

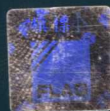
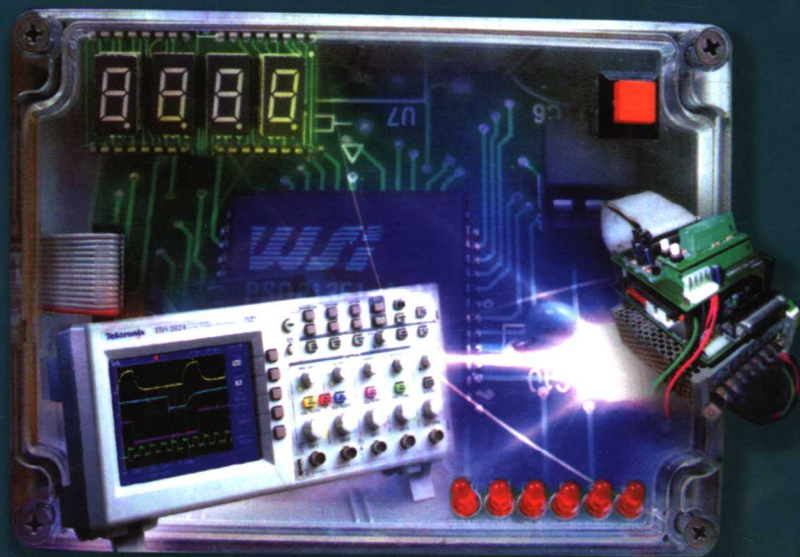


8051

单片机

彻底研究 实习篇

林伸茂 编著



8051

单片机

知识研究 实习篇

王 毅 编



序 言

我们真的不一样

有一次上课之余，有一位工程师问了我一个很奇怪的问题：林老师，你要出版的新书，是你写的吗？我的回答很直接：当然是，虽然不是我亲手用笔写在稿纸上，却是我亲自用拼音输入法一个字一个字敲进电脑的，但是接下来的校稿与编排就不是我一个人能够完成的。书可是白纸黑字绝对不能随便敷衍了事的。别人出书的模式与心态我们是不知道的，可是自己的书一定尽力做到自己满意为止。所以，文章的内容我们斟酌再三，所引用的照片几乎都是自己拍摄的，示波器的波形图也是我们直接从仪器上得到的，许多图表与 8051 的指令集也是经过我们细心整理后才公布的。我们认为这样做才是我们做事的态度，同时这也是旗威科技公司编写程序的正确态度。如果无法与众不同，又如何脱颖而出？做人处事如此，个人认为出书也是如此。

周末有一位用功的读者来电谈到：在工业园区当工程师真的很累，每天晚上 10 点才下班是很正常的！工作量太大？自己能力不够？学习方法不对？还是背后有竞争者，不加紧努力的话，一下子就会被追上的。我们希望读者能够用心去思考“真的很累”的问题，其实花两三个小时的深入分析就可以知道问题症结所在。IC 设计每枚可以为公司赚进一美元，只要产品有独创性每个月卖个数百万枚是没问题的。芯片代工企业平均下来每枚 IC 也可以赚到几角美金的代工费用，但是当 IC 封装好打上世界知名品牌的标志后，其利润可能是代工费用的数十倍之多。主板代工的利润可能不到美金 10 元，可是挂上 IBM 或 DELL 的品牌后你猜人家的利润空间是多少呢？一枚 8051 单片机 CPU 可能不到 30 元，可是装在瑞士设计的医疗手术台上，其售价已经超过 30 万以上。与 8051 兼容的变种 CPU，其价格也许只有 30 元，用在高级汽车的喷射引擎控制上，有可能为公司创造数亿的毛利。这些例子在欧美经常可以看到，在我们这儿却少之又少，为什么？

因为代工的利润算得出来，企业自行研发的话，时间与金钱都投下去了，可是利润却无法估算出来！？其实最后这句话是有语病的，时间的长短是很重要的因素，投资一年半载就想要有结果几乎是不可能的，除非是“带枪投靠”的挖角，但是经验告诉我们，这种技术的迅速积累通常不可靠的。我们深信一点：只有自己掌握的知识与技术才能使企业真正的成长与茁壮。

所以有些书籍的名称如果是《一举学成 8051》或《30 天学会 8051》，我们都会投以怀疑的眼光，如果真那么容易，就不会有人写书了。因为我们自己花了整整 3 年的时间透彻地研究 8051，才有了第一本 8051 单片机彻底研究的书（1993 年旗标公司出版）出来，这本书现在已经绝版了。又过了十几年的时间，我们把 8051 从头到尾确实实地翻了好几遍，才有这套系列新书的问世，时间与事实证明 8051 确实是继 Z80 CPU 后另一单片机的常青树。

单片机系列书籍介绍

单片机系列套书：《8051 单片机彻底研究——入门篇》、《8051 单片机彻底研究——基础

篇》、《8051 单片机彻底研究——实习篇》、《8051 单片机彻底研究——经验篇》。

本书《8051 单片机彻底研究——实习篇》主要强调了在 8051 单片机系统扩展与综合应用两方面的专业知识。如果你想彻底了解 8051 单片机与汇编语言编程，请务必参考《8051 单片机彻底研究——基础篇》，书中对 8051 各个指令的用法与寄存器的操作，作了深入详尽的交待。而《8051 单片机彻底研究——经验篇》谈到的方向就更广了，例如：8051 C 语言的导入、如何取得共享软件 SDCC C 编译程序，以及 8051 的优缺点分析等等，这些都是相当宝贵且不可多得的 8051 专业知识。

8051 相当灵活的串行通信搭起了与 PC 连接的桥梁，8051 单片机系列书籍仔细地分析了 8051 内部串行通信的架构与编程开发。另一方面，你若想对 PC 端的串行通信进一步了解、运用 Windows 程序控制，建议你参考《VB 与串行通信彻底研究》一书，只要你有微软的 VB 就可以很方便地与自行设计的 8051 控制器通信，当然也可以与各种外部的仪器连接了。

本书内容收录

本书的内容有部分取自历年来我们在《RUN!PC》杂志上发表过的文章，主要内容是 FLAG51 控制板的扩展与应用，当然已删除部分硬件设备不合时宜的部分。另外，我们也对 8051 的重要时序与 8052 新增的功能作了相当详尽的分析与探讨。

AT89C2051 是简化版的 8051，它内含 2KB 的 Flash 且只有 20 个引脚，但是用它来做一般的实验已经足够，本书有一系列温湿度控制的应用范例，都是以 AT89C2051 为控制主体的。你绝对可以看到 8051 的深度应用实例。

8051 最让人津津乐道的是其串行通信的能力，在本书最后几章中也提到了 RS485 接口的应用说明与实例，旗威科技公司早已把类似的线路连接方式应用到了石化工业与医疗设备上，只要给足够的时间，我们相信会做得更多更好的。

如何阅读本书

这本书适合对 8051 稍有基础的读者阅读。书中主要以旗威科技公司开发的 FLAG51 单片机控制板为描述主体，再配合其他的电路组合成一个典型的数字控制系统。本书共分为四大部分，探讨了 8051 单片机的诸多经典范例。

第一部分谈到了 8051 的基本应用范例与数字仪器的使用，以及软硬件的除错技巧，这些都是 8051 进阶者所需具备的专业知识。当我们要把 8051 单片机改成 8052 时，你知道其中的差异吗？这些不同点都会在本书的第 6 章提到。8051 的时序 (Timing) 研究则是硬件工程师的另一项考验，相同的连接线路经过两个硬件工程师的处理与安排后，可能会有完全不同的结果，其中的差异可能就是对时序的了解程度了。第 7 章我们分别用示波器与逻辑分析仪说明了 8051 的重要时序，这可能是除了 Intel 原厂的资料外，对时序探讨最透彻的中文资料了。

第二部分提到了一个以 8051 单片机为基础的控制板 FLAG51 是如何被开发出来的，它从构想到集成是一连串设计的组合。接下来我们以 FLAG51 控制板为主体，陆续开发了 I/O 监视板、七段显示器、数字隔离输入板与 RELAY 输出板等等，这些控制板设计与开发的历程都一并记录在书中。

第三部分为温湿度制作的专题报告，我们利用 AT89C2051 制作温度计与湿度计，这方面的测量虽属传感器的范畴，但是控制与显示的主体却是 8051 的汇编语言程序，我们认为所有 8051 的进阶者都要经过类似的考验，方能堂堂正正进入单片机的设计主流群体当中。

第四部分是对 8051 串行通信 RS485 的彻底研究。许多仪器或设备都有 RS485 通信接口，只通过两条对绞线就可以控制多达 32 台设备。本书的这部分就做这方面技术与程序上的探讨，懂得这方面的 know-how 后，你绝对会对 8051 另眼相看的。

致谢

编写 8051 单片机系列书籍绝对不是一个人所能完成的，它绝对是一个团队工作的整合。3 年前我就开始筹备新书的出版事宜，所有的文章与内容经过整理过滤与调整补充，最终确定的章节与内容才得以在 2002 年元月固定下来。在这段时间，我要特别感谢以下人员：

王圣心小姐与姜莹贞小姐：初步整理已发表过的文章，光是校稿就校了无数次，并拍摄了许多照片，让本系列书籍得以完成初步的架构。

李浩蓁先生与曾琼惠小姐：进行本书版面调整与最后的校稿，整本书是在他们的手中完成的。

太克科技台湾分公司罗仕林先生及浩网科技公司的庄昱宏与黄芳川先生：提供最高级的示波器与逻辑分析仪，以及技术上的协助，让本书的图表资料与数据更有看头。

最后，我还是要谢谢家人所给予的鼓励，尤其是刚在牙牙学语的小女儿，没有他们几近狂热的激励与支持，就没有本系列书籍的问世。

旗威科技有限公司

林仲茂

chipware@chipware.com.tw

目 录

序 言

8051 进阶研究篇

第 1 章 8051 新手入门.....	2
1.1 如何步入 8051 设计者的行列.....	2
1.2 初学者的准备.....	3
1.3 8051 汇编程序何处寻.....	3
1.4 慎选电源供应器及计算机.....	5
1.5 额外的辅助工具——示波器.....	7
1.6 A/D 转换实验时各种信号.....	9
第 2 章 单片机相关仪器设备的认识与使用.....	12
你可能不知道的事.....	12
2.1 数字电表的认识与使用.....	13
2.2 示波器的认识与使用.....	14
2.3 ATMEL AT89CXX 烧录器的使用.....	17
2.4 EPROM 烧录器的使用.....	18
2.5 逻辑分析仪的认识.....	20
2.6 逻辑分析仪使用实例.....	22
2.7 一定要知道的相关信息及常识.....	23
第 3 章 试写两个 8051 范例程序.....	26
3.1 编写汇编语言=有条不紊的思考能力.....	26
3.2 首先确认电路板是正常的.....	29
3.3 让线路板动起来.....	29
3.4 定时中断程序的重要性.....	30
第 4 章 单片机实战应用.....	36
4.1 电子计时控制器.....	36
4.2 电子测速器.....	40
4.3 自助加水机.....	46
第 5 章 软硬件除错篇.....	50
5.1 案例一：到外地除错维修.....	50
5.2 案例二：没有 ICE 无法做事.....	50
5.3 案例三：卖得越多麻烦越多.....	50
5.4 案例四：RESET 键不能随便加.....	51
5.5 除错方法 1：LED 接口.....	51
5.6 除错方法 2：逻辑笔配合法.....	51
5.7 除错方法 3：沿途记录法.....	52

5.8	除错方法 4: 善用串行端口通信	52
5.9	我们的硬件除错经验	52
第 6 章	8052 与 8051 的差异	58
6.1	引脚功能的差异	58
6.2	程序存储空间的差异	59
6.3	8052 的 Timer2 彻底研究	59
6.4	Timer2 的 Capture 模式分析	61
6.5	Timer2 的 Autoreload 模式分析	62
6.6	Timer2 的 Baud Rate Generator 模式分析	63
6.7	AT89C52 新增的 Clock-out 功能	64
6.8	8KB 空间若还不够时	64
第 7 章	8051 时序彻底研究	68
7.1	时序分析的工具	68
7.2	有关 CPU 时序的关键字	73
7.3	8051 程序代码的读取时序	75
7.4	8051 指令长度和机器周期的关系	77
7.5	MOVX 指令的时序及状态观察	78
7.6	Dallas 80C320 的波形观察	81

FLAG51 扩展篇

第 8 章	FLAG51 开发过程	86
8.1	FLAG51 的系统开发过程	86
8.2	FLAG51 的构想、设计、布置、整合	86
8.3	测试流程的安排	93
8.4	用 C 语言也可以测试	93
8.5	FLAG51 使用的电源	94
8.6	FLAG51 控制板故障排除案例	94
8.7	FLAG51 的 FAQ	96
8.8	FLAG51 的监控程序分析	97
第 9 章	简易计数器的设计规划	102
9.1	计数器的基本功能	102
9.2	定时器的应用实例	102
9.3	计数器设计前的功能规划	103
9.4	预除器的加入	104
9.5	I/O 监视板的最初测试	104
9.6	I/O 监视板的程序测试	106
9.7	简易计数器的制作	108
9.8	8051 汇编语言小锦囊	109
第 10 章	8051 单片机的专长: 计数及计时	114
10.1	DIP SW 状态的观察与光电开关的使用	114
10.2	计算物体接近的时间——基本写法	117
10.3	计算物体接近的时间——定时中断写法	119

10.4	物体速度的测量.....	121
第 11 章	FLAG51 单片机的问与答.....	124
	问题与解答.....	124
第 12 章	I/O 输入/输出板的开发.....	132
12.1	隔离输入板的线路说明.....	132
12.2	RELAY 输出板的线路说明.....	135
12.3	输入/输出板的操作验证.....	137
第 13 章	8051 应用实例 FLAG-DISP.....	142
13.1	AT89C51 应用实例: FLAG-DISP 线路说明.....	142
13.2	AT89C51 应用实例: FLAG-DISP 软件说明.....	145
13.3	FLAG-DISP 的显示格式定义.....	146
13.4	FLAG-DISP 的学习方向.....	148
13.5	FLAGDISP.ASM 原始程序.....	149
第 14 章	FLAG-DISP 显示板应用与 DIY.....	152
14.1	FLAG-DISP 显示格式说明.....	152
14.2	FLAG-DISP 显示板的 DIY 步骤.....	155
14.3	FLAG-DISP 显示板的测试步骤.....	156
14.4	AT89C51 烧录与使用时的考虑.....	157
第 15 章	FLAG-DISP 的创新应用.....	160
15.1	七段显示器的再利用.....	160
15.2	数字显示程序的宝贵经验.....	162

温湿度计制作应用篇

第 16 章	用 AT89C2051 做一台数字式温度计.....	168
16.1	无处不在的温度测量.....	168
16.2	Duty Cycle 的测量.....	170
16.3	温度的显示.....	172
16.4	联机功能的加入.....	172
16.5	TEMONLY.ASM 程序说明.....	173
第 17 章	用 AT89C2051 做一台湿度显示计.....	176
17.1	湿度的定义以及常见的湿度计.....	176
17.2	原厂线路说明.....	177
17.3	湿度计脱胎换骨的新设计.....	180
17.4	湿度测量程序的设计.....	181
17.5	温湿度系统程序的开发.....	182
17.6	组装及温湿度的校验.....	183
17.7	湿度测量程序说明.....	184
第 18 章	智能型温湿度计 TH2030 的制作.....	188
18.1	TH2030 温湿度计线路分析.....	189
18.2	TH2030 的 DIY 制作步骤.....	192
18.3	TH2030 温湿度计的自我测试方法.....	194

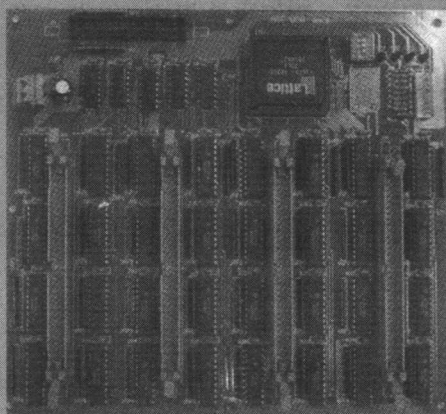
18.4	TH2030 智能型温湿度的程序介绍	196
18.5	温湿度控制程序说明	197
第 19 章	温湿度传感器的应用	200
19.1	温湿度控制器的问题解答	200
19.2	温湿度计的应用场合	202
19.3	温湿度计的入门应用——恒温箱的制作	202
19.4	温湿度计的 RS485 应用范例	204
第 20 章	个人计算机温度监视器的制作	210
20.1	一个逐渐被重视的问题: CPU 的升温	210
20.2	温度测量的工具	211
20.3	硬件线路的修正	212
20.4	软件程序的修正	212
20.5	温度控制器的温度读取核心程序	215
20.6	软硬件工程师的春天	215

RS485 串行通信彻底研究篇

第 21 章	RS485 通信接口彻底研究 (一)	222
21.1	RS485 与 RS232C 的比较	222
21.2	认识 RS485 接口	223
21.3	RS485 接口 IC 的使用说明	224
21.4	RS485 网络的分析	225
21.5	RS485 通信协议	228
21.6	学习 RS485 通信的工具: AT89C2051 训练器	229
第 22 章	RS485 通信接口彻底研究 (二)	232
22.1	MASTER 端 RS485 通信的写法	232
22.2	SLAVE 端 RS485 通信的写法	237
22.3	SLAVE 端的响应程序	243
22.4	RS485 信号的观察与分析	248
第 23 章	RS485 通信接口彻底研究 (三)	250
23.1	智能型温度计	250
23.2	Visual Basic 控制程序的产生	252
23.3	温度测量实验的问题解答	256
附 录	260
附录 A	ASCII 表	260
附录 B	8051 指令集总整理	262
附录 C	8051 指令整理 (按功能划分)	272
附录 D	8051 指令整理 (按十六进制排列)	277
附录 E	8051 SFR 表与 RESET 后的初始值	286
附录 F	SFR 特殊功能寄存器整理表	287
附录 G	DIS51 的高级应用	289
附录 H	一张照片一个故事	292

8051 进阶研究篇

1



FLAG51 的扩展应用：数字输入点数可达 256 点的控制板

第 1 章 8051 新手入门

针对 8051 初学者的各种问题，我们打算逐一进行分析，并探讨 8051 的各项特性及技巧。如果你可以轻松且平静地面对这些问题，代表你已经进入 8051 的设计领域了。

每年五六月学生快要毕业的时候，我们照例会接到许多有关 8051 单片机的求助电话，内容大致都是课题做不出来，希望能够“外包”给我们来处理，费用他们想办法来支付。对于这类电话，我们通常只会指出问题解决可能的方向，其他的就不管了。因为站在技术人员的立场上，纵使该课题设计不幸被毙掉，求助者还有机会把 8051 学好。如果你糊里糊涂就毕业了，真正进入就业市场时，就会有公司因为你学习时的不用心需要花更多的心血与精力才能够把产品顺利地开发出来。最近我们帮助好几个开发性质的公司出单片机 8051 方面的面试考题，其实只要几个问题就可以看出你在单片机或 8051 方面的实力。我们把这些相关的资料放在旗威科技公司的网站 (<http://www.chipware.com.tw>) 上，供需要的人查询或下载。

相反的情形是每个月我们也会收到许多初学者的传真或信函，希望能指引他们如何入门 8051、如何完成上头老板交给的任务和 8051 参考资料的收集等。对于这些问题我们都很乐意回答，因为这些初学者是真正有兴趣才会打算加入或从事这一行业。这时已经不是学校必修或必选课程的问题了，站在提高国内技术与设计水平的立场上，我们愿意毫不吝惜地提供自己的实际经验与他们交流。我们也希望这些初学者除了提出问题外，还能表明身份以及目前的工作性质，方便我们更能恰当地回答。对于上述回复，基本上我们是纯服务性的，唯一的条件是将此问题同步公开在旗威科技公司的网站上，同时也给其他人参考或学习用。这也是一种无私的知识交流机会。

1.1 如何步入 8051 设计者的行列

针对 8051 初学者遇到的各种问题，我们打算用 6 个单元逐一来分析并深入探讨 8051 的各项特性和技巧，如果你可以轻松地面面对这些问题时，代表你已经进入 8051 的设计之门了。接下来应该找几个实用的课题测试一下，只有通过不断地学习与实践才能让你更进一步认识 8051 单片机。

我们将要探讨的项目有：

(1) 初学者的准备。

- (2) 基本设备的使用。
- (3) 进入 8051 的第一步。
- (4) 单片机 8051 相关系列的认识与介绍。
- (5) 单片机 8051 的相关烧录技巧。
- (6) 单片机的基本应用。
- (7) 单片机 8051 的正确使用时机。
- (8) 单片机 8051 的通信方式分析。

1.2 初学者的准备

10 年前如果有人询问要准备哪些资料, 才能开始学单片机 8051, 我一定会请他先去买一本 Intel 的 MCS-51 Databook, 这里面有许多 8051 指令的说明与介绍, 而且也有许多标准的硬件参考线路。可是现在如果再次回答这个问题, 我会先请这位 8051 初学者准备好计算机与 Internet 的连接软件, 随时由网上查找最新的单片机相关资料。通常会建议连接到一个 8051 单片机专业网站“8051Homepage”(http://www.ece.orst.edu/serv/8051), 然后把其中有关 8051 的文字说明全部下载到计算机内, 如果能够打印出来更好。仔细地看完这些有心人所整理的资料后, 你会很惊讶地发现: 全世界竟然有这么多人埋头在使用和学习 8051 单片机! 从这些文字说明中也可以知道 8051 相关芯片的发展趋势, 还有各种软件全球各地的价位与使用范围, 当然你也可以知道哪里能下载 8051 的汇编语言共享软件等等。5 年前这些第一手资料绝对是无法唾手可得的, 不过这些国外的资料清一色是英文版的, 所以你必须要有相当的英文程度, 否则很难得知其中的精髓。图 1-1 是 Intel 公司在 1981 年出版的单片机 8051 用户手册。

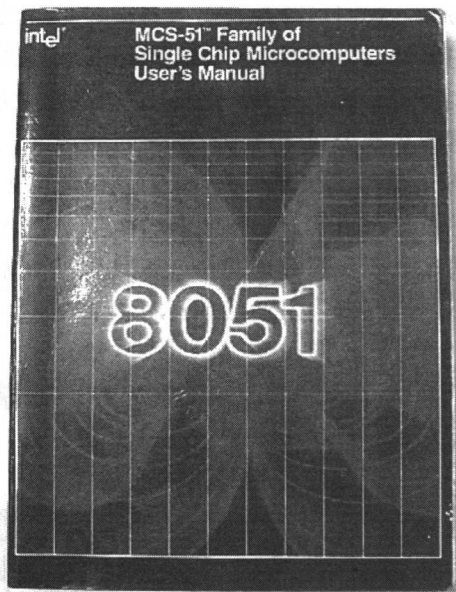


图 1-1 Intel 在 1981 年出版的
单片机 8051 用户手册

1.3 8051 汇编程序何处寻

谈到 8051 的汇编语言编译程序, 已经有软件厂商开发完成类似的产品, 其名称为 EP51, 这是由艾硕公司的计算机工程师所开发的, 价格 1000 元上下。我们习惯将此套软件推荐给尚没有 8051 汇编程序的读者, 其使用的方式与原版的 X8051 非常相似。另外你

也可以在国内的网站里下载免费的 8051 汇编程序，我们经常计算机屏幕前辛苦地除错，深刻感受到程序开发人员的辛劳，所以我们常常很傻地建议别人买原版的软件，因为只有这样才能使开发人员有足够的积极性继续去开发下一套更新的软件。

以旗威科技公司为例，公司也花了许多时间完成 8051 的反汇编程序 DIS51.EXE，其中的许多数据汇总的功能是一般的反汇编程序所无法比拟的，我们把 32KB 以下的版本归为共享软件，大家可以自行由网站中下载及使用，而完整的 64KB 版本则是商业版本，真正有这样的需要时才花钱购买，这是一个变通的办法。我们发现一个很奇怪的现象：许多大公司及研究单位都会购买 64KB 的完整版本，专门用来看或是“研究”别人的程序，这也许是另外一种学习方法。

有了汇编语言软件后，你应该有一套简单的 8051 控制板，方便我们将程序放在这块控制板上执行，并且观察执行后的结果。市面上有各种各样的 8051 控制板，价位高低不等，较高价位的 8051 控制板上还有键盘及 LCD 显示电路，你可根据实际的试验需要购买。不过要特别考虑的是控制板的扩展及支持性是否足够。以旗威公司的 FLAG51 单片机控制板为例，我们已经开发出一系列可扩展的外加板，如 I/O 监视板、七段显示器、隔离输入板、RELAY 输出板以及 EPROM/FLASH 微控制器烧录板等等，你可以进行各种的实际工业控制应用，这是业界一般的 8051 学习板所欠缺的，而这也是我们一直努力的方向。图 1-2 是旗威科技公司于 1997 年 7 月完成的设计项目，这台设备是用于元件的 QC 测试的。除了 8051 单片机控制板外，内部有两块 RELAY(继电器)控制板、一块隔离输入板及 FLAG-DISP 七段显示器等，许多人一直以为 RELAY 输出板及隔离输入板要配合 PLC 程序才能启动。其实只要我们知道其中 8255 I/O 的真正地址，用哪种语言都是可以控制的。当然，这种类型的控制器用工业级的计算机 IPC 也可以做，但是价位上就差上一大截了。

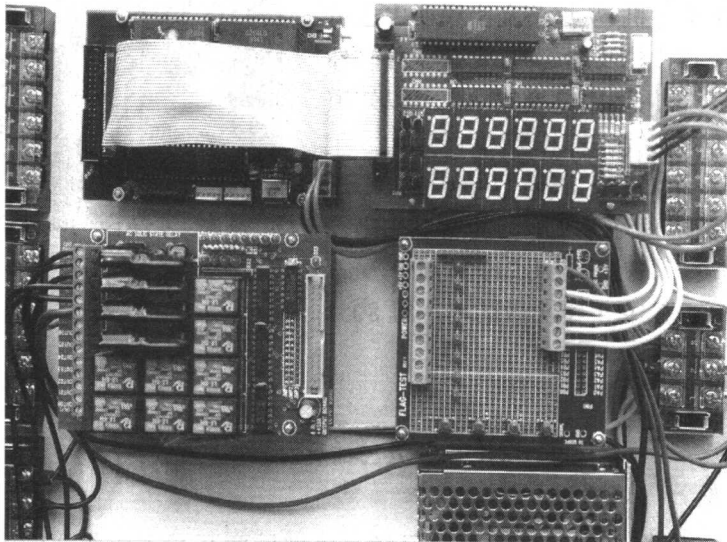


图 1-2 以 8051 单片机为控制主体的专用机，左上为 FLAG51 单片机控制板，右上为 FLAG-DISP 七段显示器及隔离输入板，左下为两片 RELAY 输出板，右下为额外的控制板

1.4 慎选电源供应器及计算机

硬件与软件汇编语言都确定后,你还需要一台开关电源供应器,为 8051 单片机控制板提供+5V 的直流电。通常这种控制板的耗电量都不会太高,电源供应器只要有 1A 以上的电流就可以,但是如果考虑到其他附加板的耗电时,+5V 端若有 3A 的供电能力就绰绰有余了。如果你的试验中还牵涉到 RELAY 的控制时,还必须有另一组+12V 的电源供应端,专门给这些 RELAY 来用。为什么不直接选用+5V 规格的 RELAY 呢?这是有原因的,因为 RELAY 在跳开切离时,不可避免地会产生相当大的反电动势,必然会对+5V 的电源造成某种程度的影响,这时就会干扰到 8051 工作的稳定性,而这正是一个好的控制系统应注意避免的。

市面上开关电源供应器的价格应该在两三百元,图 1-3 是我们试制的电源供应器,利用两个 NS (National Semiconductor) 专用 Switcher IC,可以产生 5V (3A) 及 12V (1A) 输出,较特别的是其电压的输入范围为 15~40V 皆可,并可接受交流或直流电池输入,且其转换效率都在 70%以上,比一般的 7805/7812 好用。如果你是用一般的传统模拟电源供应器时,请先打开该电源至少等待 1s,这时输出端的电压稳定在设置值了,然后才将电源接到 8051 控制板上。这种做法就是要避免刚打开的瞬间突然损坏了控制板上的某些元件。除此之外我们也要改掉对电源瞬间开开关关的习惯,因为许多高价位的数字元件往往无法承受这种电压极度不稳定的考验,有些重要的控制器在打开电源后,至少要停个 5s 等电源供应器的输出全部稳定后,方能接通主电源给控制板,主要的用意就是要防止电源不稳定的情况发生。

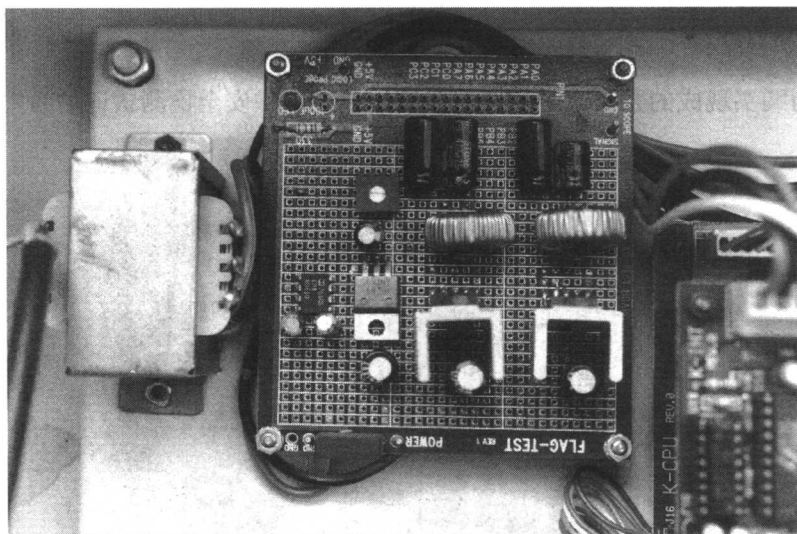


图 1-3 试做的电源供应器,有+5V 及+2V 输出,可直接用 24V 或 48V 的电池当电源

一台稳定但不一定是最顶级的计算机也是学习 8051 的必备工具，只要在 DOS 环境下就可以开始编写 8051 汇编程序了。如果你的程序注释可以是英文时，DOS 版或 Windows 的 DOS 模式上的 Edit.com 文字编辑程序就可以用得上了。您也可以在 DOS 下进入中文模式，用其他文字编辑程序加注必要的中文。接着使用 8051 的编译程序将我们所写的程序转成 8051 专用的机器码 (Machine Code)，再将这些数据下载到 8051 控制板上，直接执行验证我们所编写的程序是否正确。

编写程序最初一定是拿别人写好的程序下载试试看，然后尝试做局部的修改，改了部分的写法后，一定要立刻进行确认，如果运行不正确的话，一定要找出其中的差异来。说实在的，编写程序就是不断地尝试错误，Try and Error 到了最后才是整个程序的大修改。这段学习的时间我们认为少则半年多则数年，视你下的功夫倾注的心血而定。

图 1-4 为市面上现成的开关电源供应器，应选有 +5V 及 +12V 输出且符合电磁安全规定的为宜。



图 1-4 市面上现成的开关电源供应器 (一)

图 1-5 为购买现成的开关电源供应器，应选通过电磁安全检测认证的为宜。



图 1-5 市面上现成的开关电源供应器 (二)

数字示波器见图 1-6 是设计工程师的最爱。

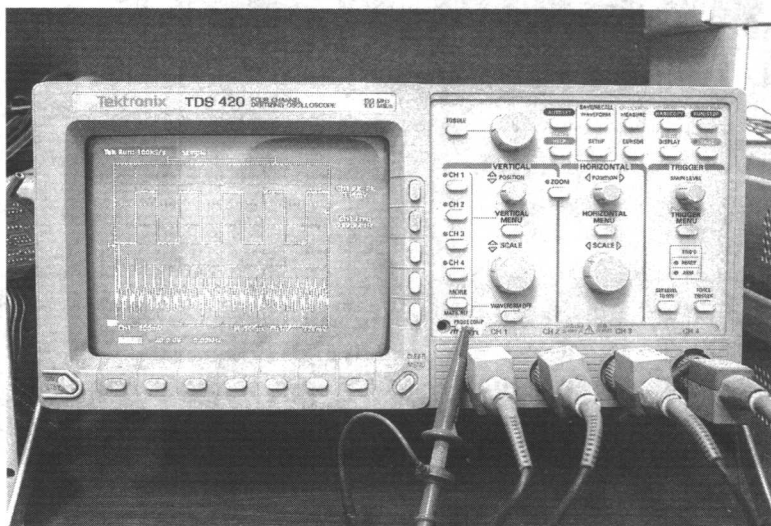


图 1-6 数字示波器

1.5 额外的辅助工具——示波器

要想进入 8051 的控制与设计之林，除了以上所谈的软硬设备之外，我们强烈建议初学者如果还有部分研究经费时，可以再添购一台示波器，绝对可以帮上许多硬件上除错的忙。倘若经费真的有限时，那至少应该买个逻辑笔（Logic Probe）。

在学习 8051 单片机的软硬件设计时，有许多信号是必须查看的，例如：

- (1) XTAL 石英晶体的振荡信号，是模拟方波还是正弦波？
- (2) ALE 的信号是振荡信号的 1/6，但是有时候会突然失踪，你知道原因吗？
- (3) 8051 的串行通信有许多模式，这些模式所送出的信号的是什么样子的？
- (4) 8051 可支持 RS485 的通信模式，这些信号的转换电平如何区分？

(5) 地址译码信号如何分辨？如果你是用可编程元件来译码时，一定要用示波器来看其中的变化。

一台好用的示波器可以帮你解决许多和硬件有关的问题，而且新款的示波器都可以外接打印机，能打印出所要的波形，如图 1-7 所示。

如图 1-8 所示，CH1 为单片机 8051 的振荡器上的信号波形，CH2 为 ALE 信号波形。

图 1-9 是单片机 8051 的 ALE 信号，我们可由图的右方看到信号频率值。

图 1-10 所示的是单片机 8051 的串行信号，以前的程序设计人员碰到通信方面的问题时，往往要靠不停地循环设计，才能隐约看到这些信号。

单片机 8051 的地址（A7~A0）与数据线（D7~D0）是共用的，使用数字示波器可以很清楚地看出其中的变化，如图 1-11 所示。

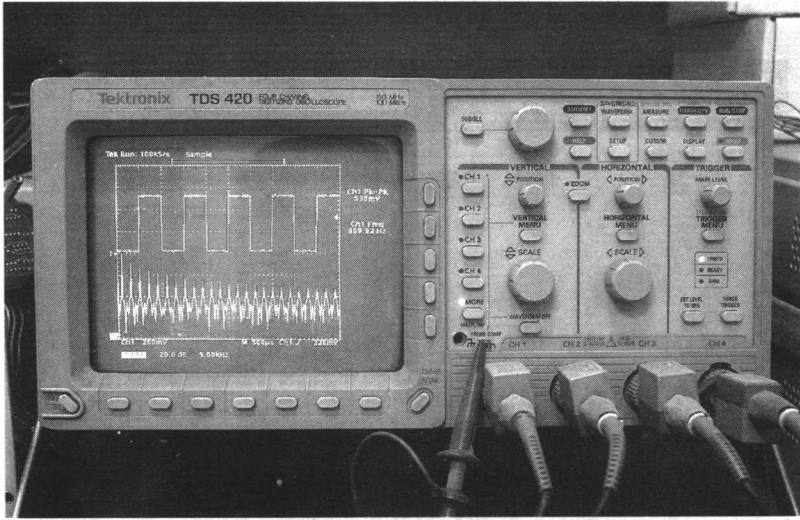


图 1-7 示波器

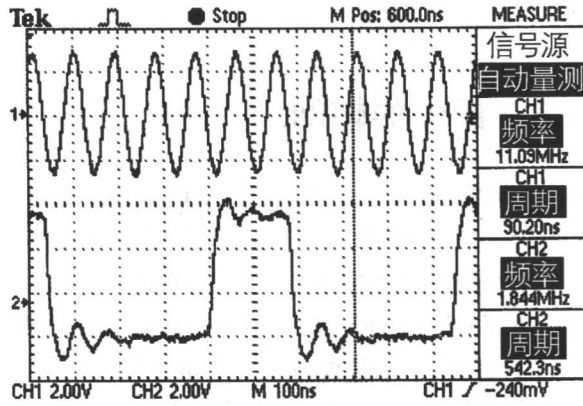


图 1-8 单片机 8051 的振荡器上的信号波形与 ALE 信号波形

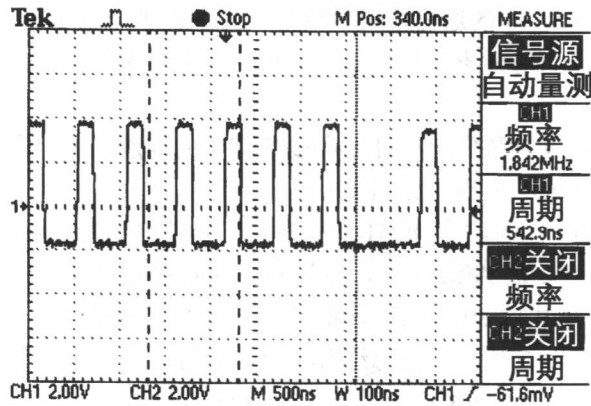


图 1-9 单片机 8051 的 ALE 信号