

某国外大型天线测试系统国产化改造研究

刘 辉 杨 婷

(中国电子科技集团公司第三十八研究所 合肥 230031)

摘要: 该文介绍了从以色列引进的大型天线远场测试系统的组成、应用、工作原理、工作特点。针对原系统的功率设计余量不够、可维修性差等缺点,根据系统性能指标及用户要求重新设计制作功率控制单元,通过工控计算机运行用C语言编写的接口控制软件,实现与原系统兼容,从而使新的功率控制单元嵌入到原系统,最终实现原系统的所有功能。改造后的系统经过验收和实际使用,证明改造后的系统在操作性、维修性、可靠性、安全性方面都有了加强,满足系统指标及用户要求。

关键词: 天线测试系统; 功率控制单元; 改造; 兼容; 验收

中图分类号: TN820.3 文献标识码: A

Research for the local modification to an imported large-sized antenna test system

Liu Hui Yang Ting

(CETC No. 38 Research Institute, Hefei 230031)

Abstract: The article describes the composition, application, working principle, and working features of a large antenna far-field measurement system imported from Israel. In order to overcoming the shortages of the original system such as insufficient margin for designed power and difficult maintenance etc, the author redesigns and makes power control unit based on the system's performance index and customers'requirement, Through the software compiled by C programming language for interface control that run on a industry-control computer, the new power control unit is compatible with the original system and can be embeded in it. So all the functions of the original system have been realized finally. It is proved after acceptance test and practical application that the new system has been improved in operation, maintenance, dependability, and safety. It could meet the system performance index and customers'requirement, and has certain economic value.

Keywords: antenna test system; power control unit; alteration; compatible; acceptance

0 引言

我所在20世纪90年代从以色列引进了一套ORBIT大型天线测试系统,该系统主要应用于天线的远场测试。该测试系统主要由计算机、功率放大器、控制器、电源、接收机、转台组成。整个测试系统可以由计算机管理和控制,完成相应的测试,操作方便。该系统由于转台的载荷大,功率放大器的驱动功率大,所以比较适合大型天线的测试。但由于功率放大器工作时电路工作电流大,工作时间长后,器件的可靠性有所下降,同时在设计时功率余量不够,所以在使用过程中,功率放大器多次出现故障。由于该系统为进口设备,器件标准和国标不一样,所以很多器件特别是关键器件很难购买,不能用国产器件直接替代,给维修带来一定的难度,从而影响天线测试。为解决

这一问题,笔者根据使用方提出的使用要求及系统指标要求,对该系统进行国产化改造。改造后的系统在操作性、维修性、安全性方面都有了加强。改造后的系统也经过验收,验收结果表明符合使用要求和指标要求,整体合格可以投入使用。

1 系统的组成及性能指标

天线测试系统如图1所示的几个部分组成。其中计算机单元是系统的核心部分,它管理、控制着整个系统的工作。计算机单元硬件包含一台主机、96 bit的输入输出卡、有高速处理能力的DSP卡以及连接IEEE-488的GPIB卡和打印机。计算机软件是ORBIT公司提供的MIDAS V.3.0微波数据和分析天线测量系统软件包,提供测试系统的检查、校准、测量数据的采集、数据分析、数据处理、以

作者简介: 刘辉(1977-),男,主要研究方向为测试技术与仪表。

及远近场的转换和最后结果输出。软件支持 ORBIT 公司的扫描架(可选项)、激光校准(可选项)、转台测量设备和 AL-8000-5 微波测量接收机,以及其它公司生产的测量设备和接收机(如 Ag8530 等)。MiDAS V. 3.0 是一个标准的软件包,基于 WINDOWS 2000 作为平台,为各式各样的微波测量提供了一个先进的用户友好界面,使用十分方便,兼容于各种微波信号源、微波接收机、转台控制器、扫描架和控制转台。MiDAS V. 3.0 包括两个部分^[1]:数据采集(数据采集本身分成采集设置和实际采集)和数据分析,MiDAS V. 3.0 采用 5 种驱动程序执行数据采集:接收器驱动程序、来源驱动程序、启动驱动程序、运动控制驱动程序和开关程序。可利用每种驱动的驱动程序模板进行用户定制,但是这些驱动程序只能在 LabVIEW 开发环境下创建(可从 5.1 或更高版本的 National Instruments 中得到)。

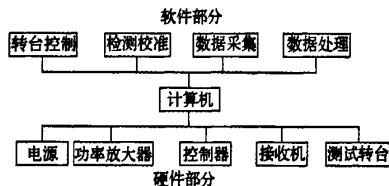


图 1 天线测试系统组成框图

转台控制器为 AL-4806-3A,它将来自计算机的控制信号发送给功率放大器,控制功率放大器的工作。测试转台型号为 AL-4509-1^[2],它可以支持和定位用于天线方向图测量和追踪应用的测试装置,天线,制式信标塔和测试车辆。转台可以用于测量微波,地平面和制式天线的辐射特性。转台是为重型任务专门设计的大型 3 轴转台。转台包含 3 个主要装置:

- (1)下方位装置;
- (2)仰角装置;
- (3)上方位装置。

转台的主要技术规范见表 1:

表 1 转台的主要技术规范

特性	数值	单位
弯矩	20,741	千克力米
垂直负荷	18,144	千克力
额定驱动功率	下方位	3728.5
	仰角	3728.5
	上方位	3728.5
发送转矩	下方位	4,148
	仰角	13,827
	上方位	4,148
定位精度	下方位	±0.02
	仰角	±0.04
	上方位	±0.02

功率放大器型号为 AL-4106-2-6A,它将接收来自转台控制器发送过来的控制指令转换为相应的动作,主要实

现将控制器输入的控制量,进行驱动放大,并通过控制电路控制驱动器去驱动转台运动。其主要技术规范如下:

指令输入电压: -10VDC ~ +10VDC

电机额定功率: 5 HP

电机励磁电源: 110VDC, 2A(MAX) 连续工作

电机电枢电源: -115VDC ~ +115VDC, 40A

电源型号为 AL-4106-2-1,它为功率放大器提供动力电源。它将 3C 380VAC RMS 50/60 Hz 电源变为 3C 90VAC 50/60 Hz 电源。接收机为 ORBIT 公司生产的 AL-8000-5 锁相微波测量接收机,其主要性能如下:

频率范围: 0.1 ~ 20 GHz 灵敏度: -90 dB

动态范围: >80 dB

通道隔离: >80 dB

幅度线性度: <0.05/dB

相位线性度: <0.061°/ dB

2 改造要求

(1) 重新设计制作功率控制单元,并且能嵌入到原测量系统中,不仅其输入、输出接口要兼容,软件也要兼容。

(2) 要保留原有的系统测量软件。要保留原测试系统的所有功能。

(3) 新功率控制单元在“远程”和“本控”的方式下,都能正常驱动 3 轴转台的正常运转。

(4) 新功率控制单元要具有完整的保护功能,如限位、限流、短路、过压、欠压、失速、超温、驱动报警等。并且要有相应的报警提示。

(5) 改造后的系统能满足原系统的技术指标要求。

(6) 改造后的系统能方便于操作和维修。

3 改造过程

3.1 设计思路

按照改造要求,要重新设计制作功率控制单元和编写相关软件。设计时应该从下面几个特点考虑:操作简单、系统集成性好、可靠性高,安全性好,维修性强,应充分考虑系统的工作特性和使用环境。由于测试系统多用于测试大型天线,工作电流大,所以功率放大器的器材选用比较关键。新编的软件能与原系统兼容,原来的测试软件能控制新的功率控制单元。

3.2 功率控制单元组成

新的功率控制单元由工控机、功率放大器、手动控制器组成,如图 2 所示。工控机主要完成控制器(AL-4806-3A)与功率放大器之间的控制量及转台状态量通讯。接受控制器的控制量,并按照控制指令控制功率放大器动作,从而驱动转台动作,然后将转台的状态量分析,送往控制器。原理方框图见图 3,其主要由:一体式工控机(带液晶屏)、控制软件、输入卡(PCL-733)、输出卡(PCL-734)组成^[3]。其中一体式工控机提供运行环境,输入卡主要实现将控制器及转台的数字量送入控制软件,进行后续处理。

输出卡实现将接口软件分析得到的控制量及状态量送往工控机或控制电路,进行显示或控制转台运行。控制软件使用 C 语言编写^[4],基于 WINDOWS 98 或 WINDOWS 2000 运行,其主要完成控制器与功率放大器之间的通讯。

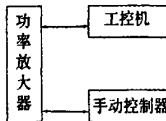


图 2 新功率控制单元组成框图

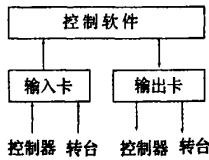


图 3 控制量、状态量通讯流程图

功率放大器主要实现将控制器(AL-4806-3A)输入的控制量,进行驱动放大,并通过控制电路控制驱动器输出驱动转台进行工作。主要包括:控制电路、电源、驱动器、制动 & 测速电路、速率 & 限位电路等。其中控制电路是功率放大器的关键部分,负责整个功率放大单元的通讯控制以及逻辑判断功能。驱动器是功率放大器的核心部分,主要实现驱动转台电机^[5]。在设计应用时,驱动器的选择非常关键,驱动器的差别直接影响到整个系统的运行。对于这个测试系统,要充分考虑到高压,大电流的应用环境。

驱动器参数要与所相配的电机参数相配。主要参数有额定输出电压,额定输出电流等。

4 系统调试

调试环节是比较关键的一个环节,通过调试,以实现系统的功能正常化,完善化,符合系统各项要求。功率控制单元设计制作好后,将功率控制单元嵌入到测试系统中。调试分为硬件调试和软件调试。硬件调试主要调试功率放大器的测速、速率控制电路。按照系统指标要求,设置功率放大器的驱动器的主要参数,如额定输出电压,额定输出电流。设置驱动器保护功能,如电压欠压、过压保护,电流过流保护等,并且要通过工控机的显示屏显示出来。软件调试主要实现测试系统在计算机模式(远程)控制下,能实现测试系统的所有功能。软件调试主要调试控制软件与原测试软件的兼容性,要使原测试软件能控制新编控制软件,从而控制整个测试系统的运行^[6-7]。

5 系统验收

系统经过改造后,必须检验测试系统的技术指标是否符合,功能是否正常,是否实现了使用要求等。验收依据:依据 GJB1801-93《惯性技术测试设备主要性能实验方法》^[8],验收项目:外观检查、系统功能、技术指标、技术资料。验收使用的仪器:万用表、钳型表、电子经纬仪、光学倾斜仪。经过现场验收,验收数据结果表明改造后的测试系统整体合格,可以投入使用。验收的主要技术参数见表 2。

表 2 系统验收主要技术参数

测试项目	技术指标	测试点	实测值
额定功率	3728.5 W	负载在最大时	3850 W
运行力矩	上方位:4,148 kgf·m 俯仰:13,827 kgf·m 下方位:4,148 kgf·m	三个方位技术指标综合测试	12,800 kgf·m
经受力矩	上方位:4,839 kgf·m 俯仰:20,740 kgf·m 下方位:6,222 kgf·m	三个方位技术指标综合测试	19,110 kgf·m
定位精度	上方位:±0.02° 俯仰:±0.04° 下方位:±0.02°	10° 0° 20° 9° 59' 22" 0° 2' 15" 19° 59' 44"	

6 结束语

以色列 ORBIT 公司生产的天线测试系统,有着以下几个特点:系统集成性好,测试精度高,自动化程度高,实用性较好。因此在国内有较大的应用,但是由于技术保密,厂家不提供技术资料,同时技术支持(售后服务)也很难保证,所以一旦系统出现故障,往往给用户造成很大的

影响。该天线测试系统国产化改造的实现,有助于解决上述问题,同时提高了天线测试系统的可操作性、维修性和安全性,并具有一定的经济价值。

参 考 文 献

- [1] GILAT O W. MIDAS V. 3.0 operation manual [Z]. December, 2001.
(下转第 51 页)

境所造成的地面电流或电压起伏就会使得浮动总线公共端提高到一个危险的状态,但并不会损害连接到总线上的器件,因为连接在总线上的信号以总线公共端为参考电位,随着总线公共端电位变化而变化。然而,当传输线路连接PCB的接头的各个收发节点上,如果没有消除高电压,那么这些高电压就会在靠近接头的PCB器件上打火,破坏这些器件。为了抑制通用总线上的电流和电压暂态,有必要把总线公共端某一点和系统接地点参照起来。这

个位置通常是在一个不可分离的收发器节点上,该节点为整个总线系统建立一个单一参考地。

图9是两个远程收发节点具体的互联方式,而图10则是一个使用多收发器的独立数据传输系统的例子。在图10例子里,左边的那个没有隔离的收发器与总线相连,为整个总线连接提供了单一地面参考地,其余所有的收发器与本地信号均隔离。

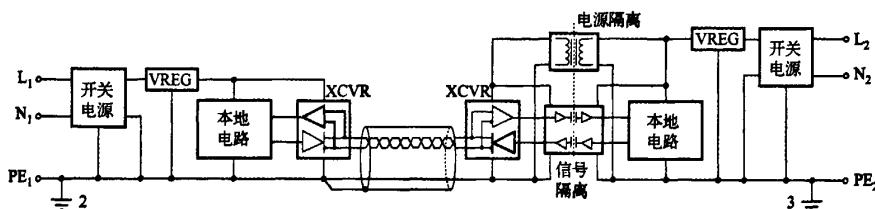


图9 两个远程站点之间的隔离

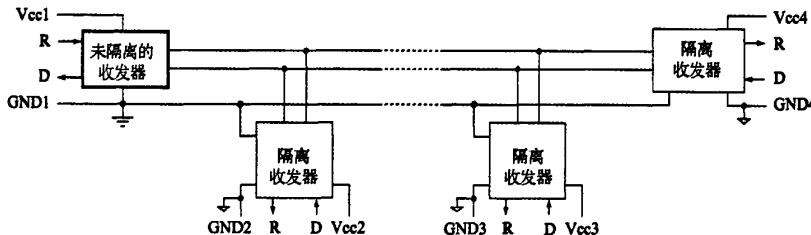


图10 多收发站点的隔离

4 结束语

设计一个远程数据传输系统必须把供电设备和总线收发器上的信号线路隔离开来,为的是避免那些由地电位差以及地环路所产生的负面效应影响信号的质量和器件的完好。尽管所给的一部分图例涉及到了数字信号处理的其它问题,但是所讨论的原理却适用于数据采集和数据传输中的任何电路。一个系统的良好的接地设计,特别是高频电路设计中,显得非常重要。

参 考 文 献

[1] 刘云鸽,景有泉,史银建等.浅谈对地环路的噪声抑制

(上接第38页)

- [2] GILAT O W. AL-4509-1 Positioner operation manual[Z]. December, 2001.
- [3] 王婷婷,王俊.基于GPIB的自动测试系统设计[J].电子测量技术,2007,30(5):154-157.
- [4] 谭浩强.C程序设计[M].北京:清华大学出版社,1999,07.
- [5] 赵君有,张爱军.控制电机[M].北京:中国水利水电出版社,2006.
- [6] 王化深,李娟.天线平面近场测量的扫描面截断误差分析[J].电子测量与仪器学报,2006,20(3):10-13.
- [7] 朱华,吉小军,施文康,蔡少川.智能天线技术在多声表面波标签识别中的应用研究[J].仪器仪表学报,2007,28(8):1387-1392.
- [8] GJB1801-93,《惯性技术测试设备主要性能实验方法》[S].

如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深，让许多工程师望而却步，然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上，我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识，借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训(www.edatop.com)专注于微波射频和天线设计人才的培养，推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程，化繁为简，直观易学，可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛，让天线设计不再难…



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书，课程从基础讲起，内容由浅入深，理论介绍和实际操作讲解相结合，全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程，可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计，让天线设计不再难…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程，由经验丰富的专家授课，旨在帮助您从零开始，全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程，边操作边讲解，直观易学；购买套装同时赠送 3 个月在线答疑，帮您解答学习中遇到的问题，让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>



13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程，培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合，全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作，同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习，可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试…

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



关于易迪拓培训:

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立，一直致力于专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养；后于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com)，现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地，成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 **ADS**、**HFSS** 等专业软件使用培训课程，广受客户好评；并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年，10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养，更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果，又能免除您舟车劳顿的辛苦，学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲，结合实际工程案例，直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>