|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **文件名称** | | 凯迪泰科技医疗有限公司  PM-MCU-SRS电源管理MCU软件功能设计要求 | |
| **文件编号** | | RD-VK-xxx | |
| **文件版本** | | Revision 1.0 | |
| **发布日期** | xx/xx/2014 | |
| **编写:** |  |  |
| **批准:** | 签字 | 日期 |

|  |
| --- |
| 目录  1.目的和范围1  1.12  键入章标题(第 3 级)3  键入章标题(第 1 级)4  键入章标题(第 2 级)5  键入章标题(第 3 级)6 |

1. **目的和范围**

本文定义了用于VK无创医用通气机中电源管理电路中MCU嵌入式软件设计要求，描述了MCU在VK无创医用通气机电源管理电路中的功能及性能要求。本文适用于VK无创医用通气机的研发团队

**1.1 背景**

VK无创医用通气机供电电源有3个：AC/DC、外接备份电池、内置电池，在电源管理电路中需要有MCU来检测、指示各电源的状态，判断是否可以给系统正常供电，并协助管理对内部电池的充电。

**1.2 术语**

* 1. **引用文件**

RD-VK-001 VK无创医用通气机产品需求（PRD）

RD-VK-004 VK硬件电路性能需求

* 1. **VK电源供电管理电路功能框图**



1. **MCU性能要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **需求项** | **编号** | **MCU功能需求** |
| 处理性能  （MSP430FR5725） | 2.1 | 1）MCU主频：≥8MHz；  2）工作电压：3.3V；  3）内部SRAM：≥1KB；  4）程序存储器（FRAM or Flash）：≥8KB |
| AD通道 | 2.2 | MCU需要AD通道对电路中众多电压节点进行采样监控：   1. AD 通道数：≥9； 2. AD采样分辨率：10bit以上； 3. AD采样通过率：≥100Hz； |
| 外设接口 | 2.3 | 1）UART串口：≥1；  2）SPI接口：≥1；  3）I2C接口：≥1 |
| 通用I/O | 2.4 | 通用I/O位数：≥4 pins |
| 编程接口 | 2.5 | JTAG编程接口 |

1. **MCU（MSP430FR5725）设计要求**

3.1 MCU（MSP430FR5725）管脚功能定义

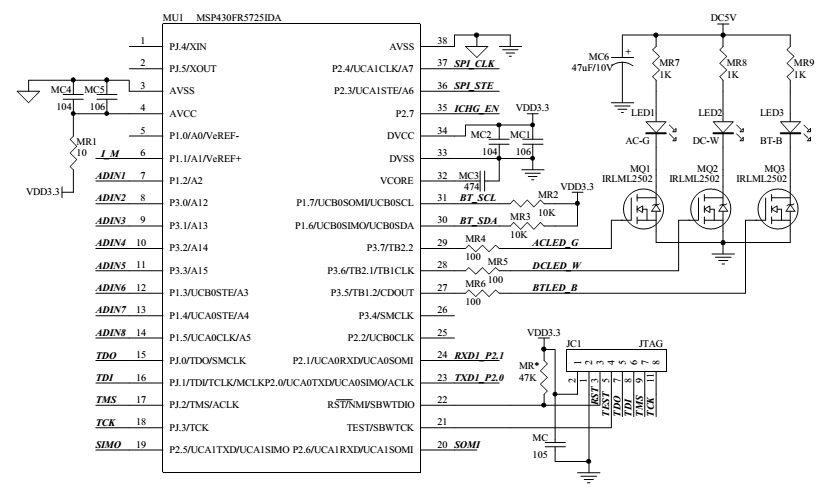


图1 MCU（MSP430FR5725）电路原理图

表一 MCU（MSP430FR5725）管脚功能定义

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **功能** | | **管脚** | **管脚名称** | **功能描述** |
| AD采样通道 | 电池充电电流监测AD采样  （IM） | 6 | P1.1/A1/VeREF+ | 电池充电电流的AD采样信号来自电池充电管理芯片MAX1873 pin7输出，充电的最大电流为3A时，VIM=2V。IM信号占用***AD通道1（A1）***。  ***VIM=2/3\*ICHG*** |
| 风扇电压AD采样  （ADIN1） | 7 | P1.2/A2 | 风扇电压的AD采样信号来自12V风扇供电电压（11-13V），经过降压调整及低通滤波后进入***AD通道2（A2）***。***VADIN1=V12VFan/11*** |
| 外接备份电池DC/DC输出电压AD采样  （ADIN2） | 8 | P3.0/A12 | 若外接备份电池输入电压在11-20V的范围内时经DC/DC输出20V电压，在20-26V范围内时经DC/DC输出比输入电压低0.2-0.5V的电压；外接备份电池DC/DC输出电压AD采样信号经过降压调整及低通滤波后进入***AD通道12（A12）***。***VADIN2=VDC20V/11*** |
| DC输入电压AD采样  （ADIN3） | 9 | P3.1/A13 | DC输入电压的AD采样信号来自3组DC电源经二极管比较后输出的电压（12-26V），工作的电源经二极管后将产生0.1-0.7V的压降，该电压值经过降压调整及低通滤波后进入***AD通道13（A13）***。***VADIN3=VDCIN/11*** |
| 备份电池输入电压AD采样  （ADIN4） | 10 | P3.2/A14 | 备份电池输入电压的AD采样信号来自外接备份电池电压（11-26V），经过降压调整及低通滤波后进入***AD通道14（A14）***。***VADIN4=Vbackup/11*** |
| 5V输出电压AD采样  （ADIN5） | 11 | P3.3/A15 | 5V输出电压（UI板供电4.75-5.25V）的AD采样信号来DC/DC 5V转换输出，该电压值经过降压调整及低通滤波后进入***AD通道15（A15）***。***VADIN5=V5Vout/11*** |
| 内部电池电压AD采样  （ADIN6） | 12 | P1.3/UCB0STE/A3 | 内部电池电压的AD采样信号来内部电池输出端（12-16.8V），该电压值经过降压调整及低通滤波后进入***AD通道3（A3）***。***VADIN6=VPack+/11*** |
| 24V输出电压AD采样  （ADIN7） | 13 | P1.4/UCA0STE/A4 | 24V输出电压（主控板供电22.8-25.2V）的AD采样信号来DC/DC 24V转换输出，该电压值经过降压调整及低通滤波后进入***AD通道4（A4）***。***VADIN7=V24Vout/11*** |
| AC/DC 24V电压AD采样  （ADIN8） | 14 | P1.5/UCA0CLK/A5 | AC/DC 24V电压（22.8-25.2V）的AD采样信号来AC/DC 24V转换输出，该电压值经过降压调整及低通滤波后进入***AD通道5（A5）***。***VADIN8=VDC24V/11*** |
| S  P  I 总线 | SIMO | 19 | P2.5/UCA1TXD/UCA1SIMO | 从入主出数据线（与ARM板SIMO连接） |
| SOMI | 20 | P2.6/UCA1RXD/UCA1SOMI | 主入从出数据线（与ARM板SOMI连接） |
| SPI\_STE | 36 | P2.3/UCA1STE/A6 | 从传输使能（片选） |
| SPI\_CLK | 37 | P2.4/UCA1CLK/A7 | 串行时钟 |
| I2C总线 | BT\_SCL | 30 | P1.6/UCB0SIMO/UCB0SDA | 数据线（与电池SMbus数据线连接） |
| BT\_SDA | 31 | P1.7/UCB0SOMI/UCB0SCL | 串行时钟（与电池SMbus时钟线连接） |
| UART | TXD1\_P2.0 | 23 | P2.0/UCA0TXD/UCA0SIMO/ACLK | 串口TTL发出（与主控板串口接收连接，可选择连接至RS232接口） |
| RXD1\_P2.1 | 24 | P2.1/UCA0RXD/UCA0SOMI | 串口TTL接收（与主控板串口发出连接，可选择连接至RS232接口） |
| 通用接口IO | 电池充电使能控制  （ICHG\_EN） | 35 | P2.7 | 开启/关闭MAX1873对内部电池的充电功能：  - 高电平“1”关闭电池充电；  - 低电平“0”开启电池充电。 |
| AC供电绿色LED显示控制  （ACLED\_G） | 27 | P3.7/TB2.2 | 在AC供电时接通绿色LED显示：  - 高电平“1”开启绿色LED显示；  - 低电平“0”关闭绿色LED显示。 |
| 备份电池供电白色LED显示控制  （DCLED\_W） | 28 | P3.6/TB2.1/TB1CLK | 在外接备份电池供电时接通白色LED显示：  - 高电平“1”开启白色LED显示；  - 低电平“0”关闭白色LED显示。 |
| 内部电池供电蓝色LED显示控制  （BTLED\_B） | 29 | P3.5/TB1.2/CDOUT | 在内部电池供电时接通蓝色LED显示：  - 高电平“1”开启蓝色LED显示；  - 低电平“0”关闭蓝色LED显示。 |
| 报警信号黄色LED显示控制  （ALED\_Y） | 25 | P2.2/UCB0CLK | - 在接收到低级报警信号时接通黄色LED显示；  - 在接收到中级报警信号时产生0.4Hz-0.8Hz (0.5Hz)、20%-60% (50%)占空比的方波信号控制黄色LED显示。  \*报警信号通过UART串口，来自主控板 |
| 报警信号红色LED显示控制  （ALED\_R） | 26 | P3.4/SMCLK | 在接收到高级报警信号时产生1.4Hz-2.8Hz (2Hz)、20%-60% (50%)占空比的方波信号控制红色LED显示。  \*报警信号通过UART串口，来自主控板 |
| J  TAG | TDO | 15 | PJ.0/TDO/SMCLK | 测试数据输出 |
| TDI | 16 | PJ.1/TDI/TCLK/MCLK | 测试数据输入 |
| TMS | 17 | PJ.2/TMS/ACLK | 测试模式选择 |
| TCK | 18 | PJ.3/TCK | 测试时钟 |
| TEST | 21 | TEST/SBWTCK | 测试模式使能/两线时钟线 |
| RST | 22 | RST/ NMI/ SBWTDIO | 复位/非屏蔽中断/两线数据线 |
| MCU供电 | | 3 | AVCC | 模拟电源供电正（3.3V） |
| 4、38 | AVSS | 模拟电源供电地 |
| 34 | DVCC | 数字电源供电正（3.3V） |
| 33 | DVSS | 数字电源供电地 |
| 未使用管脚 | | 1 | PJ.4/XIN | 通用IO/ 晶振输入端 |
| 2 | PJ.5/XOUT | 通用IO/ 晶振输出端 |
| 5 | P1.0/A0/VeREF- | 通用IO/ AD通道A0/ 外接基准源地 |

3.2 MCU（MSP430FR5725）设计功能要求

3.2.1 实时监测系统供电电压

MSP430FR5725片内10bit AD共有12通道，选用其中9个通道分别实时检测8个系统关键点的供电电压和内部电池的充电电流（见表一AD采描述样通道的功能）。AD采样频率为10Hz，满量程输入电压为2.5V。

1. AC/DC 24V电压监测：

AD采样点为AC/DC电源模块的24V电压输出端，采样通道号为A5。采样信号经分压电阻衰减11倍后经过低通滤波器至AD通道A5，VDC24V = VADIN8x11。VDC24V的正常范围为22.8-25.2V，当电压低于22V或高于26V时，可以判定为AC/DC 24V供电异常，应记录下数据，发出报警提示给UI（ARM）板。

2. 内部电池电压监测：

AD采样点为内部电池输出端，采样通道号为A3。采样信号经分压电阻衰减11倍后经过低通滤波器至AD通道A3，VPack+ = VADIN6x11。VPack+的正常范围为12-16.8V。电池供电时，当电压低于13V或通过电池SMbus总线（I2C）读取到电池低容量信息，应发出低电压报警提示给UI（ARM）板；电池充电时若电压等于16.5V或通过电池SMbus总线（I2C）读取到电池充满信息应停止充电（ICHG\_EN置1），发出电池已充满提示给UI（ARM）板。电池充电时若电压大于16.8V应停止充电（ICHG\_EN置1），发出过压充电提示给UI（ARM）板。

3. 外接备份电池电压监测：

AD采样点为外接备份电池输出端，采样通道号为A14。采样信号经分压电阻衰减11倍后经过低通滤波器至AD通道A14，Vbackup = VADIN4x11。Vbackup的正常范围为11-26V。备份电池供电时，当电压低于11V时应发出低电压报警提示给UI（ARM）板；备份电池电压高于24V时发出备份电池电压过高提示给UI（ARM）板；备份电池电压超过26V时，发出备份电池电压过高报警给UI（ARM）板。

4. 外接备份电池DC/DC输出电压监测：

AD采样点为外接备份电池DC/DC输出端，采样通道号为A12。采样信号经分压电阻衰减11倍后经过低通滤波器至AD通道A12，VDC20V = VADIN2x11。VDC20V的正常范围为：当备份电池输入电压为11-20V时VDC20V =19～21V；当备份电池输入电压为20-26V时VDC20V =19.5～25.8V。当外接备份电池DC/DC输出电压低于18V或高于26V时应发出外接备份电池DC/DC输出电压异常报警提示给UI（ARM）板。

5. DC输入电压监测：

DC输入电压为AD采样点为3组DC供电电源经二极管做电压比较后的输出端，采样通道号为A13。采样信号经分压电阻衰减11倍后经过低通滤波器至AD通道A13，VDCIN = VADIN3x11。VDCIN的正常值应为3组DC供电电源电压的最大者减去0.1-0.7V的压降。

1）当3组DC供电电源均在正常供电电压范围内，即VDC24V=22.8～25.2V、VDC20V =19～21V、VPack+ =12～16.8V，系统选择供电电源的优先级由高到低为：AC/DC (VDC24V) →备份电池(VDC20V) →内部电池 (VPack+)。

2）判定当前系统由哪组DC电源供电可以先计算出3组电源在各自二极管两端的压差：VDC24V-VDCIN、VDC20V - VDCIN、VPack+ - VDCIN，其中0≤压差值≤0.7的为当前工作电源，判断出系统供电DC电源后应接通相应的LED指示灯，并通知UI电路在LCD屏幕显示。

3）同时满足上述1）和2）即为系统供电正常，否则判定为某组DC电源供电故障，应发送电源故障报警给UI（ARM）板。其中有一种特例，当外接备份电池输入电压高于24V时有可能出现VDC20V＞VDC24V，此时系统将会由备份电池供电，可以发送提示信息给UI（ARM）板，不作为电源故障报警。

6. 风扇电压监测：

AD采样点为12V风扇供电DC/DC输出端，采样通道号为A2。采样信号经分压电阻衰减11倍后经过低通滤波器至AD通道A2，V12VFan = VADIN1x11。V12VFan的正常范围为：11-13V，超出正常范围应记录风扇电源故障信息并发送给UI（ARM）板。

7. 5V输出电压监测：

AD采样点为5V供电DC/DC输出端（UI电路供电），采样通道号为A15。采样信号经分压电阻衰减11倍后经过低通滤波器至AD通道A15，V5Vout = VADIN5x11。V5Vout的正常范围为：4.75-5.25V，超出正常范围应记录5V电源故障信息并发送给UI（ARM）板。

8. 24V输出电压监测：

AD采样点为24V供电DC/DC输出端（主控电路供电），采样通道号为A4。采样信号经分压电阻衰减11倍后经过低通滤波器至AD通道A4，V24Vout = VADIN7x11。V5Vout的正常范围为：22.8-25.2V，超出正常范围应记录24V电源故障信息并发送给UI（ARM）板。

9. 内部电池充电电流监测：

AD采样点为电池充电管理芯片MAX1873 pin7输出，采样通道号为A1。经过低通滤波器至AD通道A1，ICHG = 1.5\*VIM。ICHG的最大值3A，超过3A时应关闭MAX1873充电。

3.2.2 MCU与UI的ARM数据通信

MSP430FR5725和UI电路ARM的数据通信传输可通过SPI和UART接口进行。

1. SPI通信接口：

MSP430FR5725与ARM的SPI通信连接可采用3线或4线方式，以MSP430FR5725为主机方，信号管脚定义参见表一。SPI的主要传输数据信息有：

1. 系统电源的供电来源（AC网电、外接备份电池或内部电池）；
2. 电池供电时（外界备份电池或内部电池电压）的电量信息；
3. 报警信号发生时显示闪烁频率信号（从MCU到ARM，参见表一的通用接口IO）
4. 其它

2. UART串口通信：

MSP430FR5725与主控板的UART串口通信信号为TTL电平，调试时UART可选择经RS232电平转换后与PC串口连接通讯。信号管脚定义参见表一。UART串口通信的主要传输数据信息有：

1. 来自主控板的RTC时钟信息；
2. 来自主控板的报警信息；
3. 其它

3.2.3 MCU与内部智能电池的数据通信

MSP430FR5725可通过I2C总线与内部智能电池的SMBus连接，通讯协议符合SMBus 2.0。信号管脚定义参见表一。

3.2.4 MCU的IO控制

MSP430FR5725选用4位通用IO管脚作为控制输出。

1. 电池充电使能控制位：

MSP430FR5725通过监测内部电池电压、充电电流及与内部电池的数据通信来管理内部电池的充电，通过电池充电使能控制位开启或关闭充电管理芯片MAX1873的充电功能，高电平“1”关闭电池充电，低电平“0”开启电池充电，信号管脚定义参见表一。

2. AC供电绿色LED显示控制位：

MSP430FR5725在系统由AC网电供电时（参见3.2.1）接通绿色LED显示，在其它电源供电时关闭绿色LED显示，高电平“1”开启绿色LED显示，低电平“0”关闭绿色LED显示，在系统上电自检过程中，可接通开启绿色LED显示或以低频闪烁3次。信号管脚定义参见表一。

3. 备份电池供电白色LED显示控制位：

MSP430FR5725在系统由外接备份电池供电时（参见3.2.1）接通白色LED显示，在其它电源供电时关闭白色LED显示，高电平“1”开启白色LED显示，低电平“0”关白绿色LED显示，在系统上电自检过程中，可接通开启白色LED显示或以低频闪烁3次。信号管脚定义参见表一。

4. 内部电池供电蓝色LED显示控制位：

MSP430FR5725在系统由内部电池供电时（参见3.2.1）接通蓝色LED显示，在其它电源供电时关闭蓝色LED显示，高电平“1”开启蓝色LED显示，低电平“0”关蓝绿色LED显示，在系统上电自检过程中，可接通开启蓝色LED显示或以低频闪烁3次。信号管脚定义参见表一。

5. 报警信号黄色LED显示控制位：

MSP430FR5725在通过UART串口接收到来自主控板的中低级别报警信号时，接通黄色LED显示，低级别报警时黄色LED常亮（高电平“1”）；中级别报警时产生0.4Hz-0.8Hz（0.5Hz）、20%-60%（50%）占空比的方波信号控制黄色LED显示。在系统上电自检过程中，可接通开启黄色LED显示或以低频闪烁3次。信号管脚定义参见表一。

6. 报警信号红色LED显示控制位：

MSP430FR5725在通过UART串口接收到来自主控板的高级别报警信号时，产生1.4Hz-2.8Hz（2Hz）、20%-60%（50%）占空比的方波信号控制红色LED显示。在系统上电自检过程中，可接通开启红色LED显示或以低频闪烁3次。信号管脚定义参见表一。