

车辆（二）——EPS概述



ZZ先生
偏隅一方，纵观苍茫大地

+ 关注他

来自专栏 · 车辆 >

104 人赞同了该文章 >

一、电动助力转向系统⁺概述

在浩浩汤汤的汽车发展进程中，**动、停、拐**一直是汽车的三大研究主线。转向系统作为汽车底盘系统的重要子系统，其性能直接影响到汽车操纵稳定性、驾驶舒适性以及行驶安全性。为不断提升转向系统性能，满足驾驶员对低速转向轻便性、高速转向路感及燃油经济性的要求，汽车转向系统经历了**机械转向系统⁺** (Manual Steering,MS)、**液压助力转向系统⁺** (Hydraulic Power Steering,HPS)、**电控液压助力转向系统⁺** (Electro Hydraulic Power Steering,EHPS) 和**电动助力转向系统**等四个发展阶段

HPS系统由发动机驱动转向油泵提供液压动力，通过控制转向控制阀实现助力转向。它解决了**机械转向系统原地和低速转向时驾驶员负担过重**的问题，但因其助力作用仅与驾驶员操纵力有关，不同车速下的助力特性相同，故容易导致高速行驶时转向“发飘”，驾驶员不易掌握路面反馈信息，转向路感较差。

为此，上世纪 80 年代日本光洋株式会社推出了助力特性随车速变化的EHPS系统，其在传统HPS基础上增加**电控系统**，电控单元根据车速信号通过加设的电磁阀来调节液压助力系统的助力大小，从而实现助力矩随车速变化的助力效果。EHPS同时满足了驾驶员对汽车低速行驶转向轻便性和高速行驶良好路感的要求，但由于增加了电控单元、**车速传感器⁺**、电磁阀、液流分配阀等装置，EHPS的结构更为复杂，成本较高，并且**无法克服传统HPS存在的工艺复杂、助力特性受发动机转速影响、不转向时仍有能量消耗、液压油容易泄漏、对密封性要求较高、需要经常维护等固有缺陷**，是介于HPS和EPS之间的过渡性产品。【来源：基于**永磁同步电机⁺**的电动助力转向系统力矩控制算法研究】

为了克服EHPS系统的上述缺点，上世纪 80 年代后期，日本**捷太格特公司⁺**成功开发出**首台转向柱式EPS系统**并装配在铃木公司的**Cervo小型轿车⁺**上。而后多家汽车公司相继都推出了各自的EPS系统，由此EPS系统以其优越的性能将得到了迅速发展，并逐步取代传统的液压动力转向系统成为汽车动力转向系统的发展趋势，具有良好的应用前景。

现代车辆除了极少数（比如比亚迪低配F0）的车型没有转向助力外，大多数的车型都有助力。

二、EPS基本结构

电动助力转向系统是一种以电动机作为动力辅助驾驶员进行转向操作的动力转向系统。根据助力电机⁺安装位置的不同，EPS系统大致可分为转向管柱助力式EPS（Column-EPS,C-EPS）、小齿轮助力式EPS(Pinion-EPS,P-EPS)和齿条式助力式EPS（Rack-EPS,R-EPS）三种类型，可见下图1。

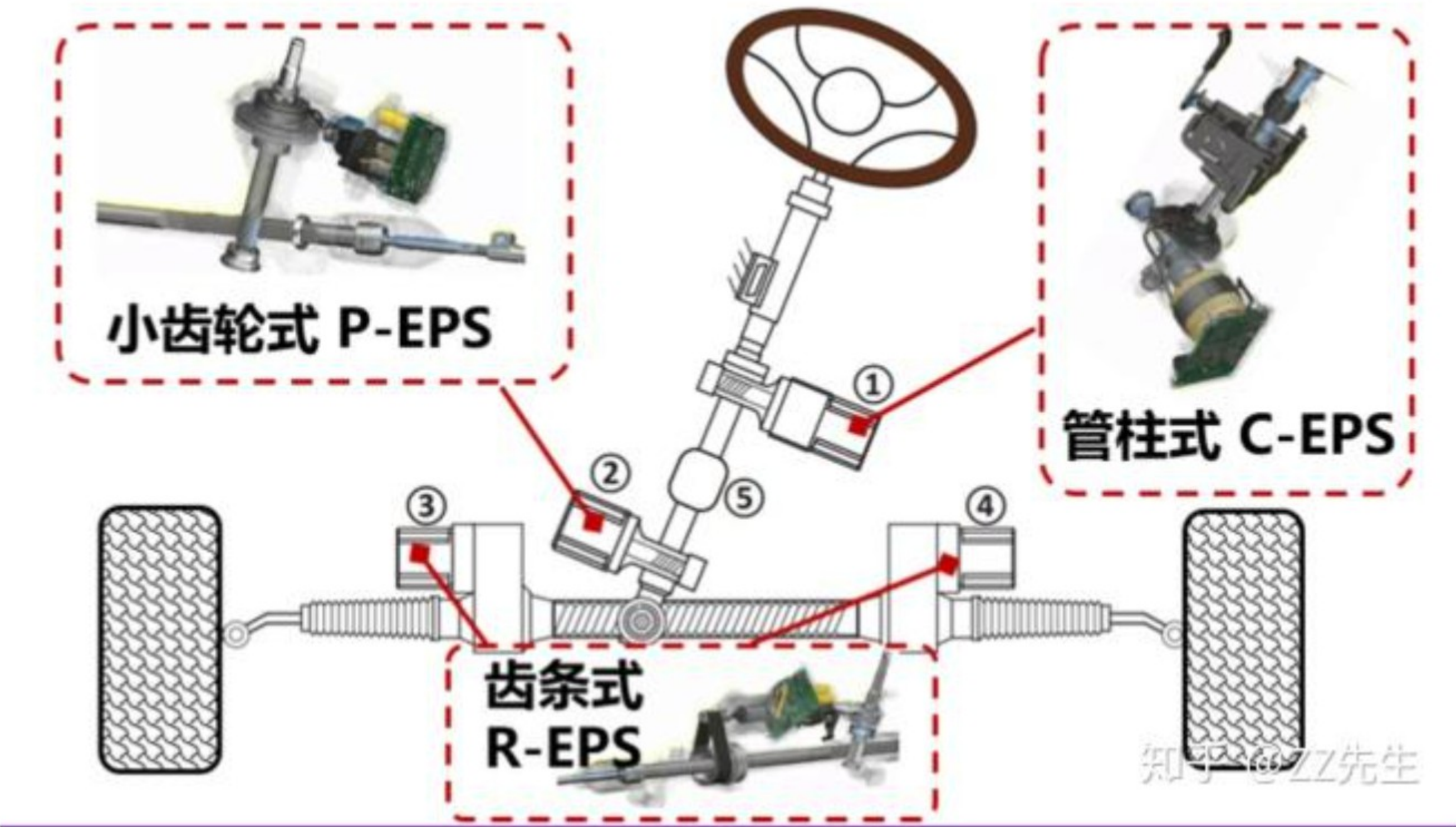


图1.EPS系统

1.C-EPS

C-EPS的电机和减速器布置在转向管柱上，电机的转矩和驾驶员的转矩共同转动转向管柱，并通过中间轴、小齿轮传递给齿条，实现助力。C-EPS适用于助力需求小的紧凑型车型；电机布置距离方向盘近，所以易将振动传递到方向盘上。



图2.C-EPS结构图（来源：小P讲车）

2.P-EPS

电机布置在小齿轮和齿条啮合处。系统结构紧凑，适用于助力需求不大的小型车。

P-EPS®

- Small / compact system adopted in response the engine room environment
- System with excellent safety, comfort and environmental performance realized through the application of proven technologies



图3.P-EPS结构图（来源：小P讲车）

3.DP-EPS

双小齿轮EPS。转向机有两个小齿轮与齿条啮合，一个是电机驱动，一个是人的受力驱动。





图4.DP-EPS结构图（来源：小P讲车）

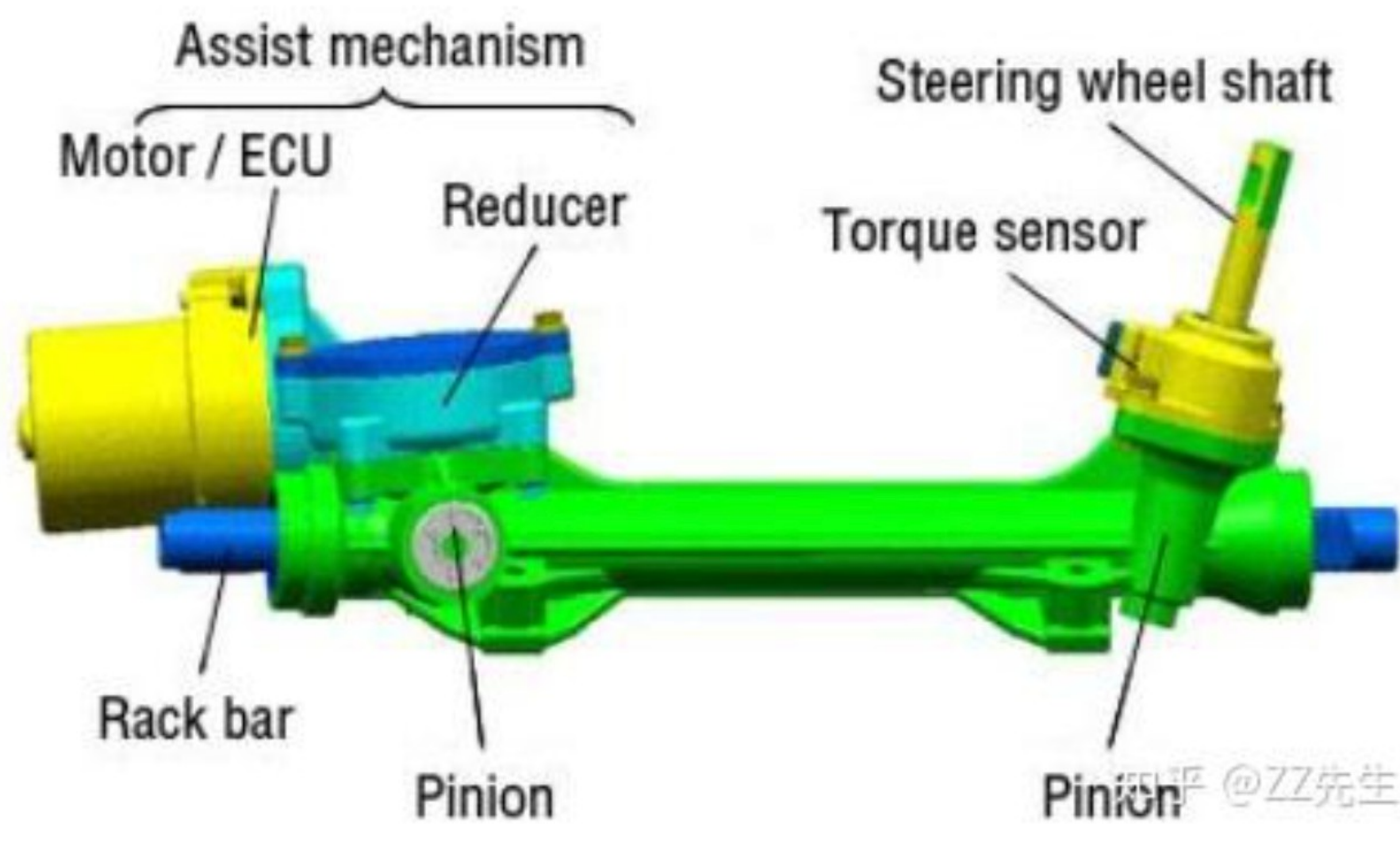


图5.DP-EPS双小齿轮结构图（来源：小P讲车）

4.R-EPS

RP指齿条平行式，将电机直接布置在齿条上。适合于助力需求大的中大型车辆，一般通过滚珠丝杆和皮带将电机助力传到齿条上。



图6.R-EPS结构图（来源：小P讲车）

三、EPS基本原理

各种类型EPS系统的组成和工作原理基本相同，都是由机械转向系统、**扭矩传感器⁺**、**车速传感器⁺**、**EPS控制单元⁺**、助力电机和**减速机构**等组成。其结构形式的选择很大程度上取决于所需助力大小和空间布置。如下图2以C-EPS系统结构示意图举例分析。

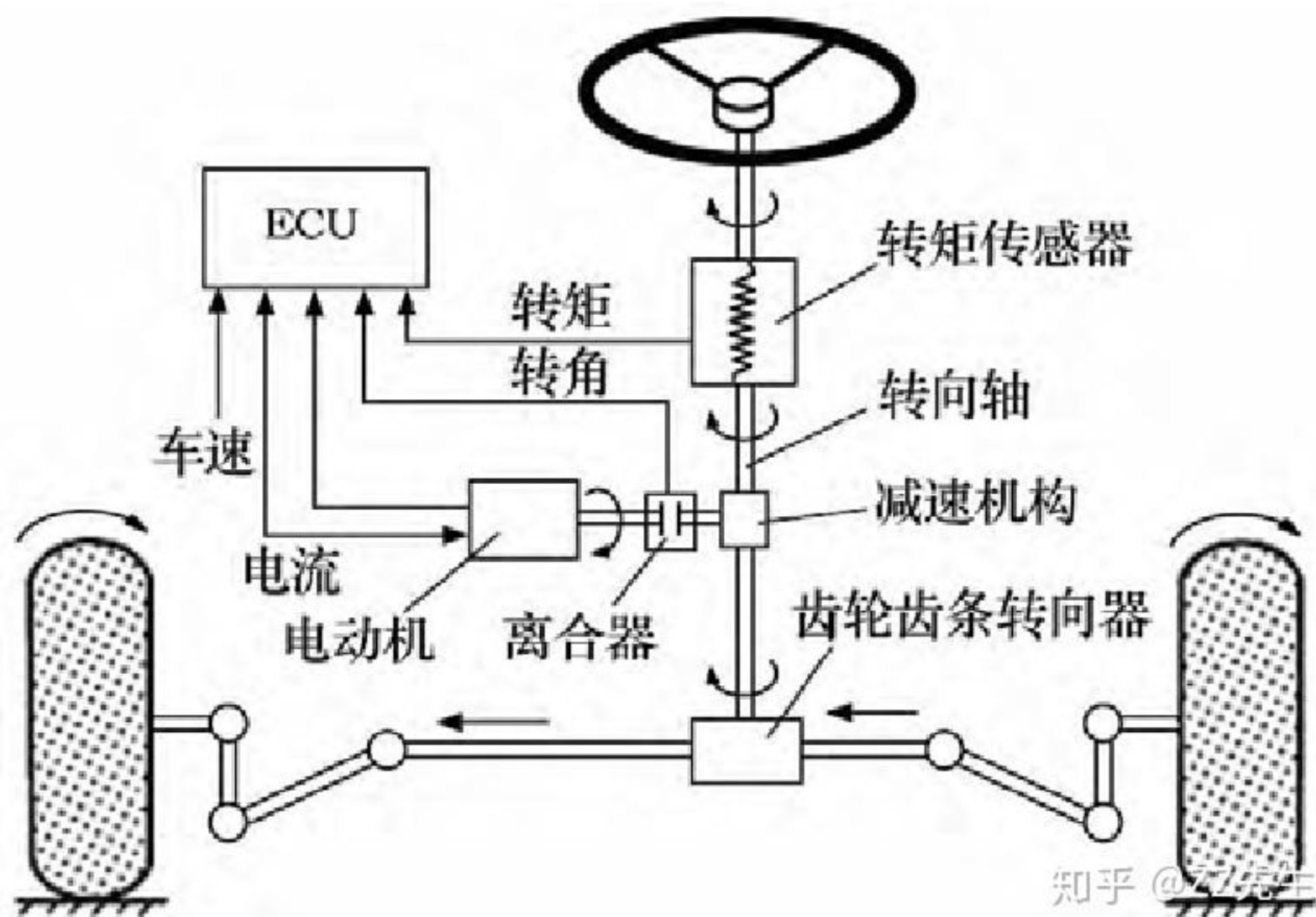


图2.C-EPS系统结构示意图

由上图2分析C-EPS的助力过程：驾驶员转动方向盘时，扭杆发生变形，扭矩传感器将转向输入轴和输出轴之间的相对转角转化成电压信号传递给EPS控制单元，EPS控制单元首先根据当前的转向盘转矩和车速等信号计算助力电机目标电流的大小，然后结合检测到的实际电机电流通过电流控制算法计算得到所需的控制电压然后通过逆变器作用到助力电机上，助力电机产生的力矩通过蜗轮蜗杆减速器作用到转向输出轴上，实现助力转向的功能。

EPS系统特点：

- EPS在不同工况下都能提供最佳助力效果：低速助力大，高速调手感；
- EPS改善回正功能：主动施加回正力矩及阻尼力矩，低速快速回正，高速抑制超调和振荡；
- EPS效率高达90%；
- EPS结构紧凑；
- EPS工作的温度区间大；
- EPS易于调整和匹配；
- EPS功能扩展性好，可以与其他电控系统协调控制。

四、EPS控制策略

1.基本助力控制

当汽车**低速转向**时，EPS系统提供**充足的助力力矩**辅助驾驶员完成转向操作，使转向轻便，减轻驾驶员负担；在汽车**高速转向**时，EPS系统提供**较小的助力力矩**，保证驾驶员拥有良好的路感，保障汽车行驶的稳定性。

2.回正控制

虽然汽车的**定位参数**会有一定的**被动回正作用**，但是这种回正力矩不足以使EPS系统的方向盘回到中间位置，因此需要EPS系统通过**主动回正控制**，使方向盘自动回正。ECU通过**方向盘转矩、转角及车速**等输入信号，**判断驾驶员的驾驶意图**，若判断出方向盘处于自动回正过程，则控制助力电机提供相应助力，使方向盘平稳、快速回到中间位置。

3.阻尼控制

汽车在以较高车速行驶时，如果**方向盘转速过快**将会很容易引起车辆侧翻，因此需要**阻尼控制**对方向盘转速抑制，保证高速行驶的平稳性。且在高速行驶经过不平路面时，**阻尼控制**可以利用助力电机的反电动势减轻方向盘上的抖动，提高驾驶员的舒适度。【来源：电动助力转向系统建模及控制算法研究】