



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108682880 A
(43)申请公布日 2018.10.19

(21)申请号 201810552754.6

(22)申请日 2018.05.31

(71)申请人 天津中德应用技术大学
地址 300350 天津市津南区海河教育园区
雅深路2号

(72)发明人 韩冬林

(74)专利代理机构 天津市三利专利商标代理有限公司 12107
代理人 李文洋

(51)Int.Cl.
H01M 8/04298(2016.01)
H01M 8/04303(2016.01)

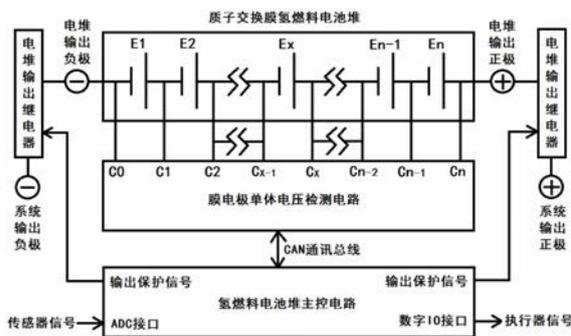
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

质子交换膜氢燃料电池堆输出保护装置及其控制方法

(57)摘要

本发明涉及氢燃料电池技术领域,尤其涉及一种质子交换膜氢燃料电池堆输出保护装置,由膜电极单体电压检测电路、氢燃料电池堆主控电路、电堆输出继电器构成,其中氢燃料电池堆中串联的n个膜电极单体E1~En的正负电极C0~Cn依次接入膜电极单体电压检测电路,氢燃料电池堆主控电路负责接收膜电极单体的工作电压数据,计算膜电极单体的最低电压和平均电压数值及其两者的比值数据,通过数字IO接口去控制氢气侧和氧气侧的电磁阀、风机、水热管理系统等执行器的工作状态。本装置是能够实现将氢燃料电池堆膜电极单体最低电压和平均电压这2个输出保护指标检测与电池堆的温度、压力、流量等环境变量检测相互关联。



CN 108682880 A

1. 一种质子交换膜氢燃料电池堆输出保护装置,其特征在于:由膜电极单体电压检测电路、氢燃料电池堆主控电路、电堆输出继电器构成,其中氢燃料电池堆中串联的n个膜电极单体E1~En的正负电极C0~Cn依次接入膜电极单体电压检测电路,该电路负责实时采集氢燃料电池堆中所有膜电极单体E1~En的工作电压数据并通过CAN通讯总线上报给氢燃料电池堆主控电路,氢燃料电池堆主控电路一方面负责接收膜电极单体的工作电压数据,计算膜电极单体的最低电压和平均电压数值及其两者的比值数据,另一方面,氢燃料电池堆主控电路还通过模数转换ADC接口采集氢燃料电池堆的温度、压力、流量、输出电流等传感器的信号,并根据这些传感器信号的数据通过数字IO接口去控制氢气侧和氧气侧的电磁阀、风机、水热管理系统等执行器的工作状态。

2. 根据权利要求1所述的质子交换膜氢燃料电池堆输出保护装置,其特征在于:所述膜电极单体电压检测电路采用S32K144微控制器作为主控芯片。

3. 根据权利要求1所述的质子交换膜氢燃料电池堆输出保护装置,其特征在于:所述电堆堆主控电路采用S32K144微控制器作为主控芯片,S32K144微控制器通过模数转换管脚ADC0~ADC15采集氢燃料电池堆的温度、压力、流量、输出电流传感器的信号,通过数字输入管脚IN0~IN15接收外部控制信号,通过数字输出管脚OUT0~OUT15控制燃料供应、氧化剂供应、水热管理子系统,通过数字输出管脚RELAY+控制氢燃料电池堆正极输出继电器,通过数字输出管脚RELAY-控制氢燃料电池堆负极输出继电器。

4. 一种如权利要求1-3任意一项所述的质子交换膜氢燃料电池堆输出保护装置的控制方法,其特征在于:包括以下步骤:(1)膜电极单体电压检测电路采集氢燃料电池堆中所有膜电极单体E1~En的工作电压数据;

(2)膜电极单体电压检测电路通过通讯总线上报膜电极单体E1~En工作电压数据给氢燃料电池堆主控电路;

(3)氢燃料电池堆主控电路采集氢燃料电池堆的温度、压力、流量、输出电流等传感器的信号,如果所有传感器信号无异常,则根据传感器信号数据计算执行器控制信号数据,然后转入步骤(4);如果传感器信号有异常,则生成输出保护信号,电堆输出继电器线圈断电,切断氢燃料电池堆的输出电流,氢燃料电池堆及其管理控制系统进入输出保护状态;

(4)氢燃料电池堆主控电路根据膜电极单体电压检测电路上报的膜电极单体E1~En工作电压数据计算膜电极单体的最低电压和平均电压数值;

(5)氢燃料电池堆主控电路计算膜电极单体最低电压和平均电压的比值数据,此比值数据代表了氢燃料电池堆中当前伏安特性最差的那个膜电极与该氢燃料电池堆中所有膜电极平均特性之间的差异数值;

(6)将此膜电极单体最低电压和平均电压的比值数据与停机保护预设值相比较,如果小于停机保护预设值则重新转入步骤(1)继续循环运行;如果大于或等于停机保护预设值则生成输出保护信号,氢燃料电池堆输出继电器线圈断电,切断氢燃料电池堆的输出电流,氢燃料电池堆及其管理控制系统进入输出保护状态。

质子交换膜氢燃料电池堆输出保护装置及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及氢燃料电池技术领域,尤其涉及一种质子交换膜氢燃料电池堆输出保护装置及其控制方法。

背景技术

[0002] 质子交换膜氢燃料电池堆膜电极单体的理想输出电压 U_0 计算公式为:

$$[0003] \quad U_0 = E_0 + \frac{R \times T}{2F} \ln \frac{P_{H_2} \times \sqrt{P_{O_2}}}{P_{H_2O}} \quad (1)$$

[0004] 上式中 P_{H_2} 、 P_{O_2} 、 P_{H_2O} 分别为氢、氧和水蒸气的压力, E_0 为氢燃料电池堆膜电极单体的理想标准电动势, R 为通用气体常数, T 为氢燃料电池堆工作温度, F 为法拉第常数。

[0005] 由公式(1)可以看出:氢燃料电池堆膜电极单体的输出电压 U_0 由2部分构成,第1部分为膜电极单体的理想标准电动势 E_0 , E_0 的数值主要由膜电极单体的材料特性决定;第2部分为膜电极单体的环境变量因素,主要由工作温度 T 、氢气压力 P_{H_2} 、氧气压力 P_{O_2} 等环境变量的数值决定。

[0006] 质子交换膜氢燃料电池发电原理与原电池类似,但与原电池和二次电池比较,需要具备一套相对复杂的管理控制系统,主要包括燃料供应、氧化剂供应、水热管理及电控单元等子系统。在质子交换膜氢燃料电池系统中,有许多关键的环境变量参数需要控制,例如水参数、供氢、供氧参数及温度、压力参数等,而这些环境变量的控制效果都可以从膜电极单体电压中得到体现,膜电极单体电压反映了整个氢燃料电池堆及其管理控制系统的工作状态,通过检测膜电极单体电压,不仅能够及时发现氢燃料电池堆及其管理控制系统的异常状况,而且膜电极单体电压的均衡性能够直接反映并影响整个氢燃料电池堆的性能和寿命。

[0007] 在质子交换膜氢燃料电池发电系统中,氢燃料电池堆管理控制系统由膜电极单体电压检测电路和氢燃料电池堆主控电路构成,其中膜电极单体电压检测电路负责实时采集氢燃料电池堆中所有膜电极单体的工作电压数据并上报给氢燃料电池堆主控电路;氢燃料电池堆主控电路负责接收膜电极单体的工作电压数据,并计算膜电极单体的最低电压和平均电压数值,如果发现某个膜电极单体工作电压数值异常,氢燃料电池堆主控电路必须要及时进入输出保护状态,切断氢燃料电池堆的输出电流,以防止氢燃料电池堆中的膜电极单体发生永久性的损伤。

[0008] 关于质子交换膜氢燃料电池堆输出保护装置及其控制方法相关的现有技术专利公开情况主要如下:

[0009] (1) “一种车用燃料电池堆单片电压监测装置”(CN200410006242)

[0010] (2) “一种燃料电池电堆的单体电池电压测量电路”(CN201010141215)

[0011] (3) “小功率燃料电池单体电池电压巡回检测装置”(CN201220267702)

[0012] (4) “燃料电池堆单体电池电压监测的连接器和监测装置及方法”

(CN201410457421)

[0013] (5)“燃料电池远程监测与控制系统”(CN201720585250)

[0014] (6)“一种大型汽车燃料电池管理系统及方法”(CN201611071930)

[0015] (7)“质子交换膜燃料电池电堆一致性的检测方法 & 检测装置”(CN201410779579)

[0016] 目前氢燃料电池堆管理控制系统采用通过检测膜电极单体电压的方法来评价电堆的性能和运行状态,通常选取的2个指标为膜电极单体的最低电压和平均电压,氢燃料电池堆管理控制系统通过判定膜电极单体的最低电压和平均电压这2个指标是否全部或有任意一个触发了报警设定值,则氢燃料电池堆就会进入输出保护状态。

[0017] 目前的质子交换膜氢燃料电池堆输出保护装置及其控制方法存在如下的技术缺陷:

[0018] (1)因为影响膜电极单体输出电压的因素很多,膜电极单体的材料特性和温度压力等环境变量因素均会决定膜电极单体的输出电压数值,所以在判定膜电极单体的最低电压和平均电压这2个指标之前,必须要先判定氢燃料电池堆的温度、压力、流量等环境变量的传感器信号是否在正常范围之内,单纯判定膜电极单体的最低电压和平均电压这2个指标有很大的技术局限性。

[0019] (2)因为质子交换膜氢燃料电池堆输出的伏安特性非常软,膜电极单体的工作电压对输出电流的变化率也很大,所以在不同的输出电流下,膜电极单体的最低电压和平均电压这2个指标在各自的数值上会有很大的浮动,单独地判定膜电极单体的最低电压和平均电压这2个数值是否超限显然存在技术上的缺陷。

发明内容

[0020] 本发明的目的在于克服上述技术的不足,而提供一种质子交换膜氢燃料电池堆输出保护装置。

[0021] 本发明为实现上述目的,采用以下技术方案:一种质子交换膜氢燃料电池堆输出保护装置,其特征在于:由膜电极单体电压检测电路、氢燃料电池堆主控电路、电堆输出继电器构成,其中氢燃料电池堆中串联的n个膜电极单体E1~En的正负电极C0~Cn依次接入膜电极单体电压检测电路,该电路负责实时采集氢燃料电池堆中所有膜电极单体E1~En的工作电压数据并通过CAN通讯总线上报给氢燃料电池堆主控电路,氢燃料电池堆主控电路一方面负责接收膜电极单体的工作电压数据,计算膜电极单体的最低电压和平均电压数值及其两者的比值数据,另一方面,氢燃料电池堆主控电路还通过模数转换ADC接口采集氢燃料电池堆的温度、压力、流量、输出电流等传感器的信号,并根据这些传感器信号的数据通过数字IO接口去控制氢气侧和氧气侧的电磁阀、风机、水热管理系统等执行器的工作状态。

[0022] 优选地,所述膜电极单体电压检测电路采用S32K144微控制器作为主控芯片。

[0023] 优选地,所述电堆堆主控电路采用S32K144微控制器作为主控芯片,S32K144微控制器通过模数转换管脚ADC0~ADC15采集氢燃料电池堆的温度、压力、流量、输出电流传感器的信号,通过数字输入管脚IN0~IN15接收外部控制信号,通过数字输出管脚OUT0~OUT15控制燃料供应、氧化剂供应、水热管理子系统,通过数字输出管脚RELAY+控制氢燃料电池堆正极输出继电器,通过数字输出管脚RELAY-控制氢燃料电池堆负极输出继电器。

[0024] 一种质子交换膜氢燃料电池堆输出保护装置的控制方法,其特征在于:包括以下

步骤：(1) 膜电极单体电压检测电路采集氢燃料电池堆中所有膜电极单体E1~En的工作电压数据；

[0025] (2) 膜电极单体电压检测电路通过通讯总线上报膜电极单体E1~En工作电压数据给氢燃料电池堆主控电路；

[0026] (3) 氢燃料电池堆主控电路采集氢燃料电池堆的温度、压力、流量、输出电流等传感器的信号，如果所有传感器信号无异常，则根据传感器信号数据计算执行器控制信号数据，然后转入步骤(4)；如果传感器信号有异常，则生成输出保护信号，电堆输出继电器线圈断电，切断氢燃料电池堆的输出电流，氢燃料电池堆及其管理控制系统进入输出保护状态；

[0027] (4) 氢燃料电池堆主控电路根据膜电极单体电压检测电路上报的膜电极单体E1~En工作电压数据计算膜电极单体的最低电压和平均电压数值；

[0028] (5) 氢燃料电池堆主控电路计算膜电极单体最低电压和平均电压的比值数据，此比值数据代表了氢燃料电池堆中当前伏安特性最差的那个膜电极与该氢燃料电池堆中所有膜电极平均特性之间的差异数值；

[0029] (6) 将此膜电极单体最低电压和平均电压的比值数据与停机保护预设值相比较，如果小于停机保护预设值则重新转入步骤(1)继续循环运行；如果大于或等于停机保护预设值则生成输出保护信号，氢燃料电池堆输出继电器线圈断电，切断氢燃料电池堆的输出电流，氢燃料电池堆及其管理控制系统进入输出保护状态。

[0030] 本发明的有益效果是：采用本发明所提出的质子交换膜氢燃料电池堆输出保护装置及其控制方法，能够克服现有的氢燃料电池堆输出保护装置及其方法的技术缺陷，新方法在判定电池堆的温度、压力、流量等传感器信号正常的情况下，再根据膜电极单体电压检测电路上报的n个膜电极单体电压数据，计算出膜电极单体最低电压数据和平均电压数据，氢燃料电池堆主控电路通过将膜电极单体最低电压和平均电压的比值数据与停机保护预设值相比较的方法，生成输出保护信号。新方法的有益效果表现在两个方面，其一是能够实现将氢燃料电池堆膜电极单体最低电压和平均电压这2个输出保护指标检测与电池堆的温度、压力、流量等环境变量检测相互关联，符合公式(1)中的变量因果关系，在技术方案上更为全面合理；其二是能够考虑到氢燃料电池堆输出伏安特性偏软的特点，采用将膜电极单体的最低电压和平均电压这2个数值联动处理的方法，具体就是根据膜电极单体最低电压和平均电压的比值数据与停机保护预设值相比较的新方法，来确定是否进入输出保护状态，能够达到在不同的输出电流条件下，都能够准确检测出电池堆中当前伏安特性最差的那个膜电极与所有膜电极平均特性之间的差异数值。

附图说明

[0031] 图1为本发明的系统框图；

[0032] 图2为本发明的步骤流程图；

[0033] 图3为本发明中膜电极单体电压检测电路原理图；

[0034] 图4为本发明中电池堆主控电路原理图。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图及较佳实施例详细说明本发明的具体实施方式。如图1所示，质子交

换膜氢燃料电池堆由n个膜电极单体E1~En串联构成,本输出保护装置及其控制方法采用由膜电极单体电压检测电路、氢燃料电池堆主控电路、电堆输出继电器组成氢燃料电池堆管理控制系统,其中氢燃料电池堆中串联的n个膜电极单体E1~En的正负电极C0~Cn依次接入膜电极单体电压检测电路,该电路负责实时采集氢燃料电池堆中所有膜电极单体E1~En的工作电压数据并通过CAN通讯总线上报给氢燃料电池堆主控电路。氢燃料电池堆主控电路一方面负责接收膜电极单体的工作电压数据,计算膜电极单体的最低电压和平均电压数值及其两者的比值数据,另一方面,氢燃料电池堆主控电路还通过模数转换ADC接口采集氢燃料电池堆的温度、压力、流量、输出电流等传感器的信号,并根据这些传感器信号的数据通过数字IO接口去控制氢气侧和氧气侧的电磁阀、风机、水热管理系统等执行器的工作状态。

[0036] 本发明所提出的质子交换膜氢燃料电池堆输出保护控制方法如下:

[0037] (1) 膜电极单体电压检测电路采集氢燃料电池堆中所有膜电极单体E1~En的工作电压数据。

[0038] (2) 膜电极单体电压检测电路通过通讯总线上报膜电极单体E1~En工作电压数据给氢燃料电池堆主控电路。

[0039] (3) 氢燃料电池堆主控电路采集氢燃料电池堆的温度、压力、流量、输出电流等传感器的信号,如果所有传感器信号无异常,则根据传感器信号数据计算执行器控制信号数据,然后转入步骤(4);如果传感器信号有异常,则生成输出保护信号,电堆输出继电器线圈断电,切断氢燃料电池堆的输出电流,氢燃料电池堆及其管理控制系统进入输出保护状态。

[0040] (4) 氢燃料电池堆主控电路根据膜电极单体电压检测电路上报的膜电极单体E1~En工作电压数据计算膜电极单体的最低电压和平均电压数值。

[0041] (5) 氢燃料电池堆主控电路计算膜电极单体最低电压和平均电压的比值数据,此比值数据代表了氢燃料电池堆中当前伏安特性最差的那个膜电极与该氢燃料电池堆中所有膜电极平均特性之间的差异数值。

[0042] (6) 将此膜电极单体最低电压和平均电压的比值数据与停机保护预设值相比较,如果小于停机保护预设值则重新转入步骤(1)继续循环运行;如果大于或等于停机保护预设值则生成输出保护信号,氢燃料电池堆输出继电器线圈断电,切断氢燃料电池堆的输出电流,氢燃料电池堆及其管理控制系统进入输出保护状态。

[0043] 图3中采用S32K144微控制器作为主控芯片,以1个LTC6804多节电池监视器芯片为例,将S32K144作为SPI串行通讯主机,将LTC6804作为串行通讯从机,采用四通道隔离器ADuM5401作为SPI隔离芯片,产生隔离稳压输出的+5VA电压,再经过非隔离的DC-DC升压转换器,为LTC6804芯片提供+24VA供电电压。每个LTC6804芯片能够采集12路膜电极单体工作电压数据C00~C12,可以根据氢燃料电池堆中膜电极单体总数n的数值,去选择单体电压检测单元电路中的LTC6804芯片数量,S32K144微控制器通过SPI总线读取全部LTC6804芯片采集的膜电极单体工作电压数据值,并通过CAN1.TXD和CAN1.RXD通讯管脚实现上报膜电极单体E1~En工作电压数据给氢燃料电池堆主控电路并接受其控制命令的功能。

[0044] 如图4所示,电池堆主控电路采用S32K144微控制器作为主控芯片,S32K144通过模数转换管脚ADC0~ADC15采集氢燃料电池堆的温度、压力、流量、输出电流等传感器的信号,通过数字输入管脚IN0~IN15接收外部控制信号,通过数字输出管脚OUT0~OUT15控制燃料

供应、氧化剂供应、水热管理等子系统,通过数字输出管脚RELAY+控制氢燃料电池堆正极输出继电器,通过数字输出管脚RELAY-控制氢燃料电池堆负极输出继电器。图4中的S32K144微控制器通过CAN1.TXD和CAN1.RXD通讯管脚实现与膜电极单体电压检测电路之间的CAN通讯功能。

[0045] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

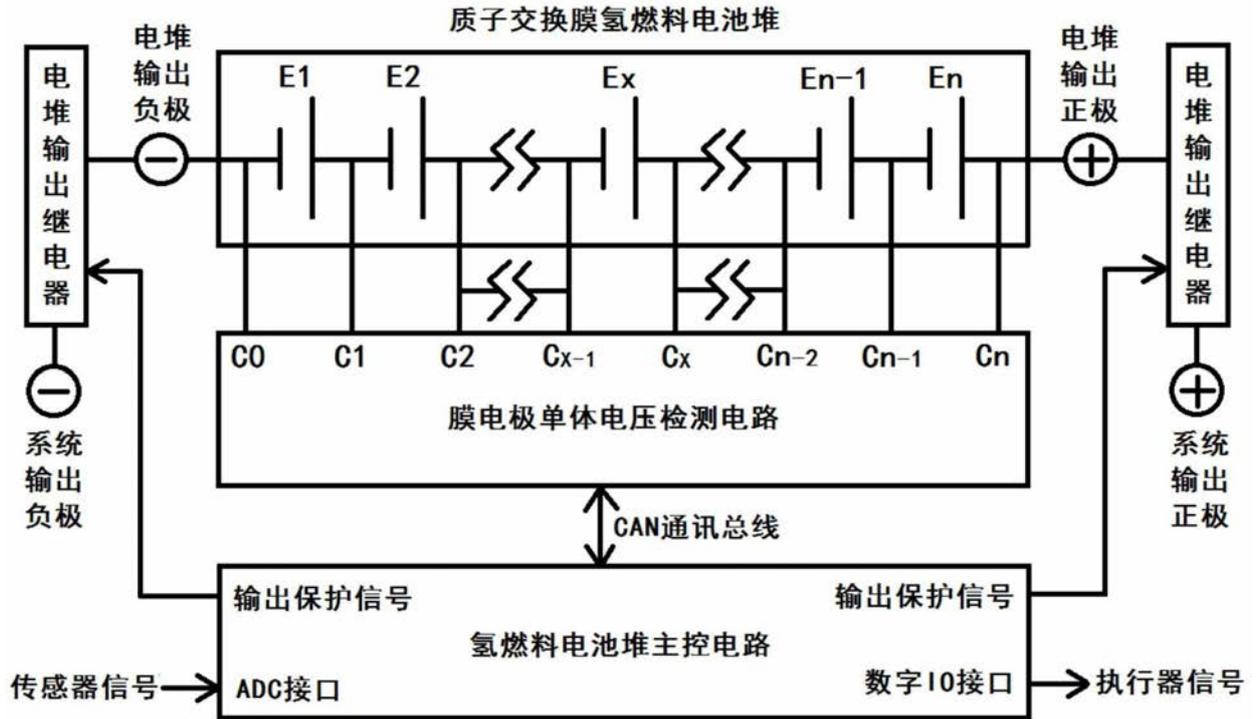


图1

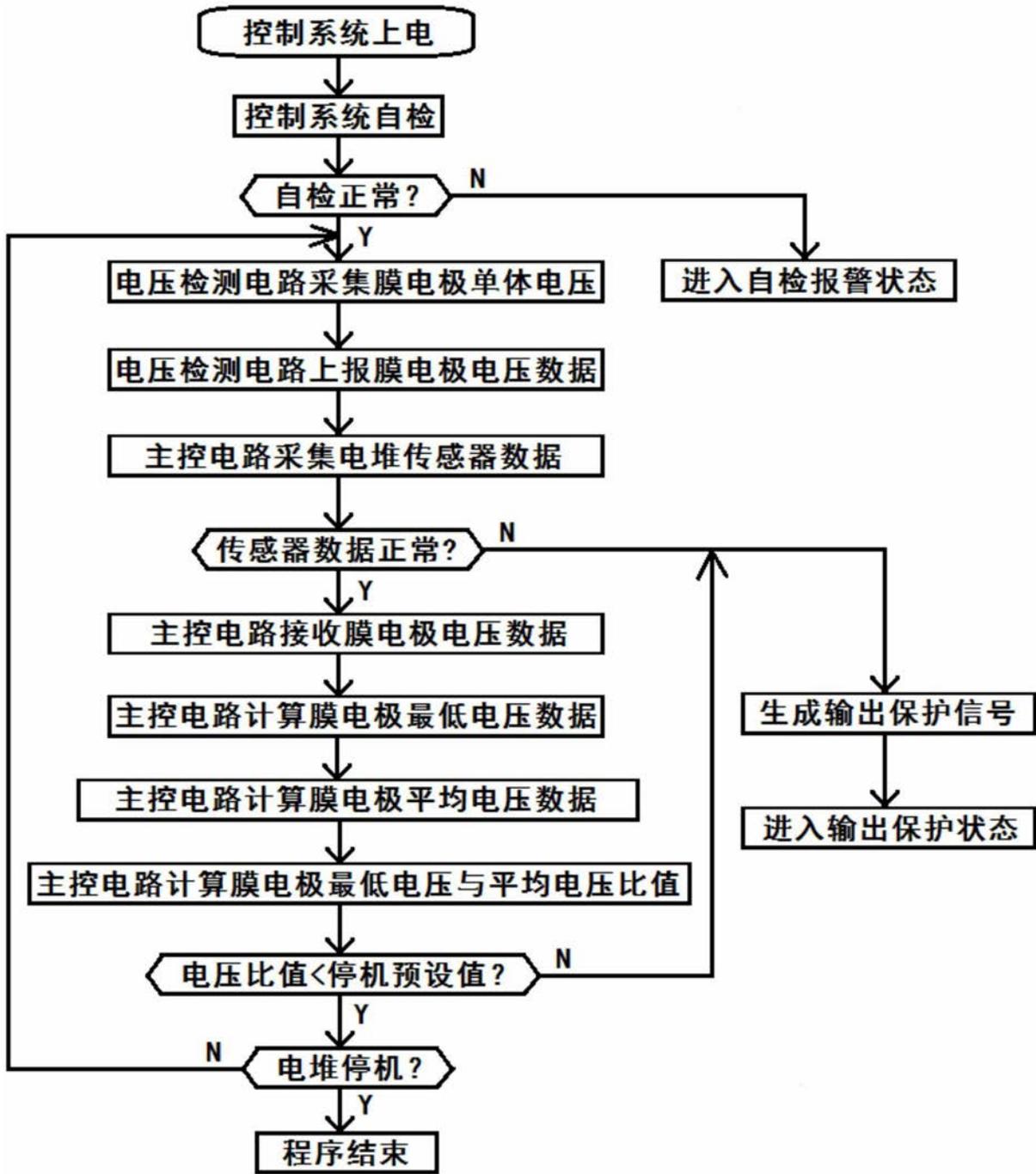


图2

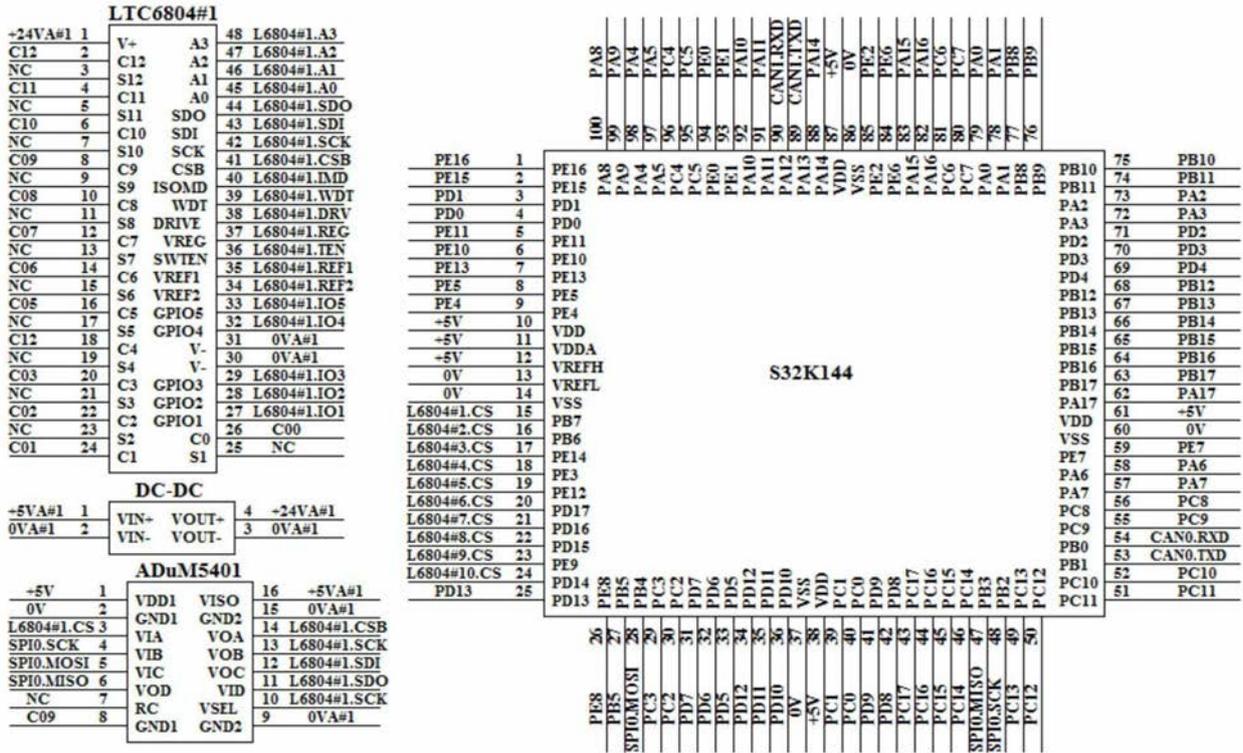


图3

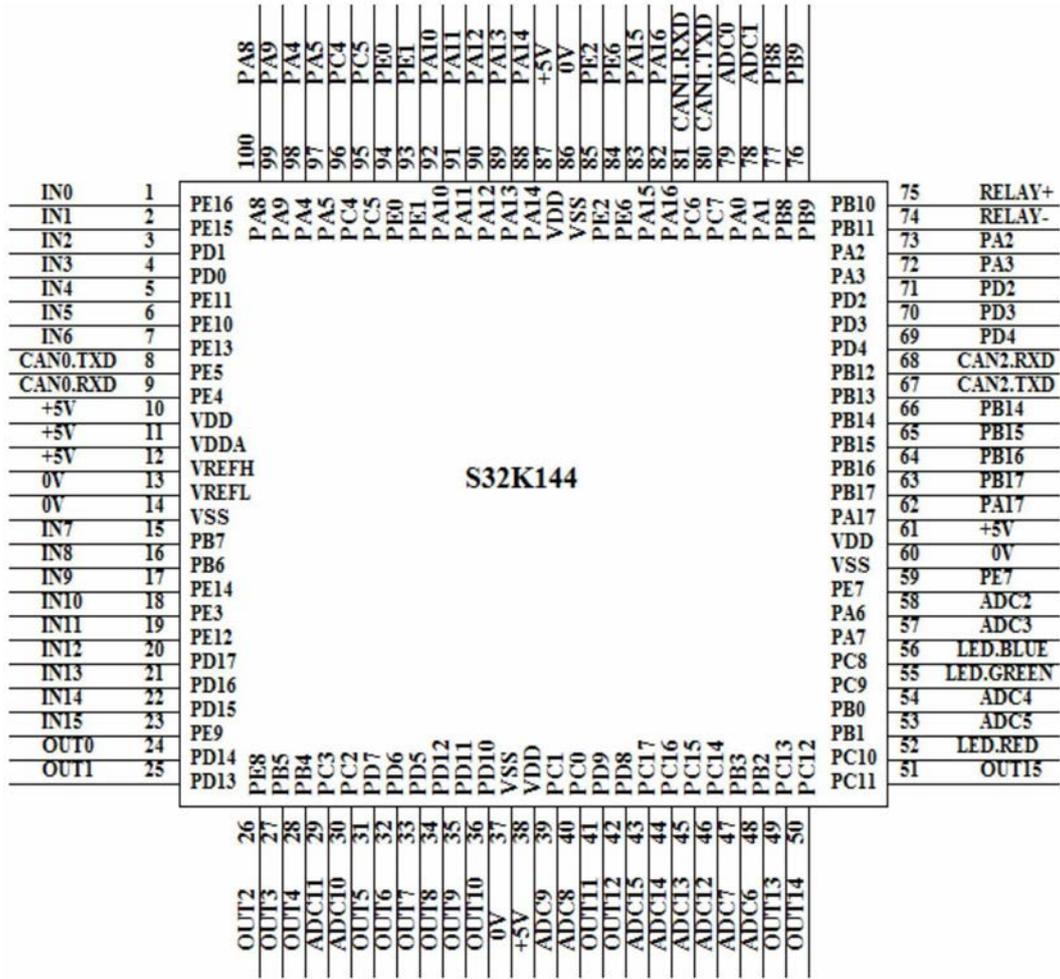


图4