

# MSAT

## 应用指南

- 版本号: A\_Draft
- 版本日期: 2020-01-16
- 文件编号: N/A

## 修订记录

版本	版本日期	修订描述
A_Draft	2020-01-16	MSAT 版本 0.0.2;

## 目录

1 概述	4
2 历史版本	5
3 结构	6
3.1 低功耗蓝牙	6
3.2 数字接口	7
3.2.1 通讯接口	7
3.2.2 唤醒/睡眠输入	7
3.2.3 唤醒/睡眠输出	7
3.3 用户主机	8
3.4 蓝牙设备	8
3.5 低功耗蓝牙 SoC	8
3.6 MSAT	8
3.6.1 设备层	8
3.6.2 固件层	8
3.6.3 应用层	9
4 应用	10
4.1 配置	10
4.1.1 用户配置	10
4.1.2 调试日志	10
4.1.3 高级配置	10
4.2 接口	10
4.2.1 msatErr_t msat_app_init(msatEvtCallback_t *cb)	10
4.2.2 msatErr_t msat_app_data_out(char* data, uint16_t len)	10
4.3 工作模式	11
4.3.1 蓝牙数据透传模式	11
4.3.2 蓝牙空中升级模式	12
5 指令	14
5.1 通用指令	14
5.1.1 通用输入指令	14
5.1.1.1 系统复位 MSAT_CMD_IN_RESET: SYSTEMRESET	14
5.1.1.2 获取版本号 MSAT_CMD_IN_VERSION: VER-(?)	14
5.1.1.3 设置工作模式 MSAT_CMD_IN_MODE: MOD-(x)	14
5.1.2 通用输出指令	15
5.1.2.1 唤醒成功 MSAT_CMD_OUT_WAKEUP: WAKEUP	15
5.1.2.2 指令成功 MSAT_CMD_OUT_OK: OK	15
5.1.2.3 指令失败 MSAT_CMD_OUT_ERROR: ERR	15
5.1.2.4 系统复位完成 MSAT_CMD_OUT_RESET: SYSTEMRESET-OK	15
5.1.2.5 输出版本号 MSAT_CMD_OUT_VERSION: VER-data	15
5.2 蓝牙数据透传模式指令	15
5.2.1 蓝牙数据透传输入指令	15

5.2.1.1 设置广播间隔 MSAT_CMD_IN_ADV_INTERVAL: ADP-(x).....	15
5.2.1.2 设置广播数据 MSAT_CMD_IN_ADV_DATA: ADD-(data) .....	16
5.2.1.3 开关广播 MSAT_CMD_IN_ADV_ONOFF: ADS-(x).....	16
5.2.1.4 获取广播状态 MSAT_CMD_IN_ADV_STATE: ADS-(?).....	16
5.2.1.5 获取连接状态 MSAT_CMD_IN_CON_STATE: CST-(?) .....	16
5.2.1.6 获取发送使能状态 MSAT_CMD_IN_SEND_CFG_STATE: CFG-(?)..	16
5.2.1.7 断开连接 MSAT_CMD_IN_DISCON: DSC.....	16
<b>5.2.2 蓝牙数据透传输出指令 .....</b>	<b>17</b>
5.2.2.1 广播状态通知 MSAT_CMD_OUT_ADV_STATE: ADS-x .....	17
5.2.2.2 连接状态通知 MSAT_CMD_OUT_CON_STATE: CST-x.....	17
5.2.2.3 发送使能状态通知 MSAT_CMD_OUT_SEND_CFG_STATE: CFG-x	17
<b>6 数据.....</b>	<b>18</b>
6.1 蓝牙数据透传模式指令 .....	18

## 1 概述

MSAT 是一套使用 C 语言编写、运行在 BLE SoC 上的指令系统，使得用户主机通过简单的操作就能控制 BLE SoC 与其他 BLE 设备进行通讯。

主要特征如下：

- MSAT 设备与用户主机之间使用硬件数字接口相互唤醒、进入睡眠、传输指令（Command）和数据（Data）。
- 蓝牙数据透传模式（Passthrough）。
- 蓝牙空中升级模式（OTA）。

## 2 历史版本

版本	版本日期	描述	支持 SoC	
			SoC 型号	SoC SDK 版本
0.0.1	2019-12-30	初始版本;	TSPA4C500x	0.6.1
0.0.2	2020-01-06	调整了多个蓝牙数据透传输出指令同时触发时的输出顺序;	TSPA4C500x	0.6.2

表 2.1: 历史版本记录表

## 3 结构

MSAT 以及其应用场景的基本结构如图 3.1 所示。

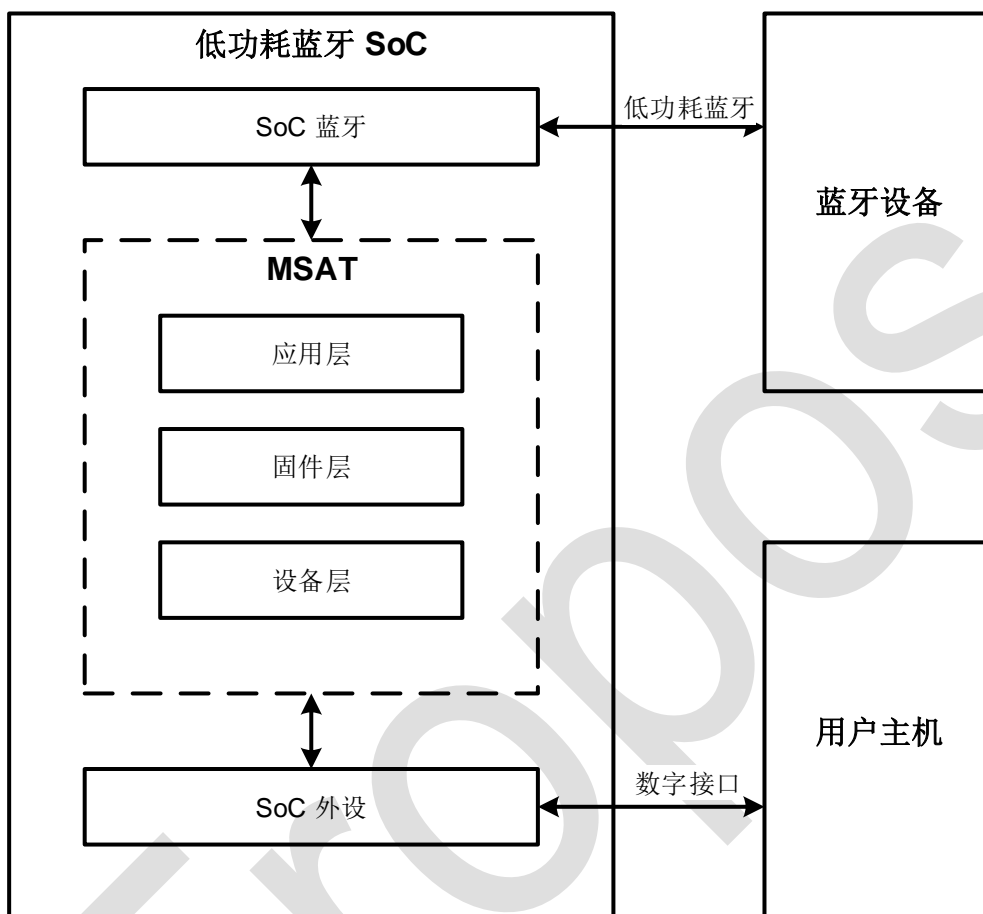


图 3.1: MSAT 以及其应用场景的基本结构图

### 3.1 低功耗蓝牙

使用符合蓝牙技术联盟制定的蓝牙规范 v4.0 及以上版本中的低功耗蓝牙部分。

## 3.2 数字接口

### 3.2.1 通讯接口

MSAT 使用 UART 作为与用户主机之间的指令和数据传输接口。数据位 8 位，无校验位，停止位 1 位。默认波特率 115200，软件可更改。

### 3.2.2 唤醒/睡眠输入

MSAT 设备根据一个 GPIO 输入电平的高低来选择唤醒或者进入睡眠。默认输入低电平唤醒（反之为睡眠电平），软件可更改。

MSAT 设备在使用 UART 接收用户主机的指令和数据之前，需要先被唤醒。MSAT 设备接收到唤醒输入电平后，会通过通讯接口输出指令 `MSAT_CMD_OUT_WAKEUP` 以告知主机 MSAT 设备已经被唤醒，可以接收主机的指令和数据。

MSAT 设备接收到睡眠输入电平后，会进入睡眠。进入睡眠后，已经启动的功能不会被关闭，例如，蓝牙依旧保持连接。

MSAT 唤醒/睡眠输入的时序图如图 3.2 所示。

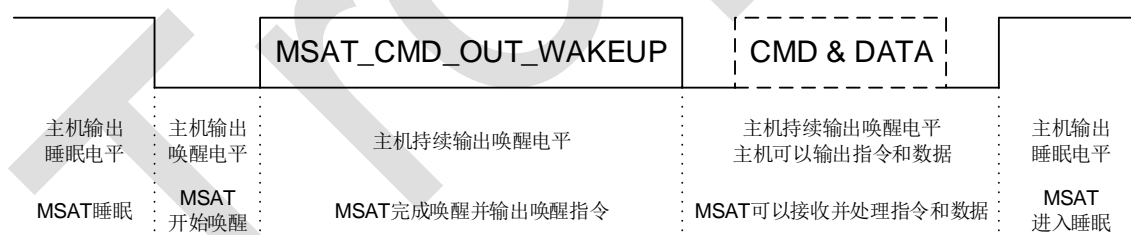


图 3.2: MSAT 唤醒/睡眠输入时序图

### 3.2.3 唤醒/睡眠输出

MSAT 设备输出指令之前，会让一个 GPIO 输出唤醒电平，以告知用户主机准备接收指令和数据，并等待一段时间以保证主机被完全唤醒。默认输出低电平唤醒（反之为睡眠电平），软件可更改。默认等待时间为 0（即不等待），软件可调整。

MSAT 输出指令和数据完成后，立即输出睡眠电平，以告知用户主机可以进入睡眠。

MSAT 唤醒/睡眠输出的时序图如图 3.3 所示。

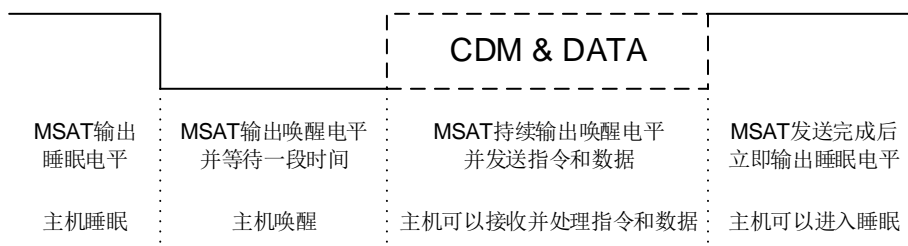


图 3.3: MSAT 唤醒/睡眠输出时序图

## 3.3 用户主机

需支持章节 3.2 所描述的内容。

## 3.4 蓝牙设备

需支持章节 3.1 所描述的内容。

## 3.5 低功耗蓝牙 SoC

需支持章节 3.1 及章节 3.2 所描述的内容。同时还需要支持软件复位，以及 1ms 单位的定时器。

## 3.6 MSAT

### 3.6.1 设备层

设备层主要负责与低功耗蓝牙 SoC 驱动的对接，包括蓝牙接口、数字接口、定时器与软件复位等。用于隔离固件层及更上层对于硬件的依赖。

### 3.6.2 固件层

固件层主要负责 MSAT 指令与数据的处理，是 MSAT 最核心的部分。



### 3.6.3 应用层

应用层主要提供了 **MSAT** 指令、数据和事件的上报，以及输出用户自定义数据的能力，方便用户进行二次开发。

Tropos

## 4 应用

### 4.1 配置

#### 4.1.1 用户配置

MSAT 的主要用户配置在文件 “msat\_config.h” 中，详见文件内注释。

#### 4.1.2 调试日志

用户可以在文件 “msat\_debug.h” 中选择打开或关闭 MSAT 的调试日志。

#### 4.1.3 高级配置

用户可以在文件 “msat\_common.h” 中进行高级配置，包括版本号、指令头、指令及其他高级参数。

### 4.2 接口

MSAT 的主要用户接口在文件 “msat\_app.h” 中。

#### 4.2.1 msatErr\_t msat\_app\_init(msatEvtCallback\_t \*cb)

运行 MSAT 前，需要先使用 msat\_app\_init() 进行初始化，输入参数为用户的回调函数，详见 msatEvtCallback\_t 的定义。

#### 4.2.2 msatErr\_t msat\_app\_data\_out(char\* data, uint16\_t len)

用户可以使用 msat\_app\_data\_out() 通过数字接口输出数据给主机。

## 4.3 工作模式

### 4.3.1 蓝牙数据透传模式

蓝牙数据透传模式目前仅支持 MSAT 设备作为蓝牙从机，且仅能与 1 个蓝牙主机进行数据透传。

蓝牙数据透传模式可以配合通用的 BLE APP 进行测试，例如：LightBlue、nRF Connect 等。

蓝牙数据透传模式系统示意图，如图 4.1 所示。



图 4.1：蓝牙数据透传模式系统示意图

蓝牙数据透传模式操作流程示例，如图 4.2 所示。

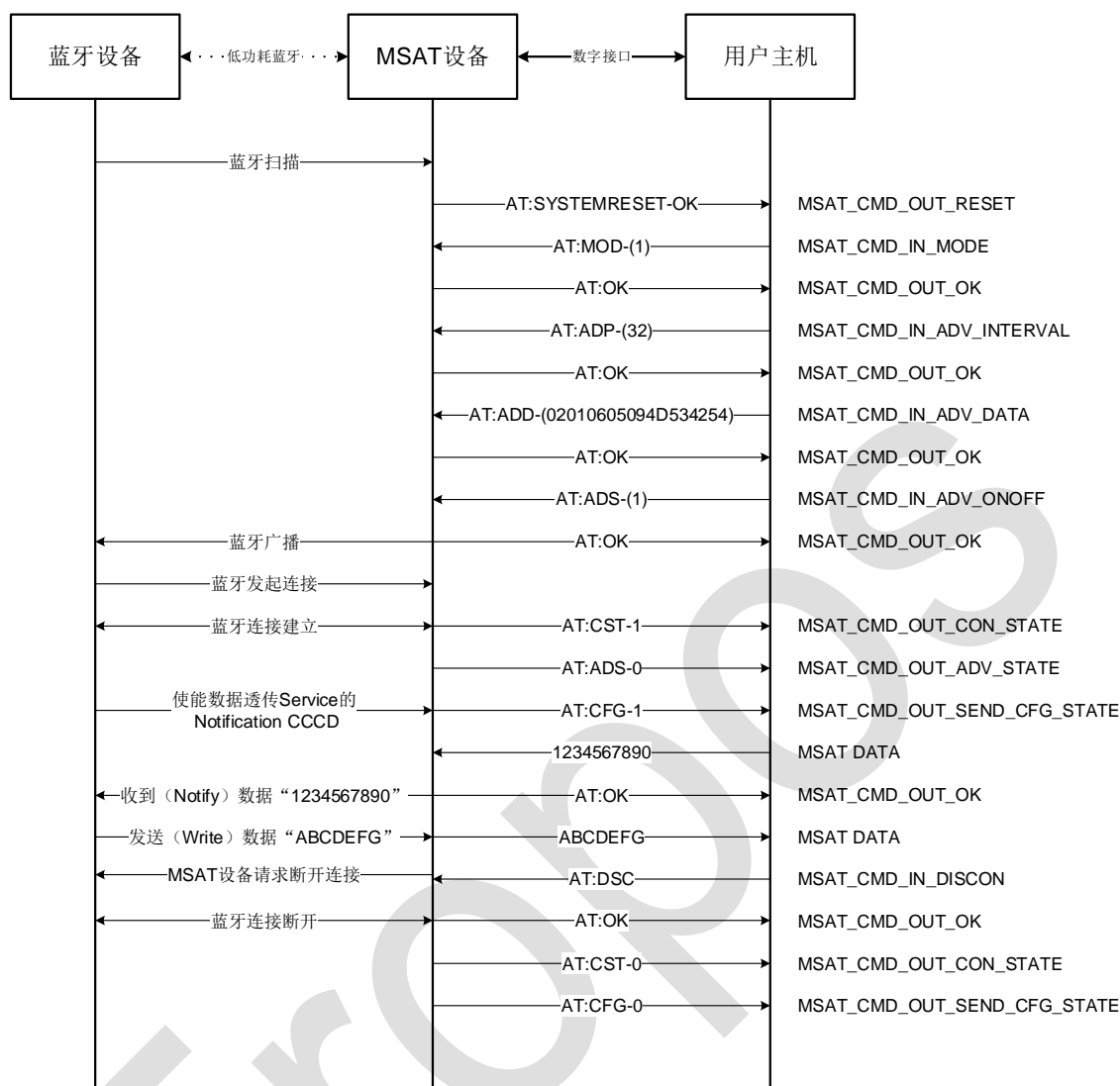


图 4.2： 蓝牙数据透传模式操作流程示例图

### 4.3.2 蓝牙空中升级模式

蓝牙空中升级模式需要配合对应低功耗蓝牙 SoC 的 OTA 主机进行测试，通常为包含在 SoC 的 SDK 内的测试 APP。

蓝牙空中升级模式系统示意图，如图 4.3 所示。



图 4.3: 蓝牙空中升级模式系统示意图

蓝牙数据透传模式操作流程示例，如图 4.4 所示。

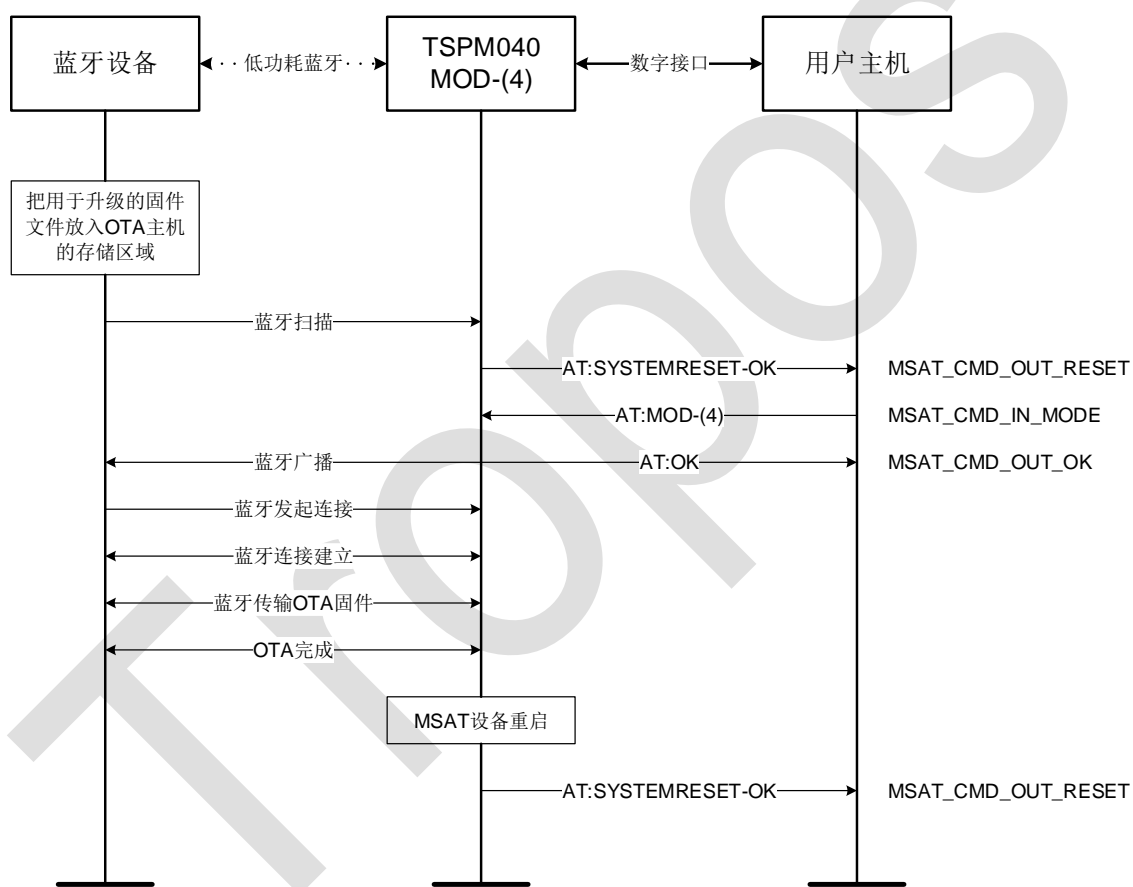


图 4.4: 蓝牙空中升级模式操作流程示例图

## 5 指令

通过数字通讯接口传输的数据，若以 `MSAT_CMD_HEAD`（默认为“**AT:**”）开头，则被认为是 MSAT 指令。下文关于指令的描述，将省略 `MSAT_CMD_HEAD`。

指令中的小写字母字符为变量，其他字符为定值。变量的截取以字符“(”和“)”作为首尾符。

MSAT 收到输入指令后，若没有特别说明，将输出 `MSAT_CMD_OUT_OK` 或者 `MSAT_CMD_OUT_ERROR`。

### 5.1 通用指令

#### 5.1.1 通用输入指令

##### 5.1.1.1 系统复位 `MSAT_CMD_IN_RESET: SYSTEMRESET`

MSAT 收到该指令后，将对 SoC 进行软件复位。

复位完成后，将输出 `MSAT_CMD_OUT_RESET`。

##### 5.1.1.2 获取版本号 `MSAT_CMD_IN_VERSION: VER-(?)`

MSAT 收到该指令后，将输出 `MSAT_CMD_OUT_VERSION`。

##### 5.1.1.3 设置工作模式 `MSAT_CMD_IN_MODE: MOD-(x)`

取值范围：

**x:** **1**(蓝牙数据透传模式)，**4**(蓝牙空中升级模式)。

例如，设置 MSAT 工作模式为蓝牙数据透传模式：

**MOD-(1)**

`MSAT_CMD_IN_MODE` 只有在 MSAT 复位成功以后可以且必须使用 1 次。

## 5.1.2 通用输出指令

### 5.1.2.1 唤醒成功 MSAT\_CMD\_OUT\_WAKEUP: WAKEUP

MSAT 被成功唤醒后，将输出该指令。唤醒流程详见章节 3.2.2。

### 5.1.2.2 指令成功 MSAT\_CMD\_OUT\_OK: OK

MSAT 收到正确的指令并成功执行对应功能后，会输出该指令。

### 5.1.2.3 指令失败 MSAT\_CMD\_OUT\_ERROR: ERR

MSAT 收到错误的指令或执行对应功能失败后，会输出该指令。

### 5.1.2.4 系统复位完成 MSAT\_CMD\_OUT\_RESET: SYSTEMRESET-OK

MSAT 复位完成后，将输出该指令。

### 5.1.2.5 输出版本号 MSAT\_CMD\_OUT\_VERSION: VER-data

MSAT 收到 MSAT\_CMD\_IN\_VERSION 后，将输出该指令。

其中“data”为版本号（宏定义 MSAT\_VERSION）。

## 5.2 蓝牙数据透传模式指令

### 5.2.1 蓝牙数据透传输入指令

#### 5.2.1.1 设置广播间隔 MSAT\_CMD\_IN\_ADV\_INTERVAL: ADP-(x)

取值范围：

**x: 32~16384**。默认：**32**。单位：0.625 毫秒。

例如，设置广播间隔 20 毫秒：

**ADP-(32)**

若广播已经打开，设置广播间隔成功后，广播将立即使用新参数。

#### 5.2.1.2 设置广播数据 MSAT\_CMD\_IN\_ADV\_DATA: ADD-(data)

“data”是广播数据字符串（长度 0~31 字节），以 16 进制表示（0x00~0xFF，字母大写，长度 0~62 字节）。默认：“02010605094D534254”。

例如：

**ADD-(02010605094D534254)**

若广播已经打开，设置广播数据成功后，广播将立即使用新参数。

#### 5.2.1.3 开关广播 MSAT\_CMD\_IN\_ADV\_ONOFF: ADS-(x)

取值范围：

**x: 0**(关闭广播)，**1**(打开广播)。

例如，打开广播：

**ADS-(1)**

#### 5.2.1.4 获取广播状态 MSAT\_CMD\_IN\_ADV\_STATE: ADS-(?)

MSAT 收到该指令后，将输出 MSAT\_CMD\_OUT\_ADV\_STATE。

#### 5.2.1.5 获取连接状态 MSAT\_CMD\_IN\_CON\_STATE: CST-(?)

MSAT 收到该指令后，将输出 MSAT\_CMD\_OUT\_CON\_STATE。

#### 5.2.1.6 获取发送使能状态 MSAT\_CMD\_IN\_SEND\_CFG\_STATE: CFG-(?)

MSAT 收到该指令后，将输出 MSAT\_CMD\_OUT\_SEND\_CFG\_STATE。

#### 5.2.1.7 断开连接 MSAT\_CMD\_IN\_DISCON: DSC

MSAT 收到该指令后，将断开蓝牙连接。



## 5.2.2 蓝牙数据透传输出指令

### 5.2.2.1 广播状态通知 MSAT\_CMD\_OUT\_ADV\_STATE: ADS-x

当 MSAT 广播状态发生变化，或者收到 MSAT\_CMD\_IN\_ADV\_STATE 时，将输出该指令。

取值范围：

**x: 0**(广播已关闭)，**1**(广播已打开)。

### 5.2.2.2 连接状态通知 MSAT\_CMD\_OUT\_CON\_STATE: CST-x

当 MSAT 连接状态发生变化，或者收到 MSAT\_CMD\_IN\_CON\_STATE 时，将输出该指令。

取值范围：

**x: 0**(蓝牙已断开)，**1**(蓝牙已连接)。

### 5.2.2.3 发送使能状态通知 MSAT\_CMD\_OUT\_SEND\_CFG\_STATE: CFG-x

当 MSAT 发送使能状态发生变化，或者收到 MSAT\_CMD\_IN\_SEND\_CFG\_STATE 时，将输出该指令。

取值范围：

**x: 0**(发送已禁用)，**1**(发送已使能)。

## 6 数据

通过数字通讯接口传输的数据，若不以 MSAT\_CMD\_HEAD（默认为“AT:”）开头，则被认为是 MSAT 数据。

### 6.1 蓝牙数据透传模式指令

在蓝牙透传模式下，MSAT 数据被定义为蓝牙透传的数据。

Troposphere