



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102033141 B

(45) 授权公告日 2013. 01. 02

(21) 申请号 200910190554. 1

CN 102033541 A, 2011. 04. 27,

(22) 申请日 2009. 09. 30

审查员 臧自欣

(73) 专利权人 比亚迪股份有限公司

地址 518118 广东省深圳市龙岗区坪山镇横
坪公路 3001 号

(72) 发明人 张铭君 祖波

(51) Int. Cl.

G01P 21/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102032927 A, 2011. 04. 27,

DE 102004041428 A1, 2006. 03. 02,

CN 1719782 A, 2006. 01. 11,

CN 1794123 A, 2006. 06. 28,

KR 20080032770 A, 2008. 04. 16,

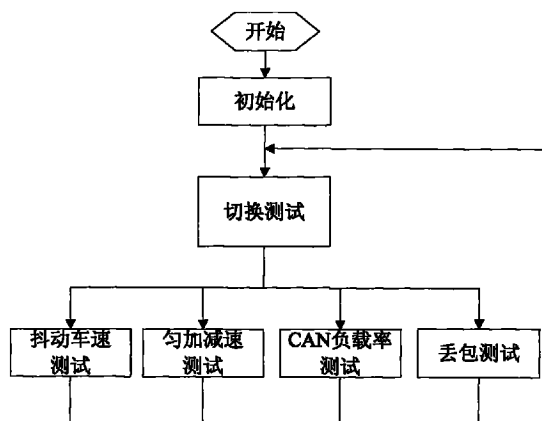
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 9 页

(54) 发明名称

一种基于 CAN 总线汽车仪表的测试系统及方法

(57) 摘要

一种基于 CAN 总线汽车仪表的测试系统, 包括单片机和 CAN 收发器, 所述单片机包括控制模块、发送模块及计时模块, 所述存储模块、发送模块、计时模块分别与所述控制模块电连接, 所述发送模块通过 CAN 收发器与 CAN 总线汽车仪表相连接, 还提供一种测试方法, 测试系统进行初始化; 控制模块根据其内部设定的程序 :a. 控制发送模块按照设定的周期向 CAN 总线汽车仪表发送速度报文;b. 控制计时模块进行计时和 / 或计数; 根据以上测试判断 CAN 总线汽车仪表的工作情况。以上技术方案, 利用测试系统通过向 CAN 总线模拟发送连续甚至复杂的通讯报文, 缩短了 CAN 总线汽车组合仪表的测试周期, 有效降低了仪表的测试成本。



1. 一种基于 CAN 总线汽车仪表的测试系统,其特征在于,所述测试系统包括单片机和 CAN 收发器,所述单片机包括控制模块、存储模块、发送模块及计时模块,所述存储模块、发送模块、计时模块分别与所述控制模块电连接,所述发送模块通过 CAN 收发器与 CAN 总线汽车仪表相连接;

所述存储模块,用于存储 CAN 总线汽车仪表测试用的速度报文信息;

所述发送模块,用于向 CAN 总线汽车仪表发送速度报文;

所述计时模块,用于在 CAN 总线汽车仪表测试中计时和 / 或计数;

所述控制模块,用于控制所述存储模块、发送模块及计时模块工作。

2. 根据权利要求 1 所述的测试系统,其特征在于,所述测试系统对 CAN 总线汽车仪表的测试包括抖动车速测试、匀加减速测试、CAN 负载率测试和 / 或丢包测试。

3. 根据权利要求 1 所述的测试系统,其特征在于,所述测试系统还设有用于切换抖动车速测试、匀加减速测试、CAN 负载率测试及丢包测试中至少两种测试的按键,所述按键通过 I/O 接口与所述单片机相连。

4. 根据权利要求 1 所述的测试系统,其特征在于,所述测试系统还通过单片机上的 I/O 接口连接一复位键,所述复位键用于对测试系统进行初始化操作。

5. 根据权利要求 1 所述的测试系统,其特征在于,所述测试系统还设有按钮 KEY1 和 KEY2,所述按钮通过单片机上的 I/O 接口与所述单片机连接。

6. 根据权利要求 1 所述的测试系统,其特征在于,所述单片机的型号为 MC9S08DZ60。

7. 根据权利要求 1 所述的测试系统,其特征在于,所述测试系统还包括用于显示测试系统工作情况的显示装置,所述显示装置与所述控制模块电连接。

8. 一种基于 CAN 总线汽车仪表测试系统的测试方法,其特征在于,包括以下步骤:

测试系统进行初始化;

控制模块根据其内部设定的程序:

a、控制发送模块按照设定的报文发送周期向 CAN 总线汽车仪表发送速度报文,

b、控制计时模块进行相应的计时和 / 或计数;

根据以上测试判断 CAN 总线汽车仪表的工作情况。

9. 一种基于 CAN 总线汽车仪表测试系统的测试方法,其特征在于,系统进行初始化后,包括以下步骤:

步骤 S001,按照系统内设的固有周期 T_{SPD} 发送车速报文;

步骤 S002,控制模块检测是否有按钮按下,如果有,控制模块进一步判断是按钮 KEY1 还是按钮 KEY2;如果没有检测到按钮按下的信息,系统返回步骤 S001;

步骤 S003,如果判断按钮 KEY1 被按下,系统进入步骤 S004;

步骤 S004,控制模块控制发送模块按照时间 t 的降幅减少系统上一次发送报文时的报文发送周期;

步骤 S005,控制模块控制发送模块按照减小后的报文发送周期发送车速报文,然后系统返回步骤 S002 重新进行下一个报文发送循环。

10. 根据权利要求 9 所述的测试方法,其特征在于,所述测试方法还包括:

步骤 S006,当控制模块判断按钮 KEY2 被按下时,控制模块控制系统按照时间 t 的增幅增大系统上一次发送车速报文时的报文发送周期;

步骤 S007, 控制模块控制发送模块按照增大后的报文发送周期发送车速报文, 然后系统进入步骤 S002 重新进行下一个报文发送循环。

11. 根据权利要求 9 所述的测试方法, 其特征在于, 所述时间 t 的取值范围为 0.005S-0.015S。

一种基于 CAN 总线汽车仪表的测试系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种测试汽车仪表的系统和方法,尤其涉及一种测试 CAN 总线汽车仪表的系统和方法。

背景技术

[0002] CAN(Controller Area Network,控制器局域网)总线协议作为一种技术先进、实时性强、可靠性高的通讯协议,已经被广泛地应用于各种自动化控制系统中,在汽车电子领域,尤其在车用电控模块和仪表上也有着很好的应用前景。在汽车仪表系统内引入 CAN 总线,使得汽车仪表系统具有开放式、易扩展的结构,可以将以前的模拟组合的各分离式仪表数字化地统一管理起来,不仅减少了汽车系统的线束,简化了仪表系统的接口,提高了系统的抗干扰性,而且提高了仪表的稳定性、精度和寿命,大大增加了系统的数据流量。

[0003] CAN 总线汽车仪表就是基于这一理念设计出来的,作为我国汽车业的一项科技含量高、具有自主技术知识产权的产品,得到了众多国内汽车制造商的急切关注。它可以从汽车内部 CAN 网络上接收车辆的各种行驶状况参数,并以指针方式或数字方式实时显示给驾驶员。

[0004] 而 CAN 总线汽车仪表在装车或者出售之前,首先应该对 CAN 总线汽车仪表产品进行测试,现有技术中存在一种对 CAN 总线汽车仪表产品进行测试的系统及方法,该系统包括配置模块、输入模块、虚拟输出模块和比较模块;在配置模块中,配置 CAN 总线汽车仪表的控制逻辑;输入模块向所述 CAN 总线汽车仪表和虚拟输出模块发送 CAN 报文;虚拟输出模块根据配置模块中的控制逻辑和输入模块发送的 CAN 报文,模拟所述 CAN 总线汽车仪表的输出;比较模块检测所述虚拟输出模块的输出与所述 CAN 总线汽车仪表的输出是否一致,如果一致则表明 CAN 总线汽车仪表测试正确;如果不一致则表明 CAN 总线汽车仪表测试错误。以上对 CAN 总线汽车仪表的测试方法,主要是通过给汽车仪表和虚拟输出模块发送单个报文点来测试仪表模块是否与虚拟输出模块输出的一致,显然,这种测试方法只是发送单个的间断报文,测试方法过于单一,不能反应仪表在 CAN 总线上复杂通讯情况下及变化的报文输出时的工作情况。

发明内容

[0005] 本发明旨在解决现有技术中 CAN 总线汽车仪表测试过于单一,不能全面反应汽车仪表性能的问题,提供一种能够动态测试 CAN 总线汽车仪表的测试系统和方法,达到全面检测 CAN 总线汽车组合仪表的目的。

[0006] 一种基于 CAN 总线汽车仪表的测试系统,包括单片机和 CAN 收发器,所述单片机包括控制模块、存储模块、发送模块及计时模块,所述存储模块、发送模块、计时模块分别与所述控制模块电连接,所述发送模块通过 CAN 收发器与 CAN 总线汽车仪表相连接;

[0007] 所述存储模块,用于存储 CAN 总线汽车仪表测试用的各种速度报文信息;

[0008] 所述发送模块,用于向 CAN 总线汽车仪表发送速度报文;

- [0009] 所述计时模块,用于在 CAN 总线汽车仪表测试中计时和 / 或计数 ;
- [0010] 所述控制模块,用于控制所述存储模块、发送模块及计时模块工作。
- [0011] 本发明还提供一种上述 CAN 总线汽车仪表测试系统的测试方法,包括以下步骤 :
- [0012] 测试系统进行初始化 ;
- [0013] 控制模块根据其内部设定的程序 :
- [0014] a、控制发送模块按照设定的周期向 CAN 总线汽车仪表发送速度报文,
- [0015] b、控制计时模块进行计时和 / 或计数 ;
- [0016] 根据以上测试判断 CAN 总线汽车仪表的工作情况。
- [0017] 以上技术方案,利用测试系统通过向 CAN 总线汽车仪表模拟发送连续甚至复杂的通讯报文,以此来精确检测 CAN 总线汽车仪表的工作情况,通过检测 CAN 总线汽车仪表在各种复杂情况下的工作状况,不仅为了在 CAN 总线汽车仪表在装车前能够及时发现问题,而且为车上 CAN 总线汽车仪表的更换带来很大的便捷性和精确性,同时缩短了 CAN 总线汽车组合仪表的测试周期,有效降低了仪表的测试成本。

附图说明

- [0018] 图 1 是本发明测试系统与 CAN 总线汽车仪表的连接示意图 ;
- [0019] 图 2 是本发明测试系统单片机的一种实施例的结构框图 ;
- [0020] 图 3 是本发明测试系统的主要测试流程图 ;
- [0021] 图 4 是本发明测试系统一种单片机的结构图 ;
- [0022] 图 5 是本发明测试系统的抖动车速测试流程图 ;
- [0023] 图 6 是本发明测试系统的匀加减速测试流程图 ;
- [0024] 图 7 是本发明测试系统的 CAN 负载率测试一种实施例的流程图 ;
- [0025] 图 8 是本发明测试系统的 CAN 负载率测试另一种实施例的流程图 ;
- [0026] 图 9 是本发明测试系统的丢包测试一种实施例的流程图 ;
- [0027] 图 10 是本发明测试系统的丢包测试另一种实施例的流程图。

具体实施方式

[0028] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能解释为对本发明的限制。

[0029] 结合图 1 和图 2 所示,本发明 CAN 总线汽车仪表的测试系统包括单片机和 CAN 收发器,该单片机包括控制模块、存储模块、发送模块及计时模块,存储模块、发送模块、计时模块分别与所述控制模块电连接,发送模块通过 CAN 收发器与 CAN 总线汽车仪表相连接 ;

[0030] 存储模块,用于存储 CAN 总线汽车仪表测试用的各种速度报文信息 ;

[0031] 发送模块,用于向 CAN 总线汽车仪表发送各种速度报文 ;

[0032] 计时模块,用于在 CAN 总线汽车仪表测试中计时和计数 ; ;

[0033] 控制模块,用于控制所述存储模块、发送模块及计时模块对所述 CAN 总线汽车仪表进行相应检测测试。

[0034] 测试系统与 CAN 总线汽车仪表通过 CAN 总线进行通讯,具体地,测试系统的发送模

块通过通道 RX 和 TX 与 CAN 收发器相连接, CAN 收发器通过 CAN_H 和 CAN_L 连接 CAN 总线汽车仪表, 测试系统通过控制模块控制模拟产生 CAN 总线汽车仪表需要接收和处理的各種车速报文信息, 并按一定的周期将该通信报文通过 CAN 线路 (CAN_H 和 CAN_L) 发送给 CAN 总线汽车仪表。

[0035] 存储模块, 预先存储 CAN 总线汽车仪表测试用的各種车速报文信息, 建立一个 CAN 总线汽车仪表报文数据库, 包括各種车速报文, 即从最小车速到最大车速之间的所有连续值速度报文。

[0036] 发送模块, 依照控制模块的控制向 CAN 总线汽车仪表发送各種车速报文; 如控制模块需要控制测试系统发送一个 15km/h 的速度报文信息, 首先控制模块会通过存储模块调取一个 15km/h 的报文信息, 然后控制模块控制发送模块发送此报文信息到 CAN 总线汽车仪表, 这样 CAN 总线汽车仪表就会显示一个 15km/h 的速度信息。

[0037] 计时模块, 在 CAN 总线汽车仪表的测试过程中, 需要通过计时模块来进行相应的计时和计数, 如报文发送周期计时、报文发送次数的计数和计时及一些数据变量的计数等, 其具体的计时原理和计数过程将在下面具体的测试过程中一一详述。

[0038] 控制模块, 根据需求或者输出控制来控制存储模块、发送模块、计时模块进行相应的工作。控制模块可以根据需求调出存储模块内预存的相关速度报文信息, 调出相关速度报文信息后, 控制模块可以控制发送模块进行对此速度报文信息的模拟发送, 控制发送模块将此报文信息模拟发送给 CAN 总线汽车仪表, 而且, 控制模块可以控制计时模块对相应速度报文的发送周期及报文次数进行计时或者计数, 控制完成对 CAN 总线汽车仪表的各種的测试功能。

[0039] 以上所述的单片机可以采用现有普通的带有计时模块的单片机对该 CAN 总线汽车仪表进行检测, 只要对该单片机的内部控制程序按照本发明的控制策略进行重新编程即可。图 4 所示为本发明中优选采用的一种单片机, 其型号为 freescale 的 MC9S08DZ60 单片机, 该单片机的控制模块包括 CPU, 存储模块包括用户闪存、用户 EEPROM、用户 RAM, 计时模块包括实时计数器、定时器, 发送模块包括转换器、比较器及相应的输入输出端口, 因该单片机为本领域的公知技术, 因此其中每个模块的具体结构在此不做详述。该单片机通过发送模块的 RX 和 TX 接口与 CAN 收发器相连接, 然后通过 CAN 收发器的 CAN_H 和 CAN_L 接口接入 CAN 总线汽车仪表。

[0040] 如图 3 所示, 本发明测试系统具有的对 CAN 总线汽车仪表的测试包括抖动车速测试、匀加减速测试、CAN 负载率测试和 / 或丢包测试。CAN 总线汽车仪表测试系统开始工作后, 整个系统首先进行初始化, 将原内部计时模块的各種计时或者计数清零, 然后对 CAN 总线汽车仪表进行相应的测试。其中, 上述几种测试相互之间可以进行切换, 如果对 CAN 总线汽车仪表进行抖动车速测试, 那么在测试开始前, 可以提前将测试系统的测试切换到抖动车速测试, 然后对 CAN 总线汽车仪表进行抖动车速测试; 当抖动车速测试结束后, 可以将测试系统的测试切换到匀加减速测试, 对 CAN 总线汽车仪表进行匀加减速测试, 当匀加减速测试完成后, 可以将测试系统的测试切换到 CAN 负载率测试或者丢包测试, 总之, 几种测试之间可以根据需求相互切换。当然, 所述测试系统可以只设置一种测试, 可以只包括抖动车速测试、或者匀加减速测试、或者 CAN 负载率测试、或者丢包测试。测试系统也可以设置抖动车速测试、匀加减速测试、CAN 负载率测试及丢包测试中的至少两种测试, 优选地, 当测试

系统设置抖动车速测试、匀加减速测试、CAN 负载率测试及丢包测试中的至少两种测试时，所设置的测试之间的切换可通过设置在测试系统中的按键来实现，通过单片机上的普通 I/O 接口连接一个或几个按键，通过按键来实现测试系统不同测试之间的切换。如果测试系统只设置一种测试模式，则可以设置与单片机上的普通 I/O 接口连接的按键来实现控制测试的开始和结束，也可以不设置按键而通过内部程序直接控制测试的开始。作为进一步改进，所述单片机通过 I/O 接口还连接一复位键，当系统需要初始化或者四种测试相互转换后并进行下一个模式的测试前，都可通过操作此复位键来对测试系统的控制程序进行初始化。

[0041] 下面，结合以上所述对汽车仪表的各种测试的过程进行一一讲解。

[0042] 图 5 所示为对 CAN 总线汽车仪表的抖动车速测试控制流程图，在测试前，根据 CAN 总线汽车仪表应用的车型来进行设置测试系统的各种参数，设定车速能够在时间 T_1 内从车速 0 加速到车速 V ，或者在时间 T_1 内能够从车速 V 减速到车速 0，设定发送模块的固定发送车速报文的周期为 T_SPD ，测试系统内部的速度报文变量为 $newSPD$ ，CAN 总线汽车仪表接收的速度报文变量为 $curSPD$ ，当测试系统中的计时模块计时达到发送模块的固定发送车速报文的周期 T_SPD 时，控制模块根据特定的计算公式计算后从存储模块调取一个车速报文并赋予变量 $newSPD$ 此速度报文值，然后控制模块控制发送模块将此车速报文发送给 CAN 总线汽车仪表，CAN 总线汽车仪表就会显示该车速，即 $curSPD$ 等于该车速，CAN 总线测试仪表的指针指示该车速。此时，因为汽车在时间 T_1 内能够从车速 0 加速到车速 V ，或者在时间 T_1 内能够从车速 V 减速到车速 0，所以在周期 T_SPD 内，车速变化范围为 $-V*T_SPD/T_1 - V*T_SPD/T_1$ ，也就是说，发送模块第一次发送给 CAN 总线汽车仪表的速度报文与第二次发送给 CAN 总线汽车仪表的速度报文之间的差异范围为 $-V*T_SPD/T_1 - V*T_SPD/T_1$ ，这样 CAN 总线汽车仪表的指针会出现相应的抖动，指针的抖动范围为 $-V*T_SPD/T_1 - V*T_SPD/T_1$ 。具体的控制步骤如下：

[0043] 步骤一，测试系统选择抖动车速测试；

[0044] 步骤二，系统初始化；

[0045] 步骤三，控制系统设定车速报文变量 $newSPD$ 的初始值为 V_1 ，同时计时模块开始计时；

[0046] 步骤四，当计时模块计时时间达到其内部设定的车速报文发送周期 T_SPD 时，控制模块控制发送模块发送该车速报文 V_1 给 CAN 总线汽车仪表，此时 $curSPD = V_1$ ；如果计时模块的计时时间没有达到其内部设定的车速报文发送周期 T_SPD ，那么系统会继续等待直到计时模块的计时时间达到其内部设定的车速报文周期 T_SPD ；

[0047] 步骤五，控制系统控制计时模块的计时数据清零，并重新开始计时；

[0048] 步骤六，基于仪表显示的当前车速 $curSPD$ ，控制系统赋予车速报文变量 $newSPD$ 一个新的报文值 V_2 ，使得 $V_2 = V_1 \pm V*T_SPD/T_1$ ，（这里设定车速在时间 T_1 内可由 0 加速到 V ，或者由车速 V 减速到 0）；

[0049] 步骤七，当计时模块计时时间达到其内部设定的车速报文发送周期 T_SPD 时，控制模块控制发送模块发送该车速报文 V_2 给 CAN 总线汽车仪表；如果计时模块的计时时间没有达到其内部设定的车速报文发送周期 T_SPD ，那么系统会继续等待直到计时模块的计时时间达到其内部设定的车速报文周期 T_SPD ；

[0050] 步骤八，观察指针的反映，当 CAN 总线汽车仪表车速指针摆动灵敏、平滑，指针指

数正确时表明仪表工作状态完好；反之，当 CAN 总线汽车仪表车速指针不能正确指示读数，或者指针移动过程中有卡步现象，则说明此 CAN 总线汽车仪表指针的灵活性差，其控制存在问题，需进一步改进和优化。

[0051] 为了增加对 CAN 总线汽车仪表的测试精确度，在以上测试过程中可以多次重复步骤三到步骤八。

[0052] 作为一种优选的技术方案，为了能够尽量适应各种汽车仪表的测试，以上方案中 T1 的取值范围为 8S-12S，优选为 $T1 = 10S$ ；T_SPD 的取值范围为 0.1S-0.2S，优选为 $T_SPD = 0.1S$ ；速度 V 的取值范围为 90km/h-120km/h，优选地 $V = 100km/h$ ，即汽车能够在 10 秒内从 0 加速到 100km/h，或者在 10 秒内从 100km/h 减速到 0，根据车速报文的固定发送周期 $T_SPD = 0.1S$ 可知，测试系统发送给 CAN 总线汽车仪表的每两次相邻车速值的差值范围应在 -1km/h-1km/h 内。如果上一次测试系统发送给 CAN 总线汽车仪表的速度报文所指示的速度是 60km/h，那么下一次测试系统发送给 CAN 总线汽车仪表的速度报文所指示的速度应在 59km/h-61km/h 内，即本次测试，CAN 总线汽车仪表的指针波动范围在表盘读数 59km/h-61km/h 内。通过此种控制，CAN 总线汽车仪表的指针会在一个速度范围值内发生抖动，当 CAN 总线汽车仪表车速指针不能正确指示读数，或者指针抖动过程中有卡步现象，则说明此 CAN 总线汽车仪表指针的灵活性差，其控制存在问题，需进一步改进和优化。当然根据测试仪表的不同，为了检测的精确性和直观性，其 T1、T_SPD 和 V 可以设置其他不同的数值。

[0053] 通过单片机上的与普通 I/O 接口连接的按键，将测试切换到匀加减速测试。如图 6 所示，测试系统对 CAN 总线汽车仪表的匀加减速测试过程如下：

[0054] 首先系统内部程序设定其匀加速测试的加速度为 $a1$ ，匀减速测试的加速度为 $a2$ ，其内部发送模块发送速度报文的周期为 T_SPD，同时，根据被测试的 CAN 总线汽车仪表的所应用的车型的最大速度设定测试系统的最大速度为 V_{max} ，然后测试系统通过连接在单片机上的按键选择匀加减速测试，并通过复位键对系统进行初始化。

[0055] 步骤 S01，首先控制模块判断当前测试是否为匀加速测试，如果判断结果为是，系统进入步骤 S02，如果判断结果为否的话，系统进入步骤 S07 对 CAN 总线汽车仪表进行匀减速测试；

[0056] 步骤 S02，计时模块开始计时，系统进入步骤 S03；

[0057] 步骤 S03，控制模块判断计时模块的计时时间是否达到其系统内部设定的速度报文发送周期 T_SPD，如果是系统进入步骤 S04，如果判断结果为否，则计时模块会继续计时直到其计时达到内部速度报文发送周期 T_SPD；

[0058] 步骤 S04，此时计时模块对整数变量 i 进行累加计数，i 初始值为 1，然后系统进入步骤 S05；

[0059] 步骤 S05，控制模块从存储模块调取一个速度报文值 V_i ，并控制发送模块将此速度报文发送给 CAN 总线汽车仪表，同时计时模块的计时清零，计数不清零，然后系统进入步骤 S06；

[0060] 步骤 S06，控制系统判断速度 V_i 是否达到其内部设定的最大车速 V_{max} ，如果 V_i 达到了其内部设定的最大车速 V_{max} ，那么系统进入步骤 S07，从而对 CAN 总线汽车仪表转入匀减速测试，如果 V_i 没有达到其内部设定的最大车速 V_{max} ，则系统返回步骤 S02 从而进入下一个匀加速测试循环；

[0061] 以上是对 CAN 总线汽车仪表进行的匀加速测试过程,以上测试步骤中对整数变量 i 进行累加计数从而发送不同的速度报文值 V_i ,为了满足对 CAN 总线汽车仪表进行匀加速测试的要求,控制模块会在前一次速度报文 V_i 的基础上计算下一次所要输出的报文 V_{i+1} ,使得 V_i 与 V_{i+1} 满足下面的公式: $V_{i+1} = V_i + a1 * T_SPD$ 。下面所述为对 CAN 总线汽车仪表进行匀减速测试的过程:

[0062] 步骤 S07,系统转入匀减速测试,开始对 CAN 总线汽车仪表进行匀减速测试;

[0063] 步骤 S08,计时模块开始计时,系统进入步骤 S09;

[0064] 步骤 S09,控制模块判断计时模块的计时时间是否达到其系统内部设定的速度报文发送周期 T_SPD ,如果是系统进入步骤 S10,如果判断结果为否,则计时模块会继续计时直到其计时达到内部速度报文发送周期 T_SPD ;

[0065] 步骤 S10,此时计时模块对 n 进行累加计数, n 的初始值为 1,然后系统进入步骤 S11;

[0066] 步骤 S11,控制模块从存储模块调取一个速度报文值 V_n ,并控制发送模块将此速度报文发送给 CAN 总线汽车仪表,同时计时模块的计时清零,计数不清零,然后系统进入步骤 S12;

[0067] 步骤 S12,控制系统判断速度 V_n 是否达到其内部设定的最小车速 0,如果 V_n 达到了其内部设定的最小车速 0,那么系统又转入匀加速测试,进入步骤 S02,从而对 CAN 总线汽车仪表转入匀加速测试,如果 V_n 没有达到其内部设定的最小车速 0,则系统返回步骤 S08 从而进入下一个匀减速测试循环;

[0068] 在以上测试过程中,同样对整数变量 n 进行累加计数从而发送不同的速度报文值 V_n ,为了满足对 CAN 总线汽车仪表进行匀减速测试,控制模块会在前一次速度报文 V_n 的基础上计算下一次所要输出的报文 V_{n+1} ,使得 V_n 与 V_{n+1} 满足下面的公式: $V_{n+1} = V_n + a2 * T_SPD$ 。

[0069] 以上所述,为了增大测试的精确性,可以多次重复步骤 S02 到步骤 S05 以及步骤 S08 到 S11,或者对 CAN 总线汽车仪表进行匀加速测试,直到 CAN 总线汽车仪表达到或者指示其最大车速后,然后系统转入匀减速测试,继续以上过程,直到 CAN 总线汽车仪表达到或者指示其最小车速零后,系统控制再将测试转入匀加速测试,如此往复,测试不同匀加减速情况下仪表指针的工作情况。

[0070] 匀加减速测试主要用于测试 CAN 总线汽车仪表在模拟汽车匀加减速状态下,通过观察仪表车速指针的动作,优化完善仪表对车速指针的控制,达到仪表车速指针响应灵活、移动平滑的目的,增加仪表的动感;如果测试过程中,CAN 总线汽车仪表的指针移动出现跳跃或者卡步现象,那么可以判定所测试的 CAN 总线汽车仪表的指针相应灵活性低,需要进一步完善和优化对 CAN 总线汽车仪表指针的控制。

[0071] 为了适应尽可能多的 CAN 总线汽车仪表的测试,作为一种优选的技术方案,以上对 CAN 总线汽车仪表进行匀加减速测试的过程中其系统内设的 V_{max} 的取值范围为 90km/h-120km/h,优选为 100km/h,其加速度 $a1$ 的值的取值范围为 $2.5m/s^2-4m/s^2$,优选为 $a1 = 2.8m/s^2$,其加速度 $a2$ 的取值范围为 $-5m/s^2--8m/s^2$, $a2$ 优选为 $-6m/s^2$ 。当然根据测试的 CAN 总线汽车仪表的不同,为了检测的精确性和直观性,其设定值 V_{max} 、 $a1$ 和 $a2$ 可以设置其他不同的数值。

[0072] 图 7 是测试系统对 CAN 总线汽车仪表的 CAN 负载率测试流程,通过按键将测试系

统选择 CAN 负载率测试,然后系统开始初始化,控制模块控制发送模块按照系统设定的车速报文发送周期 T_SPD 对 CAN 总线汽车仪表发送车速报文,这样每次发送的车速报文都会在 CAN 总线汽车仪表有一个相应的指示,然后控制模块控制按照每次时间 t 的幅值改变车速报文的发送周期。例如,以时间 t 的幅值逐渐减小车速报文的发送周期,或者以时间 t 的幅值逐渐增大车速报文的发送周期,即发送模块第一次发送车速报文的周期为 T_SPD ,如果按照以时间 t 的幅值来逐渐减小车速报文的发送周期,那么控制模块控制发送模块第二次发送车速报文的周期变为 T_SPD-t ,第三次发送车速报文的周期变为 T_SPD-2t ,第四次发送车速报文的周期相应变为 T_SPD-3t ,以此类推;如果按照以时间 t 的幅值来逐渐增大车速报文的发送周期,那么控制模块控制发送模块第二次发送车速报文的周期变为 T_SPD+t ,第三次发送车速报文的周期变为 T_SPD+2t ,第四次发送车速报文的周期相应变为 T_SPD+3t ,以此类推;通过以上方式,不断缩短或者延长车速报文的发送周期,即单位时间内测试系统往与 CAN 总线相连的 CAN 总线汽车仪表上发送报文数据量越来越大或者越来越小;通过观察记录 CAN 总线汽车仪表在不同 CAN 总线负载率的状况下,CAN 总线汽车仪表的工作状况,找出一个临界点,当 CAN 负载率高于此临界点时对仪表工作状况会产生影响;反之,当 CAN 负载率在此临界点之下时,CAN 总线汽车仪表工作正常。

[0073] 传统的 CAN 总线汽车仪表 CAN 负载率的临界点一般位于 0 与测试系统内设的车速报文发送周期 T_SPD 之间,即发生在控制系统逐渐减小车速报文的发送周期的测试中,一般情况下,控制系统逐渐增大车速报文发送周期时不会存在临界点的情况,因为增大控制系统内部的车速报文发送周期有效减少了 CAN 总线汽车仪表的工作频率和疲劳度,CAN 总线汽车仪表在此种状态下工作可以延长其使用寿命。

[0074] 当 CAN 总线汽车仪表达到其负载率的临界点时,此时如果测试系统内部的负载率继续增加的话,CAN 总线汽车仪表的相应速度就跟不上测试系统发送车速报文的速度的了,这样相比于测试系统速度报文发送频率,CAN 总线汽车仪表的指针反应就会变得滞后一些。优选地,测试系统的单片机通过 I/O 接口还连接有一显示装置,用来显示测试系统的报文发送周期及每次发送的车速报文数值。当出现 CAN 总线汽车仪表指针指示的速度比测试系统发送车速报文的显示滞后时,可以判定 CAN 总线汽车仪表达到其负载率临界点。

[0075] 作为一种优选的技术方案,通过测试系统的单片机的普通 I/O 口可以接出两个按钮 KEY1 和 KEY2,按钮 KEY1 用于增加测试系统的 CAN 负载率,即缩短测试系统内部的车速报文发送周期,按钮 KEY2 用于降低测试系统的 CAN 负载率,即延长测试系统内部的车速报文发送周期。

[0076] 如图 8 所示,系统进行初始化后,系统进入步骤 S001,按照其内部设定的固有周期 T_SPD 向 CAN 总线汽车仪表发送速度报文;

[0077] 步骤 S002,控制模块会时时检测是否有按钮按下,如果有,则会进一步判断是按钮 KEY1 还是按钮 KEY2;如果没有检测到按钮按下的信息,则测试系统会返回步骤 S001,按照原有的车速报文发送周期发送其车速报文;

[0078] 步骤 S003,如果判断按钮 KEY1 被按下,控制系统进入对 CAN 总线汽车仪表的增加 CAN 负载率的测试,然后系统进入步骤 S004,如果判断按钮 KEY1 没有被按下,则会判断按钮 KEY2 被按下,系统进入步骤 S006;

[0079] 步骤 S004,控制模块会控制系统按照时间 t 的降幅减少系统上一次发送报文时的

报文发送周期,如果上一次是 T_SPD ,则本次车速报文发送周期就会被修改为 T_SPD-t ,然后系统进入步骤 S005;

[0080] 步骤 S005,测试系统的车速报文发送周期变化后,控制模块控制发送模块按照减小后的报文发送周期对 CAN 总线汽车仪表进行车速报文的发送,然后系统进入步骤 S002 重新进行下一个报文发送循环;

[0081] 步骤 S006,当控制模块判断按钮 KEY2 被按下时,控制模块会控制系统按照时间 t 的增幅增大系统上一次发送车速报文时的报文发送周期,如果上一次是的车速报文发送周期是 T_SPD ,则本次车速报文发送周期就会被修改为 T_SPD+t ,然后系统进入步骤 S007;

[0082] 步骤 S007,测试系统的车速报文发送周期变化后,控制模块控制发送模块按照增大后的报文发送周期对 CAN 总线汽车仪表进行车速报文的发送,然后系统进入步骤 S002 重新进行下一个报文发送循环。

[0083] 以上测试过程中,时间 t 的取值范围为 0.005-0.015,优选为 $t = 0.01$ 。

[0084] 通过本测试方法解决了目前 CAN 总线汽车仪表测试只注重测试仪表对 CAN 总线上有效报文的处理、响应,而忽视了 CAN 总线上大量报文数据对组合仪表造成的冲击。通过本测试方法,可以检测出 CAN 总线汽车仪表的负载率临界点,测试出 CAN 总线汽车仪表在不同 CAN 总线负载率状况下的工作情况,对暴露出的问题及时解决,避免组合仪表在装车后,汽车高 CAN 负载时工作状况差的问题。

[0085] 下面讲述测试系统对 CAN 总线汽车仪表进行丢包测试的控制过程。当测试系统通过按键选定丢包测试时,相应的与测试系统的单片机相连接的按钮 KEY1 和 KEY2 也就被赋予了新的功能,按钮 KEY1 用于增加测试系统的 CAN 负载率,即缩短测试系统内部的车速报文发送周期,按钮 KEY2 用于降低测试系统的 CAN 负载率,在丢包测试中,通过按钮 KEY1 可以增加报文发送时不能正确发送数据报文的概率,通过按钮 KEY2 可以减小报文发送时不能正确发送数据报文的概率,例如,测试系统内部设定报文不能正确发送的概率为 15%,也就是说,每发送 100 次速度报文的时候,系统应该模拟有 15 次的速度报文数据发送是不正确的,那么通过操作按钮 KEY1 可以增加报文发送时不能正确发送数据报文的概率,如增大到 20%,只要变化为比 15% 大的一个概率就可以;而通过按钮 KEY2 可以减小报文发送时不能正确发送数据报文的概率,如减小到 10%,只要变化为比 15% 小的一个概率就可以。

[0086] 同时,在系统内部设定一个变量数据 random, random 的取值可取 1-100 内的任意一个数值,即测试过程中测试系统可以将 1-100 以内的任何一个数值以均等的机会分配给数据变量 random,也就是数据变量 random 被赋予 1-100 内的任意一个数值的概率都是相等的,都为 1%,然后系统内部设定两个变量值 data1 和 data2,两个变量的关系为, $1 \leq data1 \leq data2 \leq 100$,然后测试系统可以开始对 CAN 总线汽车仪表进行丢包测试的测试。

[0087] 实施例一

[0088] 如图 9 所示,测试系统先进行初始化;

[0089] 步骤 S0001,控制模块控制计时模块清零并开始计时;

[0090] 步骤 S0002,控制模块判断计时模块的计时时间是否达到其系统内部设定的车速报文发送周期 T_SPD ;如果判断结果为是,系统进入步骤 S0003,如果判断结果为否,则控制模块控制计时模块继续进行计时;

[0091] 步骤 S0003,控制模块控制随机变量 random 从数值 1-100 内随意取一整数,然后系统进入步骤 S0004;

[0092] 步骤 S0004,控制模块比较随机变量 random 的数值与其内部设定的数据变量 data1 和 data2 的大小;如果满足 $\text{data1} \leq \text{random} \leq \text{data2}$,则系统进入步骤 S0005,如果不满足关系式 $\text{data1} \leq \text{random} \leq \text{data2}$,则系统进入步骤 S006。

[0093] 步骤 S0005,控制模块控制发送模块放弃当前速度报文的发送,即形成丢包;然后系统返回步骤 S0001 继续进行下一个循环;

[0094] 步骤 S0006,即 random 不满足关系式 $\text{data1} \leq \text{random} \leq \text{data2}$,此时控制模块控制发送模块发送当前速度报文,之后系统返回步骤 S0001 进行下一个速度报文发送循环;

[0095] 在以上测试流程中,测试系统内部报文丢包的概率为 $(\text{data2}-\text{data1}+1)/100$,如果需要增大测试系统的丢包的概率,则可以通过控制按钮 KEY1 的操作来实现,通过控制按钮 KEY1 的操作可以实现改变测试系统内部变量 data1 和 data2 的数值,即通过增大变量 data2 的取值或者减小变量 data1 的取值来实现增大测试系统内部的丢包概率。但是变量 data1 和 data2 的数值在满足关系式 $\text{data1} \leq \text{data2}$ 的同时不能超出 1-100 的数值范围;同样通过控制按钮 KEY2 的操作可以实现改变测试系统内部变量 data1 和 data2 的数值,即通过减小变量 data2 的取值或者增大变量 data1 的取值来实现减小测试系统内部的丢包概率。但是变量 data1 和 data2 的数值同样在满足关系式 $\text{data1} \leq \text{data2}$ 的同时不能超出 1-100 的数值范围;通过以上方式,可以在通过按钮 KEY1 或按钮 KEY2 改变测试系统内部设定的丢包概率后再对 CAN 总线汽车仪表进行重复检测。

[0096] 实施例二

[0097] 如图 10 所示,测试系统先进行初始化;

[0098] 步骤 S0001,控制模块控制计时模块清零并开始计时;

[0099] 步骤 S0002,控制模块判断计时模块的计时时间是否达到其系统内部设定的车速报文发送周期 T_SPD;如果判断结果为是,系统进入步骤 S0003,如果判断结果为否,则控制模块控制计时模块继续进行计时;

[0100] 步骤 S0003,控制模块控制随机变量 random 从数值 1-100 内随意取一整数,然后系统进入步骤 S0004;

[0101] 步骤 S0004,控制模块比较随机变量 random 的数值与其内部设定的数据变量 data1 和 data2 的大小;如果满足 $\text{data1} \leq \text{random} \leq \text{data2}$,则系统进入步骤 S0005,如果不满足关系式 $\text{data1} \leq \text{random} \leq \text{data2}$,则系统进入步骤 S006。

[0102] 步骤 S0005,控制模块调取并修改当前速度报文,将修改后一个错误速度报文发送给 CAN 总线汽车仪表;然后系统返回步骤 S0001 继续进行下一个循环;

[0103] 步骤 S0006,即 random 不满足关系式 $\text{data1} \leq \text{random} \leq \text{data2}$,此时控制模块控制发送模块发送当前速度报文,之后系统返回步骤 S0001 进行下一个速度报文发送循环;

[0104] 这样通过按钮 KEY1 或按钮 KEY2 也可以改变测试系统内部设定的发送错误报文数据的概率,然后再对 CAN 总线汽车仪表进行重复检测。

[0105] 以上两个实施例中,考虑到测试的便捷性,变量 data1 优选取值为 1,变量 data2 优选取值为 15。

[0106] 在以上测试过程中,对 CAN 总线汽车仪表进行丢包测试的目的是为了观察仪表在

恶劣的 CAN 通信状况下的工作状况,通过测试观察仪表指示、显示部分的工作状况间接的反应出整车的 CAN 通信状况,如果在检测过程中发现汽车仪表的显示与测试系统发送的内部速度报文不一致,则表明 CAN 总线汽车仪表存在问题需要进一步优化,通过这种检测可以为 CAN 总线汽车仪表装车时可能出现的问题做提前测试、分析、改进。

[0107] 本测试方法是对汽车组合仪表失效模式的一种测试,通过测试、观察 CAN 总线汽车仪表在恶劣的汽车 CAN 总线通信状况下的工作情况,为 CAN 总线汽车仪表装车时可能出现的问题做分析、参考,做到提前发现、暴露问题,及时解决问题。缩短了 CAN 总线汽车组合仪表的测试周期,降低了 CAN 总线汽车仪表的测试成本。

[0108] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

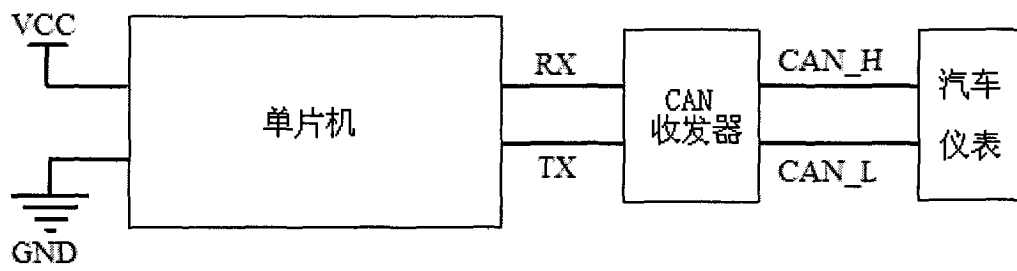


图 1

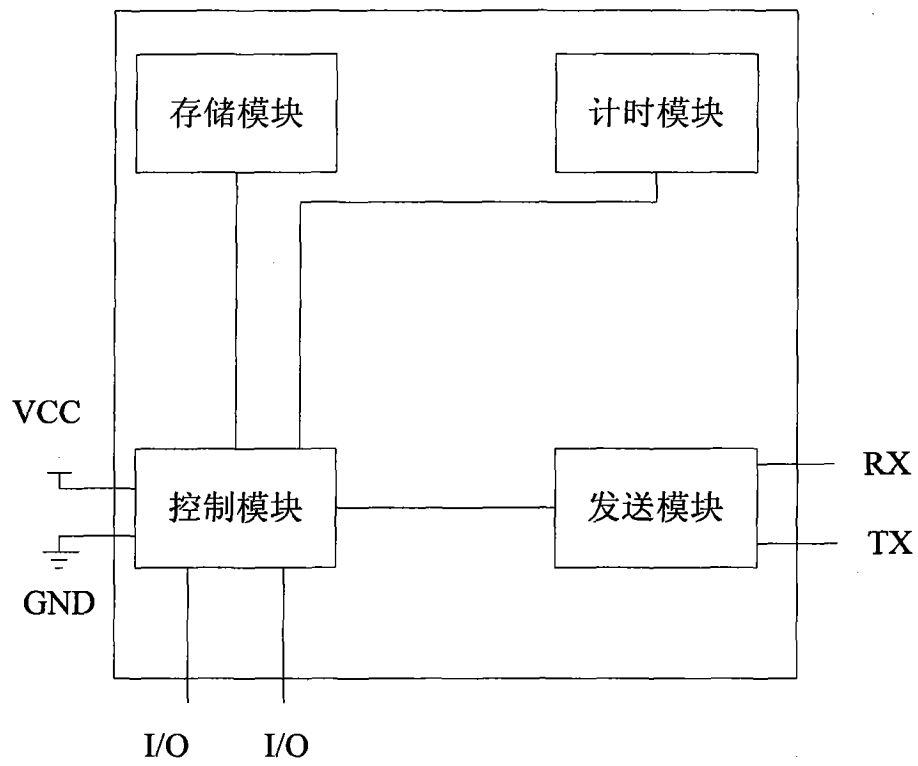


图 2

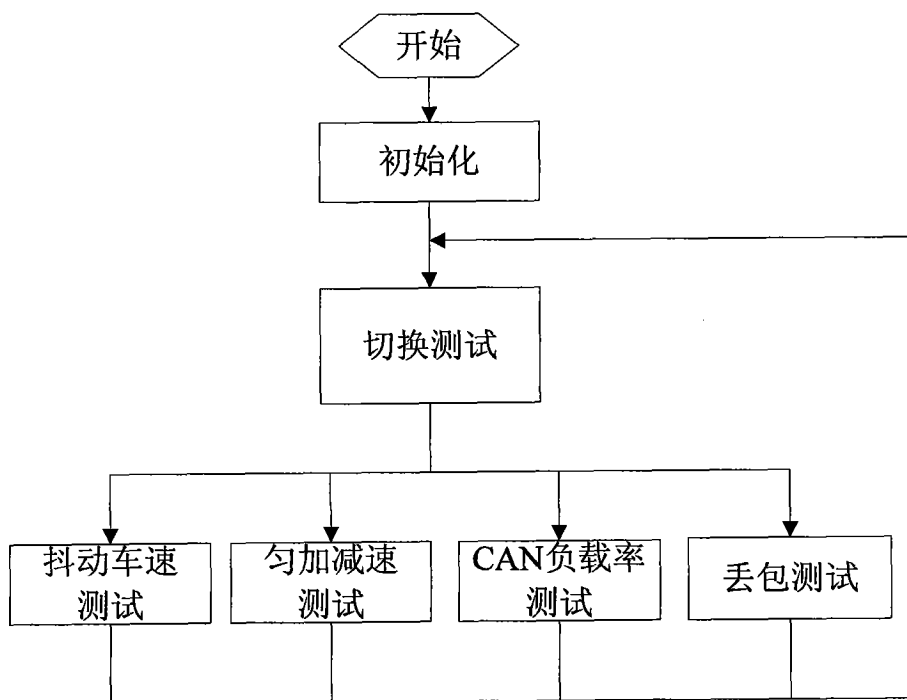


图 3

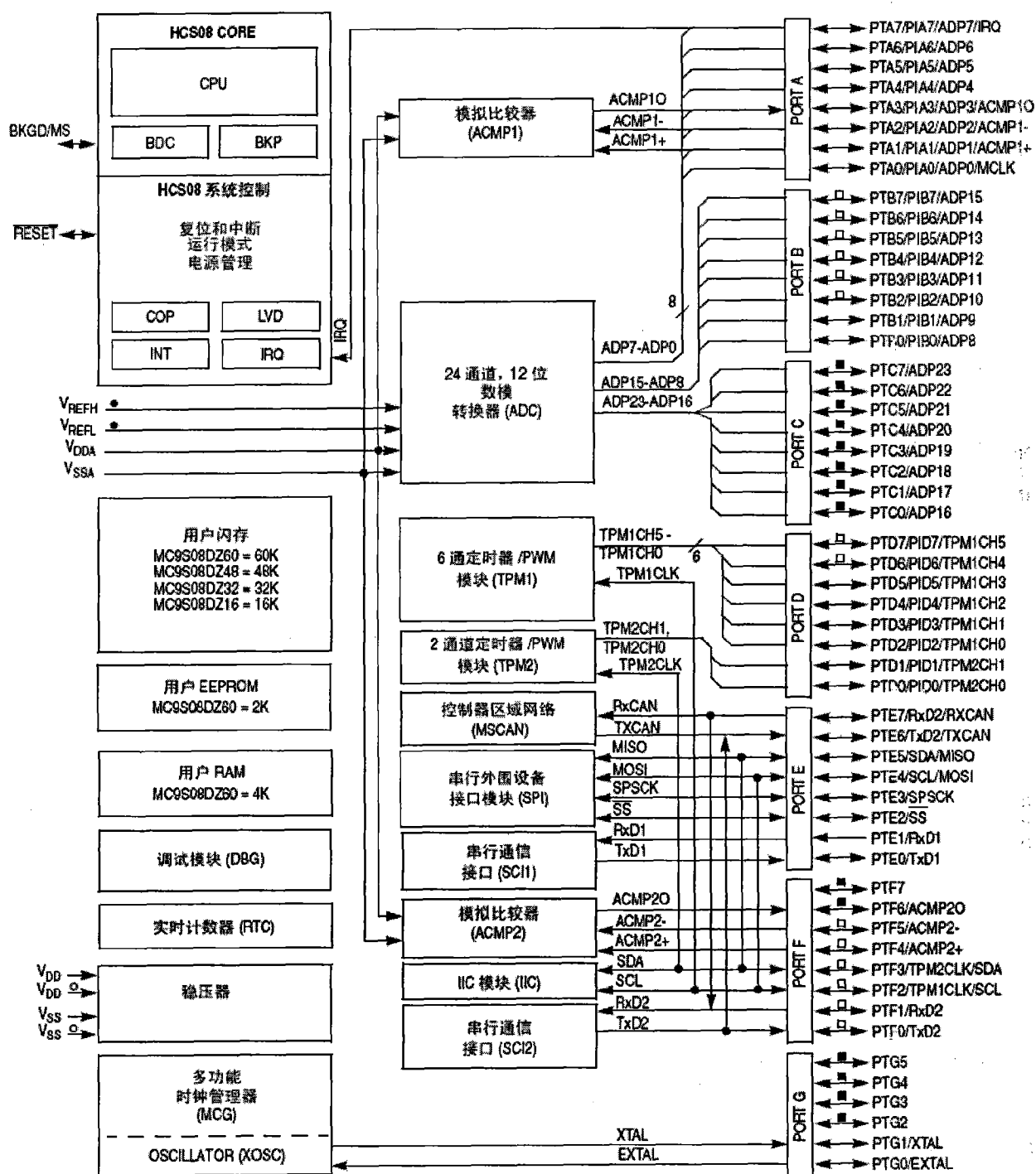


图 4

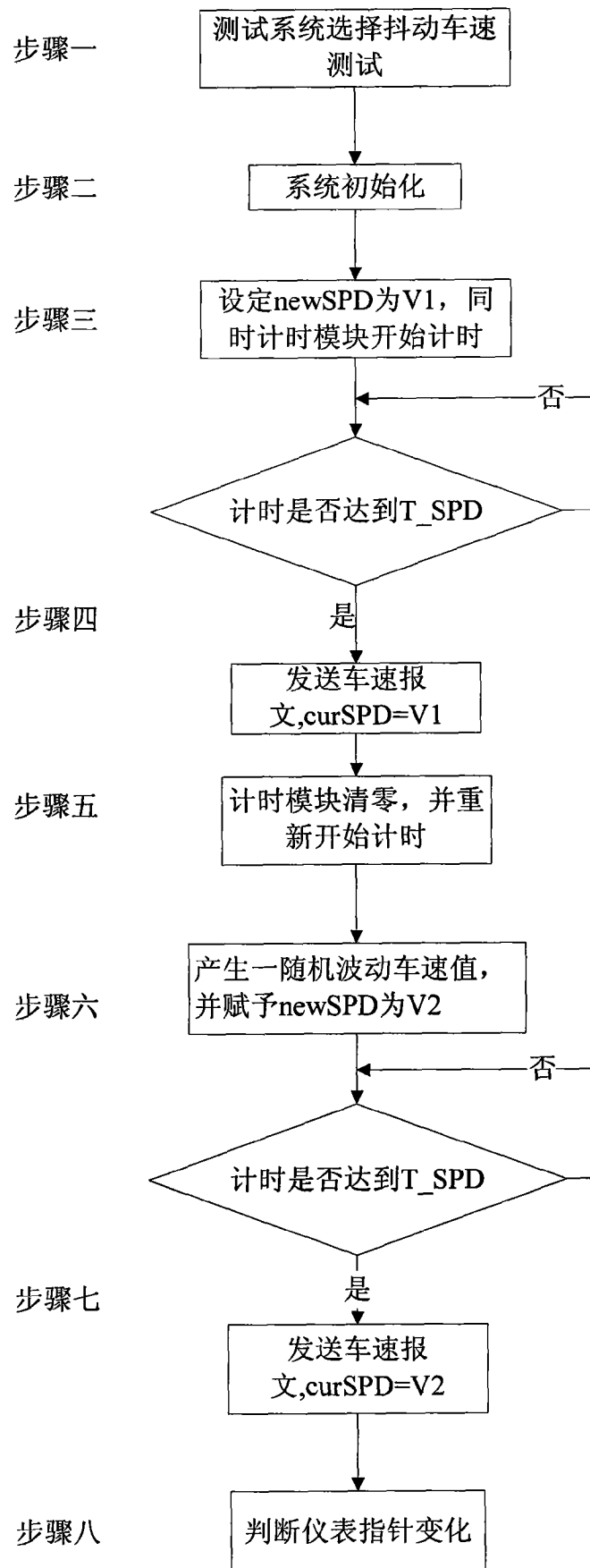


图 5

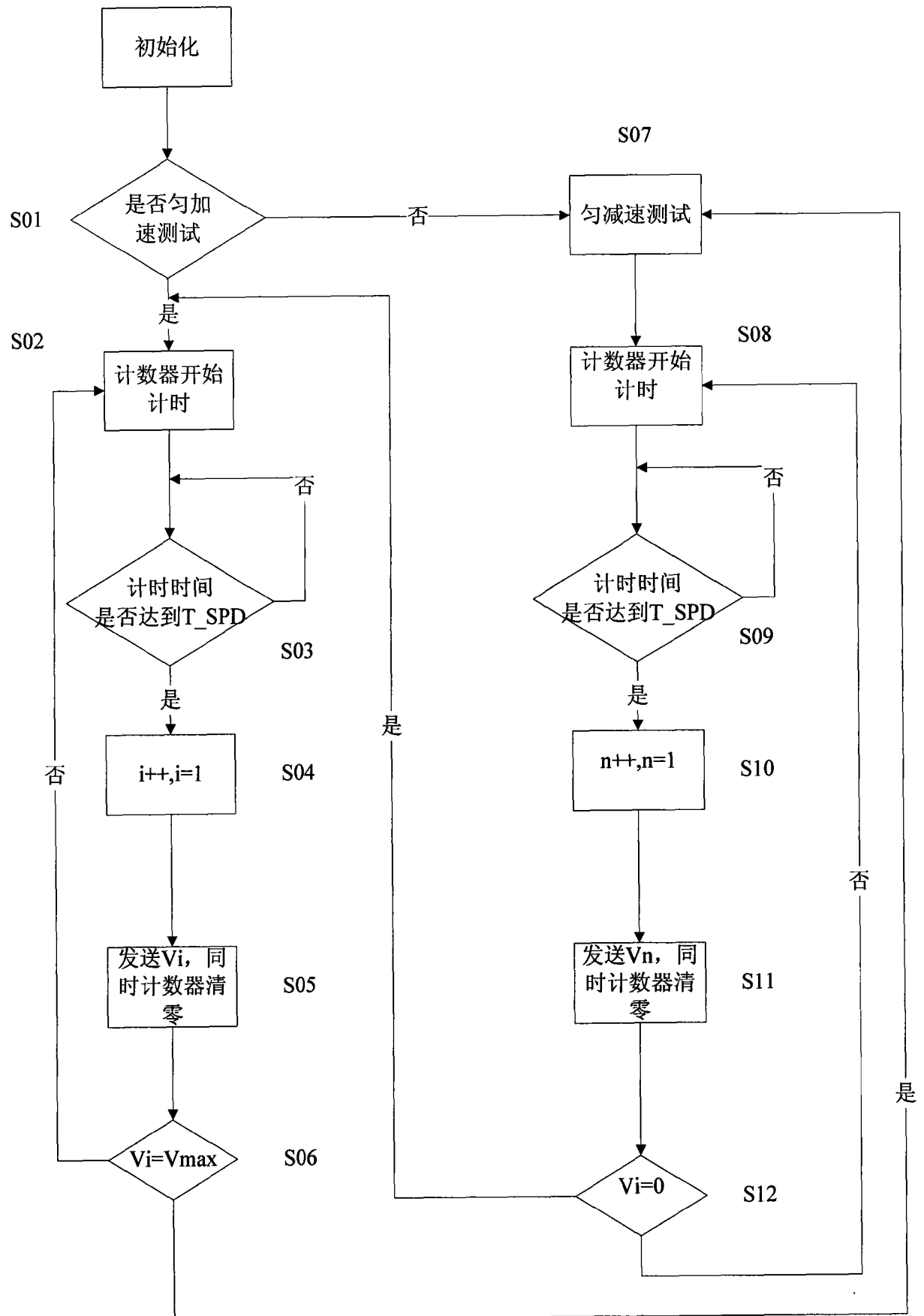


图 6

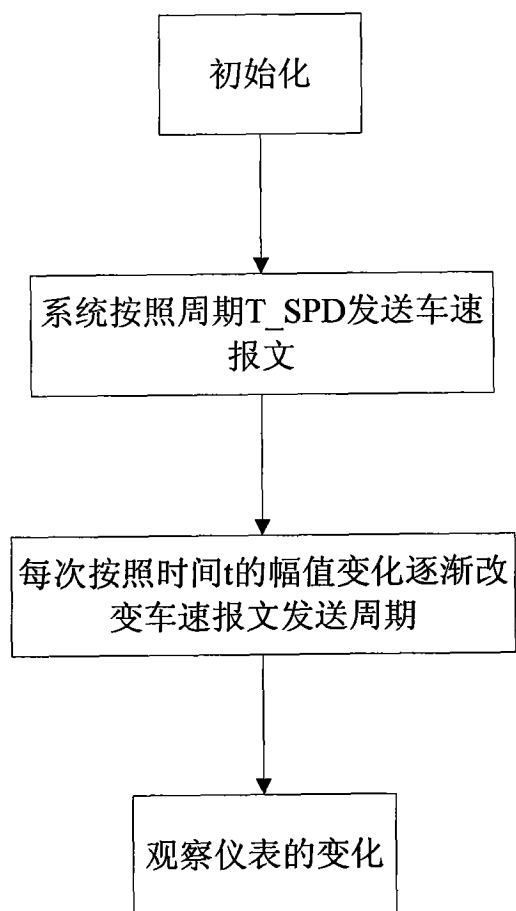


图 7

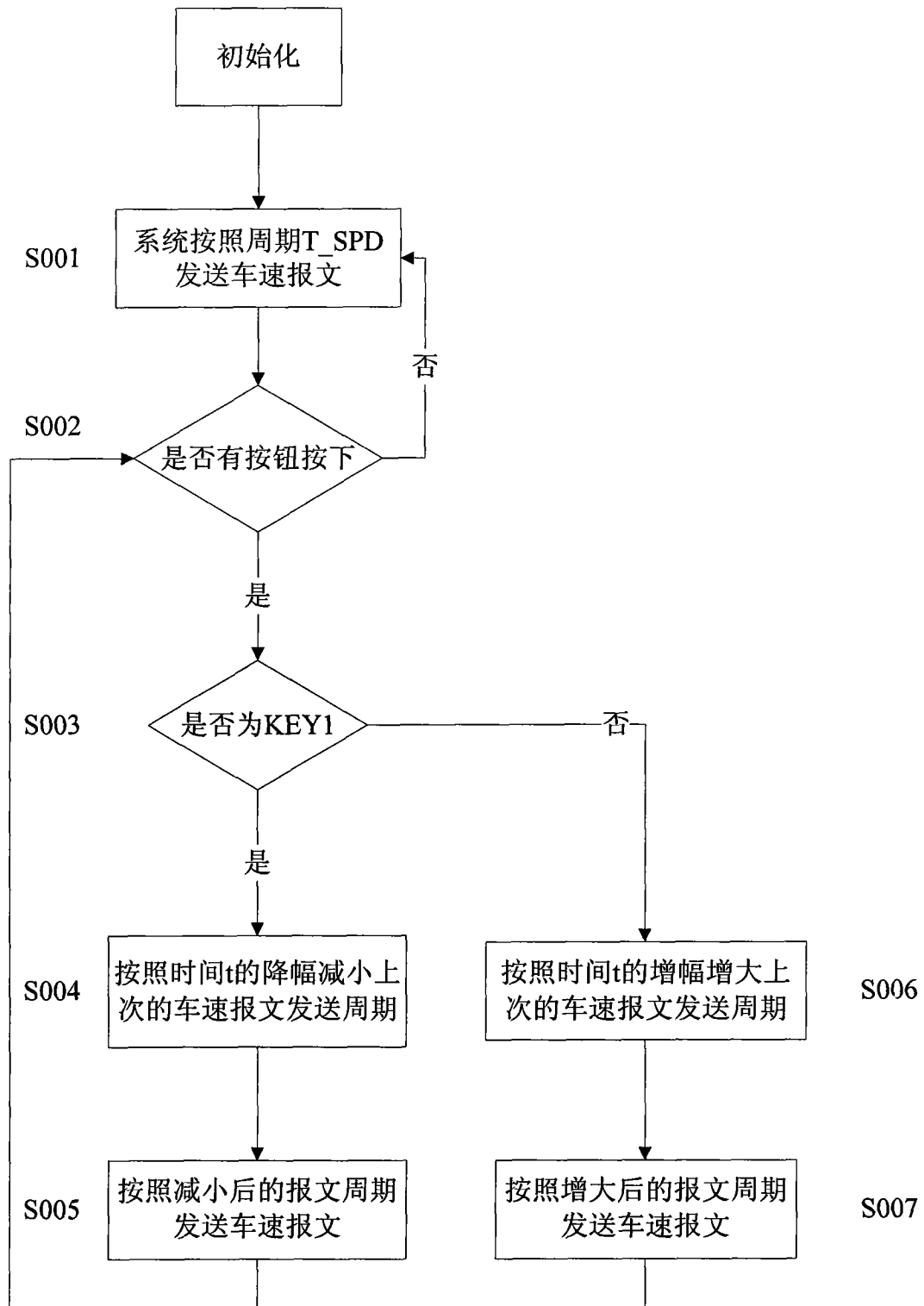


图 8

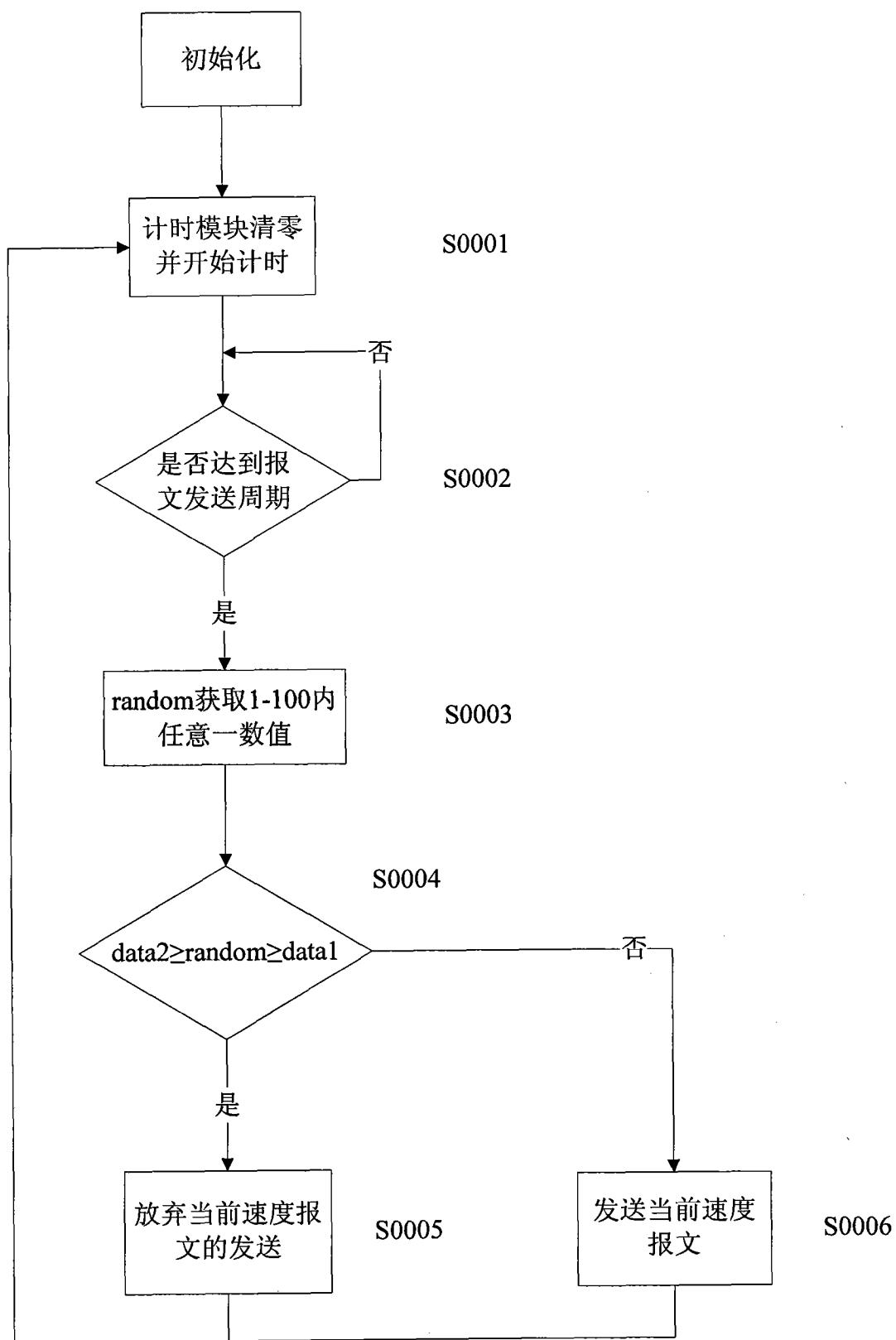


图 9

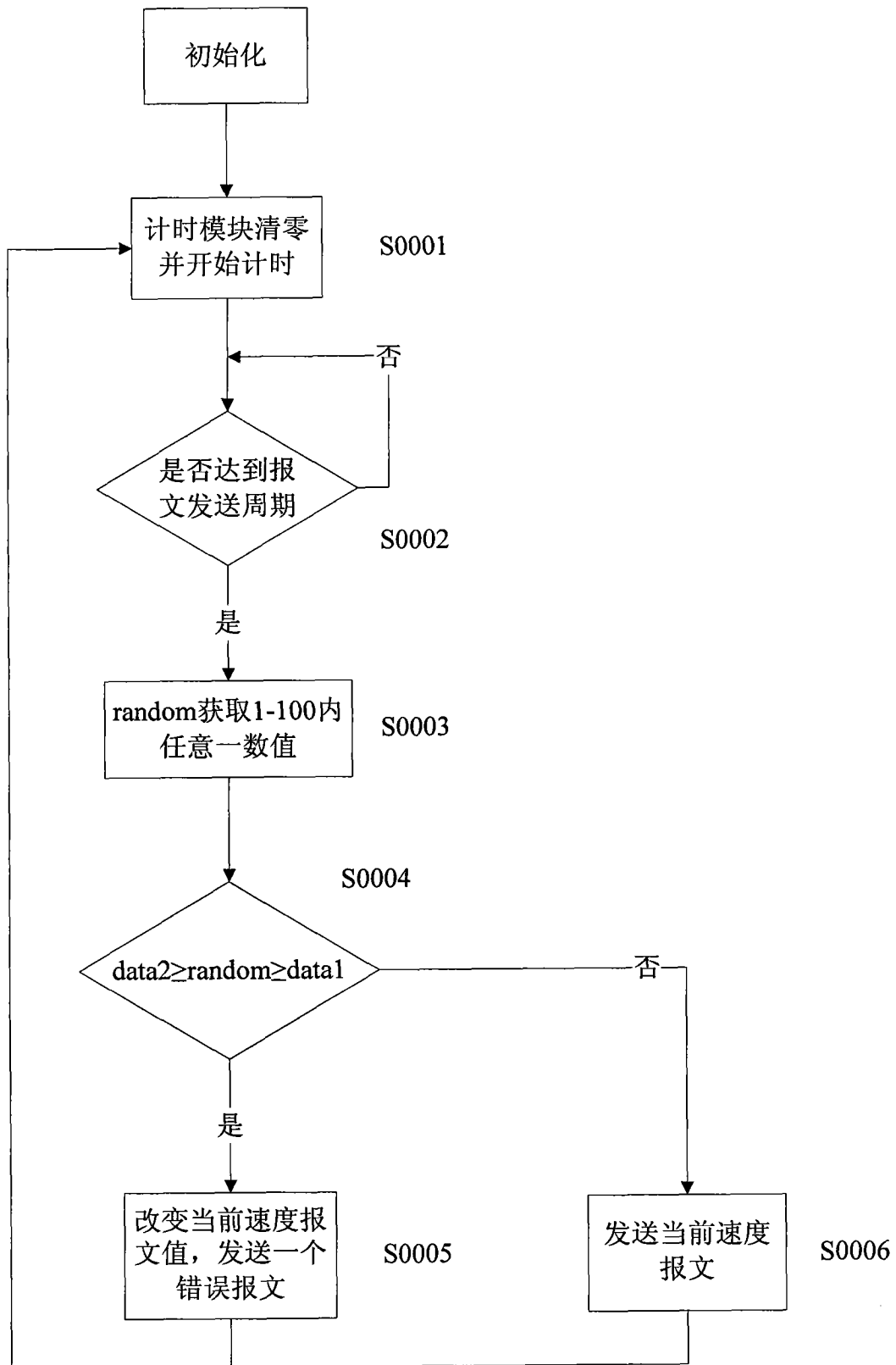


图 10