

ICS 33.040.40

L 78

备案号: 44496-2015

DB44

广 东 省 地 方 标 准

DB44/T 1292—2014

# 白色家电智能控制网络 通信协议

White goods intelligent control network—Communication protocol

2014-01-28 发布

2014-05-01 实施

广东省质量技术监督局 发布

## 目 录

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 体系结构和参考模型	2
5.1 智能控制网络系统的体系结构	2
5.2 智能控制网络系统的工作模式	3
5.3 网络协议栈分层结构的参考模型	3
5.4 物理层与数据链路层的结构	4
5.5 控制网络总线系统	5
6 433MHz无线通信协议	5
6.1 433MHz无线通信物理层规范	5
6.2 数据链路层规范	8
7 双绞线传输通信协议	14
7.1 双绞线传输媒体规范	14
7.2 物理层规范	15
7.3 数据链路层规范	17

## 前 言

《白色家电智能控制网络》标准体系由以下部分组成：

第1部分：《白色家电智能控制网络 通信协议》；

第2部分：《白色家电智能控制网络 应用与服务》。

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。

本标准由广东省质量技术监督局提出和归口。

本标准起草单位：广东华南家电研究院、广东瑞德智能科技股份有限公司、广东美的制冷设备有限公司、广东康宝电器有限公司、佛山市顺德区质量技术监督标准与编码所。

本标准主要起草人：谢后贤、谢拥军、刘斌、郑魏、姚长标、卢仲宇、吴文新、李强、郑绪成、陈国祥、饶森森、周展超、欧阳丹、李军生、刘晖。

本标准为首次发布、实施。

广东省网络空间安全协会受控资料

## 引 言

本标准是专门针对各类白色家电生产企业在组成家电智能控制网络时应遵循的规范。从统一解决白色家电等设备实现网络化系统的经济实用性、高效性、可靠性、安全性和开放性的目标出发，提供各类白色家电等设备实现互连、互通和互操作的基础要求；为规定一套白色家电智能控制网络系统，对系统结构和设备资源进行描述，为面向白色家电设备控制的应用和服务构造一个通用的系统平台和软件应用平台。

广东省网络空间安全协会受控资料

# 白色家电智能控制网络 通信协议

## 1 范围

本标准规定了白色家电智能控制网络通信协议的术语和定义、缩略语、体系结构和参考模型、433MHz 无线通信协议及双绞线传输通信协议。

本标准适用于家庭或类似场所的冰箱、房间空气调节器、洗衣机、电饭煲、消毒柜、吸油烟机、风扇、加湿器、热水器、微波炉、电暖器等家电所构建的网络。

## 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 5271. 9 数据处理词汇 第 9 部分 数据通信 (GB/T 5271. 9-2001, eqv ISO/IEC 2382-9:1995)

GB/T 5271. 25 信息技术 词汇 第 25 部分：局域网(GB/T 5271. 25-2000, eqv ISO/IEC 2382-25:1992)

GB/T 11014 平衡电压数字接口电路的电气特性 (GB/T 11014-1989, eqv EIA RS-422-A:1978)

GB/T 12057 使用串行二进制数据交换的数据终端设备和数据电路终接设备之间的通用 37 插针和 9 插针接口 (GB/T 12057-1989, eqv EIA RS-449-1977)

GB/T 15127-2008 信息处理系统 数据通信 双扭线多点互连 (idt ISO/IEC 8482:1993)

GB/Z 15629. 1 信息技术 局域网和城域网 第 1 部分 局域网标准综述 (GB/Z 15629. 1-2000, idt ISO/IEC TR 8802-1:1997)

GB/T 15629. 3 信息处理系统 局域网 第 3 部分：带碰撞检测的载波侦听多址访问 (CSMA/CD) 的访问方法和物理层规范 (GB/T 15629. 3-1995, idt ISO/IEC 8802-3:1990)

GB 15629. 11 信息技术 系统间远程通信和信息交换 局域网和城域网 特定要求 第 11 部分：无线局域网媒体访问控制和物理层规范 (GB 15629. 11-2003, Mod ISO/IEC 8802-11:1999)

GB/T 15629. 15 信息技术 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部分:低速无线个域网(WPAN)媒体访问控制和物理层规范 (GB/T 15629. 15-2010, Mod IEEE 802. 15. 4-2006)

GB/T 29262 信息技术 面向服务的体系结构 (SOA) 术语

## 3 术语和定义

GB/T 5271. 9、GB/T 5271. 25 和 GB/T 29262 确立的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 白色家电 white goods

通常指可以减轻人们的劳动强度（如洗衣机、部分厨房电器）、改善生活环境（如房间空气调节器、电冰箱等）的家电。因早期这类家电的外观多数为白色，故称之为白色家电。

### 3.2

#### 域 domain

网络管理系统中的一个层次化的管理单元，域是由一个主控制设备管理，执行相同通信协议，具有相同地址结构，且“域地址”相同的所有节点组成的网络系统。

#### 4 缩略语

2FSK	二进制频移键控(binary frequency shift keying)
APL	应用层(application layer)
AUI	连接单元接口(attachment unit interface)
CRC	循环冗余校验码(cyclic redundancy check)
CSMA/CA	带碰撞避免的载波侦听多址访问(carrier sense multiple access with collision avoidance)
CSMA/CD	带碰撞检测的载波侦听多址访问(carrier sense multiple access with collision detect)
GFSK	高斯频移键控(gauss frequency shift keying)
HDLC	高级数据链路控制规程(high-level data link control)
LLC	逻辑链路控制(logical link control)
MAC	媒体访问控制(medium access control)
MAU	媒体连接单元(medium attachment unit)
MDI	媒体相关接口(medium dependent interface)
OSI/RM	开放系统互连参考模型(open system interconnection/reference model)
PHY	物理层(physical layer)
PLS	物理信令(physical layer signaling)
PMA	物理媒体连接(physical medium attachment)
SOA	面向服务的体系结构(service oriented architecture)

#### 5 体系结构和参考模型

##### 5.1 智能控制网络系统的体系结构

白色家电智能控制网络系统是一个多层次，多网段的结构。当网络的各层都采用同一个标准通信协议时，终端设备可根据安装的物理位置挂接在不同的层上，相同类别的网段之间采用网桥接口。不同的层次及网段，也可以采用不同的通信媒体、不同的传输速率，也即采用不同的通信协议。跨接网段传输信息时网络之间必须采用接口设备，不同类别的网段之间则需要网关接口。实际设计时选择性价比好的适用的联网技术及其适用的设备和软件，以提高网络运行效率和适应性。

白色家电智能控制网络是社区网络的底层网络系统（Infranet），它们通过网关接入采用以太网的社区信息管理网络（Intranet，局域网或城域网），并可采用有线宽带或无线网络等各种传输媒体和通信方式，接入因特网（Internet），实现远程通信与控制。见图1。

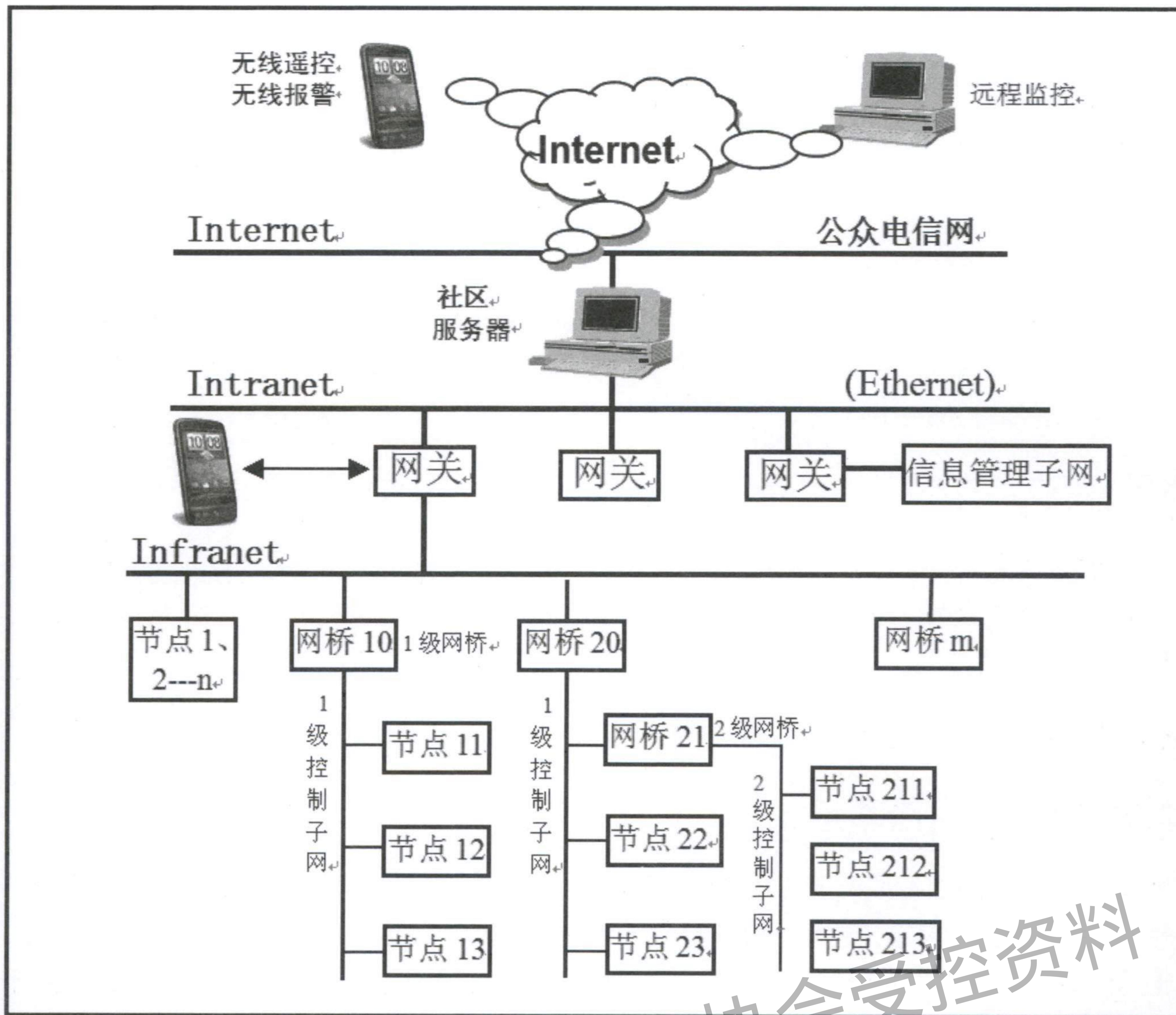


图1 白色家电智能控制网络系统结构图

白色家电智能控制网络按其服务目标可划入专用物联网的范畴，由于其通用性和接入互联网，成为公众物联网的一部分而享受公众物联网的各种服务。家电智能控制网络的互联网接入方式是多样的，既可以任何节点接入公众网，同时也可以通过网关和社区服务器接入公众物联网。接入互联网的媒体，既可以是有线宽带网直接接入，也可以是经网关通过以太局域网接入互联网，也可以使用无线通信网多样方式接入互联网。

白色家电智能控制网络具有物联网的特征，应享有物联网的各类服务。

## 5.2 智能控制网络系统的工作模式

白色家电智能控制网络系统软件的体系结构，应采用基于 Web 服务的工作方式，提供一个面向智能白色家电设备符合 SOA 的网络服务平台。

## 5.3 网络协议栈分层结构的参考模型

### 5.3.1 网络分层结构的参考模型

在网络信息系统的体系结构中，应遵循国际标准化组织的开放系统互连参考模型（OSI/RM），白色家电智能控制网络系统只涉及了与之相对应的三层结构，即物理层、数据链路层和应用层。

### 5.3.2 物理层和数据链路层

白色家电智能控制网络系统最低两层的功能，即物理层和数据链路层，根据其使用的不同媒体分

别给予定义。在物理层规定了网络节点（设备）之间物理连接（总线或无线）的标准特性：包括机械特性、电气特性、信号特性和功能特性，物理层为数据链路层提供物理传输服务，实现比特流的透明传输。在数据链路层，实现无差错的传送数据帧，与一般局域网相似，分成媒体访问控制（MAC）层和逻辑链路控制（LLC）层。在 MAC 层，对于总线型的结构，采用带碰撞避免的载波侦听多址访问（CSMA/CA）的访问方法或者带碰撞检测的载波侦听多址访问（CSMA/CD）的访问方法。在 LLC 层，则遵守高级数据链路控制规程（HDLC）。

当采用多网段结构时，本标准定义一种多层次控制局域网的结构，不同层次的控制网之间执行相同或不同的物理层和数据链路层协议，它们之间用网桥或网关分隔成不同的控制子网，每一个子网可以是一个完整的控制局域网。

### 5.3.3 应用层

白色家电智能控制网络的应用层规定在网络中各节点与网关之间的服务发现、设备初始化、控制操作等交互方式，主控设备通过应用层软件完成设备管理和通信，其主要内容是采用面向对象的方法，开发的应用程序和通信软件。

## 5.4 物理层与数据链路层的结构

### 5.4.1 物理层与数据链路层的描述

涉及对应于 OSI/RM 中所定义的物理层和数据链路层的内容，应包括属于物理层对物理媒体的规定、物理连接的标准特性、属于数据链路层的媒体访问控制方法、数据链路控制协议及链路层数据单元的信息帧的组成和格式，应符合 GB/T 15629.1、GB/T 15629.3、GB/T 15629.11 和 GB/T 15629.15 的要求，即将局域网的物理层设计进行逻辑划分，从而将物理媒体相关的各部分接口分离开来，有利于对网络设备功能的分析和设计。

### 5.4.2 媒体连接单元（MAU）或媒体耦合单元

5.4.2.1 MAU 是设备与传输媒体之间机械和电气转换耦合的一种装置。其中媒体相关接口（MDI）是总线媒体与 MAU 之间的机械和电气的接口；物理媒体连接（PMA）是对物理通路（总线）接收与发送信号的电气性能转换电路，见图 2。

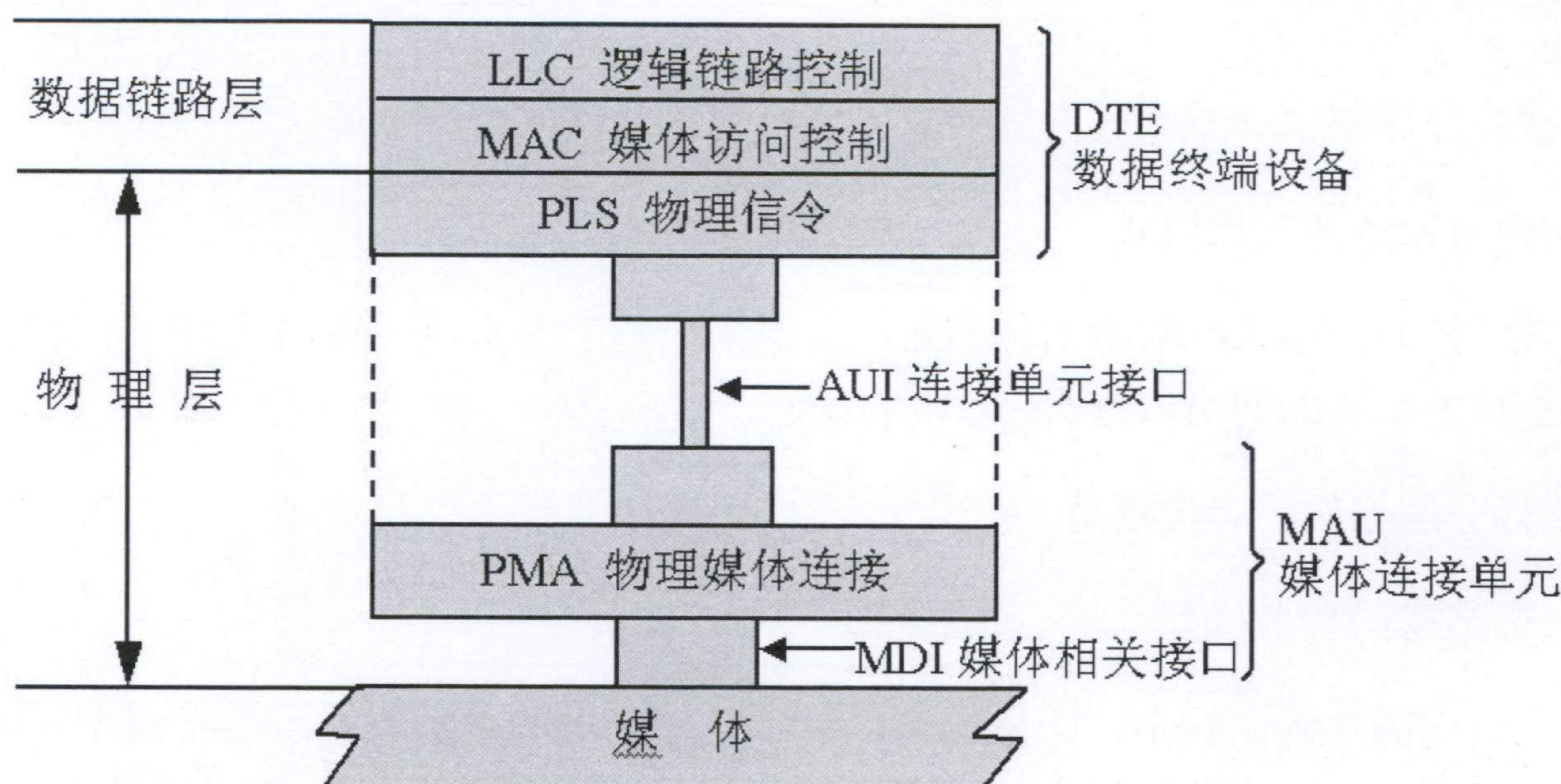


图2 物理层/数据链路层与参考模型的对应关系

5.4.2.2 在无线传输方式下，媒体连接单元可称为媒体耦合单元，提供传输数据信号向 MDI（即天线）的驱动转换，见图 3。



图3 无线传输方式参考模型的对应关系

#### 5.4.3 物理信令（PLS）子层和连接单元接口（AUI）

PLS 子层的作用是将 MAC 子层传送来的数据帧进行处理，对发送数据进行编码；对接收数据进行解码，实现按通信协议传输数据。AUI 是 PLS 与 MAU 之间的连接电缆和连接器，完成两者之间的信号传输与转接。大多数情况是设备直接通过 MAU 连接到媒体，此时 PLS 和 PMA 直接连接，或成为单个单元的一部分，没有明显的 AUI 存在。

### 5.5 控制网络总线系统

5.5.1 本部分描述的无线及有线传输媒体是采用串行控制总线将各类家电设备连接成为白色家电智能控制网络。

5.5.2 控制总线系统中的所有节点设备，无线传输方式采用 CSMA/CA，避免多个节点共享总线发生冲突；有线传输方式采用 CSMA/CD 方法实现总线的争用，当多个节点发送信息产生碰撞时，每一个设备都要等待一个总线空闲时间，然后再次发送报文，为了避免再次冲突，方法规定每个设备再次发送前，要保持一段随机的空闲时间，以避免再次冲突。

5.5.3 当控制总线系统的节点足够多的情况下，为了避免网络效率和性能的损失，可以将系统分成若干网段，每一个网段成为一个子网，子网内部是一个完整的控制局域网，它可以采用网桥等接口设备接入主网。网桥是在数据链路层实现网络间的互连设备，网桥两端执行相同的数据链路层协议。每一个子网可以嵌套多层次子网，使控制总线系统成为一个多层次、多网段的多重控制网络系统。

5.5.4 网络域：一个执行相同通信协议，具有相同地址结构，且“网络地址”（域地址）相同的网络系统，设立一个域控制器（可称为汇聚节点）管理所有节点成为一个网络域。域控制器或者另设立的一个网关设备接入信息管理网络或因特网，使得控制总线系统成为可远程访问管理的网络系统。网关可以具有因特网、以太网或其他局域网的接入功能，成为上述网络的接入点，而使控制网络成为上述网络系统的子网。网关还可以成为多种传输媒体，多种通信协议与控制网络转换连接的中介设备。

## 6 433MHz 无线通信协议

### 6.1 433MHz 无线通信物理层规范

#### 6.1.1 概述

无线通信的物理层包括了参考模型中 MDI 的无线发射天线，它是 MAU 的一部分，MAU 还有 PMA 子层提供天线发射的驱动转换，AUI 为传输电缆，PLS 子层则是将数据链路层传输来的数据帧信号编码转换为无线媒体物理格式，反之对接收到的数据进行解码，向数据链路层传送。

#### 6.1.2 通信参数

通信参数如下：

- a) 工作频段：430 MHz～434.5 MHz；
- b) 频道间隔：500 kHz；
- c) 载波频率见表 1；

表1 430 MHz～434.5 MHz 信道载波频率表

信道	载波频率 (MHz)
0	430.00
1	430.50
2	431.00
3	431.50
4	432.00
5	432.50
6	433.00
7	433.50
8	434.00
9	434.50

- d) 调制方式：高斯频移键控（GFSK）、二进制频移键控（2FSK），推荐使用2FSK；
- e) 传输码型：采用反向不归零制（NRZ）的曼彻斯特编码，其数值在每一位的时间间隔中间有一个跳变，从“高电平”到“低电平”的跳变表示逻辑“1”；从“低电平”到“高电平”的跳变表示逻辑“0”，见图 4；

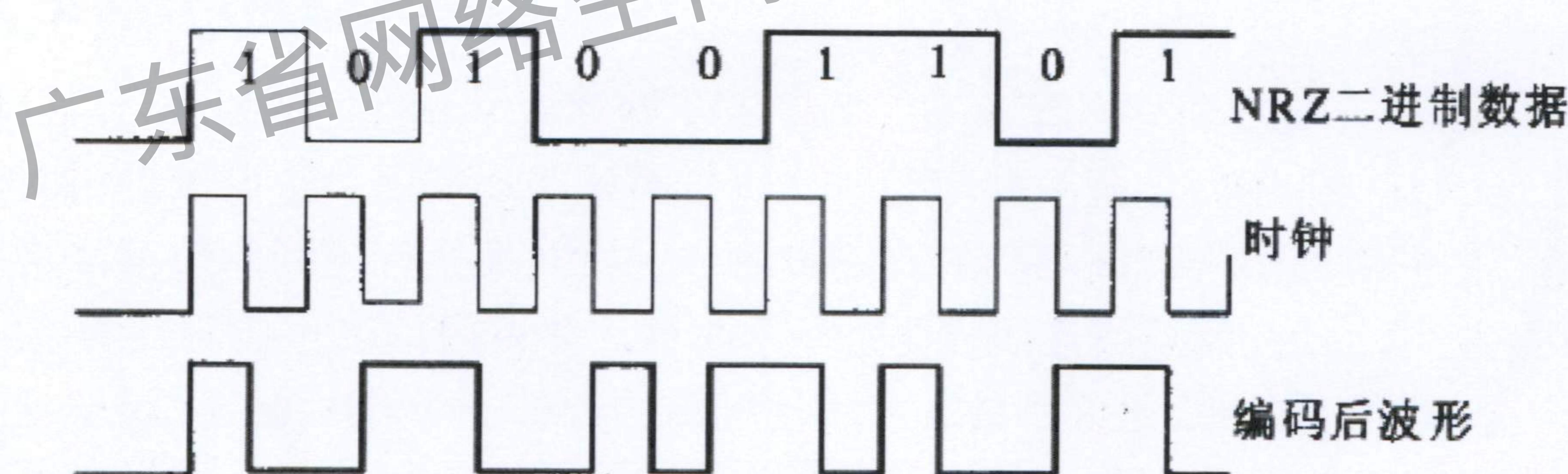


图4 曼彻斯特编码示意图

- f) 通信调制速率：1.2 kb/s～76.8 kb/s，推荐选用 38.4 kb/s；
- g) 单位时间间隔（UI：Unit Interval）等于波特率的倒数，则 UI 的时间最短可达 0.013 ms；
- h) 发射功率： $\leq 10 \text{ dBm}$ ；
- i) 调制频偏： $\leq 40 \text{ kHz}$ （窄带应用）；
- j) 载波频率容限： $\leq 20 \times 10^{-6}$ ；
- k) 杂散发射：电场强度在距设备 3 m 处不得超过  $1200 \mu \text{V/m}$ （采用平均值检波）；
- l) 灵敏度限值： $\leq -100 \text{ dBm}$ ；
- m) 占用带宽： $\leq 400 \text{ kHz}$ ；
- n) 工作方式：全双工；
- o) 位传输规则：LSB 先传送。

### 6.1.3 通信规程

### 6.1.3.1 帧的描述

在无线通信系统中，无线帧的格式如图 5 所示，数据链路帧传送至物理层后，头部增加 4 个八位位组的前导码和 2 个八位位组的同步字，尾部增加 2 个八位位组的 FCS 码，就成为一个完整的物理帧。数据以四种不同类型的帧在节点间发送和接收：管理帧用于支持实现网络中的各种配置；信息帧将数据由某个节点发送至另外一个节点的接收器；广播帧将数据由一个节点向部分或全部节点发送；控制帧用于节点间数据交互的控制。它们分别由帧控制字段中的帧格式识别位指示，帧控制字段的结构在总线帧特性中详细描述。所有帧都应以帧间间隔同前一帧隔开。

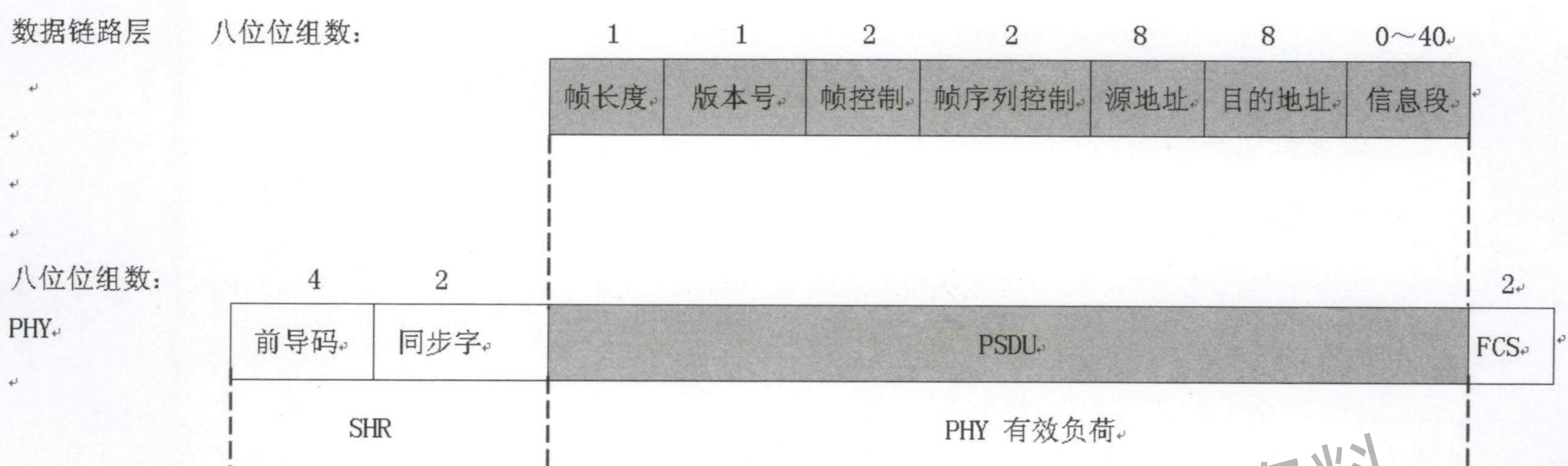


图5 无线帧的格式

### 6.1.3.2 帧间间隔

#### 6.1.3.2.1 分类

管理帧、控制帧、信息帧和广播帧都应采用时间间隔隔开，分为应答间隙时间和无线空闲时间两种帧间间隔。

#### 6.1.3.2.2 应答间隙时间

应答间隙时间是发送完毕一帧信息帧后，等待应答帧的间隙时间。间隙期间不允许节点开始发送数据，见图 6。在无线通信中的间隙时间  $T_{jx}$  为： $20 \text{ UI} \leq T_{jx} \leq 128 \text{ UI}$  (1 位的单位间隔  $\text{UI} = 1/\text{波特率}$ )。

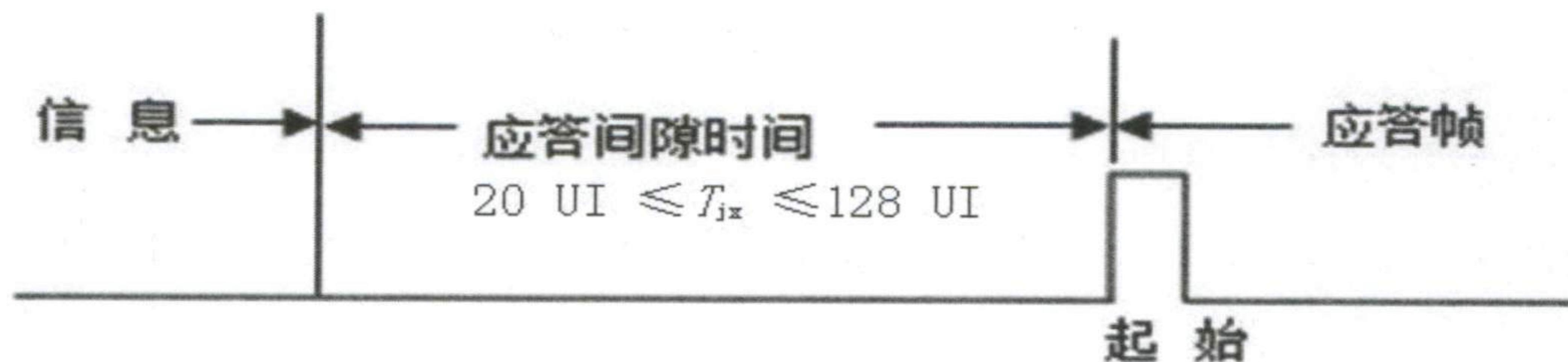


图6 应答间隙时间

#### 6.1.3.2.3 无线空闲时间

无线空闲时间  $T_{kx}$  可以是任意长度。但无线空闲时间最小不能小于帧间隙时间的最大值  $T_{jx} (\text{Max}) = 128 \text{ UI}$ 。无线空闲时，任何节点均可以发送数据，见图 7。在无线通信中的无线空闲时间为： $T_{kx} \geq 128 \text{ UI}$ 。

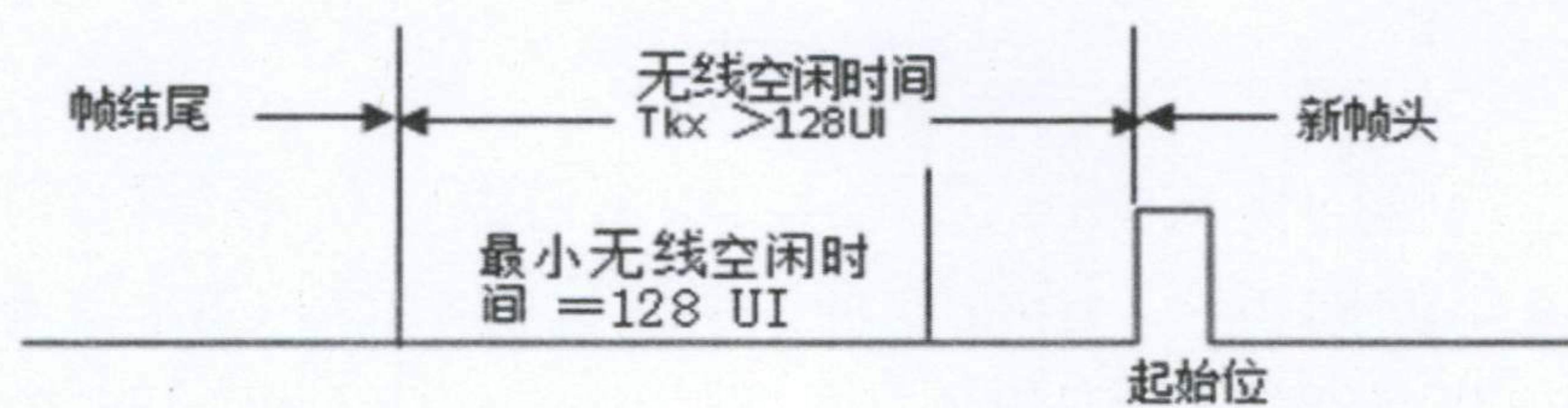


图7 无线空闲时间

### 6.1.3.3 无线接收发送错误判别

无线接收数据：帧的每个八位位组间距应小于 10 UI，否则视为不是同一帧的数据。

## 6.2 数据链路层规范

### 6.2.1 无线数据的可靠传输

#### 6.2.1.1 数据的分包及组合

6.2.1.1.1 当数据链路层从应用层接收到一个较大的数据包时，为提高无线通信的可靠性，无线发送方的数据链路层把数据包分成长度较小的子帧，这个过程称为分帧；在无线接收方的数据链路层，把接收到的子帧按序号重新组合成完整的数据包，这个过程称为子帧组合。

6.2.1.1.2 对于分帧，只有单一目的地址的帧，才能被分帧；广播帧和多目的地址帧不能进行分帧，子帧发送流程见图 8。

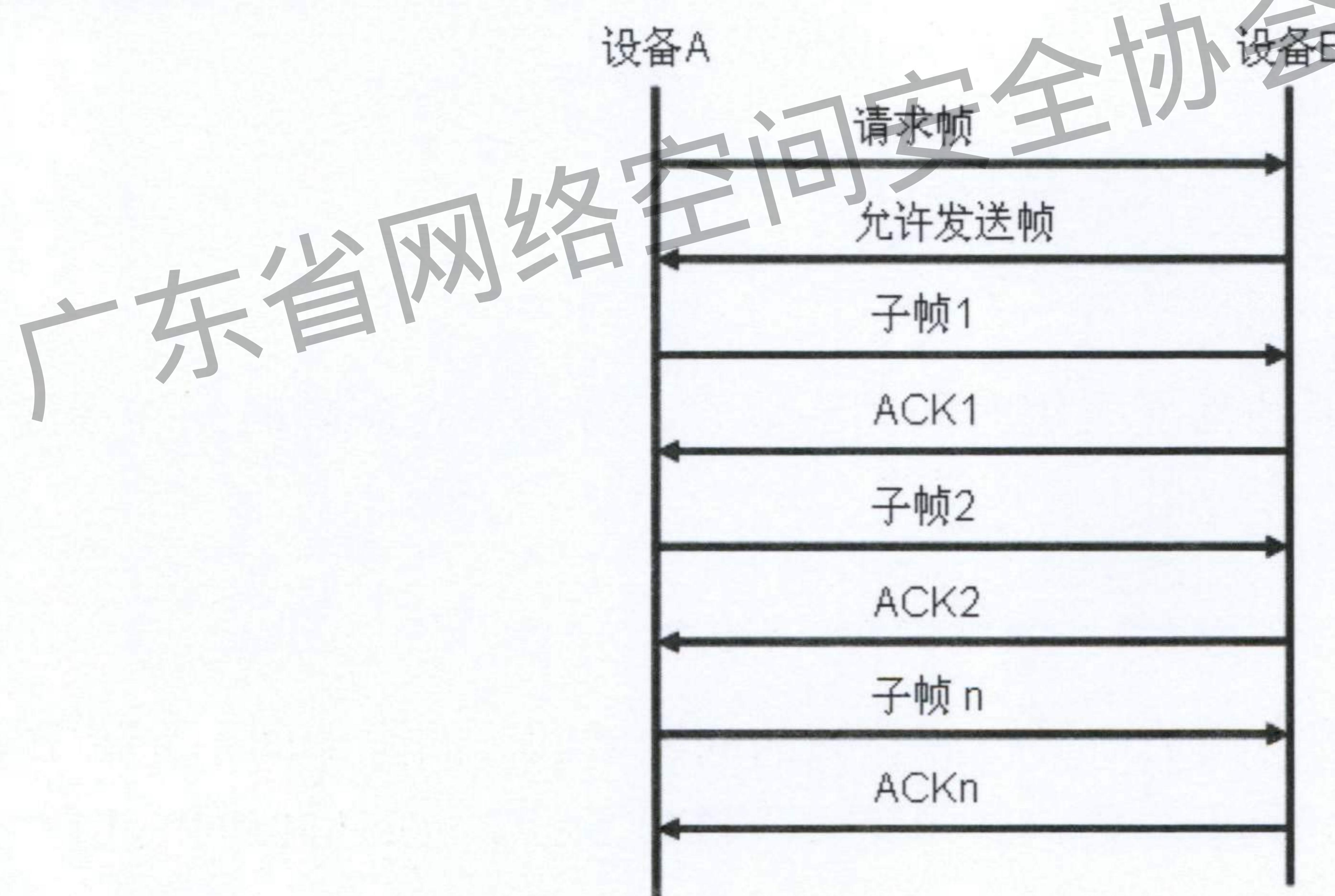


图8 子帧发送的流程图

6.2.1.1.3 每一个子帧的发送应是独立的，允许一个子帧重发。

6.2.1.1.4 一个数据包的若干子帧，在通道不发生拥塞的情况下，作为一个子帧序列发送。分帧的方法见图 9。

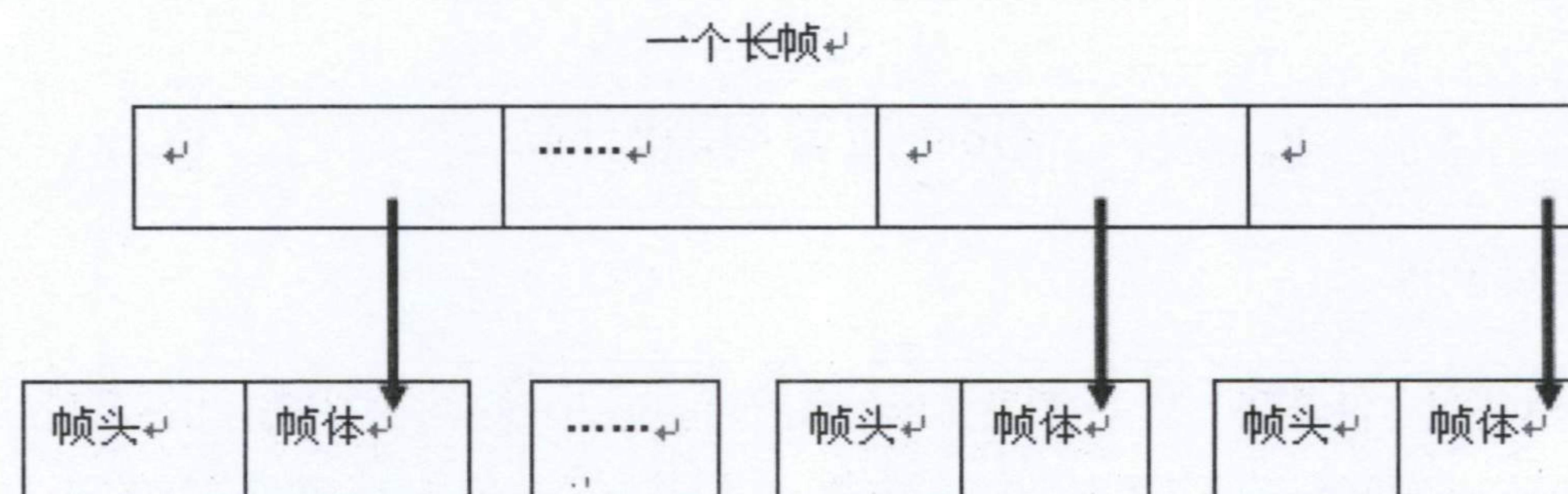


图9 分帧

6.2.1.1.5 分帧的长度原则是每一子帧的长度都应小于 62 个八位位组。除最后一个子帧外，其余子帧的长度相等，且应是偶数个八位位组。

6.2.1.1.6 接收端的数据链路层可以接收任意长度的子帧。

6.2.1.1.7 属于同一个数据包的子帧，应具有相同的帧序列号。子帧重发时，子帧序列号应保持不变。

6.2.1.1.8 在发送端数据链路层中设置一个计数器，它表示发送一个数据包所允许的最长时间。这个计数器从发送第 0 个子帧时开始计数，如果计数值达到其限值时，这个数据包还没有发送完毕，发送端数据链路层就抛弃属于这个数据包还没有发送的子帧。

6.2.1.1.9 子帧组合是指接收端数据链路层依靠帧类型、源地址、目的地址、帧序列控制、分段结束标志等信息把若干属于同一个数据包的子帧组合在一起。

6.2.1.1.10 在接收端数据链路层中为每一个正在接收的数据包设置一个计数器，它表示接收一个数据包所允许的最长时间。这个计数器从接收到当前数据包的第 0 个子帧开始计数，如果计数值达到其限值时，这个数据包还没有接收完毕，接收端数据链路层就抛弃所有属于这个数据包的已接收的子帧。如果在计数器已经溢出的情况下，又收到属于此数据包的子帧，接收方向发送方发送 ACK 帧，并抛弃已收到的子帧。

6.2.1.1.11 接收方数据链路层抛弃收到的重复子帧。对应被抛弃的重复子帧接收方数据链路层同样向发送方发送 ACK 帧。

## 6.2.1.2 冲突避免机制

6.2.1.2.1 在 433MHz 频段中划出其中的一个信道作为公共信道，本协议约定 430.00MHz 作为公共信道。公共信道是专门作为组网用的信道，此信道不参与组网之外的数据传输。当一个汇聚节点要进行组网时，它必须先在公共信道监听一段时间，看是否有其它的汇聚节点正在公共信道组网，如果有则等待，一直等到另外的汇聚节点组网完成为止才开始组网；如果没有则直接开始组网。具体组网过程如下：

- a) 在子节点和汇聚节点分别按下组网键，进入组网状态；
- b) 汇聚节点发出组网帧，子节点收到组网帧后，发送物理地址帧；
- c) 汇聚节点收到物理地址帧后，查看子节点物理地址，人工确认后，发送网络地址帧；
- d) 子节点收到网络地址帧后，发送申报帧给汇聚节点；
- e) 网关收到申报帧后，回复确认帧；
- f) 网关收到最后一个申报帧后，发送登记信息帧；
- g) 子节点收到登记信息帧后，回复确认帧；
- h) 网关收到确认帧后，确认家电已入网。

6.2.1.2.2 当在公共信道组网完成后，汇聚节点按顺序逐个监听 430.00 MHz 公共信道外的其它信道，一直监听到一个空闲信道为止，然后选定此信道作为自己的工作信道，再回到公共信道发广播通知所有已入网的子节点其所选定的工作信道。子节点收到广播后和汇聚节点一起跳到工作信道进行工作。在正常工作期间如果一段时间内没有无线数据传输，汇聚节点会定时发出心跳帧。

6.2.1.2.3 在设备节点传输帧之前，设备节点先对无线网络进行监听，查看是否有其他设备节点正在传输数据。若传输正在进行，该设备节点将等待一段随机的时间，然后再监听，并按下式确定 Backoff 的时间长度。

$$\text{Backoff} = 2\text{RetryCount} \times \text{Random}$$

式中：

Backoff——表示等待时间。

RetryCount——表示当前重传的次数；

MaxRetryCoun——规定最多重传的次数；

Random——为随机数产生函数，每次产生一个 1 到 MaxRetryCount 的整数。

**6.2.1.2.4** 若没有其他设备在使用传输介质，该设备节点就开始传输一个完整的帧；因为很有可能一个设备传输数据的同时，另一个设备也开始传输数据，为了避免此类冲突造成的数据丢失，接收设备检测所收到的分组的循环冗余校验码(CRC)，如果正确，则向发送设备传输一个确认信息，以指示没有冲突发生。否则，发送设备将重复上述过程直到数据发送成功，或者重传规定的次数。

**6.2.1.2.5** 当控制子网内的任何子节点监听到非本子网内设备在基本信道上发送的数据后，需要将该模块的忙闲表通过信息帧报告汇聚节点。汇聚节点收到多于 10 次的信道冲突信息帧后，则根据汇聚节点自己监测的信道忙闲表和设备汇报的忙闲表找到新的空闲信道。汇聚节点在基本信道上向最近汇报冲突的子节点发送测试信道的命令。子节点需要在汇聚节点指定的信道上发送若干帧测试数据，以测试该信道是否可用，然后退回基本信道，等待汇聚节点命令。

**6.2.1.2.6** 如汇聚节点决定转换基本信道，需要根据其设备注册表的纪录向控制子网中所有已注册子节点依次发送转换到新信道的命令。对转换信道命令做出反应的子节点和未作反应的子节点都将被汇聚节点纪录。汇聚节点每隔 2 h 对尚未响应转换信道命令的子节点在原基本信道上重复发送转换信道命令。在对未响应转换信道命令的子节点进行操作前，网关应首先向其发送转换信道命令。如子节点不响应转换信道命令则放弃此次操作。在 24 h 内未能对转换信道命令做出反应的子节点将视为被注销，需要重新注册。

### 6.2.1.3 数据校验机制

为了确保数据帧的正确传输，数据链路层采用了 16 位 CRC 的校验机制。

### 6.2.2 无线帧格式和特性

无线帧采用高级数据链路控制协议方式通信，其格式见图 10。

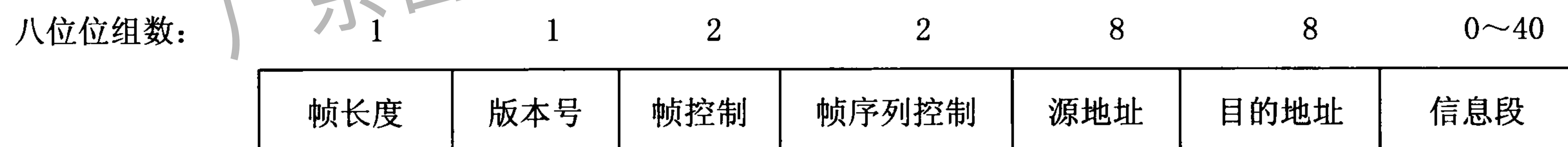


图10 无线帧格式

图 10 无线帧格式中，各字段为：

- 帧长度：帧长度为 1 个八位位组，为描述当前帧的总长度，包括帧头和帧体两部分。为保证无线传输质量，帧体的最大长度为 40 个八位位组；
- 版本号：版本号长度为 1 个八位位组，为描述当前网络传输的版本；
- 帧控制：帧控制长度为 2 个八位位组，其格式见图 11；

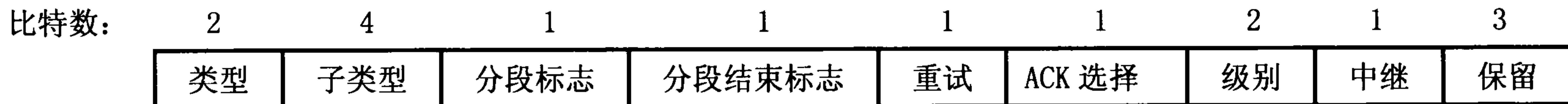


图11 帧控制格式

图11帧控制字段中各位为：

- 类型和子类型：类型长度为 2 比特，子类型长度为 4 比特，两者共同标示帧的功能类型。本标准定义了四种帧类型：管理帧、控制帧、信息帧、广播帧，每一类型含最多八种子类型。类型和子类型的定义见表 2；

表2 类型和子类型的有效值及其含义

类型	帧类型描述	子类型	帧子类型描述
00	管理帧	0000 b	物理地址
		0001 b	网络地址
		0010 b	入网
		0011 b	退网
		0100 b	离线
		其它	保留
01	控制帧	0000 b	发送请求
		0001 b	发送允许
		0010 b	设备忙
		0011 b	确认
		0100 b	开
		0101 b	关
		0110 b	查询
		0111 b	心跳
		其它	保留
10	信息帧	0000 b	数据
		0001 b	申报
		0010 b	登记
		0011 b	报警
		其它	保留
11	广播帧	0000 b	全局广播数据
		0001 b	分组广播数据
		0010 b	广播组网
		0011 b	广播跳频
		其它	保留

表 2 中各帧作用如下：

- 管理帧：用于支持实现网络中的各种配置；
  - 控制帧：用于支持网络中数据帧和管理帧的传输；
  - 信息帧：用于在设备之间的数据传递；
  - 全局广播帧：用于向所有设备发广播信息；
  - 分组广播帧：用于向分组设备发广播信息。
- 2) 分段标志：分段标志长度为 1 比特。域值为 0，表示当前帧是一个 MAC 层数据包；域值为 1，表示当前帧是一个 MAC 层数据包的一个子帧；
- 3) 分段结束标志：分段结束标志长度为 1 比特，在数据帧和管理帧中，该域值为 1，说明当前有待发送或接收的是一个由多个子帧组成的 MAC 层数据包，当前帧是数据包的一个子帧，当前帧后还有其它子帧有待发送和接收；该域值为 0，说明当前帧是 MAC 数据包的最后一个子帧。在其它类型帧中分段结束标志为 0；

- 4) 重试: 重试长度为 1 比特, 在数据帧和管理帧中, 该域值为 1, 说明当前帧是重发帧; 该域值为 0, 说明当前帧是数据的首次发送或接收;
- 5) ACK 选择: ACK 选择长度为 1 比特。此域值为 1 时表示当前帧需要接收方应答, 若为 0 则不需要接收方应答。如果当前帧为 ACK 控制帧时, 则此域恒为 0;
- 6) 级别: 级别长度为 2 比特。此域值为数据帧的紧急程度, 最低级别为 00, 最高级别为 11;
- 7) 中继: 中继长度为 1 比特。此域值为 1 时表示本帧数据需要中继器接收然后转发的数据, 若为 0 则表示本帧数据不需要中继器。
- d) 帧序列控制: 长度为 2 个八位位组, 前 1 个八位位组为帧序列号, 后 1 个八位位组为子帧序列号。其格式见图 12;

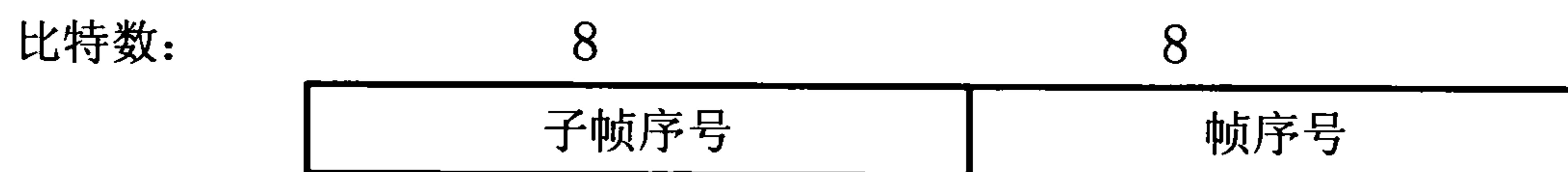


图12 帧序列控制格式

图 12 帧序列控制中各位为:

- 1) 子帧序号: 子帧序号长度为 8 比特, 表示子帧的序号。当一帧数据过长, 它被分成长度较短的子帧发送。一帧数据最多被分成 256 个子帧。子帧序号从 0 开始, 顺序累加, 最大值是 255。重传子帧的序号保持不变;
- 2) 帧序号: 帧序号长度为 8 比特, 表示一帧的序号。传到 MAC 层的每一个网络层的帧(数据包)都被分配一个帧序号, 帧序号从 0 开始, 顺序累加, 最大值为 255。每一个子帧都有一个确定的帧序号。重传帧或子帧的帧序号保持不变。
- e) 源地址: 为发送无线数据帧的节点地址, 长度为 8 个八位位组; 源地址的前 7 个八位位组由节点出厂时烧录滚动码的后 7 个八位位组组成, 最后 1 个八位位组由汇聚节点分配。
- f) 目的地地址: 为接收无线数据帧的节点地址, 长度为 8 个八位位组; 目的地地址的前 7 个八位位组由节点出厂时烧录滚动码的后 7 个八位位组组成, 最后 1 个八位位组由汇聚节点分配。
- g) 帧体: 包含数据或控制信息、管理信息。长度可变, 范围是 0~40 个八位位组。

### 6.2.3 无线帧描述

#### 6.2.3.1 无线帧发送与接收

6.2.3.1.1 MAC 子层收到 LLC 接口传来的一帧按图 10 无线帧格式打包的数据后, 启动物理信令子层向总线发送数据, 或者接收数据。

6.2.3.1.2 向总线上发送的帧数据, (广播帧重复发送 3 次) 其它帧每帧最多重复发送 8 次, 重新发送分为三种情况:

- a) 接收方回应校验出错应答, 重新启动发送该帧, 直到发送成功或者达到 8 次;
- b) 接收方回应 MAC 子层忙应答, 则等待超时定时器溢出后, 再启动发送该帧, 直到发送成功或达到 8 次;
- c) 接收方始终无应答, 超时后再次启动发送该帧, 直到发送成功或者达到 8 次。

注: 超时定时器Tbo时间常数为128 UI。

6.2.3.1.3 当向总线发送当前帧达到 8 次, 发送计数器溢出, 同时启动 LLC 接口向上层发送传输失败信息。

#### 6.2.3.2 管理帧的帧格式

管理帧格式见图 13。

八位位组数:	1	1	2	2	8	8	0~40
	帧长度	版本号	帧控制	帧序列控制	源地址	目的地址	信息段

图13 管理帧格式

图 13 管理帧中，各字段为：

- a) 帧控制如表 2 所示，管理帧类型域值为 00 b;
- b) 帧序列控制：管理帧的帧序列号；
- c) 源地址：发送管理帧的节点地址；
- d) 目的地地址：接收管理帧的节点地址；
- e) 信息段：管理帧的信息内容。

#### 6.2.3.3 控制帧的帧格式

控制帧格式见图 14。

八位位组数:	1	1	2	2	8	8
	帧长度	版本号	帧控制	帧序列控制	源地址	目的地址

图14 控制帧格式

图 14 控制帧中，各字段为：

- a) 帧控制如表 2 所示，控制帧的类型域值为 01 b;
- b) 帧序列控制：控制帧的帧序列号；
- c) 源地址：发送控制帧的地址；
- d) 目的地地址：接收控制帧的地址。

#### 6.2.3.4 信息帧

信息帧格式见图 15。

八位位组数:	1	1	2	2	8	8	0~40
	帧长度	版本号	帧控制	帧序列控制	源地址	目的地址	信息段

图15 信息帧格式

图 15 信息帧中，各字段为：

- a) 帧控制：如表 2 所示，信息帧的类型域值为 10 b;
- b) 帧序列控制：信息帧的帧序列号；
- c) 源地址：发送信息帧的地址；
- d) 目的地地址：接收信息帧的地址；
- e) 信息段：信息帧的信息内容。

#### 6.2.3.5 广播帧

广播帧格式见图 16。

八位位组数:	1	1	2	2	8	8	0~40
	帧长度	版本号	帧控制	帧序列控制	源地址	目的地址	信息段

图16 广播帧格式

图 16 广播帧中，各字段为：

- a) 帧控制：如表 2 所示，广播帧的类型域值为 11 b；
- b) 帧序列控制：广播帧的帧序列号；
- c) 源地址：发送广播帧帧的地址；
- d) 目的地地址：接收广播帧的地址；
- e) 信息段：广播帧的信息内容。

## 7 双绞线传输通信协议

### 7.1 双绞线传输媒体规范

#### 7.1.1 概述

为实现白色家电智能控制网的功能需要，本章提出对双绞线传输媒体的要求，以适应用户需求。双绞线电缆的选择有多个相关参数，为通信方式决定采用电缆配置（几线制，屏蔽与否）、电缆的规格参数（含导线截面及其阻抗、每米电容和电阻值）、网络拓扑（含分支）总长度、挂接的接点数和传输波特率等。本标准推荐用户参照有关标准，根据需要进行选择，本章仅推荐典型的配置。

#### 7.1.2 总线电缆

7.1.2.1 控制总线电缆宜按 GB/T 15127-2008 第 5 章及其图 2 中关于平衡差分半双工数据传输的两线多点配置的规定进行配置：即由一根长 1 200 m 的平衡干线电缆和若干根平衡分支电缆组成。一根分支电缆可长达 1 m，干线及分支的总长度可达 1 200 m。

7.1.2.2 平衡干线电缆的每一端都由终接电阻器终接。在各个端点系统连接点应使用分支/干线连接器，干线电缆每一端的阴性连接器应容纳终接电阻。

7.1.2.3 典型的电缆规格见表 3，电缆的传输速率与允许电缆长度的关系见表 4。

表3 屏蔽双绞线规格

参数	阻抗 (Ω)	电容 (PF/m)	电阻 (Ω/km)	导线截面积 (mm <sup>2</sup> )
规格	135~165	<30	≤110	≥0.34

注1：参见 GB/T 11014 附录 A，f =3 MHz~20 MHz，22 AWG（美国线规）。

注2：线规提高一档（20AWG）截面积 $\geq 0.5\text{mm}^2$ ，传输距离可增加一倍

表4 传输速率与允许电缆长度的关系

参数	关系					
	9.6	19.2	93.75	187.5	500	1 500
允许电缆长度 (m)	1 200	1 200	1 200	1 000	400	200
注：参见GB/T 11014。						

### 7.1.3 总线连接器和终接器

7.1.3.1 总线连接器作为 MDI 是保证家电智能控制网络兼容性的重要接口。它不仅规定了接口的机械特性，还规定了互换电路的信号特性和功能要求。本标准推荐 RJ45 和 RJ11 两种连接器。RJ45 连接器插针分配的建议见表 5。

表5 RJ45 连接器建议插针分配

项目	分配要求							
	1	2	3	4	5	6	7	8
线色	绿白	绿	橙白	蓝	蓝白	橙	棕白	棕
助记符	n/c	n/c	n/c	RX/TX	TX/RX	GND	n/c	n/c
功能名称	空脚	空脚	空脚	接受/发送	接受/发送	地	空脚	空脚

注：仅适用于平衡差分半双工两线制配置，与 RJ11 连接器兼容。

7.1.3.2 平衡交换电路的接口特性和电气特性应符合 GB/T 15127 和 GB/T 12057 的有关要求。

7.1.3.3 电缆干线的每一端都应终接一个不小于  $120\ \Omega$  的终接电阻器。

## 7.2 物理层规范

### 7.2.1 概述

局域网的物理层包括了 MDI，是 MAU 的一部分，MAU 还包括 PMA 子层，AUI 和 PLS 子层的描述见第 5 章。

### 7.2.2 通信方式和传输速率（数据信息的位编码和字符编码）

7.2.2.1 控制总线采用平衡差分总线，其数值分为“高电平”和“低电平”。“高电平”数值表示逻辑“0”，“低电平”表示逻辑“1”。“高电平”和“低电平”位同时发送时，最后总线数值将为“高电平”。在“低电平”状态下， $V_H$  和  $V_L$  被固定于平均电压电平， $V_{diff}$  近似为 0。在总线空闲或“低电平”位期间，发送“低电平”状态。“高电平”状态以大于最小阈值的差分电压表示。见图 17。

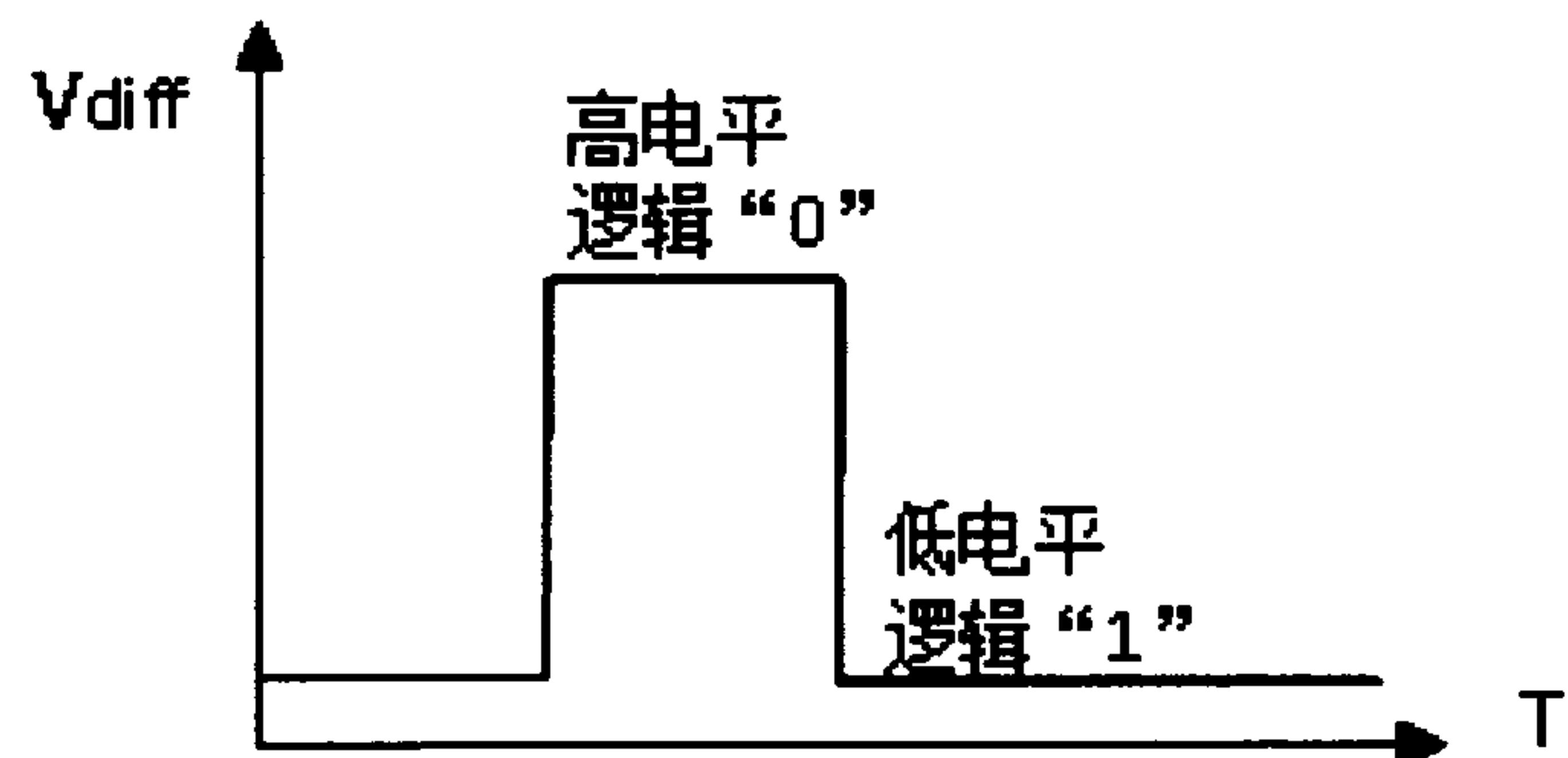


图17 差分逻辑电平

7.2.2.2 控制总线为异步串行通信方式，采用负逻辑的标准起止式字符结构，其中一个单位码元（时间单位间隔 UI）对应于一个（二进制）位。一个字符码元共有 10 个 UI，包括 1 位起始位、8 位数据位和 1 位停止位。传输数据的顺序为高位在前，低位在后。见图 18。

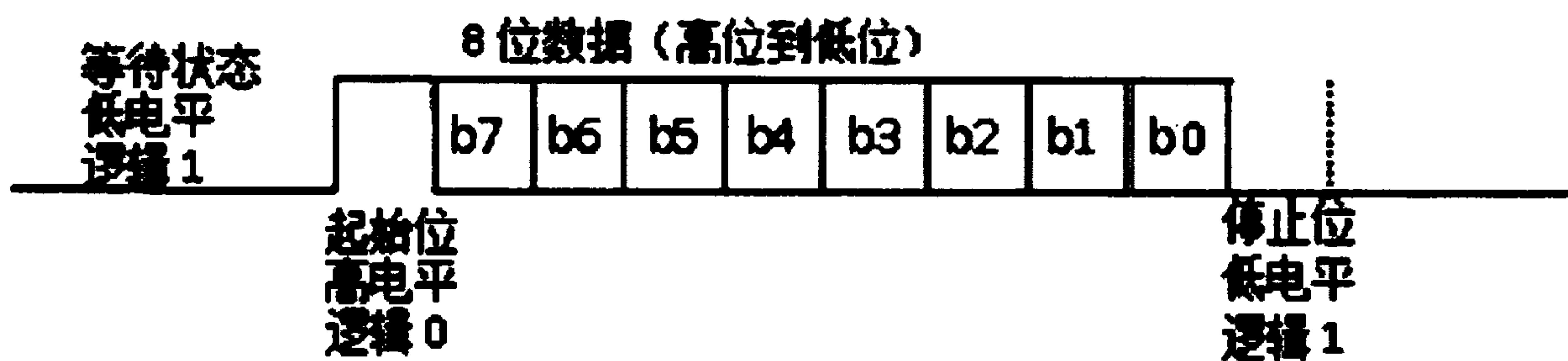


图18 起止式字符结构图

7.2.2.3 总线通信速率可优先选用 4.8kb/s、9.6kb/s、19.2 kb/s、38.4kb/s 中的之一。

注：单位时间间隔（UI：Unit Interval）等于波特率的倒数，若总线通信速率为38.4kb/s，则UI的时间可达0.026 ms。

### 7.2.3 通信规程（帧的编码）

#### 7.2.3.1 概述

总线通信系统中，数据以三种不同类型的帧在节点间发送和接收，信息帧将数据由某个节点发送至另外一个节点的接收器；广播帧将数据由一个节点向部分或全部节点发送；应答帧通知发送节点接收结果。它们分别由帧控制字段中的帧格式识别位指示，帧控制字段的结构在总线帧特性中详细描述。所有帧都以帧间间隔同前一帧隔开。

#### 7.2.3.2 帧间间隔

##### 7.2.3.2.1 分类

信息帧、广播帧和应答帧应采用时间间隔隔开，分为应答间隙时间和总线空闲时间两种帧间间隔。

##### 7.2.3.2.2 应答间隙时间

应答间隙时间是发送完毕一帧信息帧后，等待应答帧的间隙时间。间隙期间不允许节点开始发送数据，见图 19。在总线通信中的间隙时间  $T_{jx}$  为： $20 \text{ UI} \leq T_{jx} \leq 40 \text{ UI}$

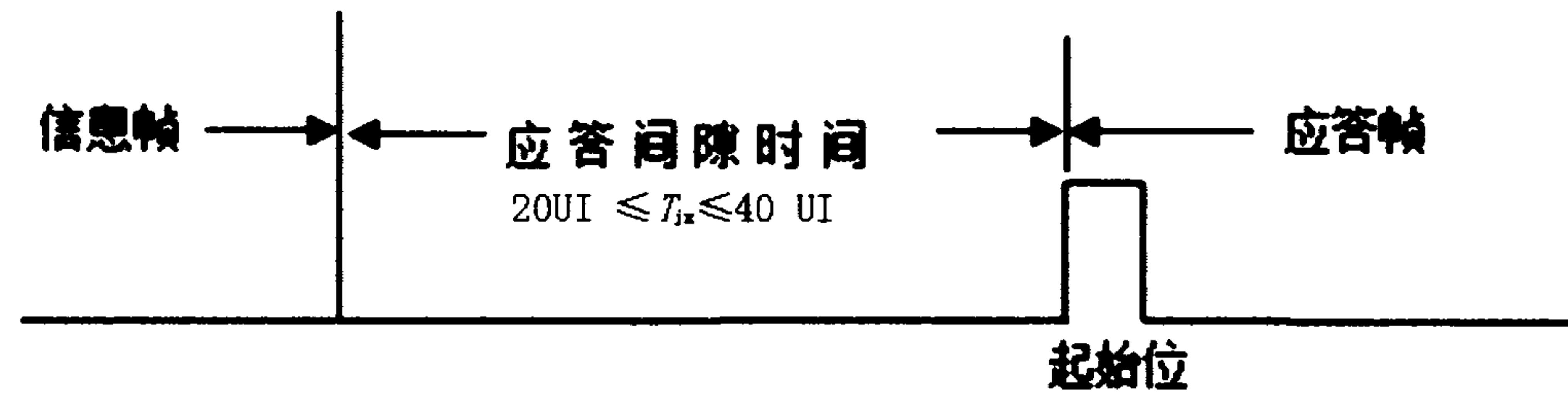


图19 应答间隙时间

##### 7.2.3.2.3 总线空闲时间

总线空闲时间  $T_{kx}$  可以是任意长度，但最小不应小于帧间隙时间的最大值 ( $T_{kx} (\text{Max}) = 40 \text{ UI}$ )。总线空闲时，任何节点均可访问总线以便发送，见图 20。在总线通信中，总线空闲时间  $T_{kx}$  为： $T_{kx} \geq 40 \text{ UI}$ 。

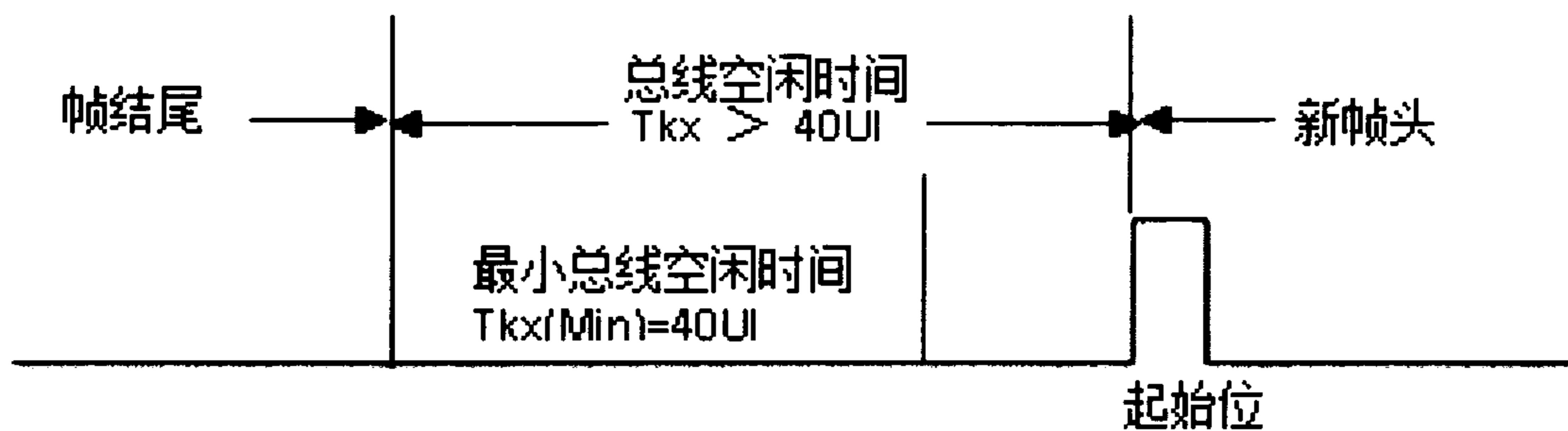


图20 总线空闲时间

### 7.2.3.3 总线接收发送错误判别

总线接收数据：帧的每个八位位组间距应小于 10 UI，否则视为不是同一帧的数据。

## 7.3 数据链路层规范

### 7.3.1 碰撞检测和优先判定

7.3.1.1 本部分采用 CSMA/CD 技术。假如总线是空闲的，则发送。假如总线是忙的，继续侦听，直到媒体空闲，立即发送。

7.3.1.2 任何一个节点接收到总线上的一个数据位，立即进入接收状态，并认为总线处于使用中，只有当检测到持续“低电平”（逻辑 1）达到最小帧间隙时间时，才被认为总线处于可以发送状态，信息帧接收方可以向总线发送应答帧。当检测到持续“低电平”（逻辑 1）达到最小总线空闲时间时，任何一个节点都可以向总线发送信息帧和广播帧。

7.3.1.3 当许多的节点一起开始发送时，此时只有发送具有最高优先权帧的节点变成为总线主控站。这种解决总线访问冲突的机理是基于竞争的仲裁。仲裁期间，每个发送器将发送位电平同总线上监测到的电平进行比较。若相等，则节点可以继续发送。当送出一个“低电平”（逻辑 1），而监测到的为“高电平”（逻辑 0）时，表明节点丢失仲裁，并且立即停止发送转为接收方式。当送出“高电平”（逻辑 0），而监测到“低电平”（逻辑 1）时，表明节点监测出位错误。

7.3.1.4 基于竞争的仲裁依靠地址字段来完成。采用逐级判别的方式，即，首先判别的是最高位 b7，“0”优先级高，“1”优先级低，因此 33H 优先级最高；其次第一位如果相同则判别第二位，因此 77H 优先级次之，99H 优先级最低，见表 6。

表6 优先级

16 进制地址	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	优先级
33H	0	0	1	1	0	0	1	1	最高
77H	0	1	1	1	0	1	1	1	第二
99H	1	0	0	1	1	0	0	1	最低

7.3.1.5 在通信过程中首先仲裁的是源地址，其次在源相同的情况下，仲裁目标地址，同样根据逐级判别的方式决定发送优先级。这里采用的是非破坏性总线仲裁技术（多个节点同时发送，低优先级节点主动退出，高优先级节点继续发送）。

7.3.1.6 在家电智能控制网络通信的总线型拓扑中，网上设备必须共享传输线路。为解决在同一时间有几个设备同时争用传输媒体，需有某种媒体访问方式，以便协调各设备访问媒体的顺序，在设备之间交换数据。通信中对媒体的访问可以是随机的，即各节点可在任何时刻，任意地访问媒体；也可以

是受控的，即各节点可用一定的算法调整各节点访问媒体顺序和时间。在随机访问方式中，常用的争用总线技术为 CSMA/CD。

7.3.1.7 优先权：地址 ID 定义了一个节点帧的静态优先权。

### 7.3.2 总线仲裁

#### 7.3.2.1 概述

单个节点在发送总线访问冲突时，运用逐位仲裁规则，借助地址 ID 解决。仲裁期间，每一个发送器都对发送位电平与总线上检测到的电平进行比较。若相同则该节点可继续发送。当发送一个低电平（逻辑 1），而在总线上检测为高电平（逻辑 0）时，该节点退出仲裁，不再传送后续位，等待下一次仲裁，重新发送。

#### 7.3.2.2 总线允许发送的条件

总线允许发送的条件如下：

- 总线状态寄存器为忙（数据准备发送，置总线状态寄存器为忙）；
- 总线监测状态寄存器为允许；
- 数据能够发送到总线上，必须是总线状态寄存器为忙，同时总线监测状态寄存器为允许。

#### 7.3.2.3 总线监测状态寄存器的工作状态

总线监测状态寄存器的工作状态如下：

- 总线监测的采样频率为总线波特率的十六倍；
- 如果连续采到四次接收与发送的数据不同，则视为总线冲突，置总线冲突状态寄存器为“1”。如果总线不冲突了，则置总线冲突状态寄存器为“0”；
- 如果要发送的当前帧为应答帧，当总线时间槽计数器计到 20UI 时，置总线监测状态寄存器为“1”，则允许。如果要发送的当前帧为信息帧或广播帧，总线时间槽计数器计到 40UI 时，置总线监测状态寄存器为“1”，则允许。

#### 7.3.2.4 清除总线监测状态寄存器和总线时间槽计数器方式

清除总线监测状态寄存器和总线时间槽计数器方式如下：

- 全局清零。总线监测状态寄存器置“0”，为不允许。总线时间槽计数器清零，启动总线时间槽计数器；
- 当总线成功发送一帧结束后，置总线监测状态寄存器为“0”和清除总线时间槽计数器。重新启动总线时间槽计数器；
- 当总线冲突状态寄存器为“1”，则发生冲突了，置总线监测状态寄存器为“0”和清除总线时间槽计数器。当总线冲突状态寄存器为“0”时，重新启动总线时间槽计数器；
- 当计数器计到规定的 20UI 或 40UI 时，停止计数。
- 如果 MAC 子层正在向总线发送数据的过程中，总线发生了冲突，MAC 子层会立即置总线冲突状态寄存器为“1”，置总线监测状态寄存器为“0”和清除总线时间槽计数器。因此发送条件变为不满足，MAC 子层立即停止发送。等待发送条件满足后，重新发送数据。

### 7.3.3 总线帧格式和特性

#### 7.3.3.1 总线帧采用高级数据链路控制协议方式通信，总线帧格式见图 21。

八位位组数:	1	4	4	1	1	0~32	2	1
	起始	源地址	目的地址	控制字	信息长度	信息段	帧校验	终止

图21 总线帧格式

图 21 总线帧格式中，各字段为：

- a) 起始：帧起止标志，常值 7EH；
- b) 源地址：是发送数据帧的节点地址，为 4 个八位位组，提供优先级判定；
- c) 目的地地址：是接收数据帧的节点地址，为 4 个八位位组，提供优先级判定；
- d) 控制字：为总线控制字，应符合表 7 的要求；

表7 总线控制字

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
帧类型			扩展字		保留		
0	0	0	0	0			
0	0	1	0	1			
0	1	0	1	0			
0	1	1	1	1			
1	0	0					
1	0	1					
1	1	0					
1	1	1					

表 7 中数据说明如下：

- 1) 帧类型 (b7, b6, b5) : (b7, b6, b5) =100 为广播帧, (b7, b6, b5) =001 为信息帧, (b7, b6, b5) =011 为应答帧;
- 2) 扩展字 (b4, b3) : 具体应用如下:
  - 广播帧：分一般广播和目的广播，（广播帧，总线无应答）；
  - 全局广播，扩展字 (b4, b3) =00；
  - 分组广播，扩展字 (b4, b3) =11；
  - 应答帧：接收正确，扩展字 (b4, b3) =00；
  - 校验错误，扩展字 (b4, b3) =01；
  - MAC 子层 LLC 接口忙，扩展字 (b4, b3) =10；
  - 超时无应答，扩展字 (b4, b3) =11。
- e) 信息长度：信息段的长度；
- f) 信息段：传输的数据最大为 32 个八位位组；
- g) 帧校验：帧校验字段，采用 CRC16。

### 7.3.3.2 协议应具有下列错误监测、CRC 校验功能：

- a) 位错误：正在向总线送出一位的节点同时在监测总线。当监测到的位数值与送出的位数值不同时，则检测到错误位；
- b) 结构错误：帧头、帧尾错误，帧长度错误（包括半截帧判断、信息段大于 32 个八位位组）；

- c) CRC 错误：CRC 序列由发送器的 CRC 计算结构构成。接收器以发送器相同的方法计算 CRC。当所计算的 CRC 序列不等于接收到的序列时，则检测到 CRC 错误；
- d) 应答错误：当发送一帧信息帧时，如果连续发送 8 次没有收到对方应答，或者连续 8 次接收到对方重发申请应答，则检测到一个应答错误；
- e) 形式错误：当固定格式的字符结构含有一个或多个非法位时，则检测到一个形式错误，当累计到 128 个形式错误时产生总线错误（致命错误）。

### 7.3.4 总线帧描述

#### 7.3.4.1 总线帧传送和接收

7.3.4.1.1 MAC 子层收到 LLC 接口传来的一帧按图 21 帧格式打包的数据后，启动物理信令子层向总线发送数据，或者接收数据。

7.3.4.1.2 向总线上发送的帧数据，每帧最多重复发送 8 次，重新发送分为三种情况：

- a) 接收方回应校验出错应答，重新启动发送该帧，直到发送成功或者达到 8 次；
- b) 接收方回应 MAC 子层忙应答，则等待超时定时器溢出后，再启动发送该帧，直到发送成功或达到 8 次；
- c) 接收方始终无应答，超时后再次启动发送该帧，直到发送成功或者达到 8 次。

注：超时定时器Tbo时间常数为40 UI。

7.3.4.1.3 当向总线发送当前帧达到 8 次，发送计数器溢出，同时启动 LLC 接口向上位层发送传输失败信息。

#### 7.3.4.2 广播帧

MAC 子层收到广播帧格式为：控制字=10000000 全局广播，控制字=10011000 分组广播，见图 22。MAC 子层收到广播帧，先判定广播属性，全局还是分组，分组广播需根据其屏蔽位决定转发，全局广播直接传送 LLC 转发设备。

八位位组数：	1	4	4	1	1	0~32	2	1
起始	源地址	目的地址	控制字	信息长度	信息段	校验	终止	

图22 广播帧格式

#### 7.3.4.3 信息帧

MAC 子层收到信息帧格式为：控制字=00100000，见图 23。MAC 子层收到目的地址为本地的有效信息帧，直接传送 LLC 转发设备，并发送总线应答帧。

八位位组数：	1	4	4	1	1	0~32	2	1
起始	源地址	目的地址	控制字	信息长度	信息段	校验	终止	

图23 信息帧格式

#### 7.3.4.4 应答帧

应答帧格式为：控制字=01100000，见图24。MAC子层收到一帧，判定后，发送应答帧。总线应答帧一旦启动发送一次完毕后，应不再发送。发送应答帧可能存在以下三种情况：

- a) 接收正确：控制字=01100000；
- b) 校验错误：控制字=01101000；
- c) 设备节点忙：控制字=01110000。

八位位组数：	1	4	4	1	1	0~32	2	1
起始		源地址	目的地址	控制字	信息长度	信息段	校验	终止

图24 应答帧格式

### 7.3.5 多重控制网络的通信协议

#### 7.3.5.1 多重控制局域网的拓扑结构

多重控制网络系统是一个多层次，多网段的结构。所有的层次及网段都应具有相同的通信协议。每一个网段成为该层主网络的一个子网，子网与主网间采用的网络接口设备为网桥。子网具有完全相同的通信协议，即具有相同的通信媒体和相同的传输速率等。每一个子网同时可以嵌套多层次子网。

上述的多重控制网络是具有基本相同的通信协议的一个网络域，即一系列网络域地址相同并形成总线连接的子网和节点的集合。子网之间具有不同的子网地址，节点之间具有不同的节点地址。地址分配的规则见7.3.5.3.1。

#### 7.3.5.2 多重控制网络协议的主要特征

7.3.5.2.1 多重控制网络的通信协议，仍保留一般控制局域网的基本特征，即广播式通信，固定地址和树型连接只有单分支路径，没有路径选择，因而可以沿用控制局域网采用高级数据链路控制协议方式的通信帧结构形式，即使用数据链路层的服务，从而使多重控制网络与单层控制网络的帧结构完全兼容，见图25。

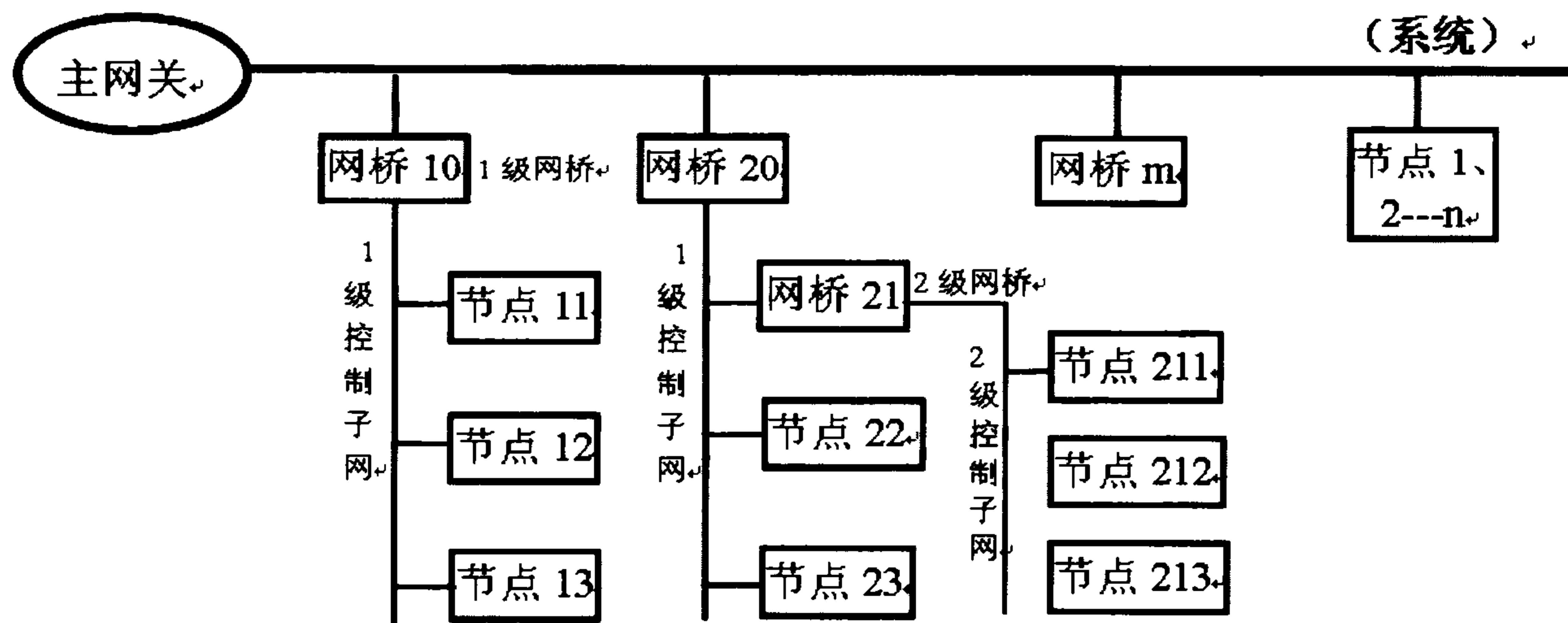


图25 多重控制网络系统的拓扑结构图

7.3.5.2.2 在一个网络域系统中，执行相同的通信协议是基于网络最低两层的功能实现的，其最基本的要求是必须具有完全相同的数据链路层协议，即采用CSMA/CA或CSMA/CD访问方法的MAC层协议，

和遵守 HDLC 的 LLC 层协议，必须具有 7.3.3 节描述的完全相同的帧结构，特别是地址标识系统是完全兼容的。

**7.3.5.2.3** 本标准也允许不同的网段采用不同的物理层结构，例如具有不同的通信媒体、不同的传输速率等，它们的通信媒体和传输速率的转换功能将用网关来实现，这将进入另一个域系统。

**7.3.5.2.4** 多重控制网络的通信也是一个简单的无连接方式服务协议。源节点与目标节点之间没有请求呼叫，当源节点发送一帧信息时，源节点只要接到目标节点（或网桥中继代理）返回的“接收正确” $[F(R) = 00]$  的应答帧后，即结束通信，释放总线。或目标节点回应校验出错应答，或回应忙应答（则等待超时定时器溢出后，再启动发送），或始终无应答（则等待超时后再次启动发送），这三种情况下再启动发送该帧，直到发送成功或传送 8 次，检测到一个应答错误为止。

### 7.3.5.3 网络地址的分段结构

**7.3.5.3.1** 在双绞线传输通信协议里的地址由 4 个八位位组组成，长度为 32 位，每个 8 位之间用小数点隔开，分隔成 4 个十进制字段（属于“点分十进制表示法”），每个字段的数值范围为 0~255。整个地址的 32 位代码分别标志网络地址、子网地址和节点地址。这三类地址各采用几位分段标志，由用户根据使用情况确定，且分段位置不受八位位组分段的影响（属于无级别地址），即仍然保留分成 4 个 8 位十进制字段。如果控制网具有 N 层子网，则对应有 N 段子网地址，并通过屏蔽掩码的方法识别网络中具有多个节点的子网。一个子网中的所有成员都共用相同的部分地址码（叫地址掩码），在子网中这部分地址码不需要解析，而只需要通过识别各自的节点地址来寻找子网成员。而地址掩码则是识别子网的标志。在一个网络域中所有的子网和节点的网络地址是相同的称为域地址，域地址是识别网络域的标志。表 8 是一种最常用的典型的网络地址分段结构。

表8 典型的网络地址分段结构

八位位组数	1	1	1	1
单层控制网	网络地址（域地址）			节点地址（本地地址）
一层子网	网络地址（域地址）		子网地址	节点地址（本地地址）
双层子网	网络地址（域地址）	第 1 层子网地址	第 2 层子网地址	节点地址（本地地址）

### 7.3.5.4 子网掩码及其地址解析协议

**7.3.5.4.1** 在多重控制网络的分段地址中，用一部分地址位的值来标志一个子网地址段，而对子网中的所有节点地址予以屏蔽，因而子网中所有节点成员都共同用一个掩码值，根据这个地址掩码，网络系统就很容易寻找到这个子网。这个段地址在一个网络域中是唯一的，因而在网络通信中子网的寻址将是一个的单纯的过程。

**7.3.5.4.2** 网桥是多重控制网络中的路径转换设备，它主要执行由主网到子网的地址解析和由子网到主网的反向地址解析：

- a) 网桥永远面对两个接口端，一个称为主网端（网络端），另一个称为子网端。网桥接到任一端的信息帧后，只有两种选择：转发并返回应答帧，或是不响应；
- b) 网桥作两种选择的判断条件只有一个：信息帧的目的地址中的本段子网地址是否符合本网桥的子网掩码，见表 9；

表9 网桥选择的判断条件

接收端	子网掩码符合否	目的地址是否本子网	转发/不响应
主网端接收	符合	是	转发子网并返回应答帧
	不符合	非	不响应
子网端接收	符合	是	不响应
	不符合	非	转发主网并返回应答帧

- c) 网桥无论转发那一端的信息帧，其源地址和目的地址都不变，保持原来的地址码。网桥返回的应答帧，其源地址码只采用子网掩码，节点地址补 0。即网桥的节点地址为 00；
- d) 属于两个子网的两个节点之间的通信，虽然经过两个网桥的转发，最后目标节点收到的信息帧，与源节点发送的帧内容是完全一样的，即是透明转发。

注：在多重控制网络通信中，经过网桥转发其它网段的消息，其帧内容不改变，其源地址和目的地址均保留原来状态，称为“透明转发”。如果目标节点返回执行结果，也照原地址返回，双方好象在一个网段内应答一样。

广东省网络空间安全协会受控资料

广东省地方标准  
白色家电智能控制网络 通信协议  
DB44/T 1292—2014

\*

广东省标准化研究院组织印刷  
广州市海珠区南田路 563 号 1104 室  
邮政编码：510220  
网址：www.bz360.org  
电话：020-84250337  
南方医科大学广州广卫印刷厂