

IPC-TM-650阻抗测量标准规范



ASSOCIATION CONNECTING
ELECTRONICS INDUSTRIES

IPC-TM-650阻抗测量标准规范

- ▶ **IPC(美国电子电路和电子互连行业协会)**是国际性的行业协会，拥有约**2500**家会员公司，他们代表着当今电子互连行业所有的领域。
- ▶ **IPC-TM-650**是IPC其中订立的一分约束如何通过**TDR**方法进行阻抗测量的规范，广泛地受到行业内各个企业的认同与遵行。其标准可以在以下网址免费下载：

<http://www.ipc.org/4.0 Knowledge/4.1 Standards/test/2.5.5.7.pdf>

- ▶ 下面就基于**IPC-TM-650**规范介绍阻抗、差分阻抗测试方法，去除测量误差，增加测量精度的校准方法等。

IPC-TM-650阻抗测量标准规范

- ▶ 通过遵照IPC-TM-650的校准与测量方法,实现更高的测量精度与重复性(测量50Ω时实现±0.5Ω的误差与0.1Ω的重复性),并去掉绝大部分测量阻抗时的误差:

1. 示波器的幅度测量误差
2. 标准参考阻抗的误差
3. 探头发射点的阻抗
4. 多重反射
5. 取样器的非线性误差
6. 零反射系数误差
7. 传输线非线性损耗

IPC-TM-650阻抗测量的仪器要求

▶ IPC-TM-650 4.1.1对阻抗测量仪器的要求:

▶ TDR仪器有一脉冲(阶跃)发生器与示波器所组成, 其指标须满足:

▶ 脉冲发生器的阶跃脉冲:

▶ 少于35 ps的上升时间

▶ 脉冲的振铃与扩散:

▶ 脉冲边沿前10 ns至 35 ps, 振铃少于3%

▶ 脉冲边沿后 500 ps内, 振铃不能超过+10%与-5%的范围

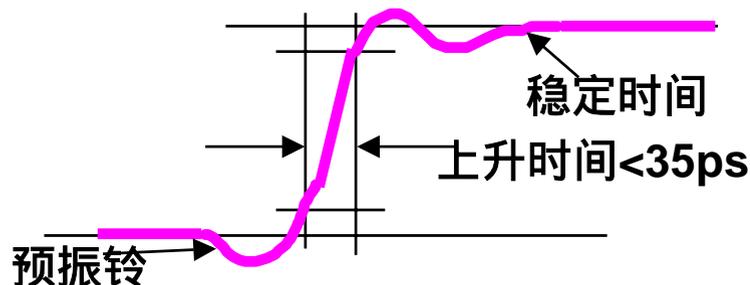
▶ 脉冲边沿后 500 ps至 5 ns, 振铃少于3%

▶ 脉冲幅度在开路负载时 >400 mv , 50Ω负载时 >200 mv

▶ 偏置漂移与幅度漂移在校准期内(一般为1年)应少于0.25%

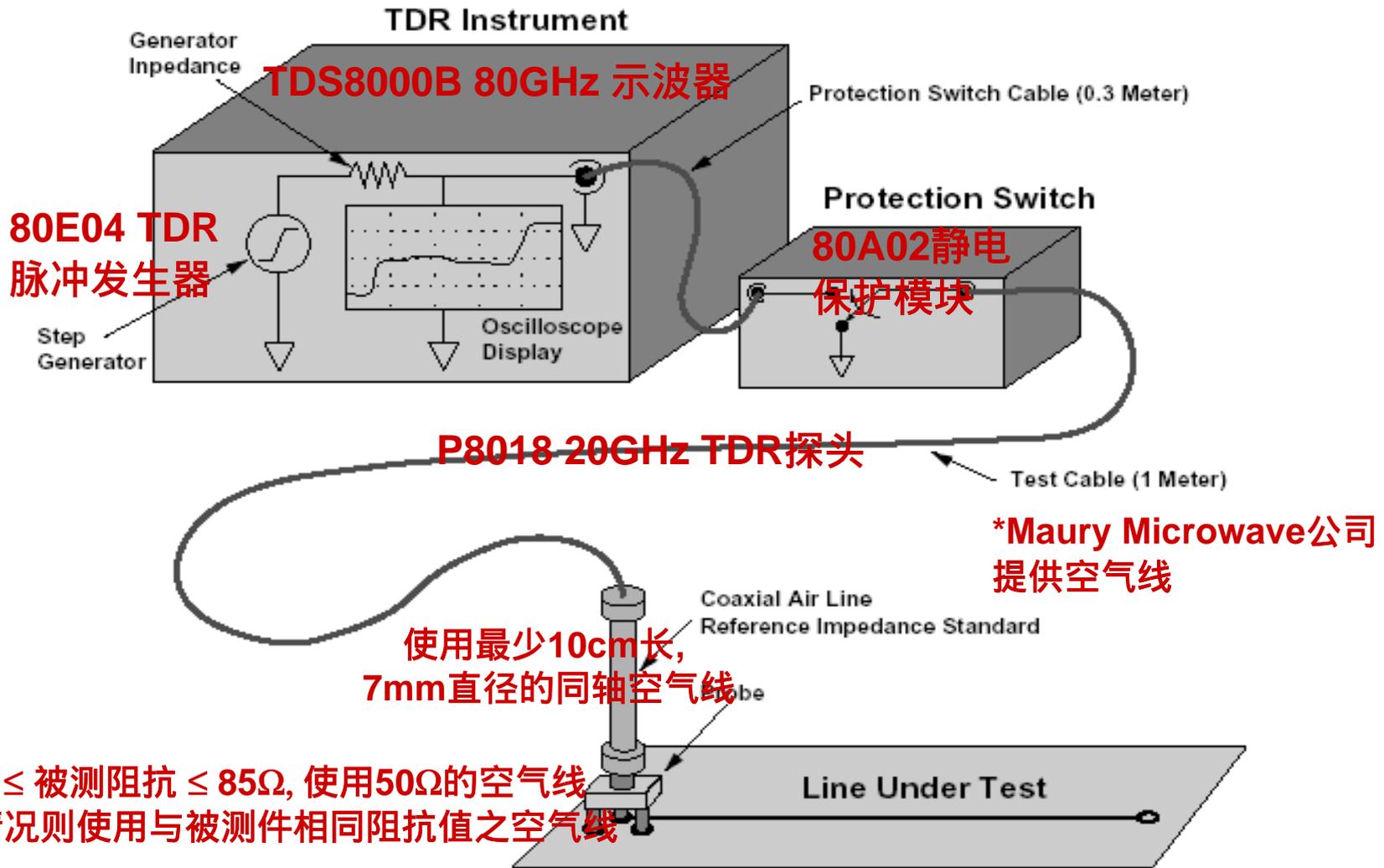
▶ 水平时基的准确度最起码为10 ps + 0.1%的时间间隔, 分辨率起码为250fs (TDS8000B为10fs)

▶ 示波器主机的带宽 >10 GHz



现时世界上唯一只有TDS8000B+80E04能满足及超过IPC-TM-650的要求

IPC-TM-650阻抗测量仪器设备与设置



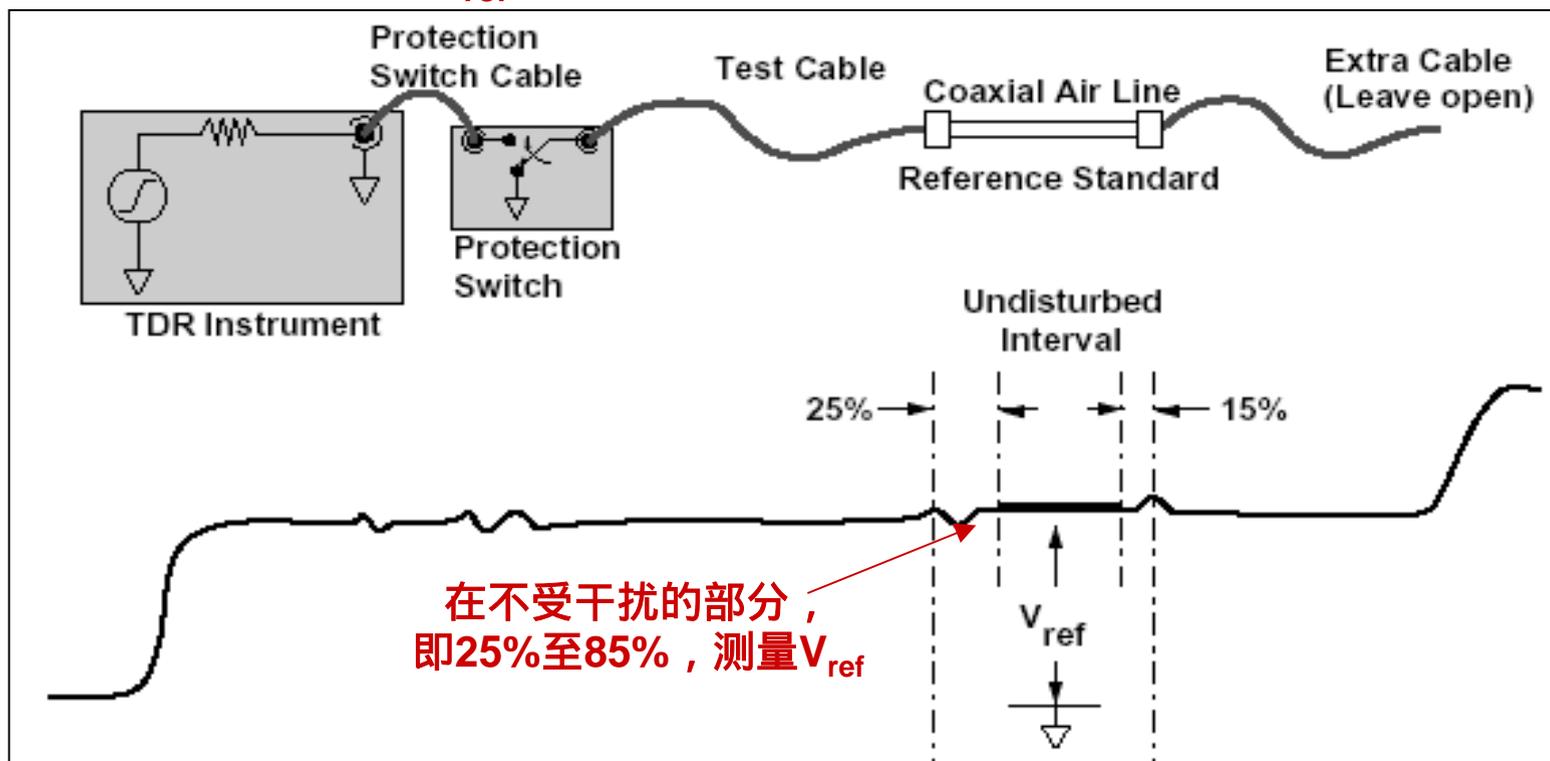
IPC-TM-650阻抗测量仪器校准方法

- ▶ IPC-TM-650提及两种测量校准的方法：
 - ▶ **Stored Reference校准方法**，Intel的“PCB Test Methodologies”应用文章中，又名Offset校准方法：通过测量测量一个标准阻抗值(例如: Airline), 来找出系统的偏差, 将这偏差存储作系统的测量阻抗的偏差, 假定那些影响阻抗测量精度的因素不变, 所以在真正测量DUT时, 将这系统误差考虑进去, 就可以大大地增加测量的精度与重复性
 - ▶ **In Situ校准方法**：概念与Stored Reference校准方法类似, 只是前者的误差被测量过一次就被存储下来, 而后者是每次测量都加入Airline的误差, 通过运算后去除其误差, 从而提高测量的精度与重复性
- ▶ 两种校准方法对单端, 差分与共模阻抗测试都适合。若TDR测试仪器没有偏置, 两者的测试结果基本一致。
- ▶ 若TDR测试仪器的偏置漂移加上测量的不确定性大于TDR脉冲的0.1%(在TDS8000为0.25mV), 使用In Situ方法比较好

IPC-TM-650 – Stored Reference方法

▶ 校准步骤：

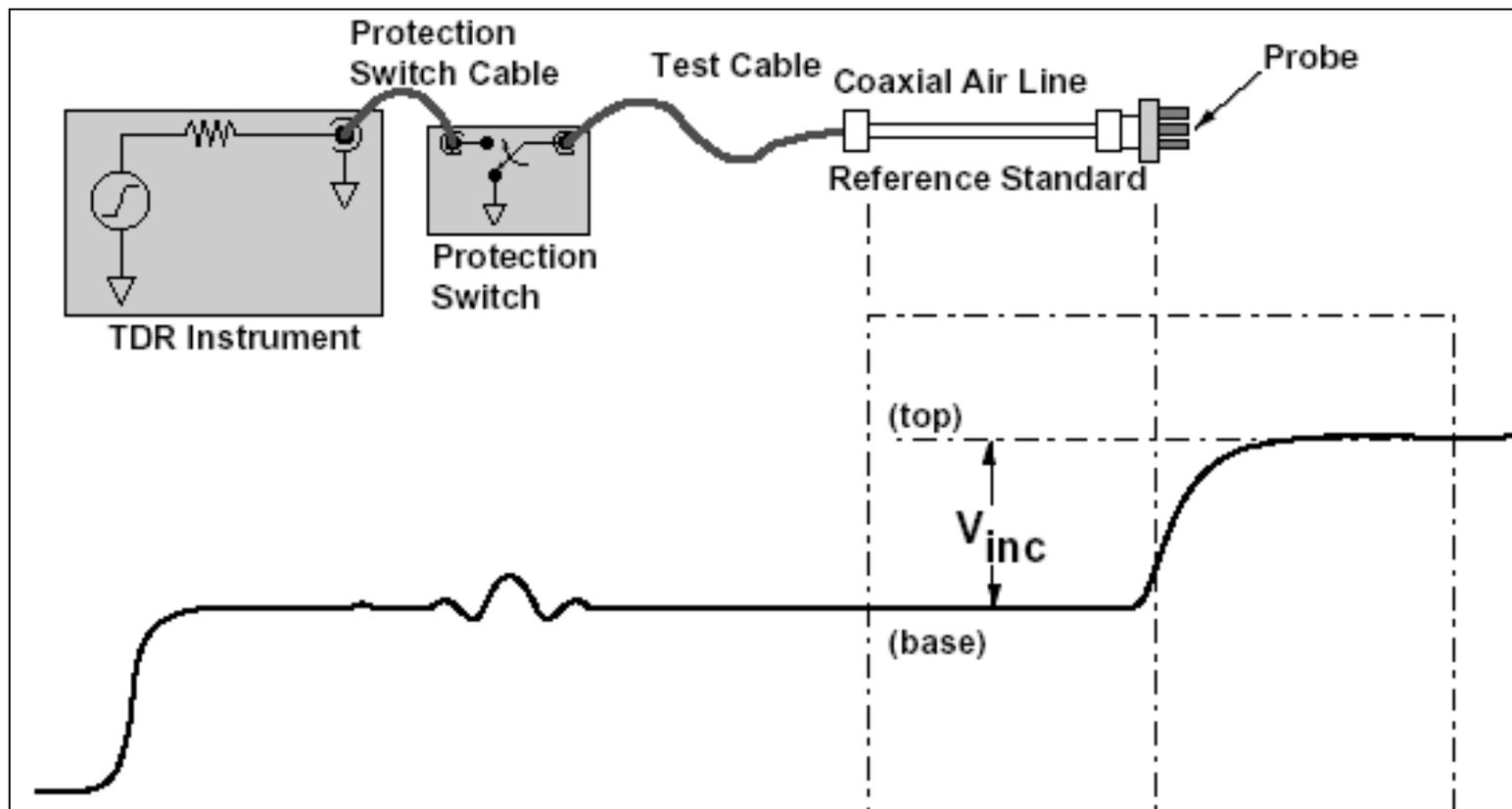
- 首先在被测件的位置连接Airline空气线，假设阻抗值为： Z_{ref} ，Airline的另一端连接一段末端为开路的电缆，测量Airline的反射电压作为参考电压 V_{ref}



IPC-TM-650 – Stored Reference方法

▶ 校准步骤：

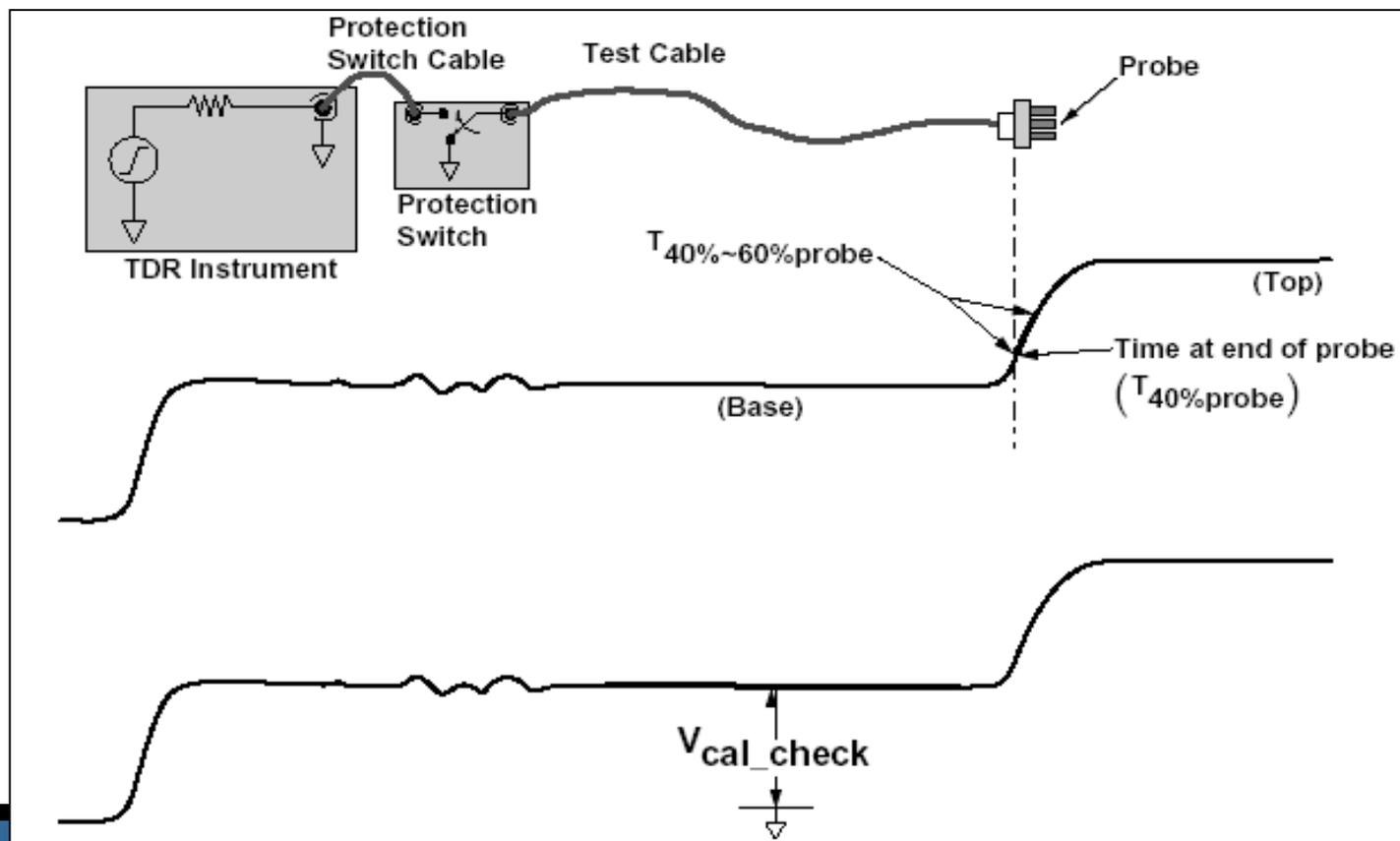
- 去掉末端的电缆，加上探头，测得探头开路反射电压为 V_{inc}



IPC-TM-650 – Stored Reference方法

▶ 校准步骤：

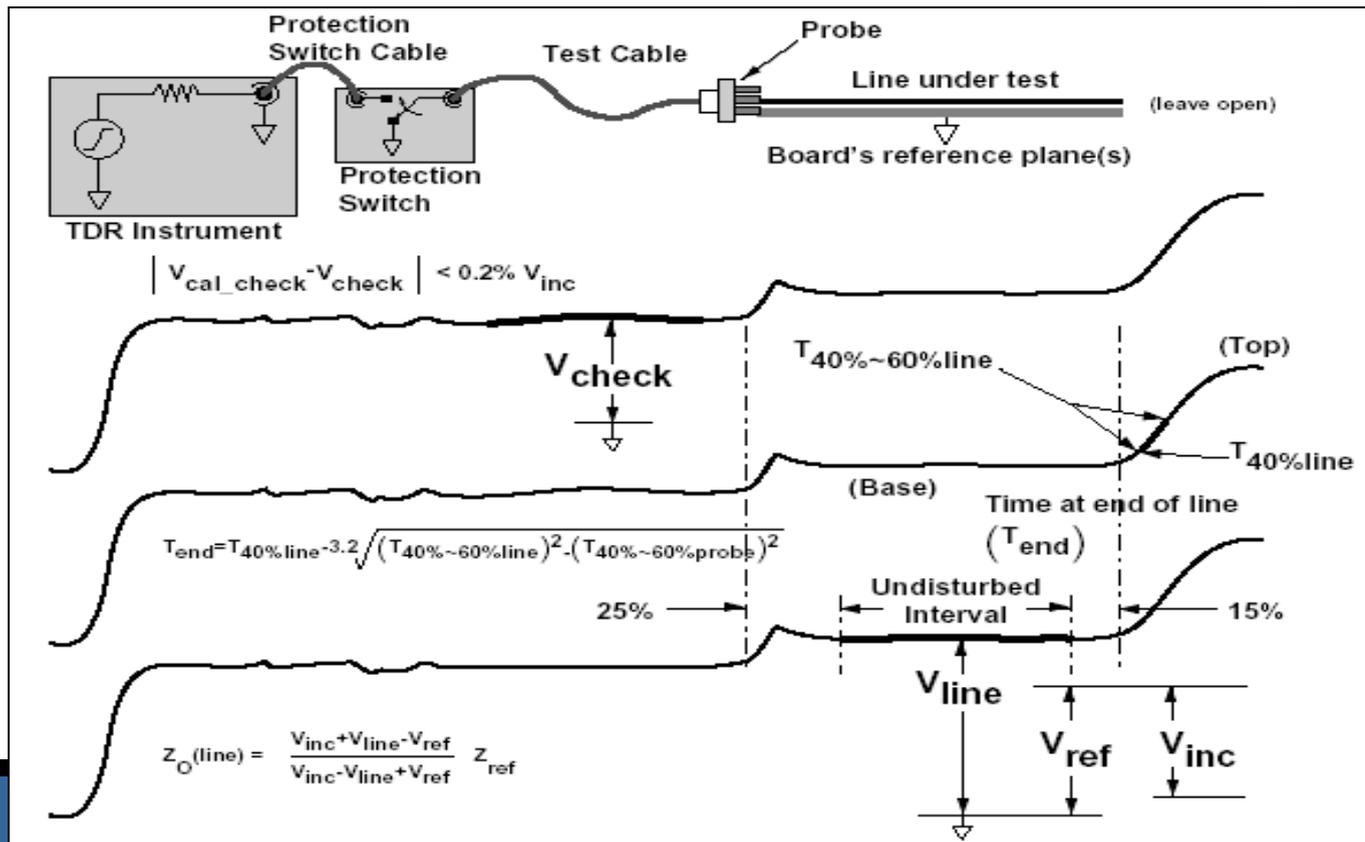
- 去掉末端的电缆与空气线，测量并记录电缆的平均电压 V_{cal_check}
- 测量 $T_{40\% Probe}$ 时间



IPC-TM-650 – Stored Reference方法

测量步骤：

- 连接被测件，首先测量电缆的平均电压 V_{check} ，比较与 V_{cal_check} 的差别，若超出 V_{inc} 的0.2%，需要再进行校准。
- 测量被测阻抗不受干扰部分的平均电压 V_{line} ，与 $T_{40\% \sim 60\% \text{ line}}$ 的时间



IPC-TM-650 – Stored Reference方法

- ▶ 通过运算，就能得出阻抗，传输时延，传输速度与介电渗透性：

$$Z_0(\text{line}) = Z_{\text{ref}} \frac{V_{\text{inc}} + (V_{\text{line}} - V_{\text{ref}})}{V_{\text{inc}} - (V_{\text{line}} - V_{\text{ref}})}$$

$$T_{\text{end}} = T_{40\% \text{ line}} - 3.2 \sqrt{(T_{40\% - 60\% \text{ line}})^2 - (T_{40\% - 60\% \text{ probe}})^2}$$

$$T_{\text{delay}} = \frac{T_{\text{end}} - T_{40\% \text{ line}}}{2}$$

$$V = \frac{L}{T_{\text{delay}}} \quad \epsilon_r = \left(\frac{C}{V} \right)^2$$

IPC-TM-650 – Stored Reference方法

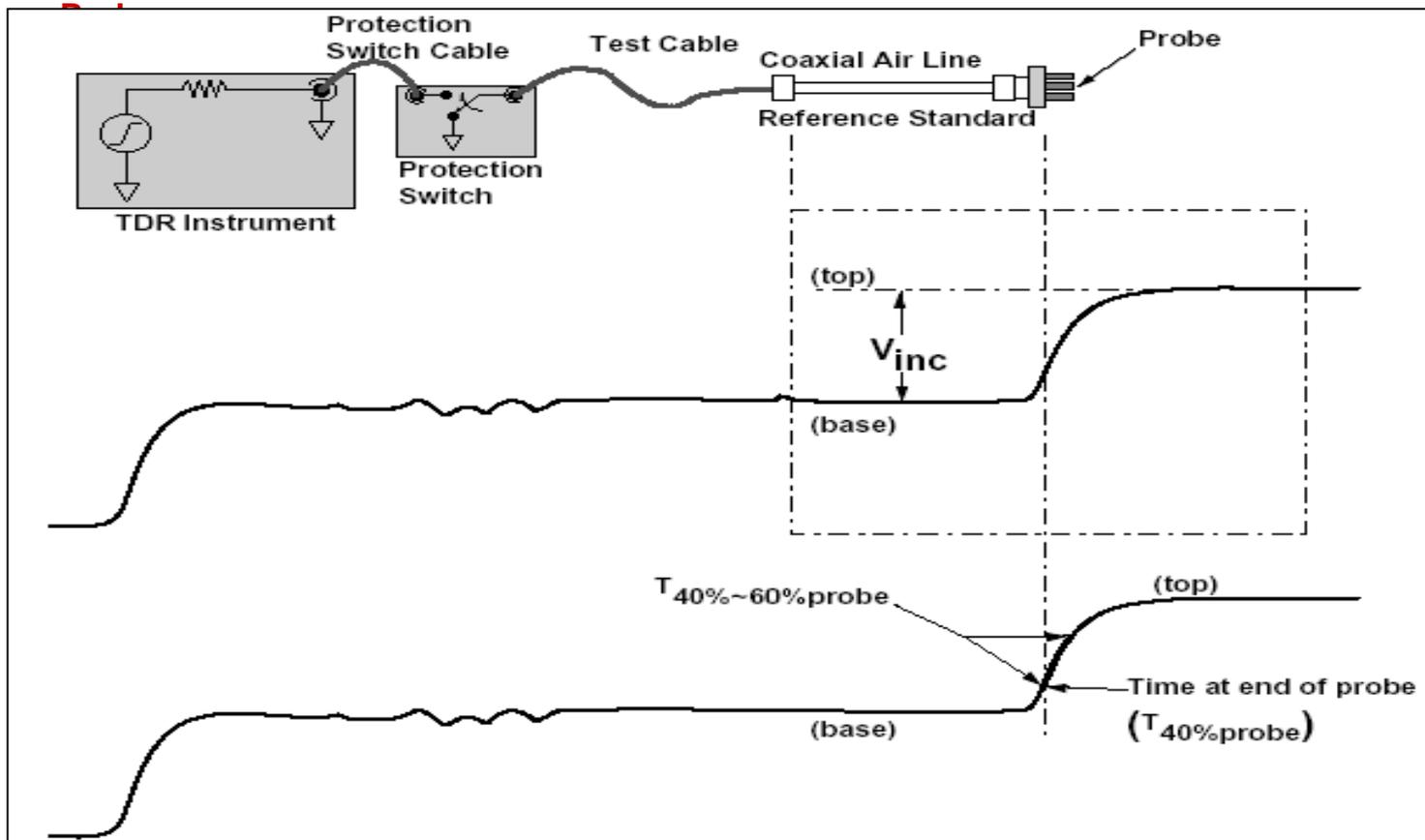
▶ 结论：

- ▶ **Stored Reference校准方法是在被测件的位置连接Airline，测量Airline的阻抗，测量结果与Airline的标称值比较，得出的误差作为以后测试的系统误差，实际的测量结果减去此误差得出的就是被测件的阻抗值。**
- ▶ **通过遵照IPC-TM-650规范的校准与测量步骤，实现测试50Ω的误差达到±0.5Ω, 重复性达到0.1Ω；100Ω的误差达到±0.8Ω, 重复性达到0.2Ω。**
- ▶ **目前只有泰克的TDS8000B+80E04能够满足并超出IPC-TM-650的要求**

IPC-TM-650 –In Situ方法

▶ 校准步骤：

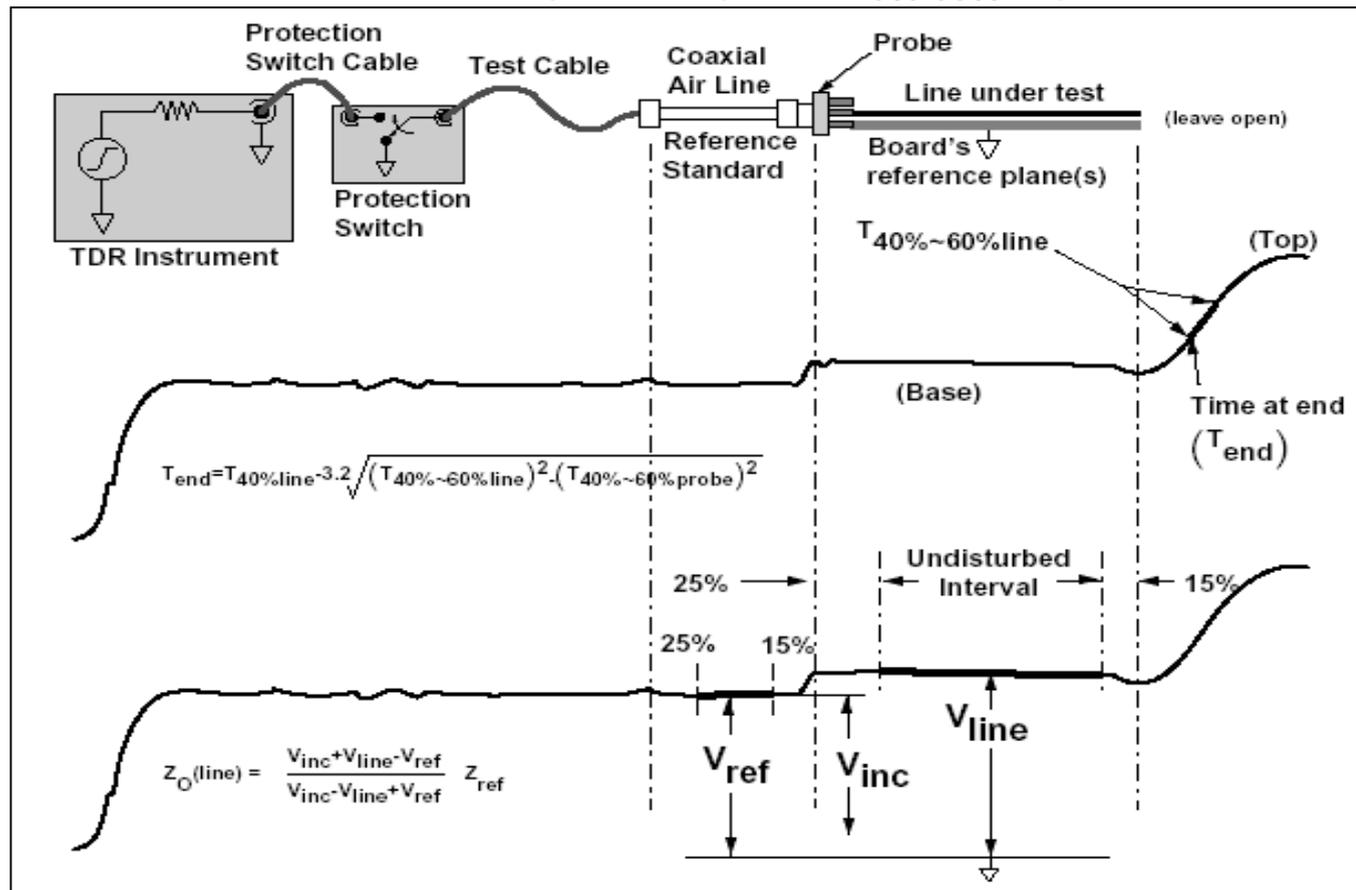
- 连接Airline(阻抗 Z_{ref})与探头，让其末端开路，测量 V_{inc} 与 $T_{40\%-60\%}$



IPC-TM-650 –In Situ方法

▶ 测量步骤：

- 连接被测件，测量 V_{ref} 与 V_{line} ，并 $T_{40\%-60\% \text{ line}}$



IPC-TM-650 –In Situ方法

- ▶ 同样, 通过运算, 就能得出阻抗, 传输时延, 传输速度与介电渗透性:

$$Z_0(line) = Z_{ref} \frac{V_{inc} + (V_{line} - V_{ref})}{V_{inc} - (V_{line} - V_{ref})}$$

$$T_{end} = T_{40\%line} - 3.2 \sqrt{(T_{40\%-60\%line})^2 - (T_{40\%-60\%probe})^2}$$

$$T_{delay} = \frac{T_{end} - T_{40\%line}}{2}$$

$$V = \frac{L}{T_{delay}} \quad \epsilon_r = \left(\frac{C}{V} \right)^2$$

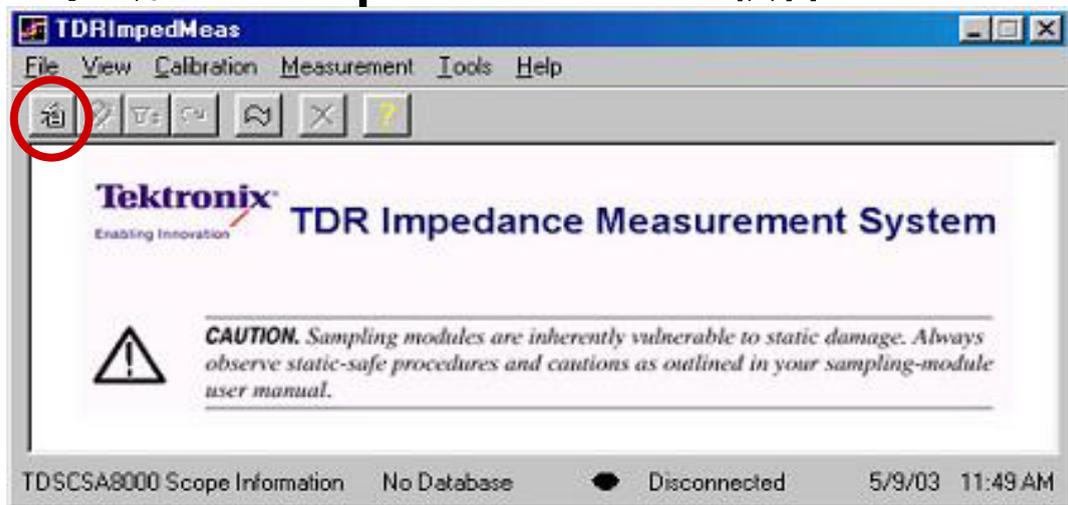
IPC-TM-650 –TDR-Impedance-Meas

- ▶ 泰克TDS8000B免费提供TDR-Impedance-Meas软件, 对应IPC-TM-650规范的要求与步骤, 测量阻抗：
 - ▶ 测量步骤: 将连接DUT的电缆(P8018的探头电缆即可)的一端接到80A02,另一端暂时让它开路; 将80A02与80E04接上, 所有的连接用扳手上紧:

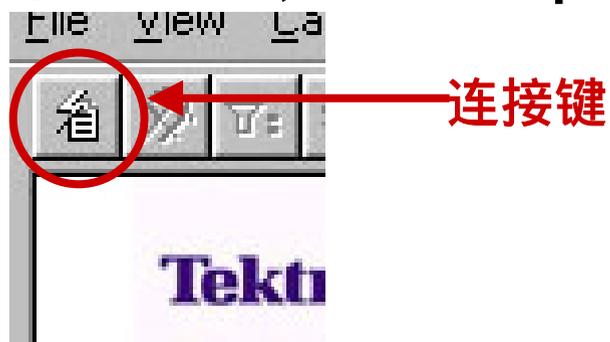


IPC-TM-650 –TDR-Impedance-Meas

- ▶ 驱动TDR-Impedance-Meas软件：

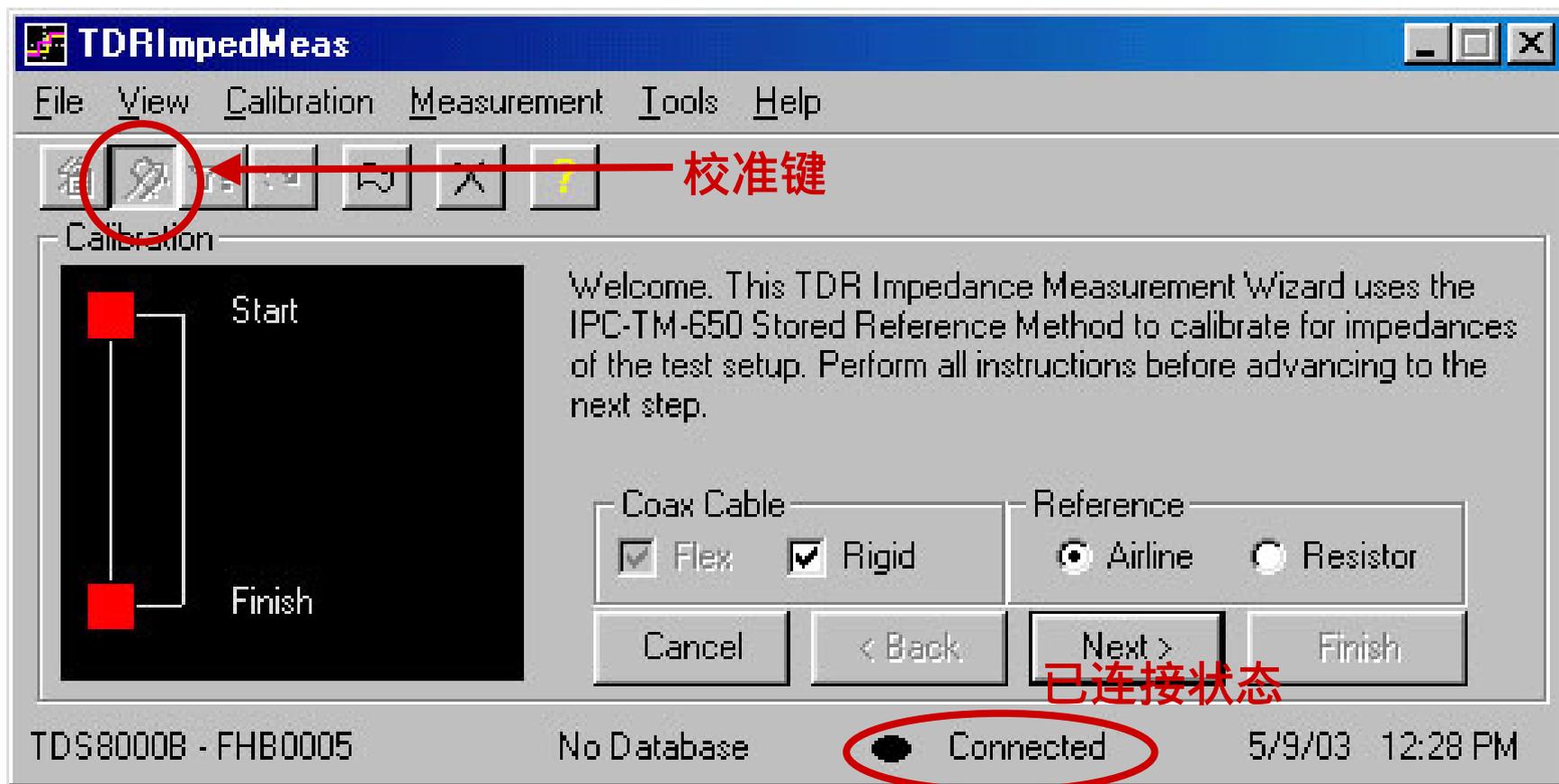


- ▶ 单击连接键，将TDR-Impedance-Meas软件与示波器连接：



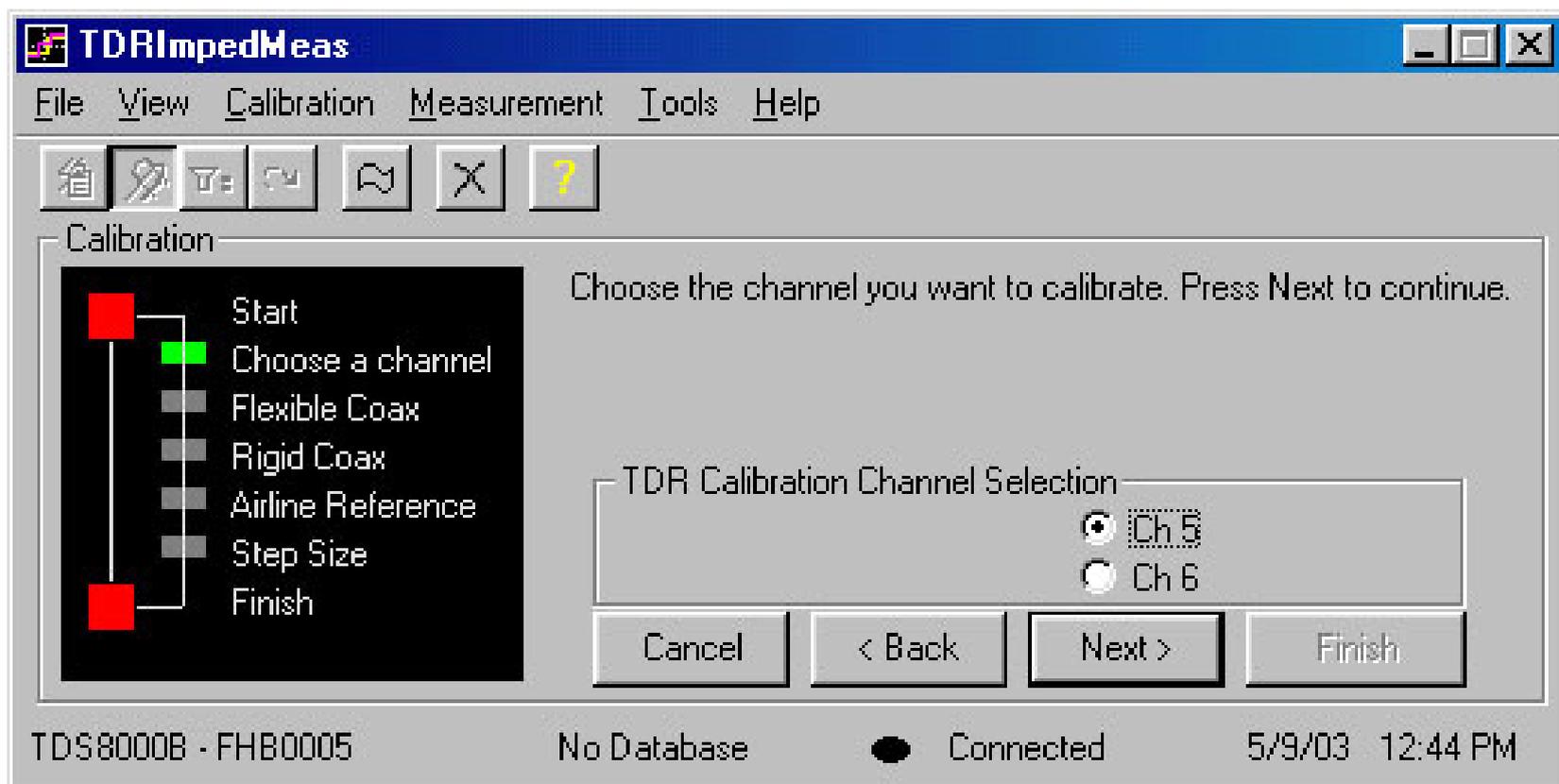
IPC-TM-650 –TDR-Impedance-Meas

- ▶ 单击校准键：
 - ▶ 缺省设置为连接同轴线为刚性；而阻抗参考为空气线；按“Next >”继续：



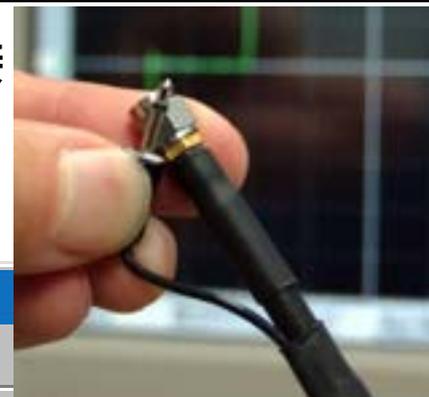
IPC-TM-650 –TDR-Impedance-Meas

- ▶ 软件自动检测与告诉当前有效的通道, 请选择连接到80A02并需要进行校准的通道



IPC-TM-650 –TDR-Impedance-Meas

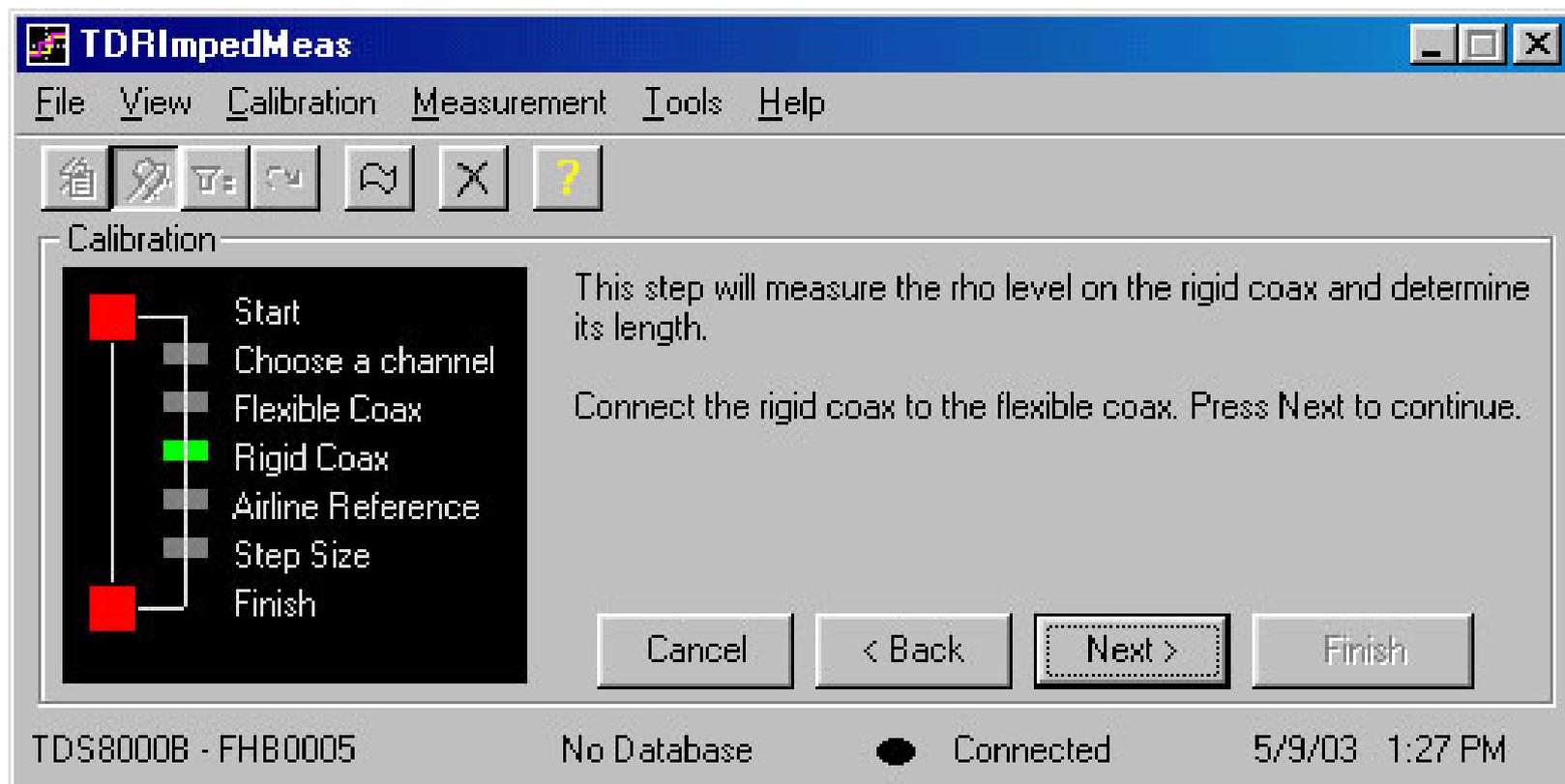
- ▶ 将P8018的“Probe Actuator”连接到电缆末端的地(即连接头的金属外围部分), 这样会驱动80A02的开关(80A02的“Activated”灯号回闪亮, 软件会自动找出电缆末端的位置



The screenshot shows the TDRImpedMeas software interface. The title bar reads "TDRImpedMeas". The menu bar includes "File", "View", "Calibration", "Measurement", "Tools", and "Help". Below the menu bar is a toolbar with icons for Home, Undo, Print, Save, Close, and Help. The main window is titled "Calibration" and contains a list of steps: "Start", "Choose a channel", "Flexible Coax", "Rigid Coax", "Airline Reference", "Step Size", and "Finish". The "Flexible Coax" step is highlighted in green. To the right of the list, there is a text box that reads: "This step will measure the length of the flexible coax to be used in subsequent measurements. Connect the flexible coax to CH5. Press Next to continue." Below the text box are four buttons: "Cancel", "< Back", "Next >", and "Finish". The "Next >" button is highlighted with a dashed border. At the bottom of the window, there is a status bar with the text "TDS8000B - FHB0005", "No Database", a status indicator (a black circle), "Connected", and the date and time "5/9/03 12:48 PM".

IPC-TM-650 –TDR-Impedance-Meas

- ▶ 将P8018接上, 在P8018的探头身上稍为向探针方向推一下, 这将确保P8018被驱动(“Engaged”灯号闪亮), 并软件自动找出探针顶端的位置:



IPC-TM-650 –TDR-Impedance-Meas

- ▶ 现在测量Airline的阻抗:
 - ▶ 首先接上Airline, 并将其阻抗值输入:



TDRImpedMeas

File View Calibration Measurement Tools Help

Home Refresh Print Save Undo Redo Help

Calibration

Start
Choose a channel
Flexible Coax
Rigid Coax
Airline Reference
Step Size
Finish

This step will measure the rho level on the airline reference and determine its length. Connect the airline reference to the rigid coax and enter the nominal airline reference impedance specified for the airline reference. Press Next to continue.

Reference Impedance:

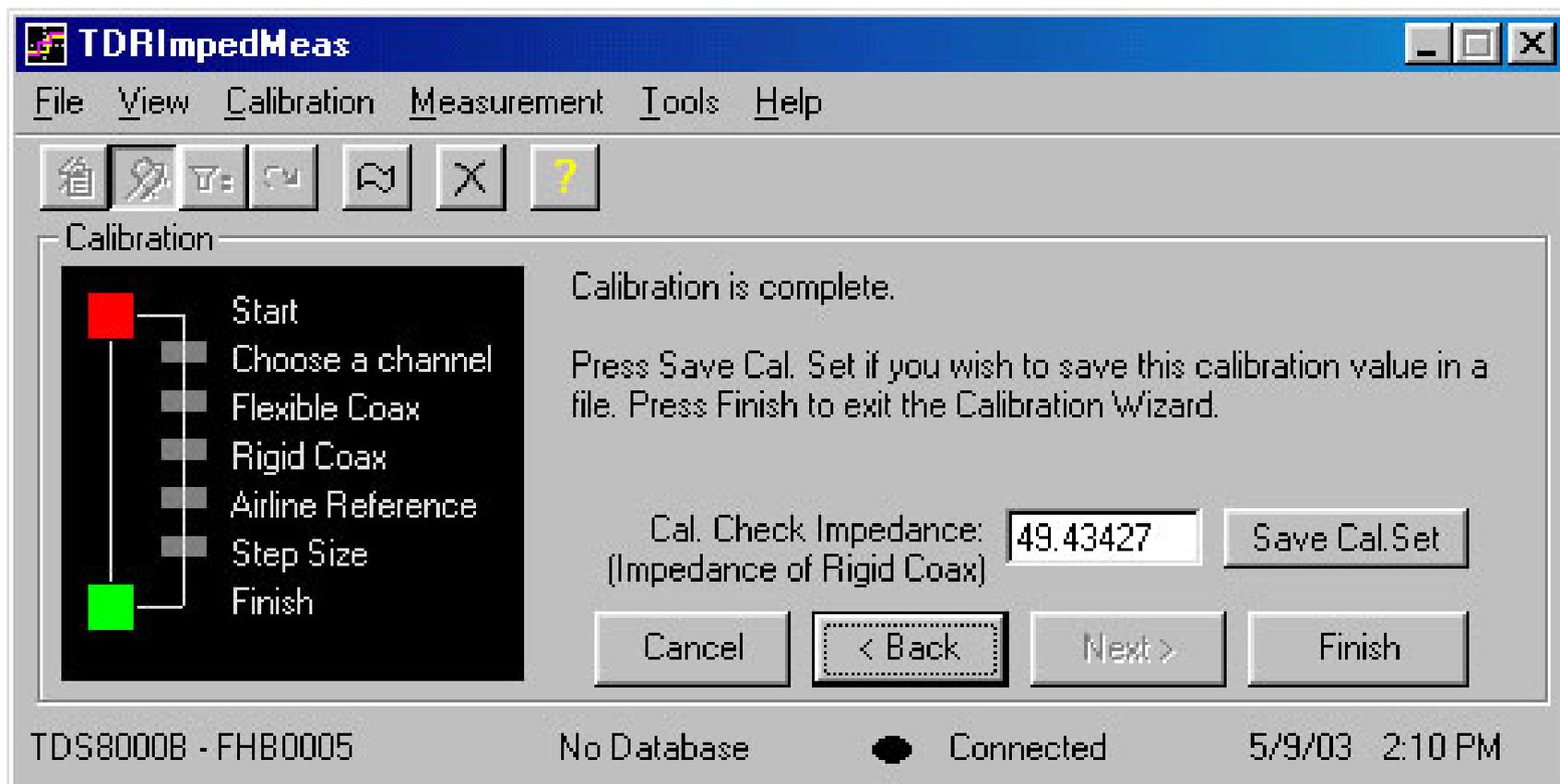
Cancel < Back Next > Finish

TDS8000B - FHB0005 No Database Connected 5/9/03 1:37 PM

IPC-TM-650 –TDR-Impedance-Meas

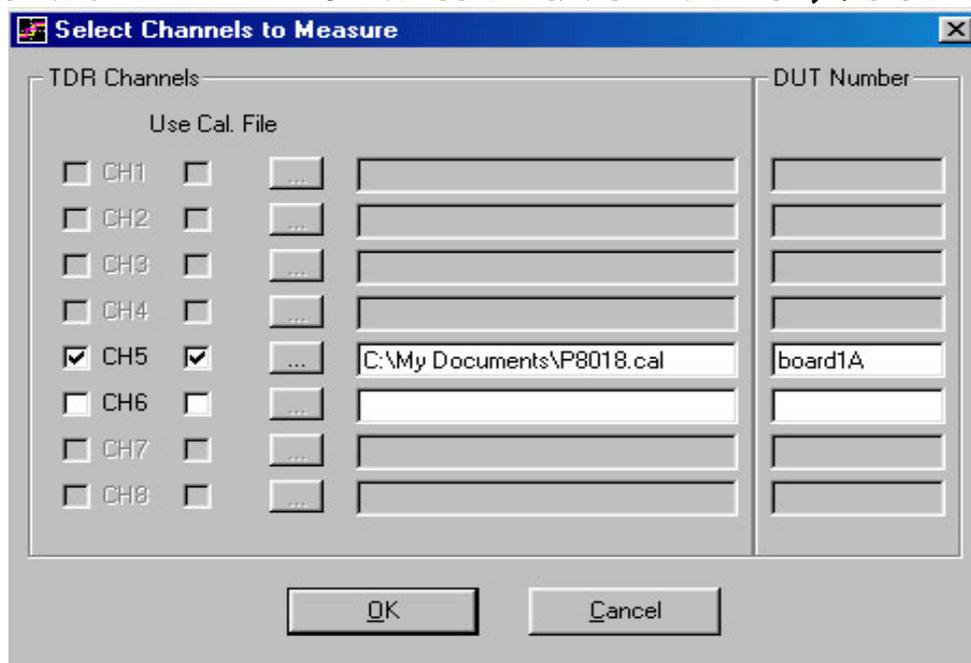
▶ 测量Airline的阻抗:

- ▶ 软件自动测得Airline的阻抗的阻抗值: 此例子为:49.43427Ω



IPC-TM-650 –TDR-Impedance-Meas

- ▶ 将测量Airline阻抗作为校准的基准, 并将结果存储:

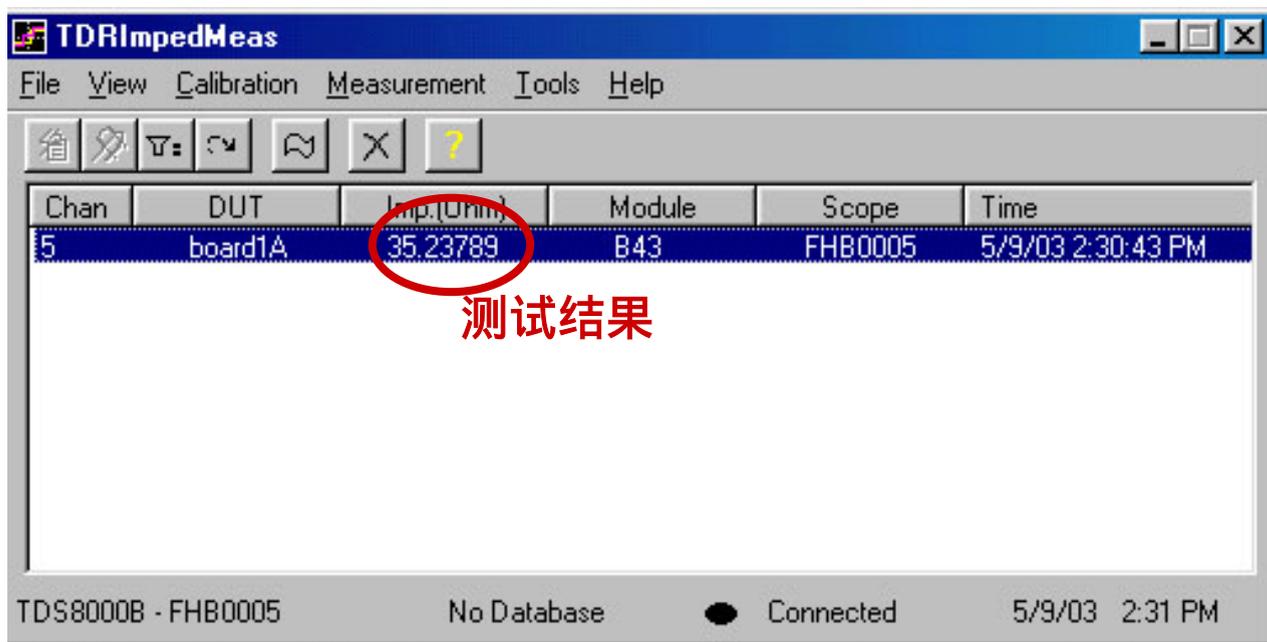


- ▶ 假定影响TDR阻抗测试的因素(例如分辨率不够, 脉冲幅度误差, 非线性误差不变, 零反射系数误差等), 这个结果(误差)将会成为这个系统的误差, 在日后的阻抗测量中将被减除这系统误差, 使测量更精确及重复性更高

IPC-TM-650 –TDR-Impedance-Meas

▶ 进行阻抗测量:

- ▶ 将P8018接到DUT的测试点上, 软件将会把系统的误差一并运算后得出结果:



在对同一个DUT进行测量时,无须再次对Airline进行校准,只需要按“Repeat”键便可以继续进行测量:



- ▶ 这样便完成了按照IPC-TM-650进行的校准与阻抗测量的步骤 – TDR-Impedance-Meas使整个程序更容易了解与方便。现时只有泰克能满足IPC-TM-650的测试要求。