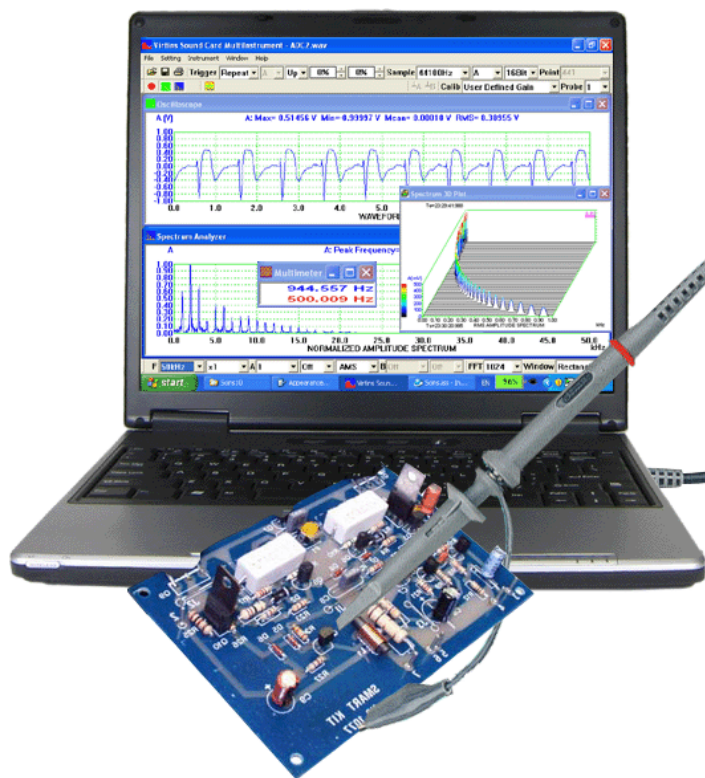


VIRTINS® Multi-Instrument (万用仪) 3.5

使用说明书



本说明书适用于 VIRTINS® Multi-Instrument (万用仪)。它包括：

- VIRTINS® 示波器
- VIRTINS® 频谱分析仪
- VIRTINS® 信号发生器
- VIRTINS® 万用表
- VIRTINS® 数据记录仪
- VIRTINS® 频谱 3D 图
- VIRTINS® 设备检测计划
- VIRTINS® LCR 表
- VIRTINS® DDP 查看器

的使用说明。如果您仅购买了其中的某些仪器，则仅相应章节适用。

注意：虚仪科技保留在任何时候无需预先通知而对本使用说明书进行修改的权利。本使用说明书可能包含有文字错误。

目录

1 引言	13
1.1 概述	13
1.2 系统要求	24
1.3 快速上手指南	25
1.3.1 启动Multi-Instrument	25
1.3.2 用户界面布置及其部件	25
1.3.3 更改模数 / 数模转换设备	32
1.3.4 基本操作	32
1.4 基于声卡的系统的输入及输出连接	33
1.5 性能指标	36
1.5.1 示波器	36
1.5.2 频谱分析仪	38
1.5.3 信号发生器（扫频/任意波形/函数/猝发信号发生器）	40
1.5.4 万用表	41
1.5.5 数据记录仪	42
1.5.6 频谱 3D图	42
1.5.7 设备测试计划	43
1.5.8 LCR表	44
1.5.9 DDP查看器	44
1.6 小心注意	44
2 示波器	46
2.1 概述	46
2.2 触发参数	47
2.2.1 触发模式	48
2.2.2 触发源	49
2.2.3 触发沿	49
2.2.4 触发电平	50
2.2.5 触发延迟	50
2.2.6 触发频率抑制	51
2.3 采样参数	51
2.3.1 采样频率	52
2.3.2 采样通道	52
2.3.3 采样位数	52
2.3.4 采样点数	53
2.4 杂项参数	54
2.4.1 倒置输入信号	54
2.4.2 地电位调零	54
2.4.3 Windows录音控制	55
2.4.3.1 Windows Vista之前的录音控制面板	55
2.4.3.2 Windows Vista的录音控制面板	57

2.4.4 Windows 音量控制.....	59
2.4.4.1 Windows Vista之前的音量控制面板.....	59
2.4.4.2 Windows Vista的音量控制面板.....	60
2.4.5 波形播放.....	62
2.4.6 波形循环播放.....	62
2.4.7 ADC通道A和B的耦合类型.....	62
2.4.8 ADC通道A和B的范围.....	62
2.4.9 探头A和B当前位置.....	63
2.4.10 ADC通道A和B的输入电平峰值.....	63
2.5 显示参数.....	63
2.5.1 扫描时间 (T).....	64
2.5.2 扫描时间放大倍数.....	65
2.5.3 通道A显示范围.....	66
2.5.4 通道A放大倍数.....	67
2.5.5 显示类型.....	68
2.5.6 通道B显示范围.....	70
2.5.7 通道B放大倍数.....	71
2.6 菜单.....	72
2.6.1 文件子菜单.....	72
2.6.1.1 新建 (文件子菜单) (ALT-F-N, CTRL-N).....	72
2.6.1.2 打开 (文件子菜单) (ALT-F-O, CTRL-O).....	72
2.6.1.3 逐帧打开 (文件子菜单) (ALT-F-F).....	73
2.6.1.4 输入 (文件子菜单) (ALT-F-I).....	74
2.6.1.5 合并 (文件子菜单) (ALT-F-B).....	76
2.6.1.6 抽取 (文件子菜单) (ALT-F-T).....	76
2.6.1.7 关闭 (文件子菜单) (ALT-F-C).....	76
2.6.1.8 保存 (文件子菜单) (ALT-F-S, CTRL-S).....	76
2.6.1.9 另存为 (文件子菜单) (ALT-F-A).....	77
2.6.1.10 示波器输出 (文件子菜单) (ALT-F-E).....	77
2.6.1.11 示波器打印 (文件子菜单) (ALT-F-P, CTRL-P).....	77
2.6.1.12 示波器打印预览 (文件子菜单) (ALT-F-V).....	77
2.6.1.13 近期文件 (文件子菜单).....	77
2.6.1.14 退出 (文件子菜单) (ALT-F-X).....	77
2.6.2 设置子菜单.....	78
2.6.2.1 模数转换设备 (设置子菜单) (ALT-S-A).....	78
2.6.2.2 数模转换设备 (设置子菜单) (ALT-S-E).....	79
2.6.2.3 校准 (设置子菜单) (ALT-S-C).....	81
2.6.2.4 显示设置 (设置子菜单) (ALT-S-D).....	88
2.6.2.5 加注 (设置子菜单) (ALT-S-N).....	90
2.6.2.6 模数转换设备数据库 (设置子菜单) (ALT-S-B).....	91
2.6.2.7 数模转换设备数据库 (设置子菜单) (ALT-S-T).....	94
2.6.2.8 示波器处理 (设置子菜单) (ALT-S-G).....	98
2.6.2.9 示波器Y轴刻度 (设置子菜单) (ALT-S-Y).....	102

2.6.2.10 示波器图表选项（设置子菜单）（ALT-S-O）	104
2.6.2.11 示波器参考曲线（设置子菜单）（ALT-S-R）	109
2.6.2.12 保存当前面板设置为默认值（设置子菜单）（ALT-S-F）	111
2.6.2.13 保存当前面板设置（设置子菜单）（ALT-S-S）	111
2.6.2.14 加载面板设置（设置子菜单）（ALT-S-L）	112
2.6.2.15 配置常用面板设置工具条（设置子菜单）（ALT-S-P）	112
2.6.2.16 显示常用面板设置工具条（设置子菜单）（ALT-S-H）	113
2.6.2.17 修改密码（设置子菜单）（ALT-S-W）	113
2.6.3 仪器子菜单	114
2.6.3.1 运行（仪器子菜单）（ALT-I-R、CTRL-R或Enter）	114
2.6.3.2 示波器（仪器子菜单）（ALT-I-O）	114
2.6.3.3 频谱分析仪（仪器子菜单）（ALT-I-S）	114
2.6.3.4 万用表（仪器子菜单）（ALT-I-M）	114
2.6.3.5 频谱 3D图（仪器子菜单）（ALT-I-D）	115
2.6.3.6 信号发生器（仪器子菜单）（ALT-I-G）	115
2.6.3.7 设备检测计划（仪器子菜单）（ALT-I-P）	115
2.6.3.8 数据记录仪（仪器子菜单）（ALT-I-L）	115
2.6.3.9 DDP查看器（仪器子菜单）（ALT-I-V）	115
2.6.4 窗口子菜单	115
2.6.4.1 层叠（窗口子菜单）（ALT-W-C）	116
2.6.4.2 横向瓦列（窗口子菜单）（ALT-W-H）	116
2.6.4.3 纵向瓦列（窗口子菜单）（ALT-W-V）	116
2.6.5 帮助子菜单	116
2.6.5.1 锁定 / 解锁面板设置（帮助子菜单）（ALT-H-L或Ctrl-K）	116
2.6.5.2 帮助主题（帮助子菜单）（ALT-H-H或F1）	117
2.6.5.3 关于（帮助子菜单）（ALT-H-A）	117
2.7 光标读数和标记	118
2.7.1 光标读书器	118
2.7.2 标记	119
2.7.3 光标读数和标记的联合使用	119
2.8 最大值、最小值、时均值和有效值（RMS）	120
2.9 时标	120
2.10 触发标记	120
2.11 数据采集过程指示条	121
2.12 记录模式	121
2.13 滚动模式	122
2.14 采样参数自动设置	122
2.15 放大镜	122
2.16 上下文菜单	123
3 频谱分析仪	124
3.1 概述	124
3.2 显示参数	125

3.2.1 显示类型.....	125
3.2.2 幅度谱显示参数.....	132
3.2.2.1 频率范围 (F)	132
3.2.2.2 频率放大倍数.....	133
3.2.2.3 通道A显示范围.....	133
3.2.2.4 通道A放大倍数.....	136
3.2.2.5 通道B显示范围.....	136
3.2.2.6 通道B放大倍数.....	139
3.2.2.7 快速富立叶变换 (FFT) 点数.....	140
3.2.2.8 窗函数.....	143
3.2.2.9 窗口重叠百分比.....	150
3.2.3 相位谱显示参数.....	150
3.2.3.1 频率范围 (F)	150
3.2.3.2 频率放大倍数.....	151
3.2.3.3 通道A显示范围.....	151
3.2.3.4 通道A放大倍数.....	151
3.2.3.5 通道B显示范围.....	151
3.2.3.6 通道B放大倍数.....	151
3.2.3.7 快速富立叶变换 (FFT) 点数.....	151
3.2.3.8 窗函数.....	152
3.2.3.9 窗口重叠百分比.....	152
3.2.4 自相关函数显示参数.....	152
3.2.4.1 时间延迟范围 (dT)	153
3.2.4.2 时间延迟放大倍数.....	154
3.2.4.3 通道A显示范围.....	154
3.2.4.4 通道A放大倍数.....	154
3.2.4.5 通道B显示范围.....	154
3.2.4.6 通道B放大倍数.....	154
3.2.4.7 快速富立叶变换 (FFT) 点数.....	154
3.2.4.8 窗函数.....	155
3.2.4.9 窗口重叠百分比.....	155
3.2.5 互相关函数显示参数.....	155
3.2.5.1 时间延迟 (dT)	155
3.2.5.2 时间延迟放大倍数.....	155
3.2.5.3 通道A&B显示范围.....	155
3.2.5.4 通道A&B放大倍数.....	155
3.2.5.5 通道B显示范围.....	155
3.2.5.6 通道B放大倍数.....	155
3.2.5.7 快速富立叶变换 (FFT) 点数.....	156
3.2.5.8 窗函数.....	156
3.2.5.9 窗口重叠百分比.....	156
3.2.6 相干函数显示参数.....	156
3.2.6.1 频率范围 (F)	156

3.2.6.2 频率放大倍数.....	156
3.2.6.3 通道A&B显示范围.....	156
3.2.6.4 通道A&B放大倍数.....	156
3.2.6.5 通道B显示范围.....	157
3.2.6.6 通道B放大倍数.....	157
3.2.6.7 快速富立叶变换（FFT）点数.....	157
3.2.6.8 窗函数.....	157
3.2.6.9 窗口重叠百分比.....	157
3.2.7 传递函数显示参数.....	157
3.2.7.1 频率范围（F）.....	157
3.2.7.2 频率放大倍数.....	157
3.2.7.3 通道A显示范围.....	158
3.2.7.4 通道A放大倍数.....	158
3.2.7.5 通道B显示范围.....	158
3.2.7.6 通道B放大倍数.....	158
3.2.7.7 快速富立叶变换（FFT）点数.....	158
3.2.7.8 窗函数.....	158
3.2.7.9 窗口重叠百分比.....	159
3.2.8 冲激响应图显示参数.....	159
3.2.8.1 时间范围（T）.....	160
3.2.8.2 时间放大倍数.....	161
3.2.8.3 通道A显示范围.....	161
3.2.8.4 通道A放大倍数.....	161
3.2.8.5 通道B显示范围.....	162
3.2.8.6 通道B放大倍数.....	162
3.2.8.7 快速富立叶变换（FFT）点数.....	162
3.2.8.8 窗函数.....	162
3.2.8.9 窗口重叠百分比.....	162
3.3 菜单.....	162
3.3.1 文件子菜单.....	163
3.3.1.1 新建（文件子菜单）（ALT-F-N, CTRL-N）.....	163
3.3.1.2 打开（文件子菜单）（ALT-F-O, CTRL-O）.....	163
3.3.1.3 逐帧打开（文件子菜单）（ALT-F-F）.....	163
3.3.1.4 输入（文件子菜单）（ALT-F-I）.....	163
3.3.1.5 合并（文件子菜单）（ALT-F-B）.....	164
3.3.1.6 抽取（文件子菜单）（ALT-F-T）.....	164
3.3.1.7 关闭（文件子菜单）（ALT-F-C）.....	164
3.3.1.8 保存（文件子菜单）（ALT-F-S, CTRL-S）.....	164
3.3.1.9 另存为（文件子菜单）（ALT-F-A）.....	164
3.3.1.10 频谱分析仪输出（文件子菜单）（ALT-F-E）.....	164
3.3.1.11 频谱分析仪打印（文件子菜单）（ALT-F-P, CTRL-P）.....	164
3.3.1.12 打印预览（文件子菜单）（ALT-F-V）.....	165
3.3.1.13 近期文件（文件子菜单）.....	165

3.3.2 设置子菜单	165
3.3.2.1 模数转换设备 (设置子菜单) (ALT-S-A)	165
3.3.2.2 数模转换设备(设置子菜单) (ALT-S-E)	165
3.3.2.3 校准 (设置子菜单) (ALT-S-C)	166
3.3.2.4 显示 (设置子菜单) (ALT-S-D)	166
3.3.2.5 加注 (设置子菜单) (ALT-S-N)	166
3.3.2.6 模数转换设备数据库 (设置子菜单) (ALT-S-B)	166
3.3.2.7 数模转换设备数据库 (设置子菜单) (ALT-S-T)	166
3.3.2.8 频谱分析仪处理 (设置子菜单) (ALT-S-G)	166
3.3.2.9 频谱分析仪X轴刻度 (设置子菜单) (ALT-S-X)	181
3.3.2.10 频谱分析仪Y轴刻度 (设置子菜单) (ALT-S-Y)	182
3.3.2.11 频谱分析仪图表选项 (设置子菜单) (ALT-S-O)	183
3.3.2.12 频谱分析仪参考曲线 (设置子菜单) (ALT-S-R)	184
3.3.2.13 保存当前面板设置为默认值 (设置子菜单) (ALT-S-F)	184
3.3.2.14 保存当前面板设置 (设置子菜单) (ALT-S-S)	184
3.3.2.15 加载面板设置 (设置子菜单) (ALT-S-L)	185
3.3.2.16 配置常用面板设置工具条 (设置子菜单) (ALT-S-P)	185
3.3.2.17 显示常用面板设置工具条 (设置子菜单) (ALT-S-H)	185
3.3.2.18 修改密码 (设置子菜单) (ALT-S-W)	185
3.3.3 仪器子菜单	185
3.3.4 窗口子菜单	185
3.3.5 帮助子菜单	185
3.4 光标读数和标记	185
3.5 峰值	186
3.6 上下文菜单	186
4 信号发生器	188
4.1 概述	188
4.2 输出采样参数	190
4.2.1 采样频率	190
4.2.2 采样通道	190
4.2.3 采样位数	191
4.3 输出信号参数	191
4.3.1 输出信号波形	191
4.3.1.1 无	191
4.3.1.2 正弦波	192
4.3.1.3 方波	193
4.3.1.4 三角波	193
4.3.1.5 锯齿波	194
4.3.1.6 白噪声	194
4.3.1.7 粉红噪声	196
4.3.1.8 多音合成	198
4.3.1.9 自定义波形 (波形库)	199

4.3.1.10	MLS.....	200
4.3.1.11	DTMF.....	201
4.3.1.12	单位冲激.....	201
4.3.1.13	单位阶跃.....	202
4.3.1.12	波形文件.....	203
4.3.2	输出频率.....	204
4.3.3	输出振幅.....	204
4.3.4	输出相位差.....	205
4.3.5	输出直流偏移.....	205
4.3.6	波形细节.....	205
4.4	扫描参数.....	205
4.4.1	扫频.....	206
4.4.1.1	起始频率.....	206
4.4.1.2	终止频率.....	206
4.4.2	扫幅.....	206
4.4.2.1	起始振幅.....	206
4.4.2.2	终止振幅.....	206
4.4.3	扫描模式.....	206
4.5	输出持续时间/循环.....	206
4.6	输出屏蔽/锁相.....	207
4.7	输出渐入/渐出.....	208
4.8	音阶.....	209
4.9	保存功能.....	210
4.10	运行/停止功能.....	211
4.11	回环模式.....	212
4.11.1	无回环.....	212
4.11.2	iA=oA, iB=oB.....	212
4.11.3	iA=oA, iB=oA.....	212
4.11.4	iB=oA.....	213
4.11.5	同步无回环.....	213
4.11.6	同步iB=oA.....	213
4.11.7	同步iB←oA.....	213
4.12	DDS模式和数据流模式.....	214
5	万用表.....	215
5.1	概述.....	215
5.2	显示参数.....	216
5.2.1	RMS.....	216
5.2.2	dBV.....	216
5.2.3	dBu.....	216
5.2.4	dB.....	216
5.2.5	dB(A).....	216
5.2.6	dB(B).....	216

5.2.7 dB(C)	217
5.2.8 频率计	217
5.2.9 转速表	218
5.2.10 计数器	218
5.2.11 占空比	218
5.2.12 频率/电压转换	219
5.2.13 周期有效值	219
5.2.14 周期平均值	219
5.2.15 振动计	219
5.3 菜单	220
6 数据记录仪	221
6.1 概述	221
6.2 配置	222
6.2.1 导出参数和用户自定义参数	222
6.2.2 图例	227
6.2.3 记录方式	228
6.2.4 日志文件名	228
6.3 上下文菜单	229
6.3.1 X 轴刻度	230
6.3.2 Y 轴刻度	231
6.3.3 图表选项	231
6.3.4 位图复制	232
6.3.5 数据复制	232
6.3.6 输出	232
6.3.7 打印	232
6.4 光标读数和标记	233
7 频谱 3D图	234
7.1 概述	234
7.2 显示参数	235
7.2.1 频率范围 (F)	235
7.2.2 通道A显示范围	236
7.2.3 显示类型	236
7.2.4 通道B显示范围	236
7.2.5 频谱截面数目 (T轴)	236
7.2.6 T轴倾斜角度	236
7.2.7 Y轴高度百分比	236
7.3 菜单	237
7.3.1 文件子菜单	237
7.3.2 设置子菜单	237
7.3.2.1 频谱 3D图X轴刻度 (设置子菜单) (ALT-S-X)	238
7.3.2.2 频谱 3D图Y轴刻度 (设置子菜单) (ALT-S-Y)	239
7.3.2.3 频谱 3D图图表选项 (设置子菜单) (ALT-S-O)	240

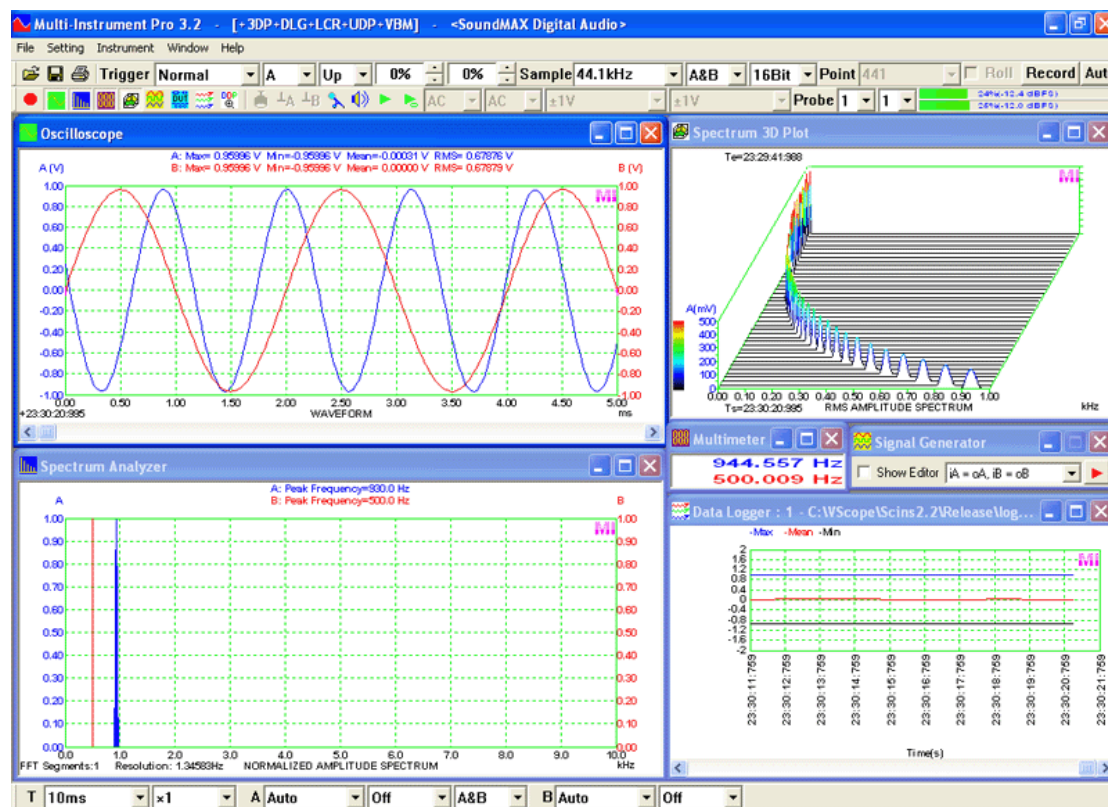
7.3.3 仪器子菜单.....	240
7.3.4 窗口子菜单.....	240
7.3.5 帮助子菜单.....	240
7.4 上下文菜单.....	241
7.5 3D光标读数器.....	241
7.5.1 瀑布图 3D光标读数器.....	242
7.5.2 声谱图 3D光标读数器.....	243
7.6 时标.....	243
8 设备检测计划.....	244
8.1 概述.....	244
8.2 步骤编辑器.....	245
8.2.1 插入一个步骤.....	245
8.2.2 修改一个步骤.....	245
8.2.3 删除一个步骤.....	245
8.2.4 全部清除.....	245
8.2.5 指令.....	246
8.2.5.1 SIO.....	246
8.2.5.2 OUT.....	249
8.2.5.3 STI.....	250
8.2.5.4 RPT.....	251
8.2.5.5 LDP.....	252
8.2.5.6 LDF.....	253
8.2.5.7 SVF.....	253
8.2.5.8 OET.....	254
8.2.5.9 SET.....	255
8.2.5.10 DLY.....	255
8.2.5.11 JMP.....	256
8.2.5.12 CHK.....	256
8.2.5.13 LOG.....	257
8.2.5.14 END.....	260
8.2.5.15 IPT.....	261
8.2.5.16 SEL.....	261
8.2.5.17 OPT.....	262
8.2.5.18 CLR.....	263
8.2.6 多步骤的一次生成.....	263
8.2.7 无频谱泄漏.....	264
8.3 过程查看器.....	264
8.3.1 上下文菜单.....	264
8.4 结果/选项区域.....	265
8.4.1 用户登录/退出.....	266
8.4.2 非挥发性变量清零.....	266
8.4.3 运行状态下扩宽的结果窗.....	266

8.5 控制条	267
8.6 X-Y图	268
8.6.1 上下文菜单	268
8.6.1.1 X轴刻度	269
8.6.1.2 Y 轴刻度	270
8.6.1.3 图表选项	270
8.6.1.4 参考曲线	271
8.6.1.5 位图复制	271
8.6.1.6 数据复制	271
8.6.1.7 输出	271
8.6.1.8 打印	271
8.6.2 光标读数器和标记	272
8.7 设备检测计划执行报告	272
8.8 设备检测计划实例	272
8.8.1 采用频率步进的正弦信号来测量传递函数	273
8.8.2 合格/不合格测试	273
8.8.3 THD+N、THD、SNR、幅度随频率变化曲线	274
8.8.4 THD+N、THD随幅度、功率变化曲线	275
8.8.5 SMPTE IMD随幅度、功率变化曲线	276
8.8.6 串扰随频率变化曲线	277
8.8.7 自动音频参数测试	278
9 LCR表	280
9.1 概述	280
9.2 步骤编辑器	280
9.3 过程查看器	280
9.4 结果/选项区域	281
9.5 控制条	281
9.6 高阻抗测试	282
9.6.1 高阻抗测试的连接	282
9.6.2 声卡输入阻抗的校准	285
9.6.2.1 第一步——设置测试信号参考电平	285
9.6.2.2 第二步——测试设备	286
9.6.2.3 保存、保存为、打开Zsc校准文件	287
9.6.3 LCR测试	287
9.6.3.1 第一步——设置测试信号参考电平	287
9.6.3.2 第二步——测试设备	288
9.7 低阻抗测试	289
9.7.1 低阻抗测试的连接	290
9.7.2 LCR测试	291
9.7.2.1 第一步——设置测试信号参考电平	291
9.7.2.2 第二步——测试设备	292
9.8 测量的准确性	293

9.9 采用多个测试频率进行测量	293
10 DDP查看器	295
10.1 概述	295
10.2 配置	295
10.2.1 DDP和UDDP的共有参数设置	295
10.2.2 定义UDDP	295
10.3 上下文菜单	299
11 样本和模板	300
12 用户自定义功能及二次开发	307
13 参考资料	309
14 常见问题解答	311

1 引言

1.1 概述



Multi-Instrument（万用仪）是一个功能强大的多功能虚拟仪器软件。它支持多种硬件，从几乎所有电脑都配备了的声卡到专用的 ADC 和 DAC 硬件，例如 NI DAQmx 卡、VT DSO、VT RTA 等。它包括下列仪器和功能。

1. 双踪示波器

它提供以下五种波形显示：

-  实时双踪波形
-  实时波形相加
-  实时波形相减
-  实时波形相乘
-  实时李莎如图

并显示各种统计数据，包括最大值、最小值、平均值和有效值（RMS）。在示波器窗口的左下方将显示每帧数据的时标，精度为毫秒。

在进行各种数据分析之前，可对所采集的信号先进行数字滤波处理，支持低通、高通、带通、带阻和任意滤波，所支持的数字滤波器的种类包括：FFT、FIR 和 IIR。

如果示波器中所显示的信号的采样频率和采样位数与电脑的默认声卡兼容，则该信号可通过默认的声卡播放或循环播放出来。它还可工作于记录模式，在该模式下，能连续将所采集的信号录制到硬盘中，直到手动停止录制或所记录的数据长度超过 2G 为止。示波器还可工作于滚动模式，当扫描时间很长时，仍然能保持屏幕的实时更新。

当采用加速度、速度或位移传感器时，示波器支持加速度、速度和位移波形之间的转换。

示波器可在同一窗口中显示模拟和数字信号，因此可跟混合信号示波器(MSO)硬件相连作为混合信号示波器使用。

示波器支持数字余辉显示模式和等效时间采样模式。

2. 双踪频谱分析仪，

它提供以下七种显示：

-  实时幅度谱
-  实时相位谱
-  实时自相关函数
-  实时互相关函数
-  实时相干函数
-  实时传递函数（Bode 图，或增益和相位图）
-  实时冲激响应图

并可调节快速富立叶变换的点数（范围 128 点~4194304 点），选择 55 种窗函数（矩型窗、三角窗、汉宁窗、哈明窗、布莱克曼窗、Kaiser 窗等）以及窗重叠百分比（0%~99%）。支持 X 轴和 Y 轴（dBr、dBV、dBu、dB、dBFS）对数刻度显示、倍频程分析（1/1、1/3、1/6、1/12、1/24、1/48、1/96）、频率补偿、频率加权（A、B、C、ITU-R 468）、移动平均平滑、去除直流、峰值保持、线性平均、指数平均以及参数测量（总谐波失真 THD、THD+N、SINAD、信噪比 SNR、噪声电平、互调失真 IMD—SMPTE/DIN、互调失真 IMD—CCIF1、互调失真 IMD—CCIF2、串扰、带宽、谐波分析、峰值检测、用户定义的频带内的能量）等。

3. 双踪信号发生器（扫频/任意波形/函数/猝发信号发生器）

它提供以下几种波形信号：

- 正弦波
- 方波（占空比可调）
- 三角波
- 锯齿波
- 白噪声
- 粉红噪声
- 多音合成
- 自定义波形（波形库）
- MLS（长度可调，127~16777215）
- DTMF
- 单位冲激
- 单位阶跃
- 音阶
- 波形文件 (*.WAV)

它既可按所指定的固定频率产生所指定的波形，也可以按线性或者对数扫频的方式在指定的时间及频率范围内产生所指定的波形。

输出信号可部分（即一个通道，而另一个通道用于现场信号输入）或全部（即双通道）通过软件自身实时回馈到示波器的输入端，用于显示和分析。支持信号发生器与示波器间的同步运作，同步精度与采样频率同级。也支持扫幅和猝发信号的输出。支持输出信号的渐入和渐出。当采用支持 DDS（直接数字合成）模式的硬件时，软件可工作于 DDS 模式。

4. 双踪万用表

它提供以下几种数字显示：

- RMS
- dBV
- dBu
- dB
- dB(A)
- dB(B)
- dB(C)
- 频率计
- 转速表
- 计数器
- 占空比计

- 频率/电压转换
- 周期有效值
- 周期平均值
- 振动计（加速度、速度和位移的有效值，峰值 / 峰峰值、峰值因数）

从频率计到周期平均值的这些仪表都包含有一个脉冲计数过程，您可以配置计数器的触发电平和触发滞回，以在计数前将模拟信号转换为矩形脉冲信号。您还可以指定分频因子。

5. 双踪数据记录仪

它为 151 个导出参数（DDP）和 16 个用户自定义参数（UDDP）提供长时间记录功能，这些导出参数包括：RMS 值、峰值频率、声压、转速、THD 等。可打开多达 8 个数据记录仪窗口，每个窗口可记录最多 8 个变量。支持打开历史数据日志文件。

支持三种记录方式：最快（即记录每次采集到新数据）、时间间隔（即当采集到新的数据而且从上次记录到现在的时间超过了指定的时间间隔时，作一次数据记录）、更新阈值（即当采集到新的数据而且该数据与上次记录之差超过了指定的更新阈值时，作一次数据记录）

6. 双踪频谱 3D 图

它用于跟踪频谱随时间的变化，有两种图形方式：

- 瀑布图（可调 T 轴的倾角、Y 轴的高度和调色板）
- 声谱图（含调色板）

7. 设备检测计划

通过设备检测计划工具，您可以自行配置并执行您自己的设备检测步骤。本工具利用了声卡（或者其它 ADC/DAC 硬件）能同时进行输入输出的特点，来向被测设备（DUT）输出一个激励信号，同时采集从被测设备返回的响应信号来进行处理分析。本工具支持生成不同的激励信号，并能用不同的方法来处理和分析响应信号。可通过一系列的测试步骤来对被测设备进行合格与不合格的检验。本工具支持 18 种指令，每个指令有其相应的参数。测试结果（例如：幅频特性、相频特性等）可实时由 X-Y 图绘制出来，并可实时生成一个文本的检测报告，支持多达 8 个 X-Y 图。

设备检测计划也可以用来执行其它功能，例如数据文件的批处理、信号序列的捕捉及存储等。

8. LCR 表

它用来测量电感、电容和电阻的数值或由它们组成的网络的阻抗。支持两种外接线方式：

- 高阻抗测量所采用的串行连接
- 低阻抗测量所采用的并行连接

9. DDP 查看器

它采用一个专门的窗口来显示一个导出参数 (DDP) 的数值。字体大小可自由缩放。允许指定该导出参数的高高限、高限、低、低低限以用于报警显示。最多可打开 16 个 DDP 查看器。DDP 查看器还可以用来定义并显示用户自定义的参数 (UDDP)。

以上测试仪器 (1) ~ (6) 是基础仪器，可同时运行，而 (7) 和 (8) 运行于基础仪器之上并需要几个或全部的基础仪器协同运作来实现所指定的功能。

模/数和数/模转换

作为一种基本的配置方案，本软件可使用声卡作为输入和输出设备，而不需要另外的模/数和数/模转换硬件。采样频率的范围取决于声卡，本软件允许您选择 200,000Hz 内的任何采样频率，并支持 8 位、16 位或 24 位采样位数，只要所用的声卡支持这些参数就行。支持声卡 MME 驱动程序 (Windows 默认) 和声卡 ASIO 驱动程序 (通常用于专业音频领域，ASIO 是 Steinberg Media Technologies GmbH 的商标)。

本软件能够基于由 Virtins Technology 开发的标准的采集软件接口来与其他 ADC 和 DAC 硬件连接。在这种情况下，采样能力取决于所采用的硬件。本软件允许独立选择 ADC 和 DAC 的硬件。例如，您可以同时运行一个 DS0 (数字存储示波器) 作为 ADC，和一个声卡作为 DAC。

触发

本软件支持软件触发和硬件触发。

对于基于声卡的系统，本软件允许为每帧数据的采集指定软件触发条件，并支持超前触发和延迟触发。本软件的一个独有特征就是它能连续监视输入信号，只有当输入信号满足触发条件时，才采集一帧数据，即先触发后采集，因而不会错过任何触发事件。这与同类仪器中常用的先采集一长段数据，然后再在其中寻找触发点的方式 (即先采集后触发) 截然不同。后者显然耗时长并有可能错过一些触发事件。因此本软件适用于对瞬态信号的捕捉。支持电平触发和差分触发。

校准

对于基于声卡的系统，本软件支持对输入和输出通道的校准，因而可显示输入和输出信号的实际工程值。在显示工程值时，它能自动将声卡内部增益设置（话筒增益、话筒增益提升、线路增益）的改变考虑在内，因此即使改变增益后校准参数仍然有效。它也允许设置外部衰减电路的衰减比。

图形操作

本软件支持图形显示的放大和滚动，使您能更详细的了解和研究所采集到的数据，这在每帧数据量很大的情况下尤其重要。本软件还为每一个窗口提供了一个光标读数器，用于读取最靠近光标的实际测量点的 XY 值。对于频谱 3D 图，光标读数器支持读取实际测量点的 XYT 值。您还可以在每一个窗口内的实际测量数据上放置最多两个标记点，并显示其 XY 值以及两点间的差数。

支持五种图表类型：连线、离散点、垂直条、直方图、和阶梯线。线宽和图表颜色可调。可选择显示全部数据点（慢）或每一垂直光栅线只显示一个数据点（快）。

任何图表中的数据都可以按文本方式复制到粘贴板中以便粘贴到其它软件（例如：Microsoft Excel）中作进一步的处理和分析。图表的图像也可以按位图方式复制到粘贴板中以便粘贴到其它软件（例如：Microsoft Word）中。

参考曲线

每个图形窗口中每通道可配置最多 5 条参考曲线。参考曲线可通过复制当前曲线、读入符合格式的文本文件、或读入以前存储的参考曲线来配置。

文件输入输出

采集到的数据可保存于 WAV 波形文件中，或输出为 TXT 文本文件。所有的分析结果可以输出为 TXT 文本文件。所有的图形显示可输出为 BMP 位图文件或直接打印出来。支持长波形文件逐帧手动或自动输入。任何 PCM 格式的 WAV 文件或者符合格式的文本文件都可以输入到本软件中进行显示和分析。信号发生器输出的信号可按指定的时间长度保存为 WAV 波形文件或 TXT 文本文件，在硬盘容量允许的情况下，可存储多达 1000 秒的输出信号。所保存的文件可重新输入到本软件中进行显示和分析，也可供第三方软件使用。

数据合并和抽取

本软件还支持不同波形文件的数据合并，并允许从一个波形文件中抽取部分数据另存为一个波形文件。

保存/加载、锁定/解锁面板设置

您可将当前的面板设置保存为下次启动的默认值或保存为一个面板设置文件，以便将来调用。在常用面板设置工具条上，您可配置多达 20 个最常用的面板设置，

这样您只需点击一下工具条上的按钮即可调入相应的面板设置。您还可以给面板设置加锁，只有经过授权的用户才能解锁然后修改面板设置。

控件和选项的禁止和允许

图形用户界面例如菜单选项、按钮、选择框、编辑框等将按上下文禁止或允许，以避免误操作。

数值显示精度

屏幕上的各种数值的显示精度（小数位数）将按照其源头的精度而自动调整。

多语言用户界面

在 Windows2000、XP、2003、Vista、7、8 及以上的版本下，用户界面支持多国语言，包括：简体中文、繁体中文、英文、法文、德文、意大利文、西班牙文、葡萄牙文、俄文、日文和韩文。在 Windows95、98、Me、WindowsNT 下，仅支持当地语言和英文。

Multi-Instrument 系列产品的功能分配

下表是 Multi-Instrument 系列产品的功能分配矩阵。频谱 3D 图、数据记录仪、LCR 表、设备检测计划和振动计是附加模块 / 功能，需单独购买，这些模块只能添加在 Multi-Instrument Lite（基础版）、Standard（标准版）和 Pro（专业版）之上，其中振动计功能只能添加在 Multi-Instrument Standard（标准版）和 Pro（专业版）之上。

图例：√—有该项功能

		声卡示波器	声卡频谱分析仪	声卡信号发生器	万用仪基础版	万用仪标准版	万用仪专业版
通用功能							
ADC / DAC 硬件	支持声卡 MME	√	√	√	√	√	√
	支持声卡 ASIO						√
	其他硬件				√	√	√
	vtDAQ, vtDAO 软件开发包	连接上相应的硬件（例如硬匙或 VT DSO）后，开发包的软件使用许可证将自动激活					
文件操作	打开 WAV 波形文件	√	√	√	√	√	√
	打开 TXT 文本文件					√	√
	逐帧打开 WAV 波形文件 (用于长 WAV 波形文件)					√	√
	合并 WAV 波形文件	√	√	√	√	√	√
	抽取数据并保存为新的 WAV 波形文件	√	√	√	√	√	√
	保存和加载面包板设置	√	√	√	√	√	√
数据输出	复制文本数据到粘贴板	√	√	√	√	√	√
	复制位图图像到粘贴板	√	√	√	√	√	√
	打印预览	√	√	√	√	√	√
	打印	√	√	√	√	√	√
	输出文本数据文件	√	√	√	√	√	√
	输出位图图像文件	√	√	√	√	√	√
触发设置	触发模式	√	√		√	√	√
	触发源	√	√		√	√	√
	触发沿	√	√		√	√	√
	触发电平	√	√		√	√	√
	触发延迟	√	√		√	√	√
	高频抑制				√	√	√
	噪声抑制				√	√	√
采样设置	采样频率	√	√	√	√	√	√
	采样通道	√	√	√	√	√	√
	采样位数	√	√	√	√	√	√
	采样点数	√	√		√	√	√
校准	输入	√	√		√	√	√
	输出			√	√	√	√
	探头	√	√		√	√	√
	声压	√	√		√	√	√
	频率电压转换					√	√
	同步输出输入时延						√
	传感器的灵敏度	√	√		√	√	√
	功率计算中的负载因子	√	√		√	√	√
图形操作	放大	√	√	√	√	√	√
	滚动	√	√	√	√	√	√
	光标读数器	√	√	√	√	√	√
	标记	√	√	√	√	√	√
	图表类型	√	√	√	√	√	√
	线宽	√	√	√	√	√	√

		声卡示波器	声卡频谱分析仪	声卡信号发生器	万用仪基础版	万用仪标准版	万用仪专业版
	颜色	√	√	√	√	√	√
	快/慢显示模式	√	√	√	√	√	√
	刷新延迟	√	√	√	√	√	√
	字体大小	√	√	√	√	√	√
	滚动模式					√	√
	参考曲线					√	√
其它	增益调节	√	√	√	√	√	√
	输入峰值指示	√	√	√	√	√	√
	声卡选择	√	√	√	√	√	√
	采样参数的自动设置	√	√	√	√	√	√
	多语言用户界面	√	√	√	√	√	√
	显示/隐藏工具条	√	√	√	√	√	√
	锁定/解锁面板设置	√	√	√	√	√	√
	常用面板设置工具条	√	√	√	√	√	√
	ActiveX 自动化服务器	√	√	√	√	√	√
示波器							
类型	双踪波形	√	√	√(离线)	√	√	√
	波形相加	√	√	√(离线)	√	√	√
	波形相减	√	√	√(离线)	√	√	√
	波形相乘	√	√	√(离线)	√	√	√
	李萨如图	√	√	√(离线)	√	√	√
数字滤波	FFT 低通					√	√
	FFT 高通					√	√
	FFT 带通					√	√
	FFT 带阻					√	√
	FFT 频率响应					√	√
	FIR 低通					√	√
	FIR 高通					√	√
	FIR 带通					√	√
	FIR 带阻					√	√
	FIR 频率响应					√	√
	IIR 系数					√	√
其它	最小、最大、平均、有效值	√	√	√(离线)	√	√	√
	记录模式					√	√
	余辉显示模式	√	√		√	√	√
	等效时间采样模式	√	√		√	√	√
	模拟和数字信号混合显示				√	√	√
频谱分析仪							
类型	幅度谱		√		√	√	√
	相位谱		√		√	√	√
	自相关函数		√		√	√	√
	互相关函数		√		√	√	√
	相干函数						√
	传递函数						√
	冲激响应图						√
其它	频率补偿		√		√	√	√

		声卡示波器	声卡频谱分析仪	声卡信号发生器	万用仪基础版	万用仪标准版	万用仪专业版
	频率加权		√		√	√	√
	除去直流		√		√	√	√
	移动平均平滑		√		√	√	√
帧间处理	峰值保持		√		√	√	√
	线性平均		√		√	√	√
	指数平均		√		√	√	√
参数测量	THD, THD+N, SNR, SINAD, 噪声电平, ENOB		√		√	√	√
	IMD		√		√	√	√
	带宽		√		√	√	√
	串扰		√		√	√	√
	谐波及相位		√		√	√	√
	用户定义的频带内的能量		√		√	√	√
	峰值检测, SPDR		√		√	√	√
FFT	FFT 点数 128~32768		√		√	√	√
	FFT 点数 65536~4194304						√
	帧内平均		√		√	√	√
	窗函数		√		√	√	√
	窗重叠		√		√	√	√
其它	峰值频率检测		√		√	√	√
	峰值互相关时延检测		√		√	√	√
	倍频程分析 (1/1, 1/3, 1/6, 1/12, 1/24, 1/48, 1/96)		√		√	√	√
	X 轴和 Y 轴线性/对数刻度		√		√	√	√
信号发生器							
波形	正弦			√	√	√	√
	方波			√	√	√	√
	三角波			√	√	√	√
	锯齿波			√	√	√	√
	白噪声			√	√	√	√
	粉红噪声			√	√	√	√
	多音合成			√	√	√	√
	任意波形			√	√	√	√
	MLS			√	√	√	√
	DTMF			√	√	√	√
	音阶			√	√	√	√
	波形文件					√	√
	播放示波器中显示波形	√	√	√	√	√	√
	循环播放示波器中显示波形	√	√	√	√	√	√
猝发(屏蔽)	正常			√	√	√	√
	锁相			√	√	√	√
渐变	渐入			√	√	√	√

		声卡示波器	声卡频谱分析仪	声卡信号发生器	万用仪基础版	万用仪标准版	万用仪专业版
扫频	渐出			√	√	√	√
	扫频（线性/对数）			√	√	√	√
	扫幅（线性/对数）			√	√	√	√
其它	软件回环（所有的通道）			√	√	√	√
	软件回环（1 个通道）				√	√	√
	与示波器同步运作						√
	保存为 WAV 波形文件			√	√	√	√
	保存为 TXT 文本文件			√	√	√	√
	直接数字合成 DDS				√	√	√
	直流偏移				√	√	√
万用表							
类型	RMS					√	√
	dBV					√	√
	dBu					√	√
	dB					√	√
	DB(A)					√	√
	DB(B)					√	√
	dB(C)					√	√
	频率计				√	√	√
	转速表					√	√
	计数器					√	√
	占空比					√	√
	频率/电压转换					√	√
	周期有效值					√	√
	周期平均值					√	√
设置	计数器触发滞回				√	√	√
	计数器触发电平				√	√	√
	分频因子				√	√	√
DDP 查看器							
功能	DDP 和 UDDP 显示						√
	HH, H, L, LL 报警						√
	设置显示精度						√
	定义 UDDP						√

图例：白色空栏—购买该模块/功能后有该项功能

阴影空栏—该版本不支持该项功能

		声卡示波器	声卡频谱分析仪	声卡信号发生器	万用仪基础版	万用仪标准版	万用仪专业版
频谱 3D 图							
类型	瀑布图						
	声谱图						
设置	声谱图调色板						
	瀑布图调色板						
	瀑布图倾角						
	瀑布图和声谱图高度						
	X 轴和 Y 轴线性/对数刻度						

		声卡示波器	声卡频谱分析仪	声卡信号发生器	万用仪基础版	万用仪标准版	万用仪专业版
	频谱截面数目 (10~200)						
心域	3D 光标读数器						
数据记录仪							
实时数据记录							
加载历史数据文件							
三种记录方式							
167 个导出参数可供记录							
可同时记录多达 $8 \times 8 = 64$ 个变量							
LCR 表							
高阻抗测量							
低阻抗测量							
多达 8 个 X-Y 图 (线性/对数)							
设备检测计划							
18 种指令							
创建/编辑/上锁/执行/加载/保存设备检测计划							
多达 8 个 X-Y 图 (线性/对数)							
设备检测计划执行报告							
振动计							
加速度、速度、位移的有效值、峰值/峰峰值、峰值因数 (在万用表中)							
加速度、速度、位移波形之间的相互转换 (在示波器中)							

1.2 系统要求

个人电脑或笔记本电脑，操作系统为微软的视窗 Windows 95 或更高，或微软的视窗 Windows NT 或更高，32 位和 64 位操作系统。屏幕分辨率等于或高于 1024×600。

对于基于声卡的系统，要求装有 8 位、16 位或 24 位的与视窗 Windows 兼容的声卡。

1.3 快速上手指南

1.3.1 启动Multi-Instrument

在 Windows 桌面上,选择[开始]>[全部程序]>[Multi-Instrument]>[VIRTINS Multi-Instrument]。

如果软件使用许可证尚未激活而且仍然在试用期内,则软件将工作于试用模式。在此模式下,软件具有完整版的所有功能,只是在每个图形窗口的中央将显示一个“Trial”字样。

如果软件使用许可证尚未激活而且试用期已过,则软件将不能启动。

如果软件使用许可证已经激活,例如:被软匙(注册码)、USB 硬匙、或 VT 公司生产的设备激活,则软件将工作于激活模式。在此模式下,软件具有跟所激活的许可证级别相应的所有功能。

1.3.2 用户界面布置及其部件

Multi-Instrument (万用仪)的用户界面可分为以下八个区域:(1)~(8)。



(1) 标题条



它位于屏幕顶部，包括软件名、版本号、所激活的附加模块、所打开的文件名（若有的话）、所使用的模数转换设备名、所加载的面板设置文件名（在锁定面板设置后加载了的话）。

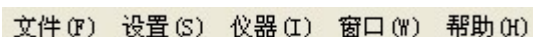
按所激活的软件使用许可证的级别，可能的软件名有：

- Sound Card Oscilloscope（声卡示波器）
- Sound Card Spectrum Analyzer（声卡频谱分析仪）
- Sound Card Signal Generator（声卡信号发生器）
- Multi-Instrument Lite（万用仪基础版）
- Multi-Instrument（万用仪标准版）
- Multi-Instrument Pro（万用仪专业版）

按所激活的软件使用许可证的级别，可能被激活的附加模块有：

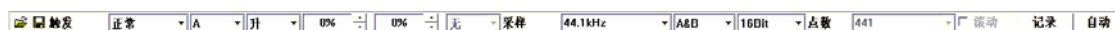
- 3DP (频谱 3D 图)
- DLG (数据记录仪)
- LCR (LCR 表)
- UDP (设备检测计划)
- VBM (振动计)

(2) 菜单条



它位于标题条的下面。不同的仪器在子菜单中有各自的菜单项。

(3) 采样参数工具条



它位于菜单条下面，由三部分组成：

- 文件输入和输出
- 触发参数

从左到右依次为：触发模式、触发源、触发沿、触发电平、触发延迟和触发频率抑制。

- 采样参数（模数转换用）

从左到右依次为：采样频率、采样通道、采样位数和每帧采样点数，以及滚动模式选择，记录按钮，和采样参数自动设置按钮。

所有仪器共用此工具条。注意：数模转换的采样参数位于信号发生器面板上。

(4) 仪器和杂项工具条



它位于采样参数工具条下面，包括左端的仪器工具条和右端的杂项工具条。

- 仪器工具条

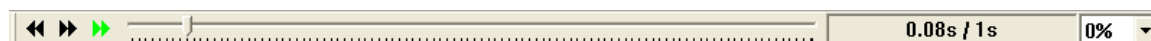
用于打开或关闭各仪器，按钮从左到右依次为：示波器启停、示波器、频谱分析仪、万用表、频谱 3D 图、信号发生器、设备检测计划、数据记录仪、DDP 查看器。

- 杂项工具条

控件从左到右依次为：倒置输入信号、调零 A、调零 B、Windows 录音控制、Windows 音量控制、播放、循环播放、ADC 通道 A 的耦合类型、ADC 通道 B 的耦合类型、ADC 通道 A 的范围、ADC 通道 B 的范围、探头 A 的当前开关档位、探头 B 的当前开关档位、A 和 B 通道输入电平峰值。

所有仪器共用此工具条。

(5) 长波形文件浏览工具条（默认状态下被隐藏）



它位于仪器和杂项工具条下面，只有在用“逐帧打开”命令打开 WAV 波形文件时才显示出来。控件从左到右依次为：上一帧、下一帧、自动浏览、当前帧的位置、位置/长度、帧重叠百分比。

(6) 常用面板设置工具条

它是一个包含 20 个可配置按钮的工具条。您可以通过[设置]>[配置常用面板设置工具条]为每个按钮指定一个常用的面板设置文件。这样，按动该按钮后，该面板设置文件将被调入。您可以通过[设置]>[显示常用面板设置工具条]来显示或消隐该工具条。

在默认状态下，这 20 个按钮的预配置如下：

1. OCT1: 1/1 倍频程分析 (平均帧数: 10)

按动信号发生器的启动按钮, 将输出粉红噪声。将粉红噪声送入到被测设备 (DUT) 的输入端, 然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。若频谱分析仪显示的曲线是水平的, 就表示被测设备的幅频响应是平坦的。

2. OCT3: 1/3 倍频程分析 (平均帧数: 10)

同 OCT1, 但频率分辨率更高。

3. OCT6: 1/6 倍频程分析 (平均帧数: 10)

同 OCT3, 但频率分辨率更高。

4. OCT12: 1/12 倍频程分析 (平均帧数: 10)

同 OCT6, 但频率分辨率更高。

5. OCT24: 1/24 倍频程分析 (平均帧数: 10)

同 OCT12, 但频率分辨率更高。

6. NoiseL: 在没有输入信号下的噪声电平 (平均帧数: 10)

用示波器和频谱分析仪直接测量被测设备在没有输入信号下的噪声电平。频谱分析仪中的频谱曲线反映的是“表面上”的噪声电平, 它随 FFT 大小的改变而改变。而真正的噪声电平 (总噪声功率) 将通过频谱分析仪中的水平虚线反映出来。它不随 FFT 大小的改变而改变。该虚线所覆盖的水平轴范围代表的是计算噪声电平所用的带宽, 可通过[设置]>[频谱分析仪处理]>“参数测量”>“范围”来改变。

7. NoiseLa: 在没有输入信号下的经 A 加权的噪声电平 (平均帧数: 10)

同 NoiseL, 但频谱被 A 加权。

8. THD: THD、THD+N、SNR、SINAD、噪声电平、ENOB (平均帧数: 10)

按动信号发生器的启动按钮, 将输出 1kHz (准确地说, 为避免频谱泄漏, 是非常接近 1kHz 的频率) 的正弦信号。将该信号送入到被测设备 (DUT) 的输入端, 然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。被测设备的所有上述参数都将被测量并显示出来。注意: 此面板设置只能在采用同一块声卡作信号输入和输出时用。若采用不同声卡作信号的输入和输出, 则您必须将频谱分析仪中的窗函数由矩形窗改为 Kaiser 6。

9. THDa: THD、THD+N、SNR、SINAD、噪声电平、ENOB (A-加权) (平均帧数: 10)

同 THD, 但频谱被 A 加权。

10. IMDsmp: IMD SMPTE (60 Hz + 7 kHz, 4:1) (平均帧数: 10)

按动信号发生器的启动按钮, 将输出 60Hz 和 7kHz 正弦信号按 4: 1 的幅度

比混合后的信号。将该混合信号送入被测设备（DUT）的输入端，然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。被测设备的 SMPTE IMD 将被测量并显示出来。

11. IMDdin: IMD DIN (250 Hz + 8 kHz, 4:1) (平均帧数: 10)

按动信号发生器的启动按钮，将输出 250Hz 和 8kHz 正弦信号按 4: 1 的幅度比混合后的信号。将该混合信号送入被测设备（DUT）的输入端，然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。被测设备的 DIN IMD 将被测量并显示出来。

12. IMDccif: IMD CCIF2 (19 kHz + 20 kHz, 1:1) (平均帧数: 10)

按动信号发生器的启动按钮，将输出 19kHz 和 20kHz 正弦信号按 1: 1 的幅度比混合后的信号。将该混合信号送入被测设备（DUT）的输入端，然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。被测设备的 CCIF2 IMD 将被测量并显示出来。

13. CrossTlk: 串扰 A->B, THD, THD+N, SNR, SINAD, ENOB (平均帧数: 10)

按动信号发生器的启动按钮，将输出 1kHz（准确地说，为避免频谱泄漏，是非常接近 1kHz 的频率）的正弦信号。将该信号送入到被测设备（DUT）的通道 A 的输入端，并将被测设备的通道 B 的输入端接地，然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的双通道输出。被测设备的所有上述参数都将被测量并显示出来。

14. FRwhite: 幅频响应（白噪声，平均帧数: 30）

按动信号发生器的启动按钮，将输出白噪声。将此白噪声送入到被测设备（DUT）的输入端，然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。频谱分析仪显示的曲线就是被测设备的幅频响应。

15. FRswp: 幅频响应（扫频信号，峰值保持: 永久）

按动信号发生器的启动按钮，将输出扫频信号。将此扫频信号送入到被测设备（DUT）的输入端，然后用示波器和频谱分析仪采集和分析被测设备的输出。频谱分析仪显示的曲线就是被测设备的幅频响应。

16. BodePlot: 波德图（传递函数，频率响应）（白噪声，平均帧数: 30）

按动信号发生器的启动按钮，将输出白噪声。将此白噪声分为两路：一路送入到被测设备（DUT）的输入端，另一路送入示波器的通道 B。被测设备的输出则送入示波器的通道 A。频谱分析仪通道 A 显示的曲线就是被测设备的增益随频率变化曲线，而通道 B 显示的曲线就是被测设备的相移随频率变化曲线。

17. THD~f: THD、THD+N、SNR、幅度随频率变化曲线

请参考第 8.8.3 节。

18. THD~P: THD、THD+N 随幅度、功率变化曲线
请参考第 8.8.4 节。

19. IMD~P: SMPTE IMD 随幅度、功率变化曲线
请参考第 8.8.5 节。

20. AudioTst: 自动音频参数测试
请参考第 8.8.7 节。

注意：以上测试都假定测试仪器本身（例如：用作测试仪器的声卡）的同类指标要优于被测设备，最好是超过一个数量级，这样由测试仪器本身引入的测量误差就可以忽略不计。测试仪器本身的指标可由硬件生产厂家给出，应选择噪音低、采样位数高、频带宽、频响平坦、失真小的硬件。测试仪器本身的指标也可通过将测试仪器的输出直接连到它的输入端，然后用上述的各种测试来测得。对于测试仪器本身的缺陷，有的是可以通过软件来补偿的，例如：不够平坦的幅频响应；有的则是不能补偿的，例如：失真和噪音。

请参考以下声卡回路测试实例：

- *EMU Tracker Pre Test Report using Multi-Instrument*
下载地址：
http://www.virtins.com/doc/D1004/EMU_Tracker_Pre_Report_D1004.pdf
- *M-Audio Mobile TrackerPre Test Report using Multi-Instrument*
下载地址：
http://www.virtins.com/doc/D1005/M-Audio_MobilePre_Report_D1005.pdf
- *VT XLR-to-USB Pre Test Report using Multi-Instrument*
下载地址：
http://www.virtins.com/doc/D1006/VT_XLR-to-USB_Pre_Report_D1006.pdf
- *EMU 0204 Test Report using Multi-Instrument*
下载地址：
http://www.virtins.com/doc/D1007/EMU_0204_Report.pdf

(7) 显示区域

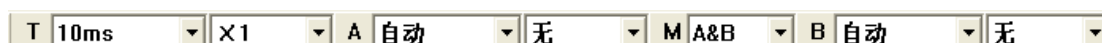
它位于屏幕中部，用于显示各仪器的测量数据，曲线和操作面板。此区域占用了绝大部分的屏幕面积，以允许同时显示多个数据曲线窗口和操作面板，并保留数据曲线的细节。与传统仪器相比，虚拟仪器的一个明显优点是它用电脑屏幕显示，而电脑屏幕的面积远远大于传统仪器例如示波器的显示屏。然而市面上的许多虚拟仪器的界面设计并没有完全体现这一优点。这些仪器的人机界面过分追求“形”似，将传统仪器的面板模拟到电脑屏幕上，占用

了大量的屏幕资源，仅留下较小的面积供数据曲线显示用。与这些仪器不同的是，本软件在设计上优先考虑了对测量数据的显示，同时采用通用的视窗图形用户界面构件来提供一个友好的人机界面。

(8) 显示参数工具条

它位于屏幕底部，每个数据窗口（例如：示波器、频谱分析仪、万用表，频谱 3D 图）都有自己的显示参数，为了节省屏幕空间，只有处于最前面的窗口的显示参数才被显示出来。您可以通过点击一个仪器窗口内任意一点将其显示参数工具条调出。

示波器显示参数工具条



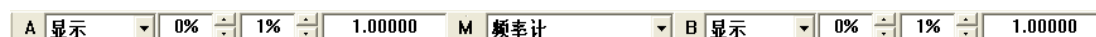
从左到右依次为：T 轴范围、T 轴放大倍数、A 轴范围、A 轴放大倍数、示波器类型、B 轴范围、B 轴放大倍数。

频谱分析仪显示参数工具条



从左到右依次为：水平轴范围、水平轴放大倍数、A 轴范围、A 轴放大倍数、频谱分析仪类型、B 轴范围、B 轴放大倍数、FFT 点数、窗函数、窗口重叠百分比。

万用表显示参数工具条



从左到右依次为：显示或隐藏 A 通道、计数器 A 触发电平、计数器 A 触发滞回、A 分频因子、万用表类型、显示或隐藏 B 通道、计数器 B 触发电平、计数器 B 触发滞回、B 分频因子。

频谱 3D 图显示参数工具条



从左到右依次为：F 轴范围、A 轴范围、频谱 3D 图类型、B 轴范围、T 轴范围、T 轴倾斜角度、Y 轴高度百分比。

(a) 光标读数器（左击鼠标）

请参考下面一章的“光标读数器和标记”一节。

(b) 标记（双左击鼠标，按或不按 CTRL 和 / 或 SHIFT 键）

请参考下面一章的“光标读数器和标记”一节。

(c) 上下文菜单（右击鼠标）

请参考下面一章的“上下文菜单”一节。

(d) 水平滚动条（把鼠标的光标放在水平轴的下方直到光标变为放大镜为止，然后左击以放大，右击以缩小）

请参考后面的有关水平轴放大倍数的章节。

(e) 通道 A 滚动条（把鼠标的光标放在 A 轴的左边直到光标变为放大镜为止，然后左击以放大，右击以缩小）

请参考后面的“通道 A 放大倍数”章节。

(f) 通道 B 滚动条（把鼠标的光标放在 B 轴的右边直到光标变为放大镜为止，然后左击以放大，右击以缩小）

请参考后面的“通道 B 放大倍数”章节。

(g) 图形窗口中的文本显示区域

它显示该图形窗口内的 DDP（导出参数）的数值。当图中显示有光标读数器或标记时，光标读数器或标记的读数也将被显示在此区域。

1.3.3 更改模数 / 数模转换设备

您可以通过[设置]>[模数转换设备]>[设备型号]来更改软件所使用的模数转换设备。注意：当示波器或信号发生器在运行时，此菜单项是禁止的。

您可以通过[设置]>[数模转换设备]>[设备型号]来更改软件所使用的数模转换设备。注意：当示波器或信号发生器在运行时，此菜单项是禁止的。

若示波器正在运行，您可以通过点击屏幕左上方的启动 / 停止按钮来停止它。

1.3.4 基本操作

您可以采用您的电脑声卡和一个内置或外置话筒作为配置，来熟悉本软件的基本操作。在菜单条上选择[设置]>[模数转换设备]，然后在“设备型号”栏中选择“声卡 MME”，在“设备号”栏中选择所用的声卡（Windows Vista 以前的操作系统）或所用的声卡上的一个输入端点（Windows Vista 以后的操作系统）。您可以通过 Windows 控制面板下的录音控制面板来调节话筒的增益。您也可以通过仪器和杂项工具条上的录音控制按钮来调出该录音控制面板。

若您现在启动示波器并对着话筒讲话，则您应当能看到您讲话声音的波形和频谱。为了能实时显示您的声音，应将示波器的扫描时间调至 5 毫秒~100 毫秒左

右,您可以通过点击示波器窗口内任意一点,然后调节位于屏幕左下角的扫描时间来实现。您可以调节采样参数工具条上的触发参数和采样参数,并观察参数更改后的效果。触发电平和触发延迟还可以分别通过拉动示波器 A 轴上和图形上端水平轴上的相应标记来改变。

若示波器的扫描时间过长(例如:大于 1 秒),则屏幕刷新会变慢。您可以选择屏幕右上方的“滚动”选项来将示波器置于滚动模式,以实现屏幕的实时但部分的更新。

您还可以停止示波器的运行(有必要时取消“滚动”选项),然后点击屏幕右上方的“记录”按钮,来连续不间断地录制您的声音。

为了熟悉本软件的信号发生器的基本操作,您可以采用您的电脑声卡和一个喇叭作为配置,在菜单条上选择[设置]>[数模转换设备],然后在“设备型号”栏中选择“声卡 MME”,在“设备号”栏中选择所用的声卡(Windows Vista 以前的操作系统)或所用的声卡上的一个输出端点(Windows Vista 以后的操作系统)。您可以通过 Windows 控制面板下的音量控制面板来调节声卡的输出增益。您可以通过仪器和杂项工具条上的音量控制按钮来调出该音量控制面板。

点击仪器和杂项工具条上的信号发生器按钮将调出信号发生器面板。信号发生器的基本操作很直观,您可以参考后面的信号发生器章节。

当您希望将软件返回到出厂默认的面板设置时,您只需停止示波器的运行,然后在菜单条上选择[文件]>[新建]即可。

若您想了解更多的使用本软件进行的基本测试例子,请参考: *Basic Oscilloscope, Spectrum Analyzer, Multimeter and Signal Generator Functional Tests using Multi-Instrument and Pocket Multi-Instrument with Sound Cards*

下载地址:

http://www.virtins.com/doc/D1001/Basic_Oscilloscope_Spectrum_Analyzer_Multimeter_and_Signal_Generator_Functional_Tests_using_Multi-Instrument_and_Pocket_Multi-Instrument_with_Sound_Cards_D1001.pdf

1.4 基于声卡的系统的输入及输出连接

对于基于声卡的系统,被测信号应连接到声卡的话筒输入口或线路输入口。生成的信号可从喇叭输出口或线路输出口输出。

在通常情况下,声卡话筒输入口的输入阻抗在 600 欧~50 千欧之间(取决于声卡),它的模/数转换满程电压(1/2V_{pp}) 在 1mV~500mV 之间(取决于声卡),

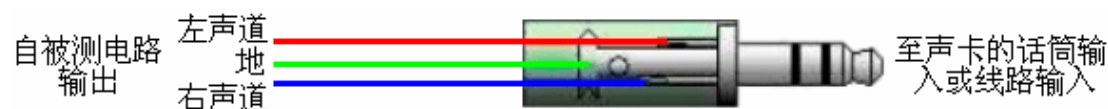
可通过 Windows 控制面板中的录音控制进行调节。若声卡带有外部硬件增益调节旋钮，也可由该旋钮进行调节。通常话筒输入口只允许单通道输入。

对于声卡线路输入口，它的输入阻抗通常在 1 千欧~50 千欧之间（取决于声卡），它的模/数转换满程电压（1/2V_{pp}）在 500mV~2V 之间（取决于声卡），可通过 Windows 控制面板中的录音控制进行调节。若声卡带有外部硬件增益调节旋钮，也可由该旋钮进行调节。在可能的情况下应尽量使用声卡的线路输入来检测信号，因为它的信噪比（SNR）和带宽都比话筒输入口好。

声卡线路输出口的输出阻抗在 20 欧~500 欧之间（取决于声卡），能输出大约 2V 的信号。它比喇叭输出口的信噪比（SNR）好。

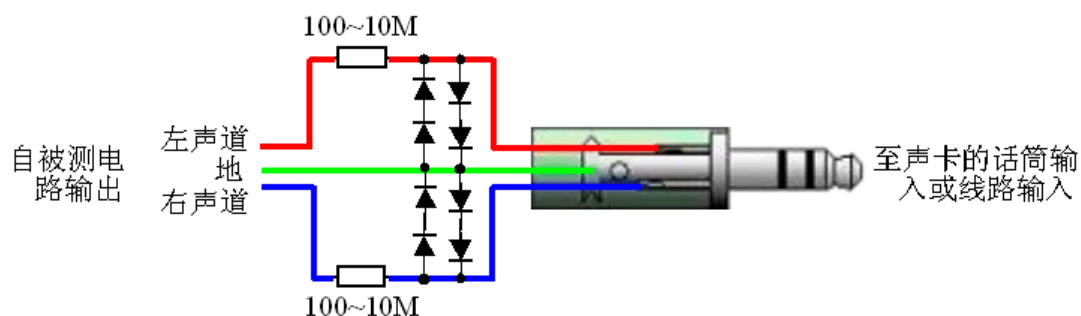
声卡喇叭输出口的输出阻抗在 4 欧~8 欧之间（取决于声卡），能输出大约 2W 的功率。声卡的耳机输出口的输出阻抗在 4 欧~100 欧之间（取决于声卡）能输出约 100mW 的功率。

最简单的输入连接就是直接将被测信号连到声卡的线路输入口或话筒输入口，如下图所示。请注意这种连接要求您额外小心，在连接前必须保证被测信号的幅度在声卡所允许的范围内。否则可能会烧坏声卡甚至电脑。声卡通常只允许不超过 3V 的电压输入（取决于声卡）。



最简单的输入连接方式

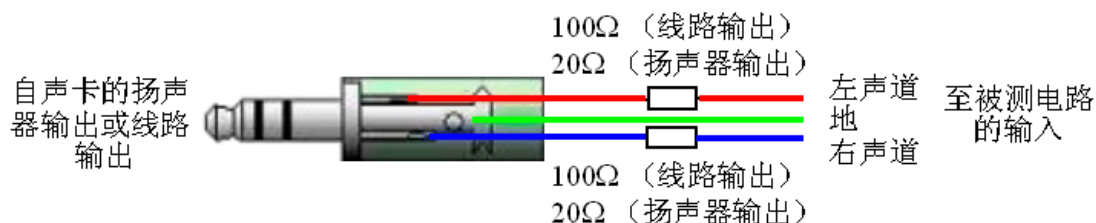
为了避免过大的电压进入声卡，可采用如下的限压电路。两个串联的硅二极管将输入电压钳制在 $2 \times 6.5 = 1.3$ (V) 左右。如果声卡的模/数转换满程范围因此受到限幅影响，则可多串联一个硅二极管以将输入电压钳制在 $3 \times 6.5 = 1.95$ (V) 左右。以上电路仅限于当输入电压在正负 50V 内时（也取决于电阻阻值、最大允许功率和硅二极管的最大允许电流）保护声卡免遭意外损坏。当被测信号幅度超过声卡允许的范围，应将它衰减后再连入声卡。最简单的衰减方法就是在信号与声卡之间添加一个串联电阻，由此电阻与声卡的输入阻抗构成一个分压电路，电阻的阻值越大，衰减比越大，此测量电路的输入阻抗越高。



具有简单过压保护的输入连接方式

为保证测量的准确性，被测电路在被测点处的输出阻抗应小于声卡测量电路的输入阻抗，否则被测信号将不能正常地传递给声卡。在必要时，可给声卡加入一级前置放大器，以提高声卡测量电路的输入阻抗。此前置放大器可加入信号放大、衰减和输入保护功能。

声卡的输出连接如下图所示。在不小心将输出短路的情况下，串联的电阻可起保护作用。如果您非常小心，则该电阻可以省掉。由于声卡的输出阻抗很小，当连接到外部电路时通常将不会遇到任何阻抗匹配的问题。



应当强调的是，许多声卡（例如台式机的内置声卡和内置交流电源适配器的笔记本电脑的内置声卡）的输入输出地线通常与交流电源地线相连，当被测电路是浮地（即与电源地线隔离）时，并不会有什么问题。否则，您必须确保声卡的地线与被测电路的连接点处于同样的地电位。

以上提到的连接电路和前置放大器需要单独购买。对于非声卡的系统，请参考相应的硬件说明书所提供的输入输出连接。

1.5 性能指标

1.5.1 示波器

1. 与模数转换硬件相关的性能指标

基于声卡的系统:

- 1) 扫描时间: $100\ \mu\text{s} - 500\ \text{s}$ (取决于电脑内存)
- 2) 带宽: $10\ \text{Hz} - 96\ \text{kHz}$ (取决于声卡)
- 3) 最大允许输入电压(在直接连接的情况下): 大约 $3\ \text{V}$ (取决于声卡)
- 4) 可选择采样频率(最大 $200\ \text{kHz}$)、采样位数(8 位、16 位或 24 位)和采样通道(单通道或双通道)(取决于声卡)
- 5) 四种触发模式: 自动、正常、单次、间歇。
- 6) 可选择触发通道、触发电平和触发沿(升、降、升降)。支持电平触发和差分触发。
- 7) 可选择超前触发和延迟触发, 选择范围从采样长度的 0%到 100%。
- 8) 连续监视输入信号从而确保了不会错过任何触发事件。
- 9) 可校准输入通道并在进行工程量转换时将内部增益的变化自动考虑在内。当内部增益改变后, 无需重新校准。

非声卡的系统:

请参阅各自的硬件手册

2. 可用于瞬态信号的捕捉, 能连续在硬盘上记录多达 2G 的数据。
3. 五种波形显示: 实时双踪波形、实时波形相加、实时波形相减、实时波形相乘和实时李莎如图。
4. X 轴和 Y 轴可独立缩放和滚动。
5. 可显示和分析 WAV 波形文件以及符合格式的文本文件。
6. 可将采集到的测量数据保存为 WAV 波形文件或输出为 TXT 文本文件。

7. 可打印数据曲线或将它保存为 BMP 位图文件。
8. 可对测量数据加注文字说明。
9. 数据显示刷新快：大约每秒 50 帧（测试环境：Windows XP SP2, IBM ThinkPad R51 型笔记本电脑, Pentium M CPU 1.60 GHz, 扫描时间=10 ms, FFT 点数 1024, 示波器和频谱分析仪工作于自动触发模式）。因此数据的显示和分析实现了真正的实时。
10. 可设置显示颜色，字体大小，屏幕刷新率。
11. 可具体指定每帧数据的采集点数，精确到 1 点。
12. 可显示每帧数据的最大值、最小值、时均值、有效值（RMS），因此可作电压表用。
13. 每个数据显示窗口拥有 1 个移动光标读数和最多两个标记点，能读出所在点处的实际测量点的 XY 读数。
14. 五种图表类型：连线、离散点、垂直条、直方图和阶梯线。线宽可调。
15. 支持不同波形文件的合并，并允许从一个波形文件中抽取部分数据另存为一个波形文件。
16. 支持信号的正常和倒置显示。
17. 每通道可配置最多 5 条参考曲线。参考曲线可通过复制当前曲线、读入符合格式的文本文件、或读入以前存储的参考曲线来配置。
18. 支持数字滤波，包括：低通、高通、带通、带阻和任意。滤波器的种类包括：FFT、FIR 和 IIR。
19. 支持自动或手动逐帧打开长的 WAV 波形文件。
20. 每帧数据都作了时标，精度为毫秒。
21. 每幅图形中的数据都可以按文本方式复制到粘贴板中以便粘贴到其它软件（例如：Microsoft Excel）中作进一步的处理和分析。每幅图的图像也可以按位图方式复制到粘贴板中以便粘贴到其它软件（例如：Microsoft Word）中。
22. 如果示波器中所显示的信号的采样频率和采样位数与电脑的默认声卡兼容，则该信号可通过默认的声卡播放或循环播放出来。。
23. 屏幕显示支持“滚动”模式。

- 24. 支持加速度、速度和位移之间的波形转换。
- 25. 支持工程单位转换。
- 26. 支持采样参数的自动设置，例如采样频率、扫描时间和模数转换器满程电压范围。
- 27. 支持余辉显示模式（磷光、彩虹）和等效时间采样模式。
- 28. 支持在同一窗口内进行混合（模拟和数字）信号的显示。
- 27. 在 Windows2000、XP、2003、Vista、7、8 及以上的版本下，用户界面支持多国语言，包括：简体中文、繁体中文、英文、法文、德文、意大利文、西班牙文、葡萄牙文、俄文、日文和韩文。在 Windows95、98、Me、WindowsNT 下，仅支持当地语言和英文。

1.5.2 频谱分析仪

- 1. 七种显示类型：实时幅度谱、实时相位谱、实时自相关函数、实时互相关函数、实时相干函数、实时传递函数（Bode 图）、实时冲激响应。
- 2. X 轴和 Y 轴可独立缩放和滚动。
- 3. 在幅度谱中，Y 轴支持相对显示模式（线性或 dBr 刻度）和绝对显示模式（RMS 有效电压、dBV、dBu、dB 和 dBFS 刻度）。X 轴支持的刻度包括线性、对数、倍频程（1/1、1/3、1/6、1/12、1/24、1/48、1/96）。
- 4. 分析结果可以输出为 TXT 文本文件。
- 5. 可打印数据曲线或将它保存为 BMP 位图文件。
- 6. 数据显示刷新快：大约每秒 50 帧（测试环境：Windows XP SP2，IBM ThinkPad R51 型笔记本电脑，Pentium M CPU 1.60 GHz，扫描时间=10 ms，FFT 点数 1024，示波器和频谱分析仪工作于自动触发模式）。因此数据的显示和分析实现了真正的实时。
- 7. 可设置显示颜色，字体大小和屏幕刷新率。
- 8. 可调节快速富立叶变换（FFT）的点数，调节范围为 128 点~4194304 点。
- 9. 允许采样长度与快速富立叶变换（FFT）的点数不同。如果 FFT 的点数比采样点数多，则在测量数据的尾部添零后再计算 FFT。如果 FFT 的点数比采样点数少，则将测量数据分为多段数据，每段数据的长度与 FFT 的点数一样。可

设置段与段之间的重叠百分比（0%、25%、50%、75%），最终的结果由每段数据的结果平均而成。

10. 支持 55 种窗函数：矩型窗、三角窗、汉宁窗、哈明窗、布莱克曼窗、Exact Blackman, Blackman Harris, Blackman Nuttall, Flat Top, Exponential, Gaussian, Welch (or Riesz), Cosine, Riemann (or Lanczos), Parzen, Tukey, Bohman, Poisson, Hanning-Poisson, Cauchy, Bartlett-Hann, Kaiser 窗等。
11. 能显示峰值频率（精度高于由采样频率和 FFT 点数所决定的分辨率）、互相关函数的峰值时延和相应的相关系数、相干函数的峰值频率和相应的相干系数、传递函数图中的峰值频率和相应的增益和相位、冲激响应图中的峰值时间及相应的数值。
12. 可测量在指定的频率范围内的总谐波失真（THD）、THD+噪声（THD+N）、SINAD、信噪比（SNR）、噪声电平（NL）。
13. 可测量互调失真（IMD—SMPTE / DIN, IMD—CCIF1, IMD—CCIF2）、带宽（-3dB）、串扰、谐波、用户定义的频带内的能量、峰值。
14. 每个数据显示窗口拥有 1 个移动光标读数和最多两个标记点。
15. 帧内处理包括：在频谱分析中除去直流分量、频率补偿、频率加权（A、B、C、ITU—R 468）、移动平均平滑。频率补偿是通过调入用户配置的频率补偿文件（*.fcf）来实现的。
16. 帧间处理包括：峰值保持、线性平均和指数平均。可指定需处理的帧数（2~200，永久）数。若选择了“永久”，在运行时可重置处理过程。
17. 五种图表类型：连线、离散点、垂直条、直方图和阶梯线。线宽可调。
18. 每通道可配置最多 5 条参考曲线。参考曲线可通过复制当前曲线、读入符合格式的文本文件、或读入以前存储的参考曲线来配置。
19. 每幅图形中的数据都可以按文本方式复制到粘贴板中以便粘贴到其它软件（例如：Microsoft Excel）中作进一步的处理和分析。每幅图的图像也可以按位图方式复制到粘贴板中以便粘贴到其它软件（例如：Microsoft Word）中。
20. 在 Windows2000、XP、2003、Vista、7、8 及以上的版本下，用户界面支持多国语言，包括：简体中文、繁体中文、英文、法文、德文、意大利文、西班牙文、葡萄牙文、俄文、日文和韩文。在 Windows95、98、Me、WindowsNT 下，仅支持当地语言和英文。

1.5.3 信号发生器（扫频/任意波形/函数/猝发信号发生器）

1. 与数模转换器硬件相关的性能指标

基于声卡的系统：

- 1) 带宽： 10 Hz - 96 kHz （取决于声卡）
- 2) 最大输出电压：大约 2VAC （取决于声卡）
- 3) 可选择输出采样频率（最大 200kHz）、采样位数（8 位、16 位或 24 位）和采样通道（单通道或双通道）（取决于声卡）
- 4) 可校准输出通道。

非声卡系统：

请参阅各自的硬件手册

2. 可按指定的频率产生预先定义的波形：正弦波、方波、三角波、锯齿波。方波的占空比可调。
3. 可产生真正的非重复性的白噪声和粉红噪声。
4. 可进行多音合成，即可将预先定义的几种波形按各自指定的频率、振幅和相位混合，还可加入指定幅度的白噪音或粉红噪音。每个通道最多可混合 32 种音调。
5. 可通过波形库文件自定义任意波形。波形库文件是一个 TXT 文本文件，内含一个周期波形图上的每个点的坐标。可用两个或以上的数据点来定义一个波形。
6. 支持最大长度序列（MLS）的生成。长度从 127 到 16777215 可选。
7. 支持双音频信号（DTMF）的生成。
8. 支持音阶信号的生成。
9. 预先定义的波形、多音合成和自定义的波形可以按线性或者对数扫频的方式在指定的时间及频率范围内生成相应波形的扫频信号。
10. 先定义的波形、白噪声、粉红噪声、多音合成和自定义的波形以及 MLS 可以按线性或者对数扫幅的方式在指定的时间及振幅范围内生成相应波形的扫幅信号。

11. 如果两通道的输出信号具有相同的频率，则还可设定他们之间的相位差。
12. 输出信号幅度可调。
13. 生成的信号可保存为 WAV 波形文件或 TXT 文本文件。文件长度最长可达 1000 秒。
14. 输出信号可部分（即一个通道，而另一个通道用于现场信号输入）或全部（即双通道）通过软件自身实时回馈到示波器的输入端，用于显示和分析。支持信号发生器与示波器间的同步运作，同步精度与采样频率同级。可指定在信号发生器开始输出信号后何时启动示波器。
15. 可为输出信号设置屏蔽以产生猝发信号。一个屏蔽周期包括一个通过信号和一个阻挡信号的时间。可设置是否对每个猝发信号进行锁相。
16. 支持输出信号的渐入/渐出。
17. 支持 DDS 模式（如果相应的硬件支持的话）
18. 支持直流偏移调节（如果相应的硬件支持的话）
19. 在 Windows2000、XP、2003、Vista、7、8 及以上的版本下，用户界面支持多国语言，包括：简体中文、繁体中文、英文、法文、德文、意大利文、西班牙语、葡萄牙文、俄文、日文和韩文。在 Windows95、98、Me、WindowsNT 下，仅支持当地语言和英文。

1.5.4 万用表

1. 可显示当前数据帧的有效值（RMS），单位可为：Vrms, dBV, dBu。
2. 可显示当前数据帧的声压值，单位可为：dB, dB(A), dB(B), dB(C)。
3. 可显示当前数据帧的频率（通过频率计数器）、转速（RPM）、计数、占空比、频率电压转换值、周期有效值、周期平均值。可设置计数器的触发电平和触发滞回，以先将模拟信号转化为矩形的脉冲信号然后计数。
4. 可为每通道的计数器指定分频因子。
5. 如果使用加速度，速度或位移传感器，则可显示加速度，速度和位移的有效值，峰值/峰峰值、峰值因数。
6. 在 Windows2000、XP、2003、Vista、7、8 及以上的版本下，用户界面支持多国语言，包括：简体中文、繁体中文、英文、法文、德文、意大利文、西班牙语、葡萄牙文、俄文、日文和韩文。在 Windows95、98、Me、WindowsNT 下，仅支持当地语言和英文。

1.5.5 数据记录仪

1. 可为 151 个导出参数和 16 个用户自定义参数提供长时间的记录，这些参数包括：有效值、峰值频率、声压、转速、THD 等。
2. 可打开多达 8 个数据记录窗口，每个窗口可记录多达 8 个参数。您可配置需要记录的导出参数。
3. 可配置每条记录曲线的颜色。
4. 可调节 Y 轴的范围。支持线性和对数刻度。
5. X 轴始终为时间轴，精度为毫秒，显示范围可调节。当新的数据从窗口右边进来后，屏幕会自动滚动。
6. 数据以文本格式记录。每个日志文件包含最多 32767 条记录。文件名将反映出数据的时标。日志文件可重新调入数据记录仪窗口显示。
7. 支持三种记录方式：最快（即记录每次采集到新数据）、时间间隔（即当采集到新的数据而且从上次记录到现在的时间超过了指定的时间间隔时，作一次数据记录）、更新阈值（即当采集到新的数据而且该数据与上次记录之差超过了指定的更新阈值时，作一次数据记录）。
8. 每幅图形中的数据都可以按文本方式复制到粘贴板中以便粘贴到其它软件（例如：Microsoft Excel）中作进一步的处理和分析。每幅图的图像也可以按位图方式复制到粘贴板中以便粘贴到其它软件（例如：Microsoft Word）中。
9. 在 Windows2000、XP、2003、Vista、7、8 及以上的版本下，用户界面支持多国语言，包括：简体中文、繁体中文、英文、法文、德文、意大利文、西班牙文、葡萄牙文、俄文、日文和韩文。在 Windows95、98、Me、WindowsNT 下，仅支持当地语言和英文。

1.5.6 频谱 3D图

1. 支持瀑布图和声谱图。
2. 对于瀑布图，T 轴的倾角和 Y 轴的高度可调。有 6 种调色板：无彩色、彩虹色、蓝色、黄色、黑白、黑白（反向）。
3. 对于声谱图，有 5 种调色板：彩虹色、蓝色、黄色、黑白、黑白（反向）。
4. X 轴支持线性和对数刻度。
5. Y 轴以绝对模式显示，单位可为：Vrms、dBV、dBu、dB、dBFS。
6. 频谱截面的数目可在 10~200 间选择。

7. 每个频谱截面皆有时标，精度为毫秒。
8. 可用 3D 光标读数器来读取实际测量点的 X、Y、T 值。并将通过该测量点的频谱截面加亮并显示到一个单独的 X-Y 图中。
9. 每幅图形中的数据都可以按文本方式复制到粘贴板中以便粘贴到其它软件（例如：Microsoft Excel）中作进一步的处理和分析。每幅图的图像也可以按位图方式复制到粘贴板中以便粘贴到其它软件（例如：Microsoft Word）中。
10. 在 Windows2000、XP、2003、Vista、7、8 及以上的版本下，用户界面支持多国语言，包括：简体中文、繁体中文、英文、法文、德文、意大利文、西班牙语、葡萄牙文、俄文、日文和韩文。在 Windows95、98、Me、WindowsNT 下，仅支持当地语言和英文。

1.5.7 设备测试计划

1. 提供了一个配置并运行您自己的设备测试步骤的工具。它利用了声卡（或其它 ADC/DAC 硬件）能同时进行输入输出的特点，来向被测设备（DUT）输出一个激励信号，同时采集从被测设备返回的响应信号来进行处理分析。本工具支持生成不同的激励信号，并能用不同的方法来处理和分析响应信号。
2. 支持 18 种指令及其相应的参数
3. 可测试多达 151 个导出参数和 16 个用户自定义参数，包括有效值、峰值频率、声压值、转速、增益、THD 等。
4. 测试结果（例如：幅频特性、相频特性等）可实时由 X-Y 图绘制出来，并可实时生成一个文本的检测报告，支持多达 8 个 X-Y 图。
5. 支持数据文件的批处理和信号序列的捕捉及存储。
6. 可创建、编辑、修改、保存、上锁、加载、执行一个设备测试计划。
7. 有两种设备测试计划：上锁的和未上锁的。上了锁的设备测试计划不允许被修改。
8. 支持合格 / 不合格的检验。
9. 在 Windows2000、XP、2003、Vista、7、8 及以上的版本下，用户界面支持多国语言，包括：简体中文、繁体中文、英文、法文、德文、意大利文、西班牙语、葡萄牙文、俄文、日文和韩文。在 Windows95、98、Me、WindowsNT 下，仅支持当地语言和英文。

1.5.8 LCR表

1. 可测量电感、电容和电阻的数值或由它们组成的网络的阻抗，并用大号字体显示出来。
2. 支持两种外接线方式：高阻抗测量所采用的串行连接，和低阻抗测量所采用的并行连接。串行连接利用声卡本身的输入阻抗作参考，而并行连接采用外部的阻值相对较小的电阻作参考。
3. 支持在不同频率下对声卡的输入阻抗进行校准。
4. 外部电阻（若采用的话）的阻值可从屏幕键入。
5. 可显示量程并能随相关的配置改变而更新
6. LCR 表是一个特殊的设备检测计划，它具有一个内置的 LCR 测量算法。默认的 LCR 测试计划采用 1kHz 的正弦信号，但若需要的话，您可以配置您自己的 LCR 测试计划，例如采用不同的测试信号等。
7. 与设备检测计划一样，测试结果可以采用多达 8 个 X-Y 图绘制出来，X 轴和 Y 轴的变量可配置。
8. 在 Windows2000、XP、2003、Vista、7、8 及以上的版本下，用户界面支持多国语言，包括：简体中文、繁体中文、英文、法文、德文、意大利文、西班牙文、葡萄牙文、俄文、日文和韩文。在 Windows95、98、Me、WindowsNT 下，仅支持当地语言和英文。

1.5.9 DDP查看器

1. 可通过一个独立的窗口显示一个导出参数（DDP）或用户自定义参数（UDDP）的数值。最多可打开 16 个窗口。
2. 可设置高高限（HH）、高限（H）、低限（L）、低低限（LL）报警。
3. 可设置数值显示的精度。
4. 允许用户定义 UDDP。

1.6 小心注意

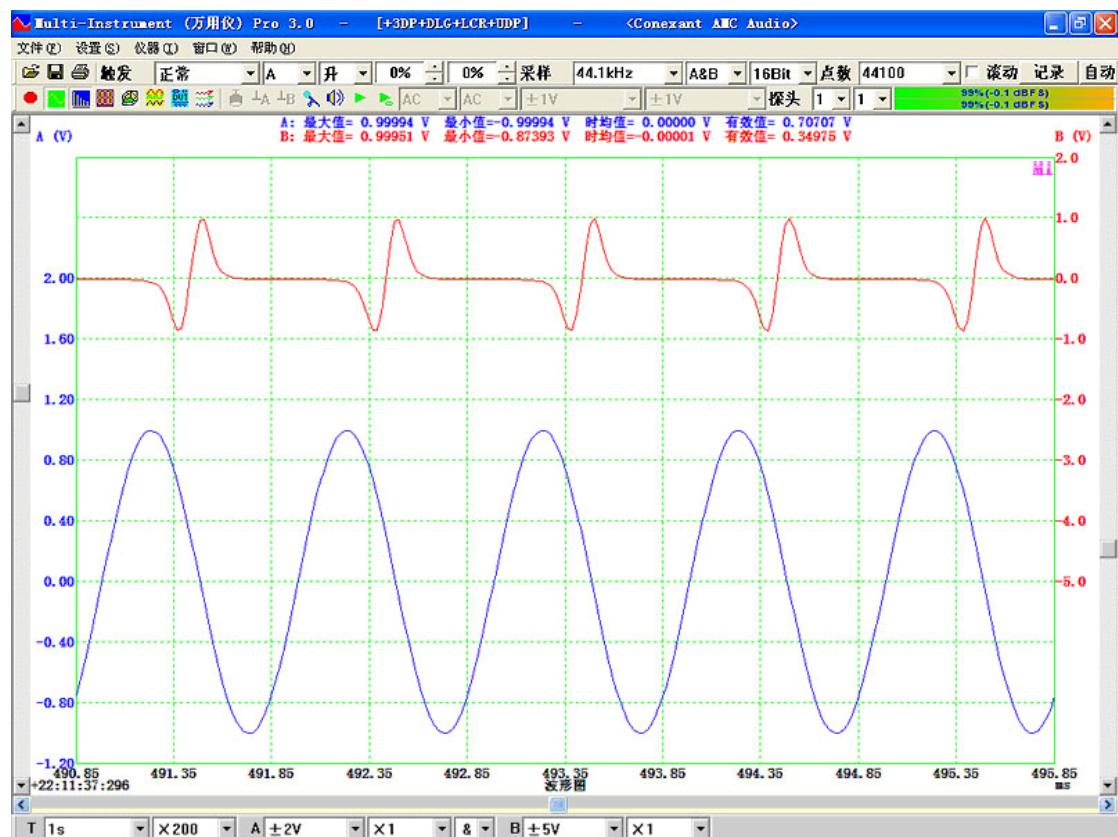
高电压信号将轻易烧坏您的声卡（或 ADC/DAC 硬件）甚至您的电脑。在连接外部设备时，务请额外小心并严格遵守您的声卡（或 ADC/DAC 硬件）制造商提供的用户说明书上的指示。千万不可连接未知幅度的信号。如果信号幅度太高，请将信号衰减后再连接入声卡（或 ADC/DAC 硬件）。

在进行电子或电气电路工作时，为避免个人损伤，请严格遵守各项安全规程。

在任何情形下，本软件的作者及公司将不会为由于使用或不当使用本软件而造成
的个人损伤、硬件或数据损坏、财产损失或亏损等事件负责。

2 示波器

2.1 概述



这是一个双踪示波器，它提供以下五种波形显示：

- 实时双踪波形
- 实时波形相加
- 实时波形相减
- 实时波形相乘
- 实时李莎如图

并显示各种统计数据，包括最大值、最小值、平均值和有效值（RMS）。在示波器窗口的左下方将显示每帧数据的时标，精度为毫秒。

示波器中所显示的信号可通过杂项工具条上的“播放”或“循环播放”按钮直接输出。

在进行各种数据分析之前，可对所采集的信号先进行数字滤波处理，支持低通、高通、带通、带阻和任意滤波，所支持的数字滤波器的种类包括：FFT、FIR 和 IIR。

它还可工作于记录模式，在该模式下，能连续将所采集的信号录制到硬盘中，直到手动停止录制或所记录的数据长度超过 2G 为止，以较早者为准。本示波器还可工作于“滚动”模式。

当使用加速度，速度和位移传感器时，示波器可以执行他们之间的波形转换。

示波器可在同一窗口中显示模拟和数字信号，因此可跟混合信号示波器（MSO）硬件相连作为混合信号示波器使用。

示波器支持数字余辉显示模式和等效时间采样模式。

2.2 触发参数



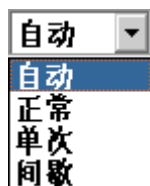
以上工具条从左到右包括：触发模式、触发源、触发沿、触发电平、触发延迟、触发频率抑制。

本软件支持硬件触发和软件触发。对于硬件触发，其触发功能视硬件而定。不同的硬件在上述参数中可能有不同的内容。

对于基于声卡的系统，对每帧数据的采集可以指定触发条件。本软件将输入信号的监视和采集与被采集到的数据的显示和分析当作两个同时进行的过程，当采集到一帧数据之后，它会立刻开始寻找下一个触发事件以便采集下一帧数据。同时，它将显示和分析被采集到的数据。由于目前的电脑运行速度相当快，数据的显示和分析通常比数据的监视和采集来得快，因为后者受到每帧扫描时间的局限而无法随电脑速度的加快而加快。万一输入信号的监视和采集比数据的显示和分析更快，则还没来得及显示和分析的数据将被最新采集到的一帧数据覆盖掉，从而保证了数据的分析和显示总是使用最新采集到的一帧数据。

对于周期信号，为了得到稳定的波形显示，必须正确设置触发参数，以保证在每个周期中，只有唯一一个满足条件的触发点。本软件也包含有一个特别设计的算法，能有效消除在采样频率相对于信号频率偏低时造成的波形晃动。

2.2.1 触发模式



本软件支持四种触发模式：

● 自动模式

这里的自动模式可以是“真正的”自动模式或者是“实际上的”自由模式，这取决于所使用的模数转换器硬件。

真正的自动模式与正常模式（请见下面一节）相似。所指定的同步触发条件仍然有效，只是倘若在规定的触发时间窗口内没有得到触发，则系统仍将强制采集一帧数据。在这种模式下，即使被测信号是周期性的，波形显示也可能会不稳定，因为每帧数据并不一定始于同样的触发点。

在自由模式下，无需触发，本软件就会连续不断地采集一帧一帧的数据并进行分析和显示。在此模式下屏幕刷新最快。但是，即使被测信号是周期性的，波形显示也不一定稳定，因为每帧数据并不一定始于同样的触发点。触发源、触发沿、触发电平和触发延迟的选择在此模式下被禁止。

对于基于声卡的数据采集，自动模式指的是自由模式。

● 正常模式

在此模式下，在被测信号满足所指定的同步触发条件时，本软件会采集一帧数据并进行分析和显示。此过程会一直重复直到示波器停止为止。

对于基于声卡的数据采集，当扫描时间（记录长度）非常短时，示波器的显示可能变得不稳定。对于内置声卡，建议在扫描时间小于 500 μ s 时，应采用间歇模式；对于外置声卡，建议在扫描时间小于 5ms 时，应采用间歇模式。注意以上建议数值可能因声卡而异。

● 单次模式

在此模式下，在被测信号首次满足所指定的同步触发条件时，本软件会采集一帧数据并进行分析和显示，然后自动停止采集信号。可选择触发源、触发沿、触发电平和触发延迟。本模式尤其适用于对瞬态信号的捕捉。

间歇模式

它类似于正常模式，只是在采集到一帧数据后，软件会重新初始化数据采集过程，因此屏幕刷新较慢。

对于基于声卡的数据采集，建议在扫描时间（记录长度）非常短、示波器的显示在正常模式下变得不稳定时，采用此模式。

2.2.2 触发源



对于单通道（A）采集，触发源只能是通道 A 而不能选择。

对于双通道（A&B）采集，则可选择触发源，或者是通道 A，或者是通道 B。

如果所使用的硬件支持的话，本软件还支持 EXT（外部）触发和 ALT（交替）触发。外部触发可以是外部数字触发或触发电平可调的外部模拟触发。在 ALT 触发模式下，两个通道各自独立触发。您可以使用 ALT 触发模式来同时得到两个独立周期信号的稳定的波形显示。

2.2.3 触发沿



可选择 5 种触发沿：

“升”：如果选择“升”，则当信号从下往上穿过触发电平时将触发数据采集。

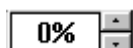
“降”：如果选择“降”，则当信号从上往下穿过触发电平时将触发数据采集。

“UD”：如果选择“UD”，则当信号从下往上或上往下穿过触发电平时将触发数据采集。

“JP”：如果选择“JP”，则当信号的变化幅度超过由触发电平所指定的范围时将触发数据采集。当触发电平为正时，信号的变化必须是正向的，即从低往高；当触发电平为负时，信号的变化必须是负向的，即从高往低。例如：在此模式下，触发电平=100%表示信号幅度在相邻的两个采样点之间必须增加模/数转换满程范围的 50%（即 $1/2V_{pp}$ 的 100%）才能触发数据采集。触发电平=-100%表示信号幅度在相邻的两个采样点之间必须减少模/数转换满程范围的 50%（即 $1/2V_{pp}$ 的 100%）才能触发数据采集。

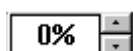
“DF”：如果选择“DF”，则当信号的变化幅度的绝对值超过由触发电平所指定的范围时将触发数据采集。在此模式下，触发电平只能在 0%到 100%之间调节。例如：触发电平=100%表示信号幅度在相邻的两个采样点之间必须增加或减少模/数转换满程范围的 50%（即 $1/2V_{pp}$ 的 100%）才能触发数据采集。

2.2.4 触发电平



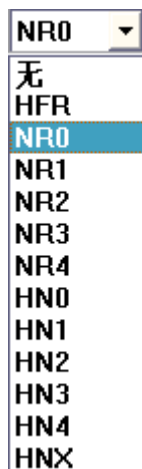
触发电平以模/数转换满程范围的 $1/2$ （即 $1/2V_{pp}$ ）的百分比表示，范围为-100%~100%。-100%和 100%分别对应于模/数转换范围的最低端和最高端。但当触发沿为“DF”时，此值只能在 0~100%间调节。触发电平也可以通过拉动示波器图上的触发电平标记来调节（参见后面的“触发标记”章节）。

2.2.5 触发延迟



触发延迟选择框位于触发电平选择框的右边。它以每帧采样长度的百分比表示，范围为-100%~100%。正数为延迟触发，负数为超前触发。触发延迟也可以通过拉动示波器图上的触发延迟标记来调节（参见后面的“触发标记”章节）。

2.2.6 触发频率抑制



触发频率抑制可以用来滤掉触发信号中的噪音以避免误触发。取决于所采用的模数转换硬件，可选项有：无（全通）、HFR（高频抑制）、NR0~NR4（噪声抑制）、HN0~HNX（高频抑制+噪声抑制）。噪声抑制有多个等级。通常 0~4 级的噪声抑制滞回是固定的，而 X 级的噪声抑制滞回可由用户通过[设置]>[模数转换设备]来设定。详情请参考相应的硬件说明书。

2.3 采样参数



以上工具条从左到右包括：采样频率、采样通道、采样位数、每帧采样点数。

采样参数和触发参数决定了本软件如何采集一帧数据。采样能力完全取决于所使用的模数转换硬件。在上述参数中，不同的硬件可能有不同的内容。

当按下“运行”键后，本软件将尝试用指定的采样参数进行采样。如果所用的模数转换硬件不支持这些采样参数，则会弹出错误信息。

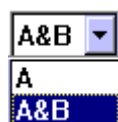
注意，有些声卡在采样频率超过其能力时不一定会弹出错误信息，因此在您采用超过 44100Hz 的采样频率前，请参考声卡说明书，看该采样频率是否被支持，否则可能会引入测量误差。

2.3.1 采样频率



对于基于声卡的系统，可选择以下采样频率：2kHz，4kHz，8kHz，11.025kHz，16kHz，22.05kHz，32kHz，44.1kHz，48kHz，64kHz，88.2kHz，96kHz，176.4kHz，192kHz，200kHz。另外，在示波器没有运行时，您也可以直接键入所需的采样频率。

2.3.2 采样通道



对于基于声卡的系统，有两个选项：

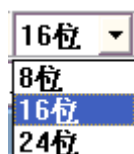


只采集通道 A。



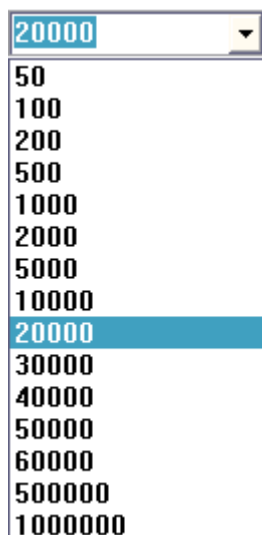
同时采集通道 A 和通道 B。

2.3.3 采样位数



对于基于声卡的系统，有三个选项：8 位、16 位和 24 位。

2.3.4 采样点数



每帧采样点数决定了每帧数据的记录长度。在通常情况下，您并不需要直接指定采样点数，因为它可由扫描时间和采样频率来决定，即采样点数=扫描时间×采样频率。当您改变扫描时间或采样频率时，采样点数会自动随之改变。在某些情形下，您可能希望直接指定采样点数，例如，您可能希望采样点数为 10 的整数倍或者是 2 的整数次方，那么您可以直接选择或键入您所需要的采样点数，扫描时间将自动随之改变以正好将全部的采样点数包括在内。

采样点数有 15 项选择：50、100、200、500、1000、2000、5000、10000、20000、30000、40000、50000、60000、500000、1000000。您也可以直接键入您所需要的采样点数。如果采样点数太大，超过了电脑内存容量，则会有错误信息弹出。

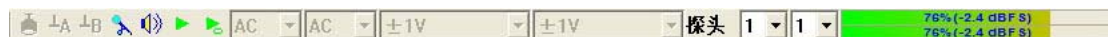
在软件初始安装时，采样点数编辑框处于只读状态，以避免使初学者产生混淆。您可以通过[设置]>[显示]>[在采样参数条上允许手动改变采样点数]使能该编辑框。

可设置的最大采样点数由所采用的模数转换硬件中的缓冲内存的大小决定。在您更改扫描时间或采样频率，或直接更改采样点数时，应当记住这一准则。本软件也会强制执行这一准则。例如，当您更改扫描时间造成所需要的采样点数超过模数转换硬件中的缓冲内存的大小时，本软件将自动尝试降低采样频率以保证所需要的采样点数小于或等于模数转换硬件中的缓冲内存的大小。当您更改采样频率造成所需要的采样点数超过模数转换硬件中的缓冲内存的大小时，本软件将自动尝试降低扫描时间以保证所需要的采样点数小于或等于模数转换硬件中的缓冲内存的大小。如果该尝试失败，则屏幕上将弹出错误信息。

当您更改扫描时间或采样频率时，本软件也将强制采样点数大于或等于最小采样点数，以保证每帧数据包含足够的数据点。若您设置的采样数据点数低于最小采

样点数，则本软件将调节采样频率或扫描时间以保证采样点数大于最小采样点数。应当注意的是，若您直接更改采样点数，则本软件将视其为有目的的动作而不会强制执行这一准则。本软件对不同的模数转换硬件设有不同的最小采样点数。

2.4 杂项参数



以上工具条从左到右包括：倒置输入信号、调零 A、调零 B、Windows 录音控制、Windows 音量控制、播放、循环播放、ADC 通道 A 的耦合类型、ADC 通道 B 的耦合类型、ADC 通道 A 的范围、ADC 通道 B 的范围、探头 A 的当前开关档位、探头 B 的当前开关档位、A 通道输入电平峰值、B 通道输入电平峰值。

2.4.1 倒置输入信号

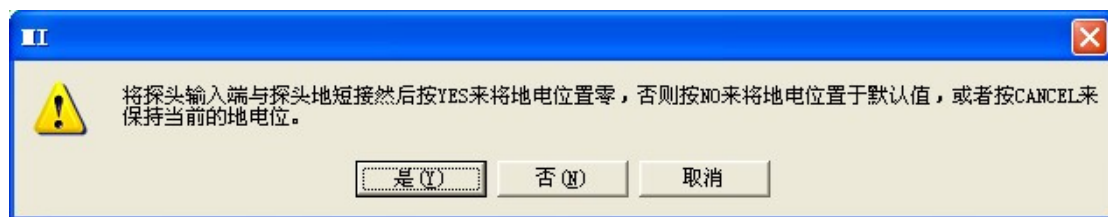
若按下按钮，输入信号在模 / 数转换后将被倒置（例如+1V 倒置后将变为-1V）后，再进行触发、采集、分析和显示。

此按钮的出厂默认状态为“释放”。

2.4.2 地电位调零

当输入端接地时，示波器应显示一条位于 0V 的笔直的水平线。然而，有的模数转换硬件可能会存在一定的偏置电压误差，因此需要调零补偿。

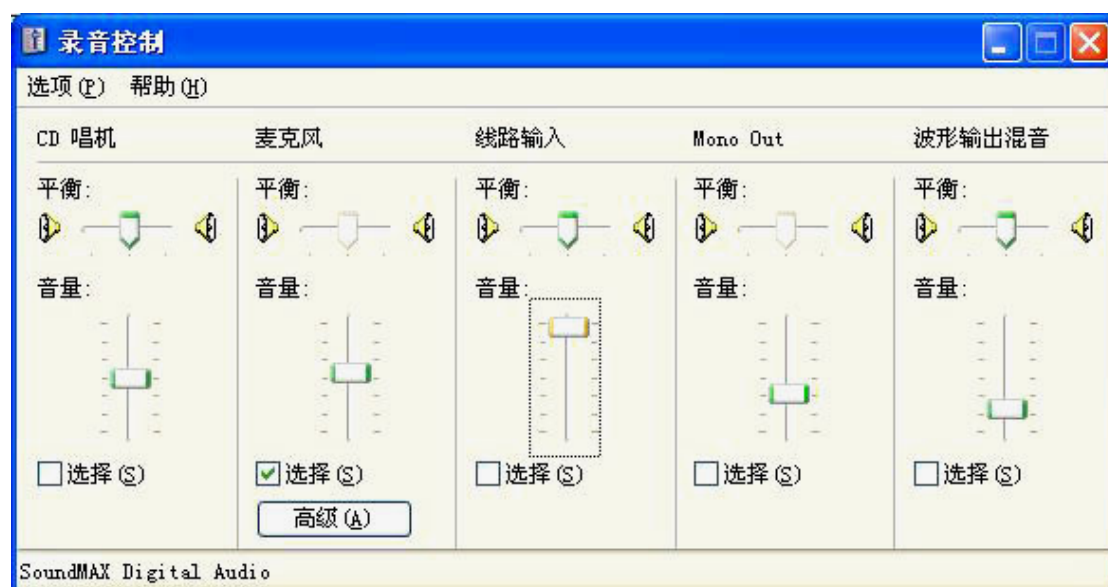
：此键只有在触发模式为“自动”且示波器处于运行状态时，才处于使能状态。点击后，会弹出一个信息窗，带有三项选择，“Y”、“N”、“C”。您应在选择 Y 之前将通道 A 的输入端接地，以将通道 A 的地电位调零。若您选择 N，则该通道的地电位会被重置为默认值（即没有补偿的情形）。您可以选择 C 来取消此操作。



LB：此键只有在触发模式为“自动”、采样通道为“A&B”且示波器处于运行状态时，才处于使能状态。点击后，会弹出一个信息窗，带有三项选择，“Y”、“N”、“C”。您应在选择 Y 之前将通道 B 的输入端接地，以将通道 B 的地电位调零。若您选择 N，则该通道的地电位会被重置为默认值（即没有补偿的情形）。您可以选择 C 来取消此操作。

2.4.3 Windows录音控制

2.4.3.1 Windows Vista之前的录音控制面板



上图为一个典型的 Windows XP（或之前的操作系统）的录音控制面板，不同的声卡在录音控制面板中可能有不同的选项。

2.4.3.1.1 声卡选择

从 Windows 的控制面板中调出 Windows 录音控制面板时，若电脑上配置了多块声卡，则您需要先选择用于本软件数据采集的声卡。

若您按动杂项工具条上的按钮 ，则用于本软件数据采集的声卡的录音控制面板将被打开。

对于本软件，录音控制面板是用来选择输入源和调整内部增益的。声卡的选择则可以通过[设置]>[模数转换设备]>[设备号]来选择。

2.4.3.1.2 输入源选择

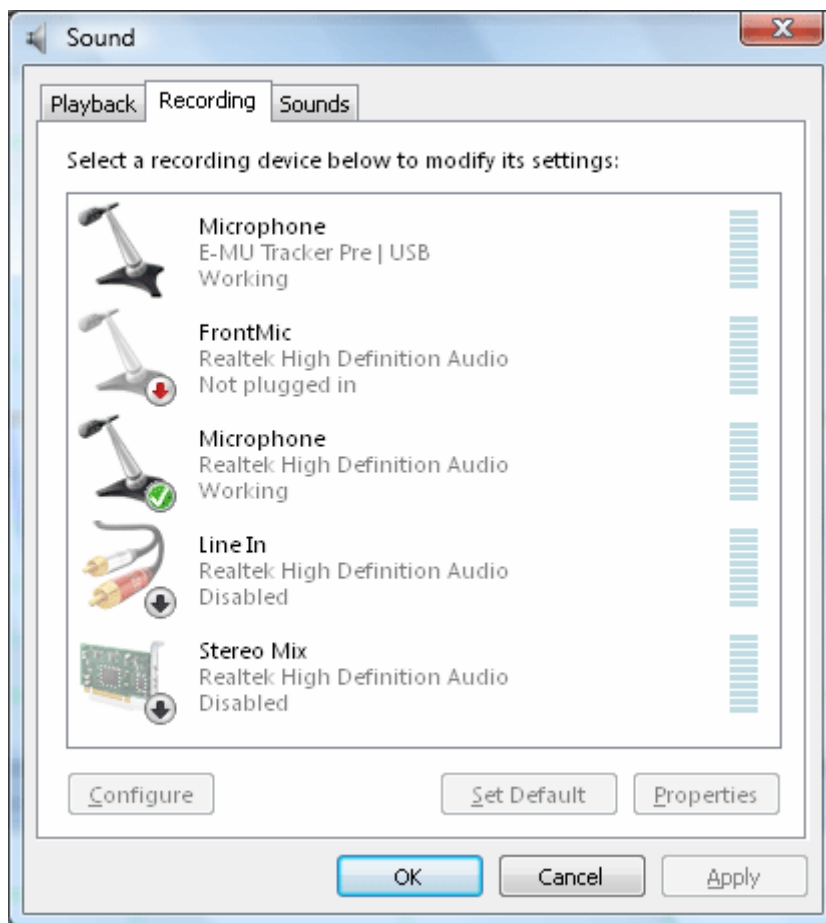
通过 Windows 录音控制面板，您可以选择数据采集的输入信号源，例如：CD 唱机、话筒（麦克风）、线路输入、Wave Out Mix 等，这些选项与所用的声卡有关。若要测试外部的电信号，应采用话筒或线路输入。“Wave Out Mix”（有时被称为“*What U Hear*”或类似名称）选项可以用来获取声卡正在输出的信号，您可以选择该项作为输入信号源来分析并显示信号发生器正在输出的波形。这实际上将软件切换到了一种仿真模式，该模式在声卡的混音器级形成回馈。

2.4.3.1.3 输入增益调节

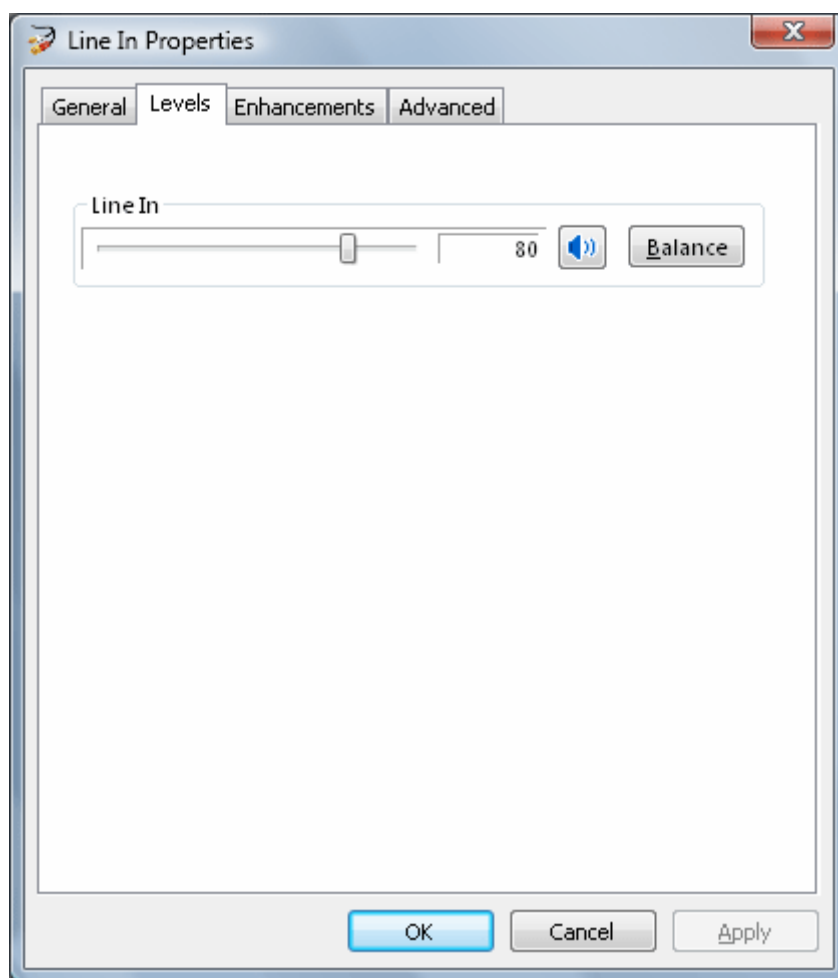
输入增益可通过调节输入信号源的音量滑块来实现。对于话筒输入，通常还可以在话筒的高级控制中通过选择或清除话筒增益提升（*Mic Boost*）选项来进一步地调节输入增益。选择话筒增益提升通常可将增益提升 10 倍（即 20dB）。



2.4.3.2 Windows Vista的录音控制面板



Windows Vista 的录音控制面板比以前有了一些改动。在 Windows Vista 下，您不用先选择声卡然后再打开它的录音控制面板。您只需要在 Windows 的声音录制控制面板中先选择一个输入端点（Endpoint，即某块声卡上的某个输入源，例如：某块声卡的话筒输入），然后再打开其属性页来调节其增益即可。



2.4.3.2.1 输入端点选择

若您按动杂项工具条上的按钮, 则 Windows 的声音录制控制面板将被打开。

对于本软件, Windows 的声音录制控制面板是用来调节所选择的输入端点的内部增益的。输入端点的选择则是通过[设置]>[模数转换设备]>[设备号]来选择的。注意: 只有那些已被使能的输入端点可供选择, 在示波器运行时, 任何对于输入端点的在线操作(例如: 使能、设置为默认值)都可能导致软件停止采集信号。必要时, 您将需要重新启动数据采集。

2.4.3.2.2 输入增益调节

所选择的输入端点的增益可通过在 Windows 的声音录制控制面板中选择该端点, 然后打开其属性页来调节。

2.4.4 Windows音量控制

2.4.4.1 Windows Vista之前的音量控制面板



上图为一个典型的 Windows XP（或之前的操作系统）的音量控制面板，不同的声卡在音量控制面板中可能有不同的选项。

2.4.4.1.1 声卡选择

从 Windows 的控制面板中调出 Windows 音量控制面板时，若电脑上配置了多块声卡，则您需要先选择用于本软件信号输出的声卡。

若您按动杂项工具条上的按钮 ，则用于本软件信号输出的声卡的音量控制面板将被打开。

对于本软件，音量控制面板是用来选择输出源和调整输出增益的。声卡的选择则可以通过[设置]>[数模转换设备]>[设备号]来选择。

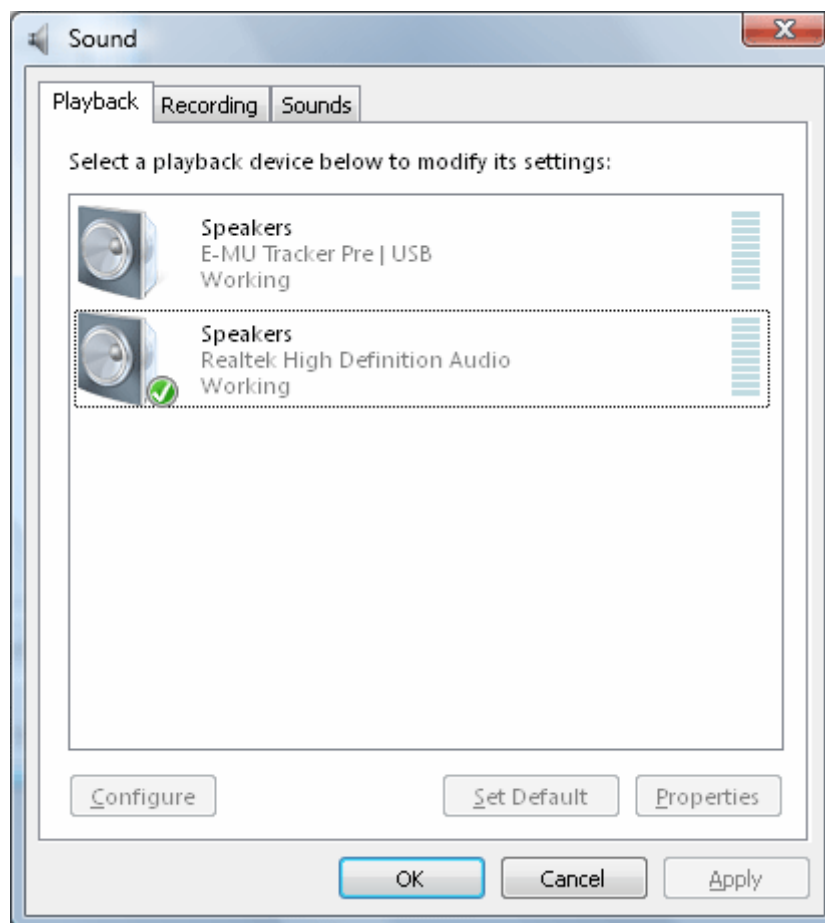
2.4.4.1.2 输出源选择

通过 Windows 音量控制面板，您可以选择信号输出的信号源。对于本软件的信号发生器，除“音量控制”和“波形”外，其余的信号源都应当设置于静音状态，以去掉不必要的噪音。

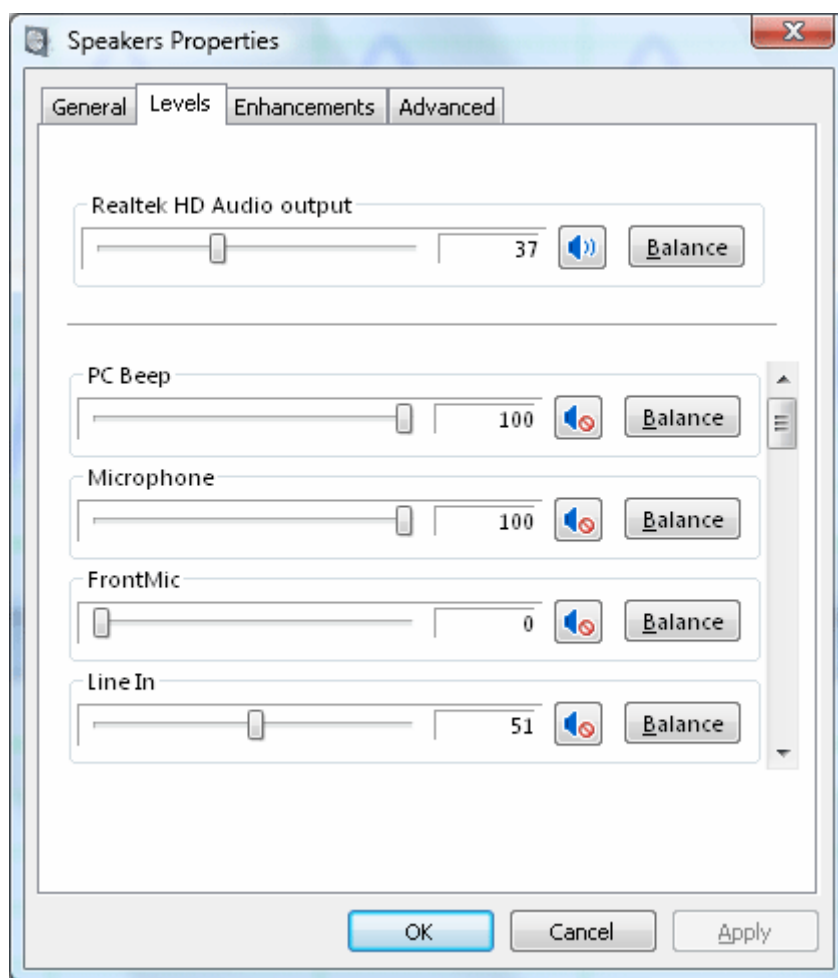
2.4.4.1.3 输出音量调节

输出音量可由“音量控制”滑块或“波形”滑块来调节。

2.4.4.2 Windows Vista的音量控制面板



在 Windows Vista 下，您只需要在 Windows 的声音播放**控制面板**中先选择一个输出端点（Endpoint，即某块声卡上的某个输出端口，例如：某块声卡的喇叭输出），然后再打开其属性页来选择其输出源并调节其增益。



2.4.4.2.1 输出端点选择

若您按动杂项工具条上的按钮，则 Windows 的声音播放**控制面板**将被打开。

对于本软件，Windows 的声音播放**控制面板**是用来为所选择的输出端点选择输出源并调节其增益的。输出端点的选择则是通过[设置]>[数模转换设备]>[设备号]来选择的。

2.4.4.2.2 输出源选择

在 Windows 的声音播放**控制面板**上，打开所选择的输出端点的属性页，然后选择输出源。对于本软件的信号发生器，除“主音量控制”外，其余的信号源都应当设置于静音状态，以去掉不必要的噪音。

2.4.4.2.3 输出增益调节

输出增益可通过调节“主音量控制”滑块来实现。

2.4.5 波形播放

按动杂项工具条上的播放按钮，可将示波器中显示的波形播放出来。

请注意，只有当波形的采样频率和采样位数与 Windows 默认的声卡兼容时，回放才可能实现。

2.4.6 波形循环播放

按下杂项工具条上的循环播放按钮，可将示波器中显示的波形循环播放出来。放开该按钮，可停止播放。

请注意，只有当波形的采样频率和采样位数与 Windows 默认的声卡兼容时，回放才可能实现。

2.4.7 ADC通道A和B的耦合类型



左边一个是模数转换器通道 A 的耦合类型，右边一个是模数转换器通道 B 的耦合类型。

几乎所有的声卡都是交流耦合的。至于其他的 ADC 硬件，根据所使用的硬件的不同，可选择交流、直流或接地。

2.4.8 ADC通道A和B的范围



左边一个是模数转换器通道 A 的范围，右边一个是模数转换器通道 B 的范围。

对于声卡，通常需要进行校准来确定其 ADC 的范围。其 ADC 的范围随输入增益的变化而变化，输入增益可通过 Windows 录音控制面板来调节。

对于其它的 ADC 硬件，通常不需要进行校准，因为在其说明书中通常已经标明了 ADC 的范围。如果该 ADC 硬件支持多个的 ADC 范围（即增益可调），则上述复选框将成为可选的。

2.4.9 探头A和B当前位置



杂项工具条上的以上选择框用于选择与探头衰减开关当前档位相应的衰减倍数，左边一个是通道 A 的，右边一个是通道 B 的，有三个开关档位可选。由本公司生产的声卡示波器专用探头最适合用于本软件。请参考：虚仪声卡示波器探头（P601）使用说明书。

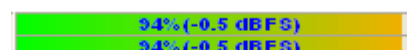
下载地址：

http://cn.virtins.com/Virtins_Sound_Card_Oscilloscope_Probe_Manual_ZHCHS.pdf

请注意：此选择框只选择与探头衰减开关当前档位相应的衰减倍数，它并不能帮您设置探头衰减开关的位置，而您应当自行手动设置。

衰减倍数的设置画面可通过[设置]>[校准]进入，这将在后面章节介绍。

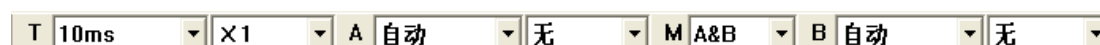
2.4.10 ADC通道A和B的输入电平峰值



以上两个峰值指示器用来反映当前数据帧的峰值，上面一个是通道 A 的，下面一个是通道 B 的，它用模/数转换满程电压的百分比来表示。当指示器从 0% 变到 100% 时，其填充色由绿色变为橙色。

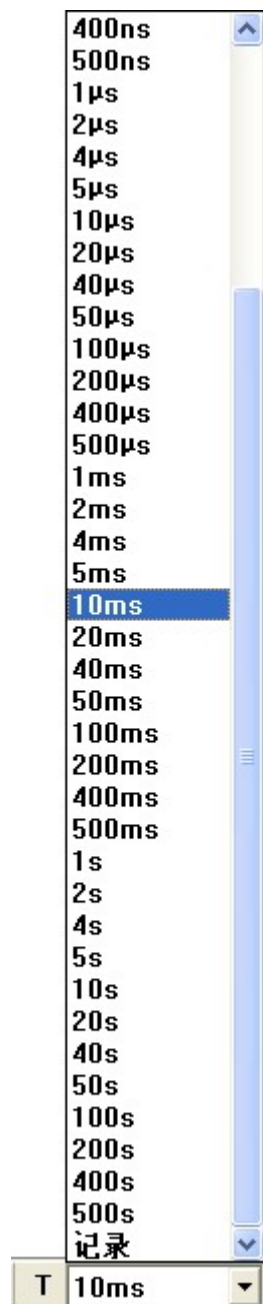
若输入电平峰值等于 100%，建议调低内部增益、增加外部衰减、或直接调低信号幅度，以避免削顶失真发生。

2.5 显示参数



显示参数决定了如何分析和显示被采集到的数据。

2.5.1 扫描时间 (T)



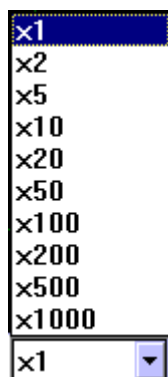
扫描时间有 49 项选择：1ns、2ns、4ns、5ns、10ns、20ns、40ns、50ns、100ns、200ns、400ns、500ns、1μs、2μs、4μs、5μs、10μs、20μs、40μs、50μs、100μs、200μs、400μs、500μs、1ms、2ms、4ms、5ms、10ms、20ms、40ms、50ms、100ms、200ms、400ms、500ms、1s、2s、4s、5s、10s、20s、40s、50s、100s、200s、400s、500s、记录。

此参数适用于示波器的所有显示类型。

若您选择了较长的扫描时间,则所采集的数据和分析结果需要花较长的时间才能在屏幕上显示出来。当扫描时间较长时,您可以选择采样参数工具条上的“滚动”选项,以使屏幕能实时更新。请参阅滚动模式的章节。

若您选择了“记录”,则示波器将进入记录模式。请参阅记录模式的章节。

2.5.2 扫描时间放大倍数



扫描时间放大倍数是水平坐标轴的放大倍数,它有 10 项选择: $\times 1$ 、 $\times 2$ 、 $\times 5$ 、 $\times 10$ 、 $\times 20$ 、 $\times 50$ 、 $\times 100$ 、 $\times 200$ 、 $\times 500$ 、 $\times 1000$ 。

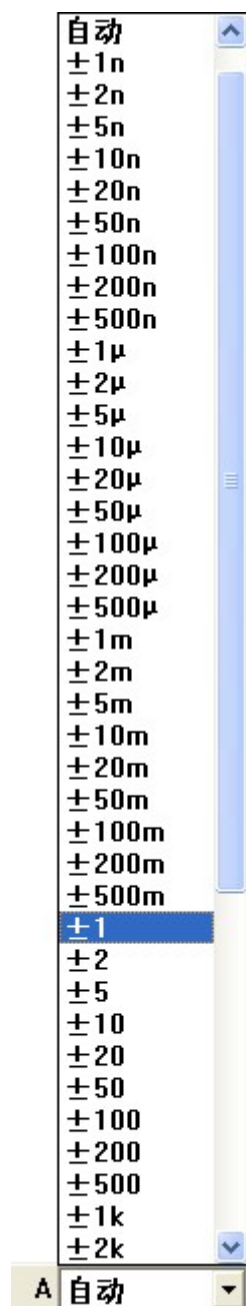
当选择“ $\times 1$ ”时,显示窗口将以其可视宽度显示整个扫描时间范围。

如果您将扫描时间放大倍数置于大于 1 的“ $\times N$ ”档,则显示窗口在其可视宽度内只显示整个扫描时间范围的 $1/N$ 。显示窗口的底部还将出现一个水平滚动条,移动它可滚动显示整个扫描时间范围。

此参数适用于除李莎如图以外的示波器的所有显示类型。

如果您把光标放于 T 轴下面,屏幕上将显示出一个放大镜,这时您也可以通过按动鼠标的左、右键来调节放大倍数。

2.5.3 通道A显示范围



您可以指定通道 A 的显示范围，有以下几个选择：无、自动、 $\pm 1\text{n}$ 、 $\pm 2\text{n}$ 、 $\pm 5\text{n}$ 、 $\pm 10\text{n}$ 、 $\pm 20\text{n}$ 、 $\pm 50\text{n}$ 、 $\pm 100\text{n}$ 、 $\pm 200\text{n}$ 、 $\pm 500\text{n}$ 、 $\pm 1\mu$ 、 $\pm 2\mu$ 、 $\pm 5\mu$ 、 $\pm 10\mu$ 、 $\pm 20\mu$ 、 $\pm 50\mu$ 、 $\pm 100\mu$ 、 $\pm 200\mu$ 、 $\pm 500\mu$ 、 $\pm 1\text{m}$ 、 $\pm 2\text{m}$ 、 $\pm 5\text{m}$ 、 $\pm 10\text{m}$ 、 $\pm 20\text{m}$ 、 $\pm 50\text{m}$ 、 $\pm 100\text{m}$ 、 $\pm 200\text{m}$ 、 $\pm 500\text{m}$ 、 ± 1 、 ± 2 、 ± 5 、 ± 10 、 ± 20 、 ± 50 、 ± 100 、 ± 200 、 ± 500 、 $\pm 1\text{k}$ 、 $\pm 2\text{k}$ 、 $\pm 5\text{k}$ 、 $\pm 10\text{k}$ 、 $\pm 20\text{k}$ 、 $\pm 50\text{k}$ 、 $\pm 100\text{k}$ 、 $\pm 200\text{k}$ 、 $\pm 500\text{k}$ 、 $\pm 1\text{M}$ 、 $\pm 2\text{M}$ 、 $\pm 5\text{M}$ 、 $\pm 10\text{M}$ 、 $\pm 20\text{M}$ 、 $\pm 50\text{M}$ 、 $\pm 100\text{M}$ 、 $\pm 200\text{M}$ 、 $\pm 500\text{M}$ 。请注意，上述选项的工程单位由通道 A 的传感器的工程单位决定，它可以通过 [设置]>[校准]>[传感器]>[单位]来设置。

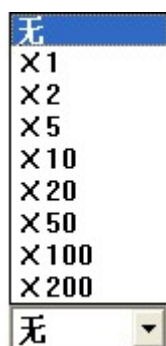
当选择“无”时，示波器将不会显示通道 A 中的信号。当选择“自动”时，通道 A 的显示范围将由以下公式决定：

显示范围 = 刚好大于或等于[模数转换范围]/[传感器灵敏度]的整数。

传感器的灵敏度是通过[设置]>[校准]>[传感器]>[灵敏度]来设置的。

此参数适用于示波器的所有显示类型。不过请注意，在显示波形相加、波形相减或波形相乘时，本参数代表“通道 A+通道 B”、“通道 A-通道 B”或“通道 A × 通道 B”的范围。

2.5.4 通道A放大倍数



通道 A 放大倍数有九项选择：无、×1、×2、×5、×10、×20、×50、×100、×200。

当选择“无”时，显示窗口将以其可视长度显示通道 A 整个范围。

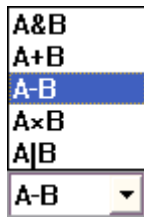
当选择“×1”时，显示窗口仍将以其可视长度显示通道 A 整个范围，不同之处在于在窗口左边会出现一个垂直滚动条，您可以用它上下移动通道 A 的数据曲线。

如果您将放大倍数置于大于 1 的“×N”档，则显示窗口在其可视长度内只显示通道 A 整个范围的 1/N。显示窗口的左边还将出现一个垂直滚动条，移动它可滚动显示通道 A 整个范围。

此参数适用于除李莎如图之外的示波器的所有显示类型。不过请注意，在显示波形相加、波形相减或波形相乘时，本参数代表“通道 A+通道 B”、“通道 A-通道 B”或“通道 A×通道 B”。

如果您把光标放于 A 轴左侧，屏幕上将显示出一个放大镜，这时您也可以通过按动鼠标的左、右键来调节放大倍数。

2.5.5 显示类型



示波器有五种显示类型：

 A&B

双踪波形显示（通道 A 和通道 B）

 +

波形相加显示（通道 A+通道 B）

 -

波形相减显示（通道 A-通道 B）

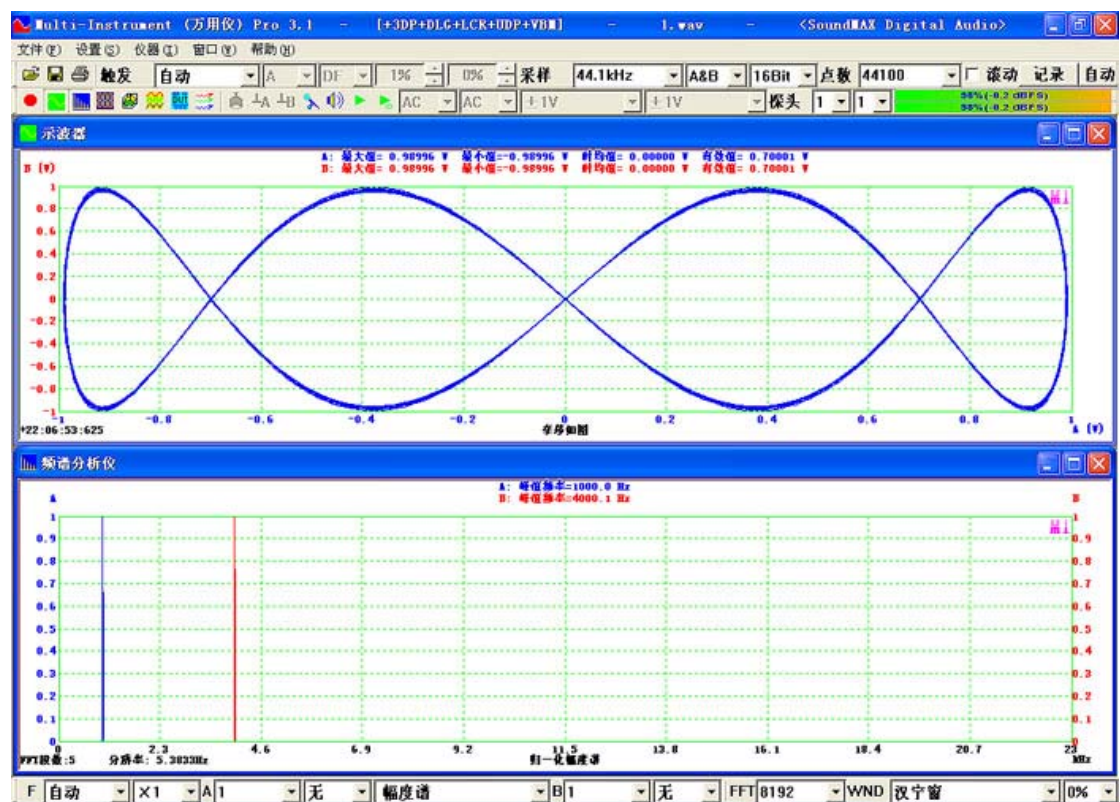
 ×

波形相乘显示（通道 A×通道 B）

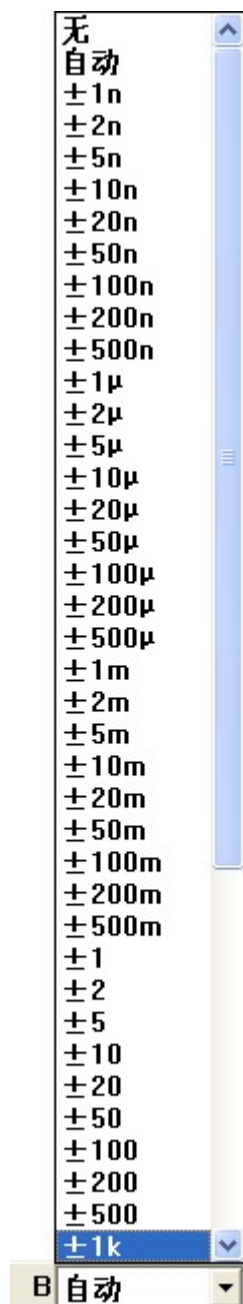
 |

李莎如图显示（X 轴：通道 A；Y 轴：通道 B）

您可以选择上面任何一种类型来显示。下图就是一个李莎如图的例子，其中 A 通道为 1kHz 正弦信号，B 通道为 4kHz 正弦信号。



2.5.6 通道B显示范围



您可以指定通道 B 的显示范围，有以下几个选择：无、自动、 $\pm 1\text{n}$ 、 $\pm 2\text{n}$ 、 $\pm 5\text{n}$ 、 $\pm 10\text{n}$ 、 $\pm 20\text{n}$ 、 $\pm 50\text{n}$ 、 $\pm 100\text{n}$ 、 $\pm 200\text{n}$ 、 $\pm 500\text{n}$ 、 $\pm 1\mu$ 、 $\pm 2\mu$ 、 $\pm 5\mu$ 、 $\pm 10\mu$ 、 $\pm 20\mu$ 、 $\pm 50\mu$ 、 $\pm 100\mu$ 、 $\pm 200\mu$ 、 $\pm 500\mu$ 、 $\pm 1\text{m}$ 、 $\pm 2\text{m}$ 、 $\pm 5\text{m}$ 、 $\pm 10\text{m}$ 、 $\pm 20\text{m}$ 、 $\pm 50\text{m}$ 、 $\pm 100\text{m}$ 、 $\pm 200\text{m}$ 、 $\pm 500\text{m}$ 、 ± 1 、 ± 2 、 ± 5 、 ± 10 、 ± 20 、 ± 50 、 ± 100 、 ± 200 、 ± 500 、 $\pm 1\text{k}$ 、 $\pm 2\text{k}$ 、 $\pm 5\text{k}$ 、 $\pm 10\text{k}$ 、 $\pm 20\text{k}$ 、 $\pm 50\text{k}$ 、 $\pm 100\text{k}$ 、 $\pm 200\text{k}$ 、 $\pm 500\text{k}$ 、 $\pm 1\text{M}$ 、 $\pm 2\text{M}$ 、 $\pm 5\text{M}$ 、 $\pm 10\text{M}$ 、 $\pm 20\text{M}$ 、 $\pm 50\text{M}$ 、 $\pm 100\text{M}$ 、 $\pm 200\text{M}$ 、 $\pm 500\text{M}$ 。请注意，上述选项的工程单位由通道 B 的传感器的工程单位决定，它可以通过[设置]>[校准]>[传感器]>[单位]来设置。

当选择“无”时，示波器将不会显示通道 B 中的信号。当选择“自动”时，通道 B 的显示范围将由以下公式决定：

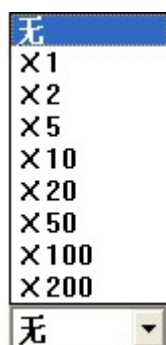
显示范围 = 刚好大于或等于[模数转换范围]/[传感器灵敏度]的整数。

传感器的灵敏度是通过[设置]>[校准]>[传感器]>[灵敏度]来设置的。

如果采样通道设置为“A”（单通道），则不会用到本参数。

此参数适用于示波器的双踪波形显示和李莎如图，在其他显示类型下是不会用到并禁止选择的。

2.5.7 通道B放大倍数



通道 B 放大倍数有九项选择：无、×1、×2、×5、×10、×20、×50、×100、×200。

当选择“无”时，显示窗口将以其可视长度显示通道 B 整个范围。

当选择“×1”时，显示窗口仍将以其可视长度显示通道 B 整个范围，不同之处在于在窗口右边会出现一个垂直滚动条，您可以用它上下移动通道 B 的数据曲线。

如果您将放大倍数置于大于 1 的“×N”档；，则显示窗口在其可视长度内只显示通道 B 整个范围的 1/N。显示窗口的右边还将出现一个垂直滚动条，移动它可滚动显示通道 B 整个范围。

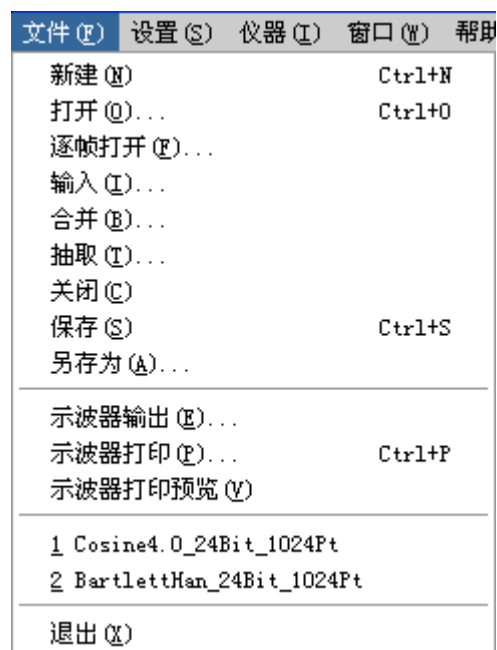
此参数适用于示波器的双踪波形显示，在其他显示类型下是不会用到并禁止选择的。

如果您把光标放于 B 轴右侧，屏幕上将显示出一个放大镜，这时您也可以通过按动鼠标的左、右键来调节放大倍数。

2.6 菜单

示波器有其自有的菜单, 通过各子菜单中的选项可以执行除前面介绍的功能以外的其他功能。

2.6.1 文件子菜单



在此子菜单下可以进行文件操作和打印功能。

2.6.1.1 新建（文件子菜单）（ALT-F-N，CTRL-N）

执行此命令将按出厂默认的面板设置创建一个新的空文件用于新的测量, 它将总是保存最新采集到的一帧数据。

当示波器、频谱分析仪和万用表都未打开时, 按动仪器工具条上的“示波器”

键 , 也可执行此命令, 创建一个新文件。

2.6.1.2 打开（文件子菜单）（ALT-F-O，CTRL-O）

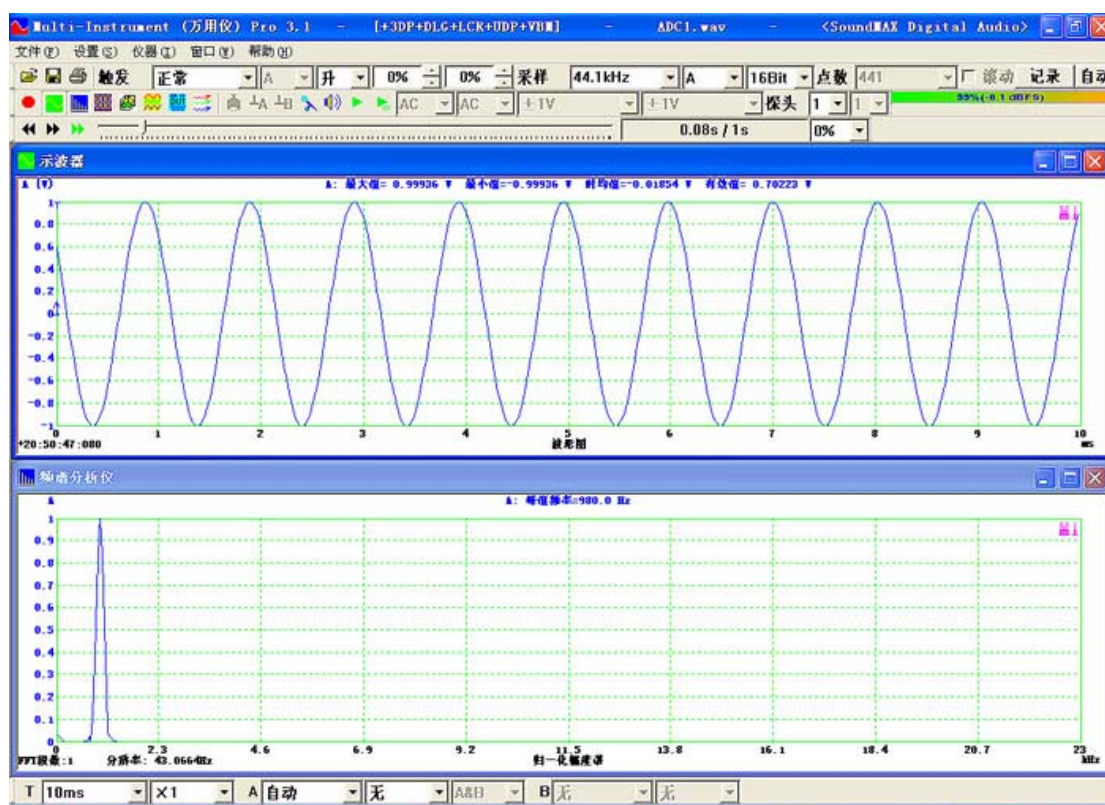
执行此命令将打开一个旧文件, 只有标准的或扩展的 PCM 格式的 WAV 波形文件才可被调入。在遇到不认识的文件格式时, 错误信息会弹出。由于许多第三方软件都支持 PCM 格式的 WAV 波形文件, 您也可以使用那些软件例如视窗 Windows 提供的“录音机”记录数据, 然后用本软件来分析和显示这些数据。

按动采样参数工具条上的“打开”键, 也可打开一个旧文件。本软件只允许打开一个文件。

若被打开的文件太大, 因内存限制不能在一帧中显示, 则软件将自动转为逐帧打开模式(参见随后的描述)。

2.6.1.3 逐帧打开(文件子菜单) (ALT-F-F)

此命令与前述的打开命令类似, 不同的是它是将 WAV 波形文件逐帧打开。因此在打开长的 WAV 波形文件时很有用。在执行此命令前, 必须设置每帧数据的点数。例如(参见下图), 若每帧数据的点数为 441 而 WAV 波形文件的长度为 44100 点, 则该文件将被分为 100 帧数据。在此模式下, 屏幕上将显示前述的长波形文件浏览条。其上的每个控件的用途如下:



: 上一帧。若按动该按钮, 当前显示位置将向上移动一帧, 如果文件尚未到头的话。

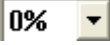
: 下一帧。若按动该按钮, 当前显示位置将向下移动一帧, 如果文件尚未到

尾的话。

：自动浏览。它是一个自锁按钮，若按下该按钮，当前显示位置将自动向下一帧一帧地移动，直到文件尾为止。每帧数据都将按当前的参数设置进行分析，不会漏掉任何一帧数据。此功能在对长波形文件进行数据后处理（例如：频谱 3D 图，数据记录仪）时非常有用。在自动浏览过程中，“上一帧”和“下一帧”按钮被禁止。若“自动浏览”按钮被释放，则自动浏览过程停止，“上一帧”和“下一帧”按钮被使能。

：当前帧的位置。它反映了当前帧在整个文件中所处的位置，也可以用它来选择当前帧。

：当前帧位置/文件长度。例如：0.08s/1s 表示当前帧起始于第 0.08 秒，文件长度为 1 分钟。

：帧重叠百分比。此参数指定了帧间的重叠百分比，适用于“下一帧”、“上一帧”、“自动浏览”命令。可在 0%~99%之间选择。作为对比，频谱分析仪中的窗口重叠百分比指定的是帧内的 FFT 段的重叠百分比。在 FFT 分析中，您可以通过对这两个重叠百分比的联合运用来设计您的整体重叠方案。

2.6.1.4 输入（文件子菜单）（ALT-F-I）

此命令用来打开一个符合格式的文本文件。以下是单通道和双通道的文本文件格式。

（1）单通道

范例

```
;Data Points  
;Sampling Frequency (Hz) = 44100  
;Sampling Bit Resolution (Bits) = 16  
;Sampling Channels = 1  
;A:Full-scale Voltage (V) = 1  
;A:Sensor Sensitivity (V/V) = 1  
;Total Data Points = 441  
1,0
```

2,0.141968
3,0.281097
.....
439,-0.41449
440,-0.281097
441,-0.141968

(2) 双通道

范例

```
;Sampling Frequency (Hz) = 44100  
;Sampling Bit Resolution (Bits) = 16  
;Sampling Channels = 2  
;A:Full-scale Voltage (V) = 1  
;A:Sensor Sensitivity (V/V) = 1  
;B:Full-scale Voltage (V) = 1  
;B:Sensor Sensitivity (V/V) = 1  
;Total Data Points = 441  
1,0,0  
2,0.141968,-0.141968  
3,0.281097,-0.281097  
.....  
439,-0.41449,0.41449  
440,-0.281097,0.281097  
441,-0.141968,0.141968
```

最前面的以“;”开始的几列是文件头，在“=”号右边的数值非常重要，它们指定了采样频率（Hz）、采样位数、采样通道数、满程电压、传感器灵敏度、和总数据点数。请注意，传感器灵敏度的单位表示为[ADC 工程单位] / [传感器工程单位]。本软件根据所使用的硬件的不同，支持两种的 ADC 工程单位，电压（V）和安培（A），而传感器的工程单位可以自由配置。

文件头之后是数据行。每行数据包括两个（单通道）或三个（双通道）由逗号分隔开的数值。第一个数值为序号，第二个和第三个数值分别为通道 A 和通道 B 的数据。这些通道数值的绝对值必须低于文件头所指定的[满程电压（电流）] / [传感器灵敏度]。

除上述的格式外，此命令还可以打开由示波器和信号发生器输出的文本文件，这些文件的格式与上述格式稍有不同（仅多一列时间值）。

您可以利用软件包的 WAV 目录中所提供的文件样本作为模板。

2.6.1.5 合并（文件子菜单）（ALT-F-B）

此命令用来合并两个波形文件。先必须打开一个波形文件，然后您可以从第二个波形文件中选择一个通道的数据，把它置入已打开的波形文件的任一通道。

可以合并的波形文件必须含有少于或等于两个通道的数据，并具有相同的采样频率和采样位数。第二个波形文件的数据记录长度必须小于或等于第一个波形文件。

2.6.1.6 抽取（文件子菜单）（ALT-F-T）

此命令用来从当前打开的波形文件中抽取数据并保存为另一个波形文件。



您可以抽取从某一时刻到某一时刻的数据，或者从某一点到某一点的数据。按动“另存为”将抽取的数据保存到一个波形文件中。

2.6.1.7 关闭（文件子菜单）（ALT-F-C）

执行此命令将关闭当前文件。若文件内容已被修改而且尚未存盘，则电脑将弹出一个信息来询问您是否需要保存修改后的信息。

2.6.1.8 保存（文件子菜单）（ALT-F-S, CTRL-S）

执行此命令将保存当前文件。若当前文件是新的，则电脑将弹出一个信息要求您输入文件名。

按动采样参数工具条上的“保存”键  同样会执行此命令。

当文件为空时，此命令被禁止。

2.6.1.9 另存为（文件子菜单）（ALT-F-A）

执行此命令可将当前文件保存到一个新指定的文件名中。当文件为空时，此命令被禁止。

2.6.1.10 示波器输出（文件子菜单）（ALT-F-E）

执行此命令可将当前采集到的数据输出到一个 TXT 文本文件中，或者将当前显示的数据曲线输出到一个 BMP 位图文件中。执行此命令后，“另存为”对话框会弹出，然后您可以通过选择“保存类型”中的“文本文件 (*.txt)”或“位图文件 (*.bmp)”来选择输出 TXT 文本文件还是 BMP 位图文件。输出的文本文件可以输入第三方软件，例如微软的 EXCEL，作进一步的分析与处理。

当文件为空时，此命令被禁止。

2.6.1.11 示波器打印（文件子菜单）（ALT-F-P, CTRL-P）

执行此命令可将当前显示的数据曲线从打印机上打印出来。

按动采样参数工具条上的“打印”键同样会执行此命令。

当文件为空时，此命令被禁止。

2.6.1.12 示波器打印预览（文件子菜单）（ALT-F-V）

执行此命令可在打印前预先浏览一下所要打印的画面。当文件为空时，此命令被禁止。

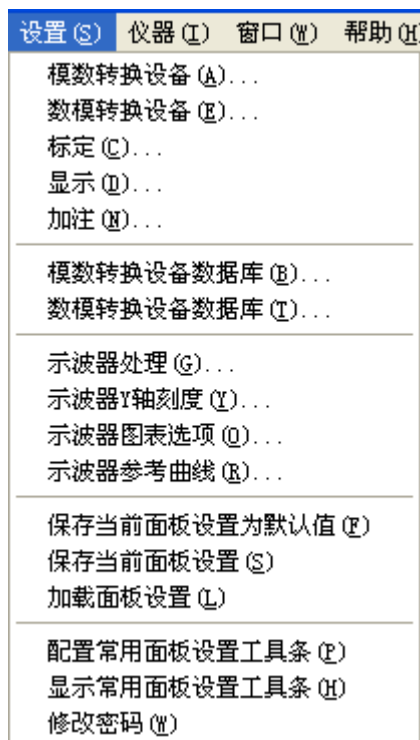
2.6.1.13 近期文件（文件子菜单）

这里显示的是最近打开过的四个文件。您可以直接从这里选择一个文件来打开。

2.6.1.14 退出（文件子菜单）（ALT-F-X）

执行此命令将退出本软件。

2.6.2 设置子菜单



在此子菜单下可以进行各项设置功能。

2.6.2.1 模数转换设备（设置子菜单）(ALT-S-A)



此对话框是用来选择和配置本软件所使用的 ADC 硬件的。在选择前您必须确保该硬件设备已经连接到您的电脑上了。

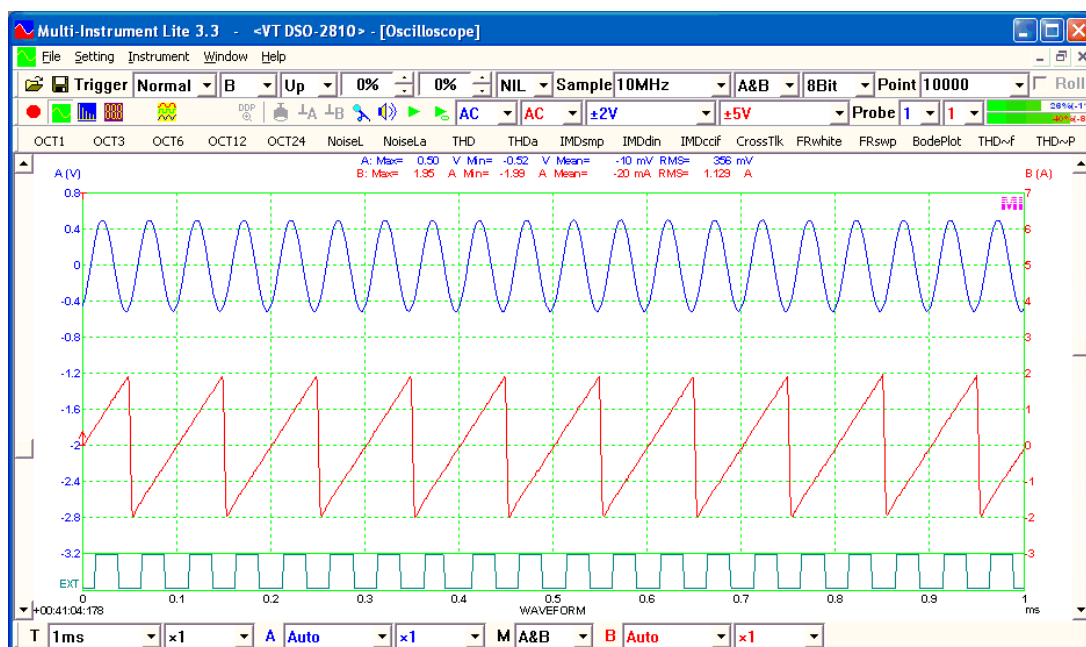
可供选择的设备型号是通过[设置]>[模数转换设备数据库]来配置的，这将在稍后的章节介绍。一旦您在设备型号复选框中选择一个设备型号，其余的参数将相应更新。如果系统中有多多个同一类设备存在，则您可以通过选择设备号来选择

其中一个。对于不同的设备型号，您可能还需要配置触发类型、设备通道、范围、耦合类型和端接类型等参数。请参阅“模数转换设备数据库”章节中对这些参数的说明。

范围和耦合类型也可以在主窗口的杂项工具栏上选择。

本软件支持两个逻辑 ADC 通道：A 和 B。如果所使用的 ADC 硬件有超过两个的物理通道，那么您需要将其中的两个物理通道分别指定为本软件的通道 A 和通道 B。

除了模拟输入通道外，有些模数转换设备（例如：VT DSO-2810 和 VT DSO-2810E）具有数字输入通道。您可以通过选择相应的检查框来将该数字通道的信号显示在示波器窗口中。有些模数转换设备允许您调节将输入到数字通道的模拟信号数字化的阈值。下图是一个显示混合信号的例子。

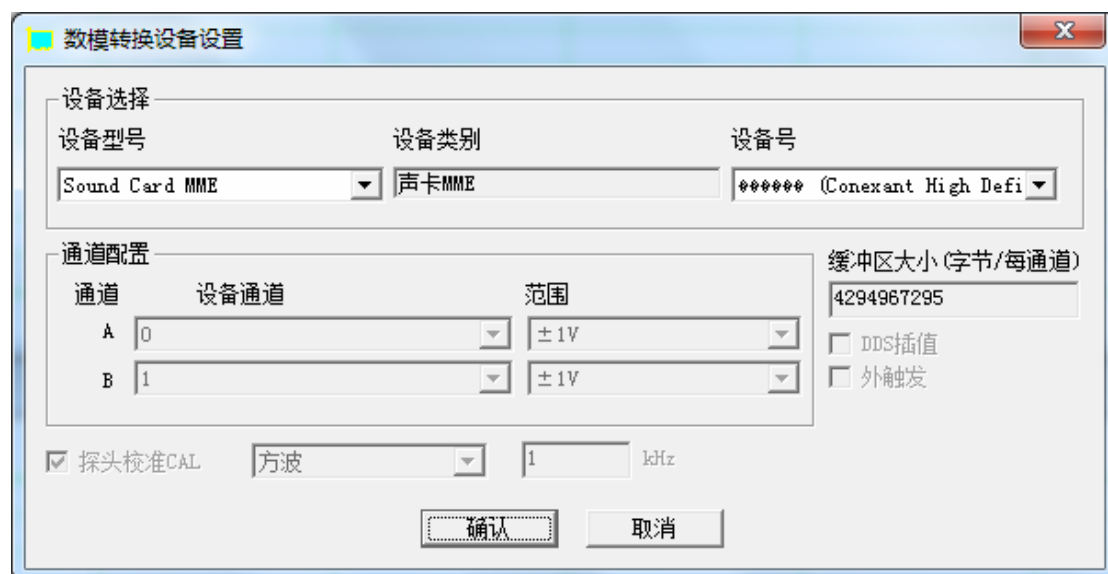


在模数转换设备对话框的“杂项”部分，有两个跟硬件有关的选项：（1）有效位分辨率增强 （2）主触发。详情请参考相应的硬件说明书。

在“触发频率抑制 HNX”部分，您可以定义采样参数条上的触发频率抑制复选框中的 HNX 选项。您可以指定（1）是否添加高频抑制（2）噪声抑制滞回（%）。详情请参考相应的硬件说明书。

如果按下“确认”按钮，这里的参数设置将被保存。

2.6.2.2 数模转换设备（设置子菜单）（ALT-S-E）



此对话框是用来选择和配置本软件所使用的 DAC 硬件的。在选择前您必须确保该硬件设备已经连接到您的电脑上了。

可供选择的设备型号是通过[设置]>[数模转换设备数据库]来配置的，这将在稍后的章节介绍。一旦您在设备型号复选框中选择一个设备型号，其余的参数将相应更新。如果系统中有多多个同一类设备存在，则您可以通过选择设备号来选择其中一个。对于不同的设备型号，您可能还需要配置设备通道、范围等参数。请参阅“数模转换设备数据库”章节中对这些参数的说明。

本软件支持两个逻辑 DAC 通道：A 和 B。如果所使用的 DAC 硬件有超过两个的物理通道，那么您需要将其中的两个物理通道分别指定为本软件的通道 A 和通道 B。

有的模数转换设备有一个探头校准信号输出（Probe CAL）。通常这是一个 1kHz～10kHz 的方波信号。在进行探头校准时，将这个信号通过示波器探头输入示波器中，然后仔细调节探头上的补偿电容，使示波器屏幕上显示的波形“方正”且无失真，即既无过补偿又无欠补偿。您可以选择输出方波或 MLS 信号。当选择输出 MLS 信号时，这里的频率指的是 MLS 发生器的时钟频率而不是输出信号的频率。通常探头校准信号输出处于激活状态。您可以通过取消检查框的选择来禁止探头校准信号的输出。详情请参考相应的硬件说明书。

上面对话框中的 DDS 插值和外触发选项跟所采用的硬件密切相关的。DDS 数模转换设备采用一个查找表（即：DDS 缓冲区）来保存要生成的信号的形状。DDS 的输出会受到查找表大小的影响，因为查找表只能保存有限个点的数据来描述一个波形的形状。当从查找表中的一个点跳到下一个点时，DDS 的输出会出现不连续的“跳跃”，从而产生额外的高频噪声。当输出信号的频率高时，这种状况也许不容易观察到，但当输出信号的频率逐步降低时，就会变得明显起来。DDS 插值法可解决或缓解这个问题。它不是将查找表中的数据直接输出，而是动态地计算查找表中相邻两个数据之间的线性插值。其效果相当于扩大了 DDS 查找表很多

倍。详情请参考相应的硬件说明书。

如果按下“确认”按钮，这里的参数设置将被保存。

2.6.2.3 校准（设置子菜单）（ALT-S-C）



以上对话框提供了以下参数/功能：

- 声卡输入校准
- 声卡输出校准
- 探头校准
- 输入 DC 调零偏显示
- 声卡输入状态显示
- 0dB 参考 Vr
- 频率电压转换校准
- 同步输出输入时延校准
- 传感器灵敏度和单位
- 功率计算中的负载因子

在声卡校准过程中，若声卡上带有自动增益控制（AGC）、低音提升、高音提升等附加功能，请将其禁止以避免使输入输出信号失去真实性。

2.6.2.3.1 声卡输入校准

您可以通过指定模/数转换的满程电压值（ $1/2V_{pp}$ ，即校准设置对话框中的“范围”）来校准输入通道。模/数转换的满程电压值随声卡内部增益的改变而改变。可通过前述的 Windows 录音控制面板来调节声卡的内部增益。对每个增益数值校准一次满程电压值并不实际也不必要。本软件将整个增益范围分为 5 段：0~20%、20%~40%、40%~60%、60%~80%、80%~100%，并假定增益在每段中是线性变化的。因此您最多只需校准增益为 20%、40%、60%、80%、100% 时的满程电压值，其它增益所对应的满程电压值可由软件自动通过线性插值得到。校准步骤如下：

正常校准步骤

（1）在校准设置对话框中点选需要校准的增益，软件将自动将增益设置为相应的数值，注意不要改动该增益的当前的满程电压设置。

（2）输入一个已知振幅或有效值（RMS）的正弦信号（例如：1kHz）到需要校准的通道中，调节信号源幅度（注意不可调节声卡的内部增益）直到输入电平峰值指示在 80%~95% 之间为止，以保证足够的校准精度。输入信号源可以是软件本身的经校准后的信号发生器。

（3）在计算框的“读数”栏，填入从本软件示波器中读取的振幅或有效值；在“实际值”栏，填入信号实际的振幅或有效值，该实际值可通过其它仪器例如传统的万用表或示波器测得，然后按“计算”键。则满程电压值将被自动填入相应的栏目中。

（4）选择其它需要校准的增益，重复（1）~（3）。

对于绝大多数的声卡，增益是线性的，而且话筒增益提升选项提供了准确的 20dB 的额外增益。在这种情况下，您只需要校准某一个增益数值的满程电压即可。因此校准步骤简化为：

简化了的校准步骤（适用于具有线性增益和 20dB 话筒增益提升的声卡）

（1）在校准对话框中点选需要校准的增益（例如：80%），软件将自动将增益设置为相应的数值，注意不要改动该增益的当前的满程电压设置。

(2) 输入一个已知振幅或有效值(RMS)的正弦信号(例如: 1kHz)到需要校准的通道中, 调节信号源幅度(注意不可调节声卡的内部增益)直到输入电平峰值指示在 80%~95%之间为止, 以保证足够的校准精度。输入信号源可以是软件本身的经校准后的信号发生器。

(3) 在计算框的“读数”栏, 填入从本软件示波器中读取的振幅或有效值; 在“实际值”栏, 填入信号实际的振幅或有效值, 该实际值可通过其它仪器例如传统的万用表或示波器测得, 然后按“计算”键。则满程电压值将被自动填入相应的栏目中。

(4) 若当前校准的是话筒输入, 则点击计算框的“全填(话筒)”按钮; 若当前校准的是线路输入, 则点击计算框的“全填(线路输入)”按钮。相应的所有的满程电压值将被自动填入。

若软件不能正确检测到声卡的输入状态, 或者采用的是 ASIO 驱动程序, 则您只需要为“其它/ASIO”项校准满程电压即可, 但要记住, 倘若在校准后改动声卡的增益, 则原来的校准参数无效。

若没有必要进行绝对幅度的测量, 则您可以不必进行任何校准, 采用出厂的默认值即可。

2.6.2.3.2 输出校准

您可以对信号发生器的输出通道进行校准, 先通过前述的 Windows 的音量控制来选定一个音量设置, 然后校准其数/模转换满程电压(1/2Vpp)。注意: 在校准后改变音量设置将使原来的校准参数无效。

校准的步骤如下:

(1) 通过 Windows 音量控制选定需要校准的音量, 注意不要改动当前的满程电压设置。

(2) 从本软件信号发生器输出一个正弦信号(例如: 1kHz), 将信号发生器面板上的输出振幅设为当前的未经校准的输出满程电压的 80%~100%, 以保证足够的校准精度。

(3) 在计算框的“读数”栏, 填入上述的未经校准的振幅值; 在“实际值”栏, 填入信号实际的振幅值, 该实际值可通过其它仪器例如传统的万用表或示波器测得, 然后按“计算”键。则输出满程电压值将被自动填入相应的栏目中。注意传统的万用表通常只显示有效值, 您可以通过下式将它转换为振幅值:

$$\text{振幅} = 1.414 \times \text{有效值}$$

2.6.2.3.3 探头校准

您可以定义最多三个探头衰减倍数。

对于基于声卡的系统，探头可自制，请参考本说明书的“基于声卡的系统的输入及输出连接”章节。若您希望购买市售成品，则建议采用本公司生产的声卡示波器专用探头。请参见本公司网页。

2.6.2.3.4 输入DC调零偏置显示

输入 DC 调零偏置显示在两个只读编辑框中，它们以模/数转换满程电压(1/2Vpp)的百分比来表示。在理想情况下，输入 DC 调零偏置应为零。一个正的数值表示该通道有正的 DC 残余信号，需要在软件中通过减去该数值来校正。输入 DC 调零偏置是通过前述的杂项工具条中的“调零”按钮来测得的。（请参见前面的“地电位调零”章节）。

显示此参数的主要目的是用于诊断。

2.6.2.3.5 0dB参考Vr

此参数仅在频谱分析仪和万用表显示 dB, dB(A), dB(B), dB(C)) 时才会用到。您可以定义自己的 0dB 参考值，或者将它校准到某一标准上，例如声压标准。

声压是由声波引起的介质中的压力变化。在空气中，它可用话筒来测量；在水中，它可用水听器来测量。声压水平（SPL）由下式定义：

$$\text{SPL (dB)} = 20 \lg(p_{\text{rms}}/p_0)$$

其中 p_0 是参考声压， p_{rms} 是被测声压的有效值（RMS）。在空气中，通常参考声压定为 $20\mu\text{Pa}(\text{rms})$ ；在水中，定为 $1\mu\text{Pa}(\text{rms})$ 。需要校准的“0dB 电压”是参考声压在本测量系统下所对应的电压的有效值。它必须同话筒或水听器一起校准，步骤如下：

- (1) 打开万用表，将显示类型设置为 dB。
- (2) 将一个经过校准的传统声压计与话筒放在一起。注意此声压计所采用的加权方式必须与软件所采用的加权方式一致。
- (3) 发出一个参考声音信号（例如：1kHz 正弦信号），调节声源的音量，使输入电平峰值指示在 80%~95%之间，以保证足够的测量精度。
- (4) 在计算框的“读数”栏，填入由本软件万用表的 dB 档所显示的声压值，在“实际值”栏，填入用传统声压计测得的实际的声压值，然后按“计算”键。则校准数值将被自动填入“0dB 电压”栏中。

应当首先校准输入通道再进行声压校准。

2.6.2.3.6 频率电压转换校准

此参数用于在万用表的频率电压转换档中将频率转换回电压。您可以指定频率范围和相应的电压范围，它们之间的关系是线路性的。

2.6.2.3.7 同步输出输入时延校准

此参数只适用于以下两种同步输出输入模式：“同步无回环”和“同步 iB=oA”。它表示的是从启动信号发生器到实际信号输出之间的时间延迟。校准此参数以便实现信号发生器和示波器之间的同步。

校准步骤如下：

(1) 将此参数设置为零。

(2) 将输出通道 A 与输入通道 A 用导线连接起来，在必要时要进行适当的衰减。

(3) 在信号发生器面板上，选择“同步 iB=oA”模式，并将“延迟启动示波器”的时间设置为零，准备输出 1 秒钟的 1kHz 正弦信号。

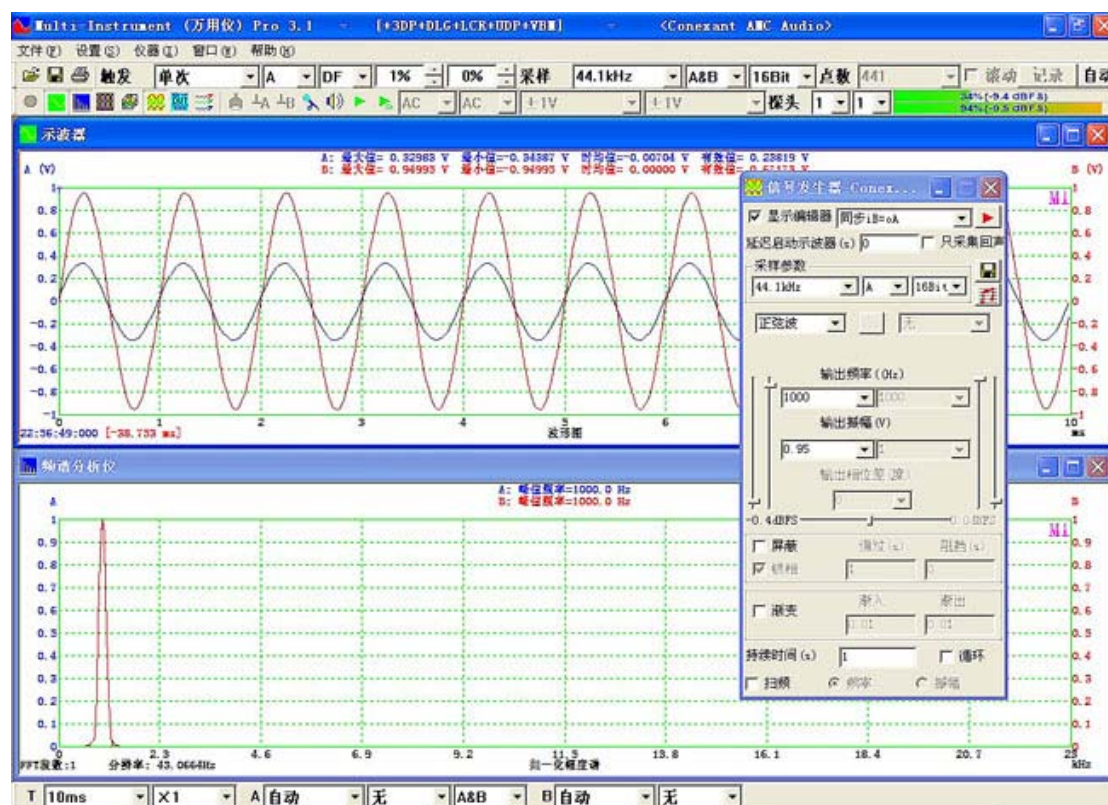
(4) 在示波器上，将“触发模式”设置为“单次触发”，“触发源”设置为“A”，“触发沿”设置为“DF”，“触发电平”设置为“1%”，“触发延迟”设置为“0%”，“扫描时间”设置为“10ms”。这些参数设置以及声卡的内部增益设置应当保证示波器恰好在输出信号的前沿到来之时得到触发。

(5) 若示波器处于运行状态则先停止示波器。

(6) 启动信号发生器。

(7) 在示波器中，通道 A 将显示由信号发生器输出的经过各硬件路径（声卡的输出通道、回环导线、声卡的输入通道）后得到的信号；通道 B 将显示由信号发生器输出的没有经过任何硬件而直接由软件回馈来的信号。在示波器的左下方将显示通道 A 的第一个数据点的时标，精度为毫秒。在该时标右边，将显示通道 B 相对于通道 A 的时间差别，精度为 1/1000 毫秒。通常此时间差应为负值，表示通道 B 的数据比通道 A 的早。将此时间差取反，即负值变为正值，填入所校准的同步输出输入时延中。可重复以上步骤来取得该值的平均值。

以下是上述测试的一个例子。



2.6.2.3.8 声卡输入状态显示

这里将显示两个状态：

- 声卡输入混音器状态，包括输入源以及增益百分比
- 根据声卡的输入混音器状态以及声卡的输入校准参数，通过内插 / 外推得到的声卡当前的 ADC 满程电压值。

请注意，如果您在此校准对话框打开的情况下，通过录音控制面板改变了声卡的输入混音器状态，则您可以点击刷新按钮来捕捉这些变化。

2.6.2.3.9 传感器灵敏度和单位

传感器灵敏度的单位表示为[ADC 工程单位] / [传感器工程单位]。本软件根据 ADC 硬件的不同，支持两种的 ADC 工程单位，电压 (V) 和安培 (A)。传感器的工程单位可以根据所使用的传感器来配置。本软件提供 6 个预先设定的工程单位选项：V (电压)、A (安培)、g (加速度)、m/s² (加速度)、m/s (速度)、

m（位移）。您也可以在工程单位编辑框中直接输入自定义的传感器工程单位。

2.6.2.3.10 功率计算中的负载因子

本软件中有几个与功率有关的导出参数(Derived Data Points, DDP, 请参见数据记录仪章节)。信号的功率由下式计算：

$$\text{功率} = \text{有效值}^2 / [\text{负载因子}]$$

例如，如果您测量的是一个电阻上的电压，则您可以在以上对话框的负载因子栏中填入电阻的阻值，即可从相应的导出参数得到该电阻所消耗的功率。如果您测量的是流过一个电阻的电流，则您可以在以上对话框的负载因子栏中填入电阻的阻值的倒数，即可从相应的导出参数得到该电阻所消耗的功率。

2.6.2.3.11 其它

上面对话框中每个按键的功能如下：

- 默认值：将所有参数设定为默认值。
- 确认：应用并保存修改后的参数并关闭对话框。
- 取消：取消所做的修改并关闭对话框。
- 高级：高级的与硬件密切相关的校准功能。详情请参考相应的硬件说明书。

2.6.2.4 显示设置（设置子菜单）（ALT-S-D）



2.6.2.4.1 显示颜色

对于所有的曲线窗口，可调节以下显示参数：

- 背景颜色
- 通道 A 颜色
- 通道 B 颜色
- 通道 EXT 颜色（数字通道）
- 坐标网格颜色
- 其它文本颜色，例如：加注文字的颜色和水平坐标轴刻度的颜色等。

点击上图的颜色框后会弹出一个让您选择颜色的对话框，您可以选择您所喜欢的颜色。

2.6.2.4.2 其它

在采样参数工具条上允许手动改变采样点数

选择此项，将允许高级用户从采样参数工具条上直接改变采样点数。例如：当您希望数据记录长度是 FFT 的整数倍时，可采用此功能。

启动后自动运行示波器

若选择此项，则软件下次启动时，将按用户默认的面板设置，自动运行示波器。

保存当前面板设置后退出

若选择此项，则当您退出本软件之前，当前的面板设置将被自动保存为默认的面板设置。

启动后锁定面板设置

若选择此项，则软件下次启动后，将自动锁定面板设置。

隐藏采样参数工具条

选择此项将隐藏采样参数工具条。

隐藏仪器及杂项工具条

选择此项将隐藏仪器及杂项工具条。

隐藏显示参数工具条

选择此项将隐藏显示参数工具条。

ASIO 缓冲区大小

此项只在使用声卡 ASIO 驱动程序而且 ADC 和 DAC 尚未运行时被使能。有三个选项：自动、最大值、最小值。通常应选择“自动”。可选择“最小”以达到最快的屏幕刷新。如果信号发生器输出的信号出现不连续现象，则应选择“最大值”。

2.6.2.4.3 语言

您可以将本软件的界面设置为您所喜爱的语言。在 Windows2000、2003、XP、Vista、7、8 及以上的版本下，用户界面支持多国语言，包括：简体中文、繁体中文、英文、法文、德文、意大利文、西班牙文、葡萄牙文、俄文、日文和韩文。在 Windows95/98/Me、Windows NT 下，仅支持当地语言和英文。

重新启动程序后，语言改变才会生效。

2.6.2.4.4 字体大小

此参数是用来调节每个图形窗口内的文本字体大小的。

2.6.2.4.5 刷新延迟

此参数是用来调节在当前数据帧的分析和显示完成之后并在获取下一帧数据之前之间的延迟时间。为了获得最快的屏幕刷新率，可将刷新延迟设置为 0%。

2.6.2.4.6 滚动步长

此参数指定在滚动模式下的滚动步长。根据所用的模数转换硬件的不同，以 ms（毫秒）或 pts（采样点数）为单位来表示。

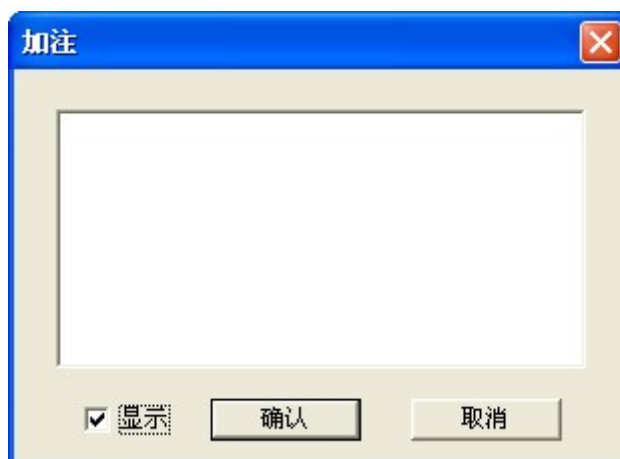
2.6.2.4.7 帧宽

此参数指定在记录模式下的帧宽。根据所用的模数转换硬件的不同，以 ms（毫秒）或 pts（采样点数）为单位来表示。

2.6.2.4.8 其它

- 默认值：将所有参数设定为默认值。
- 确认：应用并保存修改后的参数并关闭对话框。
- 取消：取消所做的修改并关闭对话框。

2.6.2.5 加注（设置子菜单）（ALT-S-N）



您可以给测量数据加注文字说明。若您选择了上图的“显示”，则加注文字将显示在数据曲线窗口内。保存 WAV 波形文件时，加注文字也被一并保存了。

2.6.2.6 模数转换设备数据库（设置子菜单）（ALT-S-B）



本软件能够基于由Virtins Technology开发的标准的采集软件接口规范(用于ADC的vtDAQ®和用于DAC的vtDAO®)来与其他ADC和DAC硬件(包括声卡)连接。对于每一类设备, 需要按照上述的软件接口规范开发相应的接口DLL(动态连接库)来连接本软件和硬件设备本身的驱动程序或软件接口。只要提供了相应的接口DLL, 本软件可以与任何ADC/DAC硬件设备连接。为了确保在本软件中能独立选择ADC和DAC硬件设备, 每个接口DLL应只包含ADC功能或DAC功能, 而尽可能不要同时包含这两个功能, 即使该硬件设备能同时支持ADC和DAC也应如此。例如: 您可以同时运行一个DSO(数字存储示波器)作为ADC, 和一个声卡作为DAC。

详细的vtDAQ和vtDAO接口规范, 请参考 *vtDAQ and vtDAO Interfaces*

下载地址:

<http://www.virtins.com/vtDAQ-and-vtDAO-Interfaces.pdf>

模数转换设备数据库包含了软件所支持的ADC设备型号列表以及它们的性能指标。通过此对话框, 您可以添加或删除设备型号并修改他们的性能指标。

2.6.2.6.1 设备类别

本软件为以下的设备类别提供了相应的ADC接口DLL:

- 声卡 MME 驱动程序
所有的与Windows兼容的声卡都属于此类。
- 声卡 ASIO 驱动程序

越来越多的声卡，尤其是那些用于专业音频领域的，在支持 MME 驱动程序之外，也支持 ASIO (Audio Stream Input / Output) 驱动程序。有的声卡在采用 ASIO 驱动时，与采用 MME 驱动相比，具有不同的性能指标。MME 驱动程序与 ASIO 驱动程序是互斥的，对于同一块声卡，在任何时候，您只能采用其中之一。与其它的设备类别不同，对于 ASIO 驱动程序，ADC 和 DAC 的功能被包含在同一个接口 DLL 中，这是因为在 ASIO 驱动下，ADC 和 DAC 必须同步工作的缘故。因此，在使用本软件时，若您在 ADC 中采用了 ASIO 驱动程序，那么您在 DAC 中切不可采用同一块声卡的 MME 驱动程序，反之亦然。

- NI DAQmx 卡
很多 National Instruments 公司的数据采集卡都属于此类。
- VT DS0 H1
由 Virtins Technology 生产的 H1 型 DS0。请参阅相应的硬件说明书。
- VT DS0 F1
由 Virtins Technology 生产的 F1 型 DS0。请参阅相应的硬件说明书。
- VT DS0 H2
由 Virtins Technology 生产的 H2 型 DS0。请参阅相应的硬件说明书。
- VT DS0 H3
由 Virtins Technology 生产的 H3 型 DS0。请参阅相应的硬件说明书。
- VT DAQ 1
由 Virtins Technology 生产的 1 型 DAQ。请参阅相应的硬件说明书。
- VT RTA 1
由 Virtins Technology 生产的 1 型 RTA。请参阅相应的硬件说明书。
- My DAQ Device
用户自定义 DAQ 设备。若您想让 Multi-Instrument 与您自有的 DAQ 设备接口，则您只需按照 vtDAQ 的接口规范来开发您自己的 MyDAQ.dll 即可。请参阅 *vtDAQ and vtDAO Interfaces* 。

2.6.2.6.2 设备型号

每个设备类别包含一个或一个以上的设备型号，每个设备型号可能有不同的硬件性能指标。

- 设备型号

您可以指定设备型号。

- 通道数目
可为一或二
- 触发类型
支持三种类型：
 - ✓ 硬件触发
您可以进一步指定：
 - 触发电平是否可调
 - 是否支持预触发
 - 是否支持交互触发
 - ✓ 软件触发
对于支持连续数据流工作模式的 ADC 硬件，例如声卡，可采用软件触发。
 - ✓ 外部触发
您可以进一步指定外触发电平是否可调及其范围。
- 采样频率
对于每一个设备型号，您可以添加多达 32 个采样频率。您可以进一步指定所指定的最大采样频率是否被所有通道分享（即：多通道分享）。
- 采样位数
对于每一个设备型号，您可以添加多达 32 个采样位数。请注意，这里所指的采样位数是指的 ADC 硬件设备原有的采样位数目。接口 DLL 会将此原有的采样位数转变为 8、16、24、32 位，因此在采样参数工具条上，采样位数的选项只有 8、16、24、32 位。
- 范围
对于每一个设备型号，您可以添加多达 32 个 ADC 范围。本软件支持两类 ADC 转换：模数电压转化和模数电流转化，其工程单位分别为：V（电压）和 A（电流）。ADC 的范围必须是以零点对称的，即：必须是 $\pm xxx$ 。
- 端接类型
有五个选项：默认、有参考地单端、无参考地单端、差分、伪差分。对于每一个设备型号，您可以选择一个或多个端接类型。
- 耦合类型
有三个选项：AC、DC、GND。对于每一个设备型号，您可以选择一个或多个耦合类型。如果硬件允许独立选择每通道的耦合类型，则您应当选择“每通道”选项。

- 缓冲区大小（字节 / 每通道）

对于每一个设备型号，您可以指定每通道的缓冲区大小，单位是字节 / 每通道。如果硬件设备支持连续数据流工作模式，则该设备所能提供的连续采集数据长度将不受硬件缓冲区大小的限制，在这种情况下，缓冲区大小应设置为最大值 4294967295。

以上的指标必须按照 ADC 硬件的指标填写。

2.6.2.6.3 自动检测并填充

某些 ADC 设备在连接上电脑后，可以通过软件接口对外提供其硬件指标参数。自动检测并填充按钮就是用来获取这些信息并尽量自动填充前述的各项参数的。您仍然需要手动填充那些没有被自动填充的参数，并在必要的时候修改那些被自动填充的参数。

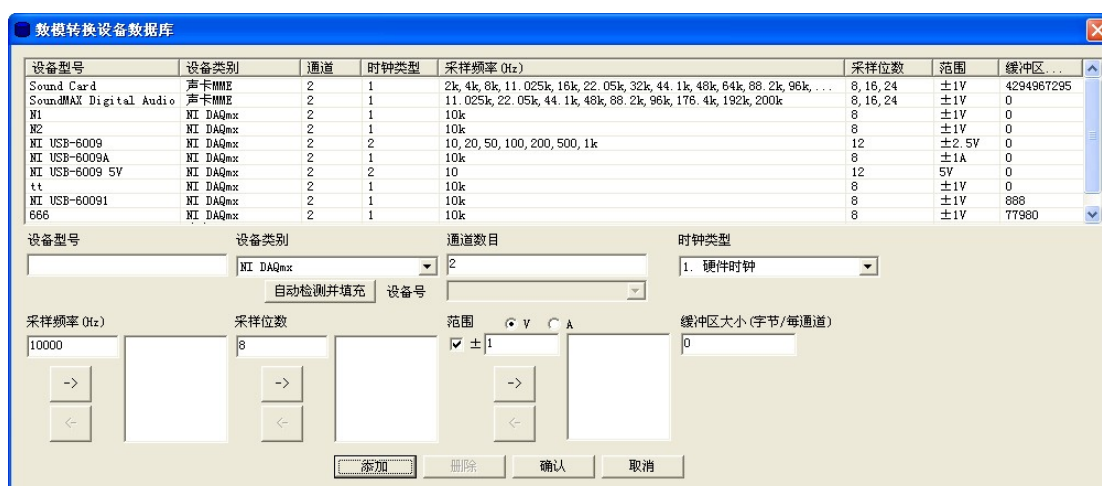
设备号复选框允许您从系统中存在的同类的所有设备中选择其中之一来获取其硬件设备信息。

当您从设备类别复选框中选择一个设备类别后，其余的参数将被自动更新，与按动一次“自动检测并填充”按钮的效果一样。

2.6.2.6.4 其它

- 添加：将编辑好的设备型号及其指标添加到模数转换设备数据库中。
- 删除：从模数转换设备数据库中删除所选择的设备型号。请注意：本软件将不允许删除“Sound Card MME”和“Sound Card ASIO”设备型号。
- 确认：保存所做的修改并关闭对话框。
- 取消：取消所做的修改并关闭对话框。

2.6.2.7 数模转换设备数据库（设置子菜单）(ALT-S-T)



数模转换设备数据库包含了软件所支持的 DAC 设备型号列表以及它们的性能指标。通过此对话框，您可以添加或删除设备型号并修改他们的性能指标。

2.6.2.7.1 设备类别

本软件为以下的设备类别提供了相应的 DAC 接口 DLL：

- 声卡 MME 驱动程序
所有的与 Windows 兼容的声卡都属于此类。
- 声卡 ASIO 驱动程序
越来越多的声卡，尤其是那些用于专业音频领域的，在支持 MME 驱动程序之外，也支持 ASIO (Audio Stream Input / Output) 驱动程序。有的声卡在采用 ASIO 驱动时，与采用 MME 驱动相比，具有不同的性能指标。MME 驱动程序与 ASIO 驱动程序是互斥的，对于同一块声卡，在任何时候，您只能采用其中之一。与其它的设备类别不同，对于 ASIO 驱动程序，ADC 和 DAC 的功能被包含在同一个接口 DLL 中，这是因为在 ASIO 驱动下，ADC 和 DAC 必须同步工作的缘故。因此，在使用本软件时，若您在 ADC 中采用了 ASIO 驱动程序，那么您在 DAC 中切不可采用同一块声卡的 MME 驱动程序，反之亦然。
- NI DAQmx 卡
很多 National Instruments 公司的数据采集卡都属于此类。
- VT DAO 卡
由 Virtins Technology 生产的 1 型 DAO。请参阅相应的硬件说明书
- My DAO Device
用户自定义 DAO 设备。若您想让 Multi-Instrument 与您自有的 DAO 设备接口，则您只需按照 vtDAO 的接口规范来开发您自己的 MyDAO.dll 即可。请参阅 *vtDAQ and vtDAO Interfaces* 。

2.6.2.7.2 设备型号

每个设备类别包含一个或一个以上的设备型号，每个设备型号可能有不同的硬件性能指标。

- 设备型号
您可以指定设备型号。
- 通道数目
可为一或二。
- 时钟类型
支持两类时钟类型：
 - ✓ 硬件时钟
采样频率由硬件控制。
 - ✓ 软件定时
采样频率由软件控制。
- 采样频率
对于每一个设备型号，您可以添加多达 32 个采样频率。
- 采样位数
对于每一个设备型号，您可以添加多达 32 个采样位数。请注意，这里所指的采样位数是指的 DAC 硬件设备原有的采样位数目。接口 DLL 会将此原有的采样位数转变为 8、16、24、32 位，因此在信号发生器面板上，采样位数的选项只有 8、16、24、32 位。
- 范围
对于每一个设备型号，您可以添加多达 32 个 DAC 范围。本软件支持两类 DAC 转换：数模电压转化和数模电流转化，其工程单位分别为：V（电压）和 A（电流）。DAC 的范围可以是以零点对称的，即： $\pm xxx$ ，也可以从零到某一正数，即： xxx 。若是前者，您应当选择“ $\pm$ ”选项。
- 缓冲区大小
对于每一个设备型号，您可以指定每通道的缓冲区大小，单位是字节 / 每通道。如果硬件设备支持连续数据流工作模式，则该设备所能提供的连续输出数据长度将不受硬件缓冲区大小的限制，在这种情况下，缓冲区大小应设置为最大值 4294967295。

以上的指标必须按照 DAC 硬件的指标填写。

2.6.2.7.3 自动检测并填充

某些 DAC 设备在连接上电脑后,可以通过软件接口对外提供其硬件指标参数。自动检测并填充按钮就是用来获取这些信息并尽量自动填充前述的各项参数的。您仍然需要手动填充那些没有被自动填充的参数,并在必要的时候修改那些被自动填充的参数。

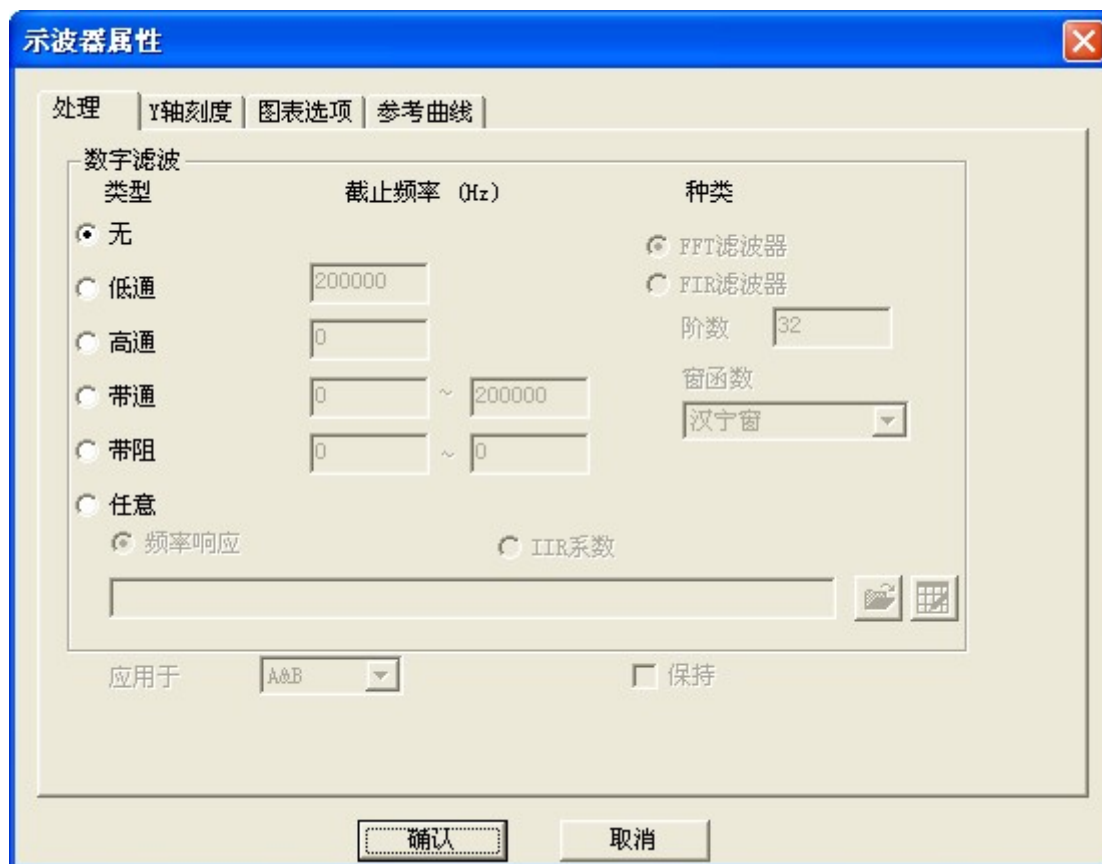
设备号复选框允许您从系统中存在的同类的所有设备中选择其中之一来获取其硬件设备信息。

当您从设备类别复选框中选择一个设备类别后,其余的参数将被自动更新,与按动一次“自动检测并填充”按钮的效果一样。

2.6.2.7.4 其它

- 添加: 将编辑好的设备型号及其指标添加到数模转换设备数据库中。
- 删除: 从数模转换设备数据库中删除所选择的设备型号。请注意: 本软件将不允许删除“Sound Card MME”和“Sound Card ASIO”设备型号。
- 确认: 保存所做的修改并关闭对话框。
- 取消: 取消所做的修改并关闭对话框。

2.6.2.8 示波器处理（设置子菜单）（ALT-S-G）



所支持的处理是在时域进行数字滤波。

2.6.2.8.1 数字滤波

滤波器类型有 6 项选择：无、低通、高通、带通、带阻、任意。滤波器种类包括：FFT、FIR 和 IIR。

有限冲激响应滤波器（FIR），正如其名字所描述的一样，具有有限长度的冲激响应。它没有反馈因此总是稳定的。通常将它设计为具有对称的系数，以实现线性相位响应。

无限冲激响应滤波器（IIR），具有无限长度的冲激响应。它将滤波器的输出反馈到滤波器的输入，因此可能导致不稳定。通常它不具有线性相位响应。

与 FIR 和 IIR 滤波器不同，FFT 滤波器不是直接在时域进行滤波处理的，而是先用 FFT 将输入信号从时域转换到频域，然后进行滤波，最后把滤波后的结果用 FFT 反变换转换回时域。

当帧记录长度超过所允许的最大 FFT 点数（即：4194304）时，即使您指定了 FFT

滤波器，本软件也将强制采用 FIR 滤波器。

另一方面，当帧记录长度少于 10 倍的 FIR 滤波器的阶数时，即使您指定了 FIR 滤波器，本软件也将强制采用 FFT 滤波器。

本软件内含一个基于窗口或富利叶变换的 FIR 滤波器设计工具，FIR 滤波器的阶数必须为偶数并在 2~1022 范围之间。不同的窗函数可用来实现不同的阻带衰减率和过渡带的宽度。滤波器的阶数也决定过渡带的宽度，阶数越高，通带和阻带间的过渡带的宽度越窄，滤波处理的速度也越慢。

本软件也支持从外部输入 IIR 或 FIR 滤波器的系数来进行滤波。

数字滤波处理可单独施加于通道 A 上或同时施加于通道 A 和通道 B 上。若您想在原始数据中保持每次处理的结果就必须选择“保持”，受影响的命令包括：文件保存、文件另存为、示波器输出、文件抽取、播放、循环播放。

2.6.2.8.1.1 无

无数字滤波处理。

2.6.2.8.1.2 低通

低通滤波器允许低频信号通过并滤除（或衰减）截止频率以上的频率分量。支持两种滤波器：FFT 和 FIR。

当某通道设置有低通滤波器时，在示波器相应的纵轴旁将显示  符号。

2.6.2.8.1.3 高通

高通滤波器允许高频信号通过并滤除（或衰减）截止频率以下的频率分量。支持两种滤波器：FFT 和 FIR。

当某通道设置有高通滤波器时，在示波器相应的纵轴旁将显示  符号。

2.6.2.8.1.4 带通

带通滤波器允许一定频率范围内的信号通过并滤除（或衰减）该范围以外的频率分量。支持两种滤波器：FFT 和 FIR。

当某通道设置有带通滤波器时，在示波器相应的纵轴旁将显示  符号。

2.6.2.8.1.5 带阻

带阻滤波器滤除（或衰减）一定频率范围以内的信号并允许其它频率分量通过。支持两种滤波器：FFT 和 FIR。

当某通道设置有带阻滤波器时，在示波器相应的纵轴旁将显示 ∞ 符号。

2.6.2.8.1.6 任意

对于一个任意滤波器，您可以任意指定其频率响应。有两种方法来定义一个任意滤波器。一种是定义其幅频响应，另一种是定义其滤波器系数。

- 采用频率响应文件 (*.frf) 来定义一个任意滤波器

频率响应文件是一个用逗号分隔变量 (CSV) 的文本文件，它定义了滤波器的幅频响应。其格式如下：

范例：

```
1, 0, 0
2, 1000, 0
3, 1000.1, -1000
4, 100000, -1000
.....
```

每行包括三个用逗号分隔的变量。第一个是序号，第二个是频率 (Hz)，第三个是相应的增益 (dB)。注意：0dB 代表单位增益。软件将自动赋予在所定义的频率范围以外的信号 -1000dB 的增益。以上范例是一个截止频率为 1000Hz 的低通滤波器。

您可以利用软件包的 FRF 目录中所提供的文件样本作为模板。

- 采用 IIR 系数文件 (*.iir) 来定义一个任意滤波器
IIR 滤波器定义如下：

$$y[n] = b_0x[n] + b_1x[n-1] + \dots + b_Mx[n-M] - a_1y[n-1] - a_2y[n-2] - \dots - a_Ny[n-N];$$

其中：

$x[n]$ 为输入信号

$y[n]$ 为输出信号

b_i 为所谓的前馈滤波器系数

a_i 为所谓的反馈滤波器系数

M 为前馈滤波器的阶数

N 为反馈滤波器的阶数

IIR 系数文件是一个用逗号分隔变量 (CSV) 的文本文件，它包含了 IIR 滤波器的所有系数。其格式如下：（假定 $M > N$ ）

范例:

0, b_0 , a_0
1, b_1 , a_1
2, b_2 , a_2
.....
N, b_N , a_N
.....
M-1, b_{M-1} , 0
M, b_M , 0

其中 a_0 (通常令其数值为“1”) 只是用来占位的, 将被软件忽略掉。对于 IIR 滤波器, 通常将 M 和 N 设计为相等。若它们不等, 则空缺的位置必须用 0 来占位。本软件所支持的最大阶数为 1022。若 $N=0$, 则此滤波器变为 FIR 滤波器。

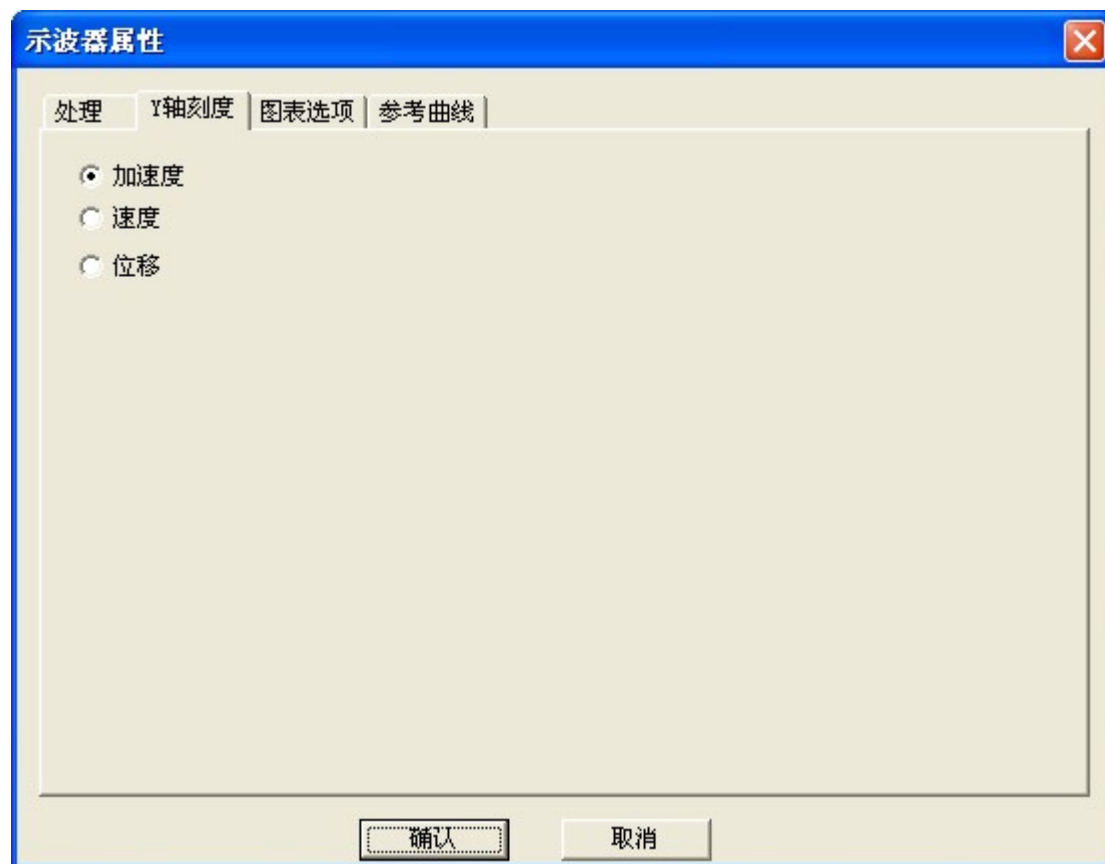
应当说明的是, 本软件内含一个限幅器, 它将任何数字滤波器的输出限制在模数转换的满程电压范围之内。

您可以利用软件包的 IIR 目录中所提供的文件样本作为模板。

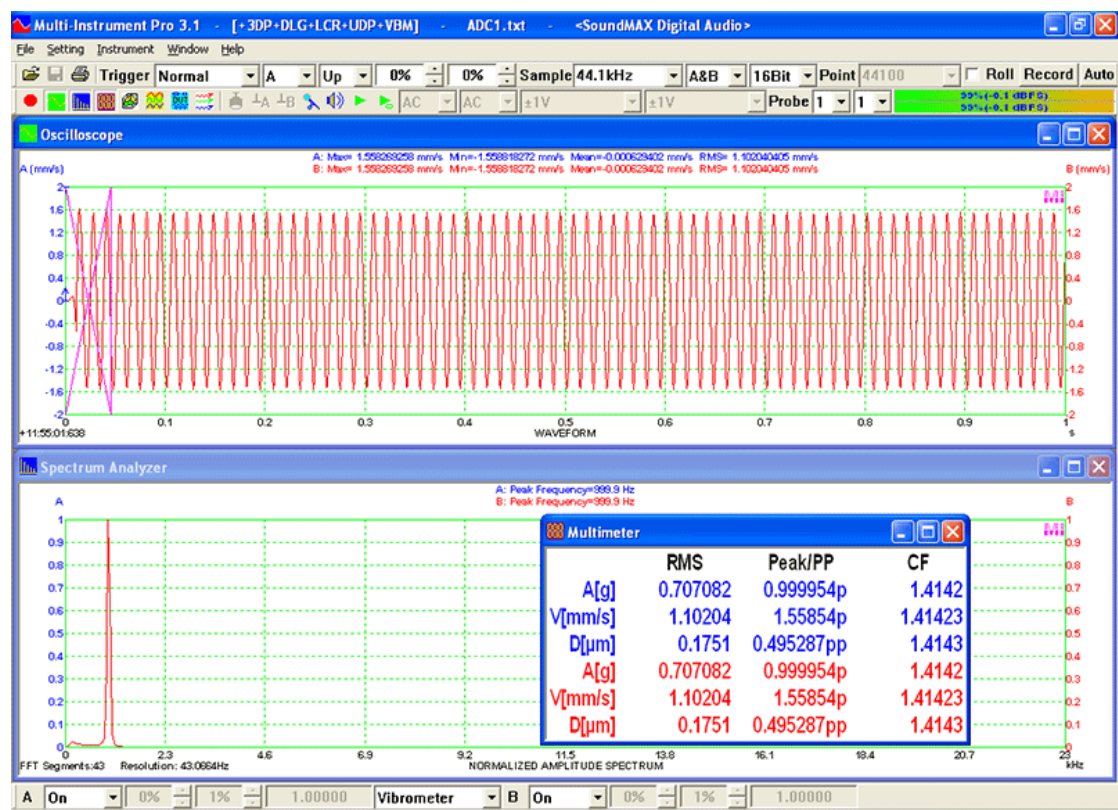
当某通道设置有任意滤波器时, 在示波器相应的纵轴旁将显示  符号。

此对话框中的按钮  可以用来启动 Microsoft 的记事本并打开所选定的频率响应文件或 IIR 系数文件, 以便查看和编辑。

2.6.2.9 示波器Y轴刻度（设置子菜单）（ALT-S-Y）



当原始数据来自加速度（工程单位：g 或 m/s^2 ）、速度（工程单位：m/s）和位移（工程单位：m）传感器时，此选项允许加速度、速度和位移之间的波形转换。加速度、速度和位移的统计参数，将归总在万用表的振动计功能中。下图显示的是由加速度数据对时间积分而得到的速度波形。在积分过程中，对数据施加了截止频率非常低的高通滤波，以消除积分过程中的误差积累。高通滤波可能会在该段数据的一端或两端造成一些不想要的边界效应。在振动计的参数分析中将不会考虑这部分受边界效应影响的数据。这部分丢弃了的数据在图中以叉号标记出来。



2.6.2.10 示波器图表选项（设置子菜单）（ALT-S-0）



2.6.2.10.1 图表类型

有五种图表类型：连线、离散点、垂直条、直方图和阶梯线。双击绘图区域上端也将弹出此窗口。

2.6.2.10.2 线宽

线宽从 1 到 10 可调，默认值为 1。

2.6.2.10.3 显示模式

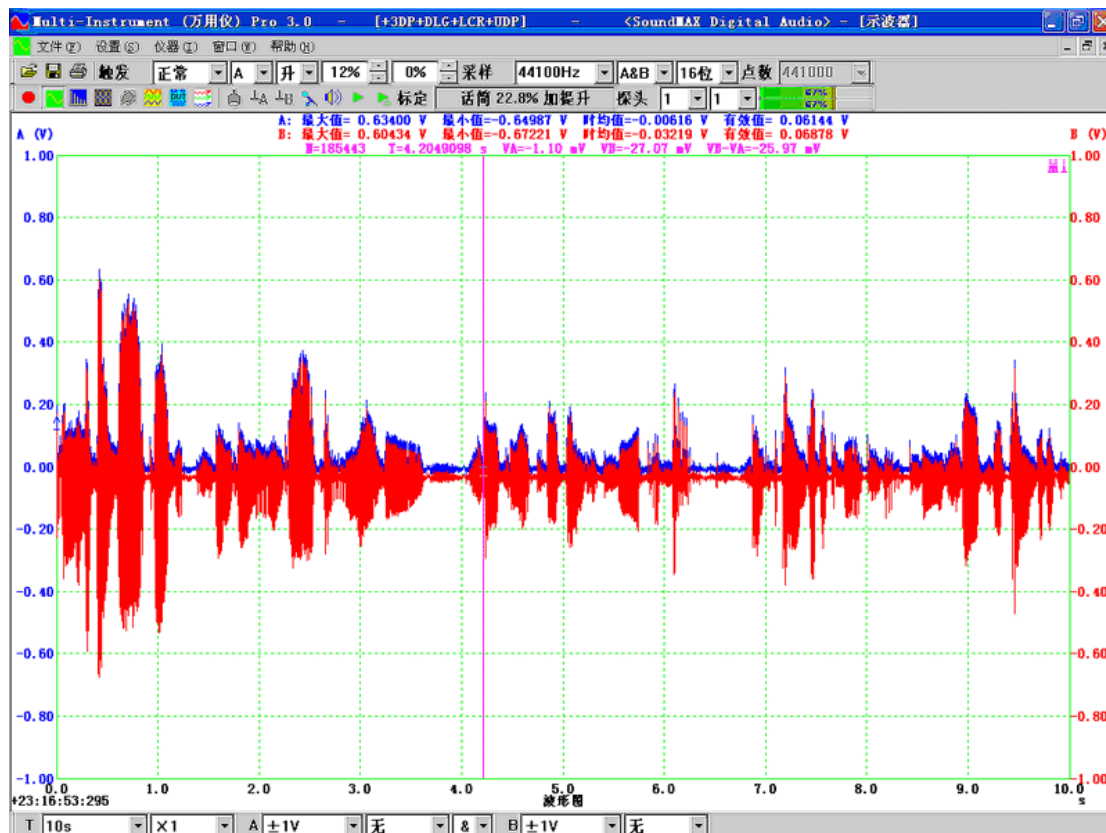
本软件提供两种方法来显示一帧数据：

 显示全部数据点

在此模式下，窗口会显示全部数据点。当数据点总数超过绘图区域的垂直光栅线数目时，每一垂直光栅线上可能显示多个数据点。例如，如果一帧数据有 10000 点，而绘图区域的垂直光栅数目为 1000 条，则平均每条垂直光栅线上会显示 10 个数据点。

这种显示模式的优点是您可以看到所有的峰值而不会错过。缺点是屏幕刷新慢，当数据点总数太大时，显示比较杂乱。

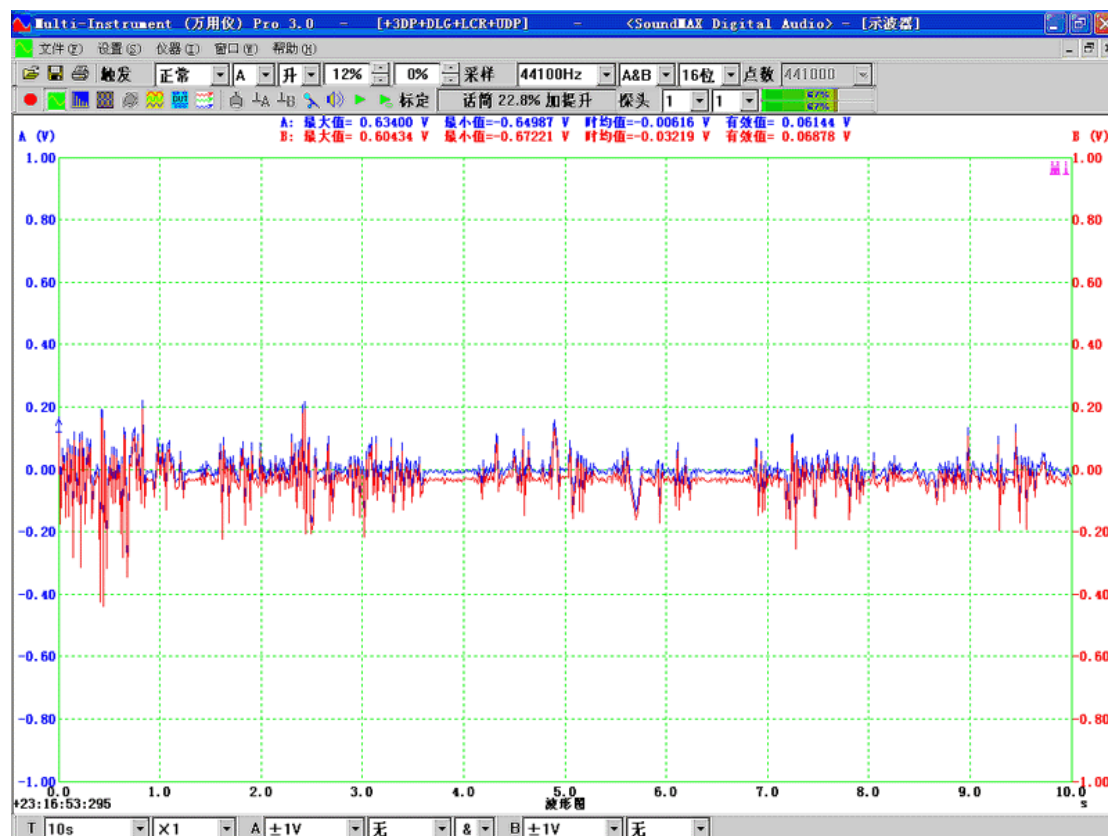
下图是在此显示模式下的一幅采样频率为 44100Hz 的 10 秒钟的录音波形。



● 每一垂直光栅线只显示一个数据点

在此模式下，每一垂直光栅线只显示一个数据点，该点的纵向值由采集到的数据插值得到。这种显示模式的优点是当数据点总数很大时屏幕刷新仍然非常快。缺点是凭肉眼，您也许会错过一些数据特征，比如峰值。

下图是将上图切换到此显示模式下的录音波形。



需要说明的是李莎如图总是显示全部的数据点而不受以上显示模式选择的影响。

本软件具有自动显示模式切换功能。在“每一垂直光栅线只显示一个数据点”模式下，倘若时域的数据点总数小于两倍的示波器的绘图区域垂直光栅线数目，则软件会强制使用“显示全部数据点”模式。对于频谱分析仪，倘若频域的数据点总数小于四倍的绘图区域垂直光栅线数目，则软件也会强制使用“显示全部数据点”模式。频谱分析仪中的阈值更大是因为频域的数据变化通常比时域的数据变化要陡得多，因而在频域中更容易错过峰值。需注意的是绘图区域垂直光栅线的数目随着水平方向的放大倍数增加而增加，因此不论当前的显示模式是什么，当您在水平方向上放大到足够大时，您总是可以看到全部的数据点。

由于有了上述的显示自动切换功能，在通常情况下，建议使用“每一垂直光栅线只显示一个数据点”模式。在必要时，您可手动将其切换到“显示全部数据点”模式。

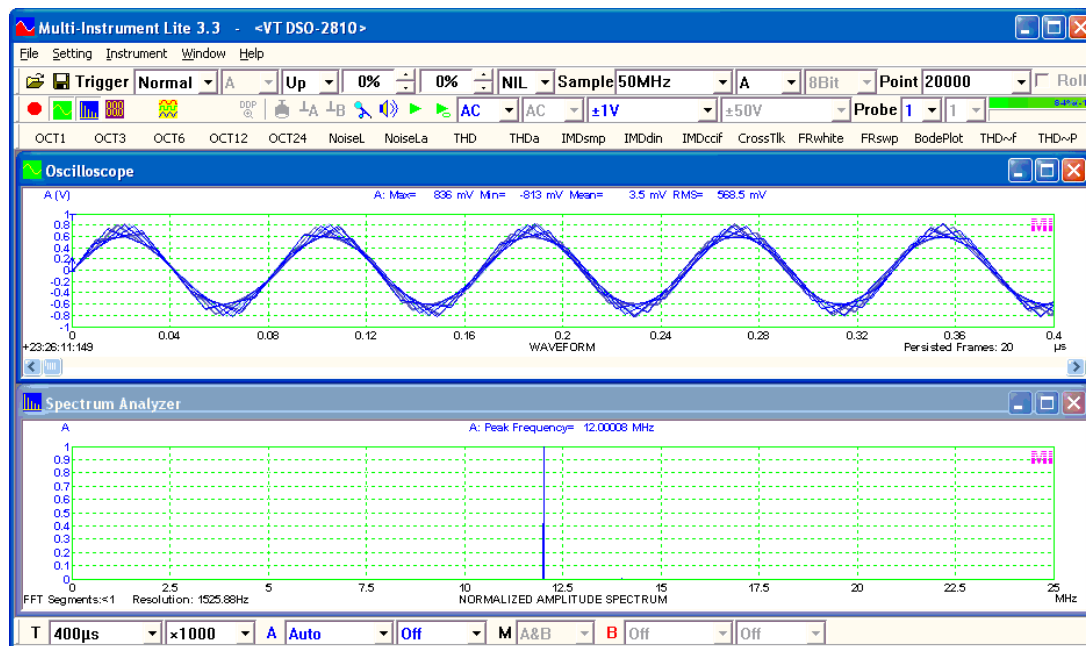
对于示波器，出厂默认设置为“每一垂直光栅线只显示一个数据点”；对于频谱分析仪，出厂默认设置为“显示全部数据点”。

2.6.2.10.4 余辉

在余辉显示模式下，电脑内存将会保存最多 200 幅最近采集的波形曲线。可用三种方式将这些波形曲线显示出来：

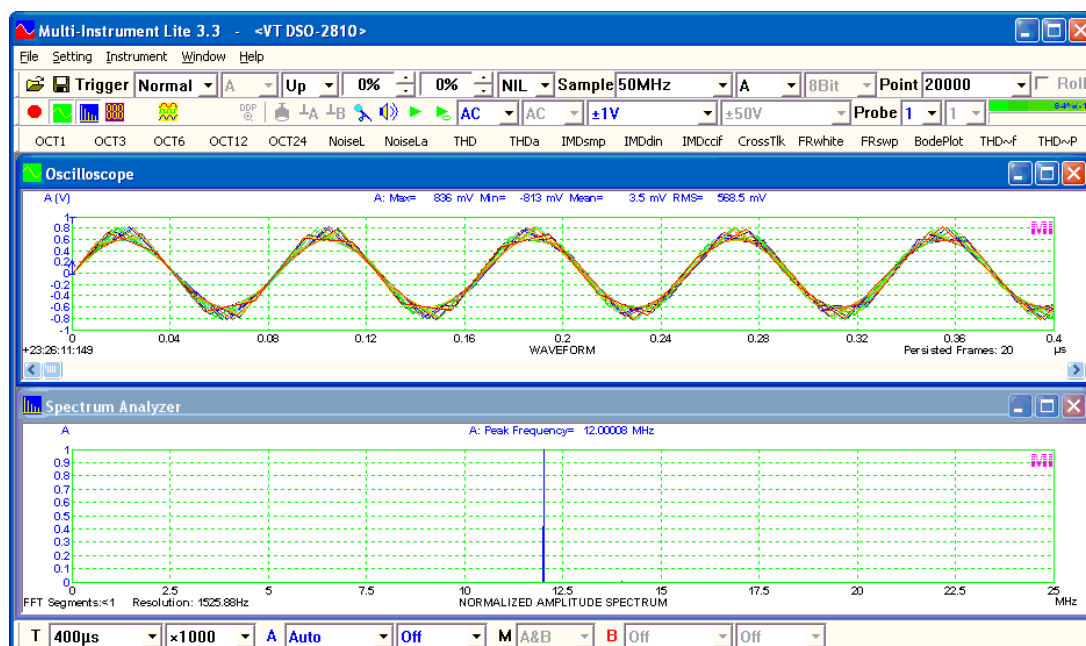
(1) 磷光

最新的一个波形曲线用该通道选定的颜色绘制，而最旧的一个波形曲线用背景颜色绘制，其余的波形曲线的颜色按其时间顺序在前述两种颜色间插值得到。这种显示方式类似于传统的模拟示波器的磷光显示，波形曲线的显示强度将随时间逐渐衰退。



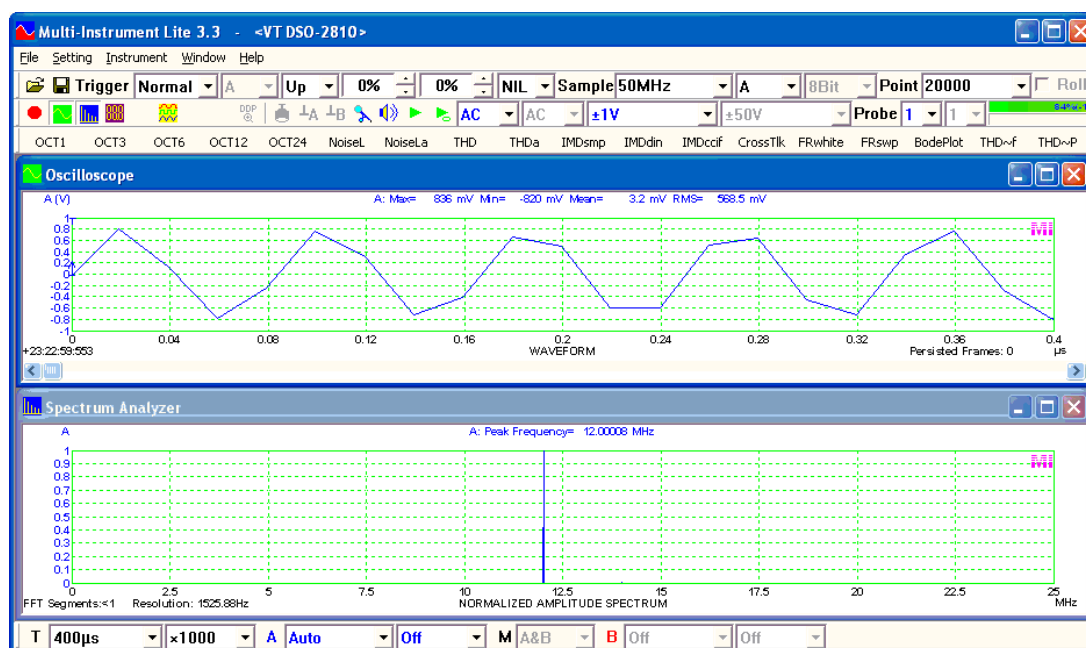
(2) 彩虹

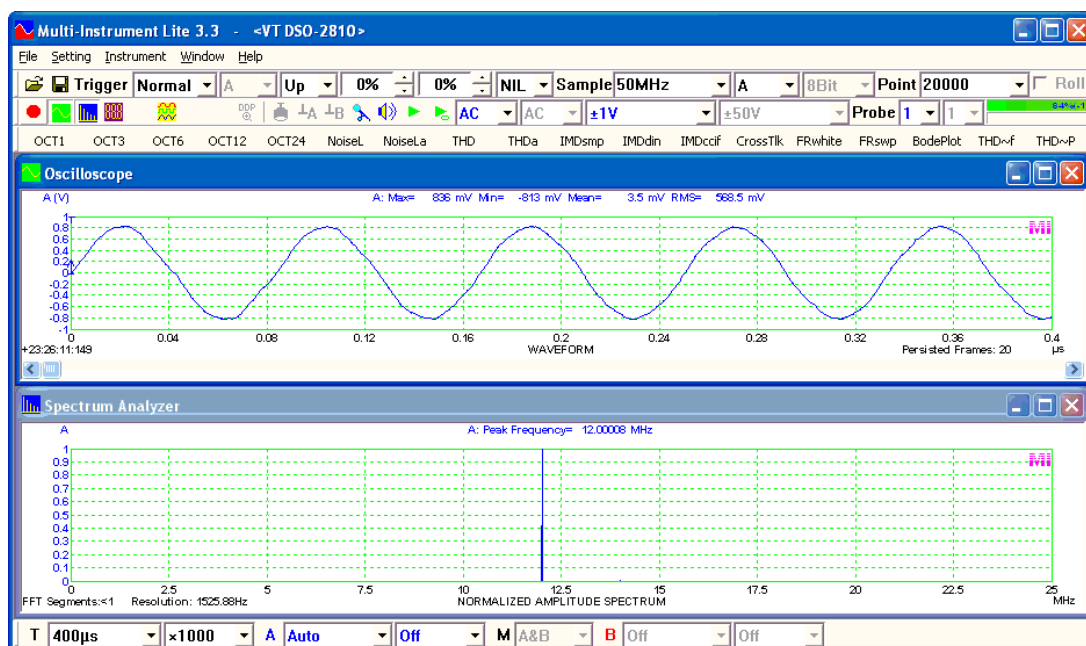
各个波形曲线的颜色按其时间先后顺序从一个预先定义的彩虹调色板上查找到。跟磷光模式不同，波形曲线的显示强度将不随时间而衰退。



(3) 等效时间采样 (ETS)

根据奈奎斯特采样定理，只要采样频率是信号中最高频率的两倍或以上，频谱分析仪就能正确地分析出信号的频率成分。但是，示波器则通常需要采样频率比信号频率大 10 倍以上，才能在一个信号周期内获取足够多的样点来绘制出比较准确的波形。等效时间采样通过多个周期来累积样点数目从而极大地提高一个信号周期内的样点总数。当采用实时采样方式在一个信号周期内不能获取足够多的样点时，等效时间采样就可派上用场，前提是被测信号是周期性的。以下两图是实时采样和等效时间采样的一个比较。第一幅图用 50MHz 的时钟信号实时采集一个 12MHz 的正弦信号。第二幅图用 50MHz 的时钟信号等效时间采样这个相同的信号





2.6.2.11 示波器参考曲线（设置子菜单）（ALT-S-R）



参考曲线在进行数据比较时非常有用。本软件允许您给每通道配置多达 5 条参考曲线。参考曲线可通过复制当前的通道 A 曲线或通道 B 曲线、读入符合格式的文本文件、或读入以前存储的参考曲线来配置。

上图中的每行包含了一条参考曲线的参数或控件。从左到右分别为：

- **显示/隐藏检查框**
用来显示或隐藏相应的参考曲线。如果参考曲线没有保存到硬盘中，则隐藏它会将它从电脑内存中清除。
- **颜色选择框**
点击它将弹出颜色选择窗口，您可以配置该参考曲线的颜色。
- **图例**
本软件将自动为参考曲线指定一个文本标记，例如：“RefA0”，“RefB0”。您可以按您的需要改动它。
- **文件名**
当您将当前的通道 A 曲线或通道 B 曲线复制为参考曲线时，“文件名”栏将显示“Memory A0”，“Memory B0”...。若您将参考曲线存盘，则“文件名”栏将显示保存了的文件名。

若参考曲线是从硬盘调入的，则“文件名”栏将显示该参考曲线文件的文件名。

- **文件打开**
此命令用于从硬盘调入一个参考曲线文件。
- **复制通道 A 曲线**
此命令将通道 A 中当前显示的曲线复制为参考曲线。
- **复制通道 B 曲线**
此命令将通道 B 中当前显示的曲线复制为参考曲线。
- **文件保存**
此命令将电脑内存中的参考曲线保存到硬盘中。
- **文件编辑**
此命令可以修改现有的参考文件或创建一个新的参考文件。

参考曲线文件 (*.ref) 是一个用逗号分隔变量 (CSV) 的文本文件，其格式如下：

范例：

1, 0.000108441, 0.103241
2, 0.000131117, 0.0823364
.....

每行包含参考曲线上一个点的坐标，有三个变量：序号、X 值、Y 值。一条参考曲线最少要包含两个点。

您可以利用软件包的 REF 目录中所提供的文件样本作为模板。

2.6.2.12 保存当前面板设置为默认值（设置子菜单）（ALT-S-F）

当您首次运行本软件时，出厂默认的面板设置将被调入。您可以用本菜单命令来保存您偏爱的面板设置，以便下次软件启动时调入。若需回到出厂默认的面板设置，您只需选择[文件]>[新建]命令。

面板设置包括以下参数：

1. 触发参数
2. 采样参数
3. 杂项参数
4. 示波器参数
5. 频谱分析仪参数
6. 万用表参数
7. 频谱 3D 图参数
8. 信号发生器参数
9. 数据记录仪参数
10. 设备检测计划参数
11. DDP 查看器参数
12. 屏幕布置，包括：各仪器及其位置。

2.6.2.13 保存当前面板设置（设置子菜单）（ALT-S-S）

您可以用此命令将当前的面板设置保存为一个面板设置文件 (*.psf)，便于以后调用，从而省去了重新设置面板参数的麻烦。

2.6.2.14 加载面板设置（设置子菜单）（ALT-S-L）

您可以用此命令调入以前保存的面板设置文件，从而省去了重新设置面板参数的麻烦。

2.6.2.15 配置常用面板设置工具条（设置子菜单）（ALT-S-P）



在常用面板设置工具条上，您可以配置多达 20 个常用的面板设置，这样，您就可以通过点击该工具条上的按钮来调出相应的面板设置。

以上对话框的每排定义了一个常用面板设置工具条上的按钮，从左到右的参数依次为：

- 序号
常用面板设置工具条上的按钮按从左到右的顺序编号为 1~20。
- 面板设置文件
为按钮配置的面板设置文件，它通过下述的文件加载按钮来配置。
- 文件加载按钮
它用来寻找所要配置的面板设置文件。
- 按钮上的文字
键入这个编辑框里的文字将在按钮上显示出来。文字最好控制在 3~5 字内，能简明扼要地反映出按钮的功能。
- 描述

键入这个编辑框里的文字将作为按钮的工具提示，在您把鼠标的光标停放在该按钮上时显示出来。

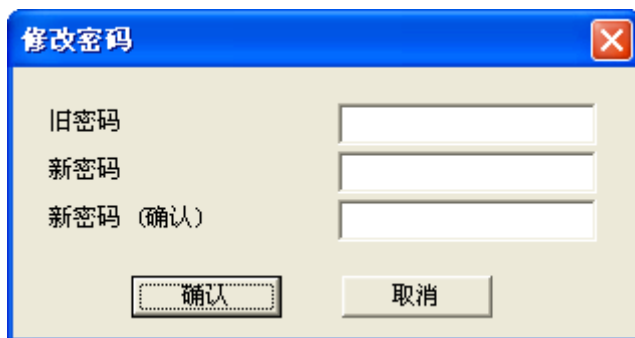
- 清除
它用于清除上述的按钮定义。

您可以通过点击以上对话框底部的“另存为”按钮，将以上的配置保存到一个常用面板设置工具条配置文件中(*.hps)。您可以通过点击对话框底部的“文件打开”按钮来加载一个常用面板设置工具条配置文件。软件当前所使用的常用面板设置工具条配置文件也将显示在该对话框的底部。

2.6.2.16 显示常用面板设置工具条（设置子菜单）（ALT-S-H）

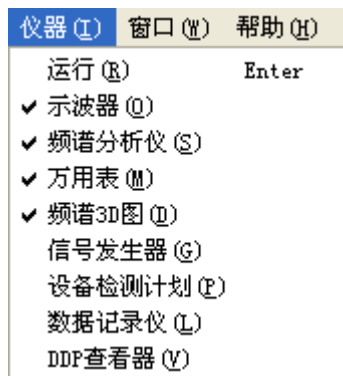
它是用于显示或隐藏常用面板设置工具条。

2.6.2.17 修改密码（设置子菜单）（ALT-S-W）



你可以在这里修改解锁面板设置所需的密码。解锁面板设置最初是不设密码的。若您想为解锁面板设置添加密码，您可以让当前密码栏空着，在新密码和新密码（确认）栏中填入新密码即可。若您想修改现有的密码，则您需要输入当前的密码、输入并确认新的密码。若您想删除密码，则您需要输入当前的密码并让新密码和新密码（确认）栏空着即可。

2.6.3 仪器子菜单



在此子菜单下可以打开或关闭各个仪器。

2.6.3.1 运行（仪器子菜单）（ALT-I-R、CTRL-R或Enter）

执行此命令可启动或停止数据采集。按动仪器工具条上的“启停”键  可实现同样功能，此按键红色表示停止状态，绿色表示运行状态。

2.6.3.2 示波器（仪器子菜单）（ALT-I-O）

执行此命令可打开或关闭示波器。按动仪器工具条上的“示波器”键  可实现同样功能。

2.6.3.3 频谱分析仪（仪器子菜单）（ALT-I-S）

执行此命令可打开或关闭频谱分析仪。按动仪器工具条上的“频谱分析仪”键  可实现同样功能。

2.6.3.4 万用表（仪器子菜单）（ALT-I-M）

执行此命令可打开或关闭万用表。按动仪器工具条上的“万用表”键  可实现同样功能。

2.6.3.5 频谱 3D图（仪器子菜单）（ALT-I-D）

执行此命令可打开或关闭频谱 3D 图。按动仪器工具条上的“频谱 3D 图”键可实现同样功能。

2.6.3.6 信号发生器（仪器子菜单）（ALT-I-G）

执行此命令可打开或关闭信号发生器。按动仪器工具条上的“信号发生器”键



可实现同样功能。

2.6.3.7 设备检测计划（仪器子菜单）（ALT-I-P）

执行此命令可打开或关闭设备检测计划。按动仪器工具条上的“设备检测计划”



键可实现同样功能。

2.6.3.8 数据记录仪（仪器子菜单）（ALT-I-L）

执行此命令可打开新的数据记录仪窗口。按动仪器工具条上的“数据记录仪”键



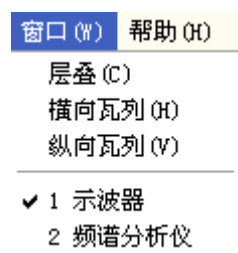
可实现同样功能。

2.6.3.9 DDP查看器（仪器子菜单）（ALT-I-V）

执行此命令可打开新的 DDP 查看器窗口，最多可打开 16 个 DDP 查看器窗口。按

动仪器工具条上的“DDP 查看器”键可实现同样功能。

2.6.4 窗口子菜单



在此子菜单下可执行窗口管理功能。

2.6.4.1 层叠（窗口子菜单）(ALT-W-C)

执行此命令可层叠已打开的显示窗口。

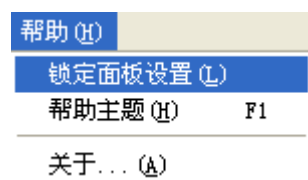
2.6.4.2 横向瓦列（窗口子菜单）(ALT-W-H)

执行此命令可横向平铺已打开的窗口。例如：当示波器和频谱分析仪都打开时，执行此命令将使示波器窗口和频谱分析仪窗口横向平铺，在垂直方向上各占一半空间。

2.6.4.3 纵向瓦列（窗口子菜单）(ALT-W-V)

执行此命令可纵向平铺已打开的窗口。例如：当示波器和频谱分析仪都打开时，执行此命令将使示波器窗口和频谱分析仪窗口纵向平铺，在水平方向上各占一半空间。

2.6.5 帮助子菜单



在此子菜单下可执行帮助功能和显示软件的版本和版权信息。也可执行锁定/解锁面板设置的操作。

2.6.5.1 锁定 / 解锁面板设置（帮助子菜单）(ALT-H-L或Ctrl-K)

执行此命令将锁定或解锁面板设置。若面板设置被锁定，则本软件仅允许以下几个操作：

- 访问帮助子菜单
- 启动 / 停止示波器和信号发生器。

- 通过常用面板设置工具条上的按钮加载面板设置
- 保存文件、打印
- 输入信号倒置、A 通道调零、B 通道调零、Windows 录音控制、Windows 音量控制、播放、循环播放

您可以通过[设置]>[修改密码]为解锁面板设置添加一个密码，只有经过授权的用户才能解锁面板设置。若您在[设置]>[显示]中选择了“启动后锁定面板设置”，则本软件的面板设置在启动后将自动处于锁定状态。

通过联合使用锁定面板设置功能和常用面板设置工具条功能，您可以建立起两级操作权限：工程师级和操作员级。工程师级的人员具有解锁面板设置的密码，因此他们可以访问软件的所有功能，他们可以将常用的面板设置文件配置到常用面板设置工具条上，这样，操作员级的人员就可以在面板设置锁定的情况下调入这些预先配置好的面板设置文件来使用。

2.6.5.2 帮助主题（帮助子菜单）（ALT-H-H或F1）

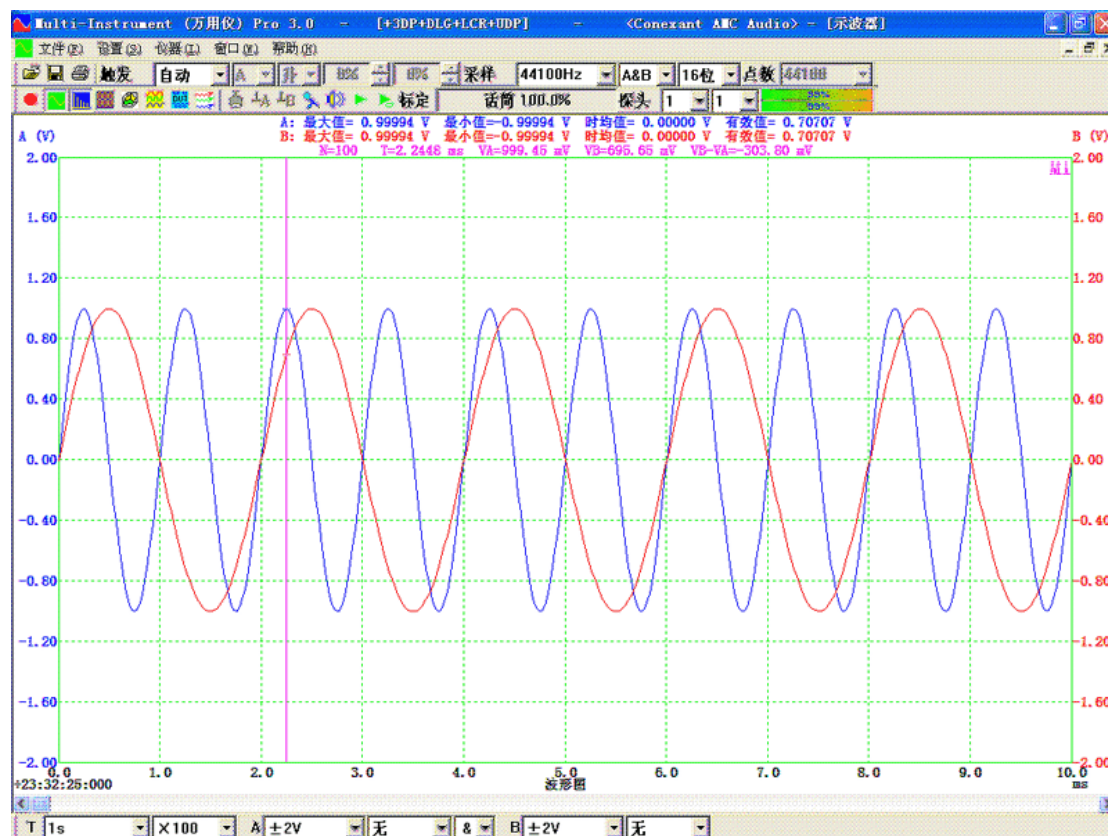
执行此命令将打开帮助窗口。然后您可以用目录、索引、查找页来收索您所需要的帮助主题。

2.6.5.3 关于（帮助子菜单）（ALT-H-A）

执行此命令将显示软件的版本和版权信息。

2.7 光标读数器和标记

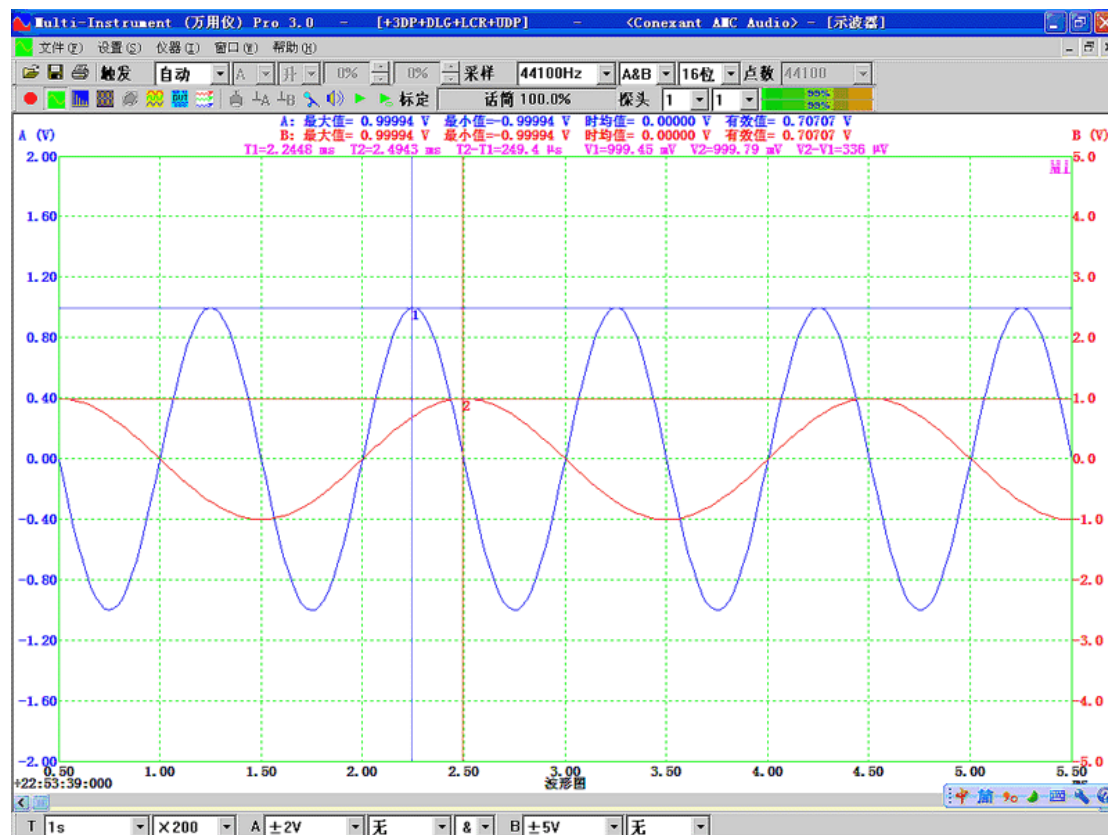
2.7.1 光标读书器



在窗口内绘图区域的任何地方按下鼠标左键将显示一个光标读数器，它将依附于最靠近该处的实际测量点上，并在窗口顶部显示相应的 XY 值。光标读数器随光标移动而移动，直到鼠标左键释放为止。

一个例外是，在李莎如图上，光标读数器正好停留在光标所在位置，而不依附于最靠近该处的实际测量点。

2.7.2 标记



在每个窗口的绘图区域最多可放置两个标记。在绘图区域内，双击鼠标左键将为 A 通道放置标记，该标记依附于最靠近该处的实际测量点上。双击鼠标左键同时按下 CTRL 键将为 B 通道放置一个标记。放置第二个标记需在双击鼠标左键的同时按下 SHIFT 键或 SHIFT+CTRL 键。在绘图区域外点击鼠标将清除以前放置的所有标记。

标记的水平读数和垂直读数将显示于窗口的顶部。若放置了两个标记，则两者之间的差数也会被显示出来。

2.7.3 光标读数和标记的联合使用

您可以放置一个标记作为一个固定的参考点，然后使用光标读数器，伴随光标的移动，读出光标与参考点之间的差数。此功能非常有用，例如，您可以使用它来方便地测量脉冲宽度、上升时间或下降时间等。

2.8 最大值、最小值、时均值和有效值（RMS）

示波器将显示每帧数据的最大值、最小值，时均值和有效值（RMS）。时均值就是在扫描时间内的直流电压，有效值（RMS）就是在扫描时间内的交流电压。因此，此示波器同时也是一台电压表。

2.9 时标

在示波器窗口的左下方将显示当前数据帧的第一个点的时标，精度为毫秒。在绝大多数情况下，两个通道的数据是同时采集的，因此只需要显示一个时标。但是，也有将通道 A 用来采集现场数据，而将通道 B 用来显示由本软件的信号发生器产生的从软件层级馈入的信号的情形。在这种特殊情况下，本软件将显示通道 A 的时标，同时，在该时标右侧将显示通道 B 与通道 A 之间的时差，精度为一个采样时间间隔。负的时差表示通道 B 的数据比通道 A 的数据早。

2.10 触发标记



在示波器窗口内有两个用于反映触发参数的标记。一个显示于左边的垂直坐标轴上，用来反映当前的触发电平（该标记在垂直坐标轴上的位置）、触发沿（该标记的箭头方向）和触发源（该标记的颜色）。另一个显示于顶部的水平坐标轴上，用来反映当前的触发延迟（该标记在水平坐标轴上的位置）和触发源（标记的颜色）。只有超前触发才可被显示。触发点位置就在这两个标记的交叉点处。

波形相加图、波形相减图、波形相乘图和李莎如图不显示此标记。当触发沿为“JP”或“DF”时，也不显示此标记。

当屏幕上显示有触发电平的标记时，如果您把光标置于其上，光标将从 Windows 的默认光标变为 。如果您再按住鼠标左键，则您可以通过移动光标来调节触发电平，直到您释放鼠标左键为止。您也可以以类似的方式来调节触发延迟。

2.11 数据采集过程指示条



在下列任何一种情形下，在示波器的左下方将显示数据采集过程指示条：

- 示波器处于非记录模式，且所指定的触发条件在示波器启动 5 秒后仍然得不到满足
- 示波器处于记录模式

在未触发前，数据采集过程指示条将由黑色填充，并将显示从示波器启动到现在的时间。触发后，过程指示条将重新开始，并由绿色填充，还将显示从触发到现在的时间。在一帧数据被采集、分析和显示后，过程指示条将自动消失。

2.12 记录模式

记录

有 两 种 方 式 进 入 记 录 模 式 ：

- 在采样参数工具条上，按动“记录”按钮，或
- 在扫描时间复选框中选择“记录”，然后按动示波器的“运行”按钮。

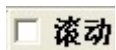
在记录模式下，所采集的原始数据将连续不断地写入硬盘中并以 WAV 波形文件的格式保存。同时，数据的分析和显示仍在进行，以保持屏幕的实时更新。前一个进程被授予优先权以尽可能保证不间断的数据记录。最终所记录的数据是否为连续的（即：相邻的数据帧之间平滑相连，没有数据丢失）则由以下参数决定：ADC 硬件是否支持连续数据流模式、整个系统的数据传输速度、采样频率、采样位数、采样通道数等。使用声卡通常可实现连续的数据记录。

在记录模式下，每帧扫描时间的默认值为 100ms，但可通过[设置]>[显示]>[记录模式]>[帧宽]来调节。按动仪器工具条上的“启停”按钮，可手动停止记录过程。当已记录的数据量超过 2G 字节时，记录过程会自动停止。在记录模式下，只能选择“自动”或“正常”触发模式。在记录过程中，软件将禁止采样参数的改变。记录完成后，软件将自动打开所记录的 WAV 波形文件。若文件较大，则需要较长时间来打开。若该文件过长，则软件会自动采用逐帧打开的方式。

若您在没有打开任何文件的情况下（软件的标题栏中没有显示任何文件名）启动记录过程，则软件将自动将记录文件命名为“Record1.wav”。若您不断启动/停止记录过程，则文件名每次会自动加一，即变为：“Record2.wav”、“Record3.wav”…。在您重新启动软件后，文件名又会重新从“Record1.wav”开始。

若您打开了一个文件名不为“Recordxxx.wav”的文件，然后启动记录过程，则原来的文件将被所记录的数据覆盖。即使您重复启停记录过程，文件名也不会变化。

2.13 滚动模式



选择采样参数工具条上的“滚动”选项可将示波器置于滚动模式。在此模式下，示波器的一帧被分割为很多段，每段的长度等于“滚动步长”。“滚动步长”可通过[设置]>[显示]>[滚动模式]>[滚动步长]来设置，其默认值为 50ms。在滚动模式下，数据采集的长度将基于滚动步长而不是每帧扫描时间。每当新的一段数据到来时，示波器显示的数据将左移一个滚动步长，而新来的数据将被添加到屏幕最右端。当扫描时间较长（例如超过 1s）时，您可以考虑采用滚动模式来避免长时间地等待屏幕更新。当每帧的记录长度超过 ADC 硬件的缓冲区大小时，必须采用滚动模式，如果其为可选的话。

只有当扫描时间大于滚动步长的四倍时，此滚动选项才被使能。

在滚动模式下，最终所记录的数据是否为连续的（即：相邻的数据段之间平滑相连，没有数据丢失）由以下参数决定：ADC 硬件是否支持连续数据流模式、整个系统的数据传输速度、采样频率、采样位数、采样通道数等。

2.14 采样参数自动设置



当连接上被测信号时，您可以按动采样参数工具条上的“自动”按钮来让软件选择适当的采样参数，例如：扫描时间、ADC 范围等。在采样参数的自动设置过程中将禁止手动更改任何采样参数。在找到适当的采样参数后，或者在规定的时间内没有搜寻到适当的采样参数，采样参数搜寻过程将自动停止。

2.15 放大镜

当您将光标放在任何一个具有放大倍数选项的坐标轴的外侧时，光标会变成一个放大镜。放大镜有三种状态：



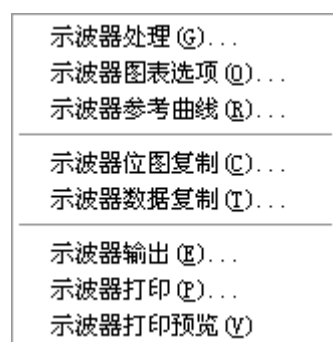
：只可放大。

 : 可放大也可缩小。

 : 只可缩小。

按动鼠标左键将会把放大倍数调高一步，而按动鼠标右键将会把放大倍数调低一步。

2.16 上下文菜单



用鼠标右击示波器窗口内任何地方将会弹出以上的上下文菜单。它为您提供了更方便的操作，当然除了下面两项以外，这些操作也可以在菜单条上找到。

- 位图复制

此命令与示波器（按位图）输出的功能相似，只是它不是将示波器波形图保存到硬盘中，而是将其复制到粘贴板中，以便以后从粘贴板中再复制到其它软件例如：Microsoft Word 中去。

- 数据复制

此命令与示波器（按文本）输出的功能相似，只是它不是将示波器数据保存到硬盘中，而是将其复制到粘贴板中，以便以后从粘贴板中再复制到其它软件例如：Microsoft Excel 中去。注意：粘贴板中的文本数据不是用逗号分隔的，而是用 Tab 分隔的。

3 频谱分析仪

3.1 概述



这是一个双踪频谱分析仪，它提供以下几种显示：

- 实时幅度谱
- 实时相位谱
- 实时自相关函数
- 实时互相关函数
- 实时相干函数
- 实时传递函数（波德图，或增益和相位图）
- 实时冲激响应

并可调节快速富立叶变换的点数（范围 128 点~4194304 点），选择 55 种窗函数（矩型窗、三角窗、汉宁窗、哈明窗、布莱克曼窗、Kaiser 窗等）以及窗重叠百分比（0%~99%）。支持 X 轴和 Y 轴（dBr、dBV、dBu、dBFS、dB）对数刻度显示、倍频程分析（1/1、1/3、1/6、1/12、1/24、1/48、1/96）、频率补偿、频率加权（A、B、C、ITU-R 468）、移动平均平滑、去除直流、峰值保持、线

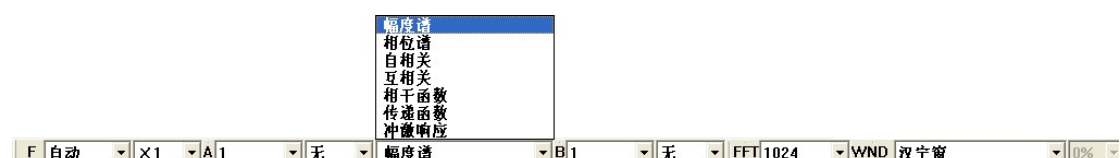
性平均、指数平均以及参数测量（总谐波失真 THD、THD+N、SINAD、信噪比 SNR、噪声电平、互调失真 IMD—SMPTE/DIN、互调失真 IMD—CCIF1、互调失真 IMD—CCIF2、串扰、带宽、谐波分析、峰值检测、用户定义的频带内的能量）等。

频谱分析仪共用与示波器相同的触发参数、采样参数和杂项参数。请参考示波器的相关部分。

3.2 显示参数

显示参数决定了如何分析和显示被采集到的数据。

3.2.1 显示类型

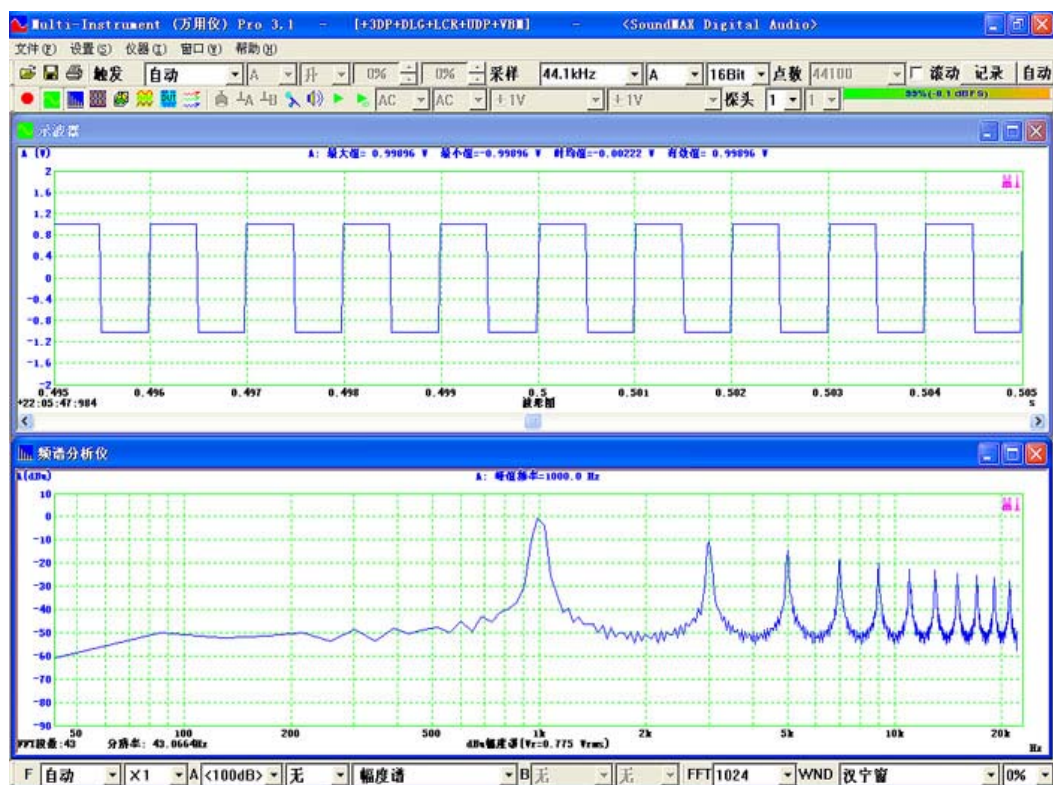


有七种显示类型：

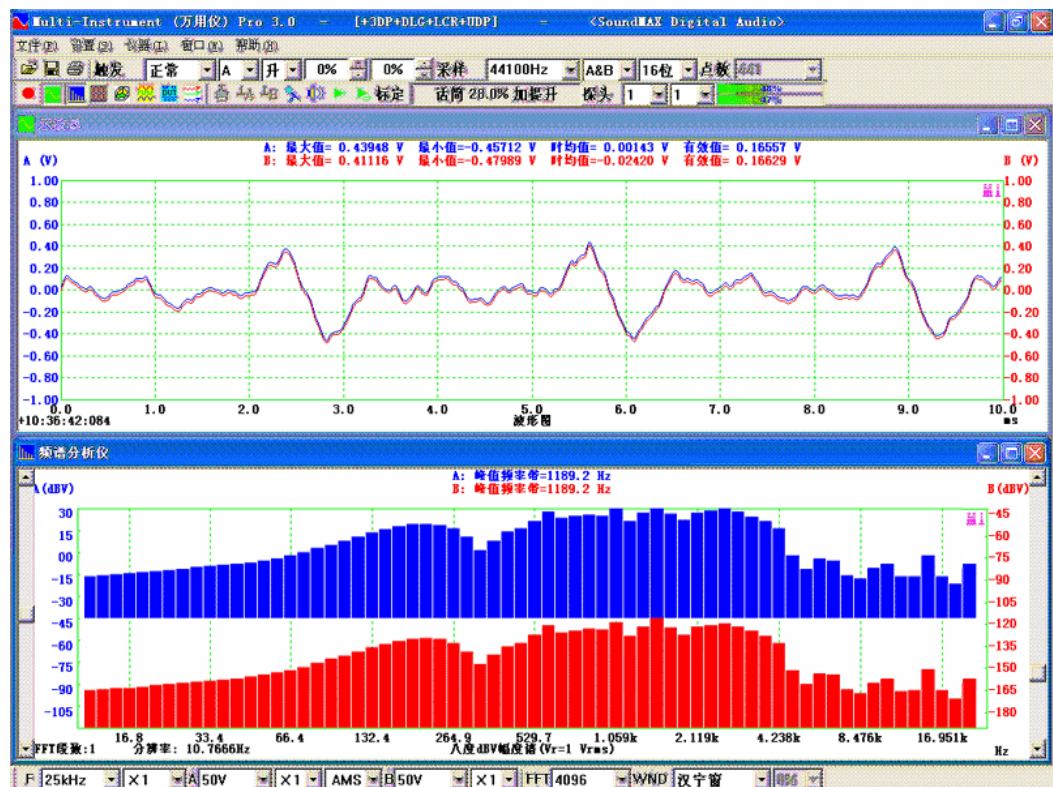
- 幅度谱
- 相位谱
- 自相关函数
- 互相关函数
- 相干函数
- 增益和相位图
- 冲激响应图

对于传递函数图（也称为频率响应图或波德图）和冲激响应图的测量，必须将输入被测设备（DUT）的激励信号同时输入通道 B，而从被测设备返回来的响应信号必须输入通道 A。为了取得好的测量精度，在被测的频率范围内，激励信号必须具有足够的能量。通常采用的激励信号包括正弦扫频信号和白噪声。

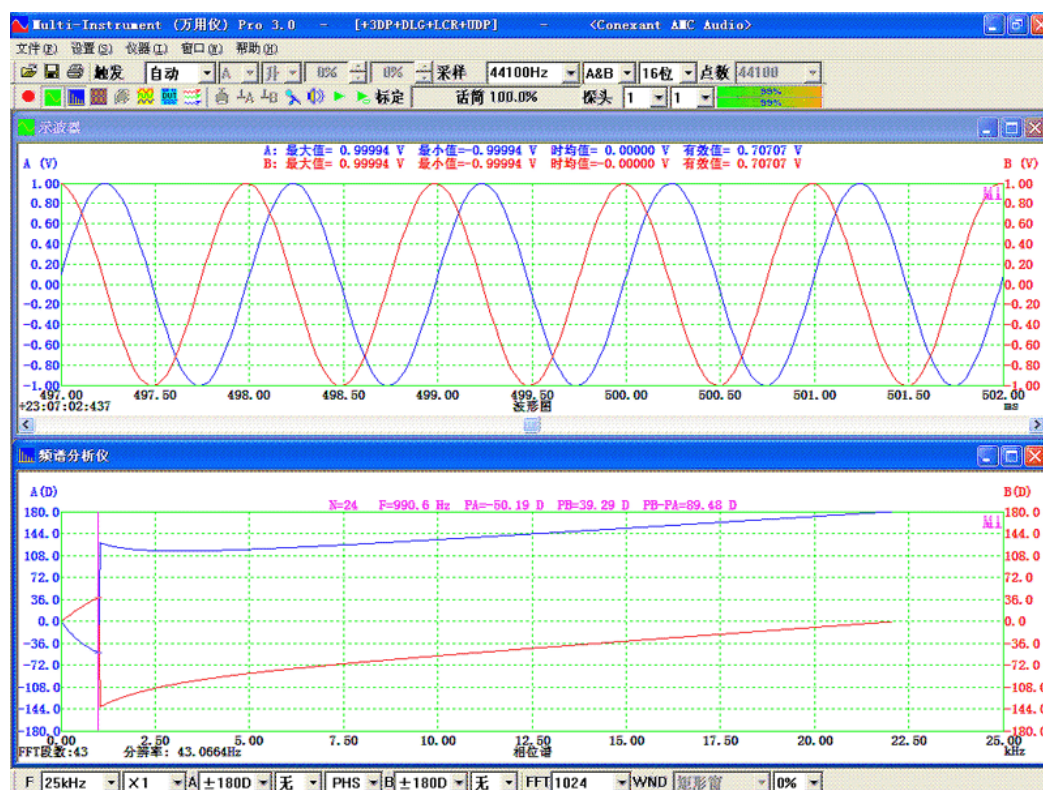
下图是一个 1kHz 的方波信号的幅度谱图，其 X 轴为对数刻度，Y 轴为 dBu 刻度。



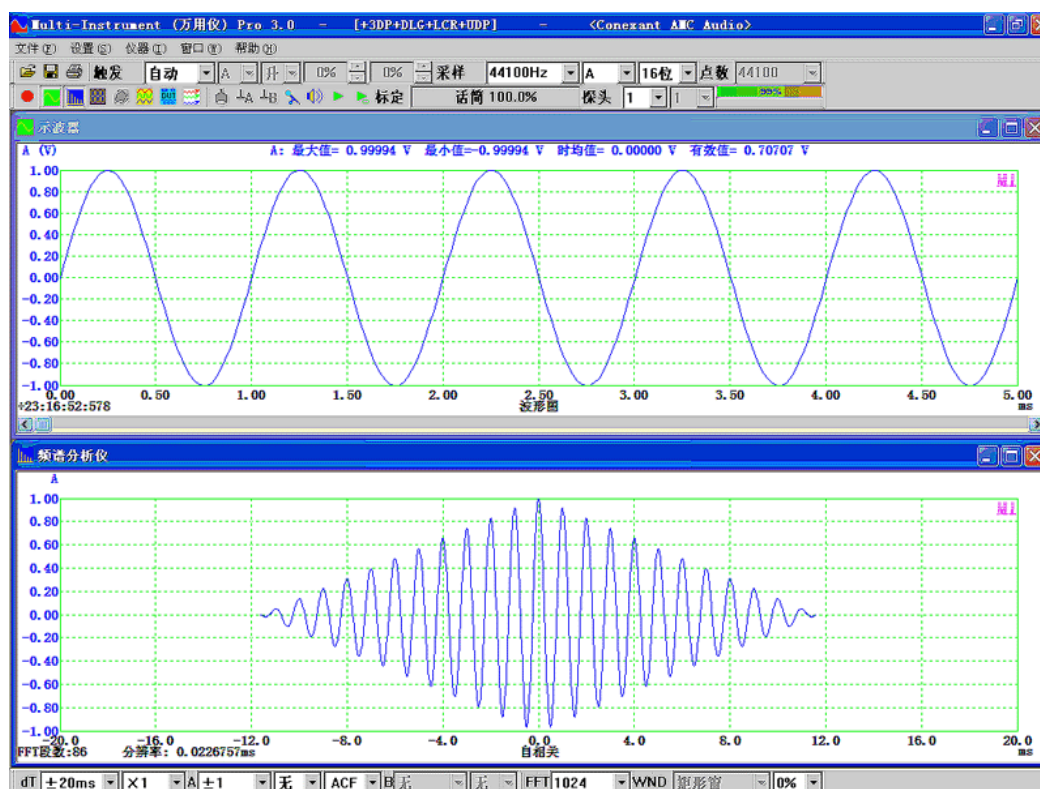
下图为用一台笔记本电脑的话筒记录的 10 毫秒歌曲的 1/6 倍频程幅度谱（Y 轴为 dBV 刻度）。



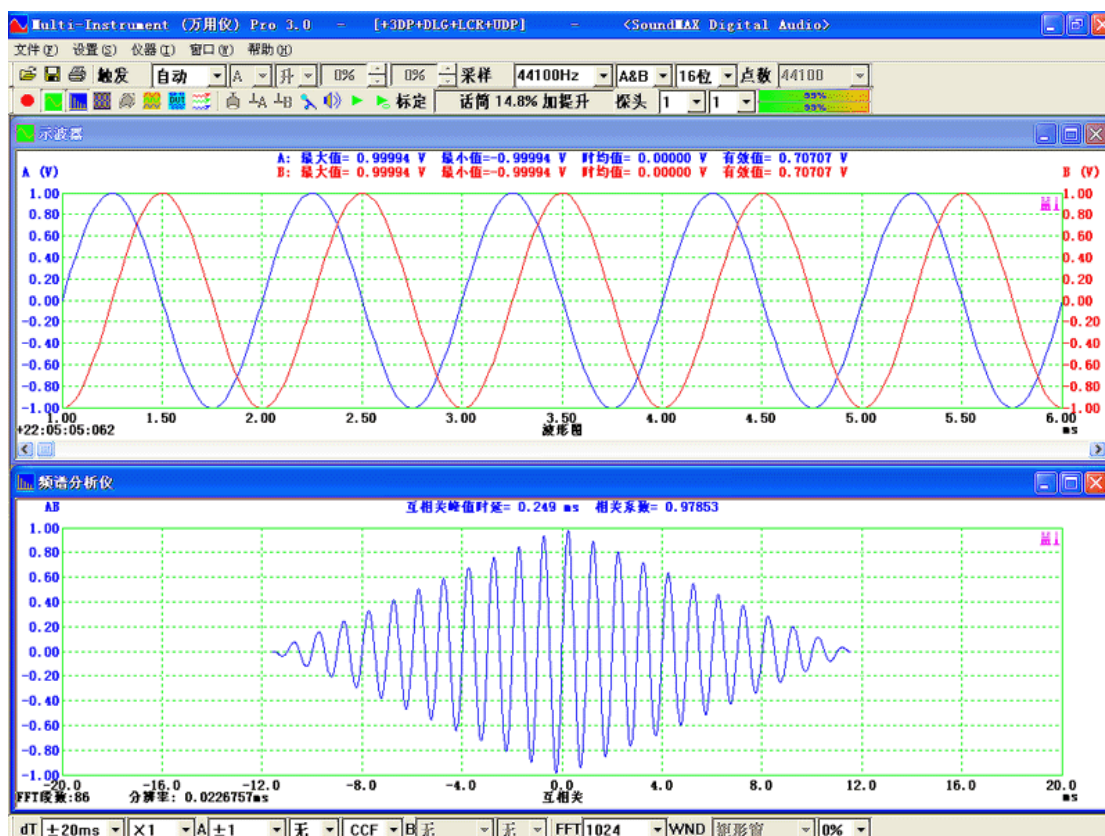
下图是两个相差 90° 的 1kHz 的正弦信号的相位谱。在 1kHz 附近，光标读数器正确反映出这 90° 的相位差。



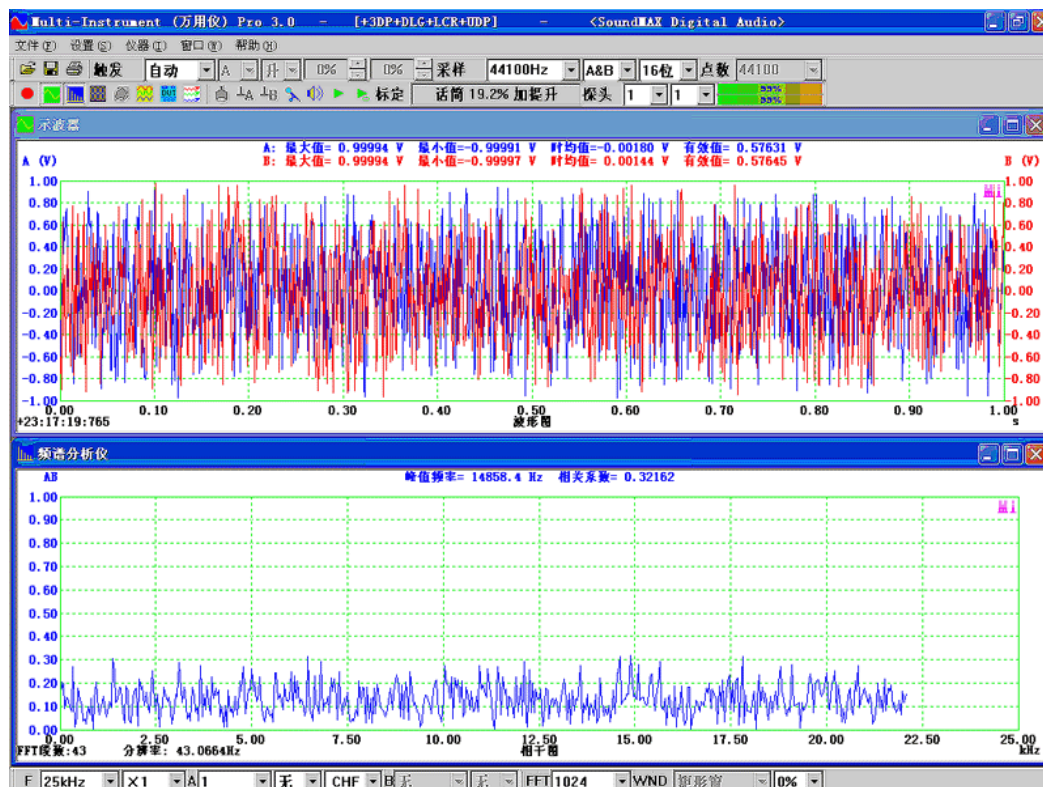
下图为一个 1kHz 正弦波信号的自相关函数曲线，其各波峰之间的时间间隔等于该信号的周期。



下图为两个 1kHz 正弦波信号的互相关函数曲线，其中通道 A 的相位超前于通道 B 的相位 90° 。因此反映在互相关函数上的峰值时延为 0.25ms，即通道 A 超前通道 B 1/4 个周期。

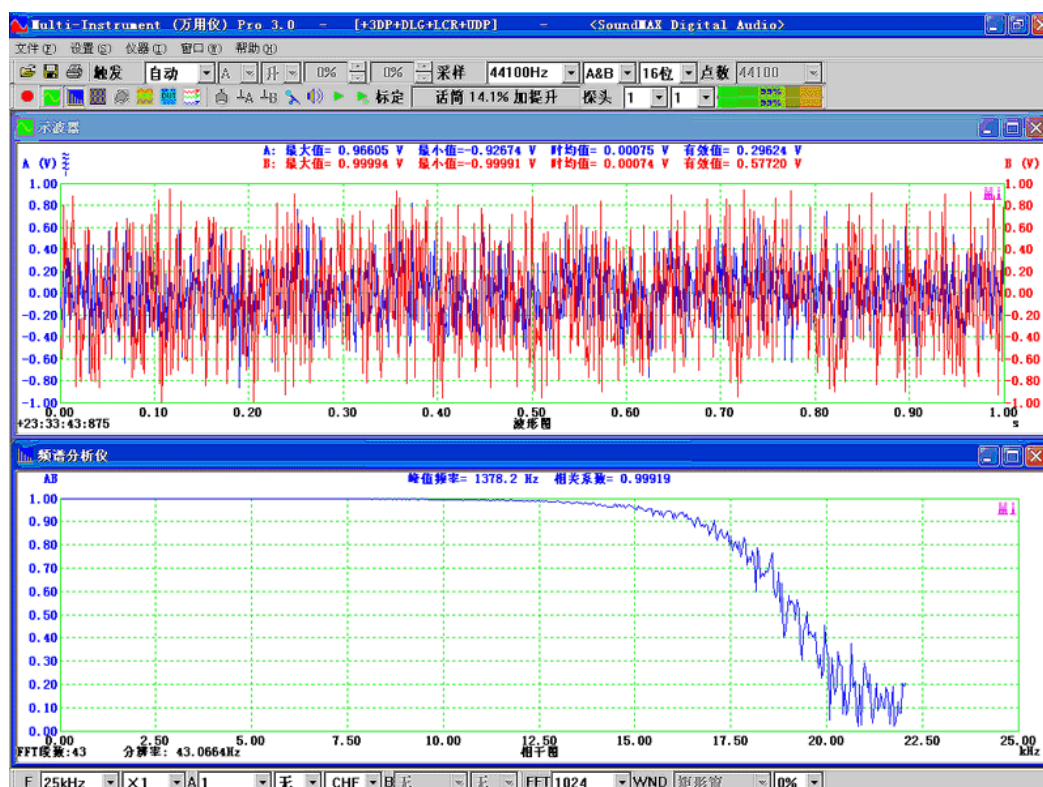


下图为两个相互独立的白噪声的相干函数，它是经过 43 次平均得到的（时域的数据点数为：44100，FFT 点数为 1024，则 FFT 的段数=44100/1024=43）。从图中可以看出，在每个频点的相干系数都远小于 1。若平均无穷多次，则各频点的相干系数应趋近于零。注意：若只有一个 FFT 段（即：没有平均），即使两个信号是完全独立（不相关），各频点的相干系数也将总是为 1。因此，为了得到一个有效的相干函数，最少必须经过一次平均。



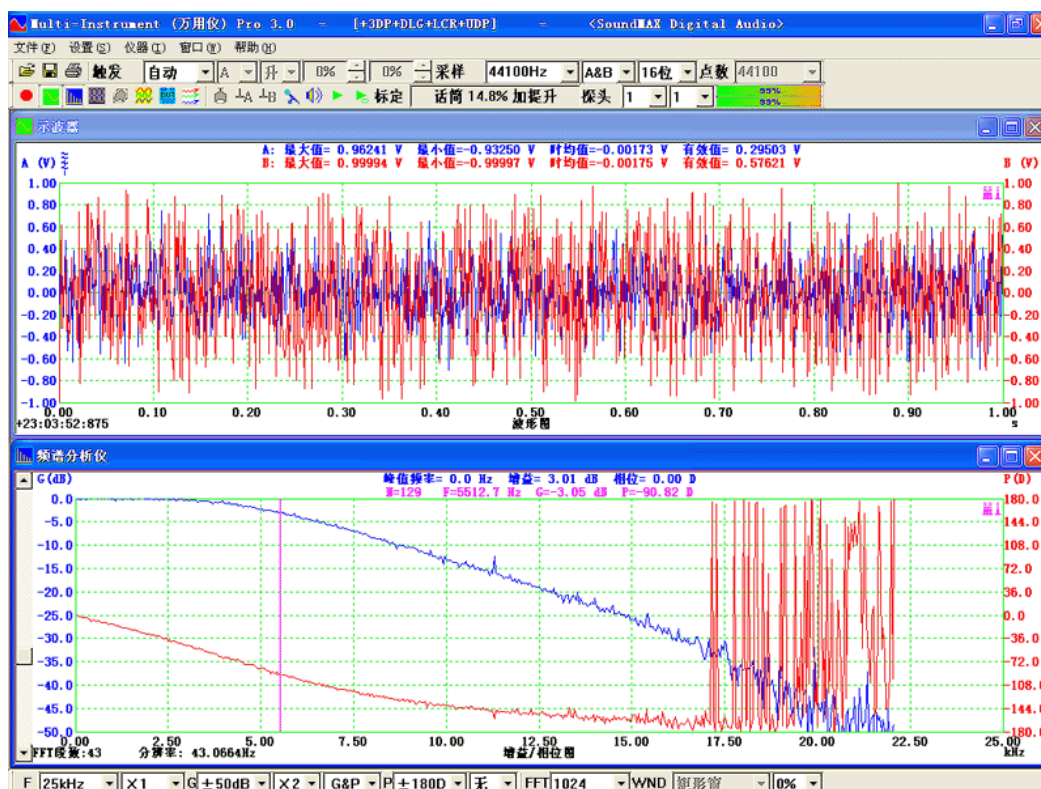
下图是两个不相互独立的噪声信号的相干函数图。通道 B 是白噪声的激励信号，通道 A 是通道 B 的信号经过一个截止频率为 5513Hz 的二阶巴特沃斯低通滤波器后的响应信号。图中显示相干函数从 0Hz 到 15kHz 基本上保持为 1，在 15kHz 后则逐渐下滑到 0。相干函数在频率高端变得不相干的原因是因为低通滤波器大大地衰减了信号的高频分量，从而导致在高频区域的信噪比大大降低的缘故。

相干函数常常与传递函数一起使用，用来指示传递函数测量的质量，它表示在响应信号的能量中，有多少与激励信号有关。

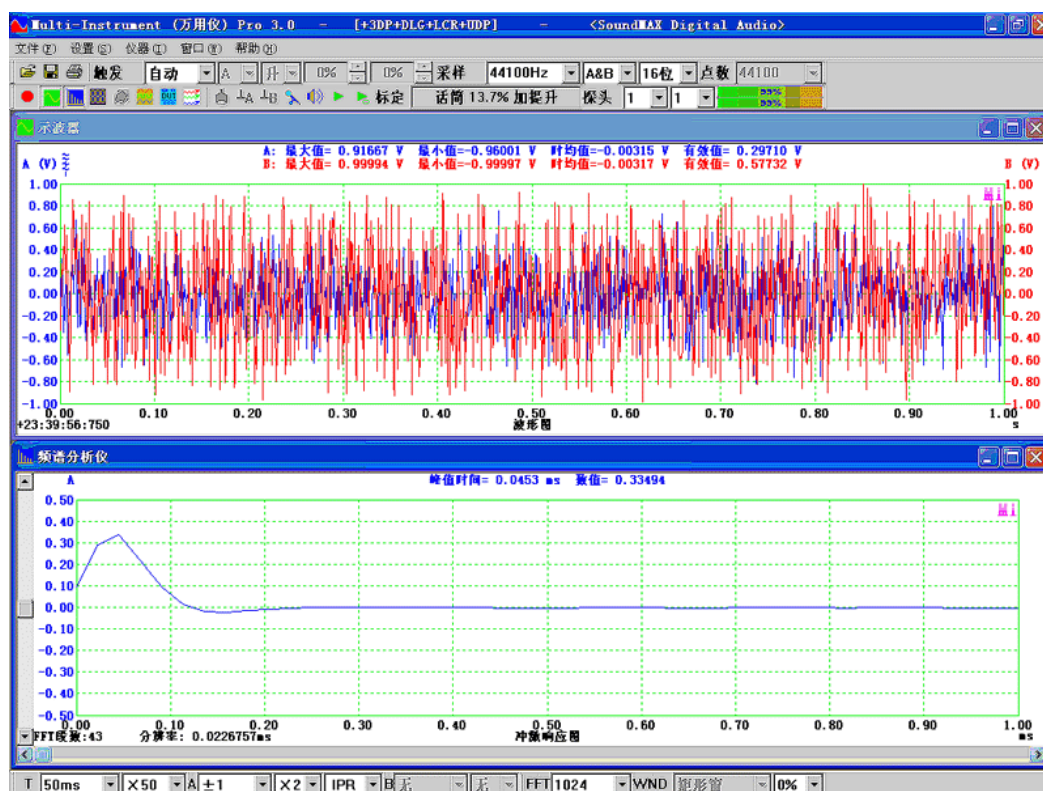


下图是上述的截止频率为 5513Hz 的二阶巴特沃斯低通滤波器的传递函数图(即:增益和相位图或波德图), 它由以下方式测得: 由信号发生器产生的白噪声激励信号由通道B采集,通道A则采集该激励信号经过被测低通滤波器后的响应信号。图中显示该滤波器的增益从 0Hz 到 5513Hz 基本保持为 0dB, 然后开始快速下降, 同时相位逐渐从 0Hz 的 0°变到频率无穷大时的-180°。图中的光标读数显示在 5512.7Hz (即: 在截止频率附近), 该滤波器的增益为-3.05dB, 相位为-90.8°。

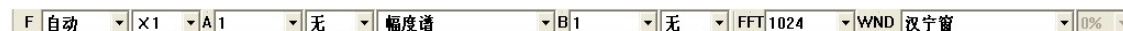
如前所述, 所测得的在 15kHz 以上的传递函数的数据是不可靠的, 因为信噪比很低, 响应信号和激励信号不再明显相关。



下图为上述的传递函数所对应的冲激响应。



3.2.2 幅度谱显示参数



幅度谱显示参数决定了在幅度谱中如何分析和显示采集到的数据。

3.2.2.1 频率范围 (F)



频率范围 (F) 有 36 项选择：自动、1Hz、2Hz、5Hz、10Hz、20Hz、50Hz、100Hz、200Hz、500Hz、1kHz、2kHz、5kHz、10kHz、20kHz、25kHz、50kHz、100kHz、200kHz、500kHz、1MHz、2MHz、5MHz、10MHz、20MHz、50MHz、100MHz、200MHz、500MHz、1GHz、2GHz、5GHz、10GHz、20GHz、50GHz、100GHz。

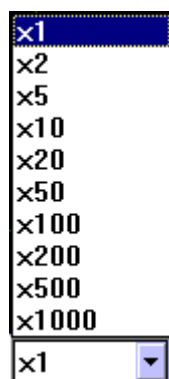
本软件能根据采样频率按以下公式自动选择频率显示范围：

频率显示范围 = 刚好大于或等于[采样频率] / 2 的整数。

奈奎斯特采样原理是数字信号处理中的一个重要原理，它指出任何信号都可以用超过其最高频率两倍的频率采样后重现出来。也就是说如果您想测量 3000Hz 的信号，采样频率必须大于 6000Hz，否则会出现频域的混叠现象，引起频谱失真。

在幅度谱中，可选择按线性、对数、倍频程（1/1、1/3、1/6、1/12、1/24、1/48、1/96）的比例绘制此水平坐标轴，可通过[设置]>[频谱分析仪 X 轴刻度]来设置。

3.2.2.2 频率放大倍数



频率放大倍数是水平坐标轴的放大倍数。它有 10 项选择：×1、×2、×5、×10、×20、×50、×100、×200、×500、×1000。

当选择“×1”时，显示窗口将以其可视宽度显示整个频率范围。

如果您将频率放大倍数置于大于 1 的“×N”档，则显示窗口在其可视宽度内只显示整个频率范围的 1/N。显示窗口的底部还将出现一个水平滚动条，移动它可滚动显示整个频率范围。

如果您把光标放于水平轴下面，屏幕上将显示出一个放大镜，这时您也可以通过按动鼠标的左、右键来调节放大倍数。

3.2.2.3 通道A显示范围

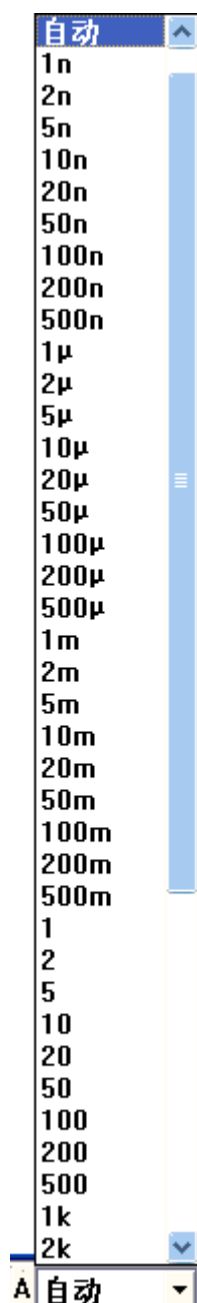
在幅度谱中，对于垂直坐标轴，有两种显示模式，可通过[设置]>[频谱分析仪 Y 轴刻度]来选择。

1. 绝对模式

垂直坐标轴以工程量为单位，所有的数据点按以 V (rms)、dBV (rms)、dBu (rms)、dB 或 dBFS 为单位的绝对值绘制。按照定义，dBV 和 dBu 的

参考电压分别为 1V (rms) 和 0.775V (rms)。幅度谱中的 1dBu 等于功率谱中按标准负载 600 欧计算的 1dBm。两个通道的 dB 值的参考电压可由用户定义, 例如您可以将他们都校准到声压上。请参见前面的“0dB 参考 Vr”章节。dBFS 的参考电压为模数转化的满程电压 (1/2Vpp)。

线性刻度



对于线性刻度, 例如 V(rms), 显示范围的选项有: 无、自动、1n、2n、5n、10n、20n、50n、100n、200n、500n、1μ、2μ、5μ、10μ、20μ、50μ、100μ、200μ、500μ、1m、2m、5m、10m、20m、50m、100m、200m、500m、1、2、5、10、20、50、100、200、500、1k、2k、5k、10k、20k、50k、100k、

200k、500k、1M、2M、5M、10M、20M、50M、100M、200M、500M。请注意，上述选项的工程单位是由通道 A 的传感器的工程单位决定的，该单位可通过[设置]>[校准]>[传感器]>[单位]来设置。

当选择“无”时，频谱分析仪将不会显示通道 A 中的数据。当选择“自动”时，显示范围由下式定：

显示范围 = 刚好大于或等于 [模数转换范围] / [传感器灵敏度] 的整数

传感器的灵敏度是通过[设置]>[校准]>[传感器]>[灵敏度]来设置的。

对数刻度



对于对数刻度，例如 dBV，显示范围的选项有：50dB、100dB、150dB、200dB。请注意，在这里，括号“<>”内的数值只表示轴的跨度，轴的上限由模数转换范围和传感器灵敏度决定，而轴的下限等于[上限]－[跨度]。若显示范围的数值外没有括号“<>”，则它表示显示范围是从零到该数值的，dBFS 就属于这种情况。

当选择“无”时，将不会显示通道 A 中的数据。

2. 相对模式

垂直坐标轴按相对值显示，可选择线性或对数（dBr），所有的数据点按其相对于测量最大值的比例进行绘制。

线性刻度



垂直坐标轴的范围为 0~1，其中 1 对应于测量中的最大值。

当选择“无”时，频谱分析仪将不会显示通道 A 中的数据。

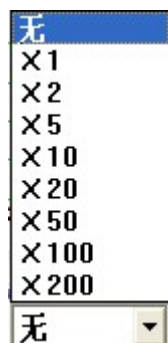
对数刻度(dBr)



在此模式下，垂直坐标轴的范围为 0dB～选定的范围值，其中 0dB 对应于测量中的最大值。

当选择“无”时，频谱分析仪将不会显示通道 A 中的数据。

3.2.2.4 通道A放大倍数



通道 A 放大倍数有九项选择：无、×1、×2、×5、×10、×20、×50、×100、×200。

当选择“无”时，显示窗口将以其可视长度显示通道 A 整个范围。

当选择“×1”时，显示窗口仍将以其可视长度显示通道 A 整个范围，不同之处在于在窗口左边会出现一个垂直滚动条，您可以用它上下移动通道 A 的数据曲线。

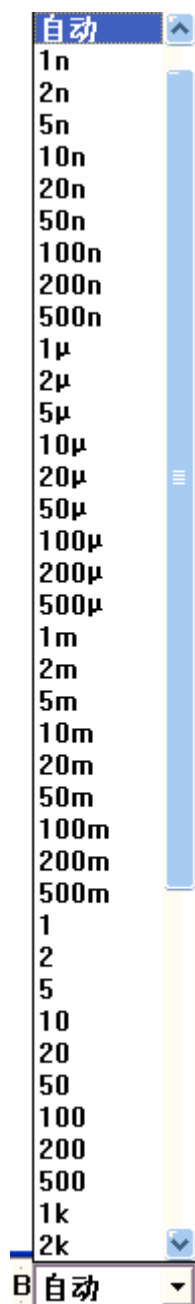
如果您将放大倍数置于大于 1 的“×N”档，则显示窗口在其可视长度内只显示通道 A 整个范围的 1/N。显示窗口的左边还将出现一个垂直滚动条，移动它可滚动显示通道 A 整个范围。

如果您把光标放于 A 轴左侧，屏幕上将显示出一个放大镜，这时您也可以通过按动鼠标的左、右键来调节放大倍数。

3.2.2.5 通道B显示范围

1. 绝对模式

线性刻度



对于线性刻度，例如 V(rms)，显示范围的选项有：无、自动、1n、2n、5n、10n、20n、50n、100n、200n、500n、1μ、2μ、5μ、10μ、20μ、50μ、100μ、200μ、500μ、1m、2m、5m、10m、20m、50m、100m、200m、500m、1、2、5、10、20、50、100、200、500、1k、2k、5k、10k、20k、50k、100k、200k、500k、1M、2M、5M、10M、20M、50M、100M、200M、500M。请注意，上述选项的工程单位是由通道 B 的传感器的工程单位决定的，该单位可通过[设置]>[校准]>[传感器]>[单位]来设置。

当选择“无”时，频谱分析仪将不会显示通道 B 中的数据。当选择“自动”时，显示范围由下式定：

显示范围 = 刚好大于或等于 [模数转换范围] / [传感器灵敏度] 的整数

传感器的灵敏度是通过[设置]>[校准]>[传感器]>[灵敏度]来设置的。

对数刻度



对于对数刻度，例如 dBV，显示范围的选项有：50dB、100dB、150dB、200dB。请注意，在这里，括号“<>”内的数值只表示轴的跨度，轴的上限由模数转换范围和传感器灵敏度决定，而轴的下限等于[上限]－[跨度]。若显示范围的数值外没有括号“<>”，则它表示显示范围是从零到该数值的，dBFS 就属于这种情况。

当选择“无”时，频谱分析仪将不会显示通道 B 中的数据

2. 相对显示模式

垂直坐标轴按相对值显示，可选择线性或对数（dBr），所有的数据点按其相对于测量最大值的比例进行绘制。

线性刻度



垂直坐标轴的范围为 0~1，其中 1 对应于测量中的最大值。

当选择“无”时，频谱分析仪将不会显示通道 B 中的数据。

对数刻度 (dBr)

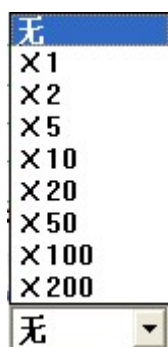


在此模式下，垂直坐标轴的范围为 0dB～选定的范围值，其中 0dB 对应于测量中的最大值。

当选择“无”时，频谱分析仪将不会显示通道 B 中的数据。

当采样单通道（A）时，此参数选择被禁止且未被使用。

3.2.2.6 通道B放大倍数



通道 B 放大倍数有九项选择：无、×1、×2、×5、×10、×20、×50、×100、×200。

当选择“无”时，显示窗口将以其可视长度显示通道 B 整个范围。

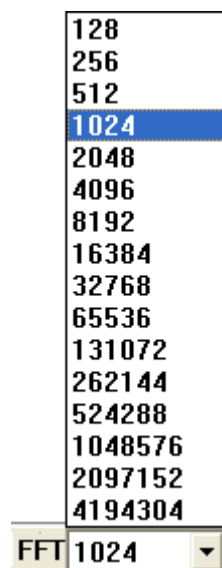
当选择“×1”时，显示窗口仍将以其可视长度显示通道 B 整个范围，不同之处在于在窗口右边会出现一个垂直滚动条，您可以用它上下移动通道 B 的数据曲线。

如果您将放大倍数置于大于 1 的“×N”档，则显示窗口在其可视长度内只显示通道 B 整个范围的 1/N。显示窗口的右边还将出现一个垂直滚动条，移动它可滚动显示通道 B 整个范围。

当采样单通道（A）时，此参数选择被禁止且未被使用。

如果您把光标放于 B 轴右侧，屏幕上将显示出一个放大镜，这时您也可以通过按动鼠标的左、右键来调节放大倍数。

3.2.2.7 快速富立叶变换（FFT）点数



此参数适用于频谱分析仪的全部显示类型，有 16 项选择：128、256、512、1024、2048、4096、8192、16384、32768、65536、131072、262144、524288、1048576、2097152、4194304。

所选择的 FFT 点数直接影响频谱分析中的频率分辨率。频域中的谱线数目总是 FFT 点数的 $1/2+1$ 。例如 1024 点的 FFT 将生成 513 点的频谱。

频率分辨率等于[采样频率]/[FFT 点数]。例如对于 1024 点的 FFT 和 44100Hz 的采样频率，频率分辨率为：

$$44100 / 1024 = 43.07 \text{ Hz}$$

FFT 点数越多，频率分辨率越高，但计算耗时越长。

如果 FFT 点数超过每帧数据的点数，则在 FFT 计算中，在测量数据的后面会自动补零以使其等于 FFT 点数。应当注意的是，在这种情况下，真正的频率分辨率等于[采样频率]/[实际数据点数]，而不是表面上看到的 FFT 的频率分辨率：[采样频率]/[FFT 点数]。换句话说，在实际数据后面补零，虽然能通过插值计算提供更多的频率谱线，但是它不会提高真正的频率分辨率。

如果 FFT 点数少于每帧数据的点数，则测量数据将被分段，每段数据长度等于 FFT 点数。若最后一段数据长度不等于 FFT 点数，则它将不参与 FFT 计算。FFT 的最终结果由全部数据段的结果平均而得。应当说明的是这里用到的分段平均法适用于幅度谱、自相关函数、互相关函数、相干函数、增益和相位图、冲激响应图的计算。而相位谱的计算仅使用了第一段数据。这里的平均称为帧内平均，以区别于帧间平均。帧间平均则是通过[设置]>[频谱分析仪处理]>[帧间平均]来设置的。

下表列出了各种分析类型所采用的平均方法：

	幅度谱	相位谱	自相关函数	互相关函数	相干函数	传递函数	冲激响应图
帧内平均	功率平均	无	功率平均	功率平均	功率平均	功率平均	功率平均
帧间平均	功率平均	普通平均	普通平均	普通平均	普通平均	普通平均	普通平均

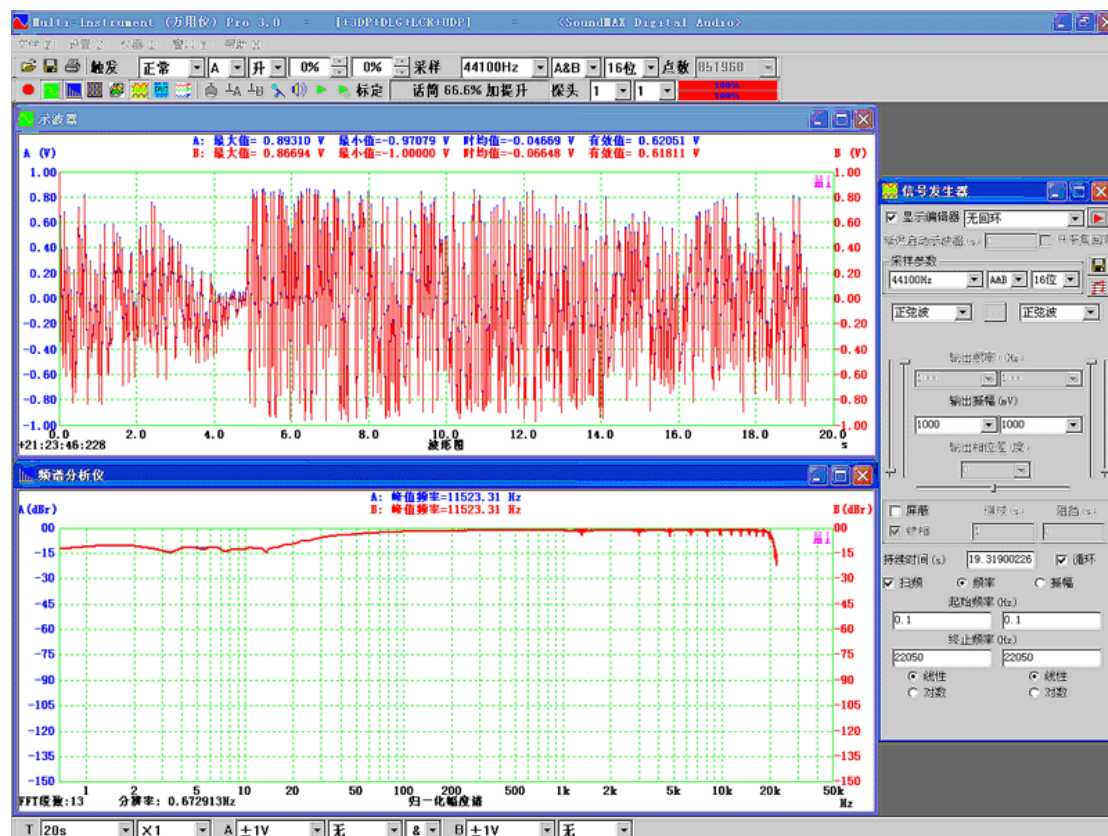
功率平均：平均是在计算过程中对功率谱（例如：自功率谱和互功率谱）所进行的平均。对于幅度谱来说，这种平均常称为 RMS 平均。

普通平均：算数平均

若有必要的话，您可以在采样前调节采样点数，使它正好等于 FFT 点数的倍数。

FFT 的段数和 FFT 的频率分辨率显示在频谱分析仪的左下角。

下图是测得的一台笔记本电脑的自带声卡的幅频响应图，测量时，先将声卡的输出端通过导线连接到声卡的输入端，然后从本软件的信号发生器产生从 0.1Hz 到 22050Hz 的线性扫频正弦信号，扫频时间为 19.3190022675736 秒。示波器的帧宽也为 19.3190022675736 秒，采样频率为 44100Hz，因此所有的数据都包含在正好 13 个 FFT 段中，每个 FFT 段包含 65536 个点。此面板设置可在本软件包的 PSF 目录中找到。

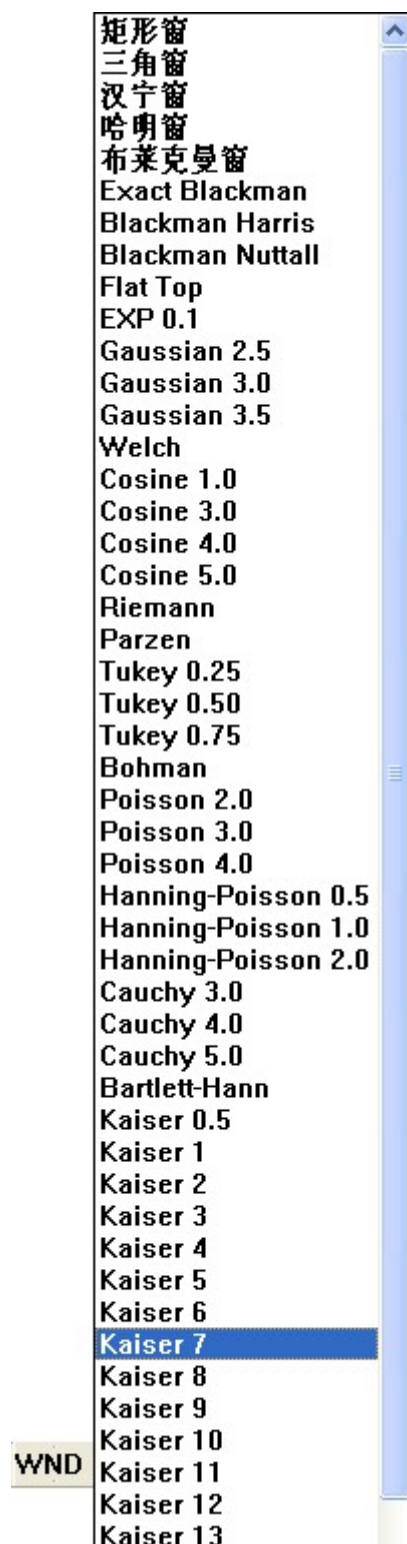


若您想了解更多的关于快速富利叶变换的基础知识, 请参考: *FFT Basics and Case Study using Multi-Instrument*.

下载地址:

http://www.virtins.com/doc/D1002/FFT_Basics_and_Case_Study_using_Multi-Instrument_D1002.pdf

3.2.2.8 窗函数



使用窗函数有助于改善由于时域中采样长度有限（即矩型窗）而造成的在频域中的频谱泄漏现象，可选择 55 种窗函数：矩型窗、三角窗、汉宁窗、哈明窗、布莱克曼窗、Exact Blackman、Blackman Harris、Blackman Nuttall、Flat Top、Exponential(Exponnetial 0.1)、Gaussian(Gaussian 2.5、Gaussian 3.0、

Gaussian 3.5)、Welch(or Riesz)、Cosine(Cosine 1.0、Cosine 3.0、Cosine 4.0、Cosine 5.0)、Riemann (or Lanczos)、Parzen、Tukey (Tukey 0.25、Tukey 0.50、Tukey 0.75)、Bohman、Poisson(Poisson 2.0、Poisson 3.0、Poisson 4.0)、Hanning—Poisson(Hanning—Poisson 0.5、Hanning—Poisson 1.0、Hanning—Poisson 2.0)、Cauchy(Cauchy 3.0、Cauchy 4.0、Cauchy 5.0)、Bartlett—Hann、Kaiser(Kaiser 0.5、Kaiser 1、Kaiser 2、Kaiser 3、Kaiser 4、Kaiser 5、Kaiser 6、Kaiser 7、Kaiser 8、Kaiser 9、Kaiser 10、Kaiser 11、Kaiser 12、Kaiser 13、Kaiser 14、Kaiser 15、Kaiser 16、Kaiser 17、Kaiser 18、Kaiser 19、Kaiser 20。有的窗函数名后面有一个数字，它是该窗函数的参数。对于各窗函数的定义，请参考相应的参考书籍。

默认的窗函数为汉宁窗。应当说明的是除矩型窗外，其它窗函数并不适用于相位谱、自相关函数、互相关函数、相干函数、增益和相位图、冲激响应图的计算，因而在这些显示类型下是禁止选择的。

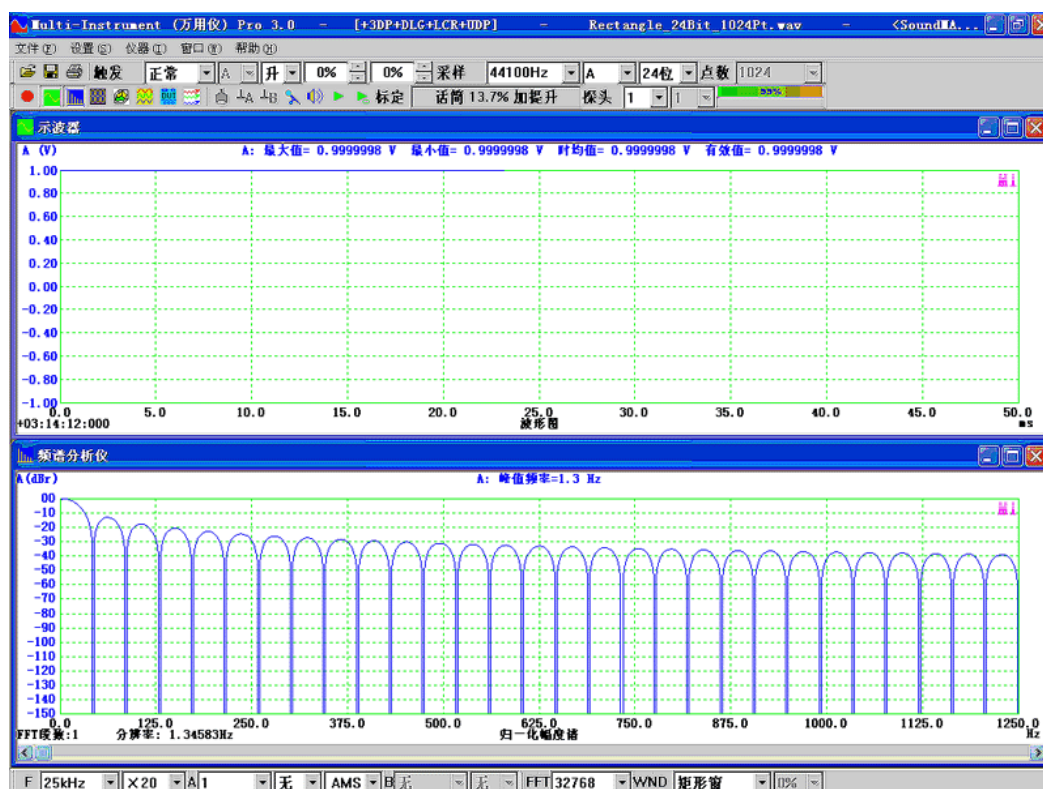
本软件包为每个窗函数提供了一个 1024 点的 24 位的 WAV 波形文件，您可利用这些波形文件来了解各个窗函数在频域的特性，这些文件在软件包的 WAV\window 目录下。为了正确显示这些窗函数的频谱，在调入窗函数的波形后，必须对默认的参数作以下修改：

- [窗函数]： 矩形窗
- [FFT 点数]： >1024
- [设置]>[频谱分析仪处理]>[帧内处理]>[除去直流]： 不选择

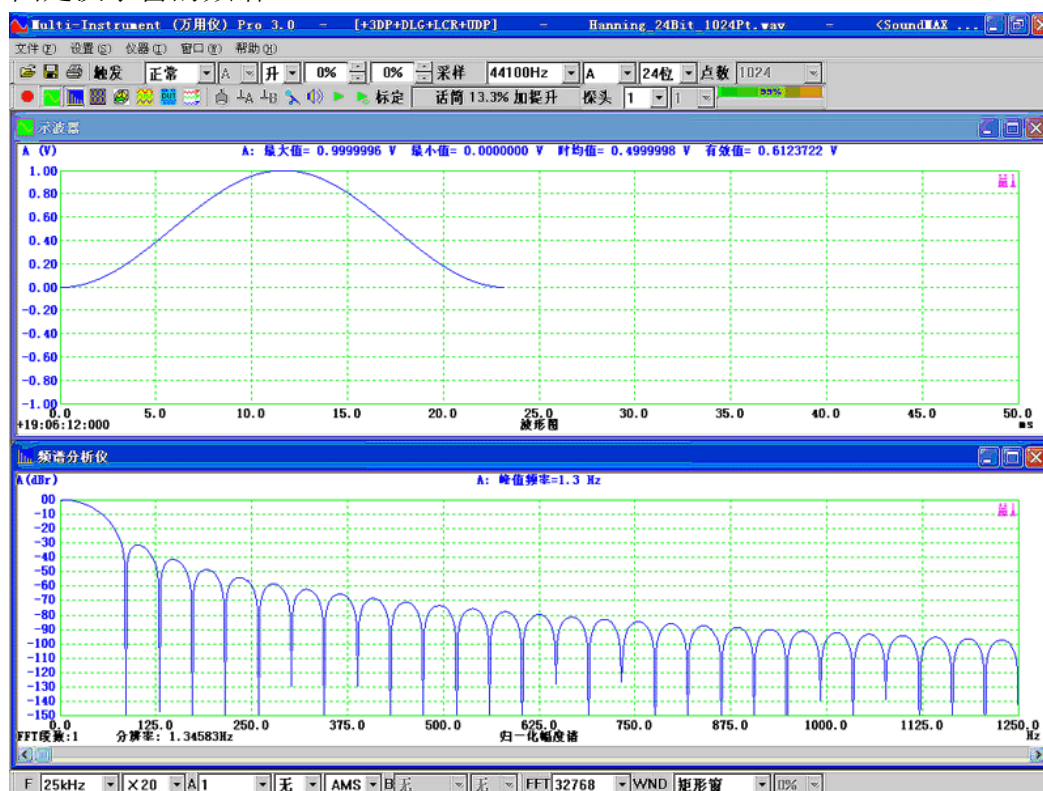
同时建议对其它默认的参数作以下修改（不是必须的）：

- [设置]>[频谱分析仪 Y 轴刻度]： dBr
- [水平轴放大倍数]： × 20

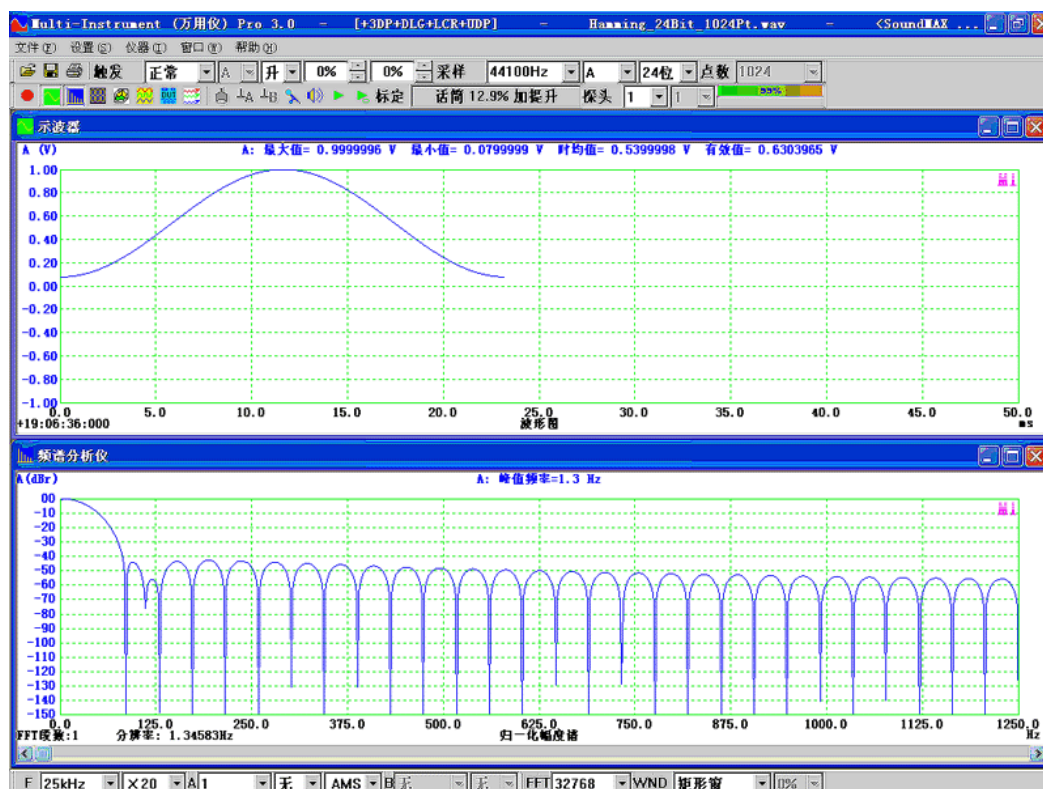
下图是矩形窗的频谱：



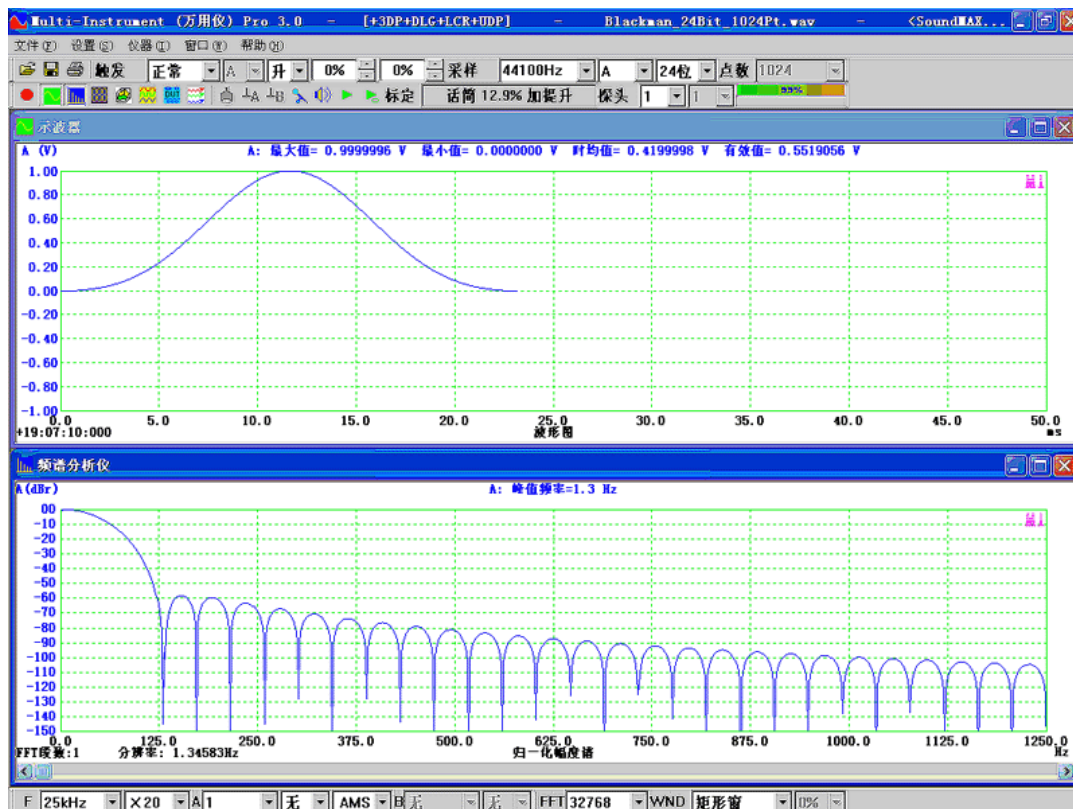
下图是汉宁窗的频谱:



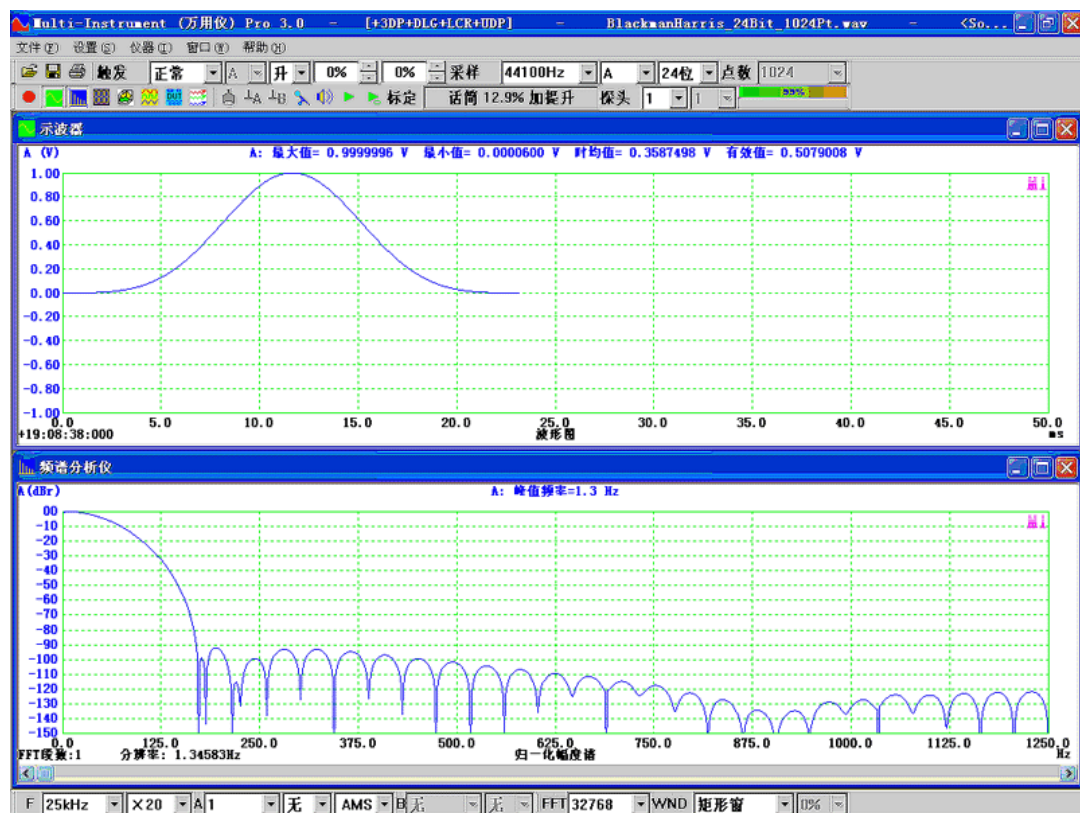
下图是哈明窗的频谱:



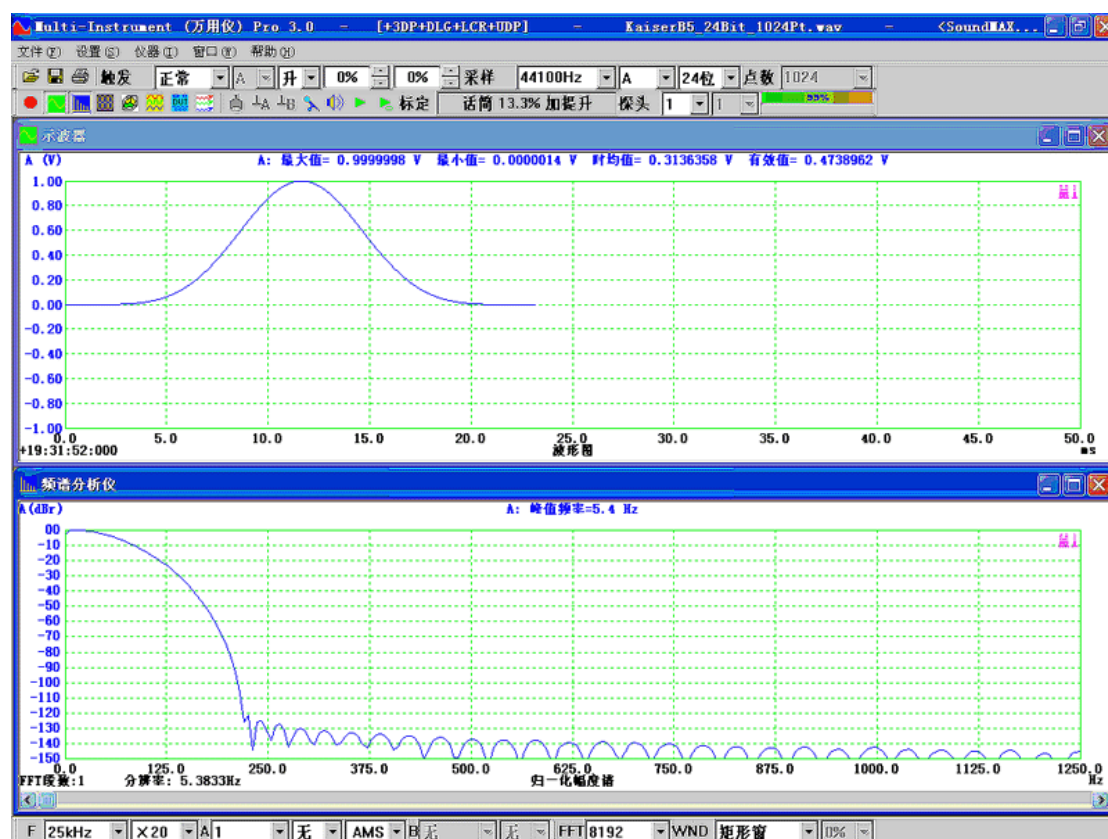
下图是布莱克曼窗的频谱:



下图是 Blackman-Harris (4 项) 窗的频谱:



下图是 Kaiser 5 窗的频谱:



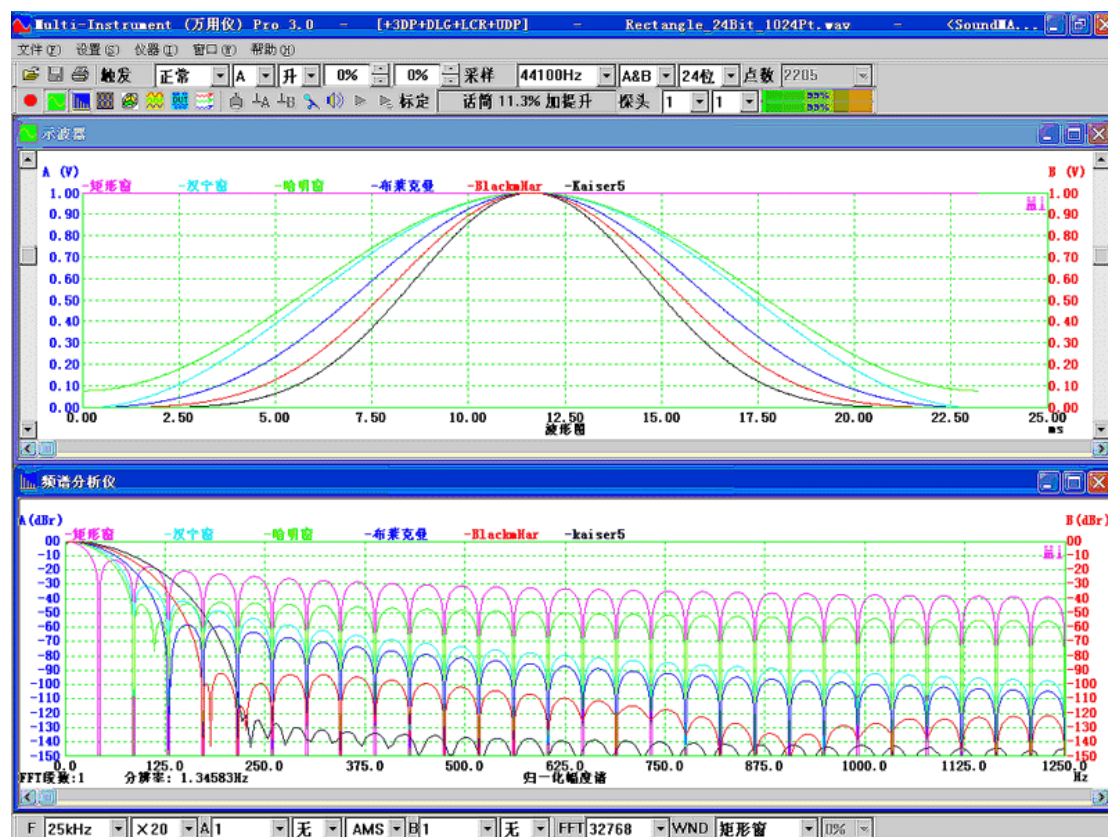
从上面 6 种窗函数的频谱图中，可以得到这 6 种窗函数的以下特性：

	最高边瓣水平 (dB)	边瓣衰减率 (dB/倍频程)	-3dB 主瓣宽度 (bins)	-6dB 主瓣宽度 (bins)	Scallop Loss (dB)	Coherent Gain	Equivalent Noise Bandwidth (bins)
矩形窗	-13	-6	0.88	1.21	3.92	1	1
汉宁窗	-32	-18	1.44	2.00	1.42	0.5	1.50
哈明窗	-43	-6	1.30	1.81	1.75	1.54	1.36
布莱克曼窗	-58	-18	1.64	2.29	1.10	0.42	1.73
Blackman-Harris 窗 (4 项)	-92	-6	1.90	2.66	0.83	0.36	2.00
Kaiser 5 窗	-120	-6	2.16	3.03	0.64	0.31	2.28

下图汇总了以上 6 种窗函数在时域和频域的特性，它是通过以下步骤得到的：

- 1、用[文件]>[打开]命令来打开矩形窗的波形文件
- 2、用[文件]>[合并]命令来打开另一个窗的波形文件
- 3、将频谱分析仪按前述的参数设置进行设置
- 4、将示波器和频谱分析仪中的各曲线复制到参考曲线中
- 5、采用[文件]>[合并]命令来打开另外两个窗的波形文件
- 6、将示波器和频谱分析仪中的各曲线复制到参考曲线中

7、重复第 5 步



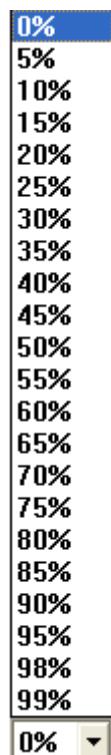
频谱泄漏是由于 FFT 算法作了如下假定所引起：一个连续的时域信号，可分为多个长度相同的 FFT 段，每个 FFT 段中的数据是完全相同的，也就是说信号是周期性的，FFT 段的长度是信号的周期长度的整数倍。若 FFT 段的长度不等于信号的周期长度的整数倍，则会产生频谱泄漏现象。频谱泄漏造成在给定频率处的能量向其相邻的频率谱线扩散。在多数情况下，您不能保证在 FFT 段中正好包含信号周期长度的整数倍，因此，在不同的应用中选择适当的窗函数来抑制频谱泄漏是非常关键的。在选择窗函数之前，您必须估算信号的频率成分。若信号中包含很强的干扰信号，但干扰信号的频率距离您所感兴趣的频率较远，则您应当选用边瓣衰减率高的窗函数。若信号中包含很强的干扰信号，且干扰信号的频率距离您所感兴趣的频率较近，则您应当选用最高边瓣水平低的窗函数。若您感兴趣的频率附近有两个或更多相距非常近的频率分量，则频率分辨率变得非常重要，您最好选用主瓣很窄的窗函数。若频率分量的幅度精度比其在频谱上的位置精度更重要，则应选用主瓣宽的窗函数。若信号的频谱非常宽平，则应采用矩形窗。总的来说，汉宁窗具有良好的频率分辨率，并能很好地抑制频谱泄漏，在 95% 的情形下，都能满足要求。

若您想了解更多的窗函数的特性，请参考：*Evaluation of Various Window Function using Multi-Instrument*.

下载地址：

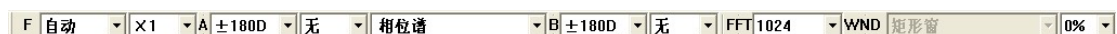
http://www.virtins.com/doc/D1003/Evaluation_of_Various_Window_Functions_using_Multi-Instrument_D1003.pdf

3.2.2.9 窗口重叠百分比



采用窗函数极大地抑制了窗口边沿的数据，因此，这些数据对整个计算的贡献远小于窗口中部的数据。为了最大限度地利用所采集到的数据，可对 FFT 段进行重叠。可选择的重叠百分比为：0%~99%。此选项只在数据帧长度大于 FFT 点数时被使能。

3.2.3 相位谱显示参数



这些显示参数决定了如何对被采集到的数据进行相位谱分析与显示。

请注意，相位谱通常用于比较或读出两通道信号的相位差，而不是用来读出每通道信号的相位的绝对数值。

3.2.3.1 频率范围 (F)

此参数与幅度谱相同。

3.2.3.2 频率放大倍数

此参数与幅度谱相同。

3.2.3.3 通道A显示范围



有两项选择：无、 $\pm 180D$ (i. e. ± 180 度)。

当选择“无”，频谱分析仪将不会显示通道 A 中的数据。

3.2.3.4 通道A放大倍数

此参数与幅度谱相同。

3.2.3.5 通道B显示范围



有两项选择：无、 $\pm 180D$ (i. e. ± 180 度)。

当选择“无”，频谱分析仪将不会显示通道 B 中的数据。

3.2.3.6 通道B放大倍数

此参数与幅度谱相同。

3.2.3.7 快速富立叶变换（FFT）点数

此参数与幅度谱相同。

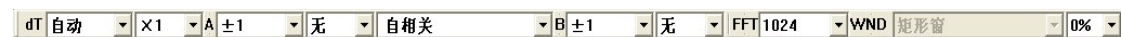
3.2.3.8 窗函数

没有用到，被禁止选择。

3.2.3.9 窗口重叠百分比

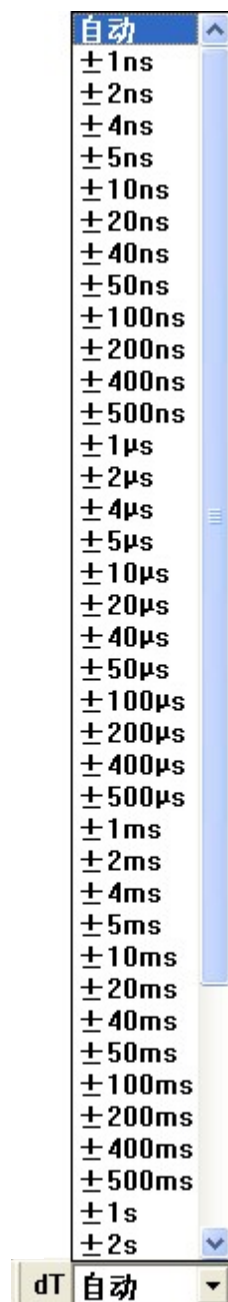
没有用到，被禁止选择。

3.2.4 自相关函数显示参数



这些显示参数决定了如何对被采集到的数据进行自相关分析与显示。

3.2.4.1 时间延迟范围 (dT)



此参数仅适用于自相关函数或互相关函数显示。有以下 49 种选择：自动、±1ns、±2ns、±4ns、±5ns、±10ns、±20ns、±40ns、±50ns、±100ns、±200ns、±400ns、±500ns、±1μs、±2μs、±4μs、±5μs、±10μs、±20μs、±40μs、±50μs、±100μs、±200μs、±400μs、±500μs、±1ms、±2ms、±4ms、±5ms、±10ms、±20ms、±40ms、±50ms、±100ms、±200ms、±400ms、±500ms、±1s、±2s、±4s、±5s、±10s、±20s、±40s、±50s、±100s、±200s、±400s、±500s。

当选择“自动”时，本软件将按下式自动设置时间延迟范围：

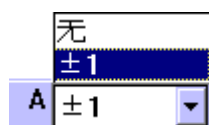
时间延迟范围 = 刚好大于或等于 $0.5 \times [\text{FFT 点数}] / [\text{采样频率}]$ 的整数。

本软件通过 FFT 来计算自相关函数和互相关函数以加快计算速度。因此，可计算的时间延迟范围为 $\pm 0.5 \times [\text{FFT 点数}] / [\text{采样频率}]$ 。

3.2.4.2 时间延迟放大倍数

此参数与幅度谱相同。

3.2.4.3 通道A显示范围



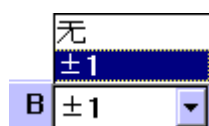
有两个选择：无、 ± 1 。

当选择“无”时，频谱分析仪将不会显示通道 A 中的数据。

3.2.4.4 通道A放大倍数

此参数与幅度谱相同。

3.2.4.5 通道B显示范围



有两个选择：无、 ± 1 。

当选择“无”，频谱分析仪将不会显示通道 B 中的数据。

3.2.4.6 通道B放大倍数

此参数与幅度谱相同。

3.2.4.7 快速富立叶变换（FFT）点数

此参数与幅度谱相同。

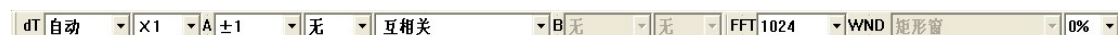
3.2.4.8 窗函数

没有用到，被禁止选择。

3.2.4.9 窗口重叠百分比

没有用到，被禁止选择。

3.2.5 互相关函数显示参数



这些显示参数决定了如何对被采集到的数据进行互相关分析与显示。

3.2.5.1 时间延迟 (dT)

此参数与自相关函数显示相同。

3.2.5.2 时间延迟放大倍数

此参数与自相关函数显示相同。

3.2.5.3 通道A&B显示范围

此参数与自相关函数显示相同或类似。

3.2.5.4 通道A&B放大倍数

此参数与自相关函数显示相同。

3.2.5.5 通道B显示范围

没有用到，被禁止选择。

3.2.5.6 通道B放大倍数

没有用到，被禁止选择。

3.2.5.7 快速富立叶变换（FFT）点数

此参数与幅度谱相同。

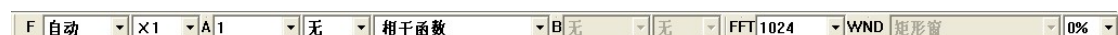
3.2.5.8 窗函数

没有用到，被禁止选择。

3.2.5.9 窗口重叠百分比

没有用到，被禁止选择。

3.2.6 相干函数显示参数



这些显示参数决定了如何对被采集到的数据进行相干分析与显示。

3.2.6.1 频率范围（F）

此参数与幅度谱相同。

3.2.6.2 频率放大倍数

此参数与幅度谱相同。

3.2.6.3 通道A&B显示范围



有两项选择：无、1。

当选择“无”，频谱分析仪将不会显示通道 A 中的数据。

3.2.6.4 通道A&B放大倍数

此参数与幅度谱相同。

3.2.6.5 通道B显示范围

没有用到，被禁止选择。

3.2.6.6 通道B放大倍数

没有用到，被禁止选择。

3.2.6.7 快速富立叶变换（FFT）点数

此参数与幅度谱相同。

3.2.6.8 窗函数

没有用到，被禁止选择。

3.2.6.9 窗口重叠百分比

没有用到，被禁止选择。

3.2.7 传递函数显示参数



这些显示参数决定了如何对被采集到的数据进行传递函数分析与显示。

3.2.7.1 频率范围（F）

此参数与幅度谱相同。

3.2.7.2 频率放大倍数

此参数与幅度谱相同。

3.2.7.3 通道A显示范围



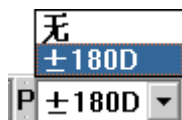
有五项选择：无、 $\pm 50\text{dB}$ 、 $\pm 100\text{dB}$ 、 $\pm 150\text{dB}$ 、 $\pm 200\text{dB}$ 。

当选择“无”，频谱分析仪将不会显示通道 A 中的数据。

3.2.7.4 通道A放大倍数

此参数与幅度谱相同。

3.2.7.5 通道B显示范围



有两项选择：无、 $\pm 180\text{D}$ (i. e. ± 180 度)。

当选择“无”，频谱分析仪将不会显示通道 B 中的数据。

3.2.7.6 通道B放大倍数

此参数与幅度谱相同。

3.2.7.7 快速富立叶变换（FFT）点数

此参数与幅度谱相同。

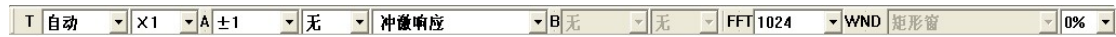
3.2.7.8 窗函数

没有用到，被禁止选择。

3.2.7.9 窗口重叠百分比

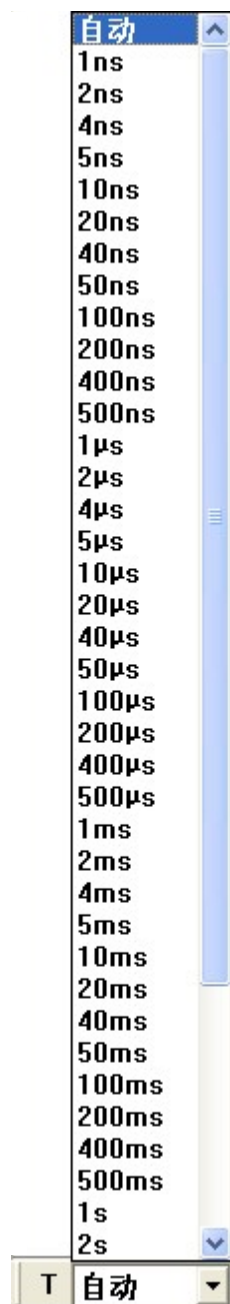
没有用到，被禁止选择。

3.2.8 冲激响应图显示参数



这些显示参数决定了如何对被采集到的数据进行冲激响应分析与显示。

3.2.8.1 时间范围 (T)



有以下 49 种选择：自动、1ns、2ns、4ns、5ns、10ns、20ns、40ns、50ns、100ns、200ns、400ns、500ns、1μs、2μs、4μs、5μs、10μs、20μs、40μs、50μs、100μs、200μs、400μs、500μs、1ms、2ms、4ms、5ms、10ms、20ms、40ms、50ms、100ms、200ms、400ms、500ms、1s、2s、4s、5s、10s、20s、40s、50s、100s、200s、400s、500s。

当选择“自动”时，时间范围将由软件根据下列公式自动设置：

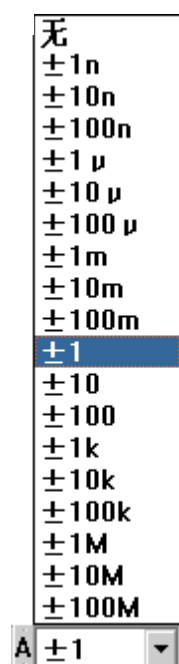
时间 = 刚好大于或等于[快速富立叶变换（FFT）点数]/[采样频率]的整数

冲激响应是通过将频域的频率响应（即：传递函数）做 FFT 的反变换变回时域得来的。因此时间范围为[FFT 点数]/[采样频率]。

3.2.8.2 时间放大倍数

此参数与幅度谱相同。

3.2.8.3 通道A显示范围



有 19 种选择：无、±1n、±10n、±100n、±1μ、±10μ、±100μ、±1m、±10m、±100m、±1、±10、±100、±1k、±10k、±100k、±1M、±10M、±100M。

当选择“无”时，频谱分析仪将不会显示通道 A 中的数据。

3.2.8.4 通道A放大倍数

此参数与幅度谱相同。

3.2.8.5 通道B显示范围

没有用到，被禁止选择。

3.2.8.6 通道B放大倍数

没有用到，被禁止选择。

3.2.8.7 快速富立叶变换（FFT）点数

此参数与幅度谱相同。

3.2.8.8 窗函数

没有用到，被禁止选择。

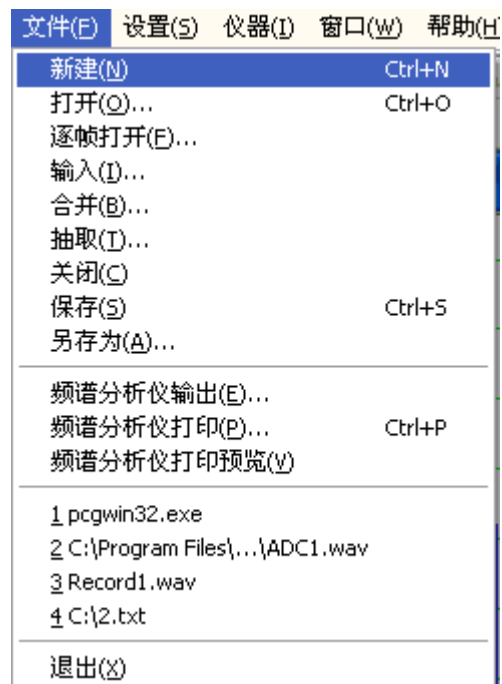
3.2.8.9 窗口重叠百分比

没有用到，被禁止选择。

3.3 菜单

频谱分析仪有其自有的菜单，通过各子菜单中的选项可以执行除前面介绍的功能以外的其他功能。

3.3.1 文件子菜单



在此子菜单下可以进行文件操作和打印功能。

3.3.1.1 新建（文件子菜单）（ALT-F-N，CTRL-N）

执行此命令将按出厂默认的面板设置创建一个新的空文件用于新的测量，它将总是保存最新采集到的一帧数据。

当示波器、频谱分析仪和万用表都未打开时，按动仪器工具条上“频谱分析仪”

键，也可执行此命令，创建一个新文件。

3.3.1.2 打开（文件子菜单）（ALT-F-O，CTRL-O）

此命令与示波器相同。

3.3.1.3 逐帧打开（文件子菜单）（ALT-F-F）

此命令与示波器相同。

3.3.1.4 输入（文件子菜单）（ALT-F-I）

此命令与示波器相同。

3.3.1.5 合并（文件子菜单）(ALT-F-B)

此命令与示波器相同。

3.3.1.6 抽取（文件子菜单）(ALT-F-T)

此命令与示波器相同。

3.3.1.7 关闭（文件子菜单）(ALT-F-C)

此命令与示波器相同。

3.3.1.8 保存（文件子菜单）(ALT-F-S, CTRL-S)

此命令与示波器相同。

3.3.1.9 另存为（文件子菜单）(ALT-F-A)

此命令与示波器相同。

3.3.1.10 频谱分析仪输出（文件子菜单）(ALT-F-E)

执行此命令可将当前显示的 RMS 幅度谱、倍频程幅度谱、相位谱、自相关函数、互相关函数、相干函数、传递函数、冲激响应的结果输出到一个 TXT 文本文件中，或者将当前显示的数据曲线输出到一个 BMP 位图文件中。按动此命令后，“另存为”对话框会弹出，然后您可以通过选择“保存类型”中的“文本文件 (*.txt)”或“位图文件 (*.bmp)”来选择输出 TXT 文本文件还是 BMP 位图文件。输出的文本文件可以输入第三方软件，例如微软的 Excel，作进一步的分析与处理。

当文件为空时，此命令被禁止。

3.3.1.11 频谱分析仪打印（文件子菜单）(ALT-F-P, CTRL-P)

此命令与示波器类似。

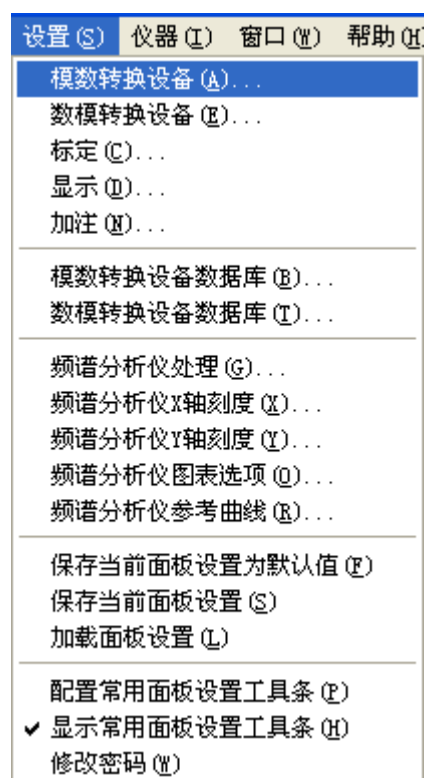
3.3.1.12 打印预览（文件子菜单）（ALT-F-V）

此命令与示波器类似。

3.3.1.13 近期文件（文件子菜单）

此处与示波器相同。

3.3.2 设置子菜单



在此子菜单下可以进行各项设置功能。

3.3.2.1 模数转换设备（设置子菜单）（ALT-S-A）

此命令与示波器相同。

3.3.2.2 数模转换设备(设置子菜单)（ALT-S-E）

此命令与示波器相同。

3.3.2.3 校准（设置子菜单）(ALT-S-C)

此命令与示波器相同。

3.3.2.4 显示（设置子菜单）(ALT-S-D)

此命令与示波器相同。

3.3.2.5 加注（设置子菜单）(ALT-S-N)

此命令与示波器相同。

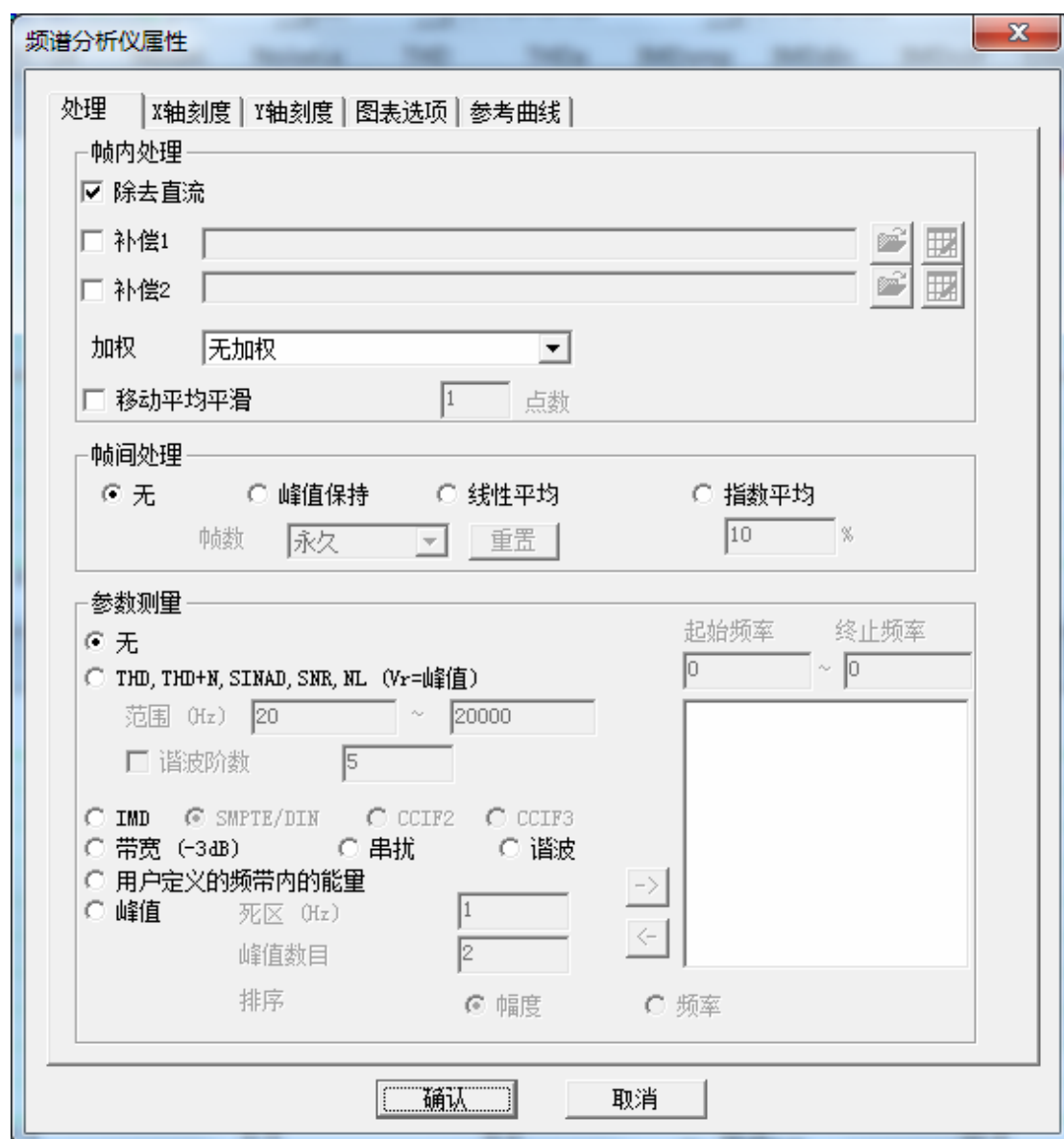
3.3.2.6 模数转换设备数据库（设置子菜单）(ALT-S-B)

此命令与示波器相同。

3.3.2.7 数模转换设备数据库（设置子菜单）(ALT-S-T)

此命令与示波器相同。

3.3.2.8 频谱分析仪处理（设置子菜单）(ALT-S-G)



有三种处理类型：帧内处理、帧间处理、以及在它们之后的参数测量。

3.3.2.8.1 帧内处理

帧内处理是在一帧数据内部在频域所做的处理。它包括四种处理：频率补偿、频率加权、除去直流、移动平均平滑。

3.3.2.8.1.1 频率补偿

如果您选择“补偿 1”或“补偿 2”，则您可以调入一个频率补偿文件（*.fcf）来对幅度谱进行补偿。您最多可指定两个频率补偿文件，例如，您可以用一个频率补偿文件来补偿测量电路的频率响应，用另一个频率补偿文件来补偿话筒的频率响应。

频率补偿文件是一个用逗号分隔变量（CSV）的文本文件，它定义了在各频点的

幅度补偿量，用 dB 表示，其格式如下：（与前面介绍的频率响应文件格式相同）

范例：

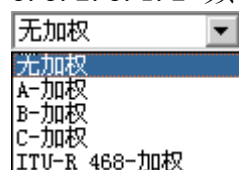
```
1, 20, -50.5
2, 25, -44.7
3, 31.5, -39.4
4, 40, -34.6
.....
```

每行包括三个用逗号分隔的变量。第一个是序号，第二个是频率（Hz），第三个是相应的增益（dB）。注意：0dB 代表单位增益。软件将自动赋予在所定义的频率范围以外的信号－1000dB 的增益。

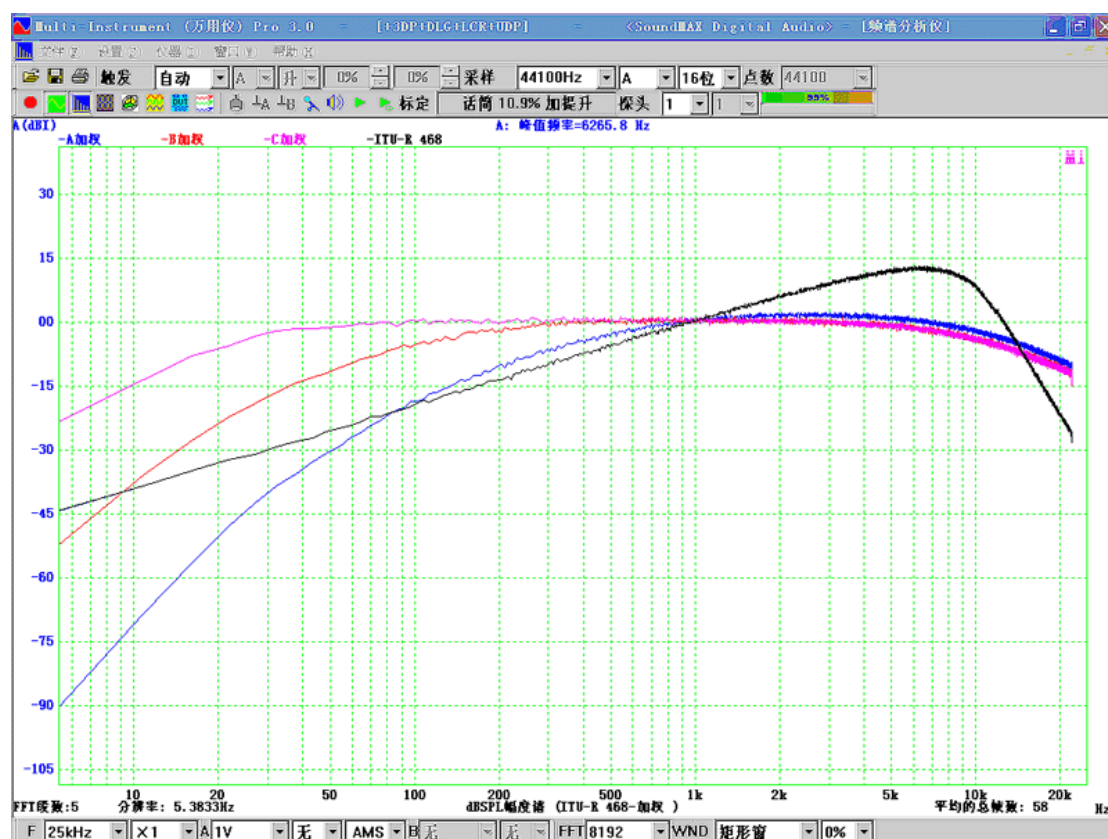
您可以利用软件包的 FCF 目录中所提供的文件样本作为模板。

频率补偿只适用于幅度谱。

3.3.2.8.1.2 频率加权



支持常用的几种加权曲线：A、B、C、ITU—R 486。下图显示的是这四种加权曲线，它们是通过采用对应的频率加权来分析白噪声还原出来的。所有的曲线在 1kHz 处的增益为 0dB。



频率加权只适用于幅度谱。

3.3.2.8.1.3 除出直流

若选择了该选项，则所有的数据会先减去本帧数据的平均值后再进行 FFT 计算。

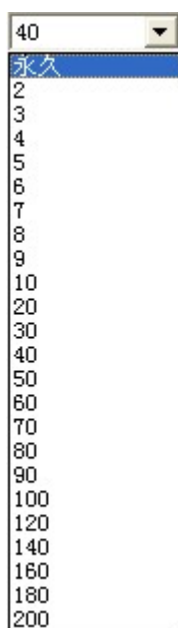
虽然声卡是交流耦合的，但有些声卡会在输入信号上叠加一个小的偏置电压，若不除去，可能在 0Hz 附近造成一个或几个谱峰，并有可能超过您所感兴趣的谱峰。可通过选择此选项将它除去。出厂默认值为选择。

3.3.2.8.1.4 移动平均平滑

如果选择了此项，软件将对频域数据进行移动平均处理，以使所显示的曲线更平滑。移动平均窗口的大小可调。窗口越大，所显示的曲线越平滑，但频率分辨率越低。

3.3.2.8.2 帧间处理

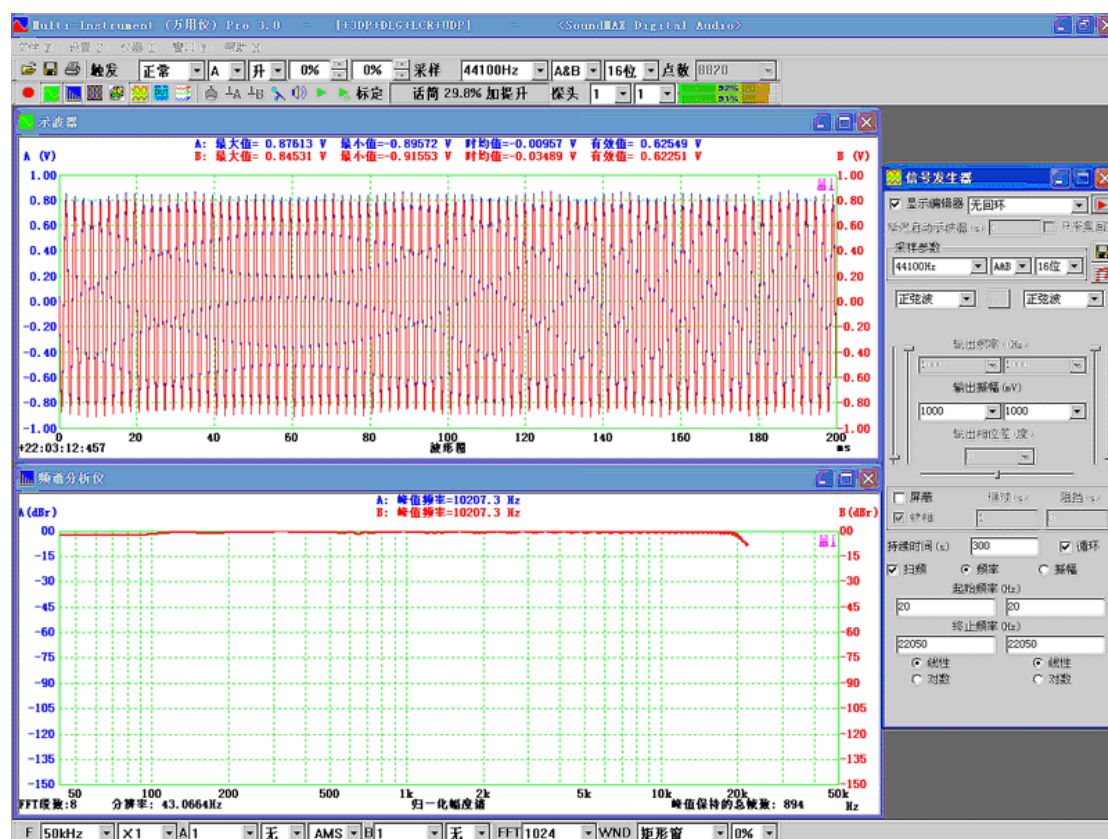
有四种选择：无、峰值保持、线性平均、指数平均。您可以指定需要连续处理的帧数，可选项有：2、3、4、5、6、7、8、9、10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、120、140、160、180、200 和永久。注意：当频谱 3D 图在运行的时候，这里的帧数必须少于或等于频谱 3D 图中指定的频谱截面数。若选择了“永久”，则您可以在必要的时候利用对话框中的“重置”键重置处理过程。



3.3.2.8.2.1 峰值保持

若选择了“峰值保持”，则频谱分析仪将跟踪采集到的每帧数据并在每条谱线处显示最近的 N 帧数据中的最大幅度。经峰值保持分析过的总帧数将显示在窗口的右下方。

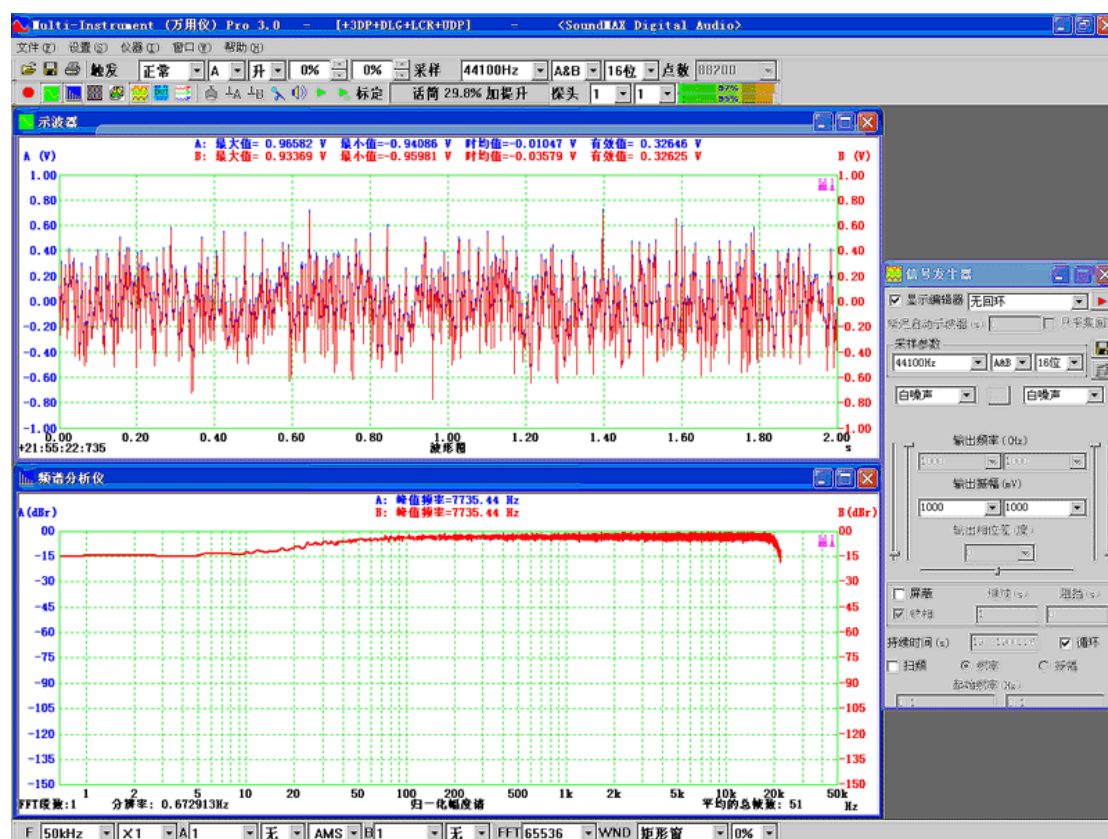
您可利用此功能与信号发生器的扫频功能结合，方便地实现对于一个器件（DUT）幅频响应的测量。下图是测得的一台笔记本电脑的自带声卡的幅频响应图，测量时，先将声卡的输出端通过导线连接到声卡的输入端，然后从本软件的信号发生器产生从 20Hz 到 22050Hz 的线性扫频正弦信号，扫频时间为 300 秒。示波器的帧宽为 200 毫秒，采样频率为 44100Hz，频谱分析仪处于峰值保持模式（永久），FFT 点数为 1024。此面板设置可在本软件包的 PSF 目录中找到。



3.3.2.8.2.2 线性平均

若选择了“线性平均”，则频谱分析仪将跟踪采集到的每帧数据并在每条谱线处显示最近 N 帧数据的平均幅度。平均过的总帧数将显示在窗口的右下方。

下图是测得的一台笔记本电脑的自带声卡的幅频响应图，测量时，先将声卡的输出端通过导线连接到声卡的输入端，然后从本软件的信号发生器产生白噪声，示波器的帧宽为 2 秒，采样频率为 44100Hz，频谱分析仪处于平均模式（永久），FFT 点数为 65536。最终结果由 51 帧数据平均而成。此面板设置可在本软件包的 PSF 目录中找到。



3.3.2.8.2.3 指数平均

与线性平均中采用的等权重方式不同，指数平均中的每帧数据的权重因子随时间的变化而呈指数衰减，从而给予最新的数据最高的重视，同时并没有完全丢弃最旧的数据。权重因子随时间的衰减快慢由常数 α 以百分比表示。 α 越大，衰减越快。

3.3.2.8.3 参数测量

参数测量在帧内处理和帧间处理之后执行，而且它只能在幅度谱中执行。可测量的参数包括：

3.3.2.8.3.1 THD、THD+N、SINAD、SNR、NL

若选择了此选项，则 THD、THD+N、SINAD、SNR、NL 值将显示于绘图区域的顶部。这些参数是以所检测到的峰值频率为参考测得的。而本软件采用的独特算法，使峰值频率的检测精度远高于由 FFT 大小和采样频率所决定的频率分辨率。

THD（总谐波失真）在这里定义为各谐波功率之和与基波功率的比值的开方，以百分比或 dB 表示。

THD+N（总谐波失真+噪声）在这里定义为各谐波功率之和加上噪声功率然后与信号总功率的比值的开方。换句话说，是总功率减去基波功率后与总功率的比值的开方。它以百分比或 dB 表示。

SINAD 在这里定义为总功率与总功率与基波功率之差的比值，以 dB 表示。

SNR（信噪比）在这里定义为基波功率与噪声功率的比值，以 dB 表示。

NL（噪声电平）在这里定义为总噪声功率的开方。除了在绘图区域的顶部显示噪声电平值外，在幅度谱中，还将用虚线显示出噪声电平的位置。注意：噪声电平总是比幅度谱上的“表面上”的噪声电平要高，这是因为噪声电平代表的是所有噪声的总功率，而不是某一谱线所代表的频带内的噪声功率。“表面上”的噪声电平随 FFT 点数变化而变化，FFT 点数越多，每条 FFT 谱线所代表的频带越窄，该频带内的噪声功率越小，因此“表面上”的噪声电平越低。然而，真正的噪声电平并不会随之变化，因为总的噪声功率并不会随 FFT 点数的变化而变化。

ENOB（有效位数）在这里定义为： $ENOB = (SINAD - 1.76dB) / 6.02$ 。

以上数值是以所检测到的峰值频率为基波计算而得的。为了提高测量精度，您必须仔细选择测试信号的频率、示波器的采样频率、每帧采样点数和 FFT 点数，以保证每个 FFT 数据段的长度正好为测试信号周期的整数倍，避免由 FFT 频谱泄漏引入的虚假噪声。建议采用以下公式来计算测试信号频率： $N \times [\text{采样频率}] / [\text{FFT 点数}]$ ，其中 N 为整数。例如：当采样频率为 44100Hz、FFT 点数为 16384 时，若您希望测试频率在 1000Hz 左右，则建议将测试信号频率设为 1001.293945Hz（即 $N=372$ ），并将每帧采样点数设为大于或等于 FFT 点数以避免在数据末尾补零。

下表列出了在不同采样频率和 FFT 点数下所建议的测试信号频率，若采用了建议的测试信号频率，则没有必要采用窗函数来抑制频谱泄漏。

FFT 点数 \ 采样频率	44100 Hz	48000 Hz	96000 Hz	192000 Hz
1024	990.5273438	984.375	1031.25	937.5
2048	990.5273438	1007.8125	984.375	1031.25
4096	1001.293945	996.09375	1007.8125	984.375
8192	1001.293945	1001.953125	996.09375	1007.8125
16384	1001.293945	999.0234375	1001.953125	996.09375
32768	999.9481201	1000.488281	999.0234375	1001.953125
65536	999.9481201	999.7558594	1000.488281	999.0234375
131072	999.9481201	1000.12207	999.7558594	1000.488281
262144	999.9481201	999.9389648	1000.12207	999.7558594

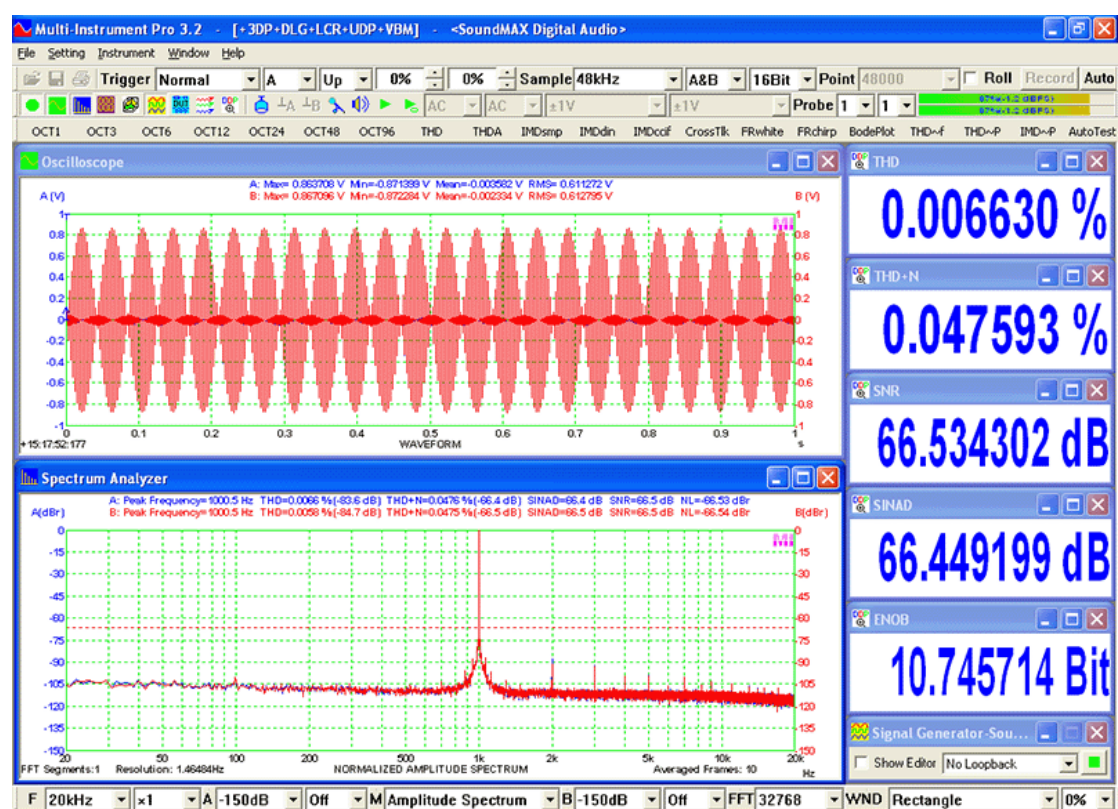
在许多情况下，要求每个 FFT 段包含测试信号的周期的整数倍并不实际（例如：由于四舍五入造成的测试信号频率的误差…），因此必须采用适当的窗函数来抑制频谱泄漏，否则您将会得到非常不同而且误差很大的结果。本软件采用 Kaiser 6 作为以上参数测量的默认窗函数。

一般来说，若您用声卡来产生测试信号，并用同一块声卡来测试上述参数，那么您应当采用以上推荐的测试信号频率、FFT 点数、和采样频率，并将采样点数设置为大于或等于 FFT 点数（即：无补零），同时在频谱分析仪中选择矩形窗。

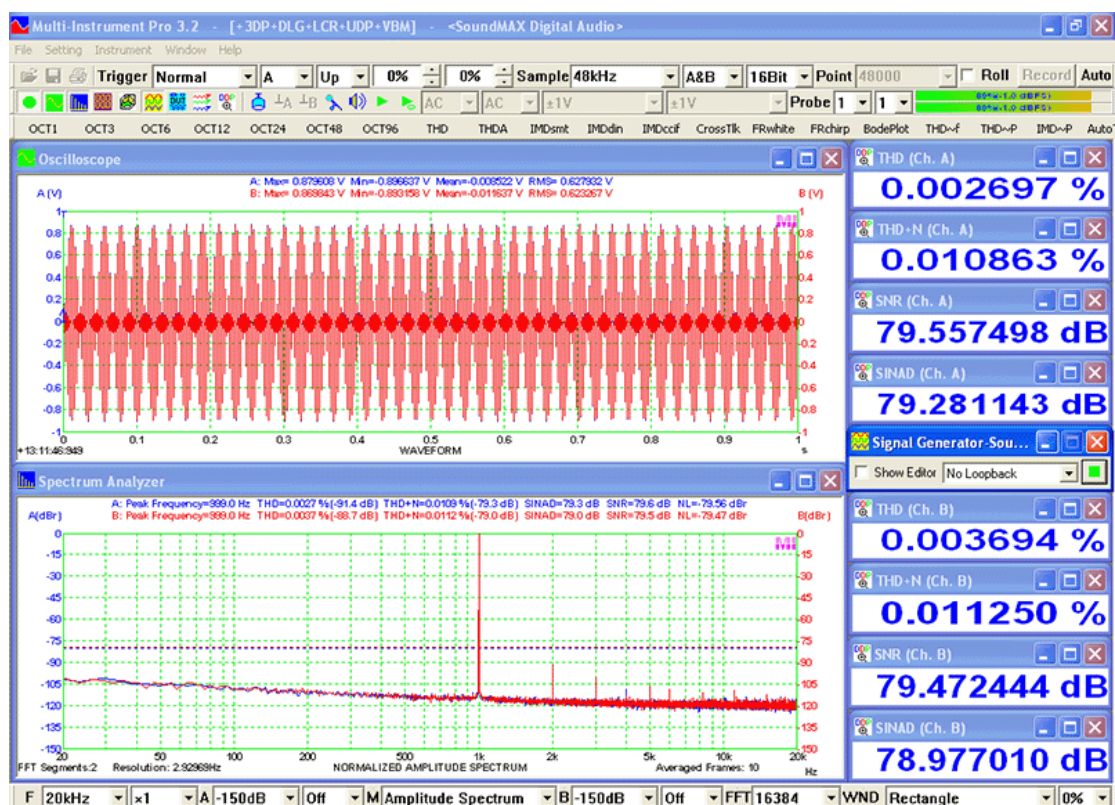
为了测量上述参数，您还必须指定一个频率范围，本软件将在该范围内，计算信号总功率（直流分量除外）、基波功率、总谐波功率、和总噪声功率。出厂默认的范围为:20Hz~20kHz。注意：此频率范围的上限必须等于或小于采样频率的1/2，否则，本软件内部将自动采用采样频率的1/2来作为该频率范围的上限。若您选择了谐波阶数选项，则您还可以进一步指定纳入总谐波功率计算的最大谐波阶数。也就是说，某阶谐波的功率是否被计算入内要看它是否在指定的频率范围内，而且其阶数是否小于或等于所指定的谐波阶数。

在软件包的PSF目录中推荐了一些进行参数测量的面板设置，可供参考。

下图是测得的一台笔记本电脑的自带声卡的以上参数，测量是将声卡的输出端通过导线连接到声卡的输入端来进行的。



下图是测得的同样的笔记本电脑自带声卡的以上参数，但测量是通过在声卡的混合器级将声卡数/模转换的输出端连接到声卡的模/数转换的输入端来进行的。正如您所看到的那样，测得的信噪比（SNR）比前面方法测得的要好13dB左右，这是因为本次测量没有声卡功率放大器（输出）、声卡话筒放大器（输入），以及外接的回环导线引入的噪声。



3.3.2.8.3.2 IMD

互调现象是指两个或两个以上的不同频率的信号源混合后产生出一些新的频率成份,这些新的频率不是任何一个信号源的谐波。本软件支持三种互调失真(IMD)测量。

SMPTE/DIN IMD 是最常见的 IMD 测量。SMPTE RP120—1983 标准和 DIN 45403 标准相似。两者都规定采用双正弦测试信号,由一个幅度较大的低频信号和一个幅度为前者的 1/4 的高频信号线性混合。SMPTE 定义的是 60Hz 和 7kHz 按 4: 1 混合;而 DIN 定义了多种双频率组合,其中最常见的是 250Hz 和 8kHz。此类 IMD 定义为边带功率与高频信号功率之比的开方,以百分比或 dB 表示。计算中所采用的边带为: $f_H - f_L$ 、 $f_H + f_L$ 、 $f_H - 2f_L$ 、 $f_H + 2f_L$, 其中 f_H 和 f_L 分别为测试信号中的高频信号和低频信号。

CCIF IMD 是另外一种常见的 IMD 测量,它采用两个频率相近的等幅信号线性混合来作为测试信号。此类 IMD 定义为互调失真部分的功率与两个信号源功率之比的开方,以百分比或 dB 表示。它可进一步细分为两类: CCIF2 IMD 和 CCIF3 IMD。

对于 CCIF2 IMD,通常采用的双频组合为 19kHz 和 20kHz,互调失真部分的功率只考虑 $f_H - f_L$,即: 只用到了低频的二阶分量。

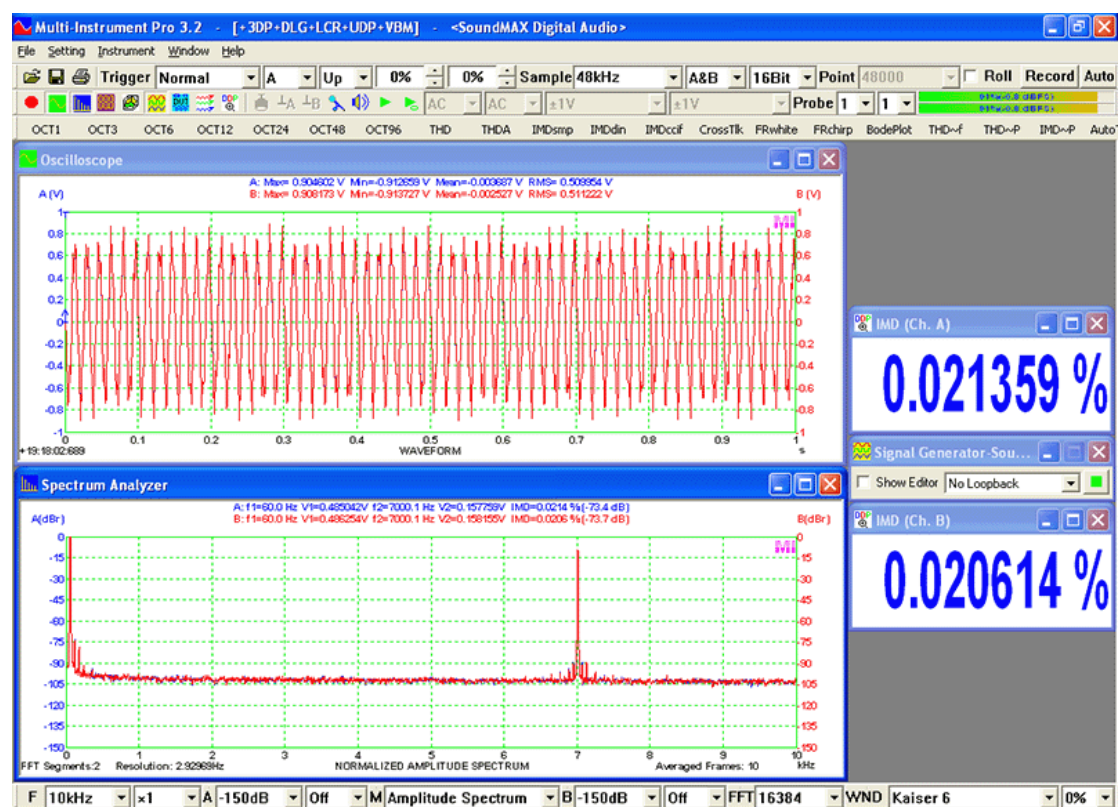
对于 CCIF3 IMD，通常采用的双频组合为 13kHz 和 14kHz、14kHz 和 15kHz、15kHz 和 16kHz。互调失真部分的功率只考虑 $f_H - f_L$ 、 $2f_L - f_H$ 、 $2f_H - f_L$ ，即：用到了二阶和三阶分量。

为了进行 IMD 测量，您必须采用本软件信号发生器中的多音合成功能来产生测试信号。在本软件包的 TCF 目录中提供了一些用于 IMD 测试信号配置的多音合成配置文件。

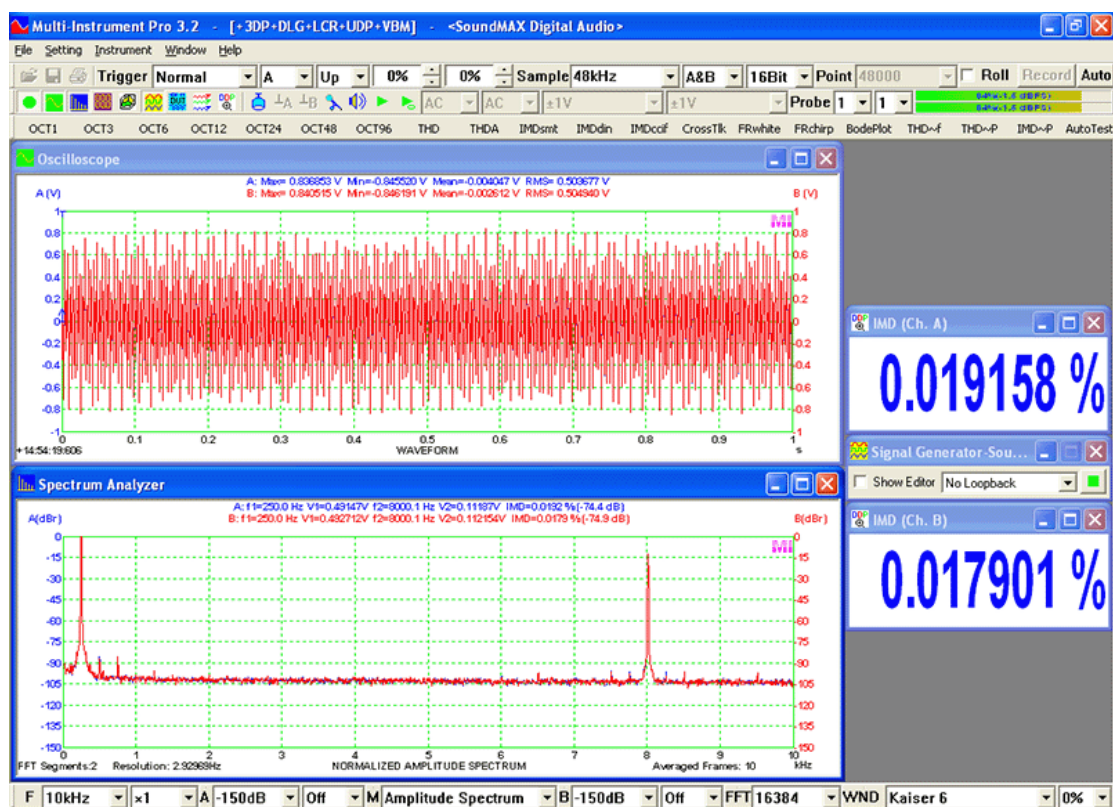
与 THD 测量相似，IMD 测量同样对频谱泄漏非常敏感。由于 IMD 测试信号包含两个基波和谐波都互不为倍数的信号源，因此不可能保证每个 FFT 段中同时包含两个信号源的周期的整数倍。因此必须采用窗函数来抑制频谱泄漏。本软件对 IMD 测量所采用的默认的窗函数为 Kaiser 6 窗。

在软件包的 PSF 目录中推荐了一些进行上述 IMD 测量的面板设置，可供参考。

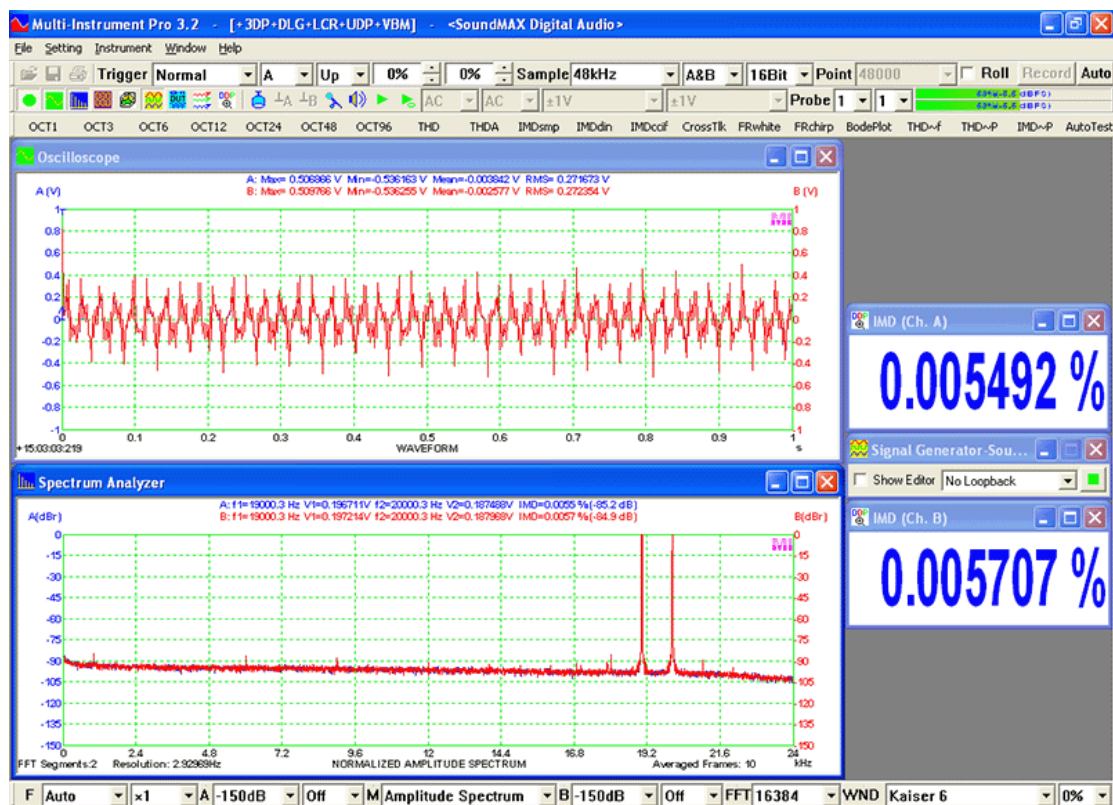
下图是测得的一台笔记本电脑自带声卡的 SMPTE IMD，测量是通过将声卡的输出端通过导线连接到声卡的输入端进行的。



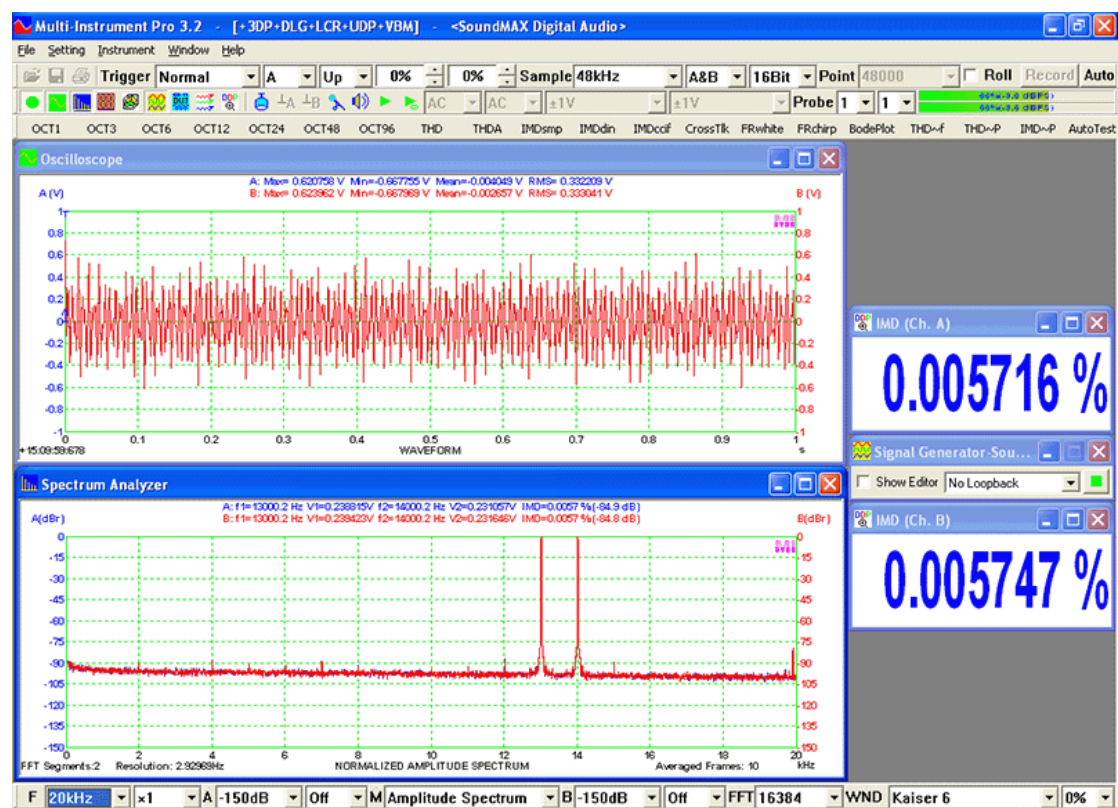
下图是测得的一台笔记本电脑自带声卡的 DIN IMD，测量是通过将声卡的输出端通过导线连接到声卡的输入端进行的。



下图是测得的一台笔记本电脑自带声卡的 CCIF2 IMD，测量是通过将声卡的输出端通过导线连接到声卡的输入端进行的。



下图是测得的一台笔记本电脑自带声卡的 CCIF3 IMD，测量是通过将声卡的输出端通过导线连接到声卡的输入端进行的。



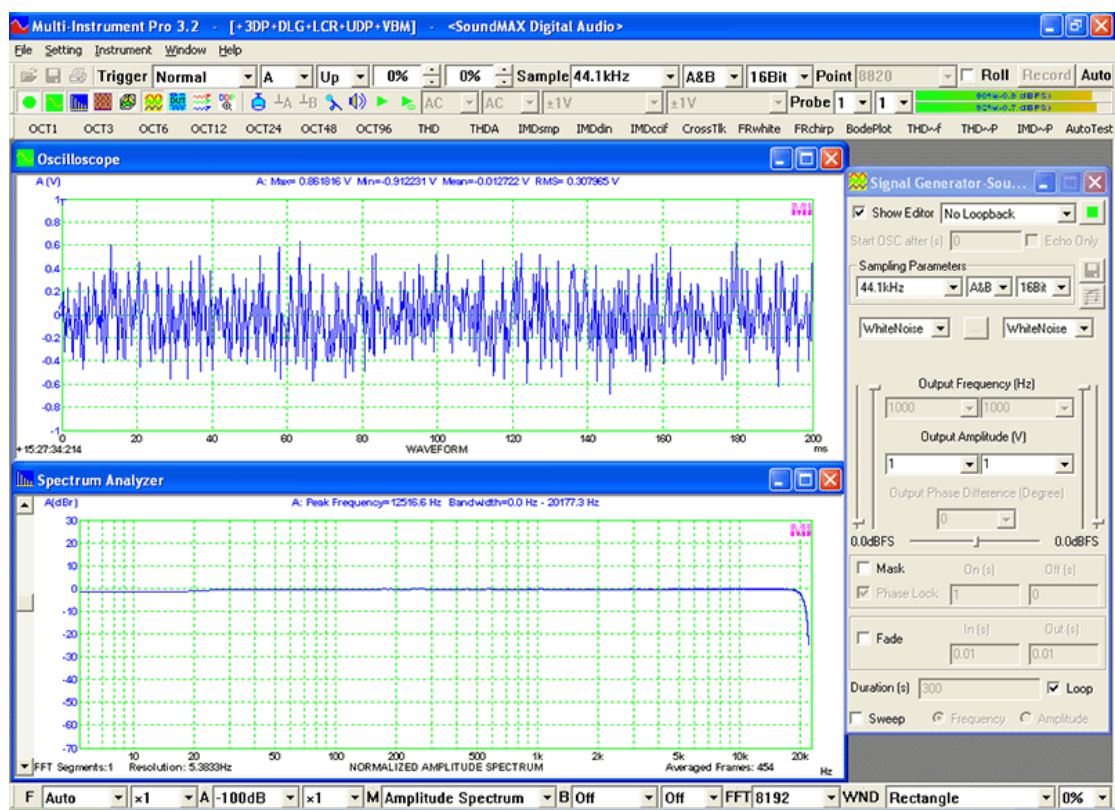
对于 IMD 测量，频谱分析仪的顶部除了显示所测得的 IMD 数值外，也将显示两个测试信号的频率和 RMS 值。由于本软件采用了独特的算法，使所测得的频率的精度远高于由 FFT 大小和采样频率所决定的频率分辨率。

3.3.2.8.3.3 带宽

带宽（-3dB）在这里定义为低端截止频率到高端截止频率之间宽度，低端截止频率和高端截止频率是从峰值频率处开始，分别向低端和高端搜寻到幅度降低到峰值频率幅度的一3dB处的频率。为了得到准确的带宽数值，幅频响应曲线必须准确且光滑。您可以采用“移动平均平滑”功能来使曲线更光滑。

当然您也可以直接用光标读数器来在屏幕上手动测量带宽。

下图是测得的一台笔记本电脑自带声卡的带宽，测量是通过在声卡的混合器级将声卡数/模转换的输出端连接到声卡的模/数转换的输入端来进行的。



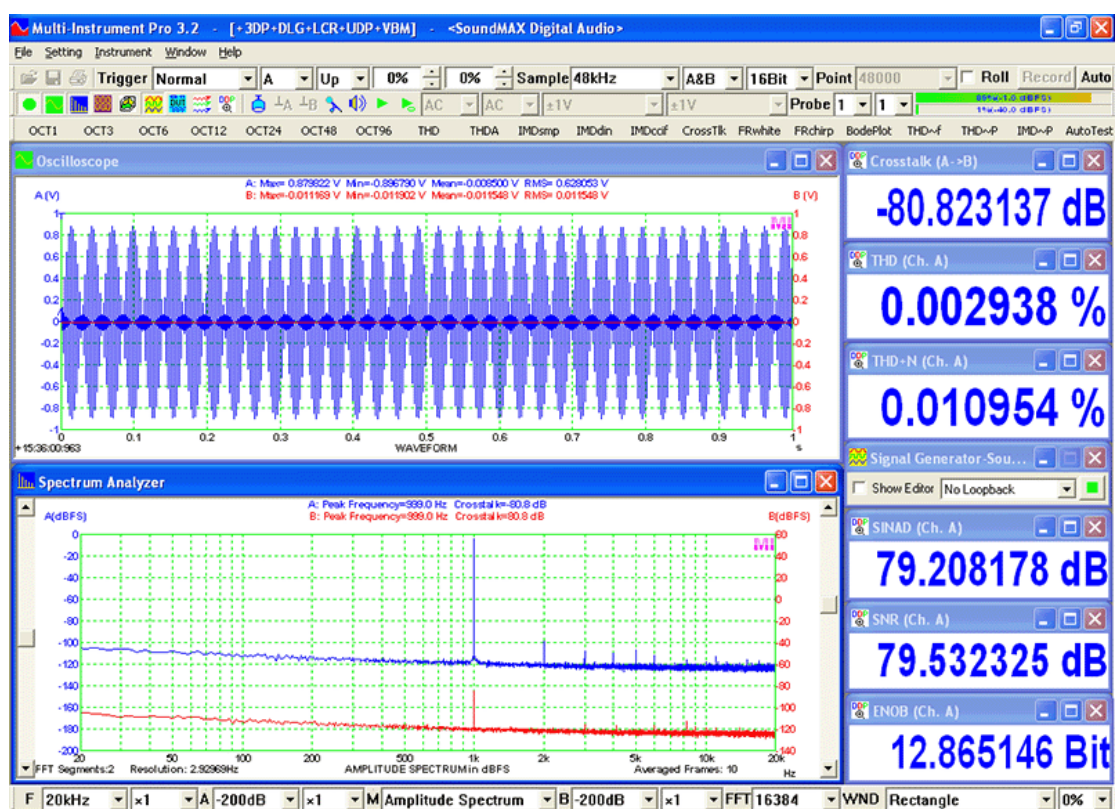
3.3.2.8.3.4 串扰

串扰是指信号从一个通道泄漏到另一个通道,在这里定义为有信号的通道与没信号的通道中测试信号基波的功率比,以 dB 表示。没有测试信号的通道的输入端必须接信号地,以避免引入噪声。测试信号是单频的,所测得的串扰是对于该频率的串扰。由于本软件采用了独特的算法,使所测得的频率的精度远高于由 FFT 大小和采样频率所决定的频率分辨率。

在频谱分析仪中,将显示两个串扰值,一个是从通道 A 泄漏到通道 B,另一个是从通道 B 泄漏到通道 A。测量前者时,测试信号应只输入通道 A;测量后者时,测试信号应只输入通道 B。

为了尽量减少影响串扰测量的频谱泄漏,本软件采用 Kaiser 6 窗为默认窗口。

下图是测得的一台笔记本电脑自带声卡在 1kHz 从通道 A 到通道 B 的串扰,测量是通过在声卡的混合器级将声卡数/模转换的输出端连接到声卡的模/数转换的输入端来进行的。



3.3.2.8.3.5 谐波

若选择此项，软件将显示基波的频率及其有效值，以及它的第2次~第7次谐波的有效值。基波频率就是软件所检测到的峰值频率。由于本软件采用了独特的算法，使所测得的峰值频率的精度远高于由FFT大小和采样频率所决定的频率分辨率。

为了尽量减少影响谐波测量的频谱泄漏，本软件采用Kaiser 6窗为默认窗口。

当FFT的大小大于每帧记录长度的1/2，但小于或等于每帧的记录长度时，基波的相位也将被显示出来。

3.3.2.8.3.6 用户定义的频带内的能量

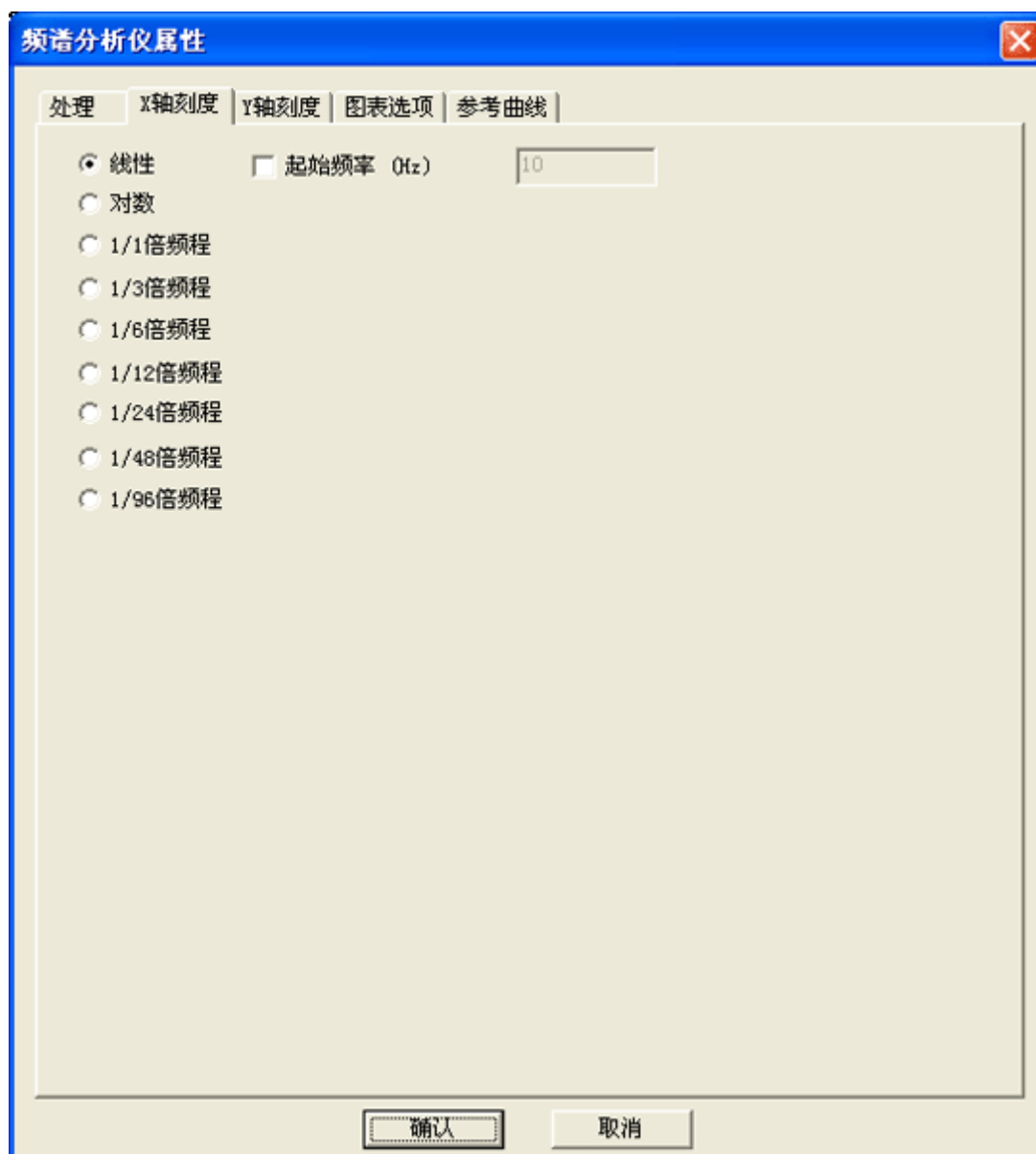
若选择此项，软件将显示最多八个用户定义的频带内的信号的有效值。

3.3.2.8.3.7 峰值

若选择此项，软件将显示最多7个峰值频率以及它们的有效值。您可以指定需要显示的峰值数目以及峰值谱线之间的死区。频域中的峰值谱线通常都被数个幅值稍低的谱线所环绕。死区就是用来避免将这些环绕主峰的谱线当作独立的峰值谱线的。在一个死区内，最多只能有一个条峰值谱线，换句话说，两条峰值谱线之间最少要隔一个死区的距离。峰值可按幅度或频率排序。

为了尽量减少影响峰值有效值测量的频谱泄漏，本软件采用 Kaiser 6 窗为默认窗口。本软件还将计算 SFDR（无寄生动态范围）。它在这里定义为第一个谱峰与第二个谱峰的功率比，用 dB 表示。

3.3.2.9 频谱分析仪X轴刻度（设置子菜单）（ALT-S-X）



在频谱分析仪的幅度谱、相位谱、相干函数、传递函数中，可选择 X 轴的刻度，可选项有：线性、对数、倍频程（1/1、1/3、1/6、1/12、1/24、1/48、1/96）。倍频程刻度只适用于幅度谱。双击 X 轴也能弹出此窗口。

幅度谱、相位谱、相干函数和传递函数的水平轴是频率轴，默认状态下，该轴起

始于 0Hz。若您选择了以上对话框中的起始频率选项，则您还可以指定 X 轴的起始频率。

3.3.2.10 频谱分析仪Y轴刻度（设置子菜单）（ALT-S-Y）



只有在频谱分析仪的幅度谱中，可选择 Y 轴刻度。双击 Y 轴也能弹出此窗口。

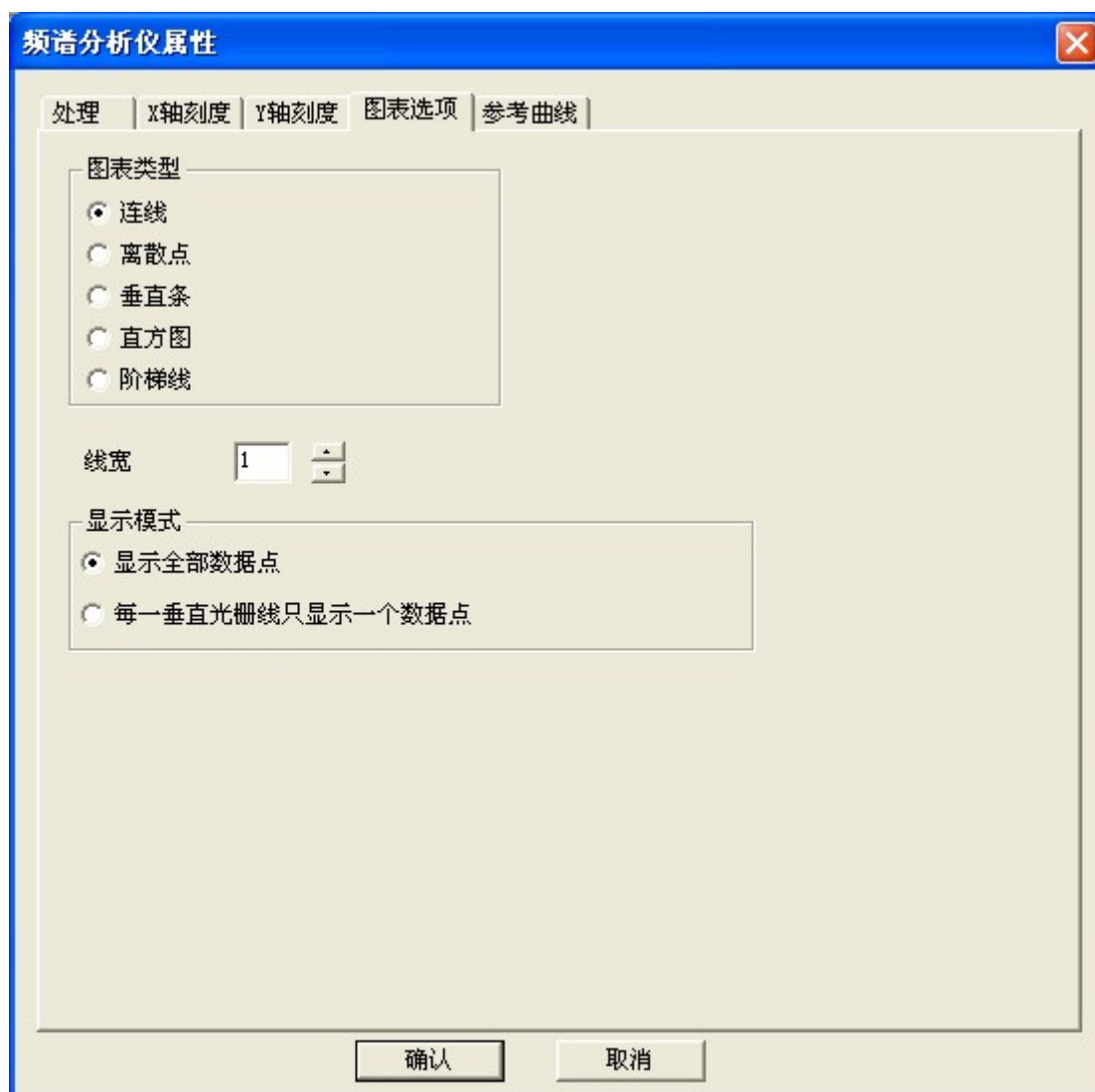
Y 轴有两种显示模式：绝对模式和相对模式。

在相对模式下，垂直坐标轴按相对值显示，可选择线性或对数（dBr），所有的数据点按其相对于本次测量最大值的比例进行绘制。

在绝对模式下，垂直坐标轴以工程量为单位，所有的数据点按以 V (rms)、dBV (rms)、dBu (rms)、dB (rms)、dBFS (rms) 为单位的绝对值绘制。按照定义，dBV 和 dBu 的参考电压分别为 1V (rms) 和 0.775V (rms)。幅度谱中的 1dBu 等于功率谱中按标准负载 600 欧计算的 1dBm。两个通道的 dB 值的参考电压 V_r 可由用户定义。点击上图中的“设置 V_r ”按钮，校准设置对话框将弹出。您可以在该对话框的右上方的 0dB 参考 V_r 栏填入相应数值即可。请参见前面的“0dB 参考 V_r ”章节。dBFS 的参考电压为模数转化的满程电压 ($1/2V_{pp}$)。请注意，如果传感器工程单位不是“V”，则上述选项将相应改变，但上述概念仍然保持不变。

请参阅前述的“通道 A 显示范围”章节。

3.3.2.11 频谱分析仪图表选项（设置子菜单）（ALT-S-0）



与示波器相同。

3.3.2.12 频谱分析仪参考曲线（设置子菜单）（ALT-S-R）



与示波器相同。

3.3.2.13 保存当前面板设置为默认值（设置子菜单）（ALT-S-F）

此命令与示波器相同。

3.3.2.14 保存当前面板设置（设置子菜单）（ALT-S-S）

此命令与示波器相同。

3.3.2.15 加载面板设置（设置子菜单）（ALT-S-L）

此命令与示波器相同。

3.3.2.16 配置常用面板设置工具条（设置子菜单）（ALT-S-P）

此命令与示波器相同。

3.3.2.17 显示常用面板设置工具条（设置子菜单）（ALT-S-H）

此命令与示波器相同。

3.3.2.18 修改密码（设置子菜单）（ALT-S-W）

此命令与示波器相同。

3.3.3 仪器子菜单

此子菜单与示波器相同。

3.3.4 窗口子菜单

此子菜单与示波器相同。

3.3.5 帮助子菜单

此子菜单与示波器相同。

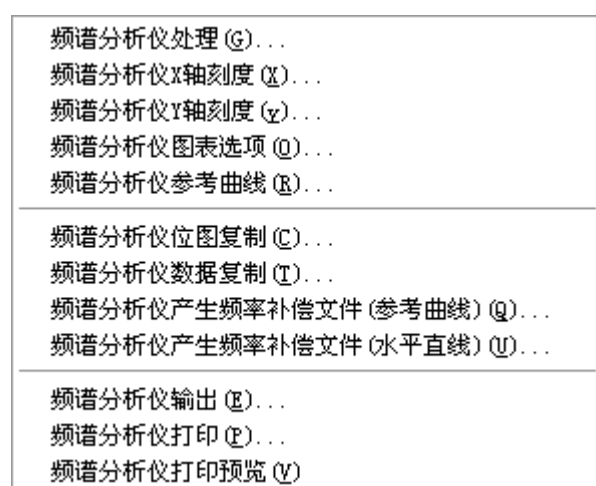
3.4 光标读数和标记

此功能与示波器相似。

3.5 峰值

每帧数据的峰值频率将显示于幅度谱图上端。互相关函数的峰值时延及其相关系数将显示于互相关函数图上端。峰值频率及其相干系数将显示于相干函数图上端。峰值频率及其增益和相位将显示于增益和相位图上端。峰值时间将显示于冲激响应图上端。

3.6 上下文菜单



用鼠标右击频谱分析仪窗口内任何地方将会弹出以上的上下文菜单。它为您提供了更方便的操作，这些操作除以下两项外也可以在菜单条上找到：位图复制、数据复制、产生频率补偿文件（参考曲线）、产生频率补偿文件（水平直线）。

- 位图复制
此功能与示波器相同。

- 数据复制

此功能与示波器相同。

- 产生频率补偿文件（参考曲线）

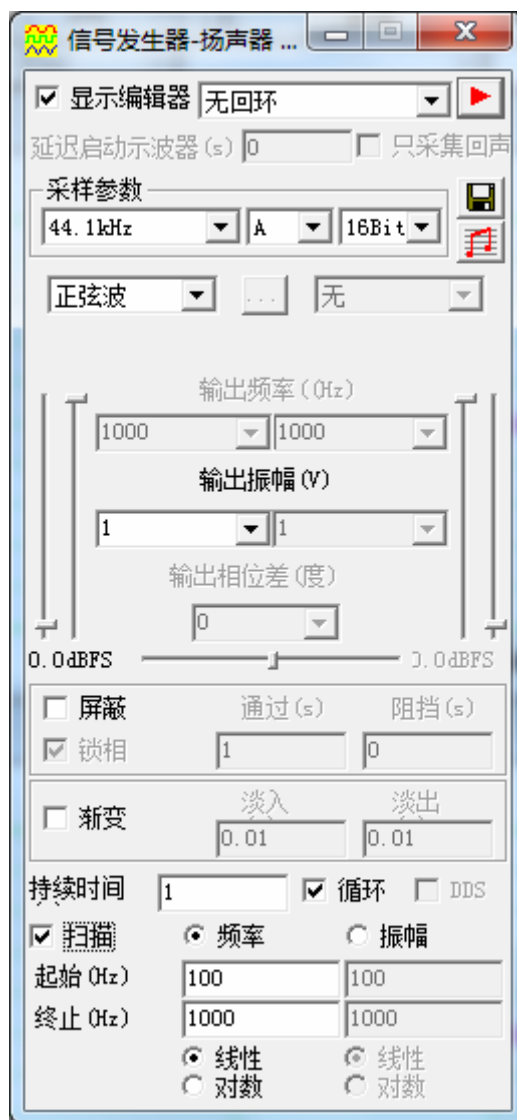
此命令用来产生一个频率补偿文件，以将通道 A 的频率响应补偿到与通道 B 的频率响应一样，在 1kHz 处的补偿为 0dB。通道 A 被补偿，而通道 B 是参考。例如：您可将待补偿的话筒连至通道 A，将参考话筒连至通道 B，然后采用粉红噪声或白噪声来对通道 A 的话筒进行校准，为其产生一个频率补偿文件。生成的频率补偿文件可调入软件作频率补偿用。

- 产生频率补偿文件（水平直线）

此命令用来产生一个频率补偿文件，以将通道 A 的频率响应补偿为一条水平直线，在 1kHz 处的补偿为 0dB。例如：您可采用白噪声，并将声卡的输出用一条回环导线与声卡的输入相连，然后测试声卡的频率响应，最后用此命令来产生一个频率补偿文件，将声卡的频率响应补偿为一条水平直线。生成的频率补偿文件可调入软件作频率补偿用。

4 信号发生器

4.1 概述



这是一个双踪信号发生器(扫频信号发生器/任意波形信号发生器/函数信号发生器/猝发信号发生器)，它提供以下几种波形信号：

- 正弦波
- 方波(可调占空比)
- 三角波
- 锯齿波

-  白噪声
-  粉红噪声
-  多音合成
-  自定义波形（波形库）
-  MLS（长度可调，127~16777215）
-  DTMF
-  单位冲激
-  单位阶跃
-  音阶

它既可按所指定的固定频率产生所指定的波形，也可以按线性或者对数扫频的方式在指定的时间及频率范围内产生所指定的波形。输出信号可部分（即一个通道，而另一个通道用于现场信号输入）或全部（即双通道）通过软件自身实时回馈到示波器的输入端，用于显示和分析。支持信号发生器与示波器间的同步运作，同步精度与采样频率同级。也支持扫幅和猝发信号的输出。支持输出信号的渐入和渐出。

对于基于声卡的系统，输出信号的准确程度将取决于声卡。几乎所有的声卡都是交流（AC）耦合的，因而它将过滤掉信号中所有的直流分量。对于频率低于大约10Hz的信号则可能出现失真，例如脉冲信号和方波信号顶部的平滑性和爬升信号的线性都可能受到影响。

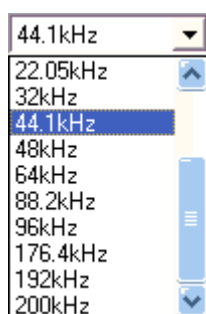
信号发生器的面板占用屏幕面积很小，便于与示波器、频谱分析仪、万用表等其它仪器同时使用。在您调节好信号发生器的参数后，您可以通过取消“显示编辑器”选项来将信号发生器的面板变得更小。

仪器工具条上的自锁按钮 可用来打开或关闭信号发生器。您也可以点击信号发生器面板右上角的“关闭”按钮来关闭信号发生器。

4.2 输出采样参数

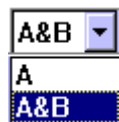
采样能力完全取决于数模转换设备。当按下信号发生器的“运行”键后，本软件将尝试按指定的输出采样参数进行采样输出。如果所用的数模转换装置不支持这些采样参数，则会弹出错误信息。 注意，有些声卡在采样频率超过其能力时不一定会弹出错误信息，因此在您采用超过 44100Hz 的采样频率前，请参考声卡说明书，看该采样频率是否被支持，否则可能会引入测量误差。

4.2.1 采样频率



对于基于声卡的系统，可选择以下采样频率：2kHz、4kHz、8kHz、11.025kHz、16kHz、22.05kHz、32kHz、44.1kHz、48kHz、64kHz、88.2kHz、96kHz、176.4kHz、192kHz、200kHz。

4.2.2 采样通道



有两个选项：



只采样通道 A。对于立体声声卡，将在两通道中输出同样的信号。



同时采样通道 A 和通道 B。因此将在两通道中输出不同的信号。

4.2.3 采样位数

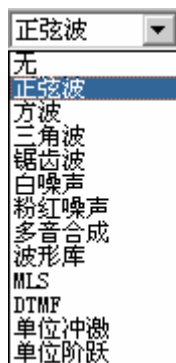


有三个选项：8 位、16 位、24 位。

4.3 输出信号参数

每输出通道都有自己独立的输出信号参数。

4.3.1 输出信号波形

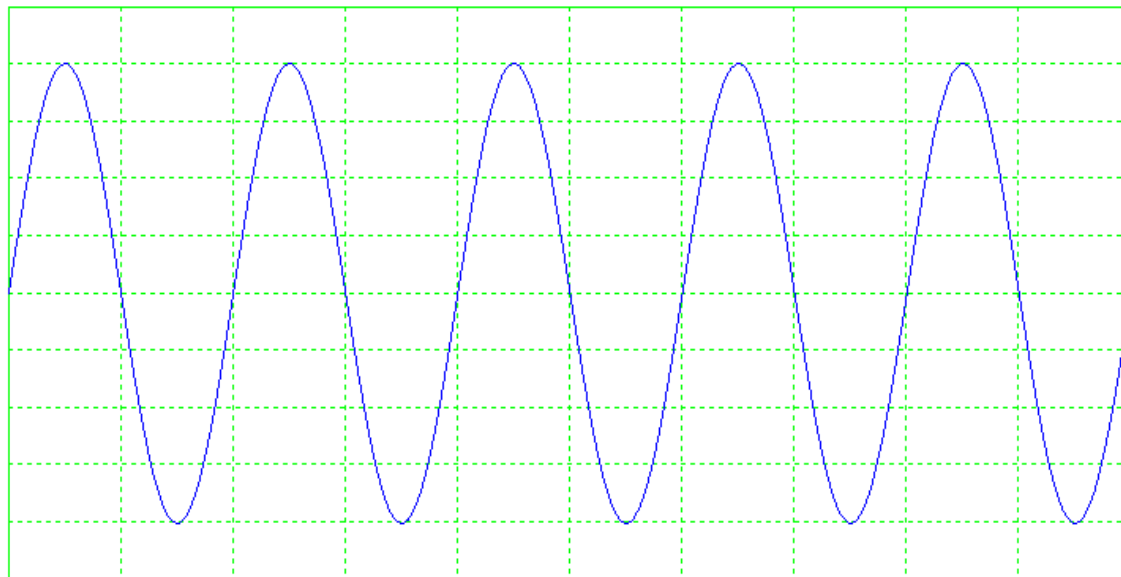


有 13 个选项。

4.3.1.1 无

该通道将无信号输出，即输出为零。因而不需指定输出频率和输出振幅。

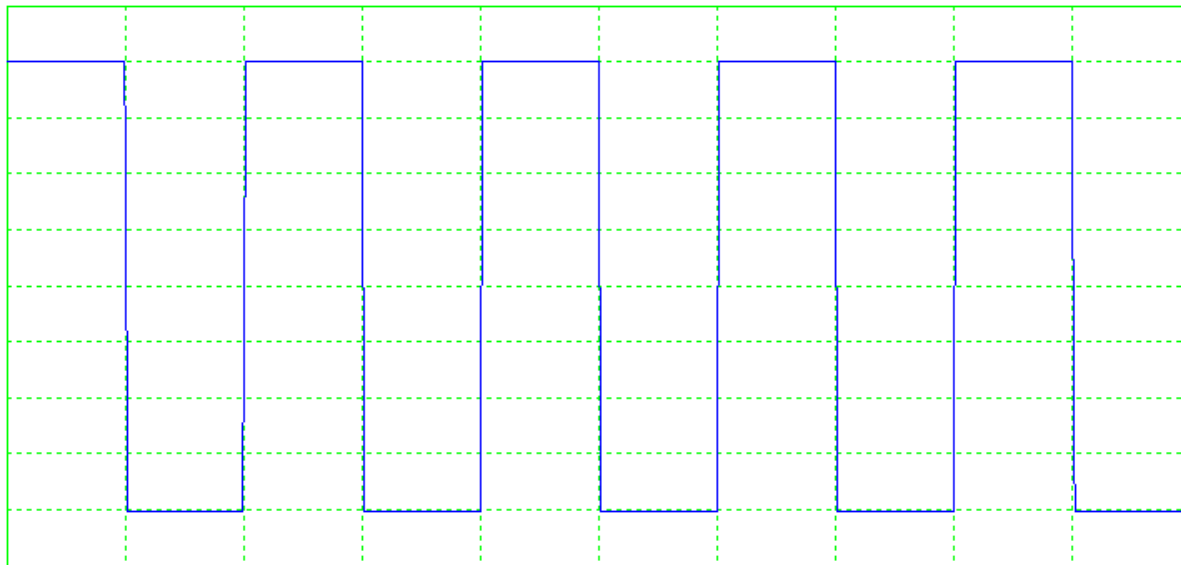
4.3.1.2 正弦波



该通道将输出正弦波信号，其初始相位如上图所示。若您选择了“无频谱泄漏”选项，则当您选择该选项或点击信号发生器启动按钮时，您所指定的信号频率将被微调至最靠近的一个[示波器采样频率]/[FFT 点数]的整数倍频率处。例如，若您指定的正弦波信号频率为 1kHz，示波器采样频率为 48kHz，FFT 的点数为 16384，则正弦波信号频率将被调整为 999.0234375Hz。此选项可用来保证频谱分析仪的每个 FFT 段中包含整数个信号周期，以避免频谱泄漏的发生。当无频谱泄漏发生时，频谱分析仪应采用矩形窗。



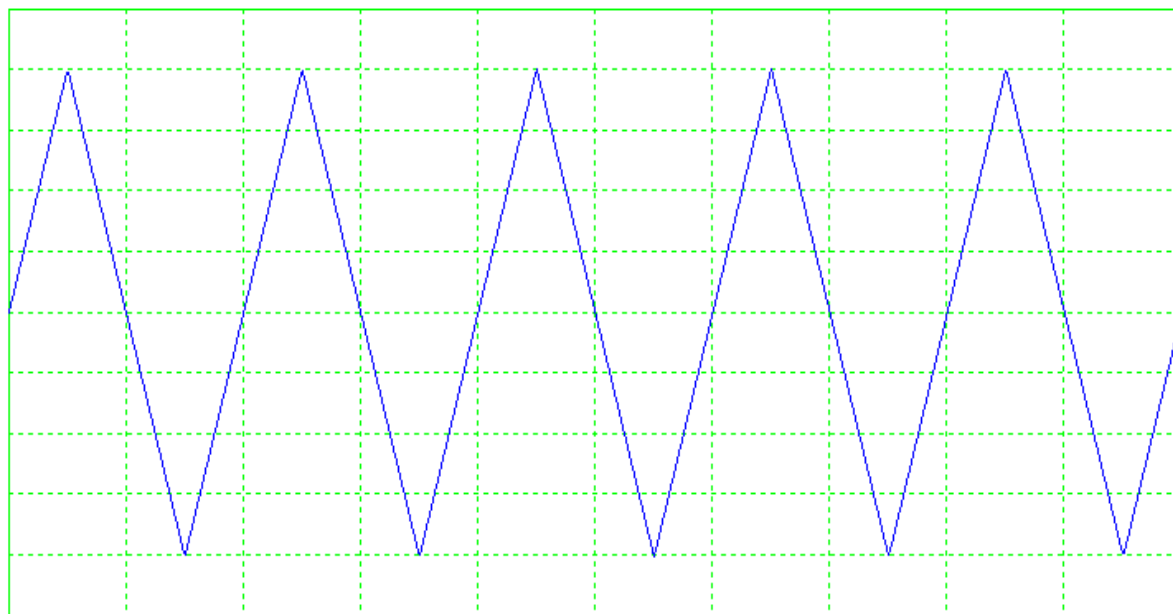
4.3.1.3 方波



该通道将输出方波信号，其初始相位如上图所示。您还可以指定其占空比，如下图所示。

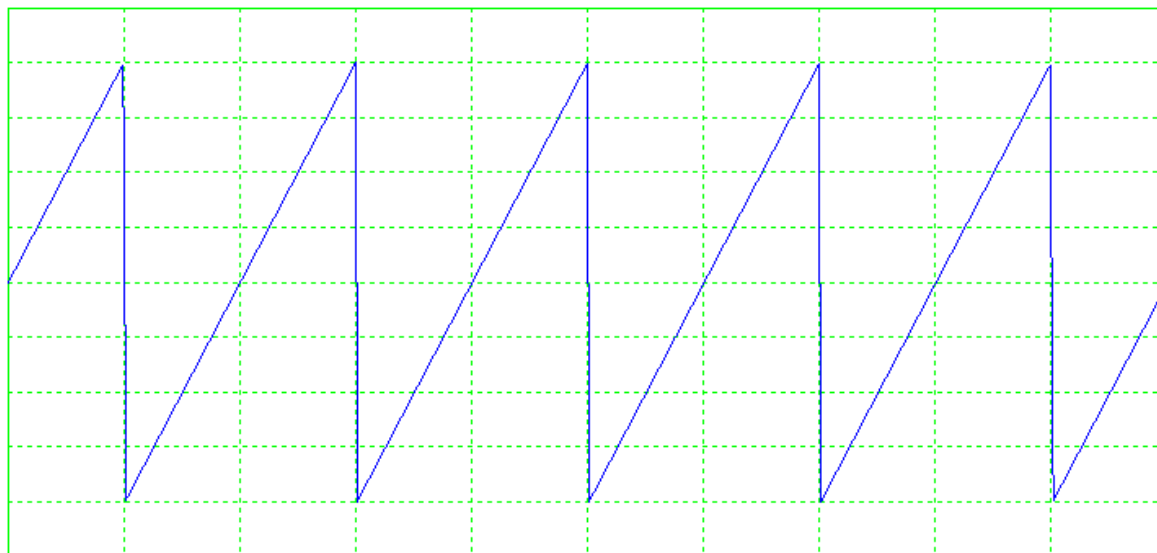


4.3.1.4 三角波



该通道将输出三角波信号，其初始相位如上图所示。

4.3.1.5 锯齿波



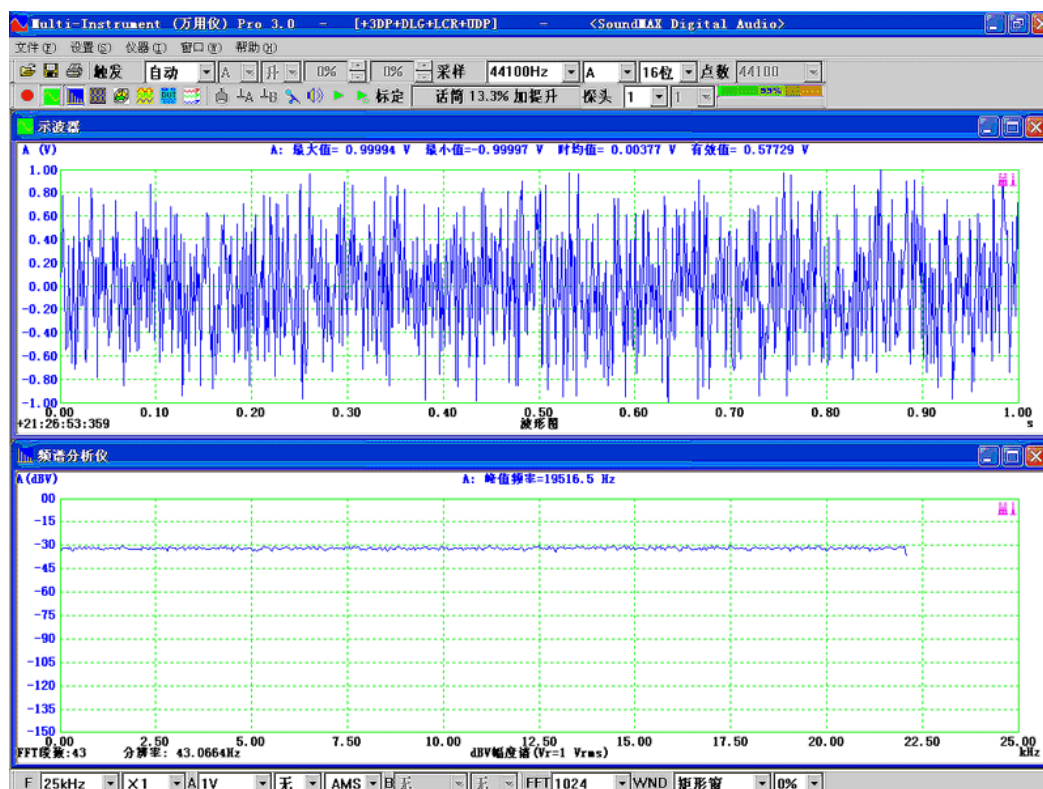
该通道将输出锯齿波信号，其初始相位如上图所示。

4.3.1.6 白噪声

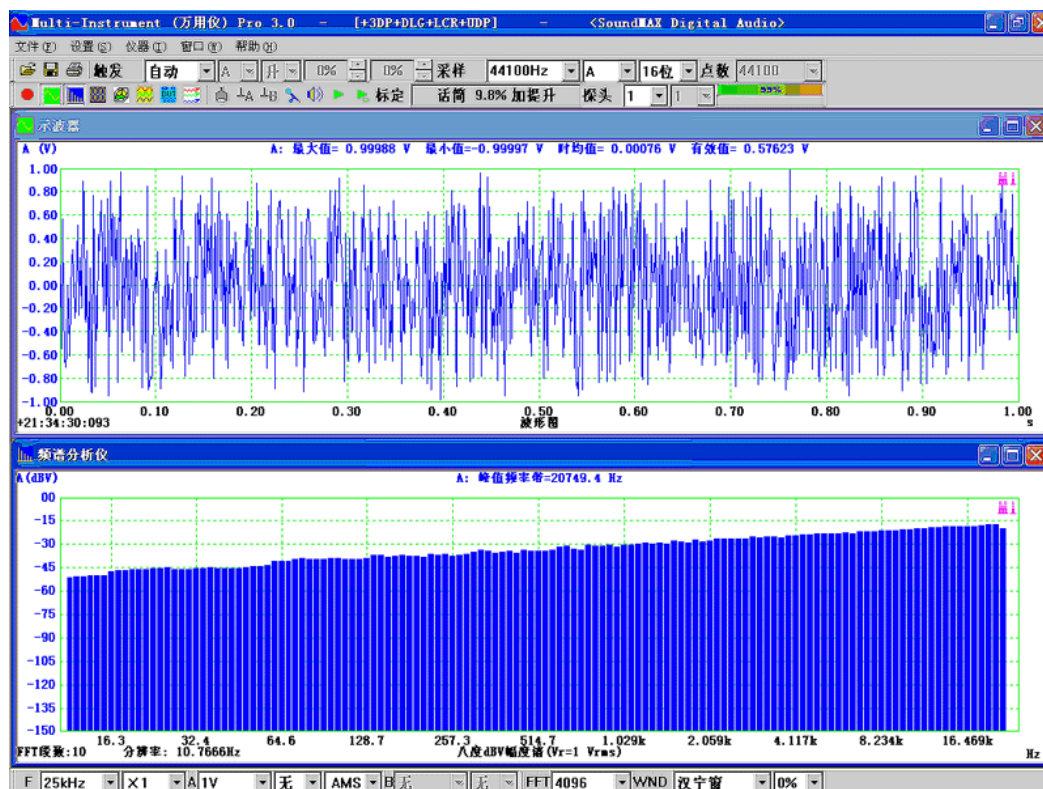
该通道将输出白噪声信号。白噪声信号在指定的频率范围内，每 Hz 具有相同的能量。对于白噪声信号无需指定输出频率。

绝大多数市面上的数字白噪声发生器最终都需要进行重复播放，而本软件所产生白噪声是永远不重复的，是真正意义上的白噪声。这一点非常有用，比如它允许您连续输出白噪声并采用平均的方法来获得被测设备的幅频响应。

下图为本软件生成的一段白噪声，其幅度谱在 $0 \sim 1/2$ 采样频率的范围内为一条非常平坦的直线。



以下为该白噪声的 1/12 倍频程幅度谱 (Y 轴为 dBV 刻度)。该图清晰显示了在倍频程刻度下白噪声每倍频程 3dB 的增益。

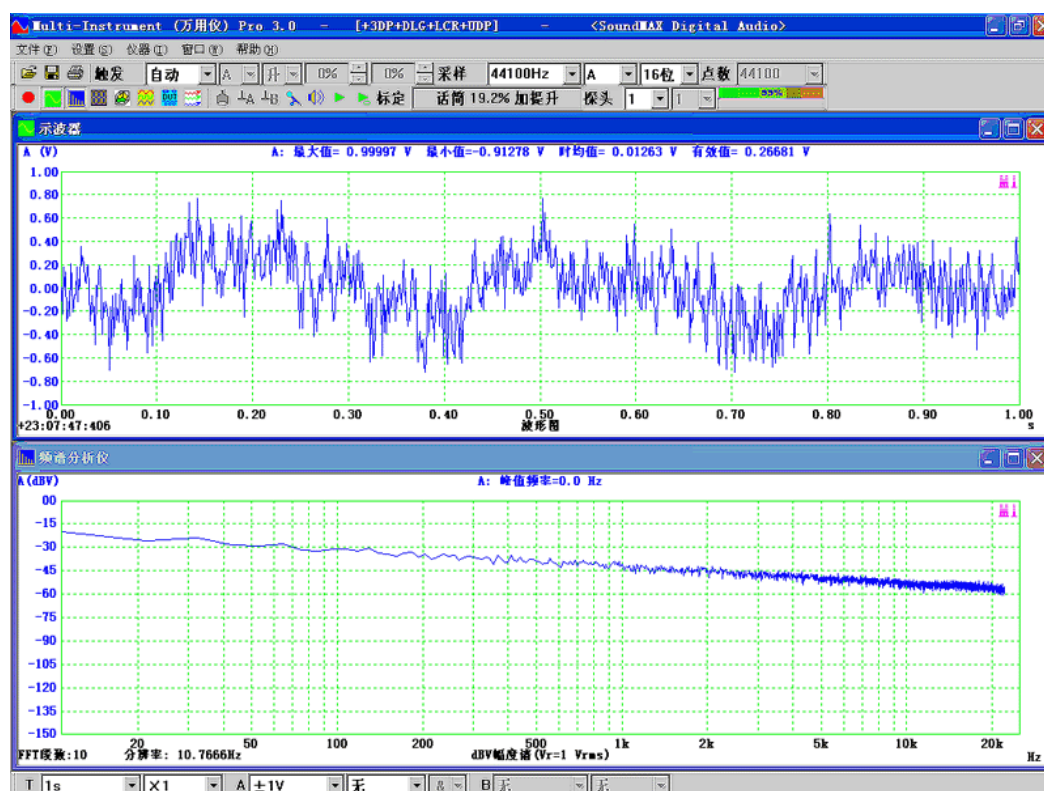


4.3.1.7 粉红噪声

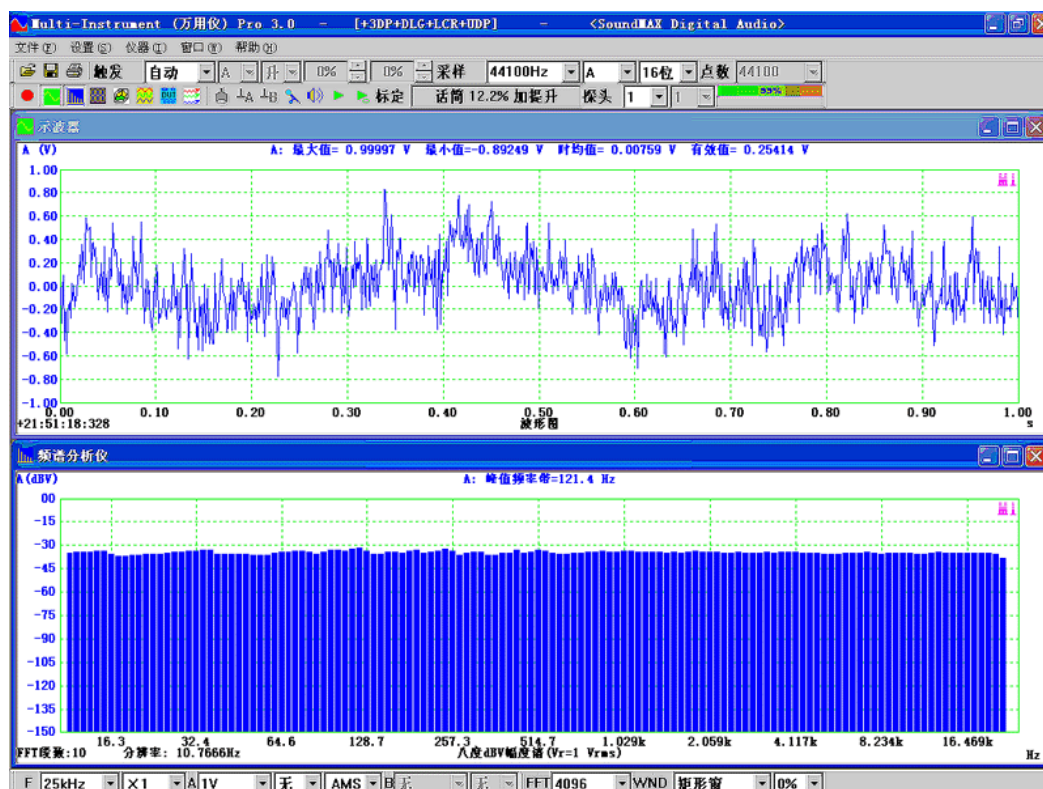
该通道将输出粉红噪声信号。粉红噪声信号在指定的频率范围内，每倍频程具有相同的能量。对于粉红噪声信号无需指定输出频率。

绝大多数市面上的数字粉红噪声发生器最终都需要进行重复播放，而本软件所产生粉红噪声是永远不重复的，是真正意义上的粉红噪声。

下图为本软件生成的一段粉红噪声，其幅度谱在 $0 \sim 1/2$ 采样频率的范围内为一条每倍频程衰减 3dB 的直线。



以下为该粉红噪声的 1/12 倍频程幅度谱 (Y 轴为 dBV 刻度)。该图清晰显示了在倍频程刻度下粉红噪声每倍频程的能量相等。



4.3.1.8 多音合成



当选择多音合成时，上面所示的“多音合成配置”对话框将弹出，您可以为每个通道添加多达 32 个的不同波形、不同频率、不同振幅、不同初始相位的信号。可添加的波形有：正弦波、方波、三角波、锯齿波、白噪声、粉红噪声。

可选择的频率有：90000Hz、50000Hz、20000Hz、10000Hz、5000Hz、2000Hz、1000Hz、500Hz、200Hz、100Hz、50Hz。您也可以自己键入所需要的输出信号频率。由奈奎斯特采样原理可知，输出信号频率必须小于输出采样频率的一半。当您选择或键入的输出信号频率不满足以上要求时，错误信息会弹出。因为以上配置中已经指定了各组成信号的频率，在主面板上就无需再指定输出频率。

可选择的相对振幅有：1.0、0.9、0.8、0.7、0.6、0.5、0.4、0.3、0.2、0.1、0.05、0.02、0.01。各组成信号在合成信号中的权重由其相对振幅来表示，相对振幅的选择范围为 0~1，可以从所提供的选项中选择，也可以手动键入。而合成信号的绝对振幅则主面板上指定，它是合成信号波形的最大值。

在“多音合成配置”对话框中，您可以点击“->”以添加一个信号，也可以点击“-<”以去掉一个信号。您也可以将当前配置保存到一个多音合成配置文件中以便以后调用。默认的文件名后缀为.tcf。

您可以通过主面板上的按钮  来改变或浏览当前的多音合成配置。按动该按钮将打开“多音合成配置”对话框。

若在主面板上选择了“扫描”，则可以按线性或者对数扫频（或扫幅）的方式在指定的时间及频率（或振幅）范围内产生所指定的多音合成信号。在扫频情况下，本软件将忽略在多音合成配置中指定的各组成信号的频率，而统一采用在主面板上指定的起始频率和终止频率。

4.3.1.9 自定义波形（波形库）

如果选择了自定义波形库，则将弹出一个对话框，让您选择波形库文件 (*.wfl)。您也可以选择符合波形库文件格式的任何文件。

波形库文件定义了一个周期的波形，它是一个用逗号分隔变量（CSV）的文本文件，其格式如下：

```
0, 0, 0
1, 0.006135885, 0.006135885
2, 0.012271538, 0.012271538
.....
1022, -0.012271645, -0.012271645
1023, -0.006135992, -0.006135992
.....
```

每一行代表波形上一个点的坐标，包含有三个变量：序号、通道 A 相对振幅和通道 B 相对振幅。一个波形至少需要定义两点，可定义任意多的点。对通道 A 相对振幅和通道 B 相对振幅的取值范围没有限制，因为本软件在计算时采用它们的相对值而不是绝对值，但是建议采用 -1~1 之间的数值以便于理解。需要指出的是若自定义波形中含有直流成分，则它在交流耦合的声卡中将被滤掉。

您可以使用微软的 EXCEL、记事本或其它第三方软件来编辑波形库文件。用 EXCEL 的好处是您可以利用它所提供的数学功能方便地构建所需要的波形，然后利用其图表功能预览所定义的波形。波形库文件文件名的默认后缀为 .wfl。

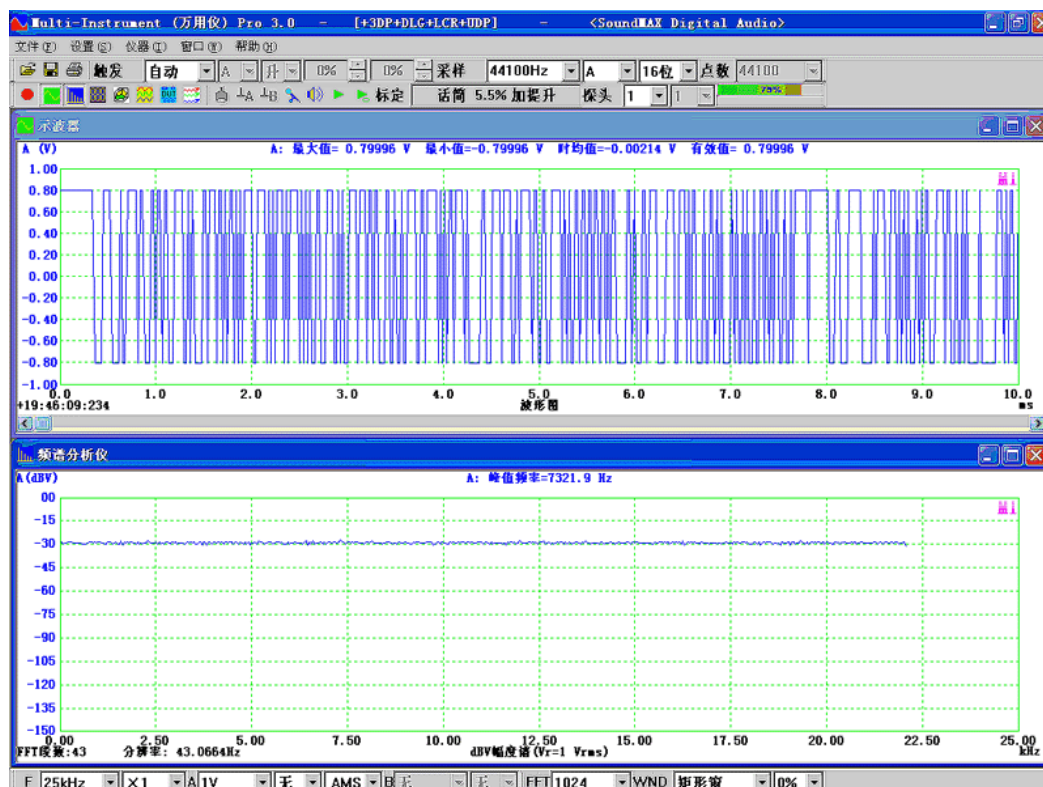
波形库的引入极大地提高了信号发生器的灵活性，使它可以产生任何波形的信号。

您可以按线性或者对数扫频（或扫幅）的方式在指定的时间及频率（或振幅）范围内产生由波形库定义的任意波形信号。

您可以通过主面板上的按钮  来改变当前的波形库文件。按动该按钮将弹出“打开文件”对话框，让您选择所需要的波形库文件。

您可以利用本软件包的 WFL 目录中所提供的波形库文件样本作为模板。

4.3.1.10 MLS



最大长度序列（MLS）是数值为 1 或 -1 的伪随机脉冲序列。实际上，它是周期性的，周期为该序列的长度。本软件所支持的序列长度包括：127、255、511、1023、2047、4095、8191、16383、32767、65535、131071、262143、524287、1048575、2097151、4194303、8388607、16777215（请参见下图）。您可以直接指定重复输出该序列的次数，“持续时间”会自动更新。若您选择指定“持续时间”，则“次数”会自动更新。从上图可以看出，MLS 信号在 0Hz~1/2 采样频率之间具有非常平坦的幅度谱。



The screenshot shows the configuration dialog for the MLS signal. It includes a dropdown menu for the signal type (set to MLS), a text input for the length (1023), and a text input for the number of repetitions (43.108504398827).

4.3.1.11 DTMF

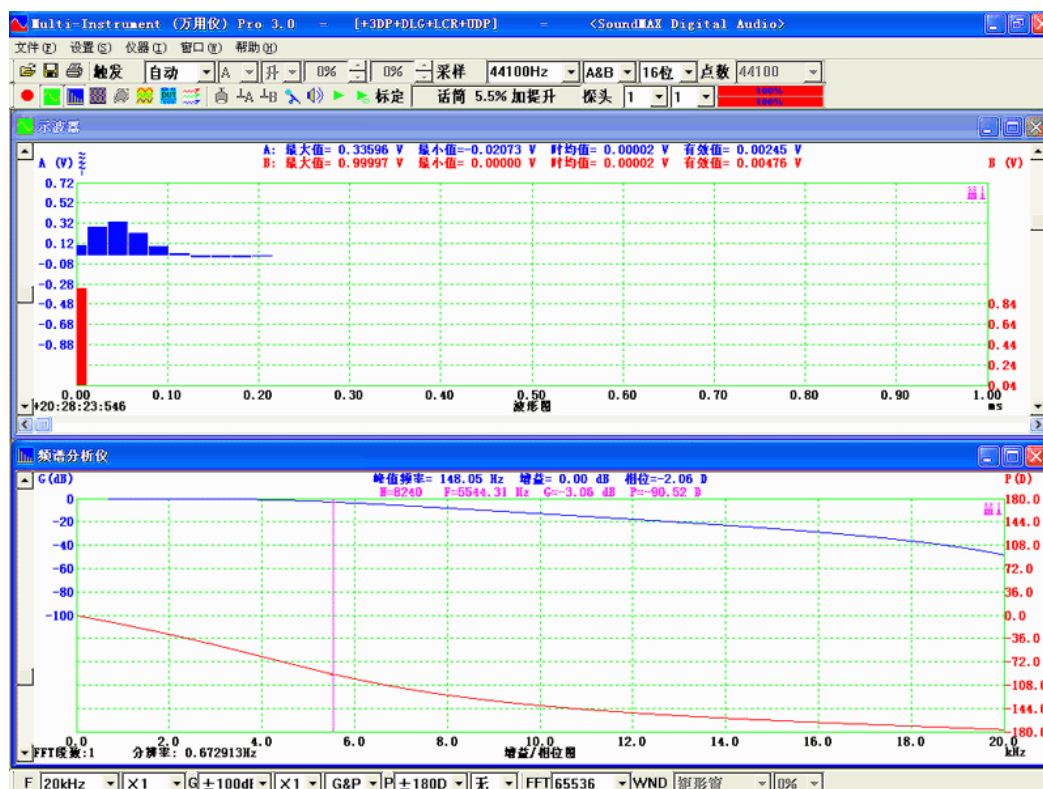


双音频信号 (DTMF) 是电话常用的拨号信号, 它由电话发出, 通过电话线传送到交换中心。当选择“DTMF”后, 屏幕上将弹出以上的与标准电话机键盘相同的面板。若按动上面的一个按钮, 将产生由两个等幅频率组成的信号, 默认的持续时间为 0.1 秒。例如: 若按动按钮“8”, 将产生一个由 852Hz 和 1336Hz 按 1: 1 混合的信号。

4.3.1.12 单位冲激

单位冲激信号除了第一点为单位值外, 其余所有的点都为零。它的幅度谱是一条水平直线。

单位冲激信号有一些特殊用途。下图为一个截止频率为 5513Hz 的二阶巴特沃斯低通滤波器的传递函数图, 它是以单位冲激信号为激励信号, 用通道 A 采集滤波器的响应信号, 用通道 B 采集激励信号来测得的。图中显示该滤波器的增益从 0Hz 到 5513Hz 基本保持为 0dB, 然后开始快速下降, 同时相位逐渐从 0Hz 的 0° 变到频率无穷大时的 -180° 。图中的光标读数器显示在 5544Hz (即: 在截止频率附近), 该滤波器的增益为 -3.06dB , 相位为 -90.52° 。注意: 示波器通道 A 中的波形直接代表了该滤波器的单位冲激响应。



4.3.1.13 单位阶跃

单位阶跃信号的所有的点都为单位值。它可以用来测试系统的阶跃响应。

下图为一个截止频率为 5513Hz 的二阶巴特沃斯低通滤波器的单位阶跃响应图，它是以单位阶跃信号为激励信号，用通道 A 采集滤波器的响应信号，用通道 B 采集激励信号来测得的。为了避免滤波器发生削顶失真，单位阶跃信号的幅度设为数/模转换满程电压的一半。从图中可以看出，该滤波器的过冲为 5.5%左右。



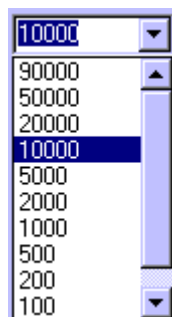
4.3.1.12 波形文件

8 位、16 位或 24 位的标准或扩展的 PCM 格式的 WAV 波形文件可通过信号发生器播放出来。波形文件的采样频率和位分辨率不一定要跟信号发生器的一致，因为软件能够自动进行转换。若波形文件含有两个通道，但信号发生器只有一个通道，则软件会提示用户选择输出波形文件的哪个通道的数据。波形文件的回放功能只能在数据流模式下进行，DDS 模式不支持此功能。最终所输出的信号是否为连续的由以下参数决定：整个系统的数据传输速度、采样频率、采样位数、采样通道数等。使用声卡通常可实现连续的信号输出。万一输出的信号可能出现不连续，信号发生器面板会显示一个“X”符号，如下图所示。这时，您应该降低电脑的负荷（比如停止示波器运行）或降低采样频率等。



您可以利用示波器的记录功能来录制一个 WAV 波形文件，以后再利用信号发生器重放出来。

4.3.2 输出频率

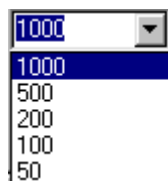


有以下选项：90000Hz、50000Hz、20000Hz、10000Hz、5000Hz、2000Hz、1000Hz、500Hz、200Hz、100Hz、50Hz。如果您所需要的输出频率不在以上选项中，则您可以直接键入。频率数值可以不是整数。您也可以使用最左边的滚动条（用于通道 A）或者最右边的滚动条（用于通道 B）来调节输出频率。

本软件将不允许选择或键入大于输出采样频率的一半的数值。

输出频率选项不适用于“无”、“白噪声”、“粉红噪声”、“多音合成”、“MLS”、“DTMF”、“单位冲激”、“单位阶跃”波形选项，也不适用于扫频模式。

4.3.3 输出振幅



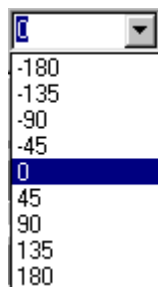
有以下选择：1V、0.5V、0.2V、0.1V、0.05V。请注意，根据数模转换设备的不同，输出振幅的工程单位可以是 V（电压）或 A（安培）。

如果您所需要的输出振幅不在以上选项中，则您可以直接键入。您也可以使用所提供的垂直滚动条来调节输出振幅。输出振幅也将以 dBFS 为单位显示在垂直滚动条下。

本软件将不允许选择或键入的数值大于当前校准的数/模转换满程电压值（1/2 V_{pp}）。

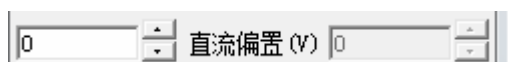
输出振幅在波形为“无”时，没有被用到，并被禁止选择，也不适用于扫幅模式。

4.3.4 输出相位差



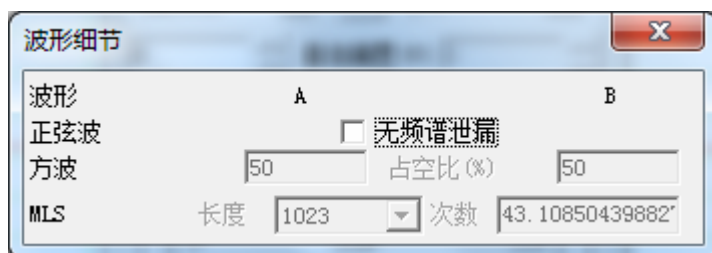
当两通道的输出信号频率相同时，您可以指定它们之间的输出相位差。此选项只适用于在非扫频模式下的“正弦波”、“方波”、“三角波”、“锯齿波”。如果两通道的波形不同，那么相位差是以在前面“输出信号波形”章节所介绍的各波形的初始相位为基准来计算的。

4.3.5 输出直流偏移



若所用的数模转换设备支持输出直流偏移量，则以上的调节框会出现在波形选择框下面。您可以使用以上的调节框来调节输出直流偏移。

4.3.6 波形细节



对于有些波形，还可指定一些其它的参数，例如：方波的占空比。这些参数通常显示于主面板上的波形选择框的下面。但若此位置被输出直流偏移参数所占用，则您可以点击主面板上的按钮 来调出以上的波形细节对话框。

4.4 扫描参数

若选择“扫描”和“频率”两个选项，则本软件可以按线性或者对数扫频的方式在指定的时间及频率范围内产生所指定的波形。

若选择“扫描”和“幅度”两个选项，则本软件可以按线性或者对数扫幅的方式在指定的时间及振幅范围内产生所指定的波形。

4.4.1 扫频

4.4.1.1 起始频率

每个通道有自己的起始频率。您可以输入从 0Hz 到输出采样频率一半之间的任何数值。如果超出这个范围，则会弹出错误信息。

4.4.1.2 终止频率

每个通道有自己的终止频率。您可以输入从 0Hz 到输出采样频率一半之间的任何数值。如果超出这个范围，则会弹出错误信息。

4.4.2 扫幅

4.4.2.1 起始振幅

每个通道有自己的起始振幅。您可以输入从 0 到输出满程电压（1/2V_{pp}）之间的任何数值。如果超出这个范围，则会弹出错误信息。

4.4.2.2 终止振幅

每个通道有自己的终止振幅。您可以输入从 0 到输出满程电压（1/2V_{pp}）之间的任何数值。如果超出这个范围，则会弹出错误信息。

4.4.3 扫描模式

您可选择线性扫描或对数扫描两种模式。

4.5 输出持续时间/循环

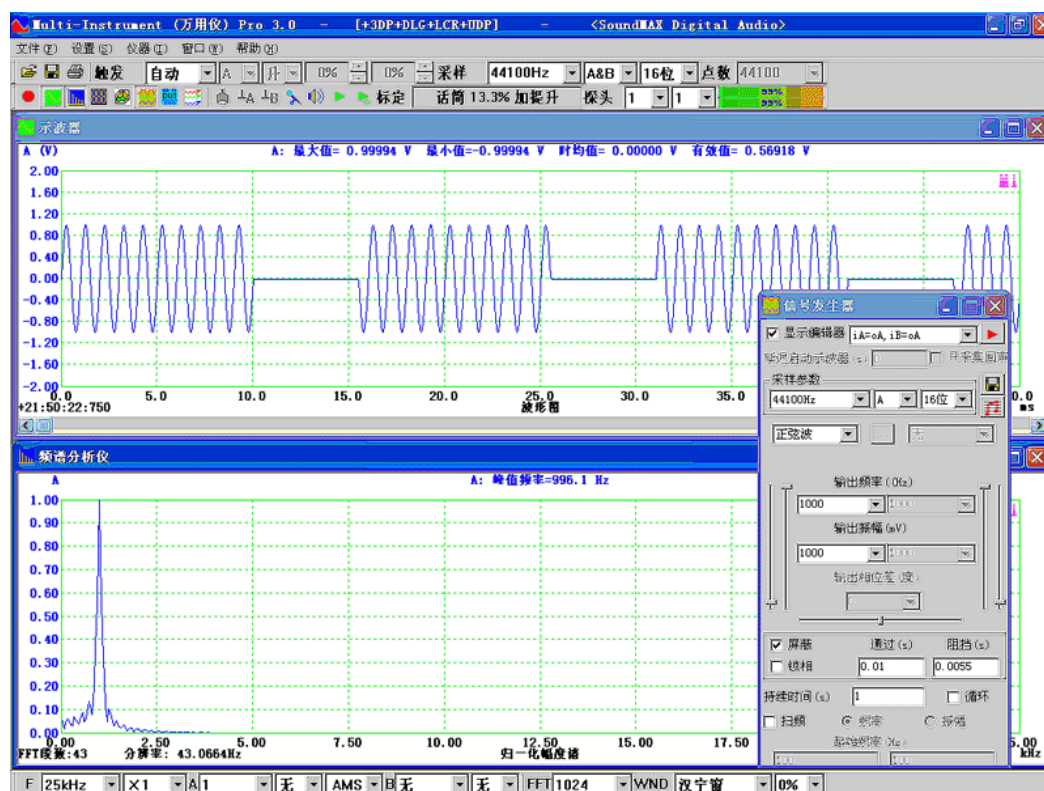
在非扫描模式下，“持续时间”指的是输出信号的输出持续时间。若您选择了“循环”，则输出信号会一直输出，直到信号发生器被手动停止为止，在这种情况下，“持续时间”项被禁止和忽略。

在扫描模式下，“持续时间”指的是一次扫描的持续时间。若您选择了“循环”，则输出信号会一直输出，直到信号发生器被手动停止为止。

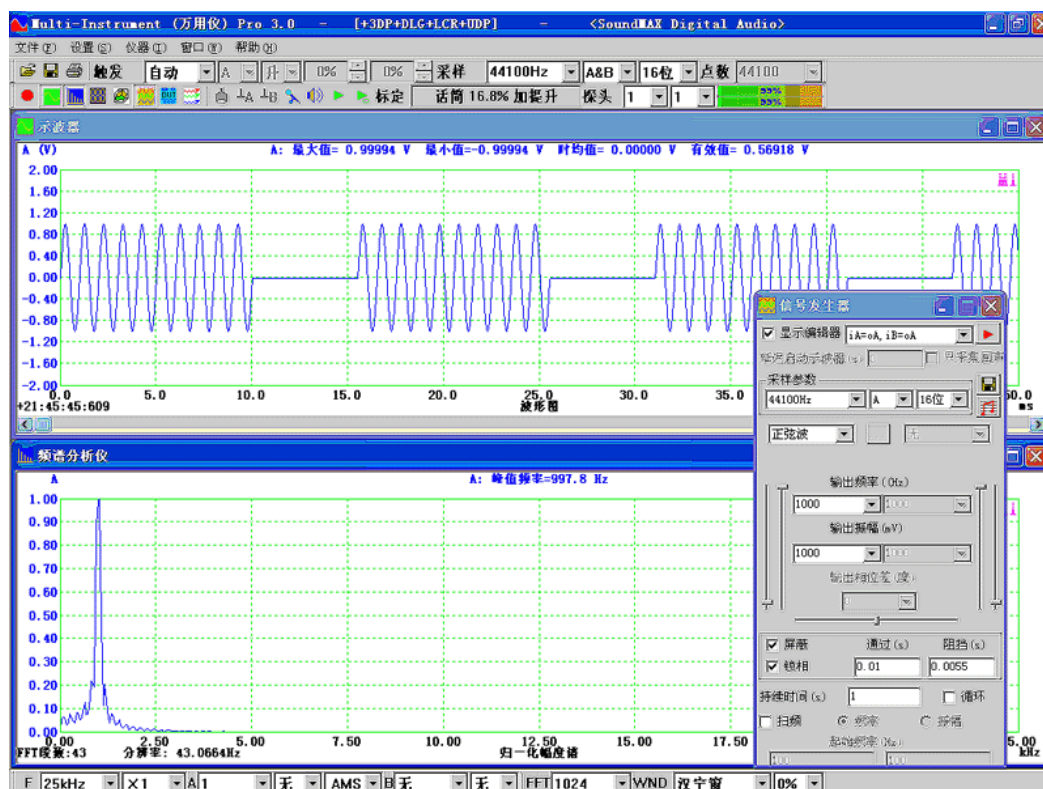
4.6 输出屏蔽/锁相

“屏蔽”选项用来通过/阻挡输出信号的输出。若选择了“屏蔽”，则可设置在一个屏蔽周期中的“通过”和“阻挡”的持续时间。您可以利用这一特点来产生猝发信号。对于“正弦波”、“方波”、“三角波”、“锯齿波”、“多音合成”、“波形库”和“DTMF”波形，您可以通过选择“锁相”选项来强制每个猝发信号起始于相同的相位。

下图为一个 1000Hz 的正弦猝发信号，“通过”的持续时间为 0.01 秒，“阻挡”的持续时间为 0.0055 秒，没有选择“锁相”。从图中可以看出，每个猝发信号并不起始于相同的相位。



下图除了选择了“锁相”以外，其余参数与上述猝发信号相同。从图中可以看出，每个猝发信号起始于完全相同的相位。

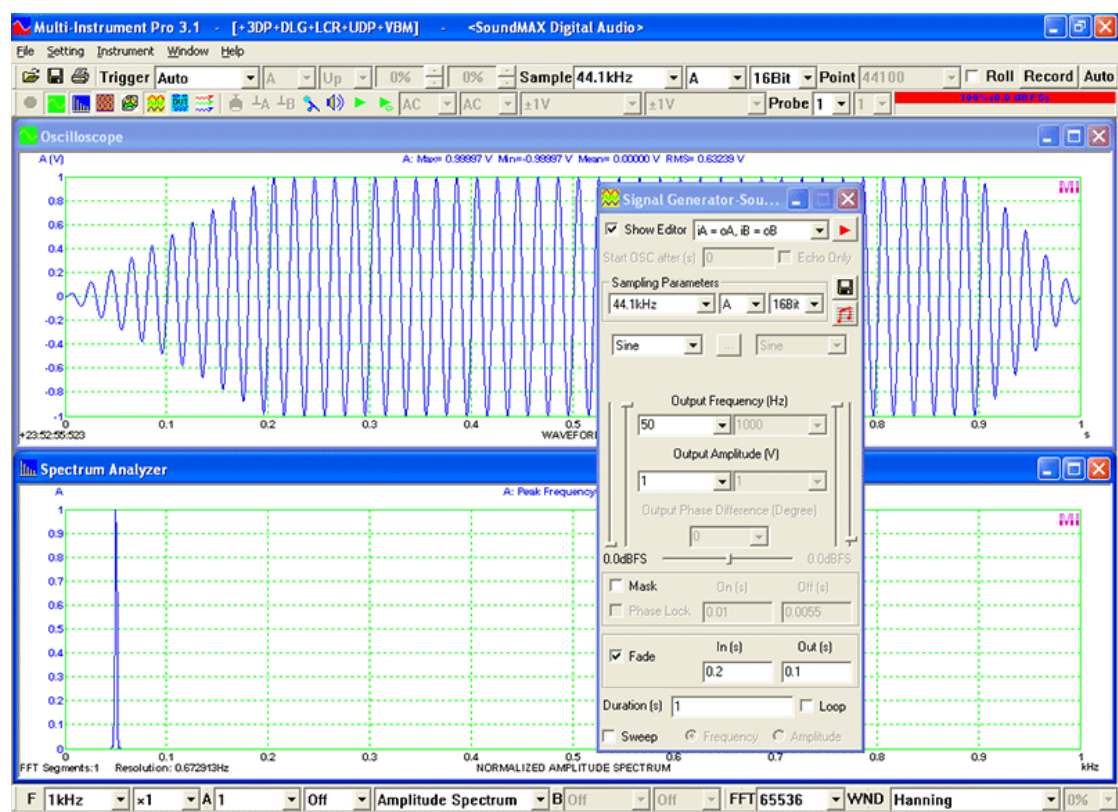


4.7 输出渐入/渐出

如果选择了“渐变”，则您可以为输出信号指定渐入段的时间长度。此时段从信号刚开始输出时起算。在此期间，输出信号振幅从零线性增加到指定的输出振幅。

此外，如果输出信号的长度是有时间限制的（即“循环”未被选择），那么您也可以指定渐出段的时间长度。此时段始于[输出信号的结束时间]—[渐出段的时间长度]。在此期间，输出信号振幅从指定的输出幅度线性减小到零。

下图显示是1秒钟的50Hz信号，其渐入段长0.2秒，渐出段长0.1秒。



4.8 音阶

当波形为“正弦波”、“方波”、“三角波”、“锯齿波”、“波形库”时，音阶按钮被使能。按动它，以下的音阶面板将弹出。若有必要，您也可以调节其上的参考音调。



4.9 保存功能

信号发生器输出的信号可按“持续时间”所指定的时间长度保存为 WAV 波形文件或 TXT 文本文件。注意：即使您选择了“循环”，在这里它也将被忽略。若“持续时间”超过 1000 秒，则软件将只保存 1000 秒的数据。若您按动  键，屏幕上将弹出“保存为”对话框，您可以选择“保存类型”并键入保存文件名。

保存的 WAV 波形文件采用标准的 WAVE PCM 格式，可重新输入到本软件中进行显示和分析，也可供第三方软件使用，例如微软的媒体播放器。保存的 TXT 文本文件可以采用在前面示波器章节介绍的[文件]>[输入]功能来调入本软件显示和分析，它是用逗号分隔变量（CSV）的文本文件，其格式如下：

1. 单通道数据格式：

```
;Data Points
;Sampling Frequency (Hz) = 44100
;Sampling Bit Resolution (Bits) = 16
;Sampling Channels = 1
;A:Full-scale Voltage (V) = 1
;A:Sensor Sensitivity (V/V)=1000
```

```
;Total Data Points = 44100
;No.,      Time (S),      Channel A (V)
1, 0.000000, 0.000000
2, 0.000023, 0.141995
3, 0.000045, 0.281113
4, 0.000068, 0.414534
5, 0.000091, 0.539554
```

.....

除前 8 行外，每行包含一个序列号、一个时标（以秒为单位）和一个通道 A 值（以 V 为单位）。

2. 双通道数据格式:

```
;Data Points
;Sampling Frequency (Hz) = 44100
;Sampling Bit Resolution (Bits) = 16
;Sampling Channels = 2
;A:Full-scale Voltage (V) = 1
;A:Sensor Sensitivity (V/V)=1000
;B:Full-scale Voltage (V)=1
;B:Sensor Sensitivity (V/V) = 1000
;Total Data Points = 44100
;No.,      Time (S),      Channel A (V),      Channel B (V)
1, 0.000000, 0.000000, 1.000000
2, 0.000023, 0.141732, 1.000000
3, 0.000045, 0.275591, 1.000000
4, 0.000068, 0.409449, 1.000000
5, 0.000091, 0.535433, 1.000000
```

.....

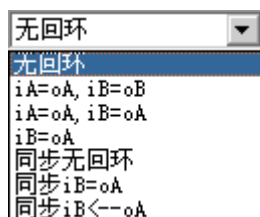
除前 10 行外，每行包含一个序列号、一个时标（以秒为单位）、一个通道 A 值（以 V 为单位）和一个通道 B 值（以 V 为单位）。

4.10 运行/停止功能



按动此“运行/停止”键即可按指定的输出参数产生输出信号。当被按动时，此按键在“运行”和“停止”两个状态之间切换。当信号发生器面板为当前窗口时，按动回车键也能进行启停操作。

4.11 回环模式



可供选择的回环模式取决于所使用的 DAC 和 ADC 设备。对于基于声卡的系统，有 7 种回环模式可选：

4.11.1 无回环

在此模式下，信号发生器与跟数据采集相关的仪器（例如：示波器、频谱分析仪、万用表、频谱 3D 图、数据记录仪…）是独立运行的。但您仍然可以采用外部方式来建立从输出到输入的回环：

- 采用外部的导线将声卡的输出与输入连接起来，建立回环

或者

- 通过在 Windows 录音控制面板上选择“波形输出混音”（或相似名称）作为输入源，从而在声卡的混合器级的外侧建立回环。

“波形输出混音”（或相似名称）可能没有在 Windows 录音控制面板上作为默认的输入源列出来，但您可以通过其上的“选项”栏找到它。这种方法是将声卡数 / 模转换的输出直接在声卡混合器的外侧馈入其模 / 数转换的输入，因此信号仍然通过了声卡的部分硬件。您可能需要调节“波形输出混音”（或相似名称）的输入灵敏度度滑块，来防止信号的饱和失真。

4.11.2 $iA=oA$, $iB=oB$

在此模式下，由软件在软件的输出和输入通道之间建立起一个完整的数字回环，使得输出通道 A 的信号回馈到输入通道 A，而输出通道 B 的信号回馈到输入通道 B。

软件将自动设置触发参数和采样参数并禁止人为改动它们，直到输出结束为止。注意：在此模式下，馈入输入通道的信号是“理想”的，因为它并没有通过任何声卡硬件，这与前述的外部导线回环和声卡混合器级回环的情形不同。

4.11.3 $iA=oA$, $iB=oA$

此模式与前一个模式相似，不同之处是输出通道 A 的信号将同时回馈到输入通道 A 和输入通道 B。它在某些情况下特别有用。例如：若您想测试一个数字滤波器

的特性，则您可以在此模式下，从信号发生器产生一个激励信号，然后将被测数字滤波器只施加于输入通道 A 上即可。

4.11.4 $iB=oA$

在此模式下，由软件在软件的输出和输入通道之间建立起一个不完整的数字回环，使得输出通道 A 的信号回馈到输入通道 B，而输入通道 A 仍然可用于现场信号的输入。只有输出通道 A 的第一秒的信号会馈入输入通道 B。注意：示波器应设置于双通道模式以显示输入通道 B 的信号。

4.11.5 同步无回环

此模式与“无回环”模式相似，不同之处只是示波器的输入将与信号发生器的输出同步。同步过程如下：

- (1) 若示波器在运行，则应先手动停止示波器
- (2) 启动信号发生器

示波器将在由“同步输出输入时延 (ms)” + “延迟启动示波器 (s)”所决定的时间过去之后自动启动。其中“同步输出输入时延 (ms)”需要按前面所介绍的校准方法校准。

若您选择了“只采集回声”，则“延迟启动示波器 (s)”栏将自动填入输出信号的持续时间，这样，示波器将在直接的输出信号刚好停止时启动，即：只有回声将被采集到。

4.11.6 同步 $iB=oA$

此模式与“ $iB=oA$ ”模式相似，不同之处只是示波器的输入将与信号发生器的输出同步。（请参见前述的同步过程）

4.11.7 同步 $iB\leftarrow oA$

此模式要求采用外部导线将声卡输出通道 A 的信号馈入输入通道 B。注意：对于这里所讲的回环模式，“=”代表软件连接，而“ $\leftarrow$ ”代表硬线连接。

在此模式下，您仍然可以指定“延迟启动示波器 (s)”的时间，而“同步输出输入时延 (ms)”项不适用于此模式，因为软件采用了从输入通道 B 获取的真实的信号前沿来定时。因此此模式比“同步 $iB=oA$ ”更准确，但其缺点是它需要有两个物理的输入通道及插口和一个外接的硬线连接。注意：您必须设置适当的触发沿、触发电平、触发延迟，以确保准确地检测到输出信号的前沿。触发模式将被软件强制设为“单次触发”，而触发源将被强制设为“B”。

4.12 DDS模式和数据流模式

DDS

信号发生器可工作于两种模式：DDS 模式和数据流模式。

在数据流模式下，本软件将连续计算（若必要的话）输出数据，并把这些数据连续传送到数模转换设备中以供输出。数据流模式的一个优点是您可以以最小的硬件成本，充分利用电脑软件的强大能力来生成非常复杂的信号。但是，由于受电脑软件计算速度和数据传送速度的影响，此模式无法输出比较高的信号频率。而且，当输出采样频率高或输出信号复杂时，此模式可能消耗过多的 CPU 时间。有些数模转换设备例如声卡仅支持数据流模式。

在 DDS（直接数字合成）模式下，电脑只需要向数模转换设备传送输出信号参数（例如信号频率、幅度、波形或波形形状数据等），其余的工作则由数模转换设备来完成。电脑无需向数模转换设备送出具体的输出数据，这样就大大减少了 CPU 的工作量以及 CPU 与数模转换设备之间的通讯量，能否输出高频信号完全取决于所用的数模转换设备。此模式的一个缺点是它并不支持所有的数据流模式所支持的功能。详情请参考相应的硬件说明书。

有些数模转换设备，例如 VT DSO-2810 和 VT DSO-2810E，支持 DDS 和数据流两种模式，可通过以上的 DDS 选框来选择采用 DDS 模式或是数据流模式。

5 万用表

5.1 概述



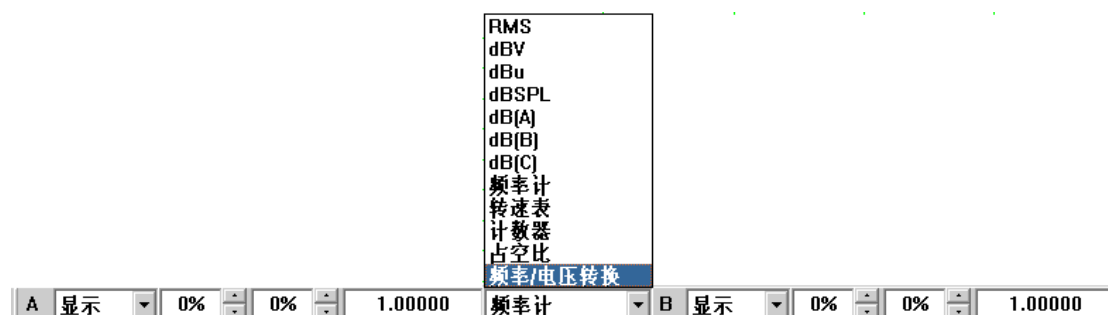
这是基于声卡的双踪万用表，提供以下几种数字显示：

- RMS
- dBV
- dBu
- dB
- dB (A)
- dB (B)
- dB (C)
- 频率计
- 转速表
- 计数器
- 占空比计
- 频率/电压转换
- 周期有效值
- 周期平均值
- 振动计

从频率计到周期平均值的这些仪表都包含有一个脉冲计数过程，您可以配置计数器的触发电平和触发滞回，以在计数前将模拟信号转换为矩形脉冲信号。您还可以指定分频因子。

仪器工具条上的自锁按钮 可用来打开或关闭万用表。您也可以点击万用表窗口右上角的“关闭”按钮来关闭它。

5.2 显示参数



这些显示参数决定了如何对被采集到的数据进行分析与显示。有 15 种显示类型。

5.2.1 RMS

在此模式下，万用表将显示当前数据帧的有效值（RMS），此值与示波器中显示的有效值一样，但采用了较大的字体。您可以显示或隐藏任何一个通道的数值，显示参数工具条上的其它参数则没有被用到。

5.2.2 dBV

在此模式下，万用表将显示当前数据帧的 dBV 值，您可以显示或隐藏任何一个通道的数值，显示参数工具条上的其它参数则没有被用到。

5.2.3 dBu

在此模式下，万用表将显示当前数据帧的 dBu 值，您可以显示或隐藏任何一个通道的数值，显示参数工具条上的其它参数则没有被用到。

5.2.4 dB

在此模式下，万用表将显示当前数据帧的 dB 值，您可以显示或隐藏任何一个通道的数值，显示参数工具条上的其它参数则没有被用到。

5.2.5 dB(A)

在此模式下，万用表将显示当前数据帧的 dB(A) 值，您可以显示或隐藏任何一个通道的数值，显示参数工具条上的其它参数则没有被用到。注意：频谱分析仪将被强制显示幅度谱并采用 A 加权。

5.2.6 dB(B)

在此模式下，万用表将显示当前数据帧的 dB(B) 值，您可以显示或隐藏任何一个

通道的数值，显示参数工具条上的其它参数则没有被用到。注意：频谱分析仪将被强制显示幅度谱并采用 B 加权。

5.2.7 dB(C)

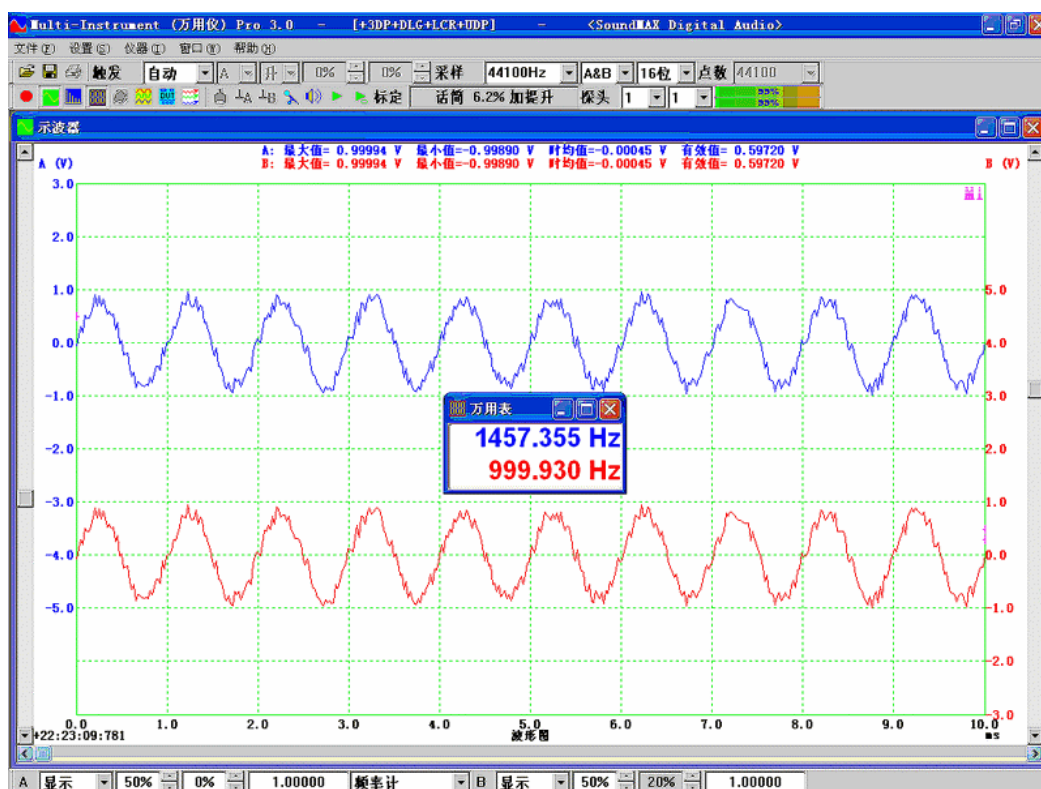
在此模式下，万用表将显示当前数据帧的 dB(C) 值，您可以显示或隐藏任何一个通道的数值，显示参数工具条上的其它参数则没有被用到。注意：频谱分析仪将被强制显示幅度谱并采用 C 加权。

5.2.8 频率计

在此模式下，万用表将显示当前数据帧的频率计数值，您可以显示或隐藏任何一个通道的数值。

您可以设置计数器的触发电平和触发滞回以及分频因子。其中计数器的触发电平和触发滞回适用于频率计、转速表、计数器、占空比和频率/电压转换、周期有效值、周期平均值模式。本软件利用它们来将示波器中显示的模拟信号整形为矩形脉冲以便于计数。它们同电子电路中的施密特触发器的触发电平和触发滞回的运作方式相似，不同之处是它们采用了相对数值而不是绝对数值，以当前数据帧的最大值和最小值为参考。计数器触发电平可在 -100%~100% 之间调节，其中 -100% 对应于该帧数据的最小值，100% 对应于该帧数据的最大值。计数器触发滞回可在该帧数据实际跨度（即：最大值 - 最小值）的 0~100% 之间调节。触发电平和触发滞回两个参数还将显示于示波器的纵轴上，如下图所示。A 轴上的标记代表的是 A 通道的参数；B 轴上的标记代表的是 B 通道的参数。

在图中，两通道中的信号相同，皆为 1kHz 的正弦波与白噪声以 5:1 的幅度比混合。通道 A 的计数器触发电平和触发滞回分别设为 50% 和 0%，而通道 B 的计数器触发电平和触发滞回分别设为 50% 和 20%。万用表的频率计档测得通道 A 的频率为 1457.355Hz，这明显是不对的，造成错误的原因是白噪声干扰了计数过程。测得通道 B 的频率为 999.930Hz，这是非常精准的，可见在有噪声干扰的情况下，设置适当的计数器触发滞回是非常重要的。



5.2.9 转速表

在此模式下，万用表将显示当前数据帧的转速值（RPM，即：每分钟转数），您可以显示或隐藏任何一个通道的数值。

计数器的触发电平和触发滞回以及分频因子适用于本模式。

5.2.10 计数器

在此模式下，万用表将显示当前数据帧的计数值，您可以显示或隐藏任何一个通道的数值。

计数器的触发电平和触发滞回以及分频因子适用于本模式。

5.2.11 占空比

在此模式下，万用表将显示当前数据帧的占空比，您可以显示或隐藏任何一个通道的数值。

计数器的触发电平和触发滞回适用于本模式。

5.2.12 频率/电压转换

在此模式下，万用表将先对当前数据帧进行频率计数，然后将所得频率转换为电压并显示出来。您可以显示或隐藏任何一个通道的数值。频率/电压转换的因子在本软件的校准窗口中设置。

计数器的触发电平和触发滞回以及分频因子适用于本模式。

5.2.13 周期有效值

在此模式下，万用表将显示周期有效值。周期有效值是由整数个信号周期的数据所计算出来的有效值。它是周期信号真正的有效值。由于示波器的一帧数据不一定包含有整数个信号周期，因此示波器一帧数据的有效值不一定与周期有效值相同。

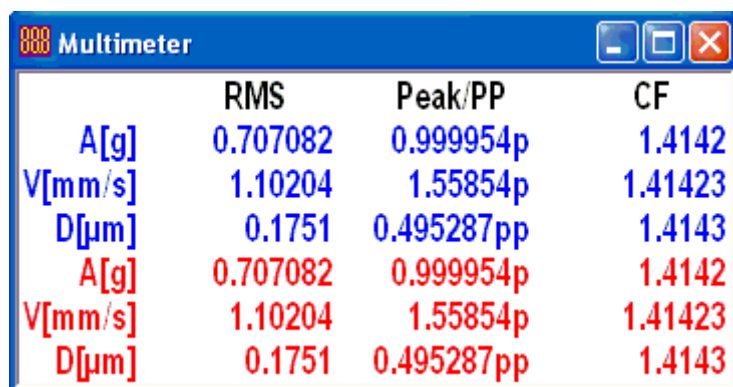
您可以显示或隐藏任何一个通道的数值。计数器的触发电平和触发滞回适用于本模式。

5.2.14 周期平均值

在此模式下，万用表将显示周期平均值。周期平均值是由整数个信号周期的数据所计算出来的平均值。它是周期信号真正的平均值。由于示波器的一帧数据不一定包含有整数个信号周期，因此示波器一帧数据的平均值不一定与周期平均值相同。

您可以显示或隐藏任何一个通道的数值。计数器的触发电平和触发滞回适用于本模式。

5.2.15 振动计



	RMS	Peak/PP	CF
A[g]	0.707082	0.999954p	1.4142
V[mm/s]	1.10204	1.55854p	1.41423
D[μm]	0.1751	0.495287pp	1.4143
A[g]	0.707082	0.999954p	1.4142
V[mm/s]	1.10204	1.55854p	1.41423
D[μm]	0.1751	0.495287pp	1.4143

如果所使用的传感器有一个是加速度、速度、位移传感器，则您可以选择此模式来显示加速度、速度、位移的有效值、峰值 / 峰峰值、峰值因数。

您可以显示或隐藏任何一个通道的数值。显示参数工具条上的其它参数则没有被用到。

5.3 菜单

万用表的菜单为前面介绍的示波器的菜单的一个子集。

6 数据记录仪

6.1 概述



这是一个双通道数据记录仪。它为 151 个导出参数和 16 用户自定义参数提供长时间记录功能，这些导出参数包括：RMS 值、峰值频率、声压、转速、THD 等。可打开多达 8 个数据记录仪窗口，每个窗口可记录最多 8 个变量。支持打开历史数据日志文件。

仪器工具条上的按钮 用来打开新的数据记录仪窗口。您可以点击数据记录仪窗口右上角的“关闭”按钮来关闭它。

6.2 配置



每当仪器工具条上的“数据记录仪”按钮被按动后，就会弹出一个新的数据记录仪窗口。在该窗口之上还会弹出一个配置对话框，提示您应首先进行配置。可配置参数包括：需要记录的导出参数（DDP）、图例（各导出参数的颜色和标记）、各导出参数的更新阈值（当选择了“更新阈值”作为记录方式时）、时间间隔（当选择了“时间间隔”作为记录方式时）、记录方式等。

6.2.1 导出参数和用户自定义参数

在本软件中，导出参数（DDP）指的是从一帧原始数据中推导出来的参数。当原始数据更新后，导出参数也随之更新。用户自定义参数（UDDP）通常是某些导出参数的函数，它在所有的导出参数更新后更新，用户可通过 DDP 查看器来定义 UDDP。以下是可供选择的导出参数和用户自定义参数。

序号	导出参数	描述	产生源
1	Max_A (EU)	通道 A 最大值	示波器 (&,)
2	Min_A (EU)	通道 A 最小值	示波器 (&,)
3	PP_A (EU)	通道 A 峰峰值	示波器 (&,)
4	Mean_A (EU)	通道 A 平均值	示波器 (&,)
5	RMS_A (EU)	通道 A 有效值	示波器 (&,)

6	PWR_A(W)	通道 A 功率值(= 有效值 ² / 负载因子)	示波器(&,)
7	PeakLevelPercent_A(%)	通道 A 峰值电平(%)	示波器
8	PeakLeveldBFS_A	通道 A 峰值电平(dBFS)	示波器
9	f1Freq_A(Hz)	通道 A 峰值频率	频谱分析仪(幅度谱)
10	f2Freq_A(Hz)	1. 通道 A 第二次谐波频率 2. 通道 A 第二个峰值频率	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
11	f3Freq_A(Hz)	1. 通道 A 第三次谐波频率 2. 通道 A 第三个峰值频率	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
12	f4Freq_A(Hz)	1. 通道 A 第四次谐波频率 2. 通道 A 第四个峰值频率	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
13	f5Freq_A(Hz)	1. 通道 A 第五次谐波频率 2. 通道 A 第五个峰值频率	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
14	f6Freq_A(Hz)	1. 通道 A 第六次谐波频率 2. 通道 A 第六个峰值频率	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
15	f7Freq_A(Hz)	1. 通道 A 第七次谐波频率 2. 通道 A 第七个峰值频率	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
16	f1RMS_A(EU)	通道 A 峰值频率处的有效值	频谱分析仪(幅度谱)
17	f2RMS_A(EU)	1. 通道 A 第二次谐波的有效值 2. 通道 A 第二个波峰的有效值	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
18	f3RMS_A(EU)	1. 通道 A 第三次谐波的有效值 2. 通道 A 第三个波峰的有效值	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
19	f4RMS_A(EU)	1. 通道 A 第四次谐波的有效值 2. 通道 A 第四个波峰的有效值	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
20	f5RMS_A(EU)	1. 通道 A 第五次谐波的有效值 2. 通道 A 第五个波峰的有效值	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
21	f6RMS_A(EU)	1. 通道 A 第六次谐波的有效值 2. 通道 A 第六个波峰的有效值	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
22	f7RMS_A(EU)	1. 通道 A 第七次谐波的有效值	1. 频谱分析仪

		2. 通道 A 第七个波峰的有效值	(幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
23	f1Phase_A(D)	通道 A 峰值频率处的相位	频谱分析仪(幅度谱+谐波)
24	THD_A(%)	通道 A 的 THD(%)	频谱分析仪(幅度谱)
25	THDN_A(%)	通道 A 的 THD+N(%)	频谱分析仪(幅度谱)
26	THDDB_A(dB)	通道 A 的 THD(dB)	频谱分析仪(幅度谱)
27	THDNDB_A(dB)	通道 A 的 THD+N(dB)	频谱分析仪(幅度谱)
28	SINAD_A(dB)	通道 A 的 SINAD(dB)	频谱分析仪(幅度谱)
29	SNR_A(dB)	通道 A 的 SNR(dB)	频谱分析仪(幅度谱)
30	NoiseLevel_A(EU)	通道 A 的噪声电平(EUrms)	频谱分析仪(幅度谱)
31	ENOB_A(Bit)	通道 A 的有效位数	频谱分析仪(幅度谱)
32	IMD_A(%)	通道 A 的 IMD(%)	频谱分析仪(幅度谱+IMD)
33	IMD_A(dB)	通道 A 的 IMD(dB)	频谱分析仪(幅度谱+IMD)
34	BandWidthLowLimit_A(Hz)	通道 A 的带宽低端	频谱分析仪(幅度谱+带宽)
35	BandWidthHighLimit_A(Hz)	通道 A 的带宽高端	频谱分析仪(幅度谱+带宽)
36	fBand1RMS_A(EU)	通道 A 的频带 1 的有效值	频谱分析仪(幅度谱+频带)
37	fBand2RMS_A(EU)	通道 A 的频带 2 的有效值	频谱分析仪(幅度谱+频带)
38	fBand3RMS_A(EU)	通道 A 的频带 3 的有效值	频谱分析仪(幅度谱+频带)
39	fBand4RMS_A(EU)	通道 A 的频带 4 的有效值	频谱分析仪(幅度谱+频带)
40	fBand5RMS_A(EU)	通道 A 的频带 5 的有效值	频谱分析仪(幅度谱+频带)
41	fBand6RMS_A(EU)	通道 A 的频带 6 的有效值	频谱分析仪(幅度谱+频带)
42	fBand7RMS_A(EU)	通道 A 的频带 7 的有效值	频谱分析仪(幅度谱+频带)
43	fBand8RMS_A(EU)	通道 A 的频带 8 的有效值	频谱分析仪(幅度谱+频带)
44	SFDR_A(dB)	通道 A 的无寄生动态范围(dB)	频谱分析仪(幅度谱+峰值)
45	RMSDBEV_A(dBEU)	通道 A 的有效值(dBEU)	万用表(dBV)
46	RMSDBu_A(dBu)	通道 A 的有效值(dBu)	万用表(dBu)
47	RMSDB_A(dB)	通道 A 的有效值(dB)	万用表(dB)
48	RMSDBA_A(dBA)	通道 A 的有效值(dB(A))	万用表(dBA) 频谱分析仪(幅度谱+A)
49	RMSDBB_A(dBB)	通道 A 的有效值(dB(B))	万用表(dBB) 频谱分析仪(幅度谱+B)
50	RMSDBC_A(dBC)	通道 A 的有效值(dB(C))	万用表(dBC) 频谱分析仪(幅度谱+C)
51	Freq_A(Hz)	通道 A 的频率计数	万用表(频率计)
52	RPM_A(rpm)	通道 A 的转速计数	万用表(转速表)
53	TotalCount_A	通道 A 的总计数	万用表(计数器)
54	DutyCycle_A(%)	通道 A 的占空比	万用表(占空比)
55	FVC_A(V)	通道 A 的频率/电压转换后的电压	万用表(频率/电压转换)
56	CycleRMS_A(EU)	通道 A 的周期有效值	万用表(周期有效值)
57	CycleMean_A(EU)	通道 A 的周期平均值	万用表(周期平均值)
58	CyclePWR_A(W)	通道 A 的周期功率值(= 周期有效值 ² / 负载因子)	万用表(周期有效值)
59	AccelerationRMS_A(g)	通道 A 的加速度有效值(g)	万用表(振动计)
60	AccelerationRMS_A(m/s ²)	通道 A 的加速度有效值(m/s ²)	万用表(振动计)
61	AccelerationPeak_A(g)	通道 A 的加速度峰值(g)	万用表(振动计)
62	AccelerationPeak_A(m/s ²)	通道 A 的加速度峰值(m/s ²)	万用表(振动计)

	2)		
63	AccelerationCF_A	通道 A 的加速度峰值因素	万用表(振动计)
64	VelocityRMS_A(mm/s)	通道 A 的速度有效值	万用表(振动计)
65	VelocityPeak_A(mm/s)	通道 A 的速度峰值	万用表(振动计)
66	VelocityCF_A	通道 A 的速度峰值因素	万用表(振动计)
67	DisplacementRMS_A(μm)	通道 A 的位移有效值	万用表(振动计)
68	DisplacementPP_A(μm)	通道 A 的位移峰峰值	万用表(振动计)
69	DisplacementCF_A	通道 A 的位移峰值因素	万用表(振动计)
70	Max_B(EU)	通道 B 最大值	示波器(&)
71	Min_B(EU)	通道 B 最小值	示波器(&)
72	PP_B(EU)	通道 B 峰峰值	示波器(&)
73	Mean_B(EU)	通道 B 平均值	示波器(&)
74	RMS_B(EU)	通道 B 有效值	示波器(&)
75	PWR_B(W)	通道 B 功率值(= 有效值 ² / 负载因子)	示波器(&)
76	PeakLevelPercent_B(%)	通道 B 峰值电平(%)	示波器
77	PeakLeveldBFS_B(%)	通道 B 峰值电平(dBFS)	示波器
78	f1Freq_B(Hz)	通道 B 峰值频率	频谱分析仪(幅度谱)
79	f2Freq_B(Hz)	1. 通道 B 第二次谐波频率 2. 通道 B 第二个峰值频率	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
80	f3Freq_B(Hz)	1. 通道 B 第三次谐波频率 2. 通道 B 第三个峰值频率	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
81	f4Freq_B(Hz)	1. 通道 B 第四次谐波频率 2. 通道 B 第四个峰值频率	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
82	f5Freq_B(Hz)	1. 通道 B 第五次谐波频率 2. 通道 B 第五个峰值频率	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
83	f6Freq_B(Hz)	1. 通道 B 第六次谐波频率 2. 通道 B 第六个峰值频率	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
84	f7Freq_B(Hz)	1. 通道 B 第七次谐波频率 2. 通道 B 第七个峰值频率	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
85	f1RMS_B(EU)	通道 B 峰值频率处的有效值	频谱分析仪(幅度谱)
86	f2RMS_B(EU)	1. 通道 B 第二次谐波的有效值 2. 通道 B 第二个波峰的有效值	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
87	f3RMS_B(EU)	1. 通道 B 第三次谐波的有效值 2. 通道 B 第三个波峰的有效值	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)

88	f4RMS_B(EU)	1. 通道 B 第四次谐波的有效值 2. 通道 B 第四个波峰的有效值	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
89	f5RMS_B(EU)	1. 通道 B 第五次谐波的有效值 2. 通道 B 第五个波峰的有效值	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
90	f6RMS_B(EU)	1. 通道 B 第六次谐波的有效值 2. 通道 B 第六个波峰的有效值	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
91	f7RMS_B(EU)	1. 通道 B 第七次谐波的有效值 2. 通道 B 第七个波峰的有效值	1. 频谱分析仪 (幅度谱+谐波) 2. 频谱分析仪 (幅度谱+峰值)
92	f1Phase_B(D)	通道 B 峰值频率处的相位	频谱分析仪(幅度谱+谐波)
93	THD_B(%)	通道 B 的 THD(%)	频谱分析仪(幅度谱)
94	THDN_B(%)	通道 B 的 THD+N(%)	频谱分析仪(幅度谱)
95	THDDB_B(dB)	通道 B 的 THD(dB)	频谱分析仪(幅度谱)
96	THDNDB_B(dB)	通道 B 的 THD+N(dB)	频谱分析仪(幅度谱)
97	SINAD_B(dB)	通道 B 的 SINAD(dB)	频谱分析仪(幅度谱)
98	SNR_B(dB)	通道 B 的 SNR(dB)	频谱分析仪(幅度谱)
99	NoiseLevel_B(EU)	通道 B 的噪声电平(EUrms)	频谱分析仪(幅度谱)
100	ENOB_B(Bit)	通道 B 的有效位数	频谱分析仪(幅度谱)
101	IMD_B(%)	通道 B 的 IMD(%)	频谱分析仪(幅度谱+IMD)
102	IMD_B(dB)	通道 B 的 IMD(dB)	频谱分析仪(幅度谱+IMD)
103	BandWidthLowLimit_B(Hz)	通道 B 的带宽低端	频谱分析仪(幅度谱+带宽)
104	BandWidthHighLimit_B(Hz)	通道 B 的带宽高端	频谱分析仪(幅度谱+带宽)
105	fBand1RMS_B(EU)	通道 B 的频带 1 的有效值	频谱分析仪(幅度谱+频带)
106	fBand2RMS_B(EU)	通道 B 的频带 2 的有效值	频谱分析仪(幅度谱+频带)
107	fBand3RMS_B(EU)	通道 B 的频带 3 的有效值	频谱分析仪(幅度谱+频带)
108	fBand4RMS_B(EU)	通道 B 的频带 4 的有效值	频谱分析仪(幅度谱+频带)
109	fBand5RMS_B(EU)	通道 B 的频带 5 的有效值	频谱分析仪(幅度谱+频带)
110	fBand6RMS_B(EU)	通道 B 的频带 6 的有效值	频谱分析仪(幅度谱+频带)
111	fBand7RMS_B(EU)	通道 B 的频带 7 的有效值	频谱分析仪(幅度谱+频带)
112	fBand8RMS_B(EU)	通道 B 的频带 8 的有效值	频谱分析仪(幅度谱+频带)
113	SFDR_B(dB)	通道 B 的无寄生态范围(dB)	频谱分析仪(幅度谱+峰值)
114	RMSDBV_B(dBEU)	通道 B 的有效值(dBEU)	万用表(dBV)
115	RMSDBu_B(dBu)	通道 B 的有效值(dBu)	万用表(dBu)
116	RMSDB_B(dB)	通道 B 的有效值(dB)	万用表(dB)
117	RMSDBA_B(dBA)	通道 B 的有效值(dB(A))	万用表(dBA) 频谱分析仪(幅度谱+A)
118	RMSDBB_B(dBB)	通道 B 的有效值(dB(B))	万用表(dBB) 频谱分析仪(幅度谱+B)
119	RMSDBC_B(dBC)	通道 B 的有效值(dB(C))	万用表(dBC) 频谱分析仪(幅度谱+C)
120	Freq_B(Hz)	通道 B 的频率计数	万用表(频率计)
121	RPM_B(rpm)	通道 B 的转速计数	万用表(转速表)

122	TotalCount_B	通道 B 的总计数	万用表(计数器)
123	DutyCycle_B(%)	通道 B 的占空比	万用表(占空比)
124	FVC_B(V)	通道 B 的频率/电压转换后的电压	万用表(频率/电压转换)
125	CycleRMS_B(EU)	通道 B 的周期有效值	万用表(周期有效值)
126	CycleMean_B(EU)	通道 B 的周期平均值	万用表(周期平均值)
127	CyclePWR_B(W)	通道 B 的周期功率值(= 周期有效值 ² / 负载因子)	万用表(周期有效值)
128	AccelerationRMS_B(g)	通道 B 的加速度有效值(g)	万用表(振动计)
129	AccelerationRMS_B(m/s ²)	通道 B 的加速度有效值(m/s ²)	万用表(振动计)
130	AccelerationPeak_B(g)	通道 B 的加速度峰值(g)	万用表(振动计)
131	AccelerationPeak_B(m/s ²)	通道 B 的加速度峰值(m/s ²)	万用表(振动计)
132	AccelerationCF_B	通道 B 的加速度峰值因素	万用表(振动计)
133	VelocityRMS_B(mm/s)	通道 B 的速度有效值	万用表(振动计)
134	VelocityPeak_B(mm/s)	通道 B 的速度峰值	万用表(振动计)
135	VelocityCF_B	通道 B 的速度峰值因素	万用表(振动计)
136	DisplacementRMS_B(μm)	通道 B 的位移有效值	万用表(振动计)
137	DisplacementPP_B(μm)	通道 B 的位移峰峰值	万用表(振动计)
138	DisplacementCF_B	通道 B 的位移峰值因素	万用表(振动计)
139	PeakCCFTimeDelay_AB(s)	互相关函数的峰值时延	频谱分析仪(互相关)
140	PeakCCFCoef_AB	互相关函数的相关系数峰值	频谱分析仪(互相关)
141	PeakCHFFreq_AB(Hz)	相干函数的峰值频率	频谱分析仪(相干函数)
142	PeakCHFCoef_AB	相干函数的相干系数峰值	频谱分析仪(相干函数)
143	PeakGainFreq_AB(Hz)	增益和相位图中最大增益处的频率	频谱分析仪(传递函数)
144	PeakGainValue_AB(dB)	增益和相位图中的最大增益值	频谱分析仪(传递函数)
145	PeakGainPhase_AB(D)	增益和相位图中最大增益处的相位	频谱分析仪(传递函数)
146	PeakIPRTTime_AB(s)	冲激响应图中最大幅度处的时间	频谱分析仪(冲激响应)
147	PeakIPRValue_AB	冲激响应图中最大幅度值	频谱分析仪(冲激响应)
148	GainAtGeneratedFreq(dB)	信号发生器输出的单频信号处的增益	频谱分析仪(传递函数, 信号发生器)
149	PhaseAtGeneratedFreq(D)	信号发生器输出的单频信号处的相位	频谱分析仪(传递函数, 信号发生器)
150	CrossTalkAB(dB)	从通道 A 泄漏到通道 B 的串扰	频谱分析仪(幅度谱, 串扰)
151	CrossTalkBA(dB)	从通道 B 泄漏到通道 A 的串扰	频谱分析仪(幅度谱, 串扰)
152 ~ 167	UDDP1(UU) ~ UDDP16(UU)	用户自定义参数	DDP 查看器

图例: A---A 加权, B---B 加权, C---C 加权

6.2.2 图例

每个导出参数可设置单独的颜色和标记。

6.2.3 记录方式

支持三种记录方式：

- 最快
记录每次采集到新数据
- 时间间隔
当采集到新的数据而且从上次记录到现在的时间超过了指定的时间间隔时，作一次数据记录
- 更新阈值
当采集到新的数据而且该数据与上次记录之差超过了指定的更新阈值时，作一次数据记录

6.2.4 日志文件名

对于实时记录，您没有必要指定日志文件名，因为软件将按照以下的命名规则自动指定该名字：

范例： 2007-10-31-09-55-45-180-1.log

其中：

2007—2007 年

10——10 月

31——31 日

09——9 点

55——55 分

45——45 秒

180——180 毫秒

1——数据记录仪 1 号窗口

.log——扩展文件名

以上时标对应于该数据记录仪窗采集到的第一点数据的时标，当窗内的每条曲线的数据点数超过 32767 时，软件将把所采集到的所有数据写入硬盘，然后自动创建一个新的文件来继续此数据记录过程。注意：在数据保存到硬盘之前，若您改变导出参数的配置，则已记录的数据将会丢失。若您不想因此丢失数据，则您应当首先执行“数据记录仪输出”或“数据记录仪数据复制”命令。若您关闭数据记录仪窗口，则已经记录于电脑内存的尚不足 32767 点的数据也将被自动保存到硬盘中。

数据记录仪窗口的标题栏将显示当前的日志文件名，若文件名后跟有“*”号，说明该文件尚未保存到硬盘中。

按动配置对话框中的“文件打开”按钮，可调入历史日志记录到数据记录仪窗口

中查看。

日志文件是一个用逗号分隔变量（CSV）的文本文件，其格式如下。所有数据的时标精度为毫秒。

```
No.,   Time(s),           MaxVolt_A(V),  MinVolt_A(V), MeanVolt_A(V)
1, 2007-10-31 12:04:52:021, -0.0132446, -0.0142517, -0.0137236
2, 2007-10-31 12:04:53:022, -0.0132751, -0.0144348, -0.0139354
.....
```

6.3 上下文菜单



数据记录仪没有自己的菜单条和显示参数工具条，它的功能全部是通过其上下文菜单来访问的。当您右击数据记录仪窗口内任何地方时，屏幕上将弹出其上下文菜单。

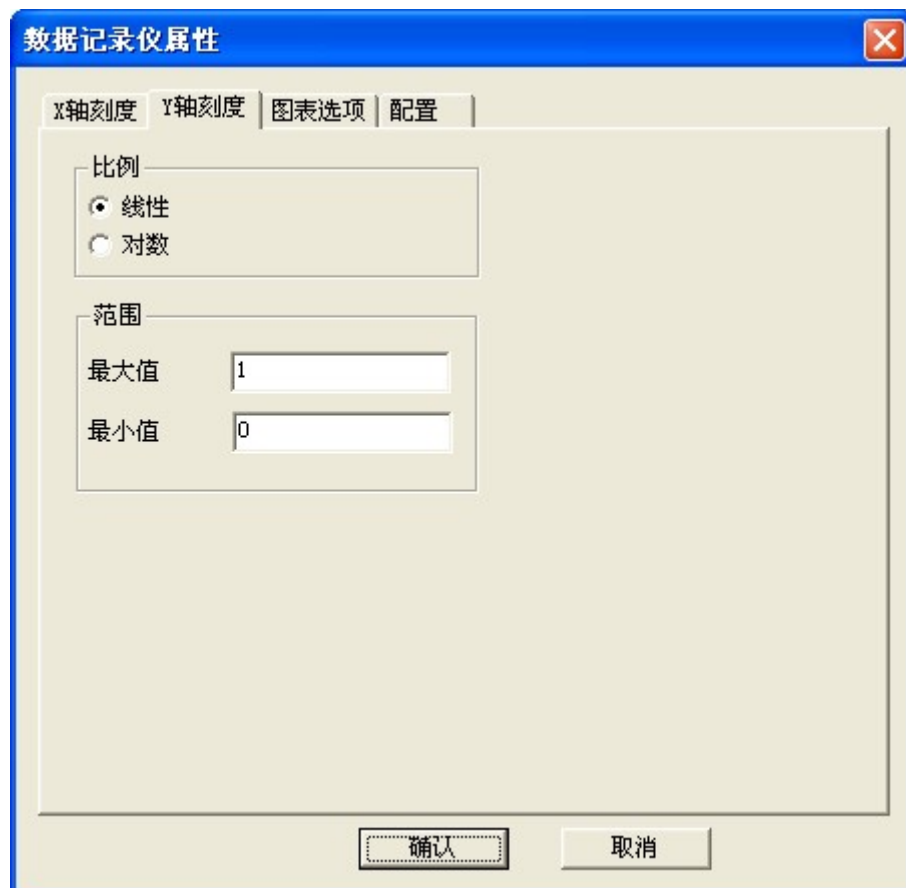
6.3.1 X 轴刻度



X 轴刻度对话框可通过上下文菜单或双击窗口内的 X 轴来调出。您可以指定 X 轴的时间跨度，默认值为 10 秒。若所包含的数据的时间跨度超过该范围，则在窗口底部将显示一条水平线，让您滚动显示全部时间范围。

在实时记录过程中，当新的数据不断从窗口右边进入时，屏幕将自动滚动，以显示最新的数据。

6.3.2 Y 轴刻度



Y 轴刻度对话框可通过上下文菜单或双击窗口内的 Y 轴来调出。您可以指定 Y 轴的显示范围，并选择线性刻度或对数刻度。注意：若显示范围包含有负数或零时，软件将不允许显示对数刻度。

6.3.3 图表选项



与示波器相同。

6.3.4 位图复制

与示波器相同。

6.3.5 数据复制

与示波器相同。

6.3.6 输出

与示波器相同。

6.3.7 打印

与示波器相同。

6.4 光标读数和标记

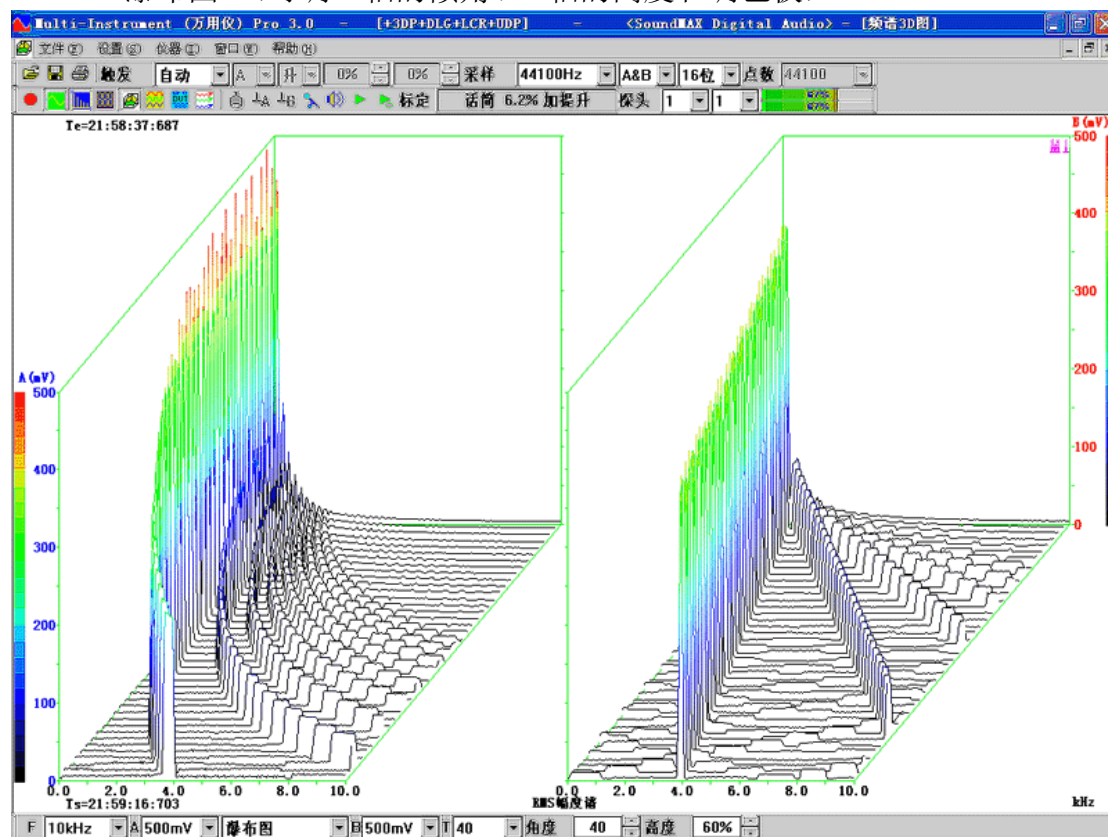
数据记录仪的光标读数和标记同示波器的相似，不同之处是这里的光标读数能读出所有曲线（最多八条）的实际测量值。另外，标记并不附着于鼠标点击处附近的实际测量点上，而是正好标记在鼠标点击处。

7 频谱 3D图

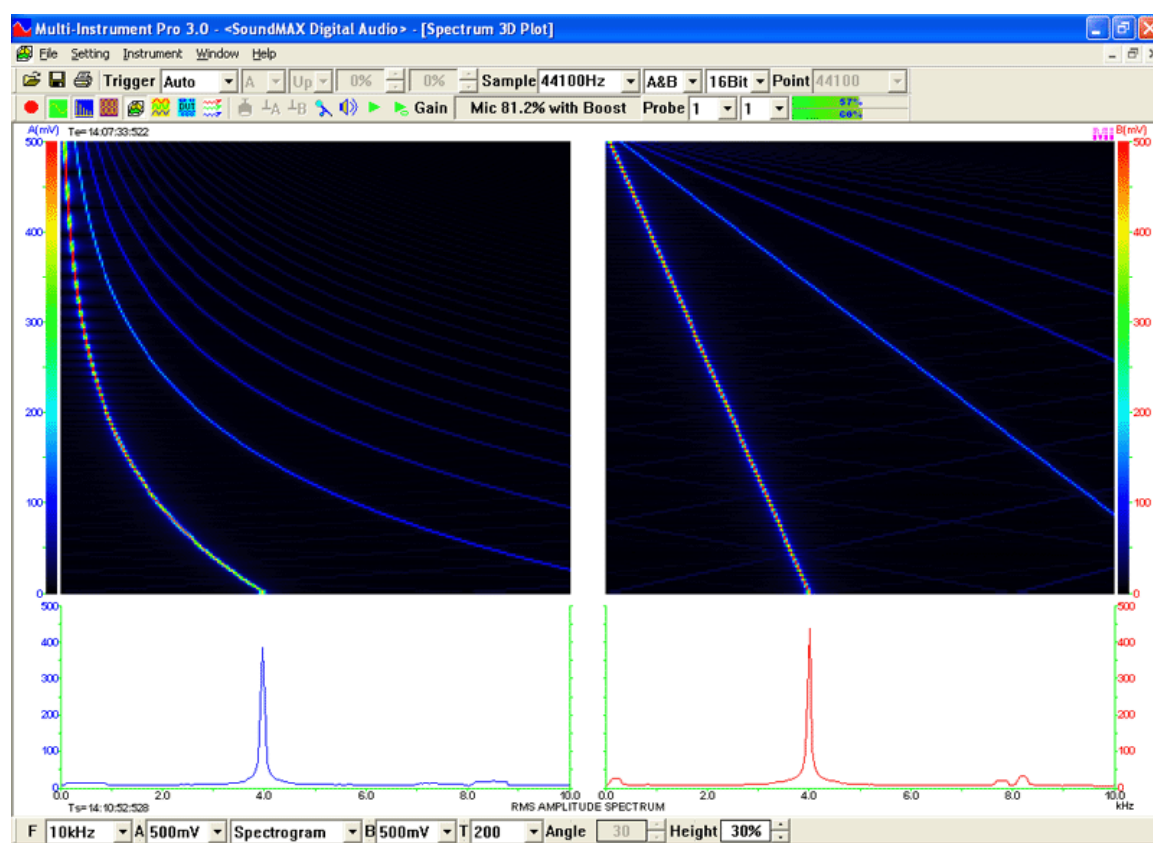
7.1 概述

频谱 3D 图用于跟踪频谱随时间的变化，有两种图形方式：

- 瀑布图（可调 T 轴的倾角、Y 轴的高度和调色板）



- 声谱图（含调色板）



仪器工具条上的按钮 可用来打开或关闭频谱 3D 图。该按钮只在频谱分析仪的幅度谱模式下被使能，因为频谱 3D 图中的频谱截面都是从频谱分析仪的幅度谱馈入的。频谱分析仪中所有的帧内处理设置都适用于频谱 3D 图。

您也可以点击频谱 3D 图窗口右上角的“关闭”按钮来关闭它。

7.2 显示参数



显示参数决定了如何分析和显示被采集到的数据。

7.2.1 频率范围 (F)

与频谱分析仪的幅度谱相同。

7.2.2 通道A显示范围

与频谱分析仪的幅度谱相同。

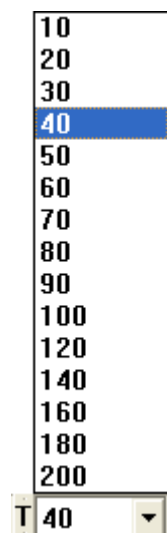
7.2.3 显示类型

选项包括：瀑布图和声谱图。

7.2.4 通道B显示范围

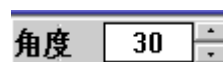
与频谱分析仪的幅度谱相同。

7.2.5 频谱截面数目 (T轴)



此参数决定了一幅频谱 3D 图中最大的频谱截面数目。每个频谱截面由时域中的一帧数据计算而得。当有新的频谱截面进来时，最旧的一幅频谱截面将被丢弃。

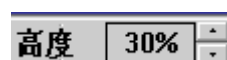
7.2.6 T轴倾斜角度



T 轴倾斜角度是 T 轴与纵轴之间的夹角，可从 0°调节到一个小于 90°的最大值，该最大值由 Y 轴高度百分比决定。

此参数只适用于瀑布图而不适用于声谱图。

7.2.7 Y轴高度百分比



Y 轴高度百分比是 Y 轴高度与绘图区域高度的百分比，可在 5%~90%之间调节。在调低 Y 轴高度百分比的过程中，若 T 轴倾斜角度超过由 Y 轴高度百分比所决定的最大值时，调低 Y 轴高度百分比也将同时降低 T 轴倾斜角度。

7.3 菜单

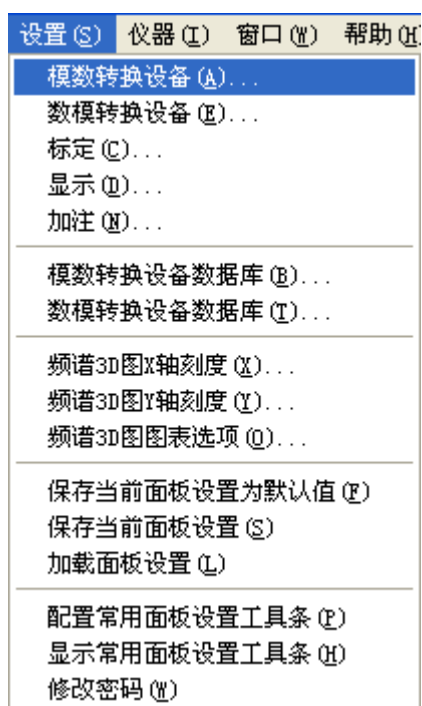
频谱 3D 图有其自有的菜单，通过各子菜单中的选项可以执行除前面介绍的功能以外的其他功能。

7.3.1 文件子菜单

文件(F)	设置(S)	仪器(I)	窗口(W)	帮助
新建(N)			Ctrl+N	
打开(O)...			Ctrl+O	
逐帧打开(F)...				
输入(I)...				
合并(M)...				
抽取(E)...				
关闭(C)				
保存(S)			Ctrl+S	
另存为(A)...				
频谱3D图输出(E)...				
频谱3D图打印(P)...			Ctrl+P	
频谱3D图打印预览(V)				
1 Cosine4.0_24Bit_1024Pt				
2 BartlettHan_24Bit_1024Pt				
退出(X)				

该子菜单提供了对文件操作和打印功能的访问，与示波器的相应子菜单相似。

7.3.2 设置子菜单



该子菜单提供了对各种设置功能的访问，除了以下几项外，与示波器的相应子菜单相似。

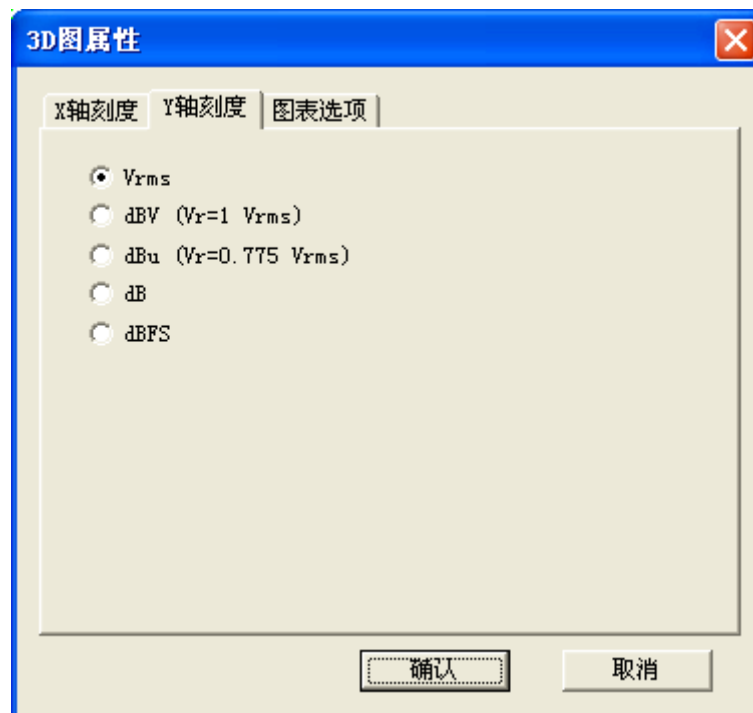
7.3.2.1 频谱 3D图X轴刻度（设置子菜单）（ALT-S-X）



X 轴（或 F 轴）可设置为线性或对数刻度。您也可以通过双击 X 轴来打开以上对

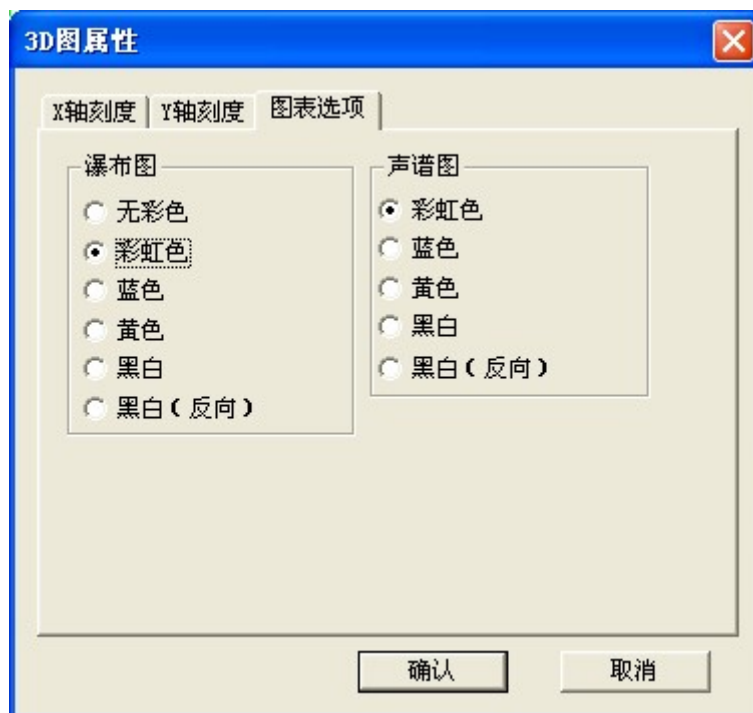
话框。

7.3.2.2 频谱 3D图Y轴刻度（设置子菜单）（ALT-S-Y）



Y 轴只有一种显示模式：绝对模式。所有的频谱数据都按其绝对数值： $V(rms)$ 、 $dBV(rms)$ 、 $dBu(rms)$ 、 $dB(rms)$ 、 $dBFS(rms)$ 来绘制。您也可以通过双击 Y 轴来打开以上对话框。

7.3.2.3 频谱 3D图图表选项（设置子菜单）（ALT-S-0）



瀑布图支持 6 种调色板：无彩色、彩虹色、蓝色、黄色、黑白、黑白（反向）。注意：除第一项外，其余的都可能减缓处理过程，但您可以选择在停止数据采集后再为瀑布图上色。

声谱图支持 5 种调色板：彩虹色、蓝色、黄色、黑白、黑白（反向）。

7.3.3 仪器子菜单

与示波器相同。

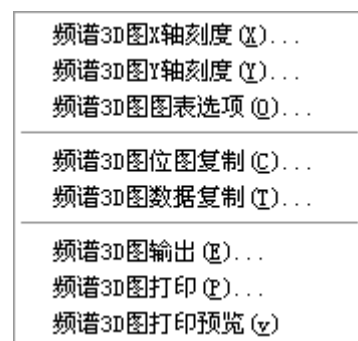
7.3.4 窗口子菜单

与示波器相同。

7.3.5 帮助子菜单

与示波器相同。

7.4 上下文菜单

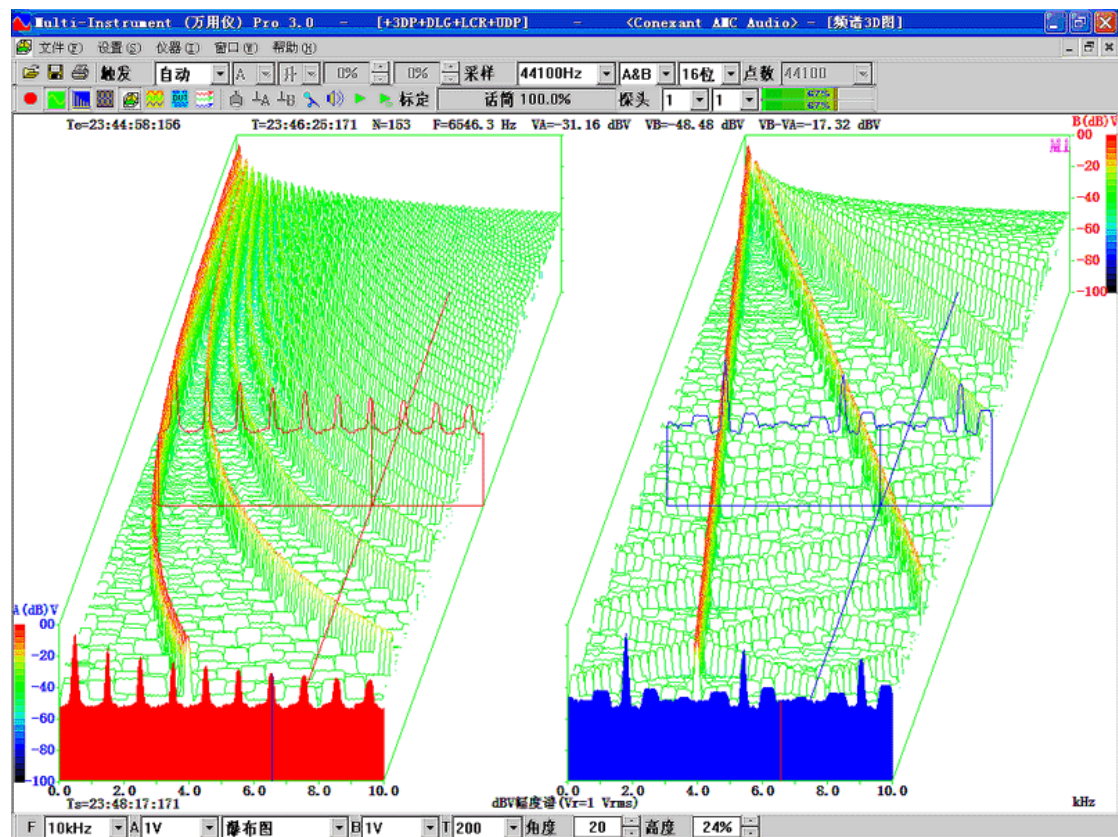


用鼠标右击频谱 3D 图内任何地方将会弹出以上的上下文菜单。它为您提供了更方便的操作，这些操作除以下两项外也可以在菜单条上找到：位图复制、数据复制。

7.5 3D光标读数器

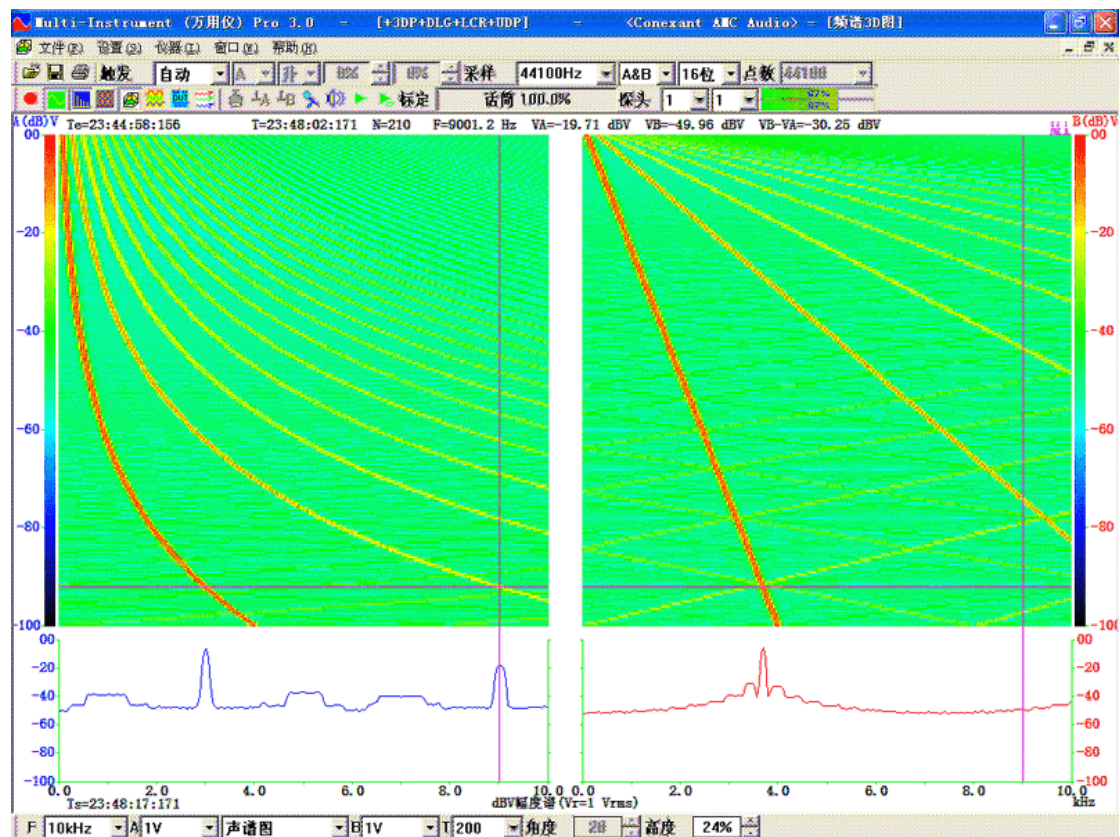
瀑布图和声谱图有不同的 3D 光标读数器。

7.5.1 瀑布图 3D光标读数器



用鼠标点击瀑布图底部的 X-T 平面中的绘图区域，就会显示光标读数器。在 T 轴方向上离点击处最近的频谱截面的轮廓将被加亮（即：知道了 T 值）。这个频谱截面也将投影到最前面的 X-Y 平面上，以让您看得更清楚。在此截面图中，光标读数器将附着于在 X 方向上离鼠标点击处最近的实际测量点上（即：也知道了 X 值）。由于 T 和 X 的数值都已知，Y 值就可以从测量结果中得到。光标读数器总是成对出现，每通道各一个，每个光标读数器的读数（X、Y、T）将显示在本图的顶部，同时也将显示它们 Y 值的差别。

7.5.2 声谱图 3D光标读数器



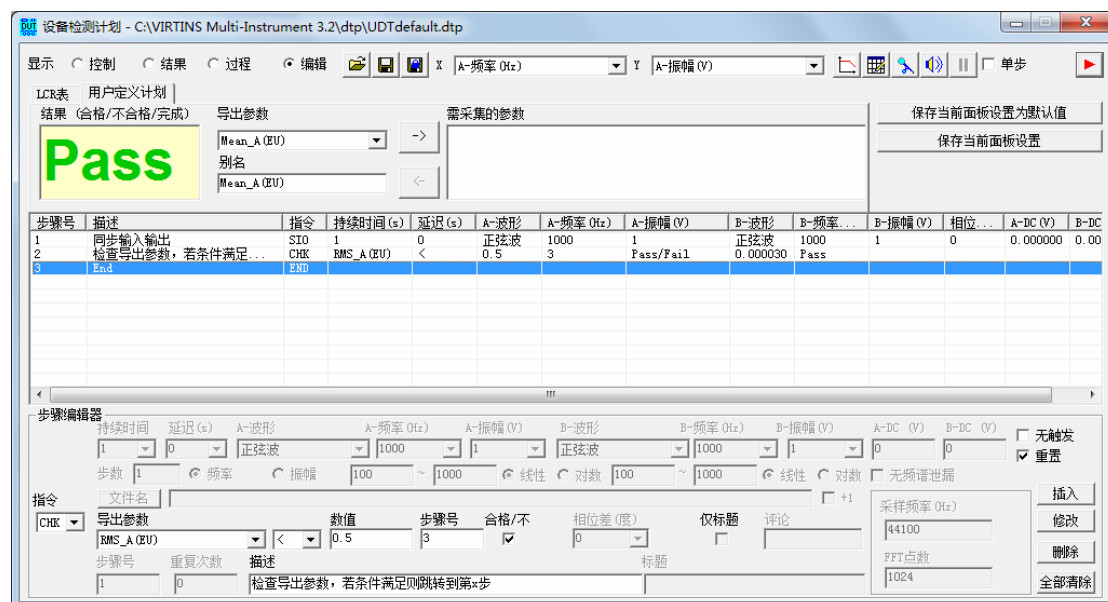
用鼠标点击声谱图（X—T 平面）中的绘图区域，就会显示光标读数器。在 T 轴方向上离点击处最近的频谱截面将被抽出来并显示在声谱图的下方（即：知道了 T 值），以让您看得更清楚。在此截面图中，光标读数器将附着于在 X 方向上离鼠标点击处最近的实际测量点上（即：也知道了 X 值）。由于 T 和 X 的数值都已知，Y 值就可以从测量结果中得到。光标读数器总是成对出现，每通道各一个，每个光标读数器的读数（X、Y、T）将显示在本图的顶部，同时也将显示它们 Y 值的差别。

7.6 时标

频谱 3D 图中，最新的一幅频谱截面图的时标将显示在窗口的底部，而最旧的一幅频谱截面图的时标将显示在窗口的顶部。

8 设备检测计划

8.1 概述



通过设备检测计划工具，您可以自行配置并执行您自己的设备检测步骤。本工具利用了声卡(或其它 ADC/DAC 硬件)能同时进行输入输出的特点，来向被测设备（DUT）输出一个激励信号，同时采集从被测设备返回的响应信号来进行处理分析。本工具支持生成不同的激励信号，并能用不同的方法来处理和分析响应信号。可通过一系列的测试步骤来对被测设备进行合格与不合格的检验。本工具支持 18 种指令，每个指令有其相应的参数。测试结果（例如：幅频特性、相频特性等）可实时由 X-Y 图绘制出来，并可实时生成一个文本的检测报告，支持多达 8 个 X-Y 图。

设备检测计划也可以用来执行其它功能，例如数据文件的批处理、信号序列的捕捉及存储等。

仪器工具条上的按钮  可用来打开或关闭设备检测计划。您也可以点击设备检测计划窗口右上角的“关闭”按钮来关闭它。

设备检测计划包括用户定义计划和专用计划（例如：LCR 表）。与完全由用户自定义的设备检测计划不同，专用的设备检测计划中包含一些不可由用户配置的专用算法，这些专用算法用于某类特殊设备的检测。本章将只介绍用户定义计划。

设备检测计划对话框的布置分为四个部份：控制条、结果/选项区域、过程查看器、步骤编辑器。

8.2 步骤编辑器



持续时间	延迟 (s)	A-波形	A-频率 (Hz)	A-振幅 (V)	B-波形	B-频率 (Hz)	B-振幅 (V)	A-DC (V)	B-DC (V)	无触发
1	0	正弦波	1000	1	正弦波	1000	1	0	0	☒

指令	文件名	数值	步骤号	合格/不合格	相位差 (度)	仅标题	评论
CHK	导出参数	0.5	3	☒	0	☐	

步骤号	重复次数	描述	标题
1	0	检查导出参数，若条件满足则跳转到第x步	

采样频率 (Hz)	FFT点数
44100	1024

插入 修改 删除 全部清除

一个设备检测计划由多个步骤组成，每一个步骤都可由步骤编辑器来配置。每个步骤含有一个或多个参数，其中指令是最重要的参数，因为它决定了该步骤所需要的其它参数。

8.2.1 插入一个步骤

按动“插入”按钮将在过程查看器（将在后面描述）所显示的计划中插入一个步骤。若在过程查看器中没有选择（加亮）某一步骤，则新的步骤将添加到计划的末尾，否则，新的步骤将添加到所选择的步骤之前。

8.2.2 修改一个步骤

按动“修改”按钮，过程查看器（将在后面描述）中所选择的步骤将被新的步骤替换。若在过程查看器中没有选择（加亮）某一步骤，则此操作将被忽略。

8.2.3 删除一个步骤

按动“删除”按钮，过程查看器（将在后面描述）中所选择的步骤将被删除。若在过程查看器中没有选择（加亮）某一步骤，则此操作将被忽略。

8.2.4 全部清除

按动“全部清除”按钮将删除当前计划的所有步骤。

8.2.5 指令



支持 18 个指令。它们的说明如下。

8.2.5.1 SIO

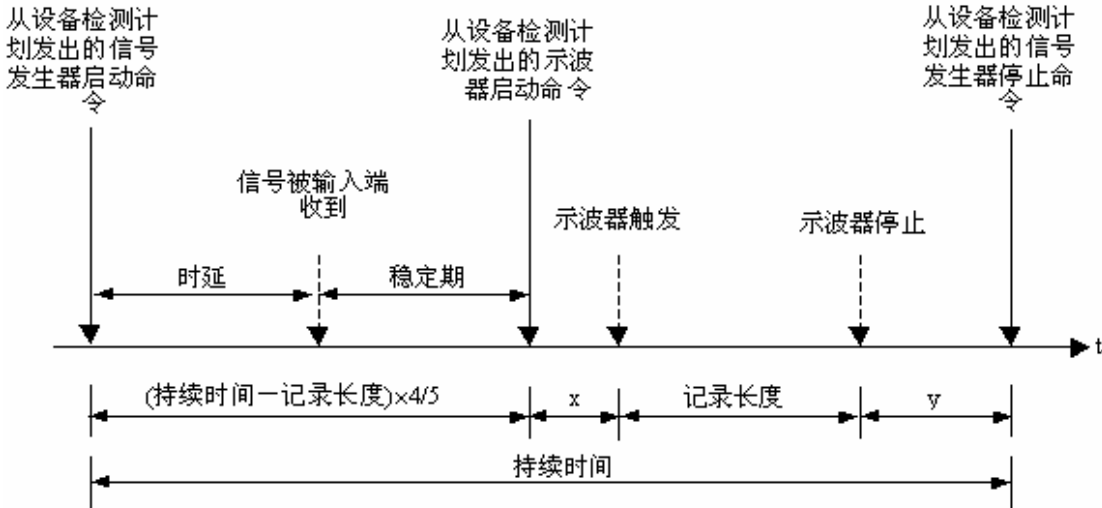
SIO (Synchronized Input & Output, 同步输入输出) 用来命令信号发生器输出所指定的激励信号到被测设备 (Device Under Test, DUT), 然后用与数据采集相关的仪器 (例如: 示波器、频谱分析仪、万用表...) 来采集并分析从被测设备反馈回来的响应信号。

过程查看器中的标题	步骤编辑器中的标题	说明
步骤号	无	步骤号是自动分配的。
描述	描述	您可以输入您自己对该步骤的描述, 默认的描述为: “同步输入输出” 此外, 您还可以添加此指令的可选参数。所有的可选参数都必须放在一对 “{” “}” 之间。每个可选参数也必须放于其专有的一对字符之间。可选参数有: [超时步骤号]: 指定出现超时错误后所要跳转的步骤号。此步骤号必须放在一对 “[” “]” 之间。若步骤号数字前无正负号表示绝对跳转。若步骤号数字前有负号表示相对回跳; 有正号表示相对前跳。也可以采用步骤标签。 例子: “3”: 跳转到第 3 步 “+3”: 向前跳 3 步 “-3”: 向回跳 3 步

		“(abc)”：跳转到标签“abc”处，无论该标签处于何步。 在未添加此参数的默认情况下，出现超时错误后计划将停止运行并弹出出错信息。 <超时秒数>：指定出现超时错误前应等待的秒数。超时秒数必须放在一对“<”“>”之间。它是此指令的持续时间之外应额外等待的秒数。在未添加此参数的默认情况下，超时秒数为 10 秒。 例子：同步输入输出 {[5]<20>}
指令	指令	SIO
持续时间(s)	持续时间(s)	它定义了所指定的波形的输出时间，分辨率为 0.1 秒。
延迟(s)	延迟(s)	它定义了从信号输出停止到开始执行下一步之间的等待时间，分辨率为 0.1 秒。
A-波形	A-波形	通道 A 的波形。可选项有：无、正弦波、方波、三角波、锯齿波、白噪声、粉红噪声、多音合成、波形库、MLS。对于那些不能在步骤编辑器上编辑的参数，例如：方波的占空比、MLS 的长度等，在打开设备检测计划之前的这些参数的数值（若有的话）或者出厂的默认值将被采用。若您在设备检测计划中调入面板设置文件，则这些参数的数值也将随之更新。 对于多音合成和波形库，屏幕将提示您选择一个相应的文件名。您还可以使能/禁止在文件名编辑框右边的标志“+1”。该标志只在一个重复回路中才起作用。在运行时，在每次循环过程中，文件名将自动“+1”。注意：要使此参数正常工作，文件名的末尾（在扩展文件名之前）必须至少包含一个数字，例如：xxx0.xxx，xxx888.xxx... 当未选择“重置”检查框时，此参数无效。
A-频率(Hz)	A-频率(Hz)	通道 A 的频率。当未选择“重置”检查框时，此参数无效。
A-振幅(mV)	A-振幅(mV)	通道 A 的振幅。当未选择“重置”检查框时，此参数无效。
B-波形	B-波形	与通道 A 相同。当未选择“重置”检查框时，此参数无效。
B-频率(Hz)	B-频率(Hz)	通道 B 的频率。当未选择“重置”检查框时，此参数无效。
B-振幅(mV)	B-振幅(mV)	通道 B 的振幅。当未选择“重置”检查框时，此参数无效。
相位差(度)	相位差(度)	通道 A 和通道 B 之间信号的相位差。此参数

		只在两通道信号频率相同而且都不是无、白噪声、粉红噪声、多音合成、波形库、MLS 时适用。当未选择“重置”检查框时，此参数无效。
A-DC (V)	A-DC (V)	通道 A 的直流偏移，只适用于支持直流偏移的数模转换设备。当未选择“重置”检查框时，此参数无效。
B-DC (V)	B-DC (V)	通道 B 的直流偏移，只适用于支持直流偏移的数模转换设备。当未选择“重置”检查框时，此参数无效。
需要采集的参数	无。而是在结果/选项区域配置。	它定义了采集到被测设备的响应信号后，需要从与数据采集相关的仪器中获取的参数。这些参数的测量值将实时反映在这些表格中。若由于某种原因（例如：不正确的设置），某个参数不存在，则该栏中将被填入“NA”。当未选择“重置”检查框时，此参数无效。

当未选“无触发”选项时，示波器的触发模式将被强制为“单次”触发。如果它的每帧记录长度超过[持续时间-0.05]秒，则将被强制为激励信号持续时间的一半。也就是说激励信号的持续时间必须比每帧记录长度长 50 毫秒以上。示波器将在信号发生器启动命令发出后，经过[持续时间-记录长度]×4/5 的时间才启动。这是为了补偿从信号发生器启动命令发出到所产生的信号被输入端收到的时延，并确保被测设备在收到激励信号后已经逐渐达到平稳状态。时序表如下。



在上图中，x+y 占[持续时间-记录长度]的 1/5。必须设置合适的触发条件，以保证 y 大于零。若您将触发边沿设为：“DF”，触发水平设为：“0”，触发延迟设为：“0”，则 x 将变为零。不同的 DUT 和模数 / 数模设备的时延不同，从受激励到达到稳定状态所需的时间也不同，因此设计一个正确的时序图对 SIO 指令来说是非常重要的。

若由于种种原因，信号发生器在激励信号停止后，经过 $[10+2 \times \text{记录长度}]$ 秒钟后仍然没有得到触发，则系统将产生超时错误，设备检测计划将被自动停止。

与数据采集相关的仪器的其它参数将保持打开设备检测计划前的状态（若有的话）或出厂的默认设置。若您在设备检测计划中调入面板设置文件，则这些参数的数值也将随之更新。建议在每个设备检测计划的开始就调入所需要的面板设置文件，以确保各种数据分析建立在正确配置的参数基础上。

当未选择“重置”检查框时，信号发生器面板上的波形、频率、幅度、两通道间的相位差、DC 偏置等参数将被保留而不会被这里的参数重置。当您想调入一个面板设置文件，然后不修改任何参数而直接运行 SIO 指令时，可选此功能。

当选择了“无触发”选项时，示波器的触发模式将被强制为“自动”触发。但是示波器在采集了一帧数据后仍然会自动停止。“无触发”选项允许 SIO 指令测量一个不具备边沿触发能力的直流电压。

8.2.5.2 OUT

OUT (Signal Output, 输出) 用来命令信号发生器输出所指定的信号。与 SIO 指令不同，本指令将不会启动数据采集。

过程查看器中的标题	步骤编辑器中的标题	说明
步骤号	无	步骤号是自动分配的。
描述	描述	您可以输入您自己对该步骤的描述，默认的描述为：“输出”
指令	指令	OUT
持续时间(s)	持续时间(s)	它定义了所指定的波形的输出时间，分辨率为 0.1 秒。
延迟(s)	延迟(s)	它定义了从信号输出停止到开始执行下一步之间的等待时间，分辨率为 0.1 秒。
A-波形	A-波形	通道 A 的波形。可选项有：无、正弦波、方波、三角波、锯齿波、白噪声、粉红噪声、多音合成、波形库、MLS。对于那些不能在步骤编辑器上编辑的参数，例如：方波的占空比、MLS 的长度等，在打开设备检测计划之前的这些参数的数值（若有的话）或者出厂的默认值将被采用。若您在设备检测计划中调入面板设置文件，则这些参数的数值也将随之更新。 对于多音合成和波形库，屏幕将提示您选择一个相应的文件名。您还可以使能/禁止在文件名编辑框右边的标志“+1”。该标志只在一个重复回路中才起作用。在运行时，在每次循环过程中，文件名将自动“+1”。注意：要使此参数正常工作，文件名的末尾（在扩

		展文件名之前) 必须至少包含一个数字, 例如: xxx0. xxx, xxx888. xxx...。 当未选择“重置”检查框时, 此参数无效。
A-频率 (Hz)	A-频率 (Hz)	通道 A 的频率。当未选择“重置”检查框时, 此参数无效。
A-振幅 (mV)	A-振幅 (mV)	通道 A 的振幅。当未选择“重置”检查框时, 此参数无效。
B-波形	B-波形	与通道 A 相同。当未选择“重置”检查框时, 此参数无效。
B-频率 (Hz)	B-频率 (Hz)	通道 B 的频率。当未选择“重置”检查框时, 此参数无效。
B-振幅 (mV)	B-振幅 (mV)	通道 B 的振幅。当未选择“重置”检查框时, 此参数无效。
相位差 (度)	相位差 (度)	通道 A 和通道 B 之间信号的相位差。此参数只在两通道信号频率相同而且都不是无、白噪声、粉红噪声、多音合成、波形库、MLS 时适用。 当未选择“重置”检查框时, 此参数无效。
A-DC (V)	A-DC (V)	通道 A 的直流偏移, 只适用于支持直流偏移的数模转换设备。当未选择“重置”检查框时, 此参数无效。
B-DC (V)	B-DC (V)	通道 B 的直流偏移, 只适用于支持直流偏移的数模转换设备。当未选择“重置”检查框时, 此参数无效。
需要采集的参数	无。	不适用。

8.2.5.3 STI

STI (Single Triggered Input, 单触发输入) 用来命令在“单次”触发模式下 (当未选“无触发”选项时) 或“自动”触发模式下 (当选择了“无触发”选项时) 启动数据采集。与数据采集相关的仪器的其它参数将保持打开设备检测计划前的状态 (若有的话) 或出厂的默认设置。若您在设备检测计划中调入面板设置文件, 则这些参数的数值也将随之更新。

本步骤将在采集到一帧数据后停止。

本指令可与其它指令一起使用来自动捕捉并保存一组信号序列。

过程查看器中的标题	步骤编辑器中的标题	说明
步骤号	无	步骤号是自动分配的。
描述	描述	您可以输入您自己对该步骤的描述, 默认的描述为: “单触发输入” 此外, 您还可以添加此指令的可选参数。所有的可选参数都必须放在一对 “{” “}” 之

		间。每个可选参数也必须放于其专有的一对字符之间。可选参数有： [超时步骤号]：指定出现超时错误后所要跳转的步骤号。此步骤号必须放在一对 “[” “] ” 之间。若步骤号数字前无正负号表示绝对跳转。若步骤号数字前有负号表示相对回跳；有正号表示相对前跳。也可以采用步骤标签。 例子： “3”：跳转到第 3 步 “+3”：向前跳 3 步 “-3”：向回跳 3 步 “(abc)”：跳转到标签 “abc” 处，无论该标签处于何步。 在未添加此参数的默认情况下，此指令会一直等待到成功为止。 <超时秒数>：指定出现超时错误前应等待的秒数。超时秒数必须放在一对 “<” “>” 之间。它是此指令的采样时间之外应额外等待的秒数。在未添加此参数的默认情况下，超时秒数为 10 秒。 例子：单触发输入 {[5]<20>}
指令	指令	STI
持续时间(s)	不适用	不适用
延迟(s)	不适用	不适用
A-波形	不适用	不适用
A-频率(Hz)	不适用	不适用
A-振幅(mV)	不适用	不适用
B-波形	不适用	不适用
B-频率(Hz)	不适用	不适用
B-振幅(mV)	不适用	不适用
相位差(度)	不适用	不适用
需要采集的参数	无。而是在结果/选项区域配置。	它定义了采集到一帧数据后，需要从与数据采集相关的仪器中获取的参数。这些参数的测量值将实时反映在这些表格中。若由于某种原因（例如：不正确的设置），某个参数不存在，则该栏中将被填入“NA”。

8.2.5.4 RPT

RPT（Repeat，重复）用来控制设备检测计划中步骤的执行，它可以用来按指定的次数重复执行某一段步骤。注意：重复回路不可与其它的重复回路交叉或嵌套。

过程查看器中的标题	步骤编辑器中的标题	说明
步骤号	无	步骤号是自动分配的。
描述	描述	您可以输入您自己对该步骤的描述，默认的描述为：“重复第 X 步 Y 次”
指令	指令	RPT
持续时间 (s)	步骤号	它指定了需要跳转至的步骤号。只支持往回跳转。若步骤号数字前无正负号表示绝对跳转。若步骤号数字前有负号表示相对回跳。也可以采用步骤标签。 例子： “3”：跳转到第 3 步 “-3”： 向回跳 3 步 “(abc)”：跳转到标签“abc”处，无论该标签处于何步。
延迟 (s)	重复次数	它指定了重复的次数，该次数不包括第一次。若其值为零，则表示重复无穷多次。
A-波形	不适用	在运行时，此栏将实时显示已经重复了的次数。当重复过程完成后，将被清除。
A-频率 (Hz)	不适用	不适用
A-振幅 (mV)	不适用	不适用
B-波形	不适用	不适用
B-频率 (Hz)	不适用	不适用
B-振幅 (mV)	不适用	不适用
相位差 (度)	不适用	不适用
需要采集的参数	不适用	不适用

8.2.5.5 LDP

LDP (Load Panel Setting File, 加载面板设置) 用来加载预先保存的面板设置文件，以预置数据采集和分析的参数。当在指令栏选择了此指令后，屏幕上将弹出文件打开对话框，让您指定要打开的面板设置文件。您也可以通过“文件名”按钮来选择所需要的文件。

过程查看器中的标题	步骤编辑器中的标题	说明
步骤号	无	步骤号是自动分配的。
描述	描述	您可以输入您自己对该步骤的描述，默认的描述为：“加载面板设置文件”
指令	指令	LDP
持续时间 (s)	文件名	它指定要加载的面板设置文件名。
延迟 (s)	+1	此标志只在一个重复回路中才起作用。在运行时，在每次循环过程中，文件名将自动“+1”。注意：要使此参数正常工作，文件名的末尾（在扩展文件名之前）必须至少包含一个数字，例如：xxx0.xxx，xxx888.xxx...。
A-波形	不适用	不适用

A-频率 (Hz)	不适用	不适用
A-振幅 (mV)	不适用	不适用
B-波形	不适用	不适用
B-频率 (Hz)	不适用	不适用
B-振幅 (mV)	不适用	不适用
相位差 (度)	不适用	不适用
需要采集的参数	不适用	不适用

8.2.5.6 LDF

LDF (Load File, 加载文件) 用来加载一个时域数据文件以进行分析, 它可以是 WAV 波形文件, 也可以是 TXT 文本文件 (文件名必须为*.txt)。通常将此命令与数据输出类指令一起使用, 来实现对文件的批处理。当在指令栏选择了此指令后, 屏幕上将弹出文件打开对话框, 让您指定要打开的文件。您也可以通过“文件名”按钮来选择所需要的文件。

过程查看器中的标题	步骤编辑器中的标题	说明
步骤号	无	步骤号是自动分配的。
描述	描述	您可以输入您自己对该步骤的描述, 默认的描述为: “加载 WAV 文件”
指令	指令	LDF
持续时间 (s)	文件名	它指定要加载的数据文件名。
延迟 (s)	+1	此标志只在一个重复回路中才起作用。在运行时, 在每次循环过程中, 文件名将自动“+1”。注意: 要使此参数正常工作, 文件名的末尾 (在扩展文件名之前) 必须至少包含一个数字, 例如: xxx0.xxx, xxx888.xxx...。
A-波形	不适用	不适用
A-频率 (Hz)	不适用	不适用
A-振幅 (mV)	不适用	不适用
B-波形	不适用	不适用
B-频率 (Hz)	不适用	不适用
B-振幅 (mV)	不适用	不适用
相位差 (度)	不适用	不适用
需要采集的参数	不适用	不适用

8.2.5.7 SVF

SVF (Save File, 保存文件) 用来保存一个 WAV 波形文件。您可以通过“文件名”按钮来选择一个已有的文件名或直接键入所需要的文件名, 来指定所需要保存的文件名。若所指定的文件已经存在, 则在运行此步时, 它将在没有预警提示的情况下被覆盖掉。

过程查看器中的标题	步骤编辑器中的标题	说明
步骤号	无	步骤号是自动分配的。

描述	描述	您可以输入您自己对该步骤的描述，默认的描述为：“保存 WAV 文件”
指令	指令	SVF
持续时间(s)	文件名	它指定需要保存的数据文件名。
延迟(s)	+1	此标志只在一个重复回路中才起作用。在运行时，在每次循环过程中，文件名将自动“+1”。注意：要使此参数正常工作，文件名的末尾（在扩展文件名之前）必须至少包含一个数字，例如：xxx0.xxx，xxx888.xxx...。
A-波形	不适用	不适用
A-频率(Hz)	不适用	不适用
A-振幅(mV)	不适用	不适用
B-波形	不适用	不适用
B-频率(Hz)	不适用	不适用
B-振幅(mV)	不适用	不适用
相位差(度)	不适用	不适用
需要采集的参数	不适用	不适用

8.2.5.8 OET

OET (Oscilloscope Export TXT file, 示波器输出 TXT 文件) 用来将示波器中的数据保存到一个 TXT 文本文件中。它同示波器中的输出命令相同。您可以通过“文件名”按钮来选择一个已有的文件名或直接键入所需要的文件名，来指定所需要保存的文件名。若所指定的文件已经存在，则在运行此步时，它将在没有预警提示的情况下被覆盖掉。

过程查看器中的标题	步骤编辑器中的标题	说明
步骤号	无	步骤号是自动分配的。
描述	描述	您可以输入您自己对该步骤的描述，默认的描述为：“示波器输出 TXT 文件”
指令	指令	OET
持续时间(s)	文件名	它指定需要保存的文件名。
延迟(s)	+1	此标志只在一个重复回路中才起作用。在运行时，在每次循环过程中，文件名将自动“+1”。注意：要使此参数正常工作，文件名的末尾（在扩展文件名之前）必须至少包含一个数字，例如：xxx0.xxx，xxx888.xxx...。
A-波形	不适用	不适用
A-频率(Hz)	不适用	不适用
A-振幅(mV)	不适用	不适用
B-波形	不适用	不适用
B-频率(Hz)	不适用	不适用
B-振幅(mV)	不适用	不适用
相位差(度)	不适用	不适用
需要采集的参数	不适用	不适用

8.2.5.9 SET

SET (Spectrum Analyzer Export TXT file, 频谱分析仪输出 TXT 文件) 用来将频谱分析仪中的分析结果保存到一个 TXT 文本文件中。它同频谱分析仪中的输出命令相同。您可以通过“文件名”按钮来选择一个已有的文件名或直接键入所需要的文件名, 来指定所需要保存的文件名。若所指定的文件已经存在, 则在运行此步时, 它将在没有预警提示的情况下被覆盖掉。

过程查看器中的标题	步骤编辑器中的标题	说明
步骤号	无	步骤号是自动分配的。
描述	描述	您可以输入您自己对该步骤的描述, 默认的描述为: “频谱分析仪输出 TXT 文件”
指令	指令	SET
持续时间(s)	文件名	它指定需要保存的文件名。
延迟(s)	+1	此标志只在一个重复回路中才起作用。在运行时, 在每次循环过程中, 文件名将自动“+1”。注意: 要使此参数正常工作, 文件名的末尾(在扩展文件名之前)必须至少包含一个数字, 例如: xxx0.xxx, xxx888.xxx...。
A-波形	不适用	不适用
A-频率(Hz)	不适用	不适用
A-振幅(mV)	不适用	不适用
B-波形	不适用	不适用
B-频率(Hz)	不适用	不适用
B-振幅(mV)	不适用	不适用
相位差(度)	不适用	不适用
需要采集的参数	不适用	不适用

8.2.5.10 DLY

DLY (Delay, 延迟) 用来按所指定的秒数暂停计划的执行。

过程查看器中的标题	步骤编辑器中的标题	说明
步骤号	无	步骤号是自动分配的。
描述	描述	您可以输入您自己对该步骤的描述, 默认的描述为: “延迟 X 秒”
指令	指令	DLY
持续时间(s)	持续时间(s)	它指定在执行下一步前所需要等待的时间, 分辨率为 0.1 秒。
延迟(s)	不适用	在运行时, 此栏将实时显示已经等待了的秒数。当本步骤完成后, 将被清除。
A-波形	不适用	不适用
A-频率(Hz)	不适用	不适用

A-振幅 (mV)	不适用	不适用
B-波形	不适用	不适用
B-频率 (Hz)	不适用	不适用
B-振幅 (mV)	不适用	不适用
相位差 (度)	不适用	不适用
需要采集的参数	不适用	不适用

8.2.5.11 JMP

JMP (Jump, 跳转) 用来将计划的执行从本步跳转到所指定的步骤。

过程查看器中的标题	步骤编辑器中的标题	说明
步骤号	无	步骤号是自动分配的。
描述	描述	您可以输入您自己对该步骤的描述，默认的描述为：“跳转到第 X 步”
指令	指令	JMP
持续时间 (s)	步骤号	它指定所要跳转至的步骤号。若步骤号数字前无正负号表示绝对跳转。若步骤号数字前有负号表示相对回跳；有正号表示相对前跳。也可以采用步骤标签。 例子： “3”：跳转到第 3 步 “+3”：向前跳 3 步 “-3”：向回跳 3 步 “(abc)”：跳转到标签“abc”处，无论该标签处于何步。
延迟 (s)	不适用	不适用
A-波形	不适用	不适用
A-频率 (Hz)	不适用	不适用
A-振幅 (mV)	不适用	不适用
B-波形	不适用	不适用
B-频率 (Hz)	不适用	不适用
B-振幅 (mV)	不适用	不适用
相位差 (度)	不适用	不适用
需要采集的参数	不适用	不适用

8.2.5.12 CHK

CHK (Check, 检查) 用来将一个指定的导出参数 (请参考数据记录仪的有关章节) 与一个预设的数值相比较。若条件满足，则跳转至所指定的步骤，否则继续执行下一步。

过程查看器中的标题	步骤编辑器中的标题	说明
步骤号	无	步骤号是自动分配的。
描述	描述	您可以输入您自己对该步骤的描述，默认的描述为：“检查导出参数，若条件满足，则

		跳转到第 X 步”
指令	指令	CHK
持续时间(s)	导出参数	它指定所要检查的导出参数或以下特例： 1. TimeStamp, 当前时标（秒） 2. UserInput, 通过 IPT 指令所采集的最新的用户输入 3. UserName, 当前的用户名的优先级 4. TestResult, 当前测试结果：DONE=0、PASS=1、FAIL=-1 5. VolatileInt1 ~ VolatileInt5 和 NonVolatileInt1~NonVolatileInt5
延迟(s)	比较运算符：>, >=, <, <=, ==, !=	>: 大于 >=: 大于或等于 <: 小于 <=: 小于或等于 ==: 等于 !=: 不等于
A-波形	数值	它指定用于比较的预设数值
A-频率(Hz)	步骤号	它指定在条件满足时要跳转的步骤号。若步骤号数字前无正负号表示绝对跳转。若步骤号数字前有负号表示相对回跳；有正号表示相对前跳。也可以采用步骤标签。 例子： “3”：跳转到第 3 步 “+3”：向前跳 3 步 “-3”：向回跳 3 步 “(abc)”：跳转到标签“abc”处，无论该标签处于何步。
A-振幅(mV)	合格/不合格	若选择了此项，则需要进行合格与不合格的判断
B-波形	不适用	在运行时，此栏将实时显示导出参数的实际数值。
B-频率(Hz)	不适用	若指定的条件满足，则此栏将显示“Pass”，否则显示“Fail”。
B-振幅(mV)	不适用	不适用
相位差(度)	不适用	不适用
需要采集的参数	不适用	不适用

若由于某种原因（例如设置错误等），所指定的导出参数不存在，则本步骤为“Fail”，即：失败。

8.2.5.13 LOG

LOG（Log，记录）可用来在设备检测计划执行报告窗口中或所指定的文本文件内产生一个文字记录。

过程查看器中的标题	步骤编辑器中的标题	说明
步骤号	无	步骤号是自动分配的。
描述	描述	您可以输入您自己对该步骤的描述，默认的描述为：“记录标题，导出参数的数值及评论” 此外，您还可以添加此指令的可选参数。所有的可选参数都必须放在一对“{”“}”之间。每个可选参数也必须放于其专有的一对字符之间。可选参数有： [文件名]：指定输出文件的路径和名字。支持绝对路径，例如 C:\log\1.log，和相对于本软件根目录的路径，例如 log\1.log。文件名必须放在一对“[”“]”之间。在未添加此参数的默认情况下，文字记录将输出到设备检测计划执行报告窗口中。此参数支持以下格式： (1)[文件名]：固定的文件名。文件名也可以是“Panel1”、“Panel2”或“Panel3”。它们是面板上的“结果窗”中的文本显示框。 (2)[文件名, 日期和时间格式, xxx]或[文件名, 日期和时间格式]：随时间变化的文件名。允许的日期和时间格式包括：“YYYY-MM-DD-HH”, “YYYY-MM-DD”, “YYYY-MM”和“YYYY”。文件名后会自动在“.”之前（若有的话）添加上日期和时间。随着时间的推移，新的文件将自动生成。若新的文件不含任何标题栏，则 xxx 应置为“0”，表示文件可以从此步开始。若新的文件含一个标题栏，则仅该标题栏的 xxx 应置为“1”，其余的非标题栏无需 xxx 参数。若新的文件含 N 个标题栏，则第一个标题栏的 xxx 应置为“1-N”，第二个标题栏的 xxx 应置为“2-N”，第 N 个标题栏的 xxx 应置为“N-N”，其余的非标题栏无需 xxx 参数。若新的文件含 1 个标题栏，而该标题栏每隔 N 行重复出现，则 xxx 应置为“1/N”。若一个非标题栏每隔 N 行重复出现，则 xxx 应置为“/N”。以上机制保证了每个由日期和时间自动生成的新文件从设备检测计划的正确位置开始。 (3)[文件名, UserInput]或[文件名, UserInput, xxx]：随 UserInput 变化的文件名。UserInput 必须是“UserInput”。当需要每隔 N 行出现时，可采用 xxx 参数，但只能为“/N”。文件标题栏不应采用 xxx 来定义，因为设备检

		测计划知道在哪一步创建了新文件。 (4)[文 件 名 ,UserName] 或 [文 件 名,UserName,xxx]: 随 UserName 变化的文件名。UserName 必须是 “UserName”。当需要每隔 N 行出现时,可采用 xxx 参数,但只能为 “/N”。文件标题栏不应采用 xxx 来定义,因为设备检测计划知道在哪一步创建了新文件。 (5)[文 件 名 ,(任 何 日 期 和 时 间 格 式、UserName、UserInput)的组合]或[文件名,(任何日期和时间格式、UserName、UserInput 的 组 合),xxx]。 例 如 : [C:\log\1.log,UserName-UserInput-YYYY-MM,1-3]。 (日期和时间格式): 年: YYYY 或 YY; 月: MM; 日: DD; 时: HH; 分: mm; 秒: SS。日期和时间格式必须放在一对 “(” “)” 之间。在未添加此参数的情况下,日期和时间格式默认为 “YYYY-MM-DD HH:mm:SS ”。 <记录分隔符>: 指定相邻两条记录之间的分隔符。记录分隔符必须放在一对 “< ” “>” 之间。在未添加此参数的情况下,记录分隔符为 “回车键”。 ‘红,绿,蓝’: 指定文本颜色的 RGB 值。它在此指令的目标(即: 文件名)是 “Panel1”、“Panel2” 或 “Panel3” 时起作用。红,绿,蓝必须放在一对 “’ ” “’ ” 之间。每个单色数值的范围为: 0~255。例如: ‘0,0,0’代表黑色而‘255,0,0’代表红色。 编码页 : 指定文本的编码页。它的取值范围为 1~7。1—ANSI, 2—Macintosh, 3—OEM, 4—Symbol, 5—Current Thread’s ANSI, 6—UTF7, 7—Unicode。编码页必须放在一对 “ ” “ ” 之间。在未添加此参数的情况下,编码页为 UTF8。 /工程单位/: 指定所要记录的导出参数的工程单位。它必须放在一对 “/ ” “/ ” 之间。在未添加此参数的情况下,它由软件自动指定。若不需要显示此单位,可用 “//”。 例子: 记录标题, 导出参数的数值及评论 {[C:\log\1.log] (YYYYMMDDHHmmSS)<>}
--	--	--

		若指定的文件不存在, 则将创建一个新文件并保存新内容于其中。若指定的文件存在, 则将把新的内容添加到该文件的末尾。
指令	指令	LOG
持续时间 (s)	标题	这只是一个文字说明, 通常可采用 DDP 的标题
延迟 (s)	导出参数	它指定所要记录的导出参数或以下特例: 1. TimeStamp, 当前时标 2. UserInput, 通过 IPT 指令所采集的最新的用户输入 3. UserName, 当前的用户名 4. TestResult, 当前测试结果: DONE、PASS、FAIL 5. VolatileInt1 ~ VolatileInt5 和 NonVolatileInt1~NonVolatileInt5
A-波形	评论	可以在这里放置任何评论
A-频率 (Hz)	不适用	不适用
A-振幅 (mV)	不适用	不适用
B-波形	不适用	不适用
B-频率 (Hz)	不适用	不适用
B-振幅 (mV)	不适用	不适用
相位差 (度)	不适用	不适用
需要采集的参数	不适用	不适用

8.2.5.14 END

END (End, 终止) 用来标记计划的终止。若您想在计划的步骤中间, 条件性地终止计划的执行, 此指令将非常有用。

过程查看器中的标题	步骤编辑器中的标题	说明
步骤号	无	步骤号是自动分配的。
描述	描述	您可以输入您自己对该步骤的描述, 默认的描述为: “终止”
指令	指令	END
持续时间 (s)	不适用	不适用
延迟 (s)	不适用	不适用
A-波形	不适用	不适用
A-频率 (Hz)	不适用	不适用
A-振幅 (mV)	不适用	不适用
B-波形	不适用	不适用
B-频率 (Hz)	不适用	不适用
B-振幅 (mV)	不适用	不适用
相位差 (度)	不适用	不适用
需要采集的参数	不适用	不适用

8.2.5.15 IPT

IPT (Input, 输入) 通过一个只包含一个文本输入框的弹出对话框来获取用户的输入。当收到“回车键”后, 若已经输入的字符个数符合所指定要求, 此对话框将自动关闭。所输入的文本将保存在扩展的导出参数 UserInput 中。若您想用条形码阅读器采集被测设备的条形码, 此指令将非常有用。

过程查看器中的标题	步骤编辑器中的标题	说明
步骤号	无	步骤号是自动分配的。
描述	描述	您可以输入您自己对该步骤的描述, 默认的描述为: “获取用户输入”
指令	指令	IPT
持续时间(s)	起始 A	最少字符个数
延迟(s)	终止 A	最多字符个数
A-波形	不适用	不适用
A-频率(Hz)	不适用	不适用
A-振幅(mV)	不适用	不适用
B-波形	不适用	不适用
B-频率(Hz)	不适用	不适用
B-振幅(mV)	不适用	不适用
相位差(度)	不适用	不适用
需要采集的参数	不适用	不适用

8.2.5.16 SEL

SEL (Selection, 选择) 通过一个只包含 Yes 和 No 选项的弹出对话框来获取用户的选择。当收到 Yes 后, 跳转至所指定的步骤, 否则运行下一步。

过程查看器中的标题	步骤编辑器中的标题	说明
步骤号	无	步骤号是自动分配的。
描述	描述	您可以输入您自己对该步骤的描述, 默认的描述为: “弹出用户选项, Y 或 N。若用户选 Y, 则跳转到第 x 步”。此描述会显示于弹出的对话框中。
指令	指令	SEL
持续时间(s)	步骤号	它指定所要跳转至的步骤号。若步骤号数字前无正负号表示绝对跳转。若步骤号数字前有负号表示相对回跳; 有正号表示相对前跳。也可以采用步骤标签。 例子: “3”: 跳转到第 3 步 “+3”: 向前跳 3 步 “-3”: 向回跳 3 步 “(abc)”: 跳转到标签“abc”处, 无论该标签处于何步
延迟(s)	不适用	不适用

A-波形	不适用	不适用
A-频率 (Hz)	不适用	不适用
A-振幅 (mV)	不适用	不适用
B-波形	不适用	不适用
B-频率 (Hz)	不适用	不适用
B-振幅 (mV)	不适用	不适用
相位差 (度)	不适用	不适用
需要采集的参数	不适用	不适用

8.2.5.17 OPT

OPT (Operation, 运算) 用于对 5 个挥发性变量 (VolatileInt1~VolatileInt5) 和 5 个非挥发性变量 (NonVolatileInt1~NonVolatileInt5) 进行数学运算。这些变量有多种用途, 例如可以用于控制步骤循环、累计 PASS 和 FAIL 个数等。VolatileInt1~VolatileInt5 是挥发性的整数, 每次启动计划时被置于 0。NonVolatileInt1~NonVolatileInt5 是非挥发性的整数, 它们通过\dtp 目录下的 CSV 文本文件 NonVolatile.txt 得到初始化。若该文件不存在, 则它们将在最开始时被初始化为 0。此后, 它们的任何变化将被保存到 NonVolatile.txt 文件中, 只能通过清零按钮来重置。

过程查看器中的标题	步骤编辑器中的标题	说明
步骤号	无	步骤号是自动分配的。
描述	描述	您可以输入您自己对该步骤的描述, 默认的描述为: “挥发性变量和非挥发性变量的+、-、*、/或=x”
指令	指令	OPT
持续时间 (s)	导出参数	只允许挥发性变量 VolatileInt1~VolatileInt5 和非挥发性变量 NonVolatileInt1~NonVolatileInt5
延迟 (s)	数值	支持 5 种运算: (1) +X (2) -X (3) *X (4) /X (5) =X X 是一个整数
A-波形	不适用	不适用
A-频率 (Hz)	不适用	不适用
A-振幅 (mV)	不适用	不适用
B-波形	不适用	不适用
B-频率 (Hz)	不适用	不适用
B-振幅 (mV)	不适用	不适用
相位差 (度)	不适用	不适用
需要采集的参数	不适用	不适用

8.2.5.18 CLR

CLR (Clear, 清除) 用于清除过程查看器或设备检测计划执行报告窗口中所记录的测试的中间结果, 包括 PASS 和 FAIL、采集到的导出参数等。通过此指令, 过程查看器将恢复到刚刚加载设备检测计划时的状态, 而设备检测计划执行报告窗口将被清空, 可选择在清空前保存信息于硬盘文件中。

过程查看器中的标题	步骤编辑器中的标题	说明
步骤号	无	步骤号是自动分配的。
描述	描述	您可以输入您自己对该步骤的描述, 默认的描述为: “清除测试结果” 此外, 您还可以添加此指令的可选参数。所有的可选参数都必须放在一对 “{” “}” 之间。每个可选参数也必须放于其专有的一对字符之间。可选参数有: [目标]: 指定清除指令的操作对象。若目标 = “Log”, 则设备检测计划执行报告窗口中的文本信息会被清除。在未添加此参数的默认情况下, 过程查看器为本指令的操作对象, 其中的测试结果将被清除。 (文件名): 指定输出文件的路径和名字, 设备检测计划执行报告窗口中的文本信息将以添加的方式保存在此文件中。支持绝对路径, 例如 C:\log\1.log, 和相对于本软件根目录的路径, 例如 log\1.log。文件名必须放在一对 “[” “]” 之间。 以上选项的联合使用可以用来将设备检测计划执行报告窗口中的文本信息分批次保存到硬盘文件中然后清除窗口内容。
指令	指令	CLR
持续时间 (s)	不适用	不适用
延迟 (s)	不适用	不适用
A-波形	不适用	不适用
A-频率 (Hz)	不适用	不适用
A-振幅 (mV)	不适用	不适用
B-波形	不适用	不适用
B-频率 (Hz)	不适用	不适用
B-振幅 (mV)	不适用	不适用
相位差 (度)	不适用	不适用
需要采集的参数	不适用	不适用

8.2.6 多步骤的一次生成

步数
☒ 频率
 ☐ 振幅
 ~
☒ 线性
 ☐ 对数
 ~
☒ 线性
 ☐ 对数

对于 SIO 和 OUT 指令，步骤编辑器提供了一种一次产生多个步骤的方法，前提是频率或幅度是这些待生成步骤的唯一变量。您首先需要在“步数”栏指定所要产生的步骤数，然后选择频率或振幅作为变量，并指定其在每个通道的变化范围和变化方式（线性或对数），最后按动“插入”按钮即可。

8.2.7 无频谱泄漏

若选择了此选项，则您可以进一步指定示波器的采样频率和频谱分析仪的 FFT 点数。注意这两个参数仅仅用来将所指定的输出信号频率微调至最靠近的一个 [示波器的采样频率]/[频谱分析仪 FFT 点数] 的整数倍频率处，以避免频谱泄漏的发生。例如，若您指定的信号频率为 1kHz，示波器采样频率为 48kHz，FFT 的点数为 16384，则信号频率将被调整为 999.0234375Hz。将此选项与前述的多步骤一次生成功能联合起来使用将是非常有用的，例如，在当您需要为 THD~频率图设计测试频率时。

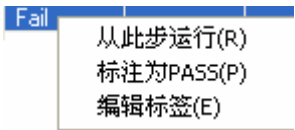
8.3 过程查看器

步骤号	描述	指令	持续时...	延迟(s)	A-波形	A-频率[...]	A-振幅[...]	B-波形	B-频率[...]	B-振幅[...]	相位差...	Gain	Phase
1	Load ...	LDP	C:\VSc...										
2	Synch...	SIO	1	0	正弦波	20	1000	正弦波	20	1000	0		
3	Synch...	SIO	1	0	正弦波	21.4453	1000	正弦波	21.4453	1000	0		
4	Synch...	SIO	1	0	正弦波	22.9951	1000	正弦波	22.9951	1000	0		
5	Synch...	SIO	1	0	正弦波	24.6569	1000	正弦波	24.6569	1000	0		
6	Synch...	SIO	1	0	正弦波	26.4388	1000	正弦波	26.4388	1000	0		
7	Synch...	SIO	1	0	正弦波	28.3495	1000	正弦波	28.3495	1000	0		
8	Synch...	SIO	1	0	正弦波	30.3982	1000	正弦波	30.3982	1000	0		
9	Synch...	SIO	1	0	正弦波	32.595	1000	正弦波	32.595	1000	0		
10	Synch...	SIO	1	0	正弦波	34.9506	1000	正弦波	34.9506	1000	0		
11	Synch...	SIO	1	0	正弦波	37.4763	1000	正弦波	37.4763	1000	0		

过程查看器用来查看设备检测计划的编辑和执行过程。表中的前 12 列是固定不变的。其它列则需要捕获的导出参数，这些导出参数是可配置的，并且只适用于 SIO 和 STI 指令。从第 4 列到第 12 列，对于不同的指令可能有不同的参数名称，过程查看器所显示的标题只适用于 SIO 指令。请参考前一节的各指令说明。

在计划执行过程中，当前正在执行的步骤会被加亮。

8.3.1 上下文菜单



过程查看器有自己的上下文菜单，提供了更多的功能。当设备检测计划未运行时，

右击过程查看器中任意一步，就会弹出此菜单。它包含三个选项：

- 从此步运行
与总是从第一步开始执行的设备检测计划启停按钮不同，此选项允许您从所选择的任意一步开始运行。
- 标注为 PASS
此选项只在所选择的步骤已经被标注为 FAIL 的情况下被激活，例如：CHK 指令的运行结果为 FAIL 时。您可以基于自己的判断用此命令将自动检测的结果强制改为 PASS。
- 编辑标签
您可以通过此选项添加、编辑、删除某一步的标签。标签用来标注设备检测计划中的某一步骤。与步骤号不同的是，它本身并不随着步骤的添加或删除而改变。标签可以取代步骤号用于那些参数中包含步骤号的指令，例如：CHK、JMP、和 RPT。选此项后，屏幕上会弹出一个含有输入编辑框的对话框。您可以由此输入标签文本，可包含任意字符。每个设备检测计划中的标签必须是唯一的，输入的文本会自动被包含在一对小括号内并添加在步骤号后。因此您无需手动输入这对括号：“(”和“)”。若没有输入任何字符，则该步的标签将被清除。

8.4 结果/选项区域



最左边的只读编辑框(结果窗)用来显示设备检测计划执行的结果，例如：“Pass”（合格）、“Fail”（不合格）、“Done”（完成）、“...”（运行中）等。在计划运行过程中，它将显示“...”。若计划中包含一个或多个合格/不合格检查，则只有当所有的检查都合格，最终结果才会标记为“合格”，否则标记为“不合格”。若计划不含合格/不合格检查，则在计划执行完后，它将标记为“完成”。此窗口的显示也可以通过前述的 LOG 指令配置。

您可以指定在计划运行过程中所需要捕获的导出参数，这些导出参数只适用于那些与数据采集有关的指令（即：SIO 和 STI），在运行过程中，过程查看器将从第 15 列开始显示这些参数的数值。您还可以为每个导出参数指定别名，以让它更容易理解。别名将显示在过程查看器的标题栏内以及 X-Y 图的坐标轴标题上。按动“→”可以将选择的导出参数添加到需要采集的参数列表中；按动“←”可以将选择的导出参数从需要采集的参数列表中删除。

在此区域的右边，有两个按钮：“保存当前面板设置为默认值”和“保存当前面

板设置”。他们的功能同前述的菜单项“保存当前面板设置为默认值”和“保存当前面板设置”的功能相同，但这里保存的面板设置，在被加载时，将自动打开设备检测计划对话框并调入当前配置的设备检测计划。

8.4.1 用户登录/退出

本软件允许配置一个用户库以实现用户登录和退出的管理。用户库是一个文本文件，里面的每个用户条目包含三个用逗号分隔的变量：用户名、密码、优先权。用户名和密码可以由任何字符组成，但优先权必须是从“0”到“9”的一个字符，其中“0”的优先权最高。文件中的每一行只能包含一个用户条目。该文件必须放于软件的根目录下，文件名必须是“Users. udb”。该文件可用任何文本编辑软件例如 WINDOWS 记事簿进行编辑，并应该由 ADMINISTRATOR 管理。以下是文件格式举例。

```
NS3390,1234,0
NS3391,5678,0
NS3392,90ab,0
....
```

若用户库文件(User. udb)存在并且包含至少一个用户条目，则“用户名”和“密码”编辑框以及“登录/退出”按钮将显示于结果/选项区域的右下方。

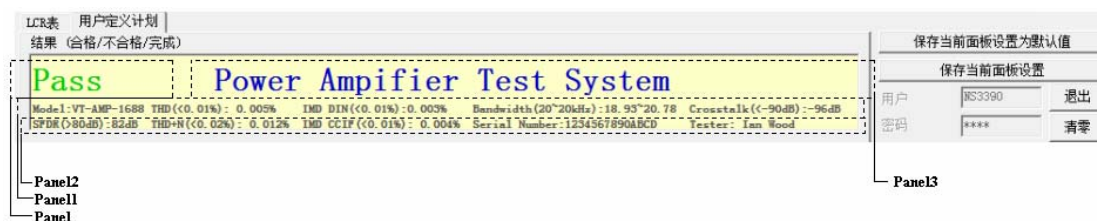
若用户库文件(User. udb)存在，则只有优先权为“0”的用户可以编辑检测计划或清零非挥发性 变量。

8.4.2 非挥发性变量清零

清零按键用于对非挥发性变量 NonVolatileInt1~NonVolatileInt5 进行清零。这些变量保存于\ntp 目录下的 NonVolatile. txt 中。

8.4.3 运行状态下扩宽的结果窗

结果窗在运行状态下将向右边扩展以提供更多的空间给可编程显示。结果窗分割为四个显示区域（如下图）：Panel、Panel1、Panel2 和 Panel3。Panel1、Panel2 和 Panel3 的文字及其颜色可通过 LOG 指令控制。每个显示区域只能显示一行文字。若要将文本串接起来，则可采用<记录分隔符>取代默认的回车符。

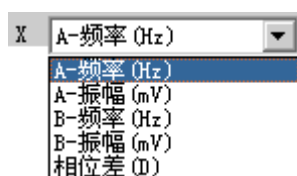


8.5 控制条



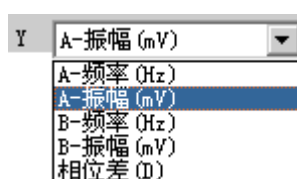
控件从左到右依次为：

- 四个选项允许您选择：
 - 显示“控制”栏、
 - 显示“控制”栏+“结果”栏
 - 显示“控制”栏+“结果”栏+“过程”栏
 - 显示“控制”栏+“结果”栏+“过程”栏+“编辑”栏
- 文件打开按钮  用来加载一个设备检测计划，文件名将显示在设备检测计划的标题栏中。
- 文件保存按钮  用来保存当前的设备检测计划。当前的 X—Y 图和设备检测计划执行报告的参数也将被保存在该计划中。
- 文件保存并上锁按钮  用来保存当前的设备检测计划并上锁。上锁的计划是不能编辑的，加载后，“编辑”选项将被禁止。利用这一特点，可由工程师来配置设备检测计划，然后由操作员来运行该计划。
- X 轴选框用来选择 X 轴的变量



前 5 个变量（即：通道 A 频率、通道 A 振幅、通道 B 频率、通道 B 振幅、通道 A 和通道 B 的相位差）是固定的，其余的则与“需要采集的参数”列表相同。

- Y 轴选框用来选择 Y 轴的变量
可选变量列表与 X 轴选框相同。

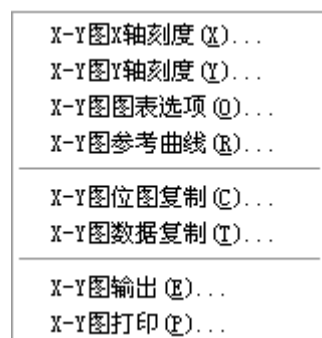


- X-Y 图按钮  用来打开一个新的 X-Y 图窗口，最多可打开 8 个 X-Y 图窗，每个窗口内的 X-Y 图将被实时更新。
- 设备检测计划执行报告按钮  用来打开设备检测计划执行报告。在运行每个 LOG 指令后，将在该窗口中生成一排文字报告。
- Windows 录音控制按钮 
- Windows 音量控制按钮 
- 设备检测计划暂停按钮 。
- 设备检测计划单步执行按钮  Single Step。
- 设备检测计划启/停 按钮 。

8.6 X-Y图

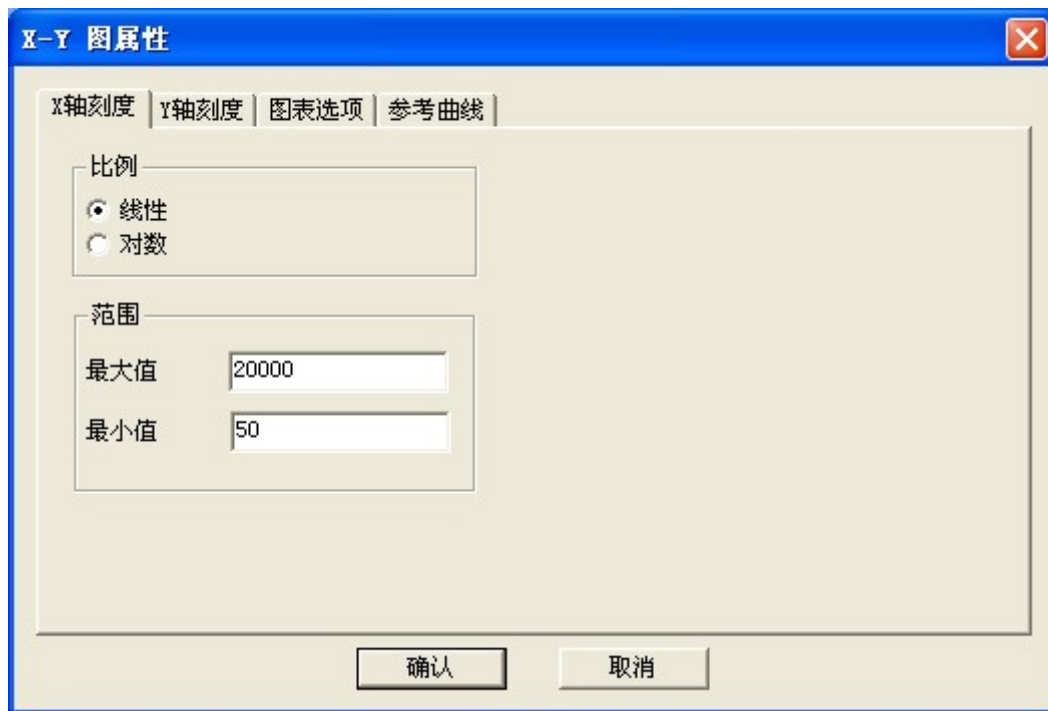
X-Y 图用来显示设备检测计划的结果，它可在运行计划之前、中间或之后打开。

8.6.1 上下文菜单



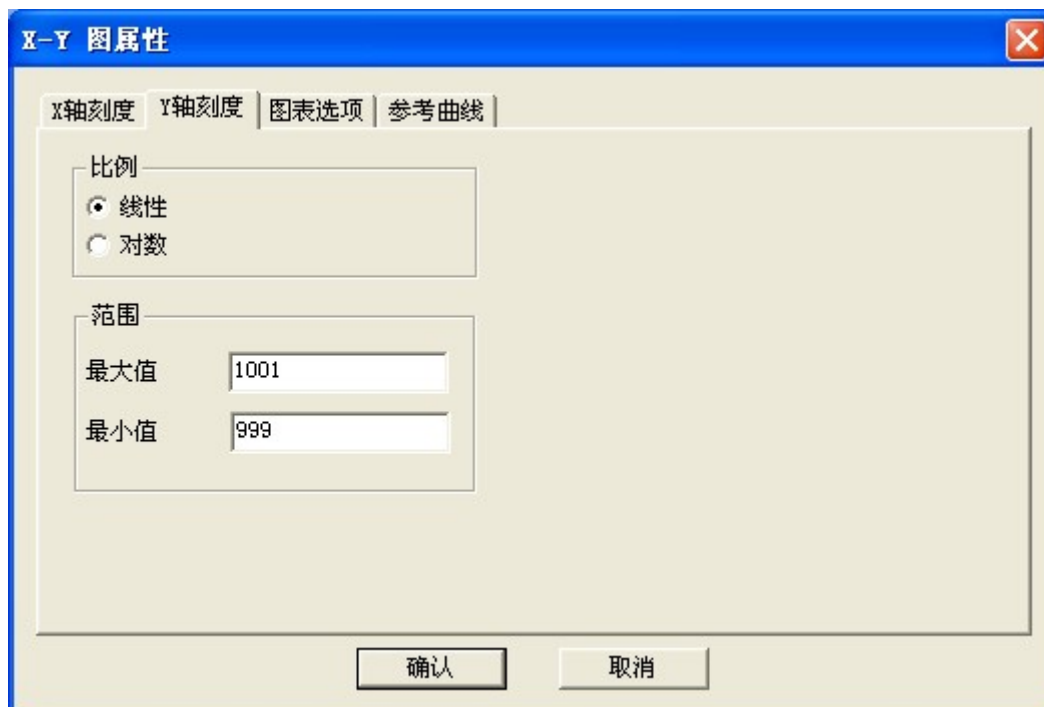
X-Y 图没有自己的菜单条和显示参数工具条，它的功能全部是通过其上下文菜单来访问的。当您右击 X-Y 图内任何地方时，屏幕上将弹出其上下文菜单。

8.6.1.1 X轴刻度



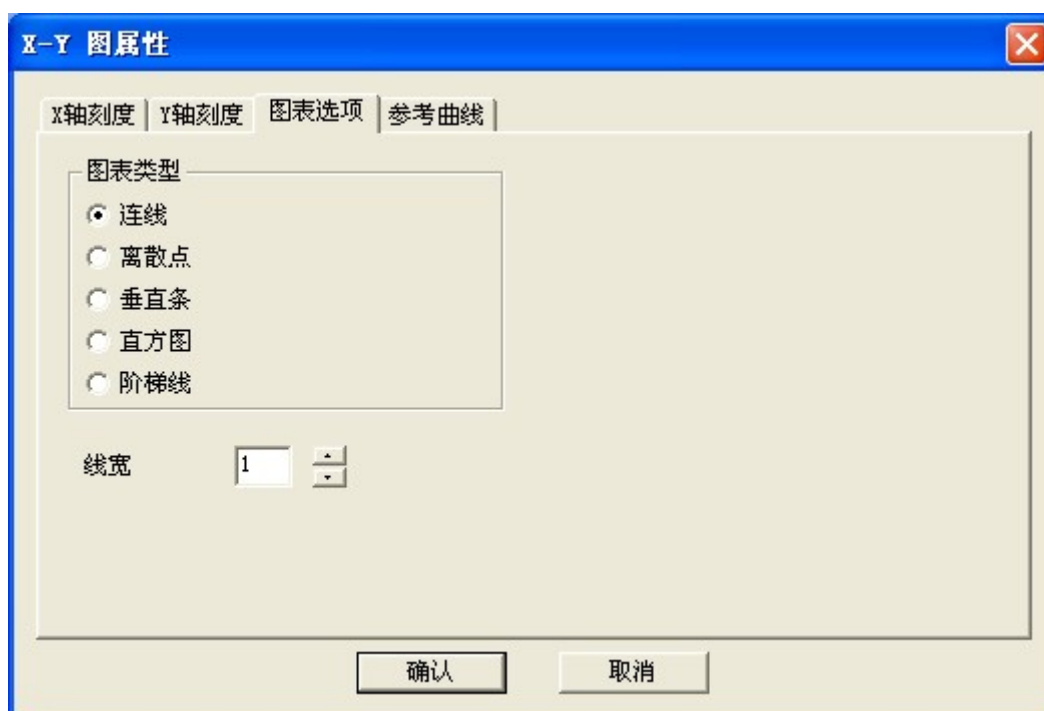
X 轴刻度对话框可通过上下文菜单或双击窗口内的 X 轴来调出。您可以指定 X 轴的显示范围，并选择线性刻度或对数刻度。注意：若显示范围包含有负数或零时，软件将不允许显示对数刻度。

8.6.1.2 Y 轴刻度



Y 轴刻度对话框可通过上下文菜单或双击窗口内的 Y 轴来调出。您可以指定 Y 轴的显示范围，并选择线性刻度或对数刻度。注意：若显示范围包含有负数或零时，软件将不允许显示对数刻度。

8.6.1.3 图表选项



与示波器相同。

8.6.1.4 参考曲线



与示波器相似，不同之处是这里只有一个通道。

8.6.1.5 位图复制

与示波器相同。

8.6.1.6 数据复制

与示波器相同。

8.6.1.7 输出

与示波器相同。

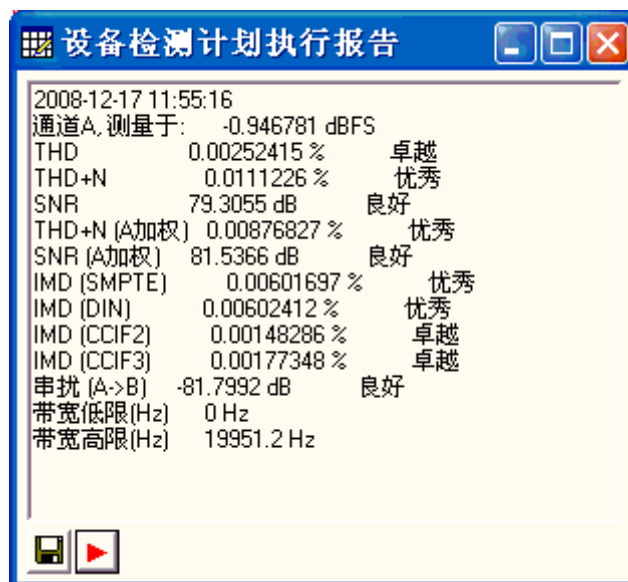
8.6.1.8 打印

与示波器相同。

8.6.2 光标读数和标记

同示波器相似，不同之处是光标读数和标记都正好位于鼠标点击处，而不附着于点击处附近的实际测量点上。

8.7 设备检测计划执行报告



设备测试计划执行报告用于记录测试结果或生成一个测试报告。它必须与 LOG 指令一起使用。

在该报告底部有两个按钮：

- 文件保存

用于保存该报告。

- 运行/停止

它与设备检测计划主窗口内的运行/停止按钮功能相同。

8.8 设备检测计划实例

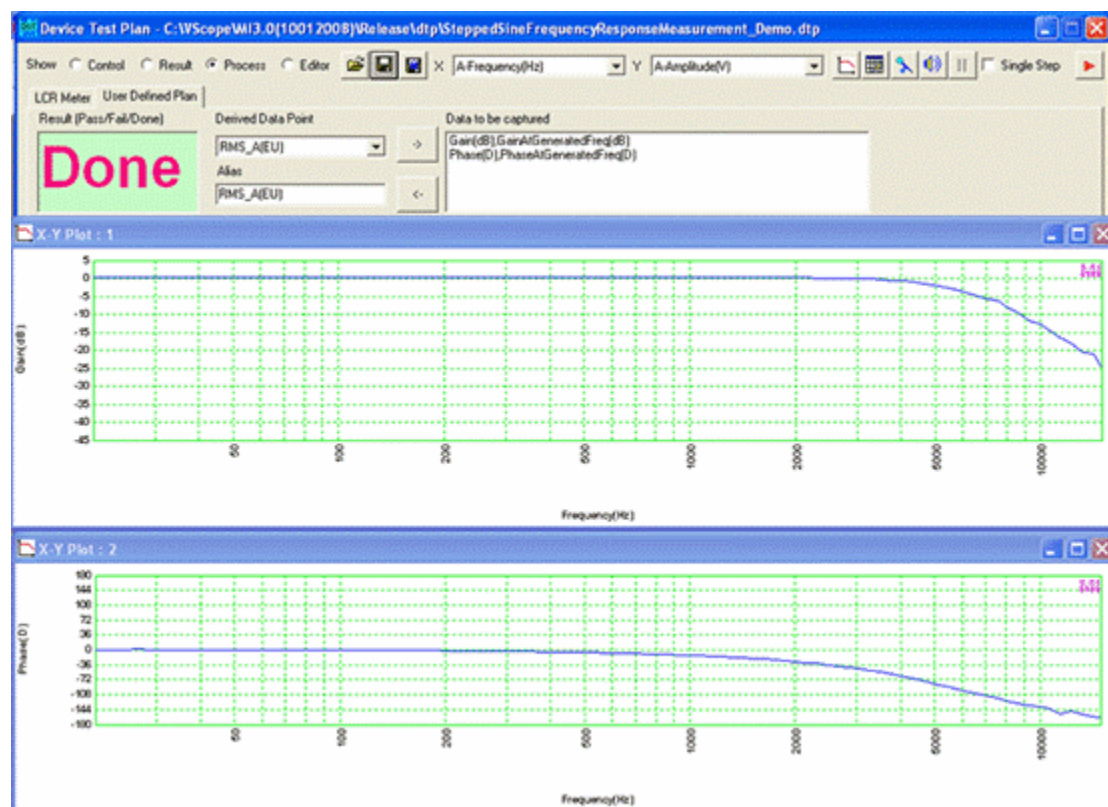
在软件包的 DTP 目录下提供了一些设备检测计划的范例，您可以用它们作为模板。以下为其中两个范例的介绍。

8.8.1 采用频率步进的正弦信号来测量传递函数

下图为一个截止频率为 5513Hz 的二阶巴特沃斯低通滤波器的传递函数，它由以下方式测得：由信号发生器产生的频率步进的正弦波激励信号由通道 B 采集，通道 A 则采集该激励信号经过被测低通滤波器后的响应信号。为避免频率泄漏问题，测试频率通过选择前述的“无频谱泄漏”选项来微调。图中显示该滤波器的增益从 0Hz 到 5513Hz 基本保持为 0dB，然后开始快速下降，同时相位逐渐从 0Hz 的 0°变到频率无穷大时的 -180°。在截止频率 5513Hz 处，该滤波器的增益为 -3dB 左右，相位为 -90°左右。

DTP 文件的范例在：

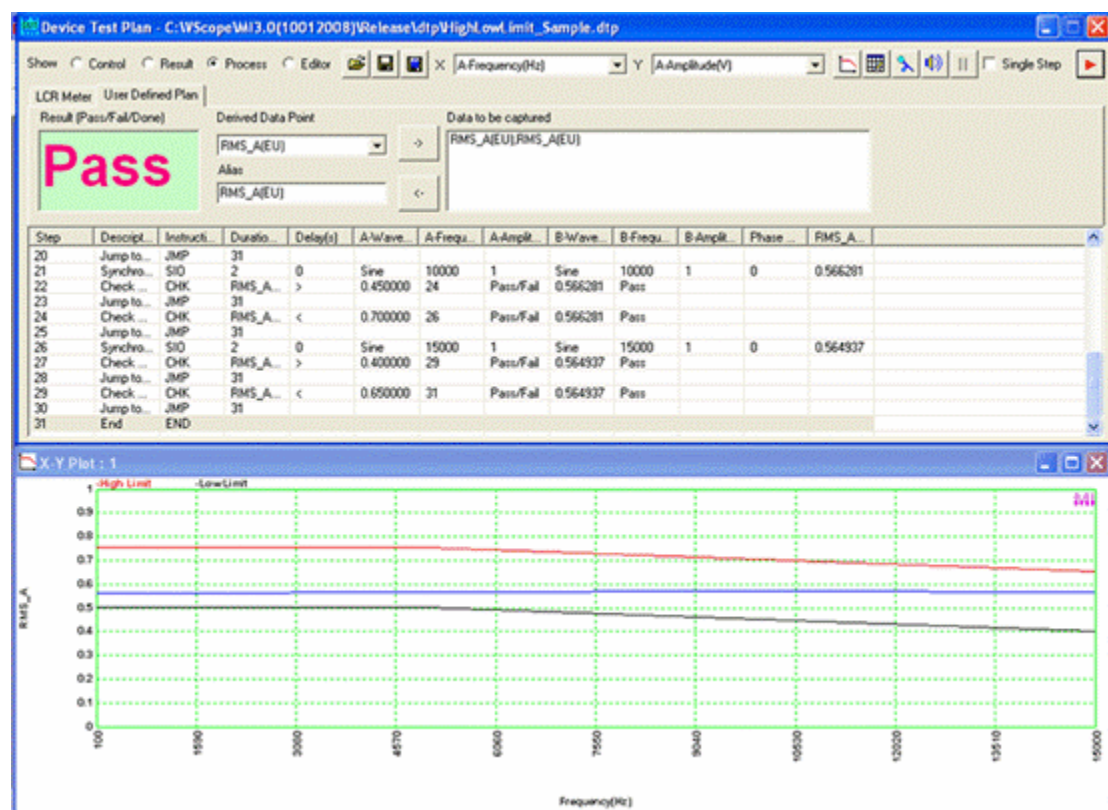
- 1) \dtp\SteppedSineFrequencyResponseMeasurement.dtp
- 2) \dtp\SteppedSineFrequencyResponseMeasurement_Demo.dtp



8.8.2 合格/不合格测试

下图中采用了频率步进的正弦信号来测量被测设备的幅频特性并进行合格与否的判断。在指定频率处所测得的有效电压（蓝色）将与该处预设的高低限度值比较，来判断“Pass”（合格）还是“Fail”（不合格）。高低限值还在 X-Y 图中绘制为参考曲线，其中高限为红色，低限为黑色。只有当所有的检查都合格后，最终结果才会显示合格。

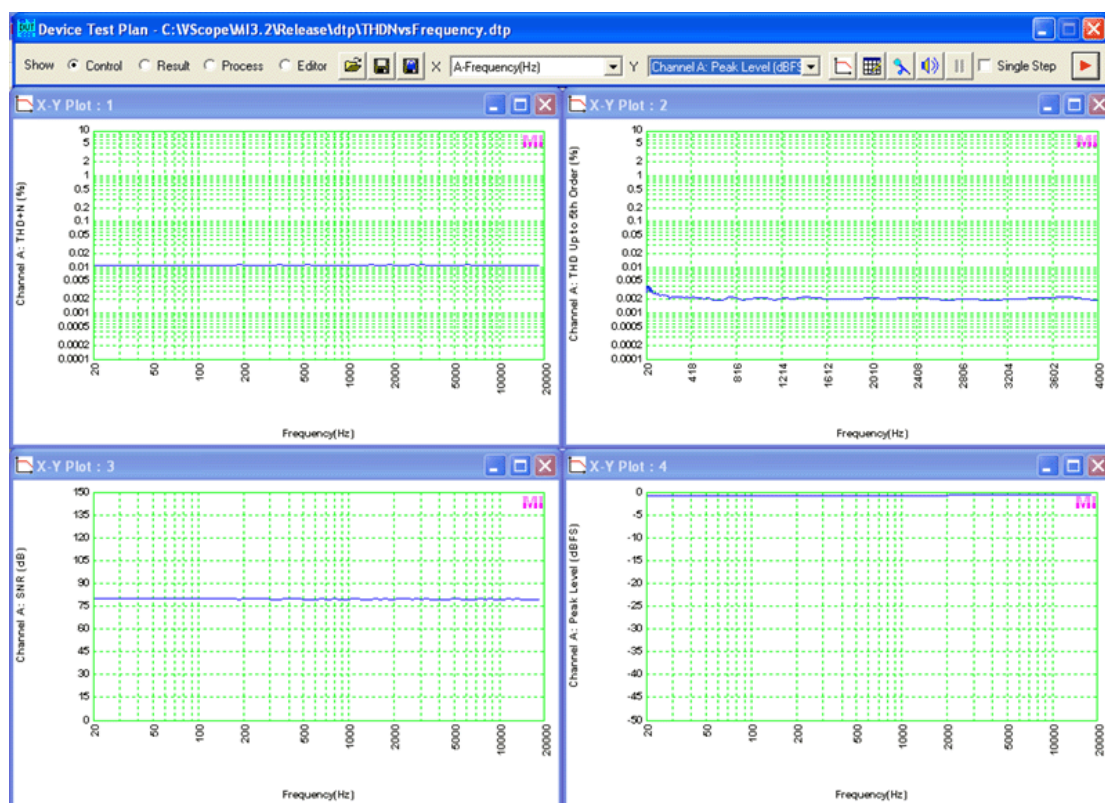
DTP 文件的范例在： \dtp\HighLowLimit.dtp



8.8.3 THD+N、THD、SNR、幅度随频率变化曲线

下图采用的是频率步进的正弦信号来测量 THD+N、THD、SNR、幅度随频率变化曲线。测试信号的频率从 20Hz 到 20kHz 按对数规律逐步增加，而其输出幅度保持不变，并使输入峰值电平处于 -1dBFS 左右。为避免频率泄漏问题，测试频率通过选择前述的“无频谱泄漏”选项来微调。THD 计算的频率范围设置为 10Hz~20kHz，之计算到第五阶谐波。也就是说，对于 20Hz 的基波，只有 40Hz、60Hz、80Hz 和 100Hz 这几个谐波被计算入内；对于 4kHz 的基波，只有 8kHz、12kHz、16kHz 和 20kHz 这几个谐波被计算入内；但对于高于 4kHz 的基波，只有那些低于 20kHz 的谐波（即小于第 5 阶的谐波）被计算入内。因此只有在 20Hz~4kHz 之间的 THD 数值具有可比性，因为它们在计算中纳入了相同阶次的谐波。另一方面，THD+N 则在整个 20Hz~20kHz 的范围内都具有可比性。下图左上方是 THD+N 随频率变化曲线；右上方是 THD 随频率变化曲线；左下方是 SNR 随频率变化曲线；右下方是幅度随频率变化曲线。注意：虽然输出到被测设备（DUT）的信号幅度是保持恒定的，但是从被测设备返回来的信号却可能随频率的变化而变化。因此幅度随频率变化曲线实际上反映了被测设备的幅频响应。

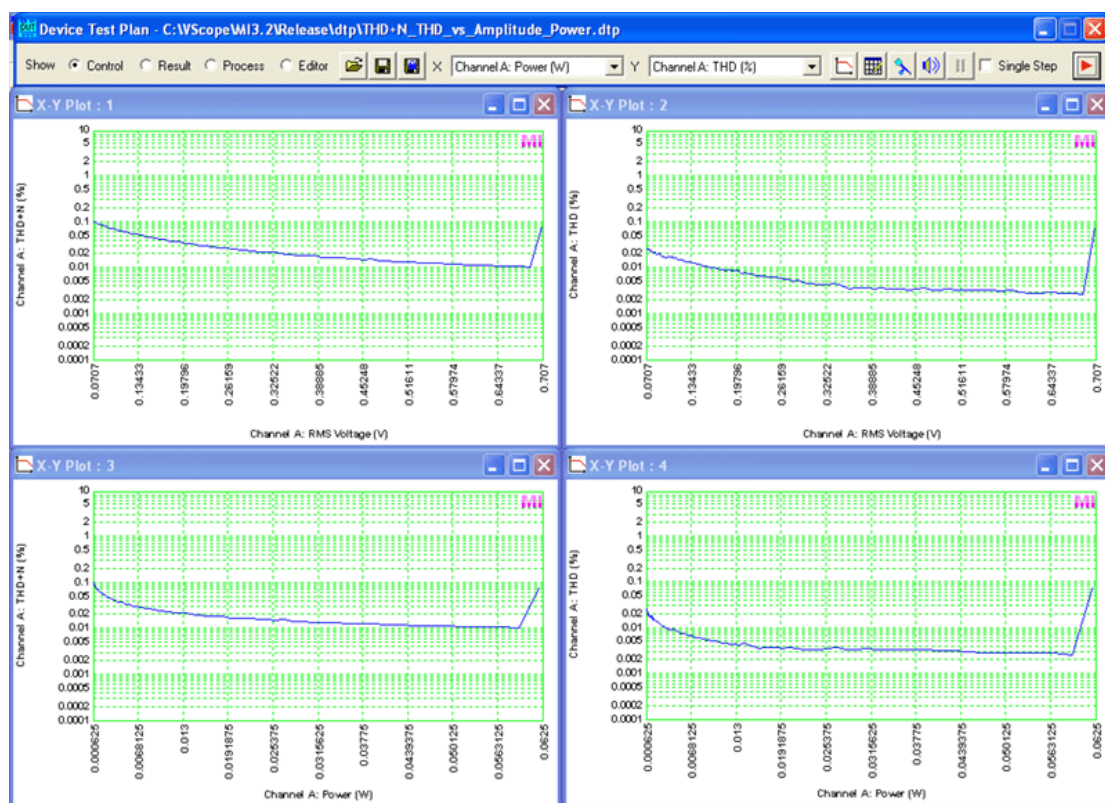
DTP 文件的范例在： \dtp\THD+N_THD_SNR_Magnitude_vs_Frequency.dtp.



8.8.4 THD+N、THD随幅度、功率变化曲线

下图采用的是幅度步进的正弦信号来测量 THD+N、THD 随幅度、功率变化曲线。测试信号的幅度从 0.1V 到 1V 按线性规律逐步增加，而其频率保持在 999.0234375 Hz 不变。此频率是通过采用前述的“无频谱泄漏”选项来微调，以避免频谱泄漏的发生。THD 计算的频率范围设置为 10Hz~20kHz。下图左上方是 THD+N 随电压有效值变化曲线；右上方是 THD 随电压有效值变化曲线；左下方是 THD+N 随功率变化曲线；右下方是 THD 随功率变化曲线。注意：功率值由导出参数 (DDP) PWR_A(W) 得到，它等于 $[\text{电压有效值}]^2/[\text{负载因子}]$ 。而负载因子可通过[设置]>[校准]>“功率计算中的负载因子”来设置。为提高测量的准确度，建议在进行幅度扫描的过程中，输入电平峰值应不低于-20dBFS。

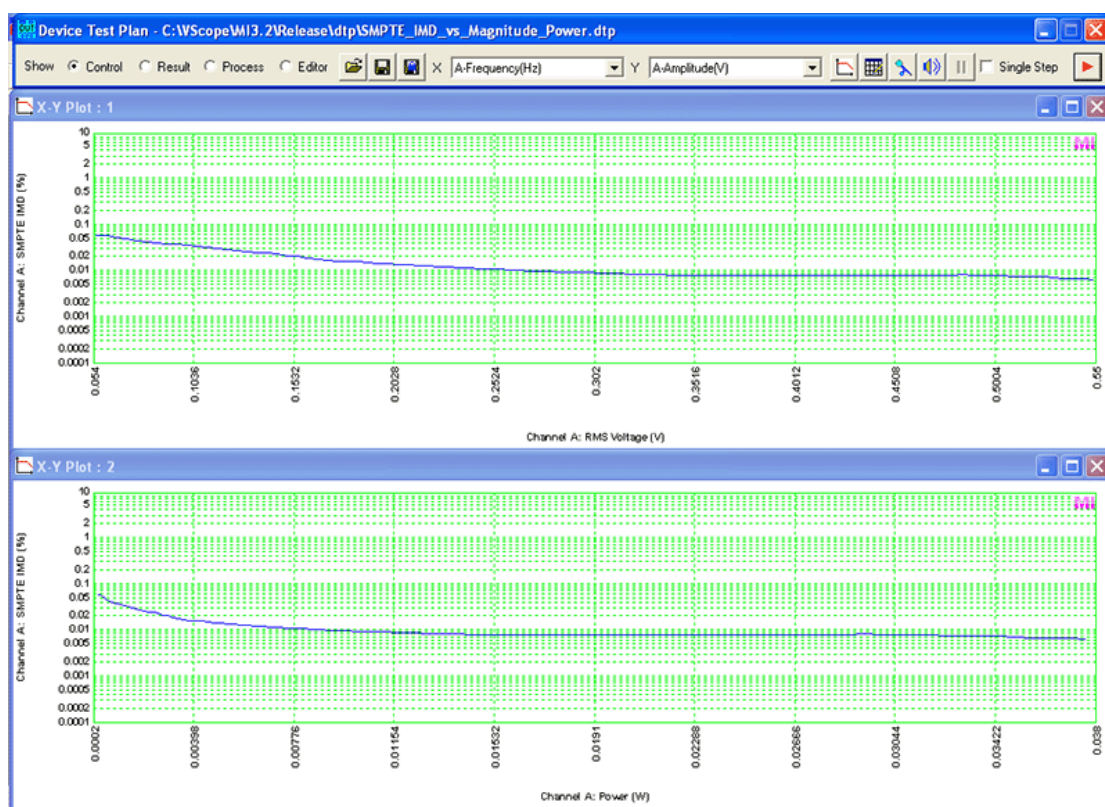
DTP 文件的范例在：\dtp\THD+N_THD_vs_Magnitude_Power.dtp.



8.8.5 SMPTE IMD随幅度、功率变化曲线

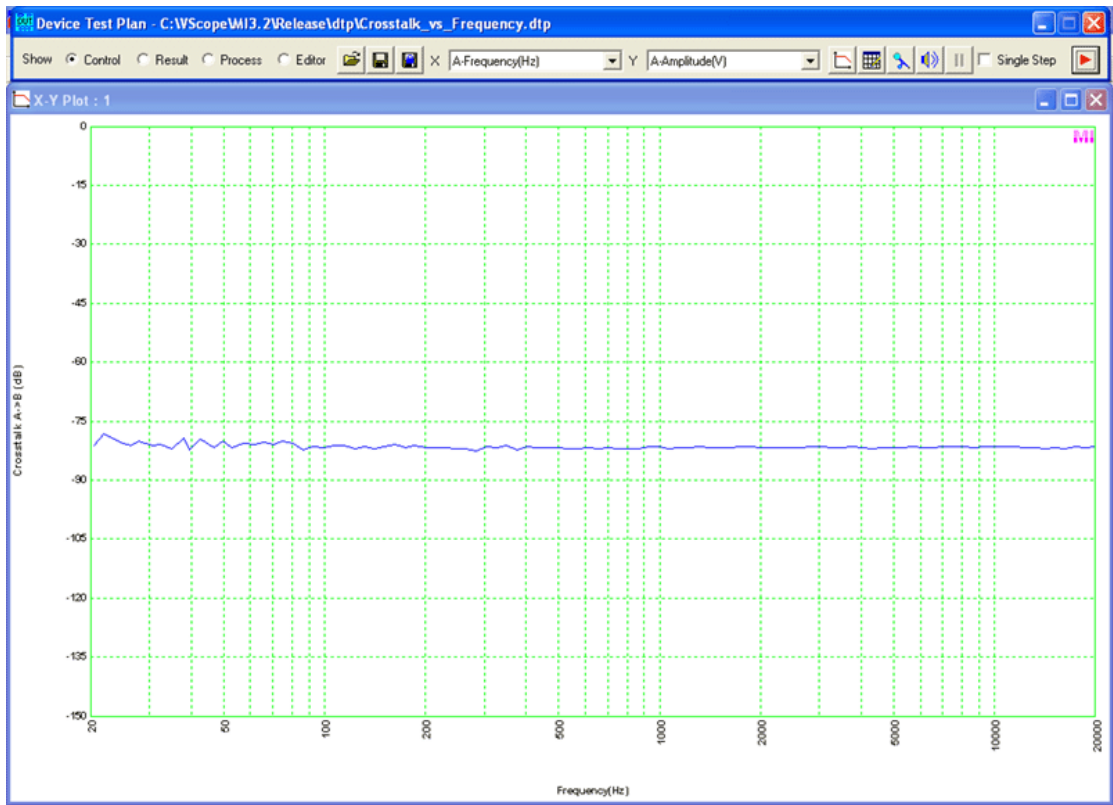
下图采用的是幅度步进的正弦信号（60Hz+7kHz，幅度比：4:1）来测量 SMPTE IMD 随幅度、功率变化曲线。测试信号的幅度从 0.1V 到 1V 按线性规律逐步增加。下图上方是 SMPTE IMD 随电压有效值变化曲线；下方是 SMPTE IMD 随功率变化曲线。注意：功率值由导出参数（DDP）PWR_A(W) 得到，它等于 $[\text{电压有效值}]^2 / [\text{负载因子}]$ 。而负载因子可通过[设置]>[校准]>“功率计算中的负载因子”来设置。为提高测量的准确度，建议在进行幅度扫描的过程中，输入电平峰值应不低于一20dBFS。

DTP 文件的范例在：\dtp\SMPTE_IMD_vs_Magnitude_Power.dtp.



8.8.6 串扰随频率变化曲线

下图采用的是频率步进的正弦信号来测量串扰随频率变化曲线。测试信号的频率从 20Hz 到 20kHz 按对数规律逐步增加，而其输出幅度保持不变，并使输入峰值电平处于 -1dBFS 左右。为避免频率泄漏问题，测试频率通过选择前述的“无频谱泄漏”选项来微调。



DTP 文件的范例在： \dtp\Crosstalk_vs_Frequency.dtp.

8.8.7 自动音频参数测试

此设备检测计划通过一连串的步骤来自动测量 THD、THD+N、THD+N (A—加权)、SNR、SNR (A—加权)、SMPTE IMD、DIN IMD、CCIF2 IMD、CCIF3 IMD、串扰和—3dB 带宽。测试结果将显示在设备检测计划执行报告中。下表是该计划用来评估测试结果所用的准则。您可采用此计划，通过回环测试，来评估声卡本身的音频性能。若检测设备本身的音频参数优于被测设备一个数量级，则您也可采用此计划来自动检测被测设备的音频参数。

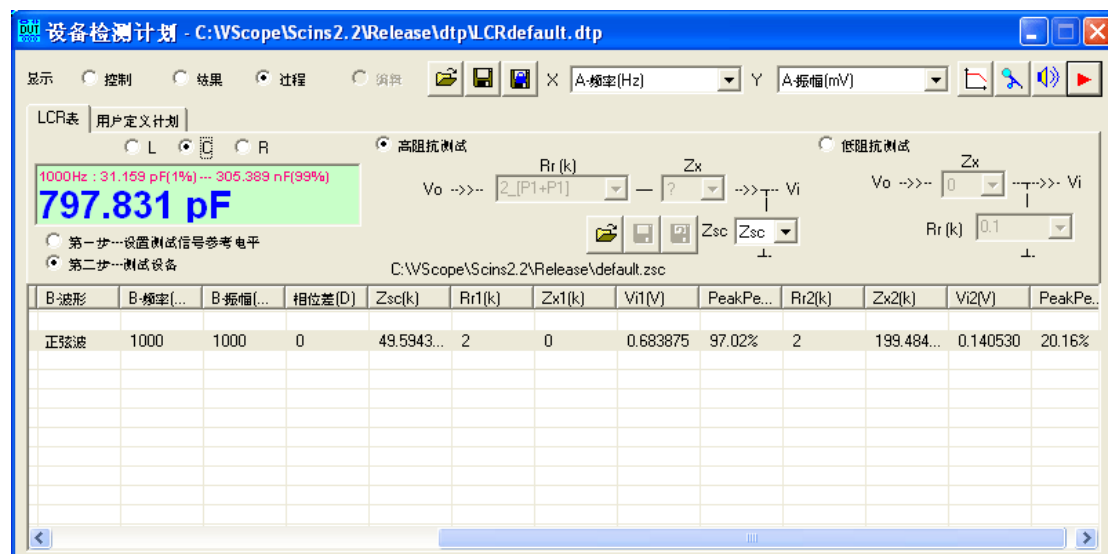
	Excellent (优秀)	Very Good (很好)	Good (好)	Average (一般)	Poor (差)	Very Poor (很差)
THD	$\leq 0.003\%$	$\leq 0.03\%$	$\leq 0.3\%$	$\leq 3\%$	$\leq 10\%$	$> 10\%$
THD+N	$\leq 0.005\%$	$\leq 0.05\%$	$\leq 0.5\%$	$\leq 5\%$	$\leq 20\%$	$> 20\%$
THD+N (A-Weighted)	$\leq 0.004\%$	$\leq 0.04\%$	$\leq 0.4\%$	$\leq 4\%$	$\leq 15\%$	$> 15\%$
SNR	≥ 110 dB	≥ 90 dB	≤ 70 dB	≥ 50 dB	≥ 30 dB	< 30 dB
SNR (A-Weighted)	≥ 115 dB	≥ 95 dB	≤ 75 dB	≥ 55 dB	≥ 35 dB	< 35 dB

SMPTE IMD	<=0.003%	<=0.03%	<=0.3%	<=3%	<=10%	>10%
DIN IMD	<=0.003%	<=0.03%	<=0.3%	<=3%	<=10%	>10%
CCIF2 IMD	<=0.003%	<=0.03%	<=0.3%	<=3%	<=10%	>10%
CCIF3 IMD	<=0.003%	<=0.03%	<=0.3%	<=3%	<=10%	>10%
串扰	<=-110 dB	<=-90 dB	<=-70 dB	<= -50 dB	<=-30 dB	>-30 dB

DTP 文件的范例在： \dtp\AudioParameter_SR44100_A.dtp
 \dtp\AudioParameter_SR44100_AB.dtp
 \dtp\AudioParameter_SR48000_A.dtp
 \dtp\AudioParameter_SR48000_AB.dtp

9 LCR表

9.1 概述



LCR 表是一种专用的设备检测计划。它用来测量电感、电容和电阻的数值或由它们组成的网络的阻抗。支持两种外接线方式：

- 高阻抗测量所采用的串行连接
- 低阻抗测量所采用的并行连接

以上两种连接方式都需要外接一个参考电阻 R_r ，在前一种方式中，外接电阻 R_r 与声卡的输入阻抗 Z_{sc} 是串连的；而后一种方式中，外接电阻 R_r 与声卡的输入阻抗 Z_{sc} 是并连的。

LCR 表的屏幕布置与设备检测计划几乎是一样的，其不同之处将在下面介绍。

9.2 步骤编辑器

在默认情况下，LCR 表将调入预先配置好的上锁的专用的检测计划，因此步骤编辑器将被禁止。但您可以将一个上锁的计划保存为普通的计划，然后将其重新调入，进行编辑。在这种情况下，步骤编辑器将被使能。

9.3 过程查看器

作为一个专用的检测计划，LCR 表的过程查看器从第 13 列开始，就有其特别的

专有的内容。它们是：

列标题	说明
Zsc (k)	声卡输入阻抗(k Ω)
Rr1 (k)	在第一步中参考电阻的阻值(k Ω)
Zx1 (k)	总为零，因为在第一步中不需要连接待测阻抗 Z _x
Vi1 (V)	在第一步中通道 A 测得的有效电压
PeakPercent1	在第一步中通道 A 测得的峰值电平百分比
Rr2 (k)	在第二步中参考电阻的阻值(k Ω)
Zx2 (k)	在第二步中测得的待测阻抗的阻值(k Ω)
Vi2 (V)	在第二步中通道 A 测得的有效电压
PeakPercent2	在第二步中通道 A 测得的峰值电平百分比

随着计划运行的进程，以上各列将被填入相应的数值。但是，若遇到出错或意外的情况，以下标记将被填入相应的栏目：

“NA”——不存在或不适用

“BAD”——当通道 A 的输入电平峰值超过 99.9%或信号的 THD 值超过 3%时，测试信号的质量将被认为不合格，而您应当调节输出音量、参考电阻、或输入增益等来使其合格。

若某参数的数值为未知，则该栏将填入“?”。

在后面的章节将会进一步说明以上各列的含义。

9.4 结果/选项区域

最左边的只读编辑框（结果窗）用来显示测试结果。在第一步（设置测试信号参考电平）中，它将显示每个测试信号频率处的峰值电平百分比。在第二步（测试设备）中，它将显示所测得的器件的阻抗。您可以通过选择“L”、“C”、“R”选项来选择将阻抗显示为电感值、电容值、或电阻值。每个档位的量程也将显示在窗口内，改变参考电阻的阻值可改变量程。

在本区域右边，您可以选择“高阻抗测试”或“低阻抗测试”，相应的模拟连线图将被使能，这两种方法的详细情况将在后面介绍。

9.5 控制条

与前一章的设备检测计划相同。文件打开、文件保存、文件保存与上锁按钮仍然处于使能状态，以允许高级用户修改默认的 LCR 检测计划。但是，请注意，若您调入了非 LCR 表的计划，则 LCR 表可能不能正常工作。

9.6 高阻抗测试

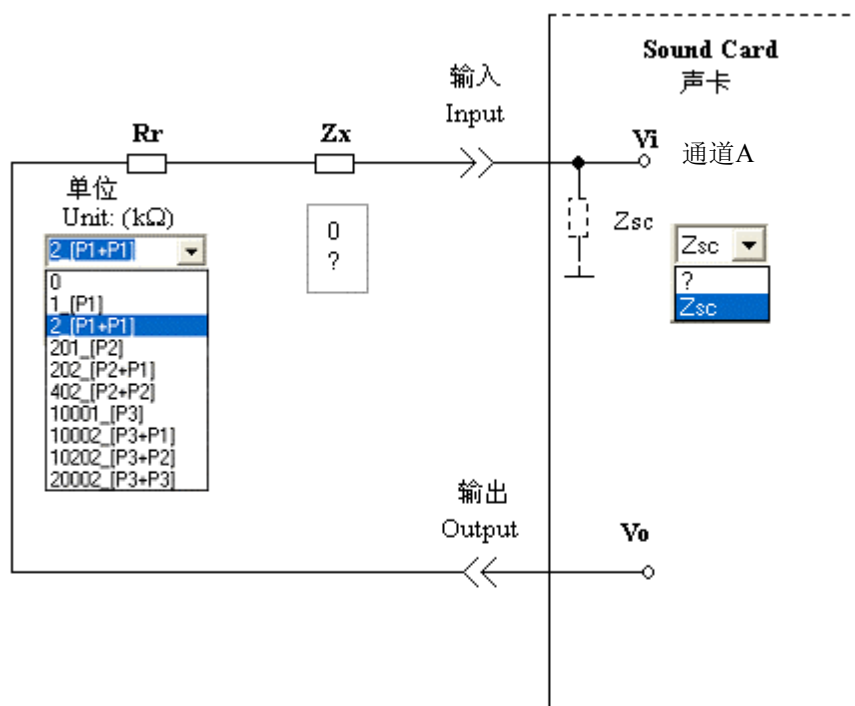
高阻抗测试采用声卡输入阻抗作为参考阻抗之一，因而这类测试的前提是声卡的输入阻抗为已知。声卡的输入阻抗随声卡的不同而不同，需要首先校准。校准后，LCR 表将根据所采用的外接参考电阻和测试信号频率显示出当前的量程范围。本软件采用测试信号参考电平的 1%和 99%来决定量程范围，在此范围内，测量精度将得到保证。这同采用普通指针式万用表来测量电阻的情形是一样的，在指针摆幅的中部，测量精度最高。

用 LCR 表测试一个器件的步骤同用指针式万用表测试一个电阻的步骤相似，如下表所示。

步骤	说明	在本 LCR 表上的操作	在指针式万用表上的操作
0	选择一个适当的量程档位	连接一个适当的参考电阻 Rr 并将其阻值填入屏幕上的 Rr 栏中, 然后运行检测计划。	通过档位开关来切换万用表内部的参考电阻
1	设置测试信号参考电平使其处于最大允许的数值处，以确保足够的测量精度。	将两个表笔尖短路，然后通过 Windows 音量控制 调节输出电平或通过 Windows 录音控制来调节输入增益，以使所显示的峰值电平大于 85%。	将两个表笔尖短路，然后调节调零电位器来使指针指向零欧姆。
2	连接被测器件进行测量。若您不需要改变量程，则可以重复此步来测试其它的器件。	将被测器件连接到两个表笔尖之间，然后在屏幕上选择第二步。	将被测器件连接到两个表笔尖之间。

9.6.1 高阻抗测试的连接

下图为高阻抗测试的连线图。



其中：

R_r 为参考电阻

Z_x 为待测阻抗

Z_{sc} 为声卡的输入阻抗

V_o 为输出电压的有效值

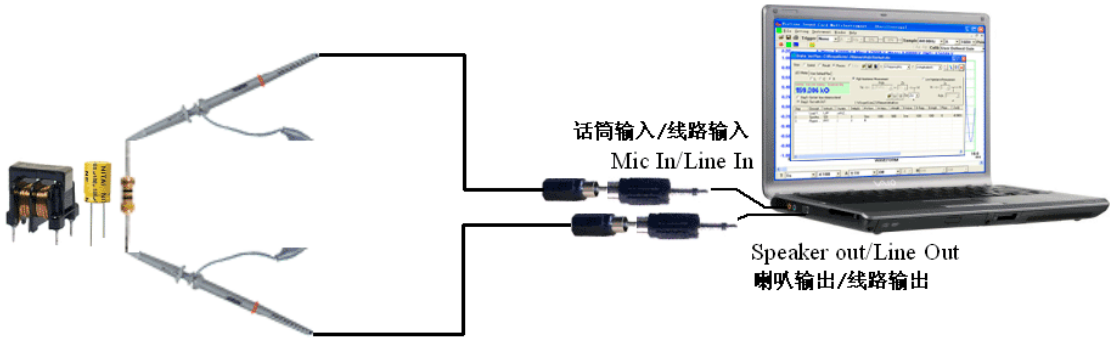
V_i 为输入电压的有效值

R_r 、 Z_x 和 Z_{sc} 构成了一个分压器，因此有： $V_i/V_o = Z_{sc}/(R_r + Z_x + Z_{sc})$ 。当 Z_x 与 Z_{sc} 数值相当或大于 Z_{sc} 时候，应采用此连接。应当强调的是：声卡的输出阻抗（对于喇叭输出或耳机输出来说，通常在几欧姆到几十欧姆之间）在上式中被忽略不计了。只要声卡的输出阻抗与 $R_r + Z_x + Z_{sc}$ 的数值相比可忽略不计（这在几乎所有的情形下成立），则这种简化对测量精度所造成的影响可忽略不计。当然，您也可以将声卡的输出阻抗考虑进来，方法是在输入 R_r 数值的时候将声卡的输出阻抗（若知道的话）加入其中。

Z_{sc} 通常在 $600\Omega \sim 50k\Omega$ 之间，随声卡或所用通道（话筒、线路输入）的不同而不同，必须在进行真正的 LCR 测量之前进行校准，校准后的数据可保存于硬盘中，这样一来，只要您不更换声卡，就不需要重新校准它。 Z_{sc} 选框有两个选项，“？”和“ Z_{sc} ”。当您要进行 Z_{sc} 校准时应选“？”；当您要进行正常的 LCR 测量时应选“ Z_{sc} ”。若软件在当前目录中找不到声卡输入阻抗的校准数据，则只能选择“？”，以强制您必须先进行 Z_{sc} 校准。

R_r 为外接参考电阻。您需要自己选择并连接此电阻。一个比较方便的方法是采用两个由本公司生产的专用声卡示波器探头（P601），一个连接到声卡的输入通

道 A，另一个连接到声卡的输出通道 A，然后您就可以将待测电感/电容/电阻连接到两个探头尖端。探头内部阻抗将充当参考电阻。注意：本公司生产的专用声卡示波器探头（P601）在三个档位的输入阻抗分别为：1k、201k、10.001M。在 Rr 的选框中，您应当输入或选择您所采用的实际数值（k Ω ）。不同的测试步骤和不同的量程所需要的参考电阻不同。



参考电阻的选框中提供了一些预设的阻值，它们大多数是针对采用两个声卡示波器探头 P601 来既作为表笔也作为参考电阻的情形设置的。

选项	电阻 (k Ω)	说明
0	0	采用两个零电阻测试导线
1_[P1]	1	采用一个声卡示波器探头 P601 和一个零电阻测试导线。探头置于 1 档。
2_[P1+P1]	2	采用两个声卡示波器探头 P601，皆置于 1 档。
201_[P2]:	201	采用一个声卡示波器探头 P601 和一个零电阻测试导线。探头置于 2 档。
202_[P2+P1]	202	采用两个声卡示波器探头 P601，一个置于 2 档，另一个置于 1 档。
402_[P2+P2]:	402	采用两个声卡示波器探头 P601，皆置于 2 档。
10001_[P3]	10001	采用一个声卡示波器探头 P601 和一个零电阻测试导线。探头置于 3 档。
10002_[P3+P1]	10002	采用两个声卡示波器探头 P601，一个置于 3 档，另一个置于 1 档。
10202_[P3+P2]	10202	采用两个声卡示波器探头 P601，一个置于 3 档，另一个置于 2 档。
20002_[P3+P3]	20002	采用两个声卡示波器探头 P601，皆置于 3 档。

若您采用的不是以上的数值，则您也可以手动输入您所采用的阻值。对于高级用户，若您有一组配好的电阻，则您可以修改软件包根目录下的一个名叫“ResistorRef1.txt”的文本文件，以将您自己的一组电阻阻值放入 Rr 选框中以供选择。在以下章节中，为了便于对测量步骤的描述，我们将假定采用两个声卡示波器探头 P601 来进行测量。但请记住，您是可以采用您自己的参考电阻和测试导线的。

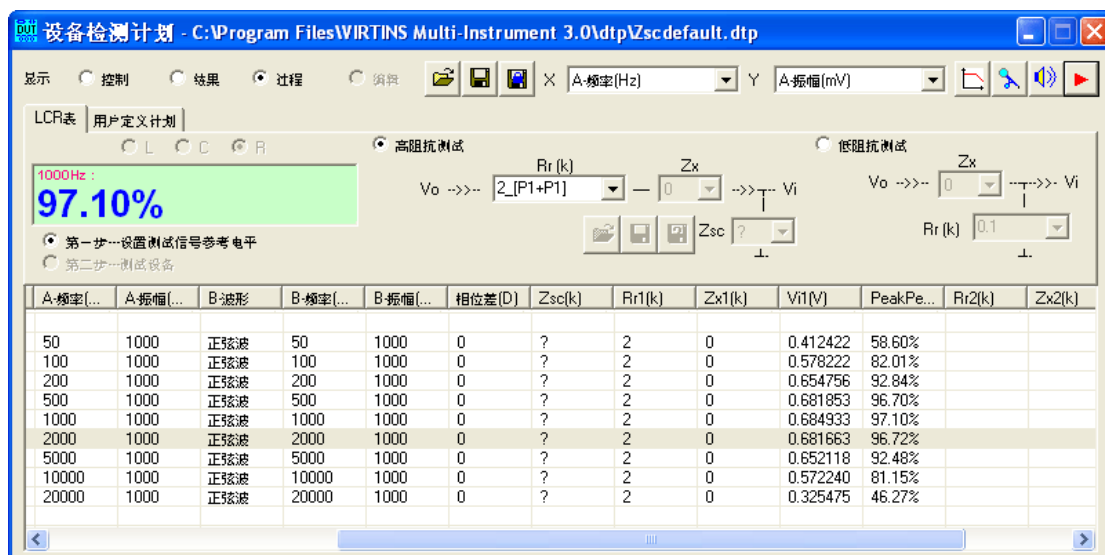
Zx 是待测阻抗。当 Zsc 选框中选择了“?”时，Zx 选框将始终显示“0”，这是因为在 Zsc 的校准过程中，是不应该连接 Zx 的。当 Zsc 选框中选择了“Zsc”时，Zx 选框将在测量的第一步显示“0”，在测量的第二步显示“?”。换句话说，只有在进行 LCR 实际测量的最后一步才需要连接 Zx。

9.6.2 声卡输入阻抗的校准

本软件并不假定 Z_{sc} 对于不同的频率是一个常数。因此应在多个频点对 Z_{sc} 进行校准，这些频点应覆盖整个测试信号频率的选择范围。在 LCR 测量中，实际采用的测试信号频率处的 Z_{sc} 值将由所校准的数据通过插值计算而得。为了避免由插值带来的误差，建议在校准和测量时采用相同的频率。

校准 Z_{sc} 的步骤与进行一次 LCR 测量相似，分为两步。

9.6.2.1 第一步---设置测试信号参考电平



首先在 Zsc 选框中选择“?”（若这是首次进行的校准，则软件将自动选择该项），软件将自动调入一个默认的称为“Zscdefault.dtp”的上锁的检测计划（参见上图）。在默认的出厂设置中，此计划将测量在 50Hz、100Hz、200Hz、500Hz、1000Hz、2000Hz、5000Hz、10000Hz、20000Hz 处的 Zsc 值。

然后您应当选择“第一步——设置测试信号参考电平”，这一步的目的是设置测试信号的参考电平，它与采用指针式万用表来测量电阻时的调零步骤类似。参考电平应设得尽量高，以确保足够的测量精度，但不能过高而产生削顶失真。

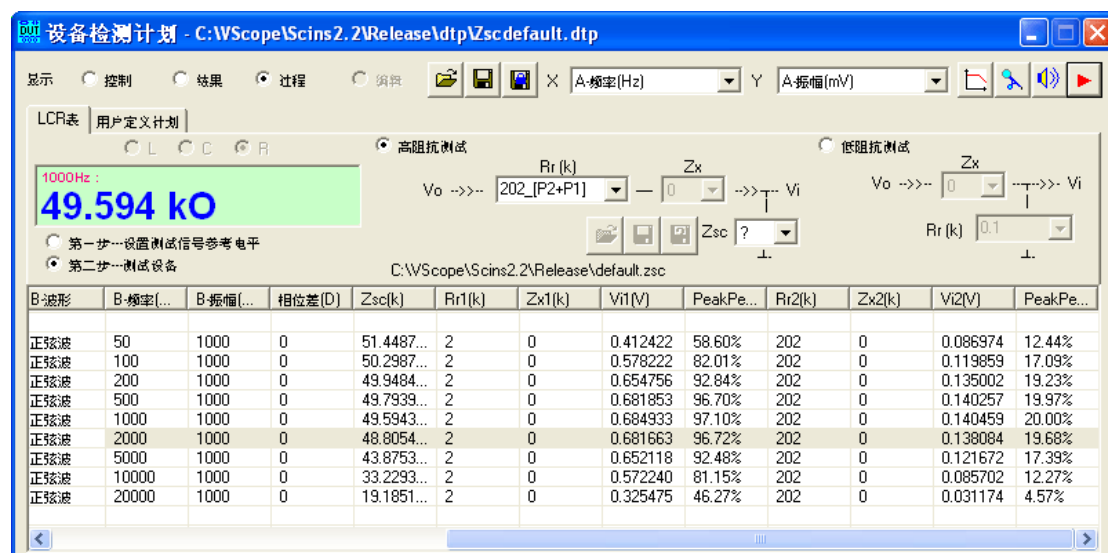
在启动计划之前，应确保连线正确且 R_r 选框中的数值与实际采用值一致。注意：与第二步相比，这一步应采用阻值相对较低的 R_r 值，在例子中，为了方便，我们采用了 2 [P1+P1] (=2 kΩ)。

Z_x 被旁路，其值为零。

计划启动后，它将按步骤输出各个测试频率信号，并将采集到的输入电平峰值百分比显示在“PeakPercent1”列和“结果”窗中。在执行完最后一步后，软件又将回到前面，重复输出第一个测试频率，以此往复，直到计划被手动停止为止。在以上过程中，您应当通过 Windows 的音量控制来调节输出电平或通过 Windows 录音控制来调节输入增益，以使在所有的测试频率下，输入电平峰值接近 100% 且没有削顶失真发生。若输入电平峰值过低，您可能不得不改换 R_r 的数值。

在调节好测试信号参考电平后，按动计划启/停按钮，停止计划的执行。

9.6.2.2 第二步——测试设备



保持前一步所设定的测试信号参考电平不动，选择“第二步——测试设备”，实际上，这里的被测设备为 Z_{sc} 。在这一步您必须采用与第一步不一样的 R_r ，在例子中我们将它改为：202_[P2+P1] (=202 k Ω)。

计划启动后，它将按步骤输出各个测试频率信号，并将计算出的 Z_{sc} 值显示在“ Z_{sc} ”列和“结果”窗中。在执行完最后一步后，软件又将回到前面，重复输出第一个测试频率，以此往复，直到计划被手动停止为止。在以上过程中，您必须保持在第一步中设置的输出电平和输入增益不变。

最后在计划停止后，您应当按动“ Z_{sc} ”旁的文件保存按钮来保存当前的校准结果，这些结果将作为软件默认的校准数据。

9.6.2.3 保存、保存为、打开Zsc校准文件

“Zsc” 旁的文件打开按钮  用来加载一个声卡输入阻抗文件 (*.zsc)。

“Zsc” 旁的文件保存按钮  用来保存当前的校准数据到默认的声卡输入阻抗文件 default.zsc 中。在默认情况下，LCR 表采用此文件作为声卡的输入阻抗文件。必要时，您也可以调入一个非默认的声卡输入阻抗文件来供 LCR 表使用。

“Zsc” 旁的文件另存按钮  用来保存当前的校准数据到一个指定的声卡输入阻抗文件中。

LCR 表当前所采用的声卡输入阻抗文件名（若有的话）将显示在以上三个按钮的下面。

9.6.3 LCR测试

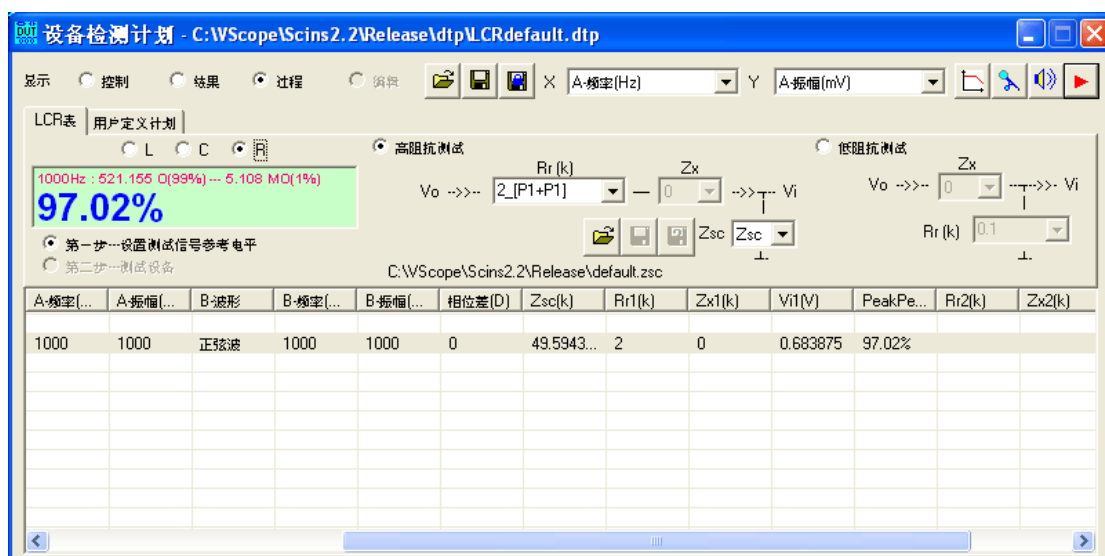
如前所述，进行 LCR 测量的步骤与采用指针式万用表测量电阻的步骤相似。在测量第一个器件时，您需要执行两步，在后续测量中，若不需要改变量程，则第一步可省略。

9.6.3.1 第一步——设置测试信号参考电平

首先在 Zsc 选框中选择“Zsc”，软件将自动调入一个默认的称为“LCRdefault.dtp”的上锁的检测计划（参见下图）。在默认的出厂设置中，此计划将测量在 1000Hz 处的 Z_x 值。

然后通过连接一个适当的参考电阻 R_r 并将其阻值键入屏幕上的 R_r 选框中，来选择一个适当的量程。接着，将两表笔的尖端短接，以将 Z_x 旁路。再在屏幕上选择“第一步——设置测试信号参考电平”，并启动计划。通过 Windows 的音量控制来调节输出电平或通过 Windows 录音控制来调节输入增益，以使输入电平峰值接近 100%（建议至少 85%以上）且没有削顶失真发生。当测试信号的参考电平设好后，按动启停按钮，停止计划的执行。

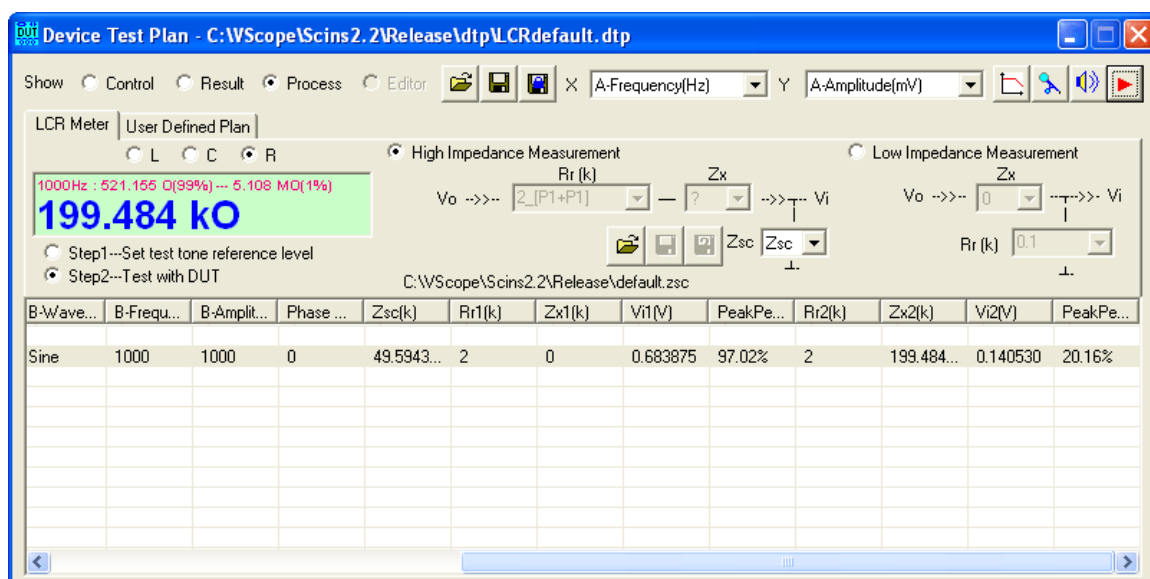
在下例中，我们采用了 $2_{[P1+P1]} (=2k\Omega)$ 来作为 R_r 的阻值，而将测试信号频率 1000Hz 处的参考电平设置为 97.02%。



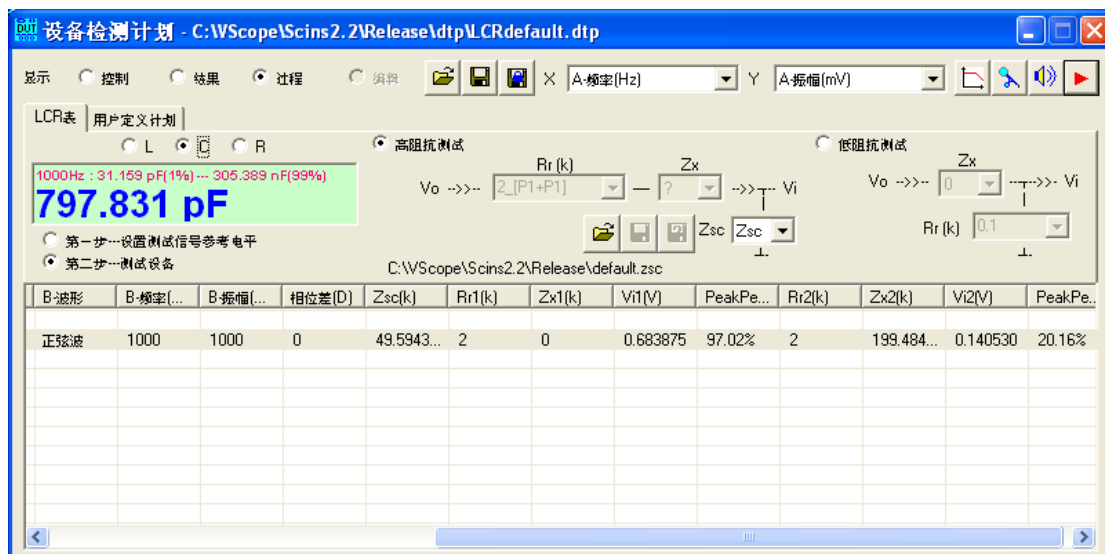
9.6.3.2 第二步——测试设备

保持前一步所设定的测试信号参考电平不动，在两个测试表笔的尖端之间连接上待测器件 Z_x ，在屏幕上选择“第二步——测试设备”，然后启动计划。所测得的阻抗值将显示在“结果”窗和 Z_{x2} 列中。

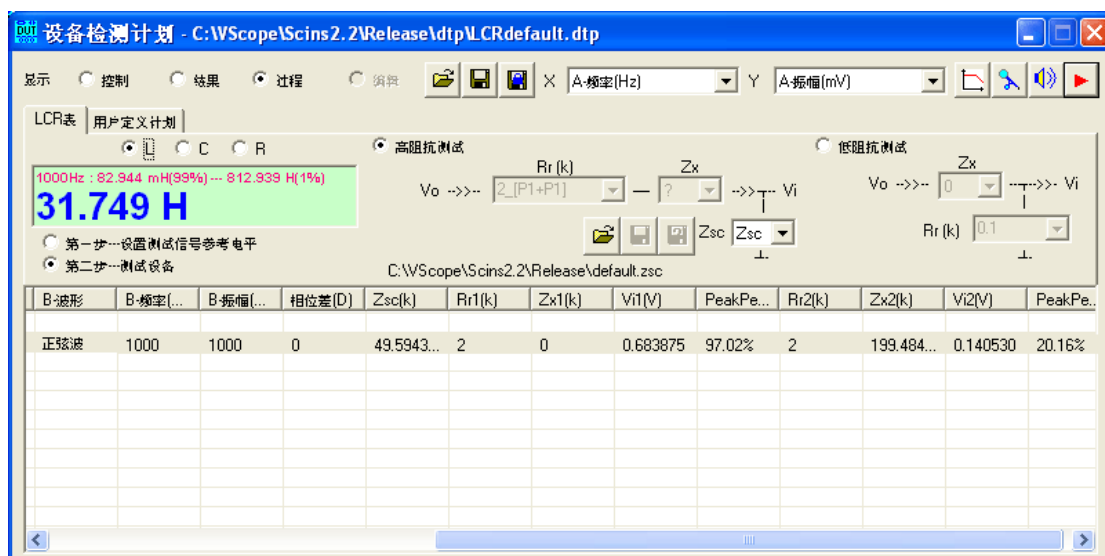
在下例中，我们采用了误差为 1% 的 $200\text{k}\Omega$ 的电阻作为待测电阻 Z_x ，而由本 LCR 表测得的阻值为 $199.484\text{k}\Omega$ ，可见非常准确。注意：此例采用的声卡的输入阻抗为 $50\text{k}\Omega$ 左右，输出阻抗为 100Ω 左右，在测量中忽略了输出阻抗而且未做任何补偿。



若 Z_x 为电容且在 1000Hz 处具有同样的阻抗，则其电容值为： 797.831 pF 。



若 Z_x 为电感且在 1000Hz 处具有同样的阻抗，则其电感值为：31.749 H。



9.7 低阻抗测试

低阻抗测试用来测量具有较小阻抗值的器件。参考电阻将与声卡的输入阻抗并行连接。在大多数情况下，参考电阻的阻值远小于声卡的输入阻抗，因此声卡的输入阻抗可以忽略，所以低阻抗测试并不一定要求校准声卡的输入阻抗。但是，若默认的声卡输入阻抗文件存在，或者您调入了一个声卡输入阻抗文件，则声卡的输入阻抗将被自动考虑进测量中，以获得更高的精度。

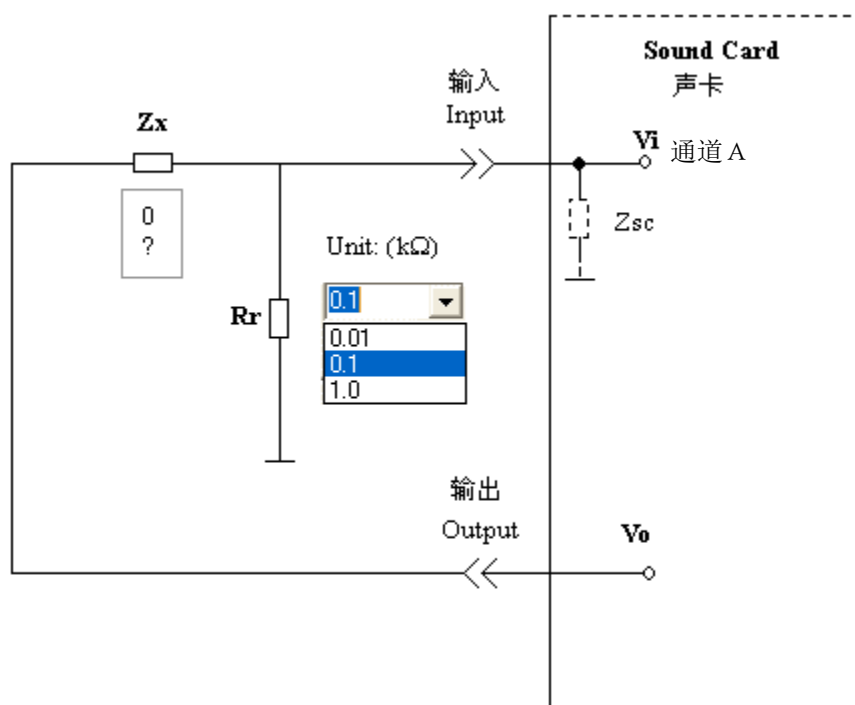
LCR 表将根据所用的参考电阻和测试信号频率来显示当前的量程范围，本软件采用测试信号参考电平的 1%和 99%来决定量程范围，在此范围内，测量精度将得到

保证。这同采用普通指针式万用表来测量电阻的情形是一样的，在指针摆幅的中部，测量精度最高。

如前所述，用 LCR 表测试一个器件的步骤同用指针式万用表测试一个电阻的步骤相似。

9.7.1 低阻抗测试的连接

下图为低阻抗测试的连线图。



其中：

R_r 为参考电阻

Z_x 为待测阻抗

Z_{sc} 为声卡的输入阻抗

V_o 为输出电压的有效值

V_i 为输入电压的有效值

$(R_r | Z_{sc})$ 和 Z_x 构成了一个分压器，因此有： $V_i/V_o = (R_r | Z_{sc}) / ((R_r | Z_{sc}) + Z_x)$ ，其中 $(R_r | Z_{sc})$ 为 R_r 和 Z_{sc} 的并联电阻。应当强调的是：声卡的输出阻抗（对于喇叭输出或耳机输出来说，通常在几欧姆到几十欧姆之间）在上式中被忽略不计了。只要声卡的输出阻抗与 $Z_x + (R_r | Z_{sc})$ 的数值相比可忽略不计（这在很多情形下成立），则这种简化对测量精度所造成的影响可忽略不计。

R_r 为外接参考电阻。您需要自己选择并连接此电阻，并在 R_r 选框中，键入该电阻的阻值 ($k\Omega$)。不同的量程范围需要不同的参考电阻阻值。预置的选项包括：0.01k、0.1k、1.0k。

若您采用的不是以上的数值，则您也可以手动输入您所采用的阻值。对于高级用户，若您有一组配好电阻，则您可以修改软件包根目录下的一个名叫“ResistorRef2.txt”的文本文件，以将您自己的一组电阻阻值放入 R_r 选框中以供选择。

Z_x 是待测阻抗。 Z_x 选框将在测量的第一步显示“0”，在测量的第二步显示“?”。换句话说，只有在进行 LCR 实际测量的最后一步才需要连接 Z_x 。

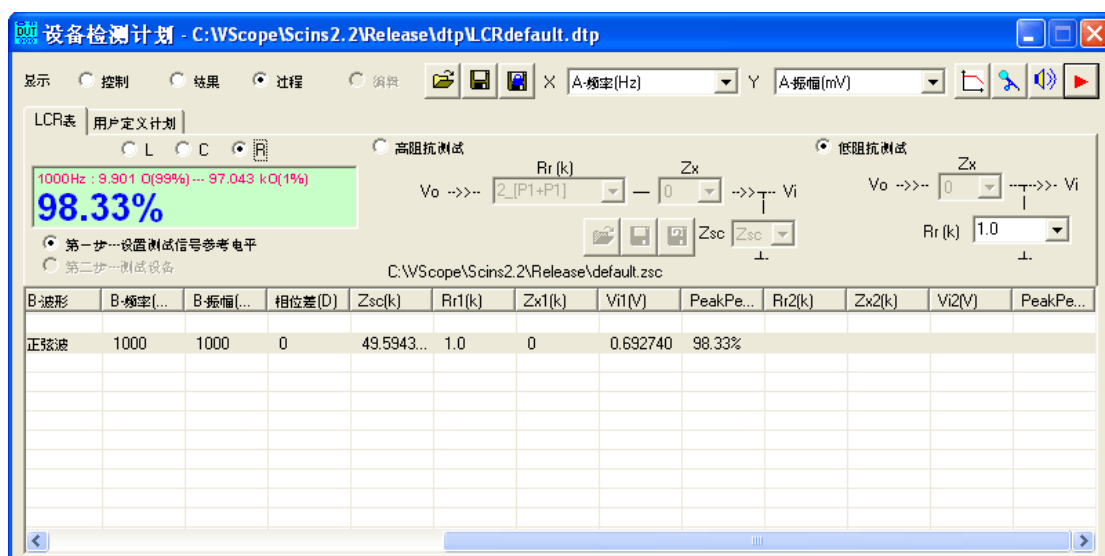
9.7.2 LCR测试

如前所述，进行 LCR 测量的步骤与采用指针式万用表测量电阻的步骤相似。在测量第一个器件时，您需要执行两步，在后续测量中，若不需要改变量程，则第一步可省略。

9.7.2.1 第一步——设置测试信号参考电平

通过连接一个适当的参考电阻 R_r 并将其阻值键入屏幕上的 R_r 选框中，来选择一个适当的量程。接着，将两表笔的尖端短接，以将 Z_x 旁路。再在屏幕上选择“第一步——设置测试信号参考电平”，并启动计划。通过 Windows 的音量控制来调节输出电平或通过 Windows 录音控制来调节输入增益，以使输入电平峰值接近 100%（建议至少 85%以上）且没有削顶失真发生。当测试信号的参考电平设好后，按动启停按钮，停止计划的执行。

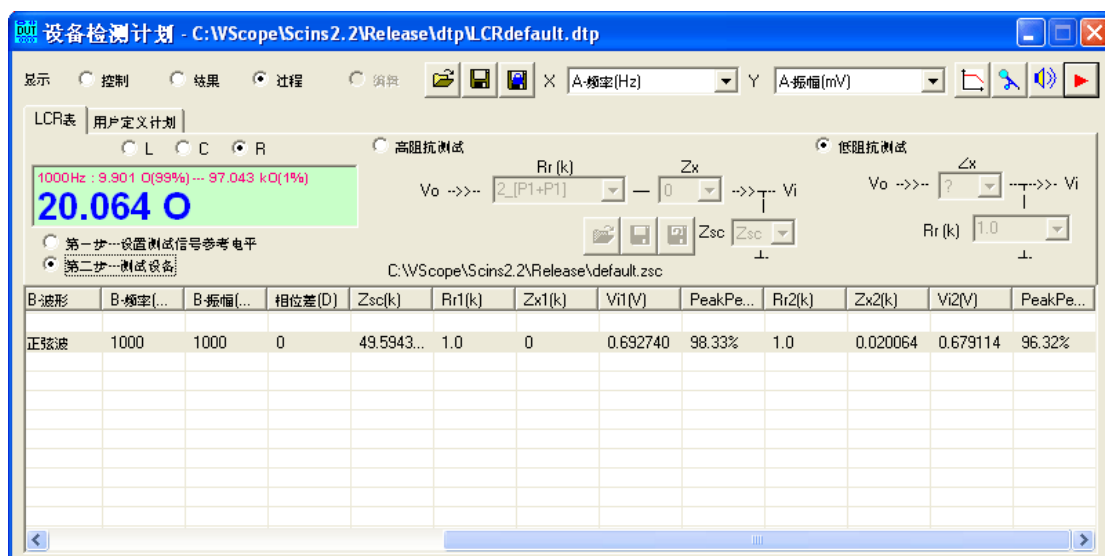
在下例中，我们采用了 $1k\Omega$ 的电阻来作为 R_r ，而将测试信号频率 1000Hz 处的参考电平设置为 98.33%。



9.7.2.2 第二步——测试设备

保持前一步所设定的测试信号参考电平不动，在两个测试表笔的尖端之间连接上待测器件 Z_x ，在屏幕上选择“第二步——测试设备”，然后启动计划。所测得的阻抗值将显示在“结果”窗和 Z_{x2} 列中。

在下例中，我们采用了误差为 1% 的 20Ω 的电阻作为待测电阻 Z_x ，而由本 LCR 表测得的阻值为 20.064Ω ，可见非常准确。注意：此例采用的声卡的输入阻抗为 $50\text{ k}\Omega$ 左右，输出阻抗为 100Ω 左右，在测量中忽略了输出阻抗而且未做任何补偿。



9.8 测量的准确性

为了保证 LCR 表测量的准确性和精度，请注意以下几点：

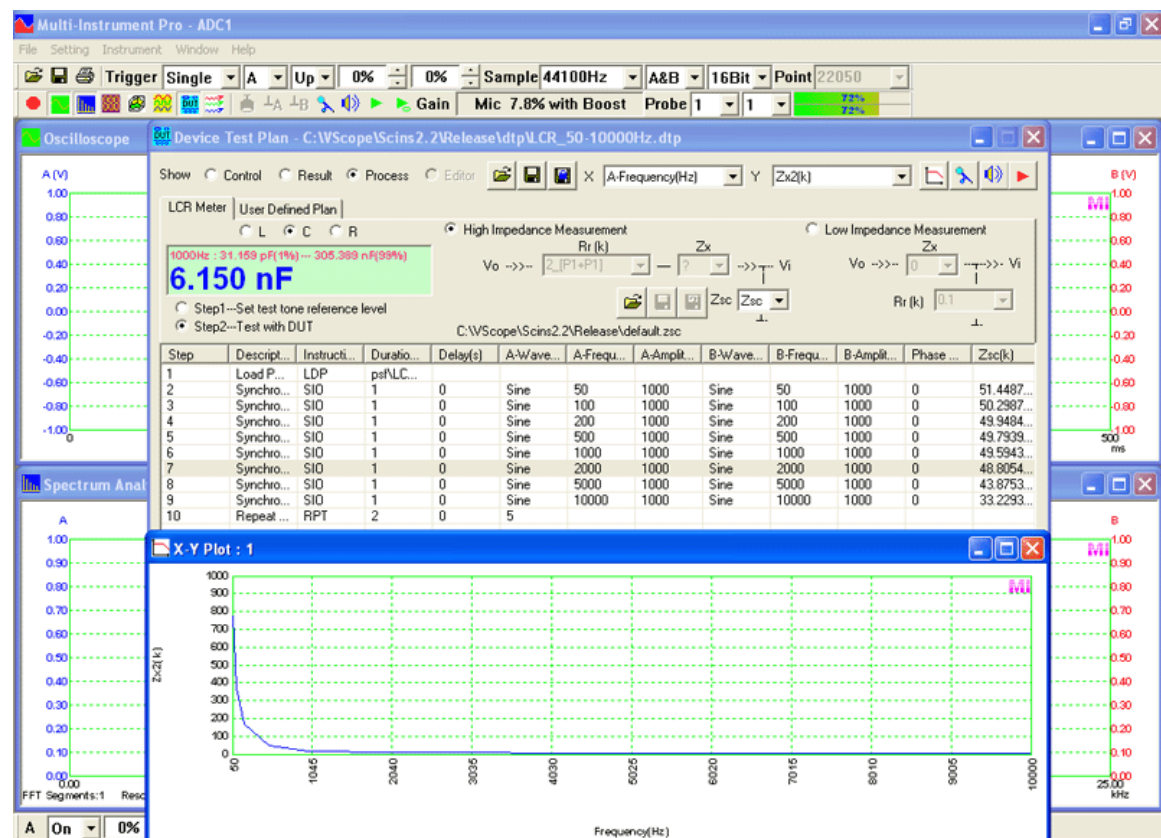
- 应采用高精度参考电阻。
- 应采用低输出阻抗的声卡
- 设置适当的量程范围。可通过改变参考电阻的阻值或测试信号的频率来改变量程范围。若在第一步中，测试信号的参考电平接近 100%，且在第二步中，输入电平峰值为第一步的 50%左右时，测量的准确度最高。这类似于用指针式万用表测试一个电阻时指针处于万用表中部时的测量精度最高。

另一方面，声卡的频率响应的好坏并不影响 LCR 测量的准确度，也不需要声卡的输入输出通道进行幅度校准。

9.9 采用多个测试频率进行测量

若您自行配置了一个多步骤多频点的 LCR 检测计划，则在“结果”窗中将显示平均的电阻值、电容值或电感值。在本软件包的 DTP 目录下，提供了一些与默认计划不同的 LCR 检测计划（前缀为“LCR”），它们配置有不同的测试频率，您可以利用这些计划来改变量程范围而不需要改动参考电阻。

下图中采用了多个测试频率来检测一个电容，其中的 X-Y 图显示了该电容的阻抗随频率的变化情况。



10 DDP查看器

10.1 概述



它采用一个专门的窗口来显示一个导出参数（DDP）的数值。字体大小可自由缩放。允许指定该导出参数的高高限、高限、低、低低限以用于报警显示。最多可打开 16 个 DDP 查看器。DDP 查看器还可以用来定义并显示用户自定义的参数（UDDP）。

仪器工具条上的按钮 可用来打开新的 DDP 查看器窗口。您可以点击 DDP 查看器窗口右上角的“关闭”按钮来关闭它。

10.2 配置

10.2.1 DDP和UDDP的共有参数设置

每当仪器工具条上的“DDP 查看器”按钮被按动后，就会弹出一个新的 DDP 查看器窗口。在该窗口之上还会弹出一个配置对话框，提示您应首先进行配置。可配置参数包括：待显示的 DDP、DDP 的别名（将显示在 DDP 查看器窗口的标题栏）、报警用的高高限、高限、低限、低低限及其相应的背景颜色。相应的报警选项必须被使能后才生效。本软件将根据 DDP 的源头数据的精度来设定默认的显示精度，您可以随后修改它。

10.2.2 定义UDDP

UDDP 通常是某些 DDP 的函数，它在所有的 DDP 都更新后更新。每个 DDP 查看器可用来定义并显示一个 UDDP。例如，DDP 查看器 1 和 16 可用来分别定义并显示 UDDP1 和 UDDP16。所有的 UDDP 是按照预定顺序更新的，UDDP1 最先更新而 UDDP16 最后更新。先更新的 UDDP 可作为一个变量用于后更新的 UDDP 的定义公式中。



UDDP 可表示为 DDP 和先更新的 UDDP 的函数。数学表达式中可包括常数、DDP、UDDP、数学运算符以及数学函数。表达式中的空格和换行字符将被忽略。

常数必须按 $-x$ 、 $-x.x$ 、 x 或 $x.x$ 的格式书写，例如：-25、-49.55、38、71.45，不接受指数格式表达的常数。例如：2E10。

DDP 和 UDDP 的引用必须采用它们的名称并用中括号 “[]” 括起来，例如：
[Max_A(EU)]、[RMS_B(EU)]、[UDDP1_(UU)]。

所支持的数学运算符包括： $+$ 、 $-$ 、 $*$ 、 $/$ 、 $^$ ，其中 $*$ 代表 $\times$ ，而 $^$ 代表乘方。支持通过小括号 “()” 来改变运算顺序，且小括号可任意嵌套使用。

所支持的数学函数见下表。函数的变量可以是常数、DDP、UDDP 或函数。函数可以递归使用。

序号	函数	描述
1	SIN(x)	x 的 sin 值，其中 x 用弧度表示
2	COS(x)	x 的 cos 值，其中 x 用弧度表示
3	TAN(x)	x 的 tan 值，其中 x 用弧度表示
4	SUM($x_1, x_2, \dots x_n$)	$x_1, x_2, \dots x_n$ 之和
5	LOG(x)	x 的自然对数
6	LOG10(x)	x 的以 10 为底的对数
7	ABS(x)	x 的绝对值
8	MAX($x_1, x_2, \dots x_n$)	$x_1, x_2, \dots x_n$ 之最大值

9	$\text{MIN}(x_1, x_2, \dots, x_n)$	$x_1, x_2, \dots, x_n$ 之最小值
10	$\text{POW}(x, y)$	x 的 y 次方
11	$\text{SQRT}(x)$	x 的开方
12	$\text{IFGT}(x, y, z, w)$	若 $x > y$, 则取值 z , 否则取值 w
13	$\text{IFGE}(x, y, z, w)$	若 $x \geq y$, 则取值 z , 否则取值 w
14	$\text{IFLT}(x, y, z, w)$	若 $x < y$, 则取值 z , 否则取值 w
15	$\text{IFLE}(x, y, z, w)$	若 $x \leq y$, 则取值 z , 否则取值 w
16	$\text{IFEQ}(x, y, z, w)$	若 $x = y$, 则取值 z , 否则取值 w
17	$\text{IFNE}(x, y, z, w)$	若 $x \neq y$, 则取值 z , 否则取值 w
18	$\text{IFIN}(x, l, h, z, w)$	若 $l \leq x \leq h$, 则取值 z , 否则取值 w

UDDP 的单位可由用户指定。以下是几个 UDDP 定义的例子：

1、计算 8 个用户自定义频带的总的 dBV 值

设置：

[频谱分析仪 Y 轴刻度]：Vrms

[频谱分析仪处理]：用户定义的频带内的能量

UDDP1:

$20 * \text{LOG}_{10}(\text{SQRT}(\text{SUM}([\text{fBand1RMS_A}(\text{EU})]^2, [\text{fBand2RMS_A}(\text{EU})]^2, [\text{fBand3RMS_A}(\text{EU})]^2, [\text{fBand4RMS_A}(\text{EU})]^2, [\text{fBand5RMS_A}(\text{EU})]^2, [\text{fBand6RMS_A}(\text{EU})]^2, [\text{fBand7RMS_A}(\text{EU})]^2, [\text{fBand8RMS_A}(\text{EU})]^2)))$

2、噪音背景下的双音频 (DTMF) 解码器

设置：

[频谱分析仪处理]：峰值，死区=50，峰值数目=6

假定双音频峰值在检测到的 6 个峰值中。

UDDP1:

$\text{IFIN}([\text{f1Freq_A}(\text{Hz})], 692, 702, 1, 0) +$
 $\text{IFIN}([\text{f1Freq_A}(\text{Hz})], 765, 775, 2, 0) +$
 $\text{IFIN}([\text{f1Freq_A}(\text{Hz})], 847, 857, 3, 0) +$
 $\text{IFIN}([\text{f1Freq_A}(\text{Hz})], 936, 946, 4, 0) +$
 $\text{IFIN}([\text{f1Freq_A}(\text{Hz})], 1204, 1214, 10, 0) +$
 $\text{IFIN}([\text{f1Freq_A}(\text{Hz})], 1331, 1341, 20, 0) +$
 $\text{IFIN}([\text{f1Freq_A}(\text{Hz})], 1472, 1482, 30, 0) +$
 $\text{IFIN}([\text{f1Freq_A}(\text{Hz})], 1628, 1638, 40, 0) +$

$\text{IFIN}([\text{f2Freq_A}(\text{Hz})], 692, 702, 1, 0) +$
 $\text{IFIN}([\text{f2Freq_A}(\text{Hz})], 765, 775, 2, 0) +$
 $\text{IFIN}([\text{f2Freq_A}(\text{Hz})], 847, 857, 3, 0) +$
 $\text{IFIN}([\text{f2Freq_A}(\text{Hz})], 936, 946, 4, 0) +$
 $\text{IFIN}([\text{f2Freq_A}(\text{Hz})], 1204, 1214, 10, 0) +$
 $\text{IFIN}([\text{f2Freq_A}(\text{Hz})], 1331, 1341, 20, 0) +$
 $\text{IFIN}([\text{f2Freq_A}(\text{Hz})], 1472, 1482, 30, 0) +$

IFIN([f2Freq_A(Hz)],1628,1638,40,0) +

IFIN([f3Freq_A(Hz)],692,702,1,0) +
IFIN([f3Freq_A(Hz)],765,775,2,0) +
IFIN([f3Freq_A(Hz)],847,857,3,0) +
IFIN([f3Freq_A(Hz)],936,946,4,0) +
IFIN([f3Freq_A(Hz)],1204,1214,10,0) +
IFIN([f3Freq_A(Hz)],1331,1341,20,0) +
IFIN([f3Freq_A(Hz)],1472,1482,30,0) +
IFIN([f3Freq_A(Hz)],1628,1638,40,0) +

IFIN([f4Freq_A(Hz)],692,702,1,0) +
IFIN([f4Freq_A(Hz)],765,775,2,0) +
IFIN([f4Freq_A(Hz)],847,857,3,0) +
IFIN([f4Freq_A(Hz)],936,946,4,0) +
IFIN([f4Freq_A(Hz)],1204,1214,10,0) +
IFIN([f4Freq_A(Hz)],1331,1341,20,0) +
IFIN([f4Freq_A(Hz)],1472,1482,30,0) +
IFIN([f4Freq_A(Hz)],1628,1638,40,0) +

IFIN([f5Freq_A(Hz)],692,702,1,0) +
IFIN([f5Freq_A(Hz)],765,775,2,0) +
IFIN([f5Freq_A(Hz)],847,857,3,0) +
IFIN([f5Freq_A(Hz)],936,946,4,0) +
IFIN([f5Freq_A(Hz)],1204,1214,10,0) +
IFIN([f5Freq_A(Hz)],1331,1341,20,0) +
IFIN([f5Freq_A(Hz)],1472,1482,30,0) +
IFIN([f5Freq_A(Hz)],1628,1638,40,0) +

IFIN([f6Freq_A(Hz)],692,702,1,0) +
IFIN([f6Freq_A(Hz)],765,775,2,0) +
IFIN([f6Freq_A(Hz)],847,857,3,0) +
IFIN([f6Freq_A(Hz)],936,946,4,0) +
IFIN([f6Freq_A(Hz)],1204,1214,10,0) +
IFIN([f6Freq_A(Hz)],1331,1341,20,0) +
IFIN([f6Freq_A(Hz)],1472,1482,30,0) +
IFIN([f6Freq_A(Hz)],1628,1638,40,0)

UDDP2:

IFEQ([UDDP1(UU)],24,1,0) +
IFEQ([UDDP1(UU)],11,2,0) +
IFEQ([UDDP1(UU)],21,3,0) +
IFEQ([UDDP1(UU)],31,4,0) +

$$\begin{aligned} & \text{IFEQ}([\text{UDDP1}(\text{UU})], 12, 5, 0) + \\ & \text{IFEQ}([\text{UDDP1}(\text{UU})], 22, 6, 0) + \\ & \text{IFEQ}([\text{UDDP1}(\text{UU})], 32, 7, 0) + \\ & \text{IFEQ}([\text{UDDP1}(\text{UU})], 13, 8, 0) + \\ & \text{IFEQ}([\text{UDDP1}(\text{UU})], 23, 9, 0) + \\ & \text{IFEQ}([\text{UDDP1}(\text{UU})], 33, 10, 0) - 1 \end{aligned}$$

UDDP1 是一个中间变量, UDDP2 将显示解码后的“0”~“9”, 其它情形将显示“-1”。

10.3 上下文菜单

DDP查看器配置(F)...

DDP 查看器没有自己的菜单条和显示参数工具条, 它的功能全部是通过其上下文菜单来访问的。当您右击 DDP 查看器窗口内任何地方时, 屏幕上将弹出其上下文菜单。在上下文菜单中仅有一个菜单项, 就是 DDP 查看器配置, 其功能在前面已经介绍过了。

11 样本和模板

在本软件的根目录下，有不同类别的子目录。在这些子目录下，提供了不同类别的样本和模板。虽然这些样本和模板是针对基于声卡的系统的，但是经过修改甚至无需修改，就能将它们应用到其他硬件系统中。

子目录	文件名	描述
\dtp	..	设备检测计划默认目录
	AudioParameter_SR44100_A.dtp	单通道音频测试计划，采样频率为44100Hz，可用于声卡的回路测试。
	AudioParameter_SR44100_AB.dtp	双通道音频测试计划，采样频率为44100Hz，可用于声卡的回路测试。
	AudioParameter_SR48000_A.dtp	单通道音频测试计划，采样频率为48000Hz，可用于声卡的回路测试。
	AudioParameter_SR48000_AB.dtp	双通道音频测试计划，采样频率为48000Hz，可用于声卡的回路测试。
	HighLowLimit.dtp	幅频响应的高低限测试。
	SteppedSineFrequencyResponseMeasurement_Demo.dtp	采用频率步进的正弦信号测量频率响应的演示计划。请注意：为了便于演示，软件将一个截止频率为 5513Hz 的二阶巴特沃斯低通数字滤波器施加到 A 通道，而通道 A 和通道 B 应该输入相同的测试信号，以测试该低通滤波器的频率响应。
	SteppedSineFrequencyResponseMeasurement.dtp	采用频率步进的正弦信号测量频率响应的测试计划。
	THD+N_THD_SNR_Magnitude_vs_Frequency.dtp	采用频率步进的正弦信号来测量 THD+N、THD、SNR、幅度随频率变化曲线
	THD+N_THD_vs_Magnitude_Power.dtp	采用的是幅度步进的正弦信号来测量 THD+N、THD 随幅度、功率变化曲线
	SMPTE_IMD_vs_Magnitude_Power.dtp	采用的是幅度步进的双正弦信号来测量 SMPTE IMD 随幅度、功率变化曲线
	Crosstalk_vs_Frequency.dtp	采用频率步进的正弦信号来测量串扰随频率变化曲线
	HappyBirthDay.dtp	《祝你生日快乐》乐曲。
	UDTdefault.dtp	默认的用户定义计划。该计划无内容。
	Zscdefault.dtp	默认的声卡阻抗测试计划。
	LCRdefault.dtp	默认的 LCR 测试计划。
	LCR_50-10000Hz.dtp	LCR 测试计划，测试信号频率从 50Hz 到 10000Hz。
	LCR_50Hz.dtp	LCR 测试计划，测试信号频率为 50Hz。
	LCR_100Hz.dtp	LCR 测试计划，测试信号频率为 100Hz。
	LCR_200Hz.dtp	LCR 测试计划，测试信号频率为 200Hz。
	LCR_500Hz.dtp	LCR 测试计划，测试信号频率为 500Hz。
	LCR_2000Hz.dtp	LCR 测试计划，测试信号频率为 2000Hz。
	LCR_5000Hz.dtp	LCR 测试计划，测试信号频率为 5000Hz。

	LCR_10000Hz. dtp	LCR 测试计划，测试信号频率为 10000Hz。
\export	..	默认的数据输出目录
\fcf	..	默认的频率补偿文件目录
	A_Weighting. fcf	A 加权频率补偿文件
	B_Weighting. fcf	B 加权频率补偿文件
	C_Weighting. fcf	C 加权频率补偿文件
	ITU-R468_Weighting. fcf	ITU-R468 加权频率补偿文件
\frf	..	默认的频率响应文件目录
	BandPass_1k-2kHz. frf	1kHz~2kHz 带通数字滤波器频率响应文件
	BandStop_20-80Hz. frf	20Hz~80Hz 带阻数字滤波器频率响应文件
	HighPass_1kHz. frf	1kHz 高通数字滤波器频率响应文件
	LowPass_1kHz. frf	1kHz 低通数字滤波器频率响应文件
\iir	..	默认的 IIR 系数文件目录
	BandPass_5513-11025Hz_SR44100Hz_Butterworth_IIR_Order12. iir	第 12 阶巴特沃斯 5513Hz~11025Hz 带通 IIR 数字滤波器的系数文件，采样频率为 44100Hz。
	BandPass_5513-11025Hz_SR44100Hz_Chebyshev_IIR_Order12. iir	第 12 阶契比雪夫 5513Hz~11025Hz 带通 IIR 数字滤波器的系数文件，采样频率为 44100Hz。
	LowPass_5513Hz_SR44100Hz_Butterworth_IIR_Order2	第 2 阶巴特沃斯 5513Hz 低通 IIR 数字滤波器的系数文件，采样频率为 44100Hz。
	LowPass_5513Hz_SR44100Hz_Butterworth_IIR_Order12	第 12 阶巴特沃斯 5513Hz 低通 IIR 数字滤波器的系数文件，采样频率为 44100Hz。
	LowPass_5513Hz_SR44100Hz_Chebyshev_IIR_Order12	第 12 阶契比雪夫 5513Hz 低通 IIR 数字滤波器的系数文件，采样频率为 44100Hz。
	LowPass_5513Hz_SR44100Hz_Parks-McClellan_FIR_Order34. iir	第 34 阶 Parks—McClellan 5513Hz 低通 IIR 数字滤波器的系数文件，采样频率为 44100Hz。
	HighPass_5513Hz_SR44100Hz_Butterworth_IIR_Order12	第 12 阶巴特沃斯 5513Hz 高通 IIR 数字滤波器的系数文件，采样频率为 44100Hz。
	HighPass_5513Hz_SR44100Hz_Chebyshev_IIR_Order12. iir	第 12 阶契比雪夫 5513Hz 高通 IIR 数字滤波器的系数文件，采样频率为 44100Hz。
	C_Weighting_SR44100Hz_IIR_Order4. iir	第 4 阶 C 加权 IIR 数字滤波器的系数文件，采样频率为 44100Hz。
	C_Weighting_SR48000Hz_IIR_Order4. iir	第 4 阶 C 加权 IIR 数字滤波器的系数文件，采样频率为 48000Hz。
	C_Weighting_SR96000Hz_IIR_Order4. iir	第 4 阶 C 加权 IIR 数字滤波器的系数文件，采样频率为 96000Hz。
	C_Weighting_SR192000Hz_IIR_Order4. iir	第 4 阶 C 加权 IIR 数字滤波器的系数文件，采样频率为 192000 Hz。

	MovingAverageTap2.iir	2 点移动平均 FIR 数字滤波器的系数文件
	MovingAverageTap4.iir	4 点移动平均 FIR 数字滤波器的系数文件
	MovingAverageTap8.iir	8 点移动平均 FIR 数字滤波器的系数文件
	MovingAverageTap16.iir	16 点移动平均 FIR 数字滤波器的系数文件
	MovingAverageTap32.iir	32 点移动平均 FIR 数字滤波器的系数文件
	MovingAverageTap64.iir	64 点移动平均 FIR 数字滤波器的系数文件
	MovingAverageTap128.iir	128 点移动平均 FIR 数字滤波器的系数文件
	MovingAverageTap256.iir	256 点移动平均 FIR 数字滤波器的系数文件
\log	..	默认的数据记录仪日志文件目录
\psf	..	默认的面板设置文件目录
	MagnitudeFrequencyResponse_SweptSine(0.1~22050Hz, 20s).psf	用于幅频响应测量的面板设置文件, 采用正弦扫频, 时间长度为 20 秒, 频率 0.1Hz~22050Hz。
	MagnitudeFrequencyResponse_SweptSine(20~22050Hz, 300s)_PeakHold.psf	用于幅频响应测量的面板设置文件, 采用正弦扫频, 时间长度为 300 秒, 频率从 20Hz~22050Hz, 频谱分析仪设置为峰值保持模式。
	MagnitudeFrequencyResponse_WhiteNoise(InterframeAverage).psf	用于幅频响应测量的面板设置文件, 采用白噪声, 频谱分析仪设置为帧间平均模式。
	MagnitudeFrequencyResponse_WhiteNoise(IntraframeAverage).psf	用于幅频响应测量的面板设置文件, 采用白噪声, 频谱分析仪设置为帧内平均模式。
	SteppedSineFrequencyResponseMeasurement.psf	用于频率响应测量的面板设置文件, 采用正弦步进扫频。本面板设置文件需要同相应的设备检测计划一起使用。
	SteppedSineFrequencyResponseMeasurement_Demo.psf	用于频率响应测量演示的面板设置文件, 采用正弦步进扫频。本面板设置文件需要同相应的设备检测计划一起使用。
	Zscdefault.psf	用于声卡阻抗测量的面板设置文件, 需要同相应的设备检测计划一起使用。
	LCRdefault.psf	用于 LCR 测量的面板设置文件, 需要同相应的设备检测计划一起使用。
	ViewWindowFunction_24Bit_1024Pt.psf	用于观察窗函数特性的面板设置文件。
	NoiseLevel.psf	用于在没有输入信号的情况下测量噪声电平的面板设置文件。
	NoiseLevel_A-Weighted.psf	用于在没有输入信号的情况下测量经过 A 加权的噪声电平的面板设置文件。

THD_FFT16384_SR44100.psf	用于 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 16384，采样频率为 44100Hz。
THD_FFT16384_SR44100_A-Weighting.psf	用于经过 A 加权的 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 16384，采样频率为 44100Hz。
THD_FFT16384_SR48000.psf	用于 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 16384，采样频率为 48000Hz。
THD_FFT16384_SR48000_A-Weighting.psf	用于经过 A 加权的 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 16384，采样频率为 48000Hz。
THD_FFT16384_SR48000_FifthOrder.psf	用于 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 16384，采样频率为 48000Hz。THD 计算到第五阶。
THD_FFT16384_SR96000.psf	用于 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 16384，采样频率为 96000Hz。
THD_FFT16384_SR96000_A-Weighting.psf	用于经过 A 加权的 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 16384，采样频率为 96000Hz。
THD_FFT16384_SR192000.psf	用于 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 16384，采样频率为 192000Hz。
THD_FFT16384_SR192000_A-Weighting.psf	用于经过 A 加权的 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 16384，采样频率为 192000Hz。
THD_FFT32768_SR44100.psf	用于 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 32768，采样频率为 44100Hz。
THD_FFT32768_SR44100_A-Weighting.psf	用于经过 A 加权的 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 32768，采样频率为 44100Hz。
THD_FFT32768_SR48000.psf	用于 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 32768，采样频率为 48000Hz。
THD_FFT32768_SR48000_SingleChannel.psf	用于 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 32768，采样频率为 48000Hz，单通道测量。
THD_FFT32768_SR48000_A-Weighting.psf	用于经过 A 加权的 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 32768，采样频率为 48000Hz。
THD_FFT32768_SR48000_A-Weighting_SingleChannel.psf	用于经过 A 加权的 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 32768，采样频率为 48000Hz，单通道测量。
THD_FFT32768_SR48000_FifthOrder.psf	用于 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 32768，采样频率为 48000Hz。THD 计算到第五阶。
THD_FFT32768_SR96000.psf	用于 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 32768，采样频率为 96000Hz。
THD_FFT32768_SR96000_A-Weighting.psf	用于经过 A 加权的 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 32768，采样频率为 96000Hz。

	THD_FFT32768_SR192000.psf	用于 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 32768，采样频率为 192000Hz。
	THD_FFT32768_SR192000_A-Weighting.psf	用于经过 A 加权的 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 32768，采样频率为 192000Hz。
	\Pro\THD_FFT65536_SR44100.psf	用于 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 65536，采样频率为 44100Hz。
	\Pro\THD_FFT65536_SR44100_A-Weighting.psf	用于经过 A 加权的 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 65536，采样频率为 44100Hz。
	\Pro\THD_FFT65536_SR48000.psf	用于 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 65536，采样频率为 48000Hz。
	\Pro\THD_FFT65536_SR48000_A-Weighting.psf	用于经过 A 加权的 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 65536，采样频率为 48000Hz。
	\Pro\THD_FFT65536_SR48000_FifthOrder.psf	用于 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 65536，采样频率为 48000Hz。THD 计算到第五阶。
	\Pro\THD_FFT65536_SR96000.psf	用于 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 65536，采样频率为 96000Hz。
	\Pro\THD_FFT65536_SR96000_A-Weighting.psf	用于经过 A 加权的 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 65536，采样频率为 96000Hz。
	\Pro\THD_FFT65536_SR192000.psf	用于 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 65536，采样频率为 192000Hz。
	\Pro\THD_FFT65536_SR192000_A-Weighting.psf	用于经过 A 加权的 THD、THD+N 测量的面板设置文件，FFT 大小为 65536，采样频率为 192000Hz。
	IMD_CCIF2_19kHz(1)_20kHz(1)_FFT32768.psf	用于 IMD CCF2 (19 kHz + 20 kHz, 1:1) 测量的面板设置文件，FFT 大小为 32768。
	IMD_CCIF3_13kHz(1)_14kHz(1)_FFT32768.psf	用于 IMD CCF3 (13 kHz + 14 kHz, 1:1) 测量的面板设置文件，FFT 大小为 32768。
	IMD_CCIF3_14kHz(1)_15kHz(1)_FFT32768.psf	用于 IMD CCF3 (14 kHz + 15 kHz, 1:1) 测量的面板设置文件，FFT 大小为 32768。
	IMD_CCIF3_15kHz(1)_16kHz(1)_FFT32768.psf	用于 IMD CCF3 (15 kHz + 16 kHz, 1:1) 测量的面板设置文件，FFT 大小为 32768。
	IMD_DIN_250Hz(4)_8kHz(1)_FFT32768.psf	用于 IMD DIN (250 Hz + 8 kHz, 4:1) 测量的面板设置文件，FFT 大小为 32768。
	IMD_SMPTE_60Hz(4)_7kHz(1)_FFT32768.psf	用于 IMD SMPTE (60 Hz + 7 kHz, 4:1) 测量的面板设置文件，FFT 大小为 32768。

	CrosstalkAB_FFT32768_SR44100.psf	用于 A→B 串扰测量的面板设置文件, FFT 大小为 32768, 采样频率为 44100Hz。
	CrosstalkAB_FFT32768_SR48000.psf	用于 A→B 串扰测量的面板设置文件, FFT 大小为 32768, 采样频率为 48000Hz。
	CrosstalkAB_FFT32768_SR96000.psf	用于 A→B 串扰测量的面板设置文件, FFT 大小为 32768, 采样频率为 96000Hz。
	CrosstalkAB_FFT32768_SR192000.psf	用于 A→B 串扰测量的面板设置文件, FFT 大小为 32768, 采样频率为 192000Hz。
	CrosstalkBA_FFT32768_SR44100.psf	用于 B→A 串扰测量的面板设置文件, FFT 大小为 32768, 采样频率为 44100Hz。
	CrosstalkBA_FFT32768_SR48000.psf	用于 B→A 串扰测量的面板设置文件, FFT 大小为 32768, 采样频率为 48000Hz。
	CrosstalkBA_FFT32768_SR96000.psf	用于 B→A 串扰测量的面板设置文件, FFT 大小为 32768, 采样频率为 96000Hz。
	CrosstalkBA_FFT32768_SR192000.psf	用于 B→A 串扰测量的面板设置文件, FFT 大小为 32768, 采样频率为 192000Hz。
	Octave1.psf	1/1 倍频程分析
	Octave3.psf	1/3 倍频程分析
	Octave6.psf	1/6 倍频程分析
	Octave12.psf	1/12 倍频程分析
	Octave24.psf	1/24 倍频程分析
	\Pro\Octave48.psf	1/48 倍频程分析
	\Pro\Octave96.psf	1/96 倍频程分析
	BodePlot_WhiteNoise.psf	采用白噪声来测量被测设备的波德图(传递函数或频率响应)。白噪声激励信号输入通道 B, 而被测设备的反应信号输入通道 A。
	THD+N_THD_SNR_Magnitude_vs_Frequency.psf	打开设备检测计划: THD+N_THD_SNR_Magnitude vs Frequency.dtp.
	THD+N_THD_vs_Magnitude_Power.psf	打开设备检测计划: THD+N_THD vs Magnitude Power.dtp.
	SMPTE_IMD_vs_Magnitude_Power.psf	打开设备检测计划: SMPTE_IMD vs Magnitude Power.dtp.
	AudioParameter_SR48000_A.psf	打开设备检测计划: AudioParameter_SR48000_A.dtp.
	Polarity_Tester.psf	喇叭、话筒、放大器极性测试
	Polarity_Tester_WithCrestFactorCheck.psf	喇叭、话筒、放大器极性测试, 并通过对峰值因素的检测来判断测试信号的存在与否
\ref	..	默认参考曲线文件目录
	HighLimitRef.ref	高限参考曲线文件
	LowLimitRef.ref	低限参考曲线文件
\tcf	..	默认的多音合成配置文件目录
	IMD_CCIF2_19kHz(1)_20kHz(1).tcf	IMD CCIF2 (19 kHz + 20 kHz, 1:1) 测试用多音合成配置文件
	IMD_CCIF3_13kHz(1)_14kHz(1).tcf	IMD CCIF3 (13 kHz + 14 kHz, 1:1) 测试用多音合成配置文件

	IMD_CCIF3_14kHz(1)_15kHz(1).tcf	IMD CCIF3 (14 kHz + 15 kHz, 1:1) 测试用多音合成配置文件
	IMD_CCIF3_15kHz(1)_16kHz(1).tcf	IMD CCIF3 (15 kHz + 16 kHz, 1:1) 测试用多音合成配置文件
	IMD_DIN_250Hz(4)_8kHz(1).tcf	IMD DIN (250 Hz + 8 kHz, 4:1) 测试用多音合成配置文件
	IMD_SMPTE_60Hz(4)_7kHz(1).tcf	IMD SMPTE (60 Hz + 7 kHz, 4:1) 测试用多音合成配置文件
\wav	..	默认的 WAV 波形文件和 TXT 原始数据文本文件目录
	\window	此子目录包含有 55 个窗函数的 24 位 1024 点的 WAV 波形文件。这些文件可用于评估这些窗函数的特性。
\wfl	..	默认的波形库文件目录
	heartbeat.wfl	一个任意波形的样本文件
	sine.wfl	正弦形波形库文件
	sinepulse.wfl	正弦脉冲形波形库文件
	square.wfl	方形波形库文件
	triangle.wfl	三角形波形库文件
	sawtooth.wfl	锯齿形波形文件

12 用户自定义功能及二次开发

Multi-Instrument（万用仪）提供了以下用户自定义功能：

1. 您可以将常用的面板设置，通过[设置]>[保存当前面板设置]，保存为一个面板设置文件，以便以后需要时可以通过[设置]>[加载面板设置]调入。
2. 您可以通过[设置]>[保存当前面板设置为默认值]来保存您的默认的面板设置。此默认的面板设置将在下次软件启动后被自动调入。若您不想让非授权用户改变此默认的面板设置，您只需通过[设置]>[显示]，并在弹出的“显示配置”对话框中选择“启动后锁定面板设置”，然后通过[设置]>[修改密码]为解锁面板设置配置一个密码即可。

若您在“显示配置”对话框中选择“保存当前面板设置后退出”，则本软件将在每次退出前保存当前的面板设置，并在下次启动后，自动调入该面板设置。

3. 您可以将经常用到的面板设置文件配置到常用面板设置工具条上，这样，您只需点击常用面板设置工具条上的按钮即可调入相应的面板设置文件。若您不想让非授权用户改变这些预先配置好的设置，您只需通过[设置]>[显示]，并在弹出的“显示配置”对话框中选择“启动后锁定面板设置”，然后通过[设置]>[修改密码]为解锁面板设置配置一个密码即可。这样，非授权用户将只被允许使用这些预先配置好的面板设置，而不能做其他任何参数修改。
4. 您可以配置、保存、调入您自己的设备测试计划和 LCR 表。若您想在软件启动时自动调入一个设备测试计划，您只需打开设备测试计划面板，调入该设备测试计划，然后在设备测试计划面板上点击“保存当前面板设置为默认值”即可。
5. 您可以通过[设置]>[显示]并在弹出的“显示配置”对话框中选择隐藏工具条选项来隐藏相应的工具条。

Multi-Instrument（万用仪）提供了以下用户二次开发功能：

1. 本软件可作为 ActiveX 自动化服务器，让其它软件访问本软件向外提供的数据和功能。您可以通过本软件提供的 ActiveX 自动化服务器接口，将 Multi-Instrument 无缝集成到您自己开发的软件中。

请参考：*Multi-Instrument Automation Server Interfaces*

下载连接：

<http://www.virtins.com/Multi-Instrument-Automation-Server-Interfaces.pdf>

以上文件以及用 VC++和 VB 编写的 ActiveX 自动化客户程序样本可在软件的 AutomationAPIs 目录中找到。

2. 您可以利用本软件所提供的符合 vtDAQ 和 vtDAO 标准的接口 DLL，作为连接您自己的软件与声卡、NI DAQmx 卡、VT DSOs 等硬件的接口。您也可以开发您自己的符合 vtDAQ 和 vtDAO 标准的 DLLs 来让 Multi-Instrument 与您的硬件连接。

请参考: *vtDAQ and vtDAO_Interfaces*

下载地址:

<http://www.virtins.com/vtDAQ-and-vtDAO-Interfaces.pdf>

以上文件以及用 VC++编写的 DAQ 和 DAO 的后端程序样本可在软件的 DAQDAOAPIs 目录中找到。

3. 虚仪科技开发的信号处理与分析应用程序接口 (vtSPA) 提供了一整套通用的 APIs，可用于数据的处理与分析，其中包括了一些由虚仪科技独创的功能和算法。

请参考: *Signal Processing and Analysis (vtSPA) Interfaces*

下载地址:

<http://www.virtins.com/Signal-Processing-and-Analysis-APIs.pdf>

以上文件以及用 VC++编写的程序样本可在软件的 DAQDAOAPIs 目录中找到。

13 参考资料

1. vtDAQ and vtDAO_Interfaces

下载地址:

<http://www.virtins.com/vtDAQ-and-vtDAO-Interfaces.pdf>

2. Multi-Instrument Automation Server Interfaces

下载地址:

<http://www.virtins.com/Multi-Instrument-Automation-Server-Interfaces.pdf>

3. VIRTINS Sound Card Oscilloscope Probe Manual

下载地址:

<http://www.virtins.com/Virtins-Sound-Card-Oscilloscope-Probe-Manual.pdf>

4. Basic Oscilloscope, Spectrum Analyzer, Multimeter and Signal Generator Functional Tests using Multi-Instrument and Pocket Multi-Instrument with Sound Cards

下载地址:

http://www.virtins.com/doc/D1001/Basic_Oscilloscope_Spectrum_Analyzer_Multimeter_and_Signal_Generator_Functional_Tests_using_Multi-Instrument_and_Pocket_Multi-Instrument_with_Sound_Cards_D1001.pdf

5. FFT Basics and Case Study using Multi-Instrument

下载地址:

http://www.virtins.com/doc/D1002/FFT_Basics_and_Case_Study_using_Multi-Instrument_D1002.pdf

6. Evaluation of Various Window Function using Multi-Instrument

下载地址:

http://www.virtins.com/doc/D1003/Evaluation_of_Various_Window_Functions_using_Multi-Instrument_D1003.pdf

7. EMU Tracker Pre Test Report using Multi-Instrument

下载地址:

http://www.virtins.com/doc/D1004/EMU_Tracker_Pre_Report_D1004.pdf

8. M-Audio Mobile TrackerPre Test Report using Multi-Instrument

下载地址:

http://www.virtins.com/doc/D1005/M-Audio_MobilePre_Report_D1005.pdf

9. VT XLR-to-USB Pre Test Report using Multi-Instrument

下载地址:

http://www.virtins.com/doc/D1006/VT_XLR-to-USB_Pre_Report_D1006.pdf

10. EMU 0204 Test Report using Multi-Instrument

下载地址:

http://www.virtins.com/doc/D1007/EMU_0204_Report.pdf

11. Signal Processing and Analysis (vtSPA) Intefaces

下载地址:

<http://www.virtins.com/Signal-Processing-and-Analysis-APIs.pdf>

14 常见问题解答

1、对于一个基于声卡的系统，请问此软件配有相应的探头吗？如何连接外部被测设备？

声卡示波器专用探头需向我公司单独购买。若您想自制，则请参照“基于声卡的系统的输入及输出连接”章节。

2、对于一个基于声卡的系统，如何校准输入输出通道？

最简单的方法是用万用表来校准。请参考示波器的“校准”章节。若您采用的是我公司生产的声卡示波器专用探头，则您还需要参考该探头的使用说明书。

3、示波器、频谱分析仪、信号发生器能同时使用吗？

能。这是本软件的一大优点。您可以利用信号发生器输出一个测试信号到被测器件/设备上，然后用示波器和频谱分析仪捕获并分析其响应，可用于测量频率响应、THD、THD+N、SINAD、SNR 等。

4、软件支持外接 USB 声卡吗？

支持。它支持所有的与 Windows 兼容的声卡。您可以通过[设置]>[模数转换设备]或[数模转换设备]来选择声卡。

5、软件支持一机多声卡配置吗？

支持。每个软件的实例都支持选择一个声卡作为信号输入和一个声卡作为信号输出，可通过[设置]>[模数转换设备]或[数模转换设备]来选择。若您同时运行多个实例，则您可以选择多个声卡。

6、能用示波器实时观察信号发生器的输出吗？

能。在信号发生器中提供了多个回环模式，请参考信号发生器的“回环模式”章节。

7、能显示和分析非声卡采集的信号吗？

能。您可以用本软件分析任何符合格式的 WAV 数据和 TXT 文本数据。请参考示波器的“打开”和“输入”章节。

8、能测量直流信号吗？

这要看所采用的声卡。绝大多数声卡的输入都是交流耦合的，通常在其输入端有一个串联电容，它隔开了直流信号和很低频率的交流信号。

9、能输出直流信号吗？

不能。因为几乎所有的声卡输出都是交流耦合的。

10、当我用声卡以 96kHz 的输出采样频率产生一个 1kHz 的正弦信号时，输出信号的频率不正好是 1kHz？

若您的声卡不支持 96kHz 的采样频率，上述现象就有可能发生。有些声卡在采样频率超过其能力时不一定会弹出错误信息，因此在您采用超过 44100Hz 的采样频率前，请参考声卡说明书，看该采样频率是否被支持，否则可能会引入测量误差。

11、当我用声卡以 96kHz 的输入采样频率观察一个 1kHz 的正弦信号时，频谱分析仪显示的峰值频率不正好是 1kHz？

若您的声卡不支持 96kHz 的采样频率，上述现象就有可能发生。有些声卡在采样频率超过其能力时不一定会弹出错误信息，因此在您采用超过 44100Hz 的采样频率前，请参考声卡说明书，看该采样频率是否被支持，否则可能会引入测量误差。

12、在 WindowsNT/2000/XP/2003/Vista/7/8 下，如何能让不同的受限帐户以及管理员都能使用此软件？

本软件必须由管理员安装和解锁，然后其他类型的用户就能使用本软件了。