

编者注:

本文件为电子工程专辑网站编辑部原创, 电子工程专辑享有本文章完全著作权, 如需转载该文章, 必须经过电子工程专辑网站编辑部同意。联系电子工程专辑网站编辑部, [请发信至eetcol@globalsources.com](mailto:eetcol@globalsources.com)

单片机应用编程技巧 100 问

1. C 语言和汇编语言在开发单片机时各有哪些优缺点?

答: 汇编语言是一种用文字助记符来表示机器指令的符号语言, 是最接近机器码的一种语言。其主要优点是占用资源少、程序执行效率高。但是不同的 CPU, 其汇编语言可能有所差异, 所以不易移植。

C 语言是一种结构化的高级语言。其优点是可读性好, 移植容易, 是普遍使用的一种计算机语言。缺点是占用资源较多, 执行效率没有汇编高。

对于目前普遍使用的 RISC 架构的 8bit MCU 来说, 其内部 ROM、RAM、STACK 等资源都有限, 如果使用 C 语言编写, 一条 C 语言指令编译后, 会变成很多条机器码, 很容易出现 ROM 空间不够、堆栈溢出等问题。而且一些单片机厂家也不一定能提供 C 编译器。而汇编语言, 一条指令就对应一个机器码, 每一步执行什么动作都很清楚, 并且程序大小和堆栈调用情况都容易控制, 调试起来也比较方便。所以在单片机开发中, 我们还是建议采用汇编语言比较好。

如果对单片机 C 语言有兴趣, HOLTEK 的单片机就有提供 C 编译器, 可以到 HOLTEK 的网站(www.holtek.com.cn)免费下载使用。

2. C 或汇编语言可以用于单片机, C++能吗?

答: 在单片机开发中, 主要是汇编和 C, 没有用 C++的。

3. 搞单片机开发, 一定要会 C 吗?

答: 汇编语言是一种用文字助记符来表示机器指令的符号语言, 是最接近机器码的一种语言。其主要优点是占用资源少、程序执行效率高。但是不同的 CPU, 其汇编语言可能有所差异, 所以不易移植。

对于目前普遍使用的 RISC 架构的 8bit MCU 来说, 其内部 ROM、RAM、STACK 等资源都有限, 如果使用 C 语言编写, 一条 C 语言指令编译后, 会变成很多条机器码, 很容易出现 ROM 空间不够、堆栈溢出等问题。而且一些单片机厂家也不一定能提供 C 编译器。而汇编语言, 一条指令就对应一个机器码, 每一步执行什么动作都很清楚, 并且程序大小和堆栈调用情况都容易控制, 调试起来也比较方便。所以在资源较少单片机开发中, 我们还是建议采用汇编语言比较好。

而 C 语言是一种编译型程序设计语言, 它兼顾了多种高级语言的特点, 并具备汇编语言的功能。C 语言有功能丰富的库函数、运算速度快、编译效率高、有良好的可移植性, 而且可以直接实现对系统硬件的控制。C 语言是一种结构化程序设计语言, 它支持当前程序设计中广泛采用的由顶向下结构化程序设计技术。此外, C 语言程序具有完善的模块程序结构, 从而为软件开发中采用模块化程序设计方法提供了有力的保障。因此, 使用 C 语言进行程序设计已成为软件开发的一个主流。用 C 语言来编写目标系统软件, 会大大缩短开发周期, 且明

显地增加软件的可读性，便于改进和扩充，从而研制出规模更大、性能更完备的系统。

综上所述，用 C 语言进行单片机程序设计是单片机开发与应用的必然趋势。所以作为一个技术全面并涉足较大规模的软件系统开发的单片机开发人员最好能够掌握基本的 C 语言编程。

4. 当开发一个较复杂而又开发时间短的项目时，用 C 还是用汇编开发好？

答：对于复杂而开发时间紧的项目时，可以采用 C 语言，但前提是要求对该 MCU 系统的 C 语言和 C 编译器非常熟悉，特别要注意该 C 编译系统所能支持的数据类型和算法。虽然 C 语言是最普遍的一种高级语言，但不同的 MCU 厂家其 C 语言编译系统是有所差别的，特别是在一些特殊功能模块的操作上。如果对这些特性不了解，那调试起来就有的烦了，到头来可能还不如用汇编来的快。

5. 在教学中要用到 8088 和 196 芯片单片机教材，请问那里可以找到关于这方面的书或资料？

答：有关这方面的教材，大学里常用的一本是《IBM-PC 汇编语言程序设计》清华大学出版社出版的，在网上以及书店都是可以找到的，另外网上还可以搜索到很多其他的教材如：《微机原理及汇编语言教程》（杨延双 张晓冬 等编著）和《16/32 位微机原理、汇编语言及接口技术》（作者：钟晓捷 陈涛，机械工业出版社 出版）等，可以在较大型的科技书店里查找或者直接从网上订购。

6. 初学者到底是应该先学 C 还是汇编？

答：对于单片机的初学者来说，应该从汇编学起。因为汇编语言是最接近机器码的一种语言，可以加深初学者对单片机各个功能模块的了解，从而打好扎实的基础。

7. 我是一名武汉大学电子科技大 3 的学生，学了电子线路、数字逻辑、汇编和接口、C 语言，但是总是感觉很迷茫，觉好象什么都不会。怎么办？

答：大学过程是一个理论过程，实践的机会比较少，往往会造成理论与实践相脱节，这是国内大学教育系统的通病，不过对于学生来说切不可好高骛远。一般从大三会开始接触到一些专业课程，电子相关专业会开设相关的单片机应用课程并且会有简单的实验项目，那么要充分把握实验课的机会，多多地实际上机操作练习。平时可以多看看相关的电子技术杂志网站，看看别人的开发经验，硬件设计方案以及他人的软件设计经验。有可能的话，还可以参加一些电子设计大赛，借此机会 2--3 个人合作做一个完整系统，会更有帮助。到了大四毕业设计阶段，也可以选择相关的课题作些实际案例增长经验。做什么事情都有个经验的积累过程，循序渐进。

8. 请问作为学生，如何学好单片机？

答：学习好单片机，最主要的是实践，在实践中增长经验。在校学生的话，实践机会的确会比较少，但是有机会的话，可以毕业实习选择相关的课题，这样就可以接触到实际的项目。而且如果单片机微机原理是一门主课的话，相信学校会安排比较多的实践上机机会。有能力的话，可以找一些相关兼职工作做做，会更有帮助。而且单片机开发应用需要软硬件结合，所以不能只满足于编程技巧如何完

美，平时也要注意硬件知识的积累，多上上电子论坛网站，买一些相关杂志。可能的话，可以到电子市场去买一些小零件，自己搭一个小系统让它工作起来。

HOTLEK 的单片机是 RISC 结构的 8 位单片机，它可以广泛应用在家用电器、安全系统、掌上游戏等方面。大概来说可以分成 I/O 型单片机、LCD 型单片机、A/D 型单片机、A/D with LCD 型单片机等等。这些单片机的中文资料我们都公开在 HOLTEK 网站 www.holtek.com.cn。

HOLTEK 各类单片机的使用手册下载地址：

http://www.holtek.com.cn/referanc/htk_book.htm

HOLTEK 单片机软件/硬件应用范例下载地址：

<http://www.holtek.com.cn/tech/appnote/appnote.htm>

HOLTEK 单片机支持工具下载地址：

<http://www.holtek.com.cn/tech/tool/tool.htm>

9. 如何才能成为单片机的高手啊？

答：要成为单片机高手，应该多实践，时常关注单片机的发展趋势；经常上一些相关网站，从那里可以找到许多有用的资料。

10. 女性是否适合单片机软件编程这个行业？

答：要根据自己的兴趣，配合自己对软件编程的耐性，男女皆适合这个行业。

11. Holtek 的数据手册在哪里下载？

答：如果对 Holtek 的 IC 感兴趣的话，相应的数据手册可以到网站上 <http://www.holtek.com.cn/products/index.htm> 去选 IC 资料下载。

12. 8 位机还能延续多久！

答：以现在 MCU 产品主力还是在 8 位领域，主要应用于汽车应用、消费性电子、电脑及 PC 周边、电信与通讯、办公室自动化、工业控制等六大市场，其中车用市场多在欧、美地区，而亚太地区则以消费性电子为主，并以量大低单价为产品主流，目前 16 位 MCU 与 8 位产品，还有相当幅度的价差，新的应用领域也仍在开发，业界预计，至少在 2005 年前 8 位的 MCU 仍是 MCU 产品的主流。

13. 学习 ARM 及嵌入式系统是否比学习其它一般单片机更有使用前景？对于一个初学者应当具备哪些相关知识？

答：一般在 8 位单片机与 ARM 方面的嵌入式系统是有层次上的差别，ARM 适用于系统复杂度较大的高级产品，如 PDA、手机等应用。而 8 位单片机因架构简单，硬件资源相对较少，适用于一般的工业控制、消费性家电等等。对于一个单片机方面的软件编程初学者，应以 HOLTEK 系列或 8051 等 8 位单片机来做入门练习。而初学者应当具备软件编程相关知识，单片机一般软件编程是以汇编语言为主，各家有各家的语法，但大都以 RISC 的 MCU 架构为主，其中 RISC (Reduced Instruction Set Computer) 代表 MCU 的所有指令。都是利用一些简单的指令组成的，简单的指令代表 MCU 的线路可以尽量做到最佳化，而提高执行速率。另外初学者要具备单片机 I/O 接口的应用知识，这在于周边应用电路及各种元器件的使用，须配合自己所学的电子学及电路学等。

14. 符合 44PIN 的 80 系列 8 位单片机的 MCU 有哪些？

答：符合 44PIN 的 80 系列 8 位单片机有 Z8674312FSC、Z86E2112FSC、Z86E2116FSC。

15. 请介绍一下 MCU 的测试方法。

答：MCU 从生产出来到封装出货的每个不同的阶段会有不同的测试方法，其中主要会有两种：中测和成测。

所谓中测即是 WAFER 的测试，它会包含产品的功能验证及 AC、DC 的测试。项目相当繁多，以 HOLTEK 产品为例最主要的几项如下：

- ① 接续性测试：检测每一根 I/OPIN 内接的保护用二极管是否功能无误。
- ② 功能测试：以产品设计者所提供测试资料(TEST PATTERN)灌入 IC，检查其结果是否与当时 SIMULATION 时状态一样。
- ③ STANDBY 电流测试：测量 IC 处于 HALT 模式时即每一个接点(PAD)在 1 态 0 态或 Z 态保持不变时的漏电流是否符合最低之规格。
- ④ 耗电测试：整颗 IC 的静态耗电与动态耗电。
- ⑤ 输入电压测试：测量每个输入接脚的输入电压反应特性。
- ⑥ 输出电压测试：测量每个输出接脚的输出电压位准。
- ⑦ 相关频率特性 (AC) 测试，也是通过外灌一定频率，从 I/O 口来看输出是否与之匹配。
- ⑧ 为了保证 IC 生产的长期且稳定品质，还会做产品的可靠性测试，这些测试包括 ESD 测试，LATCH UP 测试，温度循环测试，高温贮存测试，湿度贮存测试等。

成测则是产品封装好后的测试，即 PACKAGE 测试。即是所有通过中测的产品封装后的测试，方法主要是机台自动测试，但测试项目仍与 WAFER TEST 相同。PACKAGE TEST 的目的是在确定 IC 在封装过程中是否有任何损坏。

16. 能否利用单片来检测手机电池的充放电时间及充放电时的电压电流变化，并利用一个 I/O 端口使检测结果在电脑上显示出来？

答：目前市场上的各类智能充电器，大部分都采用 MCU 进行充电电流和电压的控制。至于要在电脑上显示，好象并不实用，可能只有在一些专门的电池检测仪器中才会用到；对于一般的手机用户来说，谁会在充电时还需要用一台电脑来做显示呢？要实现单片机与电脑的连接，最简单的方式就是采用串口通讯，但需要加一颗 RS-232 芯片。

17. 在 ARM 编程中又应当如何？

答：就以嵌入式系统观念为例，一般嵌入式处理器可以分为三类：嵌入式微处理器、嵌入式微控制器、嵌入式 DSP(Digital Signal Processor)。

嵌入式微处理器就是和通用计算机的微处理器对应的 CPU。在应用中，一般是将微处理器装配在专门设计的电路板上，在母板上只保留和嵌入式相关的功能即可，这样可以满足嵌入式系统体积小和功耗低的要求。目前的嵌入式处理器主要包括：PowerPC、Motorola 68000、ARM 系列等等。

嵌入式微控制器又称为单片机，它将 CPU、存储器(少量的 RAM、ROM 或两者都有)和其它接口 I/O 封装在同一片集成电路里。常见的有 HOLTEK MCU

系列、Microchip MCU 系列及 8051 等。

嵌入式 DSP 专门用来处理对离散时间信号进行极快的处理计算，提高编译效率和执行速度。在数字滤波、FFT(Fast Fourier Transform)、频谱分析、图像处理的分析等领域，DSP 正在大量进入嵌入式市场。

18. MCU 在射频控制时，MCU 的时钟（晶振）、数据线会辐射基频或基频的倍频，被低噪放 LNA 放大后进入混频，出现带内的 Spur，无法滤除。除了用 layout、选择低辐射 MCU 的方法可以减少一些以外，还有什么别的方法？

答：在设计高频电路用电路板有许多注意事项，尤其是 GHz 等级的高频电路，更需要注意各电子组件 pad 与印刷 pattern 的长度对电路特性所造成的影响。最近几年高频电路与数位电路共享相同电路板，构成所谓的混载电路系统似乎有增加的趋势，类似如此的设计经常会造成数位电路动作时，高频电路却发生动作不稳定等现象，其中原因之一是数位电路产生的噪讯，影响高频电路正常动作所致。为了避免上述问题除了设法分割两电路 block 之外，设计电路板之前充分检讨设计构想，才是根本应有的手法，基本上设计高频电路用电路板必需掌握下列三大原则：

- ① 高质感。
- ② 不可取巧。
- ③ 不可仓促抢时间。

以下是设计高频电路板的一些建议：

- ① 印刷 pattern 的长度会影响电路特性。尤其是传输速度为 GHz 高速数位电路的传输线路，通常会使用 strip line，同时藉由调整配线长度补正传输延迟时间，其实这也意味着电子组件的设置位置对电路特性具有绝对性的影响。
- ② Ground 作大 better。铜箔面整体设置 ground 层，而连接 via 的 better ground 则是高频电路板与高速数位电路板共同的特征，此外高频电路板最忌讳使用幅宽细窄的印刷 pattern 描绘 ground。
- ③ 电子组件的 ground 端子，以最短的长度与电路板的 ground 连接。具体方法是在电子组件的 ground 端子 pad 附近设置 via，使电子组件能以最短的长度与电路板的 ground 连接。
- ④ 信号线作短配线设计。不可任意加大配线长度，尽量缩短配线长度。
- ⑤ 减少电路之间的结合。尤其是 filter 与 amplifier 输出之间作电路分割非常重要，它相当于 audio 电路的 cross talk 对策。
- ⑥ MCU 回路 Layout 考量：震荡电路仅可能接近 IC 震荡脚位；震荡电路与 VDD & VSS 保持足够的距离；震荡频率大于 1MHz 时不需加 osc1 & osc2 电容；电源与地间要最短位置并尽量拉等宽与等距的线，于节点位置加上 104/103/102 等陶瓷电容。

19. Intel 系列的 96 单片机 80c196KB 开发系统时，都有那些注意事项？

答：一个即时系统的软体由即时操作系统加上应用程序构成。应用程序与作业系统的接口通过系统调用来实现。用 80C196KB 作业系统的 MCU，只能用内部 RAM 作为 TCB 和所有系统记忆体（含各种控制表）以及各个任务的工作和资料单元。因此一定要注意以下几点：（1）对各个任务分配各自的堆迭区，该堆迭区

既作为任务的工作单元，也作为任务控制块的保护单元。(2) 系统的任务控制块只存放各任务的堆迭指标，而任务的状态均存放于任务堆栈中。在一个任务退出运行时，通过中断把它的状态进栈，然后把它的堆迭指标保存于系统的 TCB 中；再根据优先取出优先顺序最高的已就绪任务的堆迭指标 SP 映象值送入 SP 中；最后执行中断返回指令转去执行新任务。(3) 各任务的资料和工作单元尽量用堆迭实现，这样可以允许各任务使用同一个子程序。使用堆迭实现参数传递并作为工作单元，而不使用绝对地址的 RAM，可实现可重入子程序。该子程序既可为各个任务所调用，也可实现递回调用。

20. 在 demo 板上采样电压时，不稳定，采样结果有波动，如何消除？

答：①一般来说，仿真器都是工作在一个稳压的环境(通常为 5V)。如果用仿真器的 A/D 时，要注意其 A/D 参考电压是由仿真器内部给出，还是需要外部提供。

②A/D 转换需要一个连续的时钟周期，所以在仿真时不能用单步调试的方法，否则会造成 A/D 采样值不准。

③至于 A/D 采样不稳定，可以在 A/D 输入口加一电容，起到滤波作用；在软件处理时采用中值滤波的方法。

21. 在车载 DVD 系统中，如何设计电子防震系统？

答：在车载 DVD 系统，最好选择高档 DVD 机，因为高档 DVD 机都采用电子防震系统(ADVANCEDESP)，当记忆缓冲区内的读数降低，先进的电子防震设计会以双速读数系统，做出比正常速度快两倍的读数速率，以减低噪声，即使连续震荡仍可避免跳线情况出现，现在就说说什么叫电子防震。简单地说：电子防震就是一个信号的储存--释放过程，首先 CD 要先把信号进行提前读取，也就是我们见到机子的加速，再把信号储存在 RAM 中，而我们在开防震的时候所听到的就是经过 RAM 的声音，这样就是它的过程。当没有防震时是由于信号是 1 比 1 读取的，所以当受到冲击后，就会出现跳音。而当开了防震时，机子受到冲击后，由 RAM 释放出来的声音使音乐不停地播放，而与此同时，光头迅速进行复位检索，当检索到信号后立即补充，所以不会出现跳音。大概的情况就是这样。但是这样还没有满足用家的要求，由于这种方法带来的时间短，通常只有 3 秒，所以跳音的机会还是蛮高，如果增大 RAM 又带来造价的增高因为 RAM 这东西价格较贵，尤其是质量好的。

22. 在电子防震技术中，有那些 IC 或器件可供选择？

答：在电子防震技术中，最重要的技术之一要数是 RAM 技术，而一直以来都是因为它的成本问题，所以防震时间都一直不能增加，也就是说 RAM 本身就有限制，RAM 的容量越大，造价就越高。而许多厂家就如何在 RAM 的限制里得到最大限度的记忆时间展开了开发研究。

23. 如何进行编程可以减少程序的 bug？

答：在此提供一些建议，因系统中实际运行的参数都是有范围的。系统运行中要考虑的超范围管理参数有：

物理参数。这些参数主要是系统的输入参数，它包括激励参数、采集处理中的运行参数和处理结束的结果参数。合理设定这些边界，将超出边界的参数都视为非正常激励或非正常回应进行出错处理。

资源参数。这些参数主要是系统中的电路、器件、功能单元的资源，如记忆体容量、存储单元长度、堆迭深度。在程序设计中，对资源参数不允许超范围使用。

应用参数。这些应用参数常表现为一些单片机、功能单元的应用条件。如 E2PROM 的擦写次数与资料存储时间等应用参数界限。

过程参数。指系统运行中的有序变化的参数。

在上述参数群对一程序编写者而言，须养成良好习惯，在程序的开头，有顺序的用自己喜欢文字参数对应列表来替代，然后用自己定义的文字参数来编写程序，这样在做程序的修改及维护时只在程序的开头做变动即可，不用修改到程序段，才比较容易且不会出错。

24. 有人认为单片机将被 ARM 等系列结构的嵌入式系统所取代。单片机的生命期还有多长？

答：因为 8 位单片机与嵌入式系统的 ARM 在功能结构和单价的差异，故应用层次上就有很大的不同。ARM 适用于系统复杂度较大的高级产品，如 PDA、手机等应用。而 8 位单片机因架构简单，硬件资源相对较少，适用于一般的工业控制，消费性家电……等等。评估单片机近期是否会给 ARM 取代，要观察两个因素：

- 芯片成本

因 ARM 的工作频率较高，电路较庞大，所需的芯片制造工艺要求在 0.25U 以上，成本较高。8 位单片机工作频率相对较低，电路较小，所需的芯片制造工艺在 0.5U 即可，成本较低。

- 功能定位

ARM 的功能较单片机强，但两者定位不同。就如现阶段不会有人用 ARM 去作一个简单的工业定时开关。当然，如果两者单价相同也无不可，但现实是有很大的单价差距。

至于将来，因芯片制造成本会不断下降，上述的成本差异影响愈来愈少！但我估计在往后 5 年单片机仍有价格优势，仍能存活！但 ARM 是否会精简架构，降低成本，抢夺低阶市场？我想可能性不大，ARM 应该会向上发展。同样，单片机也只能向上发展，如 16 位，高功能……等。原因就是芯片制造工艺进步太快。压迫芯片设计往高集成发展。

25. 在单片机 C 编成时，如何才能使生成的代码具有和汇编一样的效率？

答：如果是使用 C 语言编程时，不太可能生成的代码具有 1:1 和汇编一样的效率。

C 语言命令要被硬件识别并执行，必须通过编译器编译。编译器分为前端、中端、后端。前端与各种计算机语言写的程序打交道，后端与处理器的基本指令集接轨。所以如果使用 C 编程时，要达到最高的效率，最好能够很了解所使用的 C 编译器。先试验一下每条 C 语言编译以后对应的汇编语言的语句行数，这样就可以很明确的知道效率。在今后编程的时候，使用编译效率最高的语句，这样就能确保单片机 C 编程的时候同样的功能不同的 C 程序，编译效率最高。但是各家的 C 编译器都会有一定的差异，优秀的嵌入式系统 C 编译器代码长度和执行时间仅比以汇编语言编写的同样功能程度长 5-20%，所以不同厂家的 C 编译器的编译效率也会有所不同。

26. ARM 单片机和哪种内核的单片机比较接近？

答：严格的说，ARM 不是单片机，是一个嵌入式的实时操作系统。ARM(Advanced RISC Machines) 是微处理器行业的一家知名企业，设计了大量高性能、廉价、耗能低的 RISC 处理器、相关技术及软件。ARM 将其技术授权给世界上许多著名的半导体、软件和 OEM 厂商，每个厂商得到的都是一套独一无二的 ARM 相关技术及服务。所以市场上像 Intel、IBM、LG 半导体、NEC、SONY、飞利浦和国半这样的大公司都有 ARM 系列，现在不存在什么 ARM 单片机和哪种内核的单片机比较接近的问题。而且由于厂家购买内核后会根据自己芯片应用方向的不同，自行添加不同的外挂功能模块，所以，同样内核的芯片其提供的功能是不同的。

27. 从 51 转到 ARM 会有困难吗？

答：从 51 转到 ARM，其实编程之类的原理都是一样的，但是要注意的是 ARM 是一个 RISC 的架构，在 ARM 的应用开放源代码的程序很多，要想提高自己，就要多看别人的程序，linux，uc/os-II 等等这些都是很好的源码。

28. 我学过 MCS51 单片机教材，很有兴趣，但缺乏实践经验，手头没有任何道具可供演练，资金又有限，请问该怎么办？

答：在没有任何条件进行实践时，如果真的有兴趣，可以下载一些具有软件仿真功能仿真软件进行一些编程，像一些做得比较好的 51 仿真软件应该具有这种功能。HOLTEK 的仿真软件 HT-IDE3000 也具有相应的功能，同时它还具有 LCD 软件仿真，周边电路的软件仿真。有兴趣的话，也可以去免费下载使用，<http://www.holtek.com.cn/tech/tool/ide.htm>。同时可以到一些电子市场去购买一些简单器件自己练习搭一下电路以加强硬件方面的知识。

29. 如果已经有了针对某 MCU 的 C 实现的某个算法，保持框架不变，对核心的部分用汇编优化，有没有一些比较通用的原则？

答：每个人的编程都有自己的风格与习惯，如果要利用别人的程序，在其中修修改改，如果他的程序并没有很好的模块化的话，建议最好不要这么做，否则本来预期达到事半功倍，说不定反而事半功倍了。要参考他人的程序当然可以，但是首要是要看懂并理解他人程序的算法精髓，而不是在他的基础上打补丁。而关于算法方面的优化，可以购买一些数据结构的书籍，上面有比较详细的说明。

30. 如果准备估计一个算法的 MIPS，有什么好的途径？

答：算法的运行时间是指一个算法在计算机上运算所花费的时间。它大致等于计算机执行简单操作（如赋值操作，比较操作等）所需要的时间与算法中进行简单操作次数的乘积。通常把算法中包含简单操作次数的多少叫做算法的时间复杂性。它是一个算法运行时间的相对量度，一般用数量级的形式给出。度量一个程序的执行时间通常有两种方法：

一种是事后统计的方法。因为很多计算机内部都有计时功能，不同算法的程序可通过一组或若干组相同的统计数据以分辨优劣。但这种方法有两个缺陷：一是必须先运行依据算法编制的程序；二是所得时间的统计量依赖于计算机的硬件、软件等环境因素，有时容易掩盖算法本身的优劣。因此人们常常采用另一种

事前分析估算的方法。

一种是事前分析估算的方法。一个程序在计算机上运行时所消耗的时间取决于下列因素：

- ① 依据的算法选用何种策略；
- ② 问题的规模。例如求 100 以内还是 1000 以内的素数；
- ③ 书写程序的语言。对于同一个算法，实现语言的级别越高，执行效率就越低；
- ④ 编译程序所产生的机器代码的质量。这个跟编译器有关；
- ⑤ 机器执行指令的速度。

显然，同一个算法用不同的语言实现，或者用不同的编译程序进行编译，或者在不同的计算机上运行时，效率均不相同。这表明使用绝对的时间单位衡量算法的效率是不合适的。撇开这些与计算机硬件、软件有关的因素，可以认为一个特定算法“运行工作量”的大小，只依赖于问题的规模（通常用整数量 n 表示），或者说，它是问题规模的函数。

一个算法是由控制结构（顺序、分支和循环三种）和原操作（指固有数据类型的操作）构成的，则算法时间取决于两者的综合效果。为了便于比较同一问题的不同算法，通常的做法是，从算法中选取一种对于所研究的问题（或算法类型）来说是基本运算的原操作，以该基本操作重复执行的次数作为算法的时间度量。

算法的 MIPS 有专门的一门学问，可以去好好参考相关的数据结构书籍。

31. 遥控的编解码思路和设计流程是怎样的？

答：一般来说完整的遥控码分为头码、地址码、数据码和校验码四个组成部分。头码根据不同的厂家各不相同，地址码和数据码都由逻辑“1”和逻辑“0”组成。编码的设计目的，就是按照编码规则发送不同的码值。我们最常见的码型有 SONY、松下、NEC 等厂家型号。遥控编码芯片最常用的是在空调、DVD、车库门等遥控器上。

设计编码程序可以分为三个部分。

第一部分是了解码型的特性。遥控码的头码和地址码（也称为客户码）是固定不变的，数据码和校验码根据不同的键值而改变。

第二部分是计算发码时间。遥控码大部分都是由逻辑“1”和逻辑“0”组成，也就是由一串固定占空比、固定周期的方波所组成。通常这些方波的周期是毫秒甚至微秒等级，需要在时间上计算的比较精确。所以选择发码单片机型号的时候，就要考虑到单片机的运行速度是不是够快，以及程序运行时间够不够。

第三部分就是程序的编写。选定单片机型号之后，开始设计程序流程。一般来说我们使用 I/O 口就可以做发码的输出端口。发码程序一般由几个子程序组成，头码子程序、逻辑 1 子程序，逻辑 0 子程序以及校验码的算法子程序。一旦我们得到要发送码的命令后，首先调用头码子程序，然后根据客户码和键值调用逻辑 1 子程序或者逻辑 0 子程序，最后调用校验码算法子程序输出校验码。

HOLTEK 公司的 HT48CA0/HT48RA0、HT48CA3/HT48RA3 和 HT48CA6 是专为遥控器设计的单片机，它们具有专门红外输出口，可以实现绝大部分发码的要求。

设计解码程序也可以分为三部分。

第一部分了解编码波形特性。从分析编码的高、低脉冲宽度入手，了解逻辑“1”和逻辑“0”的波形占空比、周期。了解头码的特性。

第二部分确定接收方式。一般我们可以用 I/O 口查询方法或者 INT 口中断响应方法来接收编码。这两者的区别是 I/O 口查询方式比较耗费单片机的运行时间资源，需要不断的去侦测 I/O 的电平变化，以免漏掉有效的码值；而 INT 口中断接收方式则比较节省资源，当外部有电平变化时，单片机才需要去处理，不需要时刻进行侦测。但是 INT 口中断接收方式不能辨别相同周期不同占空比的波形特性，当编码所携带的逻辑“1”和逻辑“0”具有这种特性时，就无法通过 INT 口中断接收方式来辨别了，因为 INT 中断只是在上升沿或者下降沿的时候才触发。第三部分将接收的码值存储并分析执行。根据判断高低电平的宽度（定时器或者延时），可以得到码值，也就是我们所说的解码。一般我们连续收到 3 个相同的完整码值，就确认此码的确被发出，并接收成功。当解码结束，根据码值我们可以判断出是哪个按键被按下，由此去执行相对的按键功能。

HOLTEK 公司的 HT48 以及 HT49(带 LCD)系列单片机，都可以符合大多数解码的任务。

32. 在学习单片机的过程中，如何理解预分频，12 时钟模式（6 时钟模型）等概念？

答：预分频器的英文是 **prescaler**。它就是将输入的频率信号分频，然后再输出。HOLTEK 公司有一款最基本的 8 位 I/O 型单片机 HT48R05A-1，我们就以这款单片机为例说明。HT48R05A-1 有一个 8 位向上计数的定时器 Counter。系统时钟 Fsys（4MHz）进入八阶预分频器（8-stage Prescaler）进行分频，再进入定时计数器 Counter 计数。根据软件设置，预分频器可以将 Fsys 进行 2 的 n 次方分频（n=1~8）。举例来说，如果软件设置为预分频器 2 分频，那么预分频器输出的频率就是 $F_{sys}/2=2\text{MHz}$ ，这个 2MHz 信号再进入定时计数器 Counter。

如果需要 HT48R05A-1 或者其它各类 HOLTEK 单片机的详细资料，可以在如下地址下载：http://www.holtek.com.cn/referanc/htk_book.htm

12 时钟模式（6 时钟模型）应该就是在 MCS51 系列中，12 个系统时钟为一个机器周期，2 个系统时钟为一个状态，即一个机器周期有 6 个状态。

33. A/D、D/A 的采样速率与其它单片机相比有什么优势？

答：HOLTEK A/D Type MCU 内嵌逐位逼近的 A/D 转换电路，精度有 8bit/9bit/10bit，A/D 转换时间最快为 76us。

至于 D/A，一般是指 PWM 输出，HOLTEK A/D Type MCU 都带有 8bit 的 PWM 输出，但 HOLTEK PWM 的特点是其输出频率由系统频率决定（既系统频率选定后，PWM 频率也就定了），其占空比通过对[PWM]寄存器赋值进行控制，不需要占用定时/计数器资源。

34. 采用 AT89S51 时，出现了按了复位按钮，RAM 中的数据被修改了。这是怎么回事？注：数据放在特殊寄存器之外。

答：如果是 RESET 脚的复位按钮：一般 MCU 的 RESET 复位，其特殊寄存器会被重新初始化，而通用寄存器的值保持不变。

如果复位按钮是电源复位：那就是 MCU 的上电复位，其特殊寄存器会被初始化，而通用寄存器的值是随机数。

35. 将 P2.7 用来驱动一个 NPN 三极管，中间串接了一个 1K 的电阻。问题

是：当我尝试向 P2.7 写'1'时，发现管脚只能输出大约 0.5V 的一个电平。

这个电路的使用得妥当么？如何正确的使用 IO 功能？

答：是在仿真时遇到的问题，还是烧录芯片后遇到的问题？

可以先将 P2.7 的外部电路断开，测量输出电压是否正常。如果断开后输出电压正常，那就说明 P2.7 的驱动能力不够，不能驱动 NPN 三极管，应该改用 PNP 三极管(一般在 MCU 应用中，都采用 PNP 方式驱动)。如果断开后输出电压还不正常，那有可能是仿真器(或芯片)已经损坏。

36. 在做充电管理的时候，提高 pwm 的频率往往以牺牲精度为代价，如果用的 AT90S4433(avr)、78P458(elan)频率分别做到 16kHz(8bit)和 32kHz(8bit)，而希望做到的是 100kHz(8bit 以上)，诸如 atiny15 那样。怎么办？

答：你所说的 PWM 是通过定时/计数器来控制其频率和占空比的，所以要提高频率，必然会降低精度。如果要提高 PWM 的频率，只能通过提高系统振荡频率来解决。

37. 汽车电子用的单片机是 8 位多，还是 32 位？如何看待单片机在汽车电子市场中的前景？

答：现今汽车制造也是一个进步很快的工业，特别是电子应用于汽车上，令多种新功能得以实现。

总的来说，汽车电子应用分三部份。

- 汽车发动机控制：限速控制，涡轮增压，燃料喷注控制……

- 汽车舒适装置：遥控防盗系统，自动空调系统，影音播放系统，卫星导航系统……。

- 汽车操控和制动：刹车防抱死系统(ABS)，循迹系统(TCS)，防滑系统(ASR)，电子稳定系统(ESP)……

汽车上的各系统繁多，且日新月异，故利用何种单片机是依各系统规格，要求不一，但有一样可肯定是该单片机要符工业规格，才能忍受汽车应用的恶劣环境，高温，电源干扰，可靠度要求。不同档次的汽车其功能配置相对亦有差别，故 8 位单片机在较低阶的系统如机械控制，遥控防盗等应该还有空间，但高阶的系统如影音，导航……将来的无人驾驶！，就非一般单片机能实现。

因汽车工业现阶段由欧美日数个大集团所把持，相关的汽车电子配件各集团会挑选单片机大厂合作，故汽车内置的电子系统亦由单片机大厂把持，市场只剩外置系统如遥控防盗，影音导航供小厂开发。

38. 在使用三星的 s3c72n4 时，觉得它的 time/counter 不够用。现在要同时用到 3 个 counter，该怎么办？

答：您是需要三个外部 counter 还是需要三个定时器？如果是三个定时器标志的话，可以取这三个定时最基本的时基作为 timer 的基础计数，然后以这个时基来计算这三个需要的计数标志的 flag，在程序中只需要查询 flag 是否到，再采取行动。

如果要 3 个外部脉冲计数的话，这个有一定的难度，如果外部脉冲不是很频繁，可以考虑通过外部中断进行，但是这个方法必须是外部脉冲的频率与 mcu 执行速度有一定的数量级差，否则 mcu 可能无法处理其它程序，一直在处理外部中断。

39. 在芯片集成技术日益进步的今天，单片机的集成技术发展也很迅速，在传统的 40 引脚的基础上，飞利浦公司推出 20 引脚的单片机系列，使很多的引脚可以复用，这种复用技术的使用在实际应用中会不会影响其功能的执行？

答：现在有很多品牌的单片机都有引脚复用功能，不止飞利浦一家，应该说这个方式前几年就已经有了。在实际应用中不会影响其功能的执行，但是要注意的是，有的 MCU 如果采用复用引脚的话，该引脚会有一些应用上的限制，这在相应的 datasheet 里面都会有描述，所以在系统规划的时候都要予以注意。

40. Delta-Sigma 软件测量方式，是什么概念？

答：Delta-Sigma 原理一般应用在 ADC 应用中。具体来说，Delta-Sigma ADC 的工作原理是由差动器、积分器和比较器构成调制器，它们一起构成一个反馈环路。调制器以大大高于模拟输入信号带宽的速率运行，以便提供过采样。模拟输入与反馈信号（误差信号）进行差动 (delta) 比较。该比较产生的差动输出馈送到积分器(sigma)中。然后将积分器的输出馈送到比较器中。比较器的输出同时将反馈信号（误差信号）传送到差动器，而自身被馈送到数字滤波器中。这种反馈环路的目的是使反馈信号（误差信号）趋于零。比较器输出的结果就是 1/0 流。该流如果 1 密度较高，则意味着模拟输入电压较高；反之，0 密度较高，则意味着模拟输入电压较低。接着将 1/0 流馈送到数字滤波器中，该滤波器通过过采样与抽样，将 1/0 流从高速率、低精度位流转换成低速率、高精度数字输出。

简而言之，Delta 就是差动，Sigma 就是积分的意思。Delta-Sigma 软件测试，我的理解应该是通过软件模拟差动积分的过程。具体来说，就是侦测外部输入的电压（或者电流）信号变化，然后通过软件积分运算，得出外部信号随时间变化的基本状况。

41. 通常采用什么方法来测试单片机系统的可靠性？

答：单片机系统可以分为软件和硬件两个方面，我们要保证单片机系统可靠性就必须从这两方面入手。

首先在设计单片机系统时，就应该充分考虑到外部的各种各样可能干扰，尽量利用单片机提供的一切手段去割断或者解决不良外部干扰造成的影响。我们以 HOLTEK 最基本的 I/O 单片机 HT48R05A-1 为例，它内部提供了看门狗定时器 WDT 防止单片机内部程序乱跑出错；提供了低电压复位系统 LVR，当电压低于某个允许值时，单片机会自动 RESET 防止芯片被锁死；HOLTEK 也提供了最佳的外围电路连接方案，最大可能的避免外部干扰对芯片的影响。

当一个单片机系统设计完成，对于不同的单片机系统产品会有不同的测试项目和方法，但是有一些是必须测试的：

- ① 测试单片机软件功能的完善性。这是针对所有单片机系统功能的测试，测试软件是否写的正确完整。
- ② 上电掉电测试。在使用中用户必然会遇到上电和掉电的情况，可以进行多次开关电源，测试单片机系统的可靠性。
- ③ 老化测试。测试长时间工作情况下，单片机系统的可靠性。必要的话可以放置在高温，高压以及强电磁干扰的环境下测试。
- ④ ESD 和 EFT 等测试。可以使用各种干扰模拟器来测试单片机系统的

可靠性。例如使用静电模拟器测试单片机系统的抗静电 ESD 能力；使用突波杂讯模拟器进行快速脉冲抗干扰 EFT 测试等等。

当然如果没有此类条件，可以模拟人为使用中，可能发生的破坏情况。例如用人体或者衣服织物故意摩擦单片机系统的接触端口，由此测试抗静电的能力。用大功率电钻靠近单片机系统工作，由此测试抗电磁干扰能力等。

42. 在开发单片机的系统时，具体有那些是衡量系统的稳定性的标准？

答：从工业的角度来看，衡量系统稳定性的标准有很多，也针对不同的产品标准不同。下面我们大概介绍单片机系统最常用的标准。

① 电试验 (ESD)

参考标准： IEC 61000-4-2

本试验目的为测试试件承受直接来自操作者及相对对象所产生之静电放电效应的程度。

② 空间辐射耐受试验 (RS)

参考标准： IEC 61000-4-3

本试验为验证试件对射频产生器透过空间散射之噪声耐受程度。

测试频率： 80 MHz~1000 MHz

③ 快速脉冲抗扰测试(EFT/B)

参考标准： IEC 61000-4-4

本试验目的为验证试件之电源线，信号线(控制线)遭受重复出现之快速瞬时从讯时之耐受程度。

④ 雷击试验(Surge)

参考标准： IEC 61000-4-5

本试验为针对试件在操作状态下，承受对于开关或雷击瞬时之过电压/电流产生突波之耐受程度。

⑤ 传导抗扰耐受性(CS)

参考标准： IEC 61000-4-6

本试验为验证试件对射频产生器透过电源线传导之噪声耐受程度。

测试频率范围： 150 kHz~80 MHz

⑥ Impulse

脉冲经由耦合注入电源线或控制线所作的杂抗扰性试验。

43. 在设计软体时，大多单片机都设有看门狗，需要在软体适当的位置去喂狗，以防止软体复位和软体进入死循环，如何适当的喂狗，即如何精确判定软体的运行时间？

答：大多数单片机都有看门狗定时器功能 (WDT, Watch Dog Timer) 以避免程序跑错。HOLTEK 有一款基本 I/O 型单片机--HT48R05A-1，我们就以它为例做个说明吧。

首先了解一下 WDT 的基本结构，它其实是一个定时器，所谓的喂狗是指将此定时器清零。喂狗分为软件和硬件两种方法。软件喂狗就是用指令来清除 WDT，即 CLR WDT；硬件喂狗就是硬件复位 RESET。当定时器溢出时，会造成 WDT 复位，也就是我们常说的看门狗起作用了。在程序正常执行时，我们并不希望 WDT 复位，所以要在看门狗溢出之前使用软件指令喂狗，也就是要计算 WDT 相隔多久时间会溢出一次。HT48R05A-1 的 WDT 溢出时间计算公式是：

$256 * \text{Div} * \text{Tclock}$ 。其中 Div 是指 wdt 预分频数 1~128, Tclock 是指时钟来源周期。如果使用内部 RC 振荡作为 WDT 的时钟来源 (RC 时钟周期为 65us/5V), 最大的 WDT 溢出时间为 2.1 秒。

当我们得到了 WDT 溢出时间 Twdt 后, 一般选择在 Twdt/2 左右的时间进行喂狗, 以保证看门狗不会溢出, 同时喂狗次数不会过多。

软件运行时间是根据不同的运行路线来决定的, 如果可以预见软件运行的路线, 那么可以根据 $T = n * T1$ 来计算软件的运行时间。n 是指运行的机器周期数, T1 是指机器周期。HOLTEK 单片机是 RISC 结构, 大部分指令由一个机器周期组成, 只需要知道软件运行了多少条指令, 就可以算出运行时间了。HOLTEK 的编译软件 HT-IDE3000 中, 就有计算运行时间的工具。但是对于 CISC 结构的单片机, 一条指令可以由若干个机器周期组成, 那么就需要根据具体执行的指令来计算了。

44. 我们是一家开发数控系统的专业厂, 利用各种单片机和 CPU 开发了很多产品, 在软件开发上也采用了很多通用的抗干扰技术, 如: 软件陷阱、指令允余、看门狗和数字滤波等等, 但实际运用中还是很不可靠, 如: 经常莫名其妙地死机、程序跳段、I/O 数据错误等, 并且故障的重复性很不确定, 也不是周期性地重复。往往用户使用中出现故障, 但又无法重现, 很让人头痛。

反复检查硬件也没查出原因, 所以对软件的可靠性很是怀疑。怎么办?

答: 防止干扰最有效的方法是去除干扰源、隔断干扰路径, 但往往很难做到, 所以只能看单片机抗干扰能力够不够强了。单片机干扰最常见的现象就是复位; 至于程序跑飞, 其实也可以用软件陷阱和看门狗将程序拉回到复位状态; 所以单片机软件抗干扰最重要的是处理好复位状态。

一般单片机都会有一些标志寄存器, 可以用来判断复位原因; 另外也可以自己在 RAM 中埋一些标志。在每次程序复位时, 通过判断这些标志, 可以判断出不同的复位原因; 还可以根据不同的标志直接跳到相应的程序。这样可以使程序运行有连续性, 用户在使用时也不会察觉到程序被重新复位过。

可以在定时中断里面设置一些暂存器累加, 然后加到预先设定的值 (一个比较长的时间), SET 标志位, 这些动作都在中断程序里面。而主程序只需要查询标志位就好了, 但是注意标志位使用后, 记得清除, 还有中断里面的时基累加器使用以后也要记得清除。

45. 在单片机的应用方面应注重哪几个方面的学习?

答: 学习的过程基本上可分四个阶段:

第一阶段是先浏览教科书里的硬体部分, 大至了解单片机的硬体结构。如 ROM、RAM、地址、I/O 口等, 以及看一些厂家的 Data Sheet 如 HOLTEK 网站有提供简体版各项 MCU 资料, 来加强 IC 所提供各项资源的印象。

第二阶段就是了解二进位数字、十六进位数和软体方面的内容。尽管有很多高阶语言可用于单片机的编程, 但我觉得初学还是以组合语言为好 (即汇编语言), 更有利于和硬体结合, 掌握硬体结构。知道组合语言、机器语言、指令、程式、根源程式、目的程式等概念后, 就从 MOV 指令开始, 学习组合语言和编程, 在此如 HOLTEK 的 MCU 组合语言系统有 63 条指令, 简单又好理解它们怎样和硬体联系, 更有助于一般学习单片机的指令整合与运用。因此其方法可先了解几条基本的 MOV 指令和它的机器语言, 大致建立起单片机的硬体和软体概念,

来知道单片机的硬体是由指令控制指挥的。

第三阶段按照编程器的使用手册，熟悉使用编程器。现在的编程器一般都和电脑相连，只要具备基本电脑知识的人都可很快掌握操作步骤。如果初学者想要快点熟悉使用单片机的开发系统，HOLTEK 有提供单片机开发系统详细操作资料，可上 HOLTEK 网站(www.holtek.com.cn) 来 Download HT-IDE3000 使用手册。

第四阶段是依靠实验板，学习掌握单片机的组合语言指令系统和简单编程。同时和前面所学硬体知识结合组装，起到主学软体，巩固硬体的双重作用。开始时可用别人编的简单程式在实验板上进行验证、分析，主要是熟悉该学习方法，在应用方面主要针对单片机 I/O 各项介面的使用，如 A/D，D/A，PWM 输出口的应用，LCD 与 VFD 的控制，以及如何规范各项串列输出输入的通讯协定等，对其所控制的各项元器件须先分析驱动能力，如电流电压问题等。

46. 当今世界单片机的应用与发展有什么不同？

答：对于应用与发展是一体两面，是以市场为导向，当有市场需求时，在其应用层面的规划和分析，而引导单片机朝此方面的发展。

47. 在中国，单片机在哪方面有较好的前景？

答：观察之前几年以来各家厂商的销售地区比重，可以发现中国大陆市场比重逐渐提升，台湾与北美市场则逐渐衰退，主要原因在于多项产品制造基地转移至大陆，MCU 在大陆的需求也随之提升。销货至大陆的 MCU 产品，多应用于电话、Caller ID、玩具与 LCD 等产品，预计在未来，销货至大陆的比重仍将持续增加。在中国产品应用领域可分为五大项目，包括电脑周边(高速 Modem、DSC、NB 中的电源管理等)、通讯产业、消费性产品(家电、冷气等)、车用市场(定速器、控制器、防盗器)及工业上的应用。有部份厂家将特别瞄准消费性产品市场跨入，如 Audio 方式将朝多媒、MP3 解决方案前进，另外在 PC 连结应用上，包括无线、网路及标准应用产品，都会有一系列产品推出。另外在电源系统应用方面，在 UPS(不断电系统)、Server Power(伺服器电源)、Charger(充电器)等应用上；以及周边应用领域方面，针对 Game Device、记忆卡、读卡机、及 Pen Drive(随身碟)等应用上。逻辑 IC 包括微处理器(MPU)、微控制器(MCU)、特殊应用 IC(ASIC)、程式逻辑元件(PLD)以及一般的标准应用 IC(ASSP)等，不同的逻辑 IC 有其发展方向，而 MCU 产品则朝向整合型产品发展，希望能在单一的 IC 中加入更多的功能，以降低使用者在系统设计上的困难度与成本。

48. 虽然 16 位也很多，但是真正低端用户还是用 4，8 位。高性能要求的现在可以选用 32 位单片机。而 16 位只能是充当一个过渡的角色。这样认为对吗？

答：基本上可以这样说，微控制器历经 4 位元、8 位元、16 及 32 位元等开发过程，投入厂商众多，亦无所不在地应用于各种生活领域，只要与操作介面有关的范围，都能发现 MCU 的踪迹，MCU 的使用数量，在国外甚至成为评估收入、经济状况的指标之一。由于汽车、家电和消费电子产品的销售稳健，因此将使 2003 年 MCU 市场充满活力。32 位元 MCU 市场之中，成长最快的领域仍属因汽车、可上网手机、PDA、印表机、数位相机、高速 MODEM 和其它应用对其需求较大，市场机构预估 2003 年将成长 30%、2004 年上升 38%。虽然 32 bit 市场成长潜力雄厚，不过目前能以 32 bit 为主力的厂商毕竟少数，而无论是国内外的

IC 供应商，现阶段的产品发展策略重心仍摆在 8 bit 领域的市场之中，而 8 bit 及 32 bit MCU 也成为厂商跨入发展的对象，至于 16 bit MCU 产品虽然速度比 8 bit 快，但由于 16 bit 介于 8 与 32 之中尴尬位置，且 32 bit 价格也逼近 16 bit，因此对于业者对于 16 bit 产品的着墨程度相较之下少了许多。

49. 将原来的 51 系统过渡到 ARM 系统，需要注意哪些事情以及如何入手？

答：51 系统转为 ARM 系统是比较困难的。ARM 提供一系列内核、体系扩展、微处理器和系统芯片方案，并且现在已经发展了好几种内核了，现在主要有以下几种：

ARM7：小型、快速、低能耗、集成式 RISC 内核

ARM7TDMI(Thumb)：它将 ARM7 指令集同 Thumb 扩展结合在一起，减少了内存容量和系统成本；而且还利用嵌入式 ICE 调试技术，简化了系统设计；并且有 DSP 增强扩展改进了性能。

ARM9TDMI：采用 5 阶段管道化 ARM9 内核，同时配备 Thumb 扩展、调试和 Harvard 总线。

如果只是想学习上手的话，建议先做个最小系统板，根据硬件写一个能够启动的小代码包括初始化端口，屏蔽中断，把程序拷贝到 SRAM 中；完成代码的重映射；配置中断句柄，连接到 C 语言入口。其实还是多实践，多点经验，多上上电子网站，吸取他人的开发经验，会对自己的成长有所帮助的。

50. holtek 的编程语句是否就是 C51 或是相关的，能否介绍有关汽车电子设计的资料或网站地址？

答：HOLTEK 的编程语句就汇编指令来说，与 MCS51 是不一样的，但是很多指令比较类似；而 C 语言，每家公司的 C 编译器都会有点差异，但是很多与 TURBO C 相似，所以还是有很大相似性，所以可读性要比汇编语言好得多，但是不同厂家也还是有一定差别，HOLTEK C 语言的介绍请下载 <http://www.holtek.com.cn/referanc/ht-ide3k.pdf>，第十章有详细介绍。而关于汽车电子设计的资料或网站地址您可以到 GOOGLE 上面去搜索一下，应该有比较多的链接地址。

51. 如何理解如下概念：

MTP = Multi-Time Programming (via parallel programmer)

ISP = In-System Programming (via serial interface)

IAP = In-Application Programming ?

答：MTP 即指单片机的程序可重复烧写，其程序记忆体(Program ROM)可分以下几种：

- ① Window with EPROM：提供使用者更改程式的空间，具视窗式陶瓷包装，利用紫外线灯清除资料，可重复烧写，但包装成本非常高，仅适合小量生产或实验使用。
- ② EEPROM：属于可重复写入/清除之元件，此类记忆体使得程式之内容可加以清除或修改，而无需使用开窗之包装，可节省包装之成本，亦方便重复使用，但生产制程较复杂。
- ③ Flash EPROM：当须要清除/写入较大量的非挥发性程式记忆体时，Flash EPROM 比传统式 EEPROM 可提供较好的解决之道，因为 Flash EPROM 较

EEPROM 于清除/写入周期次数及速度上表现更好。利用 Flash ROM 来当作程式记忆体，由于封装上不需要 EPROM 特殊的视窗式陶瓷包装，使用上价格与 OTP(One Time Programming)相差不大，相当合理，又具有多次重复烧写的功能。

ISP (In-System Programming) 在系统可编程，指电路板上的空白器件可以编程写入最终用户代码，而不需要从电路板上取下器件，已经编程的器件也可以用 ISP 方式擦除或再编程。ISP 的实现相对要简单一些，一般需要很少的外部电路辅助实现，通用做法是内部的记忆体可以由上位机的软体通过串口来进行改写。对于单片机来讲可以通过 SPI 或其他的串列介面接收上位机传来的资料并写入记忆体中。所以即使我们将晶片焊接在电路板上，只要留出和上位机介面的这个串口，就可以实现晶片内部记忆体的改写，而无须再取下晶片。

ISP 的优点 ISP 技术的优势是不需要编程器就可以进行单片机的实验和开发，单片机晶片可以直接焊接到电路板上，调试结束即成成品，免去了调试时由于频繁地插入取出晶片对晶片和电路板带来的不便。

IAP (In-Application Programming) 指 MCU 可以在系统中获取新代码并对自己重新编程，即可用程式来改变程式。IAP 的实现相对要复杂一些，在实现 IAP 功能时，单片机内部一定要有两块存储区，一般一块被称为 BOOT 区，另外一块被称为存储区。单片机上电运行在 BOOT 区，如果有外部改写程式的条件满足，则对存储区的程式进行改写操作。如果外部改写程式的条件不满足，程式指标跳到存储区，开始执行放在存储区的程式，这样便实现了 IAP 功能。IAP 技术是从结构上将 Flash 记忆体映射为两个存储体，当运行一个存储体上的用户程式时，可对另一个存储体重新编程，之后将程式从一个存储体转向另一个。

IAP 的优点 IAP 技术是从结构上将 Flash 记忆体映射为两个存储体，当运行一个存储体上的用户程式时，可对另一个存储体重新编程，之后将程式从一个存储体转向另一个。而 IAP 的实现更加灵活，通常可利用单片机的串列口接到电脑的 RS232 口，通过专门设计的固件程式来编程内部记忆体，可以通过现有的 INTERNET 或其他通讯方式很方便地实现远端升级和维护。

52. 目前市场上单片机开发系统产品型号很多。想开发 51 系列单片机，选用什么型号的仿真器和编程器(每次编一片即可)比较好？

答：正如您所说的现在 51 系列单片机的仿真器产品型号很多，关于选用什么型号的仿真器，因为 HOLTEK 的 IC 不是 51 内核，仿真器都是 HOLTEK 自行开发，故并不能给你非常好的建议。而且市面的 51 仿真器，林林总总 1500--10000 价格不等，所以要选择的话可以在网上 google 一下有关仿真器的论坛，看看其他用户的评价，选择一个性价比最好的仿真器。

53. HOLTEK 的 C 语言是否有关于位操作和读定义的寄存器地址的指令，如果有，它们是什么？

答：HOLTEK 的 C 语言与标准 C 类似，不仅有标准 C 的位操作、&(按位与、按位或)、^(按位异或)、~(取反)、<<(左移)和>>(右移)；还有相应的内建函数实现对整型和长整型的带和不带进位 C 的左移和右移。对已定义变量的地址的操作也与标准 C 相同，可通过指针运算符 * 和 & 来实现。

54. 在完成程序编写运行以后看到的结果是存储器中从 R0 到 R7 都被占用，而我根本就没用到几个，这是为什么？

答：要看用的是什么型号的单片机，不同型号的单片机 R0 到 R7 的定义是不同的。如果 R0~R7 是被定义成特殊寄存器的话，那么运行过程中自然会影响到这些寄存器，例如执行运算程序就会影响状态特殊寄存器的值。如果 R0~R7 是被定义成通用寄存器的话，那么可能就是在程序的开头没有初始化，单片机在上电复位时，通用寄存器的值通常是随机的。

55. 请推荐一些比较好的理论及实践教材，以其配套的编译仿真烧录的硬软件？

答：当今单片机市场种类繁多，应用广泛。以HOLTEK公司为例。HOLTEK的单片机是RISC结构的 8 位单片机，它可以广泛应用在家用电器、安全系统、掌上游戏等方面。大概来说可以分成I/O型单片机、LCD型单片机、A/D型单片机、A/D with LCD型单片机等等。这些单片机的中文资料我们都公开在HOLTEK网站 www.Holtek.com.cn。HOLTEK 各类单片机的使用手册下载地址：http://www.holtek.com.cn/referanc/htk_book.htm；HOLTEK单片机软件/硬件应用范例下载地址：<http://www.holtek.com.cn/tech/appnote/appnote.htm>；HOLTEK单片机支持工具下载地址：<http://www.holtek.com.cn/tech/tool/tool.htm>。

56. 将 PWM 做到 100kHz (8bit 以上) 的方法有哪些？最好是支持 c 编译的。

答：要做到 PWM 频率 100kHz(8bit)以上，单片机的频率要求 $100\text{kHz} \times 256 = 25.6\text{MHz}$ 。所以，要实现这种要求的单片机需要满足两个条件：1. 单片机有 PWM 输出；2. 系统频率达到 25.6MHz，或者单片机内部能自己提供 25.6MHz 的频率(ATtiny15 内部就有提供一个 25.6MHz 的频率做为定时/计数器的时钟)。

57. ARM 董事长认为，医疗电子将成为下一个 10 年推动电子产业增长的动力，EMS 预测医疗电子将成为最大的代工市场。蓝牙使医疗产品移动能力增强将会广泛应用，那么随着医疗电子发展，单片机在这一领域应用会变大吗？医疗电子应用的最多是一位单片机？

答：随着 16/32 位嵌入式 RISC 发展，是会扩大医疗电子领域的应用。

一般的电子医疗保健系列产品有如下：笔式电子体温计、婴儿奶嘴式电子体温计、测温音乐奶瓶、妇女电子体温计，电子血压计等系列产品，在医疗电子仪器有酸碱度测定器，比色计等此类产品可用 8 位单片机来完成。

但从研究制造方面来说，针对医疗电子仪器，目前已有厂商制造心电图机、酸碱度测定器、电子测温计等仪器，仪器中心可自制示波器 (oscilloscope)、显微镜等，以及 X 光机、超声诊断仪、电脑断层成像系统、心脏起搏器、监护仪、辅助诊断系统、专家系统等，较大型复制的医疗嵌入式系统电子仪器就须用上 16 位，32 位单片机来完成。

58. 普通商业级单片机的使用温度范围为 0-70 度，在低于 0 度和高于 70 度环境中使用会出现什么问题？商业级芯片和工业及芯片除温度范围不同外，在其他方面还有区别吗？（如抗干扰性能）

答：一般单片机根据工作温度可分为民用级（商业级）、工业级和军用级三种：

民用级的温度范围是 0℃~70℃，工业级是-40℃~85℃，其 HOLTEK 的 MCU 就属于此项等级，军用级是-55℃~125℃。如果是一般普通商业级单片机，在超规格范围使用 IC 时，就有可能部份 IC 无法工作，或工作运作不正常等发生。

至于抗干扰性能，是属于整个产品的 EMS(电磁杂讯耐受性)检测，它是 EMC(电磁相容)中的一项检测，另一项是 EMI(电磁辐射干扰)。各国都有其 EMC 认证标准，例如目前在欧洲 EMC 指令下常用的测试规范下，针对其中法规 EN61000-4-2 是做静电试验 (ESD)，本项试验目的为测试试件承受直接来自操作者及相对物件所产生之静电放电效应的程度，其法规范如下：

Air Discharge

Level 2KV

Level 4KV

Level 8KV

Level 15KV

以上是举个例子，就如抗静电能力，不只跟 IC 性能有关，也跟应用电路及 PCB Layout 有直接关联。

59. 各种各样的输入怎么样与 MCU 进行通讯？

答：首先必须确定此类输入信号是否与 MCU 系统的信号电平兼容，如果不兼容，则需要外接电路或用集成块来完成电平转换。其次就是选择通讯方式，通信的基本方式分为并行通信和串行通信，两者各有其优劣，并行通信速度快，缺点是数据有多少位，就需要多少根传输线。这在位数较多，传输距离又远时就不太适宜；而串行通信与前者相反，传输成本低，但是传送速度较低。最后，为了确保通信的成功，通信双方必须有一系列的约定，即通信协议，它对什么时候开始通信、什么时候结束通信、何时交换信息等问题都必须作出明确的规定。

60. 那种型号的 51 单片机具有两个串口、16KEPROM、512 个字节的 RAM？

答：PHILIPS 半导体的 P87C591 应该能满足此条件，目前生产 51 单片机的半导体厂家有 INTEL、ATMEL、PHILIPS、ANALOG DEVICES、DALLAS 等，可以登陆其网站，查询相应的产品信息。

61. 在嵌入式开发中软件抗干扰有哪些问题？如何解决？

答：关于软件抗干扰问题和策略，如果在实际应用中能很好的遵循这些原则，再配合硬件电路的抗干扰措施，基本上可以消除干扰影响。但有时往往因为程序本身的复杂度和芯片资源的限制，再加上编程人员本身的能力限制，不能做到十分完善。所以我们只能给出一些建议，至于具体的实现，就需要各位在平时的项目实践中不断的摸索和积累经验。以下是之前有关软件抗干扰的问题答复，仅供参考：

防止干扰最有效的方法是去除干扰源、隔断干扰路径，但往往很难做到，所以只能看单片机抗干扰能力够不够强了。单片机干扰最常见的现象就是复位；至于程序跑飞，其实也可以用软件陷阱和看门狗将程序拉回到复位状态；所以单片机软件抗干扰最重要的是处理好复位状态。

一般单片机都会有一些标志寄存器，可以用来判断复位原因；另外也可以自己在 RAM 中埋一些标志。在每次程序复位时，通过判断这些标志，可以判断出不同的复位原因；还可以根据不同的标志直接跳到相应的程序。这样可以使程序

运行有连续性，用户在使用时也不会察觉到程序被重新复位过。

62. 语音识别会不会是单片机下个消费热点？

答：语音识别在多年前即开始应用在低阶玩具上，如遥控车的左右前后控制，教育玩具利用发语音方式，依记忆体大小能容纳的长度经压缩编码采集后储存各字词，日后再发相同语音经单片机处理辨识后，即可作出相应动作。依成本不同，影响相关的 MCU 资源和速度，以及所利用的辨识技术 **algorithm** (运算法则) 的优劣，记忆体大小等，所设计出的产品其辨识率和字词长度亦有很大差异。此低阶市场在现今芯片价格下降应有可为，就看产品创新应用是否吸引人！高阶的语音识别应用是在 PC(个人计算机)上，有 CPU 等级的资源速度和硬盘大小的记忆容量，但此市场和硬件(单片机)无关！

另一个语音识别应用是嵌入式系统，如目前的手机大都配备语音辨识电话簿，其实一般的嵌入式系统如 PDA, DSC, MP3……等都有能力 **builtin** 此功能，就看需占用多少硬件资源和所能作出的效果。产品的功能定位很重要，语音识别是否必需要评估实际使用率！

63. 如何设计实现一个共模范围在 0 — 120V 之间的低成本测量电池组电压的装置？

答：这里所谓高共模输入电压，是指高范围的同相输入电压，下面先说明运放一些概念：

运放有所谓的 **dynamic range** 是指运放(OP)未饱和时，正常动作时的输出、入电压范围。一般而言 **dynamic range** 越大，电源电压的有效利用率越高，例如处理同等级的信号时，就不需刻意提高电源电压也获得省能源效应。尤其是可携式消费性电子产品要求低电压低耗电量的场合，高效率的电源电压始终是备受重视的焦点，尤其是运放的 **ground** 电位，若是设于 **Vcc~VEE** 正负电源电压的中点(亦即动作点)时，就可获得极宽广的 **dynamic range**。有鉴于此设计人员通常会在不减损输出 **dynamic range** 的前提下，使输入 **dynamic range** 大于输出 **dynamic range**。

输入信号的电位为 **VEE**(电源电压)时，有些 OP 它的极性会造成反转，虽然 **Output** 允许因过大输入造成的饱和，不过大部份的情况却不允许极性反转，所以两单电源用在运放输入信号到达 **VEE** 之前输出会反转。需注意的是即使是单电源使用运放，如果超越 **VEE** 下 0.5V 亦即 **VEE-0.5V** 时，输出的极性也可能会反转。

所谓的同相输入电压范围 **VICM**(共模输入电压)是指两个输入端子与 **ground** 之间，可施加的同相电压范围。虽然施加的同相电压超过该范围时，并不会造成元件损坏等问题，不过却会使运放的功能停止。只要差动输入电压作为增幅器时的动作正常基本上是 0 伏特。同相输入电压范围 **VICM** 与正负电源电压相同是属于理想状态。

一般运放会利用差动放大器的 **CMR**(共模信号消除比)来做相同成份的去除时，在有必要将同相范围扩大的情况，可用增益(**Gain**)1/10 的反相放大器 **A2** 之输入 **Vs2** 讯号，另外用加法方式再加入一级也是增益(**Gain**)1/10 反相放大器 **A1** 之输入 **Vs1** 讯号，这样就可以达到同相输入范围扩大之差动放大。

如果要设计共模范围在 0 — 120V 之间，其上述反相放大器 **A1**，可用 **R1=100K**，**Rf=10K**，而反相放大器 **A2**，也是用 **R1=100K**，**Rf=10K**，并且反相

放大器 A1 输出串一 10K 电阻到反相放大器 A2 的负端输入口即可。

64. 在使用单片机控制 LCD 的时候,利用 T1 的溢出中断显示刷新时钟信息,在主程序循环中为了显示浮点数,不断调用了 `sprintf()` 函数,可是时钟信息不在刷新了,把这个函数屏蔽后,就恢复正常,请问调用这个函数会不会影响定时/计数器的中断?

答:这应该与程序有关,一般来说 `sprintf()` 函数,不会影响定时/计数器的中断,因为没看到具体程序,所以猜测原因可能是程序里面对定时器初始化的部分与 `sprintf()` 使用的 `buffer` 有些冲突,造成了定时器初始化的错误。

65. LM4915 是什么 IC?

答:LM4915 是一款音频功率放大器,常用于带单听筒的手机、PDA 和其他的便携式音频装置等低电压的应用场合,在外接极少的元器件情况下,为其提供高质量的功率输出以驱动发声装置。

66. 现在 RISC 架构的单片机应用很广,它的主要特点是什么?优越性在哪里?还有处理器中哈佛结构有什么特点?

答:在 MCU 开发方面,以架构而言,可分为两大主流;RISC(Reduced Instruction Set Computer)与 CISC(Complex Instruction Set Computer),RISC 代表 MCU 的所有指令都是利用一些简单的指令组成的,简单的指令代表 MCU 的线路可以尽量做到最佳化,而提高执行速率,相对的使得一个指令所需的时间减到最短。HOLTEK 的一系列 MCU 便是采用 RISC 结构来设计。

再说 RISC 因为指令集的精简,所以许多工作都必须组合简单的指令,而针对较复杂组合的工作便需要由『编译程式』(compiler)来执行,而 CISC MCU 因为硬体所提供的指令集较多,所以许多工作都能够以一个或是数个指令来代替,compiler 的工作因而减少许多。以一个数值运算程式来说,使用 CISC 指令集的 MCU 运算对于一个积分运算式可能只需要十个机器指令,而 RISC MCU 在执行相同的程式时,却因为 CPU 本身不提供浮点数乘法的指令,所以可能需要执行上百个机器指令(但每一个指令可能只需要 CISC 指令十分之一的时间),而由程式语言转换成机器指令的动作是由程式语言的 Compiler 来执行,所以在 RISC MCU 的 Compiler 便会较复杂。因为同样一个高阶语言 $A=B*C$ 的运算,在 RISC MCU 转换为机器指令可能有多种组合,而每一种组合的『时间/空间』组合都不尽相同。所以 RISC 与 CISC 的取舍之间,似乎也是 MCU 硬体架构与软体(Compiler)的平衡之争,应该没有绝对优势的一方,只能说因应不同的需求而有不同的产品,例如工作单纯的印表机核心 MCU,便适合使用效能稳定,但单位指令效率较佳的 RISC MCU。

对单片机处理方式而言,目前单片机的系统结构有两种类型:一种是将程式和资料记忆体分开使用,即哈佛(Harvard)结构,当前的单片机大都是这种结构。另一种是采用和 PC 机的冯·诺依曼(Von Neumann)类似的原理,对程式和资料记忆体不作逻辑上的区分,即普林斯顿(Princeton)结构。

67. 在很多情况下,以单片机为主控制器的测量系统要长时间保持无故障运行,因此其自诊断就成为关键。请介绍一下有关单片机系统的故障自诊断的一些知识?

答：要保证系统可以长时间故障运行，防止干扰是很重要的。最有效的方法是去除干扰源、隔断干扰路径，但往往很难做到，所以只能看单片机抗干扰能力够不够强了。单片机干扰最常见的现象就是复位；至于程序跑飞，其实也可以用软件陷阱和看门狗将程序拉回到复位状态；所以单片机软件抗干扰最重要的是处理好复位状态。

一般单片机都会有一些标志寄存器，可以用来判断复位原因；另外也可以自己在 RAM 中埋一些标志。在每次程序复位时，通过判断这些标志，可以判断出不同的复位原因；还可以根据不同的标志直接跳到相应的程序。这样可以使程序运行有连续性，用户在使用时也不会察觉到程序被重新复位过。

68. MCU 的功能只有在 ROM 中写入程序代码后才能显现出来。测试 MCU 时都是向 ROM 写入程序后并向输入管脚提供相应的测试矢量的情况进行的，然后对于 OTP 型 MCU，只能一次编程，所以每次对封装后成品测试时，测试一个就废掉一个。据我所知，Holtek 的 MCU 多为 OTP 版本单片机，Holtek 是如何解决这个测试问题？

答：如果是 IC 生产厂商的测试人员，以 HOLTEK 的经验来说测试分两个步骤。一、对裸片的 ROM 烧入 Code 测试，看 IC 是否能正常写入程序。如果测试通过，则使用紫外线擦去裸片的 ROM Code，进行封装。二、使用外部测试电路来测试封装 IC 的逻辑电路。

如果是从厂商处拿到封装片后自行测试销售，那么所能做的就只是通过测量 I/O 口电阻，二极管值等参数，来测量 IC 的逻辑电路。无法测试 ROM code 是否能写入正确，除非是 IC 的原设计者，知道如何对 IC 预留的 Test Rom（如果有预留的话）进行测试。

69. 作为 IC 生产厂商的测试人员，是在整个 Wafer 上进行的，还是将 Wafer 切割成 Die 后对单个 Die 进行？

答：裸片烧 ROM Code 是使用针压机器来烧录，所以必须是整个 Wafer 一起烧，单个 Die 无法排列整齐供烧录。

70. “裸片烧 ROM Code 是使用针压机器来烧录，所以必须是整个 Wafer 一起烧，单个 Die 无法排列整齐供烧录。”这个阶段测试仅用来测试 OTP 本身，还是写入有针对性的程序代码并在输入管脚施加相应测试矢量来测试整个 MCU 的功能是否正确？

答：在芯片还未经分割的 wafer 阶段，在测试时当然要把 DC test， Function test……等完成。如果是 OTP 型式的芯片还需把烧 code 工作也一并解决。切割后就处理困难了！Probe Tester 其实分两部份，Probe(针压)是机械部份，有位置对准和芯片排测功能。可把芯片上各端口引出至后部的 Tester，Tester 基本上是个特别配套的计算机装置，经编写不同的测试程序便可测试不同的芯片。

71. 如何编写一个很好测试程序代码以达到较高的功能测试覆盖度？

答：应在芯片电路最初的设计及仿真阶段，就要规划好测试的方法，由于现今已经有很 power 的芯片设计和测试 pattern 工具，所以很快就能算出 Test pattern coverage(测试覆盖率-电路 logic 的 0/1toggle rate)是否符合要求！至于测试 MCU，应该是执行一些内建测试指令使所有电路都曾经 toggle 过即可，这和指令组合变化

无关。

72. 如果封装对 OTP 产生了影响，导致芯片不能正常工作，而 MCU 的逻辑电路又是测试合格的，如何解决呢？

答：封装后，我们分三个步骤测试 OTP。1、查空，看芯片内部 ROM 是否为空。2、写入一部分所需 Code，验证是否 ok。3、测试逻辑电路，一旦裸片被刮坏的话，静态电流就会变大。一旦这三个步骤测试 OK，那么基本上 OTP 封装片就是合格的。

73. 在此以 PIC16F87X 为例：MCU 处于 sleep 时，用 WDT 定时，如何使其在宽温度范围内工作定时相对一致，误差尽量小呢？

答：一般 MCU 处于 sleep 时，WDT(看门狗)是停止状态，用 WDT 的主要目的，是在程序运行当中，MCU 受到外面杂讯干扰，导致程序运行乱掉或 MCU 当掉，此时就须 WDT(一般 WDT 时钟来源是选用内部 RC 振荡)来自救及做复位动作，而当 MCU 处于 sleep 时，其 MCU 是处于省电模式状态，因主振停止所以程序不运行，此时就 WDT 可以停止动作(此模式 WDT 时钟来源是选用主晶振系统)，如果 MCU 处于 sleep 时，又要 WDT 能继续动作，此时只有一个目的，就是用 WDT 的时间段来做定时工作(因程序停止运行，无法清除 WDT 计数器，故 WDT 计数一定会溢出)，而在这个模式下因主振停止(因要省电)的 WDT 时钟来源只能选用内部 RC 振荡，所以 RC 振荡的频率会受工作温度及电压变动而产生飘移，所以要省电模式下不建议用 WDT 来做定时。

如果要省电模式下做定时工作，有一个很好建议，可采用 HOLTEK MCU 双振荡系列，如 HT49XX, HT47XX, HT48XX, HT46R6X 等系列，其优点在省电模式下，其主振停止而保持第二振荡系统维持振荡，此振荡系统为 RTC(Real Time Clock 32768Hz 振荡系统)，工作电流维持在 2~3uA(工作电压 3V)之间，又因是用 32768 晶振，不受工作温度及电压变动的影晌，可准确做定时工作。

74. 在开发一个需要长时间可靠运行的电子测量设备，有关单片机(DSP)系统的故障自诊断相关问题(包括主控制器，外围器件，如 AD, RAM, ROM 等)如何解决？

答：DSP 是专门用在数字信号处理的晶片，与单片机相比 DSP 器件具有较高的集成度，而且具有更快的 CPU，更大容量的记忆体，计算能力强大，运算速度快，能够满足系统的要求内置有串列传输速率发生器和 FIFO 缓冲器。提供高速，同步串口和标准非同步串口。有的片内集成了 A/D 和采样/保持电路，可提供 PWM 输出。DSP 器件采用改进的哈佛结构，具有独立的程式和资料空间，允许同时存取程式和资料。内置高速的硬体乘法器，增强的多级流水线，使 DSP 器件具有高速的资料运算能力。DSP 的计算能力虽然很强，但其事件管理能力较弱，而且直接支援的 I/O 口很少。为了方便地实现人机交互，采用 DSP 与单片机协同工作的方式：以单片机为主机，通过通讯介面对 DSP 实现控制；同时利用单片机较强的外围设备管理能力实现人机介面，显示等功能。主要工作流程是：弹簧的输入输出信号经过滤波电路进行调理后，由 A/D 转换器转换为数字信号，再进入 DSP 进行运算，得到的诊断结果通过通讯介面电路送入单片机，单片机将结果显示在液晶显示器上，并经过串口送入到其它应用介面。

因为 DSP 电路完成数据采集及数字滤波，软件的设计主要包括 DSP 编程和

单片机编程。DSP 程式的主要任务是初始化，管理 DSP 外围电路和完成，在故障自诊断方面，主控制器部份大都是利用内置的演算法完成故障诊断等任务，单片机程式包括键盘控制程式，液晶驱动显示程式，与 DSP 及其它机器通信的程式。其它部份的故障自诊断，可参考本板开头说明部份来处理等。

75. 在电路上有一个温控开关串联在供电回路，正常情况电阻很小，温度升高后，电阻增加。这时 cpu 的工作电压大概在 3.1v 左右，好象是工作在复位状态，液晶不断闪烁，想在软件中这样判断：如果有连续 5 次上电复位，且每次间隔不超过 100ms，就关闭所有功能。但是这样的话，cpu 会一直工作在复位状态，会不会有问题？

答：也就是说，电压会在 3.1V 左右波动，而 CPU 的最低工作电压是在 3.1V，所以会造成 CPU 一直复位。如果是这种情况，可能会造成 CPU 复位不正常。正常的上电复位是指电源电压从 0V 上升到 VDD；掉电复位是指电源电压从 VDD 跌落到 0V，后又恢复到 VDD 的过程；所以不管怎样，复位过程必须是电压从 0V 上升到 VDD 的过程。如果象所说的那样，电压从 3.1V 以上掉到 3.1V 以下，而又没有完全掉到 0V，然后又上升，这样很容易造成 CPU 复位不完全而无法正常工作。

一般的解决方法是采用低电压复位电路，可以采用三极管复位电路，或采用低电压复位 IC，如 HOLTEK 的 HT70xx 系列就是很好的低电压复位 IC，可以到以下网址查阅到相关的资料：http://www.holtek.com.cn/products/power_4.htm

76. 比如用 400 减 50，在程序语句上如何利用 SUBB 实现呢？

答：MCS-51 单片机的指令系统中的减法指令只有一组带借位的减法指令（SUBB），而没有不带借位的减法指令。若要进行不带借位的减法操作，则需要在减法之前先用指令对进位 C 清零，具体指令：CLR C，然后再相减。在进行多字节减法时首先应进行低字节的不带进位的减法，具体做法是先 CLR C，再用 SUBB，而以后的高字节相减则都需要使用带进位的减法，直接使用 SUBB 指令即可。

77. 单片机系统为了省电，经常要进入掉电（POWER DOWN）状态，此时单片机的 I/O 口的 PIN 应设置为何种状态能获得最低功耗？

答：单片机 I/O 口可用作输入和输出状态。以 HOLTEK 一款最简单的 I/O 单片机 HT48R05A-1 为例，当作为输入时可设置成带上拉电阻的斯密特输入；作为输出时是 CMOS 输出。如果程序进入省电状态（HALT）时，首先，各个有用的 I/O 仍需输出一定值，以保证外部电路工作正常，同时请小心不要让外部电路保持长耗电状态（如长时间导通继电器）；对于暂时不用的 I/O 口，为了节约功耗我们建议将 I/O 置为输出状态，并且输出为低。

78. 怎样才能快速学会使用 51 系列和 cygnal 系列单片机？

答：建议购买一套 ARM 的开发学习板和仿真器（可以在网上查到适合自己的），结合教材在实践中学习 ARM 的基本开发方法。首先可以通过简单的程序编写熟悉 ARM 的指令集、体系结构、运行模式等基本原理，如果有一定的单片机知识基础，相信很快就能对此熟练掌握。接下来，因为 32 位 ARM 的应用大多会使用操作系统，所以此时可根据个人的计算机知识程度选择一个适合自己学习的嵌

入式实时操作系统，多上机实作掌握嵌入式系统设计的基本方法，学习操作系统的应用程序的编程，并进一步掌握包含软硬件的基于 ARM 的系统应用开发。这一步需要具有高级语言的编程及操作系统知识，可能对非计算机专业的人员会有较大的难度，不过事在人为，相信只要有决心，难关总是可以被攻破的。另外，网上也有很多关于 ARM 开发的论坛，可以常上去下载相关的学习资料，请教高手，相互交流，相信会有所帮助。

79. 同样的功能实现，采用 RISC 和 CISC 内核的 MCU，代码量哪个更大，即哪种需要更大的 RAM 以及 ROM？

答：微处理随着微指令的复杂度可分为 RISC 及 CISC 这两类。下面先针对这两项做说明：

一、复杂指令集电脑 CISC(Complex Instruction Set Computer)

CISC 是一种为了便于编程和提高记忆体访问效率的晶片设计体系。早期的电脑使用组合语言编程，由于记忆体速度慢且价格昂贵，使得 CISC 体系得到了用武之地。在 20 世纪 90 年代中期之前，大多数的微处理器都采用 CISC 体系——包括 Intel 的 80x86 和 Motorola 的 68K 系列等。

1. CISC 体系的指令特征

使用微代码。指令集可以直接在微代码记忆体（比主记忆体的速度快很多）里执行，新设计的处理器，只需增加较少的电晶体就可以执行同样的指令集，也可以很快地编写新的指令集程式。

庞大的指令集：可以减少编程所需要的代码行数，减轻程式师的负担。

高阶语言对应的指令集：包括双运算元格式、寄存器到寄存器、寄存器到记忆体以及记忆体到寄存器的指令。

2. CISC 体系的优缺点

优点：能够有效缩短新指令的微代码设计时间，允许设计师实现 CISC 体系机器的向上相容。新的系统可以使用一个包含早期系统的指令超集合，也就可以使用较早电脑上使用的相同软体。另外微程式指令的格式与高阶语言相匹配，因而编译器并不一定要重新编写。

缺点：指令集以及晶片的设计比上一代产品更复杂，不同的指令，需要不同的时钟周期来完成，执行较慢的指令，将影响整台机器的执行效率。

二、精简指令集电脑 RISC(Reduce Instruction Set Computer)

RISC 是为了提高处理器运行的速度而设计的晶片体系。它的关键技术在于流水线操作（Pipelining）：在一个时钟周期里完成多条指令。而超流水线以及超标量技术已普遍在晶片设计中使用。RISC 体系多用于非 x86 阵营高性能微处理器 CPU，像 HOLTEK MCU 系列等。

1. RISC 体系的指令特征

精简指令集：包含了简单、基本的指令，透过这些简单、基本的指令，就可以组合成复杂指令。

同样长度的指令：每条指令的长度都是相同的，可以在一个单独操作里完成。

单机器周期指令：大多数的指令都可以在一个机器周期里完成，并且允许处理器在同一时间内执行一系列的指令。

2. RISC 体系的优缺点

优点：在使用相同的晶片技术和相同运行时钟下，RISC 系统的运行速度将是 CISC 的 2~4 倍。由于 RISC 处理器的指令集是精简的，它的记忆体管理单元、

浮点单元等都能设计在同一块晶片上。RISC 处理器比相对应的 CISC 处理器设计更简单，所需要的时间将变得更短，并可以比 CISC 处理器应用更多先进的技术，开发更快的下一代处理器。

缺点：多指令的操作使得程式开发者必须小心地选用合适的编译器，而且编写的代码量会变得非常大。另外就是 RISC 体系的处理器需要更快记忆体，这通常都集成于处理器内部，就是 L1 Cache（一级缓存）。

综合上面所述，若要再进一步比较 CISC 与 RISC 之差异，我们可以由以下几点来分析：

1. 指令的形成

CISC 因指令复杂，故采微指令码控制单元的设计，而 RISC 的指令 90% 是由硬体直接完成，只有 10% 的指令是由软体以组合的方式完成，因此指令执行时间上 RISC 较短，但 RISC 所需 ROM 空间相对的比较大小，至于 RAM 使用大小应该与程序的应用比较有关系。

2. 定址模式

CISC 的需要较多的定址模式，而 RISC 只有少数的定址模式，因此 CPU 在计算记忆体有效位址时，CISC 占用的汇流排周期较多。

3. 指令的执行

CISC 指令的格式长短不一，执行时的周期次数也不统一，而 RISC 结构刚好相反，故适合采用管线处理架构的设计，进而可以达到平均一周期完成一指令的方向努力。显然的，在设计上 RISC 较 CISC 简单，同时因为 CISC 的执行步骤过多，闲置的单元电路等待时间增长，不利于平行处理的设计，所以就效能而言 RISC 较 CISC 还是站了上风，但 RISC 因指令精简后造成应用程式码变大，需要较大的程式记忆体空间，且存在指令种类较多等等的缺点。

80. 如何设计出具有照像、存储、输出、视频同步。本线路可接监视器，用为监视之用；在不拍照时，图像是时实的，在拍照的时候，在监视器的图像会停在那，显示所照的相片。照下来的照片可存储起来，要查看的时候可以调用。如何才能做到？

答：针对数位相机一些技术层面说明：

数位相机使用 JPEG 或 MPEG-4 影像压缩标准，其负责中枢的专用控制晶片组逐渐走向单晶片化，一般单晶片内含资料压缩与记忆体控制。若从整个系统的控制方式来看，影响数位相机质量的参数包含：镜头，曝光装置，观景窗，瞻前萤幕、影像储存，Gamma 修正，彩色平衡与修正，储存装置与编辑软体等，主要分为两大控制部份：其一是负责 I/O 介面，JPEG 影像处理，资料压缩与储存，其二是负责处理所有自动光学处理功能如自动光圈(Auto Iris，简称 AI)、自动聚焦(Auto Focus，简称 AF)，自动曝光(Auto Exposure，简称 AE)与白平衡(White Balance)控制，过去这两大部份的控制系使用两颗微控制器(MCU)分别处理，目前已渐由单颗 MPU 或 DSP 另加一颗微控制器组成所取代。

经由光电转换元件 CCD(或 CMOS Sensor)将撷取到的物体所反射光的亮度、色彩与分布处理以后转换成数位信号，再将拍得图像存至数位相机的记忆体里。信号传递方式是类比 R. G. B. 信号自 CCD 转换成数位 R. G. B.，整个过程中经信号放大、Gamma 修正与白平衡修正才得以达成；数位 R. G. B. 资料再转换成亮度资料(Y)与两色差(Cr, Cb)。当影像资料进行压缩，压缩比若为 1/4 时图像资料所占的记忆容量就跟着降至 1/4，例如记忆容量 6Mbit 的图像资料

减至 1.5Mbit, Y. Cr. Cb 资料经再次取样重排后一个图框的数位资料记忆容量整个会降至 3Mbit, 其中 Y 占 1.5Mbit, Cr、Cb 两个合占 1.5Mbit, 整个转换过程不会影响垂直与水平的解析度, 称为线的再次取样回复使用。

再论 CCD(Charged Coupled Device)中文译为「电子耦合元件」, 它就像传统相机的底片一样, 是感应光线的装置, 可以将它想像成一颗颗微小的感应粒子, 铺满在光学镜头后方, 当光线与影像从镜头透过、投射到 CCD 表面时, CCD 就会产生电流, 将感应到的内容转换成数位资料储存起来。CCD 画素数目越多、单一画素尺寸越大, 收集到的影像就会越清晰。因此, 尽管 CCD 数目并不是决定影像品质的唯一重点, 我们仍然可以把它当成相机等级的重要判准之一。

播放处理系经由记忆体读出所撷取之数位信号资料, 透过解压缩电路及内插法处理转成 PC 或 TV 需要之信号。曝光控制, 则由 CCD (或 CMOS) 驱动电路里的 Timing Generator 来负责。

81. Holtek 和 AT 系列编程有何不同, 现有 AT 系列程序如何转为 Holtek?

答: 从指令集来看, ATMEL 的 AVR 系列是 8 位 RISC 型的单片机, 共有 118 条指令, 而 HOLTEK 是 63 条指令, 要将 AVR 的汇编程序转为 HOLTEK 的汇编需要熟悉两者的汇编指令将 AVR 的程序转译成 HOLTEK 汇编, 而不能直接在 HOLTEK 芯片上使用, 如果程序是用 C 编写, 则大部分应该是可以直接使用的, 但数据定义以及寄存器的定义可能需要改变; 另外在编程的过程还需要考虑两者硬体结构的差异对指令实现功能的影响, 有时候可能会因为硬体的不同, 需要对项目进行重新的规划。

82. Holtek 和 AT 系列有无 FLASH 可电擦写的型号?

答: 目前 HOLTEK 没有 FLASH 可电擦写的型号, 可以使用 OTP 芯片的 DICE 或者开窗片对 EPROM 进行紫外线擦除, 实现对芯片的多次编程。

83. 在一个由 MCU 的产品中, 开发完成, 批量生产时, 需要测试。然而, 测试员可能不能测试到软件的每一处。在写程序时, 做一个专门的测试流程, 在某种条件满足时 (比如几个键盘的同时按下), 进入测试程序。测试程序中用一些比较短的时间来工作。如何实现?

答: 以 HOLTEK IC 生产厂商的角度来看, 对于一个 MCU 成品, 一旦它的外围器件连接 OK, 它的 MCU 芯片基本逻辑功能运行正常, 此 MCU 成品基本上就是良品了。因为 IC 在出厂前, 都经过了逻辑、烧写测试, 所以发给客户的封装片都是合格的。客户生产时所产生的不良片, 大多数是 I/O 遭到破坏造成的 (例如 ESD 破坏、高电压破坏), 如果 IC 的 I/O 逻辑功能运行正常就说明此 IC 可以运行任何程序, 并不需要测试到软件的每一处才能保证 MCU 成品的良率。因此您的测试方法已经可以保证 IC 的良率了。

84. 有没有很好的办法来解决加密问题但是又不破坏 MCU 的方法?

答: 单片机系统产品的加密和解密技术永远是一个矛盾的统一体, 针对科研成果保护是每一个科研人员最关心的事情, 目的不使自己的辛苦劳动付诸东流。对其单片机加密方法一般有采用软体加密, 硬体加密, 软硬体综合加密, 时间加密, 错误引导加密, 专利保护等措施。有矛就有盾, 有盾就有矛, 有矛、有盾, 才促进矛、盾质量水平的提高。而加密只讲盾的运用, 下面就简单叙述加密的方法:

硬体加密：使他人不能读你的程式。

- ① 高电压或镭射烧断某条引脚，使其读不到内部程式，用高电压会造成一些器件损坏，即把单片机资料汇流排的特定 I/O 永久性地破坏，解密者即使擦除了加密位，也无法读出片内程式的正确代码。此外还有破坏 EA 引脚的方法。
- ② 重要 RAM 资料采用电池对 RAM 进行掉电资料保护。即先将一系列资料写入 RAM 并接上电池，然后将其余的晶片插上。这样，当单晶片微处理器系统运行后，CPU 首先从 RAM 读出资料，这些资料可以是 CPU 执行程式的条件判别依据，也可以是 CPU 将要执行的程式。如果资料正确，整个系统正常运行。反之，系统不能运行。
- ③ 汇流排乱置法。汇流排乱置法通常是将 MCU 和 EPROM 之间的资料线和位址线的顺序乱置。软体加密：其目的是不让人读懂你的程式，不能修改程式，可以在程序重要资料区先用 DES 混码存放，但使用时须配合外面输入 Decode 码(金钥匙)来解编。或者是在无程式的空单元也加上程式机器码，最好要加巧妙一点等。

用真真假假方法加密：①擦除晶片标识。②DIP 封装改成 PLCC、TQFP、SOIC、BGA 等封装。

85. 在开发一个需要长时间可靠工作的控制系统(发电机系统)，如何设计复位电路？

答：单片机复位可分为内部与外部事件复位。外部事件复位包括上电复位、RES 复位和低电压复位。

上电复位和 RES 复位是人为的正常复位，以保证程序计数器被清零且程序从头开始执行。要正常进行这两种复位动作，需要外接正确的 RES 复位电路，一般来说不同的单片机的复位电路稍有不同，单片机厂商都会提供标准的复位电路资料。以 HOLTEK IC 为例，我们提供的复位电路是 RES 脚接 100K 欧姆的电阻至 VDD；RES 脚再接 10K 电阻和 0.1uF 的电容至 VSS。

当电源电压受外部干扰，低于正常工作电压时，会造成程序功能运行不正常，严重的还可能造成单片机死机。此时发电机系统就会造成严重的后果，我们就需要用低电压复位来解决这个问题。通常我们可以用两个方法实现低电压复位：1、外加一个电压检测芯片（例如 7033）加到 RES 脚上，当电源电压低于某个临界值时，电压检测芯片会给出一个低电平到 RES 脚是单片机复位，防止单片机死机。2、有些厂家的单片机内部会有一个低电压检测 LVR 的功能，例如 HOLTEK 单片机。当电源电压低于某一个临界值时，单片机会自动复位避免死机，外部不需要再连接任何检测电压的电路。

除了外部电源不稳定会造成单片机复位，内部 WDT 溢出也会造成复位，即内部事件复位。对于需要长时间稳定工作的系统来说，看门狗是十分必要的，它可以避免程序跑飞造成的错误。

当复位发生时，要保证复位后能与复位前的各个状态无缝的连接起来，就需要用软件来判定复位前程序执行到哪个程序段。以 HOLTEK MCU 为例，除了上电复位之外，通用寄存器复位前后的值不会发生变化。那么就可以设定一些寄存器记录程序当前运行在哪一个程序功能段。一旦发生复位，只需要读出那些寄存器的值就可以跳转到复位之前运行的程序功能段运行。另外 HOLTEK MCU 内部有两个特殊标志位 PD 和 TO，可以根据此两位的值来判定具体是什么原因造成

的复位。

86. 从芯片封装及设计过程中增强芯片自身干扰能力的角度分析, 有哪些好的抗干扰措施? 封装过程中是否可以加屏蔽的技术, layout 时可否采取措施? 设计方面需要注意哪些问题?

答: 一般在 IC 内部的抗干扰的处理方法, 各家有各家的看家本领, 例如在静电放电防护电路(ESD protection circuits)是积体电路上专门用来做静电放电防护之用, 此静电放电防护电路提供了 ESD 电流路径, 以免 ESD 放电时电流流入 IC 内部电路而造成损伤。因 ESD 来自外界, 所以 ESD 防护电路都是做在 PAD 的旁边。在输出 PAD, 其输出级中大尺寸的 PMOS 及 NMOS 元件本身便可当做 ESD 防护元件来用, 但是其布局(layout)方式必须遵守 Design Rules 中有关 ESD 布局方面的规定。又例如传统的积体电路设计中, 在电源、地的引出上通常将其安排在对称的两边。如左下角是地, 右下角是电源。这使得电源杂讯穿过整个矽片。改进的技术将电源、地安排在两个相邻的引脚上, 这样一方面降低了穿过整个矽片的电流, 一方面使外部去耦电容在 PCB 设计上更容易安排, 以降低系统杂讯。另一个在积体电路设计上降低杂讯的例子是驱动电路的设计。一些单片机提供若干个大电流的输出引脚, 从几十毫安培到数百毫安培。

这些大功率的驱动电路集成到单片机内部无疑增加了噪音源。而跳变沿的软化技术可消除这方面的影响, 办法是将一个大功率管做成若干个小管子的并联, 再? 每个管子输出端串上不同等效阻值的电阻, 以降低 di/dt 。

87. 对于有 WATCHDOG 功能的单片机, 如何去检查确认其是否起作用? 比如说有的单片机要在程序执行 HANGUP 时, WATCHDOG 才执行 RESET, 如何确认呢?

答: 以 HOLTEK 最基本的 I/O 单片机 HT48R05A-1 为例说明。在单片机特殊寄存器 STATUS 中有 PD 和 TO 位, 它们是可读不可写的。读取 PD 和 TO 的值, 就可以判断出不同的复位原因, 例如上电复位、正常工作下 RES 复位, HALT 状态下 RES 复位、正常工作下 WDT 复位、以及 HALT 状态下 WDT 复位。因此只需要判断此两位的数值, 就可以确认 WDT 是否起作用了。

如果需要 WDT 在 HALT(即 HANGUP)状态时发生复位动作, 那么只需在正常工作时正确的喂狗(即 CLR WDT), 且看门狗的时钟来源选择内部 RC 时钟, 当程序进入 HALT 状态后一旦 WDT 溢出会发生复位了。

88. 要研究一个将同步串口数据转换到以太网或 USB 的模块, 能否推荐一个 DSP 或现在的高速单片机等, 要能支持同步数据的 DSP, 同时这个 DSP 在连接 REltek8139 等网络芯片的开发又比较容易?

答: 一般为网路多媒体应用来挑选一种 DSP, 是一件很复杂的工作。首先必须针对处理器的内核架构和周边配置进行全面的分析, 理解多媒体资料流程(例如, 视频、图像、音频和分组资料), 如何在一个基于 DSP 的系统中传输十分重要, 以便预防带宽瓶颈; 另外, 了解各种系统特性(包括 DMA 和记忆体存取)也很有帮助, 这能使设计方案稳定可靠, 而不只是勉强合格。

网路多媒体处理器的选择取决于一项设计对性能和连接性的要求。许多应用既需要 MCU 也需要 DSP: MCU 提供系统的控制功能, DSP 完成密集数值计算。对于这些截然不同的功能可以整合入单个处理器中, 如 HOLTEK HT82A88F

系列 DSP 晶片。这种器件在单一架构内执行充分的控制功能和繁重的信号处理任务，同时还提供适合多媒体连接的各种周边介面。

系统工程师在选择 DSP 时首先应该分析的要害包括：1。每秒执行的指令数，2。每一处理器时钟周期内完成的运算元，3。运算单元的效率。在待评估的 DSP 上运行一组有代表性的基准测试程式(如音频/视频压缩演算法)，就可完成这些指标的评估。评判结果将指示出系统的即时处理要求是否超出了该 DSP 的能力，而且同样重要的是，该 DSP 是否有足够的性能去应对系统新增的或不断演变发展的需求。许多标准的基准测试程式假设待处理的资料已经驻留在 DSP 片内记忆体中。只要工程师协调好各 I/O 设计考虑，采用这种方法就能对不同厂家的 DSP 进行更直接的比较。

另外合适的周边埠组合，省去了支援所需介面的外部电路，而减少了开发时间及成本。网路多媒体设备(NMD)可带有各种各样的标准周边。这其中最重要的是与网路介面的连接。在有线应用中，以太网(IEEE 802.3)是在局域网上实现联网的最普遍选择；而 IEEE 802.11b/a 正在成为实现无线局域网连接的首选方案。作为 DSP 的直接延伸，现在有许多以太网解决方案可供选用。此外针对有很好地支援微处理器功能的 DSP 来说，也可用于直接管理 TCP/IP 堆叠。同步和非同步(UART) 序列埠也是连接 DSP 与多媒体系统环境所必需的。在网路多媒体设备系统中，音频编码资料一般通过 8 到 32 位的同步序列埠传输；而音/视频编解码控制通道则是通过更慢的串列介面来管理，如 SPI 或两线式介面。另外，UART 支援 RS-232 数据机，也能支援用于近距离红外传输的 IrDATM。

还有许多的 DSP 支援 PCI 或 USB 的通用介面，它能够通过周边晶片桥接不同类型的设备，如 PCI 到 IDE、USB 到 802.11b 等。PCI 还有提供一条单独内部汇流排的优点，这使得 PCI 汇流排主控器无需通过 DSP 内核或其他周边单元就能向 DSP 记忆体发送或读取资料。另外适于网路多媒体设备市场的 DSP 应包括一个外部记忆体介面，以便充当非同步和 SDRAM 记忆体控制器。非同步记忆体介面简化了与快闪记忆体、EEPROM 和周边桥接晶片的连接，而 SDRAM 为针对大容量资料帧的高密度计算提供了其必需的存储空间。

89. HT48 系列单片机支持串行通信吗？采用哪种通信方式较合适？HT46 系列单片机串行通信的 I/O 口 PA. 67 与 51 系列的 RX/TX 两 PIN(P3.0/P3.1) 的结构有何不同，传输效能是否一样？能给个键盘与电脑通信的例程和常规通信协议吗？

答：HT48 系列的单片机支持串行通信。可以通过软件编程，利用 HT48 系列单片机的 I/O 实现串行通信。在 HOLTEK 的网站上有使用 HT48 系列进行“I2C”或者“三线串行通信”实现串行通信的软硬件应用范例 (<http://www.holtek.com.cn/tech/tech.htm>)。

HT46 系列的串行通信口 PA. 6/SDA 和 PA. 7/SCL 是共用管脚，它们可以通过掩膜选择作为普通 I/O 全双工的输出输入接口，或者串行通信口。当作为串行口时，SDA/SCL 是 I2C 通讯总线协议的从端，这和 51 系列的 RX/TX 使用的串行通信协议是不同的，51 系列的 TX/RX 遵循的是 RS-232 串行协议。所以他们之间的传输效能是不可比的。

如果想用单片机做键盘产品的话，推荐使用 HOLTEK 的 HT82K68E，它支持 PS/2 接口，或者是 HT82K96E，它支持 USB 接口。这些芯片是 HOLTEK 专为键盘应用所设计的。具体的芯片资料请见

90. 用一个 12M 的晶振，怎么能实现 480MB/S 的数据传输率呢？

答：在集成了 PLL 的 12MHz 的晶体振荡器即可达到 480MHz，相位锁定回(环)路(Phase Locked Loop, PLL)又被称为相锁回路或锁相回路，其原理是经由闭回路自动控制系统的反馈作用，驱使另一个动作不精准、频率变动量高的作用元件的动作频率，使其能快速且一直保持稳定地与正确的频率参考源达到同相甚至是同相又同频的状态，如此即是相位锁定(Phase Locked)的状态，我们若以电路外部精准、频率变动量极低的振荡频率源作为基准参考，来驱使电路内部精准、频率变动量极低的振荡频率源，使其达成相位锁定的状态，即可用来作为通讯系统的调变 / 解调电路。

一般 480MB/S 的数据传输率是运用在 USB 2.0，当通用序列汇流排 (Universal Serial Bus) 规格于 1996 年 1 月发表时，代表业界成功研发出一套连结中低速频宽的周边元件与个人电脑之间的低成本串连管道，但是仍缺乏支援高速宽频的应用能力。于 2000 年 4 月，USB 再度推出全新一代的 USB 2.0 版本的技术规格，可将讯号传输速度提升整整 40 倍，由原先 USB 1.0 的最高 12MHz 的速度至现今 USB 2.0 的高速 480MHz，并扩增了更先进的功能，如新型的传输装置以提高频宽使用率与增加传输装置及主机控制器之间的附加功能。

针对实际上可供使用的频宽来说，资料的传输频宽速度由原先的 1 Mbytes/sec 左右提高至 50 Mbytes/sec，这样一个大幅度的频宽增加主要归功于 USB 2.0 规格运用了微讯框 (micro-frame)、可容纳更多资讯的传输封包、更频繁的传输次数、分割式传输处理 (split transaction)、以及一些新的执照 (token) 等崭新技术。USB 2.0 装置的架构同时增加了两项全新的描述元 (descriptor)，即装置认可 (Device Qualifier) 与其他的速度配置 (Speed Configuration)，可用来明确标示出资料传输装置在其它运作速度下的功能表现。

针对电子规格的变动：在主机与新型的高速控制器之间的连结则重新定义，以支援现今高达 480MHz 的传输效能表现。新的高速拓璞新的标准采用 90W 的差分阻抗 (differential characteristic impedance) 搭配差分电流模式讯号 (differential current mode signaling)，并采用相同的 NZRI 编码机制 (NZRI encoding)，但对 SYNC 讯号 (SYNC signaling)、EOP 讯号 (EOP signaling) 与闲置状况 (idle state) 等略作更改，但也必须搭配其他相关规范，以便严格控制游离电容 (stray capacitance)、点对点抖动 (peak to peak jitter) 与上升/下落时间 (rise/fall time) 等，使得讯号的传输速度能够更加快速。

91. 在单片机程序设计中遇，从被嵌套的高级中断中如何强行返回到主程序。

子程序返回指令在恢复堆栈后可不可以用跳转指令替代返回到主程序中？

答：如果是 51 系列，那直接用 POP 指令就可以实现强行返回；如果是用 RISC 结构的单片机 (HOLTEK 单片机是 RISC 结构的)，那一般都是硬件堆栈，没有 PUSH 和 POP 指令，所以子程序调用和返回指令必须成对使用。

92. 对单片机的速度，有何要求？Holtek 的单片机能符合该项应用吗？

答：目前 HOLTEK 的单片机速度最高为 8MHz，一条指令执行时间为 0.5us，以这样的速度，可以满足大多数项目的开发；不知你说的具体是什么项目。目前 HOLTEK 单片机主要有 OTP 和 Mask 两种，将来会推出 Flash 的单片机；但

HOLTEK 的开发系统很完善，在开发阶段，HOLTEK 还可以适当提供免费样片，相对来说，开发成本并不会比用 Flash 来得高。

93. PSoc 是一种功能灵活和强大的软硬件嵌入式开发系统，能否用 PSoc 代替部分单片机系统呢？

答：在一般在嵌入式系统的应用中，都可能需要使用几十种甚至是更多的类比或数位周边元器件。熟悉 MCU 开发的工程师们都知道，在 MCU 的开发过程中，最需要花时间和精力的是元器件的选购，以及元器件相容性方面的考虑。目前市场上有成千上万不同种周边元器件，设计人员要想从中寻找到适合自己应用的元器件是一件令人头痛的事情。因此，设计工程师的理想方案似乎是采用定制的 SoC 晶片，但是如果采用定制微控制器、ASIC 和 PLD 器件，一方面价格比较昂贵，另一方面需要设计人员具有专门的设计技能。因此，研制一个高效率、周边元器件可嵌入配置的、低功耗的 8 位微控制器是很有必要的。

PSoc (Programmable System on Chip) 可编程系统晶片，是美国 Cypress Microsystems 公司在最近推出的新一代功能强大的 8 位元可配置的嵌入式单片机。该系列单片机与传统单片机的根本区别在于其内部集成的数位和类比 block 模组，工程师可以根据不同设计要求调用不同的数位和类比 block 模组，完成晶片内部的功能设计；实现使用一块晶片就可以配置成具有多种不同周边元器件的微控制器，建立一种可配置嵌入式微控制器；用以实现从确定系统功能开始，到软/硬件划分，并完成设计的整个过程。因此，PSoc 能够适应非常复杂的即时控制需求，使用它进行产品开发可以大大提高开发效率，降低系统开发的复杂性和费用，同时增强系统的可靠性和抗干扰能力；因此，它特别适用于各种控制和自动化领域。所以 PSoc 的动态配置能力给开发者提供了快速方便的编程和开发方法，同时也为单片机的应用开拓了更大的空间。因此利用片内集成的闪速记忆体可以降低产品开发成本，缩短产品开发周期。因此，此 MCU 结构具有广阔的应用推广前景。

94. 单片机对 modem 要进行哪些初始化操作？

答：一般单片机的 MODEM 通讯必须要有两个背景知识，一个是 AT 命令集，另一个是通用非同步接收发送器(UART)。

①AT 命令集

下面介绍我通讯程式例子中涉及到的 AT 命令。

Dn: 拨号命令。该命令使 MODEM 立即进入摘机状态，并拨出跟在后面的号码。D 命令是基本的拨号命令，它受到其他命令的修饰可构成 MODEM 何时拨号以及如何拨号等操作。

T: 音频拨号。例如，ATDT8886666，其中 8886666 为电话号码。

P: 脉冲拨号。例如，ATDP8886666，其中 8886666 为电话号码。

,: 标准暂停。我们常常碰到拨打外线电话时需要暂停一下，等听到二次拨号音(外线)之后才能再拨后续的号码。缺省时暂停时间为 2s(秒)，它由 S8 寄存器指定。

Sn: 表示 MODEM 内部的寄存器。

S0: 自动回应。如果要求 MODEM 具有自动回应特性，则应该预先将 MODEM 的 S0 寄存器设置为非 0。

S8: 逗号拨号修饰符的暂停时间。该寄存器决定了当 MODEM 在拨号中遇

到逗号(,)时应该暂停的时间。

②通用非同步接收发送器 UART

深入理解 UART 内部结构以及内部寄存器各位的含义，详细了解资料发送和接收的过程，有助于编写出高效、稳定的程式。一般介绍编写基本通讯程式需要知道的寄存器。实际的 ADDRESS 由具体接线决定。

<1>串列传输速率除数锁存器(LSB、MSB)

在通讯之前要进行一些参数初始化，串列传输速率是首先应该考虑的一项。该寄存器是一个 16 位的寄存器，分为低 8 位(LSB)和高 8 位(MSB)寄存器。

另外单片机访问的是串列传输速率除数锁存器 LSB/MSB。一般常用的工作频率是 1.8432MHz。这个频率除以 16 就是串列传输速率的时钟频率，用于控制发送和接收资料的速度。

下面给出串列传输速率除数锁存器值的计算公式：

串列传输速率除数锁存器值 = 工作频率 / (16 × 期望串列传输速率) = 1843200 / (16 × 期望串列传输速率)

<2>接收缓冲寄存器和发送保持寄存器(transmit and receive holding register)

读操作单片机访问接收缓冲寄存器(RHR)，写操作单片机访问发送保持寄存器(THR)。

<3>中断允许寄存器(interrupt enable register)

<4>FIFO 控制寄存器(FIFO control register)

资料发送和接收模式的选择。常用的两种模式：FIFO 和 DMA。其中 DMA 又有两种模式 DMA 的模式 0、DMA 的模式 1 可供选择。

95. 我使用的单片机是 AT89C51，试过用弹出指令强行返回中断的方法，确实能够返回主程序，具体做法是：首先将堆栈中的地址弹出，然后压入主程序中新的地址，最后执行 RETI 指令就可以返回到该地址了。如果弹出指令执行完后直接用跳转指令而不通过 RETI 指令也能返回到主程序，但下次中断来时将不能再次响应。请问是从被嵌套的高优先级中断程序中怎样返回主程序，是不是还必须得通过最低级中断才能返回。要是直接返回的话，是否下次中断还能够正常响应？

答：对于 51 系列的单片机而言，当中端响应发生时，会将相应的优先级有效触发器职位；当退出中断时，执行 RETI，单片机又自动将优先级有效触发器清 0。因此，如果直接使用跳转指令从中断子程序出来的话，单片机没有清 0 优先级有效触发器，下一次中断发生时就不能响应了。

如果要从高优先级中断程序返回主程序的话，必须执行两条 RETI 指令，才可以清除高/低优先级有效触发器。具体的程序可以是：

```
MOV DPTR, #LABEL1
POP ACC ; 将高优先级子程序返回地址出栈
POP ACC
PUSH DPL ; 将 LABEL1 地址入栈
PUSH DPH
RETI
LABEL1:
POP ACC ; 将低优先级子程序返回地址出栈
POP ACC
```

```
MOV DPTR, #LABEL2
PUSH DPL ; 将 LABEL2, 即需要返回的主程序地址入栈
PUSH DPH
RETI
```