

# 中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 20177.3—2006

## 控制网络 LONWORKS 技术规范 第 3 部分：自由拓扑双绞线信道规范

Control network LONWORKS technology specification—  
Part 3: Free-topology twisted-pair channel specification

2006-05-08 发布

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和缩略语	1
4 系统规范	1
4.1 线缆	2
4.2 拓扑	2
4.3 线缆终结	2
4.4 网段配置	2
4.5 电源规范	3
5 链路电源	3
5.1 电源	3
5.2 供电要求	3
5.3 无源耦合电路	5
6 节点规范	6
6.1 链路电源	6
6.2 带电插拔	6
6.3 与 MAC 子层的发送器/接收器接口	6
6.4 阻抗	9
7 通信参数	9
附录 A (资料性附录) 环境规范	11

## 前　　言

GB/Z 20177 总标题为《控制网络 LONWORKS 技术规范》，目前包括以下 4 个部分：

- 第 1 部分：协议规范；
- 第 2 部分：电力线信道规范；
- 第 3 部分：自由拓扑双绞线信道规范；
- 第 4 部分：基于隧道技术在 IP 信道上传输控制网络协议的规范。

本部分是 GB/Z 20177《控制网络 LONWORKS 技术规范》指导性技术文件的第 3 部分。

本部分修改采用 ANSI/CEA 709.3《自由拓扑双绞线信道规范》。

本部分与 ANSI/CEA 709.3 的主要差异如下：

- a) 凡是出现 ANSI/CEA 709 的地方都用 GB/Z 20177 代替；
- b) 凡是出现 ANSI/CEA 709.3 的地方都用本部分代替；
- c) 根据 GB/T 1.1 进行编辑性修改：在原标准第 1 章和第 2 章的基础上加以修改，作为引言部分。将原标准的后续章条号做了相应修改。

本部分的附录 A 是资料性附录。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国工业过程测量和控制标准化技术委员会第四分技术委员会归口。

本部分起草单位：机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、西南大学、北京交通大学现代通信研究所、北京宽网社区数字化建设有限公司、威世达通信控制技术（北京）有限公司、埃施朗公司。

本部分主要起草人：梅恪、王春喜、王玉敏、杨玉柱、刘枫、孙昕、史学玲、欧阳劲松、刘运基、戴恋、刘永生、李翔宇。

## 引　　言

《控制网络 LONWORKS 技术规范》基于 OSI 参考模型(GB/T 9387.1—1998),是一个 7 层模型。GB/Z 20177《控制网络 LONWORKS 技术规范》由四个部分组成。

- 第 1 部分:协议规范;
- 第 2 部分:电力线信道规范;
- 第 3 部分:自由拓扑双绞线信道规范;
- 第 4 部分:基于隧道技术在 IP 信道上传输控制网络协议的规范。

第 1 部分是整个技术规范的核心,后三部分是第 1 部分的补充。

GB/Z 20177《控制网络 LONWORKS 技术规范》四个部分的关系见图 1。

本部分是 GB/Z 20177 的第 3 部分,是控制网络中的自由拓扑双绞线信道规范。

LONWORKS 双绞线信道支持自由拓扑连线,可以适合总线、星型、环型,或这些拓扑的任意组合。网络信道长度和所连节点的数目可以通过本部分的物理层中继器或 GB/Z 20177 兼容路由器进行扩展。网络通信速率为 78.125 kbit/s,节点可以使用本地供电或链路供电。通过使用一个可选的链路电源为网络上的节点提供直流供电,本部分自由拓扑信道在一个网段中支持多达 128 个节点。链路供电节点从网络上取电,供电和传送数据由同样的两根导线提供。本地供电节点从本地电源上取电。数据通过极性不敏感的差分曼彻斯特编码进行传送。

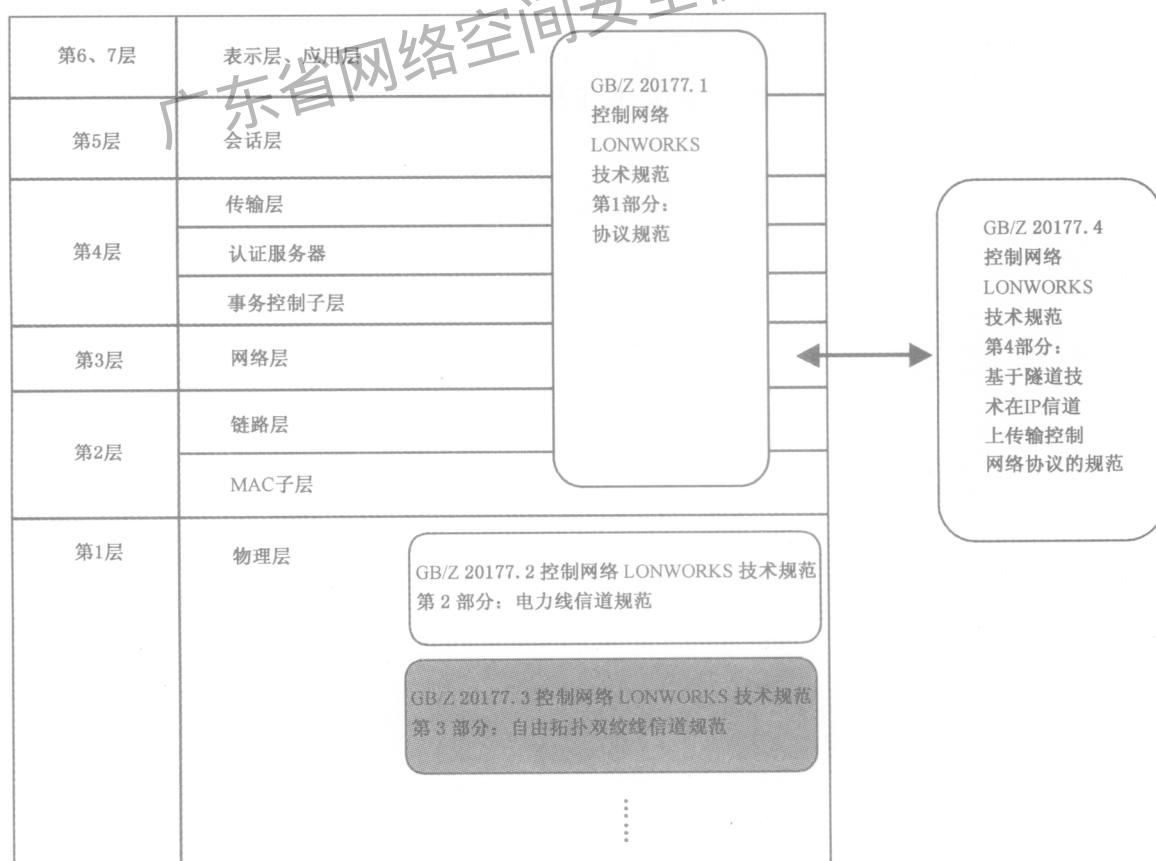


图 1 GB/Z 20177 四个部分的关系

# 控制网络 LONWORKS 技术规范

## 第 3 部分：自由拓扑双绞线信道规范

### 1 范围

GB/Z 20177 的本部分规定了自由拓扑双绞线信道规范。这种类型的信道支持在多个节点间的 78.125 kbit/s 的通信速率,其中每个节点由一个收发器、一个协议处理器、一个应用处理器、一个电源及应用电路构成。

本部分规定了物理层(OSI 的第一层),包括与媒体访问控制(MAC)层的接口,以及与媒体的接口。由其他层控制的对物理层操作的参数也在此作详细说明。

本部分适用于自动化控制系统及产品的设计、制造、集成、安装和维护等。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/Z 20177 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 9387.1—1998 信息技术 开放系统互连 基本参考模型 第 1 部分：基本模型(idt ISO/IEC 7498-1:1994)

GB/T 17626.2—1998 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验(idt IEC 61000-4-1:1995)

GB/T 17626.3—1998 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(idt IEC 61000-4-3:1995)

GB/T 17626.4—1998 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验(idt IEC 61000-4-4:1995)

GB/T 17626.5—1999 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(idt IEC 61000-4-5:1995)

GB/T 50311—2000 建筑及建筑群综合布线系统工程设计规范

GB/Z 20177.1—2006 控制网络 LONWORKS 技术规范 第 1 部分：协议规范

GB/Z 20177.2—2006 控制网络 LONWORKS 技术规范 第 2 部分：电力线信道规范

GB/Z 20177.4—2006 控制网络 LONWORKS 技术规范 第 4 部分：基于隧道技术在 IP 信道上传输控制网络协议的规范

IEC 11801:2000 信息技术 用户综合布线

ANSI/TIA/EIA-568-A:1995 商业楼宇电信线缆标准

### 3 术语和缩略语

GB/Z 20177.1、GB/Z 20177.2 和 GB/Z 20177.4 确定的术语和缩略语适用于本部分。

### 4 系统规范

本章规定了所使用的线缆的类型、总线拓扑或自由拓扑结构所使用的终端器、链路供电及本地供电模式下最大的节点数目和通信距离,以及可以从链路供电线路中引出的最大稳态电源。

#### 4.1 线缆

线缆应该遵循 ANSI EIA/TIA 568A 五类线要求, 使用 24 AWG 非屏蔽双绞线。对于完整的规范, 参照 ANSI/TIA/EIA-568-A:1995 商业楼宇电信线缆标准。

#### 4.2 拓扑

##### 4.2.1 自由或总线拓扑

网络可以使用单端终结的自由拓扑或双端终结的总线拓扑。

##### 4.2.2 中继器

两个网段可以通过一个信道物理层中继器进行连接。在一个网络中的任何两个节点间不能使用多于一个的物理层中继器。物理层中继不应该用于互相连接构成一个环路。

每个物理层中继器的端口应该满足在 6.2、6.3.2 和 6.4 中所描述的规范。通过中继器的延时不能超过  $36 \mu\text{s}$ 。

#### 4.3 线缆终结

##### 4.3.1 自由拓扑网段

自由拓扑网段使用单端终端器。如果该网段是本地供电, 应该使用如图 2 的阻容网络,  $R_1 = 52.3(1+1\%) \Omega, 1/8 \text{ W}$ 。终端器可以置于该网段的任何位置。如果该网段使用链路供电, 终端器将由链路电源提供, 见图 6。链路电源和终端器可以置于网段的任何位置。

##### 4.3.2 总线拓扑网段

总线拓扑网段应该使用两个终端器, 位于总线的两端。如果该网段是本地供电, 应该使用图 2 所示的阻容网络,  $R_1 = 105(1+1\%) \Omega, 1/8 \text{ W}$ , 在总线的每端各一个。如果该网段是链路电源供电, 链路电源应提供一端终结, 参见图 6。另一个终端器是一个阻容网络, 如图 2 所示,  $R_1 = 105(1+1\%) \Omega, 1/8 \text{ W}$ 。

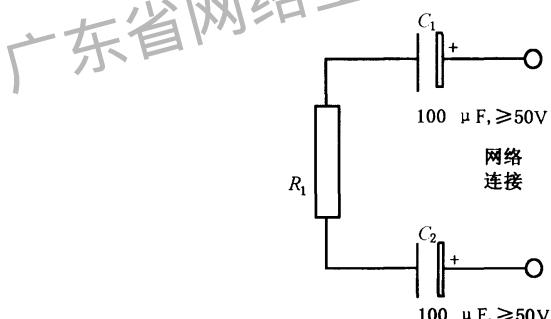


图 2 终端器

#### 4.4 网段配置

一个本部分信道可以支持 128 个链路供电节点或 64 个本地供电节点, 其最大比特位差错率为  $1/100\,000$ 。如果满足下面的条件(见式(1)), 两种类型的节点在同一网段应该都可以被支持:

$$(1 \times \text{链路供电节点数目}) + (2 \times \text{本地供电节点数目}) \leq 128 \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

表 1 表示对于总线拓扑网段的最大总线长度。

表 2 列出了节点间的最大距离和自由拓扑网段的网线的最大长度。节点间的距离以及节点和链路电源的距离不能超过节点间的最大距离。如果存在多个路径, 比如一个环型拓扑结构, 那么应该计算的是最长的路径。线的最大长度是连接到该网络段的所有线的长度。

表 1 总线拓扑距离规范

总线最大长度	分支最大长度	单位
600	3	m

表 2 自由拓扑距离规范

节点间的最大距离	线的最大总长度	单位
250	450	m

#### 4.5 电源规范

一个网段上所有节点所提取的稳态功率不超过 36.5 W。对于每个分支, 每个节点的距离乘以每个节点的功耗的总和不应超过一个常数, 见式(2):

$$P_1 \times d_1 + P_2 \times d_2 + P_3 \times d_3 + \dots \leq C \times \alpha \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

式中:

$C$ ——一个常数, 取决于线型, 考虑到制造中的公差和其他变化因素(线的温度除外),

$$C = 1.9 \times 10^3 \text{ W} \cdot \text{m};$$

$P_i$ ——节点功率, 也就是节点“ $i$ ”从网络中提取的最大稳态功率, 单位为瓦特(W);

$d_i$ ——节点距离, 也就是从链路电源开始到节点的距离, 单位为米(m);

$$\alpha = 1/(1+0.00393 \times (t-25^\circ\text{C})), t \text{ 为线的平均温度}。$$

### 5 链路电源

链路电源供电的节点从网络上取电。传递数据的两根导线同时提供电源。

#### 5.1 电源

链路电源由一个无源耦合器与一个具有特殊属性的供电电源组合而成。为了实现正常的系统操作, 对于该电源有一定的要求, 包括它的启动行为, 容许直接短接它的输出端, 和输出电压调节。下面给出耦合器的电路图。耦合/供电电源组合的框图如图 3 所示。任何与图 6 中的供电需求及耦合方式不同的电源设计都是允许的, 只要该链路电源设计在电气上是等效的。

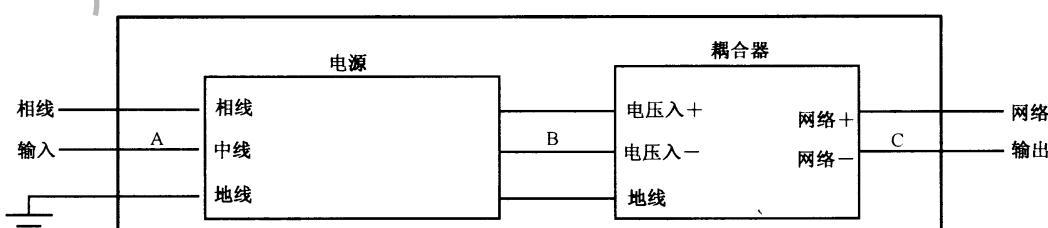


图 3 链路电源

在链路电源满负荷运行的条件下, 链路电源的差分直流输出电压应该是 41.0 V~42.4 V。在正常(非故障)条件下, 链路电源应该将输出电压“中心”作为大地, 分别在“网络 +”端和“网络 -”端产生 +21 V 和 -21 V 输出。在将输出端持续直接短接后, 链路电源应该可以恢复, 并且适当地重新启动网络。

如果耦合器没有通过电源接地, 需要接入一个参考地的接线端。

#### 5.2 供电要求

供电要求见图 4 和图 5。

如果没有指明其他要求, 表 3 中的电源供电规范对下面条件的所有组合都应该可以满足:

- 连接了特殊指定的耦合电路;
- 线输入电压超出了按规范规定的满量程;
- 网络输出负载 = 0A(d. c.)~1.5 A(d. c.)。

表 3 供 电 要 求

描 述	条 件	规 范
输入线电压和指示器	• 在“A”端测量(参见图 3)	应用环境所需的线电压, 输入电源需要指示灯, LED 或其他等效指示器
输出电压	• 在“B”端测量(参见图 3)	直流 42.4 V 最大 直流 42.08 V 最小
输出电压校准响应	• 在“B”端测量 • 负载以 50% 步幅更改	输出电压必须在步幅更改的 1 ms 内恢复到最终值的 1% 范围内
输出参考	• 在“B”端测量 • 不连接耦合电路	对大地浮动
输出纹波电压 (差分)	• 在“B”端测量	参考图 3
尖峰噪声 (差分)	• 在“B”端测量 • 50 MHz 带宽	400 mV 峰-峰值最大
输出共模噪声	• 在“B”端对大地测量	100 mV 峰-峰值最大
连续输出电流能力	• 在“B”端测量	0~直流 1.5 A
输出启动间隔行为	• 从输出短路或过流故障状态启动或恢复 • 在“B”端测量	参考图 5
短路输出保护	• 在任何时间周期内输出端持续短路	按照“输出启动间隔行为”规范, 出错后必须恢复
允许单点故障	• 任何单个组件出错(断路或短接) • 在“B”端测量	“电压入+”-“电压入-” $\leqslant$ 42.4 V  “电压入+”到地  $\leqslant$ 42.4 V  “电压入-”到地  $\leqslant$ 42.4 V

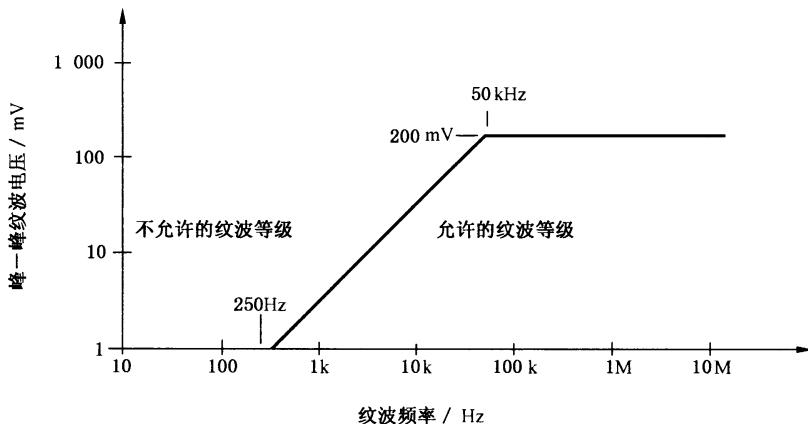


图 4 供 电 电源 输出纹波电压的要求

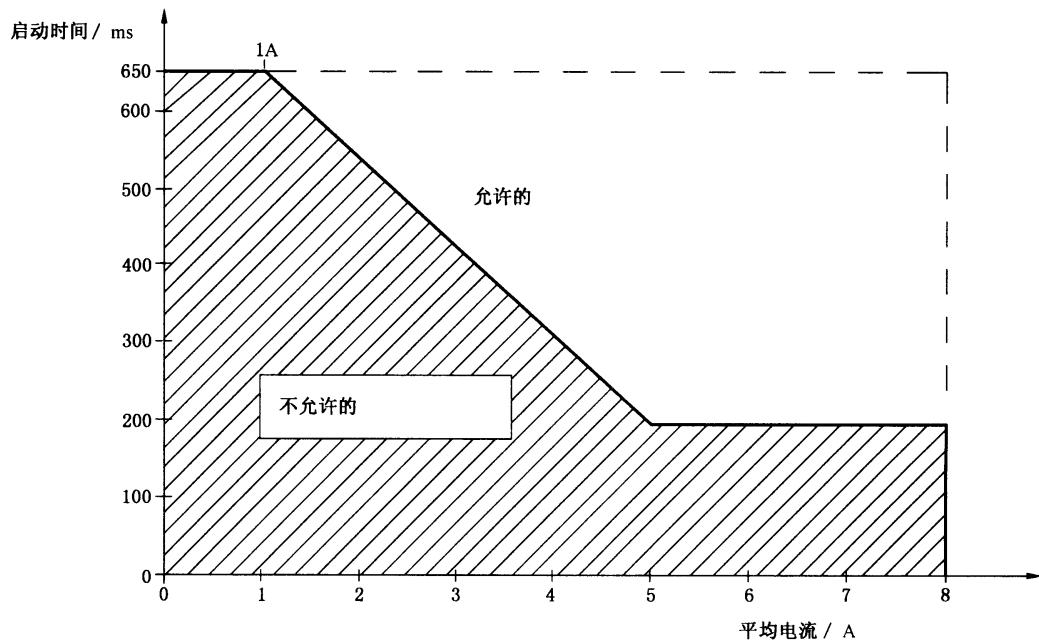


图 5 供电启动间隔行为

注 1：启动时间定义为供电电源以给定的平均输出电流将网络电压从 0 V 充电到直流 42 V 所用的时间。

注 2：平均电流是供电电源在将网络从 0 V 充电到直流 42 V 时可用的平均输出电流。一旦输出电压达到 42 V，输出电流最小要达到 1.5 A。

### 5.3 无源耦合电路

可以采用图 6 所示的电路，或者任何具有相同性能的其他电路。表 4 列出图 6 中所对应的元器件清单。

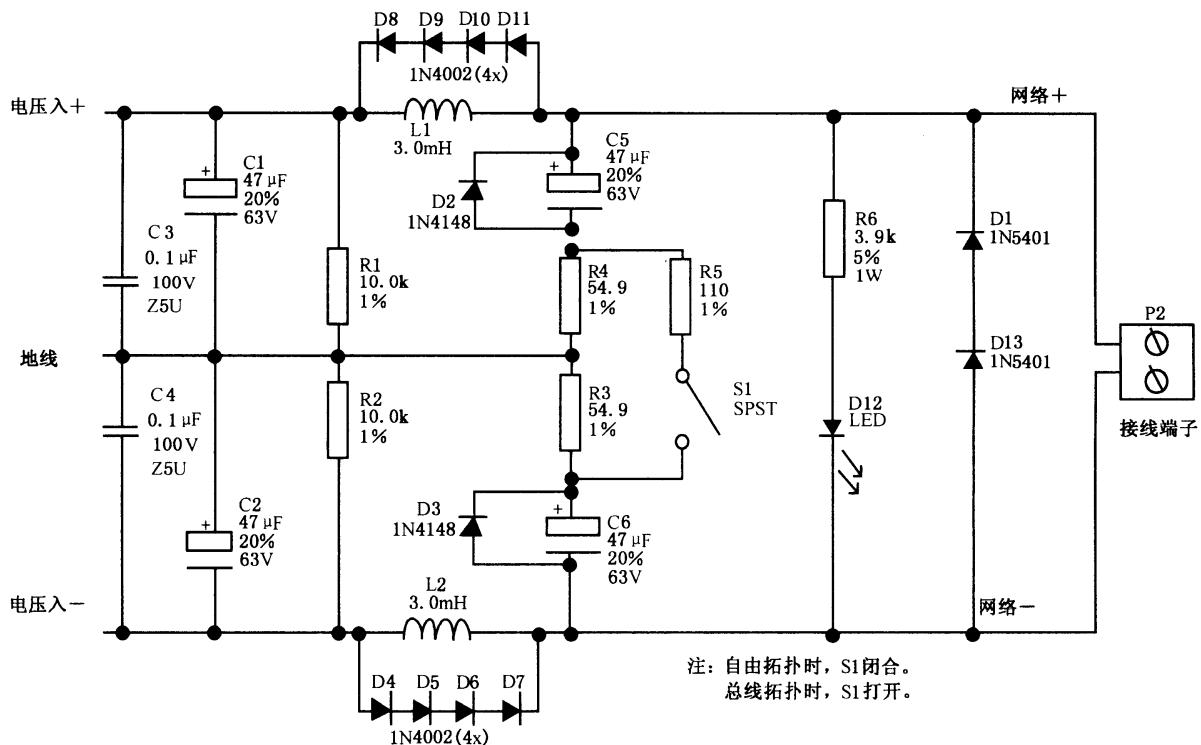


图 6 耦合器电路图

表 4 耦合电路元器件清单

条目	数量	对 应	描 述
1	4	C1,C2,C5,C6	铝电解电容 $47 \mu\text{F}, \pm 20\%, 63 \text{ V}$
2	2	C3,C4	陶瓷电容 $0.1 \mu\text{F}, 100 \text{ V}, \text{Z5U 绝缘或更好}$
3	2	D1,D13	二极管, 1N5401, 3 A, 100 V
4	2	D2,D3	二极管, 1N4148 或等效元件
5	8	D4,D5,D6,D7,D8,D9,D10,D11	二极管, 1N4002, 1 A, 100 V
6	1	D12	绿色 LED
7	2	L1,L2	电感, 3.0 mH, 铁氧体磁芯, 1.5 A, $\text{RDC} \leq 0.36 \Omega$
8	1	P2	接线端子, 双端, 所接受导线尺寸为(0.5 mm~2.05 mm)
9	2	R1,R2	$10.0 \text{ k}\Omega, \pm 1\%, 1/4 \text{ W}$
10	2	R3,R4	$54.9 \Omega, \pm 1\%, 1/4 \text{ W}$
11	1	R5	$110 \Omega, \pm 1\%, 1/4 \text{ W}$
12	1	R6	$3.9 \text{ k}\Omega, \pm 5\%, 1 \text{ W}$
13	1	S1	开关, 单刀单掷开关或等效

## 6 节点规范

### 6.1 链路电源

链路单元负载(LPUL)定义为从网络中提取 285 mW 的电能。一个节点可能消耗多个链路单元负载。一个网络上最多允许 128 个链路单元负载。链路电源供电节点应该符合表 5 的要求。

表 5 链路电源要求

参 数	值	单 位
每个链路单元负载的最大充电存储量	4.7	$\text{mA} \cdot \text{s}$
网络上电后在网络电压大于 26 V 之后, 应用链路电源的节点电源供电的最小延时	220	ms
节点正常工作时网络的直流电压	26~42.4	V
使节点应用电源关闭的阈值电压(低于该电压时节点应用电源关闭)	24	V

### 6.2 带电插拔

把一个节点接入一个供电的网络中, 该节点应保持不会产生硬件故障并可成功启动。

### 6.3 与 MAC 子层的发送器/接收器接口

物理层按照 GB/Z 20177.1 的 6.3、6.4 和 6.5 所定义的服务接口与 MAC 子层接口交互。图 7 表示物理层协议数据单元(PPDU)。

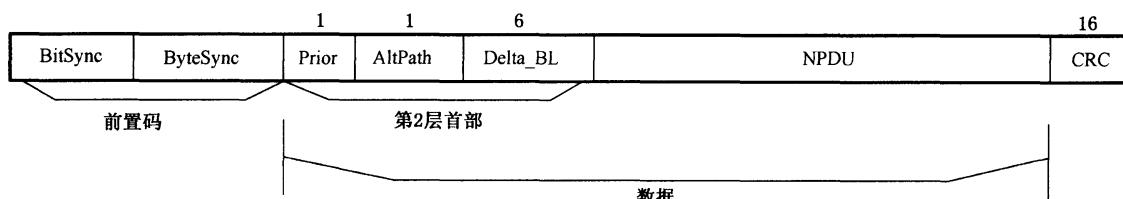


图 7 物理层协议数据单元

### 6.3.1 帧格式

与图 7 所示的物理层协议数据单元的格式相一致,发送器将按照图 8 在该媒体中生成一个比特流。‘ $T$ ’是位周期,等于  $1/($ 比特率 $)$ 。

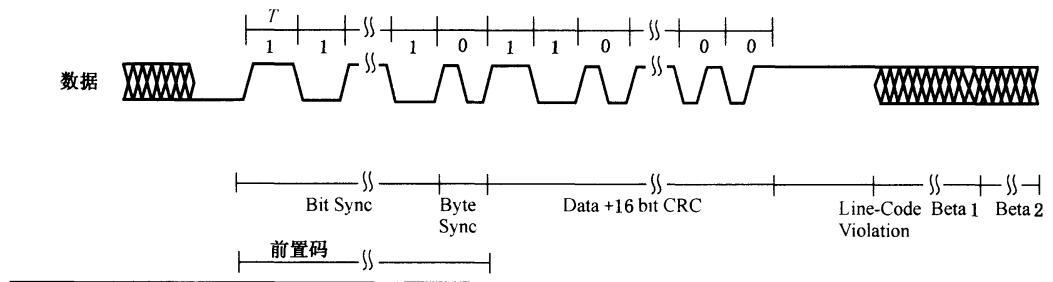


图 8 符合本部分的发送器的帧格式

发送器应该使用差分曼彻斯特编码来对数据和时钟信息编码。这种模式是为了同步接收时钟,在每个位周期的开始提供了一个跃迁(被称为时钟跃迁)。0/1 数据是由在时钟跃迁中间是否出现第二次跃迁(被称为数据跃迁)来指明的。

时钟跃迁在每个位周期的开始发生。因此,数据包的最后一个有效的位没有一个下降时钟沿。因而,在传输开始时极性是任意的。

发送器在数据包的开始会发出一个前置码,以允许其他节点同步它们的接收器时钟。前置码由下面的部分构成:位同步字段和字节同步字段。位同步字段是一系列的差分曼彻斯特编码“1”。字节同步字段是一个单比特位差分曼彻斯特编码“0”,用于标志前置码的结束和由数据链路层/媒体访问子层提交到物理层的 LPDU/MPDU 的首字节的开始。

发送器以强制违反差分曼彻斯特行编码的方法终结数据包,即,它将保持数据输出足够长的时间内不跃迁,使得接收器识别出无效的位码。对于接收器而言,这表示数据包的结束。准确地说,在数据包传输结束时,在最后一个时钟跃迁之后,发送波形至少要保持 3 个比特位周期内没有跃迁(最后一个数据跃迁除外)。

数据包之间的空闲周期包括 Beta 1 和 Beta 2 时间片。对于 Beta 1 和 Beta 2 的定义,见 GB/Z 20177.1。MAC 子层产生这些周期的定时。对于信道的定时值在第 7 章中进行了规定。

### 6.3.2 发送波形

前置码、数据和时钟的差分曼彻斯特编码应与图 9 和图 10 的波形相一致。发送器最大振幅( $U_p$ )在进入直接连接到收发器输出端的  $52.3 \Omega$  处,在任何制造产生的变化和任何运行条件下,应该在  $0.425 \text{ V} \sim 0.900 \text{ V}$  之间。

从最后一个时钟跃迁开始,经过一个 8 比特位的时间后,保持在传输网络上的净电压不会大于在峰值情况下传送半个比特位时间的任一极性脉冲所产生的电压。从发送器输入启动发送到网络开始传输,延时不应超过 1.125 比特位时间。

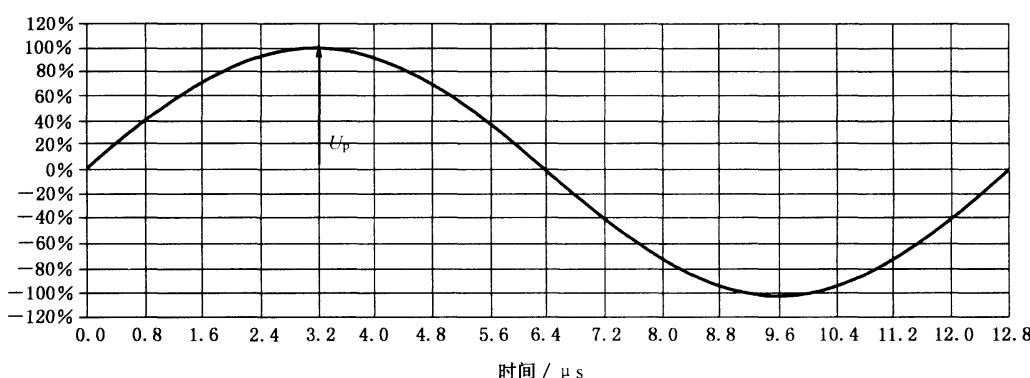


图 9 理想的发送波形-零比特位

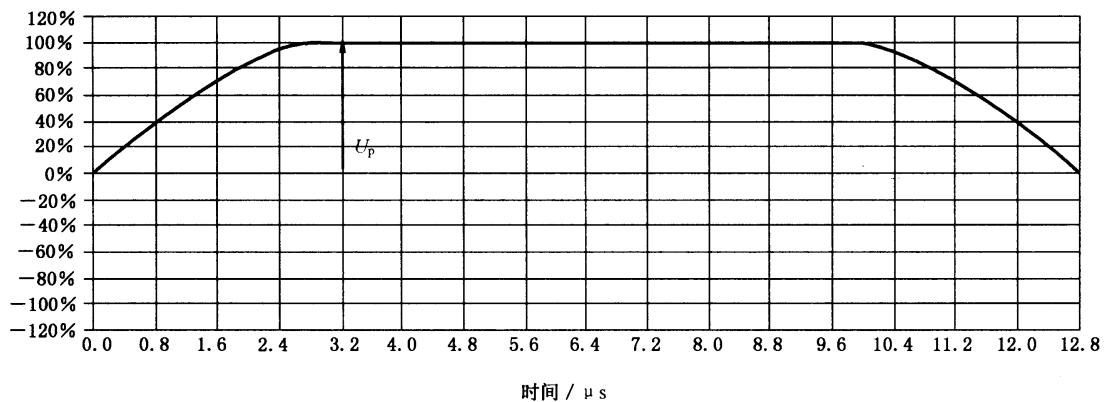


图 10 理想的发送波形-1 比特位

直接接入收发器输出端的  $52.3 \Omega$  的终端器的电压频谱，在任何制造产生的变化和任何运行条件下，应满足图 11 中最严格的要求。用于评估电压频谱的随机比特位模式应由 CRC 多项式  $X^8 + X^6 + X^5 + X^4 + 1$  产生，其中  $f = 78.125 \text{ kHz}$ 。

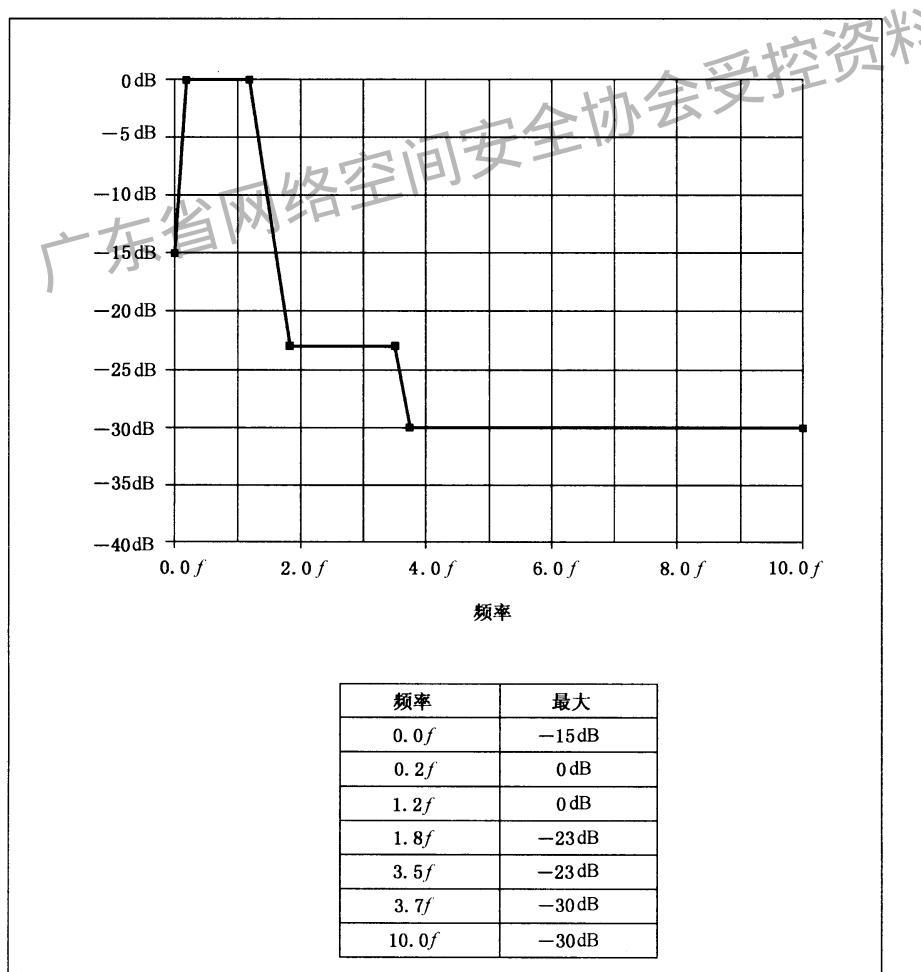


图 11 频率到达峰值时最大电压频谱

## 6.4 阻抗

节点应该满足图 12 中所示的最小阻抗要求。在链路电源供电节点中,由图 12 所示的凸起部分的阻抗可以使用固定频率的开关稳压电源进行调整。该凸起部分高度应该小于  $3 \text{ k}\Omega$ , 宽度下边界小于  $0.25 f$ , 上边界大于  $1.6 f$ , 其中  $f = 78.125 \text{ kHz}$ 。在数据包传输过程中,发送器阻抗应该是最小  $2000\Omega$  (从  $0.2 f \sim 2 f$ )。

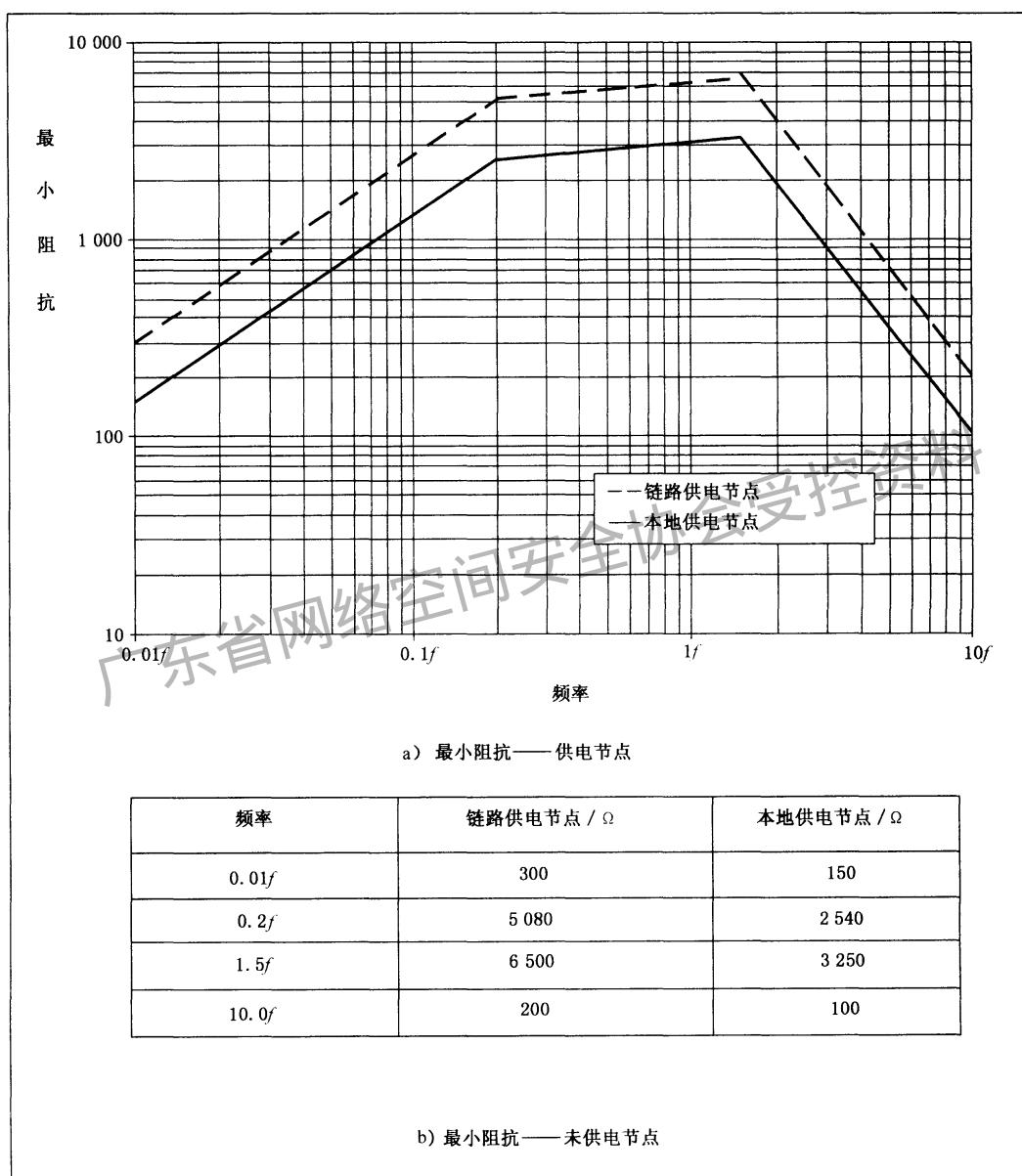


图 12 最小阻抗

## 7 通信参数

下面的通信参数(表 6)用于本部分信道。可互操作的本部分收发器应该满足这些规范。这些参数中有些是由非物理层的协议层进行控制的,因此,对那些层必须制定相应参数的规范。

表 6 可互操作收发器的通信参数

通信速率	78.125 kbit/s
优先时间片数目	4
比特同步位最小数目	4
平均数据包周期	4 020 μs
前置码长度	301 μs
时间片 Beta 2 宽度	168 μs
时间段 Beta 1 发送宽度	868 μs
时间段 Beta 1 接收宽度	895 μs

附录 A  
(资料性附录)  
环境规范

对节点、链路电源、数据/供电电缆的环境规范,根据应用情况有所变化。因此,本附录没有为所有的设备指定一个标准的环境条件。对于每个不同的应用要遵守相应的代理机构和法规组织的要求。

表 A.1 列出了节点有代表性的一组环境规范。

表 A.1 针对节点的有代表性的环境规范

EMI 电磁干扰	FCC Part 15 Class B 和 EN55022,Class B
抗 ESD	GB/T 17626.2,2 级
抗电磁辐射	GB/T 17626.3,2 级
抗快速瞬态过程	GB/T 17626.4,2 级
抗浪涌	GB/T 17626.5,2 级
收发器工作温度	-40℃ ~ +85℃

广东省网络空间安全协会受控资料

中华人民共和国  
国家标准化指导性技术文件  
**控制网络 LONWORKS 技术规范**  
**第3部分：自由拓扑双绞线信道规范**

GB/Z 20177.3—2006

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码：100045

网址 [www.bzcbs.com](http://www.bzcbs.com)

电话：68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

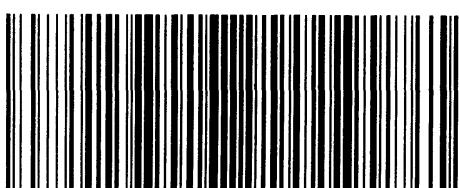
\*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 26 千字  
2006 年 11 月第一版 2006 年 11 月第一次印刷

\*

书号：155066·1-28055 定价 12.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话：(010)68533533



GB/Z 20177.3-2006