



第四届 ‘MOTOROLA 杯’ 嵌入式处理器(MCU/DSP)设计应用大奖赛

竞赛手册

主办单位:

- 摩托罗拉半导体亚太区总部
- 中国计算机学会微机专业委员会

协办单位:

- 《电子产品世界》杂志

第四届 ‘MOTOROLA 杯’ 嵌入式处理器(MCU/DSP)设计应用大奖赛

新元素 新挑战

摩托罗拉半导体亚太区总部（以下简称摩托罗拉半导体）在成功举办了三届‘MOTOROLA 杯’设计应用大奖赛的基础上，再接再厉，与中国计算机学会微机专业委员会及电子产品世界杂志再度合作，举办第四届‘MOTOROLA 杯’嵌入式处理器(MCU/DSP)设计应用大奖赛。目前国内从事单片机开发与应用的专业技术人员的设计水平已趋成熟，业界对 8 位单片机(MCU)的认识已达到了普遍化。为进一步推动开发与应用的专业技术人员迈向更高新的技术，故除原有的 8 位 MC68HC08 系列 MCU 外，本次大奖赛加入了新的元素，包括 16 位的 MC68HC12 系列 MCU 和 DSP56800 系列数字信号处理器(DSP)，使设计应用更广泛，挑战性更强。

智慧演译 无处不在

作为世界第一的嵌入式处理器供应商，摩托罗拉半导体事业部提供多元化的 DigitalDNA™ 技术，使从事各类开发应用的技术工程人员能开发出具备‘智慧’的产品。一直以来摩托罗拉半导体的嵌入式处理器被广泛应用于各种与我们生活息息相关的产品中。产品不仅自己会思考，还能彼此分享各自掌握的信息，使汽车，家庭、个人以至办公设备变得更有‘智慧’，让我们工作生活更轻松写意。这就是摩托罗拉‘智慧演译无处不在’的理念。大奖赛鼓励参赛者充分发挥摩托罗拉半导体嵌入式设计方案的特色，在短时间内设计出有智能、新颖、实用又可靠的产品。

全面技术支持 免费学习培训

为方便参赛者，摩托罗拉半导体将于比赛期间分别于北京清华大学，上海复旦大学，深圳大学，成都电子科技大学的四所摩托罗拉 MCU 应用开发研究中心举行共四次 8/16 位 MCU 及 16 位 DSP 产品应用讲座，并于北京清华大学 MCU/DSP 应用开发研究中心举行一次 DSP 术技及应用培训。另外各中心还将为参加本次大奖赛的参赛人员提供相应的资料及其它相关技术支持。

8/16位MCU

摩托罗拉半导体的 8 位 MCU 多年来稳占世界第一位，销售已超过 50 亿片，估计未来市场对 8 位 MCU 仍有很大需求。随着大量更为复杂应用的出现，16 位 MCU 的需求亦将会不断增加。今次加入的 MC68HC912D60A 和 MC68HC912DG128A 同属非常高整合性的 16 位 MCU。核心的中央处理器系从 HC11 演进而来的 16 位高速系统结构，包含了多种功能，包括双同步串行通讯接口(Dual Serial Communication Interface)，先进串行通信所需的控制器区域网络模块(Controller Area Network Module)以及用闪存(FLASH)阵列的大规模编程和数据存储器等，并具有低功耗及低噪音等优点。

16位DSP

摩托罗拉半导体的 16 位 DSP 型号齐备，应用范围广阔。其中 DSP56800 系列集合了 DSP 的优点与及像 MCU 一样容易使用的特性，对低成本、低功耗和程序代码要求较高的电机控制及其它应用尤其适合。今次大会特别选定了 DSP56F805 和 DSP56F826 两个型号予参赛者选择。两者都带有 FLASH Memory 功能，可以多次读写，在设计以至未来生产过程中，可以方便更改操作编程。

竞赛宗旨

我们希望通过这次竞赛能够了解你们关于使用 MOTOROLA MC68HC08, MC68HC12 及 DSP56800 系列嵌入式处理器系统设计方面的构思。这次竞赛一如以往同样面向全国,目标为嵌入式处理器应用,只要你是从事嵌入式处理器开发与应用的专业和业余人员,(包括大专院校教师和学生),便欢迎你参加这比赛。交给大奖赛的参赛申请须为描述你的设计方案的技术文件,不管是个人还是集体方案都将以同一标准评分。评审委员会由中国计算机学会微机专业委员会的成员,摩托罗拉半导体的代表及摩托罗拉单片机应用开发研究中心主任组成,他们将对每一个参赛的设计方案进行评审,入选的方案将发表于‘MOTOROLA 杯’嵌入式处理器设计应用大奖赛论文集一书内。

比赛形式

本次比赛共分两组。分别为 (A) 单片机 (MCU)组及 (B) 数字信号处理器(DSP)组。

(A) 单片机组参赛者 可从 8 位 MC68HC08 MCU 系列的 MC68HC908SR12, MC68HC908LJ12, MC68HC908GR8, MC68HC908JB8, MC68HC908MR8/16/32 或 16 位 MC68HC12 MCU 系列的 MC68HC912D60A 及 MC68HC912DG128A 中挑选合适的型号作为设计应用的核心。

(B)数字信号处理器组参赛者 则可从 16 位 DSP 系列的 DSP56F805 及 DSP56F826 中选取合适的型号作为设计应用的核心。

大奖赛鼓励设计者能以集新颖、实用、智能及可靠于一身的设计应用参赛。评审委员会将以合理性应用所选取的嵌入式处理器和软件设计技术作为竞选主要依据 (详见竞赛手册)。

比赛分初赛和决赛二个阶段，不分地区

- 初赛：

参赛者可从以上各组别提供的产品型号中选择一款，以设计方案阐述其作品设计构思、系统结构和软件框图。大会会从两组参赛设计方案中各选出 20 件优秀作品进入决赛并提供相应开发工具。

- 决赛：

将于上海举行。两组共 40 名进入决赛的参赛者将由摩托罗拉半导体赞助食、宿、交通费用前往上海参加决赛。决赛者需完成设计论文及演示系统的所有调试，并亲往上海于评审委员会面前作现场报告与演示。评审委员会将从两组中各选出冠、亚、季军及 17 名优秀奖得主并进行公开演示及颁奖典礼。

比赛时间表

1. 报名及索取参赛资料方法：

有兴趣参加者，自 2002 年 2 月 25 日起至 2002 年 5 月 10 日或之前，可于

<http://www.motorola.com.cn/semiconductors/>或 <http://www.edw.com.cn> 即时在线报名或下载报名表。填妥报名表上之姓名、职业、详细通讯地址、邮编、电话、电子邮箱、传真号码等资料后通过邮寄或传真至以下地点索取竞赛手册及摩托罗拉半导体 MCU 与 DSP 产品资料 CD 一片。

复旦大学，摩托罗拉 MCU 应用开发研究中心，上海邯郸路 220 号。邮政编码：200433
电话：86-21-65643193，传真：86-21-65642825，联系人：唐志强。

请注明第四届‘MOTOROLA 杯’嵌入式处理器设计应用大奖赛秘书组收。

2. 免费讲座：

为配合本次比赛，摩托罗拉半导体将于 2002 年 3 月 22 至 29 日期间于摩托罗拉的四所 MCU 应用开发研究中心举行共四次 ‘8/16 位 MCU 及 16 位 DSP 产品应用讲座’。日期如下：3 月 22 日深圳大学，3 月 25 日成都电子科技大学，3 月 27 日北京清华大学，3 月 29 日上海复旦大学。欢迎参赛者报名参加。名额有限，先到先得。欲知讲座详情请浏览上述网址。

3. 参赛方法：

1. 递交设计方案日期：

2002 年 5 月 24 日或之前在上述网址递交或存于盘片送到复旦大学(地点同上)。

2. 初赛结果公报日期：

初赛结果将于 2002 年 5 月底在上述网址及 6 月初在《电子产品世界》杂志上刊登。而决赛入围者将获个别通知。

3. 免费培训：

(B) 组所有进入决赛的 20 名参赛者，将可获摩托罗拉半导体赞助食、宿、交通费用于 2002 年 6 月 5 至 7 日到北京参加为期三天的 ‘DSP 术技及应用培训’ 课程由清华大学摩托罗拉 MCU/DSP 应用开发研究中心负责。

4. 递交论文材料的日期：

所有决赛入围者需于 2002 年 10 月 8 日或之前将论文材料在上述网址递交或存于盘片送到复旦大学，摩托罗拉 MCU 应用开发研究中心（地点同上）。

5. 决赛日期：2002 年 11 月 18、19 日，于上海举行。（具体地点将另行通知）

6. 得奖作品公开演示暨颁奖典礼日期：2002 年 11 月 20 日于上海举行。（具体地点将另行通知）

奖励办法

(A) 与 (B) 两组各选出

冠军：一名，可获奖金人民币 30,000 元整，嵌入式处理器开发板一台及奖杯一只。

亚军：一名，可获奖金人民币 25,000 元整，嵌入式处理器开发板一台及奖杯一只。

季军：一名，可获奖金人民币 15,000 元整，嵌入式处理器开发板一台及奖杯一只。

优秀奖：十七名，可获奖金人民币 3,000 元整及奖状。

以上所有奖金将按规定扣除相应的税项。

摩托罗拉半导体的支持

(B) 组所有进入决赛的 20 名参赛者，将可获摩托罗拉半导体赞助食、宿、交通费用于 2002 年 6 月 5 至 7 日到北京参加为期三天的‘DSP 术技及应用培训’课程由清华大学摩托罗拉 MCU/DSP 应用开发研究中心负责。根据本次比赛规则，欢迎集体参赛，但对每个入选参赛项目的资助，只支付一人出席培训的来回旅费(火车硬卧)及食宿费。欲自费参加培训，则需视乎实际程况，由竞赛组织委员会决定最后是否接纳其申请。

进入决赛的设计方案将由摩托罗拉半导体直接支持，借出相应开发板，但须于决赛时交还竞赛组织委员会，另外摩托罗拉半导体还将资助两组共 40 名决赛者到上海参加决赛，根据本次比赛规则，欢迎集体参赛，但对每个入选参赛项目的资助，只支付一人出赛的来回旅费(火车硬卧)及食宿费。

组织机构:

1. 竞赛委员会

- 摩托罗拉半导体
黄建雄（副总裁兼亚太区汽车及标准电子产品部总经理）
杨纯驹（亚太区销售总监）
林金盛（亚太区分销商营业总监）
刘显礼（8/16 位单片机业务部总监）
卢焯明、萧丽芬
- 中国计算机学会微机专业委员会
沈绪榜（中科院院士，主任）
徐培南（副主任）
陈章龙、曹名扬、梁合庆
- 《电子产品世界》杂志
陈秋娜（执行社长）
叶钟灵（执行总编）

2. 组织委员会

- 摩托罗拉半导体：金功九、汤儒蓉
- 中国计算机学会微机专业委员会：陈章龙、唐志强
- 《电子产品世界》杂志：陈秋娜、玉莹（副总编）

3. 评审委员会

- 摩托罗拉半导体
刘显礼、黄耀君、冯启明、朱明璋、康晓敦、邝景亮、康恩池、袁华彬、廖志超
- 中国计算机学会微机专业委员会
邵贝贝（清华大学，摩托罗拉 MCU/DSP 应用开发研究中心主任）
涂时亮（复旦大学，摩托罗拉 MCU 应用开发研究中心主任）

朱明程（深圳大学，摩托罗拉 MCU 应用开发研究中心主任）

彭启琮（电子科技大学，通信与信息工程学院院长）

窦维蓓（清华大学，电子工程.电路与系统教研室副教授）

张太镒（西安交通大学，电信学院信通系教授）

注：评审委员会由以上成员组成，但主办单位有权就实际情况更改评审委员会的个别评审。评审委员会负责选出优胜者，评审决定为终局性。参赛者不得对评选结果提出异议。

比赛规则

1. 此比赛不接受摩托罗拉员工参赛。所有参赛设计方案及论文一经递交，将不再发还。本大会会有权处理，入围论文将由出版社正式出版论文集。
2. 参赛作品应是参赛者自己的作品。参赛者在过程中产生的知识产权（**Intellectual Property**）（包括硬件设计，软件源程序，数据库等）属参赛者或所在的企业单位所有，参赛者在参加本竞赛时主动申明放弃的除外。任何人欲采用或部份采用这些参赛作品的上述知识产权，应直接与原始作者磋商或取得原始作者的同意。任何有关参赛作品知识产权的争议均与本次大奖赛的组织者、评审者无关。

递交设计方案

所有参赛申请必须为一个基本完整的设计方案的形式，并于 2002 年 5 月 24 日或之前在網上递交或存于盘片，寄到指定的地址。设计方案应为 5,000 字左右(后面有附例作参考)它必须至少包含以下内容：

1. 题目名称，比赛编号，日期，单位名称，所有作者（设计者）中、英文姓名，职业，详细通讯地址，邮编，电子邮箱，电话及传真号码。如属集体设计，大会将以首名设计者为联络代表人。
2. 推派单位名称、地址、邮编、电话及传真号码。
3. 设计目标：描述你打算设计的项目。
4. 最终设计应用：描述你的设计打算应用的领域。
5. 所选用的嵌入式处理器型号。
6. 系统框图：你的设计系统框图，图中应标明各个关键部件,并附上框图的简单介绍。
7. 软件流程图：你的设计的软件设计思想和总流程图，图中应画出各主要处理框图及互相关系。

‘MOTOROLA 杯’嵌入式处理器设计应用大奖赛组委会将通过大赛网页，电邮或邮局通知你,你的设计方案是否入选决赛而结果亦会刊登于 (电子产品世界),杂志上。一旦入选，你将有约五个月时间完成你的样机的设计，制作，调试和最后的文档材料。在你的项目开发期间，我们将发给你项目进度表，要求你及时填写该表并交回大奖赛秘书组，以了解你的项目开发进程。

递交论文材料

提交给大奖赛进行决赛的每一个参赛作品必须附带一篇全面描述该项目的论文。该篇论文：

- (1) 供评委评判设计项目，
- (2) 用于在颁奖礼上介绍你的设计，
- (3) 给设计者以描述项目的独特或值得注意方面的机会，
- (4) 用于编写‘MOTORLA 杯’嵌入式处理器设计应用大奖赛论文集一书，

你的论文最少应包括以下内容：

1. 标题页

标题页应包括题目名称，比赛编号，日期，单位名称，所有作者(设计者)中、英文姓名，联络人，职业，详细通讯地址，邮编，电子邮箱，电话及传真号码。

2. 内容目录

3. 引言

这部分应总括介绍该项目,它不应超过两页。

4. 设计概述

这部分应描述该项目的设计方案和方法,可能的话,应包括总体框图。

5. 硬件描述

硬件描述应描写硬件如何工作，设计中选择特定组件的理由,它应包括整机的电路图。

6. 软件描述

这部分应描述你的软件结构，最好使用流程图，对必要的部分，应附上愿意公开的源程序，为了帮助其它人阅读，源程序中应附加注解。

提交论文材料的方法

所有决赛入围者需于 2002 年 10 月 8 日或之前将论文材料在上述网址递交或存于盘片送到复旦大学，摩托罗拉 MCU 应用开发研究中心（地点同上）。

参加决赛面试所需的材料

所有决赛入围者，须于 2002 年 11 月 18 至 20 日期间内的指定日子，亲自携同所有设计材料参加决赛面试，否则有可能被取消参赛资格，所有设计材料包括：

1. 一式两份打印好的论文（格式见后面论文格式）
2. 存储了论文材料的盘片（以 DOC 及 PDF 文档格式写成），
3. 你完成的样机的照片，最好为彩照，
4. 完成的样机及与演示有关的附件，
5. 用于报告会的演讲材料，包括投影仪透明交片，设计方案。

关于设计的一些提示

虽然对项目应用无任何限制，但大奖赛鼓励对环境，社会有益或具备消费产品特点的项目，评审将依据以下几个方面：

1. 设计的工程价值,即实用价值。

你的设计是否在工程中价值？它是否能以最低的成本用于生产或产品中？

2. 方案的创新性

是否已有设计应用于与此方案类似的场合？

3. 设计实现

对一个问题经常有许多实现方法，你是否选择了最有效的方法？

4. 有效使用片内外围功能

是否选择最适当的 M68HC08, MC68HC12 或 DSP56800 器件用于你的设计?是否可以用较简单的器件来实现同样的功能?是否有效地使用片内外功能?是否创造性地使用片内外围功能?

5. 软件特性

软件设计上是否有特色?是否使用了一些特殊的软件技术或算法?

6. 设计完成

是否完成预计设计项目?,是否工作正常?它是否能演示给其它人看?

7. 文件清晰性

是否其它人能阅读和理解你所写的东西?

设计方案范例：（这只是一个设计方案的例子，摘录自第三届‘Motorola杯’单片机设计应用大奖赛入选作品，实际参赛的设计方案可较为详细以方便评委评判。）

智能电话门铃

(I) 设计者情况

比赛编号：_____ 日期：_____

首名设计者为联络代表人。

姓名：梁玉锋_____（中文） Liang Yu Feng（英文） 职业：博士研究生_____

姓名：_____（中文） _____（英文） 职业：_____

通讯地址：北京市清华大学工程物理系 邮编：100084 电子邮箱：xxxxxxxxxxxx

电话：010-62785xxx 传真：xxx-xxxxxxxx

推派单位名称：清华大学工程物理系

单位地址：北京市清华大学工程物理系

单位电话：010-62785xxx 单位传真：xxx-xxxxxxxx

(II) 设计介绍

标题：

智能电话门铃

背景：

随着现代通信手段的发展，寻找和联络某人已经是轻松的事情了，但登门拜访仍是联络感情的最佳方法，而碰到主人不在的情况则是非常遗憾的。

这个项目在于实现一个可以智能联络主人的门铃，当有人拜访而主人不在家的时候，该门铃会**自动的通过主人电话、呼机联络主人通知有客人拜访**。主人可以使用该门铃和来访者进行交谈，避免出现白白拜访的情况。

因为要通过电话实现和主人联系，在这个基础上添加少量的外围器件可以**实现对电话的智能控制**，例如实现**自动应答、来电自动录音，来电转呼主人，定时自动拨号、电话号码簿**等功能。

现在防盗门非常流行，而且其价格不菲，竞争也非常激烈。如果增加不多的成本，将这种门铃安装到防盗门上，这个市场将是非常广阔的。

目标:

基于以上的背景考虑,本项目就实现这些设想。完成一个安装在防盗门上的智能门铃。当有客人拜访而在一定的时间内主人没有开门,就会自动根据事先设定的号码呼叫主人,同时通知访客主人不在,正在呼叫。

主人在接受到呼叫后,可以选择立即回话,这样主人就可通过电话和门铃直接与访客交谈,了解来访者身份意图,以做决定。如果主人在一定的时间里不回话,门铃会通知访客找不到主人,并请访客留言,在防盗门上安装电磁门锁,主人在确认了来访者的身份后,可以通过电话遥控开门,接待来访者。

该门铃要通过电话线事先呼叫的功能,那么在这个基础上可以更进一步实现对家庭电话的智能控制,例如自动应答、自动录音、来电转呼等功能。这需要增加一些外围芯片。

安装在防盗门上,还可以监测是否有人在试图盗窃破坏。发现后,可以鸣叫报警并通知主人。

产品的用户是多样的,要求也是不同的,上面所实现的功能并不是每个用户都希望拥有的。这样就可以将上面的功能做成可以扩充的模块,当用户希望拥有该功能,就安装相应的模块,对应不同的硬件模块,软件设计也要做出相应的调整。这就可以充分的利用 68HC08GP32 的 FLASH 的特性,随时根据用户的选择安装相应的控制软件。

特性:

- 基于 MC68HC08GP32
- 接收访客按铃,语音通知主人
- 主人不在,语音通知访客并进行呼叫
- 建立主人和访客的对话线路
- 主人电话遥控开门
- 空闲时处于休眠状态,降低功耗
- 由电话线提供单片机电源
- 访客留言
- 防盗、并警告主人
- 自动应答
- 来电转接
- 可选择的功能模块和控制软件
- 程序保护和加密

(III) 设计应用

该产品直接添加到现有的防盗门产品中,增加产品的功能,给用户方便。

(IV) 系统框图

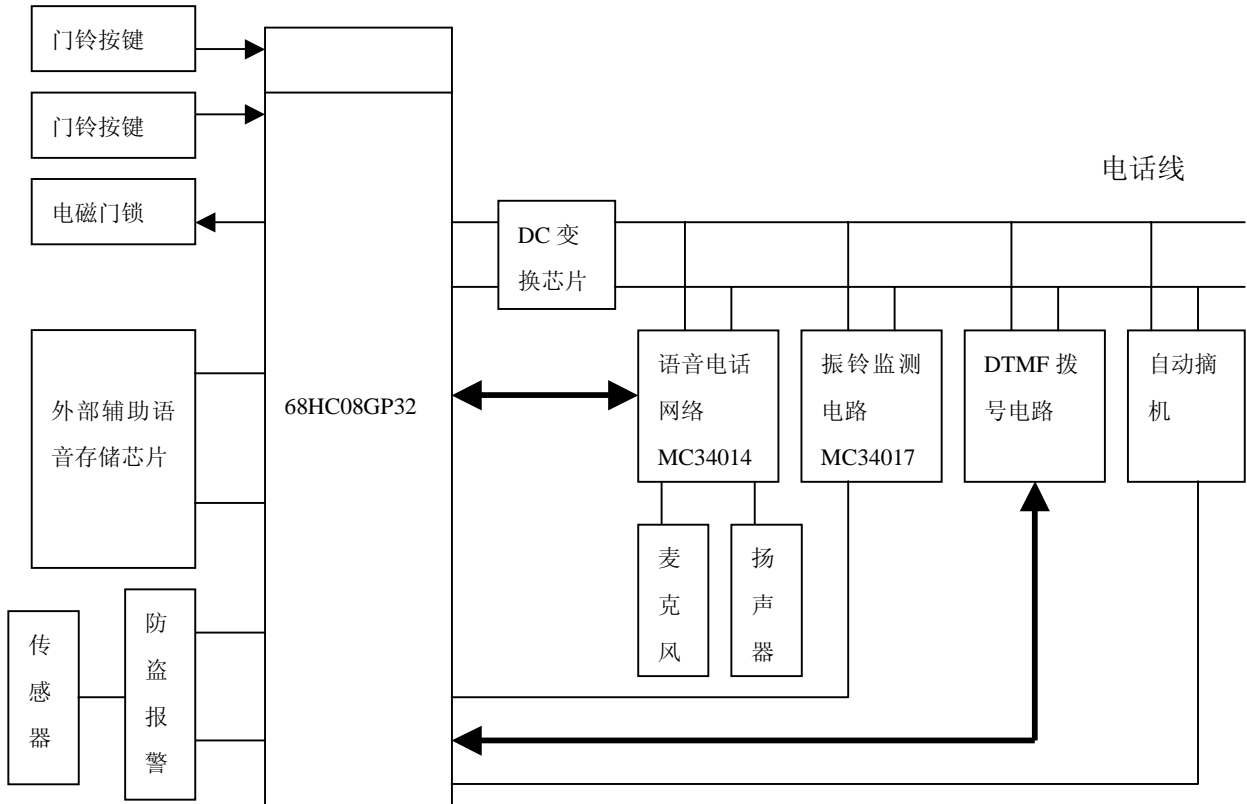


图 1 系统框图

硬件上以 MC68HC08GP32 为核心，辅以电话的集成处理芯片和扩展的语音存储芯片。

单片机系统由电话线供电，由于电话线能够提供的功率有限，所以不能使用通常的降压稳压的手段。而用用了 DC 变换芯片。

(V) 软件流程

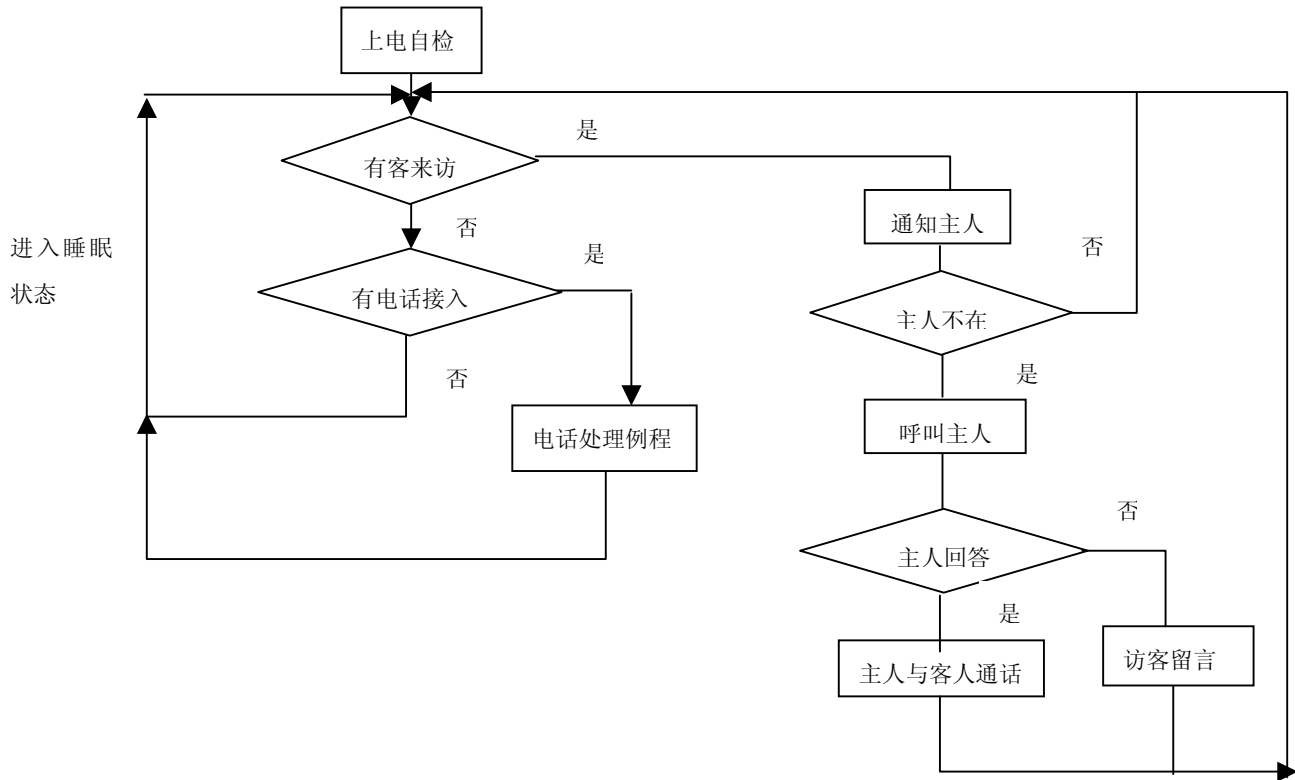


图2 软件流程图

图2是软件运行的流程，这只是初步的设计，在将来具体实现中可能还会发生变化。

论文范例:(本论文摘录自第三届‘Motorola 杯’单片机设计应用大奖赛入选作品, 原标题页及内容目录已删去。)

基于 PID 的数字冰箱控制系统

朱海东, 周磊, 除忠明

复旦大学电子工程系(200433)

摘要: 本文介绍了一种利用增量 PID 控制原理的数字冰箱控制系统。本系统使用 Motorola MC68HC908JL3 单片机为核心, 用增量 PID 控制原理, 设计了一种最佳制冷方案, 控制半导体制冷。测试表明, 该系统控温精度高, 制冷效率高, 功耗低。关键词: 数字冰箱, 半导体制冷, 增量 PID

引言

半导体数字冰箱是一种基于半导体制冷的新型冰箱。它不同于传统的压缩机制冷的冰箱。有低噪声, 体积小, 方便灵活等优点。也不同于以前的模拟控制的半导体冰箱, 具有控制精度高, 控温准确, 平均功率低, 节省电能, 与用户接口方便等优点。因此, 半导体数字冰箱具有非常广阔的前景。

半导体数字冰箱主要由核心控制部分, 制冷电路, 散热块组成。其中, 保证冰箱制冷精度高, 用电效率高, 节能, 性能可靠的核心控制部分是整个冰箱的关键。核心控制块控制冰箱的制冷和恒温。

1.1 半导体冰箱制冷原理

半导体冰箱用半导体制冷块作为制冷设备。半导体制冷块有两端, 我们定义为冷端和热端。给制冷块通一定范围内的电流, 其冷端温度会下降, 热端温度上升, 发挥制冷作用。电流加大, 制冷强度上升。

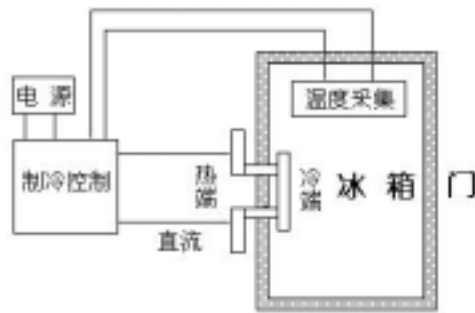
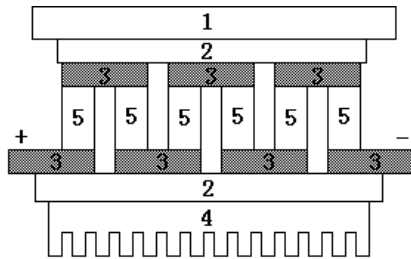


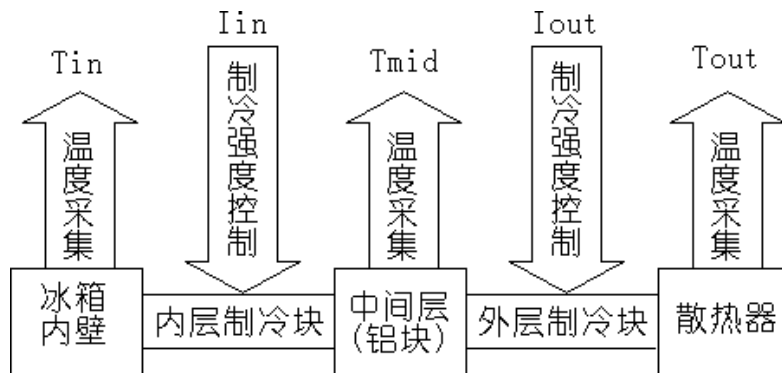
图1. 半导体制冷系统简图



1..冷端(冰箱内部) 2..绝缘导热层
3..金属 4..散热器 5..半导体制冷块

图二. 半导体制冷设备简图

在图 1 及图二所示系统中只用了一路制冷块，即制冷块的冷端和热端直接接触冰箱内部和外部(即散热器)。但根据热电制冷理论可得：设制冷块冷端和热端的温差为 DT ，制冷量 Q_0 随增 DT 大而减小，功耗 N_1 随 DT 增大而增大，制冷系数 $K=Q_0/N_1$ 随 DT 增大而减小。只用一层制冷块时， DT 为箱内温度与室温之差。假设系统是家庭用冰箱， DT 通常在 20 摄氏度左右，这时制冷效率是很低的。所以我们使用了三层两路制冷：用两路首尾相连的制冷块，内层制冷块的冷端接冰箱内部，外层制冷块的热端接散热器(冰箱外部)，内层的热端和外层的冷端通过热的良导体相连(通常用铝)。这时两层制冷块的 DT 都只有 10 摄氏度左右，极大提高了制冷效率。



图三。三层两路制冷系统简图

1.2 半导体制冷的数字控制

传统的半导体制冷用模拟方法控制，我们用单片机系统对制冷过程作数字控制。制冷有两项指标：效率和温控精度。下面从这两方面来说明数字控制的优越性。

1.2.1 制冷效率

制冷的最终目标是使冰箱内部温度达到用户的预设值。由于使用了三层两路系统，使情况变得复杂。如图三：增大 I_{in} 将使 T_{in} 下降， T_{mid} 上升，内层制冷块温差变大，效率降低，外层制冷块温差变小，效率提高，增大 I_{out} 将使 T_{mid} 下降， T_{out} 不变(由于在箱外，所以等于室温)，外层制冷块温差变大，效率降低，内层制冷块温差变小，效率提高。在这种情况下要追求高效率和低功耗，需要采样三路温度，控制两路制冷强度，需要一定量的数字计算。我们从热力学原理出发，结合经验公式，制定了控制算法，并利用单片机作软件实现。至于单片机本身的功耗，和冰箱的基本功耗相比可以忽略不计。

1.2.2 温控精度

温控精度一方面由温度采样和制冷控制时所能达到的最小差别决定。这些由硬件决定，不属于数字控制系统的讨论范围。本文讨论温控精度的另一个方面：恒温保持的稳定性。一台冰箱在绝大部分时间里要做的就是恒温保持。事实上任何控制系统都做不到真正的恒温保持，温度总是围绕预设值不停地振荡。我们要做的就是追求尽可能小的振荡幅度。在某些需要高精度温控的应用场合，这项工作是必要的。对于一般的应用场合，减小振荡幅度也有助于降低功耗，提高制冷效率。最基本的控制方法就是采样箱内温度，高于预设值就打开或加强制冷，低于预设值就关闭或减弱制冷。由于制冷器件的物理惯性，箱内温度每次等于预设温度后，都会发生较大的过冲。从控制论的原理考虑，这是因为反馈信息只有被控制量的当前值，不能反映被控制量的变化趋势。我们采用了 PID 控制方法，用被控制量的当前值和一阶导数作反馈信息，利用单片机软件实现，实验结果得到了比较满意的振荡幅度。

系统概述

2.1 特性：

- a. 以 MC68HC908JL3 单片机为核心控制模块。
- b. 利用半导体制冷原理，采用最佳制冷方案，高效率，节能。
- c. 利用 PID 控制原理，实现高精度控制。
- d. 两位 LED 显示，通过键盘控制，显示内容可以在箱内实际温度和设定温度(闪烁显示)之间切换。
- e. 改变预设温度的键盘接口，DOWN 键用于使设定温度降一度，UP 键用于使设定温度升一度。
- f. 内置 ADJUST 功能供生产厂家用于校准热敏电阻误差。
- g. 带有掉电保存信息功能。

2.2 系统概述：

用两块首尾相连的半导体制冷块制冷，由两路电流控制。两块制冷块之间是一块铝块，另一头分别接触冰箱的内壁和外界。在一定的电流范围内，当内部控制电流加大时，内部的制冷块的冷端(冰箱内)温度下降，热端(铝块)温度上升；反之，冷端温度上升，而热端温度下降。当外部电流加大时，外部制冷块的冷端(铝块)温度下降，而由于热端在冰箱外，认为其温度保持为室温，外部电流减小时，冷端温度上升，要高效地制冷，必须使箱内温度，铝块温度和环境温度三者维持一种平衡。当内部的热量传递到铝块的速率和外侧的制冷块把铝块的热量传递到外部环境的速率相同时，那么，可以得到，在相同的功率下，这时的制冷效率要比上述两者速率不平衡时要高，因此，我们的制冷方案就是要使内侧和外侧的制冷块传递热量的速率保持相同。

实际工作时，用热敏电阻分压采集两制冷块的三个端的温度(分别对应箱内温度，两制冷块间铝块温度和环境温度)，把结果送单片机处理，单片机根据当前测得数据，用最佳制冷原理，通过 PID 计算，输出最佳控制电流来调节两块制冷块的制冷强度。

该系统界面非常方便。用户可以用安装在冰箱角上的 UP 和 DOWN 两个按键来方便地设置所要求的冰箱内温度，最小间隔为 1 度。平时两路 LED 显示箱内温度，当使用按键改变温度预设值时，LED 会闪烁地显示当前的预设值，并随用户的调整而改变。当用户调整完预设温度后 5 秒，闪烁自动停止。用户设定好的值存在 flash 存储器里，不会随掉电而丢失。每次冰箱重新启动时，显示内容为实际箱内温度，温控目标为上次断电前的设置值。

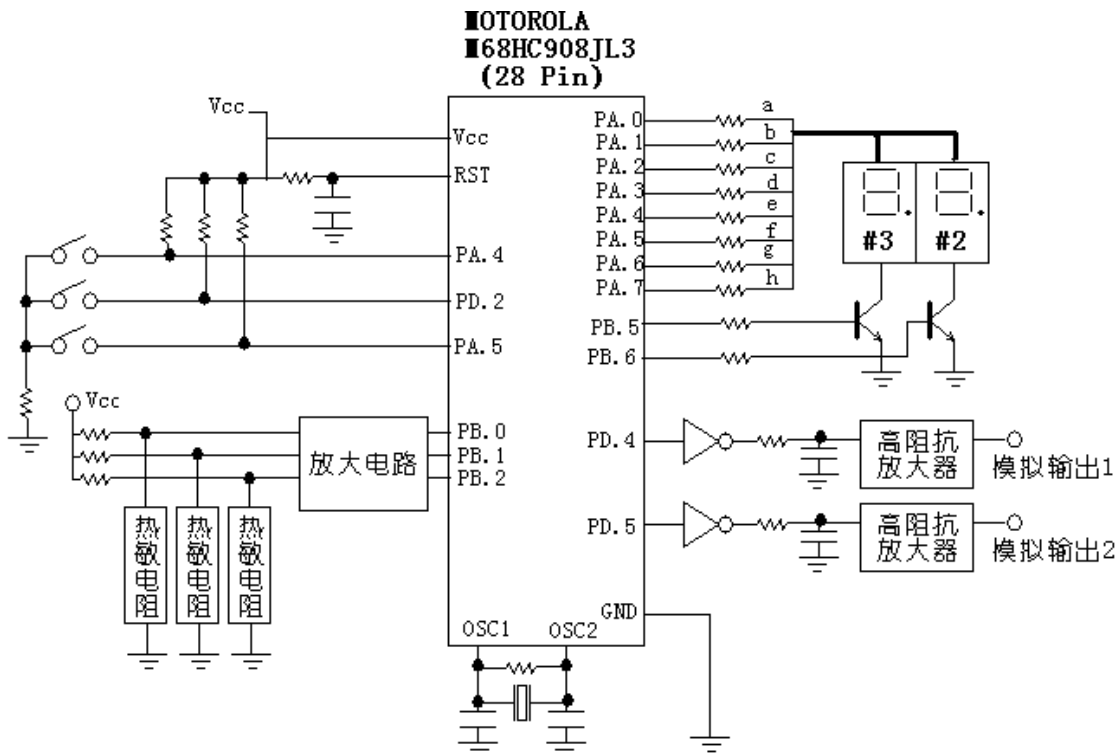
2.3 Motorola MC68HC908JL3 单片机简介

该型号单片机的几项内置功能与数字冰箱控制系统的要求正好吻合，所以用它作系统核心。

- a. 内置 ADC，最多能支持 12 信道。使用了其中 3 信道采样箱内温度，铝块温度和室温的热敏电阻分压输入。
- b. 两路 PWM(脉宽调制)输出，只需要软件设定控制寄存器的值就可以得到两路周期和脉宽可调的输出波形。
- c. 7 路键盘中断功能。使用了其中两路作为 UP 键和 DOWN 键输入。
- d. 内置 flash memory，用来存储用户设定温度、热敏电阻的采样值--温度转化表格、厂家对热敏电阻误差的校准结果等既需要掉电保护又需要读写操作的信息。
- e. 内置 COP 模块，非常方便地完成 watchdog 功能，防止软件死锁。

系统硬件

系统硬件电路分五部分：温度采集电路、键盘响应电路、显示电路、输出电路和主控模块，用了一片 28pin 封装的 MC68HC908JL3 单片机。具体电路如图四。



图四。系统硬件

a. 温度采集电路

使用能灵敏反映温度变化的热敏电阻作为传感器，构成温度测量电路，测量对象是冰箱内温度、中间层温度和冰箱外温度(室温)。为了使 PID 控制算法精度高，采用了桥臂式电路来放大热敏电阻变化产生的电压差异（原论文中温度传感电路图，现被省略）。从 PB.0-2 端口送入单片机的 A/D 转换器中转换成 8bit 数据。

b. 主控模块

用一片 MC68HC908JL3 作系统的主控模块。定义 PB.0-2 为 A/D 输入端口，定时采集 A/D 变换器的输出结果。根据测得的温度，用 PID 控制方法计算出内层制冷器和外层制冷器应遵循的制冷强度。

定义 PD.4、PD.5 端口用于 PWM 功能。两端口输出 PWD 信号的脉宽分别与计算所得内层制冷器和外层制冷器当前应遵循的制冷强度成正比。

主控模块与键盘响应电路以及显示电路的接口在 d, e 两部分中说明。

c. 输出电路

主控模块 PD.4 与 PD.5 端口输出的 PWM 信号，经输出电路转换为电压信号，电压值与当前应遵循的制冷强度成正比。输出电路包括整形(原在图中以非门表示)、滤波(原在图中以 PC 低通电路表示)和功率驱动(原在图中以高阻抗放大器框图表示)、该电压信号再转换成与之成正比的电流，就可直接用于驱动半导体制冷器。

d. 键盘响应电路

主控模块将 PD2.PA.4 和 PA.5 定义为外部键中断输入端口，分别对应于 UP 键 DOWN

键和 ADJUST 键的输入。

e. 显示电路

显示器由两位七段发光数码管组成，采用动态扫描方式驱动，其七段信号由单片机的 PA0， PA1， PA2， PA3 和 PB7， PD6， PD7， 输出，其选通信号由单片机的 PB5， PB6 控制。动态扫描过程由软件来完成。

f. 电源与时钟

主控模块使用 5V 电源，来源于 220V 交流电整流滤波。OSC 1 和 OSC2 端口接石英晶体振荡器。

g. 外围电路

整个控制系统之外还需要电源电路和功率驱动电路。电源电路把 220V 交流电整流滤波成+5V 电源送主控电路。PWM 信号接两路功率驱动电路，转换为电流后直接驱动内外制冷块。

系统软件

4.1 软件原理描述

软件需要完成四部分功能：采集温度(并用 PID 方法计算)、用 PWM(脉宽调制)方式输出计算结果、LED 显示、键盘响应。

采集温度：为满足控制精度，决定每 2 秒采样三路 A/D 输入，用 PID 方法处理采样结果，得到两路制冷器应遵循的制冷强度。

PWM 输出：从单片机端口输出 PWM 信号，用脉冲宽度表示制冷强度。由于 MC68HC908JL3 有输出比较功能，这部分工作可以不占用 CPU，但要占用定时器，定时长度为 PWM 信号的周期。从技术角度考虑，定时长度应为 5ms 左右。

LED 显示：用三路 LED 显示当前冰箱内实际温度。当 UP 键或 DOWN 键被按下，显示内容切换为用户设置温度并随键盘输入而变化，显示方式为闪烁。如果闪烁 5 秒仍无键盘输入，系统认为当前显示内容为用户设置的冰箱温度，该温度将被写入 flash ROM 以确保不会因掉电而丢失，显示内容切换为实际温度并不再闪烁。由硬件描述图四看到，PA0，PA1，PA2，PA3 和 PB7，PD6，PD7 用于驱动 LED，PB5 和 PB6 用于选通 LED 以实现动态扫描。以下三种情况需要 CPU 传送新数据：

动态扫描，考虑视觉效果，扫描频率定为 5ms

闪烁时的亮灭转换。考虑视觉效果，闪烁频率定为 500ms

闪烁 5 秒无键盘输入后停止闪烁，显示内容切换为实际温度

键盘响应：由 PA4，PA5 端口触发实时外部中断，改变 LED 显示内容。

上述说明中带下划线部分说明了何时需要 CPU 工作。可见，在冰箱上电时间

内，真正需要 CPU 工作的时间不多，同时各项工作又有一定的相对独立性。所以笔者决定在软件设计中采取分立模块式设计：所有工作分别在几个中断服务程序和子程序中完成，各程序模块通过内存单元通信；

所有工作共需要四个定时：5ms 用于显示电路的动态扫描(PWM 无需软件处理)；500ms 用于有键盘输入时的闪烁；5s 用于判断用户键盘输入是否结束；2s 用于判断是否开始新的温度采集过程。由于定时器的周期由 PWM 输出的需求决定，因此定时器周期必须定为 5ms。如果需要大于 5ms 的定时，就用 5ms 定时结合软件计数来完成。在 5ms 定时器中断服务程序中定义三个内存单元用于软件计数，溢出值分别为 100、1000 和 400，这样就虚拟出 500ms，5s 和 2s 的定时器。所有工作以子程序方式分别放在键中断服务程序和各自的定时器服务程序里(对于虚拟定时器，具体做法就是在 5ms 中断服务程序中让相应软件

计数单元加 1。如果溢出就清零该单元并执行相应子程序)。

4.2 软件模块结构

键中断服务程序：当有键盘按下时，键盘中断响应。并由子程序来查询端口、

判断是 UP 键，DOWN 键还是 ADJUST 键按下。如果是 UP 键或 DOWN 键，就在特定内存单元中建立闪烁标志，以保证当前显示模式为闪烁模式，把用户设定的温度送入显示内存单元，并清零 5s 虚拟定时器。

UP 子程序完成设置值加一，且保证不超过允许最大值。

DOWN 子程序完成设置值减一，且保证不超过允许最小值。

ADJUST 子程序完成校准温度表的功能。系统在标准温度环境下对热敏电阻采样所得数据表格作误差校准。每个系统离开生产线之前，必须先校准系统误差。

2s 虚拟定时器服务程序：这个定时的目的是采样 A/D 输入(温度)，对每三次采样值作中值滤波;对滤波结果作 PID 计算;输出计算结果(即修改两路 PWM 的输出比较寄存器的值)。为保证其它定时服务程序的实时性，这部分工作在程序主干中执行，2s 虚拟定时溢出时只建立一个标志位，提示主程序作 A/D 采样。

500ms 虚拟定时器服务程序：如果内存单元中无闪烁标志就退出，如果闪烁标志已建立，就取反显示输出使能，即亮变灭，灭变亮。

5s 虚拟定时器服务程序：如果该定时器溢出，说明从上一次键盘输入到现在已有 5s。这时应清除闪烁标志，把当前的显示值作为用户的最终设定温度写入 flash，把冰箱实际温度送入显示内存单元。

5ms 定时器服务程序：首先处理动态扫描显示，显示内容从内存显示单元中读取，选通哪一路 LED 不但取决于历史纪录，还要受闪烁标志和 500ms 虚拟定时器服务程序中的显示输出使能控制;其次处理各虚拟定时器(软件计数单元加 1，如溢出即执行相应服务子程序)，如果闪烁标志未建立，不处理 5s 和 500ms 虚拟定时器。

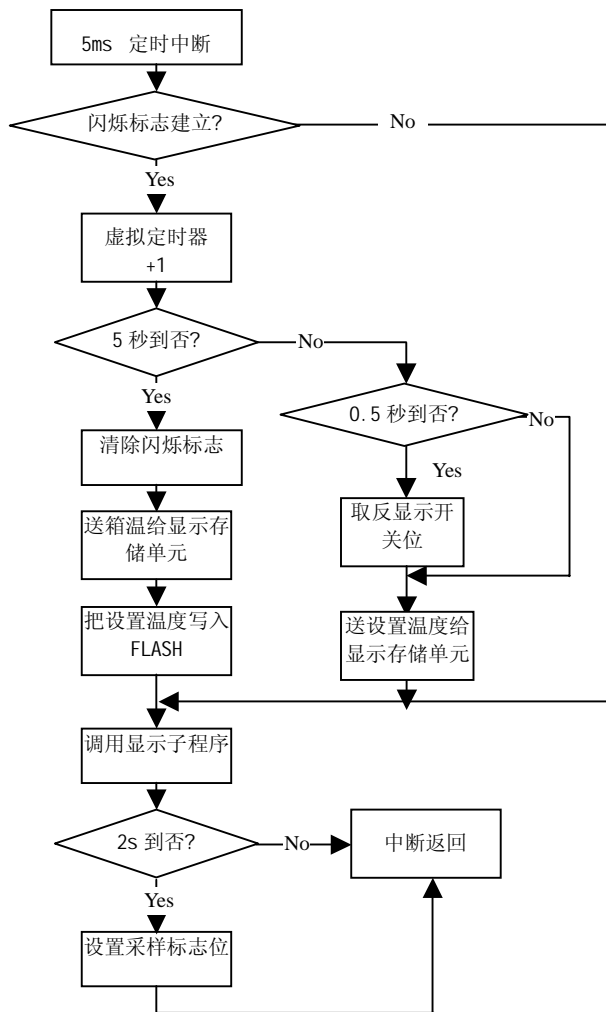


图 4-1 定时器软件流程

主程序说明：主程序要先初始化系统的工作参数，主要是 CPU 的定时器，COP 模块、端口、键中断等设备的工作模式参数，以后就检测采样标志是否建立。当采样标志建立时，进行 A/D 采样，三次采样结束后，进行中值滤波，然后再进行 PID 计算。把计算的结果送 PWM 输出比较寄存器。同时定时器和各虚拟定时器的溢出可以触发软件进入各服务子程序。

主程序的简略结构如下：

```
BEGIN:   BRCLR 0, FLAG0, MAINEND
         BCLR  0, FLAG0
         BSR   CAIYANG           ;Sampling 3-Channel voltage signals

         INC   CAIYNUM           ;Increase the times of sampling
         LDA   #$03
         CBEQ  CAIYNUM, CAL     ; yes, it's time to calculate, goto CAL
         JMP   MAINEND         ; No, goto mainend
CAL:
         MOV   #$00, CAIYNUM    ;zero times of sampling
         BSR   FILTER           ;mean filter
         JSR   PID              ;PID calculate

MAINEND:
         JMP   BEGIN
```

4.3 特殊软件算法(PID)说明：

在冰箱控制系统中，采用了增量式 PID 算法，对输出电流进行控制。我们采用了过渡带的方法，当前温度在设定温度的过渡带范围外时，内侧的制冷采用全制冷或全断电的模式，当前温度在设定温度的过渡带范围内时，采用增量式 PID 控制的方法控温。外部制冷块的制冷则不分过渡带，为了随时保持内部和外部制冷块传送热量的平衡，随着冷端和热端的温度的变化而变化)序略 ngxulv calculate, goto CALg。(程序略)。

增量式 PID 算法的算式如下：

$$\Delta Pk = Kp[(Ek - Ek-1) + KI Ek + KD(Ek - 2Ek-1 + Ek-2)]$$

式中： ΔPk 为输出调整值增量；

Ek 为本次采样时刻的误差；

$Ek-1$ 为上次采样时刻的误差；

$Ek-2$ 为前次采样时刻的误差；

Kp 为比例系数；

KI 为积分系数； KD 为微分系数。

第四届 ‘MOTOROLA 杯’ 嵌入式处理器设计应用大奖赛

报名及索取参赛资料表

传真至: 复旦大学 MOTOROLA 单片机应用开发研究中心 日期: _____

传真: 86-021-65642825

发件人: _____ 传真号码: _____

报名表

姓名: _____ (中文) _____ (英文) 职业: _____

通讯地址: _____

_____ 邮编: _____

电话: _____ 传真号码: _____ 电子邮箱: _____

单位名称: _____

电话: _____ 传真号码: _____

我希望报名参加 (A) 单片机 (MCU) 组比赛。

我希望报名参加 (B) 数字信号处理器 (DSP) 组比赛。

请将你的选择在 () 打

复印本有效