

编号:

《仪器性能合格测试报告》

测试时间: 2021.9.10

设备名称: 混凝土多功能无损检测仪

设备型号: 升拓检测 SCE-MATS-S

测试结果: 符合要求

测试内容:

用 SCE-MATS-S 型混凝土多功能无损检测仪，对混凝土结构做如下测试：材质模量、厚度、裂缝、表层脱空及内部缺陷。

一. 实验目的:

通过 SCE-MATS-S 型混凝土多功能无损检测仪的操作试验，使用仪器对混凝土结构做如下测试：材质模量、厚度、裂缝、表层脱空及内部缺陷，对缺陷进行判定。

二. 实验仪器: SCE-MATS-S 型混凝土多功能无损检测仪

三. 仪器概述: 该仪器可对从 10cm 的混凝土试样，到长达 150m 的桥梁、大坝等结构进行多种测试，如混凝土材质（弹性模量、强度）、厚度、结构尺寸、缺陷（内部空洞、剥离、表面劣化）、裂缝位置、裂缝深度等。同时，具备丰富的图形处理机能：如弹性波雷达扫描 EWR、计算机层析 CT、快速平面成像 QPG、3 维切片技术 3DS 和自动快速处理机能，支持 AI（人工智能）辅助分析。

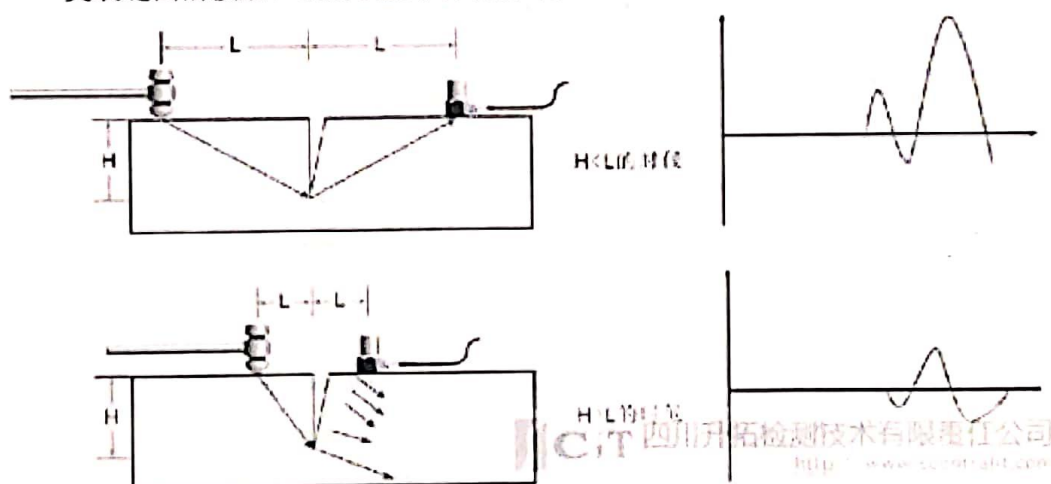
四. 实验原理

1、裂缝深度

(1) 相位反转法

利用衍射角与裂缝深度的相互关系，可简单推算裂缝深度；

受裂缝面的接触、钢筋以及水分的影响大，适合测试较浅的裂缝(<20cm)。



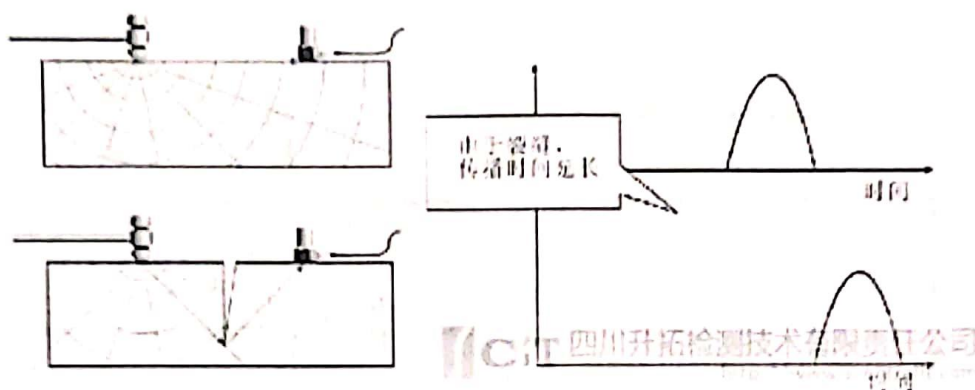
(2) 传播时间差法

裂缝越深，弹性波的传播时间越长；

为了提高精度，一般要求改变测试距离，采用回归的方式测试深度；

受裂缝面的接触、钢筋以及水分的影响大，适合测试较浅的裂缝(<20cm)；

可测试裂缝的倾斜方向；



(3) 表面波法

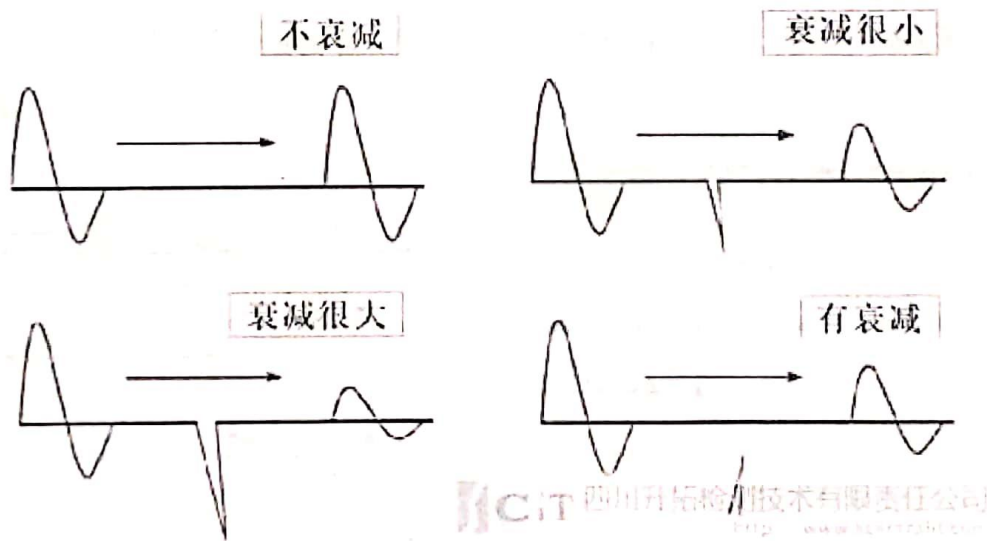
根据表面波的一种（瑞利波）的衰减特性，裂缝越深，能量衰减越大；

受裂缝面的接触、钢筋以及水分的影响小；

不仅可以检测裂缝深度，也可对裂缝修补效果进行评价；

适合测试具有较大测试表面的结构和较深的裂缝（>10cm）；

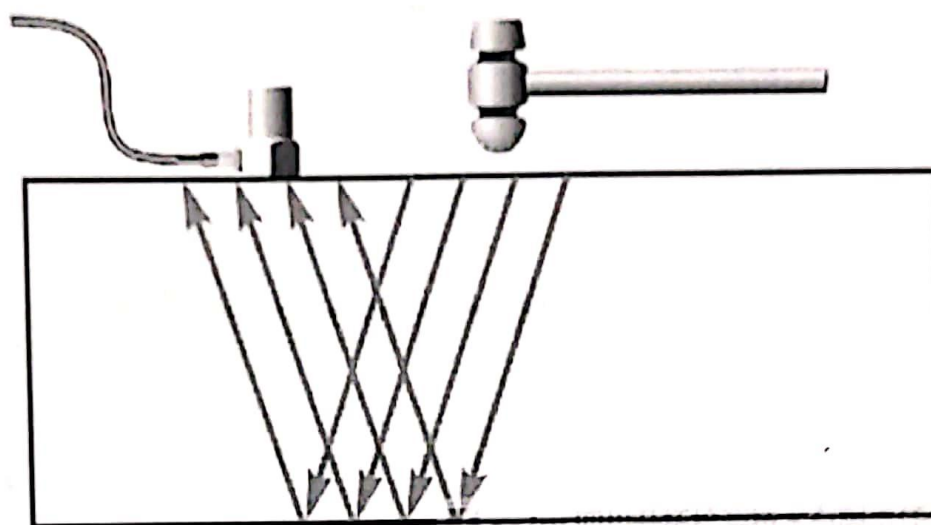
本公司独创技术，为日本土木学会推荐方法。



2、混凝土质量

(1) 单面反射法

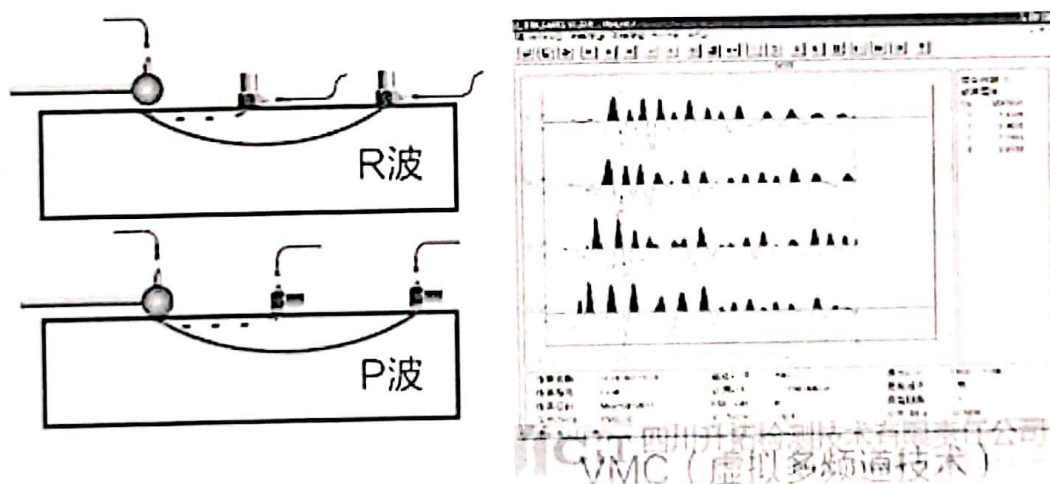
在被测混凝土结构的壁厚既知的前提下，利用弹性波的重复反射，可测出弹性波在被测混凝土试件的传播时间和弹性波波速，从而计算出混凝土的弹性模量，进而能够推算混凝土的强度指标。



(2) 单面传播法

在混凝土壁厚未知时，可在同一表面测 P 波，从而推算混凝土的强度指标。

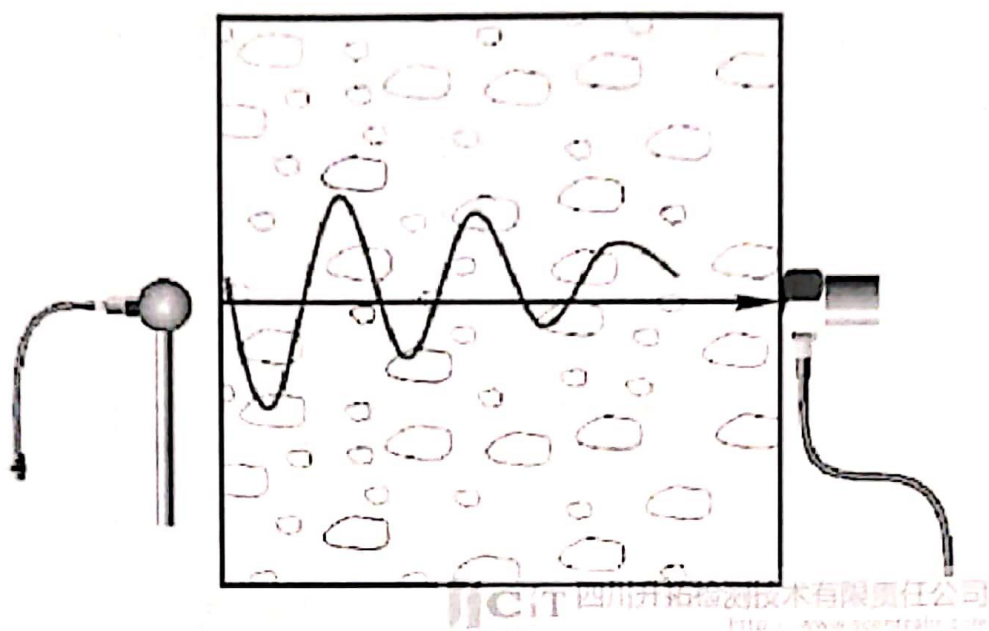
利用虚拟多频道技术，可以充分发挥本设备的机能，进一步提高测试的精度。



(3) 双面透过法

在有两个测试面（最好是平行）时采用；

能量强，对尺寸较大的构件也适用（可测试 100 米长）。



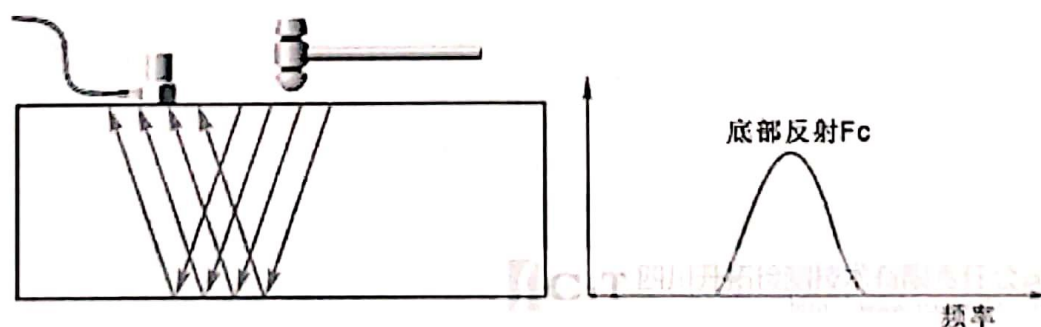
3、结构尺寸

(1) 单一反射法

当测试对象较厚，激振信号与反射信号能够分离时，通过抽取从结构底部的反射信号，根据反射时间和波速即可测出对象的厚度。

(2) 冲击回波法

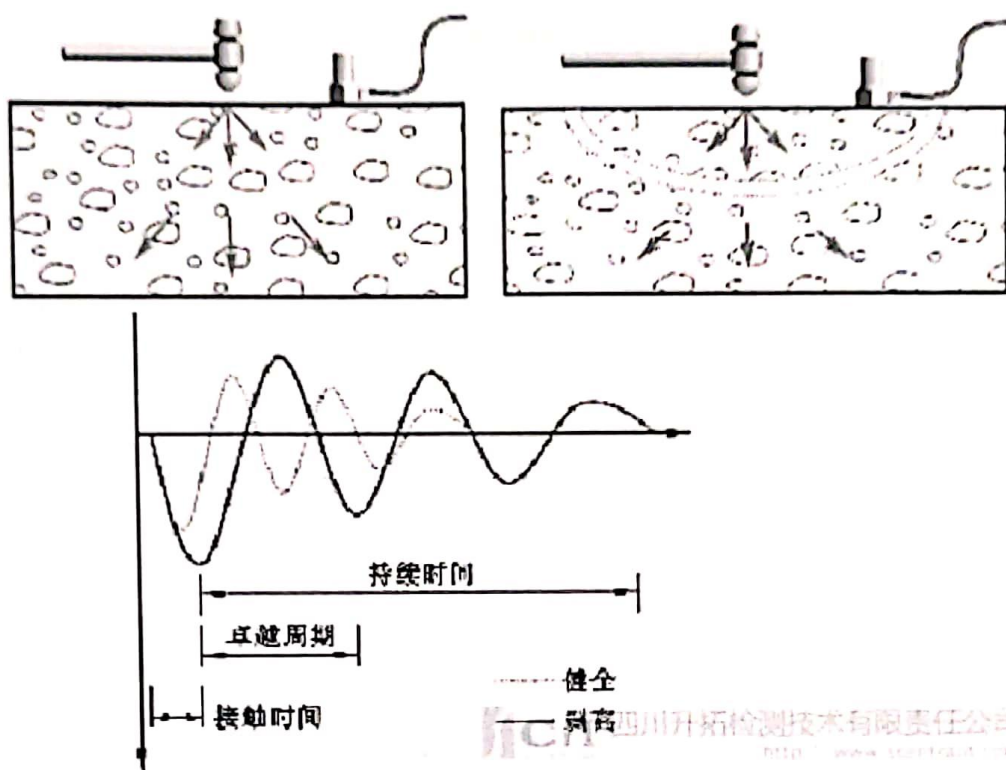
当测试对象较薄，激振信号与反射信号不能很好分离时，通过频谱分析的方法可以算出一次反射的时间（即周期），据此和波速即可测出对象的厚度。



4、表层缺陷

振动法与打声法

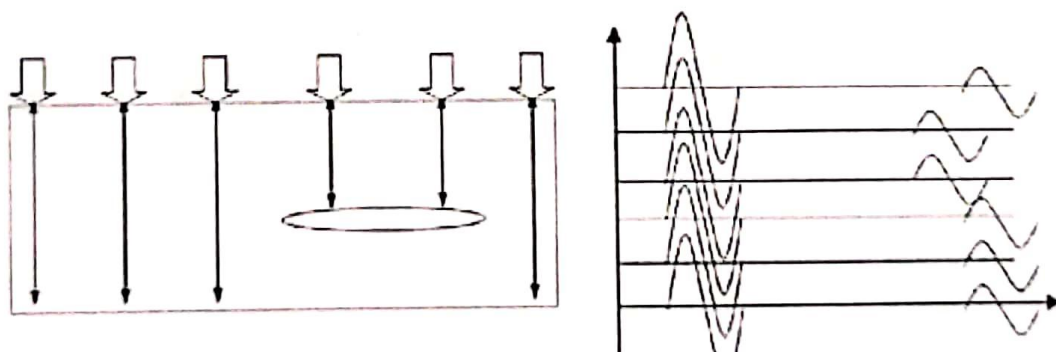
当锤击混凝土结构表面时，在表面会诱发动。该振动还会压缩/拉伸空气形成声波。因此，可以用传感器直接拾取结构表面的振动信号（在此称为“振动法”）从而分析剥离、脱空的有无和位置。



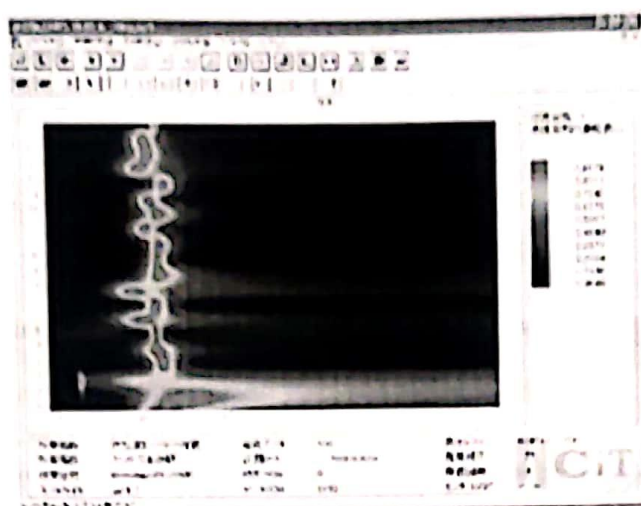
5、内部缺陷

(1) 弹性波雷达扫描技术 (EWR)

沿测试对象表面连续激发弹性波信号，信号在遇到空洞等疏松介质时会产生反射。通过抽取该反射信号并进行相应的图像处理，即可识别结构的内部缺陷。



单一反射法的概念 (波形表示)



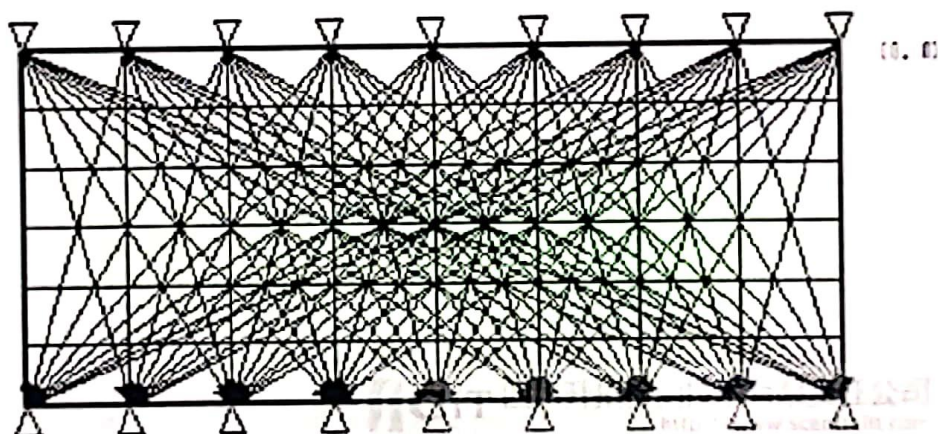
弹性波冲击回波 (IE)
断面雷达扫描图

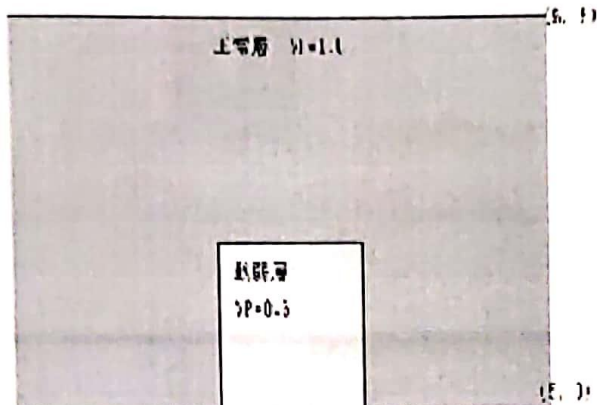
(2) 弹性波计算机层析扫描技术 (CT)

在医疗领域中, CT (Computer Tomography) 是非常有效的无损检测技术。我们开发的弹性波 CT 的原理与医疗 CT 基本相同, 所不同的是所用的媒介是弹性波而不是 X 光, 采用的参数是波速, 而不是衰减。

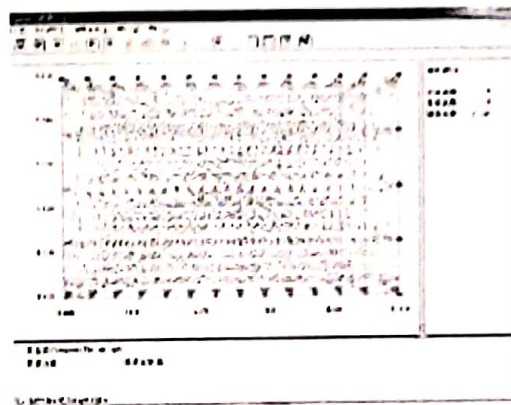
激振

受信

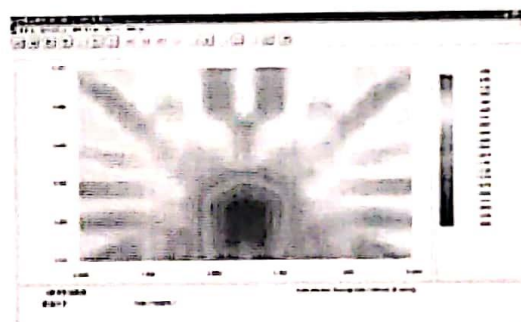




验证用模型（中间为一软弱层）



CT测线网络



CT结果（明显地分辨出中间的软弱层）

五、 混凝土厚度实验过程：

1、硬件连接

混凝土多功能无损检测仪的具体硬件连接，需要根据不同的测试方法而采用不同的连接方式。最主要的区别在于测试通道数、激振方式以及传感器的选择。具体如下表所示：

表 5-2 测试方法一览

测试项目	测试方法	测试通道	CH0	CH1	激振方式
混凝土厚度	冲击回波法	1	S31SC	/	冲击锤

2、数据采集

- 1) 启动数据采集软件；
- 2) 选择检测项目；
- 3) 数据采集；

下面根据操作顺序介绍各步骤详细操作方法：

(1) 启动软件



启动软件后，为如图所示界面，完成相应选择及设定后方可进入数据采集界面。

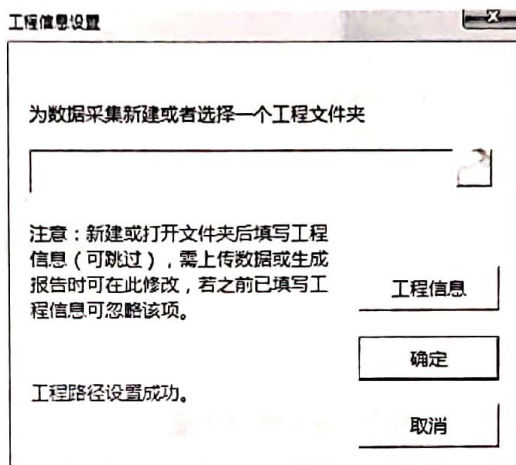


图 5-3 设置工程路径

为数据采集新建或者选择一个工程文件夹（此选项为必填项）：为了方便对数据文件进行管理，我们建议您在每次测试开始前建立一个新文件夹来保存本次测试数据，点击“确定”按钮进入下一步。

工程信息（此选项为选填项）：设置工程文件夹保存路径后，可填写工程信息，当需要使用数据上传功能（升拓数据库服务）或报告生成功能时，需填写该部分内容如下。

图 5-4 工程信息设置

(2) 选择检测项目

根据不同测试方案选择不同选项，此时选择【结构厚度：IE/EWR】

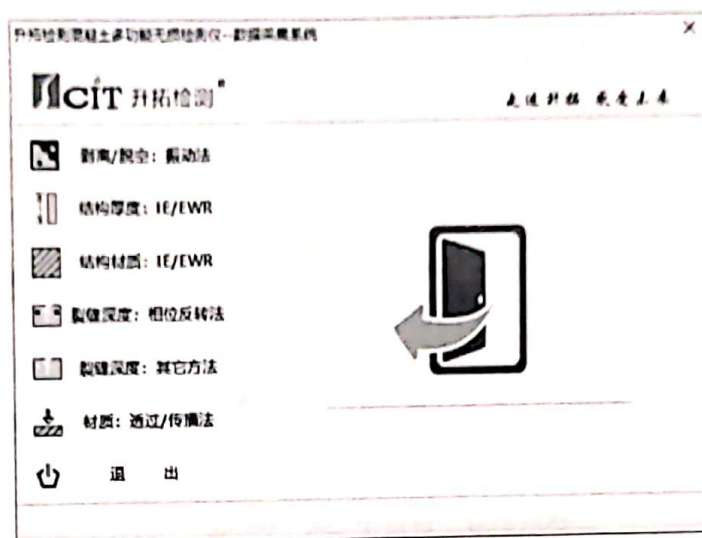


图 5-5 检测项目列表

(3) 数据采集

1) 保存单个文件名

进入到对应检测项目的采集系统界面后，首先需对当前单个测试文件预先设定保存名称，设置完成后点击保存按钮。

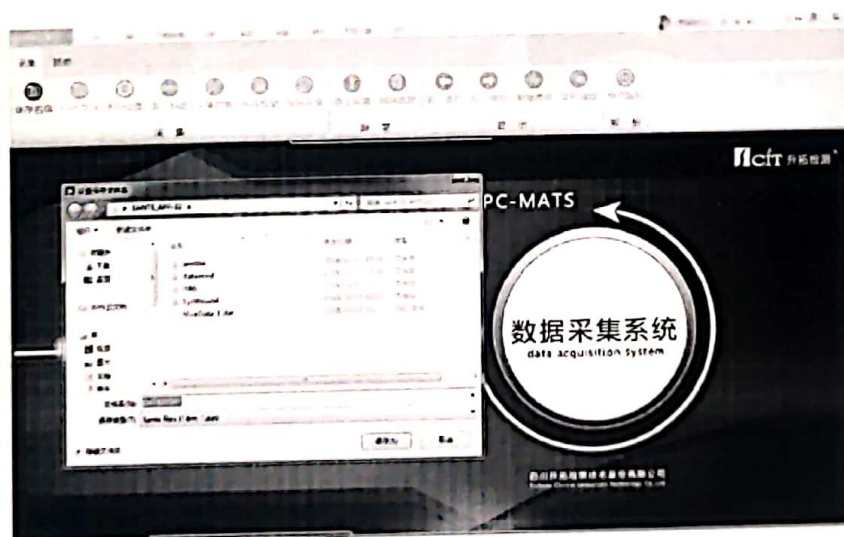


图 5-6 采集系统界面

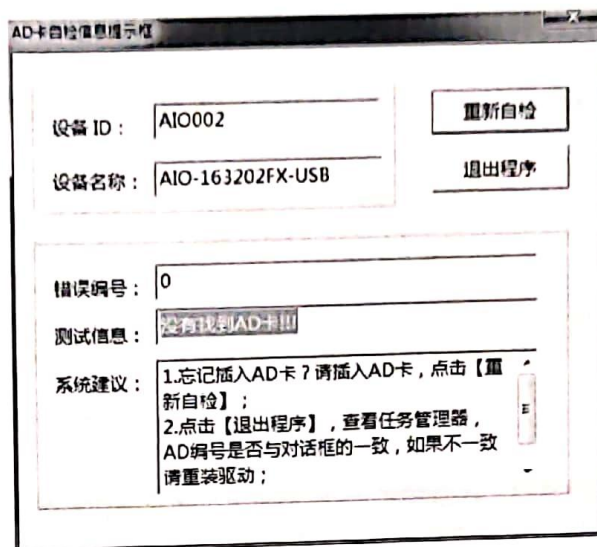


图 5-7 AD 卡自检信息提示框

2) 参数设置

参数设置包括“结构厚度检测”参数设定：保存单个文件名后，软件自动弹出参数设置对话框，完成参数设置后，点击【确定】按钮确定。



图 5-8 结构厚度检测参数设置

【计算方法】：根据实际情况选择；

频谱分析：适用于壁厚小于或等于 0.5m 的结构；

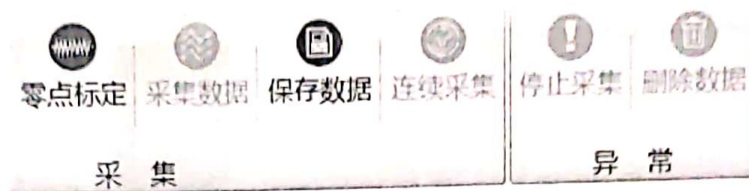
相关分析：适用于壁厚大于 0.5m 的结构

【检测参数信息】：根据实际情况选择；

【壁厚检测信息】：根据实际情况选择。

3) 数据采集

数据采集工作可从左至右分别进行以下操作：零点标定、采集数据、保存数据。



下面根据操作顺序介绍各步骤详细操作方法：

- a. **零点标定：**对测试环境的噪声电压进行标定，一方面是为了检测仪器是否能够正常工作；另一方面可以根据标定结果调整相应参数，降低环境噪声，以消除其对测试结果的不利影响。此时程序中显示的【测定电压】即为标定电压，如果标定电压大于 0.2V，说明环境噪声过大，不建议进行测试工作；

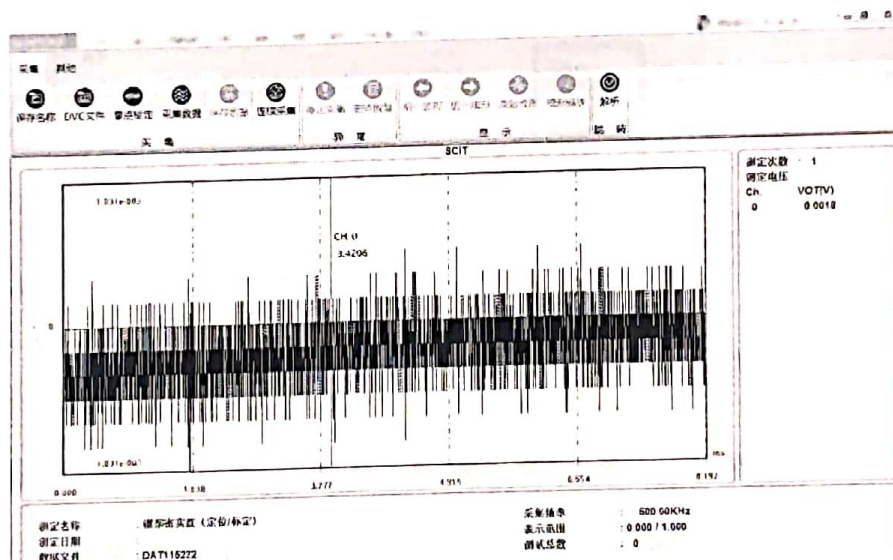


图 5-9 零点标定

- b. **数据采集：**执行【采集数据】命令后，需要在 10s 内按照“测试方案”的激振方式对受检结构进行激振。检测仪会自动采集信号并将采集到的信号波形在软件上显示如下图。用户需要注意以下几点：

- ✧ 如果用户判断采集到的波形符合要求，则可以保存该数据，否则重新采集；
- ✧ 对每次测试，为了尽可能消除测试中的随机误差，建议采集多次数据，如 10 次；
- ✧ 如果需要，可以使用【停止采集】按钮停止本次数据采集。

- c. **保存数据：**当用户采集到符合要求的波形后，即可通过点击【保存数据】按钮保存数据。此时保存的数据为当前波形数据。

3、数据解析

现场数据采集完成之后，需要对数据进行后期处理，以获得测试结果。



- (1) 打开数据解析软件：选择对应功能后，进入到解析界面。也可通过采集软件中的【单次解析】进行解析。

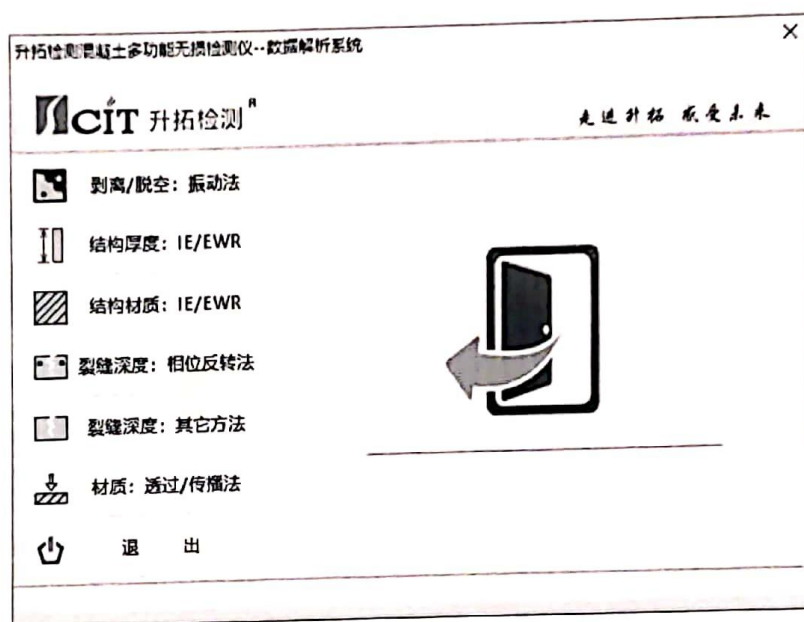


图 5-10 解析项目一览

- (2) 打开解析数据：点击【打开文件】按钮，找到保存采集数据的路径后选择需要解析的标定数据文件后，如采集时未完成相应参数设置，系统会自动弹出参数文件框设置，此时需根据现场情况填写相应内容，并点击【确定】按钮完成设置。
- (3) 保存名称：设定解析结果文件的保存名。注意，此时仅是设置了需要保存的解析结果文件的文件名，并未实际保存。也可直接忽略此步骤，系统则自动默认为与原名称一致。
- (4) 数据解析：可分为单次解析及批量解析
- 单次解析：该命令用于获取单次测试数据分析的最终结果。需要与【前一波形】、【后一波形】结合完成该文件名中所有数据的解析。
 - 批量解析：对于批量解析，可直接点击该按钮，一次性实现一组测试数据预处理及解析。

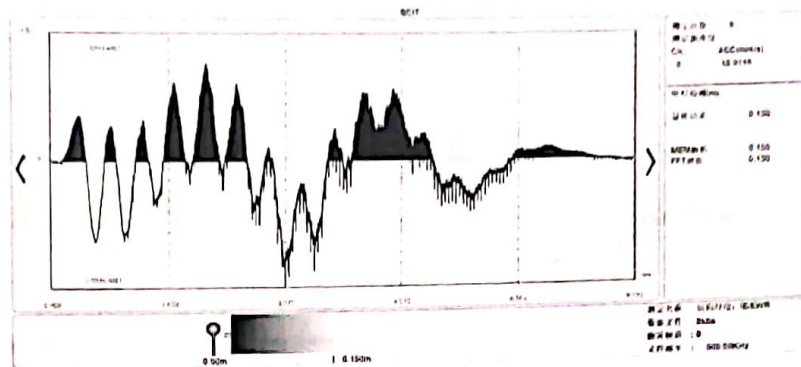


图 5-11 解析结果波形图

(5) 结果一览

完成所有数据的解析之后，可以通过【结果一览】查看数据分析结果，注意，在保存结果之前，必须要执行【结果一览】，否则不能保存解析结果！

波形分析结果一览			
解析结果(m)	3.448	传感器与测距距离(m)	0.050
解析用P波速度(km/s)	0.100	预计最大厚度(m)	0.200
预计最小厚度(m)		FFT解析	
测定次数	0.150	MEM解析	0.150
1	0.150	0.150	0.150
2	0.150	0.150	0.150
3	0.150	0.150	0.150
4	0.150	0.150	0.150
5	0.150	0.150	0.150
6	0.150	0.150	0.150
7	0.150	0.150	0.150
8	0.150	0.150	0.150
9	0.150	0.149	0.150
10	0.150	0.150	0.150
平均值	0.150	0.150	0.000
标准偏差	0.000	0.000	0.150
数据平均	0.000	0.000	0.000
最终结果	0.150	0.150	0.150

图 5-12 解析结果一览

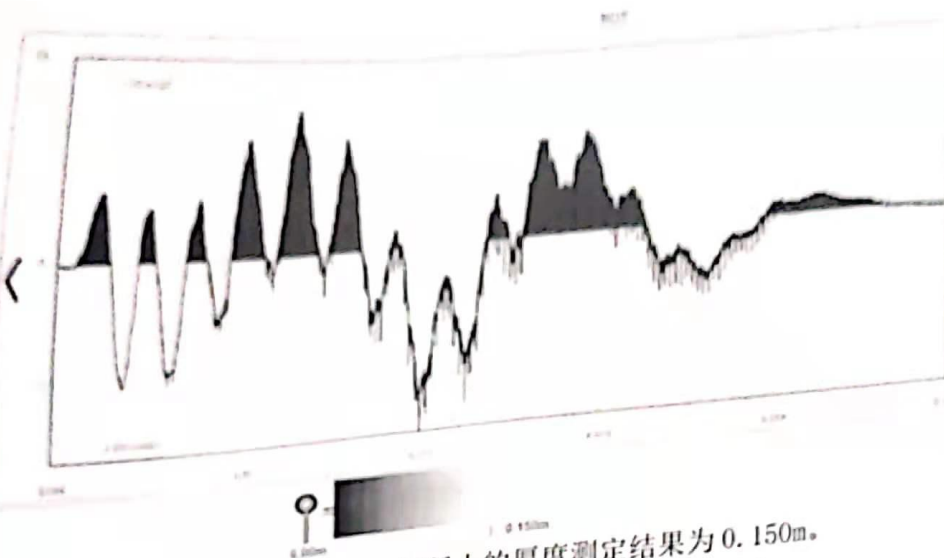
(6) 解析结果保存

点击【保存结果】即可保存解析结果，以方便以后查看。结果文件是以*.RST 格式输出，以文本形式保存。用户可以使用任意的文本编辑器对其进行访问或者编辑。

同时，在点击【保存结果】按钮之前，也可点击【保存图片】按钮，对当前的解析结果以图片形式进行保存，保存格式为*.PNG 格式。

六. 实验结论:

混凝土厚度结果波形图如下:



通过此次混凝土厚度试验，测得混凝土的厚度测定结果为0.150m。
通过此次实验，测试数据对比，仪器符合合同各项指标的要求。

甲方负责人签字：

王娟

乙方代表签字：李锦

2021年9月15日