

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02806193.4

[51] Int. Cl.

H03M 13/25 (2006.01)

H04L 27/18 (2006.01)

H03M 13/23 (2006.01)

H03M 13/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 6 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 1320770C

[22] 申请日 2002.1.4 [21] 申请号 02806193.4

[30] 优先权

[32] 2001.1.8 [33] US [31] 60/260,258

[86] 国际申请 PCT/IB2002/000008 2002.1.4

[87] 国际公布 WO2002/054603 英 2002.7.11

[85] 进入国家阶段日期 2003.9.8

[73] 专利权人 诺基亚有限公司

地址 芬兰埃斯波

[72] 发明人 H·米科拉 J·维尼奥

J·托拉-普基拉

[56] 参考文献

WO9917509A 1999.4.8

US5909454A 1999.6.1

审查员 刘 力

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 栾本生 梁 永

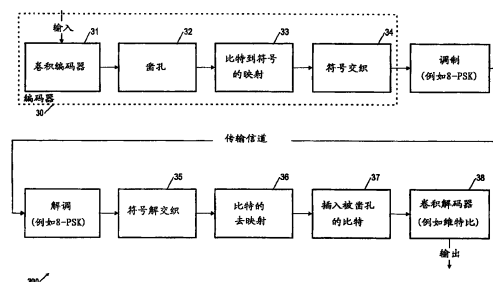
权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图 7 页

[54] 发明名称

在调制前把卷积编码比特分配到符号中的方法和系统

[57] 摘要

一种用于对一个比特序列进行编码，使之作为符号来进行发送的方法和对设备，这些符号中的某些比特位置具有高于其他比特位置的误码率。该方法包括：用于响应于输入比特序列而使用一个卷积编码器(31, 41)来提供多个比特序列的步骤(31, 32, 41, 42)，其中每个比特序列都由一个预定生成多项式定义，该预定生成多项式具有对于凿孔的预定灵敏度等级；以及基于定义该比特序列的生成多项式的灵敏度等级而把每个比特序列中的比特映射到符号位置的步骤(33, 44)。通过交织，每个比特序列中的比特到符号位置(33, 44)的映射可以位于一个符号交织步骤(34)之前，也可位于比特交织步骤(43)之后。



1. 一种对比特序列进行编码,以便将其作为包含多个比特的符号经由一条传输信道进行发送的方法,其中这些符号的某些比特位置具有高于其他比特位置的误码率,所述方法包括步骤:

a) 响应于输入比特序列而使用一个卷积编码器来提供多个比特序列的步骤,其中每个比特序列都是由一个预定生成多项式定义的,该预定生成多项式具有对于凿孔的预定灵敏度等级;以及

b) 基于定义比特序列的生成多项式的灵敏度等级而把每个比特序列中的比特映射到符号位置的步骤;

其中在将比特映射到符号位置中,来自具有对于凿孔的较小灵敏度的生成多项式的比特被分配给具有较大误码率的比特位置,使得来自具有对于凿孔的最大灵敏度的生成多项式的比特被分配给具有最低误码率的比特位置,并且来自具有对于凿孔的最小灵敏度的生成多项式的比特被分配给具有最高误码率的比特位置,由此而最大化该卷积码的差错防护性能。

2. 一种对一个为了作为包含多个比特的符号经由传输信道发送而被编码的比特序列进行解码的方法,这些符号中的某些比特位置具有高于其他比特位置的误码率,所述方法包括:

a) 响应于已接收符号而在将多个比特序列映射到符号位置后将该符号去映射成多个比特序列的步骤,其中每个比特序列都由一个预定生成多项式定义,该预定生成多项式具有对于凿孔的预定灵敏度等级;以及

b) 响应于多个比特序列而使用一个卷积解码器来提供输出比特的步骤;

其中所述去映射是基于一个生成多项式的灵敏度等级,其中该生成多项式定义了比特序列中的相应一个,其中在将比特映射到符号位置中,来自具有对于凿孔的较小灵敏度的生成多项式的比特被分配给具有较大误码率的比特位置,使得来自具有对于凿孔的最大灵敏度的生成多项式的比特被分配给具有最低误码率的比特位置,并且来自具有对于凿孔的最小灵敏度的生成多项式的比特被分配给具有最高误码率的比特位置,由此而最大化该卷积码的差错防护性能。

3. 如权利要求 1 的方法, 还包括一个交织步骤。
4. 如权利要求 2 的方法, 还包括一个解交织步骤。
5. 如权利要求 3 的方法, 其中交织是比特交织, 并且提供映射的步骤是在比特交织步骤之后执行的。
6. 如权利要求 4 的方法, 其中解交织是比特解交织, 并且去映射的步骤是在比特解交织步骤之前执行的。
7. 如权利要求 3 的方法, 其中交织是符号交织, 并且提供映射的步骤是在符号交织步骤之前执行的。
8. 如权利要求 4 的方法, 其中解交织是符号解交织, 并且去映射的步骤是在符号解交织步骤之后执行的。
9. 如权利要求 3 的方法, 其中在使用卷积编码器提供多个比特序列的步骤中, 在使用卷积编码器之后对于至少一个比特序列进行凿孔, 以便使该至少一个比特序列适应于一条传输信道。
10. 如权利要求 9 的方法, 其中每个序列的凿孔数量取决于定义该序列的多项式的灵敏度等级。
11. 如权利要求 1 的方法, 其中在使用卷积编码器提供多个比特序列的步骤中, 在使用卷积编码器之后对于至少一个比特序列进行凿孔, 以便使该至少一个比特序列适应于一条传输信道。
12. 如权利要求 2 的方法, 其中在从多个比特序列提供输出比特的步骤中, 在使用卷积解码器之前, 已凿孔比特被插入到至少一个比特序列中。
13. 如权利要求 11 的方法, 还包括一个交织步骤。
14. 如权利要求 13 的方法, 其中交织是比特交织, 并且提供映射的步骤是在比特交织步骤之后执行的。
15. 如权利要求 13 的方法, 其中交织是符号交织, 并且提供映射的步骤是在符号交织步骤之前执行的。
16. 如权利要求 11 的方法, 其中每个序列的凿孔数量取决于定义该序列的多项式的灵敏度等级。
17. 一种对一个比特序列进行编码, 以便将其作为包含多个比特的符号经由传输信道进行发送的发送设备, 其中这些符号的某些比特位置具有高于其他比特位置的误码率, 该设备包括:
 - a) 响应于输入比特序列而使用一个卷积编码器来提供多个比特

序列的装置，其中每个比特序列由一个预定生成多项式定义，该预定生成多项式具有对于凿孔的预定灵敏度等级；以及

b) 基于定义该比特序列的生成多项式的灵敏度等级而把每个比特序列中的比特映射到符号位置的装置；

其中在将比特映射到符号位置中，来自具有对于凿孔的较小灵敏度的生成多项式的比特被分配给具有较大误码率的比特位置，使得来自具有对于凿孔的最大灵敏度的生成多项式的比特被分配给具有最低误码率的比特位置，并且来自具有对于凿孔的最小灵敏度的生成多项式的比特被分配给具有最高误码率的比特位置，由此而最大化该卷积码的差错防护性能。

18. 一种用于对一个为了作为包含多个比特的符号经由传输信道发送而被编码的比特序列进行解码的接收设备，其中这些符号的某些比特位置具有高于其他比特位置的误码率，所述设备包括：

a) 响应于接收到的符号而在将多个比特序列映射到符号位置后将这些符号去映射回多个比特序列的装置，其中每个比特序列由一个预定生成多项式定义，该预定生成多项式具有对于凿孔的预定灵敏度等级；以及

b) 响应于多个比特序列而使用一个卷积解码器来提供输出比特的装置；

其中，所述去映射是基于定义比特序列中的相应一个的生成多项式的灵敏度等级，其中在将比特映射到符号位置中，来自具有对于凿孔的较小灵敏度的生成多项式的比特被分配给具有较大误码率的比特位置，使得来自具有对于凿孔的最大灵敏度的生成多项式的比特被分配给具有最低误码率的比特位置，并且来自具有对于凿孔的最小灵敏度的生成多项式的比特被分配给具有最高误码率的比特位置，由此而最大化该卷积码的差错防护性能。

19. 如权利要求 17 的发送设备，还包括用于交织的装置。

20. 如权利要求 18 的接收设备，还包括用于解交织的装置。

21. 如权利要求 19 的发送设备，其中用于交织的装置执行比特交织，并且用于映射的装置在用于交织的装置之后进行工作。

22. 如权利要求 20 的接收设备，其中用于解交织的装置是比特解交织，并且用于去映射的装置在比特解交织之前执行。

23. 如权利要求 19 的发送设备, 其中用于交织的装置执行符号交织, 并且用于提供映射的装置在用于交织的装置之前工作。

24. 如权利要求 20 的接收设备, 其中用于解交织的装置执行符号解交织, 并且用于去映射的装置在用于解交织的装置之后工作。

25. 如权利要求 19 的发送设备, 其中在卷积编码器之后, 使用卷积编码器来提供多个比特序列的装置包括: 对至少一个比特序列进行凿孔以使该至少一个比特序列适应于一条传输信道的装置。

26. 如权利要求 25 的发送设备, 其中用于凿孔的装置按照一个数量来为每个序列提供凿孔, 其中所述数量取决于定义该序列的多项式的灵敏度等级。

27. 如权利要求 17 的发送设备, 其中在卷积编码器之后, 使用一个卷积编码器来提供多个比特序列的装置包括: 用于对至少一个比特序列进行凿孔以使该至少一个比特序列适应于一条传输信道的装置。

28. 如权利要求 18 的接收设备, 其中在卷积解码器之前, 使用一个卷积解码器来提供输出比特的装置包括: 用于将比特插入至少一个比特序列的装置。

29. 如权利要求 27 的发送设备, 还包括用于交织的装置。

30. 如权利要求 29 的发送设备, 其中用于交织的装置执行比特交织, 并且用于提供映射的装置在用于交织的装置之后工作。

31. 如权利要求 29 的发送设备, 其中用于交织的装置执行符号交织, 并且用于提供映射的装置在用于交织的装置之前工作。

32. 如权利要求 27 的发送设备, 其中用于凿孔的装置按照一个数量来为每个序列提供凿孔, 所述数量取决于定义该序列的多项式的灵敏度等级。

33. 一种用于无线通信的系统, 包括一个基站和一个移动站, 其中基站或移动站包括如权利要求 17 所述的发送设备。

34. 一种用于无线通信的系统, 包括一个基站和一个移动站, 其中基站或移动站包括如权利要求 18 所述的接收设备。

在调制前把卷积编码比特分配到符号中的方法和系统

发明领域

本发明涉及蜂窝电信，尤其涉及基于卷积码的语音参数信道编码。

发明背景

在一个现代蜂窝系统中，某些调制方案被用于一次发送若干比特，也就是将若干比特当作一个符号进行发送，例如 8-PSK 调制，该调制方案预期将会用于现有的 EDGE，也就是 GSM 演进增强型数据速率。使用这种调制方案通常会为一个符号的不同比特产生不同的差错概率。举个例子，对于为 EDGE 设计的 8-PSK 调制来说，在每个符号中将会发送三个比特（参见 ETSI（欧洲电信标准协会）规范 GSM05.04 第 3.2 节，其中叙述了把调制比特以三个一组的方式格雷映射到 8-PSK 符号），并且其中一个比特的误码率（BER）大约是另外两个比特 BER 的二倍。与之相反，GSM 目前使用所谓的 GMSK（高斯最小频移键控）调制方案，其中每个符号只发送一个比特，因此每个已接收比特的 BER 都是相同的。对于在每个符号上发送若干比特的系统来说，最佳编解码器（编码器/解码器）必须顾及每符号多比特调制方案中存在的不均匀 BER，因为在包括卷积编码这些前向纠错编码中，卷积编码比特流的比特并不具有均匀的差错恢复力，也就是说，某些比特中的差错要比其它比特中出现的差错更为严重。

因此应该特别注意为这种系统的编解码器设计一个恰当的交织器。目前主要有两种交织器设计：比特交织器设计和符号交织器设计。符号交织器对符号进行交织并将属于每个符号的比特保持在一起，而比特交织器则是基于一个一个比特来对整个比特序列进行交织的。

如果使用符号交织设计，则会在交织器之前依据某些算法来对已编码比特进行处理，从而通过控制比特到符号的分配来提高差错防护性能。另一方面，如果使用比特交织设计，则会再次使用相似或相同的算法，但是该算法是在交织器之后作用于比特的。

在现有技术的系统中，如图 1 和图 2 所示，经过卷积编码并且或

许已被凿孔的比特序列（该序列是一个已经删除了某些比特的比特序列，所删除的比特称为被凿孔的比特）是在调制之前进行交织的。在使用卷积码的时候，交织操作是极其重要的，因为这种编码被设计成了能够很好地应付随机差错，如果错误是突发性的（并且如果没有使用交织），那么这种编码的性能将会显著降低。

交织确保了在同一个无线突发中不会发送连续比特，同时确保传输之前最大限度地离卷积编码序列的邻近比特【参见 ETSI 规范 GSM05.03】。因此，交织趋于确保那些出现在一个传输信道中的差错尽可能均匀地分布在各个完整的语音帧上，也就是说，错误似乎是随机分布而不是突发的。交织是一种很普遍和很强大的改善差错防护性能的方法，因为大多数编码都被设计成了能够牢固抵御随机分布的差错，而不是突发差错。

然而根据现有技术，通常在没有顾及调制方案的情况下使用了相同类型的交织。但是，在使用某些符号内部各个比特的错误概率并不平均的调制方案时，交织过程应该适合不均匀的误码率。

某种情况下需要考虑到不均匀的误码率是有关的，这种情况出现在一个使用 8-PSK 调制（或是任何一种多级调制方案）的系统中。

当使用一种在每个符号上发送 N 个比特的调制方案时，显然必须在调制之前从比特序列中构造这些 N 个比特的符号。为此目的，使用了众所周知的 N 比特串-并变换。如图 1 和图 2 所示，如果使用符号交织器 14（图 1），那么执行 N 比特串-并变换的模块 103 位于交织器之前，如果使用比特交织器 24（图 2），那么该模块位于交织器之后。在现有技术的解决方案中，该转换是在比特交织器之后执行的，而在 ETSI 规范 GSM05.03（在 3.11 节到 3.13 节阐明了用于 ECSD 数据信道，也就是增强型电路交换数据的信道编码，由于 ECSD 是一种将 GMSK 调制改为 8-PSK 调制的 HSCSD，因此 ECSD 是 HSCSD（高速电路交换数据）的一个 EDGE 版本）中描述了这个解决方案。

图 5 描述了现有技术系统的操作，在这个系统中使用了符号交织器，并且串-并变换位于交织器之后（与图 1 相同）。在图 5 所述实例中， $1/3$ 速率的被凿孔的卷积编码是以 8-PSK 调制（3 比特/符号）的方式使用的。没有采用特殊操作来控制把经过卷积编码并已凿孔的比特分配到三比特的符号。所构造的符号馈送到符号交织器，该符号交

织器可以是基于一个块对角 (Block Diagonal) 比特交织器 (如在 GSM05.03 中所叙述的那样), 它被修改成了交织符号而不是单个比特。

如果在系统中使用符号交织器, 那么从图 5 中可以看出, 现有技术保证了符号级别而不是比特级别的最佳交织, 其中来自凿孔模块的连续比特是在同一符号中发送的。这种系统为卷积码的解码状态招致了更突发的差错, 由此降低了编码的差错防护性能。在使用比特交织器的时候并未出现这个问题。

在现有技术中, 最主要的非最优性涉及一种实际情况, 那就是现有技术没有对从给定生成多项式到符号内部给定位置的编码比特分配加以控制 (如果符号内部不同比特位置具有不同差错概率的话, 而这通常是真实的)。以下将会更详细地描述这个问题。

卷积编码器通常是作为移位寄存器来实现的, 它完全可以用一个连接图来描述, 例如关于一个速率 $R=1/2$ 的编码器 (为每个输入比特提供 2 个输出比特) 的图 1A 的连接图 110, 其中显示了三个延迟元件 111a、111b、111c 以及两个加法器 112、114。编码速率 R 通常写作 k/n , 它表示编码器把一个 k 元组映射到一个 n 元组。与通过提供连接图所进行的描述相比, 这样能够更简明地描述一个编码器。通过声明 n 、 k 以及所谓的约束长度 K (它是以不同方式来定义的, 例如在编码过程中影响到各个 n 元组构造的 k 元组数目) 的值, 可以给出一个更简明的规范。对图 1A 的编码器来说, $n=2$ 、 $k=1$ 、 $K=3$ 。另一种方法是以矢量或者生成多项式的形式来产生加法器连接。举例来说, 图 1A 中速率为 $1/2$ 的编码具有生成器矢量 $g_1=111$ 以及 $g_2=101$, 或者等价具有生成多项式 $g_1(x)=x^2+x+1$ 以及 $g_2(x)=x^2+1$, 其中 x 是延迟。(D 表示一个取样延迟, D^2 表示两个取样延迟等等)。

在图 5 描述的编码器实例中, 编码速率为 $1/3$ 的卷积码完全匹配于一个符号中发送的比特数目, 也就是三个比特, 由此能将来自一个生成多项式的所有比特分配给每个已发送符号中的某个位置, 尤其是把来自某些多项式的输出比特分配给强比特位置, 而将其他多项式的输出比特分配给弱比特位置。(在 8-PSK 调制中, 来自每个符号中的这三个比特的其中一个比特具有两倍于其他两个比特的误码率。误码率较高的比特称为弱比特, 而其他两个比特则称为强比特)。然而, 如果在卷积编码之后进行了凿孔 (如图 5 所示, 并且如在用于语音编

码的本领域信道编解码器的所有状态中那样)，那么必须使用一种更为先进的算法来分配编码器的多项式的输出比特。可以看出，在开始分配的时候，来自多项式 A 和 B 的比特分配到了强比特位置，而来自多项式 C 的比特则分配到了弱比特位置。然而由于凿孔，来自多项式 A 和 B 的某些比特稍后将被分配到弱比特位置，而这并不是所希望的。由于这个实例中的多项式 A 和 B 对传输信道中的差错更敏感，因此这种非故意分配降低了编码的纠错性能。而多项式是否灵敏则通过执行大量模拟来获悉。（需要注意的是，当卷积码速率不与作为一个符号发送的比特数目相匹配时，相同的问题也会出现。）

对在每个符号上发送多个比特的卷积编码器来说，需要一种算法，用于将这种编码器的各个多项式输出的比特分配到所发送符号内部的不同位置，该算法顾及了这种编码器所提供符号中的不同比特的不同差错概率，由此提高了编码器的差错防护性能。

发明公开

因此在本发明的第一个方面，提供了一种方法，用于对一个比特序列进行编码，以便作为包含多个比特的符号经由传输信道发送，其中该符号的某些比特位置具有高于其他比特位置的误码率，该方法包括：一个步骤：响应于输入比特序列，使用一个卷积编码器来提供多个比特序列，每个比特序列都是由一个预定的生成多项式来定义的，其中所述预定的生成多项式具有对于凿孔的预定灵敏度等级，并且还包括一个步骤：基于定义比特序列的生成多项式的灵敏度等级而把各个比特序列中的那些比特映射到符号位置。

在本发明的第一个方面中，该方法还可以包括一个交织步骤。此外，交织可以是比特交织，而提供映射的步骤则可在比特交织步骤之后执行。作为选择，交织也可以是符号交织，而提供映射的步骤则在符号交织步骤之前执行。

还根据本发明的第一个方面，在使用卷积编码器提供多个比特序列的步骤中，可以在使用卷积编码器之后对至少一个比特序列进行凿孔，以使至少一个比特序列适应于一条传输信道。此外，每个序列的凿孔数目可以取决于定义该序列的多项式的灵敏度等级。

还根据本发明的第一个方面，在使用卷积编码器提供多个比特序列的步骤中，可以在使用卷积编码器之后对至少一个比特序列进行凿

孔，以使至少一个比特序列适应于一条传输信道，并且每个序列的凿孔数目可以取决于定义该序列的多项式的灵敏度等级。此外，该方法还包括一个交织步骤。并且，交织可以是比特交织，而提供映射的步骤则可在比特交织步骤之后执行。作为选择，交织也可以是符号交织，而提供映射的步骤则是在符号交织步骤之前执行的。

在本发明的第二个方面中，提供了一种方法，用于对一个为了作为包含多个比特的符号经由传输信道发送而被编码的比特序列进行解码，这些符号中的某些比特位置具有高于其他比特位置的误码率，该方法包括一些步骤，这些步骤与根据本发明第一方面而对比特序列进行编码时执行的步骤相反，尤其包括：一个步骤：响应于已接收符号，将该符号去映射（demap）成多个比特序列，每个比特序列都由一个预定生成多项式定义，所述预定生成多项式具有对于凿孔的预定灵敏度等级，去映射基于一个生成多项式的灵敏度等级，其中这个生成多项式定义了比特序列中的相应一个，并且还包括一个响应于多个比特序列，使用一个卷积解码器来提供输出比特的步骤。

在本发明的第三个方面中，提供了一种发送设备，用于对一个比特序列进行编码，以便作为包含多个比特的符号经由传输信道发送，其中该符号的某些比特位置具有高于其他比特位置的误码率，该设备包括：响应于输入比特序列，使用一个卷积编码器来提供多个比特序列的装置，每个比特序列由一个预定生成多项式定义，所述预定生成多项式具有对于凿孔的预定灵敏度等级，以及一个装置，该装置基于定义比特序列的生成多项式的灵敏度等级而把每个比特序列中的比特映射到符号位置。

根据本发明的第三个方面，发送设备还可以包括一个用于交织的装置。此外，这个用于交织的装置可以执行比特交织，用于映射的装置可以在用于交织的装置之后工作。作为选择，用于交织的装置也可以执行符号交织，而用于映射的装置可以在用于交织的装置之前工作。而且，在卷积编码器之后，使用卷积编码器提供多个比特序列的装置可以包括用于对至少一个序列进行凿孔以使至少一个序列适应于传输信道的装置，用于凿孔的装置可以按照一个数量来对每个序列进行凿孔，其中所述数量依赖于定义该序列的多项式灵敏度等级。

还根据本发明的第三个方面，在卷积编码器之后，使用卷积编码

器提供多个比特序列的装置可以包括用于对至少一个比特序列进行凿孔以使至少一个比特序列适应于传输信道的装置。此外，发送设备还包括用于交织的装置。此外，用于交织的装置可以执行比特交织，而提供映射的装置可以在用于交织的装置之后工作。作为选择，用于交织的装置可以执行符号交织，而用于提供映射的装置可以在用于交织的装置之前工作。此外，用于凿孔的装置可以按照一个数量来对每个序列进行凿孔，其中所述数量取决于定义该序列的多项式灵敏度等级。

在本发明的第四个方面中，提供了一种接收设备，用于对一个为了作为包含多个比特的符号经由传输设备发送而被编码的比特序列进行解码，其中所述符号的某些比特位置具有高于其他比特位置的误码率，该设备包括装置，用于执行那些与根据本发明第一或第三方面而对比特序列进行编码时所执行操作相反的操作，尤其包括：响应于接收到的符号而把符号去映射成多个比特序列的装置，其中每个比特序列由一个预定生成多项式定义，该预定生成多项式具有对于凿孔的预定灵敏度等级，而去映射则是基于定义比特序列中的相应一个的生成多项式的灵敏度等级；并且还包括一个装置，该装置响应于多个比特序列，使用一个卷积解码器来提供输出比特。

因此，通过把一个编码器的串-并块（模块）改为一个特殊的功能块（在这里称作映射块）、位于符号交织编码器的符号交织块之前的块或者位于比特交织编码器的比特交织块之后的块，从而可以独立控制编码器的每个生成多项式的比特分配。在符号交织器编码器的情况下，映射块还把来自凿孔块（模块）的连续比特分配到不同符号，以便在卷积解码器的输入端进一步防止信道差错的突发式分布。

原则上讲，本发明的映射块可以与现有技术中的交织块相结合。然而，从交织块中分离出本发明的映射块将是非常有益的，尤其是在多速率编解码器（例如 3GPP26.090 和 3GPP26.190 中分别叙述的 AMR-NB 或 AMR-WB）的情况下，因为这样一来，交织器可以是通用的（因为无须为编码器的每个模式分别规定其功能）；只有映射操作是因为模式而不同的。然而，通过将编解码器模式用作一个输入参数，也可以将映射算法作为一种通用算法来实施，因此有可能使用一种为不同编解码器模式进行不同操作的（通用）映射算法。

基于若干理由，与使用比特交织的编码器相比，对那些使用了符号交织（并且映射块处于交织器块之前）的编码器来说，本发明更为实用（易于实施，由于使用较少表格而只需要较少存储）。首先在实践中，在对每个不同多项式的各个输出比特分配进行了比特交织之后，要保持追踪将是非常困难的，这就使得比特交织后的映射变成了一个非常复杂的过程。另一方面，可以使用查找表来实现映射，这样会降低复杂性，但是非常耗费资源；而使用一个查找表也并非始终可行，因为有时需要一个非常大的表格，有时则需要几个不同的表格。举个例子，对于一个多速率编解码器来说，每种模式都需要一个单独的表格。

其次，如果可用的话，符号交织器可以基于一个相应的比特交织器，例如一个用于 GSM 的比特交织器，在 GSM 中，GMSK 信道（全速率/半速率）具有先前指定的比特交织器。（根据本发明，可以重新排列符号而不是单个比特，以便将这些相同的交织器用于 8-PSK 的信道编解码器）。如果可以使用一个恰当的比特交织器，那么，用于比特交织器的编码能够适配成供符号交织器使用，而查找表（ROM 表格）的使用也可以被适配。此外，与在 GSM 中把 GMSK 改为 8-PSK 一样，如果将一个最佳比特交织器用于具有不同调制方案的相同系统和相同信道，那么并不需要对符号交织器的设计进行优化。而对例如必须为 GMSK 和 8-PSK 提供信道编解码器的 EDGE 实施来说，这个无需优化交织器设计的优点是很有价值的。

附图简述

本发明的上述和其他目标、特征及优点将从后续结合附图的详细描述中变得清楚，其中：

图 1 是一个使用符号交织器的现有技术信道编解码器的框图；

图 1A 是根据现有技术来实现一个卷积编码器的移位寄存器的示意图；

图 2 是一个使用比特交织器的现有技术信道编解码器的框图；

图 3 是根据本发明的信道编解码器的框图，其中图 1 的串-并变换模块由符号交织器之前的一个映射模块所替代；

图 4 是根据本发明的信道编解码器的框图，其中图 2 的并-串变换模块由比特交织器之后的一个映射模块所替代；

图 5 描述了一种用于在如图 1 所示解码器的符号交织器之前为 $1/3$ 速率的卷积码分配那些经过卷积编码的比特的现有技术方法；以及

图 6 描述了一种根据本发明的方法，用于在如图 3 所示的编解码器的符号交织器之前为 $1/3$ 速率的卷积码映射那些经过卷积编码的比特。

执行本发明的最佳方式

现在参考图 3 和 4，根据本发明，在信道编解码器 (300, 400) 中使用了一种每个符号发送多个比特的调制方案，其中符号内部各个比特的差错概率并不相同，（在凿孔模块 (32, 42) 执行了所有必要的凿孔之后）执行对于卷积编码比特（由一个卷积编码器 (31, 41) 提供）的映射 (33, 44)，以便优化信道编解码器的性能；如图 3 所示，如果信道编解码器包含一个符号交织模块 34，那么本发明的映射 33 是在交织前执行的；如图 4 所示，如果信道编解码器包含一个比特交织模块 43，那么映射 44 是在交织后执行的。本发明的映射 33、44 取代了现有技术中的串-并变换模块 13（图 1 和图 2）。

在现有技术中，较弱比特均匀分布在较强比特之间，由此降低了卷积码的差错防护性能；将较弱比特均匀分布在较强比特之间导致的差错防护性能的降低取决于卷积编码中使用的多项式以及把来自每个多项式的比特分配给符号的方式。较弱比特产生的影响称为“软凿孔”，因为弱比特以一种等同于使用凿孔矩阵（故意）凿孔的方式来降低卷积码的差错防护能力，但是这种降低所达到的程度相对较小。

在优化一个信道编解码器的时候，通常会非常仔细地分析所选多项式组的属性。这种分析确定了如何完成可能的凿孔（也就是哪个多项式进行凿孔以及哪个多项式不进行凿孔，以及是否使用一个递归码）。（凿孔被实施，以使卷积编码比特的数目匹配于实际能够发送的比特数目，并且这种分析把确定如何进行凿孔来得到所需匹配以及尽可能少地降低卷积码差错防护性能作为一个目标。卷积编码通常是以一个分子为一的速率来执行的，例如 $1/2$ ，因此对于每个输入比特来说，存在两个输出比特。如果分子为一，那么我们将无法直接得到分子不为一的编码速率，例如 $2/3$ 。为此目的，我们执行一个 $1/2$ 的编码速率并对某些编码比特进行凿孔，以便达到预期的编码速率。）而寻找对凿孔最敏感的多项式（也就是凿孔其输出）和对凿孔次最敏感的

多项式等等也是非常重要的。通常，最优过程是只对最不敏感多项式的输出或是少数那些最不敏感的多项式的输出进行凿孔，而不对其它多项式进行凿孔。并且根据经验，递归多项式的输出通常应保持不被凿孔。

如果对码的不同多项式的实际（硬）凿孔进行独立控制，也就是说，如果在信道编解码器的设计阶段对每个多项式进行独立于其它多项式的优化，那么将会极大提高卷积码的差错防护性能。同样，基于逐个多项式而对所谓软凿孔进行控制则进一步提高了卷积码的差错防护性能，但是现有技术并未提供这种控制，而本发明的映射则提供了这种控制。

现在参考图 5 和图 6，对根据现有技术（图 5）的编码器输出与根据本发明（图 6）的编码器输出进行比较。图 1 显示了提供图 5 所示输出的现有技术编码器（也就是编码器子系统 10），这个编码器执行符号交织，而图 3 则显示了提供图 6 所示输出的编码器（也就是编码器子系统 30）。对图 5 与图 6 所描述的编码器操作而言，其不同之处在于：现有技术编码器的串-并变换模块（图 1）由一个根据本发明的映射模块 33（图 3）所取代。

根据本发明，不同多项式输出的比特分配到输出流中的比特位置，这种分配是根据多项式被确定为重要的顺序，也就是多项式被确定为对于（任何）凿孔的敏感度的顺序来实施的，越敏感的多项式则越是重要。在图 5 和图 6 给出的实例中，假设始于最重要的重要性顺序是 A、B 和 C。来自最重要多项式的比特分配到了每个符号中的最强比特位置。当如此分配来自最重要多项式的所有比特时，这种分配将会以来自次最重要多项式的比特继续，依此类推，直到把来自最不important多项式的比特分配给这些符号的最弱比特。

因此根据本发明，映射模块 33（图 3）安排来使得符号交织器 34 的输出序列把来自多项式 A 的所有比特分配到最强比特，也就是说，所有比特都被分配被发送的符号中不太可能出错的位置。对多项式 A 甚至不执行软凿孔。（还需要注意，如 GSM05.03 所述，由于恰当设计的符号交织器最大限度地分离了连续符号，因此来自多项式 A 的连续比特分配到连续的符号，有时甚至是在分离的无线突发中发送连续符号的。）

图 6 实例中并未执行最重要多项式(A 和 B)的软凿孔,也就是说,没有把来自这些多项式的比特分配给所发送的符号中的弱比特位置,因此生成多项式 A、B 和 C 指定的卷积码差错防护性能是为了调制方案而被优化的。

再次参考图 3 和图 4,本发明还提供了与映射(33, 44)相对应的去映射(36, 45)。如果执行符号解交织 35,那么逆映射(由去映射模块(36, 45)表示)是在逆交织后执行的,如果执行比特解交织 46,则在逆交织之前执行逆映射。当接收根据本发明而发送的符号并且从中获取作为所接收符号的被编码和发送的比特时,接收机不但包括逆映射(36, 45),而且还包括与用于卷积编码(31, 41)和凿孔(32, 42)的模块(31, 32, 41, 42)相对应的逆模块(37, 38, 47, 48),但是逆模块的顺序与在发送机一端执行这些操作的顺序相反。(接收机一端的每个操作都与发射机一端的各个操作相对应,并且接收机这端执行操作顺序与发射机那端执行操作顺序相反。)本发明可以在移动站或是网络端实施。在网络端,本发明通常是由基站中执行信道编码和映射的设备来实施的。

发明范围

需要理解,上述方法仅仅描述了关于本发明原理的应用。在不脱离本发明范围的情况下,本领域技术人员可以想到许多修改和替换方案,而附加权利要求则覆盖了这些修改和方案。

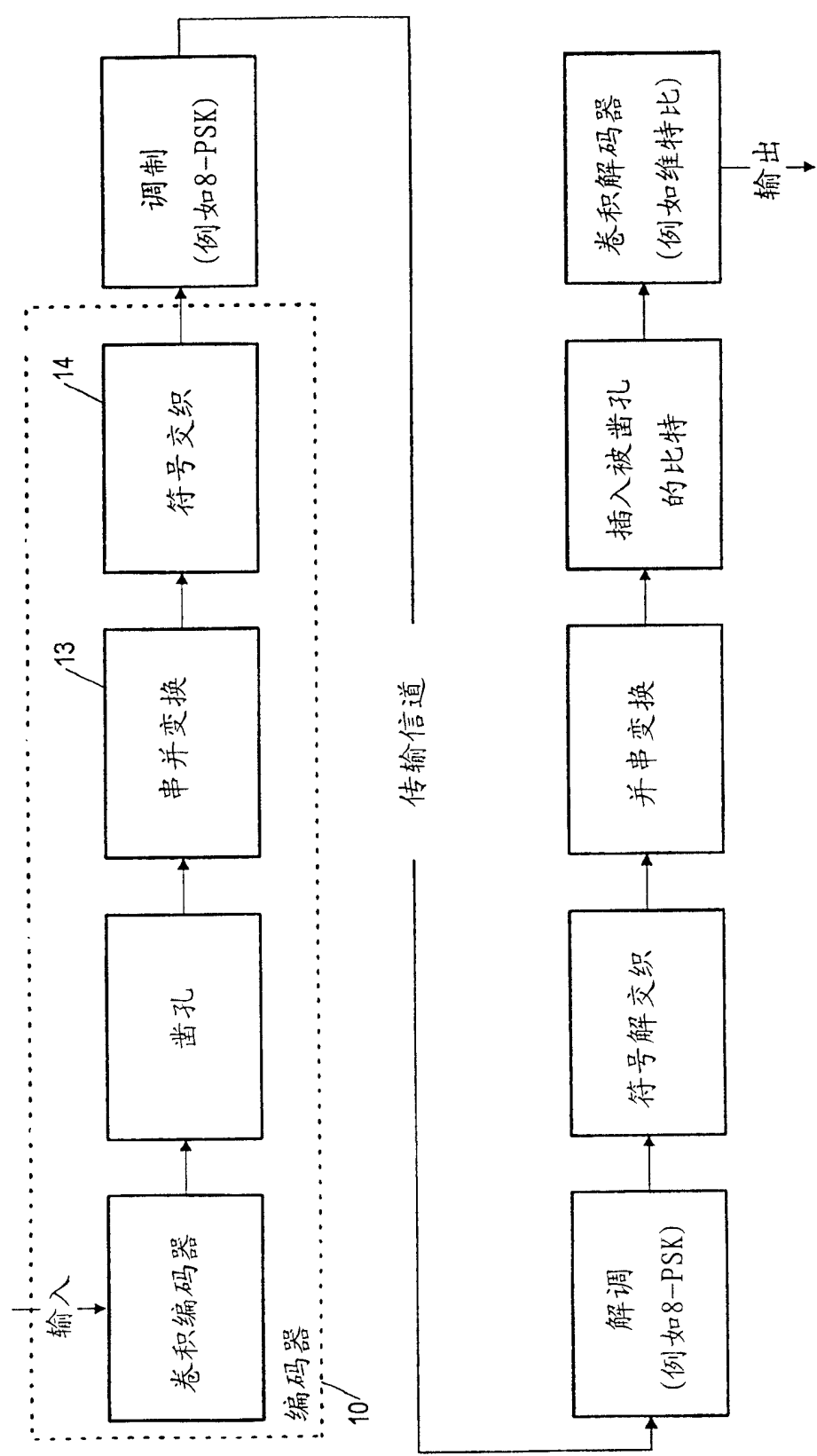


图 1 (现有技术)

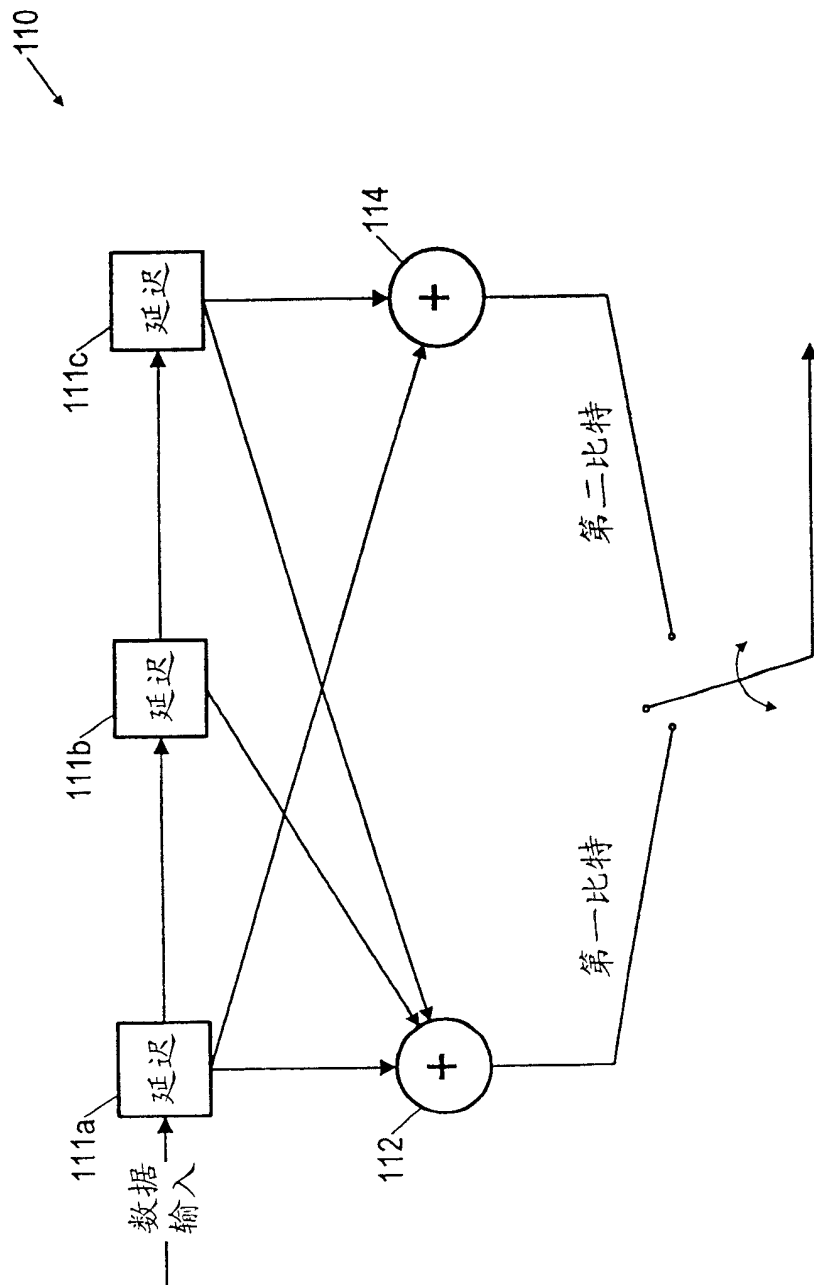


图 1A (现有技术)

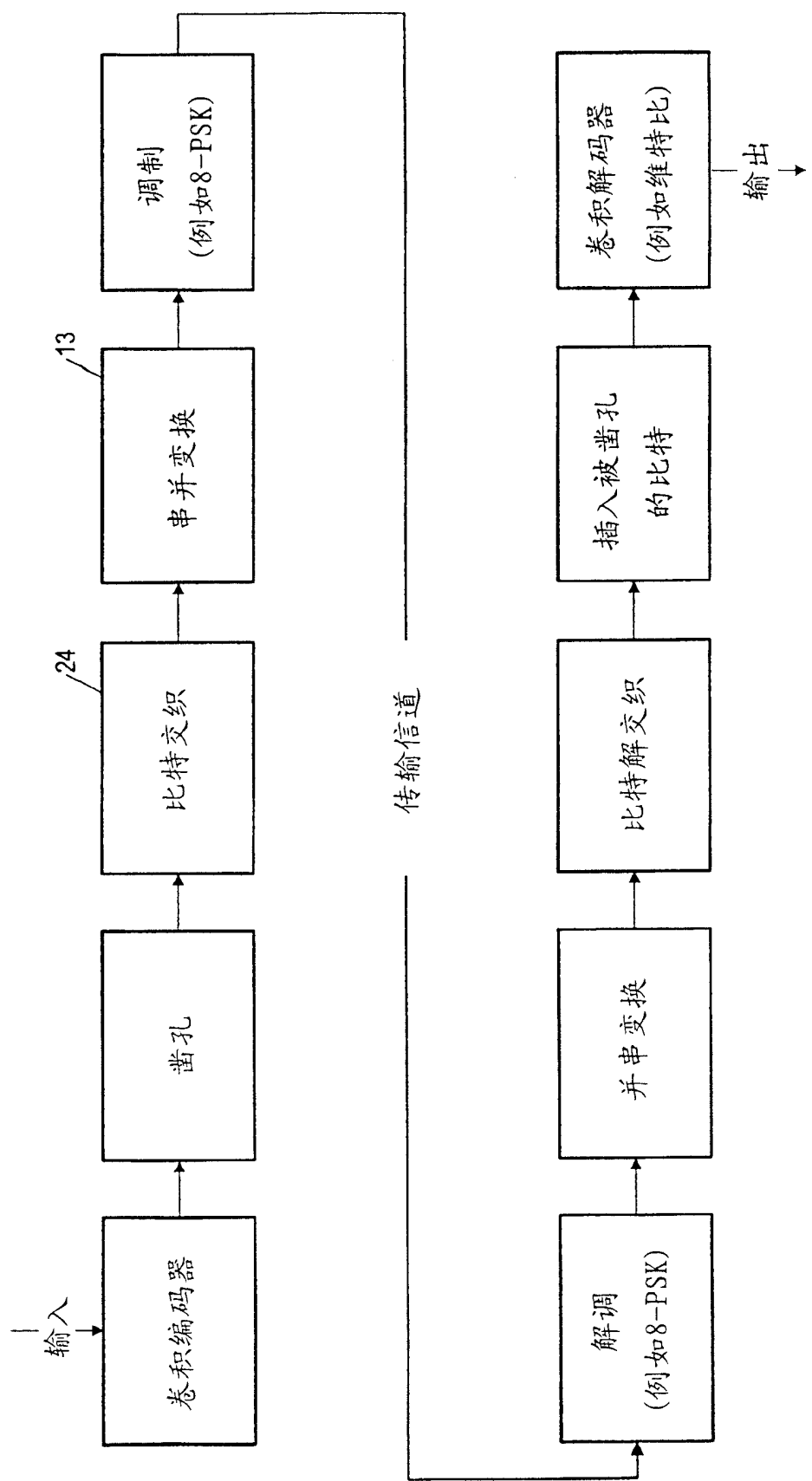


图 2 (现有技术)

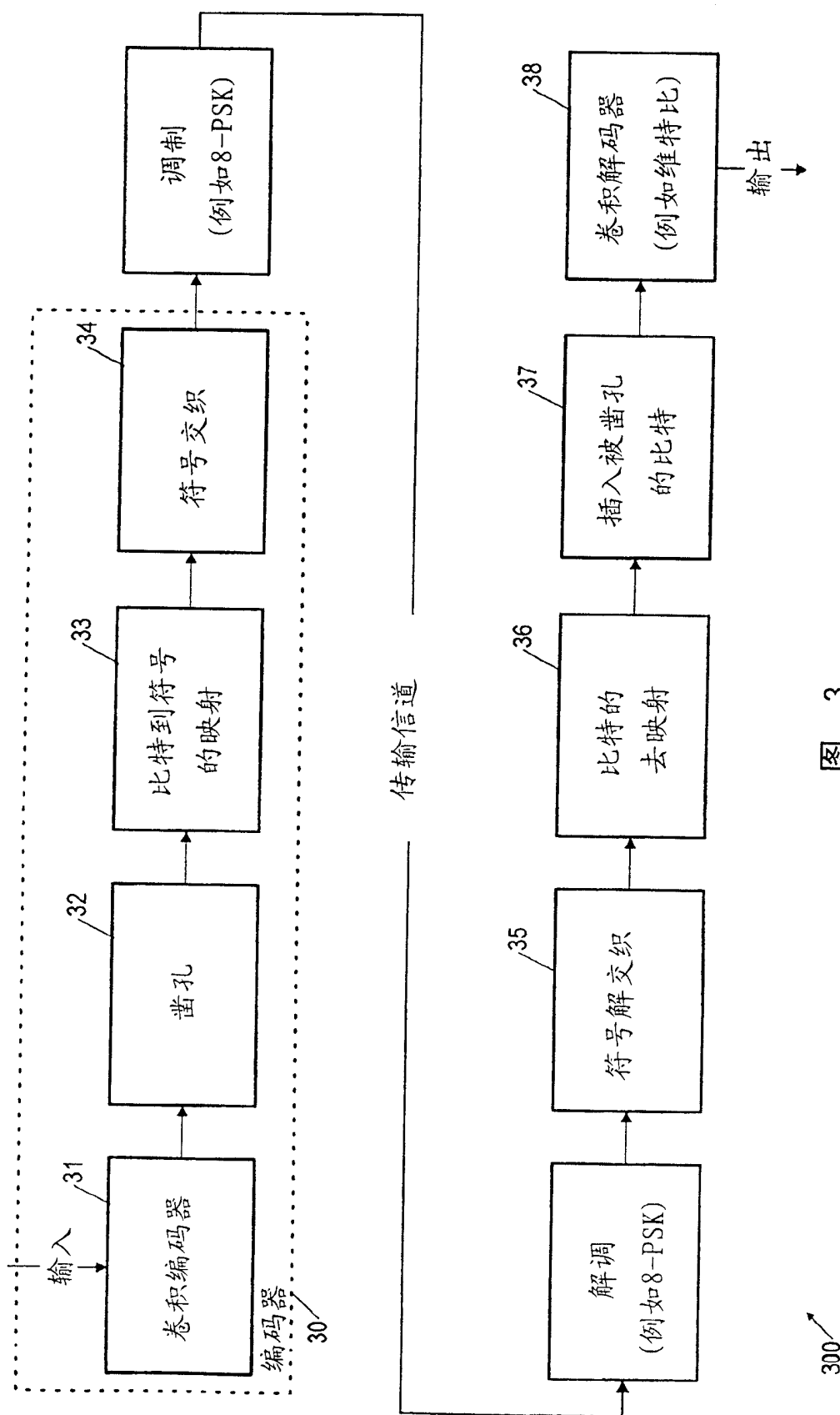


图 3

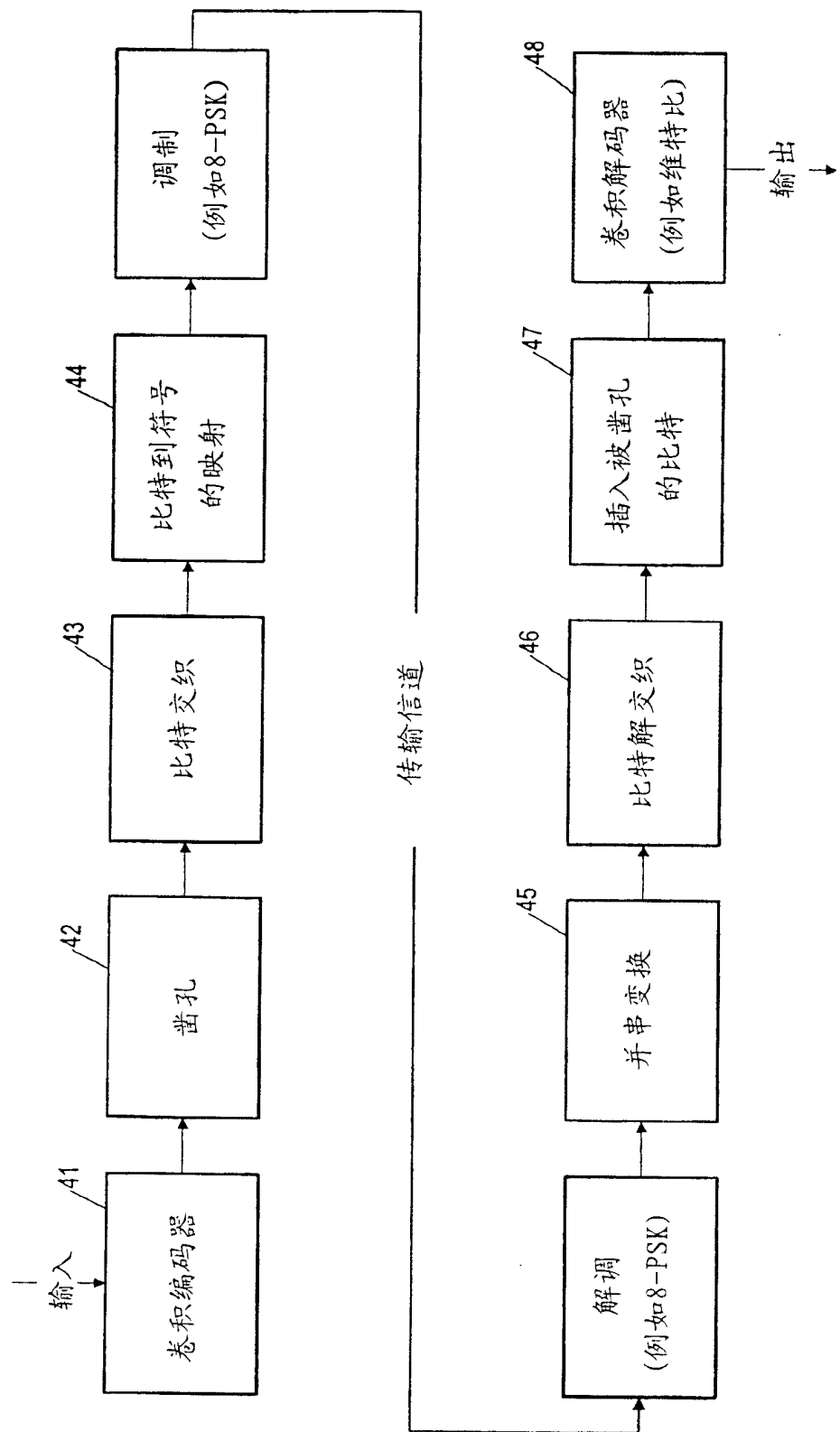


图 4

400

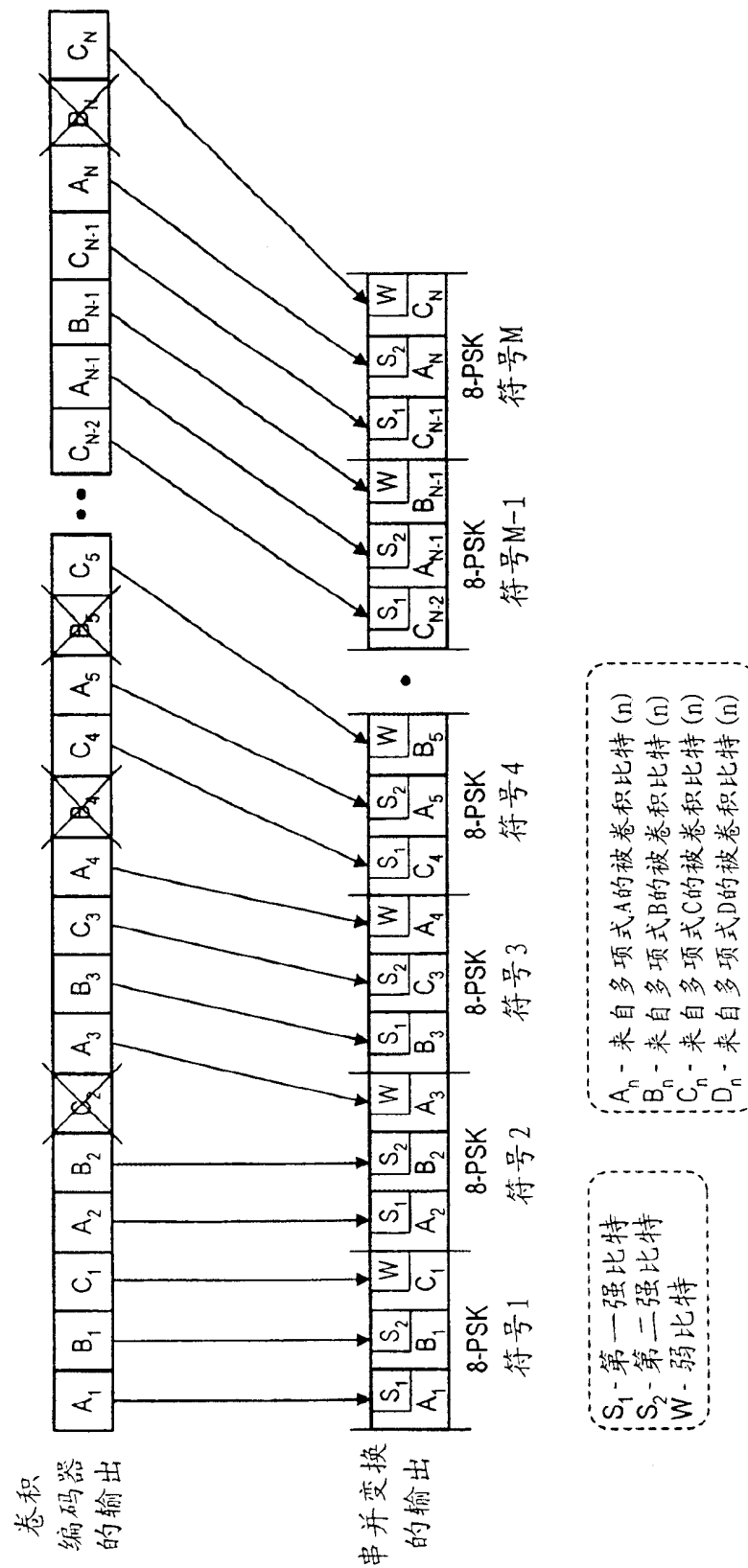
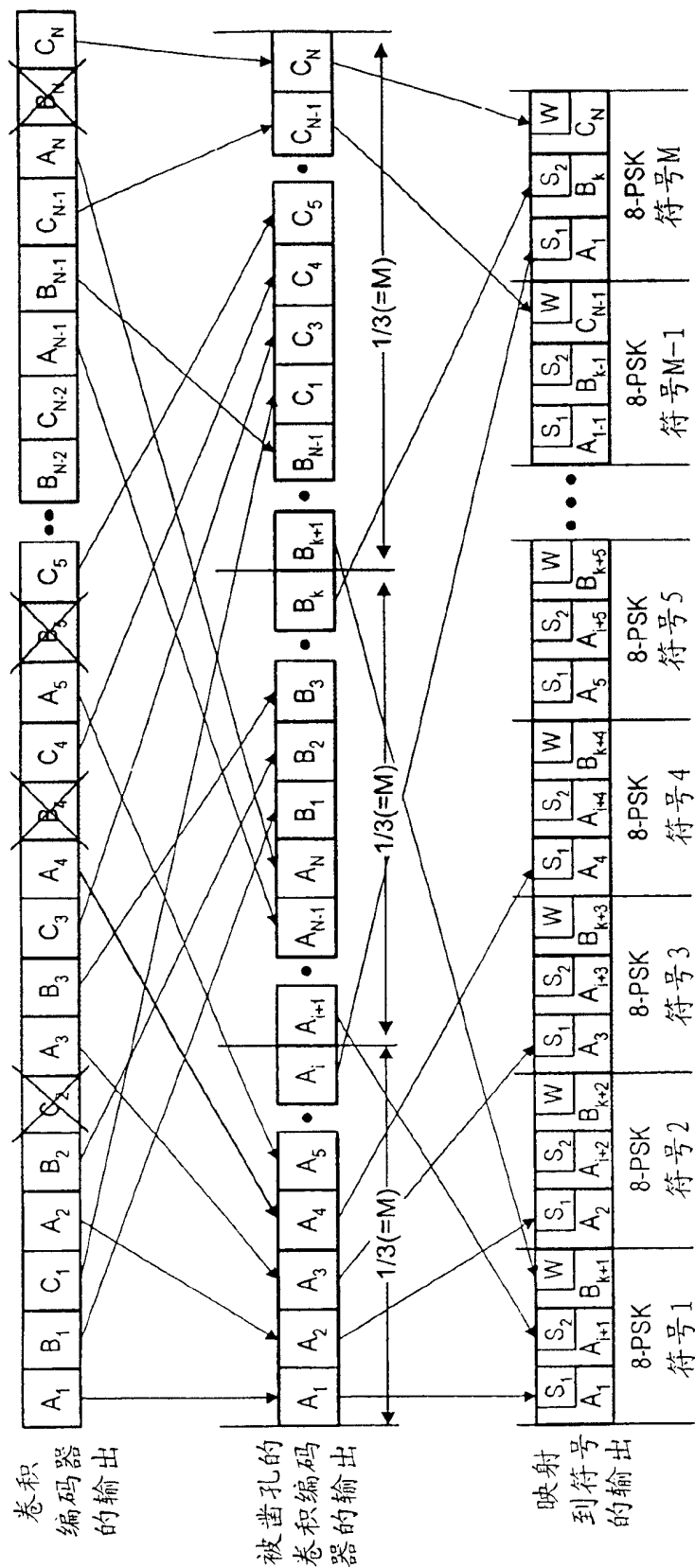


图 5 (现有技术)



注: 如果多项式A未被穿孔, 则 $i=M$

A_n - 来自多项式A的被卷积比特 (n)
 B_n - 来自多项式B的被卷积比特 (n)
 C_n - 来自多项式C的被卷积比特 (n)
 D_n - 来自多项式D的被卷积比特 (n)

S_1 - 第一强比特
 S_2 - 第二强比特
 W - 弱比特

图 6