

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局



(43) 国际公布日:  
2004年6月24日(24.06.2004)

PCT

(10) 国际公布号:  
WO 2004/054161 A1

(51) 国际分类号: H04L 1/00, 1/06

(21) 国际申请号: PCT/CN2002/000873

(22) 国际申请日: 2002年12月6日(06.12.2002)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人(对除美国以外的所有指定国): 连宇通信有限公司(LINKAIR COMMUNICATIONS, INC.) [US/US]; 美国加利福尼亚州桑塔克拉拉市塔斯曼路2901号109室, 2901 Tasman Drive, Suite 109, Santa Clara, CA 95054 (US)。

(72) 发明人;及

(75) 发明人/申请人(仅对美国): 李轶(LI, Yi) [CN/CN]; 李瀚宇(LI, Hanyu) [CN/CN]; 李永会(LI, Yonghui) [CN/CN]; 张永生(ZHANG, Yongsheng) [CN/CN]; 中国北京市西直门北大街甲43号金运大厦B座908, Beijing 100044 (CN)。

(74) 代理人: 北京三友知识产权代理有限公司(BEIJING SANYOU INTELLECTUAL PROPERTY AGENT

LTD.); 中国北京市北三环中路40号, Beijing 100088 (CN)。

(81) 指定国(国家): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

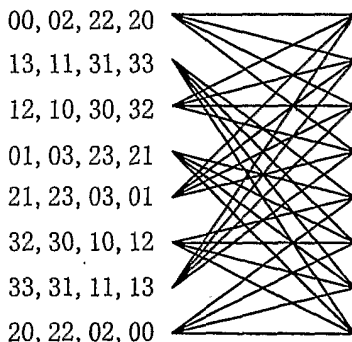
(84) 指定国(地区): ARIPO专利(GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚专利(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲专利(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI专利(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

本国际公布:  
— 包括国际检索报告。

所引用双字母代码和其它缩写符号, 请参考刊登在每期PCT公报期刊起始的“代码及缩写符号简要说明”。

(54) Title: A CODING METHOD OF SPACE-TIME TRELLIS CODES

(54) 发明名称: 一种时空网格码编码方法



(57) Abstract: The present invention provides a space-time trellis coded method comprising: at transmitting terminal: inputting signal bits are encoded using a space-time trellis code; modulating the coded data; sending modulated signals upon transmitting antenna to the communication channel; at receiving terminal: receiving antennas receive the signals upon the communication channel from said transmitting terminal; characterized: said space-time trellis code has symmetric structure, in searching said space-time trellis code must accord with symmetric configuration condition, said space-time trellis code having symmetric configuration is the best among all the corresponding space-time trellis code. Said space-time trellis code can attain the completely diversity gain and the maximal coding gain simultaneous.

[见续页]

WO 2004/054161 A1



---

**(57) 摘要**

本发明提供了一种时空网格码编码方法，包括：发端：对输入比特进行时空网格码编码；将编码后的数据进行调制；将调制后的信号经发射天线发射到信道中；收端：接收天线接收所述信道中来自所述发端的信号；其特征在于：所述的时空网格码为具有对称结构的时空网格码，在所述时空网格码的搜索中需满足对称结构的约束条件，且所述的具有对称结构的时空网格码在所有的对应状态的时空网格码中是最优的。所述的时空网格码可以在获得全分集增益的同时还能获得最大的编码增益。

## 一种时空网格码编码方法

### 技术领域

本发明属于无线通信技术领域，其特别涉及瑞利快衰落信道下的编码，具体的讲是一种时空网格码编码方法。

### 5 背景技术

众所周知，在衰落信道中，信号的衰落将严重恶化系统的性能，克服衰落最有效的手段是采用分集技术。时空编码技术<sup>[1,2,3]</sup>可以同时获得分集增益和时空编码增益，克服衰落的影响，提高传输的可靠性，对系统频谱利用率的提高有重要的意义。文献[1]和文献[2]详细地研究了时空分组码  
10 的设计，它的特点是能获得全分集增益和译码简单。文献[3]指出在相同的数据传输率和获得相同分集增益的条件下，时空分组码的性能不可能比时空网格码更好，这篇文献系统的研究了各种信道条件下（包括准静态衰落的瑞利或者莱斯信道和快衰落的瑞利信道等）的时空网格码的设计，给出了相应的设计准则，并给出了准静态衰落信道条件下 4 状态、8 状态和 16  
15 状态的时空网格码，该文给出的结果是手工设计的，可以证明它们能够获得全分集增益但是不能保证能获得最大的编码增益。为此有许多文献，如文献[4]，文献[5]，文献[6]都致力于准静态衰落信道条件下最优时空网格码的设计，而很少有研究快衰落瑞利信道条件下最优时空网格码的设计。这些文献都致力于准静态衰落瑞利信道下时空网格码的研究是因为这种信道环境比快衰落瑞利信道环境更为恶劣，然而当采用足够长的信道交织时，准静态衰落就近似于独立快衰落，而在实际系统中都会采用信道交织。因此有必要对快衰落瑞利信道下时空网格码的设计进行研发。

### 发明内容

本发明的目的在于，提供一种时空网格码编码方法，特别针对 8 状态  
25 的时空网格码提出了一种对称结构的时空网格码编码方法，所述的时空网

格码可以在获得全分集增益的同时还能获得最大的编码增益。

本发明的技术方案为：

一种时空网格码编码方法，包括：

发端：对输入比特进行时空网格码编码；将编码后的数据进行调制；

5 将调制后的信号经发射天线发射到信道中；

收端：接收天线接收所述信道中来自所述发端的信号；

其特征在于：

所述的时空网格码为具有对称结构的时空网格码，在所述时空网格码  
 10 搜索中需满足对称结构的约束条件，且所述的具有对称结构的时空网格  
 码在所有的对应状态的时空网格码中是最优的。

所述的时空网格码为 8 状态时空网格码，且所述的 8 状态时空网格码  
 的码矩阵的前四行元素各不相同，后四行元素也各不相同。

所述的具有对称结构的时空网格码可为：具有对称结构的 8 状态时空  
 网格码。

15 所述的具有对称结构的时空网格码是指具有对称结构的 8 状态时空网  
 格码；在对称结构的约束下可以搜索到  $d_{\min}=48$  的非线性 8 状态时空网格码，  
 且所述的搜索到的  $d_{\min}=48$  的非线性 8 状态时空网格码在所有的 8 状态码中  
 是最优的。

所述的 8 状态时空网格码的码矩阵成镜像对称结构；且

20 如果用  $\{a_{00}, a_{01}, \dots, a_{03}, a_{10}, a_{11}, \dots, a_{13}, \dots, a_{70}, a_{71}, \dots, a_{73}\}$  表示码矩阵  
 中的 32 个元素，那么存在下列等式：

$$a_{xy} = a_{(7-x)(3-y)} \quad x = 4, 5, 6, 7 \quad y = 0, 1, 2, 3 \quad .$$

本发明所述的方法，其步骤包括：建立两个状态序列数据文件；其中：

第一个数据文件中的每一个序列表示两个截断码字，这两个截断码字

25 在  $t$  时刻和  $t+2$  时刻的状态是相同的，在  $t+1$  时刻的状态不同；

所述第一个数据文件中共有 56 个序列，第二个数据文件中的每一个序

列表示的两个截断码字在  $t$  时刻和  $t+3$  时刻的状态是相同的，在  $t+1$  时刻和  $t+2$  时刻的状态不同，这个数据文件中共有 1280 个序列；

在进行码的搜索时：对于由所述的等式所限定的对称结构的 8 状态时空网格码，其码矩阵中的 32 个元素只有前 16 个元素是可以设计的，后 16 个元素由所述的等式得到，而且这前 16 个元素要各不相同即满足条件一，  
5 这样， $a_{00}$  就有 16 种可能取值， $a_{01}$  有 15 种可能，依此类推；

每产生一个元素就按照数据文件中的序列去检验，看该序列所对应的两个“码字”是不是满足指定的最小乘积距  $d_{\min}$ ，如果不满足则不再继续生成后面的元素，而是改变前一个元素生成新的“码字”，直到生成 16 个  
10 都满足条件的元素。

这里的码字用引号是因为 32 个元素还没有全部产生，所以严格来说还不能称为一个码字，但是因为已经产生的元素不能满足条件，所以没有必要再生成后续元素了，这样可以大大提高搜索速度。

所述的码的搜索还包括：对于 8 状态的时空网格码，可以搜索到 1536  
15 个  $d_{\min}=48$  码矩阵，如果限定在 0 状态输入为 0 时输出也为 0，即限定  $a_0=00$ ，则有 96 个满足  $d_{\min}=48$  的网格码；且在满足条件一的所有的 8 状态时空网格码中，这些码是最优的。

所述的最优是指：在 8 状态时，最小乘积距  $d_{\min}$  比  $6*8=48$  更大的只能是  $8*8=64$ ，状态序列  $(0, 0, 0)$  和  $(0, 2, 0)$  对应的是两个不同的码字，这两个  
20 码字要想达到  $d_{\min}=64$ ，就必须有  $a_{02}=a_{20}$ ，但是这样就不满足条件一，因此最大的最小乘积距只能是 48，因此所述的 8 状态时空网格码是最优的。

本发明所述的方法，其特征在于，所述的发射端可采用 N 个发射天线，所述的接收端可采用 M 个接收天线。

本发明所述的方法，其特征在于，所述的调制可为 4-PSK 调制。

25 本发明的有益效果在于，通过提供一种时空网格码编码方法，可以在获得全分集增益的同时还能获得最大的编码增益。

## 附图说明

图 1 为两发两收的快衰落信道的结构框图；

图 2 为 4-PSK 调制星座图；

图 3 为 8 状态时空网格码的网格图；

5 图 4 为 8 状态时空网格码的仿真图。

## 具体实施方式

下面结合附图对本发明的具体实施方式描述：

本发明为一种时空网格码编码方法，包括：

发端：对输入比特进行时空网格码编码；将编码后的数据进行调制；

10 将调制后的信号经发射天线发射到信道中；

收端：接收天线接收所述信道中来自所述发端的信号；

其特征在于：

所述的时空网格码为具有对称结构的时空网格码，在所述时空网格码  
的搜索中需满足对称结构的约束条件，且所述的具有对称结构的时空网格  
15 码在所有的对应状态的时空网格码中是最优的。

假定在发射端采用  $N$  个发射天线在接收端采用  $M$  个接收天线，假定信  
号在空间中的衰落为独立的瑞利快衰落。在发射端，每个发射符号的能量  
归一化为 1，从每个发射天线上发出的数据以  $L$  个符号为一帧，为了便于  
说明本文采用两个发射天线两个接收天线和 4-PSK 调制，每个符号由两个  
20 比特组成，可以推广适用于多个发射天线多个接收天线和其他调制的情况。  
信息的传输过程如图 1 所示。在接收端， $t$  时刻天线  $j$  接收到的信号为：

$$r_j(t) = \sum_{i=1}^N h_{ij} s_i(t) + n_j(t) \quad j=1, \dots, M, \quad t=1, \dots, L \quad (1)$$

这里： $n_j(t)$ ,  $j=1, \dots, M$ ,  $t=1, \dots, L$  是一个复白高斯随机变量序列，  
其方差为  $N_0/2$ ，信道衰落因子  $h_{ij}$ ,  $i=1, \dots, N$ ,  $j=1, \dots, M$  是一个白高斯随  
25 机变量序列，其均值为零方差为 1。

时空网格码的表示方法很多，本发明采用文献[3]中的表示方法，这种方法能够表示所有的时空网格码，以图 3 为例，从上到下的八行依次表示从状态 0 到状态 7 的八个状态，从每一个状态出发有四条分支分别到达下一个时刻的四个状态，四条分支从上到下对应的输入分别是 0、1、2、3，格图左边的数字依次表示从上到下每条分支上的输出，每条分支对应的输出是用两个数字表示的，分别表示从两个天线上输出的内容。为了表示方便，用一个矩阵来表示格图左边的数字，这样每一个时空网格码就对应一个码

矩阵，图 3 的时空网格码可以用码矩阵 
$$\begin{bmatrix} 00 & 02 & 22 & 20 \\ 13 & 11 & 31 & 33 \\ 12 & 10 & 30 & 32 \\ 01 & 03 & 23 & 21 \\ 21 & 23 & 03 & 01 \\ 32 & 30 & 10 & 12 \\ 33 & 31 & 11 & 13 \\ 20 & 22 & 02 & 00 \end{bmatrix}$$
 来表示。

对于时空网格码的搜索准则来说，Tarokh 在文献[3]中推导了快衰落瑞利信道下时空网格码的设计准则。设  $\mathbf{c}$  和  $\mathbf{e}$  分别是码字序列中的两个不同的码字，
$$\mathbf{e} = e_1^1 e_1^2 \cdots e_1^N e_2^1 e_2^2 \cdots e_2^N \cdots e_l^1 e_l^2 \cdots e_l^N,$$

$$\mathbf{c} = c_1^1 c_1^2 \cdots c_1^N c_2^1 c_2^2 \cdots c_2^N \cdots c_l^1 c_l^2 \cdots c_l^N$$

在发射端发射码字  $\mathbf{c}$  时，在接收端错译成了  $\mathbf{e}$ ，则在快衰落瑞利信道下成对码错误概率满足：

$$P(\mathbf{c} \rightarrow \mathbf{e}) \leq \prod_{t \in s(\mathbf{c}, \mathbf{e})} \left( |c_t - e_t|^2 \frac{E_s}{4N_0} \right)^{-M} \quad (2)$$

这里  $|c_t - e_t|^2 = \sum_{i=1}^N |c_t^i - e_t^i|^2$ ， $s(\mathbf{c}, \mathbf{e})$  表示这样一个时刻集合，对于任意两个码字  $\mathbf{c}$  和  $\mathbf{e}$ ，在时刻序列  $1 \leq t \leq L$  中，如果  $|c_t - e_t|^2 \neq 0$  则时刻  $t$  在时刻集合  $s(\mathbf{c}, \mathbf{e})$  中。用  $|s(\mathbf{c}, \mathbf{e})|$  表示集合  $s(\mathbf{c}, \mathbf{e})$  中元素的个数，则在快衰落瑞利信道下所能获得的分集重数为  $M|s(\mathbf{c}, \mathbf{e})|$ ，为了获得最大的编码增益必须使：

$$\prod_{t \in s(\mathbf{c}, \mathbf{e})} |c_t - e_t|^2 \quad (3)$$

达到最大。由于分集增益的作用很大，它决定了误码率曲线的斜率，因此

在时空码的设计中首先要保证能获得最大的分集增益。

就最优 8 状态时空网格码的设计而言，这里以两个发射天线的情况为例进行说明，也就是说  $N=2$ ，其也可以推广到其他多发射天线时的情况。

从图 3 的格图结构可以看出，如果 8 状态时空网格码的码矩阵中的元素满足：

条件一：8 状态时空网格码的码矩阵的前四行元素各不相同，后四行元素也各不相同。

那么 8 状态时空网格码的任意两个不同码字一定在某两个时刻的输出是不同的，这样就一定能够获得  $2M$  重分集增益，因此 8 状态时空网格码的设计难点在于如何获得最大的编码增益。

对于 8 状态的时空网格码，如果进行遍搜索，那计算量将是非常大的，但用下面介绍的搜索方法可以在线性码的范围内进行遍搜索，可以搜到 44 个最小乘积距  $d_{\min}=32$  的线性 8 状态时空网格码，在线性码中这些码是最优的，但是如果没有线性结构这个约束条件，则还可以有更好的码。本文提出了一种基于对称结构的 8 状态时空网格码，在对称结构的约束下用下面介绍的搜索方法可以搜到  $d_{\min}=48$  的非线性 8 状态时空网格码，可以证明这些码在所有的 8 状态码中是最优的。下面进行详细说明。

本文假定 8 状态时空网格码的码矩阵成镜像对称结构，如果用  $\{a_{00}, a_{01}, \dots, a_{03}, a_{10}, a_{11}, \dots, a_{13}, \dots, a_{70}, a_{71}, \dots, a_{73}\}$  表示码矩阵中的 32 个元素，那么有：

$$a_{xy} = a_{(7-x)(3-y)} \quad x = 4,5,6,7 \quad y = 0,1,2,3 \quad (4)$$

首先建立两个状态序列数据文件，第一个数据文件中的每一个序列表示两个截断码字，这两个截断码字在  $t$  时刻和  $t+2$  时刻的状态是相同的，在  $t+1$  时刻的状态不同，例如状态序列  $p_1 = \{(0, 0, 0), (0, 2, 0)\}$ ，该序列的前三个元素  $\{0, 0, 0\}$  表示一个截断码字，该截断码字从  $t$  时刻到  $t+2$  时刻的状态依次为状态  $0, 0, 0$ ，对于图 3 所示的网格码它表示截断码字



$dA = \{00, 00\}$ , 同样序列  $p_1$  的后三个元素  $\{0, 2, 0\}$  表示截断码字  $dB = \{22, 12\}$ , 假定码字  $A$  和码字  $B$  在  $t$  时刻之前和  $t+2$  时刻之后都是相同的, 在  $t$  时刻到  $t+2$  时刻分别为截断码字  $dA$  和  $dB$ , 那么码字  $A$  和  $B$  在两个时刻的输出是不同的, 在 4-PSK 调制(如图 2 所示)下按照 (3) 式计算它们之间的乘积

5 距为 48。通过简单的分析可以知道该序列数据文件中共有 56 个序列, 第二个数据文件中的每一个序列表示的两个截断码字在  $t$  时刻和  $t+3$  时刻的状态是相同的, 在  $t+1$  时刻和  $t+2$  时刻的状态不同, 这个数据文件中共有 1280 个序列。下面就要进行码的搜索, 搜索方法是: 对于由 (4) 式所限定的对称结构的 8 状态时空网格码, 其码矩阵中的 32 个元素只有前 16 个元素是可以设计的, 后 16 个元素由 (4) 式得到, 而且这前 16 个元素要各不相同即满足条件一, 这样,  $a_{00}$  就有 16 种可能取值,  $a_{01}$  有 15 种可能, 依此类推。每产生一个元素就按照数据文件中的序列去检验, 看该序列所对应的两个“码字”是不是满足指定的最小乘积距  $d_{\min}$ , 如果不满足则不再继续生成后面的元素, 而是改变前一个元素生成新的“码字”, 直到生成 16 个

10 都满足条件的元素。这里的码字用引号是因为 32 个元素还没有全部产生, 所以严格来说还不能称为一个码字, 但是因为已经产生的元素不能满足条件, 所以没有必要再生成后续元素了, 这样可以大大提高搜索速度。

按照上面介绍的搜索方法, 对于 8 状态的时空网格码, 可以搜索到 1536 个  $d_{\min}=48$  码矩阵, 如果限定在 0 状态输入为 0 时输出也为 0, 即限定  $a_0 =$

20 00, 则有 96 个满足  $d_{\min}=48$  的网格码, 图 4 所示为其中的一个。可以证明在满足条件一的所有的 8 状态时空网格码中, 这些码是最优的, 证明如下:

在 8 状态时, 最小乘积距  $d_{\min}$  比  $6*8=48$  更大的只能是  $8*8=64$ , 从图 4 所示的 8 状态格图可以知道状态序列  $(0, 0, 0)$  和  $(0, 2, 0)$  对应的是两个不同的码字, 这两个码字要想达到  $d_{\min}=64$ , 就必须有  $a_{02}=a_{20}$ , 但是这样就不满足条件一, 因此最大的最小乘积距只能是 48, 因此本文的 8 状态时空网格

25 码是最优的。

仿真结果如下:

为了验证前面的结果并和其他文献中给出的码进行比较, 本文给出仿真结果如图 4 所示, 所用码见表一所示, 仿真所用参数如表二所示。从图中可以看出本文给出的基于对称结构的 8 状态时空网格码在瑞利快衰落信道下是最优的, 用本文中介绍的搜索方法搜到的线性最优 8 状态时空网格码比本文给出的最优码性能差一些, 但比其他文献给出的码的性能要好。

本发明提出了一种基于对称结构的 8 状态的时空网格码, 设计了一种码的搜索方法, 并按照文献[3]中给出的快衰落瑞利信道下时空网格码的设计准则构造了最优的 8 状态时空网格码, 理论和搜索表明本发明给出的码具有最大的最小乘积距, 在能够获得全分集增益的同时能够获得最大的编码增益, 并给出了仿真结果进行验证, 仿真表明与其他文献中给出的时空网格码相比本文给出的码具有更大的编码增益。在快衰落瑞利信道下, 本发明给出的码是最优的。

表一: 仿真所用的码字

状态数	Tarokh 的码[3]	K.gx 的码[4]	Stephan 的码[5]	本文给出的码		
8 状态	00 01 02 03 10 11 12 13 20 21 22 23 30 31 32 33 22 23 20 21 32 33 30 31 02 03 00 01 12 13 10 11	00 22 02 20 10 32 12 30 23 01 21 03 33 11 31 13 01 23 03 21 11 33 13 31 20 02 22 00 30 12 32 10	00 01 22 23 10 11 32 33 20 21 02 03 30 31 12 13 22 23 00 01 32 33 10 11 02 03 20 21 12 13 30 31	00 02 22 20 13 11 31 33 12 10 30 32 01 03 23 21 21 23 03 01 32 30 10 12 33 31 11 13 20 22 02 00	最优码 $d_{min}=48$	00 02 21 23 12 10 33 31 22 20 03 01 30 32 11 13 12 10 33 31 20 22 01 03 30 32 11 13 02 00 23 21 线性最优码 $d_{min}=32$

15

表二: 仿真所用的参数

信道环境	快衰落瑞利信道
天线	两发两收
帧长	130 个符号
仿真统计量	$10^8$ 个输入信息比特或者 $10^7$ 个误比特

通过以上具体实施方式可知，本发明的有益效果在于，通过提供一种时空网格码编码方法，可以在获得全分集增益的同时还能获得最大的编码增益。同时需指出的是以上具体实施方式仅用于说明本发明而非用于限定本发明。

5 参考文献:

[1] Siavash M Alamouti. A simple Transmit Diversity Technique for Wireless Communications. *IEEE Journal on select areas in communications*, 1998,16(8).

[2] Vahid Tarokh, Hamid Jafarkhani and A Robert Calderbank. Space Time Block Coding for Wireless Communications: Performance Results. *IEEE Journal on select areas in communications*, 1999,17(3).

[3] V Tarokh, N Seshadri and A R Calderbank. Space-Time Codes for High Data Rate Wireless Communication: Performance Criterion and Code Construction. *IEEE Trans. IT*, 1998,44(2): 744-765.

[4] K.guixia . Searching Good Space-time Trellis Codes of High Complexity. *IEEE WCNC'2002(1)*:109-113.

[5] S. B aro, G. Bauch, and A. Hansmann. Improved codes for space-time trellis coded modulation. *IEEE Commun. Lett.*, vol.4, pp.20-22, Jan. 2000.

[6] 康桂霞. 空时码设计理论、技术于应用. 北京邮电大学博士论文:990073009.

20

25

## 权 利 要 求

1. 一种时空网格码编码方法, 包括:

发端: 对输入比特进行时空网格码编码; 将编码后的数据进行调制;  
将调制后的信号经发射天线发射到信道中;

5 收端: 接收天线接收所述信道中来自所述发端的信号;

其特征在于:

所述的时空网格码为具有对称结构的时空网格码, 在所述时空网格码  
的搜索中需满足对称结构的约束条件, 且所述的具有对称结构的时空网格  
码在所有的对应状态的时空网格码中是最优的。

10 2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述的时空网格码为 8  
状态时空网格码, 且所述的 8 状态时空网格码的码矩阵的前四行元素各不  
相同, 后四行元素也各不相同。

3. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述的具有对称结构的  
时空网格码可为: 具有对称结构的 8 状态时空网格码。

15 4. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述的时空网格码为 8  
状态时空网格码, 且所述的 8 状态时空网格码的码矩阵的前四行元素各不  
相同, 后四行元素也各不相同;

所述的具有对称结构的时空网格码是指具有对称结构的 8 状态时空网  
格码; 在对称结构的约束下可以搜索到  $d_{\min}=48$  的非线性 8 状态时空网格码,  
20 且所述的搜索到的  $d_{\min}=48$  的非线性 8 状态时空网格码在所有的 8 状态码中  
是最优的。

5. 根据权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 所述的 8 状态时空网格  
码的码矩阵成镜像对称结构; 且

如果用  $\{a_{00}, a_{01}, \dots, a_{03}, a_{10}, a_{11}, \dots, a_{13}, \dots, a_{70}, a_{71}, \dots, a_{73}\}$  表示码矩阵  
25 中的 32 个元素, 那么存在下列等式:

$$a_{xy} = a_{(7-x)(3-y)} \quad x = 4,5,6,7 \quad y = 0,1,2,3 \quad .$$

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其步骤包括：建立两个状态序列数据文件；其中：

第一个数据文件中的每一个序列表示两个截断码字，这两个截断码字在  $t$  时刻和  $t+2$  时刻的状态是相同的，在  $t+1$  时刻的状态不同；

所述第一个数据文件中共有 56 个序列，第二个数据文件中的每一个序列表示的两个截断码字在  $t$  时刻和  $t+3$  时刻的状态是相同的，在  $t+1$  时刻和  $t+2$  时刻的状态不同，这个数据文件中共有 1280 个序列；

在进行码的搜索时：对于由所述的等式所限定的对称结构的 8 状态时空网格码，其码矩阵中的 32 个元素只有前 16 个元素是可以设计的，后 16 个元素由所述的等式得到，而且这前 16 个元素要各不相同即满足条件一，这样， $a_{00}$  就有 16 种可能取值， $a_{01}$  有 15 种可能，依此类推；

每产生一个元素就按照数据文件中的序列去检验，看该序列所对应的两个“码字”是不是满足指定的最小乘积距  $d_{\min}$ ，如果不满足则不再继续生成后面的元素，而是改变前一个元素生成新的“码字”，直到生成 16 个都满足条件的元素；

所述的码字用引号是因为 32 个元素还没有全部产生，所以严格来说还不能称为一个码字，但是因为已经产生的元素不能满足条件，所以没有必要再生成后续元素了，这样可以大大提高搜索速度。

7. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述的码的搜索还包括：

对于 8 状态的时空网格码，可以搜索到 1536 个  $d_{\min}=48$  码矩阵，如果限定在 0 状态输入为 0 时输出也为 0，即限定  $a_0 = 00$ ，则有 96 个满足  $d_{\min}=48$  的网格码；

且在满足条件一的所有的 8 状态时空网格码中，这些码是最优的。

8. 根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述的最优是指：

在 8 状态时，最小乘积距  $d_{\min}$  比  $6*8=48$  更大的只能是  $8*8=64$ ，状态序

列  $(0, 0, 0)$  和  $(0, 2, 0)$  对应的是两个不同的码字，这两个码字要想达到  $d_{\min}=64$ ，就必须有  $a_{02}=a_{20}$ ，但是这样就不满足条件一，因此最大的最小乘积距只能是 48，因此所述的 8 状态时空网格码是最优的。

9. 根据权利要求 1 至 8 任意一项所述的方法，其特征在于，所述的发射端可采用 N 个发射天线，所述的接收端可采用 M 个接收天线。

10. 根据权利要求 1 至 8 任意一项所述的方法，其特征在于，所述的调制可为 4-PSK 调制。

10

15

20

25

1/2

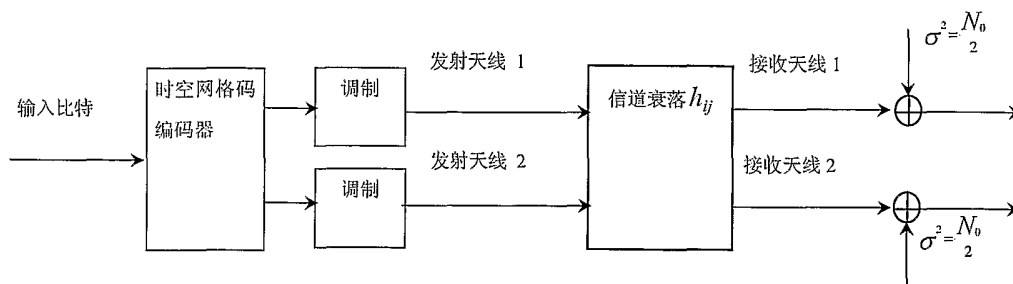


图 1

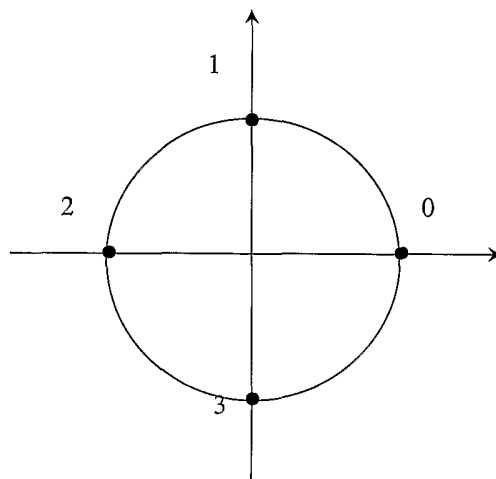


图 2

2/2

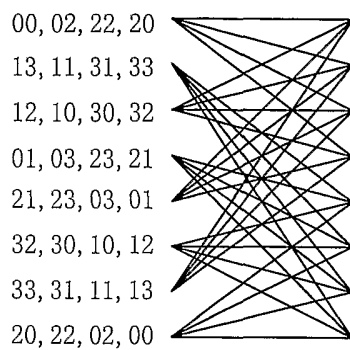


图 3

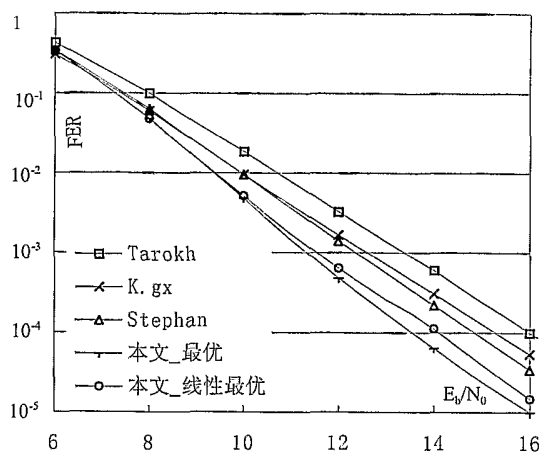


图 4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / CN02 / 00873

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC 7      H04L1 / 00      H04L1 / 06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L23 / 02    H04B 7 / 02      H04B7 / 06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI EPODOC CNPAT PAJ: ENCODE, COD+/AL ,TRELLIS ,TIME ,SPACE,GAIN


**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, A,6125149 (AT&T) (26.09.2000) ABSTRACT Column2, ine25-1ine39 Column5 line 48-column6, line 5 Figure 3	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search <p style="text-align: center;">25-2-2003</p>	Date of mailing of the international search report <p style="text-align: center;"><b>03 APR 2003 (03.2004.03)</b></p>
---	--

Name and mailing address of the ISA/CN 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, 100088 Beijing, China Facsimile No. 86-10-62019451	Authorized officer <div style="text-align: right;">  </div> Telephone No. 86-10-62093342
---	--

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT / CN02 / 00873

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO, A2 ,9923766 (AT&T) ( 14.05.1999) Page4 line 7-line 11 Figure 1	1-10
A	US, A, 6115427 (AT&T) (05.9.2000) Column 16 line34- column 17 line 62 Figure 12A	1-10

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members


International application No.

PCT / CN02 / 00873

US6125149	A	26.09.2000	NONE		
WO09923766	A2	14.05.1999	EP0960487	A	01.12.1999
US6115427	A	05.09.2000	EP0906669	A	07.04.1999
			AU2744097	A	19.11.1997
			WO9741670	A	06.11.1997
			CA2252664	A	06.11.1997

国际检索报告

国际申请号  
PCT / CN02 / 00873

<b>A. 主题的分类</b> IPC 7 H04L1 / 00 H04L1 / 06 按照国际专利分类表(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类										
<b>B. 检索领域</b> 检索的最低限度文献(标明分类体系和分类号) H04L23 / 02 H04B 7 / 02 H04B7 / 06 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献										
在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称和, 如果实际可行的, 使用的检索词) WPI EPODOC CNPAT PAJ: ENCODE, COD+/AL, TRELIS, TIME, SPACE, GAIN										
<b>C. 相关文件</b>										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求编号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>                     US, A,6125149 (AT&amp;T 公司)                      26.9 月 2000 年 (26.09.2000)                      摘要                      说明书第 2 栏第 25 行—39 行                      第 5 栏第 48 行—第 6 栏第 5 行                      附图 3                 </td> <td>1—10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>                     WO, A2,9923766 (AT&amp;T 公司)                      14.5 月 1999 年 5 月 14 日 (14.05.1999)                      说明书第 4 页第 7—11 行                      附图 1                 </td> <td>1—10</td> </tr> </tbody> </table>	类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求编号	A	US, A,6125149 (AT&T 公司) 26.9 月 2000 年 (26.09.2000) 摘要 说明书第 2 栏第 25 行—39 行 第 5 栏第 48 行—第 6 栏第 5 行 附图 3	1—10	A	WO, A2,9923766 (AT&T 公司) 14.5 月 1999 年 5 月 14 日 (14.05.1999) 说明书第 4 页第 7—11 行 附图 1	1—10	
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求编号								
A	US, A,6125149 (AT&T 公司) 26.9 月 2000 年 (26.09.2000) 摘要 说明书第 2 栏第 25 行—39 行 第 5 栏第 48 行—第 6 栏第 5 行 附图 3	1—10								
A	WO, A2,9923766 (AT&T 公司) 14.5 月 1999 年 5 月 14 日 (14.05.1999) 说明书第 4 页第 7—11 行 附图 1	1—10								
<input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在 C 栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。										
* 引用文件的专用类型: “A” 明确叙述了被认为不是特别相关的一般现有技术的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先的申请或专利 “L” 可能引起对优先权要求的怀疑的文件, 为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布的在后文件, 它与申请不相抵触, 但是引用它是为了理解构成发明基础的理论或原理 “X” 特别相关的文件, 仅仅考虑该文件, 权利要求所记载的发明就不能认为是新颖的或不能认为是有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 权利要求记载的发明不具有创造性 “&” 同族专利成员的文件									
国际检索实际完成的日期 25—2—2003	国际检索报告邮寄日期 03. 4月 2003—03:00 4. 03									
国际检索单位名称和邮寄地址 ISA/CN 中国北京市海淀区西土城路 6 号(100088) 传真号: 86-10-62019451	受权官员  电话号码: 86-10-62093342									

国际检索报告

国际申请号  
PCT / CN02 / 00873

C(续). 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求编号
A	US, A, 6115427 (AT&T) 5.9 月 2000 (05.9.2000) 说明书第 16 栏 34 行—17 栏 62 行 附图 12A	1-10

国际检索报告  
关于同族专利成员的情报

国际申请号  
PCT / CN02 / 00873

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利成员	公布日期
US6125149A	26.09.2000	无	
WO09923766A2	14.05.1999	EP0960487A	01.12.1999
US6115427A	05.09.2000	EP0906669A	07.04.1999
		AU2744097A	19.11.1997
		WO9741670A	06.11.1997
		CA2252664A	06.11.1997