HorizonADV 用户指南

目录

1．开始
- 1.1 **引言**
- 1.2 **系统要求**
- 1.3 **软件安装**

2．运行 HorizonADV

3．软件版面和特性

4．采集数据
- 4.1 **连接到一个单独的** ADV
- 4.2 ADV **探头的配置和诊断**
- 4.3 **更改** ADV **设置**
- 4.4 **更改数据采集设置**
- 4.5 **开始数据采集**
- 4.6 **记录数据**

5．查看数据文件

6．ADV 原理

7．支持和联系信息

附录 A.多端口控制盒
- A.1. **引言**
- A.2. **多端口控制盒**
- A.3. **安装和设置**
- A.4. **用多端口采集数据** 1
- A.5. **多端口故障及解决问题指南**

附录 B．处理工具栏
- B.1. **引言**
- B.2. **转换值**
- B.3. **新增丢失值**
- B.4. **过滤信号**
- B.5. **屏幕值**
- B.6. **去除信号峰值**
- B.7. **清除复杂峰值**
- B.8. **更改流速坐标系统**
- B.9. **改变超声波速度以纠正流速**

附录 C．分析工具
- C.1. **引言**
- C.2. **柱状图** 9
- C.3. **波谱分析**

1. 开始

1.1 引言

此文件是在使用 SonTek 公司的 ADV 系统中，采用了 *HorizonADV* 软件（v1.04）的一份参考指南。这儿所列出的标题囊括了系统要求的详细描述、软件安装、程序引言、数据采集，和数据回放。想要获得关于 ADV 仪器本身、ADV 操作原理、或者其它的 ADV 软件的详细信息，请参阅 *ADV Field 技术手册*。

HorizonADV 软件程序设计成易于指引您如何采集数据和显示数据处理过程，提供了一个灵活的和动态的用户界面。既可以通过单个的 ADV 使用该程序，也可以通过几个并联工作方式的 ADV 使用这个程序。

HorizonADV 要求用户使用 Windows 2000 或者 XP 的操作系统。它被设计成具有高度的灵活性，令您只需使用一个工具包就可以对付所有的 ADV 需求。

HorizonADV 可以被用于：

- 使用单个的 ADV 仪器采集数据。
- 使用多个 ADV 连接到多端口（MultiPort）系统（见附录 A）采集数据。
- 对 ADV 系统进行设置。
- 使用 ADV 系统显示已采集的数据文件。

1.2 系统要求

HorizonADV 软件对仪器和计算机，有以下几项的要求。

- 用于实时数据采集的 SonTek ADV Field 系统（标准 ADV，MicroADV 或者 ADVOcean）
- 微软视窗 Windows 2000 / XP (建议使用 XP)
- 700 兆赫处理器（建议使用 1G 赫兹）
- 128 兆字节物理存储器（建议使用 256 兆字节）
- 200 兆字节可供使用的磁盘空间（建议使用 500 兆字节）
- 屏幕分辨率为 1024×768，颜色为 16 位

1.3 软件安装

要安装 Horizon ADV 软件，将含有 ADV Field / Hydra 软件的光盘插入到您计算机的 CD-ROM 驱动上。几秒钟以后，会出现一个安装菜单（见图 1）。如果没有出现菜单，请用计算机的浏览器，找到 CD 光驱上的有关文件夹，并且双击 Setup.exe。

图 1　安装菜单

点击 *HorizonADV* “安装”的图标，开始安装程序。

接下去将会开始 HorizonADV 安装并且屏幕会显示许可条款（见图 2）。请按照屏幕上的指示一步步完成软件安装。

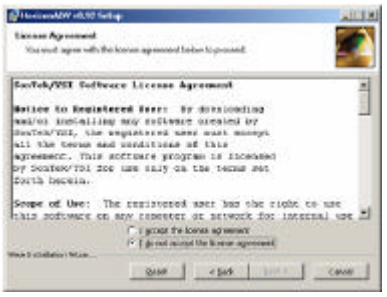


图 2　许可条款

“安装菜单”中还包括以下几个内容：

- 在线文件。
- *SonUtils* 软件的安装（通用的诊断软件）。
- 其它的 ADV 软件的安装（如，*ViewHydra*，*WinADV*）。
- 链接 SonTek / YSI 网站。

2． 运行 HorizonADV

重要注意事项 － 确保在运行 *HorizonADV* 之前，所有其它与串行端口连接的软件都已经被关闭。

使用 HorizonADV 桌面快捷键或者点击计算机的 开始 → 程序 → SonTek Software → HorizonADV，运行 ***HorizonADV***。

软件将会被加载并且显示 *HorizonADV* 运行屏幕（见图 3）。此屏幕也作为程序其它功能的起始点。要激活一个选项，点击底下加划线的兰色文字。

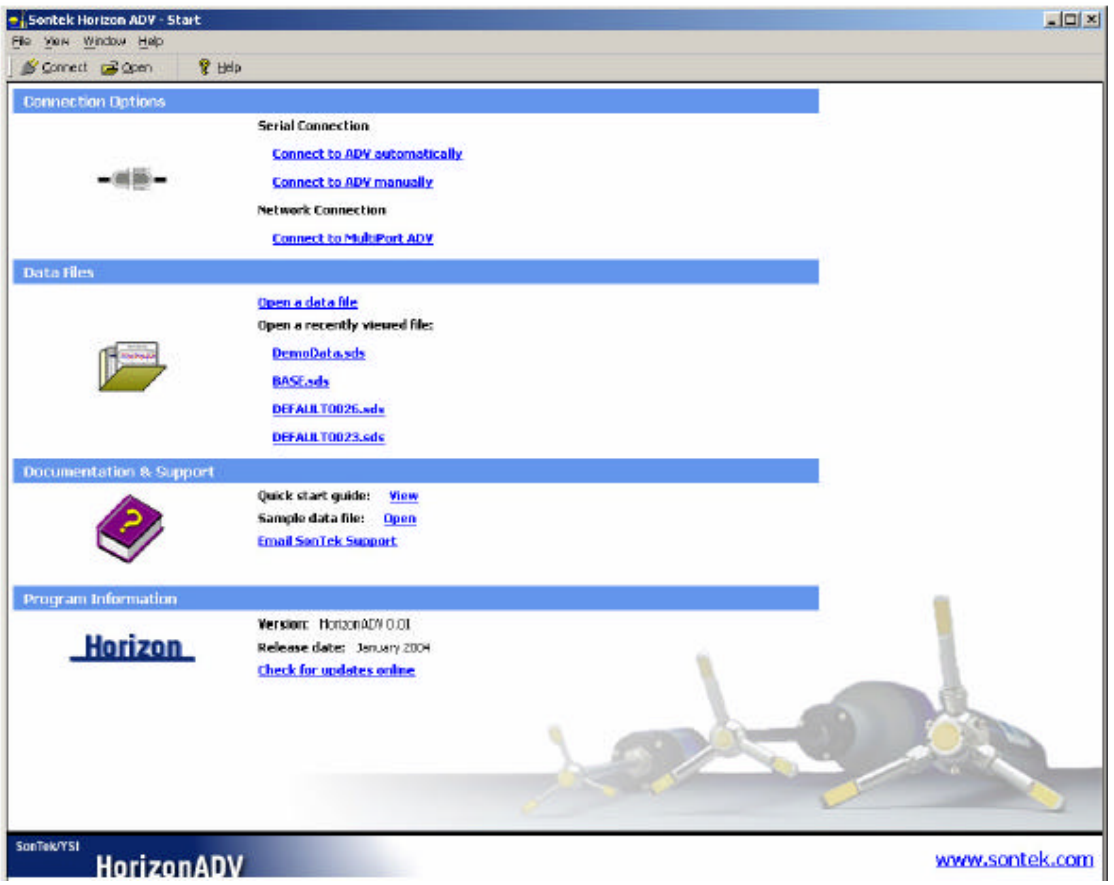


图 3 *HorizonADV* 运行屏幕

“运行屏幕”中还包括以下几个内容：

“连接选项（Connection Options）” － 选择此选项用于实时数据采集，可用于单个 ADV（连接到您计算机的串行端口），或者通过使用计算机网络线路将多个 ADV 连接到多端口的控制盒。

- 串口连接（Series Connection）（用于单个 ADV 操作） － 有二种方式，自动方式和人工方式二个选项，供选择连接到单个 ADV。如果您是 ADV 系统的新用户或者是软件的新用户，我们建议您使用“自动连接到 ADV（Connect to ADV automatically）” 选项连接到您的系统上。如果您已经有经验，或者有其它特别需求，您可以使用“人工连接 ADV（Connect to

ADV manually）”选项。

- 网络连接（Network connection） － 要连接几个 ADV，使用“连接到多端口 ADV（Connect to MultiPort ADV）”选项。多端口连接必须有与本地网路连接的多端口控制盒（见附录 A）。

“数据文件（Data Files）” － 此处列出的选项让您打开.adv 或者.sds（SonTek 数据格式）数据文件。*HorizonADV* 的 SDS 文件可用于它的数据处理，因此来自仪器的任何原始的.adv 数据文件在打开时将会自动修改为 SDS 格式（注意：原始的.adv 数据文件永远不会被 *HorizonADV* 修改或者删除）。*HorizonADV* 的软件中保留着最后打开的四个文件的文件名，便于以后的快速显示。点击文件名可直接打开文件，或者“打开一个数据文件（Open a data file）”选项打开一个不在列表上的文件。

“文件和支持（Documentation & Support）” － 可连接在线的快速指南（即：本文件），也可显示一个 ADV 的样本数据文件。如果您有任何疑问，还可通过链接，发送 email 到 SonTek 公司的技术支持部门。

“程序信息（Program Information）” － 可以在此处找到 SonTek 网站上面有关 *HorizonADV* 的版本信息和链接该网站，检查程序的更新情况。

工具栏选项 － 在工具栏上有“人工连接 ADV（Connect to ADV manually）”和“打开一个数据文件（Open a data file）”的按钮选项。

3． 软件版面和特性

本章节简要描述了部分的屏幕界面，以及在数据采集 和 /或 数据后处理显示时 *HorizonADV* 的一些有效的更高级的特性。

HorizonADV 屏幕包含几个控制栏和显示栏（见图 4）。有关每个项目的显示和说明如下：

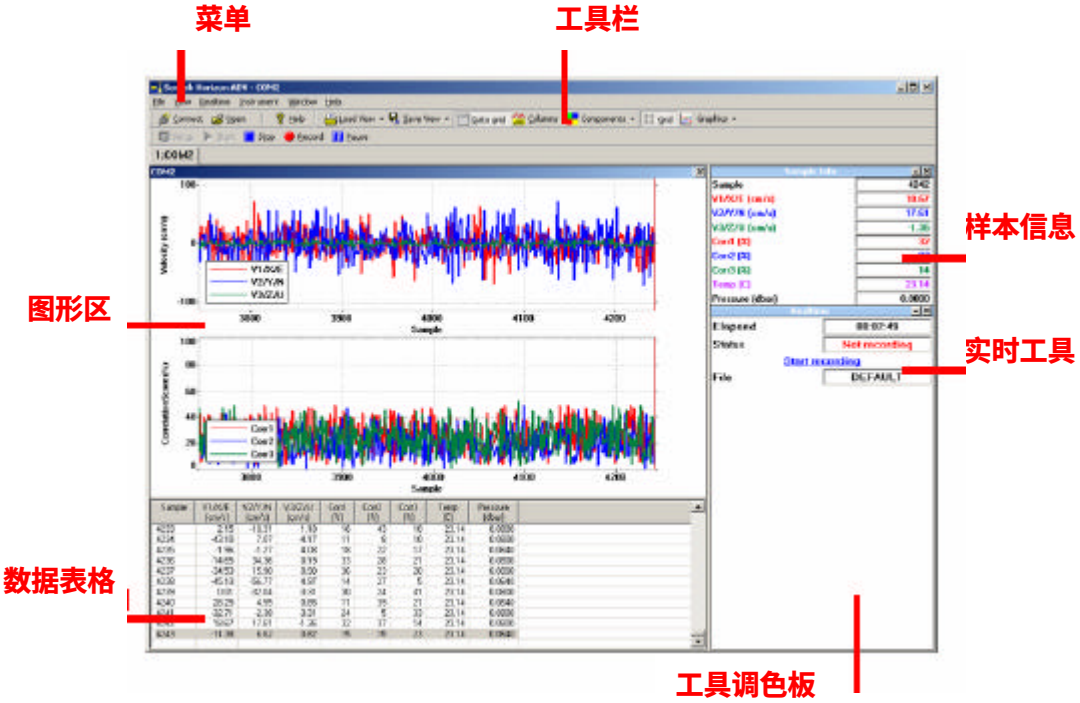


图 4 HorizonADV 屏幕版面和特性

菜单

使用“菜单”可以读取所有的命令和显示有效的特性。点击“菜单”栏，通常可以出现一个下拉菜单，并显示若干个选项供选择。

工具栏

“工具栏”中的按钮，可以为一些平时经常使用的菜单命令，提供一个快速读取通道。工具栏上的按钮按种类分组（标准，数据，和数据查看）。每个按钮组可以通过拖曳的方法，在工具栏上重新设置。

图形区

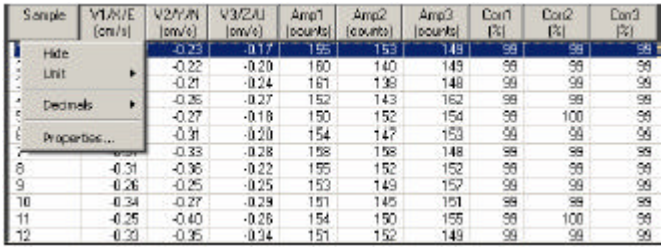
“图形区”显示一个或多个随着时间而改变的变量的时间序列。最多一次可以同时显示五个图表，通过点击工具栏上的“图形”按钮，或者通过菜单栏上，选择 “查看”菜单的下拉菜单“图形（Show Graphics）”来实现。

每个图表有几个特性可以用户自己定制：

- 左击图形区 － 可以放大数据图线。
- 左击并且拖曳 － 可以选择（放大）图线上感兴趣的特定区域。
- 右击图形 － 可以缩小全部范围内的数据。
- 双击垂直坐标轴 － 可以更改坐标轴的刻度比例。
- 右击垂直坐标轴 － 可以显示一个弹出菜单，用以修改图线的设置 / 格式，改变显示参数，或者隐藏图线（右侧显示的菜单）。
- 右击水平坐标轴 － 可以选择一个变量，显示和当前相反的参数。图表也可能显示和其它相反的变量。这可以用于显示两个参数之间的相互关系。这个功能在数据采集过程中是不能使用的。

数据表格

“ 数据表格 ”（如下所示）显示了输入电子数据格式表中的所有数据。每一采样样本显示在行中，样本的参数则显示在列中。被选中的样本将会在表格中被高亮显示。数据表格可以通过点击工具栏上的“ 数据表格（Data Grid）”按钮被显示或者隐藏。

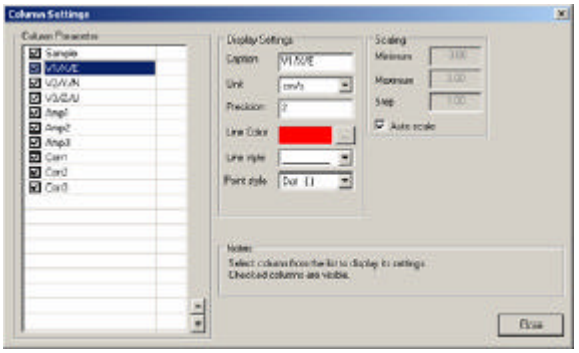


左击一个指定的参数可以改变它的状态，显示特性或者表示的单位。右击各列的标题可以选择显示在格中的变量。

工具调色板

“ 工具调色板 ”显示样本信息（流速或者选择的样本的数值）和实时工具种类。工具调色板默认值是可视的，并且可以通过选择 “ 查看 ”菜单的下拉菜单“ 显示工具调色板 ”，将它显示 / 隐藏。

数据列表



每个参数都可以被看成是在数据格中的一个单独列表。每个列表（或者参数）都有涉及显示在时间系列图表、单元和比例范围的单独的设置。这些设置影响每个参数显示到程序所有部分的方式（从图表，到数据

格和数据显示）。可以通过点击工具栏上的“列表（Columns）”按钮显示列表设置。

查看模板

“查看模板”用于保存或者恢复所有的显示设置。这些设置包括屏幕排版，显示的参数，和列表设置。使用模板可以快速转换到以前设置的不同格式，以便于查看数据。

4． 采集数据

在采集 ADV 数据之前，有几点重要注意事项要考虑。想要获得关于这些条款的更多信息，请参阅 *ADV Field* ***技术手册***。

- 确认串行口、电源、和同步缆线（仅用于多端口系统）已经连接完毕，并且确保在测量期间不会中断。
- 仪器在数据采集过程中必须被固定安装（也就是，固定式）－ 尤其系统没有内置罗盘的时候。
- 在数据采集过程中，换能器必须完全浸入水中。虽然在空气中操作 ADV 时，换能器不会受到损坏，但是，在这段时间内 ADV 采集的流速数据报告是无意义的。
- 避免在采样点附件有障碍物和清除采样点边界的任何杂物（见第六章）。
- 理想状态，换能器本身应该是干净的（也就是，没有被生物污染的）。
- 确保对 ADV 的探头的设置是正确的。
- 确保选择了适当的数据采集 / 取样策略。

4.1 连接到一个单独的 ADV

通过点击“自动链接到 ADV”选项，连接您的 ADV。此选项会扫描您计算机上的每个串行端口，并且自动找到一个已经连接的 ADV。我们建议初级用户选择此项。

通过点击“人工链接到 ADV”选项，供您人工输入串行端口和波特率（数据传输的速度）到 ADV 系统中。然后会显示“连接到串行端口”对话框（显示在左边）。默认设置的串行端口是 COM1，传输的波特率是 19200。

在和系统建立通讯之后，HorizonADV 将会显示采集数据屏幕（见图 5）。注意：如果您的系统既不能打开端口，或者在连接过程或数据采集阶段也不能连接到系统，请检查您的电缆线和通讯的设置，然后再试一次。

采集数据屏幕（见图 5）具有以下选项供选择：开始数据采集、配置 ADV 选项、以及一些附加的工具和诊断选项。要关闭此屏幕并且返回到开始屏幕，只需要点击“断开连接（Disconnect）”按钮或者选择“文件（File）”菜单的下拉菜单“关闭（Close）”。

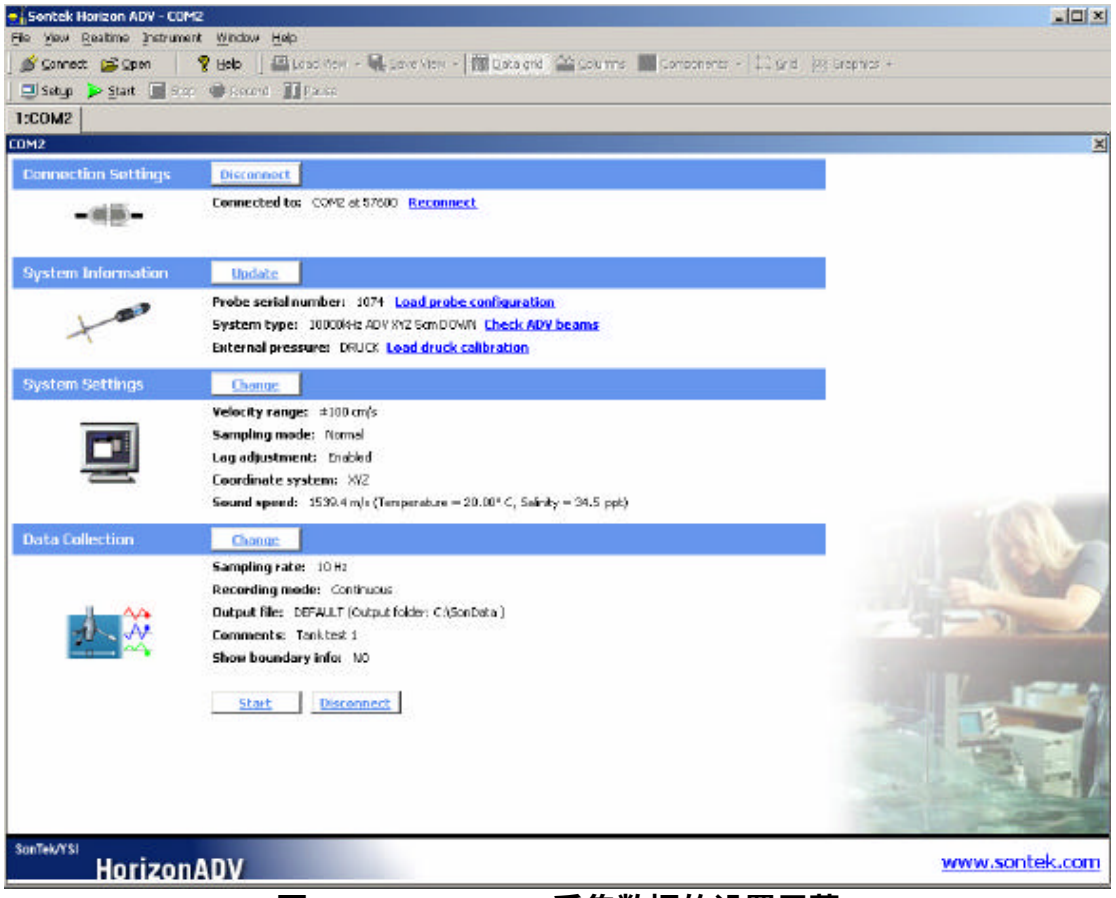


图 5　HorizonADV 采集数据的设置屏幕

4.2　ADV 探头的配置和诊断

在开始数据采集前，强烈建议您（1）检验载入系统的探头配置是否正确，并且（2）运行波束诊断模块程序。

要加载探头的设置，请选择“系统信息（System Information）”栏中的“加载探头配置（Load probe configuration）”选项。选择与您 ADV 系统匹配的探头配置文件，然后点击“打开（Open）”按钮。

点击“系统信息（System Information）”栏中的“检查 ADV 波束（Check ADV beams）”，可以运行波束诊断模块（见图 6）。

最好在数据采集的开始前和结束后，都运行一次波束的检查。这有助于在问题发生时找出症结所在。

可以通过点击“开始（Start）”按钮选择开始执行波束的诊断。通过点击“记录（Record）”按钮将此数据存入文件。

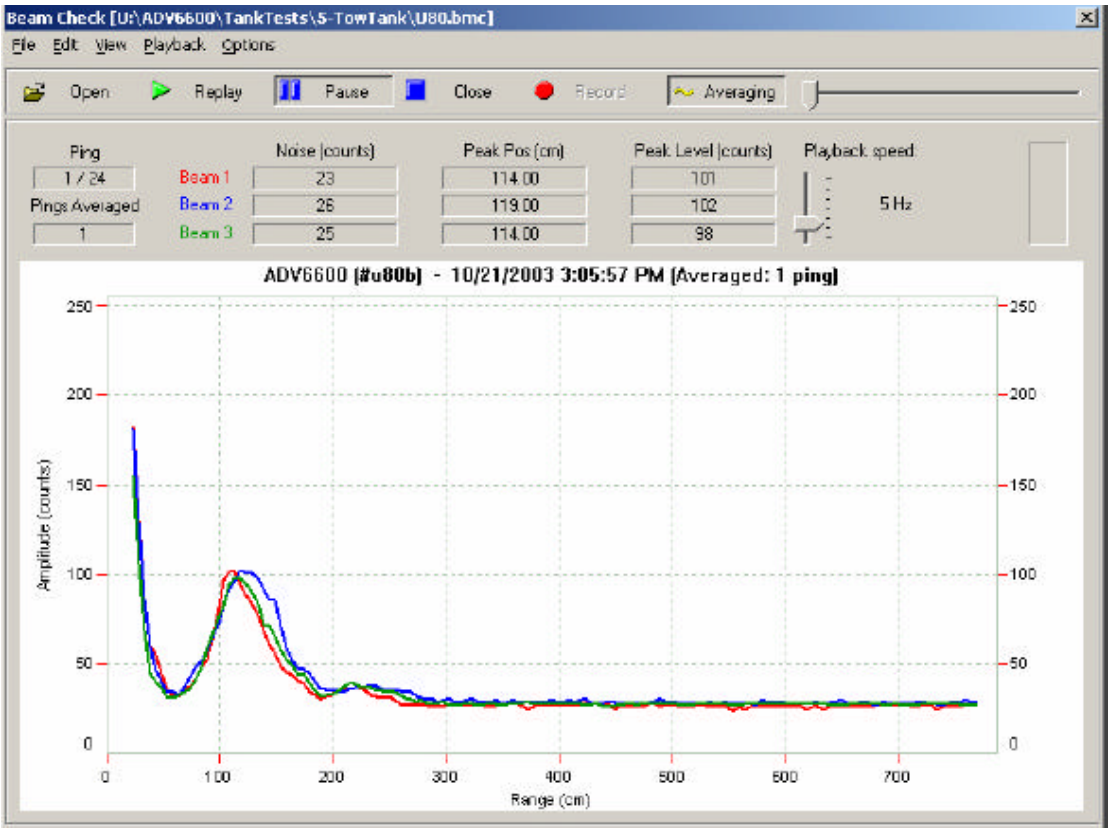


图 6　HorizonADV 波束诊断

典型的硬件问题，或者环境影响问题包括：

- 所有的三个波束（接收器）都没有接收到信号或者出现空白的图线 － 信号收发电路的连接有问题，或者高频电缆线被损坏了。
- 在最初的脉冲（峰值）之后没有响应 － 探头没有被连接或者发射电路部分有故障。将 ADV 放置在边界附近的位置，以确认是否该问题。
- 采样区域信号很小或者几乎没有 － 水中的散射物质不足（水很清晰，水很平静）。
- 其中有一个波束和其它的有显著不同 － 接收器应该会有相类似的响应和信号强度。请尝试清理换能器。
- 在采样区域的水平位置上，每个波束都不同 － 接收器臂有一段可能被弯曲了。请与 SonTek 公司联系，以得到修理。
- 在边界地方有过度的噪音 － 这可能是由于在盛水的容器中有较大的声学噪声所引起的。通常见于小的玻璃或者丙乙酸容器。

想要获得关于波束检查的更多信息，请参阅 *ADV Field 技术手册*。

4.3　更改 ADV 设置

若需要更改 ADV 的设置，请点击“系统设置（System Setting）”栏中的“更改（Change）”按钮（见图 5）。会出现一个“ADV 设置（Setup ADV）”对话框（见下图）。想要获得关于每个参数和如何使用这些参数的更多信息，请参阅 *ADV*

Field ***技术手册。***

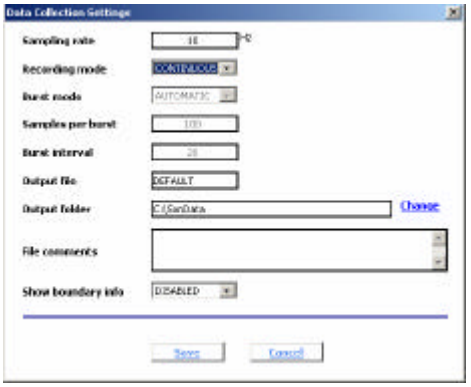
一些常用的指导方针：

- 流速范围 － 估计用 ADV 可以测量到的最大流速。切记：对于较高的流速范围设置，在测量较低的流速时会有较大的可变性。一般来讲，您可以选择尽可能低的流速范围设置，但是应该包括最大的预计流速。
- 外同步 － 根据默认值，此项设置不能使用。

其它设置 － 多数情况下，您不需要改变此对话框中的任何参数，然而在数据采集之前了解这些设置是非常重要的。点击“保存（Save）”按钮，以保存设置或者“取消（Cancel）”按钮放弃任何改动。

4.4 改变数据采集设置

“数据采集”栏（见图 5）包含与频率、模式、以及数据采集方式有关的设置。这些设置可以通过点击“改变（change）”按钮而改动。点击此按钮将会出现“数据采集设置（Data Collection Setting）”对话框（如右侧所示）。这些设置包括：



采样率

这是表示将要采集流速数据的速率。ADV 和 ADVOcean 最大采样率是 25 赫兹，MicroADV 是 50 赫兹。

记录模式

记录模式可以被设置成，持续的或者脉冲的。持续模式用于采样时没有任何暂停或者中断。新用户应该使用持续的采样选项，因为这是操作的标准模式。脉冲模式用于设置有规律的时间间隔的采样时。脉冲模式要求输入附加的参数：“每次中断的采样数”和“中断的时间间隔”。关于脉冲模式数据采集的更多信息，可以参阅 *ADV Field* ***技术手册。***

输出文件和输出文件夹

这些参数用于在实时数据采集时，选择生成的输出文件的文件名和文件夹的路径。

文件注释

这些文件索引用于简要描述采集数据的参数、位置、环境等。

显示边界信息

在数据采集开始的时候激活此选项，ADV 就会首先持续扫描每个探头前面的区域以检测前方是否存在固体或者水面边界。对于每个正在运行的 ADV，会显示各自的探头数量、探头顶端到边界的距离、采样点到边界的距离，以及设置的流速范围。如果没有检测到边界，系统将会显示“没有被检测到（Not Detected）”。

保存 / 取消

点击“保存（Save）”按钮，可以保存设置，或者“取消（Cancel）”按钮放弃任何改动。

4.5 开始数据采集

点击“数据采集（Data Collection）”栏（见图 5）中的“开始（Start）”按钮，开始实时数据采集；或者点击“断开（Disconnect）”按钮回到初始的屏幕。如果“显示边界信息”选项没有被激活（见第 4.4 节），将会显示一个边界信息对话框。

这时候主屏幕将会显示几个曲线图。当 ADV 不断地接收数据时，这些曲线将会有规律地被刷新（见图 7）。

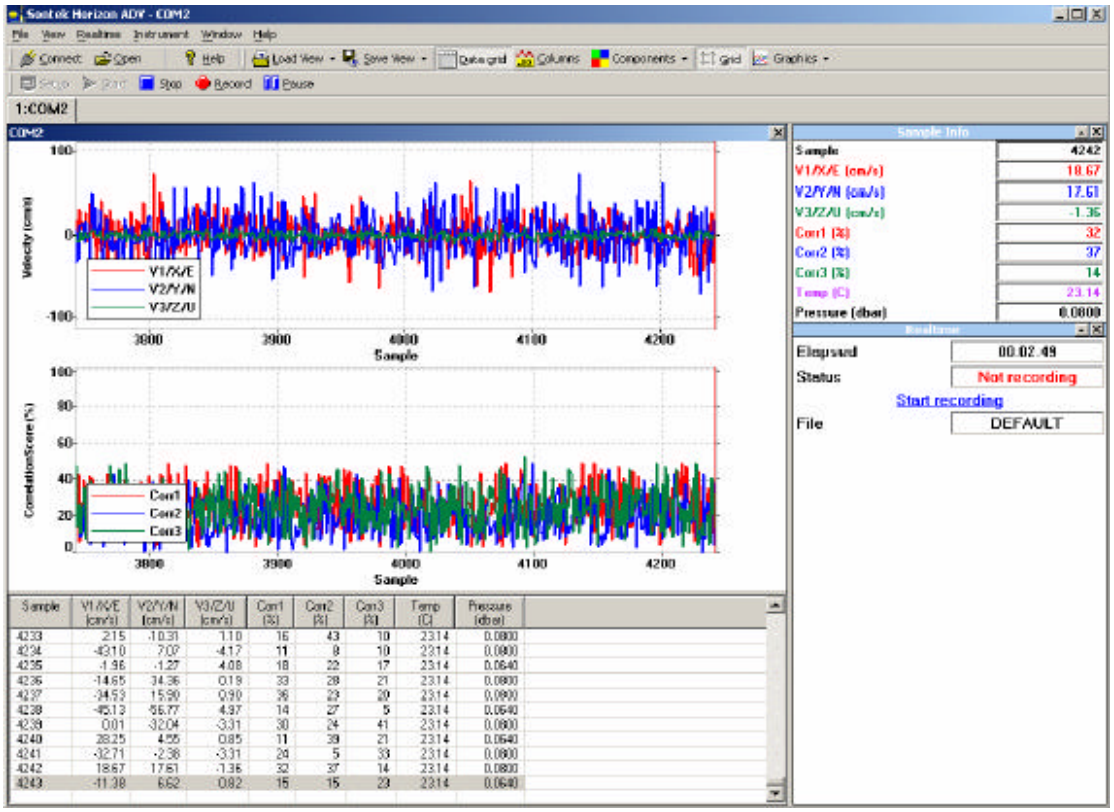


图 7　HorizonADV 实时数据采集屏幕

4.6 记录数据

要开始记录一个数据文件，请点击工具栏上的“记录（Record）”按钮，或者选择实时显示上的“开始记录（Start Recording）链接按钮（见图 7）。

“实时（Realtime）”显示的数据将会在采样时和数据文件不断地在增加时被刷新。记录数据的控制信息和开始脉冲采集数据的信息同时会显示在这里。

工具栏上的“暂停（Pause）”按钮将会停止当前的显示，但不会中断数据的采集。此特性特别在需要观察某事件发生时，保留曲线图上的数据没有被滚动溢出屏幕，是非常有用的。

要停止记录，再次点击工具栏上的“记录（Record）”按钮。这样做会停止将采样的结果写入数据文件。然而，系统会继续采样并且采集的数据也会显示在屏幕上；只是这些数据不会被记录在文件中。

若还想将增加的采样数据记录在文件中，可以再次点击“记录（Record）”按钮，重复数据的采集过程。切记，每次点击“记录”按钮或者“开始记录（Start recording”链接按钮，将会生成一个新的和自动命名的数据文件。

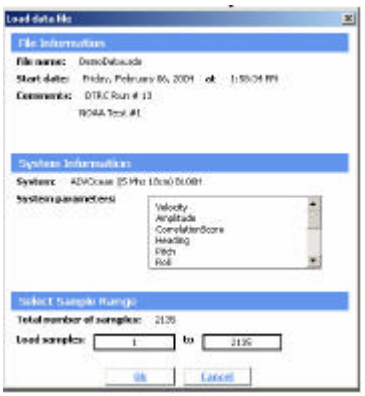
点击“停止（Stop）”按钮或者“停止记录（Stop recording）”的链接按钮可以终止数据采集过程。这将会停止显示屏幕上的实时数据。

数据文件（根据默认值）将会存储在 C:\SonData 文件夹中。第五章描述了如何打开和查看这些数据文件。

5． 查看数据文件

本章节主要描述如何打开、查阅，并且输出 ADV 数据文件。

点击“开始屏幕”（见图 3）上的“打开一个数据文件（Open a data file）”，或者点击工具栏上的“打开”按钮。将会显示一个“打开 ADV 文件”对话框，问您是选择.adv 还是选择.sds（SonTek Data Session）数据文件。ADV 数据文件包含原始的（未经处理的）数据。SDS 文件包含完整的处理过的数据和任何改变过设置的数据。ADV 文件总是保留着原始的数据并且永远不会被改变。选择一个文件并且点击“打开”。



将会显示“加载的数据文件（Load data file）”对话框（如右侧所示）。此对话框显示测量的时间，以及存储的系统信息和参数。选择您希望加载的连续采样或脉冲采样的范围。根据默认值，所有的采样或者脉冲方式都会被加载。点击“确认（OK）”打开此文件。

屏幕会变为与实时数据采集屏幕类似的样子。将会显示一系列的曲线图，并且一个关于当前选择采样数值的列表将会显示在屏幕右侧的区域（见图 8）。

曲线图上显示的采样范围是可以更改的，可通过左击图表区域，或者通过左击并且拖曳一定范围的样本实现。右击图表区域可以缩小图表。

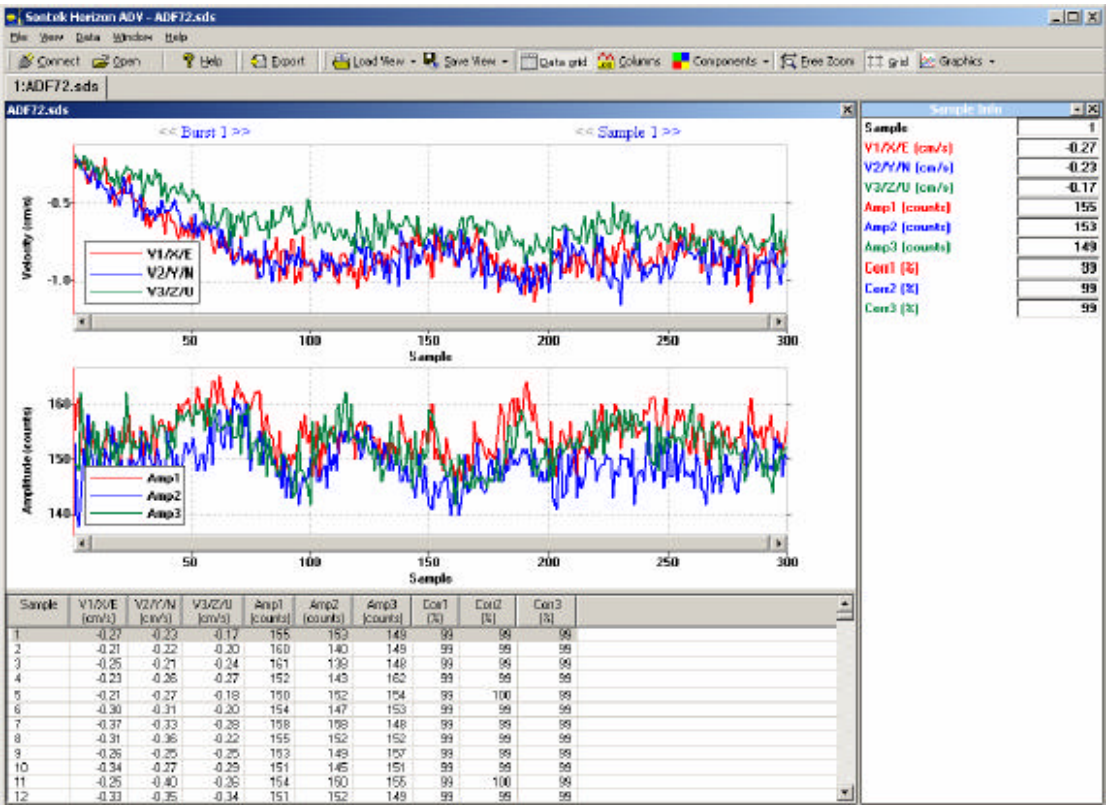
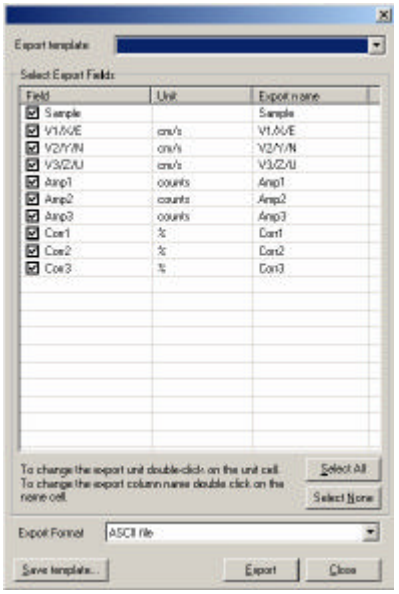


图 8　HorizonADV 数据查看屏幕

您可以通过双击垂直坐标轴改变显示的每个参数比例，然后选择自动（默认）或者人工（用户选择）而调节比例范围。

若需要输出数据，可点击工具栏上的“输出 Export）”按钮或者选择“数据（Data）” 菜单的下拉菜单“输出（Export）”。将会显示“选择输出选项（Select export options）”对话框（如右侧所示）。根据默认值，所有的参数存储文件将会以 ASCII 格式输出。点击“输出”按钮输出数据。一个“输出 ASCII 文件”对话框将会提示您选择输出类型、选项，和输出文件的路径。



更多更深入的处理和分析工具，可在 *HorizonADV* 中被找到。在使用“处理工具箱（Processing Toolbox）”（“查看”菜单的下拉菜单“显示处理工具箱”）时，若需要帮助，请参阅附录 B。在使用“分析工具箱（Analysis toolbox）”（工具栏图标）时，若需要帮助，请参阅附录 C。

6. ADV 原理

ADV（或者称为声学多普勒流速仪）是一个测量单点流速的仪器，无论在高流速还是在低流速条件下，都可以精确测量三维的水流速度。测量流速的采样区域是位于探头顶部一定距离的地方（请看右侧图片）。

探头由二大部分组成，一部分是由一个位于探头顶端中央的专门的发射器，另一部分是安装在臂上的两个或三个接收器。发射器产生成一束狭长的超声波，向水中发射；遇到水中的微粒或者“散射物质”（例如悬浮沉积物、水中生物，或者气泡）被反射，由高敏感度的接收器接收。两个或三个接收器轴线的交集处即是采样区域的位置。关于 ADV 工作的更多信息，请参阅 ADV 手册 — 操作原理章节部分。

HorizonADV 软件支持三种类型的 ADV：

10-MHz ADV

10-MHz ADV 适用于实验室、野外、以及海洋应用等一系列范围广阔的领域。采样率可以高达 25 赫兹，并且有多种不同形状和方向的探头配置可以满足多数应用的需求。采样区域位于离探头外的 5 或 10 厘米处。

16-MHz MicroADV

MicroADV 最适合于实验室的使用。很高的采样频率（最高 50 赫兹）结合很小的采样区域，使得该系统在测量低流速的环境下发挥了它的最佳优势。该系统最适合用于测量紊流、波浪区域的漩涡流速，以及精确流场区域的研究。典型的采样区域是在探头外的 5 厘米处。

ADVOcean

坚固并且结实的机架结合了加固的探头使得 ADVOcean 适用于大范围的环境测量，包括像惊涛拍岸地带等诸如此类环境恶劣的区域。ADVOcean 可以和其它传感器集成使用。采样区域在探头外的 18 厘米范围处。

7. 技术支持和联系信息

技术支持适用于所有的 ADV 用户。

请在联系技术支持部门之前参阅 *ADV 技术手册*。多数经常发生的问题可以在手册中找寻到答案。

您可以通过信件、电话、传真，或者电子邮件联系到 SonTek 公司的技术支持部门。

无论何种联系方式，在您联系 SonTek 公司的技术支持部门之前，您需要准备好以下信息：

- ADV 仪器的序列号
- ADV 的硬件版本（在系统报告中可以找到；“数据”菜单的下拉菜单“系统报告”选项）
- HorizonADV 软件的版本（选择“帮助”菜单的下拉菜单“关于”选项）
- 您所使用的 Windows 操作系统（Windows 2000/XP）

公司的邮件地址：
SonTek/YSI，Inc.
6837 Nancy Ridge Dr，Ste A
San Diego CA 92121
USA

电话：
USA +1-858-546-8327

传真：
USA +1-858-546-8150

技术支持部门的电子邮件信箱：
Support@sontek.com

一般问询和销售的电子邮件信箱：
inquiry@sontek.com

SonTe **公司的网页：**
www.sontek.com

附录 A　多端口控制盒

A.1 前言

多端口控制盒是一个选配的附加硬件，可以用来连接多台 SonTek 公司的声学多普勒流速仪（ADV），并可以控制这些仪器同步工作。HorizonADV 软件内有一个专门的通讯界面，用于与连接于多端口控制盒的多台 ADV 之间的通讯和显示实时采集的数据。

多端口控制盒最多可以同时与 16 台 ADV 连接。每台 ADV 可以通过一根串行口的电缆线与多端口控制盒相连。这根电缆线既用于传输数据，又用于传输同步的控制信号。多端口控制盒通过标准的以太网网络电缆线与局域网相连。这样的网络连接允许高速的数据传输，并具有多端口和/或计算机远程控制采集数据。

数量	部 件 名 称	图　片
1	多端口控制盒	
1	网络线	
1	电源适配器	
1	设置通讯线	

注：用于与多端口控制盒连接的每台 ADV 的标准 RS232 串口电缆通讯线，不包含在多端口控制盒的配件之中。

A.2 多端口控制盒

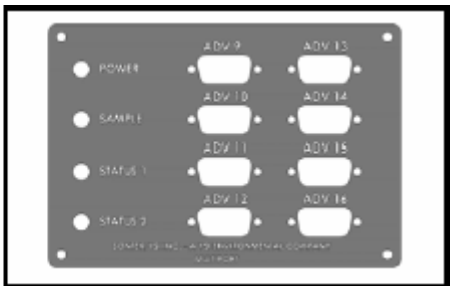
多端口控制盒是一个用于计算机与多台 ADV 之间的通讯控制中心。通过多端口控制盒的过渡，将采集的 ADV 数据同步地传输到计算机主机，由计算机通过 HorizonADV 软件显示这些数据。

多端口控制盒有二种不同的配置，分别适用于连接 8 台或 16 台 ADV。16 口的多端口控制盒，其中有 8 个增加的串行口安排在前面板上，这样可以使多端口控制盒最多可以连接 16 台 ADV。

在多端口控制盒的前面板上还有 4 个指示灯。这些指示灯表示了当前多端口控制盒和 ADV 的工作状态。

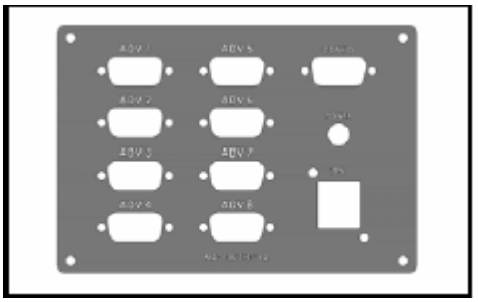
- 电源（POWER） － 当多端口控制盒的电源打开时，该指示灯显示绿色。
- 采样（SAMPLE） － 当从 ADV 中采集数据，以及在数据传输到 HorizonADV 的时候，该指示灯闪现绿色。
- 状态 1（STATUS 1） － 当 HorizonADV 软件与多端口控制盒相连时，该指示灯显示绿色。
- 状态 2（STATUS 2）－ 当系统出现故障时，该指示灯显示红色。

左图为标准型 8 端口控制盒的前面板



右图为 16 端口控制盒

不论是 8 端口，还是 16 端口的多端口控制盒，其后面板的结构都是一样的；都有 8 个串行口分别与 ADV 连接。另外，还有三个端口，一个 CONFIG 口用于设置和对多端口控制盒的升级，一个是 POWER 口用于电源的插口，另一个是 LAN 局域网插口用于以太网网络线的插口。



多端口控制盒后面板示意图（8 端口，和 16 端口的后面板是相同的）

A.3 安装和设置

软件安装

HorizonADV 软件为多端口控制盒提供一个界面，可以用于设置、通讯、和数据的采集。在对连接在多端口控制盒的 ADV 进行设置前，应该首先安装 HorizonADV 软件，而且 HorizonADV 软件的版本至少是 1.03，或者更高。

1. 在计算机的 CD-ROM 驱动器中插入含有 ADV 软件的光盘。
2. 计算机屏幕上会出现一个 ADV 软件的安装菜单。如果没有出现菜单，可以采用微软的浏览器找到软件的路径，在 CD 光盘的根目录下，有一个安装的执行文件： install.exe。
3. 在安装菜单中，选择 HorizonADV setup （安装 HorizonADV）。按照屏幕上在线的安装说明一步步地进行下去。请使用安装的默认路径进行安装。
4. 同时会安装 HorizonADV 的程序和多端口设置程序。

网络设置

在对多端口控制盒进行设置前，您必须确定所采用的计算机与多端口通讯的网络类型。

局域网（LAN）：

1. 用于控制的计算机必须装有网卡。
2. 通过局域网的网络线，将计算机连接到局域网。
3. 取得您的系统管理员的帮助。系统管理员将根据您们公司的政策，需要给多端口一个 IP 地址。
   - 同样的 IP 地址将会用于“多端口控制盒设置（Configure the MultiPort Box）”程序的第 9 步中（见以下的说明）。
   - 多端口的子掩码（Subnet mask）设成 255.255.0.0，IP 口设成 4040。

单个计算机通过路由器（Route）或集线器（Hub）与多端口控制盒连接

1. 用于控制的计算机必须装有网卡。
2. 如果您的计算机是通过调制解调器（Modem）或网络线连接因特网的话，我们建议，在与多端口控制盒连接的时候，以及在数据采集过程中，应该与因特网断开。
3. 采用局域网的网络线，将计算机连接到标准的网络路由器 / 集线器。
4. 采用多端口控制盒附带的局域网网络线，将多端口控制盒连接到网络路由器 / 集线器。
5. 将您的计算机与网络连接（以下举例说明的计算机操作系统是 windows XP）：
   a) 点击“开始（Start）”，再点击“运行（Run）”。
   b) 键入“ncpa.cpl”，然后点击“确定（OK）”。
   c) 屏幕上会出现“网络连接（Network Connections）”对话框。

d) 右击“局域网（Local Area Connection）”选项，从菜单中选择点击“属性（Properties）”。

e) 在“常规（General）”栏中，选择“因特网协议（TCP/IP）（Internet Protocol TCP/IP”，再点击“属性（Properties）”。

f) 转到“更改配置（Alternate Configuration）”栏， 选择“用户配置（User Configured）”。

g) 键入 IP 地址：192.168.0.2，子掩码地址：255.255.0.0。其它的地址可以不输入。

h) 点击“确定（OK）”，关闭“因特网协议（TCP/IP）属性”窗口。

i) 点击“确定（OK）”，关闭“局域网连接属性”窗口。

6．现在，您的计算机已经可以使用多端口控制盒进行采集数据了。

多端口控制盒的设置

以下是设置一个新的多端口控制盒，或者将多端口控制盒移到一个新的局域网的步骤。

您可能需要从系统管理员那里得到帮助，按照以下的步骤完成对多端口控制盒的设置。

1．计算机必须先与局域网连接，用于与多端口控制盒的通讯。

2．从多端口控制盒后面板的局域网插口处（LAN 口），用一根网络线连接到局域网。

3．点击计算机的“开始”→“程序” → “SonTek Software”→“MultiPort Setup”，进入多端口控制盒设置的程序。

4．从多端口控制盒后面板的局域网插口处（CONFIG 口），用一根设置通讯线连接到计算机的串行口。

5．将电源适配器的交流进线头插入 220V 的市电，直流输出的插头插入多端口控制盒后面板的电源插口处（POWER 口）。这时，多端口控制盒前面板的电源指示灯应该亮的。如果多端口控制盒还没有准备好，您必须拔掉电源插头，等准备完后再插上电源。请注意：无论

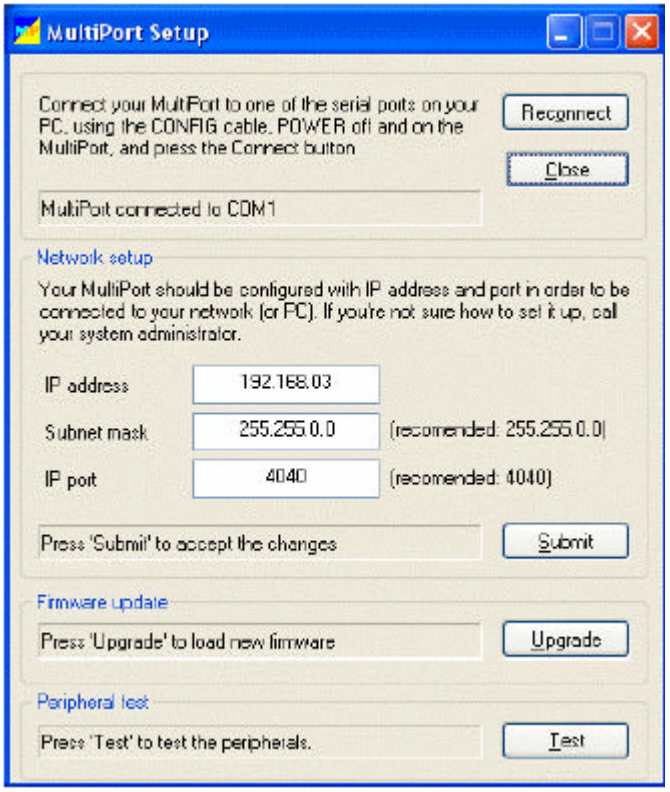


图 9　多端口控制盒的设置屏幕

是电源适配器，或者多端口控制盒，都没有电源控制开关。

6. 在多端口控制盒设置的屏幕上，点击“连接（Connect）”按钮。
7. 多端口控制盒的设置软件会自动将多端口控制盒与计算机的串行口连接。如果计算机显示没有找到多端口控制盒，请检查所有的连接，再重新点击“再连接（Reconnect）”按钮。
8. 多端口控制盒设置软件（见图 9），应该显示出的网络地址。只有在特别需要的时候，才可以改变这个地址。
9. 如果您已经连接到了局域网，您可以发现这个地址与系统管理员给予多端口控制盒的地址是一样的（请参见上述局域网中的网络设置部分）。如果您的计算机是通过路由器 / 集线器与多端口控制盒连接的，那么，多端口控制盒的地址应该设置成 192.168.0.3。
10. 而其它推荐的参数设置分别是，子掩码：255.255.0.0；IP 地址：4040。
11. 点击“提交（Submit）”以存储这些设置。如果多端口控制盒不能定位，或者在设置时产生任何错误，请仔细检查所有的连接和网络的设置，然后再重新试一遍。
12. 在多端口控制盒成功地设置完毕后，点击“关闭（Close）”。注意：多端口控制盒的固件也可以利用这个设置软件的“固件升级（Firmware Update）”选项，进行升级。而设置软件中的“外围设备测试（Peripheral Test）”选项，只是用来对外围设备的诊断测试。
13. 只需要将连接多端口控制盒与计算机的这根设置通讯线拔掉。而其它的电缆线，包括电源线、网络线等必须保持与多端口控制盒的连接。
14. 现在，多端口控制盒已经准备好采集数据了。

ADV 与多端口控制盒的连接

所有与多端口控制盒连接的 ADV，都必须将通讯的波特率设置成 57600。请参见 *ADV Field 技术手册*，获得如何更改 ADV 通讯波特率。

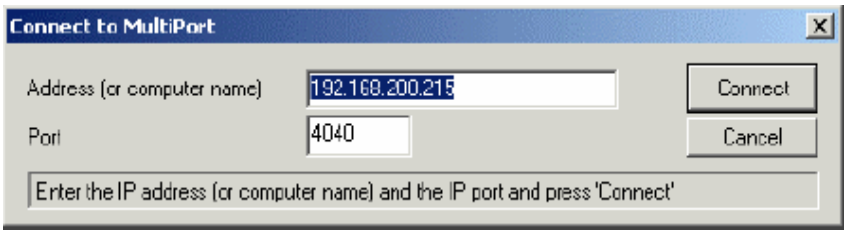
每台 ADV 都会带有一根通讯电缆线。将这根电缆线的 RS232 串口一头接到多端口控制盒的 ADV 串口处，另一头接到 ADV 仪器。

A.4 用多端口控制盒采集数据

在准备采集数据前，所有的 ADV 都必须已经连接到了多端口控制盒，多端口控制盒也已经连接到了局域网，而多端口控制盒是所有的指示灯都应该显示绿色。现在，您可以用多端口控制盒系统来采集数据了。

启动 HorizonADV

点击“与多端口控制盒 ADV 连接（Connect to MultiPort ADV）”选项，与多端口控制盒连接。这时，软件会显示出一个“连接到多端口控制盒（Connect to MultiPort）”的对话框（见下图）。并会自动显示从多端口控制盒参数设置中取得网络地址和端口地址。只有在需要的时候，才可以更改这个网络地址和端口地址。



点击“连接（Connect）”。计算机显示数据采集设置屏幕（见图 5）。

这个数据采集的设置屏幕与使用单个 ADV 的设置屏幕是完全一样的，可参见第 4.1 节中的描述。二者之间不同之处如下：

- 现在，“连接设置（Connection Settings）”栏显示的是网络地址和端口地址，取代原先的串行口的设置。
- “系统选项（System Information）”栏显示的是多台 ADV 探头的信息。每台 ADV 的序列号之前都会带有所连接的多端口控制盒端口的端口号。每台 ADV 的“系统型号（System Type）”中会显示来自于 ADV 探头的序列号。
- “采样模式（sampling Mode）”自动设置成“同步采样模式（Sampling on Synch）”。
- “系统设置（System Settings）”和“数据采集（Data Collection）”的设置与连接到多端口控制盒的所有 ADV 的设置是一样的。

我们建议：在开始采集数据之前对每台连接到多端口控制盒的 ADV，分别进行一次波束的检测（BeamCheck）。进行波束检测的步骤是：首先根据每台 ADV 的序列号，从 ADV 探头列表中选中这台 ADV；然后点击“检查 ADV 波束（Check ADV beams）”选项。

所有的对“系统设置（System Settings）”和“数据采集（Data Collection）”参数的更改都会自动地传输到连接到多端口控制盒的每台 ADV 中。

点击“采集数据（Data collection）”栏中的“开始（Start）”按钮，开始实时采集数据，或者点击“断开连接（Disconnect）”回到初始的屏幕处。

在采集数据期间，虽然计算机的屏幕上在任何时候只是显示其中某一台 ADV 的数据，但是连接到多端口控制盒的所有的 ADV 数据都会被保存。若要显示其它 ADV 的数据，您可以点击“采集数据（Data collection）”工具栏中的“探头（Probe）”按钮，然后选择另一台 ADV 即可。

当点击“开始记录（Start Recording）”按钮后，来自连接到多端口控制盒所有 ADV 的数据都会同时被保存在同一个数据文件中。在完成数据采集工作后，可以通过 HorizonADV 软件打开这个文件，查看或后处理每个独立的 ADV 的数据。

A.5 多端口控制盒故障排除指南

不能在 HorizonADV 软件中，完成与多端口控制盒的连接

- 检查所有的连接和连接用的电缆线。
- 检查多端口控制盒是否已经通上了电源。确认多端口控制盒上的电源指示灯和网络指示灯都是显示绿色。
- 检查网络线，若有必要，可以换一根试试。
- 检查多端口控制盒的网络设置是否正确。确认网络地址与您的网络设置没有冲突。确认多端口控制盒的和局域网的子掩码地址是相同的。验证系统管理员给您的地址。
- 检查您的计算机上的个人网络防火墙软件（例如：ZoneAlarm 软件等）。如果计算机上安装了防火墙软件，请联系您的系统管理员如何保证多端口控制盒的通道是可行的。

不能在多端口控制盒的设置软件中，与多端口控制盒连接

- 关闭计算机上所有其它无关的应用程序，这可能会干扰计算机对多端口控制盒的寻找，或者关闭所有其它的串行口的连接。
- 检查多端口控制盒是否接上电源，确认电源指示灯是亮的。
- 检查 RS232 通讯电缆线。若有必要，换一根试试。
- 检查连接于计算机与多端口控制盒之间的设置通讯线是否可靠。
- 先将多端口控制盒断电，然后再接上电源。

点击了“开始”采集数据按钮，但是 HorizonADV 软件不能采集数据

- 确认所有的 ADV 是与多端口控制盒兼容的。注意：ADV 仪器中 DSP 电路板的固件版本是 4.1 或者更高（SonUtils 软件中的‘显示系统配置（Show Configuration）”，可以查到 DSP 电路板的固件版本）。
- 可以与 SonTek 公司的技术支持部门取得联系，以获得更多的信息。

已经与多端口控制盒连接上了，但不能显示连接的所有的（或某一台）ADV

- 确认所有的 ADV 的通讯波特率是 57600。
- 检查连接的电缆线（一些低劣的或者太长的电缆线，不能可靠地传输波特率为 57600 的数据。
- 在 HorizonADV 的设置屏幕中，可以看到 ADV（包括串行端口）不能被显示。将这些 ADV 分别直接与计算机相连，并确认可以使用 SonUtils 和 HorizonADV 与仪器通讯。如果发现某些 ADV 不能工作，请与 SonTek 公司的技术支持部门联系。

已经与多端口控制盒连接上了，也可以显示 ADV 的列表；但点击了“开始”采集数据按钮后，不能采集数据

- 所有的 ADV 必须有相同的硬件配置（例如：罗盘、温度传感器等）。
- 可以与 SonTek 公司的技术支持部门取得联系，以获得更多的信息。

附录 B　处理工具栏

B.1 前言

本附录详细解释了 HorizonADV 软件测量工具栏的使用（“查看 View ”菜单的下拉菜单“显示处理工具栏 Show Processing Toolbox”）。在这个工具栏上的功能可以帮助您对采集到的 ADV 数据进行后处理。除了在本附录中描述的工具之外，下列的控制按钮对于所有的处理工具都是有效的：

- 历史记录（History） － 列出了对数据进行处理时更改参数的所有记录。
- 应用（Apply） － 将方程式、公式、或过滤器应用到所选用的参数。
- 撤销（Back） － 执行取消对数据的上一次处理的过程。换句话，这个控制按钮是取消上次的数据处理。
- 复位（Reset） － 取消对原始数据的任何处理应用。

B.2 变换值

- 描述：对原始数据中所选择的参数进行二次变换。
  - 适用于去除：
    - 非线性（二次方）误差（quadratic error）： y = ax*x + bx + c
    - 斜率（Slope）： y = bx + c ； a = 0
    - 偏差（Offset）： y = x + c ； a = 0， b = 1
  - 不适用于去除指数或对数项
- “X”的参数：包括，流速 velocity、信号幅度 Amplitude、相关系数 Correlation Score、仪器的 X 方向 Heading、纵摇 Pitch、横摇 Roll、温度 Temperature、压力 Pressure。
- 系数 Coefficients：
  - a － 二次常数
  - b － 斜率
  - c － 偏差
- 公式：y = ax*x + bx + c

B.3 插补丢失值

- 描述：数据的 X 参数，用线性插补的数值替代坏的数据。
  - 适用于去除没有间隙的、没有过滤过的、波谱分析的当前数据。
  - 不适用于精确的统计上的分析（对于有较大间隙的数据进行插补会对数据统计有较大的影响）。
- “X”的参数：包括，流速 velocity、信号幅度 Amplitude、相关系数 Correlation Score、仪器的 X 方向 Heading、纵摇 Pitch、横摇 Roll、温度 Temperature、压力 Pressure。
- 公式： yi = [x(i－1) + x(i + 1)] / 2

B.4 过滤信号

- 描述：用于过滤测量的数据串，采用 Window 的 FIR 过滤方法。
- 适用的参数：包括，流速 velocity、信号幅度 Amplitude、相关系数 Correlation Score、仪器的 X 方向 Heading、纵摇 Pitch、横摇 Roll、温度 Temperature、压力 Pressure。
- 设置：
  - 窗口类型：加重平均 Hamming、三角关系 Triangle、Box Car、 Bartlett、Hann、 Blackman
  - 窗口长度：确定过滤长度和起伏程度（过滤命令）。较长的窗口可以去除明显的起伏（较好的过滤），但是会增加解释的时间。
  - 过滤的类型：
    - 低通：可以过滤去除上限线以上的高频噪声。
    - 高通：可以过滤去除下限线以下的低频噪声。
    - 带通：可以过滤去除下限线以下的高频噪声和上限线以上和低频噪声。
    - 带禁：可以过滤去除下限线和上限线之间的频率噪声。
- 参考文献：
  - Oppenheimer & Schafer：不连续的时间信号处理。Englewood Cliffs，NJ，Prentice Hall，1989，第 311～312 页。
  - Matlab 信号处理工具。

B.5 屏幕值

- 描述：以标准为基础的屏幕数据域“X” 用于数据域“Y”。屏幕数据样本内部被标有“无效数据”的记号，由显示的功能确定是否需要显示数据。由于作为结果的屏幕数据系列 Y 会包含间隙，它需要经过一个变换的过程，以执行任何的过滤或波谱的分析。所有其它简单的转换、柱状图和流速的处理都不需要变换。
- “X”的参数：包括，流速 velocity、信号幅度 Amplitude、相关系数 Correlation Score、仪器的 X 方向 Heading、纵摇 Pitch、横摇 Roll、温度 Temperature、压力 Pressure。
- 条件：
  - “Y”的参数：包括，样本 Sample、流速 velocity、信号幅度 Amplitude、相关系数 Correlation Score、仪器的 X 方向 Heading、纵摇 Pitch、横摇 Roll、温度 Temperature、压力 Pressure、信噪比 SNR、平均信噪比 Mean SNR、速度 Speed、流向 Direction、平均流速 Mean Velocity、平均信号幅度 Mean Amplitude、平均相关 Mean Correlation。
  - 标准条件：
    - 数值小于时：需要人工输入一个最大的值。
    - 数值大于时：需要人工输入一个最小的值。
    - 数值在二者之间：需要人工输入一个最大和一个最小的值。
    - 数值在二者之外：需要人工输入一个最大和一个最小的值。

B.6 去除信号峰值

- 描述：在数据串中寻找和去除没有关联的信号（峰值信号）。用线性的插补方法取代在数据串“X”上的坏数值。
  - 去除信号峰值是有好处的，它可以使表现的数据中没有突变，有利于过滤和波谱分析。
  - 对于复杂峰值的去除是不好的（大于一个采样长度）。
- “X”的参数：包括，流速 velocity、信号幅度 Amplitude、相关系数 Correlation Score、仪器的 X 方向 Heading、纵摇 Pitch、横摇 Roll、温度 Temperature、压力 Pressure。
- 设置：
  - 极限：标准偏差的数量（用来计算整个数据串）。
- 公式：

  如果 [X (i) － X (i－1)] 的绝对值 > 极限值，那么

  $$X(i) = [X(i-1) + X(i+1)] / 2$$

B.7 清除复杂峰值

- 描述：采用中值过滤来确认和去除那些超过极限值的峰值。采用中间值来代替数据串“X”轴的坏值。
  - 对于去除在长度和高度上变化的峰值是好的。
  - 使用起来可能比较困难；可能需要不只一次地应用。
- “X”的参数：包括，流速 velocity、信号幅度 Amplitude、相关系数 Correlation Score、仪器的 X 方向 Heading、纵摇 Pitch、横摇 Roll、温度 Temperature、压力 Pressure。
- 设置：
  - 窗口长度：用于中间值和最大绝对偏差（MAD）计算的窗口长度。在数据中峰值越长，过滤的长度也需要越长。
  - 极限：最大绝对偏差（MAD）的数值；描述了没有关联峰值的高度。

B.8 更改流速坐标系统

- 描述：将 XYZ（笛卡尔）坐标系统转换为 ENU（东－北－上）坐标系统，或者反之。也适用于用户需要采取的坐标旋转。
- 参数：仅限于流速这个参数。
- 设置：
  - 坐标系统：选择 XYZ 坐标系统或 ENU 坐标系统。对于 ENU 坐标系统只适用于安装有罗盘的仪器使用。
  - 用户定义的旋转：只允许用户对 XY（或 EN）平面上的流速数据进行旋转。

B.9 改变超声波速度以纠正流速

- 描述：当盐度和温度的参数没有被正确设置，或者不能正常工作时，用来

纠正流速值。

- 参数：仅限于流速这个参数。
- 理论：
  流速数值的计算是以超声波在水中的传播速度为基础的。而超声波在水中的传播速度大小是取决于三个因素：盐度、温度和水深。这三个参数中任何一个参数产生误差，都会影响到流速数值的正确性。
- 设置：
  - 盐度 – 可以选择，是否采用一个固定的数值（采用用户自己设置的数值），或者采用 CTD 中的盐度传感器的数值（如果安装了 CTD 仪器的话）。

附录 C. 分析工具

C.1 引言

本附录提供关于 *HorizonADV* 分析工具的详细解释说明（数据工具栏“分析”按钮；在“查看（View）”菜单的下拉菜单“工具栏（Toolbars）”中选择“数据（Data）”选项）。利用这个工具箱的特性可以帮助您执行 ADV 数据的后处理功能（柱状图，波谱分析）。除了在附录中描述的工具之外，以下控制键在所有的分析工具中都比较常见：

- 放大（Zoom）－ 点击或者点击并且拖曳鼠标指针到任何图表可以放大数据曲线。右击图表的任何地方可以缩小数据曲线。
- 应用（Apply）－ 将您选择的设置应用到分析图表。
- 输出（Export）－ 将您分析设置的数据结果输出到一个以逗号分隔的.csv 文件中，这种文件可以用类似于 Microsoft Excel 的软件打开。

C.2 柱状图

- 描述：显示关于频率分布的条状曲线图，条宽与变化量等分的数量成正比，条高与显示每个条宽出现的频率成正比。
- 设置：
  - 柱 － X 轴参数（V1/X/E，V2/Y/N，V3/Z/U，振幅 1/2/3，相关性 1/2/3，艏向，纵摇，横摇，温度，压力，信噪比率 1/2/3，平均信噪比，流速，方向，平均流速，平均振幅，平均相关性）。
  - Y 轴 － 频率或者强度。
  - 条 － 显示柱状图的条数。默认值为 20。
  - 使用限制 － 如果选择，要求输入选择参数的最小和最大限制。

C.3 波谱分析

提供四种类型的波谱分析：自动波谱、交叉波谱、传输，以及一致性。

C.3.1 自动波谱

- 描述：使用韦尔奇平均、修改过的周期图方法 [S(X,X)]，估算测量变量“X”（参数）的波谱能量强度。可以应用于任何测量到的数值（参数）。数据根据窗口长度点可被分为重叠的几部分。
  - 每个部分都可以被移动的。
  - 每个部分根据“窗口类型（Window Type）”参数而显示。
  - 每个接下去的部分都通过窗口长度/2 采样和前一个片断重合。
  - 每个窗口都会计算波谱能量强度，并且所有估算的都会一起平均。
  - 最后的估算值被标记刻度，其大小与单位 ^{2} / 赫兹 相对应，这儿的单位是数据原始的单位。
- 设置：

- 参数 – 样本、流速、振幅、相关刻度、艏向、纵摇、横摇、温度、压力、信噪比、平均信噪比、速度、方向、平均流速、平均振幅、以及平均相关性
- 窗口类型：Hamming、Hann、Bartlett、Blackman
- 窗口长度：128，256，512，1024，2048，4096

- 参考：
  - Oppenheimer 和 Schafer：不连续的时间信号处理。Englewood Cliffs，NJ，Prentice Hall，1989，311-312 页
  - Jenkins 和 Watts：波谱分析及其应用。Holden Day，1968，第 6 章
  - Matlab 信号处理工具箱

C.3.2 交叉光谱

- 描述：使用韦尔奇平均、修改过的周期图方法 [S(X,X)] ，估算两个变量“X”(参数）和“Y”(参数 2）的波谱能量强度。可以应用于任何测量到的数值（参数)。数据根据窗口长度点被分为重叠的几部分。
- 设置：
  - 参数 / 参数 2 – 样本、流速、振幅、相关刻度、艏向、纵摇、横摇、温度、压力、信噪比、平均信噪比、速度、方向、平均流速、平均振幅、以及平均相关性
  - 窗口类型：Hamming、Hann、Bartlett、Blackman
  - 窗口长度：128，256，512，1024，2048，4096
- 参考：
  - Oppenheimer 和 Schafer：不连续的时间信号处理。Englewood Cliffs，NJ，Prentice Hall，1989
  - Jenkins 和 Watts：波谱分析及其应用。Holden Day，1968，第 9 章
  - Matlab 信号处理工具箱

C.3.3 传输

- 描述：使用韦尔奇平均的周期图方法 [Txy = T（X,Y）] ，估算输入“X”（参数）和输出“Y”(参数 2）的系统传输功能。
  - X 和 Y 拆分成，窗口长度和二分之一窗口长度的交迭部分，每个部分都是可以移动的，然后通过窗口类型展示。
  - X 方向窗口长度 DFTs 正方形的刻度大小，平均成 Pxx 的形式，即 X 的波谱能量强度。X 方向窗口长度 DFTs 与 Y 的乘积平均为 Pxy，即 X 和 Y 的交叉波谱强度。
- 设置：
  - 参数 / 参数 2 – 样本、流速、振幅、相关刻度、艏向、纵摇、横摇、温度、压力、信噪比、平均信噪比、速度、方向、平均流速、平均振幅、以及平均相关性
  - 窗口类型：Hamming、Hann、Bartlett、Blackman
  - 窗口长度：128，256，512，1024，2048，4096

- 参考：
  - Oppenheimer 和 Schafer：不连续的时间信号处理。Englewood Cliffs，NJ，Prentice Hall，1989
  - Jenkins 和 Watts：波谱分析及其应用。Holden Day，1968，第 8 章
  - Matlab 信号处理工具箱

C.3.4 一致性

- 描述：使用韦尔奇平均的周期图方法[Cxy=C（X,Y）]，估算“X”(参数）和“Y”(参数 2）的一致性。
  - 一致性是数值在 0 和 1 之间的频率功能，显示输入的 X 和输出的 Y 在每个频率段上是否是一致的。X 和 Y 拆分成关于窗口长度和二分之一窗口长度交迭的部分，每个部分都是可以移动的，然后通过窗口类型展示。
  - X 方向窗口长度 DFTs 正方形的刻度大小，平均成 Pxx 的形式，即 X 的波谱能量强度。X 方向窗口长度 DFTs 与 Y 的乘积平均为 Pxy，即 X 和 Y 的交叉波谱强度。
  - Cxy 的一致性公式如下所示：Cxy =（abs（Pxy）^{2}）/（Pxx*Pyy）
- 设置：
  - 参数 / 参数 2 — 样本、流速、振幅、相关刻度、艏向、纵摇、横摇、温度、压力、信噪比、平均信噪比、速度、方向、平均流速、平均振幅、以及平均相关性
  - 窗口类型：Hamming、Hann、Bartlett、Blackman
  - 窗口长度：128，256，512，1024，2048，4096
- 参考：
  - Oppenheimer 和 Schafer：不连续的时间信号处理。Englewood Cliffs，NJ，Prentice Hall，1989
  - Jenkins 和 Watts：波谱分析及其应用。Holden Day，1968，第 8 章
  - Matlab 信号处理工具箱