单片机学习&嵌入式开发 -- 仪器仪表（61521516 陈葆群 23 年 B 题一等奖）

电赛会用到的单片机主要还是在 STM32 和 TI MSP 里面选。

STM32 建议选用 STM32F407ZGT6 以上，可以尝试使用 STM32H723/743，H7 系列性能可以追一追一些 FPGA。F4 已经是十多年前的产品了，性能靠谱，不太建议使用更老的 F1 系列。STM32 我们这边是自己选购板子，使用 STM32CubeMX+Keilv5 进行开发调试。TI 单片机可以只用 MSPM0，CCS 配套的 Diverlib+Syscfg 可以非常轻松的开发，有时候比 STM32 上用 CubeMX+Keil 还要舒服，因为 TI 给的例程是图形化界面+代码+学习资料都配齐的，图形化界面更加贴近模拟电路方面的应用，许多用法看着确实让人眼前一亮。

抛开具体使用的单片机不谈，偏硬件方面比较基础的，应当是对一些底层概念有一些抽 象的认知。先打好一些对数电、模电、计组的基础，哪怕是科普性的都行（逝去的三合一课程在这边还是蛮管用的），后续可以举一反三。

先看代码，代码究竟是怎么跑的？跑一片代码的时间量级大概是微秒级还是毫秒级的？ 数据的更新处理只能靠 CPU 吗？再来看看外设，以 GPIO 为例，什么时候是输入，什么时候是输出？显然有寄存器指向这个吧，搓模拟 I2C，涉及输入输出转换时会用到；处于输出模式时，怎么拉高拉低电平，显然也得有寄存器指向这个吧，同样的，厂商应当有配套的库函数；开漏输出和推挽输出有什么区别，上拉下拉电阻怎么加，开漏输出肯定加上拉电阻等等。 以 Timer 为例，显然应用时会考虑何时开始计数？计数是上升还是下降，溢出了怎么处理？ 更加复杂一点的是，输入捕获又得怎么用？万一输入捕获的不是个比较好的方波，而是更加一般的模拟信号，比如正弦波，那这个正弦波该怎么处理才能使捕获正常？

这些内容，虽然纷繁冗杂，但是抓好一些基础课程的学习，相信还是能迎刃而解的。偏嵌入式软件开发方面，在整体框架上相当重要的仍然也是一些课内知识，尤其是状态

机，应当让一个状态机（任务）在这个仪器仪表代码工程文件中占统治地位。还会用到的， 应当是一些数据分析处理相关的，在数值分析/计算方法课程中会学到；有时还会用到一些频域知识，可能会做 fft，那么信号与系统相关知识就少不了了，如果是用 stm32，这个时候可以去调用 arm dsp 库。

总之课内知识好好学，如果是大二结束的那个暑假参加电赛，这个时间节点应当很多库 内知识都是非常非常管用的。

再回到电赛嵌入式系统开发，仪器仪表方面。从培训到参赛，随时间推移，手头上的资源是越积越多的，重要的战略目标是开发出能够对接各种题目（各种业务）的通用软件框架。 测控电路因题而异，但人机交互、工程框架这些更加偏底层内容的应当准备好，单片机选型那也是基本固定了。中后期应当能方便拿出一个业务逻辑缺省但其它资源基本齐全，如配套的串口屏驱动（建议 ILI9341，320\*240，2.4 寸以上屏幕）以及 ui 相关库函数（如写浮点数）、字库等+矩阵键盘运行逻辑，如按键扫描，取数等等功能备齐的工程文件。嵌入式实时操作系统 FreeRTOS 这个中间件该不该学？可以不学，电赛仪器仪表题需要开发的嵌入式系统不够复杂，不会像机器人一样有一堆电机需要协调，但是会用的绝对是感觉真香，别人不用操作系统在这里头疼那里头疼的时候，你就自己一边乐去吧。为什么这边不提中断相关的，因为基本不用。FreeRTOS 在机器人社团属于电控组新人培训后期得掌握的内容。

单片机外设虽然看着蛮多的，但这个不用慌。虽然看着多，但是用到的两个巴掌还是数 的过来的，而且很多用法是固定的，电赛培训一个月时间内应当能基本掌握。

SPI：使用 SPI 驱动的外设有 SPI 屏（如 ILI9341 320\*240 串口屏）、DDS 模块（如 AD9910）、 PLL 模块（如 ADF4351），通常只用到发送数据，即单片机 MOSI（TI 单片机中是 PICO），有写数据写命令通过 DC 引脚分开的应用。

I2C：这部分外设比较少，仪器仪表题一般碰不到 I2C 外设，或者直接有用 SPI 替代的， 如果需要用建议使用软件模拟 I2C，定时器尝试一下微秒级延时，STM32 的硬件 I2C 可能不

太好用。这部分关键仍然是商家示例代码移植，如果是 STM32，需要将底层硬件接口对应上，一些操作该换库函数的换库函数，不该用的延时，如用 systick 做的延时可能造成一些冲突导致代码阻塞在一些地方，就需要自己改成定时器或者软件自减凑合。

DMA：通常搬的是 ADC 数据，别的数据没碰见需要搬的。

FSMC：外扩 SRAM 或者接并口屏，用了之后即使是有一百多根引脚的 F407 也难找出个比较舒服的位置插矩阵键盘排线了，所以不要用。

ADC：测控电路的关键，ADC 不转换出来怎么处理数据？但不要太怀疑 ADC 转换不准， 情况不太对很可能是外围电路造成的，调试时建议 ADC 引脚接示波器。很多时候用的都是单次转换，大可不必想连续转换这里好那里好之类的，果断点，用单次转换！可能用到时钟源触发多通道 ADC+DMA 转换，一次采样几千个数据，这已经是比较终极的应用了，搓示波器并对波形进行频率分析时就这么用。STM32H7 系列的 ADC 比较高级，没有用过。TI MSPM0 的 ADC 也有好多花里胡哨的功能，什么硬件平均之类的确实挺帅的。

TIM：定时器，好像可以想方设法偷懒不去用，但这不能成为短板，不然亏大了。有定 时，计数，产生 PWM 波，做 ADC 触发源，做 RTOS 时钟，输入捕获等等应用。STM32 里面定时器涉及的寄存器比较多，好多都有点重复，这边不要怀疑是自己的问题，大胆用。

GPIO：内容清晰，效果深刻。哪天要是对库函数感觉腻了，想玩玩寄存器相关的，也可以从 GPIO 开始。相关内容开头已经提了，这边不再重复了。

其它外设，要么意义不大，如看门狗，你就在你作品旁边，不能自己伸手按 RESET 吗？ 国测验收老师都让按哈哈；要么是我这边也不太用，比如 UART，USB 这些做仪器仪表题真没见有用，做无人机的倒是用得比较火。如果要做单片机和 FPGA 通信，不建议用 UART 因为我们这边确实撞了南墙，当然这是不是 UART 的锅得另说。在 FPGA 上模拟 UART 接收可能难以调试，可能电子专业方向大三学电子系统设计相关课程才会更加熟悉，电赛那会儿碰见这个确实只能认栽。至于 CAN，当然 STM32H7 用的是新标准 FD-CAN，CAN 通信有点意思， 但只有用到比较高级的电机的时候才会用上，属于控制题需要考虑的，仪器仪表题就不用管了哈哈，当然这也是机器人社团新人培训里面特别基础的内容。

受限于时间精力，篇幅也有限，虽然码是码了 2.5k 字了，但好多事情这边还是一下子讲不清楚。要是此文真的帮的上忙，那还是挺不错的。个人感觉讲的其实真没啥，建议来机 器人社团电控组学习一下，就知道这个“没啥”是什么分量了。当然，真要是碰见问题，欢迎直接打扰我（QQ 2782371474）。我们组电赛碰见问题，也是大胆半夜一点钟去打扰老师的，最终收获了一些雪中送炭般的支持。

陈葆群

2023.10.6