



中华人民共和国国家标准

GB/T 18657.2—2002
idt IEC 60870-5-2:1992

远动设备及系统 第5部分:传输规约 第2篇:链路传输规则

Telecontrol equipment and systems—
Part 5: Transmission protocols—
Section 2: Link transmission procedures

2002-02-22 发布

2002-08-01 实施

中华人民共和国
国家质量监督检验检疫总局 发布

目次

前言 I

IEC 前言 II

引言 1

1 范围和对象 1

2 引用标准 2

3 标准传输帧的格式和结构 2

3.1 格式 FT1.1 2

3.2 格式 FT1.2 3

3.3 格式 FT2 4

3.4 格式 FT3 5

4 服务原语和传输过程要素 6

4.1 发送/无回答服务 7

4.2 发送/确认服务 7

4.3 请求/响应服务 8

5 非平衡传输 8

5.1 长度域、控制域和地址域的规范 9

5.2 非平衡传输服务 10

5.3 非平衡传输过程 12

6 平衡传输 18

6.1 长度域、控制域和地址域 18

6.2 平衡传输服务 20

6.3 平衡传输过程 20

附录 A(标准的附录) 重复帧传输的超时时间间隔 25

前 言

本标准等同采用 IEC 60870-5-2:1992《远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 2 篇:链路传输规则》。

九十年代以来,国际电工委员会 57 技术委员会为适应电力系统(包括 EMS、SCADA 和配电自动化系统及其他公用事业)的需要,制定了一系列传输规约。这些规约共分 5 篇,我国等同采用它们将其制定为 GB/T 18657 系列标准,即:

GB/T 18657.1—2002 远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 1 篇:传输帧格式(idt IEC 60870-5-1:1990)

GB/T 18657.2—2002 远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 2 篇:链路传输规则(idt IEC 60870-5-2:1992)

GB/T 18657.3—2002 远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 3 篇:应用数据的一般结构(idt IEC 60870-5-3:1992)

GB/T 18657.4—2002 远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 4 篇:应用信息元素定义和编码(idt IEC 60870-5-4:1993)

GB/T 18657.5—2002 远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 5 篇:基本应用功能(idt IEC 60870-5-5:1995)

本标准是其中的第 2 篇。

GB/T 18657 系列标准还包含一些配套标准。近年来,我国已采用制定或正在制定其中以下配套标准:

DL/T 634—1997 基本远动任务配套标准(neq IEC 60870-5-101:1995)

DL/T 719—2000 电力系统电能累计量传输配套标准(idt IEC 60870-5-102:1996)

DL/T 667—1999 继电保护设备信息接口配套标准(idt IEC 60870-5-103:1997)

IEC 60870-5-104:2000 远动设备及系统 第 5 部分:传输规约 第 104 篇:采用标准传输协议子集的 IEC 60870-5-101 网络访问

基本标准是制定和理解配套标准的依据,配套标准都要引用基本标准,等同采用基本标准有利于更好地贯彻标准,实现远动设备的互操作性。

GB/T 18657 系列标准涵盖了各种网络配置(点对点、多个点对点、多点共线、多点环型、多点星形),各种传输模式(平衡式、非平衡式),网络的主从传输模式和网络的平衡传输模式,电力系统所需的应用功能和应用信息,是一个完整的集,和 IEC 61334、配套标准 DL/T 634、DL/T 719、DL/T 667、IEC 60870-5-104 一起,可以适应电力自动化系统中各种网络配置和各种传输模式的需要。

本标准的编写格式、技术内容和 IEC 60870-5-2 相同。只是 IEC 60870-5-2 中有的图没有编号,容易引起误解。按 GB/T 1.1 要求,我们将所有的图编号。这样,有的图号就和 IEC 60870-5-2 不同。

本标准的附录 A 为标准的附录。

本标准由全国电力系统控制及其通信标准化技术委员会提出和归口。

本标准起草单位:国家电力调度通信中心、中国电力科学研究院、国家电力公司电力自动化研究院、国家电力公司南京电力自动化设备总厂。

本标准主要起草人:谭文恕、张秀莲、张长银、胡达龙、刘佩娟、林庆农、郭进。

本标准于 2002 年首次公布。

本标准由全国电力系统控制及其通信标准化技术委员会负责解释。

IEC 前言

- 1) 国际电工委员会 IEC 有关技术问题的正式决议或协议尽可能接近地表达了对涉及问题的国际间协商一致的意见,因为每个技术委员会都有关注的国家委员会代表参加。
- 2) 这些决议或协议以国际标准、技术报告或指导文件的形式出版,作为建议供国际使用,并在此意义上为各国家委员会接受。
- 3) 为促进国际间的统一,各 IEC 国家委员会同意在最大可能范围内直接采用 IEC 国际标准作为他们的国家或地区标准。IEC 标准与相应国家或地区标准间任何不一致处,应在后者文字中明确指出。
- 国际标准 IEC 60870-5-2 由 IEC 57 技术委员会(电力系统控制及通信委员会)编制。
- 本标准以下列文件为基础:

国际标准草案	投票报告
57(CO)57	57(CO)60

本标准投票通过的情况可见上表中的投票报告。

附录 A 是本标准的组成部分。

中华人民共和国国家标准

远动设备及系统 第5部分:传输规约

第2篇:链路传输规则

GB/T 18657.2—2002
idt IEC 60870-5-2:1992

Telecontrol equipment and systems—

Part 5: Transmission protocols—

Section 2: Link transmission procedures

引言

本标准是 GB/T 18657 系列标准中的一篇,该系列标准着重于远动数据传输系统中数据传输特殊的要求和条件,并描述了满足这些要求的途径。

ISO-ITU-T 的开放系统互联(OSI)参考模型将通信分成七层。本标准涉及第二层——链路层——要求的过程。

GB/T 18657.1 包括含最低两层:物理层和链路层,解释了链路层可用的帧格式和帧同步规则。本标准规定了工作在链路层的标准链路传输过程。

1 范围和对象

本标准适用于以比特串行数据传输的远动设备和系统,用以对地理上广泛分布过程进行监视和控制。

定义的链路过程严格限定于工作在窗口尺寸为1的报文传输序列。这意味着启动站(启动报文传输的站)的链路层仅在前一次接收的报文传输请求已成功地完成或带差错指示地结束后才能接收新的报文传输请求。链路传输规则适用于半双工或全双工通道的远动系统中的平衡和非平衡传输。

本标准定义的标准传输过程适用于 IEC 60870-1-1 描述的点对点、多个点对点、多点星形、多点共线和多点环形的配置。

这些系统中的数据传输功能由基本链路传输服务的三种类型组成,即:

- 1) 发送/无回答(SEND/NO REPLY)
- 2) 发送/确认(SEND/CONFIRM)
- 3) 请求/响应(REQUEST/RESPOND)

发送/确认和请求/响应这两种服务由请求站和响应站之间的一序列的不可分离的对话要素组成。

本标准定义的规约在双向通信系统的每个方向仅能同时接收和处理一个链路传输服务。每次传输服务在下次传输服务开始之前,应已成功地完成或报告出现差错。这意味着连续成组传输的窗口尺寸为1,发送/确认和请求/响应传输服务的差错的恢复采用自动重传请求(ARQ)的停止—等待方法。

在全双工通道的点对点配置中,定义的规约支持平衡传输过程,即在通信链路的两个方向同时进行传输服务。这使子站发生事件时无需主站查询,就可以向主站(控制站)报告突发(自发)事件,从而减少报告延时,实现较快的数据收集。然而,每个子站使用全双工通信通道将导致设备费用增加。

2 引用标准

下列标准所包含的条文通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB/T 18657.1—2002 远动设备及系统 第5部分:传输规约 第1篇:传输帧格式 (idt IEC 60807-5-1:1990)
- IEC 60050(371):1984 国际电工词汇(IEV) 第371章:远动
- IEC 60870-1-1:1988 远动设备及系统 第1部分:总则 第1篇:一般原理

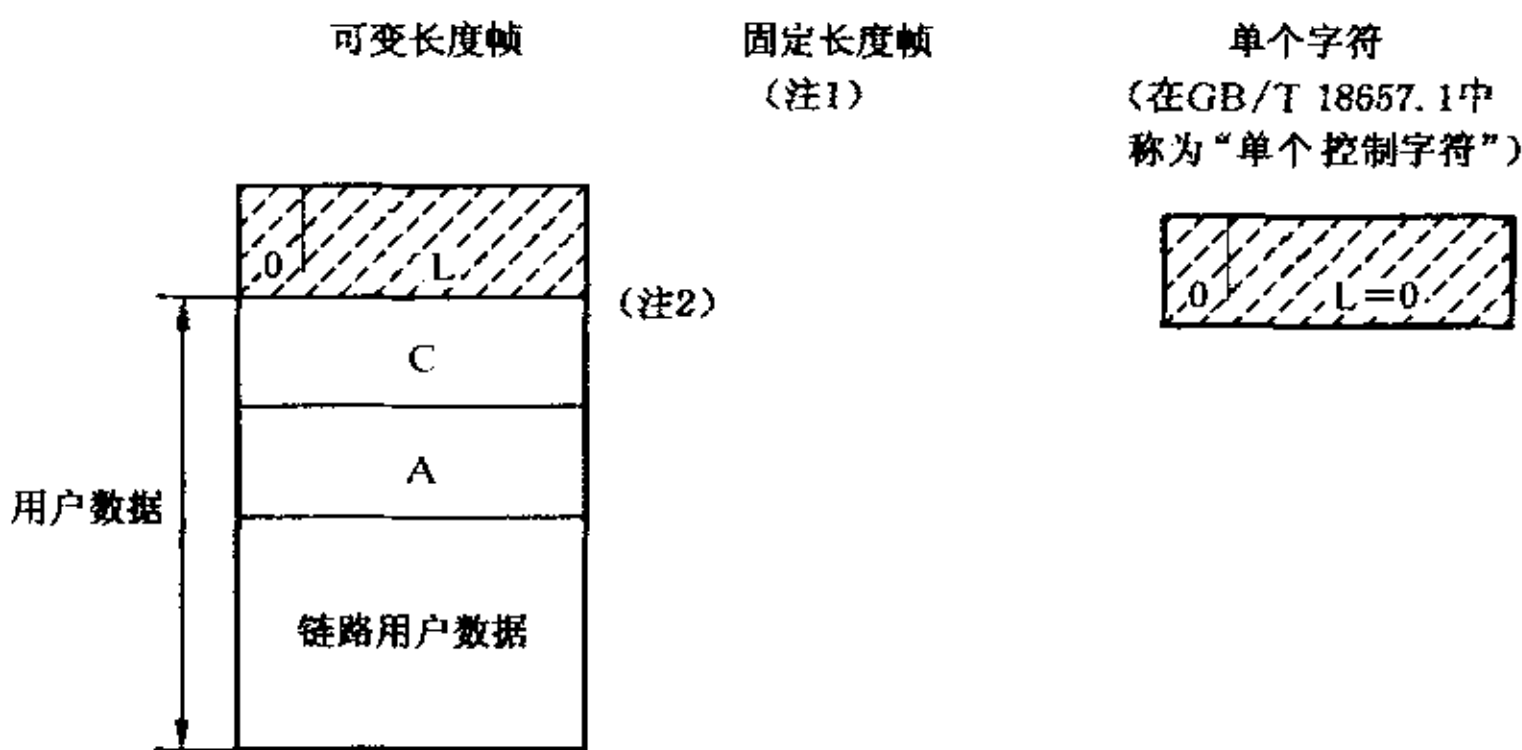
3 标准传输帧的格式和结构

如采用传输帧格式 FT1.1,并遵守 GB/T 18657.1 规定的相应传输规则,本标准定义的传输过程能在 GB/T 18657.1 中规定的完整性级别 I1 范围内提供对抗残留(即未检出)传输差错的保护。如采用传输帧格式 FT1.2、FT2 或 FT3,并遵守 GB/T 18657.1 规定的相应传输规则,本标准定义的传输过程能达到 GB/T 18657.1 规定的完整性级别 I2 范围内的残留传输差错。系统中给定的物理通道只能选择一种传输帧格式。帧中域的排列顺序一般如下:

- 帧长度域(1个八位位组)
- 控制域(1个八位位组)
- 地址域(1个或多个八位位组,由协商决定)
- 链路用户数据域(n 个八位位组)

3.1 格式 FT1.1

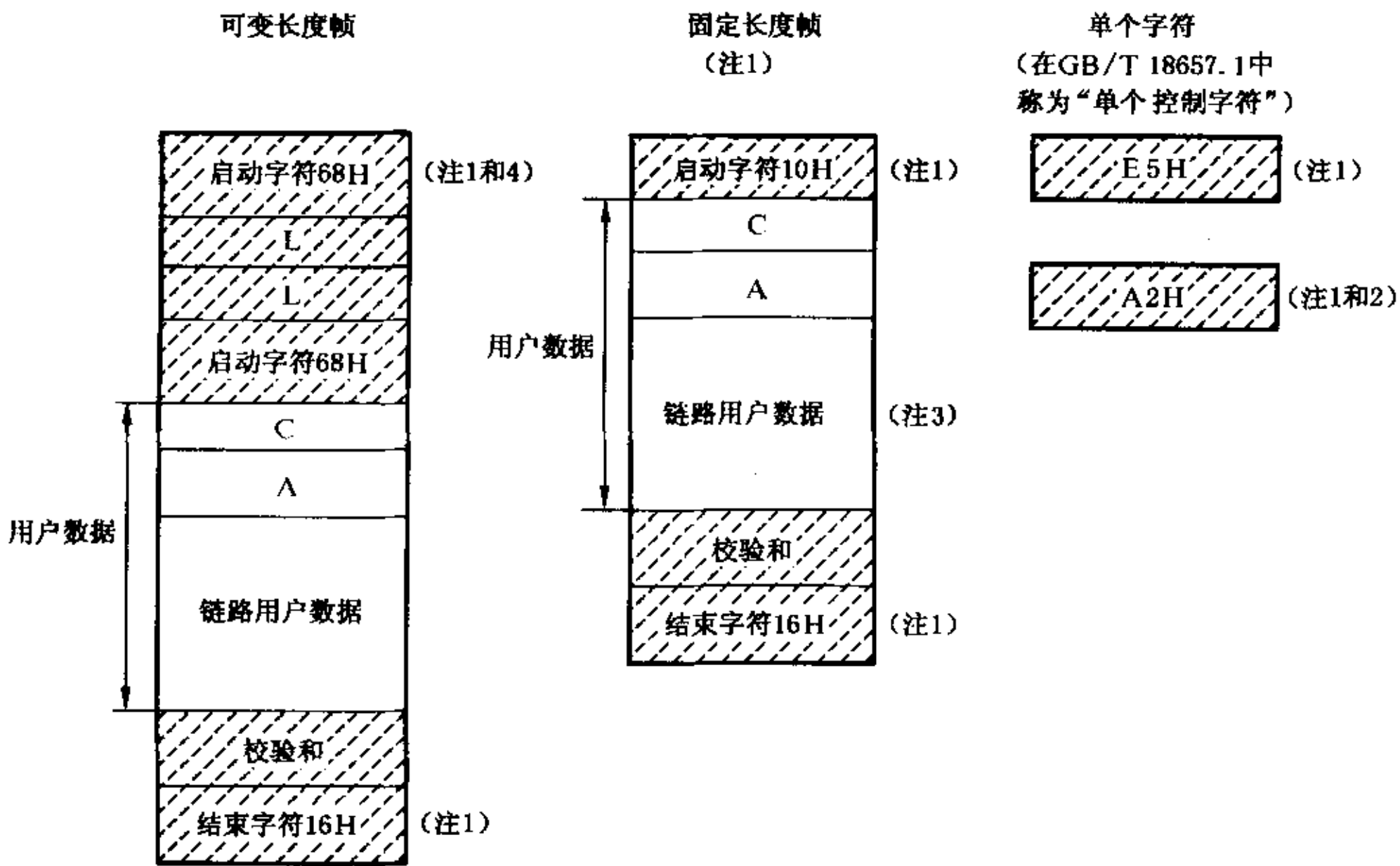
(图 1)



- L—长度域范围:0~127
- L 指包括控制域和地址域在内的用户数据的八位位组数
- C—控制域
- A—地址域,选用
- 注
- 1 这里没有特定的固定长度的帧。可变帧长的帧适用于各种情况。
- 2 阴影区已在 GB/T 18657.1 中定义。
- 无阴影区如 GB/T 18657.1 指出的是“用户数据”。

图 1 格式 FT1.1

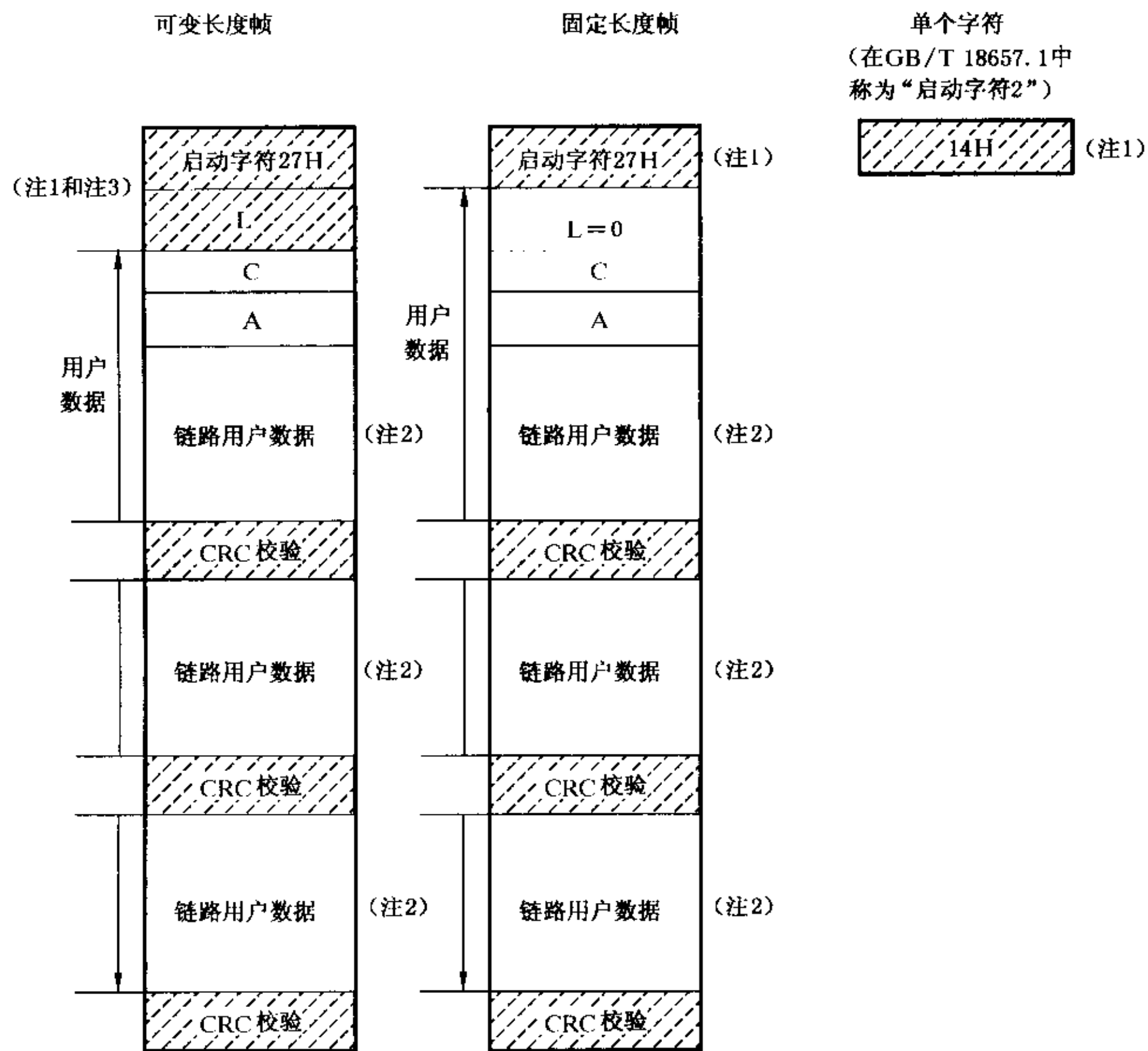
3.2 格式 FT1.2
(图 2)



L--长度域范围:0~255
L 指包括控制域和地址域在内的用户数据八位位组数
C—控制域
A—地址域,选用
注
1 八位位组用十六进制表示。
左边的字符表示 $2^7 \sim 2^4$
右边的字符表示 $2^3 \sim 2^0$
即: $68H = \frac{0110}{6} \frac{1000}{8}$
比特传输的顺序按照 GB/T 18657.1 的定义由最小比特 2^0 开始。
2 为特定应用保留,由协商确定。
3 用户数据八位位组的固定的数量由系统确定。
4 阴影区已在 GB/T 18657.1 中定义。
无阴影区如 GB/T 18657.1 指出的是帧的“用户数据”。

图 2 格式 FT1.2

3.3 格式 FT2
(图 3)



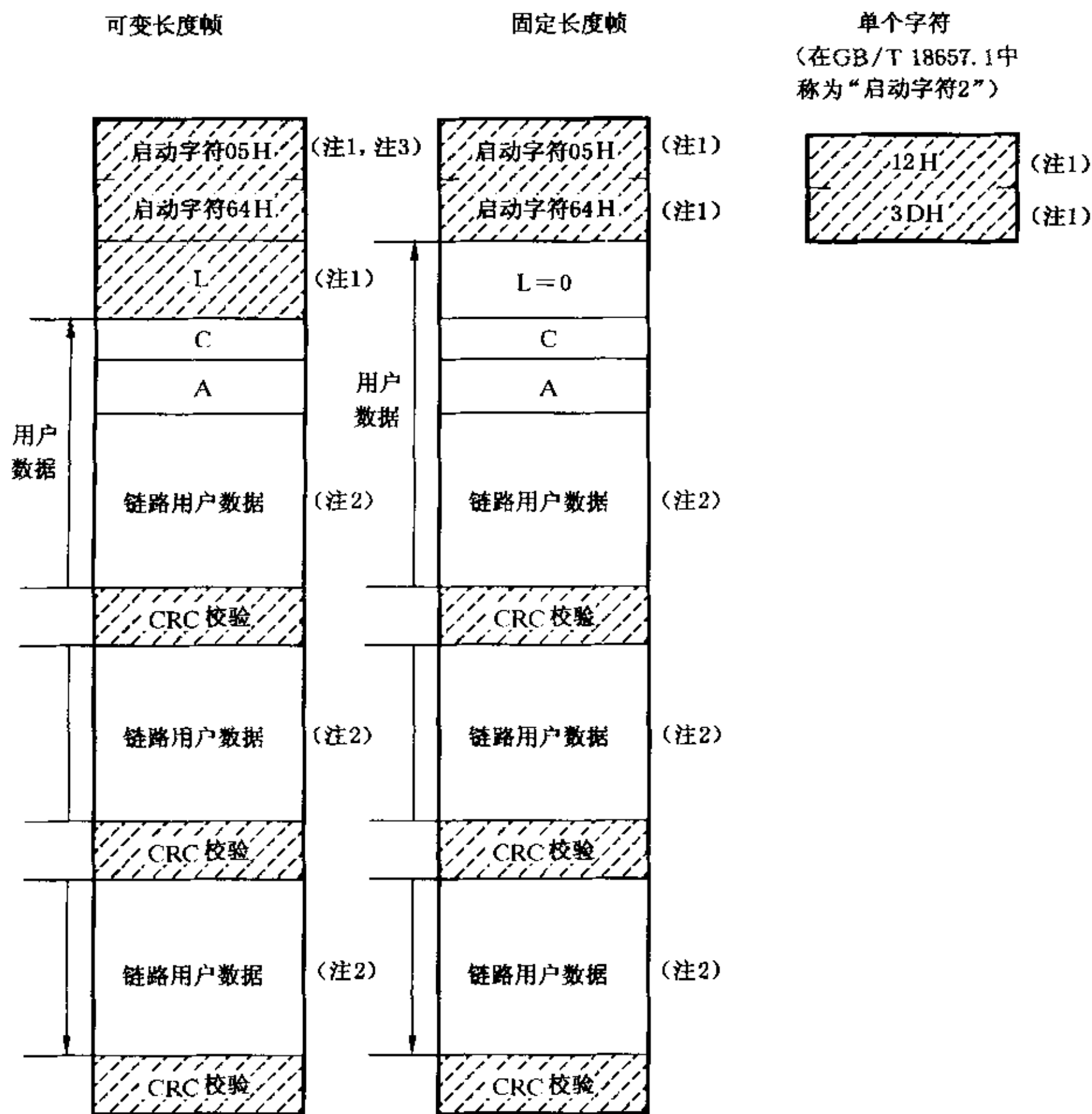
L—长度域范围:0~255
L 指包括控制域和地址域,而不包括 CRC 校验在内的用户数据的八位位组数
L=0 表示至少有两个八位位组的固定帧长
L>0 表示有 L 个用户数据八位位组的可变帧长
C—控制域
A—地址域,选用
CRC 校验—循环冗余校验

注

- 八位位组用十六进制表示。
即:27H= $\frac{0010}{2} \frac{0111}{7}$
比特传输的顺序按 GB/T 18657.1 的定义由最高位开始。
- 多达 15 个用户数据八位位组以在 GB/T 18657.1 中定义的循环冗余校验八位位组结束(GB/T 18657.1—2002 中的 6.2.4.3.1,R3)。
- 阴影区已在 GB/T 18657.1 中定义。
无阴影区如 GB/T 18657.1 指出是帧的“用户数据”。

图 3 格式 FT2

3.4 格式 FT3
(图 4)



L—长度域范围:0~255
L 指包括控制域和地址域在内而不包括 CRC 校验的用户数据八位位组数
L=0 表示至少有两个八位位组的固定帧长
L>0 表示有 L 个用户数据八位位组的可变帧长
C—控制域
A—地址域, 选用
CRC 校验—循环冗余校验
注

- 1 八位位组用十六进制表示。
即: 05H= $\frac{0000}{0}$ $\frac{0101}{5}$ 64H= $\frac{0110}{6}$ $\frac{0100}{4}$
比特传输的顺序按 GB/T 18657.1 的定义由最高位开始。
- 2 多达 16 个用户数据八位位组以 GB/T 18657.1 中定义的循环冗余校验结束 (GB/T 18657.1—2002 中的 6.2.4.4.1, R3)。
- 3 阴影区已在 GB/T 18657.1 中定义。
无阴影区如 GB/T 18657.1 指出是帧的“用户数据”。

图 4 格式 FT3

4 服务原语和传输过程要素

数据通信由通过服务用户和链路层间的接口传输的“服务原语”和通信站链路间的“传输过程”描述。

服务原语的内容(参数、条件等)不在本标准中规定。

图 5 为基本链路服务的无差错的传输过程。传输差错仅由接收站(从动站)检测。从动站接收到受干扰的发送或请求帧没有回答。由于期待的确认帧或响应帧未收到,启动站检出超时。如启动站接收到受干扰的确认帧或响应帧,则舍弃此帧并检出差错。

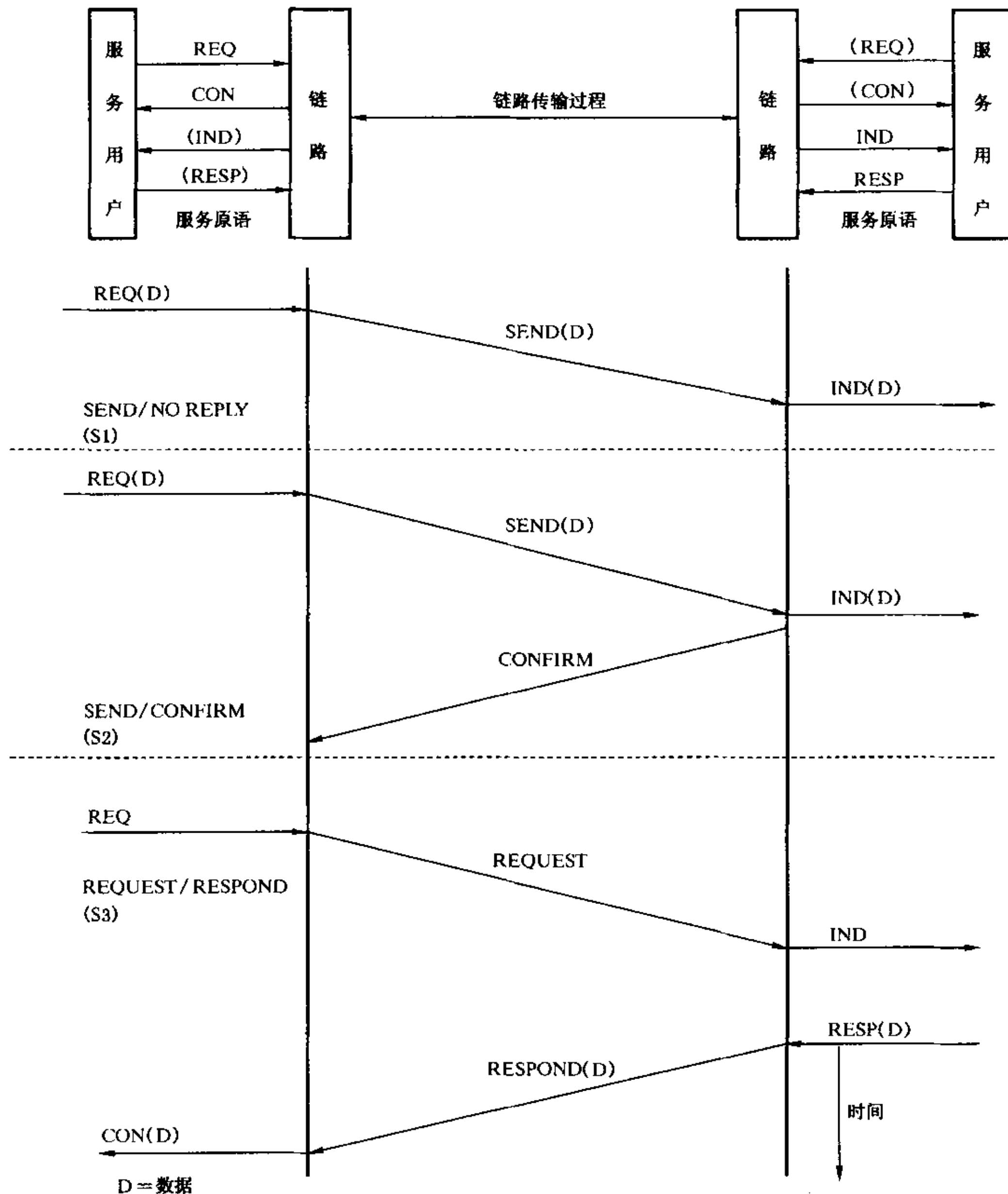


图 5 基本链路服务的服务原语和传输过程间的关系

有四种类型原语,这些原语可包含用户数据、参数集和条件:

REQ:请求原语 request primitive

服务用户发出的请求,以启动链路层的一些传输过程;

CON: 确认原语 confirm primitive

链路层发出的确认, 以结束请求启动的传输过程;

IND: 指示原语 indication primitive

链路层给用户的指示, 希望传递数据给服务用户, 或启动某些服务用户过程;

RESP: 响应原语 respond primitive

用户发出的响应, 告知已完成由指示原语启动的过程。

注: 确认或响应可以是肯定的或否定的, 依具体情况而定。

典型的服务原语包括参数、条件和用户数据, 内容如下:

- 用户数据;
- 传输服务类型(功能码, 例如 SEND/CONFIRM);
- 否定/肯定认可或响应;
- 数据流控制位(DFC);
- 要求访问位(ACD);
- 重传次数(例如 3 次);
- 差错状态(例如一次重传错误后);
- 链路层状态(例如重新启动条件)。

4.1 发送/无回答服务(SEND/NO REPLY)

4.1.1 服务原语

——启动站

链路层可以传输报文时, 链路层接收链路用户发出的请求原语 REQ(SEND/NO REPLY)。如链路层不可以传输报文(线路断开或者差错状态), 链路层回送否定确认原语 CON(否定, SEND/NO REPLY, 差错状态)给用户

——从动站

指示原语 IND(无响应要求)向从动站服务用户告知已接收报文。

4.1.2 传输规则

只在前一次服务的传输过程结束后才开始新一次发送帧(见表 1 和表 3)。

一帧发送完后, 应发送线路空闲间隔, 其长度是检出传输差错时的两帧之间规定的间隔。(FT1.1 帧见 GB/T 18657.1—2002 中的 6.2.4.1 传输规则 R4; FT1.2 帧见 GB/T 18657.1—2002 中的 6.2.4.2.1 传输规则 R4; FT2 帧见 GB/T 18657.1—2002 中的 6.2.4.3.1 传输规则 R5; FT3 帧见 GB/T 18657.1—2002 中的 6.2.4.4.1 传输规则 R5)。

采用断开载频方式代替线路空闲间隔时, 线路空闲间隔可以低于规定值。

4.2 发送/确认服务

4.2.1 服务原语

——启动站

链路层从用户接收请求原语 REQ(SEND/CONFIRM, 重传次数)后, 启动一次发送/确认过程。如它不能传送报文, 链路层向服务用户回送一个否定确认原语 CON(negative SEND/CONFIRM, 差错状态)。

如从动站接收到否定认可, 链路层将否定确认原语 CON(否定的 SEND/CONFIRM, 差错状态)返送给用户。如达到最大的重传次数, 传送还未成功, 链路层也将否定确认原语送给用户。

——从动(确认)站

如接收的不是重传的前一次发送帧, 从动站以指示原语 IND(无响应要求)告知用户已接收新报文。

4.2.2 传输规则

只在前一次服务的传输过程结束后,才开始新一次发送帧传输(见表1和表3)。

从动站正确接收启动站发送的报文后,向启动站发送一个肯定确认帧(CONFIRM)(ACK)。

如从动站由于过载(无可用的存贮空间)等原因不能接收启动站的报文,则向启动站传送一个否定确认帧(NACK,报文未接收)。

4.2.2.1 防止报文丢失和重复传送

启动站每次开始新的发送/确认服务时,帧计数位(FCB,见5.1.2)要改变状态。启动站如收到无差错的确认帧(CONFIRM),这一次发送/确认服务即结束。

若确认帧受到干扰或超时未收到,则重发原发送帧(SEND)不改变帧计数位的状态。最大重传次数为规定的参数。

从动站收到启动站的发送帧,并向启动站发送确认帧后,将确认帧复制保存。如下一次接收到的发送帧中的帧计数位的值不同,即将保存的确认帧清除,并保存新的确认帧。否则不管收到的帧内容是什么,将保存的确认帧(CONFIRM)重发。从动站收到复位命令(RESET)时(其帧计数位为0,见表1和表3),从动站将被设置得期待下一帧的帧计数位和帧有效位(FCV,见5.1.2)都为1。

4.3 请求/响应服务

4.3.1 服务原语

——启动(请求)站

链路层从用户接收请求原语 REQ(REQUEST/RESPOND,重传次数),在前一次传输过程结束后启动请求/响应过程(REQUEST/RESPOND),除非不能传送报文。不能传送报文时,链路层向启动站用户回送否定确认原语 CON(negative REQUEST/RESPOND,差错状态)。

启动站如收到从动站的响应报文,链路层将肯定确认原语 CON(响应请求)送给启动站用户。

启动站如收到从动站的否定确认(无请求的数据),链路层将否定确认原语 CON(对请求的否定响应、差错状态)送给启动站用户。

如达到最大的重传次数还未收到从动站的回答,链路层将否定确认原语 CON(对请求的否定响应、差错状态)送给启动站用户。

——从动(响应)站

从动站接收启动站的请求帧(REQUEST)后,链路层向其用户发指示原语 IND。若有请求的数据,链路用户向链路层回送带数据的响应原语 RESP,否则回送无请求的数据的响应原语 RESP。

4.3.2 传输规则

只在前一次服务的传输过程结束之后,才开始新一次请求帧传输(见表1)。

从动站正确收到请求帧(REQUEST)后,如有请求的数据,则向启动站发送响应帧(见表2);如无请求的数据,则向启动站发送无请求的数据帧(RESPOND NACK)。

4.3.2.1 防止报文丢失和报文重复传送

启动站每次开始新的请求/响应服务时,帧计数位要改变状态。如启动站收到无差错的响应帧(RESPOND,NACK 帧或者 NACK 单个字符),则这一次请求/响应传输服务即结束,将接收到的数据送给用户。

若响应帧(RESPOND)受到干扰或超时未收到,则重发请求帧(REQUEST)且不改变帧计数位的状态。最大重传次数为规定的参数。

从动站收到启动站的请求帧(REQUEST)并向启动站发送响应帧后,将响应帧复制保存。如下一次接收到的请求帧(REQUEST)中的帧计数位的值不同,即将保存的响应帧清除。如下一次的请求帧的帧计数位相同,则将原保存的确认帧重发。

5 非平衡传输

非平衡传输过程用于监视控制和数据采集系统,主站顺序地查询子站以控制数据传输。主站在这种

情况下是启动站,它启动所有报文传输;子站是从动站,只在它们被查询时才可以传输。

链路支持由启动站启动的下述传输服务:

发送/无回答(SEND/NO REPLY) 主要用于查询全局的报文和控制回路的循环设定;

发送/确认(SEND/CONFIRM) 主要用于控制命令和设定命令;

请求/响应(REQUEST/RESPOND) 用于查询;这个服务序列可用于循环刷新数据功能。

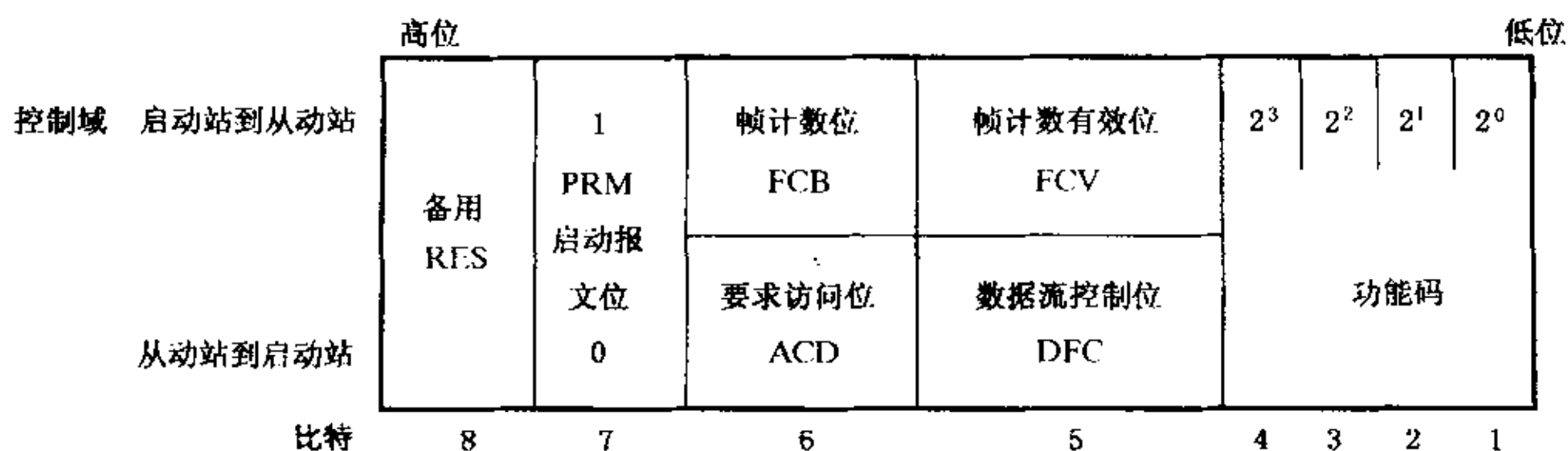
5.1 长度域、控制域和地址域的规范

5.1.1 长度域

在 GB/T 18657.1—2002 中的 6.2.4 和本标准 3.1~3.4 中定义了长度域。

5.1.2 控制域

控制域(图 6)包含表征报文方向和提供的服务类型的信息,并支持抑制报文丢失和重复传输的功能。



RES—备用。

FCB—帧计数位,0,1,每个站的连续的发送/确认服务或请求/响应服务的变化位。

帧计数位用来防止信息传输的丢失和重复。启动站向同一个从动站传送一次新的发送/确认(SEND/CONFIRM)或请求/响应(REQUEST/RESPOND)传输服务时,将帧计数位(FCB)取相反值。启动站为每个从动站复制保存帧计数位。若超时未由从动站收到期待的报文或接收出现差错,则启动站不改变帧计数位状态,重发原来的发送/确认服务或请求/响应服务。

复位命令(见表 1)的帧计数位(FCB)常为零。从动站收到此命令后将被设置得期待由启动站到从动站的下一帧的帧计数位(FCB)和帧计数有效位(FCV)都为 1。

FCV 帧计数有效位:

FCV=0 表示帧计数位 FCB 的变化无效。

FCV=1 表示帧计数位 FCB 的变化有效。

发送/无回答服务、广播报文和其他不需要考虑信息输出丢失和重复传输的服务,无需改变帧计数位 FCB 的状态,因此这些帧的帧计数有效位(FCV)常为零。

DFC—数据流控制位:

DFC=0 表示从动站可以接收后续报文。

DFC=1 表示从动站接收后续报文将引起数据溢出。

从动(响应)站向报文启动站指出立即连续传输后续报文将引起缓冲区溢出。

ACD—要求访问位:有两种级别的报文数据,1 级数据和 2 级数据:

ACD=0 从动站无 1 级用户数据要求访问;

ACD=1 从动站有 1 级用户数据要求访问。

从动站向启动站指出希望传输 1 级用户数据。

注:1 级用户数据传输一般用于事件或高优先级报文的传输。2 级用户数据一般用于循环或低优先级的报文传输。

PRM—启动报文位:

PRM=0 从动(响应)站向启动站传输的报文;

PRM=1 启动站向从动站传输的报文。

图 6 非平衡传输的控制域

表 1 为非平衡传输,启动站向从动站传输的报文控制域的功能码(PRM=1)。

表 2 为非平衡传输,从动站向启动站传输的报文控制域的功能码(PRM=0)。

表 1 非平衡传输,启动站向从动站传输的报文控制域的功能码(PRM=1)

功能码序号	帧类型	服务功能	帧计数有效位(FCV)的状态
0	期待的发送/确认帧	远方链路复位	0
1	期待的发送/确认帧	用户进程复位	0
2	期待的发送/确认帧	为平衡传输过程保留	—
3	期待的发送/确认帧	用户数据	1
4	期待的发送/无回答帧	用户数据	0
5		备用	—
6~7		为协商的特殊应用保留	—
8	要求访问的请求	以要求访问位响应	0
9	期待的请求/响应帧	请求链路状态	0
10	期待的请求/响应帧	请求 1 级用户数据	1
11	期待的请求/响应帧	请求 2 级用户数据	1
12~13		备用	—
14~15		为协商的特殊应用保留	

表 2 非平衡传输,从动站向启动站传输的报文控制域的功能码(PRM=0)

功能码序号	帧类型	服务功能
0	确认帧	认可:肯定认可
1	确认帧	否定认可:未收到报文,链路忙
2~5	—	备用
6~7	—	为协商的特殊应用保留
8	响应帧	用户数据
9	响应帧	否定认可:无请求的数据
10	—	备用
11	响应帧	链路状态或要求访问
12		备用
13		为协商的特殊应用保留
14	—	链路服务未工作
15	—	链路服务未完成

5.1.3 地址域

地址域规定站地址(图 7)。它在由“启动站”(启动数据传输服务的站)发出的帧中传输到接收站(“从动站”)并规定目的地址;在由从动站发出的帧中传输到启动站并规定源地址。

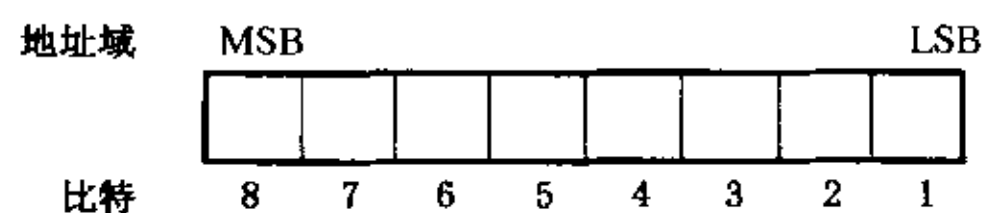
地址八位位组数和系统相关(由制造厂和用户协商确定), i 个八位位组地址的范围为 $2^{8i}-1$ 。第 1 个传输的地址八位位组包含最低的地址位。

广播地址(向所有各站发送的报文)为 $2^{8i}-1$ 。

组地址由用户和制造厂协商确定。

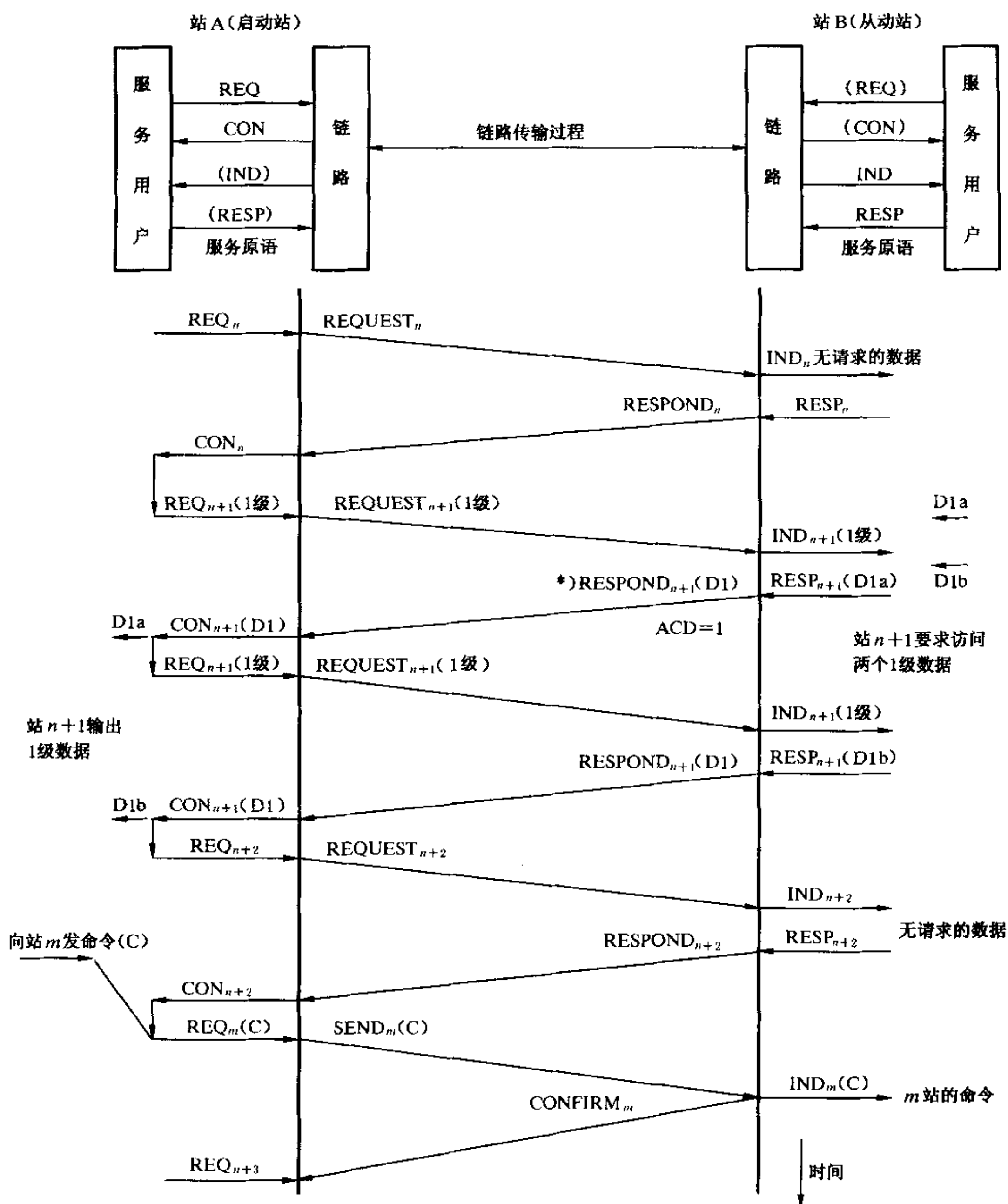
5.2 非平衡传输服务

图 8 所示为查询功能的服务原语和有关的传输过程(已在第 4 章描述)的相互动作。图 12 和图 9 分别显示由从动站传输两个事件和由启动站向从动站传输命令的例子。



LSB—最低位
MSB—最高位

图 7 地址域



*) 站 $n+1$ 发的带 1 级数据和要求访问位 = 1 的响应。

注: $n, n+1, n+2$ 等是查询过程定义的顺序地址。

图 8 查询过程和事件启动传输之间相互动作的例子

5.3 非平衡传输过程

图 9~图 15 中的白框表示正确接收的帧,阴影框表示未正确接收的帧,箭头表示因果关系。

5.3.1 发送/无回答过程

发送数据帧,按 4.1 所述规则不用回答。

5.3.2 未受干扰的发送/确认过程(以图 9 为例)

这个过程由两个传输帧的不可分离的序列组成(见图 9),由启动站发出发送数据帧,接着由所寻址的从动站返回确认帧。

如发送数据帧被从动站接收,从动站发出肯定认可(确认帧)。该确认帧可能是单个字符,如图 9 例子顶部指出的那样。也可以是一个固定长度的帧,特别是在该确认用于将从动站的特定状态告知启动站时,例如表示从动站希望传输 1 级数据(见图 9 中的第 2 个例子——传输数据到从动站 m)。

注意,肯定认可仅向启动站表示此帧被正确接收未检出差错,寻址的接收站的链路层无数据溢出。但这并不保证命令意图被成功地执行。为了防止重要的命令丢失,从应用层返回信息(见 IEC 371-02-05)以实现返送校核是不能省略的。

如发送数据帧被正确收到但是未被从动站接受(例如由于溢出),固定长度的 NACK 帧(否定认可)会返回到启动站,并相应地通知启动站的服务用户。

5.3.3 受干扰的发送/确认过程(以图 10 为例)

如发送数据帧在传输途径中受到干扰则没有响应,启动站在超时后不改变帧控制域内帧计数位的状态,重传发送数据帧(见图 10 中第 1 个例子)。

如确认帧受到干扰(见图 10 的第 2 个例子),则启动站在超时后仍不改变帧控制域内帧计数位的状态,同样重传发送数据帧。从动站接收后检出帧计数位的状态未改变,确认为重复数据传输,舍弃此帧数据,再一次传输先前的确认帧。

5.3.4 未受干扰的请求/响应过程(以图 11,图 12 和图 13 为例)

图 11 的例子为请求/响应过程,在这里寻址的站中没有请求的数据。这个过程被用来,例如,向从动站查询事件或状态变化。如在前一次相应查询后从动站没有新登记的事件,从动站向启动站返回否定认可(NACK)。相应的响应帧可能是单个字符或是固定长度的帧,用以向启动站指明没有请求数据的特定状态。

图 12 中第二个查询的例子假设启动站向从动站 $n+1$ 请求 1 级数据。等待传输的 1 级数据的数量超过响应帧的限定帧长。在此情况下,从动站在控制域中表示要继续传输 1 级数据。如启动站接受该表示,向该从动站发下一个请求帧,其控制域中的帧计数位改变状态。(如启动站发送请求帧后无响应,或接收到受干扰的响应,向该从动站重发帧计数位不变化的请求帧。见图 14 和图 15。)

图 13 中启动站向站 n 查询 2 级数据。从动站以请求的数据返送给启动站,在其控制域中表示要求传输 1 级数据。启动站接着将改变帧计数位状态的查询 1 级数据的帧发给该从动站,召唤从动站的 1 级数据,接着向下一个从动站继续召唤 2 级数据。

5.3.5 受干扰的请求/响应过程(以图 14 和图 15 为例)

图 14 表示请求帧受干扰的影响:由于请求帧受干扰导致从动站无响应,启动站超时后不改变帧计数位状态向同一个从动站重发请求帧。

图 15 表示响应帧受干扰的影响:启动站超时后不改变帧计数位的状态向同一个从动站重发请求帧。从动站已将先前传输的响应帧复制保存,确认请求帧帧计数位未改变状态,是重传的请求,就将先前的响应帧再一次传输。

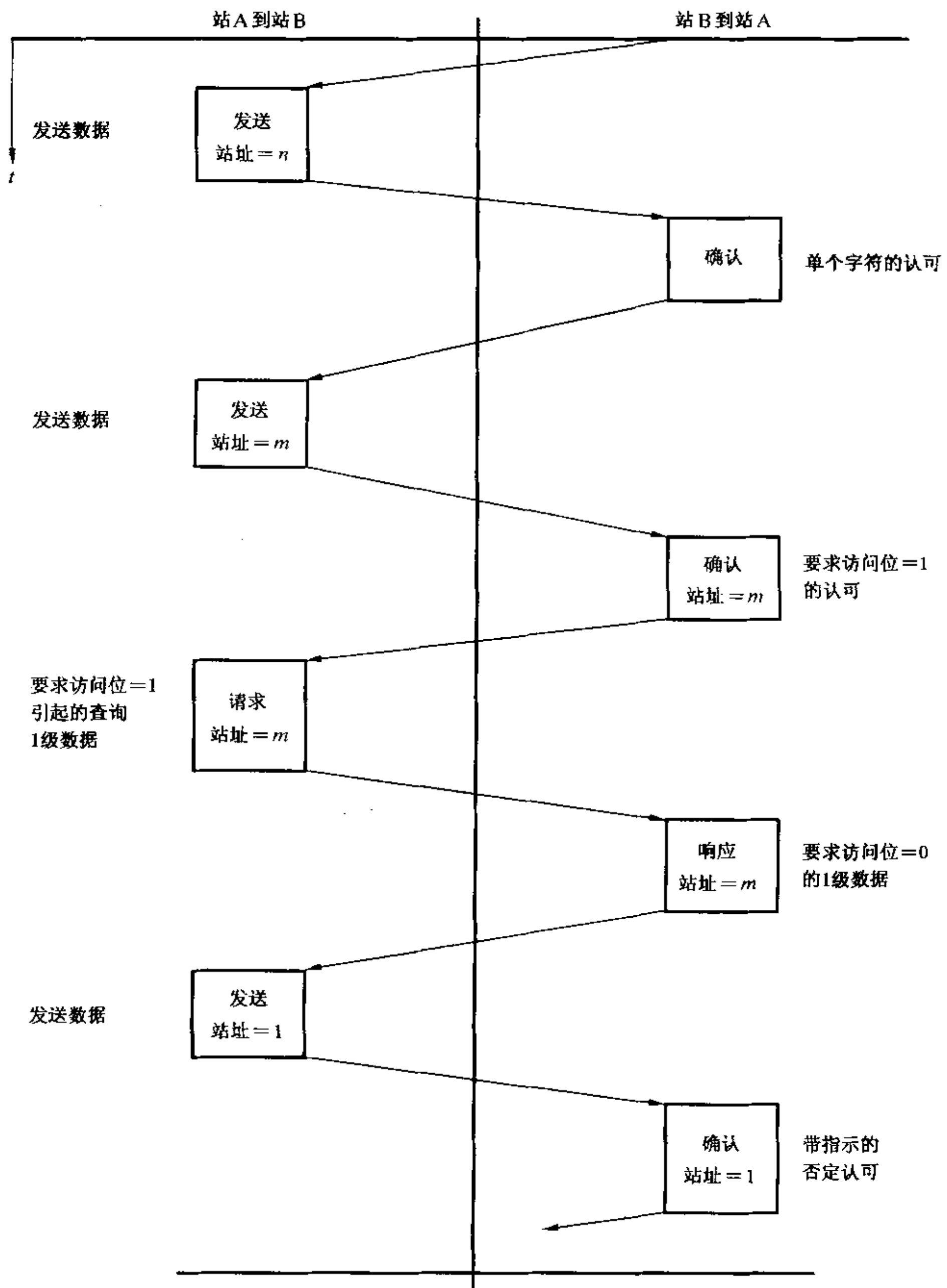


图 9 非平衡传输过程,未受干扰的发送/确认过程

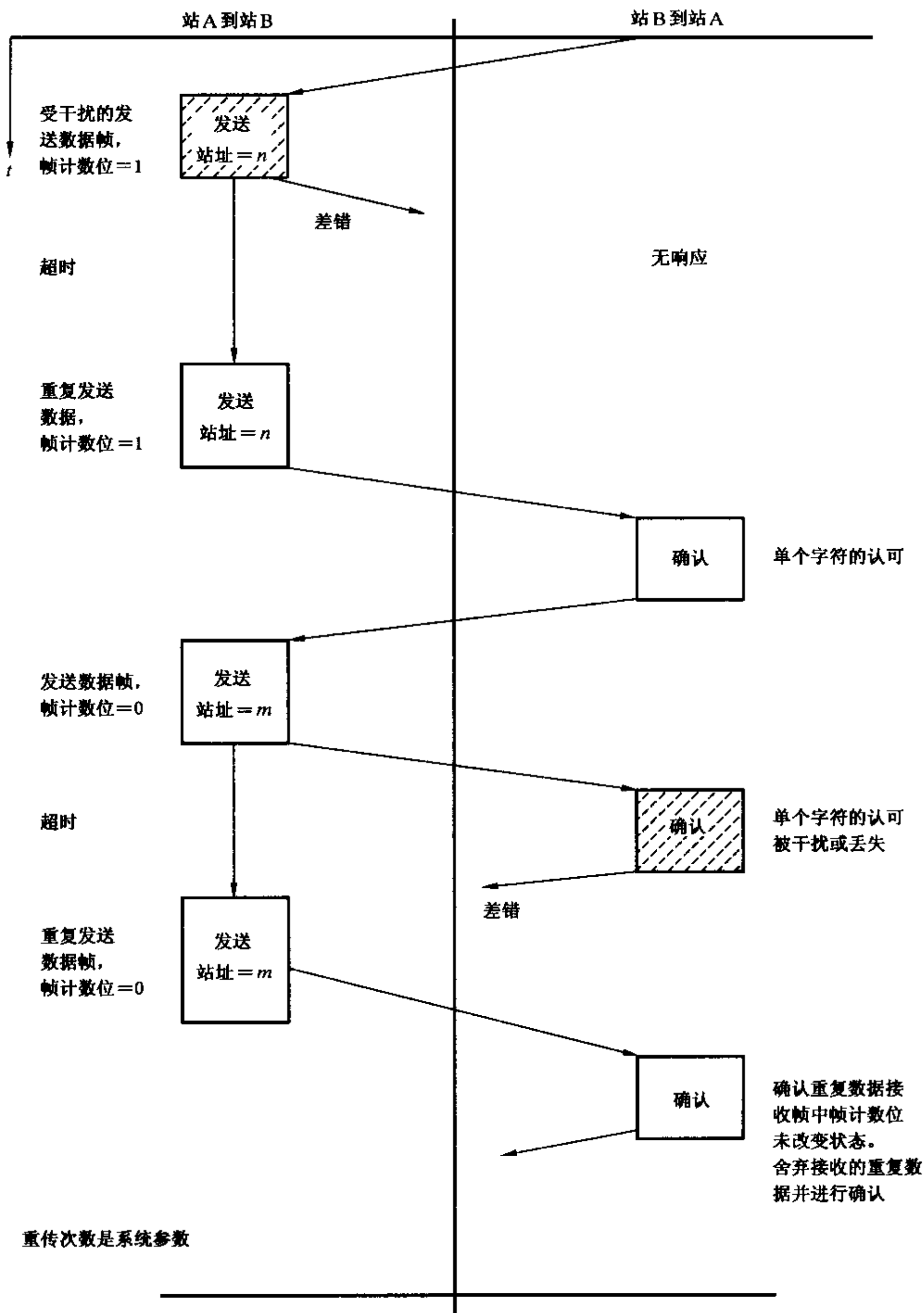


图 10 非平衡传输过程,受干扰的发送/确认过程

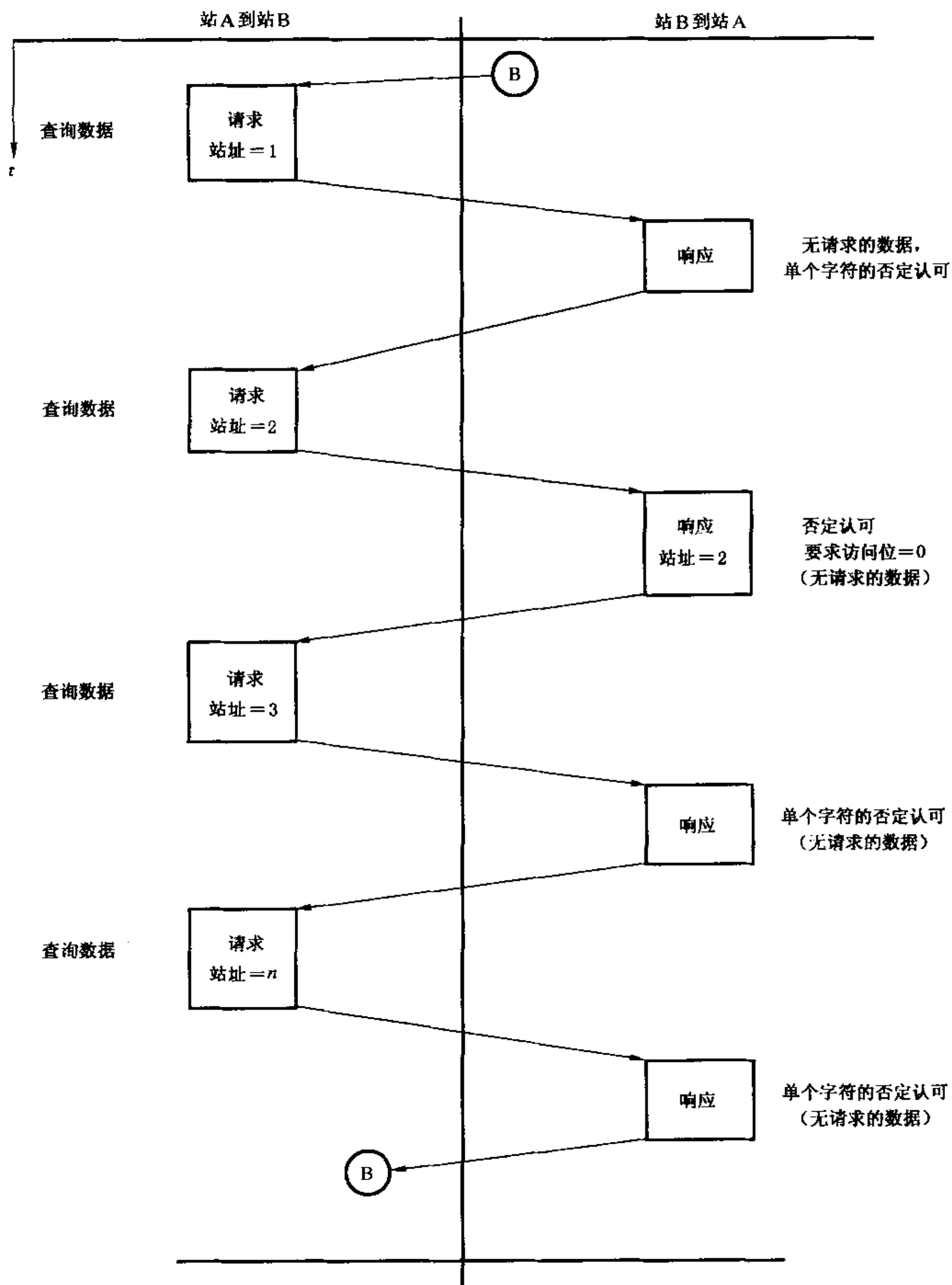


图 11 非平衡传输过程，未受干扰的请求/响应过程

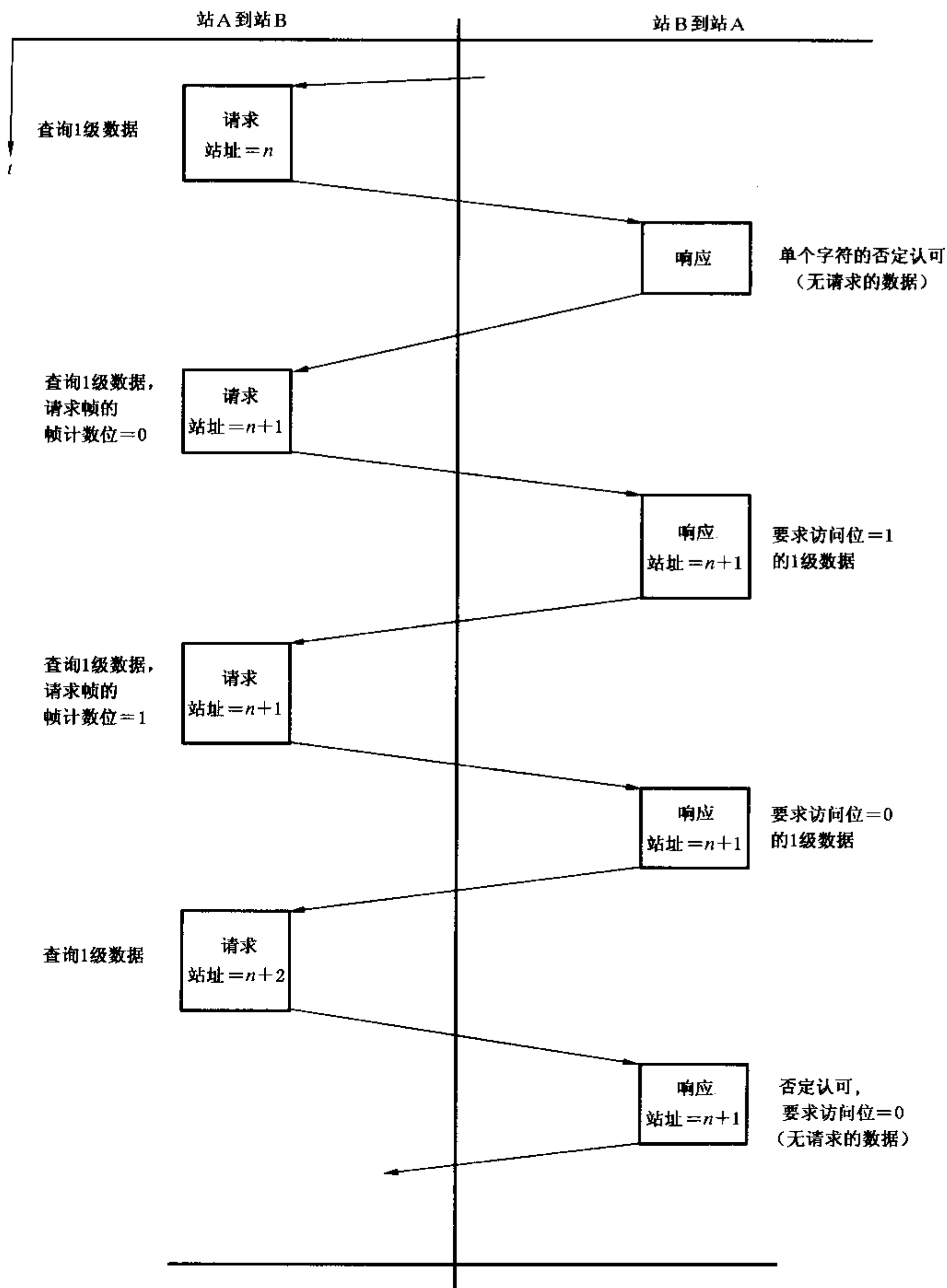


图 12 非平衡传输过程,未受干扰的请求/响应过程

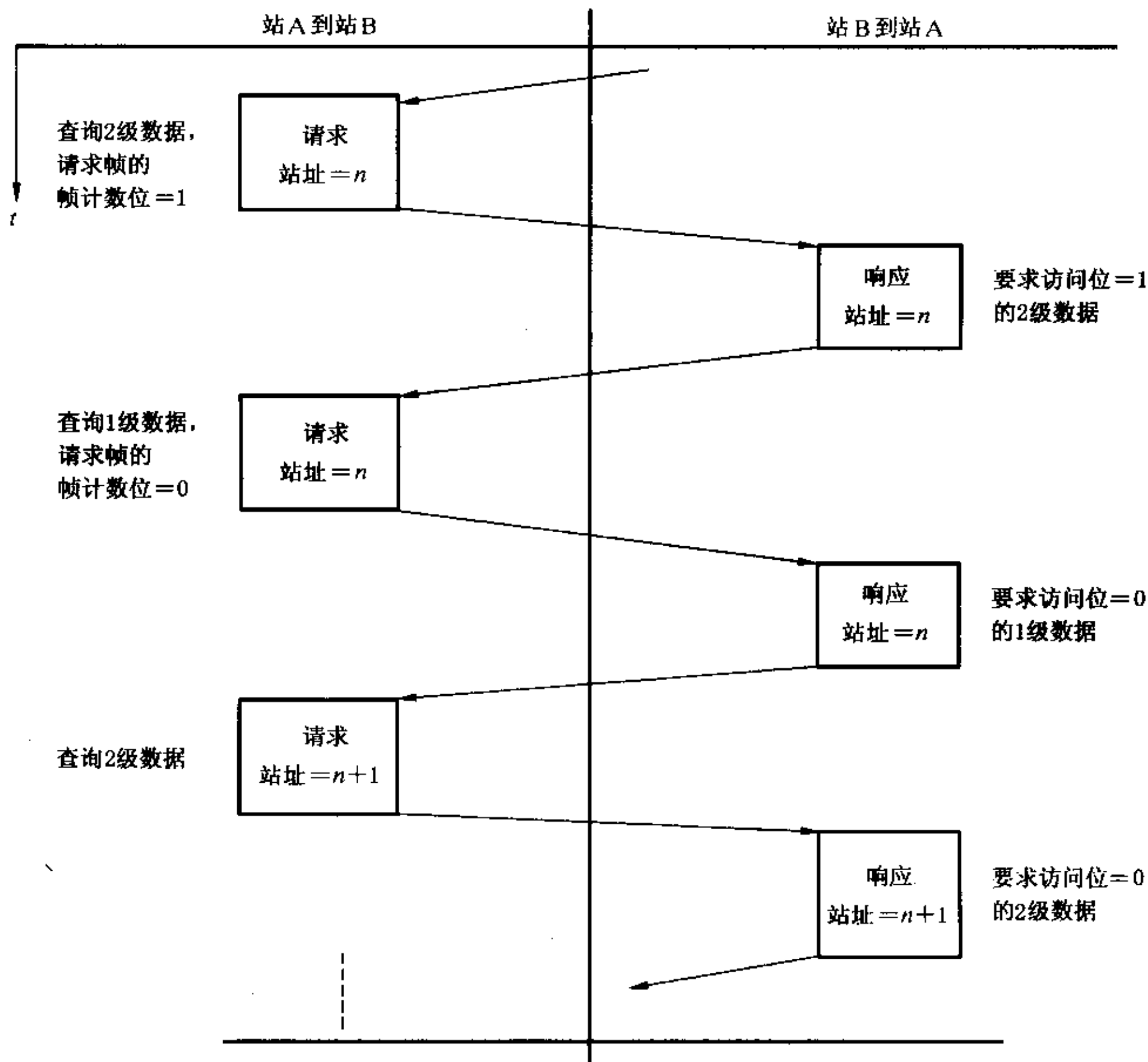


图 13 非平衡传输过程,未受干扰的请求/响应过程

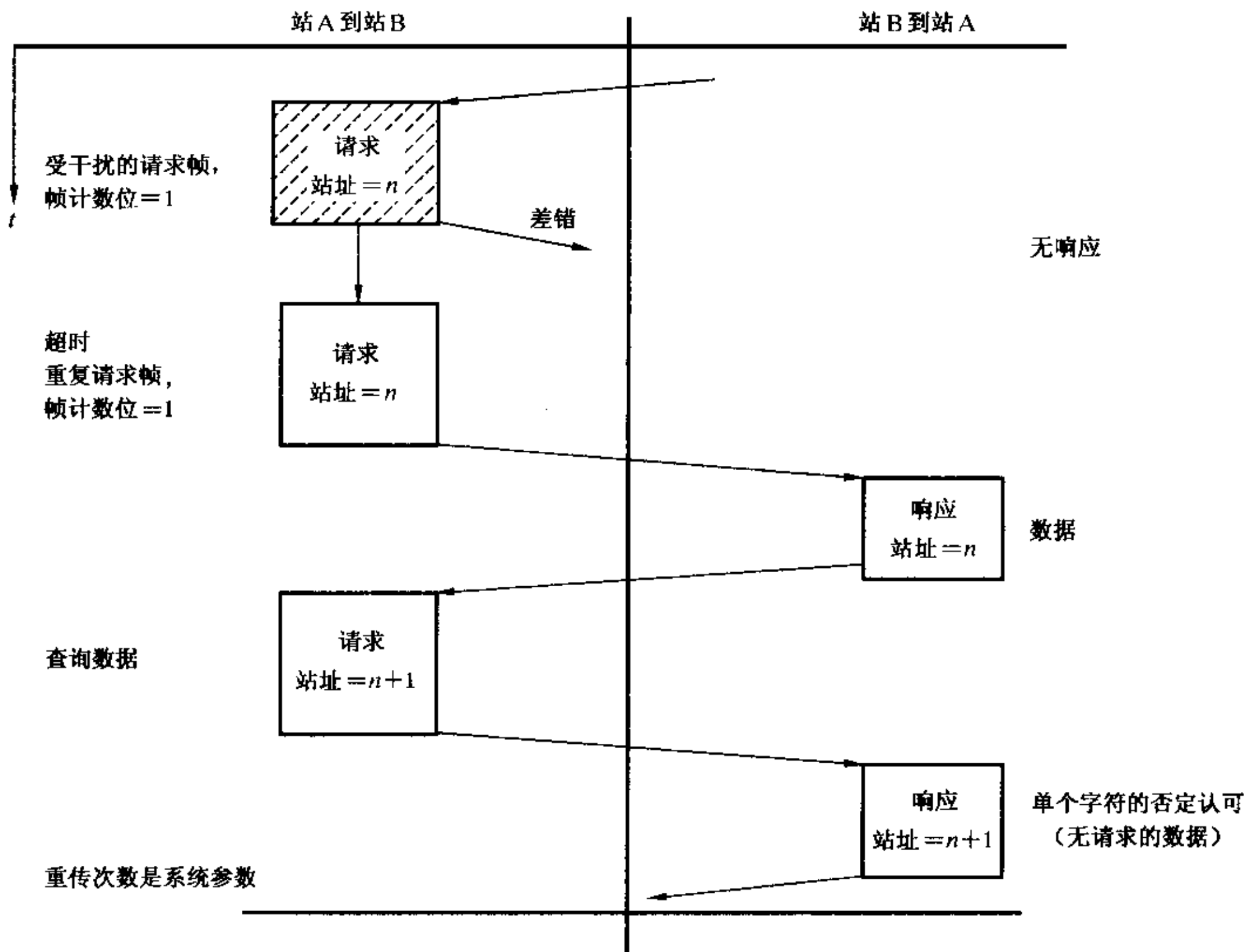


图 14 非平衡请求/响应传输过程,受干扰的请求帧

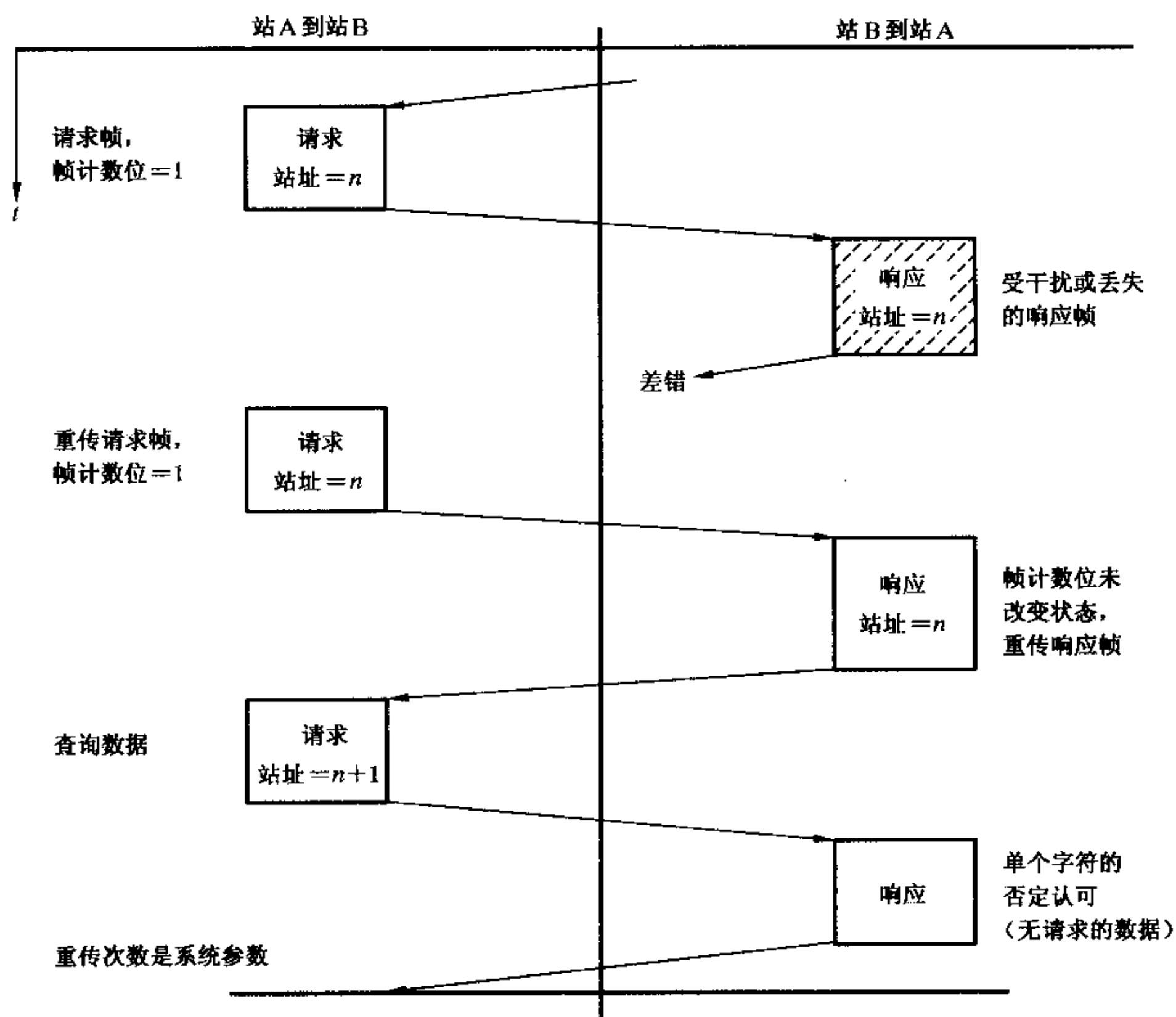


图 15 非平衡请求/响应传输过程,受干扰的响应帧

6 平衡传输

采用平衡传输时每个站都可以启动报文传输。这些站可以同时既作为启动站又作为从动站,因此称为综合站。下面按照其具体功能称它为启动站或从动站。

平衡传输过程限于点对点(见 IEC 870-1-1:1988 中的 4.4.1 和 IEC 371-06-06)和多个点对点(见 IEC 870-1-1:1988 中的 4.4.2 和 IEC 371-06-07)的配置。

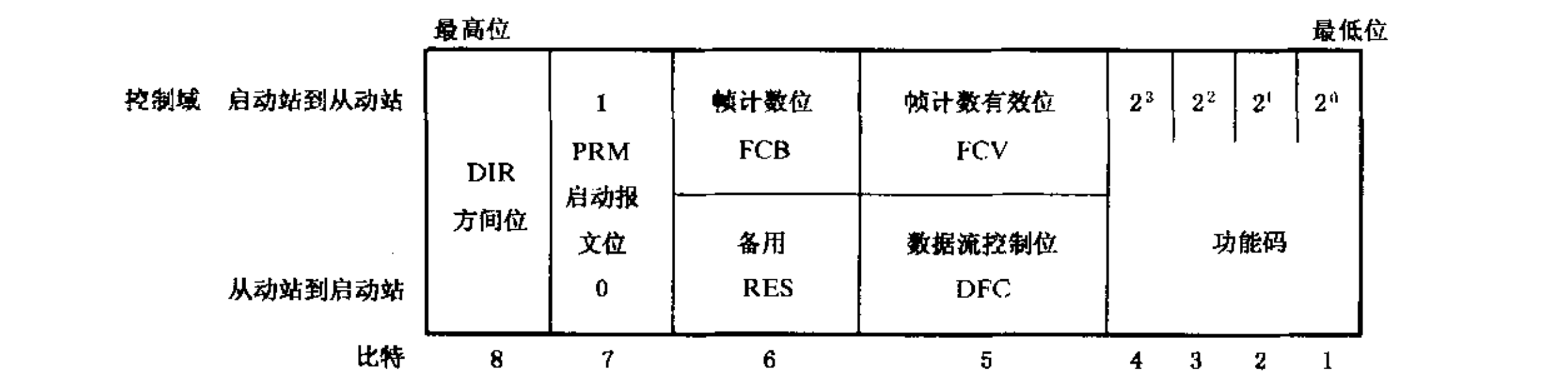
6.1 长度域、控制域和地址域

6.1.1 长度域

在 GB/T 18657.1—2002 中的 6.2.4 和本标准 3.1~3.4 中定义了长度域。

6.1.2 控制域

控制域(图 16)包含表征报文的方向、提供的服务类型的信息,还支持抑制报文丢失和重复传输的控制功能。



RES:备用。

DIR:物理传输方向位:

DIR=1 站 A 到站 B

DIR=0 站 B 到站 A

FCB:帧计数位,0,1,每个站的连续的发送/确认服务或请求/响应服务的变化位。

帧计数位用来防止信息传输的丢失和重复。启动站向同一个从动站传送一次新的发送/确认(SEND/CONFIRM)或请求/响应(REQUEST/RESPOND)传输服务时,将帧计数位(FCB)取相反值。启动站为每个从动站复制保存帧计数位。若超时未由从动站收到期待的报文或接收出现差错,则启动站不改变帧计数位状态,重发原来的发送/确认服务或请求/响应服务。

复位命令(见表 1)的帧计数位(FCB)常为零。从动站收到此命令后将被设置得期待由启动站到从动站的下一帧的帧计数位(FCB)和帧计数有效位(FCV)都为 1。

FCV:帧计数有效位:

FCV=0 表示帧计数位 FCB 的变化无效。

FCV=1 表示帧计数位 FCB 的变化有效。

发送/无回答服务、广播报文和其他不需要考虑信息输出丢失和重复传输的服务,无需改变帧计数位 FCB 的状态,因此这些帧的帧计数有效位(FCV)常为零。

DFC:数据流控制位:

DFC=0 表示从动站可以接收后续报文。

DFC=1 表示从动站接收后续报文将引起数据溢出。

从动(响应)站向报文启动站指出立即连续传输后续报文将引起缓冲区溢出。

PRM:启动报文位:

PRM=0 从动(响应)站向启动站传输的报文;

PRM=1 启动站向从动站传输的报文。

图 16 平衡传输的控制域

表 3 为平衡传输,启动站向从动站传输的报文中控制域的功能码(PRM=1)。

表 4 为平衡传输,从动站向启动站传输的报文中控制域的功能码(PRM=0)。

表 3 平衡传输,启动站向从动站传输的报文控制域的功能码(PRM=1)

功能码序号	帧类型	服务功能	帧计数有效位(FCV)的状态
0	期待的发送/确认帧	远方链路复位	0
1	期待的发送/确认帧	用户进程复位	0
2	期待的发送/确认帧	链路测试功能	1
3	期待的发送/确认帧	用户数据	1
4	期待的发送/无回答帧	用户数据	0
5		备用	—
6~7		为协商的特殊应用保留	—
8		为非平衡传输过程保留	—

表 3 (完)

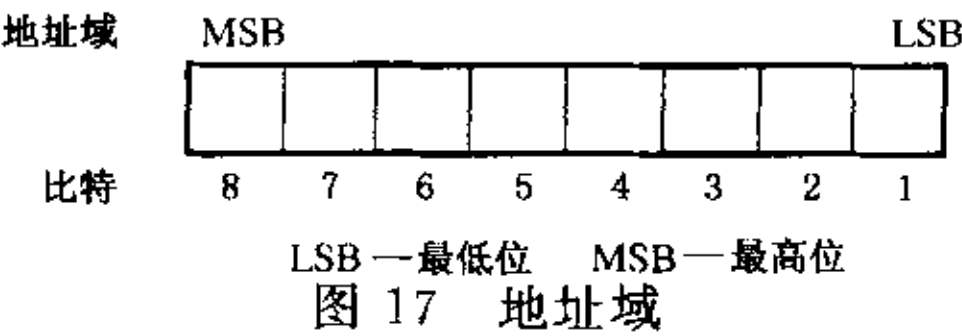
功能码序号	帧类型	服务功能	帧计数有效位(FCV)的状态
9	期待的请求/响应帧	请求链路状态	0
10		为非平衡传输过程保留	—
11		为非平衡传输过程保留	—
12~13		备用	---
14~15		为协商的特殊应用保留	

表 4 平衡传输,从动站向启动站传输的报文控制域的功能码(PRM=0)

功能码序号	帧类型	服务功能
0	确认帧	认可:肯定认可
1	确认帧	否定认可:未收到报文,链路忙
2~5	—	备用
6~7	—	为协商的特殊应用保留
8		为非平衡传输过程保留
9		为非平衡传输过程保留
10		备用
11	响应帧	链路状态
12		为协商的特殊应用保留
13		为协商的特殊应用保留
14	—	链路服务未工作
15	—	链路服务未完成

6.1.3 地址域

地址域(图 17)指站地址。地址域可以省略。



地址八位位组数和系统相关(由制造厂和用户协商确定), i 个八位位组地址的范围为 2^i-1 。第 1 个传输的地址八位位组包含最低的地址位。

6.2 平衡传输服务

图 18 所示为服务原语和有关的传输过程(已在第 4 章描述)的相互动作。图 19 所示为在两个方向同时传输报文的例子。

6.3 平衡传输过程

平衡传输过程限于全双工通道操作的点对点结构。在这种应用中,两个站具有同等的访问权力,即各站间没有主从关系。

图 19~图 24 中的白框表示正确接收的帧,阴影框表示未正确接收的帧,箭头表示因果关系。

6.3.1 发送/无回答过程

两个站可以独立的使用双向通道并按 4.1 所述规则同时传输报文。

6.3.2 未受干扰的发送/确认过程(以图 19 为例)

两个站可以独立启动传输发送数据帧,只在接收到相应确认帧后,才继续后续的发送数据过程。

6.3.3 带数据流控制的未受干扰的过程(以图 20 为例)

从动站以数据溢出位 DFC=1 向启动站指出继续发送报文将引起缓冲区溢出。在这种情况下,启动站可以定时地重传请求链路状态,直到从动站以数据溢出位 DFC=0 指出可以接收后续报文。

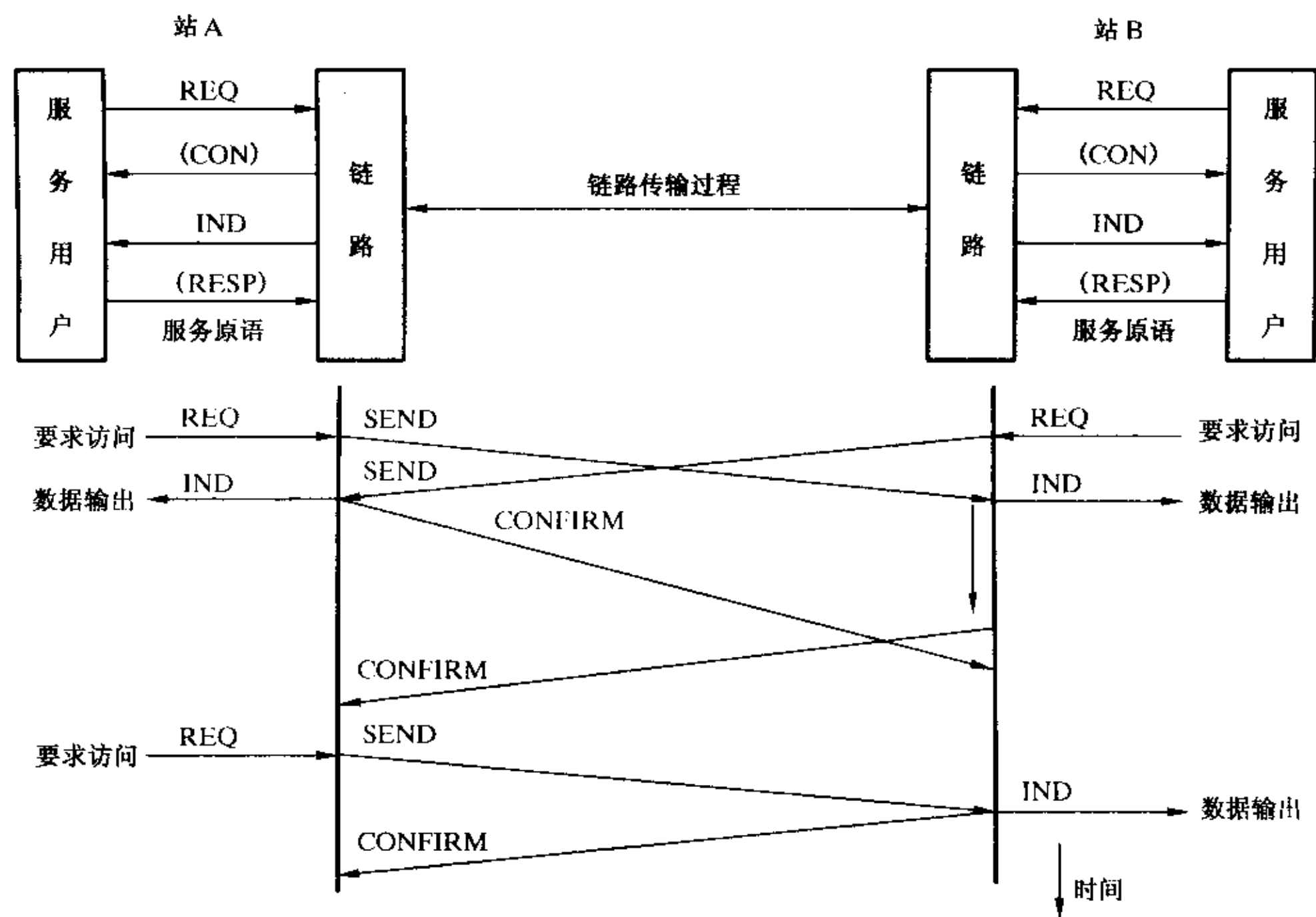


图 18 平衡系统中服务原语和传输过程之间相互动作的例子

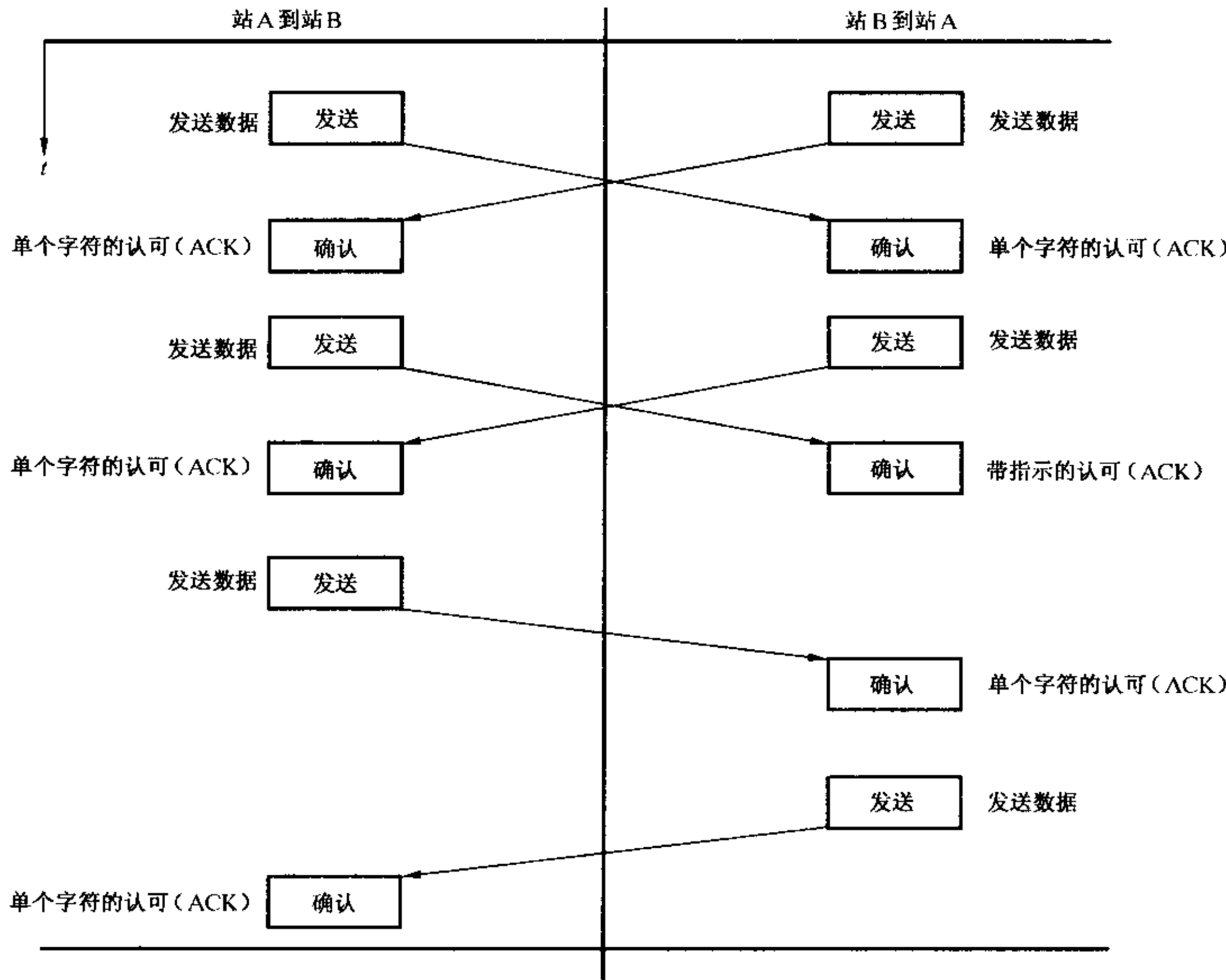


图 19 平衡传输过程,未受干扰的发送/确认过程

6.3.4 受干扰的发送确认过程(以图 21~图 24 为例)

如发送数据帧受到干扰,则在超时前接收不到响应帧,启动站在超时后不改变帧计数位的状态,重复发送数据帧(见图 21)。如确认帧受到干扰(见图 23),其过程类似。

如发送数据帧受到干扰,接收站等待着直到它接收另一帧前检测到一个特定的线路空闲间隔。如在此时间间隔内收到一个确认帧,此确认帧将被接收站舍弃。在这种情况下,每个站重复传送不改变帧计数位状态的发送数据帧(图 22)。

图 24 显示一个站发出的确认帧和随后的发送数据帧受到干扰时的差错恢复过程。

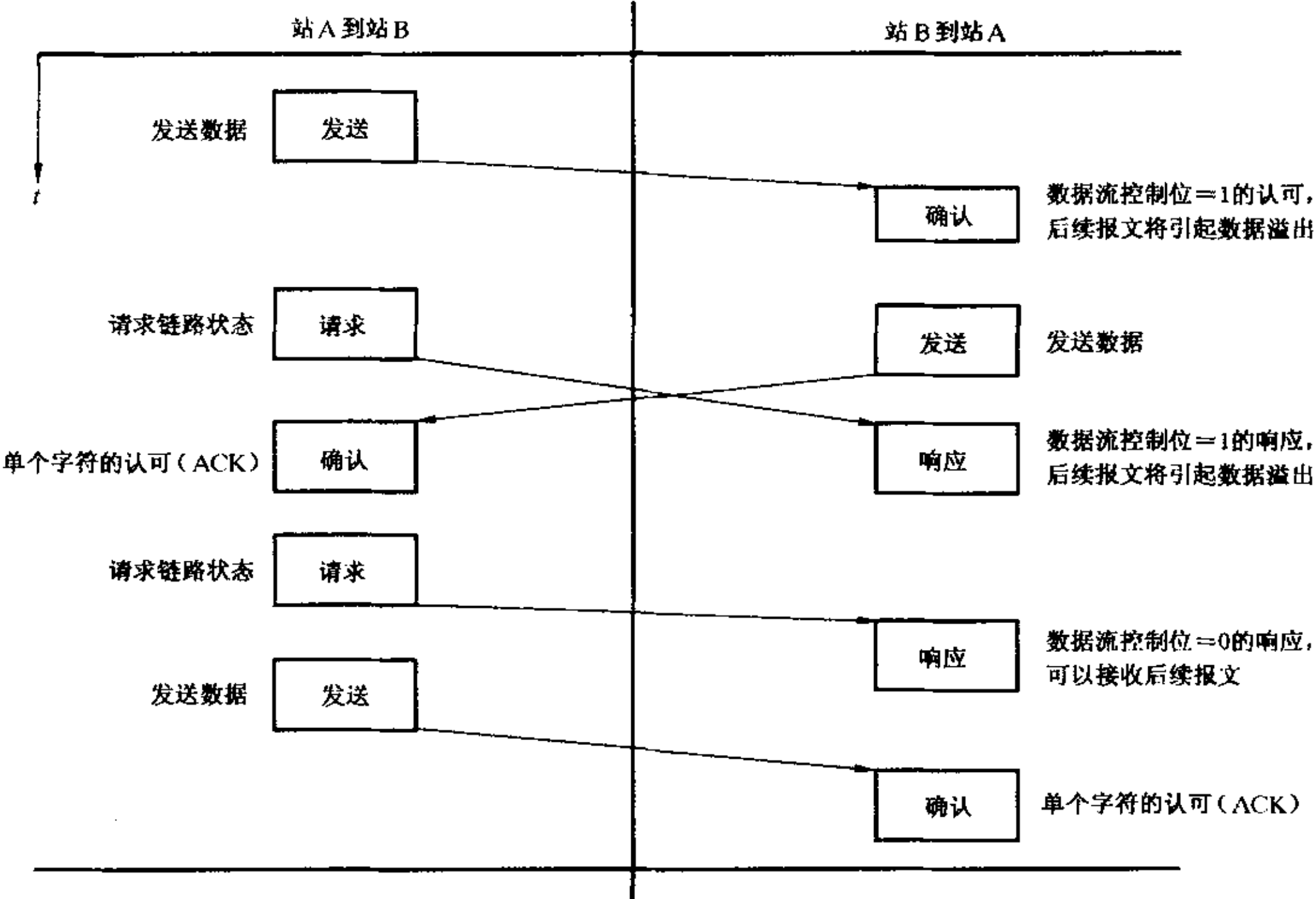


图 20 平衡传输过程,数据流控制

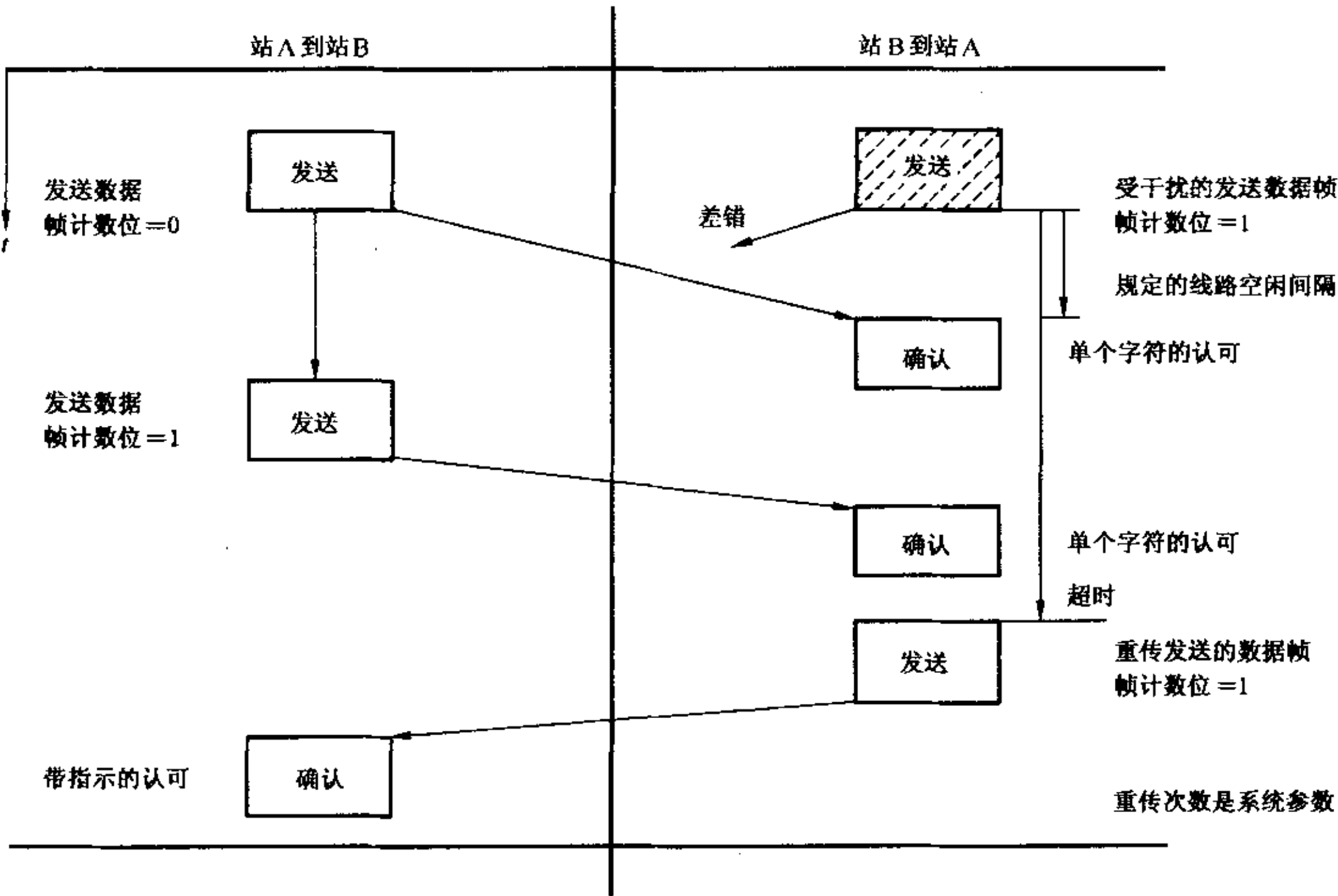


图 21 平衡传输过程,受干扰的发送帧

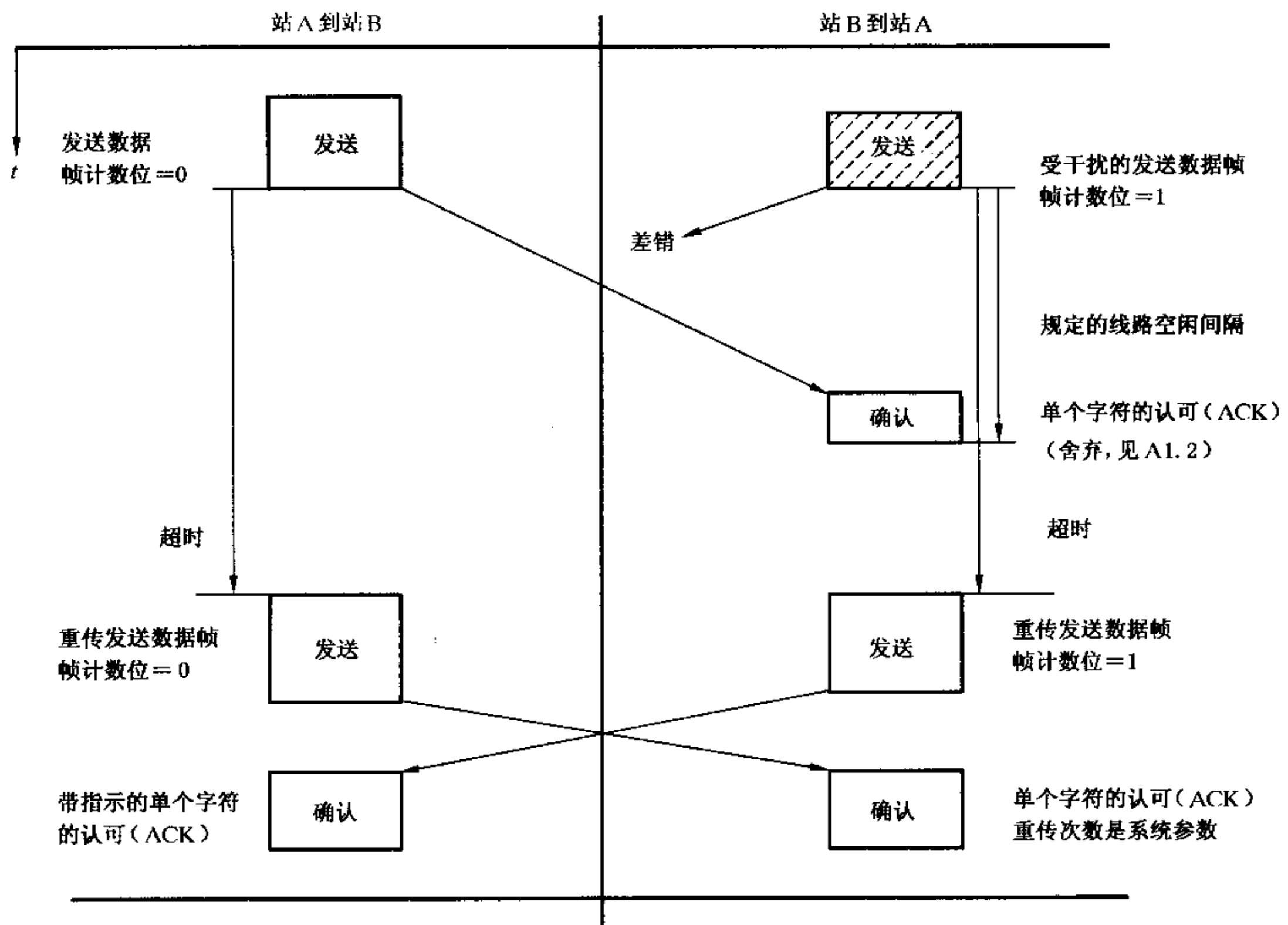


图 22 平衡传输过程,受干扰的发送帧,舍弃确认帧

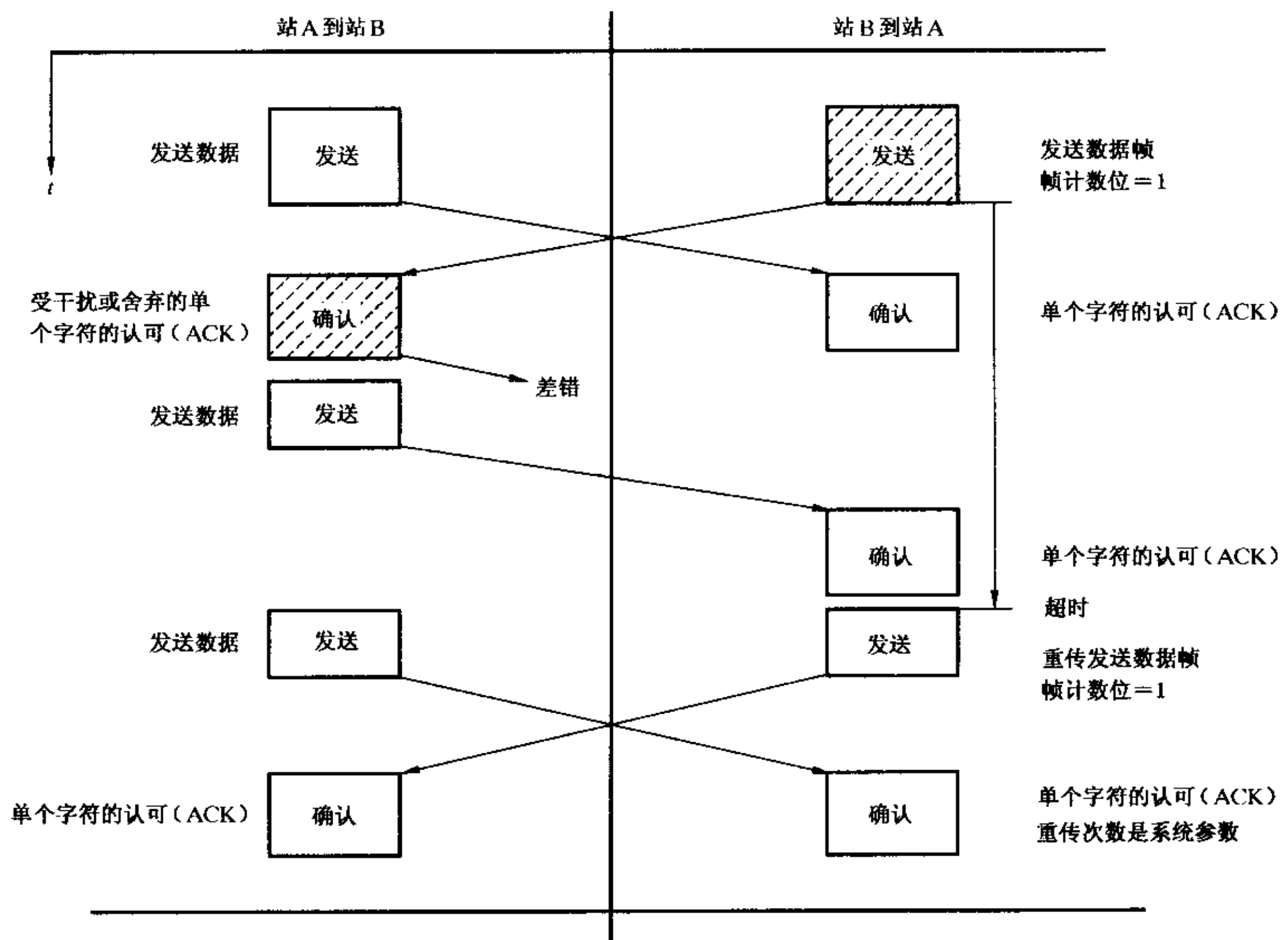


图 23 平衡传输过程,受干扰的确认帧

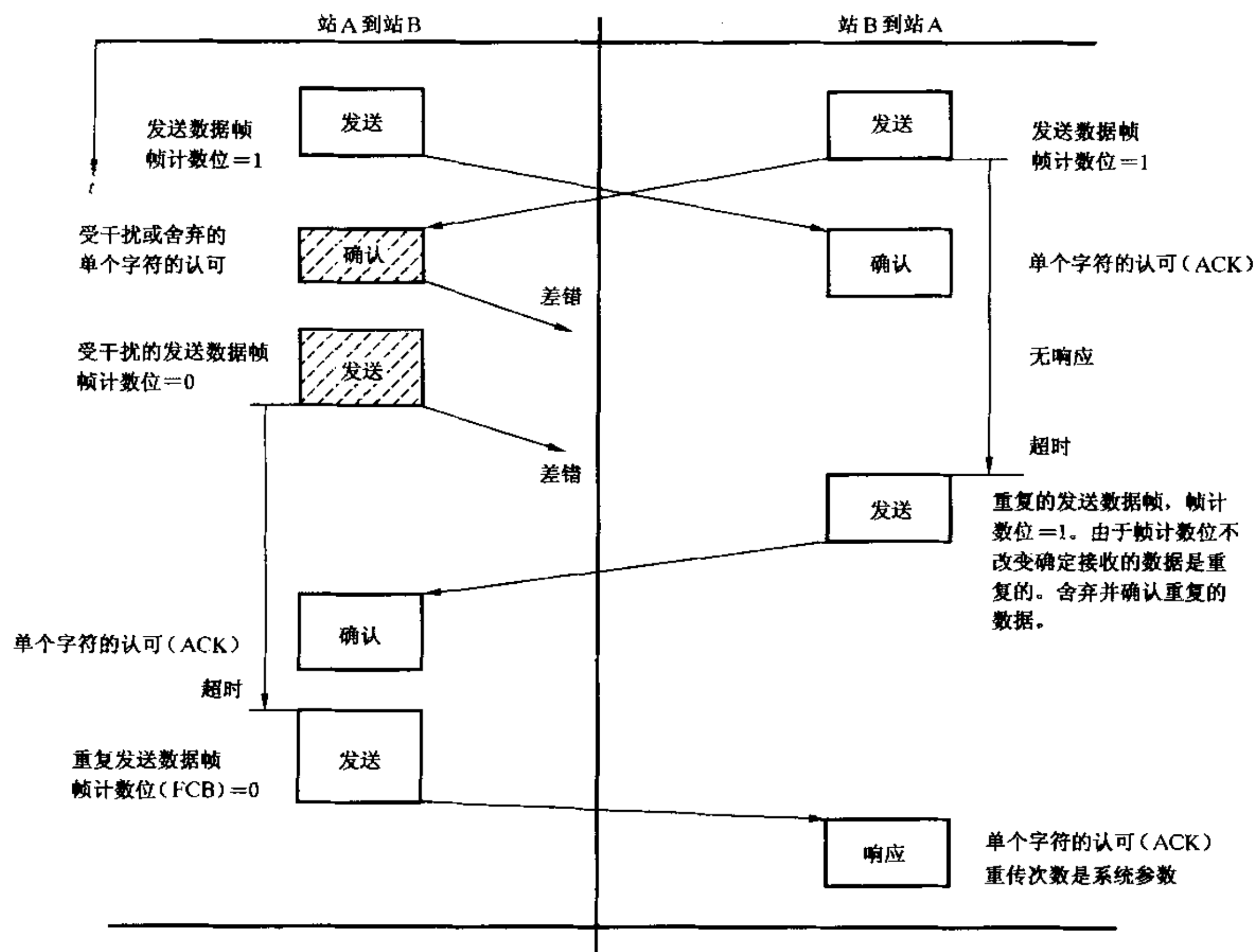


图 24 平衡传输过程,一个方向的通道受干扰

附录 A

(标准的附录)

重复帧传输的超时时间间隔

在传输被正确认可情况下,启动站可以立即传输下一帧。请求帧或发送帧期待立即得到确认帧。如期待的响应帧(或确认帧)未接收到,将重复传输请求帧或发送帧。

重复帧传输的超时时间间隔从启动站进行帧传输后开始,其持续时间决定于系统的具体参数。

非平衡传输过程(图 A1、图 A2)和平衡传输过程的超时时间间隔的计算(图 A3、图 A4)基于最恶劣的条件,和帧的信息内容无关。

A1 非平衡传输过程

注: A1 和 A2 中大写 T 指规定的参数,小写 t 指观察的变量。

——受干扰的启动帧,情况 1(见图 A1)。

从动站 B 检出受干扰的帧后,线路应至少空闲 1 个最小间隔 T_{IB} ,以便它作好接收新一帧的准备。在 GB/T 18657.1—2002 中的 6.2.4 中规定了各种传输帧格式需要的组成最小时间间隔 T_{IB} 的线路空闲比特数。线路空闲比特是按这种序列不会在一个帧里出现规定的(即使允许发生 3 个差错)。这意味着超时时间间隔 T_O 应满足以下条件:

$$T_O > T_{IB}$$

——受干扰的启动帧,情况 2(见图 A1)。

如从动站收到未受干扰的帧,则启动站经过环路延时后收到响应帧(或确认帧),超时时间间隔组成如下:

$$t_{LD} = t_{DAB} + t_R + t_{DBA}$$

式中: t_{LD} ——环路延时;

t_{DAB} ——数据从站 A 到站 B 的信号延时;

t_R ——站 B 回答请求的反应时间;

t_{DBA} ——数据从站 B 到站 A 的信号延时。

这说明超时时间间隔应满足以下条件:

$$T_O > t_{LD}$$

——受干扰的从动帧,情况 1:最长的超时时间间隔(见图 A2)。

如采用恒定的超时时间间隔,即超时时间间隔不依赖于响应帧的实际帧长,则超时时间间隔应满足以下条件:

$$T_O > t_{LD} + T_{LBA}$$

式中: T_{LBA} ——从动站传输到启动站的最长帧长。

在响应帧帧长的动态范围较宽的系统中,超时时间间隔可能非常长。在这些系统中,建议按照响应帧的实际帧长调节超时时间间隔 T_O 。

——受干扰的从动帧,情况 2:匹配的超时时间间隔(见图 A2)。

如超时时间间隔和响应帧的实际帧长相匹配,则启动站监视从动站传输的受干扰的帧的比特流,直到检出线路空闲间隔 T_{IA} 时。在 GB/T 18657.1 中对各种传输帧格式作了规定。超时时间间隔 T_m 的条

件为：

$$T_m > t_{LD} + T_{FBA} + T_{IA}$$

式中： T_{FBA} ——站 B 向站 A 传输的实际帧长。
 T_{IA} ——站 A 检出差错后需要的线路空闲间隔。

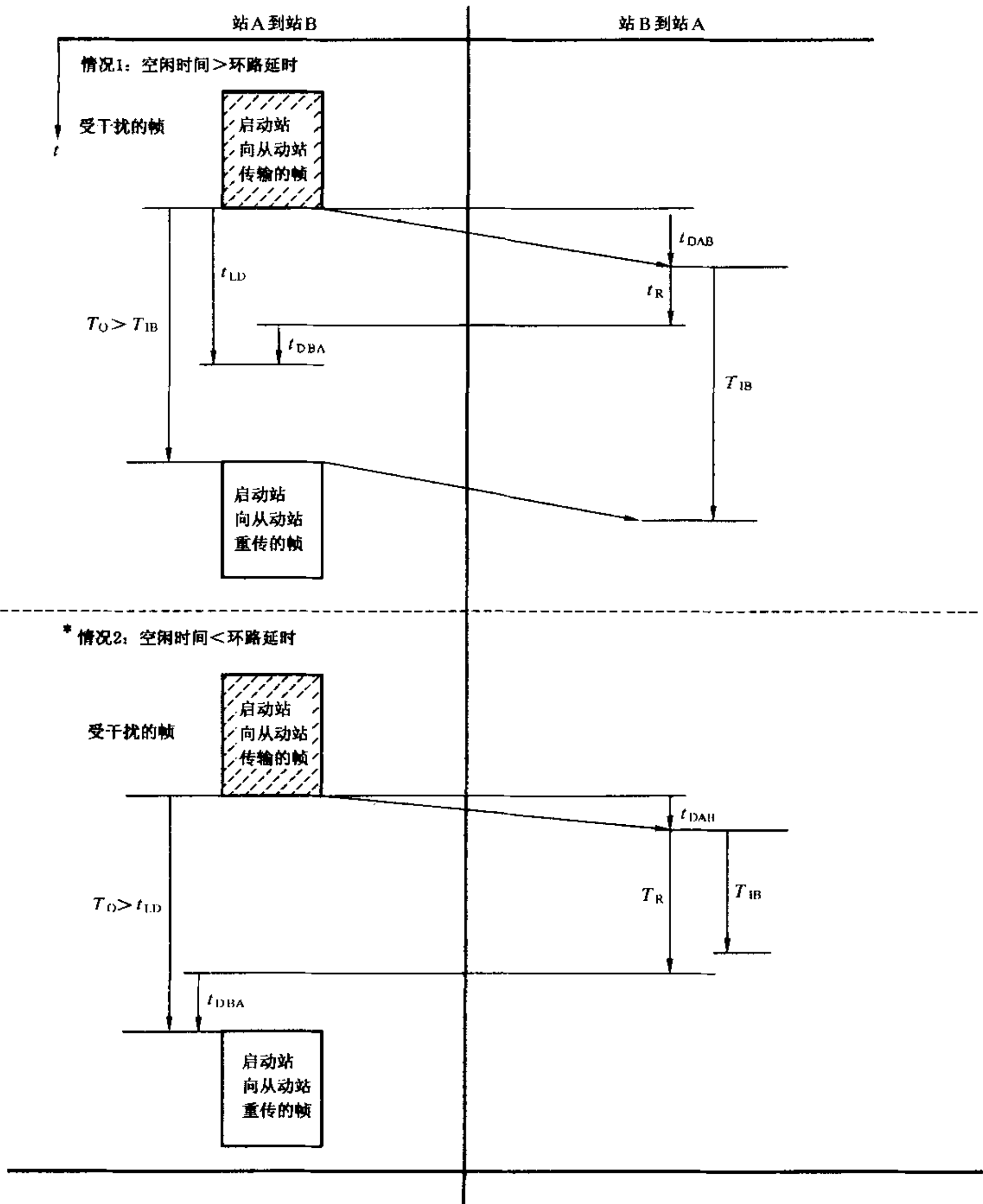


图 A1 非平衡传输过程,受干扰的启动帧

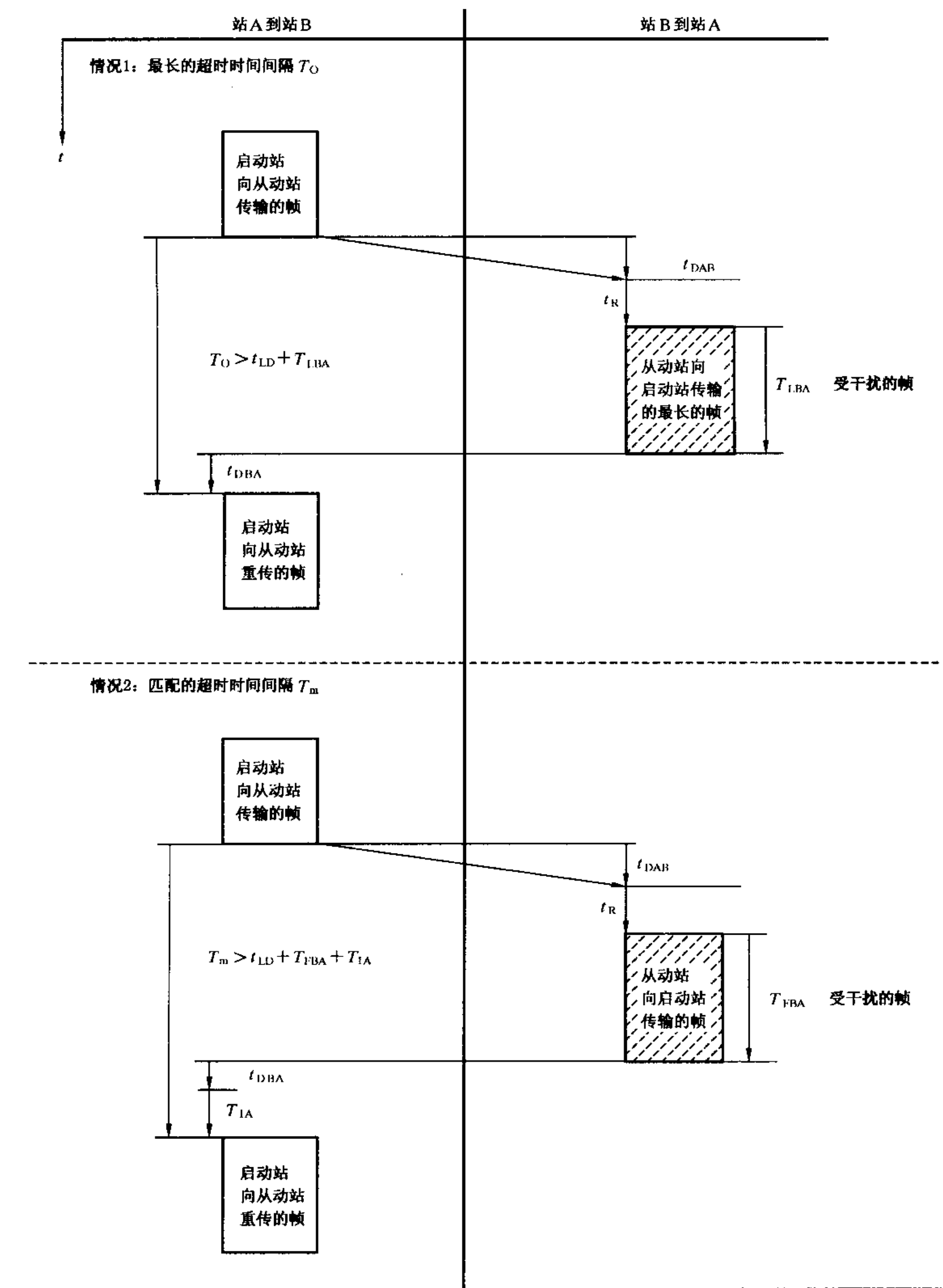


图 A2 非平衡传输过程,受干扰的从动帧

A2 平衡传输过程

在平衡传输过程中两个通信站可以同时传输帧。因此可能发生以下最长超时时间间隔。
——受干扰的启动帧,情况 1:最长的超时时间间隔(见图 A3)。

如站 A 传输的启动帧受到干扰,在站 B 正好在(或稍提前)开始传输期待的从动帧时开始传输其最长帧长的启动帧,此时可能发生最长的超时时间间隔 T_O :

$$T_O > t_{DAB} + T_{LPSBA} + t_{GB} + t_{DBA}$$

式中: T_O ——最长的超时时间间隔;

t_{DAB} ——站 A 到站 B 的信号延时;

T_{LPSBA} ——站 B 传输的最长的启动帧;

t_{GB} ——站 B 传输的两相邻帧之间的间隔;

t_{DBA} ——站 B 到站 A 的信号延时。

——受干扰的启动帧,情况 2:匹配的超时时间间隔 T_m (见图 A3)。

启动帧在传输以后受到干扰,如超时时间间隔和接收的受干扰的帧的实际帧长匹配,则超时时间间隔 T_m 为:

$$T_m > t_{DAB} + T_{FPSBA} + t_{DBA} + T_{IA}$$

式中: T_{FPSBA} ——站 B 传输的启动帧的实际帧长;

T_{IA} ——站 A 检出差错后需要的线路空闲间隔。

——受干扰的从动帧,情况 1:最长的超时时间间隔(见图 A4)。

如站 A 在传输启动帧后接收到一个受干扰的帧,如站 B 在发送最长的从动帧后接着又立即发送一个最长的启动帧,此时可能发生最长的超时时间间隔。在这种情况下,站 A 不仅将舍弃受干扰的从动帧还将舍弃接着的启动帧,因为站 B 传输的两个相邻帧之间的间隔(一般地)小于重新同步一个新的帧需要的线路空闲间隔 T_{IA} 。超时时间间隔 T_O 为:

$$T_O > t_{LDA} + T_{LSPBA} + t_{GB} + T_{LPSBA}$$

式中: t_{LDA} ——站 A 观察到的环路延时;

T_{LSPBA} ——站 B 传输的最长启动帧的帧长。

——受干扰的从动帧,情况 2:匹配的超时时间间隔(见图 A4)。

在传输启动帧后如接收到受干扰的帧,如超时时间间隔和接收帧长相匹配,则超时时间间隔可能延长为:

$$T_m > t_{LDA} + T_{FSPBA} + t_{GB} + T_{FPSBA} + T_{IA}$$

式中: T_m ——和接收的从动帧匹配的超时时间间隔;

T_{FSPBA} ——站 B 传输的从动帧的实际帧长。

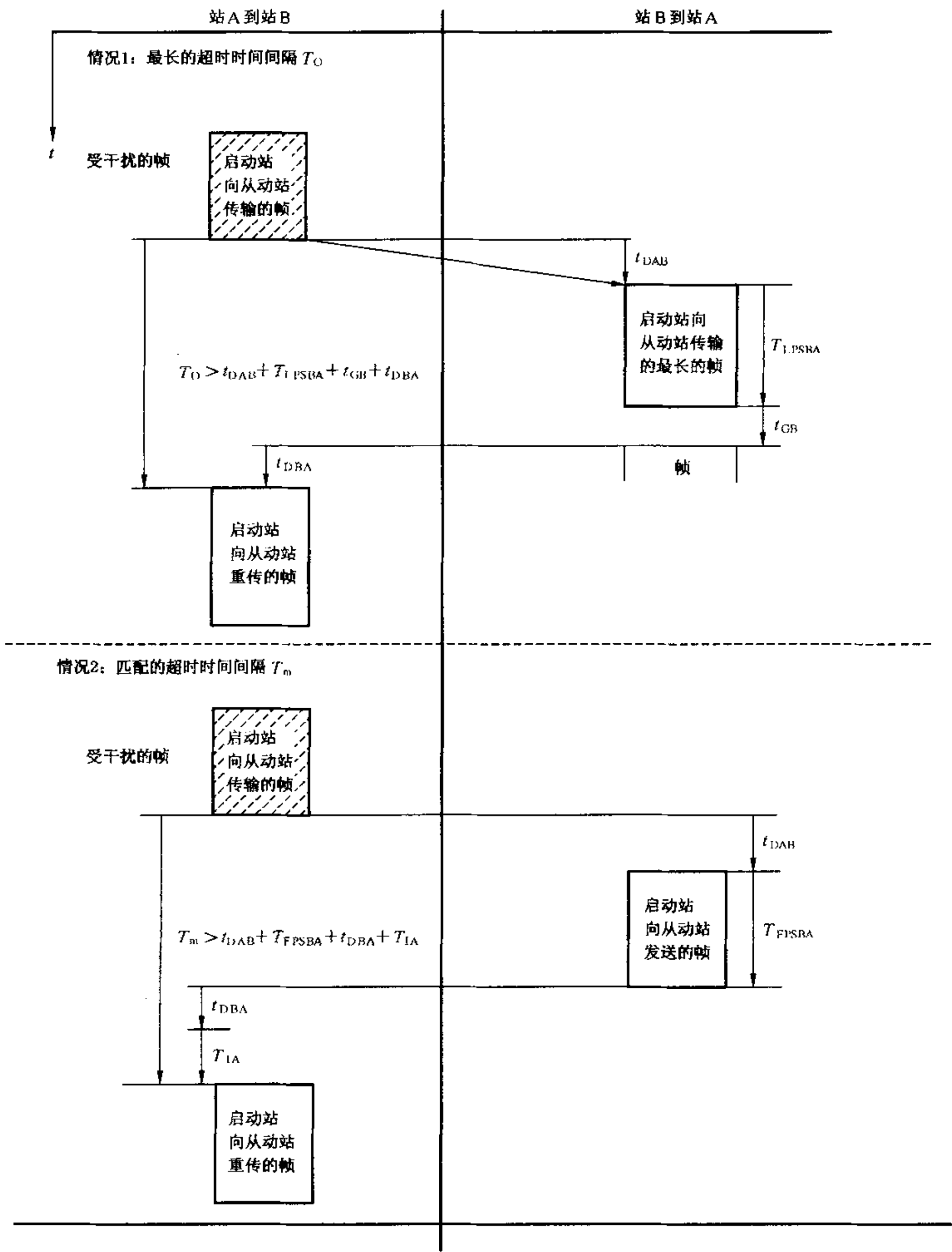


图 A3 平衡传输过程,受干扰的启动帧

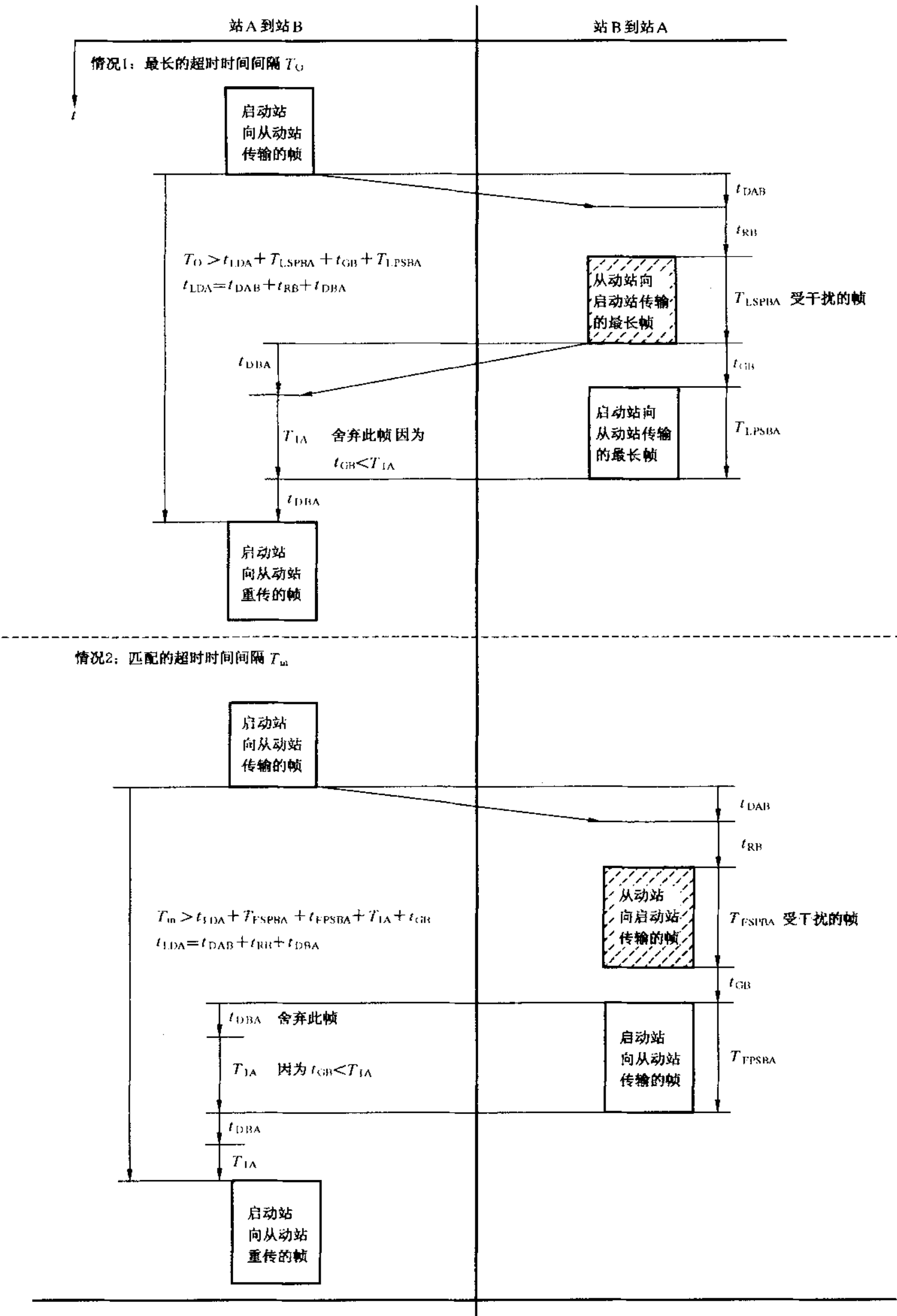


图 A4 平衡传输过程,受干扰的从动帧