采取有效的措施来处理。配合嘉信公司的埋地钢质管线外防腐层检测数据处理软件系统（GDFFW xp）可以完成不同时间检测结果的对比分析，打印输出比较结果。为管理人员以及决策者提供完整的防腐层数据资料。

3.8 制定长期的计划

如果要从这套设备中得到全部的益处，那么制定一个长期的检测计划，并且保持一个很好的记录将是很有必要的。下面就是建议的方法：

a).对整条管线以几百米的间距来进行一次整体的测查（对于破损比较严重的区域间距要适当地小一点），破损点的位置就在衰减非常高的部位。

b).研究一下上面的检测结果，考虑到阴极保护系统能够覆盖延伸方向的破损，所以就针对最严重管段（全部管线的 10-30%）的破损位置草拟一个计划。

c).当对破损位置的计划拟订完之后，在进行修复工作之前和之后都应立即对其相关部分进行检测。

d).在管线附近进行的任何开挖，如建筑施工、管道铺设、路面修整时，都应该对其相关位置在其施工之前和之后进行一次测查，对任何可能已经引起的损伤的地段，要格外加以注意。

e).阶段性地重复检测（每隔 1-2 年），如果可能的话，最好是每次都在管道的同一位置检测以增加数据的可比性，以便于对比管线防腐层的老化速率。

f).自身衰减（电流减小的百分数）与不同防腐层的实际破损尺寸之间的相关数据、管道的尺寸、土壤的环境以及相关的 CP 电流与自身信号衰减率之间的绘制，来改变先前的数据。

3.9 土壤电阻率改变的影响

检测过程中，土壤电阻率的改变一般不会对结果产生很大的影响，因为信号发射机的稳流电路能够不断地适应这种变化，确保施加的信号电流的稳定，除非操作者有意地改动它。土壤电阻率的季节性变化（从潮湿的春季到炎热干燥的夏季），将会影响测量结果，但是经验数值表明，由于这种原因引起的衰减不可能超过 10%，所以允许这种变化的存在，它不会对结果的有效性产生影响。对于比较有规律的检验测量，最好建议对给定的管线，通常在每年的同一时间来检测，这样可以把由于这种原因引起的误差降低到最小的范围。

3.10 新竣工的管线

对于一条新敷设的管线，在竣工后应该进行防腐层漏点检测，这是很有必要的。因为这将能使操作者来定位更多的防腐层破损和在管道施工过程中引起的外防腐层损坏，为的是把会导致管线发生腐蚀的影响因素限制在最小的范围内，使管线开始运行时就处于良好的保护状态下，这对于延长管线的使用寿命是极其有益。

4. 干扰和地表失真

4.1 接入点的选择

正确地选择信号发射机的接入点对于成功完成检测至关重要。在不合适的地点

加入检测信号，会极大降低管线检测信号的信噪比，影响检测精度，甚至导致检测失败。

在选择供入点时，考察管线周围的环境，了解管线情况十分必要。发射机供入信号的原则是：尽量使待测的管线上有较强的信号电流，在不测的伴行其他管线上尽量没有信号电流，或使它上面的电流最小，为此应该注意：

(1)、当待测管道有多个供入点可供选择时，要尽量选择管道分布最稀疏的位置作为供入点。

(2)、地极不要连接在管道或其他金属构件上，以免信号传入测量区产生干扰。

(3)、多条管线一端相连时尽量在不连的一端供入检测信号。特别是在管线上的设施站，一定要考察站内的连接情况，站内设施的接地情况。目标管线上若有绝缘法兰时一定要将信号施加在法兰的前端。

4.2 管道携带的其它信号

在用标准的外加电流阴极保护管线上用电流梯度法进行检测时，仪器往往不会受保护电流上谐波的影响，所以不断开阴保电流是可以接受的，但当施加检测信号点与阴保站较近时，出于发射机的安全考虑，最好关掉阴保电流。在使用 PCM 的“皮尔逊法”（地面电场法或称用 A 型字架测量法）对管道的任一部分进行检测过程中，检测信号可能会发生明显的失真。

一些军事信号的传送，通常使用大功率的发射机。假如正好处于在管线的附近，此时它发射的信号对管线测量会有一定的影响，部分信号与 PCM 的低频/超低频信号发生重叠，会对检测结果产生影响。如果要估计这种干扰的存在，操作者就可关掉信号发射机，使用接收机来检查一下信号是否可从管道上检测出来，如果外部的信号还连续不断的出现，那么真正的 PCM 信号电流值就应该是去掉外界信号电流值以后得到。

当干扰信号来自接收机天线的上方时，上面天线的信号强度要比底部强度高，这也包含在地面上大约 50 厘米或更高位置的导体产生的信号，此时 PCM 接收机会自动消除较小的干扰信号，但当干扰信号过强时，对测量结果会产生影响。正常高度的架空线一般地不会影响读数，除非架空线在 3-5 米的范围内，可能会干扰系统的测量结果。

4.3 地下金属的构件

当埋地金属构件与目标管线靠得很近时，或位于同一沟道内，它们之间的相关性很大，有时能带走有用的信号或重又发回新的信号。这可能是发生相互感应的情况或从一条管道防腐层破损位置出来的信号电流流到另一条管道上。例如：当信号发射机的接地点很靠近一条没有防腐层保护的水管道管线，而这条管线恰恰经过要检测的目标管线的一些位置，可能导致这种情况发生。操作者就应该将发射机放在不同的位置上重供信号，来重新进行检测，更正原来条件下测量的异常读数。

4.4 均压带的影响

对于多条同沟敷设的管线进行外加电流阴极保护时，经常会加设均压带，这样同一阴保站的外加电流可同时保护这些管线，可以减小腐蚀带来危害的可能性。这些均压带在管线上一般每 300-500 米设置一条，在进行检测过程中，希望将所有的均压带分离，至少在 2-3 公里的检测范围内尽量做到这一点。对于油田的大多数管线是很难做到的。这样，均压带的焊接处就表现为是防腐层的破损点，并且被测管道上的一些信号就将传送到其相邻的管线上；也可能信号从一条管线上经过搭接处又返回来。但是，大多数情况下，目标管线的信号强度最大，根据其信号强度的不同，还是可以区分出目标管线来，完成相应的检测的。

4.5 牺牲阳极

作为保护管道的一种方法，牺牲阳极保护通常被用来代替外加电流保护方法，多数情况下是作为对后者的补充来应用。在 PCM 检测过程中，将牺牲阳极作为破损点给出它的位置，且电流的衰减要比一般的破损点强度的多。如果可能的话，要尽可能将其与管道断开，因为阳极的存在将严重地减小有效检测距离。此外，阳极点的存在可能会掩盖附近的较小破损点的检测。阳极点的电流会呈较大衰减现象，且在大的衰减后会有一定程度的电流上升。

4.6 管道的弯头和支管

管道弯曲（曲径大约小于 10 米）和 T 或 Y 型管交叉点将经常引起辐射场的局部失真，这是因为临近部分的电磁信号相互干扰的结果。尽管在这些地区通过一个很短的间距的进行检测，可以确定出不连续防腐层的破损位置，靠近弯曲变形区取得的这些读数，不能应用它来计算衰减水平，参考点的选取应尽可能在离交叉点或弯曲处至少 5 米的距离外。如果衰减数值是在一个交叉点的位置上选取的，那么就会在这里“存在”破损，因为有一部分信号已经分流到管线和支管上。

要确定这些地段的防腐层破损点，使用 PCM 系统提供的 FF 功能（使用 A 型架）是个很好的选择。因为，该方法使用的是地面电场法，仪器所测量的是因破损点外泄露的检测电流产生的地面电场（电位）分布，管线周围辐射电磁场的失真不会影响该方法的使用。

4.7 绝缘法兰

当管道处于复杂的环境地区，或是处在牺牲阳极保护与利用外加电流阴极保护部分的交界处，经常是安装一个绝缘法兰，它保证使管道的两个部分保持绝缘的状态。如果 PCM 操作者正在检测有阴保部分的管线，当靠近法兰盘时，信号将急剧地降低，并且在法兰之前的近百米管线上，存在着一个很显著的衰减。这个问题的解决方法一般是将发射机与法兰盘连接起来，然后以法兰为起点进行检测，或是将法兰的“阴极保护”一端接地，然后以此为终点来进行检测。

4.8 安装有套管的情况

当管道位于道路的下面，一般在管线上套装一个直径大一点的金属管道，这样可以保证管道免受一些机械振动的损伤，但套管给防腐层的检测带来了困难。如果此时的管道能满足如下条件，还是可以完成管线的防腐层检测的：

a) 在管道与套管之间是没有明显电性连接

b) 套管本身有自己的防腐保护层

c) 在管道与套管的环形空间充满了一些导电介质，使得检测电流可以流过。

在环形部分的填充物及周围土壤之间存在着一种潜在的导电通道是重要的，可能在这种条件下获得有参考作用的结果，但是利用这些结果时要考虑到套管存在的影响，因为通常的读数是在管道没有套管的部位取得的。

4.9 返回电流的作用

当作用在目标管线上的信号电流从防腐层流到土壤中后，它将沿着发射机接地点的方向传送，经过一个很短的距离后，土壤中的返回电流将变得比较分散，实际上不会对检测产生影响。但是靠近破损位置的地方，由于返回电流较大，将产生一个较为明显的干扰磁场，这个磁场会对管线上正常的电流产生的辐射磁场发生干扰，使之不能正常地发射到地面上。那么在防腐层破损位置的检测中，腐蚀管线电流图上将产生一个起伏，即信号电流急剧下降后（这表明存在着一个破损点），又会在“返回电流”不再存在的地方回升到原来的大小。当检测操作靠近发射机的地极点时，或破损区域比较大，或管道本身的尺寸较大而管线上的覆盖土壤厚度不足管径大小时，这种影响要特别地加以注意。

4.10 冻土环境对检测的影响

电流梯度法不适用于高电阻率土壤介质中的埋地钢质管道外防腐层检测。如冻土条件，这是由于管内电流法进行防腐层检测时，须通过直连法向管道上施加一个交变的检测信号，冻土层的存在，对直连法施加信号形成了一定的屏蔽作用。其原因是，冻土层的土壤电阻率急剧增大，一般情况下，无法形成有效的检测电流回路，不能达到检测时所须的信噪比，降低了检测的有效性。

经过反复实验，摸索出在冻土条件下的检测方法：加深地极的长度及接地深度，使得达到冻土层下，在冻土层下形成信号电流的检测回路，可以解决检测信号的供入问题。

热切希望广大用户能将自己的使用经验贡献出来，反馈给嘉信公司，通过我们提供给广大用户，与大家分享，以达到共同提高之目的。

2005 年 8 月