



## 物品清单



- A** Pundit 触摸屏
- B** 电池
- C** 两个 54 kHz 的传感器\*
- D** 两条 1.5 米的 BNC 线\*
- E** 耦合剂\*
- F** 校准棒\*
- G** BNC 适配器线
- H** 电源
- I** USB 线
- J** DVD 光盘 (含软件)
- K** 文档
- L** 背带

\*标准配件 - 如果仅购买“不带传感器的 Pundit 触摸屏”(产品编号 327 10 002)

## Pundit PL-200 概述



# 目录

1. 安全和责任 .....	5	6. 订购信息 .....	21
1.1 通用信息 .....	5	6.1 单位 .....	21
1.2 责任 .....	5	6.2 传感器 .....	21
1.3 安全说明 .....	5	6.3 配件 .....	21
1.4 正确使用 .....	5	7. 保养和支持 .....	22
2. 技术规格 .....	6	7.1 保养 .....	22
3. 使用 .....	6	7.2 支持理念 .....	22
3.1 入门指南 .....	6	7.3 保修信息 .....	22
3.2 主菜单 .....	7	7.4 废物处置 .....	22
3.3 设置 .....	8	8. PL-Link 软件 .....	22
3.4 测量屏幕 .....	10	8.1 启动 PL-Link .....	22
3.5 基本测量模式 .....	12	8.2 查看数据 .....	23
3.6 特殊测量模式 .....	12	8.3 调整设置 .....	24
3.7 多种测量模式 .....	15	8.4 导出数据 .....	25
3.8 用 Pundit PL-200 测量 .....	17	8.5 更多功能 .....	26
4. 资源管理器 .....	18	8.6 转换曲线 .....	26
5. 传感器选择指南 .....	19	8.7 弹性模量计算器 .....	27

# 1. 安全和责任

## 1.1 通用信息

本手册包含了 Pundit 触摸屏的安全、使用和保养等方面的重要信息。请在首次使用仪器前仔细阅读本手册。请安全保管本手册以备将来参考。

## 1.2 责任

我们的“销售和交付一般条款”适用于所有情形。由于下列某种或多种原因造成的人身伤害或财产损失，我们不予担保，也不承担任何责任：

- 未按照本手册所述的使用方法使用该仪器。
- 错误地进行操作性能检查和对仪器及其组件进行不当保养。
- 未按照本手册的说明对仪器及其组件进行性能检查、操作和保养。
- 未经授权改造仪器及其组件。
- 因异物、事故、故意破坏和不可抗力而造成的严重损坏。

Proceq SA 出于善意提供本文档的所有信息，并相信这些信息正确无误。对于信息的完整性和准确性，Proceq SA 不做任何担保，也不承担任何责任。

## 1.3 安全说明

禁止儿童或任何服用酒精、毒品或药物制剂的人操作该设备。不熟悉本手册的人员应在他人指导下使用该设备。

- 适时正确地对设备进行规定的保养。
- 保养结束后，应进行功能检查。

## 1.4 正确使用

- 该仪器仅可按照本手册所述用于其设计用途。
- 仅可用 Proceq 原装组件替换故障组件。
- 只有在 Proceq 明确认可之后，才可将配件安装或连接到仪器上。如果将其它配件安装或连接到仪器上，Proceq 将不承担任何责任，产品保修也随之终止。

## 2. 技术规格

### 仪器

范围	0.1–7930 $\mu\text{s}$
分辨率	0.1 $\mu\text{s}$ (< 793 $\mu\text{s}$ ), 1 $\mu\text{s}$ (> 793 $\mu\text{s}$ )
显示屏	7" 彩色显示屏 800 x 480 像素
脉冲电压 UPV	100 Vpp–450 Vpp
接收增益	1 x–10'000 x (0–80dB) [11 级]
接收器灵敏度	10 $\mu\text{V}$
接收器输入阻抗	7 k $\Omega$
带宽	20–500 kHz
内存	内置 8 GB 闪存
区域设置	公制和英制单位, 支持多种语言
电池	锂聚合物, 3.6 V、14.0 Ah
电源	9 V–15 V / 2.0 A
重量	大约 1525 g (含电池)
尺寸	250 x 162 x 62 mm
工作温度	0°C–30°C (充电*、运行仪器) 0°C–40°C (充电*、仪器关闭) -10°C–50°C (未充电)
湿度	<95% RH, 非冷凝
IP 等级	IP54
标准和指令	CE 认证

电池使用时长	> 8h (标准操作模式下)
污染等级	2
安装类别	2

\*充电设备仅供室内使用 (无 IP 等级)

### 电源

型号	HK-AH-120A500-DH
输入	100-240 V / 1.6 A / 50/60 Hz
输出	12 V DC / 5 A
最高海拔	2500 m 海拔高度
湿度	< 95%
工作温度	0°C–40°C
环境	仅室内使用
污染等级	2
安装类别	2

## 3. 使用

### 3.1 入门指南

#### 电池安装



为了将电池 (B) 装入 Pundit 触摸屏装置 (A) 中, 如图示抬升支架。插入电池, 然后用螺钉固定到位。

有两个状态 LED 灯 **1**，其上方是光传感器。上方 LED 灯在充电时显示红色，充满时变为绿色。另一个 LED 灯根据具体应用而定。



注意！只能使用厂家提供的电源。

- 完全充满需要 < 9h（仪器未运行）。
- 仪器在使用时充电时间要长得多。
- 可以使用选配的快速充电器（产品编号 327 01 053）给备用电池充电，或在仪器外部给电池充电。在这种情况下充满需要耗时 < 4h。

### 节能

可根据需要在“系统/电源”设置下面对节能进行编程。

### 连接传感器



用 BNC 适配器线 (G) 和 BNC 电缆 (D) 连接传感器 (C) 和 Pundit 触摸屏装置 (A)。确保将螺钉拧紧在 BNC 适配器线上。

### USB 主机:

连接鼠标、键盘或 U 盘:

### USB 设备:

连接具体应用探头和 PC。

### 以太网:

连接用于固件升级。

### 电源:

通过此连接来连接电源。



### 按钮

掀起护板。

屏幕右上方有三个按钮 **2**（见第 3 页）。



开机/关机 - 按下开机。长按不放则关机。



软键 - 切换全屏显示。



后退按钮 - 返回上一个屏幕。

## 3.2 主菜单

启动之后，设备显示主菜单。可以直接通过触摸屏访问所有功能。按下“后退”按钮或触摸屏左上方的返回图标（箭头），返回上一个菜单。

测量: 具体应用的测量屏幕。

设置: 具体应用的设置。

资源管理器: 具有文件管理器的功能，可以查看保存在仪器上的测量结果。

系统: 系统设置，例如语言、显示选项、电源设置。

信息: 对于设备信息和操作说明。

退出: 关机。

### 3.3 设置

食指在屏幕上上下滑动，滚动屏幕。当前设置显示在右侧。点击一个项目，对其进行调整。

#### 传感器

已连接的传感器

选择将要使用的传感器频率。自定义的传感器设置允许将非标准传感器频率调高至 500 kHz。如果选择该选项，则还需输入传感器频率。



注意！当选定传感器频率时，根据所使用的 1.5m 电缆自动为该传感器加载出厂设置。一般而言，所提供的精度足以适用于大部分应用，因此使用此配置时无需归零。

#### 传感器归零

为了提高精度或处理不同的电缆长度时，Pundit PL-200 应归零。



输入校准棒上 (F) 标定的预设校准值。



利用超声波耦合剂 (E) 耦合传感器和校准棒 (F)，然后紧紧按压在一起。



点击“启动”图标，进行归零。



在完成之后，屏幕将显示“归零成功”字样。



点击返回设置菜单。

点击返回归零启动屏幕。



恢复传感器出厂设置。此设置满足多数测量精度，至于精确归零，可按上述步骤进行。此设置可为大部分测量提供足够的精度，但为了准确归零，请执行上述程序。

#### 测量设置

##### 测量范围

短距离（默认）。适用于距离不超过 800  $\mu\text{s}$  左右的测量。这对应于普通混凝土约为 3m 的路径长度。这可以产生最高为 0.1  $\mu\text{s}$  的测量分辨率。

对于更大物体，请选择长距离。长距离的测量分辨率为 1  $\mu\text{s}$ 。

如果测量范围超界，则测量屏幕显示 (---  $\mu\text{s}$ )。

##### 脉冲重复频率

可以选择 5Hz–40Hz 的脉冲重复频率 (PRF)（每秒测量次数）。只有仪器用于测量大尺寸物体（高接收器放大倍数）时，才应选择大数值。在这种情况下，选择大数值有助于增大显示屏上的更新速度。对于一般混凝土或陶瓷材料的检测，通常采用 10-30Hz 的脉冲重复频率。

仪器随附的传感器没有阻尼，因此被发射器激活之后会产生较长的衰减时间。当脉冲重复频率设为大数值时，衰减时间可能会超过脉冲发射间隔，即之前的脉冲在下一个脉冲到达时仍在衰减。当测试内部阻尼较低的短路径距离试样时，这种作用就会导致出错。如果出错，请减小脉冲重复频率。



## 线性扫描

线性扫描可以沿着线性网格，以相等的间距进行测量。在每次测量时，传感器之间的距离可能会变化对不规则对象的（见第 3.5 节“测量模式”-线性扫描）。

### 测量序列

设置将要测量的次数，或使其为无限多次。

### 测量间距

设定间距。

### 单位

选择脉冲速度或传输时间作为测量结果图形显示的单位。

## 单位

### 单位

选择公制或英制。

### 振幅单位

选择以百分比或像素形式显示接收信号振幅。

### 抗压强度单位

选择抗压强度相关性的单位。

### 弹性模量单位

选择弹性模量计算的单位。

### 弹性模量密度单位

选择用于输入弹性模量密度计算的单位。

## 触发

### 振幅触发

如果选择振幅触发，则用户可以设定触发临界点。

水平拖动光标至所需的触发水平。缩放功能适用于设定特定触发临界点。



### 跟随触发

当选定时，触发出现在的位置始终在屏幕中心，不管测得传输时间是多少。但不适用手动触发或双光标触发的情况（见第 3.4 节“测量屏幕”）。



注意！可以同时选择两种触发选项。如果不选择任何一个选项，则正常情况下默认自动触发。

## 修正

### 温度修正 UPV

脉冲速度测量会受到多种因素的影响。混凝土含水量和温度是两个关键因素。下表显示根据标准 BS 1881:Part 203 中的建议应键入的修正系数。

温度	干混凝土	湿混凝土
10 °C–30 °C	1.0（无修正）	1.0（无修正）
60 °C	1.05	1.04
40 °C	1.02	1.02
0 °C	0.99	0.99
-4 °C	0.98	0.92

修正系数用于计算脉冲速度。测得传输时间不受影响。

## 振幅分析

### 标记

选择后会激活一个标记，这样就可以记录接收信号的振幅（见第 3.6 节“用 Pundit PL-200 测量”）。



### 面积扫描

光栅 **X**: 设置 X 轴的网格间距。

光栅 **Y**: 设置 Y 轴的网格间距。

测量计数 **X**: 设置在 X 方向进行的测量数。

测量计数 **Y**: 设置在 Y 方向进行的测量数。

颜色方案: 选择颜色方案（稍后可在资源管理器中调整）。

结果: 选择想要显示的测量参数。

自动颜色范围: 开或关。如果未选定，那么用户可为颜色范围定义最小和最大值设置，以后也可以在资源管理器中调整这些值。也可以通过将最大值设定为小于最小值，从而颠倒颜色方案。

## 数据记录模式

间隔: 选择测量之间的间隔时间。（最短间隔时间为 1 分钟）。

事件数: 直至测试完成。（最大事件数为 3000）。

平均: 确定在每个时间段测量中记录的读数和平均值。

结果: 选择传输时间或脉冲速度。

传感器之间的距离: 如果脉冲速度被选为测试结果单位，则必须设置此选项。

## 3.4 测量屏幕

标准测量屏幕在第 10 页。所有设置均直接从测量屏幕进行。

### 缩放



放大方法是在测量屏幕上，先将拇指和食指放在一起，然后使其分开。测量时可以在水平和垂直方向进行缩放。



缩小方法是在测量屏幕上，先分开拇指和食指，然后使其靠拢在一起。

平移

拖动图像从左移至右边。

### 测量屏幕控件（见第 3 页）

① 文件名：输入文件名后按“返回”。保存的测量结果将存储在此文件名下。如果多个测量结果存放在相同的文件名下，则在每个测量后面设置递增的下标。

② 测量模式：选择将要实施的测量类型（见第 3.5 节“测量模式”）。

③ 显示屏右上方显示了当前所选的传感器、当前时间和电池状态。

④ 增益：调节接收器增益，从 1x 调高到最大 10 000x。

⑤ 电压：调节发射器电压。为了获得最佳结果，最好从低发射器电压和低增益设置开始。然后逐渐增大，直到达到稳定信号水平。应避免信号切断。

⑥ 连续/突发传输：



连续传输会在按下“停止”图标前一直传输。



在检测到稳定信号之后尽快记录测量结果。

⑦ 设置：进入设置菜单。

⑧ 停止/保存：



停止当前测量。



保存当前测量。



保存当前序列，继续进行测量。

⑨ 启动/快照：



开始测量。



保存屏幕上显示的当前测量结果，继续进行测量。

⑩ 光标选择：



自动触发。



注意：在数据记录模式中，触发始终是自动的，但可在 PL-Link 中手动调节。

手动触发。左右拖动，手动设置光标位置。还可以在任务管理器的保存波形上调节触发位置。



双光标。仅传输时间模式。两个光标必须手动设置。第二个光标在使用横波传感器测量时尤为有用。在弹性模量模式中测量时，自动选定双光标。

⑪ 缩放：



缩放当前测量。

### 3.5 基本测量模式

#### 传输时间

139.5  $\mu\text{s}$

指传感器之间测得的传输时间。

#### 距离

 3700 m/s

输入试验材料的脉冲速度。

89.2  $\mu\text{s}$   
0.330 m

结果是传感器之间的传输时间和距离。

#### 脉冲速度

 0.250 m

输入传感器之间的距离。

51.5  $\mu\text{s}$   
4854 m/s

结果是试验材料的传输时间和脉冲速度。

#### 抗压强度

在进行测量之前，必须在 PL-Link 中创建对混凝土有效的转换曲线，并将其上传到仪器中。

 RILEM-NDT

选择相关性曲线。

 0.250 m

输入传感器之间的距离。

 50.0 X

如果选择 SONREB 曲线，则输入在脉冲速度测量位置确定的回弹值。

SONREB 是一种结合超声波脉冲速度和回弹值测量的综合测量方法，用于提高估算抗压强度的精度。

51.5  $\mu\text{s}$   
100 MPa

结果是试验材料的传输时间和抗压强度。

### 3.6 特殊测量模式

#### 裂纹深度

利用 Pundit PL-200 进行的裂纹深度测量采用标准 BS 1881:Part 203 所述的方法。

 b: 0.060 m

输入屏幕示意图中的距离“b”。

放置屏幕“第 1 步”所示的传感器。



测量  $t_1$ 。

放置屏幕“第 2 步”所示的传感器。



测量  $t_2$ 。

$t_1$ : 74.5  $\mu\text{s}$

$t_2$ : 113.5  $\mu\text{s}$

$d$ : 0.068 m

结果为传输时间  $t_1$  和  $t_2$  以及裂纹深度“ $d$ ”。

不正确的  $t_1$  和  $t_2$  测量结果可能会被删除，而且在继续之前可能会重复出现。对于无效测量

( $t_2 < t_1$  或  $t_2 > 2 \times t_1$ )，屏幕会显示错误消息。



注意！若要通过这种方法产生良好结果，裂纹必须和表面垂直。同时还必须清除水分或杂质，这些物质会使波速通过裂纹传播。裂纹必须足够宽才能防止波速轻易通过裂纹进行传播。此外裂纹附近不得出现钢筋。如果出现上述任何一种情况，结果就会受到严重影响，而且看起来裂纹深度要比实际情况浅得多。

## 表面速度

利用 PL-200 进行的表面速度测量采用标准 BS 1881:Part 203 所述的方法。发射器处于固定位置。接收器按照固定间隔移动。

$b$ : 0.060 m

输入屏幕示意图中的距离“ $b$ ”。

$N$ : 4

输入将要实施的测量次数。

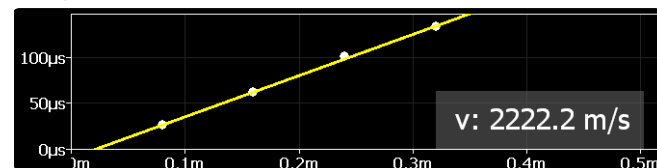


测量距离“ $b$ ”处的传输时间。



记录距离“ $b$ ”处的首次测量值。

使接收器移动距离稍远于“ $b$ ”，然后再次测量。继续测量直到完成整个测量序列。



脉冲速度根据曲线斜率进行计算。



注意！如果记录的点位显示不连续，则说明可能存在表面裂纹或表层质量粗劣。此时测得速度不可靠。

## 弹性模量

材料（例如混凝土或岩石）的动态弹性模量和泊松比可通过测量纵波和横波脉冲速度来确定。该方法在以下两种标准中说明，并且同样适用于混凝土或其他固体：

**ASTM D 2845** – 实验室测定岩石脉冲速度和超声波弹性常数的试验方法。

**ISRM-Aydin A.**, ISRM 推荐的用超声波脉冲传输技术测定声速的方法: Rock Mech Rock Eng (2014) 47:255-259, DOI: 10.1997/s00603-013-0454-z)。



双光标模式自动激活。  
使用第一个光标来标记纵波分量的开始位置。  
使用第二个光标来标记横波分量的开始位置。  
为了计算弹性模量，必须输入材料的密度。  
当下载到 PL-Link 时，也会计算材料的泊松比。

### 纵波和横波对比

在 P-波（纵波）中，颗粒位移平行于波速传播方向。颗粒在其平衡位置附近来回振动。在 S-波（横波）中，颗粒位移垂直于波传播方向。颗粒在波速经过的平衡位置附近上下振动。

### 用 S-波传感器测量

横波（S-波）检测需要采用波形显示，以手动定位横波回波开始位置，这是因为前面总是存在一个可以通过自动触发进行检测的弱纵波分量。

横波在一维平面内传播。当传感器对准时，信号最强。可以通过该属性正确检测接收信号的横波分量。当使用 250 kHz 横波传感器进行测量时，关键是要使用特殊的横波耦合剂，否则剪波无法正确发射到被测对象中。



弱横波分量，传感器错位。

沿着对准方向旋入和旋出传感器，观察横波分量的增减情况。

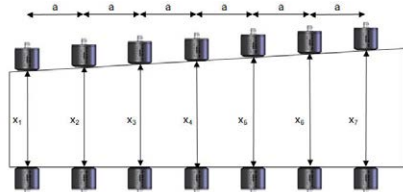


当传感器对准时，横波分量较强。

### 3.7 多种测量模式

#### 线性扫描

在“设置”菜单中输入距离“a”。



 0.250 m

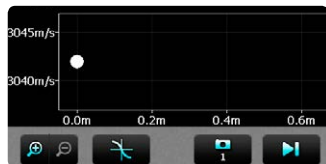
将传感器置于开始位置，然后输入距离  $x_1$ 。（如果仅测量传输时间，就不需要输入距离。）



按下开始图标开始测试。



按下“快照”图标记录首次测量。如果选择突发模式，则会自动记录。



使传感器移动距离“a”，到达网格中的下一点。

如果距离“x”没有变化，则再次按下“快照”图标，进行第二次测量，以此类推。



按下该按钮保存当前序列。如果距离“x”在新位置发生了变化，则可能要输入一个新值，然后继续扫描。

输入新距离“x”。



按下继续扫描。



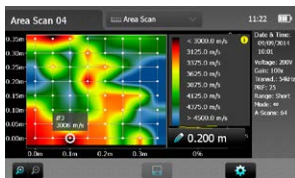
用该图标删除最后一次测量。



按下保存当前序列，然后重置仪器测量新序列。

#### 面积扫描

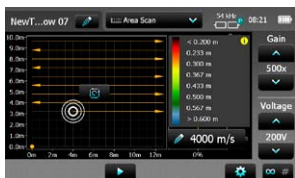
面积扫描允许基于脉冲速度、传输时间或距离测量值来实现元件的 2D 显像。测量网格在“设置”中定义。如果预期的测量参数变化未知，那么请选择“自动颜色范围”。随后可在资源管理器中调整此设置。如果预期的范围已知，则可通过设置最大值和最小值来定义颜色范围。例如，印度标准 IS 13311 为混凝土质量分类定义脉冲速度范围。



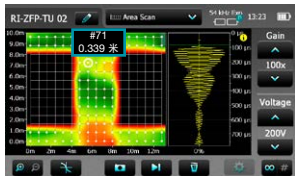
> 4500 m/s: 极好  
3500–4500 m/s: 好  
3000–3500 m/s: 中  
< 3000 m/s: 有问题

将最高速度设置为 4500 m/s，最低速度设置为 3000 m/s，即可为需要注意的结构面积实现简单的显像。

光标位置指明下一个测量的位置。确保此位置与测试结构上拟定的网格对准。



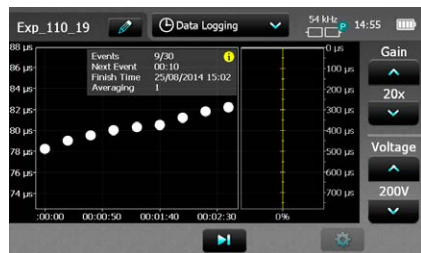
您可拖移光标以定位在想要开始测量的网格上。箭头指明继续测量的方向。



可将光标拖移到网格上的另一个位置以避免障碍物等。也可以将光标拖回之前的测量位置，并删除它或再次测量。在显示的示例中，显示了第 71 号测量，可删除或重新测量它。如果按下快照按钮重新进行测量，这之前的值会被覆盖。通过将光标拖移到待测量的下一个位置，黑色区域被排除在外。

## 数据记录

数据记录模式允许用户对测试顺序编程。此模式的典型应用是跟踪不同混凝土组的脉冲速度变化。参数必须在“设置”中进行设置。最初，信息框显示当前设置。在测试时，倒计时器显示进入下一个测量的剩余时间、已进行的测试数以及测试结束的时间。



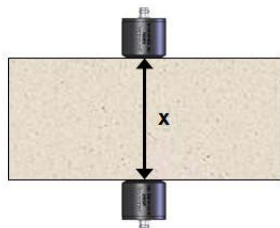
可随时按  图标停止测试。

可通过按“i”按钮显示和隐藏信息屏幕。每个测量都会保存波形，可通过轻触标记来查看。一旦数据已导出到 PL-Link，如有必要，可手动调节触点。

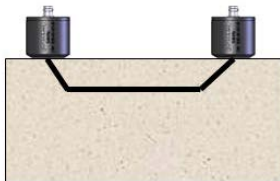


### 3.8 用 Pundit PL-200 测量

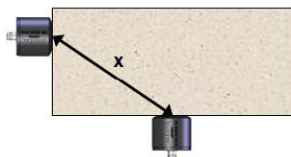
常用的传感器布局有三种。



直接发射：最佳配置，信号振幅最大。脉冲测定最为精确。路径长度为各传感器中心之间的距离。



间接发射：信号振幅约为直接发射信号振幅的 3%。路径长度可能不确定。用表面速度模式消除这种不确定性。脉冲速度会受到混凝土表面区域的影响。如果可以，可比较间接发射和直接发射的测量结果，以消除不确定性。



半直接发射：敏感度介于其他两种方法之间。路径长度为各传感器中心之间的距离。

#### 准备

每种应用场合的基本准备工作都一样。传感器之间的距离（路径长度）应尽可能测量准确（除非在传输时间模式下进行测量）。

在所有超声波脉冲测试中，有必要在传感器表面和试验材料之间采用某种形式的耦合剂。如若不然，就会因为声波耦合不足导致信号损失。当用于混凝土或具有平滑表面的其他材料上时，所提供的超声波耦合剂可以产生良好的耦合效果。还可以采用硅脂、中型轴承润滑脂或肥皂水产生良好的效果。对于比较粗糙的表面，建议采用稠液润滑脂或凡士林。

有时候，在准备时可能还需要通过打磨使测试面平滑。如果无法打磨，应考虑采用指数传感器（产品编号 325 40 170）。

为了进行线性扫描，应在测试面上画出测试网格。

#### 振幅分析

振幅分析是上海同济大学开发的一种方法，在中国广泛用于混凝土结构比较测试。

为了记录振幅，必须在“设置”菜单中设置“振幅分析标记”。设置后，振幅和传输时间记录在一起，作为测试结果的一部分。



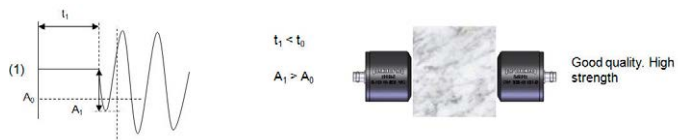
选择一段质量已知的混凝土进行基准测量。

$t_0$ ：基准传输时间

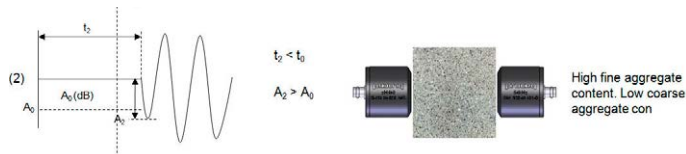
$A_0$ ：基准接收水平

用后续的结构测量结果和这两个值进行比较，然后据此对混凝土质量进行推测。

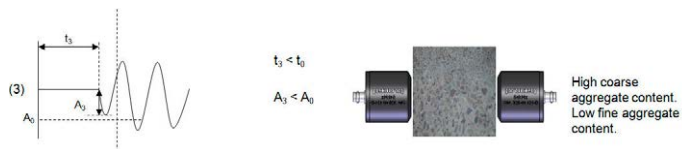
一共确定了六种不同情况，用户可以据此对混凝土质量进行描述。



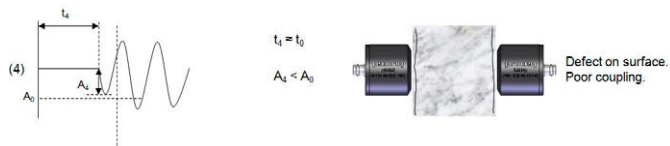
优质-高强度。



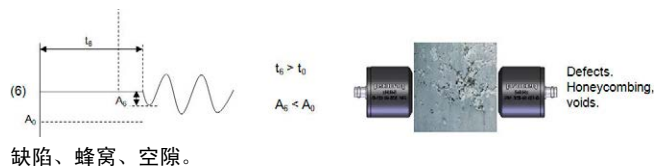
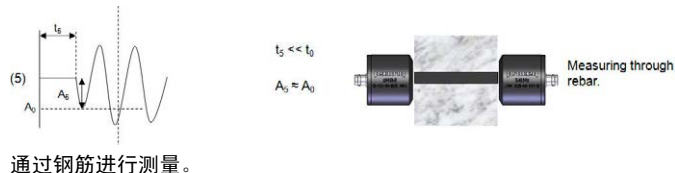
高细骨料含量。低粗骨料含量。



高粗骨料含量。低细骨料含量。

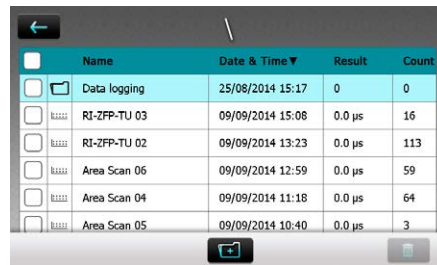


表面缺陷。耦合不良。



## 4. 资源管理器

从主菜单中选择资源管理器，查看保存的文件。



	Name	Date & Time	Result	Count
<input type="checkbox"/>	Data logging	25/08/2014 15:17	0	0
<input type="checkbox"/>	RI-ZFP-TU 03	09/09/2014 15:08	0.0 $\mu$ s	16
<input type="checkbox"/>	RI-ZFP-TU 02	09/09/2014 13:23	0.0 $\mu$ s	113
<input type="checkbox"/>	Area Scan 06	09/09/2014 12:59	0.0 $\mu$ s	59
<input type="checkbox"/>	Area Scan 04	09/09/2014 11:18	0.0 $\mu$ s	64
<input type="checkbox"/>	Area Scan 05	09/09/2014 10:40	0.0 $\mu$ s	3


点击已保存文件将其打开。

按下“返回”按钮，返回资源管理器列表。若要删除文件，请在文件左侧的复选框中点击，将其删除。

轻触添加文件夹图标以创建新文件夹，让测量值有序保存。

若要将测量值保存在特定文件夹，请选择该文件夹，然后使用硬件按钮退出资源管理器。

随后的测量将存储在此文件夹中。

按  退出文件夹并返回上级目录。

## 5. 传感器选择指南

### 物理因素对传感器选择的影响

为应用选择适合的传感器很大程度上取决于骨料/颗粒大小和测试对象尺寸。

#### 颗粒大小影响

不均匀的混凝土（例如，骨料颗粒、空隙）会影响超声波脉冲的传播。它们会导致信号分散。如果骨料尺寸大于等于超声波信号波长，则影响会很大。可以选择脉冲频率显著减小这种影响，这样的话波长至少是骨料尺寸的二倍。

但是如果异物尺寸小于一半波长，就很难检测到。

对于岩石和陶瓷片、木材等其他细粒材料，粒度要小得多。对此类材料，待测物体尺寸是最为重要的因素。

木块材料利用 54kHz 的信号获得了最佳结果。

对于陶瓷材料，试样尺寸小，颗粒细，频率 250kHz 或 500kHz 更为适用。

### 试样尺寸的影响



如果横向尺寸（与传播方向垂直）小于波长，就会显著降低脉冲速度。

信号频率越高，颗粒边缘的分辨率就越好，因此就更容易确定接收信号的开始位置。但是信号更容易受到颗粒分散的影响。500kHz 信号的波长约为 7mm（假设声波速度为 3500 m/s），这种信号会受到混凝土粗骨料的严重分散，导致发射波长最多不过几厘米。24kHz 信号的波长约为 150 mm，这种信号基本上不受颗粒分散的影响。最大传输距离可能达数米。

### 传感器波长

波长可能比较容易计算：

波长 = 超声波脉冲速度 / 频率

对于混凝土，超声波脉冲速度介于 3000 m/s（劣质）和 5000 m/s（优质）之间。普通混凝土脉冲速度为 3700 m/s（纵波）和 2500 m/s（横波），目前采用二者平均值计算测试对象的波长、最大骨料尺寸和最小横向尺寸。



注意！对于岩石超声波测量，ASTM D2845 建议至少选择 5 倍于波长的横向尺寸。此外还建议波长至少为平均粒度的三倍。例如，NX 核心试样直径为 54.7 mm。这种尺寸的试样建议采用 250kHz 或 500kHz 的传感器频率（这取决于待测石块类型的脉冲速度）。最大粒度分别为 5 mm 或 2.33 mm。

## 纵波传感器

	测试对象限制			应用
	波长	最大颗粒	最小侧面尺寸	
<b>24 kHz</b> 产品编号 325 40,026	154 毫米	≈77 毫米	154mm	混凝土： 非常粗的骨料，大型物体（尺寸达几米）
<b>54 kHz</b> 产品编号 325 40,131	68.5 毫米	≈34 毫米	69 毫米	混凝土，木材，岩石
<b>150 kHz</b> 产品编号 325 40,141	24.7 毫米	≈12 毫米	25 毫米	细粒材料，耐火砖 岩石（NX 核心）
<b>250 kHz</b> 产品编号 325 40,177	14.8 毫米	≈7 毫米	15 毫米	细粒材料，耐火砖 岩石，小试样
<b>500 kHz</b> 产品编号 325 40,175	7.4 毫米	≈3 毫米	7 毫米	细粒材料，耐火砖 岩石，用于小试样，受传感器尺寸限制

## 指数传感器

<b>54 kHz</b> 产品编号 325 40,170	68.5 毫米	≈34 毫米	69 毫米	混凝土：粗糙表面，圆形。（无需耦合剂。） 木材，岩石（文物现场）
----------------------------------	---------	--------	-------	-------------------------------------

信号强度不如标准传感器，因此建议采用这种具有高接收增益的传感器，并利用波长显示检验触发点。

## 横波传感器

<b>250 kHz</b> 产品编号 325 40 049	≈5 毫米	大于测试对象的厚度。	用于测定弹性模量、混凝土、木材、岩石（仅小试样）， 需要专用横波耦合剂
-----------------------------------	-------	------------	--

## 6. 订购信息

### 6.1 单位

产品编码	产品描述
327 10 002	<b>Pundit 触摸屏（不带传感器）</b> 包括：Pundit 触摸屏主机、BNC 适配器线、电源、USB 线、带软件的 DVD、文档、背带和手提箱
327 10 001	<b>Pundit PL-200</b> 包含：Pundit 触摸屏主机、2 个 54 kHz 的传感器、2 根 1.5 m 的 BNC 电缆、耦合剂、校准棒、BNC 适配器电缆、电源、USB 线、带软件的 DVD、文档、背带和手提箱
327 20 001	<b>Pundit PL-200PE</b> 包含：Pundit 触摸屏主机、Pundit 脉冲回波传感器包括电缆、接触测试板、电源、USB 线、校准卷尺、带软件的 DVD、文档、背带和手提箱

### 6.2 传感器

产品编码	产品描述
325 40 026S	2 个传感器 24 kHz
325 40 131S	2 个传感器 54 kHz
325 40 141S	2 个传感器 150 kHz
325 40 177S	2 个传感器 250 kHz
325 40 175S	2 个传感器 500 kHz
325 40 176	2 只指数传感器 54 kHz，含校准棒
325 40 049	2 个横波传感器 250 kHz，含耦合剂
327 40 130	脉冲回波传感器，含电缆和接触测试板

### 6.3 配件

产品编码	产品描述
327 01 043	背带
325 40 150	传感器固定器套件
327 01 049	适用于 Pundit PL-200 的 BNC 适配器电缆
325 40 021	带 BNC 插头的电缆，1.5 米（5 英尺）
325 40 022	带 BNC 插头的电缆，10 米（33 英尺）
710 10 031	超声耦合剂 250 ml
325 40 048	横波耦合剂 100 g
327 01 033	电池组
327 01 053	快速充电器
710 10 028	Pundit PL-200 适用的校准棒 25 $\mu$ s
710 10 029	Pundit PL-200 适用的校准棒 100 $\mu$ s
327 01 070	BNC 适配器电缆适用铁芯*
327 01 071S	校准卷尺（5 件套）

\* 如果半径 10 米内的接收设备受到干扰，可以订购铁氧体材料以安装到 BNC 适配器电缆。这可以进一步减少该仪器产生的电磁辐射。

## 7. 保养和支持

### 7.1 保养

为了保证一致、可靠和准确的测量结果，每年应对仪器进行校准。然而，客户可根据其自己的经验和使用情况确定保养间隔时间。

不要将仪器浸入水或其他液体中。始终保持外壳清洁。使用一块软湿布擦拭污染物。不要使用任何清洁剂或溶剂。不要擅自打开

仪器的外壳。

### 7.2 支持理念


Proceq 承诺通过其全球服务和支持机构为该仪器提供全方位的支持服务。我们建议用户在 [www.proceq.com](http://www.proceq.com) 上登记产品信息，以便获得最新的可用更新。

### 7.3 保修信息

所有仪器都可享受标准 Proceq 保修，并可选择延长保修期。

- 仪器的电子部分：24 个月
- 仪器的机械部分：6 个月

### 7.4 废物处置

 不得将电器与家庭废物一起处置。为了遵守有关废弃电气和电子设备以及根据国家法律对其实施处置的欧洲指令 2002/96/EC、2006/66/EC 和 2012/19/EC，到达其使用寿命后的电动工具和电池，必须单独收集，并交给环保回收机构。

## 8. PL-Link 软件

### 8.1 启动 PL-Link



在您的电脑或 CD 上找到文件“PL-Link Setup.exe”并单击它。按照屏幕上的说明操作。

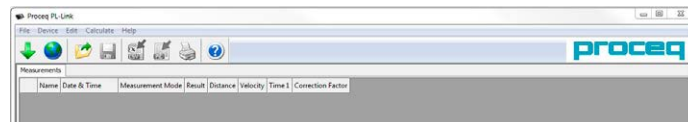


确保选中“启动 USB 驱动器程序安装”。

USB 驱动程序将安装一个与 Pundit 触摸屏装置通信的虚拟 COM 端口。

双击桌面上的 PL-Link 图标，或通过“开始”菜单启动 PL-Link。

PL-Link 启动后出现一个空白列表。



### 应用程序设置

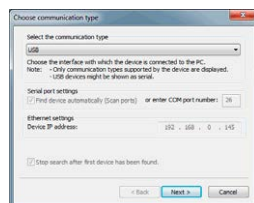
用户可以使用菜单项“文件 - 应用程序设置”选择所使用的语言和日期时间格式。

### 连接至 Pundit 触摸屏装置

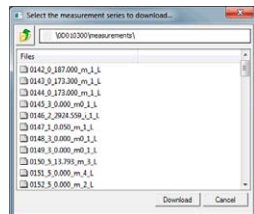
连接 Pundit 触摸屏装置和 USB 端口，然后选择以下图标从 Pundit 触摸屏装置中下载数据。



系统弹出以下窗口：选择“USB”作为连接类型。



单击“下一步 >”。找到 Pundit 触摸屏装置后，其详细信息将显示在屏幕上。  
单击“完成”按钮以建立连接。



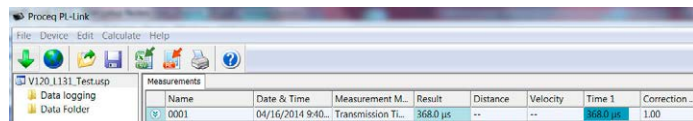
选择一个或多个测量，然后单击“下载”。

## 8.2 查看数据

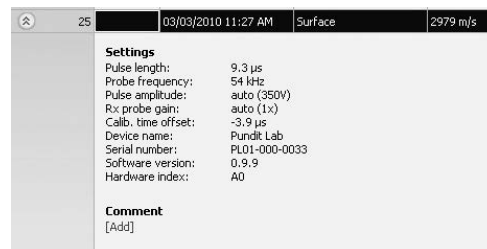
设备存储的测量文件将显示在以下窗口：

选择一个或多个测量，然后单击“下载”。

Pundit 触摸屏装置的所选测量结果将显示在屏幕上：

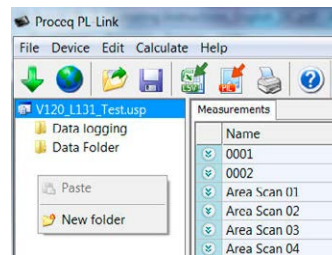
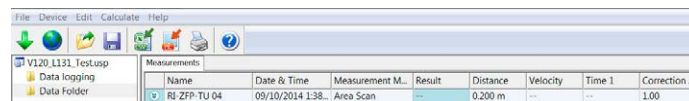


单击第一列中的双箭头图标查看更多详情：



注意！单击“添加”为对象附加注释。

文件夹结构可在左侧看到。单击文件夹以查看其中存储的测量。



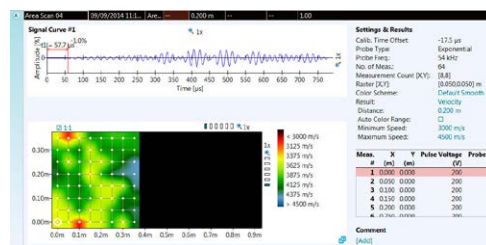
在文件夹内单击鼠标右键以创建新文件夹。





使用剪切和粘贴功能，可在文件夹之间移动测量值。

使用右键单击一个测量值或文件夹以查看可用选项。



按住鼠标左键拖移，可在缩放图形内移动。

## 8.2.1 数据记录


将光标移至特殊测量值上以查看波形。使用滚动条或鼠标滚轮在表中滚动。单击一个测量值以选择它并在测量图中突出显示它。



## 8.2.2 面积扫描

当选中 1:1 复选框时，可以使用鼠标滚轮放大和缩小扫描。

单击鼠标右键以将光标移至新位置。

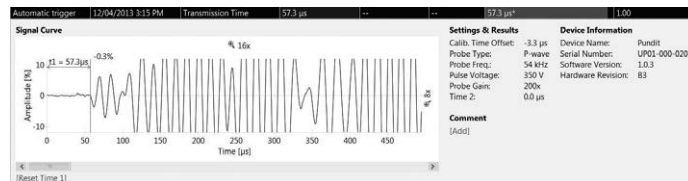
单击  符号以让扫描在单独窗口中以更大的图形尺寸显示。

## 8.3 调整设置

测量序列时 Pundit 触摸屏装置中的每一次设置可以随后在 PL-Link 中调整。可直接右键单击相应列中的数据，或者单击测量对象详细列表中的蓝色设置项来完成此操作。

在每种情况下，将出现一个具有设置选项的下拉选择框。

### 手动触发



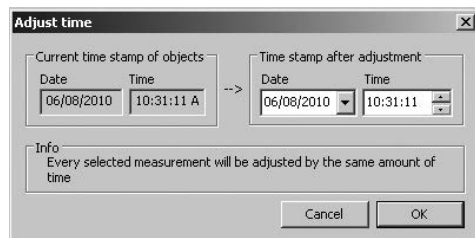


只需拖移光标即可手动调节 A-Scan 的触发点。如果它已调节，则会使用一个星号来指明。

可通过单击 [Reset Time1]（重置时间 1）来重置原始传输时间。

调整日期和时间

在“日期和时间”列中右键单击。



仅为所选序列调整时间。

在“数据记录”模式下为测量时的日期和时间。

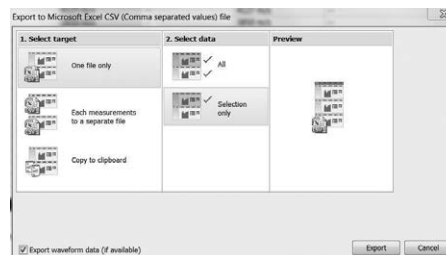
## 8.4 导出数据

通过 PL-Link 可导出所选对象或整个项目，以便在第三方程序中使用。单击您希望导出的测量对象。它将突出显示，如下所示。

Id	Name	Date & Time	Measurement Type	Velocity	Time 1	Time 2	Distance	Crack Depth	Correction Factor
23		03/03/2010 11:27 AM	Direct	2749 m/s	26.3 µs		0.069 m	0.000 m	1.00
22		03/03/2010 11:27 AM	Direct	2749 m/s	35.1 µs		0.069 m	0.000 m	1.00
23		03/03/2010 11:27 AM	Direct	2471 m/s	50.5 µs		0.130 m	0.000 m	1.00
24		03/03/2010 11:27 AM	Direct	2471 m/s	52.8 µs		0.130 m	0.000 m	1.00
25		03/03/2010 11:27 AM	Surface	2179 m/s	89.0 µs		0.130 m	0.000 m	1.00



单击“导出为 CSV 文件”图标。将此测量对象的数据导出为 Microsoft Office Excel 逗号分隔文件。可在下面的窗口中选择导出选项：



选择“导出波形数据（如可用）”选项以导出所有已保存的波形数据，用于在第三方软件中进行分析。



单击“导出为图片”图标以打开以下窗口，通过它可选择各种导出选项。



在两种情况下，预览窗口都会显示当前输出选择的效果。

单击“导出”完成该操作，并选择文件位置、命名文件，如果为图片输出，还需要设置输出图片的格式：.png、.bmp 或 .jpg。

## 8.5 更多功能

通过屏幕顶部的图标提供以下菜单项：



“PQUpgrade”图标 - 可通过 Internet 或从本地文件升级您的固件。



“打开项目”图标 - 可打开以前保存的 .pql 项目。



“保存项目”图标 - 可用于保存当前项目。



“打印”图标 - 可用于打印项目。如果您想要打印全部数据或只打印所选数据，可以在打印机对话框中进行选择。

单击“自动比例”将波形显示的缩放参数调整为最佳设置。

## 8.6 转换曲线

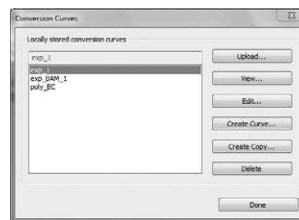
Pundit 触摸屏装置允许使用脉冲速度测量值或脉冲速度结合回弹值进行抗压强度估计。

为此，必须创建转换曲线并将此曲线上传到仪器中。

转换曲线更针对于待测混凝土，在文献中有许多示例。

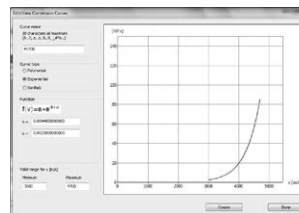
Pundit 触摸屏装置允许对多项式曲线或指数曲线编程，在组合超声波/回弹值测量的情况下，可以输入基于 SONREB (SONic REBound) 方法的曲线。

### 选择菜单项“转换曲线”

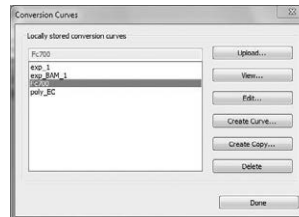


在这里，您可以查看计算机上存储的现有曲线，复制现有曲线进行修改，或者：

创建新曲线。



输入曲线参数，然后单击“创建”。



新曲线现在将出现在下拉列表中，并可以加载到 Pundit 触摸屏装置上。

## 8.7 弹性模量计算器

Calculate Poisson's Ratio + E-Modulus

P-Wave Velocity ( $V_p$ ):  
4870 m/s

S-Wave Velocity ( $V_s$ ):  
2717 m/s

Poisson's ratio ( $\nu$ ):  
0.27

E-Modulus ( $E$ ):  
45144.30 MPa

Density of material ( $\rho$ ):  
2400 kg/m<sup>3</sup>

Ok Cancel

输入纵波和横波脉冲速度以计算泊松比。另外，输入材料的密度以计算弹性模量。

**Proceq Europe**

Ringstrasse 2  
CH-8603 Schwerzenbach  
电话 +41-43-355 38 00  
传真 +41-43-355 38 12  
info-europe@proceq.com

**Proceq UK Ltd.**

Bedford i-lab, Priory Business Park  
Stannard Way  
Bedford MK44 3RZ  
United Kingdom  
电话 +44-12-3483-4515  
info-uk@proceq.com

**Proceq USA, Inc.**

117 Corporation Drive  
Aliquippa, PA 15001  
电话 +1-724-512-0330  
传真 +1-724-512-0331  
info-usa@proceq.com

**Proceq Asia Pte Ltd**

12 New Industrial Road  
#02-02A Morningstar Centre  
Singapore 536202  
电话 +65-6382-3966  
传真 +65-6382-3307  
info-asia@proceq.com

**Proceq Rus LLC**

Ul. Optikov 4  
korp. 2, lit. A, Office 410  
197374 St. Petersburg  
Russia  
电话/传真 +7 812 448 35 00  
info-russia@proceq.com

**Proceq Middle East**

P. O. Box 8365, SAIF Zone,  
Sharjah, United Arab Emirates  
电话 +971-6-557-8505  
传真 +971-6-557-8606  
info-middleeast@proceq.com

**Proceq SAO Ltd.**

South American Operations  
Alameda Jaú, 1905, cj 54  
Jardim Paulista, São Paulo  
Brasil Cep. 01420-007  
电话 +55 11 3083 38 89  
info-southamerica@proceq.com

博势商贸(上海)有限公司  
上海市徐汇区肇嘉浜路  
807 号五洲国际大厦 B 座 19 楼  
邮编 200032  
电话 +86 21-63177479  
传真 +86 21 63175015  
info-china@proceq.com

若有更改，恕不另行通知。版权所有 © 2015 by Proceq SA Schwerzenbach。保留所有权利。

82032701C, 2015 年 03 月版

**proceq**

Made in Switzerland