卫通方案

# 模块主要功能

基于芯片HTD1001和BP2012的模块，集成基带芯片、射频芯片、功放、电源管理及外围芯片等，是一款CSM+BD的无线模块，提供语音和数据业务功能，是CSM数据和语音传输的一个解决方案。



图1-1  模块原理框图

模块主要可以分为以下几个部分：基带芯片、射频芯片、北斗基带芯片、北斗射频、电源管理（PMU）、存储芯片（Memory）、对外接口等。

1.2. 基带芯片概述

HTD001是一款卫星通信基带芯片，芯片基本特性：

* + - 采用高性能低功耗的 CMOS 技术，40nm 制造工艺，388 pin脚、0.5pitch BGA 封装，面积为 13mm×13mm；
    - 采用三核架构，包含1 个ARM9 、一个ARM11和1个CEVA DSP；
    - 支持 CSM；
    - 支持BD；
    - 支持 USB2.0 HS；
    - 支持 2 组SIM卡接口；
    - 支持2 组 SDIO接口；
    - 支持LPDDR2 和静态存储器。

1.3. 模块射频

模块射频部分由射频收发芯片、声表面波滤波器SAW、低噪放LNA 、功放PA 、收发开关SWITCH等组成，用于S波段卫通移动通信信号的收发。支持半双工通信，最大发射功率2W。

1.4. 存储芯片（Memory）

模块的存储采用MCP，Nand+LPDDR2，用于卫通、北斗系统程序的存储与运行。

1.5. 电源管理（PMU）

整个模块通过CSM\_BAT 脚供电，工作电压为3.3V-4.2V，典型工作电压为3.8V。电压管理芯片以CSM\_BAT作为输入，产生模块需要的各个电压。

1.6. 北斗射频

北斗包括北斗基带、北斗射频芯片和SWA等，其中两级LNA的增益为40db。

下图为模块应用场景示意图

图1-2  模块应用原理框图

模块特性如下1-1表格所示：

表1-1 模块特性列表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 基本特性 | 描述 | 备注 |
| 制式 | S移动/BD B1/L1/F1/B3 |  |
| 芯片工艺 | 40nm 制造工艺，388 pin脚、0.5pitch BGA 封装，面积为 13mm×13mm |  |
| 工作频段 | S波段上行：1980MHz-2010MHz |  |
| S波段下行：2170MHz-2200MHz |  |
| 北斗B1；GPS L1；GLONASS F1；北斗B3； |  |
| 最大发射功率 | 2W |  |
| 工作电压 | 3.3V-4.2V，典型工作电压3.8V |  |
| 功耗 | 待机功耗：100mw@3.8v |  |
| 业务支持 | 语音：1.2/2.4/4Kbps |  |
| 传真：2.4/4.8/9.6Kbps |  |
| 数据业务：1.2Kbps-9.6Kbps分档可变 |  |
| 短消息：消息长度140字节 |  |
| AT指令 | 遵循标准《07.005 XX系统用于移动地球站(MES)的AT命令》 |  |
| 温度范围 | 工作温度：-40°C to +55°C |  |
| 存储温度：-40°C to +85°C |  |
| 相对湿度 | 高温高相对湿度环境：(95±3)％(≥40℃) |  |
| 低温高相对湿度环境：(95±3)％(≤40℃) |  |
| 电磁兼容性 |  |  |
| 结构尺寸 | 长\*宽\*高：53\*51\*4.5mm |  |

模块外形和尺寸如下图：

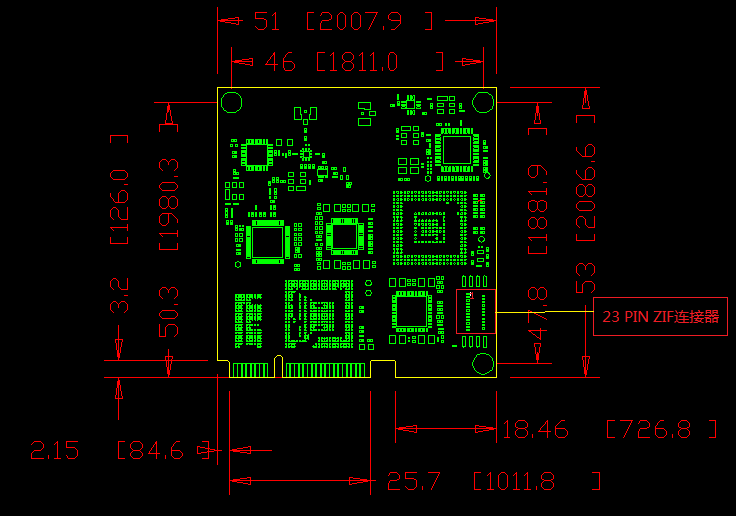


图1-3模块PCB版图，尺寸：长\*宽\*高：53\*51\*4.5mm

# 模块对外接口

## 模块功能概述

模块通过MINI-PCIE与AP连接，ZIF链接器通过FPC和主板上DB部分加密卡连接。模块接口信号可分为如下几类：

* 通信信号：
  + - * 1组SDIO信号；
      * 2组UART信号；
      * 1组USIM信号；
      * 1组PCM信号；
      * 1组USB信号。
* 控制信号:
* PWREN开机信号；
* 休眠唤醒控制信号；
* 模块进入USB boot模式控制信号；
* 北斗部分的UART boot模式控制信号；
* 电源、地信号；
* 射频接口信号：
* CSM射频接口；
* BD射频接口。
* BD SIM卡接口：
* 2组USIM信号；
* 1组UART信号。

pin定义如下表格：

* 表 2-1 MINI-PCIE pin脚列表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **PIN** | **名称** | **DIR** | **描述** | **电压域** |
| 1 | AP\_WAKEUP\_BB | I | AP唤醒基带信号 | 1.8V |
| 2 | CSM\_BAT | Power | 电源 | 3.3V-4.2V |
| 3 | USB\_BOOT | I | 模块进入USB下USB BOOT模式，低电平有效 | 1.8V |
| 4 | GND |  | 地 |  |
| 5 | UART0\_RTS | O | UART请求发送；用于卫通部分和AP之间的数据通信 | 1.8V |
| 6 | UART0\_CTS | I | UART清除发送，切换到接收模式；用于卫通和AP之间的数据通信 | 1.8V |
| 7 | BB\_WAKEUP\_AP | O | 基带唤醒AP信号 | 1.8V |
| 8 | VDD\_SIM0 | O | SIM卡电源 | 1.8V/3.3V |
| 9 | GND |  | 地 |  |
| 10 | SIM0\_DAT | I/O | SIM卡数据信号 | 1.8V/3.3V |
| 11 | UART0\_RXD | I | UART接收数据；用于卫通和AP之间的数据通信 | 1.8V |
| 12 | SIM0\_CLK | O | SIM卡CLK信号 | 1.8V/3.3V |
| 13 | UART0\_TXD | O | UART发送数据；用于卫通和AP之间的数据通信 | 1.8V |
| 14 | SIM0\_RST | O | SIM卡复位信号 | 1.8V/3.3V |
| 15 | GND |  | 地 |  |
| 16 | AP\_SLEEP\_BB | I | AP休眠信号 | 1.8V |
| 17 | 1PPS\_IN | I | 1PPS输入 | 1.8V |
| 18 | GND |  | 地 |  |
| 19 | 1PPS\_OUT | O | 1PPS输出 | 1.8V |
| 20 | BB\_SLEEP\_AP | O | 模块休眠信号 | 1.8V |
| 21 | GND |  | 地 |  |
| 22 | PWREN | I | 开机信号，高电平有效 | 1.8V |
| 23 | SD0\_DAT0 | I/O | 加密卡数据 | 3.3V |
| 24 | CSM\_BAT | Power | 电源 | 3.3V-4.2V |
| 25 | BD\_BOOT\_MODE | I | BD部分进入UART boot信号，高电平有效 | 1.8V |
| 26 | GND |  | 地 |  |
| 27 | GND |  | 地 |  |
| 28 | SD0\_CMD | I/O | 加密卡CMD | 3.3V |
| 29 | GND |  | 地 |  |
| 30 | SD0\_DAT1 | I/O | 加密卡数据 | 3.3V |
| 31 | SD0\_DAT2 | I/O | 加密卡数据 | 3.3V |
| 32 | AP\_BD\_POWER\_EN | I | BD模块使能信号，高电平有效 |  |
| 33 | SD0\_DAT3 | I/O | 加密卡数据 | 3.3V |
| 34 | GND |  | 地 |  |
| 35 | GND |  | 地 |  |
| 36 | USB\_DM | I/O | USB用于下载更新模块程序 | 3.3V |
| 37 | GND |  | 地 | 1.8V/3.3V |
| 38 | USB\_DP | I/O | USB用于下载更新模块程序 | 3.3V |
| 39 | CSM\_BAT | Power | 电源 | 3.3V-4.2V |
| 40 | GND |  | 地 |  |
| 41 | CSM\_BAT | Power | 电源 | 3.3V-4.2V |
| 42 | BD\_TXD | O | 北斗UART的数据发送；用于北斗和AP之间的数据通信 | 1.8V |
| 43 | GND |  | 地 |  |
| 44 | BD\_RXD | I | 北斗UART的数据接收；用于北斗和AP之间的数据通信 | 1.8V |
| 45 | PCM\_CLK | O | PCM位时钟 | 1.8V |
| 46 | SD0\_CLK | O | 加密卡时钟 | 3.3V |
| 47 | PCM\_OUT | O | PCM串行数据输出 | 1.8V |
| 48 | NC |  |  |  |
| 49 | PCM\_IN | I | PCM串行数据输入 | 1.8V |
| 50 | GND |  | 地 |  |
| 51 | PCM\_SYNC | I/O | PCM帧时钟 | 1.8V |
| 52 | CSM\_BAT | Power | 电源 | 3.3V-4.2V |

* 表 2-2 pin脚ZIF连接器pin列表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **PIN** | **名称** | **DIR** | **描述** | **电压域** |
| 1、2、3、4、5、7、9 | NC |  |  |  |
| 6 | GND |  | 地 |  |
| 8 | BD\_SIM1\_DAT | I | BD加密卡数据信号 | 3.3V |
| 10 | BD\_SIM1\_CLK | O | BD加密卡时钟信号 | 3.3V |
| 11 | GND |  | 地 |  |
| 12 | BD\_SIM1\_RST | I | BD加密卡复位信号 | 3.3V |
| 13 | BD\_UART5\_TXD | O | UART发送数据 |  |
| 14 | GND |  | 地 |  |
| 15 | BD\_UART5\_RXD | O | UART接收数据 |  |
| 16 | BD\_SIM0\_DAT | I/O | BD加密卡数据信号 | 3.3V |
| 17 | GND |  | 地 |  |
| 18 | BD\_SIM0\_CLK | O | BD加密卡CLK信号 | 3.3V |
| 19 | BD\_UART4\_TXD | O | UART发送数据，资源转发接口 |  |
| 20 | BD\_SIM0\_RST | I | BD加密卡复位信号 | 3.3V |
| 21 | BD\_UART4\_RXD | I | UART发送数据，资源转发接口 |  |
| 22 | GND |  | 地 |  |
| 23 | GND |  | 地 |  |

## 模块接口说明

### 模块开机初始化

模块开机后，经过约10s时间返回SIM卡和开机注册信息，才能进入正常工作模式，每次上电复位后均需要等待UART0返回注册信息后再进行正常操作。

### UART0

UART0:支持4线串口模式，最高支持1.6Mb/s的传输速率。UART0通过标准的模块握手信号和AT命令进行串行通信。接口用来CSM和AP串行通信接口，支持1.8V电平的输入输出。

表 2-3UART0信号

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **信号** | **信号说明** | **信号方向** |
| UART0\_TXD | 发送数据 | 输出 |
| UART0\_RXD | 接收数据 | 输入 |
| UART0\_CTS | 清除发送，切换到接收模式 | 输入 |
| UART0\_RTS | 请求发送 | 输出 |

UART0与AP的连接方式如下图所示：

图 2-1UART0信号modem与AP连接方式



### BD UART

BD UART:支持2线串口模式，最高支持115200b/s的传输速率。BD UART接口是BD和AP之间的串行通信接口，支持1.8V电平的输入输出。

表 2-4BD UART信号

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 信号 | 信号说明 | 信号方向 |
| BD UART\_TXD | 发送数据 | 输出 |
| BD UART\_RXD | 接收数据 | 输入 |

UART与AP的连接方式如下图所示：

图 2-2BD UART信号modem与AP连接方式



### SDIO

SDIO加密卡接口支持4bit，最高CLK支持到12MHz，支持3.3V电平的输入输出，DAT1复用为中断信号。信号接口如下表所示。

表 2-5 SDIO信号

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 信号 | 信号说明 | 信号方向 |
| CLK | SDIO时钟信号 | 输出 |
| CMD | 传送命令 | 输入/输出 |
| DAT0，DAT1，DAT2，DAT3 | 数据信号 | 输入/输出 |

SDIO加密卡的连接方式如下图所示：

图 2-3 加密卡的电路图



如上图所示，用来保护SIM卡的ESD器件靠近SIM卡座放置，ESD器件的接地pin脚直接连接到主地，确保对SIM卡的良好ESD保护。

### SIM卡

SIM卡接口可外接3.3V的SIM卡，接口信号如下表所示。

表 2-6SIM卡接口信号

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 信号 | 信号说明 | 信号方向 |
| VDD\_SIM0 | 电源信号 | 输出 |
| SIM0\_CLK | 时钟信号 | 输出 |
| SIM0\_RST | 复位信号 | 输出 |
| SIM0\_DAT | 数据线 | 输入/输出 |

模块上没有安装SIM卡卡槽，需要在AP主板上安装SIM卡卡槽。SIM卡的电路图如下图所示：

图 2-4SIM卡电路图

如上图所示，用来保护SIM卡的ESD器件靠近SIM卡座放置，ESD器件的接地pin脚直接连接到主地，确保对SIM卡的良好ESD保护。

### PCM

模块提供一路PCM接口，用于与CPU之间的语音通信。采样率支持8kHz，信号接口如下表：

表 2-7I2S/PCM接口规范

|  |  |
| --- | --- |
| 参数 |  |
| BCLK Frequency/ PCM\_CLK | 400KHz-2.4 MHz |
| LRLK Frequency /PCM\_SYNC | 8KHz |
| Data Bit | 8its-24bit |

表 2-8 I2S/PCM接口信号

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 信号 | 信号说明 | 信号方向 |
| PCM\_CLK | 位时钟 | 输出 |
| PCM\_SYNC | 帧时钟，用于切换左右声道的数据 | 输出 |
| PCM\_OUT | 串行数据输出 | 输出 |
| PCM\_IN | 串行数据输入 | 输入 |

图 2-6 PCM信号modem与AP连接方式





PCM 数据格式：采样率为8K，16bit。

### 控制信号

模块和AP之间的控制信号主要包含以下几种：

* 电源开关信号；
* 休眠、唤醒控制信号。

表 2-9控制信号

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 信号 | 信号说明 | 信号方向 |
| PWREN | 开机信号 | 输入 |
| AP\_WAKEUP\_BB | AP唤醒模块 | 输入 |
| BB\_WAKEUP\_AP | 模块唤醒AP | 输出 |
| BB\_SLEEP\_AP | 模块休眠信号 | 输出 |
| AP\_SLEEP\_BB | AP休眠信号 | 输入 |
| BOOT | 使模块进入USB BOOT模式 | 输入 |
| BD\_BOOT\_MODE | 使模块北斗部分进入UART BOOT模式 |  |

### 射频接口

模块有CSM和BD两个射频接口，如下列表：

表 2-10射频信号

|  |  |
| --- | --- |
| 信号 | 信号说明 |
| RF\_CSM | CSM射频接口 |
| RF\_GPS | GPS射频接口 |

### USB接口

USB接口支持USB2.0 high speed协议，用于模块程序下载或是和AP之间通信。

表 2-11 USB信号

|  |  |
| --- | --- |
| 信号 | 信号说明 |
| USB\_DP | USB数据信号 |
| USB\_DM | USB数据信号 |

### BD加密卡接口

加密卡接口支持两组SIM，用于模块和BD加密卡之间的通信。

|  |  |
| --- | --- |
| 信号 | 信号说明 |
| BD\_SIM1\_DAT | BD加密卡数据信号 |
| BD\_SIM1\_CLK | BD加密卡时钟信号 |
| BD\_SIM1\_RST | BD加密卡复位信号 |
| BD\_SIM0\_DAT | BD加密卡数据信号 |
| BD\_SIM0\_CLK | BD加密卡时钟信号 |
| BD\_SIM0\_RST | BD加密卡复位信号 |

### UART发送数据，资源转发接口

|  |  |
| --- | --- |
| 信号 | 信号说明 |
| BD\_UART4\_TXD | 资源转发接口 |
| BD\_UART4\_RXD | 资源转发接口 |

## 数字接口电压

SIM卡接口电压范围如下图所示：

表 2-12SIM卡接口电压

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **符号(SIM)** | **参数** | **条件** | **最小** | **典型** | **最大** | **单位** |
| VDD | SIM Voltage | — | 2.9 | 3.1 | 3.3 | V |
| VIH[1] | Input Voltage High | — | 0.8\* VDD | — | VDD | V |
| VIL[1] | Input Voltage Low | — | 0 | — | 0.2\* VDD | V |
| VOH | Output Voltage High | — | 0.8\* VDD- | — | VDD | V |
| VOL | Output Voltage Low | — | 0 | — | 0.2\* VDD | V |

数字IO接口支持1.8V电平，接口电压范围如下表所示：

表 2-13数字IO接口电压

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **符号(IO)** | **参数** | **条件** | **最小** | **典型** | **最大** | **单位** |
| VIH[1] | Input Voltage High | — | 0.8\* VDD-IO | — | VDD-IO | V |
| VIL[1] | Input Voltage Low | — | 0 | — | 0.2\*VDDIO | V |
| VOH | Output Voltage High | — | 0.8\* VDD-IO | — | VDD-IO | V |
| VOL | Output Voltage Low | — | 0 | — | 0.2\* VDDIO | V |
| RPU | Resistance of pull-up PAD | — | 75 | 127 | 216 | Kohm |
| RPd | Resistance of pull-down PAD | — | 72 | 125 | 231 | Kohm |

# 应用总体方案

## 模块应用整体架构

模块整体应用框架如下图所示，HTDM2214模块通过对外的两路链路收发通导射频信号，通过物理接口（UART\USART\PCM）与MCU交互，MCU对USB接收的数据进行解析，根据应用事件完成对HTDM2214模块的控制和数据收发，并通过USB链路与外部主控终端进行交互

图3-1、模块整体框架图

## 应用细化方案

### 应用硬件方案



图3-2模块-MCU硬件连接图

为了应对GD32MCU与模块音频接口不兼容的问题，拟采用两路I2S接收一路PCM音频信号，为了保证话音实时性，两路I2S音频信号需要采用同一路CK与WS信号，并在布线时保证两路I2S信号的CK与WS尽量等长。

### 应用软件方案

图3.2控制MCU应用细化框架图

模块应用细化框图如上图所示，主要分为两大部分：HTDM2214大S/BD射频收发处理模块和GD32应用处理MCU两部分。HTDM2214负责接收卫通/导航数据并转换成对应的物理接口。

应用处理MCU负责完成：1、与模块的命令交互，将应用需求解析后转换成对模块的交互控制。2、数据内容分发，将模块收到的导航数据，话音数据，短信息数据等实时合理的转发给外部主控终端，也可将终端数据解析后下达到模块。3、与模块的对外接口物理连接，完成模块全部物理信道连接。降低了HTDM2214模组对终端OS的依赖性，达到“高内聚、低耦合”的效果。

# 技术途径

## 模块外围使用方案

### 开机、关机时序

* 卫星通信部分的开机、关机时序

模块卫星通信部分的开机、关机通过控制信号PWREN实现。

开关机时序图如下图所示：

图 4-1 开机时序



图 4-2关机时序



* 北斗部分的开机、关机时序

模块BD通信部分的开机、关机通过控制信号AP\_BD\_POWER\_EN实现。

开关机时序图如下图所示：

图 4-3 开机时序



图 4-4关机时序



### 程序烧录时序

* 卫星通信部分程序烧录时序

模块进入USB boot模块通过拉低USB\_BOOT实现，时序如下图所示：

图 4-5卫通烧录时序



USB\_BOOT为低电平时模块进入USB boot下载模式，不能正常启动，该pin脚在模块内部的上拉为100K，MCU侧所选取的GPIO 在reset状态下设计为上拉，保证正常使用。

* BD部分程序烧录时序

模块BD部分进入UART boot模块通过拉低UART\_BOOT实现，时序如下图所示：

图4-6 北斗烧录时序



UART\_BOOT为高电平时模块北斗部分进入UART boot下载模式，不能正常启动，模块内部的上拉为10K，MCU侧所选取的GPIO 在reset状态下设计为下拉，保证正常使用。

### Modem和AP的睡眠机制

Modem和AP之间的睡眠机制：

* AP wakeup modem，用于AP唤醒modem
* 当该信号为高时，表明AP主动唤醒modem或是不允许modem进入sleep状态；
* 当该信号为低电平时，表明AP允许modem进入sleep状态。
* Modem wakeup AP，用于modem唤醒AP
* 当该信号为高时，表明modem主动唤醒AP或是不允许AP进入sleep状态；
* 当该信号为低时，表明modem允许AP进入sleep状态。

### 电源特性

模块通过CSM\_BAT 脚供电，工作电压为3.3V-4.2V。模块在≤3.3V时不能正常工作，只能在待机状态，为保证模块正常工作，所有的电源pin脚和地pin脚都要使用，保证供电充足。模块的CSM\_BAT电源信号给整个模块供电，特性如下表格：

表 4-1 电源特性

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 信号 | 最大电压 | 工作电压 |
| CSM\_BAT | 4.2V | 3.8V |
| 模块最大功耗 | 12w | @3.8V |
| 模块待机功耗 | 150mw | @3.8V |

## MCU控制软件解决方案

### 开机初始化

为了应对模块的启动过程，我们在MCU接口初始化工作后，以模块的开机返回值作为状态循环的开始，这样避免了由于模块开机后需要10s左右时间才能正常工作导致输入不正常\丢失现象的发生。将模块复位与MCU复位统一结合，保证两者开启的同步性。

### 应用事件状态循环

为了解决原有基于手机OS上的Ril层应用事件解决方案，我们在MCU上，针对HTDM2214模块手册上的使用功能，对应用层事件类型进行分类。在MCU端根据不同的事件进行状态解析，调用不同的状态应用框架，最终通过对应的物理通道完成与模块的命令&数据的交互

### 模块MUX协议对应实现&上网控制

为了解决上网业务PS数据与AT命令数据的并行传输，HTDM2214模块采用了CMUX串口复用规则，通过在模块内部的linuxOS上添加MUX中间层，实现linux下的伪终端方案，保证端口的复用性。为了应对其解决方案，我们拟采用在MCU端发送一段伪通道建立指令，然后直接剖析模块内部的MUX代码，对发送的PS数据与AT数据按照模块MUX代码进行二次打包，来解决与模块的数据交互问题。具体实现步骤如下：

* 在MCU初始化过程中添加状态修改代码，保证对应的MUX状态位开启
* 发送AT+CMUX开启命令后，随即发送通道建立函数（UIH测试、SABM通道建立、UihServiceNegCommond服务协商、UihFcONCommond整体流控、UihRTRONCommond RTR流控命令），并将发送通道添加MUX帧打包协议，保证以后发送数据都为打包过后的数据。
* 添加帧获取函数，通过固定的标志头(F9)+帧长度，对收到的数据包进行逐条帧获取
* 反向解析获取帧，取得链路通道号（DLC0\DLC1）来区分上网数据\AT命令数据，并将数据内容反向解析&拼接，还原成非MUX协议数据后再进行处理

# 关键技术问题及解决方案

## 话音数据实时性传输问题

为了实现手机端原有的话音通信效果，降低对OS的依赖性。我们采用在MCU端实现手机OS通话功能。首先，在物理链路上，由于采用国产芯片架构，我们对模组提供的PCM接口进行双向切换，通过两路I2S接口来完成数据交互，保证全双工的工作特性。其次，我们在状态机设计上，对音频数据的优先级和传输流程进行了优化，保证话音数据能够实时性的转发。最后，我们在USB协议上对音频数据进行了额外的同步性处理，尽量降低话音信号的传输延时。

## 多功能事件并发&事件命令并存问题

HTDM2214是一个多功能的模组，集成了卫通、导航、网络等多个功能。为了保证各个功能之间正确交互且相互影响降到最低。我们从实际情况出发，结合手机端的应用需求。在状态实现上，通过合理的安排事件的先后、结合适当的缓存、重发、延时等操作。保证重要事件的优先性，并尽可能的加快处理速度，降低事件的传输延时，达到并发并存的效果。

## 多种数据融合传输问题

HTDM2214模组功能复杂，将多个物理端口数据格式统一，只通过USB2.0通用协议与应用层APP进行交互是完成“高内聚、低耦合”的重要一环。对此，我们详细分析了各个事件工作场景，在USB2.0库的基础上，以事件驱动为向导，因地制宜采用不同的传输控制方案。我们专门制定了基于HTDM2214模组的USB传输子协议——WTP协议。保证各种数据能够通过USB一条物理链路进行交互。

# 进度安排

|  |  |
| --- | --- |
| 2016-5-1到2016-- | 完成与HTDM2214模组的交互控制 |
| 2016--到2016-- | 完成基于MCU的原手机OS驱动层&Ril层功能代码移植 |
| 2016--到2016-- | 完成GD32接口驱动的编写&测试 |
|  | 完成模组MUX复用功能控制代码 |
| 2016--到2016-- | 整体联调&测试 |
| 2016--到2016-- | 撰写测试报告和&使用手册 |