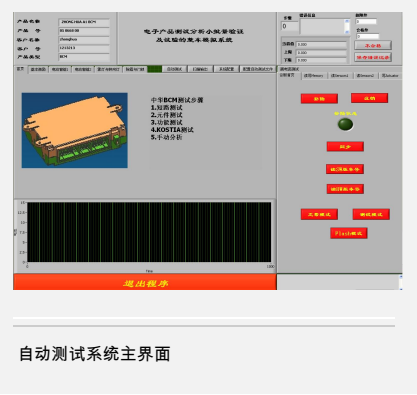


基于虚拟仪器的汽车 电子综合测试平台



"通过在NI PXI平台构架的KTVS系统,由于 具有灵活,可配置,可快速开发等特点, 十分适合于汽车电子行业的质量,分析, 实验等部门进行产品分析,首件测试,功 能实验等用途,它不同于EOL系统,可 以为这些部门提供全面,快速,准确的产品测试和分析能力,并且系统操作界面简 单,清晰,使用方便,直观.所以非常 适合于在汽车电子行业中进行测试,分 析之用。"

— 徐 峰, 上海 科世达华阳汽车电子 有限公司

挑战:
针对质量等非生产部 门, 我们不能为一种 产品而单独开发一套测试设备, 而必须能 在一套测试系统上完 成绝大多数的汽车电子模块的测试, 并且 测试程序的开发必须 十分的快速, 从而才能应对测试产品的种 类多, 要求高, 时间 紧的特点。
由于我们的测试系统 主要运用于首件产品 检验, 故障诊断和EOL系统的验证这 三大方面, 因此, 这 种系统必须具有测试序列可配置, 既可实 现自动测试又可以实 现手动分析, 并且对测试结果具有追溯能 力 (Traceability), 即在数据库中记录自 动测试结果的功 能。 针对以 上的要求, 在 KOSTAL我们基 于 National Instrument 的PXI系统,利用 LABVIEW, CVI, JAVA等 软件开发出了 TVS (Test and Verification System)测试 系统, 此系统针对实 际设计和生产中的一 系列问题, 具有针对 性的进行了设计, 从 而使其很好的解决了 以上问题。

解决方案:
本系统采用NI PXI 硬件平台, 使用 LABVIEW, NI SWITCH EXECUTEIVE, CVI等软件编写程 序实现了基于虚拟仪 器的汽车电子综合测 试平台。

作者:
徐 峰 - 上海科 世达华阳汽车电子有 限公司

介绍 :
汽车电子模块 的功能测试要求综合 利用CAN, LIN, KLINE 等通讯协议, 并且测 试的通道较多。功能 测试需要测试电压, 电流, 电阻, 电容等 参数外, 还要测试管 脚波形, 响应时间。

针对以上传统 的测试参数, 我们利 用NI PXI模块 中的PXI 4071可以精确测 试电压, 电流和电阻 值, 这块板卡具有7 位半的精度和1.8 MS/s的采样速 率, 能够满足汽车电 子对信号精度和变化 率的苛刻要求。如需 多通道测量, 利用 NI PXI 2532可以实现测 量通道的切换, 在我 们的应用中我们使用 了TB2641将矩 阵接成8*64型 式, 可以实现8路仪 表对64路通道的切 换测量, 由于NI PXI 2532切 换速率可达 2000, 且可通 过0.5A的电流, 所以可以满足测试通 道多和切换要求快的 要求。

对于无线的产 品如RKE (远程无 钥匙系统), PKE (被动无钥匙系 统), TPS (胎 压检测) 等还需要进 行射频通讯部分的测 试, 在RKE测试 中, 使用了NI的射 频测试解决方案。使用 NI PXI 5661 (9K到 2.7G频信号矢量 分析仪) 和NI PXI 5671 (250K到2.7 G射频矢量信号 源) 。结合与硬件 配套的调制解调工具 包和频谱测量工具包 组建了一个完整的射 频信号调制, 接收, 解调的测试平台。 由于NI的射频测试系 统中自带了 ASK, FSK, QAM等常用的调制 解调方法, 与其他仪 器相比不仅节省了大 笔购买调制解调附件 的成本, 同时使得程 序的开发和调试变得 方便快捷。

利用这两个测 试模块, 我们对 RKE, PKE的 载波偏移、功率、 BER、EVM进行 了测试和控制, 并对 产品发出的射频信号 进行了解调比对, 同 时模拟RKE tag发 射预定义的 信号, 对接收模块的 灵敏度和可接收的载 波偏移等参数进行了 测量。通过NI PXI射频测试系 统, 使产品PPM值 大大下降, 同时发现 了很多设计中潜在的 问题。

采用具有高可靠性的 NI PXI系统, 借助其编程简单, 快 捷和强大的功能, 为 开发一个基于配置的 汽车电子产品测试分 析系统KTVS提供 了强有力的保证。

正文

随着汽车工业 的迅猛发展, 汽车电 子产业正在逐渐壮 大。汽车电子行业的 质量, 设计等部门十 分需要一种具有电子

产品测试分析的系统，来帮助他们应对 设计和生产过程中出现的质量问题。

由于部门的特殊性，这种系统将承担各种不同产品的测试和分析，所以要求 能在该平台上迅速切换不同产品，并能快速开发出产品的测试 软件。为此必须设计 一种软件模版原型 可以通过简单配置就可以 实现对各种产品的 测试。

通过精心的 设计和不断的实践，我们在KOSTAL中 首先实现了一种能够 通过配置文件实现产 品测试软件开发的原型。通过它，我们基 本不用修改 LABVIEW程 序，而只要调用配置 文件进行配置就可以 实现对新产品测试程 序的开发。图1为 TVS系统的整体结 构图。

TVS使用 NI PXI系统实 现数据采集和控制， 通过接口箱可以灵 活，快速的实现负载 的配置和测试通道的 选择。

LABVIEW 编写的测试程序控制 整个测量的进行，测 试的结果通过 MYSQL API 上传到远端的数据服 务器，通过WEB服 务进行发布，用户只 要通过浏览器就可 以在公司任何一台联 网 计算机中进行测试结 果的查询和分析。

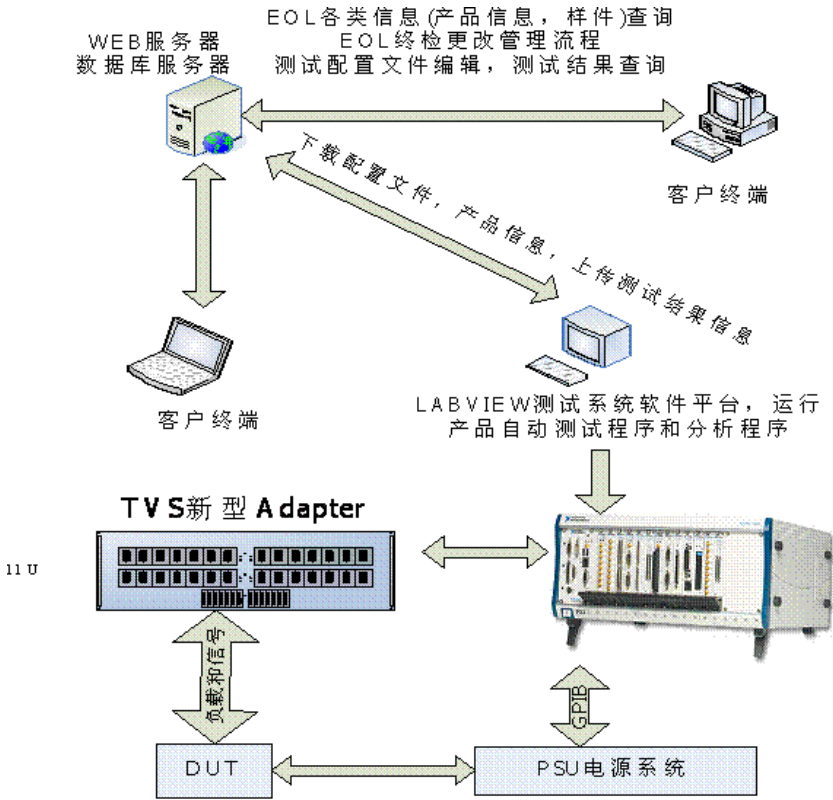


图 1 系统整体 结构图

为了更清楚的进行介 绍，以下把系统分为 软件和硬件两个方面 进行介绍。系统硬件 的结构如下所示：

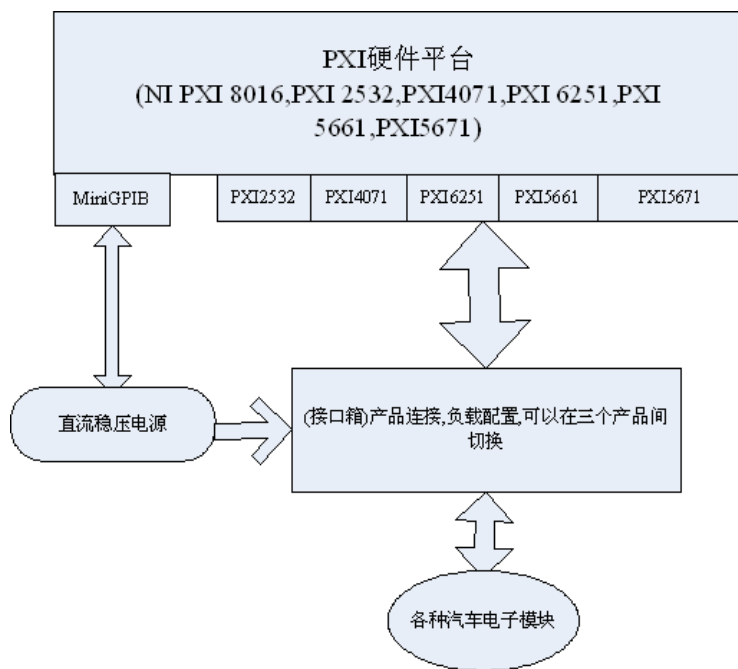


图 2 硬件结构

TVS系统采用 Agilent 6652A 电源，此电源最大电流 25A，最大电压 20V，可以满足汽车电子产品，电流大的特点。电源通过 Mini GPIB 与 PXI 8106 控制其相连，PXI 8106 使得用户可以通过笔记本来作为 PXI 系统的控制器，节省成本的同时增加了系统的灵活性，特定型号的笔记本 BIOS 支持特定的 PCI 桥个数，选择时根据 NI 的测试列表来选择。

为了实现多产品测试和负载可配置，我们对该系统的接口箱进行了精心的设计和规划。从而使其可以实现了多个产品的切换测试和配置功能。

在接口箱的上面板上，通过接头和跳线可以任意的配置各个输入和输出通道的负载电阻，非常的快捷高效，从而可以迅速实现多个产品切换测试，而不需要重新进行负载的制作，所有负载都是通过配置来实现的。

接口箱中的多路通道由 NI 6251 的数字量输出通道进行控制，NI 6251DAQ 具有 24 路数字量输入输出通道和 16 路模拟量输入输出通道，1.25M/S 的采用率，可以用来测量 +/-10V 的电压信号，具有参考地，非参考地和差分多种方式。用它的数字量输出实现继电器的控制可以实现电源在三路产品间的切换。其目的是实现三个产品的轮回测试，从而节省测试时间。

对于产品的连接，我们采用了三个 37 针的接口，并且在每个接口上都分配了电源，输入和输出，从而可以应对最多 37*3 个输入输出通道的产品。

接口箱是整个系统的中枢环节，TVS 的接口箱很好的解决了负载可配置，多路切换，多点测量，等一系列问题，从而使系统具有快速，高效，简单等特点。

在软件方面，该系统最大的特点就是模块化，可配置，手自动结合，正因为这些特点，所以可以快速开发出针对不同产品的测试程序。

软件系统的结构如下所示：

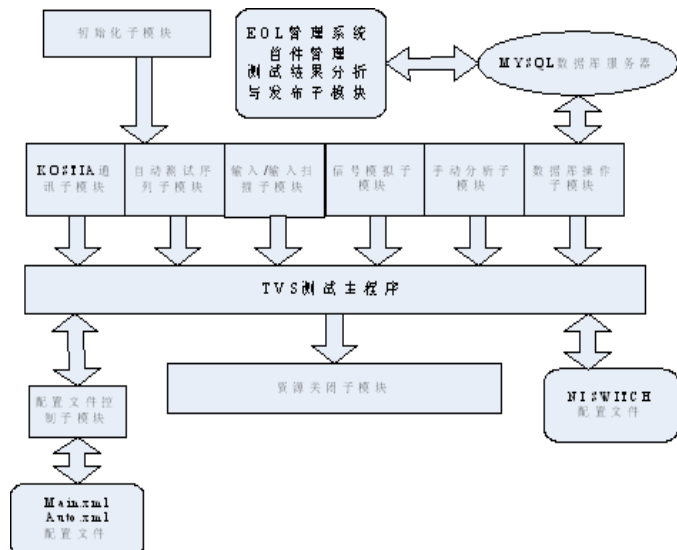


图 3 软件结构

该系统有一个非常强大,同时模块化,可配置,网络化的软件系统,综合利用了 LABVIEW, CVI, XML, WEB SERVICE, MYSQL, TOMCAT, JAVA等技术实现了一个可以快速进行对新产品开发(通过配置文件)的软件模版,其主要的目标和思想是实现对用户透明的编程,即只要通过配置文件和稍微改动模版就可以实现新产品测试程序的编制,非常简单,快捷。

下面就具体介绍每个模块的工作原理和实现方法。

▪ 配置文件子模块

这个模块用来与用户交互,生成 XML配置文件。分为两个文件,其中 main.xml用来配置通讯参数(CAN,LIN, KLINE)的波特率,数据字节数,通道口等),产品的信息(产品号,产品名,客户号,客户名,变种)和输入输出的通道,包括输出端口的测量方式,上限及下限等参数。

auto.xml 是自动测试的配置文件,为了方便此文件的编写,所有的输入和输出相关配置都采用选择对话框的形式来完成,选择的内容则来自于main.xml中的配置,从而实现了最方便的配置方式。

▪ KOSTIA通讯模块

该模块包含了丰富的内容,包括 LIN, CAN, KLINE模块。这些协议都是汽车电子产品的典型应用,所有的模块都针对 KOSTIA协议进行了封装,并且做成了LABVIEW的用户自定义库,是通过LABVIEW中的call library function调用DLL来实现的,然后将其导入到VI编程面板上,因此可以十分方便的调用。

CANOE是汽车电子网络分析,开发,测试的常用工具,在我们的系统中我们通过CANOE提供的COM组件,调用了其自动化服务器在LABVIEW中控制CANOE,进行总线的仿真和测试,十分的方便。

由此可见 LABVIEW软件在与外部程序交互中的强大功能。

从而将复杂的各种通讯进行了整合实现了一个通过的汽车电子产品通用库。

▪ 自动测试子模块

该子模块实现了从auto.xml中取出测试序列,实现自动测试的功能。其实现采用了用户自定义事件的方式实现,即测试序列形成一个测试事件发送序列,根据 auto.xml的定义形成此序列,发送测试事件。事件结构接收到测试事件后,就从此事件中取出相应的参数,然后进行测试。利用这一结构可以使用很少的代码量实现自动测试。具有程序结构清晰,代码量少,执行迅速等优点。

▪ 输入输出扫描模块

主要利用了 NI4071和 NI SWITCH,通过main.xml中的输出配置进行逐个输出的扫描,可以达到很高的扫描速率.从而实现了在手动分析功能下的各个输出同时显示的能力,这样就可以在手动分析的同时观察到所有管脚的电压,从而具有了分析,检测的能力。这种功能特别适合于失效产品的分析和检测。我们曾经利用这一功能,成功的分析出了如 J60N 座椅记忆模块等在内的很多产品的质量问题和缺陷。

▪ 信号模拟子模块

该模块主要是利用了NI6251的模拟量输出通道,实现了两路信号输入功能,可以模拟车速等信号,可以实现频率,占空比,幅度的调节。通过此模块用户可以根据需要通过 LABVIEW程序快速的产生需要的信号,从而模拟整车信号,实现测试。

▪ 手动分析子模块

是实现了产品的分析功能,可以实现所有输入,测量输出端, KOSTIA诊断,输入口波形观察等功能。

▪ 数据库模块

本模块采用了自行编写的 MYSQL C API进行封装的库来实现自动测试时数据的上传。包括所有测试步骤地信息,如测试结果,上下限,功能类型等信息,实际使用表明,运行非常稳定,上传的数据进入系统后将由WEB发布系统做处理并发布。该模块实现了LABVIEW和数据库的无缝连接,使上层的WEB系统和底层的测试控制系统相结合。

▪ EOL测试信息发布子模块

这部分模块又是本系统的一大特点,整个系统通过使用 J2EE开源构架,服务器使用 TOMCAT,数据库使用 MYSQL, WEB应用使用 IBATIS作为持久层。并且使用了 STRUTS作为引擎。

本模块可以实现测试数据的查询,根据多种字段进行搜索,对结果生成报表。

将来通过这些数据源,我们还可以进行SPC, MSA 等分析。从而,把数据的采集,存储到发布,分析,报表系统连接成了一整套完整的体系。

▪ 初始化和资源关闭子模块

主要是对使用的通讯,数据采集卡,万用表卡,矩阵等的资源分配和回收。

▪ NI SWITCH 模块

主要利用NI的开关工具包实现了继电器和routes之间的映射,从而通过routes来控制多个继电器的通断,从而实现通道控制。

NI SWITCH EXECUTIVE 软件包功能强大,其创新性的将继电器组与路径的概念相结合,矩阵中的一组继电器闭合相当于一条路径,各种可能的组合就可以建立起许多条路径。

整个软件的设计全面考虑了各种测试的要求和可能的需要,在软件的模块化,可配置等方面做了很大努力,从而使系统在

快速，稳定的同时实现了高效，精确的测量效果。

以上是对TVS 整个硬件和软件平台的一个简单介绍,目前此系统在首件测试，质量分析，EOL系统验收等方面发挥着重要的作用，下面结合实际产品的测试过程，对本系统作一个介绍。

使用实例：

我们使用TVS 系统对中华A1轿车的BCM模块进行了功能检测。

测试系统主界面包括产品相关信息，这些 信息在配置文件中配置后当程序运行之后 会自动从main.xml中自动获取，并显示在界面上。

KOSTIA 诊断部分主要是对于有 KOSTIA 的诊断 功能的产品，可以通过这一模块实现 KOSTIA所定义的所有功能，包括登陆，同步，读 SENSOR，写 Actuator，读写EEPROM，读写参数文件，参数 文件对比，导入等功能，从而与 firmware中的诊断程序交互实现 产品诊断，当前此模块支持CAN，LIN，KLINE，三种通讯方式下的 KOSTIA诊断。

管脚波形显示 部分主要针对某些产品的特殊要求，需要获取输出端的上升时间，超调等特性，而从分析机械和电性能的问题。在波形显示 区域我们就可以通过 多路AI的同时 监测 来实现这一功能，并且显示与是否是 可控的。

在自动测试过程中，右上角的部分是自动测试过程中每一步执行的信息，包括 步号测试内容，测试结果，上限值，下限值，是否测试通过以及合格和不合格产品的计数情况。



图 4 系统主界面

对于开发新的电子产品测试程序只要完成 下列步骤；

步骤一：根据测试说明上的 产品管脚在开关量工具包中定义输入输入 输出点

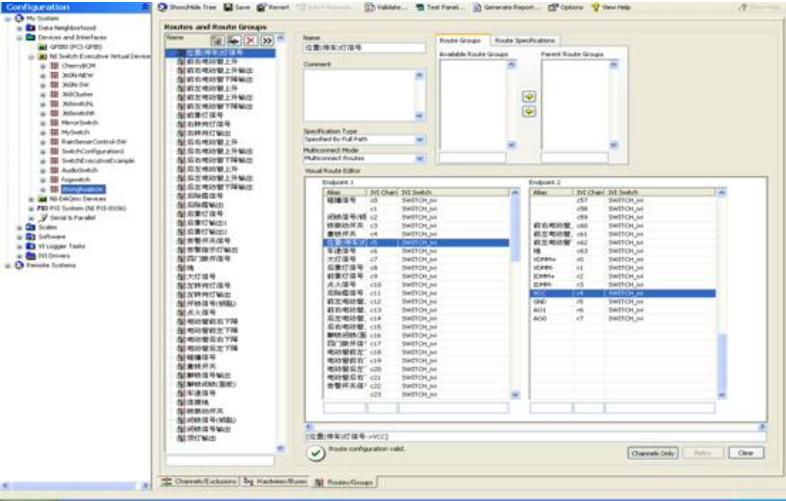
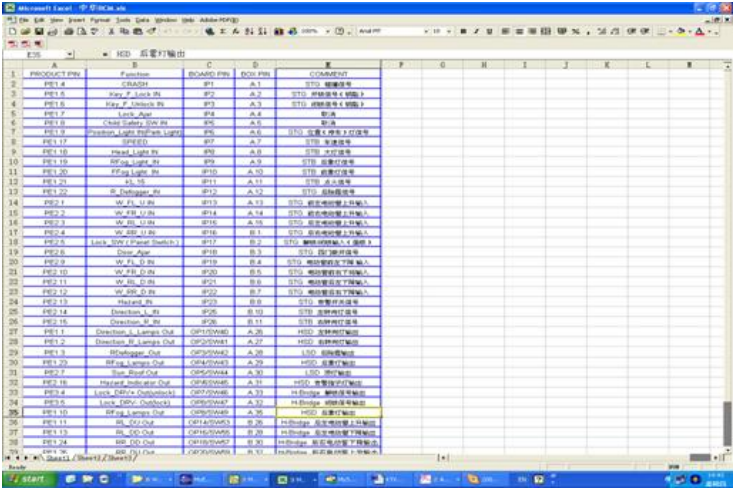


图 5 路由配置图

我们为中华BCM 的所有输入输出脚定义了名称，对于可能的 输入输出路由进行了 定义。

步骤2：根据路由配置，编写 线束连接说明文档， 并且制作线束。

步骤1完成后，可以打印出各个继电器通道于产品测试相关的信息，然后根据 这些内容，为每个产 品编写一份用以说明线束连接的说明文 档，主要说明输入输出，各种资源的分 布。这份文档对线束 的制作，故障的诊断 和以后系统的查错等 都有重要意义。文档 定义好，之后就可以 根据文档来制作线束。



Pin	Pin Name	Pin Description
1	PROG/TEST	编程/测试
2	PROG/TEST	编程/测试
3	PROG/TEST	编程/测试
4	PROG/TEST	编程/测试
5	PROG/TEST	编程/测试
6	PROG/TEST	编程/测试
7	PROG/TEST	编程/测试
8	PROG/TEST	编程/测试
9	PROG/TEST	编程/测试
10	PROG/TEST	编程/测试
11	PROG/TEST	编程/测试
12	PROG/TEST	编程/测试
13	PROG/TEST	编程/测试
14	PROG/TEST	编程/测试
15	PROG/TEST	编程/测试
16	PROG/TEST	编程/测试
17	PROG/TEST	编程/测试
18	PROG/TEST	编程/测试
19	PROG/TEST	编程/测试
20	PROG/TEST	编程/测试
21	PROG/TEST	编程/测试
22	PROG/TEST	编程/测试
23	PROG/TEST	编程/测试
24	PROG/TEST	编程/测试
25	PROG/TEST	编程/测试
26	PROG/TEST	编程/测试
27	PROG/TEST	编程/测试
28	PROG/TEST	编程/测试
29	PROG/TEST	编程/测试
30	PROG/TEST	编程/测试
31	PROG/TEST	编程/测试
32	PROG/TEST	编程/测试
33	PROG/TEST	编程/测试
34	PROG/TEST	编程/测试
35	PROG/TEST	编程/测试
36	PROG/TEST	编程/测试
37	PROG/TEST	编程/测试
38	PROG/TEST	编程/测试
39	PROG/TEST	编程/测试
40	PROG/TEST	编程/测试
41	PROG/TEST	编程/测试
42	PROG/TEST	编程/测试
43	PROG/TEST	编程/测试
44	PROG/TEST	编程/测试
45	PROG/TEST	编程/测试
46	PROG/TEST	编程/测试
47	PROG/TEST	编程/测试
48	PROG/TEST	编程/测试
49	PROG/TEST	编程/测试
50	PROG/TEST	编程/测试
51	PROG/TEST	编程/测试
52	PROG/TEST	编程/测试
53	PROG/TEST	编程/测试
54	PROG/TEST	编程/测试
55	PROG/TEST	编程/测试
56	PROG/TEST	编程/测试
57	PROG/TEST	编程/测试
58	PROG/TEST	编程/测试
59	PROG/TEST	编程/测试
60	PROG/TEST	编程/测试
61	PROG/TEST	编程/测试
62	PROG/TEST	编程/测试
63	PROG/TEST	编程/测试
64	PROG/TEST	编程/测试
65	PROG/TEST	编程/测试
66	PROG/TEST	编程/测试
67	PROG/TEST	编程/测试
68	PROG/TEST	编程/测试
69	PROG/TEST	编程/测试
70	PROG/TEST	编程/测试
71	PROG/TEST	编程/测试
72	PROG/TEST	编程/测试
73	PROG/TEST	编程/测试
74	PROG/TEST	编程/测试
75	PROG/TEST	编程/测试
76	PROG/TEST	编程/测试
77	PROG/TEST	编程/测试
78	PROG/TEST	编程/测试
79	PROG/TEST	编程/测试
80	PROG/TEST	编程/测试
81	PROG/TEST	编程/测试
82	PROG/TEST	编程/测试
83	PROG/TEST	编程/测试
84	PROG/TEST	编程/测试
85	PROG/TEST	编程/测试
86	PROG/TEST	编程/测试
87	PROG/TEST	编程/测试
88	PROG/TEST	编程/测试
89	PROG/TEST	编程/测试
90	PROG/TEST	编程/测试
91	PROG/TEST	编程/测试
92	PROG/TEST	编程/测试
93	PROG/TEST	编程/测试
94	PROG/TEST	编程/测试
95	PROG/TEST	编程/测试
96	PROG/TEST	编程/测试
97	PROG/TEST	编程/测试
98	PROG/TEST	编程/测试
99	PROG/TEST	编程/测试
100	PROG/TEST	编程/测试

图 6 管脚配置文件

对于需要连接负载的 产品，我们还需要一 份负载配置连接图， 以便可以在接口箱上 为输入输出端配置上 特定的负载。

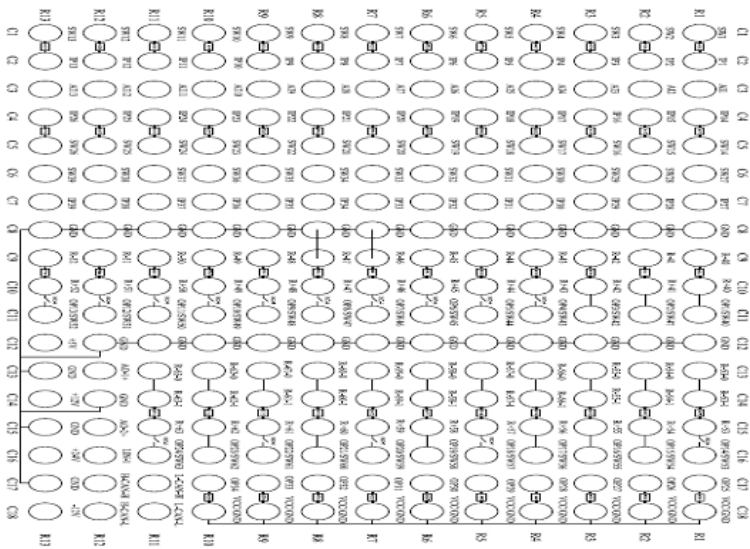


图 7 负载配置图

步骤3：进行main.xml的配置



图 8 main.xml主配置文件

主配置文件用来配置产品的显示信息，如上图所示，有产品名，产品号，客户名，客户号，通讯参数包括CAN，LIN，KLINE的通道号，波特率，版本，ID，数据长度等信息。根据在NI开关量执行软件中的设置对输入和输出通道进行配置，这些信息将成为在Auto.xml中选择的数据库。从而十分灵活方便的实现了编程。

步骤 4：进行auto.xml的配置



图 9 auto.xml 自动测试配置文件

如果测试程序中有自动测试的要求，可以进行自动测试步骤的配置。每一步都有如下信息，包括步骤号，是否执行，步骤类型，输入激励，时间间隔，测量输出端，如果是设置了步骤为KOSTIA诊断，那么还要设置发送信息诊断信息和诊断反馈值的上限和下限值。

其中测试类型分为，

短路测试 (对于重要的管脚两两之间是否短路)

元件测试 (也叫参数测试, 测试电阻, EMC电容等重要可测元件)

功能测试 (输入激励, 测量输出)

KOSTIA测试 (通过KOSTIA 协议进行输入电路和 输入驱动的测试)

异常测试

对于输入激励（Routs）和输入通道（Routs）由于在main.xml文件中进行过配置，所以为了方便使用，采用选择方式，数据源来自于main.xml文件配置示意图如下所示：

用户只要选择激励（可以有多路激励），然后选择输出通道（只能选择一路）就可以配置完成了。



图 10 输入激励配置



图 11 输出测量配置

步骤 5：对界面和程序稍作调整和修改

主要是在界面修改一些标签，对于有 KOSTIA 诊断的程序则要修改 KOSTIA 部分。

步骤 6：自动测试开始或手动分析



图 12 自动测试开始，进行配置

本系统可以支持多次测试的功能，即对一个产品可以多次反复自动测试也可以单次测试，输入产品序列号，并且选择测试结果是否上传到数据库中，然后就可以开始自动测试了。当选择保存数据后，每次的测试结果通过 MYSQL API 自动上传到数据库中，便于追溯。

为了分析产品，我们也可以选择手动测试，界面如下所示，点击相应的按钮就可以输入相应的激励，各个输入端的电压通过扫描显示在界面上，既有数值的显示也有图形的显示，比较生动，自然。

对于某些输出端，可能需要观察其上升时候的波形，超调量，上升时间等情况，从而判断其机械和电性能是否良好，此时可以通过选择按钮，进行图形的显示，由于是用 NI6251 的 AI 输入端测量的，其采样率达 1.25M 所以足以实时观测引脚输出，也可以观测 LIN, KLINE 等比较低速的通讯帧图。



图 13 手动分析界面

步骤 9：打开 EOL 系统, 查询测试结果, 生成测试报表

如果进行了自动测试，并且选择了保存数据，那么就可以进入 EOL 测试技术管理系统中的首件鉴定模块中的测试结果项目。用户可以通过产品编号和产品序号来查询某种产品或某个产品的各步具体测试结果。



图 14 (WEB 信息发布界面)

上传的数据包括测试产品名，产品序列号，步骤号，每步的开始时间和结束时间，测试的结果和上下限，是否通过，以及解释步骤作用的备注数据。最后如果出现错误还会有错误代码，这些错误代码，都是根据历史的经验总结出来的错误，比如 1 表示 KOSTIA 登录出错，这样，错误就很容易被分析和追查。

小结:

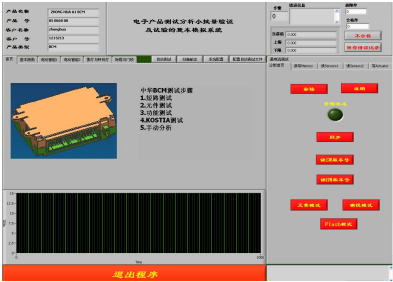
综上所述, 通过在 NI PXI 平台构架的 KTVS 系统, 由于具有灵活, 可配置, 可快速开发等特点, 十分适合于汽车电子行业的质量分析, 实验等部门进行产品分析, 首件测试, 功能实验等用途, 它不同于 EOL 系统, 可以为这些部门提供全面, 快速, 准确的产品测试和分析能力, 并且系统操作界面简单, 清晰, 使用方便, 直观. 所以非常适合于在汽车电子行业中进行测试, 分析之用。

在 KOSTAL 我们的质保, 分析, 首件, 实验, 设计测试等部门都可以依靠此系统对设计和生产过程中的产品进行测试和分析, 从而有效地提高产品的质量, 为公司减少质量风险, 从而提高公司的经济效益。

欢迎您点击“[请NI工程师回电!](#)”，马上申请NI测 控专家的专业技术咨询！

更多获奖征文请访问：www.ni.com/china/papercontest

作者信息:
徐 峰
上海科世达华阳汽车 电子有限公司



自动测试系统主界面

法律条款
本教程由 National Instruments 公司 (简称 “NI”) 开发。尽管 National Instruments 可为该程序提供技术 支持，但是该指南的 内容并非完全通过测 试和验证，NI不以 任何方式保证其质 量，也不保证相关产 品或驱动程序的新版 本出现时继续为其提 供技术支持。本教程 仅以其“现状”向用 户提供，教程没有任 何担保。教程使用受 ni.com网站上 《使用条款》的约 束。(<http://ni.com/legal/termsofuse/unitedstates/us/>)