



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104149778 B

(45)授权公告日 2016.07.20

(21)申请号 201410211629.0

(22)申请日 2014.05.19

(73)专利权人 东风汽车公司

地址 430056 湖北省武汉市武汉经济技术开发区东风大道特1号

(72)发明人 尹国慧 王洪涛 罗建武 程诚 徐刚 孙志华

(74)专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104

代理人 俞鸿

(51)Int.Cl.

B60W 10/06(2006.01)

B60W 10/08(2006.01)

B60W 20/00(2016.01)

(56)对比文件

CN 101181897 A,2008.05.21,全文.

US 2003/0163244 A1,2003.08.28,全文.

US 2004/0153235 A1,2004.08.05,全文.

CN 102220914 A,2011.10.19,全文.

CN 102529945 A,2012.07.04,全文.

CN 103147864 A,2013.06.12,全文.

审查员 田莉莉

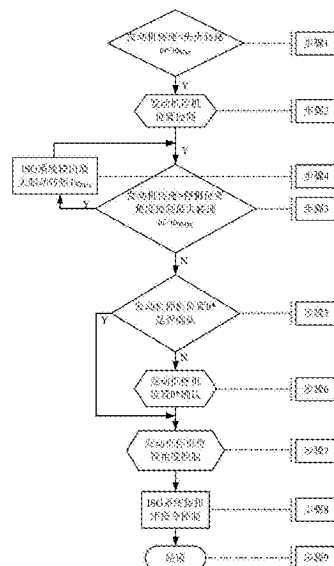
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

基于ISG系统的汽车发动机停机位置控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于ISG系统的汽车发动机停机位置控制方法,包括以下步骤:判断当前发动机转速ω是否低于发动机的最小点火转速ω_{Min};如果当前发动机转速低于最小点火转速,即ω<ω_{Min},则开始发动机停机位置控制;通过控制ISG系统的扭矩指令将发动机停在指定位置等,本发明的优点在于:由于ISG电机与发动机同轴,且ISG电机有较高的位置精度,在发动机停机时,由ISG电机驱动控制发动机停到阻力矩最小的位置,并可保证较高的ISG系统起动发动机成功率。



1. 一种基于ISG系统的汽车发动机停机位置控制方法,其特征在于包括以下步骤:

步骤1)通过电机控制器判断当前发动机转速 ω 是否低于发动机的最小点火转速 ω_{Min} ;

步骤2)如果当前发动机转速 ω 低于最小点火转速 ω_{Min} ,即 $\omega < \omega_{Min}$,则开始发动机停机位置控制;

步骤3)进入发动机停机位置控制后,判断当前发动机转速 ω 是否高于停机位置角度控制的最大转速 ω_{0Max} ;

步骤4)如果当前发动机转速 ω 高于停机位置角度控制的最大转速 ω_{0Max} ,即 $\omega > \omega_{0Max}$,则ISG系统输出最大制动电磁转矩 T_{eMax} ,同时判断当前发动机转速 ω 是否高于停机位置角度控制的最大转速 ω_{0Max} ;

步骤5)如果当前发动机转速 ω 低于停机位置角度控制的最大转速 ω_{0Max} ,即 $\omega < \omega_{0Max}$,则判断发动机目标停机位置 θ^* 是否确认;

步骤6)如果不确定发动机目标停机位置 θ^* ,则进入发动机目标停机位置 θ^* 确认流程;

步骤7)如果当前发动机转速 ω 低于停机位置角度控制的最大转速 ω_{0Max} ,即 $\omega < \omega_{0Max}$,且发动机目标停机位置 θ^* 确认,则进入发动机停机位置角度控制流程;

步骤8)通过控制ISG系统的扭矩指令将发动机停在指定位置;

步骤9)发动机停机位置控制结束。

2. 根据权利要求1所述的基于ISG系统的汽车发动机停机位置控制方法,其特征在于,所述步骤3中的停机位置角度控制的最大转速 ω_{0Max} 的计算方法为:

在一个发动机循环内,为留有一定的余量,发动机的阻力矩取最小阻力矩为 M_{Min} ,则发动机停机位置角度控制的最大转速 ω_{0Max} 如下:

$$\omega_{0Max} = \sqrt{\frac{2(M_{Min} - T_{eMax}) \cdot \Delta\theta'}{J}}$$

其中: ω_{0Max} ——停机位置角度控制的最大转速(rad/s)

M_{Min} ——发动机最小阻力矩(Nm)

T_{eMax} ——ISG电机最大制动电磁转矩(Nm)

$\Delta\theta'$ ——停机位置角度控制角度变化量(rad),如四缸发动机,角度变化量为 π

J ——发动机与ISG电机合成转动惯量($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)。

3. 根据权利要求1或2所述的基于ISG系统的汽车发动机停机位置控制方法,其特征在于,所述步骤6中的发动机停机位置 θ^* 确认流程包括以下步骤:

步骤1)进入发动机目标停机位置 θ^* 确认流程;

步骤2)按公式计算发动机估算停机位置 θ_1 ;

步骤3)按发动机旋向查询最近发动机目标停机位置 θ^* ;

步骤4)返回发动机停机位置控制流程;

上述发动机目标停机位置 θ^* 确认流程的步骤2中,发动机估算停机位置 θ_1 的计算方法为:

$$\begin{cases} \Delta\theta' = \frac{J \cdot \omega_{0Max}^2}{2(M_{Min} - T_{eMax})} \Leftrightarrow \theta_1 = \theta_0 + \frac{J \cdot \omega_{0Max}^2}{2(M_{Min} - T_{eMax})} \\ \theta_1 = \theta_0 + \Delta\theta' \end{cases}$$

为保证足够余量,计算时发动机阻力矩取最小值,

其中: T_{eMax} ——ISG电机最大制动电磁转矩(Nm)

M_{Min} ——发动机系统阻力矩最小值(Nm)

J ——发动机与ISG电机合成转动惯量($kg \cdot m^2$)

ω_{0Max} ——停机位置角度控制的最大转速(rad/s)

θ_0 ——停机位置角度控制初始角(rad)

$\Delta \theta'$ ——停机位置角度控制角度变化量(rad)

θ_1 ——发动机估算停机位置(rad)。

4.根据权利要求1或2所述的基于ISG系统的汽车发动机停机位置控制方法,其特征在于,所述步骤7中的发动机停机位置角度控制流程包括以下步骤:

步骤1)进入发动机停机位置角度控制流程;

步骤2)判断发动机转速 ω 是否大于0,如果为0,则发动机停机位置角度控制流程结束;

步骤3)如果发动机转速 ω 大于0,则计算当前发动机的位置与目标停机位置的角度差 $\Delta \theta$;

步骤4)根据角度差 $\Delta \theta$ 判断发动机是否停在目标位置,如果停在目标位置了,则发动机停机位置角度控制流程结束;

步骤5)如果角度差 $\Delta \theta > 0$,即发动机未停在目标位置,则根据公式所计算出的ISG电机当前制动电磁转矩 $T_e(t)$;

步骤6)发动机停机位置角度控制流程结束;

上述发动机停机位置角度控制流程的步骤5中,ISG电机当前制动电磁转矩 $T_e(t)$ 的计算公式为:

$$T_e(t) = M(\theta) - \frac{J \cdot \omega_0^2}{2\Delta\theta(t)}$$

其中: $T_e(t)$ ——ISG电机当前制动电磁转矩(Nm)

$M(\theta)$ ——发动机系统阻力矩(Nm)

θ ——ISG位置角/曲轴位置角(rad)

J ——发动机与ISG电机合成转动惯量($kg \cdot m^2$)

ω_0 ——停机位置控制动力系统初始角速度(rad/s)

$\Delta \theta(t)$ ——从当前位置到停机位置的角度变化量(rad)。

基于ISG系统的汽车发动机停机位置控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及混合动力汽车发动机停机位置控制领域,具体地指一种基于ISG系统的汽车发动机停机位置控制方法。

背景技术

[0002] 全球能源与环境的严峻形势、特别是国际金融危机对汽车产业的巨大冲击,推动世界各国加快交通能源战略转型,以混合动力汽车、纯电动汽车和燃料电池汽车为代表的新能源汽车成为未来汽车发展的重要方向。

[0003] 由于电动汽车在当前却面临着续航里程短、电池价格贵、基础设施不完善等困难,需要相当一段时间的努力才可能逐步解决;而混合动力汽车在现阶段具备更好的产业化条件,混合动力汽车对我国汽车产业发展具有十分重要的意义。这就意味着在相当长的一段时期内,新能源汽车动力总成由较低功率的发动机和电机驱动装置构成。

[0004] 由于成本与重量、尺寸、工作条件的限制,使得ISG系统动力电池容量的限制,导致其输出特性较软,致使ISG系统的低速扭矩受限,使得ISG系统起动发动机的成功率有限;加上动力电池在低温和高温时,其输出功率比常温时的输出功率低,导致ISG系统在低温时起动发动机的成功率较低。

[0005] 发动机一个工作循环内,发动机的阻力矩随着发动机曲轴位置不同而不同,某一四缸发动机在一个工作循环内,发动机随曲轴位置变化的发动机阻力曲线如图1所示(0° 对应发动机气缸上支点),发动机通常会停在阻力矩最大的位置附近,即发动机气缸上支点附近,在这些点,电驱动系统需要输出较大的扭矩才能克服发动机阻力矩,拖动发动机起动,由于电驱动系统的驱动能力一定,使得在发动机气缸上支点附近起动成功率有限,低温时,起动发动机的成功率更低。

[0006] 试验证明:在发动机曲轴不同位置,由于发动机的阻力矩不同,使得在相同的电驱动系统下,起动成功率不同,处在发动机阻力矩越小的位置,发动机起动成功率也越高,即曲轴处在发动机气缸下支点附近时(图1中 90° 倍数位置附近,不超过 5°),起动成功率最高,常温时,接近100%。

[0007] 检索现有专利,混合动力车中控制发动机停机位置的方法(CN101180897A),该方法包括a)在所述发动机将要停机时,向所述发动机提供的燃料切断的情况下,使用所述电机根据第一发动机转速减小率来减小发动机转速;b)在发动机转速减小至第一发动机转速后,使用所述电机根据第二发动机转速减小率,并通过处理曲轴传感器和凸轮传感器的信号来监控当前曲柄位置,以计算所述当前曲柄位置与给定目标发动机停机位置相符的次数;及c)如果所述次数大于预定数,并且如果实际发动机转速等于或低于第二参考转速,那么在所述当前曲柄位置与所述目标发动机停机位置相符时,使用所述电机停止所述发动机。

[0008] 该发明,由整车控制器(HCU)通过CAN采集发动机转速及曲柄位置来计算ISG电驱动系统的制动扭矩,通过CAN将制动扭矩发给电机控制器,由电机控制器按给定制动扭矩将

发动机停到指定位置。由于CAN通讯速率的限制,因此文献中的方法有较大的控制延时,而发动机停机位置属于角度位置控制,要求较高控制实时性,文献中的方法在实际控制中效果不佳。

发明内容

[0009] 本发明的目的就是要提供一种基于ISG系统的汽车发动机停机位置控制方法。

[0010] 为实现上述目的,本发明所提供的基于ISG系统的汽车发动机停机位置控制方法,包括以下步骤:

[0011] 步骤1)通过电机控制器判断当前发动机转速 ω 是否低于发动机的最小点火转速 ω_{Min} ;

[0012] 步骤2)如果当前发动机转速低于最小点火转速,即 $\omega < \omega_{Min}$,则开始发动机停机位置控制;

[0013] 步骤3)进入发动机停机位置控制后,判断当前发动机转速是否高于停机位置角度控制的最大转速 ω_{0Max} ;

[0014] 步骤4)如果当前发动机转速高于停机位置角度控制的最大转速,即 $\omega > \omega_{0Max}$,则ISG系统输出最大制动电磁转矩 T_{eMax} ,同时判断当前发动机转速是否高于停机位置角度控制的最大转速;

[0015] 步骤5)如果当前发动机转速低于停机位置角度控制的最大转速,即 $\omega < \omega_{0Max}$,则判断发动机目标停机位置 θ^* 是否确认;

[0016] 步骤6)如果不确定发动机目标停机位置 θ^* ,则进入发动机目标停机位置 θ^* 确认流程;

[0017] 步骤7)如果当前发动机转速低于停机位置角度控制的最大转速,即 $\omega < \omega_{0Max}$,且发动机目标停机位置 θ^* 确认,则进入发动机停机位置角度控制流程;

[0018] 步骤8)通过控制ISG系统的扭矩指令将发动机停在指定位置;

[0019] 步骤9)发动机停机位置控制结束。

[0020] 与现有技术相比,本发明的优点在于:由于ISG电机与发动机同轴,且ISG电机有较高的位置精度,在发动机停机时,由ISG电机驱动控制发动机停到阻力矩最小的位置(图1中 90° 奇数倍位置),并可保证较高的ISG系统起动发动机成功率。

[0021] 与发明专利《混合动力车中控制发动机停机位置的方法》(后称:检索发明)有如下不同:

[0022] 1、针对的目的不同:

[0023] (1)检索发明:控制停机位置,是为了在发动机起动时,减小进气、压缩和膨胀冲程过程中产生的扭矩波动和振动。

[0024] (2)本发明:是通过ISG电驱动系统将发动机停在发动机阻力矩最小的位置,在下次起动发动机时,以最小的电能量,最短的起动时间,将发动机快速拖动到点火转速;从而提高发动机的各种工况的(包括低温)起动成功率,缩短起动时间。

[0025] 2、控制的目标不同:

[0026] (1)检索发明:每次停机控制都将发动机停到相同点。

[0027] (2)本发明:对于多缸发动机,发动机一圈内的,发动机阻力矩最小位置有多点,每

次停机就近停在发动机阻力矩最小的点；

[0028] 3、控制思路不同：

[0029] (1)检索发明：当发动机转速<第一转速时，发动机转速以固定斜率减小，停机时间较长；通过曲柄位置与目标停机位置相符次数及发动机转速作为停到目标位置的判断条件，由于发动机惯性，停机位置与目标位置存在偏差。

[0030] (2)本发明：当发动机转速<第一转速时，实时以目标停机位置与发动机当前位置差，作为ISG电系统制动扭矩控制输入量，闭环控制发动机转速减小率，可以以最短的时间将发动机停到目标位置，理论上实际停机位置与目标停机位置可完全重合，做到无静差。

[0031] 4、控制方式不同

[0032] (1)检索发明：由整车控制器(HCU)通过CAN采集发动机转速及曲柄位置来计算ISG电驱动系统的制动扭矩，通过CAN将制动扭矩发给电机控制器，由电机控制器按给定制动扭矩将发动机停到指定位置。由于CAN通讯速率的限制，因此文献中的方法有较大的控制延时，而发动机停机位置属于角度位置控制，要求较高控制实时性，文献中的方法在实际控制中效果不佳。

[0033] (2)本发明：根据ISG电机与发动机同轴、且ISG电机驱动系统具有较高位置精度与扭矩精度的特点，由电机控制器直接根据当前电机转速、角度及预存的发动机扭矩表，按角度位置闭环控制算法，将发动机停到目标位置。具有较高的实时性及控制精度。控制算法清晰明了，有较高的可行性。

附图说明

[0034] 图1为发动机阻力曲线图。

[0035] 图2为发动机停机计算位置与目标位置在旋向上的分布图。

[0036] 图3为基于ISG系统的发动机停机位置角度控制原理框图。

[0037] 图4为基于ISG系统的发动机停机位置角度控制系统框图。

[0038] 图5为基于ISG系统的发动机停机位置控制流程图。

[0039] 图6为发动机停机位置确认流程图

[0040] 图7为发动机停机位置角度控制流程图。

具体实施方式

[0041] 以下结合附图和具体实施例对本发明作进一步的详细说明。

[0042] 本发明在电机控制器主控CPU中，预存发动机随角度与阻力矩的映射表和一个机械周期内发动机阻力矩最小的点(对应的角度)。发动机停机位置控制的原理如下：当发动机的转速 ω 低于发动机最小点火转速 ω_{Min} ，开始停机位置控制，ISG系统输出最大制动转矩 T_{eMax} ；发动机转速 ω 继续下降，当发动机转速低于停机位置角度控制最高转速 ω_{0Max} 时，进入停机位置角度控制，并估算在ISG系统最大制动转矩下的的停机位置 θ_1 ，由于发动机不能反转，按发动机旋向查询发动机阻力矩最小，且离 θ_1 最近的停机位置目标点 θ^* ，如图2所示，进行发动机停机位置角度控制，将发动机停到指定位置。

[0043] 基于ISG系统的发动机停机位置控制原理框图如图3所示，基于ISG系统的发动机停机位置控制系统框图如图4所示。

[0044] 由于停机位置控制时的上限转速比较低,忽略运动阻力矩。

[0045] 根据运动学相关原理:

$$[0046] \quad T_e(t) - M(\theta) = J \cdot \beta \quad (1)$$

[0047] 其中: $T_e(t)$ ——ISG电机当前电磁转矩(Nm)

[0048] $M(\theta)$ ——发动机系统阻力矩(Nm)

[0049] θ ——ISG位置角/曲轴位置角(rad)

[0050] J ——发动机与ISG电机合成转动惯量($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)

[0051] β ——角加速度(rad/s^2)

$$[0052] \quad \omega(t) = \omega_0 + \beta \cdot t \quad (2)$$

[0053] 其中: $\omega(t)$ ——当前时刻动力系统角速度(rad/s)

[0054] ω_0 ——停机位置控制动力系统初始角速度(rad/s)

[0055] β ——角加速度(rad/s^2)

[0056] t ——停机控制经历时间(s)

$$[0057] \quad d\theta = \omega(t)dt \quad (3)$$

[0058] 其中: $d\theta$ ——角度变化量(rad)

[0059] $\omega(t)$ ——当前时刻动力系统角速度(rad/s)

[0060] dt ——时间变化量

[0061] 停机位置控制结束后动力系统的角速度 $\omega = 0$,设从当前位置到停机位置的角度变化量为 $\Delta\theta(t)$,联合(1)、(2)、(3)式,求解得:

$$[0062] \quad T_e(t) = M(\theta) - \frac{J \cdot \omega_0^2}{2\Delta\theta(t)} \quad (4)$$

[0063] 其中: $T_e(t)$ ——ISG电机当前电磁转矩(Nm)

[0064] $M(\theta)$ ——发动机系统阻力矩(Nm)

[0065] θ ——ISG位置角/曲轴位置角(rad)

[0066] J ——发动机与ISG电机合成转动惯量($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)

[0067] ω_0 ——停机位置控制动力系统初始角速度(rad/s)

[0068] $\Delta\theta(t)$ ——从当前位置到停机位置的角度变化量(rad)

[0069] 发动机停机位置控制流程如图5所示,它包括以下步骤:

[0070] 步骤1)通过电机控制器判断当前发动机转速 ω 是否低于发动机的最小点火转速 ω_{Min} ;

[0071] 步骤2)如果当前发动机转速 ω 低于最小点火转速 ω_{Min} ,即 $\omega < \omega_{\text{Min}}$,则开始发动机停机位置控制;

[0072] 步骤3)进入发动机停机位置控制后,判断当前发动机转速 ω 是否高于停机位置角度控制的最大转速 ω_{Max} ;

[0073] 步骤4)如果当前发动机转速 ω 高于停机位置角度控制的最大转速 ω_{Max} ,即 $\omega > \omega_{\text{Max}}$,则ISG系统输出最大制动电磁转矩 $T_{e\text{Max}}$,同时判断当前发动机转速 ω 是否高于停机位置角度控制的最大转速 ω_{Max} ;

[0074] 步骤5)如果当前发动机转速 ω 低于停机位置角度控制的最大转速 ω_{Max} ,即 $\omega < \omega_{\text{Max}}$,则判断发动机目标停机位置 θ^* 是否确认;

[0075] 步骤6)如果不确定发动机目标停机位置 θ_0^* ,则进入发动机目标停机位置 θ_0^* 确认流程;

[0076] 步骤7)如果当前发动机转速 ω 低于停机位置角度控制的最大转速 ω_{0Max} ,即 $\omega < \omega_{0Max}$,且发动机目标停机位置 θ_0^* 确认,则进入发动机停机位置角度控制流程;

[0077] 步骤8)通过控制ISG系统的扭矩指令将发动机停在指定位置;

[0078] 步骤9)发动机停机位置控制结束。

[0079] 上述发动机停机位置控制流程的步骤3中,所述步骤3中,停机位置角度控制的最大转速 ω_{0Max} 的计算方法为:

[0080] 在一个发动机循环内,为留有一定的余量,发动机的阻力矩取最小阻力矩 M_{Min} ,根据公式(4)的发动机停机位置角度控制的最大转速 ω_{0Max} 如下:

$$[0081] \quad \omega_{0Max} = \sqrt{\frac{2(M_{Min} - Te_{Max}) \cdot \Delta\theta'}{J}} \quad (5)$$

[0082] 其中: ω_{0Max} ——停机位置角度控制的最大转速(rad/s)

[0083] M_{Min} ——发动机最小阻力矩(Nm)

[0084] Te_{Max} ——ISG电机最大制动电磁转矩(Nm)

[0085] $\Delta\theta'$ ——停机位置角度控制角度变化量(rad),如四缸发动机,角度变化量为 π

[0086] J ——发动机与ISG电机合成转动惯量($kg \cdot m^2$)。

[0087] 发动机停机位置 θ_0^* 确认流程如图6所示,包括以下步骤:

[0088] 步骤1)进入发动机目标停机位置 θ_0^* 确认流程;

[0089] 步骤2)按公式(6)计算发动机估算停机位置 θ_1 ;

[0090] 步骤3)按发动机旋向查询最近发动机目标停机位置 θ_0^* ;

[0091] 步骤4)返回发动机停机位置控制流程;

[0092] 上述发动机目标停机位置 θ_0^* 确认流程的步骤2中,发动机估算停机位置 θ_1 的计算方法为:

$$[0093] \quad \begin{cases} \Delta\theta' = \frac{J \cdot \omega_{0Max}^2}{2(M_{Min} - Te_{Max})} \Leftrightarrow \theta_1 = \theta_0 + \frac{J \cdot \omega_{0Max}^2}{2(M_{Min} - Te_{Max})} \\ \theta_1 = \theta_0 + \Delta\theta' \end{cases} \quad (6)$$

[0094] 为保证足够余量,计算时发动机阻力矩取最小值。发动机估算停机位置 θ_1 与发动机目标停机位置 θ_0^* 的相对位置关系如图2所示。

[0095] 其中: Te_{Max} ——ISG电机最大制动电磁转矩(Nm)

[0096] M_{Min} ——发动机系统阻力矩最小值(Nm)

[0097] J ——发动机与ISG电机合成转动惯量($kg \cdot m^2$)

[0098] ω_{0Max} ——停机位置角度控制的最大转速(rad/s)

[0099] θ_0 ——停机位置角度控制初始角(rad)

[0100] $\Delta\theta'$ ——停机位置角度控制角度变化量(rad)

[0101] θ_1 ——发动机估算停机位置(rad)。

[0102] 发动机停机位置角度控制流程如图7所示,包括以下步骤:

[0103] 步骤1)进入发动机停机位置角度控制流程;

[0104] 步骤2)判断发动机转速 ω 是否大于0,如果为0,则发动机停机位置角度控制流程结束;

[0105] 步骤3)如果发动机转速 ω 大于0,则计算当前发动机的位置与目标停机位置的角度差 $\Delta\theta$;

[0106] 步骤4)根据角度差 $\Delta\theta$ 判断发动机是否停在目标位置,如果停在目标位置了,则发动机停机位置角度控制流程结束;

[0107] 步骤5)如果角度差 $\Delta\theta>0$ (即发动机未停在目标位置),则根据公式所计算出的ISG电机当前制动电磁转矩 $Te(t)$;

[0108] 步骤6)发动机停机位置角度控制流程结束;

[0109] 上述发动机停机位置角度控制流程的步骤5中,ISG电机当前制动电磁转矩 $Te(t)$ 的计算公式为:

$$[0110] \quad Te(t) = M(\theta) - \frac{J \cdot \omega_0^2}{2\Delta\theta(t)}$$

[0111] 其中: $Te(t)$ ——ISG电机当前制动电磁转矩(Nm)

[0112] $M(\theta)$ ——发动机系统阻力矩(Nm)

[0113] θ ——ISG位置角/曲轴位置角(rad)

[0114] J ——发动机与ISG电机合成转动惯量($kg \cdot m^2$)

[0115] ω_0 ——停机位置控制动力系统初始角速度(rad/s)

[0116] $\Delta\theta(t)$ ——从当前位置到停机位置的角度变化量(rad)。

[0117] 该方法采用的是角度闭环跟踪控制,角度控制精度高,可在最短的时间内将发动机停到指定位置;停机位置角度控制精度高(停机位置角度控制为实时闭环控制)。

[0118] 上述方法采用的是角度闭环跟踪控制,角度控制精度高,采用发动机停机位置控制后,可提高ISG系统起动发动机的成功率,缩短发动机的起动时间。

[0119] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

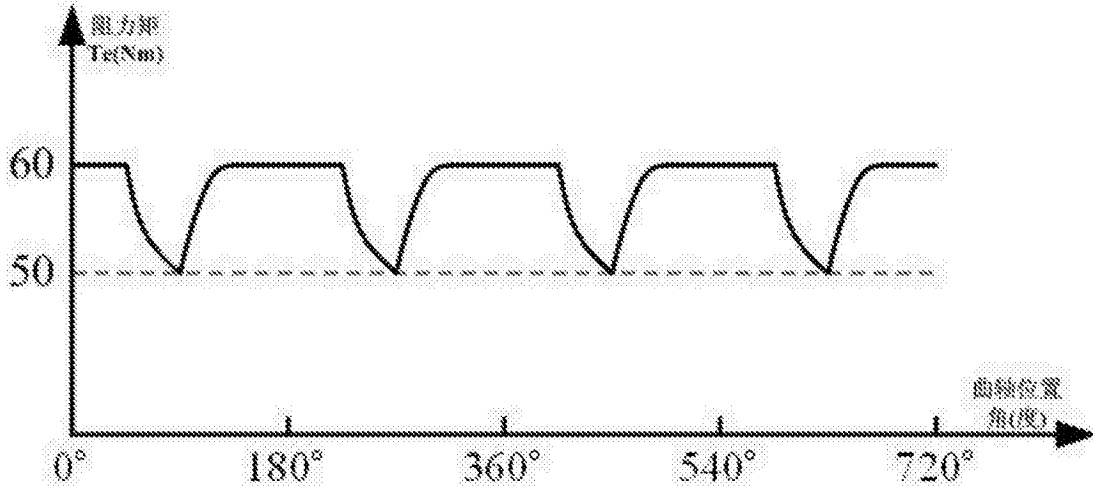


图1

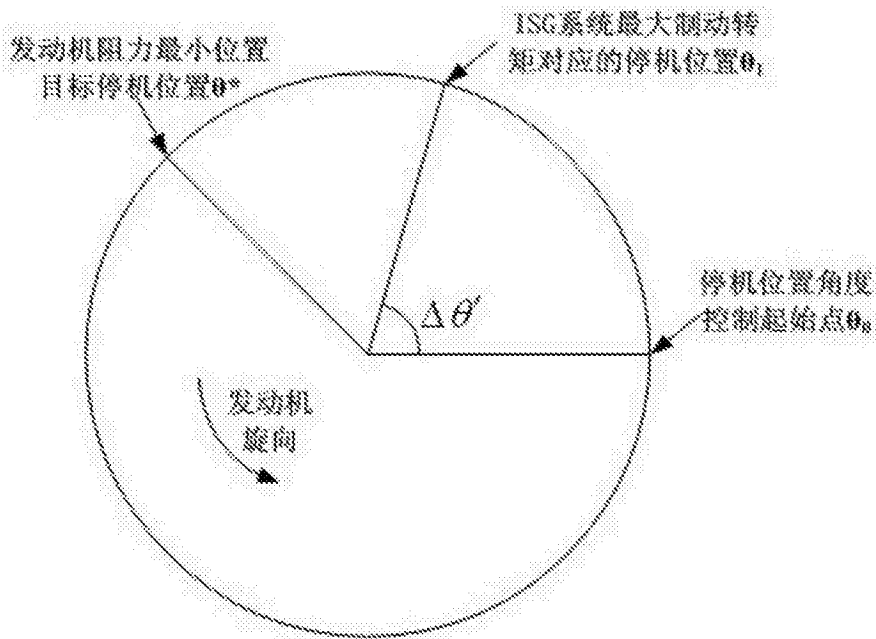


图2

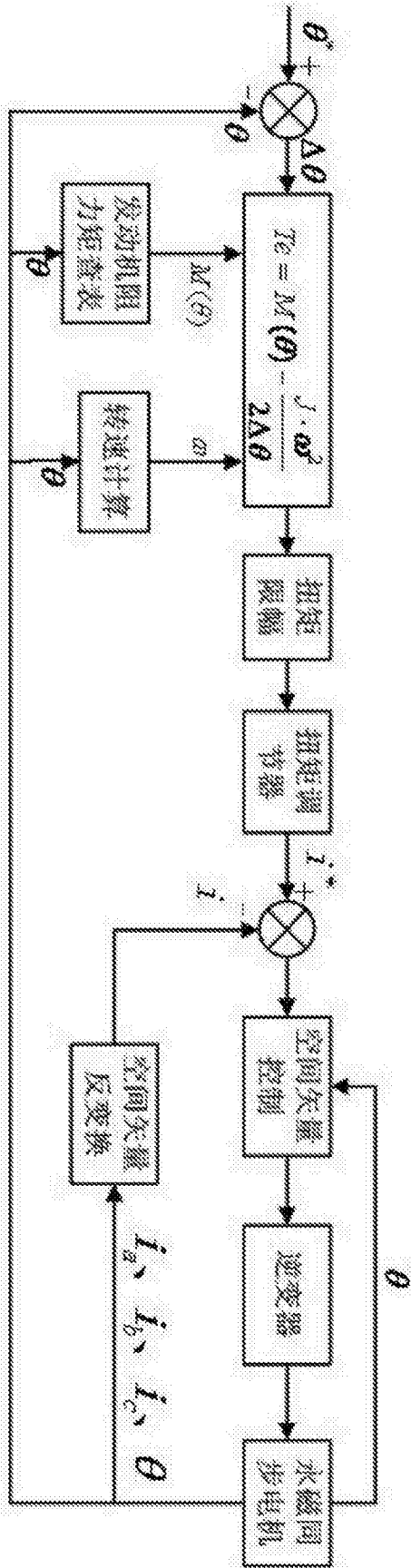


图3

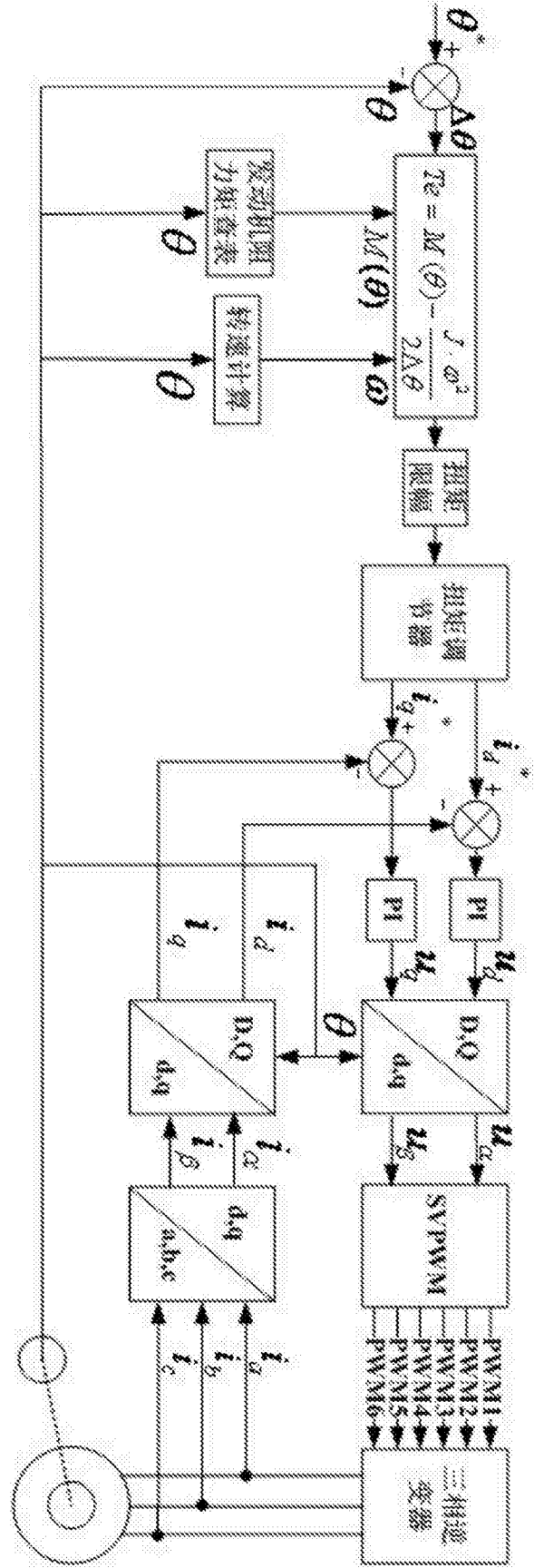


图4

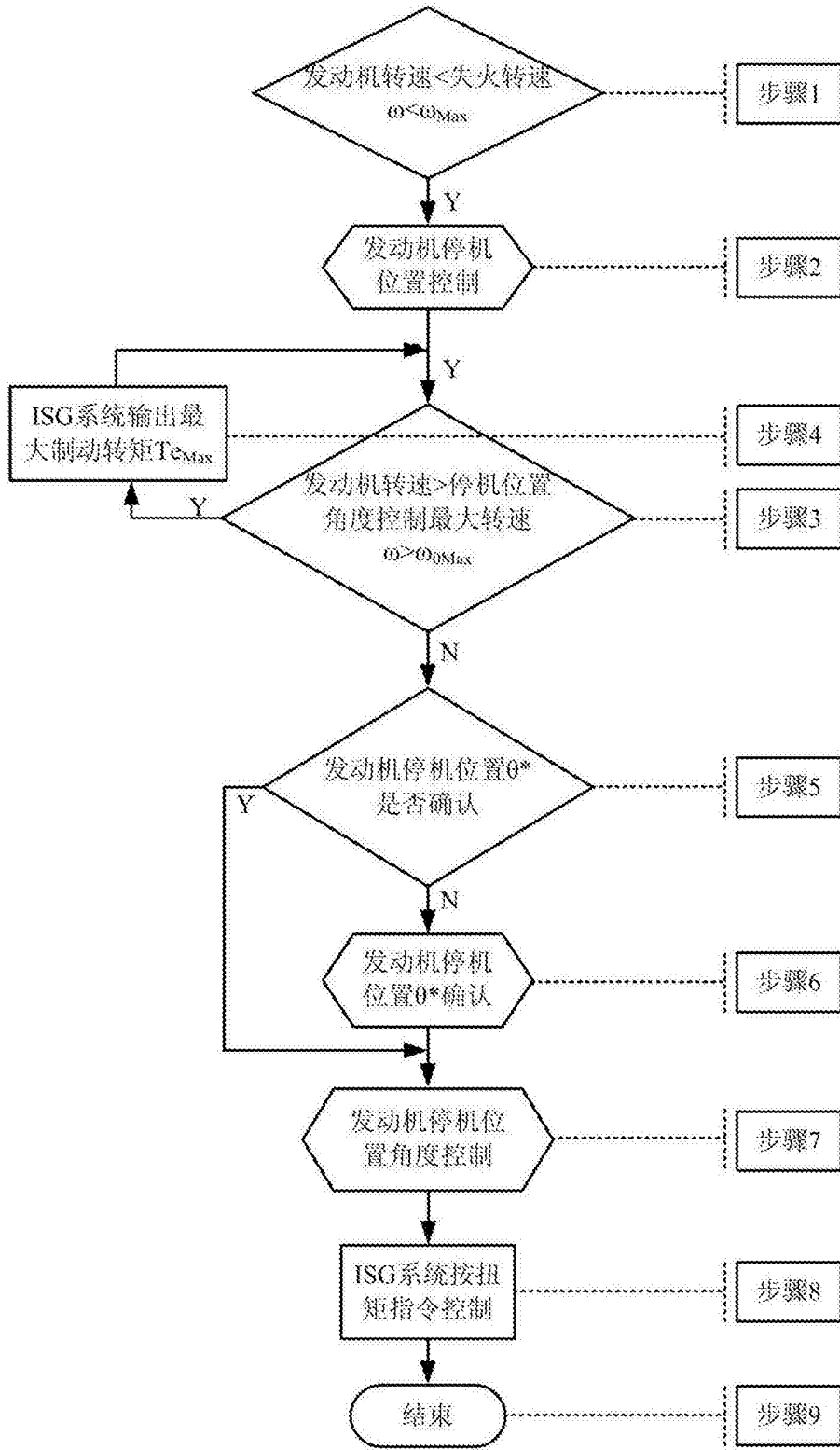


图5

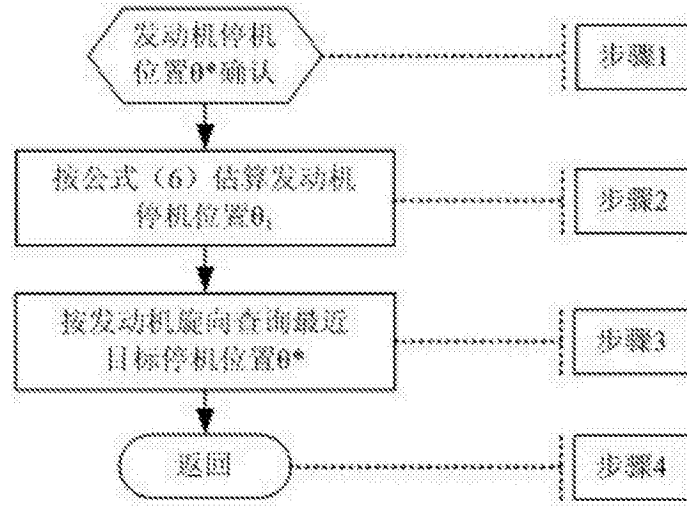


图6

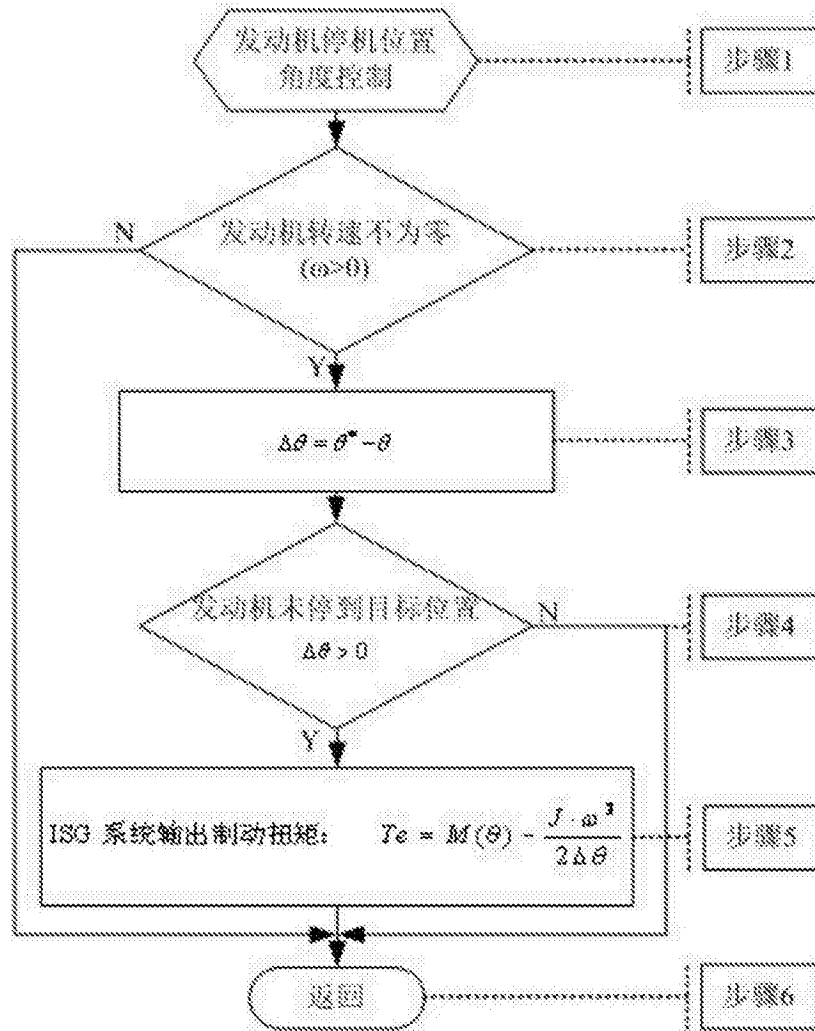


图7