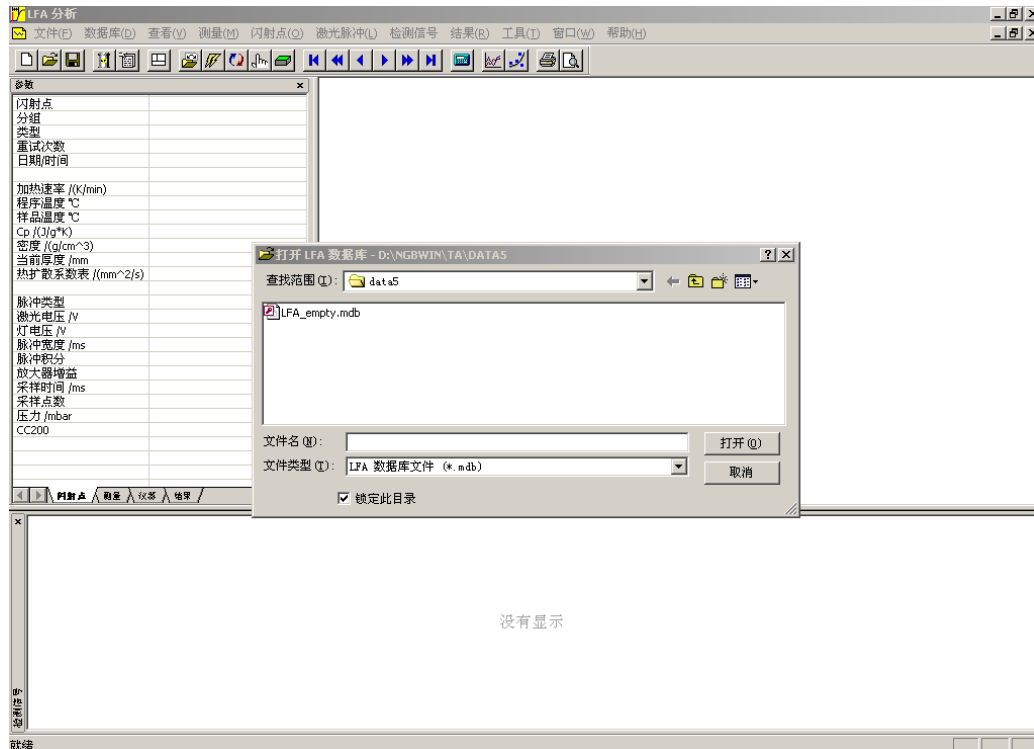


# LFA447 数据分析向导

## 1. 新建 / 打开数据库

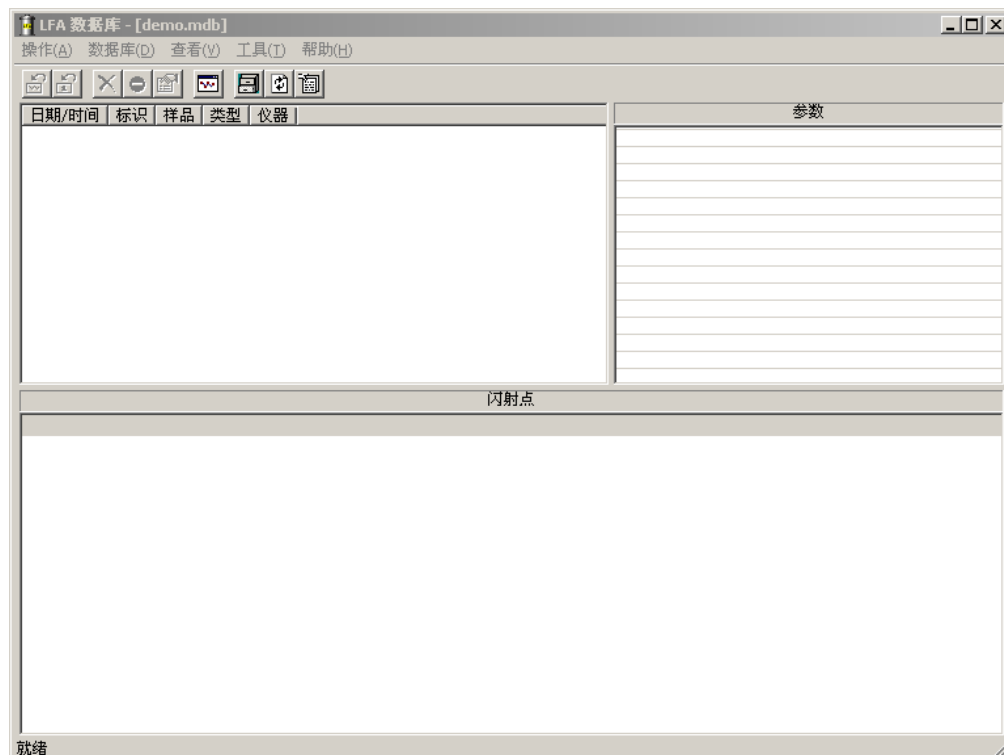
打开分析软件 Proteus LFA Analysis。弹出如下界面：



如果要把导入数据保存在原有的数据库中，选择数据库所在的文件夹，双击打开该数据库。

如果要为导入数据新建一个数据库，选择存盘路径，在“文件名”中输入数据库文件名，点击“打开”，软件会自动创建一个新的数据库文件。

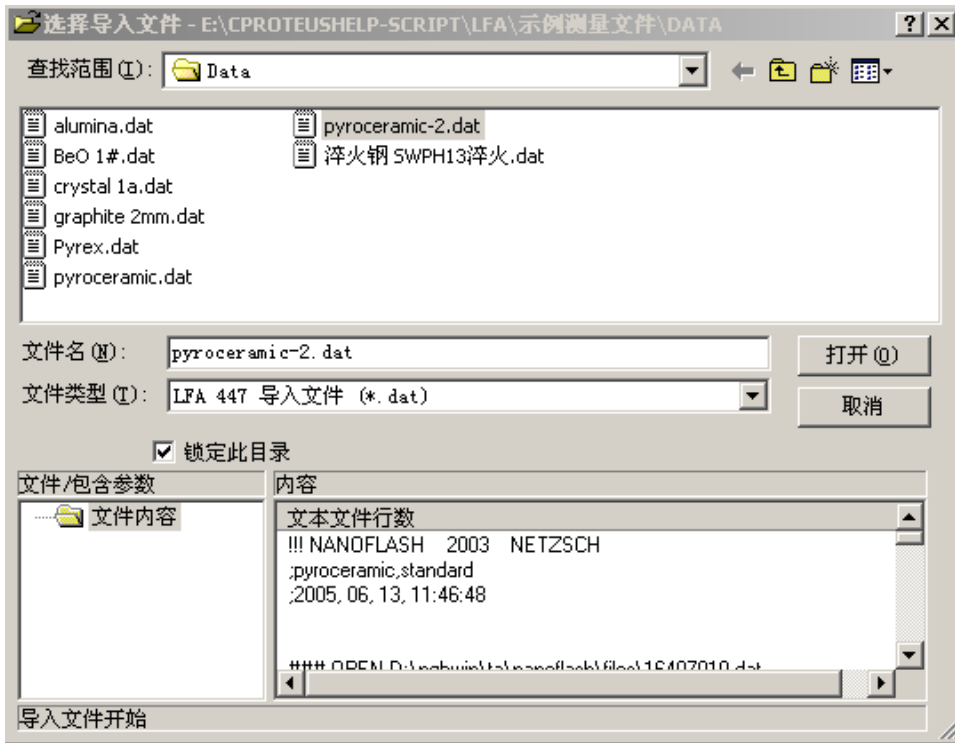
随后出现数据库管理窗口：



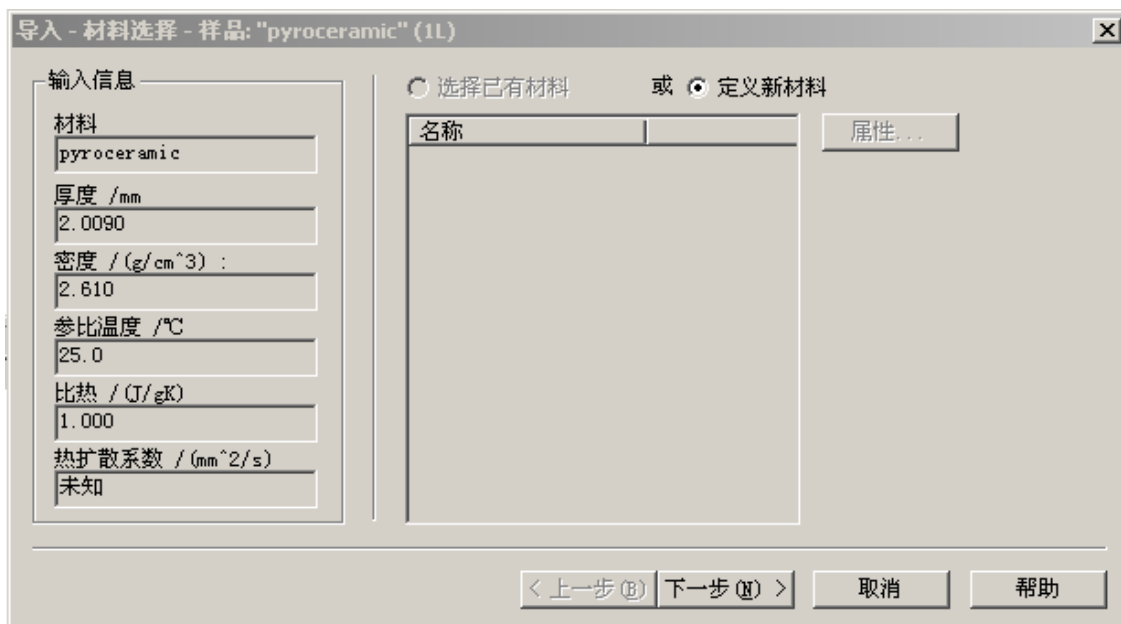
注：LFA Proteus 的数据以 Access 数据库文件 (\*.mdb) 的形式进行管理。LFA447 (Nanoflash) 的原始数据文件 (\*.dat) 需要导入到数据库文件中，一个数据库文件可存放多个测量数据。从数据分类管理的角度出发，一般建议为每一批样品单独创建一个数据库。

## 2. 导入 LFA447 数据文件 / 设定材料属性

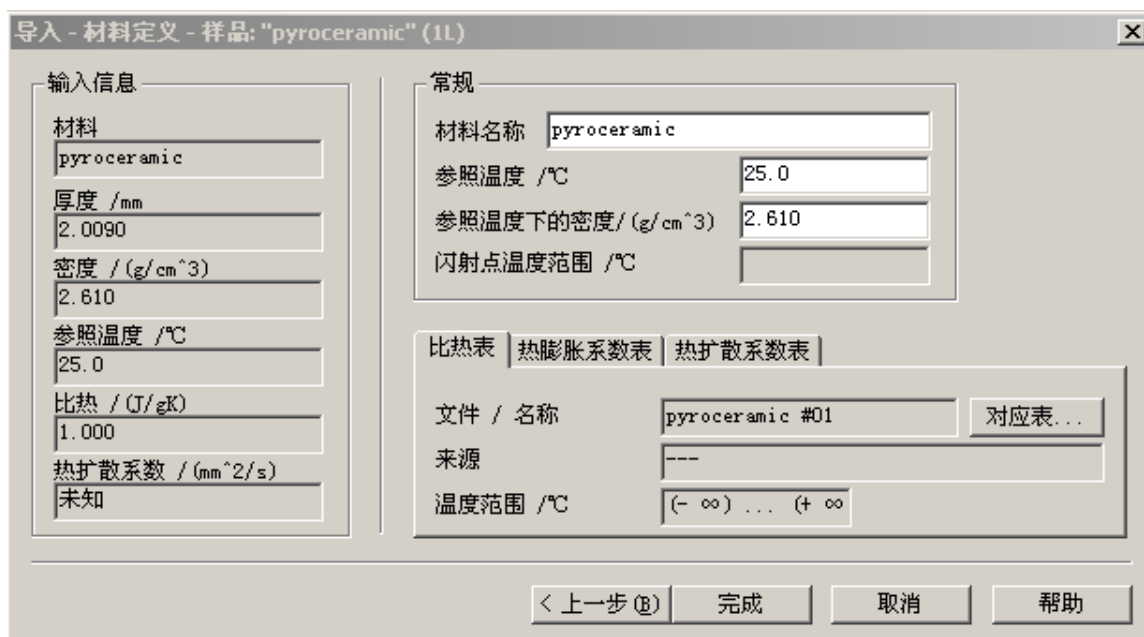
点击“LFA 数据库”窗口的“数据库”菜单下的“导入 LFA447 文件”，弹出“选择导入文件”对话框：



选择所要导入的数据文件，点击“打开”，弹出“导入 - 材料选择”对话框：

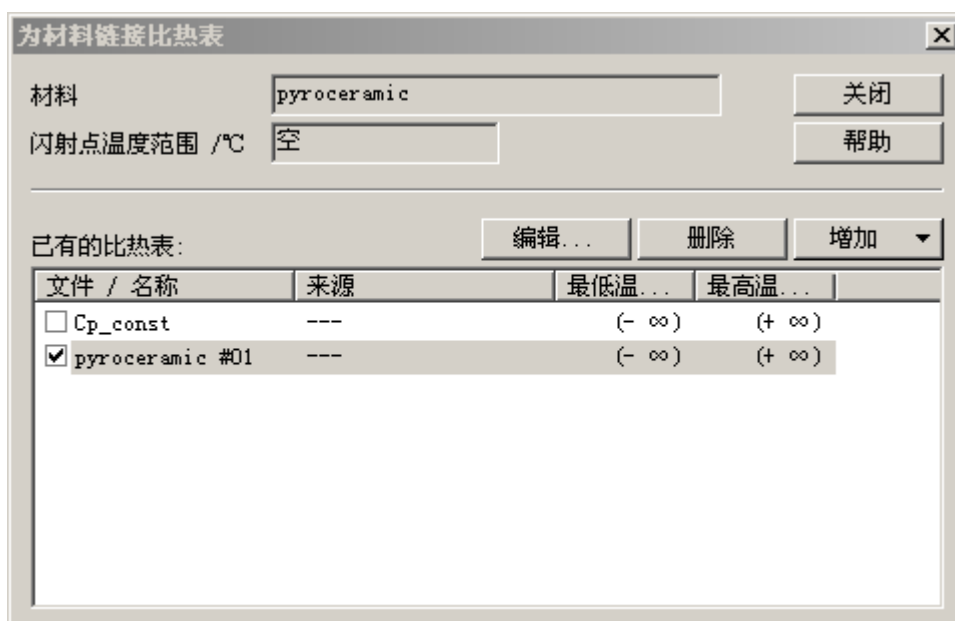


如果在数据库中原已有该材料的信息，只需在材料列表中“选择已有材料”即可；如果是新建的数据库或原数据库中无该材料的信息，则“定义新材料”，点击“下一步”，弹出“材料定义”对话框：



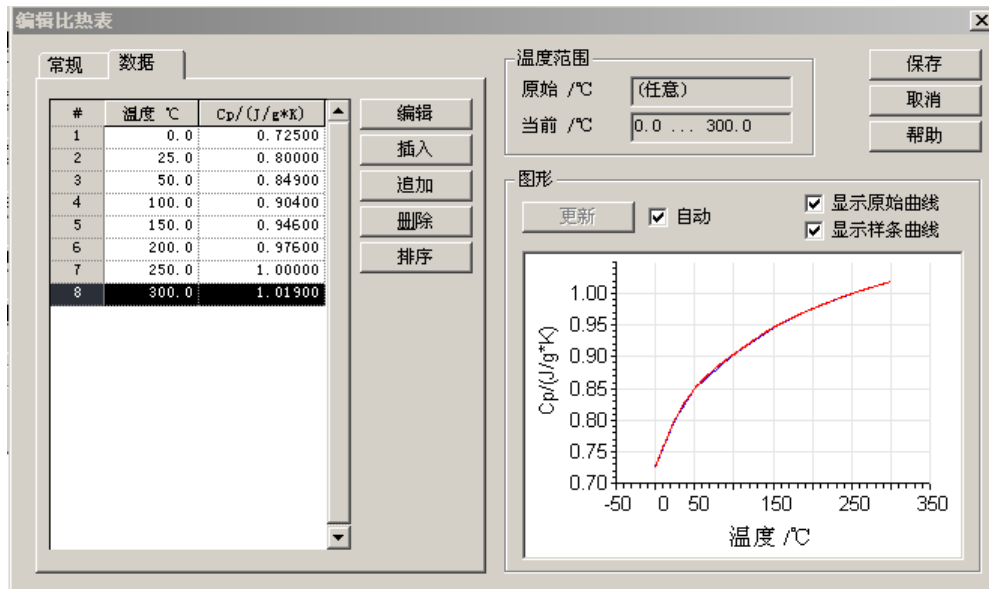
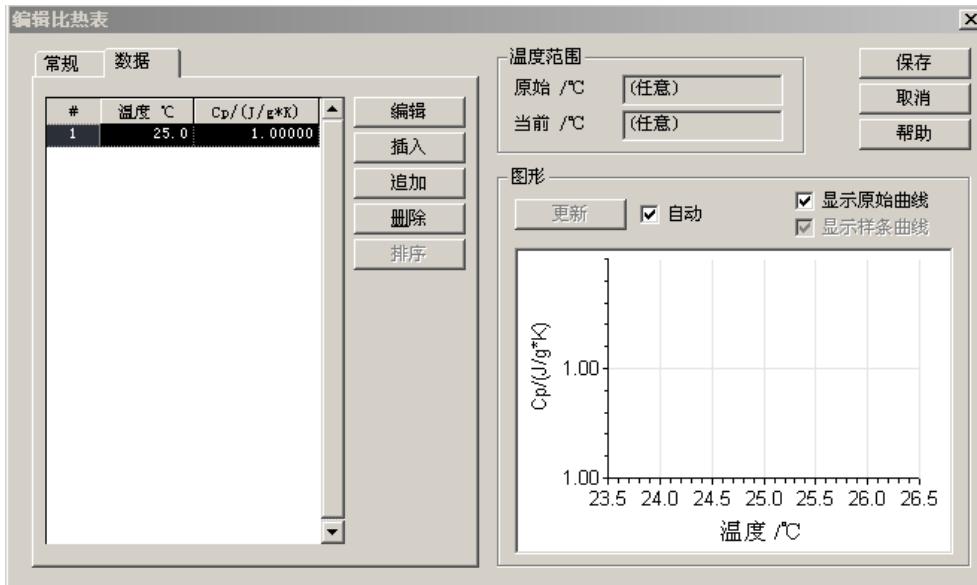
LFA Proteus 中每一个测试数据都有相应的材料属性定义，包含样品的名称、密度、比热表、热膨胀系数表、热扩散系数表等信息，其中比热、热膨胀与热扩散系数三个表格可通过点击“对应表”按钮进行设定。对于单层样品：

- 如果仅仅是热扩散系数测试，三个表都不需链接，直接点击“完成”。
- 如果除热扩散测试外还同时使用比较法计算比热，则此时先可点击“完成”，待比热计算完成后使用“导出比热表”的方法重新对材料属性中所链接的比热表进行设定。（详见 LFA 比热与导热系数计算方法）
- 如果已有比热的文献值（或使用其它仪器得到的测量值），需要链接到材料属性中，以便结合热扩散测试结果进一步计算导热系数，则在“比热表”的选项卡中点击“对应表...”，弹出如下窗口：

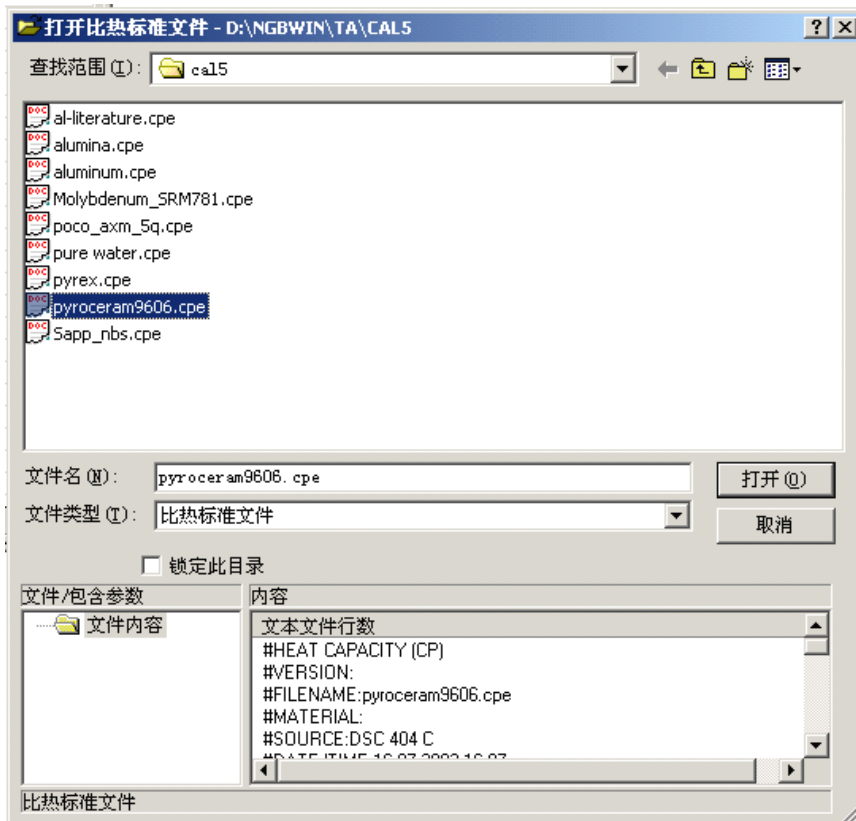


在“已有的比热表”列表中打勾的是当前链接的比热表，保存的是在 Nanoflash 测量程序中样品定义时输入的 Cp 值，一般仅为室温下的单点值。因比热是一个随温度而变化的值，需要对其进行重新设定。常用的有如下三种设定方法：

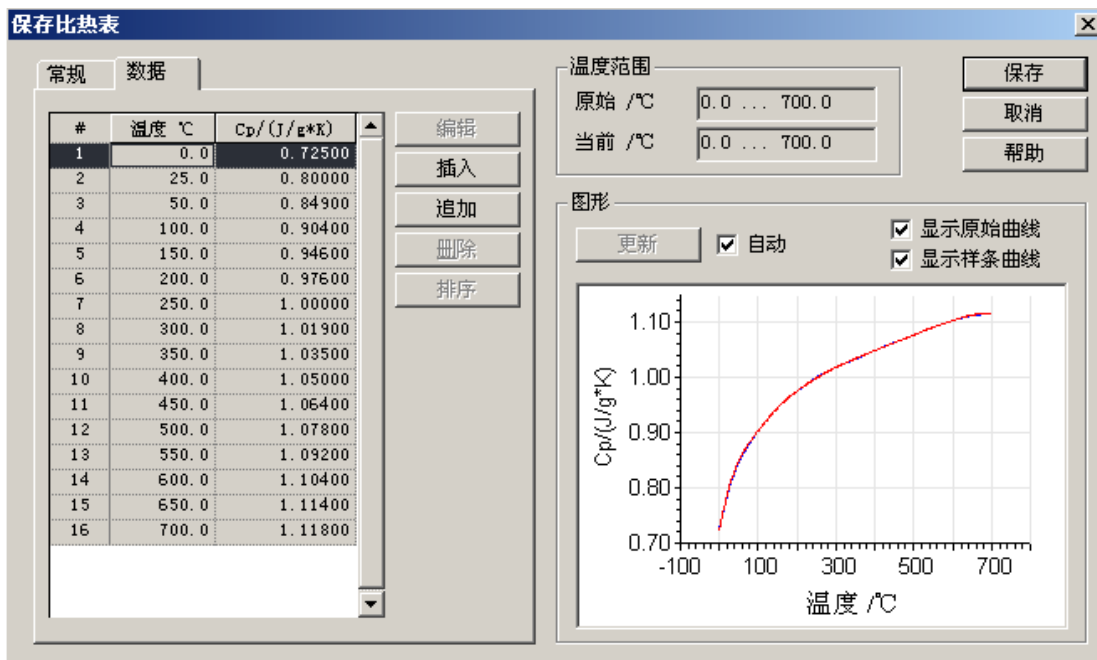
a. 选中该表格，点击“编辑”，直接在原表格上进行修改：



b. 如果有相应的\*.cpe 格式的比热标准表，可点击“增加” → “从标准文件”，弹出如下对话框：



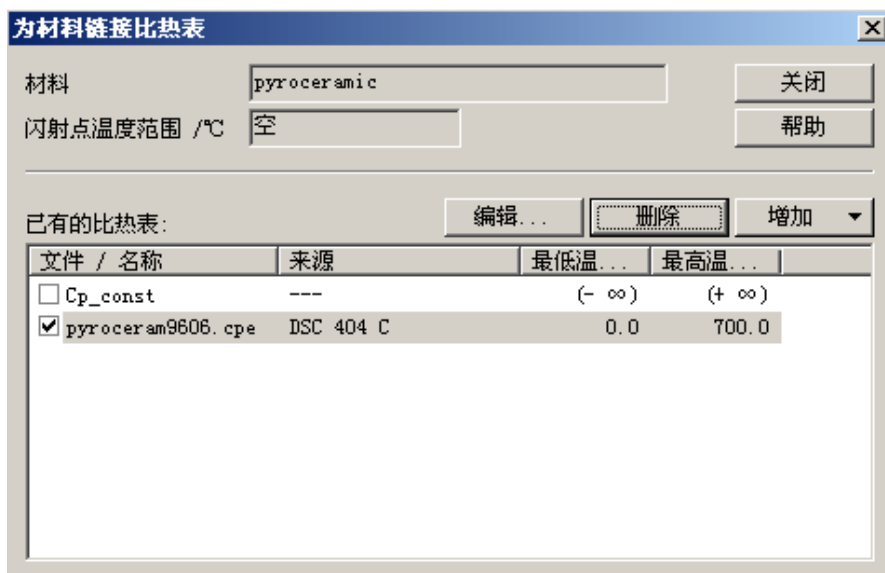
选择相应的 cpe 文件，点击“打开”，软件已自动导入 cpe 文件中的比热数据，弹出如下对话框：



点击“保存”，回到比热列表界面：



可以看到列表中已多了一个导入的比热表。此时可选中原比热表，点击“删除”，再在新增的比热表左侧打勾，表示把该比热表链接到当前材料的属性定义中：



再点击“关闭”即可。

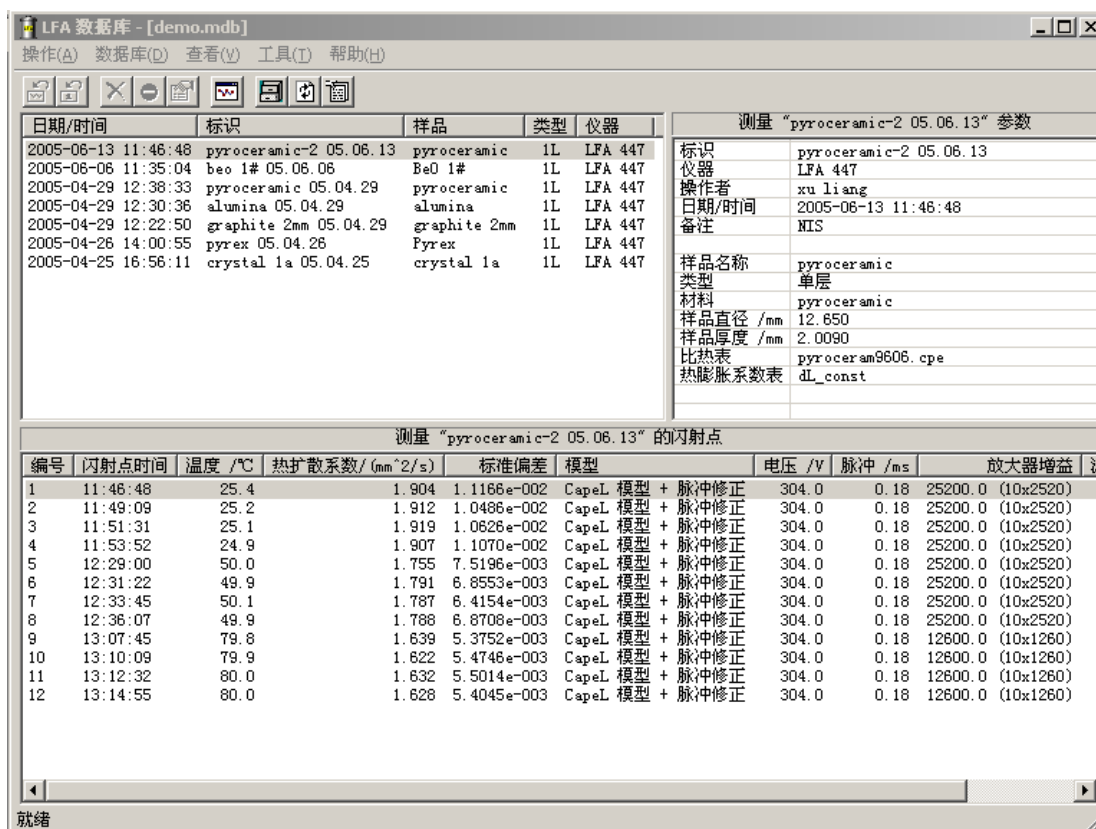
c. 如果是在 Netzsch 的 DSC 或 STA 仪器上测得比热数据并已经导出为 txt 文件，则可使用“增加” → “从导入的 ASCII 文件”功能直接导入文本数据。导入后的操作同 2，此处不再赘述。

如果在测试温度范围内样品热膨胀 / 收缩程度较大，可在材料属性定义中链接相应的热膨胀表，对高温下样品厚度与密度的变化进行修正。但对于 LFA447，最高测试温度只到 300℃，在该温度范围内大多数样品的尺度变化程度都很小可近似忽略，因此一般不需链接热膨胀表。

对于单层样品，不需要链接热扩散表；对于双层或三层模式的测试，则需定义所有各层的比热表，以及各已知层的热扩散系数表。

材料属性定义完成后，点击“完成”，即完成测量文件的导入过程。如果有多个测量文件，按照上述的步骤逐一导入并设定材料属性。

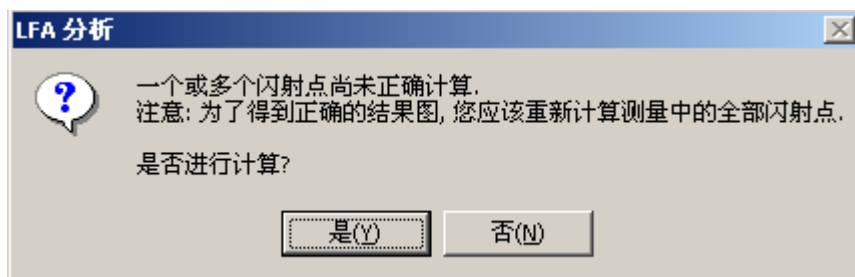
导入数据后的数据库管理窗口如下图所示：



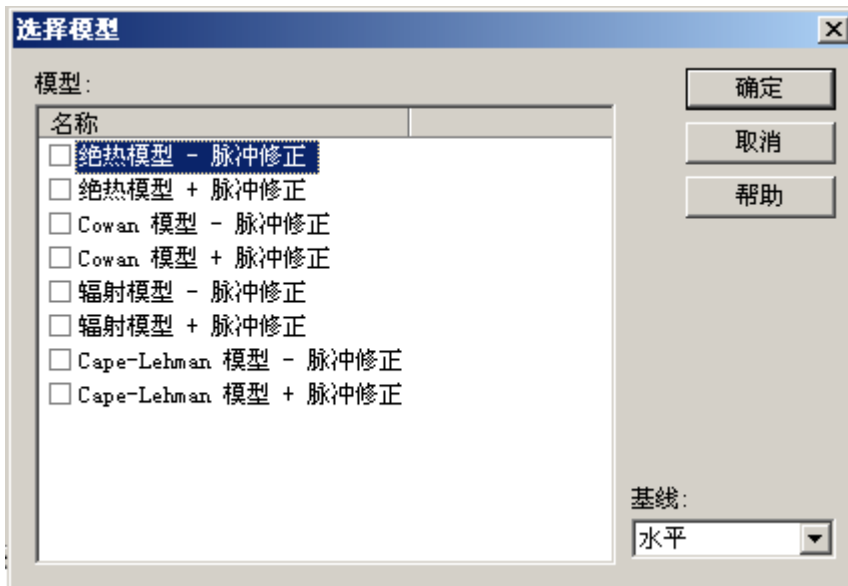
### 3. 装载测量文件到分析界面 / 选择计算模型

在测量文件列表中选择待分析的测量，点击“操作”菜单下的“载入分析窗口”或“载入分析窗口(独占)”，将测量装载到分析窗口中。(这两个功能项的差别在于：如果分析窗口已有其他测量文件，“载入分析窗口”将把新的测量文件与原测量文件置于同一窗口中，“载入分析窗口(独占)”则卸载原测量文件，使新的测量文件独占分析窗口。)

对于新导入的未经计算的测量数据，“载入”后会自动弹出如下对话框：



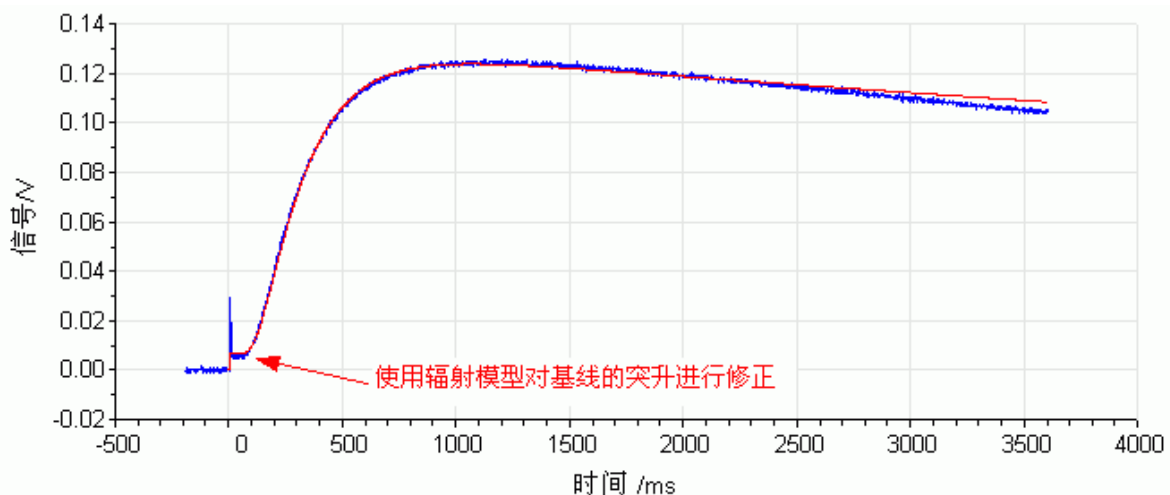
点击“是”，弹出“选择模型”对话框：



基线类型：推荐使用“线性”（对样品周围环境温度本身的漂移进行修正。前提：Nanoflash 测试程序中“Measurement” → “Parameters”中的baseline 点数为 300 点以上）

模型：共有四类八种，可单选也可多选（例如同时选择cowan 和 cape-Lehman 并对计算结果进行比较）。选择方法概述如下：

- 绝热模型：无热损耗修正。永远不用（除非和早期使用绝热模型计算的文献数据作比较）
- Cowan 模型：包含热损耗修正。精确，在样品不太厚和温度不太高的情况下和Cape-Lehman 模型计算结果相差无几，对于特别薄的样品有时拟合效果还要胜过 Cape-Lehman。推荐。计算速度快。
- Cape-Lehman 模型：包含表面热损耗修正和径向辐射热损耗修正。在大多数情况下最精确，特别在 800℃ 以上高温、且样品较厚的情况下，有时和Cowan 计算结果可相差 3% 以上。推荐，但计算时间较长。
- 辐射模型：只用于样品部分透光（如玻璃、人工晶体类样品）的场合，由于光能量的透射效应，在脉冲照射后样品起始升温的区域存在基线的“跃迁”（温度的突升），如下图所示：



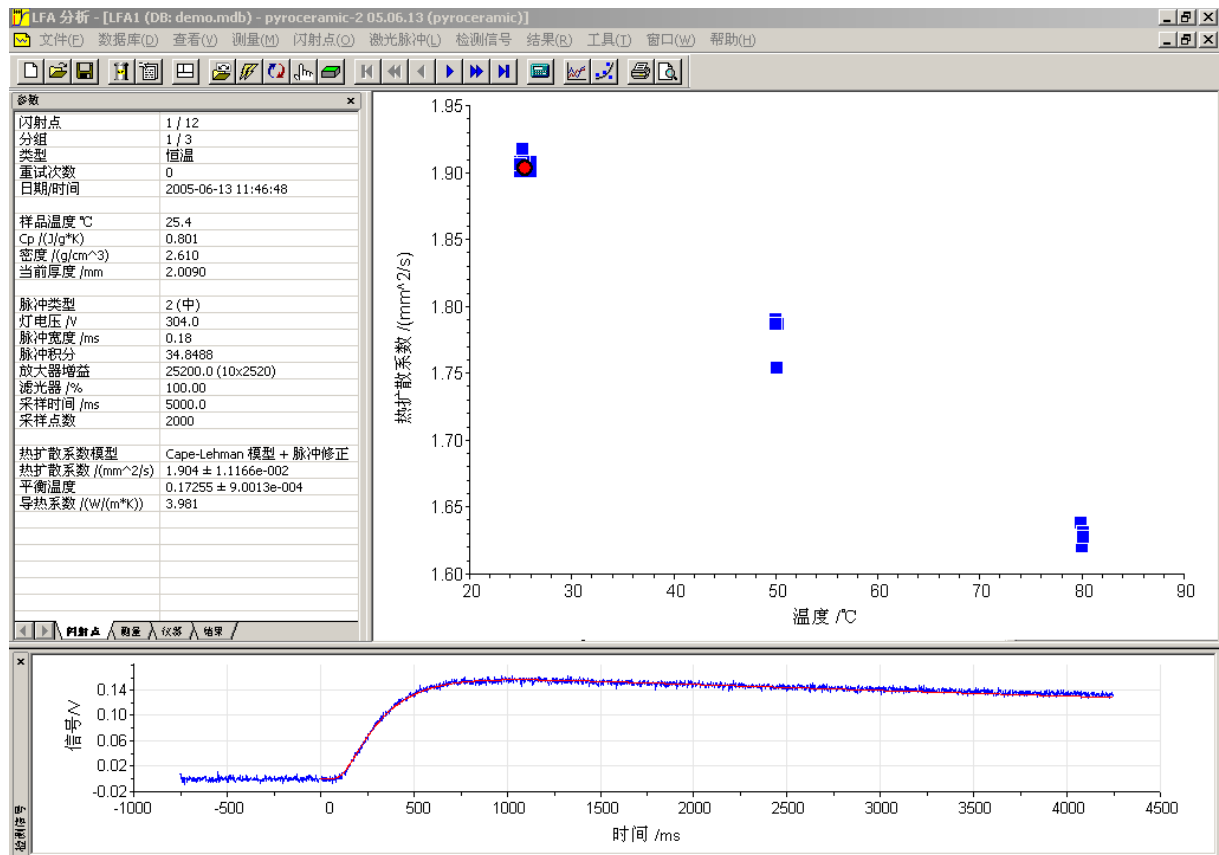
使用辐射模型，对这一类基线的突升进行修正。

- 脉冲修正：针对照射脉冲本身宽度对曲线起始升温部分造成的影响进行修正（特别在能量透过时间短、 $t_{50}$  与脉冲宽度数量级相近的情况下）。推荐使用（选择XX 模型 + 脉冲修正）。



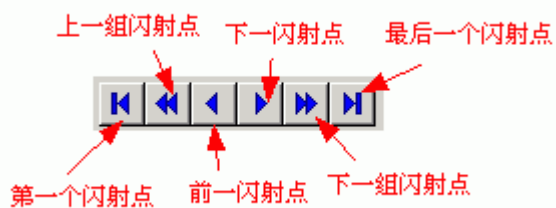
#### 4. 计算热扩散系数

模型选择后，点击“确定”，软件开始根据所选模型进行拟合计算。计算结束后的分析界面如下：

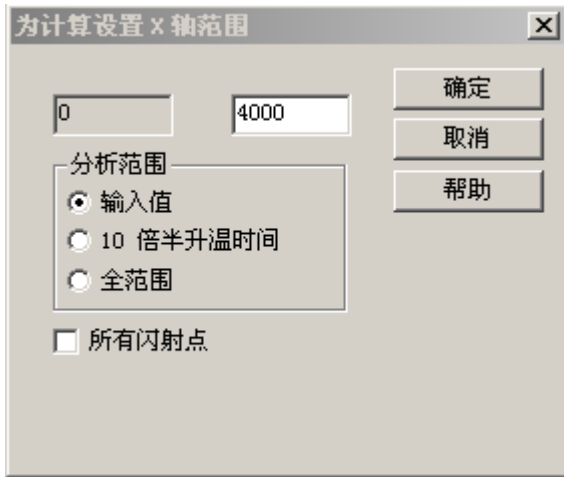


上图的分析界面上有三个小窗口。左上角的小窗口以选项卡的形式显示当前测量文件与所选闪射点的相关信息。右上角的小窗口（结果窗口）显示的是各闪射点计算后的热扩散系数值，其所支持的各项操作大多在“结果”下拉菜单中。下侧的小窗口（检测信号窗口）显示的是当前所选闪射点的原始测量曲线，其所支持的坐标调整、打印等各项操作在“检测信号”菜单中。

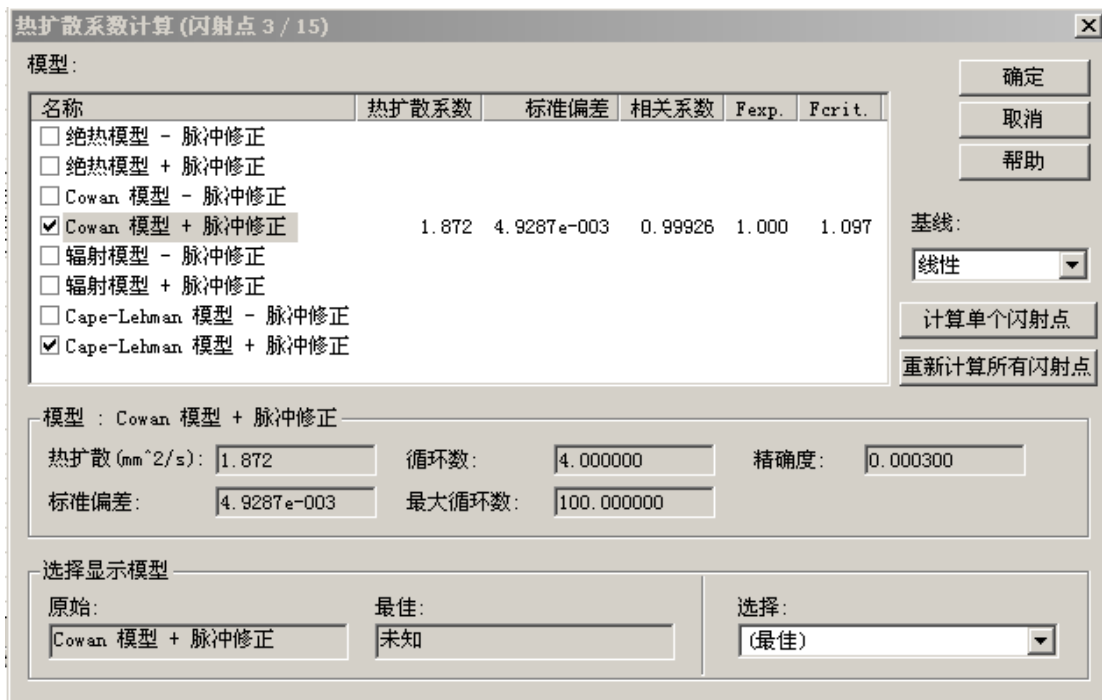
使用闪射点工具条上的六个按钮，可以在各个闪射点（shot）之间来回切换



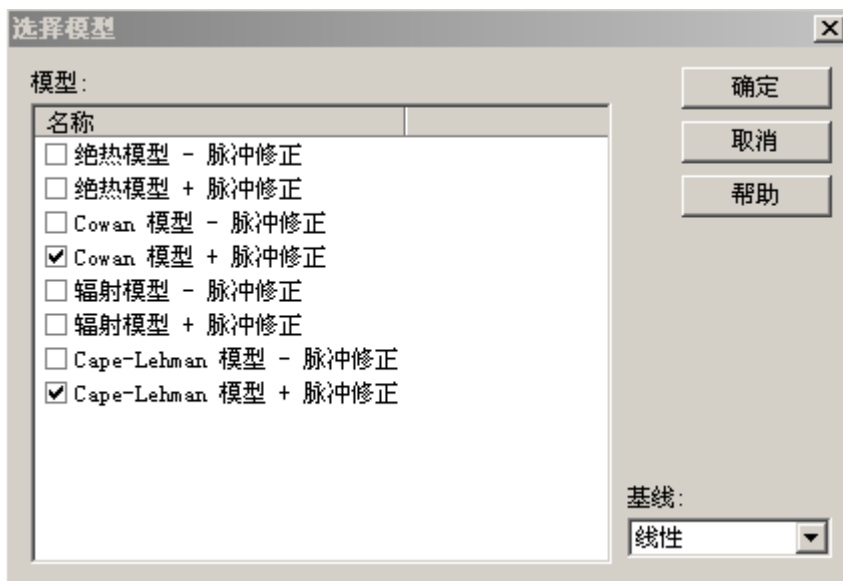
默认的计算是以闪射点上全部的采样数据点来进行的。若某些闪射点的采样时间 duration 太长，需要作计算范围的调整，可点击“闪射点”菜单下的“设定计算范围”，重新调整计算范围。一般计算范围以 t50 的 10~16 倍为合理。



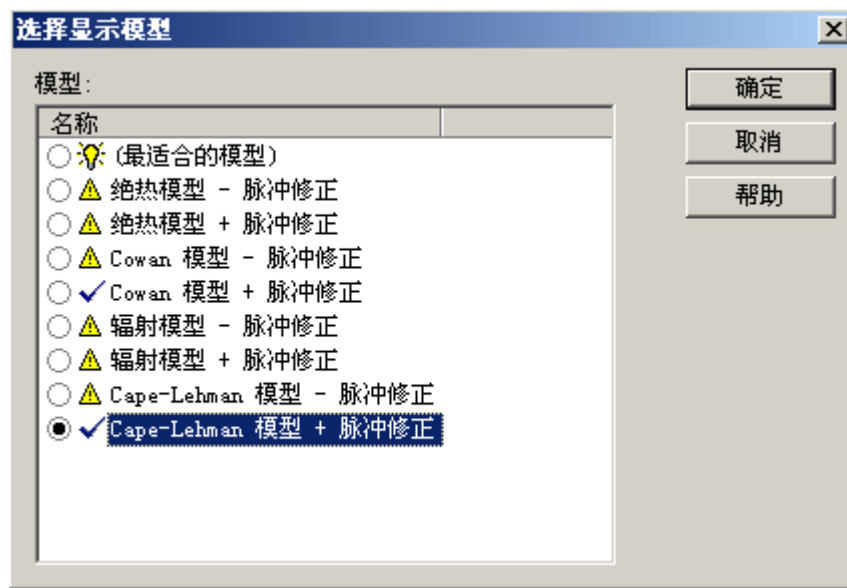
若需要使用其它模型重新计算热扩散系数，可点击“闪射点”菜单下的“计算热扩散系数”：



或“测量”菜单下的“重新计算热扩散系数”：

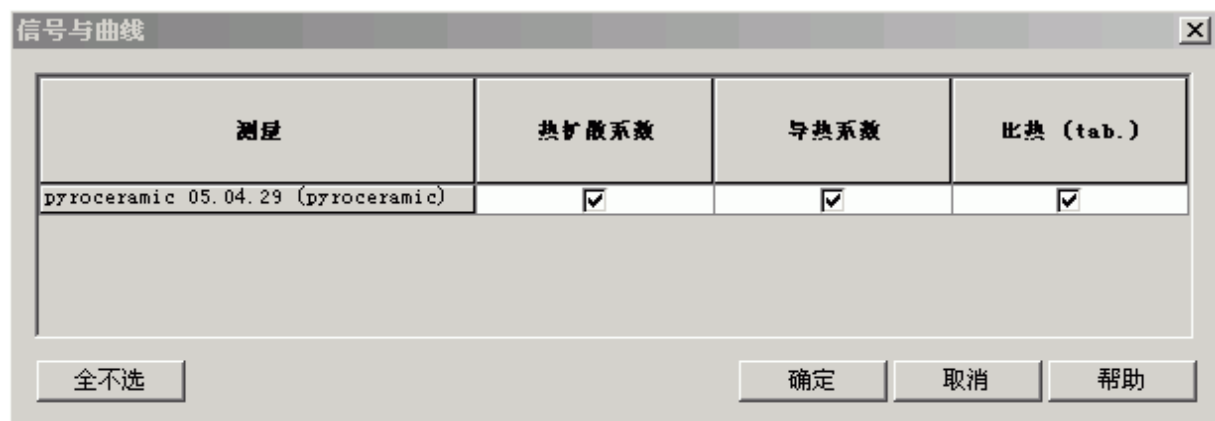


如果一个测量使用了两种以上的模型进行计算，需要选择分析窗口中显示何种模型的计算结果，可点击“测量”菜单下的“选择热扩散系数显示模型”：

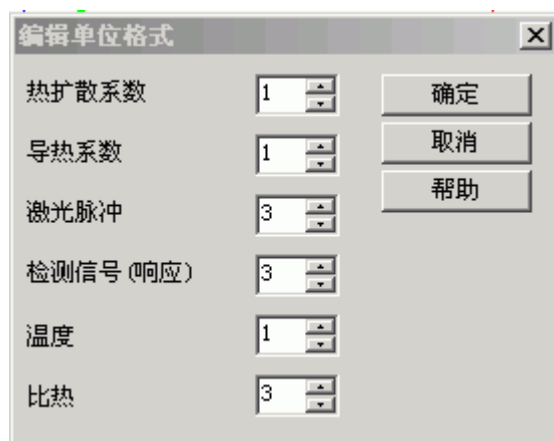


## 5. 打印测量报告

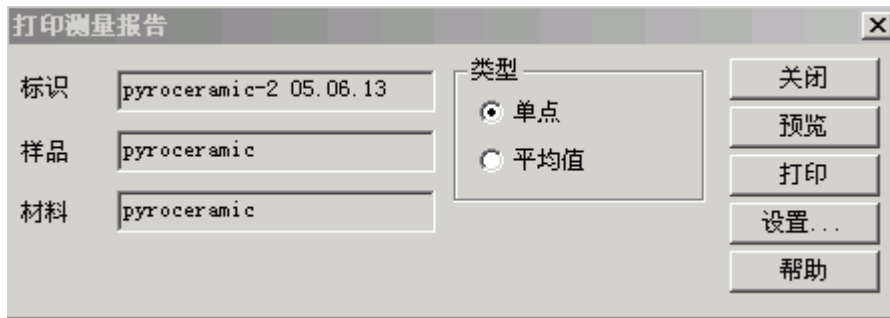
计算完毕后，即可打印测量报告。如果该测量有链接的比热表，点击“结果”菜单下的“信号与曲线”，在弹出对话框中将“比热”与“导热系数”打上勾：



如果需要调整测量报告上数据的小数位数，可使用“工具”菜单下的“编辑单位格式”功能：



随后点击“结果”菜单下的“打印测量报告”，在弹出的“打印测量报告”对话框中根据需要选择“单点”或“平均值”模式，再点击“打印”：



如果仅测量材料的热扩散系数，直接在“结果”菜单下点击“打印测量报告”即可。

### 热扩散系数 - NETZSCH LFA 分析

#### 实验信息

数据库:	demo.mdb	检测器:	InSb
仪器:	LFA 447	操作者:	xu liang
标识:	pyroceramic-2 05.06.1	备注(测量):	NIS
日期:	2005-06-13	比热表:	pyroceram9606.cpi
材料:	pyroceramic	热膨胀系数表:	dL_const
密度 (25.0 °C) (g/cm <sup>3</sup> ):	2.610	炉体:	NanoFlash 200
样品:	pyroceramic	样品支架:	NanoFlash 12.7rd
类型:	单层	激光:	Xenon NanoFlash
厚度(室温下) /mm:	2.0090	炉体热电偶:	K
直径 /mm:	12.650	样品热电偶:	K

#### 结果

闪烁点数	温度 °C	模型	热扩散系数 mm <sup>2</sup> /s	导热系数 W/(m·K)	Cp J/g·K	脉冲类型
1	25.4	CapeL 模型 + 脉冲修正	1.904	3.981	1.801	2 (中)
2	25.2	CapeL 模型 + 脉冲修正	1.912	3.995	1.801	2 (中)
3	25.1	CapeL 模型 + 脉冲修正	1.919	4.008	1.801	2 (中)
4	24.9	CapeL 模型 + 脉冲修正	1.907	3.982	1.800	2 (中)
<b>平均值: 25.1</b>			<b>1.910</b>	<b>3.992</b>	<b>1.801</b>	
<b>标准偏差: 0.2</b>			<b>0.006</b>	<b>0.013</b>	<b>1.001</b>	
5	50.0	CapeL 模型 + 脉冲修正	1.755	3.888	1.849	2 (中)
6	49.9	CapeL 模型 + 脉冲修正	1.791	3.968	1.849	2 (中)
7	50.1	CapeL 模型 + 脉冲修正	1.787	3.961	1.849	2 (中)
8	49.9	CapeL 模型 + 脉冲修正	1.788	3.961	1.849	2 (中)
<b>平均值: 50.0</b>			<b>1.780</b>	<b>3.945</b>	<b>1.849</b>	
<b>标准偏差: 0.1</b>			<b>0.017</b>	<b>0.038</b>	<b>1.000</b>	
9	79.8	CapeL 模型 + 脉冲修正	1.639	3.787	1.885	2 (中)
10	79.9	CapeL 模型 + 脉冲修正	1.622	3.748	1.885	2 (中)
11	80.0	CapeL 模型 + 脉冲修正	1.632	3.771	1.886	2 (中)
12	80.0	CapeL 模型 + 脉冲修正	1.628	3.764	1.886	2 (中)
<b>平均值: 79.9</b>			<b>1.630</b>	<b>3.767</b>	<b>1.886</b>	
<b>标准偏差: 0.1</b>			<b>0.007</b>	<b>0.016</b>	<b>1.000</b>	

上图为单点模式的测量报告

## 热扩散系数 (平均值) - NETZSCH LFA 分析

### 常规信息

数据库:	demo.mdb	检测器:	InSb
仪器:	LFA 447	操作者:	xu liang
标识:	pyroceramic-2 05.06.1	备注(测量):	NIS
日期:	2005-06-13	比热表:	pyroceram9606.cpi
材料:	pyroceramic	热膨胀系数表:	dL_const
密度 (25.0 °C) (g/cm <sup>3</sup> ):	2.610	炉体:	NanoFlash 200
样品:	pyroceramic	样品支架:	NanoFlash 12.7rd
类型:	单层	激光:	Xenon NanoFlash
厚度(室温下) /mm:	2.0090	炉体热电偶:	K
直径 /mm:	12.650	样品热电偶:	K

### 结果

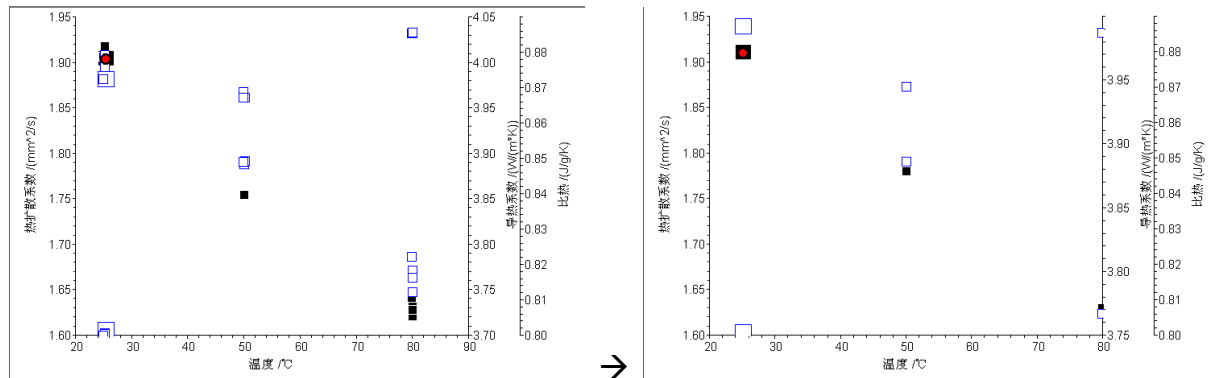
闪烁点数	温度 °C	热扩散系数 mm <sup>2</sup> /s	标准偏差 mm <sup>2</sup> /s	导热系数 W/(m·K)	Cp J/g·K
1, 2, 3, 4	25.1	1.910	0.006	3.992	3.801
5, 6, 7, 8	50.0	1.780	0.017	3.945	3.849
9, 10, 11, 12	79.9	1.630	0.007	3.767	3.886

上图为平均值模式的测量报告

## 6. 打印 / 导出图谱

如果需要, 也可以打印或导出热扩散系数-比热-导热系数~温度的关系图。

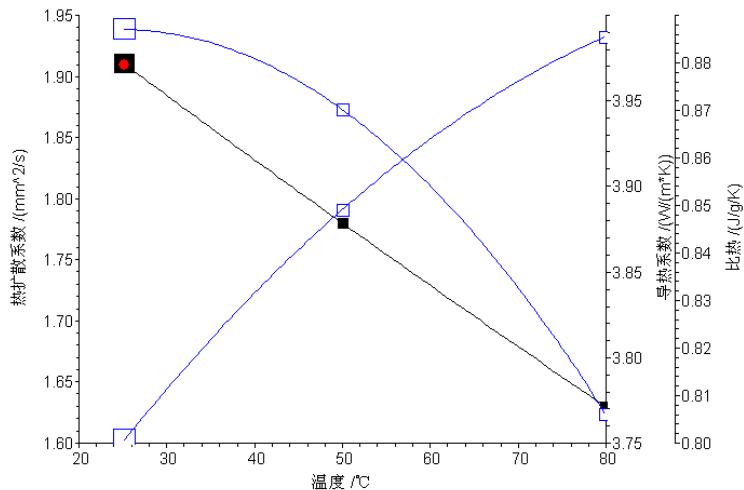
首先点击“结果”菜单下的“平均值”, 在分析窗口中对同一温度下的各测试点取平均:



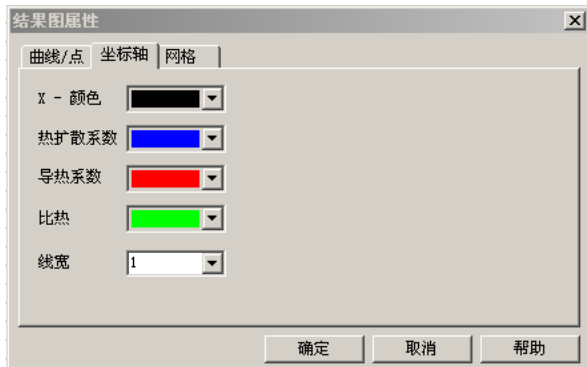
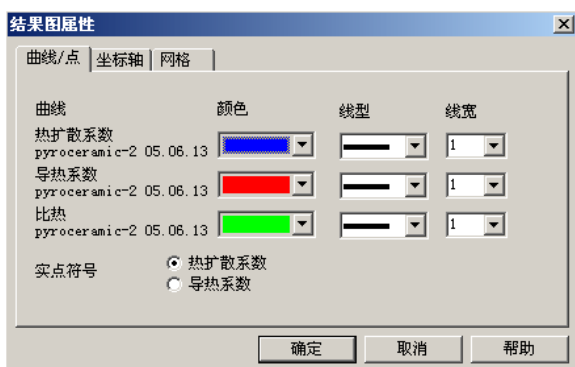
随后点击“结果”菜单→“拟合”→“设定”, 在弹出的对话框中选择拟合类型:

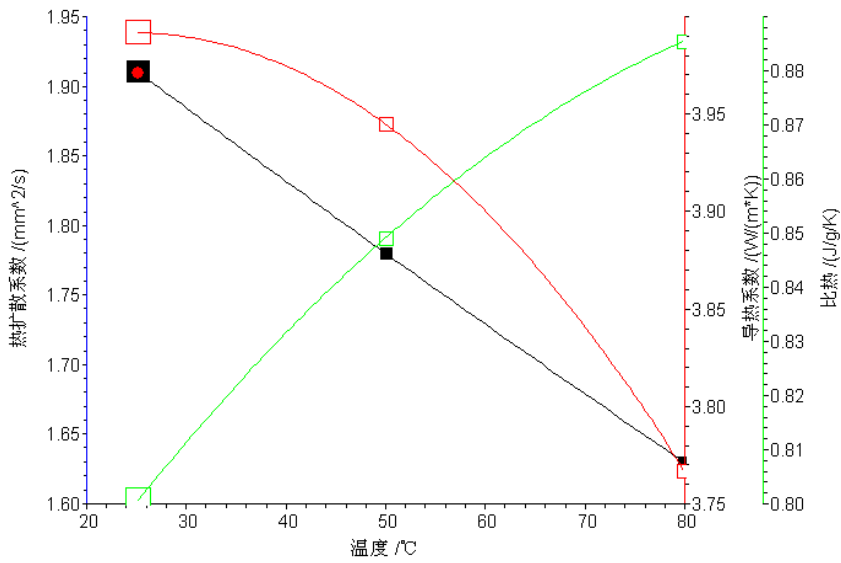


拟合类型有多种，具体选择哪一种合适应视具体测量结果而定。对于大多数样品可选用“多项式”，级数选“2”。拟合后的效果如下：

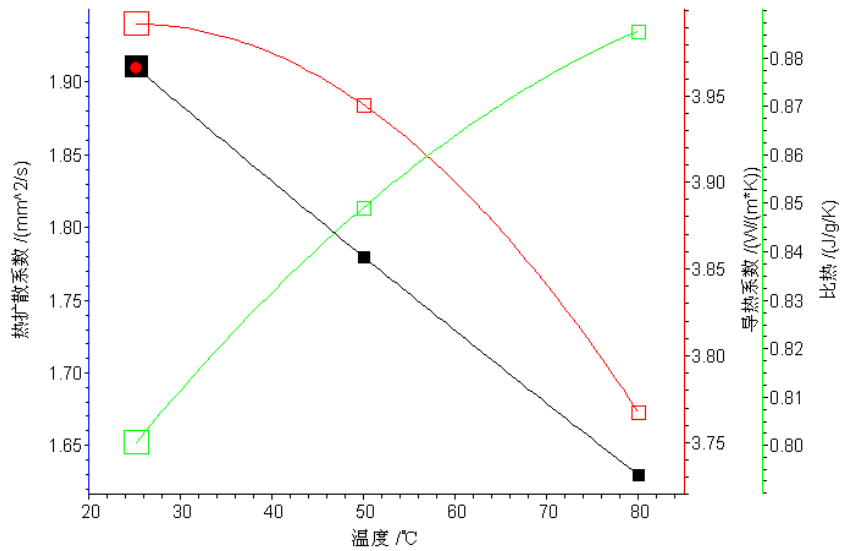


随后点击“结果”菜单下的“属性”，弹出“结果图属性”对话框，修改“曲线/点”与“坐标轴”选项卡中的设定，以使用不同的颜色来表示热扩散系数、比热、导热系数三条曲线：

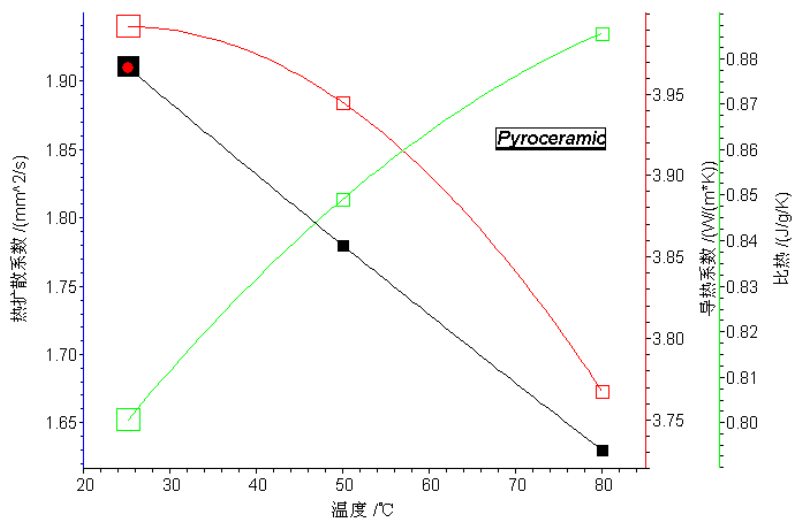




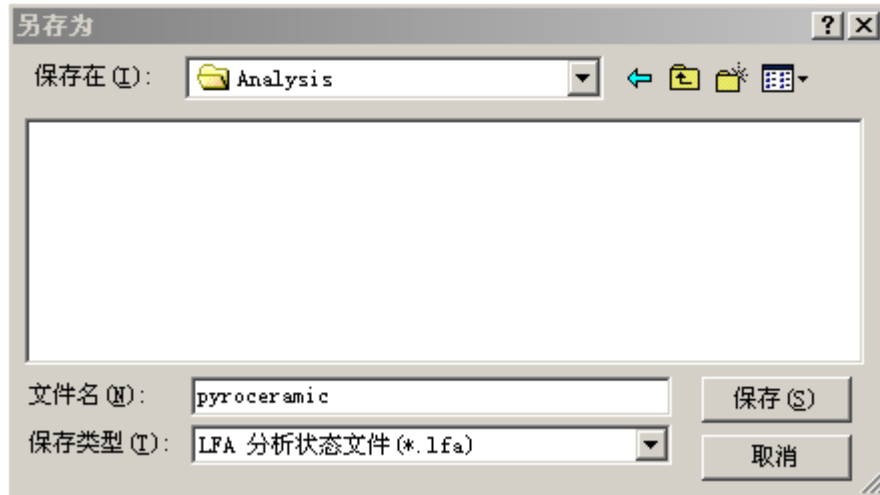
使用“结果”菜单下的“设置 X 坐标”、“设置 Y 坐标”等功能，可对各曲线的坐标进行适当调整，使重叠的曲线相互错开、图谱更美观一些：



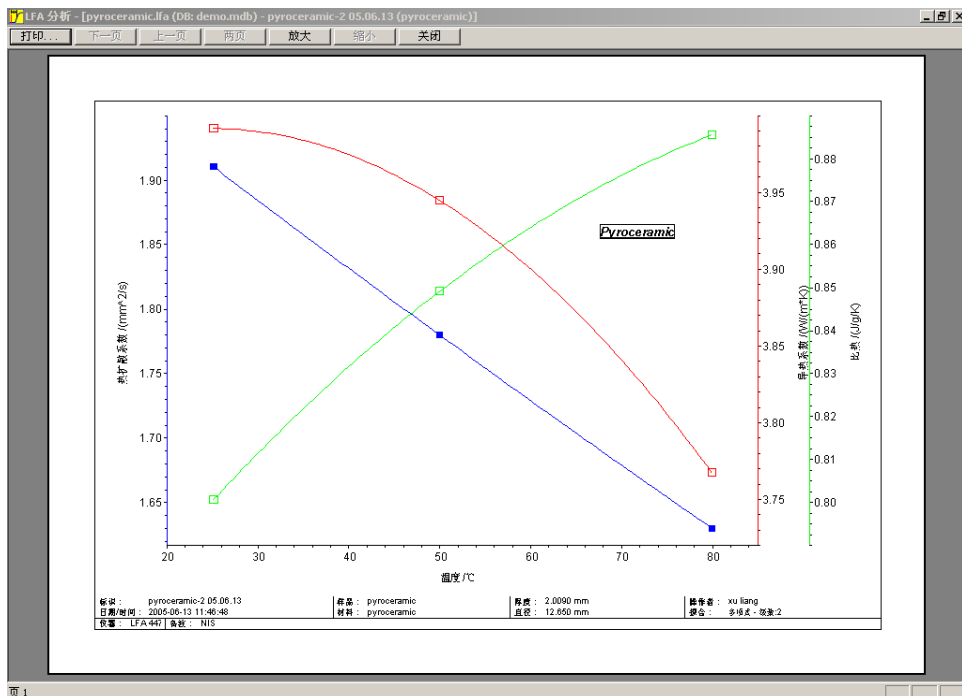
点击“结果”菜单下的“插入文本”，可插入一些标注文字：



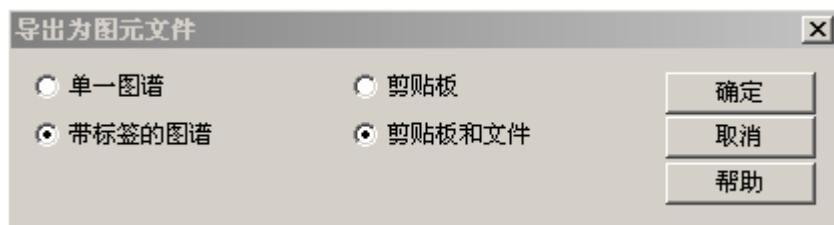
点击“文件”菜单下的“保存分析”，可将处理并标注后的图谱保存为分析文件 (\*.lfa)。



点击“结果”菜单下的“打印图谱”，可进行图谱打印。“打印预览”功能可预览打印效果：

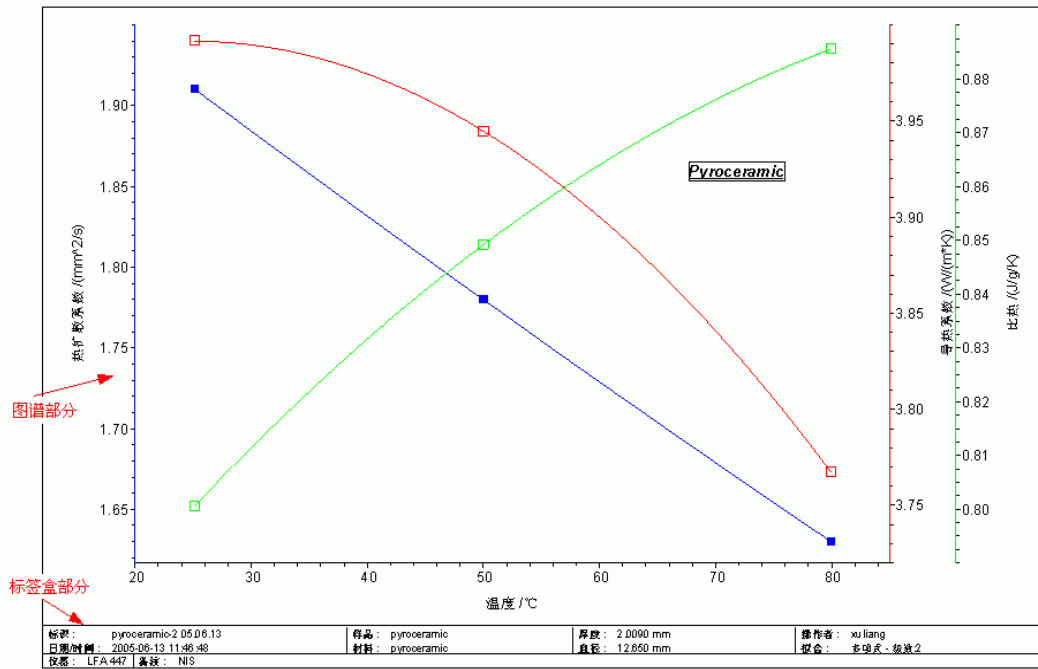


使用“结果”菜单下的“将图谱导出为图元文件”，可将图谱导出为 emf 图片文件，以便于使用 email 发送、插入文字处理软件中，或日后在图片处理软件中打开查看。



导出分两种模式，其中“单一图谱”表示将导出不带标签盒的图片，“带标签的图谱”则表示导出的图谱下面有标签盒，内含样品名称、测量参数等信息。





耐驰仪器（上海）有限公司 应用实验室  
徐梁  
2005. 7.