



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02813824.4

[43] 公开日 2004 年 9 月 22 日

[11] 公开号 CN 1531802A

[22] 申请日 2002. 7. 10 [21] 申请号 02813824. 4

[30] 优先权

[32] 2001. 7. 11 [33] GB [31] 0116883. 0

[86] 国际申请 PCT/GB2002/003172 2002. 7. 10

[87] 国际公布 WO2003/007501 英 2003. 1. 23

[85] 进入国家阶段日期 2004. 1. 9

[71] 申请人 剑桥宽带有限公司

地址 英国剑桥

[72] 发明人 约翰·D·波特

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

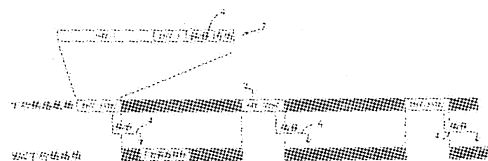
代理人 董 莘

权利要求书 5 页 说明书 18 页 附图 20 页

[54] 发明名称 通信系统和方法

[57] 摘要

一种无线通信系统，其中接入点(AP)发送下行链路信号给一个或多个用户单元(SU)接收，而用户单元(SU)发送上行链路信号给 AP 接收。来自接入点(AP)的下行链路信号在预定的时刻携带同步突发(2)，和在所述同步突发之间交织的帧内包含的数据。每个同步突发都包括一个指向后续下行链路帧的开始的偏移指示符(4)。



1. 一种无线通信系统，在所述无线通信系统中，接入点（AP）发送下行链路信号给用户单元（SU）用以接收，SU 发送上行链路信号给所述 AP 用以接收，所述下行链路信号在预定的时刻携带同步突发以及在所述同步突发之间交织的帧内包含的数据，每个同步突发都包括一个指向后续下行链路帧的开始的偏移指示符。

2. 根据权利要求 1 的通信系统，其中为了与所述下行链路信号实现同步，每个同步突发都包括一个可由所述 SU 检测到的预定相关序列。

3. 根据权利要求 1 或 2 的通信系统，其中每个下行链路帧都包括一个携带指向下一个下行链路帧开始的指示符的信头。

4. 根据权利要求 1、2 或 3 的通信系统，其中每个下行链路帧都包括一个携带指向下一个上行链路帧开始的指示符的信头。

5. 根据权利要求 4 的通信系统，其中下行链路帧还包括一个额外的指向第二上行链路帧的开始的指示符。

6. 根据权利要求 3 的通信系统，其中每个下行链路帧的信头包括一个下行链路描述，用以描述所述下行链路帧的数据部分的内容。

7. 根据权利要求 4 的通信系统，其中每个下行链路帧的信头包括一个上行链路描述，用以描述下一个上行链路帧的数据部分的内容。

8. 根据前述任何一项权利要求的通信系统，其中所述 AP 能够

在上行链路上调度一个宽训练时隙，使所述 SU 能够在上行链路上发送训练突发，所述 AP 通过反馈功率控制和时序信息给 SU 来响应所述训练突发。

9. 根据权利要求 8 的通信系统，其中所述 SU 评估所述下行链路信道，并且假设所述上行链路信道和所述下行链路相同，以便实现功率控制和预失真所述训练突发以由所述 AP 接收。

10. 根据权利要求 8 或 9 的通信系统，其中所述 AP 在下行链路上广播关于所述系统的信息，以允许所述 SU 实现功率控制和预失真所述训练突发以由 AP 接收。

11. 根据前述任何一项权利要求的通信系统，其中所述 AP 能够在上行链路上调度一个窄训练时隙，使所述 SU 能够在上行链路上发送训练突发，所述 AP 通过反馈信道信息给 SU 来响应所述训练突发。

12. 根据前述任何一项权利要求的通信系统，其中所述 AP 可在上行链路上调度一个争用时隙，使所述 SU 能够在上行链路上发送一个包含其 SU 标识符 (SUID) 的争用突发，所述 AP 通过请求所述 SU 发送一个上行链路带宽需求请求来响应所述争用突发。

13. 根据权利要求 12 的通信系统，其中所述 SU 通过离线计算预失真后的争用字，并将其存储在存储器中以在所述争用时隙上传输，来预失真所述争用字以由 AP 接收。

14. 根据前述任何一项权利要求的通信系统，其中所述 SU 预失真上行链路传输以由所述 AP 接收。

15. 根据前述任何一项权利要求的通信系统，其中所述 AP 发送下行链路给多个 SU 用以接收，而所述多个 SU 能够发送上行链路信号给所述 AP 用以接收。

16. 根据权利要求 15 的通信系统，其中每个 SU 完全预失真在没有明确调度给它的上行链路时隙上的上行链路传输。

17. 根据权利要求 16 的通信系统，其中所述 AP 不需要均衡器来解码所述经过完全预失真的上行链路传输。

18. 根据权利要求 15-17 任何一项的通信系统，其中所有 SU 都能解码最低级的调制，而一个或多个 SU 能够解码较高级的调制，其中以最低级的调制方法调制每个帧信头，而且利用不同级别的调制方法来调制下行链路帧的内容的不同元素，所述元素在所述帧内按照调制级递增的顺序排列。

19. 根据前述任何一项权利要求的通信系统，其中数据在下行链路和上行链路上，在异步传送模式（ATM）信元中传输。

20. 根据权利要求 19 的通信系统，其中在上行链路或下行链路上收到 ATM 消息后发送确认（ACK），每一条消息包括一个或多个按顺序编号的 ATM 信元，而且在信元接收失败的消息之后的每个 ACK 都标识在所述消息中第一个接收失败的信元的号码，以便能够重发失败的信元。

21. 根据权利要求 19 的通信系统，其中在上行链路或下行链路上收到 ATM 消息后发送确认（ACK），每一条消息包括一个或多个按顺序编号的 ATM 信元，而且在信元接收失败的消息之后的每个 ACK 都包括一个用以识别所述消息中的失败信元的位图，以便能够

重发失败的信元。

22. 一种通信系统，在该通信系统中，下行链路信号以预定时间携带同步突发以及包含在所述同步突发之间交织的帧内的数据，每个同步突发都包括一个指向后续下行链路帧的开始的偏移指示符。

23. 一种如前述任何一项权利要求定义的用于通信系统的接入点。

24. 一种如前述权利要求 1-22 任何一项定义的用于通信系统的用户单元。

25. 一种用于在 AP 和 SU 之间传输的无线电信号，所述无线电信号被编码，以按照预定的时刻携带同步突发和包含在所述同步突发之间交织的帧内的数据，每个同步突发都包括一个指向后续下行链路帧的开始的偏移指示符。

26. 一种用于在一个 AP 和多个 SU 之间进行无线通信的方法，包括步骤：

从所述 AP 发送下行链路信号，所述下行链路信号以预定时间携带同步突发以及包含在所述同步突发之间交织的帧内的数据，每个同步突发都包括一个指向后续下行链路帧的开始的偏移指示符；以及

在每个所述 SU 接收所述下行链路信号并利用所述同步突发与之同步，并利用至少一个所述偏移指示符定位后续下行链路帧的开始。

27. 根据权利要求 26 的方法，包括步骤：

在每个下行链路帧的开始发送一个包含指示所述下一个下行链路帧开始的指示符、以及描述所述帧携带的事件的下行链路描述的信头；以及

在每个 SU 读出每个下行链路帧的开始处的信头，以正确地解码所述帧内的事件，并定位所述下一个下行链路帧的开始。

28. 根据权利要求 26 的方法，包括步骤：

从所述 SU 发送在帧内携带数据的上行链路，在所述上行链路帧内的事件由所述 AP 调度；

在每个下行链路帧的开始发送一个包含上行链路偏移指示符和上行链路描述的信头，二者分别描述指示所述下一个上行链路帧开始的偏移和所述帧所携带的事件；以及

在每个 SU 利用所述偏移指示符定位所述下一个上行链路帧的开始，并在为所述 SU 调度的上行链路上发送事件。

通信系统和方法

技术领域

本发明涉及通信协议方面，尤其是用于多用户无线通信系统的通信协议方面。

本发明进一步涉及一种使用这些协议的通信系统，一种用于在接入点和多个用户单元之间无线通信的方法，以及一种用于在接入点和用户单元之间传输的无线电信号。

背景技术

在多用户无线系统中，尤其是在固定的无线接入（FWA）系统中，单个接入点（AP）与多个用户单元（SU）进行通信。由于接入点通常比用户单元昂贵得多，且安装费用也较高，因此一个接入点最好应能够与尽可能多的用户单元通信。然而，在无线系统中，带宽通常会受到限制，因此尽可能有效地利用带宽就很重要了。

用户业务通常包括数据和语音业务。由于在无线链路上可以几乎可以任意地对话音信道进行分段以适合系统操作员所使用的通信协议，因此对系统操作员来说处理语音业务相对容易些。处理数据业务相对难是因为其涉及根据不同用户各自的要求在不同的时间段为他们提供变化很大的带宽。

在传统系统里，在将数据有效地打包到系统操作员的通信协议中时将出现问题。例如，在无线网络中使用有固定长度帧的通信协议更佳，因为对无线接收机来说，很容易与这样的结构同步。

国际专利申请 No.WO96/38930 就是一个实例，其中揭示了一种用于在无线电信系统中建立和维护通信路径的装置和方法。用户终端的接收机把下行链路信号的主码序列的码子和相位与接收机的从属码序列的码子和相位进行比较。接收机调整从属码序列的相位直到它能

与主码序列的相位匹配为止。下行链路信号包括带有功率控制信号，码同步信号及帧定位信号的开销信道。中央终端的接收机监视用户终端的发射机所发射的上行链路信号，并提供码同步信号的变化以使发射机与接收机同步。接收机监视下行链路信号以识别帧定位信号，并在识别出两个连续的帧定位信号时建立下行链路通信路径。在下行链路通信路径建立期间的捕获模式中，以高功率级别和低发射率发射下行链路信号。在下行链路通信路径建立后的备用待机模式中，以低功率级别和低发射率发射下行链路信号。在请求无线通信传输时的业务模式中，以高功率级别和高发射率发射下行链路信号。

然而，在用户发送不同类型的业务时，在固定长度的帧内有效使用带宽将会出现问题。

本发明的目的就是克服传统系统的这些和其他限制。

发明内容

本发明提供了在所附独立权利要求中定义的通信协议的各个方面，现在就参考这些方面。在附属权利要求中定义了本发明优选的或更佳特征。

在第一个方面，本发明提供了一种用于无线电系统的通信协议，其中在下行链路，可变长度的帧分散在同步突发的有规律的，周期性的结构周围。每个同步突发都包含一个指示下一帧开始的指示符。用户单元因此就能够与有规律的同步突发同步并使用它们来发现帧结构，而系统能够根据用户需求将数据有效打包到可变长度的帧内。

每一帧以信头开始更佳。这个信头不仅描述 AP 已经预定的帧的内容，而且描述指示下一个下行链路帧开始的指示符。连续解码下行链路帧的用户单元因此能够在不必参照每个同步突发的情况下保持同步。

在本发明的另一方面，上行链路携带可变长度的帧，其中 AP 能够有效调度来自各个 SU 的数据传输。在每个下行链路信头内的上

行链路描述中描述这些上行链路帧的内容更佳。如果要求的话，例如如果下行链路帧比其后的上行链路帧要长，那么可以在一个下行链路帧内调度一个或多个额外的上行链路描述。这有利于确保上行链路的有效利用。

当初始化或接通一个 SU 时，该 SU 可接收下行链路，但在它能够在上行链路上有效传输之前需要训练获取上行链路信道的详细资料。在本发明的另一方面，AP 有规律地广播基本信息，这些基本信息与 SU 对下行链路的观察结合在一起有利于允许 SU 发射一个初始训练突发。AP 给 SU 在一个宽的训练时隙内发射这个突发的机会，考虑到 AP 和 SU 之间的传输时延这个训练时隙足够宽。每个训练突发都包含发送它的 SU 的地址，因此在一个宽的时隙内成功接收到训练突发后，AP 会发送信息给 SU 以改进其后续发射。AP 能够优选调度另外的窄训练时隙（比宽训练时隙占用较少上行链路带宽），以允许已经具有用于补偿传输时延的时序信息的 SU 发射训练突发。这些训练机会允许 SU 追随上行链路传输信道随时间的变化。

在本发明另一方面，AP 能够调度争用时隙，其中希望发送数据的 SU 能够发送争用突发。AP 也许不能提前知道是哪个 SU 正在发送一个特别的争用突发，因此 SU 预失真它们的争用突发（优选使用在训练过程期间获得的信息）以由 AP 接收。AP 能够不使用均衡器接收争用突发更佳。争用突发识别发送它的 SU，因此当成功接收到一个争用突发时，AP 能够就 SU 的带宽要求进入与 SU 的对话状态，并且最终能够按照要求为 SU 调度上行链路带宽。

本发明的通信系统采用异步传送模式（ATM）信元在上行和下行链路上传输控制和数据信息更佳。这就允许高效地打包数据到可变长度的帧内。

在无线电通信系统里，信道条件有可能导致接收所发射信息失败。在这些情况下，渴望有一个有效的确认过程，以确保重发任何丢失的数据。本发明的另一方面致力于解决这个问题。当 SU 接收到来自于 AP 的预定的 ATM 信元时，如同传统的 ATM 传输一样对这些

信元按顺序编号。如果成功接收了所有信元，SU 就确认它们的接收，但是如果有任何信元的接收失败，SU 就会发送包含用以识别第一个失败信元的序号的确认信息。于是 AP 只需重新调度后续信元的发送。在本发明的另一优选方面，确认信息可包含在一个在信元序列内识别成功接收和失败接收的信元的位图，以使 AP 只需重新调度接收失败的信元的发送。

附图说明

现在通过参考附图举例来描述本发明的具体实施例，其中；

图 1 示意了分散在物理层同步突发周围的可变长度的下行链路帧；

图 2 示意了在同步突发内使用偏移指示符以定位下行链路帧；

图 3 示意了下行链路帧的信头；

图 4 示出了下行链路帧之间的偏移指示符的使用；

图 5 示意了在下行链路帧信头内用以定位上行链路帧结构的偏移指示符的用法；

图 6 示出了一个额外的上行链路帧描述符；

图 7 示出了在图 6 的额外的上行链路帧描述符内的补偿指示符的使用；

图 8 示意了下行链路帧的结构；

图 9 示意了在下行链路帧信头内的下行链路事件描述符字段的使用；

图 10 示出了包含一个额外上行链路帧描述符的下行链路帧的结构；

图 11 示意了下行链路帧的结构以及额外的上行链路帧描述符的使用；

图 12 示意了在上行链路帧描述符内包含的上行链路事件描述符字段；

图 13 示意了上行链路的结构；

- 图 14 示意了上行链路上的训练时隙的使用；
图 15 示意了 SU 发送的上行训练突发；
图 16 示意了 SU 注册协议的初始阶段；
图 17 示意了 SU 训练协议；
图 18 示出了 SU 争用协议；
图 19 是示意 VCI 寻址的使用的 AP 和 SU 的结构框图；
图 20 示意了使用窄训练时隙的 SU 的训练协议；
图 21 示出了通信系统的同步层次；
图 22 示意了在下行链路上的信元传输和确认；
图 23 示意了希望在上行链路上发送的 SU 的争用协议；
图 24 示意了在上行链路上的信元传输和确认；
图 25 示意了在上行链路信元传输协议中的恢复模式的等级；
图 26 示意了在该通信系统中使用的下行链路突发的结构，以及
图 27 示意了在该通信系统中使用的上行链路突发的结构。

具体实施方式

系统特征

下面描述的本发明的实施例是在多用户固定无线接入（FWA）系统中实现的，在这个系统中，可从一个接入点（AP）为多达 1000 个用户或使用者提供服务。在扇区化小区的系统中，AP 的每个扇区都可为多达 1000 个用户服务。系统采用频分双工（FDD）扩频发射，如码分多址（CDMA）发射。从 AP 到用户单元（SU）的下行链路在异步传送模式（ATM）虚拟信道（VC）上在帧结构内传输控制信息和数据，从用户单元到 AP 的上行链路也是如此。

物理层同步

如图 1 所示，AP 发射的下行链路以精确的 10ms 间隔传输物理层同步突发（PHY-SYNC）2。图 2 示出了每个同步突发的结构，每个同步突发都包括一个 112 符号的相关序列 PHY-1，一个 16 符号相关序列 PHY-2，一个 12 位的帧偏移和 4 个奇偶校验位。术语符号指

的是扩频通信系统中的符号。

每个 SU 使用相关序列 PHY-1 和 PHY-2 来锁定同步突发，并把它们作为同步和训练序列用以设定接收机和调制解调器参数以与传输信道匹配。为达到同步，SU 接收机上的软件控制基于从 SU 调制解调器输出的信号电平首先设置自动增益控制（AGC）电平。SU 调制解调器和媒体接入控制（MAC）然后启动有三种不同跟踪模式的自动频率控制（AFC）。首先，例如当初次接通一个 SU 或 SU 丢失了信道时，使用捕获模式。在每个同步突发里，相关序列是 SU 能够已知的预定的伪随机序列。由于 SU 接收下行链路，因此相关器输出在接收到这些序列时产生最大值。捕获模式使用相关器最大值之间的定时偏移以初始化 AFC 和由此获得下行链路信道。

接着，粗调 AFC 模式映射相关最大值到 64 个定时（ $T/4$ ）时隙之一，并调整 AFC 直到相关器最大值每次都位于正确的时隙为止。

最后，细调模式调整相关器最大值的肩部至平坦。

定位下行链路帧结构

AP 的媒体接入控制（MAC）在物理层同步突发之间交插的各帧内发送控制信息和用户数据。图 1 示出了帧序列 3 及其在同步突发周围的排列。由于帧的长度是可变的，所以同步突发可能出现在帧之间或帧内的任何位置。

每个 SU 都能利用上述的同步突发锁定物理层。如图 2 所示的每个突发 2 都包含一个 12 位的帧偏移 4，这个帧偏移是指向下一个下行链路帧开始的指示符。以许多扩频符号（一个符号计数）的形式提供偏移并允许每个 SU 定位下一个下行链路帧的开始。图 2 示意了在 3 个连续的同步突发和每个后续帧之间的偏移 4。

利用正交相移键控（QPSK）方式调制每一下行链路帧开始处的信头。图 3 是下行链路帧信头 6 的结构。它包括下行链路帧描述符 8 和其后的上行链路描述符 10。下行链路帧描述符以与每个同步突发携带的 16 符号相关序列 PHY-2 相同的序列开始。这就允许 SU 上的相关器主动识别帧的开始。在同步序列之后是一个 16 位的帧偏移

12, 这是一个到下一下行链路帧开始的符号计数; 从而, 一旦 SU 已经锁定帧结构, 只要它能够继续解码该帧结构, 它就能在不用进一步直接参考同步突发的情况下与每个下行链路帧的开始保持同步。下行链路描述 14 在偏移 12 之后, 其描述帧的内容。下行链路帧描述符以一个 16 位的循环冗余校验 (CRC) 结束。

图 4 示意了使用下行链路 (DL) 帧偏移 12 以指示从一个 DL 帧 (帧#n) 的信头到下一个 DL 帧 (帧#n+1) 的开始。图 4 只示出了 MAC DL 帧, 省略了同步突发。

定位上行链路帧结构

上行链路帧不全一样长。而且, 上行链路帧不必具有和下行链路帧一样长的长度, 也不必同时开始。

如图 3 所示, 每个下行链路帧信头携带的上行链路帧描述符 6 包含一个 16 位上行链路帧偏移 22, 在其后还有一个上行链路描述 24 和一个 16 位 CRC。图 5 示意了上行链路帧偏移 22, 其提供从目前的下行链路帧到下一个上行链路帧 26 开始的符号计数。图 5 和图 4 一样为了简明起见省略了同步突发, 只示出了 MAC DL 和上行链路 (UL) 帧。

由于传输时延, 在下行链路帧信头和下一个上行链路帧开始之间的偏移在每个 SU 将根据 AP 和 SU 之间的距离发生变化。因此, 在优选的实施例, 上行链路帧偏移 22 就是位于 AP 最远距离处的 SU 所经历的偏移, 且每个 SU 必须给该偏移加上一个取决于各自距离 SU 的距离的时延。

如果下行链路帧在任何时候都明显比上行链路帧长, 例如由于在下行链路和上行链路上的业务负荷的缘故, 那么在每个下行链路帧只提供一个上行链路帧描述符就可导致上行链路的低利用率。因此在这些情况下可插入额外的上行链路帧描述符到下行链路帧, 以宣布新的上行链路帧的开始。图 6 示出了额外上行链路帧描述符 28 的结构, 该结构除了象所有上行链路突发一样以 PHY-2 相关序列开始来改善在 AP 的同步外, 与图 3 所示的上行链路帧描述符 10 一样, 组

成下行链路帧信头的一部分。图 5 示出了在下行链路帧信头中使用单个上行链路帧偏移以指示后续上行链路帧 26 的开始。图 7 同样示出了一个长得多的下行链路帧 (DL 帧 #n)，该帧在其信头内携带了一个第一上行链路帧偏移 22，在其携带的数据中间又有一个额外上行链路帧偏移 30。通常用 QPSK 调制额外上行链路帧描述符，以便即使在下面所描述的更高级调制包围该描述符时也能让所有 SU 把它解调出来。

下行链路帧结构

在信头之后，每个下行链路帧都携带 SU 的信息突发，这些突发可包括 ATM 信元或确认（见下面）。正如上面所提到的那样，用 QPSK 调制下行链路帧信头。其它的信息突发可能用不同的方式调制，例如用 16-QAM 或 64-QAM，但是在每一帧这些调制必须是以升序排列。从而，在 QPSK 信头之后，图 8 的下行链路帧#n 包括 QPSK 确认 (ACK) 和 ATM 信元 16，16 正交幅度调制 (QAM) ACK 和信元 18，然后是 64 正交幅度调制 (QAM) ACK 和信元 20。不同的 SU 可能具有不同的调制解调能力。全部 SU 必须能够解调 QPSK 调制但 SU 可能合并具有较强解调 16-QAM 或 64-QAM 调制能力的调制解调器。因此，不是所有的 SU 都能够保证解调整个帧，但所有的 SU 都能够解调包括下行链路帧描述符 8 的 QPSK 信头。

如果一个只能解调 QPSK 的调制解调器试图解调图 8 所示携带较高级调制的帧，那么就会由于试图解调较高级别调制产生非常高的符号差错率 (SER) 阻止判决反馈均衡器 (DFE) 工作，造成相位锁定和 DFE 反馈抽头同步丢失。然而，只能解调 AP 所用的最低级调制的 SU 可通过使用 QPSK 同步突发来维持符号同步。

如上参考图 3 所描述的，每个下行链路帧的信头 6 所携带的下行链路帧描述符 8 携带训练序列 PHY-2，下行链路帧偏移 12，下行链路描述 14 和 16 位 CRC。

PHY-2 用于训练每个 SU 调制解调器的后端数字锁相环 (D-

PLL) 和装入 DFE 反馈抽头。不总是需要 PHY-2, 但如果先前的帧包含造成一些 SU 丢失 DFE/D-PLL 同步的较高级别调制的区域, 就要求有 PHY-2。

如上所述, 下行链路偏移是到下一个下行链路描述符的开始, 即到下一个下行链路帧的开始的符号计数。

下行链路描述 14 包含 21 个 8 位字节, 并为下行链路帧内预定的下行链路事件提供 7 个 24 位描述符字段。图 9 示意了 4 种可预定的下行链路事件, 标号为类型 0 到类型 3。在每个描述符字段的头部的 2 个比特 32 携带类型号。如果帧包含的预定事件少于 7 个, 用类型 0 来填充下行链路描述, 其中只包含 0。类型 1 描述确认 (ACK) 事件, 描述符为该事件携带一个 2 位的调制类型标志 QAM 和一个 12 位的 ATM 虚拟信道标志 (VCI)。下行链路事件类型 2 是 ATM 信元的传输。在这种情况下描述符用 2 位识别调制类型 (QAM), 12 位识别 ATM VCI, 4 位识别信元的长度。类型 3 描述额外上行链路帧描述符; 所有的类型 3 具有相同的结构, 因此在下行链路事件描述符字段内不要求有信息, 用 0 填充。在下行链路描述内的 7 个描述符字段的顺序与帧内的下行链路事件的顺序匹配。

总共有 3 种类型下行链路事件, 信元 (类型 2), 确认 (类型 1) 和额外上行链路帧描述符 (类型 3)。上行链路和下行链路帧描述符必须总是处于 AP 所支持的最低级调制, 如 QPSK。因此, 出现在帧后一部分的额外上行链路帧描述符明显破坏了调制必须处于升序的规则。SU 应该仍然能够通过识别位于开端的额外上行链路帧描述符的相关序列 PHY-2 来识别额外上行链路帧描述符。

图 10 示意了下行链路帧包含信头 6, 其后是以调制的递增顺序排列的确认和信元, 以及下行链路帧在更高级调制之间另外包含一个额外的上行链路帧描述符 28。

图 11 详细示意了在下行链路帧信头内的上行链路帧偏移, 扩展了如图 8 的下行链路帧 (DL 帧#n) 和下行链路帧信头的内容, 并示出了上行链路帧偏移 22 提供给下一个上行链路帧 (UL 帧#n+1) 的

开始的链路。

每个下行链路帧可使用不同的调制方法为 SU 携带突发。因此任何给出的 SU 只能保证解调 QPSK DL 帧描述符。每个上行链路帧描述符都包含一个指向下一个 UL 帧开始的指示符，所以即使在 SU 不能解调较高级调制时也可定位上行链路帧描述符。

如上所述，下行链路帧信头包括一个上行链路帧描述符。这是隐含的，不必在下行链路事件描述符字段对其做一描述。

上行链路帧结构

没有标准的上行链路帧结构，但一般说来每个上行链路帧包括争用时隙，上行链路请求，上行确认和上行信元。也可提供宽的和窄的训练时隙以及轮询信号。下面将描述这些帧元素或事件的功能。

如上所述，在下行链路上或者在下行链路帧信头内，或者作为额外上行链路帧描述符携带上行链路帧描述符。图 12 示意了上行链路帧描述符尤其是上行链路描述 36 的结构。上行链路描述包括 21 个 8 位字节，为预定的上行链路事件提供可变数量的描述符字段。上行链路事件共有 6 种类型。

共有 7 种类型的描述符，包括如果要求的话，用以填充上行链路描述的 0000 类型。0000 类型包含 4 位类型号码和其后的另外 4 个 0。用 0010 类型描述符指示轮询事件；该描述符携带 4 位的类型号码 0010 和一个 12 位的 ATM VCI。争用事件（时隙）描述符包括 4 位的类型号码 0011 并指示 SU 为接入宽带可能竞争的争用时隙；该描述符字段包含类型号码 0011 及其后面的 4 个 0。0100 类型指示宽训练时隙，SU 能够在这个时隙里传输训练序列；该描述符字段只包含 4 位的类型号码。0101 类型为 SU 指示用以传输训练序列的窄训练时隙；该描述符字段包含 4 位的类型号码 0101 和一个 12 位的 ATM VCI。类型 11 是确认事件；其描述符字段包含 2 位的类型号码，2 位的调制级标识符和一个 12 位的 ATM VCI。类型 10 指示 SU 的信元传输；该描述符字段包含 2 位的类型号码 10，一个 2 位的调制级指示符，一个 12 位 ATM VCI 和一个 4 位的信元长度指示，最后面是 4

个 0。

上行链路描述内的这些字段规定了下一个上行链路帧的内容和在上行链路描述之前的上行链路帧偏移所指示的该帧的开始。图 13 示出了上行链路帧的一部分。上行链路信元以突发的形式从希望发送的 SU 送出。在上行链路描述中已经用信元描述符调度了突发（见图 12）。图 13 示出了来自 SU#1 和#2 的突发 38 和 40。用保护时间把各个突发分离开来以避免发生冲突。除已经在信元描述符中传送 VCI 而不需要再携带 VCI 的信元外，其它信元都是传统的 ATM 信元。每个突发都以一个隐含的上行链路请求 42 开始，紧随请求之后的是大量信元 44。上行链路请求以训练序列 PHY-2 开始，以允许 AP 去解决相位抖动并训练其 DFE 反馈抽头，在 PHY-2 后是一个用以指示要传输的信元号码的 4 位字段（NUM），一个 12 位 VCI 和一个 16 位 CRC。实际上 VCI 和 NUM 字段都是多余的并且可以省略掉，如下面所述，AP 已经为正在发送的 SU 分配了一个 ATM VCI 和大量信元并能识别后面的信元的 VCI 和从上行链路帧内信元的位置识别 SU 的身份。然而，传输全部上行链路请求可改善在 AP 上的同步并有利于增加上行链路的可靠性。

上行链路训练—机制

当一个 SU 首次接入或首次注册到 AP 上时，它也许不知道自己和 AP 之间的距离。它能够接收和锁定下行链路信号，但因它离 AP 有距离所产生的传输时延影响下行链路和上行链路信号之间的偏移。把用以解决此传输时延的初始定时补偿称做预延迟补偿。

在上行链路帧内相对少的调度预补偿时隙或如图 12 提到的宽训练时隙。这是因为它们需要的长度是 AP 和任意 SU 之间的最大传输时延的两倍加上 SU 将要传输的训练突发的长度，因此要占用大量带宽。图 14 示意了包含宽训练时隙 46 的上行链路帧，并详细示出了宽训练时隙。图 15 示出了上行训练突发 48 的结构。

为了允许预延迟补偿，AP MAC 利用上行链路帧描述符调度一个宽训练时隙，并且任何要求时延补偿的 SU 在宽训练时隙发送一个

上行训练突发。当这样做时，SU 假设传播时延为零。因此 AP 在宽训练时隙的开始等于 AP 和 SU 之间传播时延的两倍时接收每个 SU 的训练时隙（由于时延对下行链路和上行链路都有影响）。如图 15 所示，每个上行训练突发都包括发送它的 SU 的身份（SUID）50，由此 AP 就能通知 SU 它的传播时延。

当 SU 发射上行训练突发时，它可能预先没有从 AP 处接收到任何为了补偿信道而校准它的功率或均衡的反馈。为了确保 AP 能够解码上行训练突发，SU 因此就使用估计的发射功率并按照如下方式预失真训练突发。

SU 能接收到下行链路信号，并因此产生一个接收信号强度指示符（RSSI）。为了估计它的初始发射功率，SU 也有必要知道 AP 的发射功率。AP 会如下面所描述的定期广播它的发射功率。为了预失真上行训练突发，SU 评估下行链路信号并假设上行链路和下行链路信道具有相同的特性。可使用如在美国专利号 US 6031866 或国际专利申请号 PCT/GB00/00589 内描述的预失真技术。

如图 15 所示，每个上行链路训练突发都以有 112 个符号的 PHY-1 和有 16 个符号的 PHY-2 相关序列开始，随后是 16 位的 SUID。由于 AP 知道这些相关序列，因此即使在对 SU 的功率和预失真评估不准确的情况下，AP 也能相对容易的解码出相关序列。

经过初始时延补偿训练之后，SU 应不需要使用宽上行链路训练时隙。于是可使用窄训练时隙 47 在常规的上行链路结构内对时延补偿后的 SU 调度定期上行链路再训练。预补偿后的 SU 可在窄训练时隙内发送一个上行训练突发供 AP 使用，以使 AP 反馈信息给 SU，从而改善 SU 的发射功率控制和均衡。

上行链路训练-协议

图 16 示意了携带 SU 请求注册的信息的 AP 的广播发射，如果要求的话，后面调度有使用上行链路帧描述符的宽训练时隙。广播信息包括 AP 或服务提供商的身份，最大时延（信元范围），AP 的发射功率，CNR 衰落界限以及 SUID 空间。可能会定位一个 SU，使这

个 SU 能从不只一个 AP 或在不止一个 AP 扇区接收信号，但它只能注册与其中一个通信。当它锁定到一个下行链路信号时，接收到 AP 或服务商的身份就会阻止它试图进行不正确的注册。

图 17 示意了使用宽训练时隙的同步协议。当如图 16 所示调度了一个这样的时隙时，如果 SU 希望训练就发送一个上行训练突发到宽时隙。AP 试图通过软件解码该突发。如果解码失败或在训练时隙上的来自两个或多个 SU 的上行训练突发之间存在冲突，于是就使用 AAL5 广播 VCI 通知 SU。广播信息在指定号码的帧上通知所有失败训练的 SU。一接到这样的广播，SU 就知道训练失败并于一个随机补偿周期之后在后一宽训练时隙上再发送一个训练突发。

如果 AP 成功解码上行链路训练突发，它就发送包含 SU 的 SUID、功率控制纠正以及延时补偿信息的广播信息。这就给了 SU 正确的发送功率、时序和有效的 SUID。AP 于是在新的 SUID 缺省管理 VCI ($SU-VCI=0$) 上发送 64 个相关结果。这就给 SU 分配了上行链路信道。

在训练过程期间，AP 分配 SUID 给 SU。最初包括在 SU 的训练序列里的 SUID 是一个随机号码。在成功地解码上行训练突发后，AP 就分配 SUID 给 SU 用以进一步通信。

均衡策略

在本实施例中，一个 SU 只需与一个 AP 通信而一个 AP 可能需要管理多达 1024 个 SU。希望借助在上行链路上发送的短突发和争用实现有效的媒体接入控制。不利的是，实时均衡策略将在每个上行链路突发的开始要求太多的训练符号。因此本实施例使用离线均衡和定期再训练并使复杂性分散到 SU 中。因此使用宽训练时隙的初始训练阶段允许 SU 和 AP 分解上行链路和下行链路信道。一接到上行链路训练突发，AP 就为每个 SU 预加载正确的后光标 (post-cursor) 抽头。于是每个 SU 就使其调度的后续预定传输预失真，以减少前光标 (pre-cursor) 失真并降低噪声。如下所述，为了争用上行链路（没有为单个 SU 调度），每个 SU 都使其争用突发完全预失真以使 AP

不需要均衡器或对发送特殊争用突发的 SU 有任何固有的了解。

图 18 详细示意了均衡策略，它展示 AP 只需充分均衡相对稀少的训练突发。如图 18 所示，AP 广播下行链路信号而 SU 为下行链路信道离线训练。如上所述，SU 使用 DFE 并估计初始发射功率，预失真在宽训练时隙内发送的第一训练突发。AP 离线解码训练突发并使用训练突发中的 SUID 返送上行链路信道的细节给 SU。这就使 SU 能了解上行链路的特点并改进其它传输的预失真。如下所述，当 SU 接下来发送争用突发时，在争用突发到来之前 AP 不知道是哪个 SU 在发送。因此 SU 使用完全预失真发送争用突发，以使 AP 不需要使用均衡器。如下所述当 SU 接着发送一个预定的上行链路突发时，AP 知道是那一个 SU 发送突发并因此能够使用预加载单个 SU 的反馈抽头的 DFE 解码该突发。SU 因此使用线性预失真发送预定的上行链路突发（拆除前光标）。

SUID/VCI 的关系

每个 AP 和 SU 都包含一个 ATM 信元开关/复用器，用以从接收端口携带 ATM 信元到 MAC，到控制模块（RAMP），或者离开接线方的发送端口。这些选项在图 19 的 AP 和 SU 的框图中的编号分别为 3，2 和 1。

对每个 SU 的 RAMP 控制使用默认的 VCI。只在接线端口承认这个 VCI 并且在功率升高对每个单元有同样的默认值，一旦 SU 在接入点集中器（APC）或用户驻地网（CPE）的本地控制下，就可能重新分配该默认值。用一个 16 位 VCI 掩码（v）为 AP 或在多区域系统中 AP 的一个区域选择 VCI 空间。空中 VCI 是一个 12 位 VCI 子集。如同图 19 的示意，下面的例子示意使用 VCI 掩码为系统的不同部分产生 VCI 地址。

例：

VCI	1011 0011 1001 0110	在 AP 接线端口的 VCI
掩码（f）	1111 0000 0000 0000	系统掩码（可配置）
掩码（v）	1011 0000 0000 0000	区域掩码值，即这个 AP 及其 SU 的 VCI

VCI & f	1011 0000 0000 0000	VCI & f
VCI & v	1011 0000 0000 0000	VCI & f=VCI & V,因此该 VCI 用于这个区域
NOT f	0000 1111 1111 1111	
VCI & NOT f	0000 0011 1001 0110	得出“空中 VCI”=a+b,其中
a	0011	SUID(对这个区域而言 a 的宽为 4 位)
b	1001 0110	SU-VCI
v+b	1001 0000 1001 0110	在 SU 的接线端口的 VCI (独立的 NB SUID)

广播

当一个 SU 首先锁定一个 AP 的发射时，它不能判断这个 AP 是否在它自己所在的网络里，并且不了解物理层参数如 AP 的发射功率或最大信元半径，这些对初始上行链路功率控制和延时补偿来说是必须的。广播 VCI 用于允许未注册的 SU 了解网络和物理层。下行链路在预定的广播 VCI 上每隔一段距离包含 AAL5 信元。因此，如图 16 所示，AP 在 VCI 0000 0000 0000 (AAL5 VCI) 上发送广播信息。该信息包括 AP 到 SU 的最大时延 (AP 的信元范围)、用于该信元的 SUID 空间、AP MAC 地址和/或通过 AP 操作的服务提供商的地址、AP 的发射功率以及载噪比的衰落界限 (dB)。

周期性的上行链路再训练

由于本实施例的系统采用离线均衡，SU 可能跟踪不到信道的变化。因此渴望有定期再训练。这可通过 AP 为再训练调度一个特殊的 SU 或由 SU 在一个宽上行链路训练时隙自动再训练来发起。图 20 示意了预定的再训练过程。

如果 AP 判定 SU 的上行链路性能在降低或已经超过预定时间没有从 SU 接收到上行链路通信，则通过发送用以识别 SU 的类型 0101 (窄训练时隙) 的上行链路帧描述符来调度一个上行链路训练事件。于是 SU 就在窄上行链路训练时隙发送一个上行链路训练突发。AP 试图通过移开信道用软件解码该突发。如果解码成功，AP 就用 AAL5 管理 VCI 广播校正的功率控制信息和相关样值给 SU。现在 SU 就有了正确的发射功率和上行链路信道参数。如果 AP 不能解码

上行训练突发，则通知 SU，SU 将重新发起或努力恢复通信。

恢复同步

每个 SU 试图通过在下行链路寻找相关序列和帧偏移来维持同步。每个包含偏移指示符的下行链路突发也有一个用以检错的 CRC。假如 CRC 检错失败，则 SU 将不能用偏移指示符找到下一个帧。那样 SU 就必须如图 21 所示回复到原先的帧等级水平以实现再同步。因此，如果 CRC 或奇偶校验在解码下行链路同步突发时失败，SU 就回复到寻找同步序列产生的下一个相关峰值。如果 CRC 检测解码下行链路帧描述符 8 失败，则 SU 回复到寻找下行链路同步突发的偏移。如果 CRC 在检测上行链路帧描述符 10 失败，则 SU 回复到寻找下一个下行链路帧描述符。

调度下行链路业务

当要发送 ATM 信元给 SU 时，例如携带地址为 SU 的数据或发自 AP 的控制信息，AP 就如图 22 所示调度信元到下行链路。在信元将要发送到的帧的下行链路描述 14 上，AP 插入类型 2 的信元描述符 52（见图 9）。信元描述符包含该信元使用的调制级别，这个级别取决于 SU 的调制能力，一个 12 位的 VCI 地址和将要发送的消息的长度（信元的数目）。VCI 包含信元将要发送到的 SU 的 SUID，因此在接收到信元描述符后，SU 希望随后在该帧内能接收到信元。AP 于是就按照预定在下行链路帧上发送信元 54。除已经在信元描述符上传送了 VCI 而不需要再携带 VCI 外，这些信元都是传统的 ATM 信元。SU 接收信元并在上行链路上发送上行确认 56。

如图 22 所示，上行确认以一个 16 符号的相关序列 PHY-2 开始。它然后携带一个 8 位的序列号码（SEQ）58 和一个 16 位的位图（MAP）60，这个位图为 AP 指示是否丢失或不正确的接收在下行链路上发送的信元。用 SEQ 字段对在下行链路上发送的 ATM 信元按顺序编号。上行确认中的 SEQ 字段 58 携带没有被正确接收的序列中的第一个信元的 SEQ 号码。因此，假如发送了 8 个信元并且第四、第五和第七个信元没有被正确接收，那么上行确认的 SEQ 字段携带

的 SEQ 值为 4。位图 60 于是携带该序列中的后续信元的位图，值 1 指示成功接收到一个信元，值 0 指示没有正确接收到一个信元。因此，在上面所给的例子中，位图字段将携带位图 0101，表明没有接收到第五和第七个信元。（在一个可供选择的实施例中，位图可以以没有被正确接收到的最后一个信元结束，它暗示后续信元被成功接收到。前一例子的位图将读为 010。在第二个可供选择的实施例中，从该位图同样省略了最后一个没有被正确接收到的信元，在本例中给出较短的位图 01）。一接收到上行确认，AP 就调度重新发送那些在上行确认中确定没有被接收到的信元。如果没有接收到确认，则 AP 调度重新发送所有的信元。如果接到已经接收到所有信元的确认，AP 就不采取进一步行动。

系统能从下行链路信元处理的错误中恢复是很重要的。在下行链路接入状态机的每个阶段（发送下行链路日程调度，发送信元，接收确认）都有丢失或破坏突发的可能性。由于 AP 将重新调度和重新发送信元直到它接收到满意的确认为止，所以允许恢复确认过程。

上行链路接入请求

SU 可通过两种方式接入上行链路；争用和轮询。轮询只用于实时业务。因为争用只转达了 SUID 而没有转达带宽具体细节，所以这两种方法都使 AP 为分配带宽轮询 SU。

图 23 示意了争用过程。如上所述，如果一个 SU 希望在上行链路上发送信元，它首先在一个窄训练/争用时隙上以（接近）正确的时序和发射功率发送一个被完全预失真的上行链路争用突发。争用突发包含一个相关序列 PHY-2、SU 的 SUID 64 和 6 个奇偶校验位。AP

试图用软件解码争用突发。如果解码失败，或在同一个训练时隙的两个或多个 SU 发送的突发之间有冲突，AP 不采取进一步行动。如果 SU 没有接收到 AP 的响应，它就假设它的争用失败并在一个随机补偿计时后重试争用。

如果 AP 成功解码了上行链路争用突发，则借助后续帧的上行链路帧描述符 10 中的轮询（POLL）66 确认 SU 的请求。这个描述符

是图 12 所示的 0010 类型的事件描述符。POLL 66 携带一个 12 位的 VCI, SU 用这个 VCI 发送其上行链路接入需求。这个上行链路请求 68 包含 SU 要求的信元 70 的数目和由 AP 提供的 VCI。

调度和确认上行链路信元

一旦 AP 知道 SU 的接入上行链路的申请, 它就在上行链路为 SU 调度一个用以发送信元的时隙。图 24 示意了这个过程。AP 用上行链路帧描述的信元描述符字段 (图 12 的类型 10) 为 SU 调度发送 SU 信元的上行链路时隙。于是 SU 在另一个上行链路请求 72 之后以线性预失真方式发送信元。这个上行链路请求和 SU 在争用和轮询期间发送的上行链路请求相同, 但在这个例子中, 它只被 AP 用于同步的目的。

接收到信元之后, AP 发送下行确认 74 (在下行链路描述 14 的类型 1 描述符字段之后, 见图 9)。下行确认与上述的上行确认 56 相似, 只是省略了在下行链路上不要求的初始相关序列。因此, 下行确认包含序号 SEQ 和 CRC 位。如果下行确认指出所有的信元被安全接收到, 就不要求采取进一步行动。然而, 如果下行确认标明了没有安全接收到的信元, 该确认就告知 SU 哪些信元需要重发。AP 因此用上行链路帧描述符的类型 10 描述符字段 76 为重发那些信元再一次分配带宽。SU 就又一次以线性预失真方式重发失败了的信元。于是就按照要求重复下行确认过程。

如果 SU 已经请求接入并发送超出单个帧中所能调度数目的信元, 则 AP 在接到用类型 10 上行链路描述符字段通知的信号后, 按照要求将调度进一步分配。

从上行链路信元处理过程中的错误恢复

在上行链路接入状态机的每个阶段都有可能丢失或破坏突发。如图 25 所示, 假如有突发失败系统应该通过重新调度来恢复。即使在有个别传输的突发被丢失或破坏的情况下, 也能确保健壮通信。

下行链路和上行链路突发结构

这些结构在上面已有描述, 但仍在图 26 和 27 列出以供参考。

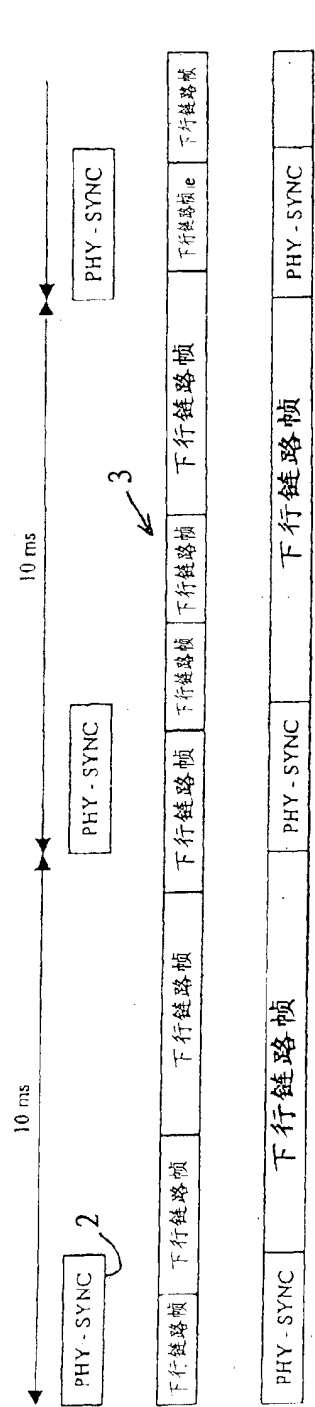


图1

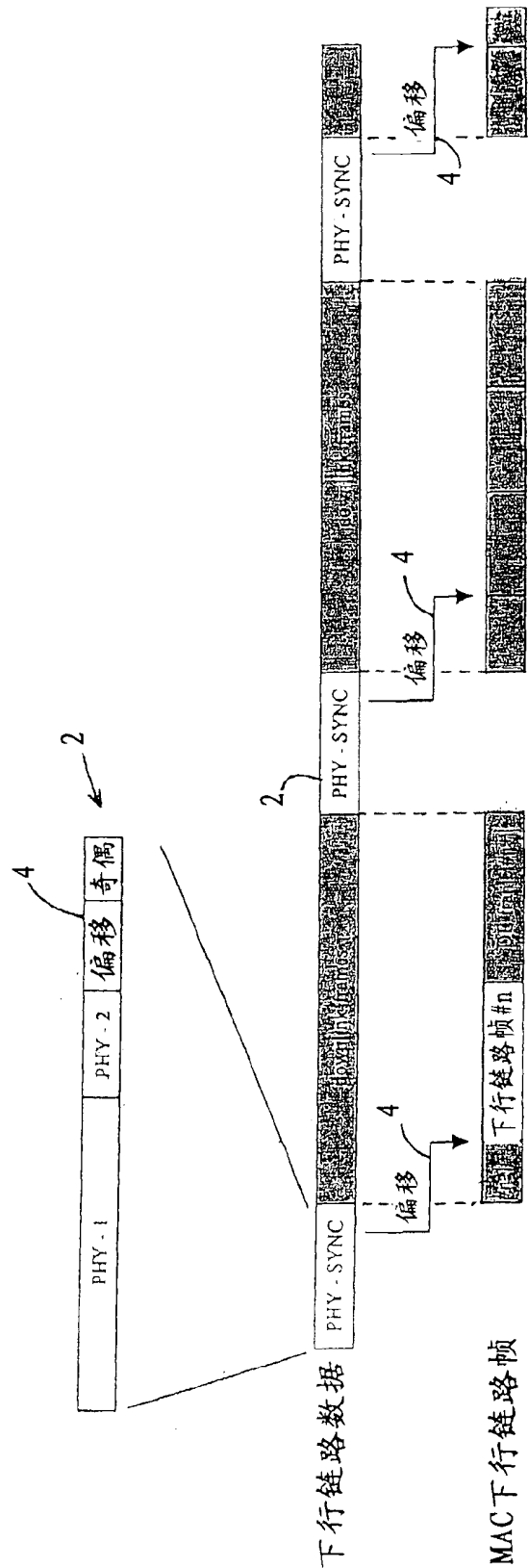


图2

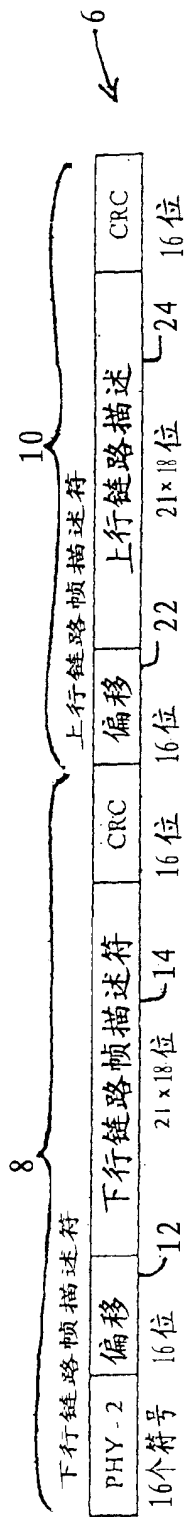


图3

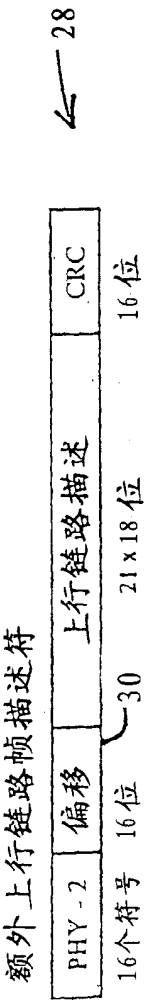


图6

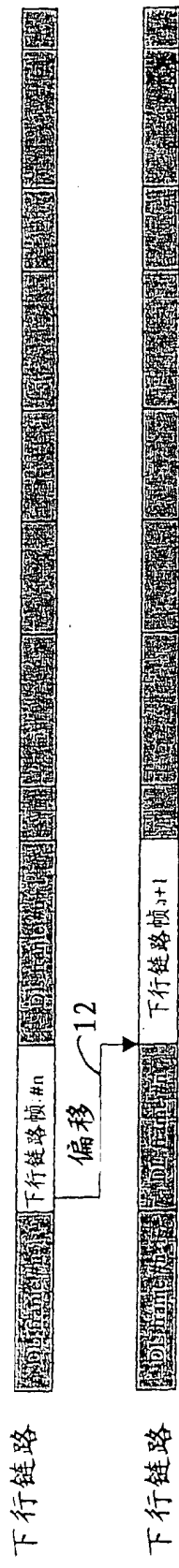


图 4

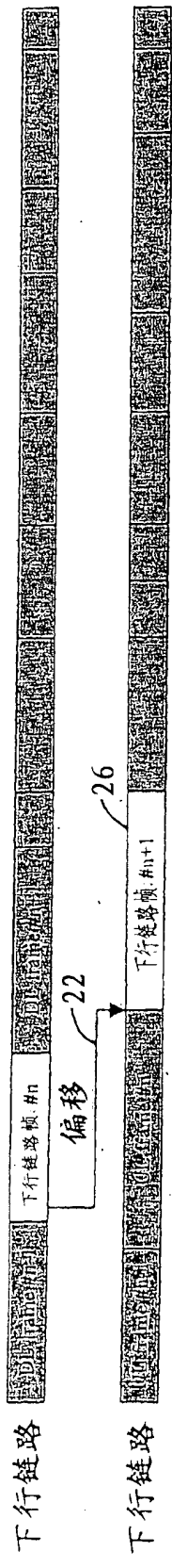


图 5

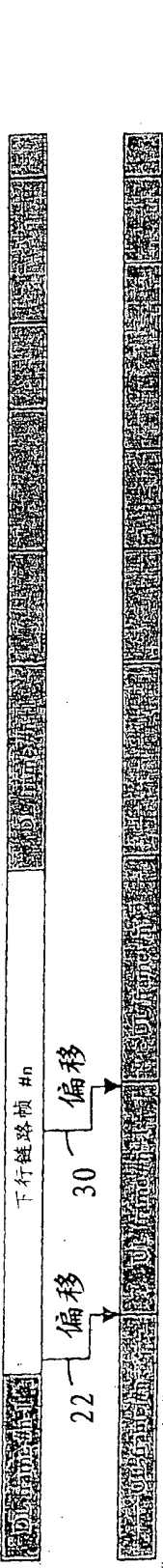


图7

下行链路帧同步

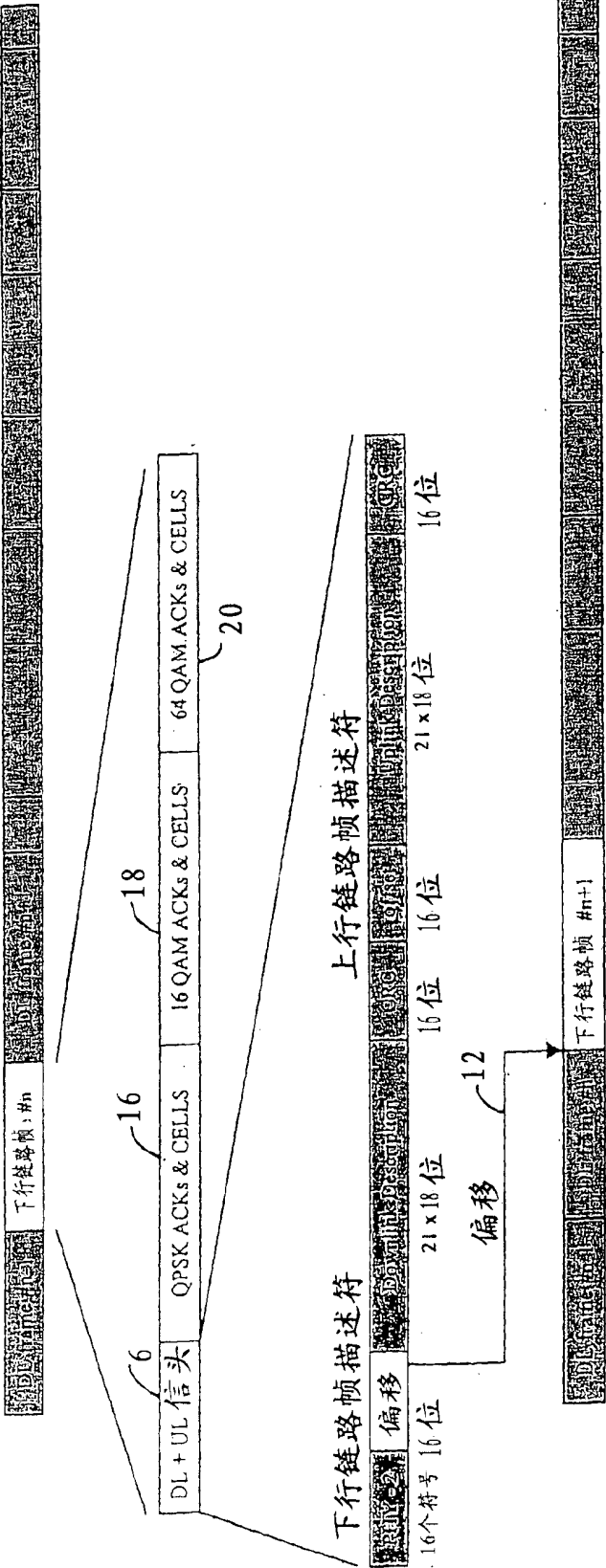


图8

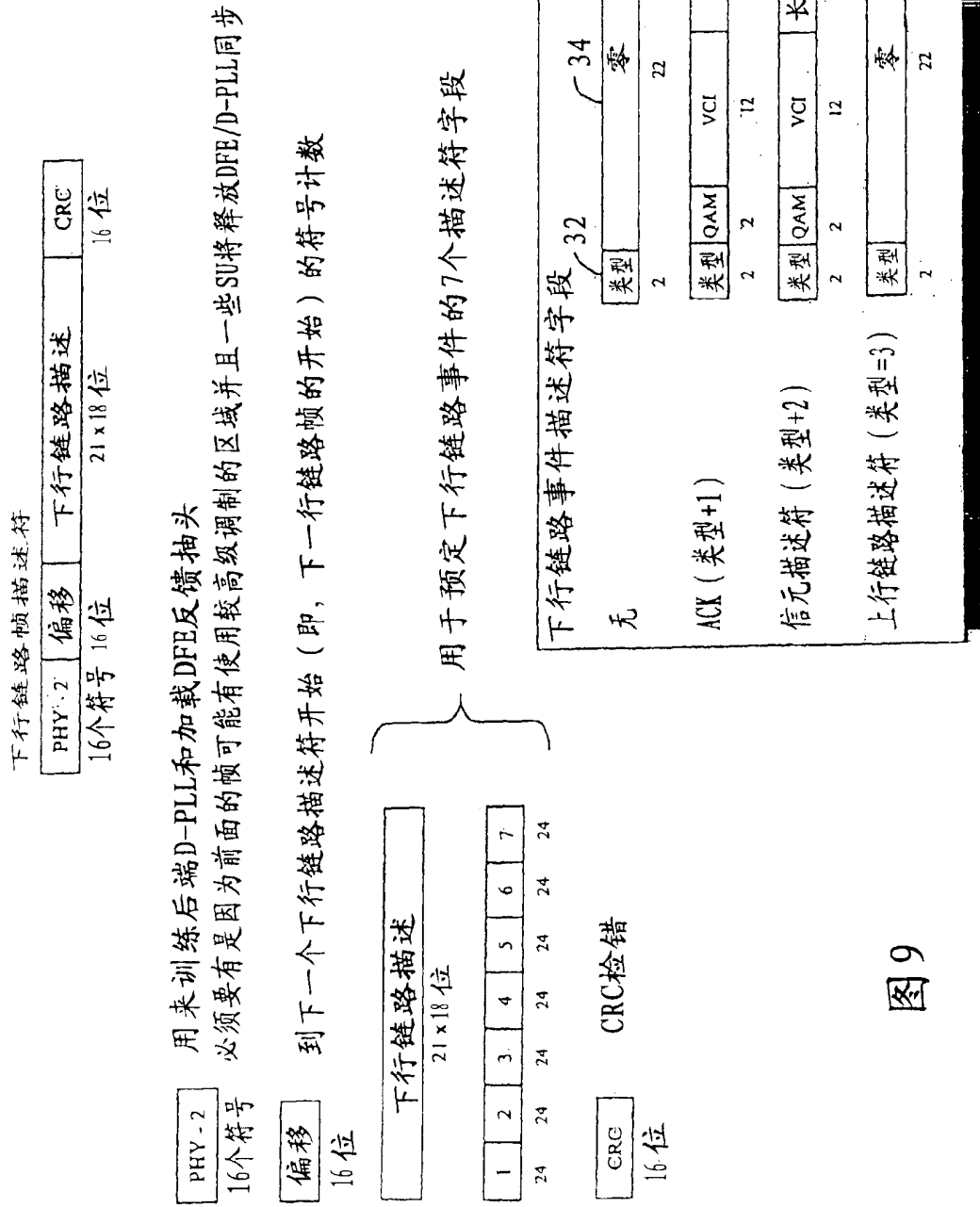


图9

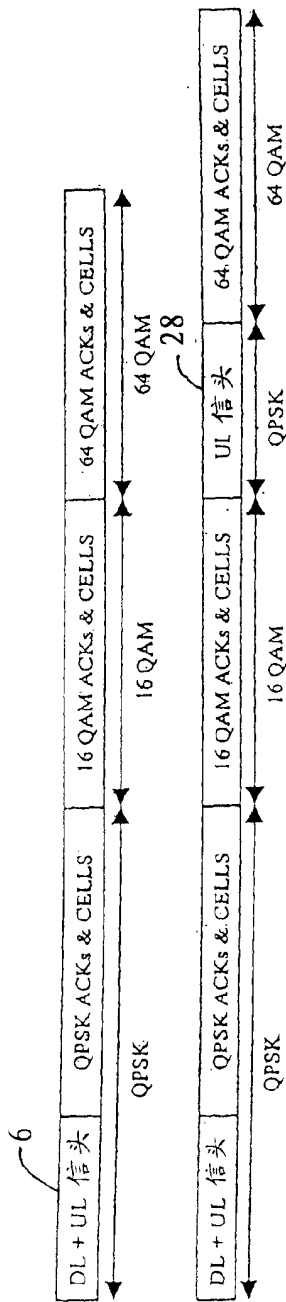


图 10

下行链路/上行链路偏移

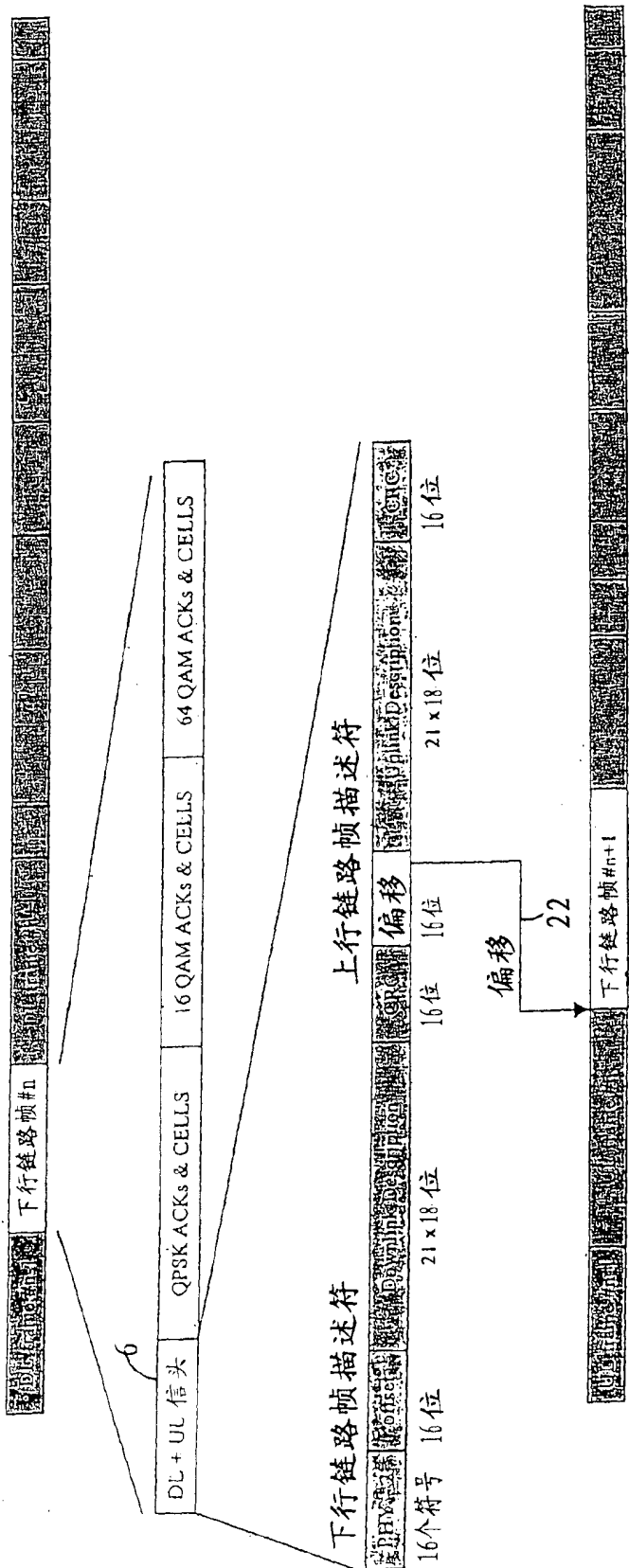
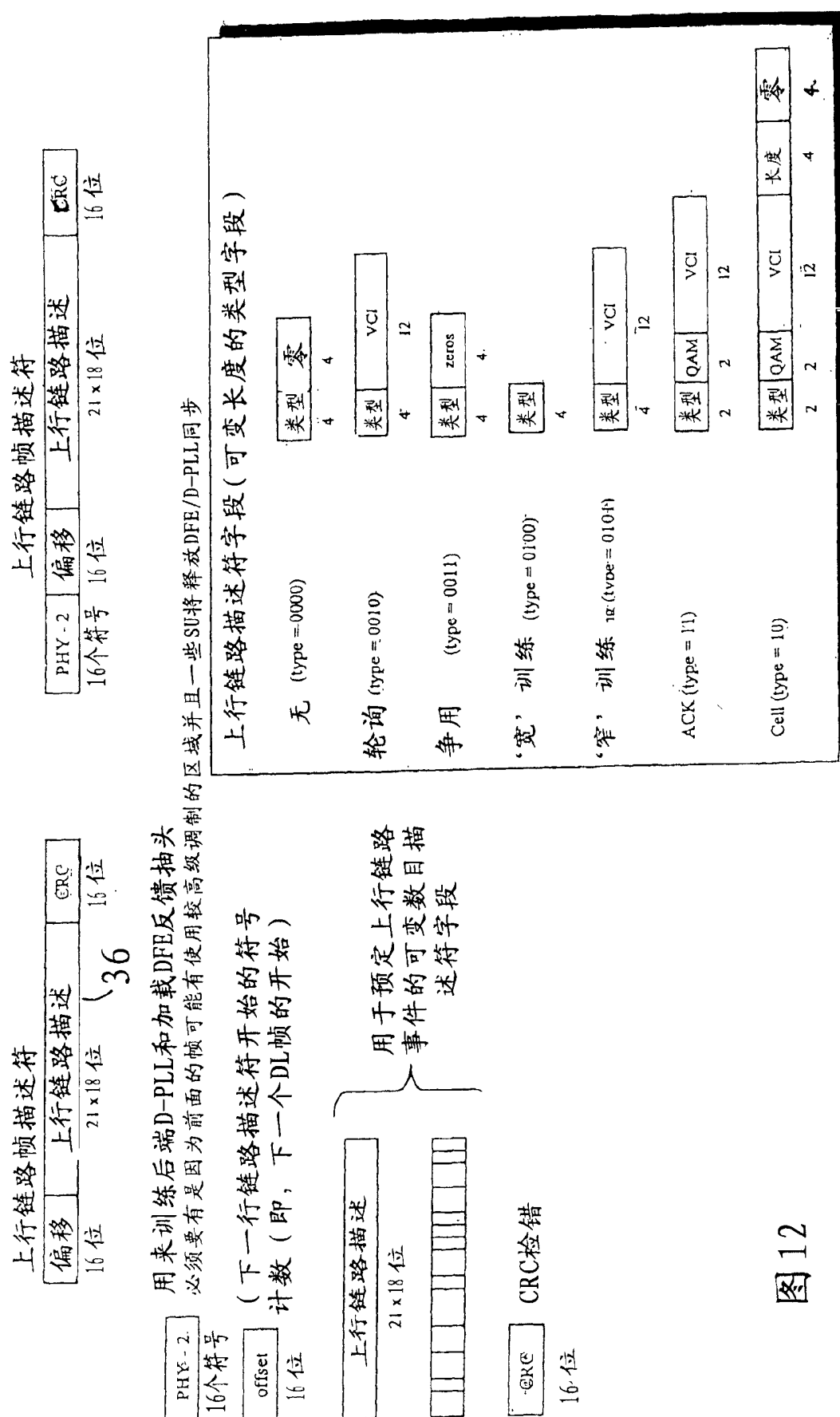


图 11



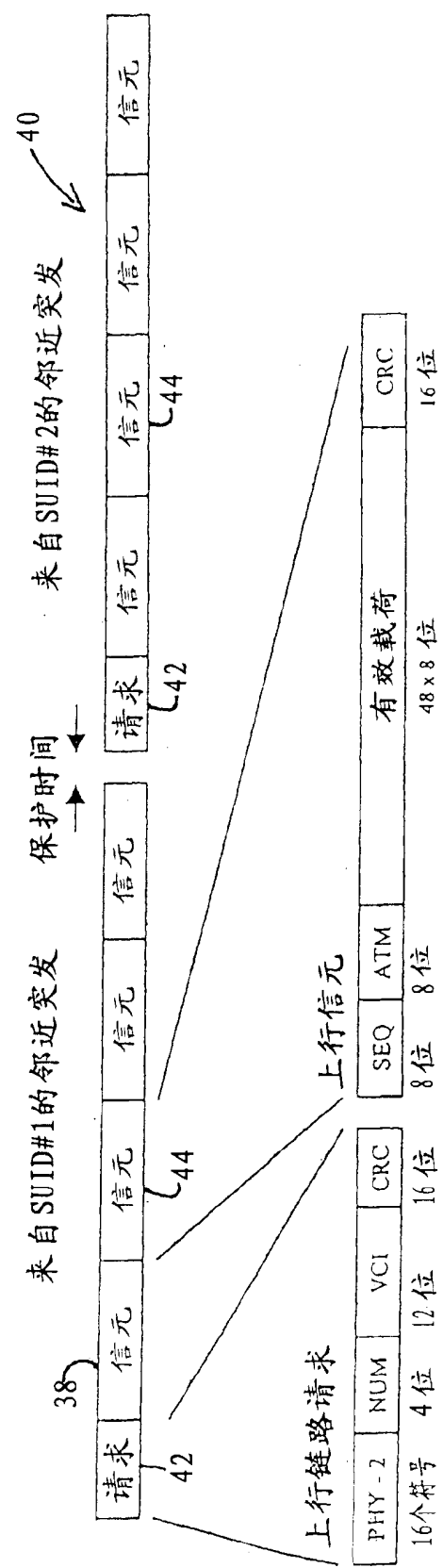


图13

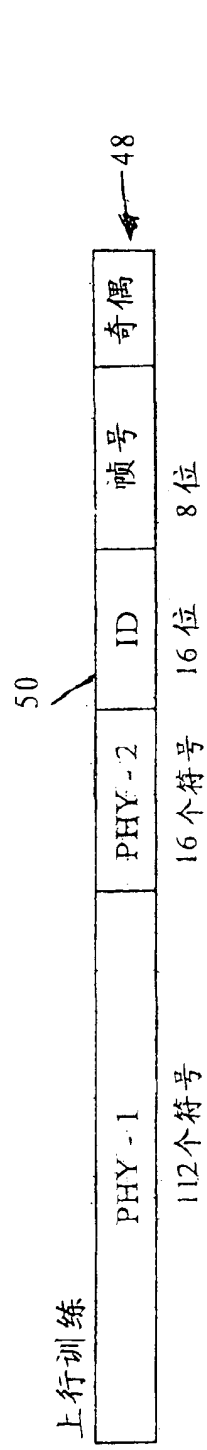


图15

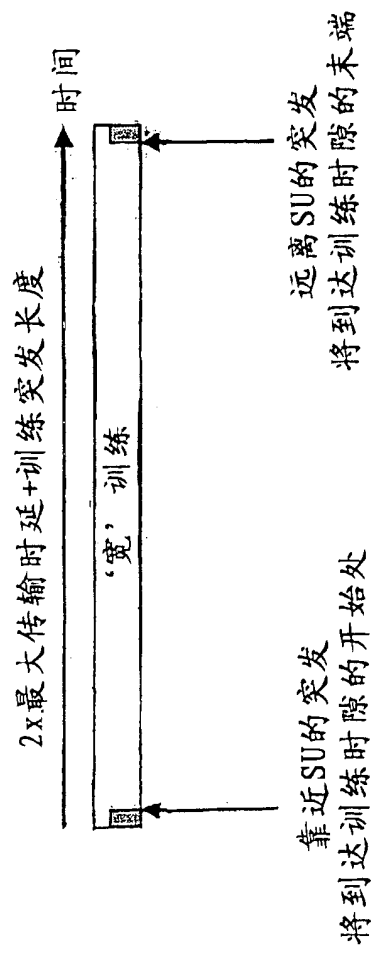
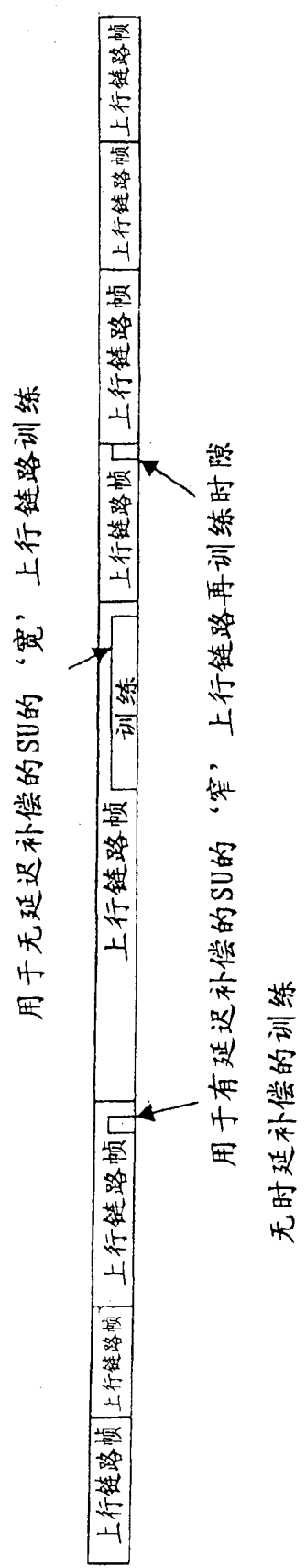


图14

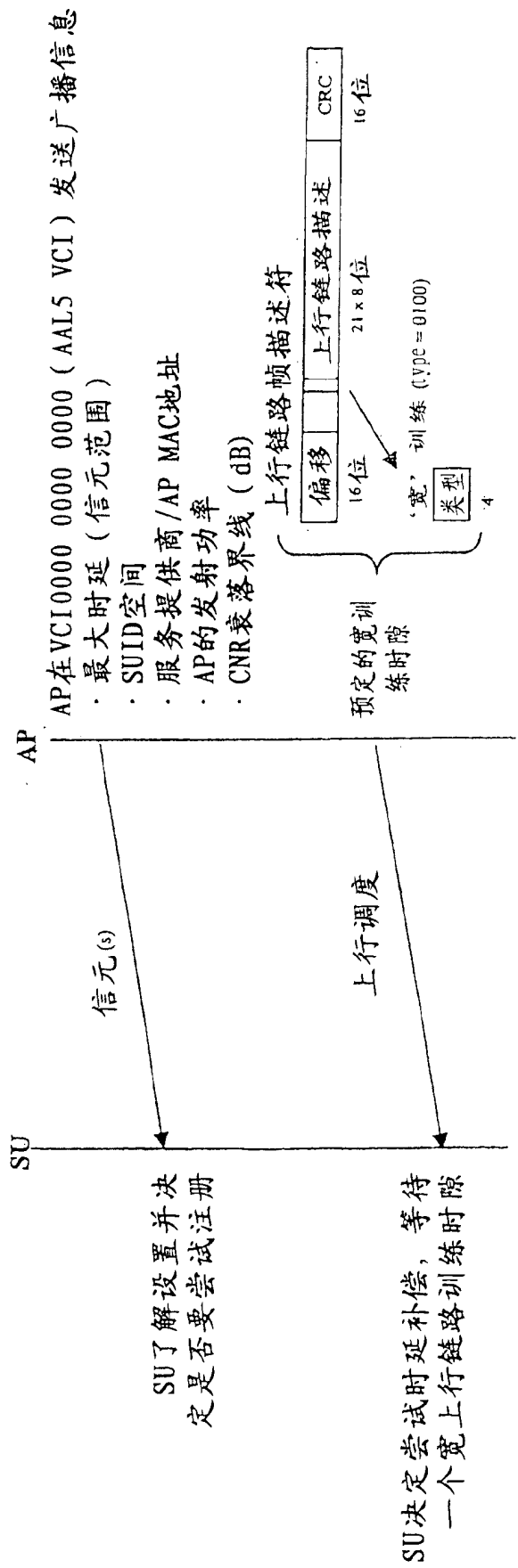


图16

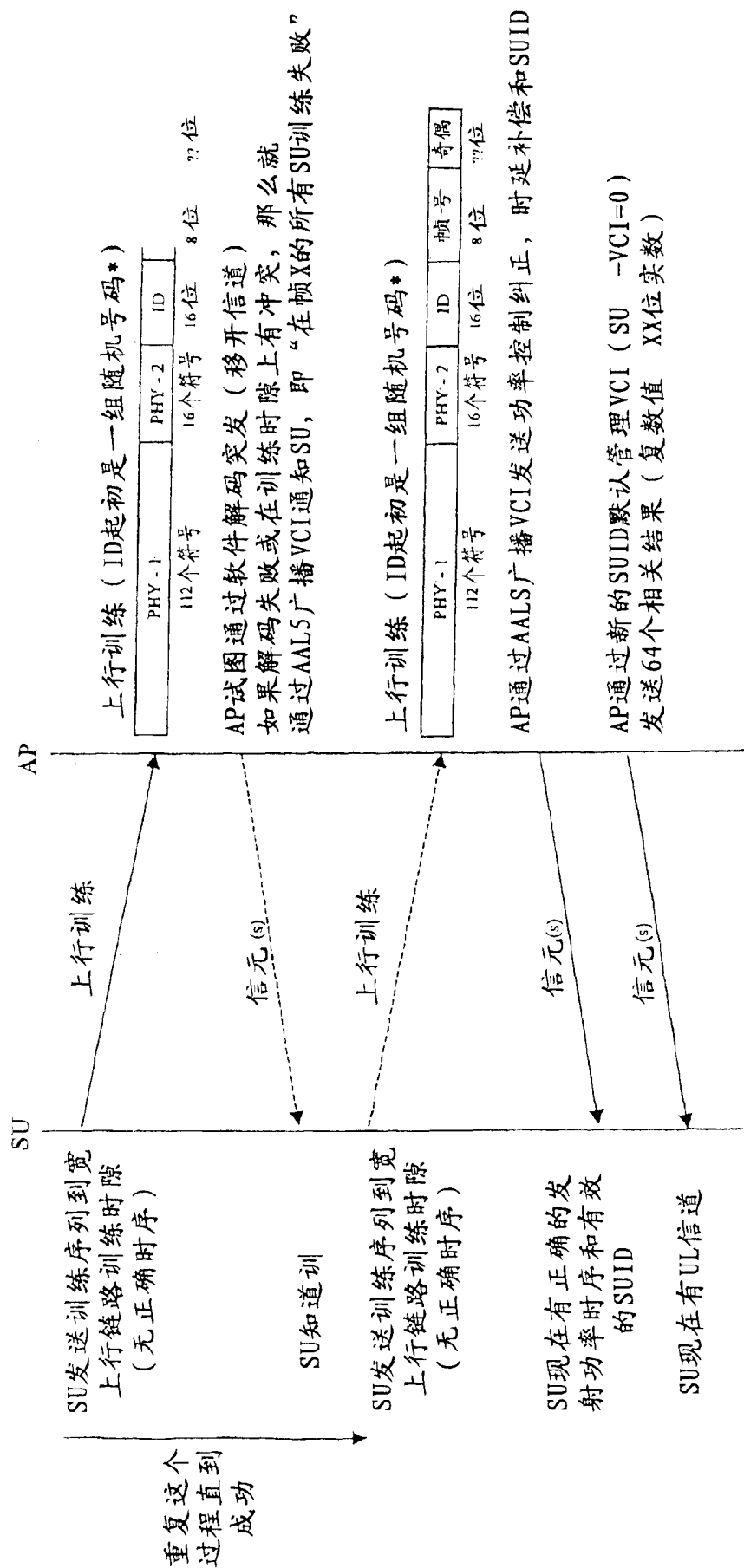


图 17

*随机号码是强迫加上的, 所以它不可能是有有效的SUID 由于VCI字段只有12位, 因此相对容易些

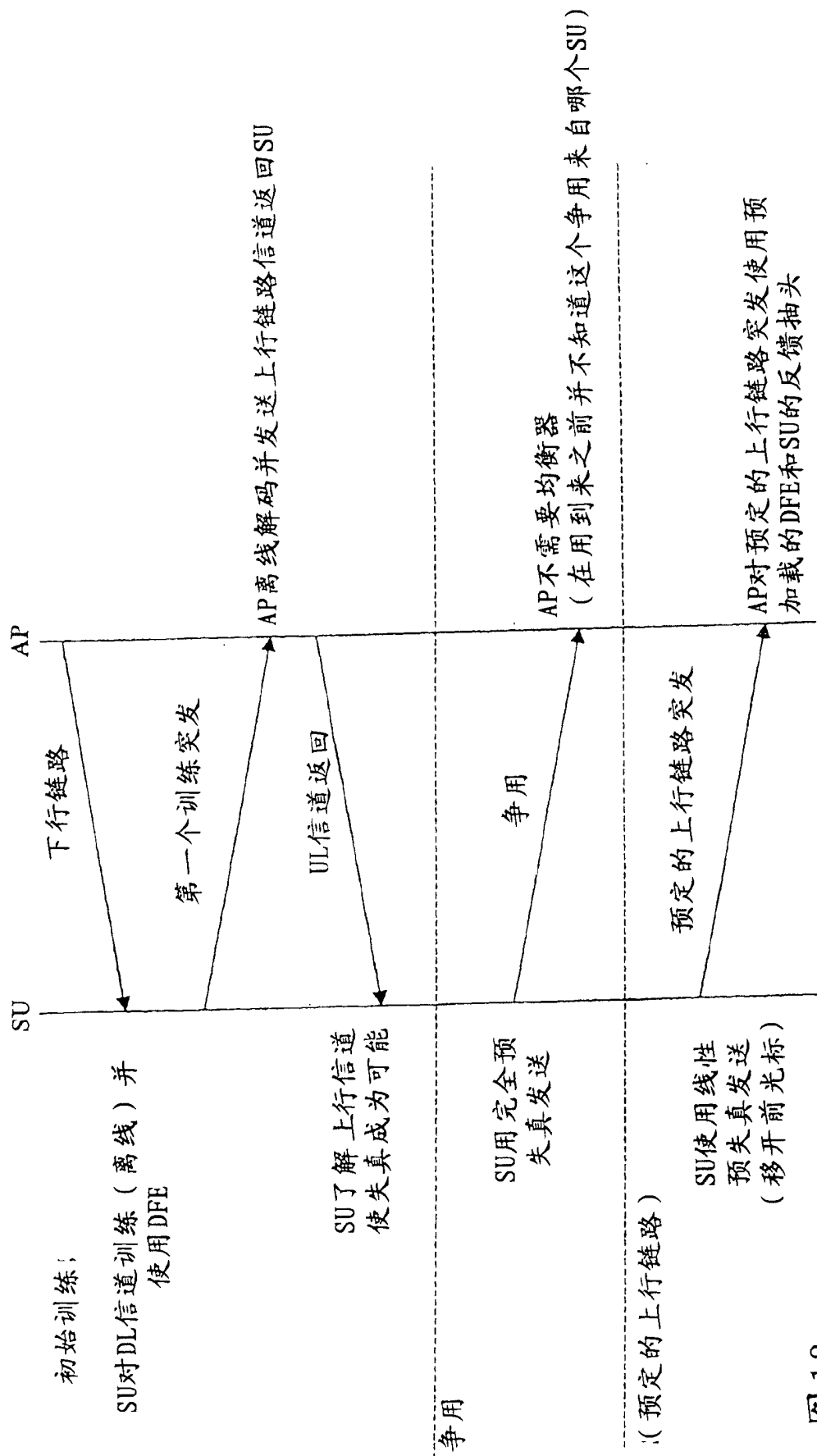


图18

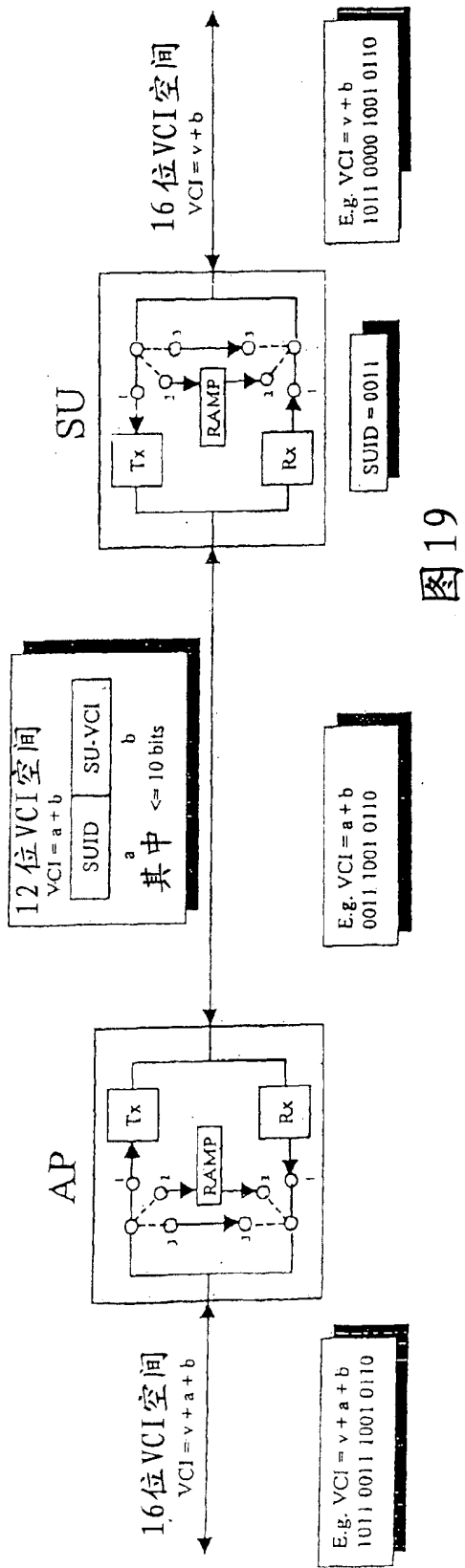


图19

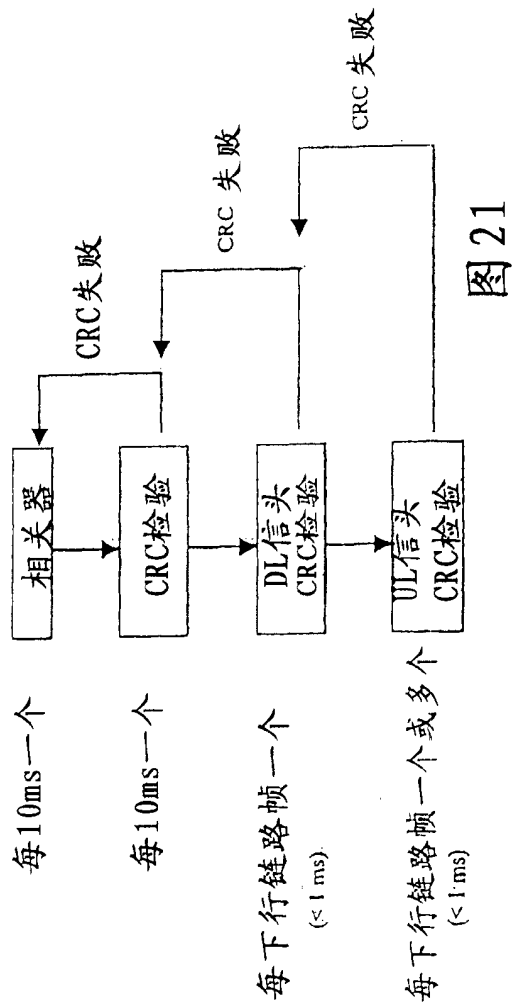
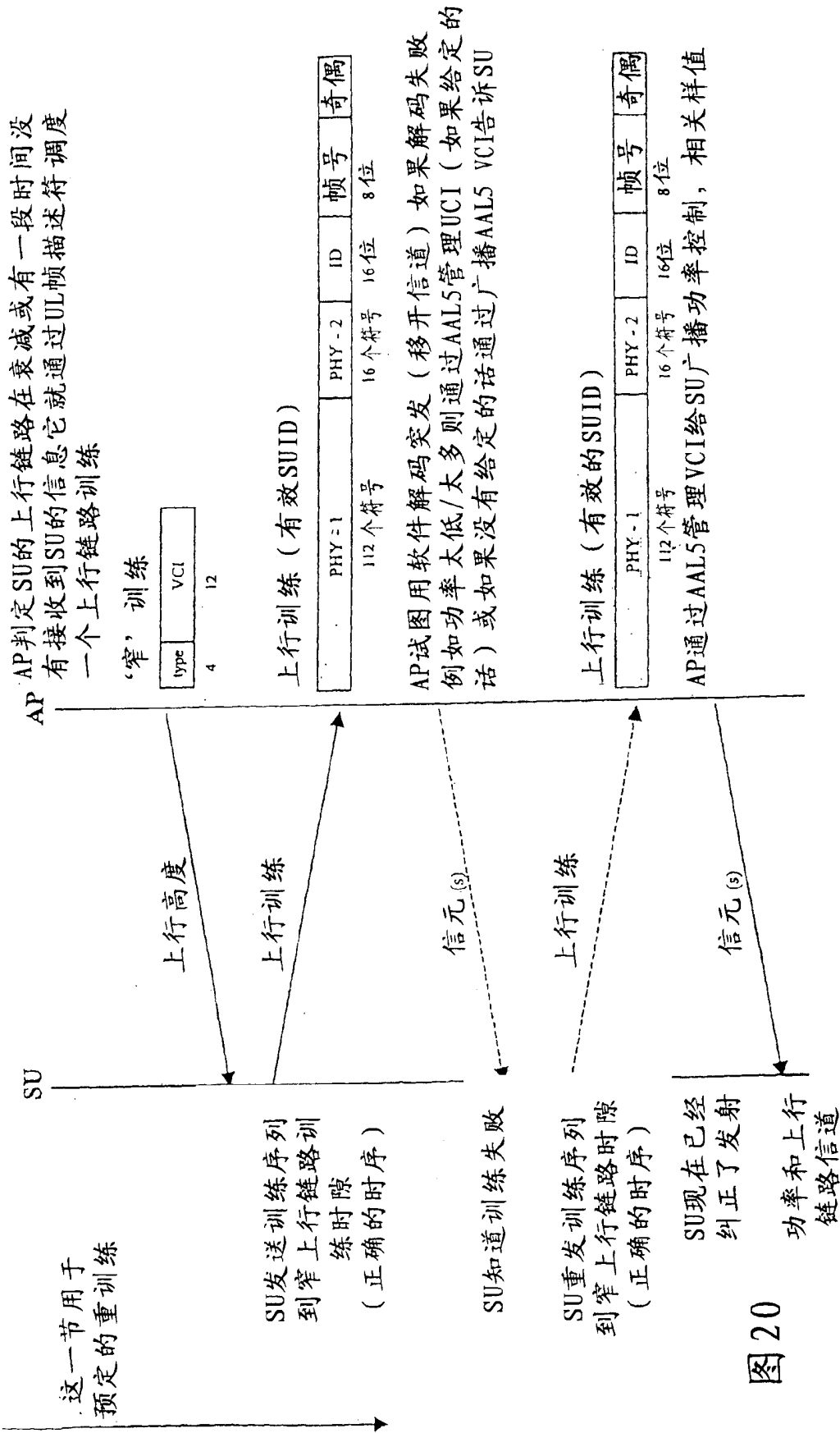


图21



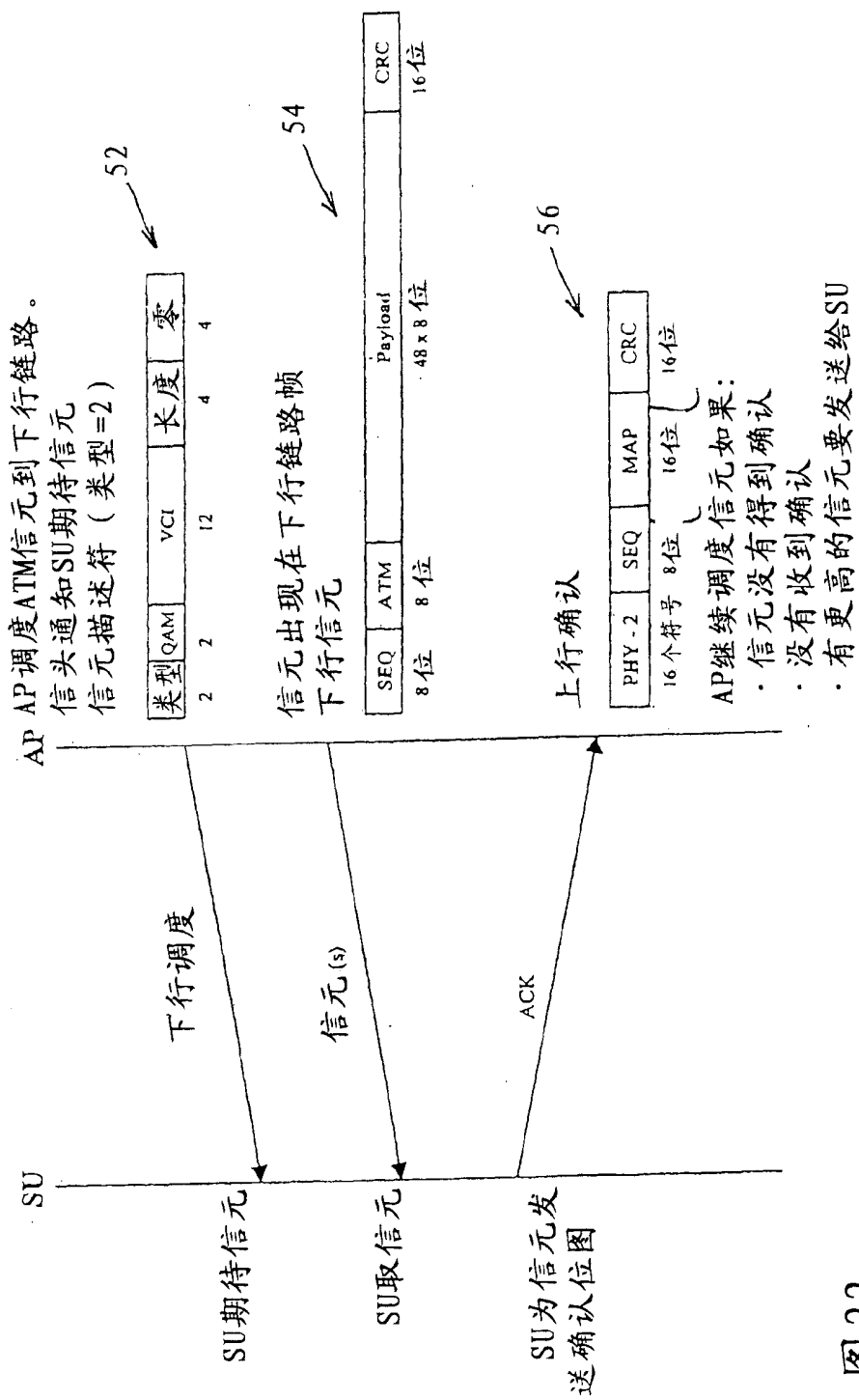


图22

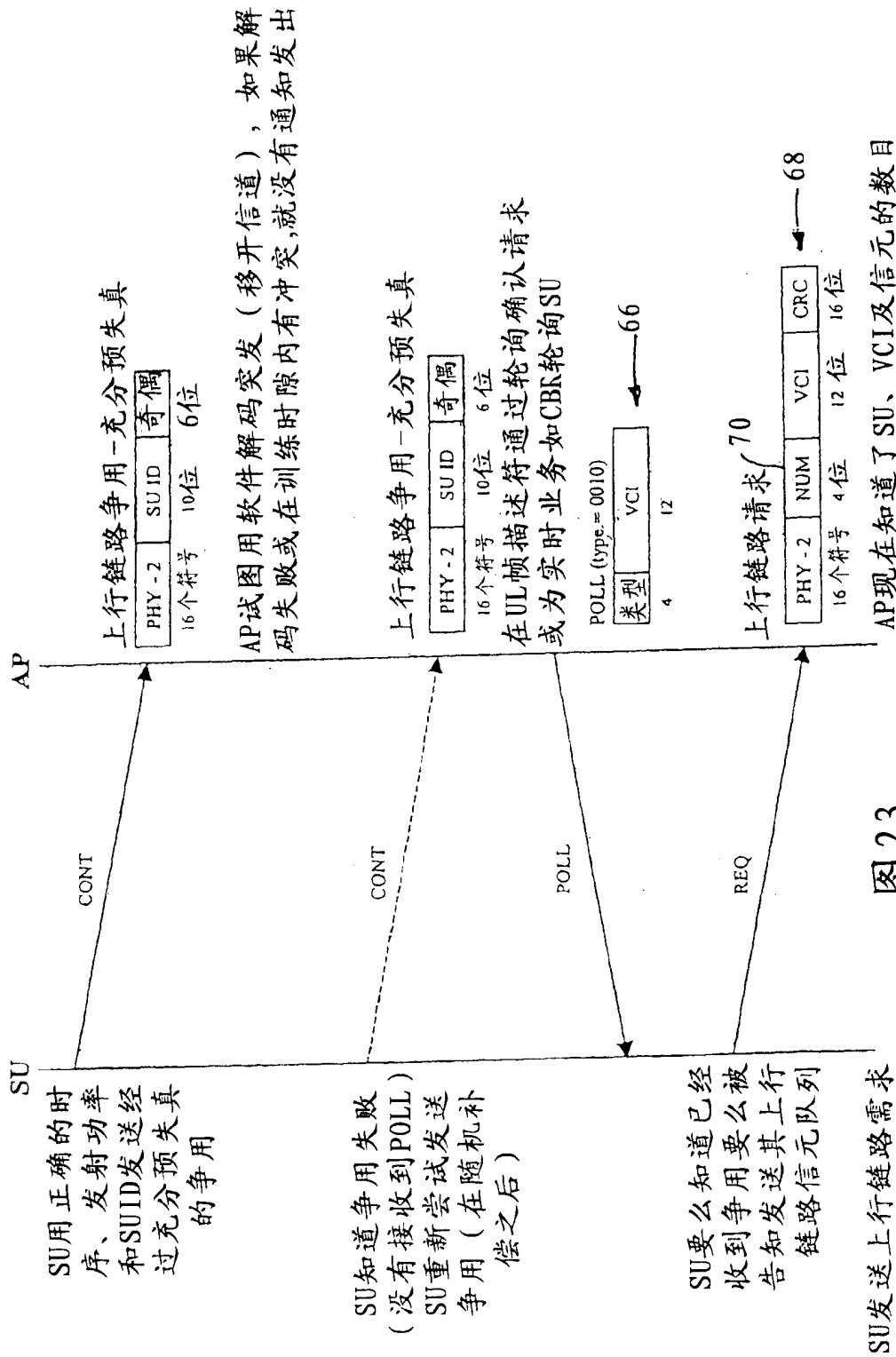


图 23

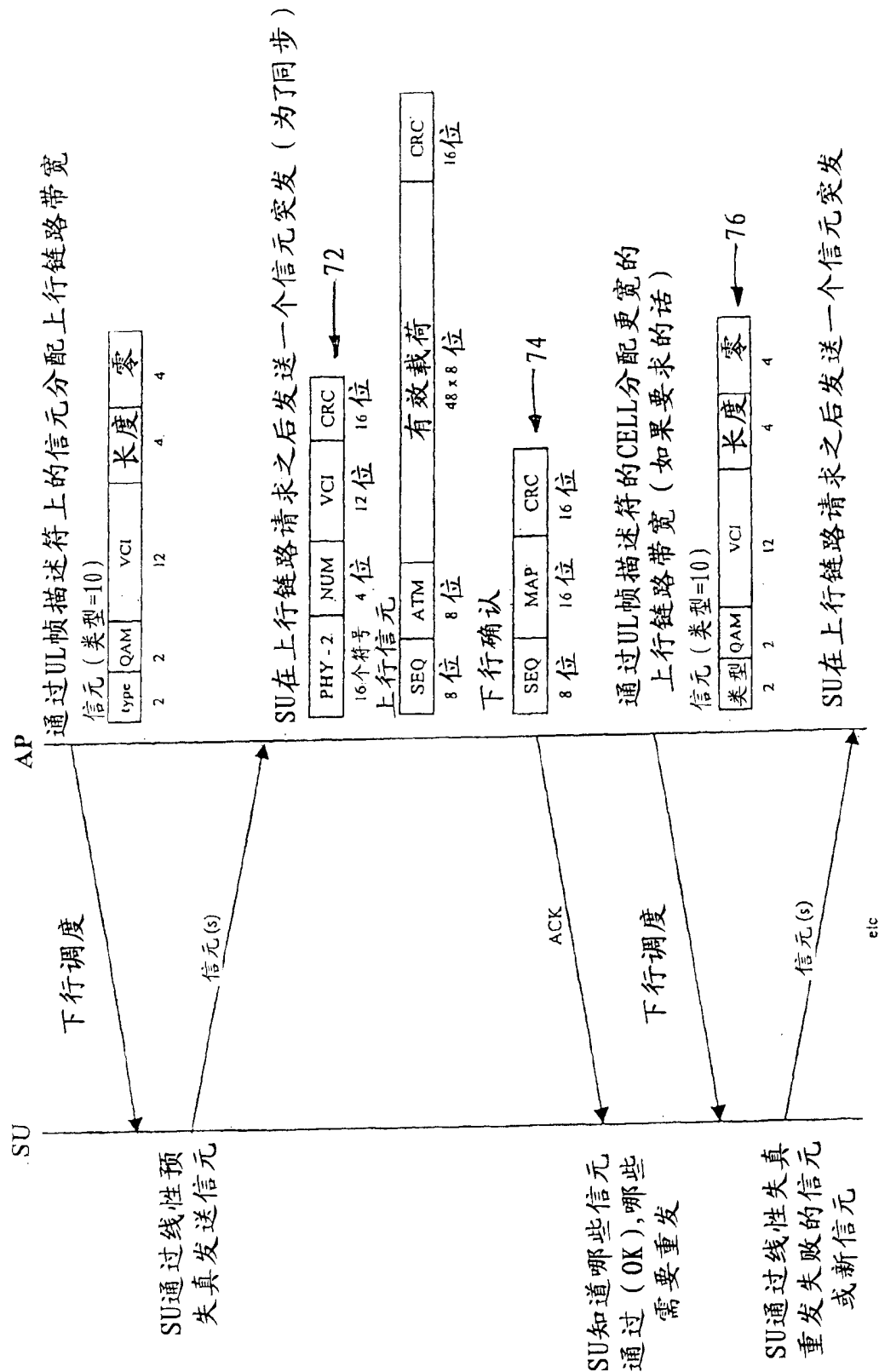


图 24

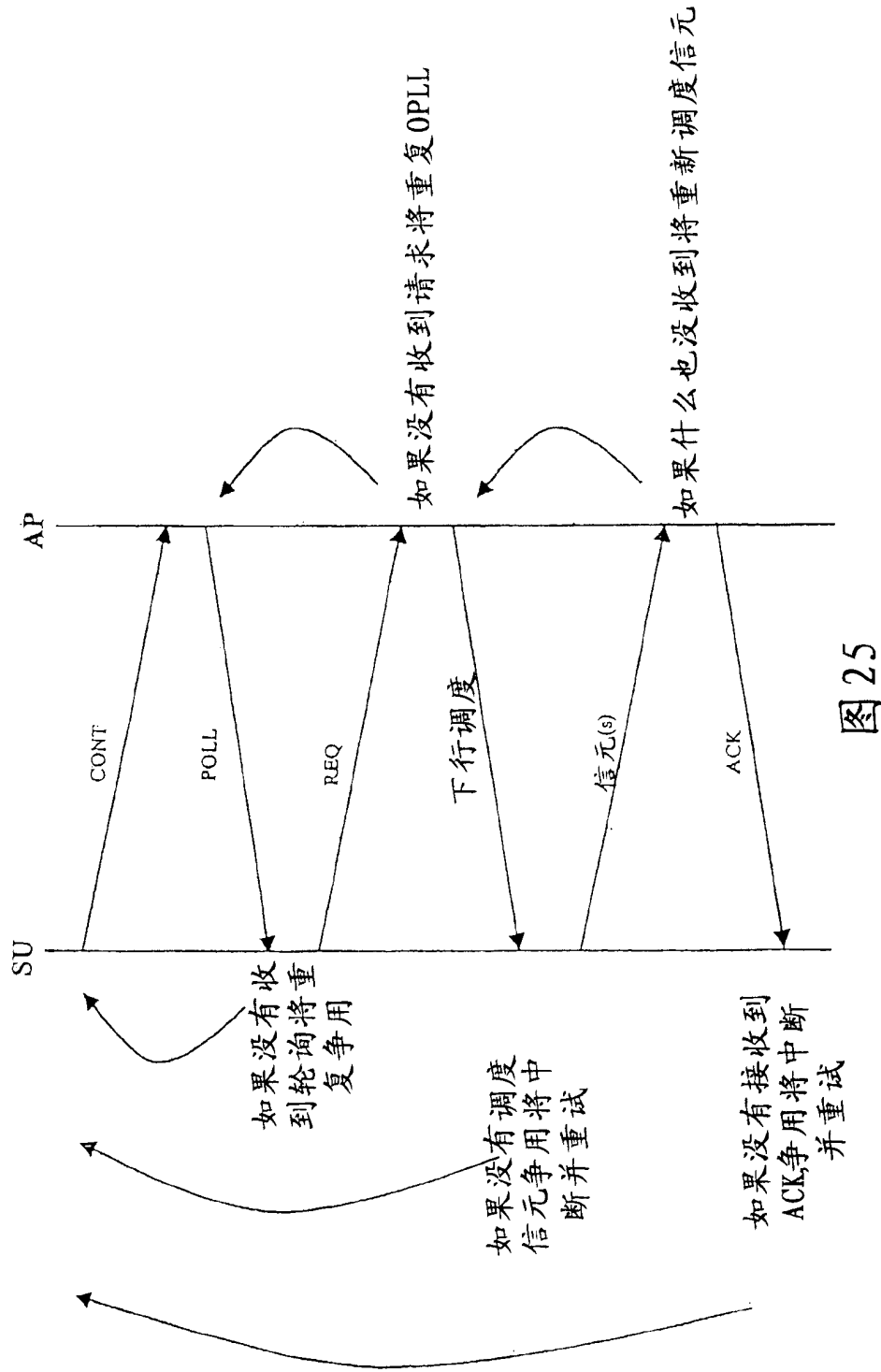


图 25

下行链路突发的结构

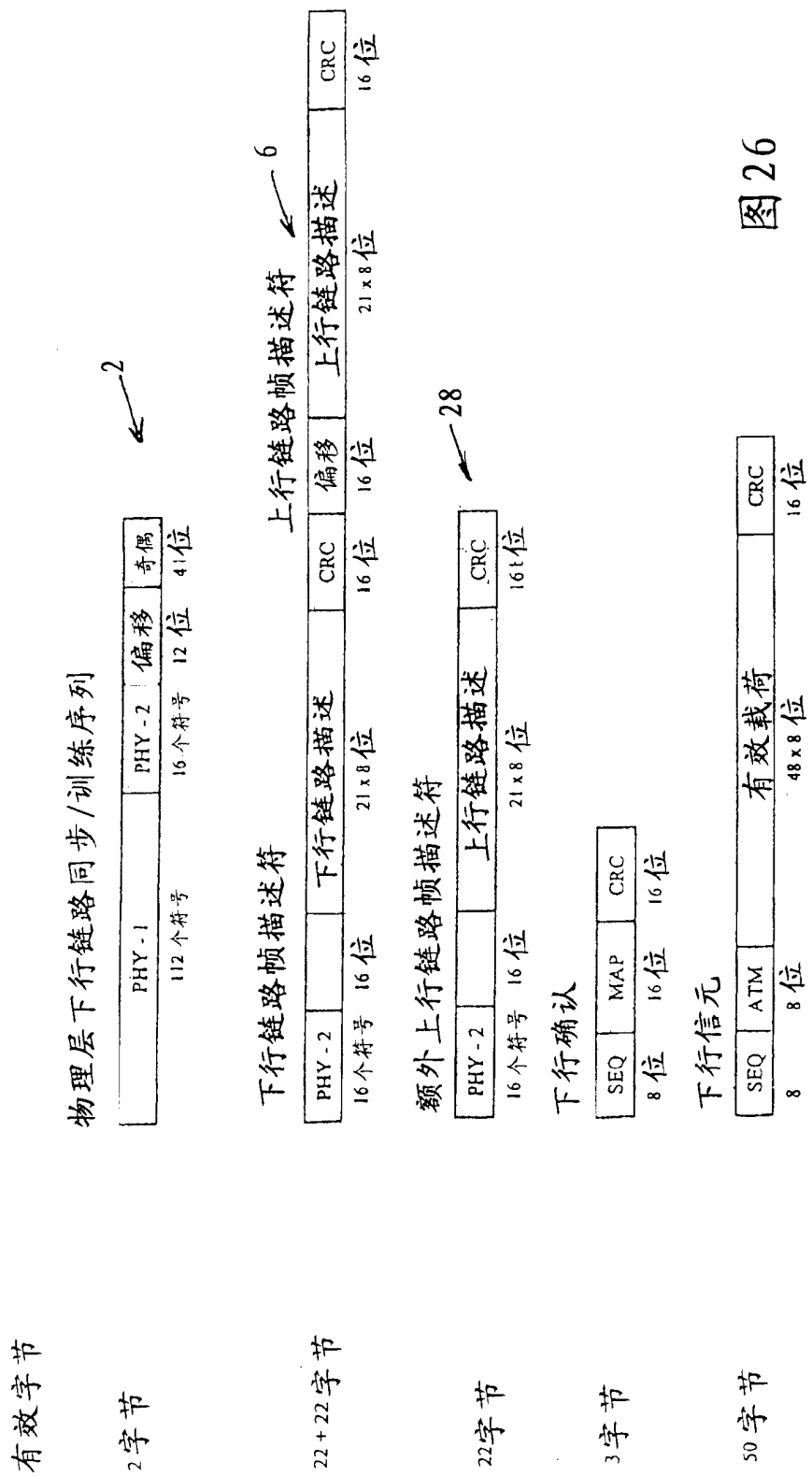


图 26

上行链路突发发的结构

有效载荷

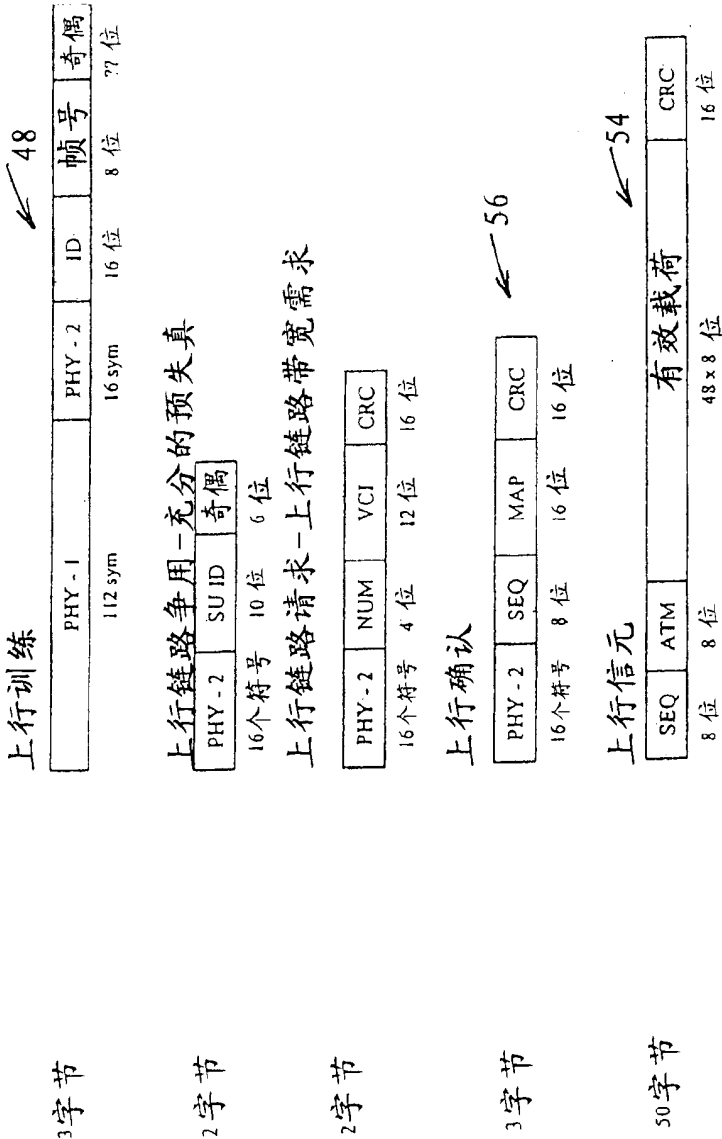


图27