

Q/NMDW

内 蒙 古 电 力 公 司 企 业 标 准

Q/NMDW-YX-010—2012

微功率无线自组织网络

通 信 协 议

Interoperability protocol of micro-power

wireless meter reading

2012-02-01 发布

2012-03-01 实施

内 蒙 古 电 力 公 司 发 布

目次

前言	449
1 范围	450
2 规范性引用文件	450
3 术语和定义	450
4 缩略语	451
5 总体描述	452
6 应用层	454
7 网络层	465
8 MAC 层	478
9 物理层规范	485
附录 A （资料性附录） CRC 校验算法	489
附录 B （资料性附录） 前向纠错、交织和数据白化算法	491



前 言

随着内蒙古电力公司用电信息采集系统的全面建设推广，对本地通信设备的易用性、易维护性提出了更高的要求。为进一步降低微功率无线通信设备的技术门槛，提高微功率无线通信设备的整体技术水平，实现不同制造厂家设备的互联互通，内蒙古电力公司广泛邀请业内专家和知名供应商，组织编制了本标准。

本标准的编制参考了有关的标准、规程、规范。

本标准中规定了微功率无线自组织网络的组网功能、协议层次、空中帧结构、参数配置和必要算法等要求。本标准为微功率无线集中器和微功率无线终端模块的设计、制造、管理、维护提供了必要的技术指导。

本标准由内蒙古电力公司营销部提出并负责解释。

微功率无线自组织网络通信协议

1 范围

本标准规定了微功率无线自组织网络的组网功能、协议层次、空中帧结构、参数配置和必要算法等。

本标准适用于用电信息采集系统本地通信采用微功率无线的组网方式情况下的集中器本地通信模块与电能表通信模块、采集器通信模块之间的数据交换。

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，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

Q/GDW 373—2009 电力用户用电信息采集系统功能规范

Q/GDW 374.2—2009 电力用户用电信息采集系统集中抄表终端技术规范

Q/GDW 376.1—2009 电力用户用电信息采集系统通信协议 第一部分：主站与采集终端通信协议

信部无[2005]423 号 微功率（短距离）无线电设备的技术要求

IEEE 802.15.4b:2006 系统间远程通信和信息交换 局域网和城域网特定要求 第 15.4 部分：低速率无线个域网（WPAN）物理层和媒体访问控制层规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

Ad hoc 网络 Ad hoc network

在没有骨干网络支持和预先建立的链路的情况下，通信设备自主进行设置而建立起来的网络。

3.2

包 packet

同一时间经过物理介质，以一定格式发出的一组比特。

3.3

载荷数据 payload data

正在传输的数据内容。

3.4

传输 transaction

为了成功地传输一个 MAC 命令或一个数据帧，两个对等的介质访问控制（MAC）实体交换一系列的相关帧。

3.5

协议数据单元（PDU） protocol data unit

两层实体之间交换的数据单元。

3.6

帧 frame

MAC 层实体送出的一组比特的格式，一个帧内的比特在同一时间发射出去。

3.7

自组织 self-organizing

网络节点在无人干涉条件下能自行检测到其他节点的存在并能够组网、使网络正常运转的能力。

3.8

集中器本地通信模块 concentrator local communication module

安装在集中器上，承担微功率无线自组织网络的路由建立与管理功能，在集中器和每块电能表之间转发抄表命令和电能表返回的数据的智能化装置。

3.9

电能表通信模块 electric energy meter communication module

安装在电能表上，为单一电能表服务，承担集中器本地通信模块与电能表之间的通信任务。

3.10

采集器通信模块 collector communication module

安装在电能表表箱内，以 RS-485 接口与一组电能表相连接，承担集中器本地通信模块与一组电能表之间的通信任务。

3.11

终端通信模块 terminal communication module

电能表通信模块和采集器通信模块统称为终端通信模块。

3.12

发送设备 sender device

在本规范的网络层，发送设备是指实际通过射频部件向空中发送数据的设备，发送的数据可能是它自己发起的，也可能是帮别人转发的。

3.13

发起设备 originator device

在本规范的网络层，发起设备是指一次数据传输或路由发现过程的发起者。

3.14

接收设备 receiving device

在本规范的网络层，接收设备是指实际从 MAC 层收到数据帧的设备，这个帧有可能是给它的，也有可能只是需要它转发的。

3.15

目标设备 destination device

在本规范的网络层，目标设备是指数据包将到达的最终的目的设备，可能需要经过多跳转发才到达。

3.16

节点 node

在本规范的网络层，节点是指位于一个无线网络中，具有一个独立的 16 位网络地址，并可以与其他设备通过无线交换数据的设备。节点可以是集中器本地通信模块、电能表通信模块或者采集器通信模块。

4 缩略语

BE backoff exponent 退避指数

CCA clear channel assessment 空闲通道评估

CRC cyclic redundancy check 循环冗余校验

CSMA-CA carrier sense multiple access with collision avoidance 带冲突避免的载波侦听多址

DSN data sequence number 数据序列号

ERP effective radiated power 有效发射功率

FCS frame check sequence 帧校验序列

ITU International Telecommunication Union 国际电信联盟

LSB least significant bit 最低位

MAC medium access control 介质访问控制

MFR MAC footer MAC 帧尾

MHR MAC header MAC 帧头

MLME MAC sublayer management entity MAC 子层管理实体
 MLME-SAP MAC sublayer management entity-service access point MAC 子层管理实体—服务接入点
 MSB most significant bit 最高位
 MPDU MAC protocol data unit MAC 协议数据单元
 MSDU MAC service data unit MAC 服务数据单元
 NB number of backoff (periods) 退避（间隔）数
 OSI open systems interconnection 开放式系统互联
 PD-SAP PHY data service access point 物理层数据服务接入点
 PDU protocol data unit 协议数据单元
 PER packet error rate 误包率
 PHR PHY header 物理层头
 PHY physical layer 物理层
 PIB PAN information base PAN 信息库
 PLME physical layer management entit 物理层管理实体
 PLME-SAP physical layer management entity-service access point 物理层管理实体—服务接入点
 PN pseudo-random noise 伪随机噪声
 PPDU PHY protocol data unit 物理协议数据单元
 PSDU PHY service data unit 物理服务数据单元
 RF radio frequency 射频
 RSSI received signal strength indication 接收信号强度指示
 RX receive or receiver 接收或接收机
 SAP service access point 服务接入点
 SDU service data unit 服务数据单元
 SFD start-of-frame delimiter 帧定界起始
 SHR synchronization header 同步头
 TRX transceiver 收发信机

5 总体描述

5.1 概述

微功率无线自组织网络是实现低压电力用户用电信息汇聚、传输、交互的通信网络，覆盖范围有限，发射功率受到国家无线电管理的严格限制，终端节点位置固定，通信链路相对稳定。

本标准适用于此类对象，对集中器本地通信模块与电能表通信模块、采集器通信模块的空中帧格式进行了完整的定义和描述，明确了终端通信模块的功能和数据类型，支持基于集中器统一管理的灵活快速组网。

5.2 微功率无线自组织网络支持的设备

微功率无线自组织网络包括两种通信设备，安装在集中器的全功能中心节点模块（以下简称集中器本地通信模块，也称中心节点）和安装在电能表和采集器的简化功能子站节点模块（以下简称终端通信模块，也称子站节点）。集中器本地通信模块与终端通信模块之间可以通信。终端通信模块之间不能直接通信，只能与集中器本地通信模块通信，但可以转发数据。

5.3 网络拓扑

微功率无线自组织网络可组成星形网络、树形网络或者 MESH 网状网络，网络的具体构架由集中器本地通信模块确定。无论何种网络的拓扑结构，终端通信模块应能适应。

5.4 协议栈结构

微功率无线自组织网络协议栈结构由一组被称为层的模块组成。每一层为上面的层执行一组特定的服务：数据实体提供了数据传输服务，管理实体提供了所有其他的服

务。每个服务实体通过一个服务接入点（SAP）为上层提供一个接口，每个 SAP 支持多种服务原语来实现

要求的功能。

微功率无线自组织网络协议栈结构如图 1 所示。协议栈结构基于标准的开放式系统互联（OSI）七层模型，定义了物理层（PHY）、媒体访问控制层（MAC）、网络层（NWK）和应用层。应用层由应用支持子层（APS）和设备管理模块组成。

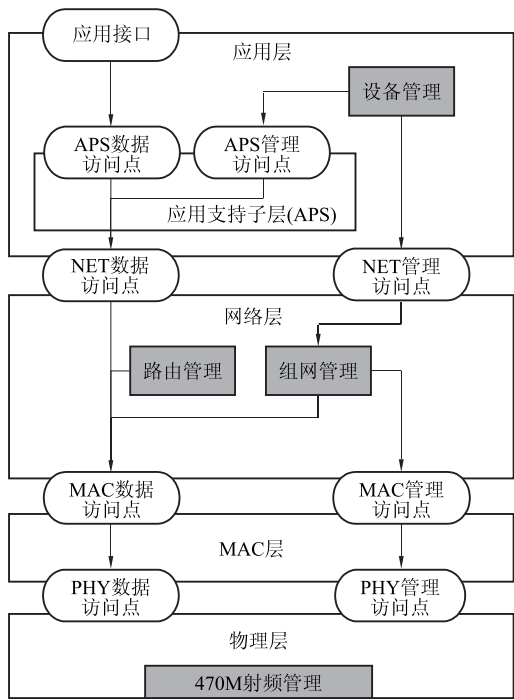


图 1 微功率无线自组织网络协议栈结构图

- 5.4.1 物理层定义了以下内容：
- a) 射频通信所需要的频率资源、输出功率限制、调制方式、调制频偏、空中码元速率；
 - b) 数据信道的编码方式，前向纠错、交织和数据白化。
- 5.4.2 MAC 层定义了以下内容：
- 带冲突避免的载波侦听多址接入（CSMA-CA）控制机制。
- 5.4.3 网络层定义了以下内容：
- a) 在指定的信道组建网络；
 - b) 为到预定目的地的帧寻找路由。
- 5.4.4 应用层包括应用支持子层（APS）和设备管理模块。
- 5.4.4.1 APS 子层定义了以下内容：
- a) 端到端的数据传输，确认和重传；
 - b) 应用层维护功能，包括事件上报、模块复位、手持设置等。
- 5.4.4.2 设备管理模块定义了以下内容：
- a) 管理设备的配置信息；
 - b) 网络中设备的类型（例如：集中器本地通信模块、采集器通信模块或电能表通信模块）；
 - c) 定义设备应用接口。

5.5 特性综述

本部分主要对微功率无线自组织网络的特性进行综述，包括数据传输模型、帧结构、鲁棒性等。

5.5.1 数据传输模型

网络中存在着两种数据传输方式：终端通信模块发送数据给集中器本地模块、集中器本地模块发送数据给终端通信模块。

各个设备使用 CSMA-CA 机制访问信道。该机制的通信过程如下：每当设备需要发送数据或者发送

MAC 命令时，首先等待一段随机长度的时间，然后开始检测信道状态。如果信道空闲，该信道立即开始发送数据。如果信道占用，设备需要重复上面等待一段随机时间和检测信道状态的过程，直到能够发送数据。在设备接收到数据帧或命令帧而需要响应确认帧的时候，确认帧应紧跟着接收帧发送，而不使用 CSMA-CA 机制竞争机制。

5.5.2 鲁棒性

网络采用 CSMA-CA 机制、帧确认机制和帧校验机制来保证数据传送的鲁棒性。

5.5.2.1 CSMA-CA 机制

根据网络的结构，当任何一个设备想要传输数据帧或 MAC 命令时，应等待一段随机时间：若发现信道是空闲的，在一段随机时间后就可以发送；若信道被其他设备占用，设备必须退避另一随机时间再感知信道。确认帧的发送不需要经过这一机制。

5.5.2.2 帧确认机制

帧确认机制是一种可选机制，发送帧的设备可要求目标设备在成功接收资料后发送确认，也可以不要求发送。设备只对数据帧和命令帧使用帧确认机制，在任何情况下都不会为确认帧响应确认。设备发送一帧后，如果在一定的时间内没有收到确认帧，就认为传输失败，需要重新选择时机发送该帧。对于不要求确认的数据帧，发送以后就认为发送成功，并从本地缓冲队列中删除该数据帧。

5.5.2.3 帧校验机制

在微功率网络中有两种机制解决传输误码问题。一种机制是使用短帧格式以减少单个帧出错的概率；另一种机制是利用 MAC 帧中的校验机制验证收到的资料是否出错。MAC 帧的校验码长 16 位，使用标准的 CRC-16 校验生成算法产生。

5.6 特别说明

本规范中，对于所有具有多个字节的域，在空中传输时为低字节在前，高字节在后。对于每个字节，高比特位在前，低比特位在后。

6 应用层

6.1 概述

本协议的应用层，包括一个 APS（应用支持子层）和一个设备管理平台。

6.1.1 APS 子层的职责包括：

- a) 支持端到端的数据传输，确认和重传；
- b) 支持应用层维护功能，包括事件上报、模块复位、手持设置等。

6.1.2 设备管理平台的职责包括：

- a) 管理设备的配置信息，并且定义网络中设备的角色（例如：集中器本地通信模块或终端通信模块）；
- b) 定义设备应用接口。

6.2 应用支持子层

6.2.1 概述

应用支持子层通过一组通用的服务，提供了网络层和应用层之间的接口，由设备管理平台和制造商定义的应用对象使用。这些服务通过两个实体提供：数据服务和管理服务。APS 数据实体（APSDE）通过其相关的 SAP 提供了数据传输服务，即 APSDE-SAP。APS 管理实体（APSME）通过其相关的 SAP 提供了管理服务，即 APSME-SAP，并维护管理对象的数据库，也称为 APS 信息库（AIB）。

6.2.2 帧格式

本条描述了 APS 帧（APDU）的格式。每个 APS 帧包括如下基本组成部分：

- a) 一个 APS 头，它包括帧控制和帧序号；
- b) 一个 APS 有效载荷，长度可变，它包括特定帧类型的信息。

APS 子层的帧被描述为有特定顺序的一系列域。本条中所有的帧格式按照它们在 NWK 层传输的顺序描述，从左至右，最左边的位首先传输。每个域中的位从 0 开始编码（最左、最低）到 k-1（最右、最高），

这样域的长度就是 k 位。多于一个字节的域被送往 NWK 层，按照低字节到高字节的顺序。

6.2.2.1 通用的 APS 帧格式

APS 帧格式包括一个 APS 头和一个 APS 有效载荷。APS 头域以固定顺序出现。通用的 APS 帧应该如图 2 所示的格式编排。

字节数：1	变长的
帧控制域	帧载荷
APS 头	APS 载荷

图 2 通用的 APS 帧格式

6.2.2.1.1 帧控制域

帧控制域长度为 8 位，包括定义帧类型的信息及其他控制标志。帧控制域应该如图 3 所示的格式编排。

位：0~1	2~5	6	7
帧类型	保留	确认请求	保留

图 3 帧控制域格式

6.2.2.1.1.1 帧类型子域

帧类型子域长度为两位，设置如表 1 所示的非保留值之一。

表 1 帧类型子域值

帧类型值 b1b0	帧类型名称
00	数据
01	命令
10	确认
11	保留

6.2.2.1.1.2 确认请求子域

确认请求子域长度为 1 位，指明了接收设备在接收该帧时，当前传输是否需要发送一个确认帧。如果该子域设置为 1，接收设备在确定该帧有效之后，给发起设备构造并发送一个确认帧；如果该子域设置为 0，接收设备在确定该帧有效之后，不给发起设备发送一个确认帧。

6.2.2.1.2 帧载荷域

帧载荷域长度可变，包含指明不同帧类型的信息。

6.2.2.2 APS 层数据帧结构

数据帧格式应按图 4 所示的格式编排。

字节数：1	变长的
帧控制域	帧载荷
APS 帧头	APS 载荷

图 4 APS 数据帧格式

6.2.2.2.1 数据帧 APS 帧头域

数据帧的 APS 帧头域包含帧控制。

在帧控制域中，帧类型子域应包含指明一个数据帧的值（见表 1）。其他子域应该根据数据帧的预定用途合适设置。

6.2.2.2.2 数据载荷域

对于一个输出的数据帧，数据载荷域应该包含部分或所有上层请求 APS 数据服务传输的字节序列。对

于一个输入的数据帧，数据载荷域应该包含所有或部分 APS 数据服务已经接收的，以及要被传送到上层的字节序列。

6.2.2.3 APS 层命令帧结构

APS 命令帧格式必须按图 5 所示的格式编排。

字节数：1	1	变长的
帧控制域	APS 命令标识符	APS 命令载荷
APS 帧头	APS 载荷	

图 5 APS 命令帧格式

APS 命令帧头域中，必须包含帧控制域。帧控制域中应该指示为一个 APS 命令帧。
APS 命令标识符域表示使用的 APS 命令，该域设置为如表 2 所示的非保留值之一。
APS 命令载荷域为一个 APS 命令的内容格式。

表 2 APS 层命令帧

命令标识	命令名称	参见条目
0x01	事件上报请求	6.2.2.3.1
0x02	事件上报应答	6.2.2.3.2
0x03	模块复位请求	6.2.2.3.3
0x04	模块复位应答	6.2.2.3.4
0x05	写配置请求	6.2.2.3.5
0x06	写配置应答	6.2.2.3.6
0x07	读配置请求	6.2.2.3.7
0x08	读配置应答	6.2.2.3.8
0x09	保留	
0x0A	更改短地址请求	6.2.2.3.9
0x0B	更改短地址应答	6.2.2.3.10
0x0C	更改信道请求	6.2.2.3.11
0x0D	读软件版本请求	6.2.2.3.12
0x0E	读软件版本应答	6.2.2.3.13

6.2.2.3.1 事件上报请求命令

终端通信模块在发现有网络异常、电能表故障等需要上报到集中器本地通信模块的事件时，使用事件上报请求命令向集中器本地通信模块上报信息。事件上报请求命令的载荷格式如图 6 所示。

字节数：1	1	1	变长
帧控制	命令标识	上报信息标识	上报信息内容
APS 帧头	APS 载荷		

图 6 事件上报请求命令的载荷格式

6.2.2.3.1.1 协议帧头部分

MAC 层帧头中，帧控制域指示为 MAC 层数据帧；PanID 为本网络 PanID，目标地址为单播地址。
网络层帧头中，帧控制域指示为网络层数据帧，有源路由域；目标地址为集中器本地通信模块地址，

源地址为上报事件的终端通信模块的地址。

APS 层帧头中，帧控制域指示为 APS 层命令帧。

6.2.2.3.1.2 命令载荷部分

命令标识域应该指示为 APS 层的事件上报请求命令（见表 2）。

上报信息标识用来标识上报信息的类型，其值必须设置为如表 3 所示的一个非保留值。

上报信息内容为上层请求上报的事件内容。

表 3 上报信息类型

上报信息标识	上报信息类型
0x01	电能表事件
...	...

6.2.2.3.2 事件上报应答命令

集中器本地通信模块收到终端通信模块上报请求命令时，对上报事件做出处理，并且使用终端通信模块上报应答命令给终端通信模块回复确认。终端通信模块上报应答命令的载荷格式如图 7 所示。

字节数：1	1	1	变长
帧控制	命令标识	上报信息标识	上报事件处理信息
APS 帧头	APS 载荷		

图 7 事件上报应答命令的载荷格式

6.2.2.3.2.1 协议帧头部分

MAC 层帧头中，帧控制域指示为 MAC 层数据帧；PanID 为本网络 PanID，目标地址为单播地址。

网络层帧头中，帧控制域指示为网络层数据帧，有源路由域；目标地址为上报的终端通信模块地址，源地址为集中器本地通信模块的地址。

APS 层帧头中，帧控制域指示为 APS 层命令帧。

6.2.2.3.2.2 命令载荷部分

命令标识域应该指示为 APS 层的事件上报应答命令（见表 2）。

上报信息标识与相应的事件上报请求命令中的上报信息标识相同，其值为表 3 中的一个非保留值。

上报事件处理信息为集中器本地通信模块对上报事件处理后的回复信息内容，不同的上报信息标识此部分的内容不同，缺省为空。

6.2.2.3.3 模块复位请求命令

在一些特定的情况下需要从空中远程使模块复位，此功能可以用模块复位请求命令来实现。模块复位请求命令的载荷格式如图 8 所示。

字节数：1	1	1	1
帧控制	命令标识	复位原因	复位选项
APS 帧头	APS 载荷		

图 8 模块复位请求命令的载荷格式

6.2.2.3.3.1 协议帧头部分

MAC 层帧头中，帧控制域指示为 MAC 层数据帧；PanID 为本网络 PanID，目标地址为单播地址。

网络层帧头中，帧控制域指示为网络层数据帧，有源路由域；目标地址为需要被复位的模块的地址，源地址为发出复位命令的设备的地址。

APS 层帧头中，帧控制域指示为 APS 层命令帧。

6.2.2.3.3.2 命令载荷部分

命令标识域应该指示为 APS 层的模块复位请求命令（见表 2）。
复位原因应该设置为如表 4 所示的非保留值之一。
复位选项作为复位命令参数保留，缺省值为 0x00。

表 4 复位原因类型

类 型 值	复 位 原 因
0x01	集中器复位
...	...

6.2.2.3.4 模块复位应答命令

收到模块复位请求命令时，如果是单播命令，则先发送模块复位应答命令，然后再执行复位操作；如果是广播命令，则执行复位操作不发送模块复位应答命令。模块复位应答命令的载荷格式如图 9 所示。

字节数：1	1	1	1	1
帧控制	命令标识	复位原因	复位选项	状态
APS 帧头	APS 载荷			

图 9 模块复位应答命令的载荷格式

6.2.2.3.4.1 协议帧头部分

MAC 层帧头中，帧控制域指示为 MAC 层数据帧；PanID 为本网络 PanID，目标地址为单播地址。
网络层帧头中，帧控制域指示为网络层数据帧，有源路由域；目标地址发出模块复位请求命令的设备的地址，源地址为被复位模块的地址。
APS 层帧头中，帧控制域指示为 APS 层命令帧。

6.2.2.3.4.2 命令载荷部分

命令标识域应该指示为 APS 层的模块复位应答命令（见表 2）。
复位原因应该设置为如表 4 所示的非保留值之一。
复位选项作为复位命令参数保留，缺省值为 0x00。
状态为复位命令执行结果，成功则为 0x00。

6.2.2.3.5 写配置请求命令

在使用手持设备从空中改写某个模块的配置信息时，可以使手持设备发送写配置请求命令。写配置请求命令的载荷格式如图 10 所示。

字节数：1	1	变长
帧控制	命令标识	配置信息
APS 帧头	APS 载荷	

图 10 写配置请求命令的载荷格式

6.2.2.3.5.1 协议帧头部分

MAC 层帧头中，帧控制域指示为 MAC 层数据帧；PanID 为本网络 PanID，目标地址为单播地址。
网络层帧头中，帧控制域指示为网络层数据帧，有源路由域；目标地址为需要写配置信息的目标模块的短地址，源地址为发出写配置请求命令的设备的地址。
APS 层帧头中，帧控制域指示为 APS 层命令帧。

6.2.2.3.5.2 命令载荷部分

命令标识域应该指示为 APS 层的写配置信息请求命令（见表 2）。
配置信息域为具体的配置信息内容，其格式如图 11 所示。

字节数：2	1	1	1	1	2	2	1
配置标志	信道号	发射功率等级	串口工作模式	设备类型	PanID	短地址	空中码元速率

图 11 配置信息域格式

配置信息如表 5 所示。

表 5 配置信息域

配置项	字节数	数据类型	功 能 描 述
配置标志	2	HEX	用于判断模块是否有缺省配置信息，缺省为：0xA5A5
信道号	1	HEX	用于标识模块工作的信道号（0~31）
发射功率等级	1	HEX	用于确定模块发射功率的大小，相邻发射功率等级之间相差 4dB~6dB，最高发射功率不大于 50mW。 0x00 最高发射功率 0x01 次高发射功率 0x02 次低发射功率 0x03 最低发射功率 0x04~0xFF 保留
串口工作模式	1	HEX	用于表示模块的串口工作在何种模式 0x01 命令帧模式（集中器本地通信模块） 0x02 透明模式（电能表和采集器通信模块） 0x03~0xFF 保留
设备类型	1	HEX	用于区分不同的应用设备类型，不同的设置上电后的工作流程不同。 设置类型定义为： 0x01 集中器本地通信模块 0x02 电能表通信模块 0x03 采集器通信模块 0x04~0xFF 保留
PanID	2	HEX	模块的网络标识
短地址	2	HEX	模块通信时的短地址
空中码元速率代码	1	HEX	射频信号在空中传输的速率 0x01 1200bit/s 0x02 4800bit/s 0x03 9600bit/s 0x04 384 00bit/s

6.2.2.3.6 写配置应答命令

模块从空中收到写配置请求命令时，在按命令内容写完相应的配置信息之后，使用写配置应答命令回复。写配置应答命令的载荷格式如图 12 所示。

字节数：1	1	1
帧控制	命令标识	状态
APS 帧头	APS 载荷	

图 12 写配置应答命令的载荷格式

6.2.2.3.6.1 协议帧头部分

MAC 层帧头中，帧控制域指示为 MAC 层数据帧；PanID 为本网络 PanID，目标地址为单播地址。
网络层帧头中，帧控制域指示为网络层数据帧，有源路由域；目标地址为发出写配置请求命令的设备

的地址，源地址为相应的写配置请求命令目标模块的地址。

APS 层帧头中，帧控制域指示为 APS 层命令帧。

6.2.2.3.6.2 命令载荷部分

命令标识域应该指示为 APS 层的读配置信息应答命令（见表 2）。

状态域为写配置信息请求命令的执行结果，0x00 值表示执行成功，其他值则为执行不成功。

6.2.2.3.7 读配置请求命令

在使用手持设备从空中读取某个模块的配置信息时，可以使手持设备发送读配置请求命令。读配置请求命令的载荷格式如图 13 所示。

字节数：1	1
帧控制	命令标识
APS 帧头	APS 载荷

图 13 读配置请求命令的载荷格式

6.2.2.3.7.1 协议帧头部分

MAC 层帧头中，帧控制域指示为 MAC 层数据帧；PanID 为本网络 PanID，目标地址为单播地址。

网络层帧头中，帧控制域指示为网络层数据帧，有源路由域；目标地址为需要读配置信息的目标模块的短地址，源地址为发出读配置请求命令的设备的地址。

APS 层帧头中，帧控制域指示为 APS 层命令帧。

6.2.2.3.7.2 命令载荷部分

命令标识域应该指示为 APS 层的读配置信息请求命令（见表 2）。

6.2.2.3.8 读配置应答命令

模块从空中收到读配置请求命令时，使用读配置应答命令回复确认。读配置应答命令的载荷格式如图 14 所示。

字节数：1	1	变长
帧控制	命令标识	配置信息
APS 帧头	APS 载荷	

图 14 读配置应答命令载荷格式

6.2.2.3.8.1 协议帧头部分

MAC 层帧头中，帧控制域指示为 MAC 层数据帧；PanID 为本网络 PanID，目标地址为单播地址。

网络层帧头中，帧控制域指示为网络层数据帧，有源路由域；目标地址为发出读配置请求命令的设备的地址，源地址为相应的读配置请求命令目标模块的地址。

APS 层帧头中，帧控制域指示为 APS 层命令帧。

6.2.2.3.8.2 命令载荷部分

命令标识域应该指示为 APS 层的写配置信息应答命令（见表 2）。

配置信息域为读配置信息结果（见表 5）。

6.2.2.3.9 更改短地址请求

更改短地址请求命令用于更改电能表通信模块的短地址。更改短地址请求命令的载荷格式如图 15 所示。

字节数：1	1	2	2	4
帧控制	命令标识	原短地址	更改后短地址	长地址
APS 帧头	APS 载荷			

图 15 更改短地址请求命令载荷格式

6.2.2.3.9.1 协议帧头部分

MAC 层帧头中，帧控制域指示为 MAC 层数据帧；PanID 为本网络 PanID，目标地址为单播地址。

网络层帧头中，帧控制域指示为网络层数据帧，无源路由域；目标地址为需要更改的设备地址，源地址为命令发起设备的地址。

APS 层帧头中，帧控制域指示为 APS 层命令帧。

6.2.2.3.9.2 命令载荷部分

命令标识域应该指示为 APS 层的更改短地址请求命令（见表 2）。

源短地址是电能表通信模块更改前的短地址。

更改后短地址是电能表通信模块更改后的短地址。

长地址是电能表通信模块的长地址。

6.2.2.3.10 更改短地址应答

模块从空中收到更改短地址请求命令时，将配置信息内的短地址更改后，使用更改短地址应答命令回复确认。更改短地址应答命令的载荷格式如图 16 所示。

字节数：1	1	2	4
帧控制	命令标识	更改后短地址	长地址
APS 帧头	APS 载荷		

图 16 更改短地址应答命令载荷格式

6.2.2.3.10.1 协议帧头部分

MAC 层帧头中，帧控制域指示为 MAC 层数据帧；PanID 为本网络 PanID，目标地址为单播地址。

网络层帧头中，帧控制域指示为网络层数据帧，无源路由域；目标地址为发起更改短地址的设备地址，源地址为被更改设备的更改前地址。

APS 层帧头中，帧控制域指示为 APS 层命令帧。

6.2.2.3.10.2 命令载荷部分

命令标识域应该指示为 APS 层的设置场强门限命令（见表 2）。

更改后短地址是电能表通信模块更改后的短地址。

长地址是电能表通信模块的长地址。

6.2.2.3.11 更改信道请求

更改信道请求命令用于更改电能表通信模块的工作信道。更改信道请求命令的载荷格式如图 17 所示。

字节数：1	1	1	1
帧控制	命令标识	命令类型	更改后信道
APS 帧头	APS 载荷		

图 17 更改信道请求命令载荷格式

6.2.2.3.11.1 协议帧头部分

MAC 层帧头中，帧控制域指示为 MAC 层数据帧；PanID 为本网络 PanID，目标地址为单波地址。

网络层帧头中，帧控制域指示为网络层数据帧，无源路由域；目标地址为需要更改信道的设备的地址，源地址为命令发起设备的地址。

APS 层帧头中，帧控制域指示为 APS 层命令帧。

6.2.2.3.11.2 命令载荷部分

命令标识域应该指示为 APS 层的设置场强门限命令（见表 2）。

命令类型：0x01 表示单波命令。

更改后信道：电能表通信模块更改后的工作信道。

6.2.2.3.12 更改信道应答

模块从空中收到更改信道请求命令时，将更改后信道记录，使用更改信道应答命令回复确认。更改信道应答命令的载荷格式如图 18 所示。

字节数：1	1	2	1
帧控制	命令标识	短地址	状态
APS 帧头	APS 载荷		

图 18 更改信道应答命令载荷格式

6.2.2.3.12.1 协议帧头部分

MAC 层帧头中，帧控制域指示为 MAC 层数据帧；PanID 为本网络 PanID，目标地址为单波地址。
网络层帧头中，帧控制域指示为网络层数据帧，无源路由域；目标地址为发起更改信道命令的设备的地址，源地址为被更改信道设备的地址。
APS 层帧头中，帧控制域指示为 APS 层命令帧。

6.2.2.3.12.2 命令载荷部分

命令标识域应该指示为 APS 层的设置场强门限命令（见表 2）。
短地址：被更改信道的电能表通信模块的短地址。
状态：用于标识模块信道更改指令是否正确接收，0x00 表示成功，其他表示不成功。

6.2.2.3.13 读软件版本请求

读软件版本请求命令用于读取电能表通信模块的软件版本信息。读取软件版本请求命令的载荷格式如图 19 所示。

字节数：1	1
帧控制	命令标识
APS 帧头	APS 载荷

图 19 读软件版本请求命令载荷格式

6.2.2.3.13.1 协议帧头部分

MAC 层帧头中，帧控制域指示为 MAC 层数据帧；PanID 为本网络 PanID，目标地址为单播地址。
网络层帧头中，帧控制域指示为网络层数据帧，无源路由域；目标地址为被读取设备的地址，源地址为命令发起设备的地址。
APS 层帧头中，帧控制域指示为 APS 层命令帧。

6.2.2.3.13.2 命令载荷部分

命令标识域应该指示为 APS 层的读软件版本请求命令（见表 2）。

6.2.2.3.14 读软件版本应答

模块从空中收到读取软件版本请求命令时，使用读取软件版本应答命令回复确认。读取软件版本应答命令的载荷格式如图 20 所示。

字节数：1	1	3	1	3	1	15
帧控制	命令标识	版本信息	硬件类型	编译日期	设备类型	保留
APS 帧头	APS 载荷					

图 20 读软件版本应答命令载荷格式

6.2.2.3.14.1 协议帧头部分

MAC 层帧头中，帧控制域指示为 MAC 层数据帧；PanID 为本网络 PanID，目标地址为单播地址。
网络层帧头中，帧控制域指示为网络层数据帧，无源路由域；目标地址为发起读软件版本命令的设备

地址，源地址为被读取软件版本的设备的地址。

APS 层帧头中，帧控制域指示为 APS 层命令帧。

6.2.2.3.14.2 命令载荷部分

命令标识域应该指示为 APS 层的读软件版本请求命令（见表 2）。

版本信息为：主版本，次版本，辅助版本（BCD）。

硬件类型：用于标识不同型号的产品。

编译日期：日、月、年（BCD）。

设备类型：配置信息中的设备类型。

保留字：不同厂家扩展使用。

6.2.2.4 APS 层确认帧结构

APS 确认帧格式必须按图 21 所示的格式编排。

字节数：1
帧控制域
APS 帧头

图 21 APS 确认帧格式

APS 帧头中，必须包含帧控制域。帧控制域中应该指示为一个 APS 确认帧。

APS 确认帧没有载荷域。

6.2.3 应用支持子层常量和属性

6.2.3.1 应用支持子层常量

应用支持子层的常量定义如表 6 所示。

表 6 应用支持子层常量

常量名	描 述	值
apscAckWaitDuration	应用支持子层等待确认时间	15（单位：100ms）
apscMaxFrameRetries	应用支持子层最大重传次数	3

6.2.4 功能描述

6.2.4.1 概述

本条描述了发送，接收和确认的基本程序。

6.2.4.2 发送

APS 子层处理或生成的所有帧应该符合 6.2.2.1 条规定的通用帧格式构造，使用 NWK 层数据服务传输。

当 APS 子层构造了帧并准备发送时，它应该向 NWK 数据服务接口传递一个带有合适目标地址的发送请求。也就是说 APS 子层通过给 NWK 层发出数据发送请求发起 APDU 的发送，发送的结果通过网络层数据发送确认返回。

6.2.4.3 接收

APS 子层应该能够过滤通过 NWK 层数据服务到达的帧，且只列出与 NHLE（高一层实体）有关的帧。

当设备的 APSDE 接收到一个帧时，应该使用数据接收指示传递给 NHLE（高一层实体）。

6.2.4.4 确认

一个 APS 层数据或命令帧发送时，应该为该帧设置合适的确认请求子域。一个确认帧发送时，应该总是把确认请求子域设置为 0。同样，任何广播的帧发送时应该把确认请求子域设置为 0。

6.2.4.4.1 无确认请求的数据传输

一个帧被其预定接收设备接收时，其确认请求（AR）子域设置为 0，则接收设备不用发送确认帧。发送设备应该假定帧的传输成功。

如图 22 所示，从发送设备到接收设备传输一个没有要求确认的数据帧的情景。在这种情况下，发送设