

文章编号: 1005—0523(2004)02—0104—03

汽车操纵稳定性的研究

张会明

(华东交通大学 机电工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要:介绍了汽车操纵稳定性研究的现状, 各种研究方法和评价方法的原理、特点和适用范围, 并讨论了最新进展.

关 键 词:汽车操纵稳定性; 研究; 评价; 进展

中图分类号: U461.6

文献标识码: A

汽车操纵稳定性是汽车使用性能的一个重要方面, 它不仅关系到汽车驾驶的方便性, 而且是影响汽车行驶安全的主要因素之一. 随着汽车拥有量的增加和行驶速度的不断提高, 汽车行驶的安全性越来越受到人们的重视, 因而汽车操纵稳定性的研究是当前汽车研究中的一个热门和前沿的课题.

近年来, 对汽车操纵稳定性的研究主要从如下三个方面展开:

- 1) 研究方法和评价方法的研究;
- 2) 主要评价指标及实验方法的研究;
- 3) 智能控制技术在汽车操纵稳定性研究中的应用.

1 开环系统法和闭环系统法

对汽车操纵稳定性的研究, 有两种不同的研究方法: 开环系统法和闭环系统法.

所谓开环系统法是将汽车操纵稳定性视为汽车自身的固有性能, 它仅仅由汽车的结构和参数来决定. 这种方法把汽车看作为一个控制系统, 如图 1 所示. 按照对控制系统稳定性、稳态品质和瞬态响应特性的要求来分析和研究汽车的运动特性, 人们相继提出的多自由度动力学模型, 并利用控制理论和计算机仿真技术预测汽车的运动特性, 就属于这种研究方法的范畴. 用开环系统法对汽车进行研

究, 可以建立汽车主要设计参数间的匹配关系.



图 1 开环系统法

由于汽车的操作性能是通过人的操纵来实现的, 因而, 汽车操纵稳定性与驾驶员的操作特性是紧密相关的, 操纵稳定性的研究应在综合分析驾驶员操作特性与汽车运动特性之间配合关系的基础上进行, 如图 2 所示, 即把汽车视为驾驶员—汽车闭环系统中的被控环节, 根据对整个闭环系统的分析来研究汽车操纵稳定性. 这种方法称为闭环系统法.

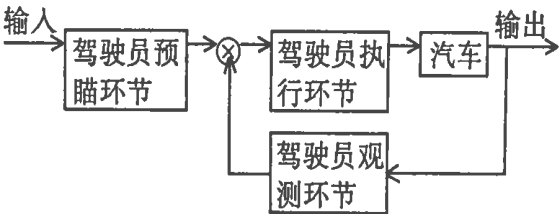


图 2 闭环系统法

由于闭环系统法把驾驶员、汽车、路面作为一个统一的整体来研究, 驾驶员在行驶中, 根据道路条件、行驶状态会适时地作出判断, 修正对方向盘的操作, 因而闭环系统法更合理, 更符合实际情况.

收稿日期: 2003—10—16

作者简介: 张会明(1944—), 男, 江西吉安市人, 教授.

2 客观评价法和主观评价法

汽车的操纵性能应通过试验来进行测定与评价,性能评价的方法有客观评价法和主观评价法两种。客观评价法能用于开、闭环系统,而主观评价法只能用于闭环系统。

2.1 客观评价法

所谓客观评价法是通过实车试验,检测一些与汽车操纵稳定性有关的物理量,再与相应的标准进行比较而进行的评价,它主要包括 ESV(实验安全车)和 ISO(国际标准化)两种评价方法。

ESV 是以安全性为研究目标,较系统地提出了汽车操纵稳定性的评价基准。在大量试验和理论分析的基础上,确定了以响应参数作为评价汽车固有特性的指标,并提出了稳态响应特性、瞬态响应特性、回正特性、侧风稳定性及路面不平敏感性的安全允许范围或限值。

ISO 的目的是制订统一的汽车操纵稳定性的检测方法。目前常用的检测方法有:稳态圆周试验(用于测试车辆行驶的动态参数与侧向加速度的关系,并由此确定汽车的稳定转向特性)、瞬态响应试验(用于测定汽车的瞬态响应特性)、双移线试验(它模拟汽车超车后,随之很快返回正确车道上。该试验用于测定与交通事故有关的闭环行驶特性)和蛇行试验(它是移线试验的改型)等。

客观评价的主要评价指标有:横摆角速度(横摆角速度总方差)、侧向加速度(侧向加速度总方差)、前、后轮侧向力(前、后轮侧向力系数总方差)、转向盘角速度(转向盘角速度总方差)、转向力(转向力系数总方差)等。

2.2 主观评价法

所谓主观评价法即感觉评价,是让试验评价人员根据试验时对汽车操纵动作难易程度的感觉来进行评分的评价方法。主观评价一般包括定性评价和定量评价两种。定性评价是一种对多种汽车车型的相对排序;定量评价有两种:一是采用相对分数法,即首先确定一参考样车,其他车型的主观评价分数都是相对于样车而言的;二是绝对分数法,即把主观评价的结果用数值化的评分等级表示。

主观评价的主要评价项目有:直线行驶特性(包括转向回正能力、侧风敏感性、路面不平敏感性等)、行车变道的操纵性、转弯稳定性(包括转向的准确性、固有转向特性、转弯制动特性等)以及操纵

负荷等。

由于主观评价是依据人们对汽车操纵动作难易程度的感觉来进行评价的,这种难易操纵性的人为感觉,除与汽车性能有关外,还与驾驶员的心理和生理因素等有密切的关系,心理因素主要指驾驶员的精神状态,受个人性格、驾驶气氛、松弛感、危机感等诸多方面的影响;而生理因素主要指驾驶员的身体机能和神经机能,包括神经反应滞后时间、操作反映滞后时间、预瞄时间以及体能等,由于人们在心理和生理上存在较大的差异,使评价结果受个人主观因素的影响而具有较大的离散性,这是主观评价的缺陷之一。

2.3 闭环系统客观评价的关键

如前所述,由于在闭环系统中考虑了驾驶员的反馈作用,因而它更符合实际情况,但是,驾驶员的反馈作用十分复杂。为此,80年代以来,人们一直致力于闭环系统的关键问题——对驾驶员的行为特性进行研究,并提出了各种驾驶员方向控制模型,其中较具代表性的是 MaCAdam 的最优预瞄控制模型和我国学者郭孔辉提出的最优预瞄加速度模型。

最优预瞄控制模型为描述驾驶员的行为特性提供了一个直接且有效的方法。因而使驾驶员—汽车闭环控制系统的研究有了新的进展,利用这种模型,在样车试制前就能对汽车操纵稳定性进行闭环预测和客观评价。进而从理论上对汽车的动态特性进行优化设计。最优加速度模型由于引入了微分校正环节,可增加跟随阶数。因而,除具有上述优点外,还具有跟随效果好,物理概念清晰,运算简单且适用于大角度转向和非线性汽车模型的闭环仿真,能更好的在汽车设计中应用。

尽管对驾驶员—汽车闭环系统的研究取得了一定的进展,但还有许多问题有待于人们去解决。

3 智能控制在汽车操纵性能研究中的应用

驾驶员—汽车闭环系统的关键是对驾驶员行为特性的研究,而目前建立在最优控制理论基础上的驾驶员方向控制模型并不能完全令人满意,主要是该模型未能充分的体现驾驶员的特性及其非线性。因而,在汽车操纵稳定性研究中应用智能控制的研究成果,是人们感兴趣的课题之一。

模糊控制是一种全新的控制技术,与传统的控制方式相比,其鲁棒性好,尤其适用于那些信息不确定的非线性系统,而驾驶员—汽车闭环系统正属

于此类系统.模糊控制系统是以模糊控制理论为基础,采用计算机控制技术构成的一种具有反馈通道闭环结构的数学控制系统.模糊控制系统的核心是模糊控制器,它的结构、模糊规则、模糊推理算法及模糊决策决定了系统性能的优劣.为了改善控制效果,模糊控制规则在控制过程中应能自动的调整和完善.为此,应将模糊系统的辨识和模糊控制结合起来,产生了自适应模糊控制技术.自适应模糊控制器是在模糊控制器的基础上增加了3个功能环节而构成的.这3个功能环节为:性能测量环节,控制量校正环节和控制规则修正环节.如图3所示.

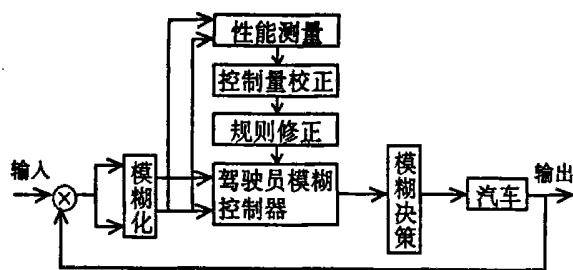


图3 自适应模糊系统结构框图

通过性能测量得到输出特性的校正量,利用校正量通过控制校正量校正环节求出控制量,再根据控制量进一步对模糊控制规则进行修正.研究结果表明,采用自适应模糊控制技术建立的数学模型,其仿真曲线与试验曲线能较好的吻合.

4 结束语

汽车操纵性能是关系到汽车行驶安全的主要

因素之一,研究汽车操纵稳定性的目的是改善汽车的运动性能,减少由此引发的交通事故.汽车操纵稳定性受多种因素的影响,有许多问题目前尚不清楚,正处于探索之中.然而,驾驶员方向模型的建立使驾驶员—汽车闭环系统的研究有了新的突破,使操纵稳定性的研究、预测、评价、设计都有了新的进展,智能控制技术的应用尽管刚开始,她已为人们开辟了新的研究思路.随着对汽车主动安全性要求的不断提高,这一领域的研究必定会进一步深入.

参考文献:

- [1] 赵文群,郭孔辉.汽车操纵性评价指标的研究[J].汽车工程,2001,1.
- [2] 赵文群,郭孔辉.驾驶员统计特性对人—车闭环系统响应的影响与汽车主动安全性评价[J].汽车工程,2001,1.
- [3] 赵文群,郭孔辉.汽车响应分析方法的探讨[J].汽车工程,1999,3.
- [4] 宗长富,郭孔辉,李铂.汽车操纵稳定性的理论预测与综合评价[J].汽车工程,2000,1.
- [5] 李世雄,余群.模糊控制理论在驾驶员—汽车—环境闭环系统操纵稳定性研究中应用[J].汽车工程,1999,3.
- [6] 郭孔辉.预瞄跟随理论与人—车闭环系统大角度操纵运动仿真[J].汽车工程,1992,1.

A Study of the Automotive Handling Stability

ZHANG Hui-ming

(School of Mechanical Eng., East China Jiaotong Uni., Nanchang 330013, China)

Abstract: This paper introduces current situation in the research of automotive handling stability, principles, features and applying range of various study and evaluation methods, and discusses advance at present time.

Key words: automotive handling stability; study; evaluation; advance