

复杂开关系统自动路径管理的实现方法

王琦

Pickering Interfaces Ltd.

1 引言

在中小规模的测试系统中，开关子系统的规模通常较小，结构相对简单，可以通过设备制造商提供的API函数对开关设备进行直接控制。这种控制方式直观，对于测试系统开发人员来说比较容易学习。如果在开关矩阵中需要多个节点同步改变状态，采用同步操作的命令可以实现对开关设备的高效率控制，因此在多数的测试系统中均采用了代码直接操作开关节点的控制方法。

但是如果开关系统的规模扩大或结构复杂，如超过500个节点的矩阵，故障注入，或信号经过多个不同结构的开关模块时，测试系统开发人员需要在保证开关控制逻辑正确的同时考虑多种复杂的应用情况，一旦出错，轻则导致开关节点损坏，重则导致仪器设备损坏，造成重大财产损失；而对高电压或高功率开关系统的误操作甚至可能造成人员伤亡。因此在此类大规模、高复杂度、高安全性要求的开关系统中，需要有一种自动管理的方法来提高开发和运行效率并减少人为因素的影响。

以下列举对开关系统自动管理方法的部分基本要求：

1)实现对信号路径的快速自动查找、建立、撤销；

2)自动规避潜在的短路风险；
3)支持信号跨越多个开关设备；
4)支持系统中混连多种总线形式的开关设备：如PCI, PXI, LXI等；

5)可以方便地实现开关设备互换，已开发的应用软件不需重新编译。

以Tecap Switching软件为例讲解复杂开关系统中自动路径管理的实现方法。

2 工作原理

Tecap Switching是一套功能强大的开关系统开发平台，通过其IDE

可以建立新的工程，配置硬件设备，定义信号通道与线缆连接，定义路由规则等。

应用程序接口API可以兼容多数主流开发环境，通过简单的代码就可以在应用程序中启动相应工程，以服务器的方式运行于系统后台。应用程序作为客户端，将所需的连接关系发送给服务器，服务器自动处理这些信息并转化为对硬件的操作，同时自动判断并阻止可能出现短路的操作，并给出提示信息。

系统的结构示意图如图1所示。

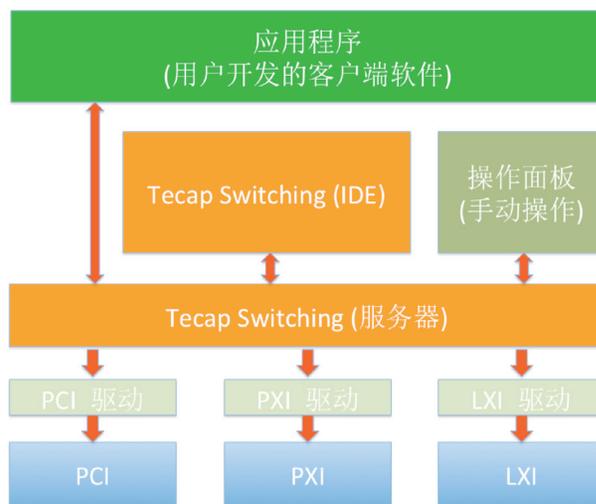


图1 应用Tecap Switching的开关系统示意

下面以一个开关系统实例进行说明。该例展示了单个矩阵模块可实现的一种较复杂的应用。用户希望通过开关系统，利用数字多用表对任意组

合的超过500个测试引脚间的信号进行任意组合测试。查阅现有开关产品，基于LXI的2×300双刀(2-Pole)矩阵符合需求，如图2所示。

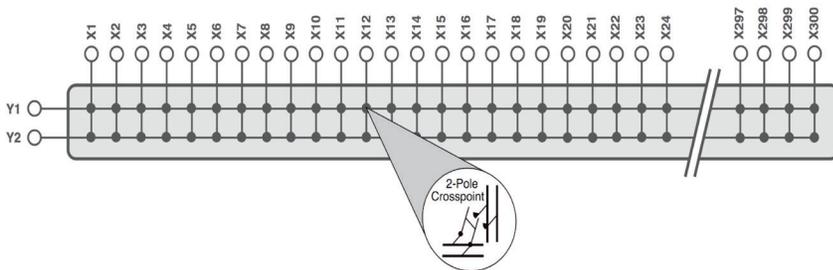


图2 基于LXI的2x300双刀开关矩阵示意

通过图3所示的接线方式，可以实现数字多用表对右侧580条测试线路中任意两线组合进行测量。

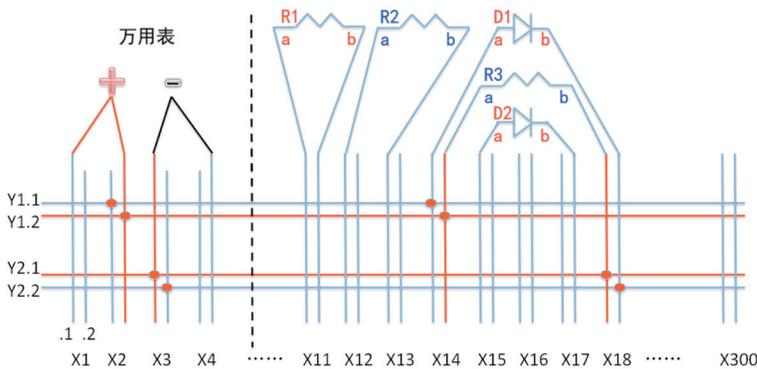


图3 测试方法示意图
(图中所示正在测量R3阻值，而相邻的D1并不对测量产生影响)

为了实现对开关系统的准确操作，在直接编程控制的模式下，需要考虑的因素如下：

1) 识别测试点所在位置

确定双线测量的引脚各自所在是X.1还是X.2。

2) 确定表笔连接方向

进行二极管或电压测量时，表笔连接方向直接影响测试结果。因此测试点连接可分为以下几种情况：

Xn.1 -> Xm.1 : 需闭合X1Y1, X3Y2, XnY1, XmY2;

Xn.2 -> Xm.2 : 需闭合X2Y1, X4Y2, XnY1, XmY2;

Xn.1 -> Xm.2 : 需闭合X1Y1, X4Y2, XnY1, XmY2;

Xn.2 -> Xm.1 : 需闭合X2Y1, X3Y2, XnY1, XmY2(如图3所示)。

用户要在应用程序中做大量的查表和判断，对编程技巧要求很高。当需要通过手动进行单步调试时，误操作风险极高。如果在测试需求中进一步引入四线制测量等方法，开关系统的操作复杂度将急剧升高。因此，完全有必要通过适当的开关管理软件来降低程序开发难度，提高系统的可靠性和安全性。

3 系统配置

硬件设备选择。通过列表可以选择系统中存在的被控开关设备，对于本例中的LXI设备，可以设置其实际IP地址及别名；对于PCI/PXI设备，可选择使用VISA或Kernel驱动，同时还支持在LXI机箱中插入PXI模块的工作方式。如图4所示。

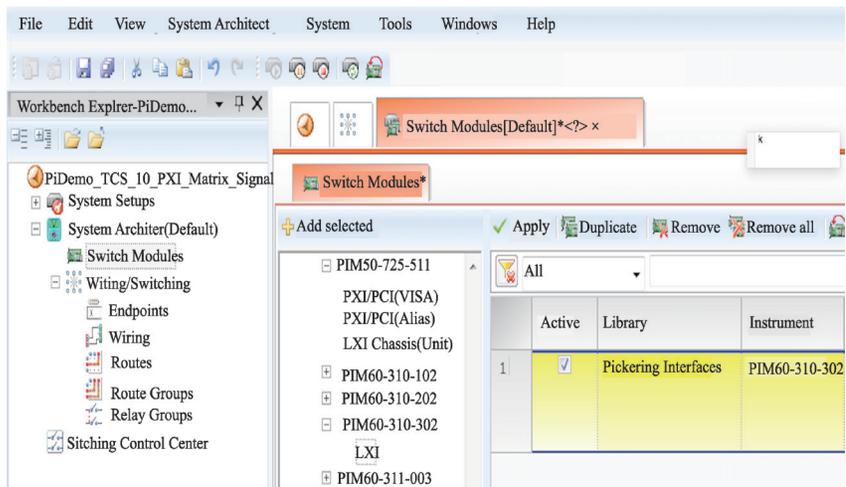


图4 Tecap Switching设备配置界面

配置引脚。将物理引脚与设计方 案进行映射，如图5所示。

	Active	ID	User-defined Label	Signal Isolation	Endpoint Name
1	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X1.1		Auto	DMM+P1
2	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X1.2		Auto	
3	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X2.1		Auto	
4	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X2.2		Auto	DMM+P2
5	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X3.1		Auto	DMM-P1
6	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X3.2		Auto	
7	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X4.1		Auto	
8	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X4.2		Auto	DMM-P2
21	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X11.1		Auto	R1a
22	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X11.2		Auto	R1b
23	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X12.1		Auto	R2a
24	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X12.2		Auto	
25	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X13.1		Auto	R2b
26	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X13.2		Auto	
27	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X14.1		Auto	D1a
28	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X14.2		Auto	R3a
29	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X15.1		Auto	D2a
30	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X15.2		Auto	
31	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X16.1		Auto	
32	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X16.2		Auto	
33	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X17.1		Auto	
34	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X17.2		Auto	D2b
35	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X18.1		Auto	R3b
36	<input checked="" type="checkbox"/>	2X300MATRIX->MODULE1::X18.2		Auto	D1b

图5 引脚配置界面

配置外部连接。如果系统中存在多个开关设备并且存在相互连接，软件中可以配置其连接关系，此处不再详述。

4 自动路由管理

至此已经完成对设备的基本配置，可以通过软件对设备进行操作。以LabVIEW为例，仅需一种vi即可实现信号路径的建立，即“TPI Switch

Connect Endpoints”。该命令的两个输入参数为信号路径的起点和终点。在本例中仅需应用两次即连接DMM+P2和R3a以及连接DMM-P1和R3b。实际使用中，即使信号跨越多个不同总线接口，不同结构的开关模块，软件也可以快速建立起信号连接。相比于直接对继电器进行操作，这种方法更加直观易懂，测试工程师可以更加专注于测试本

身而不是软件开发技巧。另一方面，由于设备配置信息建立于工程文件中，实现了与测试程序代码的分离，使得硬件的互换性更好，功能相近的开关设备可实现直接互换而无需修改和重新编译测试程序。

5 短路保护

在开关系统中，因软件错误而造成的短路可能会导致设备发生损坏等严

重后果。其来源有两方面：1)误操作，如直接通过继电器开关将不同的电源引脚短路；2)因伴生连接而产生的短路。

第一种情况通常可以通过良好的系统规划和严格的操作管理来避免，而第二种情况则复杂得多。如图6所示。

短路。这种情况在涉及多个开关模块组合操作时很容易发生，需要通过 Tecap Switching进行开关操作并利用短路探测功能及时发现并阻止短路发生。

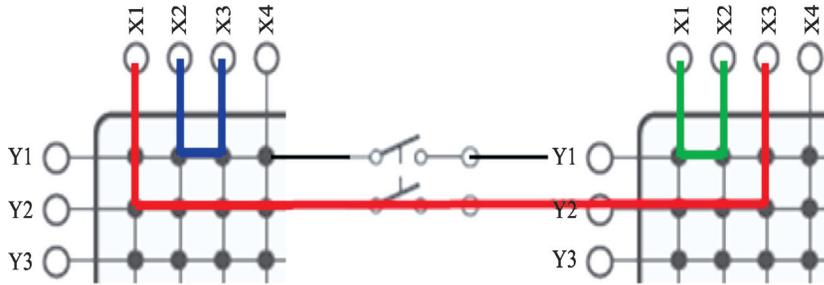


图6 难以预测的短路

图6中两个单线矩阵通过双刀单掷开关连接在一起，左侧矩阵X2与X3相连接，右侧矩阵X1与X2相连接。

若下一时刻连接左侧X1与右侧X3，由于双刀继电器的存在，将导致之前已经建立的两个信号通道发生

6 结论

本文简要介绍了开关系统自动管理的一种实现方法。在大规模复杂开关系统中，应用自动管理软件十分必要，一套功能完善的开关系统管理软件可以帮助使用者大幅提高软件开发效率，提高测试系统的可靠性。综合效益体现在测试系统尤其是开关系统的开发、部署、使用和维护等多个阶段。

参考文献

[1] [http://blog.pickeringtest.com/what-are-benefits-switching-and-routing-software\[Z\].](http://blog.pickeringtest.com/what-are-benefits-switching-and-routing-software[Z].) 2015-09-23.

作者简介



王琦，2006年加入Pickering Interfaces Ltd.，目前担任产品与市场开发经理主要负责中国市场开发与服务。曾就读于哈尔滨工业大学仪器科学与技术专业，获得硕士学位。

E-mail: wang.qi@pickeringtest.com