

EPS转矩传感器齿轮组设计

转向系统是汽车的重要组成部分，电动助力转向系统（EPS）实现了转向时“轻”与“灵”的统一，应用普及得到提高。传统EPS只能依靠安装在方向盘转向柱上的转矩传感器获得转矩信号，并据此进行转向助力转矩的分配。本文设计了新的EPS齿轮组结构，为同时测量转矩和转角信号提供了可能。

转向系统概述

目前常用的转向系统主要有以下几种。

1.机械式转向系统

机械式转向系统是指以驾驶员的体力作为转向能源，其中所有传力件都是机械的，汽车的转向运动由驾驶员操纵方向盘，通过转向器和一系列的杆件传递到转向车轮而实现。目前广泛采用的转向器有齿轮齿条式和循环球式。

2.液压助力转向系统（HPS）

为了减轻驾驶员的体力消耗，提高汽车行驶安全性，液压助力转向系统应运而生。这种转向系统出现在20世纪50年代，它在原有机械转向系统的基础上增加了液压系统，借助于汽车发动机的动力驱动液压泵，以液力增大驾驶员操纵前车方向的力量，使驾驶员可以轻便灵活地操纵汽车转向。

随着液压助力转向系统在汽车上的日益普及，人们对操作时的轻便性和路感的要求也日益提高，然而，传统液压助力转向系统无法同时保证低速时的转向轻便性和高速时的操纵稳定性。此后出现了电控液压助力转向系统，它在传统液压助力转向系统的基础上增加了速度传感器，使汽车能够随着车速的变化自

动调节操纵力的大小，在一定程度上解决了传统的液压转向系统存在的问题。目前我国生产的商用车和轿车上采用的大多是电控液压助力转向系统。

3.电动助力转向系统

尽管电控液压助力转向系统从一定程度上缓解了传统的液压转向中轻便性和稳定性之间的矛盾，但还是没有从根本上解决液压助力转向系统存在的不足。随着汽车微电子技术的发展，汽车燃油节能的要求以及全球性倡导环保，其在布置、安装、密封性、操纵灵敏度、能量消耗、磨损与噪声等方面的不足已越来越明显，转向系统向着电动助力转向系统发展。电动助力转向系统（见图1）不仅可以提高汽车在高速下的操纵稳定性，还能减小转向系统的质量并节省能源，因而迎合了下一代汽车对环保的要求。根据汽车车型的不同，使用电动助力系统能够降低燃油费用达5%~10%。这使得电动助力转向器获得了快速的发展。

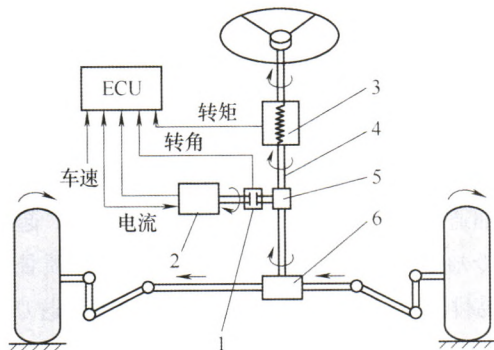


图1 电动助力转向系统示意

- 1.离合器 2.电动机 3.转矩传感器 4.转向轴
5.减速机构 6.齿轮齿条转向器

转矩传感器结构设计

1. 传感器的确定

材料力学中扭转的计算公式

$$\phi = TL/GI_p$$

式中 T ——转矩；

L ——扭杆长度；

G ——弹性模量；

I_p ——极惯性矩。

由上式可知，在扭杆长度一定的前提下，转矩与转角呈线性关系，因此，转矩的测量可以转化为扭杆转角的测量。

测量转角的传感器主要有接触式和非接触式两类。接触式传感器主要运用滑动电阻，通过电阻变化测量转矩的变化，由于其工作特点，在汽车上很少应用。非接触式传感器主要有电磁感应式与光电式两类，由于汽车的行驶路况复杂，光电式对环境要求较高，并不适用。电磁感应式转矩传感器成为首选。传统电磁感应式的传感器受制于精度和使用环境问题，满足不了汽车的要求。因此选用基于AMR原理的KMZ60传感器。

2. 齿轮系统设计

(1) 方案一 在扭杆上下端分别布置齿轮组，检测转矩与转角。如图2所示，转向柱分上下两部分，中间有弹性扭杆连接，转向柱上端与方向盘刚性连接，转向柱下端与转向器连接。大齿轮3与转向柱上端连接，大齿轮1与转向柱下端连接。大齿轮3与小齿轮2、小齿轮6啮合，通过测量小齿轮2、6的相对转角得到方向盘转角。由上述的材料力学中扭转的计算公式可知，转矩的测量可以转化为扭杆转角的测量。

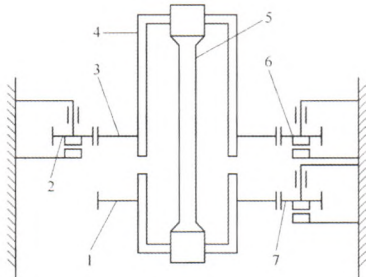


图2 传感器齿轮组设计方案一

1、3大齿轮 2、6、7小齿轮 4转向柱 5扭杆

在图2中，大齿轮3与小齿轮2、小齿轮6啮合；大齿轮6与小齿轮7啮合，通过测量小齿轮6、7的相对转

角差测量扭杆转角，进而确定转矩；通过测量小齿轮2、6的相对转角差确定转向柱即方向盘的绝对转角与转动方向。

确定设计方案后进行齿轮参数计算。在满足弯曲疲劳强度的前提下，应尽量降低模数。由 $d=mz$ 可知，当齿轮的分度圆直径 d 一定时，模数 m 越小，则齿数 z 越多，增加了重叠系数，从而降低齿轮传动的噪声。

经验证，方案一满足转向柱安装空间的要求，结构简单，制造方便。但由于该方案采用一级齿轮传动，传动比较小，对传感器的测量精度和齿轮的加工精度提出了较高的要求。因此在原有基础上，提出了改进的方案二。

(2) 方案二 采用双联齿轮扩大传动比。如图3所示，大齿轮4分别带动双联齿轮7和双联齿轮2，进而带动小齿轮8和3；大齿轮1通过双联齿轮10带动小齿轮9。通过测量小齿轮8和9的相对转角差测量扭杆转角，进而确定转矩；通过测量小齿轮8和3的相对转角差确定转向柱即方向盘的绝对转角与转动方向。经测试，虽然方案二的齿轮数目有所增加造成传感器尺寸有所增大，但通过双联齿轮使小齿轮8与小齿轮9之间的转角差有所增加，方便了转矩的测量。

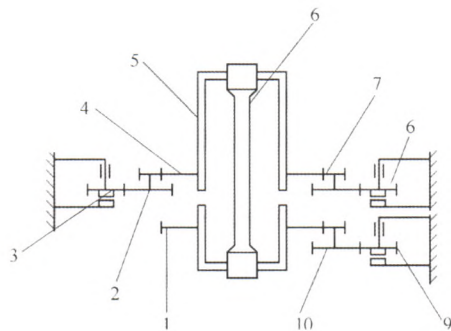


图3 传感器齿轮组设计方案二

1、4大齿轮 2、7、10双联齿轮
3、8、9小齿轮 5转向柱 6扭杆

结语

本文EPS转矩传感器齿轮系统的设计方案，可同时测量转矩和转角信号，为电动助力转向系统的转向力矩分配和方向盘回正提供了重要的参考数据。

关键词：

EPS 转矩转角传感器 齿轮组设计

(收稿日期20140330)