



(21) 申请号 202110454628.9

(22) 申请日 2021.04.26

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113242570 A

(43) 申请公布日 2021.08.10

(73) 专利权人 深圳供电局有限公司

地址 518001 广东省深圳市罗湖区深南东路4020号电力调度通信大楼

(72) 发明人 赵雪松 尹仕红 谢倩娴 吴立春

(74) 专利代理机构 华进联合专利商标代理有限公司 44224

专利代理师 唐敏

(51) Int.Cl.

H04W 24/04 (2009.01)

H04W 24/06 (2009.01)

(56) 对比文件

CN 109856483 A, 2019.06.07

CN 102945315 A, 2013.02.27

CN 109121218 A, 2019.01.01

CN 107786375 A, 2018.03.09

赵雪松等. 智能计量设备通信模块可靠性评估方法研究.《中国新技术新产品》.2021,

审查员 左羽

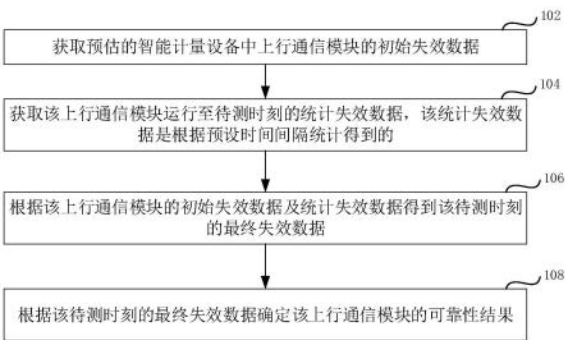
权利要求书2页 说明书10页 附图7页

(54) 发明名称

上行通信模块可靠性评估方法、装置、计算机设备

(57) 摘要

本申请涉及一种上行通信模块可靠性评估方法、装置、计算机设备和存储介质。所述方法包括：获取预估的智能计量设备中上行通信模块的初始失效数据；获取所述上行通信模块运行至待测时刻的统计失效数据，所述统计失效数据是根据预设时间间隔统计得到的；根据所述上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据得到所述待测时刻的最终失效数据；根据所述待测时刻的最终失效数据确定所述上行通信模块的可靠性结果。通过智能计量设备的上行通信模块的初始失效数据以及统计失效数据来评估上行通信模块的可靠性，计算简单并且数据真实可靠。



1. 一种上行通信模块可靠性评估方法,其特征在于,所述方法包括:
获取预估的智能计量设备中上行通信模块的初始失效数据;
获取所述上行通信模块运行至待测时刻的统计失效数据,所述统计失效数据是根据预设时间间隔统计得到的;
根据所述上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据得到所述待测时刻的最终失效数据;
根据所述待测时刻的最终失效数据确定所述上行通信模块的可靠性结果;
获取所述待测时刻的最终失效数据的概率分布函数与参考失效数据对应的转移分布函数之间的最大偏差值,若所述最大偏差值小于偏差阈值,则确定参考失效数据满足所述待测时刻的最终失效数据的概率分布函数,所述待测时刻的最终失效数据的概率分布函数是根据所述上行通信模块可靠性模型获得。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述初始失效数据为初始失效概率,所述统计失效数据为一步转移概率;
所述预估上行通信模块的初始失效数据,包括:
通过元器件串联模型预估上行通信模块的初始失效概率。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述获取所述上行通信模块运行至待测时刻的统计失效数据,包括:
根据所述待测时刻和所述预设时间间隔确定所述上行通信模块进行一步转移的次数;
获取在所述待测时刻之前的时刻内与所述一步转移的次数数值相同的统计失效数据。
4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据得到所述待测时刻的最终失效数据,包括:
将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型得到所述待测时刻的最终失效数据,所述上行通信模块可靠性模型是基于马尔可夫工程建立。
5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型得到所述待测时刻的最终失效数据,包括:
根据一步转移的次数,将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型进行幂运算及乘积运算,得到所述待测时刻的最终失效数据,所述上行通信模块可靠性模型基于齐次马尔可夫工程建立。
6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述根据一步转移的次数,将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型进行幂运算及乘积运算,得到所述待测时刻的最终失效数据,包括:
将所述统计失效数据作为底数并且将所述一步转移的次数作为指数进行幂运算得到最终统计失效数据;
将所述最终统计失效数据与所述初始失效数据进行乘法运算得到所述待测时刻的最终失效数据。
7. 一种上行通信模块可靠性评估装置,其特征在于,所述装置包括:
第一获取模块,用于获取预估的智能计量设备中上行通信模块的初始失效数据;
第二获取模块,用于获取所述上行通信模块运行至待测时刻的统计失效数据,所述统计失效数据是根据预设时间间隔统计得到的;

第一获得模块,用于根据所述上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据得到所述待测时刻的最终失效数据;

第一确定模块,用于根据所述待测时刻的最终失效数据确定所述上行通信模块的可靠性结果;

第三确定模块,用于获取所述待测时刻的最终失效数据的概率分布函数与参考失效数据对应的转移分布函数之间的最大偏差值,若所述最大偏差值小于偏差阈值,则确定参考失效数据满足所述待测时刻的最终失效数据的概率分布函数,所述待测时刻的最终失效数据的概率分布函数是根据上行通信模块可靠性模型获得。

8. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,所述初始失效数据为初始失效概率,所述统计失效数据为一步转移概率;

预估模块,用于通过元器件串联模型预估上行通信模块的初始失效概率。

9. 一种计算机设备,包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求1至6中任一项所述的方法的步骤。

10. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1至6中任一项所述的方法的步骤。

上行通信模块可靠性评估方法、装置、计算机设备

技术领域

[0001] 本申请涉及电力设备检测技术领域,特别是涉及一种上行通信模块可靠性评估方法、装置、计算机设备和存储介质。

背景技术

[0002] 随着电力设备可靠性技术的发展,目前智能计量设备上行通信模块通信方式复杂,智能计量设备上行通信模块包括载波、红外、双模、GPRS (General packet radio service,通用无线分组业务),因此智能计量设备上行通信模块失效模式和失效机理也相应复杂。

[0003] 在相关技术中,通过电子元器件失效率的串联模型预估得到的可靠性偏差较大,无法真实反映通信模块的可靠性。

发明内容

[0004] 基于此,有必要针对上述技术问题,提供一种上行通信模块可靠性评估方法、装置、计算机设备和存储介质。

[0005] 一种上行通信模块可靠性评估方法,该方法包括:

[0006] 获取预估的智能计量设备中上行通信模块的初始失效数据;获取该上行通信模块运行至待测时刻的统计失效数据,该统计失效数据是根据预设时间间隔统计得到的;根据该上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据得到该待测时刻的最终失效数据;根据该待测时刻的最终失效数据确定该上行通信模块的可靠性结果。

[0007] 在其中一个实施例中,该初始失效数据为初始失效概率,该统计失效数据为一步转移概率;该预估上行通信模块的初始失效数据,包括:

[0008] 通过元器件串联模型预估上行通信模块的初始失效概率。

[0009] 在其中一个实施例中,该获取该上行通信模块运行至待测时刻的统计失效数据,包括:

[0010] 根据该待测时刻和该预设时间间隔确定该上行通信模块进行一步转移的次数;获取在该待测时刻之前的时刻内与该一步转移的次数数值相同的统计失效数据。

[0011] 在其中一个实施例中,该根据该上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据得到该待测时刻的最终失效数据,包括:

[0012] 将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型得到该待测时刻的最终失效数据,该上行通信模块可靠性模型是基于马尔可夫工程建立。

[0013] 在其中一个实施例中,该将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型得到该待测时刻的最终失效数据,包括:

[0014] 根据一步转移的次数,将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型进行幂运算及乘积运算,得到该待测时刻的最终失效数据,该上行通信模块可靠性模型基于齐次马尔可夫工程建立。

[0015] 在其中一个实施例中,该根据一步转移的次数,将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型进行幂运算及乘积运算,得到该待测时刻的最终失效数据,包括:

[0016] 将该统计失效数据作为底数并且将该一步转移的次数作为指数进行幂运算得到最终统计失效数据;将该最终统计失效数据与该初始失效数据进行乘法运算得到该待测时刻的最终失效数据。

[0017] 在其中一个实施例中,该根据该上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据得到该待测时刻的最终失效数据之后,包括:

[0018] 获取该待测的失效数据与参考失效数据之间的最大偏差值,若该最大偏差值小于偏差阈值,则确定参考失效数据满足该待测的失效数据的概率分布函数,该待测的失效数据的概率分布函数是根据上行通信模块可靠性模型获得。

[0019] 一种上行通信模块可靠性评估装置,该装置包括:

[0020] 第一获取模块,用于获取预估的智能计量设备中上行通信模块的初始失效数据;

[0021] 第二获取模块,用于获取该上行通信模块运行至待测时刻的统计失效数据,该统计失效数据是根据预设时间间隔统计得到的;

[0022] 第一获得模块,用于根据该上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据得到该待测时刻的最终失效数据;

[0023] 第一确定模块,用于根据该待测时刻的最终失效数据确定该上行通信模块的可靠性结果。

[0024] 在其中一个实施例中,该初始失效数据为初始失效概率,该统计失效数据为一步转移概率;该预估上行通信模块的初始失效数据,该装置还包括:

[0025] 预估模块,用于通过元器件串联模型预估上行通信模块的初始失效概率。

[0026] 在其中一个实施例中,该获取所述上行通信模块运行至待测时刻的统计失效数据,该装置还包括:

[0027] 第二确定模块,用于根据所述待测时刻和所述预设时间间隔确定所述上行通信模块进行一步转移的次数;

[0028] 第二获取模块,还用于获取在所述待测时刻之前的时刻内与所述一步转移的次数数值相同的统计失效数据。

[0029] 在其中一个实施例中,该根据该上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据得到该待测时刻的最终失效数据,该第一获得模块,具体用于:

[0030] 将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型得到所述待测时刻的最终失效数据,所述上行通信模块可靠性模型是基于马尔可夫工程建立。

[0031] 在其中一个实施例中,该将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型得到该待测时刻的最终失效数据,该第一获得模块,具体用于:

[0032] 根据一步转移的次数,将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型进行幂运算及乘积运算,得到该待测时刻的最终失效数据,该上行通信模块可靠性模型基于齐次马尔可夫工程建立。

[0033] 在其中一个实施例中,该根据一步转移的次数,将上行通信模块的初始失效数据

及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型进行幂运算及乘积运算,得到该待测时刻的最终失效数据,该装置还包括:

[0034] 第二获得模块,用于将所述统计失效数据作为底数并且将所述一步转移的次数作为指数进行幂运算得到最终统计失效数据;

[0035] 第一获得模块,用于将所述最终统计失效数据与所述初始失效数据进行乘法运算得到所述待测时刻的最终失效数据。

[0036] 在其中一个实施例中,该根据所述上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据得到所述待测时刻的最终失效数据之后,该装置还包括:

[0037] 第三确定模块,用于获取所述待测的失效数据与参考失效数据之间的最大偏差值,若该最大偏差值小于偏差阈值,则确定参考失效数据满足该待测的失效数据的概率分布函数,该待测的失效数据的概率分布函数是根据上行通信模块可靠性模型获得。

[0038] 一种计算机设备,包括存储器和处理器,该存储器存储有计算机程序,该处理器执行时实现如上述任一所述的上行通信模块可靠性评估方法。

[0039] 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现如上述任一所述的上行通信模块可靠性评估方法。

[0040] 上述上行通信模块可靠性评估方法、装置、计算机设备和存储介质,首先通过获取预估的智能计量设备中上行通信模块的初始失效数据;以及获取该上行通信模块运行至待测时刻的统计失效数据;再根据该上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据得到该待测时刻的最终失效数据;最后根据该待测时刻的最终失效数据确定该上行通信模块的可靠性结果,其中,该统计失效数据是根据预设时间间隔统计得到的。通过智能计量设备的上行通信模块的初始失效数据以及统计失效数据来评估上行通信模块的可靠性,计算简单并且数据真实可靠。

附图说明

[0041] 图1为一个实施例中上行通信模块可靠性评估方法的流程示意图;

[0042] 图2为一个实施例中获取该上行通信模块运行至待测时刻的统计失效数据步骤的流程示意图;

[0043] 图3为一个实施例中得到待测时刻的最终失效数据的步骤的流程示意图;

[0044] 图4为一个实施例中上行通信模块可靠性评估装置的结构框图;

[0045] 图5为另一个实施例中上行通信模块可靠性评估装置的结构框图;

[0046] 图6为另一个实施例中上行通信模块可靠性评估装置的结构框图;

[0047] 图7为另一个实施例中上行通信模块可靠性评估装置的结构框图;

[0048] 图8为另一个实施例中上行通信模块可靠性评估装置的结构框图;

[0049] 图9为一个实施例中计算机设备的内部结构图。

具体实施方式

[0050] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本申请进行进一步详细说明。应当理解,此处描述的具体实施例仅仅用以解释本申请,并不用于限定本申请。

[0051] 在一个实施例中,如图1所示,提供了一种上行通信模块可靠性评估方法,包括以下步骤:

[0052] 步骤102,获取预估的智能计量设备中上行通信模块的初始失效数据。

[0053] 其中,智能计量设备应用在电力行业终端,该智能计量设备包括上行通信模块和下行通信模块。该上行通信模块可以用GPRS (General packet radio service,通用无线分组业务)的通信方式,该下行通信模块可以用载波、RS485、蓝牙等通信方式。

[0054] 具体地,在初始时刻获取预估的智能计量设备中上行通信模块的初始失效数据。

[0055] 步骤104,获取该上行通信模块运行至待测时刻的统计失效数据,该统计失效数据是根据预设时间间隔统计得到的。

[0056] 其中,统计失效数据为上行通信模块运行到待测时刻的失效率,例如,初始时刻为1月,待测时刻为同一年的12月,预设时间间隔为3个月,则该统计失效数据每隔3个月统计一次。

[0057] 具体地,获取该智能计量设备中上行通信模块运行至待测时刻的统计失效率,该统计失效率根据预设时间间隔统计得到的。

[0058] 步骤106,根据该上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据得到该待测时刻的最终失效数据。

[0059] 其中,最终失效数据为从初始时刻运行到待测时刻时的失效率。

[0060] 具体地,根据该智能计量设备中上行通信模块的初始失效数据和该模块的统计失效率得到该上行通信模块运行到待测时刻时的最终失效率。

[0061] 步骤108,根据该待测时刻的最终失效数据确定该上行通信模块的可靠性结果。

[0062] 其中,该上行通信模块的可靠性结果通过失效率值表示,即最终失效数据为该上行通信模块可靠性,例如,在初始时刻为1月,待测时刻为同一年的12月,预设时间间隔为3个月,得到待测时刻的最终失效数据为0.2%,即表示该上行通信模块在运行时间段内的可靠性为0.2%。

[0063] 具体地,根据该智能计量设备中上行通信模块运行到待测时刻的最终失效率确定该上行通信模块的可靠性结果。

[0064] 上述上行通信模块可靠性评估方法中,首先通过获取预估的智能计量设备中上行通信模块的初始失效数据;以及获取该上行通信模块运行至待测时刻的统计失效数据;再根据该上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据得到该待测时刻的最终失效数据;最后根据该待测时刻的最终失效数据确定该上行通信模块的可靠性结果,其中,该统计失效数据是根据预设时间间隔统计得到的。通过智能计量设备的上行通信模块的初始失效数据以及统计失效数据来评估上行通信模块的可靠性,计算简单并且数据真实可靠。

[0065] 在一个实施例中,该初始失效数据为初始失效概率,该统计失效数据为一步转移概率;该预估上行通信模块的初始失效数据,包括:通过元器件串联模型预估上行通信模块的初始失效概率。其中,元器件串联模型为可靠性模型,该串联模型中各个元器件串联,并且各个元器件之间相互独立。该初始失效数据通过上行通信模块的厂家提供该模块的初始失效数据进行预估,因此,在上行通信模块运行的初始时刻能够根据该模块厂家提供的初始失效数据预估得到初始时刻的初始失效数据。

[0066] 在一个实施例中,如图2所示,提供了该获取该上行通信模块运行至待测时刻的统

计失效数据的步骤,包括以下步骤:

[0067] 步骤202,根据该待测时刻和该预设时间间隔确定该上行通信模块进行一步转移的次数。

[0068] 其中,一步转移的次数为从该时刻转移到相邻时刻的次数,例如,初始时刻为1月,待测时刻为同一年的12月,预设时间间隔为3个月,则该统计失效数据每隔3个月统计一次,此时一步转移的次数为4次。

[0069] 具体地,根据该上行通信模块运行的待测时刻获得该上行通信模块的运行时间段,然后再根据该上行通信模块的预设时间间隔确定该上行模块进行一次转移的次数。

[0070] 步骤204,获取在该待测时刻之前的时刻内与该一步转移的次数数值相同的统计失效数据。

[0071] 其中,统计失效数据为一步转移概率,例如,根据电网公司规定的时间间隔获得失效数据,该电网公司一般规定时间间隔为一个月或者3个月或者6个月,当电网公司每3个月获得一次失效数据,则预设时间间隔为3个月,根据初始时刻为1月和待测时刻为12月获得进行4次一步转移的概率。

[0072] 具体地,根据预设时间间隔和待测时刻获得的一步转移次数,根据该一步转移次数获取在该待测时刻之前的时刻内与一步转移次数数值相同的一步转移概率。

[0073] 本实施例中,根据该待测时刻和该预设时间间隔确定该上行通信模块进行一步转移的次数;获取在该待测时刻之前的时刻内与该一步转移的次数数值相同的统计失效数据,从而获得用于上行通信模块可靠性评估的一步转移的概率。

[0074] 在一个实施例中,该根据该上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据得到该待测时刻的最终失效数据,包括:将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型得到该待测时刻的最终失效数据,该上行通信模块可靠性模型是基于马尔可夫工程建立。其中,马尔可夫工程基于马尔可夫链建立,该马尔可夫链是概率论和数理统计中具有马尔可夫性质且存在于离散的指数集和状态空间内的随机过程。适用于连续指数集的马尔可夫链被称为马尔可夫过程,但有时也被视为马尔可夫链的子集,即连续时间马尔可夫链,与离散时间马尔可夫链相对应。马尔可夫链可通过转移矩阵和转移图定义,除马尔可夫性外,马尔可夫链可能具有不可约性、常返性、周期性和遍历性。一个不可约和正常返的马尔可夫链是严格平稳的马尔可夫链,拥有唯一的平稳分布。遍历马尔可夫链的极限分布收敛于其平稳分布。因此,通过智能计量设备的上行通信模块可靠性评估方法得到上行通信模块的可靠性结果,计算简单并且数据真实可靠。

[0075] 在一个实施例中,该将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型得到该待测时刻的最终失效数据,包括:根据一步转移的次数,将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型进行幂运算及乘积运算,得到该待测时刻的最终失效数据,该上行通信模块可靠性模型基于齐次马尔可夫工程建立。其中,根据齐次马尔可夫工程建立的上行通信模块可靠性模型中相邻时刻的一步转移概率相同,因此,通过获得初始时刻预估的初始失效数据、一步转移概率和一步转移的次数能够获得最终失效数据,计算简单并且数据真实可靠。

[0076] 在一个实施例中,如图3所示,提供了得到待测时刻的最终失效数据的步骤,该根据一步转移的次数,将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可

靠性模型进行幂运算及乘积运算,得到该待测时刻的最终失效数据,包括以下步骤:

[0077] 步骤302,将该统计失效数据作为底数并且将该一步转移的次数作为指数进行幂运算得到最终统计失效数据。

[0078] 其中,上行通信模块可靠性模型是基于齐次的马尔可夫链建立的,将某一时刻的空间状态设为 I ,马尔可夫链为 $\{X(n), n=0,1,2,\dots\}$,在初始时刻 $t=0$ 时状态 $\{X(0)\}$ 为 j 的概率分布为 P_j ,即 $P\{X(0)=j\}=P_j, j \in I$,若表示在初始时刻内所有状态的初始概率分布,定义为: $\vec{P} = \vec{P}(0) = (P_1, P_2, P_3, \dots, P_j, \dots)$, $j \in I$ 。在时刻 m 时状态为 j 的概率分布为 $P\{X(m)=j\}=P_j(m), j \in I, m>0$,在 m 时刻内所有状态的概率分布可表示为 $\vec{P}(m) = (P_1(m), P_2(m), P_3(m), \dots, P_j(m), \dots)$, $j \in I$,并且 m 时刻的概率分布满足条件:

[0079] $P_j(m) \geq 0, \sum_{j \in I} P_j(m) = 1, j \in I, m=0,1,2,\dots$

[0080] 若已知在时刻 m 的 i 状态的智能计量设备上行通信模块失效率分布为 $P_i(m) (i \in I)$ 及智能计量设备上行通信模块一步转移概率为 P_{ij} ,则在时刻 $m+1$ 的 j 状态的智能计量设备上行通信模块失效率的概率分布为:

[0081] $P_j(m+1) = \sum_{i \in I} P_{ij} P_i(m), j \in I, m \geq 0$

[0082] 若已知初始时刻状态为 i 的概率分布 P_i ,经过 m 步转移概率为 $P_{ij}(m) (i, j \in I, m \geq 0)$,因此在时刻 m 的 j 状态的概率分布为:

[0083] $P_j(m) = \sum_{i \in I} P_i P_{ij}(m) j \in I, m \geq 1$

[0084] 若该智能计量设备上行通信模块失效率马尔可夫链的状态空间为 $I = \{1, 2, \dots, N\}$,因此在齐次马尔可夫链中,令 $\vec{P}$ 为一步转移概率矩阵,则上式可以表示为:

[0085] $(P_1(m), P_2(m), P_3(m), \dots, P_N(m)) = (p_1, p_2, p_3, \dots, p_N) \vec{P}^m, m \geq 1$

[0086] 令初始时刻时的概率分布函数为 $\vec{p} = \vec{p}(0) = (p_1, p_2, p_3, \dots, p_N)$,时刻 m 的概率分布函数为 $\vec{P}(m) = (P_1(m), P_2(m), P_3(m), \dots, P_N(m))$,则上式可以表示为:

[0087] $\vec{P}(m) = \vec{p} \vec{P}^m$

[0088] 因此,基于齐次马尔可夫链的上行通信模块可靠性模型,即智能计量设备上行通信模块从初始时刻运行至待测时刻 n 的失效率可以表示为:

[0089] $\vec{P}(m) = \vec{p} \vec{P}_1 \vec{P}_2 \dots \vec{P}_n = \vec{p} \vec{P}^n$

[0090] 具体地,将一步转移概率作为底数并且将一步转移的次数作为指数进行幂运算得到最终统计失效数据。

[0091] 步骤304,将该最终统计失效数据与该初始失效数据进行乘法运算得到该待测时刻的最终失效数据。

[0092] 具体地,根据上述智能计量设备上行通信模块从初始时刻运行至待测时刻的失效率公式,将该最终统计失效数据与该初始失效数据进行乘法运算得到待测时刻的最终失效数据,即得到待测时刻的失效率。

[0093] 本实施例中,通过将该统计失效数据作为底数并且将该一步转移的次数作为指数

进行幂运算得到最终统计失效数据;将该最终统计失效数据与所述初始失效数据进行乘法运算得到所述待测时刻的最终失效数据。因此,基于齐次马尔科夫链的上行通信模块可靠性模型对智能计量设备上行通信模块可靠性评估,从而保证智能终端可靠运行及轮换,计算简单并且数据真实可靠。

[0094] 在一个实施例中,该根据该上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据得到该待测时刻的最终失效数据之后,包括:获取该待测的失效数据与参考失效数据之间的最大偏差值,若该最大偏差值小于偏差阈值,则确定参考失效数据满足该待测的失效数据的概率分布函数,该待测的失效数据的概率分布函数是根据上行通信模块可靠性模型获得。其中,基于K-S(Kolmogorov-Smirnov)检验首先设定原假设为:近似中位秩公式计算得到转移概率函数 $P_n(t)$ 等于实际转移概率函数 $P(t)$,其中近似中位秩公式可为:

$$[0095] \quad P_n(t) = \frac{i - 0.3}{n + 0.6}$$

[0096] 其中 i 为经过顺序统计后的顺序号, n 为样本容量,实际转移概率通过上行通信模块可靠性模型计算得出。如果通过近似中位秩计算得到的转移概率函数和实际转移概率函数之间的最大偏差 D_n 为:

$$[0097] \quad D_n = \sup |P_n(t) - P(t)| = \max \{d_i\}, 0 \leq t \leq +\infty$$

[0098] 通过显著性水平 α ,例如 α 为0.05,并且通过查找极限分布表得到临界值 $D_{n,\alpha}$,当 $D_n < D_{n,\alpha}$ 时则接受原假设,反之则拒绝。因此,通过待测的失效数据与参考失效数据之间的最大偏差值小于偏差阈值,则参考失效数据满足该待测的失效数据的概率分布函数,从而确保通过上行通信模块可靠性模型评估该上行通信模块的可靠性真实有效。

[0099] 应该理解的是,虽然图1-3的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示,但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明,这些步骤的执行并没有严格的顺序限制,这些步骤可以以其它的顺序执行。而且,图1-3中的至少一部分步骤可以包括多个步骤或者多个阶段,这些步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成,而是可以在不同的时刻执行,这些步骤或者阶段的执行顺序也不必然是依次进行,而是可以与其它步骤或者其它步骤中的步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

[0100] 在一个实施例中,如图4所示,提供了一种上行通信模块可靠性评估装置,该装置400包括第一获取模块402、第二获取模块404、第一获得模块406、第一确定模块408,其中:

[0101] 第一获取模块402,用于获取预估的智能计量设备中上行通信模块的初始失效数据。

[0102] 第二获取模块404,用于获取该上行通信模块运行至待测时刻的统计失效数据,该统计失效数据是根据预设时间间隔统计得到的。

[0103] 第一获得模块406,用于根据该上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据得到该待测时刻的最终失效数据。

[0104] 第一确定模块408,用于根据该待测时刻的最终失效数据确定该上行通信模块的可靠性结果。

[0105] 在一个实施例中,如图5所示,该装置400还包括预估模块410,其中:

[0106] 预估模块410,用于通过元器件串联模型预估上行通信模块的初始失效概率。

[0107] 在一个实施例中,如图6所示,该装置400还包括第二确定模块412,其中:

[0108] 第二确定模块412,用于根据该待测时刻和该预设时间间隔确定该上行通信模块进行一步转移的次数。

[0109] 第二获取模块404,用于获取在该待测时刻之前的时刻内与该一步转移的次数数值相同的统计失效数据。

[0110] 在一个实施例中,该第一获得模块406,具体用于将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型得到该待测时刻的最终失效数据,该上行通信模块可靠性模型是基于马尔可夫工程建立。

[0111] 在一个实施例中,该第一获得模块406,具体用于根据一步转移的次数,将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型进行幂运算及乘积运算,得到该待测时刻的最终失效数据,该上行通信模块可靠性模型基于齐次马尔可夫工程建立。

[0112] 在一个实施例中,如图7所示,该装置400还包括第二获得模块414,其中:

[0113] 第二获得模块414,用于将该统计失效数据作为底数并且将该一步转移的次数作为指数进行幂运算得到最终统计失效数据。

[0114] 第一获得模块406,用于将该最终统计失效数据与该初始失效数据进行乘法运算得到该待测时刻的最终失效数据。

[0115] 在一个实施例中,如图8所示,该装置400还包括第三确定模块416,其中:

[0116] 第三确定模块416,用于获取该待测的失效数据与参考失效数据之间的最大偏差值,若该最大偏差值小于偏差阈值,则确定参考失效数据满足该待测的失效数据的概率分布函数,该待测的失效数据的概率分布函数是根据上行通信模块可靠性模型获得。

[0117] 本申请实施例提供的上行通信模块可靠性评估装置,可以实现上述方法实施例,其实现原理和技术效果类似,在此不再赘述。

[0118] 关于上行通信模块可靠性评估装置的具体限定可以参见上文中对于上行通信模块可靠性评估方法的限定,在此不再赘述。上述上行通信模块可靠性评估装置中的各个模块可全部或部分通过软件、硬件及其组合来实现。上述各模块可以硬件形式内嵌于或独立于计算机设备中的处理器中,也可以以软件形式存储于计算机设备中的存储器中,以便于处理器调用执行以上各个模块对应的操作。

[0119] 在一个实施例中,提供了一种计算机设备,该计算机设备可以是服务器,其内部结构图可以如图9所示。该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器和网络接口。其中,该计算机设备的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备的存储器包括非易失性存储介质、内存储器。该非易失性存储介质存储有操作系统、计算机程序和数据库。该内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该计算机设备的数据库用于存储上行通信模块可靠性评估数据。该计算机设备的网络接口用于与外部的终端通过网络连接通信。该计算机程序被处理器执行时以实现一种上行通信模块可靠性评估方法。

[0120] 本领域技术人员可以理解,图9中示出的结构,仅仅是与本申请方案相关的部分结构的框图,并不构成对本申请方案所应用于其上的计算机设备的限定,具体的计算机设备可以包括比图中所示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者具有不同的部件布置。

[0121] 在一个实施例中,提供了一种计算机设备,包括存储器和处理器,存储器中存储有

计算机程序,该处理器执行计算机程序时实现以下步骤:

[0122] 获取预估的智能计量设备中上行通信模块的初始失效数据;获取该上行通信模块运行至待测时刻的统计失效数据,该统计失效数据是根据预设时间间隔统计得到的;根据该上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据得到该待测时刻的最终失效数据;根据该待测时刻的最终失效数据确定该上行通信模块的可靠性结果。

[0123] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:

[0124] 通过元器件串联模型预估上行通信模块的初始失效概率。

[0125] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:

[0126] 根据该待测时刻和该预设时间间隔确定该上行通信模块进行一步转移的次数;获取在该待测时刻之前的时刻内与该一步转移的次数数值相同的统计失效数据。

[0127] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:

[0128] 将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型得到该待测时刻的最终失效数据,该上行通信模块可靠性模型是基于马尔可夫工程建立。

[0129] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:

[0130] 根据一步转移的次数,将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型进行幂运算及乘积运算,得到该待测时刻的最终失效数据,该上行通信模块可靠性模型基于齐次马尔可夫工程建立。

[0131] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:

[0132] 将该统计失效数据作为底数并且将该一步转移的次数作为指数进行幂运算得到最终统计失效数据;将该最终统计失效数据与该初始失效数据进行乘法运算得到该待测时刻的最终失效数据。

[0133] 在一个实施例中,处理器执行计算机程序时还实现以下步骤:

[0134] 获取该待测的失效数据与参考失效数据之间的最大偏差值,若该最大偏差值小于偏差阈值,则确定参考失效数据满足该待测的失效数据的概率分布函数,该待测的失效数据的概率分布函数是根据上行通信模块可靠性模型获得。

[0135] 在一个实施例中,提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,计算机程序被处理器执行时实现以下步骤:

[0136] 获取预估的智能计量设备中上行通信模块的初始失效数据;获取该上行通信模块运行至待测时刻的统计失效数据,该统计失效数据是根据预设时间间隔统计得到的;根据该上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据得到该待测时刻的最终失效数据;根据该待测时刻的最终失效数据确定该上行通信模块的可靠性结果。

[0137] 在一个实施例中,计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤:

[0138] 通过元器件串联模型预估上行通信模块的初始失效概率。

[0139] 在一个实施例中,计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤:

[0140] 根据该待测时刻和该预设时间间隔确定该上行通信模块进行一步转移的次数;获取在该待测时刻之前的时刻内与该一步转移的次数数值相同的统计失效数据。

[0141] 在一个实施例中,计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤:

[0142] 将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型得到该待测时刻的最终失效数据,该上行通信模块可靠性模型是基于马尔可夫工程建立。

[0143] 在一个实施例中, 计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤:

[0144] 根据一步转移的次数, 将上行通信模块的初始失效数据及统计失效数据输入上行通信模块可靠性模型进行幂运算及乘积运算, 得到该待测时刻的最终失效数据, 该上行通信模块可靠性模型基于齐次马尔可夫工程建立。

[0145] 在一个实施例中, 计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤:

[0146] 将该统计失效数据作为底数并且将该一步转移的次数作为指数进行幂运算得到最终统计失效数据; 将该最终统计失效数据与该初始失效数据进行乘法运算得到该待测时刻的最终失效数据。

[0147] 在一个实施例中, 计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤:

[0148] 获取该待测的失效数据与参考失效数据之间的最大偏差值, 若该最大偏差值小于偏差阈值, 则确定参考失效数据满足该待测的失效数据的概率分布函数, 该待测的失效数据的概率分布函数是根据上行通信模块可靠性模型获得。

[0149] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程, 是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成, 所述的计算机程序可存储于一非易失性计算机可读取存储介质中, 该计算机程序在执行时, 可包括如上述各方法的实施例的流程。其中, 本申请所提供的各实施例中所使用的对存储器、存储、数据库或其它介质的任何引用, 均可包括非易失性和易失性存储器中的至少一种。非易失性存储器可包括只读存储器 (Read-Only Memory, ROM)、磁带、软盘、闪存或光存储器等。易失性存储器可包括随机存取存储器 (Random Access Memory, RAM) 或外部高速缓冲存储器。作为说明而非局限, RAM 可以是多种形式, 比如静态随机存取存储器 (Static Random Access Memory, SRAM) 或动态随机存取存储器 (Dynamic Random Access Memory, DRAM) 等。

[0150] 以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合, 为使描述简洁, 未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述, 然而, 只要这些技术特征的组合不存在矛盾, 都应当认为是本说明书记载的范围。

[0151] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式, 其描述较为具体和详细, 但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是, 对于本领域的普通技术人员来说, 在不脱离本申请构思的前提下, 还可以做出若干变形和改进, 这些都属于本申请的保护范围。因此, 本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

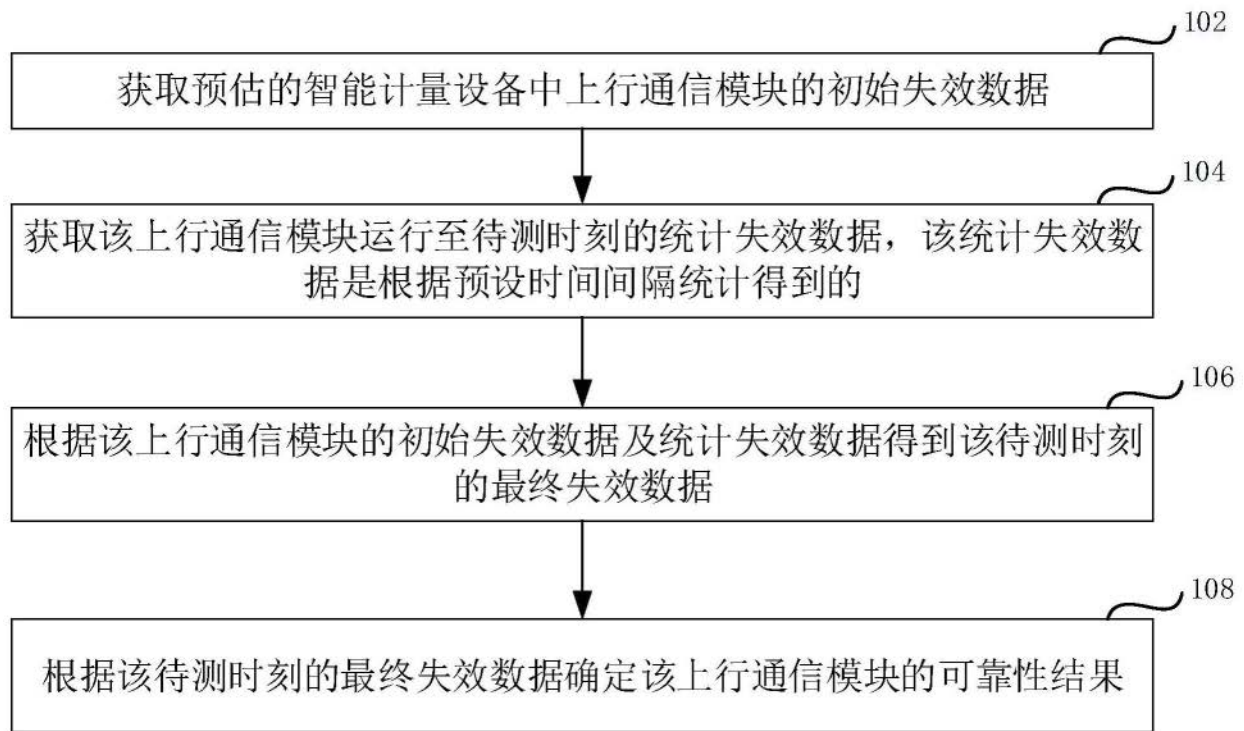


图1

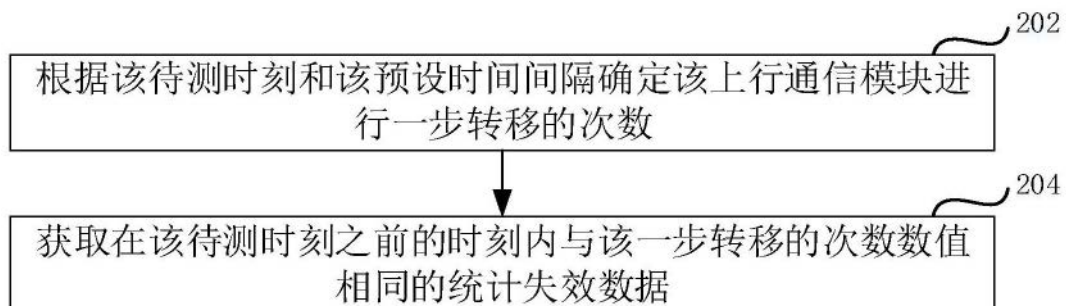


图2

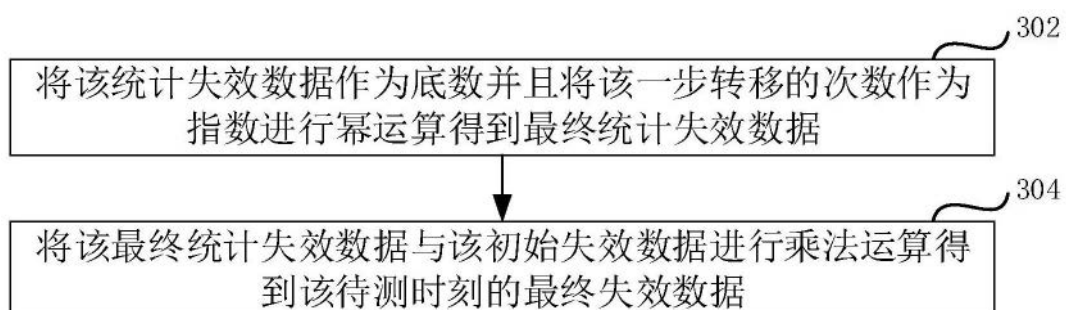


图3

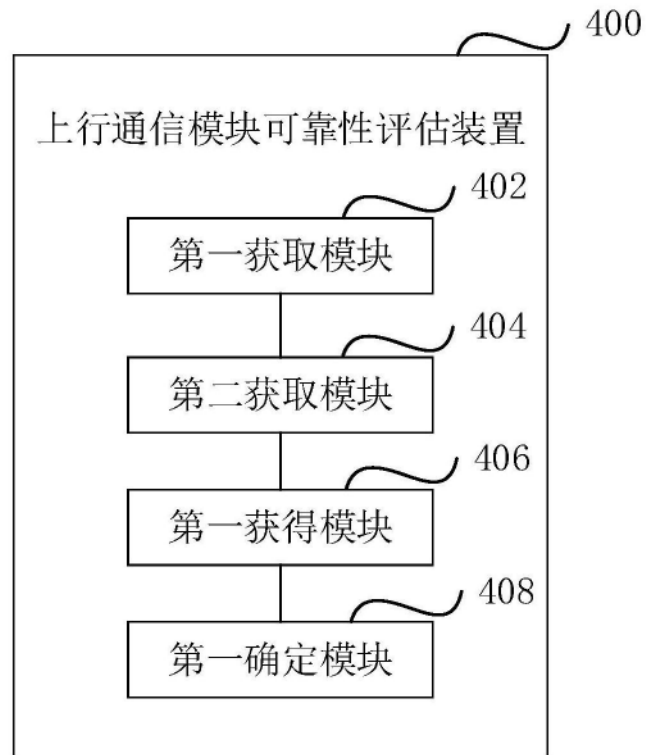


图4

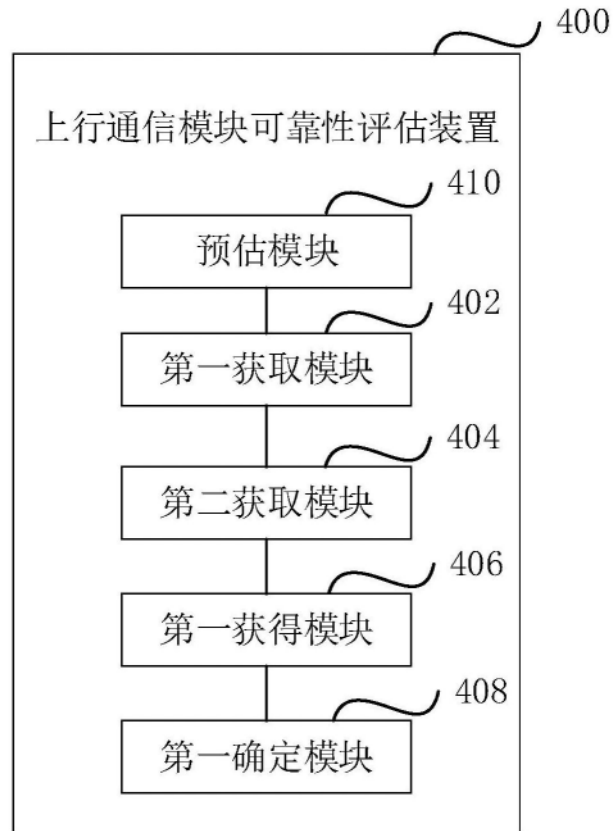


图5

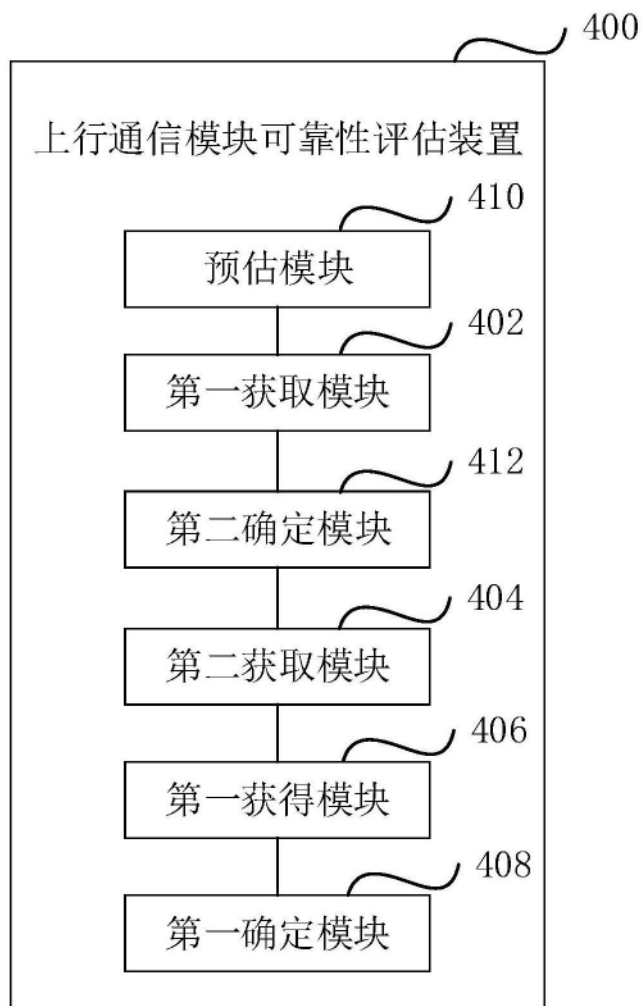


图6

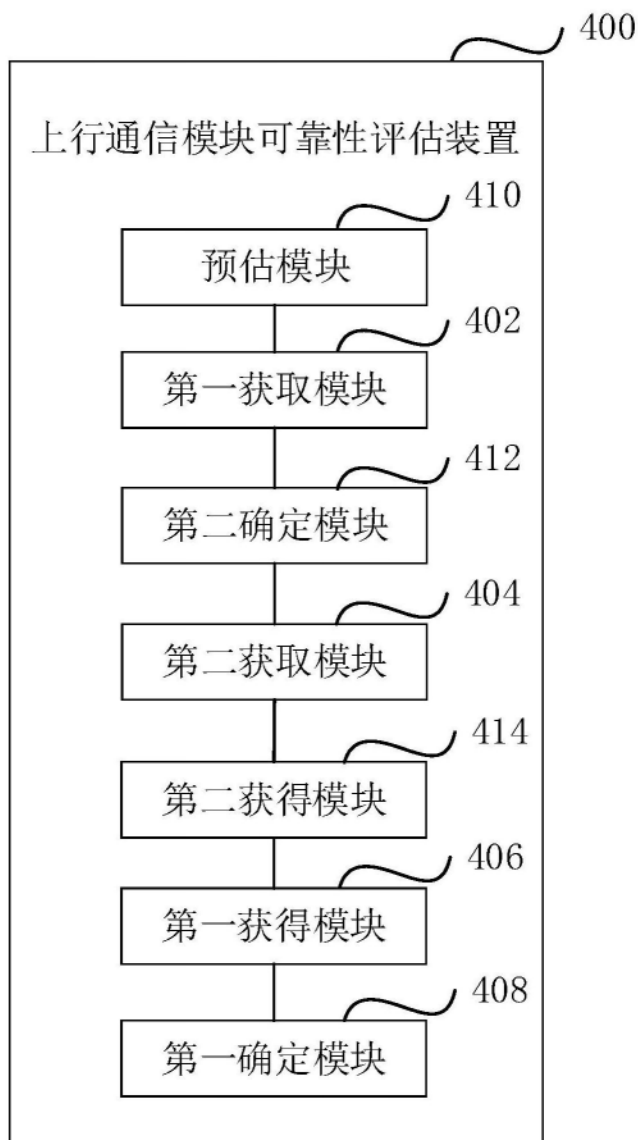


图7

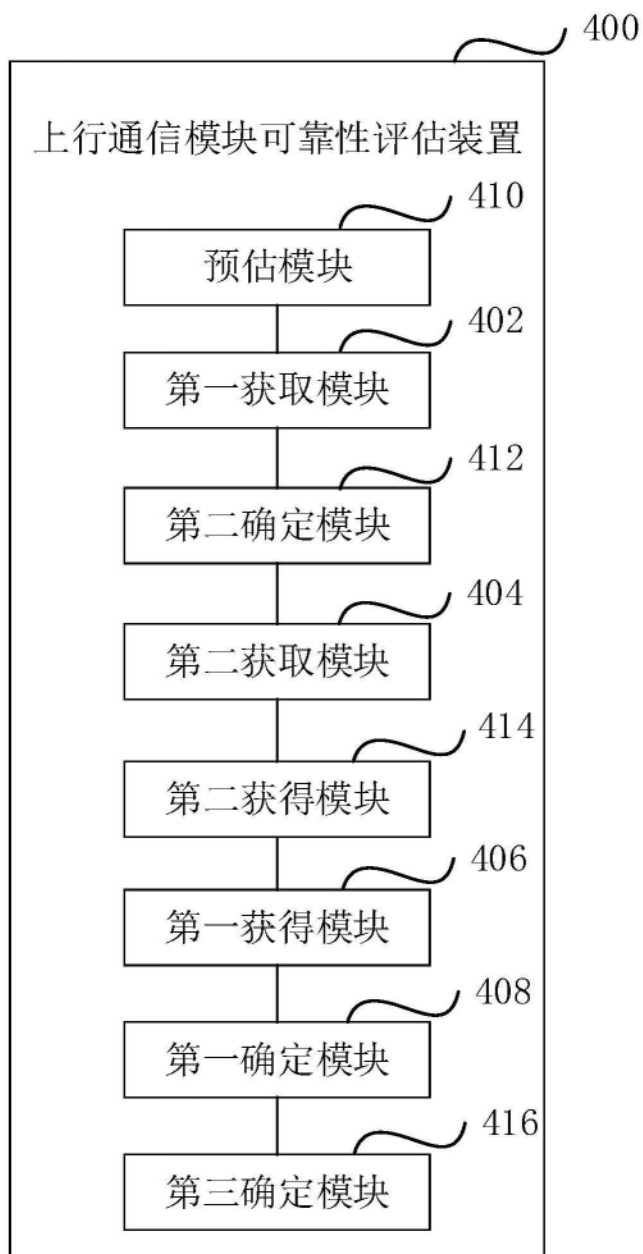


图8

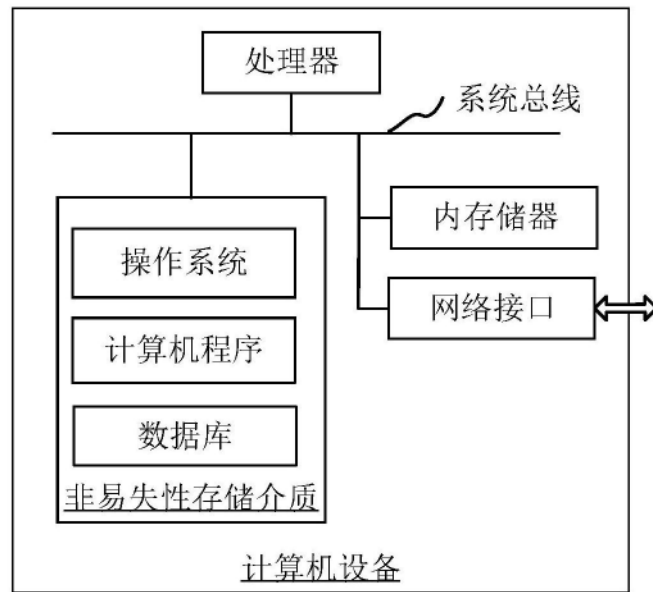


图9