

# HT16C21 在音响面板的应用

文件编码: HA0290S

## 简介

HT16C21 是 Holtek 公司开发的具有多种显示模式 (最大:  $20 \times 4$  或  $16 \times 8$ ) 的 LCD 驱动芯片, 本案以 HT68F30 为主控 MCU 控制音响面板 LCD 显示, 展示 HT16C21 对  $20 \times 4$  LCD 的驱动功能, 目的在于让使用者更清楚地掌握 HT16C21 的特性和应用。

## 工作特性

HT16C22 的特点如下:

- 工作电压:  $V_{DD} = 2.4V \sim 5.5V$
- 内部 32 kHz RC 振荡器
- Bias: 1/3 或 1/4
- Duty: 1/4 或 1/8
- 支持 I<sup>2</sup>C 串行总线接口
- 两个可选 LCD 帧频率: 80Hz / 160Hz
- 多种闪屏模式 (OFF / 0.5Hz / 1Hz / 2Hz)
- 读/写地址自动增加
- 内建 16 级  $V_{LCD}$  电压调节电路
- 提供 VLCD 引脚来调节 LCD 工作电压
- 低功耗 ( $V_{DD} = 3V$  时,  $I_{DD} = 18\mu A$ ,  $I_{STB} = 1\mu A$ )
- 多种显示模式
  - 对于 1/4 Duty: 最大支持  $20 \times 4$  个点、20 Segments、4 Commons
  - 对于 1/8 Duty: 最大支持  $16 \times 8$  个点、16 Segments、8 Commons
- 20/24/28-pin SOP and 16-pin NSOP 封装

## 工作原理

### Display RAM Structure

HT16C21 具有  $16 \times 8$  bits 静态 RAM 用于储存 LCD 显示数据, 对其写 “1” 则相对应的 LCD 点亮, 写 “0” 则相对应的 LCD 点灭。

对于 1/4 duty: HT16C21 Display RAM 与 LCD Pattern 映射关系如下:

Output	COM3	COM2	COM1	COM0	Output	COM3	COM2	COM1	COM0	Address
SEG1					SEG0					00H
SEG3					SEG2					01H
SEG5					SEG4					02H
SEG7					SEG6					03H
SEG9					SEG8					04H
SEG11					SEG10					05H
SEG13					SEG12					06H
SEG15					SEG14					07H
SEG17					SEG16					08H
SEG19					SEG18					09H
	D7	D6	D5	D4		D3	D2	D1	D0	Data

图 1 RAM Mapping of 20x4 Display Mode

对于 1/8 duty: HT16C21 Display RAM 与 LCD Pattern 映射关系如下:

Output	COM7/SEG3	COM2/SEG2	COM1/SEG1	COM0/SEG0	COM3	COM2	COM1	COM0	Address
SEG4									00H
SEG5									01H
SEG6									02H
SEG7									03H
SEG8									04H
SEG9									05H
SEG10									06H
SEG11									07H
SEG12									08H
SEG13									09H
SEG14									0AH
SEG15									0BH
SEG16									0CH
SEG17									0DH
SEG18									0EH
SEG19									0FH
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Data

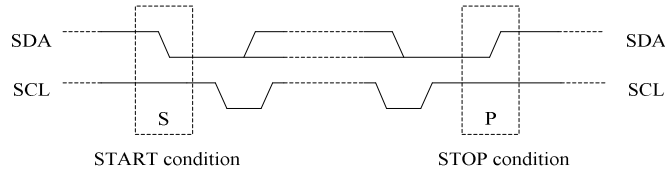
图 2 RAM Mapping of 16x8 Display Mode

**HT16C21 通信方式**

MCU 通过 I<sup>2</sup>C 方式来控制 HT16C21 驱动 LCD。

- I<sup>2</sup>C 起始信号和结束信号

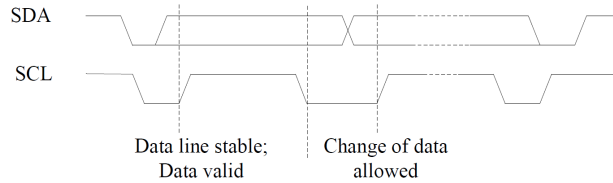
如下图 3 所示，在 SCL=1 期间，若 SDA 从高变为低，表示为起始信号，若 SDA 从低变为高电平，表示为结束信号。



**图 3 Start and Stop Condition**

- I<sup>2</sup>C 通信的数据操作

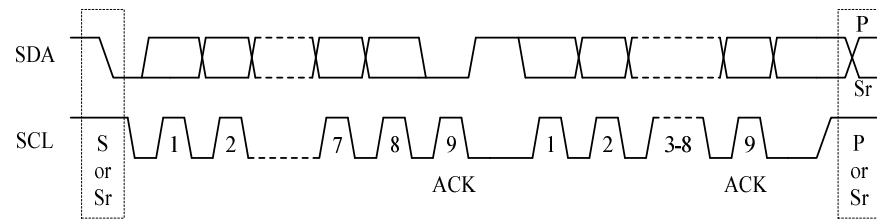
数据传输时，在 SCL=1 期间，SDA 脚的数据位必须保持稳定，只有在 SCL=0 时，SDA 脚的电平才允许变化，如下图 4 所示：



**图 4 Data Validity**

- I<sup>2</sup>C 通信的字节传送

I<sup>2</sup>C 通信每传送一个字节的的数据，必须有一位应答信号，应答信号为 “0” 时，可以继续传送，应答信号为 “1” 时，结束传送。



**图 5 Byte Format**

- I<sup>2</sup>C 通信写入操作

对 HT16C21 写入命令或数据操作格式如下图所示：写入操作需要一个起始信号，和 7 位的从机地址和一位的读写标志位 (0:写; 1:读)，对于写入命令，接下来的是一个字节的命令，和一个字节的命令设置值，之后是停止信号；对于写入数据，接下来的是一个字节的命令和一个字节所要写入的 RAM 的地址，之后是数据和停止信号。

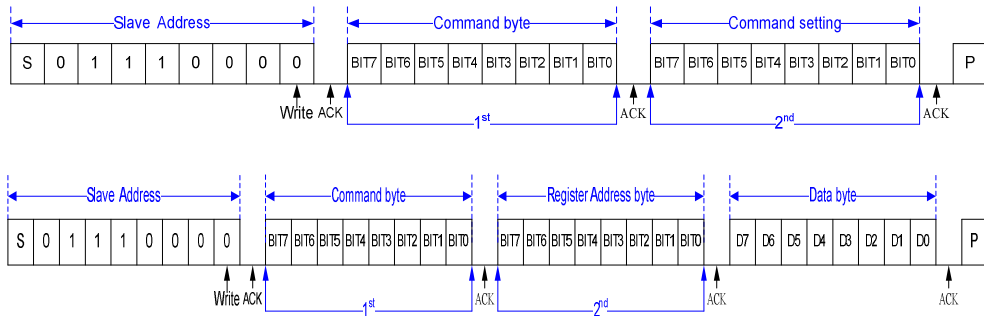


图 6 Command Byte Write Operating

- 页写入操作

多个数据连续写入操作，写入一个字节的数据后，地址指针自动加“1”，从而可以对下一个地址写入操作，当内部地址指针达到 Display RAM 的最大地址时，地址指针变为 00H，如下图所示：

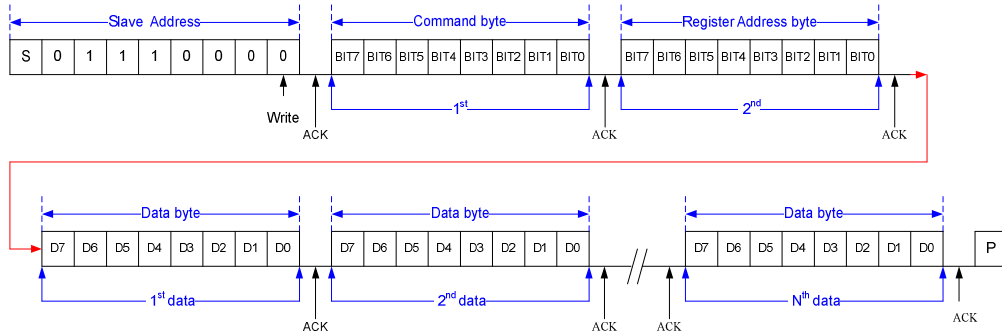


图 7 Page Write Operating

• I<sup>2</sup>C 通信读取操作

当要读取 HT16C21 Display RAM 中某一地址的数据时，操作如下：首先是一个起始信号、7 位的从机地址和一位读写标志位，接下来是一个字节的命令和一个的地址，之后从机会将数据发给 Host，在读完一个字节的数据后，地址指针会自动加 1，以读取下一笔的数据。读取操作如下图所示：

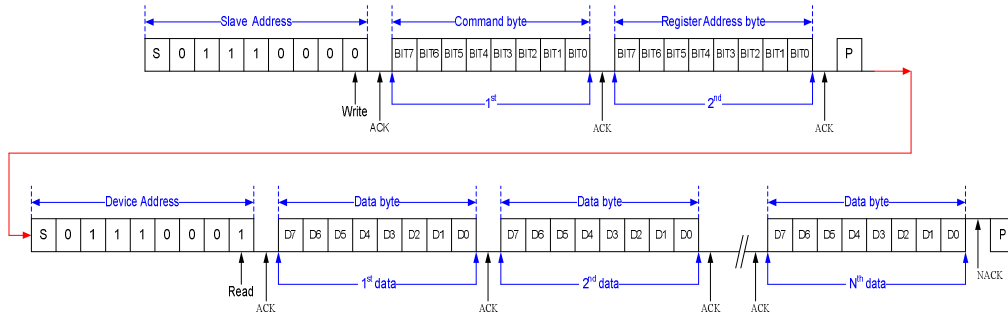


图 8 Read Operating

### HT16C21 相关命令

• Display Data Input Command

该命令用于 MCU 发送数据到 HT16C21 Display RAM。

Function	Byte	(MSB) Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	(LSB) Bit0	Note	R/W	Def
Display data input/output command	1st	1	0	0	0	0	0	0	0		W	
Address pointer	2nd	X	X	X	X	A3	A2	A1	A0	Display data start address of memory map	W	00H

Note: 上电复位状态: 地址设为 00H。  
如果此命令没有被定义, 则此功能不受影响。

• Drive Mode Command

该命令用于设置 HT16C21 的驱动模式。

Function	Byte	(MSB) Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	(LSB) Bit0	Note	R/W	Def
Driver mode setting command	1st	1	0	0	0	0	0	1	0		W	
Duty and Bias setting	2nd	X	X	X	X	X	X	Duty	Bias		W	00H

Note:

Bit		Duty	Bias
Duty	Bias		
0	0	1/4duty	1/3bias
0	1	1/4duty	1/4bias
1	0	1/8duty	1/3bias
1	1	1/8duty	1/4bias

上电复位状态: The drive mode 1/4 duty output and 1/3 bias is selected.  
如果此命令没有被定义, 则此功能不受影响。

• System Mode Command

该命令用于控制内部振荡器的开关和显示开关。

Function	Byte	(MSB) Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	(LSB) Bit0	Note	R/W	Def
System mode setting command	1st	1	0	0	0	0	1	0	0		W	
System oscillator and Display on/off Setting	2nd	X	X	X	X	X	X	S	E		W	00H

Note:

Bit		Internal System oscillator	LCD Display
S	E		
0	X	Off	Off
1	0	On	Off
1	1	On	On

上电复位状态: 显示关闭、内部 RC 振荡器除能。  
如果此命令没有被定义, 则此功能不受影响。

• Frame Frequency Command

该命令用于选择帧频率

Function	Byte	(MSB) Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	(LSB) Bit0	Note	R/W	Def
Frame frequency command	1st	1	0	0	0	0	1	1	0		W	
Frame frequency setting	2nd	X	X	X	X	X	X	X	F		W	00H

Note:

Bit	Frame Frequency
F	
0	80Hz
1	160Hz

Power on status: Frame frequency is set to 80Hz.  
If the programmed command is not defined, the function will not be affected.

• Blinking Frequency Command

该命令用于设置 LCD 闪烁的频率。

Function	Byte	(MSB) Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	(LSB) Bit0	Note	R/W	Def
Blinking Frequency command	1st	1	0	0	0	1	0	0	0		W	
Blinking Frequency setting	2nd	X	X	X	X	X	X	BK1	BK0		W	00H

Note:

Bit		Blinking Frequency
BK1	BK0	
0	0	Blinking off
1	1	2Hz
1	0	1Hz
1	1	0.5Hz

上电复位状态: LCD 闪烁关闭。  
如果此命令没有被定义, 则此功能不受影响。

• Internal Voltage Adjustment (IVA) Setting Command

该命令用于设置 Segment/VLCD 引脚是 Segment 脚还是 VLCD 脚及内部电压调整使能和除能。

Function	Byte	(MSB) Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	(LSB) Bit0	Note	R/W	Def
Internal Voltage Adjustment (IVA) Setting	1st	1	0	0	0	1	0	1	0		W	
Internal Voltage Adjust control	2nd	X	X	DE	VE	DA3	DA2	DA1	DA0	<ul style="list-style-type: none"> <li>The Segment/VLCD shared pin can be programmed via the "DE" bit.</li> <li>The "VE" bit is used to enable or disable the internal voltage adjustment for bias voltage.</li> <li>The DA3-DA0 bits can be used to adjust the VLCD output voltage.</li> </ul>	W	30H

Note:

Bit		Segment / VLCD shared pin select	Internal Voltage Adjustment	Note
DE	VE			
0	0	VLCD pin	Off	<ul style="list-style-type: none"> <li>The Segment/VLCD pin is set as the VLCD pin.</li> <li>Disable the internal voltage adjustment function.</li> <li>One external resistor must be connected between VLCD pin and VDD pin to determine the bias voltage, and internal voltage follower (OP4) must be enabled by setting the DA3-DA0 bits as the value other than "0000".</li> <li>If the VLCD pin is connected to the VDD pin, the internal voltage follower (OP4) must be disabled by setting the DA3-DA0 bits as "0000".</li> </ul>
0	1	VLCD pin	on	<ul style="list-style-type: none"> <li>The Segment/VLCD pin is set as the VLCD pin.</li> <li>Enable the internal voltage adjustment function.</li> <li>The VLCD pin is an output pin of which the voltage can be detected by the external MCU host.</li> </ul>
1	0	Segment pin	Off	<ul style="list-style-type: none"> <li>The Segment/VLCD pin is set as the Segment pin.</li> <li>Disable the internal voltage adjustment function.</li> <li>The bias voltage is supplied by the internal VDD power.</li> <li>The internal voltage-follower (OP4) is disabled automatically and DA3-DA0 don't care.</li> </ul>
1	1	Segment pin	On	<ul style="list-style-type: none"> <li>The Segment/VLCD pin is set as the Segment pin.</li> <li>Enable the internal voltage adjustment function.</li> </ul>

上电复位状态: 使能内部电压调整、Segment/VLCD 引脚设置为 Segment 引脚。  
如果此命令没有被定义, 则此功能不受影响。

### HT16C21 操作流程

在上电后，首先需要对其进行初始化设置，其步骤如下图所示：

步骤 1: 设置内部 LCD Bias 和 Duty。

步骤 2: 设置 LCD 帧频率。

步骤 3: VLCD 引脚与 Segment 引脚共用引脚设置。

步骤 4: 设置 LCD 闪烁速率。

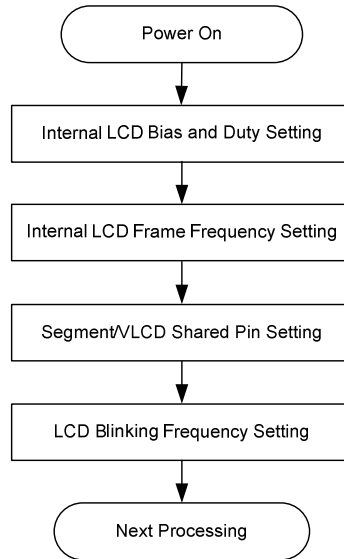


图 9 HT16C21 Initialization

HT16C21 显示流程如下图所示。首先需要设置 RAM 的地址，接着是写入数据到相应的 RAM 中，最后是使能内部系统时钟打开 LCD 显示。

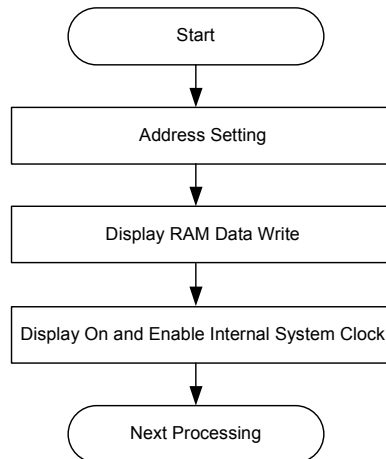


图 10 Display data Read/Write

## LCD 面板

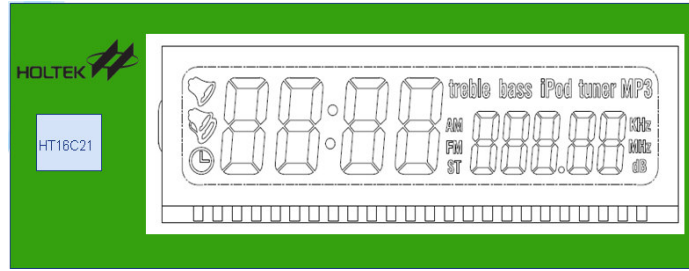






图 11 LCD Panel

图 11 为音响面板 LCD Panel，其主要规格如下：1/4 duty、1/3 bias、Operating Voltage 3.0V  
显示内容代表的意思如下：

- |   |  |
|---|--|
| 1. treble: 高音   | 2. bass: 低音  |
| 3. ipod: ipod 播放模式  | 4. tuner: 收音机模式  |
| 5. MP3: MP3 播放模式  | 6. FM/AM: FM 调频/AM 调幅  |
| 7.  : 闹铃一    | 8.  : 闹铃二     |
| 9.  : 立体声/单音 | 10.  : 显示当前时间 |

## 应用线路图

本范例采用的电路为上下板结构，上板 (Top Board) 和下板 (Bottom Board) 电路原理图分别如图 12 和图 13 所示。

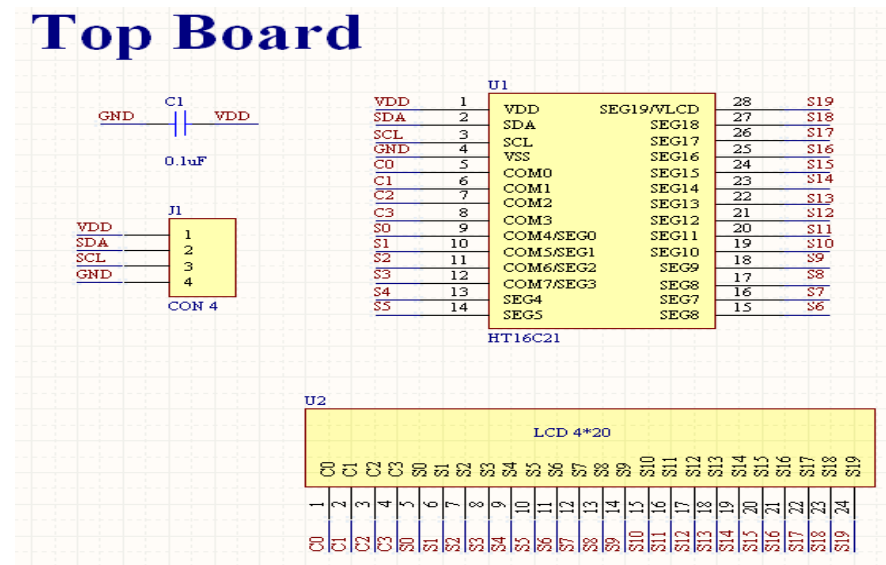


图 12 电路原理图 Top Board

Top Board: 放置 LCD Driver IC -- HT16C21 和音响 LCD Panel，以及用于与 Bottom Board 做 I<sup>2</sup>C 通信的接口 CON4。

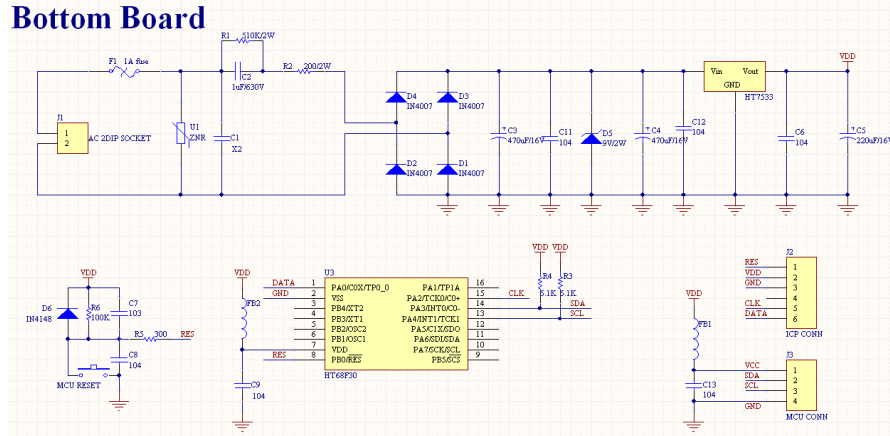


图 13 电路原理图 Bottom Board

Bottom Board: AC-DC 电源线路 (为 HT68F30 & HT16C21 提供 3.3V DC 工作电源)、MCU -- HT68F30、ICP 烧录接口 J2 (便于烧录代码), 以及 I<sup>2</sup>C 通信接口 J3。

Note: 实际电路调试, 不需要接电容 C4。

S/W 流程图

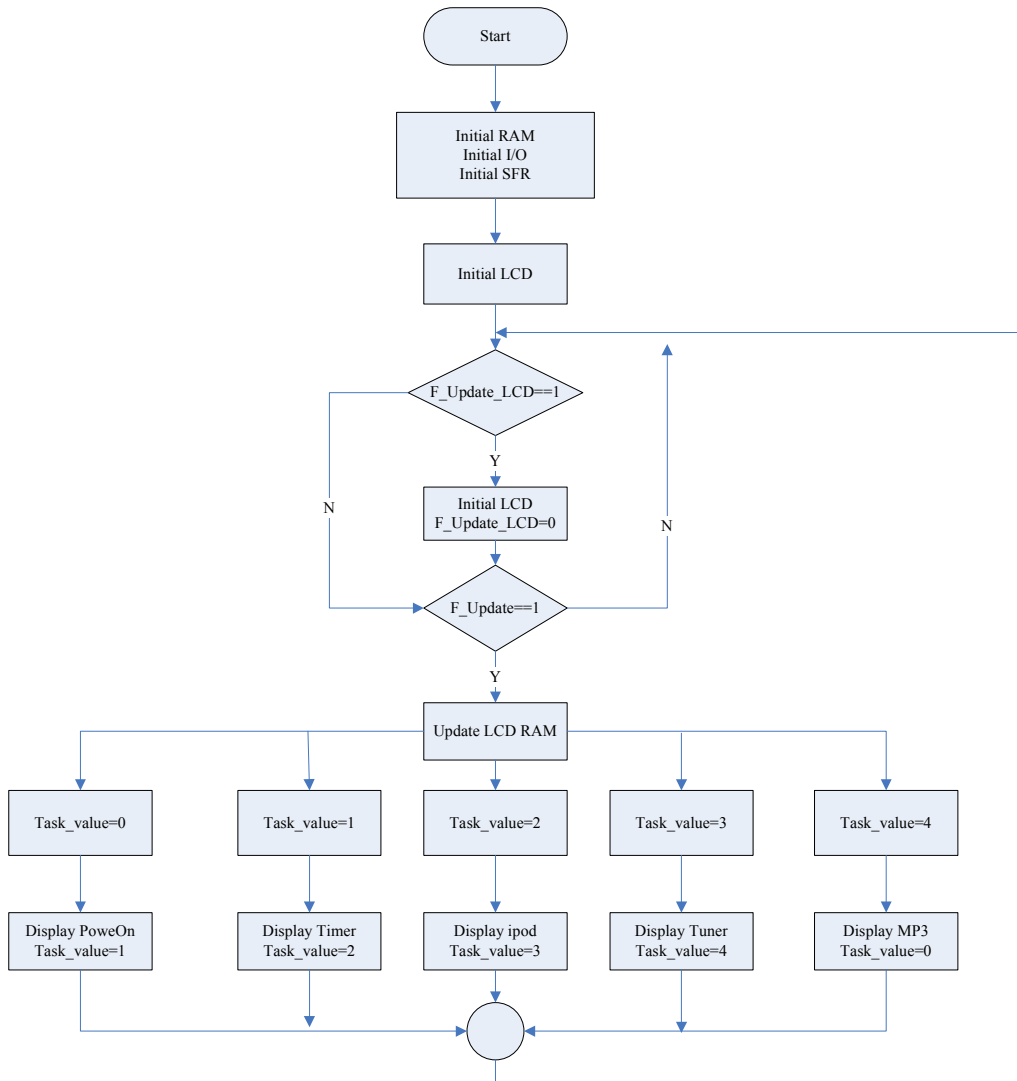


图 14 主流程图

主流程图说明

程序在刚上电后清除 RAM，初始化 I/O 口及 SFR，然后对 TM0 初始化参数，定时 4ms；通过 I<sup>2</sup>C 通讯，对 HT16C21 进行初始化设置。

初始化完毕后，程序开始进入主流程。清除看门狗，程序进入显示数据处理和 LCD RAM 更新程序。判断 4ms 是否到？如果 4ms 已经到，Update LCD RAM 中的数据，再根据 task\_value 的值去执行各自的任務，如果未到，则判断 100ms 到了吗？如果到了，则做 LCD 初始化动作，以提高系统 ESD & EFT 能力。如果未到，则回到主程序中。

## 显示步骤说明

- Step0: 上电初始化状态
  - 开机全亮 3 秒, 闪烁 3 次后进入下一阶段。
  - 画面显示 16C21, 显示 3S。
- Step1: 时间显示画面
  - 显示目前时间图样, 格式为 12:36, 显示 2S, 变成 12:37, 显示 2S。
  - 显示闹铃一设置, 小时闪烁三次, 开始设置闹铃, 小时从 0 加到 7, 分钟闪烁三次, 开始设置分, 分从 0 加到 24。
  - 显示闹铃二设置, 小时闪烁三次, 开始设置闹铃, 小时从 0 加到 22, 分钟闪烁三次, 开始设置分, 分从 0 加到 38。
- Step2: ipod 播放模式显示画面
  - LCD 显示 ipod, 显示播放曲目 PLAY1, 显示 2S, 播放时间开始计数。
  - LCD 显示高音 treble, 并显示 15.4db。显示 2S, 并以当前分贝值以 0.5S 的速度增加 0.1db, 同时 ST 闪烁, 增加到 17.9db, 之后再显示 2S。
  - 切换至曲目 PALY2, 切换到正常时间继续保持动态显示, 显示 2S, 又切换到播放的时间计数。
  - LCD 显示低音 bass, 并显示 21.7db。显示 2S, 并以当前分贝值以 0.5S 的速度减小 0.1db, 同时 ST 闪烁, 减小到 19.8db, 之后再显示 2S。
  - 离开 ipod 播放模式, 并回到正常时间显示, 显示 3S。
- Step3: Tuner-FM/AM 播放
  - Tuner、AM 亮, 同时显示当前的频率 987.6KHz, 在经过 2s 后, 做往上搜索频道的动作, 以 0.1s 的速度增加 0.1K, 增加到 537.6KHz 为止, tuner 每 0.5S 闪烁, 画面停留显示 2S。时间还是动态显示。
  - 做往下搜索频道的动作, 以 0.1s 的速度减小 0.1KHz, 减小到 993.1KHz 为止, tuner 每 0.5S 闪烁, 画面停留显示 2s。
  - Tuner、FM 亮, 同时显示当前的频率 96.7MHz, 在经过 2s 后, 做往上搜索频道的动作, 以 0.1s 的速度增加 0.1M, 增加到 84.6MHz 为止, tuner 每 0.5S 闪烁, 画面停留显示 2S。时间还是动态显示。
  - 做往下搜索频道的动作, 以 0.1s 的速度减小 0.1MHz, 减小到 94.2MHz 为止, tuner 每 0.5S 闪烁, 画面停留显示 2S。
  - 离开 tuner 模式, 时间继续保持动态显示, 显示 2S。
- Step4: MP3 播放模式
  - LCD 显示 MP3, 显示播放曲目 PLAY3, 显示 2S, 播放时间开始计数。
  - LCD 显示高音 treble, 并显示 17.8db。显示 2S, 并以当前分贝值以 0.5S 的速度增加 0.1db, 同时 ST 闪烁, 增加到 19.0db, 之后再显示 2S。
  - 切换至曲目 PALY4, 切换到正常时间继续保持动态显示, 显示 2S, 又切换到播放的时间计数。
  - LCD 显示低音 bass, 并显示 19.8db。显示 2S, 并以当前分贝值以 0.5S 的速度减小 0.1db, 同时 ST 闪烁, 减小到 17.8db, 之后再显示 2S。
  - 离开 MP3 播放模式, 并回到正常时间显示, 显示 3S。
  - 回到开机显示画面。

## 结论

本文以 HT68F30 为主控 MCU 控制音响面板 LCD 显示为例，介绍了 HT16C21 的特性及相关的操作说明，提出撰写控制 HT16C21 程序的建议，目的在于让使用者更清楚地掌握 HT16C21 的应用。

## 附件

Source Code 档



HT16C21\_Demo\_Code.zip

PCB 图档



HT16C21\_Demo\_PCB.zip