

# 抗辐照电源系统设计与测试

张伟

(华中师范大学 物理科学与技术学院 武汉 430079)

**摘要:** (高能物理电子学读出系统的重要性) 在高能物理电子学读出系统中供电电源是非常重要的一个组成部分, 对电源也提出了抗辐照、低噪声、多通道、具有一定的输出电流和电压能力的要求。(别人的研究现状) 鉴于此, 我们设计了一种抗辐照 16 通道输出的电源系统。该电源系统由两块一样的电源板级联而成, 根据接入控制器的方式不同自动识别主从板。每一个电源通道具有上电死锁、电压电流监测, 过流保护等功能。首先介绍了整个系统的框架, 然后以设计框架为基础分析系统硬件各个模块的工作原理及实现方法。最后, 对整个电源系统进行测试, 并分析测试结果和测试软件的设计。经测试证明, 该电源系统具有良好的抗辐照能力, 输出电压电流均满足设计要求。

**关键字:** 电源; 抗辐照; 电压; 电流;

## Radiation-hardened power supply system design and testing

Wei Zhang

(Central China Normal University College of physics science and technology Wuhan 430079)

**Abstract:** Power supply is a significant important component in the electronic readout system of high energy physics. There are some requirements for power supply such as radiation-hardened, low noise, multichannel output, and voltage and current output capacity. In view of this, we designed a radiation-hardened power system with sixteen channels output. Two identical power supply boards are cascaded in this power supply system, which can automatically recognize the master board that is connected to the controller from the slave board. Each power supply output channel have latch-up during power-on, output voltage and current monitoring, over-current protection and so on. Firstly, we introduce the structure of the entire system, then we analyze operating principle and realization method for every module of system hardware. Finally, we test the entire power supply system and analyze the testing results, then give the structure of software for testing. The testing results verify that the power supply system has prominent radiation-hardened capacity and the output voltage and current meet the designing requirements for the electronic readout system in high energy physics.

**Keyword:** Power supply; radiation-hardened; voltage; current;

## 1 引言

高能物理是研究组成物质和射线的基本粒子以及它们之间相互作用的物理学的一个分支。由于大部分的基本粒子在一般条件下不存在或不单独出现, 只有使用粒子加速器在高速相撞的条件下才能生产和研究它们。因此研究高能粒子碰撞后特性的数据获取系统一般工作在一定剂量的辐照的条件下, 在数据获取系统中电源是非常重要的一个组成部分。通常要求数据获取系统的电源要有一定的抗辐照能力、较低的噪声、上

电死锁、实时监测每个通道的输出电压及电流等功能。

目前在高能物理数据获取系统中, 对于多通道大电流 (1-2A) 输出的电源一般采用 DC-DC 方案。但 DC-DC 解决方案存在两个问题, 第一相对于 LDO 来说 DC-DC 输出纹波过大, 第二 DC-DC 存在反馈环路, 易使辐照的影响导致输出不稳定。在 DC-DC 方案占用 PCB 面积也比 LDO 方案大。

正是基于高能物理数据获取系统中这些特殊的要求和当前高能物理数据获取系统中存在的这些缺点, 本文致力于研究开

发一种抗辐照、低噪声、上电死锁、多通道输出等功能的电源系统。首先根据需求提出了设计方案，并分析各个功能模块的工作原理及实现。最后，经过测试给出了测试结果并与理论设计值进行对比。

2 系统概况

本文设计的电源系统及测试平台如图 1 所示，该电源系统由两块一样的电源板组成。每块电源板有 8 路的正电源输出，电压输出范围为 1.5V - 2.5V 步长 1 mV 和 1 路负偏压输出，输出范围为 0V - 4.9V 步长为 1 mV。两块电源板之间通过 IIC 总线连接，当其中一块接到控制器上时，该板为主板，则另外一块板为从板。两块电源板通过级联可以实现 16 路正电源的输出和两路负偏压的输出。每块电源板上的可控芯片都 选用 IIC 接口，通过与控制器的连接来修改该板上的 IIC 地址，实现主从板的识别。测试过

中我们采用 Arduino Mega 2560 MCU 作为主控制器，PC 端用 python 脚本通过 usb 与 Arduino Mega 2560 MUC 进行通信。Mega 2560 MCU 主要负责读写 IIC 器件的操作，python 脚本主要负责接收用户输入的命令并将其解析成对应的 IIC 指令送给 Mega 2560 MCU。

3 系统硬件

本文设计的电源系统集成了 16 通道正电压输出、2 通道负偏压输出、6 通道温度测量。每个正电压输出通道都有上电死锁、电压电流监测、输出电流阈值设定、手动及软件复位死锁状态。

3.1 正电源输出通道

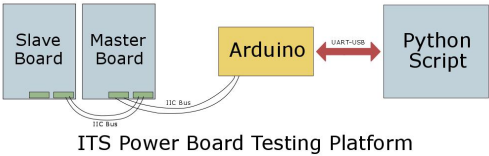


图 1 电源系统及测试平台