

SDC-ACQ&DAC 固件交付说明

STM32F407VET6 采集、双 CAN 与双路 DAC 控制板

文档版本：1.1 | 日期：2026-08-09 | 固件工程：A11_F407_SDC_ACQ_DAC_CubeMX

15 路状态采集

4 路频率输入

双 CAN 500 kbit/s

双 MCP4725 DAC

串口调试

1. 功能概览

功能	当前实现
状态采集	采集 PD0–PD14 共 15 路数字输入。上电和任一输入变化时，向 CAN1、CAN2 发送完整状态与变化掩码。
频率采集	采集 PA0、PA2、PA6、PB14 的上升沿频率，每 500 ms 通过 CAN 和串口输出。
电压采集	ADC1_IN8 (PB0) 测量外部经分压后的输入；对外输出分压前、已标定且滤波后的电压。
CAN	CAN1 与 CAN2 均为 500 kbit/s、11 位标准数据帧，并使用相同协议。
DAC	通过 I2C2 控制两颗 MCP4725，接收 CAN 命令或串口命令设置 0–5.000 V 输出。
运行指示	PE0 每 500 ms 翻转一次作为运行心跳；发生初始化错误时 PE0、PE1 快速翻转。

2. 接口和引脚

接口	MCU 引脚 / 外设	说明
15 路状态输入	PD0–PD14 / EXTI	bit0 对应 PD0，bit14 对应 PD14。
频率输入	PA0/TIM5、PA2/TIM9、PA6/TIM3、PB14/TIM12	上升沿输入捕获。
电压输入	PB0 / ADC1_IN8	报告值为分压前电压，单位 mV。
CAN1 / CAN2	PB8/PB9；PB5/PB6	分别为 RX/TX。
DAC I2C	PB10/PB11 / I2C2	DAC1 地址 0x61，DAC2 地址 0x60（7 位地址）。
调试串口	PA9/PA10 / USART1	115200、8N1、无硬件流控。

3. CAN 协议

所有字段均为小端序（低字节在前）。板卡主动上报的帧会分别发到 CAN1 和 CAN2。

CAN ID	名称	方向 / 时机	数据定义
0x100	心跳	板卡发送，每 1 s	A1 01 seq_L seq_H uptime_0..3；板号 A1、协议版本 1、序号、运行时间 ms。
0x102	输入电压	板卡发送，每 500 ms	uint16，单位 mV。例如 90 2F = 0x2F90 = 12176 mV = 12.176 V。
0x103	四路频率	板卡发送，每 500 ms	4 个 uint16，单位 Hz；依次为 PA0、PA2、PA6、PB14。
0x321	DAC 设置	外部发送给板卡	[DAC 编号][mV_L][mV_H]，编号仅允许 1 或 2。
0x322	DAC 应答	板卡发送，设置后	[结果][DAC 编号][mV_L][mV_H]；结果 1 成功，0 失败。
0x330	15 路状态	板卡发送，上电或状态变化	状态 uint16、变化掩码 uint16、时间戳 uint32 ms。

DAC 设置示例

电压 V 到 CAN 数据的换算： $mV = round(V \times 1000)$ ，随后拆为低字节和高字节。

```
DAC1 输出 3.000 V: ID = 0x321, DLC = 3, DATA = 01 B8 0B
DAC2 输出 1.140 V: ID = 0x321, DLC = 3, DATA = 02 74 04

应答示例 (DAC1 成功设为 3.000 V): ID = 0x322, DATA = 01 01 B8 0B
```

DAC 输出范围为 0–5000 mV。软件中 DAC1、DAC2 到板级 MC_L、MC_R 的实际对应关系应以实物测量为准。

4. ADC 电压说明

ADC 输出为分压前输入电压，换算使用 100 kΩ / 30 kΩ 分压参数，并采用实测标定系数 12300 / 11656。单次报告包含 16 次 ADC 平均，随后对最近 4 次报告做移动平均；输出刷新周期为 500 ms，滤波时间约 2 秒。

```
串口示例: ADC=12300mV PWM=10,0,0,0Hz
```

5. 串口使用

串口参数：115200、8 数据位、1 停止位、无校验、无流控。USB-TTL 应交叉连接：PA9/TX → 转换器 RX，PA10/RX → 转换器 TX，并连接公共地。

```
DAC1 1.234
DAC2 2500
D1 2.5V
```

命令不区分大小写，支持伏特小数或毫伏整数。设置完成后串口会回显结果，CAN1/CAN2 同时发送 0x322 应答。

6. 频率输入说明

频率使用相邻上升沿时间差计算；连续 1 秒没有新边沿时，该通道输出 0 Hz。当前版本只测频率，不输出占空比。

测频限制：当前实现为主循环轮询捕获标志，不是捕获中断或 DMA。定时器计数时钟理论上为 TIM5 16 MHz、其余三路 100 kHz，但这不是可靠测量上限。高于数百 Hz 的连续信号可能因串口输出等主循环阻塞而丢失边沿；如需可靠的 kHz 级测量，应改为输入捕获中断或 DMA。

7. 编译、CubeMX 与下载

```
cd A11_F407_SDC_ACQ_DAC_CubeMX
cmake --preset Release
cmake --build --preset Release

# 修改 .ioc 后重新生成（保留 USER CODE 区）
./tools/cubemx_generate.sh
```

生成文件：build/Release/A11_F407_SDC_ACQ_DAC.bin。

```
/opt/st/stm32cubecolt_1.21.0/STM32CubeProgrammer/bin/STM32_Programmer_CLI \
-c port=SWD mode=UR reset=HWrst \
-w build/Release/A11_F407_SDC_ACQ_DAC.bin 0x08000000 -v -rst
```

8. 现场检查要点

- CAN 总线上应有其他正常节点或分析仪 ACK；无 ACK 时 CAN 控制器可能持续重发，表现为无有效发送。
- 串口无输出时检查 TX/RX 是否交叉、USB-TTL 与板卡是否共地，以及串口速率是否为 115200。
- 下载异常时检查 3.3 V、NRST、SWDIO、SWCLK、GND 和 VCAP_1/VCAP_2 去耦。
- 外部硬件看门狗当前未焊接，固件未实现喂狗逻辑。

配套文件：CAN 数据库 SDC_ACQ_DAC.dbc；详细工程维护说明见 固件使用说明.md。构建目录与 .bin、.elf、.hex 等产物不纳入版本库。