



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113202627 A

(43) 申请公布日 2021.08.03

(21) 申请号 202110589318.8

(22) 申请日 2021.05.28

(71) 申请人 联合汽车电子有限公司  
地址 201206 上海市浦东新区榕桥路555号

(72) 发明人 王沛 彭煌华 贺南 李家伦

(74) 专利代理机构 上海浦一知识产权代理有限公司 31211

代理人 戴广志

(51) Int. Cl.

F02B 77/08 (2006.01)

F02D 45/00 (2006.01)

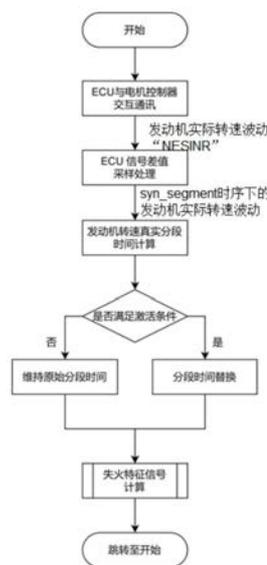
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

发动机失火检测方法及控制器

(57) 摘要

本发明涉及发动机失火检测方法,涉及汽车领域,包括获取当发动机失火发生时电机控制器计算得到的发动机补偿扭矩,结合发动机补偿扭矩获得失火所带来的发动机实际转速波动“NESINR”,将发动机实际转速波动“NESINR”转换为syn\_segment时序,得到syn\_segment时序下的发动机实际转速波动;根据syn\_segment时序下的发动机实际转速波动得到该转速波动下对应的真实分段时间“tsk\_NESINR”;判断是否满足激活真实分段时间“tsk\_NESINR”条件,若满足激活条件,则用真实分段时间“tsk\_NESINR”替换原始“分段时间”,若不满足激活条件,则用维持原始“分段时间”,而得到实际“分段时间”;根据实际“分段时间”计算失火特征信号,根据失火特征信号进行发动机失火检测,而能实时地、准确地检测发动机失火状态。



1. 一种发动机失火检测方法,其特征在于,包括:

S1: 获取当发动机失火发生时电机控制器计算得到的发动机补偿扭矩,结合发动机补偿扭矩获得失火所带来的发动机实际转速波动“NESINR”,将发动机实际转速波动“NESINR”转换为syn\_segment时序,得到syn\_segment时序下的发动机实际转速波动;

S2: 根据syn\_segment时序下的发动机实际转速波动得到该转速波动下对应的真实分段时间“tsk\_NESINR”;

S3: 判断是否满足激活真实分段时间“tsk\_NESINR”条件,若满足激活条件,则用真实分段时间“tsk\_NESINR”替换原始“分段时间”,若不满足激活条件,则用维持原始“分段时间”,而得到实际“分段时间”;

S4: 根据实际“分段时间”计算失火特征信号,根据失火特征信号进行发动机失火检测。

2. 根据权利要求1所述的发动机失火检测方法,其特征在于,发动机补偿扭矩部分抵消发动机失火带来的发动机转速下跌。

3. 根据权利要求1所述的发动机失火检测方法,其特征在于,将发动机实际转速波动“NESINR”通过CANBUS传输至ECU软件应用层,syn\_segment”时序为在ECU软件应用层逻辑中失火特征信号的计算时序。

4. 根据权利要求1所述的发动机失火检测方法,其特征在于,将发动机实际转速波动“NESINR”转换为syn\_segment时序为将NESINR信号进行“resample”处理,从而转换为syn\_segment时序。

5. 根据权利要求4所述的发动机失火检测方法,其特征在于,发动机实际转速波动“NESINR”信号的“resample”处理包括:

接收发动机实际转速波动“NESINR”信号;

将发动机实际转速波动“NESINR”信号转换为时间信号;

对时间信号赋值而得到syn\_segment时序下的发动机实际转速波动。

6. 根据权利要求1所述的发动机失火检测方法,其特征在于,真实分段时间“tsk\_NESINR”为失火特征信号计算单元,表征当前syn\_segment时序对应的绝对时间。

7. 根据权利要求1所述的发动机失火检测方法,其特征在于,真实分段时间“tsk\_NESINR”的计算公式为:

$$tsk_{NESINR} = \frac{(720^\circ / CYL\_N) \times 60}{NESINR \times 360^\circ} \times 10^6$$

其中,CYL\_N为缸数。

8. 根据权利要求1所述的发动机失火检测方法,其特征在于,在转毂上确定出采用原始“分段时间”在某一工况下是否失效,如果失效,将该工况标定为激活条件。

9. 根据权利要求8所述的发动机失火检测方法,其特征在于,满足激活条件包括运行到所述工况,则用真实分段时间“tsk\_NESINR”替换原始“分段时间”,而将真实分段时间“tsk\_NESINR”输出为实际“分段时间”,否则将原始“分段时间”输出为实际“分段时间”。

10. 一种控制器,其特征在于,包括:权利要求1-9任一项所述的发动机失火检测方法。

## 发动机失火检测方法及控制器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及汽车领域,尤其涉及一种发动机失火检测方法。

### 背景技术

[0002] 当前日趋严格的排放法规及油耗要求,使得各大原始设备制造商(OEM)逐渐放弃纯内燃机驱动技术,并转而采用混合动力形式作为中长期方案。在车载自诊断系统(OBD)专业领域,内燃机的失火检测主要采用曲轴转角加速度算法,从而完成失火特征信号的提取与判断。而对于混合动力总成形式,失火时发动机转速下降所带来的扭矩损失将会由电机完成补偿。由于电机与发动机动力输出同轴,因此原本由于失火所形成的转速降低反而由于电机补偿扭矩得到了补充,此时采用传统的失火检测方法将不能准确判定失火状态及其失火缸,甚至在某些情况还会发生错误判缸,具体的,可参阅图1所示的混合动力汽车失火误判发生情况波形示意图。失火特征信号为系统实时计算出的代表发动机是否处于失火状态的信号,当其为高电平时,代表发动机失火。失火检测信号为系统根据失火特征信号的高电平检测到的系统认为发生失火的相位信号。失火触发信号为代表实际发生失火的相位信号。从图1可知,失火触发信号与失火检测信号的相位不一致,且相差较大,因此目前的方案不能实时地、准确地检测发动机失火状态。

[0003] 针对这一情况,目前主要的诊断应对措施为主动式断缸诊断方案。

[0004] 主动式断缸方案,其主要诊断原理为主动触发目标气缸产生失火,如果该目标气缸本身即为失火缸,则触发失火前后其失火特征信号不会出现明显变化;而如果该目标气缸本身正常燃烧,则触发失火前后的失火特征信号将会有明显区别,这两个因素构成了这一诊断策略的基础。但这种方案需要一定的激活条件,并且因为其主动诊断方式,不可避免会对车辆排放带来影响。同时,该项诊断的标定工作量极高,其标定周期会是普通项目的4至5倍。另外,对于某些特殊的混合动力结构,失火特征信号的计算基础(曲轴转角加速度)在获得伊始便受到了补偿转速的干扰,这将极大影响最终诊断的准确性。因此,无论是从诊断的实时性、准确性以及干扰性,该方案均有一定的弊端。

[0005] 基于目前混合动力大量应用的这一情形,需要提出并设计一种实时的、被动的、简洁的以及高效的失火诊断策略。

### 发明内容

[0006] 本申请在于提供一种发动机失火检测方法,包括:S1:获取当发动机失火发生时电机控制器计算得到的发动机补偿扭矩,结合发动机补偿扭矩获得失火所带来的发动机实际转速波动“NESINR”,将发动机实际转速波动“NESINR”转换为syn\_segment时序,得到syn\_segment时序下的发动机实际转速波动;S2:根据syn\_segment时序下的发动机实际转速波动得到该转速波动下对应的真实分段时间“tsk\_NESINR”;S3:判断是否满足激活真实分段时间“tsk\_NESINR”条件,若满足激活条件,则用真实分段时间“tsk\_NESINR”替换原始“分段时间”,若不满足激活条件,则用维持原始“分段时间”,而得到实际“分段时间”;S4:根据实

实际“分段时间”计算失火特征信号,根据失火特征信号进行发动机失火检测。

[0007] 更进一步的,发动机补偿扭矩部分抵消发动机失火带来的发动机转速下跌。

[0008] 更进一步的,将发动机实际转速波动“NESINR”通过CANBUS传输至ECU软件应用层,“syn\_segment”时序为在ECU软件应用层逻辑中失火特征信号的计算时序。

[0009] 更进一步的,将发动机实际转速波动“NESINR”转换为syn\_segment时序为将NESINR信号进行“resample”处理,从而转换为syn\_segment时序。

[0010] 更进一步的,发动机实际转速波动“NESINR”信号的“resample”处理包括:

[0011] 接收发动机实际转速波动“NESINR”信号;

[0012] 将发动机实际转速波动“NESINR”信号转换为时间信号;

[0013] 对时间信号赋值而得到syn\_segment时序下的发动机实际转速波动。

[0014] 更进一步的,真实分段时间“tsk\_NESINR”为失火特征信号计算单元,表征当前syn\_segment时序对应的绝对时间。

[0015] 更进一步的,真实分段时间“tsk\_NESINR”的计算公式为:

$$[0016] \quad tsk_{NESINR} = \frac{(720^\circ / CYL\_N) \times 60}{NESINR \times 360^\circ} \times 10^6$$

[0017] 其中,CYL\_N为缸数。

[0018] 更进一步的,在转毂上确定出采用原始“分段时间”在某一工况下是否失效,如果失效,将该工况标定为激活条件。

[0019] 更进一步的,满足激活条件包括运行到所述工况,则用真实分段时间“tsk\_NESINR”替换原始“分段时间”,而将真实分段时间“tsk\_NESINR”输出为实际“分段时间”,否则将原始“分段时间”输出为实际“分段时间”。

[0020] 本申请还提供一种控制器,包括上述的发动机失火检测方法。

## 附图说明

[0021] 图1为混合动力汽车失火误判发生情况波形示意图。

[0022] 图2为本发明一实施例的发动机失火检测方法流程图。

[0023] 图3为本发明一实施例的NESINR信号“resample”过程示意图。

[0024] 图4为真实“分段时间”与原始“分段时间”所反映出的发动机失火状态。

[0025] 图5为某发动机工况多缸失火发生时采用本发明的失火检测方法得到的信号波形示意图。

## 具体实施方式

[0026] 下面将结合附图,对本发明中的技术方案进行清楚、完整的描述,显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在不做出创造性劳动的前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0027] 应当理解,本发明能够以不同形式实施,而不应当解释为局限于这里提出的实施例。相反地,提供这些实施例将使公开彻底和完全,并且将本发明的范围完全地传递给本领域技术人员。在附图中,为了清楚,层和区的尺寸以及相对尺寸可能被夸大,自始至终相同

附图标记表示相同的元件。应当明白,当元件或层被称为“在…上”、“与…相邻”、“连接到”或“耦合到”其它元件或层时,其可以直接地在其它元件或层上、与之相邻、连接或耦合到其它元件或层,或者可以存在居间的元件或层。相反,当元件被称为“直接在…上”、“与…直接相邻”、“直接连接到”或“直接耦合到”其它元件或层时,则不存在居间的元件或层。应当明白,尽管可使用术语第一、第二、第三等描述各种元件、部件、区、层和/或部分,这些元件、部件、区、层和/或部分不应当被这些术语限制。这些术语仅仅用来区分一个元件、部件、区、层或部分与另一个元件、部件、区、层或部分。因此,在不脱离本发明教导之下,下面讨论的第一元件、部件、区、层或部分可表示为第二元件、部件、区、层或部分。

[0028] 空间关系术语例如“在…下”、“在…下面”、“下面的”、“在…之下”、“在…之上”、“上面的”等,在这里可为了方便描述而被使用从而描述图中所示的一个元件或特征与其它元件或特征的关系。应当明白,除了图中所示的取向以外,空间关系术语意图还包括使用和操作中的器件的不同取向。例如,如果附图中的器件翻转,然后,描述为“在其它元件下面”或“在其之下”或“在其下”元件或特征将取向为在其它元件或特征“上”。因此,示例性术语“在…下面”和“在…下”可包括上和下两个取向。器件可以另外地取向(旋转90度或其它取向)并且在此使用的空间描述语相应地被解释。

[0029] 在此使用的术语的目的仅在于描述具体实施例并且不作为本发明的限制。在此使用时,单数形式的“一”、“一个”和“所述/该”也意图包括复数形式,除非上下文清楚指出另外的方式。还应明白术语“组成”和/或“包括”,当在该说明书中使用,确定所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或部件的存在,但不排除一个或更多其它的特征、整数、步骤、操作、元件、部件和/或组的存在或添加。在此使用时,术语“和/或”包括相关所列项目的任何及所有组合。

[0030] 下面将结合附图,对本发明中的技术方案进行清楚、完整的描述,显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在不做出创造性劳动的前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0031] 本发明一实施例中,在于提供一种发动机失火检测方法,具体的,可参阅图2所示的发动机失火检测方法流程图,其包括:

[0032] S1:获取当发动机失火发生时电机控制器计算得到的发动机补偿扭矩,结合发动机补偿扭矩获得失火所带来的发动机实际转速波动“NESINR”,将发动机实际转速波动“NESINR”转换为syn\_segment时序,得到syn\_segment时序下的发动机实际转速波动;

[0033] 当发动机失火发生时,发动机输出扭矩不再满足目标扭矩,因此电机控制器将计算得到发动机补偿扭矩,这一发动机补偿扭矩会部分抵消发动机失火带来的发动机转速的下跌。也就是说,虽然最终发动机曲轴转速并未因失火产生明显降低,但这是由于电机补偿的结果。在电机控制器中,结合发动机补偿扭矩还原出失火所带来的发动机实际转速波动“NESINR”,并将发动机实际转速波动“NESINR”通过CANBUS传输至ECU(Electronic Control Unit,电子控制单元)软件应用层,在ECU软件应用层逻辑中,失火特征信号的计算时序为“syn\_segment”。其中“syn\_segment”时序为一个相对时序,其绝对时间会随着发动机转速的变化而变化,一般曲轴经过一个气缸的时间为一个syn\_segment,如曲轴转速为720°CA,对于四缸机,则syn\_segment=180°CA。而发动机实际转速波动“NESINR”信号发送周期为固

定值,如图3中的cycle\_time=8ms,因此需要将发动机实际转速波动“NESINR”信号进行“resample”处理,从而转换为syn\_segment时序。具体的可参阅图3所示的NESINR信号“resample”过程示意图。

[0034] 也即,将发动机实际转速波动“NESINR”转换为syn\_segment时序为将NESINR信号进行“resample”处理,从而转换为syn\_segment时序。其中,发动机实际转速波动“NESINR”信号的“resample”处理过程包括接收发动机实际转速波动“NESINR”信号、将发动机实际转速波动“NESINR”信号转换为时间信号、对时间信号赋值而得到syn\_segment时序下的发动机实际转速波动。

[0035] 具体的,基于zzyldmd(失火检测判缸信号)上升沿触发,当检测到该信号上升沿时,会以该时刻为时间基准,记录此时NESINR 8ms周期信号对应的转速值,再将这一转速值赋值给NESINR syn\_segment周期信号。

[0036] S2:根据syn\_segment时序下的发动机实际转速波动得到该转速波动下对应的真实分段时间“tsk\_NESINR”;

[0037] 真实分段时间“tsk\_NESINR”为失火特征信号计算单元(单位:微秒),表征了当前syn\_segment时序对应的绝对时间,其计算公式为:

$$[0038] \quad tsk_{NESINR} = \frac{(720^\circ / CYL\_N) \times 60}{NESINR \times 360^\circ} \times 10^6$$

[0039] 其中,CYL\_N为缸数。

[0040] 以四缸机(CYL\_N=4)为例,

$$[0041] \quad tsk_{NESINR} = \frac{30}{NESINR} \times 10^6$$

[0042] 真实“分段时间”信号在一定程度上反应出发动机的真实失火状态,图4所示反映了真实“分段时间”与原始“分段时间”所反映出的发动机失火状态。其中原始“分段时间”为系统自身给出的分段时间。从图4中可以明显发现,真实“分段时间”与失火触发信号相位一致,因此真实“分段时间”准确反映了发动机失火状态。

[0043] S3:判断是否满足激活真实分段时间“tsk\_NESINR”条件,若满足激活条件,则用真实分段时间“tsk\_NESINR”替换原始“分段时间”,若不满足激活条件,则用维持原始“分段时间”,而得到实际“分段时间”;

[0044] 激活条件由系统中预存的标定参数决定,其因发动机、车型而不同,具体的,上述标定参数包括:发动机转速、发动机负荷以及NESINR与ECU计算的发动机转速之差等内容。如激活条件为:通过在转毂上确定出采用原始“分段时间”在某一工况下是否失效,如果已经失效,将该工况标定为激活条件,满足激活条件包括运行到所述工况,当运行到该工况时,则用真实分段时间“tsk\_NESINR”替换原始“分段时间”,而将真实分段时间“tsk\_NESINR”输出为实际“分段时间”,否正将原始“分段时间”输出为实际“分段时间”。

[0045] S4:根据实际“分段时间”计算失火特征信号,根据失火特征信号进行发动机失火检测。

[0046] 其中失火特征信号的计算过程可为业界任何计算失火特征信号的方法,本发明不做限定,如可采用曲轴角加速度计算法。

[0047] 如上所述,本发明所涉及的失火检测方法,不需要额外特殊诊断触发条件,具备实

时诊断性；本发明所涉及的失火检测方法，失火特征信号的计算基于发动机失火时的真实曲轴转速，诊断准确性将得以保证；本发明所涉及的失火检测方法，是一种被动式诊断策略，不会对车辆排放本身带来影响；本发明所涉及的失火检测方法，不会产生额外的标定工作量，其标定周期及标定难度与传统发动机项目相当。

[0048] 请参阅图5所示的某发动机工况多缸失火发生时采用本发明的失火检测方法得到的信号波形示意图。同样的，火特征信号为系统实时计算出的代表发动机是否处于失火状态的信号，当其为高电平时，代表发动机失火。失火检测信号为系统根据失火特征信号的高电平检测到的系统认为发生失火的相位信号。失火触发信号为代表实际发生失火的相位信号。从图5可知，失火触发信号与失火检测信号的相位一致，因此本申请的方案能实时地、准确地检测发动机失火状态。

[0049] 最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

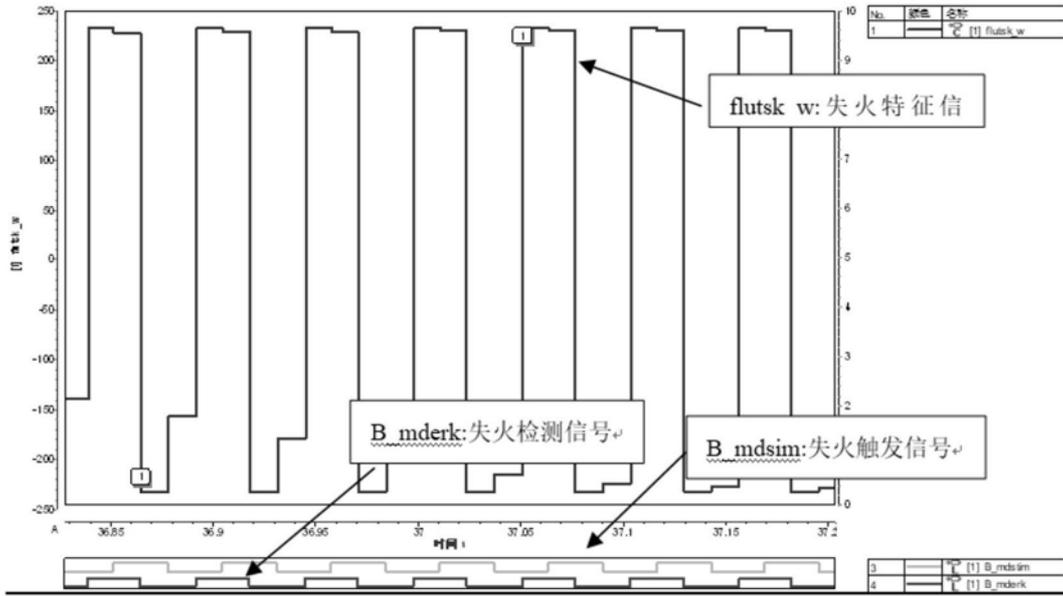


图1

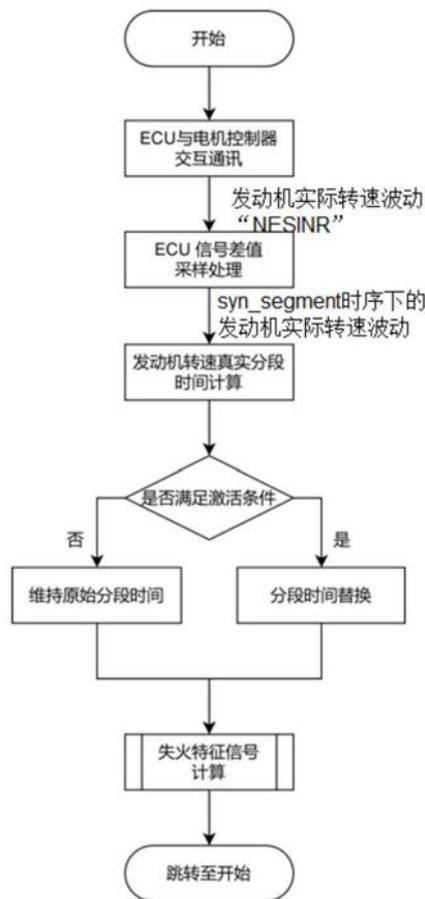


图2

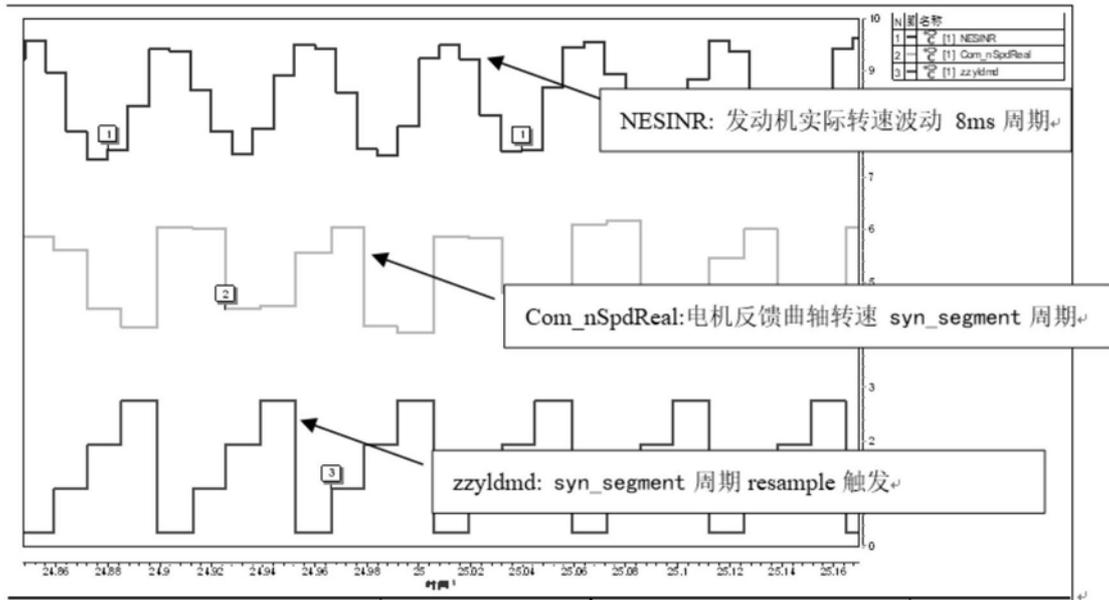


图3

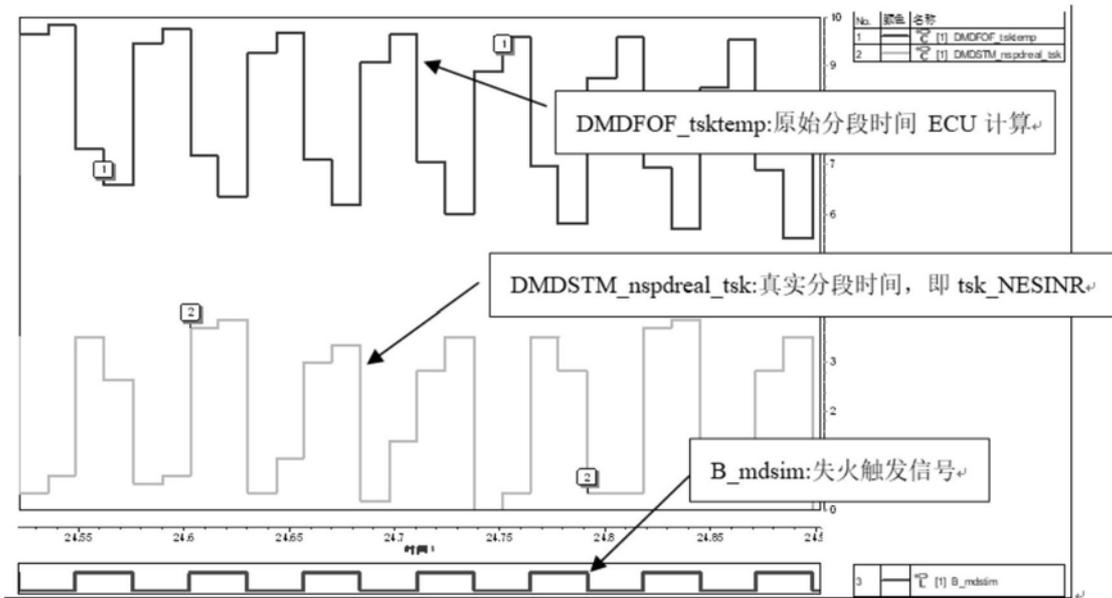


图4

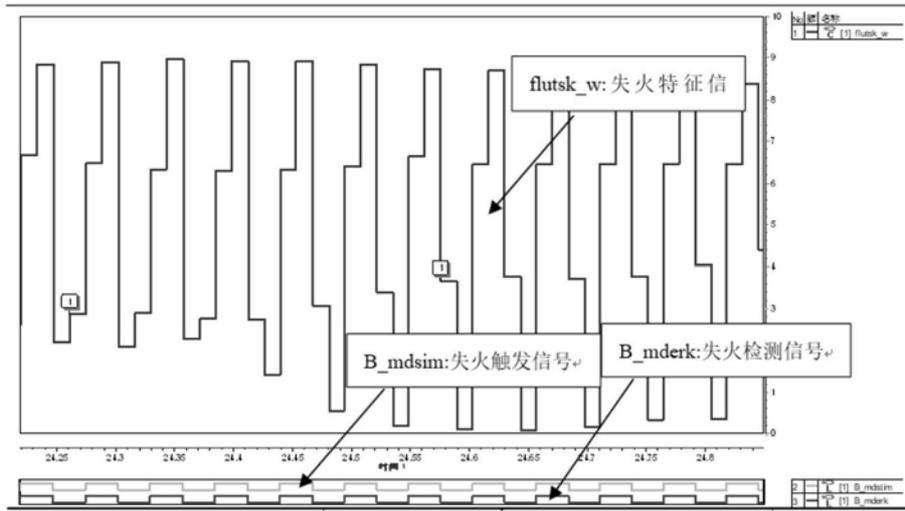


图5