

冰箱设计平台

目 录

一、冰箱概述	1
1、冰箱市场现状	1
2、未来冰箱的发展趋势	2
3、客户类型	3
4、压缩式电冰箱工作原理	3
5、冰箱分类	4
6、冰箱常用技术参数	5
7、冰箱型号命名方法	6
二、硬件部分	7
1、常用器件	7
2、冰箱控制板的整体硬件框图	7
3、电源常用电路	9
4、电源滤波电路	11
5、复位电路	11
5.1 典型、简单复位电路	11
5.2 增强 EMC 的复位电路	12
5.3 语音芯片 SPT5507 推荐复位电路	12
5.4 有电池的系统中常用复位电路	12
6、陶振电路	13
7、传感器 (A/D) 电路	13
8、EEPROM 电路	14
8.1 AT24 系列应用电路	14
8.2 AT93 系列应用电路	15
9、时钟芯片 PCF8563T 应用电路	15
10、 I^2C 组合应用电路	15
11、LCD 驱动电路 (HT1621D)	16

2、VFD 驱动应用电路	16
12.1 VFD 原理简述	17
12.2 VFD 典型驱动电路	17
12.3 关断 VFD 灯丝电压(F1、F2)应用电路	18
13、通讯部分	18
13.1 RS-485 通讯接口应用电路	18
13.2 RS-232 与 TTL 电平转换、隔离应用电路	18
14、LED、数码管	19
15、继电器、可控硅驱动电路	19
16、双稳态电磁阀电路	20
17、蜂鸣电路	21
18、语音电路(语音提示、留言、语音识别)	21
18.1 语音芯片 SPT5506 应用电路	21
18.2 语音提示(IS22C022 芯片)应用电路	22
18.3 语音留言(ISD2532 芯片)应用电路	22
19、压缩机延时保护电路	23
20、过零检测电路	23
74HC138 扩展 COM、KEY、LED 电路	24
22、背光源应用电路	24
23、远程控制电路	25
23.1 DTMF 信号收发应用电路	25
23.2 HT9170B 双音频(DTMF)接收器应用电路	25
23.3 HT9200A/B 双音频 DTMF 发生器应用电路	26
三、上层应用软件部分	27
初始化	27
2、显示部分	28
3、按键部分	28
4、A/D 转换	28
5、控制部分	28
5.1 主程序流程图	29
5.2 按键子程序流程图	30
5.3 显示子程序流程图	31
5.4 A/D 转换子程序流程图	32
5.5 控制部分流程图	32

一、冰箱概述

1、冰箱市场现状

随着新技术、新材料、新工艺的不断开发，家用冰箱的性能、质量、款式和品种正在迅速发展。

由于我国冰箱市场潜力大，加之生产成本相对较低。因此，对世界家电巨头来说，中国市场已成为全球市场的重要组成部分，如果不能在中国市场上占有一席之地，那么它的全球战略将会受到严重影响。因此，拼命打入中国市场已成为许多家电巨头的一项紧迫任务。目前，国内冰箱市场有许多品牌，其制冷方式、控制显示界面、采用的压缩机等各有异同，如下表所示：

表一：各厂家冰箱的异同

厂家名称	制冷方式	制冷剂	气候类型	冰箱类型	压缩机	备注
LG	风冷式（为主） 直冷式	R134a	ST	电控 LCD、LED（为主） 机械	自制	
SIEMENS	直冷式（为主） 风直冷结合	R600a	ST、SN	2001 年开始生产电控冰箱、 LED（为主）、机械	自制	
松下	风冷式（为主） 直冷式	R600a	ST、N	电控、多箱体、机械	自制	语音
伊莱克斯	风冷式（为主）	R134a	ST、SN、N	电控、LED（为主）、机械	自制	
美菱	直冷式（为主）	R134a	ST、SN、N	电控 LCD（为主）、机械		
新飞	直冷式 风冷式	R134a	ST、SN、N	电控 LCD、VFD、机械		
华菱	直冷式、风冷式、 风直冷结合			电控 LCD、机械	进口 三菱	
海尔	直冷式（为主） 风冷式	R600a	ST、SN、N	电控 LCD、VFD、机械	进口	语音
科龙、容声	直冷式 风冷式（为主）	R600a、 R134a、 R12	ST、SN、N	电控 LCD、LED、机械		

直冷式冰箱与风冷式冰箱制冷方式不一样，所以表现出来的特点也不一样。直冷式冰箱的优点是制冷快、省电，有利于食物保湿保鲜，噪声相对较低；缺点是需要除霜。风冷式冰箱的优点是制冷迅速、无霜；缺点是食物易风干，耗电、噪声相对较高。直冷式冰箱和风冷式冰箱没有绝对的好与不好，关键在于消费者的喜好。

在中国乃至全球，环境保护已成为越来越重要的课题。目前，就冰箱行业为例，世界各国正在大力推行“双绿色”冰箱。由于氟利昂会破坏大气臭氧层，威胁整个地球的生态平衡和人类的健康。日本、美国等国已全面推行无 CFC 冰箱，无 CFC 冰箱将是未来冰箱发展的必然趋势。为了减少和消除冰箱在生产过程和使用过程中所产生的对大气臭氧层有破坏性的气体以及引起温室效应的气体，在使用的制冷剂方面，很多企业采用了无氟制冷剂，如 R134a、R600a 等。

世界第一台冰箱诞生于 1923 年。冰箱诞生后，世界各国的冰箱专家一直为“精确温控”而努力，其间取得了不少进步。冰箱的温控技术是冰箱科技发展的核心，从最初的机械式单温单控技术到冷藏冷冻双温双控，到更为精确的电子温控，到无需手动调节的全自动电脑温控，每一步都是冰箱技术发展的崭新一页。随着电子技术的发展，由微处理器来控制的冰箱已经逐步占据主流。2002 年 3 月份，科龙推出的“分立多循环制冷技术”在业界引起了强烈的反响，目前，科龙已就该技术向中国知识产权局申请了发明专利，并已向美国、日本、德国、法国、英国等十几个欧美发达国家递交了发明专利申请。实际上分立双循环冰箱主要是使用了一个双稳态电磁阀，使冰箱冷藏蒸发器、冷冻蒸发器处于并联工作状态，冷藏室、冷冻室可独立控制、开关，从而达到精确控温等目的。

电脑温控冰箱除了控温精确之外，还能增加许多辅助功能，如网络、语音、人机界面等。在这方面，

最明显的是显示界面的变化，VFD、LCD、数码管等是比较流行的显示方式。同时，在冰箱制冷的核心部件——压缩机方面，国外的大型家电厂商，压缩机基本上是自产，而国内的冰箱厂商所使用的压缩机大部分却靠进口。

2、未来冰箱的发展趋势

家电产品日新月异，冰箱也不例外，对于未来冰箱将向何种方向发展，业内人士纷纷提出看法。随着科学技术的发展，特别是现代控制技术、新材料技术、生物技术、网络技术的发展，越来越多的高新技术应用在冰箱上，促使冰箱在质量上和功能上都有了较大的改进。这些新技术的应用中心目的是尽可能长时间保存食物，同时尽可能多地保留食物原有营养成分。电脑智能、环保节能、个性十足成为公认的发展趋势。

当前，家用冰箱发展的新趋势是厨房化、大型（大容积）或小型化、多门温室化，多功能化、节能化、低噪音、智能化、个性化，以及开发各种能源和功能多样的冰箱等。

实用多功能化——通过新技术的应用，提高和扩展了冰箱的使用性能和功能。在传统冰箱的基础上增添一项或几项实用功能，如：冷热饮水机、冰粒机、刨冰机、厨房计时器、开瓶器等。

网络化——主要有三种表现形式：

(1)、可通过网络（电话线拨号、LAN、CABLE、光纤、无线网络等）方式远程查询和控制冰箱的各种状态，并且冰箱可主动向用户发出警告信号。我公司已研制成功的网络冰箱就属于此类。

(2)、直接在冰箱上集成网络处理器、具有完整的TCP/IP协议、动态或静态的IP地址、完整的人机界面，用户无须借助其他设备便可直接连接INTERNET，同时具备1的功能。

(3)、在一个家庭里，每一个电器或其他警戒装置作为一个终端，把所有的电器通过有线（电话线或双绞线等）或无线（BLUETOOTH, 802.11B, HOME RF等）方式与家中的主机连接，然后通过家中的主机与外界互联。该主机具有2和1的功能。

大容量化——随着中国家庭人口结构的变化、人们的工作生活节奏的日益加快以及居住条件的改善，越来越多的城市人倾向于到超市一次采购更多的食物（足够一个星期或更长时间食用），这就要求有更大容量的冰箱（500L-800L）的家用冰箱。大容量冰箱将是未来冰箱的一个热点。日本在80年代后期冰箱容积就以300升—400升为主，近年来正向400升—500升方向发展。美国家用冰箱的容积在400升以上的比率已占90%，最大的达800升以上。据市场调查资料，我国家用冰箱现正趋向于200升—250升发展，而500升以上的大型家用冰箱也在各大城市受到不少消费者的青睐。从深圳顺电公司的情况来看，目前销售的大型家用冰箱在500升—800升之间，售价在人民币15,000至30,000元之间，主要的品牌有GE、三星、LG、海尔等，其中GE由美国进口，LG在泰州生产，三星在苏州生产。

小容量化——单门单温小型冰箱，半导体制冷冰箱。这种冰箱将逐步走进办公室、宾馆客房、公寓和交通工具里。主要的用户为汽车驾驶者、大学生、城市新移民、短程旅途者等。

变频型——将变频技术应用在冰箱上。由于变频技术的应用可实现低噪音、精确控温、节能等方面的改进。

清新型——冰箱内部具有有效的杀菌除臭功能。

精确化——冰箱中各箱室的温度可精确控制到1℃以内。

低噪音——冰箱在运行当中其发出的噪音。。。。。。

智能化——冰箱可根据各种食物的特性自动选择食物的最佳保鲜温度。

节能化——比传统冰箱更节能，符合ENERGY STAR标准。在冰箱的发展中，高效节能冰箱一直被我国众多冰箱生产厂家重视，并取得了显著成效。节能冰箱对消费者带来的好处是显而易见的。据调查，目前我国居民总耗电量中有一半是来自冰箱，这对于有冰箱的家庭，每月缴电费时都深有所感。当采用节能冰箱后，这种经济效益是最直观的。例如一台220升的非节能冰箱，按照标准使用环境，一年要耗电约480度，若换成A级水平的节能冰箱，一年用电只有280度左右，可节电200度左右。可见，对消费者来说，即使节能冰箱贵一点也是划算的。

环保化——采用环保制冷剂、使用对人体和环境无害材料。节能、环保是家用电器的永恒主题。科技的发展为人类带来了文明的生活方式，但同时也带来环境的污染、能源的浪费。人们已越来越认识到能源

的宝贵及节约能源的重要性。许多企业在开发新产品的同时着眼于节能环保，将提高生活品质与保护环境紧密结合起来。

厨房化——随着住房结构的变化，近年来国外开发了一种可与厨房中其它用具配套使用的组合式冰箱。例如：台柜式冰箱，冰箱顶部可作台板使用，也可与组合式厨具配套；又如炊具组合式冰箱，上部左侧为单孔煤气灶或电磁灶，右侧是一个洗涤池，下部为冰箱，三件组合为一体，适用于人口少、厨房面积小的家庭，具有一物多用的特点。

个性化——根据消费者的个性差异，设计出个性十足的冰箱，满足不同消费者对个性追求的需要。例如 ELECTROLUX 推出的“自选”冰箱就是其中的一个例子，该冰箱具有插式可换门板、内部的搁架也有多种材质和颜色可供选择。

3、客户类型

目前冰箱方面的客户主要有：海尔、科龙、TCL、贵州海尔、伊莱克斯。

其中海尔和科龙与我们合作的时间较长，而且为海尔开发的产品也比较成熟，也已基本掌握其控制方案及策略；

我们给科龙做的冰箱控制板以前都是 OEM 方式，其具体的控制方案暂时还不清楚；

TCL 方面，我们是已为其开发了两款冰箱控制板，虽然控制方案是由他们提供，但就目前来看其方案还不成熟，他们正在做系统测试；

贵州海尔方面，目前是由我方提供控制方案，在此过程中我们积累了很多经验；

伊莱克斯方面，现正与其合作开发产品，软件部分由他们负责，硬件由我方负责。

从已知的各冰箱厂商的控制方案及控制策略来看，控制方案各有千秋，但就同一厂商而言主要还是显示方面的差异。

4、压缩式电冰箱工作原理

由于我们使用的大都是压缩式的冰箱，那么对其工作的原理和组成我有进一步了解的必要，下面，我们来谈一下压缩式冰箱的组成：压缩式电冰箱的制冷系统由压缩机、冷凝器、干燥过滤器、毛细管和蒸发器等五部分组成。压缩机的功用是补充能量，把蒸发器中的低温低压的氟利昂蒸汽压缩为高温高压的过热蒸汽，送入冷凝器中。冷凝器的功用是把高温高压的蒸汽冷凝成为高压常温的液体，并放出大量的热量。如下图所示：

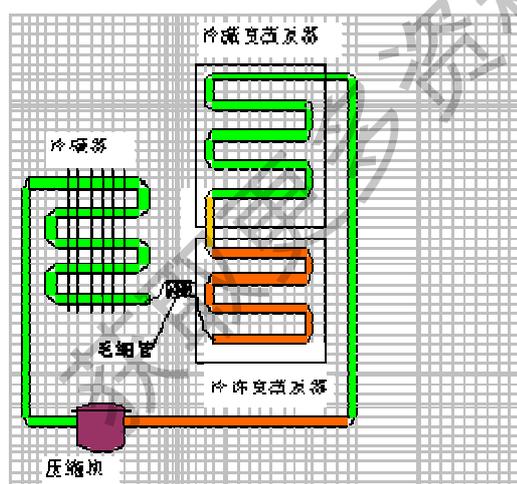


图 1.1 单循环制冷系统

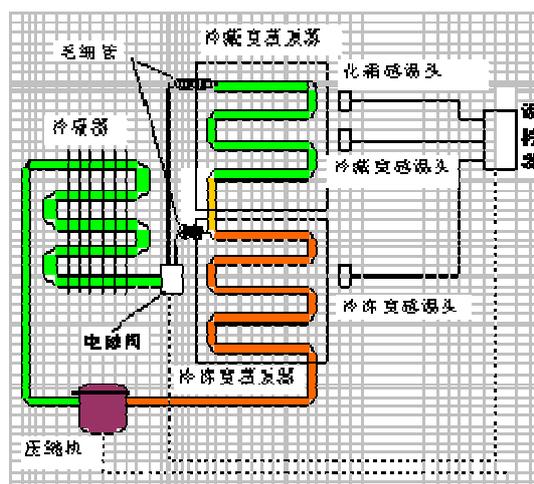


图 1.2 双循环制冷系统

干燥过滤器的功用是吸收氟利昂中的水分，防止冰堵，以及过滤制冷系统中的杂质，防止脏堵。毛细管的功用也有两个方面，其一是节流，控制制冷系统的氟利昂循环量；其二是降压，保证冷凝器中的压力满足冷凝压力，蒸发器中的压力满足蒸发压力。蒸发器是制冷系统制取冷量的地方，是液态氟利昂蒸发汽化为气体，吸收大量汽化热的场所。

由于电冰箱是高档耐用品，使用寿命是一项重要指标。所以在设计时，从结构、选材、制造工艺等项，都对寿命做了周密的考虑。从我国近 20 年发展形势及经济条件和生活水平出发，对于国产电冰箱的设计寿命，应不低于 15 年。国外电冰箱，由于新款式、新品种不断更新换代，在设计上，往往采用较短的使用期限，一般为 10 年。

单循环制冷系统也叫多温单控系统(如图 1.1)，也就是在冷藏冷冻两温室或多温室中只有一个室受控，图 1.2 为目前国内非常典型的双温单控系统。一般冷藏室温度靠机械温控器调节，而冷冻室的温度则根据系统的匹配随冷藏温控器的档位以及环境温度的变化而变化。

双循环制冷系统也称为双温双控系统(如图 2)。根据冷藏或冷冻对制冷量的需求，冷凝液通过电磁阀流向冷藏室或冷冻室。两室的温度分别受各室内的感温头控制，化霜感温头用来确保冷藏室背板无冰。

双循环系统由于引入了电磁阀和电子温控装置，所以其成本相对于单循环系统有所增加，但其制冷系统匹配比单循环系统简单。

5、冰箱分类

(1)、按容积分：

冰箱的容积单位用升(L)来表示，系列产品的有效容积从 48L 到 800L 或更大些，因此我们可以将这一系列的容积划分为 100 升以下、100 升-180 升、181 升-230 升、231 升-290 升、290 升-500 升和 500 升以上。这也是根据冰箱的容积所适合的家庭人口数来划分的。

(2)、按箱门的结构分

可以分为单门式电冰箱、双门式电冰箱、对开双门壁柜式电冰箱、三门式电冰箱、四门式电冰箱、可移动式电冰箱、个人专用迷你型电冰箱。具体来讲：

A、单门式电冰箱是指冰箱只有一扇门，它的冷却方式是靠箱内顶部蒸发器的低温，使箱内空气自然对流来传递热量。

B、对开双门壁柜式电冰箱，又可称为立式大型双门双温电冰箱，是指两扇门直立并排的电冰箱，容积较大，一般在 500 升以上；箱体一侧是冷冻室，温度为 -6°C 、 -12°C 、 -18°C （五星级）三档。另一侧为冷藏室，温度为 $0-8^{\circ}\text{C}$ 。由于两侧温度不同，箱体中间用隔热层分隔开。温度调节与化霜均为自动控制，由于外形类似大衣柜，也称作壁柜式电冰箱。

C、三门冰箱：在双门冰箱的基础上，又另设一室，其温度略高于冷藏室，适合于贮藏水果、蔬菜和饮料。

(3)、按用途分

可以分为食品冷藏电冰箱、食品冷冻电冰箱、冷藏冷冻电冰箱。

A、食品冷藏电冰箱：贮存不需要冻结的食品，箱温范围 $0-10^{\circ}\text{C}$ 。

B、食品冷冻电冰箱：适用食品冷冻，箱温在 -18°C 以下，用于冷冻肉类=鱼类及制冷等。

C、冷藏冷冻电冰箱：适用于冷冻食品和贮藏冷冻食品，箱温在 -18°C 或 -18°C 以下，它有冷冻室，箱外表面附有星形符号，用以表明冰箱的温度特性。

(4)、按电冰箱内温度不同分为

普通电冰箱、双温电冰箱、低温电冰箱。

(5)、按制冷方式分为

风冷式电冰箱、直冷式冰箱。

风冷式电冰箱一般被称为“无霜”冰箱。它的原理是冷气由风道强制吹入箱内空间，造成循环，温度均匀；冷冻室自动除霜，耗电量高于直冷式。

直冷式电冰箱的原理是由蒸发器表面低温的自然对流，降低箱内温度，有温差。冷冻室须人工除霜，较为省电。

直冷式和风冷式，可以说各有所长，现在有一种直冷式微霜冰箱，带有“动态冷却”功能，即解决了普通直冷冰箱箱内温差过大的问题，又能保证箱内温度。

(6)、按制冷控制系统划分

可分为机械温控电冰箱、电子温控电冰箱、电脑温控电冰箱。

机械温控电冰箱是指由机械方式调节冰箱制冷，是最早的一种温控方式，系统简单，能保证食品不变质，但温度不稳定，不能全面满足保鲜需要。

电子温控电冰箱是指采用电子感温头控制箱内温度，温度控制较为灵敏、稳定；但制冷系统仍为单循环，不能独立调节冷藏室和冷冻室温度。

电脑温控电冰箱是指整个系统由电脑控制，控温精确、稳定，能分别调节冷藏室和冷冻室的温度，并设有记忆报警功能，符合食品保鲜的需要，在欧洲广为流行。

6、冰箱常用技术参数

(1)、电冰箱的总有效容积

是指电冰箱关上箱门后冷藏室、冷冻室（其中包括制冰室、菜果贮藏室等）的可供贮存食品的总有效容积，单位以英文字母"L"（升）来表示。

(2)、电冰箱使用时的气候类型

由于电冰箱的主要功能是制冷，所以不同地域的气候环境对电冰箱的制冷能力的影响也是不同的。见下表（国家标准）：

气候带类型	字母标注	环境温度（℃）
亚温带	SN	10-32
温带	N	16-32
亚热带	ST	18-38
热带	T	18-43

(3)、电冰箱冷冻室的星级符号标志。

星级	符号	冷冻室温度（℃）	大约保存食品时间
一星级	*	≤-6	1 星期
二星级	**	≤-12	1 个月
三星级	***	≤-18	3 个月
四星级	****	<-18	3-6 个月

注：四星级电冰箱的温度同三星级电冰箱，第四个星为冷冻星，表示该电冰箱具有速冻能力。

电冰箱上星级符号的意义

电冰箱上的星级符号表示该电冰箱冷冻部分储藏温度的级别，是国际标准统一采用的电冰箱冷冻室内温度的一种标记。每个星表示电冰箱冷冻室内储藏温度应达到-6℃以下，冷冻食物的储藏时间为 1 周。

例：三星级电冰箱，表示电冰箱冷冻室内储藏温度应达到-18℃以下，并具有对一定量食品的速冻能力。简单地讲，冷冻能力表示了 25℃的一定量的瘦牛肉经过 24 小时可冷冻至-18℃以下的特征。

(4)、制冷剂

又称冷冻剂，它是制冷系统中完成工作循环的工作介质，有的人称它为"雪种"。目前世界上多数国家均采用美国供暖制冷空调工程师协会标准的规定来命名制冷剂，用英文单词制冷剂"Refrigerant"的首写字母"R"作为制冷剂的代号。例如：R600a

(5)、电冰箱的耗电量

电冰箱的耗电量分为额定耗电量和实际耗电量。电冰箱铭牌上标注的耗电量为额定耗电量。额定耗电量是在环境温度为 25℃ 时，电冰箱处于稳定运行状态（冷藏室平均温度 5℃，冷冻室最高温度 -18℃），运行 24 小时所消耗的电能。实际耗电量是指电冰箱在实际使用中消耗的电能。电冰箱实际耗电量有时高于额定耗电量，有时低于额定耗电量，实际耗电量随电冰箱环境的不同、储存食物的多少，箱内控制温度的高低及开门次数多少和时间长短而变化，环境温度越高，储存的食物越多，箱内控制温度越低，开门次数越多，每次开门时间越长，电冰箱的耗电量就越大。反之耗电量越小。

(6)、其它：

* 绿色产品主要是指在生产、使用和报废处理过程中对环境无污染的产品。

* 绿色冰箱系列中的“无氟”冰箱：正确的叫法应称“无 CFC”冰箱；是指冰箱中不含氯氟烃（CFCs）这种对大气臭氧层有严重破坏力的物质，具体说就是：冰箱的制冷剂不使用 CFC12（R12），并且箱体泡沫绝热层的发泡剂不使用 CFC11（R11）。

7、冰箱型号命名方法

国产电冰箱按不同用途，可分为三大类，每一大类用代号表示如下：

C：表示家用冷藏电冰箱，即单门电冰箱。

CD：表示家用冷藏、冷冻电冰箱，即双门和双门以上的电冰箱。

D：表示家用冷冻电冰箱，即冰柜。

例如：海尔 BCD-182，其型号的含义表示为海尔牌家用双门（冷藏、冷冻）电冰箱，箱内总有效容积为 182 升。BD 表示为冷冻系列冰箱；BC 表示为冷藏系列冰箱；如为无霜型电冰箱，则在容积后用“W”注明，例 BCD-121W；如 BCD-120A，则在容积后的字母 A、B、C 等，则表示为此冰箱是第几次改进。

家用电冰箱型号的含义（顺次）

①□ ②□ ③□ ④□ ⑤□

①、家用电冰箱产品代号，用“B”表示。

②、用途分类代号（C、CD、D）；

③、容积；

④、普通电冰箱不用表示，无霜电冰箱用“W”表示；

⑤、改进设计序号，顺序用大写英文字母表示；

二、硬件部分

1、常用器件

由于电冰箱的使用寿命是一项重要指标，应不低于 15 年，而且常年运行，可靠性要求高，使用条件为常温、室内，所以在设计冰箱控制板的过程中，应注意器件的选择。

冰箱控制板中常用的单片机为 MICROCHIP 的 PIC16C73B、PIC16C74B，ST 的 ST72215G2B6、ST72C314J4B6 两种类型，它们的性能稳定、可靠性好，以前我们也使用过 TOSHIBA 的芯片。今后，我们准备选用 ST 及 MICROCHIP 的 MCU，并以 ST 的 MCU 为主。

继电器品牌常用 OMRON、OEG、松下等。

EEPROM 常用 AT24C01A、AT93C46；AT93C46 需 3 或 4 个 I/O 口，AT24C01A 需 2 个 I/O 口，前者比后者相对便宜。

RS485 通讯所用芯片为 SN75176BP。

LCD 驱动芯片常用 HT1621D、HT1621B、HT1622、HT1627。

VFD 驱动芯片常用 NEC 的 UPD16312、UPD16315；HOLTEK 的 HT16512。

光藕常用 MOC3021；

可控硅常用 ST 品牌；

蜂鸣器常用 TDK 的 PS1740P02、PS1740P02C；MURATA 的 PKM22EP-2001。

2、冰箱控制板的整体硬件框图

以下以伊莱克斯新平台 SLEC 冰箱为例来描述冰箱控制板的整体硬件框图。

本冰箱的电控板主芯片采用 ST 的 ST72C314J4B6，显示采用 LCD、彩色背光源，LCD 驱动芯片采用 HOLTEK 的 HT1627，压缩机的控制输出采用 Omron 的 G2R-1A 12VDC 或 OEG 的 OMI-SS-112LM 继电器，四通阀、加热丝、灯的控制采用 Omron 的 G5S-1A 12VDC 继电器，用多路电源供电，背光源与控制部分电源分开，用电池或电容储电（保持 12 小时左右），主控电路、继电器安装在控制板上，电控板的系统结构框图如下：

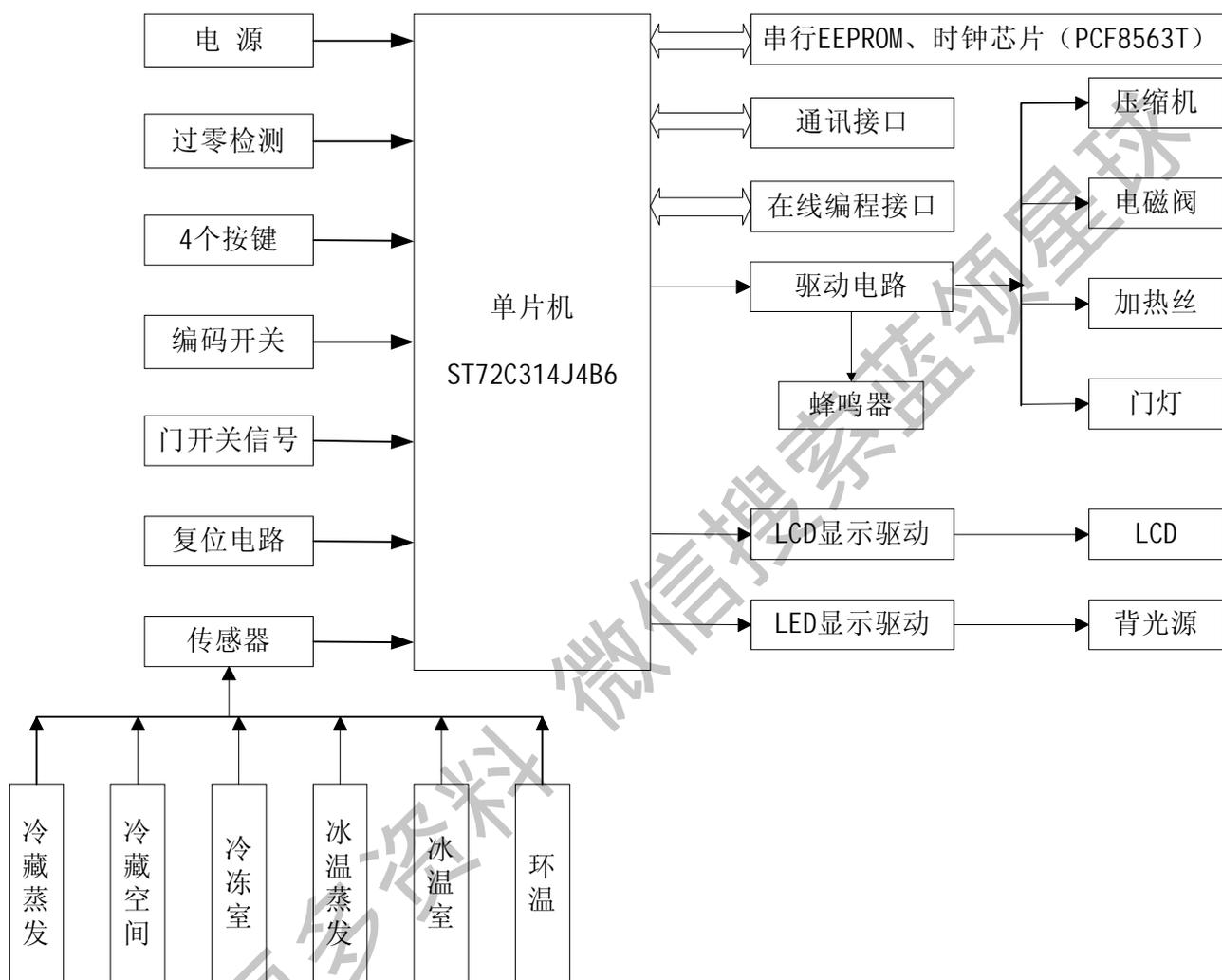


图 2.2.1 电控板的硬件控制系统结构框图

I/O 口分配

传感器：6 个，需 A/D 口，ST72C314J4 正好 6 个 A/D 口，PDO—PD5

门开关信号：1 个，使用中断口 PF2

按键：4 个，PC2、PC3、PC4、PC5

编码开关信号：2 个，需中断口，PB3、PB4

LCD 驱动：3 个，其中 2 个口（DATA、CLK）与按键口复用，PF7、PC4、PC5

背光源控制：3 个，PC0、PC1、PF6，其中 PC0、PC1 可输出 PWM 信号，对控制背光的 LED 扫描及彩色显示时比较方便

过零检测：1 个，需中断口，PA3

蜂鸣器控制：1 个，PF4，并预留 1 个 PF1

压缩机：1 个，PC7

电磁阀：1 个，PF0

加热丝：1 个，PA4

门灯：1 个，PA5

SCI 通讯：2 个，PE0、PE1

EEPROM：3 个，PB0、PB1、PB2，其中一个为写保护（PB2），可不用

跳线选择：2 个，PA6、PA7，与通讯控制预留口复用

在线编程：2 个，PC4、PC6，其中 1 个口与按键口（PC4）复用

ST72C314J4 共有 32 个 I/O 口，有 4 组共 9 个外部中断口，由上 I/O 口的分配可知，我们需 4 个外部中断，为了程序处理方便，将 4 个中断分配到不同的中断矢量，即 PA3、PB3、PB4、PF2。

3、电源常用电路

3.1 VFD 显示的冰箱常用电源电路

通常 VFD 需要三路电源，一是逻辑电路（如 MCU、HT16512）用的+5V 电源，另外还需要约-20V 的栅极电压，此外还需要一个 3V 左右的交流灯丝电压。在本电路里，D102、D103 整流后在 C110 上得到约 14V 的电压，再经 LM7912 稳压后再由 5.6V 的稳压管和 8550 构成的稳压电路提供+5V 电源。D101 半波整流后在 C112 上得到约 14V 的电压，因此 C112 负极的对地电平为+5-14-14=-23V，为 VFD 提供栅极电压。3V 交流灯丝电压直接由变压器的另外一个绕组提供。Z103、R107 和 R108 起到平衡灯丝中点电压的作用。

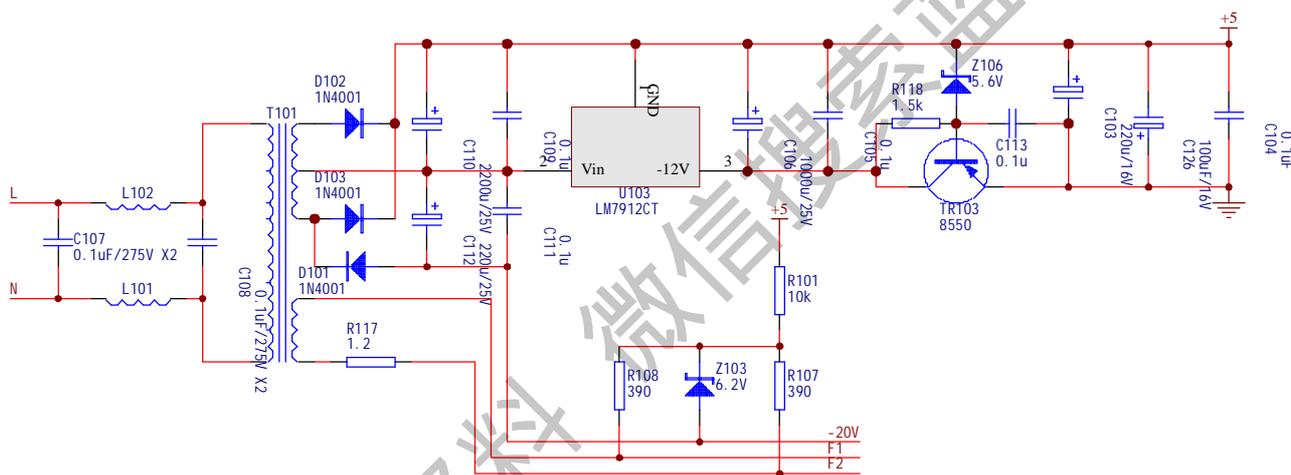


图 2.3.1 VFD 显示的冰箱常用电源电路

3.2 典型电源电路一

下面的电路是最常用的电源电路，次级绕组经全波整流和平滑滤波后由三端稳压管输出。其中图 2.3.3 电路有两组输出，可提供两组不同的电源；还可以通过 D1 提供的过零信号。

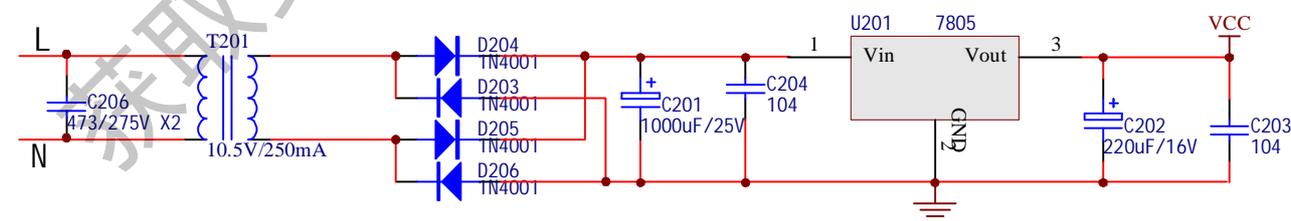


图 2.3.2 稳压电源电路 1-1

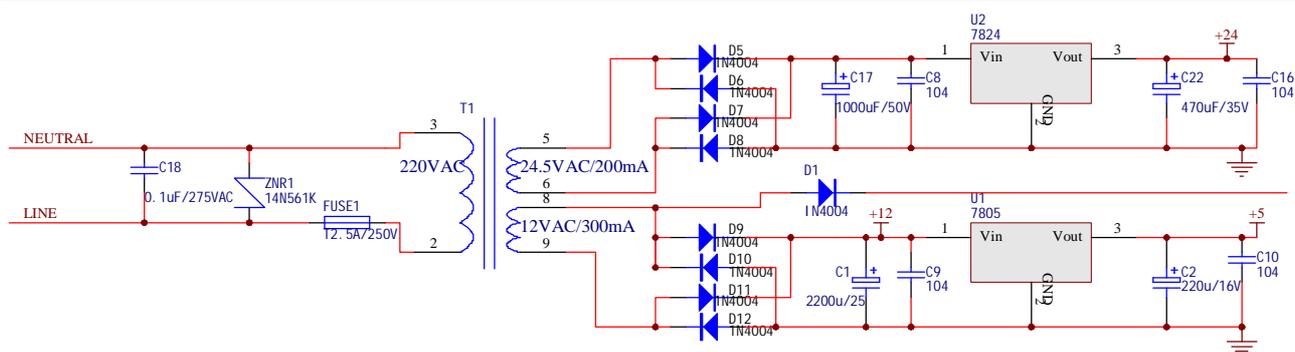


图 2.3.3 稳压电源电路 1-2

3.3 典型电源电路二

目前，对+12V 或+5V 电源部分比较流行的设计方法是采用三端稳压器 7812、7805 等，但其成本相对较高，一般还要加散热器，而且在布 PCB 时也将占较大面积。如图二所示为一简单的稳压电源电路，它主要靠稳压二极管 Z101 及三极管 TR105 来达到稳压的目的。这种电路在压降及电流不大的情况下（电流一般为几十毫安）比较适合，我们现在的电路中，VCC 部分的电流小于 30mA，如果整流桥输出为 12V，此时三极管 TR105 的功耗最大为： $(12-5)V \times 30mA = 210mW$ ，常用的 TO-92 封装的 8050 功耗可达 625mW。

稳压过程描述：当三极管 TR105 的集电极电压为 12V 时，Z101 正极电压为 5.6V，TR105 导通，TR105 的基极与发射极电压差为 0.6V 左右，因而 $VCC = 5.6V - 0.6V = 5.0V$ ，此时 TR105 上的压降为 7V。正常情况下，VCC 的电压为 5.0V—5.1V。如果 VCC 要得到其它的电压值，只需改变稳压二极管 Z101 即可，如果整流桥输出的电压较高，还可根据需要在 C102 及 R150 之间接一电阻，以降压。

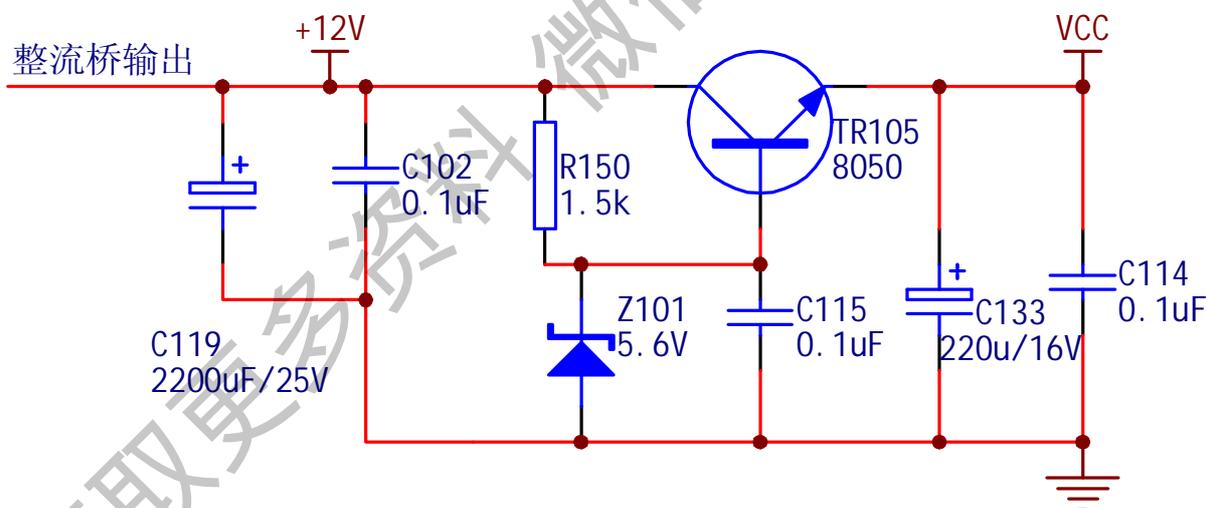


图 2.3.4 稳压电源电路 2

3.4 典型电源电路三

12V 电源经 TR201 和 Z201 稳压后得到约 8.4V 的 DVCC 供 LED 型背光用，R211 和 Z202 组成的 5V 稳压电路可提供约 2mA 的电流供 LCD 驱动芯片（如 HT1627）用。由于 LCD 的电压直接影响到显示效果，为获得良好的显示效果，稳压管必须采用稳压值较稳定的管子，同时还要精心设置 R211 的阻值。

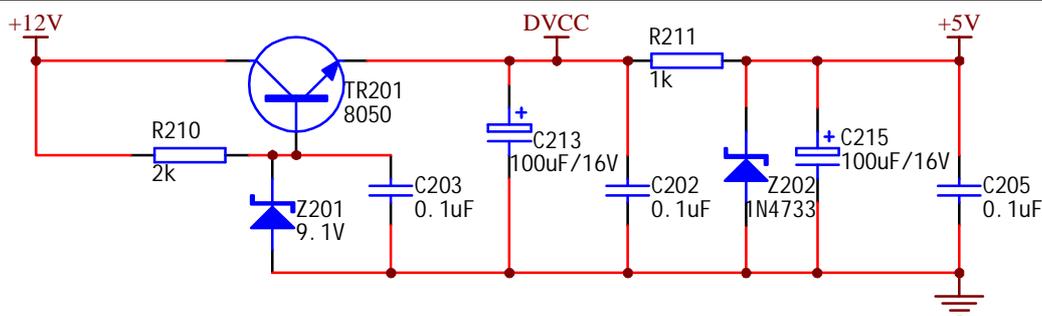


图 2.3.5 稳压电源电路 3

4、电源滤波电路

在控制板的交流电源输入端，并接高压电容、压敏电阻，串联铁氧体磁芯滤波器，组成电网滤波电路，如下图所示，既可以阻止干扰侵入控制板，也可以阻止家用电器产生干扰窜入电网，影响其它家用电器。

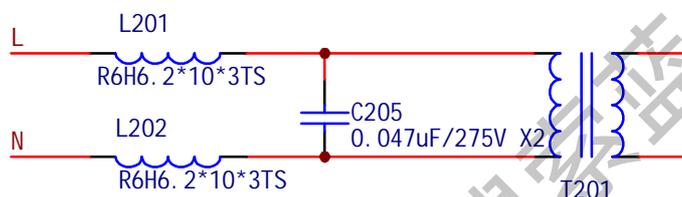


图 2.4 交流电源输入端电网滤波电路

在微处理器的电源端和易受干扰的端口处，并接高频特性好的电容器（引线要尽可能短），或者串联铁氧体磁珠滤波器，可以有效地滤去一些高频强脉冲。最好能单独给微处理器供电，这样可以减少接口电路对微处理器电源端的干扰。

5、复位电路

复位信号可确保微处理器处于初始化状态，从而防止在上电、掉电或低电压时错误地执行机器代码。设计复位电路时，要考虑到正常通电和运行途中的异常断电。正常通电时，微处理器的电源端电压在保证正常工作以后，复位电路才可以产生复位信号。异常断电时，要对其检测并有相应的程序处理断电过程；除非程序已做好了准备，或者已全面考虑了各种可能出现的情况，否则在微处理器电源端电压仍能保证其可以正常工作时，不能容许复位电路产生复位信号。

5.1 典型、简单复位电路

图 2.5.1 和图 2.5.2 是两种简单的复位电路，其中图 2.5.2 的电路可实现低电压复位功能。改变 R13 和 R12 的比值可设置不同的复位电压。

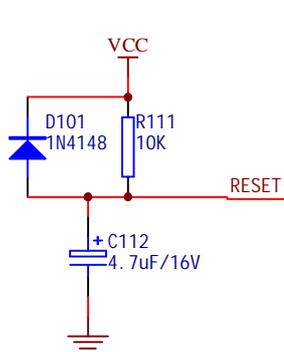


图 2.5.1 简单复位电路 1

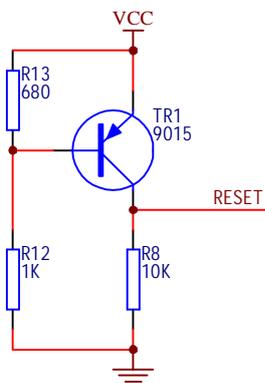


图 2.5.2 简单复位电路 2

5.2 增强 EMC 的复位电路

这是一个高可靠性的复位电路，不仅具有低电压复位功能，同时在 EMC 方面也有很好的表现。当 VCC 低于 4.3V 时，三极管截止，复位信号为低，系统处于复位状态。

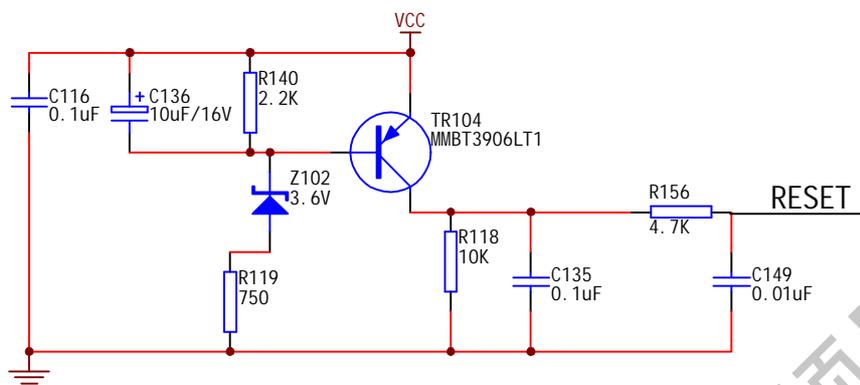


图 2.5.3 增强 EMC 的复位电路

5.3 语音芯片 SPT5507 推荐复位电路

此电路为厂家推荐电路。

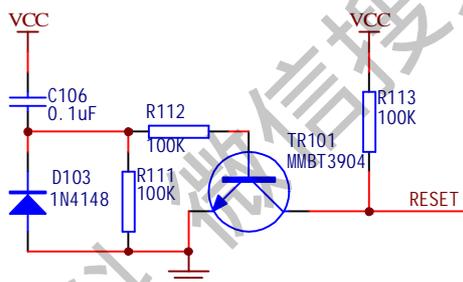


图 2.5.4 语音芯片 SPT5507 推荐复位电路

5.4 有电池的系统中常用复位电路

由于控制系统掉电后，MCU 应保持工作状态，而且市电来时系统应可靠复位，所以采用了如图三所示的复位电路。当市电来时，VCC 开始给 C136 充电，此时 TR104 的基极为高，三极管 TR104 导通，复位端 RESET 为低电平，MCU 复位；C136 充电过程中，TR104 的基极电压不断降低，当其低于 0.7V 时，TR104 截止，复位端 RESET 为高电平，MCU 开始工作；复位脉冲宽度大约为 50ms 左右，如图 2.5.6 所示。在有电池的情况下，复位过程同上。

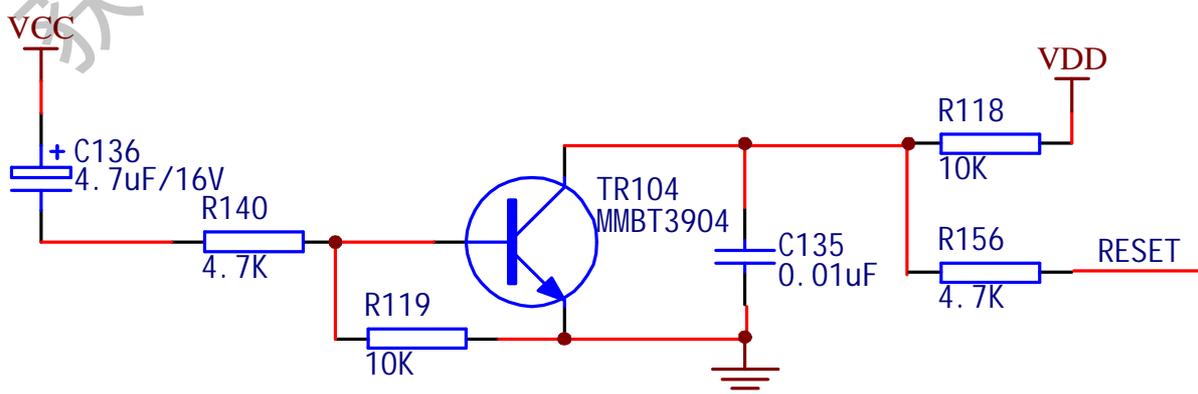


图 2.5.5 有电池的系统中常用复位电路

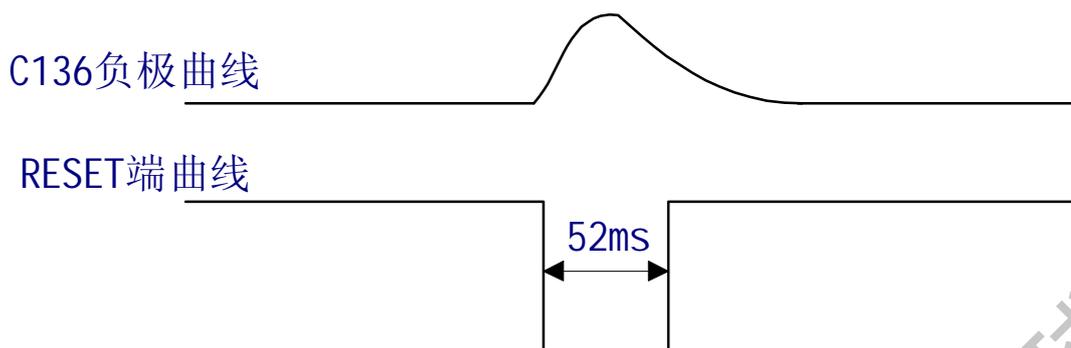
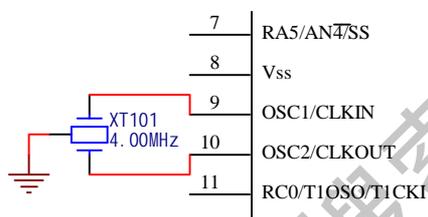


图 2.5.6 有电池的情况下复位信号波形

6、陶振电路

目前常用频率为 4MHz，常用的品牌为 muRATA 和 TDK。



PIC16C73B陶振电路

图 2.6 陶振电路

7、传感器 (A/D) 电路

图 2.7.1 是我公司在冰箱项目中常用的传感器电路。分压电阻采用 15K/1%的精密电阻接 VCC，传感器一端接地。在这之后通过一个 2.2K 的电阻经一个 0.1uF 的电容滤波，然后再接到 MCU 的 AD 输入口。这样有利于抵御干扰和提高 EMC 性能。

图 2.7.2 是 ELECTROLUX 冰箱常用的传感器电路。分压电阻采用 8.87K 电阻接地，传感器接 VCC。

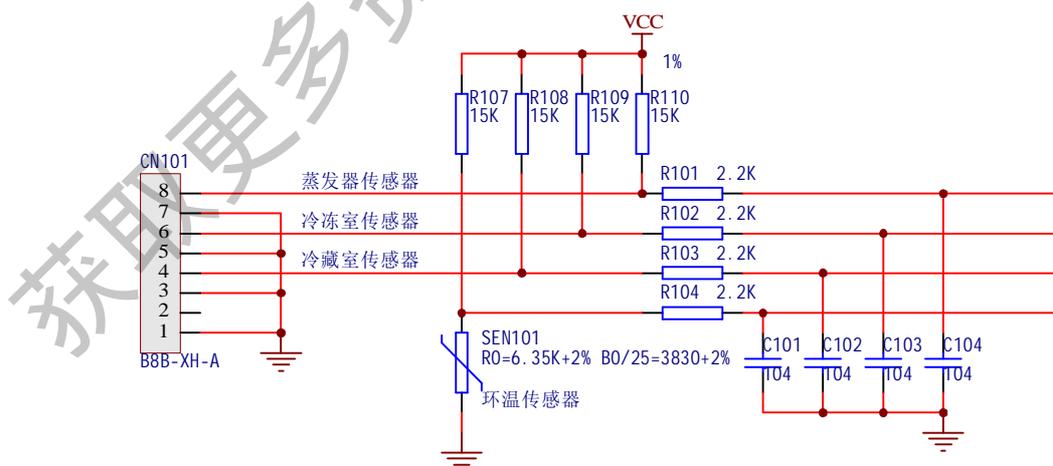


图 2.7.1 常用的传感器电路

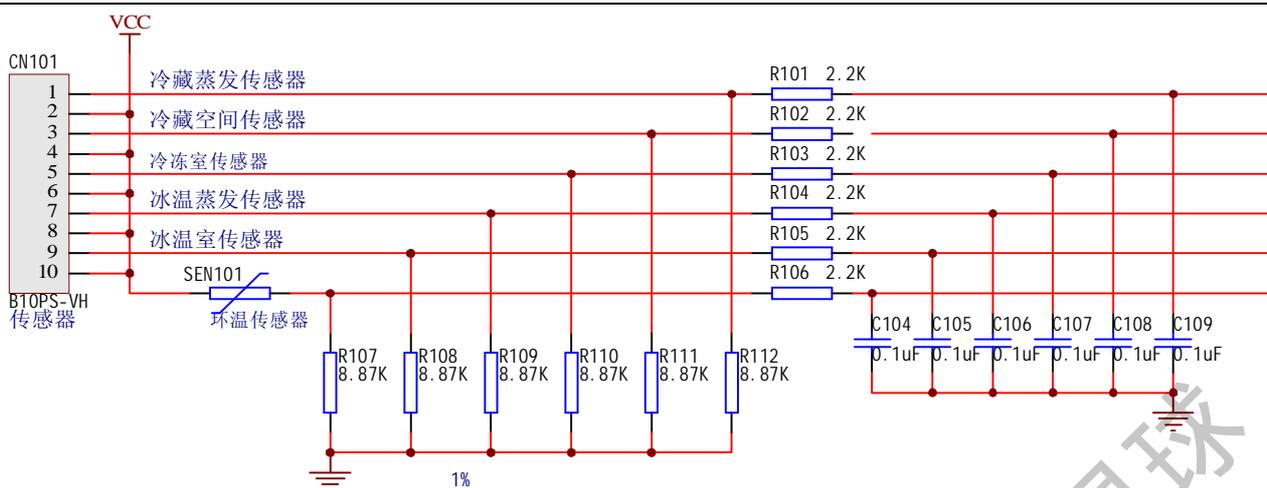


图 2.7.2 ELECTROLUX 冰箱常用的传感器电路

8、EEPROM 电路

8.1 AT24 系列应用电路

接 IIC 接口通常需要接一个 10K 的上拉电阻，数据线的 I/O 口在输出状态下通常设为 Open Drain 形式，若 MCU 没这项功能，最好在数据线间接一个 1K 的电阻以防冲突。

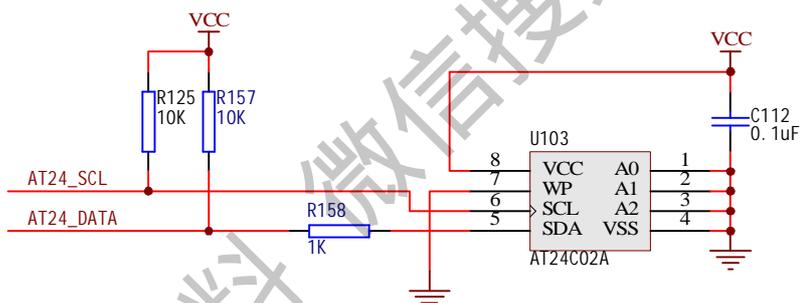


图 2.8.1 AT24 系列应用电路

8.2 AT93 系列应用电路

ORG 脚，接 GND 时，数据为 8 位方式；接 VCC 时，数据为 16 位方式。DI、DO 口可分别接不同的口线，也可接同一根 I/O，以节省资源。

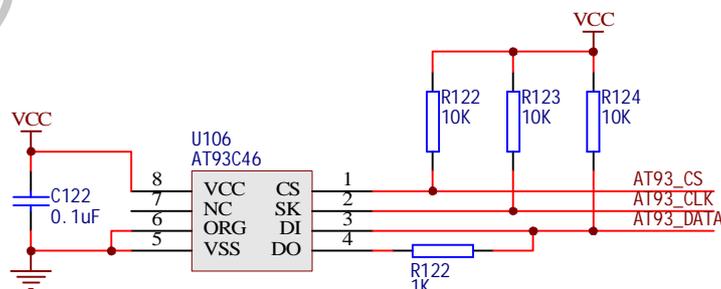


图 2.8.2 AT93 系列应用电路

9、时钟芯片 PCF8563T 应用电路

在正常供电时钟芯片由 5.6V 电源经 D105 供电，同时 D105 还对 C101 充电。市电停后，时钟芯片由

电容 C101 提供电源，供时钟继续工作。

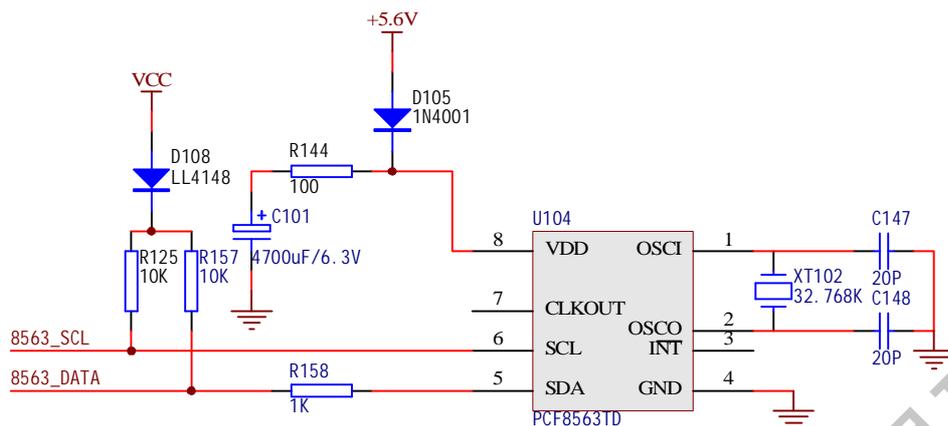


图 2.9 AT93 系列应用电路

10、I²C 组合应用电路

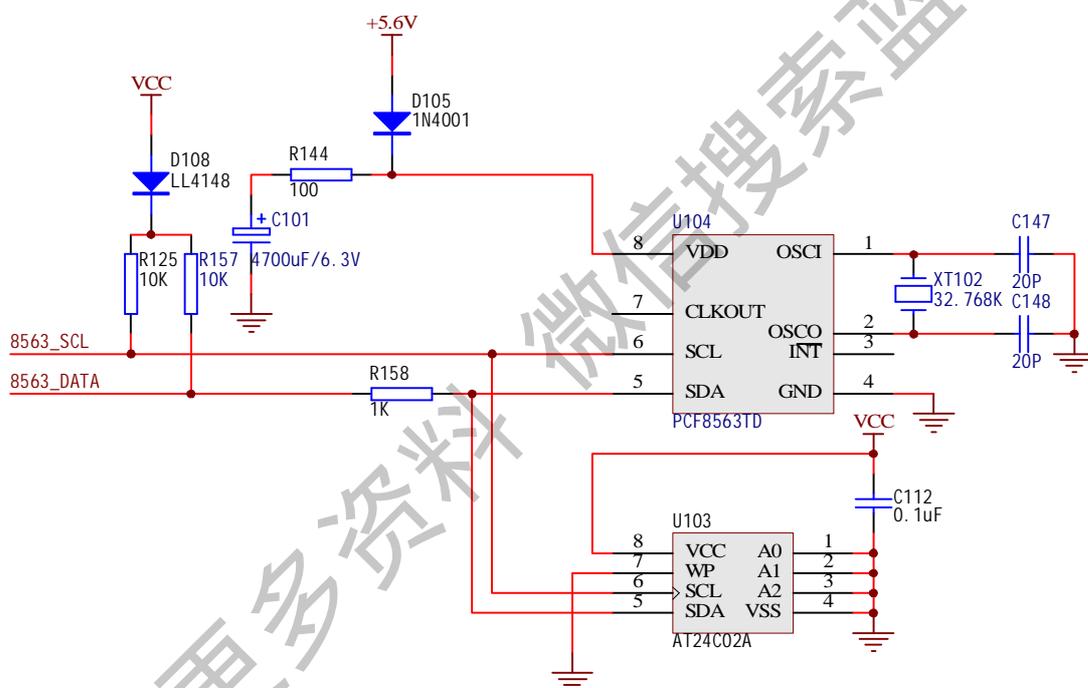


图 2.10 I²C 组合应用电路

11、LCD 驱动电路 (HT1621D)

在冰箱项目中通常只是由 MCU 向 HT1621D 单向发送显示数据，甚少需要从 HT1621D 回读数据的情况，因此 HT1621D 的/RD 脚通常不用，仅通过一个 10K 的电阻接 VCC。为了提高抗干扰能力，通常在每根数据线上串一个 2.2K 的电阻，然后在靠近 HT1621D 的位置上通过一个 102 电容接地。

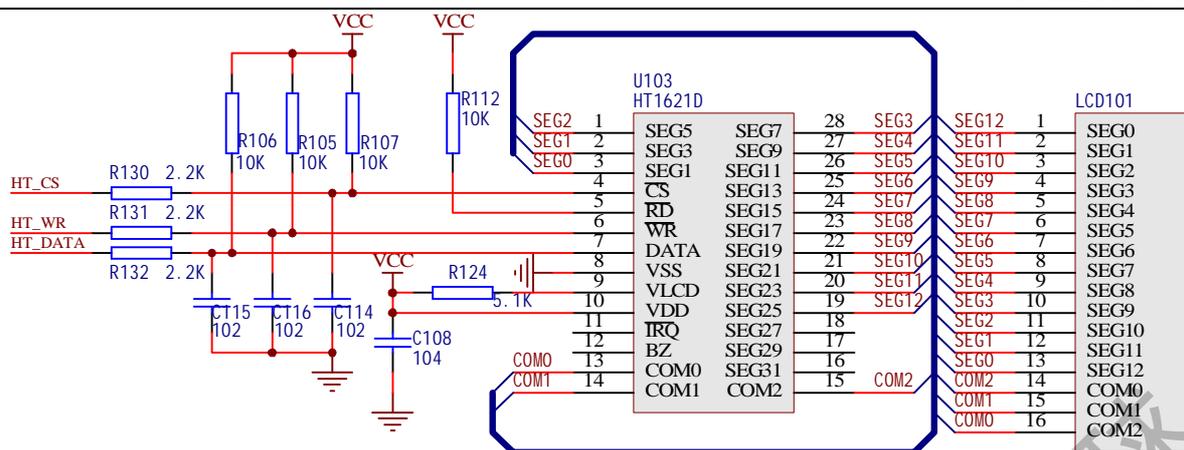


图 2.11 LCD 驱动电路 (HT1621D)

12、VFD 驱动应用电路

12.1 VFD 原理简述

真空荧光显示器(VFD)是 1967 年由伊势电子工业株式会社发明的平板型显示器件。在结构方面它有一个真空管，真空管内有灯丝,栅极和带有荧光体的阳极组成。它的发光原理如下图所示：灯丝(filament)发出电子，由栅极加速，撞击荧光体发光。它是自发光显示器，亮度高，清晰度好，视角大，颜色鲜艳，成本低。

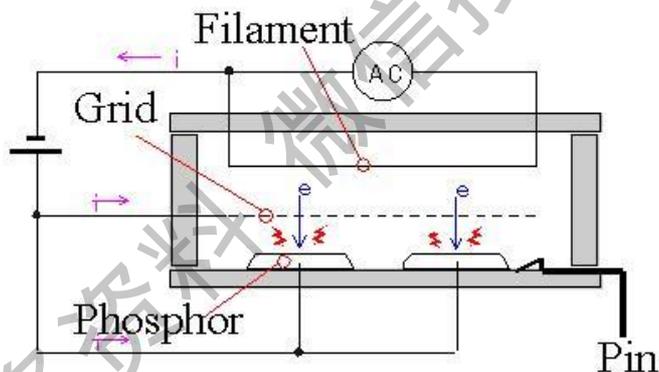


图 2.12.1 VFD 结构示意图

12.2 VFD 典型驱动电路

我们常用的 VFD 驱动芯片为 UPD16315、UPD16312 (NEC)，HOLTEK 的 HT16512 与 NEC 的 UPD16312 兼容，目前，我们公司以上三款芯片应用较多。驱动电路如下图所示：

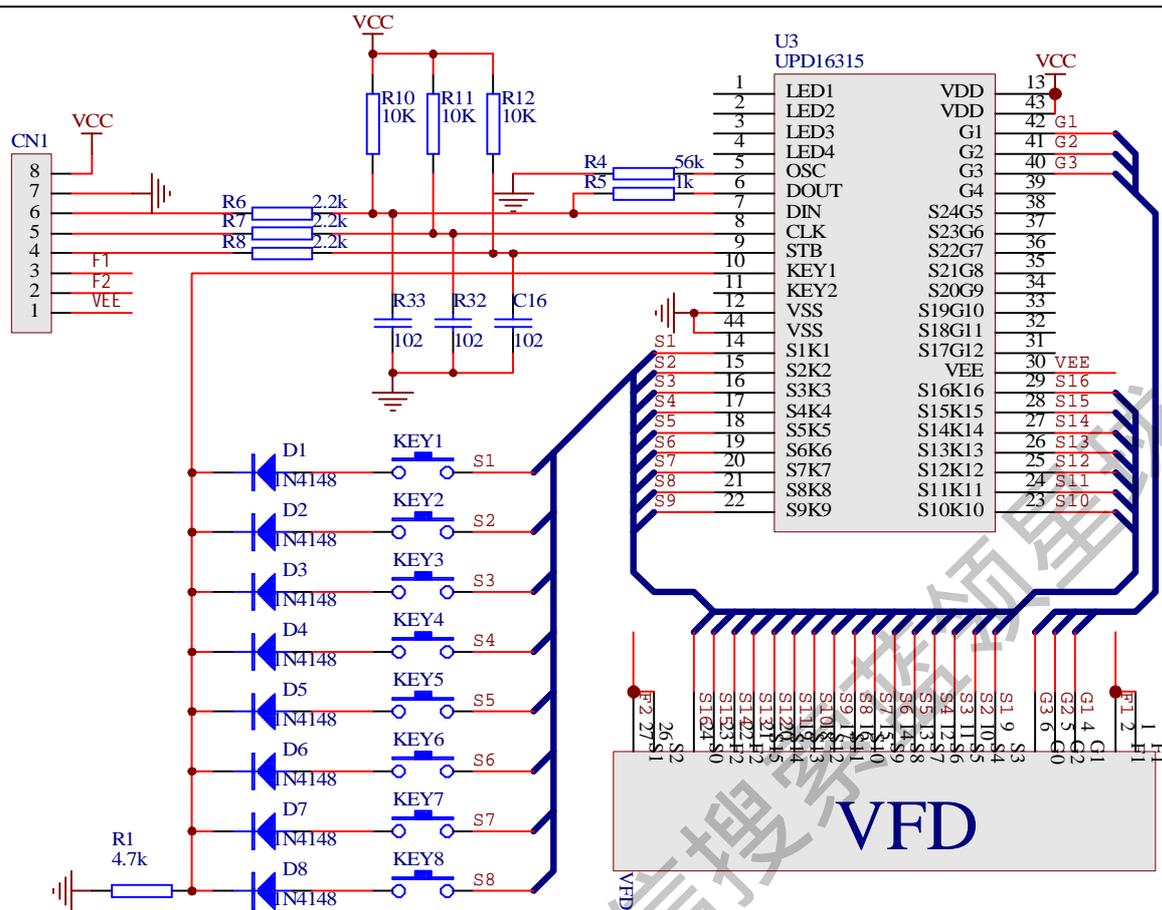


图 2.12.2 VFD 典型驱动电路

12.3 关断 VFD 灯丝电压 (F1、F2) 应用电路

为了延长 VFD 显示寿命，可以在不需要显示时关断灯丝电压，如果灯丝电流小于 100 毫安，可以用双向光耦直接控制，当电流大于 100 毫安最好能用可控硅控制。具体电路如下图所示：

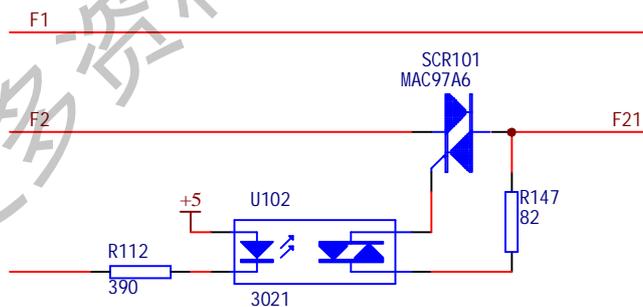


图 2.12.3 关断 VFD 灯丝电压 (F1、F2) 应用电路

13、通讯部分

13.1 RS-485 通讯接口应用电路

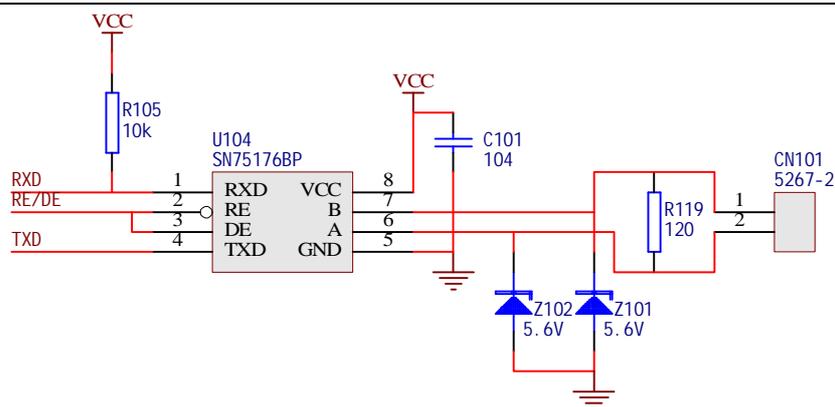


图 2.13.1 RS-485 通讯接口应用电路

13.2 RS-232 与 TTL 电平转换、隔离应用电路

此电路的好处是可以把电脑的地线可通讯板的地线隔离、避免地线的相互干扰。

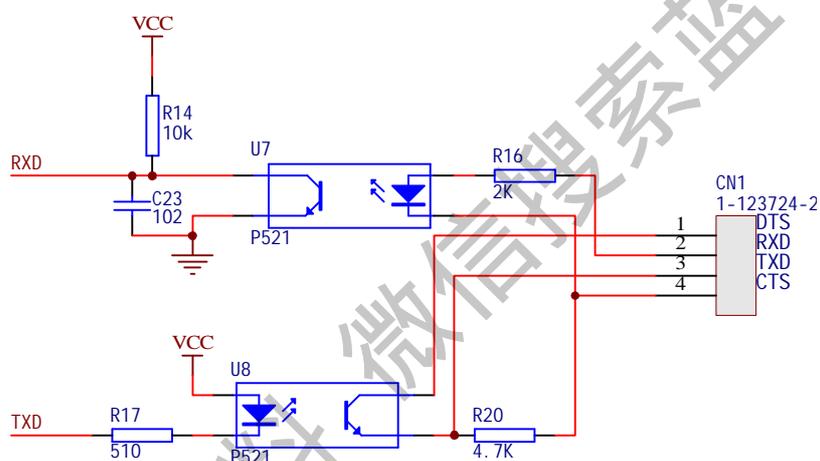


图 2.13.2 RS-232 与 TTL 电平转换、隔离应用电路

14、LED、数码管

LED，数码管是常用的显示器件。由于受到除 I/O 个数的限制一般都采用动态扫描的方法。扫描频率应大于 50Hz。电路如下图所示：

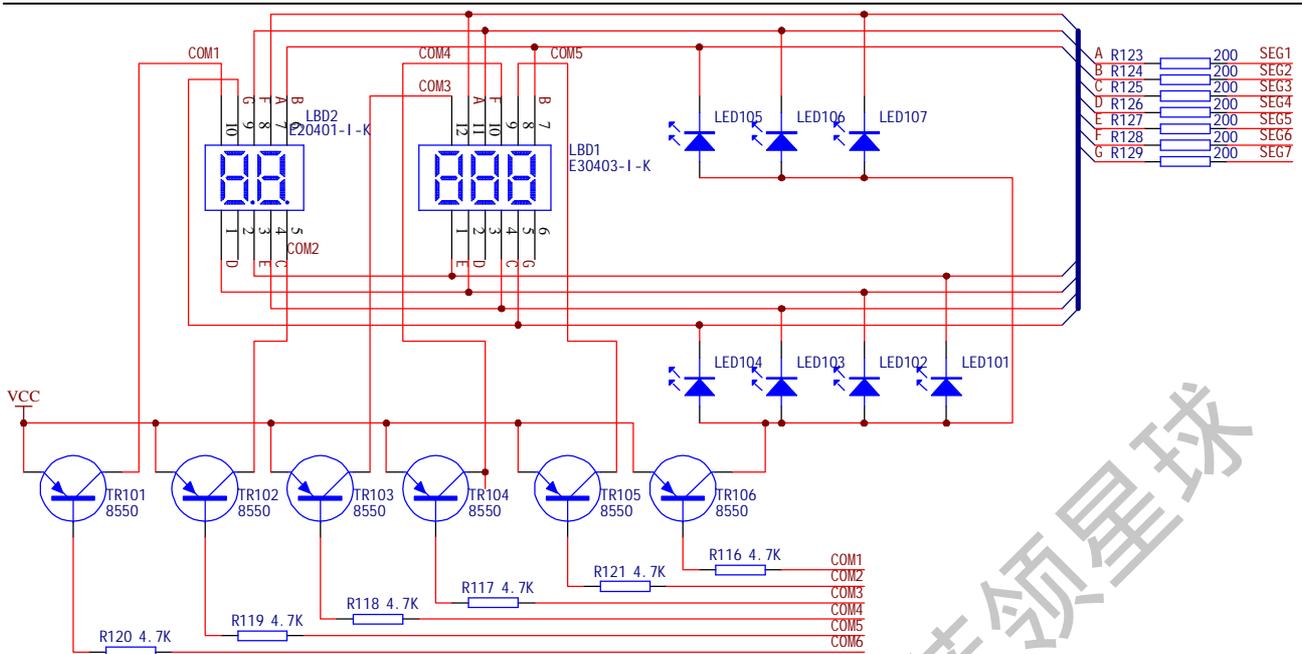


图 2.14 LED、数码管应用电路

15、继电器、可控硅驱动电路

继电器是常用的功率控制器件。压缩机控制，继电器常用 10A，阻容 RC 吸收电路；如果用于控制电磁阀、加热丝、门灯、风扇等小功率负载，继电器常用 5A，除感性负载如电磁阀外，其它应用时，均去掉 RC 吸收电路部分；继电器品牌常用 OMRON、OEG、松下等。

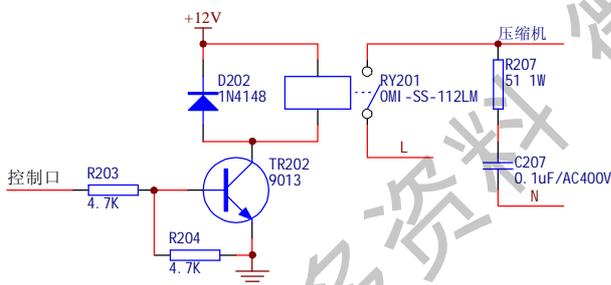


图 2.15.1 继电器驱动电路 1

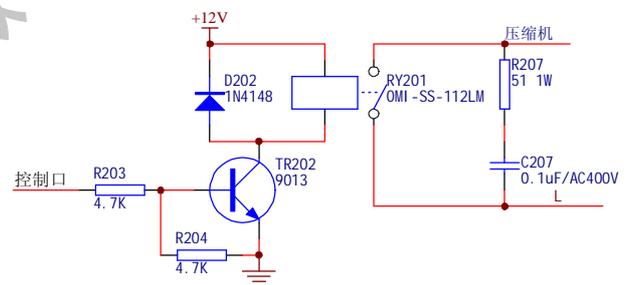
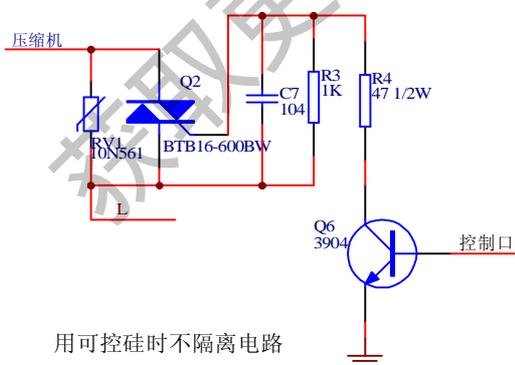
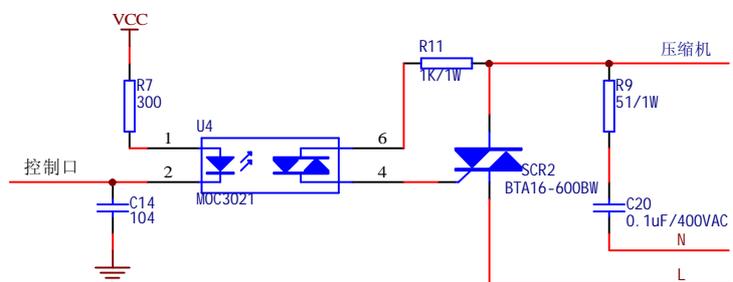


图 2.15.2 继电器驱动电路 2



用可控硅时不隔离电路

图 2.15.3 可控硅驱动电路 1



用可控硅时隔离电路

图 2.15.4 可控硅驱动电路 2

16、双稳态电磁阀电路

双稳态电磁阀是一种正在冰箱控制中获得应用的电磁阀。这种阀体积小，功耗极低。该阀采用双脉冲

信号操作，正脉冲开阀，负脉冲关阀，开、关阀后断电能记忆断电前的开关状态。有常开、常闭两种型号可供选择。双稳态电磁阀用于冰箱控制，可提高冰箱的性能。具体的控制方法是：单片机从过零脉冲电路获取过零脉冲，并以过零脉冲为基准，产生控制双稳态电磁阀的双脉冲信号。

开阀正脉冲串、关阀负脉冲串的形式如下：

开阀正脉冲串：向双稳态电磁阀连续发 4 个正脉冲，宽度 5 至 10 毫秒，频率 50 Hz 。

关阀负脉冲串：向双稳态电磁阀连续发 4 个负脉冲，宽度 5 至 10 毫秒，频率 50 Hz 。

每当要使电磁阀状态变化，应向双稳态电磁阀发送相应的脉冲串。不管在何种状态下，每隔 30 秒向双稳态电磁阀发送该状态对应的脉冲串，以保持双稳态电磁阀的状态，防止状态混乱。

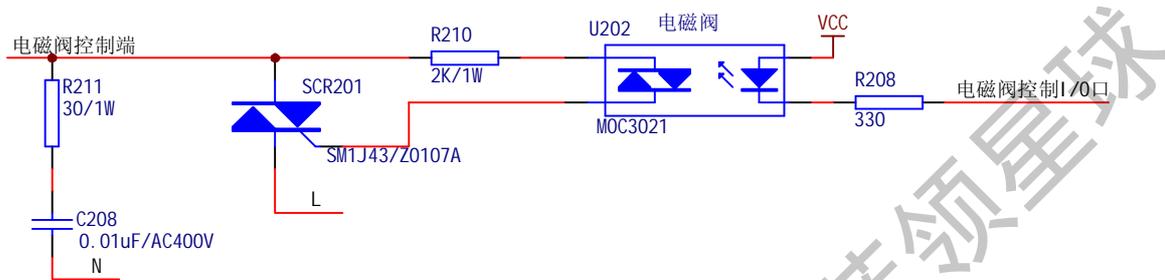


图 2.16 双稳态电磁阀电路

17、蜂鸣电路

冰箱中主要采用的蜂鸣器按驱动方式可以分为有源、无源两种。无源蜂鸣器要加上一定的频率的电压蜂鸣器才会响，而有源蜂鸣器则直接加上电平就可以了。虽然有源蜂鸣器操作简单，但是其价格比无源蜂鸣器贵，而且耐热性差，在过波峰焊时损坏率高，所以除非特殊需要（定时器资源不够等）不被选用。按照其生产工艺分为感性和容性。上图所用蜂鸣器为无源电容性蜂鸣器。一般空调用无源蜂鸣器频率为 4KHz，12V 驱动。

现在一些冰箱控制器采用音乐发声，也是上面的电路中加多一路电源控制来产生余音。音乐电路中蜂鸣器的频率为 2KHz。电路如下：

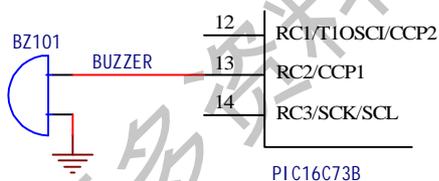


图 2.17.1 I/O 口直接驱动 1

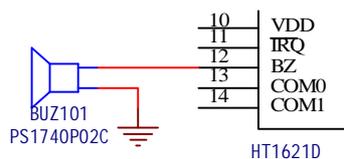


图 2.17.2 I/O 口直接驱动 2

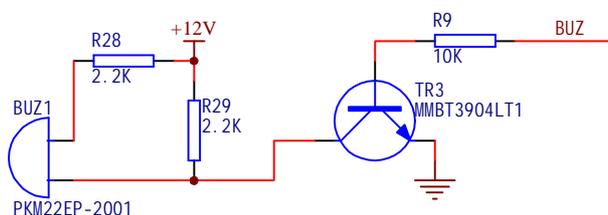


图 2.17.3 三极管推动

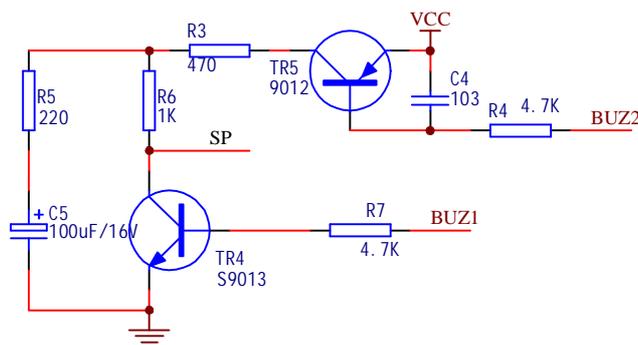


图 2.17.3 音乐蜂鸣应用电路

18、语音电路（语音提示、留言、语音识别）

近年来语音技术在冰箱上有一定的应用。主要有语音提示、留言两种方式。语音提示一般选用 ISSI 的 OTP 芯片。对于留言功能，如果留言时间比断段可以选用 ISD25XX 系列，对于要求比较长时间留言可以复读机用芯片，如 SUNPLUS 的 5506、5507。

18.1 语音芯片 SPT5506 应用电路

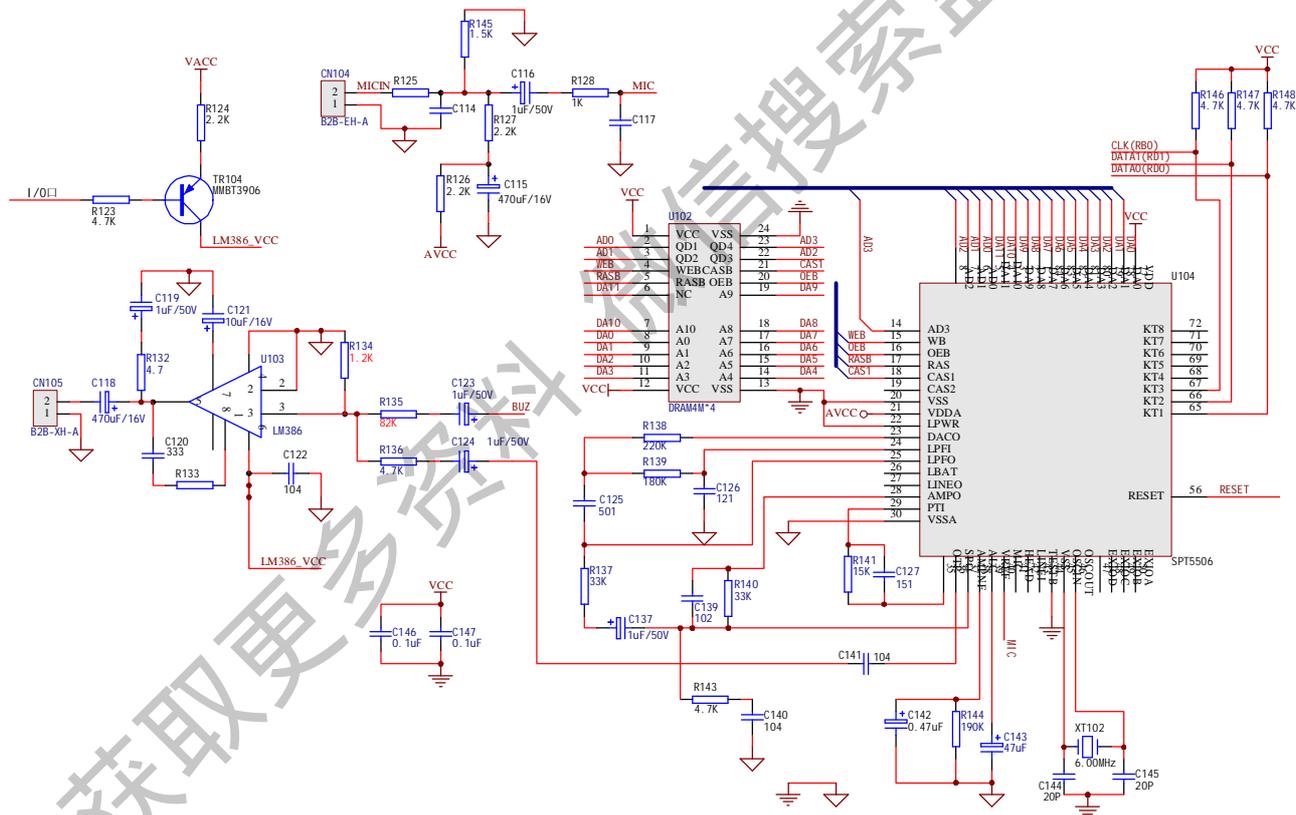


图 2.18.1 语音芯片 SPT5506 应用电路

18.2 语音提示（IS22C022 芯片）应用电路

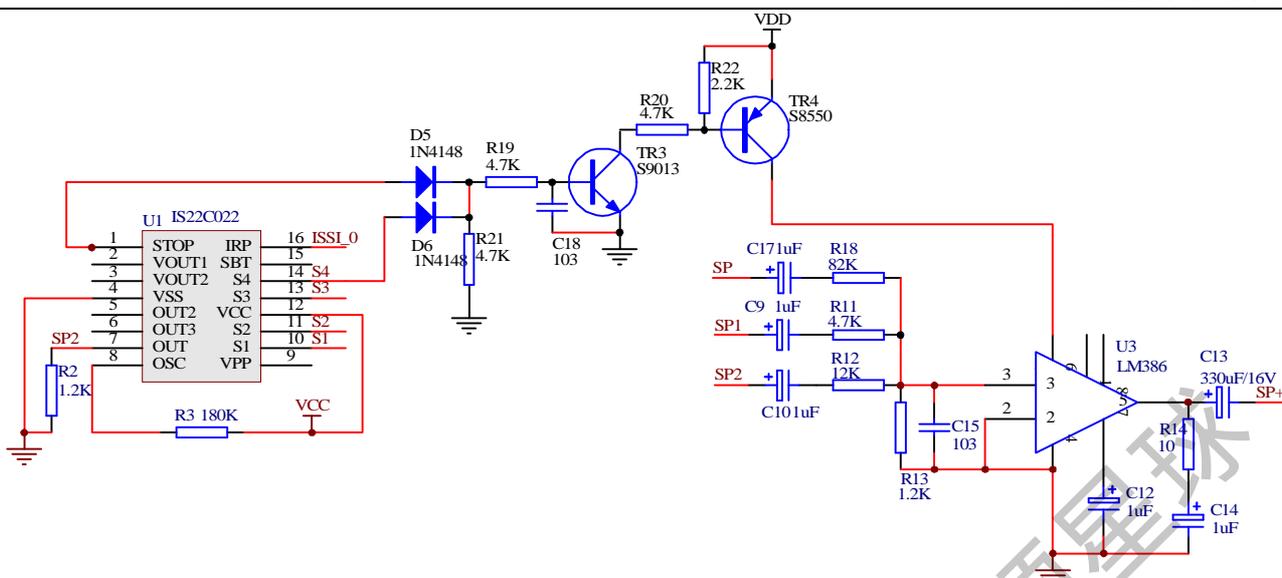


图 2. 18. 2 语音提示 (IS22C022 芯片) 应用电路

18.3 语音留言 (ISD2532 芯片) 应用电路

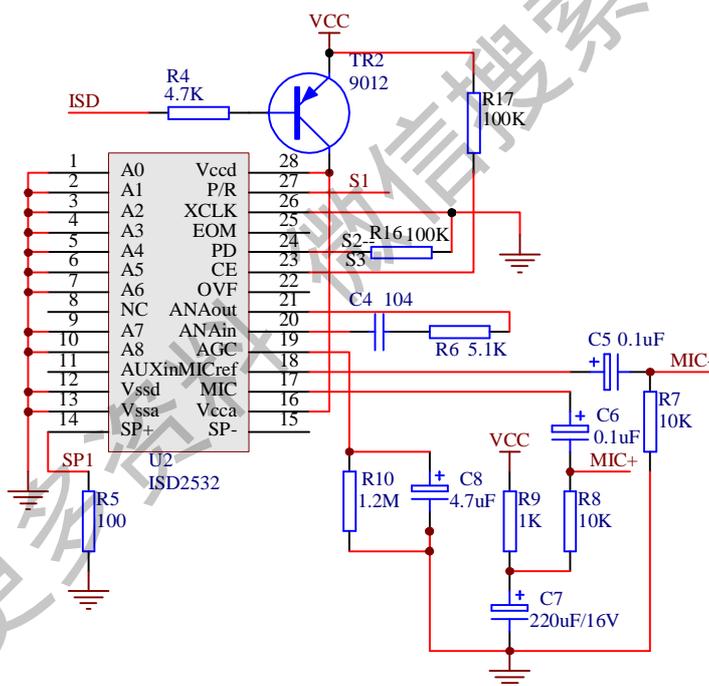


图 2. 18. 3 语音留言 (ISD2532 芯片) 应用电路

19、压缩机延时保护电路

冰箱在初次上电或长时间停机后再上电时，压缩机满足开机条件应能立即启动，但断电后需有 3 分钟延时保护，下图即是为此而设计。

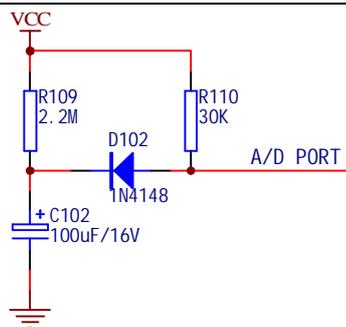


图 2.19 压缩机延时保护电路

20、过零检测电路

D107 接次级

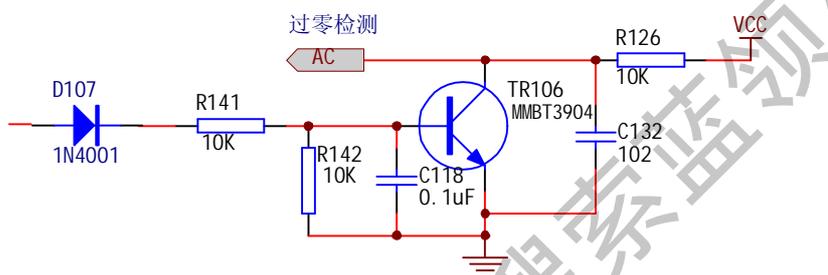


图 2.20.1 过零检测电路 1

不隔离时，直接从市电上取过零信号

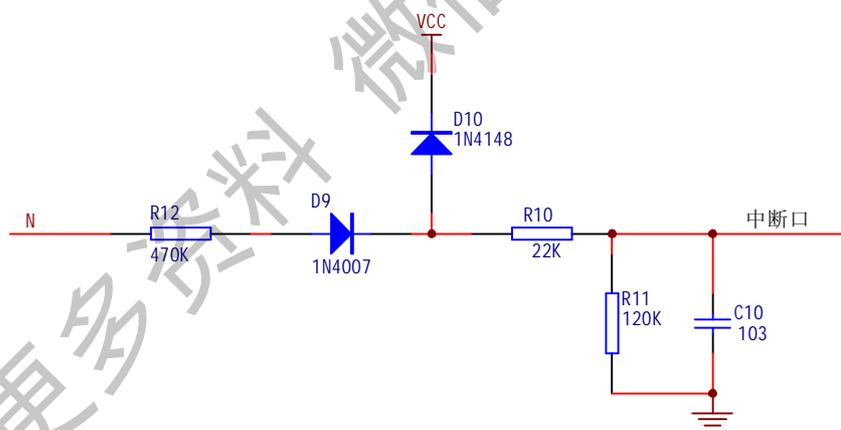


图 2.20.2 过零检测电路 2

21、74HC138 扩展 COM、KEY、LED 电路

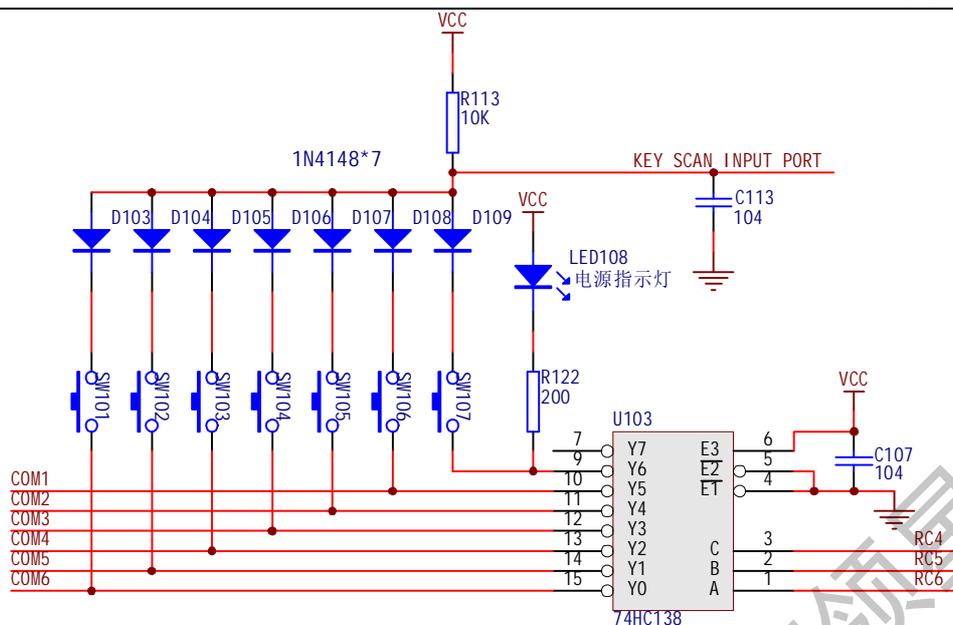


图 2.21 74HC138 扩展 COM、KEY、LED 电路

22、背光源应用电路

三极管 TR101 与背光源 BL101 相距较远时，C107 靠近 BL101 放置对 EMC（LED 闪烁）效果比较理想。

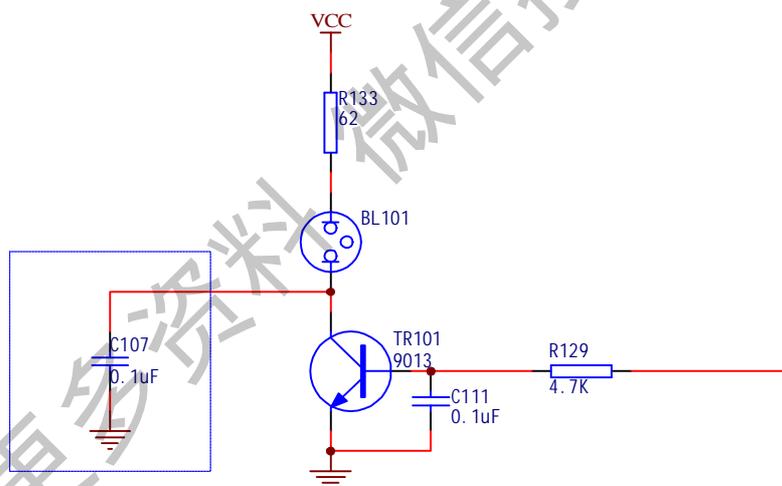


图 2.22 背光源应用电路

23、远程控制电路

23.1 DTMF 信号收发应用电路

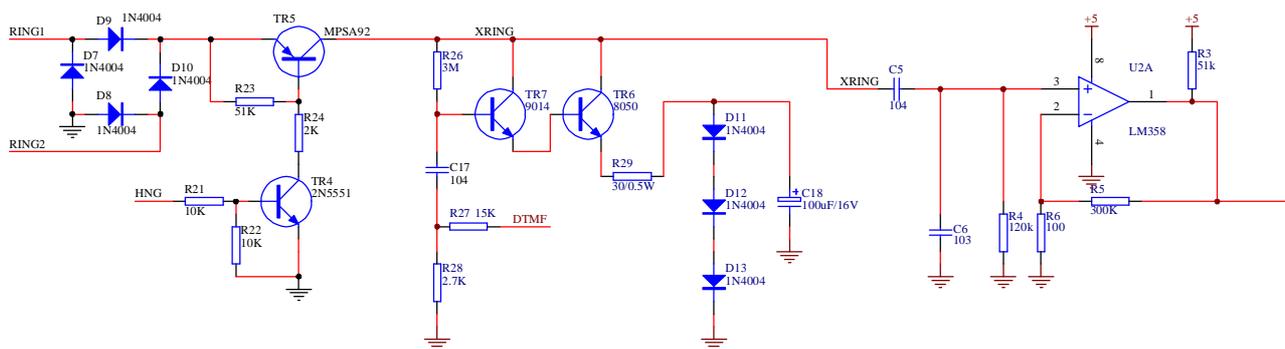


图 2.23.1 DTMF 信号收发应用电路

23.2 HT9170B 双音频 (DTMF) 接收器应用电路

HT9170 系列是综合了数字解码器和多带滤波器功能的双音频DTMF 接收器，HT9170B和HT9170D 都可工作在下电模式和抑制模式，HT9170 系列的各种型号都是用数字化计算方法来识别的，把16 倍的DTMF音频解码，并转化为4 位代码输出，高精度的转换电容滤波器把音频DTMF：信号分离为低频信号和高频信号，自带拨号音频阻波电路，可省略前置滤波器所需的阻波电路。

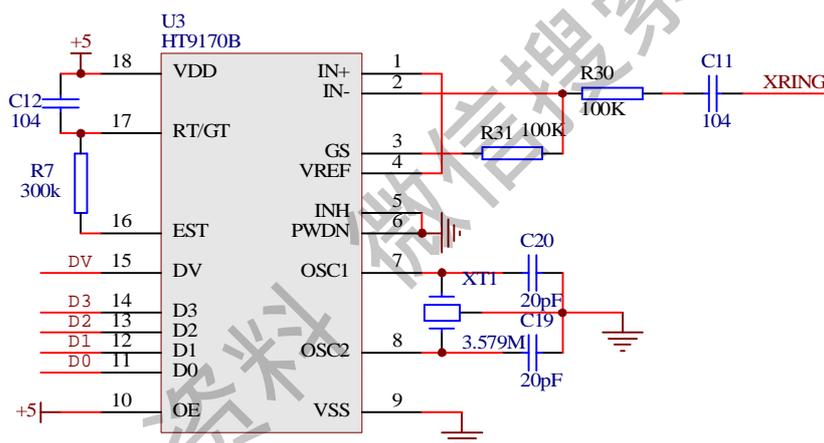


图 2.23.2 HT9170B 双音频 (DTMF) 接收器应用电路

引脚说明

表 1-2

引脚名	I/O	内部连接	说明
VP	I	工作放大器	运算放大器无转换输入
VN	I		运算放大器转换输入
GS	O		运算放大器输出端
VREF	O	VREF	参考电压输出，正常为 VDD/2
X1	I	振荡器	系统振荡器包括：一个反转器，一个偏置电阻和必须的负载电容
X2	O		标准的 3.579545MHZ 晶振连在 X1, X2 之间起振荡器的作用。
PMDN	I	COMS 输入 下拉	高电平有效，它使能器件进入下电模式并抑制振荡器，此引脚是内部下拉。
INH	I	COMS 输入 下拉	逻辑高，能抑制音频模拟特性 A, B, C, D 的识别。此引脚为内部下拉。
VSS	-	-	电源负极
OE	I	COMS 输入 上拉	D0-D3 输出使能，高电平有效。
D0-D3	O	COMS 输出 三态	接收数据输出端 OE="H"，输出使能；OE="L" 高阻态
DV	O	COMS 输出	数据有效输出 当芯片接收到一个有效音频 (DTMF) 信号时，DV 置高；否则保持低。
EST	O	COMS 输出	早期操纵输出 (见功能说明)
RT/GT	I/O	COMS 输入 / 输出	通过连接外为电阻和电容可设置音频获得和释放时间
VDD	-	-	电源正极，正常工作状态为 2.5-5.5V
DVB	O	COMS 输出	一次性数据有效输出，通常为高，当芯片接收到一个有效时间信号 (DTMF) 时，DVB 置低并保持 10MS。

23.3 HT9200A/B 双音频DTMF 发生器应用电路

HT9200 A/B 双音频发生器是为 μC 接口而设计的，通过 μC 在引脚 24V 可产生 16 倍双音和 8 倍单音，HT9200A 的串行方式和 HT9200B 可选的串并行方式的接口可用在不同地方如安全系统、住宅、自动化通过电话线遥控通信系统等等。

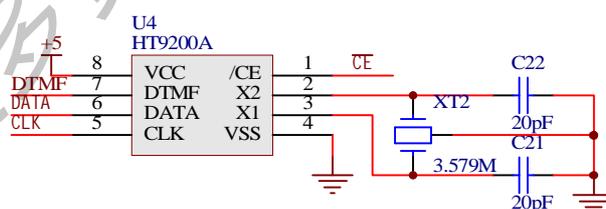


图2. 23.3 HT9200A/B 双音频DTMF 发生器应用电路

引脚说明

引脚名	I/O	内部连接	说明
CE	I	CMOS 输入上拉	低电平有效
X2	0	振荡器	由一个反相器、一个偏压电阻、和所需的负载电容构成
X1	I		在 X1 和 X2 之间接一个标准的 3.579545MHz 晶振就能实现振荡器的功能
VSS	—	—	电源负极，接地
NC	—	—	无连接
D0-D3	I	COMS 输入 上拉或悬空	在并行方式中作数据输入。 当 IC 是串行传输时，数据输入端 (D0-D3) 还需上拉电阻；当 IC 是并行传输时这些脚悬空。
S/P	I	COMS 输入	工作方式选择 S/P="H"：并行方式；S/P="L"：串行方式。
CLK	I	COMS 输入 上拉或悬空	串行方式中是数据同步时钟输入 当 IC 是并行传输时，输入端 (CLK) 还需上拉电阻；当 IC 是串行传输时，这脚悬空。
DADA	I	COMS 输入 上拉或悬空	串行方式的数据输入端 当 IC 是并行传输时，输入脚 (D A T A) 还需上拉电阻；当 IC 是串行传输时，这脚悬空
DTMF	0	COMS 输出	DTMF 信号的输出脚
VDD	—	—	电源正极，正常工作电压：2.0V-5.5V

三、上层应用软件部分

1、初始化

初始上电的运行状态为初始状态，初始上电要防止继电器误动作、显示乱画。继电器误动的原因是在设置端口方向之前没有设置端口状态。如果使用 MICROCHIP 单片机下面的做法可以防止此类问题：

例如：PORTb 位 0 驱动继电器而且低电平有效，则初始化应如下：

```
bsf    portb,0
bsf    status,rp0
bcf    trisb,0
bcf    status,rp0
```

防止显示乱画除了正确初始化驱动端口外，还要对显示缓冲区进行处理，保证显示画面正常。当然最好在初始化中将所有 RAM 都初始化（清零）。另外冰箱一般都有好几种运行模式，而有些模式是在传感器都正常的情况下才能进入。所以初始化中要检测传感器的是否正常，根据检查结果进入能够进入的状态。这样可以避免进入某种状态后又立即退出。

2、显示部分

冰箱采用的显示方式有：发光二极管、数码管，LCD，VFD 等。数码管和发光二极管类似，要定时扫描，扫描频率最好不要低于 50Hz。LCD，VFD 一般都采用专用驱动芯片，当显示内容改变时立即刷新。显示原来内容时可 100ms 刷新一次，这样能够提高抗干扰性能。

3、按键部分

冰箱控制板按键本身没有什么特别之处，但一些地方还需注意。在状态的设置过程中可能由于状态（或运

行模式)的改变会引起继电器的动作。如果反复设置则继电器可能会频繁动作,这当然不是用户所希望的。最好在用户设置冰箱状态(模式)过程中不要改变继电器的状态。

4、A/D 转换

温度属于缓变信号,对温度的采集可以几秒中得到一次有效值。通常是采样 N 次,然后取算术平均。这种滤波方法当 N 值较大时,信号的平滑度高,但是灵敏度低,当 N 值较小时,信号的平滑度低,但是灵敏度高。实际应用中可根据情况适当选择均值次数 N。N 一般取 2 的 X 次幂。这样通过移位操作就可以实现平均。如果采样 256 次,相加结果的高字节就是平均值。由于 A/D 转换涉及到对转换完成标志的判断,为了防止死循环,最好限制等待时间。可以采用下面的方法:

```

bsf      adcon0, go_done      ; 启动 A/D 转换
movlw   40h
movwf   temp
ad_wait
decf    temp, 1
movf    temp, w
btfsc   status, z
return
btfsc   adcon0, go_done      ; A/D 转换完成?
goto    ad_wait
movf    adres, w
return

```

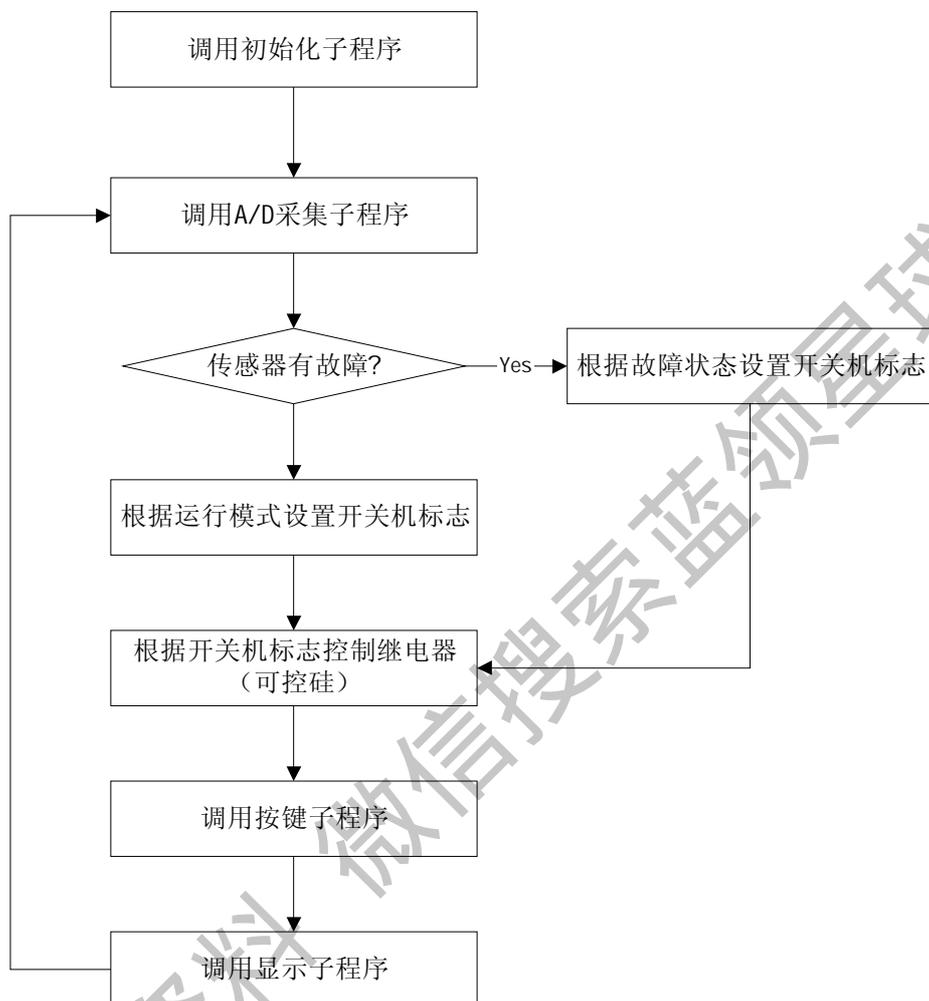
当完成 A/D 转换后,如果需要温度显示则利用查表把 A/D 值转换为对应的温度值,进行温度显示。

5、控制部分

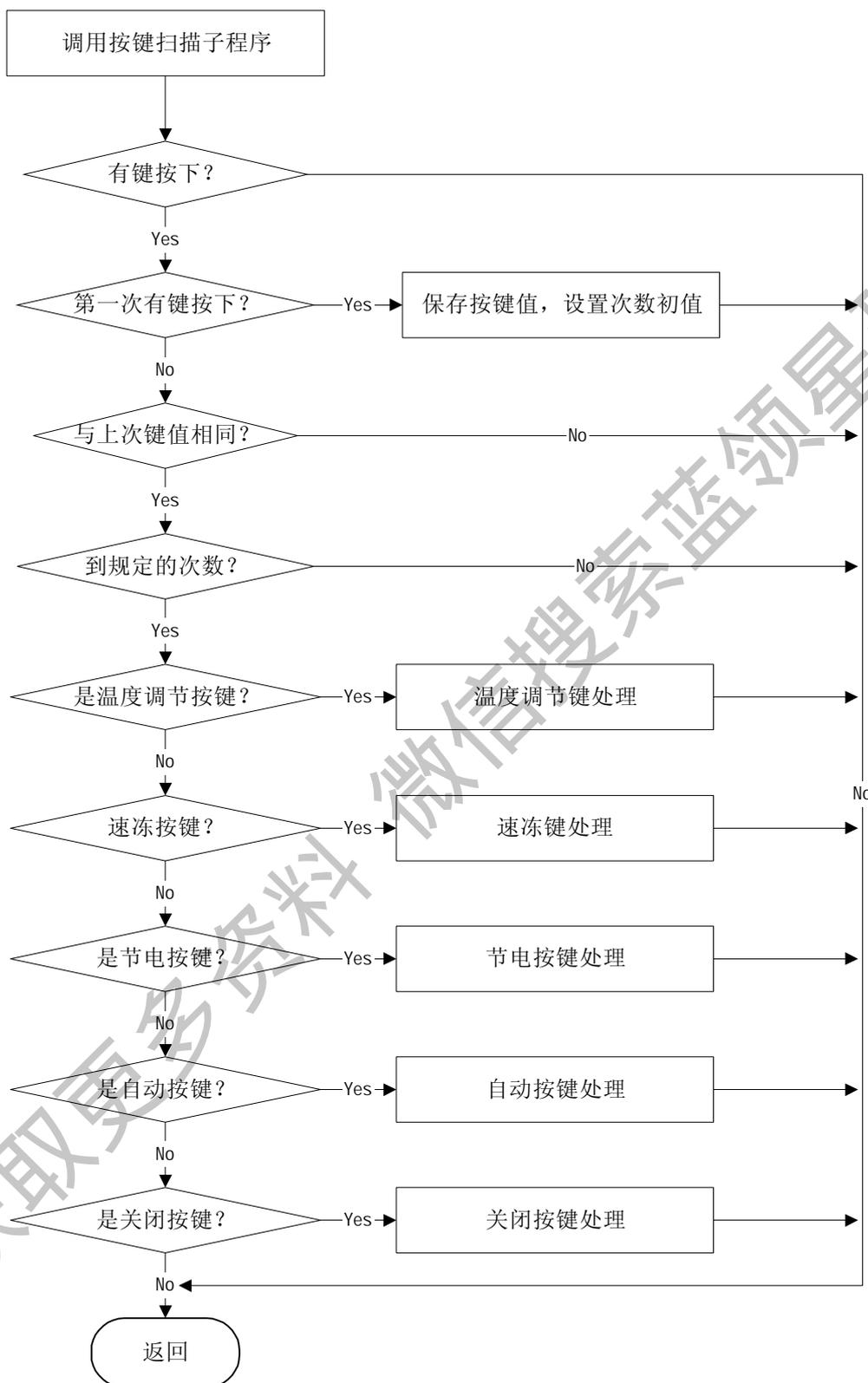
冰箱的控制是根据温度来确定压缩机(电磁阀、加热丝)的开停。一般先根据运行模式确定开关机温度,把开关机温度与当前温度比较设置开关机标志,根据标志设置压缩机(电磁阀、加热丝)的状态。当遇到临界点开停时要避免继电器“跳”动,可以通过设置方向标志来避免此类现象的发生。例如有的规格书要求:当温度高于 5 度时加热丝开,低于 5 度时关,此时需要设置一个温度变化方向标志(类似回滞),根据温度值与方向标志共同确定加热丝状态。

下面给出 TCL 双温双控冰箱电控板程序流程图:

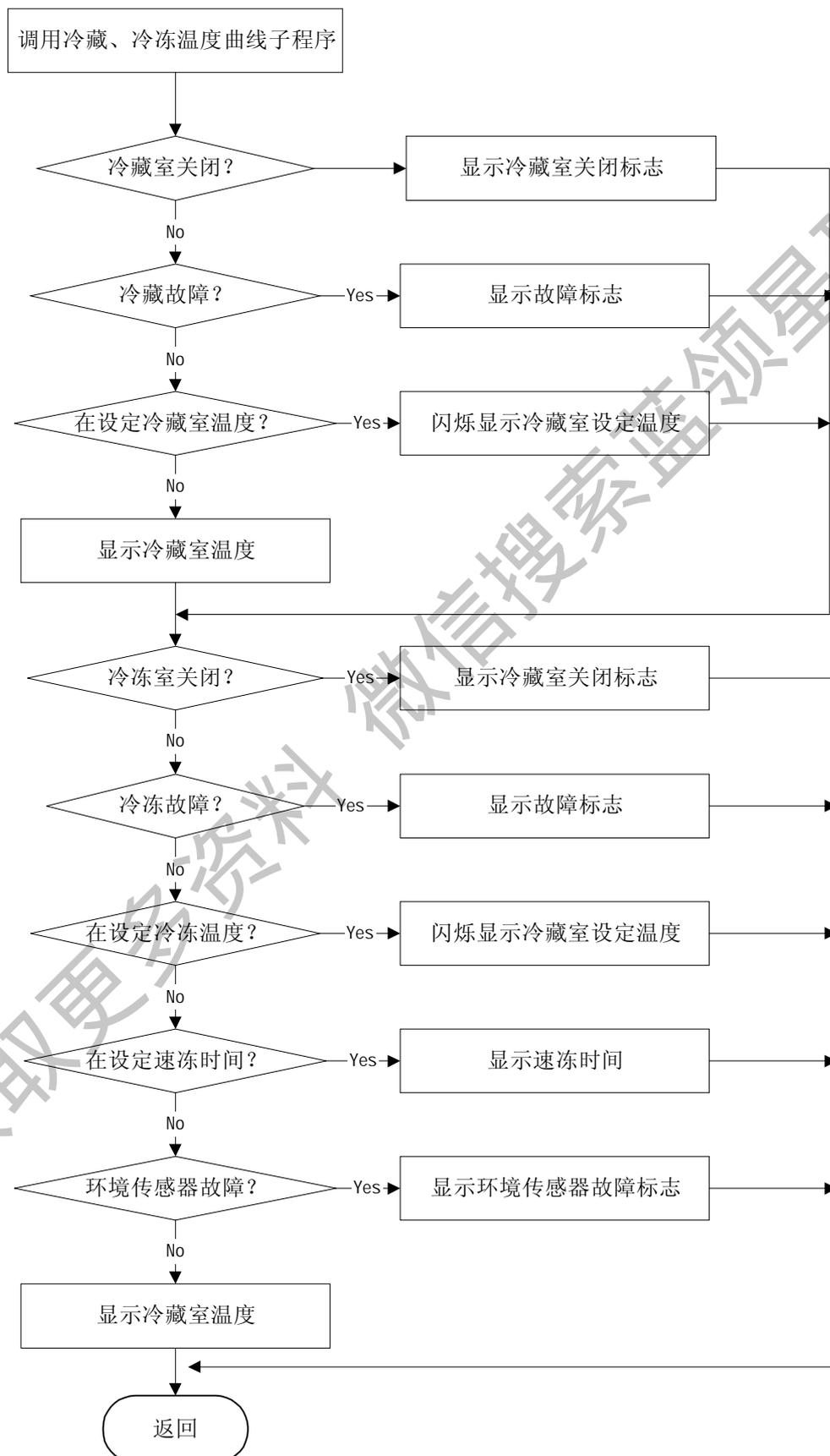
5.1 主程序流程图



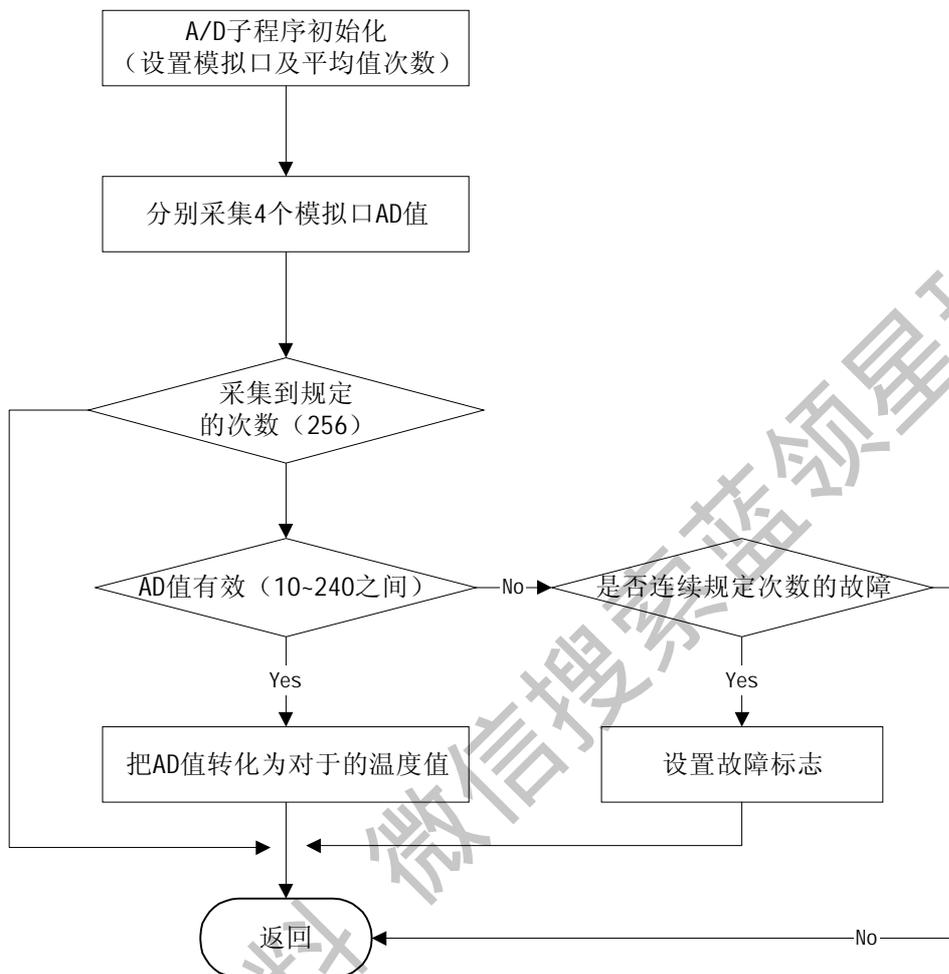
5.2 按键子程序流程图



5.3 显示子程序流程图



5.4 A/D 转换子程序流程图



5.5 控制部分流程图

