

# 用于大型 LED 显示屏的混合直流电源\*

徐孟龙,李仲阳,彭可,刘其洪  
(湖南师范大学 工学院,湖南 长沙 410081)

**摘要:**设计了一种直流电源系统,可以根据 LED 显示屏模块的数量进行电源输出模块的自适应配置,能够通过 GPRS 无线通信模块对电源参数进行远程监控与配置,并且通过专家控制算法实现了太阳能光伏、蓄电池、AC-DC 的自动切换。

**关键词:**太阳能光伏;自动切换;专家控制算法;自适应配置;GPRS 无线通信

中图分类号: TP31

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2010)24-0089-04

## A hybrid DC power supply designed for large LED display

XU Meng Long, LI Zhong Yang, PENG Ke, LIU Qi Hong  
(College of Polytechnic, Hunan Normal University, Changsha 410081, China)

**Abstraction:** Design a DC power system. Especially a hybrid DC power supply system, which can adaptive configuration according to the number of LED display modules, can conduct remote monitoring and parameters configuration by using GPRS wireless communication modules, can realize solar photovoltaic, battery, AC-DC auto switch through expert control algorithm.

**Key words:** solar PV; automatic switching; expert control algorithm; adaptive configuration; GPRS wireless communications

LED 显示屏已经被广泛用于水陆交通、市政、商业、金融、居民小区等信息显示场合,但是其供电电源仍然主要使用传统的开关电源甚至效率低下的线性电源。LED 显示屏不间断工作,累计耗电量非常巨大;且其安装位置的常规电力铺设、电源系统的监控与调试通常也十分不方便。因此,针对 LED 显示屏(尤其是户外大型 LED 显示屏)提供多种电能来源、能根据 LED 屏负载进行灵活拓展、具有免维护的远程监控及配置功能的高可靠性混合直流电源,将是 LED 显示屏专用直流电源必需解决的问题。

目前,已有将太阳能和蓄电池作为直流电源,应用于 LED 灯具及照明系统中;GPRS 无线通信技术也已被用于电表远程计量、机电设备的远程状态监控与诊断等场合。但是,综合太阳能光伏、蓄电池、AC-DC 自动切换以直流供电,同时针对 LED 显示屏中负载的模块化增减等特点,电源输出结构也采用模块化扩展,并且集成 GPRS 无线通信技术而进行电源参数的远程监控及配置,这种电源还未出现。

### 1 系统工作原理

本系统是为了解决现有技术存在的问题而提出的,目的在于提供一种适用于偏远常规供电不便、需长期工作的大型 LED 显示屏的模块化混合直流电源系统。如图 1 所示,由多种电源输入模块产生的电流经调制模块转化为相同的直流电压等级,然后进入自动切换控制模

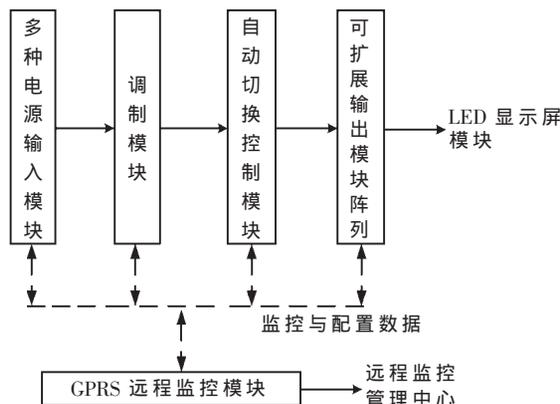


图 1 系统结构框图

\* 基金项目:湖南省教育厅科研资助项目(08B050);长沙市科技计划资助项目(K0902187-11);湖南师范大学青年优秀人才培养计划项目。

块,最后由与LED显示屏模块数目相对等的可扩展输出模块阵列输出LED显示屏所需的总直流电流;上述各个模块的参数通过GPRS远程监控模块进行实时采集,并传送至远程监控管理中心<sup>[1-3]</sup>。

## 2 多种电源输入模块

多种电源输入模块包括太阳能光伏板、蓄电池和AC-DC电源,三者以并联形式输出直流电连接到调制模块。太阳能光伏板可由多个单块太阳能光伏板以串联或并联及其组合方式连接,以达到合适的电压等级并提供足够的电流;蓄电池可由多个单独蓄电池以串联或并联及其组合方式连接,以达到合适的电压等级并提供足够的电流;AC-DC电源由工频交流电供电,并将其转换为合适的直流电压并提供足够的电流。

调制模块的功能是实现输入太阳能光伏、蓄电池、AC-DC之间不同电压的协同调制和隔离变换。调制模块中,太阳能光伏板与AC-DC电源通过充放电管理电路与蓄电池连接;该充放电管理电路采用负脉冲去极化、可击穿结晶硫化物、消除过充电,有效保证了蓄电池寿命。二极管D1、D2防止电流反充,开关器件K1、K2实现了三种电源的隔离和切换,其输出经调制转化为相同的直流电压等级,再通过电容C1、C2以及电感L组成的II形电路滤波后得到平滑脉动很小的直流电流,并输出到智能切换控制模块。

## 3 自动切换控制模块

### 3.1 切换规则

由传感器采集多种电源输入模块中的电压、电流、温度等模拟信号,经过调理电路进行滤波和电压变换后,送入模数转换器转换成相应的数字信号后再送入微控制器,微控制器内由汇编或C语言实现了专家控制算法,经过该算法运算、处理之后执行控制指令,生成的控制信号经驱动放大电路后驱动开关器件工作,同时微控制器还根据状态指令发送状态指示,指示当前智能切换控制模块所处的切换状态。

切换控制原则为:优先投切太阳能光伏电能,同时将多余电能储存在蓄电池中;夜晚或偶尔阴雨天导致太阳能电池电能不足时,投切使用蓄电池电能;只有在连续阴雨天时,太阳能和蓄电池均无法使用的情况下,才切换至由市电供电的AC-DC电源。

### 3.2 硬件实施

电压传感器采用分压电阻网络,电流传感器采用康铜丝和集成运放LM358N,温度传感器采用DS18B20,该芯片具有独特的单总线接口方式,温度测量范围是-55℃~+125℃,测量精度为0.5,可设置温度超限报警值;A/D变换器采用微控制器内模拟比较器Comparator\_A和功率强大的定时器Time\_A,构成斜率(Slope)A/D转换,实现从模拟到数字的转换;自动切换控制模块以

MSP430单片机为核心,是一种具有超低功耗特性功能强大的16位单片机。

### 3.3 专家控制算法

自动无扰切换技术完全是基于专家控制的算法,该算法首先根据大量日常观测数据以及精确实验数据归纳总结所得的经验资料构建专家控制数据库,无论三路电源处于何种状态,专家控制数据库中都有对应的解决方案;然后通过采集分析3个连续变化的参变量的状态来构造自动控制函数,该函数能准确调用该状态下数据库中对应的解决方案,确保自动无扰切换稳定顺利地施行。

表1显示了在不同外部切换条件输入的情况下专家控制算法的输出状态真值表。对于开关器件K1(常开型),“1”表示开关动作闭合,“0”表示开关不动作打开;对于开关器件K2(常闭型),“1”表示开关动作打开,“0”表示开关不动作闭合。

表1 专家控制算法状态的真值表

太阳能板电压 (0-电压过低, 1-电压正常)	蓄电池电压 (0-电压过低, 1-电压正常)	充电电流 (0-电流正常, 1-电流过大)	开关 K1 (常开型)	开关 K2 (常闭型)
0	0	0	1	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	1
0	1	1	1	1
1	0	0	1	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1

在本发明的实施例中,利用了类C语言实现所述智能切换专家控制算法如下:

(1)选取和确定外部切换条件:

外部切换输入条件:太阳能光伏板电压(VS),蓄电池充电电流(IB),蓄电池电压(VB);

输出控制量:开关量K1,开关量K2。

(2)建立专家控制算法的规则库

切换控制规则库( )

{

①K1断开 &&K2闭合 //该操作适合于太阳能或蓄电池充足的情况下,由太阳能供电或由蓄电池供电(太阳能供电&&蓄电池供电);或者所有电源均不可用,系统处在完全失电状态,此时蓄电池已经通过K1、K2而自动脱离保护,系统等待上电重启

②K1闭合 &&K2断开 //该操作适合于太阳能无电且蓄电池充放电过流的情况下,由市电供电(太阳能无电 && 蓄电池充放电过流)

③K1断开 &&K2断开 //该操作适合于太阳能与蓄电池均充足的情况下,由太阳能直接供电(太阳能直接供电 && 蓄电池充满);或者太阳能充足且蓄电池充

## 应用奇葩

Example of Application

放电过流的情况下,由太阳能直接供电(太阳能直接供电&&蓄电池充放电过流)

④K1 闭合 &&K2 闭合 //该操作适合于太阳能与蓄电池均无电的情况下,由市电供电(太阳能无电 &&市电给蓄电池充电)

}

(3)构建切换控制函数:

```
Void Expert_Switch_function(float VS,float VB,float IB)
```

//VS 为太阳能光伏板电压,VB 为蓄电池电压,IB 为蓄电池充电电流

```
{
```

```
If(VS <12V && VB <9V && IB <500mA)
```

```
{ K1=1;K2=0;};
```

```
If(VS <12V && VB <9V && IB >500mA)
```

```
{ K1=1;K2=1;};
```

```
If(VS <12V && VB >9V && IB <500mA)
```

```
{ K1=0;K2=0;};
```

```
If(VS <12V && VB >9V && IB >500mA)
```

```
{ K1=1;K2=1;};
```

```
If(VS >12V && VB <9V && IB <500mA)
```

```
{ K1=0;K2=0;};
```

```
If(VS >12V && VB <9V && IB >500mA)
```

```
{ K1=0;K2=1;};
```

```
If(VS >12V && VB >9V && IB <500mA)
```

```
{ K1=0;K2=1;};
```

```
If(VS >12V && VB >9V && IB >500mA)
```

```
{ K1=0;K2=1;};
```

}

(4)利用定时中断来调用切换控制函数:

```
# pragma code InterruptVectorHigh = 0x08
```

```
//高优先级中断向量
```

```
Void InterruptVectorHigh (void)
```

```
{ _asm
```

```
goto Switch_function //跳到中断程序
```

```
_endasm }
```

```
#pragma code //中断服务程序
```

```
#pragma interrupt Switch_function
```

```
Void Switch_function ( )
```

```
{ TMR0=0X13; //对 TMR0 写入调整值
```

```
INTCONbits.TOIF=0; //清除中断标志
```

```
sreg=sreg+1; //中断计数器加 1
```

```
if(sreg == 40) //中断次数为 40 后才进行切换操作
```

```
{ sreg=0;
```

```
Get_AD(&VS, &VB, &IB); //调用 AD 函数,
```

```
获得当前 VS, VB, IB 输入值
```

```
Expert_Switch_function(VS, VB, IB);
```

```
//调用切换控制函数
```

}

}

## 4 可扩展输出模块阵列

## 4.1 可扩展输出模块

可扩展输出模块阵列直接与 LED 屏模块连接,将所述的直流电转化成适合 LED 屏的标准电压并向其供电。

图 2 显示了可扩展输出模块阵列的内部结构图。可扩展输出模块,经过并联而成阵列,具体并联多少模块可以根据 LED 显示模块的规模(负载规模)自适应配置。可扩展输出模块是由内部的 DC-DC 变换电路和带有输出电压反馈的 PWM 调节电路构成,当 DC-DC 变换电路的输入电压不稳定,出现波动时,电压反馈 PWM 调节电路利用输出电压作为反馈信号,调整 PWM 波的占空比,使得输出电压始终稳定在标准 5V。其输入端与自动切换控制模块的输出端连接,其输出端将直流电转化成适合 LED 显示模块的标准电压并向其供电。

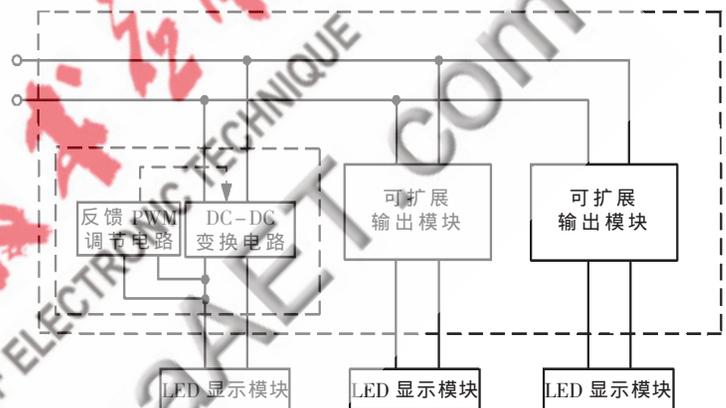


图 2 可扩展输出模块阵列的内部结构图

## 4.2 硬件设计

可扩展输出模块是由集成开关元件 LM2576 为核心,以电容器、电感器、续流二极管构成的 BUCK 电路。输入电压为 7V~40V,输出电压为标准 5V;单块模块大输出电流为 3A,平均工作效率可以达到 70%~90%。

## 4.3 配置计算方法

根据 LED 屏模块自适应配置可扩展输出模块阵列的方法:

(1)首先计算一个单元板的电流

单元板电流=(单元板总像素数×每像素发光管数×单个发光管电流大小/扫描数)

单个发光管电流大小通常在 0.005A~0.02A,通常可以取值 0.01A。扫描数一般是室内 16 扫,半户外 8 扫或 16 扫,室外一般是 4 扫、2 扫、或静态(1 扫)。

例如一个 5.0 双基色的室内单元板满负荷(全亮)的时候大概电流总数是:

$$(32 \times 64) \times 2 \times 0.01 / 16 = 2.56 \text{ A}$$

可扩展输出的模块阵列完全由单个子模块构成,每个子模块(3A)为标准 5.0 双基色单元板匹配设计,可根据屏的规模而自由拼接。

## 应用奇葩

Example of Application

(2) 计算所需面积的功率

例如:  $1 \text{ m}^2$  功耗是:  $2.56 \text{ A} \times 5 \text{ V} / (0.488(\text{长}) \times 0.244(\text{高})) = 107 \text{ W/m}^2$

(3) 计算子模块数

每平方米需要子模块的个数为  $107 \text{ W} / (3 \text{ A} \times 5 \text{ V}) = 7$  块

## 5 GPRS 远程监控模块

GPRS 无线监控模块对所述各模块参数(电压、电流、温度、湿度等)进行实时采集并通过 GPRS 无线网络与控制中心连接实现远程监控与维护。每套电源系统都配备所述 GPRS 远程监控模块,每套电源设备均可通过所述模块直接连接到 GPRS 网络,构成星型拓扑网络,再连接到公网并与之通信。

如图 3 所示,GPRS 无线通信网络系统由直流电源系统终端、GPRS 模块、通信网络与模块控制中心四部分构成。

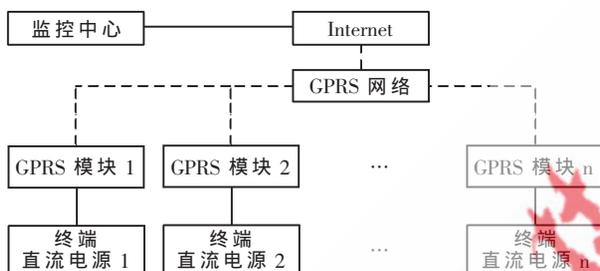


图 3 GPRS 无线采集与监控通信框架

终端直流电源完成电压、电流、温度、湿度等数据的计量和采集;以 RS232 方式发送 DCE 数据给 GPRS 传输模块,GPRS 传输模块将 DCE 数据经过打包加密转换为 TCP/IP 数据后通过无线接入网络发送给最近的移动基站 BSS(Basic Station System)。GPRS 传输模块是基于移动通信网络技术的 GPRS 传输设备,以 APN 方式接入 GPRS 网络。从 GPRS 传输模块到 ARS 整个系统组成专用虚拟网络。

GPRS 模块与通信网络是直流电源终端与控制中心通信的桥梁;GPRS 网络通过 SGSN 与各个 BSS 基站进行帧中断连接,SGSN 与 GGSN 设备之间通过基于 TCP/IP 的 GPRS 隧道协议 GTP(GPRS Tunneling Protocol)协议连接。GGSN 通过通用路由封装 GRE(Generic Routing Encapsulation)协议与移动中心路由器连接。GGSN 可以由

具有网络地址翻译 NAT(Network Address Translation)功能的路由器承担内部 IP 地址与外部网络 IP 地址的转换,移动台 MS(Mobile Station)可以访问 GPRS 内部的网络,也可以通过外部网络接入点名称 APN (Access Point Name)访问外部的分组数据网络 PDN (Packet Data Network)/Internet 网络。完成与 Internet 网络的数据交换,最后由主站的计算机接收 Internet 上的数据并进行数据汇总、实时调度、温度补偿、设备损耗分析等相关处理,另外也可通过系统对终端设备进行控制、远程升级与维护功能。

GPRS 远程监控模块采用西门子公司的 MC55,它是当今市场上尺寸最小的三频模块。该模块体积小、功耗低(峰值电流 450 mA)、控制简单,它除了具有 GSM 模块原有的功能外还支持分组业务功能,内置 AT 指令集、TCP/IP 协议。MC55 有 5 KB 的 Buffer 用于 GPRS 数据传输,最大数据包长度可达 1.5 KB,完全满足一般数据采集的需要。当开通 GPRS 网络功能的 SIM 卡插入后,CCIN 引脚置为高电平,系统才可进入正常工作状态。在单片机的控制下,利用现有的 GSM 网络进行信号的处理和传输,从而实现远程无线监控的目的。

本系统所述适用于大型 LED 屏的混合直流电源系统,可以根据 LED 显示屏模块的数量进行电源输出模块的增减,能够通过 GPRS 无线通信模块对于电源参数进行远程监控与配置,并且实现了太阳能光伏、蓄电池、AC-DC 自动无扰切换,适用于大型 LED 显示屏。

参考文献

- [1] 赵建光.嵌入式连续语音识别系统研究[D].邯郸:河北工程大学硕士学位论文,2007.
- [2] HERMANSEY H, MORGAN N. RASTA processing of speech [J]. IEEE Trans on Speech and Audio Processing, 1994, 2(4): 578-589.
- [3] 林波,吕明.基于 DTW 改进算法的孤立词识别系统的仿真与分析[J].信息技术,2006,30(4): 56-59.

(收稿日期:2010-06-20)

作者简介:

徐孟龙,男,1986年生,硕士研究生,主要研究方向:嵌入式系统。

李仲阳,男,1964年生,博士,教授,主要研究方向:信号处理、数字控制系统、制造系统自动化。