

# 一种电路自动加断电方法

郭元荣 李 鑫

(北京空间机电研究所 北京 100094)

**摘 要:** 针对复杂电路的测试特点和工作流程,充分利用计算机及测试设备的软、硬件能力,使用通用接口总线(GPIB)技术进行设备互联,实现了一套电源自动加断电系统,通过计算机软件对多台电源进行控制,实现电路的加电和断电功能,并能对每步加断电的时间间隔进行编辑。依靠计算机对仪器设备的程控,减少测试人员操作的复杂性,提高效率,同时有效的避免了操作失误,达到测试自动化的效果。该方法已在多个项目中使用,结果表明该方法提高了效率和可靠性。

**关键词:** 电路;自动加断电;通用接口总线

**中图分类号:** TN606; TP751.1 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.1050

## Method of circuit power supply automatic

Guo Yuanrong Li Xin

(Beijing Institute of Space Mechanics &amp; Electricity, Beijing 100094, China)

**Abstract:** This article is aiming at complex test characteristics and working process of the circuit, make full use of the hardware and software of the computer and test equipment capability, using GPIB interface technology for device interconnection, implements a set of power supply automatic on electric power system. The computer can control many powers to realize circuit's power-on and off. Also the time interval of power can control by compute. Rely on the computer control of the equipment, reduce the complexity of the tester operation, improve efficiency, and effectively avoid the wrong operation to achieve the results of automatic measurement. This method has been used in several projects, and the results show that this method is more efficiency and reliability.

**Keywords:** circuit; power supply automatic; GPIB

## 0 引 言

成像电路系统工作供电电源复杂,供电种类繁多,经常需要数十台电源同时供电,同时对加断电顺序与加电间隔时间有极为苛刻的要求。在以往的工作模式中,工作人员在使用中要对电源进行多次操作,首次使用时要设置电源输出电压和过载电流,之后保存电源配置,记住配置地址,在以后的每次使用中都要重新对每台电源保存的相应配置进行重加载的操作,电源显示不够直观,不易于检查,造成了较多的重复工作;同时还经常存在一定的操作失误,如倒入配置地址错误,或该配置被更改,致使电源输出错误或者加断电顺序错误,都会直接致使核心器件 CCD 的损坏,导致较大的损失,严重影响任务的研制效率和可靠性。

因此为了提高整个成像电路系统的测试方法可靠性,必须针对成像电路系统供电特点,使用一种新的加断电方式。

本文基于通用接口总线(GPIB)技术和 VISA 通信协议,对计算机与安捷伦电源或示波器之间的互联和控制进行了研究,设计并配置了一套由一台计算机,若干台安捷伦电源,以及相关配件组成的自动测试系统。通过这套系统实现以计算机对电源实行准确的控制,进而达到测试自动化的效果。

## 1 自动加断电系统功能要求

由于 CCD 相机有大量的偏置电压,为了给其供电,电路设计中会增加多个电源输入端口,同时加电顺序有严格的要求。这就需要在每次加电时对电源进行较多操作,同时还存在一定的由操作失误带来的风险。每次使用时都需重新对每台电源进行加载配置的操作,导致使用不便,而且造成了较多的重复工作,影响效率。

### 1.1 自动测试系统功能要求

为了应对以上问题,对本自动测试系统的功能提出了

以下要求:

1)要具备扩展性。在测试时,若只能同时控制一两台电源,则完全不能满足电路系统的加电需求。所以本自动测试系统必须能对同时控制的电源数进行一定的扩展,确保能达到所需的各种电都能同时调配。

2)要操作简单。对电源进行 save,recall 操作时需要在菜单中调出设置,并不简便。而且每台电源都需要单独设置,这又带来了许多重复工作量,而且并不直观,不方便检查。所以本系统设计了相对简便的操作。一套搭建好的系统,每次只需调入编写好的 Word 文档,点击相应的加电选项,即可完成加电。

3)要具有较高的准确性和可靠性。测试中加电要求比较多,且一旦失误会导致严重后果。所以本系统在工作中每台电源都有唯一的地址,保证其在使用中不会被误认,导致输出电压、电流有误或加电顺序错乱。同时设有循环自检功能,在加电过程中循环检测电源输出的电压、电流,并直观的在操作界面中显示出当前具体数值,方便观察并及时做出调整。

### 1.2 电源部分结构及工作流程

本套电源控制系统的组成部分主要是一台装有 Agilent IO 软件的计算机,若干台安捷伦电源,一根 USB/GPIB 数据线和若干条 GPIB 数据线。如图 1 所示,中位于上方与计算机相连的 GPIB 数据线为 USB/GPIB 线(图 2)。其中要强调在实验室现有条件下已有的电源仪器中,只能选用安捷伦设备,因为大华电源不具备在计算机端控制的能力。

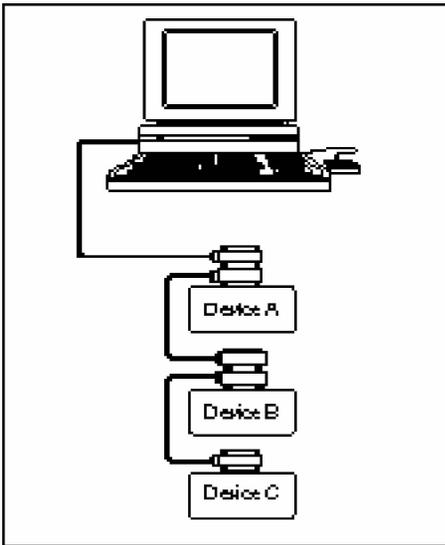


图 1 系统连接示意图

采用类似于总线型的拓扑结构,易于在使用中随时添加或减少设备。因 GPIB 的结构要求中明确了为保持高数据传输率,处于工作状态的设备不得少于连接中的设备的 2/3,所以有暂时不需使用的设备只需直接拔下后面板插头



图 2 USB/GPIB 连接线

即可。GPIB 数据线(图 3)为 24 芯电缆,一端是插头形式,另一端是插座形式,使用中一端连接设备后面板上的插口,另一端连接下一设备所用的 GPIB 数据线,旋紧紧固螺丝,即可完成设备之间的互联。另外 GPIB 结构要求中标明每一总线连接不得有超过 15 个设备负载,使得本套测试系统所能同时控制的设备数存在上限,不过仍能满足目前状态下的测试需求。



图 3 GPIB 连接线

## 2 具体工作流程

初次使用时点击电源前面板的 config I/O 按钮,设置仪器地址。此处的地址必须是完全不重复的,才能保证后面计算机端可以正常扫描出电源设备,地址指示首次设置,以后可以直接连接,电源地址配置状态如图 4 所示。



图 4 电源地址配置状态

初次使用时打开 Agilent IO 软件,扫描设备连接状态。此时如果设备地址配置完全正确,则所连端口会处于“绿色对勾”状态,若有重复则将显示重复设备都不可用。若可用可打开自动测试系统应用程序,开始加电设置,仅首次使用有此操作, GPIB 接口状态显示如图 5 所示。

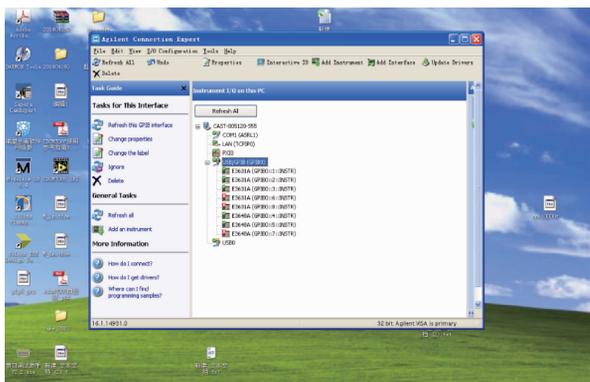


图 5 GPIB 接口状态显示

打开应用程序,进入电源设置页。初次使用时需设定加电具体配置。此时程序会读出配置信息中的电源类型,加电顺序,通道,电压,电流,电源序号等信息,设置完毕后将向相应地址的电源的对应通道发送配置信息,调节电压电流值,并同时配置进行自检。文档配置如图 6 所示,以后使用时可以直接导入此配置。

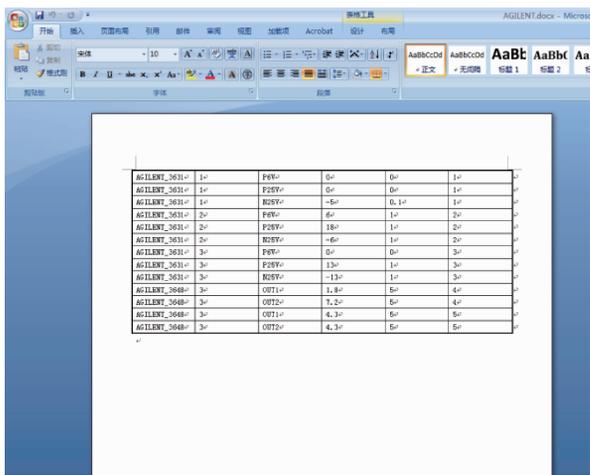


图 6 文档配置

全部配置完成后便可开始加电,加断电控制界面如图 7 所示,可以选择一次性加电,所有电源即按加电顺序开始按步骤工作。或者选择分步加电,每一步加电都需点击确认,同时其他按钮状态为不可点击,防止误操作。可观察电源状态,直到 3 步加电完成。中间如果发现有问题可以停止,选择按步骤断电即可。

加电开始后可以选择循环自检功能。此时计算机将循环向所有电源发送要求自检指令,每台电源自检后会发送自己当前输出的电压、电流值的信息给计算机,直到每台电

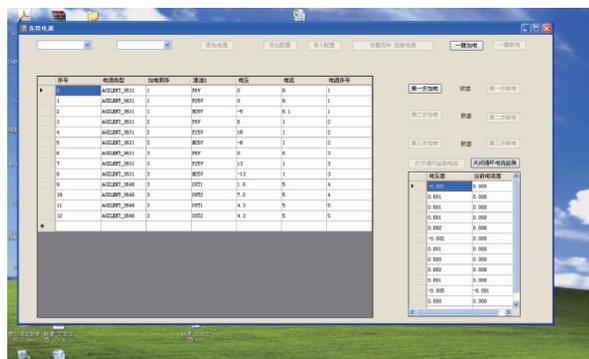


图 7 加断电控制界面

源都自检并返回值完毕,再开始下一循环。

加电完毕后只需选择一次断电或分步骤断电,计算机向电源发送指令,结束输出。

在此过程中,被控电源一直处于锁定状态,前面板大部分按钮处于失效状态,防止在使用中误操作,除非选择 local 键解锁。防止误操作对正在加电的电源产生影响。

### 3 相关技术介绍

#### 3.1 GPIB 技术

最早起源于 1965 年由惠普公司设计的惠普接口总线 (HP-IB),并且由于它的高传输速率,很快就得到了普及。这也是为何现在在安捷伦的 A3631N 电源的 GPIB 地址设置界面上,仍然显示 HP-IB。

GPIB 是通过接口系统发送出设备相关的信息和接口信息来和其他 GPIB 设备进行通信的。设备相关的信息,又被称做数据或数据信息,它包含有设备特征信息,例如编程指令、测量结果、机器状态和数据文件等。

接口信息是管理总线的,通常又叫指令或指令信息,接口信息的作用是对总线进行初始化,对设备寻址或去设备址,和设定设备的远程或本地编程模式。

GPIB 设备可能是讲话者、听者或者是控制器,讲话者总是向一个或者多个听者发送数据信息,听者接收这个数据,控制器在 GPIB 上通过向所有设备发送指令管理着这个信息。一个数字电源,既是一个讲话者又是一个听者。

GPIB 控制器的作用就好像电话的交换机。控制器监视着 GPIB 的通讯,当控制器发现有设备要发送一个数据信息,它就把讲

话者和听者连起来。在本套系统中,计算机装有 Agilent-IO 软件,使用 USB/GPIB 连线,既可以作为讲话者/听者,还可以起到控制器的作用。

如图 8 所示,GPIB 接口系统是由 16 个信号线和 8 个回地或者屏流线组成的,其中 16 个信号线又分为 3 组,依次为 8 根数据线,3 根握手线和 5 根接口管理线,分别负责数据和指令的发送,保证数据线发送和接受的信息字节不会出现传输错误,以及对接口进行控制。

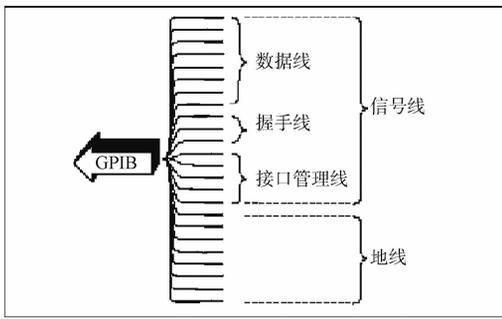


图 8 GPIB 接口的 24 线分配示意

在本套系统中,计算机依靠 Agilent IO 软件中的底层驱动程序,使用 VISA COM 通讯协议对处于连接中的 Agilent E3631A 和 E3648 电源设备发送指令,达到控制其各种工作状态的目的。

### 3.2 Agilent IO 软件

Agilent IO Libraries Suite 是本套系统中计算机端必须安装的软件。该软件的作用是让仪器和 workstation 保持通信连接。它本身是一个库的集合,其中包含了 VISA, SICL 和 VISA COM。使用该软件可直接对相应的接口发送控制语句,同时还能接收仪器返回的报告以及数据。

在本套自动测试系统中,使用该软件的发送指令功能作为调试辅助工具。虽然该软件也可达到在计算机端对仪器设备进行控制的目的,但是缺点是动作无法事先安排,也不能按需求自动发送,只能在需要使用时逐句输入发送,对于自动控制意义不大,所以只作为测试代码控制效果的验证工具。图 9~11 所示为本系统操作界面。

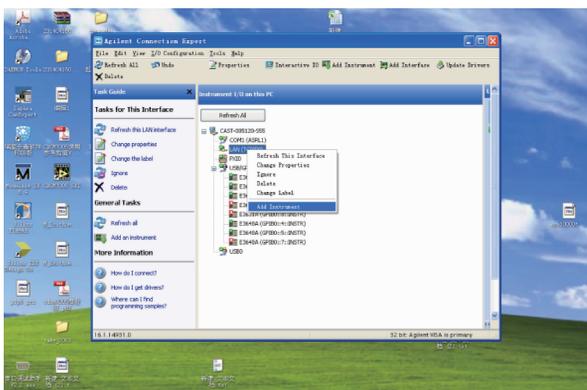


图 9 在 LAN 接口添加设备

除了作为辅助验证工具以外,该软件内置了 USB/GPIB 的驱动程序,这是本系统运行时所必须的,所以在没有安装驱动的情况下,系统内的计算机端必须要安装 Agilent IO 软件。

## 4 结 论

自动加断电方法已成功应用于多个工程项目,设置电

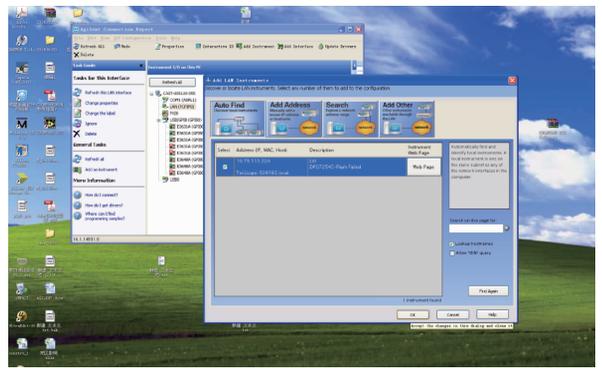


图 10 对连接设备进行设置



图 11 为向设备发送控制指令

路加断电顺序,并对每步加断电时间间隔进行设置,实时监控电流正确性,异常情况会使加电无效,充分利用了计算机和具备一定的扩展性和高速传输能力的 GPIB 接口技术进行设备间的互联,实验结果表明,本方法减少测试人员在工作中的操作复杂和重复性,提高效率,同时有效的避免了操作失误,提高了效率和可靠性。结果对比见表 1。

表 1 人工加断电 VS 自动加断电

	人工加断电	自动加断电
难易度	操作复杂	一键加电
加断电时间间隔	不能控制	固定
效率	低	高
可靠性	低	高

## 参考文献

- [1] WEI M S, XING F, WANG G, et al. System modeling based measurement error analysis of digital sun sensors[J]. Instrumentation, 2015, 2(1): 27-32.
- [2] 蒋萍花, 张楠. 数据采集系统串口通信的设计与实现[J]. 电子测量技术, 2015, 38(6): 139-142.
- [3] 时万春. 集成电路测试技术的新进展[J]. 电子测量与仪器学报, 2012, 21(4): 1-4.

- [4] 江州, 向东. 基于可控功耗的扫描分段测试结构[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2015, 55(8): 889-894.
- [5] 颜学龙, 梁吴林, 陈寿. 基于 IEEE1149.1 标准的在线测试的研究[J]. 测控技术, 2015(1): 18-25
- [6] 胡梅, 樊敏. 一种模拟电路功能模块故障诊断的方法[J]. 电子测量与仪器学报, 2015, 29(5): 676-684.
- [7] 袁薇. 标准测试数据格式(STDF)文件的研究[J]. 电子元件应用, 2009, 11(4): 70-73.
- [8] 任浩琪, 林正浩, 熊振亚. 基于分治策略的加法器测试向量生成技术[J]. 仪器仪表学报, 2016, 37(5): 1172-1179.
- [9] 吴明辉, 阮永贵, 韩海舰. 机械设备视情维修及其决策建模分析[J]. 国外电子测量技术, 2015, 34(3): 27-31.
- [10] 任新建, 王学伟, 杨立国, 等. 数字 I/O 电路的多总线自动测试诊断方法研究[J]. 电测与仪表, 2011, 48(7): 12-16.

### 作者简介

郭元荣, 1979 年出生, 学士学位, 现为北京空间机电研究所高级工程师, 现从事视频电子学方面研究。

E-mail: loveppu@sina.com