

21世纪全国高职高专机电系列实用规划教材



21st CENTURY
实用规划教材

汽车底盘电控系统 原理与维修

主 编 闵思鹏 江 冰



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

中国林业出版社
China Forestry Publishing House

21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材

汽车底盘电控系统原理与维修

主 编 闵思鹏 江 冰
副主编 周大军 韩建国 张广栋
参 编 包尔慨
主 审 徐济宣



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

中国林业出版社
China Forestry Publishing House

内 容 简 介

本书系统地阐述了目前常见车型的电控液力自动变速器、无级变速器、防抱死制动系统(ABS)、电控驱动防滑系统(ASR)、汽车行驶稳定控制系统、电控悬架系统、电控动力转向和四轮转向系统的结构、原理、故障诊断、检测分析等知识,并有丰富的故障案例供读者分析参考,通过案例教学来加强实践能力的培养。

本书内容丰富,实用性强,适合高职高专汽车电子技术专业师生使用、汽车运用技术专业师生使用,也可作为成人高等教育、汽车技术培训等相关课程的教材,同时可供广大汽车工程技术人员和汽车维修人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车底盘电控系统原理与维修/闵思鹏,江冰主编.—北京:中国林业出版社;北京大学出版社,2007.8
(21世纪全国高职高专机电系列实用规划教材)

ISBN 978-7-5038-4864-3

I. 汽… II. ①闵…②江… III. ①汽车—底盘—电气控制系统—原理—高等学校:技术学校—教材
②汽车—底盘—电气控制系统—车辆修理—高等学校:技术学校—教材 IV. U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第119838号

书 名: 汽车底盘电控系统原理与维修

著作责任者: 闵思鹏 江 冰 主编

策划编辑: 徐 凡

责任编辑: 孙哲伟 杜 娟

标准书号: ISBN 978-7-5038-4864-3

出 版 者: 中国林业出版社(地址:北京市西城区德内大街刘海胡同7号 邮编:100009)

<http://www.cfph.com.cn> E-mail: cfphz@public.bta.net.cn

电话:编辑部 66170109 营销中心 66187711

北京大学出版社(地址:北京市海淀区成府路205号 邮编:100871)

<http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com> E-mail: pup_6@163.com

电话:邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者: 北京中科印刷有限公司

发 行 者: 北京大学出版社 中国林业出版社

经 销 者: 新华书店

787mm×1092mm 16开本 20印张 462千字

2007年8月第1版 2007年8月第1次印刷

定 价: 30.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

《21 世纪全国高取高专机电系列实用规划教材》

专家编审委员会

主 任 傅水根

副主任 (按拼音顺序排名)

陈铁牛	李 辉	刘 涛	祁翠琴
钱东东	盛 键	王世震	吴宗保
张吉国	郑晓峰		

委 员 (按拼音顺序排名)

蔡兴旺	曹建东	柴增田	程 艳
丁学恭	傅维亚	高 原	何 伟
胡 勇	李国兴	李源生	梁南丁
刘靖岩	刘瑞己	刘 铁	卢菊洪
南秀蓉	欧阳全会	钱泉森	邱士安
宋德明	王用伦	王欲进	吴百中
吴水萍	武昭辉	肖 珑	徐 萍
喻宗泉	袁 广	张 勤	张西振
张 莹	周 征		

丛书总序

高等职业技术教育是我国高等教育的重要组成部分。从 20 世纪 90 年代末开始, 伴随我国高等教育的快速发展, 高等职业技术教育也进入了快速发展时期。在短短的几年时间内, 我国高等职业技术教育的规模, 无论是在校生数量还是院校的数量, 都已接近高等教育总规模的半壁江山。因此, 高等职业技术教育承担着为我国走新型工业化道路、调整经济结构和转变增长方式提供高素质技能型人才的重任。随着我国经济建设步伐的加快, 特别是随着我国由制造大国向制造强国的转变, 现代制造业急需高素质高技能的专业人才。

为了使高职高专机电类专业毕业生满足市场需求, 具备企业所需的知识能力和专业素质, 高职高专院校的机电类专业根据市场和社会需要, 努力建立培养企业生产第一线所需的高等职业技术应用型人才的教学体系和教材资源环境, 不断更新教学内容, 改进教学方法, 积极探索机电类专业创新人才的培养模式, 大力推进精品专业、精品课程和教材建设。因此, 组织编写符合高等职业教育特色的机电类专业规划教材是高等职业技术教育发展的需要。

教材建设是高等学校建设的一项基本内容, 高质量的教材是培养合格人才的基本保证。大力发展高等职业教育, 培养和造就适应生产、建设、管理、服务第一线需要的高素质技能型人才, 要求我们必须重视高等职业教育教材改革与建设, 编写和出版具有高等职业教育自身特色的教材。近年来, 高职教材建设取得了一定成绩, 出版的教材种类有所增加, 但与高职发展需求相比, 还存在较大的差距。其中部分教材还没有真正过渡到以培养技术应用能力为主的体系中来, 高职特色反映也不够, 极少数教材内容过于肤浅, 这些都对高职人才培养十分不利。因此, 做好高职教材改革与建设工作刻不容缓。

北京大学出版社抓住这一时机, 组织全国长期从事高职高专教学工作并具有丰富实践经验的骨干教师, 编写了高职高专机电系列实用规划教材, 对传统的课程体系进行了有效的整合, 注意了课程体系结构的调整, 反映系列教材各门课程之间的渗透与衔接, 内容合理分配; 努力拓宽知识面, 在培养学生的创新能力方面进行了初步的探索, 加强理论联系实际, 突出技能培养和理论知识的应用能力培养, 精简了理论内容, 既满足大类专业对理论、技能及其基础素质的要求, 同时提供选择和创新的空間, 以满足学有余力的学生进修或探究学习的需求; 对专业技术内容进行了及时的更新, 反映了技术的最新发展, 同时结合行业的特色, 缩短了学生专业技术技能与生产一线要求的距离, 具有鲜明的高等职业技术人才培养特色。

最后, 我们感谢参加本系列教材编著和审稿的各位老师所付出的大量卓有成效的辛勤劳动, 也感谢北京大学出版社和中国林业出版社的领导和编辑们对本系列教材的支持和编审工作。由于编写的时间紧、相互协调难度大等原因, 本系列教材还存在一些不足和错漏。我们相信, 在使用本系列教材的教师和学生的关心和帮助下, 不断改进和完善这套教材, 使之成为我国高等职业技术教育的教学改革、课程体系建设和教材建设中的优秀教材。

《21 世纪全国高职高专机电系列实用规划教材》

专家编审委员会

2007 年 7 月

前 言

为贯彻高职高专教育由“重视规模发展”转向“注重提高质量”的工作思路,适应我国当前高职高专教育教学改革和教材建设的需要,培养以就业为导向的具备职业化特征的高素质应用型人才。北京大学出版社和中国林业出版社联合,双方运用多年的综合和专业的教材出版经验,于2007年共同组织编辑出版了《21世纪全国高职高专机电系列实用规划教材》。

本系列教材面向全国高职高专汽车类课程的建设。教材系统、全面地体现高职高专教学改革、教材建设的需求,优先开发其中教学急需,改革方案明确,适用范围较广的教材。

本系列教材根据教育部高等职业教育的指导思想编写,融入国内著名学校先进的教学成果,系统、全面地研究和借鉴国外高职高专教育思想以及教材建设思路,使教材建设具有实用性和前瞻性,与就业市场结合得更加紧密。

本系列教材的编写,以学生就业所需的专业知识和操作技能作为着眼点,在适度的基础知识与理论体系覆盖下,突出高职教学的实用性和可操作性,同时强化实训和案例教学,通过实际训练加深对理论知识的理解。教材编写时第一注重教材的实践性,第二注重教材的基础性,第三注重教材的科学性和先进性。打破传统基础课教材自身知识框架的封闭性,尝试多方面知识的融会贯通;注重知识层次的递进,同时在具体内容上突出实际运用知识的能力。使本系列教材做到“教师易教,学生乐学,技能实用”。

《汽车底盘电控系统原理与维修》是本系列教材之一,本书共分11章。主要包括电控液力自动变速器、无级变速器、防抱死制动系统、电控驱动防滑系统、汽车行驶稳定控制系统、电控悬架系统、电控动力转向和四轮转向系统的结构、原理、故障诊断、检测分析等内容,并有丰富的故障案例供读者分析参考,通过案例教学来加强实践能力的培养。

本书内容丰富,实用性强,紧跟技术发展步伐,适合高职高专汽车电子技术专业、汽车运用技术专业师生使用,也可作为成人高等教育、汽车技术培训等相关课程的教材,同时可供广大汽车工程技术人员和汽车维修人员参考。

本书由江西交通职业技术学院闵思鹏、太原大学江冰主编。其中第1章、第7章由闵思鹏编写;第8章、第9章由江冰编写;第6章、第11章由辽宁工程技术大学职业技术学院周大军编写;第4章、第5章由河南职业技术学院韩建国编写;第10章由承德石油高等专科学校张广栋编写;第2章、第3章由甘肃畜牧工程职业技术学院包尔慨编写。

全书由江西交通职业技术学院徐济宣主审,并提出了许多宝贵意见,使得本书更为严谨,在此深表感谢。

在本书的编写过程中,得到了许多专家和同行的热情支持,并参阅了许多国内外公开发表与发表的文献,在此一并表示感谢。

由于时间仓促,水平有限,书中难免存在不妥或疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者
2007年5月

目 录

第 1 章 绪论	1	4.1.1 变速器结构	53
第 2 章 电控液力自动变速器概述	5	4.1.2 各挡动力传递路线	54
2.1 电控液力自动变速器的优缺点	5	4.1.3 液压控制系统	55
2.2 电控液力自动变速器的基本组成	6	4.1.4 电子控制系统	55
2.3 自动变速器的类型	7	4.2 大众 01V 型手/自一体变速器	57
2.4 自动变速器的使用	10	4.2.1 结构简介	57
小结	11	4.2.2 各挡动力传递路线	58
复习思考题	11	4.2.3 电子控制系统	61
第 3 章 电控液力自动变速器	12	4.3 本田 MAXA 型自动变速器	63
3.1 液力传动装置	12	4.3.1 结构简介	64
3.1.1 液力耦合器	12	4.3.2 各挡动力传递	65
3.1.2 液力变矩器	13	4.3.3 液压控制系统	67
3.2 齿轮变速机构	18	4.3.4 电子控制系统	70
3.2.1 单排行星齿轮机构	18	4.4 别克 4T65E 型自动变速器	73
3.2.2 辛普森式行星齿轮变速器	20	4.4.1 结构简介	74
3.2.3 拉维娜式行星齿轮变速器	24	4.4.2 各挡动力传递路线	75
3.2.4 换挡执行元件	26	4.4.3 液压控制系统	76
3.3 液压控制系统	31	4.4.4 电子控制系统	78
3.3.1 液压控制系统的组成	31	小结	84
3.3.2 液压泵和自动变速器油	31	复习思考题	85
3.3.3 液压调节阀	34	第 5 章 自动变速器的性能测试与	
3.3.4 液压控制阀	36	检修	86
3.3.5 换挡品质控制装置	40	5.1 自动变速器的基本检查及维护	86
3.4 电子控制系统	41	5.1.1 油质和油面高度的检查	86
3.4.1 电子控制系统的组成	41	5.1.2 自动变速器油的更换	87
3.4.2 输入装置	42	5.1.3 节气门拉索的检查和调整	88
3.4.3 执行器	45	5.1.4 发动机怠速的检查和调整	89
3.4.4 电子控制单元	47	5.1.5 选挡手柄位置的检查和调整	89
小结	51	5.1.6 挡位开关的检查和调整	89
复习思考题	51	5.1.7 超速挡开关的检查	90
第 4 章 典型电控液力自动变速器	53	5.2 自动变速器的性能测试	90
4.1 丰田 A341E 型自动变速器	53	5.2.1 失速试验	90
		5.2.2 油压试验	92

5.2.3 换挡延迟试验.....	94	6.3.6 无超速挡故障的诊断.....	129
5.2.4 道路试验.....	95	6.3.7 无前进挡故障的诊断.....	130
5.2.5 手动换挡试验.....	96	6.3.8 无倒挡故障的诊断.....	130
5.3 自动变速器的检修.....	97	6.3.9 跳挡故障的诊断.....	131
5.3.1 液力变矩器的检修.....	97	6.3.10 挂挡后发动机怠速易熄火 故障 的诊断.....	131
5.3.2 行星齿轮机构的检修.....	99	6.3.11 无发动机制动故障的诊断... ..	132
5.3.3 自动变速器液压控制系统的 检修.....	99	6.3.12 不能强制降挡故障的诊断... ..	133
5.3.4 自动变速器电控系统的 检修.....	103	6.3.13 无锁止故障的诊断.....	133
小结.....	106	6.3.14 液压油易变质故障的诊断... ..	134
复习思考题.....	107	6.3.15 自动变速器异响故障的 诊断.....	135
第 6 章 电控液力自动变速器的故障 诊断.....	108	6.4 故障案例分析.....	135
6.1 自动变速器的诊断程序.....	108	小结.....	139
6.1.1 自动变速器的故障诊断 原则.....	108	复习思考题.....	139
6.1.2 自动变速器的故障诊断 程序.....	108	第 7 章 汽车无级变速器.....	140
6.2 电控液力自动变速器的故障 自诊断.....	110	7.1 汽车无级变速器概述.....	140
6.2.1 丰田 A341E 型电控自动 变速器的故障自诊断.....	110	7.1.1 汽车无级变速器的发展 历史.....	140
6.2.2 大众 01V 型电控自动变速器 的故障自诊断.....	111	7.1.2 无级变速器的基本原理.....	141
6.2.3 本田 MAXA 型电控自动变速 器的故障自诊断.....	118	7.1.3 无级变速器的优缺点.....	141
6.2.4 通用 4T65E 型电控自动变速 器的故障自诊断.....	121	7.2 奥迪 01J 型无级变速器的结构及 工作原理.....	142
6.3 电控液力自动变速器常见故障诊断 与排除.....	123	7.2.1 奥迪 01J 型无级变速器的 结构及组成.....	142
6.3.1 汽车不能行驶故障的诊断.....	124	7.2.2 液压控制系统.....	148
6.3.2 自动变速器打滑故障的 诊断.....	124	7.2.3 电子控制系统.....	156
6.3.3 换挡冲击过大故障的诊断.....	126	7.3 广本飞度无级变速器的结构及工作 原理.....	162
6.3.4 升挡过迟故障的诊断.....	127	7.3.1 概述.....	162
6.3.5 不能升挡故障的诊断.....	128	7.3.2 广本飞度无级变速器的主要 部件及动力流程.....	164
		7.3.3 液压控制系统.....	166
		7.3.4 电子控制系统.....	169
		7.4 无级变速器的故障诊断思路.....	171
		小结.....	173
		复习思考题.....	173

第 8 章 汽车防抱死制动系统	174
8.1 汽车防抱死制动系统概述	174
8.1.1 ABS 系统的作用	174
8.1.2 ABS 系统的分类	174
8.1.3 ABS 系统在汽车上的应用	175
8.1.4 ABS 系统的发展趋势	176
8.2 ABS 系统的总体布置与工作过程	177
8.2.1 ABS 系统的基本组成及 控制方式	177
8.2.2 ABS 系统的基本原理	180
8.3 ABS 系统零部件的结构与 工作原理	181
8.3.1 传感器	181
8.3.2 制动压力调节器	184
8.3.3 电子控制单元	189
8.4 典型车型 ABS 系统	190
8.4.1 国产桑塔纳轿车 ABS 系统	190
8.4.2 本田车系 ABS 系统	193
8.4.3 通用车系 ABS 系统	195
8.5 ABS 系统的使用及维修	199
8.5.1 ABS 的使用与维护	199
8.5.2 ABS 的故障诊断与检查	201
8.5.3 典型车型故障自诊断	203
8.5.4 ABS 系统的检修	207
8.6 故障案例分析	209
小结	211
复习思考题	212
第 9 章 汽车驱动防滑和行驶稳定控制 系统	213
9.1 概述	213
9.2 ASR 系统的组成和工作原理	214
9.2.1 ASR 系统的作用	214
9.2.2 ASR 系统的控制方式	214
9.2.3 ASR 系统与 ABS 系统的 比较	215
9.2.4 ASR 系统的组成	216
9.2.5 ASR 系统主要零部件的 工作原理	217
9.3 ESP 系统的组成与工作原理	220
9.3.1 ESP 系统的作用	220
9.3.2 ESP 系统的类型	220
9.3.3 ESP 系统的组成	220
9.3.4 ESP 系统的工作原理	222
9.3.5 ESP 系统主要零部件的结构 与工作原理	223
9.4 典型车型驱动防滑及车辆行驶 稳定系统	228
9.4.1 凌志 LS400 ABS/TRC 驱动 防滑系统	228
9.4.2 别克荣御轿车驱动防滑及 车辆稳定控制系统	234
9.5 故障案例分析	242
小结	244
复习思考题	245
第 10 章 电控悬架系统	246
10.1 概述	246
10.1.1 电子控制悬架系统的分类	246
10.1.2 系统组成和基本工作原理	247
10.2 电控悬架系统的结构和工作原理	247
10.2.1 系统基本功能	247
10.2.2 传感器的结构与工作原理	248
10.2.3 执行机构的结构与工作 原理	254
10.2.4 悬架电控单元 ECU	261
10.3 典型车型电控悬架系统及检修	262
10.3.1 LEXUS LS400 电子控制 悬架系统	262
10.3.2 三菱自动电子控制悬架 系统	267
10.3.3 日产电子控制悬架系统	270
10.4 故障案例分析	273
小结	275
复习思考题	276

第 11 章 电控动力转向与四轮转向

系统	277	4WS 系统	292
11.1 动力转向系统概述	277	11.4.2 横摆角速度比例控制式	
11.2 传统液压动力转向系统简介	278	4WS 系统	296
11.2.1 传统液压动力转向系统的组成	278	11.5 典型车型电控动力转向系统及检修	301
11.2.2 传统液压动力转向系统的结构型式	278	11.5.1 凌志电控动力转向系统及检修	301
11.2.3 整体式液压动力转向系统的工作原理	279	11.5.2 三菱电控动力转向系统及检修	302
11.3 电控动力转向系统的结构与工作原理	285	11.6 故障案例分析	304
11.3.1 液压式电控动力转向系统	285	小结	305
11.3.2 电动式电控动力转向系统	288	复习思考题	306
11.4 四轮转向控制系统	292	参考文献	307
11.4.1 转向角比例控制式			

第 1 章 绪 论

汽车底盘作为汽车的重要组成部分,其性能的好坏直接影响到整个汽车的综合性能。随着计算机技术大量地应用于汽车的各个系统,汽车底盘上各种电控系统也应运而生,使得汽车的行驶速度和运输效率得以提高,驾驶环境进一步改善,操控汽车更加方便、舒适。

目前在汽车底盘上应用的电子控制系统包括电控自动变速器、防抱死制动系统、驱动防滑系统、汽车电子稳定性控制系统、电控悬架系统、转向控制系统等。

1. 自动变速器

变速器作为汽车重要的组成部分,承担放大发动机扭矩,配合发动机功扭的特性,实现了理想动力传递,从而使汽车适应各种路况的行驶。传统的变速器通过利用不同的齿轮组合实现了上述目的,而齿轮组合的变换就只有靠脚踩离合器和手拉换挡杆来实现,这就是所谓的手动变速器 MT(Manual Transmission)。

为了实现轻松换挡,取消脚踏离合器和手动换挡的变速器出现了,这就是自动变速器。自动变速器最早从 1939 年由美国通用汽车公司在奥兹莫比尔(Oldsmobile)轿车上应用以来,发展速度很快,尤其是应用计算机技术后,自动变速技术进入了迅速发展的崭新时期。

自动变速器能根据节气门开度和车速等行驶条件,按照换挡特性,精确地控制变速比,使汽车处于最佳挡位。它具有提高传动效率、降低油耗、改善换挡舒适性和汽车行驶平稳性以及延长变速器使用寿命等优点。

目前世界上使用最多的汽车自动变速器主要有 3 种类型:液力自动变速器 AT(Automatic Transmission)、电控机械式自动变速器 AMT(Automated Mechanical Transmission)和机械无级自动变速器 CVT(Continuously Variable Transmission)。

液力自动变速器是最早的自动变速器,它通过液力传递和齿轮组合的方式来达到变速变矩。其中的液力变矩器除了能起到离合器的作用外,还具有无级连续变速和改变转矩的能力,对外负载有良好的自动调节和适应性。现在液力自动变速器已朝向电子化方向发展,成为电控液力自动变速器。液力自动变速器的技术已相对成熟,目前是现代汽车自动变速器的主流。

电控机械式自动变速器是在传统手动变速器的基础上改造而成的,主要改变了手动换挡操纵部分。即在 MT 总体结构不变的情况下改用电子控制来实现自动换挡。因此 AMT 实际上是由一个机器人系统来完成操作离合器和换挡两个动作。由于 AMT 能在 MT 的生产基础上改造,生产继承性好,投入费用也较低,容易被厂家接受。

无级自动变速器(CVT)又称为连续变速式机械无级变速器,它与一般齿轮式自动变速器的最大区别是省去了复杂而又笨重的齿轮组合,只用了两个变速轮盘和一条传动带进行变速传动。无级变速器可以自由改变传动比,从而实现全程无级变速,譬如可以从 0.445 连续变化到 2.6,使汽车的车速变化平稳,因此没有有级式变速器换挡时那种“顿”的感觉。CVT 是理想的汽车传动装置,是自动变速器的发展方向。

为了将手动挡的驾驶乐趣和自动挡的方便舒适完美地融合和在一起,目前在自动变速器的基础上又发展了手自一体式变速器。装有手自一体式变速器的汽车在任何时刻都可以进行自动变速与手动换挡的切换。

2. 电控防抱死制动系统(ABS)

纯粹的气压制动和液压制动解决了正常状态下的制动问题。但对于紧急情况下的突然制动所带来的制动跑偏、侧滑、甩尾等危险制动状况并不能很好的解决。为解决这一技术难题,汽车技术界掀起了一个技术革新的狂潮。防抱死制动系统 ABS(Anti-lock Braking System)就是这一技术革新时代的杰出成果。

汽车防抱死制动系统 ABS 是在传统制动系统的基础上,采用电子控制技术以实现制动力的自动调节,防止汽车制动时车轮抱死,以期获得最有效的制动效果并极大提高车辆主动安全性的一种机电液一体化装置。理论实验及实际应用均表明,ABS 能够把车轮和地面之间的附着系数保持在峰值附着系数的附近,并使其变化尽可能小,以获得较大的横向和纵向附着力,提高汽车抗侧滑性能,充分发挥制动效能,同时能增加汽车制动过程中的可控性,达到一种理想制动,从而减少事故发生的可能性。

ABS 技术具有三大优点:一是缩短了制动距离;二是增加了汽车制动的稳定性,将滑移率控制在 20%左右,使因车轮侧滑引起的事故比例下降了 8%左右;三是改善了轮胎的磨损状况,且使用方便,工作可靠。

ABS 的应用使汽车驾驶的安全性更好了,但它只是电控制动系统技术开发的开始。目前在 ABS 的基础上又发展并集成了许多相关的电子制动控制系统,它们的性能有的更优于 ABS 系统,有的则弥补了 ABS 系统的一些不足。例如驱动防滑控制系统 ASR、电子制动力分配系统 EBD、动态制动力控制系统、车辆行驶稳定控制系统等,从而使汽车的安全性得到进一步的改善和提高。

驱动防滑系统 ASR(Anti-Slip Regulation)是对 ABS 的完善和补充。ASR 系统是维持附着条件,充分发挥驱动力的电子装置,其作用主要是通过控制汽车的制动系统和发动机转矩等手段来控制驱动力,防止车轮空转打滑,以保持最佳驱动力。ABS 保证了汽车制动过程中方向的稳定性,ASR 则保证了汽车行驶过程中(起步、加速时)的方向稳定性和操纵性。现代的很多轿车中,ABS 电子控制装置设有与 ASR 电子控制装置交换信号的接口,而且它们的主要部件(如电子控制器、车轮转速传感器、制动压力调节器)可以通用或共用,因此 ABS 与 ASR 结合使用,可以充分利用有关部件,并且使汽车的主动安全性更有保证。

车辆行驶稳定控制系统是在 ABS 和 ASR 基础上发展起来的一种新型控制技术。汽车稳定性是指车辆行驶中的方向稳定性和抵抗外界侧向力干扰的能力。车辆行驶稳定控制系统利用车辆运动状态变量反馈来调节车轮纵向力的大小及分配,控制车辆的横摆运动,使车辆在湿滑或者高速行驶条件下能获得良好的操纵性和稳定性。不同的公司对这一系统的命名也不相同,如博世(BOSCH)公司早期称之为车辆动态控制系统 VDC,现在博世、梅赛德-奔驰公司均称之为电子稳定程序系统 ESP;丰田公司称之为车辆稳定性控制系统 VSC;本田公司称之为车辆稳定性辅助系统 VSA;宝马公司称之为车辆动态稳定控制系统 DSC 等。虽然名称不一样,但其原理和作用基本相同。

车辆行驶稳定控制系统与迄今为止的其他控制系统的不同点在于:可以对驾驶员的意

志进行推断;可以通过对驾驶员的意志和车辆的运行状态进行比较,自动控制驱动力或制动力。车辆行驶稳定控制系统是 ABS 和 ASR 在更高层次上的综合,它所能识别和处理的情况比 ABS 和 ASR 的更多,系统功率也要增加数倍,此外还增加 ABS 和 ASR 以外的多种硬件。

3. 电控悬架

对于传统的悬架系统而言,当其结构确定后,就具有固定的悬架刚度和阻尼系数,在车辆行驶过程中无法进行调节,也就是在汽车行驶过程中不能人为地加以控制,因此悬架减振性能的进一步提高受到了限制。在汽车行驶过程中,这种被动悬架的平顺性和操纵稳定性不能兼而有之,只能采取折中的方式来解决。

随着电子技术的发展,在汽车悬架系统中采用了电子控制技术,因而可以满足汽车悬架系统平顺性和操纵稳定性两项性能的要求,克服被动悬架的刚度和阻尼系数不能调节的弱点,这就是电子控制悬架系统。汽车电子控制悬架系统根据汽车行驶路面状况、行驶速度和载荷变化,通过电子控制单元来控制相应的执行元件,自动调节车身高度、悬架刚度和阻尼系数,改善汽车的平顺性和操纵稳定性。在装备电子控制悬架的汽车上,当汽车转弯、加速和制动时,乘员能够感到悬架较为坚硬,而在正常行驶时能够感到悬架比较柔软;电控悬架系统还能平衡地面反力,使其对车身的影响减小到最低程度。

电控悬架系统有主动悬架和半主动悬架两种。所谓主动悬架,是根据车辆的运动状态和路面状况主动做出反应,抑制车体的运动,使悬架始终处于最优的减振状态。车辆在行驶过程中悬架刚度和阻尼系数可人为地加以控制,并不断变化。所以主动悬架的特点就是能够根据外界输入或车辆本身状态的变化进行动态自适应调节。这种调节需要消耗能量,故系统中需要能源。半主动悬架仅对减振器的阻尼力进行调节,有些还对横向稳定器的刚度进行调节,调节方式有机械式和电子控制式两种。这种调节不需消耗能量,故系统中不需要能源,即系统是无能源的。

4. 转向控制系统

传统的液压助力转向系统一般由发动机驱动转向油泵提供液压油,由转向控制阀来控制液压油的作用以实现助力。这种转向系统的助力特性与汽车的实际要求不一致,因为汽车在以不同速度行驶时对助力特性的要求不同,而传统的液压助力转向系统无法做到这一点。把电子技术引进了转向系统后,由控制单元根据情况来控制电动机,驱动转向油泵运转,就形成了电子控制的液压式动力转向系统(Electro Hydraulic Power Steering, EHPS),它符合当代节能与环保的要求,在 EHPS 中,正常转向时,驾驶员转向动作不快,其电动机可以低速运转;当需要快速转向时,电动机加速,以提供足够的液压油;不需要转向动作的时候,可以让电机停转或低速运转,从而节约能量。

进一步的发展就是电动式动力转向系统(Electrical Power Steering, EPS)。这是一种新型的、很有发展前途的动力转向系统,它完全取消了液压组件。当驾驶员转动转向盘时,转矩传感器检测转向盘上转矩的大小和方向,控制器根据转向盘转矩的大小进行助力控制。转向盘转矩越大,助力电机提供的助力转矩也越大,从而解决了转向轻便性的问题。同时,控制器根据车速的高低来控制路感。车速变高时,控制助力适当减少,从而保证了高速转向时驾驶员有合适的路感,提高了驾驶的安全性和稳定性。

EPS 给转向系统带来了一场革命,但时代的发展对转向系统提出更高的要求。目前又出现了研究线控电动转向系统(Steering By Wire)的趋势,它取消了转向盘与转向轮之间的机械连接,从而彻底摆脱了传统转向系统所固有限制,在给驾驶员带来方便的同时也提高了汽车的安全性。

现代汽车多采用前轮转向,能够基本满足汽车的转向行驶。随着现代道路交通系统和先进汽车技术的发展,人们对汽车转向操纵性能的要求日益提高。为满足汽车在各种行驶工况下的转向性能,汽车的四轮转向技术得到了应用。汽车的四轮转向 4WS(Four Wheel Steering)系统是基于一个安装在后悬架上的后轮转向机构,它能够使驾驶员操纵方向盘时转动汽车前后四个车轮,以改善汽车的转向机动性、操纵稳定性和行驶安全性。

四轮转向系统 4WS 是提高车辆操纵稳定性的一个重要组成部分,于 1985 年由 NISSAN 公司首次推出。在汽车底盘中,用以控制汽车行驶方向的转向系是与操纵稳定性关系最为密切的系统。4WS 通过增加后轮转向改变车辆行驶轨迹,减少了汽车的侧倾。其控制目标是:低速时减小汽车最小转弯半径,提高汽车的机动性;中高速时,实现汽车质心侧偏离角为零,提高汽车高速时的操纵稳定性。

5. 其他控制系统

(1) 电控四轮驱动。四轮驱动 4WD 又称全轮驱动 AWD(All Wheel Drive),20 世纪 70 年代以前用于越野车,现在已发展到应用于轿车,并引入电控系统,由电磁或者液压控制离合器多层叶片,从而改变发动机驱动力在变速器内传递的路径。这样汽车在运行时,能根据汽车行驶状态和路面情况,把驱动扭矩合理地分配给前后轮,以充分发挥各轮胎的驱动力,提高汽车的操纵稳定性。

四轮驱动系统主要分成两大类:半时四驱(Part Time 4WD)和全时四驱(Full Time 4WD)。半时四驱在正常的路面,车辆一般会采用后轮驱动的方式。而一旦遇到路面不良或驱动轮打滑的情况,ECU 会自动检测并立即将发动机输出扭矩分配给两个前轮,自然切换到四轮驱动状态。全时四驱是使汽车四个车轮一直保持有驱动力的四驱系统。全时四驱系统可分成固定扭矩分配(前后 50:50 比例分配)和变扭矩分配(前后动力分配比例可变)两大类。

(2) 轮胎气压监控系统。汽车轮胎内充气压力的高低直接影响到整车行驶的舒适性和安全性。如果保持适宜的胎压,则可以减小轮胎的磨损,降低油耗,防止因胎压不足而引起的轮胎损坏,并能保证汽车的行驶稳定和安全性。轮胎压力监控系统 TPMS(Tire Pressure Monitoring System)通过连续地监测轮胎的压力、温度和车轮转速,能够自动地为驾驶员发出警告,从而保证行车的安全。

第2章 电控液力自动变速器概述

教学提示：自动变速器能根据汽车的运行工况和道路条件自动变换传动比，是汽车底盘中的重要部件。本章介绍了汽车电控液力自动变速器的优缺点、基本组成、基本工作过程以及自动变速器的类型和使用特点。

教学要求：本章要求学生掌握汽车自动变速器的基本组成、类型和基本工作过程。了解自动变速器的优缺点和使用特点。

2.1 电控液力自动变速器的优缺点

自动变速器能根据汽车的运行工况和道路条件自动变换传动比。自1939年美国通用汽车公司首次在轿车上使用以来，自动变速器得到了很快的发展，特别是随着电子技术和电脑在汽车上的应用，自动变速器进入了迅速发展的崭新时期。

电控液力自动变速器与机械式手动变速器相比，具有下列显著的优点：

(1) 大大提高发动机和传动系的使用寿命。采取电控液力自动变速器的汽车与采用手动变速器的汽车的对比试验表明：前者发动机的寿命可提高85%，变速器的寿命提高12倍，传动轴和驱动半轴的寿命可提高75%~100%。

发动机与传动系由自动变速器的液力变矩器连接，这种液体工作介质的“软”性连接，起到一定的吸收、衰减和缓冲作用，大大减少了冲击和动载荷。

(2) 提高了汽车的通过性。采用液力自动变速器的汽车在起步时，驱动轮上的驱动扭矩是逐渐增加的，从而防止振动，减少车轮的打滑，使起步容易，且更平稳。当行驶阻力很大时(如爬陡坡)，发动机也不至于熄火，使汽车仍能以极低速度行驶。在特别复杂的路况行驶时，因换挡时没有功率间断，不会出现汽车停车的现象。

(3) 具有良好的自适应性。液力自动变速器的汽车采用了液力变矩器，它能自动适应汽车驱动轮负荷的变化。当行驶阻力增大时，汽车自动降低速度，使驱动力矩增加；当行驶阻力减小时，汽车自动减小驱动力矩，增加车速。这说明变矩器能在一定范围内实现无级变速，大大减少行驶过程中的换挡次数，有利于提高汽车的动力性和平均车速。

(4) 操纵轻便。液力自动变速器的汽车采用液力或电控液力换挡，使换挡实现自动化。驾驶员只需变换选挡杆的位置，控制系统就会自动操纵液压控制的滑阀，比手动变速器用拨叉拨动滑动齿轮实现换挡要简单轻松得多。而且它的换挡齿轮组一般都采用行星齿轮组，是常啮合齿轮组，这就降低或消除了换挡时的齿轮冲击，可以不要主离合器，大大减轻了驾驶员的劳动强度。

(5) 降低排放污染。变工况的使用发动机是造成发动机排放指标差的重要原因之一。在手动变速器的汽车上，通过频繁变更变速器的挡位来稳定发动机转速是很难实现的。但在电控自动变速器的汽车上，可把发动机转速稳定在低污染和低油耗的区域，通过变速器挡位的自动变换来适应外界的路况变化。

但是,与手动变速器相比,它也存在某些缺点,如结构复杂,制造成本较高,传动效率较低等。对液力变矩器而言,最高效率一般只有 82%~86%,而机械传动的效率可达 95%~97%。由于传动效率低,使汽车的燃油经济性有所降低;自动变速器的结构复杂,相应的维修技术也较复杂,要求有专门的维修人员,且应具有较高的修理水平和故障检查分析的能力。自动变速器燃油经济性较差的问题,关键是变矩器“软连接”引起的高速状态时的滑转,导致传动效率低。现代汽车采用带锁止离合器的液力变矩器,在一定行驶条件下,通过 ECU 控制,使变矩器锁止,输入轴与输出轴直接连接,传动效率接近百分之百,燃油经济性得到了改善。

2.2 电控液力自动变速器的基本组成

自动变速器的厂牌型号很多,外部形状和内部结构也有所不同,但它们的组成基本相同。电控液力自动变速器一般由液力变矩器、齿轮变速机构、换挡执行机构、液压操控系统和电子控制系统五部分组成,如图 2.1 所示。

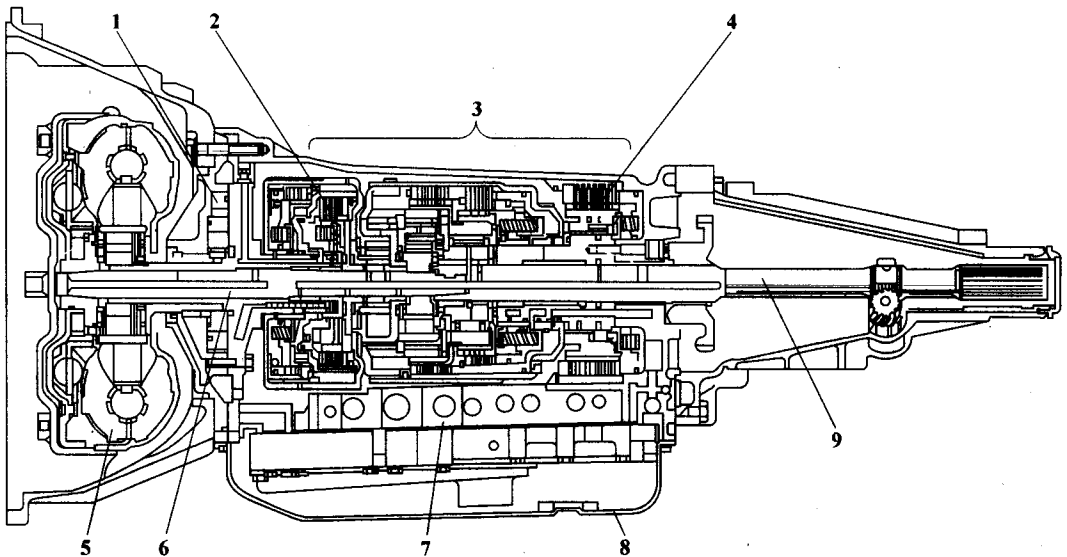


图 2.1 自动变速器结构图

- 1—油泵; 2—离合器; 3—齿轮变速机构; 4—制动器; 5—液力变矩器; 6—输入轴;
7—液压控制系统(阀板总成); 8—油底壳; 9—输出轴

(1) 变矩器。变矩器位于自动变速器的最前端,安装在发动机的飞轮上,其作用与普通汽车中的离合器相似。利用油液循环流动过程中动能的变化把发动机的动力传递给自动变速器的输入轴,并能根据汽车行驶阻力的变化,在一定范围内自动、无级地改变传动比和转矩比,具有一定的减速增矩功能。

(2) 齿轮变速机构。齿轮变速机构用于形成不同的传动比,从而组成变速器不同的挡位。目前绝大多数自动变速器采用行星齿轮机构进行变速,也有个别车型采用普通齿轮机

构进行变速(如本田车系)。

(3) 换挡执行机构。主要是用来改变行星齿轮中的主动元件或限制某个元件的运动,从而改变动力传递的方向和速比,它主要由多片式离合器、制动器和单向离合器等组成。

(4) 液压操控系统。自动变速器的液压操控系统主要包括供油部分和液压控制部分。供油部分由油泵、调压阀、油箱、过滤器及管道等组成。液压控制系统由各种控制阀和相应的油路所组成。各种阀和油路设置在一个板块内,称为阀板总成。

(5) 电子控制系统。电子控制系统由输入装置、ECU、执行器三部分组成。输入装置主要包括各种传感器和部分控制开关。电子控制单元 ECU 根据各传感器和控制开关的信号以及设定控制程序,通过运算分析,向各个执行器输出控制信号,从而实现对自动变速器的控制。

2.3 自动变速器的类型

不同车型所装用的自动变速器在型式、结构上往往有很大的差异,常见的分类方法和类型如下。

1. 按变速方式分类

汽车自动变速器按变速方式的不同,可分为有级变速器 and 无级变速器两种。

有级变速器是具有几个有限的定值传动比(一般有 3~5 个前进挡和一个倒挡)的变速器。无级变速器是能使传动比在一定范围内连续变化的变速器,无级变速器目前在汽车上应用较少。

2. 按汽车驱动方式分类

自动变速器按照汽车驱动方式的不同,可分为后驱动自动变速器和前驱动自动变速器两种。这两种自动变速器在结构和布置上有很大的不同。

后驱动自动变速器的变矩器和齿轮变速器的输入轴及输出轴在同一轴线上,这种发动机前置,后轮驱动的布置型式,其发动机和自动变速器都是纵置的,因此轴向尺寸较大,在小型客车上布置比较困难。后驱动自动变速器的阀板总成一般布置在齿轮变速器下方的油底壳内。如图 2.1 所示为后驱动自动变速器的结构。

前驱动自动变速器在自动变速器的壳体内还装有差速器。纵置发动机的前驱动自动变速器的结构和布置与后驱动自动变速器的基本相同,只是在后端增加了一个差速器。横置发动机前驱动自动变速器由于汽车横向尺寸的限制,要求有较小的轴向尺寸,因此通常将输入轴和输出轴设计成两个轴线的方式:变矩器和齿轮变速器输入轴布置在上方,输出轴布置在下方,如图 2.2 所示,这样减少了变速器总体的轴向尺寸,但增加了变速器的高度,因此常将阀板总成布置在变速器的侧面或上方,以保证汽车有足够的最小离地间隙。