

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 3183—2016

电调天线接口技术要求

Technical requirement of remote electric-downtilt antenna interface

2016-10-22 发布

2017-01-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 缩略语、术语和定义.....	1
3.1 缩略语.....	1
3.2 术语和定义.....	2
4 电调天线接口标准的分类.....	3
5 第一层 物理层（Layer 1 Physical Layer）接口标准要求.....	3
5.1 通讯速率.....	3
5.2 数据格式.....	4
5.3 RS485 模式.....	4
5.4 调制解调模式.....	6
5.5 直流供电.....	8
6 第二层 数据链路层（Layer 2 HDLC Layer）接口标准要求.....	10
6.1 接收无效.....	10
6.2 HDLC 帧.....	10
6.3 默认地址.....	11
6.4 窗口大小.....	11
6.5 消息时间.....	11
6.6 支持的 HDLC 帧类型.....	11
6.7 连接状态模式.....	12
6.8 设备类型.....	13
6.9 XID 协商.....	13
7 第七层 应用层（Layer 7 Application Layer）接口标准要求.....	18
7.1 概述.....	18
7.2 EPs 命令.....	20
7.3 公共命令.....	25
7.4 单天线 EP 命令.....	33
7.5 多单元天线 EP 命令.....	39
7.6 TMA EP 命令.....	47

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：中国信息通信研究院、京信通信系统（中国）有限公司、中国移动通信集团公司、中国电信集团公司、中国联合网络通信集团有限公司、华为技术有限公司、武汉烽火科技集团有限公司。

本标准主要起草人：吴 翔、马泽峰、薛锋章、肖伟宏、张申科、刘 罡、卜斌龙、张 宇。

电调天线接口技术要求

1 范围

本标准规定了电调天线接口的技术要求，包含物理层硬件接口和数据链路层中的扫描和链接以及应用层中的功能要求。

本标准适用于电调天线远程控制单元和主从设备互联互通测试。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

ISO/IEC 8482:1993 信息技术 系统间远程通信和信息交换 双绞线多点互连（Information technology -- Telecommunications and information exchange between systems -- Twisted pair multipoint interconnections）

ISO/IEC 13239-2000 信息技术 系统间的电信和信息交换 高级数据链路控制规程（Information Technology – Telecommunications and information exchange between systems – High-level data link control（HDLC） procedures）

IEC 60130-9 - Ed. 3.0 频率低于 3MHz 的连接器--第 9 部分：无线电及相关音响设备用圆形连接器（Connectors for frequencies below 3 MHz -- Part 9: Circular connectors for radio and associated sound equipment）

3GPP TS 25.104 V13.1.0 基站无线传输和接收（第 13 版）（Base Station（BS） radio transmission and reception（FDD）（Release13））

3GPP TS 25.466 V10.0.0 UTRAN Iuant 接口：应用部分（第 10 版）（UTRAN Iuant Interface: Application Part（Release 10））

3GPP TS 45.005 V8.8.0 无线传输和接收（第八版）（Radio transmission and reception（Release 8））
AISG Version 2.0 天线线路设备控制接口（Control Interface for Antenna Line Devices）

3 缩略语、术语和定义

3.1 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ALD Antenna line device

天线线路设备

AISG	Antenna Interface Standard Group	天线接口标准组织
ASCII	American Standard Code for Information Interchange	美国信息互换标准代码
CRC	Cyclic redundancy check	循环冗余校验
EP	Elementary Procedure	基本程序
HDLCL	High-Level Data Link Control	高级数据链路控制
PCU	Portable Control Unit	便携式控制设备
RAE	Remote eAntenna Extension	天线信息化管理模块
RET	Remote electrical tilt unit	远程电调单元
RETAP	Remote Electrical Tilting Application Part	远程电调单元应用部分
RS485	ISO/IEC 8482 (ANSI-EIA RS485)	定义的一种物理接口
TCP	Time-Consuming Procedure	耗时过程
TMA	Tower-mounted amplifier	塔顶放大器
TMAAP	Tower Mounted Amplifier Application Part	塔顶放大器应用部分
3GPP	3rd Generation Partnership Project	3G 合作计划

3.2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.2.1

菊花链 Daisy Chain

通过电缆把多个设备顺序连接的一种方式，相关电气信号采用并行连接。

3.2.2

厂商代码 Vendor Code

一种由AISG组织为每个厂家分配的两字符唯一码。

3.2.3

序列号 Serial Number

一组由19个ASCII字符组成的字符串，前2字节是厂商代码，后17字节由厂家自行分配并保证其唯一性。

3.2.4

返回码 Return Code

表示一个EP命令执行的结果的1字节代码。

3.2.5

告警代码 Alarm Code

表示具体告警的代码。

3.2.6

告警状态 Alarm State

指示是产生还是清除的告警。

3.2.7

校准 Calibrate

驱动天线驱动单元，使其在整个行程内移动，确保无告警及计算天线移相器行程。

3.2.8

配置数据 Configuration Data

一种存储表用来定义天线物理位置与电波束下倾角的关系。

3.2.9

小端字节序 Little-Endian

传输数据的字节的顺序。本文指的是多字节数据的低字节先传输。

3.2.10

[下]倾角 Tilt

天线波束方向与天线轴线之间的夹角。天线的倾角分为机械下倾角和电下倾角。

3.2.11

倾角值 Tilt Value

一个有符号整数，用来描述天线设置的下倾角大小。其值是实际天线电下倾角角度的 10 倍。

4 电调天线接口标准的分类

电调天线接口标准分为以下几类：

- a) 第一层物理层 (Layer 1 Physical Layer) ；
- b) 第二层数据链路层 (Layer 2 HDLC Layer) ；
- c) 第七层应用层 (Layer 7 Application Layer) 。

5 第一层 物理层 (Layer 1 Physical Layer) 接口标准要求

5.1 通讯速率

RET 设备有两个连接模式：

- a) RS485模式：使用多芯屏蔽电缆，支持传统的RS485串行多点总线。
- b) 调制解调器模式：使用同轴电缆连接RET或TMA控制单元，电缆上同时传输DC电源和RF信号。

默认选用 $9.6\text{ kbit/s} \pm 3\%$ ，调制解调器模式时可选择 $38.4\text{ kbit/s} \pm 3\%$ ，RS-485 模式时可选择 $38.4\text{ kbit/s} \pm 3\%$ 或 $115.2\text{ kbit/s} \pm 3\%$ 。

通信数据（字节）格式如图 1 所示。

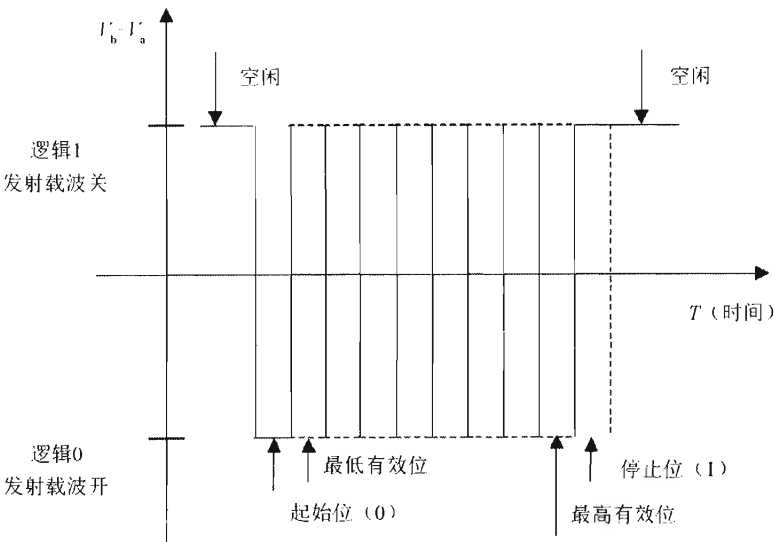


图 1 通信数据格式

5.2 数据格式

数据格式如下：

- 每帧数据是 8 位长，无校验，反向不归零编码。
- 起始位发送 1 位 “0” 编码，停止位发送 1 位 “1” 编码。

发送数据的极性（针对 RS485 模式，接收端）如下：

- 发送 1 $V_{\text{RS485 B}} - V_{\text{RS485 A}} > 0.2\text{ V}$ 。
- 发送 0 $V_{\text{RS485 A}} - V_{\text{RS485 B}} > 0.2\text{ V}$ 。

5.3 RS485 模式

5.3.1 多极连接器

多极连接器应满足以下条件：

- a) 类 型：符合 IEC 60130-9 - Ed. 3.0 的 8 芯圆形 DIN 连接器，通过环形螺母锁紧；
- b) 环境等级：IP67（无防护帽）（注意：未使用的连接器应带防护帽）；
- c) 电流等级：每个引脚能提供 5A 电流。

引脚定义见表 1。

表 1 多极连接器引脚输出

引脚号	信号	描述
1	+12V DC	不建议选择
2	- 48V DC	不建议选择
3	RS485 B	强制要求

表 1 多极连接器引脚输出（续）

引脚号	信号	描述
4	RS485 GND	不建议选择
5	RS485 A	强制要求
6	10V~30V DC	强制要求（该电压范围是从设备满载工作时，输入端电压）
7	DC GND	强制要求
8	N/C	保留

电缆屏蔽层应该通过连接器外壳与大地连接，如果通过菊花链连接的多个连接器连接在一起，至少强制要求的信号应该互相连通。

5.3.2 多极连接器极性

每个ALD设备至少应配置一个数据连接器，如果应用菊花链连接方式，还需要一个连接器用于级联。连接器的极性应按以下原则配置：

- a) Node-B / BTS（如果提供RS485接口）：阴头（一个或多个）；
- b) TMA（内置ALD调制解调器）：阴头；
- c) RET：一个阳头和一个可选的阴头（用于级联输出）；
- d) 级联电缆：一个阳头和一个阴头。

注：对于TD-SCDMA系统，一般每个扇区单独设置一个RRU和一面天线，一个RRU只连接一个RET，这种情况下，RET一般不需要级联，可以只配一个输入公座。

5.3.3 RS485 串行数据总线

5.3.3.1 连接

RS485总线是根据ISO/IEC 8482:1993（RS485）标准多点配置的双向线对，引脚定义见表1。
RS485 GND不建议选择。

5.3.3.2 设备终端电阻

连接于此系统中的ALD设备的RS485端不要求额外装配终端电阻，其本身终端电阻应满足以下要求：

- 电阻（RS485 B 对 RS485 A） $> 1\text{ k}\Omega$ ；
- 电阻（RS485 B、RS485 A 对 GND） $> 1\text{ k}\Omega$ ；
- 电容（RS485 B 对 RS485 A） $< 1\text{ nF}$ ；
- 电容（RS485 B、RS485 A 对 GND） $< 1\text{ nF}$ 。

5.3.3.3 总线终端阻抗

在RS485总线的末端宜装一个与电缆特性阻抗匹配的终端阻抗，但每个ALD设备装匹配阻抗是不必要的。对于工作于低速通信下的ALD网络，（总线末端）也可不加终端阻抗。

5.3.3.4 总线空闲偏置

总线空闲偏置是强制要求的，每个ALD设备必须支持。其偏置电压依据主站、T型头中RS485电路

输出的电压为准。

偏置的极性是在空闲状态时输出1，即 $V_{RS485\ B} - V_{RS485\ A} > 0.2V$ 。

5.4 调制解调模式

5.4.1 载波频率

在这个系统中，应用频率为： $2.176\text{ MHz} \pm 100 \times 10^{-6}$ 。

5.4.2 恢复时间

由于硬件的限制，在收发切换期间设置一个最小的恢复时间是有必要的。因此，定义最小响应时间为 3ms。

5.4.3 阻抗

调制解调器应该在收发两种模式下提供相同的阻抗，标称阻抗 Z_0 为 50Ω ，额定载波频率（误差范围 $\pm 0.1\text{MHz}$ ）下的回波损耗 $>10\text{dB}$ 。

在外部 BS 或天线调制解调模式下，回波损耗 $>20\text{dB}$ 。

5.4.4 信号调制

键控：逻辑 1：载波关闭 逻辑 0：载波打开。

5.4.5 调制器特性

5.4.5.1 信号电平

信号电平载波打开： $+3\text{ dBm} \pm 2\text{ dB}$ ，信号电平载波关闭： $\leq -40\text{ dBm}$ 。

5.4.5.2 杂散

杂散不应超过如图 2 所示的水平，通过在点与点间用线性查值法可以获得其区间值，其中测试带宽需满足表 2 的要求。另外，带外辐射水平应符合 3GPP TS 25.104 和 3GPP TS 45.005 的限值要求。

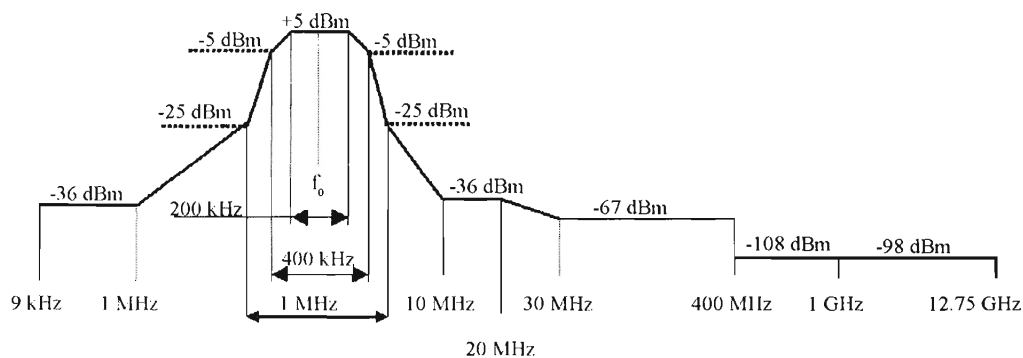


图 2 调制解调器频谱图

表 2 测试带宽标准

频段	测试带宽
9 kHz~150 kHz	1 kHz
150 kHz ~ 30 MHz	10 kHz
30 MHz ~ 1 GHz	100 kHz
1 GHz ~ 12.75 GHz	1 MHz

5.4.5.3 解调器特性

调制解调器开启门限是+5 dBm~-12 dBm，截止门限是-18 dBm 以下，-12 dBm~-18 dBm 没有定义。

5.4.5.4 载波插入损耗

载波插入损耗应 ≤ 0.3 dB。

5.4.5.5 占空比

占空比示意图如图3所示。为保证通过调制解调器的数据位正确的传输，接收与发送之间的数据流占空比不应该发生太大的变化，应符合下式：

$$\Delta DCSYSTEM = |DCRX - DCTX| \leq 10\%$$

式中：

$\Delta DCSYSTEM$ ——收发数据流之间的占空比差值；

DC_{TX} ——输入数据流占空比；

DC_{RX} ——输出数据流占空比。

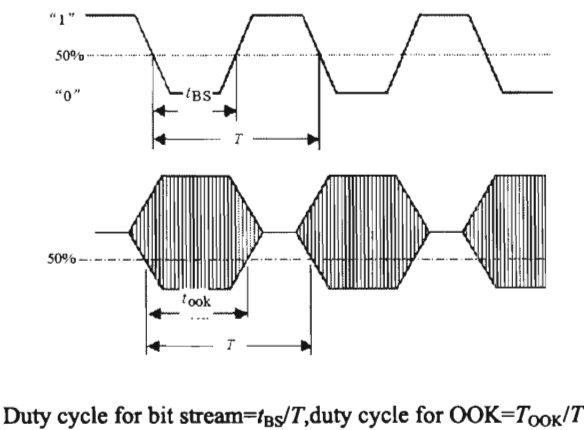
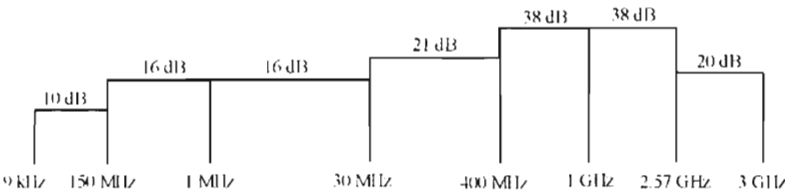


图 3 占空比示意图

为了通过馈线传输，需要从位流到调制器及从解调器到位流之间的两个变换，因此对每个变换器，一半占空比的容差是允许的。对于一个占空比为50%的输入位流，调制解调器必须提供一个40%~60%占空比的输出位流。

5.4.5.6 直流端口隔离度要求

滤波器应该置于直流电源口与解调器之间,对于2.176 MHz频率,应确保1.176 MHz以下和4.176MHz频率以上大于25 dB的带外抑制。如图4和图5所示。



注：400MHz~2.57GHz 区间的带外抑制为 38dB，而在 UL 和 DL[0]中应为 65dB。

图 4 DC 端口隔离度

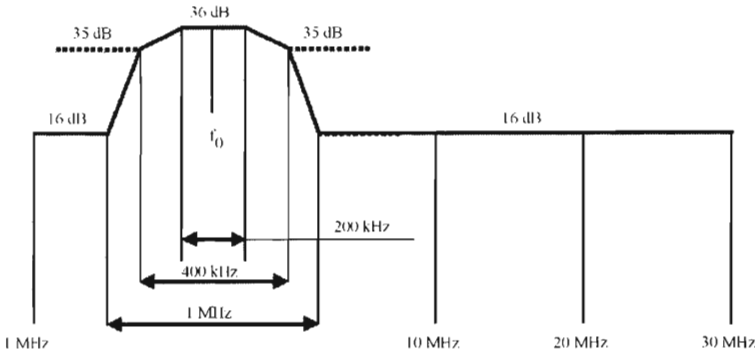


图 5 DC 端口隔离度

5.5 直流供电

5.5.1 供电电压

以下标示为直流电压支持：

- 12V: 10.0V~15.0V（限选，从机不建议选择）；
- 24V: 10.0V~30.0V（强制要求）。

注意：当多个 ALD 设备在一个系统中工作时，其电源电压应该采用相同的范围，以避免在某些 ALD 设备中增加额外的 DC/DC 变换器。

5.5.2 功率要求

5.5.2.1 RET 功率要求

RET 功率要求见表 3。

表 3 RET 功率要求

RET 功率模式e	最大功率
高	< 13 W
低	< 2 W

5.5.2.2 TMA 功率要求

TMA 功率要求见表 4。

表 4 TMA 功率要求

TMA类型	最大功率
一个单元	< 7.5 W
多个单元	< $N \times 7.5$ W

5.5.3 噪声与纹波

ALD 调制解调器输出的传导噪声及纹波水平应满足表 5 要求。

表 5 传导噪声及纹波要求

产品	极限值	频率	备注
TMA	20 mV _{pp}	0.15~30 MHz	—
ALD modem,射频口	15 mV _{pp}	0.15~30 MHz	接收模式下馈线上的噪声及纹波
ALD modem, 电源口	20 mV _{pp}	0.15~30 MHz	发送模式下电源口上的噪声及纹波

5.5.4 上电特性要求

ALD 设备需要 3s 的上电时间。

在 3 秒的上电时间内 RET 最大电流消耗不超过 400mA，同时电容值不超过 0.5 μF。

在 3 秒的上电时间内 TMA 最大电流消耗不超过 1A，同时电容值不超过 0.5 μF。

5.5.5 天线线路网络

RS485 支持多个 ALD 设备组成一个控制网络，可以是星形或者菊花链方式配置。当需要通过一个 ALD 设备向其他设备供电时，应保证其提供有相关接口及电流通过能力。

由于线路网络的总电流水平依赖于网络规模、ALD 的应用及主站软件的设计，因此没有对其总电流具体值进行规定，但应注意其总电流应在 5A 以下。

5.5.6 网络电流需求

由于 RET 只在电机运转时才消耗比较大的电流，其空闲时的静态电流比较小，因此在计算系统电流消耗时，可以按 ALD 的总静态电流加上相关 RET 电机运转时的工作电流来近似的表示。

5.5.7 主设备过流保护

对于单独的 ALD，该标准没有规定必须带有过流保护功能，但为避免个别 ALD 的损坏或电缆短路造成其他设备的损坏，加入过流保护的设计还是有必要的。

5.5.8 恢复工作

5.5.8.1 ALD 复位要求

在复位或上电后，ALD不应该执行任何基本操作（如自检、校准或设角度），数据应该按5.5.8.2

与5.5.8.3中的要求保存。

5.5.8.2 远程电调单元（RET）

在掉电期间，带RET的天线将继续在射频模式下工作，但无法调节。不过，以下一些数据应该保留：

- a) 设置的角度值；
- b) 配置数据；
- c) 校准状态；
- d) 其他一些参数。

如果电源在角度调节的过程中被切断，角度位置将丢失或者不确定，在重新上电后，“未校准”信息必须上报给主机。

5.5.8.3 塔顶放大器（TMA）

在掉电期间，以下一些数据应该保持：

- a) 设置的工作模式；
- b) 设置的增益值；
- c) 其他一些参数。

6 第二层 数据链路层（Layer 2 HDLC Layer）接口标准要求

6.1 接收无效

数据链路层遵守Class UNC1,15.1 TWA方式的HDLC格式（见ISO/IEC 13239-2000）。

如果帧有错或者是数据溢出，那么数据帧将被丢弃。

6.2 HDLC 帧

6.2.1 帧格式

HDLC帧格式见表6。

表 6 帧格式

Flag 1 octet	ADDR 1 octet	Control 1 octet	INFO N octets	FCS 2 octets	Flag 1 octet
0x7E	从机地址	控制位	数据	CRC	0x7E

Flag：表示帧的起始或者结束，以 0x7e 表示。

ADR：ALD 的地址。0 表示无地址，只能应答设备扫描和地址分配两类帧。0xff 为广播地址。正常工作的 ALD 可以分配的地址范围是 1~0xfe。

Control：表示命令、应答，同时进行流量控制。

INFO：信息域，只有 I 帧或者 XID 帧才有 INFO 域。

CRC：16bit 的 CRC 校验。

6.2.2 转义字符

串行链路是不同步的，需使用起始和结束标志 0x7E，但这对上层是透明的。

这表示在这两个标志之间的所有字节都是帧的一部分，且传输中不应该传输 0x7E 这样的字节。因为帧内可能含有 0x7E，基于透明传输，0x7E 会以 0x7D 和 0x5E 的形式传输，而 0x7D 以 0x7D 和 0x5D 的形式传输。接收端会把接收到的数据转换回来。

所有校验码的计算是基于未转换的数据，即在发送端是先计算校验码再转义，而接收端则是先转义再计算校验码。

6.2.3 帧长度

所有从机要支持的帧长度（两个flag之间的数据，包括ADR，CTRL，INFO，CRC）为4~M。默认支持M长度为78字节，通过XID协商，支持M长度可大于78字节。

6.3 默认地址

复位后，从机应使用无设备地址（0x00）。当从设备无地址时，它只能对设备扫描和地址分配命令信息做出回应。然而任何的广播信息都应该被评估处理但不需回应。

从机不处理或回应包含0x00地址的命令帧。

6.4 窗口大小

所有设备都应该支持 1 的窗口大小。在 XID 协商后，可以支持到 7 的窗口大小。

6.5 消息时间

从机回复命令时间间隔为：从接收到主机命令的最后一个位起，到发送回复命令的第一个位止；该时间间隔要大于 3ms，不大于 10ms。

回应信息的传输应该在时间 $t = n \times 10 \times 4 \div \text{通信速率}$ ， n 为响应帧内所有字节以及 HDLC 帧处理到的字节总数。两个连续字节的最大间隔时间不应该超过 $t = 3 \times 10 \div \text{通信速率}$ 。这符合数据链路层 25% 的利用率。

数据通信速率见第 5 章。

6.6 支持的 HDLC 帧类型

6.6.1 设置常规响应模式（SNRM）

本协议是 HDLC 协议的一个最小子集，这命令集基于 ISO/IEC 13239-2000（UNC15, UNC15.1 and TWA）协议附录 D 提供的 TWA,UNC（无可选项）命令列表。

表 7 标准帧类型

命令（主设备）		应答（从设备）
XID		XID
I		I
RR		RR
RNR		RNR

表 7 标准帧类型（续）

命令（主设备）		应答（从设备）
SNRM		UA
DISC		DM
		FRMR

该命令是用来设置从站使用进入连接模式，并将其消息顺序号变量归零。

6.6.2 断开连接（DISC）

该命令是用来终止连接。

6.6.3 无编号应答（UA）

此响应是用来确认从站已经接收到 SNRM 或 DISC 命令，并已执行。

6.6.4 断开模式（DM）

此响应是用来通知主站，从站已经断开连接。

6.6.5 接收准备（RR）

该命令或者响应是用来通知对方，己方存在足够数据缓冲区，例如已准备好接收一个 I 帧，是用于流量控制。

它还包含了己方期望接收的下一帧的顺序号，根据值的不同可以看作是应答或未应答。

6.6.6 接收未准备（RNR）

和 RR 帧一样，只是 RNR 帧是通知对方站点己方没有足够的数据缓冲区，例如未准备好接收一个 I 帧。同样用于流量控制。

6.6.7 信息帧（I）

I 帧用于将一块数据连同帧的顺序号一起传输。顺序号值则是传输的站点期望所收到的下一个 I 帧的编号。从这方面看，I 帧与 RR 帧作用一样。同样，它允许对方 I 帧的传输。

6.6.8 帧拒绝（FRMR）

FRMR 帧用来表明错误情况的发生。最有可能发生的两种情况如下：

- 非法的命令；
- 顺序号出错。

后者是当主站要求从站重新发送一个已经确认过的顺序号的帧。

6.7 连接状态模式

从设备 2 层的连接状态模式如图 6 所示。用斜体字书写的事件是更高级别的命令，如建立连接。HDLC 帧对应的事件用粗体字书写，这些帧可作为命令及响应信息。

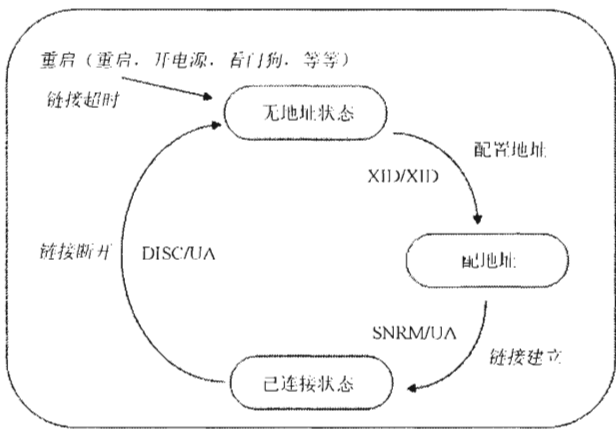


图6 连接状态模式

6.8 设备类型

5 种设备类型见表 8。

表 8 设备类型

设备类型	1字节编码
单天线RET设备	0x01
多天线RET设备	0x11
塔顶放大器（TMA）	0x02
RAE	0x31
RAS	0x21

6.9 XID 协商

6.9.1 XID 帧格式

XID 帧的 Info 域格式见表 9。

表 9 XID 帧的 Info 域格式

FI	GI	GL	PI	PL	PV	PI	PL	PV
----	----	----	----	----	----	----	----	----

FI: format identifier, 1 字节, 0x81。HDLC 帧标记。

GI: group identifier, 1 字节。

字节的意义见表 10。

表 10 字节的意义

0xf0	用户定义参数
0x80	HDLC 参数

GL: group length, 所有的参数域长度。PI/PL/PV 构成一组参数域, 某 XID 帧中可以有多组参数域, 每个参数域用于协商一个参数, 1 字节。

PI: parameter identifier, 1 字节。

GI=0x80 时, PI 的取值见表 11。

表 11 PI 取值 (GI=0x80 时)

5	发送方向的最大info域长度
6	接收方向的最大info域长度
7	发送方向的窗口大小
8	接收方向的窗口大小

GI=0xf0 时, PI 的取值见表 12。

表 12 PI 取值 (GI=0xf0 时)

1	Unique ID
2	HDLC 地址
3	Unique ID 的Bit mask
4	设备类型
5	协议版本
7	复位ALD

PL: parameter length, PV 的长度, 以字节为单位, 1 字节。

PV: parameter value, 长度为 PL。

6.9.2 协议版本协商

RRU在为ALD分配了地址以后, 应该立刻与ALD进行协议版本协商, 以便通信双方都知道当前使用的协议版本。

协商结果为RRU支持的最高版本和ALD支持的最高版本中较低的版本, 见表13和表14。

表 13 RRU 发送协议版本协商帧格式

ADDR		从设备地址
CTRL	0xBF	XID命令
FI	0x81	格式指示
GI	0xF0	用户定义的参数
GL	0x03	参数域的长度
PI	0x05	协议版本协商
PL	0x01	本参数域长度为1
PV		RRU支持的最高协议版本

表 14 ALD 应答协议版本协商帧格式

ADDR		从设备地址
CTRL	0xBF	XID命令
FI	0x81	格式指示

表 14 ALD 应答协议版本协商帧格式（续）

ADDR		从设备地址
GI	0xF0	用户定义的参数
GL	0x03	参数域的长度
PI	0x05	协议版本协商
PL	0x01	本参数域长度为1
PV		ALD支持的当前协议版本

6.9.3 HDLC 参数协商

可以使用 XID 帧在主设备和从设备之间协商最大发送 Info 域长度、最大接收 Info 域长度、发送方向窗口大小、接收方向窗口大小等 HDLC 参数，但是要求协商后在同一条物理链路上所有 ALD 的 HDLC 参数都相同。在 ALD 完成协商之前，必须使用协商前的 HDLC 参数。见表 15。

主设备发送的 XID 帧中包含了希望的 HDLC 参数，如果从设备能够接受，就以主设备发送的数据应答，如果从设备不能接受，则应答它允许的最大值。主设备可以接受从设备给的值也可以用新的数值重新发起参数协商。从设备的应答格式同主设备。

表 15 HDLC 参数协商帧格式

ADDR		ALD的地址
CTRL	0xBF	XID命令
FI	0x81	格式指示
GI	0x80	HDLC参数
GL	18	参数域的长度
PI	5	本参数域用于协商发送方向的最大info域长度
PL	4	PV域的长度
PV		发送方向的最大info域长度（以bit为单位）
PI	6	本参数域用于协商接收方向的最大info域长度
PL	4	PV域的长度
PV		接收方向的最大info域长度（以bit为单位）
PI	7	本参数域用于协商发送方向的窗口大小
PL	1	PV域的长度
PV		发送方向的窗口大小
PI	8	本参数域用于协商接收方向的最大info域长度
PL	1	PV域的长度
PV		接收方向的窗口大小

从设备的应答格式同主设备发送的命令格式。

6.9.4 设备扫描

主设备可以采用设备扫描信息来区别在同一个接口上的所有无地址从设备。

设备扫描 XID 命令应只包含 PI=1（Unique ID）和 PI=3（Bit Mask 位掩码），PI=1 和 PI=3 的参数

长度 PL 应相等。

如果在无地址状态，从设备应将自己的 Unique ID 最左边的 min (PL,2) 字节与 XID 命令内的位掩码最左边的 min (PL,2) 字节相位与，并将结果与 XID 命令内的 Unique ID 最左边的 min (PL,2) 字节相比较。如果两者匹配，从设备就将自己的 Unique ID 最右边的 max (0,PL,-2) 字节与 XID 命令内的位掩码最右边的 max (0,PL,-2) 字节相位与，并将结果与 XID 命令内的 Unique ID 最右边的 max (0,PL,-2) 字节相比较。如果两者结果仍匹配，从设备就发送一个 XID 回应信息，信息内有 PI=1 的完整的设备 Unique ID，PI=4 的设备类型，PI=6 的厂商代码。

设备扫描比较中，从设备的 Unique ID 应该在最左边第 2 个和最左边第 3 个位置之间填充 NULL (0x00) 字符使比较的数据长度达到 19 个字节。

若扫描命令中存在 PI=1 和 PI=3，且两者的 PL=0 时，所有无地址的从设备均匹配。

只有匹配的且无地址的从设备，才能回应设备扫描信息。

RRU 向 ALD 发送 XID 帧见表 16。

表 16 RRU 发送设备扫描帧格式

ADDR	0xFF	设备扫描时使用广播地址
CTRL	0xBF	XID命令
FI	0x81	格式指示
GI	0xF0	用户定义的参数
GL		参数域的长度
PI	0x01	本参数域表示Unique ID
PL	0x13	PV的长度
PV		设备的Unique ID
PI	0x03	本参数域表示Unique ID 的Bit mask
PL	0x13	PV的长度
PV		Unique ID 的Bit mask值

如果设备匹配成功，ALD 响应 XID 帧见表 17。

表 17 RET 响应设备扫描帧格式

ADDR	0	ALD的地址
CTRL	0xBF	XID命令
FI	0x81	格式指示
GI	0xF0	用户定义的参数
GL		参数域的长度
PI	0x01	本参数域表示ALD的Unique ID
PL	0x13	PV的长度
PV		ALD的Unique ID
PI	0x04	本参数域表示ALD的设备类型
PL	1	PV的长度
PV		ALD的设备类型

ALD 的设备类型见表 18。

表 18 RET 的设备类型

0x01	单天线的RET设备
0x11	多天线的RET设备
0x02	塔顶放大器
0x21	RAS
0x31	RAE

6.9.5 地址分配

主设备在知道从设备的 unique ID 的情况下，使用 XID 帧向从设备发送地址建立命令。

RRU 向 ALD 发送的命令见表 19。

表 19 RRU 发送地址分配帧格式

ADDR	0xff	广播地址
CTRL	0xBF	XID命令
FI	0x81	格式指示
GI	0xF0	用户定义的参数
GL		参数域的长度
PI	0x01	本参数域表示Unique ID（强制要求）
PL	0x13	Unique ID的长度
PV		Unique ID
PI	0x02	本参数域用于分配HDLC地址
PL	0x01	PV域的长度为1
PV		分配给ALD的地址

一个地址分配XID命令应该至少包含有PI=2（HDLC地址），且不包含PI=3（位掩码）。在地址分配期间，所有的从设备首先按照以下步骤进行匹配：

—— 如果 PI=1(Unique ID)有提供，将从设备的 Unique ID 的最右边的 PL 长度的字节与 XID 中 Unique ID 相比较。如果它们不相同，那么从设备就不匹配，此 XID 信息就忽略。如果 XID 命令内的 Unique ID 的长度比从设备的 Unique ID 的长，从设备就不匹配，此 XID 信息就忽略。

—— 如果 PI=4（设备类型）有提供，就将从设备的设备类型与 XID 命令内的设备类型比较。如果他们不同，从设备就不匹配，此 XID 信息就忽略。

—— 如果 PI=6（厂商代码）有提供，就将从设备的厂商代码与 XID 命令中的厂商代码比较。如果它们不相同，则从设备就不匹配，此 XID 信息就忽略。

如经过如上步骤检测后从机能够匹配，从机将按照命令所赋值的地址设置自己的HDLC地址，且回复的HDLC命令中要包含PI=1和PI4。见表20。

表 20 响应地址分配帧格式

ADDR		从设备的HDLC地址
CTRL	0xBF	XID命令
FI	0x81	格式指示
GI	0xF0	用户定义的参数

表 20 响应地址分配帧格式（续）

ADDR		从设备的HDLC地址
GL		参数域的长度
PI	0x01	本参数域表示Unique ID
PL	0x13	Unique ID的长度
PV		Unique ID

6.9.6 重启设备

PI=7，PL=0的时候可以复位ALD。如果ALD收到的复位命令中，ALD的地址为广播命令，则ALD直接复位，不进行任何响应。如果该复位命令是单独发给某ALD的，则该ALD使用UA帧进行响应后复位。

表 21 RRU 发送重启设备帧格式

ADDR		从设备地址
CTRL	0xBF	XID命令
FI	0x81	格式指示
GI	0xF0	用户定义的参数
GL	0x02	参数域的长度
PI	0x07	重启从设备
PL	0x00	无PV域

6.9.7 建立连接

为 ALD 分配了地址以后，该 ALD 处于链路断开的状态，主设备需要发送 SNRM 命令要求从设备建立连接，从设备应答 UA 命令表示建立连接成功。

6.9.8 断开连接

主设备可以向 ALD 发送 DISC 命令要求断开连接，当从设备处于连接状态时应答 UA，但若从设备处于断开状态时应答 DM。

7 第七层 应用层（Layer 7 Application Layer）接口标准要求

7.1 概述

7.1.1 多天线单元

为了让 RET 设备能够控制单天线或者多天线单元设备,RETAP 的 EP 命令被分为单天线 EP 部分、多天线 EP 部分和公共 EP 部分。而多天线单元 EP 命令需用一个参数（1 或以上）指定具体的天线单元。

7.1.2 整型数据表示

多字节整型数值是以小端字节序传输的，有符号整型数用二补数值。

7.1.3 EP 命令格式

二层提供全双工连接用以传输 7 层命令。

类 1 主机发送初始信息给从机，或从机发送初始信息给主机，用以触发接收设备的某些功能；另一设备返回响应信息完成此过程。

类 2：主机发送初始信息给从机，或从机发送初始信息给主机，没有响应信息。

所有 RETAP 和 TMAAP 的信息使用相同的命令格式，见表 22。

表 22 EP 命令格式

Elementary procedure	数据长度 (octet)	数据
1	2	最大数据收发长度
数据最大接收长度和最大发送长度均为71		

7.1.4 初始信息

初始信息的数据组成见 7.3~7.6。

7.1.5 响应信息

初始信息发送后，响应信息应在最大响应时间内返回，最大响应时间见表 23。

若初始信息成功执行，单天线单元的响应信息中须包含有返回代码<OK>，附加信息紧随其后。而多天线单元的响应信息须以天线编号开始，接着是返回代码<OK>和附加信息。

如果初始信息执行不成功，单天线单元的响应信息中须含有返回代码<FAIL>。接着的 1 字节表示执行错误的原因的返回代码。而多天线单元的响应信息须以天线编号开始，接头是返回代码<FAIL>和执行错误的原因的返回代码。

在某些情况下，初始信息可以导致操作状况的改变。例如，设置电下倾角会让 RET 设备发现调节器堵转，或者是之前堵转的调节器现在正常工作。这些情况下，一种告警 EP 命令可以在响应信息中加上<OK>或<FAIL>返回代码报告状况的变动。

返回代码和其对应的 16 进制编码可参考 3GPP TS 25.466 V10.0.0 （2010-09）的附录 A。

等待过程中用 RR 帧维持链路。

表 23 信息帧最大响应时间表

基本命令	响应信息超时
公共命令集	
复位软件	1 s
获取告警状态	1 s
获取设备信息	1 s
清除当前告警	1 s
告警订阅	1 s
自检	依据设备规格而定
下载开始	10 s
下载数据	1 s

表 23 信息帧最大响应时间表（续）

基本命令	响应信息超时
公共命令集	
下载结束	10 s
厂商自定义命令	厂商定义
设置设备数据	1 s
获取设备数据	1 s
告警上报	不适用
获取子单元数量	1 s
获取支持功能	1 s
RET 命令	
校准	4 min
设置角度	2 min
获取角度	1 s
TMA 命令	
设置工作模式	1 s
获取工作模式	1 s
设置增益	1 s
获取增益	1 s
获取支持的非线性增益值	1 s
RAS 命令	
校准	4 min
设置方位角	2 min
获取方位角	1 s
获取支持的非线性增益值	1 s
RAE 命令	
重置出厂权值参数	10 s
下载开始	10 s
下载文件	1 s
下载结束	10 s
获取文件数量	1 s
获取文件信息	1 s
上传文件	1 s
获取权值参数	1 s
获取支持功能	1 s

7.2 EPs 命令

7.2.1 状态模型

状态模型如图 7 所示。

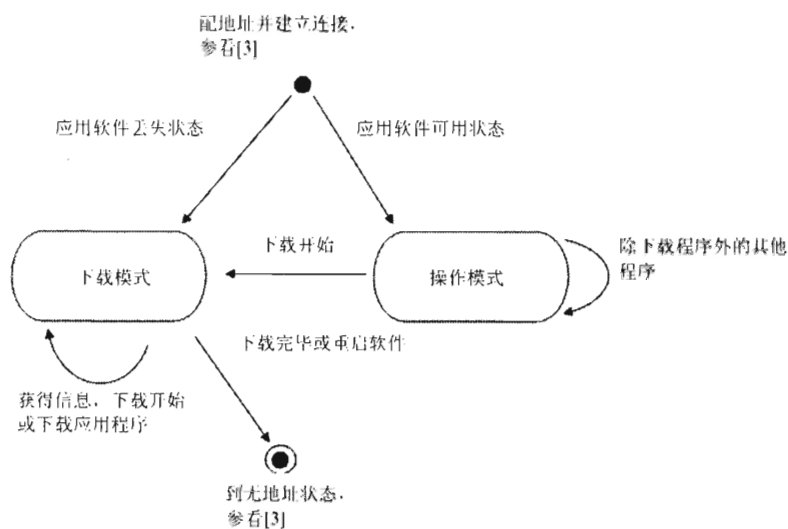


图7 状态模型

若应用软件未丢失，RET 设备则处于操作模式（OperatingMode）。

若应用软件丢失，RET 设备会进入下载模式（DownloadMode）。这种状态下，只有软件下载命令（Software Download, Getinformation）是支持的。

当只有在操作模式支持的命令失败，且返回代码是 WorkingSoftwareMissing，主机会知道从机进入了下载模式。

若软件下载功能不支持，则设备仅仅支持操作模式。

7.2.2 一般过程处理

7.2.2.1 告警

当检测到错误发生时，从机会将其相应的告警状态变成“已发生”状态。而当错误不再存在时，从机会将其状态变为“已清除”状态。

告警的变动会由报警指示（AlarmIndication 或 AntennaAlarmIndication）EP 命令上报。

告警订阅生效后，上报的命令中需要包含所有已经改变但还没有被上报的告警状态。

当各种形式的复位发生时，所有的告警状态必须清除。

7.2.2.2 EP 信息解析

从机需按以下解析规则并按顺序解析信息：

a) 信息域长度小于 3 字节的信息忽略，假如是多天线单元的则是小于 4 字节的信息忽略。

b) 如果信息长度与数据长度段的值不一致，从机就返回错误信息，指明格式错误（FormatError）。

而响应信息需通过 EP 编码与初始信息对应。

c) 如果从机在可操作模式下接收到未定义的 EP 信息，它就返回未知命令（Unknown Procedure）；

d) 如果从机在可操作模式下接收到一个可选的但不支持的 EP 信息，它就返回不支持（UnsupportedProcedure）。

e) 如果从机接收到 3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录 C 中软件下载命令中的一个命令信息，但还未接

收到附录命令顺序中该命令之前的命令，就返回错误代码未知命令顺序（InvalidProcedureSequence）。

f) 如果从机处于下载模式时接收到一个在此模式下不支持的命令信息，就返回工作软件丢失（WorkingSoftwareMissing）错误代码。

g) 如果信息长度与已定义的命令信息长度不一致，就返回格式错误（FormatError）错误代码，而响应信息需通过 EP 编码与初始信息对应。

h) 如果从机处于可操作模式时接收到一段命令信息，而此信息中注明的子单元号不存在的，就返回格式错误（FormatError）错误代码。

7.2.2.3 并行 EP 命令处理

从机设备应支持在 TCPs 命令处理时可再并行处理最多 1 个 EP 命令的功能。见表 24。

表 24 TCPs 命令及与 TCP 命令并行执行的 EP 命令

EP命令	TCP	与TCP并行执行
公共命令集		
（保留）		
复位软件	否	强制
获取设备信息	否	强制
获取告警状态	否	强制
清除当前告警	否	不允许
读取用户数据	否	可选
写用户数据	否	可选
告警订阅	否	可选
自检	是	不允许
下载开始	否	不允许
下载应用	否	不允许
下载结束	否	不允许
厂商自定义命令	厂商自定义	可选
单天线命令集		
设置设备数据	否	不允许
获取设备数据	否	可选
校准	是	不允许
发送配置数据	否	不允许
设置角度	是	不允许
获取角度	否	不允许
告警上报	否	可选
多天线命令集		
天线校准	是	不允许
天线发送配置数据	否	不允许
天线设置角度	是	不允许
天线获取角度	否	不允许
天线设置设备数据	否	不允许
天线获取设备数据	否	可选
天线告警上报	否	可选
天线清除当前告警	否	不允许

表 24 TCPs 命令及与 TCP 命令并行执行的 EP 命令（续）

EP命令	TCP	与TCP并行执行
多天线命令集		
天线获取告警状态	否	强制
获取天线数目	否	强制
“是”在TCP一列中表示命令为TCP命令，“否”则相反。“强制”在与TCP并行执行一列表示必须支持在TCP命令执行期间可并行执行该命令，“可选”表示可支持也可不支持，而“不允许”则表示不支持并行执行功能		

如果从机接收到一个初始信息命令，此命令是不被允许并行执行的，但此时有 TCP 命令在执行，从设备就应该返回“忙”的错误信息。

在列“与 TCP 并行执行”中被标记为强制的 EP 与 TCP 并行执行的功能应该被从设备的每个天线支持。天线调整倾角和天线校准命令只能在不同的天线上并行执行。如果超过一个 TCP 命令同时执行，复位软件命令无论如何必须执行且不返回“忙”错误信息。

如果获取角度和天线获取角度命令和 TCP 命令并行执行，响应信息中的角度值是在执行中瞬间（抽样）获取的值。

TMAAP 没有定义任何 TCP 命令。所以 TMAAP 不支持并行命令处理。

对于多天线设备，如果有多个 TCP 命令在执行，复位软件命令无论如何必须执行且从不返回“忙”错误信息。

7.2.3 EP 命令概述

RET 的 EP 命令集参考 3GPP TS 25.466 V10.0.0 中的附录 D，此命令集分为 4 部分：公共命令集、单天线 RET 命令集、多天线 RET 命令集、TMA 命令集，分别见表 25～表 28。

表 25 公共 EP 命令集

EP命令	需求	注解
软件复位	强制	
获取设备信息	强制	
获取告警状态	强制	
消除执行告警	强制	
告警订阅	强制	
读取用户数据	强制	
写入用户数据	强制	
自检	强制	
下载开始	强制	协议为可选
下载应用软件	强制	协议为可选
下载结束	强制	协议为可选
厂商自定义命令	可选	

表 26 RETAP 单天线 EP 命令集

EP命令	需求	注解
校准	强制	
发送配置数据	强制	

表 26 RETAP 单天线 EP 命令集（续）

EP命令	需求	注解
设置角度	强制	
获取角度	强制	
告警上报	强制	
设置设备数据	强制	
获取设备数据	强制	

表 27 RETAP 多天线 EP 命令集

EP命令	需求	注解
天线校准	强制	
天线发送配置数据	强制	
天线设置角度	强制	
天线获取角度	强制	
天线设置设备数据	强制	
天线获取设备数据	强制	
天线告警上报	强制	
天线清除执行告警	强制	
天线获取告警状态	强制	
获取天线子单元数目	强制	

表 28 TMAAP 的 TMA EP 命令集

EP命令	需求	注解
TMA设置工作模式	可选	只有TMA子单元支持旁路工作模式才支持
TMA获取工作模式	强制	
TMA获取支持功能	强制	
TMA设置增益	可选	只有TMA子单元支持可变的增益才支持
TMA获取增益	强制	
TMA设置设备数据	强制	
TMA获取设备数据	强制	
TMA告警上报	强制	
TMA清除执行告警	强制	
TMA获取告警状态	强制	
TMA获取子单元数目	强制	
TMA获取支持的非线性增益值	可选	只有TMA子单元支持增益值以非线性步进方式改变才支持

7.2.4 EP 命令描述

EP命令描述见表29～表34。

表 29 EP 命令描述

命令名				
编码	发起者: 主设备或从设备	命令分类: 类1或类2	下载模式: 指定此命令在下载模式下是否被支持	功耗: 指定执行命令时的功耗

表 30 初始和响应信息参数及格式

字节序号	长度	类型	描述
参数在信息数据段的顺序，起始序号为1	参数数据长度，以字节为单位	参数的数据类型	参数的描述

表 31 出错时类 1 公共命令的响应信息参数及其格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	返回代码	FAIL
2	1	返回代码	出错原因1
...
N	1	返回码	出错原因N

表 32 出错时类 1 单天线命令的响应信息参数及其格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	返回代码	FAIL
2	1	返回代码	出错原因1
...
N	1	返回码	出错原因N

表 33 出错时类 1 多天线命令的响应信息参数及其格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	天线子单元编号
2	1	返回代码	FAIL
3	1	返回代码	出错原因1
...
N	1	返回码	出错原因N

注：多天线的“获取天线数目”命令的响应信息格式遵照表 33。

表 33 返回代码描述

OK	FAIL	注解
返回代码参见3GPP TS 25.466 V10.0.0 (2010-09) 附录A	返回代码参见3GPP TS 25.466 V10.0.0 (2010-09) 附录A	阐明原因

7.3 公共命令

7.3.1 复位软件

从机接收到“复位软件”命令后需要复位应用层，所有的告警状态都需要清除。

如果在工作模式下收到收到复位命令，传输层保持正常运行。

如果在下载模式下收到收到复位命令，从机要复位整个设备，且不更新应用软件。

从机通过监控序列确认主机收到复位应答后，才能进行复位。

从设备复位完成后，主设备主动下发告警订阅，以便及时获取告警信息。

复位软件命令见表 35～表 38。

表 35 复位软件命令

命令名：复位软件				
编码： 0x03	发起者： 主设备	命令类 1	下载模式： 支持	功耗： 低

表 36 复位软件命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
—	—	—	无数据

表 37 复位软件命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	返回代码	OK

表 38 复位软件命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError）	

7.3.2 获取设备信息

接收到“获取设备信息”命令，从机应回复产品型号和序列号。如果有当前设备的硬件版本号和软件版本号，也需要回复。

硬件版本号和软件版本号要与从机的硬件和软件相对应，如软件丢失或者硬件或软件版本号找不到，需要回复空字符串作为硬件版本号和软件版本号。空字符串的长度为 0，且内容为空。

响应信息的长度应该不大于从设备的接收信息长度限制。

获取设备信息命令见表 39～表 42。

表 39 获取设备信息命令

命令名：获取设备信息				
编码： 0x05	发起者： 主设备	命令类 1	下载模式： 支持	功耗： 低

表 40 获取设备信息的初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
—	—	—	无数据

表 41 获取设备信息的响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	返回码	OK
2	1	无符号整型	参数3（产品型号）的数据长度
3		文本字符串	产品型号
4	1	无符号整型	参数5（序列号）的数据长度
5		文本字符串	序列号

表 41 获取设备信息的响应信息参数及格式（续）

序号	长度（字节）	类型	描述
6	1	无符号整型	参数7（硬件版本）的数据长度
7		文本字符串	硬件版本
8	1	无符号整型	参数9（软件版本）的数据长度
9		文本字符串	软件版本

表 42 获取设备信息的返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError）	

7.3.3 获取告警状态

当接收到获取告警状态命令，从设备需返回所有告警。

如当前是单天线设备，则获取的是单设备的告警状态；如当前是多天线设备，则获取的是所有子单元的告警状态。

获取告警状态命令见表 43～表 46。

表 43 获取告警状态

命令名：获取告警状态				
编码： 0x04	发起者： 主设备	命令类 1	下载模式： 不支持	功耗： 低

表 44 获取告警状态命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
—	—	—	无数据

表 45 获取告警状态命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	返回码	OK
$i + 1$	1	返回码	执行告警 i
$i = 1 \dots N$			

表 46 获取告警状态命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError） 软件丢失（WorkingSoftwareMissing）	

7.3.4 清除激活告警

当接收到清除激活告警命令，从设备将清除所有激活告警。

如当前是单天线设备，则清除的是单设备的激活告警；如当前是多天线设备，则清除的是所有子

单元的激活告警。

清除激活告警命令见表 47～表 49。

表 47 清除执行告警命令

命令名：清除告警				
编码： 0x06	发起者： 主设备	命令类别： 1	下载模式： 不支持	功耗： 低

表 48 清除执行告警命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
—	—	—	无数据

表 49 清除执行告警命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	返回码	OK

7.3.5 告警订阅

当从设备接收到告警订阅命令，它将使能告警上报功能。若出现告警或告警状态改变，从设备会将告警对应的返回码及其状态上报给主设备。若从设备为多天线设备，接收此命令成功后，所有子单元都将使能告警上报功能。告警订阅命令见表 50～表 53。

表 50 告警订阅命令

命令名：告警订阅				
编码： 0x12	发起者： 主设备	命令类： 1	下载模式： 不支持	功耗： 低

表 51 告警订阅命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
—	—	—	无数据

表 52 告警订阅命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	返回码	OK

表 53 告警订阅命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError） 忙（Busy） 软件丢失（WorkingSoftwareMissing）	

7.3.6 自检

当接收到自检命令后，从设备应该执行一段测试程序，检查包括硬件及处理器功能、电机驱动是

否出错。而检查电机驱动时，只需驱动其在当前位置转动总倾角范围的±5%即可。

从设备自检完成后，须上报检测结果给主设备。若自检发现错误，则在 OK 返回码后添加错误的返回码；若没发现错误，则直接返回 OK 返回码。

在测试中，从设备的操作参数要在可接收的范围内进行测试；测试完成后全部参数回归到自检前的值。

从设备自检完成后，必须将检查的设备参数恢复回自检前的值。另外，自检时间应小于 10s。

如果自检不能被成功执行，在上报的信息中说明设备没能力自检（上报设备没能力自检返回码中应添加不支持命令）。

自检命令见表 54～表 57。

表 54 自检命令

命令名：自检				
编码：	发起者	命令类	下载模式：	功耗：
0x0A	主设备	1	不支持	高

表 55 自检命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
—	—	—	无数据

表 56 自检命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	返回码	OK
$i + 1$	1	告警代码	
$i = 1 \dots N$ 告警代码参见3GPP TS 25.466 V10.0.0附录A			

表 57 自检返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError） 忙（Busy） 软件丢失（WorkingSoftwareMissing） 未校准（NotCalibrated） 未定标（NotScaled、NotConfigured）	

7.3.7 读取用户数据

当接收到获取用户数据命令成功后，从设备应该在用户区域的指定地址处读取数据并发送给主设备。

读取用户数据命令见表 58～表 61。

表 58 获取用户数据命令

命令名：获取用户数据				
编码： 0x10	发起者： 主设备	命令类： 1	下载模式： 不支持	功耗： 低

表 59 获取用户数据命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	2	无符号整型	地址偏移
2	1	无符号整型	读取长度
注：读取长度≤70			

表 60 获取用户数据命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	返回码	OK
2	初始信息中要求读取的长度	用户自定义	用户数据

表 61 获取用户数据命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError） 软件丢失（WorkingSoftwareMissing） 超出范围（OutOfRange）	超出范围指的是地址偏移超出用户区域空间大小； 命令不支持表示从设备不支持获取用户数据命令

7.3.8 写入用户数据

当接收到写入用户数据命令后，从设备须将提供的数据保存到指定的地址上，且保存的存储器为非易发性存储器。写入用户数据命令见表 62～表 64。

表 62 写入用户数据命令

命令名：写入用户数据				
编码： 0x11	发起者： 主设备	命令类 1	下载模式 不支持	功耗： 低

表 63 写入用户数据命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	2	无符号整型	地址偏移
2	1	无符号整型	写入数据的长度
3	写入的数据的长度	用户自定义	写入的数据内容
写入的数据的长度应小于等于68			

表 64 写入用户数据命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	返回码	OK

表 65 写入用户数据命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误 (FormatError) 忙 (Busy) 软件丢失 (WorkingSoftwareMissing) 硬件错误 (HardwareError) 超出范围 (OutOfRange)	超出范围指的是地址偏移超出用户区域空间大小; 命令不支持表示从设备不支持获取用户数据命令

7.3.9 下载开始

当接收到下载开始命令, 软件下载进程开始, 取消之前的告警订阅进程。接着从设备进入下载模式, 从设备发送返回码 OK。下载命令见表 66~表 69。

表 66 下载开始命令

命令名: 下载开始				
编码: 0x40	发起者 主设备	命令类 1	下载模式: 支持	功耗: 低

表 67 下载开始命令初始信息参数及格式

序号	长度 (字节)	类型	描述
—	—	—	无数据

表 68 下载开始命令响应信息参数及格式

序号	长度 (字节)	类型	描述
1	1	返回码	OK

表 69 下载开始命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误 (FormatError) 忙 (Busy)	

7.3.10 下载应用软件

主设备通过一次或多次发送下载应用软件命令将软件数据下载到从设备内。下载应用软件命令见表 70~表 73。

表 70 下载应用软件命令

命令名: 下载应用软件				
编码: 0x41	发起者: 主设备	命令类 1	下载模式: 支持	功耗: 低

表 71 下载应用软件命令初始信息参数及格式

序号	长度 (字节)	类型	描述
1	≤71	厂商自定义	软件数据

表 72 下载应用软件命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	返回码	OK

表 73 下载应用软件命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError） 忙（Busy） 硬件错误（HardwareError） 无效文件内容（InvalidFileContent） 无效的命令顺序（InvalidProcedureSequence）	

7.3.11 下载结束

当从设备接收到下载结束命令后，表明主设备下载应用软件的结束。

另外，若需终止下载，主设备可发送软件复位命令让从设备重启，也可发送下载开始命令重新开始下载应用软件。

从设备在核实了所接收的数据后回复相应信息，接着从设备将自动重置并启动新的应用软件。

下载结束命令见表 74～表 77。

表 74 下载结束命令

命令名：下载结束				
编码： 0x42	发起者： 主设备	命令类 1	下载模式： 支持	功耗： 低

表 75 下载结束命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
—	—	—	无数据

表 76 下载结束命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	返回码	OK

表 77 下载结束命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError） 忙（Busy） 硬件错误（HardwareError） 校验码错误（ChecksumError） 无效的文件内容（InvalidFileContent） 无效命令顺序（InvalidProcedureSequence）	

7.3.12 厂商自定义命令

厂商自定义命令是让厂商自己定义具体的命令来实现其他功能。厂商自定义命令见表 78～表 81。

表 78 厂商自定义命令

命令名：厂商自定义命令				
编码： 0x90	发起者： 厂商决定	命令类： 厂商决定	下载模式： 厂商决定	功耗： 厂商决定

表 79 厂商自定义命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	2	ASCII	厂商代码
1 + <i>i</i>	厂商自定义	厂商自定义	
<i>i</i> = 1 ... <i>N</i>			

表 80 厂商自定义命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
<i>I</i>	厂商自定义	厂商自定义	厂商自定义
<i>i</i> = 1 ... <i>N</i>			

表 81 厂商自定义命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError） 命令不支持（UnsupportedProcedure）	如果厂商代码与RET设备不匹配， 则返回命令不支持错误

7.4 单天线 EP 命令

7.4.1 校准

当接收到校准命令，从设备应驱动驱动器在整个角度范围内移动，测量实际天线总行程，并与配置文件中总行程进行对比（要求配置文件中总行程与实际天线的总行程误差不大于配置文件中总行程的±0.5°），如果行程一致，停留在与校准前相当的（电下倾角）位置（首次进行校准的设备校准后停留在最小倾角），且校准时间不应超过 4min。如果行程不一样，校准失败，产生未校准告警。

对于有传感器能反馈绝对行程和当前位置的设备，可以不校准，但传感器的反馈要满足如上的精度要求。

如果校准期间发生空转，产生未校准告警。

校准结束所停留位置：停留在与校准前相当的（电下倾角）位置，请参照：

$$Tilt_{current} = Tilt_{Min} + (Tilt_{Max} - Tilt_{Min}) \times \frac{Tilt_{previous} - Tilt_{previous-Min}}{Tilt_{previous-Max} - Tilt_{previous-Min}}$$

式中：

$Tilt_{current}$ ——校准后所停位置；

$Tilt_{Max}$ ——校准后设备的最大电下倾角；

$Tilt_{Min}$ ——校准后设备的最小电下倾角；

$Tilt_{previous}$ ——校准前所停位置；

$Tilt_{previous-Max}$ ——校准前设备的最大电下倾角；

$Tilt_{previous-Min}$ ——校准前设备的最小电下倾角。

如果校准期间断电或复位，需保存未校准告警。

如果校准过程中堵转，产生堵转告警和未校准告警，此时校准响应信息中应包含未校准错误代码和堵转告警代码。

校准命令见表 82～表 85。

表 82 校准命令

命令名：校准				
编码： 0x31	发起者： 主设备	命令类 1	下载模式： 不支持	功耗： 高

表 83 校准命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
—	—	—	无数据

表 84 校准命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	返回码	OK

表 85 校准命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError） 忙（Busy） 硬件错误（HardwareError） 软件丢失（WorkingSoftwareMissing） 电机堵转（MotorJam） 驱动器堵转（ActuatorJam） 未配置（NotConfigured） 未校准（NotCalibrated） UnsupportedProcedure	

7.4.2 发送配置数据

当接收到发送配置数据命令，从设备应保存接收数据中的厂商和天线的配置信息，该配置信息包含了驱动系统的运动和天线倾角位置之间的关系。

如果配置数据的长度超过 71 字节，那么需将配置数据划分成多个长度为 71 字节的数据段和 1 个包含剩余数据的数据段。主设备按顺序发送这些数据段，2 层的序列编号保证无数据段丢失或乱序。

发送配置数据命令见表 86～表 89。

表 86 发送配置数据命令

命令名：发送配置数据				
编码： 0x32	发起者： 主设备	命令类别： 1	下载模式： 不支持	功耗： 低

表 87 发送配置数据命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	≤71	厂商自定义	配置数据

表 88 发送配置数据命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	返回码	OK

表 89 发送配置数据命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError） 忙（Busy） 硬件错误（HardwareError） 软件丢失（WorkingSoftwareMissing） 校验码错误（ChecksumError） 无效文件内容（InvalidFileContent） 命令不支持（UnsupportedProcedure）	

7.4.3 设置角度

当接收到设置角度命令，从设备需以 0.1° 的步进调节电下倾角，从设备的定位误差不得大于 0.5° 电下倾角，且调节时间不得超过 2min。

如果在调节角度时堵转，产生堵转告警。

如果在从设备调节角度时断电或复位，产生未校准告警。

设置角度命令见表 90～表 93。

表 90 设置角度命令

命令名：设置角度				
编码： 0x33	发起者： 主设备	命令类别： 1	下载模式： 不支持	功耗： 高

表 91 设置角度命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	2	有符号整型	角度值 ^a
角度值是实际天线电下倾角角度的10倍			

表 92 设置角度命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	返回码	OK

表 93 设置角度命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError） 忙（Busy） 硬件错误（HardwareError） 软件丢失（WorkingSoftwareMissing） 电机堵转（MotorJam） 驱动器堵转（ActuatorJam） 未配置（NotConfigured） 未校准（NotCalibrated） 超出范围（OutOfRange） 命令不支持（UnsupportedProcedure）	

7.4.4 获取角度

当接收到获取角度命令，从设备返回当前角度。获取角度命令见表 94～表 97。

表 94 获取角度命令

命令名：获取角度				
编码： 0x34	发起者： 主设备	命令类别： 1	下载模式： 不支持	功耗： 低

表 95 获取角度命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
		—	无数据

表 96 获取角度命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	返回码	OK
2	2	有符号整型	角度值
角度值表示方式见3.2.11			

表 97 获取角度命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError） 忙（Busy） 硬件错误（HardwareError） 软件丢失（WorkingSoftwareMissing） 未校准（NotCalibrated） 未配置（NotConfigured） 命令不支持（UnsupportedProcedure）	当检测器出错时返回硬件错误。

7.4.5 告警上报

当告警上报功能被使能后，从设备将其告警状态的变化上报给主设备，复位后上报功能消除。

告警上报功能由主设备发送告警订阅命令 AlarmSubscribe 使能；AlarmSubscribe 第一次使能后，上报当前存在的告警。

状态标识 = 0 指告警状态消除。

状态标识 = 1 指告警状态产生。

可上报的告警包括：电机堵转（MotorJam）、机构堵转（ActuatorJam）、未校准（NotCalibrated）、未配置（NotConfigured）、硬件错误（HardwareError）、机构干涉（ActuatorInterference）。

告警上报命令见表 98、表 99。

表 98 告警上报命令

命令名：告警上报				
编码： 0x07	发起者： 从设备	命令类别： 2	下载模式： 不支持	功耗： 低

表 99 告警上报命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
$2i-1$	1	无符号整型	返回码
$2i$	1	无符号整型	状态标识 i
$i=1 \dots N$			

7.4.6 设置设备数据

当接收到设置设备数据命令时，从设备根据初始信息提供的域号保存相应的数据，域号定义参照 3GPP TS 25.466 V10.0.0（2010-09）附录 B。

从设备可根据需要，将某些域设计成只读，当主设备试图将数据写入到这些域时，从设备就返回只读错误信息，且忽略要写入的数据。

当主设备试图写入的域为从设备不支持的或不存在的域，从设备就返回未知参数（UnknownParameter）错误信息，且忽略主设备试图写入的数据。

如果主设备试图写入的数据长度与域规定的长度不一致，从设备返回格式错误信息。

如果主设备试图写入的域为最大或最小倾角，且从设备允许写入时，若写入的角度值与原有值不相同，则从设备固有告警需保存未校准告警。

定义天线模块相关信息信息：频段、波束宽度、增益、天线型号为只读，当主设备试图将数据写入到只读的区域时，从设备就返回 ReadOnly，且忽略要写入的数据。

设置设备数据命令见表 100～表 103。

表 100 设置设备数据命令

命令名：设置设备数据				
编码： 0x0E	发起者： 主设备	命令类别： 1	下载模式： 不支持	功耗： 低

表 101 设置设备数据命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	域号，参见3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录B
2	参见3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录B	参见3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录B	数据

表 102 设置设备数据命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	返回码	OK

表 103 设置设备数据命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError） 忙（Busy） 软件丢失（WorkingSoftwareMissing） 硬件错误（HardwareError） 只读（ReadOnly） 未知参数（UnknownParameter）	

7.4.7 获取设备数据

当接收到获取设备数据命令时，从设备根据初始信息提供的域号返回所存储的配置数据，域号定义参照 3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录 B。

当主设备试图获取的域为从设备不支持的或不存在的域，从设备就返回未知参数（UnknownParameter）错误信息。

获取设备数据命令见表 104～表 107。

表 104 获取设备数据命令

命令名：获取设备数据				
编码： 0x0F	发起者： 主设备	命令类别： 1	下载模式： 不支持	功耗： 低

表 105 获取设备数据命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	域号，参见3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录B

表 106 获取设备数据命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	返回码	OK
2	参照3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录B	参照3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录B	域数据

表 107 获取设备数据命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误 (FormatError) 忙 (Busy) 软件丢失 (WorkingSoftwareMissing) 未知参数 (UnknownParameter)	

7.5 多单元天线 EP 命令

7.5.1 天线校准

当接收到校准命令，从设备对应的子单元应驱动驱动器在整个角度范围内移动，测量实际天线总行程，并与配置文件中总行程进行对比（要求配置文件中总行程与实际天线的总行程误差不大于配置文件中总行程的±0.5°），如果行程一致，停留在与校准前相当的（电下倾角）位置（首次进行校准的设备校准后停留在最小倾角），且校准时间不应超过 4min。如果行程不一样，校准失败，产生未校准告警。

对于有传感器能反馈绝对行程和当前位置的设备，可以不校准，但传感器的反馈要满足如上的精度要求。

如果校准期间发生空转，产生未校准告警。

子单元校准结束所停留位置：停留在与校准前相当的（电下倾角）位置，参照公式：

$$Tilt_{current} = Tilt_{Min} + (Tilt_{Max} - Tilt_{Min}) \times \frac{Tilt_{previous} - Tilt_{previous-Min}}{Tilt_{previous-Max} - Tilt_{previous-Min}}$$

式中：

$Tilt_{current}$ ——校准后所停位置；

$Tilt_{Max}$ ——校准后设备的最大电下倾角；

$Tilt_{Min}$ ——校准后设备的最小电下倾角；

$Tilt_{previous}$ ——校准前所停位置；

$Tilt_{previous-Max}$ ——校准前设备的最大电下倾角；

$Tilt_{previous-Min}$ ——校准前设备的最小电下倾角。

如果校准期间断电，产生未校准告警。

如果校准过程中堵转，产生堵转告警和未校准告警，此时校准响应信息中应包含未校准错误代码和堵转告警代码。

如果主设备指定的子单元不存在，则返回格式错误。

天线校准命令见表 108～表 111。

表 108 天线校准命令

命令名：天线校准				
编码： 0x80	发起者： 主设备	命令类别： 1	下载模式： 不支持	功耗： 高

表 109 天线校准命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	天线子单元号

表 110 天线校准命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	天线子单元号
2	1	返回码	OK

表 111 天线校准命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError） 忙（Busy） 硬件错误（HardwareError） 软件丢失（WorkingSoftwareMissing） 电机堵转（MotorJam） 驱动器堵转（ActuatorJam） 未配置（NotConfigured） 未校准（NotCalibrated） 命令不支持（UnsupportedProcedure）	如果主设备指定的子单元号不存在，则从设备返回格式错误。

7.5.2 天线设置角度

当接收到设置角度命令，从设备相应的子单元需以 0.1° 的精度调节电下倾角，定位误差不得大于 0.5° 电下倾角，且调节时间不得超过 2min。

如果子单元在调节角度时堵转，产生堵转告警。

如果子单元在从设备调节角度时断电或复位，产生未校准告警。

如果主设备指定的子单元不存在，则返回格式错误。

天线设置角度命令见表 112～表 115。

表 112 天线设置角度

命令名：天线设置角度				
编码： 0x81	发起者： 主设备	命令类别： 1	下载模式： 不支持	功耗： 高

表 113 天线设置角度初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	天线子单元号
2	2	有符号整型	角度值
角度值表示方式见3.2.11章节			

表 114 天线设置角度响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	天线子单元号
2	1	返回码	OK

表 115 天线设置角度响应返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError） 忙（Busy） 硬件错误（HardwareError） 软件丢失（WorkingSoftwareMissing） 电机堵转（MotorJam） 驱动器堵转（ActuatorJam） 未配置（NotConfigured） 未校准（NotCalibrated） 超出范围（OutOfRange） 命令不支持（UnsupportedProcedure）	如果主设备指定的子单元号不存在，则从设备返回格式错误

7.5.3 天线获取角度

当接收到获取角度命令，从设备子单元返回当前角度。
如果主设备指定的子单元不存在，则返回格式错误。
天线获取角度命令见表 116～表 119。

表 116 天线获取角度命令

命令名：天线获取角度				
编码： 0x82	发起者： 主设备	命令类别： 1	下载模式： 不支持	功耗： 低

表 117 天线获取角度命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	天线子单元号

表 118 天线获取角度命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	天线子单元号
2	1	返回码	OK
3	2	有符号整型	角度值
角度值表示方式见3.2.11			

表 119 天线获取角度命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误 (FormatError) 忙 (Busy) 硬件错误 (HardwareError) 软件丢失 (WorkingSoftwareMissing) 未配置 (NotConfigured) 未校准 (NotCalibrated) 命令不支持 (UnsupportedProcedure)	如果主设备指定的子单元号不存在, 则返回格式错误。 如果角度检测器发生错误, 则返回硬件错误

7.5.4 天线设置设备数据

当接收到设置设备数据命令时, 从设备子单元根据初始信息提供的域号保存相应的数据, 域号定义参照 3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录 B。

从设备子单元可根据需要, 将某些域设计成只读, 当主设备试图将数据写入到子单元的这些域时, 从设备子单元就返回只读错误信息, 且忽略要写入的数据。

当主设备试图写入的域为从设备子单元不支持的或不存在的域, 从设备子单元就返回未知参数 (UnknownParameter) 错误信息, 且忽略主设备试图写入的数据。

如果主设备试图写入的数据长度与域规定的长度不一致, 从设备子单元返回格式错误信息。

如果主设备试图写入的域为最大或最小倾角, 且从设备允许写入时, 若写入的角度值与原有值不相同, 则从设备固有告警需保存未校准告警。

定义天线模块相关信息信息: 频段、波束宽度、增益、天线型号为只读, 当主设备试图将数据写入到只读的区域时, 从设备就返回 ReadOnly, 且忽略要写入的数据。

如果主设备指定的子单元不存在, 从设备返回格式错误。

天线设置设备数据命令见表 120~表 123。

表 120 天线设置设备数据命令

命令名: 天线设置设备数据				
编码: 0x83	发起者: 主设备	命令类别: 1	下载模式: 不支持	功耗: 低

表 121 天线设置设备数据命令初始信息参数及格式

序号	长度 (字节)	类型	描述
1	1	无符号整型	天线子单元号
2	1	无符号整型	域号, 见3GPP TS 25.466 V10.0.0附录B
3	见3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录B	见3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录B	设置的数据

表 122 天线设置设备数据命令响应信息参数及格式

序号	长度 (字节)	类型	描述
1	1	无符号整型	天线子单元号
2	1	返回码	OK

表 123 天线设置设备数据命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误 (FormatError) 忙 (Busy) 硬件错误 (HardwareError) 软件丢失 (WorkingSoftwareMissing) 只读 (ReadOnly) 未知参数 (UnknownParameter) 命令不支持 (UnsupportedProcedure)	如果主设备指定的子单元不存在, 则返回格式错误

7.5.5 天线获取设备数据

当接收到获取设备数据命令时, 从设备子单元根据初始信息提供的域号返回所存储的配置数据, 域号定义参照 3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录 B。

当主设备试图获取的域为子单元不支持的或不存在的域, 从设备子单元就返回未知参数 (UnknownParameter) 错误信息。

如果主设备指定的子单元不存在, 则返回格式错误。

天线获取设备数据命令见表 124~表 127。

表 124 天线获取设备数据命令

命令名: 天线获取设备数据				
编码: 0x84	发起者: 主设备	命令类别: 1	下载模式: 不支持	功耗: 低

表 125 天线获取设备数据命令初始信息参数及格式

序号	长度 (字节)	类型	描述
1	1	无符号整型	天线子单元号
2	1	无符号整型	域号, 见3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录B

表 126 天线获取设备数据命令响应信息参数及格式

序号	长度 (字节)	类型	描述
1	1	无符号整型	天线子单元号
2	1	返回码	OK
3	见3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录B	见3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录B	域内的数据

表 127 天线获取设备数据命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误 (FormatError) 忙 (Busy) 软件丢失 (WorkingSoftwareMissing) 命令不支持 (UnsupportedProcedure) 未知参数 (UnknownParameter)	如果主设备指定的子单元不存在, 返回格式错误

7.5.6 天线告警上报

当告警上报功能被使能后，从设备将其告警状态的变化上报给主设备，复位后上报功能消除。

告警上报功能由主设备发送告警订阅命令 AlarmSubscribe 使能；AlarmSubscribe 第一次使能后，上报当前存在的告警。

状态标识 = 0 指告警状态消除。

状态标识 = 1 指告警状态产生。

可上报的告警包括：电机堵转（MotorJam）、机构堵转（ActuatorJam）、未校准（NotCalibrated）、未配置（NotConfigured）、硬件错误（HardwareError）、机构干涉（ActuatorInterference）。

天线告警上报命令见表 128、表 129。

表 128 天线告警上报

命令名：天线告警上报				
编码： 0x85	发起者： 从设备	命令类别： 2	下载模式： 不支持	功耗： 低

表 129 天线告警上报命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	天线子单元号
2 i	1	无符号整型	返回码 i ，参见3GPP TS 25.466 V10.0.0附录A
2 $i+1$	1	无符号整型	状态标识 i
$i = 1 \dots N$			

7.5.7 天线清除激活告警

当接收到清除激活告警命令，从设备对应的子单元将清除其所有激活告警。其他子单元不受影响。

如果主设备指定的子单元不存在，则返回格式错误。

天线清除激活告警命令见表 130～表 133。

表 130 天线清除执行告警命令

命令名：天线清除执行告警				
编码： 0x86	发起者： 主设备	命令类别： 1	下载模式： 不支持	功耗： 低

表 131 天线清除执行告警命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	天线子单元号

表 132 天线清除执行告警命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	天线子单元号
2	1	返回码	OK

表 133 天线清除执行告警命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误 (FormatError) 忙 (Busy) 软件丢失 (WorkingSoftwareMissing) 命令不支持 (UnsupportedProcedure)	如果主设备指定的子单元号不存在, 则返回格式错误

7.5.8 天线获取告警状态

当接收到获取告警状态命令, 从设备子单元需返回其所有告警。

如果主设备指定的子单元不存在, 则返回格式错误。

天线获取告警状态命令见表 134~表 137。

表 134 天线获取告警状态

命令名: 天线获取告警状态s				
编码: 0x87	发起者: 主设备	命令类别: 1	下载模式: 不支持	功耗: 低

表 135 天线获取告警状态命令初始信息参数及格式

序号	长度 (字节)	类型	描述
1	1	无符号整型	天线子单元号

表 136 天线获取告警状态命令响应信息参数及格式

序号	长度 (字节)	类型	描述
1	1	无符号整型	天线子单元号
2	1	返回码	OK
$i+2$	1	告警代码	告警 i
$i = 1 \dots N$			

表 137 天线获取告警状态命令返回码

OK	FAIL	注解
All return codes marked as used for alarms in Annex A	格式错误 (FormatError) 软件丢失 (WorkingSoftwareMissing) 命令不支持 (UnsupportedProcedure)	如果主设备指定的子单元不存在, 则返回格式错误

7.5.9 天线获取子单元数

当接收到天线获取子单元数命令后, 从设备返回其控制的子单元个数。

天线获取子单元数命令见表 138~表 141。

表 138 天线获取子单元数命令

命令名: 天线获取子单元数				
编码: 0x88	发起者: 主设备	命令类别: 1	下载模式: 不支持	功耗: 低

表 139 天线获取子单元数命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
—	—	—	无数据

表 140 天线获取子单元数命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	返回码	OK
2	1	无符号整型	天线子单元个数

表 141 天线获取子单元数命令返回码

OK	FAIL	Comment
	格式错误（FormatError） 软件丢失（WorkingSoftwareMissing） 命令不支持（UnsupportedProcedure）	

7.5.10 天线发送配置数据

当接收到发送配置数据命令，从设备应保存接收数据中的厂商和天线的配置信息，该配置信息包含了驱动系统的运动和天线倾角位置之间的关系。

如果配置数据的长度超过（最大接收长度－）字节，那么需将配置数据划分成多个长度为（最大接收长度－）字节的数据段和 1 个包含剩余数据的数据段。主设备按顺序发送这些数据段，2 层的序列编号保证无数据段丢失或乱序。

天线发送配置数据命令见表 142～表 145。

表 142 天线发送配置数据命令

命令名：天线发送配置数据				
编码： 0x89	发起者： 主设备	命令类别 1	下载模式： 不支持	功耗： 低

表 143 天线发送配置数据命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	天线子单元号
2	≤70	厂商自定	配置数据

表 144 天线发送配置数据命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	天线子单元号
2	1	返回码	OK

表 145 天线发送配置数据命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误 (FormatError) 忙 (Busy) 硬件错误 (HardwareError) 软件丢失 (WorkingSoftwareMissing) 校验码错误 (ChecksumError) 无效文件内容 (InvalidFileContent) 命令不支持 (UnsupportedProcedure)	如果主设备指定的子单元不存在, 则返回格式错误

7.6 TMA EP 命令

7.6.1 TMA 设置工作模式

TMA 设置工作模式命令只有在 TMA 子单元支持旁路工作模式才被支持。

当接收到 TMA 设置工作模式命令, 从设备根据工作模式标志将 TMA 子单元设置到合适的工作模式, 然后返回响应信息。如果 TMA 子单元已经工作在旁路模式下, 而又接收到设置到旁路工作模式的 TMA 设置工作模式命令的, TMA 子单元应保持旁路工作模式, 并返回 OK。

TMA 设置工作模式命令见表 146~表 149。

表 146 TMA 设置工作模式命令

命令名: TMA设置工作模式				
编码: 0x70	发起者: 主设备	命令类别: 1	下载模式: 不支持	功耗: n/a

表 147 TMA 设置工作模式命令初始信息参数及格式

序号	长度 (字节)	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号
2	1	无符号整型	工作模式标志

工作模式标志 = 0 正常工作模式

工作模式标志 = 1 旁路工作模式

表 148 TMA 设置工作模式命令响应信息参数及格式

序号	长度 (字节)	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号
2	1	返回码	OK

表 149 TMA 设置工作模式命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误 (FormatError)	
	忙 (Busy)	
	硬件错误 (HardwareError)	
	软件丢失 (WorkingSoftwareMissing)	

表 149 TMA 设置工作模式命令返回码（续）

OK	FAIL	注解
	命令不支持（UnsupportedProcedure）	
	超出范围（OutOfRange）	若工作模式标志值不是上述指定的值，则返回超出范围
	TMA重要故障（MajorTMAFault）	当TMA重要故障致使TMA子单元处于旁路模式，并且收到TMASetMode向Normal模式转换的命令后无法设定时，返回MajorTMAFault
	TMA次要故障（MinorTMAFault）	当TMA次要故障致使TMA子单元处于旁路模式，并且收到TMASetMode向Normal模式转换的命令后无法设定时，返回MinorTMAFault

7.6.2 获取 TMA 工作模式

从设备接收到该命令后，返回其工作模式对应的模式状态码，如果 TMA 子单元不支持旁路模式，则返回正常模式对应的模式状态码。获取 TMA 工作模式命令见表 150～表 153。

工作模式标志 = 0 正常工作模式。
工作模式标志 = 1 旁路工作模式。

表 150 获取 TMA 工作模式命令

命令名：获取TMA工作模式				
编码：	发起者：	命令类别：	下载模式：	功耗：
0x71	主设备	1	不支持	n/a

表 151 获取 TMA 工作模式命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号

表 152 获取 TMA 工作模式命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号
2	1	返回码	OK
3	1	无符号整型	工作模式标志
工作模式标志 = 0 正常工作模式			
工作模式标志 = 1 旁路工作模式			

表 153 获取 TMA 工作模式命令返回码

OK	FAIL	Comment
	格式错误（FormatError） 忙（Busy） 软件丢失（WorkingSoftwareMissing）	

7.6.3 获取 TMA 支持功能

当接收到命令后，从设备回应命令中指定的 TMA 子单元所支持的功能的功能标志和参数，这些

参数说明了子单元所支持的功能。

对于固定增益的 TMA 子单元，其最小、最大增益应相同。

如果增益精度为 0，该 TMA 子单元应支持非线性增益步进（如从 3dB 到 6dB 再到 12dB）。

注：这些参数代表全部的不变的物理数据。在其他数据中对应的参数的任何改变将不会做 TMA 造成任何影响。

获取 TMA 支持功能命令见表 154～表 158。

表 154 获取 TMA 支持功能命令

命令名：获取TMA支持功能				
编码：	发起者：	命令类别：	下载模式：	功耗：
0x7A	主设备	1	不支持	n/a

表 155 获取 TMA 支持功能命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号

表 156 获取 TMA 支持功能命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号
2	1	返回码	OK
3	1	无符号整型	功能标志
4	1	无符号整型	最小增益
5	1	无符号整型	最大增益
6	1	无符号整型	增益精度
最小、最大增益及增益精度表示值=实际值×4，即参数4、5、6的值=实际值×4			

表 157 获取 TMA 支持功能命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError） 忙（Busy） 软件丢失（WorkingSoftwareMissing）	

表 158 功能标志

Bit	7 to 1	0
功能	Spare	旁路模式
被编码为0~7，位0被设置为1表示值0x01； 旁路模式赋值为0表示功能不支持； 旁路模式赋值为1表示功能被支持； Spare（保留位）全部设为0		

7.6.4 TMA 设置增益

只有 TMA 从设备子单元的增益可调整，TMA 设置增益命令才被支持。

当接收到 TMA 设置增益命令后，从设备首先对指定的 TMA 子单元设置给定的增益，然后返回响应信息。

TMA 增益设置参数值为实际增益值的 4 倍，这样做使得实际增益值以 0.25dB 的增量进行调整。

如果 TMA 子单元模式设置工作在旁路模式，在接收到设置增益命令后，执行增益调整的同时，旁路模式也予以保持，相关定义如下：

- 设置的增益值的范围：增益最小值≤设置的增益值≤增益最大值；
- 线性步进： $G_{demanded} = (G_{min} + n \times G_{resolution})$ ， n 为非负整数；
- 非线性步进： $G_{demanded}$ = TMA 支持的增益值。

最小增益 G_{min} 、最大增益 G_{max} 和增益精度 $G_{resolution}$ 可通过获取 TMA 支持功能命 获得，非线性步进可通过获取 TMA 支持的非线性步进值命令获得。

于其他的增益值，TMA 子单元将回应不支持的增益值。

TMA 设置增益命令见表 159～表 162。

表 159 TMA 设置增益命令

命令名：TMA设置增益				
编码：	发起者：	命令类别：	下载模式：	功耗：
0x72	主设备	1	不支持	n/a

表 160 TMA 设置增益命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号
2	1	无符号整型	增益值

表 161 设置增益命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号
2	1	返回码	OK

表 162 TMA 设置增益命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError）	
	忙（Busy）	
	硬件错误（HardwareError）	
	软件丢失（WorkingSoftwareMissing）	
	命令不支持（UnsupportedProcedure）	
	增益值不支持（UnsupportedValue）	
	MajorTMAFault	
	MinorTMAFault	

7.6.5 TMA 获取增益

TMA 子单元接收到该命令后，将返回子单元设置的增益值，固定增益的 TMA 子单元则返回其固定的增益。返回的增益值=实际值×4。TMA 获取增益命令见表 163～表 166。

表 163 TMA 获取增益命令

命令名：TMA获取增益				
编码：	发起者：	命令类别：	下载模式	功耗：
0x73	主设备	1	不支持	n/a

表 164 TMA 获取增益命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号

表 165 TMA 获取增益命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号
2	1	返回码	OK
3	1	无符号整型	增益值

表 166 TMA 获取增益命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式模式（FormatError）	
	忙（Busy）	
	软件丢失（WorkingSoftwareMissing）	
	MajorTMAFault	
	MinorTMAFault	
	旁路模式（BypassMode）	如果TMA子单元处于旁路工作模式下返回旁路模式错误

7.6.6 TMA 设置设备数据

收到 TMA 设置设备数据的命令后，将命令中的数据写入到指定的子单元中指定的设备数据域号的位置并返回响应信息。如果要写入的位置是只读的，响应信息中的返回码为只读（ReadOnly）并且命令中的数据被忽略。如果写入的位置设备不支持写入，响应信息中的返回码为未知参数（UnknownParameter）且命令中的数据被忽略（参数对应的域号见 3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录 B）。

TMA 设置设备数据命令见表 167～表 170。

表 167 TMA 设置设备数据命令

命令名：TMA设置设备数据				
编码：	发起者：	命令类别：	下载模式：	功耗：
0x74	主设备	1	不支持	n/a

表 168 TMA 设置设备数据命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号
2	1	无符号整型	域号，见3GPP TS 25.466 V10.0.0 （2010-09）附录B
3	3GPP TS 25.466 V10.0.0 （2010-09）附录B	3GPP TS 25.466 V10.0.0 （2010-09）附录B	写入的数据

表 169 TMA 设置设备数据命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号
2	1	返回码	OK

表 170 TMA 设置设备数据命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError） 忙（Busy） 硬件错误（HardwareError） 软件丢失（WorkingSoftwareMissing） 只读（ReadOnly） 未知参数（UnknownParameter）	

7.6.7 TMA 获取设备数据

当从设备接收到 TMA 获取设备数据命令后，从设备会返回命令指定的 TMA 子单元中指定域保存的数据。在 3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录 B 中列举。

TMA 获取设备数据命令见表 171～表 174。

表 171 TMA 获取设备数据命令

命令名： TMA 获取设备数据				
编码：	发起者：	命令类别：	下载模式：	功耗：
0x75	主设备	1	不支持	n/a

表 172 TMA 获取设备数据命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号
2	1	无符号整型	域号，见3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录B

表 173 TMA 获取设备数据命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号
2	1	返回码	OK

表 173 TMA 获取设备数据命令响应信息参数及格式（续）

序号	长度（字节）	类型	描述
3	3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录C	3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录C	域数据

表 174 TMA 获取设备数据命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError） 忙（Busy） 软件丢失（WorkingSoftwareMissing） 未知参数（UnknownParameter）	

7.6.8 TMA 告警上报

TMA 通过告警上报功能将 TMA 告警状态的变动上报给主设备，此功能只在 TMA 设备接收到 TMA 告警订阅命令后才使能。TMA 告警上报命令见表 175、表 176。

表 175 TMA 告警上报命令

命令名：TMA告警上报命令				
编码：	发起者：	命令类别：	下载模式：	功耗：
0x76	从设备	2	不支持	n/a

表 176 TMA 告警上报命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号
$2 \times i$	1	无符号整型	返回码，见3GPP TS 25.466 V10.0.0 附录A
$2 \times i + 1$	1	无符号整型	状态标志 <i>i</i>
$i = 1 \dots N$ 状态标志=0x00 表示告警清 状态标志=0x01 表示告警发生			

5.3.6.9 TMA 清除活动告警

当从设备接收到该命令后，TMA 清除所有保存在 TMA 中的子单元活动告警状态信息，并返回响应信息。如果告警的原因继续存在，告警被重置并且一个新的 TMA Alarm Indication 命令将执行。TMA 清除活动告警命令见表 177～表 180。

表 177 TMA 清除执行告警命令

命令名：TMA清除执行告警				
编码：	发起者：	命令类别：	下载模式：	功耗：
0x77	主设备	1	不支持	n/a

表 178 TMA 清除执行告警命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号

表 179 TMA 清除执行告警命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号
2	1	返回码	OK

表 180 TMA 清除执行告警命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError） 忙（Busy） 软件丢失（WorkingSoftwareMissing）	

5.3.6.10 TMA 获取告警状态

从设备接收到该命令后，返回指定的 TMA 子单元的所有执行告警。TMA 获取告警状态命令见表 181～表 184。

表 181 TMA 获取告警状态命令

命令名：TMA 获取告警状态				
编码：	发起者：	命令类别：	下载模式：	功耗：
0x78	主设备	1	不支持	n/a

表 182 TMA 获取告警状态命令初始信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号

表 183 TMA 获取告警状态命令响应信息参数及格式

序号	长度（字节）	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号
2	1	返回码	OK
2 + <i>i</i>	1	告警代码	告警 <i>i</i>
<i>i</i> = 1 ... <i>N</i>			

表 184 TMA 获取告警状态命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError） 忙（Busy） 软件丢失（WorkingSoftwareMissing）	

5.3.6.11 TMA 获取子单元数目

从设备接收到该命令后, 返回 TMA 设备控制的子单元个数。TMA 获取子单元数目命令见表 185~表 188。

表 185 TMA 获取子单元数目命令

命令名: TMA获取子单元数目				
编码:	发起者:	命令类别:	下载模式:	功耗:
0x79	主设备	1	不支持	n/a

表 186 TMA 获取子单元数目命令初始信息参数及格式

序号	长度 (字节)	类型	描述
—	—	—	无数据

表 187 TMA 获取子单元数目命令响应信息参数及格式

序号	长度 (字节)	类型	描述
1	1	返回码	OK
2	1	无符号整型	子单元个数

表 188 TMA 获取子单元数目命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误 (FormatError) 忙 (Busy) 软件丢失 (WorkingSoftwareMissing)	

5.3.6.12 TMA 获取支持的非线性增益值

从设备接收到此命令后, 返回指定的子单元支持的非线性增益值个数 N 和支持的全部非线性增益值。返回的非线性增益值=实际值 $\times 4$ 。TMA 获取支持的非线性增益值命令见表 189~表 192。

表 189 TMA 获取支持的非线性增益值命令

命令名: TMA获取支持的非线性增益值				
编码:	发起者:	命令类别:	下载模式:	功耗:
0x7B	主设备	1	不支持	n/a

表 190 TMA 获取支持的非线性增益值命令初始信息参数及格式

序号	长度 (字节)	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号

表 191 TMA 获取支持的非线性增益值命令响应信息参数及格式

序号	长度 (字节)	类型	描述
1	1	无符号整型	子单元号
2	1	返回码	OK

表 191 TMA 获取支持的非线性增益值命令响应信息参数及格式（续）

序号	长度（字节）	类型	描述
3	1	无符号整型	支持的非线性增益值个数
$3 + i$	1	无符号整型	非线性增益值 i
$i=1 \dots N$			

表 192 TMA 获取支持的非纯属增益值命令返回码

OK	FAIL	注解
	格式错误（FormatError）	
	忙（Busy）	
	软件丢失（WorkingSoftwareMissing）	
	命令不支持（UnsupportedProcedure）	

中华人民共和国通信行业标准

电调天线接口技术要求

YD/T 3183—2016

*

人民邮电出版社出版发行

北京市丰台区成寿寺路 11 号邮电出版大厦

邮政编码：100064

北京康利胶印厂印刷

版权所有 不得翻印

*

开本：880×1230 1/16

2017 年 6 月第 1 版

印张：4

2017 年 6 月北京第 1 次印刷

字数：107 千字

15115 • 1212

定价：45 元

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010)81055492