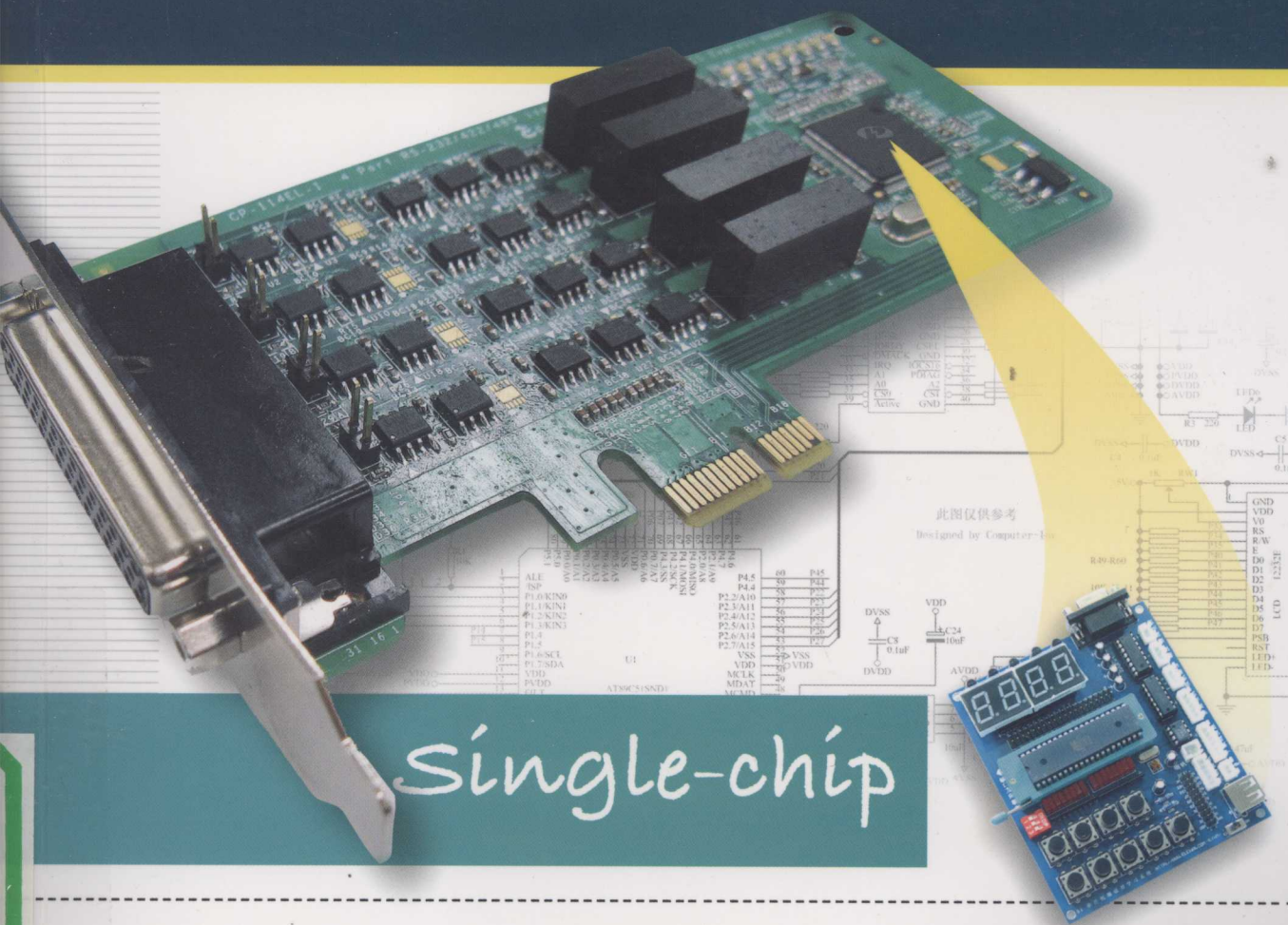


单片机硬件接口

电路及实例解析



◎ 谢宜仁 主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

单片机硬件接口

电路及实例解析



第 1 版 (2018 年 1 月)

第 1 次印刷 1000 册

单片机硬件接口 电路及实例解析

谢宜仁 主编
谢东辰 李 杰 谢 炜 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书通过大量实例介绍了单片机硬件接口电路, 主要包括接口技术概论, 键盘、功能键及拨码盘的接口电路, LED 显示器接口电路, 液晶显示接口电路, A/D 转换接口电路, 高位 A/D 转换接口电路, 双积分 A/D 转换接口电路, V/F 转换接口电路, D/A 转换接口电路, 高位 D/A 转换接口电路, 以及通信接口技术。本书凝结了作者多年的实践经验, 为读者学习和运用单片机硬件接口电路提供了翔实的高科技、高水准的专业技术资料。

本书内容全面, 分析透彻, 图表齐全, 资料丰富, 适合工程技术人员阅读, 也可作为高等院校相关专业的教材。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机硬件接口电路及实例解析 / 谢宜仁主编. —北京: 电子工业出版社, 2009.4
ISBN 978-7-121-08571-0

I. 单… II. 谢… III. 单片微型计算机—外部设备—接口电路 IV. TP368.147

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 044874 号

责任编辑: 王敬栋 (wangjd@phei.com.cn)

印 刷: 北京市海淀区四季青印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 15 字数: 384 千字

印 次: 2009 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 29.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

作者从事自动化工作已有几十年的时间，有一定的实践经验和理论水平。实际工作让我们看到，无论是居家测控还是企业测控，无论是工农业生产控制环节还是航空航天测控系统，无论是单体的仪器仪表还是庞大的自动化控制系统，单片机核心技术的应用之广泛是任何一种电子元器件无法比拟的。

自然，单片机也不是孤立的，它也需要借助于很多外围元器件来实现相应的功能。为此，我们编写了这本书，它是一本理论联系实际的单片机自动化控制类书籍。本书有针对性、全面而又系统地阐述了单片机接口电路中的技术要点，重点部分都附有实例，更有对这些应用实例的详细解释和分析。本书对于那些实际应用涉及面广的接口电路技术进行了知识延伸和应用推广，为读者应用和理解书中的内容带来很大帮助。

在编写方式上，本书坚持“功能至上、实用优先”的原则，既详细阐述了单片机接口电路的原理，又重点介绍了一些热门接口芯片，为读者全面掌握单片机接口技术奠定了坚实基础。全书贯穿了单片机接口技术和应用实例这个总线，突出了简明实用这一重要特点。尤其是书中所列举的大部分实例内容，在经过适当软硬件搭配或调试之后都可以应用于生产、科研，创造出丰硕的社会效益和经济效益。

全书共 11 章，第 1 章为接口技术概论，提纲挈领地介绍了人机通道等一些基本概念，不断把实质内容引向深入。第 2 章针对键盘、功能键、拨码盘这些最常用的输入通道配置的接口技术的关键性问题进行了详尽介绍，并从实用角度提供了解决方案。第 3 章重点介绍 LED 显示器接口电路，针对它们的接口电路和技术关键，解答大量实质性问题，并通过丰富的图表和实例，真正从实用角度提供理论阐述和解答答案，使读者得到最大的帮助。第 4 章介绍液晶显示接口电路。本章从液晶显示器件开始介绍，然后介绍液晶显示模块 LCM 的分类与特点，最后围绕液晶显示这个大主题，通过大量应用实例对液晶显示器的应用电路进行表述和解析，为读者深入掌握液晶显示接口电路打下良好基础。第 5 章为 A/D 转换接口电路，它是单片机/计算机系统数据采集中不可缺少的重要技术，更是单片机接口技术的重点之一。本章先从模拟量及其信号输入通道开始，再研究 A/D 转换及其应用技术。第 6 章介绍高位 A/D 转换接口电路，包括 12~16 位 A/D 转换器的接口电路，这部分电路与一般的 A/D 转换器不同，在实际应用上更有其独特特点。本章比较详细地介绍了 ADC1210/ADC1211、AD574A/ADC674A/ADC1674、高速 12 位 A/D 转换器 AD578/AD678/AD1678、14 位 A/D 转换器 AD679/ADC1679 及 16 位 A/D 转换器 ADC1143 的实用接口电路，并有其他大量实用的接口电路奉献给读者。第 7 章重点向读者讲述双积分 A/D 转换器的有关内容，从 3 位半双积分 A/D 转换器开始，逐次介绍了 4 位半双积分 A/D 转换器、12 位双积分 A/D 转换器和 16 位积分型 ADC 等，最后阐述了 A/D 转换器的应用技巧，以便读者应用 A/D 转换器更加得心应手。第 8 章重点研究 V/F 转换原理及其实现 A/D 转换的方法。重点介绍了 V/F 转换器与单片机的接口和 V/F 转换器应用实例及应用设计，以及 V/F 转换过程中抗干扰技术等大量内容。第 9 章为 D/A 转换接口，首先阐述了 D/A 转换原理及主要技术指标等有关问题，然后逐一介绍了 DAC0832、AD558 转换器和多通道 D/A 转换器 AD7226 的性能和应用知识，并重点对

D/A 转换器的输出方式及其与单片机的实用接口技术做了详尽阐述。第 10 章专门讨论高位 D/A 转换接口电路,从 10 位开始一直到 16 位 D/A 转换芯片都进行了介绍,还对高位 D/A 转换器与单片机的接口方式和连接方式等关键问题都一一做了介绍。第 11 章重点介绍的是通信接口技术和通信方式中的很多实际知识,从传输方式到收/发时钟,从通信硬件到软件,都对大量的有关问题和知识进行了介绍。

本书最大的特点是内容丰富、形式新颖、图文并茂、实用性强,而且实例众多、图表齐备,便于阅读的同时又极易于理解和应用。

作者编写这本书的主要目的,是想通过本书让读者完全掌握单片机接口电路,并将本书内容结合与单片机原理有关的书籍,提高读者的单片机应用技术。但是,由于篇幅所限,本书重点侧重于硬件应用,而未能将所有的软件程序收录其中,望读者注意弥补。

本书由高级工程师谢宜仁主编,谢东辰、李杰和谢炜担任副主编。参加本书编写的人员还有李妍、翟翠英、梅立云等,同时感谢谢煜、谢承霖、谢明轩、张文骏、谢英谟、张景琛、张菁菁、李东平、梅立凯、袁枚、梅雨楠等,他们在本书编写过程中提供了很大的帮助。

本书在编写过程中得到了各级自动化学会领导专家的支持和帮助,电子工业出版社赵丽松主任和王敬栋编辑等在书稿编排、审校等各方面都给予特别热情的关心和支持。本书还从相关参考文献中借鉴了大量资料,吸取了丰富经验。在此,编著者谨向关心和帮助本书出版的各界人士特别是电子工业出版社的领导和编辑们表示衷心的感谢。

由于书稿撰写和校对的时间仓促,更因编著者学识水平所限,书中难免有不妥之处,恳请有关专家和广大读者批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 接口技术概论	1
1.1 接口的一般概念	1
1.2 人一机对话和人—机通道	2
第 2 章 键盘、功能键及拨码盘的接口电路	4
2.1 按键抖动原理	4
2.2 按键消抖的一般措施	5
2.2.1 双稳态消抖	5
2.2.2 积分滤波消抖	5
2.3 按键接口技术	6
2.3.1 独立式按键接口电路	6
2.3.2 矩阵式键盘接口电路	8
2.4 少量功能键及拨码盘接口电路	13
2.4.1 静态开关与功能开关	13
2.4.2 数字拨码盘	15
2.4.3 双功能键和多功能键	16
2.5 应用实例解析（键盘接口）	17
2.5.1 BCD 拨码盘与 8051 单片机接口	17
2.5.2 8279 键盘、显示器接口芯片及应用	19
第 3 章 LED 显示器接口电路	25
3.1 常用显示器件	25
3.1.1 常用显示器件	25
3.1.2 LED 显示器	26
3.2 常用驱动芯片	31
3.2.1 常用驱动器	31
3.2.2 ULN2003A 驱动器芯片	32
3.2.3 CMOS 八位 LED 驱动器 ICM7218 系列芯片	33
3.2.4 BCD—七段锁存/译码/驱动器 MC14513	35
3.2.5 串行输入显示驱动接口芯片 MC14499	36
3.2.6 COMS 四位显示/译码/驱动器 ICM7212	37
3.3 应用实例解析	39
3.3.1 LED 动态显示电路	39
3.3.2 MC14558/MC14547 BCD—七段译码驱动器与 8051 的接口电路	41
3.3.3 BCD—七段锁存/译码/驱动器 MC14513 与 8051 的接口电路	43
3.3.4 利用 MC14495 共阴极 LED 进行显示的三位半数字电压表电路	43
3.3.5 串行输入显示驱动接口芯片 MC14499 与 8051 接口电路	45

3.3.6	COMS 四位显示/译码/驱动器 ICM7212 系列产品与 8051 作串行接口	46
3.3.7	采用软件译码的串行口六位静态 LED 显示功能的接口电路	46
3.3.8	采用软件译码的八位 LED 驱动器 ICM7218A 与 8051 单片机组成的动态显示接口 电路	47
3.3.9	带驱动器的八位动态 LED 显示器接口和驱动电路	48
3.3.10	8255 与串行口扩展的键盘、显示器电路	49
3.3.11	用并行扩展口 8155 构成的键盘、显示器电路	49
3.3.12	用 8279 构成的 16 位 LED 电子收款机用显示器电路	50
3.4	LED 光柱模拟显示器及其接口技术	52
3.4.1	LED 光柱模拟显示器件	52
3.4.2	应用实例解析 (光柱 LED 显示器)	54
3.5	LED 大屏幕显示器的单片机控制接口	56
第 4 章	液晶显示接口电路	58
4.1	液晶显示器件	58
4.1.1	液晶显示器	58
4.1.2	四位 LCD 静态驱动芯片 ICM7211	60
4.1.3	点阵式液晶显示控制器 HD61830 芯片	62
4.2	液晶显示模块 LCM	65
4.2.1	LCM 的特点与分类	65
4.2.2	液晶显示的字符和图形的形成	65
4.2.3	点阵式字符 LCM 的指令	66
4.2.4	点阵式字符 LCM 的主要技术指标和功能特点	66
4.2.5	点阵式字符 LCM 工作时序	67
4.3	应用实例解析 (液晶显示)	68
4.3.1	七段液晶显示器的电极配置图和静态驱动电路图	68
4.3.2	点阵式 LCD 的驱动	68
4.3.3	两片四位 LCD 静态驱动芯片 ICM7211 (A) M 与 8051 组成的八位 LCD 电路	71
4.3.4	点阵式液晶显示控制器 HD61830 芯片与 8051 的接口电路	71
4.3.5	点阵式字符液晶显示模块 LCM 与 8051 的接口电路	72
第 5 章	A/D 转换接口电路	74
5.1	模拟量及其信号输入通道	74
5.1.1	模拟量与开关量	74
5.1.2	信号输入通道	75
5.2	A/D 转换器及其应用	86
5.2.1	模/数 (A/D) 转换器	86
5.2.2	常用 A/D 转换器芯片的主要性能和特点	87
5.2.3	A/D 转换器的选择	92
5.2.4	使用 A/D 转换器的注意事项	95

第 6 章 高位 A/D 转换接口电路	97
6.1 12 位 A/D 转换器 ADC1210/ADC1211 的实用接口电路	97
6.1.1 12 位 A/D 转换器 ADC1210/ADC1211	97
6.1.2 ADC1210/ADC1211 与 8051 单片机的接口电路	99
6.2 12 位 A/D 转换器 AD574A/674A/1674 的实用接口电路	100
6.2.1 12 位 A/D 转换器 AD574A	100
6.2.2 12 位 A/D 转换器 AD574A 模拟输入的单极性和双极性转换接法	103
6.2.3 12 位 A/D 转换器 AD574A 的增益和零点	103
6.2.4 AD574A 的刻度	104
6.2.5 应用实例解析 (12 位 A/D 转换器)	105
6.3 高速 12 位 A/D 转换器 AD578/AD678/AD1678 的实用接口电路	108
6.3.1 高速 12 位 A/D 转换器 AD578	108
6.3.2 高速 12 位 A/D 转换器 AD678/AD1678	111
6.3.3 应用实例解析 (高速 12 位 A/D 转换器)	114
6.4 14 位 A/D 转换器 AD679/AD1679 的实用接口电路	115
6.4.1 14 位 A/D 转换器 AD679/AD1679	115
6.4.2 应用实例解析 (14 位 A/D 转换器)	118
6.5 16 位 A/D 转换器 ADC1143 的实用接口电路	119
6.5.1 16 位 A/D 转换器	119
6.5.2 应用实例解析——16 位 A/D 转换器 ADC1143 与 8051 单片机的硬件接口电路	121
第 7 章 双积分 A/D 转换接口电路	123
7.1 3 位半双积分 A/D 转换器 5G14433 的实用接口电路	123
7.1.1 三位半双积分 A/D 转换器 5G14433	123
7.1.2 应用实例解析 (三位半双积分 A/D 转换器)	126
7.2 4 位半双积分 A/D 转换器 ICL7135 的实用接口电路	130
7.2.1 4 位半双积分 A/D 转换器 ICL7135 芯片	130
7.2.2 4 位半双积分 A/D 转换器 ICL7135 的外部接法	133
7.2.3 应用实例解析 (4 位半双积分 A/D 转换器)	134
7.3 12 位双积分 A/D 转换器 ICL7109 的实用接口电路	136
7.3.1 12 位双积分 A/D 转换器 ICL7109	136
7.3.2 12 位双积分 A/D 转换器 ICL7109 的外部电路	139
7.3.3 应用实例解析——12 位双积分 A/D 转换器 ICL7109 与 8051 单片机的连接	142
7.4 16 位积分型 ADC—ICL7104 的实用接口电路	143
7.4.1 16 位双积分 A/D 转换器 ADC—ICL7104	143
7.4.2 应用实例解析——16 位积分型 ADC—ICL7104 与 8051 单片机的接口电路	144
7.5 A/D 转换器的应用技巧	145
7.5.1 测控系统中的大信号与小信号	145
7.5.2 单通道数据采集自动转换量程电路	145

第 8 章 V/F 转换接口电路	147
8.1 V/F 转换原理及其实现 A/D 转换的方法	147
8.1.1 V/F 转换器	147
8.1.2 积分复原型 V/F 转换器的电路结构和输出波形	148
8.1.3 电荷平衡式 V/F 转换器的电路结构	148
8.1.4 用 V/F 转换器实现 A/D 转换	149
8.2 VFC32 型 V/F 转换器的应用技术	150
8.2.1 VFC32 型 V/F 转换器	150
8.2.2 VFC32 型 V/F 转换器的内部结构及其外部接线	151
8.3 LMX31 系列 V/F 转换器的应用电路	153
8.3.1 LMX31 系列 V/F 转换器	153
8.3.2 LMX31 系列 V/F 转换器的外部接线	154
8.3.3 应用实例解析 (LMX31 系列 V/F 转换器)	155
8.4 AD650 型 V/F 转换器的应用电路	158
8.4.1 AD650 型 V/F 转换器	158
8.4.2 AD650 型 V/F 转换器的外部接线	159
8.5 V/F 转换器与单片机接口	162
8.5.1 V/F 转换器直接与 MCS—51 单片机连接	162
8.5.2 应用实例解析 (V/F 转换器与单片机接口电路)	162
第 9 章 D/A 转换接口电路	171
9.1 D/A 转换器的工作原理和主要技术指标	171
9.1.1 概述	171
9.1.2 D/A 转换器的工作原理	172
9.1.3 D/A 转换器的主要技术指标	174
9.2 单片机系统中常用的 D/A 转换器	175
9.2.1 8 位 D/A 转换器 DAC0832	175
9.2.2 8 位 D/A 转换器 AD558	177
9.2.3 多通道 D/A 转换器 AD7226	178
9.3 单片机中 D/A 转换器的选用技巧	180
9.4 应用实例解析	183
第 10 章 高位 D/A 转换接口电路	189
10.1 10 位 D/A 转换器 AD7522 的实用接口电路	189
10.1.1 10 位 D/A 转换器 AD7522	189
10.1.2 应用实例解析——10 位 D/A 转换器 AD7522 与 8051 单片机的接口	191
10.2 DAC1020/DAC1220/AD7521 系列 12 位 D/A 转换器的实用接口电路	192
10.2.1 12 位 D/A 转换器 DAC1020/ DAC 1220/ AD 7521 系列	192
10.2.2 应用实例解析——12 位 D/A 转换器 DAC 1220、AD 7521 与 8051 单片机的接口	192
10.3 12 位 D/A 转换器 AD667 接口芯片	193
10.4 串行 D/A 转换器 AD7543 接口芯片	194

10.5	16 位 D/A 转换器 AD1147/AD1148 的实用接口电路	195
10.5.1	16 位 D/A 转换器 AD1147/AD1148	195
10.5.2	应用实例解析——16 位 D/A 转换器 AD1147 与 8051 单片机的硬件接口	199
10.6	高位 D/A 转换器与单片机的接口方式和连接方式	200
10.6.1	高于 8 位的 D/A 转换器的数据传送	200
10.6.2	应用实例解析（缓冲的变换连接与 AD7543 接口电路）	201
第 11 章	通信接口技术	205
11.1	通信接口技术基础	205
11.1.1	异步串行通信和同步串行通信	206
11.1.2	单工、半双工、全双工通信	207
11.1.3	波特率和收/发时钟	208
11.1.4	信号的调制与解调	209
11.1.5	传输数据差错的检出和校正	210
11.1.6	串行通信接口的硬件电路	212
11.2	MCS—51 单片机的串行接口及其通信技术	213
11.2.1	MCS—51 单片机的串行接口	213
11.2.2	应用实例解析（单片机的串行接口通信）	214
11.3	计算机与单片机的通信技术	218
11.3.1	计算 IBM-PC 与 8051 单片机的双机通信	218
11.3.2	IBM-PC 与 8051 单片机的多机通信	219
11.3.3	四台 8051 单片机应用系统与一台 IBM-PC 的通信接口电路	220
11.3.4	用 Inter8251A 扩展多路通信接口	221
参考文献		228

第1章 接口技术概论



内容梗概

本章重点讨论和研究单片机应用系统中有关于接口的抽象概念。对于一个自动化控制系统而言，如果只有单片机本身而没有正确的接口，就好比有马无缰、有船无桨，好东西也没有用场。本章将提纲挈领地介绍人一机通道等一些基本问题和基础知识，不断地把实质内容引向深入。

词语精点

- ▲ 接口技术
- ▲ 单片机应用系统
- ▲ 人一机通道

1.1 接口的一般概念

接口（interface）是计算机领域中专用的抽象概念，也是一个含义很广的名词。它是一种方法，也是一种做法，是相对于计算机主系统之外所有软硬件配置的统称。从软件技术方面讲，接口是一组包含了函数型方法的数据结构。通过这组数据结构，客户代码可以调用组件对象的功能达到设计者的目的。

接口是一种特殊的类，它的特殊在于该类中所有的方法都没有方法体。接口可以用来声明引用类型的变量，但不可以实例化，因为它的方法是不完整的。所以，使用接口也就是补全接口所规定的所有方法的方法体。

接口是用来定义程序的一种协定。实现接口的类或结构要与接口的定义严格一致。有了这个协定，理论上可以抛开编程语言的限制。接口可以从多个基接口继承，而类或结构可以实现多个接口。接口可以包含方法、属性、事件和索引器。接口本身不提供它所定义的成员的实现。接口只指定实现该接口的类或接口必须提供的成员。

接口描述了组件对外提供的服务。组件和组件之间、组件和客户之间都是通过接口进行交互的。因此组件一旦发布，它只能通过预先定义的接口来提供合理的一致服务。一个组件可以实现多个组件接口，而一个特定的组件接口也可以被多个组件来实现。

组件接口必须是能够自我描述的。这意味着组件接口应该不依赖于具体的实现，将实现和接口分离，彻底消除了接口的使用者和接口的实现者之间的耦合关系，增强了信息的封装程度。同时这也要求组件接口必须使用一种与组件实现无关的语言。目前组件接口的描述标准是 IDL 语言。

由于接口是组件之间的协议，因此组件的接口一旦被发布，组件生产者就应该尽可能地保持接口不变，任何对接口语法或语义上的改变，都有可能造成现有组件与客户之间的联系

遭到破坏。每个组件都是自主的，有其独特的功能，只能通过接口与外界通信。

从硬件技术方面讲，接口是相对于计算机主系统硬件之外所有硬件外配置的统称。对于单片机来说，接口就是对单片机 I/O 口确定具体内容（含硬件与软件）的一种规定和做法。

1.2 人—机对话和人—机通道

人与计算机之间的信息互通与交换是经常发生的。由于计算机的智能化水平相当高，甚至能够用极高的速度实现对输入信息的计算、判断、分析、推理及逻辑控制等，因此有人就把计算机看成像人脑一样能够互相通过对话沟通就能够理解很多用意的“人”。所以，人与计算机之间的信息互通与交换，就称为“人—机对话”。

在单片机应用系统中，通常都有人—机对话功能。人机对话功能包括人对应用系统的状态干预和对各种数据的输入，以及单片机应用系统向使用、操作者报告运行状态和结果等。

人—机对话也可以看成是能够完成和实现人与计算机互相交流信息、数据的有关过程、途径或功能。简单地讲，用来实现人与计算机对话的途径，就叫人—机通道。

在单片机应用系统中，人—机对话的配置水平和规模，与应用系统的规模、特点有很大关系。单片机应用系统多种多样，如智能仪表、控制单元、数据采集系统、分布式检测系统等。对于各种类型的单片机应用系统，人—机通道的配置相差比较大。

一般来说，规模大、功能多、系统复杂、投资高的单片机应用系统的人—机通道配置就相应多一些，高档一些。而一些功能单一的单片机应用系统的人—机通道配置就相应少一些，低档一些。

在单片机应用系统中，人对系统状态的干预和数据输入的外部设备最常用的是键和键盘，还有对系统状态实现干预的功能键和向系统输入数据的数字键等。拨码盘是对系统置入数据的一种较廉价、可靠的办法。针对单片机应用系统的实际需求、结构特点、应用环境等因素，也有一些其他各种类型的人—机通道配置，如遥控键盘、刷卡机、非接触 IC 卡、扫描仪、手写板、远程开关和语音输入接口等。

人—机通道的常见配置框图如图 1-1 所示。作为一个独立的单片机应用系统，选取其中一部分人—机接口配置即可。但是有一些应用系统，如分布式检测系统，常常要配置水平和档次都较高的人—机对话接口，而且常常采用集中控制，将单片机应用系统与计算机系统联机通信使用。在这样的应用系统中，人—机对话通道的配置主要依靠通用计算机系统实现。在控制总站及各种控制子站中仅配置一些简单的人—机外设接口。

在单片机应用系统中，需要系统时常报告运行状态及运行结果。系统与人的信息交流是通过人—机对话通道的配置进行的，最常用的是各种 LED/LCD 发光指示、声光报警和打印机等。也有的单片机应用系统根据需要配置液晶显示器、LED/LCD 显示屏、语音指示器、电视显示器和触摸屏对话接口等。

单片机应用系统的人—机对话接口，是应用系统与人—机之间进行信息传递的唯一渠道。因此，人—机对话接口的特点与单片机应用系统的特点和应用现场的特点有关。

(1) 专用性。一般来说，单片机应用系统都是专用的计算机应用系统。人—机通道外部设备的配置水平完全根据现场系统功能要求来决定，如显示器的显示位数、键盘的数量、报警指示灯数量及打印机的功能等。

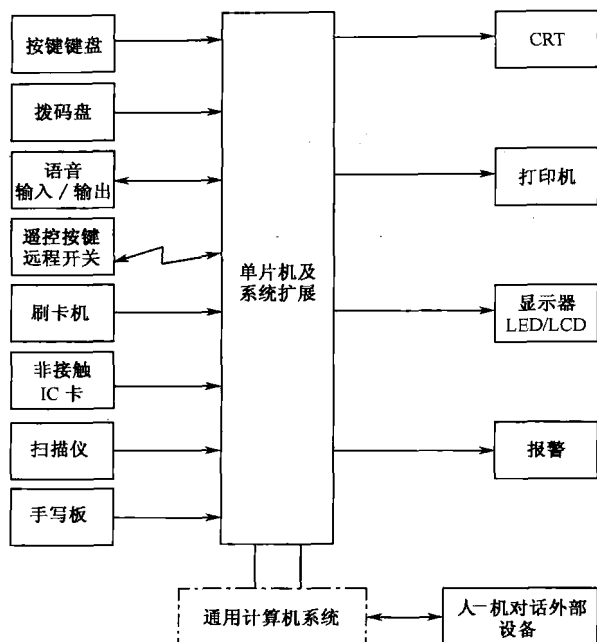


图 1-1 人一机通道的常见配置框图

(2) 小型廉价。单片机应用系统本身的特点是低成本、中小规模、环境适应性强、配置灵活等，因此相应的外部设备也要以小型、微型、廉价的原则进行配置。

(3) 标准接口。许多人一机对话接口外部设备都备有标准的接口控制与通信要求。

单片机接口技术所涉及的范围比较广，但是最重要、最实用、与实际应用者关系最大的接口技术如下：

- (1) 键盘、功能键、拨码盘及显示器的接口技术。
- (2) 模拟量输入的 A/D 转换技术。
- (3) 模拟量输入的 V/F 转换接口技术。
- (4) 数字量输出的 D/A 转换接口技术。
- (5) 数字量输出的高位 D/A 转换接口技术。
- (6) 通信接口技术。
- (7) 新型串行接口总线。

第2章 键盘、功能键及 拨码盘的接口电路



内容梗概

对于单片机应用系统的输入/输出通道来说,键盘、功能键、拨码盘是最常用的配置,也是信息传递过程中最重要的人机通道之一。本章重点介绍针对这些配置的接口技术,内容丰富,取材广泛。

词语精点

- ▲ 键盘、按键、拨码盘
- ▲ 按键消抖
- ▲ 功能键

2.1 按键抖动原理

计算机系统所用的键盘,实质上是一组集合在一起的按键开关。按键开关一般为机械式开关,采用的都是机械式的弹性触点,利用机械触点的弹性作用,实现触点的闭合与断开。

键盘在单片机应用系统中是一个很关键的部件,利用键盘可以实现对计算机的数据输入、传送命令等功能,是实现人一机对话、人工干预计算机的重要途径。

按键开关触点断开、闭合过程的信号波形如图 2-1 所示。

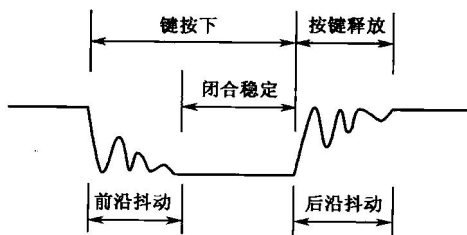


图 2-1 按键开关触点断开、闭合过程的信号波形

如果将按键的触点放大,就会发现它的表面是凸凹不平的。按键开关在接通的瞬间,触点表面会因凸凹的原因形成先少后多的点接触,少量的点接触就会产生火花噪声信号。此外,由于机械触点存在弹性,触点不会立即稳定地接触,由此也会产生火花噪声信号。同理,触点在断开的瞬间,也不会一下子断开,必然伴随着一连串的抖动过程。在触点接通和断开时产生的这些火花噪声信号就是键盘的抖动信号。

按键开关触点抖动的时间是由按键的机械特性决定的。抖动的时间一般为 5~10ms。抖

动时间的长短是软件设计的重要因素，这个时间在软件消抖中会经常涉及。

键的闭合与否反映在电路上就是电压电平的高或低。如果高电平表示断开，那么低电平就表示闭合。

对按键的抖动，通常采用硬件和软件两种方法消除。

2.2 按键消抖的一般措施

在按键消抖措施中，常见的就是双稳态消抖和积分滤波消抖两种。

2.2.1 双稳态消抖

双稳态 R-S 触发器的消抖电路如图 2-2 所示。

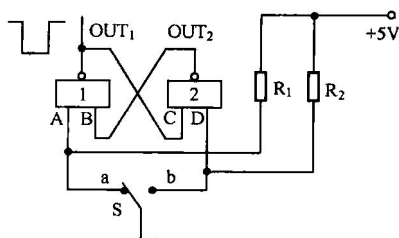


图 2-2 双稳态 R-S 触发器的消抖电路

设开关 S 首先处于 a 位置，此时 R-S 触发器的输出端 OUT_1 为 1，与非门 2 的输出 $OUT_2 = \overline{1 \cdot 1} = 0$ 。与非门 2 输出的电平 0 引入到与非门 1 的一个输入端，将与非门锁住，使其固定输出为 1。如果使 K 在 a 位置发生抖动，则产生一连串的负信号波形，但由于 B 输入端在 K 未达到 b 时始终为 0，因此无论 A 如何变化， OUT_1 始终保持状态 1 不变。

当 S 到达 b 时，则 $D=0$ ，R-S 触发器的输出状态就会翻转， $OUT_2=1$ ，导致 $OUT_1 = \overline{1 \cdot 1} = 0$ 。 OUT_1 输出的电平 0 又回到门 2 的输入端，锁住门 2，让它的输出恒为 1，此后即使 b 端的波形出现一连串的抖动，也不会影响 $OUT_2=1$ 的输出状态，因此 OUT_2 也将恒为 0。由此看出，R-S 触发器的输出消除了抖动的输出。也就是说，由于 R-S 触发器的作用，输入端 a 或 b 的抖动已经得到彻底消除。

2.2.2 积分滤波消抖

积分滤波消抖电路的原理图如图 2-3 所示。

滤波消抖电路是利用了 RC 积分电路可以吸收干扰脉冲的特点设计的。因为 RC 积分电路具有一定的积分时间，而键的抖动时间一般为 5~10ms，所以只要正确选择好 RC 积分电路的时间常数，让按键抖动在 RC 积分电路的电压未达到门的开启电压之前就消失，便可消除按键抖动。

当 S 未按下时，电容两端的电压为 0，与非门输出为 1；当 S 按下时，由于 C 两端电压不能突变，

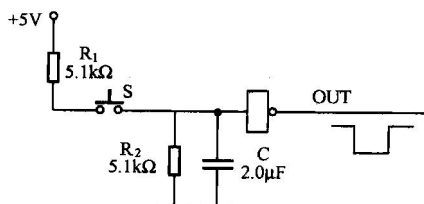


图 2-3 积分滤波消抖电路的原理图

即使在接触过程中出现抖动，只要 C 两端的充电电压波动不超过门的开启电压（TTL 为 0.8V 左右），门的输出将不会改变（可通过适当选取 R_1 、 R_2 和 C 的值来实现）。同样，S 在断开的过程中，即使出现抖动，由于 C 两端的电压不能突变（它要经过 R_2 放电），只要 C 两端的放电电压波动不超过门的关闭电压，门的输出也不会改变。

图 2-3 所示电路滤波消抖成败的关键在于 R_1 、 R_2 和时间常数 τ 的选取。选取 R_1 、 R_2 和时间常数 τ ，必须保证 C 由稳态电压充电到开启电压或放电到关闭电压的延时时间大于或等于 10ms。参数的数值可由计算或实验确定。

当按键较多时，硬件消抖将无法胜任，这时常采用软件的方法进行消抖。

软件消抖的基本原理是，在第一次检测到有键按下时，先执行一段延时 10s 的程序，再确认该键电平是否保持闭合状态。如果保持闭合状态，则认为真正有键按下，这样就可消除抖动的影响。

2.3 按键接口技术

2.3.1 独立式按键接口电路

独立式按键就是键与键之间相互独立的按键，每个按键均各接一根输入线。一根输入线上的按键工作状态不会影响其他输入线上的工作状态，通过检测输入线的电平状态，就可以很容易地判断哪个按键被按下。

一般来说，独立式按键的电路配置灵活，软件结构简单，故障分析容易。但是，由于每个按键都要占用一根输入口线，所以在按键数量较多时，输入口浪费很大，电路结构也会显得复杂。独立式按键键盘适用于按键数量较少或操作速度较快的场合。

中断方式的独立式按键接口电路图如图 2-4 所示。查询方式的独立式按键接口电路图，如图 2-5 所示。

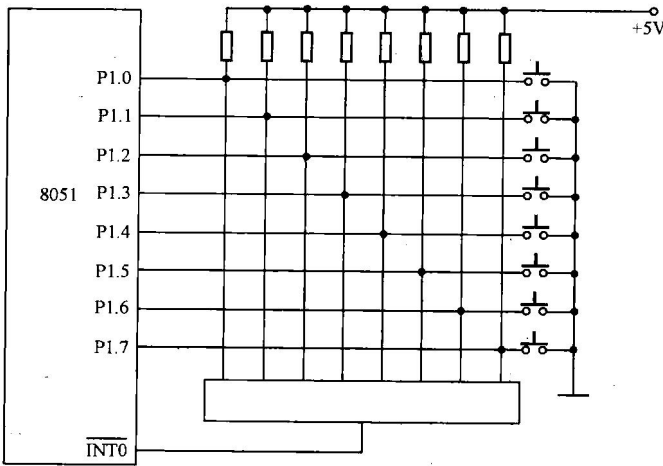


图 2-4 中断方式的独立式按键接口电路图