

ICS 17.020
N 22

DB22

吉 林 省 地 方 标 准

DB 22/T 2240—2015

低压电网电力线窄带通信技术规范

Low voltage power grid power narrowband communication technology specification

地方标准信息服务平台

2015 - 02 - 01 发布

2015 - 03 - 01 实施

吉林省质量技术监督局 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由国网吉林省电力有限公司提出。

本标准由国家能源局东北监管局吉林业务办公室归口。

本标准起草单位：吉林省电力科学研究院有限公司。

本标准主要起草人：关长祥、王珏昕、唐伟宁、刘云平、周力威、杨建荣、王朔、王汉杰、孟宇。

地方标准信息服务平台

低压电网电力线窄带通信技术规范

1 范围

本标准规定了用电信息采集系统低压电网窄带载波通信技术的物理层、网络层、应用层。
本标准适用于用电信息采集系统的低压电网窄带载波通信技术。

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。

GB/T 6113-2008 无线电骚扰和抗扰度测量设备规范

DL/T 645-2007 多功能电能表通信协议

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

路由器 router

采集各载波从节点的数据，并进行处理存储，同时能和主站计算机或手持单元进行数据交换的设备。

3.2

主节点 primary node

载波通信发起的主控方。

3.3

相别 phase ID

相差120度角的三相电网的每相线路的标识。

3.4

从节点 secondary node

采集器或计量点所在的载波节点。

3.5

信道 channel

窄带载波传输的介质。

3.6

信道标识 channel ID

标识信道的编号，用阿拉伯数字表示。

3.7

通信时隙 communication time slot

在工频周期的半个周波10 ms内，分为三个时隙，每个时隙为3.3 ms。过零的3.3 ms为主时隙，其余为辅时隙。

3.8

信号品质 signal quality

节点对载波信号解调正确率进行线性分级。

3.9

物理层 physical layer

将网络层数据调制为载波信号，发送到电力线媒介上；或者接收电力线媒介的载波信号解调为数据报文。

3.10

网络层 network layer

实现宽带载波通信网络的组网和网络维护、路由管理以及应用层报文的汇聚和分发，以及对数据报文的发送和接收。

3.11

应用层 application layer

实现本地通信单元之间业务数据交互，通过网络层完成数据传输。

4 物理层

4.1 信道时隙

在50 Hz的半个周波10 ms内，分为三个时隙，每个时隙为3.3 ms。过零的3.3 ms为主时隙，其余为辅时隙。时隙图如下：

单通道载波通信信道时隙见图1。

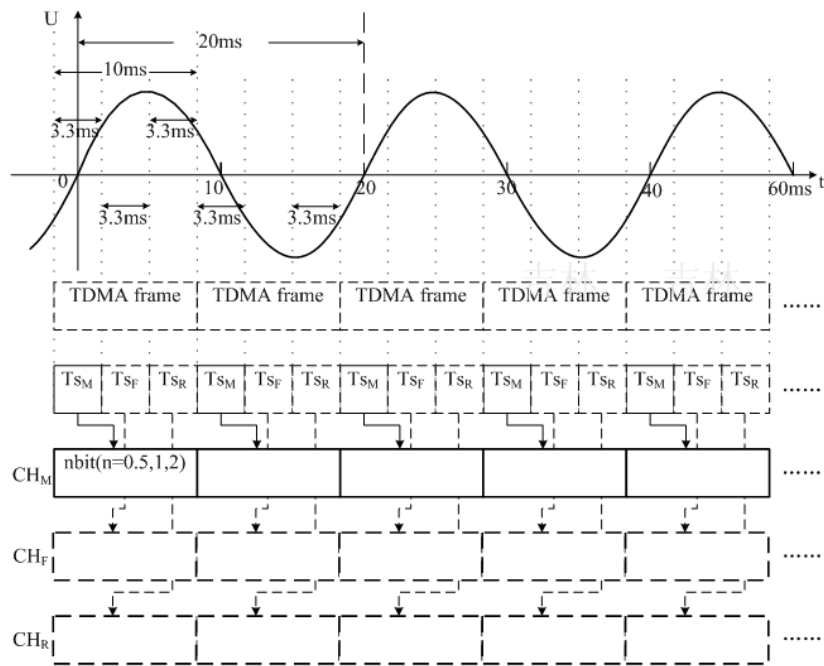


图1 单相表载波通信信道模型

三通道载波通信信道时隙见图 2。

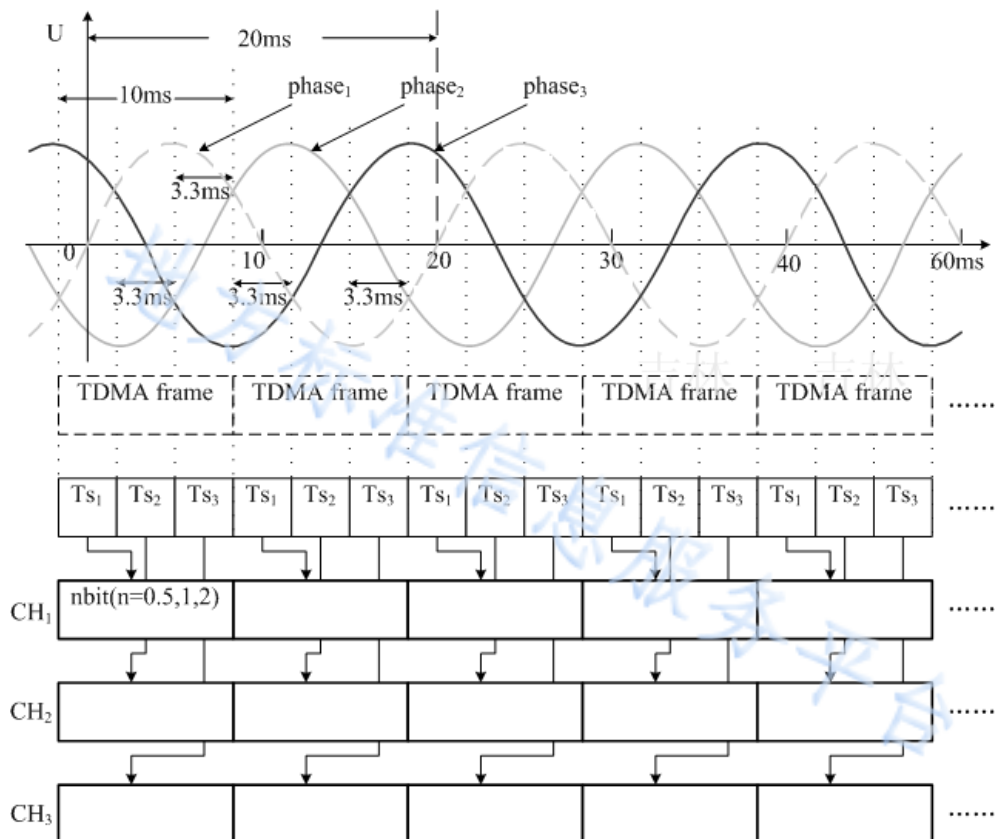


图2 三通道载波通信信道模型

4.2 载波模块基本参数

载波通信技术的基本参数见表1。

表1 载波通信基本参数表

指标	基本参数
频率范围, kHz	416~426
带宽, kHz	15
中心频率, kHz	421
传输速率, bps	50、100
传输模式	时分复用
调制方式	FSK

4.3 通信接口

4.3.1 单三相电能表通信接口

字节传输按异步方式进行, 通信速率默认为2400bps, 它包含8个数据位、1个起始位“0”、1个偶校验位P和1个停止位“1”, 定义见图3。

4.3.2 集中器路由模块通信接口要求

帧的基本单元为8位字节。链路层传输顺序为低位在前, 高位在后; 低字节在前, 高字节在后。

字节传输按异步方式进行, 通信速率9600bps或以上, 默认为9600bps, 它包含8个数据位、1个起始位“0”、1个偶校验位P和1个停止位“1”, 定义见图3。

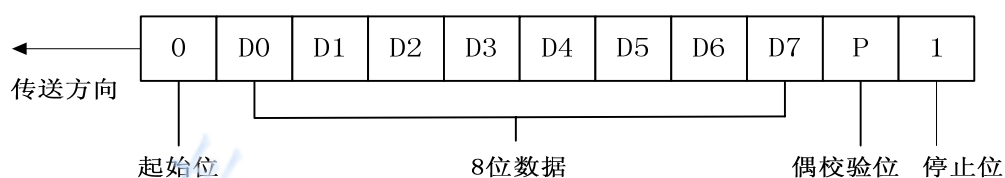


图3 传输字节格式

4.4 外形尺寸

外形尺寸见附录A。

4.5 性能

4.5.1 功耗要求

单相载波模块静态功耗不大于0.25 W, 载波模块通讯时功耗不大于1.5 W。三相载波模块静态功耗不大于0.35 W, 载波模块通讯时功耗不大于4 W。集中器载波模块静态功耗不大于1 W, 载波模块通讯时功耗不大于6 W。

4.5.2 输出电平要求

载波通信发送、接收指示灯接口的输出信电平为5 V, 最大输出电流为10 mA, 如果指示灯的功耗比较大, 需增加驱动电路。

4.5.3 最大输出信号电平

电平的测量应符合GB/T 6113-2008 附录F2的要求。

4.5.4 数据传输误码率

电力线载波信道数据传输误码率应不大于 10^{-5} 。

4.5.5 载波通信性能

在信噪比为15 dB时，载波通信应能正常工作。

5 网络层

5.1 中继从节点转发行为描述

5.1.1 从节点的中继转发行为有向下转发和向上转发两个过程。

5.1.2 向下转发即实现对上一级节点发送的中继命令的转发，启动超时定时器，然后等待下一级从节点的正常响应帧。

5.1.3 向上转发即将接收到的下一级从节点的正常响应帧向上一级节点进行转发。

5.2 地址域缩位算法

假设源地址为00H，报文为二级中级抄读命令，地址域缩位算法详见表2。

表2 地址域缩位算法表

地址	源地址	一级中继地址	二级中继地址	目的地址
压缩前	00	12 34 56	12 34 56	12 34 56
		78 90 12	78 90 12	78 90 12
压缩后	00H	0C 22 38	0C 22 38	0C 22 38
		4E 5A 0CH	4E 5A 22H	4E 5A 22H
压缩后	01	24 68 112	00 00 00	00 00 00
		156 180 25	00 00 93	00 172 01
压缩后	01H	18 44 70	5DH	AC 01H
		9C B4 19H		

5.3 中继转发流程

假设集中器地址为01H，三个节点相别均为A相。DA为目的节点，A1为一级中继节点、A2为二级中继节点，下行数据帧为1类报文，上行数据帧为2类报文。中继转发流程见图4。

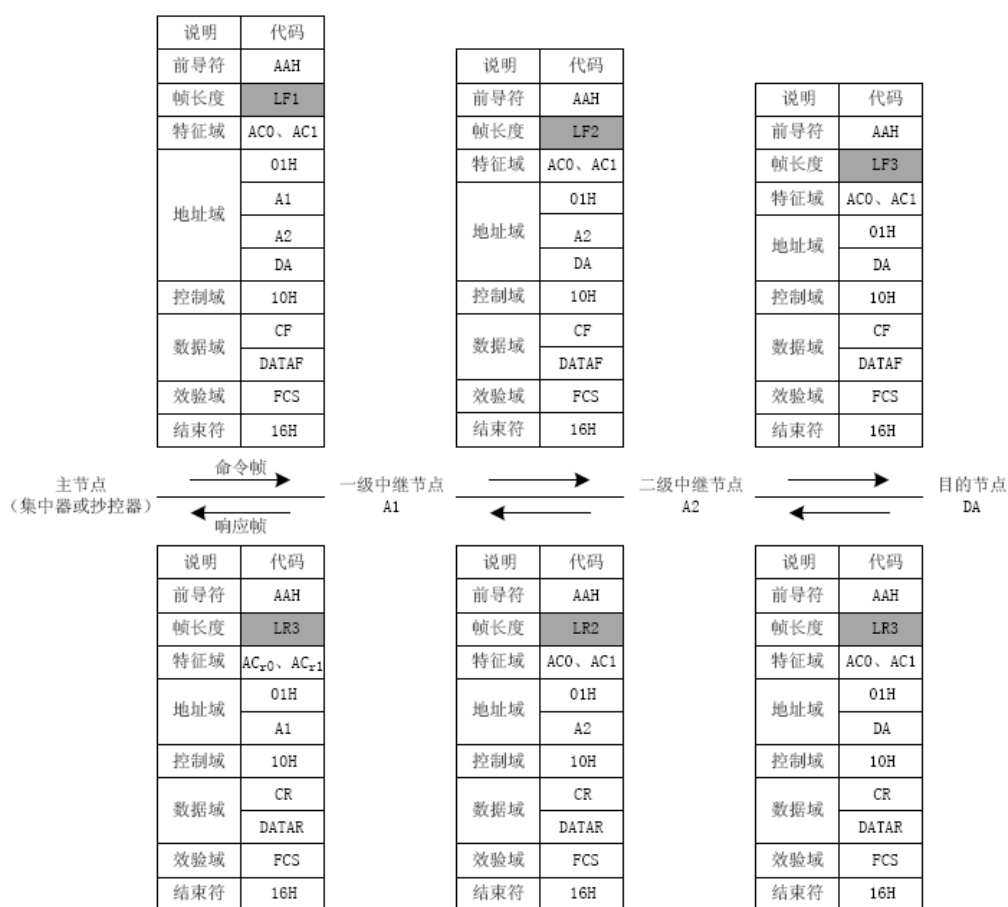


图4 中继转发流程图

5.4 直接抄读学习流程

5.4.1 集中器先录入载波从节点地址，进入零知识学习状态。

5.4.2 集中器首先进行相别标志为 00B（三相）的直接抄读学习。如果抄读成功，集中器记录载波抄读学习过程得到的节点相别，并作为节点参数存储到集中器；不成功则进入下一流程。

5.5 中继抄读学习流程

5.5.1 对于直接抄读不成功的载波从节点，需要集中器启动中继抄读学习。通过学习过程后抄读到中继节点后，集中器读取节点的侦听数据，根据侦听数据中的节点地址、信号品质、侦听次数等内容，选取中继路由进行通信。

5.5.2 集中器首先选择中继节点，为有效提高效率，推荐分别三相各选取一只中继节点，连续发送中继抄读三相各节点命令。首先进行第 1 相中继抄读学习，其次进行第 2 相中继抄读学习，然后进行第 3 相中继抄读学习，让载波芯片持续处于三相工作状态。

5.6 抄表流程

5.6.1 集中器已经取得相应载波从节点的相别，再进行直接抄读和中继抄读。

5.6.2 集中器需要连续分别发送各相节点抄读命令，例如：同时启动抄读各相节点，即可以是直接抄读也可以是中继抄读；当一相某节点抄读完成时，立即启动该相下一节点抄读；保证所有通信信道空闲时间最少，抄表流程时序见图 5。

抄表流程

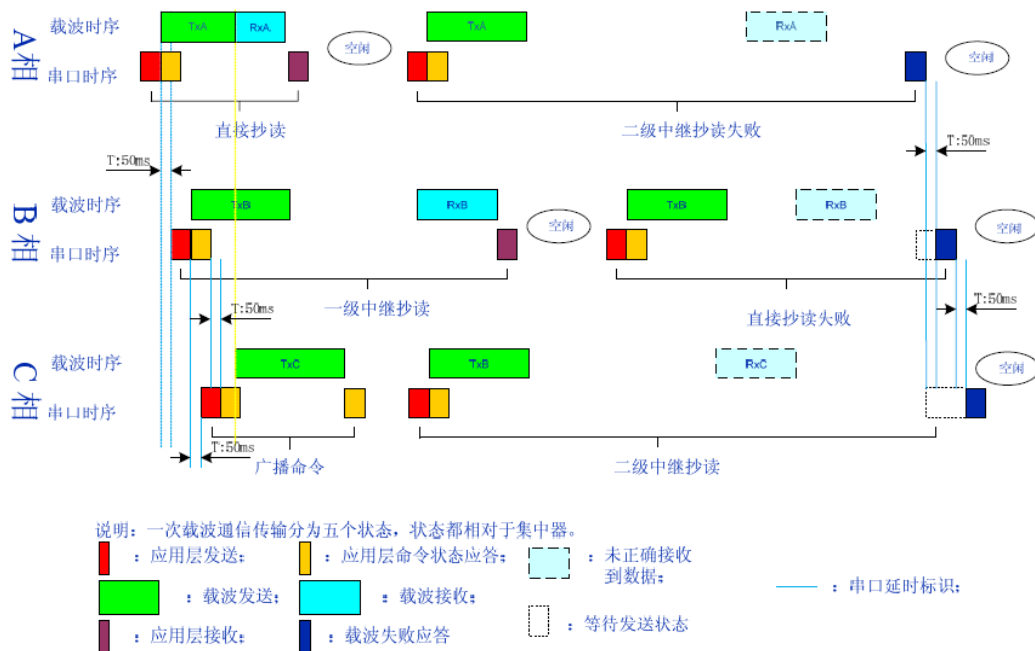


图5 抄表流程时序图

5.7 避免抄收冲突

由于不同相位抄收需要同时调用从节点的串行通信，为避免同时调用过程中产生通信错误，禁止路由器同时在不同相位上对同一物理信道从节点（同一采集器的不同子节点也属于同一物理信道从节点）进行抄收，降低从节点发送功率产生的瞬时功率需求。

6 应用层

6.1 字节格式

传输波特率主节点9600、19200、38400、56000、57600、115200bps，从节点为1200、2400、9600、19200、38400、115200，每字节含8位二进制码，传输时加上一个起始位(0)、一个偶校验位和一个停止位(1)，共11位。字节传输序列见图6，D0是字节的最低有效位，D7是字的最高有效位。先传低位，后传高位。

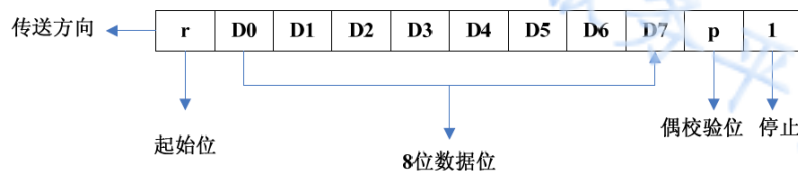


图6 字节传输序列图

6.2 基本帧格式

帧是传送信息的基本单元。帧长度域特征域地址域控制域数据域校验域结束符开始符。基本帧格式

见图7。

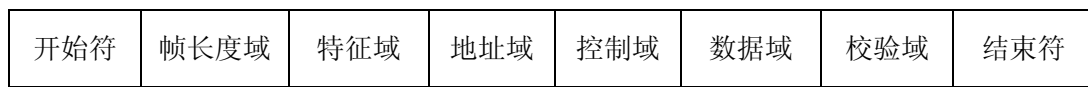


图7 基本帧格式图

6.3 起始符

起始符的长度为 1 个字节，采用二进制 10101010B (AAH)。

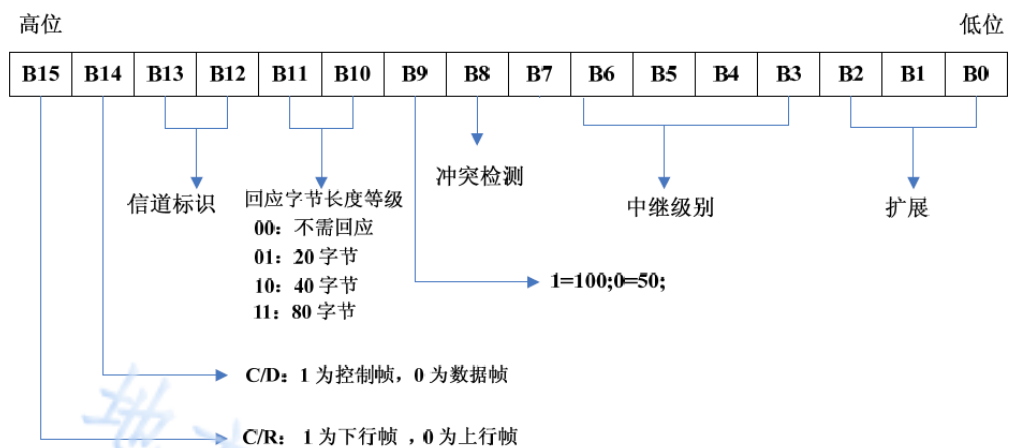
6.4 帧长度域

帧长度域为1个字节。表示除了开始符、结束符外（包括帧长度域本身）的帧数据长度。

6.5 特征域

6.5.1 特征域的长度及结构

特征域的长度为2个字节。当B15=1时，为下行帧，表示载波命令，特征域结构见图8。



说明:

1--B7 为备用

2--B2 为控制响应长度是否扩展 (0: 不扩, 1: 扩展)

3--B1 为控制特征域是否扩展 (0: 不扩, 1: 扩展)

图8 特征域结构图

6.5.2 应答帧长度及对应关系

应答帧长度及对应关系见表3。

表3 回应长度及对应关系表

B2	B11	B10	应答长度
0	0	0	00 无应答
0	0	1	20 字节

表3 回应长度及对应关系表（续）

B2	B11	B10	应答长度
0	1	0	40 字节
0	1	1	80 字节
1	0	0	120 字节
1	0	1	160 字节
1	1	0	200 字节
1	1	1	250 字节

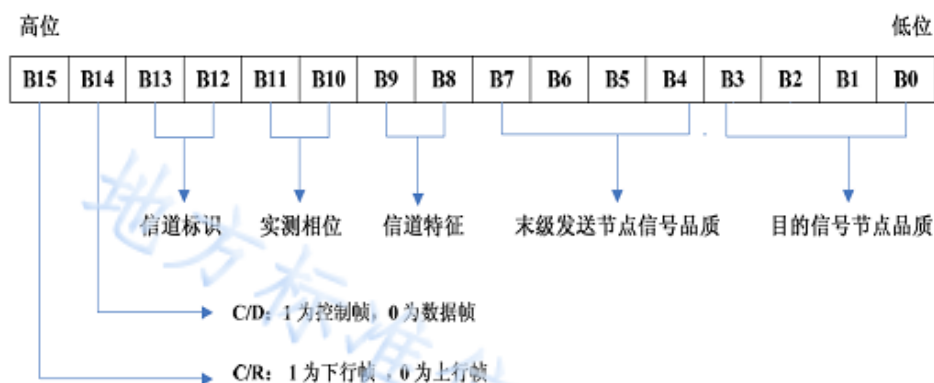
6.5.3 相别对应关系

6.5.2.1 冲突检测即当该位置 1 时，延时等待时间增加 20 s；置 0 时，延时等待时间不变化。冲突检测位仅对通信延时起作用。相别对应关系见表 4。

表4 相别对应关系表

值	00B	01B	10B	11B
信道标识	不分相传输	A 相传输	B 相传输	C 相传输

6.5.2.2 通讯速率为 0:50bps，1:100bps，当 B15=0 时，为上行帧，表示载波节点的响应。域结构见图 9。当该值为 01B、10B 或 11B 时，分别表示相别为 L1、L2、L3。信道特征为描述目的节点通信信道的特征，取值及对应关系。信号品质分为 15 级，取值范围 0001B~1111B，0001B 表示最低强度。



说明:

- 1--00B—采集器。
- 2--01B—备用 单相供电，双相通信（单相一体表）。
- 3--10B—单相供电，三相通信（单相通道板）。
- 4--11B—三相供电，三相通信（三相通道板）。

图9 域结构图

6.6 地址域

6.6.1 地址域定义

地址域采用缩位算法，长度根据中级级别变化，当为命令帧时，地址域命令帧结构见图10。

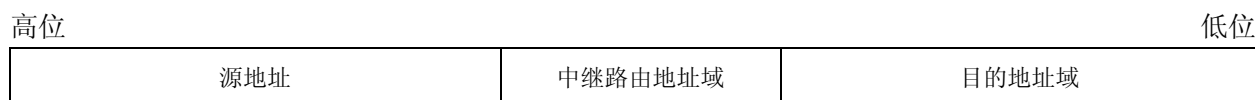


图10 地址域命令帧结构图

当为响应帧时，省略中继路由地址，地址域响应帧结构见图11。



图11 地址域响应帧结构图

当中继路由地址域内容由中继级别的编码定义；当中继级别=00H，地址域只包含源地址和目的地址。当中继级别≠00H，地址域包含源地址、中继路由地址和目的地址。

6.6.2 地址域地址编码规则

保留每个地址字节中第1个传送的bit位(低有效位)，将其置为0以表示紧随其后的一字节是地址域的一个扩展字节。扩展字节的格式应与第一个字节相同。地址域的最后一个字节是把低有效位置为1来标识的。

假设载波节点地址为6个字节，载波节点地址结构见图12。

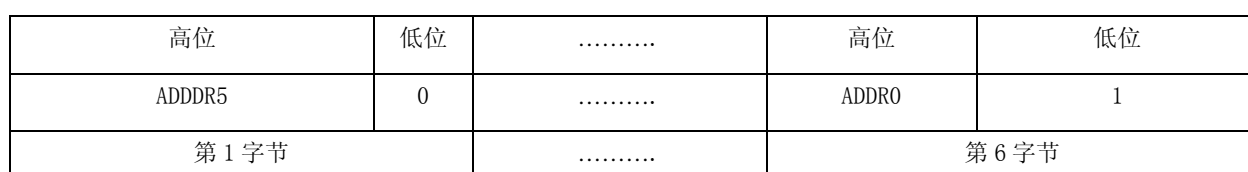


图12 载波节点地址结构图

广播地址定义为单字节，取值100D，表示0x99, 0x99, 0x99, 0x99, 0x99, 0x99。集中器通道的地址：定义为单字节，取值101D。通配符地址定义为单字节，取值102D，表示0xaa, 0xaa, 0xaa, 0xaa, 0xaa, 0xaa。部分通配符地址定义为多字节，出现103D(0x67)则本字节自动解析为0xaa。例如：0x67, 0xXX, 0x67, 0x67, 0x67, 0xXX表示为0xaa, 0xXX, 0xaa, 0xaa, 0xaa, 0xXX。保留地址：104—127D为保留地址，保留地址可作为特殊地址使用。主节点地址：建议主节点的地址为2字节，取值范围可为00、01、……、16129D。

采用缩位算法实现地址编码，首先源地址保持不变，其次将后续的地址按字节与前一地址异或，最后将异或后的单个字节左移1位，若后续有字节，本字节不变，否则加1。

6.7 控制域

控制域的长度为1个字节。当特征域的C/D位是1时，控制域表示载波控制命令。控制字取值范围0~255D。载波控制命令帧举例见表5。

表5 载波控制命令帧举例表

控制字	命令功能	参数	作用对象
00H	设置地址	节点地址	从节点

表5 载波控制命令帧举例表（续）

控制字	命令功能	参数	作用对象
01H	读取地址	无	从节点
02H	读取从第M节点开始的N个侦听到的后级节点信息	M.N	从节点
22H	读取从第M节点开始的N个侦听到的前级节点信息	M.N	从节点
03H	清除从节点侦听信息	X	从节点
07H	从节点点名	无	从节点
09H	测试从节点发射功率	T	从节点
60H	获取从节点厂商代码和版本信息	无	从节点
4AH	广播使能或禁止时间尾随上报	X	从节点
08H	测试主节点发射功率	T	主节点
61H	获取主节点厂商代码和版本信息	无	主节点

注：当特征域的C/D位是0时，控制域表示载波数据通信命令；当控制字为00H时，应用层为透明传输；当控制字为10H时，应用层为DL/T 645-1997规约；当控制字为11H时，应用层为DL/T 645-2007规约。

6.8 数据域

完整的DL/T 645帧和优化后的数据域格式见表6。

表6 优化有的数据域格式

说明	完整的 DL/T 645 帧格式	优化后的数据域格式
帧起始符	68H	无
地址域	A0	
	A1	
	A2	
	A3	
	A4	
	A5	
帧起始符	68H	
控制码	C	C
数据长度域	L	无
数据域	DATA	DATA
校验码	CS	无
结束符	16H	无

注：当特征域的C/D位是1时，数据域可以是任意字节序列；当特征域的C/D位是0时，数据域表示载波通信数据；当控制字为00H，数据域符合完整的DL/T 645-1997或DL/T 645-2007规约；当控制字为10H，数据域符合DL/T 645-1997规约，优化后只取其中的控制码和数据域；当控制字为11H，数据域符合DL/T 645-2007规约，优化后只取其中的控制码和数据域。

6.9 校验域

校验域的长度是2个字节，用来计算开始符之后、校验域之前的帧数据的校验值，传输时低字节在前、高字节在后。

6.10 结束符

结束符的长度是1个字节，采用二进制00010110B(16H)。

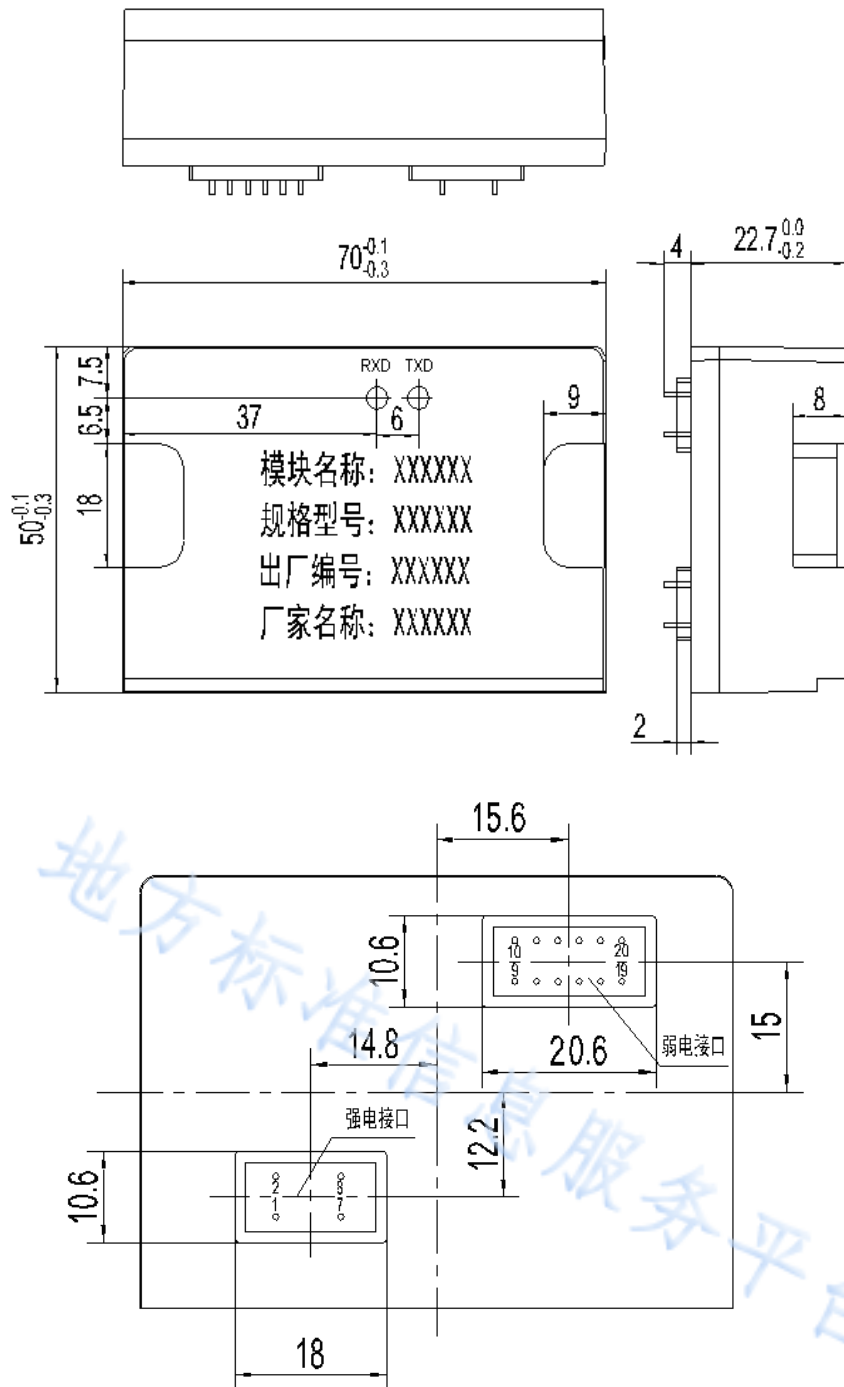
地方标准信息服务平台

附录 A

(资料性附录)

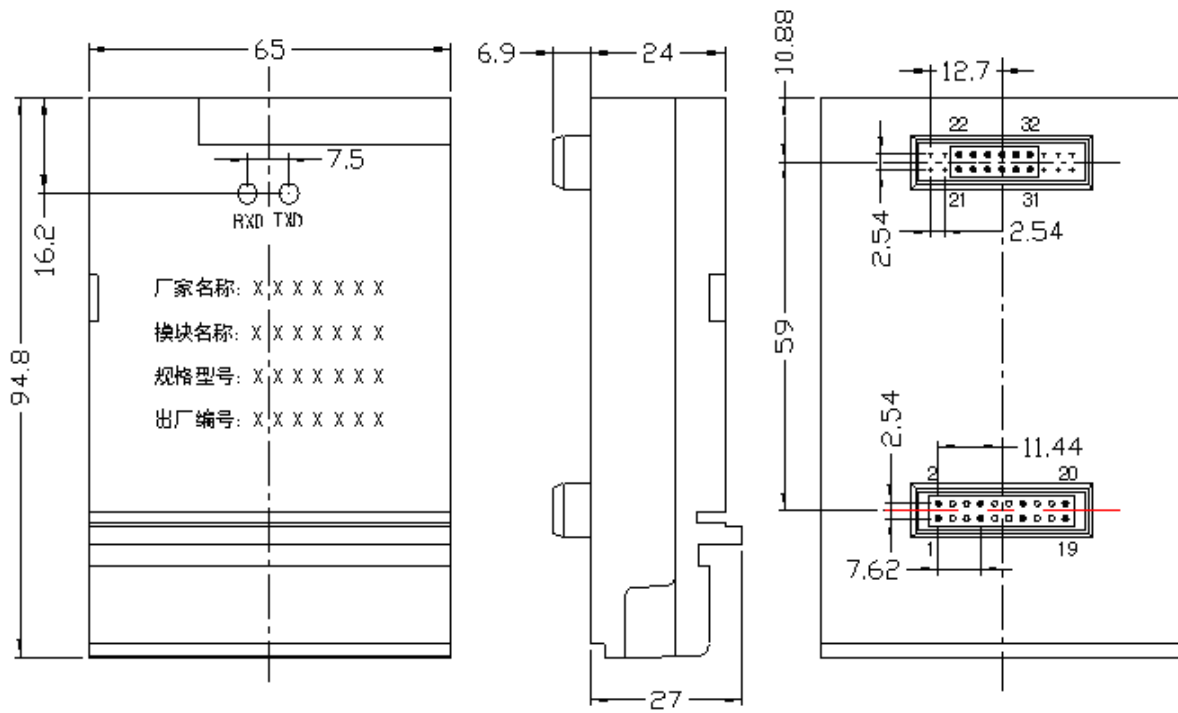
单、三相模块及 I 型集中器模块尺寸图

A.1 单相表模块见图A.1



图A.1 单相表通信通信模块外形结构和尺寸图

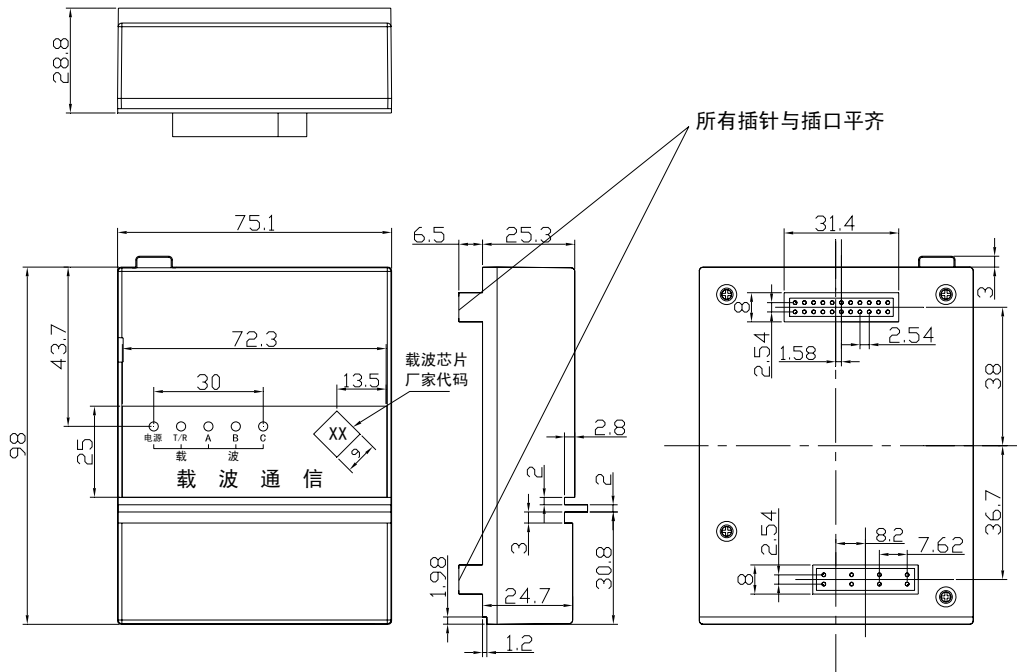
A.2 三相表模块见图A.2



图A.2 三相表通信通信模块外形结构和尺寸图

地方标准信息服务平台

A.3 集中器本地载波通信模块见图A.3



图A.3 本地载波通信通信模块外形结构和尺寸图

地方标准信息服务平台