

转向系统和车辆

相关申请的交叉引用

本申请要求申请日为 2019 年 10 月 25 日、申请号为 201911023005.5、专利申请名称为“转向系统和车辆”的优先权。

技术领域

本申请涉及车辆领域，具体地涉及一种转向系统，进一步，本申请还涉及一种车辆。

背景技术

随着科学技术进步，人们对车辆游戏娱乐功能的需求不断增加。飞车类游戏例如极品飞车、QQ 飞车等可以让体验到疯狂的驾驶乐趣，广受车辆爱好者的追捧和喜爱。目前体验上述游戏功能一般是通过在 PC 端操作常规键盘或操作专业游戏方向盘来实现的。常规键盘无法真实模拟出开车操纵方向盘转向的手感，而专业游戏方向盘的设备体积较大，用户自购使用的性价比较低，若去相关娱乐场所操作专业游戏方向盘则会带来场地限制，无法随时随地满足用户的使用需求。

而通过车辆本身的方向盘，坐在车内座椅上，直接体验上述游戏是一个很不错的方案。本申请的发明人在实践过程中发现，目前市场上所有车辆的转向系统，方向盘和转向器端轴都长期处于啮合状态。即便方向盘通过上下或前后四向调节，其传递力矩的结构（如花键等）始终未脱开，这就导致转动方向盘的同时，必然会带动轮胎跟着做轴向运动，而轮胎与地面间反复的静态摩擦，对轮胎本身的磨损会异常严重，不能被消费者接受。

公开内容

本申请的目的之一是为了克服现有技术存在的上述问题，提供一种结构更加紧凑的转向系统，该转向系统能够解耦或耦合，从而避免车辆进入游戏模式时，方向盘带动车轮转向，以更好地保护车辆轮胎。

为了实现上述目的，本申请第一方面提供一种转向系统，所述转向系统包括同轴设置的方向盘端轴、转向器端轴和用于驱动所述方向盘端轴和所述转向器端轴解耦或耦合的电动驱动机构。

可选地，所述转向系统还包括力矩反馈机构，该力矩反馈机构用于在解耦状态下根据所述方向盘端轴的扭转力矩或所述方向盘端轴的角度加速度变换量对所述方向盘端轴施加

阻尼力矩，以提高与所述方向盘端轴传动连接的方向盘的操作手感；和/或，该力矩反馈机构用于在解耦完毕后对所述方向盘端轴施加复位力矩，以驱动所述方向盘端轴复位至解耦前的转向角度；

所述力矩反馈机构与所述方向盘端轴同轴布置。

可选地，所述转向系统还包括与所述方向盘端轴和所述转向器端轴同轴设置的外壳体，所述方向盘端轴轴向可旋转地支撑在所述外壳体内，所述转向器端轴固定在所述外壳体内，所述力矩反馈机构和/或所述电驱动机构安装在所述外壳体内。

可选地，所述力矩反馈机构包括：

外转子电机，该外转子电机与所述方向盘端轴同轴设置，用于提供驱动力；

行星齿轮减速机构，该行星齿轮减速机构与所述方向盘端轴同轴设置，用于将所述外转子电机提供的驱动力传递给所述方向盘端轴以对所述方向盘端轴施加阻尼力矩或复位力矩。

可选地，所述外转子电机的定子与方向盘端轴同轴固定，外转子通过转动轴承轴向可旋转地安装在所述方向盘端轴上。

可选地，所述行星齿轮减速机构包括：与所述方向盘端轴同轴布置的若干级太阳齿机构，相邻两级太阳齿机构轴向间隔开；其中，最后一级太阳齿机构与所述方向盘端轴同轴固定，其他太阳齿机构通过转动轴承轴向可旋转地安装在所述方向盘端轴上；所述其他太阳齿机构中的每级太阳齿机构上均齿轮啮合有能够围绕该太阳齿机构的轴线公转且能够自转的行星齿；与第 N 级太阳齿机构啮合的行星齿的中心轴，和第 $N+1$ 级太阳齿机构连接；其中 N 为整数， N 大于或等于 1 且小于太阳齿机构的总级数；中心轴和第一级太阳齿机构连接的行星齿，与所述外转子齿轮啮合。

可选地，所述力矩反馈机构包括内转子电机，该内转子电机的转子同轴固定在所述方向盘端轴上。

可选地，所述电驱动机构包括：

滑套，该滑套套设在所述方向盘端轴和所述转向器端轴的外侧且配置为能够沿着所述方向盘端轴和所述转向器端轴的轴向平移以解耦或耦合所述方向盘端轴和所述转向器端轴；

电机，用于提供驱动力，以驱动所述滑套沿着所述方向盘端轴和所述转向器端轴的轴向平移。

可选地，所述电机为直线电机，该直线电机的动子与所述滑套固定连接；所述滑套的轴向至少一端设置有弹性元件以减小所述滑套轴向平移时的振动。

可选地，所述电机为内转子电机，该内转子电机的转子为中空结构，该中空结构轴向

可旋转地安装在所述方向盘端轴和所述转向器端轴的外侧，所述滑套同轴设置在所述中空结构内且与所述中空结构螺纹连接。

可选地，所述滑套的内周面上沿平行于轴线的方向形成有限位槽和花键，所述方向盘端轴和所述转向器端轴中的一者的外周面上形成有能够容纳在所述限位槽内的凸起，另一者的外周面上形成有能够与所述滑套花键结合的外花键。

可选地，所述转向系统还包括与所述方向盘端轴和所述转向器端轴同轴设置的外壳体，所述方向盘端轴轴向可旋转地支撑在所述外壳体内，所述转向器端轴固定在所述外壳体内，所述电机的定子固定在所述外壳体内。

可选地，所述转向系统还包括：

状态传感器，用于检测所述方向盘端轴和所述转向器端轴的解耦或耦合状态；

控制器，该控制器能够接收解耦或耦合指令并根据所述状态传感器检测的解耦或耦合状态控制所述电机驱动所述滑套解耦或耦合所述方向盘端轴和所述转向器端轴。

可选地，所述状态传感器能够按照设定的周期巡检所述方向盘端轴和所述转向器端轴的解耦或耦合状态。

可选地，所述转向系统还包括报警模块，该报警模块用于在车辆准备行驶前，且所述状态传感器检测所述方向盘端轴和所述转向器端轴处于解耦状态时发出报警信号。

可选地，所述状态传感器包括变阻器、电流检测元件和电源，所述电源与所述变阻器串联形成回路，所述电流检测元件用于检测所述回路中的电流，并将检测到的电流信号传递给所述控制器，所述变阻器的变阻滑块固定在所述滑套上。

可选地，所述控制器还能够在所述滑套移动至极限位置时停止对所述电机的控制。

基于本申请第一方面提供的转向系统，本申请第二方面提供一种车辆，所述车辆包括根据本申请第一方面所述的转向系统。

本申请提供的技术方案具有如下有益效果：

本申请通过电驱动机构解耦或耦合方向盘端轴和转向器端轴，在方向盘端轴和转向器端轴耦合的情况下，用户操作方向盘转动可以带动车轮转向，此时车辆可以处于正常驾驶模式；在方向盘端轴和转向器端轴解耦的情况下，用户操作方向盘转动不会带动车路转向，此时车辆可以处于游戏模式，由此可以避免游戏模式时，车轮与地面之间反复摩擦，导致车轮轮胎磨损，更好地保护车辆轮胎。

此外，方向盘端轴、转向器端轴和电驱动机构三者同轴布置，提高了转向系统的结构紧凑性，降低了具有解耦功能的转向系统的体积，有利于转向系统在车辆中的安装。

附图说明

图 1 是本申请实施例提供的转向系统的整体结构示意图；
图 2 是本申请一实施例提供的处于耦合状态的转向系统的纵向剖面图；
图 3 是本申请一实施例提供的处于解耦状态的转向系统的纵向剖面图；
图 4 是本申请一实施例提供的滑套的结构示意图；
图 5 是本申请一实施例提供的滑套与方向盘端轴或转向器端轴的安装示意图；
图 6 是本申请一实施例提供的力矩反馈机构与方向盘端轴的安装示意图；
图 7 是本申请另一实施例提供的处于解耦状态的转向系统的纵向剖面图；
图 8 是本申请另一实施例提供的处于耦合状态的转向系统的纵向剖面图；
图 9 是本申请又一实施例提供的处于解耦状态的转向系统的纵向剖面图；
图 10 是本申请实施例提供的状态传感器的结构示意图；
图 11 是本申请实施例提供的转向系统的解耦流程图；
图 12 是本申请实施例提供的车辆的结构框图。

附图标记说明

100-行星齿轮减速机构；101-最后一级太阳齿机构；102-第二级太阳齿机构；103-中心轴；104-行星齿；105-中心轴；106-行星齿；107-行星齿；108-第一级太阳齿机构；109-中心轴；110-转动轴承；111-转动轴承；112-转动轴承；113-转动轴承；200-力矩反馈机构的电机；201-外转子电机的定子；202-转动轴承；203-外转子电机的外转子；204-引出线；280-内转子电机；300-电驱动机构；301-外壳体；302-内转子电机的定子；303-内转子电机的转子；304-转动轴承；305-引出线；306-转动轴承；380-直线电机；381-滑套；382-弹簧；403-底板；500-盖板；600-方向盘端轴；605-凸起；700-转向器端轴；701-外花键；800-滑套；801-内花键；802-外螺纹；803-限位槽；900-方向盘；901-旋转角度传感器；21-变阻器；22-电流表；23-电源。

具体实施方式

以下结合附图对本申请的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是，此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本申请，并不用于限制本申请。

在本申请中，在未作相反说明的情况下，使用的方位词如“上、下、左、右”通常是指参考附图所指的上、下、左、右。“内、外”是指相对于部件本身轮廓的内、外。

参阅图 1-图 11，本申请实施例第一方面提供一种转向系统，该转向系统包括同轴设置的方向盘端轴 600、转向器端轴 700 和用于驱动所述方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700 解耦或耦合的电驱动机构 300。

需要说明的是，所述方向盘端轴 600 指的是与方向盘 900 传动连接的转轴，所述转向

器端轴 700 指的是与车轮传动连接的转轴。方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 在耦合的情况下，此时车辆可以进入正常驾驶模式，用户操作方向盘 900 转动可以使车轮转向；方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 在解耦的情况下，此时车辆可以进入游戏模式，用户操作方向盘 900 转动不会带动车路转向，由此可以避免游戏模式时，车轮与地面之间反复摩擦，导致车轮轮胎磨损，更好地保护车辆轮胎。

此外，方向盘端轴 600、转向器端轴 700、电驱动机构 300 三者同轴布置，提高了转向系统的结构紧凑性，降低了具有解耦功能的转向系统的体积，有利于转向系统在车辆中的安装。

参阅图 7-图 9，所述电驱动机构 300 的具体结构可以有多种，在一可选实施例中，所述电驱动机构 300 包括：滑套 381，该滑套 381 套设在方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700 的外侧且配置为能够沿着所述方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700 的轴向平移以解耦或耦合所述方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700；直线电机 380，该直线电机 380 的动子与所述滑套 381 固定连接，用于带动所述滑套 381 沿着所述方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700 的轴向平移。

具体地，所述滑套 381 的内周面上可以加工出内花键，所述方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700 的外周面上例如可以加工出能够与所述滑套 381 的内花键相接合的外花键 701。所述直线电机 380 的动子与滑套 381 固定连接，例如动子与滑套 381 形成为一体，直线电机 380 的定子固定在方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 的外侧，在电机运行的情况下，动子可以沿着方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 的轴向平移，并带动滑套 381 沿着方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 的轴向平移。

参阅图 7 和图 9，当滑套 381 轴向平移至仅与方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 中的一者接合的第一接合位置时，方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 解耦，此时车辆可以进入游戏模式。参阅图 8，当滑套 381 轴向平移至同时与方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 接合的第二接合位置时，方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 耦合，此时车辆可以进入正常驾驶模式。

在图 7-图 9 所示出的实施例中，方向盘端轴 600 和滑套 381 处于常接合状态，滑套 381 仅在耦合状态下同时与方向盘端轴 600 以及转向器端轴 700 接合。

通过直线电机 380 驱动滑套 381 滑动时，由于直线电机 380 的动子本身做直线运动，因此可以直接将动子与滑套 381 固定在一起，通过动子带动滑套 381 平移。需要说明的是，这里的滑套 381 可以为中空圆柱体结构，也可以为圆弧板结构。

所述直线电机 380 例如可以为电磁直线电机 380，在电磁直线电机 380 运行的情况下，动子可以沿着方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 的轴向平移。由机械领域的公知常识可知，

在不设置缓冲元件的情况下，一个零部件平移时难免会产生振动，因此，动子在平移过程中也会产生振动，使得平移过程不平顺。在一可选实施例中，为了减小动子平移时的振动，可以在滑套的轴向至少一侧设置弹性元件例如弹簧 382，通过弹性元件来提高滑套平移时的平顺性，达到减振的目的。在图 7-图 9 所示出的实施例中，仅示出了滑套下端的弹簧 382。

为了便于安装直线电机 380 和弹簧 382，可选地，所述转向系统还包括外壳体 301，该外壳体 301 与所述方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700 同轴设置，所述方向盘端轴 600 轴向可旋转地支撑在所述外壳体 301 内，所述转向器端轴 700 固定在所述外壳体 301 内，直线电机 380 的定子固定在外壳体 301 内，滑套下端的弹簧 382 可以安装在外壳体 301 的底部与滑套 381 的底部之间。

具体地，外壳体 301 可以为中空圆柱体，方向盘端轴 600 可以自中空圆柱体的顶端伸入至中空圆柱体内，并且通过安装在中空圆柱体的上盖板 500 内的转动轴承 110 轴向可旋转地支撑在外壳体 301 内。转向器端轴 700 可以自中空圆柱体的底端伸入至中空圆柱体内，并且与中空圆柱体的下底板 403 固定连接，弹簧 382 安装在中空圆柱体的下底板 403 与滑套 381 之间，直线电机 380 的定子固定在中空圆柱体的内侧壁上。

在另一实施例中，所述电驱动机构 300 还可以包括：滑套 800，该滑套 800 套设在方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700 的外侧且配置为能够沿着所述方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700 的轴向平移以解耦或耦合所述方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700；内转子电机，该内转子电机的转子 303 为中空结构，该中空结构轴向可旋转地安装在所述方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700 的外侧，所述滑套 800 同轴设置在所述中空结构内且与所述中空结构螺纹连接，所述转子 303 转动时驱动所述滑套 800 沿着所述方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700 的轴向平移。

与直线电机 380 不同，内转子电机的转子 303 只能做轴向旋转运动，不能做直线运动。为了使得内转子电机能够驱动滑套 800 沿着方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 的轴向平移，需要将内转子电机的转子 303 的轴向旋转运动转化为滑套 800 的轴向平移。

参见图 4-图 5，为了实现上述功能，所述滑套 800 与所述方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700 中的一者连接为使得所述滑套 800 能够沿着所述方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700 的轴向平移，但不能相对于所述方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700 产生周向位移。例如，在滑套 800 的内周面上沿着平行于轴向的方向加工出限位槽 803，在方向盘端轴 600 和/或转向器端轴 700 上加工出能够容纳在该限位槽 803 内的凸起 605。所述转子 303 的内周面上加工有内螺纹，所述滑套 800 的外周面上具有外螺纹 802，滑套 800 置于转子 303 内，并且与转子 303 螺纹连接。由此，当内转子电机通电时，转子 303 可以旋转，从而驱动滑套 800 沿着方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 的轴向平移。

参见图 2，当滑套 800 轴向平移至下端时，方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 耦合，用户操作方向盘转动时，可以带动转向器端轴 700 旋转，转子 303 通过转动轴承 304 和 306 轴向可旋转地安装在方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 的外侧，由于转子 303 与滑套 800 螺纹连接，因此，方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 转动时，可以带动转子 303 同步旋转。

参阅图 3，当滑套 800 轴向平移至上端时，方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 解耦，用户操作方向盘 900 转动时，仅带动方向盘端轴 600 转动，转向器端轴 700 保持不动。同时，由于滑套 800 套设在方向盘端轴 600 外侧，因此滑套 800 会随着方向盘端轴 600 同步旋转，并且带动转子 303 同步旋转。

参阅图 2 和图 3，为了便于安装内转子电机，所述转向系统还包括与所述方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700 同轴设置的外壳体 301，所述方向盘端轴 600 轴向可旋转地支撑在所述外壳体 301 内，所述转向器端轴 700 固定在所述外壳体 301 内，所述内转子电机的定子 302 固定在所述外壳体 301 内。

具体地，所述方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700 与外壳体 301 的具体安装方式可参照前文。所述内转子电机的定子 302 同轴固定在外壳体 301 内。可选地，外壳体 301 的底部设置有引线孔，定子绕线经由该引线孔引出至外壳体 301 外，与外部的电源、电控装置等电连接。

所述方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700 同轴布置并且彼此分离，如此，方向盘端轴 600 可以在解耦的情况下不带动转向器端轴 700 转动，并在耦合的情况下带动转向器端轴 700 转动。方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 的设置方式可以有多种，例如方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 在轴向上彼此间隔开。在一可选实施例中，为了保证方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 的同轴度，所述方向盘端轴 600 为中空结构，例如中空圆柱体结构，转向器端轴 700 的一端插入在中空结构内并且与中空结构径向分离，由此，可以保证方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 的同轴度，以便于滑套 800 实现解耦或耦合动作。

参阅图 10-图 11，在一可选实施例中，所述转向系统还包括状态传感器，用于检测所述方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700 的解耦或耦合状态；控制器，该控制器能够接收解耦或耦合指令并根据所述状态传感器检测的解耦或耦合状态控制所述电机驱动滑套 800 解耦或耦合所述方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700。

具体地，所述控制器能够接收解耦或耦合信号，在需要解耦或耦合时，控制器可以通过状态传感器读取方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 的解耦或耦合状态。当接收到解耦信号并且控制器判断方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 处于耦合状态时，控制电驱动机构 300 解耦方向盘端轴 600 和转向器端轴 700；当接收到耦合信号，并且控制器判断方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 处于解耦状态时，控制电驱动机构 300 耦合方向盘端轴 600 和转向

器端轴 700。

参阅图 10，在一具体实施例中，所述状态传感器包括变阻器 21、电流表 22 和电源 23，所述电源 23 的一端与变阻器 21 的变阻滑块电连接，另一端与电流表 22 的一测量端电连接，所述电流表 22 的另一测量端与变阻器 21 的一端连接，所述电流表 22 的信号输出端与所述控制器信号连接，所述变阻器 21 的变阻滑块固定在所述滑套 800 上。可以理解的是，上述电流表 22 还可以为其他电流检测元件，例如电流传感器，在一些实施例中，电流传感器可以无需串联在回路中即可检测变阻器 21 回路中的电流。

由于变阻器 21 的变阻滑块固定在滑套 800 上，因此，在滑套 800 滑动时，可以带动变阻滑块移动，变阻器 21 接入电路中的有效电阻产生变化，从而使得电路中的电流产生变化，通过电流表 22 测量电路中的电流即可获知变阻滑块的具体位置，控制器与电流表 22 的信号输出端相连，接收电流表 22 检测的电流信号，并且根据该电流信号来判断变阻滑块的具体位置，从而获知滑套 800 或 381 的具体位置，判断方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 是处于解耦状态还是耦合状态，并且还能够判断出滑套 800 或 381 的运动位置，判断滑块是否运动到极限位置，例如滑块向上移动至顶端与内转子接触的位置或滑块向下移动至底端与内转子接触的位置。在判断滑套 800 或 381 运动至极限位置时，停止对电驱动机构 300 的控制，从而使得滑套 800 或 381 停止移动，避免发生如电机堵转等现象。

变阻器 21 的选型应考虑使用较大阻值变阻器 21。根据功率等于电压乘以电流，即 $P=UI$ 可知，为了减小状态传感器的消耗功率，在电压不变的前提下，应尽量减小电流。而电流等于电压除以电阻，即 $I=U/R$ ，当电阻越大，则电流越小。因此，应在电流表 22 量程范围内尽量增大变阻器 21 阻值，降低状态传感器功耗。

由于本申请实施例中所述变阻器 21 阻值可在一定范围内连续变化，因此，状态传感器亦可以实现对滑套 800 或 381 的状态参数实现连续输出，有利于更好地控制滑套 800 或 381。

在一可选实施例中，所述状态传感器能够按照设定的周期例如 50ms 巡检所述方向盘端轴 600 和所述转向器端轴 700 的解耦或耦合状态，若发现电驱动机构 300 发生异常，则可以配合车辆的辅助驾驶系统/无人驾驶系统控制车辆安全靠边停车检查，从而提高车辆的安全性。

此外，所述转向系统还可以包括报警模块，该报警模块与状态传感器配合使用，在车辆准备行驶前，可用状态传感器检测滑套 800 或 381 的状态，如果是解耦状态，则禁止车辆行驶，并给驾驶员发出提醒信号，从而提高车辆的驾驶安全性。

控制器对电驱动机构 300 的控制原理如图 11 所示，在一个实施例中，当控制器控制输入至电机中的电流为正向直流电时，滑套 800 或 381 向上平移，方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 脱离，实现二者之间的解耦；在又一个实施例中，当控制器控制输入至电机中的

电流为反向直流电时，滑套 800 或 381 向下平移，方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 接合，实现二者之间的耦合。上述电机用于驱动滑套 800 或 381 运动，该电机例如可以为直线电机 380 或内转子电机。

当方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 解耦后，车辆进入游戏模式。在游戏模式下，用户操作方向盘将不会受到任何阻力，影响方向盘的操作手感，降低用户娱乐体验。

为了解决此技术问题，本申请实施例对转向系统做进一步改进。具体地，所述转向系统还包括力矩反馈机构，所述力矩反馈机构用于根据所述方向盘端轴 600 在解耦状态下的扭转力矩或所述方向盘端轴 600 的角度加速度变换量对所述方向盘端轴 600 施加反向的反馈力矩以阻碍所述方向盘端轴 600 转动从而增强方向盘的操作手感。

通过力矩反馈机构根据扭转力矩或角度加速度变换量向方向盘施加反向的反馈力矩，由此可以在用户操作方向盘转向时，对方向盘施加一定的阻力，使得用户在游戏模式下操作方向盘转动时会有一定的“重”感，就像在实际路面上真实驾驶一样，从而改善用户使用车辆进行游戏娱乐时的操作体验。

反馈力矩与检测的扭转力矩或角度加速度变换量之间的对应关系通过试验建立，并预先存储在控制器中，由控制器根据检测的扭转力矩或角度加速度变换量控制力矩反馈机构输出的反馈力矩的大小，能够给予用户最佳的游戏体验。

在游戏结束后，上述方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 可通过滑套 800 与方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 例如花键结合来实现二者之间的耦合，从而使得车辆进入正常驾驶模式。以方向盘端轴 600 与滑套 800 常接合为例，在解耦完毕后，只有当转向器端轴 700 上的外花键 701 与滑套 800 的内花键彼此对中时，二者之间才能实现顺利耦合。

然而，在方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 解耦后，例如，用户在游戏时操作方向盘转向，在游戏结束后，方向盘可能不再位于解耦前的转向角度。方向盘的偏转将导致方向盘端轴 600 发生偏转，进而导致滑套 800 或 381 的转向角度相对于解耦前产生变化，当滑套 800 或 381 和转向器端轴 700 不再对中（如上段所述，当转向器端轴 700 上的外花键 701 与滑套 800 的内花键彼此对中、对齐时，二者之间才能实现顺利耦合，当转向器端轴 700 上的外花键 701 与滑套 800 的内花键不再对中、对齐时，二者之间不能实现顺利耦合）时，方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 将无法实现游戏后的再次耦合，影响车辆的正常使用。

为了解决此技术问题，本申请可选实施中，所述力矩反馈机构还用于在解耦完毕后对所述方向盘端轴 600 施加反向的反馈力矩以驱动所述方向盘端轴 600 复位至解耦前的转向角度。在方向盘端轴 600 与转向器端轴 700 解耦前，滑套 800 或 381 和转向器端轴 700 处于彼此对中的状态。因此，在此角度下，可以实现方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 之间的耦合。

所述力矩反馈机构的结构可以有多种。在一可选实施例中，所述力矩反馈机构包括：力矩检测元件，用于检测所述方向盘端轴 600 在解耦状态下的扭转力矩；角度检测元件，用于检测所述方向盘端轴 600 在游戏前后的转向角度；动力元件，用于提供驱动力；传动机构，用于将所述驱动力传递给所述方向盘端轴 600 以对所述方向盘端轴 600 施加反向的反馈力矩；控制器，用于根据所述力矩检测元件检测的扭转力矩控制所述动力元件提供所述驱动力。

具体地，所述力矩检测元件例如可以为力矩传感器，所述角度检测元件例如可以为角度传感器。可选地，力矩检测元件和角度检测元件可以集成为一体，例如通过力矩角度传感器来实现方向盘端轴 600 的力矩和角度检测，力矩角度传感器可以安装在方向盘端轴 600 上。

参阅图 1，力矩反馈机构还可以通过旋转角度传感器 901 来检测方向盘端轴 600 的转向角度和角度加速度变化量，旋转角度传感器 901 可以安装在方向盘端轴 600 的联接方向盘 900 的一端。

所述动力元件例如可以为电机，所述控制器例如可以为单片机或可编程逻辑控制器等，控制器可以根据检测到的扭转力矩的大小或方向盘端轴 600 的角度加速度变换量，来控制电机的输入电流从而改变电机输出的驱动力。也可以在需要复位时，根据角度检测元件检测的角度来控制电机的输入电流的大小和方向来控制方向盘端轴 600 复位。在复位模式下，电机处于驱动状态，通过电机来驱动方向盘转向复位。在加载模式下，电机处于发电状态或者通过改变电机的输入电流的大小来改变电机的驱动力的大小，进而对方向盘端轴 600 施加不同的反馈力矩。

所述电机可以为外转子电机 200 或内转子电机 280，所述外转子电机 200 例如可以为直流无刷电机。根据电机类型的不同，力矩反馈机构与方向盘端轴 600 的安装方式也不同。具体地，

以电机为外转子电机 200 为例，该外转子电机 200 的定子 201 同轴固定在方向盘端轴 600 上，外转子 203 通过转动轴承 202 轴向可旋转地安装在所述方向盘端轴 600 上；传动机构为行星齿轮减速机构 100，该行星齿轮减速机构 100 与所述方向盘端轴 600 同轴设置；用于将外转子 203 的旋转动力传递给所述方向盘端轴 600。

具体地，参阅图 6，所述行星齿轮减速机构 100 包括与所述方向盘端轴 600 同轴布置的若干级太阳齿机构，相邻两级太阳齿机构轴向间隔开；其中，最后一级太阳齿机构 101 位于最上端，与所述方向盘端轴 600 同轴固定，其他太阳齿机构通过转动轴承 111、112 轴向可旋转地安装在所述方向盘端轴 600 上；除最后一级太阳齿机构外，其他太阳齿机构中的每级太阳齿机构上均齿轮啮合有能够围绕该太阳齿机构的轴线公转且能够自转的行星齿；

与第 N 级太阳齿机构啮合的行星齿的中心轴，和第 N+1 级太阳齿机构连接；其中 N 为整数，N 大于或等于 1 且小于太阳齿机构的总级数；行星齿 107 与外转子 203 齿轮啮合，行星齿 107 的中心轴 109 与第一级太阳齿机构 108 连接。

具体地，除最后一级太阳齿机构 101 外，其他的太阳齿机构的结构基本相同，最后一级太阳齿机构 101 为圆环形，同轴固定在方向盘端轴 600 外侧。其他的太阳齿机构也为圆环形，但这些太阳齿机构在轴向上具有两个径向尺寸不同的轴向段，下方的轴向段的径向尺寸大于上方的轴向段的径向尺寸，并且在上方的轴向段的外周面上形成有能够与行星齿啮合的齿结构，下方的轴向段作为用于支撑行星齿的支架；与第 N 级太阳齿机构啮合的行星齿的中心轴，和第 N+1 级太阳齿机构的下方的轴向段连接；外转子 203 的上端轴向向上延伸形成套设在方向盘端轴 600 的外侧的齿套，该齿套的外周面上形成有齿结构，行星齿 107 与外转子 203 的齿套齿轮啮合；由此，当外转子 203 旋转时，会驱动行星齿 107 绕着太阳齿机构的轴线公转且自转。

可选地，为了保证传动的平顺性，可以在齿套的内周面与方向盘端轴 600 的外周面之间加设转动轴承 113，齿套与转动轴承 113 的外周面固定连接，转动轴承 113 的内周面与方向盘端轴 600 固定连接。

为了将除了最后一级太阳齿机构 101 以外的其他太阳齿机构通过转动轴承 111、112 轴向可旋转地安装在方向盘端轴 600 上，其他太阳齿机构的内周面上形成有能够与转动轴承 111、112 的外圈的下端面面相抵接的限位台阶。

当外转子 203 旋转时，驱动行星齿 107 围绕方向盘端轴的中心轴公转且自转，由于行星齿 107 与第一级太阳齿机构 108 连接，因此，行星齿 107 公转时会带动第一级太阳齿机构 108 转动，由于第一级太阳齿机构 108 和行星齿 106 齿轮啮合，因此，在第一级太阳齿机构 108 自转时，会带动行星齿 106 围绕第一级太阳齿机构 108 的中心轴公转且自转，依次传动，直至带动最后一级太阳齿机构 101 旋转。由于最后一级太阳齿机构 101 与方向盘端轴 600 固定连接，因此可以将旋转动力传递给方向盘端轴 600，从而对方向盘端轴 600 施加反馈力矩。

太阳齿机构的级数可以根据需要设定，在图 2-图 3 以及图 6-图 8 所示出的实施例中，一共设置有三级太阳齿机构，当然，太阳齿机构的级数还可以变化。此外，每级太阳齿机构以及外转子上啮合的行星齿的数量可以根据需要设置。在附图 2-图 3 以及图 6-图 8 所示出的实施例中，每级太阳齿机构以及外转子上啮合的行星齿的数量至少为两个，可以理解的是，该数量可以为 1 个或多个等。

在复位模式下，上述行星齿轮减速机构 100 可以将外转子 203 的速度降低后传递给方

向盘端轴 600，进而精确地控制方向盘端轴 600 的转向角度。在加载模式下，上述行星齿轮减速机构 100 还可以提高外转子 203 的转动扭矩后反馈给方向盘端轴 600，从而可以采用小功率和小体积的电机实现对方向盘端轴 600 的复位和加载功能，以便于电机的安装。

如前所述，所述电机还可以为内转子电机 280。如图 9 所示，当电机为内转子电机 280 时，可以取消传动机构，直接将内转子电机 280 的内转子固定在方向盘端轴 600 上，即内转子设置为中空结构，该中空结构同轴固定在方向盘端轴 600 外侧。则在内转子电机 280 通电的情况下，内转子旋转的动力可以直接传递给方向盘端轴 600 从而对方向盘端轴 600 施加反馈力矩。

可选地，力矩反馈机构可以安装在外壳体 301 内。在转向系统同时配置有力矩反馈机构和电驱动机构 300 的情况下，力矩反馈机构和电驱动机构 300 可以集成安装在同一外壳体 301 内。外壳体 301 与方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 的具体安装方式参照前文所述，此处不再赘述。

所述力矩反馈机构和所述电驱动机构 300 均具有电机，力矩反馈机构的电机引出线 204 和电驱动机构 300 的电机引出线 305 可以合并在一起，并通过外壳体 301 上的同一引线孔引出。该引线孔例如可以设置在外壳体 301 的底端，也可以开设在外壳体 301 的侧部。

当转向系统配置有行星齿轮减速机构 100 时，外壳体 301 的内周面上还可以对应行星齿轮减速机构 100 中的行星齿 104、106、107 形成能够与行星齿 104、106、107 啮合的齿结构，以进一步提高行星齿轮减速机构 100 的运转的平稳性。

当力矩反馈机构中的电机选用内转子电机 280 时，内转子电机 280 的定子 201 同轴固定在外壳体 301 内。

本申请实施例提供的转向系统的工作原理如下：

用户通过客户端例如平板电脑 PAD 发送游戏开启或结束请求，控制器 A 接收该请求，并控制电驱动机构 300 的电机解耦或耦合方向盘端轴 600 和转向器端轴 700，当方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 解耦成功后，会通过车载通信装置 VCU 和 CAN 总线反馈给控制器 B，由控制器 B 根据接收到的信号来控制力矩反馈机构中的电机的作业状态。

具体地，当方向盘端轴 600 和转向器端轴 700 解耦成功时，车辆进入游戏模式，控制器 B 控制力矩反馈机构进入加载模式，例如可通过改变力矩反馈机构中的电机的输入电流的大小来控制反馈给方向盘端轴 600 的加载力矩的大小。加载力矩的大小除了可以根据检测的扭转力矩来控制外，还可以由方向盘角度加速度变化量的绝对值的大小进行控制。当没有收到角度变化（角度无变化表明游戏结束，用户停止操作方向盘）时或游戏结束时，控制器 B 会控制力矩反馈机构切换到复位模式，在复位模式下，控制器 B 会根据游戏结束时，方向盘端轴 600 所处角度与初始位置的正负来控制电机运转方向，最终运行到初始位

置，完成复位。复位成功后，控制器 B 会将信号传递给 VCU，VCU 收到信号后再发出复位成功信号给控制器 A，电驱动机构 300 中的电机开始运行，完成耦合动作，该耦合成功的信号可以通过 VCU 传递给客户端。

此外，状态传感器按照设定的周期巡检电驱动机构 300 的状态，当出现解耦故障时，向用户发出解耦故障信号，以停车检查。

参阅图 12，基于本申请实施例第一方面提供的转向系统，本申请实施例第二方面提供一种车辆，所述车辆包括根据本申请实施例第一方面所述的转向系统。

以上结合附图详细描述了本申请的可选实施方式，但是，本申请并不限于此。在本申请的技术构思范围内，可以对本申请的技术方案进行多种简单变型。包括各个具体技术特征以任何合适的方式进行组合。为了避免不必要的重复，本申请对各种可能的组合方式不再另行说明。但这些简单变型和组合同样应当视为本申请所公开的内容，均属于本申请的保护范围。