



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102868494 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 30

(21) 申请号 201210370294. 8

(22) 申请日 2012. 09. 28

(73) 专利权人 烽火通信科技股份有限公司

地址 430074 湖北省武汉市东湖开发区关东科技园东信路 5 号

(72) 发明人 刘中华 廖原 龙熙平 李健源 孙艳香

(74) 专利代理机构 北京捷诚信通专利事务所 (普通合伙) 11221

代理人 魏殿绅 庞炳良

(51) Int. Cl.

H04L 1/00(2006. 01)

(56) 对比文件

US 20090269076 A1, 2009. 10. 29, 参见说明书第 0026 段-0037 段, 第 0062-0064 段, 图 2-5, 图 9.

US 20090269076 A1, 2009. 10. 29, 参见说明书第 0026 段-0037 段, 第 0062-0064 段, 图 2-5, 图 9.

CN 101112023 A, 2008. 01. 23, 参见全文.

CN 1753335 A, 2006. 03. 29, 参见全文.

审查员 邹婷

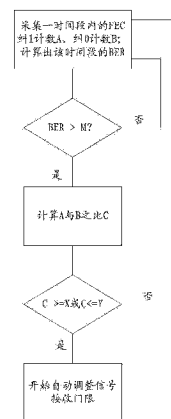
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

提高系统传输系统性能的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种通信系统、XFP 模块及提高通信系统传输系统性能的方法, 在 XFP 模块中, 前向纠错解码单元实时获得当前“1”纠错和“0”纠错之比  $C_1$  与相应预设值  $C_0$  的第一比较结果; 数据处理单元实时获得当前纠错前线路误码率  $BER_1$  与相应预设值  $BER_0$  的第二比较结果; 信号接收门限调整单元根据第一、第二比较结果实时调整信号接收门限  $N_1$ ; 存储单元保存调整后 BER 优于上一次的信号接收门限  $N_1$  以及所对应  $BER_1$ , 以最终保存的信号接收门限作为 XFP 模块的信号接收门限。本发明, 通过在 XFP 模块接收端增加了一个数据处理单元, 根据 XFP 模块接收状态实时调整接收判决门限, 使 XFP 模块始终工作在最优的工作状态, 降低了系统的极限 OSNR, 提升了系统传输性能。



1. 提高通信系统传输性能的方法,其特征在于,包括以下步骤:

实时对接收到的数字信号进行 FEC 解码,并获得当前“1”纠错和“0”纠错之比  $C_1$  与相应预设值  $C_0$  的第一比较结果;

实时计算当前纠错线路误码率  $BER_1$ ,并获得与相应预设值  $BER_0$  的第二比较结果;

根据所述第一比较结果和所述第二比较结果实时调整信号接收门限值  $N_1$ ;

保存调整后 BER 优于上一次的信号接收门限  $N_1$  以及所对应  $BER_1$ ,以最终保存的信号接收门限作为 XFP 模块的信号接收门限;

实时调整信号接收门限的具体流程如下:

A31、记录系统启动时的信号接收门限的初始数值 M 和初始 BER 数值 X;

A32、将 X 保存到变量 Y 中,将 M 保存到变量 P 中,Y 和 P 用于当调整不成功时的进行回调;

A33、通过变量 N 保存当前的信号接收门限,N 的初始值为 A1,N 的最大值为 A1,A1 和 A2 为信号接收门限的初始数值 M 的上、下限值;

A34、在信号接收门限的初始数值 M 的上限值 A1 和下限值 A2 之间递增调整信号接收门限  $N_1$ ,判断调整后的  $BER_1$  是否优于以前的数值;

如果  $BER_1$  优于上一次的数值  $BER_{i-1}$ ,则保存本次调整的信号接收门限  $N_1$ ;如果  $BER_1$  劣于上一次的数值  $BER_{i-1}$ ,则丢弃该  $N_1$  值;

步骤 A34 包括以下步骤:

A341、判断  $A1 \geq N \geq A2$  是否成立,如果成立,则转步骤 A342,否则转 A353;

A342、将 N 值写入 XFP 模块;

A343、记录一时间段内的纠错计数总数 A 和 B 以及当前 BER;

A344、判断当前 BER 是否大于等于 D,如果  $BER \geq D$ ,转步骤 A350;否则,转步骤 A345;D 为 BER 告警值;

A345、判断  $BER < Y$  是否成立,如果  $BER < Y$ ,转步骤 A346;否则,转步骤 A347;

A346、用当前 BER 更新数值 Y,用当前 N 更新数值 P,转步骤 A347;

A347、判断  $N > A2$  是否成立,如果  $N > A2$ ,转步骤 A348,否则转步骤 A352;

A348、判断  $N \leq M$  是否成立,如果  $N \leq M$ ,转步骤 A349;否则,转步骤 A353;

A349、从 N 值开始按照固定的步长减小信号接收门限,转步骤 A33;

A350、判断 N 是否大于 M,如果  $N > M$ ,说明 N 值已经不可以继续增大,转步骤 A353;否则转步骤 A351;

A351、更改 N 值为 M,转步骤 A352;

A352、从 N 值开始按照固定的步长增大信号接收门限,转步骤 A33;

A353、提取变量 P 和变量 Y 写入 XFP 模块,结束信号接收门限调整。

## 提高系统传输系统性能的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及通信系统,具体涉及通信系统、XFP 模块及提高系统传输系统性能的方法。

### 背景技术

[0002] 在现有波分复用(WDM)传输系统中,波分侧业务传送主要采用 MSA300Pin 盒式模块(Transponder)和小型化 XFP 模块两种设备进行传输。

[0003] Transponder 模块一般采用铌酸锂调制器进行码型调制,通过数据调制产生光信号输出,因而其传输距离较长。而 XFP 模块通过 NRZ(Not Return to Zero,非归零)反相编码数据信号直接驱动激光器部件输出 NRZ 光信号,受器件性能限制,通常传输距离较短。

[0004] 随着传输数据量需求的攀升,光传输网(OTN)和波分复用(WDM)传输设备的超高速率、超长距离、超大容量传输需求成为发展趋势;同时,高集成度和可维护性也成为对 OTN/WDM 传输设备的更高需求。因此,具备智能化、小型化、热插拔、低功耗等优势,同时又能满足高速率、长距离应用,成为了 XFP 设备新的发展趋势。

[0005] 对于现有的通信系统,XFP 模块的应用类似于一个静态的应用过程,当 XFP 模块调试完成并在通信系统中应用后,XFP 模块将处于静态状态,不再进行任何改动;此时 XFP 模块接收性能完全取决于系统收端的 OSNR、残余色散以及模块的接收光功率。

[0006] 为了满足波分系统高集成度和可维护性的要求,以 XFP 模块为组网基础的 OTN/WDM 传输设备成为了新的发展趋势。但在长距离传输中,系统由于传输距离过长导致系统接收端 OSNR 过低、同时传输光纤的色散系数与色散补偿光纤的色散系数的不匹配导致系统接收端不同波长的残余色散过大,系统中 EDFA 级联的影响也会导致 XFP 模块接收波形发生变化,此时 XFP 接收信号处于质量不好状态,致使接收信号“1”和“0”的功率或幅度产生较大的变化,影响到 XFP 模块对于“1”和“0”的判决,导致 XFP 模块误判,传输系统误码,因此,XFP 模块内部器件的性能限制了 XFP 模块的长距离传输应用。

### 发明内容

[0007] 本发明所要解决的技术问题是解决通信系统由于 XFP 模块内部器件的性能限制了 XFP 模块的长距离传输应用的问题。

[0008] 为了解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是提供一种 XFP 模块,包括前向纠错解码单元、数据处理单元、信号接收门限调整单元和存储单元,所述前向纠错解码单元实时对接收到的数字信号进行 FEC 解码,并获得当前“1”纠错和“0”纠错之比  $C_1$  与相应预设值  $C_0$  的第一比较结果;所述数据处理单元实时计算当前纠错线路误码率  $BER_1$ ,并获得与相应预设值  $BER_0$  的第二比较结果;所述信号接收门限调整单元根据所述第一比较结果和所述第二比较结果实时调整信号接收门限  $N_1$ ;所述存储单元保存调整后  $BER$  优于上一次的信号接收门限  $N_1$  以及所对应  $BER_1$ ,以最终保存的信号接收门限作为 XFP 模块的信号接收门限。

- [0009] 本发明还提供了一种通信系统,在通信系统的接收端设有上述的 XFP 模块。
- [0010] 本发明还提供了一种提高通信系统传输性能的方法,包括以下步骤:
- [0011] 实时对接收到的数字信号进行 FEC 解码,并获得当前“1”纠错和“0”纠错之比  $C_1$  与相应预设值  $C_0$  的第一比较结果;
- [0012] 实时计算当前纠错线路误码率  $BER_1$ ,并获得与相应预设值  $BER_0$  的第二比较结果;
- [0013] 根据所述第一比较结果和所述第二比较结果实时调整信号接收门限值  $N_1$ ;
- [0014] 保存调整后 BER 优于上一次的信号接收门限  $N_1$  以及所对应  $BER_1$ ,以最终保存的信号接收门限作为 XFP 模块的信号接收门限。
- [0015] 在上述方法中,实时调整信号接收门限的具体流程如下:
- [0016] A31、记录系统启动时的信号接收门限的初始数值 M 和初始 BER 数值 X;
- [0017] A32、将 X 保存到变量 Y 中,将 M 保存到变量 P 中,Y 和 P 用于当调整不成功时的进行回调;
- [0018] A33、通过变量 N 保存当前的信号接收门限,N 的初始值为 A1,N 的最大值为 A1,A1 和 A2 为信号接收门限的初始数值 M 的上、下限值;
- [0019] A34、在信号接收门限的初始数值 M 的上限值 A1 和下限值 A2 之间递增调整信号接收门限  $N_i$ ,判断调整后的  $BER_i$  是否优于以前的数值;
- [0020] 如果  $BER_i$  优于上一次的数值  $BER_{i-1}$ ,则保存本次调整的信号接收门限  $N_i$ ;如果  $BER_i$  劣于上一次的数值  $BER_{i-1}$ ,则丢弃该  $N_i$  值。
- [0021] 在上述方法中,步骤 A34 包括以下步骤:
- [0022] A341、判断  $A1 \geq N \geq A2$  是否成立,如果成立,则转步骤 A342,否则转 A353;
- [0023] A342、将 N 值写入 XFP 模块;
- [0024] A343、记录一时间段内的纠错计数总数 A 和 B 以及当前 BER;
- [0025] A344、判断当前 BER 是否大于等于 D,如果  $BER \geq D$ ,转步骤 A350;否则,转步骤 A345;D 为 BER 告警值;
- [0026] A345、判断  $BER < Y$  是否成立,如果  $BER < Y$ ,转步骤 A346;否则,转步骤 A347;
- [0027] A346、用当前 BER 更新数值 Y,用当前 N 更新数值 P,转步骤 A347;
- [0028] A347、判断  $N > A2$  是否成立,如果  $N > A2$ ,转步骤 A348,否则转步骤 A352;
- [0029] A348、判断  $N \leq M$  是否成立,如果  $N \leq M$ ,转步骤 A349;否则,转步骤 A353;
- [0030] A349、从 N 值开始按照固定的步长减小信号接收门限,转步骤 A33;
- [0031] A350、判断 N 是否大于 M,如果  $N > M$ ,说明 N 值已经不可以继续增大,转步骤 A353;否则转步骤 A351;
- [0032] A351、更改 N 值为 M,转步骤 A352;
- [0033] A352、从 N 值开始按照固定的步长增大信号接收门限,转步骤 A33;
- [0034] A353、提取变量 P 和变量 Y 写入 XFP 模块,结束信号接收门限调整。
- [0035] 本发明,通过在 XFP 模块接收端增加了一个数据处理单元,能够实时根据 XFP 模块接收状态调整接收判决门限,使 XFP 模块在任何传输条件下始终工作在最优的工作状态,降低了 XFP 模块在系统中的极限 OSNR,提升了 XFP 模块的系统传输性能,实现了 XFP 模块的远距离传输,与未经动态调整的 XFP 模块相比,传输距离可提高 1 倍以上。

## 附图说明

- [0036] 图 1 为本发明提供的 OTN 通信系统示意图；  
[0037] 图 2 为本发明提供的 WDM 通信系统示意图；  
[0038] 图 3 为本发明中获取比较结果的流程图；  
[0039] 图 4 为本发明中信号接收门限自动调整的流程图。

## 具体实施方式

[0040] 本发明提供了一种通信系统和 XFP 模块,通过在 XFP 模块的接收端增加了一个数据处理单元,使 XFP 模块能够根据接收信号的优劣自动动态调整信号接收门限,以降低 XFP 模块的极限 OSNR,提高通信系统的传输性能。下面结合附图对本发明作出详细的说明。

[0041] 本发明提供的 XFP 模块,包括前向纠错解码单元、数据处理单元、信号接收门限调整单元和存储单元,所述前向纠错解码单元实时对接收到的数字信号进行 FEC 解码,并获得当前“1”纠错和“0”纠错之比  $C_1$  与相应预设值  $C_0$  的第一比较结果;所述数据处理单元实时计算当前前线路误码率  $BER_1$ ,并获得与相应预设值  $BER_0$  的第二比较结果;所述信号接收门限调整单元根据所述第一比较结果和所述第二比较结果实时调整信号接收门限  $N_1$ ;所述存储单元保存调整后 BER 优于上一次的信号接收门限  $N_1$  以及所对应  $BER_1$ ,以最终保存的信号接收门限作为 XFP 模块的信号接收门限。

[0042] 在此基础上,本发明还提供了一种通信系统,在通信系统的接收端设有上述的 XFP 模块。

[0043] 图 1 为本发明提供的 OTN 通信系统示意图,如图 1 所示,设置在通信系统收、发端的 OTN 设备上分别设有 OTU 单元,OTU 单元的 XFP 模块上设有 FEC 前向纠错编码单元。在通信系统的发端,业务信号从业务输入接口输入后,首先完成交叉,然后由 FEC 前向纠错编码单元进行编码(编码方式遵循 G. 709 建议内容),再完成光电(E/O)转换变成特定波长的光信号,进行波分复用后由业务输出接口输出进入线路传输。

[0044] 光信号经过光纤线路传输后到达通信系统的收端,在通信系统的收端,光信号由业务输入接口输入,然后进行 O/E 转换变成电信号,再经 FEC 前向纠错解码单元解码后恢复成业务信号,完成交叉后从业务输出接口输出。

[0045] 其中,前向纠错解码单元将解码时的“1”纠错和“0”纠错分别进行实时计数,并确定在当前一段较短时间内所产生的“1”纠错和“0”纠错的总数,并上报给数据处理单元。数据处理单元统计当前时间段内的“1”纠错和“0”纠错总数、当前的前线路误码率(BER)以及当前“1”纠错和“0”纠错之比,并与预设的相应预设值进行比较。当 BER 超出预设的信号接收门限时,自动调整信号接收门限,以降低 XFP 模块的极限 OSNR,提高通信系统的传输性能。

[0046] 在自动调整过程中,FEC 前向纠错解码单元上报纠错计数,数据处理单元统计一预定时间段内 FEC 解码的“1”纠错和“0”纠错,同时计算“1”纠错和“0”纠错之比,当该比值超出预设值时,则在 XFP 模块可供设置的接收门限范围内按照一定的步长逐次设置信号接收门限,每次设置一次信号接收门限后,配合采集同一预定时间段内的 FEC 解码的“1”纠错和“0”纠错计数,计算出当前实时 BER 并记录。当接收门限范围内的所有点均设置完成后,数据处理单元通过比较分析出最优 BER 以及产生最优的信号接收判决门限,并将该信号接

收门限下发给 XFP 模块完成动态调整过程。

[0047] 图 2 为本发明提供的 WDM 通信系统示意图,与图 1 所示的 OTN 通信系统不同的是, OTU 单元上没有交叉单元,其他处理过程相同。

[0048] 本发明还提供了一种提高通信系统传输性能的方法,包括以下步骤:

[0049] 步骤 1:在通信系统的接收端对接收到的数字信号进行 FEC 解码,并对该数字信号中的错误码字进行实时统计,获得当前“1”纠错和“0”纠错之比  $C_1$  与相应预设值  $C_0$  的第一比较结果;

[0050] 步骤 2:实时计算当前纠错线路误码率  $BER_1$ ,并与相应预设值  $BER_0$  进行比较,获得第二比较结果;

[0051] 步骤 3:根据所述第一比较结果和所述第二比较结果实时调整信号接收门限值  $N_1$ 。

[0052] 步骤 4:保存调整后 BER 优于上一次的信号接收门限  $N_1$  以及所对应  $BER_1$ ,以最终保存的信号接收门限作为 XFP 模块的信号接收门限写入 XFP 模块。

[0053] 图 3 为获得第一比较结果和第二比较结果的具体流程,如图 3 所示,包括以下步骤:

[0054] A21、FEC 前向纠错解码单元采集一时间段的“1”纠错数 A 和“0”纠错数 B,计算出当前的纠错线路误码率 BER。

[0055] A22、判断当前的 BER 是否大于 M,如果 BER 不大于 M,说明不需要调整信号接收门限,转步骤 A21;否则,转步骤 A23。M 为预设的 BER 门限值。

[0056] A23:计算 A 与 B 的比值 C,判断  $Y \leq C \leq X$  是否成立,如果不成立,说明不需要调整信号接收门限,转步骤 A21,否则开始自动调整接收门限。X、Y 为 C 的上下限。

[0057] 图 4 为实时调整信号接收门限的具体流程,如图 4 所示,包括以下步骤:

[0058] A31、记录系统启动时的信号接收门限的初始数值 M 和初始 BER 数值 X;

[0059] A32、将 X 保存到变量 Y 中,将 M 保存到变量 P 中,Y 和 P 用于当调整不成功时的进行回调(重新使用初始值);

[0060] A33、通过变量 N 保存当前的信号接收门限,N 的初始值为 A1,N 的最大值为 A1,A1 和 A2 为信号接收门限的初始数值 M 的上、下限值;

[0061] A34、在信号接收门限的初始数值 M 的上限值 A1 和下限值 A2 之间递增调整信号接收门限  $N_1$ ,判断调整后的  $BER_1$  是否优于以前的数值;

[0062] 如果  $BER_1$  优于上一次的数值  $BER_{i-1}$ ,则认为调整有效,保存本次调整门限值  $N_1$ ;

[0063] 如果  $BER_1$  劣于上一次的数值  $BER_{i-1}$ ,则认为调整无效,则丢弃本次调整门限值  $N_1$ 。

[0064] 记录保存最优的调整门限值 N 以及该 N 值下的 BER,并将该 N 值写入 XFP 模块。

[0065] 步骤 A34 包括以下步骤;

[0066] A341、判断  $A1 \geq N \geq A2$  是否成立,如果成立,则转步骤 A342,否则转 A353;

[0067] A342、将 N 值写入 XFP 模块;

[0068] A343、记录一时间段内的纠错计数总数 A 和 B 以及当前 BER;

[0069] A344、判断当前 BER 是否大于等于 D,如果  $BER \geq D$ ,说明当前 N 值不合适,转步骤 A350;否则,转步骤 A345;D 为 BER 告警值。

[0070] A345、判断  $BER < Y$  是否成立,如果  $BER < Y$ ,转步骤 A346;否则,转步骤 A347;

[0071] A346、用当前 BER 更新数值 Y,用当前 N 更新数值 P,转步骤 A347;

- [0072] A347、判断  $N > A2$  是否成立,如果  $N > A2$ ,转步骤 A348,否则转步骤 A352 ;
- [0073] A348、判断  $N \leq M$  是否成立,如果  $N \leq M$ ,转步骤 A349 ;否则,转步骤 A353 ;
- [0074] A349、从 N 值开始按照固定的步长减小信号接收门限,转步骤 A33 ;
- [0075] A350、判断 N 是否大于 M,如果  $N > M$ ,说明 N 值已经不可以继续增大,转步骤 A353 ;  
否则转步骤 A351 ;
- [0076] A351、更改 N 值为 M,转步骤 A352 ;
- [0077] A352、从 N 值开始按照固定的步长增大信号接收门限,转步骤 A33 ;
- [0078] A353、提取变量 P 和变量 Y 写入 XFP 模块,退出信号接收门限自动调整。
- [0079] 本发明具有如下明显的优点 :
- [0080] 能够实时根据 XFP 模块接收状态调整信号接收门限,使 XFP 模块在任何传输条件下始终工作在最优的工作状态,降低了 XFP 模块在系统中的极限 OSNR,提升了 XFP 模块的系统传输性能,实现了 XFP 模块的远距离传输,与未经动态调整的 XFP 模块相比,传输距离可提高 1 倍以上。
- [0081] 本发明不局限于上述最佳实施方式,任何人应该得知在本发明的启示下作出的结构变化,凡是与本发明具有相同或相近的技术方案,均落入本发明的保护范围之内。

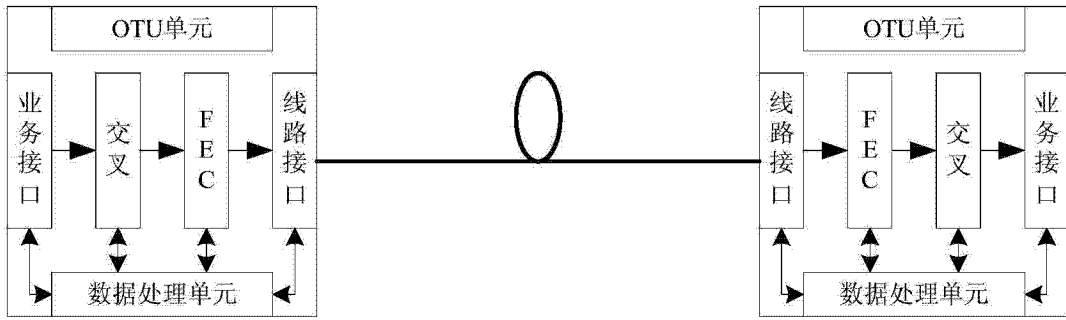


图 1

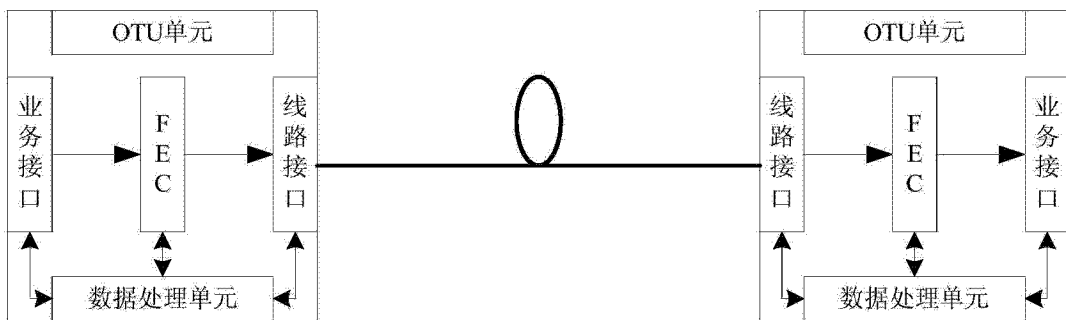


图 2



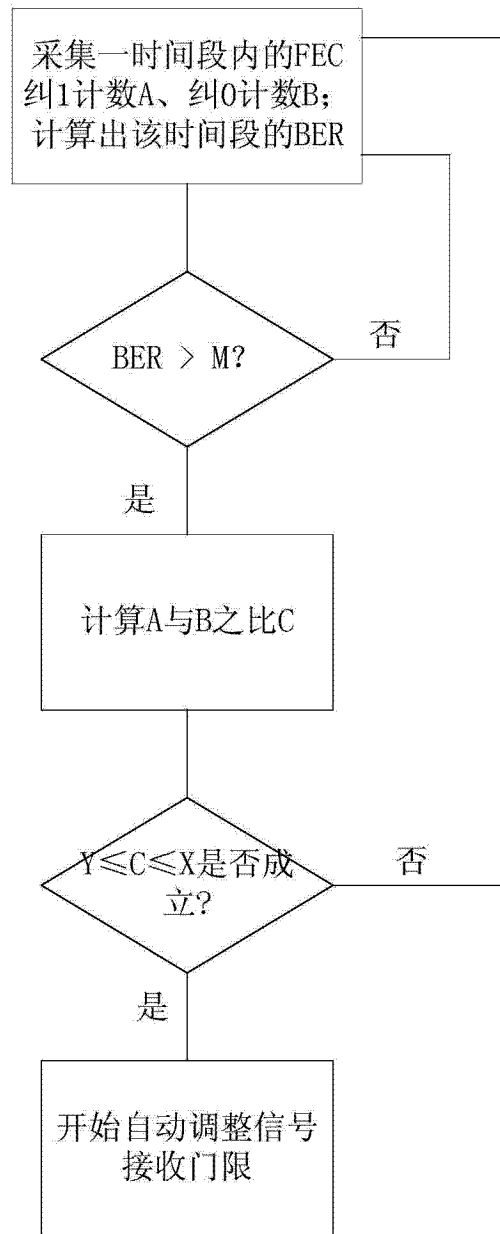


图 3

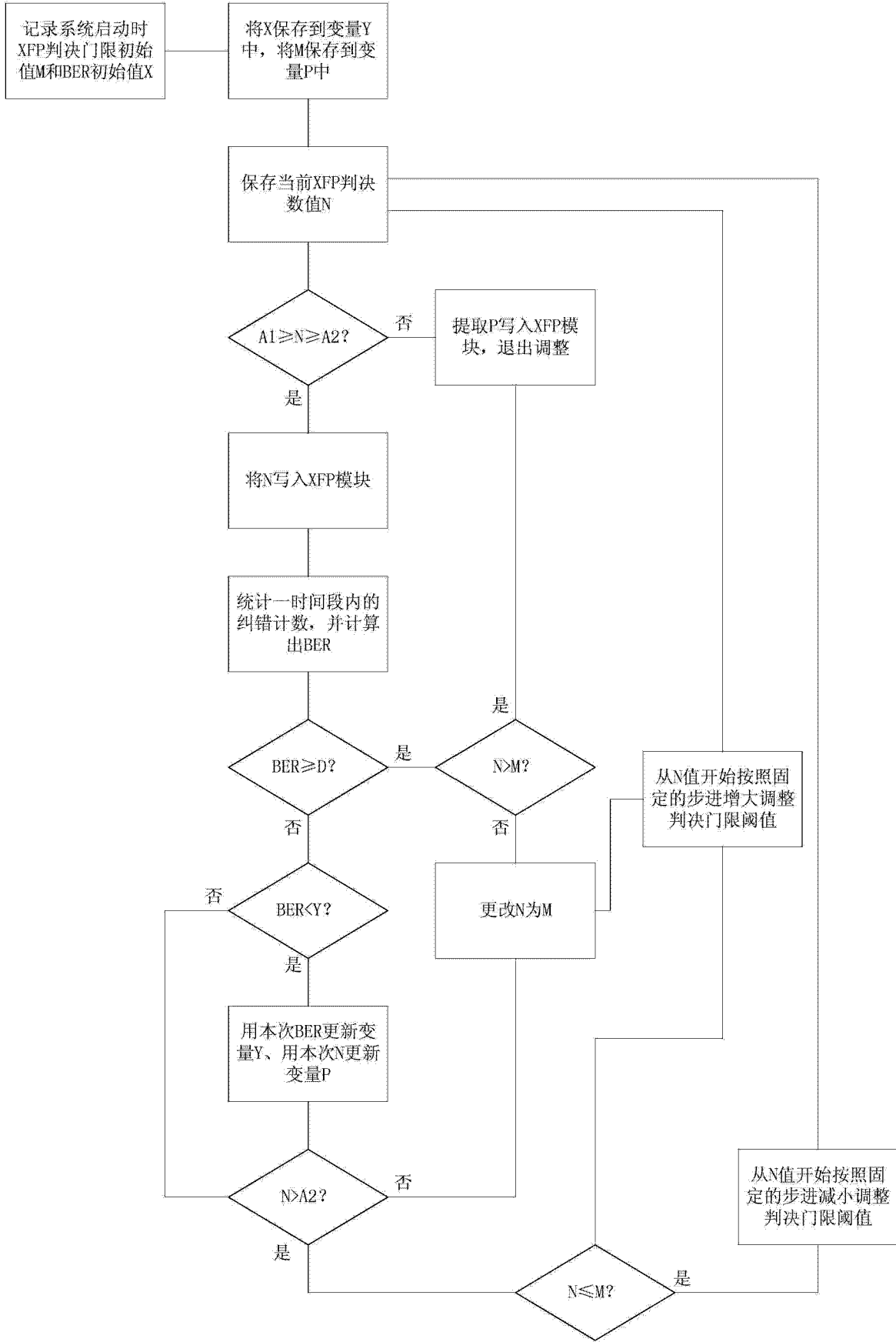


图 4