

DCA-270 CPLD 寄存器设计说明

修订记录:

版本	日期	修订原因
V1.0	16 年 6 月 18 日	创建文档
V2.0	16 年 8 月 3 日	因为硬件做了较大改动，因此 CPLD 程序也跟着做了较大改动。硬件规格需求可参见《ECU801 控制器需求规格说明书》。

1 概述

DCA-270 硬件架构采用我公司 Cortex-A8 核心板 SWA3300 + 扩展底板实现。包含以下硬件功能：

- 1) CPU 采用 AM3354BZCZD80，主频最高 800MHz。
- 2) 配置 512MB DDR3 SDRAM，和 1GB Nand Flash。
- 3) 系统设计有 1 路以太网，采用 CPU 自带百兆以太网 MAC，外部扩展一片 KSZ8041FTLI PHY 芯片，支持 10/100 BASE-T 自适应以太网。以太网接口通过 RJ45 端子输出。
- 4) 系统设计了 1 路 LVDS 显示输出接口，输出 CPU 24 位 RGB 数字显示信号。显示信号通过 DVI 接口输出。
- 5) 系统设计了 4 路 UART 接口。其中第 1 路为系统调试串口，采用 USB TYPE-A 型接口。另外有 1 路 RS232 接口和 2 路 RS232/RS485 复用接口，这 3 路接口采用 12 位单层 3.81mm 间距凤凰端子输出。
- 6) 系统还设计了 2 路 CAN 总线接口。1 路接口和上面的 RS232/485 接口一起通过 12 位单层 3.81mm 间距凤凰端子输出。另一路与音频接口一起通过 5 位单层 3.81mm 间距凤凰端子输出。
- 7) 系统设计了 2 路 DI 开入信号，以及 2 路 DO 开出信号。开入信号采用 4 位单层 3.81mm 间距凤凰端子输出，开出信号采用 4 位单层 5.08mm 间距凤凰端子输出。
- 8) 系统还内置了 1 路 2G/3G/4G 无线通讯接口（MINI PCIE 接口模式，可选配 4G 模块），配合外接 SIM 卡可以支持 TD-LTE、FDD-LTE 等 4G 无线通讯功能（SIM 卡采用标准大卡模式）。
- 9) 系统支持外接标准 TF 存储卡功能，可以用来扩展系统的存储，最大可支持 32GB。
- 10) 系统带有标准 3.5mm 音频输出端子，并内置最大 5W 功放电路，可以通过外接有源或者无源音箱来输出音频功能。
- 11) 系统内置了一路 RTC 实时时钟，并配有 RTC 锂电池供电电路，在掉电状态下时间最大可保持 15 ~ 20 年。
- 12) 系统还设计扩展了一片 EPM240T100C5N CPLD 芯片，与 CPU 之间采用 8 位 Local bus 进行接口，并在内部设计了若干寄存器，用于扩展系统的其它硬件功能。这些硬件功能包括：
 - <1> 硬件看门狗。可通过软件编程操作看门狗的打开、关闭和喂狗操作。
 - <2> 蜂鸣器。可编程操作打开和关闭。
 - <3> 用户可编程 LED 指示灯。
 - <4> 开入/开出可编程 GPIO。可以操作系统设计的 6 路 DIO 输出，和读取 6 路 DIO 输入状态。
 - <5> 液晶屏及背光控制。
 - <6> 4×4 矩阵式键盘。
 - <7> 4G 模块上电启动控制。
 - <8> ESAM 加密存储控制。
 - <9> 关于 CPLD 寄存器的详细描述请参见第 3 章节的内容。

- 13) 系统输入电源采用 12V DC 直流输入电源。并由内部 DC/DC 电源电路来生成系统所需的 5V, 3.3V 等。
- 14) 系统电源内置了超级电容, 可支持掉电保护功能, 当外接 12V DC 直流电源失电后, 内置的超级电容可保证系统仍然能够工作 3 ~ 5 秒时间以上, 并且系统掉电检测电路会向 CPU 发送系统失电中断告警信号, 通知用户在系统完全失电之前做好各种软件上的保存工作。同时, CPLD 片内还设计超级电容充放电指示电路, 可以指示超级电容的充放电状态。

2 系统指示灯说明

在 DCA-270 装置上设计了一组双排 12 个指示灯，指示灯定义描述见下表：

指示灯定义	指示灯说明	备注
POWER	系统电源指示灯，上电后常亮，表示系统上电正常。 当电源指示灯熄灭之后，因为系统内置了超级电容，还可以运行 15 秒钟的时间，用户可以及时进行系统备份工作。	
RUN	用户可编程指示灯。当用户应用程序运行后，可以对指示灯进行编程，一般为 1 秒钟闪烁一次。	
4G LED	该指示灯用于指示装置内部的 4G 无线模块的通讯状况。 无服务：输出 0.1 秒低 — 0.1 秒高 — 0.1 秒低 — 0.7 秒高，2 秒循环 注册网络：输出 0.1 秒低 — 1.9 秒高，2 秒循环 连接成功：常亮	
LAN	以太网通讯状态指示灯。当网络链接时常亮，当网络收发数据时闪烁。	
COM1_TXD/RXD	第 1 路串口数据收发指示灯，当有数据发送时闪烁，否则常灭。	
COM2_TXD/RXD	第 2 路串口数据收发指示灯，当有数据发送时闪烁，否则常灭。	
COM3_TXD/RXD	第 3 路串口数据收发指示灯，当有数据发送时闪烁，否则常灭。	
LED_REV1	保留用户可编程指示灯，用作未来扩展使用。	
CAN1_TXD/RXD	第 1 路 CAN 总线数据收发指示灯，当有数据发送时闪烁，否则常灭。	
CAN2_TXD/RXD	第 2 路 CAN 总线数据收发指示灯，当有数据发送时闪烁，否则常灭。	
LED_REV2/REV3	另外两路保留用户可编程指示灯，用作未来扩展使用。	
LED_CHARGE	超级电容充电指示灯。充电时闪烁，充满电后常亮。	
LED_DISCHARGE	超级电容放电指示灯。放电时闪烁，放完电后常灭。	

（前面板指示灯定义说明）

3 CPLD 硬件寄存器设计

DCA-270 CPLD 的片内共设计了多个寄存器，这些寄存器均为 8 位寄存器。其基地址位于 nGCS3 段上。这些寄存器的功能描述见下表：

CPLD 寄存器	寄存器说明	偏移地址
以下寄存器均位于 nGCS3 段上		
WDG_CTRL	看门狗控制寄存器。可读写。	0x0
BUZZER_CTRL	蜂鸣器控制寄存器。可读写。	0x1
LED_CTRL	可编程 LED 指示灯控制寄存器。可读写。	0x2
DIO_IN_STATUS	DIO 开入量状态寄存器，只读。	0x3
DIO_OUT_EN	DIO 开出使能寄存器。可读写。	0x4
DIO_OUT_CTRL	DIO 开出控制寄存器。可读写。	0x5
LCD_CTRL	LCD 液晶屏背光及亮度控制寄存器。可读写。	0x6
4G_CTRL	4G 模块控制寄存器。可读写。	0x7
ESAM_CTRL	ESAM 控制寄存器。可读写。	0x8
AUDIO_CTRL	音频功放输出控制寄存器。可读写。	0x9

（CPLD 寄存器说明）

下面的各个小节将具体描述每组寄存器的功能。

3.1 WDG_CTRL 寄存器描述

WDG_CTRL 寄存器用于用户编程控制系统中设计的 1 路外部硬件看门狗。可以通过读写 CPLD 内部的寄存器来控制看门狗的打开、关闭，和喂狗工作。系统在默认情况下，看门狗是关闭的，如果想要使用看门狗，则必须在程序中通过控制 WDG_CTRL 寄存器来打开。当软件上将看门狗打开后，必须在 1.6 秒钟之内进行喂狗操作，否则看门狗将输出复位脉冲复位硬件系统。

寄存器地址	读写特性	上电初始值	备注
基地址 + 0x0	R/W	0x00	看门狗控制寄存器，8 位寄存器。

（WDG_CTRL 寄存器）

寄存器位地址	读写特性	说明
b[7:2]	——	保留未使用。
b[1]	R/W	看门狗喂狗位。当看门狗使能位置 1 时，必须在 1.6 秒钟之内对该位进行取反操作，否则看门狗将输出复位脉冲复位硬件系统。默认上电时该位为 0。
b[0]	R/W	看门狗使能位。该位置 1 表示打开看门狗，置 0 表示关闭看门狗。默认上电时该位为 0。

（WDG_CTRL 寄存器位定义）

3.2 BUZEER_CTRL 寄存器描述

BUZZER_CTRL 寄存器用于用户编程控制系统中设计的 1 路蜂鸣器。可以通过读写 CPLD 内部的寄存器来控制蜂鸣器的打开和关闭。当蜂鸣器被打开后，可以听到蜂鸣器的长鸣声。默认在硬件上电时，可以听到“嘀”的一声蜂鸣声，表示硬件启动正常。

寄存器地址	读写特性	上电初始值	备注
基地址 + 0x1	R/W	0x00	蜂鸣器控制寄存器，8 位寄存器。

(BUZZER_CTRL 寄存器)

寄存器位地址	读写特性	说明
b[7:1]	——	保留未使用。
b[0]	R/W	蜂鸣器使能位。该位置 1 表示打开蜂鸣器，此时可以听到“嘀”的长鸣声。置 0 表示关闭蜂鸣器，长鸣声消失。默认上电时该位为 0。

(BUZZER_CTRL 寄存器位定义)

3.3 LED_CTRL 寄存器描述

LED_CTRL 寄存器可作为用户程序中的运行指示灯使用。默认系统上电时，该指示灯常亮，表示系统电源正常上电。用户可以通过读写 LED_CTRL 寄存器，使其按照一定的频率进行闪烁，表明用户软件处于正常运行状态。

寄存器地址	读写特性	上电初始值	备注
基地址 + 0x2	R/W	0x0	LED 指示灯控制寄存器，8 位寄存器。

(LED_CTRL 寄存器)

寄存器位地址	读写特性	说明
b[7:4]	——	保留未使用。
b[3:1]	R/W	这 3 位对应装置面板上的指示灯 LED_REV1 ~ LED_REV3。作为可编程指示灯用于用户未来扩展功能指示灯使用。
b[0]	R/W	该位对应装置面板上的 RUN 指示灯。置 1 表示点亮指示灯，置 0 表示关闭指示灯。默认上电时该位为 0。

(LED_CTRL 寄存器位定义)

3.4 DIO_IN_STATUS 状态寄存器描述

DIO_IN_STATUS 状态寄存器用于读取板上的 2 路开入信号的状态。具体请见下表中的相关描述。

寄存器地址	读写特性	上电初始值	备注
基地址 + 0x3	R	0x0	初始状态值，8 位寄存器。

(DIO_IN_STATUS 寄存器)

寄存器位地址	读写特性	说明
b[7:4]	——	保留未使用。读出为 0。
b[3]	R	SIM 卡插入检测位。 0 – 未插 SIM 卡。 1 – SIM 卡已插入。
b[2]	R	该位对应系统电源失电检测位。高电平表示电源正常，低电平表示电源失电。
b[1:0]	R	b[1:0]分别对应 DIN0~DIN1 这 2 路开入信号的状态。当外部开入端子导通，则对应位读取为 1，外部开入端子断开，则对应位读取为 0。 默认情况下，对应位读取为 0。

(DIO_IN_STATUS 寄存器位定义)

说明：

开入量的检测方法可以有两种：

- 查询模式。在应用程序中，可以定时对开入量的状态进行查询，以判断状态是否发生变化。这种模式也是最简单的检测方法。
- 中断模式。当开入量的任一位发生变化时，CPLD 片内的状态机会检测到，同时记录下新的开入量状态，并向 ARM CPU 发送一个上升沿中断。CPLD 片内逻辑设计开入量检测的时间分辨率默认为 2ms。
- 具体采用哪种开入量检测方法，取决于用户对于使用上的要求。如果实践上没有实时性要求，则建议采用查询模式即可，否则建议采用中断模式。

3.5 DIO_OUT_EN 开出使能寄存器描述

DIO_OUT_EN 控制寄存器用于控制使能开出信号。当用户需要操作开出寄存器控制继电器时，首先需要操作该寄存器使能，否则将无法操作开出寄存器。具体请见下表中的相关描述。

寄存器地址	读写特性	上电初始值	备注
基地址 + 0x4	R/W	0x0	初始状态值，8 位寄存器。

(DIO_OUT_EN 寄存器)

寄存器位地址	读写特性	说明
b[7:1]	——	保留未使用。读出为 0。
b[0]	R/W	开出继电器使能位，置 1 表示使能开出，清 0 表示禁止开出。

(DIO_OUT_EN 寄存器位定义)

3.6 DIO_OUT_CTRL 控制寄存器描述

DIO_OUT_CTRL 控制寄存器用于控制板内的 6 路开出信号。用户可以通过编程来操作这 6 个开出信号的高低电平状态，并可读取开出量的状态值。具体请见下表中的相关描述。

寄存器地址	读写特性	上电初始值	备注
基地址 + 0x5	R/W	0x0	初始状态值，8 位寄存器。

(DIO_OUT_CTRL 寄存器)

寄存器位地址	读写特性	说明
b[7:2]	——	保留未使用。读出为 0。
b[1:0]	R/W	b[1:0]分别对应 DIO0~DIO1 这 2 路开出信号。 对应位置 1 表示闭合对应开出的继电器。 对应位清 0 表示断开对应开出的继电器。

(DIO_OUT_CTRL 寄存器位定义)

说明：

- 当用户需要操作开出继电器时，需要首先操作 DIO_OUT_EN 使能寄存器来打开使能，否则直接操作 DIO_OUT_CTRL 寄存器无效。
- 打开开出继电器的步骤：
 - 使能 DIO_OUT_EN 寄存器；
 - 将 DIO_OUT_CTRL 寄存器的对应位置 1。
- 关闭开出继电器的步骤：
 - 将 DIO_OUT_CTRL 寄存器的对应位清 0。
 - 关闭 DIO_OUT_EN 寄存器的使能。

3.7 LCD_CTRL 寄存器描述

LCD_CTRL 寄存器用于控制 LCD 液晶屏的背光显示，和亮度调节。具体请见下表中的相关描述。

寄存器地址	读写特性	上电初始值	备注
基地址 + 0x6	R/W	0x07	液晶屏背光控制寄存器，8 位寄存器。

(LCD_CTRL 寄存器)

寄存器位地址	读写特性	说明
b[7:3]	——	保留未使用。
b[2]	R/W	该位用于控制开关液晶屏的背光。 0 – 关闭液晶屏背光输出电源。 1 – 打开液晶屏背光输出电源。 默认上电时该位为 1。
b[1]	R/W	该位用于控制液晶屏的电源。 0 – 关闭液晶屏输出电源。 1 – 打开液晶屏输出电源。 默认上电时该位为 1。
b[0]	R/W	该位用于控制开关 LVDS 显示输出。 0 – 关闭 LVDS 显示输出。 1 – 打开 LVDS 显示输出。 默认上电时该位为 1。

(LCD_CTRL 寄存器位定义)

3.8 4G_CTRL 控制寄存器描述

4G_CTRL 寄存器用于控制装置内的 4G 无线通讯模块。其寄存器描述具体请见下表中的相关描述。

寄存器地址	读写特性	上电初始值	备注
基地址 + 0x7	R/W	0x1	复位按钮的状态值，8 位寄存器。

(4G_CTRL 寄存器)

寄存器位地址	读写特性	说明
b[7:4]	——	保留未使用。读出为 0。
b[1]	R/W	该位用于控制是否允许打开 4G 模块的休眠功能。 置 1 表示允许 4G 模块休眠，清 0 表示不允许休眠。默认上电为 0。
b[0]	R/W	该位用于控制开关 4G 模块所需的 3.8V 电源。 置 1 表示打开电源，清 0 表示关闭电源。默认上电为 1。

(4G_CTRL 寄存器位定义)

说明：

- 4G 模块在打开时需要按照以下步骤进行操作：
 - 打开 4G 模块电源（将 4G_CTRL 寄存器的第 0 位置 1）。
 - DCA-270 设备只有一个 SIM 卡槽，因此 CPLD 没有设计 SIM 卡切换寄存器。
 - 初始化 4G 模块，并开始通讯。

3.9 ESAM_CTRL 控制寄存器描述

ESAM_CTRL 用于控制对装置的 ESAM 加密存储芯片进行读写操作。具体请见下表中的相关描述。

寄存器地址	读写特性	上电初始值	备注
基地址 + 0x8	R/W	0x0	初始状态值，8 位寄存器。

(ESAM_CTRL 寄存器)

寄存器位地址	读写特性	说明
b[7:4]	——	保留未使用。读出为 0。
b[3]	R/W	ESAM 芯片 IO 数据读写位。将该位清 0，将使 ESAM IO 数据线拉低。将该位置 1，将使 ESAM 数据线进入数据通讯状态。一般在 ESAM 冷启动、停活过程中操作该位。
b[2]	R/W	ESAM 芯片通讯时钟输出使能位。置 1 表示允许 ESAM 通讯时钟输出，清 0 表示禁止 ESAM 通讯时钟输出。默认上电为 0。
b[1]	R/W	ESAM 芯片复位位。清 0 表示对 ESAM 芯片进行复位，置 1 表示停止复位。默认上电为 0。
b[0]	R/W	ESAM 芯片供电电源使能位。置 1 打开 ESAM 供电电源。清 0 关闭 ESAM 电源。默认上电为 0。

(ESAM_CTRL 寄存器位定义)

说明：

- DCA-270 装置内有一片 ESAM 加密存储芯片，采用一线 I/O 的方式与 ARM CPU 进行通讯。通讯协议满足 ISO/IEC7816 协议标准。
- 本设计实际上采用的是通过 UART 串口与 ESAM 芯片进行通讯，由于 ESAM 芯片只有一根用于通讯的 I/O 管脚，通讯方式相当于 RS485 半双工模式。切换收发方向当前直接由 CPLD 片内逻辑来自动控制，而不需要软件切换。但是在 ESAM 冷启动、停活等过程中，需要操作 ESAM_CTRL 寄存器的 b[3] 位，将其清 0，来使得 ESAM 的 IO 数据线置为低电平状态。
- 与 ESAM 芯片通讯的 UART 串口（在 DCA-270 产品中，目前使用的是 ARM CPU 的第 5 路串口）需要按照以下参数进行初始化：
 - 波特率：9600
 - 8 位数据位，2 位停止位，偶校验。
- 与 ESAM 在首次通讯时需要对其进行“冷复位”（也叫激活），步骤如下：
 - 将 ESAM 芯片的复位拉低（ESAM_CTRL 寄存器的 b[1] 位清 0）；
 - 给 ESAM 芯片加电（ESAM_CTRL 寄存器的 b[0] 位置 1）；
 - 给 ESAM 芯片施加时钟信号 3.5712MHz（ESAM_CTRL 寄存器的 b[2] 位置 1）；
 - 延时 200 个时钟周期后，将 ESAM 通讯 I/O 口拉高（ESAM_CTRL 寄存器的 b[3] 位置

1) ;

- 再延时 200 个时钟周期，将复位脚拉高（ESAM_CTRL 寄存器的 b[1]位置 1）。然后等待 ESAM 芯片的应答。
- 在复位脚为高电平的情况下，如果在等待了 40000 个时钟周期仍未收到应答，则需要将复位脚拉低，同时进入到“停活”流程将系统停活。
- ESAM 芯片的“停活”步骤如下：
 - ESAM 芯片复位被拉低（ESAM_CTRL 寄存器的 b[1]位清 0）；
 - ESAM 芯片时钟被拉低（ESAM_CTRL 寄存器的 b[2]位清 0）；
 - ESAM 芯片 I/O 通讯管脚被拉低（ESAM_CTRL 寄存器的 b[3]位清 0）；
 - ESAM 芯片的电源被停活（ESAM_CTRL 寄存器的 b[0]位清 0）。
- 关于 ESAM 芯片的详细操作说明可参见《ESAM 安全芯片使用手册 2.0.1.pdf》。

3.10 AUDIO_CTRL 音频功放控制输出寄存器描述

AUDIO_CTRL 音频功放控制输出寄存器用于控制 DCA-270 装置上的一路音频功放输出电路。

当需要功放输出时，可以将其打开，否则可将其关闭以节省装置运行功耗。

寄存器地址	读写特性	上电初始值	备注
基地址 + 0x9	R/W	0x1	初始状态值，8 位寄存器。

(AUDIO_CTRL 寄存器)

寄存器位地址	读写特性	说明
b[7:1]	——	保留未使用。
b[0]	R/W	该位置 1 使能音频功放输出，清 0 则关闭音频功放输出。默认上电时为 1。

(AUDIO_CTRL 寄存器位定义)

4 CPU 中断信号说明

在 CPLD 设计中，一共设计了 1 路中断输出，和 CPU 的外接中断之间的对应关系为：

中断	中断源	CPU 对应管脚	备注说明
1	开入状态变位中断	GPIO3_18	上升沿有效。 当外部开入量的任一位发生变化时，产生中断。驱动程序设计时，在中断处理函数中读取 DIO_IN_STATUS 状态寄存器的值。

说明：

因为开入状态一共有 2 个 DI，和 1 个电源失电状态告警。这几个开入状态只要有任何一个发生变化时，就会产生中断。当中断产生时，有可能只是其中一位发生了变化，但也有可能是其中的多位都发生了变化。为了能够准确的区分这种变化状态，驱动程序设计时，需要按照以下方法进行：

- 1) 在驱动初始化的函数中，先读取一次 DIO_IN_STATUS 状态寄存器的值，保存至一个全局变量中，作为开入量上电时的初始值进行保存。
- 2) 注册中断处理函数，上升沿触发中断。
- 3) 当中断产生时，在中断处理函数中，再次读取 DIO_IN_STATUS 状态寄存器的值，并将当前值与上电初始值进行按位模式逐次对比，判别变位是一个还是多个。
- 4) 判断完成后，用当前值替换掉上电初始值，作为新的初始值。
- 5) 向用户层发送异步通知，告知状态已经发生变化。

5 软件编程说明

（暂略）