

# 虚拟仪器在设备故障诊断技术实验教学中的应用

## Application of Virtual Instruments in Experimental teaching of Machine Condition Diagnosis Technique

作者：马法成

职务：副教授

单位：天津中德职业技术学院

**应用领域：**院校

**使用产品：**LabVIEW5.1 完全开发版,PCI-6024E 多功能数据采集卡等。

**挑战：**在一般工科院校中，配置多套价格昂贵，操作复杂的动态信号分析仪器，用于《设备故障诊断技术》的实验教学是不可能的。

**应用方案：**使用 National Instruments 公司的 LabVIEW 图形化编程平台，PCI-6024E 多功能数据采集卡，外加相应的传感器及振动计、噪声计等测量仪器，完成《设备故障诊断技术》课程的实验教学。

**介绍：**虚拟仪器技术具有高效、易用、开放、灵活、更新快、功能强大、性价比高、用户定义等诸多优点。用于开设设备故障诊断技术的实验课，提高了实验效率，降低了实验成本，增强了学生学习的积极性，取得了良好的教学效果。如果使用功能固定的台式仪器，如频谱分析仪、模拟滤波器、数字存储示波器、动态信号分析仪等。不仅价格昂贵，而且操作技术复杂。在院校实验室进行多套配置，用于实验教学是不可能的。

**一：用虚拟仪器取代功能固定的台式仪器，完成众多内容的教学实验，是《设备故障诊断技术》课程实验教学的最佳选择。**

《设备故障诊断技术》(Machine Condition Diagnosis technique 缩写为 CDT)是近期兴起的一门包含有很多新技术内容的综合性技术。我院把

它作为工业电气自动化专业的必修课。这是一门应用性、实践性很强的课程。对高职层次的学生而言，学好这门课，对他们的求职、就业具有一定的实际意义。所以实验教学水平的高低就成为教学质量的关键环节之一。

CDT 有丰富的实验内容，如随机、瞬态和复杂周期信号的采集、显示与识别，时域-频域变换及谱分析，时域信号模拟和数字处理，相关分析，带宽分析，模态分析，概率统计等。但是，这些实验内容不同于一般的教学实验，需要多类、多台价格昂贵的仪器作为支持。如一台 HP3562A 动态信号分析仪，价值人民币近 20 万元，一台 B&K 的 2010B 频率分析仪，价值人民币 16 万元。即要开好实验，又不可能投入超常的资金，这是一个十分突出的矛盾。我们的实验室只配备了一套相应实验设备，可以开设大部分实验。但学生做实验只能分组轮流进行。建立虚拟仪器技术实验室之后，情况就大为改观。不仅可完成电工、电子学、电气测量等基础课程的实验，还为 CDT 教学实验提供了广泛的发展天地。真正体现了虚拟仪器技术“软件就是仪器”，“一台计算机就是一个实验室”的特殊优势。

通过近一年的教学实践，我们会体会到，借助虚拟仪器技术完成 CDT 教学实验的主要特点有下述几个方面。

**1、实验设备的投资可显著地降低，使开设 CDT 实验成为可能。**

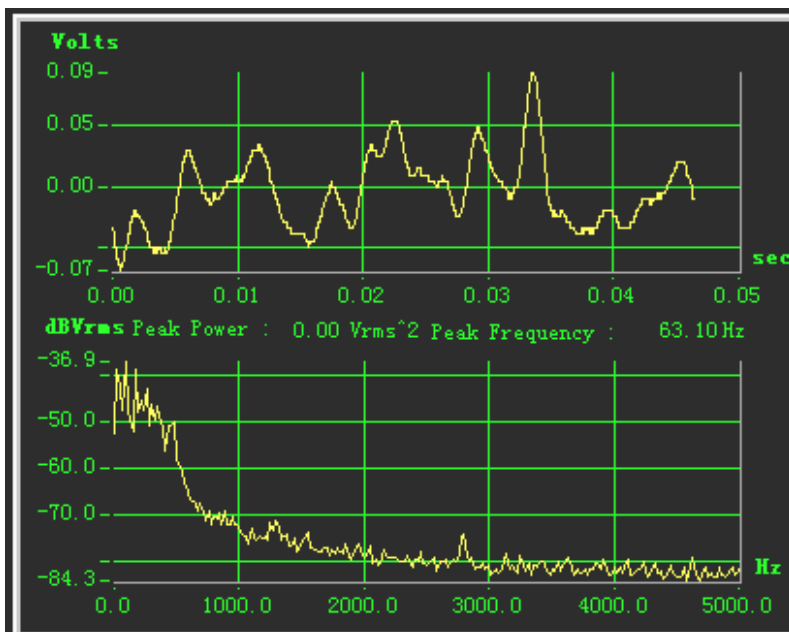
目前，我们的虚拟仪器技术实验室配备了十三个教学工位，其中十二个学生工位，一个教师工位。每台计算机配置了 LabVIEW 开发系统和 PCI-6024E 多功能数采卡。教师机上还配置了示波器卡、万用表卡和 GPIB 卡。包括计算机在内总投资为人民币二十三万元。而如果采用功能固定的台式仪器，主要由数字存储示波器、动态信号分析仪、函数/任意波发生器、模拟滤波器、记录仪等构成。以上仪器按六套计算，约需资金人民币二百万元。对一个高职工院校而言，专门投资建设 CDT 实验室是不可能的，只能依靠虚拟仪器技术完成相关实验。

**2. 实验内容更丰富，更生动，更易于理解。**

在 LabVIEW 开发平台上，用户可以利用强大的图形化编程功能，生成自定义的 CDT 实验所需的仪器，也可以利用软件自带的例子，直接调用。这些仪器包括：多通道示波器、频谱分析仪、任意函数发生器、数据记录仪、各种功能的滤波器、曲线拟合、概率统计直方图、噪声处理、振动分析仪(仿真)、动态信号分析(仿真)等。内容十分丰富，人机界面友好。通过这些虚拟仪器，可以完成 CDT 教学大纲所规定的周期、振动、噪声、随机等各种信号的时域过程采集、参数测量及其谱分析，各种滤波

器功能观察及参数设定等十多个实验。另外，由于高职层次学生数学基础和教学时数的限定，学生对诸如相关分析、滤波器、概率统计、曲线拟合等数学分析方法很难理解。但是借助虚拟仪器的功能，就生动直观地展示了其物理实质。在教师的指导下，就比较容易理解了，这是课堂讲授很难作到的。

**3. 有更高的实验效率，而且实验成本很低。**



**图一：虚拟频谱分析仪测得的电机座振动谱图**

用虚拟仪器完成 CDT 实验，实验效率大为提高。主要体现在两个方面，一是虚拟仪器作实验，可以分成

十二个组（每组二人）同时作。而用台式仪器，由于只有一套测试设备，每次只能一个组（每组四人）。另一方面，用虚拟仪器作实验，操作简单，用台式仪器作实验，操作复杂。以时域信号的谱分析为例，调用虚拟仪器生成的频谱分析仪后，只需要一次设定好设备号和通道字符即可运行，其它参数可在显示中设定。而 HP3562A 动态信号分析仪则不然，需要经过测量方式、选择测量、窗口、平均、频

率范围、量程、显示方式、坐标等十多个子菜单的正确设定后，才能启动谱分析功能。学生很生疏，很难熟

练掌握。过去，做 5-6 个实验需要近 20 学时，效果也不理想。现在，做十多个实验只要 6-8 个学时，学生就比较熟悉了。另外，用台式仪器作实验，按十年寿命估算，一个学时的实验要消耗上百元。而用虚拟仪器作实验，成本低廉的多，维修量也很低。不像昂贵的台式仪器那样，生怕出问题，维修费也十分昂贵。

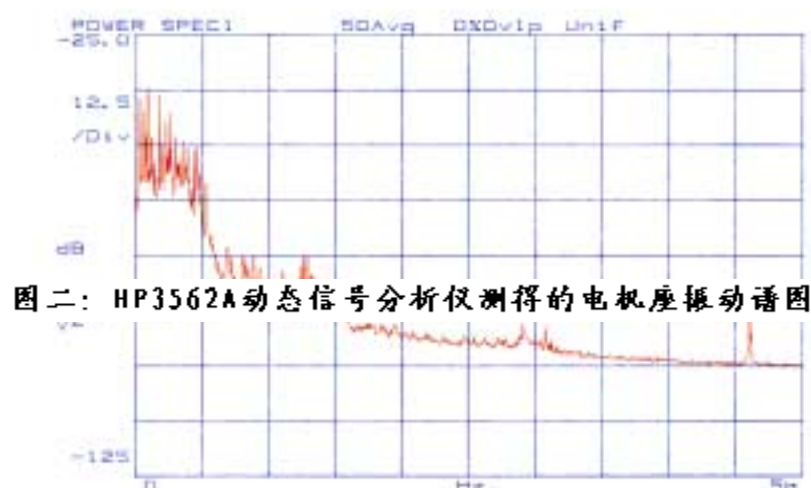
**4. 利用多媒体、校园网、因特网等计算机技术，实现教学手段的现代化。**

在 CDT 的教学实践中，借助虚拟仪器技术，就把仪器技术与计算机技术相结合，可以充分地利用计算机的软硬件资源，紧跟信息时代的前进步伐。在实验进行过程中，声、光、动画等各种手段相结合，使教学更生动、更形象，理论和实际相结合的更紧密。将来实现网络化教学后，在数据传输、资源共享、信息下载和远程教学各方面，就会提供更大的方便。如果不使用虚拟仪器技术，这些都是不可能的。

**二．虚拟仪器技术应用于 CDT 实践教学的实际例**

**例一：**在同一实验条件下用虚拟频谱分析仪和 HP3562A 动态信号分析仪捕捉电机座的振动速度功率谱。如图一、图二所示。

说明：这是一个典型的电机振动谱图，可以明显看出，两图的功率谱线分布趋势是基本相同的。二者的功率谱分布主要集中在 500HZ 以下谱区内。峰值谱线对应的频率都是为 60~70 (HZ)，功率均为 -37dB 左右。在 1KHZ~1.6KHZ 和接近 3KHZ 都有相同的功率谱线的起伏趋势。在 4.6KHZ 处尖峰，由于谱线分辨率的关系，虚拟频谱分析仪虽有表现，但不明显。应该说，用于教学实验还是完全胜任的。况且虚拟频谱分析仪还



**图二：HP3562A动态信号分析仪测得的电机座振动谱图**

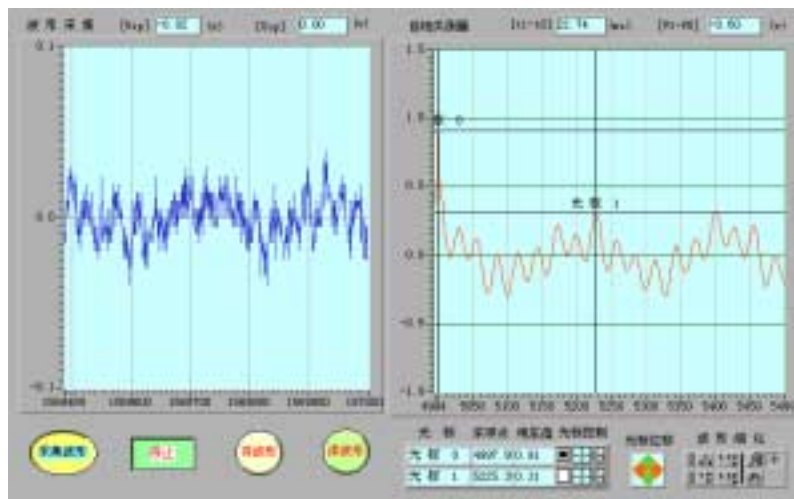
有原始的时域波形图同时显示。这就为实验教学提供了很大方便。

**例二：**在同一实验条下，用创建的自相关分析虚拟仪器和 HP3562A 动态信号分析仪对同一个混有随机噪声的电机座振动信号进行自相关测量。提取复杂周期振动信

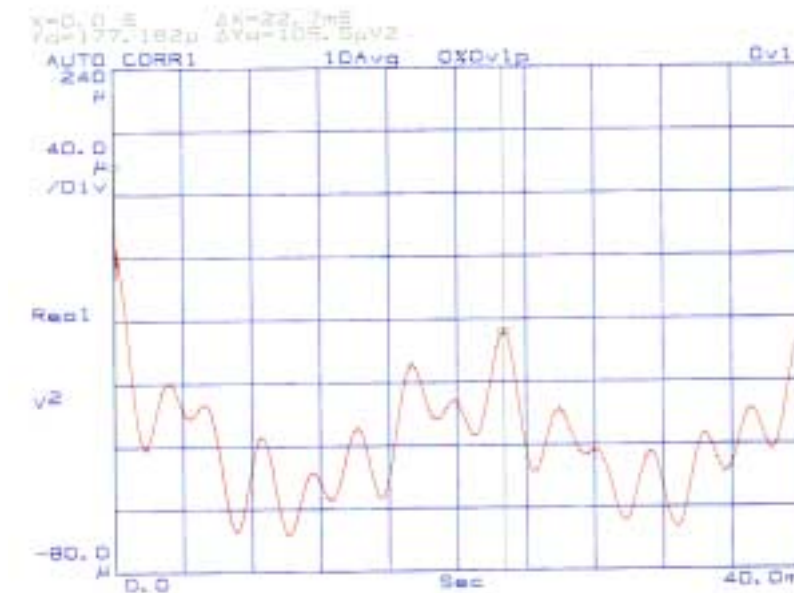
十分相似的复杂周期振动信号。都有效地消除了随机噪声。而且，虚拟仪器还有一个显示原始混有噪声的振动波形图。相比之下，比 HP3562A 更方便。这种分析，在 CDT 中十分有用，讲解起来很困难。但借助虚拟仪器技术真是又直观，又方便。

中的相关实验，具有实验效率高、设备费用低、实验内容丰富、使用方便、界面友好、集成性强、与计算机技术同步发展等明显优势。这就为降低实验成本，更新教学方法，提高教学质量起了非常重要的作用。可以肯定地说，利用虚拟仪器技术，进行《设备故障诊断技术》的教学实验，相对于电工技术，电子学技术的实验而言，比使用功能固定的台式仪器有更大的优势。当然，在分辨率、测量精度、动态范围、长期稳定性诸方面，相对于台式仪器而言，虚拟仪器的性能还需进一步改善（这主要与我们的硬件配置相关）。但是，就教学实验设备投资和保证教学质量而言，虚拟仪器有更高的性能价格比，这是确定无疑的。

综上所述，我们认为：在《设备故障诊断技术》课程中，使用虚拟仪器技术完成相关实验，是必要和可行的，是实验教学的首选方案，也是相关实验室建设的必由之路。



号，如图三、图四 **图三：虚拟自相关分析仪完成的混有噪声电机座振动信号的自相关测量** 三、结 语



所示。 **图四：HP3562A动态信号分析仪完成的混有噪声电机座振动信号的自相关测量** 通 说明：把 过一年

图三和图四相比较，自相关后提取的振动波形为两个形状，周期，相位都

多的实践，事实证明：借助虚拟仪器技术完成《设备故障诊断技术》课程

**参考文献**

<1>labVIEW Use Manual  
National Instruments Corporation  
1999  
<2>马法成,等. 虚拟仪器技术在实验教学中的应用.第十届VXI 技术研讨会论文集,广西北海, 2001.4 , 105-109