



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118564367 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 30

(21) 申请号 202411057445.3

(22) 申请日 2024.08.02

(71) 申请人 潍柴动力股份有限公司

地址 261061 山东省潍坊市高新技术产业  
开发区福寿东街197号甲

(72) 发明人 刘洪哲 谷允成 田福全 曾凡

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限  
公司 11227

专利代理人 李伟

(51) Int. Cl.

F02D 43/00 (2006.01)

F02D 41/00 (2006.01)

权利要求书3页 说明书15页 附图4页

## (54) 发明名称

天然气发动机点火控制方法及装置、存储介  
质及电子设备

## (57) 摘要

本发明提供一种天然气发动机点火控制方法及装置、存储介质及电子设备，属于车辆技术领域，该方法包括：确定发动机的实时进气压力值和目标进气压力值，据此判断发动机是否处于瞬态工况；当发动机处于瞬态工况的瞬态降负荷状态时，进行失火检测；若存在气缸失火现象，则在各个气缸中，确定失火气缸和非失火气缸；基于第一点火控制策略，确定失火气缸对应的目标点火能量；基于第二点火控制策略，确定非失火气缸对应的目标点火能量；基于气缸对应的目标点火能量，对气缸进行点火能量提升，并减小废气再循环阀的开度。应用本发明的方法，当发动机处于瞬态工况时，可对气缸进行针对性的点火控制，促使燃料燃烧稳定，以提高发动机的运行稳定性和安全性。



1. 一种天然气发动机点火控制方法,其特征在于,包括:

在天然气发动机的运行过程中,确定所述天然气发动机对应的实时进气压力值,并在各个预设进气压力值中,确定所述天然气发动机对应的目标进气压力值;

依据所述实时进气压力值和所述目标进气压力值,判断所述天然气发动机是否处于瞬态工况;

当所述天然气发动机处于瞬态工况时,判断所述天然气发动机是否处于瞬态降负荷状态;

若所述天然气发动机处于瞬态降负荷状态,则检测所述天然气发动机是否存在气缸失火现象;

若所述天然气发动机存在气缸失火现象,则在所述天然气发动机的各个气缸中,确定失火气缸和非失火气缸;

对于每个所述失火气缸,基于预设的第一点火控制策略,确定该失火气缸对应的第一目标点火能量;该失火气缸对应的第一目标点火能量高于该失火气缸的当前点火能量;

对于每个所述非失火气缸,基于预设的第二点火控制策略,确定该非失火气缸对应的第二目标点火能量;该非失火气缸对应的第二目标点火能量高于该非失火气缸的当前点火能量;

基于每个所述失火气缸对应的第一目标点火能量,对每个所述失火气缸进行点火控制,基于每个所述非失火气缸对应的第二目标点火能量,对每个所述非失火气缸进行点火控制,并对所述天然气发动机的废气再循环阀进行开度调整,以减小所述废气再循环阀的开度,完成当前的点火控制过程。

2. 根据权利要求1所述的天然气发动机点火控制方法,其特征在于,所述在各个预设进气压力值中,确定所述天然气发动机对应的目标进气压力值,包括:

确定实时工况信息;所述实时工况信息包括所述天然气发动机对应的实时转速和实时扭矩;

确定每个所述预设进气压力值对应的目标工况信息;每个所述预设进气压力值对应的目标工况信息包括该预设进气压力值所对应的转速和扭矩;

在各个所述目标工况信息中,确定与所述实时工况信息相匹配的目标工况信息,并将与所述实时工况信息相匹配的目标工况信息所对应的预设进气压力值,作为所述目标进气压力值。

3. 根据权利要求1所述的天然气发动机点火控制方法,其特征在于,所述判断所述天然气发动机是否处于瞬态降负荷状态,包括:

判断所述实时进气压力值与所述目标进气压力值的比值是否大于1,且小于预设上限值;所述预设上限值大于1;

若所述实时进气压力值与所述目标进气压力值的比值大于1,且小于所述预设上限值,则确定所述天然气发动机处于瞬态降负荷状态。

4. 根据权利要求1所述的天然气发动机点火控制方法,其特征在于,所述检测所述天然气发动机是否存在气缸失火现象,包括:

获取所述天然气发动机对应的实时排气压力信号;

确定所述实时排气压力信号对应的实时排气压力曲线;所述实时排气压力曲线表征所

述天然气发动机的曲轴转角与排气压力之间的变化关系；

将所述实时排气压力曲线与预设的标准排气压力曲线进行形态比对；

若所述实时排气压力曲线与所述标准排气压力曲线的形态不匹配，则确定所述天然气发动机存在气缸失火现象。

5. 根据权利要求4所述的天然气发动机点火控制方法，其特征在于，所述在所述天然气发动机的各个气缸中，确定失火气缸和非失火气缸，包括：

基于所述标准排气压力曲线，在所述实时排气压力曲线中确定异常线段；

确定每个所述异常线段对应的曲轴转角区间；

在所述天然气发动机的各个气缸中，确定每个所述曲轴转角区间对应的气缸，将每个所述曲轴转角区间所对应的气缸作为所述失火气缸；

将所述各个气缸中，除所述失火气缸之外的气缸作为所述非失火气缸。

6. 根据权利要求1所述的天然气发动机点火控制方法，其特征在于，还包括：

若所述天然气发动机不存在气缸失火现象，则对于所述天然气发动机的每个气缸，基于所述第二点火控制策略，确定该气缸对应的第三目标点火能量；该气缸对应的第三目标点火能量高于该气缸的当前点火能量；

基于每个所述气缸对应的第三目标点火能量，对每个所述气缸进行点火控制，完成当前的点火控制过程。

7. 根据权利要求1所述的天然气发动机点火控制方法，其特征在于，还包括：

当所述天然气发动机处于瞬态工况时，判断所述天然气发动机是否处于瞬态升负荷状态；

若所述天然气发动机处于瞬态升负荷状态，则对于所述天然气发动机的每个气缸，基于所述第二点火控制策略，确定该气缸对应的第四目标点火能量；该气缸对应的第四目标点火能量高于该气缸的当前点火能量；

基于每个所述气缸对应的第四目标点火能量，对每个所述气缸进行点火控制，并对所述废气再循环阀进行开度调整，以减小所述废气再循环阀的开度，完成当前的点火控制过程。

8. 一种天然气发动机点火控制装置，其特征在于，包括：

第一确定单元，用于在天然气发动机的运行过程中，确定所述天然气发动机对应的实时进气压力值，并在各个预设进气压力值中，确定所述天然气发动机对应的目标进气压力值；

第一判断单元，用于依据所述实时进气压力值和所述目标进气压力值，判断所述天然气发动机是否处于瞬态工况；

第二判断单元，用于当所述天然气发动机处于瞬态工况时，判断所述天然气发动机是否处于瞬态降负荷状态；

失火检测单元，用于若所述天然气发动机处于瞬态降负荷状态，则检测所述天然气发动机是否存在气缸失火现象；

第二确定单元，用于若所述天然气发动机存在气缸失火现象，则在所述天然气发动机的各个气缸中，确定失火气缸和非失火气缸；

第三确定单元，用于对于每个所述失火气缸，基于预设的第一点火控制策略，确定该失

火气缸对应的第一目标点火能量；该失火气缸对应的第一目标点火能量高于该失火气缸的当前点火能量；

第四确定单元，用于对于每个所述非失火气缸，基于预设的第二点火控制策略，确定该非失火气缸对应的第二目标点火能量；该非失火气缸对应的第二目标点火能量高于该非失火气缸的当前点火能量；

控制单元，用于基于每个所述失火气缸对应的第一目标点火能量，对每个所述失火气缸进行点火控制，基于每个所述非失火气缸对应的第二目标点火能量，对每个所述非失火气缸进行点火控制，并对所述天然气发动机的废气再循环阀进行开度调整，以减小所述废气再循环阀的开度，完成当前的点火控制过程。

9. 一种存储介质，其特征在于，所述存储介质包括存储的指令，其中，在所述指令运行时控制所述存储介质所在的设备执行如权利要求1~7任意一项所述的天然气发动机点火控制方法。

10. 一种电子设备，其特征在于，包括存储器，以及一个或者一个以上的指令，其中一个或者一个以上指令存储于存储器中，且经配置以由一个或者一个以上处理器执行如权利要求1~7任意一项所述的天然气发动机点火控制方法。

## 天然气发动机点火控制方法及装置、存储介质及电子设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及车辆技术领域,特别是涉及一种天然气发动机点火控制方法及装置、存储介质及电子设备。

### 背景技术

[0002] 随着新能源技术的发展,天然气发动机已逐渐成为车辆中常用的发动机之一。在天然气发动机的应用场景中,发动机对气态燃料进行当量预混燃烧,然后利用废气再循环系统(Exhaust Gas Re-circulation,EGR)和三元催化后处理(Three Way Catalyst,TWC)方式进行废气处理。

[0003] 在天然气发动机的运行过程中,发动机的点火控制是关键的控制操作之一。目前,主要是于测试平台中,在车辆稳态场景下,对点火控制数据进行标定,得到稳态标定结果。在天然气发动机的运行过程中,基于稳态标定结果进行点火控制。

[0004] 在实际的工作场景中,除了稳态工况,天然气发动机亦常常处于瞬态工况中,即发动机的扭矩和转速随着时间变化而变化。发明人经研究发现,由于天然气发动机采用预混燃烧模式,当其处于瞬态工况时,进入气缸的气流状态会产生波动,出现燃料混合不均匀等问题,对发动机点火状态造成影响。基于现有的点火控制方式,在天然气发动机的运行过程中,均基于稳态标定结果进行点火控制,无法针对瞬态工况下的问题进行响应,容易出现燃烧异常的问题,导致天然气发动机的运行稳定性和安全性较差,亦会给车辆运行的稳定性和安全性造成不良影响。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明实施例提供了一种天然气发动机点火控制方法,以解决现有的点火控制方式,在发动机处于瞬态工况时,容易对发动机的点火状态造成不良影响,导致发动机的运行状态出现异常,使得发动机的运行稳定性和安全性较差的问题。

[0006] 本发明实施例还提供了一种天然气发动机点火控制装置,用以保证上述方法实际中的实现及应用。

[0007] 为实现上述目的,本发明实施例提供如下技术方案:

[0008] 一种天然气发动机点火控制方法,包括:

[0009] 在天然气发动机的运行过程中,确定所述天然气发动机对应的实时进气压力值,并在各个预设进气压力值中,确定所述天然气发动机对应的目标进气压力值;

[0010] 依据所述实时进气压力值和所述目标进气压力值,判断所述天然气发动机是否处于瞬态工况;

[0011] 当所述天然气发动机处于瞬态工况时,判断所述天然气发动机是否处于瞬态降负荷状态;

[0012] 若所述天然气发动机处于瞬态降负荷状态,则检测所述天然气发动机是否存在气缸失火现象;

[0013] 若所述天然气发动机存在气缸失火现象,则在所述天然气发动机的各个气缸中,确定失火气缸和非失火气缸;

[0014] 对于每个所述失火气缸,基于预设的第一点火控制策略,确定该失火气缸对应的第一目标点火能量;该失火气缸对应的第一目标点火能量高于该失火气缸的当前点火能量;

[0015] 对于每个所述非失火气缸,基于预设的第二点火控制策略,确定该非失火气缸对应的第二目标点火能量;该非失火气缸对应的第二目标点火能量高于该非失火气缸的当前点火能量;

[0016] 基于每个所述失火气缸对应的第一目标点火能量,对每个所述失火气缸进行点火控制,基于每个所述非失火气缸对应的第二目标点火能量,对每个所述非失火气缸进行点火控制,并对所述天然气发动机的废气再循环阀进行开度调整,以减小所述废气再循环阀的开度,完成当前的点火控制过程。

[0017] 上述的方法,可选的,所述在各个预设进气压力值中,确定所述天然气发动机对应的目标进气压力值,包括:

[0018] 确定实时工况信息;所述实时工况信息包括所述天然气发动机对应的实时转速和实时扭矩;

[0019] 确定每个所述预设进气压力值对应的目标工况信息;每个所述预设进气压力值对应的目标工况信息包括该预设进气压力值所对应的转速和扭矩;

[0020] 在各个所述目标工况信息中,确定与所述实时工况信息相匹配的目标工况信息,并将与所述实时工况信息相匹配的目标工况信息所对应的预设进气压力值,作为所述目标进气压力值。

[0021] 上述的方法,可选的,所述判断所述天然气发动机是否处于瞬态降负荷状态,包括:

[0022] 判断所述实时进气压力值与所述目标进气压力值的比值是否大于1,且小于预设上限值;所述预设上限值大于1;

[0023] 若所述实时进气压力值与所述目标进气压力值的比值大于1,且小于所述预设上限值,则确定所述天然气发动机处于瞬态降负荷状态。

[0024] 上述的方法,可选的,所述检测所述天然气发动机是否存在气缸失火现象,包括:

[0025] 获取所述天然气发动机对应的实时排气压力信号;

[0026] 确定所述实时排气压力信号对应的实时排气压力曲线;所述实时排气压力曲线表征所述天然气发动机的曲轴转角与排气压力之间的变化关系;

[0027] 将所述实时排气压力曲线与预设的标准排气压力曲线进行形态比对;

[0028] 若所述实时排气压力曲线与所述标准排气压力曲线的形态不匹配,则确定所述天然气发动机存在气缸失火现象。

[0029] 上述的方法,可选的,所述在所述天然气发动机的各个气缸中,确定失火气缸和非失火气缸,包括:

[0030] 基于所述标准排气压力曲线,在所述实时排气压力曲线中确定异常线段;

[0031] 确定每个所述异常线段对应的曲轴转角区间;

[0032] 在所述天然气发动机的各个气缸中,确定每个所述曲轴转角区间对应的气缸,将

每个所述曲轴转角区间所对应的气缸作为所述失火气缸；

[0033] 将所述各个气缸中,除所述失火气缸之外的气缸作为所述非失火气缸。

[0034] 上述的方法,可选的,还包括:

[0035] 若所述天然气发动机不存在气缸失火现象,则对于所述天然气发动机的每个气缸,基于所述第二点火控制策略,确定该气缸对应的第三目标点火能量;该气缸对应的第三目标点火能量高于该气缸的当前点火能量;

[0036] 基于每个所述气缸对应的第三目标点火能量,对每个所述气缸进行点火控制,完成当前的点火控制过程。

[0037] 上述的方法,可选的,还包括:

[0038] 当所述天然气发动机处于瞬态工况时,判断所述天然气发动机是否处于瞬态升负荷状态;

[0039] 若所述天然气发动机处于瞬态升负荷状态,则对于所述天然气发动机的每个气缸,基于所述第二点火控制策略,确定该气缸对应的第四目标点火能量;该气缸对应的第四目标点火能量高于该气缸的当前点火能量;

[0040] 基于每个所述气缸对应的第四目标点火能量,对每个所述气缸进行点火控制,并对所述废气再循环阀进行开度调整,以减小所述废气再循环阀的开度,完成当前的点火控制过程。

[0041] 一种天然气发动机点火控制装置,包括:

[0042] 第一确定单元,用于在天然气发动机的运行过程中,确定所述天然气发动机对应的实时进气压力值,并在各个预设进气压力值中,确定所述天然气发动机对应的目标进气压力值;

[0043] 第一判断单元,用于依据所述实时进气压力值和所述目标进气压力值,判断所述天然气发动机是否处于瞬态工况;

[0044] 第二判断单元,用于当所述天然气发动机处于瞬态工况时,判断所述天然气发动机是否处于瞬态降负荷状态;

[0045] 失火检测单元,用于若所述天然气发动机处于瞬态降负荷状态,则检测所述天然气发动机是否存在气缸失火现象;

[0046] 第二确定单元,用于若所述天然气发动机存在气缸失火现象,则在所述天然气发动机的各个气缸中,确定失火气缸和非失火气缸;

[0047] 第三确定单元,用于对于每个所述失火气缸,基于预设的第一点火控制策略,确定该失火气缸对应的第一目标点火能量;该失火气缸对应的第一目标点火能量高于该失火气缸的当前点火能量;

[0048] 第四确定单元,用于对于每个所述非失火气缸,基于预设的第二点火控制策略,确定该非失火气缸对应的第二目标点火能量;该非失火气缸对应的第二目标点火能量高于该非失火气缸的当前点火能量;

[0049] 控制单元,用于基于每个所述失火气缸对应的第一目标点火能量,对每个所述失火气缸进行点火控制,基于每个所述非失火气缸对应的第二目标点火能量,对每个所述非失火气缸进行点火控制,并对所述天然气发动机的废气再循环阀进行开度调整,以减小所述废气再循环阀的开度,完成当前的点火控制过程。

[0050] 一种存储介质,所述存储介质包括存储的指令,其中,在所述指令运行时控制所述存储介质所在的设备执行如上述的天然气发动机点火控制方法。

[0051] 一种电子设备,包括存储器,以及一个或者一个以上的指令,其中一个或者一个以上指令存储于存储器中,且经配置以由一个或者一个以上处理器执行如上述的天然气发动机点火控制方法。

[0052] 基于上述本发明实施例提供的一种天然气发动机点火控制方法,包括:在天然气发动机的运行过程中,确定天然气发动机对应的实时进气压力值,并在各个预设进气压力值中,确定天然气发动机对应的目标进气压力值;依据实时进气压力值和目标进气压力值,判断天然气发动机是否处于瞬态工况;当天然气发动机处于瞬态工况时,判断天然气发动机是否处于瞬态降负荷状态;若天然气发动机处于瞬态降负荷状态,则检测天然气发动机是否存在气缸失火现象;若天然气发动机存在气缸失火现象,则在天然气发动机的各个气缸中,确定失火气缸和非失火气缸;对于每个失火气缸,基于预设的第一点火控制策略,确定该失火气缸对应的第一目标点火能量;该失火气缸对应的第一目标点火能量高于该失火气缸的当前点火能量;对于每个非失火气缸,基于预设的第二点火控制策略,确定该非失火气缸对应第二目标点火能量;该非失火气缸对应第二目标点火能量高于该非失火气缸的当前点火能量;基于每个失火气缸对应的第一目标点火能量,对每个失火气缸进行点火控制,基于每个非失火气缸对应第二目标点火能量,对每个非失火气缸进行点火控制,并对天然气发动机的废气再循环阀进行开度调整,以减小废气再循环阀的开度,完成当前的点火控制过程。应用本发明实施例提供的方法,在天然气发动机的运行过程中,可利用发动机的实时进气压力值判断发动机是否处于瞬态工况的瞬态降负荷状态,在发动机处于瞬态降负荷状态时,对发动机进行失火检测,当存在失火现象时,可针对失火气缸和非失火气缸,以不同的策略分别确定用于提升点火能量的目标点火能量,据此对失火气缸和非失火气缸分别进行针对性的点火控制,以使发动机的燃料燃烧稳定,有利于提高天然气发动机的运行稳定性和安全性,继而提高车辆运行的稳定性和安全性。其次,在提升点火能量的同时,减小EGR阀(废气再循环阀)开度,可降低EGR(废气再循环)率,有利于提高响应性,进一步保障点火稳定性。

## 附图说明

[0053] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0054] 图1为本发明实施例提供的一种天然气发动机点火控制方法的方法流程图;

[0055] 图2为本发明实施例提供的一种天然气发动机的结构示意图;

[0056] 图3为本发明实施例提供的一种排气压力波的示意图;

[0057] 图4为本发明实施例提供的一种天然气发动机点火控制过程的示意图;

[0058] 图5为本发明实施例提供的一种天然气发动机点火控制装置的结构示意图;

[0059] 图6为本发明实施例提供的一种电子设备的结构示意图。

## 具体实施方式

[0060] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,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没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0061] 在本申请中,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0062] 本发明实施例提供了一种天然气发动机点火控制方法,所述方法可应用于天然气发动机的点火控制系统,其执行主体可以为车辆的电子控制单元(Electronic Control Unit,ECU),所述方法的方法流程图如图1所示,包括:

[0063] S101:在天然气发动机的运行过程中,确定所述天然气发动机对应的实时进气压力值,并在各个预设进气压力值中,确定所述天然气发动机对应的目标进气压力值;

[0064] 本发明实施例提供的方法用于对车辆中的天然气发动机进行点火控制。后文中提及的发动机指的是天然气发动机。

[0065] 本发明实施例提供的方法中,当发动机启动后,ECU可定时检测是否需对天然气发动机的点火控制参数进行调整。当到达预定的控制节点时,通过进气压力传感器,获取发动机当前进气压力的压力值,将该压力值作为发动机对应的实时进气压力值。

[0066] 本发明实施例提供的方法中,预先根据发动机的各类运行工况设定了相应的进气压力值,即各个预设进气压力值。预设进气压力值为发动机处于相应的运行工况时,稳定运行状态下其进气压力的压力值。可以理解的是,运行工况和瞬态工况/稳态工况,是从不同维度对发动机的工况进行描述的概念。运行工况表征的是发动机在相应的运行参数下运行的工况,瞬态工况表征的是发动机扭矩和转速随时间变化而变化的工况。

[0067] 本发明实施例提供的方法中,在点火控制过程中,可在各个预设进气压力值中,获取与发动机的当前运行工况相匹配的预设进气压力值,并将与发动机的当前运行工况相匹配的预设进气压力值作为目标进气压力值。

[0068] S102:依据所述实时进气压力值和所述目标进气压力值,判断所述天然气发动机是否处于瞬态工况;

[0069] 本发明实施例提供的方法中,通过实时进气压力值与目标进气压力值之间的差异,识别发动机是否处于瞬态工况。目标进气压力值可以理解为在发动机当前运行参数下稳态工况的进气压力值,即当发动机以当前的运行参数运行时,如果其处于稳态工况,其进气压力的压力值应当为目标进气压力值。发动机是否处于瞬态工况的判断规则可以基于实际需求设置,例如,可以将实时进气压力值与目标进气压力值进行比较,若实时进气压力值与目标进气压力值相等,则认为发动机处于稳态工况,即未处于瞬态工况,若实时进气压力值与目标进气压力值不相等,则认为发动机处于瞬态工况。也可以基于目标进气压力值计算一个压力值范围,判断实时进气压力值是否处于该范围内,若实时进气压力值处于该范围内,认为发动机未处于瞬态工况,若实时进气压力值未处于该范围,认为发动机处于瞬态

工况。

[0070] S103:当所述天然气发动机处于瞬态工况时,判断所述天然气发动机是否处于瞬态降负荷状态;

[0071] 本发明实施例提供的方法中,若经判断发动机处于瞬态工况,则进一步基于实时进气压力值与目标进气压力值,识别发动机是否处于瞬态降负荷状态。瞬态降负荷状态指的是发动机的当前实际负荷高于稳定运行状态下的目标负荷,发动机的控制处于需要降低负荷以接近目标负荷的状态。

[0072] 本发明实施例提供的方法中,若发动机未处于瞬态工况,即发动机处于稳定运行的状态,当前不需要对点火控制参数进行调整,结束当前的处理过程即可。

[0073] S104:若所述天然气发动机处于瞬态降负荷状态,则检测所述天然气发动机是否存在气缸失火现象;

[0074] 本发明实施例提供的方法中,若发动机处于瞬态降负荷状态,则基于预定的失火检测方式,对发动机进行失火检测,以识别发动机是否存在气缸失火现象。失火检测的方式可以采用现有的失火检测原理实现,也可以按需设置其他的失火检测方式,不影响本发明实施例提供的方法实现功能。

[0075] S105:若所述天然气发动机存在气缸失火现象,则在所述天然气发动机的各个气缸中,确定失火气缸和非失火气缸;

[0076] 本发明实施例提供的方法中,若经过失火检测确定发动机存在气缸失火现象,则将发动机的各个气缸中,出现失火现象的气缸作为失火气缸,未出现失火现象的气缸作为非失火气缸。

[0077] 需要说明的是,失火气缸和非失火气缸的数量由具体的识别情况确定,失火气缸和非失火气缸的总量等于发动机的气缸数量。

[0078] S106:对于每个所述失火气缸,基于预设的第一点火控制策略,确定该失火气缸对应的第一目标点火能量;该失火气缸对应的第一目标点火能量高于该失火气缸的当前点火能量;

[0079] 本发明实施例提供的方法中,预先设定了针对失火的气缸的点火能量提升策略,即第一点火控制策略,第一点火控制策略中定义了对点火能量进行提升的规则,例如在当前点火能量的基础上,以预定的上升幅度计算提高后的点火能量。在点火控制过程中,可基于第一点火控制策略,分别对每个失火气缸进行点火能量需求计算,以确定每个失火气缸对应的第一目标点火能量,用于提升失火气缸的点火能量。第一目标点火能量即为相应失火气缸点火能量提升的目标,可以理解的是,第一目标点火能量高于相应失火气缸的当前点火能量。

[0080] S107:对于每个所述非失火气缸,基于预设的第二点火控制策略,确定该非失火气缸对应的第二目标点火能量;该非失火气缸对应的第二目标点火能量高于该非失火气缸的当前点火能量;

[0081] 本发明实施例提供的方法中,预先设定了针对正常运行的气缸的点火能量提升策略,即第二点火控制策略,第二点火控制策略中定义了对点火能量进行提升的规则,例如在当前点火能量的基础上,以预定的上升幅度计算提高后的点火能量。需要说明的是,第一点火控制策略和第二点火控制策略是分别针对失火气缸和非失火气缸进行处理的策略,两者

规则内容通常是不同的,例如,为保障燃料燃烧稳定,针对失火的气缸,通常需以更高的点火能量进行点火(相对于未失火的气缸),以上升幅度计算提高后的点火能量为例,第一点火控制策略采用的上升幅度则高于第二点火控制策略采用的上升幅度。

[0082] 本发明实施例提供的方法中,在点火控制过程中,可基于第二点火控制策略,分别对每个非失火气缸进行点火能量需求计算,以确定每个非失火气缸对应的第二目标点火能量,用于提升非失火气缸的点火能量。第二目标点火能量即为相应非失火气缸点火能量提升的目标,第二目标点火能量高于相应非失火气缸的当前点火能量。

[0083] S108:基于每个所述失火气缸对应的第一目标点火能量,对每个所述失火气缸进行点火控制,基于每个所述非失火气缸对应的第二目标点火能量,对每个所述非失火气缸进行点火控制,并对所述天然气发动机的废气再循环阀进行开度调整,以减小所述废气再循环阀的开度,完成当前的点火控制过程。

[0084] 本发明实施例提供的方法中,针对每个失火气缸,以其对应的第一目标点火能量作为该失火气缸的点火能量,以此对该失火气缸进行点火。针对每个非失火气缸,以其对应的第二目标点火能量作为该非失火气缸的点火能量,以此对该非失火气缸进行点火。同时,减小发动机的废气再循环(Exhaust Gas Re-circulation, EGR)阀的开度,以降低EGR率。完成点火能量提升和减小EGR阀开度的操作后,则结束当前控制节点的点火控制过程,等待下一个控制节点。

[0085] 基于本发明实施例提供的方法,在天然气发动机的运行过程中,确定天然气发动机对应的实时进气压力值,并在各个预设进气压力值中,确定天然气发动机对应的目标进气压力值;依据实时进气压力值和目标进气压力值,判断天然气发动机是否处于瞬态工况;当天然气发动机处于瞬态工况时,判断天然气发动机是否处于瞬态降负荷状态;若天然气发动机处于瞬态降负荷状态,则检测天然气发动机是否存在气缸失火现象;若天然气发动机存在气缸失火现象,则在天然气发动机的各个气缸中,确定失火气缸和非失火气缸;对于每个失火气缸,基于预设的第一点火控制策略,确定该失火气缸对应的第一目标点火能量;该失火气缸对应的第一目标点火能量高于该失火气缸的当前点火能量;对于每个非失火气缸,基于预设的第二点火控制策略,确定该非失火气缸对应的第二目标点火能量;该非失火气缸对应的第二目标点火能量高于该非失火气缸的当前点火能量;基于每个失火气缸对应的第一目标点火能量,对每个失火气缸进行点火控制,基于每个非失火气缸对应的第二目标点火能量,对每个非失火气缸进行点火控制,并对天然气发动机的废气再循环阀进行开度调整,以减小废气再循环阀的开度,完成当前的点火控制过程。应用本发明实施例提供的方法,在天然气发动机的运行过程中,可利用发动机的实时进气压力值判断发动机是否处于瞬态工况的瞬态降负荷状态,在发动机处于瞬态降负荷状态时,对发动机进行失火检测,当存在失火现象时,可针对失火气缸和非失火气缸,以不同的策略分别确定用于提升点火能量的目标点火能量,据此对失火气缸和非失火气缸分别进行针对性的点火控制,以使发动机的燃料燃烧稳定,有利于提高天然气发动机的运行稳定性和安全性,继而提高车辆运行的稳定性和安全性。其次,在提升点火能量的同时,减小EGR阀开度,可降低EGR率,有利于提高响应性,进一步保障点火稳定性。

[0086] 在图1所示方法的基础上,本发明实施例提供的方法中,步骤S101中提及的在各个预设进气压力值中,确定所述天然气发动机对应的目标进气压力值的过程,包括:

[0087] 确定实时工况信息；所述实时工况信息包括所述天然气发动机对应的实时转速和实时扭矩；

[0088] 本发明实施例提供的方法中，可以通过转速传感器和扭矩传感器，获取发动机当前的转速和当前的扭矩，将当前的转速作为发动机的实时转速，将当前的扭矩作为发动机的实时扭矩，由实时转速和实时扭矩组成发动机的实时工况信息。

[0089] 确定每个所述预设进气压力值对应的目标工况信息；每个所述预设进气压力值对应的目标工况信息包括该预设进气压力值所对应的转速和扭矩；

[0090] 本发明实施例提供的方法中，对于每个预设进气压力值，预先配置有其对应的目标工况信息，其中包括该预设进气压力值对应的转速和扭矩。可从预先配置的数据中获取每个预设进气压力值对应的目标工况信息。

[0091] 在各个所述目标工况信息中，确定与所述实时工况信息相匹配的目标工况信息，并将与所述实时工况信息相匹配的目标工况信息所对应的预设进气压力值，作为所述目标进气压力值。

[0092] 本发明实施例提供的方法中，可将各个目标工况信息中的转速和扭矩，分别与实时工况信息中的实时转速和实时扭矩进行比对，以确定与实时工况信息相匹配的目标工况信息，并将与实时工况信息相匹配的目标工况信息所对应的预设进气压力值作为目标进气压力值。

[0093] 关于实时工况信息与目标工况信息的匹配，具体的，可将其中的转速和扭矩，分别与发动机的实时转速和实时扭矩相同的目标工况信息，作为与实时工况信息相匹配的目标工况信息。如果不存在转速和扭矩与实时工况信息完全相同的目标工况信息，可以进一步识别实时工况信息中的实时转速和实时扭矩，与哪个目标工况信息中的转速-扭矩最为接近，将最为接近的目标工况信息作为与实时工况信息相匹配的目标工况信息。

[0094] 在图1所示方法的基础上，本发明实施例提供的方法中，步骤S103中提及的判断所述天然气发动机是否处于瞬态降负荷状态的过程，包括：

[0095] 判断所述实时进气压力值与所述目标进气压力值的比值是否大于1，且小于预设上限值；所述预设上限值大于1；

[0096] 本发明实施例提供的方法中，以不同的压力比值区间识别发动机在瞬态工况下所处的不同负荷状态（如瞬态降负荷状态、瞬态升负荷状态）。各个压力比值区间对应的是实时进气压力值与目标进气压力值的比值。不同负荷状态所对应的压力比值区间可预先根据实际需求设定。本发明实施例中，瞬态降负荷状态对应的压力比值区间为（1，预设上限值），预设上限值可以设定为1.2，也可以根据需求采用其他配置。

[0097] 在点火控制过程中，可计算实时进气压力值与目标进气压力值的比值，并将该比值与瞬态降负荷状态对应的压力比值区间的上下限进行比对，以确定该比值是否落入该压力比值区间，即判断实时进气压力值与目标进气压力值的比值是否大于1，且小于预设上限值。

[0098] 若所述实时进气压力值与所述目标进气压力值的比值大于1，且小于所述预设上限值，则确定所述天然气发动机处于瞬态降负荷状态。

[0099] 本发明实施例提供的方法中，若实时进气压力值与目标进气压力值的比值处于瞬态降负荷状态所对应的压力比值区间，即该比值大于1，且小于预设上限值，则判定发动机

处于瞬态降负荷状态,反之,若该比值未大于1,或该比值超过预设上限值,则判定发动机未处于瞬态降负荷状态。

[0100] 基于本发明实施例提供的方法,可基于实时进气压力值与目标进气压力值的比值确定发动机处于怎样的负荷状态,数据处理方式较为方便快捷,有利于提高处理效率。其次,采用比值作为判断依据,有利于适配不同的压力场景。

[0101] 在图1所示方法的基础上,本发明实施例提供的方法中,步骤S104中提及的检测所述天然气发动机是否存在气缸失火现象的过程,包括:

[0102] 获取所述天然气发动机对应的实时排气压力信号;

[0103] 本发明实施例提供的方法中,在现有的发动机结构上,于排气管道处新增压力传感器,用于采集排气压力信号。本发明实施例中发动机的结构示意图可如图2所示,发动机中部署有进气系统、燃烧室(气缸)、点火线圈、排气管、排气系统、EGR冷却器、文丘里管和EGR阀等常规结构,进一步的,在排气管的位置新增了压力传感器,图2中的箭头指向的是气体物的输送路径。

[0104] 本发明实施例提供的方法中,在需要对发动机进行失火检测时,通过部署在排气管道的压力传感器,获取当前的实时排气压力信号。

[0105] 确定所述实时排气压力信号对应的实时排气压力曲线;所述实时排气压力曲线表征所述天然气发动机的曲轴转角与排气压力之间的变化关系;

[0106] 本发明实施例提供的方法中,基于实时排气压力信号构建表征曲轴转角与排气压力变化关系的曲线,将该曲线作为实时排气压力曲线。

[0107] 将所述实时排气压力曲线与预设的标准排气压力曲线进行形态比对;

[0108] 本发明实施例提供的方法中,可预先设定发动机气缸正常点火状态下,曲轴转角与排气压力之间的变化曲线,该曲线即为标准排气压力曲线。在失火检测过程中,可将实时排气压力曲线与预设的标准排气压力曲线进行形态比对,即识别实时排气压力曲线的变化趋势与标准排气压力曲线是否相同。

[0109] 若所述实时排气压力曲线与所述标准排气压力曲线的形态不匹配,则确定所述天然气发动机存在气缸失火现象。

[0110] 本发明实施例提供的方法中,若实时排气压力曲线的形态与标准排气压力曲线的形态不匹配,即两者的变化趋势不一致,则判定天然气发动机存在气缸失火现象,若实时排气压力曲线与标准排气压力曲线的形态相匹配,则判定发动机不存在气缸失火现象。

[0111] 基于本发明实施例提供的方法,可利用发动机的排气压力波和曲轴转角与气缸之间的关系,识别出失火的气缸,相对于现有的基于发动机转速的变化率实现失火检测的方法,本发明实施例提供的方法能够快速实现失火检测,有利于提高响应速度。

[0112] 在上述实施例提供的方法的基础上,本发明实施例提供的方法中,步骤S105中提及的在所述天然气发动机的各个气缸中,确定失火气缸和非失火气缸的过程,包括:

[0113] 基于所述标准排气压力曲线,在所述实时排气压力曲线中确定异常线段;

[0114] 本发明实施例提供的方法中,以标准排气压力曲线为标准,在实时排气压力曲线中识别变化异常的线段,将变化异常的线段作为异常线段。例如图3所示排气压力的波形示意图,其中,黑色曲线为气缸正常点火状态下的排气压力曲线,即标准排气压力曲线。红色曲线(即“失火循环”指向的曲线)为存在气缸失火现象的排气压力曲线,即存在气缸失火现

象的实时排气压力曲线。如图3所示,通过曲线比对,可以找到实时排气压力曲线中,“失火循环”所指示的曲线线段与标准排气压力曲线上相应曲线线段的形态不一致,该曲线线段即为异常线段。

[0115] 需要说明的是,异常线段的数量由实际的失火情况确定,其对应的是存在失火现象的气缸的数量。

[0116] 确定每个所述异常线段对应的曲轴转角区间;

[0117] 本发明实施例提供的方法中,可基于实时排气压力曲线,获取每个异常线段所匹配的曲轴转角区间。

[0118] 在所述天然气发动机的各个气缸中,确定每个所述曲轴转角区间对应的气缸,将每个所述曲轴转角区间所对应的气缸作为所述失火气缸;

[0119] 本发明实施例提供的方法中,可预先根据各个气缸的点火顺序,确定每个气缸与曲轴转角的关联关系。在失火检测过程中,可基于预先设定的气缸与曲轴转角之间的关联关系,找到每个异常线段对应的曲轴转角区间所关联的气缸,并将其关联的气缸标记为失火气缸。

[0120] 将所述各个气缸中,除所述失火气缸之外的气缸作为所述非失火气缸。

[0121] 本发明实施例提供的方法中,将发动机的各个气缸中,未被标记为失火气缸的其他气缸作为非失火气缸。

[0122] 在图1所示方法的基础上,本发明实施例提供的方法中,还包括:

[0123] 若所述天然气发动机不存在气缸失火现象,则对于所述天然气发动机的每个气缸,基于所述第二点火控制策略,确定该气缸对应的第三目标点火能量;该气缸对应的第三目标点火能量高于该气缸的当前点火能量;

[0124] 本发明实施例提供的方法中,若经判断发动机不存在气缸失火现象,则可以基于第二点火控制策略,分别对发动机的每个气缸进行点火能量需求的计算,以确定每个气缸对应的第三目标点火能量。第三目标点火能量即为相应气缸点火能量提升的目标,故第三目标点火能量高于相应气缸的当前点火能量。

[0125] 基于每个所述气缸对应的第三目标点火能量,对每个所述气缸进行点火控制,完成当前的点火控制过程。

[0126] 本发明实施例提供的方法中,针对发动机的每个气缸,以其对应的第三目标点火能量作为该气缸的点火能量,以此对该气缸进行点火,完成当前控制节点的点火控制过程。

[0127] 基于本发明实施例提供的方法,在发动机处于瞬态降负荷状态,且不存在气缸失火现象时,可提升每个气缸的点火能量,以使发动机的燃料燃烧稳定,有利于提高发动机的运行稳定性和安全性。

[0128] 在图1所示方法的基础上,本发明实施例提供的方法中,还包括:

[0129] 当所述天然气发动机处于瞬态工况时,判断所述天然气发动机是否处于瞬态升负荷状态;

[0130] 本发明实施例提供的方法中,在经判断确定发动机处于瞬态工况时,可进一步基于实时进气压力值与目标进气压力值,识别发动机是否处于瞬态升负荷状态。瞬态升负荷状态指的是发动机的当前实际负荷低于稳定运行状态下的目标负荷,发动机的控制处于需要提升负荷以接近目标负荷的状态。

[0131] 需要说明的是,瞬态升负荷状态的识别和瞬态降负荷状态的识别可以同时进行,但可以理解的是,发动机在同一时刻,仅会处于一种状态中,故若是发动机处于瞬态降负荷状态,那么其显然不会处于瞬态升负荷状态,若其处于瞬态升负荷状态,则不会处于瞬态降负荷状态。

[0132] 本发明实施例提供的方法中,瞬态升负荷状态的识别与前文实施例中关于瞬态降负荷状态的判断过程中所提及的原理类似,即可以通过预先设定的不同的压力比值区间,识别实时进气压力值与目标进气压力值的比值是否落入瞬态升负荷状态所对应的压力比值区间,以此判断发动机是否处于瞬态升负荷状态。例如,本发明实施例中,判断实时进气压力值与目标进气压力值的比值是否小于1,且大于预设下限值,若实时进气压力值与目标进气压力值的比值小于1,且大于预设下限值,则确定发动机处于瞬态升负荷状态,如果该比值未小于1或未大于预设下限值,则确定发动机未处于瞬态升负荷状态。可以理解的是,预设下限值小于1,其具体数值可以根据实际需求设置,例如预设下限值可以设定为0.8。

[0133] 若所述天然气发动机处于瞬态升负荷状态,则对于所述天然气发动机的每个气缸,基于所述第二点火控制策略,确定该气缸对应的第四目标点火能量;该气缸对应的第四目标点火能量高于该气缸的当前点火能量;

[0134] 本发明实施例提供的方法中,若天然气发动机处于瞬态升负荷状态,则基于第二点火控制策略,分别对发动机的每个气缸进行点火能量需求计算,以确定每个气缸对应的第四目标点火能量,用以提升气缸的点火能量。第四目标点火能量即为相应气缸点火能量提升的目标,故气缸对应的第四目标点火能量高于其当前点火能量。

[0135] 基于每个所述气缸对应的第四目标点火能量,对每个所述气缸进行点火控制,并对所述废气再循环阀进行开度调整,以减小所述废气再循环阀的开度,完成当前的点火控制过程。

[0136] 本发明实施例提供的方法中,针对发动机的每个气缸,以其对应的第四目标点火能量作为该气缸的点火能量,以此对该气缸进行点火。同时,减小EGR阀的开度,以降低EGR率,完成当前控制节点的控制过程。

[0137] 基于本发明实施例提供的方法,可进一步识别发动机是否处于瞬态升负荷状态,在发动机处于瞬态升负荷状态时,可提升每个气缸的点火能量,以使发动机的燃料燃烧稳定,有利于提高发动机的运行稳定性和安全性。其次,在提升点火能量的同时,减小EGR阀开度,可降低EGR率,有利于提高响应性,进一步保障点火稳定性。

[0138] 在前文实施例提供的方法的基础上,本发明实施例提供的方法中,当天然气发动机处于瞬态工况时,若天然气发动机未处于瞬态升负荷状态,亦未处于瞬态降负荷状态,则判断天然气发动机是否处于压力异常状态,若天然气发动机处于压力异常状态,则提示压力异常故障。关于压力异常状态的判断,可以通过持续时间进行判断,例如,当发动机未处于瞬态升负荷状态,且未处于瞬态降负荷状态的持续时长达到预定时间阈值,则认为发动机处于压力异常状态。

[0139] 为了更好地说明本发明实施例提供的方法,在前文提供的各个实施例的基础上,结合实际的应用场景,本发明实施例提供了又一种天然气发动机点火控制方法。基于本发明实施例提供的方法所实现的点火控制过程,可如图4所示。本发明实施例提供的点火控制过程,主要包括:

[0140] 获取发动机的进气压力实测值(等同于前文实施例中的实时进气压力值)和目标压力设定值(等同于前文实施例中的目标进气压力值)；

[0141] 计算进气压力实测值与目标压力设定值的比值,该比值即为进气压力实测值/目标压力设定值；

[0142] 判断上述比值是否等于1,若该比值不等于1,则判定发动机处于瞬态工况,若该比值等于1,则判定发动机处于稳态工况,即发动机稳定运行；

[0143] 本发明实施例提供的方法中,发动机瞬态工况通过进气压力实测值进行判断。在发动机开发标定过程中,根据实际需求预先设定不同工况下的进气压力的目标值,预先设定的进气压力的目标值对应一组发动机转速和扭矩,该配置数据可基于表格进行存储。在点火控制过程中,可获取发动机的实时转速和实时扭矩,基于预先配置的数据,在预先设定的各个进气压力的目标值中,找到与实时转速和实时扭矩相匹配的目标值,将该目标值作为当前的目标压力设定值,也就是当前工况下发动机的需求压力。然后通过进气压力实测值与目标压力设定值的比值确认发动机是否处于瞬态工作状态(即瞬态工况)。

[0144] 若发动机处于瞬态工况,则进一步基于进气压力实测值与目标压力设定值的比值,判断发动机所处的负荷状态,并针对发动机所处状态,进行相应的点火控制操作,具体可采用以下控制方式:

[0145] 若 $0.8 < \text{进气压力实测值} / \text{目标压力设定值} < 1$ ,则认为发动机处于瞬态升负荷过程(等同于前文实施例中的瞬态升负荷状态),此时基于针对正常气缸的处理策略,提升每个气缸的点火能量,以保障燃料燃烧稳定,同时,减小EGR阀开度,以提高响应性；

[0146] 若 $1 < \text{进气压力实测值} / \text{目标压力设定值} < 1.2$ ,则认为发动机处于瞬态降负荷过程(等同于前文实施例中的瞬态降负荷状态),此时需对发动机进行失火检测,若存在失火现象,则分别通过针对性的策略,分别计算失火气缸和非失火气缸的点火能量需求,以提升失火气缸和非失火气缸的点火能量,以保障燃料燃烧稳定,同时,减小EGR阀开度,以提高响应性。若不存在失火现象,则基于针对正常气缸的处理策略,提升每个气缸的点火能量,以保障燃料燃烧稳定；

[0147] 若进气压力实测值与目标压力设定值的比值 $\geq 1.2$ ,或进气压力实测值与目标压力设定值的比值 $\leq 0.8$ (即压力过高/过低),则判断当前压力状态是否持续超过3秒,若当前压力状态持续超过3秒,则报出压力异常故障。

[0148] 接下来对本发明实施例中的失火检测方式进行说明。在本发明实施例提供的方法中,发动机的架构可如图2所示,在发动机中新部署了一个压力传感器,该压力传感器设置于排气管道,具体可布置于增压器前,用于测量脉冲排气压力,以用于基于排气压力的波峰数判断发动机失火情况,该压力传感器需采集高频的压力信号,传感器采样频率应不低于发动机最高转速360倍。

[0149] 本发明实施例提供的方法中,基于发动机点火正常时的排气压力波预先设置标准排气压力曲线,例如图3所示,对于正常点火的发动机,其排气压力信号对应的波形如黑色曲线所示。而对于存在气缸失火现象的发动机,其排气压力信号对应的波形如红色曲线所示,在失火发生的时刻存在排气压力波峰缺失,如“失火循环”所指示位置。根据波峰缺失的曲轴转角与发动机发火顺序的关联关系,即可确认发动机失火的气缸。故本发明实施例提供的方法中,通过发动机的实时排气压力信号构建相应的实时排气压力曲线,并将该实时

排气压力曲线与预设的标准排气压力曲线进行比对,以确定实时排气压力曲线中是否存在波峰缺失,如果不存在,则认为当前不存在气缸失火现象,如果存在波峰缺失,则根据波峰缺失的曲线所对应的曲轴转角,找到其所对应的气缸,将该气缸作为失火气缸,以便于针对失火气缸和非失火气缸,以不同的策略计算点火能量需求,用以提升点火能量,保障发动机运行稳定。

[0150] 基于本发明实施例提供的方法,可根据排气压力波的峰值变化,判断发动机燃烧状态,可以实现发动机失火检测的快速响应,并能识别出对应的失火气缸。根据进气压力实测值与目标压力设定值的比例关系确认发动机的瞬态过程,并基于瞬态过程动态调整发动机的点火控制参数。在发动机处于瞬态工况时,通过降低EGR率提升发动机动力性,通过提升点火能量保证发动机燃烧稳定,有利于保障发动机的稳定运行。

[0151] 与图1所示的一种天然气发动机点火控制方法相对应的,本发明实施例还提供了一种天然气发动机点火控制装置,用于对图1中所示方法的具体实现,其结构示意图如图5所示,包括:

[0152] 第一确定单元201,用于在天然气发动机的运行过程中,确定所述天然气发动机对应的实时进气压力值,并在各个预设进气压力值中,确定所述天然气发动机对应的目标进气压力值;

[0153] 第一判断单元202,用于依据所述实时进气压力值和所述目标进气压力值,判断所述天然气发动机是否处于瞬态工况;

[0154] 第二判断单元203,用于当所述天然气发动机处于瞬态工况时,判断所述天然气发动机是否处于瞬态降负荷状态;

[0155] 失火检测单元204,用于若所述天然气发动机处于瞬态降负荷状态,则检测所述天然气发动机是否存在气缸失火现象;

[0156] 第二确定单元205,用于若所述天然气发动机存在气缸失火现象,则在所述天然气发动机的各个气缸中,确定失火气缸和非失火气缸;

[0157] 第三确定单元206,用于对于每个所述失火气缸,基于预设的第一点火控制策略,确定该失火气缸对应的第一目标点火能量;该失火气缸对应的第一目标点火能量高于该失火气缸的当前点火能量;

[0158] 第四确定单元207,用于对于每个所述非失火气缸,基于预设的第二点火控制策略,确定该非失火气缸对应的第二目标点火能量;该非失火气缸对应的第二目标点火能量高于该非失火气缸的当前点火能量;

[0159] 控制单元208,用于基于每个所述失火气缸对应的第一目标点火能量,对每个所述失火气缸进行点火控制,基于每个所述非失火气缸对应的第二目标点火能量,对每个所述非失火气缸进行点火控制,并对所述天然气发动机的废气再循环阀进行开度调整,以减小所述废气再循环阀的开度,完成当前的点火控制过程。

[0160] 应用本发明实施例提供的装置,在天然气发动机的运行过程中,可利用发动机的实时进气压力值判断发动机是否处于瞬态工况的瞬态降负荷状态,在发动机处于瞬态降负荷状态时,对发动机进行失火检测,当存在失火现象时,可针对失火气缸和非失火气缸,以不同的策略分别确定用于提升点火能量的目标点火能量,据此对失火气缸和非失火气缸分别进行针对性的点火控制,以使发动机的燃料燃烧稳定,有利于提高天然气发动机的运行

稳定性和安全性,继而提高车辆运行的稳定性和安全性。其次,在提升点火能量的同时,减小EGR阀开度,可降低EGR率,有利于提高响应性,进一步保障点火稳定性。

[0161] 在图5所示装置的基础上,本发明实施例提供的装置还可以进一步扩展出多个单元,各个单元的功能可参见前文对于天然气发动机点火控制方法所提供的各个实施例中的说明,在此不再进一步举例说明。

[0162] 本发明实施例还提供了一种存储介质,所述存储介质包括存储的指令,其中,在所述指令运行时控制所述存储介质所在的设备执行如上述的天然气发动机点火控制方法。

[0163] 本发明实施例还提供了一种电子设备,其结构示意图如图6所示,具体包括存储器301,以及一个或者一个以上的指令302,其中一个或者一个以上指令302存储于存储器301中,且经配置以由一个或者一个以上处理器303执行所述一个或者一个以上指令302进行以下操作:

[0164] 在天然气发动机的运行过程中,确定所述天然气发动机对应的实时进气压力值,并在各个预设进气压力值中,确定所述天然气发动机对应的目标进气压力值;

[0165] 依据所述实时进气压力值和所述目标进气压力值,判断所述天然气发动机是否处于瞬态工况;

[0166] 当所述天然气发动机处于瞬态工况时,判断所述天然气发动机是否处于瞬态降负荷状态;

[0167] 若所述天然气发动机处于瞬态降负荷状态,则检测所述天然气发动机是否存在气缸失火现象;

[0168] 若所述天然气发动机存在气缸失火现象,则在所述天然气发动机的各个气缸中,确定失火气缸和非失火气缸;

[0169] 对于每个所述失火气缸,基于预设的第一点火控制策略,确定该失火气缸对应的第一目标点火能量;该失火气缸对应的第一目标点火能量高于该失火气缸的当前点火能量;

[0170] 对于每个所述非失火气缸,基于预设的第二点火控制策略,确定该非失火气缸对应的第二目标点火能量;该非失火气缸对应的第二目标点火能量高于该非失火气缸的当前点火能量;

[0171] 基于每个所述失火气缸对应的第一目标点火能量,对每个所述失火气缸进行点火控制,基于每个所述非失火气缸对应的第二目标点火能量,对每个所述非失火气缸进行点火控制,并对所述天然气发动机的废气再循环阀进行开度调整,以减小所述废气再循环阀的开度,完成当前的点火控制过程。

[0172] 本发明实施例中的电子设备可以是ECU(Electronic Control Unit,电子控制器单元)、VCU(Vehicle Control Unit,整车控制器)、MCU(Micro Controller Unit,微控制单元)、HCU(Hybrid Control Unit,混合控制系统)等。

[0173] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其,对于系统或系统实施例而言,由于其基本相似于方法实施例,所以描述得比较简单,相关之处参见方法实施例的部分说明即可。以上所描述的系统及系统实施例仅仅是示意性的,其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或

者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性劳动的情况下,即可以理解并实施。

**[0174]** 专业人员还可以进一步意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现,为了清楚地说明硬件和软件的可互换性,在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

**[0175]** 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

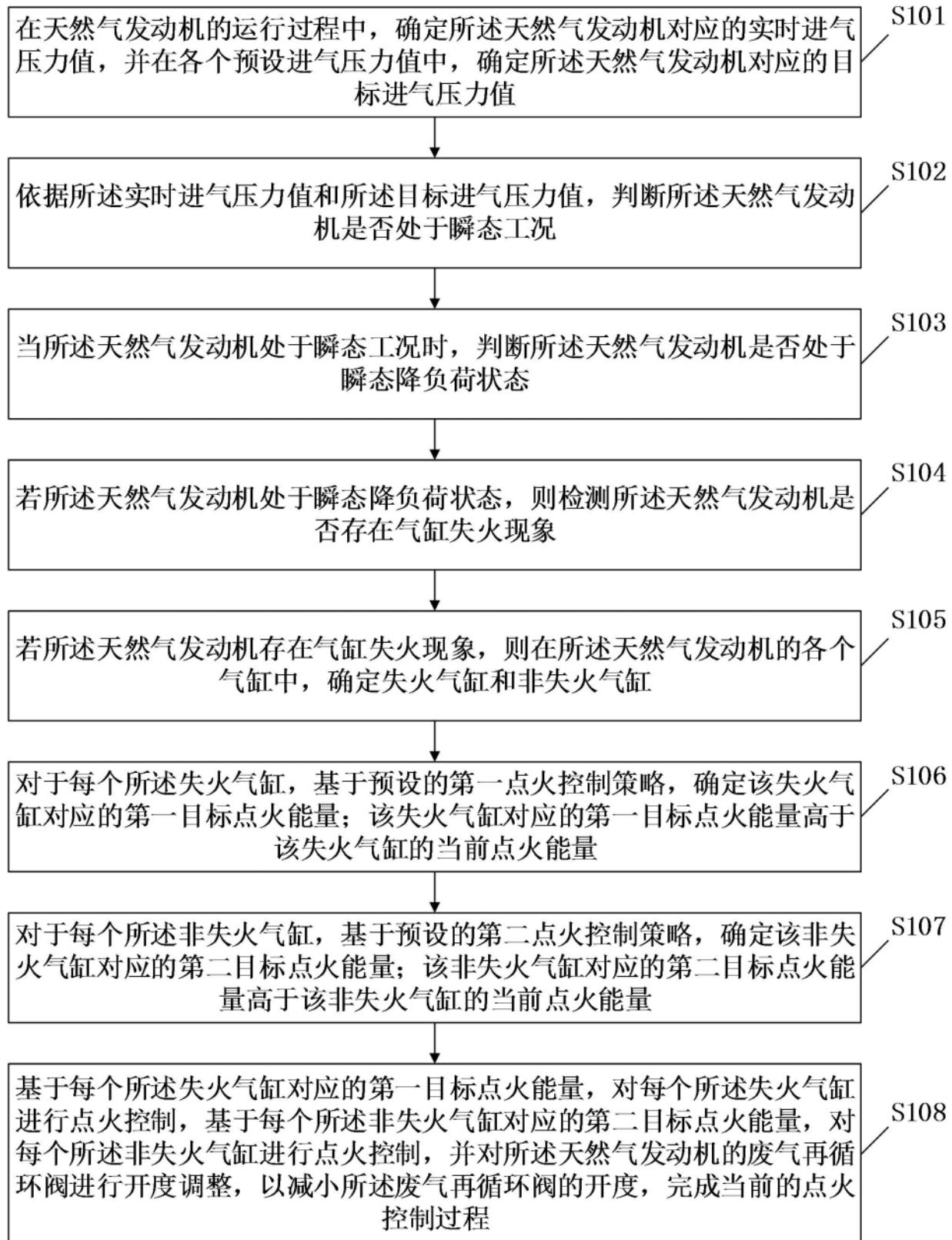


图1

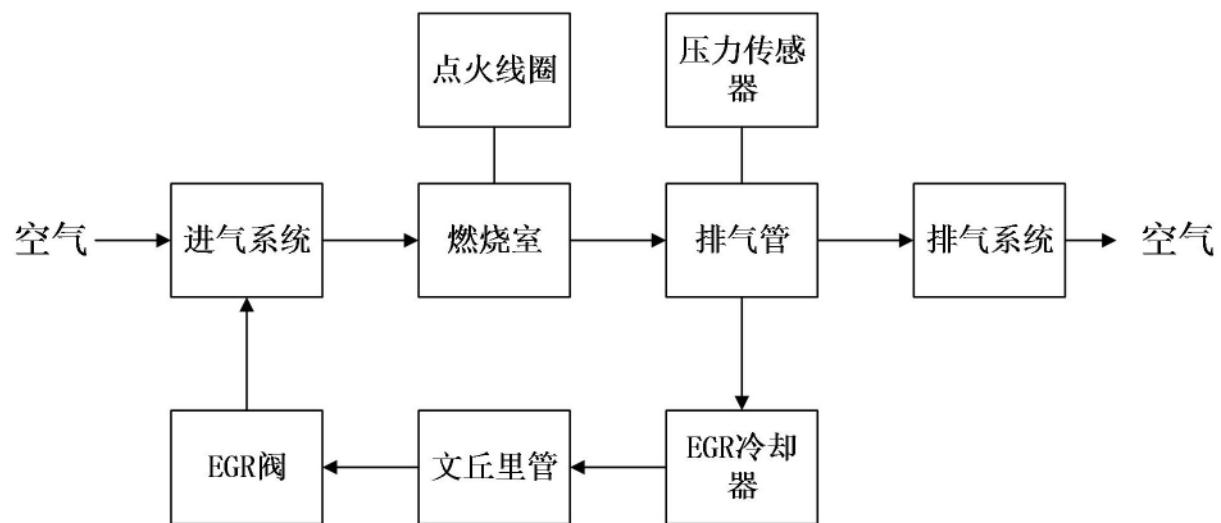


图2

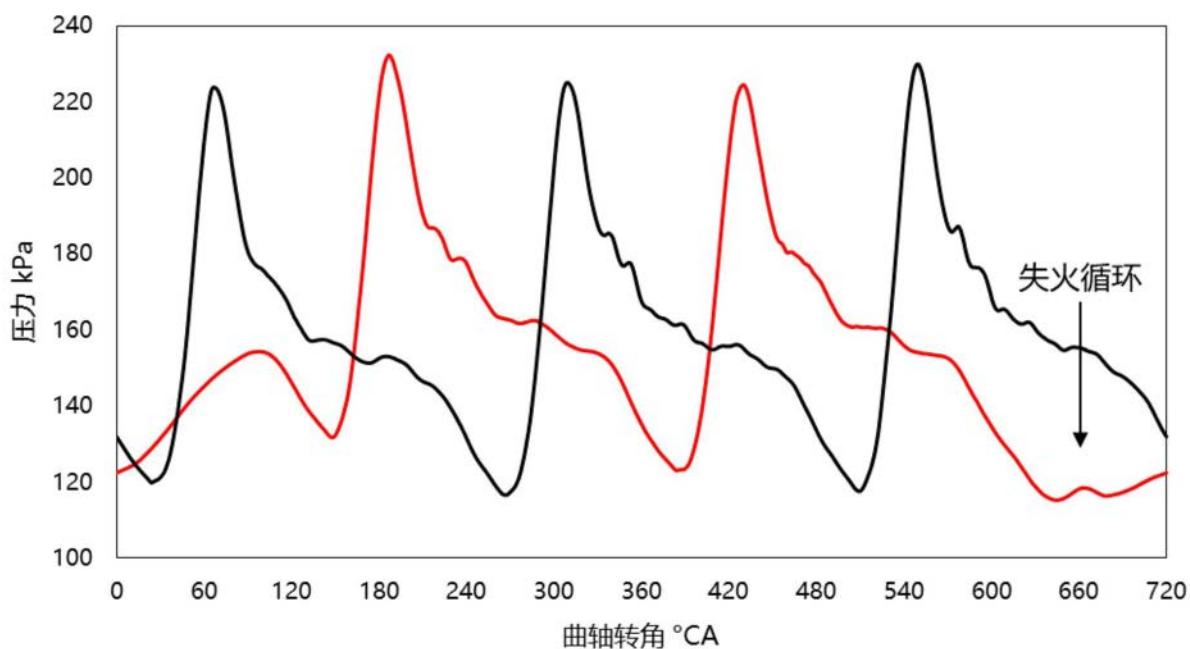


图3

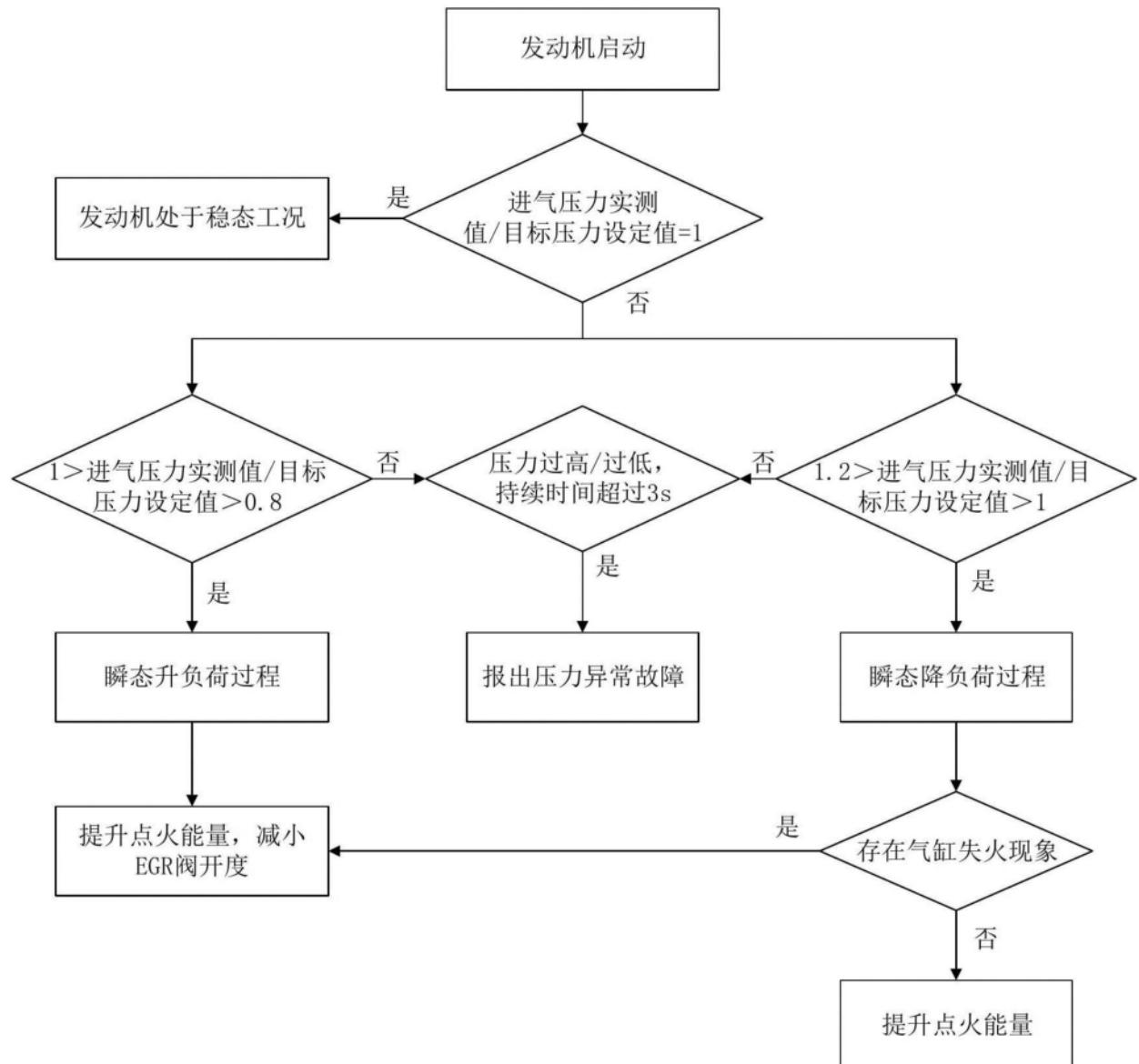


图4

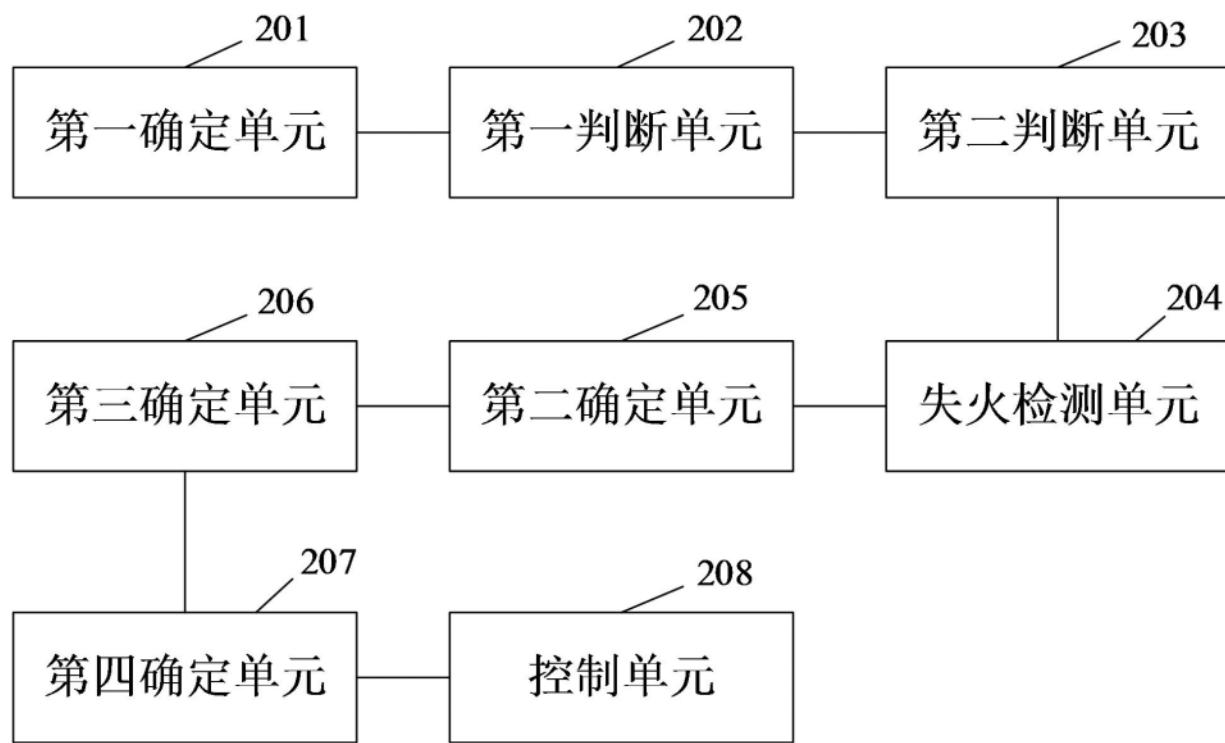


图5

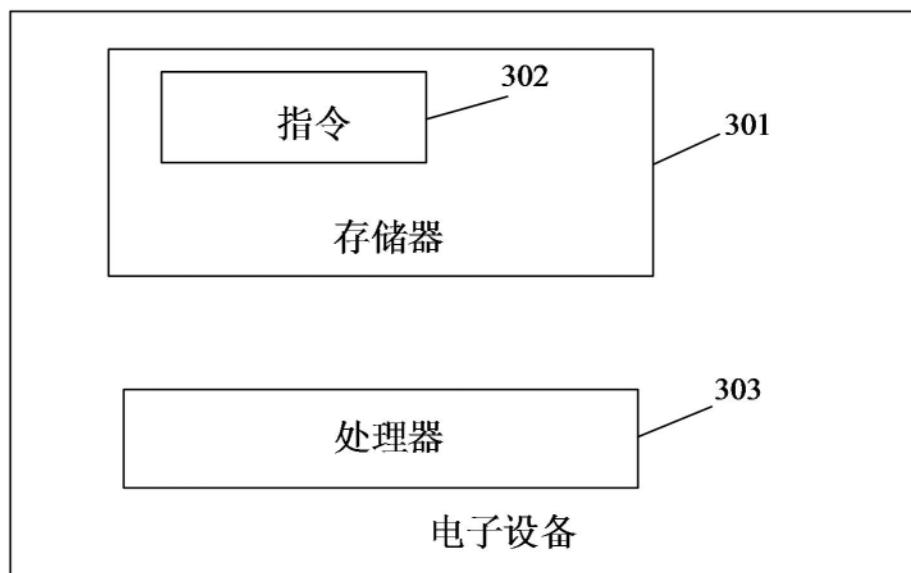


图6