

基于固态功率控制器的智能配电系统设计

刘光林

贵州梅岭电源有限公司, 贵州 遵义 563100

[摘要] 为了进一步应对飞机 IronBirds 试验台各种功率设备的供配电问题, 缩减配电系统的占用空间, 保证配电系统的安全可靠运行。本文在简要介绍基于 SSPC 的智能配电系统基础上, 对其硬件系统及软件系统进行了设计, 并在某飞机 IronBirds 试验台进行相关测试, 效果良好, 对后期采用 SSPC 的智能配电系统设计具有一定借鉴意义。

[关键词] Iron; Birds 试验台; 固态功率控制器; 智能配电系统

DOI: 10.33142/sca.v6i6.9438

中图分类号: TN784

文献标识码: A

Design of Intelligent Distribution System Based on Solid State Power Controller

LIU Guanglin

Guizhou Meiling Power Supply Co., Ltd., Zunyi, Guizhou, 563100, China

Abstract: In order to further address the power supply and distribution issues of various power equipment on the aircraft Iron Birds test bench, reduce the occupied space of the power distribution system, and ensure the safe and reliable operation of the power distribution system. On the basis of a brief introduction to the intelligent power distribution system based on SSPC, this article designs its hardware and software systems, and conducts relevant tests on an aircraft Iron Birds test bench. The results are good, and it has certain reference significance for the later design of intelligent power distribution systems using SSPC.

Keywords: iron; birds test bench; solid state power controller; intelligent distribution system

随着航空事业的飞速发展,“铁鸟”(Iron Birds)试验台作为飞机系统优化、综合调试、交付运营以及确保飞机持续续航的重要试验设备。在该试验台上有三十多个用电设备,其使用的工作电压均为二百二十伏,额定功率大小一般在一千瓦到四千瓦之间,能够实现工作电压监测、设备电流检测、过载断路保护等功能。以往的配电系统选用配电柜,每次操作时需要派遣工作人员手动实施上电,设备一旦运行异常,还需通知值班人员赶往现场人工开展故障排查工作,不仅严重浪费人力物力,而且当员工粗心大意时还会导致恶性生产事故发生。为进一步增强配电系统智能化控制运行能力,该系统的发展方向应为小型、高集成等。

1 基于固态功率控制器的智能配电系统

传统的 Iron Birds 配电系统大多采用继电器对供配电进行控制,这种方式的配电系统重量和体积均比较大,且智能化运行水平较低,不仅占据了较大的铁鸟系统的设备容积,还需要指派专人全天二十四小时呆在配电柜旁手动重复操作,更无法实时动态查看各配电设备详细工作数据。

因此,采用固态功率开关来设计新型智能配电系统,对于进一步提升 Iron Birds 配电系统的智能化运行具有重大意义。该配电系统可以明显缩减 Iron Birds 试验供配电系统的体积及质量,还可以将该智能配电系统融入飞机总的控制中心,实现远程动态监控配电设施设备^[1]。该智能配电系统利用先进设备、通讯网络技术等,使配电系统工作实现集中监测管控及智能化,不仅降低了人力成本、强化了供用电管理质量、减小了电量损耗,还最大

程度保证了设备运行安全,避免较大生产事故的发生。

基于固态功率控制器的配电系统是以工控机充当上位机,固态功率开关取代原有的控制继电器充当下位机,控制外界负载的输出功率并监控其运行状态。下位机中各个的 SSPC 之间的信号借助 CAN 总线的方式构建通信网络,后将控制局域网总线数据资料转换为适用传输控制协议的网线来达成数据信息远距离传输的目的。

如下图所示,配电系统主要分为主电源工作回路、以及控制回路两部分^[2]。主电源工作回路: Iron Birds 试验基地的供电系统为配电控制柜提供交流二百二十伏电源,该交流二百二十伏主电源进入配控制电柜后,分流为 2 路,一路交流二百二十伏分别流过断路器、熔断保护器、固态功率控制器的主触点,最终接入 Iron Birds 试验台负载;另 1 路交流二百二十伏电源经过电源开关后被置变成直流五伏工作电源,为系统的控制回路提供电源,同时监控负载工作状态。

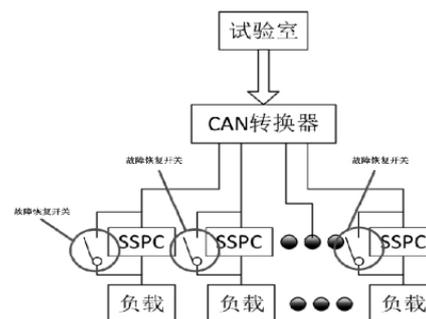


图 1 智能配电系统结构图

控制工作回路：固态功率控制器通过直流 5 伏电源开关控制为其内部电路提供电源，控制固态功率控制器主触点的断开与闭合。固态功率控制器支持 CAN 总线通讯，固态功率控制器通过 CAN 总线控制、采集固态功率控制器的工作状态。采集的信号通过基带局域网方式传输至总的试验室。按照实际使用需求，结合我国当前的配电系统的发展特点，确定该智能配电系统兼具监控、检测、计量、通讯、报警、综合管控等多种功能，系统信息数据流及精准控制技术融合化，实现工作状态实时监测、远程无线控制和就地故障区实施隔离等特色化功能，满足智能配电管理的多元化需求。

2 系统硬件设计

2.1 固态功率控制器

固态功率控制器又称为 SSPC，内置可编程代码，可实现微秒级别的跳闸，采用固态开关作为其控制中心，充分保证负载设备的安全^[3]，还可以动态监测负载的开关、工作电流、工作电压、过载跳闸等工作数据。固态功率控制器独具短路保护的能力，系统线路发生短路故障时，负载电流的过载会造成固态功率控制器马上切断负载，并生成跳闸报警信息通过上位机进行显示，大多固态功率控制器具有温度实时监测以及过热保护能力。固态功率控制器内部温度被 24 小时监控，倘若工作温度大于安全设定值，固态功率控制器将关断输出，相应的 TRIP 脚将输出低电平电压，借助系统 CAN 总线相关接口可查看各自的保护状态。

2.2 控制器局域网总线通信接口的工作电路设计

Iron Birds 配电系统选用控制器局域网总线将配电系统各个 SSPC 设备串联起来并对其加以控制。与以往的通讯方式相比，CAN 总线具有数据传输高效稳定的特点。考虑到高频信号波长较短的属性，其在传输过程中会引发反射波继而原信号带来一定程度干扰。所以，必须在网络总线的进出端口加上一定阻值的电阻来屏蔽掉此类信号干扰。

控制器局域网收发器通常选择型号为 SN65HVD230 的芯片，该芯片抗干扰能力较强，同时也能将控制器局域网节点发送的数据以差分信号形式传送到控制器局域网总线网络里。针对 Iron Birds 试验台的工作情况，这两块固态功率控制器被集成到同一 PCB 上，并在此板上安装控制器局域网通讯电路^[4]。这样一来，一方面很大程度上降低了系统总体封装所采购的 PCB 板数量，另一方面，大量缩减了系统接口数量，最终使配电系统整体性能向着智能化、模块化方向又迈进一步。通信板工作原理图如图 2 所示，系统 PCB 板设计图如图 3 所示。

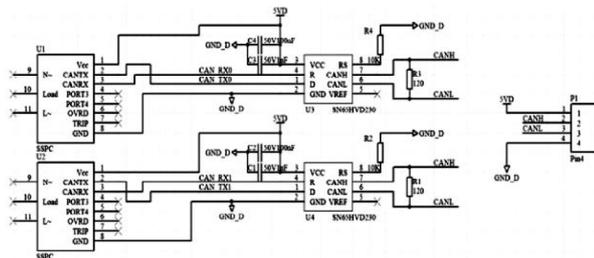


图 2 系统通信板工作原理

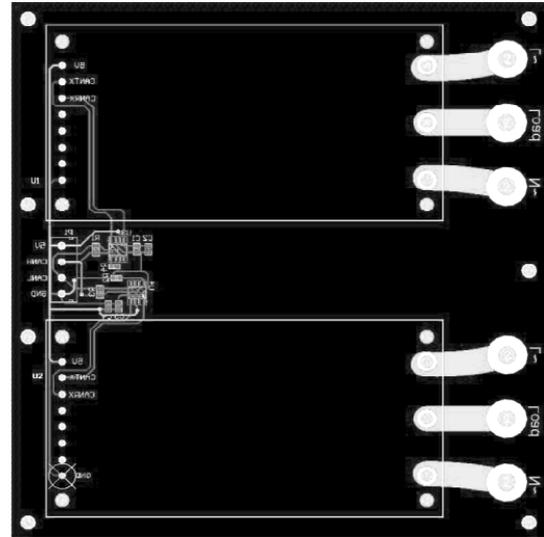


图 3 系统 PCB 板设计图

2.3 系统机柜设计

系统主机柜安装于试验现场，通过基带局域网与处于试验间的人机界面连接通讯，配电机柜中安装有固态功率控制器、基带局域网转 CAN 模块、电源模块等。所以，系统机柜需满足长期投入使用和安全可靠运行的特点，其主要设计参数如下所示：

- (1) 选材：冷轧钢板；
- (2) 材料厚度：2mm；
- (3) 载重：800kg；
- (4) 机柜通风率：75%；
- (5) 防护等级：IP20；

3 系统软件设计

如图 4 所示为智能配电系统软件设计框架，包含登录页面、输入设置、时间显示、故障报警显示及帮助等多个功能单元。

该软件与固态功率控制器使用控制局域网总线来实现数据信息的采集传输，输入控制单元中包含控制器局域网通讯设置、开闭固态功率控制器设置以及对各个固态功率控制器电流实施工作参数设置。数据监测单元囊括所有固态功率控制器的 ID 值、数据流向、发送对象的数据类型及具体值等^[5]。状态监测单元主要由各功率控制器的指示灯组成，通过各指示灯的显示状态判别功率控制器的工作状态及电流反馈情况。

此外，该软件还包含数据存储功能等，这就涉及到数据库，数据库的建设是重中之重，需要保证数据收集及录入的准确性和完整性，可将配电系统建设中及后期使用中的故障按照故障时间、事件序列号、事件处理过程、故障造成影响、事件总结等项目进行罗列登记，逐一录入，慢慢积累，逐步完善智能配电系统建设运营的维护信息，很多故障数据凝结了作业人员工作经验，可以作为技术培训资料使用，同时也为系统后期优化升级提供参考资料。

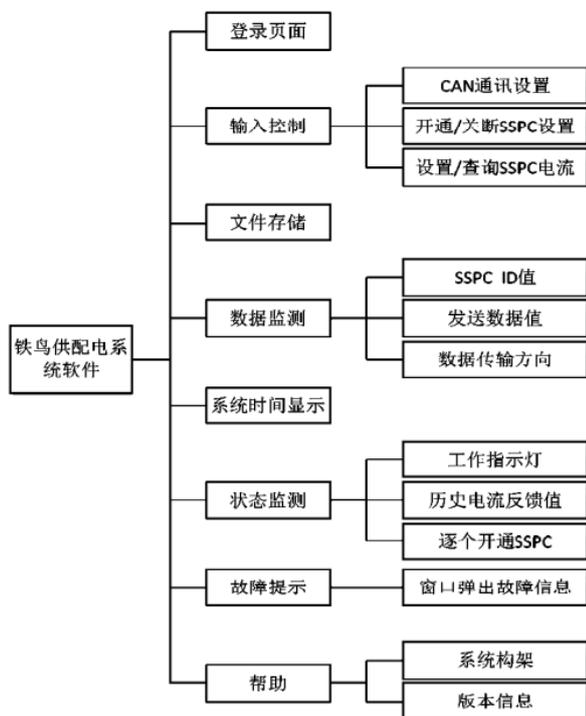


图4 智能配电系统软件设计框架

4 现场应用测试

测试场地为某飞机 Iron Birds 试验台，其能够对飞机液压系统各工作元件进行测试。该试验台配置三十个供电设备，按照要求将其划分为二十路和十路2个配电柜分别实施控制。其中二十路智能配电柜见下图5。



图5 智能配电柜内部图

对该配电柜执行上电操作，经相关测试后证明该配电柜在实时监测负载工作状态的同时，还能精准控制其输出功率，且在负载设备工作异常时，可以及时智能切断电路并对总控制中心发出告警，满足智能配电系统的各项使用要求。

5 结语

本文首先介绍了基于固态功率控制器的智能配电系统发展概况，然后对其控制器局域网总线通信接口、配电机柜等硬件系统进行了设计；在硬件设计完成的基础上，又对其软件系统进行了搭建，最后在某飞机铁鸟试验台进行应用，结果表明试验情况良好，一定程度上确保了配电系统的安全可靠运行。

[参考文献]

- [1]杨秀涛,周振. 基于多通道 SSPC 的小型智能配电柜设计[J]. 机电工程技术,2021,50(5):148+151.
- [2]梁伟,赵建东. 固态功率控制器技术在航空配电系统中的应用[C]//. 第十七届中国航空测控技术年会论文集,2020:417-420.
- [3]蒋志军,吴旋辉,陈春海,等. SSPC 保护曲线图形化配置技术研究[J]. 电脑与信息技术,2021,29(3):46-49.
- [4]赵岩,杨友超,张翔,等. 航天器高可靠智能供配电系统设计[J]. 测量与控制,2015,23(8):2776-2778.
- [5]魏伟,王艳,刘红宁. 基于 LabVIEW 的固体功率控制器检测系统的测控技术[J]. 数字技术与应用,2020,38(2):114+116.

作者简介:刘光林(1995—),男,籍贯:贵州省遵义市,本科,学士学位,现任助理工程师,研究方向:锂电池智能管理、电源控制及变换,主要从事电源系统产品设计。