LiveLink™ *for* Excel®

简介

5.6

COMSOL

LiveLink™ *for* Excel® 简介

© 2012–2018 COMSOL 版权所有

受 cn.comsol.com/patents 中列出的专利和美国专利 7,519,518、 7,596,474、 7,623,991、 8,457,932、 8,954,302、 9,098,106、 9,146,652、 9,323,503、 9,372,673 及 9,454,625 的保护。专利申请中。

本文档和本文所述的程序根据 COMSOL 软件许可协议 (cn.comsol.com/comsol-license-agreement) 提供，且仅能按照许可协议的条款进行使用和复制。

COMSOL、 COMSOL 徽标、 COMSOL Multiphysics、 COMSOL Desktop、 COMSOL Server 和 LiveLink 为 COMSOL AB 公司的注册商标或商标。 Microsoft、 Excel、 Visual Basic 和 Windows 为 Microsoft 公司在美国和 / 或其他国家或地区的注册商标或商标。所有其他商标均为其各自所有者的财产，COMSOL AB 公司及其子公司和产品并不与上述非 COMSOL 商标所有者相关联，亦不由其担保、赞助或支持。相关商标所有者的列表请参见 cn.comsol.com/trademarks。

版本：COMSOL 5.5

联系信息

请访问 “联系 COMSOL” 页面 cn.comsol.com/contact，以提交一般查询、联系技术支持或搜索我们的联系地址及号码。您还可以访问全球销售办事处页面 cn.comsol.com/contact/offices，以获取地址和联系信息。

如需联系技术支持，可访问 COMSOL Access 页面并填写在线申请表，位于：cn.comsol.com/support/case 页面。其他有用的链接还包括：

- 技术支持中心：cn.comsol.com/support
- 产品下载：cn.comsol.com/product-download
- 产品更新：cn.comsol.com/support/updates
- COMSOL 博客：cn.comsol.com/blogs
- 用户论坛：cn.comsol.com/community
- 活动：cn.comsol.com/events
- COMSOL 视频中心：cn.comsol.com/video
- 技术支持知识库：cn.comsol.com/support/knowledgebase

文档编号：CM023402

目录

简介 5
在 Excel® 中处理 COMSOL® 模型 6
导出材料数据 23
从 COMSOL Desktop® 加载和保存 Excel® 文件 35

简介

LiveLink™ *for* Excel® 让您可以充分利用 Microsoft® Excel 的出色功能和简单结构来扩展 COMSOL Multiphysics® 的建模能力。在 COMSOL Multiphysics 中定义的参数和变量可以用于 Excel®，并自动与您的物理模型同步。

Excel® 文件可以从 COMSOL Desktop 加载和保存，以便于处理参数、变量和插值数据等，还可以加载和保存 App 中的 Excel 文件。

LiveLink™ *for* Excel® 添加了基于工作表存储的数据创建 COMSOL® 材料库的功能，并将其引入 COMSOL Multiphysics。

注：仅 Windows® 支持 Excel 与 COMSOL Multiphysics Server 相连，不过所有平台均支持加载和保存此类文件且无须安装 Excel。

在 Excel® 中处理 COMSOL® 模型

LiveLink™ *for* Excel® 通过在 Excel 中 COMSOL 功能区的工具，可以直接调用模型定义，例如参数、变量以及函数等。您也可以修改和更新模型，重新求解，并将结果提取到工作薄。下面给出分步操作指南，详细说明如何在 Excel 电子制表软件中使用模型，其中包括：

- 打开和保存 COMSOL 模型
- 检索和更新模型参数
- 计算解并抽取结果
- 更新链接工作薄中的现有数据

案例来自模型的修正版，即 COMSOL Multiphysics 案例库中的母线板电热模型，分析用来传导直流电的母线板上的电阻热；详情可参阅 *《COMSOL Multiphysics 简介》*。

注：下面的分步操作指南按照操作序列设计，跳过其中某些章节可能会导致后续章节中的操作无法执行。请从打开模型开始，按照章节顺序操作，直至最后一节打开链接到模型的工作薄。

打开模型

1 启动 Excel。

2 安装 COMSOL 后第一次启动 Excel 时，可能会出现一个对话框，请求安装 COMSOL 插件的权限。为此，单击**确定**。成功安装后 Excel 中会显示 COMSOL 功能区选项卡。

之后您可以加载 COMSOL 模型。

3 在 Excel **文件**菜单中，选择 COMSOL 以打开 COMSOL Backstage 视图。

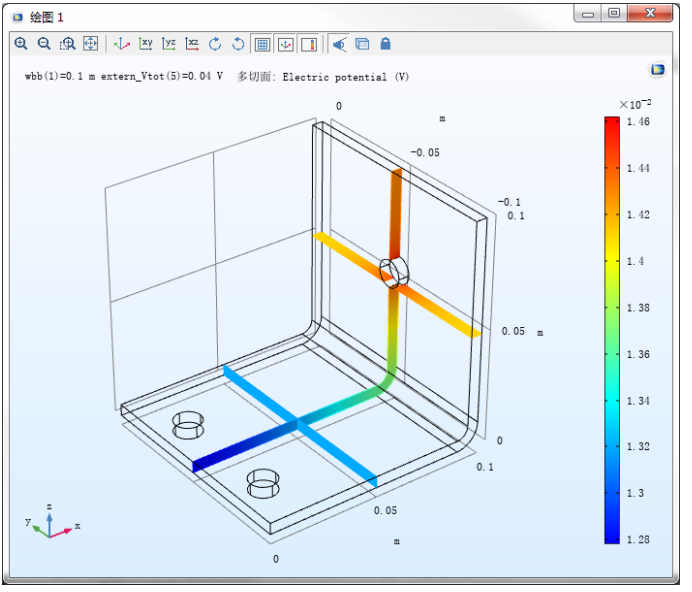
注：在 COMSOL Backstage 视图中，可以管理 COMSOL Multiphysics 模型、启动 COMSOL App、手动连接到服务器以及设置首选项。

4 在 COMSOL Backstage 视图中单击打开 ( )。

5 在 COMSOL 安装目录中，找到文件夹 `applications/LiveLink_for_Excel/Tutorial`。

6 选择文件 `busbar_llexcel.mph`，单击**打开**按钮。

模型加载到一个自动打开的 COMSOL Multiphysics 服务器上，**图形**窗口自动显示模型中可以显示的第一个绘图组。



注：如果没有计算好的解，图形窗口会显示模型的几何。

在工作薄中，模型路径将自动输入到单元格 B2 中。

	A	B	C	D	E	F	G
1	COMSOL Model						
2	Filename:	\Multiphysics\applications\LiveLink_for_Excel\Tutorials\busbar_llexcel.mph					

单元格 A1 包含了一条注释，在单元格右上角显示红色三角形标记。这条注释将工作薄链接到模型文件，即使您保存和重新打开表格文件，也不会影响它。如何打开一个已链接的模型，请查阅本指南的最后一节打开链接到模型的工作薄。不要删除这条注释，除非您希望断开与模型文件之间的链接。

	A	B	C
1	COMSOL Model		
2	Filename:	\Multiphysics\appli	
3			

注：一个工作薄每次只能链接到一个 COMSOL 模型。

检索和更新模型参数

从刚才在工作薄中打开的模型中提取选定的参数。

1 选择单元格 A4。

2 在 **COMSOL 5.4** 选项卡的**定义**组中，在**参数** Pi 下单击**过滤器**。

这一步操作将模型参数导入到工作薄，并创建与 COMSOL 模型中**参数**节点的直接链接。只有那些包含前缀 extern_ 的模型参数才会导入。如果模型包含多个参数，而 Excel 用户只能使用其中的少数几个时，这一操作会很有用。工作薄中单元格范围和 COMSOL 模型之间的链接由单元格 A4 的注释体现。

	A	B	C	D	E	F	G
1	COMSOL Model						
2	Filename:Multiphysics\applications\LiveLink_for_Excel\Tutorials\busbar_lle						
3							
4	参数	表达式	单位	描述	值	单位	
5	extern_L	9	cm	Length of	0.09	m	
6	extern_Vt	20	mV	Voltage	0.02	V	
7							

注：您可以从一个工作薄或表格文件的多个不同位置检索参数。每当您提取模型参数时，就会在对应的单元范围内创建一个链接，您可以通过选定的参数列表来更新模型参数。

您可以在工作薄中修改参数，例如修改它们的表达式或描述。您也可以在列表中添加新的参数。所有这些对列表的修改，都会在默认自动完成的更新操作步骤中传递到 COMSOL 模型中。

现在将 `extern_L` 参数的值改为 5 cm：

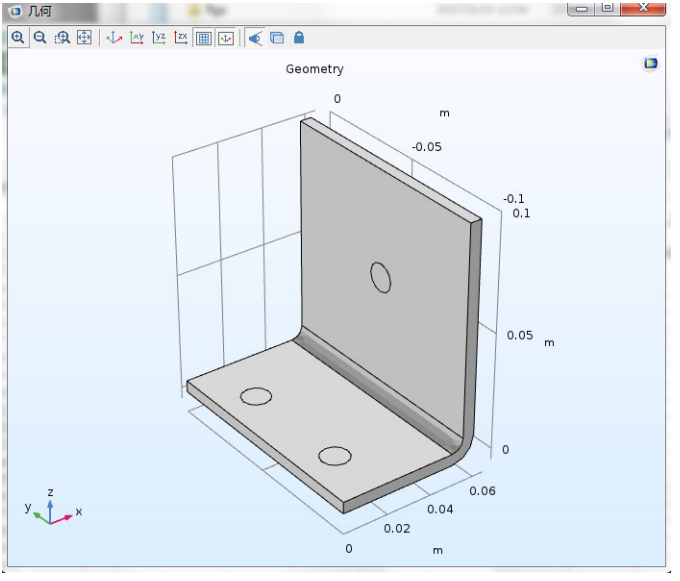
3 在单元格 B5 中输入 `5`，随后在 COMSOL Multiphysics 中参数 `extern_L` 的值会自动更新为 5。

注：如果您希望手动更新参数，则转到后台视图中的 COMSOL 首选项，清除**自动更新**复选框。由此您可以使用**更新**按钮 更新由注释链接到选定单元格的参数节点。您可以更新同一个工作薄中的多个模型定义，例如参数、变量，以及函数，操作方法为单击**更新**组中的**全部更新** 按钮。当工作表中存在多个参数表格时，单击**更新**下的**更新多个**按钮，选择需要更新的参数。

您可以按照以下操作步骤来显示更新后的几何，察看编辑宽度参数后的模型中几何结构的变化：

4 在**视图**组中，单击**几何**按钮 。

图形窗口现在应显示如下图所示的几何：



5 现在您可以将 extern_L 的参数值设为 9 cm, 在 B5 中输入 9，并按回车键。在**更新** 按钮下，单击**全部更新** 更新工作表中的所有定义，无需选择包含说明的表格。

提取结果

在 COMSOL Multiphysics 服务器上加载的模型已经包含了计算结果。在模型中还包含一个在母线板域中计算最大值的算子，继续下面的步骤，将母线板中的最大温度导入到工作薄。

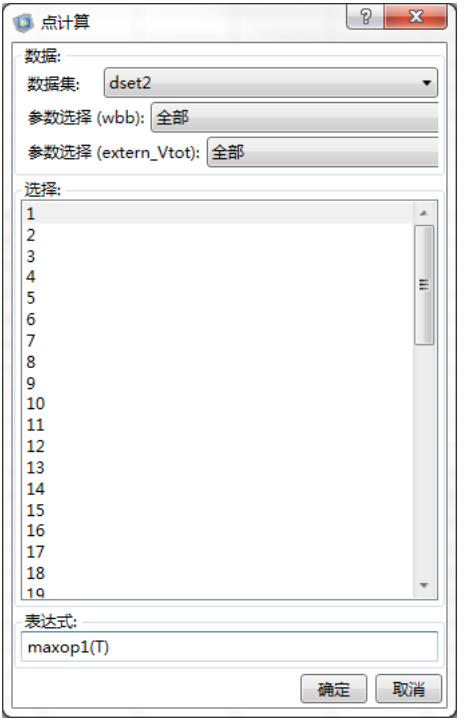
点计算

1 在 **Sheet1** 选择单元格 H4。

2 从**数值结果**组中，单击 **点计算**按钮 。

3 在打开的对话框的**数据集**菜单列表中选择 **dset 2**，解数据集 dset2 包含参数化求解器存储的解。

4 从**选择**列表中选择点 1，在**表达式**编辑框中键入 `maxop1(T)`，然后单击**确定**。



在 Excel 电子表格中，您现在可以编辑包含几何宽度 10 cm，以及几组不同电压值的情况下，最大温度的单元格。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	COMSOL Model										
2	Filename:	Multiphysics\applications\LiveLink_for_Excel\Tutorials\busbar.ons\LiveLink_for_Excel_llexcel.mph									
3											
4	参数	表达式	单位	描述	值	单位		wbb (m)	extern_Vtot (V)	Maximum 1 (K), 点: 1	
5	extern_L	5	cm	Length of busbar	0.05	m		0.1	0.005	294.0776715	
6	extern_Vtot	20	mV	Voltage	0.02	V		0.1	0.01	296.3624144	
7								0.1	0.02	303.1640932	
8								0.1	0.03	313.7664051	
9								0.1	0.04	327.4436733	

内插

接下来，计算在工作薄中指定的坐标处，母线板上产生了多少热。

1 添加新工作簿。

2 在工作薄 **Sheet2** 中，键入如右图所示的坐标数据。

3 选择单元格 D2，然后在**数值结果**组单击**内插** 。

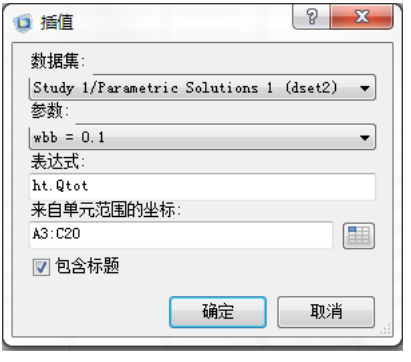
	A	B	C
1			
2	x	y	z
3	0	0	0
4	2.50E-02	0	0
5	5.00E-02	0	0
6	0	-1.25E-02	0
7	2.50E-02	-1.25E-02	0
8	5.00E-02	-1.25E-02	0
9	0	-2.50E-02	0
10	2.50E-02	-2.50E-02	0
11	5.00E-02	-2.50E-02	0
12	0	0	5.00E-03
13	2.50E-02	0	5.00E-03
14	5.00E-02	0	5.00E-03
15	0	-1.25E-02	5.00E-03
16	2.50E-02	-1.25E-02	5.00E-03
17	5.00E-02	-1.25E-02	5.00E-03
18	0	-2.50E-02	5.00E-03
19	2.50E-02	-2.50E-02	5.00E-03
20	5.00E-02	-2.50E-02	5.00E-03

4 在**数据集**菜单列表中，选择 **Study 1/Parametric Solutions 1 (dset2)**。

5 在**内插**对话框的**表达式**编辑框中，键入 `ht.Qtot`，表示要计算总热源。

6 在**来自单元范围的坐标**编辑框中，键入 `A3:C20`，这个范围包含了内插点所处的坐标。也可以单击**选择范围**按钮 ( ) 选择单元格范围。

7 选中**包含标题**。



8 最后，单击**确定**。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	x	y	z	ht.Qtot (A3:C20)				
3	0	0	0	4.42424E-05	0.000176969	0.000707878	0.001592725	0.002831512
4	2.50E-02	0	0	79.71271006	318.8508402	1275.403361	2869.657562	5101.613444
5	5.00E-02	0	0	115.609924	462.439696	1849.758784	4161.957264	7399.035137
6	0	-1.25E-02	0	17.8803299	71.52131959	286.0852784	643.6918763	1144.341113
7	2.50E-02	-1.25E-02	0	114.1394006	456.5576026	1826.23041	4109.018423	7304.921642
8	5.00E-02	-1.25E-02	0	117.9038766	471.6155064	1886.462026	4244.539558	7545.848103
9	0	-2.50E-02	0	0.045573518	0.182294072	0.729176286	1.640646645	2.916705146
10	2.50E-02	-2.50E-02	0	215.9265584	863.7062335	3454.824934	7773.356102	13819.29974
11	5.00E-02	-2.50E-02	0	120.2674982	481.0699929	1924.279972	4329.629936	7697.119887
12	0	0	5.00E-03	0.000154889	0.000619557	0.002478229	0.005576016	0.009912917
13	2.50E-02	0	5.00E-03	79.68594285	318.7437714	1274.975086	2868.693943	5099.900343
14	5.00E-02	0	5.00E-03	115.6016158	462.4064633	1849.625853	4161.65817	7398.503413
15	0	-1.25E-02	5.00E-03	17.42932718	69.71730873	278.8692349	627.4557786	1115.47694
16	2.50E-02	-1.25E-02	5.00E-03	113.8470178	455.3880711	1821.552284	4098.49264	7286.209138
17	5.00E-02	-1.25E-02	5.00E-03	117.8614222	471.4456888	1885.782755	4243.011199	7543.131021
18	0	-2.50E-02	5.00E-03	0.010764435	0.043057741	0.172230962	0.387519665	0.688923849
19	2.50E-02	-2.50E-02	5.00E-03	147.5785277	590.314111	2361.256444	5312.826999	9445.025776
20	5.00E-02	-2.50E-02	5.00E-03	120.2788416	481.1153663	1924.461465	4330.038297	7697.845861

计算结果保存在 18 x 5 的单元格范围内，其中 18 等于内插点的数量，5 表示解中包含的参数值数量。本例中，参数化扫描的解来自于一组施加在设备两端的电压，从 5 mV 变化到 40 mV。

9 您可以尝试格式化工作表，包括列选项卡，可以插入一个单元。要保证保留工作表中的单元的注释以后可以用来更新。

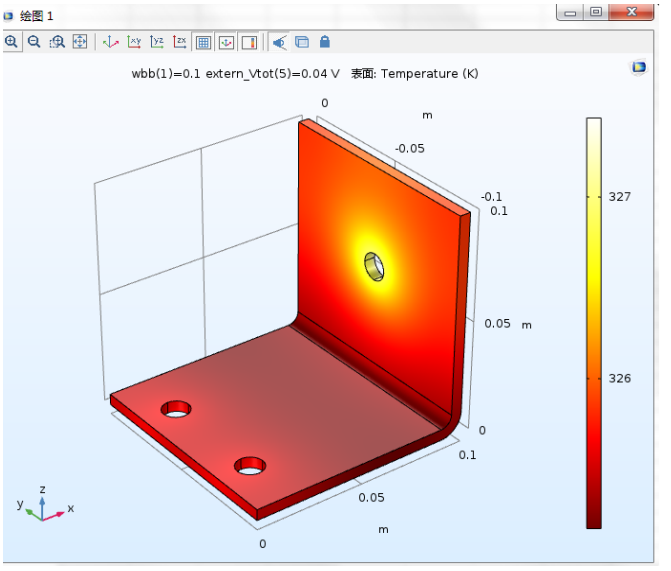
	A	B	C	D	E	F	G	H
1				Qtot[W] (wbb= 0.1m)				
2	x	y	z	Vtot = 5mV	Vtot = 10mV	Vtot = 20mV	Vtot = 30mV	Vtot = 40mV
3	0	0	0	4.42424E-05	0.000176969	0.000707878	0.001592725	0.002831512
4	2.50E-02	0	0	79.71271006	318.8508402	1275.403361	2869.657562	5101.613444
5	5.00E-02	0	0	115.609924	462.439696	1849.758784	4161.957264	7399.035137
6	0	-1.25E-02	0	17.8803299	71.52131959	286.0852784	643.6918763	1144.341113
7	2.50E-02	-1.25E-02	0	114.1394006	456.5576026	1826.23041	4109.018423	7304.921642
8	5.00E-02	-1.25E-02	0	117.9038766	471.6155064	1886.462026	4244.539558	7545.848103
9	0	-2.50E-02	0	0.045573518	0.182294072	0.729176286	1.640646645	2.916705146
10	2.50E-02	-2.50E-02	0	215.9265584	863.7062335	3454.824934	7773.356102	13819.29974
11	5.00E-02	-2.50E-02	0	120.2674982	481.0699929	1924.279972	4329.629936	7697.119887
12	0	0	5.00E-03	0.000154889	0.000619557	0.002478229	0.005576016	0.009912917
13	2.50E-02	0	5.00E-03	79.68594285	318.7437714	1274.975086	2868.693943	5099.900343
14	5.00E-02	0	5.00E-03	115.6016158	462.4064633	1849.625853	4161.65817	7398.503413
15	0	-1.25E-02	5.00E-03	17.42932718	69.71730873	278.8692349	627.4557786	1115.47694
16	2.50E-02	-1.25E-02	5.00E-03	113.8470178	455.3880711	1821.552284	4098.49264	7286.209138
17	5.00E-02	-1.25E-02	5.00E-03	117.8614222	471.4456888	1885.782755	4243.011199	7543.131021
18	0	-2.50E-02	5.00E-03	0.010764435	0.043057741	0.172230962	0.387519665	0.688923849
19	2.50E-02	-2.50E-02	5.00E-03	147.5785277	590.314111	2361.256444	5312.826999	9445.025776
20	5.00E-02	-2.50E-02	5.00E-03	120.2788416	481.1153663	1924.461465	4330.038297	7697.845861

显示结果

您可以使用模型中定义的绘图组显示结果，在**绘图组**列表中可以找到这些绘图组。

1 单击**绘制组**中的**绘图组**按钮 ，选择要显示的绘图组。这里，我们选择 Temperature (ht) (pg2)。

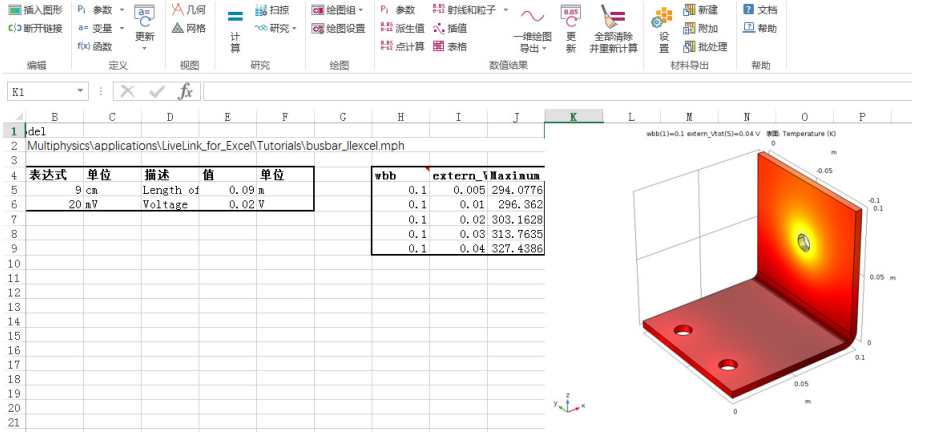
图形窗口现在显示母线板中的温度分布，如下图所示：



绘图表示改变母线板宽度之前计算得到的结果。

注：对于瞬态或参数化扫描的结果，您可以在单击 **绘图设置**按钮后，选择需要显示的结果。

如果需要在工作薄中插入显示的图片，可以在 Sheet 1 选择单元格 K1，然后在**编辑**组中单击 **插入图形。**



在扫描下运行模型

当前的模型设置了一个参数化扫描节点和一个包含辅助扫描的静态节点。您可以导入扫描设置，从工作薄中控制参数值。

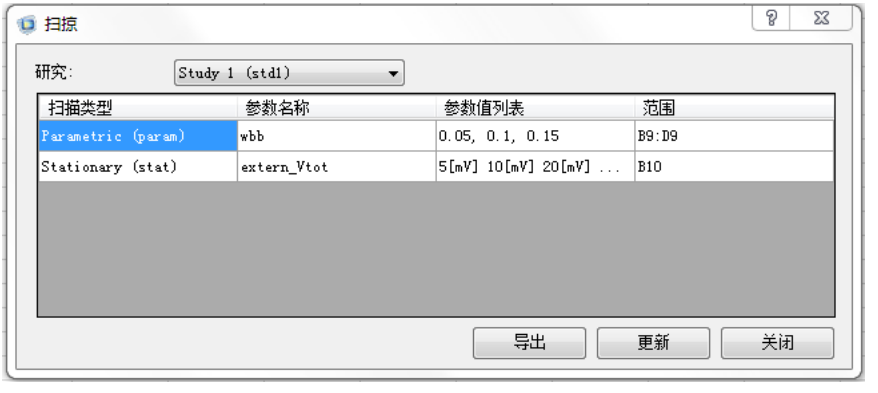
1 选择 A15，单击 **扫描**按钮，打开**扫描**对话框，您可以看到当前扫描节点定义为母线板宽度参数，值为 10e-2。

2 单击**导出**将扫描参数导出到工作薄，并创建一个选中的单元格范围和模型之间的链接。

3 为了编辑工作薄，首先单击**关闭**以关闭**扫描**对话框。

4 在参数化扫描中添加一些参数值，在 B9 输入 5e-2，在 C9 输入 0.1，在 D9 输入 0.15。

5 现在您可以用这些增加的参数值来更新模型，首先需要选中 A15，然后单击**扫描**。



6 您可能注意到了参数值列表和范围栏被这些新值更新了，单击**更新**将这些参数值发送到模型。

计算解

继续求解模型。

1 在**研究**组中单击 **计算**按钮。

对于模型中存在多种求解的情况，您可以通过单击 **研究**来选择需要求解的步骤。

更新工作薄中的数据

现在您有了一个链接到 COMSOL 模型的包含模型定义和计算数据的电子表格文件，您可以在电子表格中轻松地修改和重新计算模型，并保持计算结果得到更新。

按照下面的步骤来更新 Sheet1 和 Sheet2 中的结果。

1 在**数值结果**组中单击 **更新**，在工作薄中更新所有的数值结果。

现在点计算中包含了不同宽度的母线板的计算结果。

2 如果要更新插入的图片，您需要先将原有的删除，然后单击**插入图形**重新插入新的图片，然后选择 **绘图设置**显示每个母线板宽度对应的解。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	COMSOL Model										
2	Filename:	Multiphysics\applications\LiveLink_for_Excel\Tutorials\busbar_llexcel.mph									
3											
4	参数	表达式	单位	描述	值	单位		wbb	extern_V	Maximum 1 (K), 点: 1	
5	extern_L	9	cm	Length of	0.09	m		0.05	0.005	294.7635	
6	extern_Vt	20	mV	Voltage	0.02	V		0.05	0.01	298.3921	
7								0.05	0.02	310.0507	
8	名称	表达式						0.05	0.03	327.7507	
9	wbb	5.00E-02	0.1	0.15				0.05	0.04	350.2562	
10	extern_Vt	5[mV] 10[mV]	20[mV]	30[mV]	40[mV]			0.1	0.005	294.0776	
11								0.1	0.01	296.362	
12								0.1	0.02	303.1628	
13								0.1	0.03	313.7635	
14								0.1	0.04	327.4386	
15								0.15	0.005	293.8078	
16								0.15	0.01	295.5115	
17								0.15	0.02	300.6525	
18								0.15	0.03	308.2192	
19								0.15	0.04	318.3622	
20											

3 假如只希望更新总热源内插结果，如果您没有改变工作表的格式，切换到 Sheet2，选择包含 Interpolation 说明的单元格 D3。

4 在**数值结果**组单击 **内插**。

5 **内插**对话框已包含正确的设置，单击**确定**。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1				Qtot[W] (wbb= 0.05m)				
2	x	y	z	Vtot = 5mV	Vtot = 10mV	Vtot = 20mV	Vtot = 30mV	Vtot = 40mV
3	0	0	0	0.121610671	0.486442686	1.945770743	4.377984171	7.78308297
4	2.50E-02	0	0	478.0639838	1912.255935	7649.02374	17210.30342	30596.09496
5	5.00E-02	0	0	451.713616	1806.854464	7227.417856	16261.69018	28909.67142
6	0	-1.25E-02	0	0.0085497	0.034198801	0.136795203	0.307789206	0.547180811
7	2.50E-02	-1.25E-02	0	453.7681952	1815.072781	7260.291123	16335.65503	29041.16449
8	5.00E-02	-1.25E-02	0	451.6142856	1806.457142	7225.82857	16258.11428	28903.31428
9	0	-2.50E-02	0	0.017918993	0.071675973	0.286703893	0.64508376	1.146815574
10	2.50E-02	-2.50E-02	0	480.141548	1920.566192	7682.264768	17285.09573	30729.05907
11	5.00E-02	-2.50E-02	0	451.8155935	1807.262374	7229.049496	16265.36137	28916.19799
12	0	0	5.00E-03	0.160269988	0.641079953	2.564319812	5.769719577	10.25727925
13	2.50E-02	0	5.00E-03	479.0510267	1916.204107	7664.816427	17245.83696	30659.26571
14	5.00E-02	0	5.00E-03	451.7157371	1806.862948	7227.451793	16261.76653	28909.80717
15	0	-1.25E-02	5.00E-03	0.027903349	0.111613397	0.446453586	1.004520569	1.785814345
16	2.50E-02	-1.25E-02	5.00E-03	363.9640818	1455.856327	5823.425309	13102.70695	23293.70124
17	5.00E-02	-1.25E-02	5.00E-03	451.6073387	1806.429355	7225.717419	16257.86419	28902.86967
18	0	-2.50E-02	5.00E-03	0.015632227	0.062528909	0.250115637	0.562760184	1.000462549
19	2.50E-02	-2.50E-02	5.00E-03	477.969502	1911.878008	7647.512032	17206.90207	30590.04813
20	5.00E-02	-2.50E-02	5.00E-03	451.8037029	1807.214811	7228.859246	16264.9333	28915.43698

母线板的新宽度值为 5 cm。您需要手动更新格式。

6 您可以继续导入 wbb 值数据，最简单的方法是复制包含插值说明的单元表格，并粘贴至想要的位置，也就是 I3。然后单击**内插**按钮，选择**参数**菜单列

表中第二个参数 (`wbb = 0.1`)，然后单击**确定**。会弹出一个 COMSOL 对话框，单击**确定**以确定目标单元格的改变。

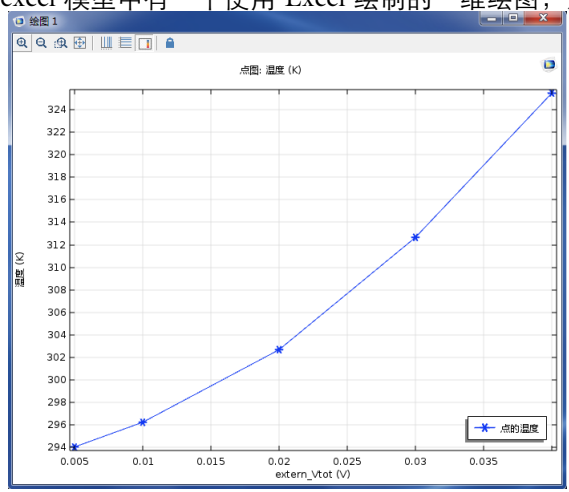
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1				Qtot[W] (wbb= 0.05m)					Qtot[W] (wbb= 0.1m)				
2	x	y	z	Vtot = 5mV	Vtot = 10mV	Vtot = 20mV	Vtot = 30mV	Vtot = 40mV	Vtot = 5mV	Vtot = 10mV	Vtot = 20mV	Vtot = 30mV	Vtot = 40mV
3	0	0	0	0.121610671	0.486442686	1.945770743	4.377984171	7.78308297	0.000273769	0.001095076	0.004380304	0.009855684	0.017521217
4	2.50E-02	0	0	478.0639838	1912.255935	7649.02374	17210.30342	30596.09496	82.38715782	329.5486313	1318.194525	2965.937681	5272.7781
5	5.00E-02	0	0	451.713616	1806.854464	7227.417856	16261.69018	28909.67142	117.8517546	471.4070184	1885.628074	4242.663166	7542.512295
6	0	-1.25E-02	0	0.0085497	0.034198801	0.136795203	0.307789206	0.547180811	18.34902588	73.39610352	293.5844141	660.5649317	1174.337656
7	2.50E-02	-1.25E-02	0	453.7681952	1815.072781	7260.291123	16335.65503	29041.16449	118.9871057	475.9484229	1903.793692	4283.535806	7615.174767
8	5.00E-02	-1.25E-02	0	451.6142856	1806.457142	7225.82857	16258.11428	28903.31428	119.9985817	479.9943267	1919.977307	4319.94894	7679.909227
9	0	-2.50E-02	0	0.017918993	0.071675973	0.286703893	0.64508376	1.146815574	0.012145696	0.048582784	0.194331135	0.437245055	0.777324542
10	2.50E-02	-2.50E-02	0	480.141548	1920.566192	7682.264768	17285.09573	30729.05907	206.9540036	827.8160146	3311.264058	7450.344131	13245.05623
11	5.00E-02	-2.50E-02	0	451.8155935	1807.262374	7229.049496	16265.36137	28916.19799	122.6022307	490.408923	1961.635692	4413.680307	7846.542767
12	0	0	5.00E-03	0.160269988	0.641079953	2.564319812	5.769719577	10.25727925	0.000226179	0.000904718	0.003618871	0.00814246	0.014475485
13	2.50E-02	0	5.00E-03	479.0510267	1916.204107	7664.816427	17245.83696	30659.26571	81.80950314	327.2380125	1308.95205	2945.142113	5235.808201
14	5.00E-02	0	5.00E-03	451.7157371	1806.862948	7227.451793	16261.76653	28909.80717	117.8220288	471.2881151	1885.15246	4241.593036	7540.609841
15	0	-1.25E-02	5.00E-03	0.027903349	0.111613397	0.446453586	1.004520569	1.785814345	17.81110244	71.24440974	284.977639	641.1996877	1139.910556
16	2.50E-02	-1.25E-02	5.00E-03	363.9640818	1455.856327	5823.425309	13102.70695	23293.70124	118.3421426	473.3685704	1893.474282	4260.317133	7573.897126
17	5.00E-02	-1.25E-02	5.00E-03	451.6073387	1806.429355	7225.717419	16257.86419	28902.86967	119.9965884	479.9863534	1919.945414	4319.877181	7679.781654
18	0	-2.50E-02	5.00E-03	0.015632227	0.062528909	0.250115637	0.562760184	1.000462549	0.027591537	0.11036615	0.441464598	0.993295347	1.765858394
19	2.50E-02	-2.50E-02	5.00E-03	477.969502	1911.878008	7647.512032	17206.90207	30590.04813	153.2903108	613.1612433	2452.644973	5518.45119	9810.579893
20	5.00E-02	-2.50E-02	5.00E-03	451.8037029	1807.214811	7228.859246	16264.9333	28915.43698	122.6034548	490.4138192	1961.655277	4413.724373	7846.621107

7 最后，重复上述操作，使用第三个参数 (`wbb = 0.15`) 来导入结果。

导入一维绘图数据

Excel 不支持 COMSOL 中通常生成的常规二维和三维绘图。但是，可以将一维绘图数据抽取到 Excel，且 Excel 也可以基于这些数据创建绘图。

在 busbar_llexcel 模型中有一个使用 Excel 绘制的一维绘图，如下所示：

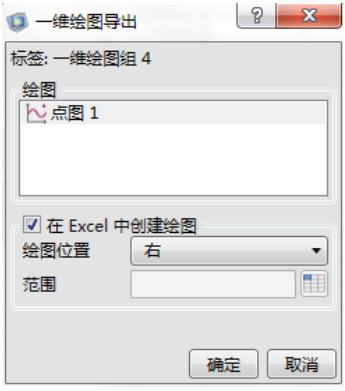


此绘图可以插入到 Excel 中作为静态图像。不过我们将插入此绘图数据并在 Excel 工作表中创建一个散点图。

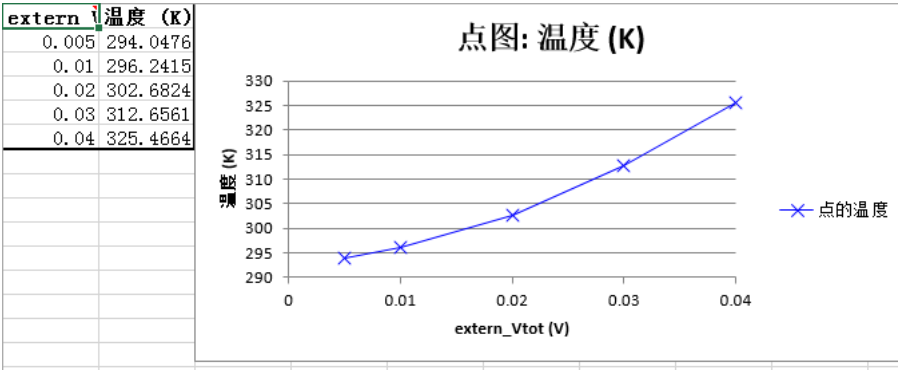
1 在 Sheet 3 中选择单元格 A1，然后从**绘图组**中单击**一维绘图导出**按钮 ∿，选择要显示的绘图组。这里，我们选择**一维绘图组 4 (pg4)**。

2 在 COMSOL 功能区选项卡上，定位到**一维绘图导出**按钮。将其单击可观察到模型中生成的一维绘图，选择**一维绘图组 4 (pg4)**。

3 这会打开一个对话框，在其中可以设置要导入到 Excel 的数据。



在此对话框中，可以调整哪些绘图特征应导入，以防止一维绘图包含多个绘图。可以控制除了导入的数值数据外是否要生成绘图。请注意，数值数据必须导入，因为 Excel 要用于生成图表。使用**绘图位置**选择图表相对于导入数据应放置的位置。对于大多数绘图，选择**右**或**底面**已足够。可以选择**定制**并选一个具体位置。使用默认设置得到的最终图表如下所示：



extern	温度 (K)
0.005	294.0476
0.01	296.2415
0.02	302.6824
0.03	312.6561
0.04	325.4664

保存模型和电子表格

要保持您对母线板模型所做的修改，需要将它保存到 MPH 格式。为了避免覆盖案例库中的原文件，建议您使用**另存为**按钮。

1 在 Excel **文件**菜单中选择 COMSOL。在 COMSOL Backstage 视图中，单击**保存**按钮 并选择**另存为** ，然后将文件保存到 COMSOL **案例库**外的位置。

2 接下来保存 Excel 电子表格，在**文件**菜单选择**保存**。

3 现在您可以退出 Excel，它将同时自动关闭 COMSOL 模型窗口。

打开链接到模型的工作薄

只要您在 Excel 电子表格中创建了一个 COMSOL 模型的链接，并保存成文件，您就可以重新打开这个 Excel 文件，并更新链接。

1 启动 Excel，打开在保存模型和电子表格的第 2 步中保存的文件。

2 在 Excel **文件**菜单中选择 COMSOL。在 COMSOL Backstage 视图中，单击**打开**按钮 并选择**打开链接的** 。

现在您可以继续在 Excel 中调整模型。

使用 VBA 实现自动化

利用 Visual Basic for Application (VBA) 您可以在 Excel 工作表中写宏命令，可以实现在工作表和 COMSOL 模型之间进行自动操作。例如，可以生成一个宏命令来自动实现上述操作：更新扫描参数，计算解，并在工作表中更新结果。

有关更多信息，请参阅 LiveLink for Excel User's Guide Manual。您也可以打开文件 `busbar_llexcel.xlsm`，可在您的 COMSOL Multiphysics 安装目录下的文件夹 `applications/LiveLink_for_Excel/Tutorials` 中找到该文件。

导出材料数据

使用 LiveLink™ *for* Excel®，您可以轻松地将工作薄中保存的材料属性转换成 COMSOL 材料库。Excel 的 COMSOL 选项卡中的**材料导出**组包含了进行格式化和导出材料数据的工具。您可以按照下面的指南来创建一个可以自动在 COMSOL Desktop 的材料浏览中使用的用户定义材料库。

本节中，详细的操作步骤的指南显示了如何将保存在电子表格中的数据导出成 COMSOL 材料库的格式。示例的第一部分显示如何从常数定义导出设置。第二部分描述如何设置从依赖于物理量的数据编辑框中导出；这个案例中将考虑温度。最后，您将看到如何从电子表格导出数据到 COMSOL 材料库。

从常数定义材料导出设置

本节中，您将使用电子表格中储存的常数来设置材料导出。

注：本章中描述的导出过程假设电子表格中的数据按照材料名称排列在一个单列中，材料属性名称在一个单行这种格式排列。数据位于材料名称和属性名称的交叉单元格。

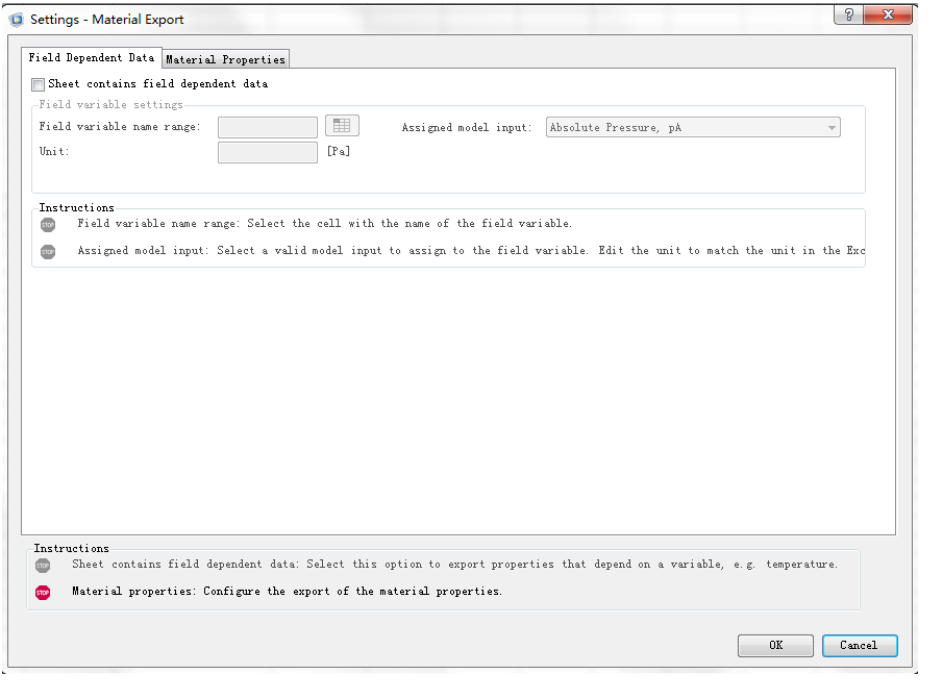
	A	B	C
1		thermal conductivity (W/m/K)	density (lb/in^3
2	Copper	400	3.14E-01
3	Titanium	10	1.79E-01
4	Aluminum	150	9.75E-02
5	Steel	50	2.82E-01
6			

1 启动 Excel，打开文件 `busbar_llexcel_data.xlsx`，它应该位于 `COMSOL Multiphysics` 安装路径下面的文件夹：`applications/LiveLink_for_Excel/Tutorials`。

2 找到包含四种不同材料的物理属性定义的工作表**材料**。这些材料属性为热导率、密度、常压热容、相对介电常数和电导率。除了密度单位采用 lb/in^3，其他所有属性采用 SI 单位制。

	A	B	C	D	E	F
1		thermal conductivity (W/m/K)	density (lb/in^3	Cp (J/kg/K)	Relative permittivi	sigma (S/m)
2	Copper	400	3.14E-01	380	1	6.00E+07
3	Titanium	10	1.79E-01	700	1	7.40E+05
4	Aluminum	150	9.75E-02	900	1	3.50E+07
5	Steel	50	2.82E-01	480	1	4.00E+06
6						

3 在 **COMSOL 5.4** 选项卡，单击 **设置**打开**设置 - 材料导出**对话框。



在**设置**对话框中，您可以选择需要导出的材料和属性。这里也是将工作薄中的每个材料属性与 COMSOL 可识别的属性关联起来的地方。

导出格式依赖于在工作薄中的数据存储格式；您可以使用常数或依赖于场数据的材料属性，例如温度。在**材料**工作薄中，可以看到属性定位为常量。

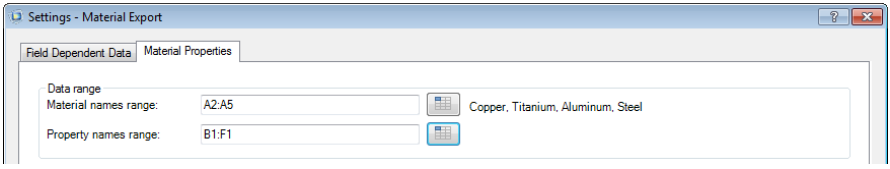
4 在**场相关数据**页面，确保取消选中**工作表包含场依赖数据**，然后进入**材料属性**页面。

5 现在您选择包含材料名称的单元格，单击**材料名称范围**文本框旁边的**范围** (▦) 按钮。

6 选择工作薄中的 A2:A5 范围，单击**确定**。

7 继续选择属性名称的单元格，单击**属性名称范围**文本框右侧的**范围** (▦) 按钮。

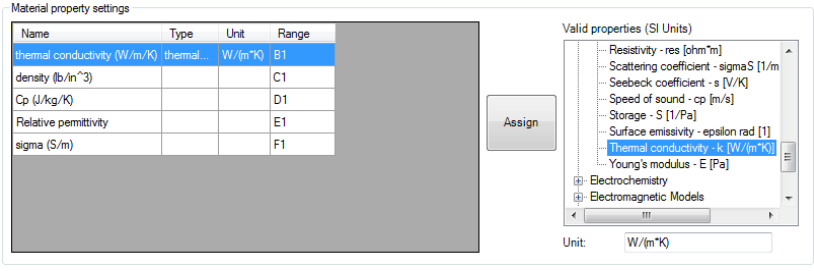
8 选择范围 B1:F1，单击**确定**。



现在这些属性在**材料属性设置**栏的表中列出，您需要给这些电子表格中的材料属性赋上有效的 COMSOL 属性。

9 从**材料属性设置**表中选择 **thermal conductivity (W/m/K)**，然后在**有效属性 （SI 单位）**列表中展开 **Basic Properties**。

10 选择 **Thermal conductivity [W/(m*K)]**，然后单击**指派**。

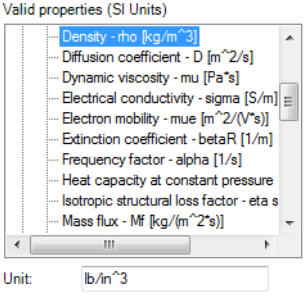


注意剩余等待被赋值属性的数量显示在**用法说明**栏。

11 现在从**名称**列中选择 **density (lb/in^3)**，然后从**有效属性 （SI 单位）**列表中选择 **Density [kg/m^3]**。

如果在工作薄中没有定义为 SI 单位制，则需要指定材料属性的单位。

12 在**有效属性**列表下方找到**单位**编辑框，键入 `lb/in^3`。

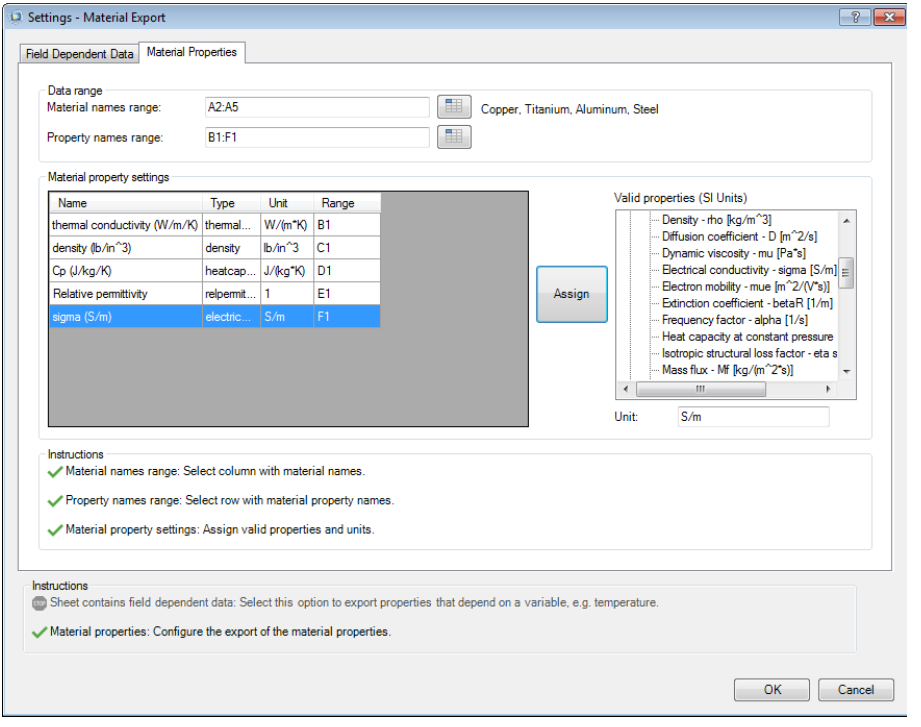


13 单击**指派**将属性和单位赋给电子表格中的数据。

14 对剩下的几个材料属性重复步骤 8 和 9。根据下表选择**有效属性**:

属性名称	**有效属性 （SI 单位）**	**单位**
Cp (J/(kg*K))	常压热容 [J/(kg*K)]	J/(kg*K)
Relative permittivity	相对介电常数 [1]	1
sigma (S/m)	电导率 [S/m]	S/m

当所有的属性都赋好值以后，会在**用法说明**栏最后一步旁边显示一个复选标记。



15 单击**确定**以保存设置，并关闭对话框。

注意现在显示在单元格上的注释中就包含了材料名称和属性。

	A	B	C	D	E	F
1		thermal conductivity (W/m/K)	density (lb/in³)	Cp (J/kg/K)	Relative permittiv	sigma (S/m)
2	Copper	400	3.14E-01	380	1	6.00E+07
3	Titanium	10	1.79E-01	700	1	7.40E+05
4	Aluminum	150	9.75E-02	900	1	3.50E+07
5	Steel	50	2.82E-01	480	1	4.00E+06

这些注释包含您刚设置的材料数据导出的配置，请确保在结束导出前不要删除它们。您可以回到前面的**设置**对话框来修改这些设置。

您也可以使用这些设置作为模板，以批处理方式运行导出。

从场数据定义材料导出设置

本节您将继续定义材料导出设置，但是这一次将数据定义为依赖于某个因变量的场数据。有效的场变量对应于 COMSOL 模型中的某个模型输入，典型的案例包括诸如温度、浓度、以及频率等物理量。参见 *COMSOL Multiphysics Reference Manual* 中的 About Model Inputs 章节，获得有效模型输入的完整列表。

您可以选择以表格数据或常数值形式导出材料属性。

注：本章中描述的导出过程假设数据在电子表格中的存储格式为场变量数据单独一列，材料属性名称单独一行，数据存储在场数据和属性名称的交叉单元格中。并且假设每个工作薄只有一个材料。

	A	B
1	Water, liquid	
2	T (K)	eta (Pa*s)
3	273.15	0.0017915
4	278.15	0.0015356
5	283.15	0.0013248
6	288.15	0.0011516
7	293.15	0.0010093

1 在电子表格 `busbar_llexcel_data.xlsx` 中，找到工作薄 **Water, liquid**，其中包含一些液态水的材料属性定义，如动态粘度、常压热容、以

及热导率等。电子表格中的属性数据对应于温度范围从 273.15 K 到 518.15 K。

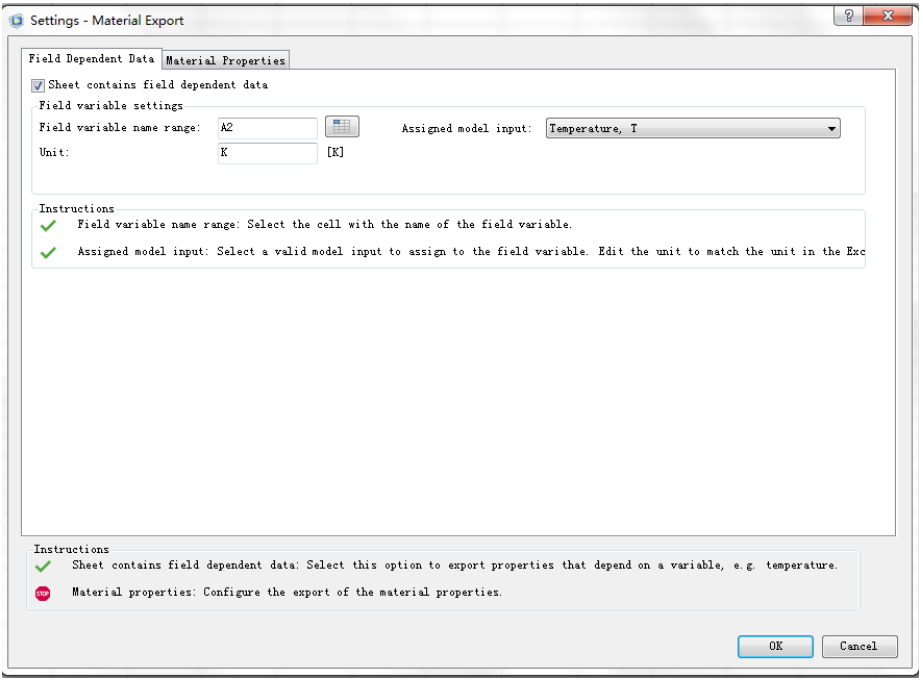
	A	B	C	D	E
1	Water, liquid				
2	T (K)	eta (Pa*s)	Cp (J/(kg*K))	rho (kg/m^3)	k (W/(m*K))
3	273.15	0.0017915	4216.2779	1003.9209	0.55623
4	278.15	0.0015356	4206.8543	1003.0467	0.56642
5	283.15	0.0013248	4198.8844	1002.0375	0.57614
6	288.15	0.0011516	4192.27	1000.8935	0.58541
7	293.15	0.0010093	4186.9181	999.6151	0.59423
8	298.15	0.00089255	4182.7412	998.2024	0.60261
9	303.15	0.00079641	4179.6571	996.6558	0.61055
10	308.15	0.00071689	4177.5892	994.9755	0.61807
11	313.15	0.00065064	4176.4663	993.1619	0.62516
12	318.15	0.0005949	4176.2226	991.2152	0.63184
13	323.15	0.00054741	4176.7979	989.1356	0.6381
14	328.15	0.00050638	4178.1371	986.9235	0.64396
15	333.15	0.0004704	4180.1909	984.5792	0.64942

2 在 **COMSOL 5.4** 选项卡单击**设置** 打开**设置 - 材料导出**对话框。

3 在**场相关数据**页面，选中**工作表包含场相关数据**。

4 现在选择定义场变量的单元格范围，单击**场变量名称范围**编辑框后面的**范围** ( ) 按钮，选择工作薄中的 **A2**，单击**确定**以确定选择。

5 下一步，给选定的变量赋上有效的模型输入。在**指派的模型输入**列表中，选择 **Temperature, T**。



注：如果在工作薄中存储的数据不是按照 SI 单位制定义，则需要更新**单位**编辑框。

当**用法说明**列表中只包含绿色的复选标记 ✔ 时，可以确认已设置场变量页面中的所有需要设置的项目。

6 回到**材料属性**页面，继续材料库导出设置。

7 现在您可以选择包含材料名称的单元格，单击**材料名称范围**编辑框右侧的范围 (▦) 按钮。

8 选择工作薄中的 A1，单击**确定**。

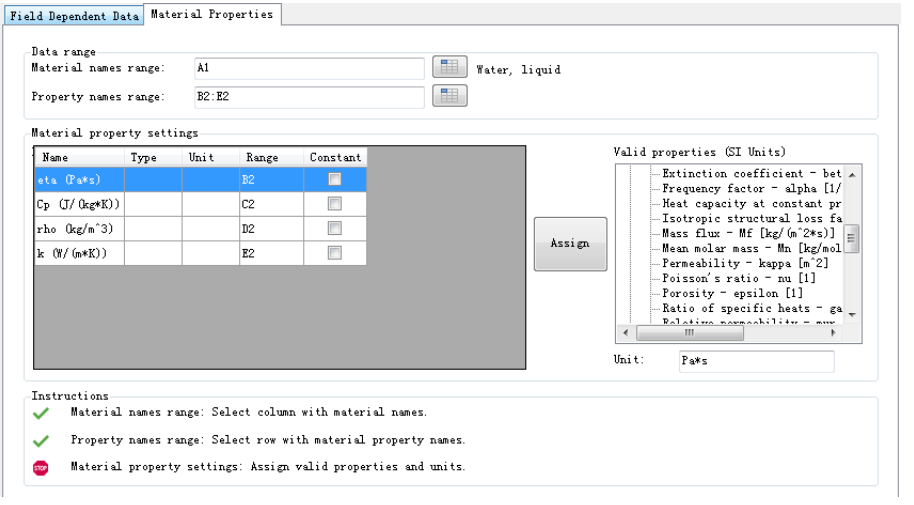
9 继续，选择属性名称的单元格，单击**属性名称范围**编辑框右侧的范围 (▦) 按钮。

10 选择 **B2:E2**，单击**确定**。

这些属性现在列在**材料属性设置**栏的表单中，您需要给它们赋上有效的 COMSOL 属性。

11 从**材料属性设置**表格中选择 **eta (Pa*s)**，然后在**有效属性 （SI 单位）**列表中，展开 **Basic Properties**。

12 选择 **Dynamic Viscosity [Pa*s]**，单击**指派**。

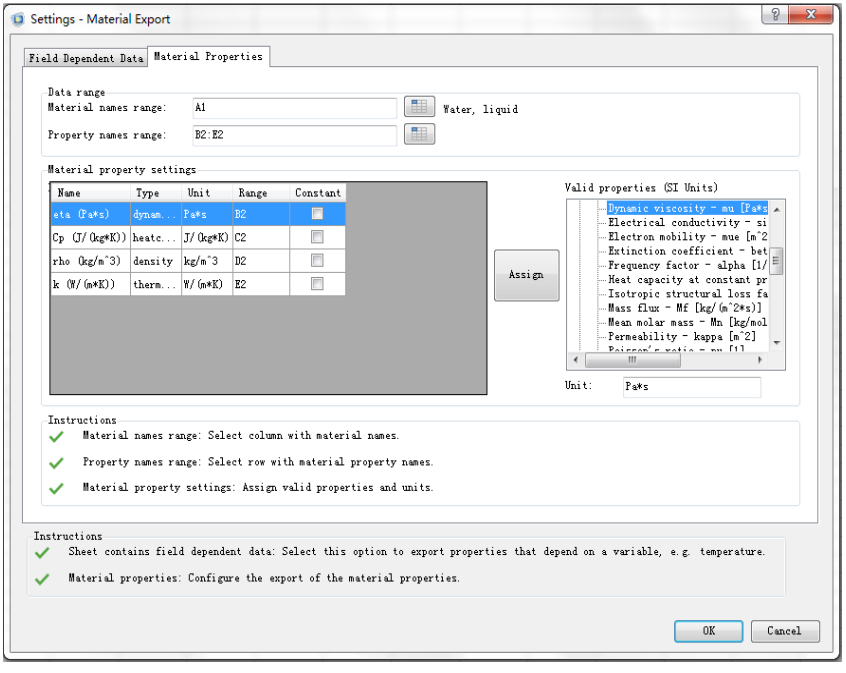


注意剩余等待被赋值属性的数量显示在**用法说明**栏。

13 重复步骤 11 和 12 处理剩下的材料属性，按照下表来选择**有效属性**：

属性名称	有效属性 （SI 单位）	单位
Cp (J/(kg*K))	Heat capacity at constant pressure [J/(kg*K)]	J/(kg*K)
rho(kg/m^3)	Density [kg/m^3]	kg/m^3
k (W/(m*K))	Thermal conductivity [W/(m*K)]	W/(m*K)

当所有的属性都赋完值后，会在**用法说明**栏最后一步旁边显示一个复选标记。



注： 选中 **Constant** 对话框将特定属性导出为常数。对于常数导出，在**属性名称范围**中选择属性值的单元格范围。

14 单击**确定**保存设置，并关闭对话框。

15 注意现在材料名称和属性单元格上显示了注释。

	A	B
1	Water, liquid	
2	T (K)	eta (Pa*s)
3	273.15	0.0017915
4	278.15	0.0015356

导出材料属性

现在您定义了存储在电子表格中的数据的**材料导出设置**，您可以最终导出成一个新的材料库。

1 切换到**材料**工作薄。

2 要使用电子表格中选定的数据创建一个材料库，在**材料导出**组单击 **新建**。如果尚未启动 COMSOL Multiphysics 服务器，这个操作会自动启动一个，还会打开一个**保存材料库**窗口。

3 在**保存材料库**窗口，浏览到用户本地文件的文件夹 .comsol/v54/materials。

4 在**文件名**中键入材料库的名称，本例可键入 **My_Materials**，单击**保存**。

5 现在切换到 **Water, liquid** 工作薄。

6 要将材料添加到前面创建的库中，单击**附加** ( ) 按钮。

7 在**打开材料模型**窗口，选择 **My_Materials.mph**，单击**打开**。

下一次您启动 COMSOL Desktop 时，将会使用 .comsol/v54/materials 中保存的新库文件自动更新材料浏览器。

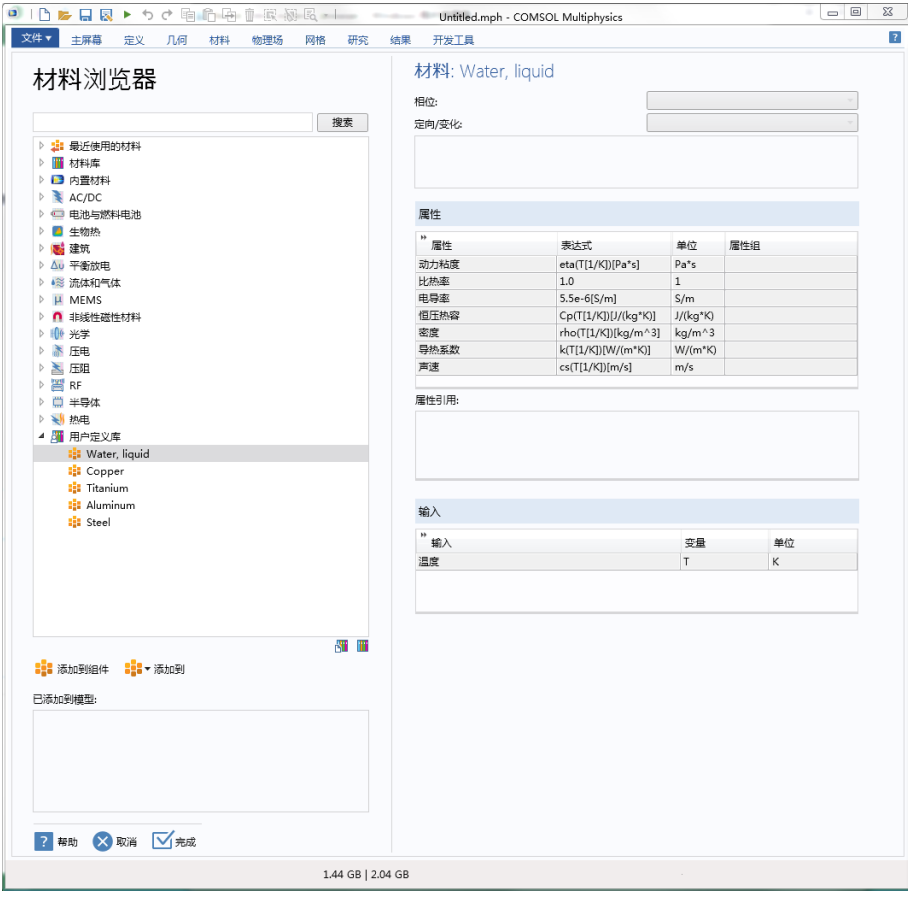
在 COMSOL Desktop® 中加载材料

现在您已经创建了一个用户定义的材料库，以后就可以在 COMSOL Desktop 中直接调用这些材料属性。

1 启动 COMSOL Desktop。
2 按照 **模型向导**创建模型。
3 在**选择空间维度**单击**三维** 。
4 单击**完成** 。
5 在**材料**工作条，单击**浏览材料** 。

注：另加一种查找材料的方法是在搜索文本框中键入材料名称。

6 展开**我的材料** 节点，选择 **Water, liquid**。



7 单击**添加到组件** 将材料属性引入到模型中。

8 单击**完成**（ ）关闭材料浏览器页面。

从 COMSOL Desktop® 加载和保存 Excel® 文件

在 COMSOL Desktop 中设置 App 时加载和保存数据格式文件的可支持列表中，LiveLink™ *for* Excel® 添加了 Excel 的 XLSX 文件格式。支持这个功能的特征节点包括参数、变量、内插函数、分段函数、参数化扫描、稳态求解节点的连续性部分、以及辅助扫描部分等。这些特征用到的数据格式有所不同，要了解如何在 Excel 中组织这些数据，最简单的方法是在 COMSOL Desktop 的表格中输入部分设置，并保存到 Excel 格式。

本例中，您将通过从 Excel 文件中导入模型定义来修改一个已有的 App。首先加载模型，即 COMSOL Multiphysics 案例库中的汇电板电热模拟。它分析了一个设计用来传导直流电的母线板上的电阻发热。请参阅 *《COMSOL Multiphysics 简介》* 来了解详情。

本教程引导您了解如何在三个特征节点中导入 Excel 文件，每一个节点需要不同的数据格式。这些特征节点包括：

- 参数
- 内插函数
- 稳态求解器节点的连续性部分

打开模型

1 如果还没有打开案例，请打开新的 COMSOL Desktop，从**文件**工具栏选择**案例库**（ ）。
2 在**案例库**窗口，选择 COMSOL Multiphysics>Multiphysics>busbar，单击**打开**。

从 Excel ® 导入参数

1 在**模型开发器**，找到并展开**全局定义**节点，然后选择**参数**节点。

正如您所见到的，模型已经包含了一些参数。

参数

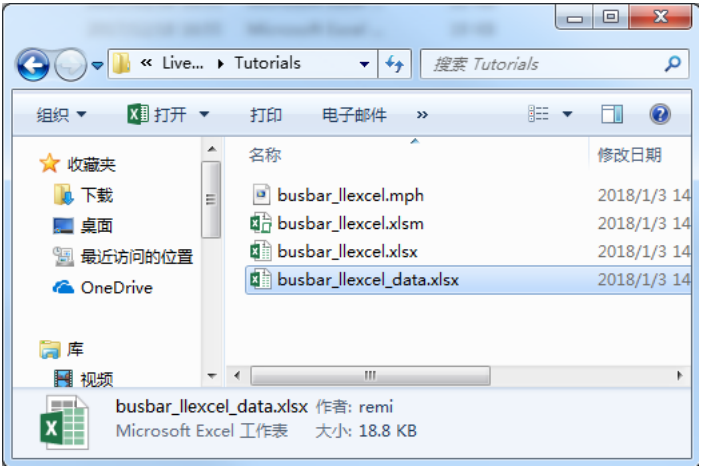
参数

名称	表达式	值	描述
L	9[cm]	0.09 m	Length
rad_1	6[mm]	0.006 m	Bolt radius
tbb	5[mm]	0.005 m	Thickness
wbb	5[cm]	0.05 m	Width
mh	3[mm]	0.003 m	Maximum element size
htc	5[W/m^2/K]	5 W/(m²·K)	Heat transfer coefficient
Vtot	20[mV]	0.02 V	Applied voltage

2 要从 Excel 文件中导入参数到列表，单击表下方的**从文件加载**按钮 。

3 在**从文件加载**对话框，选择 Microsoft Excel Workbook (*.xlsx) 文件类型，浏览到 COMSOL 安装目录，在文件夹

applications/LiveLink_for_Excel/Tutorial，选择文件 busbar_llexcel_data.xlsx，单击**打开**。



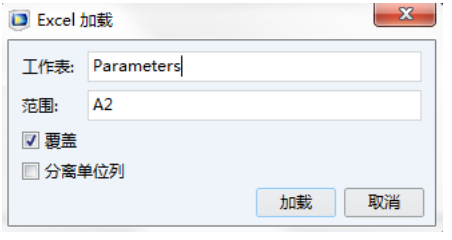
这一步操作将打开 Excel 加载对话框。

电子表格文件的 Parameters 工作薄中包含一个参数列表，如右图所示。

	A	B	C
1	Name	Expression	Description
2	extern_L	9[cm]	Length of busbar
3	rad_1	6[mm]	Radius of bolts
4	tbb	5[mm]	Thickness of busbar
5	wbb	10[cm]	Width of busbar
6	mh	6[mm]	Mesh control
7	extern_Vtot	20[mV]	Voltage

如果您与模型中定义的参数列表进行比较，可以发现其中没有传热系数，却有两个新参数：extern_L 和 extern_Vtot。母线板的宽度值也不同，在 Excel 表中是 10 cm，而在模型中是 5 cm。

4 在 Excel 加载对话框中，指定用来导入的工作薄和单元格范围。在工作薄编文本中键入 Parameters，然后在范围编辑框中键入 A2。注意范围中并不包含列标题。



注：设置要导入单元格的另一种方法是指定单元格范围。在上例中的范围文本框中输入 A2;A5;A7，即仅导入参数 extern_L、 wbb 和 extern_Vtot。

5 单击**加载**。

现在，参数列表已导入模型。

两个新参数添加到了表末尾，因为选中了 **Overwrite** 导入选项，所以已有的参数自动被 Excel 文件中的数据更新；因此宽度参数 wbb 变成了新值 10 cm。

设置

参数

参数

名称	表达式	值	描述
L	9[cm]	0.09 m	Length
rad_1	6[mm]	0.006 m	Radius of bolts
tbb	5[mm]	0.005 m	Thickness of busbar
wbb	10[cm]	0.1 m	Width of busbar
mh	6[mm]	0.006 m	Mesh control
htc	5[W/m^2/K]	5 W/(m²·K)	Heat transfer coefficient
Vtot	20[mV]	0.02 V	Applied voltage
extern_L	9[cm]	0.09 m	Length of busbar
extern_Vt...	20[mV]	0.02 V	Voltage

如果希望模型中现有的参数不被导入所修改，您应该在 Excel 加载对话框中清除**覆盖**复选框。本例中，导入的参数会添加到表末尾，您需要自行处理出现冲突的参数名称。

注：COMSOL 不支持同一名称多个参数，因此如果您离开参数节点，按照从上到下的顺序，只有第一次出现的参数定义才会被保留在其中。

您可能注意到了有些参数具有外部后缀，这些对应于在 Excel 内运行模型时可以过滤并链接到某个电子表格的参数。参见检索和更新模型参数。

6 根据下表替换参数 L 和 Vtot 的表达式：

名称	表达式	值	描述
L	extern_L	0.090000 m	长度
Vtot	extern_Vtot	0.020000 V	外加电压

使用 Excel ® 文件定义内插函数

现在您将从电子表格导入存储的数据，并在模型中定义一个内插函数。这个函数定义了母线板和周围空气之间的随温度变化的传热系数。

1 在**主屏幕**工具栏，单击**函数** f(x)，在局部中选择**内插**。在 Linux 和 Mac 下，**主屏幕**工具栏是指 Desktop 顶部附近的一组特定控件。

2 在设置页面的**函数名称**文本框中键入 `htc`。

3 单击**从文件加载** 。

4 在**从文件加载**对话框，选择 Microsoft Excel Workbook (*.xlsx) 文件类型，然后浏览到 COMSOL 安装目录，在文件夹 `applications/LiveLink_for_Excel/Tutorial`，选择文件 `busbar_llexcel_data.xlsx`，单击**打开**。

内插数据存储在电子表格的名为 htc(T) 的工作薄中，温度值与对应的传热系数值分两列定义，如右图所示。

	A	B
1	T[K]	htc[W/m^2/K]
2	293	5.0136
3	303	8.5
4	313	9.3272
5	323	9.8918
6	333	10.3303
7	343	10.6921
8	353	11.0012
9	363	11.2717
10	373	11.5123
11	383	11.729
12	393	11.9262

5 在**内插**设置窗口的**工作薄**文本框中键入 `htc(T)`。

6 在**范围**对话框中键入 A2。

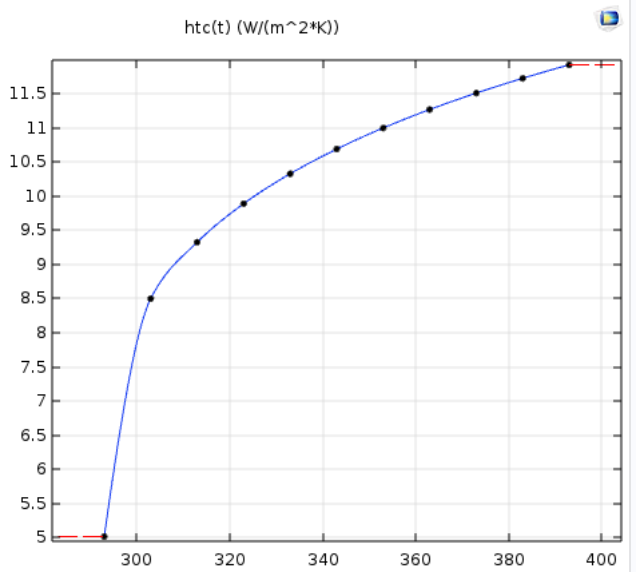
7 单击**加载**按钮，加载数据。

内插函数的表单填上了 Excel 文件中的数据。

8 向下找到**内插和外推**栏，在**内插**列表中选择**分段三次样条**。

9 在**单位**栏的**参变量**编辑框输入 K，在**函数**编辑框输入 W/(m^2*K)。

10 单击**绘制**可以显示内插曲线。



接下来在热通量边界条件上，使用刚刚定义的函数代替原来的传热系数。

11 在**模型开发器**的**组件 1** 节点，展开**固体传热**节点，然后单击**热通量 1**。

12 在**热通量**设置窗口，将**传热系数**编辑框中的表达式替换成 htc(T)。

导入扫描列表

借助于辅助扫描，您可以求解一组参数值的模型，这使得您可以尝试改变模型，例如边界条件。本例求解不同电压 extern_Vtot 情况下的模型，从前面用到的 Excel 文件导入这个变量。

1 在**模型开发器**，展开**研究 1**，单击**步骤 1：稳态**。

2 在**稳态**设置窗口，展开**研究扩展**。

3 在**研究扩展**栏，选择**辅助扫描**，然后单击**从文件加载**按钮 。

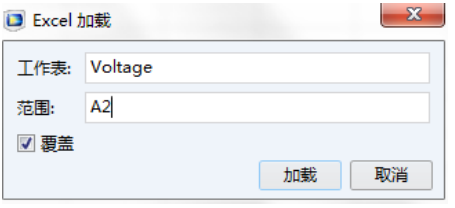
4 在**从文件加载**对话框中，选择 Microsoft Excel Workbook (*.xlsx) 文件类型，然后浏览到 COMSOL 安装目录，在文件夹

applications/LiveLink_for_Excel/Tutorial，选择文件 busbar_llexcel_data.xlsx，单击**打开**。

可以在文件的工作薄 ' **Voltage**' 找到连续性参数列表。

	A	B
1	Continuation parameter	Parameter value list
2	extern_Vtot	5[mV] 10[mV] 20[mV] 30[mV] 40[mV]

5 在 Excel 加载对话框的表单和范围文本框分别键入 Voltage 和 A2。



6 最后，单击**加载**。

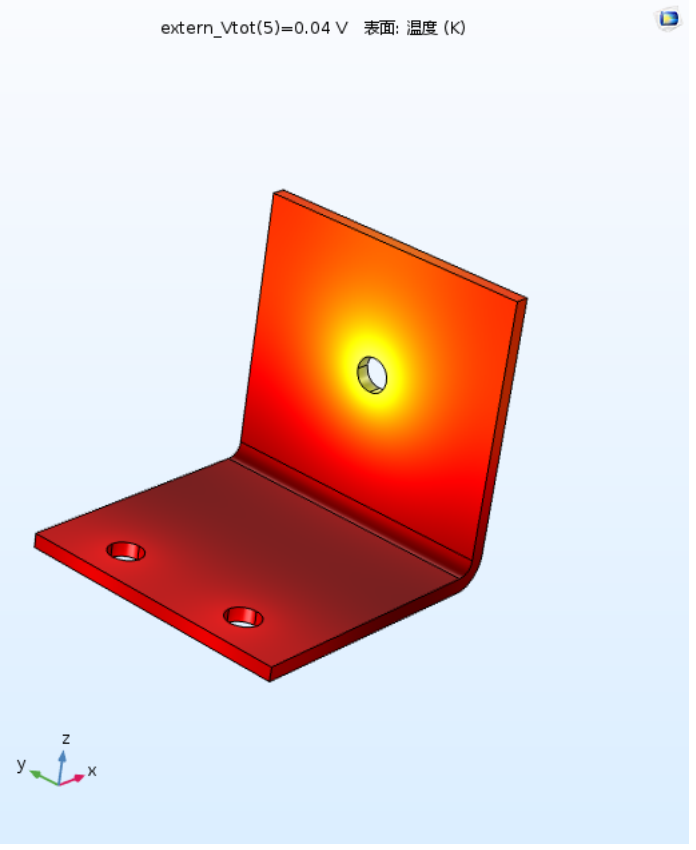
现在研究已设置为计算每个指定电压的解：5 mV、 10 mV、 20 mV、 30 mV、以及 40 mV。

计算和显示解

在最后的步骤中，计算结果，观察在模型中做的修改对模型的影响。

1 在**研究**工具栏，单击**计算** 。

2 如果只想查看母线板中的温度分布，您需要在解数据集中添加一个选择。在**结果** > **数据集**，右键单击**研究 1/ 解 1**，选中国**选择**。

3 在**选择**设置窗口，设置**几何实体层**为**域**，然后选择**域 1**。

4 单击 Temperature (ht) 节点，可以查看最后一个参数值 (40 mV) 的母线板上的温度分布。