

# 蓝桥杯单片机设计与开发 小蜜蜂特训手册

小蜜蜂老师 欧浩源 原创



佛山市图志科技有限公司 广东职业技术学院

2021 年 10 月 13 日



## 目 录

1. 写在蓝桥杯单片机备赛训练之前.....	1
1.1 缘起.....	1
1.2 关于省赛的备赛训练建议.....	2
1.3 小蜜蜂关于蓝桥杯单片机的备赛资源.....	2
2. 基础：必备基础技能训练 15 项.....	3
2.1 【基础 01】LED 指示灯的基本控制.....	3
2.2 【基础 02】蜂鸣器和继电器的基本控制.....	3
2.3 【基础 03】数码管的静态显示.....	3
2.4 【基础 04】数码管的动态显示.....	4
2.5 【基础 05】独立按键的基本操作.....	4
2.6 【基础 06】独立按键的扩展应用.....	4
2.7 【基础 07】矩阵键盘的基本操作.....	5
2.8 【基础 08】外部中断的基本操作.....	5
2.9 【基础 09】定时器实现秒闪功能.....	5
2.10 【基础 10】定时器实现秒表功能.....	6
2.11 【基础 11】利用 PWM 控制灯光亮度.....	6
2.12 【基础 12】串行接口的基本操作.....	6
2.13 【基础 13】串行接口的进阶应用.....	7
2.14 【基础 14】存储器映射扩展技术应用.....	7
2.15 【基础 15】工厂灯光控制系统.....	8
3. 进阶：典型外设拓展训练 10 项.....	9
3.1 【进阶 01】24C02 基本读写操作.....	9
3.2 【进阶 02】24C02 存储按键触发次数.....	9
3.3 【进阶 03】采样可变电阻电压与光敏电阻电压.....	10
3.4 【进阶 04】智能照明自动控制器.....	10
3.5 【进阶 05】可调电阻控制 DAC 输出电压.....	10
3.6 【进阶 06】DS18B20 温度传感器数据采集与显示.....	11
3.7 【进阶 07】DS1302 实时时钟的基本应用.....	11
3.8 【进阶 08】PWM 信号控制呼吸流水灯.....	11
3.9 【进阶 09】超声波测距的基本应用.....	12
3.10 【进阶 10】基于 NE555 的信号发生与频率测量.....	12
4. 提升：小蜜蜂光温显示综合应用-蓝桥杯 CT107D 版.....	13

【小蜜蜂老师简介】：欧浩源，专注于嵌入式开发与物联网应用的基础教育。

中国计量大学，机械设计制造及其自动化（光机电一体化），本科。

中国计量大学，计算机应用技术（嵌入式应用），研究生。

广东职业技术学院，从事物联网技术应用专业的教学与科研工作。

【电子邮箱】：[ohy3686@qq.com](mailto:ohy3686@qq.com)

【资源网站】：[www.xmf393.com](http://www.xmf393.com)

【淘宝小店】：[xmfkj.taobao.com](http://xmfkj.taobao.com)

【小蜜蜂笔记】公众号：[xmf393](#)

【B 站 和 CSND 博客】：[小蜜蜂老师的干货铺](#)



## 1. 写在蓝桥杯单片机备赛训练之前

### 1.1 缘起

我在 2002 年首次学习单片机课程，汇编语言，从 ORG 0000H 开始... 没有开发板，只有到了上课，才有机会在实训室使用实验箱。那时候的竞赛项目很少，参与老师项目的机会不多，网络资源也非常匮乏。在大四那年，尽管在紧张准备考研，但还是参加了首届浙江省机械设计大赛。作为中国计量大学 6 个参赛队伍之一，我们队在浙江工业大学的主场成功逆袭，拿到大赛唯一的一个特等奖。接下来也幸运的考上了研究生，嵌入式应用方向。毕业后，到了广东职业技术学院工作，先是在研究所做了几年嵌入式项目研发，然后就一直在信息工程学院的物联网技术应用专业从事教学和科研工作。所以，自 2002 年接触到单片机之后，就结下了不解之缘，一直都在嵌入式单片机领域摸爬滚打，内心也有了一种特别的情怀。

在信息工程学院教学初期，发现他们比较重视蓝桥杯软件设计比赛，主要是 C++ 赛项和 JAVA 赛项。我当时好奇的翻了一下比赛大纲，居然有“单片机设计与开发”赛项。本想指导几个学生参赛的，不过学院并不支持这个赛项。详细看一下开发板和省赛赛题，感觉有点意思，又有点难度，当时的指导资源也不多，参赛的学生还不少。然后，就把自己的一些学习笔记和开发心得做了整理，写成了帖子，发到了 21IC 论坛上，和大家探讨学习。在写了几个帖子之后，发现可以把开发板的基础外设和重要模块整理成一个基础的系列教程。后来在 21IC 论坛互动多了，还成了蓝桥杯板块的版主，当然是一个不太称职的版主了。

在 2018 年春节期间，心血来潮，我录制了第 1 集蓝桥单片机基础技能视频教程，后面一鼓作气坚持录制了 15 集的完整基础技能视频教程。首先上传到了 21IC 公开课，并于 2019 年 1 月份放到了 B 站和腾讯视频上。没想到看的人还挺多了，到 2021 年 9 月，B 站上已经有 15W+ 的浏览量。后来，在这个课程基础上又增加了 4 集常用外设的视频。

录制视频花费的时间和精力还是蛮多的，另外考虑到观看视频也要耗费时间，再加上自己又懒了，想着同学们在熟练掌握了基础技能之后，完全通过阅读文档来进行学习训练，而且效率可能更高。于是，就在 CSDN 博客写了一个系列的强化教程。以案例项目的形式跟大家讲解重要外设的原理与应用基础。并在我的公众号“[小蜜蜂笔记](#)”上开设蓝桥杯备赛专栏，把几年省赛真题的源码和注释，以截图的形式放在了上面供大家参考学习。不少学生直接问我要源码，我没有给他们！为什么？是我不愿意给吗？不是的。你跟我要工程源码，很有可能是因为你不想敲代码。为什么我要把源码以截图的形式给你，就是想让你把这个代码敲一遍。如果直接给你一个源码的工程，你可能看一遍，懂了，运行一遍，功能正确，就不再动手编写了。这样的训练效果是会大打折扣的。很多时候，你看别人的代码都懂，到自己动手就不会，最大的原因就是眼高手低，代码写得少，理解不透彻。**会，是不够的，必须要熟练！天道酬勤，每一分收获，都源自不懈的努力和辛勤的付出。**

近几年，互联网发展迅猛，我也与时俱进，开设了一个网站“[www.xmf393.com](http://www.xmf393.com)”，专门整理**嵌入式开发与物联网应用**方面的开发笔记和教学资源，还特别做了一个蓝桥杯备赛资源链接汇总专题，把视频、博客、案例、笔记、客观题分析这些零散的资源做了一个目录汇总，方便有需要的同学查阅。为了方便交流，我创建了一个 QQ 群 [31340990](#)【**蓝桥杯-单片机训练营**】，后来加的同学比较多，就升级成了 1000 人，给大家提供一个备赛交流社区。每年国赛结束后，会将往届选手移除，为新一届选手留出位置。如果情况允许，每届比赛我都坚持 2~4 场网络直播公开课，跟大家一起探讨备赛的情况以及分析往年的真题。对我来说，每次直播机会都是一遍**总结**，一种**历练**，一次**精进**，也是一份**分享**，一份**快乐**。

今年，籍着整理教学资源之际，将我之前关于蓝桥杯的“单片机开发与应用”赛项的零散资源重新梳理，形成一份小蜜蜂老师原创出品的蓝桥杯单片机省赛训练题集，希望能够为大家备赛提供一份简约而不简单的小蜜蜂特训手册。

学无止境，手册难免存在错漏，还望包涵，欢迎交流，恳请斧正！



## 1.2 关于省赛的备赛训练建议

### 【1】总体备赛建议

- 先到蓝桥杯官网上，详细解读当年的比赛通知、比赛大纲等文件性的文档。
- 自己好好思考几天，决定要不要参加比赛。懂不懂不是最重要，先要有决心和信心。
- 手上要有一块比赛官方指定的开发板，最好是最新版本，全新或二手的都可以。
- 花几天时间，对照着电路图，研究比赛开发板上的每一个电路和每一个模块，包括模块的功能、使用的芯片、接口的电路...在弄明白之后，用你自己的思维把整个开发板总结简化成一个功能模块框图，这是开发平台的硬件要素，也是后续训练的重要基础。
- 认真研读 IAP15F2K61S2 单片机的数据手册，这是比赛指定的单片机，对其重要的特性、资源的分布等要有了解，特别要注意它和 51 单片机的异同之处。
- 比赛中，你可以把 IAP15F2K61S2 单片机完全当作 51 单片机来使用。虽然，你在课堂上学的都是 51 单片机，但是，你是可以完成比赛要求全部内容的。
- 备赛资源不用太多，建议以近几年**省赛真题**为主，**精心研究，反复训练，逐步提升**。
- 学会总结，准备一个小小的笔记本，随时做好重要知识记录和备赛经验总结。
- 不要想着面面俱到，全拿满分。**比赛中，会的分值一分不要丢，不会的分值争取拿**。这样的话成绩一定不会差。只要你充分准备了，你觉得难的，别人会觉得更难！

### 【2】关于设计题

- 把我为你们准备的**基础技能 15 题**，**进阶强化 10 题**，**提升应用 1 题**，完全掌握，彻底弄懂。以看到题目，能快速形成思路，在 1 小时内，流畅的把代码完全实现为及格。
- 把近几年的省赛真题反复训练，做一两遍是不够的！首先不要限制时间，先把整个赛题的思路搞清楚，然后自己动手完成全部代码。接着规定时间，反复训练，直到能够在 4 个小时内，非常流畅的把整个赛题的代码完全实现，才算完成一个题目的训练。
- 在比赛前的几天，重新研读是比赛真题，分析命题人的命题思路，再看看自己训练所写的代码，结合笔记本的内容，总结自己的设计思路。**切记：不要背代码！**

### 【3】关于客观题

- 以历年客观题真题为样本开始准备。你认真研究真题之后，发现不少重复考点。先把这些常考内容把握好，然后再以历年客观题为出发点，由点及面，逐步扩大备赛范围。
- 客观题需要平时多积累，在备赛过程中，把一些重要的知识点和常考的内容都记录在笔记本上，在比赛之前，可以针对性的总结复习，效率会比较高。
- 我对省赛的客观题都做了一个参考答案和试题解析，对于赛前突击的，会有帮助。

## 1.3 小蜜蜂关于蓝桥杯单片机的备赛资源

我在 [www.xmf393.com](http://www.xmf393.com) 【小蜜蜂笔记网】上整理了一个“蓝桥杯单片机备赛资源汇总的专题”，将零散的蓝桥杯资源的梳理汇总，形成目录专题。并把该专题链入口和 51 单片机的教学资源放在一起。赛教融合，多元互动，定期维护，持续更新。

【蓝桥杯资源汇总专题网址】：<https://www.xmf393.com/2019/09/10/51mcu/>



### 资源目录汇总 【XMF05A】51单片机原理与应用开发-教学资源目录 汇总（暨小蜜蜂老师的蓝桥杯单片机资料汇总） 置顶

🕒 2019-09-10 👤 小蜜蜂 👁 阅读(9158)

👍 赞(46)

广东职业技术学院，欧浩源，以51单片机开发套件XMF05A+GM50为核心，配套教学视频、项目案例、源码分析、课件题库等全方位教学资源，面向课堂教学，服务拓展创新，对接蓝桥杯单片机大赛，形成一个完整的岗课赛证创生态体系。



## 2. 基础：必备基础技能训练 15 项

### 2.1 【基础 01】LED 指示灯的基本控制

新建工程，以 I/O 模式编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

- 1、系统上电后，关闭 8 个 LED 灯。
- 2、循环实现 LED 跑马灯控制，控制要求为：  
首先，8 个 LED 灯同时闪烁 3 次；  
然后，从 L1 灯至 L8 灯依次点亮；  
接着，从 L1 灯至 L8 灯依次熄灭。

**【训练要点】：**掌握在 Keil 环境下，进行单片机开发的基本流程。

初步了解 74HC138 译码器、74HC573 锁存器、74HC02 或非门的知识。

LED 指示灯的简单控制。

**【参考资源】：** [B 站视频教程【基础技能 02】LED 指示灯的基本控制](#)

### 2.2 【基础 02】蜂鸣器和继电器的基本控制

新建工程，以 I/O 模式编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

- 1、系统上电后，关闭蜂鸣器，关闭继电器，关闭 8 个 LED 灯。
- 2、循环实现以下功能：  
首先，8 个 LED 灯同时闪烁 3 次；  
接着，从 L1 灯至 L8 灯依次点亮；  
然后，继电器吸合，延时片刻，继电器断开；  
接着，从 L1 灯至 L8 灯依次熄灭；  
最后，蜂鸣器鸣叫一会后关闭。

**【训练要点】：**蜂鸣器、继电器、LED 指示灯的简单控制。

深入强化 74HC138 译码器、74HC573 锁存器、74HC02 或非门的应用。

**【参考资源】：** [B 站视频教程【基础技能 03】蜂鸣器与继电器的基本控制](#)

### 2.3 【基础 03】数码管的静态显示

新建工程，以 I/O 模式编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

- 1、系统上电后，关闭蜂鸣器，关闭继电器，关闭 8 个 LED 灯。
- 2、8 个数码管从左至右，逐个数码管依次显示“0”到“9”的 10 个数字。  
即左边第 1 个数码管依次显示“0”到“9”，其他数码管熄灭；接着左边第 2 个数码管依次显示“0”到“9”，其他数码管熄灭... 依次类推，直到 8 个数码管显示完成。
- 3、8 个数码管同时显示“0”到“9”的 10 个数字和“A”到“F”的 6 个字母。
- 4、循环实现上面 2 组数码管的显示功能。

**【训练要点】：**数码管的工作原理，数码管显示内容的段码值计算。

在 138 译码器和 573 锁存器的控制下，共阳数码管的位置选择和内容显示。

**【参考资源】：** [B 站视频教程【基础技能 05】共阳数码管的静态显示](#)

[B 站视频教程【数码管显示 01】数码管的基本工作原理](#)

[B 站视频教程【数码管显示 02】单个数码管显示数字](#)

[B 站视频教程【数码管显示 03】多个数码管静态显示](#)





## 2.4 【基础 04】数码管的动态显示

新建工程，以 I/O 模式编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

1、系统上电后，关闭蜂鸣器，关闭继电器，关闭 8 个 LED 灯。

2、在 8 位数码管中，左边 4 位数码管显示年份“2018”，接着 2 位是分隔符“--”，靠右 2 位数码管显示月份。从 1 月份开始，每隔一段时间加 1 个月，到 12 月之后又从 1 月开始递增，如此循环往复。



**【训练要点】：** 数码管动态显示的工作原理。

掌握数码管各位同时显示不同的数据内容。

**【参考资源】：** [B 站视频教程【基础技能 06】共阳数码管的动态显示](#)

[B 站视频教程【数码管显示 04】数码管动态显示的基本原理](#)

[B 站视频教程【数码管显示 05】多个数码管动态显示](#)

**【补充信息】：** 在【基础技能 06】共阳数码管的动态显示的讲解中，缺少了动态数码管消隐部分内容，在案例源码中已补充完善。

## 2.5 【基础 05】独立按键的基本操作

新建工程，以 I/O 模式编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

1、将 CT107D 上 J5 处跳帽接到 2~3 引脚，使 S4、S5、S6 和 S7 成为 4 个独立按键。

2、系统上电后，关闭蜂鸣器，关闭继电器，关闭 8 个 LED 灯。

3、循环扫描按键状态，在确认按键按下时，进行去抖动处理。当 S7 按键按下时，点亮 L1 指示灯，松开后熄灭；当 S6 按键按下时，点亮 L2 指示灯，松开后熄灭；当 S5 按键按下时，点亮 L3 指示灯，松开后熄灭；当 S4 按键按下时，点亮 L4 指示灯，松开后熄灭。

## 2.6 【基础 06】独立按键的扩展应用

新建工程，以 I/O 模式编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

1、将 CT107D 上 J5 处跳帽接到 2~3 引脚，使 S4、S5、S6 和 S7 成为 4 个独立按键。

2、S7 和 S6 为**选择键**，确定控制键控制那组 LED 指示灯；S5 和 S4 为**控制键**，按键按下时点亮指定的 LED 指示灯，按键松开，LED 指示灯熄灭。

3、按下 S7 按键，点亮 L1 指示灯，S6 按键按下无效，不响应操作；此时 S5 控制 L3 指示灯，S4 控制 L4 指示灯；再次按下 S7 按键，L1 指示灯熄灭，S6 按键按下有效。

4、按下 S6 按键，点亮 L2 指示灯，S7 按键按下无效，不响应操作；此时 S5 控制 L5 指示灯，S4 控制 L6 指示灯；再次按下 S6 按键，L2 指示灯熄灭，S7 按键按下有效。

5、在 S7 和 S6 按键都不按下的情况下，即 L1 和 L2 指示灯均未点亮时，控制键不能操作，S5 和 S4 按键按下无效。

6、系统上电后，关闭蜂鸣器，关闭继电器，关闭 8 个 LED 灯。

7、循环扫描按键状态，根据按键的按下情况，进行相应的处理。

**【训练要点】：** 按键扫描的基本原理，去抖动处理的基本原理。

多按键的响应与复合处理。

**【参考资源】：** [B 站视频教程【基础技能 06】独立按键的基本操作与扩展应用](#)

[B 站视频教程【按键控制 01】按键的工作原理与程序设计思路](#)

[B 站视频教程【按键控制 02】单按键控制灯光开关](#)



## 2.7 【基础 07】矩阵键盘的基本操作

新建工程，以 I/O 模式编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

1、将 CT107D 上 J5 处跳帽接到 1~2 引脚，使 S4 到 S19 成为 4X4 的矩阵键盘。

2、系统上电后，关闭蜂鸣器，关闭继电器，关闭 8 个 LED 灯。

3、循环扫描矩阵键盘状态，发现有按键按下，等待其松开后，在数码管的最左边 1 位显示相应的数字。从左至右，从上到下，依次显示“0”到“F”。即按下 S7，显示“0”，按下 S11 显示“1”，按下 S15 显示“2”，按下 S6 显示“4”...依次类推。

**【训练要点】：** 矩阵键盘的扫描原理与程序设计思路，矩阵键盘的键码识别与基本处理。

**【参考资源】：** B 站视频教程【基础技能 07】矩阵键盘的扫描原理与基本应用

**【考点提醒】：** 第 11 届和第 12 届的省赛出现了矩阵键盘的考点，但不是考查 4X4 的矩阵键盘，而是 2X2 的矩阵键盘。不要背代码，要理解工作原理和本质含义。

## 2.8 【基础 08】外部中断的基本操作

新建工程，以 I/O 模式编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

1、将 CT107D 上 J5 处跳帽接到 2~3 引脚，使 S4 和 S5 按键一端接地，S4 按键的另一端接到单片机的 P32/INT0 引脚，S5 按键的另一端接到单片机的 P33/INT1 引脚。

2、系统上电后，关闭蜂鸣器，关闭继电器，关闭 8 个 LED 灯。

3、控制 L1 指示灯循环闪烁。

4、将 P32/INT0 引脚定义成外部中断，下降沿触发，使能相关中断控制位。即按下 S5 按键就会产生一个外部中断触发信号，进入外部中断服务函数。

5、在外部中断服务函数中，点亮 L8 指示灯，延时片刻后，熄灭。

**【训练要点】：** 51 单片机的中断结构与工作原理，中断服务函数的编写规则。

51 单片机的外部中断原理与基本应用。

**【参考资源】：** B 站视频教程【基础技能 08】中断系统与外部中断应用

B 站视频教程【外部中断 02】51 单片机的中断系统

B 站视频教程【外部中断 03】51 单片机的外部中断原理与应用

## 2.9 【基础 09】定时器实现秒闪功能

新建工程，以 I/O 模式编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

1、系统上电后，关闭蜂鸣器，关闭继电器，关闭 8 个 LED 灯。

2、利用定时/计数器 T0 的模式 1 实现 50ms 的间隔定时。

3、在 50ms 间隔定时的基础上，每隔 1 秒 L1 指示灯闪烁一次，即 L1 指示灯循环点亮 0.5 秒，熄灭 0.5 秒。

4、每隔 10 秒 L8 指示灯闪烁 1 次，即 L1 指示灯循环点亮 5 秒，熄灭 5 秒。

**【训练要点】：** 51 单片机的定时器工作原理，计数初值的计算、长定时的基本思想。

**【参考资源】：** B 站视频教程【基础技能 09】定时器的基本原理与应用

B 站视频教程【定时计数 01】51 单片机定时计数器的基本原理

B 站视频教程【定时计数 02】外部信号计数的基本应用

B 站视频教程【定时计数 03】内部信号计时的基本应用



## 2.10 【基础 10】定时器实现秒表功能

新建工程，以 I/O 模式编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，利用定时器 T0、数码管和 2 个独立按键，设计并实现一个秒表，具有启动、暂停和清零功能。

1、秒表的显示格式：

分-秒-0.05 秒（即 50ms）

如 8 分 26 秒 900 毫秒，显示为：

08-26-18



2、独立按键 S4 定义为：启动/暂停，即第 1 次按下启动秒表，再次按下暂停秒表。

3、独立按键 S5 定义为：清零。

4、按键均为按下有效。

【训练要点】：精准定时、显示模块、独立按键多模块综合应用。

【参考资源】：B 站视频教程【基础技能 10】定时器的进阶综合案例解析

B 站视频教程【定时计数 04】基于 51 单片机定时计数器的秒表

## 2.11 【基础 11】利用 PWM 控制灯光亮度

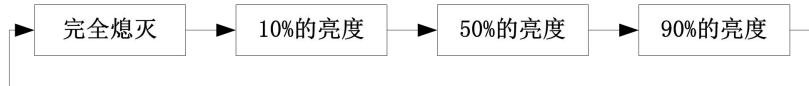
新建工程，以 I/O 模式编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，利用 PWM 脉宽信号实现独立按键 S7 对 L1 指示灯亮度变化的控制：

1、系统上电后，关闭蜂鸣器，关闭继电器，关闭 8 个 LED 灯。

2、PWM 脉宽信号的频率为 100Hz。

3、L1 指示灯有 4 种亮度，分别是：完全熄灭、10%的亮度、50%的亮度和 90%的亮度。

4、按下 S7 按键，循环切换 L1 指示灯的四种亮度模式，如下图所示：



【训练要点】：利用定时器模拟实现脉宽调制信号 PWM 输出。

通过改变 PWM 信号的占空比控制 LED 灯光亮度的变化。

【参考资源】：B 站视频教程【基础技能 11】PWM 脉宽调制信号的发生与控制

## 2.12 【基础 12】串行接口的基本操作

新建工程，以 I/O 模式编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

1、初始化串口为模式 1，即 8 位 UART 模式，波特率 9600，允许接收。

2、数据发送采用查询方式，数据接收采用中断方式。

3、系统上电初始化之后，单片机向上位机发送两个字节：0x5a 和 0xa5（串口助手以十六进制 HEX 发送和显示）。

4、串口每成功接收到一个字节后，在该字节基础上加 1，然后通过串口发送回上位机。

5、注意 89C52 单片机和 IAP15F2K61S2 单片机串口应用的差别，使用 9600 波特率时，晶振时钟选择 11.0592MHz。



【训练要点】：串口的初始化与数据收发基础。

【参考资源】：B 站视频教程【基础技能 12】串口通信的基本原理与应用

B 站视频教程【串行接口 01】51 单片机串行接口基本原理

B 站视频教程【串行接口 02】51 单片机串口数据收发基础





### 2.13 【基础 13】串行接口的进阶应用

新建工程，以 I/O 模式编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

- 1、初始化串口为模式 1，即 8 位 UART 模式，波特率 9600，允许接收。
- 2、数据发送采用查询方式，数据接收采用中断方式。
- 3、系统上电后，关闭蜂鸣器，关闭继电器，关闭 8 个 LED 灯，通过串口向上位机发送字符串：“Welcome to XMF system! ”，回车换行。
- 4、上位机通过串口发送单字节命令，控制单片机的 8 个 LED 灯开关，单片机响应正确的控制命令后，完成相应的灯光操作。
- 5、上位机通过串口发送单字节命令，读取单片机运行信息，单片机响应正确的读取命令后，向上位机返回指定的信息。
- 6、上位机与单片机的通信规约如下表：

	高 4 位	低 4 位					说 明
控制灯光	A	L4	L3	L2	L1	低 4 位每位控制一个 LED 指示灯,0--关灯,1--开灯。	
	B	L8	L7	L6	L5	如：0xA3，打开 L1 和 L2，关闭 L3 和 L4。	
读取信息	C	0					返回信息“The System is Running...”回车，换行。

【训练要点】： 串口数据收发联合单片机控制的综合应用。

上位机与单片机通信规约的解析、联动程序设计思路。

【参考资源】： B 站视频教程【基础技能 13】串口通信进阶应用案例解析

B 站视频教程【串行接口 03】上位机串口控制灯光开关

### 2.14 【基础 14】存储器映射扩展技术应用

新建工程，以 MM 模式编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

- 1、系统上电后，关闭蜂鸣器，关闭继电器，关闭 8 个 LED 灯。
- 2、循环实现以下功能：
  - 首先，点亮指示灯低 4 位，关闭高 4 位，延时片刻；
  - 接着，点亮指示灯的高 4 位，关闭低 4 位，延时片刻；
  - 然后，关闭所有指示灯。
  - 接着，依次逐个点亮数码管的所有段码，每次只点亮一个数码管。
- 3、外部扩展资源的地址映射关系：
  - LED 指示灯---- 0x8000；
  - 蜂鸣器与继电器----0xa000；
  - 数码管位选----0xc000；
  - 数码管段码----0xe000
- 4、关于 CT107D 存储器映射扩展 MM 编程模式的设计提示：
  - CT107D 平台的 J13 要将 1-2 脚短接，选择 MM 模式。
  - 程序中引入头文件“absacc.h”，通过 XBYTE 关键字来直接操作扩展资源。
  - 存储器映射扩展方式要占用单片机的 P3.6 引脚。

【训练要点】： 通过 MM 模式编程，访问 CT107D 上面的扩展外部设备。

【参考资源】： B 站视频教程【基础技能 14】I/O 扩展技术与存储器映射扩展



## 2.15 【基础 15】工厂灯光控制系统

新建工程，分别以 I/O 模式和 MM 模式编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现灯光的本地操作和远程控制，并通过串口远程读取系统的运行时间，模拟实现工厂灯光控制系统。具体功能要求如下：

- 1、系统上电后，关闭蜂鸣器，关闭继电器，关闭 8 个 LED 灯。
- 2、首先检测 LED 指示灯，从 L1 到 L8 依次逐个点亮，再依次逐个熄灭；然后检测数码管，从左到右依次点亮数码管的所有段码，再依次从左到右熄灭。
- 3、系统从上电开始显示系统运行时间，从 00 时 00 分 00 秒开始，显示格式：

1	2	-	0	0	-	0	2
12 时		间隔	0 分		间隔	2 秒	

4、8 个 LED 指示灯分为 2 组：L1、L2、L3 和 L4 为**远程控制组**，L7 和 L8 为**本地控制组**。远程控制组的 LED 指示灯由上位机通过串口发送命令控制开关，本地控制组的 LED 指示灯由独立按键控制开关。按键松开有效，S5 按键控制 L7 指示灯，S4 按键控制 L8 指示灯。

5、串口工作在模式 1，即 8 位 UART 模式，波特率为 9600（使用 9600 波特率时，晶振时钟选择 11.0592MHz。如果是其他频率的系统时钟，需要降低波特率，可选择用 2400，否则串口通信可能出现乱码，无法正常收发数据，）。

6、上位机通过串口控制下位机的 L1 到 L4 指示灯和读取系统运行时间。

7、上位机和单片机的串口通信规约如下表：

1	高 4 位	低 4 位				例如: 命令 0xA6 点亮 L2 和 L3 关闭 L1 和 L4
	A	L4	L3	L2	L1	
	控制灯光命令字	0: 关灯                      1: 开灯				
2	高 4 位	低 4 位				例如: 命令 0xB0 返回数据 0x12 0x24 0x16
	B	0	0	0	0	
	读取时间命令字	保留, 均为 0。				

控制命令为一个字节，高 4 位为命令类型，低 4 位为执行参数。控制灯光开关命令中，低 4 位每 1 位控制一个 LED 灯的开关，无返回值。

读取运行时间命令中，低 4 位保留，各位为 0，返回 3 个字节的时间数据，用 16 进制的 BCD 码表示，先发时，再发分，后发秒。如果系统运行的时间为 12 时 24 分 16 秒，收到读取时间命令字后，返回：0x12 0x24 0x16。

**【训练要点】：** 单片机应用开发综合能力训练。

**【参考资源】：** B 站视频教程【基础技能 15】-基础技能综合实训案例解析



### 3. 进阶：典型外设拓展训练 10 项

在 CT107D 单片机综合训练平台上，有 24C02 存储器、PCF8591 模数/数模转换芯片、DS18B20 数字温度传感器、DS1302 实时时钟、超声波传感器和 NE555 定时器等蓝桥杯单片机设计与开发常考的外围模块。在熟练掌握了 51 单片机或 IAP15F2K61S2 单片机的基础开发技能后，接下来还要掌握好这些重要又常考的外围设备。

在本章，小蜜蜂老师针对这些典型外设给你们设计了 10 项拓展训练题目。在进行进阶拓展训练的时候，务必先对每个外设的工作原理、应用细节、设计思路等有了全面的了解，才开始动手写代码，并在训练实践中，深化理解更高层次的理论和设计技巧，用理论指导设计、用训练强化应用，学以致用。

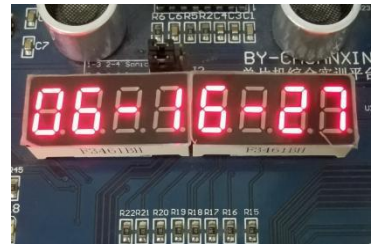
我们不但要知其然，还要知其所以然。正如《大学》里面说“物有本末，事有始终，知所先后，则近道矣”。关于这几个模块的基础理论和应用开发，我在 CSDN 博客、小蜜蜂笔记公众号和小蜜蜂笔记网中都有专题的讲述和视频。为了让大家更方便的找到所需的资源和外设相关的底层驱动文件，我将这些资源的链接整理成一个目录汇总专题。

【蓝桥杯资源汇总专题网址】：<https://www.xmf393.com/2019/09/10/51mcu/>

#### 3.1 【进阶 01】24C02 基本读写操作

新建工程，编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

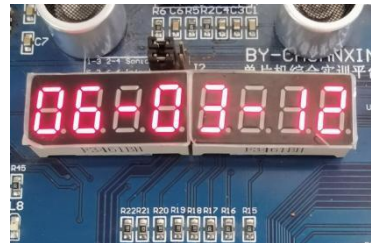
- 1、将 IIC 总线的底层驱动代码文件正确移植到工程中。
- 2、系统上电后，从 24C04 存储器的 0x01、0x03 和 0x05 这三个地址单元读取数据。
- 3、将 0x01 单元读出的数据进行加 1 操作，如果计算结果大于 10，复位为 0，然后将这个结果写回 0x01 单元。
- 4、将 0x03 单元读出的数据进行加 2 操作，如果计算结果大于 20，复位为 0，然后将这个结果写回 0x03 单元。
- 5、将 0x05 单元读出的数据进行加 3 操作，如果计算结果大于 30，复位为 0，然后将这个结果写回 0x05 单元。
- 6、将三个单元的当前数据从左到右依次显示在数码管上，各个数字之间用“-”分隔。



#### 3.2 【进阶 02】24C02 存储按键触发次数

新建工程，编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

- 1、将 IIC 总线的底层驱动代码文件正确移植到工程中。
- 2、将 J5 的 23 脚短接，把 S4、S5 和 S6 设置为独立按键。
- 3、用 24C02 存储器的 0x00、0x01 和 0x02 这三个地址单元分别存储 S4、S5 和 S6 的按下次数。
- 4、系统上电后，先从 24C04 存储器的 0x00、0x01 和 0x02 这三个地址单元读取数据，接着判断读出的数据，如果大于 13，则复位清 0，然后从左到右依次显示在数码管上，各个数字之间用“-”分隔。
- 5、S4、S5 和 S6 按键每按下一次，就在对应读出的历史按下次数基础上进行加 1 累计，当累计值大于 13 时，复位清 0。
- 6、将按键按下的最新次数写入 24C02 的对应单元，并在数码管上刷新显示。





### 3.3 【进阶 03】采样可变电阻电压与光敏电阻电压

新建工程，编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

- 1、将 IIC 总线的底层驱动代码文件正确移植到工程中。
- 2、光敏电阻 rd1 接到 PCF8591 的 ANI1 通道；可调电阻 rb2 接到 PCF8591 的 ANI3 通道。

3、将 J5 的 23 脚短接，把 S4 设置为独立按键。该按键为 PCF8591 的采样通道切换按键。

4、系统上电后，默认采样 AIN1 通道的光敏电阻的输出电压，并将当前的直接转换结果读出，显示在数码管上。显示格式如图，在数码管靠左端的三位，显示当前所选择的转换通道，在数码管靠右端的三位，显示该通道的转换结果，没有使用的数码管熄灭。

5、S4 按键按下松开后，进行 PCF8591 的采样通道切换。如果当前采样的是 AIN1 通道，那么 S4 按下松开后，则切换至 AIN3 通道，以此类推。



### 3.4 【进阶 04】智能照明自动控制器

新建工程，编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

- 1、将 IIC 总线的底层驱动代码文件正确移植到工程中。
- 2、光敏电阻 rd1 接到 PCF8591 的 ANI1 通道。
- 3、将 J5 的 23 脚短接，把 S4 和 S5 设置为独立按键。
- 4、系统上电后，循环采样 PCF8591 的 AIN1 通道，并将采样结果换算成电压值，电压结果保留 2 位小数，并根据电压值控制 8 个 LED 灯的开关。

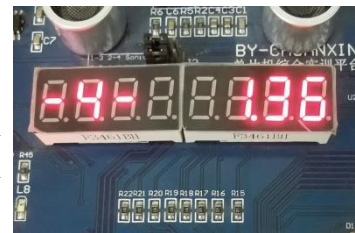
5、灯光的控制分为五个等级：

- 等级 1:  $5V \leq \text{光照电压} < 4V$ , L1 点亮。
- 等级 2:  $4V \leq \text{光照电压} < 3V$ , L1 至 L2 点亮。
- 等级 3:  $3V \leq \text{光照电压} < 2V$ , L1 至 L4 点亮。
- 等级 4:  $2V \leq \text{光照电压} < 1V$ , L1 至 L6 点亮。
- 等级 5:  $1V \leq \text{光照电压} < 0V$ , L1 至 L8 点亮。

6、灯光控制等级和光敏电压实时显示在数码管上，显示格式如图，在数码管靠左端的三位，显示当前灯光的控制等级，在数码管靠右端的三位，显示光敏电阻的当前电压。

7、按下 S4 按键，将当前灯光的控制等级和光敏电阻的采样数据保存到 24C02 存储器的 0x01 和 0x02 地址单元中。

8、按下 S5 按键时，读取存储在 24C02 中的历史数据并显示在数码管上，松开 S5 按键后，数码管恢复显示实时数据。

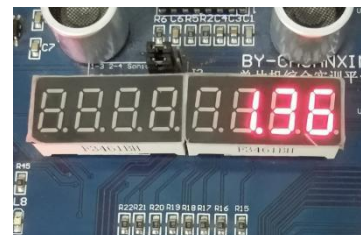


### 3.5 【进阶 05】可调电阻控制 DAC 输出电压

新建工程，编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

- 1、将 IIC 总线的底层驱动代码文件正确移植到工程中。
- 2、循环采样 PCF8591 的 AIN3 通道中可调电阻的信号，将采样结果转换成电压值，保留 2 位小数，显示在数码管右侧。
- 3、将可调电阻的当前采样数据作为 PCF8591 的 D/A 转换参数输出模拟电压。

5、使用万用表测量 J3 的 19 和 20 引脚，即 OUT 和 GND，比较可调电阻的采样电压和 DAC 输出的实际电压。



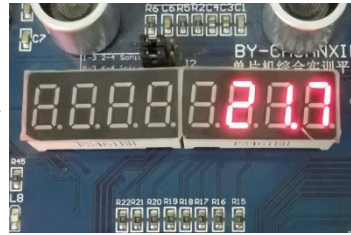




### 3.6 【进阶 06】DS18B20 温度传感器数据采样与显示

新建工程，编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

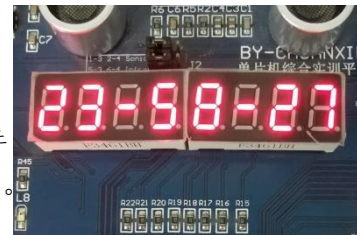
- 1、将 DS18B20 的底层驱动代码文件正确移植到工程中。
- 2、循环采样启动 DS18B20 进行温度转换。
- 3、将 DS18B20 的温度转换结果读出，进行换算，保留 1 位小数，并显示在数码管靠右端，显示格式如图。
- 4、注意，在进行 DS18B20 底层驱动代码文件移植时，需确认单总线的时序参数是否匹配。



### 3.7 【进阶 07】DS1302 实时时钟的基本应用

新建工程，编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

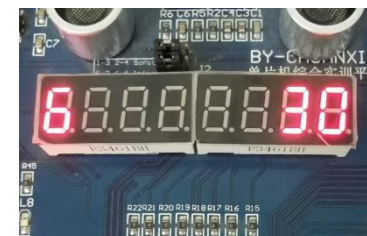
- 1、将 DS1302 的底层驱动代码文件正确移植到工程中。
- 2、初始化 DS1302 的默认启动参数为：  
20 年 4 月 19 日 23 时 58 分 24 秒，周六。
- 3、系统上电后，DS1302 实时时钟从默认参数启动运行，并将当前的时、分、秒显示在数码管上，时分秒之间用“-”分隔，显示格式如图。



### 3.8 【进阶 08】PWM 信号控制呼吸流水灯

新建工程，编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，产生 PWM 脉宽调制信号控制 8 个 LED 灯进行呼吸流水变化，实现以下功能：

- 1、将 J5 的 23 脚短接，把 S4 和 S7 设置为独立按键。
- 2、系统上电后，关闭蜂鸣器和继电器，L4 和 L5 指示灯点亮，其余的指示灯熄灭。
- 3、按下 S4 按键，松开后，L1 到 L8 八个指示灯进行每隔 1 秒的呼吸流水点亮。控制流程为：L1 缓慢点亮->L1 缓慢熄灭->L2 缓慢点亮->L2 缓慢熄灭...L8 缓慢点亮->L8 缓慢熄灭->L1 缓慢点亮->L1 缓慢熄灭...如此循环往复。
- 4、再次按下 S4 按键，松开后，L1 到 L8 八个指示灯从当前状态开始逆向呼吸流水点亮。如果当前的水方向为：L1 缓慢点亮->L1 缓慢熄灭->L2 缓慢点亮->L2 缓慢熄灭...那么，按下 S4 按键松开后为：L2 缓慢点亮->L2 缓慢熄灭->L1 缓慢点亮->L1 缓慢熄灭->L8 缓慢点亮->L8 缓慢熄灭->L7 缓慢点亮->L7 缓慢熄灭...如此循环往复。
- 5、对于每个 LED 指示灯，缓慢点亮的时长为 0.5 秒，缓慢熄灭的时长为 0.5 秒。
- 6、按下 S4 按键时，当前的指示灯暂停流水变化并保持现有的亮度，直到按键松开后，亮度才开始恢复变化。待当前的亮度变化完成后，才开始改变呼吸流水控制的方向。
- 7、按下 S7 按键时，在数码管上显示当前 LED 指示灯的位置和 PWM 脉宽调制信号的占空比。按键松开后，数码管熄灭。显示格式如图，在数码管左边的第 1 位数码管显示 LED 指示灯的位置，在数码管右边的 2 位数码管显示 PWM 信号占空比。例如：当前点亮 L6 指示灯，PWM 信号的占空比为 30%，那么，数码管最左边的 1 位显示“6”，在最右边的 2 位显示“30”，其余没有使用的数码管熄灭。
- 8、按下 S7 按键时，当前的指示灯暂停流水变化并保持现有的亮度，直到按键松开后，亮度才开始恢复变化。







### 3.9 【进阶 09】超声波测距的基本应用

新建工程，编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

- 1、超声波模块的 **TX 引脚**接到单片机的 **P1.0** 引脚，**RX 引脚**接到单片机的 **P1.1** 引脚。
- 2、利用超声波传感器测量前端障碍物的距离，测量结果用**厘米**作为单位，显示在数码管**最右边 3 位**。
- 3、测量距离最大约 100 厘米，当障碍物超出测量范围或前方无障碍物，以“**F**”为标志，显示在数码管**最左边 1 位**。
- 4、超声波传感器测距的工作原理：

首先产生 8 个 **40KHz** 的超声波信号，通过 **TX 引脚**发射出去，同时**启动定时器**，计数计数脉冲，接着等待超声波信号的返回。如果超声波传感器接收到反射回来的信号，则 **RX 引脚**变为**低电平**，这时候**停止定时器**，读取计数脉冲个数，计算超声波发射出去到反射回来的时间长度 T。最后根据公式： $L = V \cdot T / 2$ ，计算距离。

其中 V 为 20 摄氏度时的声速，其值约为：**344 米/秒**。



### 3.10 【进阶 10】基于 NE555 的信号发生与频率测量

新建工程，编写代码，在 CT107D 单片机综合训练平台上，实现以下功能：

- 1、将 **J13** 的 **NAL** 与 **P34** 短接，**NE555 定时器**发生的信号输入到单片机的 **P34** 引脚。
- 2、单片机的 **P34** 引脚为定时器 **T0** 的外部计数信号输入引脚。
- 2、系统上电后，关闭蜂鸣器、继电器和 8 个 LED 指示灯。
- 3、测量 **NE555 定时器**产生信号的**频率**，并在数码管中显示。
- 4、显示格式如图，**频率数据**显示用 6 位数码管，单位是 **Hz**，当显示长度不足 6 位时，未使用到的数码管熄灭，在最左边的 1 位数码管用“**F**”作为**提示符**。显示格式如下：

<b>F</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
提示符	熄灭	频率：6000Hz					

- 5、改变 **Rb3** 可调电位器的电阻大小，可以改变 NE555 定时器产生信号的频率。



#### 4. 提升：小蜜蜂光温显示综合应用-蓝桥杯 CT107D 版

硬件资源：蓝桥杯大赛的单片机综合实训平台 CT107D

软件资源：嵌入式与物联网串口数据监测助手

工具下载及资源参考网站：[www.xmf393.com](http://www.xmf393.com)

##### 【1】竞赛板配置要求

1. 将 IAP15F2K61S2 单片机内部振荡器频率设置为：**11.0592MHz**。
2. 键盘工作模式跳线 **J5** 配置为 **BTN** 按键模式，扩展跳线方式 **J13** 配置为 **IO** 模式。

##### 【2】基本功能

1. 单片机上电后，**八个LED指示灯**从左到右依次点亮，然后再从左到右依次熄灭，进行 **LED 的检测**；**八个数码管**从左到右，逐个数码管全部段码点亮，然后再从左到右，这个数据管全部段码熄灭，进行**数码管的检测**。关闭蜂鸣器和继电器等无关设备。
2. 初始化 **DS1302** 实时时钟参数为：**21 年 4 月 17 日，星期六，23 点 58 分 32 秒**，并以此时间为默认参数启动 DS1302，计算系统运行的时间。
3. 采样 **DS18B20** 的温度数据，换算后，显示在数码管的**最右边三位**，保留 **1 位小数**。
4. 采样 **PCF8591** 的 **AIN1** 通道电压，换算后，显示在数据管的**最左边三位**，保留 **2 位小数**；并以该采样值为参数，控制 **PCF8591** 的 **DAC** 输出电压，使 **DAC** 的输出电压与光敏电阻的输出电压保持一致。
5. **温度数据**和**电压数据**，显示在同一个界面，没有用到的数码管处于熄灭状态。
6. **PCF8591** 的 **AIN1** 通道连接的是光敏电阻的输出电压，当光敏电阻的输出电压**小于 2V** 时，自动点亮 **L1** 指示灯，反之，**L1** 自动熄灭，并记录 **L1** 指示灯的当前状态。

##### 【3】按键功能

1. **S4 按键**为**显示界面切换**，按下 **S4** 不动，显示 **DS1302** 的当前时间，格式为“**时-分-秒**”，如 23 点 05 分 17 秒的格式为“23-05-17”。松开 **S4** 后，恢复电压和温度数据显示。
2. **S5 按键**为**模拟火警触发**，第 1 次按下 **S5**，触发火警，**L8** 指示灯点亮；再次按下 **S5**，取消火警，**L8** 指示灯熄灭，记录火警的当前状态。
3. **累计 S5 按键的按下次数**，当按下次数**大于 99** 时清 0；每次更新按键按下次数后，将最新按下次数保存到 **24C02** 的一个单元中，下次开机后，将该历史数据读出，作为累计基准。

##### 【4】通信功能

1. 串口通信的波特率**建议值 9600**，可根据实际情况修改，保证通信即可。
2. 上位机“**嵌入式与物联网串口监测助手**”如下图所示，单片机正确收到上位机的单字节控制命令后，上传实时的**温度、电压、L1 自动灯**，火警状态及按键 **S5** 的触发次数。
3. 点击“**嵌入式与物联网串口监测助手**”界面中“**通信规约定义**”可查看数据帧格式。





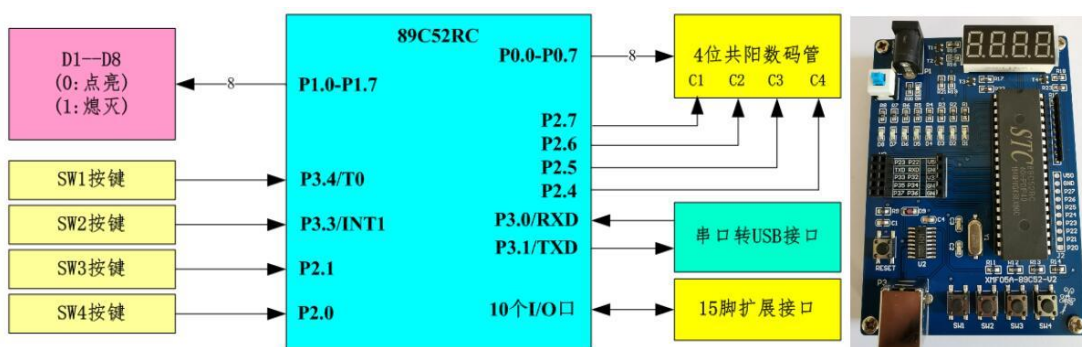
【技术交流】微信号：

【小蜜蜂笔记】公众号：

【小蜜蜂】抖音号：

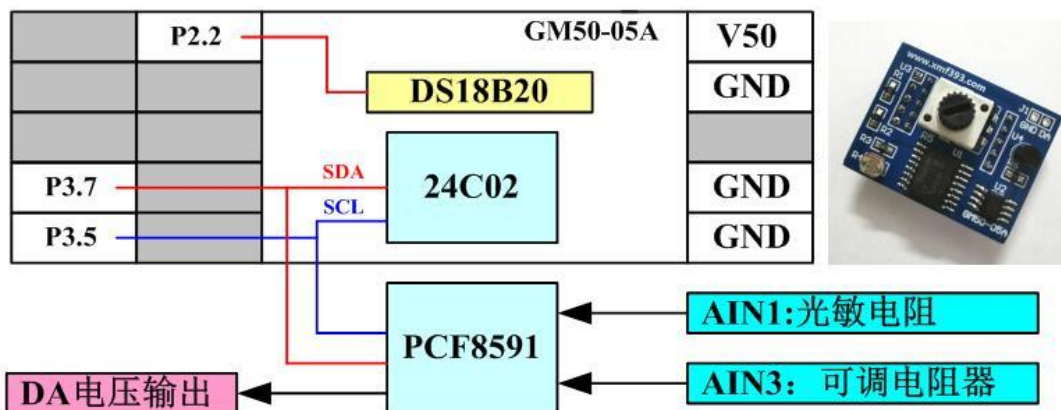


【插播广告】：51 单片机开发板 XMF05A



【插播广告】：多功能综合扩展模块 GM50

注：扩展接口的引脚为XMF05A中51单片机的I/O引脚。



【特别鸣谢】：图志科技 [www.xmf393.com](http://www.xmf393.com)

图志科技

