



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110901753 A

(43)申请公布日 2020.03.24

(21)申请号 201911288306.0

(22)申请日 2019.12.16

(71)申请人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街5号

(72)发明人 王帅 施国标

(51)Int.Cl.

B62D 5/04(2006.01)

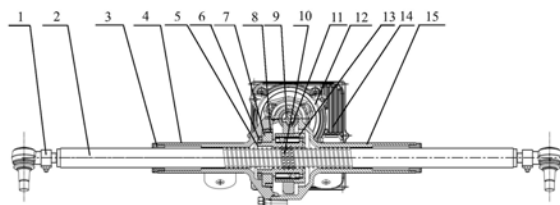
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种带中位自锁功能的后轮线控转向器及其控制方法

(57)摘要

一种带中位自锁功能的后轮线控转向器及其控制方法,所述后轮线控转向器包括:电机及其控制器、蜗轮蜗杆减速机构、滚柱丝杠减速机构。控制器布置在电机的尾部组成集成动力单元,电机布置在蜗轮蜗杆减速机构中蜗杆的输入轴端,电机转矩经蜗轮蜗杆减速机构放大输出到滚柱丝杠减速机构的丝杠螺母上,经滚珠钢球传递到丝杠上推动左右转向节转动。左右车轮主销处各装有一个转角传感器,转角信息实现冗余,蜗轮蜗杆设计为自锁结构。控制器在四轮转向工作模式下,可以根据前轮转角、车速确定电机的目标转角和转向速度,控制电机转动使后轮实现转向。本发明可以通过后轮线控转向实现四轮转向的需求,减小低车速的转向半径,提高机动性,改善高车速时的转向稳定性。



1. 一种带中位自锁功能的后轮线控转向器及其控制方法,其特征在于:后轮线控转向器由电机及其控制器、自锁式蜗轮蜗杆减速机构、滚珠丝杠减速机构组成。所述电机及其控制器集成在一起,控制器在电机尾部。所述自锁式蜗轮蜗杆减速机构作为电机输出力矩的第一级减速机构,对电机降速增扭。所述滚珠丝杠减速机构作为第二级减速机构,变转动为丝杠的直线运动,产生推动力带动左右拉杆进而带动转向节使车轮产生转向。

2. 根据权利要求1所述的带中位自锁功能的后轮线控转向器,其特征还在于,蜗轮蜗杆所构成的减速机构具备自锁性,蜗杆9的展开螺旋角 $\leq 4^\circ$,小于蜗轮蜗杆接触摩擦角,蜗杆9的材料为40Cr,蜗轮11的材料为锡青铜。蜗轮过盈压在蜗轮法兰13上,为了进一步保持动力的稳定传递可设置平键连接,蜗轮法兰13通过螺栓固定在丝杠螺母5上。蜗轮蜗杆减速机构的反向自锁决定了运动传递的单向性,即当电机停止工作时,丝杠轴的位置即被锁定,以达到无需后轮转向时后轮转向线控转向器处于锁止状态的目的。

3. 根据权利要求2所述的自锁式蜗轮蜗杆减速机构,其特征还在于,蜗杆9一端与电机16通过联轴器17连接,另一端伸出电动装置壳体15外且加工成六角螺帽形状,用于系统故障的人工归位,保证系统在非零位发生故障时可以通过手动转动螺母使系统工作位置调整至零位。

4. 根据权利要求2所述的自锁式蜗轮蜗杆减速机构,其特征还在于,蜗杆9一端与电机1601通过联轴器17连接,另一端可以布置另外一套带离合器的有刷电机1602,用于系统的冗余,当电机1601及其控制器故障时,通过带离合器有刷电机1602的离合器结合,其控制器控制带离合器的有刷电机1602实现后轮转向功能。

5. 根据权利要求1所述的带中位自锁功能的后轮用线控转向器,其特征还在于,滚珠丝杠减速机构中,螺母5上蜗轮法兰13内孔处设计有钢导管保证循环钢球10的循环流动,螺母5远离蜗轮法兰13的一侧,装配有轴承7,轴承7内圈靠牙腹锁紧螺母6锁紧,轴承7外圈设计有轴肩靠开槽外螺纹螺母8锁紧在转向器左壳体4上,从而使螺母5的轴向位置固定,以保证螺母5的旋转运动可使丝杠轴2进行轴向直线运动,丝杠轴2两端加工有铰球头1,与转向拉杆连接。

6. 根据权利要求1所述的带中位自锁功能的后轮线控转向器控制方法,其特征还在于,左右后车轮主销上端各装有角度传感器,角度传感器中的中心转轴与主销轴刚性连接,所述两个角度传感器互相冗余,将车轮转动角度实时反馈给控制器。所述控制器在四轮工作模式下,上层通过前轮转角和车速信号查表获得后轮转向的目标转角。下层则控制线控转向器的电机伺服上层得到的目标转角,通过控制执行电动机的电机电流、电机转速和位置来伺服目标角度,进而驱动转向轮实现转角的控制。所述控制器在两轮转向模式下待机,仅检测角度传感器是否处于零位,如果与零位偏差较大则驱动电机回中位;无需后轮转向时,处于锁止状态,无能耗产生。

一种带中位自锁功能的后轮线控转向器及其控制方法

所属技术领域

[0001] 本发明属汽车转向系统领域,具体涉及一种带中位自锁功能的后轮线控转向器及其控制方法。

背景技术

[0002] 目前车辆的转向主要通过驾驶员控制方向盘实现前轮的角度偏转,实现车辆行驶方向的改变。当采用具有后轮(四轮)转向时,具有以下优点:

[0003] 在转向时能够基本保持车辆质心侧偏角为零,且能够改善汽车对转向盘输入的动态响应特性,在一定程度上改善了横摆角速度和侧向加速度的瞬态响应性能指标,明显改善车辆高速行驶的稳定性。当在高速行驶中转向时,四轮转向系统通过后轮与前轮的同相转向,能有效降低/消除车辆侧滑事故的发生几率,明显改善车辆高速行驶的稳定性及安全性,进而缓解驾驶者在各种路况下(尤其是在风雨天)高速驾车的疲劳程度。当在低速行驶中转向时,缩小车辆转向时的转弯半径。在低速转向时,车辆因前后轮的反向转向能够缩小转弯半径达20%。四轮转向技术使大型车辆具有如同小型车辆的操纵及泊车敏捷性。提高了车辆的挂车能力。通过转向后轴对挂车的转向牵引,四轮转向系统极大地提高了转向操作随动性和正确性,改善了车辆挂车行驶的操纵性、稳定性及安全性。

[0004] 传统的四轮转向为了把前轮的转向动作按照一定规律传递到后轮上,并且要实现传动比的变化,需要一整套复杂的机械传递机构,占用空间大、成本高、可靠性差。线控操作的转向器可以依靠电信号,将前轮的转向动作轻而易举的通过控制策略,实现不同车速下后轮的最优转向动作,结构简单,但是要解决的是传统两轮模式下的节能以及故障模式下的中位锁止,防止地面冲击对转向器位置伺服的影响。

[0005] 带中位自锁功能的后轮用自锁式后轮转向用线控转向器,采用线控执行电动缸式结构,在输入端采用自锁式蜗轮蜗杆设计,当车辆摆动带动拉杆、螺杆轴轴向移动时,蜗轮蜗杆的不可逆性会使系统保持刚性,从而保证车辆在不同路面的操控稳定性。

发明内容

[0006] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种实现后轮转向精准、操作稳定、结构简单的可自锁后轮线控转向器。

[0007] 本发明的上述目的是通过这样的技术方案实现的,即一种带中位自锁功能的后轮线控转向器及其控制方法,除了为了检测左右后车轮的实际转角布置在主销上的两个角度传感器,还包括:

[0008] 电机及其控制器、自锁式蜗轮蜗杆减速机构、滚珠丝杠减速机构。所述电机及其控制器集成在一起,控制器在电机尾部。所述自锁式蜗轮蜗杆减速机构作为电机输出力矩的第一级减速机构,对电机降速增扭。所述滚珠丝杠减速机构作为第二级减速机构,变转动为丝杠的直线运动,产生推动力带动左右拉杆进而带动转向节使车轮产生转向。

[0009] 所述电机及其控制器,用于通过两角度传感器采集到的车轮偏转角度、车速等信

号,来控制电动机电流、转速实现对车轮转角位置的精确控制。其中,所述执行电动机为永磁无刷直流电动机,采用位置环、速度环、电流环三闭环实现车轮转角的伺服控制。所述角度传感器采用霍尔元件角度传感器,其中,角度传感器的壳体和中心转轴分别与车身和中心转轴刚性连接,和将主销与车体的相对运动机械信号转换为电信号,从而测得车轮转动角度。

[0010] 所述蜗轮蜗杆所构成的减速机构具备自锁性,蜗杆9的展开螺旋角 $\leq 4^\circ$,小于蜗轮蜗杆接触摩擦角,蜗杆9的材料为40Cr,蜗轮11的材料为锡青铜。蜗轮过盈压在蜗轮法兰13上,为了进一步保持动力的稳定传递可设置平键连接,蜗轮法兰13通过螺栓固定在丝杠螺母5上。蜗轮蜗杆减速机构的反向自锁决定了运动传递的单向性,即当电机停止工作时,丝杠轴的位置即被锁定,以达到无需后轮转向时后轮转向线控转向器处于锁止状态的目的。

[0011] 所述滚珠丝杠减速机构中,螺母5上蜗轮法兰13内孔处设计有钢导管保证钢球10的循环流动,螺母5远离蜗轮法兰13的一侧,装配有轴承7,轴承7内圈靠牙腹锁紧螺母6锁紧,轴承7外圈设计有轴肩靠开槽外螺纹螺母8锁紧在转向器左壳体4上,从而使螺母5的轴向位置固定,以保证螺母5的旋转运动可使丝杠轴2进行轴向直线运动,丝杠轴2两端加工有铰球头1,与转向拉杆连接。

[0012] 所述的自锁式蜗轮蜗杆减速机构,蜗杆9一端与电机16通过联轴器17连接,另一端伸出电动装置壳体15外且加工成六角螺帽形状,用于系统故障的人工归位,保证系统在非零位发生故障时可以通过手动转动螺母使系统工作位置调整至零位。

[0013] 进一步考虑系统的功能安全性,蜗杆9一端与电机1601通过联轴器17连接,另一端可以布置另外一套带离合器有刷电机1602,用于系统的冗余,当电机1601及其控制器故障时,通过带离合器有刷电机1602的离合器结合,其控制器控制带离合器有刷电机1602实现后轮转向功能。

[0014] 本发明的有益效果是,只有在需要后轮转向时,后轮转向系统才会起作用(主动能力),不会因路面不平造成轮胎抖动(被动转向),而造成操纵稳定性差等问题;只在后轮转向时电动机才提供动力,因而能减少能量消耗;能在各种行驶工况下提供合适的车轮偏角,抵消由路面不平所引起的对后轮转向系统的扰动,改善汽车的四轮转向特性;当车辆在直线行驶时,保持后轮在冲击路况的中位保持能力;当在高速行驶中转向时,四轮转向系统通过后轮与前轮的同相转向,能有效降低/消除车辆侧滑事故的发生几率,明显改善车辆高速行驶的稳定性及安全性,进而缓解驾驶者在各种路况下(尤其是在风雨天)高速驾车的疲劳程度。缩小车辆低速转向时的转弯半径。在低速转向时,车辆因前后轮的反向转向能够缩小转弯半径达20%。采用电动缸式线控转向器结构,没有系统无液压回路,无需前轮与后轮的机械连接,零部件大大减少,其质量更轻、结构更紧凑,在安装位置选择方面也更容易。设计上着重考虑的系统的的功能安全性,在故障模式下也能够实现常规的两轮模式行驶,也提供了具备冗余电机的方案。

附图说明

[0015] 本发明的上述结构可以通过附图和实施例作进一步说明。

[0016] 图1是本发明带中位自锁功能的后轮用线控转向系统的结构原理图。

[0017] 图2是本发明带中位自锁功能的后轮线控转向器的主剖视图。

[0018] 图3是本发明带中位自锁功能的后轮线控转向器的纵向剖视图。

[0019] 图4是本发明带中位自锁功能的后轮线控转向器的冗余电机方案结构图。

[0020] 图5是本发明带中位自锁功能的后轮线控转向器的控制方法流程图。

[0021] 上述图2、3、4中,1为铰球头;2为丝杠轴;3为支撑滑动轴承;4为转向器左壳体;5为丝杠螺母;6为牙腹锁紧螺母;7为螺母支撑轴承;8为开槽外螺纹螺母;9为蜗杆;10为循环钢球;11为蜗轮;12为电机法兰;13为蜗轮法兰;14为控制器;15为电动装置壳体;16为电机;1601无刷电机;1602为带离合器有刷电机;17为联轴器;18为蜗杆第一轴承;19为蜗杆第二轴承;20为油封。

具体实施方式

[0022] 如图1所示,电子控制单元根据采集到的SAS1/SAS2车轮转角信号、车速、发动机等信号并执行整车CAN总线发送的转角指令,转向控制器将车轮状态反馈至整车控制器。

[0023] 如图2所示,带中位自锁功能的后轮线控转向器,所述电机16及其控制器14集成在一起,控制器14在电机16的尾部。所述自锁式蜗轮蜗杆减速机构作为电机输出力矩的第一级减速机构,对电机降速增扭。所述滚珠丝杠减速机构作为第二级减速机构,变转动为丝杠的直线运动,产生推动力带动左右拉杆进而带动转向节使车轮产生转向。

[0024] 如图2、3所示,所述蜗杆蜗杆减速器的蜗杆9一端通过联轴器17连接,传递电机16的力矩。另一端伸出电动装置壳体15外且加工成六角螺帽形状,用于系统故障的人工归位,保证系统在非零位发生故障时可以通过手动转动螺母使系统工作位置调整至零位。此时,利用工具转动手动调节螺母8,使车轮处于零度角,形成传统行驶系统,由于蜗轮蜗杆的反向自锁能力,使后轮可保持零度角状态,使车辆保持可正常驾驶状态。

[0025] 蜗轮过盈压在蜗轮法兰13上,为了进一步保持动力的稳定传递可设置平键连接,蜗轮法兰13通过螺栓固定在丝杠螺母5上。蜗杆9的展开螺旋角 $\leq 4^\circ$,小于蜗轮蜗杆接触摩擦角,蜗杆9的材料为40Cr,蜗轮11的材料为锡青铜。蜗轮蜗杆减速机构的反向自锁决定了运动传递的单向性,即当电机停止工作时,丝杠轴的位置即被锁定,以达到无需后轮转向时后轮转向线控转向器处于锁止状态的目的。

[0026] 滚珠丝杠减速机构中,螺母5上蜗轮法兰13内孔处设计有钢导管保证循环钢球10的循环流动,螺母5远离蜗轮法兰13的一侧,装配有轴承7,轴承7内圈靠牙腹锁紧螺母6锁紧,轴承7外圈设计有轴肩靠开槽外螺纹螺母8锁紧在转向器左壳体4上,从而使螺母5的轴向位置固定,以保证螺母5的旋转运动可使丝杠轴2进行轴向直线运动,丝杠轴2两端加工有铰球头1,与转向拉杆连接。

[0027] 如图4所示,更优的,蜗杆9一端与电机1601通过联轴器17连接,另一端可以布置另外一套带离合器有刷电机1602,用于系统的冗余,当电机1601及其控制器故障时,通过带离合器有刷电机1602的离合器结合,其控制器控制带离合器有刷电机1602实现后轮转向功能。

[0028] 如图5所示,控制方法上通过左右后车轮主销上端各装有的角度传感器可以采集当前后轮转角。角度传感器中的中心转轴与主销轴刚性连接,所述两个角度传感器互相冗余,将车轮转动角度实时反馈给控制器。所述控制器在四轮工作模式下,上层通过前轮转角和车速信号查表获得后轮转向的目标转角。下层则控制线控转向器的电机伺服上层得到的

目标转角,通过控制执行电动机的电机电流、电机转速和位置来伺服目标角度,进而驱动转向轮实现转角的控制。所述控制器在两轮转向模式下待机,仅检测角度传感器是否处于零位,如果与零位偏差较大则驱动电机回中位;无需后轮转向时,处于锁止状态,无能耗产生。

[0029] 从流程而言,车辆上电后,首先进行参数的初始化,判断此时处在四轮模式还是两轮模式下;在四轮工作模式下,采集前后轮转角,通过两层控制策略达到控制后轮实现四轮转向:上层通过前轮转角和车速信号查表(由整车动力学优化得到的MAP图)获得后轮转向的目标转角;下层则控制线控转向器的电机伺服上层得到的目标转角,通过控制执行电动机的电机电流、电机转速和位置来伺服目标角度,进而驱动转向轮实现转角的控制。在两轮工作模式下,首先判断是否处在中位位置,如果没有,则让电动装置通过控制电机对后轮位置进行归零,如果上电即在中位,则系统待机,仅监控后轮角度。

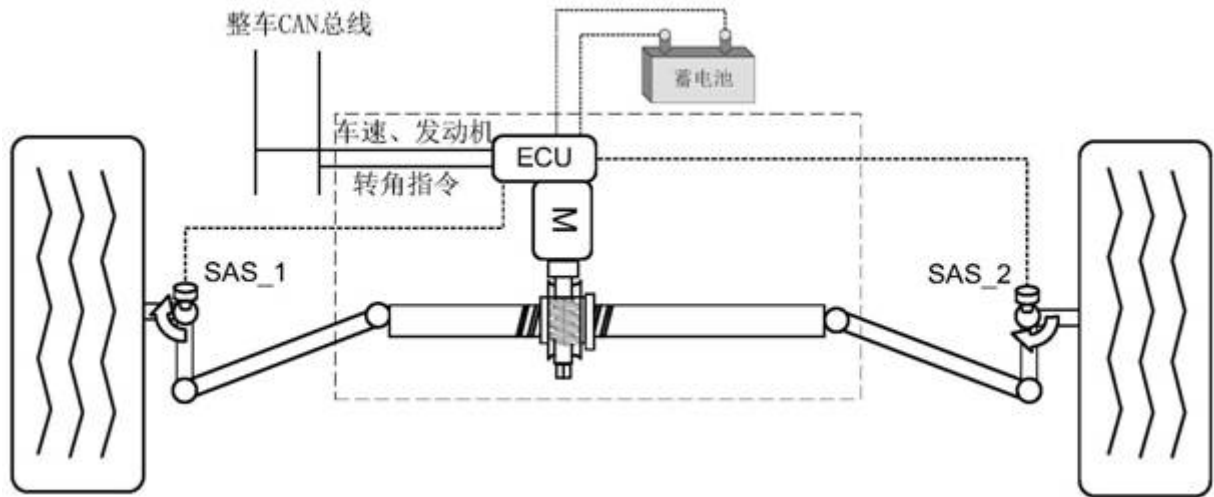


图1

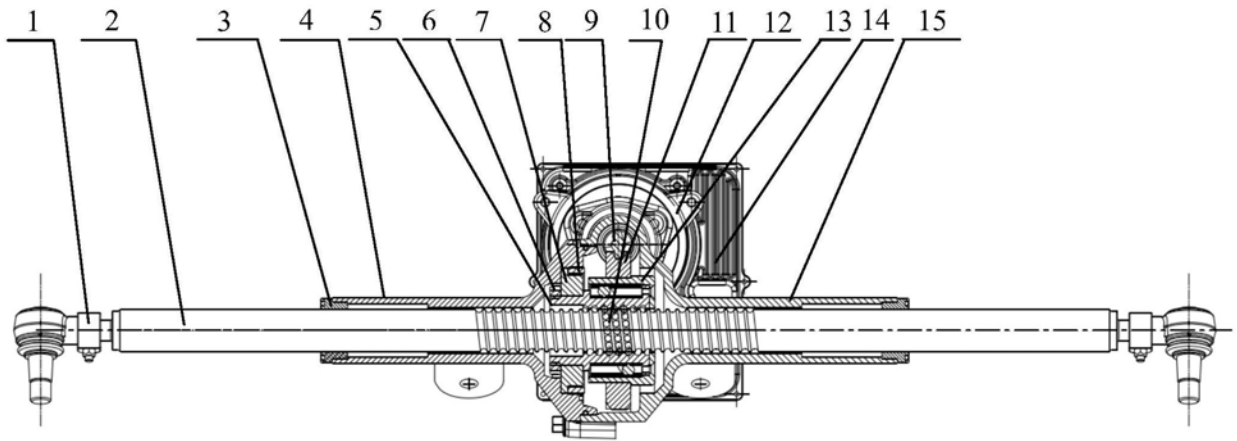


图2

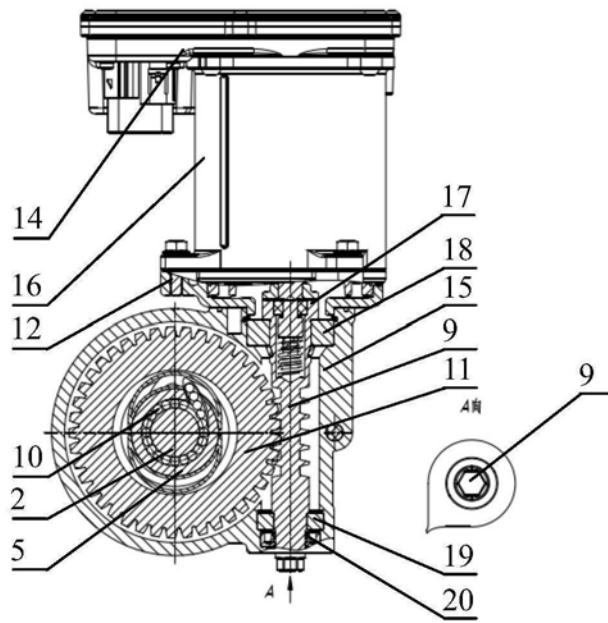


图3

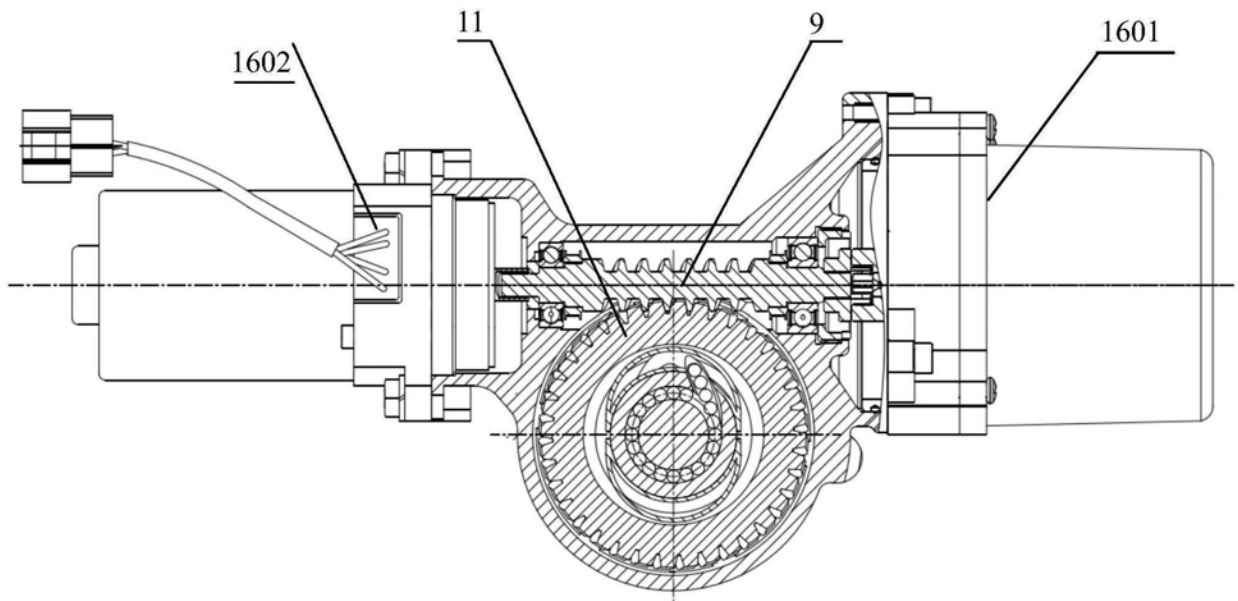


图4

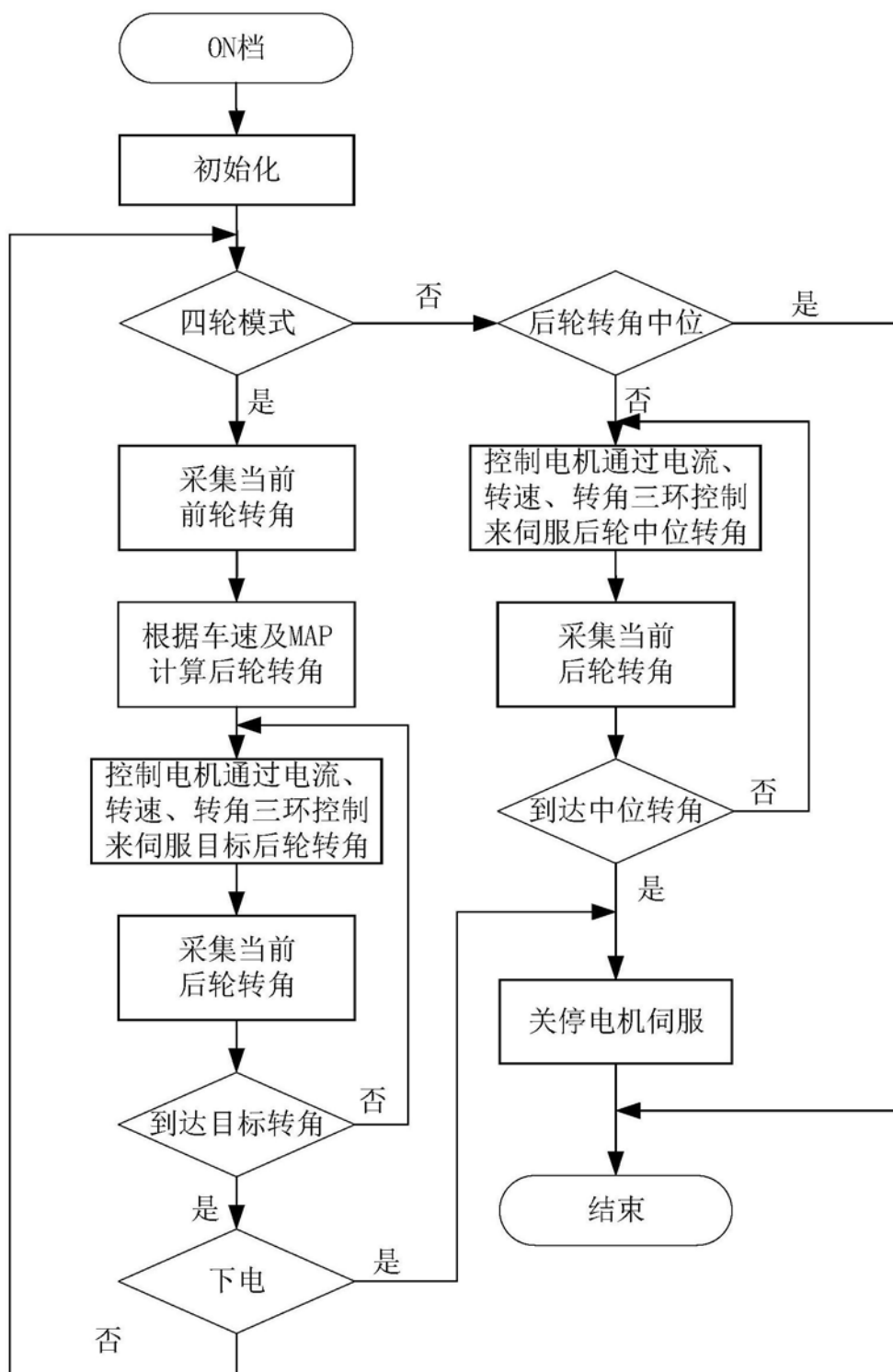


图5