

汽车电动助力转向系统的发展

王悦芳 郭拉凤

(中北大学, 山西 太原 030051)

摘要:简述了电动助力转向系统的研究现状及其基本结构、工作原理和主要特点。分析了该系统的主要元件,论述了该系统的发展趋势。

关键词:汽车 转向系统 电动助力

中图分类号:TP271+.61

文献标识码:A

收稿日期:2006-04-26

汽车转向系统的性能直接影响到汽车的操纵稳定性,对于确保车辆的安全行驶、减少交通事故以及保护驾驶员的人身安全、改善驾驶员的工作条件起着重要的作用。随着现代汽车技术的迅速发展,新技术不断被采用,汽车转向系统已从机械式转向系统、液压动力转向系统 (Hydraulic Power Steering, 简称 HPS)、电动液压助力转向系统 (Electric Hydraulic Power Steering, 简称 EHPS),发展到如今利用现代控制技术和电子技术的电动助力转向系统(Electric Power Steering 简称 EPS)。

所谓电动转向(EPS),就是在机械转向系统中,用电池作为能源,电动机为动力,以转向盘的转速和转矩以及车速为输入信号,通过电子控制装置,协助人力转向,并获得最佳转向力特性的伺服系统。EPS 用电动机直接提供助力,助力大小由电子控制单元(ECU)控制。它能节约燃料,提高主动安全性,且有利于环保。近几年来,随着电子技术的发展,大幅度降低 EPS 的成本已成为可能,加上 EPS 具有一系列优点,使得它越来越受到人们的青睐。

1 EPS 的研究现状

1988年3月,日本铃木公司开发出一种全新的电子控制式 EPS,真正摆脱了液压动力转向系统的束缚。1993年,本田汽车公司首次将 EPS 装备于大批量生产的、在国际市场上同法拉利和波尔舍竞争的爱克 NSX 跑车。同年,在欧洲市场销售的一种经济型轿车——菲亚特帮托也将美国 Delphi 汽车系统公司生产的 EPS 作为标准装备。由于 EPS 完全取消液压装置,用电能取代液压能,减少了发动机的能

量消耗,加上其性能的优越性,很快在越来越多的国外轿车上得到应用,如本田最新推出的 Insight 轿车上就是其中的一例。目前在中型以上货车和中级以上轿车上广泛采用的机械—液压动力转向器将逐渐被效率更高、适应性更强的 EPS 所代替,为此,国外几家大公司(如德国的 ZF、英国卢卡斯-伟利达、Saginaw、TRW、日本的 NSK、Koyo 等都竞相推出自己的 EPS^[1]。

我国在 2002 年才开始研制开发汽车 EPS 产品,目前已经知道的有 13 家企业和科研院校正在研制中。其中南摩股份有限公司(生产转向柱式的 EPS 产品)在 2003 年开始进入小批量生产阶段,其他厂家和科研院校均在开发阶段中。

2 EPS 的工作原理及分类

2.1 EPS 的工作原理

下页图 1 是典型的 EPS 结构示意图。EPS 主要由扭矩传感器、车速传感器、电子控制单元(ECU)、电动机和减速机构组成。其主要工作原理是:汽车在转向时,扭矩传感器会“感觉”到转向盘的力矩和拟转动的方向。这些信号会通过数据总线发给电子控制单元,电控单元会根据传动力矩、拟转的方向和车辆速度等数据信号,向电动机控制器发出动作指令。电动机就会根据具体的需要输出相应大小的转动力矩以产生助力,从而实现了助力转向的实时控制。如果不转向,则本套系统处于休眠状态等待调用。由于它不转向时不工作,所以也节省了能源^[2]。

2.2 EPS 的分类

按照转向助力机构位置的不同,将 EPS 分为 3 类:转向轴助力式、转向器小齿轮助力式和齿条助力

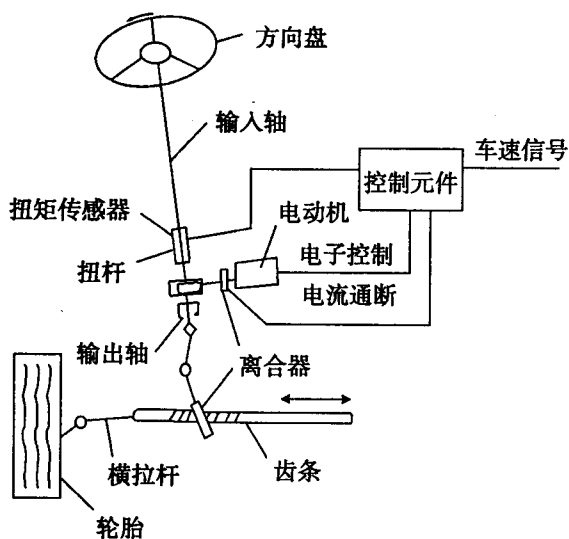


图 1 EPS 示意图

式^[1]。

(1) 转向轴助力式：转向助力机构安装在转向轴上，当驾驶员转动转向盘时，控制单元接收转矩、转动方向、车速等信号，控制直流助力电机的电流，电机的动力经离合器、电机齿轮传给转向轴的齿轮，然后经万向节及中间轴传给转向器。

(2) 转向器小齿轮助力式：转向助力机构安装在转向器小齿轮处，与转向轴助力式相比，可以提供较大的转向力，适用于中型车。

(3) 齿条助力式：转向助力机构安装在转向齿条处，电动机通过减速传动机构直接驱动转向齿条，与转向器小齿轮助力式相比，可以提供更大的转向力，适用于大型车。

3 EPS 的主要部件

(1) 扭矩传感器：用于检测作用于转向盘上的转矩信号的大小与方向，由力矩传感器和旋转速度传感器组成。力矩传感器感知转向盘的转向力矩大小，旋转传感器感知转向盘的旋转速度，并把感知的这两个信号传递到电子控制单元^[3]。目前采用较多的扭矩传感器是扭杆式电位计传感器。

(2) 车速传感器：用于检测汽车的行驶速度，并进行自诊断，把检测到的信号送入电子控制单元。常采用电磁感应式传感器，安装在变速箱上^[3]。

(3) 电动机：电动助力转向系统的动力源，通常采用无刷永磁式直流电动机，其功能是根据电子控制单元(ECU)的指令产生相应的输出扭矩。电动机是影响 EPS 性能的主要因素之一，不仅要求低转速

大扭矩、波动小、转动惯量小、尺寸小、质量轻，而且要求可靠性高、控制性能好^[4]。

(4) 电子控制单元(ECU)：它是整个控制系统的核心，完成对各个传感器输入信号的处理，依据控制规则计算出所需的参数值，通过驱动电路，实现对电机的控制。ECU 控制流程图见图 2^[2]。

(5) 离合器：对于动力的工作范围限定在某一速度区域内。如果超过规定速度，则离合器使电动机停转，且离合器分离，不再起传递动力的作用。在不加助力的情况下，离合器可以清除电动机惯性的影响。同时，在系统发生故障时，因离合器分离，又可以恢复手动控制转向^[4]。

(6) 减速机构：用来增大电动机的输出扭矩。主要有两种形式：蜗轮蜗杆减速机构和双行星齿轮减速机构。前者主要用于转向轴助力式转向系统，后者主要用于齿轮助力式和齿条助力式转向系统^[2]。

4 EPS 的特点

与液压动力系统相比，EPS 具有如下特点：

(1) 降低了燃油消耗。试验表明，装有 EPS 和机械转向系统的油耗基本上没有差别。与传统的液压系统相比，在不转向情况下，装有 EPS 的车辆燃油消耗降低了 2.5%；在使用转向情况下，降低了 5.5%^[5]。又由于即使在 -40℃ 的低温下，EPS 也能够很好地工作，而传统的液压系统要等到液压油预热后才能正常工作，因此该系统没有起动时的预热，节省了能量。

(2) 增强了转

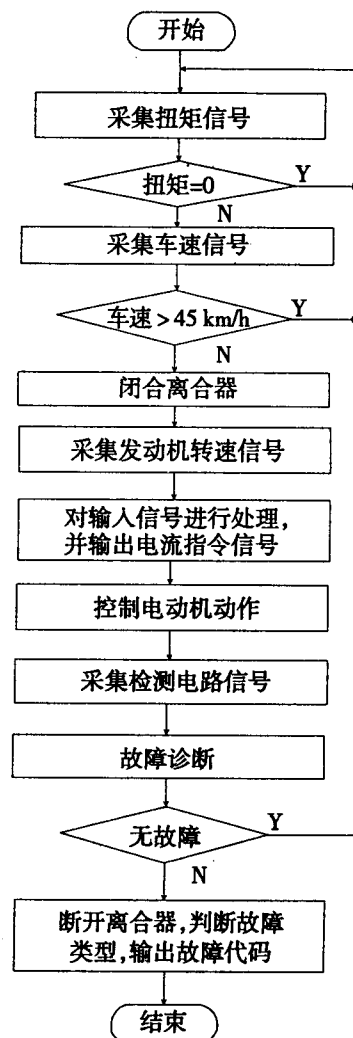


图 2 ECU 控制流程图

向跟随性。在 EPS 中,电动机产生助力转矩,通过适当的控制方法,可以消除液压助力系统的转向迟滞效应,增强了转向车轮对转向盘的随动性能^[5]。

(3) 改善了转向回正特性。该系统采用了微电子技术,利用软件控制电动机的动作,在最大限度内调整设计参数以获得最佳的回正特性。从最低车速到最高车速,可得到一簇回正特性曲线,而传统的液压助力转向系统无法做到这一点^[3]。

(4) 提高了操纵稳定性^[5]。采用 EPS 高速行驶(100 km/h)的汽车,给其一个过度的转角迫使它侧倾,在短时间的自回正过程中,由于采用了微电脑控制,使得汽车具有更高稳定性,驾驶员有更舒适的感觉。

(5) 有利于环保。EPS 应用电能作为能源,完全取缔了液压装置,不会有液压助力转向系统中的泄油问题,避免了污染。该系统没有油泵,降低了噪声。再者, EPS 中的 95% 可再回收利用,有利于保护环境^[5]。

(6) 轻量化显著^[1]。液压动力系统因有液压缸、油泵、转阀、液压管道等部件,使系统结构复杂,零件数目多,占用空间大,布置不方便。EPS 则表现出了明显的优势,系统结构紧凑、质量减轻、无油渗漏问题、系统易于布置等。

(7) 系统安全保护^[1]。当 EPS 出现故障时,即切断电动机与减速传动机构的动力传送,迅速转入人工—机械转向状态。

(8) 易于包装和装配。EPS 没有液压系统所需要的油泵、油管、流量控制阀、储油罐等部件,零件数目大大减少,减少了装配的工作量,节省了装配时间,提高了装配效率。

5 EPS 的研制关键和发展趋势

研制 EPS 的关键在于电子控制技术,包括确立适宜的助力特性,还有采集主要参数的传感技术。此外, EPS 与汽车的安全性、操纵稳定性之间的关系及

其可靠性等将成为重要的研究课题。

EPS 未来的发展趋势是:

(1) 控制性能的加强。EPS 能否获得满意的性能,除了应有好的硬件保证外,还必须有良好的控制软件做支撑。随着智能控制技术的进一步发展,智能控制技术必将应用于 EPS 的开发。

(2) 合理助力特性的确定。助力特性的好坏取决于转向的轻便性和路感。对于路感问题国内外还没有成熟的理论研究结果,研究手段仍以试验为主。

(3) 电动机性能的改善。电动机的性能是影响控制系统性能的主要因素,电动机本身的性能及其与 EPS 的匹配都将影响转向操纵力、转向路感等重要问题。

(4) 系统可靠性的提高^[1]。EPS 通过采用电动机和计算机控制系统,部分地将转向操作独立于驾驶员的控制,因此 EPS 系统比液压系统会有更多不同的故障模式。

6 结语

EPS 以其特有的优越性而得到青睐,它代表着未来动力转向技术的发展方向。EPS 将作为标准件装备到汽车上,并将在动力转向领域占据主导地位而且有可能完全取代现有的转向系统。我国应加紧对 EPS 的研究与开发,以满足社会需求并跟上世界汽车技术发展进程。

参考文献

- [1] 冯 樱等.电子控制式电动助力转向系统的开发前景[J].汽车科技,2001(3):4-6.
- [2] 卓 敏等.汽车电动助力转向技术分析[J].机电工程技术,2002 31(5):17-19.
- [3] 王 豪等.电动转向系统及其发展现状[J].汽车运用,2002(8):9-11.
- [4] 郭建新等.电动助力转向系统的研究与开发[J].机械设计与制造工程,1999,28(5):18-20.
- [5] 苗立东等.汽车电动转向技术发展综述[J].长安大学学报,2004,24(1):79-84.

(责任编辑:侯雪峰)

(下转第 66 页)

严重漏水。把氧枪内管的密封接管材质改成不锈钢管,喷头密封段改成铜材质(不锈钢和铜焊接有难度,易开裂),可以有效的缓解回火烧穿管路的程度,降低回火的危害,在实际应用中取得很好的效果。

3 氧枪改进后的使用效果

氧枪参数改进前后的对比见表 2

表 2 氧枪参数改进前后对比

项目	氧消耗量 /(m ³ /t)	喷头寿命 /炉	喷溅率 /%	回火烧枪 /(次/月)	吹炼时间 /(min/炉)
改进前	56.26	191.2	5	2	14.51
改进后	56.01	219.5	1.7	0	16.38

(1) 试验氧枪喷头化渣快,枪位控制波动范围小,避免了吊吹化渣的问题,杜绝返干次数,减少了喷溅,吹炼较平稳。

(2) 试验氧枪喷头对溅渣护炉没有造成不利的影响,没有发现对炉衬造成危害。

(3) 喷头调整后,虽然吹炼时间有所延长,但满足了生产需要。在保证生产的前提下,熔池反应均衡,吹炼平稳,操作稳定。并且氧气的利用率均衡,吨钢氧气消耗持平。

(4) 喷头寿命与原有寿命相比有一定程度的提高。

(5) 氧枪内管的密封接管材质改成不锈钢管和喷头密封段改成铜材质后,有效地缓解回火烧穿管路的程度,降低了回火的危害。

参考文献

- [1] 万真雅,薛立基.钢铁冶金设计原理(下册)[M].重庆:重庆大学出版社,1992.20-43.
- [2] 王雅贞,李承祚等.转炉炼钢问答[M].北京:冶金工业出版社,2003.94-113.

(责任编辑:苗运平)

Parameters Optimization and Improvement of Oxygen Lance Nozzle for Converter

LIU Yusheng SUN Xiaojuan YANG Xiaojiang HAN Kaichun

(Tangshan Iron & Steel Group Co. Ltd, Tangshan 063016)

Abstract: In First Steel Making Plant of Tangshan Iron & Steel Group Co.Ltd, intensity of oxygen lance oxygen supply is strong, process of smelting is not easy to control and backfire accident is happen because that structure and material of oxygen lance nozzle didn't adapt for the nozzle. By process parameters optimization and improvement of oxygen lance nozzle for converter, new the oxygen lance becomes the quick speed of slag-forming, small range of oxygen lance, easy to control, reasonable purely to smelt time, and safe.

Key words: converter, oxygen lance, nozzle, intensity of oxygen supply, parameters

(上接第 47 页)

Development of Automobile Electric Power Steering System

WANG Yuefang

(North University of China, Taiyuan 030051)

Abstract: The present situation and the elemental structure and working principle of EPS is summarized. The primary components of this system is analyzed, and the focus is introduced on the characteristics of EPS. The future trend of this system is examined.

Key words: automobile, steering system, electric power