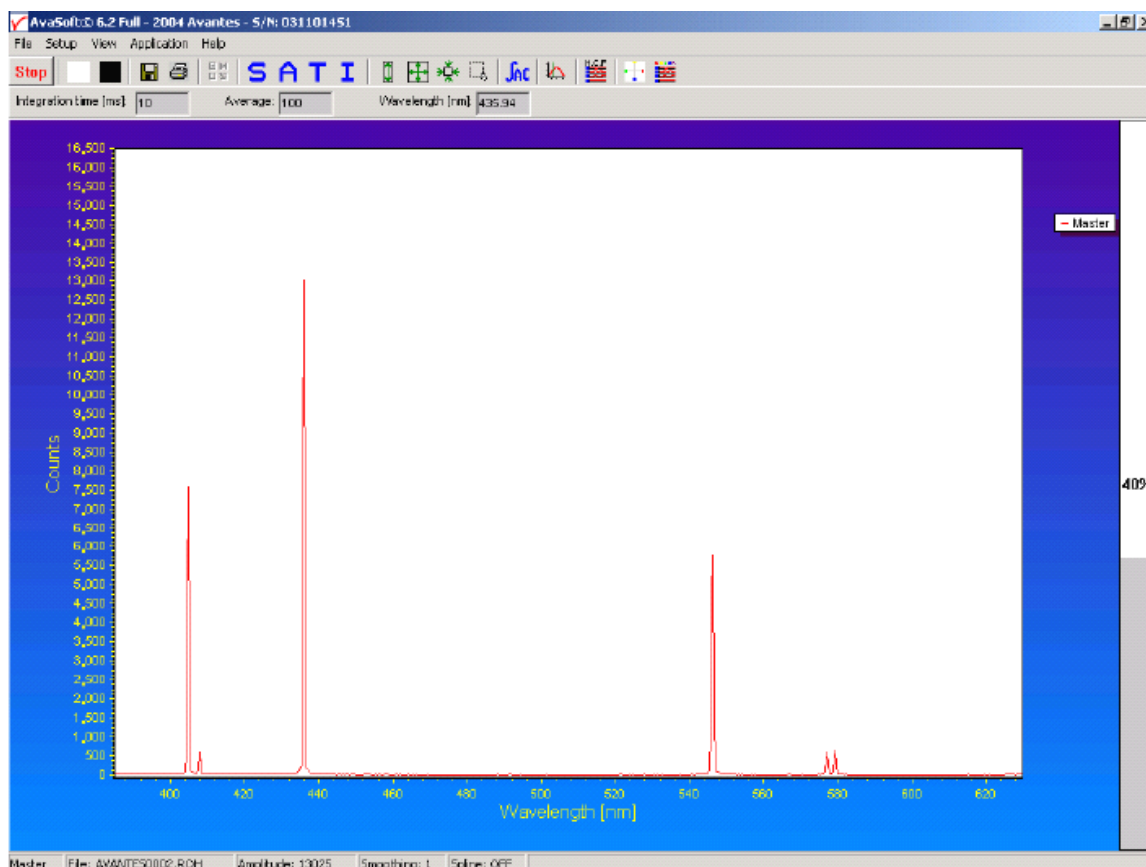


Ava-Soft7.0软件使用手册

(AvaSpec-128/256/1024/2048/3648型光纤光谱仪用)



北京爱万提斯科技有限公司

2007年6月

目录

章节	说明	页次
0	AvaSoft安装	5
0.1	蓝牙安装	6
1	快速启动：光谱的测量与存储	8
2	主窗口	9
2.1	菜单栏	9
2.2	按钮栏	9
2.3	编辑栏	11
2.4	图形区	12
2.5	状态栏	12
2.6	使用CTRL或SHIFT+鼠标左键寻找光谱峰值或谷值	13
3	菜单选项	14
3.1	文件菜单	14
3.1.1	文件菜单：开始新实验	14
3.1.2	文件菜单：载入背景数据	14
3.1.3	文件菜单：载入参考数据	15
3.1.4	文件菜单：读取实验数据	15
3.1.5	文件菜单：存储背景数据	15
3.1.6	文件菜单：存储参考数据	15
3.1.7	文件菜单：存储实验数据	15
3.1.8	文件菜单：打印	17
3.1.9	文件菜单：黑白打印	17
3.1.10	文件菜单：显示存储光谱图	17
3.1.11	文件菜单：图形文件转换为ASCII文件	18
3.1.12	文件菜单：图形文件转换为等间距ASCII文件	19
3.1.13	文件菜单：图形文件转换为J-CAMP格式文件	20
3.1.14	文件菜单：退出	20
3.2	设置菜单	21
3.2.1	设置菜单：硬件	21
3.2.2	设置菜单：波长校准系数	21
3.2.3	设置菜单：平滑与样条	22
3.2.4	设置菜单：动态暗背景的校正（仅限于AvaSpec-2048/3648）	23
3.2.5	设置菜单：扣除已存背景	23
3.2.6	设置菜单：选通使能信号（DO1）	23
3.2.7	设置菜单：1 kHz使能信号（DO2）	24
3.2.8	设置菜单：选项	24
3.2.8.1	设置菜单：选项——饱和检查	24
3.2.8.2	设置菜单：功能选项——半高全宽	27

3.2.8.3	设置菜单：功能选项——积分	27
3.2.8.4	设置菜单：功能选项——周期性自动保存光谱	29
3.2.8.5	设置菜单：功能选项——漂移校正（仅限于 USB1 平台）	29
3.2.8.6	设置菜单：功能选项——由TTL开关信号控制自动存储暗背景	32
3.2.8.7	设置菜单：功能选项——外触发设置	32
3.2.8.8	设置菜单：功能选项——自动设置积分时间	35
3.2.8.9	设置菜单：功能选项——使用特定反射参考	35
3.2.8.10	设置菜单：功能选项——压缩存储注释	36
3.2.8.11	设置菜单：功能选项——用反射视图代替透射视图	36
3.3	视图菜单	37
3.3.1	视图菜单：光谱图模式	37
3.3.2	视图菜单：吸收率模式	37
3.3.3	视图菜单：透过率/反射率模式	37
3.3.4	视图菜单：辐射模式	37
3.3.5	视图菜单：通道（仅用于USB1平台）	38
3.3.6	视图菜单：改变图形量程	38
3.3.7	视图菜单：绘图重置	39
3.3.8	视图菜单：Y轴自动量程	39
3.3.9	视图菜单：使用预置量程	39
3.3.10	视图菜单：启用栅格	39
3.3.11	视图菜单：启用进程条	39
4	应用	40
4.1	应用：历史通道函数	40
4.1.1	历史通道：函数输入	40
4.1.2	历史通道：开始测量	46
4.1.3	历史通道：显示已保存的曲线图	47
4. 2	应用：波长校准	49
4. 2. 1	波长校准：执行新校准	49
4. 2. 2	波长校准：恢复出厂设置	50
4. 3	应用：颜色测量	51
4. 3. 1	物体的颜色——背景知识	51
4. 3. 2	菜单选项：颜色测量	52
4. 3. 2. 1	LAB 图表	52
4. 3. 2. 2	时间序列	56
4. 4	应用：绝对辐射应用	60
4. 4. 1	背景知识	61
4. 4. 2	快速开始	68
4. 4. 3	载入强度校准	69

4. 4. 4	执行强度校准	70
4. 4. 4. 1	开始强度校准	71
4. 4. 4. 2	保存强度校准	71
4. 4. 5	辐射图标	73
4. 4. 5. 1	辐射图表设置	73
4. 4. 5. 2	辐射图表显示	75
4. 4. 6	时间序列测量	79
4. 5	应用：过程控制应用	83
4. 5. 1	开启	83
4. 5. 2	数字输出设置	83
4. 5. 3	模拟输出设置	83
4. 6	Excel 输出	85
4. 6. 1	选择数据源	85
4. 6. 2	开启 Excel 输出	85
4. 6. 3	设置	86
4. 6. 4	开始输出	90
4. 6. 5	停止输出	90
4. 6. 6	限定和优化说明	91
4. 7	氧含量测量	91
4. 7. 1	快速开始：如何使用 AvaSoft-Oxy 测量氧含量	92
4. 7. 2	开启和应用	93
4. 7. 3	设置	93
4. 8	化学测量	94
4. 8. 1	快速开始：如何使用 AvaSoft-Chem 测量浓度	94
4. 8. 2	校准设置	94
4. 8. 2. 1	开始新的校准	95
4. 8. 2. 2	修正一个校准	97
4. 8. 3	开启应用	97
5	帮助	98
附录 A	如何矫正一个不正确的（USB）安装	99

0 AvaSoft的安装

在把AvaSpec光谱仪连接到计算机的USB接口前，首先需要在您的计算机上安装AvaSoft软件。

AVASOFT 7.0版是一个32位的应用软件，可以安装在以下操作系统：

- Windows 95/98/Me
- Windows NT/2000/XP

如果操作系统是Windows 95或Windows NT4.0，可以使用一个标准RS-232缆线把AvaSpec光谱仪连接到计算机串口上。

安装程序

每个新光谱仪都带有一张AVANTES PRODUCT产品说明光盘。把光盘插入光驱后，显示出的主菜单上的一个选项就是安装AvaSoft软件。选择这个选项后，一个下级菜单中有可选的光谱仪配置。USB1光谱仪选项安装的软件适用于以下光谱仪类型：

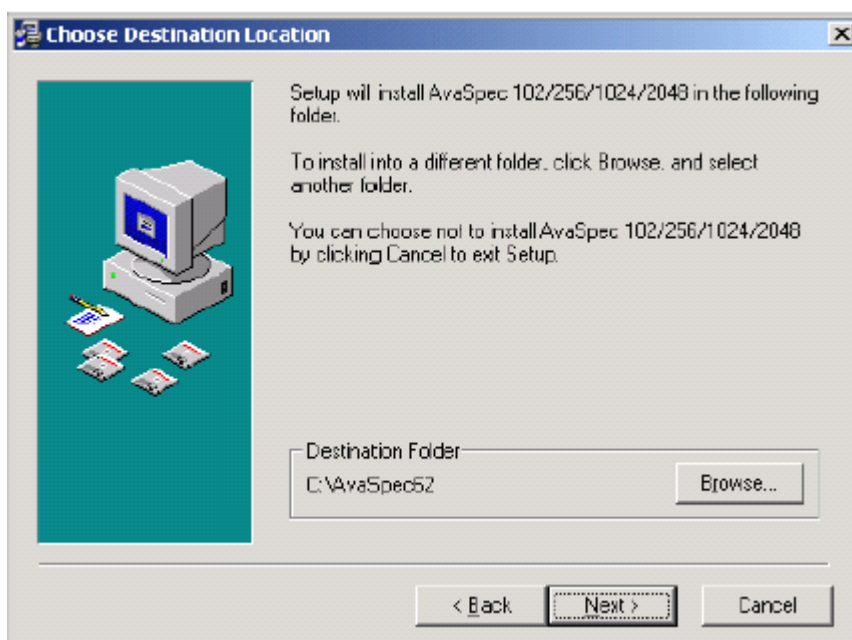
- AvaSpec-102 或 AvaSpec-102-y
- AvaSpec-256 或 AvaSpec-256-y
- AvaSpec-1024 或 AvaSpec-1024-y
- AvaSpec-2048 或 AvaSpec-2048-y
- AvaSpec-2048FT 或 AvaSpec-2048FT-y

y代表光谱仪的通道数。选择USB2光谱仪选项安装的软件则适用于光谱仪AvaSpec-102/256/1024/2048/3648/NIR256-USB2。

安装对话框

安装程序首先检测计算机系统配置。如果检测没有问题，第一个出现的就是带通用信息的“Welcome”对话框。

在下一个对话框中，可以改变安装AvaSoft软件的目标文件夹。默认的文件夹是C:\AVASPEC62。如果你想把软件安装在其它的文件夹中，按浏览键选择一个新的文件夹然后按OK。如果AVASPEC62文件夹不存在的话，计算机会自动创建。安装程序首先检测计算机系统配置。如果检测没有问题，第一个出现的就是带通用信息的“Welcome”对话框。在下一个对话框，可以改变程序管理组的名称。默认名为“AVANTES Software”。此后，是“Start Installation”对话框。点击“next”按钮，安装程序开始安装文件。在所有文件安装完之后，会出现“Installation Complete”对话框。强烈推荐运行AvaSoft软件之前重启计算机。

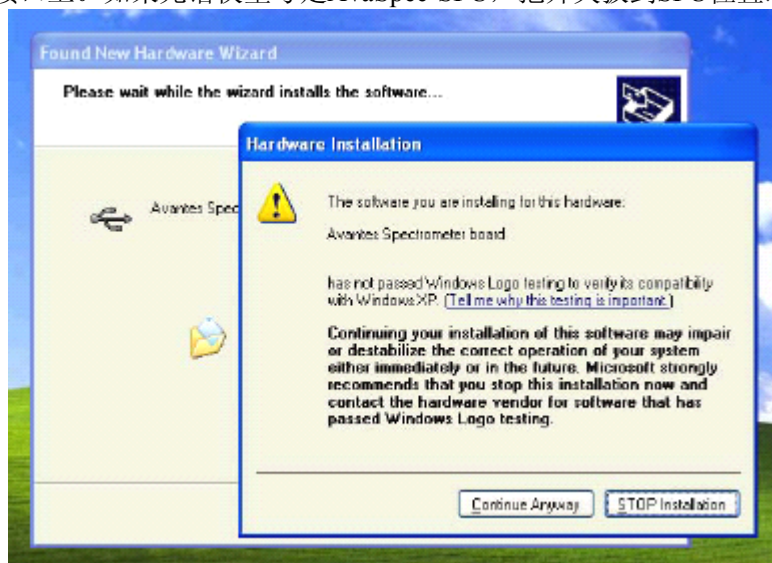


硬件连接

将光谱仪用USB线连接到计算机的USB接口上。如果光谱仪型号是AvaSpec-SPU，把开关扳到SPU位置。如果光谱仪需要12V电源，则要把AvaSpec光谱仪连接到12V电源上。Windows会显示“找到新硬件（USB设备）”对话框，开始查找驱动程序（这一步要花几分钟）。

在Windows XP操作系统下，将出现一个窗口显示Avantes Spectrometer Board:

“has not passed Windows Logo testing to verify its compatibility with Windows XP”，选择“继续”。



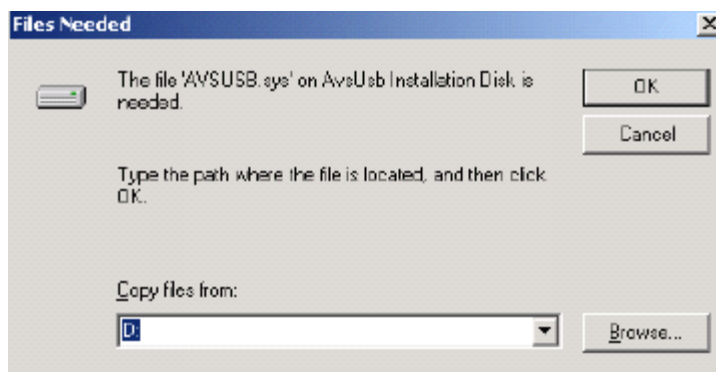
根据 Windows 版本不同，可能会出现右边的对话框，使你可以用浏览键选择驱动程序所在的文件夹。点击浏览键至

C:\WINNT\SYSTEM32\DRIVES 并双击

AvaUsb.sys 驱动程序。

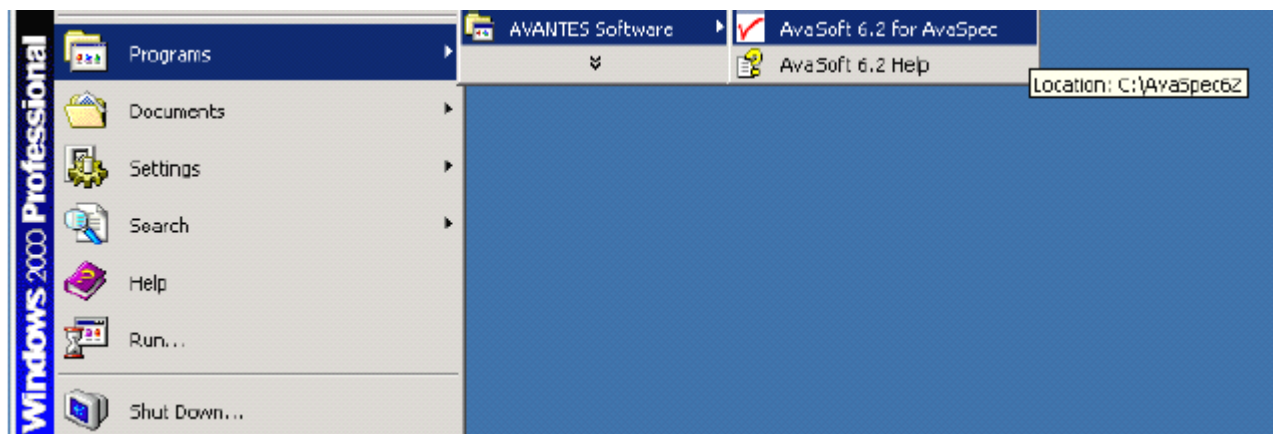
如果计算机不支持

USB（Windows 95, Windows NT 4.0），则可以用标准 RS-232 线缆将 AvaSpec 光谱仪连接到计算机串口上。

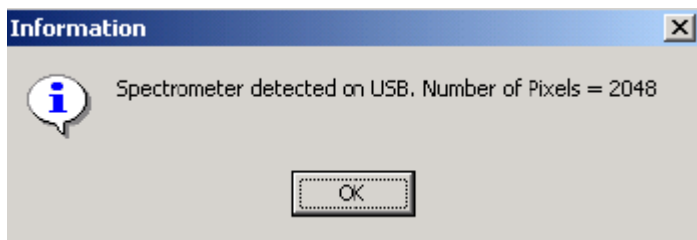


运行软件

AvaSoft 可以从 Windows 的开始菜单启动。在开始-程序中，已经增加了“AVANTES Software”，它包含了两个图标。选择红色的 V 图标，开始运行 AvaSoft。选择 AvaSoft 帮助图标可以查看 AvaSoft 帮助文件（也可以在运行 AvaSoft 后从帮助菜单中启动帮助文件）。



在启动 AvaSoft 后，会出现右侧的对话框表明已探测到 USB 连接（在应用 RS-232 接口时会有一个相似的对话框）。



如果在一台计算机上连接了多台 AvaSpec 光谱仪，则出现右侧的对话框，允许您选择应用 AvaSoft 的光谱仪序列号。在 AvaSoft 6.2 版本中一项新的功能是您可以通过多次启动 AvaSoft 软件来同时运行多台光谱仪。



在点击 Ok 按钮后，将显示主窗口。主窗口各组件的功能介绍请参考第二部分。如果您需要立即进行测量，可以在第一部分找到“快速启动”说明。

关于菜单功能的详细信息请见第三部分。根据 AvaSoft 版本（基本型或完全型）和您为光谱仪所购买的附加功能模块的不同，AvaSoft 最多可以有八种应用，详见 4.1-4.8 节。

- 历史记录（AvaSoft-Full 的标准配置）
- 波长校准（AvaSoft-full 的标准配置）
- 颜色测量（附加功能模块）
- 辐射测量，包括 AvaSoft-Photon（附加功能模块）
- 过程控制（附加功能模块）
- Excel 输出（附加功能模块）
- 氧浓度测量（附加功能模块）
- 成分浓度测量（附加功能模块）

1 快速启动：测量和保存光谱

1. 运行AvaSoft软件后，需要按绿色开使按钮进行测量。
2. 把光纤或探头连接到光源上和光谱仪的输入端口，布置好实验布局以获取一个参考光谱。
3. 在Setup菜单中（3.2.3部分）调整Smoothing参数，为所使用的Fiber/Slit直径选择最优化Smoothing参数。
- 4 现在打开光源。通常可以在屏幕中看到某些光谱，但是，根据目前的数据采集设置光谱仪很有可能接收到太多或者太少的光。太多的光就是在某波长范围内信号饱和，显示的是与最大点数相应的直线，而且在状态条中显示“saturated”。这个问题一般可以通过缩短积分时间解决。积分时间可以在主窗口中改变，在start/stop按钮下的白色窗口中。如果AvaSoft正在采集数据，start/stop按钮显示为红色的‘stop’，积分时间框为灰色，这表明不能修改。点击‘stop’按钮后数据采集停止，就可改变积分时间。改变后的积分时间在点击‘start’后可以看到。试着调节积分时间，波长范围内的最大计数约为14500。如果积分时间改成最小后，信号仍然太高，可以用衰减片、中性密度滤波片或小直径的光纤。当光谱仪接收的光强太弱时，则需增加积分时间。
5. 当光谱显示很好时，关闭光源
6. 现在存储暗背景数据。可以用菜单中的File-Save-Dark，或用鼠标点击屏幕左上方的黑色框。在改变积分时间后必须存储暗背景数据。
7. 再次打开光源。通过菜单选择File-Save Reference或者点击屏幕上的白色框（在黑色的附近）把目前的光谱保存为参考光谱。在积分时间改变后必须进行Save Reference操作。现在可以在线获取Transmittance/Reflectance（T按钮）或Absorbance（A 按钮）。如果要更好地观察光谱强度（Y轴）随波长的变化，可点击指针键。图中会显示一条垂直线。如果鼠标指针置于改直线附近，其形状将会由箭头变为‘拉伸’的形状。如果鼠标显示的是这种形状，可以按住鼠标左键（保持按下左键）把改直线拖到新的位置。移动这条线将在主窗口中显示出波长和幅度的相应值。点击红色stop按钮，数据采集停止，最后得到的光谱在主窗口中静态显示。再次点击相同按钮（已变为绿色的“Start”），可以继续数据采集。
8. 保存光谱，可以选择菜单中的 File-Save-Experiment，或者点击工具条中的 Save Experiment 按钮。
9. 为了提高信噪比，可以对几幅光谱进行平均。这个操作可以通过增加主窗口中白色平均框的值（紧靠积分时间框）来进行。只有在静态模式下才可以改变此值。当AvaSoft正在采集数据时，这个平均框会变成灰色。

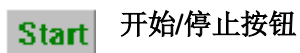
2 主窗口

2.1 菜单栏

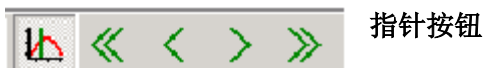


菜单和子菜单介绍详见第3部分。

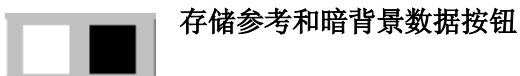
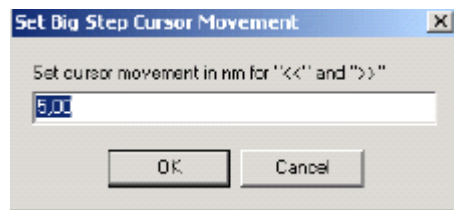
2.2 按钮栏



开始/停止按钮可以用来实时显示数据或进行快照。

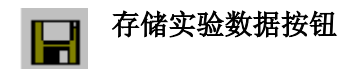


按下指针按钮后，图形上显示一条垂直线。当鼠标指针移动到该线条附近时，鼠标指针的形状由箭头变成“拖拉”形。此时，按住鼠标左键，随着鼠标的移动可以把该直线移动到新的位置。移动这条线可以在主窗口中显示相应的波长值和幅度值。还有一种移动方法，可以使用小步长或大步长箭头按钮，也可以使用键盘上的左右箭头键进行控制。箭头步长尺寸可以利用按下CTRL键同时单击或双击箭头来改变。



存储参考数据按钮是屏幕左上方的一个白色按钮。在存储参考数据时需点击该按钮，相同的操作也可以通过File-Save Reference 选项来完成。

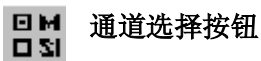
存储暗背景数据按钮是屏幕左上方的一个黑色按钮，在存储暗背景数据时需点击该按钮，相同的操作也可以通过File-Save Dark 选项来完成。



点击该按钮可以存储实验数据，相同的操作也可以通过File-Save Experiment选项来实现。



点击该按钮可以打印当前显示器所显示的图片，相同的操作也可以通过File-Print选项来实现。



通道选择按钮

点击该通道选择按钮，可以弹出一个对话框，在这个对话框中您可以选择所要使用的光谱仪通道，然后可以获取并显示该通道的数据，相同的操作也可以通过View-Channel选项来实现。



光谱图模式按钮

点击S按钮，数据会以光谱图模式显示，相同的操作也可以通过View-Scope Mode选项来实现。



吸收率模式按钮

点击A按钮，数据会以吸收率模式显示，相同的操作也可以通过View-Absorbance Mode选项来实现。



透过率模式按钮

点击T按钮，数据会以透过率模式显示，相同的操作也可以通过View-Transmittance Mode选项来实现。



辐射模式按钮

点击I按钮，数据会以辐射模式显示，相同的操作也可以通过View-Irradiance Mode选项来实现。



Y轴自动标尺按钮

点击该按钮，计算机会重新在线调节图形，信号的最大值被调整为垂直方向最大刻度的75%左右。相同的操作也可以通过View-Autoscale Y-axis选项来实现。



改变图形刻度按钮

点击该按钮，弹出一个对话框，在其中可以改变所要显示图形的X轴和Y轴的刻度范围。这个范围可以存储并通过点击**还原前置标尺按钮**（见下）随时还原。相同的操作也可以通过View-Change Graph Scale选项来实现。



还原前置标尺按钮

点击该按钮，X轴和Y轴方向的刻度范围可以回复到此前设置的数值。相同的操作也可以通过View-Goto Preset Scale选项来实现。



图形重置按钮

点击该按钮，X轴和Y轴标尺将恢复其默认值。相同的操作也可以通过View-Graphic Reset选项来实现。



自动配置积分时间按钮

点击该按钮，AvaSoft开始搜索并为光谱仪配置最优化的积分时间。依据光谱仪在最后一次扫描中的最大点数，AvaSoft自动增/减积分时间，直到所测量的光谱信号大约是14500点。在搜索过程中，可以在编辑栏中积分时间编辑框中跟踪积分时间的变化。当搜索就绪时，对话框中会显示新的积分时间。在搜索结束之前再次点击该按钮则可以终止该程序。



H.C.F.按钮

历史记录通道功能按钮可以直接进入历史通道功能屏幕立即开始测量，当然首先要对该功能进行定义。

下列两个按钮仅当AvaSoft软件与颜色测量附加功能模块一起购买时才会出现：



颜色图表按钮

该按钮可以直接进入颜色图表屏幕并且立即开始测量。



物体颜色随时间变化按钮

物体颜色随时间变化按钮可以直接进入颜色参数随时间变化的测量，并且立即开始测量。

2.3 编辑栏

Integration time [ms]:	<input type="text" value="5"/>	Average:	<input type="text" value="1"/>	Wavelength [nm]:	<input type="text" value="546,80"/>
------------------------	--------------------------------	----------	--------------------------------	------------------	-------------------------------------

当AvaSoft软件正在获取数据时，编辑框为灰色,此时不能进行编辑。当点击红色STOP停止按钮后，数据获取进程结束，编辑框变成白色,可以开始编辑。编辑栏有以下参数：

积分时间[ms]

该选项可以改变CCD探测器的读出频率、曝光或积分时间。积分时间越长，在一次扫描过程中将有更多的光照射CCD探测器，因此信号越强。如果积分时间设置过长，那么会导致过多的光进入探测器。结果会导致在某些波长范围内信号会超过最大点数（16384），或者在极端情况下，在任意高度值处都显示为直线，甚至在高度值接近0的地方。此时适当缩短积分时间通常可以解决上述问题。适当调节积分时间，使在整个波长范围内的最大点数保持在14500左右。当积分时间设成最小而信号仍然太强时，可以使用衰减器、中性滤光片或较小直径的光纤。当进入光谱仪的光强不足时，同样可以采用增加积分时间的方法让更多的光进入探测器。同样可以点击‘JAC’按钮或通过Setup-Options-Auto菜单选项来调整积分时间。

如果测量是在一种需要参考和暗背景数据的模式下进行（除Scope之外的所有模式），那么在积分时间改变后需要重新存储新参考和暗背景数据。

平均功能

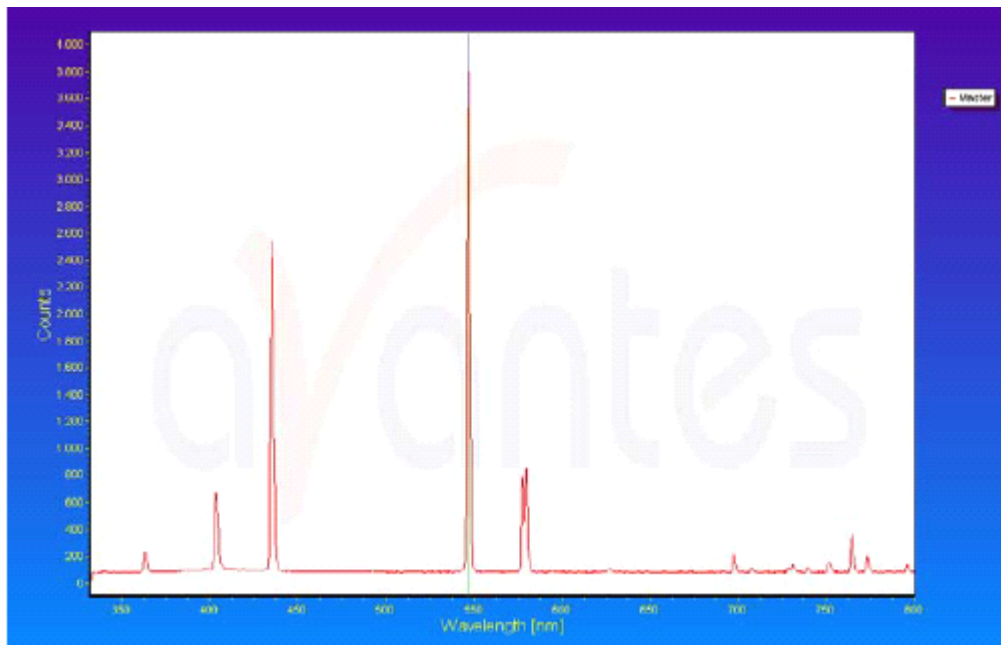
利用该项功能，可以设置所需要的平均扫描数 n 。每 n 次扫描后都可以显示一个光谱图。这个光谱是 n 次扫描的平均值。

波长[nm]

当指针按钮被按下时，可以显示该指针所指位置处的波长值。主窗口底部状态栏所给出的信号幅度值就是该波长处的幅度值。

2.4 图形区域

图形区域显示的是XY方向的二维数据，X轴为波长（nm），Y轴为探测器的响应点数。在读取或存储参考和暗背景光谱后，也可以为Y轴选择其它单位如：吸收率，透过率百分比或相对辐射等。



缩放功能

放大: 首先选择要放大至全图显示的区域。为选择这个区域，在白色图形区域点击鼠标左键然后向

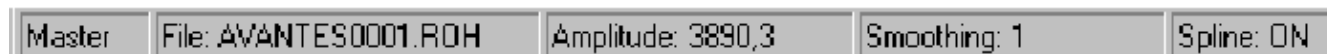
下向右拖至合适的大小。在图形区域内放开鼠标左键，X轴和Y轴坐标的标尺均按照所选区域重新设置。

缩小: 在白色图形区域内按住鼠标左键向左向上拖动，放开鼠标左键后X轴和Y轴坐标的标尺都会恢复默认值。

移动X-Y轴坐标: 拖动鼠标右键使整个光谱向上、下、左、右移动到一个合适的位置。

移动Y轴: 如果鼠标带有滚轮，则上下滚动滚轮会使光谱上下移动。

2.5 状态栏



对于每个选用的光谱仪通道，主窗口下面状态栏中都显示了关于该通道数据将要被存储到的文件、当前波长所对应的幅度和当前设置的平滑和样条参数等信息。样条设置右侧区域是用来表示光谱仪在某个波长范围内接收了过多的光（在动态背景校正、平滑或平均处理之前点数值为16383），当饱和和发生时就会出现“Saturated”字样。这个情况详见3.2.8.1节：饱和和检查。

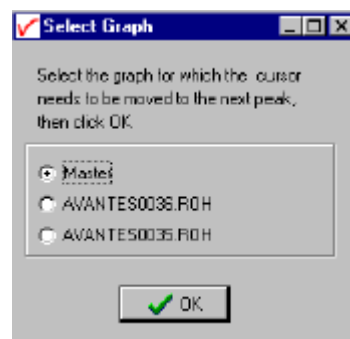
2.6 使用CTRL或SHIFT +鼠标左键寻找光谱图的峰值或谷值

这项功能适用于所有模式（Scope, Absorbance, Transmittance 或Irradiance）和所有显示的图形中。当同时按下CTRL +鼠标左键时，AvaSoft软件会按照下面的程序找到最近的峰值：

1. 以鼠标按下的位置确定波长。
2. 从最靠近的像素中重新得到数据。
3. 寻找峰值的方向是由相邻像素决定的。如果两个相邻像素对应Y轴值均低于当前像素点的Y轴值，则当前像素就是峰值。如果只有其中的一个相邻像素值高于当前像素值，则要向这个像素值方向搜索峰值。如果两个相邻像素对应Y轴值均高于当前像素点的Y轴值，则当前像素就是谷值。在这种情况下会按照具有最高值的像素方向寻找峰值。
4. 指针开始向这个方向移动，按照3中的步骤，直到找到一个比上一个值都低的像素，最终指针停在这个像素上。

同时按下SHIFT+鼠标左键可用同样的办法找到谷值。

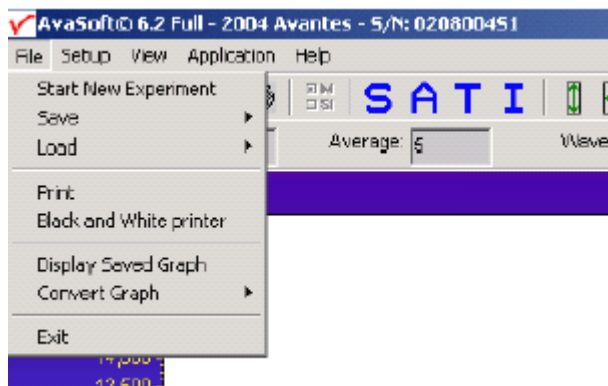
如果显示多个光谱，则会弹出一个如右侧所示的对话框，可以选择要寻找峰谷值的光谱。



3 菜单选项

在3.1到3.3节中详细介绍主菜单选项(File, Setup and View Menu)和子菜单的功能。

3.1 文件菜单



3.1.1 文件菜单：开始新实验

选择该项功能后，弹出一个对话框，可以在其中输入新实验的名称。实验名称会以一个扩展名为*.kon作的文件名被保存。扩展名不需要输入，自动生成。

点击保存按钮后，当前文件名将由所输入的实验名和由0001开始的序号组成。

例如：如果实验名为“test”，在scope模式下存储的第一个图形文件将被命名为test0001.ROH，序号自动递增，因此下一个scope模式下的文件名变为test0002.ROH，以此类推。有关图形文件名的详细信息，详见File-Save Experiment一节介绍。

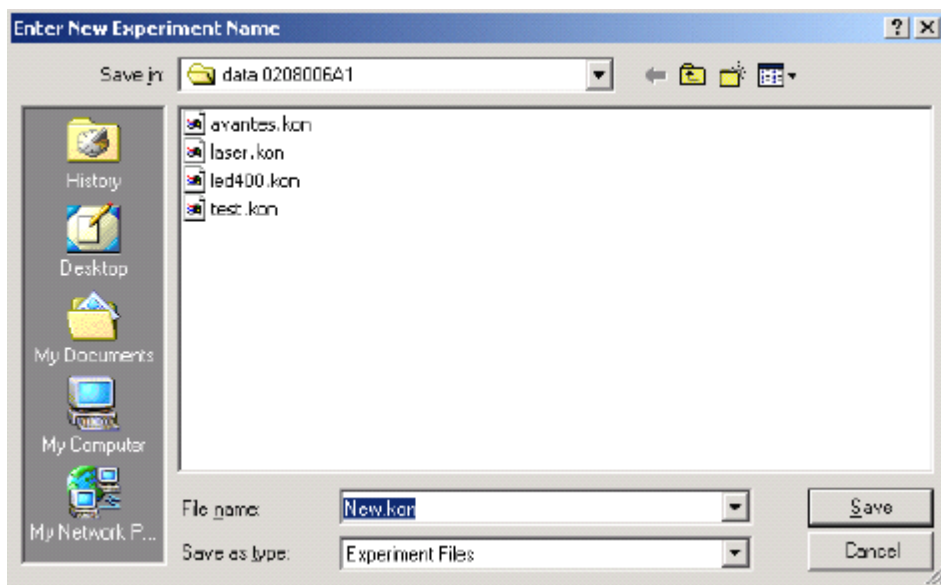
该对话框允许您选择不同的文件夹或驱动器来保存实验，也可以将新实验存储到新建的文件夹下。

文件默认存储路径名称叫做“data <serialnumber>”，其中

<serialnumber>示指所使用的AvaSpec光谱仪的序号（上图中的是0208006A1）。

点击存储按钮就会关闭该对话框，新的实验名以及序号就会显示在状态栏的左下方。

点击取消按钮，就会恢复旧的实验名。



3.1.2 文件菜单：读取背景数据

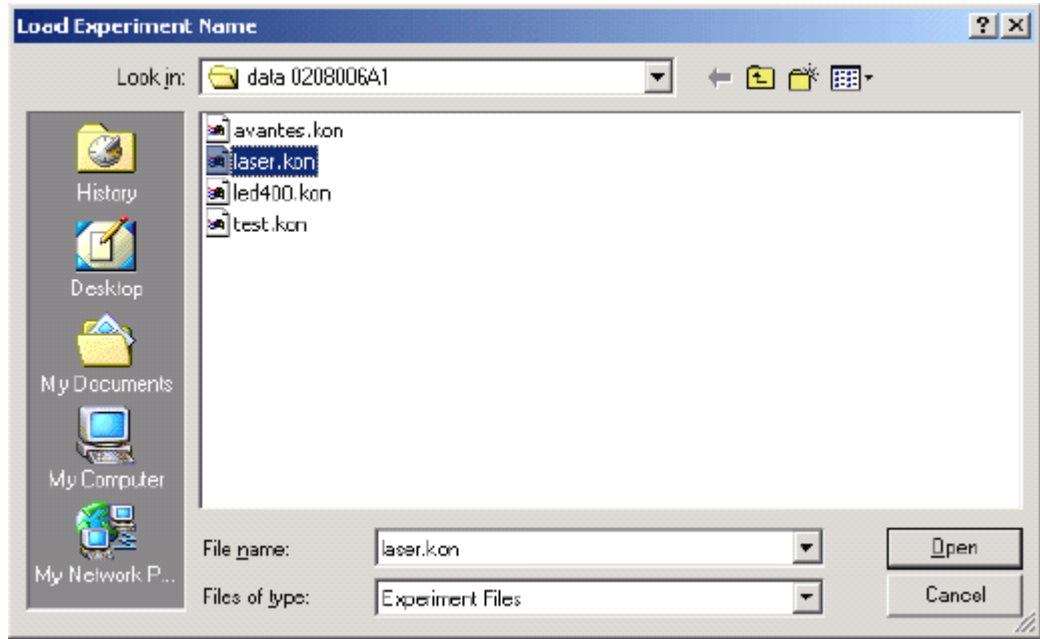
该操作用于读取事先存储的背景数据。如果AvaSoft处在静态模式下，读取的背景数据将首先显示在屏幕上。

3.1.3 文件菜单：读取参考数据

该操作用于读取事先存储的参考数据。如果AvaSoft处在静态模式下，读取的参考数据将首先显示在屏幕上。

3.1.4 文件菜单：读取实验数据

该操作用于读取事先使用过的实验数据。采用这种方式更多的光谱可以存储到现有的实验数据当中。实验名的扩展名为 "*.kon"。选择该功能项后，弹出一个对话框，显示了在当前实验目录下已存储的所有实验记录。如果所需要读取的实验名在该目录下，选中并点击打开按钮。如果所需要读取的实验名在其它的驱动器或目录下，可以点击现有文件名后面的 ▾ 来改变路径。关于图形文件名的详细信息，见File-Save Experiment一节介绍。



3.1.5 文件菜单：存储背景

该操作用于存储背景。背景数据文件名为 "dark*.dat"，此处 "*" 代表所要存储的从通道数 (*=0 代表主通道)。背景数据文件存储在由File-Load-Experiment或File-Start New-Experiment选项所选取的实验目录下。

3.1.6 文件菜单：存储参考数据

该操作用于存储参考数据。参考数据的文件名为 "ref*.dat"，此处 "*" 代表所要存储的从通道数 (*=0 代表主通道)。

参考数据文件存储在由File-Load-Experiment或File-Start New-Experiment选项所选取的实验目录下。

3.1.7 文件菜单：存储实验记录

该操作用于存储光谱数据。所有的图形文件都存储在由File-Load-Experiment或File-Start New-Experiment功能项所选取的实验记录目录下。

在光谱仪一个通道被使能情况下保存图形文件

首先，弹出一个可以为所存储图形输入注释行的窗口，。

然后，会存储两个文件：第一个包含光谱数据。

第一个文件名以实验记录名开始，后面直接是所存储光谱的序号。第一个文件的扩展名取决于当前测量模式，如下所示：

扩展名	模式
ROH	Scope
ABS	Absorbance
TRM	Transmittance/Reflectance
IRR	Irradiance

第二个文件包含注释信息，可以附加到图形当中。第二个文件除了扩展名以外，与第一个文件相同（实验记录名后接序号）。该文件的扩展名取决于下列测量模式：

扩展名	模式
RCM	Scope
ACM	Absorbance
TCM	Transmittance/Reflectance
ICM	Irradiance

例如：假设实验记录名为"avs"。那么，分别在scope模式存储一幅光谱、absorbance模式存储一幅光谱，在transmittance模式下存储两幅光谱，就会出现以下的文件：

avs0001.roh: scope模式下光谱数据
 avs0001.rcm: 存储在avs0001.roh中的注释
 avs0001.abs: absorbance模式下的光谱数据
 avs0001.acm: 存储在avs0001.abs中光谱的注释
 avs0001.trm: transmittance模式下的光谱
 avs0001.tcm: 在avs0001.trm存储的光谱注释
 avs0002.trm: transmittance模式下光谱
 avs0002.tcm: 存储在avs0002.trm中的光谱注释

在退出应用和下一次使用AvaSoft软件时，在scope, absorbance和transmittance模式下存储图形文件，则将分别存为数据文件avs0002.roh, avs0002.abs和avs0003.trm，以及相应的注释文件avs0002.rcm, avs0002.acm和avs0003.tcm。

存储前，图形文件名将显示在窗口下面的状态栏中。存储后序号将自动增加一个。

在光谱仪多个通道被使能情况下存储图形文件

如果在多通道同时工作时存储图形文件（详见View-Channel选项），所显示出的每个通道的文件名将有不同的序列号。

For example, the result of saving one experiment in triple view mode is three graphic data files and three comment files, for instance:

例如：三通道模式下存储一个实验记录的结果将有三个数据文件和三个注释文件，具体如下：

avs0002.roh: scope模式下光谱数据（主通道）
 avs0003.roh: scope模式下光谱数据（从通道1）
 avs0004.roh: scope模式下光谱数据（从通道2）
 avs0002.rcm: 存储在avs0002.roh中的光谱注释

avs0003.rcm:存储在avs0003.roh中的光谱注释

avs0004.rcm:存储在avs0004.roh中的光谱注释

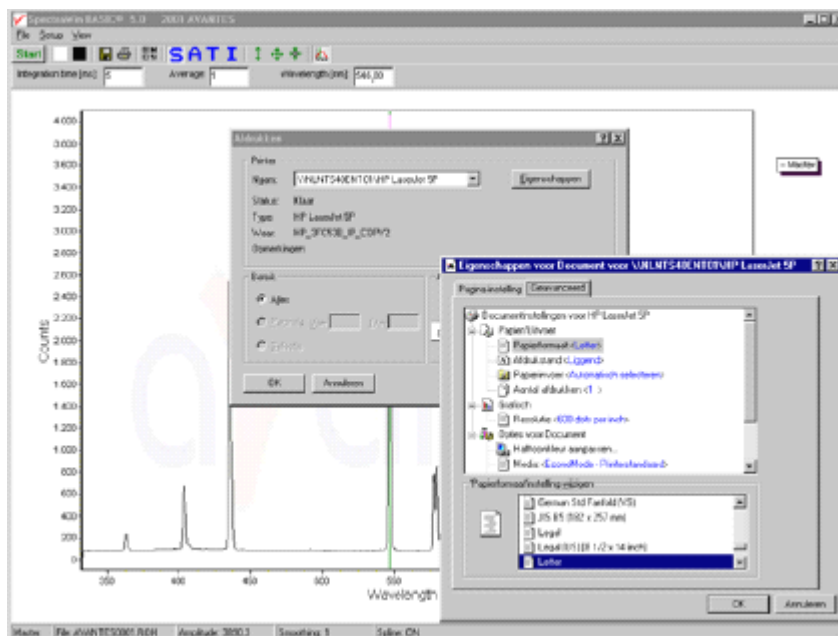
对于每个通道可以输入不同的光谱注释。

为了随后用File-Display Saved Graph选项来更容易地选择图形文件，所有的注释均以所代表的通道的缩写开始，：M代表Master，S1代表Slave1，以此类推。

存储后，该例子（三通道模式）中的序号自动递增成0005，0006和0007分别代表Master, Slave1和Slave2三个通道。

3.1.8 文件菜单：打印


选择打印菜单功能后，图形中的背景区域颜色将变成白色。如果选用了菜单选项“黑白打印机”（详见下一节），则光谱线条将由彩色变为黑色。可以在弹出的对话框中输入需要打印的标题。在下一个窗口中，可以改变现有的打印设置（人物或风景打印，打印质量等等）。在打印设置对话框中点击OK按钮，开始打印图片，与此同时，最初图片的色彩将重新显示在屏幕上。

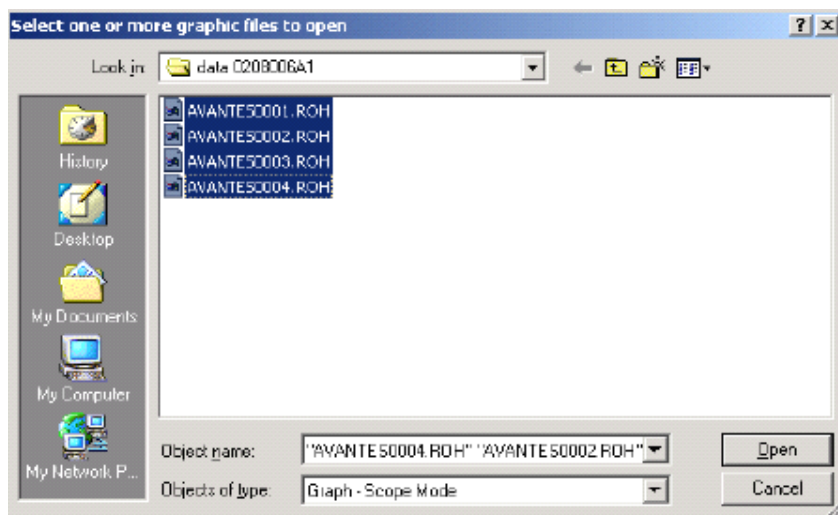


3.1.9 文件菜单：黑白打印

AvaSoft软件默认的打印设置是光谱图的打印颜色与屏幕显示颜色相同。但如果打印机不具有彩色打印功能，则可选择“黑白打印机”功能项。当该功能开启后，如果显示的是多个光谱图，则它们会以不同的线条类型被打印。如：破折号-破折号，点-点线，破折号-点等。点击菜单功能选项来开启该功能选项，在它的前面会出现一个对勾。

3.1.10 文件菜单：显示存储的图形

该功能要求所存储的图形文件是使用File-Save Experiment功能项进行的。选择该功能项后，在窗口中会出现所有在当前测量模式下的文件。在右边的例子中，测量模式为“scope”，因此以前所存储光谱的扩展名为“*.roh”。如果要选择所存储的其它测量模式下的图形文件，如吸收，点击Graph-Mode后面的，挑选所需要的测量模式。如果要从其它

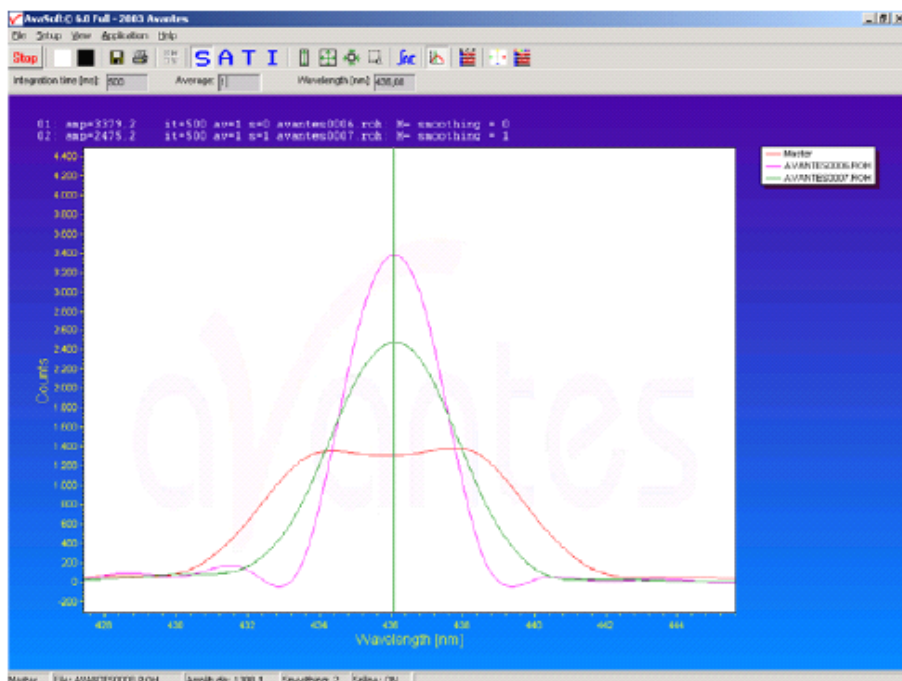


文件夹或驱动器中选择图形文件，点击当前文件名后面的.

如果用鼠标单击该文件名，则在主窗口中图形区域的顶部出现该文件的注释行。可以按住CTRL或SHIFT键，同时点击鼠标左键用来选择多个文件名。如果按下CTRL键，所有文件可以通过点击鼠标左键的方法进行选择。如果按下SHIFT键，可以选中两次点击鼠标间的所有文件。

选择显示的文件名点击Open按钮可以打开文件。点击CANCEL按钮退出该对话框。

右侧的图形中，在Scope Mode模式下选择了两个图形文件。在图形区域的顶端显示有存储的图形文件的注释，包括当前波长处所对应的幅值（amp）、积分时间（it）和平滑设置（s）等信息，还有该图形文件的文件名。如果光谱仪的活动（正在工作的）通道（如主通道）没有通过View Channel功能项来去除选择，那么该活动通道中的实际数据将显示在所选择的图形文件中。点击绿色的开启按钮，可以把在线测量与以前存储的图形进行对比。




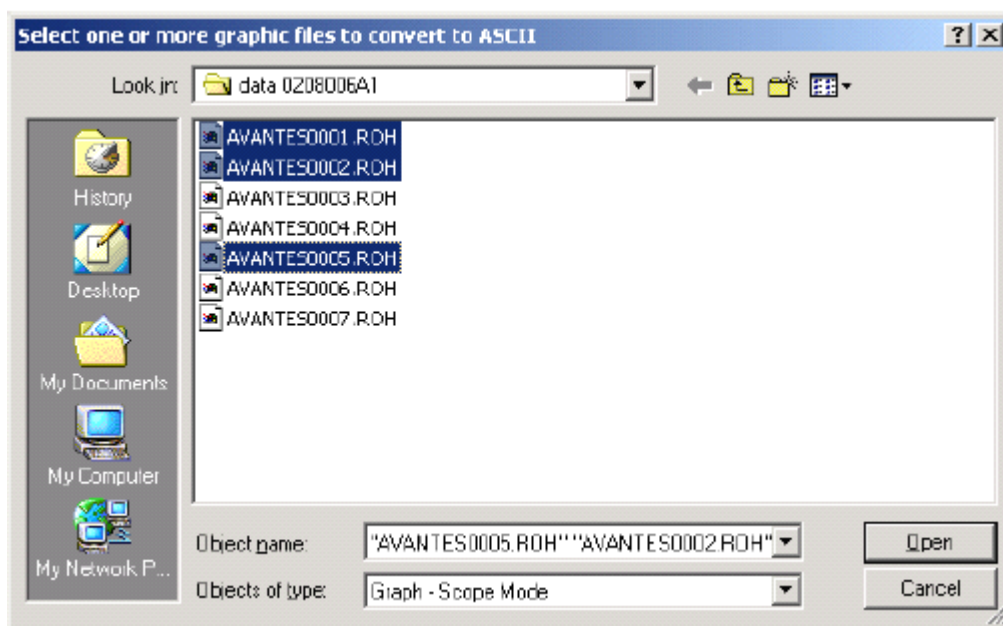
只要打开了以前存储的图形文件，则File-Display Saved Graph


菜单选项前就会出现一个对勾。如果要清除这些以前存储的图形，再次选择File-Display Saved Graph菜单功能项，则该选项前面的对勾就会消失，只有活动通道的光谱被显示。

3.1.11 文件菜单：图形格式转换为ASCII

该功能需要事先采用File-Save Experiment功能项存储图形文件。在选择该功能项后，会出现一个显示当前测量模式下的所有文件的窗口。在右边的例子中，测量模式为“scope”，所以存储的光谱数据文件扩展名为“*.roh”。

选择其它测量模式下的图形文件，如absorbance, 点击Graph -...Mode后面的, 选中



所需要的测量模式。如果要从其它文件夹或驱动器中选择图形文件，点击当前文件名后面的。如果用鼠标单击该文件名，则在主窗口中图形区域的顶部出现该文件的注释行。

可以按住CTRL或SHIFT键，并点击鼠标左键来选择多个文件名。如果按下CTRL键，所有用鼠标左键点击的文件将被选择进行转换。如果按下SHIFT键，可以选中两次点击鼠标间的所有文件进行转换。

选择欲转换成ASCII码的文件名，并点击Open按钮。点击CANCEL按钮退出该对话框。文本文件的扩展名取决于二进制图形文件的扩展名，如下所示：

二进制文件扩展名	文本文件扩展名
ROH	TRT
ABS	TAT
TRM	TTT
IRR	TIT

所有转换的文本文件都有文件头，其中包含被转换的图形文件的信息。文件头如下所示：

- 注释行
- 积分时间
- 参加平均的扫描数
- 参加平滑的像素数
- 所存储数据的光谱仪序列号

*.TRT文件中的数据以两列显示。第一列给出的是以纳米为单位的波长，第二列给出的是scope模式下的数据。

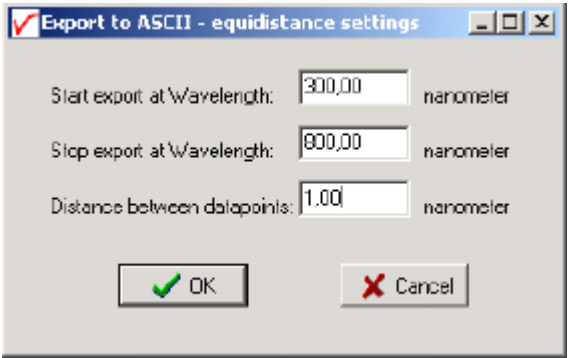
.TAT和.TTT文件中的数据分别以5列显示。第一列给出的是以纳米为单位的波长。第二到第四列分别是暗背景、参考数据和scope数据。第五列是计算出的吸收率（*.TAT文件）或透射率（*.TTT文件）。

发光文本文件（*.TIT）的格式取决于AvaSoft-IRRAD的可用性。若AvaSoft-IRRAD可用，则会产生绝对辐射文件，显示出6列数据。头两列是波长和背景数据。第三列是由计数值到微瓦的转换函数。第四列是测量的点数值。第五、六列分别是计算出的辐射数值，第五列是微瓦/平方厘米，第六列是光子记数。如果AvaSoft-IRRAD不可用，则会显示5列数据的相对辐射的文本文件。第一列给出的是以纳米为单位的波长。第二到第四列分别是暗背景、参考数据和scope数据。第五列是计算出的相对辐射值。

3.1.12 文件菜单：图形文件转换为等间距的ASCII文件

该功能项操作需要图形文件事先是用File-Save Experiment功能项存储的。当选择“File/ Convert Graph/To ASCII – Equi distance”功能项之后，会出现一个如右图所示的对话框，您可以输入所要转换的数据的波长范围，和前后两个连续数据点的间距。点击OK按钮后，可以选择需要转换的文件。选择文件的步骤与转换成ASCII码的步骤（3.1.11节）相同。

文件头信息也与上一节中的形式相同。在*.TRT, *.TAT, *.TTT 和*.TIT文件中的数据以两列显示。第一列给出了以纳米微单位的等间距波长。第二列显示的是scope数据（*.TRT文件），吸收率（*.TAT文件），透射率（*.TTT文件）或发光（*.TIT文件）中的插值数据。




3.1.13 文件菜单：图形格式转换为J-CAMP格式


JCAMP-DX是在不同的光谱仪和计算机之间传递光谱文件的标准文件格式。

JCAMP-DX光谱是一个文本文件，可以用文本编辑器观看、修改和填加注释。许多精心制作的光谱仪软件程序，如Grams32和OPUS软件，都支持JCAMP-DX文件格式。

J-Camp格式要求在X轴方向（波长）数据点为等距离。从CCD的像素点到波长点间的转换不是线性函数，所以在写入J-Camp格式之前，2048个数据点(对于一个AvaSpec-2048光谱仪)必须要首先进行线性化。

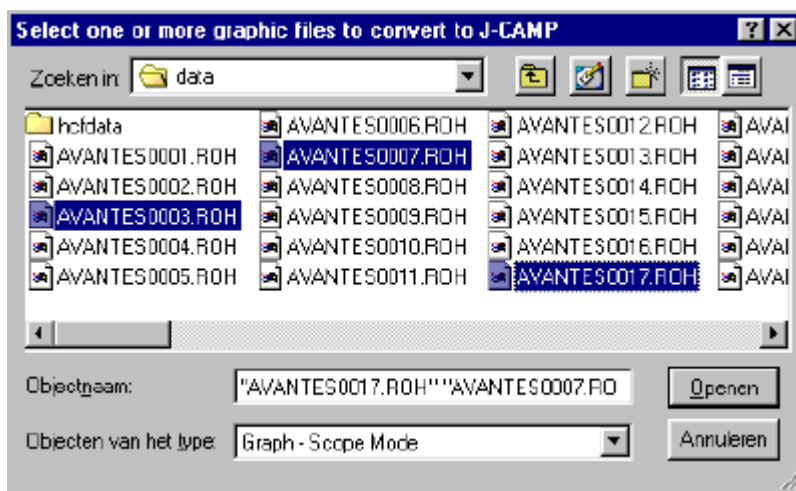
该功能要求图形文件是要求用File-Save Experiment功能项存储过的。选择该功能后窗口中显示当前测量模式下所有的文件。在右边的例子中，测量模式为“scope”，所以之前存储的光谱图的扩展名为*.roh。

选择以其它测量模式存储的图形文件，如absorbance，点击Graph - ...Mode 后面的  按钮，选择所需要的测量模式。

如果要从其它文件夹或驱动器中选择图形文件，点击当前文件名后面的  按钮。

若用鼠标单击文件名，则该文件的注释行将出现在主窗口图形区域的顶部。可以按住CTRL或SHIFT键，拖动鼠标左键用来选择多个文件名。如果按下CTRL键，所有文件可以通过点击鼠标左键的方法进行选择。如果按下SHIFT键，可以选中两次点击鼠标间的所有文件。选择好欲转换成J-Camp格式的文件名，并点击Open按钮。如果不想转换文件并离开这个对话框，可以点击CANCEL按钮。

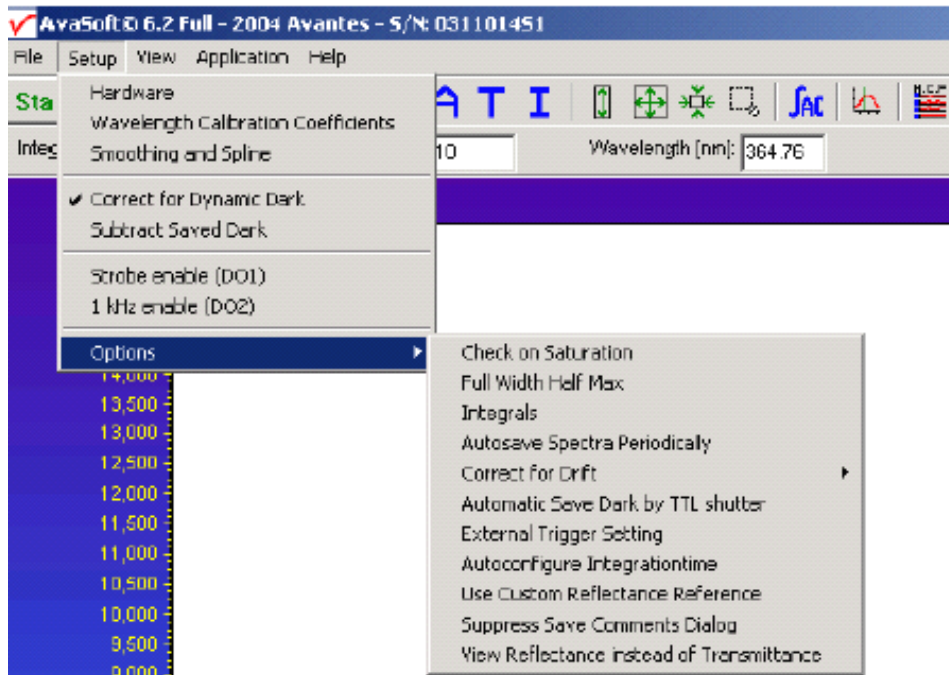
J-Camp格式的文本文件扩展名为DX。例如，如果一个文件AVANTES0001.trm和另外一个文件AVANTES0001.abs都被转换为J-Camp格式，则文件名都变成AVANTES0001.dx。



3.1.14 文件菜单：退出

.关闭AvaSoft软件。

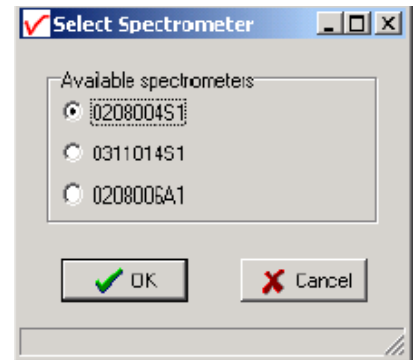
3.2 设置菜单



3.2.1 设置菜单：硬件

该菜单功能显示了连接到计算机USB和COM端口而且被用于其它应用的AvaSpec光谱仪的序列号。该功能选项可以用来分配某一个光谱仪进行某个特定应用。（例如一个光谱仪运行AvaSoft-Full软件，同时另外一台光谱仪运行AvaSoft-Raman软件）。但它也允许多个光谱仪同时运行同一应用，只需多次重新启动AvaSoft软件即可。

点击OK按钮后，AvaSoft将和对话框中序列号被激活的光谱仪进行通讯。



3.2.2 设置菜单：波长校正系数

点击该功能项后，会出现一个对话框，可以手动更改波长校正系数。

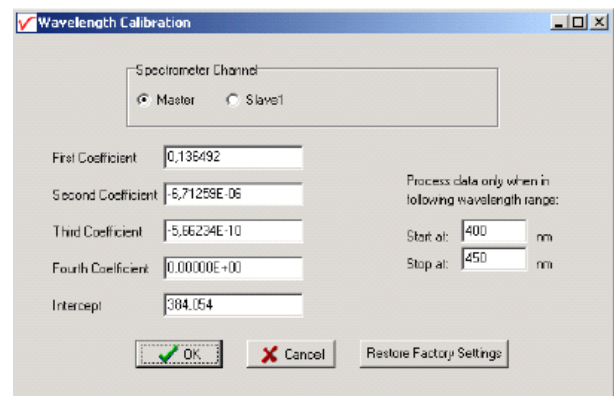
背景知识

与光谱仪探测器中像素数匹配的波长 λ 可以通过下列的等式计算：

$$\lambda = \text{Intercept} + X1 * \text{pixnr} + X2 * \text{pixnr}^2 + X3 * \text{pixnr}^3 + X4 * \text{pixnr}^4$$

其中系数（Intercept）和系数X1到X4对应下图中系数（Intercept）和第一到第四个参数。

例如，如果我们计算像素数1000所对应的波长，使用右图中的参数，则波长为：



$$\lambda = 384.054 + 0.136492 \times 1000 + -6.71259E-6 \times 1E6 + -5.66234E-10 \times 1E9 = 513.267 \text{ nm.}$$

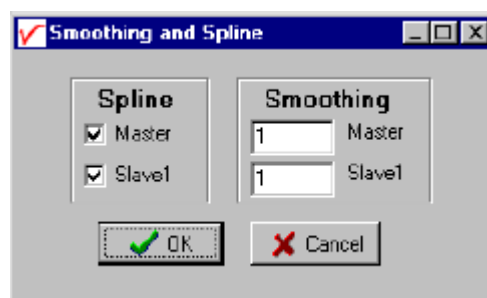
点击‘Restore Factory Settings’按钮，可以使光谱仪的所有通道回复到存储到EEPROM中的出厂波长校正系数。

“Process data only when in following wavelength range”功能选项可以用来限制从光谱仪到计算机传输的像素数。这样可以大大加快数据传输时间（如AvaSpec-2048光谱仪中传输整个波段的数据要30ms，而如果仅传输10个像素则可以缩短到14ms）。第二个优点数据量减少，因为只有对应于所设定的波长范围的像素间的光谱数据才会被存储。

3.2.3 设置菜单：平滑与样条

三次样条插值函数可以用来估计在探测器阵列上两个相邻像素间的光谱数据。

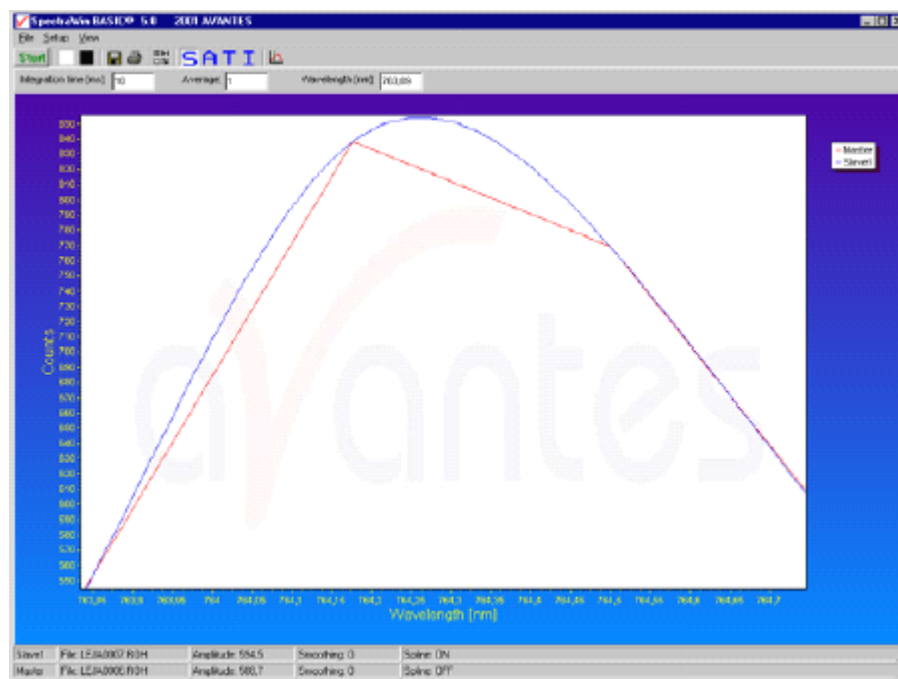
平滑是对探测器阵列上几个像素的光谱数据进行平均的数据处理过程。例如，如果平滑系数设置为2，探测器阵列上所有像素 x_n 的光谱数据都会和与其相邻的像素 x_{n-2} , x_{n-1} , x_{n+1} 和 x_{n+2} 的光谱数据进行平均。



三次样条函数插值

右图显示了样条插值的效果。主数据显示了4个像素的AD转换，用一条直线相连（线性插值）。Slave1数据与主数据完全一样应用4个像素的数据，但此时进行了三次样条插值运算，其结果的一阶导数平滑，二阶导数连续。

样条插值可以用在测量单波长光源的场合，比如半导体激光器；也可应用在其它需要高分辨率的场合。要提醒的是对于具有2048个像素的AvaSpec-2048光谱仪，如果在整个波段范围内显示数据，则样条插值的效果不明显。显示器的分辨率远小于2048像素。所以只有当所显示的探测器像素数小于X轴方向上显示器像素数时，样条插值的效果才能显示出来。



平滑处理

如果要获得平滑的光谱又不损失数据信息，关键是在软件中正确地设置平滑系数。最佳平滑参数取决于探测器阵列像素间的间距和进入光谱仪的光束。对AvaSpec-2048型光谱仪来说，线阵CCD上像素之间的距离为14 μm 。如果使用直径为200 μm 的光纤，则光学像素分辨率大约为14.3个CCD像素。如果平滑系数设置为7，则每个像素将与其相邻的左边七个像素和右边七个像素进行平均。对于像素间距为14 μm 的15个像素进行平滑将



Light beam [micron]	Smoothing parameter
10	0
25	0
50	1
100	3
200	6

在线阵CCD上覆盖 $15 \times 14 = 210\mu\text{m}$ 。使用直径为 $200\mu\text{m}$ 的光纤，如果平滑系数设置为7则意味着将损失分辨率。所以理论上最优化的平滑系数为6。如果在光谱仪上安装一个 $50\mu\text{m}$ 的狭缝，则光学像素分辨率将达到3.6个CCD像素，平滑系数应当设置为1。左表中，列出了推荐的与进入AvaSpec-2048光谱仪的光束相关的平滑系数。这里的光束宽度是光纤芯径，如果所安装的狭缝宽度小于光纤芯径，则为狭缝宽度。请注意，表中所显示的是在不损失分辨率的前提下的最优化平滑系数。如果在分辨率不是重要的场合下，则可设置高一些的平滑系数来减小噪声，但这是以牺牲分辨率作为代价的。

决定最佳平滑系数的方法是在参考使用类似AvaLight-CAL那样的线光谱校准光源时的分辨率

如果要显示以纳米为单位的半宽值分辨率，可以通过Setup/Options/Full Width Half Max功能项来实现。首先观察一个或多个没有平滑（smoothing = 0）的峰值处的半宽值，然后逐渐增加平滑系数，观察半宽值的变化情况。为了获得不损失分辨率的最佳平滑系数，则要在分辨率不变差的前提下尽可能地增大平滑系数。

3.2.4 设置菜单：动态暗背景的校正（仅限于AvaSpec-2048）

CCD探测器(AvaSpec-2048)的像素是热敏感的，所以即使是在没有光辐射的情况下，也会产生暗电流。为了获得暗电流的近似值，可以用CCD探测器起始的14个像素值作为参考信号，并且把它们从原始的Scope数据中扣除。如果开启动态暗背景校正功能，则该操作可以实现。由于这14个像素与其它像素具有相同的热响应，所以该校正是完全动态的。

请注意，该功能与在测量透射率或吸收率之前必须进行的暗背景存储（File-Save Dark）完全不同。当动态背景校正选项改变之后，由于原始数据发生变化，需要存储新的暗背景和参考光谱数据。如果该菜单功能被勾选，则scope数据将要用动态背景算法进行校正。推荐把该功能保持为默认的选中状态。

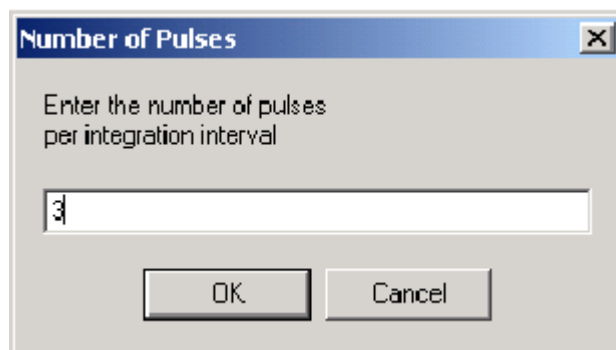
3.2.5 设置菜单：扣除存储的背景

使用该功能可以把暗背景光谱从以前存储的原始光谱数据中扣除。启动AvaSoft软件之后，该菜单功能通常是没有被勾选的，因为在扣除背景光谱之前它需要被存储或载入。如果该菜单功能被勾选，则该scope数据就会以所存储的暗背景进行修改。

3.2.6 设置菜单：Strobe Enable (DO1)

这个功能选项可以激活或停用与AvaSpec光谱仪相连的外部频闪光源(如XE-2000)。

XE-2000需要用IC-DB15-2接口线把AvaSpec光谱仪和其本身的高密度15针接口相连。如果XE-2000可以在单次闪光和多次闪光间切换（这时在XE-2000的后面板有一个开关），那么当XE-2000与AvaSpec光谱仪一起使用时请确认该开关始终处于单次闪光位置（单次闪光XE-2000以1脚被触发，多次闪光时则2脚被触发）。所测量的XE-2000光强与AvaSoft软件所设置的积分时间无关。如果要增加光强，就要提高每次积分时间内的闪光次数。当点击“Strobe Enable”菜单选项后，会出现一个对话框，允许用

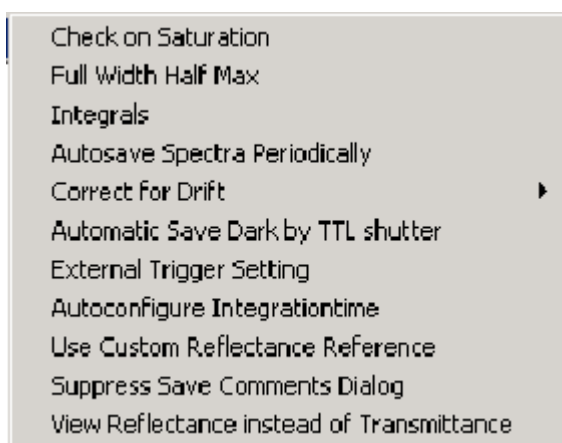


户设置闪光次数。XE-2000的最大工作频率是100 Hz，这意味着如果闪光脉冲数设为1的话，最小积分时间为10ms，如果闪光脉冲数设为3的话，则最小积分时间变为30ms。通常推荐把积分时间设置的尽可能低来避免增加噪声。如果这个菜单选项被勾选的话，则闪光控制功能就被激活。如果要停用这个功能，简单地点击被勾选的菜单功能项即可。

3.2.7 设置菜单：1 kHz功能激活 (DO2)

AvaSpec光谱仪的15针接口的第1脚可以产生1kHz的信号。这个信号可以用来控制在脉冲模式下工作的AvaLight-LED光源。

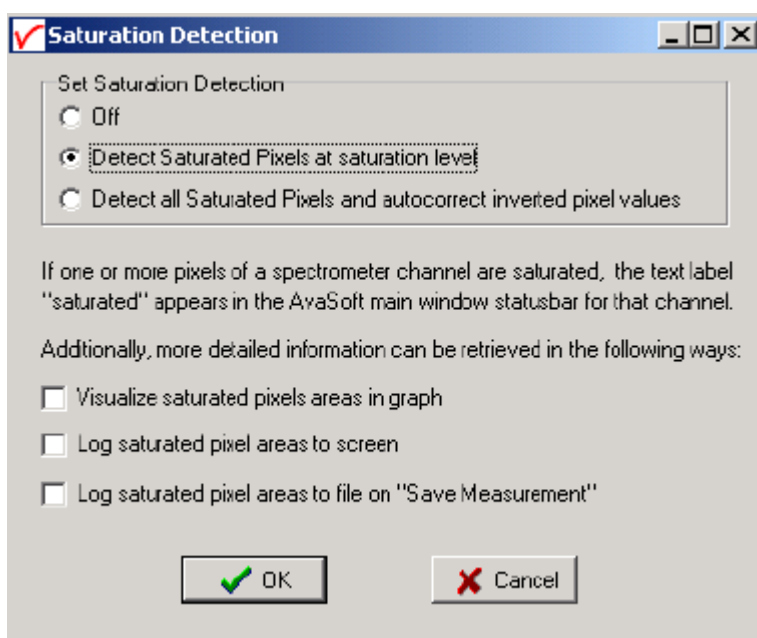
3.2.8 设置菜单：选项



在AvaSoft FULL版本中，本节介绍的所有选项都是标准选项，而在AvaSoft BASIC中，则不包括这些选项。

3.2.8.1 设置菜单：选项——饱和度检查

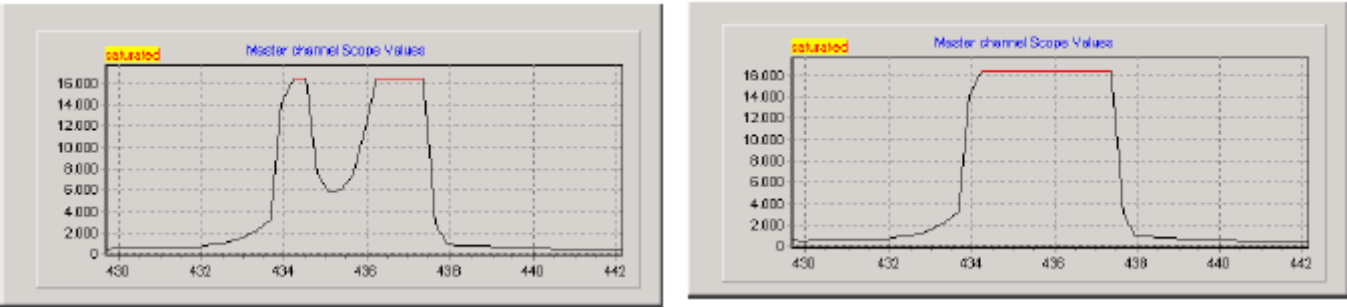
AvaSpec光谱仪的14位A/D转换卡输出的Y轴点数值在0和16383之间。如果在一个或多个像素上测量到的点数值大于16383的话，则称这些像素饱和或过度曝光。由于饱和和象元会干扰测量结果，所以AvaSoft软件（161.dll驱动库）都非常注意检查并通知用户测量结果中包含饱和和象素。该通知允许用户决定忽略饱和，例如当发生饱和的像素处于用户不感兴趣的波长范围内时。通常可以通过缩短积分时间来解决饱和问题，如果在最短积分时间时信号仍然过高，就要在光路中安装衰减器、中性滤光片或选择小芯径光纤等。在AvaSoft软件中，可以设置不同级别的饱和和检查，同样有不同级别的通知选项，



如右图所示。

饱和度和检查级别

默认的饱和度检查级别为“Detect Saturated Pixels at saturation level”。只有对于AvaSpec-2048型光谱仪，才会出现第3个级别 (autocorrect inverted pixels)。原因是如果AvaSpec-2048 中的探测器(Sony-ILX554)过度饱和（光强为开始饱和时光强的5倍），它会返回一个小于16383的值。而其它型号如AvaSpec-102, 256和1024中的探测器则没有这种效应，所以不必进行这个校正。通常用户不必为AvaSpec-2048选择第3个级别，而当测量一些具有高度饱和峰值光谱时，则要用到这个自动校正选项。为了更好地解释这个选项，请看下图中AvaLight-CAL标准光源右一个很强的峰值，在435.84 nm处出现了过度饱和，导致了大多数过度饱和像素返回了小于16383的点数值（如左图所示）。在右图中，饱和度检查级别倍设置成第3级，从而不仅检查在16383点的饱和像素，而且检查并校正已经反转的饱和像素。这个自动校正检查级别的缺点是校正过程需要更长的时间。



饱和通知

如果饱和没有关掉检查功能，只要该光谱仪通道有一个或多个像素饱和，则该光谱仪通道的状态条中会显示文本标志 “saturated”：

Slave1	File: AVANTES0003.ROH	Amplitude: 261,50	Smoothing: 0	Spline: OFF	Saturated
Master	File: AVANTES0002.ROH	Amplitude: 3613,7	Smoothing: 0	Spline: OFF	Saturated

这对于在透射（transmittance），吸收（absorbance）和辐射（irradiance）模式下测量是非常有帮助的，因为在这些模式没有点数值（象Scope模式下）供判断饱和度。而即使在Scope模式下，光谱图中也可能包含饱和像素，但从图中看不出来。例如：

- 平均：如果所测量的光谱是一些扫描的平均结果，则当某些扫描包括饱和像素时，其结果可能会显示出没有饱和。
- 平滑：可能峰值波长处的像素出现饱和，但它与相邻像素平均后可能就会不饱和。
- 动态暗背景校正会从光谱数据中把暗背景值减掉。因此，如果动态暗背景校正设置成ON的话，则饱和值不会再达到16383点。而AvaSoft软件中的饱和度检查是在动态暗背景校正前进行的，所以即使把动态暗背景校正设置成ON仍会检查到饱和。
- 显示器分辨率：CCD包括2048个像素，比显示器中图形的像素要多许多。因为并不是所有的CCD像素都会在显示器上显示，所有有时某个CCD像素出现了饱和但在显示器中看不到。用户可以使用放大功能来验证是否出现了饱和。
- 缩小：有时在某个波长范围内出现了饱和，但由于图形被缩小没有整个显示所以看不到。

但在所有这些情况下，在光谱仪出现饱和的通道的状态条中都会显示 “saturated”。在时间序列测量中（历史通道功能，颜色-时间，辐射-时间），只会对相应的波长范围进行饱和和检查。颜色测量的相应波长范围是380-

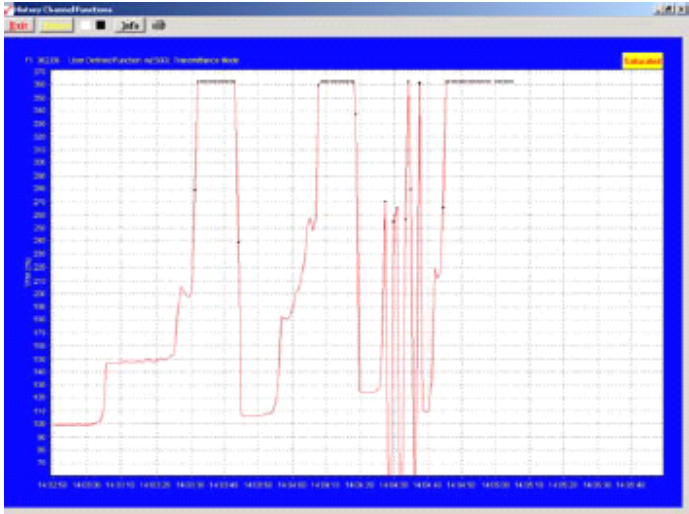
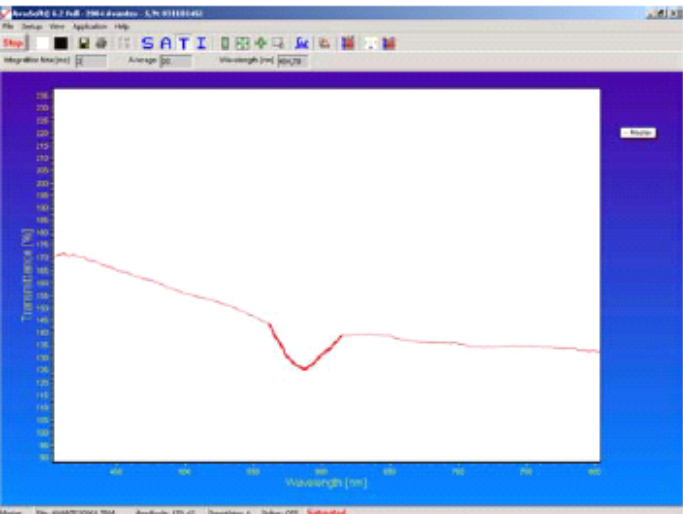
780nm，历史通道功能的相应波长范围由用户设置。例如，如果设置成要监控500-505nm，则饱和检查和通知只在这个范围内进行。如果饱和了，则在历史通道输出中就会出现饱和标志。如果把时间序列测量结果在线存储到Excel文件中，则只要某通道输出出现饱和，就会在该历史通道的Excel文件字体颜色就会变红。饱和和波长范围的附加信息可以靠激活以下选项来看到或存储：

Additionally, more detailed information can be retrieved in the following ways:

- ☐ Visualize saturated pixels areas in graph
- ☐ Log saturated pixel areas to screen
- ☐ Log saturated pixel areas to file on "Save Measurement"

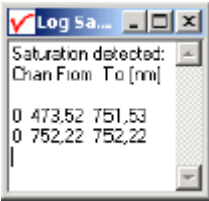
可视化图形中饱和像素区域

通过激活这个选项，主窗口中的光谱在发生饱和的波长范围都会用黑线显示。在时间序列测量中，使用饱和数据进行计算的输出函数值都在上面打黑点。



在屏幕上记录饱和像素区域

通过激活第2个选项，会出现一个小窗口显示光谱仪的通道（0= Master, 1 = Slave1, 等等），发生饱和像素的波长范围。



通过“Save Measurement”把饱和像素区记录到文件中

当在AvaSoft软件中保存测量结果时，第3个选项可以创建一个文件来写入发生饱和的波长范围。当在主窗口中保存光谱时（按Save按钮，或通过菜单选项File-Save-Experiment），记录文件名与实验文件名相同，但扩展名是*.sat。例如，如果吸收模式下的一个图形文件被保存成test0001.abs，如果这个光谱包含饱和数据，那么就会有附加行被保存到文本文件test.sat中。

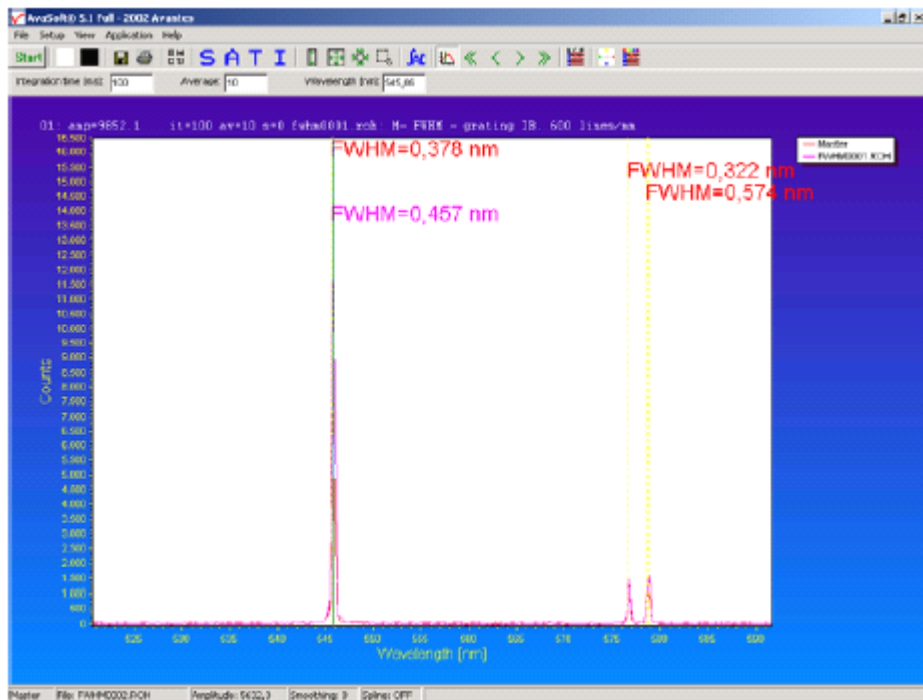
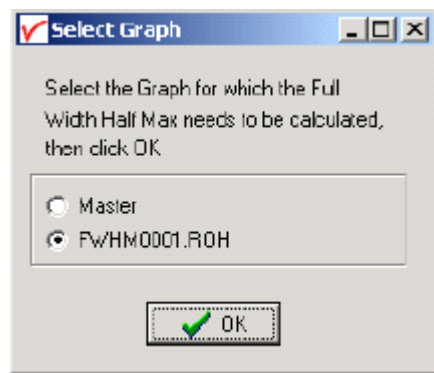
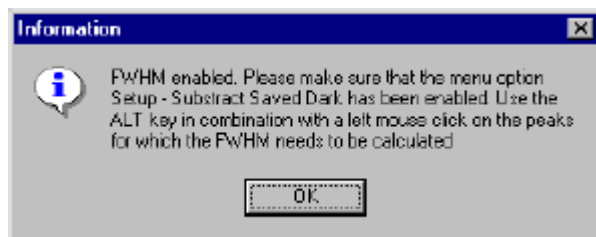
如果要把时间序列测量，颜色测量和辐射测量保存到文件中，同样会对数据进行饱和检查，如果发生了饱和，则会有附加行被写入到与测量结果文件名系统的记录文件中，只不过扩展名变为*.sat (如History.sat)。扩展名为*.sat的文件可以用诸如记事本的任何文本文件编辑器进行编辑。

3.2.8.2 设置菜单: 选项——FWHM（半宽值）

一个波峰的FWHM（半宽值）是强度超过该波峰最大强度值一半所对应的带宽（单位为nm）。FWHM值可以在Scope模式或Irradiance模式中计算。这个工具经常被用来半导体激光器的测量。在FWHM计算中，光强需要用暗背景进行校正。如右面当点击FWHM选项后出现的对话框所示，推荐激活Subtract Saved Dark功能选项。点击OK键后，就会对一些波峰的FWHM值进行计算。如果要对需要计算FWHM值的波峰进行标记，按住ALT键，再在波峰处点击鼠标左键。如果只有一个光谱仪通道被激活，而且没有以前被存储的图形被显示，则所标记的波峰的FWHM值就会在波峰上面直接显示出来。还有，这个波峰在FWHM值之内会被标记成黄色（有可能需要把波峰放大来观看波峰）。

如果显示的光谱多于一个，则会弹出一个如右图所示的对话框，用户可以从所有显示的光谱中选择所要激活FWHM。

在下图中，有四个波峰被选择用于FWHM计算：三个用于主通道，一个用于以前存储的光谱“FWHM0001.roh”。FWHM值与其对应的光谱波峰颜色相同。如果要停用FWHM功能，需要重新去选菜单选项（只要FWHM功能被激活，该菜单项就会被勾选）。



3.2.8.3 设置菜单: 选项——积分

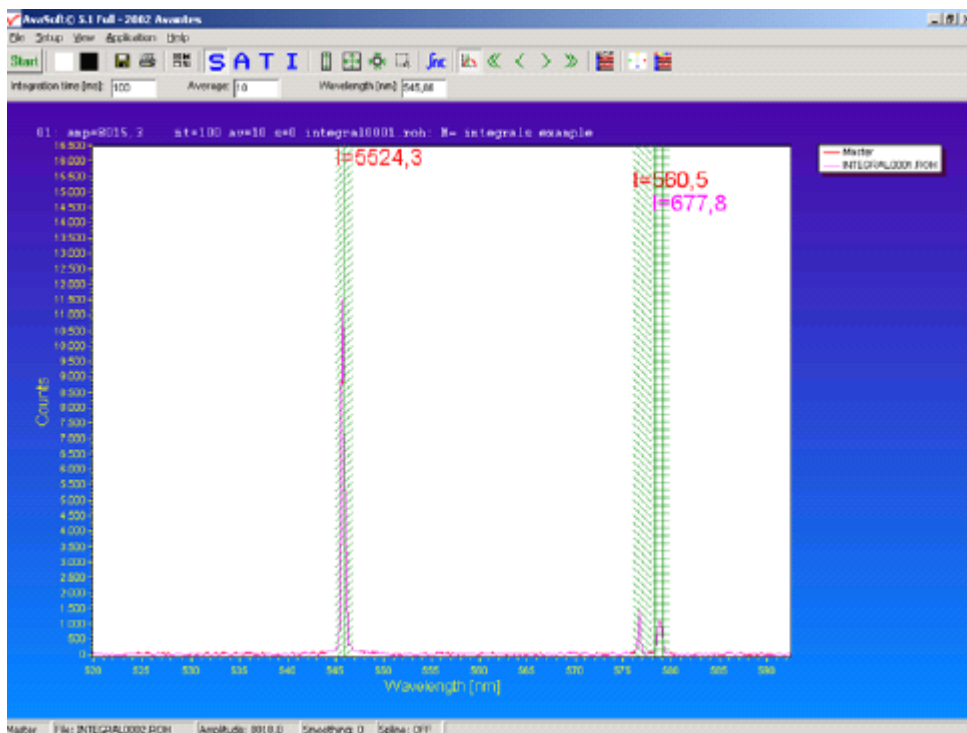
这个功能可以用来测量进入光谱仪的总能量。可以同时显示10个积分。当在右图对话框中对其进行定义后积分计算功能就被激活了。这个对话框在菜单选项Setup-Options-Integrals被激活后就会显示出来。在右图的例子中，定义了3个积分（头3个在第1列勾选了“Enable”选项）。在第2列中，可以从AvaSoft主窗口当前显示

Integral Range

Enter wavelength range and spectrum for integral calculation:

Enable	Spectrum	Wavelength range		Multiply with	
1. <input checked="" type="checkbox"/>	Master	From 545.0	to 547.0	nm	1.000
2. <input checked="" type="checkbox"/>	Master	From 576.0	to 578.0	nm	1.000
3. <input checked="" type="checkbox"/>	INTEGRAL0001	From 578.0	to 580.0	nm	1.000
4. <input type="checkbox"/>	Master	From 521.0	to 591.0	nm	1.000
5. <input type="checkbox"/>	Master	From 521.0	to 591.0	nm	1.000
6. <input type="checkbox"/>	Master	From 521.0	to 591.0	nm	1.000
7. <input type="checkbox"/>	Master	From 521.0	to 591.0	nm	1.000
8. <input type="checkbox"/>	Master	From 521.0	to 591.0	nm	1.000
9. <input type="checkbox"/>	Master	From 521.0	to 591.0	nm	1.000
10. <input type="checkbox"/>	Master	From 521.0	to 591.0	nm	1.000

的所有光谱中选择一个光谱。当点击第2列右侧的箭头后就会显示出可供选择的所有光谱名单（包括以前存储的光谱，如积分3所示）。在第3和第4列中，可以输入进行积分计算的波长范围。最后，可以输入一个乘数因子以对结果进行缩放。点击OK键后，就可以给出如下图所示的积分值。



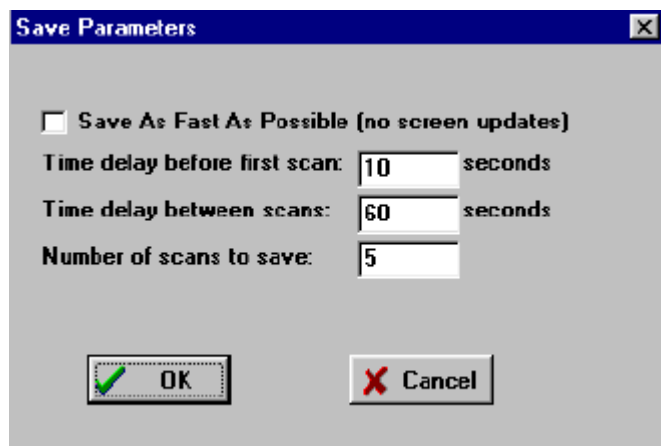
如果要停用积分计算功能，需要重新去选该菜单项（积分功能被激活后，该菜单项就会被勾选）。如果要测量积分值随时间的变化，在历史通道应用功能中可以输入8个不同的函数。

3.2.8.4 设置菜单：选项——周期性自动存储光谱

这个选项可以及时地自动存储整个光谱，可以设置下面的参数：

- 需要输入**首次扫描的时间延迟**（以秒为单位）。点击OK键后，AvaSoft软件会在存储第1次扫描前等待所输入的秒数。
- 需要输入**两次扫描间的时间延迟**（以秒为单位）。它会定义两次存储两个相邻光谱的时间间隔。如果这个数值设为0的话，AvaSoft会尽可能快地保存光谱。
- 可以输入**所要保存的光谱数**

在右图所显示的参数的上方，有一个检验框：尽可能快地保存光谱（屏幕不刷新）。



如果这个文字行前面的检验框被勾选，则自动存储选项会尽可能快地保存所输入的扫描数。为了实现这个功能，在检验框被勾选后扫描间的时间延迟会自动变为0毫秒。选择这个功能后，光谱存储速度将快5到10倍。这主要归结于两个原因：

- 1)在保存所输入的扫描个数时，非常耗时的屏幕刷新不被激活。取而代之的是主窗口暂时最小化，而且所要存储的扫描数会在一个新的对话框中被计算扣除。
- 2)不生成注释文件。

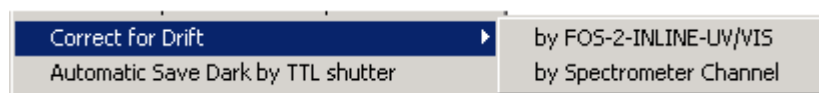
其它对加快数据获取速度有帮助的因素并可以在AvaSoft中设置的有：

- 平滑系数
- 积分时间
- 平均
- 传输的像素数 (第3.2.2节)

还有，推荐保证在保存实验数据的文件夹中的文件数较少（最多几百个），因为在同一个实验文件夹中的文件数太多会影响系统的速度。虽然系统的速度在很大程度上取决于硬件和Windows的行为，但可以用这种方法用AvaSpec-2048光谱仪在30毫秒内存储整个光谱。如果仅传输有限个像素，则这个时间会减少到14毫秒。而对于使用TAOS探测器的AvaSpec-102光谱仪，整个光谱的存储速度会减少到6到7毫秒。

如果在所有光谱被存储前退出自动存储功能，可以再次选择“Autosave Spectra Periodically” 菜单选项，并把所要保存的光谱数设为0。

3.2.8.5 设置菜单：选项——漂移校正



介绍

当测量白色参考反射板的反射系数或参考溶液的透射系数随时间的变化，它们的输出理论上应该保持100%±噪声。而实际上输出值不会准确地在100%附近上下波动，信号会慢慢地漂移。造成测量系统漂移的原因可能是光谱仪的光学平台的温度变化导致把光束聚焦到探测器上的光学元件的微小变形，也可能是用来辐照参考样品的光源产生了漂移。

为了校正系统的漂移，需要先对漂移量进行测量。这可以通过一个双通道的光纤光学开关(FOS-2-INLINE-UV/VIS)来进行，其中的一个通道连接到参考样品，另一个通道连接到需要测量的样品。通过有规律地切换通道（手动或自动），则参考通道与100%的偏差可以用于补偿样品通道的测量数据。这个原理对双通道或多通道光谱仪同样适用，这时样品和参考数据可以同步测量，参考数据可以直接用来校正样品数据。用“correct for drift by spectrometer channel”方法进行校正的缺点是所测量的参考数据和样品数据是用两个光学平台测量的，因此有可能对温度变化的反应不一致。如果漂移仅是由光源引起（如XE-2000的闪光强度变化），则推荐使用这种校正方法。用“correct for drift by FOS-2-INLINE-UV/VIS”方法进行校正的优点是它可以同时校正光学平台由温度变化带来的漂移。其缺点是该校正在时间上是顺序进行的，所以不是每个扫描都立即被校正。还有，通道间的切换也需要耗费时间。

通过FOS-2-INLINE-UV/VIS方法校正漂移

FOS-2-INLINE-UV/VIS是一个双通道光学开关，可以在通过手动或TTL信号自动地在不同的光学通道间进行切换（参阅FOS-2-INLINE-UV/VIS硬件操作手册）。用IC-DB15-2连接线(如果同时需要从AvaSpec光谱仪控制快门则用IC-DB15-FOS2-2连接线)把AvaSpec和FOS-2相连，光谱仪可以控制开关位置。在AvaSoft软件中，下面的通道被定义为参考通道，而上面的通道要连接到被测样品的光路中。

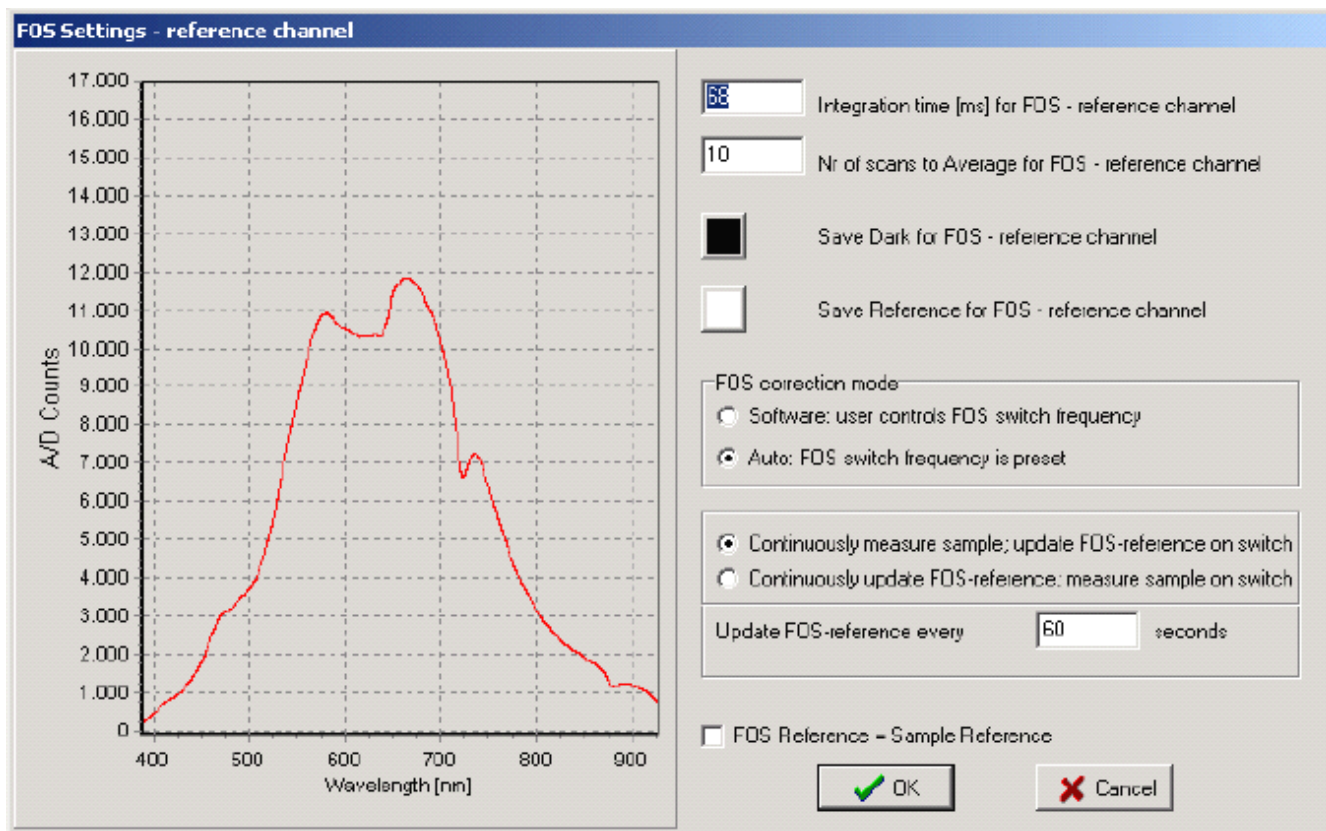
用FOS-2方法校正漂移可以有两种不同方法：

1. 通过有规律地切换到FOS参考通道，可以把被测光谱与所存储的FOS参考光谱进行比较。它们之间的差别可以用来校正FOS样品通道测量的数据。为了能校正样品数据，必须保证以下数据可用：
 - FOS样品通道暗背景光谱
 - FOS参考通道暗背景光谱(如果参考通道的积分时间与样品通道的积分时间不一致)
 - FOS参考通道的参考光谱
2. 在Transmittance/Reflectance或Absorbance测量模式下，FOS参考通道的测量光谱可以被用做FOS样品通道的新参考。为了能校正FOS两个通道间的灵敏度差别，需要把参考材料（标准白瓦）存储在FOS参考通道和样品通道。这个选项需要FOS的参考通道和样品通道具有相同的积分时间。必须保证以下数据可用：
 - FOS样品通道或参考通道暗背景光谱
 - FOS样品通道参考光谱
 - FOS参考通道的参考光谱

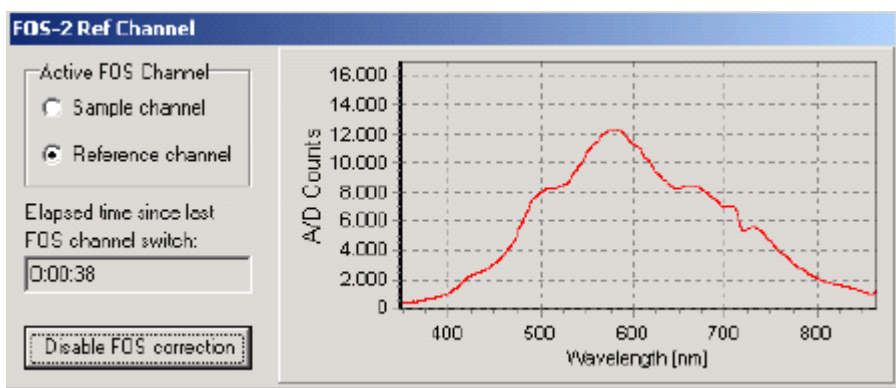
两种校正方法的区别是在第一种方法中两个通道的测量数据没有关系。Avasoft软件只使用FOS参考通道随时间的差异来校正样品通道的测量数据。在第二种校正方法中，首先决定FOS双通道的校正因子，然后FOS参考通道测量的（白）参考数据被重新计算并保存作为FOS样品通道的新参考。由于对于每个通道都要有暗背景光谱，所以在激活Correct for Drift by FOS-2-INLINE-UV/VIS功能选项前必须要保存暗背景。在点击菜单选项后，会出现下面的对话框：

如果AvaSpec光谱仪，FOS-2和电源间的连接正确，FOS-2会关闭上面通道（样品）并打开下面通道（参考）。只要FOS设置对话框没有关闭，FOS-2就会保持在这个位置。

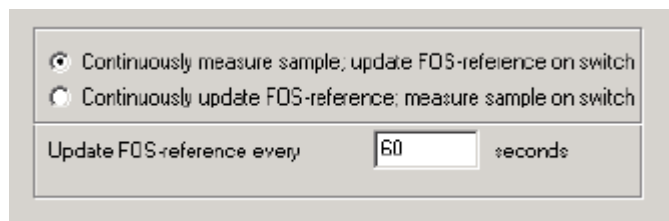
如果你想用第二种方法来校正漂移（通过保存一个新参考，见前面介绍），点击对话框底部的“FOS Reference = Sample Reference”检验框。当使用第一种校正方法时，FOS参考通道的积分时间可以设置成与样品通道不同。但一定在改变积分时间后对FOS参考通道重新存储新的暗背景和参考光谱。决定一个好的积分时间并保存一个FOS参考光谱可以通过点击白色按钮来进行。然后关掉光源并点击黑色按键来保存一个FOS暗背景光谱。在FOS设置对话框中的FOS的校正模式可以设置成“软件”或“自动”。这个设置决定AvaSoft软件在测量时何时进行通道切换。



如果设置成“软件”，则由用户决定何时切换通道。在点击FOS设置对话框中的OK键后会出现下面的对话框。只要参考通道是Active FOS Channel，在主窗口中就不会进行数据处理，但在下图中的一个小图会显示出FOS参考通道所测量的A/D点数值。当点击样品通道选择按钮时，FOS-2切换通道，（校正后的）数据会象通常一样被处理。一个小窗口会一直保持可视状态，允许FOS通道切换回FOS参考通道并测量一个新的参考光谱。

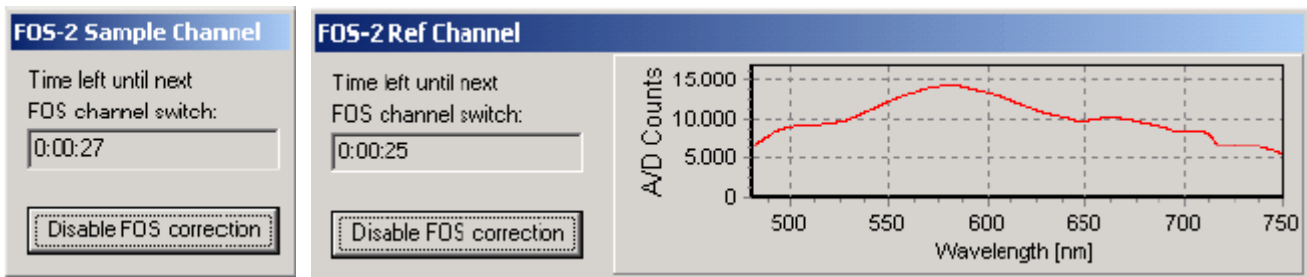


如果设置成“自动”，则在预设的时间（秒）过后将切换通道。而且，用户还可以选择是每x秒更新一次FOS参考光谱或每x秒仅更新一次。在右图中，



在60秒中会进行样品通道测量。每过60秒，FOS都会切换到参考通道来采集用于校正的新FOS参考光谱。

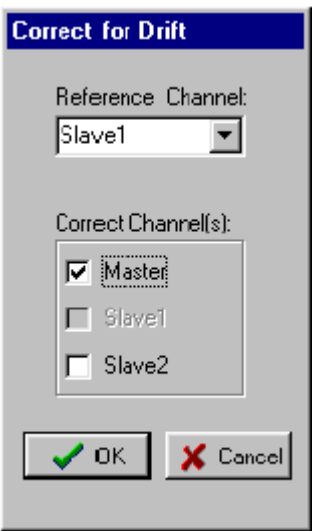
当点击FOS设置对话框中的OK键后，FOS会显示下面两个对话框中的一个。只要样品通道被激活（左侧对话框），测量结果就会象通常一样被处理。只要参考通道被激活（右侧对话框），测量结果就会被用来更新参考光谱并在对话框中显示该光谱的A/D点数值。



通过光谱仪通道校正漂移

如果光谱仪有一个或多个从通道时，这个选项变成可用状态。其中一个光谱仪通道被用于参考通道（如在反射率中的白色参考瓦或在透射率测量中盛装参考溶液的试管），用于连续测量参考光谱。该参考信号的变化（如光源的漂移）被用来校正光谱仪其它通道（被选择的）的数据。进行数据校正的波长范围是光谱仪参考通道和所需校正的光谱仪通道间的重叠波长部分。如果这个选项被激活，会出现一个对话框，在其中可以选择参考通道和一个或多个（取决于光谱仪可用的通道数）需要校正的通道。选择正确设置后，点击OK键，AvaSoft显示下面信息：

打开光源，选择正确的积分时间并保存参考光谱。然后关闭光源并保存暗背景。点击OK键后，AvaSoft会激活光谱仪参与漂移校正的通道。在保存参考和背景文件后，一个信息框会显示数据将被进行漂移校正。该菜单选项前将出现对勾。如果要停用漂移校正功能，再次点击该菜单选项（如果前面被勾选）。

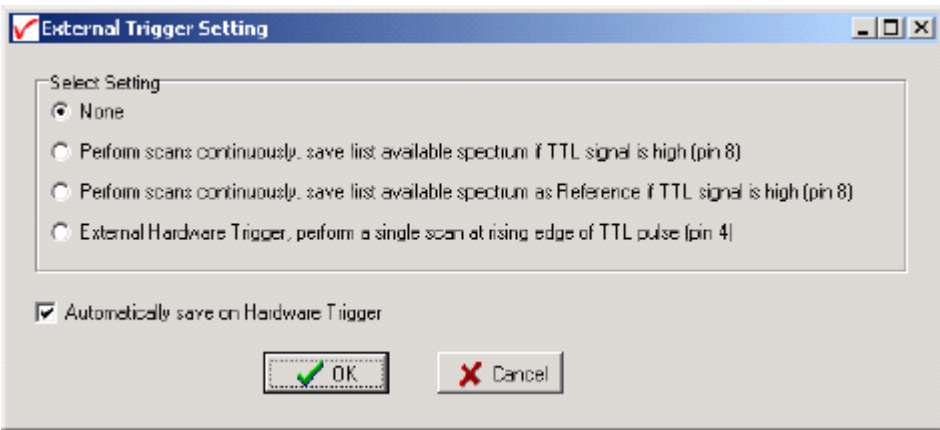


3.2.8.6 设置菜单：选项——通过TTL快门自动保存暗背景

如果要应用自动保存暗背景选项，需要用一根连接线把光谱仪和带快门的光源(AvaLight-HAL-S, AvaLight-DHc, AvaLight-D(H)-S-(DUV))连接起来，该连接线是一根15针-15针的线缆(IC-DB15-2)。光源上的TTL开关必须处于TTL位置。在AvaSoft软件中，‘save automatic dark by TTL shutter’菜单选项需要被激活。如果这个选项被激活，则在保存暗背景时TTL信号将关闭光源的快门。暗背景文件被存储后，快门被自动打开。

3.2.8.7设置菜单：选项——外触发设置

AvaSpec光谱仪上的DB15接口有两个脚是用于数据输入的：第4脚和第8脚。第4脚是用于硬件触发模式，第8脚则是常规的数据输入脚，可以测试它的电平状态。在AvaSoft中，对第8



脚作为数据输入定义了两个功能函数。还可以很容易地实现更多的功能（用户自定义）。如果要在第8脚手动产生一个+5V信号，可以订购一根带手持式按钮的IC-Extrig-2线。如果还要支持“Automatic Save Dark by TTL shutter”功能，可以订购一根“IC-DB15-Extrig-2” Y型线缆。上面对话框中不同选项介绍如下：

连续扫描，如果TTL电平状态为高则保存第1个光谱(pin 8)

在这个模式下，AvaSoft软件在每次扫描后都会测试第8脚的电平状态。如果第8脚的电平状态为高(+5V)，则如3.1.7节所述，会自动保存光谱（当多个通道被激活时保存多个光谱）。这时不会出现注释对话框，但是光谱仪的通道号和时间标记被写入注释文件中。注意光谱只在测试时电平为高时才会被保存。如果在第8脚上产生的TTL脉冲过短，则很有可能光谱保存不了。要保存一幅光谱，TTL信号的脉冲周期必须长于积分时间和扫描的平均数有关。对于时间要求很严格的场合，则推荐使用“External Hardware Trigger Mode”。

连续扫描，如果TTL电平状态为高则保存第1个光谱作为参考(pin 8)

对于absorbance或reflectance/transmittance测量，推荐有规律地更新参考数据来去除如光源漂移的影响或温度变化对探测器或光学平台的影响。多数情况下是通过点击白色参考按钮来手动保存参考数据的。如果选择了这个外触发选项而且当一个新光谱可用时第8脚的电平为高（+5V），则这个参考数据将被自动保存。对于所需的TTL信号脉冲周期和时间，请参阅上节。

硬件外触发，在TTL脉冲上升沿进行单次扫描(pin 4)

选择了硬件外触发选项后，光谱仪的数据获取方式就会方式变化。在光谱仪的DB15接口的第4脚有TTL脉冲到来之前不会采集数据。TTL脉冲上升沿和积分时间开始之间的时间延迟与光谱仪的类型有关，如下表所示。

Spectrometer Type	Minimum Delay [μ s]	Maximum Delay [μ s]
AvaSpec-102	1000	1500
AvaSpec-256	1000	1500
AvaSpec-1024	4000	4500
AvaSpec-2048 (S/N \leq 0405054S1)	2000	2500
AvaSpec-2048 (S/N $>$ 0405054S1)	1.26	1.30
AvaSpec-2048FT	1.26	1.30

例如，标准的AvaSpec-102光谱仪在DB15接口第4脚接收到TTL脉冲后的1到1.5ms后开始积分（如AvaSoft

软件中设置)。积分时间结束后,数据将由AvaSoft处理,光谱仪等待下一个脉冲。硬件外触发非常适合于观测短脉冲(如激光器脉冲)事件。为测量激光脉冲,AvaSpec-2048FT的DO2脚发出一个比积分时间早(延迟 $=-42\text{ns}$)的TTL脉冲来触发激光器。把DO2脚的TTL输出和积分时间开始间的延迟设成一个正值,AvaSpec-2048FT可以用来进行LIBS应用(Laser-induced breakdown spectroscopy)。在这个应用中不用测量激光脉冲本身,只需测量激光脉冲开始后大约 $1\mu\text{s}$ 后开始的等离子体辐射。AvaSpec-2048FT光谱仪在硬件外触发模式下延迟设置的详细设置见下面的详细介绍。

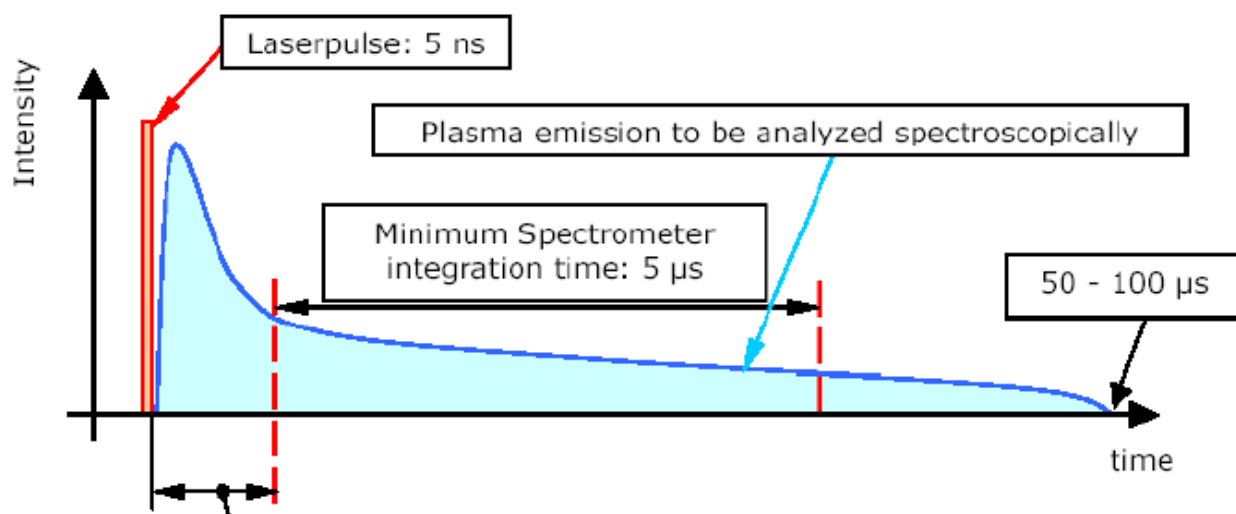
如果白色的“automatic save on trigger”框被勾选,则每个要在硬件外触发模式下存储的光谱都会被自动保存。请注意在硬件外触发被选择并点击OK键确认前,光谱仪第4脚一定有一个可用的TTL脉冲。如果要离开外触发模式,需要选择“External Trigger Setting”菜单选项,而且需要点击“None”选项和OK键。然而,光谱仪的硬件在光谱仪第4脚接收到一个TTL脉冲前不会返回正常的获取数据模式。

AvaSpec-2048FT和硬件外触发

AvaSpec-2048FT光谱仪是为LIBS(Laser-induced breakdown spectroscopy)应用而开发的,但它可以应用于需要快速响应外触发信号的应用,如测量在传送带上的产品等。如果AvaSpec-2048FT光谱仪的扫描被DB15接口的第4脚的外触发信号控制,它会在接收到这个触发信号后实现以下操作。

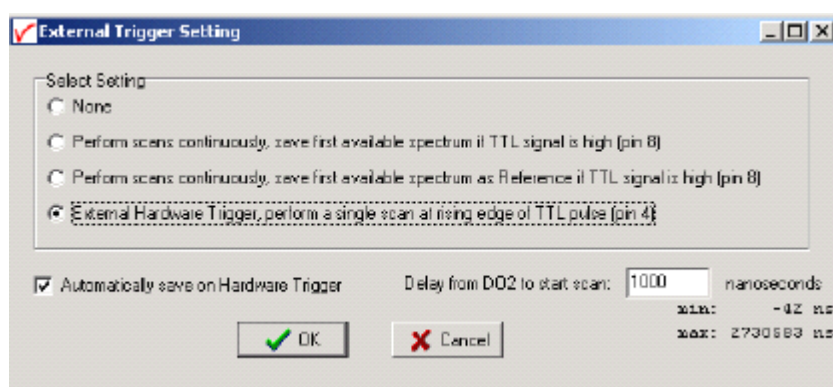
1. 首先它会在DB15的第2脚响应一个TTL输出信号。这个TTL信号在LIBS应用中可以用来触发激光器工作。
2. 当给出TTL输出信号后,可以开始一个由用户定义的积分时间周期,这个延迟的最小周期为 -42ns 。此时激光脉冲本身被测量,因为积分时间是在DO2脚输出TTL信号前 42ns 开始的。延迟时间的设置可以以 42ns 为一个步长增加,最大延迟时间是 2730583ns 。LIBS应用最常用到的延迟时间是 1000ns 。这个时间延迟没有抖动,这使得AvaSpec-2048FT光谱仪不仅适合于简单的分级,而且适合于精确的定量分析应用。

DO2输出(触发激光器)和积分时间开始间的可编程软件延迟可以避免对激光脉冲刚刚结束后就开始测量,此时等离子体辐射具有一个很高的强度,但没有有用信息。下图是激光脉冲结束后等离子体强度的变化。AvaSpec-2048FT光谱仪的积分时间可以设置成从 2ms 到 60000ms 。在LIBS应用中,用到的是最小积分时间 2ms 。

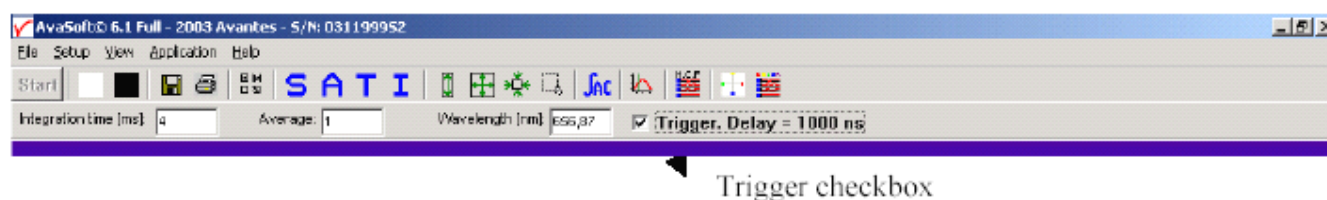


可编程延迟: -42ns 到 $+2730583\text{ns}$, 以 42ns 为一个步长, 抖动 $= 0\text{ns}$
这部分等离子体辐射没有包括在积分时间内

如右图所示，如果要在AvaSoft软件中设置延迟时间，在External Trigger Setting对话框中选择external hardware trigger选项。输入在第2脚用来触发激光器的输出和积分时间开始间的时间延迟（单位ns）。如果你想自动保存光谱，需要激活“Automatically save on Hardware Trigger”选项，然后点击OK键。



当在硬件外触发模式下测量时，数据获取是由输入的外触发脉冲来控制的。因此，Start/Stop按钮此时不起作用。编辑条会显示当前设置的延迟时间（下图中为1000 ns）。只要光谱仪处于这个模式，你就不能从AvaSoft向光谱仪发命令。



因此如果你要改变延迟时间，首先要停用外触发模式。这可以在外触发模式对话框中进行，选择“None”按钮，但具有同样功能的一个捷径就是点击主窗口编辑条中的Trigger检验框。请注意在外触发模式停用前需要一个或多个触发脉冲，原因是光谱仪在能响应“disable external trigger mode”命令前只能对第4脚的外触发响应。在停用外触发模式后并提供了—个或多个触发信号后，会出现一个包括当前延迟时间设置的编辑框（见下图），可以改变延迟时间(-42ns到2730583ns)。

改变延迟时间后，你可以通过点击Trigger检验框来激活硬件外触发功能。



请注意实际的延迟时间步长是41.67ns，偏移量也是-41.67ns。所以假如你输入的延迟时间是800ns，软件会计算出最接近的延迟时间($= -41.67 + 20 \times 41.67 = 792$ ns)。对于在硬件外触发模式下保存的光谱，会自动产生一个注释文件，其中包括日期、时间和延迟时间。这有助于比较以不同的延迟设置所保存的光谱来决定一个最优的延迟时间(File-Display Saved Graph)。这个最优化延迟周期取决于LIBS应用中的材料和激光器。

3.2.8.8 设置菜单：选项——自动配置积分时间

当这个菜单选项被点击后，AvaSoft开始搜索最优化积分时间。取决于上次扫描的最大点数，积分时间自动增加/减少直到测量到最优信号。在搜索过程中实际积分时间的变化值可以在编辑条中的积分时间区域进行跟踪。如果在找到最优积分时间前需要退出自动配置积分时间过程，点击‘fAC’键（在搜索过程中处于下沉位置），或者重新菜单选项Setup-Options-Auto Configure Integration time。

当最大峰值处于14000点附近时，会出现一个对话框，其中给出一个新的积分时间。由于积分时间已经改

变，那么在切换到transmittance或absorbance模式前必须要存储新的参考和暗背景数据。因此这个选项只有在Scope模式下才可用。

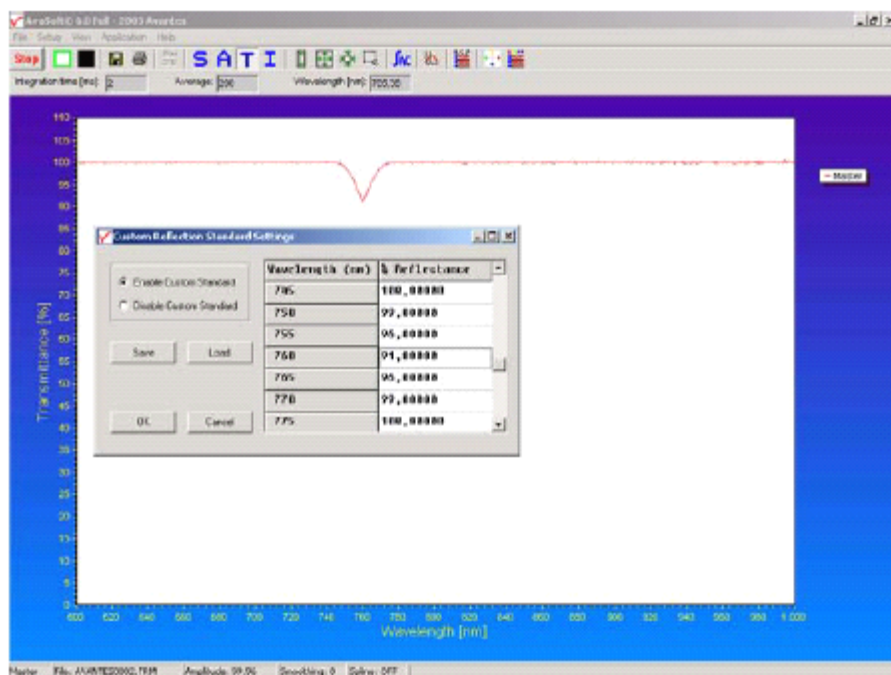
3.2.8.9 设置菜单：选项——使用自定义反射参考

在Transmittance/Reflectance模式中，第n个像素上的投射率/反射率时利用当前的样品来技术的，参考和背景数据是根据下面的公式设置的：

$$T_n = C_n * \left(\frac{sample_n - dark_n}{ref_n - dark_n} \right)$$

C_n是第n个像素的自定义反射参考因子。在早期的AvaSoft版本中，这个因子被设成100而且不能修改。在AvaSoft 6 中，自定义反射参考因子被默认设置成100，但可以根据需要设成不同的值。如果已知一个“白”定标瓦的反射光谱，那么可以从文件中读取数据，或者在AvaSoft中的表单中输入数据。而自定义的参考数据可以用一个用户自定义的文件名保存和调用。

在AvaSoft中要使用用户自定义参考数据，点击用户自定义设置对话框中的“Enable Custom Standard”选择键，然后点击OK键。



这个选项的状态会在按钮条中以在白色按钮外加一个绿框来显示。如果没有这个绿框，则假设参考瓦的反射率是100%。如果象右图所示出现绿框，则对所有计算都使用用户自定义反射值。

3.2.8.10 设置菜单：选项——禁用存储注释

如果这个选项前面出现对勾，则如3.1.7节所描述的在存储一个实验时，会步出现注释对话框。

该功能的默认值是OFF。点击该菜单功能项后激活该功能（前面出现对勾）。

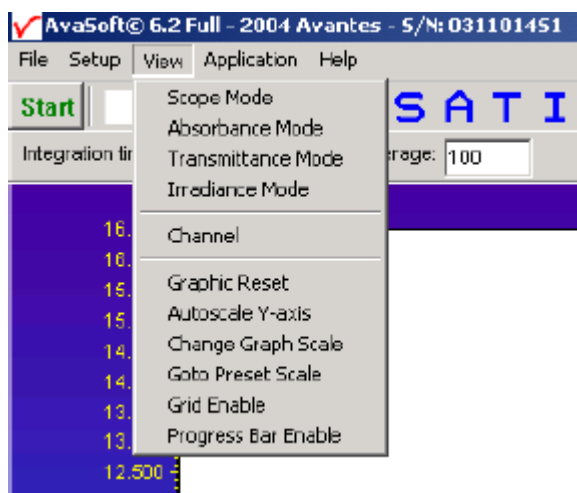
3.2.8.11 设置菜单：选项——观看反射系数来取代透射系数

尽管在数学上相当，但用于测量反射系数和透射系数的实验装置不同，因此就要用“Reflectance”来代替“Transmittance”。该功能项的默认值是前面没有对勾，意味着程序将自动启动透射系数测量模式。点击菜单功能项，它前面会出现对勾，程序将使用“Reflectance”模式来代替“Transmittance”模式。这个改变有双重效果：

- 在Reflectance/Transmittance模式下，Reflectance将显示在Y-轴上。
- Reflectance/Transmittance按钮将从T变为R，相应的视图菜单功能项将从Transmittance模式变为Reflectance

模式。

3.3 视图菜单



3.3.1 视图菜单：光谱模式

此时计算机屏幕显示的是光谱模式，给出的是实时的原始数据信号，Y轴为AD转换点数值，X轴为波长。

3.3.2 视图菜单：吸收率模式

在吸收率测量模式下，像素n上的吸收率是用当前样品、参考和背景数据按下面方程计算出来的：

$$A_n = -\log\left(\frac{sample_n - dark_n}{ref_n - dark_n}\right)$$

3.3.3 视图菜单：透过率/反射率模式

在透过率测量模式下，像素n上的透过率是用当前样品、参考和背景数据按下面方程计算出来的：

$$T_n = 100 * \left(\frac{sample_n - dark_n}{ref_n - dark_n}\right)$$

如第3.2.8.9节所述，参考（白）百分比可以自定义。而透过率的百分比在数学上与反射率是一样的，所以同样可以用于反射实验(参见第3.2.8.11节)。

3.3.4 视图菜单：辐射模式

如果在购买AvaSoft时也购买了绝对辐射测量模块，则这个选项会显示以 $\mu\text{Watt}/\text{cm}^2/\text{nm}$ 为单位的绝对能量。对绝对辐射实验设置的详细描述参阅第4.4节。

如果绝对辐射应用不可用，则需要一个已知色温的光源作为参考，如在默认开关位置时色温为2850K的AvaLight-HAL。在波长为 λ 处的相对辐射能量可以用当前的样品、参考和背景数据进行计算：

$$S_\lambda = B_\lambda * (sample_\lambda - dark_\lambda)$$

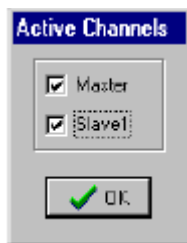
B_λ 是黑体辐射发射度光谱分布的计算系数（在用户选择的温度下，单位为开氏度），被在波长 λ 处的当前参考数据除。

如何用AvaSoft进行相对辐射测量

1. 启动AvaSoft软件，点击主窗口中的Start按钮。

2. 把一根光纤连接到光谱仪的输入口。
3. 在设置菜单中调节平滑参数来对所使用的光纤/狭缝宽度选择最优化平滑。
4. 配置实验布局使光纤另外一端指向所要测量的光信号（为获得最好实验结果请使用固定装置）。此时通常都会在屏幕上显示一个光谱，但很有可能在当前的数据采集设置中有过多或过少的光进入光谱仪。过多的光意味着在某个波长范围内信号过载，而在任意高度上（即使0附近）都显示为直线，这通常可以用缩短积分时间来解决。积分时间可以在主窗口中改变，在start/stop按钮下面的白框内。如果AvaSoft正在采集数据，Start/stop按钮显示为红色的Stop键，而积分时间框为灰色，表示此时不能改变积分时间。点击‘stop’按钮后数据采集停止，积分时间可以改变。积分时间改变的结果在点击绿色的‘Start’按钮后会显示出来。试着改变积分时间，直到在整个波长范围内的最大点数约为14000点。如果在最小积分时间时信号仍然过高，可以选用小芯径光纤。如果进入光谱仪的光过少，则可以延长积分时间。
5. 当显示的光谱较好时，关闭光源。
6. 现在保存背景数据。可以通过File-Save Dark菜单选项或用鼠标点击屏幕上部的黑框。
7. 打开已知色温（对于AvaLight-HAL默认的设置是2850K）的参考光源并固定好光纤未连接到光谱仪的一端，这样就会在屏幕上显示一个较好的光谱。请注意在测量参考数据时，积分时间和光纤类型不能更换。如果光强太强，可以对光源进行调焦，此时被耦合进光纤的光就会变少。只要仅有来自参考光源的光，而没有周围的环境光进入光纤，那么就只会影响光谱的高度，而不会影响到光谱的分布。试着调整光纤，直到整个波长范围内的最大点数为14000左右。
8. 保存光谱数据。可以通过File-Save Reference菜单项或点击屏幕上方左侧的白色方框来进行。
9. 请注意并不是每开始一个新实验时都要进行整个保存参考文件操作。参考数据被以ref*.dat文件名保存，以后可以通过选择File-Load Reference选项来调用。在保存或调用参考和暗背景数据后可以通过点击‘I’按钮或选择View-Irradiance mode菜单选项来选择Irradiance模式。首先会出现一个信息框，可以输入被用作参考的光源的色温。如果参考光源的光可以被看到，则会显示出参考光源色温的Planck曲线。参考Planck曲线的最大值被设成100。

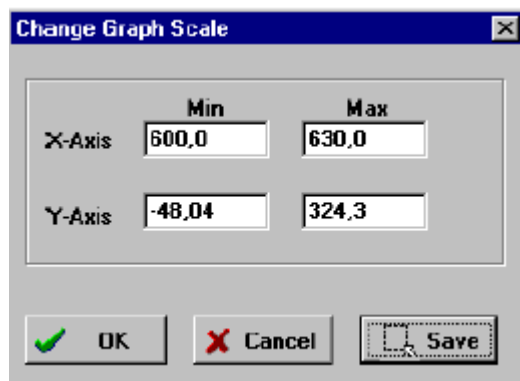
3.3.5 视图菜单：通道（仅限于USB1平台）



选择该项功能后，会弹出一个对话框，可以选择所显示的通道。取决于所使用光谱仪中可用的通道数，最多有8个通道可供选择。如果所显示的图形是以前存储的(File-Display Saved Graph)，则活动的通道仍然可见，允许你可以在线测量并与存储的背景图形进行比较。如果只想观看存储的图形，则所有活动通道都需被去选。

3.3.6 视图菜单：改变图形标尺

选择该功能项后，弹出一个对话框，可以改变X轴和Y轴的标尺。要转换成满刻度，可以选择View-Graphic Reset功能项，或用鼠标的放大功能。点击该对话框中的存储按钮，X轴和Y轴方向的设置将被保存到文件当中，将来可以通过“View-Goto Preset Scale”功能项或点击按钮栏中相应的按钮重新调用。



3.3.7 视图菜单：图形重置

选择该功能后，图形将恢复到默认的X轴和Y轴刻度。

3.3.8 视图菜单：自动设置Y轴标尺

使用该项功能，可以在线设置图形标尺。最大信号将显示在垂直方向标尺的75%左右。

3.3.9 视图菜单：恢复上次标尺

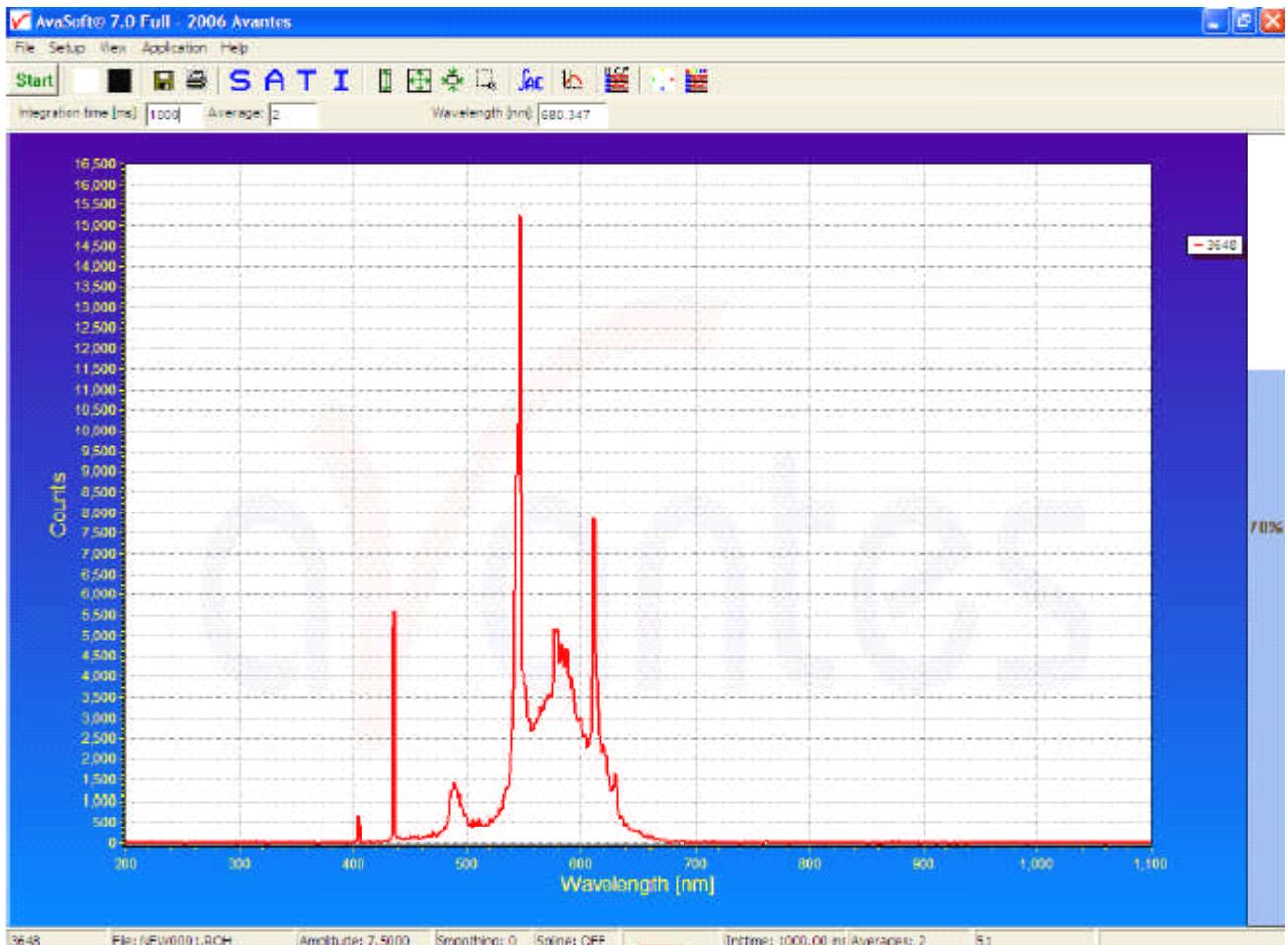
点击该项菜单功能，X轴和Y轴的标尺将恢复到前次设置的值。在按钮栏中点击Goto Preset Scale按钮可以实现同样的功能。

3.3.10 视图菜单：开启栅格

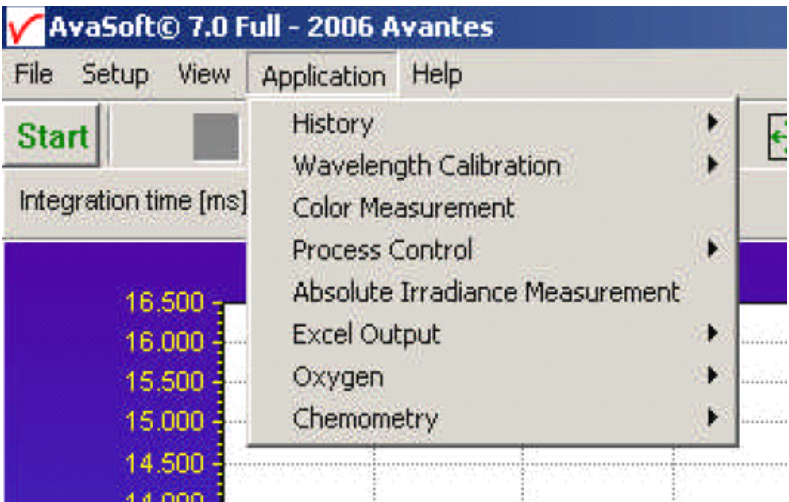
开启栅格功能选项，如下图将显示栅格。

3.3.11 视图菜单：开启过程栏

如果采用长积分时间或多次平均，则可能要在每次新的扫描开始之前多花费一些时间。可以显示一个进程条来预示下一次扫描到来所需要的时间。点击菜单选项启动进程条之后，它将在下一次扫描开始前显示。进程条只在两个扫描的时间间隔大于1秒时才能显示。扫描间隔时间大约等于积分时间乘以平均的次数。如果平均次数很多，则扫描间隔时间会更长，因为从光谱仪会花费很长时间向计算机传送多幅参加平均的光谱。



4 应用

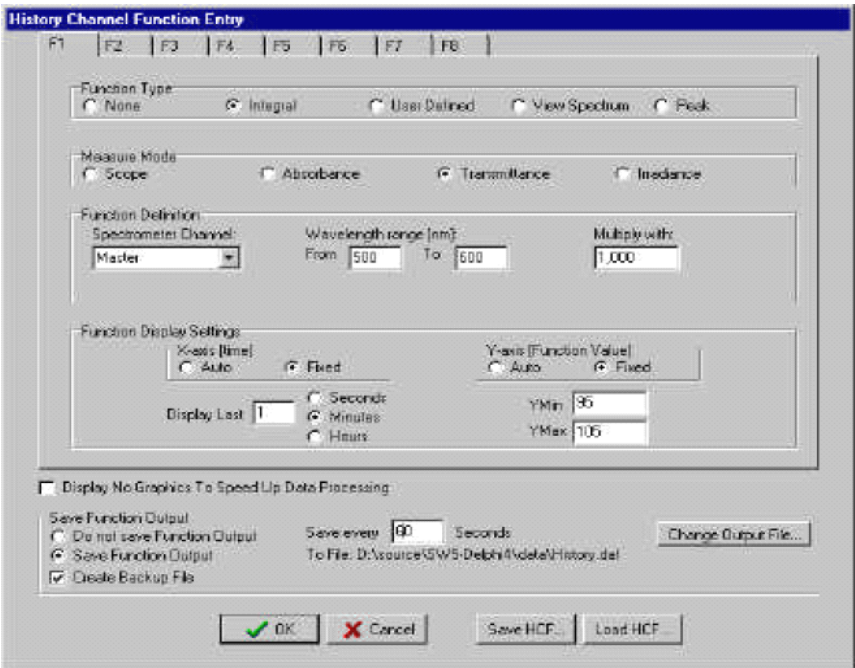


4.1 应用：历史通道功能

4.1.1 历史功能：功能输入

历史功能能够显示自定义函数或积分函数随时间变化的图象，能够同时显示 8 个历史通道的功能。

选择 History-Function Entry 选项后，会出现右边的功能输入对话框。点击对话框上方相应的 F1 到 F8 方框，能够选择相应 8 个功能函数。方框下方，能够设置一些常用的独立功能参数。



功能类型

第一次使用功能输入对话框时，所有的 8 个通道功能都未被激活（Function Type=None）。在定义一个功能时，需要将功能类型选项由 None 变为：Integral、User Defined、View Spectrum 或者 Peak。完成功能类型定义后，测量模式、功能定义和功能显示能够被设置。

测量模式

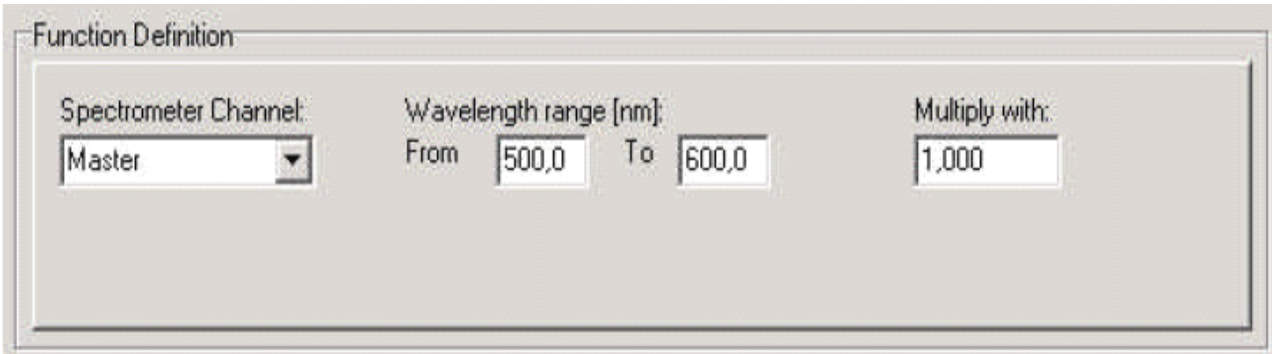
3.3.1 到 3.3.4 节对四种模式（Scope、Absorbance、Transmittance 和 Irradiance）进行了阐述。需要注意的是，如果模式选择的是 Absorbance、Transmittance 或者 Irradiance，在历史通道开始测量之前，需要保存或载入参考

及暗背景光谱。

功能定义

根据已经选择的：Integral、User Defined、View Spectrum 或 Peak 功能类型，输入相应的功能定义参数。

功能定义-积分

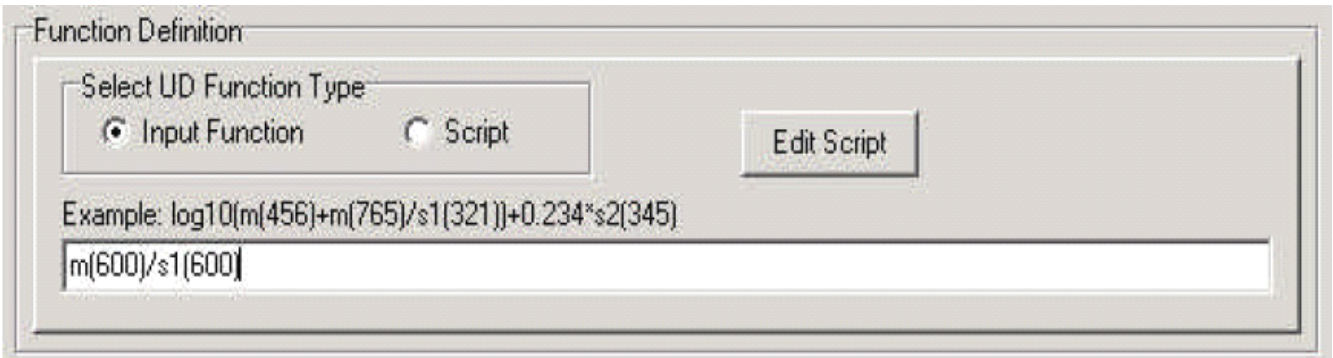


当定义了积分随时间变化的功能后，可以设置以下的参数：光谱仪通道。默认值是主通道，如果是多通道光谱仪，这个参数可以被设置从通道 1 到从通道 7。

From....to....编辑框，能够设置在指定的波长范围内，对光谱的积分，单位为纳米。

最后，需要输入的是数乘因子，数乘因子的作用是与计算出来的积分数值相乘。

功能定义-用户自定义



如果用户想在谱图中显示自定义函数随时间的变化关系，首先，用户需要定义一个函数。用户既可以在对话框中输入一个自定义的函数，也可以编辑一个手写程序到历史通道。

输入函数：

在对话框中，能够输入大量的自定义函数，但这只是 AvaSoft 软件处理函数中的一小部分。以下是自定义函数的运算符号和函数：

运算符号：*、/、+、-

函数：

$\log(x)$ =自然对数

$\log_{10}(x)$ =以 10 为底的对数

$\exp(x)$ =e 的 x 次方

\sqrt{x} =开方

另外，能够通过以下参数来设置主通道和从通道的波长信息：

$m(\text{波长, 单位 nm})$ =主通道

$s1(\text{波长, 单位 nm})$ =第一从通道， $s2(\text{波长, 单位 nm})$ =第二从通道，依此类推。

例如：在第二从通道中输入一个汞谱峰随时间变化的函数，可写为： $s2(253.65)$ 。

手写程序输入：

手写程序加入了更多的数学和逻辑运算，通过它，用户能够进行更加复杂的计算，还能够将几个历史通道的测量结果进行组合。

AvaSoft 使用的是 VB 语言，用户能够在 Windows 系统的副本文件中找到这种程序语言。AvaSoft 软件中包含了一个 VB 语言的帮助文件，用户能够在主菜单的 Help/VBScript 中找到它。它列举了所有可获得的运算符号和函数。

当用户编辑某一通道的程序时，这个通道会显示以前编辑过的程序，如果以前没有编辑过程序，那么将启用新的编辑程序。AvaSoft 包含一个简单的程序编辑器。程序文件是普通的 ASCII 格式，命名为 $Fx_scrip.txt$ ，其中 x 是指历史通道数，设置值从 1 到 8。

一个起始程序包含以下内容：

```
Function F2(value)
```

```
F2=0
```

```
End Function
```

用户可以对这个功能进行详细地编写，在程序最后，必须给 F2 一个指定值。在上面的例子中，F2 的指定值为 0。

用户能够对已经做了提前定义的 F1 到 F8 通道进行关联。如果用户想要调用光谱仪的数据，则需要对其他历史通道函数进行指定，例如指定波长值或积分。以下程序定义了 F3 为 F1 和 F2 的商。

```
Function F3(value)
```

```
F3=F1/F2
```

```
End Function
```

不要关联到程序本身的数值。也不要关联到一些已经被指定到其他程序中的函数。否则，会导致程序运行错

误。如果用户想使用其他程序的代码，则需要将这些代码复制到当前程序中。

用户需要了解的是，程序是通过程序编译器来逐条运行的，如果用户在程序编写中有语法错误，运行时通常会显示该条运行有误。

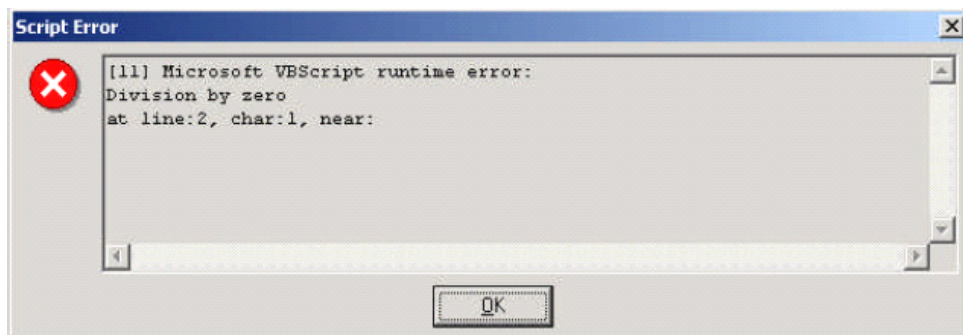
当输入下面的 function 3 时，会导致无限运行。

Function F3(value)

F3=F1/0

End Function

运行上面的程序会出现右边
运行有误的提示：



如果用户关联到未被定义的通道（通道类型'None'），则它将被 VB 程序以未被初始化的变量来处理，定义其值为 0。这是 VB 程序在处理未被定义变量时的固用方式。

最后，举一个简单的例子，监测 522nm-550nm 之间的峰值积分，其中，需要减掉补偿量。这里，补偿量指的是低于 522nm 和 550nm 处峰值连线下方的区域。

用户定义输入函数 F1: m(522)

用户定义输入函数 F2: m(550)

定义 522nm 和 550nm 之间带补偿量的积分为 F3。

则函数 F4 可以写为：

Function F4(value)

 If F1>F2 Then

 offset=28*(F2+(0.5*(F1-F2)))

 Else

 Offset=28*(F1+(0.5*(F2-F1)))

 End If

 F4=F3-offset

End Function

功能定义-可视光谱

可视光谱功能并不是显示可视谱图随时间的变化。相反，X 轴将按在功能框中输入的波长范围显示波长。同时，按照选择的光谱通道和光谱显示模式显示谱图。可视光谱功能与 AvaSoft-XLS 软件配合使用，能够将显示的光谱在线地输出到 Excel 中。

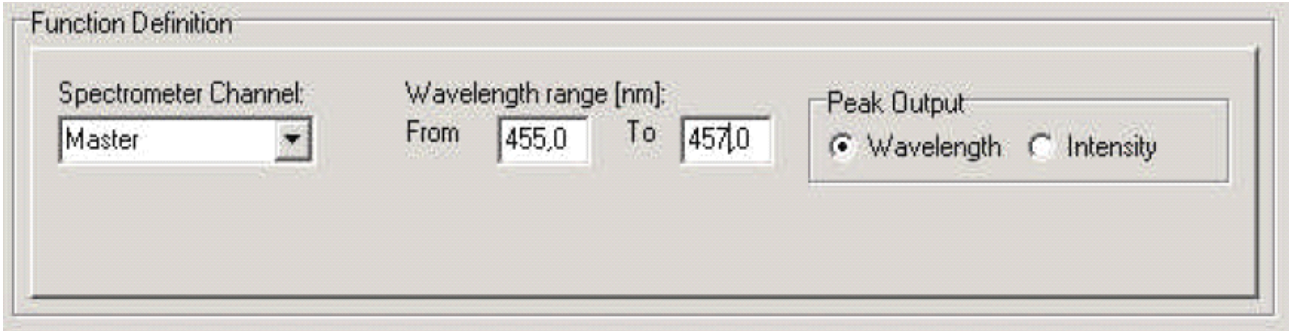
如果定义历史通道功能为跟踪峰值波长处的强度值，绘图功能能够监测峰值随时间的变化，而且能够定义显示峰值的数量。在 0-100 数量范围内的垂直线都能够被显示出来，其中，每一条垂直线代表曾经监测过的峰值。

- 垂直线的高度与峰值强度相等
- 在谱图中描绘了垂直线处的峰值波长
- 垂直线的颜色代表了绘制峰值的时间顺序：最近绘制的峰值用红色表示，接下来用橙色、绿色和蓝色表示。再远的用灰色表示，依次从浅灰到深灰色。

垂直线更新的时间间隔与输出文件保存的时间间隔是相等的（在 **Save Function Output** 中输入每隔 x 秒进行保存）。

例如，在 **function output** 中定义每隔 3 秒保存一次谱图，在函数 F1 中设置 **Nr of peaks** 为 10。历史通道测量开始后，软件立即用红色标记绘制的谱峰。在接下来的 3 秒里，谱峰的高度或位置可能会发生变化，但是红色的垂直线仍旧固定在原来的位置和高度。又过 3 秒，刚刚的红色垂直线变为橙色，新的红色垂直线被用来绘制当前 3 秒内谱峰的高度和位置。6 秒过后，红色垂直线又被用来绘制新的谱峰，其它垂直线的颜色发生相应的变化，因此红色总是用来表示最近的垂直线，接下来是橙色、绿色。在第 27 秒，有 10 根垂直线被描绘，最近描绘的线为红色，最久描绘的线是浅灰色。在第 30 秒，最久描绘的线将被删除（**Nr of peaks** 设置为 10），新的垂直线将会产生，并且各线颜色发生相应变化。

功能定义-峰值



The image shows a 'Function Definition' dialog box. It contains three main sections: 'Spectrometer Channel' with a dropdown menu set to 'Master'; 'Wavelength range [nm]' with 'From' and 'To' input fields set to '455.0' and '457.0' respectively; and 'Peak Output' with two radio buttons, 'Wavelength' (which is selected) and 'Intensity'.

如果需要显示谱峰随时间的变化，可以设定以下的参数：

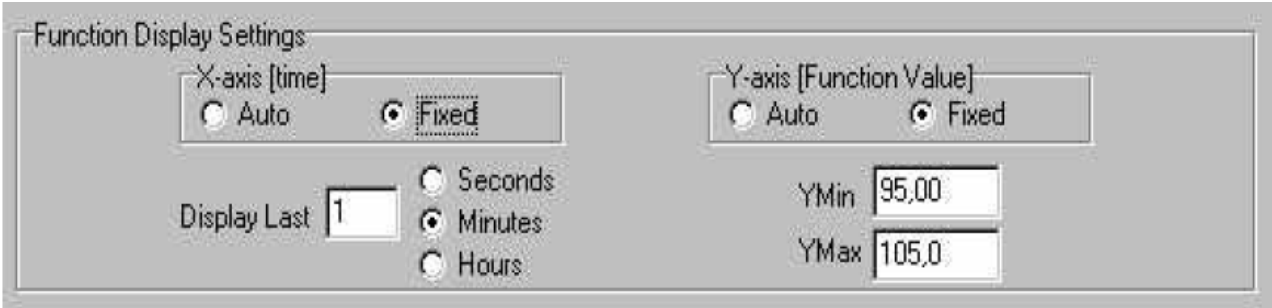
光谱仪通道。默认值为主通道，如果是多通道光谱仪，通道选择可以改为第一从通道、第二从通道一直到第七从通道。

From.... To.... 编辑框定义计算峰值的波长范围。最后，可以选择峰值输出的形式：选择峰值波长或是峰值强度随时间的变化。

如果需要同时显示峰值波长和峰值强度随时间的变化，则可以定义 F1-F8 八个通道中的一个用来跟踪峰值波长，另一个用来跟踪峰值强度。为了便于观测峰值的变化，第三个通道可以定义为 **View Spectrum**。例如定义 **View Spectrum** 中的波长范围为 455-457nm，定义 **nr of peaks** 为 10，同时选择了输出形式为峰值波长，则输出

结果将会显示 455-457nm 范围内最高峰值处的波长随时间的变化，如果选择了输出形式为峰值强度，输出结果将会显示 455-457nm 范围内的最高强度值随时间的变化。

定义显示功能



软件中可以显示积分、用户定义和峰值函数随时间变化的绘图。在 x 轴显示的持续时间上，可以点击 Fixed 进行设置。如果设置为 Auto，持续时间默认值为 1 分钟。这种时间不能在 View Spectrum 功能下进行设置，因为在 View Spectrum 功能下，x 轴显示的是波长（nm），这种波长设置在上面的介绍中有所提到。

Y 轴也可以被设置为 Fixed 或 Auto。选择 Auto 时，软件将自动把 Y 轴的范围设定为测量数据的最大和最小值。

独立功能参数



独立功能参数-不显示谱图以提高数据处理速度

在方框下方能够选择不显示谱图以提高数据的处理速度选项。如果某一种应用需要较快的数据处理速度（例如每秒多于 10 次的扫描速度），这时，需要勾选此选项。只要将测量结果保存到了输出文件，就可以在实验结束后将输出文件中的数据绘制成谱图，详细情形在 4.1.3 节的“显示历史通道谱图”中有所描述。

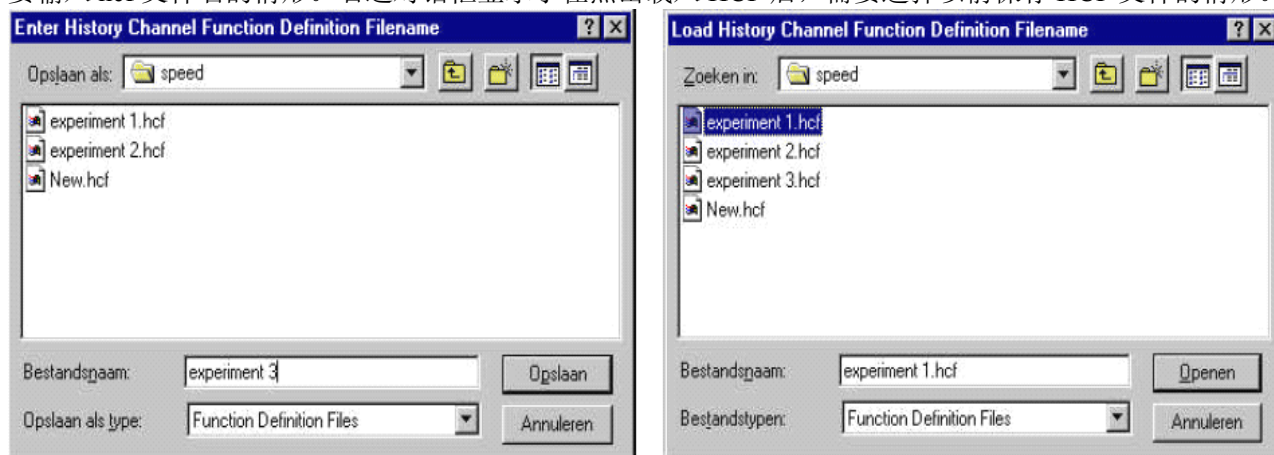
独立功能参数-保存输出功能

如果选择了 Save Function Output 选项，包含时间变量的测量结果将会以 ASCII 的格式保存。在测量周期较长的情况下，可以通过保存时间间隔的设置来减少需要保存的数据。当输入 0 值时，数据将在每次扫描后进行保存。保存数据文件的文件名可以通过点击 Change Output File 进行更改。最后一个选项 Save Function Output 是选择需不需要在测量过程中产生备份文件。如果勾选这一选项，AvaSoft 将产生一个与原文件名相同的备份文件，只是采用的扩展名变为*.bak。每次扫描之后，备份文件将自动进行更新，一旦在测量过程中由于突然

断电导致测量数据未被及时保存，则会在备份文件中将找到相应数据。

保存 HCF..../载入 HCF 按钮

AvaSoft 将自动把所有的参数（功能定义、选择设置）保存到文件 hcf.ini。当 AvaSoft 再一次启动时，它将自动恢复这些参数。当使用保存 HCF.....和载入 HCF.....按钮时，能够将这些参数设置保存到（或调用）以*.hcf 为扩展名的文件。利用这种特性，用户能够将每次实验的参数设置保存成不同的 HCF 文件，如果在实验中需要相同的参数设置时，就可以调用相关的 HCF 文件。下边左图的对话框显示了在点击了保存 HCF 按钮后，需要输入 hcf 文件名的情形。右边对话框显示了在点击载入 HCF 后，需要选择以前保存 HCF 文件的情形。



在定义完毕一个或多个功能后，点击界面下方的 OK 按钮进行确认，点击 CANCEL 按钮选择离开对话框，不进行任何参数更改。点击 OK 后，AvaSoft 进行输入参数的检验，如果未出现警告提示，说明软件已经接受新的设置参数，点击 History-Star Measurement 进行测量。

4.1.2 历史功能：开始测量

选择开始测量后，在历史通道功能输入对话框中，定义了的功能随时间的变化的谱图将会被显示。如果在功能输入对话框中，勾选了不显示谱图以加快数据处理速度选项，则只进行数字输出。在进行新的扫描时，数据将被更新并被保存到输出文件中。

在输出窗口上方有六个按钮：退出按钮、暂停/开始按钮、保存参考按钮、保存暗背景按钮、Info 按钮和打印按钮。

点击红色的退出按钮，实验测量结束，主菜单窗口被重新激活。黄色的暂停按钮能够暂时停止实验测量。点击暂停按钮后，数据采集暂时停止，按钮上的文字变为绿色的 Star，如果点击绿色的 Star 按钮，数据采集将继续进行，按钮上的文字重新变回黄色的 Pause。

保存参考和暗背景按钮与主菜单窗口中的相应按钮具有相同的功能。Info 按钮用来显示输入对话框的信息，当测量进行时，点击 Info，会显示所有在输入对话框中设置的参数信息。

点击打印按钮，能够打印在线显示的谱图。一开始需要对打印选项进行设置，例如，如果下面四幅谱图中的

一幅需要打印,则可以通过页码对这副谱图进行选择,所有的谱图会在不同的页码上显示,并以全尺寸打印。

缩放特性

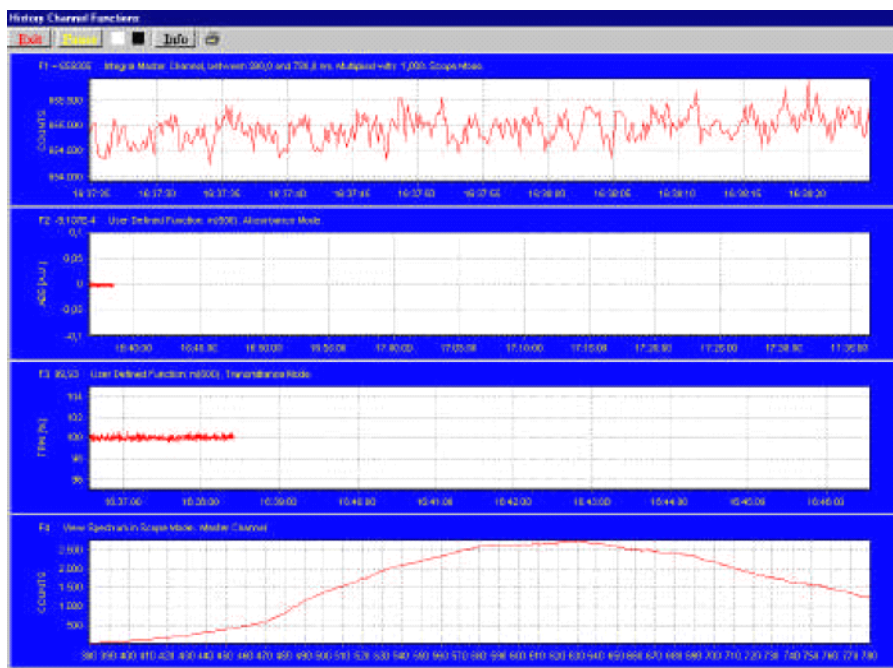
谱图中的缩放功能都与主窗口中的相同(用鼠标滚轴设置Y轴刻度除外)。然而,在测量过程中,并不能实现x轴的缩放功能,因为如果x轴被重新设置后,将重新进行新的测量。

在这种情况下,可以点击暂停按钮,对测量谱图进行快照保存。

放大: 在区域的空白处点击鼠标左键,选择将要放大到全屏的区域,向右下方拖拉,当松开鼠标左键时,选择的区域将重新显示在x轴和Y轴上。

缩进: 在区域的空白处点击鼠标左键,选择一块将要放大到全屏的区域,向左上方拖拉,当松开鼠标左键时,选择的区域将重新显示在x轴和Y轴上。

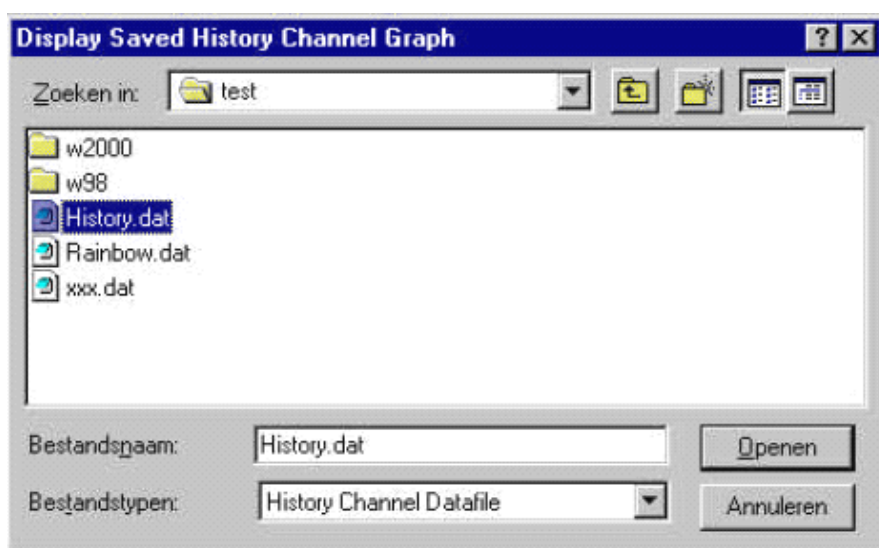
移动 X-Y: 点击鼠标右键,上下左右移动整个谱图。

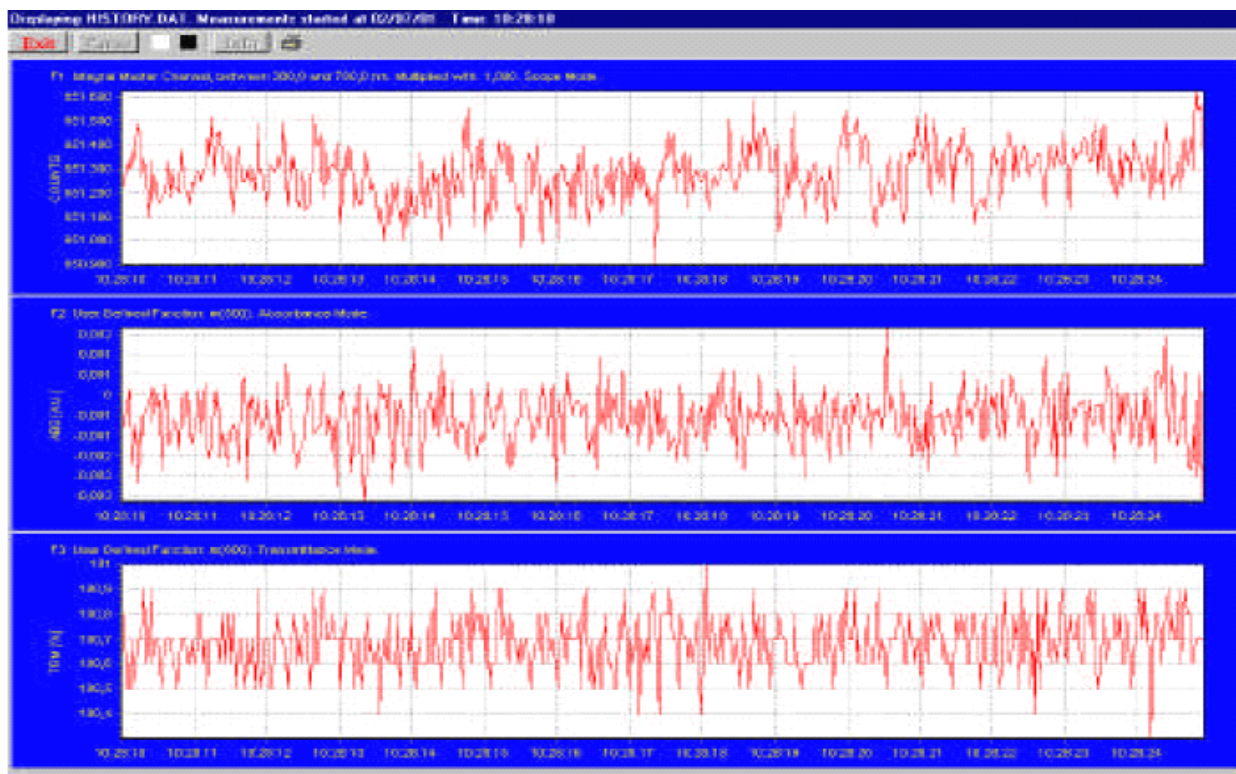


4.1.3 历史应用: 显示保存的历史图表

如果测量的数据已经被保存,通过点击 Display Saved History Graph 选项,并在对话框中选择保存过的 ASCII 文件后,文件中的数据将以图谱的形式显示。

在点击 Open 按钮后,将会显示积分或用户自定义功能随时间变化的谱图,X轴和Y轴将以全刻度显示,它们的刻度将由测量数据的最大最小值决定。





用户可以根据 4.1.2 节中所阐述的缩放功能，对某一时间段内的谱图进行缩放功能设置，而且在 4.1.2 节中对打印按钮功能也有所阐述。

由于历史通道的输出文件是 ASCII 的格式，这样，文件数据能够很方便地被导入到其他程序中，例如 Microsoft Excel。文件中的数据也能够文字编辑程序中被显示，例如 Microsoft Word 或者 Notepad。下面的例子显示了文件的内容格式：

History Channel Functions Measurements Report

Measurements started at 29/06/01 Time: 15:06:29

Integration time: 3ms

Average : 1 scans

Description of the Functions:

FUNCTION 1:User Defined Function: m(400). Scope Mode.

FUNCTION 2:User Defined Function: m(500). Absorbance Mode.

FUNCTION 3:User Defined Function: m(600). Transmittance Mode.

FUNCTION 4:User Defined Function: m(700). Irradiance Mode.

FUNCTION 5:User Integral Master Channel, between 380,0 and 780,0 nm. Multiplied with: 1,000.

Transmittance Mode.

FUNCTION 6:View Spectrum in Transmittance Mode. No Data Saved

FUNCTION 7: Not Activated

Time	SecondsF1	F2	F3	F4	F5	
15:06:29	0,62	79,79	-2,294E-3	100,8	74,11	40192
15:06:30	0,77	81,84	-2,059E-3	100,9	74,17	40236
15:06:30	0,92	81,79	-3,756E-3	100,2	73,77	40201
15:06:30	1,07	84,69	-3,209E-3	101,0	73,43	40202
15:06:30	1,22	82,19	-7,877E-4	100,3	74,11	40188

在 3.2.2 节中阐述了将探测器上的像素数转换为 AvaSoft 中 x 轴相应波长多项式的情况。如果有汞氪灯光源和合适的光纤，就能够自动进行波长校准。建议在波长校准中使用的光纤如下：

FC-IR050-2 50um 芯径, 可见/近红外, 2 米长, SMA 接口

进行正确波长校准的前提是：谱图不能饱和。最简单的确认方法是选择 **check on saturation** 选项（参见 3.2.8.1 节）。如果在最小的积分时间处，光谱仪仍然饱和，则需要选取更小芯径的光纤（例如：FC-IR008-2）。另外一种解决办法是减少进入光谱仪的光通量，例如使用衰减器（FOA-inline）或中性密度滤光片。

自动进行波长校准的步骤如下:

-
- Calibration
- Select Channel
Master
- # Peaks
11
- Max Fit Order
☐ 2
 ☒ 3
- ☒ include 2nd order peaks
- Find Peaks
- Sort by Wavelength
- Calculate
- Close
- | Present λ | Standard λ | $\Delta\lambda$ |
|-------------------|--------------------|-----------------|
| 365,08 | 365,01 | 0,07 |
| 404,60 | 404,66 | -0,06 |
| 407,71 | 407,78 | -0,07 |
| 435,87 | 435,84 | 0,03 |
| 546,09 | 546,08 | 0,01 |
| 577,10 | 576,96 | 0,14 |
| 578,98 | 579,07 | -0,09 |
| 696,46 | 696,54 | -0,08 |
| 750,44 | 750,39 | 0,05 |
| 763,49 | 763,51 | -0,02 |
| 772,41 | 772,40 | 0,01 |
| | | |
| | | |

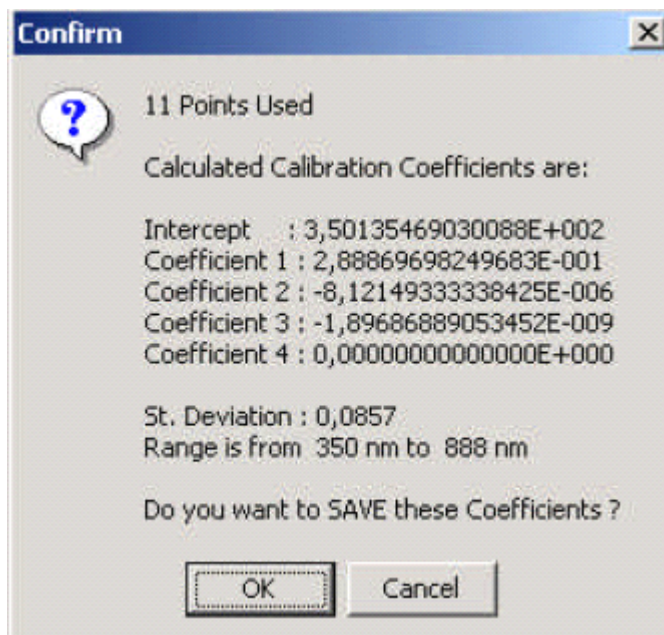
数量可以更改，通过点击 **Find Peaks**，将开始新的峰值寻找。峰值数据将在列表中显示，第一列显示寻找到的峰值位置，第二列显示标准的峰值位置，第三列显示第一二列峰值的位置差值，通过鼠标选择可以对第二列数值进行编辑。

- 选择多项式的级数。通常三级多项式将符合的很好（见上图）。

- 如果需要在列表中增加第二级或第三级衍射峰值的位置，则需要勾选 ‘include 2nd order peaks’ 选项（例如 253.65nm 的二级波长为 507.30）。对于大多数光谱仪，通过滤光片和消二级衍射镀膜，二级衍射现象会被消除。但是，如果这些选项没有加到光谱仪里，则会出现二级衍射峰值，并且它们需要被加到校准数据里。如果程序找到了二级衍射峰值，数据中间的方框将变成绿色，找到三级衍射峰值后，中间的方框将变成黄色。

- 点击 **Calibration** 按钮。如果校准成功，将被要求确认新的常数。选择 **OK** 后，新的校准参数被采用。

至少需要 3 个峰值来完成一次新的校准。要尽量选择较多的峰值，然而，过多的峰值也会导致与标准波长的不匹配。

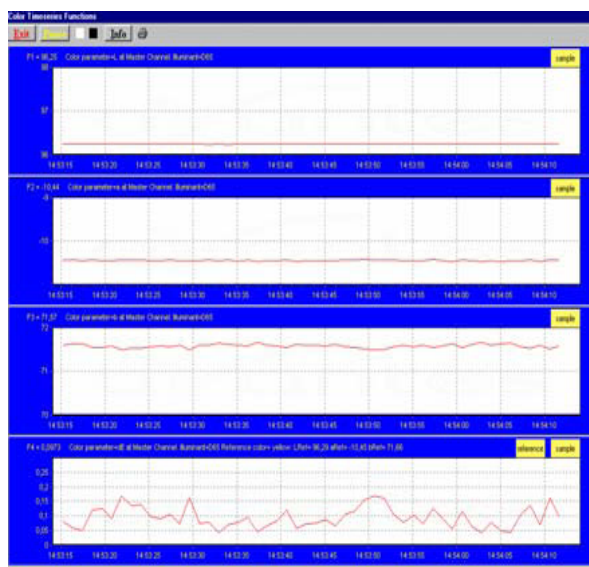
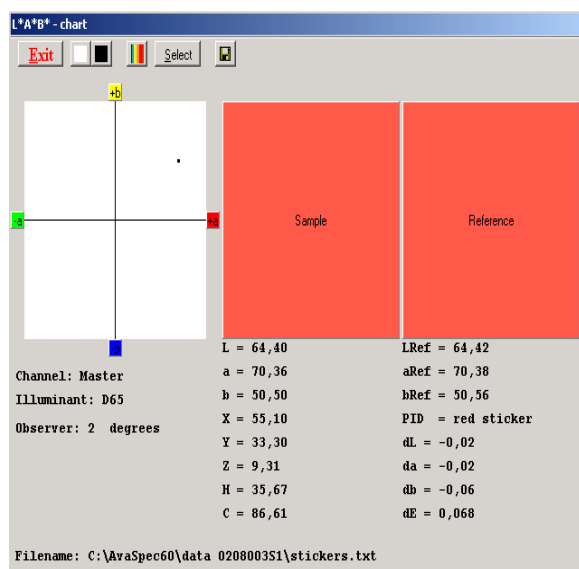


4.2.2 波长校准应用：恢复原来的校准

这个选项可以令用户恢复到初始的波长校准参数，例如，AvaSoft 在到货时的波长校准参数。如果进行新的校准时，选取的峰值或者波长范围不适当，则校准的结果会不理想。

用户可以在不想采用新的校准结果时使用此选项。

4.3 应用：颜色测量



AvaSoft-Color 颜色测量应用软件是为用光谱仪系统进行在线颜色测量而开发的。它可用于反射式颜色测量，这在早期的 AvaSoft 版本中被称作“目标颜色测量”。AvaSoft 颜色测量应用软件可以计算 CIE 1976 $L^*a^*b^*$ 颜色参数，也可以计算其它常用的参数如色调（Hue），色度（Chroma）和 X , Y , Z 值等。

这些参数可以用一个 CIELAB 表显示，也可以显示成一个随时间变化的图形。还可以把在线测量到的 $L^*a^*b^*$ 值保存到数据库中，然后再把数据库中的一个产品颜色作为参考色。通过比较测量得到的 $L^*a^*b^*$ 值和储存在数据库中的值，就可以测量到色差（ ΔE_{lab} , ΔL^* , Δa^* , Δb^* ）。

通过采用发射测色法还可以测量光源的颜色（如 LED）。这种测量需要一个辐射光谱来计算颜色参数 x , y 和 z 。通过 AvaSoft 的辐射测量应用软件，可以进行比相对辐射测量模式（假设一个已知色温的理想黑体光源）更准确的辐射测量。基于上面的原因，辐射颜色计算或“光颜色”计算是辐射测量应用软件的功能之一。

4.3.1 物体的颜色——背景知识

物体的颜色可以由 CIE 1976 ($L^*a^*b^*$) 颜色空间来表述。 L^* 代表颜色的亮度。正 a^* 值代表红色，负 a^* 值代表绿色。与此相似，正 b^* 值代表黄色，负 b^* 值代表蓝色。 $L^*a^*b^*$ 值可由样品（物体）的 CIE 三刺激值 X , Y , Z 和标准光源的三刺激值 X_n , Y_n , Z_n 推导得到。

标准光源的三刺激值 X_n , Y_n , Z_n 是常数，只与所选择的标准光源类型有关。

物体颜色的 CIE 三刺激值 X , Y , Z 是把标准光源的相对功率 P 、物体的反射率 R （或透射率 T ）和 CIE 标准观测函数 $\bar{x}_\lambda, \bar{y}_\lambda, \bar{z}_\lambda$ （2 度或 10 度角）相乘得到。把所得到的值在可见光范围内（从 380 到 780nm, 5nm 步长）对波长进行积分就可得到三刺激值。

色度坐标 x, y, z 可通过把三刺激值 X , Y , Z 分别与它们的和相除得到：

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}, \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z}, \quad z = \frac{Z}{X+Y+Z}$$

另一个常用的表述颜色参数 a^* 和 b^* 的方法是用色调角 (h^*) 和色度 (C^*)。

色调角的测量是从红色方向 (+a*) h*=0 开始，沿逆时针增加：

$$h^* = \arctan \frac{b^*}{a^*}$$

色度被定义为从点 $a^* = b^* = 0$ 到采样点的线段长度：

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

常用的描述色差的参数 ΔE_{Lab} ，被定义为：

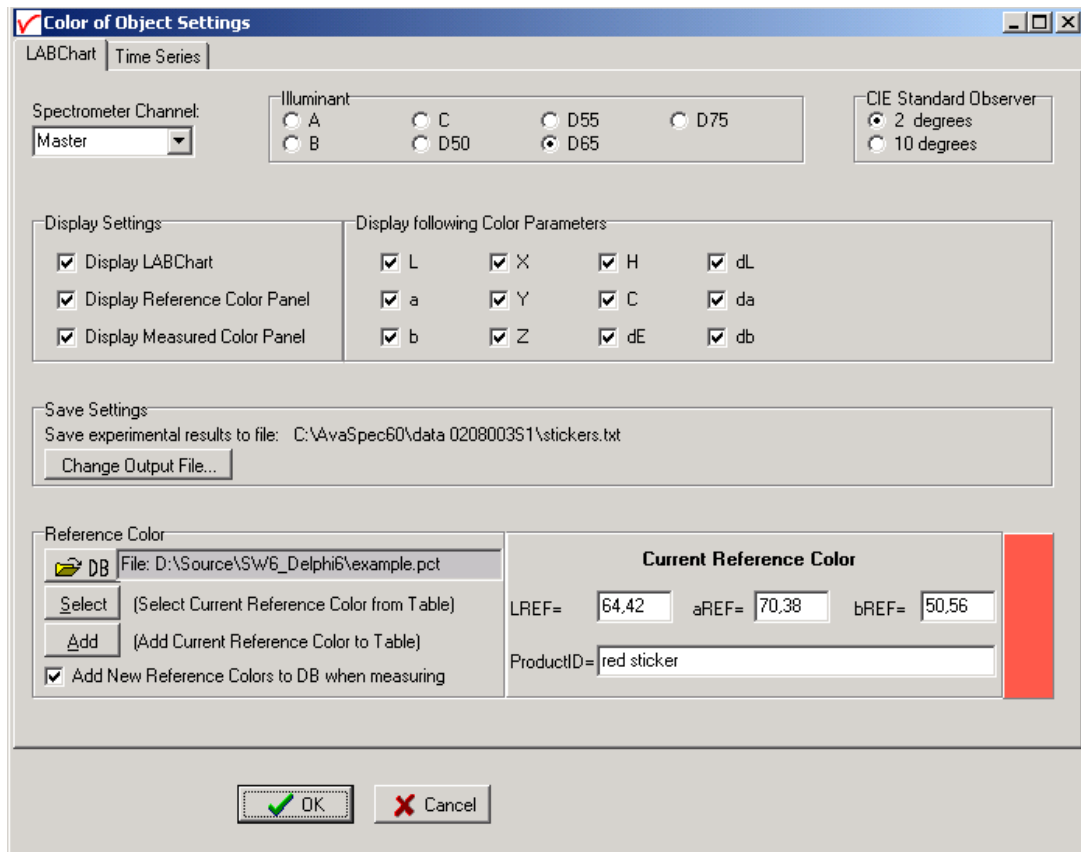
$$\Delta E_{Lab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

其中， ΔL^* ， Δa^* ， Δb^* 表示参考颜色与实际测量的 L*a*b* 值之差。

4.3.2 菜单选项：颜色测量

在选择了菜单选项“应用-颜色测量”后，就会出现一个可以设置输入参数的对话框。这个对话框有两个列表：一个称为“LABChart”，在这个图表中列出了颜色图表中颜色测量显示所需输入的参数；另一个称为“Time Series”，在一个与时间对应的曲线图中，可以最多显示八个颜色参数。输入参数将在 4.3.2.1 (LABChart) 和 4.3.2.2 (Time Series) 详细阐述。点击“OK”按钮，就可以开始颜色测量。假如点击“Cancel”按钮 AvaSoft 就回到主窗口。

4.3.2.1 LABChart



在 LABChart 中，颜色测量通过点击上图中的“OK”按钮开始。在测量开始之前，要先设置下面的参数：

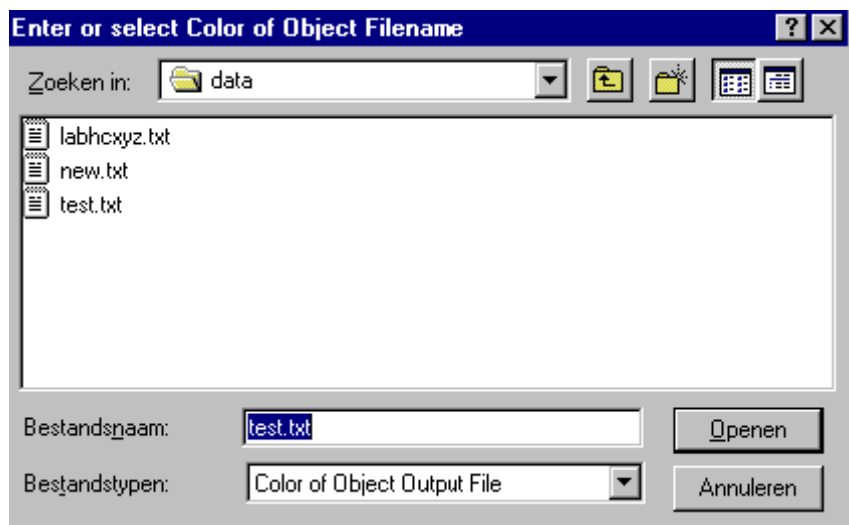
- **光谱仪通道。**假如光谱仪系统包含一个或多个光谱仪通道，从左上角的下拉列表框选择进行颜色测量的光谱仪通道（默认通道为 Master）。一定要确认所选择的光谱仪通道，已经保存了白参考和暗背景光谱。
- **光源。**点击圆形按钮中的一个，选择 CIE 标准光源 A,B 或 C 或光源 D50, D55, D65, D75 中的一个。默认值是 D65,它是运用最广泛的光源。它表示了 6500K 的相关色温下,平均日照的功率分布。D50, D55, D75 的相关色温分别是 5000K,5500K,7500K。CIE 标准光源 A,B 或 C 分别表示：白炽灯（2854K 绝对黑体），模拟正午日光和模拟多云天的光照。注意：这里所选择的光源和测量目标颜色所用的实际光源没有联系。这里所选的光源用于颜色参数的计算。如果这里选择 A 代替 D65，那么颜色参数也就不同了。正如在平均光照下或白炽灯（2854K 绝对黑体）照射下，目标的颜色也是不一样的。
- **CIE 观察标准。**最初的 CIE 标准观察函数 $x_\lambda, y_\lambda, z_\lambda$ 是 1931 年定义的，就是众所周知 2 度标准观察值。2 度对应于在确定这些标准观察值的实验中所使用的视角的角度。在 1964 年，CIE 推荐用在观察大物体时采用与之相关性较高的不同观察值，即众所周知的 1964 补充标准观察值，或者叫 10 度观察值。这两个标准现在都在使用，在 Avasoft 软件中，点击圆形按钮可以选择 CIE 观察标准，默认值为 2 度。
- **显示设置。**测量结果可以在 3 个图表中显示：
 - 1) LABChart, 由 CIELAB 图中一个移动点可以显示 a^* 和 b^* 。
 - 2) 被测颜色面板，它显示了所测量的颜色。注意：显示器上显示的颜色可能不能准确地反映被测物体的颜色，但可以给出一个很好的感觉。
 - 3) 参考颜色面板，它显示了“reference color”设置中被选择的参考颜色。可以用鼠标对每个图表进行单独选择启用与否。
- **显示下列颜色参数。**在测量中，所选中的颜色参数值将在图表下方被显示。

- **保存设置。**在测量中，颜色参数可被保存成 ASC 码文件。在保存设置中显示了 ASC 码文件当前的名称和位置。点击“change output file”，可以改变文件名（和存储路径），就会出现下面的对话框：

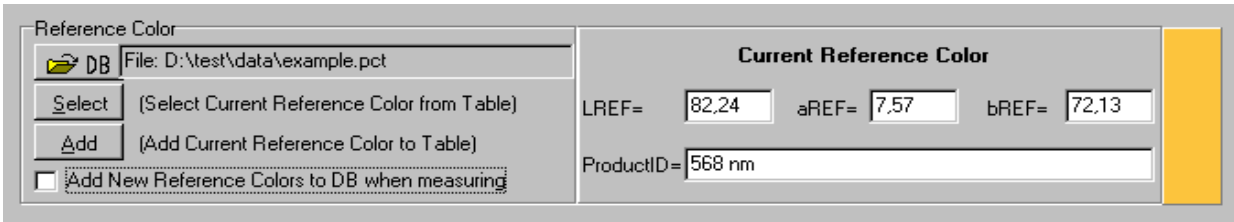
如果为保存颜色参数而启动一个新文件，则要输入一个没有用过的文件名（Avasoft 会自动加上扩展名.txt），然后点击“open”。

如果选择一个已存在的文件，将要保存的颜色参数会被补充到 这个

文件。这样以前保存过的实验可以用同一个文件名重新进行（利用新的颜色参数）。



- **参考颜色**

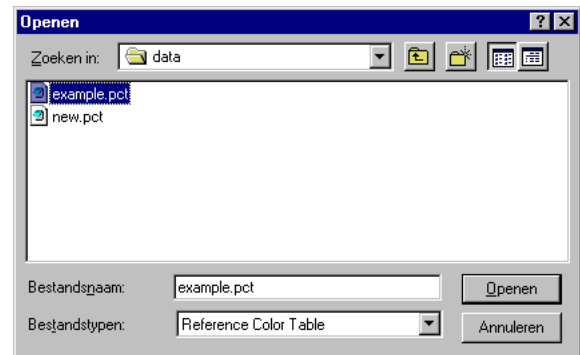


在在线测量中，所测量的 L^* ， a^* 和 b^* 颜色参数可以与参考颜色的 $LREF$, $aREF$ 和 $bREF$ 进行比较。在测量过程中，颜色差异可由 $dL(L^* - LREF)$, $da(a^* - aREF)$, $db(b^* - bREF)$ 和/或 $dE = \sqrt{dL^2 + da^2 + db^2}$ 给出。

参考颜色可以在上图中的“Current Reference Color”栏中手动输入，也可以从数据库文件中选择。数据库文件是以前存到该文件的一个参考颜色列，每种颜色都有一个特定的 ProductID。数据库文件名的默认值是“empty.pct”。点击 DB 按钮，可以选择不同的数据库文件，或创建一个新文件。

如果要建立一个新的数据库文件用于保存参考色，输入一个未使用过的文件名（AvaSoft 自动添加扩展名.pct），然后点击“open”。

如果要打开一个已有的文件，双击该文件名或者选中后点击“open”按钮。文件 example.pct 可在 Avasoft 的根目录下找到（默认为 C:\AvaSpec60），它包含了一些测量到的参考颜色。



如果要从数据库文件中选择参考颜色，点击“DB”按钮下的“select”按钮。则如图所示，就会显示数据库文件的内容：

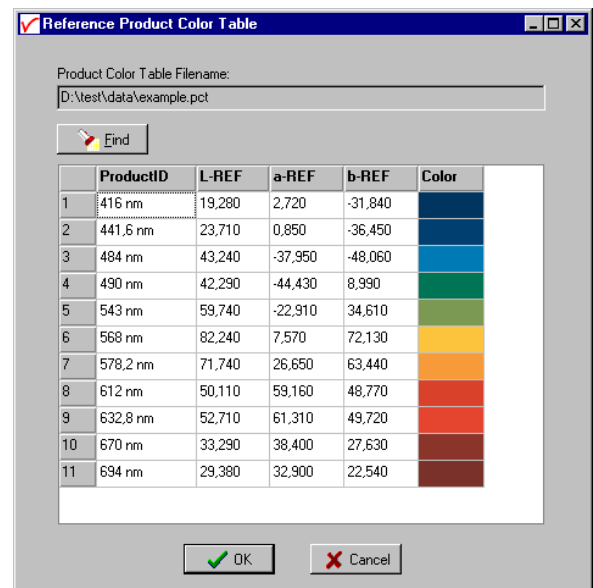
要从列表选择一个值，点击第一列（灰）值（1...11）中的一个。

要从列表中删除一个值，先选中它然后点击键盘上的“delete”键。

要查找某个 ProductID 或是序号，点击“find”按钮，如果要对 ProductID, L-REF, a-REF 和 b-REF 进行排序，只需点击相应列的标题列。黄色标记“1”就会显示在这一栏的标题上，在已经有标记的标题上再点一次，排序方向就改变了。

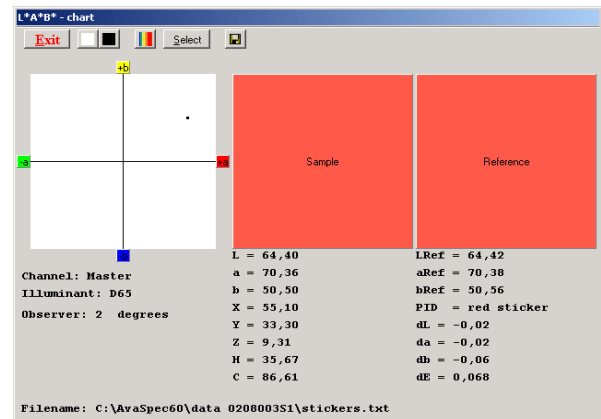
点击“cancel”按钮，在“LABChart”设置对话框中，所选的值不会被移到当前参考色，而且所做的改变（比如从列表中删除值）也会被忽略。

点击“OK”按钮，在“LABChart”设置对话框中的参考色就变成了所选择的颜色。



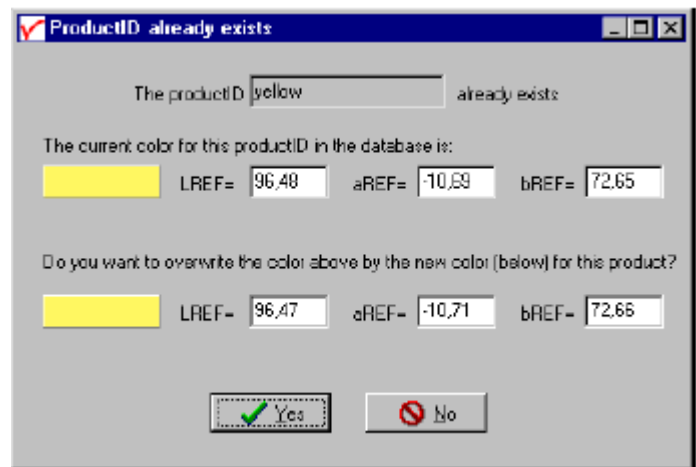
点击“add”按钮（在 Select 按钮下面），就可以把当前的参考色加到数据库文件中。如果 ProductID 已经存在，将出现一个对话框，可以选择用新的颜色参数覆盖原来的参数，或者保持原值。作为一种替换，在在线测量时，可以把参考色加入到数据库中。这一点只有在 LABChart 设置对话框中，勾选“add new referene colors to DB when measuring”选项才可以。

在正确完成所有设置后，点击“OK”或是按键盘上的“Enter”键，开始测量。直接用 LABChart 开始测量的一条捷径（省略设置对话框）是点击 AvaSoft 主窗口中的 LABChart 按钮。右图显示了所有颜色参数和所有 3 个图表。右图中的测量采用光谱仪的主通道和 D65 光源。颜色参数是采用 2 度的 CIE 标准观察值进行计算的。在左下角可以看到要保存数据的文件名。



在 Labchart 中的按钮栏显示了下列按钮：

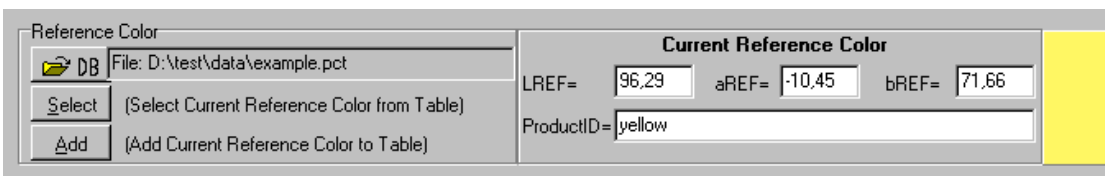
- Exit 按钮，点后就停止颜色测量，回到 AvaSoft 主窗口。
- 白色和黑色的参考按钮，它们与 AvaSoft 主窗口中的功能相同。
- “Save as reference color” 按钮用来更新当前的参考颜色。点击后出现一个需要输入针对当前 ProductID 的名称的对话框。如果在数据库文件中 ProductID 已经存在，并且在“LABChart”设置对话框中的“add new referene colors to DB when measuring”被激活，那么在该对话框中可以选择用新的颜色参数覆盖原有参数还是保留原有参数。
- “select” 按钮可用来从数据库中选择一个新的参考色，前面已经详细阐述了。
- 每次点击“save”按钮，都会把新数据加入到左下角文件中。每个数据都包含下列项：日期，时间，评论，L, a, b, c, h, X, Y, Z, RefProductID, Lref, ARef, bRef, dL, da, db, dE, Channel, Illuminant 和 Observer。评论区包括点击“Save”按钮后所显示的对话框中已经输入的文本内容。



4.3.2.2 时间序列

当使用时间序列来测量颜色时，您可以在一个相对于时间的图表中，同步跟踪最多 8 个颜色参数或者色差。点击时间序列标签页，会出现一个对话框，时间序列设置可以在这个对话框中定义。点击对话框顶部相应的标签可以选择历史通道功能 F1 到 F8。此外，在功能标签的下面，您可以输入大量（F1 到 F8 通道各通道功能完全独立）参数：

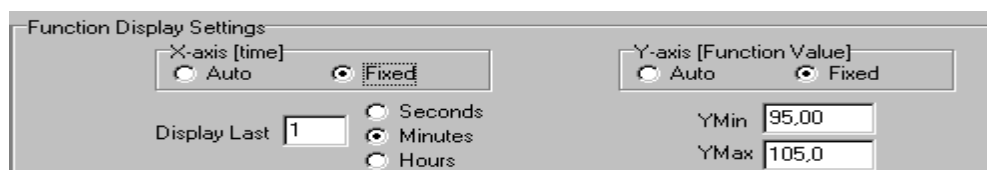
- **光谱仪通道。**假如光谱仪系统包含一个或多个光谱仪从（Slave）通道，从左上角的下拉列表框选择进行颜色测量的光谱仪通道（默认通道为 Master）。一定要确认对所选择的光谱仪通道，已经保存了白参考和暗背景光谱。
- **光源。** 点击单选按钮中的一个，选择 CIE 标准光源 A,B 或 C 或光源 D50, D55, D65, D75 中的一个。默认值是 D65，它是运用最广泛的光源。它表示了 6500K 的相关色温下，平均日照的功率分布。D50, D55, D75 的相关色温分别是 5000K,5500K,7500K。CIE 标准光源 A,B 或 C 分别表示：白炽灯（2854K 绝对黑体），模拟正午日光和模拟多云天的光照。注意：这里所选择的光源和测量目标颜色所用的实际光源没有联系。这里所选的光源用于颜色参数的计算。如果这里选择 A 代替 D65，那么颜色参数也就不同了。正如在平均日照下或白炽灯（2854K 绝对黑体）照射下，目标的颜色也是不一样的。
- **CIE 观察标准。**最初的 CIE 标准观察函数 $x_\lambda, y_\lambda, z_\lambda$ 是 1931 年定义的，就是众所周知 2 度标准观察值。2 度对应于在确定这些标准观察值的实验中所使用的视角的角度。在 1964 年，CIE 推荐用在观察大物体时采用与之相关性较高的不同观察值，即众所周知的 1964 补充标准观察值，或者叫 10 度观察值。这两个标准现在都在使用，在 Avasoft 软件中，点击单选按钮可以选择 CIE 观察标准，默认值为 2 度。
- **功能显示设置** 在每个功能通道中，您都可以选择一个颜色参数。每个颜色参数对应的功能如果设置为“None”，那么这个功能就不可用。假如选择了某一个色差参数(dL, da, db or dE)，那么用来和被测量颜色进行比较的参考色也需要重新定义。因此，如果点击了 dL, da, db 或 dE 参数，那么参考色定义框（如下图所示）将会显示出来。



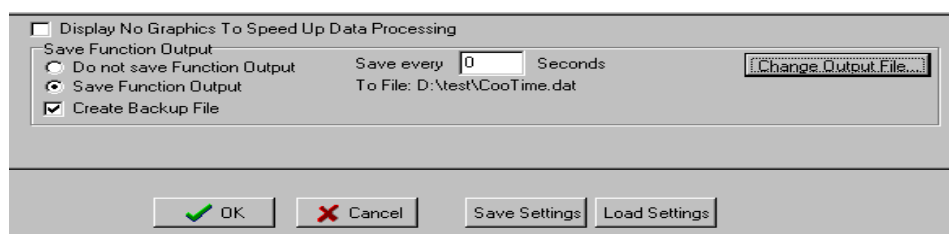
对于每个功能通道，您可以选择不同的参考颜色。关于DB、选择和添加按钮的详细描述可以在本文

前面的部分找到。

在功能通道中设置的颜色参数能够以图表-时间来显示。在X轴上所显示的总时间可以通过点击固定（Fixed）单选按钮（看下图示例）来手动设置。如果设置为自动（Auto），则时间轴会自动设为1分钟。Y轴同样也能设置为固定（Fixed）或者自动（Auto），如设为自动（Auto）选项Y轴范围会被设置成测量数据列表中的最小和最大函数值之间。



功能独立参数



功能独立参数——不显示图片，加速数据处理

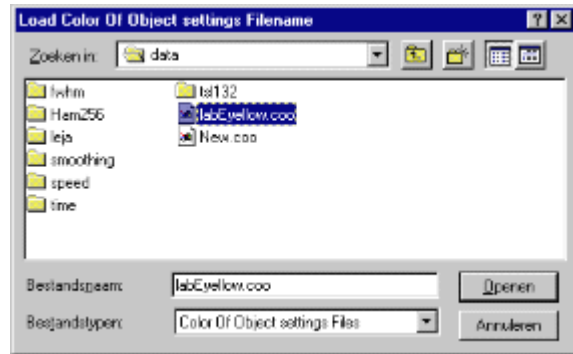
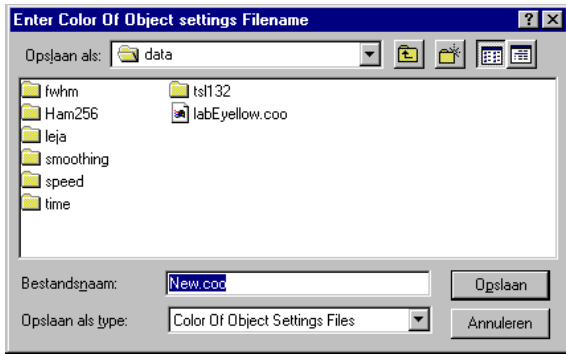
在功能定义的标签下有一个选项，可以通过选择在测量过程中显示/不显示图片来加速数据的处理过程。如果一个应用需要快速数据处理，这个选项就应该启用。如果保存到输出文件，这个数据可以在时序测量实验结束后显示图象，如同在4.1.3中所述：历史通道—显示保存的历史图像。

功能独立参数——存储功能输出

如果选取了单选按钮“Save Function Output”，那么时间序列颜色测量的结果会被保存为一个ASCII的文件。假如测量需要进行很长时间，则可以设置每次存储数据的间隔时间（秒数），以便减少数据量。如果设置为零值则每次扫描都会存储。保存数据的文件的名称可以通过点击“Change Output File...”按钮来修改。在“Save Function Output”对话框中的最后一个选项是为测量实验创建一个备份文件。如果启用这个选项，AvaSoft会创建一个相同名称的备份文件，但是带有一个后缀名*.bak（ASCII中也一样）。这个备份文件会在每次扫描后更新，并且能够在选定的文件名无法保存的情况下保存数据，例如在实验测量过程中突然断电。

保存设置/载入设置 按钮

AvaSoft 自动地将所有参数（颜色参数，保存选项）保存在文件cootime.ini，并且在下次启动时恢复这些参数。用户也可以通过保存设置和载入设置按钮把这些设置参数保存到（或者载入）后缀名为*.coo的文件中。有了这个功能之后，您可以为每个实验保存不同的*.coo文件，因此，在以后的测量中如果需要相同的设置，那么您就可以载入这些文件了。在左下图显示的对话框中，您可以输入保存的文件名，然后点击保存设置按钮。右下图显示的是点击载入设置按钮后所出现的对话框，介绍了如何选择一个以前保存的*.coo文件。



在定义完一个或多个功能之后，请点击OK按钮来开始测量，或者点击CANCAL按钮来离开这个对话框并且返回AvaSoft的主界面。

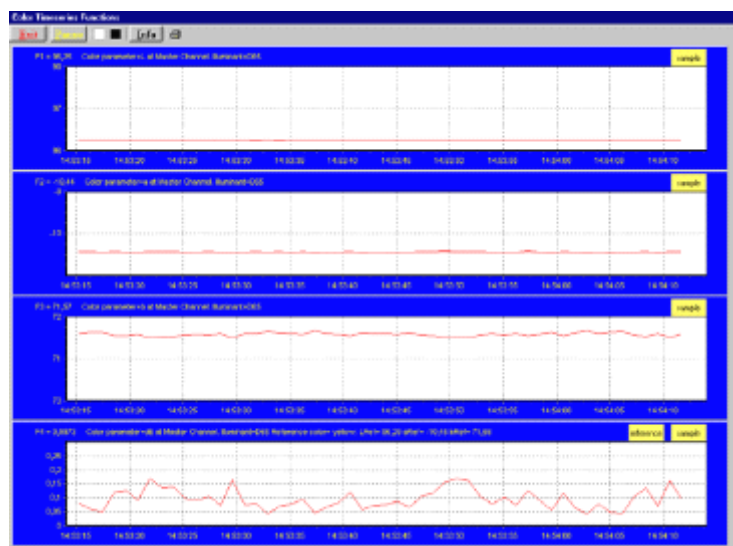
点击OK按钮开始颜色测量后，所选定的颜色参数就会相对于时间显示出来，如果在功能设置对话框中勾选了选项“Display no graphics to speed up data processing”，那么就不会显示图形，而且在每次扫描后都会更新这些数据到输出文件中。

在下图对话框的顶部有6个按钮，一个退出按钮，一个暂停/开始按钮，一个保存参考按钮，一个保存暗背景按钮，一个信息指示按钮和一个打印按钮。如果点击了红色的退出按钮，时间测量就会结束，并且主界面和菜单被激活。黄色的暂停按钮可以用来暂时地停止时间测量。点击暂停按钮后，软件停止获取数据并且按钮上的文字变成绿色的Start。如果点击Start按钮，软件就会又开始获取数据并且按钮上的文字又变成黄色的Pause。

保存参考和暗背景的按钮与主界面中有着同样的功能。信息指示按钮可以在测量时打开一个显示所有参数（不能编辑）的对话框。

通过点击打印按钮，显示的图象可以在进行测量的时候即时打印出来。首先会出现打印机的属性对话框，你可以设置所有的打印选项。例如，如果您只需要打印右图四幅图中的一个，可以通过页数的单选按钮来选择。所有图象都将按照满尺寸打印在不同的页面上。

在每幅图的右上角，一个颜色指示条显示了被测量样本的颜色。如果历史通道功能输出的是色差值，例如上图中的dE，则就会出现显示参考色的第二个颜色指示条。



如果时间测量数据已经被保存，输出的ASCII文件可以显示为图象，点击菜单选项Application-History-Display Saved History Graph.可以显示选择ASCII文件的

对话框。

点击对话框上的“Open”按钮，历史通道功能输出就相对于时间显示出来。X和Y轴都是全刻度显示，通过数据列表确定最大和最小值。

缩放功能

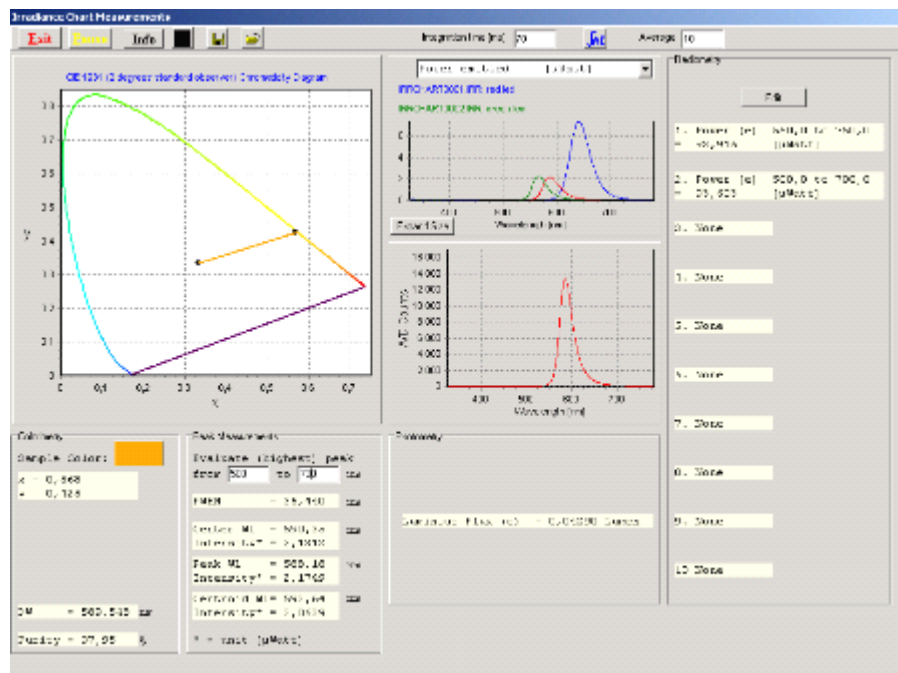
在每幅图中，您可以使用和主界面中相同的缩放功能（除了用鼠标滚轮缩放Y轴比例以外）。但是，当测量正在进行并且X轴已经变成卷形，那么X轴就不能缩放了，因为X轴在每次扫描后都会更新。点击Pause按钮来获取一个快照可以解决这个问题。

放大：选择一个区域来扩大到整个图象。要想选择这个区域，在图象的白色区域点击鼠标左键并且拖曳到右下区，在释放鼠标左键后，X和Y轴都会被调节到选择区域的值。

缩小：在图象的白色区域点击鼠标左键，但是不同于向右下区拖曳，向别的方向拖曳，在释放鼠标左键之后，X和Y轴都会被重置为默认值。

移动X-Y轴：用鼠标右键拖动，可以使整个光谱向上下左右移动。

4.4 应用：绝对辐射测量应用



AvaSoft-IRRAD是为用光谱仪系统进行在线颜色测量而开发的。一个校准过的AvaLight-HAL-CAL 或者 AvaLight-DH-CAL，输出能量($\mu\text{Watt}/\text{cm}^2/\text{nm}$)是已知的，可以用来作为参考标准。Avantes光谱仪也可以在我们的实验室中标定，在以后的使用中，这些标定数据可以载入到处理软件。光的颜色参量可以用x,y和z色度坐标来表示，色度坐标可以通过计算三色值x,y和z与其和的比值得到。380-780nm波段内，间隔1nm的三色值x,y和z和光谱辐射可以被计算出来。这些参量以及u、v坐标，外部光源的色温值都可以实时地计算并显示。对于LED测量，主波长和纯度是非常重要的参数，它们都可以通过软件来计算。

同样的实验设置（带光纤、余弦校正器或者积分球的光谱仪）可以用来计算被测光的光强度和辐射测量参数。计算的结果可以有如下三种显示和存储方式：

- 在主窗口中，数据以分光照度来显示，单位是 $\mu\text{Watt}/\text{cm}^2/\text{nm}$ 相对于波长。
- 测量结果也可以采用辐射图表（如上图）显示方式，图表上显示了色品图，辐射光谱，范围测量模式的光谱和很多比色法，测光法，辐射线测量和峰值测量的参量。最多10个不同的辐射测量参数和波长范围可以选择在输出中显示。
- 时间测量模式中，最多8个历史通道功能能够同步地相对时间来显示。每个历史通道功能可以选择不同的比色法，测光法，辐射线测量或峰值测量的输出参量和波长范围，在不同的光谱仪通道中也一样。

4.4.1 背景

在进行辐射测量之前，您需要对光谱仪测量的光强度做标定。光强度标定包含了每个像素的数据转移函数。数据传输函数用来转化光谱数据（A/D计数值）为辐射数据（ $\mu\text{Watt}/\text{cm}^2$ ）。为了能够计算转移函数，您需要一个已知输出（ $\mu\text{Watt}/\text{cm}^2/\text{nm}$ ）的校准光源。

当用标定灯做为光源进行测量，保存获得的A/D计数值后，我们就知道了A/D计数值和 $\mu\text{Watt}/\text{cm}^2$ 单位之间的关系。

$$\left(\frac{\text{Caldata}_n}{\text{refcal}_n - \text{darkcal}_n} \right)$$

Caldata_n = 在校准光源所照明的第 n 个像素上的强度（ $\mu\text{Watt}/\text{cm}^2$ ）

refcal_n = 打开参考光源时测量的第 n 个像素上的A/D计数值

darkcal_n = 关闭参考光源时测量的第 n 个像素上的A/D计数值

当测量非校准灯的其他光源的A/D计数值（当然使用相同的光纤和光栅）的时候，这个转移函数可以用来计算所有像素 n 上的光强度值（ $\mu\text{Watt}/\text{cm}^2$ ）。如果 sample_n 是照射样本光源时,像素 n 上测量的A/D计数值,并且 dark_n 是关闭样本光源时,像素 n 上测量的A/D计数值,那么,光强度 I_n （ $\mu\text{Watt}/\text{cm}^2$ ）的方程为:

$$I_n = \text{Caldata}_n * \left(\frac{\text{sample}_n - \text{dark}_n}{\text{refcal}_n - \text{darkcal}_n} \right)$$

如果在光强度标定时使用的积分时间为100ms,而测量样本的时候采用的积分时间为2ms,那么在方程里面需要增加一个因子来补偿误差.这个例子的补偿因子是 $100/2=50$.

计算样本光谱(A/D计数值)的强度（ $\mu\text{Watt}/\text{cm}^2$ ）可以用如下的方程:

$$I_n = \text{Caldata}_n * \left(\frac{\text{sample}_n - \text{dark}_n}{\text{refcal}_n - \text{darkcal}_n} \right) * \text{factor}$$

辐射光谱（ $\mu\text{Watt}/\text{cm}^2$ ）中,很多输出参数可以计算出来,例如色度,光度和辐射度参数.

下面,简短的背景信息给出了色度,光度和辐射度参数.我们也描述了可以测量的峰值参数的定义。

比色法

光的颜色参量可以用x, y和z色度坐标来表示, 色度坐标通过计算三色值X, Y和Z与其和的比值得到

$$x = \frac{X}{(X + Y + Z)} \quad y = \frac{Y}{(X + Y + Z)} \quad z = \frac{Z}{(X + Y + Z)}$$

三色值X, Y和Z可以这样计算:

$$X = k * \sum I_{\lambda} * x_{\lambda} \quad Y = k * \sum I_{\lambda} * y_{\lambda} \quad Z = k * \sum I_{\lambda} * z_{\lambda}$$

其中:

k = 常数(= 1/(\sum y_{\lambda}))=0.00934

I_{\lambda}=波长\lambda上的分光照度

x_{\lambda}, y_{\lambda}, z_{\lambda} = 在波长\lambda处CIE 1931或CIE 1964观察值(2或10度角)

三色值X, Y和Z以及分光照度可以在380到780nm波段内, 以1nm间隔来计算.

CIE1960 UCS颜色关系u和y可以计算如下:

$$u = \frac{4x}{(-2x + 12y + 3)} \quad v = \frac{6y}{(-2x + 12y + 3)}$$

用来计算色温的方程是根据经验公式导出并且假想为黑体辐射:

$$p = ((x-0.332)/(y-0.1858))$$

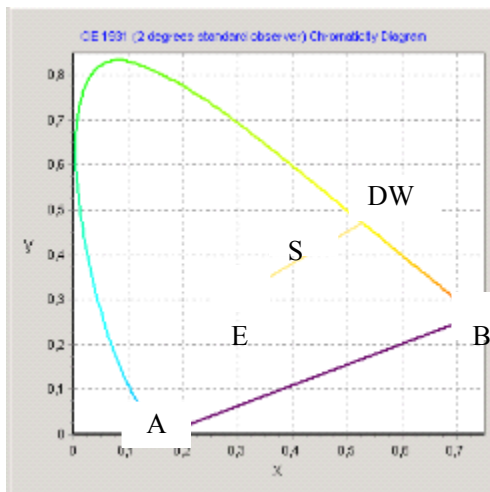
$$\text{Color Temp} = 5520.33 - (6823.3 * p) + (3525 * p^2) - (449 * p^3)$$

在LED测量中,主波长和纯度(也就是Helmholz坐标系)经常被用来描述颜色.主波长可以用色度坐标(Sx,Sy)来测量样本的S点,从色品图(E 和x=y=0.333)的中点画一条直线穿过S点到色品图的边(光谱轨迹).光谱轨迹上的点对应波长值, 穿过E和S点的直线和光谱轨迹的交点就是主波长。

纯度是中点(E)到样本点(S)的距离,分隔中点E到光谱轨迹(DW):

$$\text{Purity} = (E-S) / (E-DW)$$

以上描述的方法是用来测量在380-699nm波段内有主波长的颜色。如果x,y坐标是在由3个点E,A和B包围的三角形区域内,那么主波长就不能计算出来,因为断点沿着光谱轨迹穿过E和S点(介于A和B点)不符合波长。这个情况下,就需要用到补充主波长(CDW)。将E到S点的线段向后延长,这样可以测量补充主波长(CDW)。



峰值测量

右图显示了一个绿色LED的标准光谱功率分布。从这个光谱上可以计算出很多参数。

FWHM (半宽值) 和中心波长

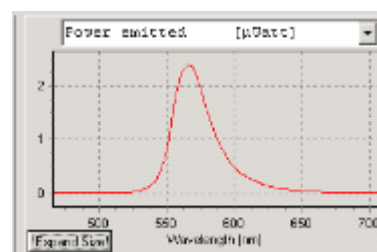
波峰的半最大值全宽度是有着比峰值最大强度的一半更大强度的带宽 (nm)。中心波长是波峰的最大强度的一半所在波长段中心值。

峰值波长

光谱峰值功率所在的波长。

质心波长

光谱在质心波长左边和右边的全部功率都是相等的。



Peak Measurements		
Evaluate (highest) peak		
from	500.00	to 700.00 nm
FWHM	= 31,521	nm
Center WL	= 568,61	nm
Intensity*	= 2,3589	
Peak WL	= 566,30	nm
Intensity*	= 2,3755	
Centroid WL	= 570,79	nm
Intensity*	= 2,2651	
* = unit [μWatt]		

辐射线测定

辐射度参数可以归纳为三类：

- **辐射通量[μWatt]:** 辐射通量是辐射源在所有的方向上发射的辐射功率。测量辐射源发射的光功率的最好的方式就是测量在积分球中的辐射源。测量LED经常采用这种方式。通过测量和光源有一定距离的漫射体(余弦校正器或者积分球样本口)的表面辐射也可以得到辐射源的通量。这个计算中一个重要的假设是漫射体和光源之间的距离应该是光源(接近点光源)最大尺寸的5倍。
- **辐射强度[$\mu\text{Watt/sr}$]:** 辐射强度是辐射源在包含该方向的立体角内所发射的辐射功率。它是用来量化辐射源在某个方向上发射的光功率。辐射强度的计算是通过将辐照度乘以光源和漫射体间距的平方来得到。它假设辐射源是点光源。
- **辐照度[$\mu\text{Watt/cm}^2$]:** 辐照度用来测量一个表面所受到的辐射功率。辐射度的测量可以用不同配置来做，像采用光纤余弦校正器或者积分球。这两种配置都可以用来测量和光源有一定距离的漫射体(余弦校正器或者积分球样本口)接收到的辐射光谱。当在距离光源一定范围处进行测量，辐射强度和通量都可以按照以上的方式计算。当测量一个处在积分球内的光源，辐射通量可以测量到，但是辐射强度和辐照度参数不能被测量。

通过辐射功率分布计算辐射度参数

辐射功率分布可以很容易地由积分时间内的功率转换成能量分布。得到的结果是在一个积分时间内发射和接收到的所有能量。

通过辐射度光谱可以计算的其他辐射参数是表面照射到的光子数。因为每个nm波长的光子数是一个庞大的数字(即使光强很弱)，阿伏加德罗常数用Mol单位来表示光子数，或者如我们应用中的 μmols 单位。每nm波长上的光子数可以通过波长独立的光能来计算，并且绝对光能已经被测量到。在下一页可以找到详细描述。

光子数分布[$\mu\text{Mol}/(\text{s.m}^2.\text{nm})$]表示每平方米接收到的光子流量。其他可以计算的光子数单位是：

- [$\mu\text{Mol}/(\text{s.nm})$] 漫射体表面接收到的光子流量
- [$\mu\text{Mol}/(\text{m}^2.\text{nm})$] 在一个积分时间内每平方米接收到的光子数
- [$\mu\text{Mol}/\text{nm}$] 在一个积分时间内漫射体表面接收到的光子数

如何转换一个功率分布[$\mu\text{Watt}/(\text{cm}^2.\text{nm})$]为光子计数分布[$\mu\text{Mol}/(\text{s}.\text{m}^2.\text{nm})$]

光能 $E(\lambda) = h.c/\lambda \cdot e$

其中:

h = 普朗克常数 $6,626\ 068\ 76 \times 10^{-34}$

c = 光速 $2,998 \times 10^8 \text{ m/s}$

λ = 波长(m)

例如, 在250 nm 和 1000 nm 处的光能是:

$E(250) = (6,626 \times 10^{-34} \cdot 2,998 \times 10^8) / 250 \cdot 10^{-9} = 7,946 \times 10^{-19} \text{ (Joule/photon)}$ (1)

$E(1000) = (6,626 \times 10^{-34} \cdot 2,998 \times 10^8) / 1000 \cdot 10^{-9} = 1,986 \times 10^{-19} \text{ (Joule/photon)}$ (2)

$1\text{eV} = 1,60207 \times 10^{-19} \text{ Joule}$, 光能表示为 eV/photon :

$E(250) = 7,946 \times 10^{-19} / 1,60207 \times 10^{-19} = 4,9592 \text{ (eV/photon)}$ (3)

$E(1000) = 1,986 \times 10^{-19} / 1,60207 \times 10^{-19} = 1,2398 \text{ (eV/photon)}$ (4)

假设在某个波长我们测量 $20 \mu\text{Watt}/\text{cm}^2$

$20 \mu\text{Watt}/\text{cm}^2 = 20 \mu\text{Joule}/\text{s}/\text{cm}^2 = 0.2 \text{ Joule}/\text{s}/\text{m}^2$

$= 0.2 / (1,60207 \times 10^{-19}) \text{ eV}/\text{s}/\text{m}^2$

$= 1,248 \cdot 10^{18} \text{ eV}/\text{s}/\text{m}^2$ (5)

由 (3) 和(4)可得在 250 nm 和 1000 nm 处的光能,

在 250 nm 和 1000 nm 处符合 $20 \mu\text{Watt}/\text{cm}^2$ 的光子数可以由(5) 计算得到:

在 250 nm : $\#photons = 1,248 \cdot 10^{18} / 4,9592 = 2,517 \cdot 10^{17} \text{ photons}/\text{s}/\text{m}^2$

在 1000 nm : $\#photons = 1,248 \cdot 10^{18} / 1,2398 = 1,007 \cdot 10^{18} \text{ photons}/\text{s}/\text{m}^2$

$1 \text{ mol} = 6,02308 \times 10^{23}$ (阿伏加德罗常数)

$1 \mu\text{mol} = 6,02308 \times 10^{17}$

因此, 光子数以 $\mu\text{mol}/\text{s}/\text{m}^2$ 表示, 当在 250 nm 波长测量 $20 \mu\text{Watt}/\text{cm}^2$ 和在1000 nm处测量 $20 \mu\text{Watt}/\text{cm}^2$:

在 250 nm : $2,517 \cdot 10^{17} / 6,02308 \cdot 10^{17} = 0,418 \mu\text{mol}/\text{s}/\text{m}^2$

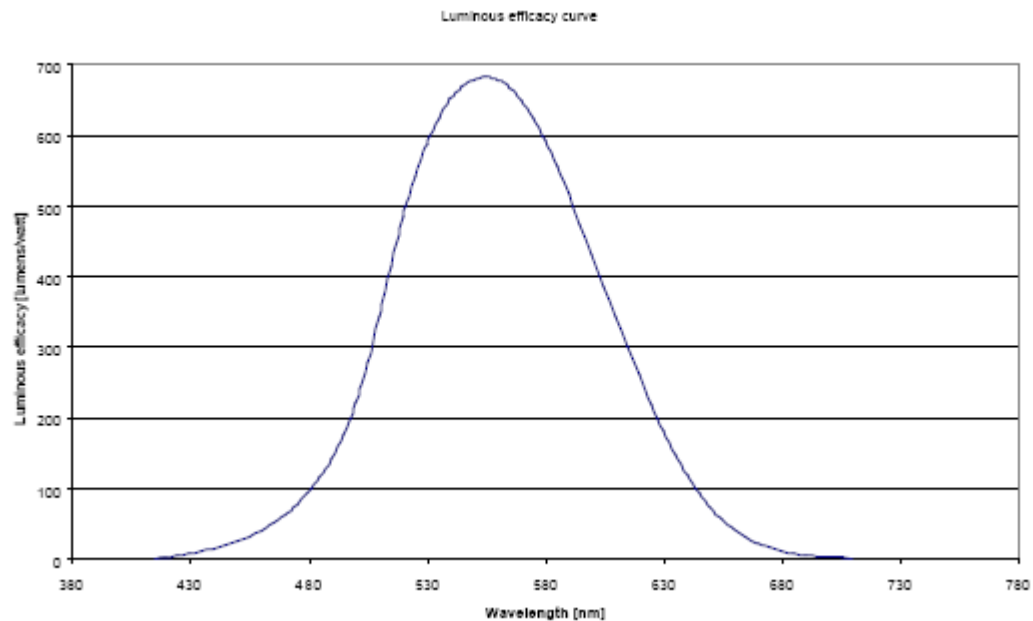
在 1000 nm : $1,007 \cdot 10^{18} / 6,02308 \cdot 10^{17} = 1,672 \mu\text{mol}/\text{s}/\text{m}^2$

在下面的表格里, AvaSoft测量的辐射度参数都罗列如下。注意需要确定波长范围后光谱输出才是完整的。第一栏内“Hardware Setup”是指硬件配置, “inside sphere”指的是光源置于一个积分球内进行测量, 而“outside sphere or cc”指的是距离积分球或者余弦校正器一定距离进行测量。

硬件配置	参数	单位	描述
inside sphere	辐射通量 (发射功率)	μWatt	辐射源发射的所有光功率
inside sphere	发射能量	μJoule	辐射源发射的所有光能, 将功率乘以积分时间来计算
outside sphere or cc	辐射通量 (发射功率)	μWatt	辐射源发射的所有光功率, 将功率将辐射强度乘以立体角来计算
outside sphere or cc	发射能量	μJoule	辐射源发射的所有光能, 将功率乘以积分时间来计算。
outside sphere or cc	辐射强度	$\mu\text{Watt/sr}$	单位立体角内的光功率, 将辐射度乘以点光源和漫射体表面间的距离的平方来计算
outside sphere or cc	辐射能	$\mu\text{Joule/sr}$	辐射源发射的所有光能, 将辐射强度乘以积分时间来计算
outside sphere or cc	接收能量	μWatt	漫射体表面接收的光功率
outside sphere or cc	接收能量	μJoule	漫射体表面接收到的光能, 将功率乘以积分时间来计算
outside sphere or cc	辐射	$\mu\text{Watt/cm}^2$	漫射体表面接收的光功率
outside sphere or cc	单位面积 (cm^2) 上的能量	$\mu\text{Joule/cm}^2$	每平方厘米面积上接收到的能量, 将辐射度乘以积分时间来计算
outside sphere or cc	单位面积 (m^2) 上的光子通量	$\mu\text{Mol}/(\text{s.m}^2)$	每秒每平方米接收到的光子数, 计算方法请翻阅上页
outside sphere or cc	光子通亮	$\mu\text{Mol/s}$	在漫射体表面每秒时间内接收的光子数
outside sphere or cc	单位面积 (m^2) 上的光子数	$\mu\text{Mol/m}^2$	在一个积分时间内每秒接收到的光子数
outside sphere or cc	光子数	μMol	在一个积分时间内漫射体表面接收到的光子数

光度测量

光度测量是对可见光的测量。不同于辐射测量, 它不是一个单纯的物理测量而且计算时参考‘标准’的人类视觉。计算的方法是将辐射量的数据和发光效能曲线(看下图)相乘, 并且将乘积在整个可见波段范围(380-780nm)内积分。



定义辐射量参数的三个分类也可以用来定义光度量参数。

- 和辐射通量[μWatt]等价的光度量是光通量，单位是流明Lumens。
- 和辐射强度[$\mu\text{Watt/sr}$]等价的光度量是发光强度，单位是Lumens/sr，或者Candela。
- 和辐射度[$\mu\text{Watt/cm}^2$]等价的光度量是照明度，单位是Lumens/m²，或者Lux。

因为辐射量和光度量的三种分类的几何学是相同的，硬件配置也可以相同：光通量可以在积分球内测量。在测量和积分球或余弦校正器有一定距离的光源时，假设光源是一个各向同性的点光源，就可以计算光通量。球体的发光强度[Candela]和照度[Lux]可以在积分球外或者使用余弦校正器来测量。

4.4.2 快速开始

快速开始 (1): 用校准灯进行绝对辐射测量

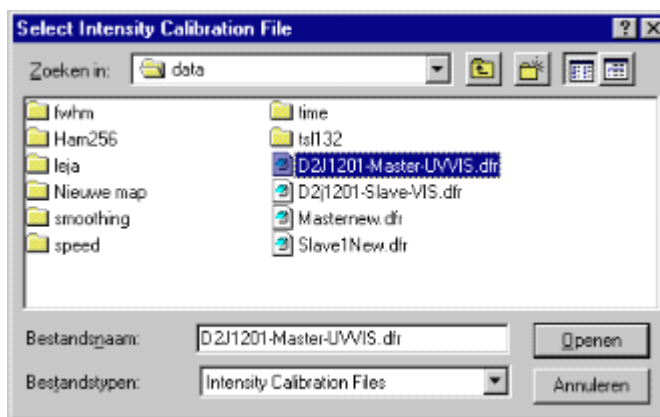
1. 打开Avasoft软件，并且点击主窗口的开始按钮。
2. 将光纤连接到光谱仪的输入口。
3. 点击菜单选项Application/Absolute Irradiance，点击“Perform Intensity Calibration”按钮：打开绝对辐射应用软件。
4. 选择用来校准的光谱仪通道，校准灯文件和使用的光纤/余弦校正器的直径，如4.4.4节所描述的。
5. 打开参考光源（例如，AvaLight-HAL-CAL 或者 AvaLight-HAL-CAL-ISP）。如果余弦校正器在光纤的末端使用，直接将它安装在参考光源上。如果一个积分球在光纤的末端使用，将积分球的样本口放在光的输出端口上。
6. 确保校准灯的开关已经打开15分钟，并且点击“Start Intensity Calibration”按钮。试着调节测量参考光的积分时间，这样在波长范围内最大的计数大约是14000个计数值。也可以点击‘JAC’按钮来让AvaSoft搜索一个最佳积分时间。
7. 调节平滑参数来优化对光纤/狭缝直径的平滑
8. 如果显示出一个较好的参考信号，点击“Save Reference”按钮。一条白线就会标记参考光谱。然后关闭校准灯，并且点击黑色按钮来保存暗背景光谱。一条黑线就会标记暗背景光谱。
9. 点击“Save Intensity Calibration”按钮。出现一个对话框显示当前强度校准的设置。如果校准是用一个漫射体来进行，那么强度校准数据会被保存到一个ASCII文件，后缀名为*.dfr,使用裸光纤时的后缀名为*.fbr。点击“Save As”按钮后可以输入强度校准文件的名称。
10. 转到辐射图表，进入硬件设置界面，选择您关注的比色法，辐射测量，光度测量和峰值参数（见4.4.5.1节）。然后点击OK。
11. 测量实验中的输出参数。如果需要，改变积分时间，这样，光谱测量模式中的最大值可以到14000A/D计数值左右。挡住光谱仪的光路，保存一个暗背景光谱。如果测量的（红外）光辐射需要相对于时间显示，如4.4.6节描述的一样，点击设置对话框中的时间测量标签。
12. 在第9点下进行的强度校准可以在今后的实验中通过选择“Load Intensity Calibration”选项来载入，如同在快速开始（2）中描述的。载入强度校准数据后，在转到辐射测量模式前你需要保存一个暗背景。

快速开始(2): 用载入校准数据进行绝对辐射测量

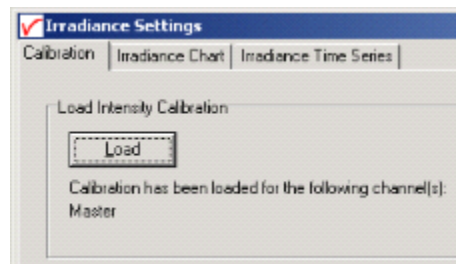
1. 打开AvaSoft软件，并且点击主窗口中的开始按钮。
2. 连接光纤（和漫射体或者积分球）到光谱仪输入口。它们和被载入的强度校准中所使用的相同。
3. 点击菜单选项：Application/Absolute Irradiance.点击“Load Intensity Calibration”按钮，来打开绝对辐射应用软件。弹出一个对话框显示可以选择的强度校准文件。选择好文件然后点击打开按钮。
4. 转到辐射图表，进入硬件设置界面，选择您关注的比色法，辐射测量，光度测量和峰值参数（见4.4.5.1节）。然后点击OK。
5. 测量实验的输出参数。如果需要，改变积分时间，这样，光谱测量模式中的最大值可以到14000A/D计数值左右。。挡住光谱仪的光路，保存一个暗背景光谱。如果测量的（红外）光辐射需要相对于时间显示，如4.4.6节描述的一样，点击设置对话框中的时间测量标签。

4.4.3 载入强度校准文件

通过选择菜单选项Application- Absolute Irradiance Measurement，一个选择窗口会显示出来，里面包含了以前保存的校准文件，可以点击“Load”按钮来载入。强度校准文件中包含了用来将光谱数据转化为辐射数据的必要数据。如果光谱仪系统有一个或多个子通道，那么就必需知道为每个光谱仪通道所保存的校准数据都保存在单独的文件中。要用更多的光谱仪通道同步地测量辐射数据。各个光谱仪通道的校准文件需要首先被载入。在载入强度校准文件后，会出现一个图表，图中显示了该通道的数据转移函数。辐射光谱的计算方法是将测得的光谱数据（已经扣除保存的暗背景光谱）乘以数据转移函数。



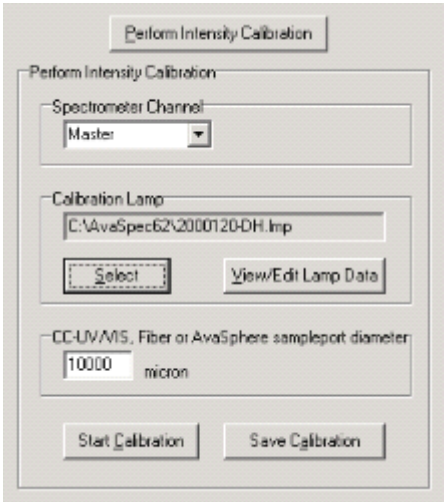
如果强度校准已经被载入了，“辐射图”和“辐射时间序列”标签会被启用。点击其中一个标签将允许你改变辐射图或者时间序列测量的设置，然后点击OK按钮可以开始测量。辐射图和时间序列设置将在4.4.5和4.4.6节内叙述。



4.4.4 进行强度校准

如果校准光源（AvaLight-HAL-CAL 或 AvaLight-DH-CAL）是可用的，那就可以进行强度校准。通过选择菜单选 Application-Absolute Irradiance Measurement，会显示一个窗口，在窗口中点击“Perform Intensity Calibration”按钮后，就出现了强度校准的设置。在进行强度校准前需要输入如下的设置。

- 光谱仪通道
- 校准灯文件
- 余弦校准器（UV/VIS），光纤或者积分球样本端口的直径

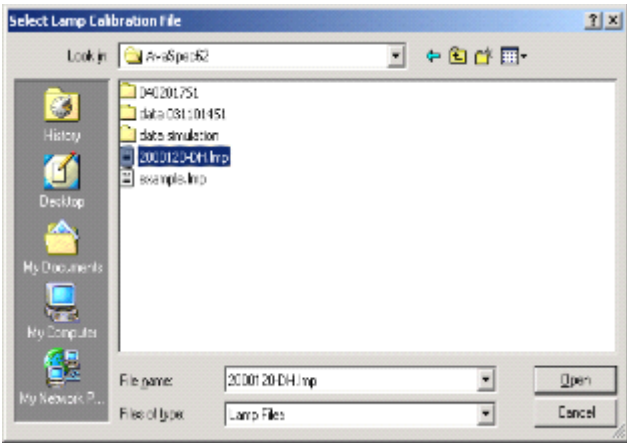


对于单通道光谱仪，光谱仪通道一般都设置为“Master”。对于多通道光谱仪系统，用来进行强度校准的光谱仪通道可以从列表中选择（Master,Slave1...）。

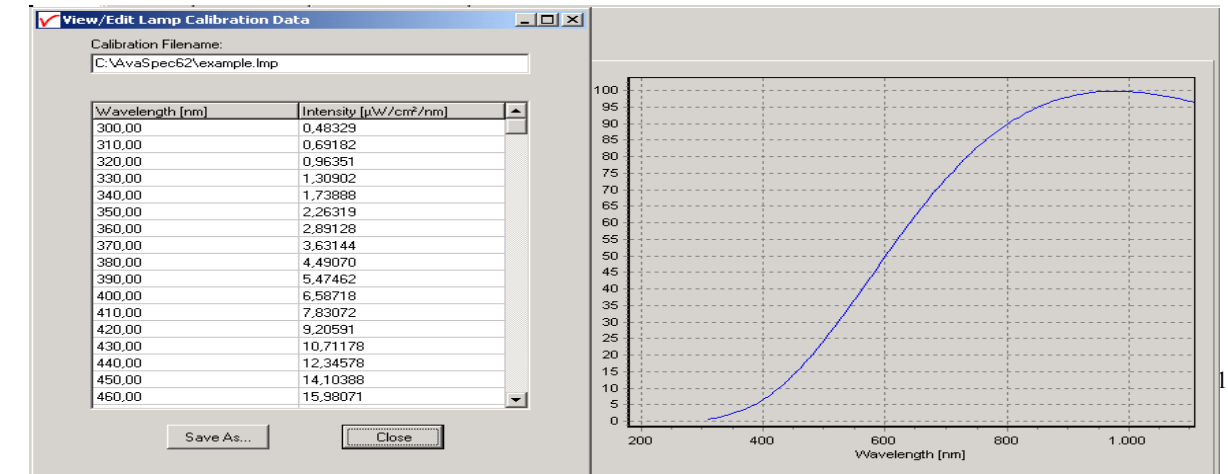
校准灯

校准灯的能量输出(单位是 $\mu\text{Watt}/\text{cm}^2/\text{nm}$)可以在后缀名为 *.lmp 的文件中找到。点击 “Select” 按钮可以打开这个文件。

选择好校准文件之后，数据就可以显示出来，通过点击“View/Edit Lamp Data”按钮可以编辑或保存为不同的文件名。



选择的光源的强度在波长上的分布可以显示在对话框中，它也能以强度相对波长的分布图的形式来显示。



如果需要，点击Save As...按钮，数据可以编辑并且以别的文件名来保存。在修改的数据启用前，新的文件名需要和如上所描述的灯的选项一起载入。

CC-UV/VIS, 光纤 或者 AvaSphere 样本端口的直径

适用于已经校准过的光源的硬件配置（CC-UV/VIS余弦校正器，裸光纤或者积分球），必须符合进行强度校准时的硬件配置。余弦校正器（3900微米），裸光纤，或者AvaSphere（6000, 10000 或 15000 微米 对应于 AvaSphere-30, AvaSphere-50 和 AvaSphere-80）的口径需要以微米为单位输入。

在校准过程中使用的硬件配置和进行辐射测量时的配置必须相同，这一点非常重要。

4.4.4.1 开始强度校正

确保校准灯至少打开15分钟，并且硬件已经正确地设置好。然后点击“Start Calibration”。

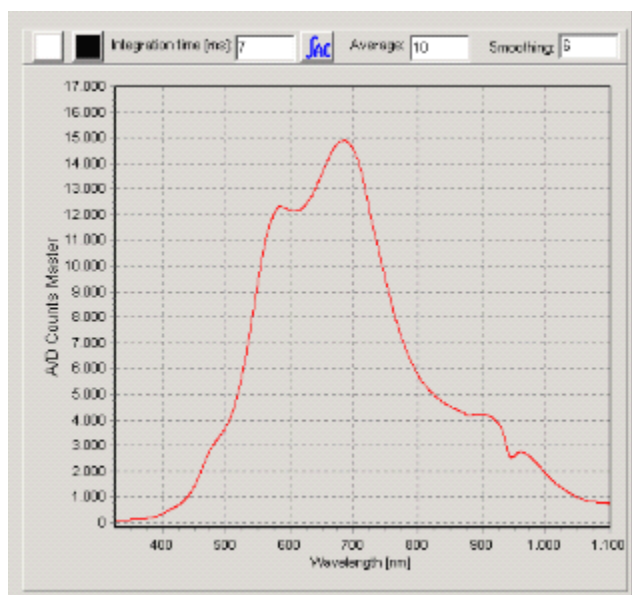
作为结果，选定光谱仪通道的光谱数据（A/D 计数值）将会图形化显示出来。

设置平滑参数来对光纤、狭缝的口径的平滑进行优化（也可参考3.2.3节）。

调整积分时间可以获得一个较好的参考信号（最大14000—15000计数值）。也可以点击自动调整积分时间(‘JAC’)按钮，来使用AvaSoft来搜索一个最佳的积分时间

在积分时间内设置较高的扫描次数，然后进行平均，这样可以降低的噪声。

如果获得了一个很好的参考信号，点击对话框上面的白色的“Save Reference”按钮，一条白线会标记参考光谱。然后关闭校准灯，等待知道光谱变成平直的线，在靠近刻度的底部，并且点击黑色按钮来保存暗背景光谱。一条黑线将会标记暗背景光谱。



4.4.4.2 保存强度校准

如果在上例中，参考光谱和暗背景光谱已经被保存，点击“Save Calibration”按钮可以保存强度校准数据。

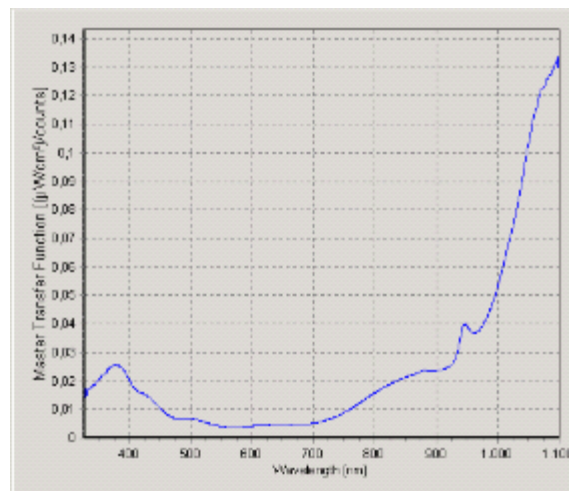
一个弹出式对话框显示了当前的强度校准的设置。如果校准使用漫射体来进行的，那么强度校准数据将会被保存为一个ASCII文件，后缀名为*.dfr，用裸光纤时，后缀名为*.fbr。强度校准文件的名

字可以在点击“Save As”按钮后输入。

以下数据可以保存进强度校准文件中：

- 光源校准文件名(*.lmp)
- 光谱仪通道(0=Master, 1=Slave1 etc..)
- 积分时间（单位毫秒）
- 总的像素（=2048 对于 AvaSpec-2048）值，这个值描述了强度校准时，每个像素上的动态范围（需要扣除暗背景数据），它可以用校准光源的强度值来除。
- 强度校准中的平滑参数设置

在载入强度校准文件后，会出现一个图表，图中显示了该通道的数据转移函数。辐射光谱的计算方法是将测得的光谱数据（已经扣除保存的暗背景光谱）乘以数据转移函数。



如果强度校准已经开始，“辐射图”和“辐射时间序列”标签就会启用。点击其中一个标签将允许你改变辐射图或者时间序列测量的设置，然后点击OK按钮可以开始测量。辐射图和时间序列设置将在4.4.5和4.4.6节内叙述。

4.4.5 辐射图

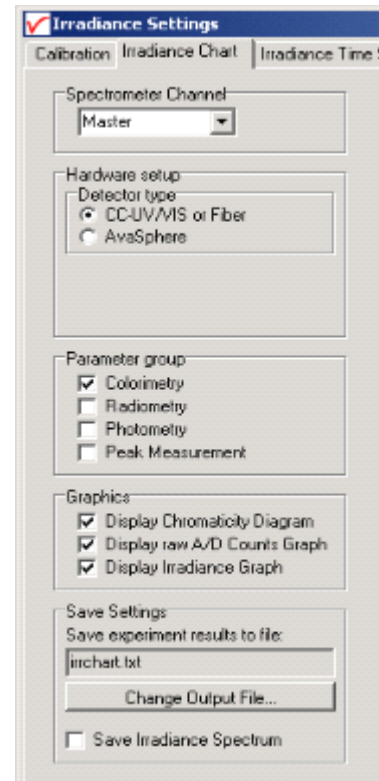
4.4.5.1 辐射图设置

如果强度校准已经开始或者载入，“辐射图”标签就会启用。点击标签，辐射图设置就会显示出来。右图显示了光谱仪通道，硬件设置，参数组，图形和保存设置的默认值，

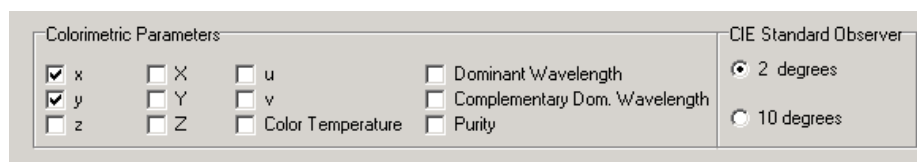
光谱仪通道设置可以修改，如果对于一个多通道光谱仪系统，校准可以在多个通道上进行或载入。

硬件设置是一个重要的参数，因为如4.4.1（背景）节所述，它决定了可以测量的辐射量和光度量参数，也决定了计算的方法。如果使用了AvaSphere积分球，就必须知道光源是在积分球内（例如LED测量），还是在积分球外进行测量。这个设置可以通过点击AvaSphere按钮，选择在积分球内或球外。

参数组设置决定了在辐射图上显示的参数。点击其中一个参数，就可以看见这个参数组的详细设置。关于这些参数的描述以及它们如何计算可以 参考4.4.1节。



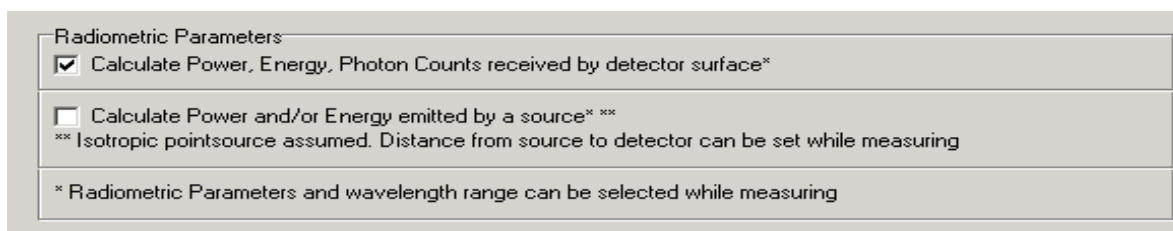
一般情况下，只有色度参数可以使用。



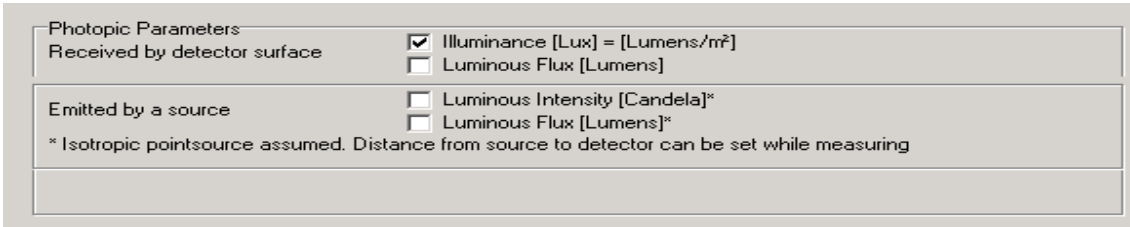
在图中选定的参数将会显示在辐射图上。

测量时辐射度参数的详细设置(发射功率单位是 μWatt 或者发射能量 单位是 μJoule)可以在辐射图对话框中完成。如果硬件设置不是“source inside sphere”，你可以选择是否只要测量漫射体表面的辐射度参数，或者也计算光源发射的功率和能量。

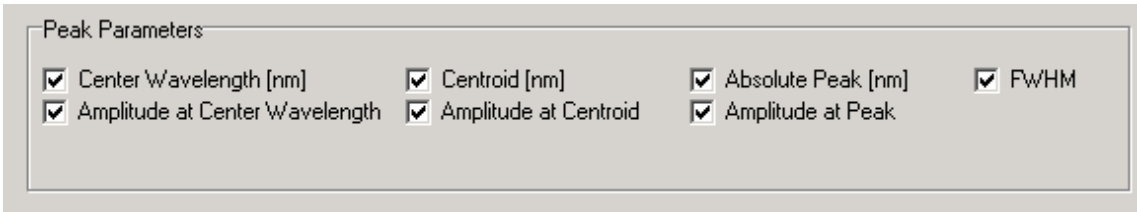
在计算发射功率和能量时的重要的假设是光源必须是各向同性的点光源。



在测量光度参量时，在硬件配置上有相同的区别。如果硬件设置不是“source inside sphere”，照明度(单位Lux)可以测量。光通量（和辐射功率等价的光度量）能够在漫射体表面测量，但是也能够计算有多少流明从光源发射出来。其中重要的假设是光源必须是各方向同性。在这个配置中，发光强度（单位坎德拉）也可以测量。如果硬件配置是“source inside sphere”，只有光源发射的光通量可以测量。



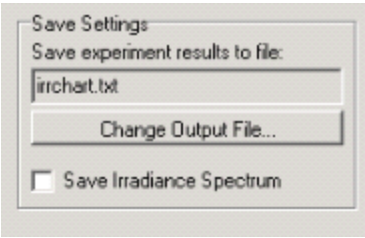
峰值参数组允许你启用或关闭以下的峰值信息。



详细配置，像计算的波峰的波长范围和辐射输出参数，可以在辐射图对话框中设置。

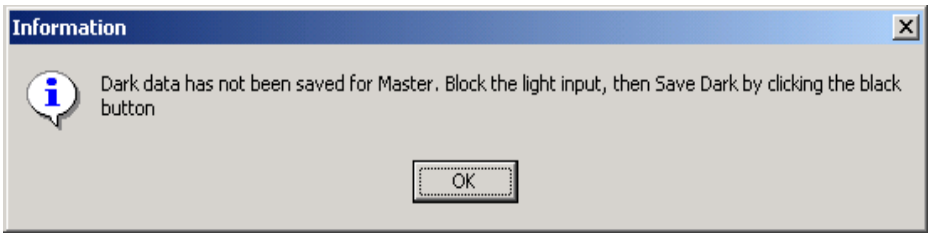
图形设置决定在辐射图上显示的图片。

保存设置可以用来输入保存辐射图测量结果的文件的名称。默认名称是irrchart.txt，但是点击“Change Output File”按钮后，这个文件名可以更改。



启用“Save Irradiance Spectrum”选项后，一个完整的辐射光谱连同参数结果都会被软件保存下来。辐射光谱的名称会以输入的文件名作为开始（在右图中是irrchart），跟着是序列号和后缀名*.irr。辐射光谱文件可以在辐射图对话框中保存和载入。

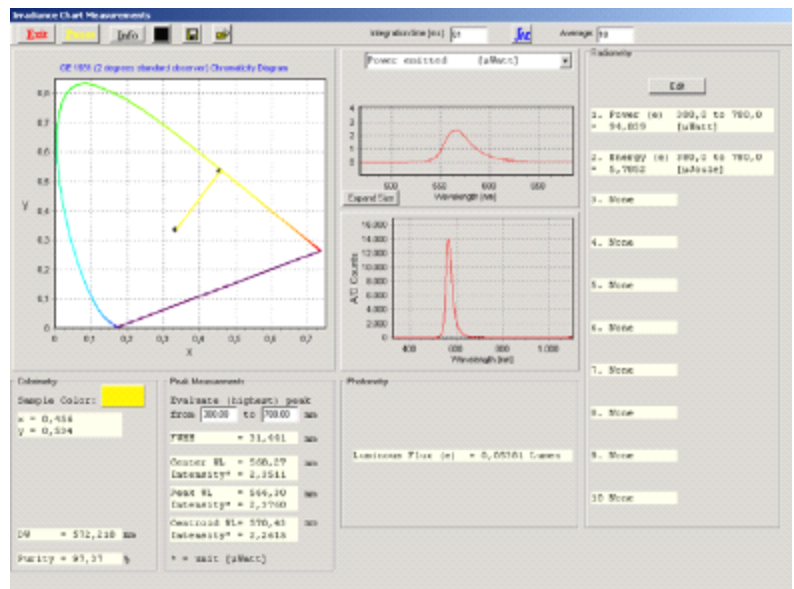
如果所有的设置都已经输入，点击OK按钮可以开始进行测量。为了能够测量正确的A/D计数值（扣除了暗背景），假如暗背景没有被保存的话，界面上会显示一个出错信息。



4.4.5.2 辐射图显示

辐射图显示图像和在对话框中设置的输出参数。此外，可以选择最多10个辐射度参数，每个参数用户都可以设置波长范围。测量结果可以保存下来，而且以前保存的光谱也可以用图像显示，和测量的光谱进行比较。对于每个样本，积分时间和进行平均的扫描次数都可以修改，用来优化AD计数值。

右图显示的是用Avasphere积分球进行的标准LED测量的结果。



如果光源在积分球外或者用余弦校正器

来测量，并且辐射通量
[μWatt],辐射强度[μWatt],
光通量[Lumens]或者发光
强度[Candela]需要计算出

来，那么距离（米）和光源的几何尺寸（球面度）也可以输入到辐射图窗口。

默认的点光源尺寸是 4π 球面度，只有在辐射量和光通量计算中才使用。

Experiment setup	
Distance from pointsource to detector surface:	2,500 meter
Geometry of the pointsource:	12,566 steradians

在这一部分，描述辐射图窗口的以下几项：

- 添加、编辑 辐射度参数
- 图形
- 按钮条

其他输出参数可以根据辐射图设置对话框中的设置来显示，各个输出参数的背景信息可以在4.4.1节找到。

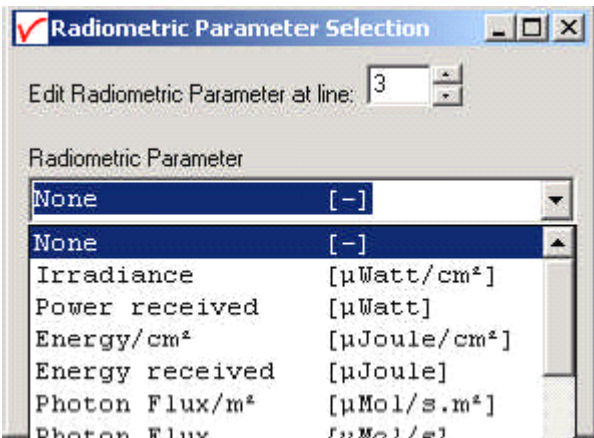
添加、编辑 辐射度参数

有两种方式来监控辐射度参数。第一种方法是通过在辐射图窗口的右边的辐射度测量框中，定义最多10个不同参数或者波长范围。第二种方法是通过选择图中的一个辐射度参数，然后选择参数的光谱将会显示出来（看以下介绍）

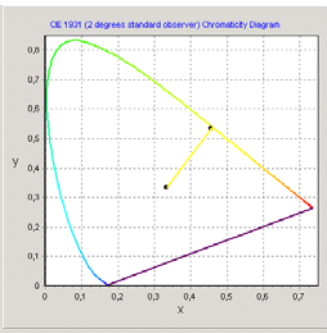
在辐射测量框中有十行参数，可以选择一行定义一个输出参数，很简单，双击那一行或者点击顶部的编辑按钮并且输入行数。然后会显示一个对话框，在对话框中可以确定辐射参数和波长范围。

波长范围是辐射输出量被积分的光谱范围。例如，定义三个（UV-C, UV-B 和 UV-A） 波长范围，这三个光谱范围的辐射量可以同步地测量。
（假设光谱仪波长范围包括指定的范围而且这些波段已经被校正）

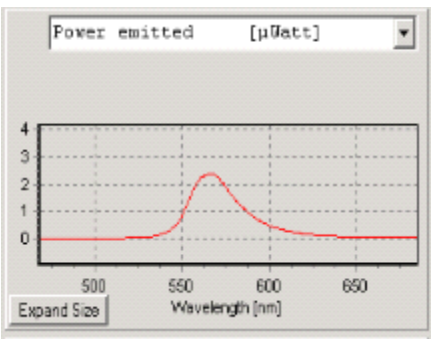
注意可用的参数依赖于在辐射图设置对话框中的设置。例如，要能够测量辐射强度，“Calculate Power and/or Energy emitted by a source”选项应该启用。



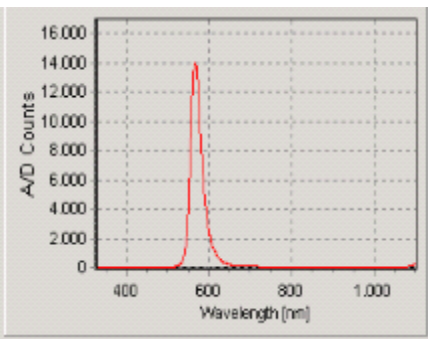
图形



色品图



辐射图



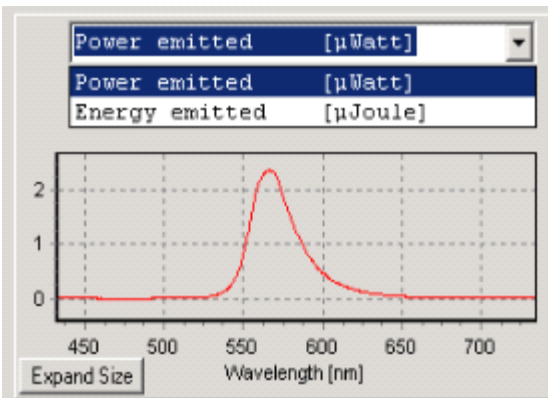
光谱数据图

色品图是用来将色度测量图形化的。根据在辐射图设置对话框中的选项，它会显示2或10度标准观测者的轨迹。测量的(x,y)坐标会在图上显示出来，并且一条直线会从中点(x=y=1/3)出发，穿过测量点(x,y)到达轨迹的边，这表示了主波长。

光谱数据图显示了最新的A/D计数值，这些值是从光谱仪接收的。这副图可以用来确定积分时间是否合适。如果积分时间太短，那么辐射光谱会有很多噪声，如果积分时间太长，光谱仪探测器就会饱和，这样在光谱数据图上就可以看见一条饱和线。

辐射图显示了选择参数的光谱。正如用在辐射测量框中选择辐射度参数，可用的参数依赖于在辐射图设置对话框中的设置。在右图中，在积分球内测量一个LED，这个例子中只需要选择辐射通量(发射功率单位µWatt)和积分时间内的发射能量(单位 µJoule)。也可以看4.4.1中的辐射量表格。在辐射图中选择的参数也可以用来定义峰值测量框中的峰值。

辐射光谱可以通过“Save” 和“Open Saved Graph”按钮来保存和载入（见按钮条下）



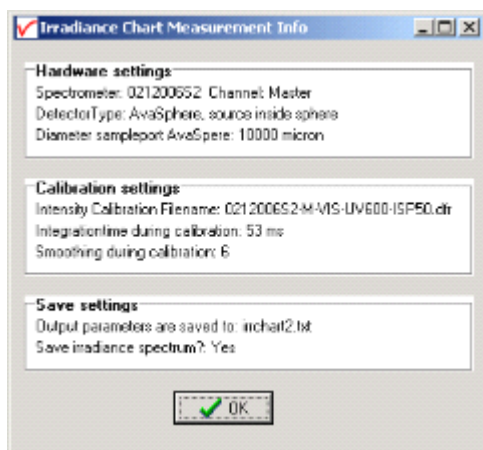
按钮条



退出按钮可以关闭辐射图并且返回到AvaSoft的主窗口。

暂停按钮可以停止数据处理，这样可以获取光谱的快照或者输出参数。

信息按钮显示了当前设置的信息，在下面的对话框中显示：

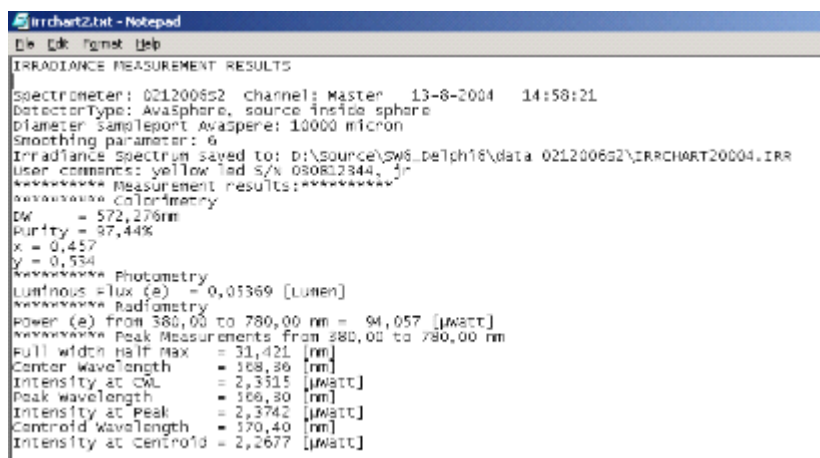


在对话框中的最后一行：“Save irradiance spectrum?: Yes”指的是保存4.4.5.1节中的设置。如果这个选项启用，那么，这个例子中的所有（显示的）参数都会保存到文件irrchart2.txt中，并且在辐射图中的选定参数的光谱将会保存到irrchart2xxxx.irr，其中xxxx指的是序列号。

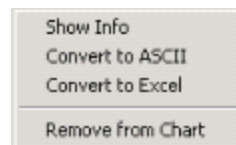
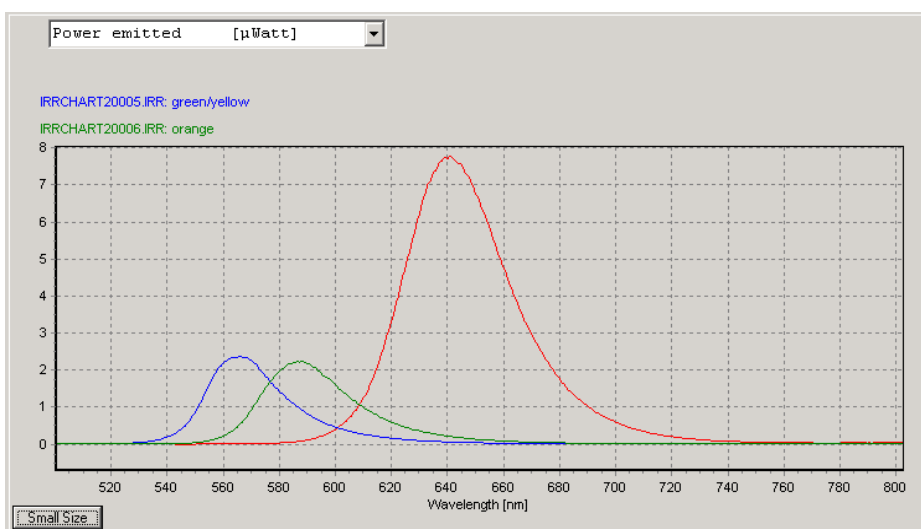
如果“Save irradiance spectrum”选项没有启用，只有显示的输出参数会保存下来。

点击保存暗背景按钮，一个新的暗背景光谱会保存下来。建议每次改变积分时间后，都保存一个新的暗背景。

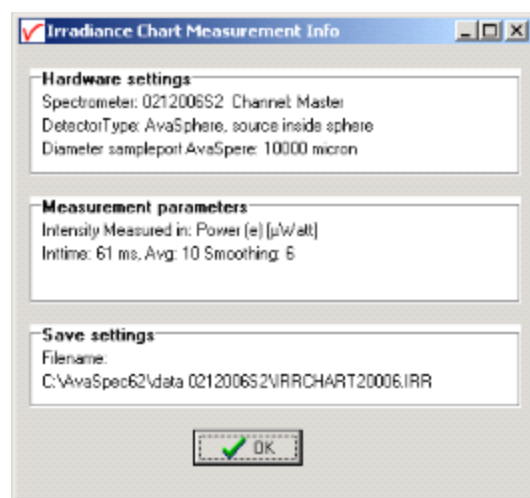
点击保存数据按钮可以添加测量出的数据到文件中。用户的注释可以添加到保存的数据中。如果辐射图和输出参数一起保存，文件的名称也会一起保存到文件中。



点击“Display Saved Graph”按钮可以载入一幅以前保存的辐射光谱。在打开的文件对话框中，以前保存的辐射光谱都会列出来。单击一个文件名字，这个文件的注释会在图中显示出来；双击文件名字，或者点击打开按钮，辐射图会显示出来。对于第二个文件也可以重复以上的操作，这样您就可以比较两幅输出的图像。在线测量的光谱会在同一个图中显示，别且它可以和以前保存的光谱相比较。



显示的光谱的文件名字和注释会显示在图的顶部，文字颜色和光谱图的颜色一样。双击鼠标右键（蓝色或绿色）文件名，关于此辐射图的弹出式菜单会显示出来，菜单选项如右图所示。



“Show Info”菜单选项显示了硬件设置，测量参数和保存光谱设置，如左边的对话框中所显示的那样。

测量参数显示了保存光谱的强度单位。这个单位可以选择与在线测量光谱不同的单位。同时，如果比较两幅保存的光谱图，要清楚这些保存的图中使用的是相同的辐射度单位。

弹出菜单的其他选项，“Convert to ASCII”和“Convert to Excel”可以用来输出数据，将后缀名为*.IRR的二进制文件转为文本文件(*.txt)或者一个可以用Excel 打开的文件(*.xls)。

“Remove from Chart”菜单选项可以清除保存的光谱。

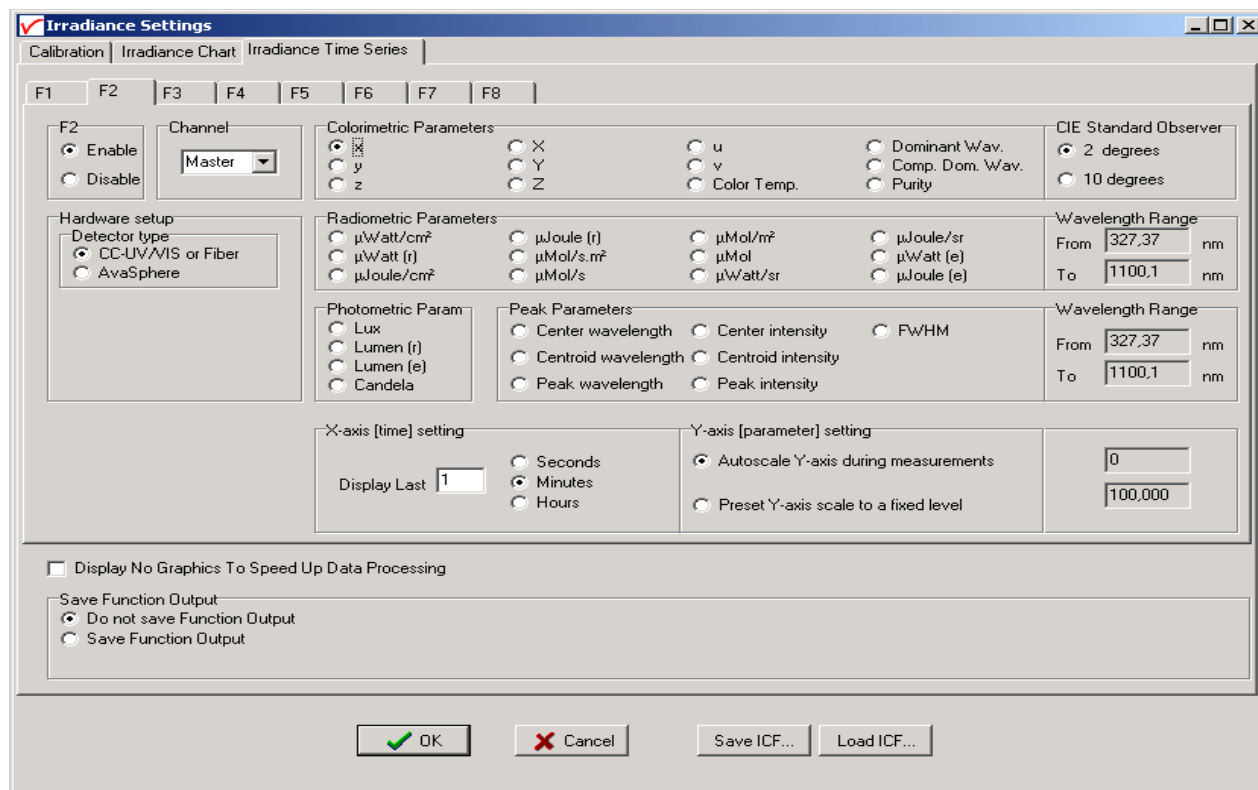
在按钮条的右边，积分时间和平均的扫描次数可以更改。自动配置积分时间可以用来让AvaSoft软件自动找到一个可以在光谱模式下输出最大值14500左右的积分时间。不要忘记在改变积分时间后保存一个新的暗背景光谱（黑色按钮）。

4.4.6 时间序列测量

在完成或者载入强度校正后，辐射设置对话框中的“Irradiance Time Series TAB”标签将会启用。点击这个标签，辐射时间序列设置会显示出来。

对于时间序列辐射测量，最多8个辐射参数可以（在一幅相对于时间的图中）同步跟踪。点击时间序列设置对话框顶部相应的标签，可以选择F1 到 F8的功能。

此外，在功能标签下面，许多普通参数（功能独立）可以输入。以下特性可以为功能F1到F8单独设置：

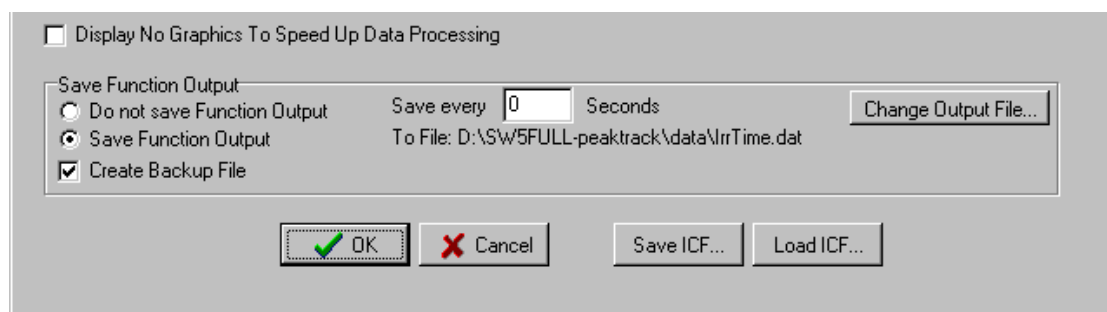


- **启用/关闭功能。**辐射度参数可以在点击启用按钮后设置。
- **硬件设置。**硬件设置是一个重要的参数，因为如4.4.1 (背景)中所描述的，这个设置决定了可以测量的辐射度和光度参数，以及这些参数的计算方法。如果使用了AvaSphere积分球，必须清楚光源是在积分球内（例如常规的LED测量），还是在积分球外。点击AvaSphere按钮可以设置在积分球内或是球外。
- **光谱仪通道。**如果光谱仪系统包含一个或多个子通道，那么每个通道的强度校准都必须完成或者载入，测量参数的光谱仪通道可以在左边的下拉菜单中选择（默认显示“Master”）。
- **参数。**可用参数的数量和这些能被计算的方法依赖于硬件装置。当离光源一定距离，用余弦校正器和积分球测量时，上图显示了可用的设置。对于 F1 到 F8 的每一个功能，可选择 35 个功能中的一个。参考 4.4.1 中关于这些参数的背景信息。用 2 度或 10 度标准观察值可以计算比色参数。若选择一个辐射度参数，那么需要确定波长范围。波长范围是要被积分的辐射度输出的光谱范围。若光源不在积分球内，从光源到

散射体表面的距离已经被确定，那么辐射强度和辐射能量就能被算出。若灯的几何形状被确定，辐射通量和辐射能量也能被算出。若选择相关数据条目的参数，距离和几何形状都可输入了。若选择一个峰值参数，那么所就算的最高峰的波长范围也要被输确定。此外，为了确定一个峰值参数，辐射度参数也要被指定。由于对于光度参数波长范围都是 380 到 780nm，所以光度参数不需要确定波长范围。然而，又由于辐射通量和辐射强度辐射等价于光度学上的流明和坎得拉，所以在积分球内的光源未被测量时，几何形状（辐射的流明）和距离（对于辐射的流明和坎得拉）也要被指定。如果积分球内的光源已被测量，能被测量的辐射度参数仅有辐射通量和辐射能量，而且在这个硬件装置中可被测量的光度参数仅是辐射流明。

- **功能演示设置。**这些功能中已经设置的参数已经能被显示在时间图上。在 X 轴上显示的时间数可以手动设置。Y 轴可用于设定固定范围或是自由范围。自于范围选项设置测量数据点列表中最大最小函数值的 Y 轴范围。

功能独立参数



功能独立参数-加速数据处理但不显示图像

在函数定义标签下，一个在测量中不显示图形的选项可以执行或不执行加速数据处理。若一个应用需要快速数据处理，这个选项应该被执行。正如 4.13.：保存历史图形的历史演示中所表述的，在时间系列实验结束后，若保存一个输出文件，数据可显示为图形。

功能独立参数-保存函数输出

若选择了“save function output”，那么时间系列颜色实验的结果可被保存成 ASC 码文件。如果测量可以进行很长时间，在保存之间的时间可用于数据还原。输入 0 可以保存每一个扫描。点击“change output file”后，可以改变保存数据文件的名称。

在“save function output”中最后一个选项是执行或不执行在测量中创建一个备份文件。若执行这个选项，AvaSoft 将创建一个同名的备份文件，扩张名为*.bak（也是 ASC 码的）。这个备份文件在每次扫描时都会更新。若多选的文件没能保存数据，这个备份文件也是能用的，比如测量过程中的突然断电。

Save ICF/Load ICF 按钮

Avasoft 自动把所有参数保存到文件 irrtime62.ini 中, 下一个启动 Avasoft 时恢复这些参数。Save ICF 和 Load ICF 也能把这些参数设置都保存到 (或倒入) 一个扩张名为 *.icf 的文件中。它也能把每一个实验保存在不同的 *.icf 文件中, 因此也能在下次倒入所需的相同设置。

在定义了一个或更多的参数后, 点 “Ok” 开始测量, 点 “cancel” 回到 Avasoft 主窗口。

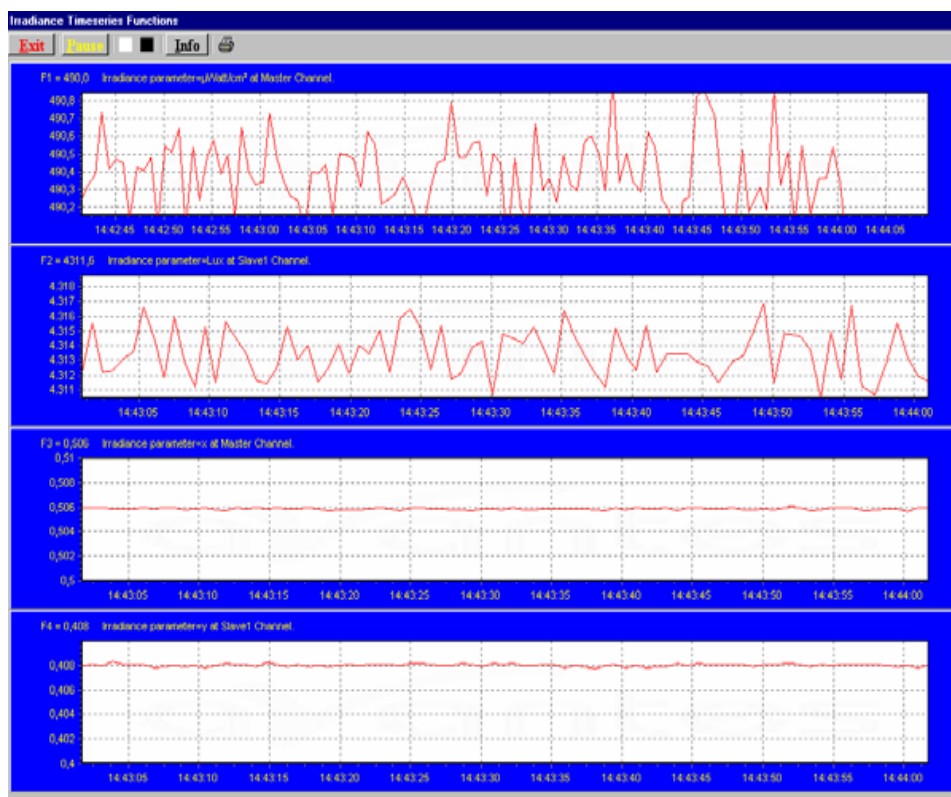
点 “Ok” 开始辐射通量密度测量后, 所选参数的输出也显示在时间图中。若选项 “display no graphics to speed up data processing” 标记了一个函数条目对话框, 函数输出也仅显示为数字, 每次更新输出文件都是由于一个新的扫描保存到输出文件中。

在这个窗口的顶部有 6 个按钮: exit, pause/start, save reference, save dark, info, print。

若点红色的 exit, 时间测量结束, 主窗口和菜单被激活。黄色的 pause 按钮可用来暂时停止时间测量。点击 pause 后, 数据采集停止, 按钮上的字变为绿色的 start。如果点击 start, 数据采集再次被激活, 按钮又变为黄色的 pause。save reference 和 save dark 在主窗口中有相同的功能。Info 按钮显示一个对话框, 里面可以看到 (不能编辑) 测量运行时所有的参数。

点击 print, 在运行时就可以打印显示的图形。首先打印专用对话框显示了可设置的打印选项。比如说, 上面四个图中仅有一个需要打印, 这个图可通过页面上的 “radiobutton” 来选择。所有图形以全尺度打印在不同页上。

如果时间测量数据已被保存, 在点击菜单选项 “application-History-Display” 保存文件后, 在对话框中选择的这个文件, 这个 ASC 码文件就会被以图形的形式展示出来。在这个对话框中点击 “open”, 函数输出在时间图上。X 轴和 Y 轴都被设置成全标度的, 这一点由列表中的最大值和最小值确定。



缩放功能

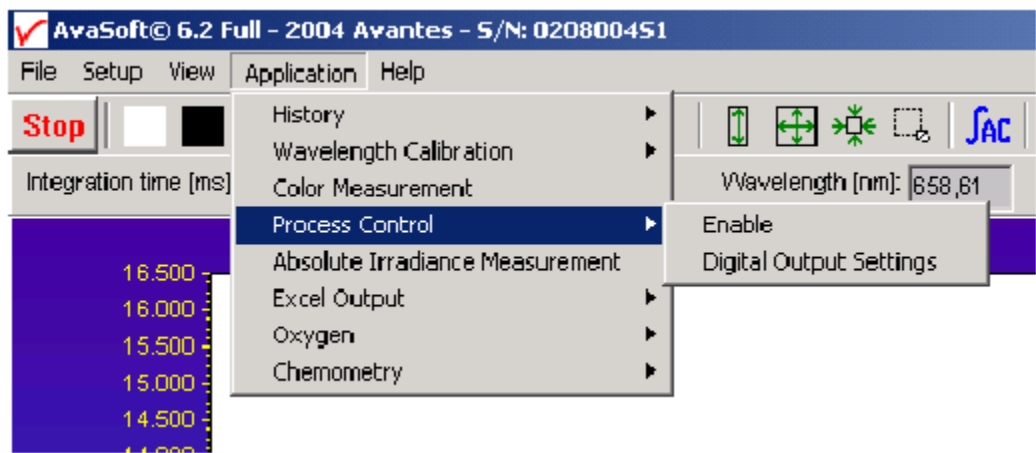
每幅图中，相同的放大特征用在相同的主窗口中。然而当进行测量时 X 轴放大，X 轴也不能滚动，因为在这种情况下 X 轴被每一次新扫描更新。点击“**pause**”出现快捷菜单，就会解决这个问题了。

放大：选择一个区域，就可扩展成整个图。在图形区域上单击鼠标左键向右下放拖动就可以选择这个区域。释放鼠标左键后，X 轴和 Y 轴将会重新调整所选区域到一个新值。

缩小：在白色图形区域，拖动鼠标左键，但不是向右下方，而是向相反的方向。在释放鼠标后，可以重新设置 X 轴和 Y 轴的值。

移动X-Y：拖动鼠标右键可以将整个光谱上下或者左右移动。

4.5 过程控制中的应用



Avasoft过程控制软件可以让您控制数字输出，使其符合预先设置的历史通道标准。您可以使用所有8个历史通道，以及颜色和辐射测量应用的时间序列输出功能。

4.5.1 数字输出信号

AvaSoft 支持在光谱仪上每个历史通道有 8 个内置数字输出。用来进行过程控制的 15/26 针高密度 Sub-D 连接器上的输出针都在下表中一一列出。

USB1 platform

HD DB15 pins used by AvaSoft Process Control	
HCF#	connector pin
1	5
2	6
3	7
4	9
5	11
6	12
7	14
8	15
GND	10

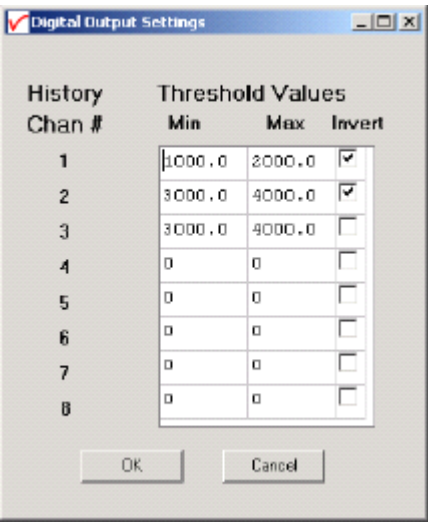
USB2 platform

HD DB26 pins used by AvaSoft Process Control	
HCF#	connector pin
1	2
2	20
3	3
4	21
5	13
6	4
7	22
8	25
GND	8

4.5.2使用 AvaSoft 中的过程控制应用

点击‘Application’, ‘Process Control’, ‘Enable’来激活过程控制应用。在菜单入口前有一个校验标记会显示选项已经启用。

要设置每个历史通道功能的最小和最大门限值，请选择‘Application’，‘Process Control’，‘Digital Output Settings’。



左图的框中显示的16个值，分别对应着8个历史通道的最小和最大门限值。用鼠标点击他们可以编辑这些值。另外，在第三栏中，您可以选择是否为每个通道转化输出信号，最小的门限值不可以超过最大的门限值。您也不可以让这些栏目空白，如果那样的话，请输入0。选择OK后，这些设置会写入名为‘digital.ini’的文件中。

最小和最大的门限值在历史图中用水平线标出来了。

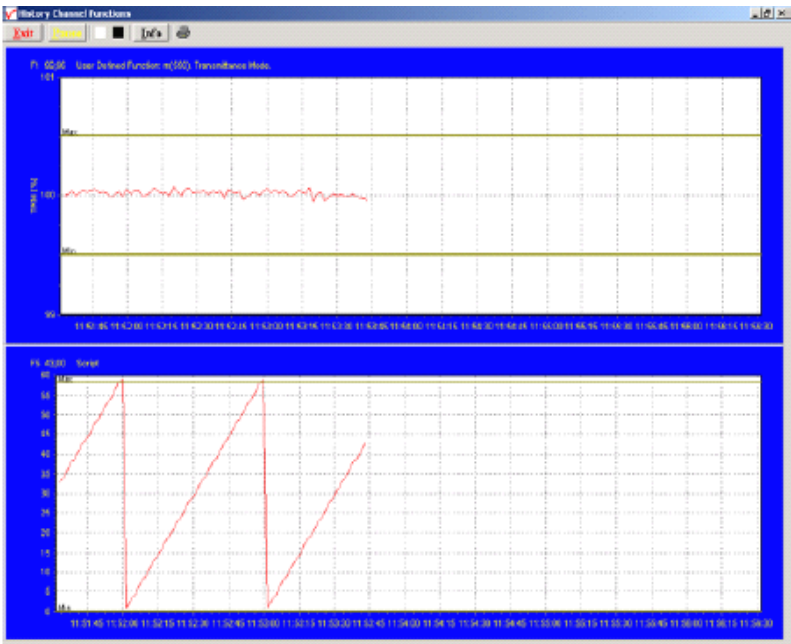
当没有选择‘Invert’时，如果历史通道的输出值介于最小和最大值间，那么相应的输出针头会设置为高电平，如果历史通道的输出值超出了最小和最大值，那么相应的输出针头会设置为低电平。当选择了‘Invert’时，如果历史通道的输出值超出了最小和最大值，那么相应的输出针头会设置为高电平。如果历史通道的输出值介于最小和最大值间，那么相应的输出针头会设置为低电平。

如果您想要监控两个门限值，您可以指派2个历史通道（相同的设置）。

要监控一个水平标准，设置一个相应水平的阈值，这样可以区分超出范围的值，例如最低 -99999999，最大1000。或者最小2000而最大是99999999。这样，您每个阈值只需要一个光谱仪通道。

运行过程控制应用的历史通道功能的例子可以参见右图。

在例子中，定义了2个历史通道功能。功能F1的阈值设置为99.5和100.5 透光百分率，功能F5在0和58间。这些值用图中的水平线描述出来。



如果需要16个输出（每个历史通道单独设置最小和最大阈值），那么就需要一个附加的数码卡，AvaSoft支持PCI-6503用于这种功能。要将历史通道功能的输出数据转化为一个模拟输出信号，可以使用DA卡。AvaSoft支持PC-AO-2DC卡用于此功能（2个模拟输出，8个数字）

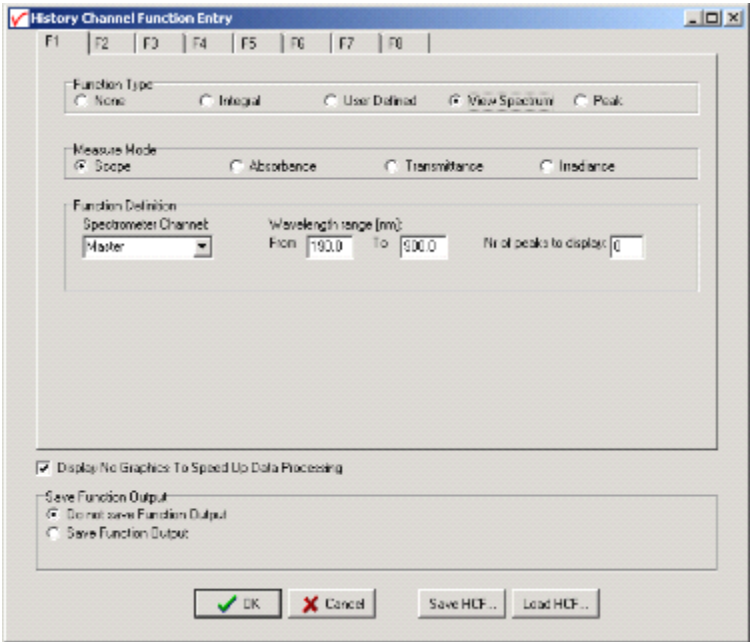
4.6 应用：Excel 输出

AvaSoft XLS 是一个增加的应用，使 AvaSoft 软件能够输出历史通道数据或者完整的光谱到 Microsoft Excel。它使用 OLE-Automation，这项技术使 AvaSoft 能够控制 Excel，打开脚本，拷贝数据到单元里。依附于现代化的硬件，我们已经能够拷贝完整的 2048 个像素光谱到 Excel，每扫描一次用时 50 毫秒。

4.6.1 选择来源数据

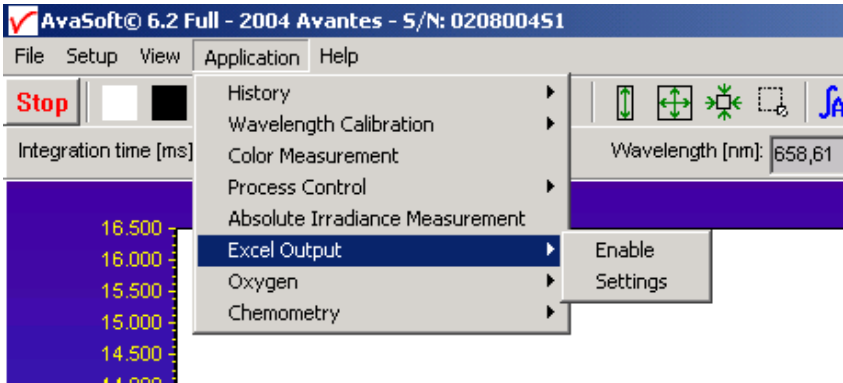
除了能够 Excel 输出之外，你必须选择你的数据来源。在没有 Excel 输出选项时，数据来源的选择通过输入界面实现，这个输入界面与在颜色测量和辐射测量应用中定义历史通道函数和时间序列函数时使用的输入界面基本相同。

仅有的不同是“Save Function Output”对话框，不能通过 Excel 输出选项来使用。而是通过一个单独的对话框来代替这部分。单独对话框在‘Settings’选项下有所表述。



4.6.2 激活 Excel 输出

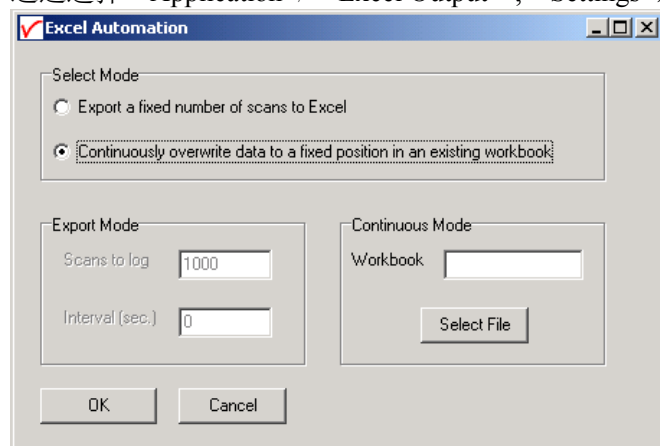
通过选择“Application”，“Excel Output”，“Enable”。在菜单进入“Enabl”之前出现一个核实标记，显示这个选项的状态。



4.6.3 设置

根据用户输入到历史通道函数条目和设置对话框，AvaSoft 软件写数据到三种不同的格式表。

通过选择 “Application”，“Excel Output”，“Settings”，你能进入设置对话框。



首先，选择你要的模式。

输出模式

通过选择顶端的按钮，来选择输出模式。在这个模式下，一个预先确定的扫描数字将被记录到新的工作表，然后 Excel 打开。

根据你选择的历史通道，两种格式之一或者全部的表都用 Excel 打开。

如果你选择常规的历史通道，没有选择 “View Spectrum”，这个表将被被格式化，用程序增加一新行为每次测量写入。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Time	Elapsed msecs	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8				
2														
3	07/03/2002 11:32:34	41553984	0	16.65232	0	0	0	0	0	0				
4	07/03/2002 11:32:35	41554535	0	21.97153	0	0	0	0	0	0				
5	07/03/2002 11:32:35	41554775	0	15.77341	0	0	0	0	0	0				
6	07/03/2002 11:32:35	41555095	0	14.52785	0	0	0	0	0	0				
7	07/03/2002 11:32:35	41555386	0	15.37158	0	0	0	0	0	0				
8	07/03/2002 11:32:36	41555696	0	15.29554	0	0	0	0	0	0				
9	07/03/2002 11:32:36	41556007	0	18.36336	0	0	0	0	0	0				
10	07/03/2002 11:32:36	41556317	0	11.52971	0	0	0	0	0	0				
11	07/03/2002 11:32:37	41556618	0	15.38815	0	0	0	0	0	0				
12	07/03/2002 11:32:37	41556928	0	14.91846	0	0	0	0	0	0				
13	07/03/2002 11:32:37	41557239	0	11.53747	0	0	0	0	0	0				
14	07/03/2002 11:32:38	41557539	0	22.45974	0	0	0	0	0	0				
15	07/03/2002 11:32:38	41557850	0	18.35447	0	0	0	0	0	0				
16	07/03/2002 11:32:38	41558160	0	19.09817	0	0	0	0	0	0				
17	07/03/2002 11:32:38	41558460	0	13.05762	0	0	0	0	0	0				
18	07/03/2002 11:32:39	41558771	0	12.70234	0	0	0	0	0	0				
19	07/03/2002 11:32:39	41559091	0	17.02149	0	0	0	0	0	0				
20	07/03/2002 11:32:39	41559382	0	16.68021	0	0	0	0	0	0				
21	07/03/2002 11:32:40	41559692	0	16.61596	0	0	0	0	0	0				
22	07/03/2002 11:32:40	41560003	0	23.0465	0	0	0	0	0	0				
23	07/03/2002 11:32:40	41560313	0	17.72162	0	0	0	0	0	0				
24	07/03/2002 11:32:41	41560614	0	22.07574	0	0	0	0	0	0				
25	07/03/2002 11:32:41	41560924	0	22.14798	0	0	0	0	0	0				
26	07/03/2002 11:32:41	41561235	0	23.95353	0	0	0	0	0	0				
27	07/03/2002 11:32:42	41561535	0	16.97784	0	0	0	0	0	0				
28	07/03/2002 11:32:42	41561846	0	21.8668	0	0	0	0	0	0				
29	07/03/2002 11:32:42	41562156	0	22.19735	0	0	0	0	0	0				
30	07/03/2002 11:32:42	41562467	0	21.85271	0	0	0	0	0	0				
31	07/03/2002 11:32:43	41562767	0	17.15362	0	0	0	0	0	0				
32	07/03/2002 11:32:43	41563087	0	20.67904	0	0	0	0	0	0				
33	07/03/2002 11:32:43	41563388	0	20.19298	0	0	0	0	0	0				
34	07/03/2002 11:32:44	41563688	0	17.33064	0	0	0	0	0	0				
35	07/03/2002 11:32:44	41563999	0	24.58224	0	0	0	0	0	0				

这个表被标明“AvaSoft Data”,所有栏包括以下数据:

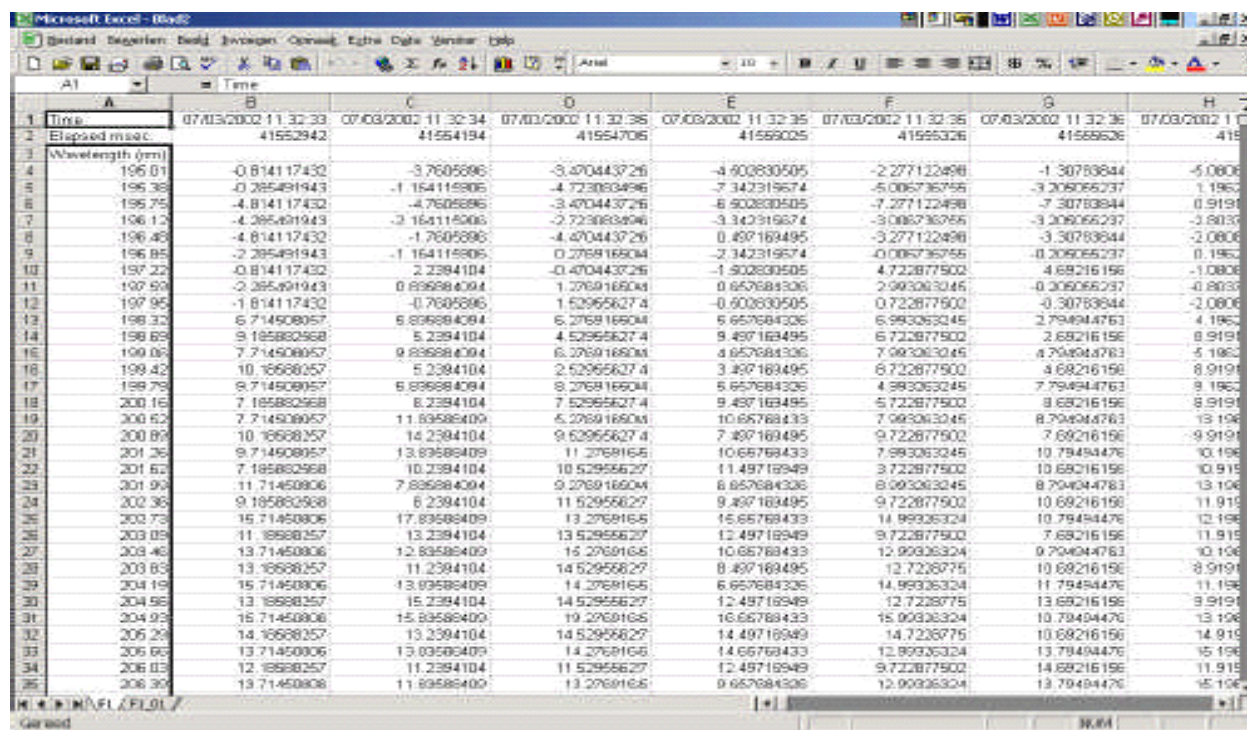
A 栏包括日期/时间值, 格式是“dd:mm:yyyy hh:mm:ss”。

这是个浮点值, 整数部分是日期, 从 1 月 1 号开始。分数部分代表十进制的时间值, 0.5 代表中午 12 点, 0.75 代表下午六点。用这个方法, 日期/时间的区分就很容易通过减一个确定值计算出来。这种情况很难通过文字进行表述。

B 栏包含一个时间值, 描述从 12 点开始的毫秒单位的时间量。但是这个值没有达到一毫秒的时间分辨率。记住 Windows 不是一个实时操作系统。但是它可以用来做为各次扫描的精确的时间指示器。

C 到 J 栏包括 8 个不同历史通道值。未选择的历史通道, 在表中输入零值。

如果你选择“View Spectrum”在历史通道的选择上，这个表将成为垂直格式。每个表Excel仅提供256栏，我们需要写一个光谱（超过2000个像素）一行代替一栏，随时间增加更多栏。



由于每个表最大有256栏，256栏之后将增加新的表。

第一个表表明“F1”作为历史通道1，“F2”作为历史通道2，等等。如果增加额外的表，给这个名字增加一个后缀，比如，F1-01, F2-02。

如果为超过一个历史通道函数选择函数类型“View Spectrum”（比如，主通道F1, F2为从通道），然后不同的历史通道表能在单独的手册中查找到，并且必须保存在单独的文件名下。

行 1 和 2 包括日期/时间和流逝的毫秒值，这在前一节已经描述过了。

第一个表的 A 栏保存波长范围。这个波长范围与历史通道函数里的指定波长范围匹配。

设置对话框的左半边可以输入你想输出给Excel的扫描次数，这个时间间隔在两次扫描之间。

默认值是 1000 次扫描，没有时间间隔，以最快的速度测量。

连续模式

你可以选择输出模式下面的连续模式按钮。在这个模式下，日期被单独地被写入一个表，每次扫描后的数据将覆盖前一个数据。

在设置对话框的右下方，你可以选择要加入表单的工作本，这样你就可以使用 Excel 中的计算和图表来处理 AvaSoft 输出的实时数据。按“选择文件”按钮选择工作本。如果用户以前没有保存过类似的工作本，请用 Excel 保存一个空工作本。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	Time	Elapsed msecs	WL1	F1	WL2	F2	WL3	F3	WL4	F4	WL5	F5	WL6	F6
1	07/03/2002 11:27:32	41252018		0		20.0438								
2														
3														
4														
5	Please do not enter your own formulas in this sheet, as they will be overwritten by AvaSoft!		195.01	-0.73522										
6			195.38	0.545509										
7			195.75	-3.73522										
8			196.12	-3.45449										
9			196.48	-0.73522										
10			196.85	0.545509										
11			197.22	1.264778										
12			197.59	2.545509										
13			197.95	-0.73522										
14			198.32	5.545509										
15			198.69	7.264778										
16			199.06	4.545509										
17			199.42	7.264778										
18			199.79	12.54551										
19			200.16	7.264778										
20			200.52	11.54551										
21			200.89	9.264778										
22			201.26	10.54551										
23			201.62	13.26478										
24			201.99	13.54551										
25			202.36	11.26478										
26			202.73	11.54551										
27			203.09	7.264778										
28			203.46	11.54551										
29			203.83	14.26478										
30			204.19	12.54551										
31			204.56	14.26478										
32			204.93	16.54551										
33			205.29	14.26478										
34			205.66	16.54551										
35			206.03	13.26478										

AvaSoft 软件将自动检查是否有名为‘AvaSoft Data’的工作本存在，如果确定不存在，将增加这个工作本。在会话期间，连接到的工作表功能将会受到限制。

在固定位置，这个表包括以下的数据：

A3 : 日期/时间

这是个浮点值，整数部分是日期，从 1 月 1 号开始。分数部分代表十进制的时间值，0.5 代表中午 12 点，0.75 代表下午六点。用这个方法，日期/时间的区分就很容易通过减一个确定值计算出来。这种情况很难通过文字进行表述。

B3 : Time in milliseconds after midnight

这个值没有达到一毫秒的时间分辨率。记住 Windows 不是一个实时操作系统。但是它可以用来做为各次扫描的精确的时间指示器。

C5-C*** : 波长范围为第一个历史通道光谱

D3 : 第一个历史通道的值（如果光谱被选了，值为 0）

D5-D*** : 为第一个历史通道的光谱。

E5-E*** : 波长范围为第二个历史通道光谱（如果光谱未被选，为空）

F3 : 第二个历史通道的值
F5-F*** : 为第二个历史通道的光谱（如果光谱未被选，为空）
等等
***: 根据所选的波长范围。

4.6.4 开始输出

通常开始输出的步骤是 “Application”， “History”， “Start measuring”。
你也能用相应的按钮来实现。

当数据正在传输时，请不要对工作表进行大的更改。如果 Excel 太繁忙，
将出现 “Call was rejected by callee” 的错误信息。

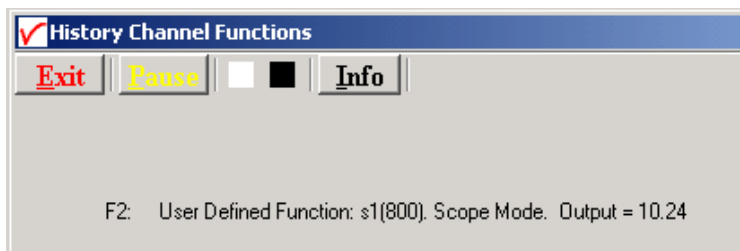
移动工作表不会造成任何问题。

在开始向 Excel 转移数据前请保存对工作表的任何更改，而且在转移数据时，你不需要关闭工作表或 Excel。



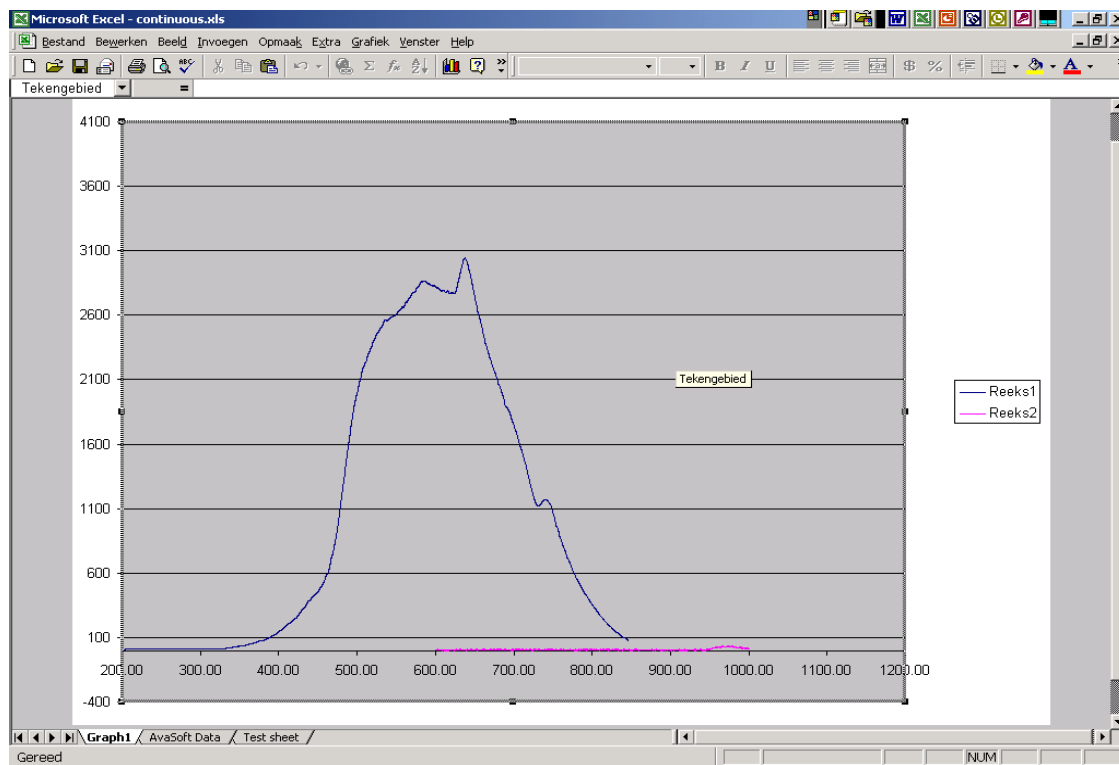
4.6.5 停止输出

如果你想停止向 Excel 转移数据，按 “Exit”。需要集中精力，按钮出现的过程仅为几秒。



通过 AvaSoft 软件不能关闭 Excel。保存你的工作表，然后像平时关闭 Excel 一样的方法关闭当前的 Excel。

我们已经拥有了一个名为 “Continuous xls” 的样本工作表，这个工作表和 “AvaSoft data” 数据表相连接。在这里，两幅图在通道 1 和 2 的栏目下面。随着数据被传输到 Excel，表和数据都被不断地更新。



4.6.6 限制和最优化注释

由于所有扫描都存贮在内存中，在输出模式下，扫描的内存很容易溢出。

因此，在 Excel 中已经建立了限制存贮扫描的数量。在增加新表之前，Excel 使用的总内存已经被确定。如果这个数量超过安装在机器里物理内存的一半，Excel 输出将停止。

对于 128MB 内存的机器，对应 7-8 个完整的表（256 栏，2000 行），大概 2000 次全扫描。限制波长范围将扩展扫描的次数。当然，给你的计算机增加更多的内存将帮助改进限制。

我们可以看到，内存的数量限制了 Excel 的使用。这就像在内存溢出之前，有了一个内部的限制。

一台 512MB 内存的机器，限制对应大概 16 个完整的 2000 像素光谱。之后的 Excel 会发出 “Out of Memory” 的信息并且输出功能丧失。如：不可能再往磁盘里保存你的数据。

这种情况只有在大内存（256MB，512MB）的机器上才有。

为了得到最快的速度，give the focus to Excel 是很重要的。如果你给 AvaSoft 设置 the focus，Windows 将降低 Excel 的优先级。你可以通过看工作表的左下角 “Filling Cells” 进度条来核实。

4.7 氧含量应用

已经开发了 AvaSoft-Oxygen 软件配合光谱仪系统进行在线的绝对氧含量测量。氧含量的探头是基于氧气接触到荧光后发生淬灭的效果。使用 AvaLight-LED-475 光源，发出波长是 475nm 的光。大概在 600nm 进行荧光测

量。高信号对应于低含量的氧气。

两种方法显示和保存被测氧含量：

- 一个独立的显示窗口在线显示氧含量，支持 8 通道。
- 你能选择最多 8 个历史通道显示和保存氧含量随时间的变化。这个应用能够与 Excel 和过程控制应用相组合。

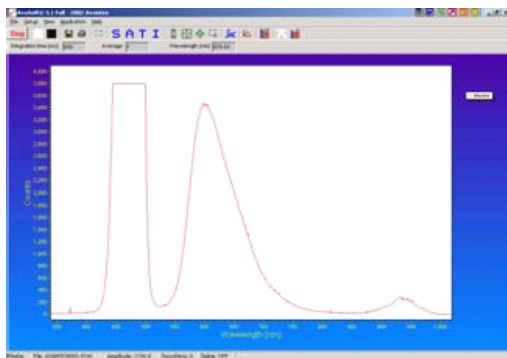
4.7.1 快速启动：怎样用 AvaSoft-Oxy 软件进行氧含量测量

1. 打开 AvaSoft 软件，在主窗口点击开始按钮。
2. 分叉光纤的一端接到光谱仪上，另一端接到蓝光 LED 光源上。用 SMA 接头（ME-FI-SM-MM）将氧含量探头连接到分叉光纤的结点上。
3. 在菜单（“Setup”，“Smoothing and Spline”）中设置平滑参数为 10。
4. 在进行氧含量测量之前，氧含量探头必须在两个已知的氧含量下校准，比如 0%和 100%氧。0%含量的氧适合低浓度测量，任何含量的值都能作为标准，只要它们有明显的不同。低氧和高氧标准的单位也需要输入到氧含量设置对话框中。通过在主菜单里选择“Application”，“Oxygen”，“Settings”来打开设置对话框。为了获得可靠的数据，探头必须遮蔽周围的环境光。判断是否有环境光进入探头，可以关闭蓝光 LED，这时光谱图应该是平坦的，接近刻度的底端。

首先，关闭 LED 光源，点击“File”，“Save”，“Dark”或者点击“Save Dark”按钮保存暗背景。

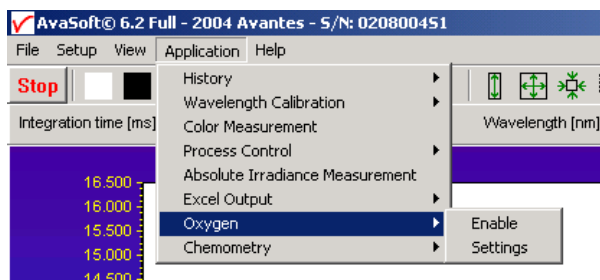
然后以较低的已知氧浓度含量为标准开始测量，选择合适的积分时间，尽量得到较大的动态范围。氧含量越高，得到的信号越低。为了提高信号的稳定性，可以设置高一些的平均次数，例如 10 次。

5. 显示的光谱如下图。左边的峰值是 LED 的 475nm 峰值。根据氧含量探头的情况，这个峰值高于或低于荧光峰值。荧光峰值在荧光光谱中间大约 600nm 处。



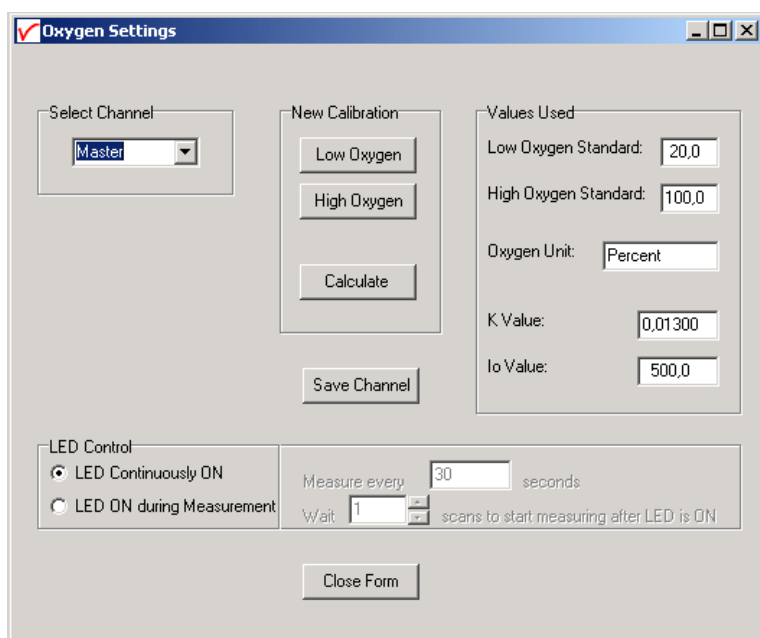
6. 在你得到一个稳定的信号后，点击“Low Oxygen”按钮，用“OK”按钮对测量标准进行确认。
7. 重复以上的步骤对高氧标准进行测量。对于高氧含量，600nm 处的峰值相当低。点击“High Oxygen”，用“OK”按钮对测量标准进行确认。
8. 点击“Calculate”按钮，计算 K 和 I。值。
9. 点击“Save Channel”按钮保存计算值。点击“Close Form”按钮关闭设置对话框。
10. 在主菜单中选择“Application”，“Oxygen”，“Enable”激活氧含量测量。在这个应用被激活后，可以选择“Oxygen”作为一个历史通道函数。

4.7.2 激活这个应用



通过从主菜单选择“Application”，“Oxygen”，“Enable”来激活这个应用。在显示激活应用界面之前会出现一个确认提示。在应用被激活后，可以选择“Oxygen”作为一个历史通道函数。

4.7.3 设置



在主菜单里选择“Application”，“Oxygen”，“Settings”后会出现上面的对话框。这些设置是从磁盘上的 oxygen.ini 文件中读取的。你能为 8 通道光谱仪的每个通道设置不同的测量标准和单位。

当做一次测量时，LED 控制选项允许你通过软件打开 LED。这个选项需要一个特殊型号的 LED 光源（AvaLight-LED-475-p14），LED 光源可以通过 DB15 连接器的第 14 个管脚进行控制。

而且，在编辑框中能够输入你自己的 K 和 I₀ 值。通过保存这些值或者计算新值来执行新的校准。同样用“Save Channel”按钮来保存对设置的更改。

需要注意的是，K 和 I₀ 值与许多参量有关，例如探头质量、光纤直径和位置、积分时间、暗背景、光源强度、环境光、温度和使用的氧标准值等等。

因此，推荐经常校准。

根据测量范围，选择合适的测量标准，做为测量标准的两个光谱差值应当尽可能的大。

4.8 化学测量

AvaSoft-Chem软件配合光谱仪系统使用，能够对浓度进行在线地测量。

根据朗伯-比尔定律，在吸收和浓度之间有一个线性关系：

$$A=e*c*l$$

A 是吸光度（消光度），e 是被测物质的消光系数，c 是浓度，l 是光程。

实际上，这种线性关系仅适用于低吸光度的情况下，同时测量吸光度的波长必须保持恒定。

在进行浓度测量时，你需要一个试管支架、一个带浸入式光纤探头的光谱仪、一个适当的光源。

如果你使用试管，注意玻璃材料的试管会吸收紫外光，如果测量波长在紫外部分，需要改用石英或聚苯乙烯材料的试管。

采用两种方法显示和保存 AvaSoft-Chem 软件计算的浓度：

- 一个单独的显示窗口在线显示浓度，最多支持 8 个通道（对于多通道光谱仪）。
- 你能选择最多 8 个历史通道显示和保存浓度随时间的变化关系，这种化学测量能够与 Excel 和过程控制软件结合使用。

4.8.1 快速启动：怎样用 AvaSoft-Chem 软件进行浓度测量

1. 打开 AvaSoft 软件，点击主窗口的开始按钮。
2. 使用试管支架或浸入式光纤探头建立吸光度实验，接通光源，测量低浓度样品作为参考。
3. 调整积分时间，得到一个较好的参考信号（在 14500counts 左右）。实现最优化积分时间的方法是通过“Autoconfigure Integration time”选项。
4. 调整平均次数。平均次数越高越好，然而，对于吸光度的测量，必须结合实际。如果你想要改变平均次数，按停止按钮，在编辑栏中改变平均次数，再按开始按钮。
5. 关闭光源，保存一个暗背景光谱；再接通电源，保存一个参考背景。
6. 通过点“A”按钮变为吸收模式。测量一个高浓度样品的吸光度，需要找出一个吸收峰的波长和带宽（大多数情况下，选择最高吸收峰处的波长）。
7. 在“Chemometry Settings”表格（见 4.8.2 节）中进行吸光度的校准。你也可以使用从前的校准线，因为它可以被用户保存到自定义的文件名下，并且可以在测量时被重新载入。
8. 从主菜单里选择“Application”，“Chemometry”，“Enable”来激活浓度测量。在这个应用被激活后，可以选择“Chem”作为一个历史通道函数。

4.8.2 校准设置

第一次选择“Application”，“Chemometry”，“Settings”选项之后，会出现下边的对话框。在“chem”文件夹里已经创建了一个作为例子的校准文件（example0.cal），这个文件保存着对话框中设置的数据。注意这个例子仅仅是说明性的。你需要测量许多已知浓度的样品来建立你自己的校准文件（如 4.8.2.1 所述）。保存一个校准文件后，在下次测量开始时，它将自动被载入。一旦保存了一个校准文件，随后可以对它进行加载或修改。4.8.2.2 节描述了怎样修改以前保存的校准文件。

4.8.2.1 起用新校准

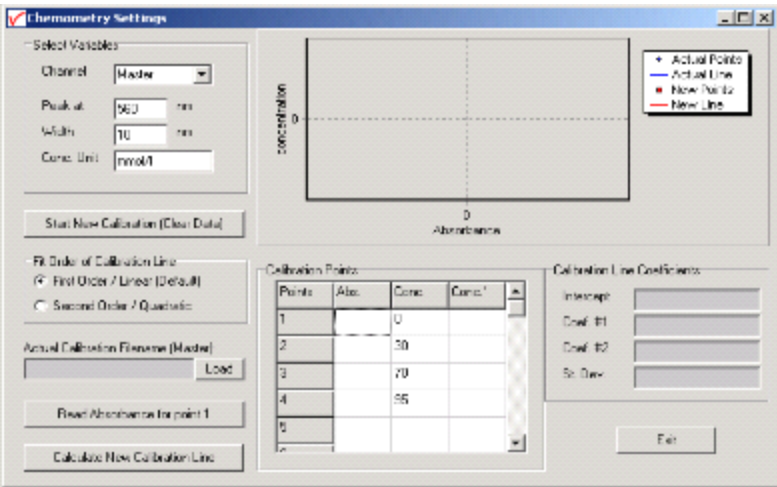
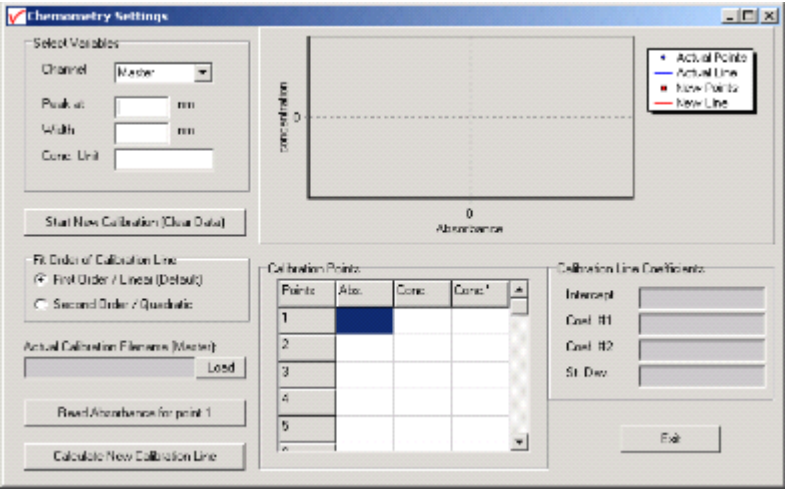
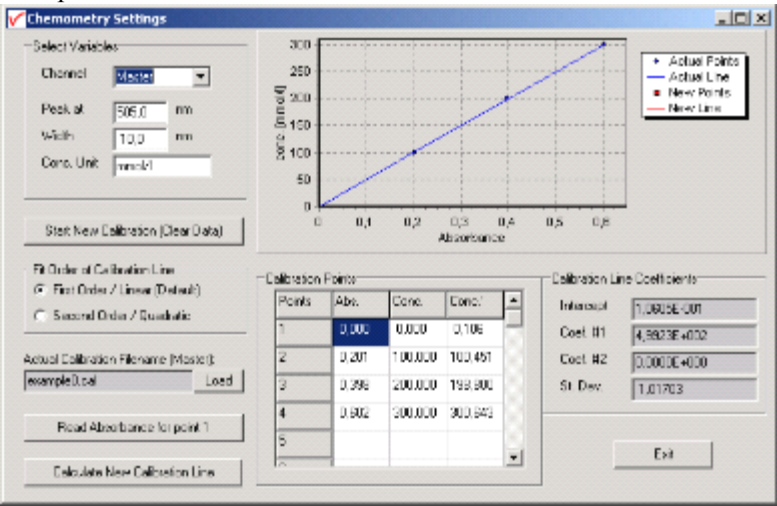
通过点击“Start New Calibration”按钮来起用新校准。当前所选通道的所有数据将被清除。在“Peak at”处输入测量波长，在“Width”处输入峰值的宽度。程序将做从“Peak minus Width”到“Peak plus Width”的积分，并且在浓度测量中采用这个积分做为吸光度值。

在“Conc.Unit”处输入浓度的单位。这仅仅是一个文字输入，在你改变这个单位时，程序不做任何调整。

在校准表格的主栏里，输入已知的浓度值作为可用的标准。你可以在这些测量标准中包含零浓度的参考。

然后，对话框中就包含了右边图形里所显示的样品数据。

如果包括一个零浓度参考（如右边的例子）设置实验对这个参考进行测量。用键盘或鼠标指向将要测量样品吸收率的行。当指向在行里移动时，按钮“Read Absorbance for point x”上的 x 将更新为待测样品的行。在这个例子中，我们以测量 point 1 的吸收率开始，point 1 是参考样品。点击“Read Absorbance for point 1”按钮，将被测样品的吸收率输入到表



格的左栏里。如果测量参考，这个值非常接近 0.000。被测的吸收率和相对应的浓度在曲线图中会出现一个新点。现在移动指针到第二行，对已知浓度 point1 (30mmol/L) 实验进行设置，然后点击“Read Absorbance for point 2”按钮，将被测的吸收率输入到表格的左栏做为 point 2。对于另外已知浓度的样品重复这些设置。为得到一个线性的校准线，至少需要测量两个样品，增加更多点，校准线将更可靠。

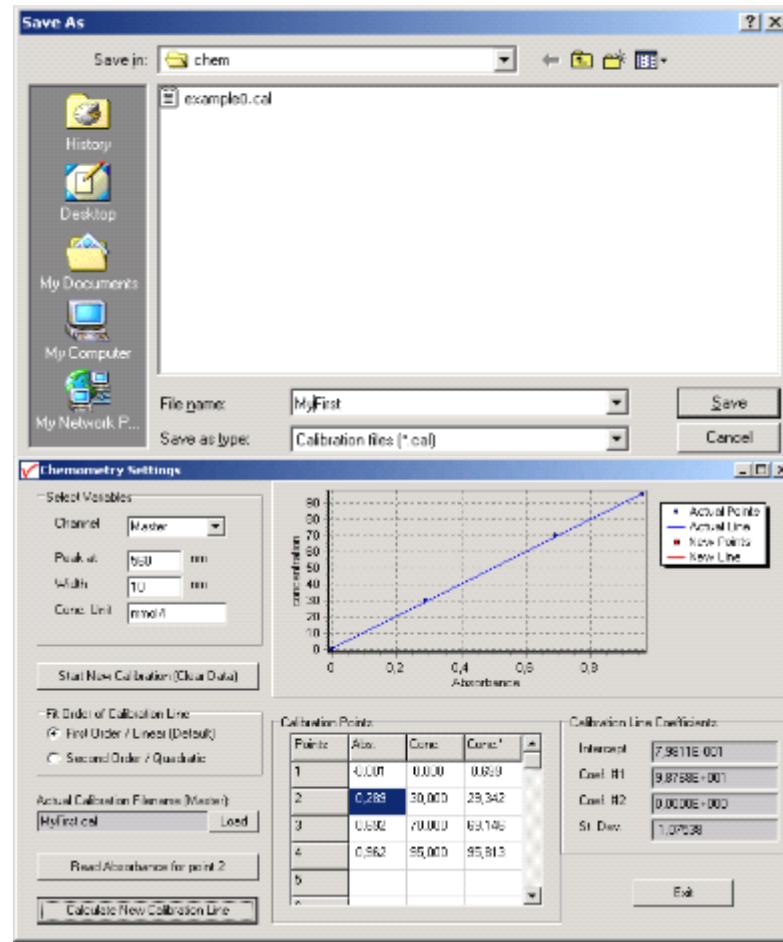
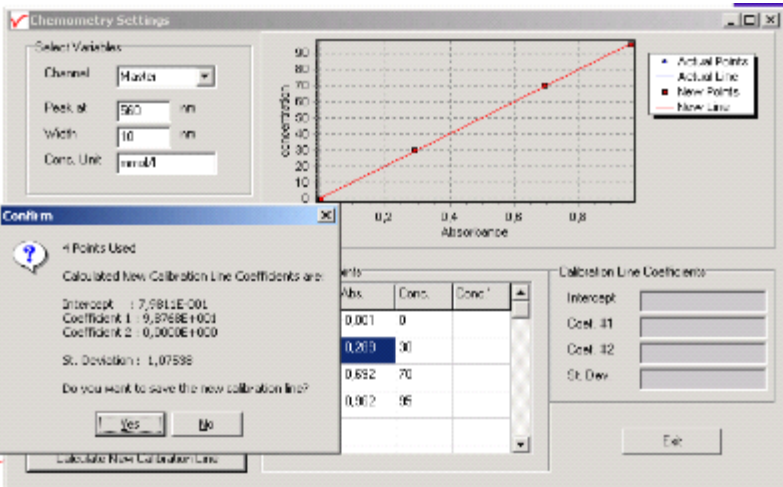
对样品测量之后，点击“Calculate New Calibration Line”按钮。结果，一条红线贯穿被测数据，软件将会提示是否保存校准。右边图形显示校准线非常好的贯穿了被测数据，因此我们点“yes”来确定我们想要保存这个校准。

如果在测量过程中测到了一个错误的校准点，例如测量样品为混合样品或者在错误的行进行浓度的测量。那么这个校准点将从曲线图中被去除。你可以或者选择“No”按钮，或者选择“Yes”按钮，随后对校准线进行修改。

在点击“Yes”之后，出现一个对话框。要求输入校准文件的名字，输入名字后，这个校准线(如右图的 MyFirst)可以被使用，然后点“Save”按钮创建 MyFirst.cal 文件。这个校准线将成为计算指定光谱仪通道（例子中为主通道）浓度的标准。

在保存真实的校准线后，它将变为蓝色，从而成为进行浓度计算的校准线。此外，在对话框的右下角会显示校准线系数，正是通过这些被填加到表格右栏中的校准系数计算出预测的浓度值。

通过比较预测值和真实浓度值，你可以对校准线的性能有一个评价。校准线会被自动被加载到下次启动的 AvaSoft 软件里。通过点击“Load”按钮，将会加载以前保存过的校准数据，此时，当前显示的线变为被加载的校准线。



4.8.2.2 修改校准

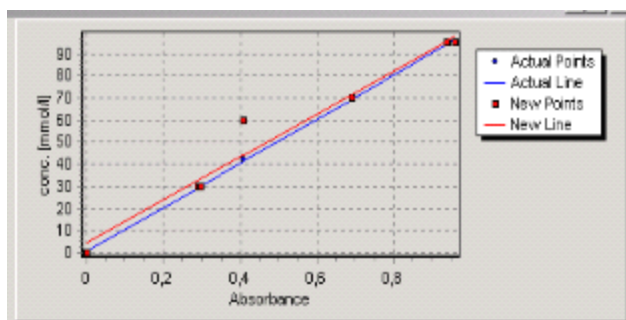
通过增加或删除校准点，或者改变校准线的拟合级次来修改校准线。

拟合的级次

默认的拟合级次是一次线性拟合。使用第二级（抛物线）拟合可以对浸入式探头进行非线性补偿。为了阐明这一点，对以前的校准线（第一次校准）进行载入，拟合的级次由一级改为二级。在点击‘Calculate New Calibration Line’按钮后，新的偏移量显示现在的拟合程度要优于以前（线性）的拟合。在将校准线保存到“MySecond.cal”后，预期的浓度也显示二次拟合符合的更好。然而，对于为数不多的几个校准点，二级选项需要慎重使用，对于存在外部点的情况下，程序也往往喜欢用这几个点描绘出很好的符合曲线。

增加/删除校准点

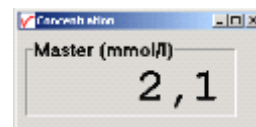
从校准线上增加和删除校准点是比较简单的，同时这种操作也可以很形象地显示在曲线图中。在增加新校准点时，仅仅需要加载校准文件，移动指针到下一行（我们的例子里是第5行），在主栏里填写样品浓度，通过点“Read Absorbance for point 5”将读取第一栏的吸收率数据。在曲线图里出现一个新的红色校准点。新的校准点可以增加到30个。点击“Calculate New Calibration Line”，



将会在蓝色校准线旁边显示一个新的红色校准线，然后，出现询问对话框是否需要保存新的校准线。如果新的校准点测量正确，或者一个或更多新的校准点引起标准线的偏离增强，则增加新的校准点是有意义的。例如，上边的表格里的错误是由于在主栏中输入60代替正确值40造成的。在删除校准线的一个或更多个校准点时，仅需要删除左栏或第二栏里校准点的值。

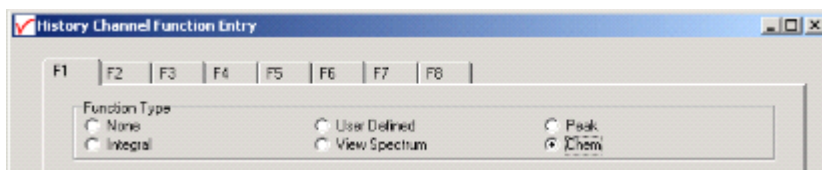
4.8.3 执行应用

从主菜单中选择“Application”，“Chemometry”，“Enable”选项执行应用。在菜单进入这个选项前，会出现一个确认对提示。



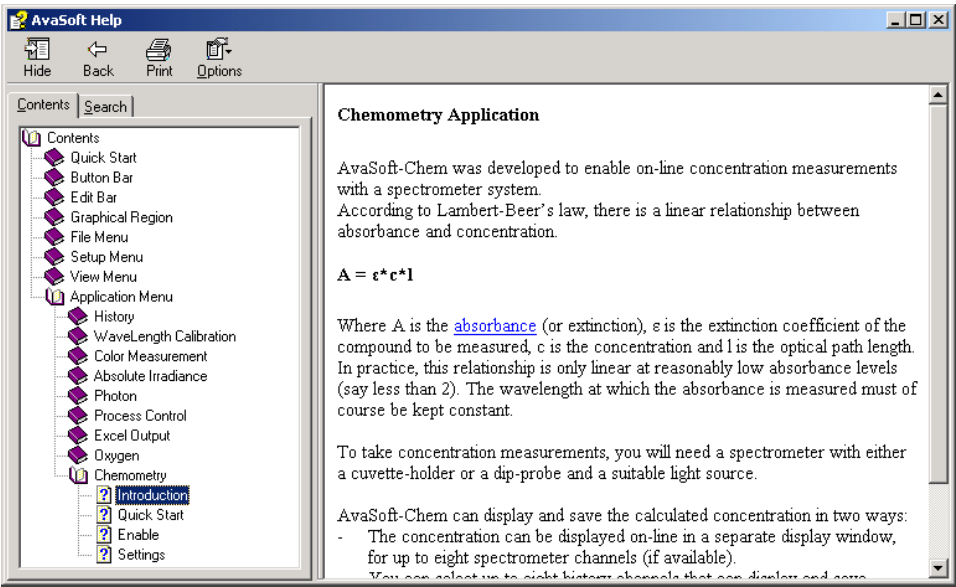
对于每一个光谱仪通道，都能够进行单独的浓度显示。

在执行化学应用后，你可以选择“Chem”作为历史通道里的功能函数。

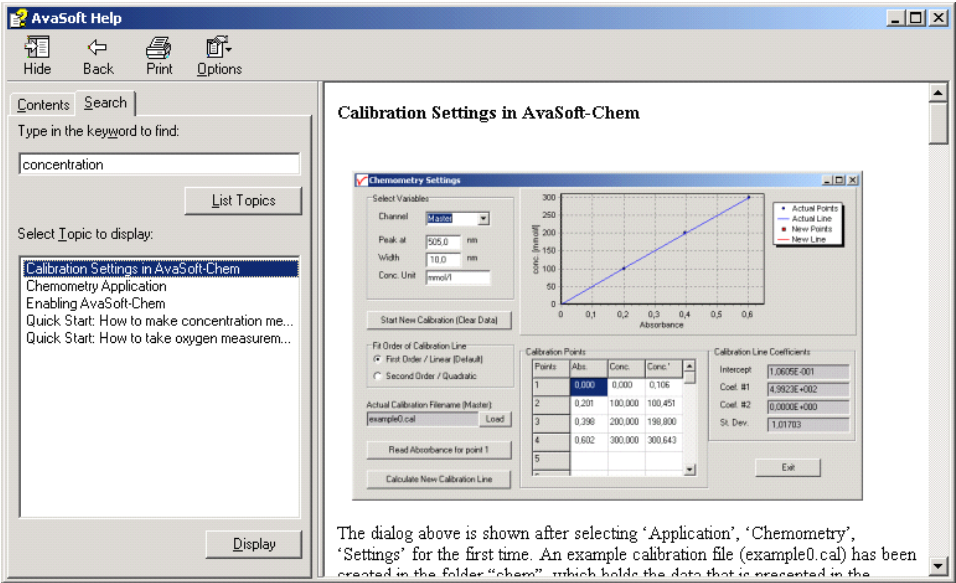


5. 帮助

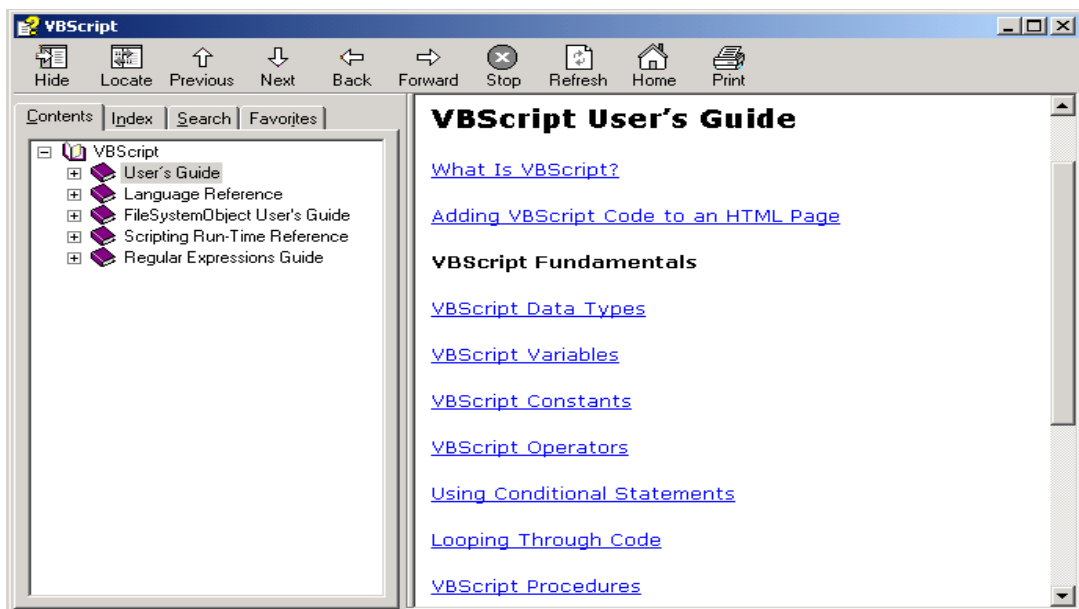
点击菜单中“Help-Contents”选项，AvaSoft-Full 软件手册将以 HTML 格式显示。左边的帮助目录里显示了所有可浏览章节。



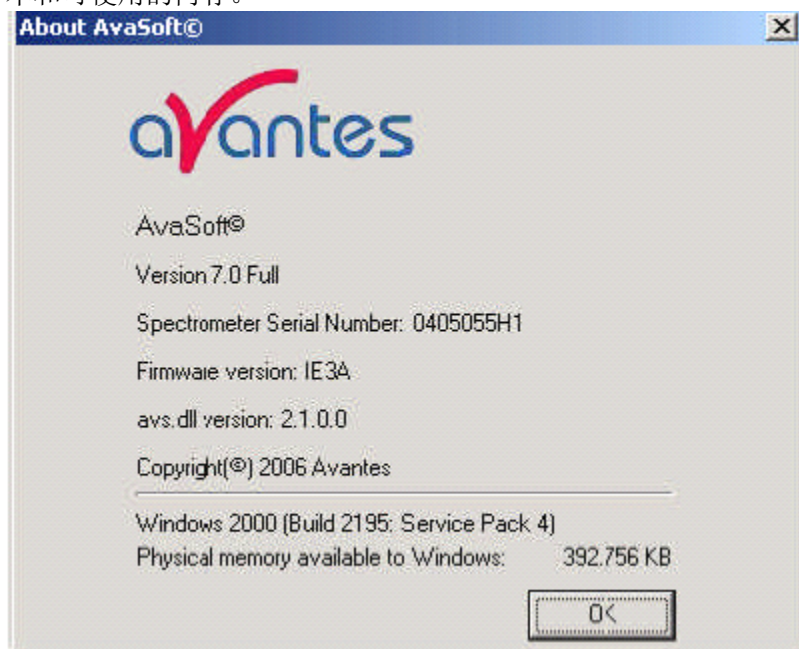
除了通过浏览目录来寻找具体的主题外，也可以选择图形下方的搜索框进行搜索。在键入一个关键字（例如：concentration）后，点击“List Topics”按钮，包括这个关键字的主题都将被显示出来，选择左边的一个主题（双击），右边框内将显示所选主题的信息，并且，正文里的搜索关键字也被标记出来。



像 4.1.1 节中描述的，历史通道函数已经被扩展到可以定义一个支持的 VB 函数。帮助选项里包含了一个做为参考的 VBScript 帮助文件。你可以通过选择“Help”，“VBScript” 找到这个选项。它列举了所有可用到的运算符和函数：



最后，第三个帮助子菜单框显示的是：已使用的 AvaSoft 软件版本、光谱仪的序列号、计算机的 Windows 版本和可使用的内存。



附录 A 发现及修理故障

如何矫正错误的（USB）安装

任何 USB 设备在连接到计算机前，都需要安装 USB 驱动程序。如果在安装 AvaSoft 软件之前，连接光谱仪到计算机的 USB 端口上，将无法找到 USB 驱动程序，过后安装驱动程序，软件也无法找到光谱仪。以下步骤说

明如何矫正错误的安装：

1 使用设备管理器。如果你是 Windows98 系统，选择开始/设置/控制面板。双击系统图标。选择驱动管理器。如果是 Windows2000 系统，右键点击我的电脑，选择属性，再选择硬件，点击驱动管理器按钮。

2 滚动下拉条直到看见其他设备。

3 在其他设备上面你将看到有一个大的疑问标记的 USB 设备，点移除按钮，或右键点击 USB 设备，选择卸载选项。

4 出现一个警告框提示是否移除这个设备，然后点击 OK。

5 从你的计算机上拔出 AvaSpec 光谱仪，重新安装 AvaSoft 软件。

6 重新连接 AvaSpec 光谱仪到 USB 端口。不要忘记给 AvaSpec 提供 12V 的电源。Windows 将显示“发现新硬件”，然后寻找驱动程序（这个过程可能需要几分钟）。根据 Windows 的版本，在右边出现“Files Needed”对话框，这个对话框允许你浏览 USB 驱动程序位于的目录。点击 **Browse**，浏览目录：C:\WINNT\SYSTEM32\DRIVERS，双击 AvaUsb.sys 驱动程序。然后点击右边“Files Needed”对话框中的 OK 按钮，完成安装。

7 现在启动 AvaSoft 软件，将发现连接到 USB 端口的光谱仪。如果还未发现光谱仪，请查看设备管理器，在 USB 控制器下应该包括 Avantes 光谱仪主板。如果这个问题仍然不能解决，立即联系我们。

