# DSP引脚功能

| 序号 | 引脚 | 描述 |
| --- | --- | --- |
|  | GPIO0 | PWM-1-A  风机调速 |
|  | GPIO01 | 15V电源掉电检测  GPIO输入模式。  0：正常；  1：异常。 |
|  | GPIO04 | PWM-3-A  A相1管（为方便表述，在电路图中按照自上而下的顺序对SiC管编号） |
|  | GPIO05 | PWM-3-B  A相4管（为方便表述，在电路图中按照自上而下的顺序对SiC管编号） |
|  | GPIO06 | PWM-4-A  A相2管（为方便表述，在电路图中按照自上而下的顺序对SiC管编号） |
|  | GPIO07 | PWM-4-B  A相3管（为方便表述，在电路图中按照自上而下的顺序对SiC管编号） |
|  | GPIO08 | PWM-5-A  B相1管（为方便表述，在电路图中按照自上而下的顺序对SiC管编号） |
|  | GPIO09 | PWM-5-B  B相4管（为方便表述，在电路图中按照自上而下的顺序对SiC管编号） |
|  | GPIO10 | PWM-6-A  B相2管（为方便表述，在电路图中按照自上而下的顺序对SiC管编号） |
|  | GPIO11 | PWM-6-B  B相3管（为方便表述，在电路图中按照自上而下的顺序对SiC管编号） |
|  | GPIO12 | PWM-7-A  C相1管（为方便表述，在电路图中按照自上而下的顺序对SiC管编号） |
|  | GPIO13 | PWM-7-B  C相4管（为方便表述，在电路图中按照自上而下的顺序对SiC管编号） |
|  | GPIO14 | PWM-8-A  C相2管（为方便表述，在电路图中按照自上而下的顺序对SiC管编号） |
|  | GPIO15 | PWM-8-B  C相3管（为方便表述，在电路图中按照自上而下的顺序对SiC管编号） |
|  | GPIO22 | 串口B发送引脚（SCI-B-TX）  触控屏通讯 |
|  | GPIO23 | 串口B接受引脚（SCI-B-RX）  触控屏通讯 |
|  | GPIO26 | 串口B的RS485使能引脚  触控屏通讯 |
|  | GPIO42 | 设备故障指示灯  0：灯灭；  1：灯亮。 |
|  | GPIO43 | C相直流电容充电继电器 |
|  | GPIO53 | FLASH片选 |
|  | GPIO59 | 板载运行指示灯  GPIO输出模式 |
|  | GPIO60 | 板载同步指示灯  GPIO输出模式 |
|  | GPIO61 | 板载故障指示灯  GPIO输出模式 |
|  | GPIO63 | 铁电输入 |
|  | GPIO64 | 铁电输出 |
|  | GPIO65 | 铁电串行时钟 |
|  | GPIO66 | 铁电片选 |
|  | GPIO67 | FLASH写入保护 |
|  | GPIO69 | FLASH输入 |
|  | GPIO70 | FLASH输出 |
|  | GPIO71 | FLASH时钟 |
|  | GPIO76 | B相直流电容充电继电器 |
|  | GPIO77 | C相主路磁保持继电器  GPIO输出模式  0：磁保持继电器闭合；  1：磁保持继电器断开。 |
|  | GPIO78 | A相旁路磁保持继电器  GPIO输出模式  0：磁保持继电器闭合；  1：磁保持继电器断开。 |
|  | GPIO79 | A相主路磁保持继电器  GPIO输出模式  0：磁保持继电器闭合；  1：磁保持继电器断开。 |
|  | GPIO85 | B相电网侧电流过流检测  0：过流；  1：正常。 |
|  | GPIO91 | 防雷反馈  GPIO输入模式  0：正常；  1：异常。 |
|  | GPIO92 | ~~三相旁路微型断路器检测~~  ~~GPIO输入模式（低电平有效）。~~  ~~0：旁路微型断路器闭合；~~  ~~1：旁路微型断路器断开。~~ |
|  | GPIO93 | C相硬件PWM使能 |
|  | GPIO94 | A相电网侧电流过流检测  0：过流；  1：正常。 |
|  | GPIO97 | C相电网侧电流过流检测  0：过流；  1：正常。 |
|  | GPIO104 | 15V电源供电  GPIO输出模式  0：断电  1：上电 |
|  | GPIO105 | A相直流电容充电继电器 |
|  | GPIO106 | 串口D发送引脚（SCI-D-TX）  用作Wifi |
|  | GPIO107 | 串口D接收引脚（SCI-D-RX）  用作Wifi |
|  | GPIO110 | DSP心跳脉冲 |
|  | GPIO150 | B相旁路磁保持继电器  GPIO输出模式  0：磁保持继电器闭合；  1：磁保持继电器断开。 |
|  | GPIO151 | B相主路磁保持继电器  GPIO输出模式  0：磁保持继电器闭合；  1：磁保持继电器断开。 |
|  | GPIO152 | C相旁路磁保持继电器  GPIO输出模式  0：磁保持继电器闭合；  1：磁保持继电器断开。 |
|  | GPIO153 | B相旁路晶闸管  GPIO输出模式  0：导通；  1：关断。 |
|  | GPIO154 | A相旁路晶闸管  GPIO输出模式  0：导通；  1：关断。 |
|  | GPIO155 | C相旁路晶闸管  GPIO输出模式  0：导通；  1：关断。 |
|  | GPIO156 | A相硬件PWM使能  0：失能；  1：使能。 |
|  | GPIO157 | 设备急停按钮  GPIO输入模式  0：   * 持续时长 ⊆ (0.36, 2)s ：停机； * 持续时长 ＞ 6s ：启动；   1：无意义。 |
|  | GPIO158 | 设备运行指示灯  0：灯灭；  1：灯亮。 |
|  | GPIO164 | B相硬件PWM使能 |
|  | ADCINA0 | A相高压侧电流 |
|  | ADCINA2 | A相低压侧电流 |
|  | ADCINA4 | C相低压侧电压 |
|  | ADCINA5 | B相直流电容电压 |
|  | ADCINB1 | T1温度 |
|  | ADCINB2 | B相高压侧电流 |
|  | ADCINB4 | B相高压侧电压 |
|  | ADCINB5 | B相低压侧电压 |
|  | ADCINC2 | C相高压侧电压 |
|  | ADCINC3 | B相低压侧电流 |
|  | ADCINC4 | C相直流电容电压 |
|  | ADCINC5 | T3温度 |
|  | ADCIND1 | A相低压侧电压 |
|  | ADCIND2 | T2温度 |
|  | ADCIND3 | A相直流电容电压 |
|  | ADCIND4 | C相高压侧电流 |
|  | ADCIND5 | C相低压侧电流 |
|  | ADCIN15 | A相高压侧电流 |

# 故障列表

| 序号 | 故障名称 | 索引 | 故障触发源 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | A相电流瞬时值过流故障 | 104 | ((A相电网电流瞬时值 > 电流瞬时值上限  || A相旁路电流瞬时值 > 电流瞬时值上限))  && A相不处于初始状态  && 连续捕获到3次故障信号 | 在中断中检测该故障，中断周期50us。 |
|  | B相电流瞬时值过流故障 | 105 | ((B相电网电流瞬时值 > 电流瞬时值上限  || B相旁路电流瞬时值 > 电流瞬时值上限))  && B相不处于初始状态  && 连续捕获到3次故障信号 | 在中断中检测该故障，中断周期50us。 |
|  | C相电流瞬时值过流故障 | 106 | ((C相电网电流瞬时值 > 电流瞬时值上限  || C相旁路电流瞬时值 > 电流瞬时值上限))  && C相不处于初始状态  && 连续捕获到3次故障信号 | 在中断中检测该故障，中断周期50us。 |
|  | A相直流电容电压过压故障 | 107 | (A相直流电容电压 > 电容电压上限值)  && 连续捕获到6次故障信号 | 在中断中检测该故障，中断周期50us。 |
|  | B相直流电容电压过压故障 | 108 | (B相直流电容电压 > 电容电压上限值)  && 连续捕获到6次故障信号 | 在中断中检测该故障，中断周期50us。 |
|  | C相直流电容电压过压故障 | 109 | (C相直流电容电压 > 电容电压上限值)  && 连续捕获到6次故障信号 | 在中断中检测该故障，中断周期50us。 |
|  | A相电压有效值过压故障 | 110 | ((A相负载电压有效值 > 电压有效值上限)  || (A相电网电压有效值 > 电压有效值上限))  && A相处于非停机状态  && 连续捕获到9次故障信号 | 在中断中检测该故障，中断周期50us。 |
|  | B相电压有效值过压故障 | 111 | ((B相负载电压有效值 > 电压有效值上限)  || (B相电网电压有效值 > 电压有效值上限))  && B相处于非停机状态  && 连续捕获到9次故障信号 | 在中断中检测该故障，中断周期50us。 |
|  | C相电压有效值过压故障 | 112 | ((C相负载电压有效值 > 电压有效值上限)  || (C相电网电压有效值 > 电压有效值上限))  && C相处于非停机状态  && 连续捕获到9次故障信号 | 在中断中检测该故障，中断周期50us。 |
|  | 15V电源掉电故障 | 113 | GPIO01高电平  && 连续捕获到12次故障信号 | 在中断中检测该故障，中断周期50us。 |
|  | A相电压有效值欠压故障 | 114 | ((A相电网电压有效值 <= 电压有效值下限)  && (A相负载电压有效值 <= 电压有效值下限))  && (A相处于运行状态  || A相处于待机状态)  && 连续捕获到14次故障信号 |  |
|  | B相电压有效值欠压故障 | 115 | ((B相电网电压有效值 <= 电压有效值下限)  && (B相负载电压有效值 <= 电压有效值下限))  && (B相处于运行状态  || B相处于待机状态)  && 连续捕获到14次故障信号 |  |
|  | C相电压有效值欠压故障 | 116 | ((C相电网电压有效值 <= 电压有效值下限)  && (C相负载电压有效值 <= 电压有效值下限))  && (C相处于运行状态  || C相处于待机状态)  && 连续捕获到14次故障信号 |  |
|  | A相电流有效值过载故障 | 117 | ((A相电网电流有效值 > 电流有效值过载上限)  && (A相旁路电流有效值 > 电流有效值过载上限))  && 连续捕获到16次故障信号 | 电流有效值过载上限 = 1.1 \* 电流额定值 |
|  | B相电流有效值过载故障 | 118 | ((A相电网电流有效值 > 电流有效值过载上限)  && (A相旁路电流有效值 > 电流有效值过载上限))  && 连续捕获到16次故障信号 | 电流有效值过载上限 = 1.1 \* 电流额定值 |
|  | C相电流有效值过载故障 | 119 | ((A相电网电流有效值 > 电流有效值过载上限)  && (A相旁路电流有效值 > 电流有效值过载上限))  && 连续捕获到16次故障信号 | 电流有效值过载上限 = 1.1 \* 电流额定值 |
|  | A相电流有效值过流故障 | 120 | ((A相电网电流有效值 > 电流有效值过流上限)  && (A相旁路电流有效值 > 电流有效值过流上限))  && 连续捕获到19次故障信号 | 电流有效值过载上限 = 1.2 \* 电流额定值 |
|  | B相电流有效值过流故障 | 121 | ((B相电网电流有效值 > 电流有效值过流上限)  && (B相旁路电流有效值 > 电流有效值过流上限))  && 连续捕获到19次故障信号 | 电流有效值过载上限 = 1.2 \* 电流额定值 |
|  | C相电流有效值过流故障 | 122 | ((C相电网电流有效值 > 电流有效值过流上限)  && (C相旁路电流有效值 > 电流有效值过流上限))  && 连续捕获到19次故障信号 | 电流有效值过载上限 = 1.2 \* 电流额定值 |
|  | 出风口散热片过温故障 | 124 | (出风口散热片温度 > 出风口散热片温度上限)  && 连续捕获到23次故障信号 | 出风口散热片温度上限 = 130℃ |
|  | 防雷故障 | 126 | GPIO91高电平  && 连续捕获到25次故障信号 |  |
|  | 单元外壳过温故障 | 130 | (单元外壳温度 > 单元外壳温度上限)  &&连续捕获到29次故障信号 | 单元外壳温度上限 = 90℃ |
|  | 谐振故障 | 134 |  |  |
|  | 电网过频故障 | 135 | (A相电网电压有效值 > 15)  && (B相电网电压有效值 > 15)  && (C相电网电压有效值 > 15)  && (电网频率 > 电网频率上限值)  &&连续捕获到30次故障信号 | 电网频率上限值 = 63Hz |
|  | 电网欠频故障 | 136 | (A相电网电压有效值 > 15)  && (B相电网电压有效值 > 15)  && (C相电网电压有效值 > 15)  && (电网频率 < 电网频率上限值)  &&连续捕获到31次故障信号 | 电网频率下限值 = 40Hz |
|  | A相SiC管损坏故障 | 139 | (A相电网电压有效值 - A相负载电压有效值 > 20)  && A相处于运行状态  && (A相电网电压有效值 > 100)  && 连续捕获到37次故障信号 |  |
|  | B相SiC管损坏故障 | 140 | (B相电网电压有效值 - B相负载电压有效值 > 20)  && B相处于运行状态  && (B相电网电压有效值 > 100)  && 连续捕获到37次故障信号 |  |
|  | C相SiC管损坏故障 | 141 | (C相电网电压有效值 - C相负载电压有效值 > 20)  && C相处于运行状态  && (C相电网电压有效值 > 100)  && 连续捕获到37次故障信号 |  |
|  | A相旁路磁保持继电器未合闸故障 | 145 | (|A相电网电压有效值 - A相负载电压有效值| > 20)  && A相处于待机状态  &&连续捕获到40次故障信号 |  |
|  | B相旁路磁保持继电器未合闸故障 | 146 | (|B相电网电压有效值 - B相负载电压有效值| > 20)  && B相处于待机状态  &&连续捕获到40次故障信号 |  |
|  | C相旁路磁保持继电器未合闸故障 | 147 | (|C相电网电压有效值 - C相负载电压有效值| > 20)  && C相处于待机状态  &&连续捕获到40次故障信号 |  |
|  | A相快速硬件过流 | 101 | A相处于运行状态  && 硬件检测电路输出脉冲 |  |
|  | B相快速硬件过流 | 102 | B相处于运行状态  && 硬件检测电路输出脉冲 |  |
|  | C相快速硬件过流 | 103 | C相处于运行状态  && 硬件检测电路输出脉冲 |  |

# 控制状态机

|  |
| --- |
|  |
|  |

## 初始

|  |
| --- |
|  |
|  |

## 预充电

|  |
| --- |
|  |
|  |

## 待机

|  |
| --- |
|  |
|  |

## 运行

|  |
| --- |
|  |
|  |

## 主动停机

|  |
| --- |
|  |
|  |

## 故障停机

|  |
| --- |
|  |
|  |

# 算法

## 锁相环

建立三轴静止坐标系，如图所示。

|  |
| --- |
|  |
| 三轴静止坐标系 |

clarke变换：将三轴静止坐标系转化为两周静止坐标系（clarke变换），如图所示。

|  |
| --- |
|  |
| 两轴静止坐标系 |

Park变换：α-β两轴静止坐标系转换为DQ旋转坐标系。

|  |
| --- |
|  |
| α-β - DQ坐标系转换 |

PI锁相

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| (a) 开始锁相 | (b) 锁相完成 |

|  |
| --- |
|  |
| PI原理图 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

假设通过k次迭代，Vq小于一个极小值。此时，可以认为

|  |
| --- |
|  |

# 文档版本

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 版本 | 烧录文件名 | 修订者 | 正常运行 | 说明 |
|  | 2023.8.4 | - | 王玉 | 是 | 1. 将B相硬件过流的ECAP捕获输入引脚，由GPIO85改为GPIO84； 2. 新增了部分注释。 |
|  | 2023.8.5 | - | 王玉 | 是 | 1. 故障现象：电网电压26V时，三相负载电压均为52V，此时，设置负载电压无效。   原因：当三相电流不平衡时，系统自动修正负载电压目标值，导致错误。  解决方法：取消三相不平衡时，主动修正负载电压目标值。相关函数UnCurrCompFUN()。 |
|  | 2023.8.8 | - | 王玉 | 是 | 1. 征求张老师意见，删除三相不平衡功能。 |
|  | 2023.8.12 | ESC\_20230812 | 王玉 | 是 | 1. 故障现象：SiC管A相故障。增加代码：在故障时，将电网电压有效值和负载电压有效值记录并上传到触控屏。 2. 将SiC管子损坏故障的检测代码，从函数FaultDetectInMainLoop()内部移动至函数OutsideIsrProg ()，执行周期从40ms调整至10ms，检测次数从2次增加至12次。 |