



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98105557.5

[45] 授权公告日 2003 年 10 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 1123866C

[22] 申请日 1998. 3. 13 [21] 申请号 98105557.5

[30] 优先权

[32] 1997. 3. 14 [33] US [31] 818137

[71] 专利权人 数字语音系统公司

地址 美国马萨诸塞州

[72] 发明人 约翰·C·哈德维克

审查员 杨 叁

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

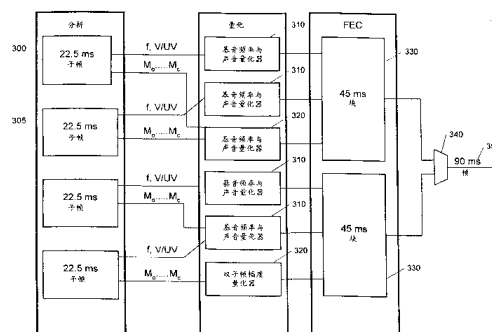
代理人 马 莹

权利要求书 5 页 说明书 34 页 附图 7 页

[54] 发明名称 一种语音编 / 解码方法和装置

[57] 摘要

一种将语音编码成经卫星信道传输的 90 毫秒位帧的方法及声码器。将语音信号量化后的数字样本分到各子帧中并估计每一子帧的谱幅度参数。将子帧序列中两个连续子帧结合成一块并统一量化它们的谱幅度参数。统一量化结合一块两子帧中作为谱幅度参数和预测谱幅度参数之差的余量参数，矢量量化器将其量化为一组编码谱位。将冗余差错控制位加到每块的编码谱位上以防止其出现位错误，并将两连续块中这些数据位结合到 90 毫秒位帧中。



1. 一种将语音编码为经卫星信道传输的 90 毫秒位帧的方法，此方法包括如下步骤：
- 5 将一个语音信号数字化为一列数字语音样本；  
将数字语音样本分到一系列子帧中，每一子帧包含许多个数字语音样本；  
为每一子帧估计一组模型参数，其中模型参数包含一组代表此子帧谱信息的谱幅度参数；
- 10 将该子帧序列中的两个连续子帧结合为一个块；  
统一地量化一块中的两子帧的谱幅度参数，其中统一量化包括从前一块的量化谱幅度参数中形成预测谱幅度参数，计算作为谱幅度参数和预测谱幅度参数之差的余量参数，结合一块两子帧中的余量参数，并用许多矢量量化器将结合的余量参数量化为一组编码的谱位；
- 15 给每块的编码谱位增加冗余差错控制位，以防止该块中的至少部分编码谱位出现位错误；和  
将两个连续块中的增加的冗余差错控制位和编码谱位结合为一个经卫星信道传输的 90 毫秒位帧。
2. 如权利要求 1 所述的方法，其中一块中两子帧的余量参数的结合进一步包括：
- 20 将每个子帧中的余量参数分到许多频率块中；  
对每个频率块中的余量参数执行一个线性变换，以生成每一子帧的一组变换余量系数；  
将所有频率块中的少数变换余量系数组合成一个 PRBA 矢量，并将每一频率块中的剩下的变换余量系数组合成一个该频率块的 HOC 矢量；
- 25 变换 PRBA 矢量以生成一个变换 PRBA 矢量，并计算矢量的和差以结合两子帧中的两个变换 PRBA 矢量；和  
计算每一频率块的矢量和差，以结合此频率块的两子帧的两个 HOC 矢量。
- 30 3. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其中谱幅度参数代表一个多带激励语音模型估计的对数谱幅度。

4. 如权利要求 3 所述的方法, 其中谱幅度参数是从不依赖于声音状态所计算的谱中估计出来的。
5. 如权利要求 1 或 2 所述的方法, 其中预测谱幅度参数是将小于一的增益施加到对前一块的最后子帧的量化谱幅度进行的线性插值而形成的。
6. 如权利要求 1 或 2 所述的方法, 其中每块的冗余差错控制位由包括 Golay 码和 Hamming 码的许多块码形成。
7. 如权利要求 6 所述的方法, 其中那些块码包括一个[24,12]扩展 Golay 码, 三个[23,12]Golay 码, 和两个[15,11]Hamming 码。
- 10 8. 如权利要求 2 所述的方法, 其中每个频率块的变换余量系数是用离散余弦变换之后跟一个在两个最低阶 DCT 系数上进行线性 2 乘 2 变换而计算出的。
9. 如权利要求 8 所述的方法, 其中使用四个频率块, 并且每个频率块的长度近似与该子帧中谱幅度参数的数目成正比。
- 15 10. 如权利要求 2 所述的方法, 其中那些矢量量化器包括: 一个三分路矢量量化器, 它对于 PRBA 矢量和使用 8 位加 6 位加 7 位; 和一个两分路矢量量化器, 它对于 PRBA 矢量差使用 8 位加 6 位。
11. 如权利要求 10 所述的方法, 其中位帧包括附加位, 它代表由矢量量化器引入的变换余量系数中的误差。
- 20 12. 如权利要求 1 或 2 所述的方法, 其中子帧序列标称发生间隔为每个子帧 22.5 毫秒。
13. 如权利要求 12 所述的方法, 其中位帧在半速率模式中由 312 位组成, 在全速率模式中由 624 位组成。
14. 一种从经卫星信道接收到的 90 毫秒位帧中解码出语音的方法, 此方法包括以下步骤:
- 25 将位帧分成两个位块, 其中每一位块代表两个语音子帧;
- 使用每块中的冗余差错控制位对每一位块实施差错控制解码, 以生成至少部分地防止出现位错误的差错解码位;
- 利用差错解码位统一地重构一块中两子帧的谱幅度参数, 其中的统一重构包括使用许多矢量量化器码本重构一组结合余量参数并由此计算
- 30 两子帧的各个余量参数, 从前一块的重构的谱幅度参数中形成预测谱幅

度参数，并在预测谱幅度参数中加上各个余量参数，以形成此块中每个子帧的重构谱幅度参数；和

用每个子帧的重构谱幅度参数合成此子帧的许多数字语音样本。

5 15. 如权利要求 14 所述的方法，其中从一块的结合余量参数计算两子帧的各个余量参数还包含步骤：

将此块的结合余量参数分到一些频率块中；

形成该块的变换 PRBA 和差矢量；

从结合余量参数形成每个频率块的 HOC 和差矢量；

10 对变换 PRBA 和差矢量进行逆和差运算及逆变换，以形成两子帧的 PRBA 矢量；和

对 HOC 和差矢量进行逆和差运算，以形成每个频率块的两子帧的 HOC 矢量；和

结合每一子帧的每一频率块的 PRBA 矢量和 HOC 矢量以形成此块中的两子帧的各个余量参数。

15 16. 如权利要求 14 或 15 所述的方法，其中重构谱幅度参数代表一个多带激励语音模型的对数谱幅度。

17. 如权利要求 14 或 15 所述的方法，还包含一个解码器，它利用重构的谱幅度参数合成一组相位参数。

20 18. 如权利要求 14 或 15 所述的方法，其中预测谱幅度参数是将小于一的增益施加到对前一块的最后子帧的量化谱幅度进行的线性插值而形成的。

19. 如权利要求 14 或 15 所述的方法，其中每块的差错控制位是由包括 Golay 码和 Hamming 码的一些块码形成的。

25 20. 如权利要求 19 所述的方法，其中那些块码包括一个[24,12]扩展 Golay 码，三个[23,12]Golay 码，和两个[15,11]Hamming 码。

21. 如权利要求 15 所述的方法，其中每个频率块的变换余量系数是用离散余弦变换之后跟一个在两个最低阶 DCT 系数上的线性 2 乘 2 变换而计算出的。

30 22. 如权利要求 21 所述的方法，其中使用四个频率块，并且每个频率块的长度近似与该子帧中谱幅度参数的数目成正比。

23. 如权利要求 15 所述的方法，其中那些矢量量化器码本包括：一

个三分路矢量量化器码本，它对于 PRBA 和矢量使用 8 位加 6 位加 7 位；  
和一个两分路矢量量化器码本，它对于 PRBA 差矢量使用 8 位加 6 位。

24. 如权利要求 23 所述的方法，其中位帧包括附加的位，它代表由  
矢量量化器码本引入的变换余量系数中的误差。

5 25. 如权利要求 14 或 15 所述的方法，其中子帧的标称持续时间为  
22.5 毫秒。

26. 如权利要求 25 所述的方法，其中位帧在半速率模式中由 312 位  
组成，在全速率模式中由 624 位组成。

10 27. 一个将语音编码为在卫星信道中传输的 90 毫秒位帧的编码器，  
包括：

一个数字化器，设置为将一个语音信号转换成一系列数字语音样本；

一个子帧发生器，设置为将数字语音样本分到一系列子帧中，每个子  
帧包括多个数字语音样本；

15 一个模型参数估计器，设置为估计每个子帧的一组模型参数，其中，  
模型参数包含一组代表本子帧的谱信息的谱幅度参数；

一个结合器，设置为将该子帧序列中的两个连续子帧结合成一块；

20 一个双帧谱幅度量化器，设置为统一量化此块的两子帧的参数，其  
中，统一量化包括从前一块的量化谱幅度参数中形成预测谱幅度参数，  
计算作为谱幅度参数和预测谱幅度参数之差的余量参数，结合一块的两  
子帧的余量参数，并用许多矢量量化器将结合的余量参数量化为

一个差错码编码器，设置为在每一块的编码谱位中增加差错控制位  
以防止此块中的至少部分编码谱位出现位错误；和

25 一个结合器，设置为将两个连续块中的增加的冗余差错控制位和编  
码谱位结合成一个经卫星信道传输的 90 毫秒位帧。

28. 如权利要求 27 所述的编码器，其中双帧谱幅度量化器设置为用  
如下方法结合此块中两子帧的余量参数：

将每一子帧的余量参数分到一些频率块中；

30 对每个频率块中的余量参数实施一个线性变换，以生成每个子帧的  
一组变换余量系数；

将所有频率块中的少数变换余量系数组合成一个 PRBA 矢量，并将

- 每一频率块中的剩下的变换余量系数组合成一个该频率块的 HOC 矢量；  
变换 PRBA 矢量以生成一个变换 PRBA 矢量，并计算矢量的和差以  
结合两子帧中的两个变换 PRBA 矢量；和  
计算每一频率块的矢量和差以结合此频率块的两子帧的两个 HOC  
5 矢量。
29. 一个从经卫星信道接收到的 90 毫秒位帧中解码语音的解码器，  
包括：  
一个分割器，设置为将位帧分成两个位块，其中每一位块代表两个  
语音子帧；  
10 一个差错控制解码器，设置为使用包含于此块中的冗余差错控制位  
对每一位块实施差错控制解码，以生成至少部分地防止出现位错误的差  
错解码位；  
一个双帧谱幅度重构器，设置为统一重构一块中两子帧的谱幅度参  
数，其中统一重构包括使用许多矢量量化器码本重构一组结合余量参数，  
15 并由此计算两子帧的各个余量参数，从前一块的重构的谱幅度参数中形  
成预测谱幅度参数，并在预测谱幅度参数中加上各个余量参数，以形成  
此块中每个子帧的重构谱幅度参数；和  
一个合成器，设置为利用每个子帧的重构谱幅度参数合成此子帧的  
多个数字语音样本。
- 20 30. 如权利要求 29 所述的解码器，其中双帧谱幅度量化器设置为通  
过如下步骤来从一块的结合余量参数中计算两子帧的各个余量参数：  
将此块的结合余量参数分到一些频率块中；  
形成此块的变换 PRBA 和差矢量；  
从结合余量参数中形成每个频率块的一个 HOC 和差矢量；  
25 对变换 PRBA 和差矢量进行逆和差运算及逆变换，以生成两子帧的  
PRBA 矢量；和  
对 HOC 和差矢量进行逆和差运算，以生成每个频率块的两子帧的  
HOC 矢量；和  
结合每个子帧的每个频率块的 PRBA 矢量和 HOC 矢量，以生成此块  
30 的两子帧的各个余量参数。

## 一种语音编/解码方法和装置

## 5 技术领域

本发明涉及语音编码与解码。

## 背景技术

10 语音的编码和解码有大量的应用并有了广泛的研究。通常，一种语音编码，比如语音压缩，寻求在没有实际地降低语音质量和可懂性的前提下，能降低表达语音信号所需的数据率。语音压缩技术可以用语音编码器实现。

15 语音编码器一般包括编码器和解码器。编码器由数字化的语音信号生成压缩的位流，例如一个麦克风产生的模拟信号通过一个模/数变换器所生成的信号。解码器将压缩的位流转换成语音的数字表达方式以适于通过数/模变换器和扬声器将语音信号重现。在许多应用中，编码器和解码器是分开的，位流在二者之间的信道上传输。

20 语音编码器的一个关键参数是编码器所达到的压缩量，它可以用编码器产生位流的位速率来衡量。编码器的位速率一般是所需逼真度（即：语音质量）和所用语音编码器类型的函数。不同类型的编码器被设计为在高速率（8kbs 以上），中速率（3~8kbs）和低速率（低于 3kbs）下工作。近来，中速率和低速率的语音编码器在大范围的移动通信应用（例如：蜂窝电话，卫星电话，地面移动无线电话，和飞行中的电话）中受到注意。这些应用典型地需要高质量语音和容忍由声学噪声和通道噪声  
25 （如：位错误）造成的影响。

声码器是一种明显极适合用于移动通信的语音编码器。声码器将语音模拟成一个系统在短时间间隔内对一激励的响应。声码器的实例包括线性预测声码器，同态声码器，通道声码器，正弦变换编码器（“STC”），多带激励（“MBE”）声码器，和改进多带激励（“IMBE”）声码器。在这些声码器中，语音被分为许多短段（典型值为 10~40ms），每段由一组  
30 模型参数来表征。这些参数一般表达每个语音段的几个基本单元，如：

段音调、声音状态和谱包络。声码器可以用大量的已知方法之一来表达这些参数中的每一个。例如音调可以表达为音调周期、基音频率、或长期预测延迟。类似地，声音状态可以表达为一个或多个浊音/清音判决，声音概率度量、或周期性能量对随机性能量的比值。频谱包络经常表达为全极点滤波器响应，也可以表达为一组频谱幅度或其它频谱度量值。

既然允许用少量参数来表达一个语音段，那么基于模型的语音编码器，比如声码器，一般能够在中到低的数据率下运行。然而，基于模型的系统的质量依赖于底层模型的精度。所以，如果要求这些语音编码器得到高的语音质量的话就必须使用高逼真度的模型。

10 由 Griffin 和 Lim 开发的多带激励语音模型展示给人们的性能是可提供高质量的语音并可在中到低的位速率上良好地工作。这一模型采用一个灵活的声音结构，这一结构允许它产生听起来更自然的语音，而且更能容忍声学背景噪声的出现。这些特性使得 MBE 语音模型被大量的商用移动通信所采用。

15 MBE 语音模型用一个基音频率，一组二进制浊音/清音 (V/UV) 的度规 (metric) 和一组谱幅度来表达语音段。MBE 模型对于较传统模型的一个基本优势是在语音表达上。MBE 模型将传统的每段单 V/UV 判决推广为一组判决，每一判决代表一特定频带上的声音状态。语音模型中这种增加的灵活性使得 MBE 模型可以更好地适应混合声音，比如一些摩擦音。另外，这种增加的灵活性使得被声学背景噪声所污染的语音可以  
20 更精确地表达出来。广泛的测试显示了这种推广提高了语音的质量和可懂性。

基于 MBE 语音编码器中的编码器为每个语音段估计一组模型参数。MBE 模型参数包括：一个基音频率（音调周期的倒数）、一组表征声音  
25 状态的 V/UV 度规或判决、和一组表征谱包络的谱幅度。为每段估计了 MBE 模型参数后，编码器对参数进行数字化以产生一数据位帧。在交错处理并传输所生成位流到相应解码器之前，编码器可以用纠错码/检错码选择性地保护一些位。

30 解码器将收到的位流转换回各个帧。作为此变换的一部分，解码器可以进行解交错处理和差错控制解码以检错和纠错。然后，解码器用位帧重构 MBE 模型参数，解码器利用这些参数合成一语音信号，这一信号



感觉上极象原语音信号。解码器可以合成各个浊音和清音份，然后可以增加浊音和清音成份来产生最终的语音信号。

在基于 MBE 的系统中，编码器用谱幅度表征所估计的基音频率的每一谐波的谱包络。典型地，根据包含相应谐波的频带是否已被定为浊音或清音，将每一谐波标识为浊音或清音。然后编码器为每一谐波频率估计一个谱幅度。当一谐波频率已被定为浊音，编码器可以使用幅度估计器，此估计器有别于一个谐波频率已被定为清音时所用的幅度估计器。在解码器一方，要识别浊音和清音的谐波，并且各个浊音和清音成份用不同的程序合成。清音成份可用加权重叠相加方法来合成，以滤除白噪声信号。此滤波器设置为将定为浊音部分的频率区域归零，而将其它区域与被定为清音部分的谱幅度进行匹配。浊音成份用一个可调谐振荡器组来合成，其中给每一个被标识为浊音的谐波分配一个振荡器。对瞬时幅度、频率和相位进行内插以与相邻段的相应参数匹配。

基于 MBE 的语音编码器包括 IMBE™语音编码器和 AMBE®语音编码器。AMBE®语音编码器是作为早期基于 MBE 技术的改进型而开发的。它包含一个估计激励参数（基音频率和 V/UV 判决）的更强方法，此方法可更好地跟踪实际语音中出现的变化与噪声。AMBE®语音编码器采用了一个滤波器组和一个非线性方法来产生一组通道输出，此滤波器组一般包括十六个通道。由通道输出可以可靠地估计出激励参数。结合并处理通道输出来估计基音频率，然后处理在几个（如：八个）声音频带中每一频带的这些输出，来估计每一浊音段的一个 V/UV 判决（或其它声音度规）。

AMBE®语音编码器也可以不依赖于声音判决来估计谱幅度。做这一步，语音编码器要为每一加窗的语音子帧做快速付利叶变换（FFT），然后在频率值为估计的基音频率的倍数的频率范围内平均能量。此方法可以进一步包括补偿处理，以在估计的谱幅度中去掉由 FFT 采样间隔所引入的人为因数。

AMBE®语音编码器也可包含一个相位合成成份，在没有从编码器到解码器清晰地传输相位信息的情况下，再生成用于浊音语音合成中的相位信息。与 IMBE™语音编码器的情况相似，可以应用基于 V/UV 判决的随机相位合成。另一方面，解码器可以对重构的谱幅度进行一平滑核心

操作 (smoothing kernel) 以产生相位信息, 这样产生的信号在感觉上比用随机产生相位信息的方法产生的信号更接近于原语音。

以上所提到的这些技术在以下的文献中有所描述: Flanagan, 《语音分析, 合成和识别》, Springer-Verlag, 1972, 378 页 ~ 386 页 (描述一个基于频率的语音分析 - 合成系统); Jayant 等, 《波形的数字编码》, Prentice-Hall, 1984, (描述通常的语音编码); 美国专利 4,885,790 号 (描述一个正弦处理方法); 美国专利 5,054,072 号 (描述一个正弦编码方法); Almeida 等, “浊音语音的非定点模型”, IEEE TASSP, Vol. ASSP-31, No. 3, June 1983, 664-667 页, (描述谐波模型和相关的编码器); Almeida 等, “可变 - 频率合成: 一个改进的谐波编码方案”, IEEE Proc. ICASSP 84, 27.5.1-27.5.4 页 (描述一个多项式的浊音合成方法); Quatieri 等, “基于正弦表示的语音变换”, IEEE TASSP, Vol. ASSP34, No. 6, Dec.1986, 1449-1986 页 (描述一个基于正弦表示的分析 - 合成技术); McAulay 等, “基于语音正弦表示的中速率编码”, Proc. ICASSP 85, 945-948 页, Tampa, FL, March 26-29, 1985 (描述一个正弦变换的语音编码器); Griffin, “多带激励声码器”, 博士论文, M.I.T., 1987 (描述多带激励 (MBE) 语音模型和一个 8000bps 的 MBE 语音编码器); Hardwick, “一个 4.8kbps 的多带激励语音编码器”, 硕士论文, M.I.T., May 1988 (描述一个 4800bps 的多带激励语音编码器); 电信工业联合会 (TIA), “APCO 方案 25 声码器描述”, Version 1.3, July 15, 1993, IS102BABA (描述一个在 APCO 方案 25 标准下的 7.2kbps 的 IMBE™语音编码器); 美国专利 5,081,681 号 (描述 IMBE™随机相位分析); 美国专利 5,247,579 号 (描述一种减轻通道错误的方法和基于 MBE 语音编码器的共振峰强化方法); 美国专利 5,226,084 号 (描述基于 MBE 语音编码器的量化和错误减轻方法); 美国专利 5,517,511 号 (描述基于 MBE 语音编码器的位优先级处理和 FEC 差错控制方法)。

### 发明内容

本发明的目的是提供一种用于卫星通信系统的新 AMBE®语音编码器, 它可从经移动卫星信道传输的一个低数据率位流生成高质量的语音。这一语音编码器同时具有低数据率, 高声音质量, 和对背景噪声和信道位错误的容忍力。本发明有希望提高在移动卫星通信的语音编码方面的

技术水平。新语音编码器利用新的双子帧谱幅度量化器实现高性能，其中的量化器统一地量化估计出的连续两个子帧的谱幅度。此量化器达到的逼真度可与前面的现有技术系统相比拟，而它用于量化谱幅度参数的位数却较少。AMBE<sup>®</sup>语音编码器在以下文献中有一般性描述：美国专利  
5 申请 No. 08/222,119，申请日为 April 4,1994，标题为“激励参数的估计”；美国专利申请 No. 08/392,188，申请日为 February 22, 1995，标题为“多带激励语音编码器的谱表示”；和美国专利申请 No. 08/392,099，申请日为 February 22,1995，标题为“利用再生相位信息的语音合成”，列出的这些文献供参考。

10 本发明的一个一般特征是，一种将语音编码为在卫星信道中传输的90毫秒位帧的方法。语音信号被数字化为一列数字语音样本，数字语音样本被分到标称时间间隔为22.5毫秒的一列子帧中，同时为每一子帧估计出一组模型参数。一个子帧的模型参数包括一组表示子帧谱信息的谱幅度参数。在此子帧序列中的两个连续子帧结合为一块，一块中两子帧  
15 的谱幅度参数被统一地量化。统一量化包括用前一块中的量化的谱幅度参数生成预测的谱幅度参数，计算作为该块的谱幅度参数和预测谱幅度参数之差的余量参数，将一块中的两子帧的余量参数结合，并用矢量量化器将余量参数量化为的一组编码的谱位。然后，将冗余差错控制位加到每一块的编码谱位上以防止该块中的编码谱位出现位错误。然后，两个  
20 连续块中的附加冗余差错控制位和编码谱位被结合到一个用于在卫星信道中传输的90毫秒的位帧上。

本发明的实施例可以包括如下的一个或多个特点。一块中两子帧的余量参数的结合可包括将每一子帧的余量参数分到各频率块中，对一个频率块中的余量参数实施线性变换，以生成每一子帧的一组变换余量系  
25 数，将全部频率块中的少数变换余量系数集成为一个PRBA矢量，并且将每一频率块中剩下的变换余量系数集成本频率块的一个HOC矢量。对每个子帧的PRBA矢量实施变换可以产生PRBA变换矢量，并且可计算一块的子帧中PRBA变换矢量的矢量和差，来结合变换PRBA矢量。相似地，也可计算每一频率块的矢量和差，来结合本频率块的两子帧的  
30 两个HOC矢量。

谱幅度参数可以表示多带激励(“MBE”)语音模型中估计的对数谱

幅度。谱幅度可从一个不依赖于声音状态计算的谱中估计出。预测的谱幅度参数可通过对前一块最后一帧的量化谱幅度的线性内插施加小于一的增益来形成。

每块的差错控制位可用包含 Golay (格雷) 码和 Hamming (汉明) 5 码的块码生成。例如: 这些码可包含一个[24,12]扩展 Golay 码, 三个 [23,12]Golay 码, 和两个[15,11]Hamming 码。

对每个频率块, 采用离散余弦变换 (DCT) 后在两个最低阶的 DCT 系数上执行一线性  $2 \times 2$  变换, 可算出变换余量系数。四个频率块可用于此计算, 每一频率块的长度近似与子帧中的谱幅度参数的数目成正比。

10 矢量量化器可包括一个对于 PRBA 矢量和采用 8 位加 6 位加 7 位的三分路矢量量化器, 还包括一个对于 PRBA 矢量差采用 8 位加 6 位的两分路相位量化器。位帧可包括表示由矢量量化器引入的变换余量系数中错误的附加位。

本发明的另一个一般特征是, 一种将语音编码为一个在卫星信道中 15 传输的 90 毫秒位帧的系统。该系统包括: 一个数字化器, 将语音信号转换成数字语音样本序列; 一个子帧发生器, 将数字语音样本分到子帧序列中, 每个子帧包括许多数字语音样本; 一个模型参数估计器, 估计每一子帧的包括一组谱幅度参数的一组模型参数; 一个结合器, 将子帧序列中的两个连续子帧结合成一个块; 一个双帧谱幅度量化器, 统一地量 20 化此块中的两个子帧的参数。统一量化包括如下过程: 由前一块的量化谱幅度参数生成预测谱幅度参数, 计算作为谱幅度参数和预测谱幅度参数之差的余量参数, 结合一块中两子帧的余量参数, 用矢量量化器将结合的余量参数量化为 25 一组编码谱位。此系统也包括: 一个差错码编码器, 它将冗余差错控制位加到每一块的编码谱位, 以保证一块中至少一部分 25 编码谱位没有位错误; 还有一个结合器, 它将两个连续块的附加冗余差错控制位和编码谱位结合成一个用于在卫星信道中传输的 90 毫秒位帧。

本发明的再一般特征是, 如上文所述, 一种从编码的 90 毫秒帧中解 30 码语音的方法。解码过程包括: 将一个位帧分成两个位块, 其中每一位块代表两个语音子帧。差错控制解码应用于每一位块, 采用本块中的冗余差错控制位来生成至少部分地防止出现位错误的差错解码位, 此位。差错解码位用来为一块的两子帧统一地重构谱幅度参数。统一重构包括:

用矢量量化器码本重构一组结合余量参数，由此可为两子帧计算出各个余量参数；从前一块的重构谱幅度参数中生成预测谱幅度参数；并且将各个余量参数加到预测谱幅度参数，来生成此块中的每一子帧的重构谱幅度参数。然后用子帧的重构谱幅度参数为每一子帧合成数字语音样本。

- 5 本发明的又一般特征是，一种从经卫星信道接收的 90 毫秒位帧中解码语音的解码器。解码器包括一个分割器，把位帧分成两个位块。每一位块代表两个语音子帧。差错控制解码器用包含于位块中的冗余差错控制位对每个位块进行差错解码，以生成至少部分地防止出现位错误的差错解码位。双帧谱幅度重构器为一块中两子帧统一地重构谱幅度参数，
- 10 其中统一重构包括：用矢量量化器码本重构一组结合余量参数，由此可为两子帧计算出各个余量参数；从前一块的重构谱幅度参数中生成预测谱幅度参数；并且将各个余量参数加到预测谱幅度参数，以生成此块中每一帧的重构谱幅度参数。合成器用子帧的重构谱幅度参数为每一子帧合成数字语音样本。

15

#### 附图说明

本发明的其它特点及优势可在下面的参考附图的描述以及后附权利要求书中明显地看出来。

图 1 是卫星系统简化框图。

- 20 图 2 是图 1 所示系统的一个通信链路的框图。

图 3 和图 4 是图 1 所示系统的编码器和解码器的框图。

图 5 是图 3 所示编码器组件的总框图。

图 6 是编码器的声音和单音检测功能的流程图。

图 7 是图 5 所示编码器的双子帧幅度量化器的框图。

- 25 图 8 是图 7 所示的幅度量化器的平均矢量量化器的框图。

#### 具体实施方式

- 本发明的实施例在上下文中描述为一个新的 AMBE 语音编码器，或声码器，用在 IRIDIUM<sup>®</sup> 移动卫星通信系统 30 上，如图 1 所示。IRIDIUM<sup>®</sup>
- 30 是一个全球移动卫星通信系统，它由 66 颗低地球轨道卫星 40 组成。IRIDIUM<sup>®</sup> 通过手持或机载用户终端（比如：移动电话）45 提供语音通信。

参考图 2，信息传输顶点的用户终端通过麦克风 60 和模数 (A/D) 变换器 70 以 8kHz 的频率采样语音 50，完成语音 50 数字化工作，实现声音通信。数字化的语音信号通过下文述及的语音编码器 80 而得到处理。然后发送器 90 将信号送到通信链路上。在通信链路的另一端，接收器 100 把信号接收下来并送到解码器 110。解码器把信号转换为合成数字语音信号。然后，数模 (D/A) 变换器 120 将合成数字语音信号转换为模拟语音信号，此信号由扬声器 130 转换为可听的语音 140。

通信链路用脉冲传输时分复用 (TDMA) 传送一个 90ms 的帧。支持两种不同的声音数据率：3467bps 的半速率模式 (每 90ms 的帧 312 位) 和 6933bps 的全速率模式 (每 90ms 的帧 624 位)。每帧的位被分成语音编码和前向纠错 (“FEC”) 编码以降低通过卫星信道时经常出现的位错误的概率。

参考图 3，每个终端的语音编码器包括一个编码器 80 和一个解码器 110。编码器包括三个主功能块：语音分析 200、参数量化 210、和错误纠正编码 220。相似地，如图 4 所示，解码器分成错误纠正解码器 230，参数重构 240 (比如：逆量化) 和语音合成 250 等功能块。

语音编码器可在两个不同的数据率下工作：4933bps 的全速率和 2289bps 的半速率。这些数据率代表声音或源位而不计 FEC 位。FEC 位使得全速率和半速率的声码器的数据率分别提高到 6933bps 和 3467bps，如上所述。系统使用一个 90ms 的声音帧的大小，此帧被分成四个 22.5ms 的子帧。语音分析与合成是基于子帧执行的，而量化和 FEC 编码是基于包含两个子帧的 45ms 的量化块执行的。使用量化和 FEC 编码的 45ms 块导致半速率系统中每块有 103 声音位加 53 个 FEC 位，而全速率系统中每块有 222 个声音位加 90 个 FEC 位。另一方面，声音位和 FEC 位的数目仅可在一个性能影响效果平缓的范围内进行调整。半速率系统中，FEC 位在 76 位到 36 位的范围内作相应的调整时，就可实现声音位 80 位到 120 位范围内的调整。相似地，在全速率系统中，FEC 位在 132 位到 52 位变化时，声音位就可在 180 位到 260 位的范围内调整。量化块中的声音位和 FEC 位结合而形成 90ms 的帧。

编码器 80 首先进行语音分析 200。语音分析的第一步是每帧的滤波器组处理，紧接着是每帧的 MBE 模型参数的估计。此步包括用分析窗将

输入信号分成重叠的 22.5ms 的子帧。对于每一个 22.5ms 子帧，一个 MBE 子帧参数估计器估计出一组包括一个基音频率（音调周期的倒数）、一组浊音/清音判断（V/UV）和一组谱幅度的模型参数。这些参数用 AMBE 技术产生。AMBE<sup>®</sup>语音编码器在以下文献中有一般性描述：美国专利申请 No. 08/222,119, 申请日为 April 4, 1994，标题为“激励参数的估计”；美国专利申请 No. 08/392,188, 申请日为 February 22, 1995, 标题为“多带激励语音编码器的谱表示”；和美国专利申请 No. 08/392,099, 申请日为 February 22, 1995, 标题为“用再生成相位信息合成语音”，列出的所有文献供参考。

10 另外，全速率声码器包括一个时间片 ID，以帮助识别在接收器端无序到达的 TDMA 包，接收器可用这一信息在解码之前将信息调整到正确的顺序。全面描述了语音信号的语音参数被送到编码器的量化器 210 块，以作进一步的处理。

参考图 5，只要为一帧中的两个连续 22.5ms 子帧估计出子帧模型参数 300 和 305, 基音频率和浊音量化器 310 就把为两子帧估计出的基音频率编码为一个基音频率位的序列，而且把浊音/清音（V/UV）判决（或其它声音度规）编码为声音位序列。

在所描述的实施例中，用十位来量化和编码两个基音频率。典型地，基音频率被基本估计限制在大约[0.008,0.05]的范围内，此处 1.0 为奈奎斯特频率（8kHz），并且基本量化器被限制在一个相似的范围。既然一给定子帧的量化基音频率的倒数一般与 L 成正比，L 为此子帧的谱幅度数（L=带宽/基音频率），基音频率的最高有效位（MSB）一般对位错误有敏感性，所以在 FEC 编码中赋予高级优先级。

25 上述实施例在半速率时用八位且在全速率时用十六位来对两子帧的声音信息编码。声音量化器利用分配的位在选定的八个声音频带的各频带上编码二进制声音状态（如：1 = 浊音，0 = 清音），此处声音状态由语音分析时估计的声音度规确定。这些声音位对位错误有中度的敏感性，所以在 FEC 编码时就分配了中级优先级。

30 在结合器 330 中，结合基音频率位和声音位与由双子帧幅度量化器 320 来的量化谱幅度位，并且为 45ms 的块执行前向纠错（FEC）。然后，在结合器 340 中形成 90ms 的帧，它将两个连续的 45ms 的量化块结合成

一个单独帧 350。

编码器含有一个自适应声音活动检测器 (VAD), 它用程序 600 将每个 22.5ms 的子帧分类为声音类、背景噪声类、或单音类。如图 6 所示, VAD 算法用本地信息区别声音子帧和背景噪声 (步骤 605)。如果每一 45ms 块的两子帧被分为噪声类 (步骤 610), 那么编码器将当前的背景噪声量化成特定的噪声块 (步骤 615)。当组成一个 90ms 帧的两个 45ms 块同时被分成噪声类时, 系统可选择不传输此帧到解码器而且解码器将用以前接收到的噪声数据填补丢失的帧。这种语音活性传输技术用仅传输必要的声音帧和个别的噪声帧的方法, 提高了系统的性能。

10 本编码器的特点也在于支持 DTMF、呼叫进程 (如: 拨号, 占线和回铃) 和单个单音的单音检测和传输。编码器检查每个 22.5ms 子帧以确定当前子帧是否包括一个有效的单音信号。如果在 45ms 块中的两个子帧中的一个中检测到单音 (步骤 620), 编码器就量化在一个如表 1 所示的特定单音块中检测到的单音参数 (幅度和指数) (步骤 625), 并在将此块 15 传输到解码器作后续分析之前进行 FEC 编码。如果没有检测到单音, 就对一个标准的语音块进行量化, 如下所述 (步骤 630)。

表 1: 单音块中位表示

半 速 率		全 速 率	
b[ ] 单元 #	值	b[ ] 单元 #	值
0 - 3	15	0 - 7	212
4 - 9	16	8 - 15	212
10 - 12	幅度的 3 个 MSB	16 - 18	幅度的 3 个 MSB
13 - 14	0	19 - 20	0
15 - 19	幅度的 5 个 LSB	21 - 25	幅度的 5 个 LSB
20 - 27	检测的单音指数	26 - 33	检测的单音指数
28 - 35	检测的单音指数	34 - 41	检测的单音指数
36 - 43	检测的单音指数	42 - 49	检测的单音指数
.	.	.	.
.	.	.	.



84 - 91	检测的单音指数	194 - 201	检测的单音指数
92 - 99	检测的单音指数	202 - 209	检测的单音指数
100 - 102	0	210 - 221	0

5 声码器包含 VAD 和单音检测以将每个 45ms 的块分成以下几类：标准声音块，特定单音块，或特定噪声块。当一个 45ms 块没有分类为特定单音块，那么组成该块的子帧对的（由 VAD 确定的）声音和噪声信息被量化。将可用位（半速率为 156，全速率为 312）分配给模型参数和 FEC 编码，如表 2 所示，此处时间片 ID 是一个特定的用于全速率接收机的参数，用它可以确定接收时次序混乱的帧的正确次序。恢复用于激励参数（基音频率和声音度规）、FEC 编码和时间片 ID 的位后，在半速率系统中有 85 位提供给谱幅度，而在全速率系统中则有 183 位提供给谱幅度。10 为支持具有最小附加复杂度的全速率系统，全速率幅度量化器使用与半速率系统相同的量化器，再加上一个用标量量化来编码未量化谱幅度和半速率量化器量化输出之差的差错量化器。

表 2 45ms 声音或噪声块的位分配

15

声码器参数	位数（半速率）	位数（全速率）
基音频率	10	16
声音度规	8	16
增益	$5+5 = 10$	$5+5+2 \times 2 = 14$
PRBA 矢量	$8+6+7+8+6 = 35$	$8+6+7+8+6+2 \times 12 = 59$
HOC 矢量	$4 \times (7+3) = 40$	$4 \times (7+3) + 2 \times (9+9+9+8) = 110$
时间片 ID	0	7
FEC	$12+3 \times 11+2 \times 4 = 53$	$2 \times 12 + 6 \times 11 = 90$
总计	156	312

双子帧量化器用来量化谱幅度。此量化器结合了对数压缩扩展、谱估计、离散余弦变换（DCT）及矢量和标量量化方法。以每位的逼真度

来衡量，它效率高且复杂度适当。此量化器可以看作一个两维的预测变换编码器。

图 7 示例了双子帧幅度量化器，它接收自两连续 22.5ms 子帧的 MBE 参数估计器来的输入 1a 和 1b。输入 1a 代表奇数 22.5ms 子帧的谱幅度并给定一个标号 1。子帧号 1 的幅度数标为  $L_1$ 。输入 1b 代表偶数 22.5ms 子帧的谱幅度并给定一个标号 0。子帧号 0 的幅度数标为  $L_0$ 。

输入 1a 通过一个对数压缩扩展器 2a，对包含在输入 1a 的  $L_1$  个幅度中每一个作以 2 为底的对数运算，同时以下列方式产生有  $L_1$  单元的另一个矢量：

$$10 \quad y[i] = \log_2(x[i]) \quad (i=1,2,\dots,L_1)$$

此处， $y[i]$  表示信号 3a。扩展器 2b 对包含在输入 1b 的  $L_0$  个幅度中的每一个作以 2 为底的对数运算，并以相似的方式产生有  $L_0$  单元的另一个矢量：

$$y[i] = \log_2(x[i]) \quad (i=1,2,\dots,L_0)$$

15 此处  $y[i]$  表示输入信号 3b。

在压缩扩展器 2a 和 2b 之后，均值计算器 4a 和 4b 计算每一子帧的均值 5a 与 5b。均值，或增益值，代表子帧的平均语音电平。在每帧中，通过计算两个子帧每一个的对数谱幅度的均值并在这一子帧中加上依赖于谐波数目的偏移量来确定二增益值 5a，5b。

20 对数谱幅度 3a 的均值计算方法为：

$$y = \frac{1}{L_1} \sum_{i=1}^{L_1} x[i] + 0.5 \log_2(L_1)$$

此处的输出  $y$  代表均值信号 5a。

对数谱幅度 3b 的均值 4b 计算方法相似，为：

25

$$y = \frac{1}{L_0} \sum_{i=1}^{L_0} x[i] + 0.5 \log_2(L_0)$$

此处的输出  $y$  代表均值信号 5b。

30 均值信号 5a 和 5b 由一个量化器 6 来量化，图 8 示例了此量化器，图中均值信号 5a 和 5b 被分别称作均值 1 和均值 2。首先，平均器 810 平均这两个均值信号。平均器的输出为  $0.5 \times (\text{均值 1} + \text{均值 2})$ 。然后，

平均值由一个五位的均匀标量量化器 820 量化。量化器 820 的输出形成量化器 6 的输出的首先五位。然后，量化器的输出位被五位逆均匀标量量化器 830 作逆量化。减法器 835 在输入值均值 1 和均值 2 中减去逆量化器 830 的输出，以产生给五位矢量量化器 840 的输入。这两个输入就构成了一个要量化的二维矢量 (z1 和 z2)。此矢量与附录 A (增益 VQ 码本 (5 位)) 的表中每一个二维矢量 (由 x1(n)和 x2(n)组成) 相比较。可用平方距离 e 对二者进行比较，如下式：

$$e(n)=[x1(n)-z1]^2+[x2(n)-z2]^2, \quad (n=0,1,\dots,31)$$

附录 A 中使平方距离 e 最小的矢量选出来产生块 6 输出的最后五位。矢量量化器 840 的输出的五位与五位均匀标量量化器的五位输出通过结合器 850 结合起来。结合器 850 输出为 10 位，它构成块 6 的输出，此输出用作图 7 中结合器 22 的一个输入，其标号为 21c。

进一步参考量化器的主信号通路，对数压缩扩展的输入信号 3a 和 3b 通过结合器 7a 和 7b 减去由量化器的反馈部分而来的预测器的值 33a 和 33b，生成一个  $D_1(1)$ 信号 8a 和一个  $D_1(0)$ 信号 8b。

下一步，利用附录 O 的查找表，将信号 8a 和 8b 分到四个频率块中。根据被分子帧的幅度总数，此表提供分配给四个频率块中每一个的幅度数。因为任一子帧的幅度总数在最小值 9 和最大值 56 之间变化，所以此表包含了相同范围的值。将每个频率块的长度调节到互相的比例为 0.2:0.225:0.275:0.3，同时使长度和等于当前子帧的谱幅度数。

然后，每一频率块经过一个离散余弦变换器 (DCT) 9a 或 9b 以高效地对每一频率块中的数据解相关。每一频率块中的头两个 DCT 系数 10a 或 10b 被分出，并通过一个  $2 \times 2$  的旋转运算 12a 或 12b 以生成变换系数 13a 或 13b。然后，对变换系数 13a 和 13b 执行一个八点 DCT 14a 或 14b，以产生一个 PRBA 矢量 15a 或 15b。每一频率块的剩余 DCT 系数 11a 和 11b 形成一组四个变长度高阶系数 (HOC) 矢量。

如上所述，频率分割后，每块经离散余弦变换器 9a 和 9b 处理。DCT 块使用的输入项数量 W、和每一项的值  $x(0), x(1), \dots, x(W-1)$ ，如下式：

$$y(k) = \frac{1}{W} \sum_{i=0}^{W-1} x(i) \cos \frac{(2i+1)k\pi}{2W} \quad 0 \leq k \leq (W-1)$$

$y(0)$ 和  $y(1)$ 的值(由 10a 确定)与其它的输出  $y(2)$ 到  $y(W-1)$ (由 11a 确定)是分开的。

然后,利用一个旋转算法作一个  $2 \times 2$  的旋转运算 12a 和 12b 以将二单元的输入矢量 10a 和 10b ( $x(0),x(1)$ ) 转换成二单元的输出矢量 13a 和 13b ( $y(0),y(1)$ ), 如下式:

$$y(0)=x(0) + \text{sqrt}(2) \times x(1), \text{与}$$

$$y(1)=x(0) - \text{sqrt}(2) \times x(1).$$

然后,根据下式对由 13a 和 13b 来的四个二单元矢量,作一个八点 ( $x(0),x(1),\dots,x(7)$ ) 的 DCT:

10

$$y(k) = \frac{1}{8} \sum_{i=0}^7 x(i) \cos \frac{(2i+1)k\pi}{16} \quad 0 \leq k \leq 7$$

输出  $y(k)$ 是一个八单元的 PRBA 矢量 15a 和 15b。

只要单个子帧幅度的预测和 DCT 变换完成了,两个 PRBA 矢量就被量化。首先用和差转换 16 把两个八单元矢量结合成一个和矢量和一个差矢量。具体是,和/差操作 16 是在两个八单元 PRBA 矢量 15a 和 15b 上执行,产生一个 16 单元矢量 17,其中,15a 和 15b 分别由  $x$  和  $y$  来代表,17 由  $z$  来代表,如下式:

$$z(i) = x(i)+y(i), \text{和}$$

$$z(8+i) = x(i)-y(i), \quad i=0,1,\dots,7.$$

然后,这些矢量用一个分散矢量量化器 20a 进行量化,这里,和矢量的单元 1-2、3-4、5-7 分别用 8 位,6 位和 7 位,而差矢量中的单元 1-3 和 4-7 分别用 8 位和 6 位。因为每一矢量的单元 0 在功能上等效于分别量化所得的增益值,所以它被忽略掉。

PRBA 分散矢量量化器 20a 量化 PRBA 和差矢量 17,产生一个量化矢量 21a。二单元  $z(1)$ 和  $z(2)$ 构成一个待量化的二维矢量。此矢量与(由附录 B 的表(“PRBA 和[1,2]VQ 码本(8 位)”)中  $x1(n)$ 和  $x2(n)$ 组成的)每个二维矢量比较。可用平方距离  $e$  进行比较,如下式:

$$e(n)=[x1(n)-z(1)]^2+[x2(n)-z(2)]^2, \quad n=0,1,\dots,255.$$

在附录 B 中选出使平方距离  $e$  最小的矢量,以产生输出矢量 21a 的首先 8 位。

下一步，二单元  $z(3)$ 和  $z(4)$ 构成一个二维矢量进行量化。此矢量与（由附录 C 的表（“PRBA 和[3,4]VQ 码本(6 位)”）中  $x1(n)$ 和  $x2(n)$ 组成的）每一个二维矢量比较。用平方距离  $e$  进行比较，如下式：

$$e(n)=[x1(n)-z(3)]^2+[x2(n)-z(4)]^2, \quad n=0,1,\dots,63.$$

- 5 在附录 C 中选出使平方距离  $e$  最小的矢量，以产生输出矢量 21a 的跟着的 6 位。

下一步，三单元  $z(5),z(6)$ 和  $z(7)$ 构成一个三维矢量作量化。此矢量与（由附录 D 的表（“PRBA 和[5,7]VQ 码本(7 位)”）中  $x1(n),x2(n)$ 和  $x3(n)$ 组成的）每个三维矢量比较。可用平方距离  $e$  进行比较，如下式：

$$10 \quad e(n)=[x1(n)-z(5)]^2+[x2(n)-z(6)]^2+[x3(n)-z(7)]^2, \quad n=0,1,\dots,127.$$

在附录 D 中选出使平方距离  $e$  最小的矢量，以产生输出矢量 21a 的跟着的 7 位。

- 15 下一步，三单元  $z(9),z(10)$ 和  $z(11)$ 构成一个三维矢量作量化。此矢量与（由附录 E 的表（“PRBA 差[1,3]VQ 码本(8 位)”）中  $x1(n),x2(n)$ 和  $x3(n)$ 组成的）每个三维矢量比较。可用平方距离  $e$  进行比较，如下式：

$$e(n)=[x1(n)-z(9)]^2+[x2(n)-z(10)]^2+[x3(n)-z(11)]^2, \quad n=0,1,\dots,255.$$

在附录 E 中选出使平方距离  $e$  最小的矢量，以产生输出矢量 21a 的跟着的 8 位。

- 20 最后，四单元  $z(12),z(13),z(14)$ 和  $z(15)$ 构成一个四维矢量作量化。此矢量与（由附录 F 的表（“PRBA 差[4,7]VQ 码本(6 位)”）中  $x1(n),x2(n),x3(n)$ 和  $x4(n)$ 组成的）每个四维矢量比较。可用平方距离  $e$  进行比较，如下式：

$$e(n)=[x1(n)-z(12)]^2+[x2(n)-z(13)]^2+[x3(n)-z(14)]^2+[x4(n)-z(15)]^2, \\ n=0,1,\dots,63.$$

- 25 在附录 F 中选出使平方距离  $e$  最小的矢量，以产生输出矢量 21a 的最后 6 位。

HOC 矢量的量化与 PRBA 矢量相似。首先，对应于四个频率块中的每一个，相应两子帧中的 HOC 矢量对用一个和 - 差变换 18 结合起来，其中，和 - 差变换 18 为每个频率块产生一个和 - 差矢量 19。

- 30 分别对每一个频率块在两个 HOC 矢量 11a 和 11b 上执行和/差操作，产生一个矢量  $z_m$ ：

$$J=\max(B_{m0},B_{m1})-2$$

$$K = \min(B_{m0}, B_{m1}) - 2$$

$$z_m(i) = 0.5[x(i) + y(i)] \quad 1 \leq i \leq K$$

如果  $L_0 > L_1$ ,  $z_m(i) = y(i)$

否则  $z_m(i) = x(i)$ ,  $K < i \leq J$

$$5 \quad z_m(J+i) = 0.5[x(i) - y(i)] \quad 0 \leq i \leq K$$

此处,  $B_{m0}$  和  $B_{m1}$  分别是子帧零和子帧一的第  $m$  个频率块的长度, 如附录 O 所列出, 为每个频率块确定  $z$  (即  $m$  等于 0 到 3)。为所有的四个频率块 ( $m$  等于 0 到 3) 结合  $J+K$  个单元的和差矢量  $z_m$ , 以形成 HOC 的和/差矢量 19。

- 10 由于每个 HOC 矢量的大小不同, 所以和差矢量也具有变化的而且可能是不同的长度。在矢量量化步骤中通过忽略每个矢量的前四个单元之外的单元来处理这一问题。剩余的单元作矢量量化, 和矢量用七位, 差矢量用三位。矢量量化执行后, 对量化后的和差矢量进行原始和 - 差变换的逆变换。由于对全部四个频率块应用了此过程, 所以总共四十位 (4
- 15  $\times (7+3)$ ) 用来对两子帧对应的 HOC 矢量作矢量量化。

HOC 分散矢量量化器 20b 分别在全部四个频率块上量化 HOC 和差矢量 19。首先, 代表第  $m$  个频率块的矢量  $z_m$  分别与附录中相应和差码本的每个备选矢量相比较。一个码本按它所对应的频率块标识, 并标识出它是一个和码还是一个差码。那么, 附录 G 的“HOC 和 0 VQ 码本 (7

20 位)”代表频率块 0 的和码本。其它的码本是附录 H (“HOC 差 0 VQ 码本 (3 位)”), 附录 I (“HOC 和 1 VQ 码本 (7 位)”), 附录 J (“HOC 差 1 VQ 码本 (3 位)”), 附录 K (“HOC 和 2 VQ 码本 (7 位)”), 附录 L (“HOC 差 2 VQ 码本 (3 位)”), 附录 M (“HOC 和 2 VQ 码本 (7 位)”), 附录 N (“HOC 差 3 VQ 码本 (3 位)”)。每个频率块的矢量  $z_m$  与相应和码本的每个备选矢量的比较用平方距离表示, 其中, 对每个备选和矢量 (由

25  $x1(n), x2(n), x3(n)$  和  $x4(n)$  组成) 用  $e1_n$  计算, 如下式:

$$e1_n = \sum_{i=1}^{\min(J,4)} [z(i) - xi(n)]^2 \quad 0 \leq n < 128,$$

- 30 对每个备选差矢量 (由  $x1(n), x2(n), x3(n)$  和  $x4(n)$  组成) 用  $e2_m$  计算, 如下式:

$$e_{2_m} = \sum_{i=1}^{\min(K,4)} [z(J+i) - x_i(m)]^2 \quad 0 \leq m < 8,$$

此处，按前文所述计算 J 和 K。

- 5 相应和记录码本中能使平方距离  $e_{1_n}$  最小的一个备选和矢量的指数 n 用七位表示。而能使平方距离  $e_{2_m}$  最小的一个备选差矢量的指数 m 用三位表示。在全部四个频率块中结合这十位，形成 40 个 HOC 的输出位 21b。

- 10 块 22 多路复合量化的 PRBA 矢量 21a、量化均值 21b、和量化均值 21c，以生成输出位 23。这些位 23 是双子帧幅度量化器的最终输出位，同时提供给量化器的反馈部份。

双子帧量化器的反馈部份块 24 代表图中标为 Q 的大框中执行功能的逆功能。块 24 根据量化位 23 产生  $D_1(1)$  和  $D_1(0)$  (8a 和 8b) 的估计值 25a 和 25b。在标为 Q 的大框中没有量化误差的前提下，这些估计将等于  $D_1(1)$  和  $D_1(0)$ 。

- 15 块 26 将一个等于  $0.8 \times P_1(1)$  的标量预测值 33a 加到  $D_1(1)$  25a 的估计值，以产生一个估计值  $M_1(1)$  27。块 28 将估计值  $M_1(1)$  27 延时一帧 (40ms)，以产生估计值  $M_1(-1)$  29。

- 20 然后，预测器块 30 内插并再采样估计的幅度，生成  $L_1$  个估计幅度，之后从  $L_1$  个估计幅度中的每个减去估计幅度的均值以生成  $P_1(1)$  输出 31a。接着，对输入的估计幅度内插和再采样来产生  $L_0$  个估计幅度，从  $L_0$  个估计幅度中的每个减去估计幅度的均值以生成  $P_1(0)$  输出 31b。

- 25 块 32a 对每一个  $P_1(1)$  31a 中的幅度乘以 0.8，以生成输出矢量 33a，此矢量用于反馈单元结合器块 7a 中。同样地，块 32b 对每一个  $P_1(0)$  31b 中的幅度乘以 0.8 以生成输出矢量 33b，此矢量用于反馈单元结合器块 7b 中。这一处理过程的输出是量化幅度输出矢量 23，然后，此输出与如上文所述的其它两个子帧的输出矢量结合起来。

- 30 只要编码器为每个 45ms 块量化了模型参数，量化的位就要在传输之前被赋予优先级，作 FEC 编码，并作交错处理。首先，根据量化位对位错误的估计敏感度的次序赋予其优先级。实验显示 PRBA 和 HOC 的和矢量一般要比相应的差矢量对位错误更敏感。而且，PRBA 和矢量一般比 HOC 和矢量更敏感。在一个优先级方案中利用了这些相关的敏感度。通

常地，给平均基音频率和平均增益位分配最高的优先级，其次为 PRBA 和位和 HOC 和位，再次为 PRBA 差位和 HOC 差位，最后为剩下的一些位。

5 然后，利用[24,12]扩展 Golay 码、[23,12]Golay 码和[15,11]Hamming 码的混合码，给较敏感的位加上较高冗余度，而给较不敏感的位加上较低冗余度或不加冗余度。半速率系统采用一个[24,12]Golay 码，后有三个[23,12]Golay 码，再后是两个[15,11]Hamming 码，剩下的 33 位不受保护。全速率系统采用两个[24,12]Golay 码，后有六个[23,12]Golay 码，剩下的 126 位不支持。这种分配的设计是为了高效地使用对 FEC 可用的有限的 10 位数。最后一步是在每个 45ms 块中交错处理 FEC 编码位，以分散短突发错误的影响。然后，两个连续 45ms 块的交错位被结合到一个形成编码器输出位流的 90ms 帧中。

15 编码位流信号在信道中传送并接收后，设计相应的解码器来从编码的位流中再现高质量的语音。解码器首先将每个 90ms 的帧分为两个 45ms 的量化块。之后，解码器对每一块进行解交错，并进行纠错解码，以纠正和/或检测某些可能的位错误模式。为得到通过移动卫星信道的足够的性能，所有纠错码一般被解码到其最高的纠错能力。下一步，解码器用 FEC 解码位为此块再组合量化位，从这些位中重构代表此块的两子帧的模型参数。

20 AMBE<sup>®</sup>解码器用重构对数谱幅度合成一组相位，声音合成器用这些相位生成感觉自然的语音。使用合成相位信息大大地降低了与在编码器与解码器之间直接传送此信息或等效物的系统有关的数据传输速率。然后，解码器对重构的谱幅度采用谱加强措施，以提高语音信号的感觉质量。如果本地估计的通道参数指示可能有不可纠正的位错误存在，则解 25 码器进一步检测位错误并平滑重构参数。加强及平滑的模型参数（基音频率，V/UV 判决，谱幅度和合成相位）用于语音合成。

30 重构参数形成解码器的语音合成器算法的输入，此算法将顺序的模型参数帧内插成平滑的 22.5ms 的语音段。合成算法用一组谐波振荡器(或一个高频率的 FFT 等效器)合成浊音语音。它被加到一个加权的叠加算法的输出以合成清音语音。这些总和形成合成语音信号，输出到一个 D/A 变换器，再到扬声器上重放。然而，此合成语音信号可能在逐个采样点



---

的意义上与原始信号并不接近，但是一个人听上去感觉是相同的。

其它的实施例也包含在权利要求书的范围之内。

## 附录 A

增益 VQ 码本 (5 位) 值表

n	x1(n)	x2(n)
0	-6696	6699
1	-5724	5641
2	-4860	4854
3	-3861	3824
4	-3132	3091
5	-2538	2630
6	-2052	2088
7	-1890	1491
8	-1269	1627
9	-1350	1003
10	-756	1111
11	-864	514
12	-324	623
13	-486	162
14	-297	-109
15	54	379
16	21	-49
17	326	122
18	21	-441
19	522	-196
20	348	-686
21	826	-466
22	630	-1005
23	1000	-1323
24	1174	-809
25	1631	-1274
26	1479	-1789
27	2088	-1960
28	2566	-2524
29	3132	-3185
30	3958	-3994
31	5546	-5978

## 附录 B

PRBA 和[1,2]VQ 码本 ( 8 位 ) 值表

0	-2022	-1333
1	-1734	-992
2	-2757	-664
3	-2265	-953
4	-1609	-1812
5	-1379	-1242
6	-1412	-815
7	-1110	-894
8	-2219	-467
9	-1780	-612
10	-1931	-185
11	-1570	-270
12	-1484	-579
13	-1287	-487
14	-1327	-192
15	-1123	-336
16	-857	-791
17	-741	-1105
18	-1097	-615
19	-841	-528
20	-641	-1902
21	-554	-820
22	-693	-623
23	-470	-557
24	-939	-367
25	-816	-235
26	-1051	-140
27	-680	-184
28	-657	-433
29	-449	-418
30	-534	-286
31	-529	-67
32	-2597	0
33	-2243	0
34	-3072	11
35	-1902	178
36	-1451	46
37	-1305	258
38	-1804	506
39	-1561	460
40	-3194	632
41	-2085	678
42	-4144	736
43	-2633	920
44	-1634	908
45	-1146	592
46	-1670	1460
47	-1098	1075
48	-1056	70
49	-864	-48
50	-972	296
51	-841	159
52	-672	-7
53	-534	112
54	-675	242
55	-411	201
56	-921	646
57	-839	444
58	-700	1442
59	-698	723
60	-654	462
61	-482	361
62	-459	801
63	-429	575
64	-376	-1320
65	-280	-950
66	-372	-695
67	-234	-520
68	-198	-715
69	-63	-945
70	-92	-455
71	-37	-625
72	-403	-195
73	-327	-350
74	-395	-55
75	-280	-180
76	-195	-335
77	-90	-310
78	-146	-205
79	-79	-115
80	36	-1195
81	64	-1659
82	46	-441
83	147	-391
84	161	-744
85	238	-936
86	175	-552
87	292	-502
88	10	-304
89	91	-243
90	0	-199
91	24	-113
92	186	-292
93	194	-181
94	119	-131
95	279	-125
96	-234	0
97	-131	0
98	-347	86
99	-233	172
100	-113	86
101	-6	0
102	-107	208
103	-6	93
104	-308	373
105	-168	503
106	-378	1056
107	-257	769
108	-119	345
109	-92	790
110	-87	1085
111	-56	1789
112	99	-25
113	188	-40
114	60	185
115	91	75
116	188	45
117	276	85
118	194	175
119	289	230
120	0	275
121	136	335
122	10	645
123	19	450
124	216	475
125	261	340
126	163	800
127	292	1220
128	349	-677
129	439	-968
130	302	-358
131	401	-303
132	495	-1386
133	578	-743
134	455	-517
135	512	-402
136	294	-242
137	368	-171
138	310	-11
139	379	-83
140	483	-165
141	509	-281
142	455	-66
143	536	-50
144	678	-1071
145	770	-843
146	642	-434
147	646	-575
148	823	-630
149	934	-989
150	774	-438
151	951	-418
152	592	-186
153	600	-312
154	646	-79
155	695	-170
156	734	-288
157	958	-268
158	836	-87
159	837	-217
160	364	112
161	418	25
162	413	206
163	465	125
164	524	56
165	566	162
166	498	293
167	583	268
168	361	481
169	399	343
170	304	643
171	407	912
172	513	431
173	527	612
174	554	1618
175	606	750
176	621	49
177	718	0
178	674	135
179	688	236
180	748	90
181	879	36
182	790	196
183	933	189
184	647	378
185	795	405
186	648	495
187	714	1138
188	795	594
189	832	301
190	817	886
191	970	711
192	1014	-1346
193	1226	-870
194	1026	-658
195	1194	-429
196	1462	-1410
197	1539	-1146
198	1305	-629
199	1460	-752
200	1010	-94
201	1172	-253
202	1030	58
203	1174	-53
204	1392	-106
205	1422	-347
206	1273	82
207	1581	-24
208	1793	-787
209	2178	-629
210	1645	-440
211	1872	-468
212	2231	-999
213	2782	-782
214	2607	296
215	3491	-639
216	1802	-181
217	2108	-283
218	1828	171
219	2065	60
220	2458	4
221	3132	-153
222	2765	46
223	3867	41
224	1035	318
225	1113	194
226	971	471
227	1213	353
228	1356	228
229	1484	339
230	1363	450
231	1558	540
232	1090	908
233	1142	589
234	1073	1248
235	1368	1137
236	1372	728
237	1574	901
238	1479	1956
239	1498	1567
240	1588	184
241	2092	460
242	1798	468
243	1844	737
244	2433	353
245	3030	330
246	2224	714
247	3557	553
248	1728	1221
249	2053	975
250	2038	1544
251	2480	2136
252	2689	775
253	3448	1098
254	2526	1106
255	3162	1736

## 附录 C

PRBA 和[3,4]VQ 码本 (6 位) 值表

n	x1(n)	x2(n)	n	x1(n)	x2(n)
0	-1320	-848	32	203	-961
1	-820	-743	33	184	-397
2	-440	-972	34	370	-550
3	-424	-584	35	358	-279
4	-715	-466	36	135	-199
5	-1155	-335	37	135	-5
6	-627	-243	38	277	-111
7	-402	-183	39	444	-92
8	-165	-459	40	661	-744
9	-385	-378	41	593	-355
10	-160	-716	42	1193	-634
11	77	-594	43	933	-432
12	-198	-277	44	797	-191
13	-204	-115	45	611	-66
14	-6	-362	46	1125	-130
15	-22	-173	47	1700	-24
16	-841	-86	48	143	183
17	-1178	206	49	288	262
18	-551	20	50	307	60
19	-414	209	51	478	153
20	-713	252	52	189	457
21	-770	665	53	78	967
22	-433	473	54	445	393
23	-361	818	55	386	693
24	-338	17	56	819	67
25	-148	49	57	681	266
26	-5	-33	58	1023	273
27	-10	124	59	1351	281
28	-195	234	60	708	551
29	-129	469	61	734	1016
30	9	316	62	983	618
31	-43	647	63	1751	723

## 附录 D

PRBA 和[5,7]VQ 码本 (7 位) 值表

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)
0	-473	-644	-166
1	-334	-483	-439
2	-688	-460	-147
3	-387	-391	-108
4	-613	-253	-264
5	-291	-207	-322
6	-592	-230	-30
7	-334	-92	-127
8	-226	-276	-108
9	-140	-345	-264
10	-248	-805	9
11	-183	-506	-108
12	-205	-92	-595
13	-22	-92	-244
14	-151	-138	-30
15	-43	-253	-147
16	-822	-308	208
17	-372	-563	80
18	-557	-518	240
19	-253	-548	368
20	-504	-263	160
21	-319	-158	48
22	-491	-173	528
23	-279	-233	288
24	-239	-368	64
25	-94	-563	176
26	-147	-338	224
27	-107	-338	528
28	-133	-203	96
29	-14	-263	32
30	-107	-98	352
31	-1	-248	256
32	-494	-52	-345
33	-239	92	-257
34	-485	-72	-32
35	-383	153	-82
36	-375	194	-407
37	-205	543	-382
38	-536	379	-57
39	-247	338	-207
40	-171	-72	-220
41	-35	-72	-395
42	-188	-11	-32
43	-26	-52	-95
44	-94	71	-207
45	9	338	-245
46	-154	153	-70
47	-18	215	-132
48	-709	78	78
49	-316	78	78
50	-462	-57	234

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)
51	-228	100	273
52	-259	325	117
53	-192	618	0
54	-507	213	312
55	-226	348	390
56	-68	-57	78
57	-34	33	19
58	-192	-57	156
59	-192	-12	585
60	-113	123	117
61	-57	280	19
62	-12	348	253
63	-12	78	234
64	60	-383	-304
65	84	-473	-589
66	12	-495	-152
67	204	-765	-247
68	108	-135	-209
69	156	-360	-76
70	60	-180	-38
71	192	-158	-38
72	204	-248	-456
73	420	-495	-247
74	408	-293	-57
75	744	-473	-19
76	480	-225	-475
77	768	-68	-285
78	276	-225	-228
79	480	-113	-190
80	0	-403	88
81	210	-472	120
82	100	-633	408
83	180	-265	520
84	50	-104	120
85	130	-219	104
86	110	-81	296
87	190	-265	312
88	270	-242	88
89	330	-771	104
90	430	-403	232
91	590	-219	504
92	350	-104	24
93	630	-173	104
94	220	-58	136
95	370	-104	248
96	67	63	238
97	242	-42	-314
98	80	105	-86
99	107	-42	-29
100	175	126	-542
101	202	168	-238

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)
102	107	336	-29
103	242	168	-29
104	458	168	-371
105	458	252	-162
106	269	0	-143
107	377	63	-29
108	242	378	-295
109	917	525	-276
110	256	588	-67
111	310	336	28
112	72	42	120
113	188	42	46
114	202	147	212
115	246	21	527
116	14	672	286
117	43	189	101
118	57	147	379
119	159	420	527
120	391	105	138
121	608	105	46
122	391	126	342
123	927	63	231
124	565	273	175
125	579	546	212
126	289	378	286
127	637	252	619

### 附录 E

#### PRBA 差[1,3]VQ 码本 (8 位) 值表

0	-1153	-430	-504
1	-1001	-626	-861
2	-1240	-846	-252
3	-805	-748	-252
4	-1675	-381	-336
5	-1175	-111	-546
6	-892	-307	-315
7	-762	-111	-336
8	-566	-405	-735
9	-501	-846	-483
10	-631	-503	-420
11	-370	-479	-252
12	-523	-307	-462
13	-327	-185	-294
14	-631	-332	-231
15	-544	-136	-273
16	-1170	-348	-24
17	-949	-564	-96
18	-897	-372	120
19	-637	-828	144
20	-845	-108	-96
21	-676	-132	120
22	-910	-324	552
23	-624	-108	432
24	-572	-492	-168
25	-416	-276	-24
26	-598	-420	48
27	-390	-324	336
28	-494	-108	-96
29	-429	-276	-168
30	-533	-252	144
31	-364	-180	168
32	-1114	107	-280
33	-675	64	-249
34	-1333	-86	-125
35	-913	193	-233
36	-1460	258	-249
37	-1114	473	-481
38	-949	451	-109
39	-639	559	-140
40	-384	-43	-357
41	-329	43	-187
42	-603	43	-47
43	-365	86	-1
44	-566	408	-404
45	-329	387	218
46	-603	258	-202
47	-511	193	-16
48	-1089	94	77
49	-732	157	58
50	-1482	178	311
51	-1014	-53	370
52	-751	199	292
53	-582	388	136
54	-789	220	604
55	-751	598	389
56	-432	-32	214
57	-414	-53	19
58	-526	157	233
59	-320	136	233
60	-376	304	38
61	-357	325	214
62	-470	388	350
63	-357	199	428
64	-285	-592	-589
65	-245	-345	-342
66	-315	-867	-228
67	-205	-400	-114
68	-270	-97	-570
69	-170	-97	-342
70	-280	-235	-152
71	-260	-97	-114
72	-130	-592	-266
73	-40	-290	-646
74	-110	-235	-228
75	-35	-235	-57
76	-35	-97	-247
77	-10	-15	-152
78	-120	-152	-133
79	-85	-42	-76
80	-295	-472	86
81	-234	-248	0
82	-234	-216	602
83	-172	-520	301
84	-286	-40	21
85	-177	-88	0
86	-253	-72	322
87	-191	-136	129
88	-53	-168	21
89	-48	-328	86
90	-105	-264	236
91	-67	-136	129
92	-53	-40	21
93	-6	-104	-43
94	-105	-40	193
95	-29	-40	344
96	-176	123	-208
97	-143	0	-182
98	-309	184	-156
99	-205	20	91
100	-276	205	-403
101	-229	615	-234
102	-238	225	-13
103	-162	307	-91
104	-81	61	-117
105	-10	102	-221
106	-105	20	39
107	-48	82	26
108	-124	328	-286
109	-24	205	-143
110	-143	164	-78
111	-20	389	-104
112	-270	90	93
113	-185	72	0
114	-230	0	186
115	-131	108	124
116	-243	558	0
117	-212	432	155
118	-171	234	186
119	-158	126	279
120	-108	0	93
121	-36	54	62
122	-41	144	480
123	0	54	170
124	-90	180	62
125	4	162	0
126	-117	558	356
127	-81	342	77
128	52	-363	-357
129	52	-231	-186
130	37	-627	15
131	42	-396	-155
132	33	-66	-465
133	80	-66	-140
134	71	-165	-31
135	90	-33	-16
136	151	-198	-140
137	332	-1023	-186
138	109	-363	0
139	204	-165	-16
140	180	-132	-279
141	284	-99	-155
142	151	-66	-93
143	185	-33	15
144	46	-170	112
145	146	-120	89
146	78	-382	292
147	78	-145	224
148	15	-32	89
149	41	-82	22
150	10	-70	719
151	115	-32	89
152	162	-282	134
153	304	-345	22
154	225	-270	674
155	335	-407	359
156	256	-57	179
157	314	-182	112
158	146	-45	404
159	241	-195	292
160	27	96	-89
161	56	128	-362
162	4	0	-30
163	103	32	-69
164	18	432	-459
165	61	256	-615
166	94	272	-206
167	99	144	-50
168	113	16	-225
169	298	80	-362
170	213	48	-50
171	255	32	-186
172	156	144	-167
173	265	320	-245
174	122	496	-30
175	298	176	-69
176	56	66	45
177	61	145	112
178	32	225	270
179	99	13	225
180	28	304	45
181	118	251	0
182	118	808	697
183	142	437	157
184	156	92	45
185	317	13	22
186	194	145	270
187	260	66	90
188	194	834	45
189	327	225	45
190	189	278	495
191	199	225	135
192	336	-205	-390
193	364	-740	-656
194	336	-383	-144
195	448	-281	-349
196	420	25	-103
197	476	-26	-267
198	336	-128	-21
199	476	-205	-41
200	616	-562	-308
201	2100	-460	-164
202	644	-358	-103
203	1148	-434	-62
204	672	-230	-595
205	1344	-332	-615
206	644	-52	-164
207	896	-205	-287
208	460	-363	176
209	560	-660	0
210	360	-924	572
211	360	-627	198
212	420	-99	308
213	540	-66	154
214	380	99	396
215	500	-66	572
216	780	-264	66
217	1620	-165	198
218	640	-165	308
219	840	-561	374
220	560	66	44
221	820	0	110
222	760	-66	660
223	860	-99	396
224	672	246	-360
225	840	101	-144
226	504	217	-90
227	714	246	0
228	462	661	-378
229	693	536	-234
230	399	420	-18
231	882	797	18
232	1155	188	-216
233	1722	217	-396
234	987	275	108
235	1197	130	126
236	1281	594	-180
237	1302	1000	-432
238	1155	565	108
239	1638	304	72
240	403	118	183
241	557	295	131
242	615	265	376
243	673	324	673
244	384	560	183
245	673	501	148
246	365	442	411
247	384	324	236
248	827	147	323
249	961	413	411
250	1058	177	463
251	1443	147	446
252	1000	1032	166
253	1558	708	253
254	692	678	411
255	1154	708	481

## 附录 F

PRBA 差[4,7]VQ 码本 (6 位) 值表

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)	x4(n)
0	-279	-330	-261	7
1	-465	-242	-9	7
2	-248	-66	-189	7
3	-279	-44	27	217
4	-217	-198	-189	-233
5	-155	-154	-81	-53
6	-62	-110	-117	157
7	0	-44	-153	-53
8	-186	-110	63	-203
9	-310	0	207	-53
10	-155	-242	99	187
11	-155	-88	63	7
12	-124	-330	27	-23
13	0	-110	207	-113
14	-62	-22	27	157
15	-93	0	279	127
16	-413	48	-93	-115
17	-203	96	-56	-23
18	-443	168	-130	138
19	-143	288	-130	115
20	-113	0	-93	-138
21	-53	240	-241	-115
22	-83	72	-130	92
23	-53	192	-19	-23
24	-113	48	129	-92
25	-323	240	129	-92
26	-83	72	92	46
27	-263	120	92	69
28	-23	168	314	-69
29	-53	360	92	-138
30	-23	0	-19	0
31	7	192	55	207

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)	x4(n)
32	7	-275	-296	-45
33	63	-209	-72	-15
34	91	-253	-8	225
35	91	-55	-40	45
36	119	-99	-72	-225
37	427	-77	-72	-135
38	389	-121	-200	105
39	175	-33	-104	-75
40	7	-99	24	-75
41	91	11	88	-15
42	119	-165	152	45
43	35	-55	88	75
44	231	-319	120	-105
45	231	-55	184	-165
46	259	-143	-8	15
47	371	-11	152	45
48	60	71	-63	-55
49	12	159	-63	-241
50	60	71	-21	69
51	60	115	-105	162
52	108	5	-357	-148
53	372	93	-231	-179
54	132	5	-231	100
55	180	225	-147	7
56	36	27	63	-148
57	60	203	105	-24
58	108	93	189	100
59	156	335	273	69
60	204	93	21	38
61	252	159	63	-148
62	180	5	21	224
63	348	269	63	69

## 附录 G

HOC 和 0 VQ 码本 (7 位) 值表

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)	x4(n)
0	-1087	-987	-785	-114
1	-742	-903	-639	-570
2	-1363	-567	-639	-342
3	-604	-315	-639	-456
4	-1501	-1491	-712	1026
5	-949	-819	-274	0
6	-880	-399	-493	-114
7	-742	-483	-566	342
8	-880	-651	237	-114
9	-742	-483	-201	-342
10	-1294	-231	-128	-114
11	-1156	-315	-128	-684
12	-1639	-819	18	0
13	-604	-567	18	342
14	-949	-315	310	456
15	-811	-315	-55	114
16	-384	-666	-282	-593
17	-358	-1170	-564	-198
18	-514	-522	-376	-119
19	-254	-378	-188	-277
20	-254	-666	-940	-40
21	-228	-378	-376	118
22	-566	-162	-564	118
23	-462	-234	-188	39
24	-436	-306	94	-198
25	-436	-738	0	-119
26	-436	-306	376	-119
27	-332	-90	188	39
28	-280	-378	-94	592
29	-254	-450	94	118
30	-618	-162	188	118
31	-228	-234	470	355
32	-1806	-49	-245	-358
33	-860	-49	-245	-199
34	-602	341	-49	-358
35	-602	146	-931	-252
36	-774	81	49	13
37	-602	81	49	384
38	-946	341	-441	225
39	-688	406	-147	-93
40	-860	-49	147	-411
41	-688	211	245	-199
42	-1290	276	49	-305
43	-774	926	147	-252
44	-1462	146	343	66
45	-1032	-49	441	-40
46	-946	471	147	172
47	-516	211	539	172
48	-481	-28	-290	-435
49	-277	-28	-351	-195
50	-345	687	-107	-375
51	-294	247	-107	-135
52	-362	27	-46	-15
53	-328	82	-290	345
54	-464	192	-229	45

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)	x4(n)
55	-396	467	-351	105
56	-396	-83	442	-435
57	-243	82	259	-255
58	-447	82	15	-255
59	-294	742	564	-135
60	-260	-83	15	225
61	-243	192	259	465
62	-326	247	137	-15
63	-226	632	137	105
64	-170	-641	-436	-221
65	130	-885	-187	-273
66	-30	-153	-519	-377
67	30	-519	-851	-533
68	-170	-214	-602	-65
69	-70	-641	-270	247
70	-150	-214	-104	39
71	-10	-31	-270	195
72	10	-458	394	-117
73	70	-519	-21	-221
74	-130	-275	145	-481
75	-110	-31	62	-221
76	-110	-641	228	91
77	70	-275	-21	39
78	-90	-214	145	-65
79	-30	30	-21	39
80	326	-587	-490	-72
81	821	-252	-490	-186
82	146	-252	-266	-72
83	506	-185	-210	-357
84	281	-252	-378	270
85	551	-319	-154	156
86	416	-51	-266	-15
87	596	16	-378	384
88	506	-319	182	-243
89	776	-721	70	99
90	236	-185	70	-186
91	731	-51	126	99
92	191	-386	-98	156
93	281	-989	-154	498
94	281	-185	14	213
95	281	-386	350	156
96	-18	144	-254	-192
97	97	144	-410	0
98	-179	464	-410	-256
99	28	464	-98	-192
100	-156	144	-176	64
101	143	80	-98	0
102	-133	336	-98	192
103	143	656	-488	128
104	-133	208	-20	-576
105	74	16	448	-192
106	-18	208	58	-128
107	120	976	58	0
108	5	144	370	192
109	120	80	136	384

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)	x4(n)
110	74	464	682	256
111	120	464	136	64
112	181	96	-43	-400
113	379	182	-215	-272
114	313	483	-559	-336
115	1105	225	-43	-80
116	181	225	-559	240
117	643	182	-473	-80
118	313	225	-129	112
119	511	397	-43	-16
120	379	139	215	48
121	775	182	559	48
122	247	354	301	-272
123	643	655	301	-16
124	247	53	731	176
125	445	10	215	560
126	577	526	215	368
127	1171	569	387	176



## 附录 H

HOC 差 0 VQ 码本 (3 位) 值表

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)	x4(n)
0	-558	-117	0	0
1	-248	195	88	-22
2	-186	-312	-176	-44
3	0	0	0	77
4	0	-117	154	-68
5	62	156	-176	-55
6	310	-156	-66	22
7	372	273	110	33

## 附录 I

HOC 和 1 VQ 码本 (7 位) 值表

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)	x4(n)
0	-380	-528	-363	71
1	-380	-528	-13	14
2	-1040	-186	-313	-214
3	-578	-300	-113	-157
4	-974	-471	-163	71
5	-512	-300	-313	299
6	-578	-129	37	185
7	-314	-186	-113	71
8	-446	-357	237	-385
9	-380	-870	237	14
10	-776	-72	187	-43
11	-446	-243	87	-100
12	-644	-414	387	71
13	-578	-642	87	289
14	-1304	-15	237	128
15	-644	-300	187	470
16	-221	-452	-385	-309
17	-77	-200	-165	-179
18	-221	-200	-110	-504
19	-149	-200	-440	-114
20	-221	-326	0	276
21	-95	-662	-165	406
22	-95	-32	-220	16
23	-23	-158	-440	146
24	-167	-410	220	-114
25	-95	-158	110	16
26	-203	-74	220	-244
27	-59	-74	385	-114
28	-275	-116	165	211
29	-5	-452	220	341
30	-113	-74	330	471
31	-77	-116	0	211
32	-642	57	-143	-406
33	-507	0	-371	-70
34	-1047	570	-143	-14
35	-417	855	-200	42
36	-912	0	-143	98
37	-417	171	-143	266
38	-687	285	28	98
39	-372	513	-371	154
40	-822	0	427	-294
41	-462	171	142	-238
42	-1047	342	313	-70
43	-507	570	142	-406
44	-552	114	313	434
45	-462	57	28	-70
46	-507	342	484	210
47	-507	513	85	42
48	210	40	-140	-226
49	-21	0	0	-54
50	-336	360	-210	-226
51	-126	280	70	-312
52	-252	200	0	-11
53	-63	160	-420	161
54	-168	240	-210	32

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)	x4(n)
55	-42	520	-280	-54
56	-336	0	350	32
57	-126	240	420	-269
58	-315	320	280	-54
59	-147	600	140	32
60	-336	120	70	161
61	-63	120	140	75
62	-210	360	70	333
63	-63	200	630	118
64	168	-793	-315	-171
65	294	-273	-378	-399
66	147	-117	-126	-57
67	231	-169	-378	-114
68	0	-325	-63	0
69	84	-481	-252	171
70	105	-221	-189	228
71	294	-273	0	456
72	126	-585	0	-114
73	147	-325	252	-228
74	147	-169	63	-171
75	315	-13	567	-171
76	126	-377	504	57
77	147	-273	63	57
78	63	-169	252	171
79	273	-117	63	57
80	736	-332	-487	-96
81	1748	-179	-192	-32
82	736	-26	-369	-416
83	828	-26	-192	-32
84	460	-638	-251	160
85	736	-230	-133	288
86	368	-230	-133	32
87	552	-77	-487	544
88	736	-434	44	-32
89	1104	-332	-74	-32
90	460	-281	-15	-224
91	644	-281	398	-160
92	368	-791	221	32
93	460	-383	103	32
94	644	-281	162	224
95	1012	-179	339	160
96	76	108	-341	-244
97	220	54	-93	-488
98	156	378	-589	-122
99	188	216	-155	0
100	28	0	-31	427
101	108	0	31	61
102	-4	162	-93	183
103	204	432	-217	305
104	44	162	31	-122
105	156	0	217	-427
106	44	810	279	-122
107	204	378	217	-305
108	124	108	217	244
109	220	108	341	-61

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)	x4(n)
110	44	432	217	0
111	156	432	279	427
112	300	-13	-89	-163
113	550	237	-266	-13
114	450	737	-30	-363
115	1050	387	-30	-213
116	300	-13	-384	137
117	350	87	-89	187
118	300	487	-89	-13
119	900	237	-443	37
120	500	-13	88	-63
121	700	187	442	-13
122	450	237	29	-263
123	700	387	88	37
124	300	187	88	37
125	350	-13	324	237
126	600	237	29	387
127	700	687	442	187

## 附录 J

HOC 差 1 VQ 码本 (3 位) 值表

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)	x4(n)
0	-173	-285	5	28
1	-35	19	-179	76
2	-357	57	51	-20
3	-127	285	51	-20
4	11	-19	5	-116
5	333	-171	-41	28
6	11	-19	143	124
7	333	209	-41	-36

## 附录 K

HOC 和 2 VQ 码本 (7 位) 值表

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)	x4(n)
0	-738	-670	-429	-179
1	-450	-335	-99	-53
2	-450	-603	-99	115
3	-306	-201	-231	157
4	-810	-201	-33	-137
5	-378	-134	-231	-305
6	-1386	-67	33	-95
7	-666	-201	-363	283
8	-450	-402	297	-53
9	-378	-670	561	-11
10	-1098	-402	231	325
11	-594	-1005	99	-11
12	-882	0	99	157
13	-810	-268	383	-179
14	-594	-335	99	283
15	-306	-201	165	157
16	-200	-513	-162	-288
17	-40	-323	-162	-96
18	-200	-589	-378	416
19	-56	-513	-378	-32
20	-248	-285	-522	32
21	-184	-133	-18	-32
22	-120	-19	-234	96
23	-56	-133	-234	416
24	-200	-437	-18	96
25	-168	-209	414	-288
26	-152	-437	198	544
27	-56	-171	54	160
28	-184	-95	54	-416
29	-152	-171	198	-32
30	-280	-171	558	96
31	-184	-19	270	288
32	-463	57	-228	40
33	-263	114	-293	-176
34	-413	57	32	472
35	-363	228	-423	202
36	-813	399	-358	-68
37	-563	399	32	-122
38	-463	342	-33	202
39	-413	627	-163	202
40	-813	171	162	-338
41	-413	0	97	-176
42	-513	57	422	-14
43	-463	0	97	94
44	-663	570	357	-230
45	-313	855	227	-14
46	-1013	513	162	40
47	-813	228	552	256
48	-225	82	0	63
49	-63	246	-80	63
50	99	82	-80	273
51	27	246	-320	63
52	-81	697	-240	-357
53	-45	410	-640	-147
54	-261	369	-160	-105

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)	x4(n)
55	-63	656	-80	63
56	-261	205	240	-21
57	-99	82	0	-147
58	-171	287	560	105
59	9	246	160	189
60	-153	287	0	-357
61	-99	287	400	-315
62	-225	492	240	231
63	-45	328	80	-63
64	105	-989	-124	-102
65	185	-453	-289	-372
66	145	-788	41	168
67	145	-252	-289	168
68	5	-118	-234	-57
69	165	-118	-179	-282
70	145	-185	-69	-57
71	225	-185	-14	303
72	105	-185	151	-237
73	225	-587	261	-282
74	65	-386	151	78
75	305	-252	371	-147
76	245	-51	96	-57
77	265	16	316	-237
78	45	-185	536	78
79	205	-185	261	213
80	346	-544	-331	-30
81	913	-298	-394	-207
82	472	-216	-583	29
83	598	-339	-142	206
84	472	-175	-268	-207
85	598	-52	-205	29
86	346	-11	-457	442
87	850	-52	-205	383
88	346	-380	-16	-30
89	724	-626	47	-89
90	409	-380	236	206
91	1291	-216	-16	29
92	472	-11	47	-443
93	535	-134	47	-30
94	346	-52	-79	147
95	787	-175	362	29
96	85	220	-195	-170
97	145	110	-375	-510
98	45	55	-495	-34
99	185	55	-195	238
100	245	440	-75	-374
101	285	825	-75	102
102	85	330	-255	374
103	185	330	-75	102
104	25	110	285	-34
105	65	55	-15	34
106	65	0	105	102
107	225	55	105	510
108	105	110	45	-238
109	325	550	165	-102

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)	x4(n)
110	105	440	405	34
111	265	165	165	102
112	320	112	-32	-74
113	896	194	-410	10
114	320	112	-284	10
115	512	276	-95	220
116	448	317	-410	-326
117	1280	399	-32	-74
118	384	481	-473	220
119	448	399	-158	10
120	512	71	157	52
121	640	276	-32	-74
122	320	153	472	220
123	896	30	31	52
124	512	276	283	-242
125	832	645	31	-74
126	448	522	157	304
127	960	276	409	94

## 附录 L

HOC 差 2 VQ 码本 (3 位) 值表

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)	x4(n)
0	-224	-237	15	-9
1	-36	-27	-195	-27
2	-365	113	36	9
3	-36	288	-27	-9
4	58	8	57	171
5	199	-237	57	-9
6	-36	8	120	-81
7	340	113	-48	-9

## 附录 M

HOC 和 3 VQ 码本 (7 位) 值表

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)	x4(n)
0	-812	-216	-483	-129
1	-532	-648	-207	-129
2	-868	-504	0	215
3	-532	-264	-69	129
4	-924	-72	0	-43
5	-644	-120	-69	-215
6	-868	-72	-345	301
7	-476	-24	-483	344
8	-756	-216	276	215
9	-476	-360	414	0
10	-1260	-120	0	258
11	-476	-264	69	430
12	-924	24	552	-43
13	-644	72	276	-129
14	-476	24	0	43
15	-420	24	345	172
16	-390	-357	-406	0
17	-143	-471	-350	-186
18	-162	-471	-182	310
19	-143	-699	-350	186
20	-390	-72	-350	-310
21	-219	42	-126	-186
22	-333	-72	-182	62
23	-181	-129	-238	496
24	-371	-243	154	-124
25	-200	-300	-14	-434
26	-295	-813	154	124
27	-181	-471	42	-62
28	-333	-129	434	-310
29	-105	-72	210	-62
30	-257	-186	154	124
31	-143	-243	-70	-62
32	-704	195	-366	-127
33	-448	91	-183	-35
34	-576	91	-122	287
35	-448	299	-244	103
36	-1216	611	-305	57
37	-384	507	-244	-127
38	-704	559	-488	149
39	-640	455	-183	379
40	-1344	351	122	-265
41	-640	351	-61	-35
42	-960	299	61	149
43	-512	351	244	333
44	-896	507	-61	-127
45	-576	455	244	-311
46	-768	611	427	11
47	-576	871	0	103
48	-298	118	-435	29
49	-196	290	-195	-29
50	-349	247	-15	87
51	-196	247	-255	261
52	-400	677	-555	-203
53	-349	333	-15	-435
54	-264	419	-75	435

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)	x4(n)
55	-213	720	-255	87
56	-349	204	45	-203
57	-264	75	165	29
58	-264	75	-15	261
59	-145	118	-15	29
60	-298	505	45	-145
61	-179	290	345	-203
62	-315	376	225	29
63	-162	462	-15	145
64	-76	-129	-424	-59
65	57	-43	-193	-247
66	-19	-86	-578	270
67	133	-258	-270	176
68	19	-43	-39	-12
69	190	0	-578	-200
70	-76	0	-193	129
71	171	0	-193	35
72	95	-258	269	-12
73	152	-602	115	-153
74	-76	-301	346	411
75	190	-473	38	176
76	19	-172	115	-294
77	76	-172	577	-153
78	-38	-215	38	129
79	114	-86	38	317
80	208	-338	-132	-144
81	649	-1958	-462	-964
82	453	-473	-462	102
83	845	-68	-198	102
84	502	-68	-396	-226
85	943	-68	0	-308
86	404	-68	-198	102
87	600	67	-528	184
88	453	-338	132	-308
89	796	-608	0	-62
90	355	-473	396	184
91	551	-338	0	184
92	208	-203	66	-62
93	698	-203	462	-62
94	208	-68	264	266
95	551	-68	132	20
96	-98	269	-281	-290
97	21	171	49	-174
98	4	220	83	58
99	106	122	-215	464
100	21	465	-149	-116
101	21	318	-347	0
102	-98	514	-479	406
103	123	514	-83	174
104	-13	122	181	-406
105	140	24	247	-58
106	-98	220	511	174
107	-30	73	181	174
108	4	759	181	-174
109	21	318	181	58

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)	x4(n)
110	38	318	115	464
111	106	710	379	174
112	289	270	-162	-135
113	289	35	-216	-351
114	289	270	-378	189
115	561	129	-54	-27
116	357	552	-162	-351
117	765	364	-324	-27
118	221	270	-108	189
119	357	740	-432	135
120	221	82	0	81
121	357	82	162	-243
122	561	129	-54	459
123	1241	129	108	189
124	221	364	162	-189
125	425	505	-54	27
126	425	270	378	135
127	765	364	108	135

## 附录 N

### HOC 差 3 VQ 码本 ( 3 位 ) 值表

n	x1(n)	x2(n)	x3(n)	x4(n)
0	-94	-248	60	0
1	0	-17	-100	-90
2	-376	-17	40	18
3	-141	247	-80	36
4	47	-50	-80	162
5	329	-182	20	-18
6	0	49	200	0
7	282	181	-20	-18

## 附录 O

频率块大小表

子帧幅度 总数	频率块 1 幅度数	频率块 2 幅度数	频率块 3 幅度数	频率块 4 幅度数
9	2	2	2	3
10	2	2	3	3
11	2	3	3	3
12	2	3	3	4
13	3	3	3	4
14	3	3	4	4
15	3	3	4	5
16	3	4	4	5
17	3	4	5	5
18	4	4	5	5
19	4	4	5	6
20	4	4	6	6
21	4	5	6	6
22	4	5	6	7
23	5	5	6	7
24	5	5	7	7
25	5	6	7	7
26	5	6	7	8
27	5	6	8	8
28	6	6	8	8
29	6	6	8	9
30	6	7	8	9
31	6	7	9	9
32	6	7	9	10
33	7	7	9	10
34	7	8	9	10
35	7	8	10	10
36	7	8	10	11
37	8	8	10	11
38	8	9	10	11
39	8	9	11	11
40	8	9	11	12
41	8	9	11	13
42	8	9	12	13
43	8	10	12	13
44	9	10	12	13
45	9	10	12	14
46	9	10	13	14
47	9	11	13	14
48	10	11	13	14
49	10	11	13	15
50	10	11	14	15
51	10	12	14	15
52	10	12	14	16
53	11	12	14	16
54	11	12	15	16
55	11	12	15	17
56	11	13	15	17



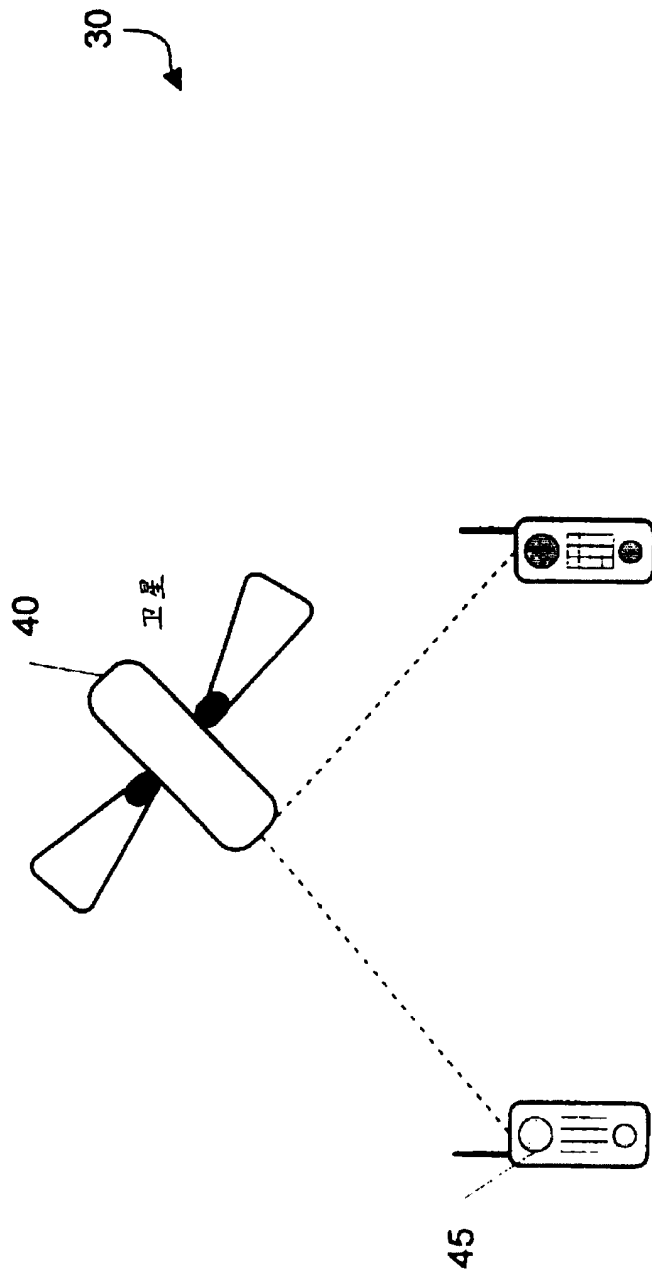


图 1

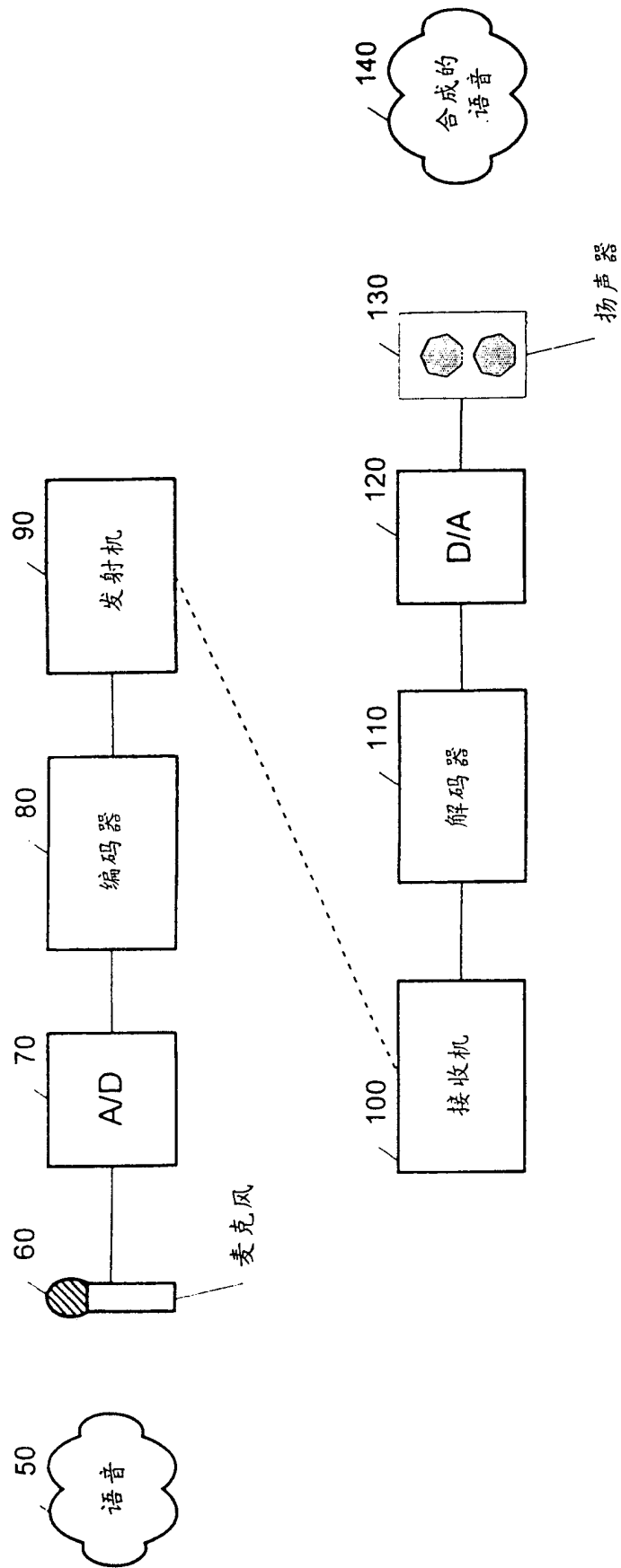


图 2

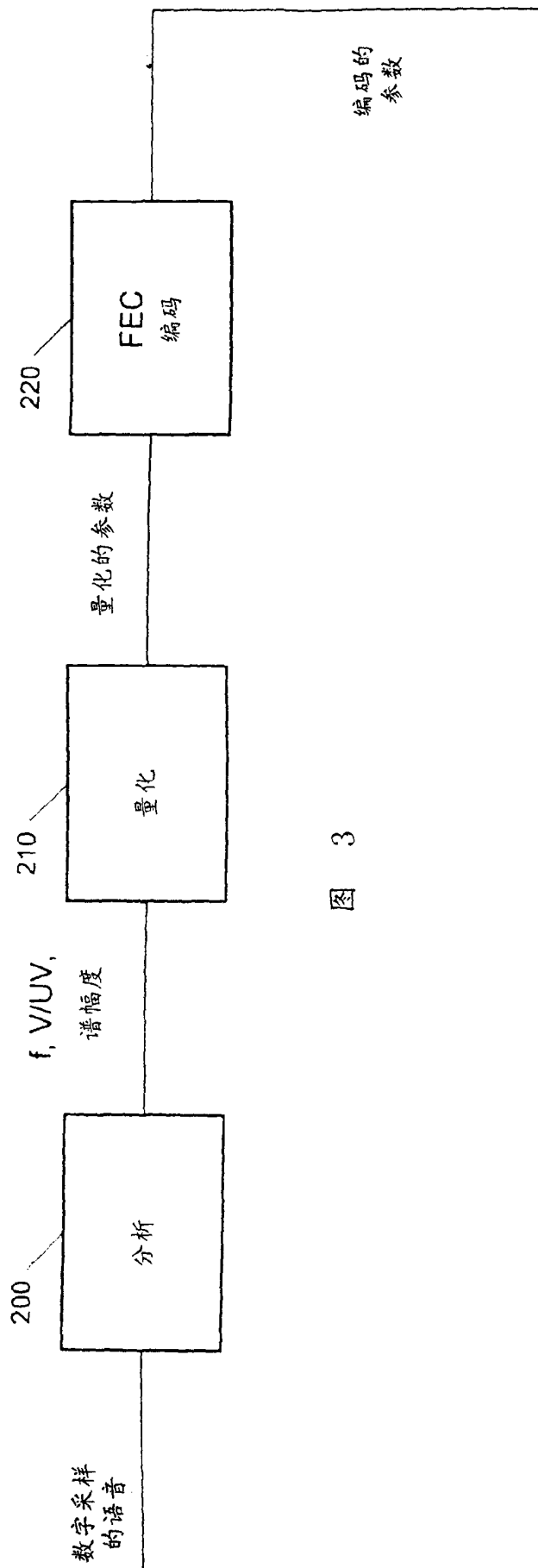


图 3

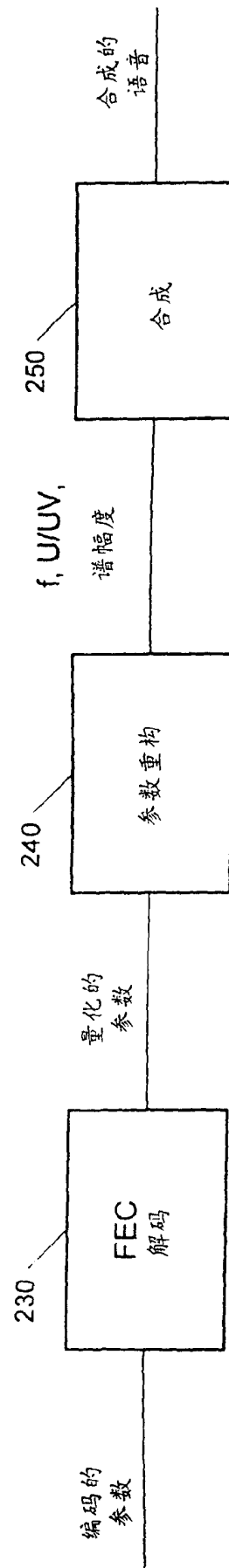


图 4

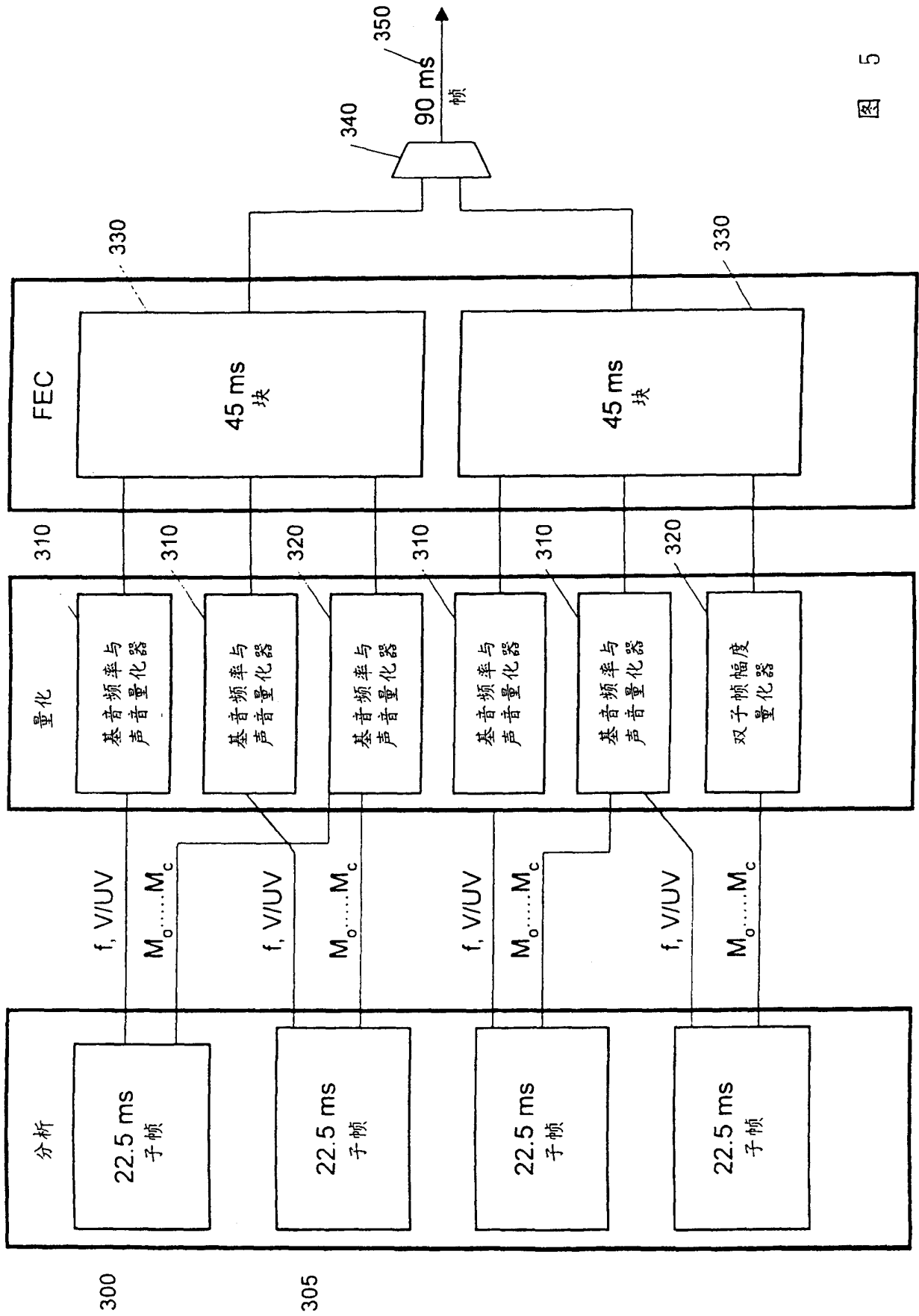


图 5

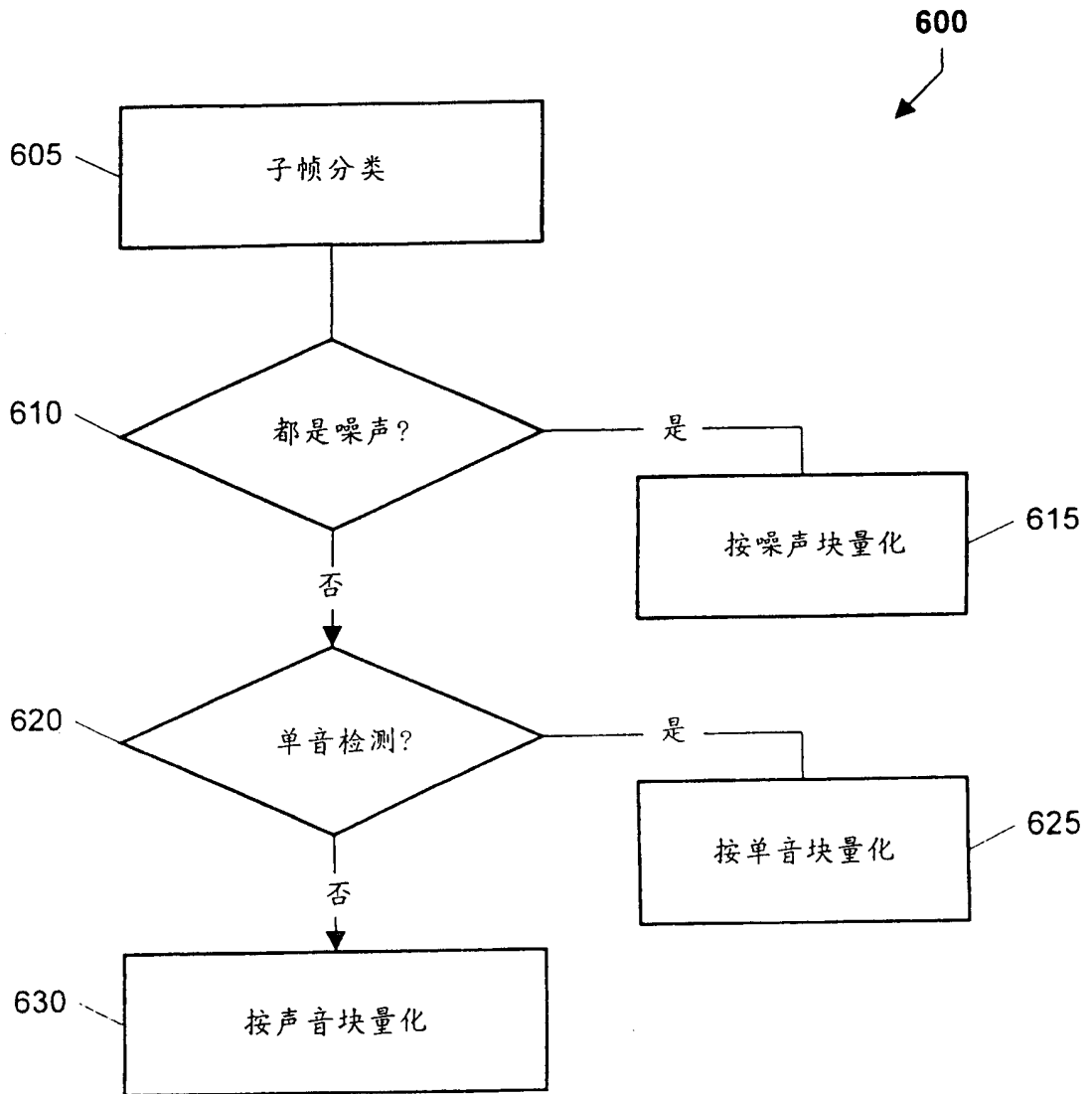


图 6

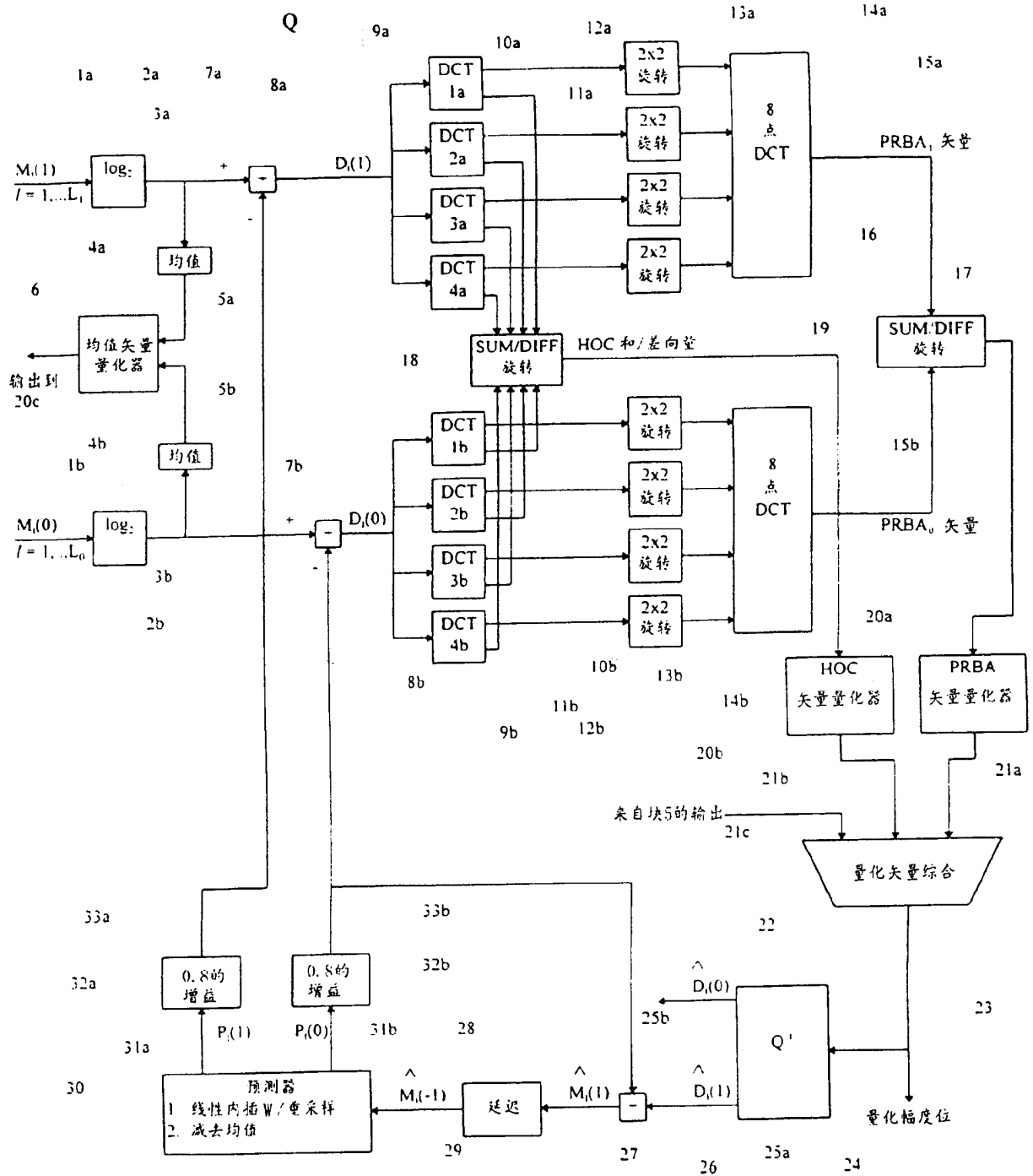


图 7

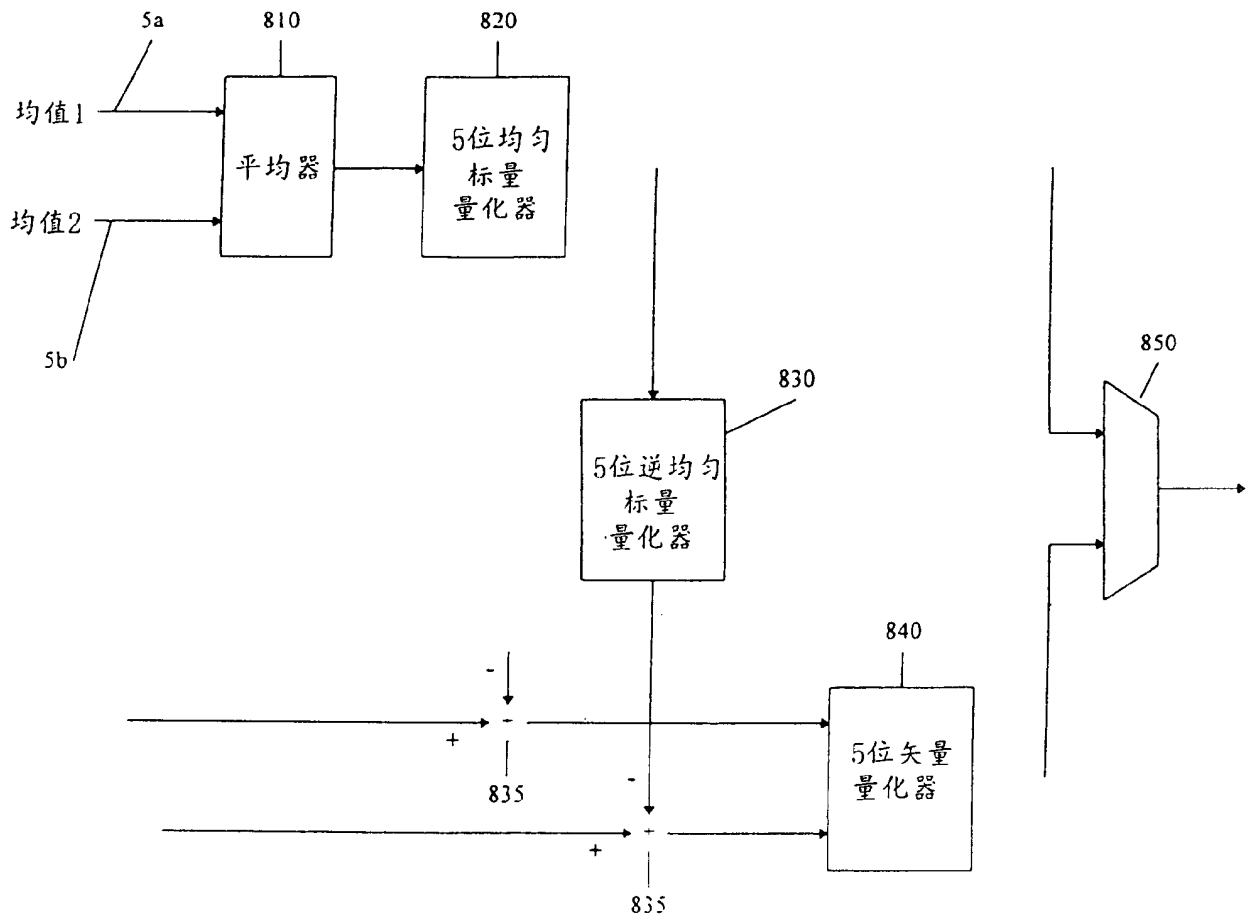


图 8