

# 2025 年 CIMC“西门子杯”中国智能制造挑战赛

## 智能制造工程设计与应用类赛项：工业嵌入式系统开发方向（筹）

### 初赛 赛题

设计并实现一个包含电压数据采集、处理、显示、存储工业嵌入式系统，需支持以下功能，并通过全流程测试验证其正确性、完整性与可靠性：

## 一、任务细则

**以下所有逻辑层程序功能都需要放在 `sysFunction` 文件夹下，否则总分按-20 分处理！**

### 1、系统功能

（1）系统自检：利用命令可以实现系统的自检，通过串口输出自检结果。

具体要求：通过串口输入“test”指令，开始进行系统自检，串口返回输出样例如图所示。

```
=====system selftest=====

flash.....ok

TF card.....ok

flash ID: 0xCxxxxx

TF card memory: xxxxx KB

RTC: 2025-01-01 01:00:50

=====system selftest=====
```

其中，flash 以能否读取到 ID 判断测试是否通过；TF card 以是否存在判断通过。以下举例如为 TF 卡测试不通过的样例。

```
=====system selftest=====

flash.....ok

TF card.....error

flash ID: 0xCxxxxx

can not find TF card

RTC: 2025-01-01 01:00:50

=====system selftest=====
```

（2）时间设置：通过串口指令“RTC Config”设置基准时间，更新至 RTC 模块并反馈结果。

通过串口一次性输入标准时间（例如：2025 年 01 月 01 日 12:00:30），串口返回如下图所示。

```
RTC Config success
```

```
Time: 2025-01-01 12:00:30
```

时间格式中是否有年月日等分割文字或符号不影响评分，例如输入 2025-01-01 01-30-10 也可以。

通过串口指令“RTC now”可以显示当前的时间，串口返回如下图所示。

```
Current Time: 2025-01-01 12:00:30
```

## 2、配置管理

（1）读取配置：可以从 TF 卡的文件系统中读取 config.ini 文件，更新变比和阈值至 Flash，若文件不存在则返回“无此文件”。具体流程如下：

串口输入“conf”，如文件系统中没有该文件，则返回如下图所示。

```
输入<=== conf
```

```
输出===> config.ini file not found.
```

如读取到该文件，则返回如下图所示。

```
输入<=== conf
```

```
输出===> Ratio = xxxx
```

```
Limit = xxxx
```

```
config read success
```

（注：为降低难度，此处不考察配置文件内标签错误的情况）

config.ini 文件格式示例如下图所示。（目前系统只存在一个通道，因此只读取 Ch0 的信息）

```
config.ini
```

```
[Ratio]
```

```
Ch0 = 10.5
```

```
[Limit]
```

```
Ch0 = 100
```

（2）变比设置：可以通过指令实现变比的设置，需验证输入有效性（如负值、超量程）。具体流程如下：

输入指令“ratio”，首先读取出原有的变比值，然后提示输入新的变比，有效值范围为 0-100，变量类型为浮点数。如下图所示：

```
输入<=== ratio
输出==> Ratio = 1.0

    Input value(0~100):

输入<=== 10.5
输出==> ratio modified success

    Ratio = 10.5
```

如果输入了一个错误的值，则需要返回参数无效，变比值不改变，如下图所示。

```
输入<=== ratio
输出==> Ratio = 1.0

    Input value(0~100):

输入<=== 100.5
输出==> ratio invalid

    Ratio = 1.0
```

（3）阈值设置：可以通过指令设置警报阈值，需验证输入有效性（如负值、超量程）。具体流程如下：

输入指令“limit”，首先读取出原有的警报阈值，然后提示输入新的阈值，有效值范围为 0-500，变量类型为浮点数。如下图所示：

```
输入<=== limit
输出==> limit = 1.0

    Input value(0~500):

输入<=== 50.12
输出==> limit modified success

    limit = 50.12
```

如果输入了一个错误的值，则需要返回参数无效，阈值参数不改变，如下图所示。

```
输入<=== limit  
  
输出===> limit = 1.0  
  
Input value(0~500):  
  
输入<=== 510.12  
  
输出===> limit invalid  
  
limit = 1.0
```

(4) 参数存储：可以将变比参数存储在外部 flash 中，掉电后参数可以存储，具体流程如下：

输入指令“config save”，首先读取出当前的参数，通过串口打印出来，然后存储到 flash 中。

```
输入<=== config save  
  
输出===> ratio: 20.5  
  
limit: 100.00  
  
save parameters to flash
```

输入指令“config read”，从 flash 中读取出相关的参数，通过串口打印出来。

```
输入<=== config read  
  
输出===> read parameters from flash  
  
ratio: 20.5  
  
limit: 100.00
```

### 3、采样控制

(1) 采样启停（串口）：通过指令 start/stop 控制采样过程，LED1 指示灯闪烁（1s 周期），OLED 实时显示时间与电压值。具体操作如下：

- 串口输入“start”启动周期采样模式，例如周期为 5 秒，每 5 秒输出一条采样数据，示例如图所示。（通道电压值保留小数点后两位）

```

输入<===start

输出===> Periodic Sampling

        sample cycle: 5s

        2025-01-01 00:30:05 ch0=10.5V

        2025-01-01 00:30:10 ch0=10.5V

        .....
    
```

此时，OLED 第一行显示时间（只显示时分秒，格式 hh:mm:ss），第二行显示电压值（小数点后保留两位，格式 xx.xx V）

- 串口输入 “stop” 停止周期采样模式，LED1 常灭。示例如图所示：

```

输入<===stop

输出===> Periodic Sampling STOP
    
```

此时，OLED 第一行显示 “system idle”，第二行为空。

（2）采样启停（按键）：通过按下 KEY1，控制采样过程，按下后状态翻转，例如：当前采集停止状态下，按下 KEY1，系统开始采集；系统采集状态下，按下 KEY1，系统停止采集。

内容显示同（1）中所描述。

（3）周期调整：通过按键 KEY2/KEY3/KEY4 动态修改采样周期（5s/10s/15s），需验证配置持久化（断电重启后生效）。例如按下 KEY3 时，输出如下示意：

```

输出===> sample cycle adjust: 10s

        2025-01-01 00:30:05 ch0=10.5V

        2025-01-01 00:30:15 ch0=10.5V

        .....
    
```

此时，OLED 数据与串口同步，每 10s 刷新一次。

（注：自上电起，除了采集状态下 OLED 显示刷新数据外，其余时刻均第一行显示 “system idle”，第二行为空）

- （4）超限提示：

当采样值超过 limit 设置的限制时，需要点亮 LED2，在串口中打印增加 OverLimit 字样和具体的阈值要求，如图所示：

```
输出==> 2025-01-01 00:30:05 ch0=10.5V OverLimit (10.00) !

2025-01-01 00:30:15 ch0=10.5V OverLimit (10.00) !
```

#### 4、数据处理

通过指令 hide 将时间戳转换为 Unix 时间戳（4 字节 HEX）和电压值（4 字节 HEX），需满足编码规则。

时间戳：4 字节，Unix 时间戳（如 2025-01-01 12:30:45 → 1735705845 → 6774C4F5）

电压值：4 字节，分为两部分：

小数点前：2 字节（高位在前）例如：12.5V 整数部分 12 → 000C

小数点后：2 字节（高位在前）例如：12.5V 小数部分  $0.5 * 65536 = 32768 \rightarrow 8000$

因此 2025-01-01 12:30:45 ch0=12.5V 经过隐藏后数据变为 6774C4F5000C8000，经过解译后验证准确性。



该部分内容处理流程如下：输入“hide”，此时串口打印如下图所示：

```
输入<===hide

输出==> 6774C4F5000C8000

6774C4FA000C8000
```

如果此时出现了 overLimit 事件，则在最后标注\*，例如：

输入<===hide

输出===> 6774C4F5000C8000\*

6774C4FA000C8000\*

输入 unhide，恢复到原有格式。

## 5、数据存储

(1) 采集数据存储：在 TF 卡下建立 sample 文件夹，将实时采样数据存储到该文件夹中，要求如下：

- a. 每个文件存储 10 条数据，超过 10 条后需新建文件；
- b. 文件名为 sampleData{datetime}.txt，其中 datetime 为文件建立时间，格式为连续的 14 个数字，例如 2025-01-01 00:30:10，则文件名为 sampleData20250101003010.txt
- c. 文件内存储格式与串口输出格式可能不同，见示例文件。

(2) 超阈值数据存储：在 TF 卡下建立 overLimit 文件夹，将实时超限采样数据存储到该文件夹中，要求如下：

- a. 每个文件存储 10 条数据，超过 10 条后需新建文件；
- b. 文件名为 overLimit{datetime}.txt，其中 datetime 为文件建立时间，格式为连续的 14 个数字，例如 2025-01-01 00:30:10，则文件名为 overLimit20250101003010.txt
- c. 文件内存储格式与串口输出格式可能不同，见示例文件。

(3) 日志存储：在 TF 卡下建立 log 文件夹，将操作内容存储到该文件夹中，要求如下：

- a. 每次上电后新建一个文件，直至断电前，所有的操作日志都记录在该文件中；
- b. 文件名为 log{id}.txt，其中 id 从 0 开始，每次重新上电自增 1，例如第一次上电后的日志文件名为 log0.txt，第二次为 log1.txt
- c. 文件 id 号（上电次数）应当记录在 MCU 中，例如将 TF 卡清空后，第五次上电后应当生成的是 log4.txt，而不是从 0 开始。

(4) 加密数据存储：在 TF 卡下建立 hideData 文件夹，将操作内容存储到该文件夹中，要求如下：

- a. 每个文件存储 10 条数据，超过 10 条后需新建文件；
- b. 文件名为 hideData{datetime}.txt，其中 datetime 为文件建立时间，格式为连续的 14 个数字，例如 2025-01-01 00:30:10，则文件名为 hideData20250101003010.txt

c. 启用加密存储时，sample 文件夹中不存储数据，但如果超阈值触发，则（2）仍要按原有格式存储。

d. 需同时存储未加密数据和加密数据用于校验准确性，文件内存储格式与串口输出格式可能不同，见示例文件。

## 二、评分细则

根据测评任务流程进行评分，按评分大类细则分数如下：

| 评分大类        | 逻辑功能 | 串口 | flash | OLED | RTC | tf | LED | KEY | ADC |
|-------------|------|----|-------|------|-----|----|-----|-----|-----|
| 1、系统上电初始化测试 |      | 2  | 2     | 1    |     |    |     |     |     |
| 2、时钟设置      |      | 3  |       |      | 3   |    |     |     |     |
| 3、系统检测功能    | 0.5  | 2  |       |      | 1.5 | 4  |     |     |     |
| 4、数据采集与参数存储 | 3.5  | 9  | 2     | 4    | 7.5 | 2  | 1   | 2   | 2   |
| 5、超阈值数据采集   | 4    | 4  | 2     |      | 1.5 | 2  | 1   |     | 2   |
| 6、数据加密      | 3    | 3  |       |      | 1.5 | 4  |     |     | 4   |
| 7、操作审计      | 4    |    |       |      |     | 8  |     |     |     |
| 8、配置文件读取    | 1    | 1  |       |      |     | 2  |     |     |     |

参赛队伍需严格按照评测逻辑流程完成视频的录制，如进行了其他操作，则评审会进行不得分或扣分。评测流程如下：

|             |   |
|-------------|---|
| 1、系统上电初始化测试 | <b>（注：此时不要插入 TF 卡，且保证系统上电次数计数器为 0）</b>            |
|             | 1.1 系统上电（复位）后，串口打印“====system init====”           |
|             | 1.2 从 flash 中读取设备 ID 号：“Device_ID:2025-CIMC-队伍编号” |
|             | 1.3 串口打印“====system ready====”                    |
|             | 1.4 OLED 第一行显示“system idle”                       |
| 2、时钟设置      |   |
|             | 2.1 串口输入“RTC Config”，串口返回“Input Datetime”         |
|             | 2.2 输入当前标准时间，例如“2025-01-01 15:00:10”，返回如赛题要求 1（2） |
|             | 2.3 输入“RTC now”，串口返回如赛题要求 1（2）                    |
| 3、系统检测功能    | <b>（注：此时保证 TF 卡为清空状态）</b>                         |
|             | 3.1 输入“test”，开始系统自检                               |
|             | 3.2 串口输出如赛题要求 1（1）中的不通过案例，tf 卡不通过                 |
|             | 3.3 断电，插卡，重新上电                                    |
|             | 3.4 输入“test”，开始系统自检                               |
|             | 3.2 串口输出如赛题要求 1（1）中的通过案例，能显示所有状态为 ok              |
| 4、数据采集与参数存储 |   |
|             | 4.1 输入“ratio”，设置变比为 1.0，串口交互如赛题说明 2（2）所示          |
|             | 4.2 输入“ratio”，设置变比为 199.99，串口交互如赛题说明 2（2）所示       |
|             | （注：变比有效范围为 0~100）                                 |
|             | 4.3 输入“start”，LED1 按 1s 周期闪烁                      |
|             | 4.4 串口按当前采样周期输出数据，串口交互如赛题说明 3（1）                  |



|           |  |
|-----------|--|
|           | 4.5 OLED 第一行显示时间，第二行显示电压值，具体要求如赛题 3 (1)  |
|           | 4.6 调整滑动变阻器，电压值发生改变  |
|           | 4.7 采集约 20 条数据以上，输入 "stop"，串口交互如赛题说明 3 (1)   |
|           | 4.8 OLED 第一行显示"system idle"  |
|           | 4.9 输入"ratio"，设置变比为 10.0，串口交互如赛题说明 2 (2) 所示  |
|           | 4.10 按下 KEY1，LED1 按 1s 周期闪烁，系统开始采集，显示同 4.4、4.5，当前值应当放大 10 倍                            |
|           | 4.11 采集约 20 条数据以上，按下 KEY3，系统周期修改为 10s，串口交互如赛题说明 3 (3)                                  |
|           | 4.12 采集约 20 条数据以上，按下 KEY4，系统周期修改为 15s，串口交互如赛题说明 3 (3)                                  |
|           | 4.13 采集约 20 条数据以上，按下 KEY1，系统停止采集，显示同 4.7、4.8   |
|           | 4.15 输入"config save"，将设定的变比值存储到 flash 中  |
|           | 4.16 系统断电，拔下 tf 卡，在 sample 文件夹中能看到相关数据（分别打开检验）   |
|           | 4.17 插卡，系统上电，输入"config read"，能读取到存储的变比值  |
| 5、超阈值数据采集 |  |
|           | 5.1 输入指令"limit"，设置报警阈值为 30（有效范围为 0~200），交互如赛题 2 (3) 所示                                 |
|           | 5.2 输入指令"limit"，设置报警阈值为 300（有效范围为 0~200），交互如赛题 2 (3) 所示                                |
|           | 5.3 输入"start"，LED1 按 1s 周期闪烁   |
|           | 5.4 串口按当前采样周期 输出数据，串口交互如赛题说明 3 (1)   |
|           | 5.5 调整滑动变阻器，将输出点电压值调整到 3V 以上（变比为 10，则工程值大于 30）   |
|           | 5.6 串口交互如赛题要求 3 (4) 所示   |
|           | 5.7 LED2 点亮  |
|           | 5.8 调整滑动变阻器，将输出点电压值调整到 3V 以下（变比为 10，则工程值小于 30）   |
|           | 5.9 串口交互如赛题要求正常情况所示  |
|           | 5.10 LED2 熄灭   |
|           | 5.11 系统断电，拔下 tf 卡，在 overLimit 文件夹中能看到相关数据（分别打开检验）                                      |
|           | 5.12 插卡，系统上电，输入"config read"，不能读取到 5.1 设定的阈值   |
|           | 5.13 重复 5.1 的操作  |
| 6、数据加密    |  |
|           | 6.1 输入"start"，启动采集过程   |
|           | 6.2 输入"hide"，系统启用数据加密，串口输出如赛题 要求 4 所示  |
|           | 6.3 采集约 20 条数据以上，调整滑动变阻器到最大，串口输出如赛题要求 4 所示   |
|           | 6.4 采集约 20 条数据以上，输入"unhide"，系统取消数据加密，恢复到原有格式   |
|           | 6.5 系统断电，拔下 tf 卡   |
|           | 6.6 在 sample 文件夹中找不到相关数据   |
|           | 6.7 在 overLimit 中可以看到采集的超阈值的数据   |
|           | 6.8 在 hideData 中可以看到采集的数据文件，格式按示例所示。   |
|           | 6.9 利用校验工具，校验加密数据的准确性（确保小数点后两位准确，后面精度不考虑）  |
| 7、操作审计    |  |
|           | 7.1 在 log 文件夹下，打开 log0.txt，记录有 2.1、3.1 的操作和结果  |
|           | 7.2 在 log 文件夹下，打开 log1.txt，记录有 3.4、4.1、4.2、4.3、4.7、4.9、4.10、4.11、4.12、4.13、4.15 的操作和结果 |
|           | 7.3 在 log 文件夹下，打开 log2.txt，记录有 5.1、5.2、5.3 的操作和结果                                      |
|           | 7.4 在 log 文件夹下，打开 log3.txt，记录有 5.13、6.1、6.2、6.4 的操作和结果                                 |
| 8、配置文件读取  |  |
|           | 8.1 确保 tf 卡根目录存在 config.ini 文件，且格式正确   |

|      |   |
|------|---|
|      | 8.2 系统上电，串口输入 conf，读取文件内信息，如赛题要求 2（1）所示 |
| 9、说明 |   |
|      | 完成上述工作后，打开代码，说明 1.2 的部分是存储在 flash 中。    |

注意，如果没有安装 CR2032 电池，每次上电需要重新配置 RTC 时钟，该配置操作不扣分。

### 三、分数组成

为防止参赛队伍在方案文档和答辩环节中夸大任务完成效果，经专家组讨论，设置功能完成度系数，该系数=（功能演示成绩/100）\*100%

最终比赛成绩分数=功能演示成绩（满分 100 分）\*60%+技术方案文档（满分 100 分\*功能完成度系数）\*25%+答辩环节（满分 100 分\*功能完成度系数）\*15% - 违规扣分分数