

# 大功率多路恒流集控电源的研究

荆波 曹传阳 詹大和

中核核电运行管理有限公司技术二处

**[摘要]**传统恒流源多采用运算放大器和三端稳压器件等线性调整式元件,在低电压、高电流情况下,极易出现损耗高的情况,电源效率偏低。同时在50Hz频率下,变压设备存在体积大的弊端,如需进行规模化投产极易消耗较高比例的有色金属。本文介绍了一种大功率多路恒流集控电源,其电源设计直接采用恒流源控制保护装置组合实现初级侧与次级侧之间的电气隔离,电路简单可靠,故障频率低,且便于维修。

**[关键词]**大功率;恒流;集控电源;研究

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.11.1521

## 一、恒流源的概述及应用分析

恒流源,顾名思义,是可提供稳定电流的电源,可支持负载的正常运行。“恒流”并非是指电流大小稳定不变,可理解为电流的波动范围十分小,工作范围内可将其看作相对稳定。新时期,电子技术的应用日趋广泛,带动了恒流源的需求量不断增加。如大电流高精度的恒流源,可应用于LED照明、充电器快充、实验室中等等。

### (一) 检测技术分析

对电流装置进行校准过程中,标准表、被检测表需要在恒流源两端进行固定,调整恒流源输出后,可保证刻度标准,从而确保被校表的参数等满足要求,如量程。对电路参数直流电阻的测量中,尤其是小电阻的测量,一般精度要求高、阻值相对较低。如果采用电桥测量,则存在操作复杂的弊端,这种情况下,便可借助标准精密恒流源进行测量,可有效简化测量步骤,进而在工厂中进行大量检测。

### (二) 电真空、大功率照明设备分析

电真空器件中,示波管和显像管等存在阻值小的特点,此时采用稳压源,便可在通电瞬间产生明显的尖峰电流,灯管寿命便会明显下滑。如果采用恒流源进行供电时,灯丝温度由低变高,便可有效延长设备的使用寿命。

### (三) 实验装置、医疗器械分析

在进行医疗诊断过程中,经常会用到CT扫描、超导磁源成像仪,对磁场的要求相对较高,必须保证磁场的稳定性,否则极易导致策略误差。此时如果采用稳压电源,电磁线圈容易发生过热情况,进而会导致阻值发生改变、电流发生变化,磁场便会存在不稳定的情况。如果采用恒流源,便可有效解决上述问题。因此,在对磁场要求较高的情况下,必须采用恒流源进行供电处理。因此,物力实验期间,如 $\beta$ 谱仪、质谱仪等,都要采用恒流源进行供电。

### (四) 工厂除尘装置分析

恒流源技术,一般可广泛应用于电除尘工作中。如水泥厂的立窑尘土回收、钢铁行业的结烧灰土回收等,都需要使用恒流源进行处理。恒流源在进行供电期间,一般会表现为“正反馈”的特点,即输出功率和除尘设备的电功率呈正比关系。一旦除尘设备运行期间,某一时刻的粉尘浓度增

加,在保持除尘效率恒定的情况下,必须增加电源输出功率。对于恒流源而言,其输出功率不变,对应输出电压便会随着负载的变化而调整。如果粉尘浓度增加时,必然会引发输出电压有所增大,这一状况反应在除尘器上的结果便是:电源输出功率随之增加。

## 二、传统恒流源的实现方法

传统恒流源的实现方法主要包括下述几方面:

第一、借助差分放大器,形成恒流源。包括镜像电流源、微电流源等。可在集成电路中,可保证放大电路中有偏置电流。

第二、包括集成放大器的恒流源。包括负载装置、负载接地恒流源。

第三、包括三端稳压器的恒流源,该类恒流源具有价格低、体积小、可规模化生产等特点。

上述电源投入使用后,便可应用于小功率电路、集成电路中,可提供稳定的小电流。

## 三、大功率恒流电源组成及工作原理

### (一) 电源功能要求

电源设计直接采用恒流源控制保护装置组合实现初级侧与次级侧之间的电气隔离。电路简单可靠,能满足下列要求:

1. 输入三相四线电源,
2. 输出15路独立电路,每路有独立的开关控制,
3. 每路恒电流最高3.5A,且可以用30-50K电位器调光,
4. 每路电压根据负载自动调整范围(68-137V),
5. 每路负载功率最大480W,正常使用功率在380W左右,
6. 输入输出采用标准接线端子系统组成。

### (二) 电源组成

1. 380V电源输入电路;
2. 功率分配电路;
3. 15路恒流控制装置组合(每路独立开关,调光);
4. 15路恒流控制装置独立输出。

### (三) 电源的工作原理

1. 每路浪涌抑制电路是由滤波器和电容组成,该电路的作用:①可以有效阻止外部电部分的杂波及浪涌电压进入电

## 理论研究

源；②可有效地防止电源内部因开关管高速导通与截止时所产生的强烈电磁谐波辐射干扰外部供电电源，及减小对外的反灌噪声电压；③利用滤波器能阻止电流瞬间上升的作用，有效地减小启动冲击电流。

2. 每路整流滤波电路由整流桥和储能电容组成，作用是将交流输入电压转换成脉动直流电，脉动直流电经过储能电容后，变成较为平滑的高压直流电。

3. 每路AC/DC转换电路由AC/DC电源模块以及模块外围电路组成，作用是将输入的高压直流电压转换成低压恒流直流电，该电路的优点是体积小、功率大、输入输出全隔离。

4. 输出15路恒流电路，由电感和电容及其他元件组成，作用是滤除输出直流电压中的交流成分和杂波，使输出电压纹波系数降低，波形变得更平滑，保证电源的输出参数符合设计要求。

### 四、电源基本参数与特性

#### (一) 输入基本参数

额定电压	电压范围	频率	额定功率
AC380V	±20%	50HZ	7200W

#### (二) 输出电气特性

##### 1. 输出参数。

项目	单位	最小值	额定值	最大值	备注
电压	VDC	68	—	137	精度1%
电流	ADC	—	3.5	—	精度1%且连续可调
效率	%	—	90	—	额定输入，半载至满载
功率	W	—	7200	—	需输入电压380VAC
电压调整率	%	—	—	1	输出电压68~137VDC自动调整
负载调整率	%	—	—	1	负载空载至满载
电压纹波 V <sub>p-p</sub>	%	—	—	1	示波器20MHz

##### 2. 保护。

项目	是否具有
输出过压保护	是
输出过流保护	是
输出短路保护	是
过温保护	是

#### (三) 环境要求

项目	应用环境
工作温度	-20~+60℃；
工作湿度	5%-90%，无冷凝。

存储温度	-20~+80℃
存储湿度	5~95%
冷却形式	自然传导散热+风扇散热

#### (四) 机械规格

##### 1. 电源外形尺寸

电源外形尺寸：700mm(L)×600mm(W)×200mm

(H)。

##### 2. 接口定义

B7. 62-67P		
序号	定义	备注
1-4	AC380V输入三相四线	AC350~410V输入
5-34	K1-K15接控制开关控制15路输出	
35-64	J1 - J15 电流调节端外接30K电位器	15组对应各路输出
65-94	15路输出电源	15组对应各路输出

#### 五、结语

本文所研究大功率多路恒流集控电源，其控制方法包括：每路浪涌抑制电路，包括滤波器和电容，用于阻止外部电部分的杂波及浪涌电压进入电源，并且防止电源内部因开关管高速导通与截止时，所产生的强烈电磁谐波辐射干扰外部供电电源，减小对外的反灌噪声电压；同时利用滤波器能阻止电流瞬间上升的作用，减小启动冲击电流；每路整流滤波电路，包括整流桥和储能电容。该大功率多路恒流集控电源，其电源设计直接采用恒流源控制保护装置组合实现初级侧与次级侧之间的电气隔离，电路简单可靠，故障频率低，且便于维修。

#### 参考文献：

- [1] 王林静, 谭永彦. 基于大功率直流恒流电源的研究[J]. 河南科技, 2012(10X): 1.
- [2] 蔡书华. 大功率恒流电源的改进设计[J]. 长沙民政职业技术学院学报, 2005, 12(1): 2.
- [3] 吕蒙, 牛晨旭. 大功率电化学脉冲电源技术研究[J]. 科技视界, 2018(12): 2.
- [4] 蔡利敏, 何叶, 张霆均, 等. 风光储能多能互补电源集控系统的设计[J]. 南方能源建设, 2020, 7(S2): 62-67.
- [5] 吴运铨, 吴金华, 刘银春. 基于AMC7140芯片的大功率LED多路驱动电源设计[J]. 照明工程学报, 2013, 24(05): 90-93.
- [6] 陈援峰, 王晓栋, 杨伟钧. 线性可调恒流大功率LED驱动电源设计[J]. 广州城市职业学院学报, 2021, 15(01): 58-65.
- [7] 杨秀增, 杨仁桓. 大功率太阳能LED路灯恒流驱动电源设计[J]. 现代电子技术, 2017, 40(06): 168-170.