

探究 AT 指令的格式

(以 WAVECOM 模块 AT 指令为例, 蓝色为模块返回值)

孙作雷

2005 年 5 月 15 日 (Version 1.0)

一、探究 AT 指令格式的必要性

在大多数基于 GSM/GPRS 的数传应用中, 是将 MCU 与无线模块相连, 二者依托串口通信(需电平转换), 程控 MCU 以一定的协议对模块发送 AT 指令、接收模块执行指令后的返回值, 并执行相应校验。MCU 串口实质上是以位为单位完成收发, 由协议预定义的起始位、校验位、停止位决定数据帧的封装格式。字符格式的 AT 指令需按照 ASCII 编码转化为二进制数后才可存储在 MCU 的 ROM 中, 进而通过串口收发, 但 AT 指令及其返回字符串中混有不可打印字符, 如 AT 指令通常的控制字符 <CR>、短信发送的指令符 <Ctrl+Z>, 所有的 AT 指令返回值并非以可打印字符起始, 它们如何在指令中表示, 在返回字符的何处出现; 为实现某一功能, 需发送多条有连贯意义的 AT 指令时, 能否连发, 之间的间隔又该多大。

上述问题是用 MCU 控制无线模块的关键, 透彻解决它们的第一步是准确掌握 AT 指令的格式。

二、调试和侦听串口的第三方工具

1、超级终端的缺点

Windows 自带的超级终端被广泛应用于无线模块的调试过程, 经过一段时间的实际使用, 其存在以下缺点:

- ❑ 不支持以十六进制发送指令。
- ❑ 不支持实时调节串口参数。
- ❑ 不支持以字节为单位发送指令。
- ❑ 不显示接收字符中的不可打印字符。

而以上的几点是细致探究 AT 指令格式所必需的, 故需借助超级终端之外的第三方串口监控软件。

2、PortSpy (端口侦探) 简介

PortSpy (端口侦探) 是我国的自由软件作者黄金龙用 DELPHI 6 编写的一款较为优秀的串口侦听软件, 该软件可以在不占用串口的情况下实现对 PC 串口 (COM) 和并口 (LPT) 的调试与监测。是一款综合型调试软件。主要功能如下:

- ❑ **串口调试:** 可设置串口的波特率, 数据位, 停止位, 校验位等参数, 可分别以字符串、十六进制格式读写串口。
- ❑ **串口侦听:** 捕获流经串口的数据。
- ❑ **并口操作:** 读写并口、捕获数据。
- ❑ **辅助工具:** 进制转换、图型化操作并口, 使调试更便捷。

本测试中主要使用 PortSpy 的前两种功能。

3、PortSpy 的不足

□ 该软件存在一定的 BUG，对 Windows2000 以上版本使用时，在开启的过程中，常会提示 drwtsn32.exe 出错，不得不重新开启，该过程占用 Windows 系统资源较大。

□ 串口侦听过程中，串口读写的先后和方向，常有误差。

故可以选择其它串口侦听软件。

三、AT 指令收发过程侦听

(以 AT+CGATT=1 为例，并只接收返回值“OK”。)

1、一次性发送 AT 指令的返回值

执行该 GPRS 附着指令后，如正常注册网络并附着，指令的字符格式返回值为“OK”。

返回值的十六进制 ASCII 码如下：

41 54 2B 43 47 41 54 54 3D 31 0D 0A
0D 0A 4F 4B 0D 0A

将返回值转换为字符如下(不可打印字符保留)：

AT+CGATT=1 0D 0A 0D 0A OK 0D 0A

可以看出在执行指令后的返回值中包含了发送出 AT+CGATT=1 不可显示字符 0D 0A 分别是换行和回车，为更清晰地观察指令格式，需开启串口侦听，剖析指令收发的分解过程。

2、分解发送 AT 指令

在发送 AT+CGATT=1 过程中，开启串口侦听，并修正了因软件本身而产生的误差，记录如下(蓝色为模块返回值，字头为串口读写标志及指令字节数。):

```
<== COM2: (1) 41
==> COM2: (1) 41
<== COM2: (1) 54
==> COM2: (1) 54
<== COM2: (1) 2B
==> COM2: (1) 2B
<== COM2: (1) 43
==> COM2: (1) 43
<== COM2: (1) 47
==> COM2: (1) 47
<== COM2: (1) 41
==> COM2: (1) 41
<== COM2: (1) 54
==> COM2: (1) 54
<== COM2: (1) 54
==> COM2: (1) 54
<== COM2: (1) 3D
==> COM2: (1) 3D
<== COM2: (1) 31
==> COM2: (1) 31
<== COM2: (1) 0D
==> COM2: (20) 0D 0D 0A 4F 4B 0D 0A
```

显而易见，每发送一个字符，模块都会返回相同的字符作为接收到的应答信号。这种握手机制有效的确保了指令发送的可靠性、完整性，即使是不可打印字符，比如<Return>，也遵守此握手机制。

四、AT 指令格式分析

分析上述的串口侦听过程可知，AT 指令实质是以字节发送，回车符代表指令的结束，模块接收到回车符后开始执行指令，指令发送过程中，字节间允许有任意间隔。模块接收到指令字节后，会立即答复以相应的握手信号。模

块执行指令后的一切返回值（无论指令执行后的 OK 还是报错信息）都是以不可打印字符“OD OA”开始和结束。

短信发送指令的结束符<Ctrl+Z>经串口侦听，其十六进制 ASCII 码为“1A”。

五、AT 指令的格式控制

1、握手信号的屏蔽

模块回复收到字符的握手信号又称为回显 (Echo)，握手机制能确保指令收发的可靠性，但在实际的设计中，通过 MCU 实现对模块的控制，需接收执行 AT 指令的返回值，并需进行必须的字符校验，每发送一字节指令后模块所返回的握手信号，须程控滤除，频繁的开关串口中断，降低了程序的可靠性。为简化这一过程，需屏蔽模块回显。

以下 AT 指令可取消回显：

ATE0

OK

ATE1 //开启回显

OK

在指令后加“；&W”，可保存设置，如：

ATE0；&W //模块掉电时能保存屏蔽回显的设置。

2、AT 指令返回值格式设置

由以上分析知，模块执行 AT 指令后的返回值是以不可打印字符<CR><LF>为字串的首尾，可通过以下 AT 指令滤除返回值头的不可打印字符：

ATV0 //屏蔽返回值字符头，其格式设置为<text><CR><LF>

OK

ATV1 //重新开启返回值字头显示

OK

3、AT 指令错误报告格式设置

AT+CME=1 //当模块命令行正确，但执行过程出错时，模块返回的错误报告格式为：+CME ERROR：<xxx>或+CME ERROR：<xxx>（<xxx>为相应的错误号，据此可判断错误原因，详情参阅模块说明书及 GSM 标准。当 AT 指令本身发生录入错误，为非法指令字符时，返回 ERROR。

OK

AT+CME=1 //指令命令行拼写错误和指令执行错误时，错误报告的格式均为 ERROR。

OK

当写入模块的指令不以 AT 为头时，模块视为噪声，不返回任何值，等待读取下条指令。

六、参考文献

- [1]. 蔡美琴,张为民,等.MCS - 51 系列单片机系统及其应用.高等教育出版社.1992.8
- [2]. AT Commands Interface Guide.Version 1.00. WAVECOM company. 2001. 10
- [3]. AT commands for GPRS Version 1.8. WAVECOM company. 2002. 5

作者简介：

孙作雷，1982 年 1 月生，山东人，控制理论与控制工程在读硕士，研究方向：GPS/GIS 民用领域产品开发、GSM/GPRS 终端集成及基于 AVR、ARM 系列 MCU 的嵌入式研发，欢迎与大家交流。 MSN: sunzuolei@hotmail.com