

萧宇光

随着家电维修和计算机维修行业竞争的白热化，很多在这些方面从业的朋友希望能够扩展更高端的工控电子设备维修业务。笔者也是由主要从事计算机芯片级维修转到专业从事工控电子设备维修的，这里我就大家关心的一些问题，谈谈自己的看法与做法。

首先想要开展工控电子设备维修业务，那么一定要处理好技术储备和市场开拓这两个问题，我觉得很难说清楚这两者的先后顺序，只能是两手都要抓，两手都要硬。

### 不打无准备之仗——做足技术储备

笔者十几年前曾在一家从事数字显示测温仪表、热电阻、热电偶生产的测温仪表厂工作，而这个厂还有另外一块牌子——现代工程控制研究所，承揽工业自动化项目的设计与施工，通过一段时间的工作我对工控设备有了初步的了解。从工厂出来我主要从事办公设备以及计算机芯片级维修，工控电子设备维修是副业。当然那时我就为自己做好了以后的规划——将计算机维修领域的先进技术运用于工控电子设备的维修中。

由家电维修或计算机维修转入工控电子设备维修行业需要一个过程，当中又有很多具体问题要克服，不可能一挥而就。比如解决贴片元件的焊接吧，从 1997 年开始我就在研究了，但一直进展不大，密集多脚 IC 焊接始终是难题，直到 2002 年初一位从工厂来哈尔滨做主板售后支持的广东老乡权森武的指点，这个问题才完美解决。所以我认为目标定好之后，不急不躁，有耐心地积极争取是最重要的。

已经有很多朋友问过我从事工控电子设备维修要掌握哪些知识？我认为从事工控设备维修需要教深的电子技术基础。学习电子技术基础，经过反复比较，我建议大家看一看中职高职类的教材。这类书通常会讲解最基础的电子技术知识，篇幅章节相当于大学电类少学时教材，难度适中。除了上面谈到的以外，还需要掌握开关电源、计算机、单片机（嵌入式控制器）、电力电子等知识。其中开关电源、电力电子和单片机尤为重要，开关电源的重要性大家都比较了解；简单地说电力电子是针对功率驱动应用的，包括了大中功率交直流开关稳压电源、变频器、伺服器等设备；而单片机的应用则更广，这里我就不想赘述了。

我开始学修开关电源是从看设计类书开始的，那时看了两本书，一本是人民邮电出版社的《新型开关电源及其应用》，何希才编著，这本书现在我还保留着；另一本也是人民邮电出版社的，书已经不知哪里去了，书名也没记下来。其中特别详细介绍了 UC3842，并给出设计实例，要知道 1996 年很多维修界的同行还不知道 UC3842 引脚定义呢。还有这本书有一个章节中非常搞笑——说 TL494 是山东德州仪器公司推出的。现在看这两本书的写作质量一般，但当时对我的帮助真是很大，特别是第二本。目前国内作者写的开关电源原理设计及维修的书真正能做到通俗易懂、既有理论又有实践的没几本。比如说吧，最常见的 RCC 拓扑是 PWM 调整，还是变频调整，还是兼而有之，多数书不敢讲清楚。而且这类书多数讲原理的部分都是一个模子刻出来的——千篇一律，一看就知道是“拿来主义”。因为我自己在学习维修技术的思路与很多做维修的兄弟不一样，而且不以短平快见长，所以我的建议是如果你想深入了解开关电源技术，我觉得网上有一本台湾全华科技图书股份有限公司的《最新交换式电源技术》很值得看一下。

关于电力电子知识方面的书很多，大家可以在书店中很容易地找到相关大中专学校的课本。这里我推荐一本书——《变频调速控制系统的设计与维护》，山东科学技术出版社出版，曾毅等编著。这本书是国内最早介绍变频器芯片级维修的书，出版至今好像已经有 3 个版本了，我买的第一版已经送人了，目前手头上的是第二版，我学习电力电子知识和变频器维修就是从这本书开始的。这本书可以简单地分成 4 部分，第 1 部分是电力电子元件基础知识，第 2 部分是变频器原理，第 3 部分是变频器设计与应用，第 4 部分是变频器的维修。看这本书的好处是显而易见的——既学了电力电子方面的基础知识，又了解了变频器应用与维修。

单片机方面的书就非常多了，介绍 MCS-51、PIC、AVR、飞思卡尔（由原摩托罗拉的嵌入处理器部门独

立而成)、凌阳、三星、三菱(三菱半导体部分已与日立相应部分合并,成立了瑞萨公司)等的书都能找到。常见工业设备嵌入控制器除了上面提及的,还有NEC的 $\mu$  PD78系列(它是我最早接触的单片机),日立的H8、SH8系列,Zilog的Z80、Z8系列,东芝的TLCS-870、TLCS-90系列,富士通的MB89系列,意法公司的ST62、ST63、STM系列等等。就维修而言,学习单片机的重点是了解时钟、复位、总线、中断、I/O扩展等基础知识,不用对编程做深入了解。网上有很多很多单片机的教程,上面提到的那些基础知识都会有讲解,只是像8155、8253、8255这类老的I/O扩展专用桥接芯片已不怎么介绍了,需要大家自己去找上世纪末乃至本世纪初的相关图书。

### 技术军演——我会搞模拟训练

鲁迅先生讲“大概是物以希为贵罢。北京的白菜运往浙江,便用红头绳系住菜根,倒挂在水果店头,尊为“胶菜”;福建野生着的芦荟,一到北京就请进温室,且美其名曰“龙舌兰。”实际上工控设备也是如此,比如LCD显示器穿了“马甲”之后,就变成了触摸屏;整合主板“变了形”,被叫做SBC (Single Board Computers, 单板计算机);而主机与触摸屏“合体”之后,又衍生出工控一体机;一块以早已是“昨日黄花”——486为核心的嵌入式板卡报价可能要几千、上万。



图1——希捷公司生产线上用的一块SBC

在没能真正进入工控电子设备维修行业之前,我建议大家不要无事可做,不妨就地取材先预演一下。比如电源设备是工控设备维修中量最大的,所以掌握电源设备,特别是直流开关稳压电源的原理与故障检查尤为重要。一些家电或计算机维修人员对大中功率直流开关稳压电源不够熟悉,存在畏难情绪。的确这一类电源结构比较复杂,维修风险性大,所以我建议大家先由最常见的计算机ATX电源入手。就电路拓扑结构而言,ATX电源就有RCC+半桥或单端正激等的组合,当理解了半桥拓扑结构之后,就很容易懂得全桥拓扑结构了。见过很多从事计算机维修的兄弟叫苦说ATX电源价格太便宜,但维修难度并不低,我说作练手要的就是这种效果。因为价格便宜,大家才容易得到,就是处置失误,我们也损失不大;有难度,正是工控电子设备维修行业的特点,这意味着挑战,美妙的感觉也正是由此产生的。



图2——一台TDI的10.5kW输出直流开关电源

上图是无锡某半导体厂用的电源,是我到目前修复的最大功率直流开关电源。

### 功夫在诗外——英语

现在复合型人才特别受欢迎,究其原因——综合实力强,好的维修人员也是如此。英语好带来的结果是:信息获取渠道畅通——可以找得到,看得懂。就以IC为例吧,其实每个IC都有它的技术文档,当然

通常都是英文版的。尽管说汉语的人口世界第一，但是由于历史的原因，英语更通行于世，元器件是卖给世界人民的，所以目前还是英语优先，中文技术文档则比较少见。在这些技术文档中，首当其冲的就是 datasheet（数据表），datasheet 里有我们维修人员关心的内部框图、引脚定义说明、典型应用电路以及保护状态条件等信息。

很多做维修的兄弟问过我：有没有好用的翻译软件？我的回答是这样的：机器翻译是个世界性难题，十几年前我上学时哈尔滨工业大学就在搞了，IBM 也在搞，可现在你看哪款软件敢说自己把英译汉的问题完美解决了？翻译公司的生意不是依旧红火？所以说你自己英语好，看得懂 datasheet，那么你就比别人先掌握了一条多快好省的维修捷径。

好了，举个 datasheet 在维修中的应用实例吧，一台 Acbc electronics 的 JF751B-3000-9041 开关电源（输出为 12V55A）加电无输出。首先检查滤波电容端电压（在与之并联的分压电阻上测），正常。估计问题可能出在功率开关板上，该板以 LT3846 芯片为核心，4 只功率开关管受其控制。测量 LT3846 各脚电压，发现 LT3846 的输出 A Out（11 脚）、B Out（14 脚）电压为 0。用二极管档检查 LT3846 各脚对地压降，无明显偏低的。显然 LT3846 工作异常，估计应该处于某种保护当中。阅读 LT3846 的数据表，首先在 applications information（应用信息）中找到了 LT3846 第一种不输出的可能：

A logic high at pin 16 will initiate a shutdown cycle. During a shutdown cycle, both outputs are held off and pins 1 and 7 are pulled low. If pin 1 current ( $I_{pin 1} = V_{REF}/R_1$ ) is less

图 3——16 脚 shutdown 时的说明

即第 16 脚处于高电平会产生一个关闭周期（shutdown cycle），第 1 脚和第 7 脚都被拉为低电平。但本电路中该脚是接地的，可以排除这种可能。继续阅读数据表文档，发现第一页的 block diagram（框图）中有这样一个部分，见图 4：

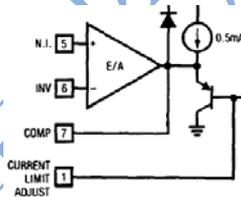


图 4——电流限制设定电路

继而在 electrical characteristics（电气特性）部分找到了进一步的参数说明，见图 5：

Current Limit Adjust Section								
Current Limit Offset	$V_{Pin3} = 0V$ $V_{Pin4} = 0V, Pin 7 Open (Note 6)$	0.45	0.5	0.55	0.45	0.5	0.55	V

图 5——详细说明

即第 1 脚电压低于 0.5V 时，LT3846 的输出会截止。从实测电压看第 1 脚电压的确低于 0.5V，看来问题出在此处。由此向前追踪到一个用于比较的 LM358N，测其工作状态电压不对，更换后电源输出正常了。

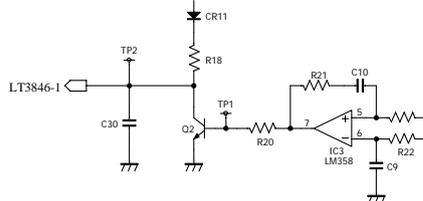


图 5——LM358 相关电路

不同于一般计算机设备维修，工控电子设备维修中还需要更多地阅读英文使用手册，读懂这些手册对我们的维修会提供极大的便利。以图 1 的那块 SBC 为例吧，当初拿到这批电路板时，因为不能确定它的具体型号，我们都无法测试各接口的好坏（客户没有给出具体故障表现）。大概过了十几天之后，我无意中在板子的边沿找到了型号标签，终于搜到了它的 User's Guide（使用指南）。从 User's Guide 中，我知道并做出了键盘、鼠标、VGA 等接口线，顺利地完成了各项测试。

对自己要狠一点——跑线路

所谓跑线路就是在缺少现成电路图的情况下，根据实物逆向测绘出电路图。跑线路对分析电路、学习借鉴以及技术文件存档都有着重要的意义。由于工控电子设备绝大多数不会有详细电路图，所以跑线路是每一位维修者的必备基本功。

跑线路不但需要一定的电路功底，而且还要熟悉常见器件的引脚排列方式，这样才能高效快速地完成维修任务。上面说过 datasheet 中会提到芯片的内部框图、引脚定义说明、典型应用电路，这些东西也是我们跑线路的重要参考依据。我在网上发现很多新手在花费了大量时间与精力，辛苦画出电路后，却发现自己根本就无法理解。所以我认为事前要评估电路复杂程度，不要超出自己能力范围太多。客观地讲，即便是老手也不能保证自己可以看懂跑出的所有电路，这就是绝大多数同行不愿不敢投入精力去跑线路的原因。我觉得跑线路需要有心理准备，要有赌徒精神——敢拼才能赢和愿赌服输。

我以前是手工绘制电路图的，自己倒也知道一些 protel 使用方法，但一直觉得它画出的电路图太难看了，插入 word 文档中也不够清晰，当然最要命的是它易用性不好，所以不到不得已是不用的。2007 年我接触到来自日本的免费电路图绘制软件——BsSch，自己画电路图的效率、质量都有了大幅度的提高。BsSch 画出的电路图风格上有些像 orCAD，挺漂亮的，关键是它的易用性非此类主流软件可比。另外 BsSch 可以导出 EMF 格式文件，这是一种矢量图片，无限放大不失真，真正的高清，与 word 配合使用绝对是珠联璧合！而且新版 BsSch 增加 EMF 拷贝工作，可以将绘制的电路图直接拷贝粘贴到 word 文档里。我接触 BsSch 时，还没有中文版，但它提供源代码，现在国内已经有热心网友推出了它的汉化版。图 6 是我用 BsSch 软件绘制一套光电检测板电路图，是浙江某日资厂生产线设备上的。

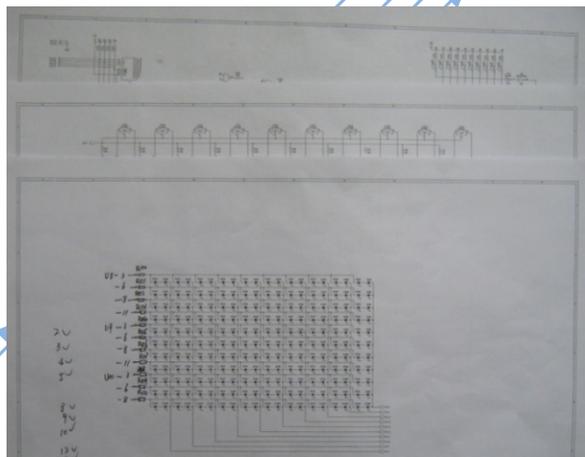


图 6 根据实物绘制的光电检测板电路图（共 3 张）

画这块板的电路图之前，我评估了电路的复杂程度，简单地说这块电路板是由 74HC138 进行 BCD 码输入选择控制、模拟电子开关（74HC4066）与反射型光电开关、发光二极管组成矩阵，TD62003 进行后级驱动。虽然 IC 芯片不少，但电路重复部分多，很有规律，难度不高。绘制这份电路图，我用了两个多工作日。

对于跑多层板，可以用比较专业的跑线路的工具——铜刷来提高效率，（建议和像优立德 UT61E 这样的高位数万用表配合使用），这种铜刷接触面积比较大。



图 7 跑线路的工具——铜刷

据有人讲它就是维修电机时刷铁锈用的铜刷，有些朋友问这东西在哪里能买到，我这个是在上海北京东路五金电料市场买的，那一带很多商家都有这类东西。使用它时，注意要点压在元件脚上，不要真的像刷铁锈一样去刷电路板，那样容易把贴片电阻电容给刷掉。

君子善假于物——仪器

我在一个技术网站上看到了一句极为精辟的话：与其说这是一种维修技术不如说是一种测试技术。工控设备维修难度高，所以更需要仪器仪表来减轻工作强度。工控设备维修需要配备的仪器除了双路 30V5A 输出直流稳压电源、示波器、信号发生器、编程器外，还有一个被一些人认为是工控维修的神器——电路在线维修测试仪，这里我重点讲一下它。

维修电路有两种思路：一种是原理分析法——根据故障现象，搞清电路的组成、功能，分析出可能出现问题的具体元件；另一种是排除法——不去纠缠具体电路组成、功能，只去关心具体元器件的好坏，通过逐一测试找出所有坏件。电路在线维修测试仪就是这样一种属于第二种思路的检查设备，在国内有几家公司在从事这方面的研发生产，其中最出名的要数北京的天慧和东方正达了，我 2004 年到北京时曾专门拜访过天慧公司。

电路在线维修测试仪可以分成功能型测试和参数型测试两种。功能型电路在线维修测试仪只能测试元件的功能完备性，对于元件特性的变化不做细致地量化分析，如果想知道详细的元件特性参数还是需要参数型电路在线维修测试仪的。目前市场上销售的低价维修测试仪都是功能型测试的。

在电路在线维修测试仪的广告上，大家可能会看到罗列着诸多功能，的确电路在线维修测试仪就是一种 All In One（全合一）的仪器。但我觉得对于维修而言，它最实用的功能是 ASA 曲线、逻辑/存储 IC 以及运算放大器测试这三项。ASA 是 Analog Signature Analysis 的缩写，译为模拟曲线分析，简单地说就是在断电状态下，给被测试元器件一个有限、安全的激励电流，看对应得到的电压特性曲线（每种元器件都有其对应的特定曲线），并将该 V-I 曲线显示在屏幕上。当元件有问题时，该曲线也会发生改变，通过比较，来确定元件（或电路）的好坏。国外设计生产 ASA 曲线测试设备的公司并不少，比如泰克公司、Huntron 公司，而且叫法也不同于国内——Tracker，追踪仪。有关于它的详细原理，建议大家去天慧或东方正达的网站去看一下，也可以查阅《电子报》1994 合订本下册 373-374 页的《特性对比分析器》一文看看具体电路。逻辑/存储 IC 测试功能是针对 74 系列、4000 系列、4500 系列标准逻辑 IC 以及像 6264、62256、62512 等常用 RAM 芯片的。其实这个功能很多编程器也有，比如 200 多元的 TOP2005+，但电路在线维修测试仪测试时更专业，更直观，也更准确。使用电路在线维修测试仪，你可以轻松知道 CD4069 内部 6 个单元中具体哪一个出了问题，而编程器则只能提示 CD4069 坏了；而且我在实际中还发现过 TOP2005+ 将正常芯片判断为坏片的。运算放大器测试的用途大家都知道，无需赘述，注意事项见后文。

从我们实际使用某 2000DX/B 型电路在线维修测试仪的效果看，有几个问题很值得大家注意。首先 IC 测试时，我们基本上是采用离线测试，虽然很不方便。这当中一方面是由于电路的复杂性，在线测试不如离线测试准确；另一方面是目前 IC 的封装多种多样，很难找到与之刚好配套的在线测试夹具，即便是有相应夹具，也常常会因为电路板（元件）涂有防护层（比如三防漆）而接触不良。目前对于运算放大器的常见测试方法有两种：一种是把运算放大器当比较器来测；另一种是看运算放大器的实际波形放大效果。第一种方法简单、成本低，但从实际效果看造成误判的比较多，因为它对有输出波形不对称、削顶问题的运放无能为力。由于采用第二种方法，所以天慧的产品这方面做得很好。不过有一点很让我想不明白——几万元的电路在线维修测试仪可能并不提供电压比较器测试功能，我们的这台就是如此。还有国产电路在线维修测试仪配套的零插拔 IC 座普遍质量比较差（一般采用国产假 3M 的，和进口的价格差一个数量级），使用不太频繁的情况下大约 2 年后会出现接触不良的现象，容易造成误判，所以要及时更换。

国内生产的电路在线维修测试仪出现少说也十几年了，但一直没有广泛得到使用。除了上面我说的那些原因外，价格高是主要因素，比如 2000DX/B 的售价大约要 6、7 万元。有些兄弟在琢磨买台二手的，对此我觉得要谨慎些，比如我们现在用的 2000DX/B 每隔一段时间就会出现接触不良，修了也还会反复发作。这款产品厂家有结构设计方面的问题，“天生身子骨不好”。当然目前对于低端电路在线维修测试仪市场并不是没有研发人员关注，我有一位朋友就开发了一款不超过 6000 元的产品，并做了几台样品，图 8 就是。



2011 年 5 月

图 8 低价位的 XCXYA-1 样机外观

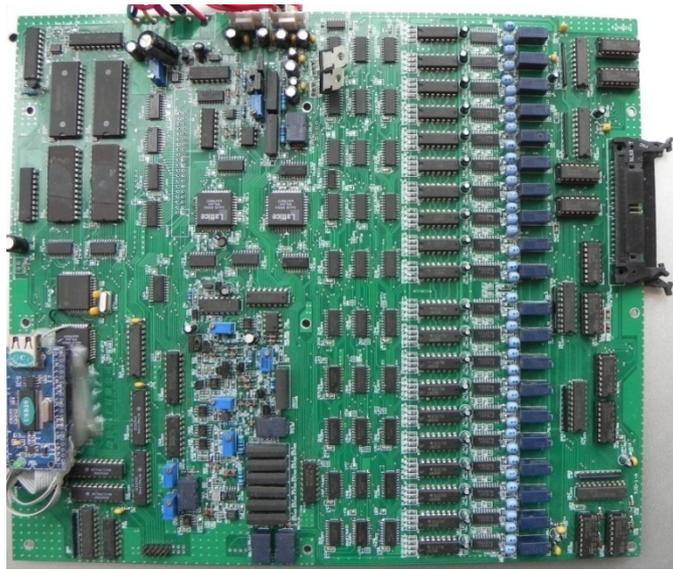


图 9 低价位的 XCXYA-1 样机内部电路板

朋友以前做过几年的电路在线维修测试仪的研发工作，参与的产品在国内已经投入实际使用中，效果当然没什么问题。对于这款样机我提出过两个意见：一是面板不够漂亮；二是体积大了，不适合带到现场。不知道是我泼的水太凉，还是他迫于生活压力，在忙更挣钱的项目，正反现在这款测试仪的改进、生产还没有被他提上议事日程，我觉得这就是技术人员不能深入市场的悲哀。

我已经几次被客户问到有没有电路在线维修测试仪，可见电路在线维修测试仪宣传的到位。我在到苏州之前没有使用过它，但活也干出来了（效率不见得高）。说一个极端的例子吧，十几年前我修一台夏普传真机的开关电源，测量、更换了除开关变压器外所有可能损坏元件也没修好。后来是维修前辈杨春合修好了这个电源，他的解决方法异常简单——用一段焊锡丝短路一个 1M 启动电阻（有两个这样的启动电阻）。因为他发现这个电路的启动电阻取值偏大，经过一段时间工作后电路参数改变，会出现无法启动的问题。之后我对于这类电路参数临界问题或需要调整才能正常工作的电路予以了特别的关注，显然电路在线维修测试仪对这些情况并没帮助，而且目前可编程类元件越来越多，电路在线维修测试仪对此也无能为力，所以电路在线维修测试仪不是神器，它只是一台辅助仪器而已。维修当中，人的因素最重要，是主因。另外我倒建议初涉工控电子设备维修者如果经济条件好的话，不妨配备电路在线维修测试仪，因为以金钱换效率也未尝不是一种好思路。

### 倒行逆施——我家也有 380

做工控电子设备维修最好能找到具有 3 相 380V 动力电的场地，但实际中很多搞家电维修或计算机维修的兄弟现有的工作地点没有这种条件，而去现场试太麻烦了。几年前我在修东安发动机公司 201 车间的西门子 840D 数控系统电源模块时也遇到了这个问题，定制一个 220V/380V 的升压型变压器当然可以解决这个问题，但当时是不我待。于是被逼之下，我想出了一个“倒行逆施”的方法，立即解决了 380V “动力电”。我去电子市场卖低压电器的柜台买了个 380V/220V 降压型隔离变压器，回家将变压器的 220V 输出端接入 220V 市电中，一量变压器 380V 输入端，嘿嘿，略高于 380V。解决了 380V 电源问题之后，在家里成功地修好那几个电源模块。



图 10 定制的 220V/110V/220/380 隔离变压器

有兄弟会问原来是 3 相，你现在是单相，不会有问题吧？我可以告诉大家：凡是内部输入部分采用了 3 相整流全桥的设备，都有可能单相供电工作。大家想一下单相整流全桥与 3 相整流全桥的差别就能知道——无论输入端怎样，这两种全桥都是只有一个输出。单相输入与 3 相输入的差别在于：单相时比 3 相时的输入电流更大。需要注意的是，有些设备具有缺相保护功能，单相时不能工作。对这样的电路，只能采取“骗”的方法——人为的为缺相保护检测提供一个假信号，至于“骗”得好“骗”不好就要看你对电路的分析功力了。该方法不适用于 3 相电机这样的设备，对于小功率 3 相电机可以用单相输入/3 相输出的变频器来试，大功率 3 相电机就不可能这样了——因为没有大功率单相输入/3 相输出的变频器，所以这是个问题，我无解。

#### 还我自由——测试平台搭建

与计算机或家电维修不同，工控电子设备的功能验证测试要难得多，因为客户往往只将系统中的一个单元设备拿来修，而这个设备离开了相应系统环境并不能独立工作。以我们公司为例，伺服电机控制器维修成功率一直很低，就如上面说的客户送修时基本上不带伺服电机，没法组成一个闭环控制系统。而且接修的伺服电机控制器种类也多，我们也不可能每一种伺服电机都备一个。

相对而言，工控电子设备中的计算机板卡测试平台就很好办了，因为毕竟标准统一，一台普通主机（具有一个串行 COM 口就行）、一块 PCI 显卡以及一块工控计算机底板就解决了绝大多数问题。具有串行 COM 口的普通主机是用来修触摸屏、PLC 的，目前已经没必要有并口了，因为那样的设备实在难以见到了；工控计算机底板主要为维修、测试全长、半长工控计算机主板而准备；PCI 显卡可以用来检查具有 PCI 槽的主板（比如图 1 那种）。

那么如何更好地解决测试平台搭建问题呢？以图6的光电检测电路板为例，前面我已经讲了部分相关步骤：评估电路难度→跑线路→分析电路原理。在这些的基础上我设计了一套测试方案——用3个BCD拨码开关作为输入控制，一个LED条图光柱（用了当中的8个）作为测试结果显示，一根硬盘线连接测试电路板和光电检测电路板。虽然很简单，但效果的确非常理想——检查、定位故障时间由原来的每块1小时以上，缩短为几分钟。又如我们公司的工程师做了大量深入细致的工作，总结出各类接口的定义规律，比较好地解决了可编程电源的系统联机模拟测试问题。与普通电源不同，可编程电源有两种控制模式——Remote（遥控）和Local（本机）。在生产线上基本都是采用Remote模式，由机台对电源进行控制（联机）。联机测试问题是这类电源的维修难点，所谓擒贼擒王，解决了这样的问题使我们更多地赢得了客户的认可。

总的来说对于没有时序、通讯协议要求的测试平台搭建难度相对要低。真正解决时序、通讯协议等测试平台问题则往往涉及到时序/逻辑分析，以及单片机、可编程控制器、PC机的编程，是工控电子设备维修的最大难点。这需要研究型维修人才，乃至研发人员来做，我特别要强调的是研究型维修人才，因为一方面他们深谙维修实践，另一方面他们又知晓设计之道，文武兼备。当然他们的数量很少，是整个行业中的珍贵稀缺资源。

## 适者生存——找到客户

古人诗云：“应筑粉墙高百尺，不容门外俗人看”，干工控设备维修就是这样，大家都知道它有利润，但是的确也很难进入。前面都是从技术层面去说如何做准备工作，实际上大家也一样关心如何找到相关客户，这非常重要，否则真是学会文武艺却无可用地了。这里我说说自己对此的一些思考。

首先是工控设备维修受地域经济影响明显，其基本规律是在南方业务好于北方，在大城市业务好于小城市。以我目前所在的苏州为例吧，这里除了是传统旅游城市，也是重要的工业城市，工厂林立，有劳动密集型的服装制衣厂，也有各种机械加工厂和三星、明基、飞利浦等这样的IT产品厂，还有半导体制造这样的高端电子行业。以我们公司为例，每年维修纯收入过百万（维修部人员始终没有超过8个）。这与我以前所在的哈尔滨形成了鲜明对比，哈尔滨产业类型相对单一，新兴产业与民营经济发展滞后，所以给我的感觉是工控设备维修业务始终是处于“吃不饱”状态。而且据我的观察，对于第三方维修提供商的认可程度反倒是外资企业高于国内企业，这应该与企业视野有关。当然维修业务收入与企业的市场定位息息相关，毕竟大家的精力有限，不可能了解所有行业，要“入对行”。就说我们公司吧，维修重点是为半导体厂服务，因为公司上层关注到长三角地区以上海为先导，涵盖苏州、无锡、常州，已经形成了国内最大的半导体制造产业带。而且公司副总以前就是半导体大厂的一线工程师、中层管理者，真正的业务通。

在北方很多内资企业，包括国营企业对维修价格看得很重，常常出现因为维修价格谈不拢而长时间停机，而一旦确定维修又容易出现要求立等可取的现象。在这一点上南北方的认识差距是很大的，比如前面我提到的光电检测板，客户从日本发货的价格是5000多块，而我们公司业务员的报价是2000多，已经超过了30%这个约定俗成的维修报价比例。开始我对客户接受我们的报价也感到不解，后来想通了——从日本发货涉及到运输周期、进口报关等过程，实际操作起来很麻烦，而且期间设备停机损失更大。我在哈尔滨时就遇到有排版公司因海德堡激光照排机损坏，没能及时找到合适维修人员，其间又不听从维修人员正确合理建议，延误维修时机，事后自己评估综合损失达20多万元的事。所以教会客户从全局去考虑维修问题，对于我们维修人员来讲是很重要的，这样才能达到彼此双赢的境界。

要想进入工控电子设备领域，首先是要了解相关行业的整体状况——常见的维修设备有哪些，在生产中的重要性如何，知名生产厂家是谁，大致销售价格。更进一步的是要知道这些设备的技术参数、乃至使用方法，以便在与客户交流中做到沟通顺畅。客户一般都是希望找到有比较深专业背景的维修者，如果我们不能让客户感觉到我们的专业性，那在谈维修价格时我们就难免不处于被动当中。

进行对外宣传是打开市场的必需手段，而建立自己的宣传根据地——网站，已是大家的普遍共识了，具体做法我也不想细说了，大家可以上网搜索工业电路板维修的信息，找一下国内这方面做得成功的网站就行了。除了网站宣传之外，大家也可以花钱在媒体上做广告，但将钱一定要花在“刀刃上”。我有一位做X光探伤经销维修业务的朋友是在劳动局举办的压力容器X光探伤培训班上打广告的，目的明确，效果也好，是很经典的案例。

除了一般性广告之外，我在实践中发现有两类人特别值得我们注意——电工和经销商。电工虽然一般不能决定设备由谁来维修，但他可以为我们提供大量工厂内部信息，对我们了解客户意图有很大的帮助。经销商，特别是当地那些从事低压电器、自动化设备、仪器仪表、电子元件等销售业务的商家都可能是你的贵人，比如我就有一位朋友是供我元件的上家，他帮我揽了不少工控电子设备维修的活。我分析过客户一般不会了解当地维修行业的具体情况，但他有这种需求时，会自己到电子电器市场去转，市场里的经销商是他最可能接触到的人。通过取长补短，整合大家的资源，我们会比较容易地与电工和经销商朋友建立联系纽带，比如电工常常会有计算机方面的问题需要我们的支持；我们也可以帮助经销商推销产品、解决他们遇到的一些技术问题。

干好工控电子设备维修需要解决的问题当然不止上面谈到的那些，还比如技术力量的安排、注意规避维修风险、处理好结款问题、与客户加强沟通获取故障设备更多信息等等。篇幅所限，这些问题已经超出了本文范围，如果大家有兴趣深入探讨，我会另文讲说自己的观察与想法。