

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F16H 59/36

F16H 59/00

B60K 41/04



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410011123.1

[43] 公开日 2005 年 4 月 27 日

[11] 公开号 CN 1609479A

[22] 申请日 2004.9.29

[21] 申请号 200410011123.1

[71] 申请人 中国第一汽车集团公司

地址 130011 吉林省长春市绿园区东风大街
83 号

[72] 发明人 赵子亮 李 骏 刘明辉 赵长春

[74] 专利代理机构 吉林长春新纪元专利代理有限责
任公司

代理人 王 薇

权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 2 页

[54] 发明名称 前置式并联混合动力汽车电机主动
同步换档方法

[57] 摘要

本发明涉及一种前置式并联混合动力汽车电机主动同步换档方法，换档过程一般可分为：减油、分离离合器、摘档、选档、换档、结合离合器和恢复供油 6 个阶段；电机的速度精度可控制在 $\pm 20\text{rpm}$ ，而转速控制在 $1000\text{rpm} - 5000\text{rpm}$ 之内，电机转速 1000rpm 内响应时间可达到 $0.2 - 0.3\text{s}$ 。解决由于变速箱一轴等增加了转动惯量而引起的 AMT 换档困难的电机控制方法，来改善换档品质，提高整车平顺性。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1、一种前置式并联混合动力汽车电机主动同步换档方法，其特征在于：按以下步骤执行升档操作：

(1) 根据换档规律，首先控制发动机减油。

(2) 控制离合器分离，对电机控制器发送扭矩指令，控制电机扭矩输出为零。

(3) 完成摘档动作，电机控制器关闭，电机处于自由状态。。

(4) 进入选档过程，对电机进行速度控制，其电机的速度精度可控制在 $\pm 20\text{rpm}$ ，而转速控制在 $1000\text{rpm}-5000\text{rpm}$ 之内，电机转速 1000rpm 内响应时间可达到 $0.2-0.3\text{s}$ ；电机扭矩跟随（此时电机处于发电状态），控制电机转速，使变速箱输入轴转速达到目标档位的转速。

(5) 进入换档阶段，电机控制器关闭，电机处于自由状态，直至换档结束。

(6) 最后，结合离合器，发动机恢复供油，进入正常行驶状态。

2、根据权利要求1所述的前置式并联混合动力汽车电机主动同步换档方法，其特征在于所述的降档控制过程与升档过程一样，只是在选档阶段，电机处于电动状态（电机扭矩跟随），但电机仍为速度控制模式。

前置式并联混合动力汽车电机主动同步换档方法

技术领域:

本发明涉及一种混合动力汽车电机主动同步换档方法,特别是涉及一种前置式并联混合动力汽车电机主动同步换档方法,主要用于混合动力汽车控制。

背景技术:

目前,混合动力汽车动力总成结构型式有串联、并联和混联三种型式。对于前置式并联混合动力结构型式,无论是双轴并联(如图1)还是单轴并联(如图2),由于一轴41加长、电机转子111和动力合成箱齿轮副31引起了附加转动惯量,在同步器容量不变的条件下,使得换档困难和换档时间长,引起了换档品质和整车平顺性变差,因此,通过控制电机,进行电机扭矩和速度闭环控制,以此消除增加的转动惯量,达到换档同步的要求。这样要求电机的控制精度和响应时间要快。

发明内容:

本发明目的在于提供一种前置式并联混合动力汽车电机主动同步换档方法,解决由于变速箱一轴等增加了转动惯量而引起的AMT换档困难的电机控制方法,来改善换档品质,提高整车平顺性。

本发明的技术方案是这样实现的:前置式并联混合动力汽车,由于增加了电机转子和合成箱齿轮的转动惯量,引起了变速箱输入轴的

惯量增加，从而带来换档困难，利用电机调速特性来达到换档同步的目的，满足换档要求，按如下步骤执行升档操作：

(1) 据换档规律，首先控制发动机减油。

(2) 控制离合器分离，对电机控制器发送扭矩指令，控制电机扭矩输出为零。

(3) 完成摘档动作，电机控制器关闭，电机处于自由状态。

(4) 进入选档过程，对电机进行速度控制，其电机的速度精度可控制在 $\pm 20\text{rpm}$ ，而转速控制在 $1000\text{rpm}-5000\text{rpm}$ 之内，电机转速 1000rpm 内响应时间可达到 $0.2-0.3\text{s}$ ；电机扭矩跟随（此时电机处于发电状态），控制电机转速，使变速箱输入轴转速达到目标档位的转速。

(5) 进入换档阶段，电机控制器关闭，电机处于自由状态，直至换档结束。

(6) 最后，结合离合器，发动机恢复供油，进入正常行驶状态。

降档时，控制过程与升档过程一样，只是在选档阶段，电机处于电动状态（电机扭矩跟随），但电机仍为速度控制模式。

本发明的积极效果在于解决了由于变速箱一轴增加转动惯量而引起的换档困难，改善了换档品质，提高了汽车的行驶平顺性。

附图说明：

图 1 为本发明的双轴并联结构示意图；

图 2 为本发明的单轴并联结构示意图；

图 3 为本发明升档过程的时间分解和各总成的控制状态图。

具体实施方式:

下面结合实施例对本发明做进一步的描述:

实施例 1:

AMT 换档过程一般可分为: 减油、分离离合器、摘档、选档、换档、结合离合器和恢复供油 6 个阶段。为克服因增加的转动惯量, 在此换档过程中需要对电机进行控制, 以消除增加的转动惯量, 达到同步换档的目的。AMT 根据换档规律决定是否换档, 假定升档 (2→3), 设定 2 档时变速箱输入轴速度为 2000rpm, 目标档位为 3 档时变速箱输入轴速度为 1500rpm, 电机转速从 2000rpm 到 1500rpm 的 (对于双轴并联, 电机转速为变速箱输入轴转速乘以速比, 下同) 响应时间可达 0.2s, 可满足换档要求。其换档过程如图 3 所示, 具体实施步骤为:

(1) 减油, 根据换档规律, 换档时发动机先减油。

(2) 分离离合器 2, 离合器分离后电机扭矩为 $T=0$, 即对电机进行扭矩控制。

(3) 摘档阶段, 将档位从 2 档上摘开, 此时电机处于自由状态。

(4) 选档阶段, 开始对电机进行速度控制, 即电机由 2000rpm—1500rpm 进行调整, 电机的扭矩跟随, 变速箱输入轴转速达到 3 档要求时, 即选档完成。

(5) 换档阶段, 电机处于自由状态, 直至换档结束。在摘档、选档和换档期间对发动机进行速度控制, 由 2000rpm 向 1500rpm 转换, 达到目标档位 3 档的变速箱一轴所需转速。

(6) 结合离合器, 此阶段电机仍处于自由状态。恢复供油, 进入

正常行驶状态，根据行驶工况决定对电机的控制需求。

因此，只要电机的速度精度和响应时间满足换档要求，即可实现电机主动同步换档控制。在目前开发的混合动力客车上，电机的速度精度可控制在 $\pm 20\text{rpm}$ ，而转速（ 1000rpm 之内）响应时间可达到 0.3s 之内，可满足换档的需求。

实施例 2:

假定升档（ $3 \rightarrow 4$ ），设定 3 档时变速箱输入轴速度为 2200rpm ，目标档位为 4 档时变速箱输入轴速度为 1800rpm ，电机转速从 2200rpm 到 1800rpm 的响应时间可达 0.2s ，可满足换档要求。其换档过程步骤为：

（1）减油，根据换档规律，换档时发动机先减油。

（2）分离离合器 2，离合器分离后电机扭矩为 $T=0$ ，即对电机进行扭矩控制。

（3）档阶段，将档位从 3 档上摘开，此时电机处于自由状态。

（4）选档阶段，开始对电机进行速度控制，即电机由 2200rpm — 1800rpm 进行调整，电机的扭矩跟随，变速箱输入轴转速达到 4 档要求时，即选档完成。

（5）换档阶段，电机处于自由状态，直至换档结束。在摘档、选档和换档期间对发动机进行速度控制，由 2200rpm 向 1800rpm 转换，达到目标档位 4 档的变速箱一轴所需转速。

（6）结合离合器，此阶段电机仍处于自由状态。恢复供油，进入正常行驶状态，根据行驶工况决定对电机的控制需求。

因此，只要电机的速度精度和响应时间满足换档要求，即可实现电机主动同步换档控制。

实施例 3:

假定升档（4→5），设定 4 档时变速箱输入轴速度为 2300rpm，目标档位为 5 档时变速箱输入轴速度为 2000rpm，电机转速从 2300rpm 到 2000rpm 的响应时间可达 0.2s，可满足换档要求。其换档过程步骤为：

(1) 减油，根据换档规律，换档时发动机先减油。

(2) 分离离合器 2，离合器分离后电机扭矩为 $T=0$ ，即对电机进行扭矩控制。

(3) 摘档阶段，将档位从 4 档上摘开，此时电机处于自由状态。

(4) 选档阶段，开始对电机进行速度控制，即电机由 2300rpm—2000rpm 进行调整，电机的扭矩跟随，变速箱输入轴转速达到 5 档要求时，即选档完成。

(6) 换档阶段，电机处于自由状态，直至换档结束。在摘档、选档和换档期间对发动机进行速度控制，由 2300rpm 向 2000rpm 转换，达到目标档位 5 档的变速箱一轴所需转速。

(7) 结合离合器，此阶段电机仍处于自由状态。恢复供油，进入正常行驶状态，根据行驶工况决定对电机的控制需求。

因此，只要电机的速度精度和响应时间满足换档要求，即可实现电机主动同步换档控制。

实施例 4:

假定降档 (5→4)，设定 5 档时变速箱输入轴速度为 2000rpm，目标档位为 4 档时变速箱输入轴速度为 2300rpm，电机转速从 2000rpm 到 2300rpm 的响应时间可达 0.2s，可满足换档要求。其换档过程步骤为：

(1) 减油，根据换档规律，换档时发动机先减油。

(2) 分离离合器 2，离合器分离后电机扭矩为 $T=0$ ，即对电机进行扭矩控制。

(3) 摘档阶段，将档位从 5 档上摘开，此时电机处于自由状态。

(4) 选档阶段，对电机进行速度控制，即电机由 2000rpm—2300rpm 进行调整，电机的扭矩跟随，变速箱输入轴转速达到 4 档要求时，即选档完成。

(5) 换档阶段，电机处于自由状态，直至换档结束。在摘档、选档和换档期间对发动机进行速度控制，由 2000rpm 向 2300rpm 转换，达到目标档位 4 档的变速箱一轴所需转速。

(7) 结合离合器，此阶段电机仍处于自由状态。恢复供油，进入正常行驶状态，根据行驶工况决定对电机的控制需求。

实施例 5:

假定降档 (4→3)，设定 4 档时变速箱输入轴速度为 1800rpm，目标档位为 3 档时变速箱输入轴速度为 2200rpm，电机转速从 1800rpm 到 2200rpm 的响应时间可达 0.2s，可满足换档要求。其换档过程步骤为：

(1) 减油，根据换档规律，换档时发动机先减油。

(2) 分离离合器 2，离合器分离后电机扭矩为 $T=0$ ，即对电机进行扭矩控制。

(3) 摘档阶段，将档位从 4 档上摘开，此时电机处于自由状态。

(4) 选档阶段，对电机进行速度控制，即电机由 1800rpm—2200rpm 进行调整，电机的扭矩跟随，变速箱输入轴转速达到 3 档要求时，即选档完成。

(5) 换档阶段，电机处于自由制动状态，直至换档结束。在摘档、选档和换档期间对发动机进行速度控制，由 1800rpm 向 2200rpm 转换，达到目标档位 3 档的变速箱一轴所需转速。

(7) 结合离合器，此阶段电机仍处于自由制动状态。恢复供油，进入正常行驶状态，根据行驶工况决定对电机的控制需求。

实施例 6:

假定降档 (3→2)，设定 3 档时变速箱输入轴速度为 1500rpm，目标档位为 2 档时变速箱输入轴速度为 2000rpm，电机转速从 1500rpm 到 2000rpm 的响应时间可达 0.2s，可满足换档要求。其换档过程步骤为：

(1) 减油，根据换档规律，换档时发动机先减油。

(2) 分离离合器 2，离合器分离后电机扭矩为 $T=0$ ，即对电机进行扭矩控制。

(3) 摘档阶段，将档位从 3 档上摘开，此时电机处于自由状态。

(4) 选档阶段，对电机进行速度控制，即电机由 1500rpm—2000rpm 进行调整，电机的扭矩跟随，变速箱输入轴转速达到 2 档要求时，即

选档完成。

(5) 换档阶段，电机处于自由状态，直至换档结束。在摘档、选档和换档期间对发动机进行速度控制，由 1500rpm 向 2000rpm 转换，达到目标档位 2 档的变速箱一轴所需转速。

(6) 结合离合器，此阶段电机仍处于自由制动状态。恢复供油，进入正常行驶状态，根据行驶工况决定对电机的控制需求。

实施例 7:

假定降档 (2→1)，设定 2 档时变速箱输入轴速度为 850rpm，目标档位为 1 档时变速箱输入轴速度为 1000rpm，电机转速从 850rpm 到 1000rpm 的响应时间可达 0.2s，可满足换档要求。其换档过程步骤为：

(1) 减油，根据换档规律，换档时发动机先减油。

(2) 分离离合器 2，离合器分离后电机扭矩为 $T=0$ ，即对电机进行扭矩控制。

(3) 摘档阶段，将档位从 2 档上摘开，此时电机处于自由状态。

(4) 选档阶段，对电机进行速度控制，即电机由 850rpm—1000rpm 进行调整，电机的扭矩跟随，变速箱输入轴转速达到 1 档要求时，即选档完成。

(5) 换档阶段，电机处于自由状态，直至换档结束。在摘档、选档和换档期间对发动机进行速度控制，由 850rpm 向 1000rpm 转换，达到目标档位 1 档的变速箱一轴所需转速 1000rpm。

(6) 结合离合器，此阶段电机仍处于自由状态。恢复供油，进

入正常行驶状态，根据行驶工况决定对电机的控制需求。

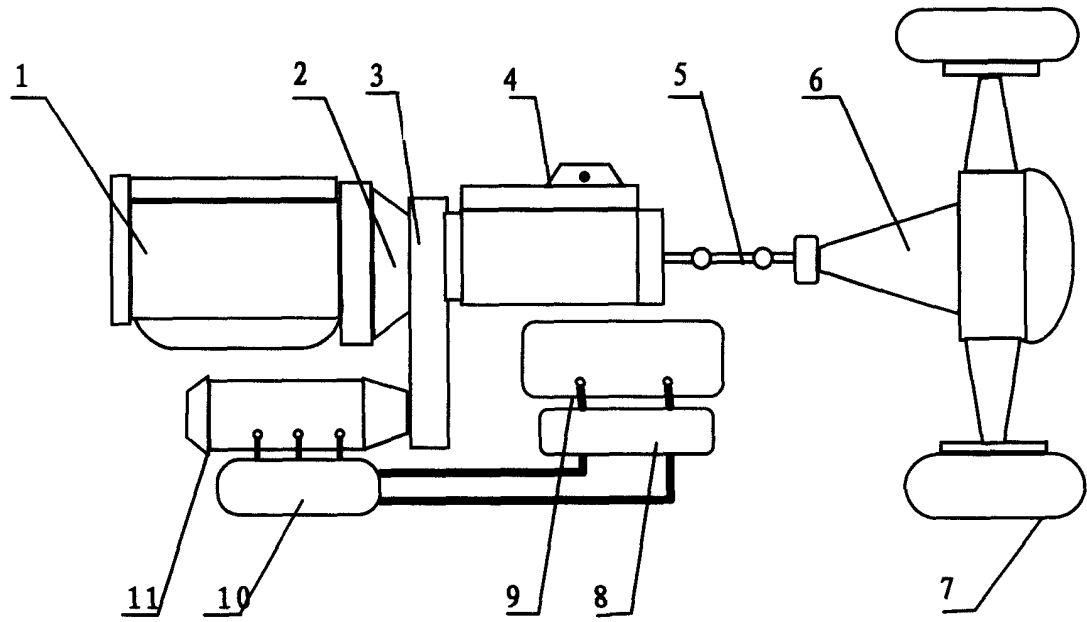


图 1

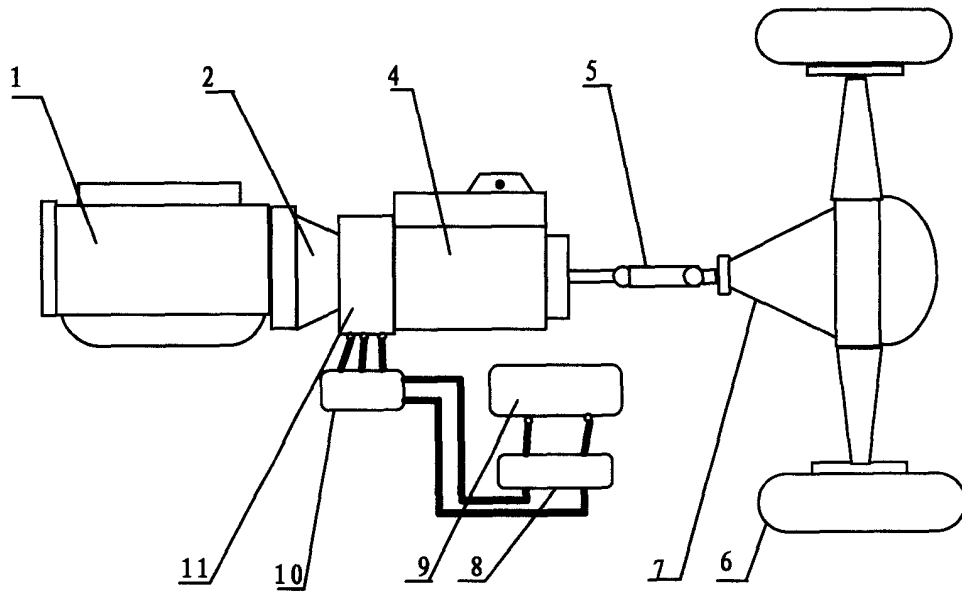


图 2

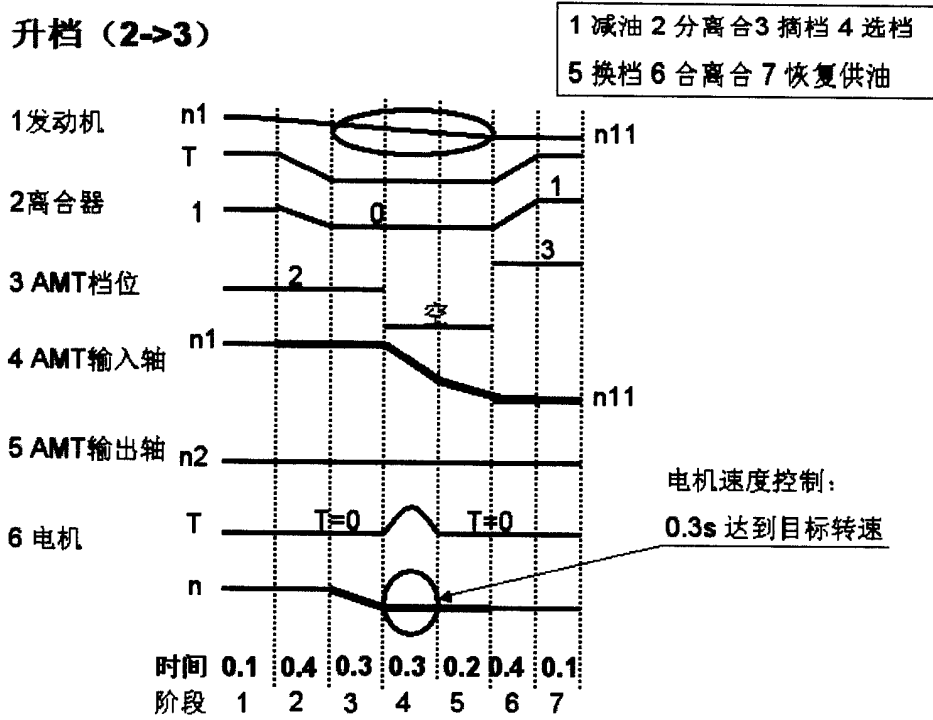


图 3