

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2013.10.004

# 交流电流衰减法(PCM) 在埋地钢质管道防腐检测中的应用

□ 北京市公用事业科学研究所(100011) 王小璐 白冬军

□ 北京市燃气集团研究院(100011) 和宏伟

**摘 要:** 随着城市的建设和发展,埋地管线的种类和数量迅速增多,相应地也出现了涉及地下管线安全运行的各种腐蚀问题。因此开展埋地管道防腐层的非开挖检测非常必要。本文简要介绍了埋地管道非开挖检测常用的方法,然后具体围绕交流电流衰减法(PCM)的工作原理、检测前的准备展开讨论,并且以北京某地区的天然气埋地管道非开挖检测工作为例,介绍一则应用交流电流衰减法(PCM)进行埋地管道防腐层检测的工程实例,根据检测数据和管中电流随测量距离的变化曲线进行分析,确定了破损点的位置,并进行了开挖验证,将评价结果和开挖检测结果做了比较。之后指出了应用该法的局限性并提出相关建议。最后对未来的检测方法进行了展望。

**关 键 词:** 埋地管道防腐层 交流电流衰减法 PCM

## The Urban Natural Gas Buried Steel Pipeline Alternating Current Attenuation Method (PCM) Detection Technology

Beijing Gas Group Research Institute Wang Xiaolu, Bai Dongjun

Beijing Public Utility Science Institute He Hongwei

**Abstract:** As the city construction and development, type and quantity of buried pipeline is increasing rapidly, accordingly also appeared in various corrosion problem relates to the safe operation of underground pipeline. Therefore, development of trenchless detection anticorrosion layer of buried pipeline is very necessary. This paper briefly introduces the buried pipeline trenchless detection methods, and then specifically on alternating current attenuation method (PCM) of the working principle, test preparation are discussed, and to the underground natural gas pipeline trenchless detection in a certain area in Beijing as an example, introduces a application of AC current attenuation method (PCM) for detection of buried pipeline anticorrosion layer engineering example, according to the current detection data and the pipe with the variation curve of distance measurement are analyzed, to determine the damage location, and the excavation of verification, will do by comparing the results of test results and excavation. Then point out the limitations of the application of the proposed method and related suggestions. The detection method of future.

**Keywords:** Anticorrosion layer of buried pipelines Alternating current attenuation method PCM

## 1 引言

埋地管线防腐措施的研究已引起世界性关注，埋地管道受到内外环境的腐蚀，因此，埋地管道检验技术逐渐形成管道内、外检验技术2个分支，但是根据目前国内的埋地管道事故统计资料可以发现，由于外防腐涂层和阴极保护失效而导致的管道腐蚀是引起埋地管道发生事故的主要原因，因此国内主要以外检测为主对埋地管道的防腐层和阴极保护进行检测评价，达到检验管体腐蚀缺陷的目的。目前，国内外都采用非开挖检测作为管道外防腐检测的有效手段。

埋地管道的非开挖检测的目的在于以经济有效的方法去发现管道的外防腐层存在的缺陷，了解阴极保护效果，为管道的日常管理维护及有效地进行维修提供依据，最终达到减轻、防止管道腐蚀的目的，保障管道的安全运行。

目前，我国常用的埋地管道非开挖检测技术有：交流电流衰减法、密间隔电位测试技术（CIPS）、直流电位梯度法（DCVG）、交流电位梯度法（ACVG）、Pearson法、C扫描等。

交流电流衰减法，又称多频管中电流法。该方法采用等效电流原理，评价防腐层绝缘电阻。检测时由发射机向管道发射某一频率的信号电流，电流流经管道时，在管道周围产生相应的磁场；当管道外防腐层完好时，随着管道的延伸，电流较平衡，无电流流失现象或流失较少，其在管道周围产生的磁场比较稳定；当管道外防腐涂层破损或老化时，在破损处就会有电流流失现象（如图1所示），随着管道的延伸，其在管道周围磁场的强度就会减弱<sup>[1]</sup>。

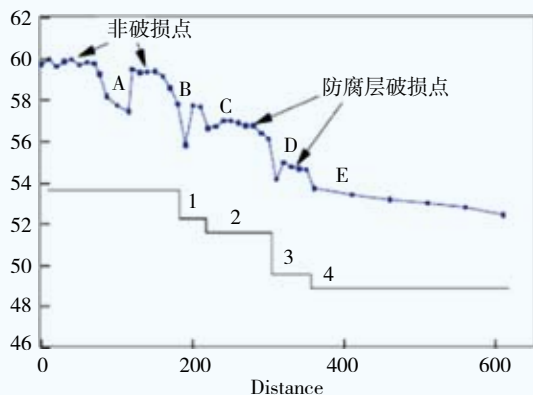


图1 管道内电流衰减法（128Hz）测量管内电流测量结果

这是目前国内外应用比较成熟的一种检测方法，可长间距快速探测整条管线的防腐层状况，也可缩短间距对破损点进行定位，并能够对防腐层的破损情况进行评估。

## 2 PCM的检测原理

PCM由信号发射机和信号接收机两部分组成，检测时，将发射机的一端与管道连接，另一端与大地或阳极床（牺牲阳极）连接。由发射机向管道发送4Hz测绘电流和128Hz的定位电流。接收机能探测到经管道传送的这种特殊信号，并跟踪和采集该信号。将采集到的电流值、深度等输入到随机提供的分析软件系统中，绘制电流随着距离变化的电流衰减曲线。通过对电流衰减曲线和电流衰减率的分析，能够实现防腐层破损点的定位和评估<sup>[2]</sup>。

目前PCM已经建立了较为成熟的防腐层质量评价模型，根据评价模型可推算出防腐层的性能参数值 $R_p$ （防腐层面电阻率）。在得到防腐层面的电阻率后，参考《城镇燃气埋地钢质管道腐蚀控制技术规程》等相关标准，来对防腐层的质量情况进行评价、分级等。

目前，许多管道没有准确的方位图，管道的具体位置有很多停留在印象记忆的程度，这使得在使用PCM进行检测时，需要花费更多的时间和精力在管线的定位上，降低了PCM的检测效率。无论采取以上何种方法对管道的防腐层进行评估时，都应该以找到正确管线为前提。虽然说PCM也可以对管线进行定位，但是PCM较为笨重，特别是当管线分布比较复杂时，多次更换发射机的位置，这将浪费大量的时间。所以说，对于没有管位图的管线来说，管线定位尤为重要。正确的管线定位能提高防腐层检测工作的针对性和有效性，提高检测的准确性，提高工作效率。目前比较常用的管线定位仪有RD8 000等。

## 3 应用实例

对北京某地区的天然气埋地管道非开挖检测工作，钢管长度共计1km。管线防腐类别：石油沥青；管体规格：DN150；管线建设时间1997年底。通过对管中电流随测量距离的变化曲线进行分析，共检出管

道防腐层漏点等缺陷6处,并进行了开挖验证,均检出严重的防腐层破损点。

根据该地区的环境特点,在发射机发射信号设定时,采用ELCD模式。ELCD(甚低频)电流方向(4Hz+8Hz)CD+128Hz,由于在小区内4Hz信号容易收到干扰,在测量管内电流时,采用4/128Hz信号。发射电流强度应大于或者等于300mA,如果在测量过程中电流衰减过快,应该及时查找原因。如果是因为防腐层质量过差导致的电流衰减过快,则需要考虑对防腐层破损位置进行更加详细的检测,可在必要的条件下进行开挖检测。如果是由于外界干扰信号导致的电流信号的波动,则可以使用128Hz或者选用更高频率信号来增加检测的准确性。管线的评估采用PCM,先测量电流衰减曲线,在电流衰减的异常区域用A字架准确定出破损点的方法。这样能有效的提高防腐层检测的针对性,提高检测的正确性。

在使用PCM对防腐层进行检测时,PCM测量的条件如表1所示。

将PCM的测量结果输入电脑,经系统专用软件进行数据处理,得到电流与测量距离的关系,结果见图2单频分段图。

表1 PCM测量条件

测量地点	青春路	初始电流	600mA
测量时间	2012-8-2	信号类型	ELCD
信号供入点	甲24#楼西南角	信号频率	4/128Hz

从图2中可以看出,在大概约600m~700m的位置上,出现了两处防腐层破损点,且电流的衰减斜率比较大,电流衰减明显。利用ACVG对这两处的破损点进行更进一步的定位,ACVG的dB值出现了明显的破损点特征,两处破损点的具体数值结果见表2所示。

表2 连续两处防腐层破损点的ACVG情况数据

方位	4Hz电流衰减	平行方向dB值			垂直方向dB值			埋深
		前	中	后	左	中	右	
偏南侧	65mA	30	18	28	23	41	30	0.85m
偏北侧	72mA	33	20	31	26	38	25	0.83m

对以上两处的防腐层破损点的位置进行了开挖确定。开挖的结果表明,两处的防腐层出现了明显的破损,并且破损程度极为严重。防腐层的脱落长度达0.5m左右,两处破损位置的开挖检测情况如图3所示。

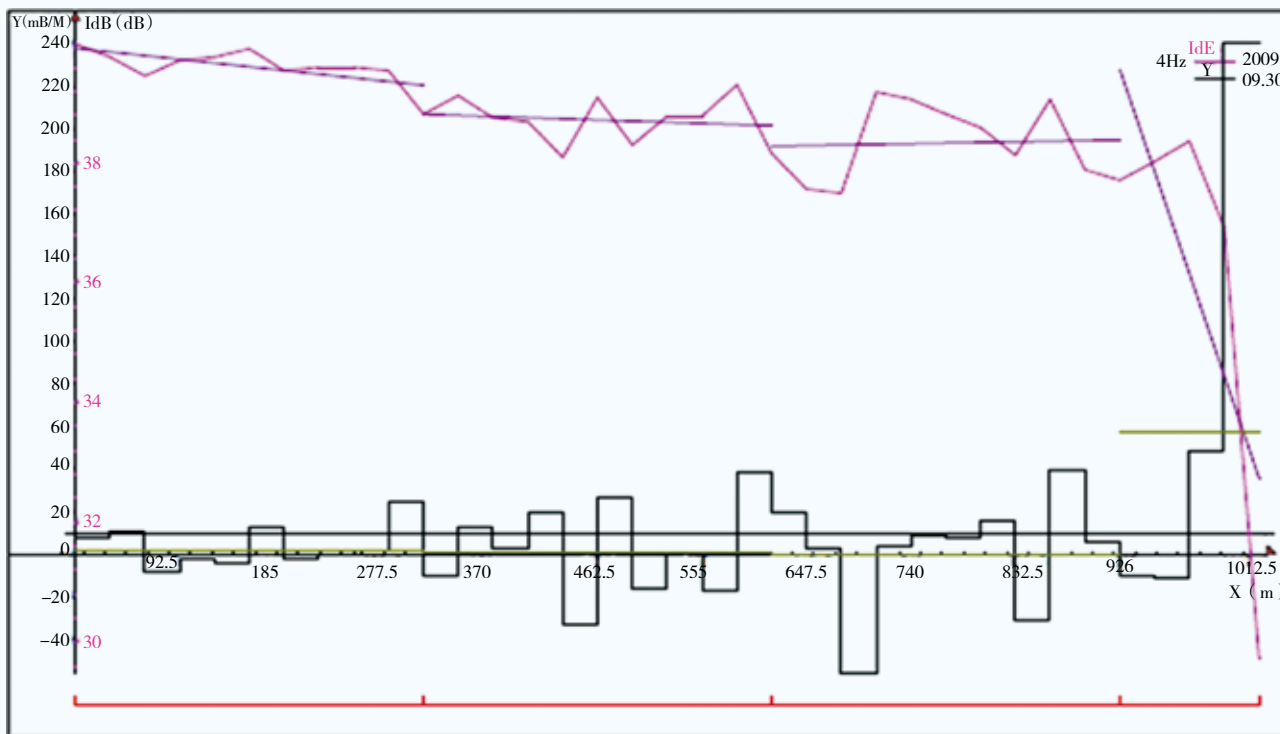


图2 PCM的单频分段图



图3 PCM检测出的连续两处破损点位置的开挖检测情况

通过图3的检测结果看，通过PCM测量电流衰减曲线，然后在电流衰减较为严重的区域利用ACVG对防腐层的破损点进行更进一步的定位和检测，能够较为准确的发现防腐层破损的具体位置，为开挖检测提供更加准确的信息。

如果单独使用ACVG而不提前测量电流的衰减曲线，这将导致工作效率大为降低。一方面，由于ACVG作为PCM的附件A字架，A字架接地极之间的间距只有0.5m左右，如果管线过长，导致连续使用A字架的次数过多，使检测的时间过长，降低了检测效率；另一方面，虽然可以每隔一段距离使用A字架进行检测，但是如果测量间距选取的不合适，会错过防腐层的破损点，降低了检测的正确性和有效性。

如果仅仅使用PCM进行电流衰减曲线的测量，最终不能达到防腐层破损点具体定位的目的，对以后的开挖检测和管线的运行维护加大了难度。所以综上所述，在使用PCM对防腐层进行评估时，应该优先使用PCM，先对管线的电流随着测量距离的衰减情况进行测量，在电流衰减比较严重的区域，利用ACVG对防腐层的破损点进行精确的定位，使最终达到防腐层破损情况检测和评估的目的，节省了检测所需要的时间，提高了工作效率。

#### 4 结论

PCM系统可对埋地管道防腐层状况进行全面评价，近年来发展日益成熟，其应用也越来越广泛。该法在不开挖的条件下检测，不仅简化了检验程序节约了经济成本，而且弥补了直接检测法的劣势。实践证明，应用这种技术检测速度快、操作简单，准确性和可靠性较高，结合后期数据处理软件可以得到直观的评价结果。

然而我们也应清醒的认识到PCM检测的局限性：首先，PCM法同其它电磁法一样不能检测出防腐层剥离的情况。当防腐层剥离（即与金属壁脱离）时，由于防腐层对阴极保护电流的屏蔽作用，可能会发生严重腐蚀，因此，剥离危害性更大。其次，当伴行有电缆等强电干扰时该方法不能正常工作并且不适用与某些特殊部位的检测（如三通、弯头等）。在电流衰减曲线上，图4的位置理论应该为防腐层的破损位置，但是，开挖后发现该位置处为一个三通接头，电流有一部分通过三通流出，使该处的电流发生衰减，在曲线上也呈现出了电流衰减突变的假象。所以说，在遇到特殊的环境和条件时，应不断的通过现场试验、反复对比来积累检测经验，必要时应综合其它手段相互验证，以使后期检验通过综合对比得出更加可靠精确的结果。



图4 三通弯头位置坑内的基本情况

交流电流衰减法是应用性很强的技术。正确、完备的理论推导、现场大量的检测数据和必要的实验数据，是建立完善检测评价模型的基础。另外，在保证够用检测精度的前提下，尽量降低检测工作量又是方法普及的必要条件。随着检测设备的不断完善和计算机软件技术的不断发展，未来的检测技术将会不仅能



doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2013.10.005

# 燃气企业有限空间内作业安全管理模式探讨

□ 秦皇岛市燃气总公司(066000) 邱晓辉

**摘 要:** 本文介绍了燃气企业在进行有限空间作业时安全管理模式的建立, 包括作业安全管理、安全措施、安全监督管理。

**关 键 词:** 有限空间 安全管理

国家安监总局关于《工贸企业有限空间作业安全管理与监督暂行规定》(安监总局第59号)已经于2013年7月1日起施行, 燃气行业在进入贮罐、地下坑、下水井等空间内作业, 管理稍有不慎, 容易导致火灾、爆炸、中毒、窒息等人身伤害事故。有限空间内作业的危险性, 不仅取决于系统清洗、置换处理程度、容器内部结构, 还与施工方案、施工单位、施工进度、难度、劳动组织协调等密切相关, 因此, 燃气企业应建立有效的有限空间内作业安全管理模式, 从根本上预防有限空间作业事故的发生。

## 1 有限空间内作业安全管理

有限空间内作业涉及诸多不安全因素。环境危险因素: 系统处理不净, 残存易燃、易爆物或氧含量不足等; 施工管理危险因素: 施工安全措施不落实, 监护人不到位等; 还存在施工人员和施工过程危险因素。因此, 必须健全有限空间内作业安全管理规定, 建立进入有限空间内作业的安全程序, 进行有效的安全监督管理。

(1) 制订有限空间内作业的安全管理规定和施

保证检测的精度而且能降低检测的工作量, 相应的技术标准也会更加完善。

### 参考文献

1 司永宏, 牛卫飞, 王世来. 交流电流衰减法(PCM)在埋地管道防腐层检测中的应用. 化学工程与装备, 2008;

10: 2

2 李志宏. 城市天然气埋地管道非开挖检测技术研究. 合肥工业大学硕士论文, 2009; 3

3 耿铂, 余越全, 王健健. PCM管道电流检测系统介绍及应用[J]. 腐蚀与防护, 2002; 1: 21-23

4 高天青. PCM在地下管线探测中的应用[J]. 福建地质, 2005; 3: 189-192