

RADIODETECTION®

PCM<sup>x</sup>™

## 雷迪全球领先的管道电流测绘系统

操作手册

90/PCMX-OPMAN-ZHO/02



SPX®

## 目录

<b>Section 1</b>	<b>序言</b> .....	<b>2</b>	<b>Section 5</b>	<b>将发射机连接到管道</b> .....	<b>18</b>
1.1	在您开始之前 .....	2	5.1	发射机到管道连接 .....	18
1.2	重要注意事项 .....	2	5.2	当整流器不可用时 .....	19
1.3	培训 .....	3	<b>Section 6</b>	<b>探测管道</b> .....	<b>21</b>
1.4	欧盟符合性声明简化版 .....	3	6.1	使用峰值+模式精确定位目标线路 .....	21
<b>Section 2</b>	<b>介绍</b> .....	<b>4</b>	6.2	Peak+ 谷值 .....	21
2.1	关于本手册 .....	4	6.3	TruDepth .....	21
2.2	PCMx 系统概述 .....	4	6.4	电流方向 (CD) .....	22
2.3	PCMx 系统功能 .....	4	6.5	PCMx 探测的类型 .....	22
2.4	PCMx 发射机 .....	4	6.6	ACCA 探测 .....	22
2.5	PCMx 定位仪 .....	4	6.7	ACVG 探测 .....	23
2.6	手机和平板电脑 App .....	5	6.8	对比故障严重性 .....	24
2.7	eCert 与自检 .....	5	6.9	同步 ACCA 和 ACGV 探测 .....	25
<b>Section 3</b>	<b>Tx-25 和 Tx-150 PCM 发射机</b> ....	<b>6</b>	<b>Section 7</b>	<b>理论与应用</b> .....	<b>26</b>
3.1	发射机控制面板 .....	6	7.1	基本技术 .....	26
3.2	发射机功能 .....	7	7.2	管道及管道缺陷 .....	27
3.3	发射机控制 .....	7	7.3	平行管道 .....	28
3.4	输出电流选择器 .....	8	<b>Section 8</b>	<b>结果解读</b> .....	<b>31</b>
3.5	警告灯和指示灯 .....	8	8.1	介绍 .....	31
3.6	LCD 显示屏 .....	9	8.2	避免误差 .....	31
3.7	电源选项 .....	9	8.3	识别干扰 .....	31
3.8	使用便携式发射机 .....	9	8.4	定位电流 .....	31
<b>Section 4</b>	<b>PCMx 定位仪</b> .....	<b>10</b>	8.5	PCMx 电流 .....	31
4.1	PCMx 定位仪功能 .....	10	8.6	探测结果解读 .....	31
4.2	定位仪键盘 .....	10	8.7	利用 dBmA 进行管道电流测绘 .....	32
4.3	定位仪屏幕图标 .....	11	8.8	PCM Manager .....	34
4.4	定位仪信息 .....	12	<b>Section 9</b>	<b>维护</b> .....	<b>35</b>
4.5	菜单设置 .....	12	9.1	一般维护 .....	35
4.6	电池 .....	12	9.2	运输 .....	35
4.7	自检 .....	15	9.3	软件更新 .....	35
4.8	Bluetooth® .....	15	9.4	保修 .....	35
4.9	天线模式 .....	15			
4.10	工作频率模式 .....	15			
4.11	深度测量 .....	16			
4.12	定位电流 .....	16			
4.13	GPS .....	16			
4.14	探测测量 .....	16			
4.15	保存或拒绝日志 .....	16			
4.16	上传 PCMx 数据日志 .....	16			
4.17	擦除所有存储的数据日志 .....	16			
4.18	审阅模式 .....	17			
4.19	覆盖保存的日志 .....	17			

# Section 1 序言

## 1.1 在您开始之前

感谢您对雷迪公司管道电流测绘系统的青睐。

在尝试使用 PCM 系统之前，请阅读本用户手册全文，因为它包含许多重要的安全注意事项和警告。

雷迪的产品（包括本手册）都在持续发展完善之中。本操作手册中的信息截至发布之时准确无误；但是 PCMx 定位仪、PCM 发射机、本手册及其所有内容可能会发生变更。

雷迪保留不予通知而修改产品的权利，某些产品在本用户手册发布后可能已经发生变更。

请联系当地雷迪经销商或访问 [www.radiodetection.com](http://www.radiodetection.com) 了解管道电流测绘产品系列最新信息（包括本手册在内）。

## 1.2 重要注意事项

### 一般

如果在诸如井盖、钢趾靴、手机和附近车辆等含铁材料附近使用电缆和管道定位仪，其性能可能会受到影响。进行诸如深度和电流读数之类的关键测量时，请与这些物体保持一到两米的距离。


本仪器或仪器系列已经按照 BS EN61326-1 测试合格，不会因为正常的静电放电而永久性损坏。但是，极端情况下可能出现暂时性故障。如发生这种情况，请关闭电源，等待片刻然后重新开机。如果仪器仍有故障，断开电池几秒钟。

### 安全

 **警告：** 不遵守安全警告可造成严重伤害或死亡。

**小心：** 不遵守安全注意事项可对设备或财产造成损坏。

本设备只可由具有相关资质且经过培训的人员使用，使用前必须通读本操作手册。


 **警告：** 和带电导体直连可能具有致命危险。与带电导体的直连仅可由具有充分资质的人员操作，并仅使用允许和通电路径连接的相关产品。

 **警告：** 使用耳机前，应降低音量，避免损伤您的听力。

 **警告：** 在可能存在有害气体的区域不得使用本设备。


**小心：** 电池盖、附件盖和耳机盖可保护定位仪的插座免遭碎片和水进入。如果它们损坏或丢失，请联系雷迪或您当地的服务代表进行更换。

### 电池

 **警告：** 在全功率输出下长时间使用后，电池可能变热。在更换或处理电池时要小心谨慎。

 **警告：** 请勿乱改或尝试拆开电池组。

**小心：** 如果电池疑似出现故障，请将整个装置返回至授权维修中心进行检修。地方、国家或 IATA 运输法规规定限制运输故障电池。请向快递公司咨询限制条件和最佳实践指南。您当地的雷迪代表会引导您前往授权维修中心。

 **警告：** 将电池暴露在 60° C (140° F) 以上的高温下可能会激活安全系统，并导致电池永久性故障。

## 处理



产品、附件或文献上的此符号表示该产品及其电子附件不得视为生活垃圾，必须进行专业处理。您有责任通过将废旧设备移交给指定的回收点来回收废旧电气和电子设备，以处理废旧设备。

在处理时对废旧设备单独收集和回收将有助于节约自然资源，并确保以保护人类健康和环境的方式进行回收。有关可以将您的废旧设备放在何处进行回收的更多信息，请联系当地的办事处、您的处理服务或产品供应商。

请在设备寿命结束时以符合相关法律要求的方式处理此设备。

请根据贵公司的工作惯例和/或您所在国家或城市的相关法律或指南处理电池。

您有责任确定条件是否适合使用本设备。务必对要检查的现场进行风险评估。

当在任何环境或工作场所操作本设备时，请遵守贵公司和国家的安全程序和/或要求。如果您不确定哪些政策或程序适用，请联系贵公司或现场的职业健康和安全官以及当地政府了解更多信息。

如果怀疑任何零件和附件损坏或故障，请勿使用本设备。

只可使用授权附件。不兼容的附件可能损坏设备或显示不正确的读数。

保持设备清洁，并安排授权的雷迪服务中心进行定期保养。如需了解更多信息，可查阅附录或向您当地的雷迪代表查询。

请勿尝试打开或拆卸本设备的任何部分，除非本手册有特别说明。这样做可能会造成设备故障并导致制造商的保修失效。

您有责任确定您认为测量结果是否有效，并对得出的任何结论或因此而采取的任何措施负责。雷迪既不能担保任何测量结果的有效性，也不能对任何此类结果承担责任。对于因使用这些结果而造成的任何损害，我们概不负责。请参阅产品随附的标准保修条款以获取更多信息。

## 1.3 培训

雷迪公司提供大部分雷迪产品的培训服务。我们具有相关资质的讲师将在贵方选择的地点或雷迪公司对设备操作员或其他人员进行培训。

如需了解更多信息，请访问 [www.radiodetection.com](http://www.radiodetection.com) 或联系您当地的雷迪代表。

## 1.4 欧盟符合性声明简化版

雷迪公司特此声明，在适用的情况下，无线电设备类型“宽带数据传输”符合欧洲指令 2014/53/EU。

如需获得欧盟符合性声明完整版，请与雷迪公司联系。

# Section 2 介绍

## 2.1 关于本手册

PCMx 定位仪配有 PCM 磁力计附件，当连接时，定位仪将作为 PCMx 定位仪工作。拆除附件时，定位仪将作为 RD8100PDLG 电缆和管道定位仪工作。本手册侧重于为管道测量员提供管道电流测绘器 (PCMx) 发射机和定位仪系统的综合操作说明。如果您希望将产品作为 RD8100PDLG 使用，您需要使用 RD8100 操作手册，该手册可在雷迪网站上获得。

在操作系统之前完整阅读本手册并了解所有安全警告和程序十分重要。

### 补充文档

完整的产品规格和相关手册可从下面的网址获得：

[www.radiodetection.com](http://www.radiodetection.com)。

## 2.2 PCMx 系统概述

- 雷迪的 PCMx 系统使管道工业测量员能够评估管道阴极保护 (CP) 装置的有效性。
- 能够识别与其他金属结构和涂层缺陷接触引起的短路。
- 提供了一段管道的涂层状况的准确评估。
- 减少错误指示，从而最大限度地减少不必要的挖掘。
- PCMx 提供了一种方法来定位消耗电流的故障和不良涂层，从而提高电位并将有害的副作用降至最低。
- 由于电流和电压电位是相关的，但其他因素会改变这种关系，因此增加了 A 字架的 PCMx 可以执行近距离电位测量 (CIPS)。
- 提供数据记录，并通过 Bluetooth® 将读数和图形传输到平板电脑或智能手机供现场评估。
- 可随附 A 字架，并用于精确定位涂层缺陷。
- 降低操作和维护成本，加快探测时间。

## 2.3 PCMx 系统功能

- 包含两个便携式发射机、一个手持定位仪和一个磁力计支脚。
- 发射机将特殊的低频信号组应用于管道。
- 定位仪在管道上定位这些独特的信号，并显示信号的电流大小和方向，而不必将定位仪连接到管道。

- 磁力计支脚测绘 4Hz 信号。取下支脚后，PCMx 将自动被配置为 RD8100 PDLG 电缆和管道定位器。
- 即使在与其他金属结构接触、干扰或拥堵的区域，也能准确、轻松地定位和绘制管道。
- 提供与管道上的 CP 电流几乎相同的电流曲线和电流方向。
- 提供管道涂层缺陷和电缆护套故障的分类评估。
- 减少错误指示，从而最大限度地减少不必要的挖掘。
- 提供数据记录，并通过 Bluetooth® 将读数传输到手机或平板电脑，以便在探测期间显示图形，从而进行现场评估。
- 可随附一个 A 字架附件，用于测绘表面电压梯度以及对故障严重程度进行分类。
- 降低操作和维护成本，加快探测时间。操作员无需执行“电流跨度”和手动计算来确定需要连接到管道的管道沿线 CP 电流。
- 它是在天然气行业领导者的指导和支持下为管道行业设计的。

## 2.4 PCMx 发射机

- 有两个发射机：Tx-25 PCM 和 Tx-150 PCM。
- Tx-150 PCM 发射机支持长达 30 公里（20 英里）的远距离信号检测。所需的管道连接点大大减少，从而减少了评估一段管道所需的时间。
- Tx-25 PCM 带有内部锂电池，允许其在独立于外部电源的情况下在现场进行操作。
- 发射机有三种工作模式，以便有效地测绘分配和输送管道系统。
- Tx-25 PCM 发射机还有一个 1A 8kHz 模式，仅用于管道的定位。
- 连接发射机很简单，电流读数 LCD 和电压指示 LED 帮助操作员为每个管道应用选择最佳设置。

## 2.5 PCMx 定位仪

- PCMx 定位仪用于管道定位，即使在严重拥挤的区域也可使用。定位仪为操作员提供系统发射机所施加的低频信号的深度、电流和方向的测量。
- 磁力计支脚可方便 PCM 的使用，使用定位仪时可将其拆下。
- 定位仪获取所需的电压和电流读数，显示计算出的 4Hz 电流测量值。调查结果可在内部存储，并通过 Bluetooth® 传输到移动 App，在手机或平板电脑上提供探测的实时图形显示。

## 2.6 手机和平板电脑 App

- 兼容安卓系统的 App 可用于实时绘图、测绘和探测结果的上传，然后可将它们发回办公室进行评估。
- 显示屏显示沿线 dB 电流和 dB 电压的实时图形并得出故障严重性等级。
- 还将提供探测的实时地图。

## 2.7 eCert 与自检

PCMx 定位仪属于安全设备，需定期检查。eCert 严格测试定位电路和磁力计支脚，若测试结果合格，将签发 Radiodetection 校准证书。

PCMx 定位仪具有增强的自检功能，可检查定位仪和磁力计的显示、功率、精度和性能



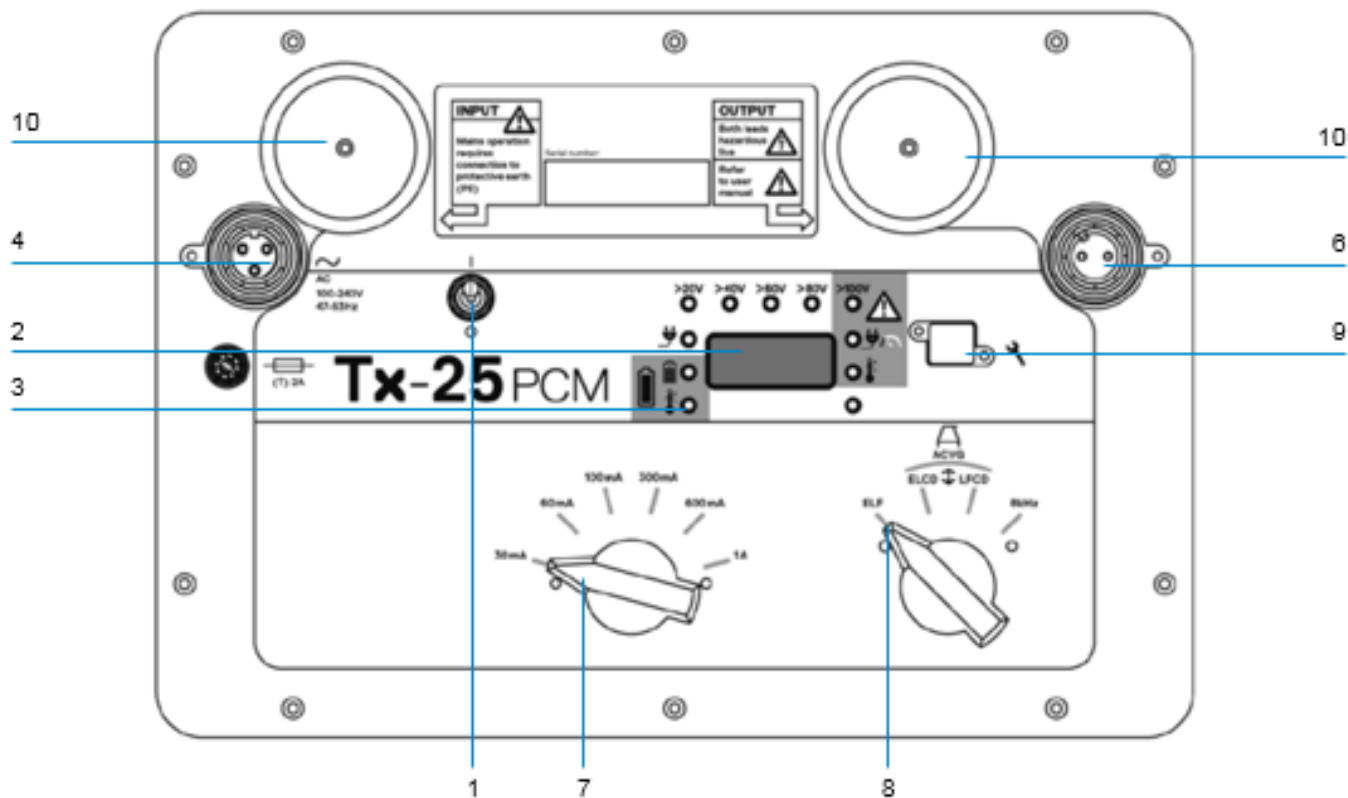


图 3.2: Tx-25 PCM 发射机

### 3.2 发射机功能

1. 开启/关闭开关。
2. LCD 显示屏：指示电流输出，（4Hz 或 8kHz），单位为安培。
3. LED 指示灯。提供有关发射机操作的关键反馈。
4. 交流电源输入插口。
5. 直流输入插座（仅限 Tx-150 PCM）。
6. 输出线缆插座。
7. 输出水平选择器选择以安培为单位的输出水平。
8. 频率选择器：选择频率。
9. 通讯端口：仅供维修人员使用。
10. 热沉：在运行期间排出发射机的热量。
- 11.

### 3.3 发射机控制


#### 频率选择

4Hz 电流显示在发射机显示屏上。  
频率选择开关选择应用的频率如下：

#### 传输线


- ELF**            最大量程
- 35% 4Hz
  - 65% ELF（128Hz 或 98Hz）

#### 输配电线路

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



## 配电线路

**LFCD**  是拥挤区域的替代频率 - 用作 ELCD

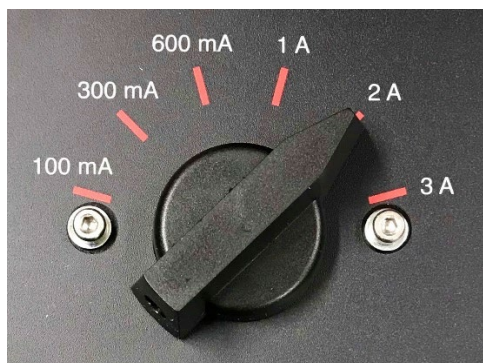
- 35% 4Hz
- 30% 8Hz (电流方向)
- 35% 低频 (640Hz 或 512Hz)。

**8kHz** 仅限 Tx-25 - 仅定位信号, 没有 4Hz 频率用于电流管道绘制。

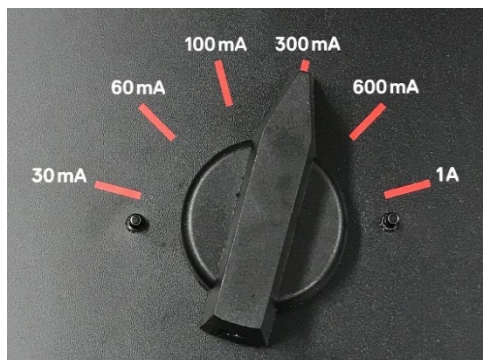
## 3.4 输出电流选择器

该旋转开关允许用户选择不同的电流设置。您使用的设置将由您正在进行的探测类型、探测距离和管道涂层状况决定。在某些应用中, 尤其是高电阻应用, 如具有良好涂层的管道或地面状况不佳的应用, 可能无法达到最大输出电流水平。

**Tx-150 PCM** 100mA, 300mA, 600mA, 1A, 2A, 3A



**Tx-25 PCM** 30mA, 60mA, 100mA, 300mA, 600mA, 1A



当发射机正在运作时, 除非达到输入电源极限, 否则所选电流将保持在恒定。

## 3.5 警告灯和指示灯

输出电压

**>20V >40V >60V >80V**

Tx-25 和 Tx-150 的输出电压由 LED 指示:


- 如果没有灯点亮, 则电压低于 20V。
- 如果 20V LED 点亮, 则施加的电压在 20-40V 之间。
- 如果 40V LED 点亮, 则施加的电压在 40-60V 之间。
- 如果 60V LED 点亮, 则施加的电压在 60-80V 之间。
- 如果 80V LED 点亮, 则电压在 80-100V 之间。

电压极限:

如果 100V 红色 LED 点亮, 则该装置达到电压极限 - 切换到较低的电流设置, 直到另一个电压 LED 点亮。电流调整后需几秒钟才会稳定。

如果管道或地面的电阻过高, 就可能发生这种情况。

 **警告!** 如果被测管道具有已知处于良好状态的涂层, 则电流警告 LED 可能随着电流增加而发亮。

 **警告:** 如果 60V/80V/100V 指示灯点亮, 请勿使用过高的输出电压或输出电流, 因为这样可能在管道泄漏处或涂层破损点产生很高的电流密度。如果发射机长时间处于开启状态, 可能会导致轻微腐蚀。

## 发射机状态

**Tx-25 和 TX-150:**

 **超温**

如果发射机温度超出其推荐限值, 它将自动关闭。一旦装置充分冷却, 超温 LED 将熄灭。

**功率极限**

此 LED 指示外部电源无法提供所需的功率以支持在选定电流下的传输。发射机已达到自身的功率极限。切换到较低的电流设置。

## 仅限 Tx-25:



**电源:** 表示电源已连接



**电池充电:** 表示电池正在充电。电池电量低时亮橙光。电池几乎充满时亮绿光。当充满电时，LED 将熄灭。



**电池充电温度:** 表示电池超出充电温度范围。

## 3.6 LCD 显示屏

LCD 显示输入管道的 4Hz 信号电流（以安培为单位）。启动时，它会确认交流频率设置、相关位置频率和上次校准日期。Tx-25 PCM 还会在启动时显示电池电量。

## 3.7 电源选项

### Tx-150

Tx-150 可以多种方式供电:

- **240 伏（110 伏）交流电源或发电机**

如果使用市电电源或便携式发电机，TX-150 可能需要一个能够提供 650W 或更高功率的电源。使用随附的电源线直接连接到发电机的电源或输出端。

- **车载直流-交流逆变器**

可以使用车辆直流-交流逆变器的电源为 Tx-150 供电。此电源需要能够提供至少 650W 或更高的功率

- **直流或整流交流**

使用随附的直流引线，发射机可由两个 12V 汽车电池或一个 24V 汽车电池供电。

也可以使用整流器，将需要提供 15-35V 整流交流电。从电源中汲取的电流最大为 5A。

### Tx-25

- **可充电电池**

Tx-25 装有可充电电池。当没有市电电源时，可使用该电池为发射机供电。

如果 Tx-25 在全输出电流水平下使用，电池可以提供大约 4 小时的连续使用，在可能的情况下，可以使用较低的电流输出水平来延长电池运行时间。

- **240 伏（110 伏）交流电源或发电机**

如果使用市电电源或便携式发电机，Tx-25 可能需要一个能够提供 125W 或更高功率的电源。使用随附的电源线直接连接到发电机的电源或输出端。

当 Tx-25 连接到市电电源时，装置将通过该电源运行，但同时会给内部电池充电。

- **直流-交流逆变器**

可以使用直流-交流逆变器的直流电源为 Tx-25 供电。此电源需要能够提供 125W 或更高的功率。

**⚠️小心:** 两个发射机都通过插头接地。当 Tx-25 PCM 从市电电源充电时，机壳接地。当断开连接和关闭电源时，机壳中的内部电池是浮动的，通过连接到当地的接地桩接地。

## 3.8 使用便携式发射机

当 PCM 发射机输出信号时，它输出一个 4Hz 低频电流测绘频率，同时输出一个较高频率的定位信号。这个较高频率信号用于管道定位，也用于帮助计算 4Hz 电流测绘值。交流信号可以通过涂层缺陷直接从管道泄漏到土壤中，也可以通过所谓的电容耦合效应自然泄漏 - 频率越高，通过电容耦合泄漏的越多。

当您沿着管道走得更远时，您可能会发现在某个点处，4Hz 电流测绘值变得不规律或不稳定。这可能表明较高频率的定位信号已达到非常低的水平，并且很可能也会影响深度读数。

如果发生这种情况，您可以增大 PCM 发射机的电流输出水平，如果它还没有达到最大值，您可以断开 PCM 发射机并沿着管道进一步连接，或者您可能必须使用便携式发射机，如 Tx-10。

通过使用直连或感应法将 Tx-10 连接到管道可用于将定位信号施加到管道上。现在可以定位管道，如果 4Hz 电流测绘信号来自 PCM 发射机，则可以获得 4Hz 电流测绘值。

在 TX10 上，只有 512Hz、640Hz 或 8kHz 可以用作定位频率。如果使用 512Hz 或 640Hz，将 PCMx 设置为 LFCD 模式；如果使用 8kHz，则设置为 8kHz 模式。

# Section 4 PCMX 定位仪

**注意：**在您尝试任何探测之前，请设置 PCMX 定位仪以匹配您所在国家/地区的配电频率（50 或 60Hz）和您首选的测量单位。有关说明，请参见第 3.3 节。

## 4.1 PCMX 定位仪功能

1. 键盘
2. 带自动背光的 LCD 显示屏
3. 扬声器
4. 锂离子电池组
5. 可拆卸磁力计脚；用于检测 4Hz 测绘信号
6. 磁力计脚连接器
7. 附件连接器
8. 耳机连接器
9. Bluetooth® 模块天线
10. USB 端口（位于电池仓内部）



图 4.1：PCMX 定位仪

## 4.2 定位仪键盘

11. 电源键
12. 用于更改频率的频率键
13. 用于增益控制的上下箭头
14. 用于更改天线类型的天线键
15. 探测键 - 采用 4Hz 测量
16. 发射机键（不用于 PCMX 操作）

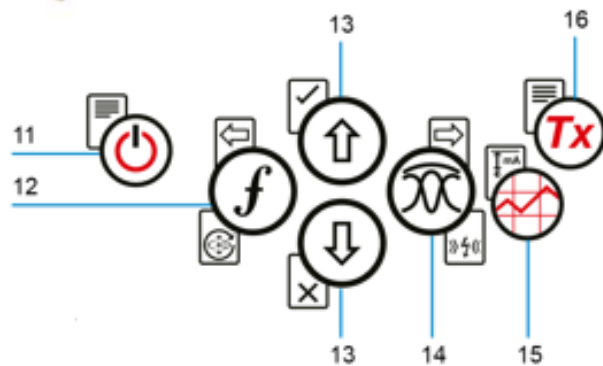


图 4.2：PCMX 定位仪键盘

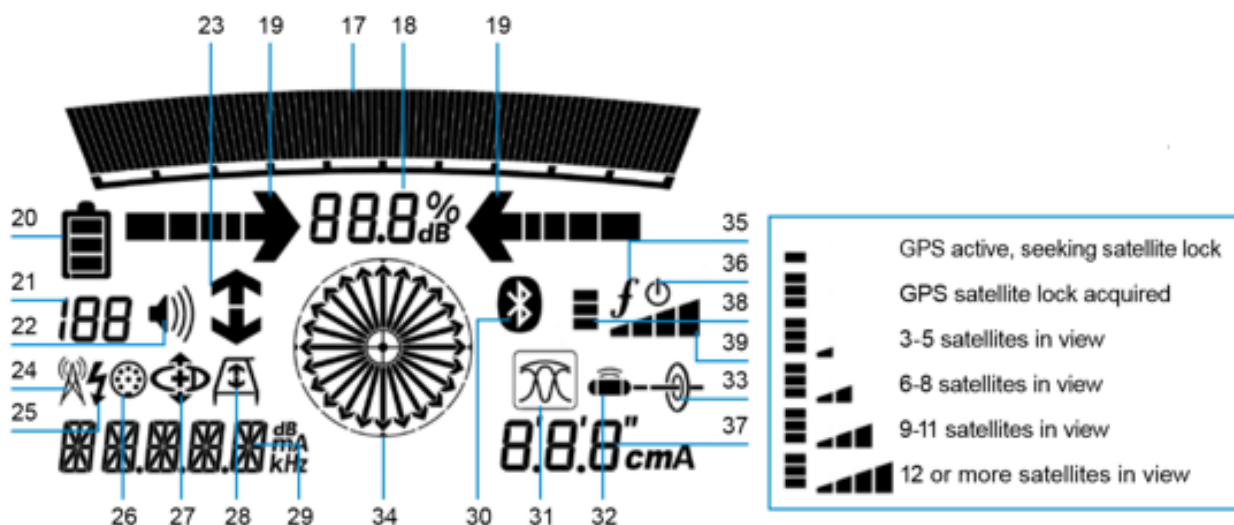


图 4.2: PCMx 定位仪屏幕图标

### 4.3 定位仪屏幕图标

带峰值标识的信号强度图表。

17. 信号强度条形图
18. 信号强度读数
19. 谷值/比例导向箭头
20. 电池电量
21. 灵敏度读数/日志编号
22. 音量
23. 电流方向或故障查找箭头
24. 无线电模式图标 - 仅限 RD8100
25. 电源模式图标
26. 附件连接指示
27. CD 模式图标
28. A 字架图标
29. 频率/电流/菜单读数
30. 蓝牙状态图标: 图标闪烁则表示正在进行配对。若图标常亮, 则表示已经建立连接
31. 天线模式图标: 表示天线模式选择: 峰值/峰值+/谷值/宽峰值/导向
32. 探头图标: 仅限 RD8100
33. 管线图标: 表示已经选定一个线路信号源

34. 罗盘: 表示找到的电缆或探头与定位仪的相对方向。
35. 发射机通信状态 - iLOC™ (仅限 Tx-1、Tx-5、Tx-10)
36. 发射机待机指示灯。(仅限 Tx-1、Tx-5、Tx-10)
37. 深度读数
38. GPS 状态。
39. GPS 信号质量

## 4.4 定位仪信息

可以在 PCMx 定位仪上访问当前软件版本。若要这样做，请在打开 PCMx 的同时按住频率键。屏幕将立刻显示以下内容：









- 软件修订号

## 4.5 菜单设置

PCMx 包含一个菜单结构，允许用户访问某些菜单选项和设置个人首选项。

当定位仪打开时，瞬间按下开启/关闭键可访问菜单选项。

### 导航定位仪菜单

- 1 按下  键进入菜单
- 2 使用  或  键在菜单选项中滚动
- 3 按下  键进入选项的子菜单
- 4 使用  或  键在子菜单选项中滚动
- 5 按下  键选择并返回上一级菜单
- 6 按下  键返回主操作屏幕

### 可选选项：

**VOL** - 4 级。VOL 0 扬声器静音  
VOL 3 将音量调到最大音量。

**警告：** 为了避免可能的伤害，在使用耳机之前，请务必测试音频水平。

**DATA** - 删除、发送、启用或禁用 Bluetooth® 通信通道。

**BT** - 启用、禁用、重置或配对 Bluetooth® 连接。还定义通过蓝牙发送数据时使用的协议。

**GPS** - 启用、禁用或重置内部 GPS 模块。

**UNITS** - 选择公制或英制单位。

**INFO** - 进行自检；显示最近服务重新校准 (M CAL) 或最近 eCert 校准的日期。

**LANG** - 选择菜单语言。

**POWER** - 选择本地电网频率：50 或 60Hz。

**ANT** - 启用或禁用任何天线模式，峰值模式除外。

**FREQ** - 启用或禁用单个频率。

**ALERT** - 启用或禁用 StrikeAlert™。

**BATT** - 设置电池类型（连接时锂离子自动选择）。

**ARROW** - 在峰值+ 模式中选择谷值或比例导向箭头

**COMPA** - 启用或禁用罗盘功能的显示。

**TIME** - 设定在一段时间不活动后关闭定位仪。

**VIEW** - 查看探测测量。

## 4.6 电池

LCD 上有一个电池电量指示器，当可充电电池组需要充电或碱性电池需要更换时，将显示一个闪烁的电池图标。

PCMx 配有一个锂离子可充电电池组。

### 为电池充电

1. 将电池充电器连接到 100-240VAC 市电电源。
2. 将电池充电器连接到电池组上的连接器（注意，不需要断开电池）。
3. 打开电源并在充电 LED 变绿时断开电源。

定位仪也可以由碱性、镍氢电池供电。当电池组连接到定位仪时，将自动选择锂离子'选项。但是，如果要使用其他类型的电池，则必须在 PCMx 定位仪菜单中更改电池类型。

### 给电池组充电



**警告！** 只能使用雷迪所提供的充电设备。使用替代充电器可能会引发安全隐患和/或减短电池寿命。

**小心：** 请勿用尽电池电量，因为这样可能会减短电池寿命或对电池造成永久性损坏。如果您长期不使用设备，至少每月为其充一次电。如果设备存放未用超过 1 个月且电池用尽，确保电池充电器显示其运行正常（依据使用说明）且未出现过热现象。

**警告！** 在全功率输出下长时间使用后，电池可能变热。在更换或处理电池时要小心谨慎。



**警告！** 请勿乱改或尝试拆开电池组。

**小心：** 如果电池疑似出现故障，或如果电池出现变色/物理损坏，请将整个装置返回至授权维修中心进行

检修。地方、国家或 IATA 运输法规规定限制运输故障电池。请向快递公司咨询限制条件和最佳实践指南。您当地的雷迪代表会引导您前往授权维修中心。您可以使用雷迪市电充电器或汽车充电器为电池充电。

注意：充电温度范围为 0 至 45 ° C，32 至 113 ° F。请勿尝试在温度超限的情况下为电池充电

## 定位仪锂离子电池组

要为定位仪电池组充电，请将电池充电器连接至电池组正面的直流输入连接器。

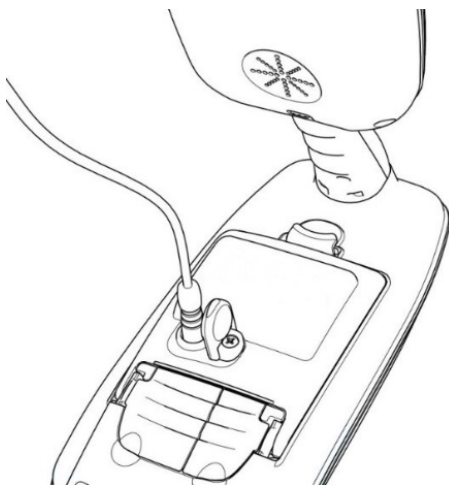


图 4.3：为定位仪锂离子电池组充电

## 在 PCMx 定位仪上

要连接锂离子电池组，请打开电池仓（图 4.4）

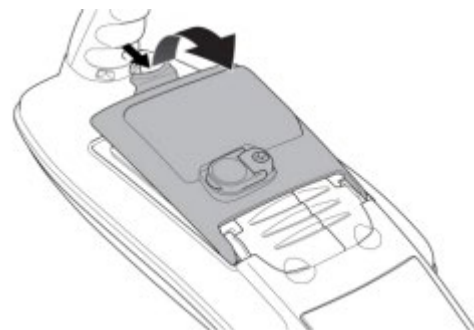


图 4.4：打开电池仓

并将电池引线插入电池连接器（见图 4.5）

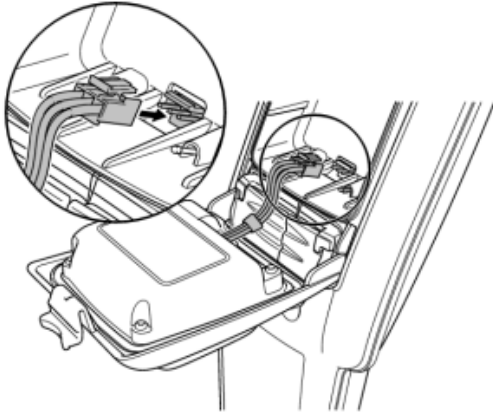


图 4.5：锂离子电池组连接

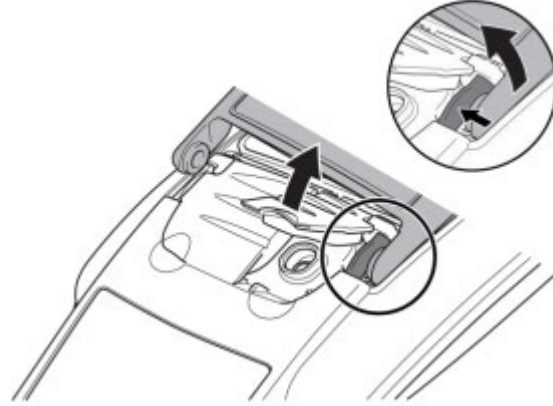


图 4.7：重复然后提起电池组

注意：首次使用锂离子电池组之前，请先为其充满电

## 拆卸电池组

1. 使用释放扣打开电池仓（图 4.4）
2. 如果使用锂离子电池组，请拔下导线接头（参见图 4.5）。
3. 轻轻提起附件盖，然后向内按下电池固定门锁。（见图 4.6）

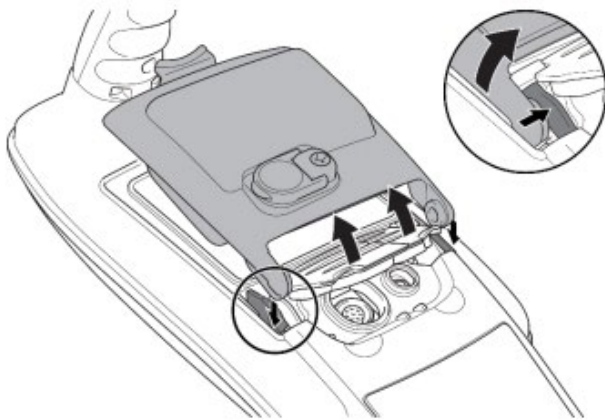


图 4.6：向内按下固定门锁

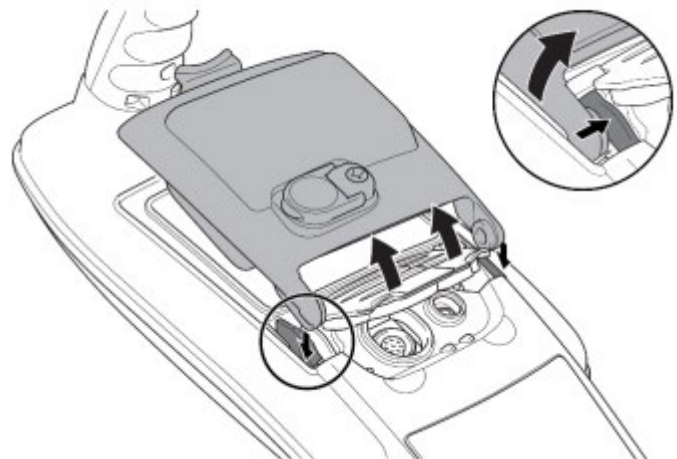


图 4.8：安装新的电池组

4. 旋转电池组并向上以使其脱离门锁
5. 在另一侧重复操作以完全释放电池组，然后将其提起（图 4.7）

若要装上新电池，请稍稍提起两个附件盖，然后将备用电池组轻轻推入到位，直到其在两侧发出喀嗒声，然后盖上电池组（图 4.6）。

## 使用定位仪 D 型电池座

要安装 D 型电池的电池托盘，请轻轻提起两个附件盖，然后轻轻地将电池托盘推入到位，直到它在两侧发出咔嚓声，然后关闭电池托盘（图 4.9）

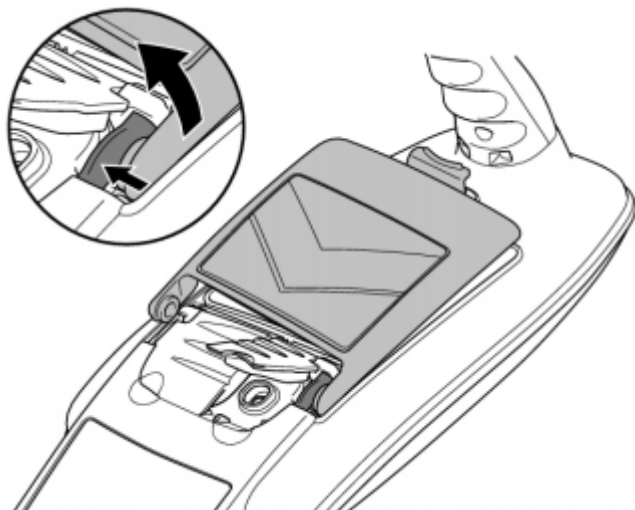


图 4.9：安装 D 型电池夹具

插入两 (2) 个优质 D 型电池。将电池插入电池托盘时，请注意电池的极性。

## 4.7 自检

每周或每次使用前应进行自检。必须在远离大型金属物体和强电的地方进行。

### 进行自检

1. 确保已安装磁力计支脚，电池充满电。
2. 快按电源键进入菜单。
3. 滚动到**信息**，按天线键进入。
4. 滚动到**测试**，按天线键选择**是**。
5. 按频率键开始测试。

## 4.8 Bluetooth®

PCMx 带有蓝牙功能，可连接到蓝牙移动设备和外部 GPS 设备。

**注意：**PCMx 的无线功能，如蓝牙，可能受到国家或地方法规的限制。请咨询您当地部门了解更多信息。

### 打开蓝牙

1. 快按电源键进入菜单。

2. 滚动到 **BT** 菜单并按下天线键进入。
3. 滚动到 **ON** 选项并通过频率键确认

## 4.9 天线模式

PCMx 定位仪支持 5 种天线模式，以适合您的特定应用或本地环境。

如要在天线模式间滚动，按天线键。



**峰值：**对于精确定位，峰值柱状图可提供信号强度的可视化读数。峰值信号可出现在埋地管道正上方。



**峰值+：**选择将峰值柱状图的精度与谷值箭头相结合，可显示是否存在畸变，或者选择与成比例导向箭头相结合 - 按住天线键在两者之间切换。



**导向：**成比例箭头和发射定向“探针”结合音频左/右指示，快速追踪埋地公用设施的一般路径。



**宽峰值：**与峰值模式操作方式类似，但在更宽区域给出结果。用于检测和跟踪极弱的信号，例如非常深的公用设施。



**谷值：**具有快速左/右显示公用设施路径的功能。由于谷值易受干扰，最好在无其他公用设施的区域使用

## 4.10 工作频率模式

按频率键 **F** 切换工作频率选项。

### 测绘模式

在以下每种模式下，4Hz 的电流测量可以使用 PCMx 定位仪进行。

<b>ELF</b>	超低频率	128Hz / 98Hz
<b>ELCD</b>	超低频率和 电流方向箭头	128Hz / 98Hz
<b>LFCD</b>	低频率和 电流方向箭头	512Hz / 640Hz



<b>CPS</b>	阴极保护定位信号	100Hz /120Hz
<b>8kHz</b>	8kHz 定位信号	8192Hz

## 额外定位模式

**Power** 从电源电缆检测 50Hz/60Hz

**CPS** 100Hz/120Hz 纹波来自 CP 变压器整流器。

## 触摸式增益控制与条形图

增益控制是通过向上和向下箭头增加或减少 PCMx 增益水平。增益读数越低，信号源越强。

信号强度显示在条形图上。

数字显示屏显示条形图百分比。

如果条形图指示满刻度，则数字显示屏显示 99.9；按一次向下箭头可减少至满刻度的 60%。

## 4.11 深度测量

深度测量在除 ACVG 以外的所有模式下都自动显示。深度测量显示如下，并位于管道中心：

- 小于 1 米，深度以厘米显示。
- 大于 1 米，深度以米显示。
- 小于 3 英尺 - 距离以英寸显示。
- 大于 3 英尺 - 距离以英尺显示。

**注意：**为了获得精确的深度测量，PCMx 必须直接在管道上方并与管道成直线，叶片与目标成直角。

## 4.12 定位电流

自动显示定位电流和深度测量值，可以 CPS、ELF、ELCD、LFCD 和 8 kHz 模式显示。定位电流将以 mA 为单位显示。

## 4.13 GPS

PCMx 配备内置 GPS。如果需要将 GPS 坐标添加到探测测量中，则需要启用 GPS 模块。

要启用内部 GPS，请参阅第 4.5 节，了解如何导航菜单并使用它导航到 GPS 子菜单。

## 4.14 探测测量

为了实现准确的探测测量，在读数时，定位仪必须尽可能保持静止并位于管道正上方。

按下并松开探测键启动 PCMx 测量。

现在显示实时 4Hz 电流读数。如果您希望保持显示某个读数，快速按下天线键，4Hz 电流读数现在将被冻结。要让 4Hz 读数返回“实时”状态，请按天线键。

**注意：**闪烁的读数意味着读数处于临界值，应重新读取。这可能是由移动的金属或附近的车辆引起的。

## 4.15 保存或拒绝日志

显示 4Hz 电流读数后，显示屏左下方会显示 SAVE。

若要保存读数，请按向上箭头键；若要拒绝读数，请按向下箭头键。

当探测测量被保存时，数据会自动保存在 PCMx 定位仪中。如果 PCMx 蓝牙启用，PCMx 定位仪将自动尝试通过蓝牙发送探测测量值。

**注意：**如果您不想将探测测量值发送到另一台设备，您可以浏览 PCMx 菜单，将蓝牙切换到“关闭”。

## 4.16 上传 PCMx 数据日志

**注：**要上传 PCMx 保存的结果，目标电脑上需要雷迪的 PCM Manager。PCM Manager 是一款免费的 Windows® 软件应用程序，可在以下网址下载：

<https://www.radiodetection.com/en-gb/resources/software-downloads/pcm-manager>

PCMx 通过 USB 电缆上传整个日志，为用户提供了从定位仪向电脑发送数据的机会。详见第 8.8 节。

## 4.17 擦除所有存储的数据日志

日志一旦被擦除，就无法检索。

擦除功能可用于完全擦除 PCMx 内所有存储的日志。要擦除所有存储的日志，请执行以下操作：

- 快按开启/关闭键进入 PCMx 菜单。
- 滚动菜单选项，直到显示数据。
- 进入数据菜单，滚动到 DEL，输入 DEL 并选择“是”或“否”，按“f”键确认。

## 4.18 审阅模式

可以查看 PCMx 中保存的数据。要查看存储的日志，请执行以下操作：

- 快按开启/关闭键进入菜单，并使用向上/向下键浏览菜单选项，直到显示 VIEW。
- 快按开启/关闭键，将显示上次存储的日志。
- 若要滚动存储的日志，请按向上/向下键。
- 要退出 VIEW 模式，请按“f”键两次。

## 4.19 覆盖保存的日志

先前保存的日志可以被覆盖。要覆盖保存的日志，请执行以下操作：

- 快按开启/关闭键进入菜单。
- 使用向上/向下键滚动菜单，直到显示 View。
- 按天线键，将显示上次保存的日志。
- 使用向上/向下键滚动保存的日志。一旦选择了特定的日志，按下天线键，定位仪将返回到主屏幕。

**注意：**进行测量时，屏幕上将显示选择要覆盖的日志编号。接受测量将覆盖选定的日志。如果测量被拒绝，则进行的下一次测量将存储在日志文件的末尾，而不是之前查看的日志。每次需要覆盖日志时，必须使用上面的程序选择日志。

## Section 5 将发射机连接到管道

**警告：**在拆除管道 CP 连接之前，必须遵循适当的安全程序。只有经过培训并有资格操作整流器的人员才能拆除 CP 连接。

注意：在连接引线之前，请务必关闭整流器。

1. 断开整流器的管道和阳极电缆。
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合适的阳极线缆。

注意：如果上述导线接反，则定位仪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 尺），以确保均匀的电流分布。

### 5.1 发射机到管道连接

#### 阴极保护整流器

单个整流器向单个管道提供外加 CP 电流。

整流器与阳极和管道相连。由 110/220V 交流市电供电。

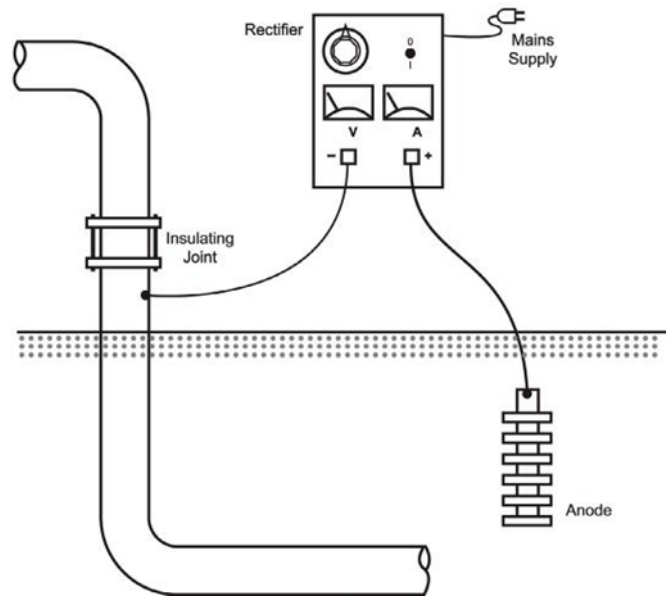


图 5.1：整流器与管道连接

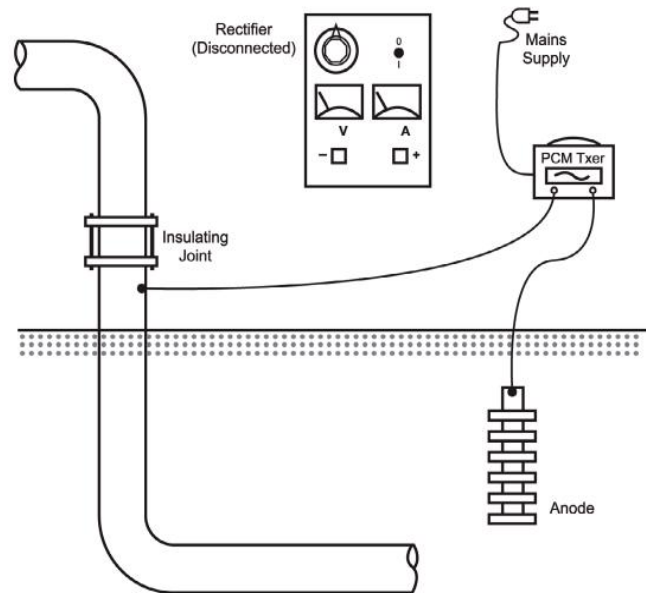


图 5.2：PCM 发射机与管道连接

从整流器端子上断开管道和阳极的电缆。

如果不能从整流器上断开电缆，将导致 PCM 信号不稳定，并可能对 PCM 发射机造成可能的损坏。

将 PCM 发射机连接到电缆，白色引线连接到管道电缆，绿色引线连接到阳极电缆。使用发射机的市电电源或 Tx-25 的内部电池。

如果不使用绝缘接头，PCM 信号将在连接点的两个方向上出现。

单个整流器向多条管道提供外加 CP 电流。

如上，从整流器上断开管道和阳极电缆。

如果可在整流器处将它们分开，请尝试识别单独的管道电缆，以便可以单独探测每条管道。这允许探测最大范围。

将白色 PCM 发射机引线连接至其中一条管道电缆，绿色连接引线连接到阳极电缆。使用 PCMx 定位仪可帮助识别连接到各条管道的电缆。

如果 PCM 发射机信号一次应用于多条管道，信号将在它们之间被分割，因此最大范围将减小。

**注意：**需要最多阴极保护电流的管段也将有最多的 PCMx 电流，因此使用 PCMx 定位仪测量从整流器馈送的所有管段上的电流将指示 CP 故障最严重的管段。这是一个快速、简单的涂料质量指南。

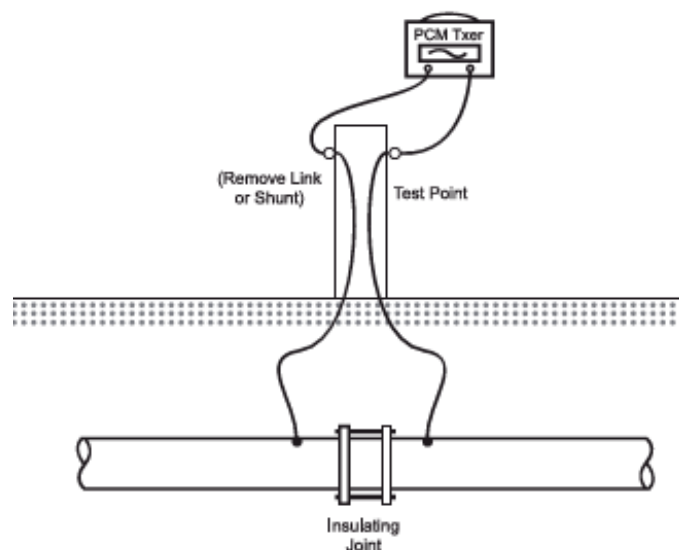


图 5.3：使用测试点的 PCM 连接

## 5.2 当整流器不可用时

### 测试点

在某些测试点有绝缘接头，电缆会连接到其表面。

通过绝缘接头连接 PCM 发射机。将白色电缆连接到要探测的管道一侧，然后将绿色电缆连接到另一侧进行接地。

### 牺牲阳极

您可以使用牺牲阳极作为 PCM 发射机的接地点。这类连接可以在没有绝缘接头时使用。见图 5.4

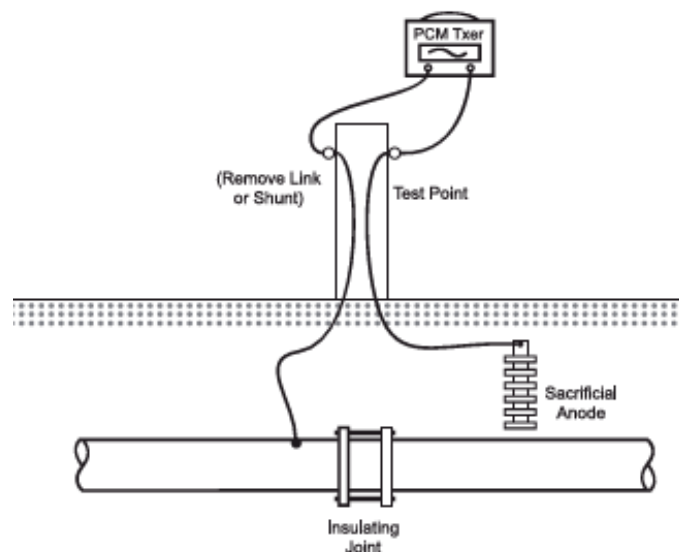


图 5.4：采用牺牲阳极接地的 PCM 连接

**注意：**一些牺牲阳极直接连接到管道，而不连接到测试点。这些很容易定位，因为它们会导致较大的 PCM 电流损耗。

断开测试点内管道到牺牲阳极的连接线。

将 PCM 发射机的白色电缆连接到管道连接处，将其绿色电缆连接到阳极。

*注意：如果阳极严重耗尽，它的电阻将会很高，发射机信号灯将显示更高的电压。*

在这种情况下，建议使用一系列长接地桩为发射机提供低电阻接地。

无论发射机采用何种接地方式，其电阻应小于 20 欧姆，以确保发射机输出合适的电流。

利用另一条管道作为发射机的地是应用信号的一种有效方法。

*注意：确保另一条管道的运行方向与正在探测的管道不同。*

溪流、排水沟、堤坝、沼泽或任何水洼都可以用于发射机接地。

将绿色引线连接到任何大型金属物体上，然后将其浸入水中。

*注意：确保管道没有穿过同一潮湿区域。*

其他电气夹具可用于 PCM 发射机接地。但是，这将导致该区域的所有电缆都携带 PCM 发射机信号。

如果这些电缆分布在管道附近，可能会影响探测结果。

## Section 6 探测管道




本部分描述在实践中应如何执行探测。

### 6.1 使用峰值+模式精确定位目标线路

如果 PCMx 发射机已连接并开启，请使用 ELF、ELCD、LFCD 或 8kHz（如果使用 TX-25）进行定位。如果没有连接发射机，则使用 CPS 定位 100/120Hz 距离 CP 系统的位置。

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。

如果您希望捕获 GPS 数据，请确保内部 GPS 已开启。

1. 安装磁力计支脚后，打开 PCMx 定位仪。
2. 使用  键将定位仪的频率模式与发射机的工作频率匹配。如果您打算对管道进行探测，请确保发射机和定位仪均设置为其中一个测绘频率（ELF、ELCD 或 LFCD）。
3. 按下天线键，将天线模式设置为峰值+。进入峰值+ 模式后，按住天线键可在指向峰值读数的导向或谷值箭头之间交替。通过按住天线键设置导向箭头；导向暂时出现在显示屏的左下角。
4. 使用地图信息或管道标记来确定管道的大致位置。将 PCMx 定位仪竖直放在您的侧面，跟随导向箭头穿过管道的路径。上升条形图和音量打开时的音调增加表示与管道的接近程度。
5. 按向上键和向下键  
将定位仪灵敏度调到 50  左右。这使  能够更容易地看到条形图的变化。
6. 手提 PCMx，使其垂直接近地面。
7. 慢慢地从一侧移到另一侧，并定义最大条形图响应的点。在管道正上方时，导向箭头应保持最小长度，左右箭头都亮起。

8. 要将 PCMx 与管道完全对齐，请旋转定位仪，直到罗盘处于 6 点钟位置。

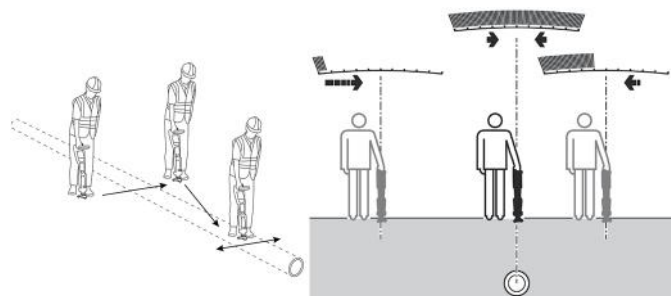


图 6.1：精确定位目标线路

在精确定位管道后，PCMx 将显示管道的深度（测量到管道的中心）和定位信号电流。

9. 如果您希望在此阶段获得 4Hz PCM 读数，可以随时按下探测键来初始化测量。4Hz PCM 测量将显示在屏幕上，可以使用向上或向下箭头将这一结果保存到 PCMx 内存或拒绝保存。

### 6.2 Peak+ 谷值

通过对比峰值条形图响应和谷值箭头，可以检查精确定位位置的有效性，并注意由于信号畸变而可能出现的定位精度变化。

1. 使用峰值+ 谷值天线模式定位管道并标记具有最大条形图响应的位置。
2. 使用左箭头和右箭头，定位并标记左箭头和右箭头都被点亮的位置。

如果上述 1 和 2 中的定位位置对应，则可以假设精确定位是精确的。如果位置不对应，则精确定位不精确。

只有当峰值条形图响应和谷值箭头彼此距离在 15 厘米（6 英寸）以内时，才能获得准确的 PCMx 结果。

如果位置相差超过 15 厘米（6 英寸），则假设磁场发生畸变，应在不同位置获取 PCMx 读数。

### 6.3 TruDepth

PCMx 定位仪具有 TruDepth™ 功能，该功能有助于确保定位或探测测量的准确性。当定位仪没有与管道方向正确对齐时，如果定位仪离侧面太远或信号条件差而无法获得可靠结果，则深度和电流测量值将自动从显示屏中移除。

除了不显示深度和电流读数外，如果定位仪不满足 TruDepth 条件，则不可能进行 4Hz 电流测量。

使用罗盘将定位仪与管道精确对齐。当位于管道上方并与管道对齐时，罗盘应在 6 点钟位置。如果罗盘没有对齐，偏差超过 7.5 度，则深度和电流读数都将被禁用。

## 6.4 电流方向 (CD)

在 ELCD 和 LFCD 模式下，PCMx 发射机可输出 CD（电流方向）信号。这可以用来提供管道上的电流方向。此功能尤其适用于识别目标管道，该管道被施加 PCM 信号并告知用户正在测量正确的管道。

当以 ELCD 或 LFCD 模式进行 4Hz 测量时，PCMx 显示屏上显示 CD 方向箭头。在目标管道上定位和进行测量时，CD 箭头将默认指向下方。在某些应用中，PCMx 输出信号可以到达邻近的管道，在这种情况下，CD 箭头将指向上方，表示的目标线路不正确。

## 6.5 PCMx 探测的类型

PCMx 磁力计支脚是一种高精度、高性能的传感器，用于检测和测量极低频磁场。先进的信号处理技术提供按键电流测量和 4Hz 信号的方向。

## 6.6 ACCA 探测

交流电流、电流衰减 (ACCA) 探测测量所传输 4Hz 信号的衰减，以建立电流损耗的模式。结果可用于：确定管道涂层的状况、定位故障或发现与其他金属物体接触所引起的短路。

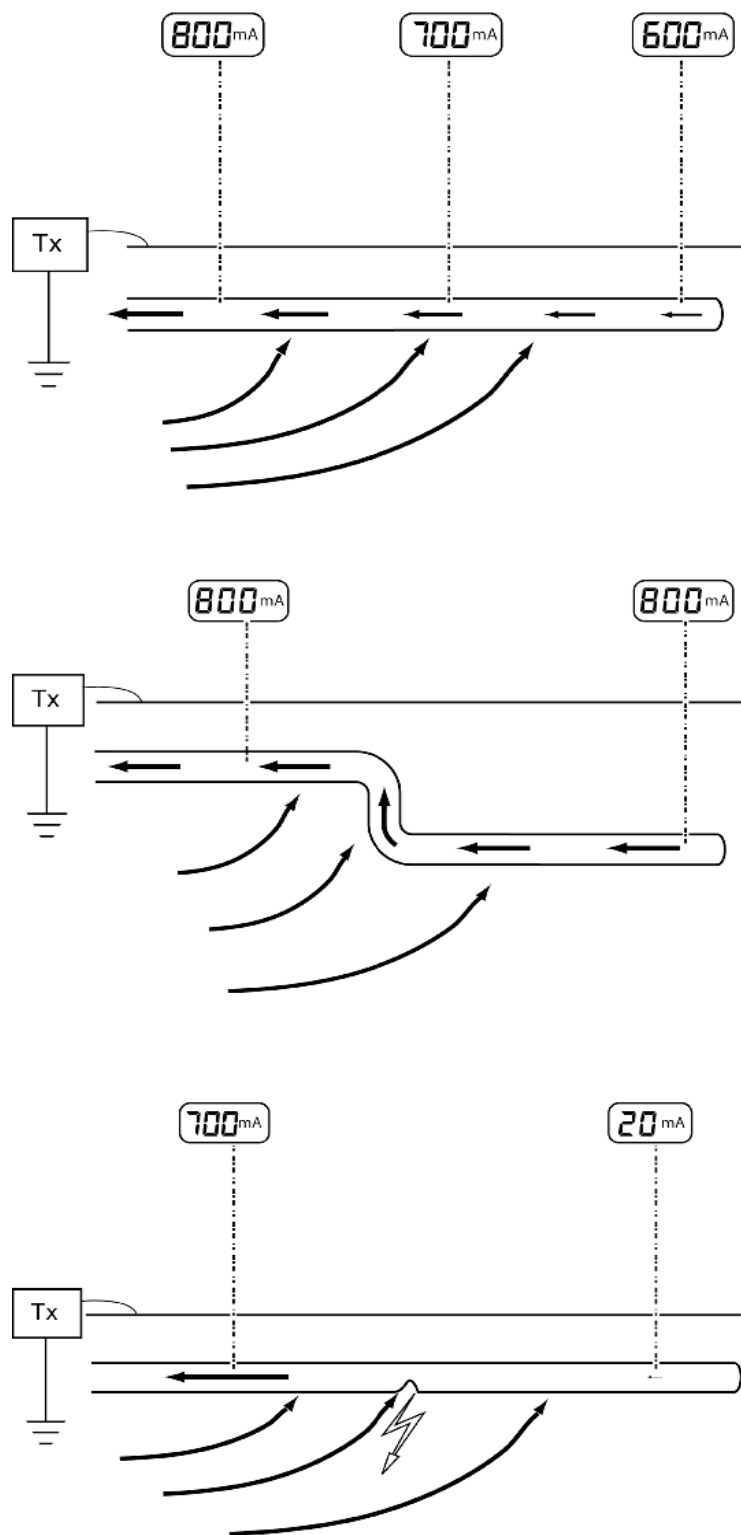
在所有图表中，箭头指示流向发射机的电流方向。PCMx 发射机向管道施加电流，该电流的强度随着到发射机距离的增加而减小。减小的速度取决于管道涂层的状况、大地电阻率和管道电阻。

PCMx 定位仪补偿电流测量期间的深度变化，即使管道深度发生变化，电流读数也保持不变。

当遇到故障时，电流迅速下降。故障可能由涂层损坏、与其他设备接触等原因造成。

PCMx 电流的损耗实际上与故障时使用的 CP 电流量成正比。

有关如何使用 PCMx 进行 4Hz 电流测量，请参阅第 4.14 节。



由于管道的老化和涂层条件，管道沿线会自然地出现线性电流损失。

## 6.7 ACVG 探测

附件 A 字架与 PCMx 定位仪一起使用，以精确定位涂层缺陷和绝缘故障。

交流电压梯度（ACVG）探测将测量管道附近的泄漏电流，以评估涂层状况，并确定涂层缺陷。这种探测方法的优点是可以在与管道平行的路径上完成。例如，它可以在平行于在路面下方行进的管道的路面或草地边缘上进行。除 PCMx 定位仪和发射机外，它还需要使用 PCMx A 字架。

A 字架脚钉需要与地面保持良好的电气接触，最好是与潮湿、导电的地。如果地面干燥或地面是混凝土，建议在脚钉周围淋水，或在每个脚钉位置装一块海绵，用水浸泡，以增加 A 字架与地面之间的导电性。

PCMx 定位仪显示屏使用故障查找方向箭头指示故障方向，从而便于定位故障位置。

PCMx 还显示穿过 A 字架脚钉的 dBuV 读数，这允许在不同故障之间进行对比，以确定最严重的故障。这个数值和方向箭头可以存储在 PCMx 中，通过 PCM Manager 应用调用并上传。

### 方法

在利用 4Hz 结果得到 PCMx 电流损耗后，确定哪些管道段需要进行故障查找探测。

1. 将发射机连接到管道和地面。
2. 将 PCMx 发射机设置为 ELCD 或 LFCD 模式。
3. 通过附件插口将 A 字架连接到 PCMx 定位仪，并打开定位仪。
4. PCMx 将默认选择 ACVG 模式，并显示 A 字架符号。
5. 为您的探测选择适当的起点。如果从先前的 ACCA 探测中识别出疑似故障位置，则从距离疑似故障大约 60 英尺（20 米）处开始探测。
6. 将 A 字架的脚钉放在地面上或与管道平行。将绿色脚钉向前放置，红色脚钉朝向发射机连接点。
7. dBuV 读数和方向箭头将显示在屏幕上。按一次天线键，将读数保存并存储在 PCMx 内存中。
8. 如果没有明显的故障，或者 A 字架离故障太远，则箭头将闪烁，dBuV 读数将不稳定 - 在这种情况下，沿着管道向前移动，直到故障查找箭头恒亮。当存在故障时，故障查找 (FF) 箭头将显示故障方向，dBuV 读数将稳定。当 A 字架接近故障点时，dBuV 读数将增大。
9. 沿着管道以一定的间隔将 A 字架脚钉压入地面并检查 FF 箭头。



10. 沿箭头方向移动。找到箭头改变方向的点。如果 A 字架位于管道的正上方，则故障位置将在 A 字架中心点正下方。
11. 如果测量已经到达管道侧面，请将 A 字架旋转 90°，使绿色脚钉指向管道。在管道上来回移动，并以这个方向定位故障，中心点就在故障点的正上方。

PCMx 定位仪有两种故障查找模式，可与 A 字架一起使用：

- ACVG
- 8KFF

在 PCMx 定位仪上，ACVG 故障查找使用 PCM 发射机的 ELCD 和 LFCD 输出。当使用 RD4000 T3、RD4000T10 或 RD7K/8K Tx-5 和 TX-10 等雷迪发射机时，使用 8KFF。

*注意：插入附件 A 字架后，无法读取 PCMx 4Hz 电流读数，除非处于同步模式。*

进行一次测试。记录最高的 dBuV 读数，或将其保存在 PCMx 中，并记录日志编号。

在探测过程中，按功能键，选择合适的定位频率，即可切换到管道定位。

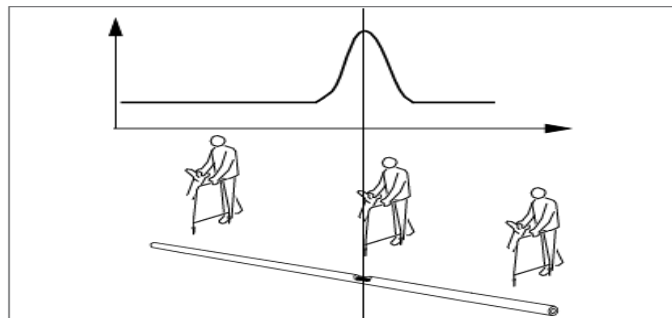


图 6.3：对比故障严重性

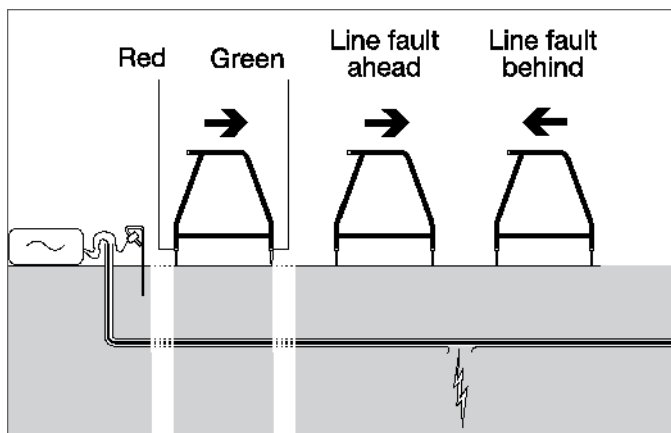


图 6.2：A 字架故障查找

## 6.8 对比故障严重性

为了确定故障的严重性，对比管道上的不同故障以确定维修优先级，在 A 字架与管道成 90 度角的情况下读取 dBuV 读数。

将其中一个 A 字架脚钉置于管道正上方，另一个远离管道。从故障位置大约 1 米处开始，每隔 25 cm（或更小）

## 6.9 同步 ACCA 和 ACVG 探测

PCMx 允许用户同时进行 ACCA 和 ACVG 探测。通过在管道的一次通过中收集数据，而不是两次，这将可明显减少探测时间。

### 程序：

1. 使用先前描述的方法，将发射机连接到管道和地面。
2. 将 PCMx 发射机设置为 ELCD 或 LFCD 模式。
3. 通过附件插口将 A 字架连接到 PCMx 定位仪，并打开定位仪。
4. PCMx 将自动选择 ACVG 模式，并显示 A 字架符号。
5. 按下“F”键，直到 PCMx 定位仪的模式匹配从发射机中选择的 ELCD 或 LFCD。
6. 开始您的探测，使 PCMx 位于顶部并对齐管道，A 字架与管道平行。
7. 显示屏将显示故障查找方向箭头和 dBuV 读数。按一次天线键启动 4Hz 电流读数。注意：显示屏上的箭头现在将指示 PCM 发射机电流 (CD) 的流动，而不是故障查找方向箭头。
8. 若要保存或拒绝读数，请按向上或向下箭头。故障查找和 4Hz 电流数据都将保存在日志中。

## Section 7 理论与应用

本节演示测量结果的读取以及探测各种管道系统可能获得的结果。

### 7.1 基本技术

#### “碰口”和环接

图 7.1 显示了两条线路之间的电流分流，即

$$800 = 700 + 100$$

读数最大的管道表明大部分电流从该管流出，是定位故障（短路或涂层不良）所遵循的方向。

图 7.2 显示了三条线路之间的电流分流，即

$$800 = 600 + 150 + 50$$

读数最大的管道表明大部分电流从该管流出，是定位故障（短路或涂层不良）所遵循的方向。

#### 环接

如果电流箭头改变了方向，它可能表明管道已经改变了位置。在定位模式下使用 PCMX 重新定位它 - 参见图 7.3。

#### 环接系统内的电流流动

如果所有的距离和涂层都相等，并且损耗率不变，那么在 A 点测得的电流将为零 -- 见图 7.4。

在实践中，对于不同年龄和涂层的管道，读数为零 (0) 的点可以在任何地方。相应的电流读数将指示流动的方向 - 见图 7.5。

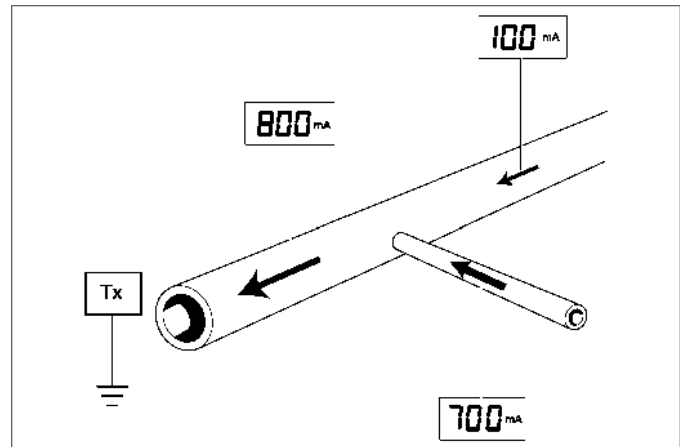


图 7.1：联络线 1

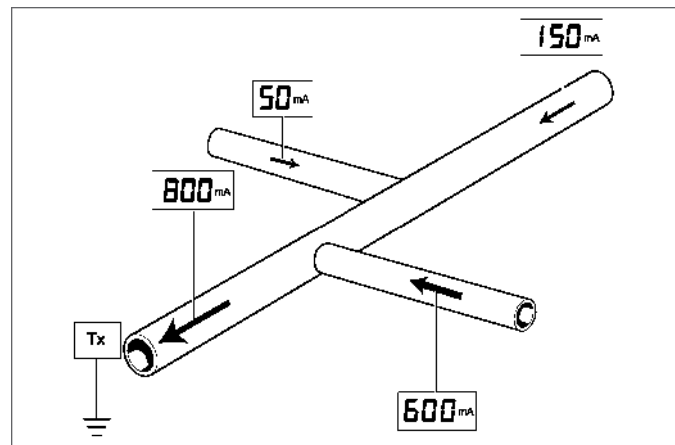


图 7.2：联络线 2

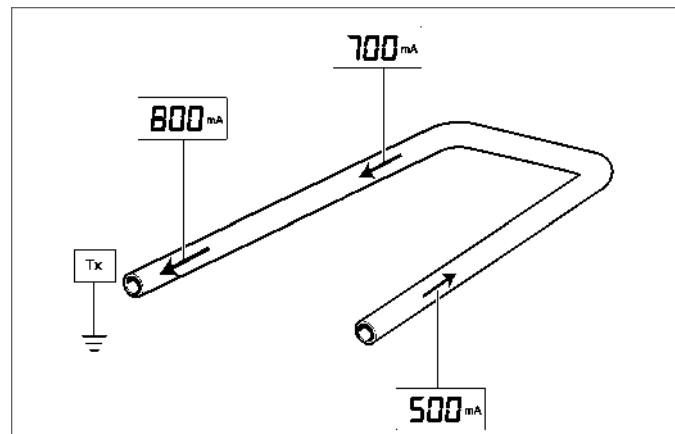


图 7.3：回路

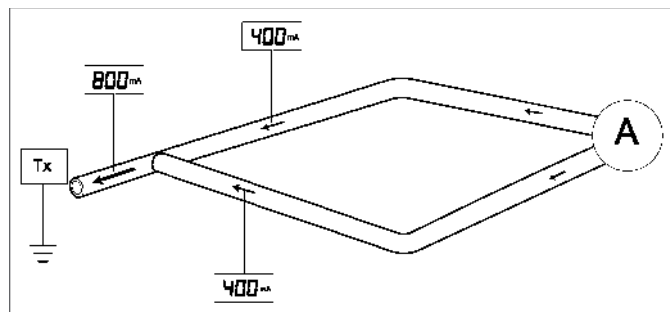


图 7.4 : 环接系统 1

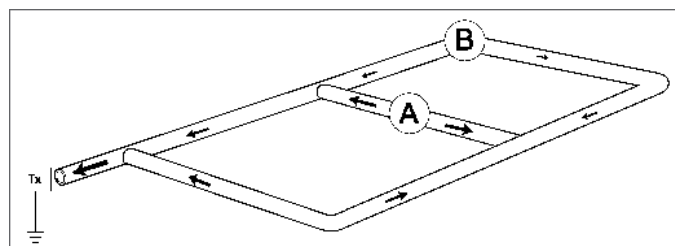


图 7.5 : 环接系统 2

## 测量

### - 配电系统

以下是利用 PCMx 针对配电系统进行 CP 系统诊断的一些典型结果。

熟悉本地知识并获得管网地图对于确定连接 PCM 发射机的合适位置和在哪里读取读数至关重要。在集中测量任何特定区域之前，值得对整个现场进行测量。

下图是一条涉及“碰口”和“环接”的典型街道。PCMx 的读数和防止干扰的距离已经包括在内。通过在地图周围探测，一个短路信号很快就被发现了。

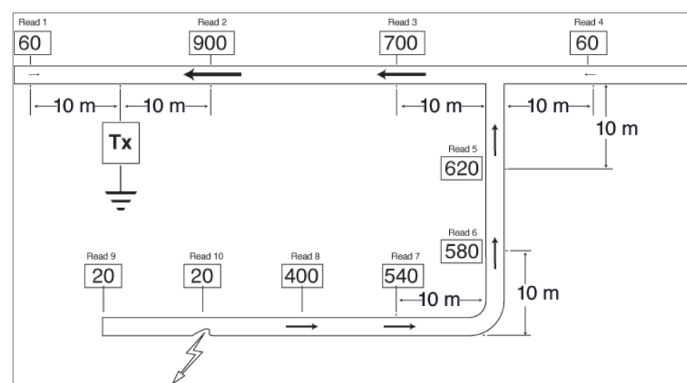


图 7.6 : 分布式系统

在本例中，在关键区域进行了测量，以确定主要电流流动的方向。

读数 2 指出了初始遵循的方向。

读数 5 指出了应遵循碰口上哪一段的方向。

读数 9 指出了已探测到短路，位于读数 9 和读数 8 之间。

通过划分好坏读数之间的距离发现短路，直至成功定位为止。

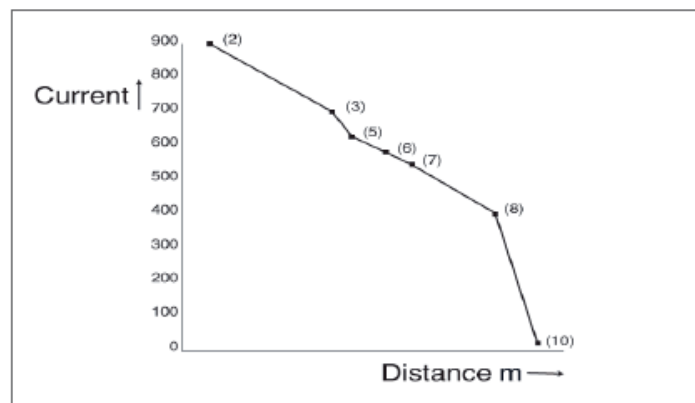
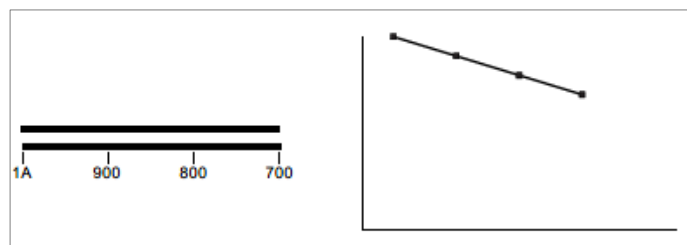


图 7.7 : 分布式系统的解读

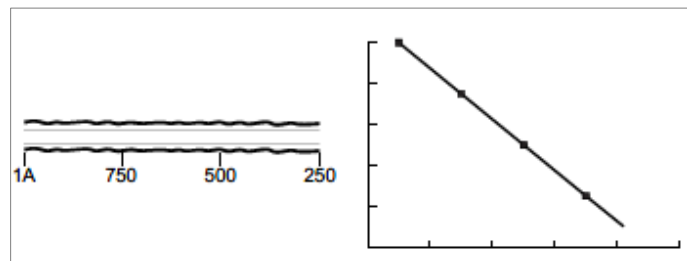
## 7.2 管道及管道缺陷

### 读数和图表的解读

良好的管道涂层表现为电流损耗非常少。

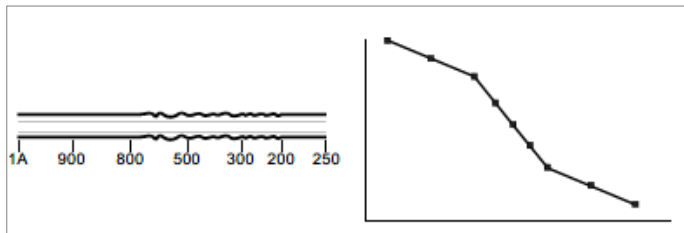


不良的管道涂层表现为电流损耗非常快。

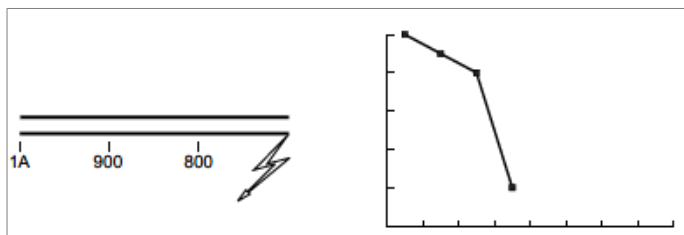


## 7.3 平行管道

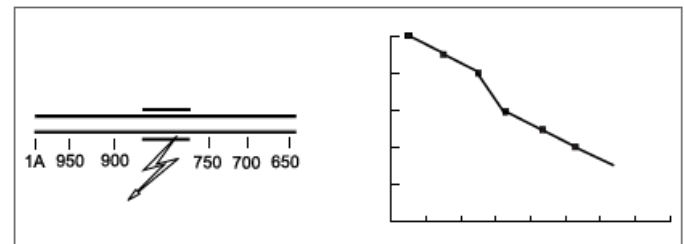
好坏掺杂的涂层表现为涂层不良的管段电流损耗较大。



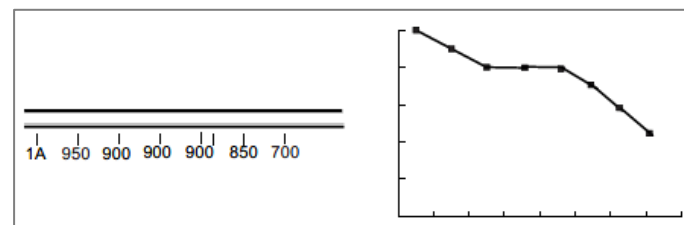
短路或其他设施接触表现为突然的电流损耗。



涂层不良的钢罩与管道接触表现为一个测量段的电流减小。



这种影响可以是一段涂层完好的管道，或者是屏蔽干燥或石头地面信号的地面条件。



考虑一条新的输配管道与旧管平行铺设，与施加的 1A 信号大约相隔 30 厘米（12 英寸）。

为了更容易解释，管道被分为 A、B 两段。见图 7.8。

### 例 1

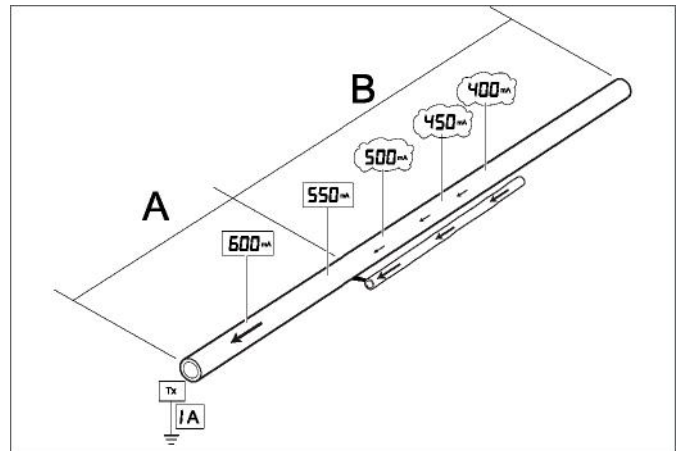


图 7.8：平行管道

**A 段** 良好的峰值和谷值定位，峰值和谷值定位在相同的位置。结果表明管道涂层情况良好（600mA 和 550mA）。

**B 段** 不良的峰值和谷值定位，从之前的对齐状态偏移到一侧。读数开始迅速下降。

这种情况表明旧管道与新管道短接了。旧管道上的不良涂层为 PCM 发射机电流提供了良好的路径。

定位偏移到一侧以及电流读数快速下降可体现这个问题。

在绘制图形时，用表示短路或接触位置的弯曲来表示这种影响。图 7.9。

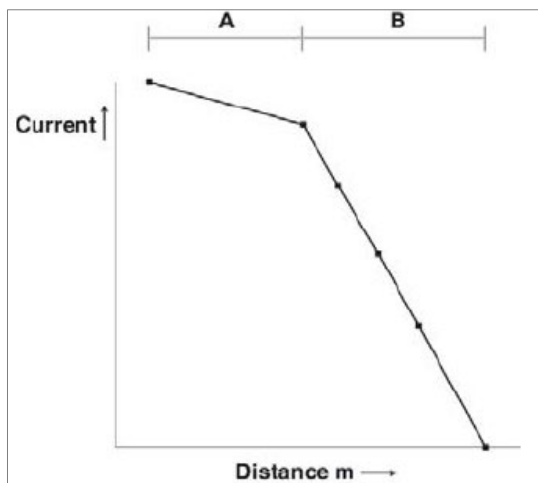


图 7.9：解读

为了验证故障位置，发射机被重新定位到管道的另一端。图 7.10。

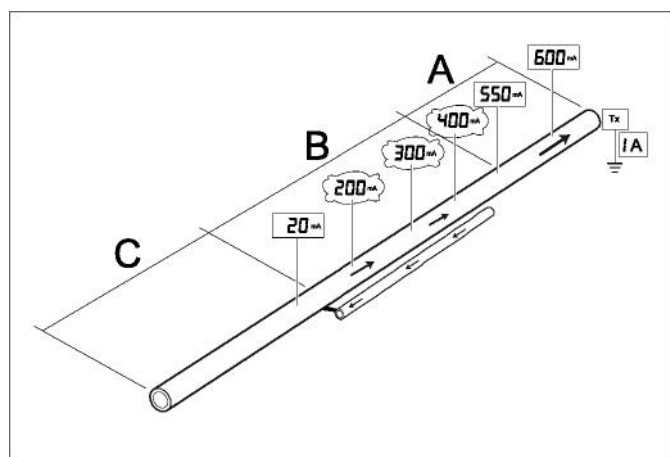


图 7.10：平行管道

得到以下结果：

- A 段** 良好的峰值和谷值定位，读数以稳定的速度下降。
- B 段** 不良的峰值和谷值定位，当前读数急剧下降。
- C 段** 短路/接触。

电流流动最容易的路径是从旧的废弃管道向下流。由于这与新管道上的流动方向相反，产生抵消效应，这是读数急剧下降的原因。

短路发生在电流下降到接近零的地方。

图 7.11 中的图形说明了此影响。

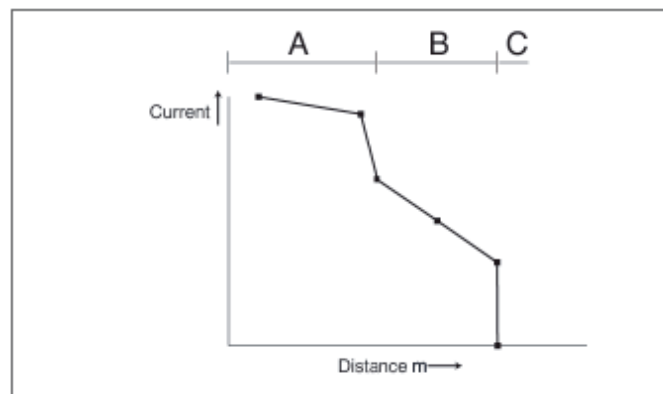


图 7.11：解读

## 例 2

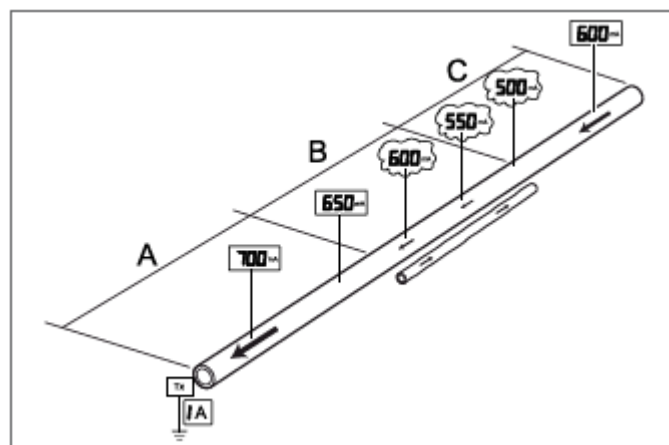


图 7.12：平行管道

此示例 2（图 7.12）证明了一个典型的应用，其中一小段平行管道干扰了结果。

为了便于解释，将管道分为 A、B、C 三段。

在该情况中，向新管道施加一个 1 安培信号，并遵循最大电流的流向。

- A 段** 良好的峰值和谷值定位以及稳定的下降速度表明涂层情况良好。
- B 段** 不良的峰值和谷值定位（超出 15 厘米（6 英寸）要求），电流读数显著下降。
- C 段** 良好的峰值和谷值定位，电流上升，然后以稳定的速度下降。

另一个设施被发现靠近新管道的 B 段，有少量电流流向相反的方向。这产生了抵消效应，导致新管道上的电流下降。

图 7.13 说明了此影响。

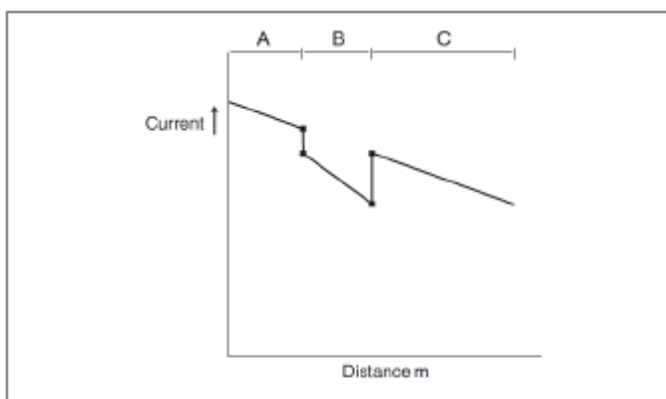


图 7.13：解读

### 例 4

通过将 PCM 发射机移到新输送管道（有一条旧的废弃管道与之平行铺设，大约相隔 3 米（10 英尺））的两端来定位新旧管道之间的接合电缆。图 7.15。

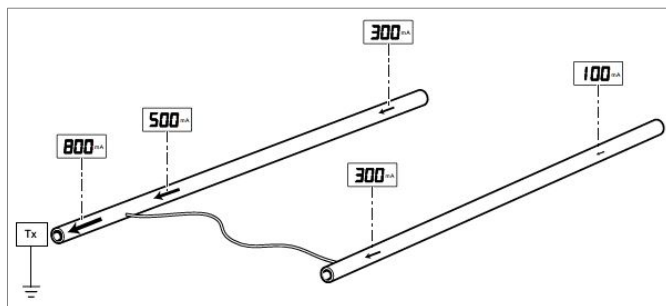


图 7.15：平行管道

PCM Tx 连接在整流器处，800 mA 的电流测量值确定了要遵循的方向。

在距离发射机约 3 千米（2 英里）之处获得两个读数，新管道上 300mA，旧管道上 100mA。PCM 电流箭头指向 PCM Tx，表明在 3 千米/2 英里内的某个地方，新管道已与旧管道相连。

### 例 3

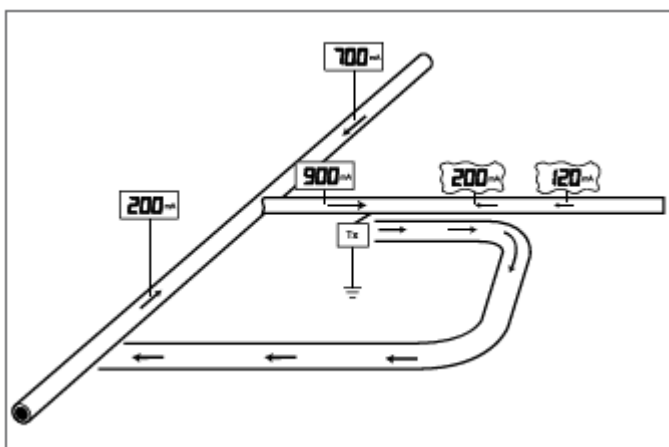


图 7.14：弯管

本示例（图 7.14）展示了一项在新管道上的探测，在该管道中，发射机一侧的电流从发射机流出。

PCM 发射机被连接，1 安培电流被选择。

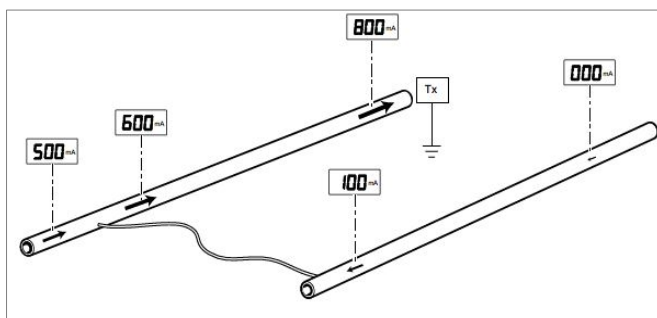
在箭头指向发射机的一侧检测到 900mA 的读数。

另一侧给出了一个不良的峰值和谷值，电流方向背离发射机。

另一个读数是在离发射机更远的地方得到的，结果相同。

发现另一个设施与管道短接，如图所示，在某个阶段与新管道平行铺设。新管道上的电流没有影响，因为与另一个设施相比，它太小了。

图 7.16：平行管道



然后，Tx 被连接到新管道的另一端，并在完全相同的位置进行测量。在新管道上检测到一个 800mA 的读数，但在旧管道上没有读数。

当在两条管道上靠近接合点处读取一系列读数时，电流出现在两条管道上，箭头方向相反。这表明接合点在前面的某个位置。

接合点被找到，一个 500mA 的测量值表明其他故障存在于离整流器较近的地方。

## Section 8 结果解读

本节提供 PCMx 定位仪生成的结果解读概要。

### 8.1 介绍

PCMx 的原理是使用的频率很低 (4Hz)，以至于对其他线路的感应和电容耦合的影响减少到几乎为零。此外，由于这些影响，信号的自然衰减也减少到几乎为零。

这些损耗完全是由于电阻损耗（即涂层缺陷或与其他结构接触）带来的。

### 8.2 避免误差

务必使用标准技术以确保测量是有效的。确认峰值条形图和谷值箭头重合。如果有疑问，请通过读取深度读数检查场畸变，然后将定位仪提高到已知高度，例如 0.5 米，并确认深度测量值增加了相应的量。

由于 PCMx 使用如此低的频率，误差源大大减少。然而，仍有某些情况会产生误差。

### 8.3 识别干扰

由于定位 (ELF/LF) 信号畸变导致的误差会导致 4Hz 电流测量误差。这是因为 4Hz 电流测量过程依赖于 ELF 或 LF 信号测量的深度。

- 不良的峰值和谷值定位，最大误差超过 15 厘米（6 英寸）。
- 深度测量不合理。
- LCD 条形图上的读数不稳定。
- 可能的干扰原因
- 平行管道。
- 离发射机太近。碰口、T 型连接件和 L 型弯曲件。

应避免在碰口、弯曲件、深度突变等处进行测量，因为在这些点处总会有一定程度的场畸变。

- 读数太靠近大型停放车辆、行驶的车辆、钢头靴或钢头鞋或大型金属结构。
- 在 PCMx 发射机和阳极电缆或阳极地床附近读数。

在发射机阳极床或接地桩附近进行的测量可能会产生误导。这是因为所有信号电流都通过地桩或阳极床。因此，靠近发射机的信号接地电流十分明显，且与管道电流相反。

其影响是，在最初的 30-50 米 - 取决于地面条件 - 测得的电流可能会增加。事实上，管道上的电流很可能处于一个恒定的水平。

如果有必要探测这段管道，就必须在不同的位置使用发射机，并返回到该点。

### 8.4 定位电流

- 在 ELF 中，定位读数电流低于 15mA 时，PCMx 读数将不准确。
- 在 LF 中，定位读数电流低于 2mA 时，PCMx 读数将不准确。

### 8.5 PCMx 电流

PCMx 电流结果取决于定位电流。如果 PCMx 电流在长时间探测中低于 100mA，则定位电流很可能也很低。可通过使用附近的便携式发射机提供定位信号来获得结果。使用与 PCMx 发射机定位频率不同的频率。

### 8.6 探测结果解读

以图 8.1 所示的典型情况为例，图 A 显示了理想的响应，即信号电流的损耗和阶跃响应，但排除了接地故障电流的任何影响。



## 8.7 利用 dBmA 进行管道电流测绘

在实践中，所得到的结果需要一些解读，因为有时从管道中检测到的磁场可能会受到地面上其他信号路径的影响，包括涂层缺陷周围的位置。

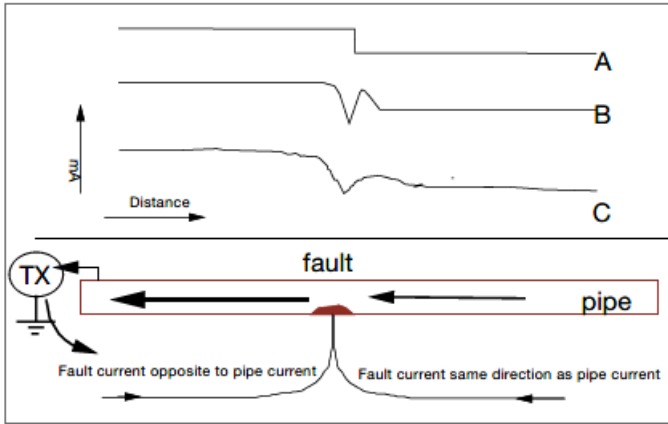


图 8.1：解读结果

图 8.1 图 B 显示了接地故障电流的理论影响。注意，局部故障电流从两个方向进入管道，这使得靠近故障的管道周围的磁场畸变。在故障前面的一段短距离内，接地电流从管道电流中减去，测量结果表现为电流减小。在故障后面的一段短距离内，它们被加到管道电流中，测量结果表现为电流增大。在离故障一定距离的地方，电流稳定下来。

如果观察到这种局部影响，说明它对检测缺陷是有用的。

图 8.1 图 C 显示了在现实情形中，如果 PCMx 电流是在一段有涂层缺陷的管道上绘制的，将会发生什么。

根据故障特征，磁场畸变的影响将扩散到故障两侧大约 2 至 10 米的距离处，其影响将因故障的类型和严重程度而异。

如果被测管道与另一结构接触，如另一管道或电缆横穿管道，则直接接触处的磁场会发生畸变，但不太可能表现出故障后电流上升。

当在故障两侧的短距离内进行探测时，这些影响更加明显。

这强调了在试图对可疑区域进行更详细的探测之前，需要对整个部分进行探测。

PCMx 定位仪以 mA 为单位显示电流，并以 mA 为单位保存数据日志。当数据日志上传到 PCM Manager 应用程序时，数据日志可以以 mA 或 dBmA 为单位显示并保存到文件中。有关详细信息，请参阅 PCM Manager 操作手册。

当离信号施加点的距离增大时，施加在涂层完好的管道上的交流信号电流将因电容而损耗。PCMx 使用近直流信号 (4Hz) 进行电流测量，因此电容损耗最小。使用 mA 绘制的结果曲线图将具有指数斜率，因为在靠近发射机的地方有更大的电流损耗率。参见图 8.2



图 8.2：mA 故障图

将指数 mA 结果转换为对数 dBmA 将显示与直线斜率相同的图形。参见图 8.3。

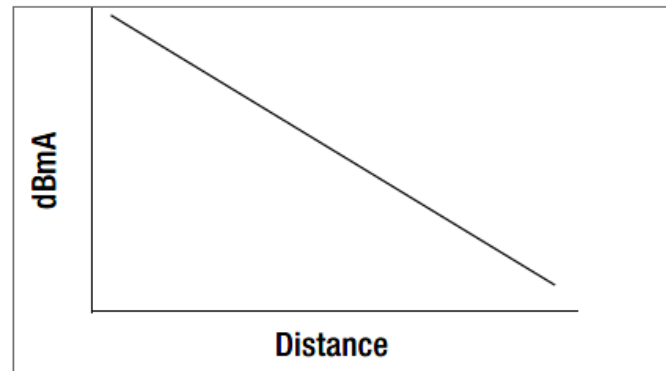


图 8.3：dBmA 故障图

使用每段距离 dBmA 损耗显示结果的优点是，结果图形更容易分析。

有一条涂层管道，存在三个电阻相等的缺陷，一个在起点附近，一个在中间，一个在终点。如果在纵标度上以 mA 为单位编制电流损耗图，第二和第三个故障在图中将显示为逐渐变小的阶跃。这是由于欧姆定律，以及上一故障的电流损耗造成的。参见图 8.4。

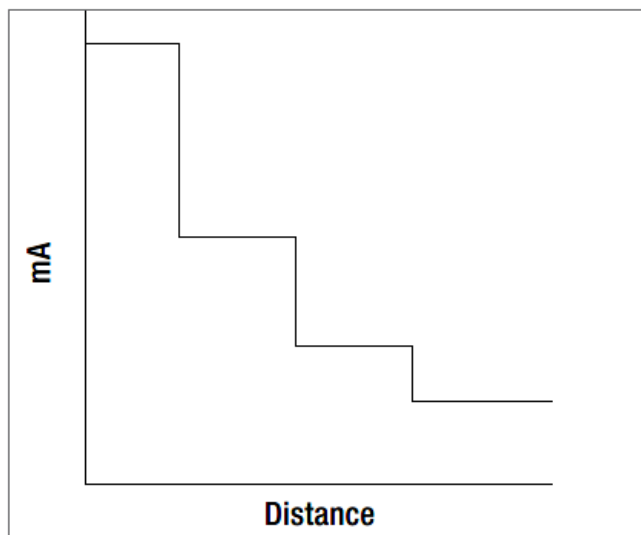


图 8.4 : mA 故障图

使用 dBmA 作为纵标度，无论第一次故障损耗了多少电流，都会导致图中大小相等的故障的阶跃相等。参见图 8.5。

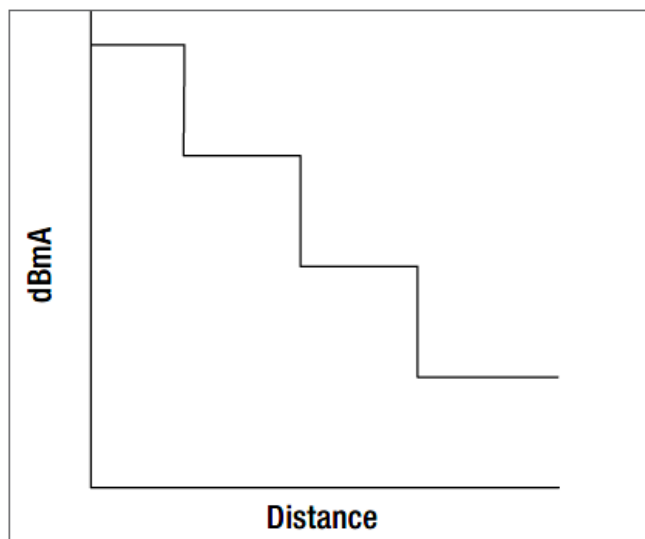


图 8.5 : dBmA 故障图

这些图显示了三个相等的故障和对图形的影响，以 mA 和 dBmA 为单位。

请注意，显示 mA 的图（图 8.4）明显可以看出故障的幅度在减小。显示 dBmA 的图（图 8.5）明显可以看出故障的幅度是相等的。因此，dBmA 显示了故障率，然而由于

发射机附近电流损耗高，较远的地方损耗较低，单独使用 mA 可能会引起数据的错误判读。

在图 8.6 中，标记为“A”到“E”的线是收集的数据，而标记为“1”到“4”的线是解读的数据。

注意，在位置“A”，电流下降，然后几乎回到原来的水平。这可能是由于定位信号的场畸变（可能由管道上方的另一条公用线路造成）引起的，应该忽略或进一步调查。

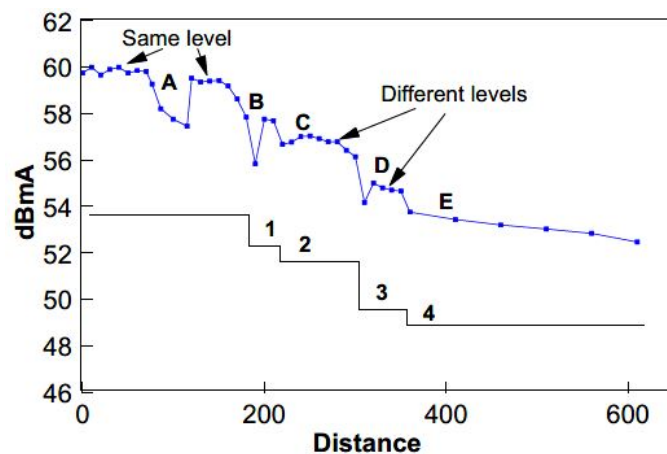


图 8.6 : 收集的数据和解读的结果

步骤“B”到“E”显示了明显的阶跃（在故障点有一定的场畸变）和信号损耗。注意恢复的读数小于故障前的信号。

现在应该使用 PCMx A 字架进行进一步调查，以确定故障的确切位置。

## 8.8 PCM Manager

### PC 版 PCM Manager

PCM Manager 是一款 PC 应用程序，可从雷迪网站下载并安装到 PC 上。安装后，PCMx 定位仪可以通过 USB 连接到 PC。存储的 PCMx 探测测量结果可以上传，用于快速评估涂层缺陷的情况和位置。

探测测量结果可以查看并保存为 CSV、XLS 和 KML 类型文件。

有关更详细的信息，可从雷迪网站查看或下载 PCM Manager 操作手册，该手册也包含在 PCM Manager 下载包中。

### 手机版 PCM Manager

PCM Manager App 可从 Google Play 商店下载到智能手机或平板设备上。PCMx 探测测量结果可以通过蓝牙发送到 App，允许用户看到绘制在一系列图形上的实时数据。

谷歌地图也可以显示并绘制探测测量结果。某些功能（比如“步行到”）使操作员可以步行到现场探测绘制的点或之前完成的探测所绘制的点。“向前走”功能使操作员能够在探测管道时在预定义的距离处得到警报。

完成的探测可以通过电子邮件发送，以便对结果进行快速评估，并可以作为 .CSV 类型文件发送。

如果需要更精确的 GPS，可以将外部 GPS 设备与智能手机或平板电脑配对，用于将探测测量结果绘制到谷歌地图上。

有关更详细的信息，可以从雷迪网站查看或下载该 App 的 PCM Manager 操作手册

## Section 9 维护

### 9.1 一般维护

PCMx 定位仪和发射机坚固、耐用、耐候。但您还可以通过遵循以下维护与保养指南，来延长您设备的使用寿命。

#### 一般

将该设备存放在清洁干燥的环境中。

确保所有终端和连接插座清洁、无污物、无腐蚀且未损坏。

当本设备受损或有故障时请勿使用。

#### 电池和供电

仅可使用优质的碱性或镍氢电池。

使用交流适配器时，请仅使用雷迪认可的适配器。

仅使用雷迪认可的锂离子电池组。

#### 清洁

**警告！** 当本设备通电或连接到任何电源时，包括电池、适配器以及带电线缆，不要尝试清洁本设备。尽可能确保本设备清洁、干燥。

请使用柔软湿润的布料清洁本设备。

若在污水系统中或可能存在生物风险的其它区域内使用本设备，请使用恰当的消毒剂。

不要使用研磨材料或化学物质，因为这些物质可能损坏外壳，包括反光标签。

请勿使用高压软管。

#### 拆卸

在任何情况下都不要试图拆卸本设备。定位仪和发射机不包含用户可维护零件。

拆卸可能会损坏设备或降低其性能，并可能使制造商的保修无效。

#### 维修和维护

定位仪和发射机旨在最大程度地减少对定期校准的要求。但是，与所有安全设备一样，建议（可能是法律要求的）每年至少在雷迪或经雷迪批准的维修中心进行一次保养。

**注意：** 未经批准的服务中心或操作员提供的服务可能会使制造商的保修无效。

雷迪的产品（包括本指南）均在不断的开发之中，因此会在不预先通知的情况下作出变更。有关 PCMx 定位仪和 PCM 发射机或任何雷迪产品的最新信息，请访问 [www.radiodetection.com](http://www.radiodetection.com) 或联系您当地的雷迪公司代表。

### 9.2 运输

在运输设备时，请保持规格内的温度范围。运输损坏可因处理不当而发生。建议采取以下步骤，以最大限度地减少损坏的可能性：

- 装运时用原包装材料包装本机。
- 避免高湿度或较大的温度波动。
- 使本机远离阳光直射。
- 避免不必要的冲击和震动。

### 9.3 软件更新

雷迪公司可能会不时发布软件升级以增强功能，并提高 PCMx 定位仪的性能。

软件升级是免费的。

您可以通过 PCM Manager 软件升级界面检查您的产品是否为最新版本或对其进行升级。

有关更多信息，请参考 PCM Manager 操作手册。

新软件版本的电子邮件提醒和通知会发送给所有注册用户。

**注意：** 若要升级您的软件，您需要在 PCM Manager 内创建一个账户，并实时联网。

### 9.4 保修

PCMx 定位仪的标准质保期为 1 年。

顾客可以在购买产品后 3 个月内，通过注册 PCMx 将质保期延长至 3 年。

注册可在 PCM Manager PC 软件应用程序中进行。

雷迪可能不时发布新的软件，来提升这些产品的性能或增加新功能。通过产品注册，用户可获得电邮订阅提醒，了解产品相关的新软件和特别优惠及服务。  
用户可以随时选择停止接收软件和技术通知，或选择停止接收营销材料。

鉴于持续发展的政策，我们保留在不预先通知的情况下变更或修订任何已出版规格的权利。未经雷迪公司事先书面许可，不得拷贝、翻印、传播、修改或使用本文档的全部或部分内容。

雷迪提供的信息被认为是准确可靠的。但是，雷迪公司不对其使用承担任何责任，也不对其使用可能导致的侵犯任何专利或其他第三方权利承担任何责任。根据雷迪或第三方的任何专利权，不得通过暗示或其他方式授予许可。

## 我们的使命

提供一流的设备和解决方案，以防止损坏关键基础设施，管理资产以及保护生命。

## 我们的愿景

成为关键基础设施和公用设施管理的世界领导者。

## 我们的位置



### 美国

缅因州雷蒙德  
西弗吉尼亚州卡尼斯维尔

### 加拿大

安大略省沃恩  
安大略省密西沙加



### 欧洲

英国总部  
法国  
德国  
荷兰



### 亚太地区

印度  
中国  
香港  
印度尼西亚  
澳大利亚

访问：[www.radiodetection.com](http://www.radiodetection.com) 关注我们：



扫描以查看  
我们的办公地点  
的完整列表

