

单麦离线语音识别模组硬件规格书

型号：CI-G16XGS03T

版本：V1.0

Chipintelli Technology Co., Ltd.

CONFIDENTIAL ALL RIGHTS RESERVED. This document is not to be reproduced, modified, adapted, published, translated in any material form in whole or in part nor disclosed to any third party without the prior written permission of Chipintelli Technology Co., Ltd.

文件历史跟踪 DOCUMENT HISTORY PAGE			
版本号 Rev. NO.	发起者 Originator	描述 Description	日期 Date
A	启英泰伦	新建文档	2020/06/11

Chipintelli Technology Co., Ltd.

CONFIDENTIAL ALL RIGHTS RESERVED. This document is not to be reproduced, modified, adapted, published, translated in any material form in whole or in part nor disclosed to any third party without the prior written permission of Chipintelli Technology Co., Ltd.

声 明

本手册由成都启英泰伦科技有限公司版权所有，未经许可，任何单位和个人都不得以电子的、机械的、磁性的、光学的、化学的、手工的等形式复制、传播、转录和保存该出版物，或翻译成其他语言版本。一经发现，将追究其法律责任。

启英泰伦保留更改本手册的权利，请在订购时联系我们以获得产品最新信息。对任何用户使用我们产品时侵犯第三方版权或其他权利的行为本公司概不负责。另外，在启英泰伦未明确表示产品有该项用途时，对于产品使用在极端条件下导致一些失灵或损毁而造成的损失概不负责。

Chipintelli Technology Co., Ltd.

CONFIDENTIAL ALL RIGHTS RESERVED. This document is not to be reproduced, modified, adapted, published, translated in any material form in whole or in part nor disclosed to any third party without the prior written permission of Chipintelli Technology Co., Ltd.

目录

1 模块介绍	2
1.1 概述	2
1.2 模块主芯片介绍	3
1.3 模块应用场景	3
2 模块规格	4
2.1 模块实物图	4
2.2 模块尺寸图	4
2.3 模块硬件接口定义	5
2.4 模块电气特性参数	5
2.5 蓝牙电气特性参数	6
2.6 模块温湿度参数	6
3 模块应用	6
3.1 模块上电及启动	6
3.2 模块默认命令词	7
3.3 模块默认串口通讯协议	7
3.4 软件开发	9
3.5 固件烧录	9
3.5.1 烧录前准备工作	9
3.5.2 硬件连接并烧录	10
3.5.3 烧录后功能测试	11
3.6 使用中可能出现的问题和解决方法	12
3.7 其它应用注意事项	13
4 生产指南、存储和包装订购信息	13
4.1 生产存储指南	13
4.2 推荐炉温曲线	14
4.3 包装及订购信息	15
5 采购和技术支持	15

1 模块介绍

1.1 概述

本模块是针对低成本离线语音应用方案开发的一款通用、便携、低功耗高性能、带 BLE 功能的语音识别模块。型号为：CI-G16XGS03T，主芯片为 CI23161、CI23162，可以实现最大 300 条(型号不同支持的词条数不同)以下的离线命令词识别。

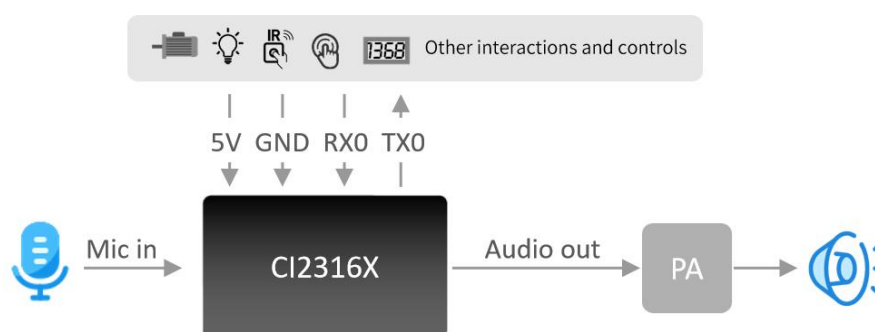


图 1 模块应用框图

CI-G16XGS03T 模块具有以下特点：

- 识别性能好：支持离线神经网络计算，支持单麦克风降噪增强，360 度全方位拾音，可抑制环境噪音，保证嘈杂环境中语音识别的准确性。使用本模块进行离线语音识别不依赖网络，时延小，性能高，可实现 97% 以上的高识别率，10 米超远距离识别，响应时间最快达到 0.2S；
- 模块主芯片支持蓝牙 BLE，用户可以通过手机微信小程序发送控制协议；
- 小型化设计：模块尺寸为 长 x 宽=20.5mm×19mm，厚=3.2mm（含屏蔽盖）。且采用金手指的设计方式，方便焊接使用；
- 模块器件少：整个方案除语音识别芯片外，仅需搭载音频功放芯片、少量阻容外围器件，即可实现方案全功能；
- 对外接口简单：一路麦克风、一路喇叭和一路 5V 电源及 一路 5V 电平 UART 通讯接口；
- 宽电源工作电压：工作电压范围为 3.6V-5V；
- 功耗低：可应用于能耗等级要求高或电池供电类产品；
- 高可靠性设计：模块 BOM 器件均选用工业级器件；
- 选型方便：可根据应用设计词条数量的需求，确定选贴 CI23161 芯片或 CI23162 芯片，区别如下：

表 1 模块选型表

模块选型	本地命令词 100 条以内	本地命令词 300 条以内
金手指离线语音 BLE 模块	CI-G161GS03T	CI-G162GS03T

1.2 模块主芯片介绍

CI23161、CI23162 是一颗专用于语音处理的人工智能芯片，支持本地语音识别，同时还支持汉语、英语、日语等多种全球语言，可广泛应用于家电、照明、玩具、可穿戴设备、工业、汽车等产品领域，实现语音交互及控制和各类智能语音方案应用。

CI23161、CI23162 集成了启英泰伦自研的神经网络处理器 BNPU V3.5 和 CPU 内核，系统主频可达 210MHz，内置高达 288KByte 的 SRAM，集成 PMU 电源管理单元和 RC 振荡器，集成单通道高性能低功耗 Audio Codec 和多路 UART、IIC、PWM、GPIO 等外围控制接口，集成高性能低功耗蓝牙 BLE。芯片仅需少量电阻电容等外围器件就可以实现各类智能语音产品硬件方案，性价比极高。

想了解 CI23161、CI23162 芯片更多的详细信息，请点击以下链接：[👉CI23161&CI23162 芯片数据手册](#)

1.3 模块应用场景

该模块可用作语音识别前端+客户硬件主控板方案组合使用，也可以作为灯具、玩具等方案的单芯片主控模块。应用时需外接麦克风和喇叭，并通过外部接入的 5V 电源进行供电。

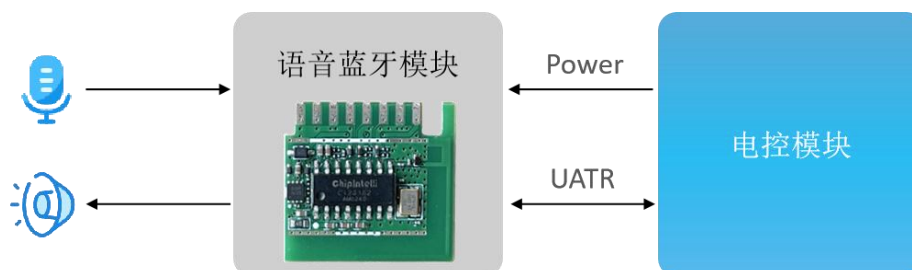


图 2 模块作为语音识别前端应用示意图

CI-G16XGS03T 系列模块根据芯片不同支持 100-300 条离线语音识别命令词，可应用于智能电风扇、取暖桌、晾衣机、小家电、玩具、照明等多种终端产品。



图 3 模块可应用的产品

2 模块规格

2.1 模块实物图

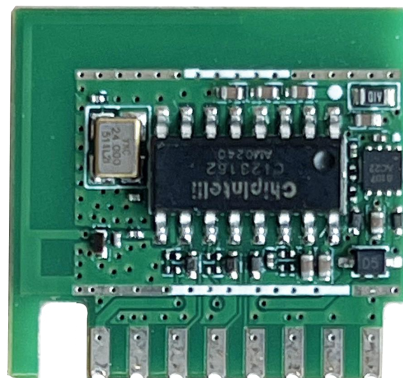


图 4 模块实物图

模块实物如图 4 所示，语音识别模块为单面贴装，主要 IC 包括语音识别芯片、音频功放等。语音指令从麦克风输入，经语音识别 IC 进行语音识别、指令处理后，将反馈播报音发送至音频功放，驱动喇叭播放声音。音频功放最大驱动功率为 $1.5W@8\Omega$ 和 $2W@4\Omega$ 。

备注：该实物图仅为示例说明，不同批次模块元器件表面的丝印可能存在差异，但不会影响模块性能，模块的实际状态请以实物为准。

2.2 模块尺寸图

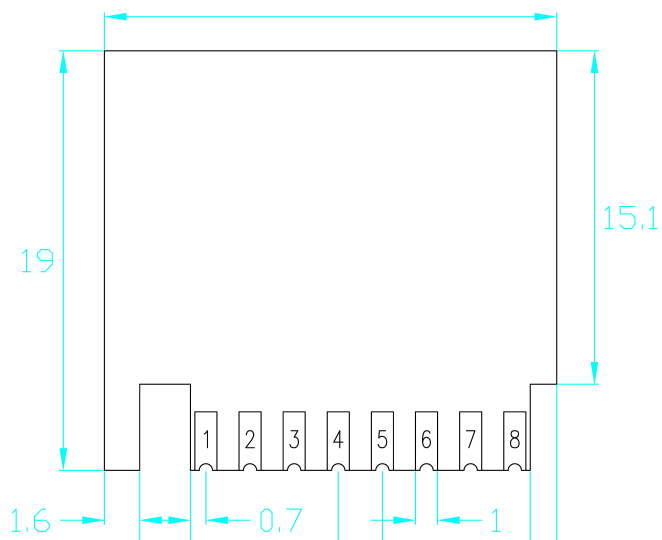


图 5 模块尺寸图

CI-G16XGS03T 模块结构尺寸的相关数据如图 5 所示，应用开发时可根据此尺寸进行相关的结构设计。

2.3 模块硬件接口定义

引脚功能从左到右依次定义如表 2 所示：

表 2 模块引脚对照表

管脚号	管脚名称	I/O 类型	I/O 驱动能力	I/O 上电默认状态	功能定义
1	5V	P	—	—	5V 电源
2	GND	P	—	—	地信号
3	UART_TX0	IO, T+U	4mA	IN, T+U	1. UART0_TX0 2. PB5
4	UART_RX0	IO, T+U	4mA	IN, T+U	1. UART0_RX0 2. PB6
5	MICL+	—	—	—	麦克风正极
6	GND	—	—	—	地信号
7	SKPL-	—	—	—	喇叭输出
8	SKPL+	—	—	—	喇叭输出

上表中的一些符号的说明如下：

I input

O output

IO bidirectional

P power or ground

T+D tristate plus pull-down

T+U tristate plus pull-up

OUT power-on defaults to output mode

IN power-on defaults to input mode

2.4 模块电气特性参数

表 3 电气特性表

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位	备注
模块供电电压	/	3.6	5	5.5	V	NOTE1
模块播音状态电流 (正常音量)	4 欧 3W 喇叭	/	100	/	mA	NOTE2
模块工作电流	/	/	55	/	mA	NOTE3
芯片 I/O 接口电压	/	3	3.3	3.6	V	/
模块 UART 接口电压	/	4.5	5	5.5	V	/

NOTE1: 5V 为模组典型供电电压，输入超过 5.5V 电压有概率会损坏模组。

NOTE2: 模组播音状态下最大电流能达到 250mA，按照两倍余量原则上需要为模组提供一组驱动能力为 500mA 的电源供电。

NOTE3: 典型值测试时为静音状态。最大值测试时为识别并播音状态。

2.5 蓝牙电气特性参数

表 4 蓝牙特性表

No	Parameter	Symbol	Conditions	MIN	TYP	MAX	UNIT
1	Sleep Power	I_SLEEP	VDDRF=3.3V		6		uA
2	Current in TX 0dBm	I_TX	VDDRF=3.3V		2.5		mA
3	Current in RX 1Mbps BLE	I_RX	VDDRF=3.3V @ -98 dBm sensitivity		2.8		mA
4	Frequency range	Freq		2400		2483.5	Mhz
5	Output power	Pout		-20		5	dBm

以上功耗数据为VDDRF等于3.3V时候测得

2.6 模块温湿度参数

CI-G16XGS03T 的温湿度参数，如表 5 所示。

表 5 温湿度参数表

参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
模块工作环境温度	-40	25	85	° C	/
模块存储环境温度	-40	25	100	° C	/
模块存储湿度	0%	/	5%	RH	/

3 模块应用

3.1 模块上电及启动

模块上的语音芯片和音频功放芯片采用 5V 电源供电。5V 供电需保证 500mA 的额定供电电流，要求电源稳定，纹波在 300mV 以内。

```

ci23lc_sdk_ble.1.1.7 Built-in
Project: offline_asr_sample
2023-10-14 16:08:08
chip type in software:23162
Heap size:151KB
Freq factor:1000
Freq:212992000
nv_data_offset = 001f0000
nv_data_size = 00004000
FWV Firmware_V2 0.0
lg_model_addr = 29020
min_active = 400
beam = 9.5

ares:876,states:344,prunes:152
lut_table_addr = 1ff73460
start serial_asr_flow_fa_vad_nn_init
no22
no22
nn init done
ble_port_mutex_create
TaskName          Priority    TaskNumber    MinStk 8
simplemp3-play      4           5             291
UserTaskManager     4           6             411
ble_main_task       4           7             411
ci_ble_recv_task    4           8             411
init task           4           4             54
audio_in_preproc    4           4             571
IDLE                 0           2             92
Inr Svc             5           3             63

asr heap min free:41KB
system heap min free:16KB
system heap free:16KB
band_ctype_req:0000a455
Play start
ble_stack_start ok
ble_patch_download ok!
asr_name = CI_BLE_068B
ble_sdk_name_len = 11
ble_mac_set ok
ble_tx_power_set ok
add character as3b ok 3
add character as3c ok 5
add character as3d ok 8
ble_status_request
Play end
inactivate
change asr mode 1
    
```

SDK版本

上电播报

图 6 模块启动后的一个参考打印信息

3.2 模块默认命令词

如果为用户量产模块，一般出厂前会烧录用户指定的命令词条固件。如果客户未指定，模块会自带默认固件，该固件带默认命令词，供用户测试使用，其部分命令词如下图 8 所示：

1	智能管家	24	负离子
2	关闭风扇	25	关闭定时
3	打开风扇	26	定时一小时
4	一档风	27	定时两小时
5	二档风	28	定时三小时
6	三档风	29	定时四小时
7	风速增大	30	定时五小时
8	风速减小	31	定时六小时
9	风速最大	32	定时七小时
10	风速最小	33	定时八小时
11	关闭摇头	34	定时九小时
12	打开摇头	35	定时十小时
13	关闭左右摇头	36	定时十一小时
14	左右摇头	37	定时十二小时
15	关闭上下摇头	38	定时半小时
16	上下摇头	39	最大音量
17	关闭正常风	40	最小音量
18	正常风	41	增大音量
19	关闭睡眠模式	42	调高音量
20	睡眠模式	43	减小音量
21	关闭自然风	44	调低音量
22	自然风	45	打开语音播报
23	关闭负离子	46	关闭语音播报

图 7 模块默认命令词

3.3 模块默认串口通讯协议

本模块默认的固件中支持串口通讯协议，用于和上位机的通讯使用。该串口协议可扩展，有以下特点：

- 完整传输包，包含：头尾，长度，校验，消息类型，消息序列号。
- 支持变长命令，方便扩展。
- 消息类型(命令，通知，回复)。
- 命令消息，可配置，回复 ACK。通知消息无 ACK。
- 消息格式将与 bootloader 升级的相同，通过 header 来与 bootloader 协议区分。
- 默认波特率使用 9600。
- 注意：模块只预留 UART0 接口，UART0 接口默认为打印输出接口。如需 UART0 作为上述串口协议接口，必须修改代码，修改方式可参照 [CI13LC 系列芯片 SDK](#) 的串口协议部分文档实现。
- 支持的命令：查询协议版本号，查询系统版本号，设置音量（音量分级在 user_config.h 中定义），播放本地播报音，复位命令等，具体协议格式如下图所示：

名字	长度	描述
Head	2	帧标识头，固定为 0xA5, 0xFC
Length	2	数据长度
Msg_type	1	消息类型(命令 0xA0/0xA1, 回复 0xA2, 通知 0xA3)
Msg_cmd	1	命令
Msg_seq	1	消息序列号, 每个 CMD 应不同, ACK 与对应 CMD 相同, 用于数据重传使用
Data	Length	数据
Check_sum	2	帧校验, 包含 Msg_type, Msg_cmd, Msg_seq, Data 的累加和计算结果
Tail	1	帧结尾, 固定为 0xFB

图 8 串口协议格式

举例说明 1:

A5 FC 07 00 A0 91 18 01 55 E0 01 00 00 1B 9B 02 FB 解析如下,

A5 FC: head

07 00:有效数据为 7byte

A0 : 这是命令词信息

91 : 命令号码为 0x91 (本次数据内容为命令词数据)

18 : 包序号, 本串口第 0x08 次外发数据, 该数值不断累加

01 55 E0 01 00 00: 当前命令词的唯一数据

1B : 命令词阈值

9B 02: 累加和

FB: 结尾数据

备注:如果应用中仅关注命令词和阈值, 则只关注蓝色部分的 7 个有效数据就可以了。

举例说明 2:

A5 FC 02 00 A3 9A 17 00 B1 05 02 FB 解析如下:

A5 FC : head

02 00: 有效数据 2byte

A3 : 当前为通知数据

9A : 命令号码为 0x9A (本次数据内容为语音模块内容改变)

17 : 本串口第 0x07 次外发数据, 该数值不断累加

00 B1: 有效数据。(本数据表示进入唤醒状态)

05 02: 累加和

FB: 结尾数据

备注:该数据为通知数据, 用户根据情况选择使用该信息。

更多的内容解析数据可以可参照 [CI13LC 系列芯片 SDK](#) 中的串口协议部分。下图为一个协议数据参考截图:

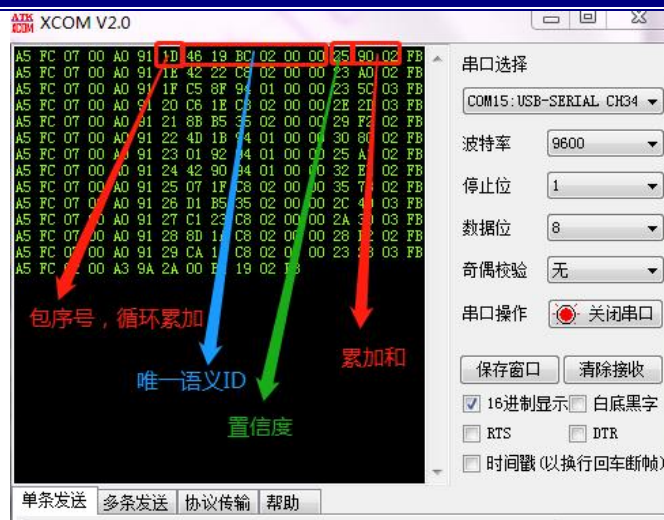


图 9 串口协议数据参考截图

3.4 软件开发

模块自带的默认固件主要用于用户初步体验，用户如进行软件开发，需注册登录启英泰伦语音 AI 平台 (<https://aiplatform.chipintelli.com>)，进行语音固件快速开发。同时，在启英泰伦语音 AI 平台的“开发资料”版块可进行 SDK 及 相关的硬件资料下载。新手初次使用启英泰伦语音 AI 平台，建议先通过[新手指南](#)了解具体开发流程，也可参看文档中心[视频教程](#)了解更多方案及 SDK 开发入门。

- SDK 开发包资料下载
- 模型制作（语言模型+声学模型）
- 语音合成
- 命令词信息表与音频文件关联
- 固件打包

详细开发流程请点击 [CI13LC 系列芯片 SDK](#) 了解。

3.5 固件烧录

3.5.1 烧录前准备工作

用户要烧录模块前，需要准备以下物品：

- 待烧录的模块
- USB 转串口工具
- 固件烧录工具（pack_update_tool.exe）
- 固件信息 (*.bin 格式的文件)
- 2.0mm 间距麦克风

- 2.5mm 间距喇叭
- 杜邦线若干



图 10 固件烧录需准备的物品

3.5.2 硬件连接并烧录

- 硬件连接：以上图的 USB 转串口工具为例，在烧录前需要先将 USB 转串口的电源、地、串口收发引脚分别和模块对应的引脚连接起来。注意 USB 转串口的 RXD 和 TXD 分别对应模块的 UART0_TX 和 UART0_RX；烧录时模块的 PGEN 脚需要串 10KΩ 电阻上拉至 3.3V，烧录完成后断开。连接方式如下图所示。

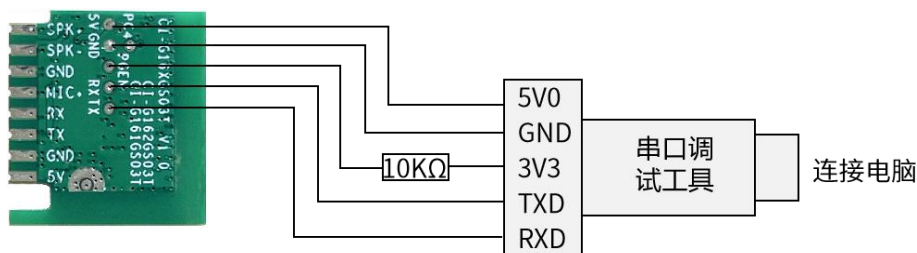


图 11 模块和 USB 转串口工具连接图

- 语音固件烧录：打开固件烧录工具（该工具可以在 SDK 开发包中 CI231X_SDK\tools 目录找到 PACK_UPDATE_TOOL.exe），根据芯片选择对应的型号，点击固件升级按钮，选择已制作好的固件文件，并确认电脑分配给 USB 转串口工具的串口端口号。准备工作就绪后，模块上电后即可进入固件升级模式，开始下载固件。若电脑无法识别 USB 转串口工具，请首先安装对应的驱动程序。



图 12 固件烧录工具示意图

3.5.3 烧录后功能测试

1. 语音功能测试：固件烧录结束后，建议对模块进行功能测试，以验证烧录固件是否成功。功能测试前待测模块需首先连接麦克风以、喇叭，通电确认是否有上电播报音，并用唤醒词和命令词测试是否能正常唤醒和识别，如果均能正常工作，则模块功能正常，烧录成功；否则，烧录失败，需进一步探其原因。

2. 蓝牙功能测试：

- 微信，搜索 “启英物联” 或者 “AI 语音智控” 小程序
- 打开蓝牙权限 (部分手机需要开启位置权限)
- 开启手机蓝牙
- 添加设备，通过点击 “+” 号，或者 “添加设备” 按键，进行添加设备
- 进入扫描设备界面，点击扫描到的设备** (目前该小程序支持的设备有：茶吧机，空调，灯，风扇...)
- 确定连接设备
- 设备命名
- 连接成功，返回首页
- 点击添加的设备即可进入设备操作界面

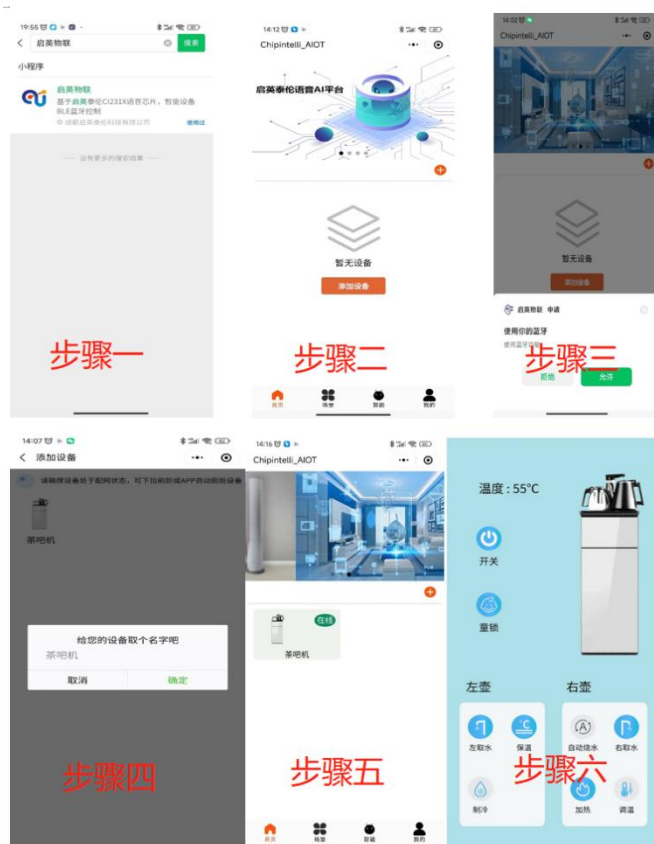


图 13 小程序使用指南

3.6 使用中可能出现的问题和解决方法

本章节列举了一些模块使用中可能遇到的问题和对应的解决方法。

1. 模块不能烧录并更新固件。出现上述问题后，请检查以下操作点：

- 注意要先把 TX, RX, GND 接上，PGEN 上拉，然后烧录工具再勾选对应串口号（图 12），再供电 5V；
- 串口管脚是否接对，TX 和 RX 是否有接反，电脑端 USB 转串口工具驱动是否正常，PC 端烧录工具是否选择了正确的串口号；
- 如以上两点检查无误后，模块还不能烧录，需要使用万用表测量模块供电电压 5V、3.3V、1.1V 是否正确。各个硬件测量点参考下图。如果有电压出问题，考虑为模块硬件故障，请更换模块或针对模块硬件进行维修。如上述检查均无问题，请联系我司技术支持人员获取帮助。

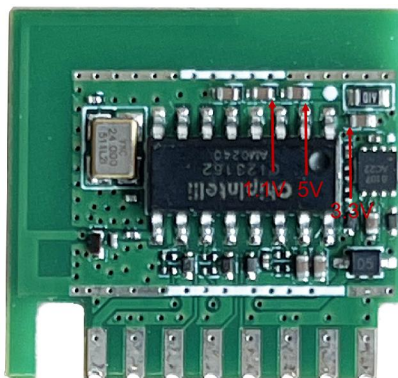


图 14 模块测试点分布图

2. 模块烧录完成，上电后无播报。出现上述问题后，请检查以下操作点：

- 确认烧录固件是否与板子匹配；
- 确认喇叭正确接好，供电正常；
- 采用示波器测量主芯片的语音输出测试点。无输出需检查请固件是否正确，有输出需检查模块上的音频功放期间是否焊接出现异常，如果音频功放有异常可更换后再测试。测量点如下图。如上述检查均无问题，请联系我司技术支持人员获取帮助。

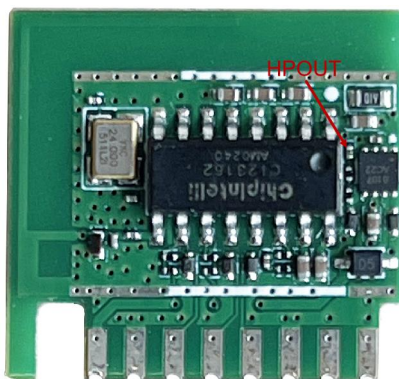


图 15 模块语音输出测量点

3. 模块烧录完成，上电后有播报但是不识别命令词：

- 检查麦克风和插口的连接是否完好；
- 检查麦克风正负极方向是否与模块板上标示一致，没有插反；
- 使用万用表测量主芯片对应的 MICBIAS 管脚是否为 2.8V 左右电压，使用示波器测量麦克风输入管脚是否有输入语音波形（示波器每格电压调整为 100mv 档位），若信号正常需考虑固件是否正确，若信号异常需观察板子硬件是否有物理损伤。测量点如下图。如上述检查均无问题，请联系我司技术支持人员获取帮助。

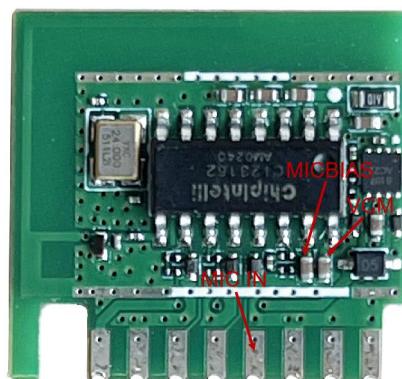


图 16 模块麦克风信号测试点

3.7 其它应用注意事项

- 由于 CI23161、CI23162 芯片 ESD 等级较高并且模块设计为方便用户扩展，所以模块上仅在麦克风、喇叭、串口、天线入口上设计了 ESD 器件，对于 ESD 要求很高的产品可以再添加 ESD 器件。建议用户在检验、焊接生产过程中佩戴防静电手环或防静电手套、指套。在对应底板连接器位置请预留 ESD 防护器件，保障产品的质量可靠性。
- 模块的麦克风、喇叭、电源、串口等接口不可错接。
- 若需采用 USB 转串口工具对模块进行软件调试，需首先在 SDK 程序中的相应位置加上串口打印命令，编译后生成固件并烧录，即可进行调试验证。
- 模块底板或上位机主板设计时，模块 5V 电源输入端口需配置容值不小于 100uF 的电容，麦克风信号的走线尽量短且需注意屏蔽。SPK 信号走线尽量短而粗，走线区域及该区域的 PCB 背面不得有其它走线跨跃。
- 控制底板翘曲程度不大于 0.5%，防止模块焊接不良。

4 生产指南、存储和包装订购信息

4.1 生产存储指南

1. CI-G16XGS03T 模块存储条件如下：

- 采用真空防潮袋标准包装的模块，可储存于温度-40℃~+100℃，湿度 0%-85% RH 的存储环境中。
- 真空防潮袋内置有湿度指示卡如下图：

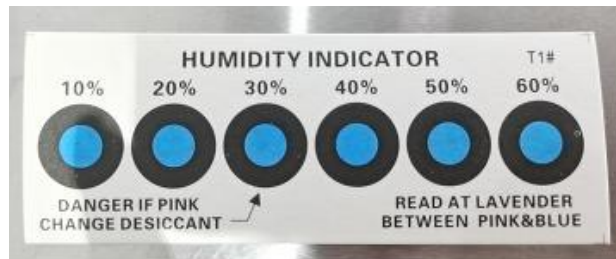


图 17 湿度指示卡

2. 若湿度指示卡有以下变色情况，需按照相应的烘烤参数进行烘烤：

- 拆封真空袋时，若发现湿度指示卡读值 30%、40%、50%色环均为蓝色，需要对模块持续烘烤 2 小时
- 若湿度指示卡读取到 30%色环变为粉色，需要对模块持续烘烤 4 小时
- 若湿度指示卡读取到 30%、40%色环变为粉色，需要对模块持续烘烤 6 小时
- 若湿度指示卡读取到 30%、40%、50%色环变为粉色，需要对模块持续烘烤 12 小时

3. 烘烤参数如下：

- 烘烤温度：125±5℃
 - 报警温度设定：130℃
 - 烘烤次数：1 次
 - 自然条件下冷却，模块温度<36℃后，即可进行 SMT 贴片
 - 若烘烤后超过 12 小时模块仍未焊接，需再次进行烘烤。
4. 整个贴装操作过程需对模块进行 ESD 保护，生产操作需佩戴静电手套/手环。
5. 为了确保生产良率，贴装的模块请全部进行目测、AOI 检测，并注意炉温控制、贴装是模块的吸附方式、摆放方式的正确性。

4.2 推荐炉温曲线

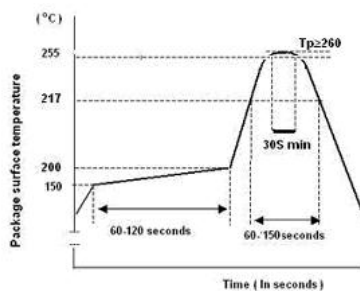


图 18 模组贴装炉温曲线

4.3 包装及订购信息

表 6 模块订购信息

产品型号	包装方式	每一托盘装 模块数量	每一包装组 模块数量	每箱包装模 块数量
CI-G161GS03T	托盘+静电袋 +纸箱	- pcs	- 个托盘共 - pcs	- 袋共 - pcs
CI-G162GS03T				

5 采购和技术支持

用户如果要采购我司产品样品，请点击 [👉样品购买](#)。

如果您想获取技术支持，请登录[👉启英泰伦语音 AI 平台](#)。

- 启英泰伦保留对本说明书的解释权和更改权，如有更改恕不另行通知！客户在应用设计前应获取最新版本资料，并验证相关信息是否准确和完整。
- 任何半导体产品在特定条件下都有发生失效或故障的可能，芯片应用方有责任在使用本产品进行系统设计和整机制造时，遵守安全标准并采取安全防护措施，以避免可能的产品失效造成人身伤害或财产损失！
- 启英泰伦将竭诚为客户提供更好的产品和更优质的服务！