

文章编号:1671-1637(2012)04-0050-09

汽车自动变速分层协调换挡控制

夏光^{1,2}, 唐希雯³, 孙保群¹, 陈无畏²

(1. 合肥工业大学汽车工程技术研究院, 安徽 合肥 230009; 2. 合肥工业大学机械与汽车工程学院, 安徽 合肥 230009; 3. 解放军电子工程学院信息系, 安徽 合肥 230037)

摘要:将汽车自动变速控制策略分成上层与下层两部分,进行自动变速分层协调控制。下层为最佳动力性和最佳经济性的基本换挡控制,上层决策层对识别的驾驶意图、车辆工况和道路环境信息进行占优分析和优先级设定,决策出车辆当前状态下性能最优的控制目标,并对下层基本换挡控制策略进行修正和调整。分析结果表明:采用分层协调控制策略的车辆在爬坡和过弯道工况时比独立控制换挡次数分别减少了4次和2次,在变速箱油温升高时比独立控制能及时降低挡位,低附着路面起步时挡位比独立控制高。采用分层协调控制策略可有效降低跳挡频率,减小换挡部件磨损,提高车辆通过性、行驶平顺性和安全性。

关键词:汽车工程;自动变速;分层协调控制;策略修正;基本换挡控制

中图分类号:U463.221

文献标志码:A

Automotive automatic transmission shift control based on layered coordination

XIA Guang^{1,2}, TANG Xi-wen³, SUN Bao-qun¹, CHEN Wu-wei²

(1. Institute of Automotive Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, Anhui, China;
2. School of Mechanical and Automotive Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, Anhui, China; 3. Department of Information, Electronic Engineering Institute, Hefei 230037, Anhui, China)

Abstract: Automotive automatic transmission control strategy was divided into upper and bottom layer control parts, and its layered coordinated control was adopted. The bottom layer was the basic shift controls of optimal power and optimal economy, the upper decision-making layer was used to give the dominant analysis and priority settings for the identifiable informations of driving intention, vehicle condition and road environment, vehicle control objective with optimal performance at present state was given, and the amendment and adjustment of basic shift control strategy for bottom layer were made. Analysis result indicates that compared with independent control, the shift times of vehicles based on layered coordinated control strategy in climbing ramp and bend conditions reduce by 4 times and 2 times respectively, shift reduces promptly when gearbox oil temperature rises, and shift is higher when vehicle starts on low-adhesion coefficient road. The layered coordinated control strategy can reduce shift jump frequency and the wear and tear of shifting part, improve vehicle passing ability, ride comfort and safety. 3 tabs, 17 figs, 14 refs.

Key words: automotive engineering; automatic transmission; layered coordinated control; strategy amendment; basic shift control

收稿日期:2012-02-16

基金项目:国家自然科学基金项目(51205101);安徽省“十二五”科技攻关项目(12010202032)

作者简介:夏光(1983-),男,安徽萧县人,合肥工业大学助理研究员,工学博士研究生,从事车辆自动变速控制研究。

导师简介:陈无畏(1951-),男,湖南攸县人,合肥工业大学教授,工学博士。

Author resumes: XIA Guang(1983-), male, assistant researcher, doctoral student, +86-551-5393370, xiaguang008@163.com; CHEN Wu-wei (1951-), male, professor, PhD, +86-551-2901750-2412, cww@mail.hf.ah.cn.

0 引言

目前汽车自动变速器换挡控制方法可分为两大类:一类是在选定一定的控制参数后,按某种性能最优求出的换挡规律^[1];另一类是基于专家系统的换挡规律,即利用驾驶人的驾驶经验及其他专家的知识形成的换挡规律。这两种方法都有各自的优缺点,前者偏重理论计算值作为换挡依据,后者偏重驾驶经验和专家知识,实际上车辆换挡规律受到驾驶意图、车辆工况、道路环境以及气候条件等因素的影响^[2-4],需要智能化的换挡控制方法来应对这些因素对车辆自动变速换挡性能的影响。

国内外的研究学者也对智能换挡控制方法进行了深入研究,彼得罗夫的二参数换挡规律只考虑了驾驶人的驾驶意图和车辆运行状态,采用油门开度反映驾驶意图,车速反映车辆状态,使得信息明显不足,在坡道和弯道等道路环境下,不能正确理解驾驶人的驾驶意图,易造成频繁和意外换挡^[5];金辉等提出了一种基于行驶环境识别的多模式换挡规律,提高了对外界环境的适应性^[6];Nelles提出了一种对驾驶人意图进行学习并自动对不合理的换挡进行干预的控制方法^[7]。但是以上研究仅局限于道路环境、驾驶意图和车辆工况的某一方面,没有综合考虑车辆工况、驾驶意图和道路环境信息对自动变速性能的影响。由于汽车动力性、经济性和操纵性之间存在着相互制约、相互影响的矛盾,仅依据某一预设目标(动力性、经济性或操纵性)最优的原则设计自动变速控制器难以达到提升车辆综合性能的目标,而车辆综合性能最优目标也随着驾驶意图、车辆工况和道路环境的变化而变化,因而基于驾驶意图、车辆工况和道路环境的车辆自动变速智能控制策略研究逐渐成为现代车辆自动变速智能换挡控制研究的热点^[8-11]。虽然有一些研究考虑了驾驶意图、车辆工况和道路环境等对换挡控制规律的影响^[12],但仅仅是局限于某一或两个方面,没有对驾驶意图、车辆工况和道路环境等信息进行综合分析、权衡,决策出车辆当前状态下综合性能最优的控制目标,指导车辆自动变速控制。

本文提出了一种基于驾驶意图、车辆工况和道路环境的分层协调控制策略,把汽车自动变速控制分成上层决策与下层基本换挡控制,上层决策主要接收驾

驶意图、车辆工况和道路环境信息,并对这些信息进行整体协调和占优分析,从全系统的整体目标考虑得出决策信息;下层控制层接收上层决策层信息,对基本换挡策略(动力性或经济性)进行必要的调整和修正。上层决策主要执行全系统协调优化的决策任务,下层控制则执行上层决策层对基本策略的修正任务。这种结构可以避免忽略驾驶意图、车辆工况和道路环境信息对车辆自动变速控制目标的影响,可根据变化的车辆综合性能最优控制目标及时调整车辆自动变速换挡控制策略,为车辆自动变速智能化控制策略的深入研究提供一定的理论参考。

1 汽车动力系统模型建立

1.1 发动机模型

发动机模型是发动机的转矩特性曲线,即发动机在不同的油门和转速下的转矩特性,本文采用试验建模法,通过插值、拟合等方法建立发动机的数值模型,利用其数值模型来近似地反映发动机工作过程中的瞬态特性。发动机的动态输出转矩为

$$T_{ed} = T_e - \lambda \frac{d\omega_e}{dt} \quad (1)$$

式中: λ 为转矩下降系数,在0.07~0.09之间,本文取0.08; ω_e 为发动机的角速度; t 为时间; T_e 为发动机的稳态输出转矩。图1为发动机仿真模型。

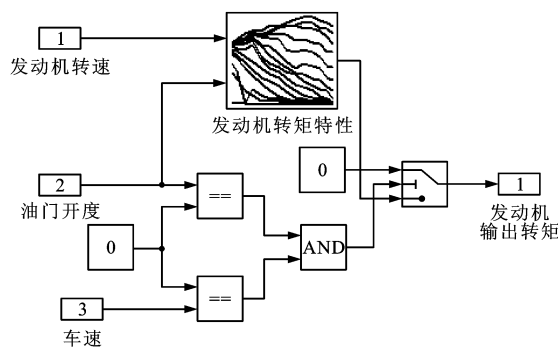


图1 发动机模型

Fig. 1 Engine model

1.2 机械传动模型

自动变速器机械传动模型包括行星齿轮传动模型和换挡执行元件模型,具体见图2。

1.3 液力变矩器模型

液力变矩器的理论模型为

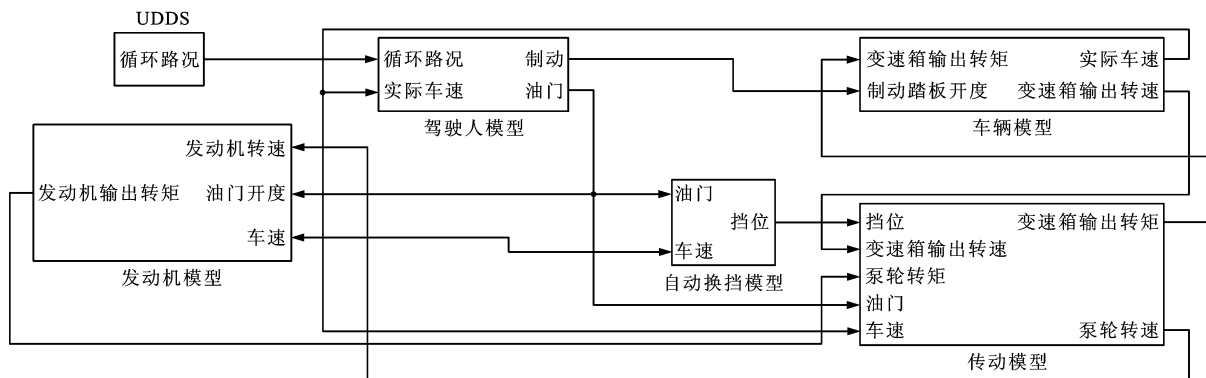


图6 整车动力系统模型

Fig. 6 Model of vehicle power system

二参数模糊控制方法建立的最佳动力性和最佳经济性换挡控制规律,上层决策层对驾驶意图、车辆工况和道路环境等信息进行综合分析,对识别信息进行占优分析和优先级设定,决策出车辆当前状态下性能最优的控制目标,进而确定自动变速控制系统当前的最优控制目标,通过目标协调控制,对下层基本换挡控制策略(最佳动力性和最佳经济性)进行调整和修正,使整车综合性能达到较好效果。自动变速分层协调控制系统结构见图7。

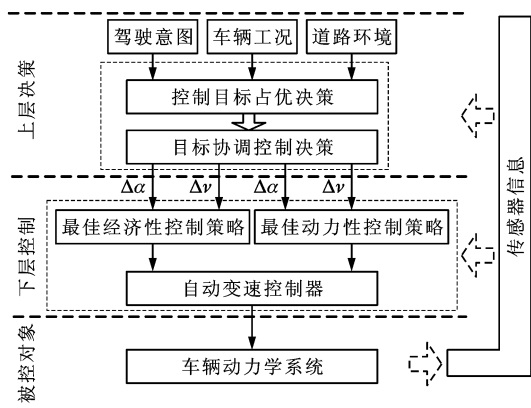


图7 自动变速分层协调控制系统结构

Fig. 7 Structure of automatic transmission system based on layered coordinated control

图7中, $\Delta\alpha$ 、 Δv 分别为节气门开度和车速的变化量。上层决策层通过发出协调控制指令,指导下层进行基本换挡控制的相应调整,即进行相应的挡位提前、延迟及保持操作,改善车辆综合性能。

本文对采用识别信息占优方法对识别的驾驶意图、车辆工况和道路环境等信息进行目标占优决策,若车辆在坡道行驶,则坡道信息占优,若车辆处于低附着路面,则低附着路面信息占优,若驾驶人急踩油门驾驶,则加速信息占优。如果某一信息占优,则通过上层决策层对下层基本换挡控制策略进行调整,优

先考虑占优信息,满足占优信息的目标需求;如果不止一个信息占优,则根据安全性占优原则对所有占优信息进行优先级条件设定,优先级最高的占优信息作为下层基本换挡控制策略调整的依据,根据安全性为主的原则将占优信息优先级从高到低分类为减速信息、变速箱油温信息、低附着路面信息、弯道信息、下坡信息、上坡信息、加速超车信息。

本文在介绍汽车自动变速基本换挡控制规律的基础上,以低附着路面信息占优为例对下层基本换挡控制策略的修正、调整方法及过程进行简要说明。

2.2 最佳动力性换挡控制规律

最佳动力性换挡控制规律是指充分利用车辆的牵引性能,使车辆的动力性和加速性能最优^[13]。本文取同一油门开度下相邻两挡的牵引力曲线的交点为最佳动力性换挡点,如不存在交点,则取低挡下发动机转速最高时的工况点为换挡点,根据对应油门开度和车速得到的动力性换挡规律见图8。图8中,1 to 2、2 to 1分别表示一档升到二挡和二挡降到一档,其余意义相同。

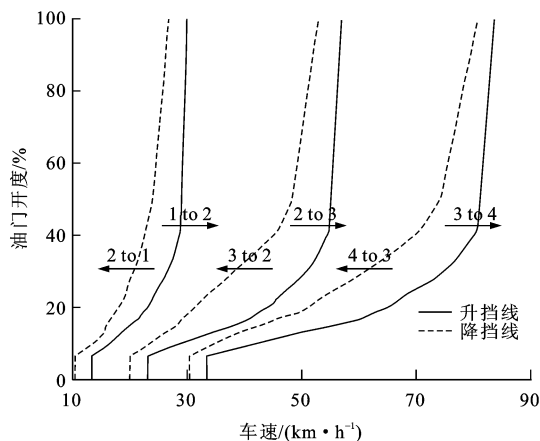


图8 最佳动力性换挡规律

Fig. 8 Optimal power shift law

2.3 最佳经济性换挡控制规律

最佳经济性换挡控制规律是指尽量使车辆的燃油降低,车辆的燃油经济性最优。根据车速和油耗可得到相邻两挡的油耗曲线,其交点就是最佳燃料消耗的换挡点^[14]。根据对应油门开度和车速得到的经济性换挡规律见图 9。

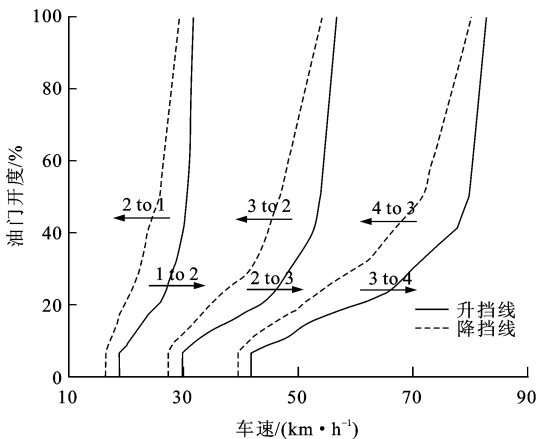


图 9 最佳经济性换挡规律

Fig. 9 Optimal economy shift law

2.4 低附着路面信息占优换挡控制规律

车辆在一段距离内持续处于某种附着系数路面的情况下,根据汽车牵引力可以推算出车辆的加速度,再根据车辆实际加速度与推算出的车辆加速度对比推算路面附着系数。低附着路面即路面的附着系数低于正常路面,车辆驱动轮容易打滑。

假设通过上层决策层对所有占优信息进行识别和优先级比较后得到优先级最高的占优信息是低附着路面信息,则对下层控制的决策目标为降低车辆驱动力,防止驱动轮打滑,安全通过低附着路面。上层决策层根据此控制目标对下层基本换挡控制策略进行修正、干预。

为保证车辆正常起步和安全行驶,通过二挡起步以限制驱动扭矩,通过提前升挡和推迟降挡以降低驱动扭矩。当车辆驶离低附着路面时,应及时解除对下层基本换挡控制的干预,以尽快使汽车按照基本换挡控制策略进行换挡,重新发出高功率。

根据识别的路面附着系数的大小对二参数模糊换挡控制的状态进行调整,得到适合不同附着系数路面的换挡控制规律,以保证车辆安全通过低附着路面。具体的调整规则见表 1,其中,1 表示需要调整,0 表示不需要调整,VS、V、M、B、VB 分别表示最小、小、中、大、最大。

某一低附着路面经调整后换挡控制状态见表 2,其中, α 为节气门开度;I、II、III、IV 分别代表一、

二、三、四挡。某一低附着路面信息占优换挡规律见图 10。

表 1 低附着路面换挡调整规则

Tab. 1 Shift adjustment rule on low-adhesion coefficient road

参数	路面附着系数				
	VS	V	M	B	VB
调整量	VS	0	0	0	1
	V	0	0	1	0
	M	0	0	1	0
	B	0	1	0	0
	VB	1	0	0	0

表 2 调整后的换挡控制状态

Tab. 2 Adjusted shift control state

v	α				
	VS	V	M	B	VB
VS	I	II	II	III	III
V	II	II	III	III	III
M	II	III	III	III	IV
B	III	III	III	IV	IV
VB	III	III	IV	IV	IV

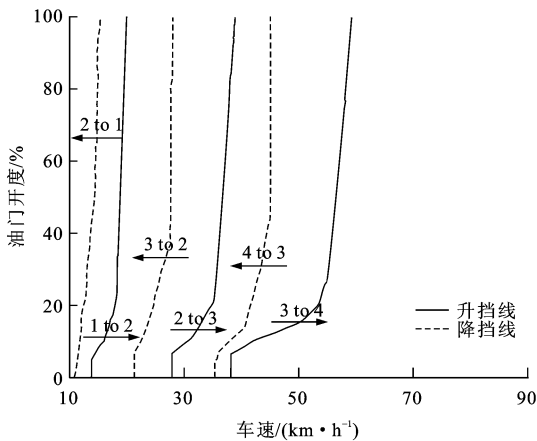


图 10 低附着路面信息占优换挡规律

Fig. 10 Shift law of low-adhesion coefficient road information priority

3 仿真结果分析

本文分别采用分层协调控制和独立控制策略对上述自动变速系统在 MATLAB/Simulink 中进行仿真,某型号车辆相关参数见表 3。独立控制是指按照二参数模糊换挡控制方法,不接受上层控制的干预。给定车辆初始挡位为三挡,初始速度为 $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,分别给出坡道、弯道、变速箱油温升高、低附着路面等信息占优时的分层协调控制与独立控制的仿真结果,见图 11~14。

表 3 车辆参数
Tab. 3 Vehicle parameters

参数	数值
整备质量/kg	1 470
轴距/mm	2 600
前迎风面积/m ²	2.03
风阻系数	0.31
轮胎半径/mm	287
一档传动比	2.714 7
二挡传动比	1.507 0
三挡传动比	1.000 0
四挡传动比	0.704 0
主减速比	3.920 0
液力变矩器循环圆直径/mm	275

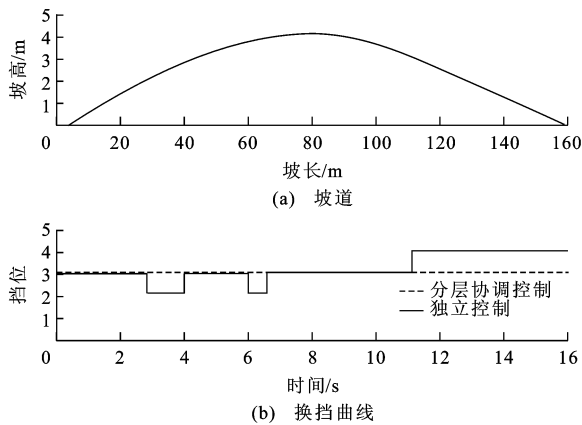


图 11 车辆坡道换挡曲线
Fig. 11 Shift curves of vehicle on ramp

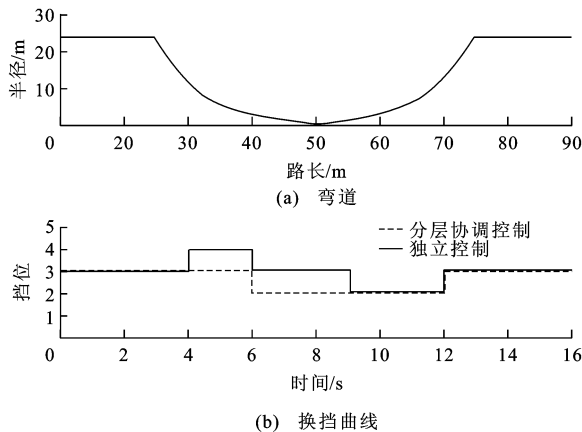


图 12 车辆弯道换挡曲线
Fig. 12 Shift curves of vehicle on bend

3.1 车辆在坡道上匀速行驶

3.1.1 车辆爬坡

采用独立控制时,车辆爬坡由于行驶阻力增加,车辆要减速,此时驾驶人为了提高驱动力以保持车

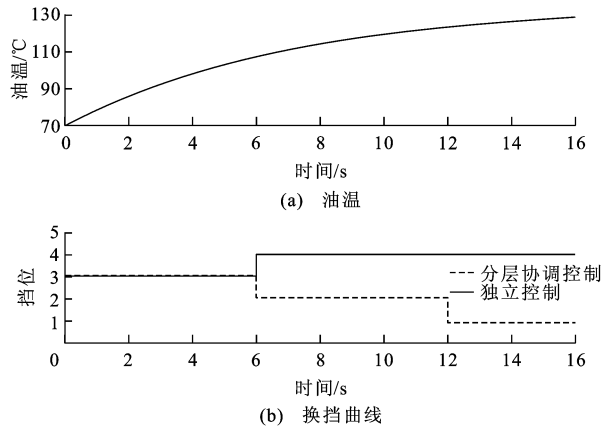


图 13 变速箱油温升高换挡曲线
Fig. 13 Shift curves when gearbox oil temperature rises

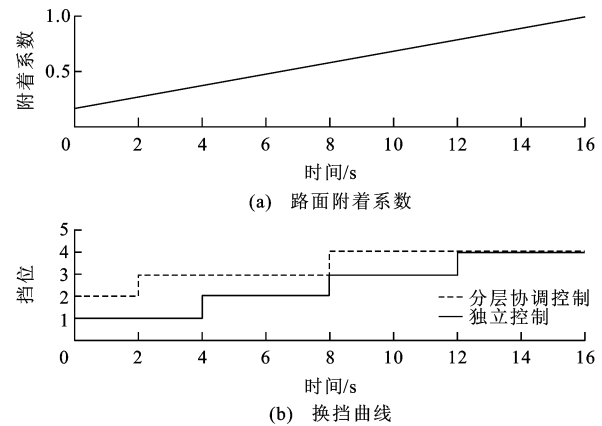


图 14 低附着路面起步换挡曲线
Fig. 14 Start shift curves on low-adhesion coefficient road

辆匀速行驶,将油门增大而越过降挡线,车辆降为二挡,降为二挡后,驱动力大于行驶阻力,为保持车速,驾驶人又将油门减小以致越过升挡线,导致车辆升入三挡,驱动力不足,需要加大油门,车辆再次降为二挡,这种频繁的升降挡一直重复至爬上坡道为止,因而加剧了传动系统和换挡执行部件的磨损,同时车辆行驶舒适性变差。

采用分层协调控制时,上层决策层对识别的坡道信息进行占优分析,得出上坡信息占优,并将输出控制指令给下层基本换挡控制,禁止换挡,保持在当前挡位工作,保证了上坡驱动力,同时提高了行驶舒适性。

3.1.2 车辆下坡

采用独立控制时,驾驶人完全松开油门,利用发动机制动,但是松油门导致车辆升入四挡,使发动机制动效果减弱。

采用分层协调控制时,上层决策层对识别的坡道信息进行占优分析,得出下坡信息占优,并将输出

控制指令给下层基本换挡控制,禁止升入四挡,保持在低挡工作,以利用发动机的制动来减速。

3.2 车辆通过弯道

采用独立控制时,车辆行驶到靠近弯道,为安全通过,驾驶人开始收油减速,由于车辆惯性大,车速下降较缓,而油门回收速度要快得多,车辆达到了升挡点,升入四挡,随着车速的不断下降,车辆达到了降挡点,降为三挡,过弯后,驾驶人加油升速,由于车速的提升滞后于油门,车辆达到了降挡点,降为二挡,随着车速增加,当达到升挡线后升入三挡,在一次转弯过程,出现了四次换挡,将使车辆动力性和经济性下降以及部件磨损增加,影响车辆运行安全。

采用分层协调控制时,上层决策层对识别的弯道信息进行占优分析,得出弯道信息占优,并将输出控制指令给下层基本换挡控制,进入弯道,收油门减速降为二挡并保持在二挡工作,过弯后,加油升速进入三挡,避免了频繁换挡,提高了通过弯道的安全性和平顺性。

3.3 变速箱油温升高

采用独立控制时,当自动变速箱油温升高,应通过提前降挡来减小变矩器的滑转和损失功率来达到降低变速器油温的目的,由于车辆达到了基本换挡控制的升挡点,升入四挡,会加剧变速器油温的升高,容易烧坏变速器。

采用分层协调控制时,上层决策层对识别的油温信息进行占优分析,得出油温信息占优,并将输出控制指令给下层基本换挡控制,强制降低挡位至二挡、一档,加快变速器的散热,对变速器进行安全保护。

3.4 车辆在低附着路面起步

采用独立控制时,车辆将一档起步,由于路面附着系数低,驱动力很大,以致驱动轮打滑,甚至导致车辆跑偏,失去控制,直至驶离低附着路面时才正常升入二挡、三挡和四挡。

采用分层协调控制时,上层决策层对识别的低附着路面信息进行占优分析,得出低附着路面信息占优,并将输出控制指令给下层基本换挡控制,强制二挡起动,限制了驱动转矩,有效地避免了车辆驱动轮打滑,平稳通过低附着路面,当车辆驶离低附着路面时,才解除对下层基本换挡控制的干预,恢复正常换挡。

综合以上仿真结果(图 11~14)可以看出,采用分层协调控制可以使车辆自动变速性能达到良好效果:上下坡道的换挡次数比独立控制减少了 4 次,在

保证驱动力的前提下可尽量减少换挡次数,提高了平顺性和换挡元件寿命;通过弯道的换挡次数比独立控制减少了 2 次;变速箱油温升高时比独立控制能及时降低挡位,加快变速箱散热,实现变速器的自我保护,提高车辆安全性;低附着路面起步挡位比独立控制高,降低了驱动力输出,防止驱动轮打滑。

4 实车道路行驶试验结果分析

为验证分层协调控制策略的有效性,本文进行了基于分层协调控制和独立控制的汽车自动变速控制系统的实车道路对比试验^[11],试验车辆及控制器见图 15。



图 15 试验车辆

Fig. 15 Test vehicle

试验场地为国内某整车厂内部专用试验场,由于条件限制,仅对坡道和弯道条件下的车辆自动变速进行试验,具体试验方法如下。

在坡度为 20°路面条件下,分别进行分层协调控制与独立控制的爬坡自动变速试验,爬坡换挡曲线见图 16。在弯道路面条件下,分别进行分层协调控制与独立控制的过弯自动变速试验,弯道换挡曲线见图 17。

对图 16、17 分析可知:在爬坡换挡试验中,要维持车辆等速爬坡行驶,采用独立控制时,车辆按照正常升降挡曲线进行换挡,出现了三挡、二挡、三挡、二挡的挡位跳变;采用分层协调控制时,上层决策层根据坡道信息占优,发出调整指令至下层基本换挡控制,使车辆降为二挡,驱动力增大,顺利爬上坡道,且没有出现反复跳挡现象,行驶平顺性较好。

在弯道换挡试验中,为安全通过,接近弯道减油,转弯后再加油。采用独立控制时,车辆按照正常升降挡曲线进行换挡,出现了三挡、四挡、三挡、二挡的挡位跳变,车辆行驶平顺性很差;采用分层协调控

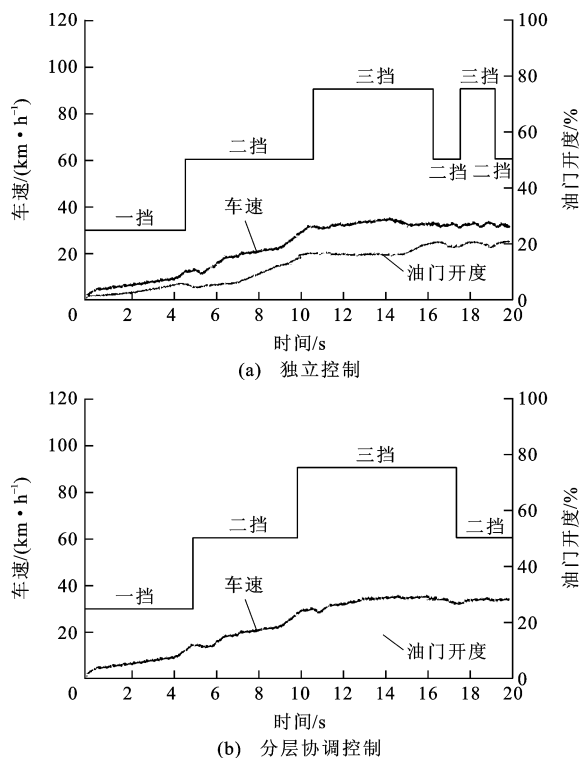


图16 爬坡换挡曲线

Fig. 16 Shift curves on climbing ramp

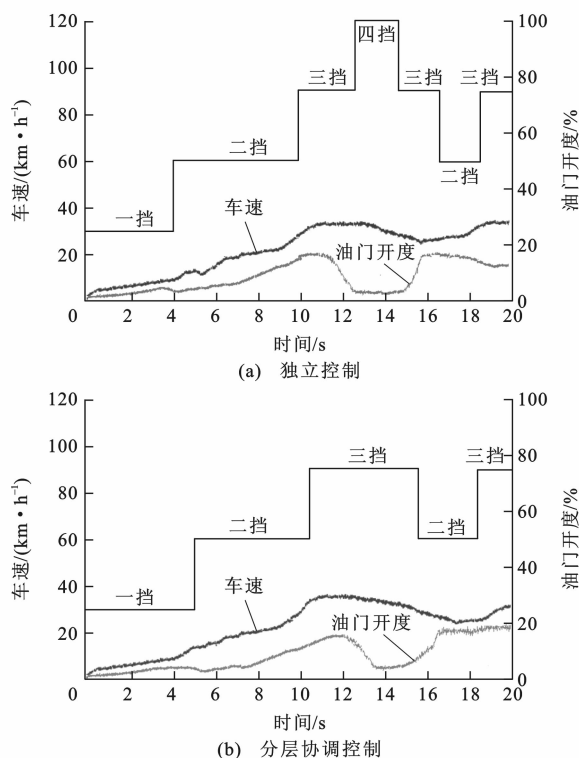


图17 弯道换挡曲线

Fig. 17 Shift curves on bend

制时,上层决策层根据弯道信息占优,发出调整指令至下层基本换挡控制,使车辆降为二挡,保证车辆安全、平稳通过。

试验结果表明,采用分层协调控制策略,在车辆爬坡、过弯道等工况时,上层决策层可有效地识别相应的占优信息,并发出调整指令至下层基本换挡控制,指导下层采取有效、合理的换挡控制策略,降低频繁跳挡频率,减小了换挡部件的磨损,提高了行驶平顺性和安全性,提升了整车综合性能。

5 结 语

(1)基于驾驶意图、车辆工况和道路环境的汽车自动变速分层协调控制将自动变速控制分成上层决策与下层基本换挡控制两部分,上层决策层对识别的驾驶意图、车辆工况和道路环境等信息进行占优分析和优先级设定,决策出车辆性能最优控制目标,并输出调整指令至下层基本换挡控制,对基本换挡控制策略进行相应调整,提升车辆自动变速控制的智能化水平,也为车辆自动变速智能换挡控制的深入研究提供一定参考。

(2)采用分层协调控制策略有效地降低了车辆在坡道、弯道、油温升高和低附着路面等特殊工况和道路环境下的跳挡频率,减小了换挡部件的磨损,提高了车辆行驶平顺性和安全性。

(3)基于分层协调的控制策略,避免了独立控制的缺点,具有降级控制功能,提高了系统的可靠性,在保证基本动力性、经济性的基础上,提高了车辆应对特殊工况和道路环境的适应能力。

参考文献:

References:

- [1] WHEALS J C, CREWE C, RAMSBOTTOM M, et al. Automated manual transmissions-a European survey and proposed quality shift metrics[J]. SAE Paper 2002-01-0929.
- [2] 何忠波,陈慧岩,陶刚,等. 自动变速车辆挡位决策方法综述[J]. 车辆与动力技术, 2002(2): 54-60.
HE Zhong-bo, CHEN Hui-yan, TAO Gang, et al. Research on the shift-decided method of the automatic transmission vehicle[J]. Vehicle and Power Technology, 2002(2): 54-60. (in Chinese)
- [3] 张建珍,骆剑亮. 基于三参数最佳动力性换挡规律的制定与仿真研究[J]. 华南热带农业大学学报, 2006, 12(4): 19-22.
ZHANG Jian-zhen, LUO Jian-liang. Design and simulation study of 3 parameter controlled optimal-power shift schedule[J]. Journal of South China University of Tropical Agriculture, 2006, 12(4): 19-22. (in Chinese)
- [4] 王玉海,宋健,李兴坤. 驾驶员意图与行驶环境的统一识别及实时算法[J]. 机械工程学报, 2006, 42(4): 206-212.
WANG Yu-hai, SONG Jian, LI Xing-kun. Integrated inference of driver's intentions and driving environment and real-

- time algorithm[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2006, 42(4): 206-212. (in Chinese)
- [5] BASTIAN A. Handling the nonlinearity of a fuzzy logic controller at the transition between rules[J]. Fuzzy Sets and Systems, 1995, 71(3): 369-387.
- [6] 金 辉, 葛安林, 雷雨龙, 等. 基于行驶环境识别的汽车自动换挡系统研究[J]. 机械工程学报, 2002, 38(5): 56-60.
JIN Hui, GE An-lin, LEI Yu-long, et al. Study on automobile automatic shift system based on driving environment recognition[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2002, 38(5): 56-60. (in Chinese)
- [7] NELLES O. IntelligenTip®: a learning driving strategy for automated transmissions[J]. SAE Paper 2003-01-0534.
- [8] 陈士安, 何 仁, 陆森林. AMT 车辆运行状态参数识别的新方法[J]. 轻型汽车技术, 2003(2): 17-20.
CHEN Shi-an, HE Ren, LU Sen-lin. The new parameter identification method of AMT vehicle operating status[J]. Light Vehicles, 2003(2): 17-20. (in Chinese)
- [9] WANG Jian, LEI Yu-long, GE An-lin. Shift strategy research on off-road vehicle[J]. SAE Paper 2009-01-1358.
- [10] 朱小佩. 轿车自动变速器换挡规律的研究与仿真[D]. 上海: 同济大学, 2006.
ZHU Xiao-pei. Study and simulation on automatic transmission shift schedule[D]. Shanghai: Tongji University, 2006. (in Chinese)
- [11] 李 静, 陆 辉, 赵 健, 等. 自动变速车辆冰雪地面驱动力控制方式匹配试验[J]. 吉林大学学报: 工学版, 2011, 41(增 2): 30-35.
LI Jing, LU Hui, ZHAO Jian, et al. Matching test of driving force control modes for automatic transmission vehicle on ice road[J]. Journal of Jilin University: Engineering and Technology Edition, 2011, 41(S2): 30-35. (in Chinese)
- [12] 史俊武, 鲁统利, 李小伟, 等. 自动变速车辆坡道行驶自适应换挡策略[J]. 农业机械学报, 2011, 42(4): 1-7.
SHI Jun-wu, LU Tong-li, LI Xiao-wei, et al. Self-adaptive slope gearshift strategy of automatic transmission vehicles[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2011, 42(4): 1-7. (in Chinese)
- [13] 余荣辉, 孙冬野, 秦大同. 机械自动变速系统动力性换挡控制规律[J]. 农业机械学报, 2006, 37(4): 1-4.
YU Rong-hui, SUN Dong-ye, QIN Da-tong. Study on dynamic gear-shift law of automated mechanical transmission[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2006, 37(4): 1-4. (in Chinese)
- [14] 张国胜, 牛秦玉, 方宗德, 等. 最佳燃油经济性换挡规律理论及其应用研究[J]. 中国机械工程, 2005, 16(5): 446-449.
ZHANG Guo-sheng, NIU Qin-yu, FANG Zong-de, et al. Theory and application studies on optimal fuel economy shift schedule[J]. China Mechanical Engineering, 2005, 16(5): 446-449. (in Chinese)

《交通运输工程学报》2013 年征订通知

《交通运输工程学报》是由国家教育部主管, 长安大学主办, 国务院学位委员会交通运输工程学科评议组、东南大学与西南交通大学共同协办的交通运输领域的学术期刊, 两院院士沈志云教授任名誉主任委员; 主要刊载道路与铁道工程、载运工具运用工程、交通运输规划与管理、交通信息工程与控制等领域高水平的学术论文和重大工程实践项目产生的论文; 主要读者对象为国内外交通运输领域的科研人员、工程技术人员及大专院校相关专业的师生。

《交通运输工程学报》为双月刊, 大 16 开本, 128 个页码, 每期定价 20.00 元, 全年共 120.00 元。可到当地邮局订阅, 邮发代号为 52-195, 也可直接汇款至《交通运输工程学报》编辑部订阅。

开户银行: 中国银行西安翠华路支行

账 号: 102407337258

账 户: 长安大学杂志社

邮政编码: 710064

联 系 人: 胡广平

电 话: 029-82334382

地 址: 陕西省西安市南二环路中段长安大学杂志社

E-mail: jygc@chd.edu.cn