



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105584484 B

(45)授权公告日 2017. 11. 03

(21)申请号 201610027976.7

(22)申请日 2016.01.16

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105584484 A

(43)申请公布日 2016.05.18

(73)专利权人 吉林大学
地址 130022 吉林省长春市人民大街5988号

(72)发明人 王继新 袁昊昱 柳少康 韩云武
杨永海 范久臣 徐志国 杨松
张立博

(74)专利代理机构 长春市四环专利事务所(普通合伙) 22103
代理人 张建成

(51)Int.Cl.

B60W 30/188(2012.01)

B60W 30/19(2012.01)

B60W 10/06(2006.01)

(56)对比文件

- CN 104002814 A, 2014.08.27,
- CN 103225558 A, 2013.07.31,
- CN 103895640 A, 2014.07.02,
- DE 102013010013 A1, 2014.12.18,
- JP 5842937 B2, 2016.01.13,
- JP 2013173451 A, 2013.09.05,
- US 2008234102 A1, 2008.09.25,
- EP 0369446 B1, 1995.01.25,

审查员 吕惠

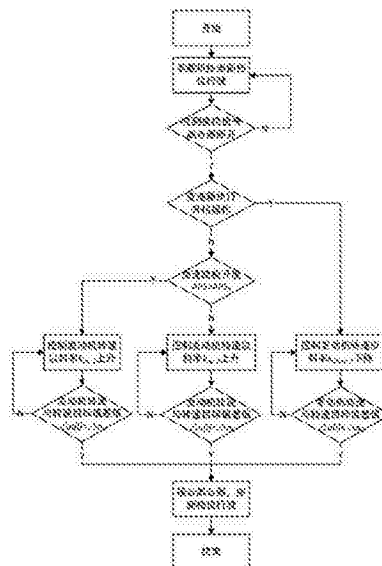
权利要求书3页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种装载机AMT换挡过程中发动机的转速节能控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种装载机AMT换挡过程中发动机的转速节能控制方法,当装载机在行驶过程中时,控制系统接收到变速箱换挡信号,则判定发动机进入换挡过程中发动机的转速控制过程;当变速箱处于降档过程中时,判断驾驶员的驾驶需求,根据不同驾驶需求,调整降档过程中发动机的转速上升速率,并控制发动机转速以该速率上升,直至发动机当前转速与变速箱输入轴当前转速的差值小于转速差目标值;当变速箱处于升档过程中时,控制发动机转速以一定速率下降,直至发动机当前转速与变速箱输入轴当前转速的差值小于转速差目标值;当发动机当前转速与变速箱输入轴当前转速差值小于目标值时,接合离合器,装载机按新档位行驶。



1. 一种装载机AMT换档过程中发动机的转速节能控制方法,换档过程中发动机的转速节能控制方法是通过对装载机行驶过程中驾驶员的驾驶需求进行识别,对换档过程中发动机的转速上升/下降速率进行控制,以达到节能控制的效果,其中:

当装载机在行驶过程中时,控制系统接收到变速箱换档信号,则判定发动机进入换档过程中发动机的转速控制过程;

当变速箱处于降档过程中时,判断驾驶员的驾驶需求,根据不同驾驶需求,调整降档过程中发动机的转速上升速率(k_{up_1} 或 k_{up_2} ,单位rpm/s),并控制发动机转速以该速率上升,直至发动机当前转速 $n_e(i)$ (单位:rpm, i 为控制步长计数)与变速箱输入轴当前转速 $n_t(i)$ (单位:rpm)的差值 $\Delta n(i) = |n_e(i) - n_t(i)|$ 小于转速差目标值 Δn_0 (单位:rpm);

当变速箱处于升档过程中时,控制发动机转速以一定速率(k_{down_1} ,单位rpm/s)下降,直至发动机当前转速 $n_e(i)$ 与变速箱输入轴当前转速 $n_t(i)$ 的差值 $\Delta n(i) = |n_e(i) - n_t(i)|$ 小于转速差目标值 Δn_0 ;

当发动机当前转速与变速箱输入轴当前转速差值小于目标值时,接合离合器,装载机按新档位行驶;

其特征在于:变速箱处于降档过程中时,驾驶员的驾驶需求的判断方法是:

1) 当降档过程开始时,加速踏板开度APS(单位:%)大于预设值 APS_0 (单位:%),则判定此时装载机处于铲掘状态,驾驶需求为动力性需求,需要发动机转速快速上升,尽快完成降档操作;

2) 当降档过程开始时,加速踏板开度APS小于预设值 APS_0 ,则判定此时装载机处于行驶状态,驾驶需求为经济性需求,需要发动机转速以一定速率上升,在兼顾燃油经济性的前提下完成降档操作。

2. 根据权利要求1所述一种装载机AMT换档过程中发动机的转速节能控制方法,其特征在于:所述驾驶需求为动力性需求时,变速箱降档过程中发动机转速上升速率 k_{up_1} ,其具体确定方法为:

$$k_{up_1} = \min \{k_{up} \mid t_{shift}(k_{up}) < t_1\}$$

其中:

k_{up} 为发动机转速上升速率;

$t_{shift}(k_{up})$ 为不同转速上升速率对应的变速箱换档时间,单位:s, t_1 为其在驾驶需求为动力性需求时的预设值,具体数值根据驾驶员的驾驶感受离线确定,若 $t_{shift}(k_{up}) < t_1$ 则认为此时换档时间长度符合驾驶员动力性需求;

在实际操作中, k_{up_1} 的取值下限由离线确定的动力性需求变速箱降档时间预设值 t_1 根据 $t_{shift}(k_{up}) < t_1$ 反求得出;为在满足动力性需求的情况下,在一定程度上提高经济性,取 k_{up_1} 为满足 $t_{shift}(k_{up}) < t_1$ 条件下的发动机转速上升速率 k_{up} 的最小值;

所述驾驶需求为经济性需求时,变速箱降档过程中发动机转速上升速率 k_{up_2} ,其具体确定方法为:

$$k_{up_2} = \max \left\{ k_{up} \mid \frac{\Delta Q_{up}(k_{up})}{\Delta k_{up}} < a_2, t_{shift}(k_{up}) < t_2 \right\}$$

其中:

k_{up} 为发动机转速上升速率;

$Q_{up}(k_{up})$ 为不同转速上升速率下的单位时间燃油消耗量,单位:L/h;

$t_{shift}(k_{up})$ 为不同转速上升速率对应的变速箱换档时间,单位:s, t_2 为其在驾驶需求为经济性需求时的预设值,具体数值根据驾驶员的驾驶感受离线确定, $t_2 > t_1$,若 $t_{shift}(k_{up}) < t_2$ 则认为此时换档时间长度符合驾驶员需求;

$\frac{\Delta Q_{up}(k_{up})}{\Delta k_{up}}$ 为单位时间燃油消耗量 $Q_{up}(k_{up})$ 随发动机转速上升速率 k_{up} 变化的自身变化量,其数值大小反映了发动机转速上升速率 k_{up} 增加引起的燃油经济性恶化程度, a_2 为其在驾驶需求为经济性需求时的预设值,若 $\frac{\Delta Q_{up}(k_{up})}{\Delta k_{up}} \geq a_2$ 则认为此时发动机转速上升速率 k_{up} 的增大引起的燃油经济性恶化程度是不可接受的;

在实际操作中, k_{up_2} 的取值下限由离线确定的经济性需求变速箱降档时间预设值 t_2 根据 $t_{shift}(k_{up}) < t_2$ 反求得出, k_{up_2} 的取值上限根据 $\frac{\Delta Q_{up}(k_{up})}{\Delta k_{up}} \geq a_2$ 离线确定;为在满足经济性需求的情况下,在一定程度上提高动力性,取 k_{up_2} 为满足 $\frac{\Delta Q_{up}(k_{up})}{\Delta k_{up}} < a_2$ 及 $t_{shift}(k_{up}) < t_2$ 情况下的发动机转速上升速率 k_{up} 的最大值。

3. 根据权利要求1所述一种装载机AMT换档过程中发动机的转速节能控制方法,其特征在于:所述变速箱升档过程中发动机转速下降速率 k_{down_1} ,其具体确定方法为:

$$k_{down_1} = \min \{k_{down} \mid t_{shift}(k_{down}) < t_{down}\}$$

其中, k_{down} 为发动机转速下降速率;

$t_{shift}(k_{down})$ 为不同转速下降速率对应的变速箱升档时间,单位:s, t_{down} 为其预设值,具体数值根据驾驶员的驾驶感受离线确定,若 $t_{shift}(k_{down}) < t_{down}$ 则认为此时换档时间长度符合驾驶员需求;

在实际操作中, k_{down_1} 的取值下限由离线确定的变速箱升档时间预设值 t_{down} 根据 $t_{shift}(k_{down})$ 反求得出;为在满足动力性需求的情况下,在一定程度上提高经济性,取 k_{down_1} 为满足 $t_{shift}(k_{down}) < t_{down}$ 条件下的发动机转速下降速率 k_{down} 的最小值。

4. 根据权利要求2所述的一种装载机AMT换档过程中发动机的转速节能控制方法,其特征在于:不同转速上升速率对应的变速箱降档时间 $t_{shift}(k_{up})$,其具体确定方法为:

$$t_{shift}(k_{up}) = t_{CR} + t_{k_up} + t_{CE}$$

其中, t_{CR} 为离合器由接合状态完全分离所需时间,单位:s;

t_{CE} 为离合器由分离状态完全接合所需时间,单位:s;

t_{k_up} 为发动机转速以上升速率 k_{up} 上升至目标值所需时间;

在实际操作中, t_{k_up} 可使用以下公式进行估算:

$$t_{k_up} \approx \left(\frac{n_{CR} \times i_{N-1} - n_{CR}}{i_N} \right) / k_{up}$$

其中：

n_{CR} 为收到换挡信号，离合器开始分离时的发动机转速值，单位：rpm；

i_N 为降档操作开始前原档位齿轮传动比；

i_{N-1} 为降档操作目标档位齿轮传动比。

5. 根据权利要求3所述的一种装载机AMT换挡过程中发动机的转速节能控制方法，其特征在于：不同转速下降速率对应的变速箱升档时间 $t_{shift}(k_{down})$ ，其具体确定方法为：

$$t_{shift}(k_{down}) = t_{CR} + t_{k_down} + t_{CE}$$

其中：

t_{CR} 为离合器由接合状态完全分离所需时间，单位：s；

t_{CE} 为离合器由分离状态完全接合所需时间，单位：s；

t_{k_down} 为发动机转速以下降速率 k_{down} 下降至目标值所需时间；

在实际操作中， t_{k_down} 可使用以下公式进行估算：

$$t_{k_down} \approx \left(n_{CR} - \frac{n_{CR} \times i_{N+1}}{i_N} \right) / k_{down}$$

其中：

n_{CR} 为收到换挡信号，离合器开始分离时的发动机转速值，单位：rpm；

i_N 为升档操作开始前原档位齿轮传动比；

i_{N+1} 为升档操作目标档位齿轮传动比。

6. 根据权利要求1所述的一种装载机AMT换挡过程中发动机的转速节能控制方法，其特征在于：所述发动机转速控制的实现方法为：改变下一时刻发动机转速命令值 $n_e(i+1)$ ，其具体确定方法为： $n_e(i+1) = n_e(i) + k \Delta t$ ；其中： k 为发动机转速上升/下降速率 ($k_{up_1}/k_{up_2}/k_{down_1}$)， Δt 为控制周期。

一种装载机AMT换档过程中发动机的转速节能控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种装载机发动机节能控制技术,特别涉及一种装载机AMT换档过程中发动机的转速节能控制方法。

背景技术

[0002] 当前装载机AMT换档过程中发动机的转速控制方法主要有以下两种:1.在断开离合器后的一定时间内,增加/减少发动机喷油量,以达到增加/降低发动机转速的效果。但该方法属于开环控制,且增加/减少的喷油量通常为一个定值,具体大小由试验方法调整决定,实际应用效果十分有限;2.在离合器断开后,使用PID、模糊控制、神经网络等控制算法对发动机转速进行闭环控制,以实现发动机转速的增加/降低控制。该方法相对前一种方法在转速控制效果、换档品质方面都有明显提升,但其控制过程仅对换档时间及冲击进行考量,并未考虑到转速控制过程对燃油消耗、排放等经济性参数的影响。

[0003] 由此可见,在本技术领域,装载机AMT换档过程中发动机的转速控制方法需进行改进,尤其需要以实现节能控制为目标进行改进。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种装载机AMT换档过程中发动机的转速节能控制方法,其包括以下步骤:

[0005] 1)判断发动机是否进入换档过程中发动机的转速控制过程,如果是则执行步骤2),否则装载机继续按当前档位行驶。

[0006] 2)判断变速箱档位执行操作:a.如果变速箱档位执行操作为降档,则执行步骤3);b.如果变速箱档位执行操作为升档,则执行步骤4)c。

[0007] 3)根据加速踏板开度,判断变速箱处于降档过程中时驾驶员的驾驶需求:a.如果此时加速踏板开度大于预设值,则判定此时驾驶需求为动力性需求,执行步骤4)a;b.如果此时加速踏板开度小于预设值,则判定此时驾驶需求为经济性需求,执行步骤4)b。

[0008] 4)控制发动机转速以一定速率上升/下降,直至发动机当前转速与变速箱输入轴当前转速差值小于预设值,执行步骤5):a.如果此时变速箱处于降档过程,驾驶需求为动力性需求,控制发动机转速以较快速率上升;b.如果此时变速箱处于降档过程,驾驶需求为动力性需求,控制发动机转速以一定速率上升,且上升速率小于驾驶需求为动力性需求时的发动机转速上升速率;c.如果此时变速箱处于升档过程,控制发动机转速以一定速率下降;

[0009] 5)接合离合器,装载机按新档位行驶。

[0010] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0011] 1.本发明通过对换档过程中发动机的转速变化速率进行控制,使其按一定速率上升/下降,可有效降低发动机在换档过程中燃油消耗量,以达到节能控制的效果,并可以明显改善换档期间的冲击;

[0012] 2.本发明可通过对驾驶员的驾驶需求进行识别,调整换档过程中发动机的转速上

升/下降速率,以满足驾驶员在装载机不同运行工况下的驾驶需求。

附图说明

[0013] 图1是本发明的流程图。

具体实施方式

[0014] 下面结合附图对本发明作详细的描述:

[0015] 请参阅图1所示,一种装载机AMT换档过程中发动机节能控制方法,包括以下步骤:

[0016] 1) 装载机按当前档位行驶,如果此时控制系统接收到变速箱换档信号,离合器主从动盘开始分离,则判定发动机进入换档过程中发动机的转速控制过程,执行步骤2)。否则装载机继续按当前档位行驶。

[0017] 2) 判断变速箱档位执行操作,具体包括以下内容:

[0018] a. 如果变速箱档位执行操作为降档,则发动机进入降档过程转速控制,即执行步骤3);

[0019] b. 如果变速箱档位执行操作为升档,则发动机进入升档过程转速控制,即执行步骤4) c。

[0020] 3) 判断变速箱处于降档过程中时驾驶员的驾驶需求,根据不同驾驶需求,调整降档过程中发动机转速上升速率,具体包括以下内容:

[0021] a. 如果此时加速踏板开度APS(单位:%)大于预设值 APS_0 (单位:%),则判定此时装载机处于铲掘状态,驾驶需求为动力性需求,需要发动机转速快速上升,尽快完成降档操作,即执行步骤4) a;

[0022] b. 如果此时加速踏板开度APS小于预设值 APS_0 ,则判定此时装载机处于行驶状态,驾驶需求为经济性需求,需要发动机转速以一定速率上升,在兼顾燃油经济性的前提下完成降档操作,即执行步骤4) b。

[0023] 4) 控制发动机转速以一定速率上升/下降,直至发动机当前转速与变速箱输入轴当前转速差值小于预设值,具体包括以下内容:

[0024] a. 如果此时变速箱处于降档过程,驾驶需求为动力性需求,控制发动机转速以速率 k_{up_1} (单位:rpm/s)上升,直至发动机当前转速 $n_e(i)$ (单位:rpm, i 为控制步长计数)与变速箱输入轴当前转速 $n_t(i)$ (单位:rpm)的差值 $\Delta n(i) = |n_e(i) - n_t(i)|$ 小于转速差目标值 Δn_0 (单位:rpm),执行步骤5);

[0025] b. 如果此时变速箱处于降档过程,驾驶需求为经济性需求,控制发动机转速以速率 k_{up_2} (单位:rpm/s)上升,直至发动机当前转速 $n_e(i)$ 与变速箱输入轴当前转速 $n_t(i)$ 的差值 $\Delta n(i) = |n_e(i) - n_t(i)|$ 小于转速差目标值 Δn_0 ,执行步骤5);

[0026] c. 如果此时变速箱处于升档过程,控制发动机转速以速率 k_{down_1} (单位:rpm/s)下降,直至发动机当前转速 $n_e(i)$ 与变速箱输入轴当前转速 $n_t(i)$ 差值 $\Delta n(i) = |n_e(i) - n_t(i)|$ 小于转速差目标值 Δn_0 ,执行步骤5);

[0027] 在本步骤中:

[0028] k_{up_1} 为驾驶需求为动力性需求时,变速箱降档过程中发动机转速上升速率的预设值,单位:rpm/s。其具体数值确定方法为:

[0029] $k_{up_1} = \min \{k_{up} | t_{shift}(k_{up}) < t_1\}$

[0030] 其中：

[0031] k_{up} 为发动机转速上升速率；

[0032] $t_{shift}(k_{up})$ 为不同转速上升速率对应的变速箱换档时间，单位：s， t_1 为其在驾驶需求为动力性需求时的预设值，具体数值根据驾驶员的驾驶感受离线确定，若 $t_{shift}(k_{up}) < t_1$ 则认为此时换档时间长度符合驾驶员动力性需求；

[0033] $t_{shift}(k_{up})$ 的具体确定方法为：

[0034] $t_{shift}(k_{up}) = t_{CR} + t_{k_up} + t_{CE}$

[0035] 其中， t_{CR} 为离合器由接合状态完全分离所需时间，单位：s； t_{CE} 为离合器由分离状态完全接合所需时间，单位：s； t_{k_up} 为发动机转速以上升速率 k_{up} 上升至目标值所需时间；

[0036] 在实际操作中， t_{k_up} 可使用以下公式进行估算：

[0037]
$$t_{k_up} \approx \left(\frac{n_{CR} \times i_{N-1} - n_{CR}}{i_N} \right) / k_{up}$$

[0038] 其中： n_{CR} 为收到换挡信号，离合器开始分离时的发动机转速值，单位：rpm； i_N 为降档操作开始前原档位齿轮传动比； i_{N-1} 为降档操作目标档位齿轮传动比；

[0039] 在实际操作中， k_{up_1} 的取值下限由离线确定的动力性需求变速箱降档时间预设值 t_1 根据 $t_{shift}(k_{up}) < t_1$ 反求得。为在满足动力性需求的情况下，在一定程度上提高经济性，取 k_{up_1} 为满足 $t_{shift}(k_{up}) < t_1$ 条件下的发动机转速上升速率 k_{up} 的最小值。

[0040] k_{up_2} 为驾驶需求为经济性需求时，变速箱降档过程中发动机转速上升速率的预设值，单位：rpm/s。其具体数值确定方法为：

[0041]
$$k_{up_2} = \max \left\{ k_{up} \mid \frac{\square Q_{up}(k_{up})}{\square k_{up}} < a_2, t_{shift}(k_{up}) < t_2 \right\}$$

[0042] 其中：

[0043] k_{up} 为发动机转速上升速率；

[0044] $Q_{up}(k_{up})$ 为不同转速上升速率下的单位时间燃油消耗量，单位：L/h；

[0045] $t_{shift}(k_{up})$ 为不同转速上升速率对应的变速箱换档时间，单位：s， t_2 为其在驾驶需求为经济性需求时的预设值，具体数值根据驾驶员的驾驶感受离线确定， $t_2 > t_1$ ，若 $t_{shift}(k_{up}) < t_2$ 则认为此时换档时间长度符合驾驶员需求；

[0046] $\frac{\square Q_{up}(k_{up})}{\square k_{up}}$ 为单位时间燃油消耗量 $Q_{up}(k_{up})$ 随发动机转速上升速率 k_{up} 变化的自身

变化量，其数值大小反映了发动机转速上升速率 k_{up} 增加引起的燃油经济性恶化程度， a_2 为

其在驾驶需求为经济性需求时的预设值，若 $\frac{\square Q_{up}(k_{up})}{\square k_{up}} \geq a_2$ 则认为此时发动机转速上升速

率 k_{up} 的增大引起的燃油经济性恶化程度是不可接受的；

[0047] 在实际操作中， k_{up_2} 的取值下限由离线确定的经济性需求变速箱降档时间预设值

t_2 根据 $t_{\text{shift}}(k_{\text{up}}) < t_2$ 反求得出, k_{up_2} 的取值上限根据 $\frac{\Delta Q_{\text{up}}(k_{\text{up}})}{\Delta k_{\text{up}}} \geq a_2$ 离线确定。为在满足经济

性需求的情况下,在一定程度上提高动力性,取 k_{up_2} 为满足 $\frac{\Delta Q_{\text{up}}(k_{\text{up}})}{\Delta k_{\text{up}}} < a_2$ 及 $t_{\text{shift}}(k_{\text{up}}) < t_2$

情况下的发动机转速上升速率 k_{up} 的最大值。

[0048] 在本步骤中 $k_{\text{up}_1} > k_{\text{up}_2}$ 。

[0049] k_{down_1} 为变速箱升档过程中发动机转速下降速率的预设值,单位:rpm/s。其具体确定方法为:

[0050] $k_{\text{down}_1} = \min \{k_{\text{down}} \mid t_{\text{shift}}(k_{\text{down}}) < t_{\text{down}}\}$

[0051] 其中:

[0052] k_{down} 为发动机转速下降速率;

[0053] $t_{\text{shift}}(k_{\text{down}})$ 为不同转速下降速率对应的变速箱升档时间,单位:s, t_{down} 为其预设值,具体数值根据驾驶员的驾驶感受离线确定,若 $t_{\text{shift}}(k_{\text{down}}) < t_{\text{down}}$ 则认为此时换档时间长度符合驾驶员需求;

[0054] $t_{\text{shift}}(k_{\text{down}})$ 的具体确定方法为:

[0055] $t_{\text{shift}}(k_{\text{down}}) = t_{\text{CR}} + t_{k_{\text{down}}} + t_{\text{CE}}$

[0056] 其中, t_{CR} 为离合器由接合状态完全分离所需时间,单位:s; t_{CE} 为离合器由分离状态完全接合所需时间,单位:s; $t_{k_{\text{down}}}$ 为发动机转速以下降速率 k_{down} 下降至目标值所需时间;

[0057] 在实际操作中, $t_{k_{\text{down}}}$ 可使用以下公式进行估算:

[0058]
$$t_{k_{\text{down}}} \approx \left(n_{\text{CR}} - \frac{n_{\text{CR}} \times i_{N+1}}{i_N} \right) / k_{\text{down}}$$

[0059] 其中: n_{CR} 为收到换挡信号,离合器开始分离时的发动机转速值,单位:rpm; i_N 为升档操作开始前原档位齿轮传动比; i_{N+1} 为升档操作目标档位齿轮传动比;

[0060] 在实际操作中, k_{down_1} 的取值下限由离线确定的变速箱升档时间预设值 t_{down} 根据 $t_{\text{shift}}(k_{\text{down}})$ 反求得出。为在满足动力性需求的情况下,在一定程度上提高经济性,取 k_{down_1} 为满足 $t_{\text{shift}}(k_{\text{down}}) < t_{\text{down}}$ 条件下的发动机转速下降速率 k_{down} 的最小值。

[0061] $\square n_0$ 为发动机当前转速与变速箱输入轴当前转速差值的目标值,其具体数值由变速箱设置决定。

[0062] 在本步骤中,发动机转速控制的实现方法为:改变下一时刻发动机转速命令值 $n_e(i+1)$,其具体确定方法为: $n_e(i+1) = n_e(i) + k \square t$ 。其中: k 为发动机转速上升/下降速率($k_{\text{up}_1}/k_{\text{up}_2}/k_{\text{down}_1}$), $\square t$ 为控制周期。

[0063] 5) 接合离合器,装载机按新档位行驶,装载机AMT换档过程中发动机的转速节能控制过程结束。

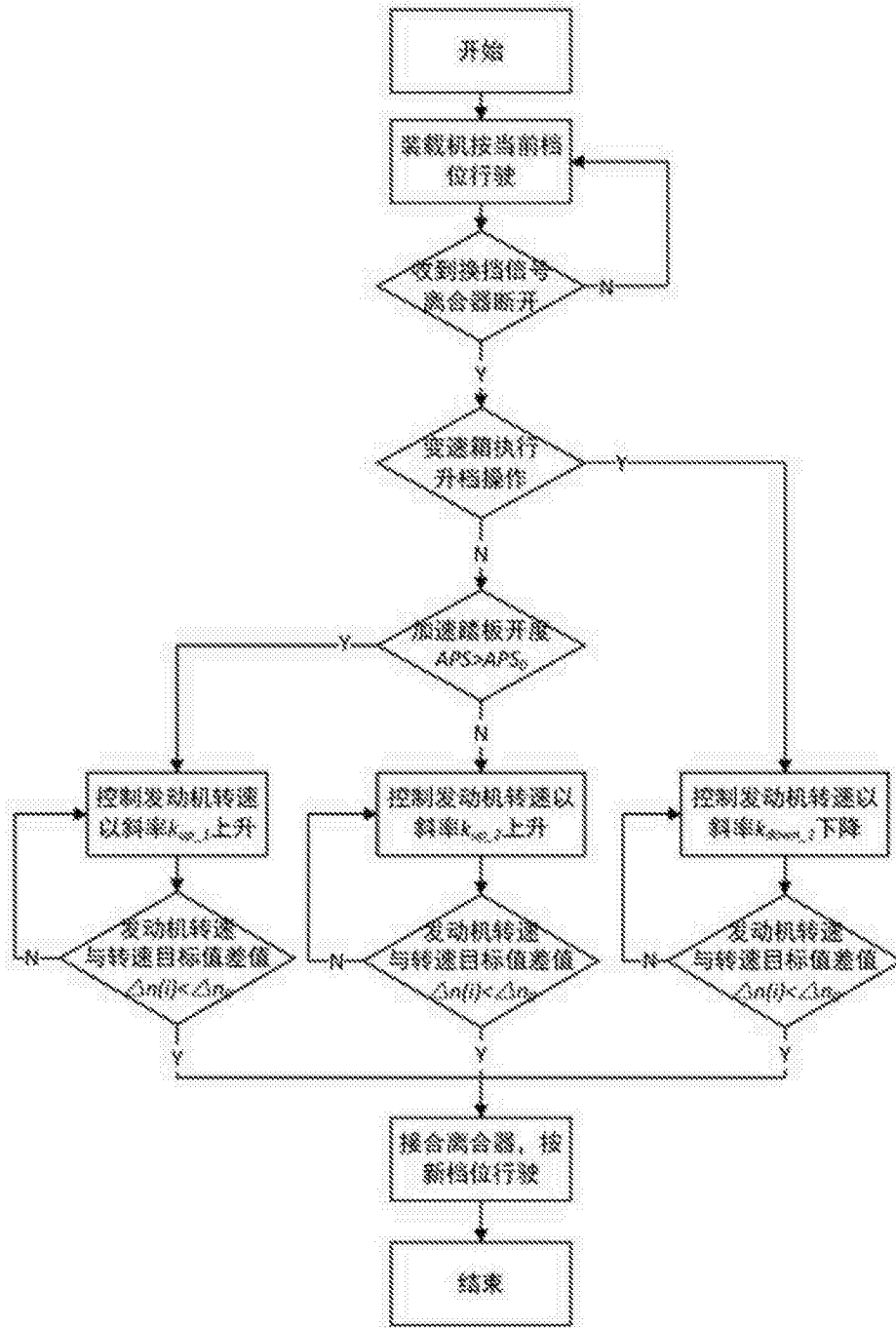


图1