

基于单片机的沼气与光热互补供电控制系统的设计

吴仕宏, 周海鹏

(沈阳农业大学信息与电气工程学院, 辽宁沈阳 110866)

摘要:针对农业生产过程中的用电特点,设计1套基于单片机的沼气与光热互补供电控制系统,通过对沼气与光热发电过程中各阶段信号的采样,对采集的信号进行处理,控制沼气发电与光热发电协调工作,以互补供电的方式对用户进行供电。通过运用 Proteus 软件对系统的信号采集及控制过程进行仿真,并对仿真数据进行分析,验证该系统符合设计目的。该系统以 STC89C52 单片机为核心,设计精简,适用性强,可广泛用于其他多能互补的智能控制环节。

关键词:单片机;沼气与光热;互补供电;智能控制系统;仿真结果分析

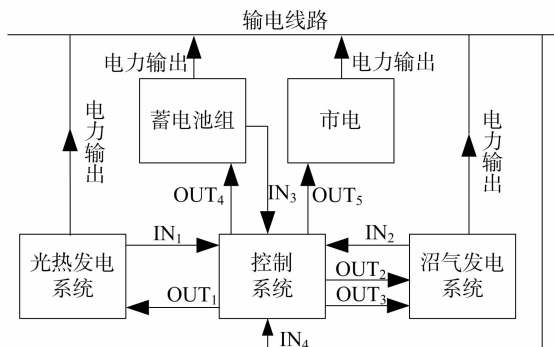
中图分类号: TM564.8;TM762.1;TK323 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)05-0200-04

沼气与太阳能都是我国农村较为丰富的自然资源,多能互补是按照不同资源条件和用能对象,实现多种能源互相补充,以缓解能源供需矛盾。将沼气与光热相结合便是多能互补的一种形式,这种多能互补形式在我国大多数农村地区的生产和生活中都较为适用,不仅可以节省资源,而且不会破坏自然环境^[1-4]。自动控制环节是这种互补供电过程中不可缺少的一部分。本研究设计1套控制系统,以满足沼气与光热互补供电的智能控制过程的需要。

1 控制系统所要实现的功能^[5]

光热发电系统、沼气发电系统、控制系统、蓄电池组、市电供电系统间的关联及各部分间信号传输原理见图1。控制系统要完成的控制过程有以下5步。(1)当光热发电系统进入正常工作状态,并且发电机发出稳定持续的电能可供负载使用时,模拟信号 IN₁ 高于临界值(将各个系统能维持正常工作的最低电压的模拟量设为临界值),控制系统收到信号后,控制信号 OUT₁ 控制光热发电系统接入输电线路,OUT₃ 控制沼气发电系统与输电线路断开,OUT₂ 控制沼气发电系统停止发电,OUT₄ 控制蓄电池组与输电线路断开。(2)当光热发电系统由于日夜更替及天气原因而导致光热系统中的气压发电机停止工作时,模拟信号 IN₁ 低于临界值,控制系统收到信号后,OUT₄ 控制蓄电池组接入输电线路向输电线路输送电力,OUT₁ 控制光热发电系统与输电线路断开连接,OUT₂ 控制沼气发电系统开始工作。(3)由于沼气发电系统须工作一段时间后沼气发电机才可正常运转,所以对沼气发电系统块有2个部分的控制,当沼气发电系统可以输出充足电能时,模拟信号 IN₂ 高于临界值,控制系统收到信号后,OUT₃ 控制沼气发电系统向输电线路输送电力,OUT₄ 控制蓄电池组与输电线路断开连接。(4)当光热发电系统、沼气发电系统及蓄电池组

都无法正常供电时,OUT₁、OUT₃、OUT₄ 分别控制沼气发电系统、光热发电系统及蓄电池组均与输电线路断开连接,OUT₅ 控制市电接入输电线路。(5)当输电线路电压异常时,模拟信号 IN₄ 的模拟量低至系统最小工作电压或高于最大工作电压时,内部、外部报警器报警。这5个过程循环往复可使整个系统实现不间断供电的目的。



IN₁—光热发电系统向控制系统输入的模拟信号; OUT₁—控制系统向光热发电系统输出的控制信号; IN₂—沼气发电系统向控制系统输入的模拟信号; OUT₂、OUT₃—控制系统向沼气发电系统输出的控制信号; IN₃—蓄电池组向控制系统输入的模拟信号; OUT₄—控制系统向蓄电池组输出的控制信号; OUT₅—控制系统向市电供电部分输出的控制信号; IN₄—输电线路向控制系统输入的模拟信号

图1 沼气光热发电系统各模块间信号传输原理

2 主控部分硬件和软件的设计

2.1 控制系统的结构^[6-7]

如图2所示,控制系统以 STC89C52 单片机为核心,分为信号采集模块、控制模块、显示模块与报警模块。控制器内的元器件都焊接到同一块印制电路板(PCB)上。在信号采集模块中,电压传感器将采集的模拟信号通过模拟信号与数字信号(AD)转换器以数字信号的方式传输到单片机内。在控制模块中,单片机将控制信号传输至5个继电器,通过继电器控制各个系统的工作状态。在显示模块中,控制器通过8个LED灯和1个液晶显示器来显示整个沼气光热混合供电系统的工作状态。在报警模块中,以嗡鸣器作为控制器的内部报警装置,并通过继电器与外部报警器相连。

收稿日期:2016-06-09

基金项目:辽宁省科学技术计划(编号:2014027001)。

作者简介:吴仕宏(1969—),男,吉林辉南人,博士,副教授,硕士生导师,主要从事地方电力系统及其自动化与清洁能源利用方面的教学与研究。E-mail:shihong.1@163.com。

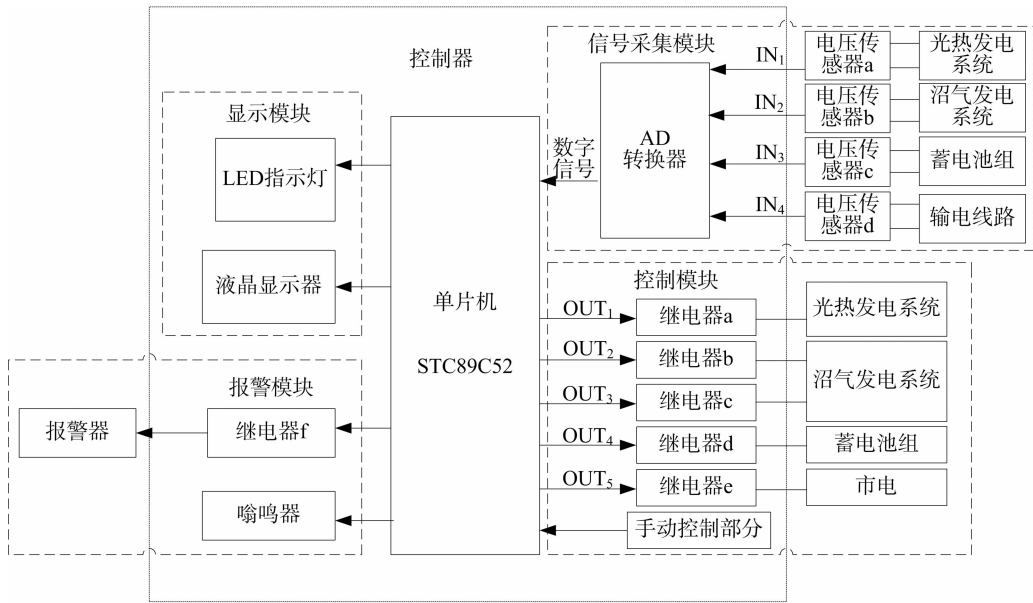


图2 控制系统结构

2.2 信号采集模块的设计

模拟信号采用型号为 CHV-25P/400 的闭环霍尔电压传感器来收集,该传感器的额定电压 400 V,测量范围 -600 ~ 600 V,可将被测电压的有效值转化为 0 ~ 5 V 之间的模拟信号。该型号的电压传感器在沼气光热混合供电系统中用于光热发电系统、沼气发电系统、蓄电池组输出电压的采样及输电线路电压的采样。选用 PCF8591 作为控制系统中的 AD 转换器,PCF8591 具有 4 个模拟输入、1 个模拟输出、1 个串行 I²C 总线接口。信号采集模块中共有 4 个电压传感器 (a、b、c、d),分别用来进行光热系统、沼气系统、蓄电池组的输出电压及输电线路电压的采集,并且将采集的数据以模拟信号的形式传输到 A/D 转换器 PCF8591 的 4 个接收端口 (AIN0、AIN1、AIN2、AIN3);PCF8591 的电源 (VCC) 接 5V 电压;时钟信号线 (SCL) (C6) 与数据线 (SDA) (C7) 分别与单片机的 P0.6、P0.7 口相连;A/D 转换器将模拟信号转化为数字信号后,通过 P0.6、P0.7 端口将数字信号传输到单片机 STC89C52 中。

2.3 控制模块的设计

在沼气光热混合供电系统中,各个供电部分与输电线路的连通与断开都通过继电器来控制。本研究设计的控制系统选用型号为 9012 的簧片继电器,线圈电压为 12V。继电器 a 用来控制光热系统与输电线路的连接状态,继电器 b 用来控制沼气发电系统与输电线路的连接状态,继电器 c 用来控制沼气发电系统的启动与关闭,继电器 d 用来控制蓄电池组与输电线路的连接状态,继电器 e 用来控制市电与输电线路的连接状态。

2.4 软件设计^[8]

主控制程序流程如图 3 所示,根据系统所要实现的功能,以设计好的系统硬件电路为基础进行系统的软件设计。

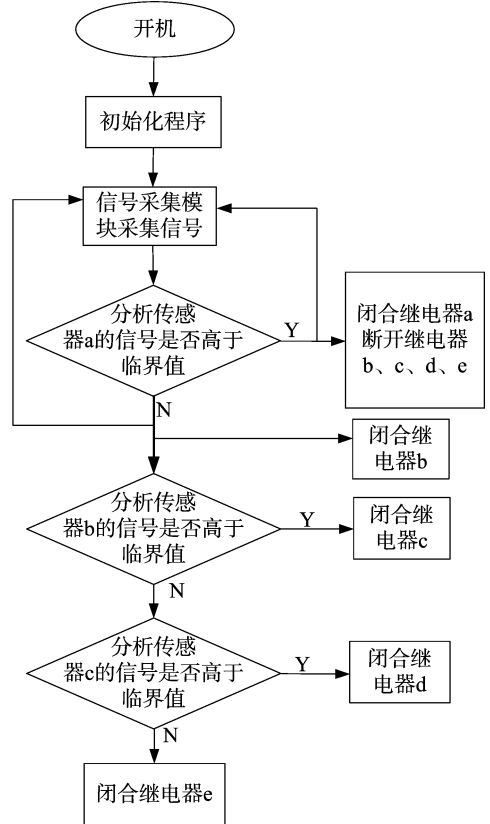


图3 主控模块软件流程

能(采样过程、自动控制过程)进行仿真,在 1min 内模拟出系统的所有自动控制过程。将供电系统最低工作电压的模拟信号设为 +2 V,在仿真时,用 1 个周期为 10 s,波峰波谷均为 4 s,上升沿、下降沿均为 1 s,峰值为 +2.5 V(将 +2.5 V 设为供电系统标准工作电压的模拟信号值)的脉冲模拟信号作为传感器 a 输出的模拟信号(光热系统输出电压的模拟信号)传输到 PCF8591 的 AIN0 口。沼气发电系统的输出电压的模拟信号,即传感器 b 的输出信号,利用 1 个继电器 m 及

3 系统的仿真与结果

3.1 仿真电路的设计

在 Proteus 软件中绘制好系统电路图后,对系统的主要功

STC89C52 单片机上空悬的 P3.0、P3.1 端口,可以设计出 1 个替代沼气发电系统的模拟电路。如图 4 所示,当 P0.0 为高电平时,控制沼气发电系统运作的继电器 b 的开关向下闭合, P3.0 收到高电平信号,通过编程使得 P3.0 收到高电平信号后,单片机 STC89C52 再经过 1 s 后, P3.1 输出高电平,使继电器 m 开关向下闭合,于是 +2.5 V 的电压便输入到 A/D 转换器 PCF8591 的 AIN1 口,这一过程可以模拟出沼气发电系统运行一段时间后发电机才可正常供电的特点。用图 5 所示

方式模拟出传感器 d 输出的模拟信号,当 P0.3 输出高电平时,会有 +2.5 V 电压输入到 AIN2 中,用 1 个波峰为 30 s、起始电压为 +2.5 V 的单边下降脉冲模拟信号作为传感器 c 输出的模拟信号(蓄电池组输出的电压模拟信号)传输到 PCF8591 的 AIN2 口。仿真时,以电压探针探测输入系统的模拟信号及控制各个继电器的数字信号,在电路中加入计时器电路用于计时,通过对信号的记录、分析来检验系统是否达到设计目的。

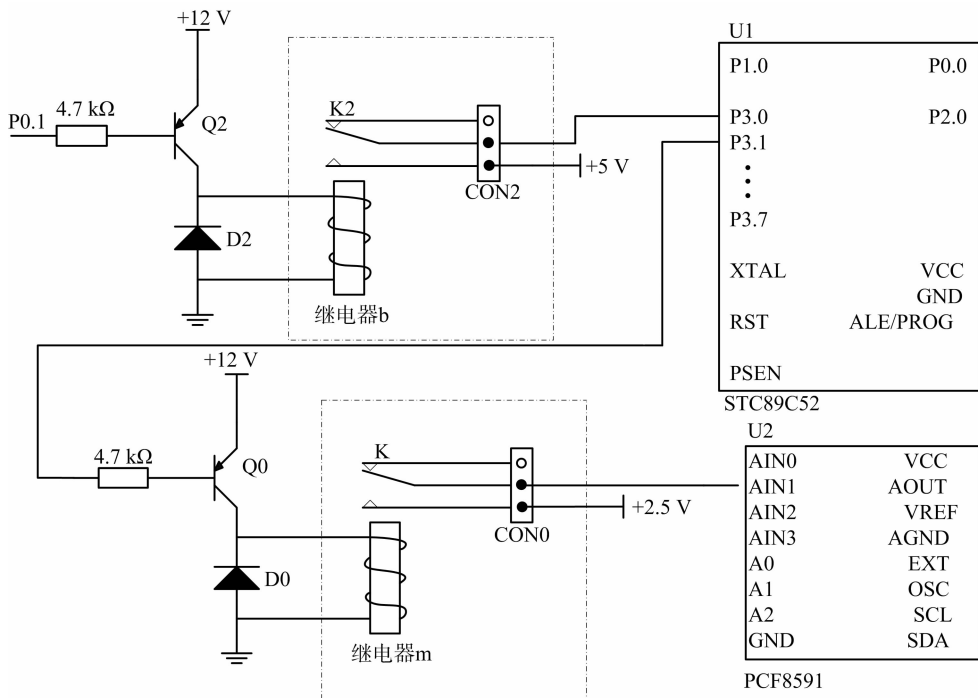
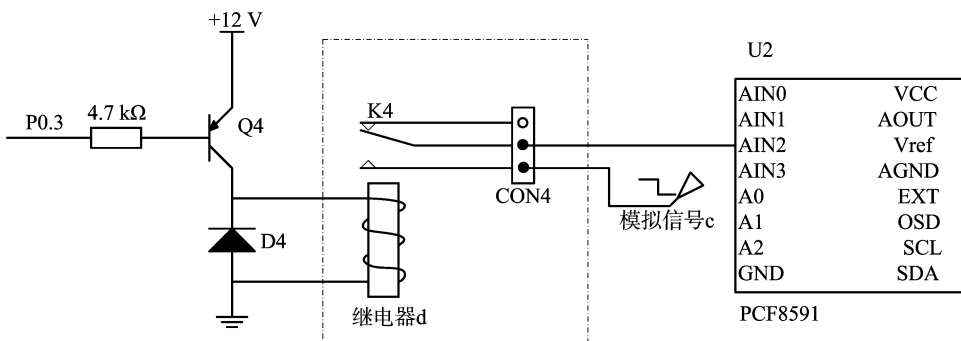


图4 沼气发电系统的替代模拟电路



XTAL—外部晶振; RST—复位端; PSEN—外部程序存储器读选通信号; GND—接地公共端; ALE/PROG—地址锁存控制信号; AOUT—AD转换输出端; VREF—基准电源端; AGND—模拟信号地; EXT—内部、外部时钟选择线; OSC—外部时钟输入端、内部时钟输出端; SDA—数据线; SCL—时钟信号线

图5 蓄电池组的替代模拟电路

3.2 仿真结果及分析

运行仿真电路后每 0.2 s 对输入模拟信号进行 1 次记录,得出图 6 的模拟信号随时间变化曲线,以及图 7 的继电器开关状态随时间变化。从图 6 可以清晰地观察到 AIN0、AIN1、AIN2 随时间变化的曲线。对图 6、图 7 进行分析可发现,控制系统可以使沼气与光热互补供电过程中的电能输出

达到不间断供应的效果。

仿真过程中记录数据的时间间隔为 0.2 s,对于长时间工作的供电系统来说,通过这种方式记录的数据已经能够反映实际结果。通过对仿真后得到的数据及图 6 与图 7 间的对比,表明该系统的自动控制过程达到预期效果,可以达到设计的目的。

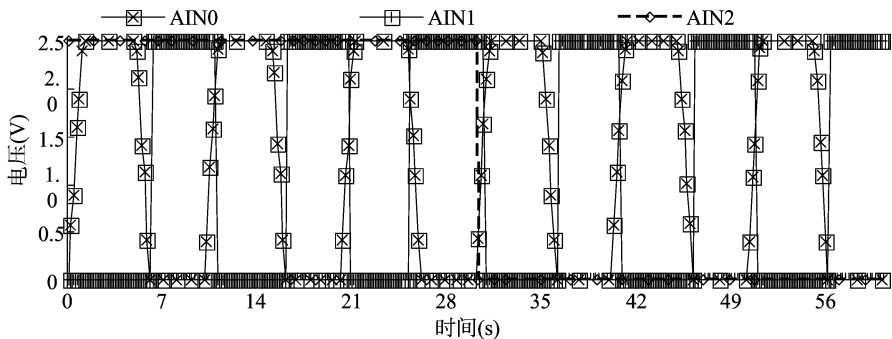
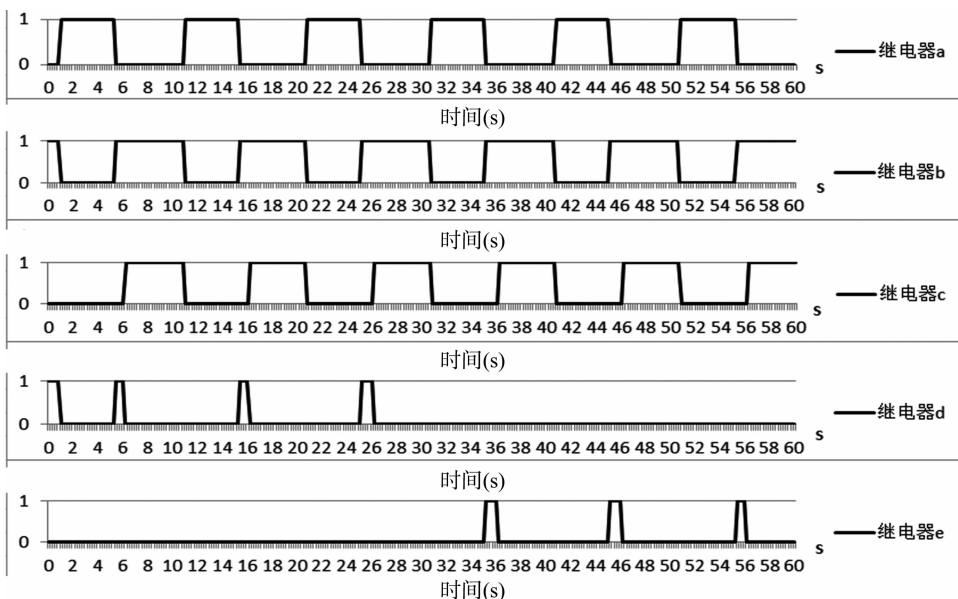


图6 模拟信号随时间的变化



1、0分别表示闭合、断开
图7 继电器开合状态随时间的变化

4 结论

本研究设计了1套自动控制系统,用这套系统来控制沼气发电与光热发电协同供电,保持沼气与光热混合供电过程的协调性,实现弱电控制强电的目的。对该控制系统编程后,通过在仿真过程中不断记录数据并对数据进行分析,由分析结果可知,当各个模拟信号发生变化时,系统中的继电器也进行了相应的开合动作。本系统很好地完成了系统的设计要求,达到了设计的目的。在农业的生产及生活中,沼气与光热的结合能带来巨大的经济效益,并对环境保护起到较大作用。

参考文献:

[1]Mishra S, Panigrahi C K, Kothari D P. Design and simulation of a solar-wind-biogas hybrid system architecture using HOMER in India[J]. International Journal of Ambient Energy, 2017, 37(2):

1-8.
[2]马艺玮,杨 苹,吴 捷,等. 孤岛型混合可再生能源发电系统的优化设计[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 2012, 40(11): 113-120.
[3]程远东,曾宝国. 2 kW 沼光互补一体化智能发电系统研究[J]. 现代电子技术, 2011, 34(11): 192-194, 201.
[4]吴志锋,舒 杰,崔 琼. 多能互补微电网系统组网及控制策略研究[J]. 可再生能源, 2014, 32(1): 44-48.
[5]宋旭日,叶 林. 风/光/柴多能互补发电系统优化配置研究[J]. 电网与清洁能源, 2011, 27(5): 66-72.
[6]李丽丽,施 伟. 太阳能联合锅炉沼气池智能温控系统设计与应用[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(1): 343-346.
[7]张德民,刘洪锦,高 强,等. 电梯双电源供电装置 PLC 控制系统设计[J]. 电气传动, 2012, 42(8): 68-72.
[8]赏星耀,项新建. 双电源智能自动切换系统的研究[J]. 机电工程, 2006, 23(7): 18-20.