

# BS66FV340/350/360 在触控 + 语音产品的应用与开发

文件编码: AN0398S

## 概述

Holtek 继 BS66F340/350/360 之后, 再度推出 Enhanced Touch Voice Flash MCU 系列 BS66FV340/350/360, 内建最新版本的 Enhanced Touch Key Engine, 具有硬件加速电路, 可增强 Touch Key 算法的执行效率, 内建 16-bit DAC 与 Audio 功率放大器, 满足消费者对于高质量声音的需求, 提供客户触控+语音的产品需求; 此外, 内建数字音量功能控制扬声器输出, 可取代外部可变电阻控制音量, 综合以上, BS66FV340/350/360 可以在同一颗 MCU 执行主控与触控和语音播放的功能, 为一高整合度的 SoC 系列。经由 SPI 接口外接外部 SPI Flash ROM 读取语音的数据, 使得更换语音内容变的非常容易, 可以解决过去以来的多国语言与生产库存的困扰。外挂标准的 SPI Flash ROM, 客户可根据不同的语音的应用, 诸如音质、语音长短、语音变化等等情况, 弹性地选择不同容量的 SPI Flash ROM。BS66FV3x0 系列可以应用在含有触控+语音功能的家电类、一般消费性电子、健康医疗等产品。

BS66FV340/350/360 的特点在于集'触控'和'语音'功能于一身而且可操作于工规 (-40℃ ~ 85℃), 工作电压 2.2V~5.5V、4K/8K/16K Words 程序内存、SRAM 为 512/768/1024 Bytes、触摸按键与 I/O 功能复用、支持 I<sup>2</sup>C/SPI/UART 传输界面, 并内建高精度 RC 振荡器, LVR 有 4 种电压可做选择, LVD 有 8 种电压可做选择, 分别支持最多 20/24/28 个触控按键, 除了保有原有 Holtek 触控家族的优点之外, 触控侦测的更新率更高, 并且抗干扰的能力更好。而内建的 LED 驱动更俱备 4 段电流输出控制, 可直推 LED 不须外挂限流电阻或三极管, 大幅简化产品应用零件及降低成本。软件方式的 LCD 驱动电路, 可用于液晶显示的产品, 增加 BS66FV340/350/360 的应用领域。

BS66FV340/350/360 内建 8 个通道的 12-bit ADC, 可应用于温度/湿度或其他信号量测, 内建 EEPROM 方便直接储存应用参数与设置, 具有极低功耗的 RTC 时钟功能, IAP 可实现在线升级软件并可储存大量数据/参数与设置。

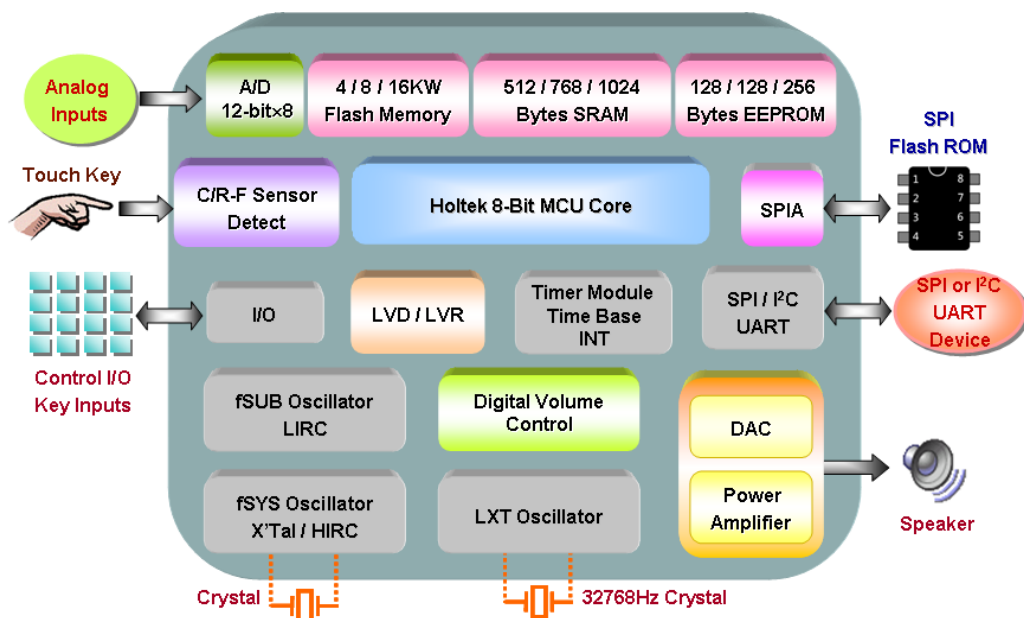
本产品具有 Holtek 8-bit MCU 的高抗噪声特性, 看门狗(Watchdog)及 LVR 的功能用以加强 MCU 防当机能力, 在产品开发阶段提供了 e-Link 搭配专用的 OCDS (On Chip Debug Support) 架构 MCU 及最新的 Touch Key 开发平台(Touch MCU Workshop)并结合语音函式库, 使用简单可快速的开发触控+语音新产品。此外, 可以经由语音开发平台(Voice MCU Workshop)的"专案模式"(Professional Mode)加载客制化音源文件, 用于将语音数据烧录于外部 SPI Flash ROM。BS66FV340/350/360 提供 48-pin LQFP(7mm×7mm) 以及 44-pin LQFP (10mm×10mm)封装型式, 满足客户不同产品应用的需求。

BS66FV340/350/360 重点规格比较表

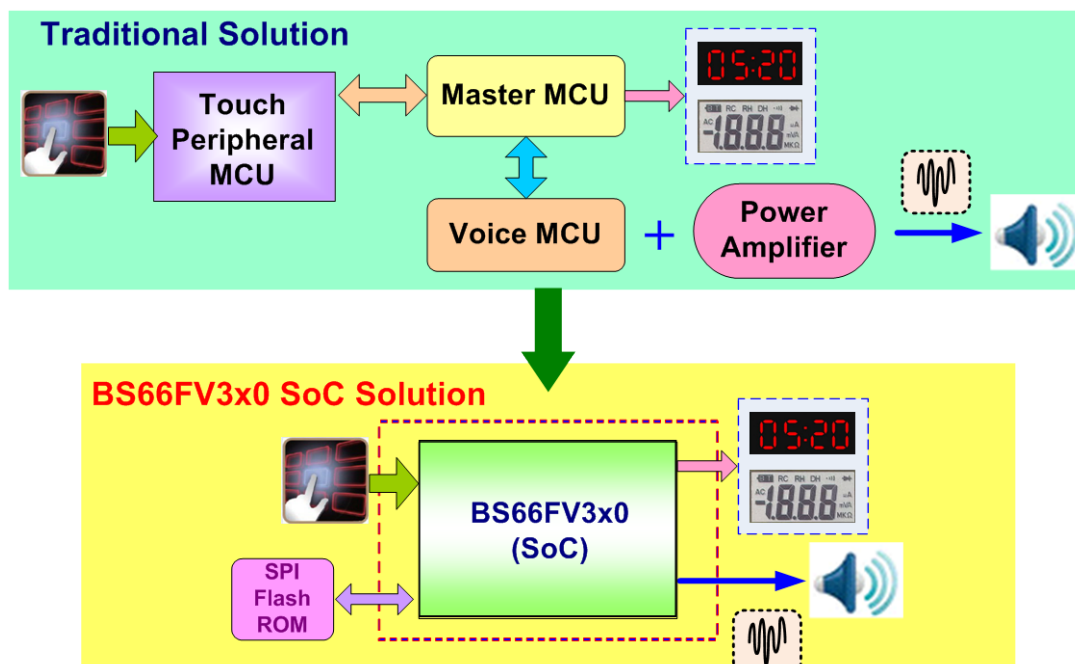
Part No.	Internal Clock	VDD	System Clock	Program Memory	Data Memory	Data EEPROM	I/O	Timer Module	RTC	IAP	LVR/LVD	A/D	LCD	DAC	Power Amp. (5V)	Touch Key	Interface	Stack	Package
BS66FV340	8MHz 12MHz 16MHz	2.2V~ 5.5V	8MHz~ 16MHz	4K×16	512×8	128×8		10-bit CTM×1 16-bit STM×1 10-bit PTM×2								20		8	
BS66FV350	8MHz 12MHz 16MHz	2.2V~ 5.5V	8MHz~ 16MHz	8K×16	768×8	128×8	39	10-bit CTM×2 16-bit STM×1 10-bit PTM×2	✓	✓	✓	12-bit ×8	1/3 Bias SCOM	✓	1.5W	24	SPI / PC×1 SPIA UART×1	8	48/44 LQFP
BS66FV360	8MHz 12MHz 16MHz	2.2V~ 5.5V	8MHz~ 16MHz	16K×16	1024×8	256×8		10-bit CTM×2 16-bit STM×1 10-bit PTM×2								28		12	

注：SPIA 为硬件 SPI 串行界面，专门用来存取外部 SPI Flash ROM 播放语音数据且可由 VDDIO Pin 实现 Level Shift 功能

## IC 方块图



## 应用方框图

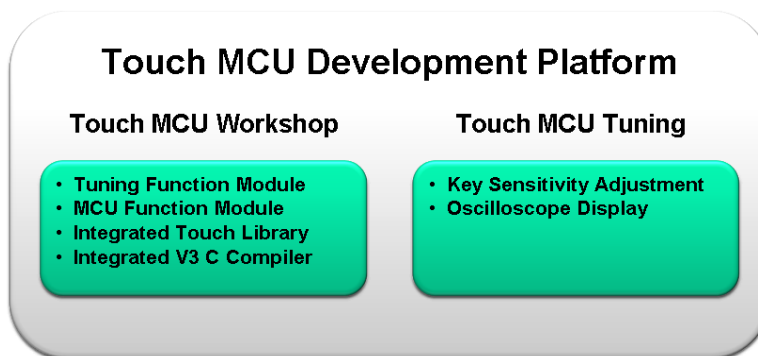


## 触控专案开发

### 触控开发平台(Touch MCU Workshop)

为了让客户很快的开发出触控产品，Holtek 提供触控开发平台，协助客户快速上手使用 BS66FV3x0 系列的触控功能，主要的特点如下：

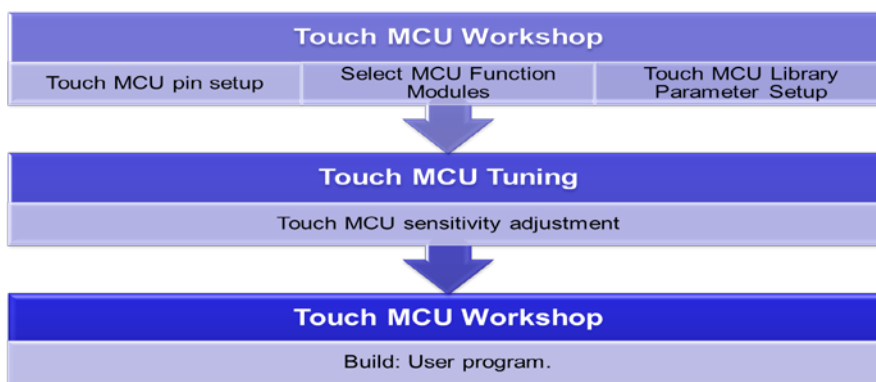
- 客户不用自行开发触控底层程序代码
- 平台学习曲线低，初阶用户可快速上手
- 只要把功能拖曳加入即可达成 Touch Key 功能
- 用户可从平台产出的程序框架为基础进行程序增修
- 可以很容易增加 Touch Key 以外 MCU 的控制功能，加快专案开发
- 开放用户自行添加 MCU 功能的 Library
- 利用平台作为专案管理的辅助工具



Touch MCU Workshop 软件界面说明如下

- 设置 MCU 引脚为触控按键 Pin
- 触控 Library 的参数设置
- 有程序编译功能与烧录功能，点击 Build 完成编译后即把程序下载到 MCU 里。
- 程序产生器
  - 进阶使用者可用平台产出的框架(framework)程序代码为基础，使用 HT-IDE3000 继续开发专案。
- Tuning 软件
  - 触控按键灵敏度调整功能
  - 内建示波器方便用户观察调校某按键时是否会影响别的按键

触控开发平台的开发流程如下：



触控开发平台软件可在 Holtek 官网下载，并有 Youtube 教学影片实际操作演练，让使用者很快的学会如何操作触控开发平台软件完成专案。

开发平台(Development Platform)	
Model	Function
<a href="#">Holtek Touch MCU Workshop</a>	Touch MCU 的开发平台

PC 端软件(Software)		
Model	Function	Note
Holtek Touch MCU Workshop	Touch MCU 的开发平台	Supports : Windows XP 或以上

工具操作介绍影片(Tools Introduction Video)	
Model	Link
Holtek Touch Key Workshop	<a href="http://v.youku.com/v_show/id_XNzI3MDgyMjI4.html?from=s1.8-1-1.2&amp;qq-pf-to=pcqq.c2c">http://v.youku.com/v_show/id_XNzI3MDgyMjI4.html?from=s1.8-1-1.2&amp;qq-pf-to=pcqq.c2c</a>

## 触控软件包

Holtek 触控软件包，不再单指只有触控功能的软件包，而是将外围的应用功能都模块化，例如：LED 驱动、滑条、滚轮、通讯、语音等功能！

这些功能可藉由原厂、代理商或第三方的工程人员，共同来开发并封装成软件包的形式，再提供给有需要的开发者使用，不需重复开发性质相同的软件功能，以加速产品开发，同时降低触控应用的门坎。

软件包结构与规则：

为达到功能模块化，形成不同功能的软件包，就必需建立“规则”包含档案的组成结构及命名方式，才建立标准的软件包开发行为！

软件包的组成结构至少要有 4 个档案（可增加其它说明文件或原理图），且主文件名皆相同，只有扩展名不同，用以区分不同的用途，

这 4 个基本档案分别为：

1. xxxx.ASM 汇编程序文件，若使用 C code，则用.C 取代.ASM 即可，若有保密需求，则用.OBJ 文件代替(触控软件包就.OBJ 型式)。
2. xxxx.CEX：此软件包提供给其它软件包参考的参考文件（C 语言型式）。
3. xxxx.AEX：此软件包提供给其它软件包参考的参考文件（汇编型式）。
4. xxxx.INC：此程序文件需要参考其它软件包的参数/名称/功能时，需将该软件包的外部参考文件（.AEX 或.CEX 档）加到.INC 档内。

使用软件包的好处：

- 协助客户快速上手；省去相同应用功能的重复开发行为。
- 缩知产品的开发过程。
- 方便程序的管理。
- 客户可依需求自行产出相关 Library。
- 每个模块都是独立功能，可多人同时进行不同模块开发。
- 汇编、C Code 皆相容。可配合平台使用。

配合触控开发平台使用

- 各项参数(如：灵敏度； I/O 配置)，可在平台上直接调整。
- 可选加不同的功能模块使用。
- 功能不符时，可自行增修应用功能，再加回平台内。
- 档案(程序文件)管理，更有效率。
- 达到资源共享目的。

## 触控按键 Layout 注意事项

请参考 <http://www.holtek.com.cn/documents/10179/262552/ha0353s.pdf>

## 16-bit DAC 与功率放大器

BS66FV3x0 内建 Class AB, 1.5W(@5V, 10% THD+N) 高输出功率的音频功率放大器, 其相关引脚分别如下所示。

SP+	功率放大器输出正端
SP-	功率放大器输出负端
AUD_IN	功率放大器输入
BIAS	功率放大器内部参考电压
AUD	16-bit DAC 输出
AVDD_PA	功率放大器正电源
AVSS_PA	功率放大器负电源

经由 MCU 的寄存器, 可以很简单的控制 16-bit DAC 与功率放大器, 说明如下:

DAEN(PLAC.0): 控制 16-bit DAC, 设置此位为 “1” 时, Power on 16-bit DAC。

PAEN(PLAC.1): 控制功率放大器, 设置此位为 “1” 时, Power on 功率放大器。

16-bit DAC 的输出引脚是 AUD, 数据寄存器为 PLADL(Low Byte) / PLADH(High Byte), 软件利用 Timer Module 设置 Timer Mode 固定时间产生中断 (例如: 8kHz 采样频率的语音为 125 $\mu$ s 产生一次中断), 中断时间到, 软件从 SPI Flash 读取语音数据写到 16-bit DAC, 再经内建功率放大器放大输出推动扬声器发出声音!

以下为  $f_{SYS}=16\text{MHz}$ , 以 CTM0 的 Timer Mode 产生 8kHz 频率中断的范例:

```
;CTM0 Setting(Timer Mode), Timer Counter Clock=fSYS/4=4MHz
SET      TOMI
SET      TOM0      ;Timer Mode
SET      TOCCLR    ;Compare A match
SET      CTMA0E    ;CTM0 Comparator A match interrupt control
CLR      TM0DL
CLR      TM0DH
;-----8kHz-----
MOV      A,LOW(4000/8)
MOV      TM0AL,A
MOV      A,HIGH(4000/8)
MOV      TM0AH,A
SET      TOON      ;CTM0 Enable
SET      MF0E      ;MF0(CTM0) Enable
```

为避免 DAC 与 Audio 功率放大器 ON/OFF 时造成的 Pop Noise, 需有 Ramp up 与 Ramp down 的流程。

DAC 的 16-bit 数据(PLADL/PLADH)的初始状态须设置 0000H 且 MUTE<sub>B</sub>=0。

Ramp up(开始播放语音的流程):

先设置 PAEN=1 与 DAEN=1, PLADL/PLADH 从 0000H 逐步增加到 8000H, MUTE<sub>B</sub>=1, 然后开始播放语音。

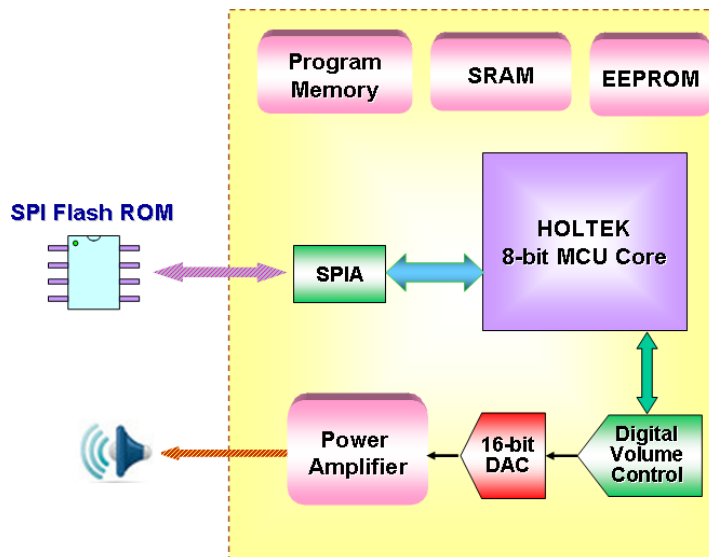
Ramp down(结束播放语音的流程):

将目前的 16-bit DAC 内容 PLADL/PLADH 逐步调整到 8000H, MUTE<sub>B</sub>=0, DAC 内容 PLADL/PLADH 从 8000H 逐步减少到 0000H, 然后关闭功率放大器与 DAC (PAEN=0, DAEN=0)。

一般而言, Ramp up/down 大约需 200 ms 以上才不会有 Pop Noise 产生。

## 语音数据

由外挂 SPI Flash ROM 储存语音数据，MCU 经由内建的 SPI 接口读取储存在 SPI Flash 中的语音数据(如下)。



由于 SPI Flash ROM 的最高工作电压为 3.6V，因此在系统电源为 5V 的应用情况，需外加 LDO 降压至 3V，并将此电压接到 IC 的 VDDIO 引脚，而且 PBS0 寄存器位 5 与 4 (PBS05.PBS04)要设置为(1,0)，也就是 VDDIO 的功能，此时 SPIA 的接口电源由外部 VDDIO 引脚提供，所以 SPI 接口电压准位为 3V。

注意事项说明：

BS66FV3x0 语音产品在进行 EFT 测试时，与 SPI Flash Memory 连接的 SCK(SPI clock)比较容易受到 EFT 干扰，因此在 PCB Layout 时，注意 SCK 连线要与 MCU 靠近，且走线越短越好！

所需 SPI Flash ROM 容量举例说明：

假设采样频率为 16kHz，语音格式为 16-bit PCM(无压缩)，如果要储存时间总长度为 2 分钟的语音，需要  $16k \times 16\text{-bit} \times 2 \text{ 分} \times 60 \text{ 秒} = 30720 \text{ kbits} = 30 \text{ Mbits}$

因此 SPI Flash ROM 的容量需选用 32Mbits (例如：MX25R3235F)。

以下为 SPIA 的 SPI\_Init 与 RW\_SPI 的子程序范例；MCU 为主机模式，SPI Flash 为从机模式：

```
*****
;Function Name: SPI_Init
;Objective: Hardware SPIA Initialization
*****
SPI_Init:
                                ;SPIA Setting
                                CLR  SASPI0
                                CLR  SASPI1
                                CLR  SASPI2
                                ;SASPI2~ SASPI0=(000): SPI master mode; SPI clock is fSYS/4
                                SET   SAML5
                                ;MSB First
```

```

SET  SACKEG
SET  SACKPOLB
SET  SPIAEN          ;Enable SPI Interface
SET  SACSSEN         ;Enable SPI CS
;-----
RET

RW_SPI:
MOV  A,WriteSPIBuf
MOV  SPIAD,A
SZ   SAWCOL
JMP  RW_SPI
CHECKTRF:
CLR  WDT
SNZ  SATRF
JMP  CHECKTRF
CLR  SATRF
MOV  A,SPIAD
MOV  READSPIBUF,A
RET

Main_Start:
:
:
;-----
;SPIA I/O Setting
SET  PCS10
CLR  PCS11          ;PC4/SDOA
SET  PCS12
CLR  PCS13          ;PC5/SCKA
SET  PCS14
CLR  PCS15          ;PC6/SDIA
SET  PCS16
CLR  PCS17          ;PC7/SCSAB
SET  PCPU7          ;PC7/SCSB PULL-HIGH ENABLE
MOV  A,00001100B
ORM  A,SLEDC1       ;SPIA Source Current MAX, (PCPS3,PCPS2)=(1,1)
;-----
:
:
CALL SPI_Init
MOV  WRITESPIBUF, A
SET  SACSSEN
CALL RW_SPI
CLR  SACSSEN
:
:

```



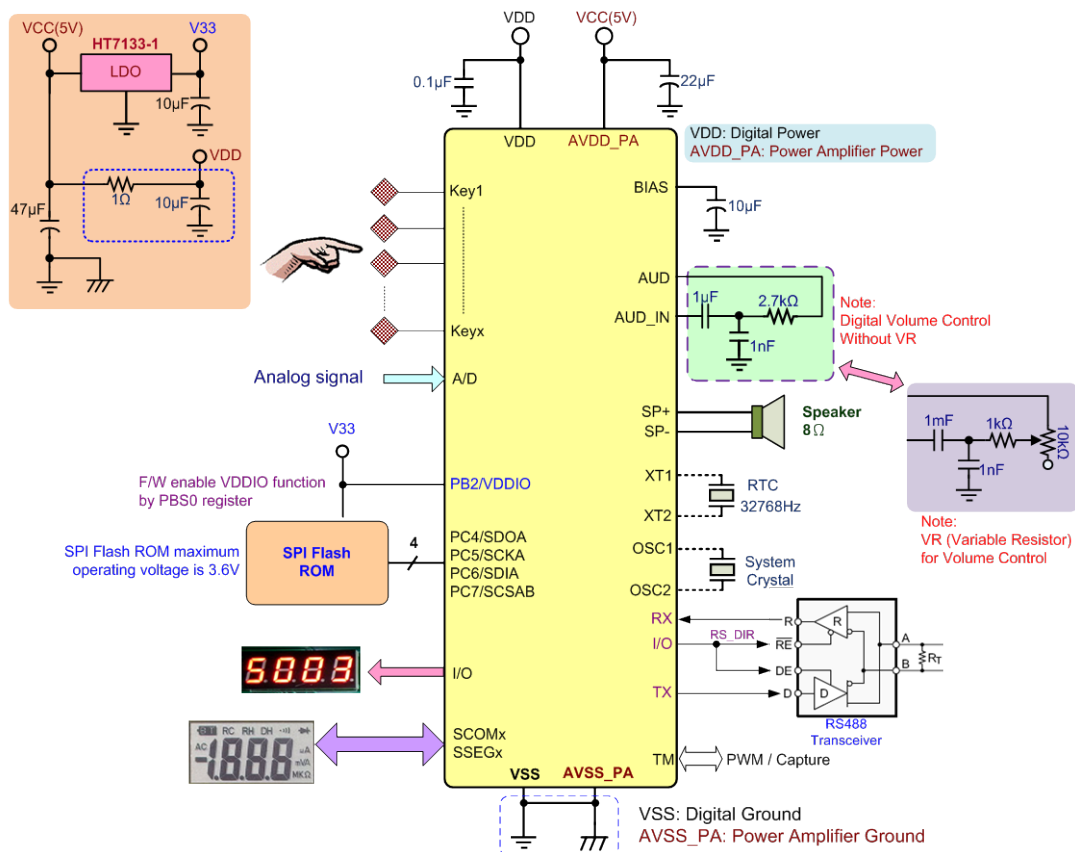
BS66FV3x0 的音量控制有两种方式:

1. 利用外挂可变电阻(模拟式)。
2. 数字音量控制。

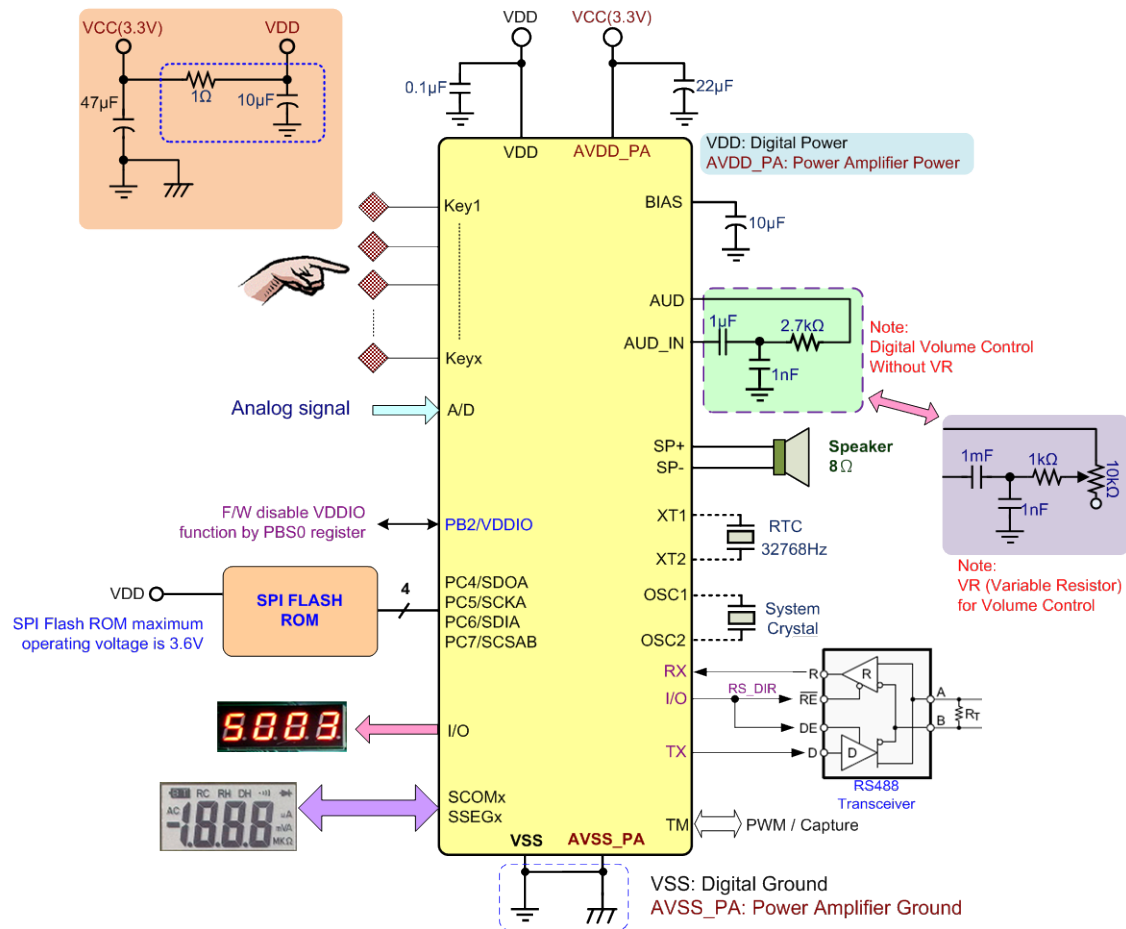
在 DAC 输出(AUD)与功率放大器输入(AUD IN)之间外挂一可变电阻做音量控制。

外部不需要可变电阻 VR，应用电路如下，经由寄存器 USVC 其中的 bit 0~6 可数字调整音量，调整范围从 +6dB ~ -32dB，每一阶为 0.5dB(大音量)或 1dB(小音量)；USVC 位 7 是静音控制位 MUTE<sub>B</sub>，设 “0” 为静音状态。

### ● 5V 应用电路图



• 3V 应用电路图



实际应用电路(以 BS66FV340 Demo Board 为例)说明如下:

AVDD\_PA 直接单点接到电源正端, AVSS\_PA 直接单点接到电源负端; 因 AVDD\_PA 在功率放大器工作时输出较大电流, 可能导致 AVDD\_PA 电压会有较大变动, 因此需外接 R7/C9/C10 电路作滤波, 以防止 MCU 的电源 VDD 受到干扰。

PCB Layout 注意事项:

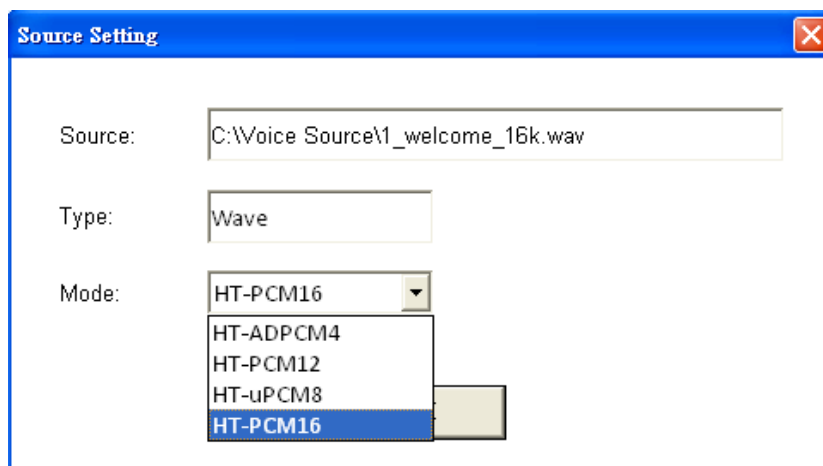
- 零件摆放时优先考虑电源滤波电容, 其摆放尽可能靠近 MCU, SPI Flash ROM 的相关位置摆放方式也尽可能靠近 MCU 为原则, 特别是 SPI Clock 拉线尽可能越短越好。
- 避免 Audio 功率放大器操作时瞬间大电流所产生的噪声干扰, 需区分为数字电源(VDD)及模拟电源(AVDD\_PA), 共两组独立电源。
- Audio 功率放大器电源端引脚 AVDD\_PA 需直接从电源正端拉线, 且走线线宽不小于 12 mil。
- 避免 Audio 功率放大器操作时瞬间大电流所产生的噪声干扰, 需区分为数字接地(VSS)及模拟接地(AVSS\_PA), 共两组接地。
- Audio 功率放大器接地端引脚 AVSS\_PA 需直接从电源负端接地点拉线, 且走线线宽不小于 12 mil。
- VSS、AVSS\_PA 两组独立接地须以铺铜方式完成。
- 零件摆放时须预留电源及接地的走线宽度。
- 功率放大器输出 SP+/SP- 走线要粗且尽可能不要有灌孔。
- 由于直角容易累积电荷, 有尖端放电的效应, 容易影响 PCB 的稳定度, 因此尽量以 45 度的斜角或弧角的方式进行走线。

## 语音开发平台专案模式加载客制化音源档

语音功能, 利用 Holtek 开发的语音开发平台(Voice MCU Workshop), 在专案模式下(如下图所示), 可以加载客制化音源档烧录于外部 SPI Flash Memory 并提供语音链接库(Library)。



播放的语音文件，可以经由语音开发平台的专案模式，加载定制化的 wav PCM 格式的语音文件。



语音开发平台软件可在 Holtek 官网下载，并有 Youtube 教学影片实际操作演练，让使用者很快的学会如何操作语音开发平台软件完成专案。

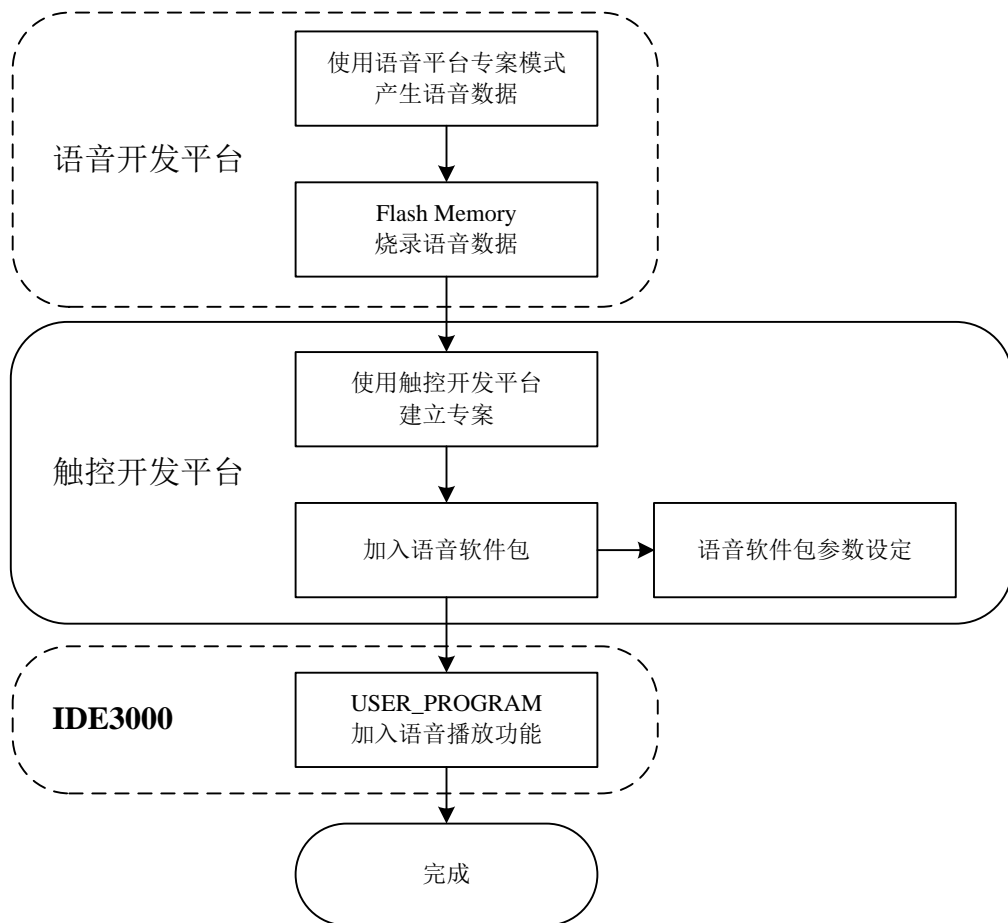
开发平台(Development Platform)		
Model	Function	Note
Holtek Voice MCU Workshop	Development Platform for Voice MCU	Can be used with ESK-66FV-100+ e-Link

PC 端软件(Software)			
Model	Function	Support Hardware	Note
Holtek Voice MCU Workshop	Voice development platform	ESK-66FV-100 + e-Link	Supports : Windows XP or above

工具操作介绍影片(Tools Introduction Video)	
Model	Link
Holtek Voice MCU Workshop	<a href="http://v.youku.com/v_show/id_XODEwMTU0MzQ0.html">http://v.youku.com/v_show/id_XODEwMTU0MzQ0.html</a>

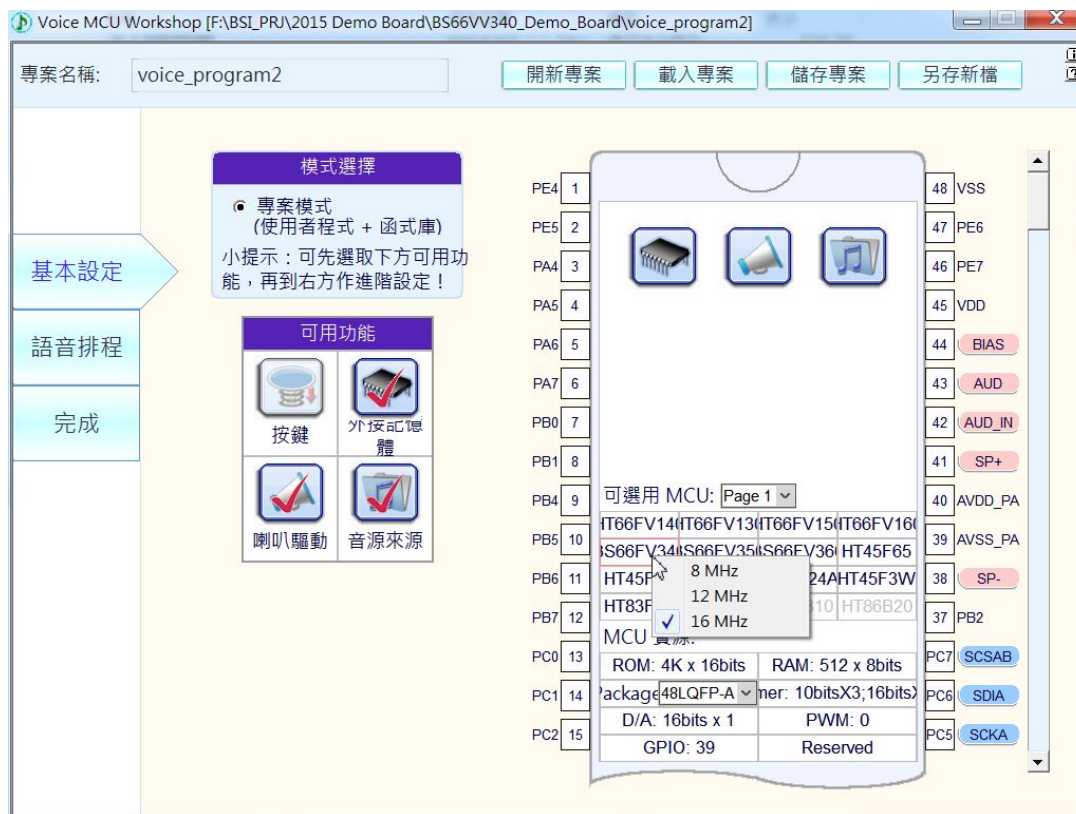
## 触控+语音专案开发

### 触控+语音开发流程



## 产生语音数据

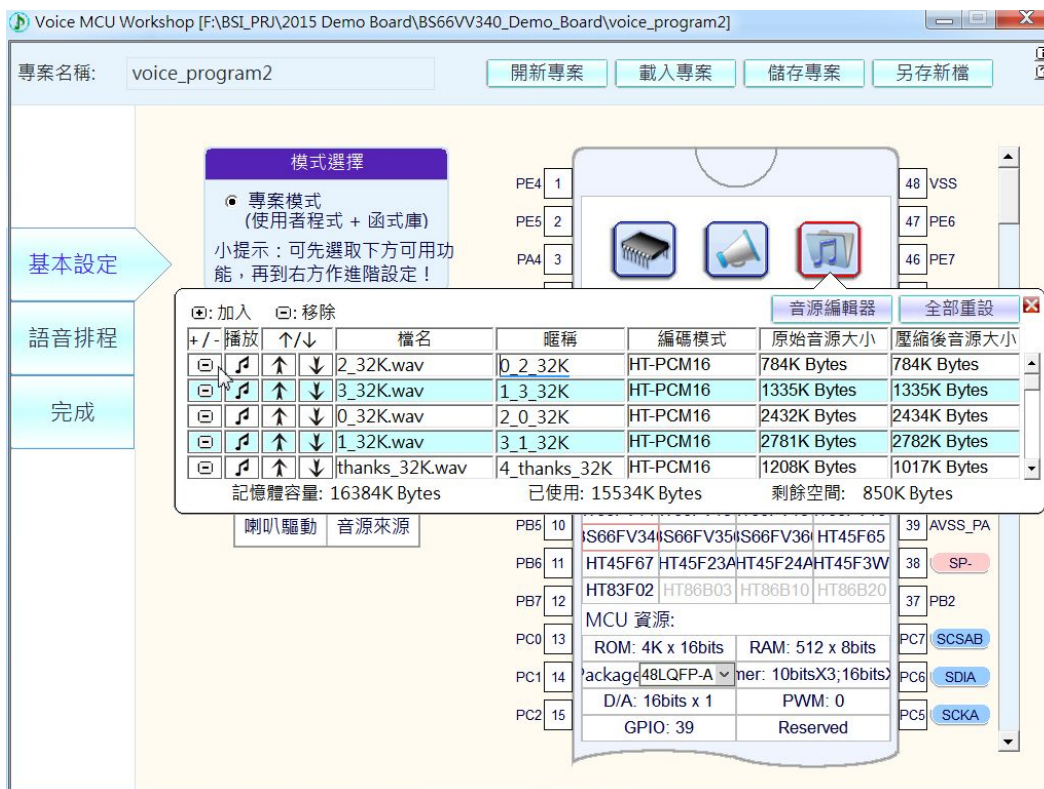
选择 MCU、设置 HIRC。



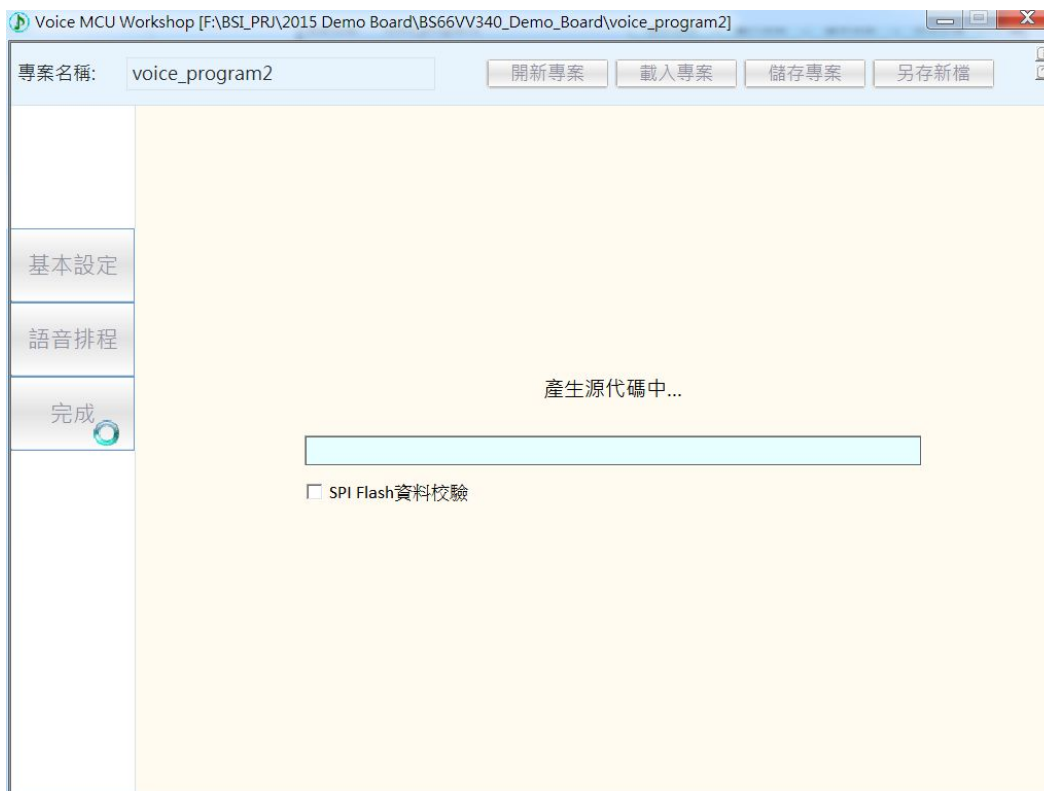
加入音源，模式选择 HT-PCM16。



加入所有音源。

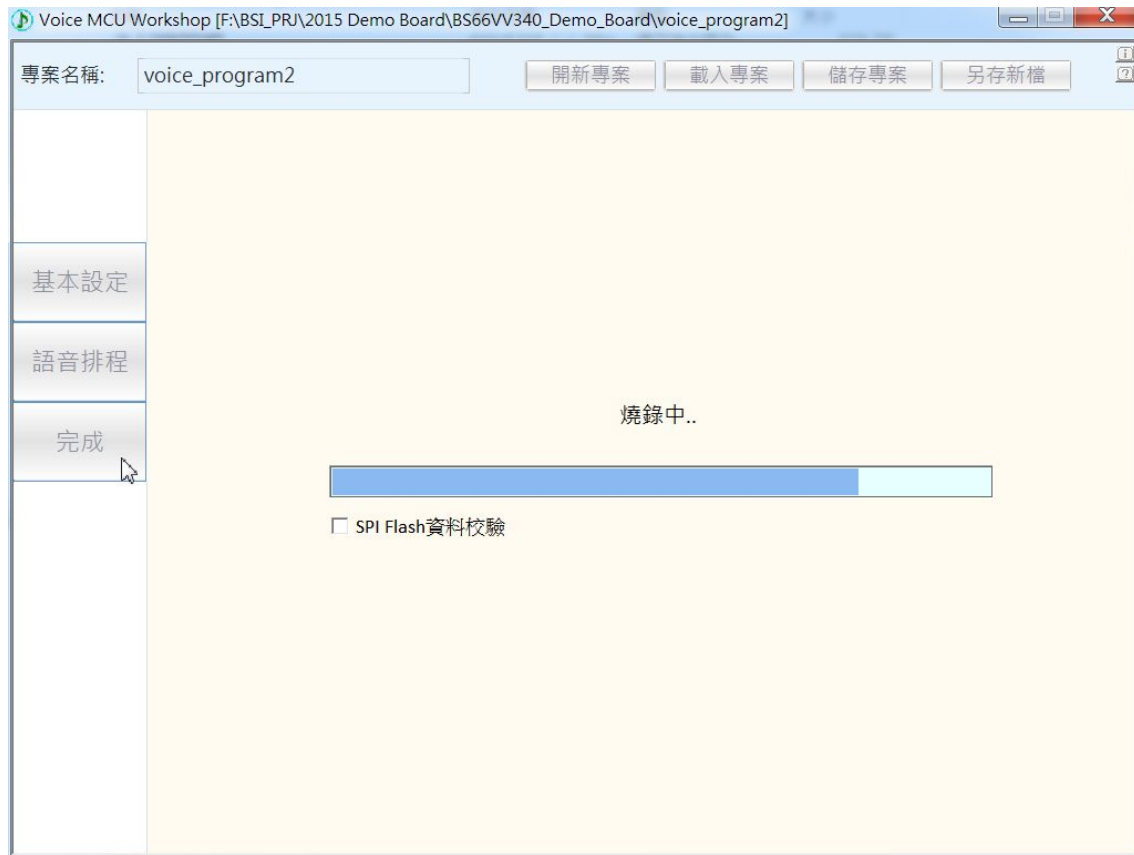


产生语音数据。



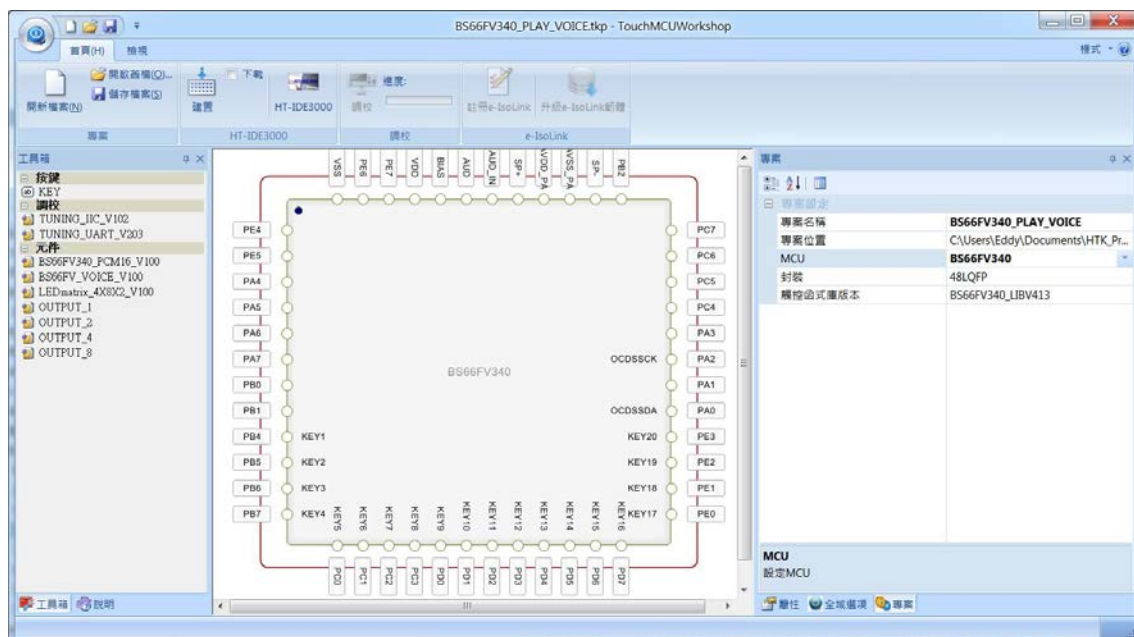


## Flash Memory 烧录语音数据



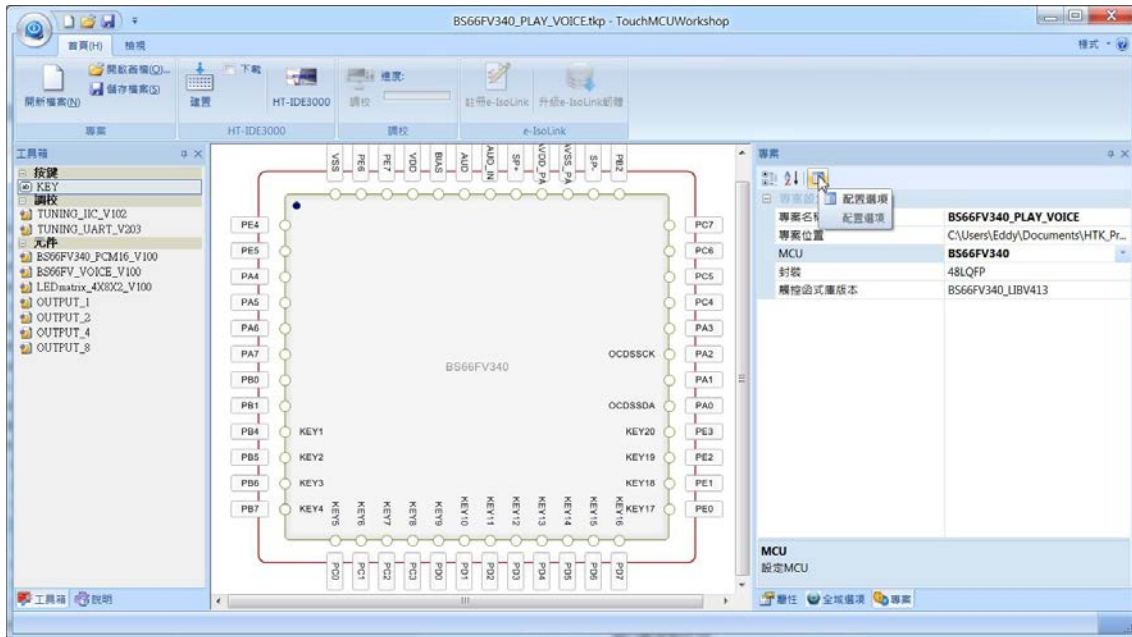
## 使用触控开发平台建立专案

输入专案名称、选择 MCU。

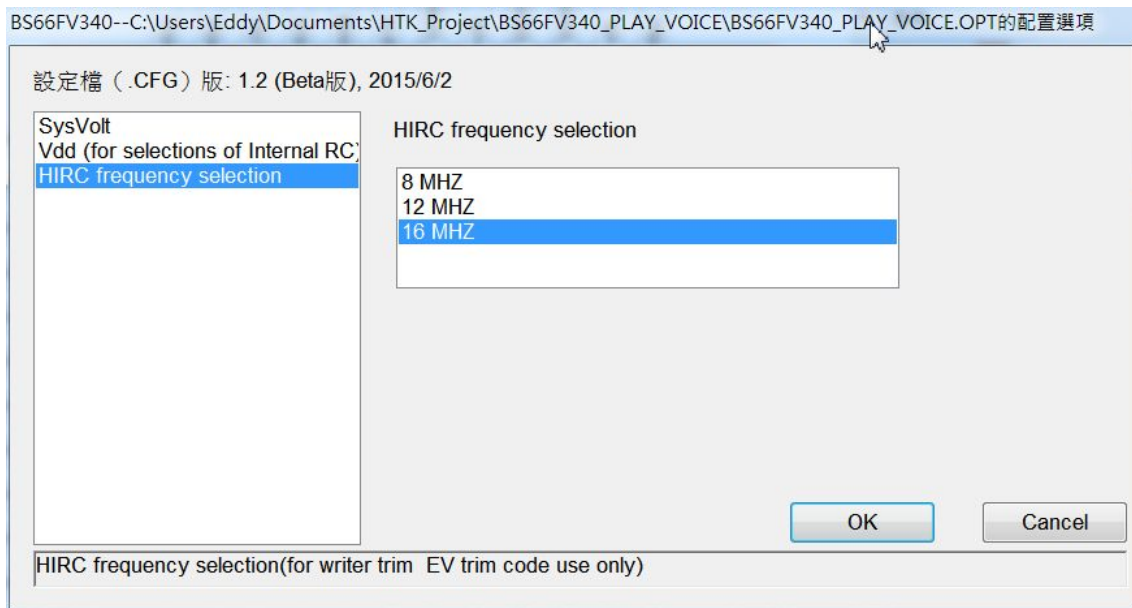




点选配置选项。

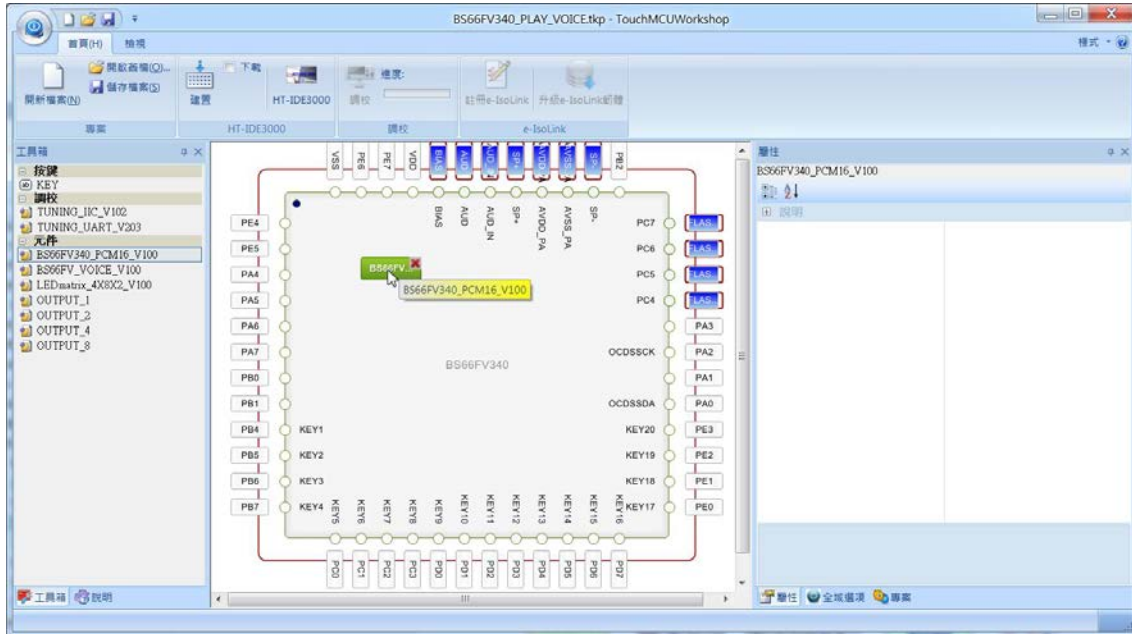


设置 HIRC。

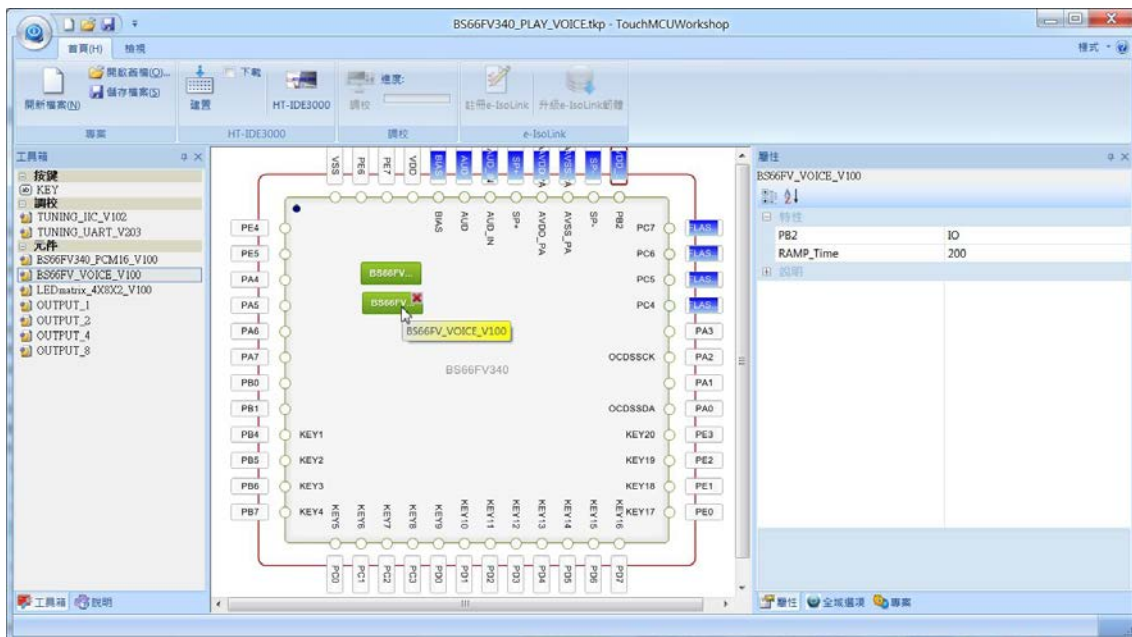


## 加入语音软件包

鼠标移至工具箱元件选择 BS66FV340\_PCM16\_V100，将软件包拖曳到 IC

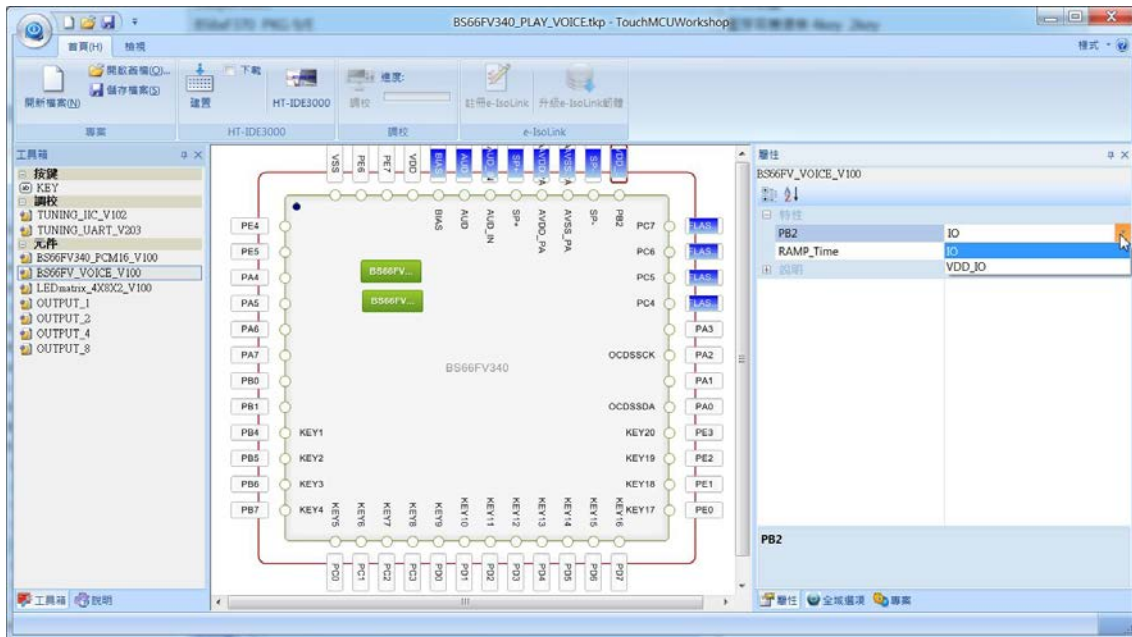


鼠标移至工具箱元件选择 BS66FV\_VOICE\_V100，将软件包拖曳到 IC。

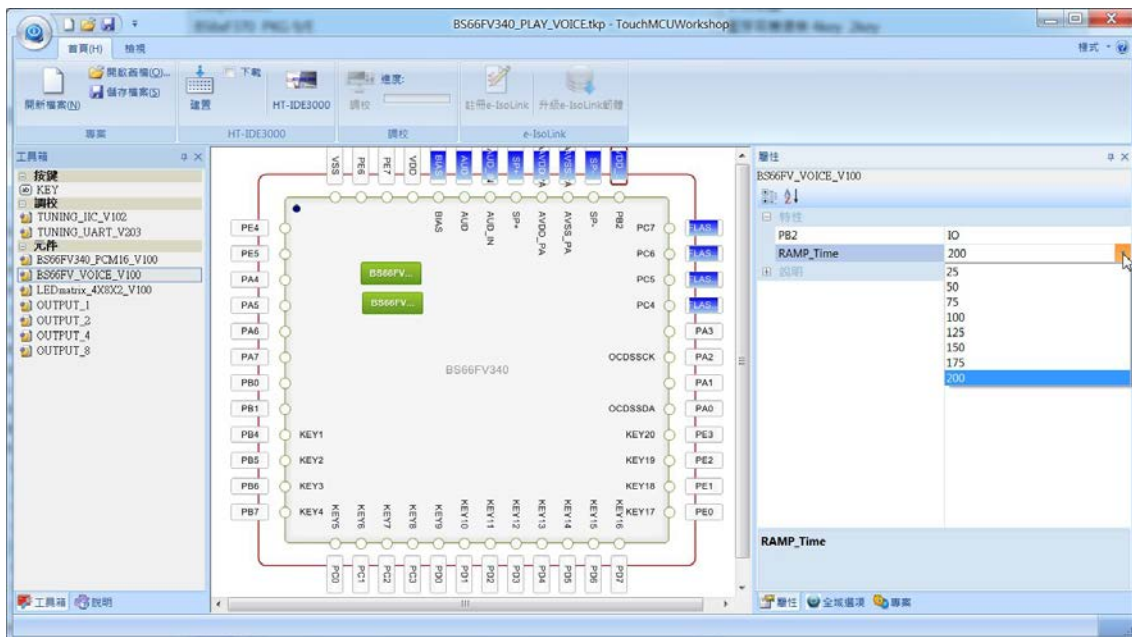


## 语音软件包参数设置

设置 PB2 属性为 IO 或 VDD\_IO。

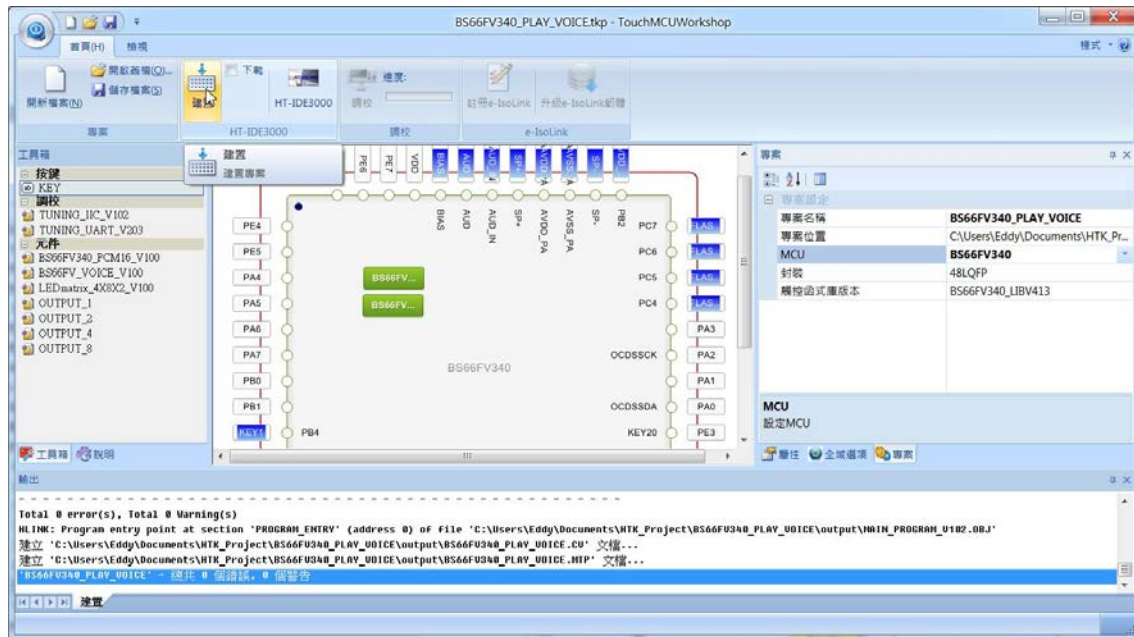


设置 RAMP\_Time。

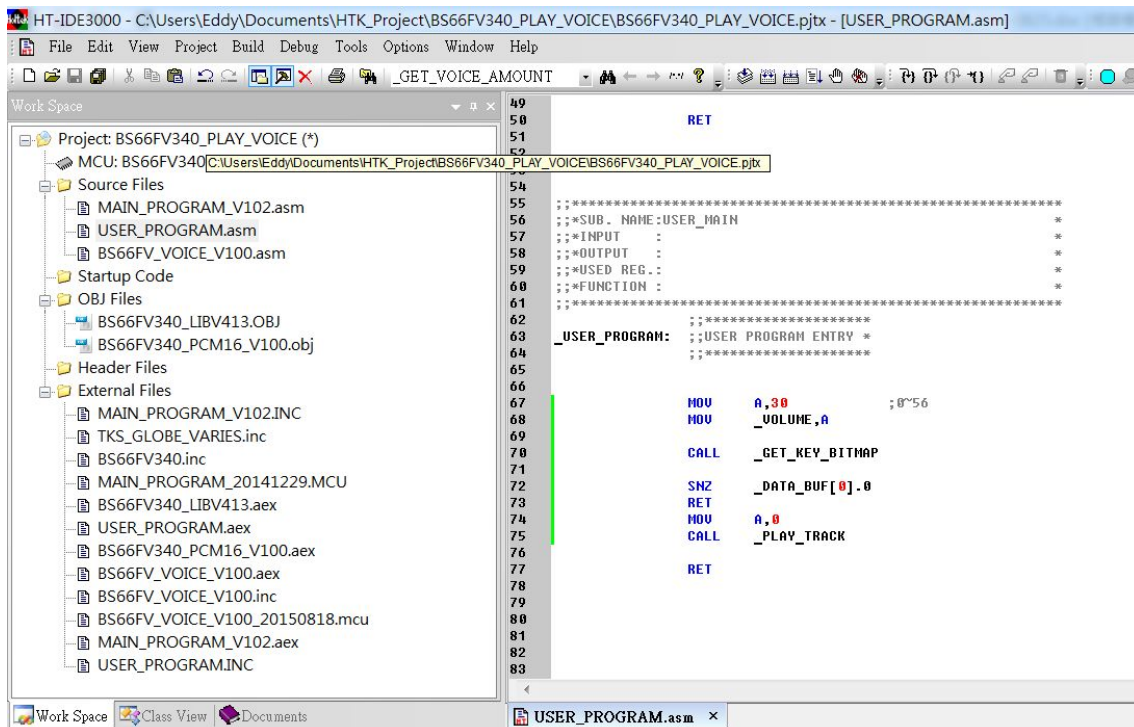


## 完成触控+语音专案

建置专案。

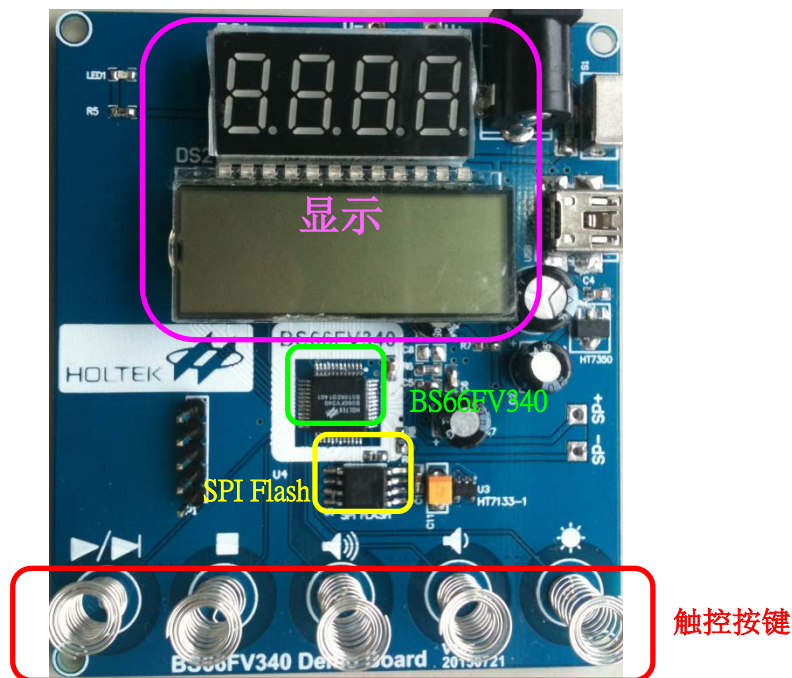
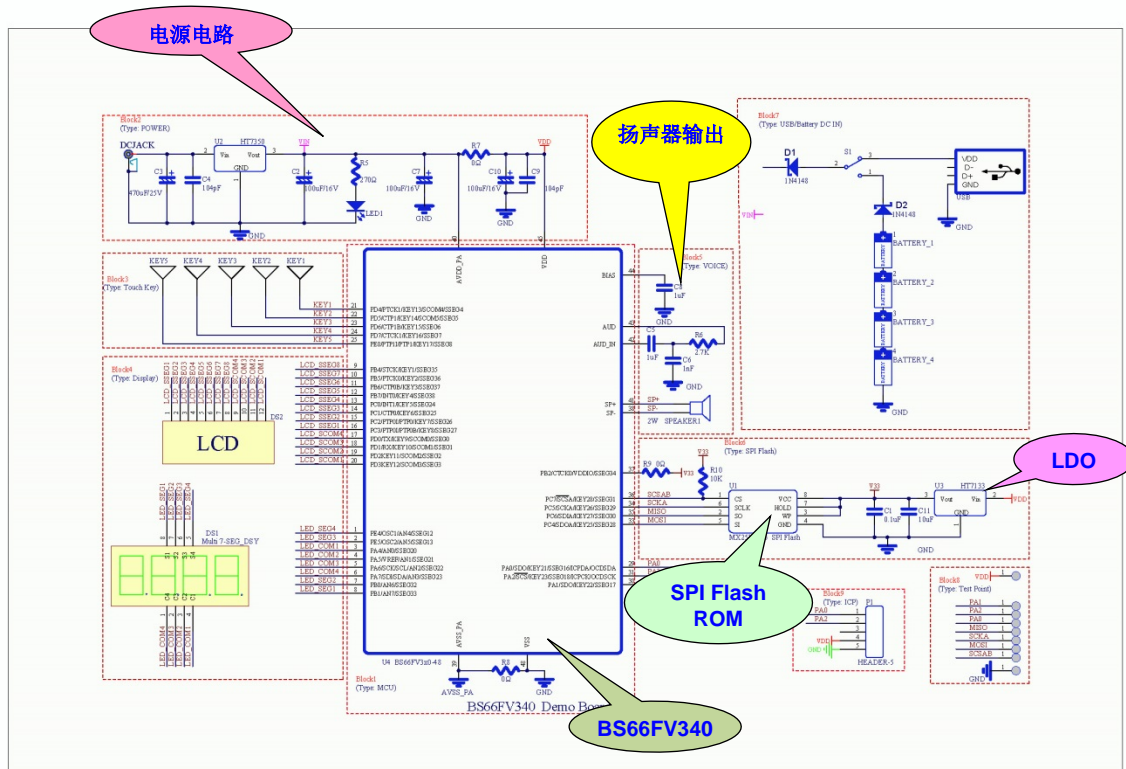


## 在 USER\_PROGRM 加入语音播放功能





## 应用电路 (BS66FV340 触控+语音 Demo Board)



## BS66FV340 Demo Board

## Touch + Voice Library 使用的 MCU 资源 (PCM16)

MCU	ROM 使用状况	RAM 使用状况
BS66FV340	2196/4096(53%)	324/512(63%)
BS66FV350	2236/8192 (27%)	372/768(48%)
BS66FV360	2343/14632(14%)	424/1024(41%)

使用到的中断地址。

中断名称	位置
Multi-Function 0	04H
Touch key	10H
Multi-Function 2	20H
Time Base 0	24H