

PCM⁺

英国雷迪公司世界领先的
管道电流测绘系统



操作手册 | 第一版本 | 20007年10月



前言

使用前

在使用PCM+接收机和发射机前，请仔细阅读此用户手册。英国雷迪公司始终不断地开发新产品，因此，此手册和手册内容将不断更新。

英国雷迪公司保留更改产品的权利，在此手册出版后，产品也许已经更新。

请和英国雷迪公司中国维修中心或代理商联系索取PCM+家族最新产品信息，或登陆英国雷迪公司网站：www.radiodetection.com。

重要提示

英国雷迪公司的接收机可探测到几乎所有地下线缆和导体。但是，有些线缆不发射信号，我们的接收机探测不到这些电缆。接收机不能判断信号来自于单个线缆、几条并排线缆，还是上下排列的线缆。

此设备没有在有毒气体环境下使用的认证。

在使用耳机时，先降低音量，以免损坏听力。

应根据公司的操作规程和、或国家的相关法律处理镍镉蓄电池。

金属，如井盖和停泊的汽车回干扰线缆和管道定位仪的正常工作。在测量深度和电流时，请离开上述物体一到两米。如果操作员穿着带有铁掌的靴子，请不要站得太靠近接收机。

此设备，或其他此系列的设备按照IEC 801-2进行过测试，不会被合理范围内的静电所损坏。但是，在非常极端的情况下，系统可能会暂时停止工作。一旦发生，请关闭设备，等会再从新开机。如果设备还不正常，断开电池几秒钟。

培训

英国雷迪公司对大多数雷迪产品都提供培训。有资格的培训师可在客户指定地点或雷迪公司培训操作人员。

详情，请联系雷迪公司办事处或代理商。

商标

PCM+是英国雷迪公司的商标。

蓝牙是蓝牙特种利益集团的商标。

版权声明

英国雷迪公司拥有此手册的版权，并保留所有版权。英国雷迪公司是SPX集团公司的子公司。

目录

前言	ii
使用前须知	ii
重要提示	ii
培训	ii
商标	ii
第一部分 – 介绍	1
1.1 关于此手册	1
1.2 手册大纲	1
1.3 PCM+系统概述	1
PCM+系统特点	1
PCM+发射机	2
PCM+接收机	2
第二部分 – 发射机功能	3
2.1 发射机控制面板	3
2.2 频率选择	3
2.3 输出电流选择	4
2.4 警示灯和指示灯	4
2.5 显示	4
2.6 信号连接	4
使用便携式发射机	5
发射机和管道的连接	5
无整流器的情况下	5
2.7 电源连接	6
汽车直流-交流转换器	6
支流电源	6
20-50V 直流 和15-35V 整流交流电源	6
第三部分 – 接收机操作	7
3.1 控制面板和LCD特点	7
3.2 设置控制器	7
可选项	7
3.3 电池	8
3.4 操作频率模式	8
测绘模式	8
额外定位模式	8
左、右指示	8
触摸增益控制和条形图	8
3.5 深度测量	8
3.6 记录测量数据	8
管道电流测量	9
存储或放弃读数	9
上载	9

删除所有存储数据	9
第四部分 – 基本定位	10
4.1 定位目标管线	10
4.2 峰值步骤	10
4.3 谷值步骤	10
4.4 深度和电流测量	11
4.5 电流测量测绘	11
获取和解释结果	11
4.6 使用dBmA测绘管道电流	12
第五部分 – 进行测量	14
5.1 管道和配送系统	14
基础技巧	14
进行测量 – 配送系统	15
5.2 管道和管道故障	15
理解读书和图表	15
第六部分 – 应用	16
6.1 平行管道	16
第七部分 – PCM+ A字架	19
7.1 关于A字架	19
7.2 操作	19
7.3 故障严重程度对比	20
7.4 存储PCM+故障定位读数	20
7.5 数据上载-PCM+故障定位数据	20
第八部分 – 解释结果	21
8.1 介绍	21
8.2 避免错误	21
8.3 识别干扰	21
潜在的干扰源	21
8.4 定位电流	21
8.5 方向箭头	22
8.6 解释测绘结果	22
第九部分 – PCM+ PC和PDA软件	23
9.1 安装	23
系统要求	23
第十部分 – 附录	24
10.1 技术指标	24
接收机	24
发射机	24

图表

Figure 2.1: 发射机记录板	3
Figure 2.2: 频率选择	3
Figure 3.1: 接收机控制	7
Figure 4.1: 峰值模式	10
Figure 4.2: 谷值模式	10
Figure 4.3: 管道电流流	11
Figure 4.4: 管道电流流	11
Figure 4.5: 管道故障	11
Figure 4.6: A/mA故障图	12
Figure 4.7: dBmA故障图	12
Figure 4.8: mA故障图	12
Figure 4.9: dBmA故障图	12
Figure 4.10: 收集到的数据和结果解释	13
Figure 5.1: T字接头管道1	14
Figure 5.2: T字接头管道2	14
Figure 5.3: 环状管道	14
Figure 5.4: 环状系统1	14
Figure 5.5: 环状系统2	14
Figure 5.6: 配送系统	15
Figure 5.7: 解释配送系统	15
Figure 5.8: 不合格涂层金属护罩	15
Figure 5.9: 完好涂层	15
Figure 6.1: 平行管道案列 1	16
Figure 6.2: 解释	16
Figure 6.3: 平行管道案列 2	16
Figure 6.4: 解释	16
Figure 6.5: 平行管道案列 3	17
Figure 6.6: 解释	17
Figure 6.7: 成角管道案列1	17
Figure 6.8: 平行管道案列 4	18
Figure 6.9: 平行管道案列 5	18
Figure 7.1: A字架故障查找	19
Figure 7.2: A字架故障查找	20
Figure 7.3: 定位故障	20
Figure 7.4: 获取读数	20
Figure 7.5: 故障严重性比较	20
Figure 8.1: 解释结果	22

第一部分 - 介绍

1.1 关于此手册

此手册为管道检测人员全面地讲述了PCM+发射机和接收机系统的操作规程。在使用之前，请仔细阅读此手册，并请留意所有安全警示和程序。

手册介绍了PCM+ PDA和PC软件应用，但没有阐述安装或操作规程。

以下是PCM+系统中接收机和发射机的概要

1.2 手册概要

- 第二和第三部分详细介绍发射机和接收机的特点
- 第四部分概述PCM+系统的基本定位程序和案列
- 第五部分介绍PCM+接收机的测量和记录功能
- 第六部分介绍PCM+野外实际应用
- 第七部分介绍PCM+A字架
- 第八部分阐述如何解释记录的数据
- 第九部分介绍PCM+ PDA软件包以及下载方法
- 第十部分是附录 - 高级配置方法和技术指标

1.3 PCM+系统概述

英国雷迪公司生产的管道电流测绘系统克服了现有各种技术的局限性，使管道工业更有效、更准确地评估有阴极保护的各种管道的保护效果。这种新技术能识别因管道与其它金属结构接触而引起的各种短路故障和管道的各种护层故障。

传统的阴极保护系统测量的是管道对地电压，从而确定管道是否被防腐保护。由于防腐层退化或损坏，有些管道上的保护电压降低，腐蚀损害就会加快。简单的欧姆定律表明增加电流便可提高电压，可是高整流输出电压又加速防腐层退化。增加电流还会使管道变脆，有可能导致灾难性的事故。

PCM+为定位故障和不合格防腐层提供了一种新的方法，还可以和A字架一起使用进行密间距极化电位测量。

PCM+的系统特点

- 由便携式发射机和手提式接收机组成。发射机馈送一种接近直流的信号电流给管道
- 接收机对沿管道传送的这种特殊信号电流进行探测，并显示出信号电流的强度和方向
- 即使在管道与其它金属结构接触，或有干扰，或管道拥挤的情况下，都能准确、容易地对管道进行定位，并绘制管线图
- 能给出管道上电流的分布和电流的方向，该电流实际上就是管道上的CP电流
- 精确的评估管道的防腐层状况

- 降低虚假指示，减少不必要的开挖
- 提供数据记录，并通过蓝牙和PDA或PC连接现场审视图形
- 配上A字架，精确定位防腐层破损点
- 减少了工作和维修费用，提高测量速度
- 操作者不需完成“电流跨度”，不需手工计算，就可以确定沿管道传播的CP(阴极保护)电流
- 本系统是在管道工业领域的专家指导下，专门为管道工业设计生产的
- **PCM+**是英国雷迪公司管道产品系列的一部分，我们管道产品系列还包括杂散电流测绘仪（SCM）、精确管道定位仪、管道矢量仪、和只能信号阻截发生器

PCM+发射机

PCM系统的专用大功率发射机能使信号的检测距离长达30公里（20英里）。连接点大大减少，从而缩短管道检测时间。

发射机有三种工作模式，这三种工作模式能有效地测绘出管道系统的干线（传输管道）和支线（分配管道）。

PCM发射机连接非常简单，发射机上显示电流和功率读数的LCD帮助操作人员针对特殊的管道情况选择最佳设置。

PCM+发射机操作指令，请参阅第二部分

PCM+接收机

手提式接收机能定位管道密集区域的目标管道。操作者可测出由系统发射机施加的接近直流的信号电流的大小和方向。

接收机进行必要的计算并即时显示结果。这就给操作者提供了有效、先进的测试方法。**PCM**能准确定位管线与金属结构的触碰点和护层故障区段，从而准确地检查阴极保护系统。

PCM+接收机操作指令，请参阅第三部分。

第二部分-发射机功能

专用大功率PCM+发射机传输信号的距离长达30公里（20英里）。

PCM发射机安装在一个坚固的防水塑料箱内，打开把手两侧的弹夹就可打开箱子。在某些特定条件下箱子里的气压需要均衡，这只需旋松手把上的小旋钮就行。

在工作期间箱子要打开，以便使机器处于最佳温度。

当合上箱子时，要确保电缆远离发射机散热器。

- 7. 频率选择
- 8. 序列端口（仅供维修人员使用）
- 9. 散热器

2.2 频率选择

LCD显示4赫兹输出电流。

开关上有三个档位选择所施加的测绘频率：

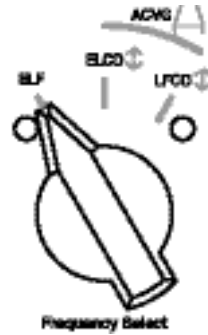


图2.2 频率选择

甚低频（ELF）传输管道

甚低频最大范围

- 35% 4Hz
- 65% ELF (128Hz 或 98Hz)

甚低频电流（ELCD）传输管道和配送管道

甚低频（ELF）电流方向，中等范围。

- 35% 4Hz
- 30% 8Hz (电流方向)
- 35% ELF (128Hz 或 98Hz)

低频电流（LFCD）配送管道

低频（LF）电流方向，频率可选

- 35% 4Hz
- 30% 8Hz (电流方向)
- 35% LF (640Hz 或 512Hz)

4赫兹测绘电流始终存在。

为了能在管线密集区准确定位管线或查找故障，操作人员可选择定位频率和电流方向指示。

2.1 发射机控制面板

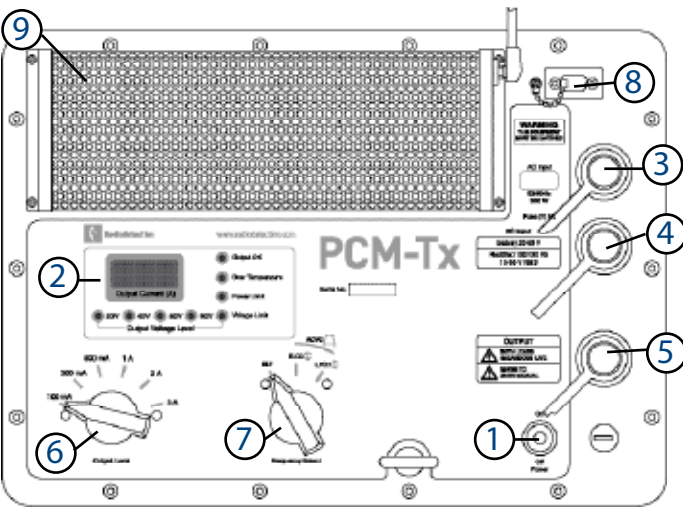


图2.1发射机面板

1. 开关
2. LCD和LED显示。指示输出电流和发射机工作状态。
3. 交流插座
4. 支流插座
5. 输出线插座
6. 输出电流水平选择

2.3 输出电流选择

电流旋转开关可选择下述 6 种4赫兹电流值：100毫安，300毫安，600毫安，1安，2安，3安。

发射机在工作状态下，使所选的电流大小保持恒定，除非输入功率达到极限。

2.4 警示灯和输出指示

黄色发光二极管显示发射机的输出电压水平。

灯不亮，输出电压低于20伏。

20伏灯亮，输出电压在20-40伏之间。

40伏灯亮，输出电压在40-60伏之间。

60伏灯亮，输出电压在60-80伏之间。

80伏灯亮，输出电压在80-100伏之间。

电压极限

指示电压极限的发光二极管亮，就表明发射机已经达到100V的输出极限。这说明管道或接地电阻太大，请检查所有连接点。

警示!

如果知道被检测管道的保护层状况很好，当电流增大时，电压警告指示有可能亮起来。

当60、80、100伏灯亮时，不要再增加电压或电流，因为这可能会在保护层破损点导致电流密度增加。这在发射机开机时间太长的情况下，有可能造成管道轻微腐蚀。

2.5 显示

三位数LCD显示加载到管道上的4赫兹信号电流值（安培）。

以下LED显示指示发射机状况：

绿灯	输出正常
红灯	温度过高
红灯	功率达到极限
红灯	电压达到极限

温度过高

如果发射机温度过高，发射机会自动关机。这时，只有等发射机冷却后才能再开机。

功率达到极限

电流选得太大，外部电源无法满足发射机所需的电力。发射机达到功率极限。

这时，应将发射机电流切换到较小直至绿色发光二极管灯亮，表明输出良好。电流挡位调整后几秒钟，电流稳定在所选的电流值上。

2.6 信号连接

警示!

在断开管道CP连接前，注意严格按照正确的安全规程操作。

接线前，要断开发射机电源。

程序

1. 将管道线缆和阳极线缆从整流器上断开。
2. 确保发射机电源断开。
3. 将白色信号输出线与管道线缆连接。
4. 将绿色信号输出线连接到阳极线缆。

注意: 如果上述导线接反，则PCM接收机的电流指示箭头会指向错误方向。

采用独立的低阻抗接地物，例如一个牺牲镁阳极或接地床。

待测管道有绝缘接头时，绝缘接头另一侧的管道是合适的接地点。

必须注意在使用接地棒时，经常会出现阻抗不够低的现象。接地棒必须离开管道至少45米（150步），以确保均匀的电流分布。

使用便携式发射机

在以下情况下，可使用便携式发射机（T3或T10）提供更强的定位信号：

- 如果PCM发射机的超低频信号不够强。
- 定位从建筑物中出来的配送管道时，其绝缘接头是固定的。

便携式发射机使用低频（512/640赫兹）连接到管线/管网的测试点或绝缘接头上。8kHz定位模式可采用直连和感应法。

使用便携式发射机的低频（512/640赫兹）时，PCM发射机一定不能设置在此频率上。

发射机与管线的连接方法

与阴极保护整流器的连接

单个整流器为单根管道提供外加阴极保护电流的情况下，整流器是连接到阳极和管道上的。供电电源为110/220伏交流电。

把管道连接线和阳极连接线从整流器接线柱上断开。如果不从整流器断开，PCM信号将很不稳定，也可能损坏发射机。

将PCM发射机连接到线缆上。白色线连接到管道线上；绿色线连接到阳极线上。使用市电为发射机供电。

如果没有绝缘接头，PCM信号在连接点的两端都有。

单个整流器为多个管道提供外加阴极保护电流的情况下

把管道连接线和阳极连接线从整流器接线柱上断开。尽可能分开单根线缆，这样就可以对单个线缆进行检测，检测距离最大。

将白色线连接到管道的一条线上；绿色线连接到阳极线上。使用PCM发射机确定每个管道上的线缆

如果PCM发射机的信号加载到不止一条管线上，信号将被分配到各个线缆上，这将缩减最大测试距离。

注意：管道上需要阴极保护电流最大的区段，也同样有最大的PCM+电流。所以使用PCM+接收机测量所有管道区段的电流就能确定哪段的阴极保护故障最严重。这是确定管道保护层质量的快捷方法。

没有阴极保护整流器的情况时

测试点

在有些测试点处，绝缘接头的线缆被引上地面。

将PCM发射机连接到绝缘接头。白色线接到你要测量管道的一边，绿色线接到另一边作为地线。

注意：确定管道的走向是相反方向的。如果连接的管道是同方向的，就会影响测试结果。

通过牺牲阳极连接

牺牲阳极可作为发射机的接地点。

在没有绝缘接头时，使用这种连接。

注意：有些牺牲阳极是直接连接到管道上的，而不是连接到测试点的。很容易定位这些，因为这些地方有大量PCM电流损失。

在测试点，断开从管道连接到阳极的连接线。发射机的白色线连接到管道，绿色线接到阳极。

注意：如果阳极已经强贫化，阻抗将很高，发射机信号灯将显示更高的电压值。

在这种情况下，建议使用一系列长接地棒，以降低接地电阻。

不管使用什么样的接地，接地电阻必须小于20欧姆，以保证发射机的正常电流输出。

注意：必须确定另外一条管道的走向是反的方向。

河流、下水沟、堤坝、沼泽等水域都是理想的接地处。

把绿色线连接到一块金属物上，然后放入水中。

注意：确定管线不是经过同一湿地。

其他电气装置也可以用来为发射机接地。但是这将导致电缆加载PCM发射机信号。

如果这些电线在管道附近，会影响检测结果。

与下述电源连接之前发射机必须关机（断电）。

- 230 V (110 V) 交流电源
- 20-50 V 直流电源
- 15-35 V 整流电源

使用230 V (110 V) 交流电源或发电机。

2.7 PCM发射机电源的连接方法

警示!

必须用插头将仪器接地。

供电为230 V 交流50HZ（110 V 交流60HZ），发射机最大输出功率可达300W。

将电源插入整流器上，或者使用230V（110V）发电机，为发射机提供至少300W的功率，以保证发射机的最大输出功率。

使用汽车直流电变交流电

使用电压转换器将汽车直流电（12/24V）转换成交流电（230/110V），输出功率需要300W。

使用电池

两节12V或一节24V汽车电池也可以为PCM发射机供电。

使用20-50V（直流）和15-35V（交流整流）直流电源

输入电压在20-50V直流（14-35V交流整流）时，从电源中输出的最大电流可达5A。

确保整流器断开。

黑线接电源负极，红线接电源正极。先打开整流器，然后打开发射机。

如果电流达不到5A，指示灯将亮起。

旋动有6个档的电流选择旋钮到最小档，并打开发射机。逐渐增加电流，使发射机输出电流不超过输入电流。

最大输出功率取决于电压。例如，在指定的管道上，当输入电压为20V时仅能输出300mA的最大电流，而输入电压为50V时可输出3A。

发射机的直流输入有极性反向保护和过电压保护，但必须保证连接正确。

第三部分-接收机操作

此部分介绍PCM+接收机操作。手持接收机用来定位管道。

注意：使用前，请选择你所在国家的电源频率（50或60赫兹）和度量单位。设置方法，请参阅3.2。

3.1 控制面板和LCD面板

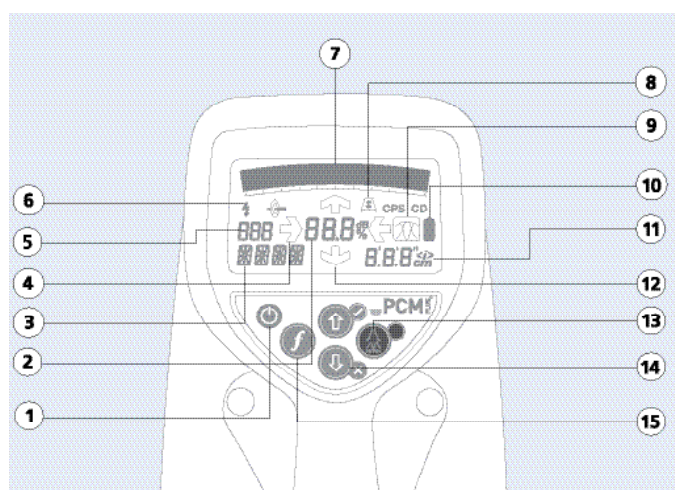


图3.1: 接收机控制

1. 开关按键。按下选择设置控制（见3.2）。关机时，接收机将自动存储操作模式。
2. 数字信号显示：一百分比方式显示信号响应。
3. 频率/模式指示：显示所选的频率和操作模式。
4. 左/右方向指示：只在谷值模式下指出目标管道所在的方向。
5. 数字显示：显示电流增益值。同时也显示记录文件索引。

6. 电力模式：选择电力模式。
7. 条形图：显示信号强度（dB或百分比）。
8. 故障查找模式：使用8k故障查找A字架。
9. 天线显示：窄峰值（双水平天线）；谷值（垂直天线）。
10. 电池电量指示。
11. 深度或电流指示。
12. 故障查找箭头：沿管道指向故障位置。在CD模式下，识别出去电流4/8Hz。
13. 天线选择键/深度和电流：按一下，选择峰值或谷值。长久按住，导致数据记录列存储到蓝牙（如果开的情况下）。
14. 上下箭头：调节信号增益。在数据记录程序中，存储或放弃记录。信号强度以条形图显示（50%为适中）。如果信号强度超出有用操作区间，自动调整到中间刻度。
15. 功能键：按下选择频率和操作模式。

3.2 设置控制

打开接收机，即刻按以下开/关键，便进入设置控制。菜单出现后，使用上下键（14）滚动选择功能。按以下开/关键选择所需功能。

按一下开/关键（1）选择电流

可选项

1. 音量：四个档位。0为静音，3为最大音量。

警示!

使用耳机前，请检测音量，以免损伤耳朵。

2. 发送：通过蓝牙发送数据记录。数据以标准的行业CSV格式存储，可用任何文字编辑器阅读。
3. 删除：删除数据记录文件。
4. 电池：选择碱性电池还是镍氢电池
5. 电力：选择电力模式频率（50或60Hz）
6. 单位：选择公制或英制。
7. 信号：选择正常（NORM）和低（LOW）。正常可满足大多数应用。工作条件差的地方，选择低。
8. 蓝牙：选择关闭（OFF）无线信号。选择自动（AUTO）打开蓝牙。在自动模式下，接收机将和绑定的设备连接。选择配对将接收机和蓝牙设备进行绑定

3.3 电池

当电池需要更换时，显示器会显示闪烁的电池符号。电池可正常使用30个小时。

当电池需要更换时，显示器会显示闪烁的电池符号。电池可正常使用30个小时。

当电池需要更换时，显示器会显示闪烁的电池符号。电池可正常使用30个小时。

3.4 频率模式及操作

按功能键来选择操作频率。

测绘模式

ELF	甚低频	128赫兹/98赫兹
LF	低频	640赫兹/512赫兹

8kHz 标准定位频率（英国雷迪公司制造的电池供电发射机）。

电流方向箭头只在ELCD和LFCD模式下显示。

其他定位模式

电力模式：检测50赫兹电缆。

CPS模式：检测来自CP整流器的100/120赫兹波纹。

左/右方向指示

左/右方向指示。

可快速追踪管道和检测干扰。

触摸增益控制和条形图

用上下箭头提高或降低增益。增益读数越低，说明信号越强。

信号强度用条形图表示。

在条形图上方显示的数字表示条形图的百分率。

如果条形图占满表盘，数字显示为99.9，向逆时针方向旋转增益旋钮一下，将条形图显示减少至60%。

3.5 深度测量键

自动显示深度，深度测量显示如下：

- 小于1米，用厘米表示
- 大于一米，用米和厘米表示
- 大于3英尺，用英尺表示

注意：为得到准确的深度测量，PCM+必须在目标管道的正上方，而且其底刃必须与管道走向垂直。

3.6 记录测量数据

PCM+数据记录器获得PCM+读数后，将记录序号、PCM+电流（mA 和 dB）、电流方向、深度、相位角度，和定位电流。和GPS匹配的PDA使用，数据记录还显示GPS位置和时间。

PCM+接收机可存储1000条数据记录。

管道电流测量

为了获得精确的结果，在倒计时期间接收机必须尽可能保持静止不动。

按下天线选择键，开始电流测量。

4秒后，测量周期结束。这时显示电流读数，左/右箭头指示和下一个有效的电流读数记录号，显示直到按动接受按钮或拒绝按钮为止。

此时显示新记录号、深度和电流。条形图增大，说明正在存储。记录程序结束，按向上的箭头接受，按向下的箭头取消。

数据记录被接受或被取消后，接收机返回定位模式。

注意： 读数闪烁意味着读数是临界的，应再次获取读数。这可能由移动的金属或附近的汽车导致。

保存或拒绝电流读数

一旦获得PCM电流读数，记录序号（1—1000）即显示在屏幕左上角。如果该读数需要保存，则要用这个记录序号。

按向上箭头接受，PCM+嘟嘟，并返回定位模式。

按向下的箭头取消，并返回定位模式。

上载

注意： 电脑或PDA中应安装有英国雷迪公司的上载软件。有关详情，请参阅第九部分。雷迪公司提供免费软件，可在雷迪官方网站www.radiodetection.com下载。

一旦接受键，数据记录将发到PDA，和X值、Y值、以及时间同步，并存入PDA，进行活动跟踪。

删除所有记录

进入设置控制，选择删除（DEL？），删除所有存储记录。一旦删除，不可复原。

第四部分-基本定位方法

连接好PCM发射机，开机，选择ELF或LF频率。如果没有连接发射机，使用电力模式探测50/60赫兹电流或用CPS频率定位阴极保护系统上的100/120赫兹频率。

打开接收机，使用功能键，选择工作频率来定位管道。

4.1 定点定位目标管道

在追踪了目标管线，并且知道其大致方位后，定点定位便能确定目标管线的精确位置和走向。定点定位是很重要的，偏差直接影响深度和电流读数的精确度。

4.2 峰值法步骤

将接收机灵敏度调至刻度的一半。如果条形图处于满刻度，按下向下箭头，灵敏度将降低，条形图处于60%。在管道的定点定位中，时常调节灵敏度以保持条形图在满刻度内。

1. 手提接收机，使底刃垂直接近地面。
2. 在管道的一侧和另一侧来回移动，确定最大响应位置。
3. 把接收机作为枢轴旋转，并在最大响应处停住。查看接收机方向。如需要，降低灵敏度。
4. 继续旋转接收机直到显示响应为零。现在底刃和管道平行，这就是管道准确走向。旋转接收机90度。现在响应最大。
5. 由目标管道一侧向另一侧慢慢移动接收机，来确定峰值响应的准确位置。探测底刃处于管道正上方并与管道垂直。
6. 标记管道位置。

4.3 谷值法步骤

用峰值法步骤定点定位，并做标记。
转换到谷值法，跟踪左右箭头。注意在管线上的反响位置。

如果峰值和谷值定出的位置重合，可断定定位准确。如果不重合，定位不准确。注意，如果峰值和谷值的定位偏在同一侧，那么管道真正的位置靠近峰值位置处。

仅当峰值定位点和谷值定位点相互之间的距离小于15厘米时，获得的结果才精确。

平行管道及阀门对峰值和谷值位置的影响。

如果峰值定位点和谷值定位点相互之间的距离大于15厘米时，证明磁场被畸变。从新选个位置测量。

在查寻管道的过程中，如果遇到有“T”形或“L”形管道时，应对该区域进行网格式扫掠。走到管道的一侧，把增益调至50%直到有读数。

沿着想象中的网格行走，要记住使PCM接收机保持在适当位置上，切勿使底刃与管道在一条直线上（应与管道垂直）。

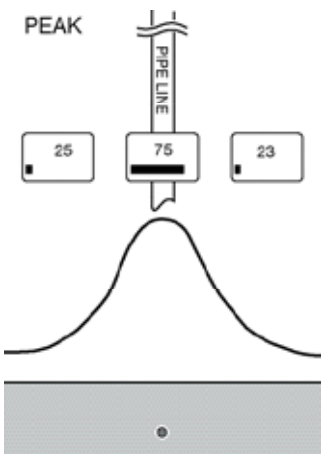


图4.1峰值模式

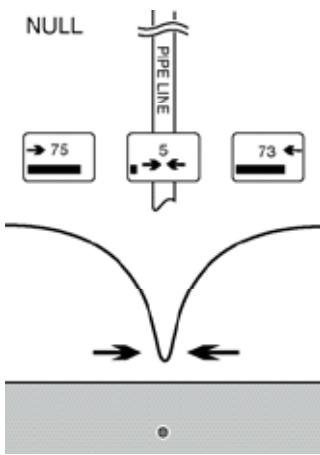


图4.2谷值模式

4.4 深度和电流测量

在测取深度和电流读数时，保证PCM在管道正上方并与管线走向垂直。

除50/60赫兹电力频率模式外，所有定位频率都可以测量深度。

在ELF、LF、CPS和8K赫兹定位频率下，都可以测量电流。

在斜坡上时，PCM的附件允许一定程度的角度调整，使PCM固定在这个位置上。

整平地面，使PCM磁力底座和管道平行。

PCM+和管道角度如果不是90度，深度和电流读数有可能不准。

注意：深度测量的精确与否关系到PCM+的测量结果。由于在T形管道、管道连接处、转弯处，和管道深度变化处，磁场可能发生畸变。尽量不要在上述区域测量。

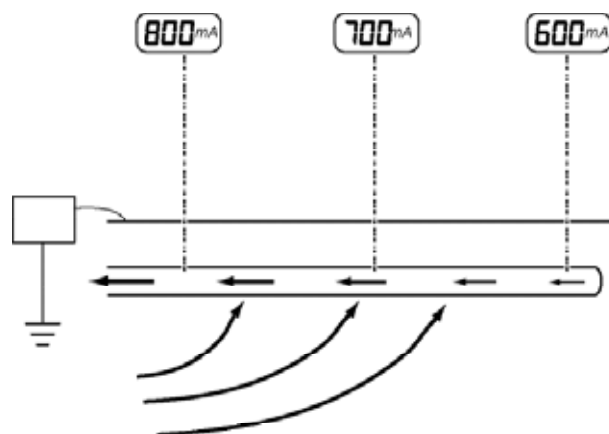


图4.3管道电流

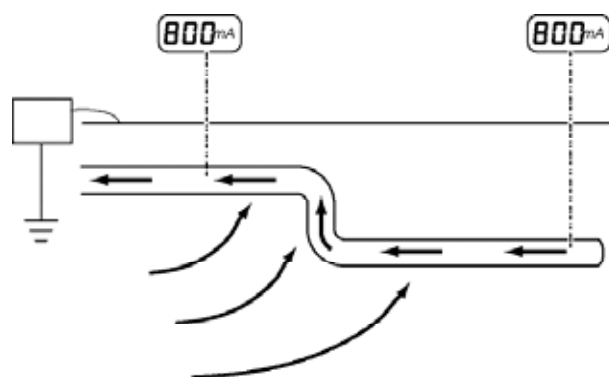


图4.4管道电流

4.5 电流测绘理论

获取、解释结果

电流流过直埋导电物体时，产生与所施加电流强度成正比的磁场。通过在地面上分析磁场的分量即可测定原始电流。

PCM+系统的“心脏”是发射机给管道施加接近直流的测绘信号电流。在非常低的频率上（4赫兹）管线电流衰减和分布的电气特性与整流器发出的CP电流的电气特性实际上是相同的。

PCM+接收机有一个被称作磁力仪的精密、高性能探头，它能远距离探查和测量甚低频磁场。采用先进的信息处理技术，只需按下按键就能测到近乎直流的信号电流（和方向），下载到PC和PDA上，可绘制随距离而衰减的电流分布图。

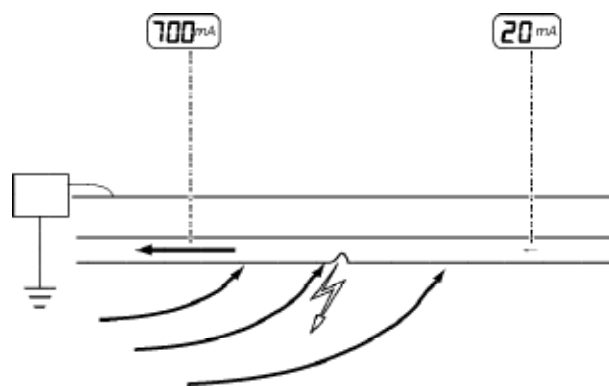


图4.5管道故障

在所有的管线图上，箭头表示电流流向发射机的方向。箭头的相对长短代表电流的强度。

PCM发射机向管道施加电流，其电流强度从发射机开始随距离的增大而减小。衰减率与管线保护层状况、地面电阻率，和管道电阻状况有关。

在所有的管线图上，箭头表示电流流向发射机的方向。
箭头的相对长短代表电流的强度。

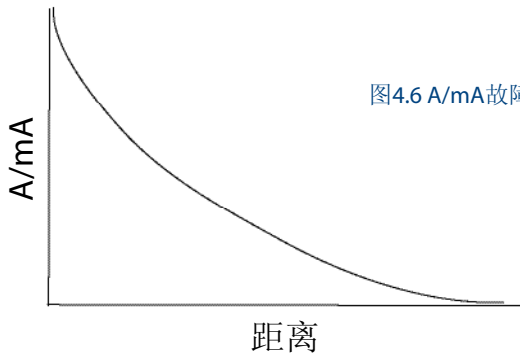
PCM发射机向管道施加电流，其电流强度从发射机开始随距离的增大而减小。衰减率与管线保护层状况、地面电阻率，和管道电阻状况有关。

PCM接收机能补偿深度变化，即使管道深度改变时，电流读数仍保持不变。

遇到管道上的故障时，电流迅速下降。故障是由护层损坏以及与其它金属设施触碰等而引起的。

PCM+电流的损耗和破损处所消耗的CP电流是相等的。

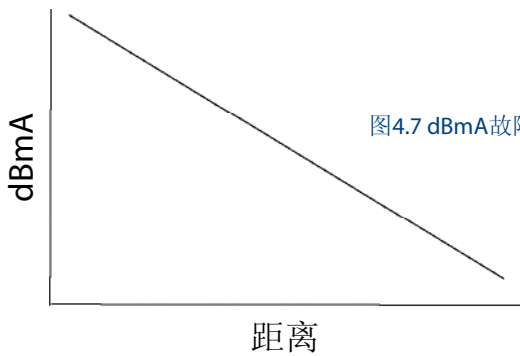
注意：沿管道有线性的电流损耗是很自然的，它与管道的老化程度和护层情况有关。



4.6 管道电流测绘

PCM+接收机以amps/mA 或dBmA值显示电流。当结果存入内置数据记录器中，mA 和dBmA被同时存入。

施加在防护层完好的管道上的AC信号电流由于电容的缘故随距离的增加将损耗掉。PCM+使用的是近乎直流的4赫兹信号，电容损耗是微乎其微的。使用A/mA画出结果图形有一个指数坡度，这是因为接近发射机的电流损耗比别处大。

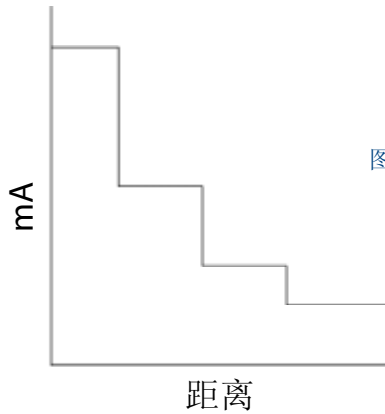


将指数mA结果转换成对数dBmA，显示的同一图形是垂直的斜坡线。

使用dBmA显示结果的优点是图形容易分析。

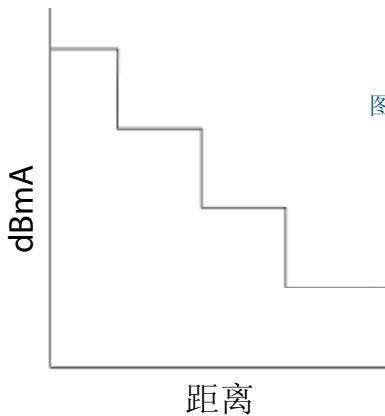
举例

一条管道有三处电阻大小一样的破损点，一个在首端，一个中间，一个在末端。如果使用mA在垂直刻度盘上作出电流损失图形，图形上代表第二个和第三个故障点的台阶逐渐变小。其原因是因为欧姆定律，即电流在前一个故障点损失。



使用dBmA作为垂直刻度盘，其结果是，同样大小的故障图形显示的台阶都一样。

下图可以看出三处大小一样的故障和其mA 和 dBmA的图形。



collected, whilst the line '1' to '4' is the interpreted data.

第一眼觉得mA图形显示的故障在变小。而dBmA图形清楚地显示故障大小都一样。由此而知，dBmA显示的是数值比，而mA显示就会导致错误的解释，这是因为发射机附近的电流损失大，离发射机越远，损失就越小。图4.10中，“A”到“E”的线表示收集到的管道数据，而“1”到“4”是注释后的数据。

可以看出：在“A”处，电流下降，然后又几乎恢复到起先的水平。这可能是由定位信号畸变导致的，造成畸变的原因可能是被测量管道上方有另一条管道。

“B”到“E”显示出明显的台阶（在故障点有些畸变）和信号损失。恢复后的读数比故障前的信号读数小。

还需要用PCM+ A字架进一步查看，定点定位故障的准确位置。

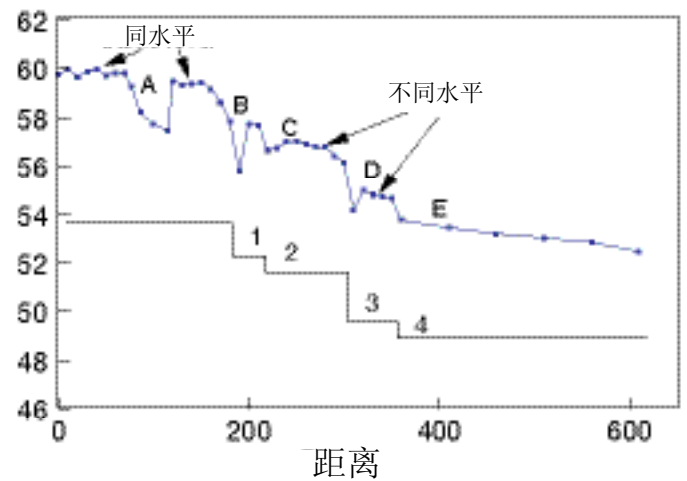


图4.10收集的数据和解释的结果

第五部分-获取读数

介绍如何检测及获取读数，以及检测各种管道系统可能出现的结果。

5.1 管道和配送系统

基本方法

“T”形和“L”形管道

电流会在两条管道之间分流。

如： $800=700+100$

读数最大的管道表明主要电流来自该管道，沿这个方向追踪可定位故障（短路或护层不良）。

电流在三个分支线处也会分流。

如： $800=600+150+50$

有最大读数的管道说明主要电流来自该管道，沿这个方向追踪可对故障进行定位（短路或护层不良）。

环形管道

如果电流的箭头方向改变，说明管道的位置已改变。此时要用PCM的定位方式重新定位管道。

环形系统中的电流

如果所有的距离和护层都相同，电流损耗为常数，则在A点所测的电流值应为零。

实际上，即使管线的老化和护层不同，读数为零的点可能在任何地方都有。相应的各个电流读数会指出跟踪方向。

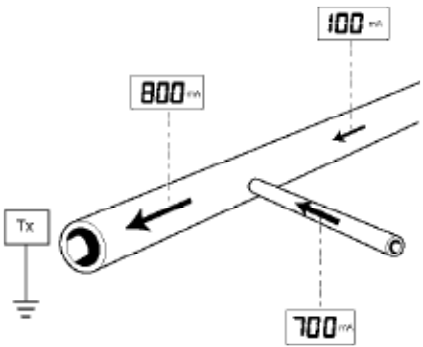


图 5.1:T形管道1

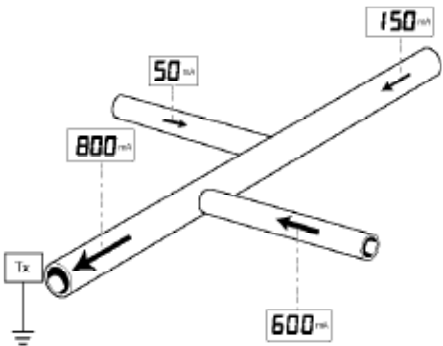


图 5.2:T形管道2

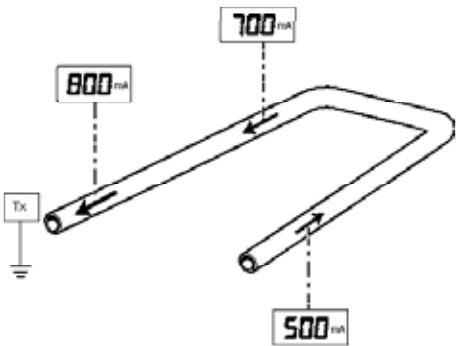


图 5.3: 环形管道

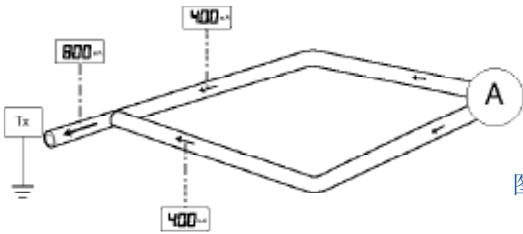


图 5.4: 环形管道系统1

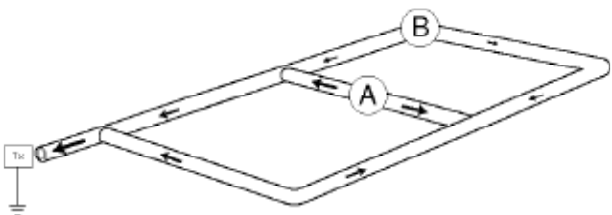


图 5.5: 环形管道系统2

获取读数-配送管道系统

下图是一个使用PCM+检测分析配送管道系统阴极保护的典型结果。

熟悉当地管道情况，再配有管网图，就很容易决定在何处连接发射机，在什么地方进行测量。对整个现场进行测量，然后再对某个特殊区段集中检测。

下面是一条典型街道图，包括“T”形和“L”形管道结构。有PCM+的读数和防止干扰的测试距离。根据管线图进行测量，很快就测出短路点。

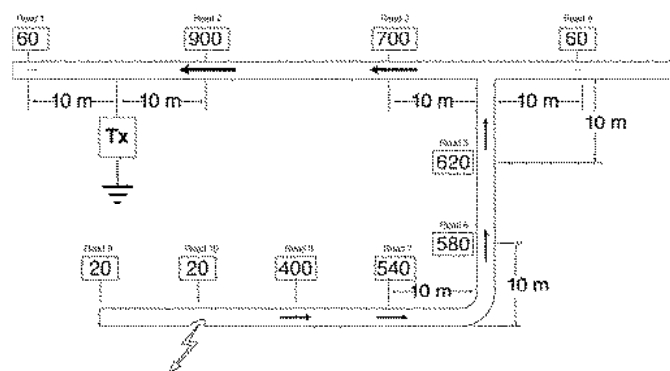


图 5.6: 配送系统

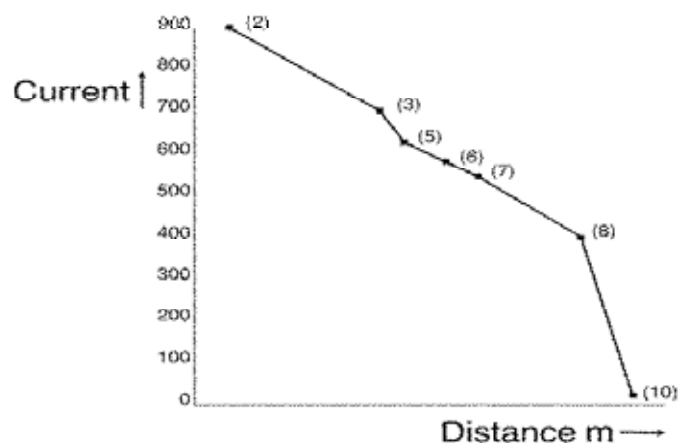


图 5.7: 读取配送系统

5.2 管道和管道故障点

解读数据和图形

管道护层良好的情况下电流损失很小。

管道护层不好的情况下电流损失很快。

管道护层好坏并存时，其表现是保护层差的管段上电流损失较大。

管道护层好坏并存时，其表现是保护层差的管段上电流损失较大。

防护层状况差的金属屏蔽和管道接触，接触点电流损失。

保护层完好的管段和干燥或岩石接地状况下，信号被屏蔽

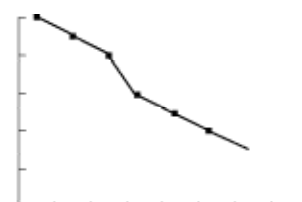
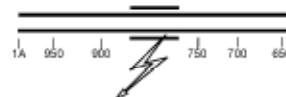


图 5.8: 防护层不合格的金属屏蔽

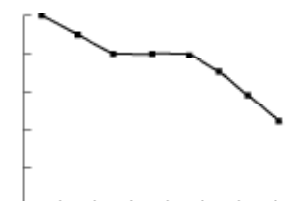
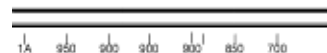


图5.9: 完好防护层

第六部分-应用

介绍检测人员如何在实际中如何使用PCM+系统。

6.1 平行管道

新铺设的管道与旧管道相距大约30厘米，而且平行。为了更容易说明问题，将管道划分为A段和B段，施加的是1安培信号。

- A段 峰值和谷值定位效果好，且两种方法的定位位置相同。读数表明管道护层良好（600和550mA）。
- B段 峰值和峰谷检测结果不好，偏向一侧。读数开始迅速衰减。

在这种情况下，旧管道已与新管道形成短路。旧管道的保护层不良，从而给PCM发射机电流提供了通路。

定位位置偏于一侧，而且电流读数迅速减小，就说明了这一点。

绘制图形来表示这种影响时，弯突点表示短路/搭接位置。

为了验证已定位出来的故障，将发射机再接到管线的另一端，得到如下结果。

- A段 有良好的峰值和谷值定位，读数以固定的比率减小。
- B段 峰值和谷值检测结果不好，电流读数有急剧下降
- C段 短路/搭接。

电流最易流向旧的废弃管道，因为与新管道上的电流方向相反，相互抵消的作用使电流读数急剧下降。

短路点是在电流接近零的位置。

图6.4说明这一结果。

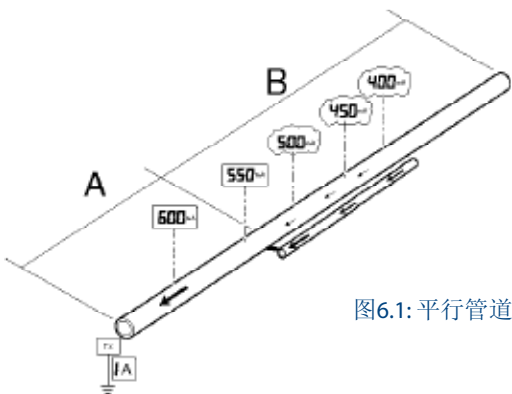


图6.1: 平行管道1

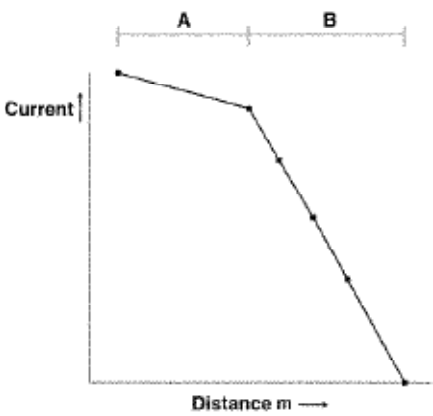


图 6.2: 举例1解释

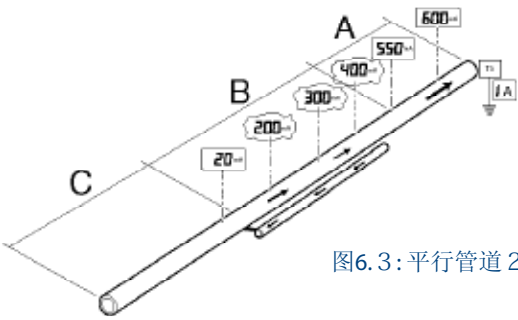


图6.3: 平行管道 2

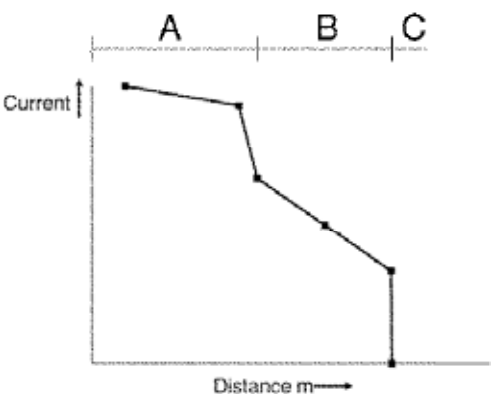


图 6.4: 举例 2 解释

举例

举例（图6.5）说明平行短管道干扰读数时的典型应用。

为了便于说明，把管道分为A，B，C三段。

在这种情况下，向新管道施加1安培信号，沿最大电流方向追踪。

- A段 有良好的峰值和谷值探测结果，电流平稳地减小，说明护层良好。
- B段 峰值和谷值检测结果不好（在15厘米的要求之外了），电流读数大副下降。
- C段 峰值和谷值检测结果良好，电流增大，然后又平稳地下降

靠近新管线B段处发现有另外一条管道，并有一个较小的反向电流。抵消的结果引起新管道上的电流下降。

图6.6表明这一影响

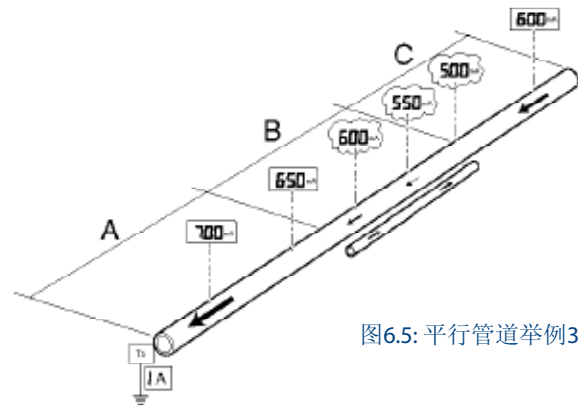


图6.5: 平行管道举例3

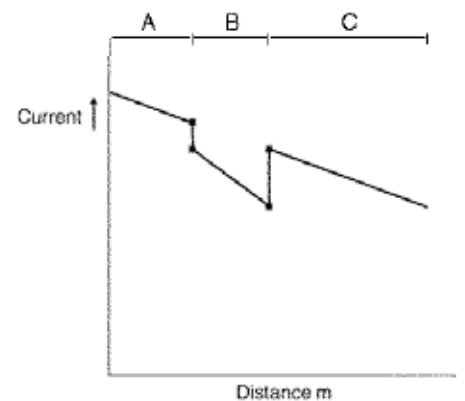


图6.6: 举例3解释

举例

图6.7测量的是一条新管道，发射机一侧的电流离开发射机

连接发射机，选好1安培电流。

在发射机一侧测得一个900mA的读数，箭头指向发射机。

在发射机的另一侧，峰值和谷值检测结果不好，电流离开发射机。远离发射机取其它点的读数，得到的结果也一样。

如图所示，发现有其它设施与新管道造成短路，在某段地方与新管道平行。这段新管道上的电流无效，因为该电流与上述其它设施上的电流相比太小了。

将PCM发射机置于新传输管道的两端，离新管道大约3米处有一条平行的废弃旧管道。

把PCM发射机连接到整流器，800mA的电流读数确定要跟踪的方向。

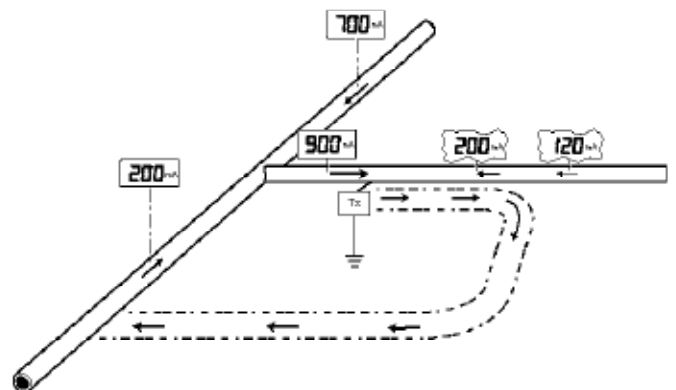


图6.7: 成角管道举例1

离发射机3公里处，测取两个读数，新管道上是300mA，老管道是100 mA。PCM电流指向发射机，这说明在这3公里内新旧管道搭接。

然后把发射机接到新管道的另一端，并且就在前面测过的各位置上进行测量，在新管道上只探测一个读数。新管道测得的读数是800 mA，旧管道测不到读数。

然后在靠近搭接点处进行一系列测量，两条管道上都出现电流，而且箭头方向相反。这说明搭接点还在前面。

搭接点位置被定位出来，电流读数为500mA，结论是靠近整流器处存在有其它故障。

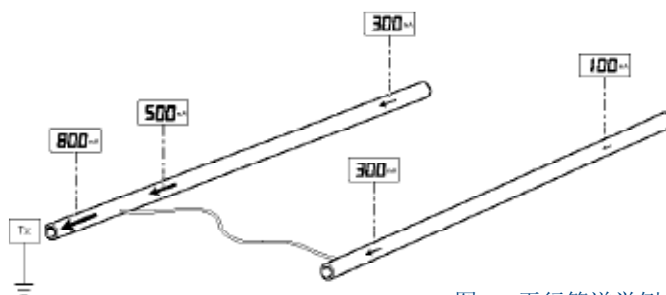


图6.8: 平行管道举例4

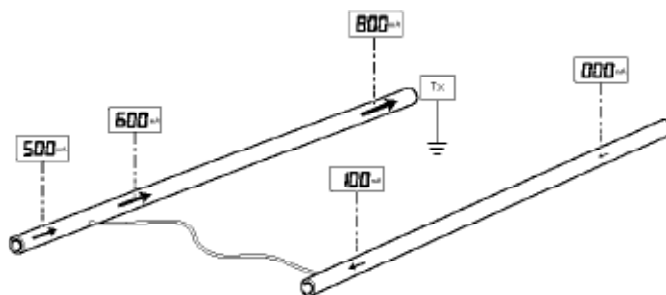


图6.9: 平行管道举例5

第七部分-PCM+A字架

介绍PCM+附件A字架的使用

7.1 A字架介绍

A字架配合PCM接收机使用能准确定位防护层破损和绝缘故障。

A字架脚钉需要和地面有很好的电接触，最好是潮湿的导电地面。

PCM接收机显示指向故障点方向，CD方向箭头很容易定位故障点。

PCM还显示A字架之间的微伏dB读数。对不同故障进行对比，从而确定哪个故障最严重。这一数值可以被存储到PCM+的数据记录器中，同时可通过蓝牙传输到PDA，并上载到计算机。

7.2 操作

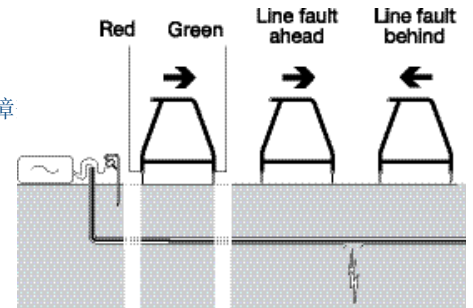
得到PCM电流损失结果后，确定管道的哪段需要故障查找。

连接并打开PCM发射机，使用ELF的4赫兹和8赫兹，或者LF的4赫兹和8赫兹。

注意：连接A字架后，就无法获取电流读数。

1. 将3针连接线插入A字架，将多针连接线插入PCM+接收机前面的附件插孔。
2. 用功能键选择8kFF（故障查找），A字架图表显示。必须使用T3或与8kFF匹配的发射机给管道施加信号。
3. 定位管道。A字架沿管道走向放在管道上方，带绿色标记的脚钉在发射机的反方向，带红色标记脚钉面向发射机。
4. 将A字架脚钉插入地里进行测量。系统自动调谐信号水平，并计算电流方向和微伏dB读数。在计算过程中，增益数字会闪。
5. 箭头显示的穿过地下的发射机的电流方向，电流指向故障方向。如果没有显示箭头，就证明附近没有故障，因为电流太小，无法激发故障方向箭头。也有可能A字架恰巧在故障点正上方。

图 7.1: A字架故障



确保和地面的良好接触。在地面泼水有助于提高测量质量。

在显示故障点方向的同时，LCD上也显示微伏dB读数。如果度数在30左右或更小，附近不可能有故障。

- 继续向前移动。如果在一个新位置电流指向前，而第二个位置电流指向后，就证明操作人员走过了故障点。微伏dB读数应该在60左右
- 向回走，每隔一米测一次。数字微伏dB读数增大，减小，又增大，然后逐渐减小。电流方向在故障点的两侧也发生变化
- 重新前后移动进行测量，找到箭头刚发生变化的位置，此时微伏dB读数最低。这时就可以确定，故障点就在A字架中央正下方

旋转A字架90度，使它横跨管道。

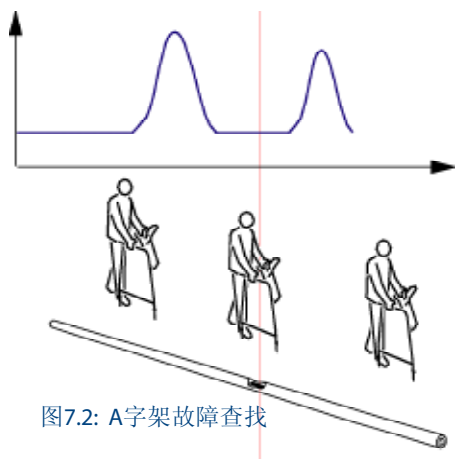


图7.2: A字架故障查找

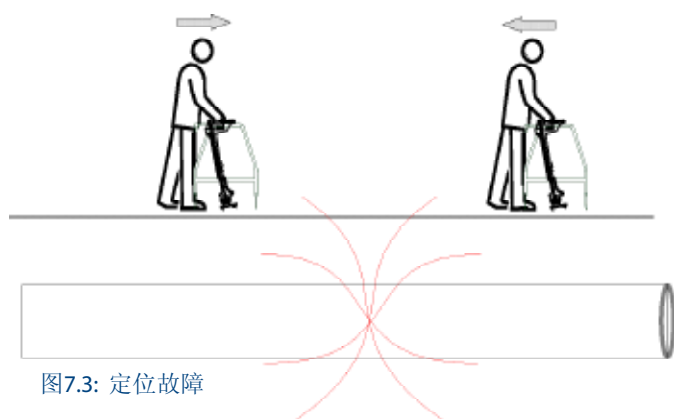


图7.3: 定位故障

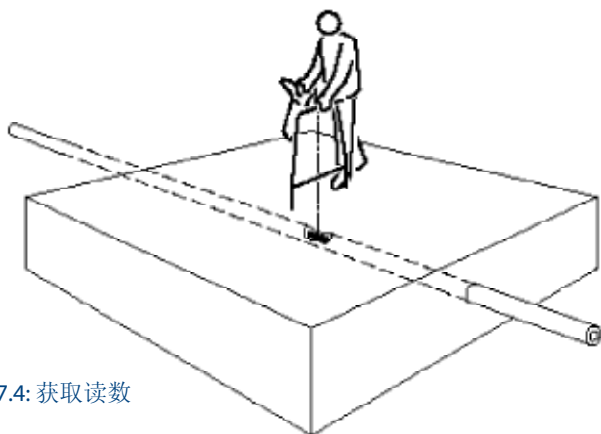


图7.4: 获取读数

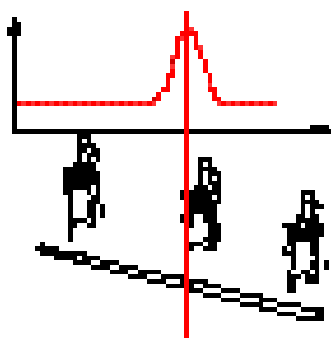


图7.5: 比较故障严重性

重复前一步骤，故障点就在A字架中央正下方。

在这个位置作出标记。

继续沿管道寻找，直到找出所有故障点。

7.3 比较故障严重程度

确定故障的严重性，对管道上的各故障点进行比
较，从而决定管道维修工作的轻重缓急。

将A字架成90度角放在管道上，测量微伏dB读数。
将A字架的一个脚钉放在管道的正上方。从离故障
1米处开始，间隔25厘米测一次。将最大微伏dB读数
存入数据记录器，并记住数据号。

在测量的过程中，按功能键直到选择8kHz，变可切
换到定位模式对管道进行定位。

7.4 存储PCM+故障（FF）读数

你可以存储1000条A字架测量结果。按一定的间隔进
行测量，记下间隔距离和数据记录号。

将A字架放在地面，按功能“Function”键，便可存储
数据。屏幕左中部显示数据记录号，是使用上下箭
头接受或取消。

7.5 故障数据上载

事先和PDA建立连接后，数据将自动发送到PDA。检
测完成后，将数据下载到PC机。

第八部分—解释结果

介绍PCM+接收机数据解释

8.1 介绍

PCM的设计原理：它使用的频率（4赫兹）非常低，感应和电容耦合到其他管道的影响被降低到零。而且由此造成的信号自然衰弱也被降低到零。

损耗完全是阻抗损耗，即保护层破损或同其他结构搭接而导致的损耗。

8.2 避免错误

总是使用标准的工作方法，以保证测量结果有效。确认峰/谷值结果相同。如怀疑有畸变，进行深度测量。先放在地面上测量深度，然后把接收机提高50厘米，再测量深度，看第二次测出的深度是否比第一次深50厘米。

PCM使用非常低的频率，所以干扰是很小的，但是在某些环境还是有干扰。

8.3 识别干扰

ELF/LF信号畸变会导致错误的4赫兹电流测量值。这是因为4赫兹电流值测量程序依赖ELF或LF信号测量出的深度值。

- 峰值和峰谷检测结果不一致，超出15厘米的最大范围
- 不合理的深度测量
- 显示屏条形图读数不稳定

可能的干扰源

- 有平行管线
- 离发射机太近、或有“T”形、“L”形接头

尽量避开在“T”形、“L”形接头和管道突然转弯处进行测量。这些地方总有不同程度的畸变。

- 选取的读数点太靠近停放着的大型汽车、运动中的汽车、带铁帽的皮靴、皮鞋，或大型金属结构
- 测量点离阳极电缆或阳极床太近

在发射机阳极床或地桩处进行测量会造成误差，因为所有的信号电流都流经地桩和阳极床。离发射机近的地下电流很强，和管道电流方向相反。

其结果是在前30-50米左右处（根据地面情况）测得的电流会增强。其实，管道上的电流有可能是保持在一个固定的水平的。

因此，在测量这段管道时，应将发射机放在别处，从发射机处往这个点测量。

8.4 定位电流

- 用ELF档探测的定位电流低于15mA时，PCM+读数将不准确
- 用LF档探测的定位电流低于2mA时，PCM+读数将不准确
- PCM电流
- PCM+电流测试结果是根据定位电流的。如果PCM+电流在长距离测量时低于100mA，定位电流也可能很低。使用一个便携式发射机提供定位电流，结果会好些。选择一个别的PCM+定位电流频率

8.5 方向箭头

- 方向箭头指向电流流向发射机的方向。
- 发射机设置在ELF（4赫兹+128赫兹）模式时，方向箭头不显示
- 如果PCM+接收机不能确定电流方向，箭头将不显示,但此时的电流读数仍是准确的

由于故障的特性，磁场畸变会影响到故障点以外2-10米远的区域，其结果也由于故障的类型和严重程度而不同。

和其它管道或线缆搭接将导致搭接正上方的磁场畸变，但是故障后的管道上不会显示电流值的增加。

测量故障两边短距离内的管道时，其变化会更明显。

这就要求在检测中，先对整个管道段进行检测，然后再对重点区段进行详细检测。

8.6 测量结果解释

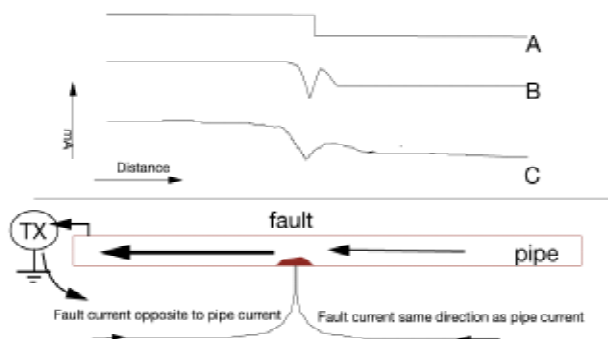


图 8.1: 解释结果

图8.1是个典型的案例。图形“A”显示了理想的响应，即信号损失和台阶式响应，但排除了地下故障的影响。

实际上，管道上探测到的磁场可能被地下其他信号路径干扰，其中包括保护层破损。

图形“B”显示的是地下故障电流的理论结果。故障电流从两端进入管道，从而使故障周围管道的磁场失真。管道电流应该减去从故障处这段距离的地下电流，由此测得的电流减小。故障之后的这段距离的地下电流应该加到管道电流，由此测得电流增大。离开故障一定的距离，电路将稳定下来。

- 如果留心观察这些现象，会对故障检测有极大的帮助。

图形“C”显示的是在实际应用中PCM+电流在一段有破损点的管道上的图形。

第九部分-PCM+、 PC 、 PDA 软件

PCM+ 是一个跨行业应用操作的灵活平台。

其中之一就是地理信息系统（GIS）。广义上讲，地理信息系统作为获取、处理、管理和分析地理空间数据（包括GPS数据）的重要工具、技术和学科，近年来得到了广泛关注和迅猛发展。

英国雷迪公司的PCM+系统可与GPS接收机共同使用，并符合GIS行业应用标准。PCM+接收机配有蓝牙技术，操作人员可实时传输数据到掌上电脑或任何使用Windows XP操作系统的电脑PCM+ Bridge（桥）软件是掌上电脑的应用程序，能实时阅读PCM+接收机数据，并绘图。软件也可在Microsoft Windows® XP系统下运行，它包含所有PDA的功能，并可在大屏幕上显示。

Windows Mobile 4.5或更新版本

蓝牙

GPS接收机（可选）

电脑

Microsoft Windows XP Service Pack 2（专业版）

蓝牙(可选)

Microsoft .Net framework (或Visual C++
Redistribution Package)

注意：现在还不支持Windows Vista™

9.1 安装

用户可在英国雷迪公司网站www.radiodetection.com下载软件包。软件包包括掌上电脑和Windows XP下使用的应用软件，以及用户手册。手册详尽介绍了安装和操作方法。使用前，请仔细阅读。

系统要求

掌上电脑

第十部-附录

10.1 技术指标

PCM+接收机

测绘模式

ELF	超低频	4Hz+128Hz/98Hz
LF	低频	640Hz/512Hz
8kHz	电池供电发射机的标准定位频率	

注意：电流方向只在PCM测量下显示，在定位模式下，不显示。

定位模式

•	探测50Hz/60Hz电力电缆
CPS	探测整流器产生的100Hz/120Hz波纹
8kHz	电池供电发射机的标准定位频率

接收机功能

- 动态范围：140dB
- 选择性: 120dB/Hz
- 发射机工作范围: 30km
- 深度探测精度: 3米 2.5%
- 10米 ± 5% （良好条件）
- 电流精度: ± 2.5%
- 定位精度: ± 2.5% （深度）
- 重量: 3.3Kg
- 电池: 2节D号(碱性或镍氢)
- 环境: IP54
- 认证: CE, Bluetooth®匹配

峰/谷值功能

- 精确定位目标管线
- 峰/谷值可选
- 增益控制 （自动或手动）

PCM+发射机

频率选择

电流方向（CD）识别出去电流的方向，和A字架使用定位故障点

三个档位旋钮可选下列频率：

ELF	电流记录最大范围4Hz + 98Hz/128H
ELCD	带CD的标准电流记录(4Hz + 8Hz) 98/128Hz
LFCD	相对ELCD而言，深度、定位、电流更精确。操作距离较短 (4Hz + 8Hz) CD + 512Hz/ 640Hz

*4Hz测绘电流始终存在。如果在拥挤区域进行故障查找，可选择定位频率和电流方向频率。

- 外壳结构: 高抗冲击工程塑料
- 重量: 15.2kg (34lb)
- 尺寸: 47 x 37 x 19cm
- 环境: NEMA 3R and IP55 – 开盖 NEMA 6 and IP67 – 盖上
- 认证: CE

电流选择

选择以下4Hz电流：

100mA, 300mA, 600mA, 1A, 2A, 3A.

发射机使用中，除非输入功率达到极限，被选电流将处于恒定状态。

A字架用来探测地下管线和电缆的外皮破损。（含PCM+连接线）

- A字架用来探测地下管线和电缆的外皮破损（含PCM+连接线）
- A字架用来探测地下管线和电缆的外皮破损（含PCM+连接线）

America（美洲）

Pearpoint（美国）

72055 Corporate Way

Thousand Palms CA 92276, USA

Tel: +1 800 688 8094

Tel: +1 760 343 7350

Fax: +1 760 343 7351

Email: pearpoint@radiodetection.spx.com

Radiodetection（美国）

154 Portland Road

Bridgton, ME 04009, USA

Tel: +1 (207) 647 9495

Toll Free: +1 (877) 247 3797

Fax: +1 (207) 647 9496

Email: bridgton@radiodetection.spx.com

Radiodetection（加拿大）

Europe（欧洲）

Radiodetection（英国）

Western Drive

Bristol BS14 0AF, UK

Tel: +44 (0) 117 976 7776

Fax: +44 (0) 117 976 7775

Email: sales.uk@radiodetection.spx.com

Radiodetection（法国）

13 Grande Rue, 76220

Neuf Marché, France

Tel: +33 (0) 232 8993 60

Fax: +33 (0) 235 9095 58

Email: infos@radiodetection.com

Radiodetection（荷兰）

Industriestraat 11, NL 7041

GD's-Heerenberg, Netherlands

Tel: +31 (0) 314 66 47 00

Fax: +31 (0) 314 66 41 30

Email: info@radiodetection.nl

Radiodetection（德国）

Groendahlscher Weg 118

D-46446 Emmerich am Rhein, Germany

Tel: +49 (0) 28 51 92 37 20

Fax: +49 (0) 28 51 92 37 520

E-Mail: info@radiodetection.de

Asia-Pacific（亚太地区）

Radiodetection (China) Ltd.（香港）

Room 708, CC Wu Building

302-308 Hennessy Road, Wan Chai

Hong Kong SAR, China

Tel: 00852 2110 8160

Fax: 00852 2110 9681

Email: chinasales@radiodetection.spx.com

中国维修中心

北京市昌平区北七家镇宏福集团办公楼

322-326室 (邮编: 102209)

电话: 010-8975 5540

手机: 1391 1258 119

传真: 010-8975 5640

邮件: china.service@radiodetection.spx.com

Mactek Pty. Limited（澳大利亚）

A Subsidiary of Radiodetection Ltd. Unit 14,

5-7 Prosperity Parade, Warriewood NSW 2102,

Australia Tel: +61 (0) 2 9979 8555

Fax: +61 (0) 2 9979 7733

Email: mactek@mactek.com.au

要了解Radiodetection公司提供的所有产品和服务，请访问Radiodetection公司网站：

www.radiodetection.com

Radiodetection公司一直在改进和开发其产品，我们保留在没有预先通知的情况下变更和修正任何正在发行的产品规格的权力。

版权所有2007 Radiodetection有限公司。公司保留所有权力。

英国雷迪公司是SPX集团的下属公司。



Radiodetection