



《计算机组网原理》

原理篇

第四章 100Mb/s快速以太网组网技术

第3章重点回顾

- 以太网工作原理
CSMA/CD
- 碰撞槽时间及最小帧长度的计算
- 曼彻斯特编码的原理及优点
- 10BaseT的技术特点
- 集线器工作原理及功能

本章重点

- 100M以太网与10M以太网的兼容性
- 100M以太网为什么采用新的编码
- 100M以太网的网段长度（即跨距）
- 自动协商机制

第四章 100Mb/s快速以太网组网技术

100Mbps以太网又称快速以太网。

100Mbps以太网的帧格式、CSMA/CD工作方式与
10Mbps以太网完全一致。

- 物理层标准
- 编码
- 跨距
- 10Mbps与100Mbps自适应

4.1 快速以太网体系结构

1. 物理层标准 不同介质的标准

MAC子层			
100BASETX	100BASEFX	100BASET4	100BASET2
2对5类UTP	光纤	4对3类UTP	2对3类UTP

4种不同的100Mb/s以太网物理层

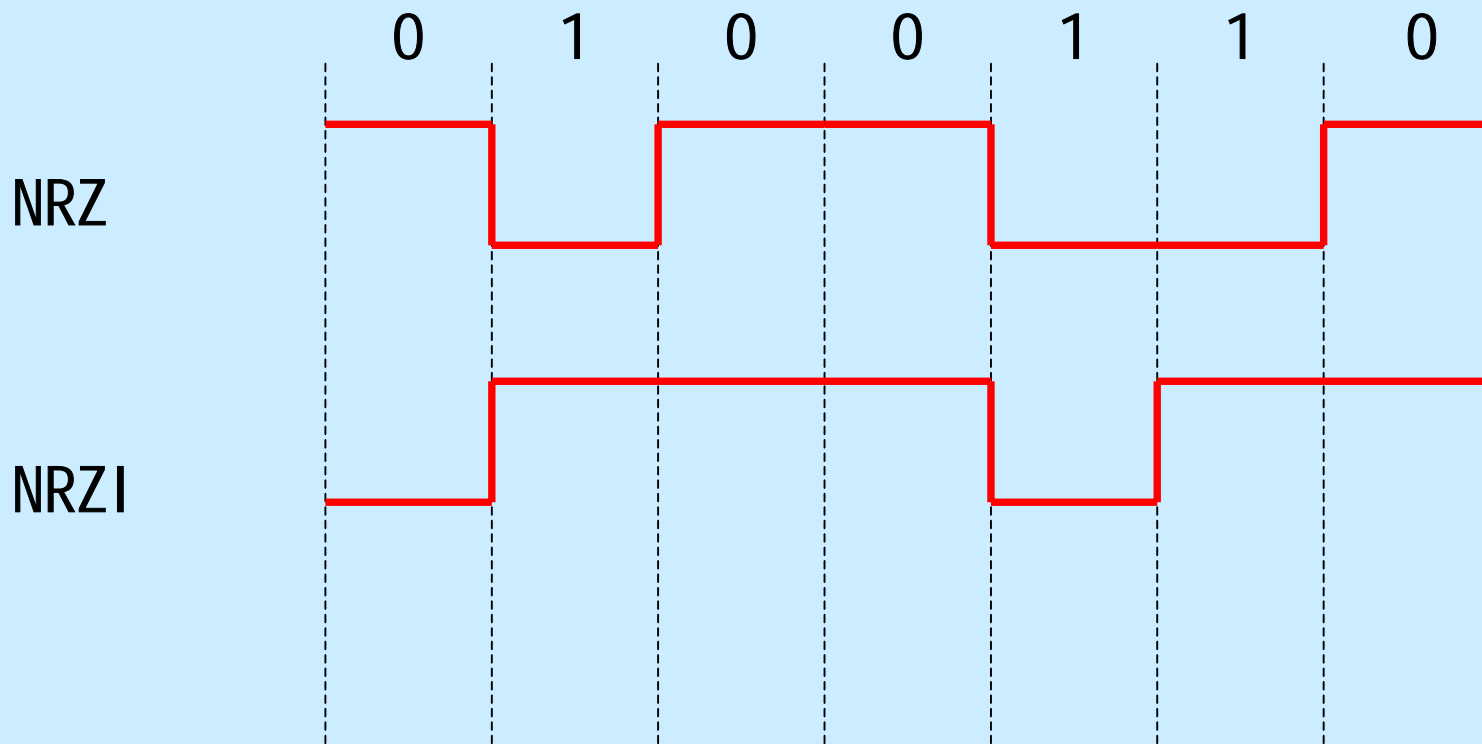
最常用的是5类非屏蔽双绞线UTP和光纤

2 编码

降低波特率

- 100BASE TX和100BASE FX : 4B/5B码 (二对线)
 $100\text{M} * 5/4 = 125 \text{ M baud}$
- 100BASE T4 : 8B6T码 (四对线)
 $100\text{M} * 6/8 * 1/3 = 25 \text{ M baud}$
- 100BASE T2 : PAM 5 * 5 (二对线)
25 M baud

预备知识：NRZ 和 NRZI



NRZI 码有很好的接收可靠性

预备知识：波特率和比特率

波特率：线路上信号每秒变化的次数

单位：波特 baud

注意与比特率（又称信号传送速率）的区别

比特率：每秒传输二进制数据的位数

单位：比特/秒 bps

波特率与比特率的关系： $C = B \log_2 n$

C：比特率




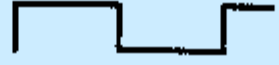




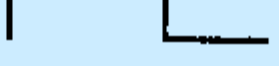
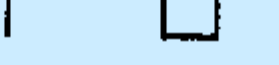


B：波特率

n：调制电平数或线路的状态数，为2的整数倍

希望在低波特率的情况下获得高的比特率，这样能降低对线路的要求。

4B/5B码

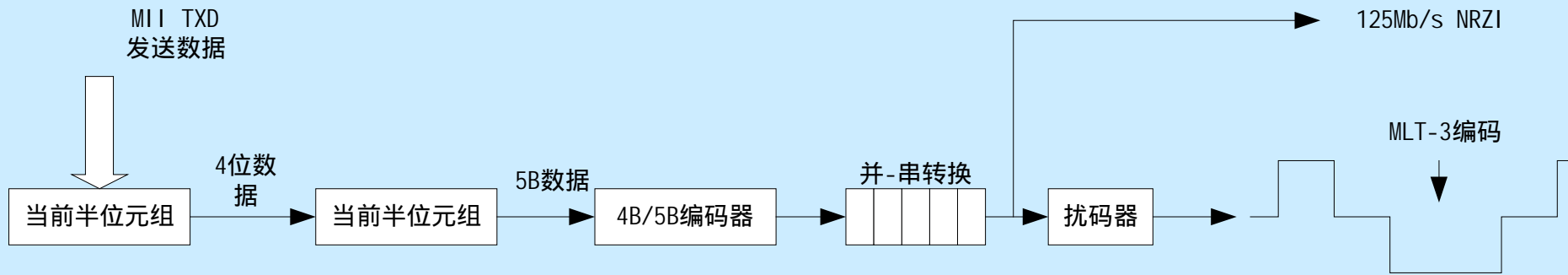
表 14.6 4B/5B 码组

数据输入(4 比特)	码组(5 比特)	NRZI 模式	解释
0000	11110		数据 0
0001	01001		数据 1
0010	10100		数据 2
0011	10101		数据 3
0100	01010		数据 4
0101	01011		数据 5
0110	01110		数据 6
0111	01111		数据 7
1000	10010		数据 8
1001	10011		数据 9
1010	10110		数据 A
1011	10111		数据 B

MLT-3编码

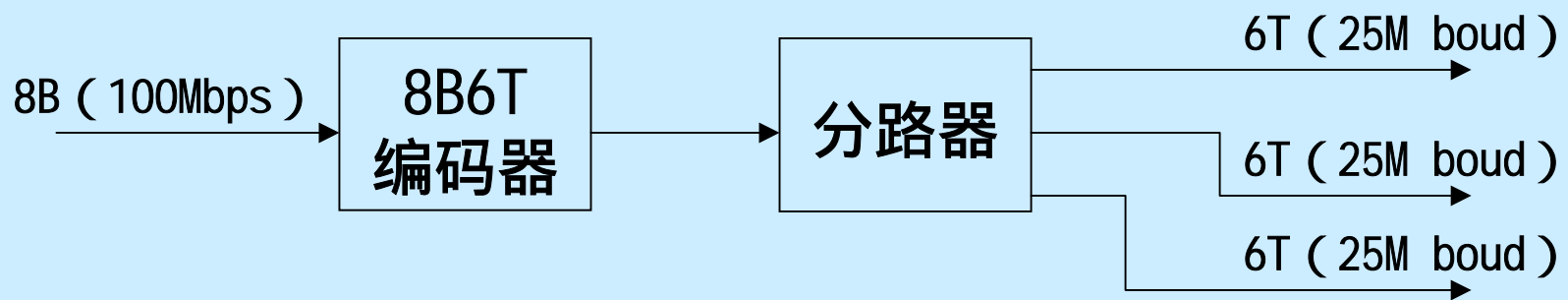
对双绞线的100BASETX来说，为减少线路上的辐射，对4B/5B编码后的信号进一步采用MLT-3编码处理，步骤如下：

- 1) 将NRZI 信号转换回NRZ
- 2) 置乱：对比特流进行置乱处理，产生均匀的频谱分布
- 3) 编码：用三级电平表达二进制数



100BASE-TX 数据编码及发送

8B6T码



4.2 快速以太网系统组成

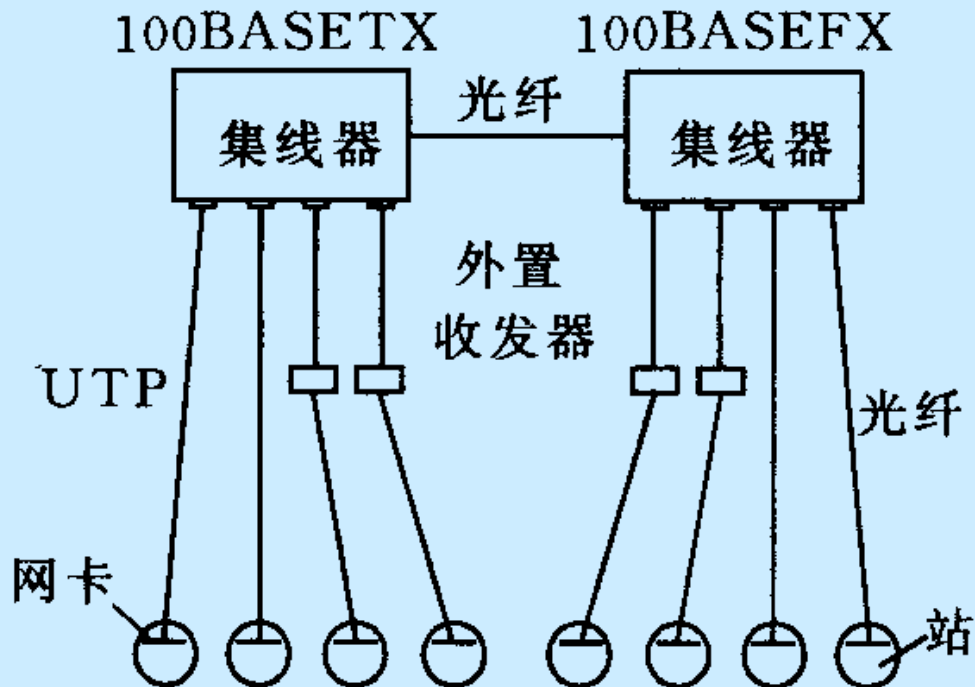


图 4.3 快速以太网系统组成

4.3 快速以太网与10BASET/FL性能比较

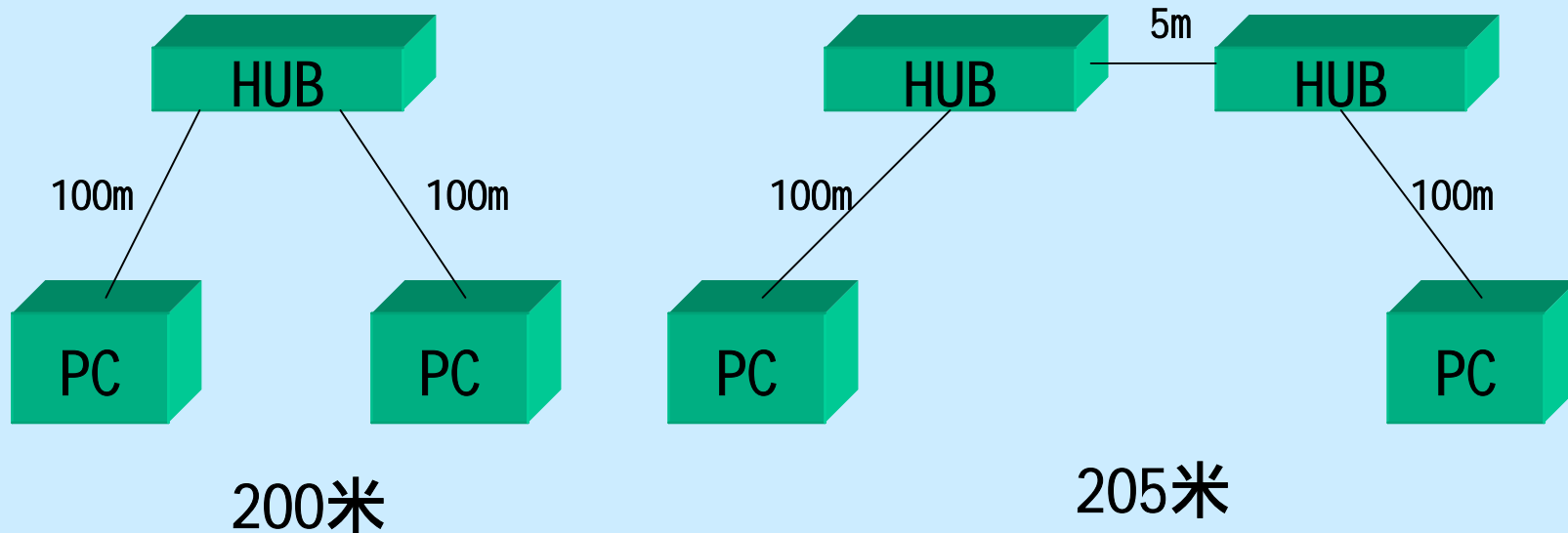
表 4.1 100M 快速以太网与 10BASET/FL 性能比较

	10BASET/FL	100BASETX/FX
IEEE 标准	802.3i/j	802.3u
拓扑结构	星状	星状
传输率	10 Mb/s	100 Mb/s
媒体	3、4、5 类 UTP,MMF	5 类 UTP,STP,MMF,SMF
最长媒体段	UTP:100 m,MMF:2 km	UTP,STP:100 m,MMF:2 km, SMF:40 km
编码	曼彻斯特编码	4 b/5 b 代码,NRZI 编码
帧结构	符合 DIX、802.3 标准	符合 DIX、802.3 标准
CSMA/CD	符合 DIX、802.3 标准	符合 DIX、802.3 标准
碰撞槽时间	51.2 μ s(512 bit)	5.12 μ s(512 bit)
碰撞域范围	UTP:500 m(4 个中继器)	2 个中继器: UTP,STP:205 m
	10BASET/FL	100BASETX/FX
		F:228 m UTP+F:216 m 无中继器:UTP,STP:100 m F:412 m
交换技术	支持	支持
全双工技术	支持	支持

4.4 快速以太网系统的跨距

100M以太网的传送速率是10M以太网的10倍，所以同样的帧长度在100M以太网中的发送时间只有10M以太网的1/10。

根据前一章的分析，可知跨距与最小帧长度的关系，所以在快速以太网中跨距近似为10M以太网的1/10。



根据第3章的计算并考虑N个中继器的延迟时间

$$\text{Slot time} = 2(\tau + t_{\text{PHY}} + N \times t_{\text{中继器}})$$

因 $L_{\text{min}}/R = \text{Slot time}$,

$$\tau = S/v$$

所以

$$L_{\text{min}}/R = 2 (S/v + t_{\text{PHY}} + N \times t_{\text{中继器}})$$

得：

$$S = \frac{1}{2}v(L_{\text{min}}/R - 2t_{\text{PHY}} - 2N \times t_{\text{中继器}})$$

光纤介质的快速以太网跨距

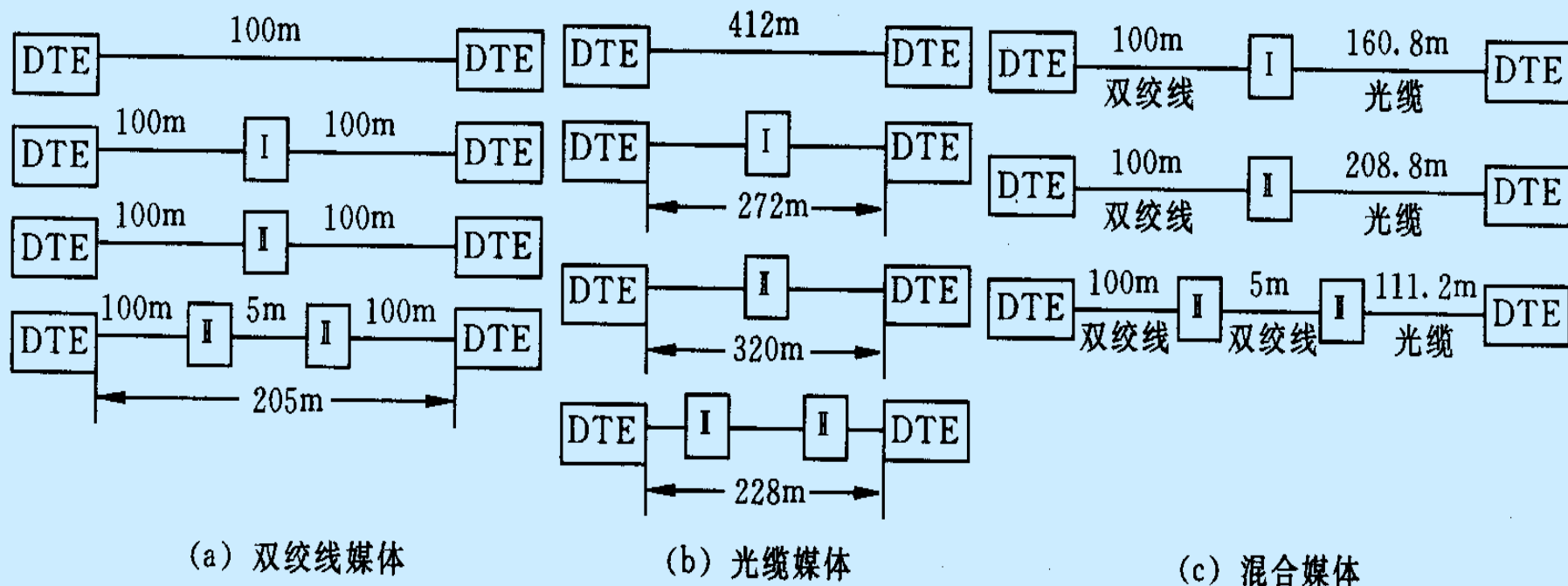


图 4.10 快速以太网系统跨距

在光纤介质中为什么加了中继器反而使跨距缩短？

根据前章分析，跨距与碰撞检测时间相关，即与信号在介质上传播的时间相关。增加中继器后，中继器上有延迟时间，占用了介质上的传播时间，因而介质长度减少，缩短了跨距。

双工方式工作时，因没有碰撞冲突，不需考虑碰撞检测时间，跨距仅受信号传播衰减的影响，所以跨距可增加到2km。

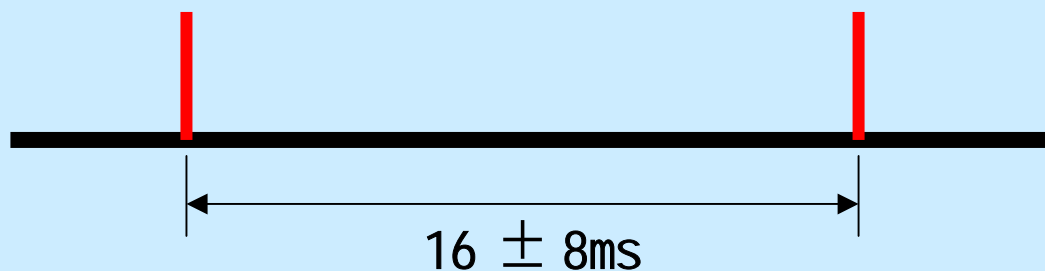
4.5 自动协商与10Mb/s或100Mb/s自适应功能

网卡、HUB、交换机端口可自动适应10Mb/s和100Mb/s速率。

4.5.1 自动协商

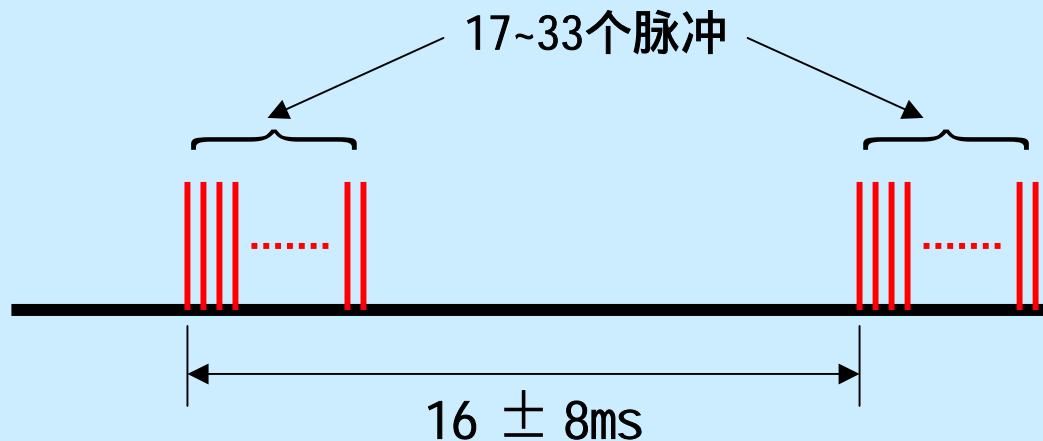
两个通信端口之间通过特殊的编码脉冲进行协商。

NLP（正常链路脉冲）：
10M以太网中用于链路完整性测试



FLP (快速链路脉冲)

100M以太网中用于自动协商



- 奇数编号的脉冲为时钟脉冲，用于同步。
- 偶数编号的脉冲为数据脉冲，共16个脉冲（2、4、6.....32），构成一个16位的LCW（链路代码字）。

时钟脉冲总是存在。

数据脉冲中LCW的值为1，则脉冲出现；LCW的值为0，则脉冲不出现。

协商过程

当端口相连，并加电后，双方就通过LCW进行协商，协商完成后，FLP就不再出现。

自动协商优先级如下：

表 4.2 自动协商优先级排队表

优先级	工 作 模 式
1	100BASET2 全双工
2	100BASETX 全双工
3	100BASET2
4	100BASET4
5	100BASETX
6	10BASET 全双工
7	10BASETX

4.5.2 10Mb/s或100Mb/s自适应

具有自动协商的10Mb/s或100Mb/s集线器

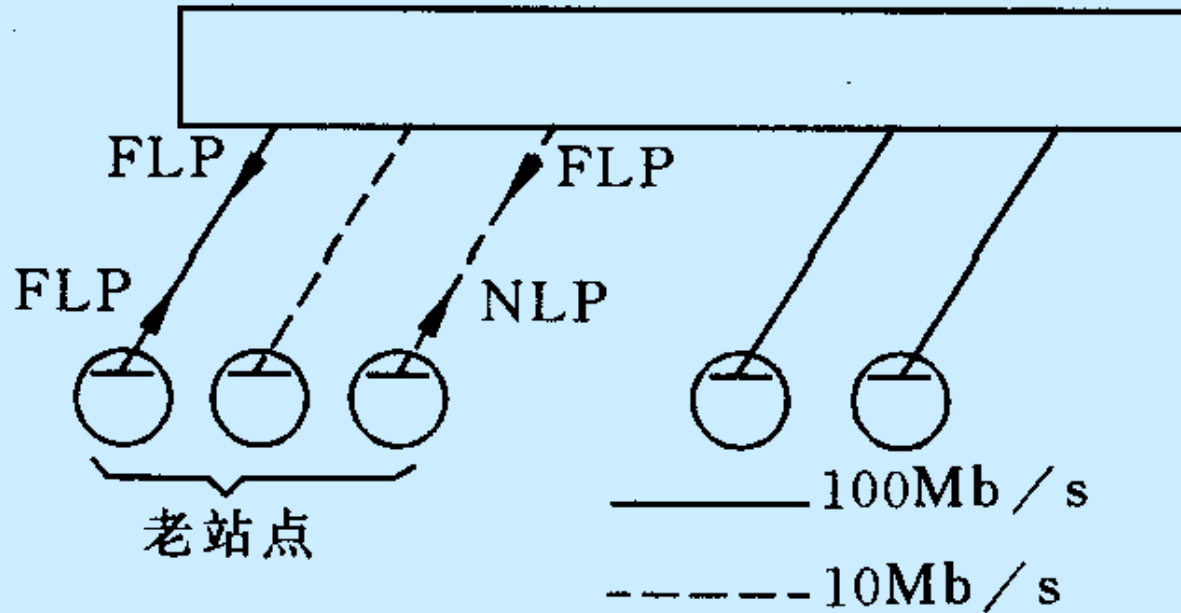


图 4.13 10M b/s 或 100 Mb/s 端口自适应

- 通过FLP协商
- 通过FLP与NLP协商

4.6 组网典型连接解决方案

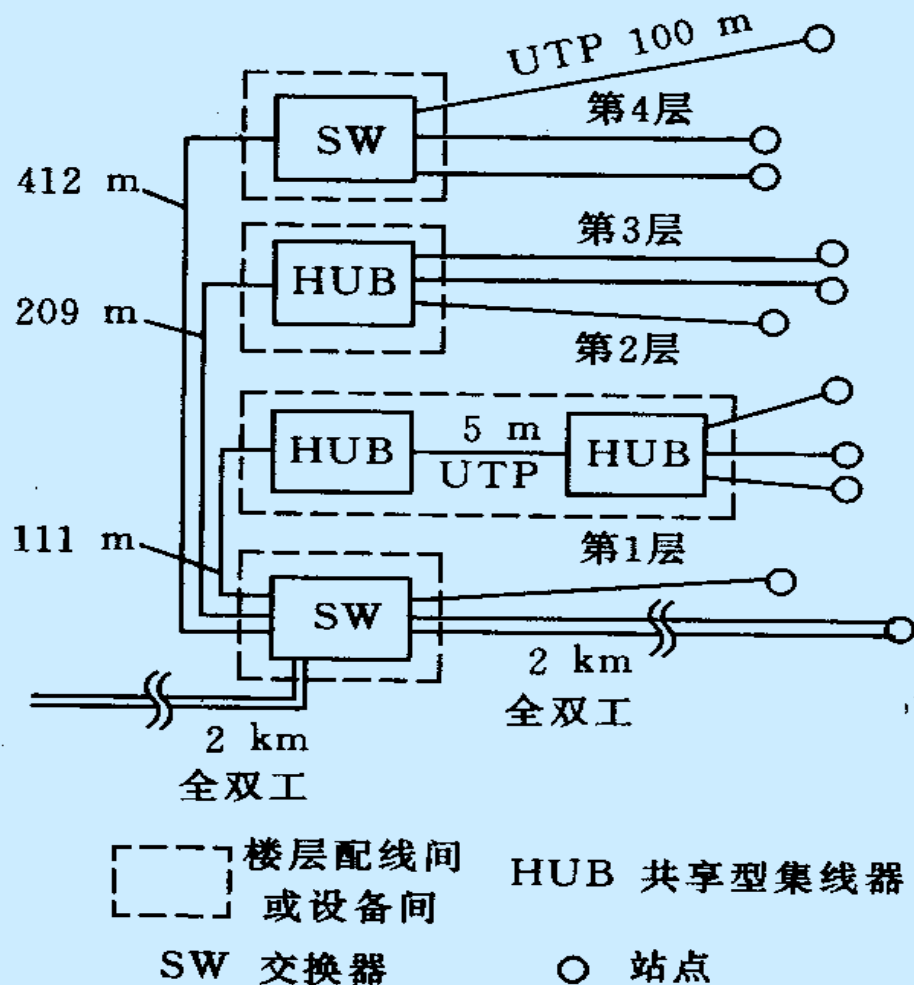


图 4.14 组网典型连接解决方案
计算机组网原理

等价拓扑结构

