



21世纪全国高等院校汽车类**创新型**应用人才培养规划教材

# 汽车微控制器结构原理与应用

蓝志坤 主编

- ✔ 全面系统地阐述了汽车微控制器的结构与原理
- ✔ 深入浅出地介绍了新技术在汽车微控制器上的应用
- ✔ 生动活泼地展示了汽车微控制器的最新案例和发展趋势



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

013038743

U463. 6-43

48

21 世纪全国高等院校汽车类创新型应用人才培养规划教材

# 汽车微控制器结构原理与应用

主 编 蓝志坤

副主编 王 静 孙冰寒 李 未



U463.6-43  
48



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS



北航

C1646641

## 内 容 简 介

近年来,随着汽车电子化和智能化的发展,微控制器控制装置已大量采用,且技术日益复杂,这样必然导致汽车的结构和控制的改变。本书就是为了填补汽车微控制器控制方面的知识而编写的。

本书主要从汽车微控制器的基础,目前常用的汽车专用微控制器,微控制器对发动机、底盘及车身的控制原理和过程等方面进行比较全面系统的阐述。本书在编写过程中,坚持由浅入深、通俗易懂、图文并茂、便于学习理解的指导原则,在内容上有理论、有实践,做到理论与实践相结合。本书力图使初学者在短时间内掌握汽车微控制器的相关知识,在内容上有一定的可操作性。

本书适合作为本科生及大中专院校学生学习的教材,也可作为维修人员的参考资料。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车微控制器结构原理与应用/蓝志坤主编. —北京:北京大学出版社, 2013. 4

(21世纪全国高等院校汽车类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-22347-5

I. ①汽… II. ①蓝… III. ①汽车—微控制器—结构—高等学校—教材 IV. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 065810 号

书 名: 汽车微控制器结构原理与应用

著作责任者: 蓝志坤 主编

策划编辑: 童君鑫

责任编辑: 童君鑫 黄 南

标准书号: ISBN 978-7-301-22347-5/TH·0342

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 新浪官方微博: @北京大学出版社

电子信箱: [pup\\_6@163.com](mailto: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: 北京富生印刷厂

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 20.5 印张 480 千字

2013 年 4 月第 1 版 2013 年 4 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 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 电子信箱: [fd@pup.pku.edu.cn](mailto:fd@pup.pku.edu.cn)

# 前 言

为了提高汽车的动力性、经济性,改善其排放性,增强其安全性、操纵稳定性和舒适性等,采用微控制器控制技术已成为一种不可阻挡的趋势,且技术日益成熟、日臻完善。在20世纪90年代初期,发达国家生产的轿车上已经装备有微控制器控制的燃油喷射发动机。我国汽车专用微控制器起步较晚,但目前的发展速度相当快,国内各汽车制造厂生产的轿车,都相继采用了微控制器控制技术。为了适应形势发展的需要,为了适应国际汽车市场的竞争,为了与国际经济接轨,国产汽车微控制器控制技术正在加快升级换代的步伐,今后更先进的电喷发动机将会不断装配在国产汽车上。

汽车上大量采用微控制器控制装置后,由于结构上有较大的改变,且技术日益复杂,国内广大汽车领域的人员普遍缺乏这方面的系统知识,给工作带来许多困难。本书就是为了改变这种状况而编写的,在汽车微控制器的内部结构及工作原理方面做了较深入的介绍,从而使工作人员对汽车微控制器内部有较系统的学习。

本书对汽车微控制器的工作原理和内部结构,汽车专用微控制器的控制,微控制器控制电喷发动机的喷油、点火等控制过程,汽车底盘的控制,汽车车身的控制都做了详细介绍。书中采用理论与实例相结合的方式,使理论知识在实例讲述中得到升华,使学生的学习过程变得生动。针对本科生学习的特点采用图形和表格的形式,使内容更丰富生动,也易于理解和学习。

本书首先从微控制器的基础——51系列单片机开始学习,然后进一步学习汽车专用的8位、16位及32位微控制器的知识,最后对汽车发动机、底盘及车身控制的具体控制过程做详细讲述,条理清晰,层次分明。全书共分8章,对汽车微控制器在汽车中的应用层层深入讲解,使学生对汽车微控制器的控制不再陌生。

本书由蓝志坤任主编,王静、孙冰寒、李未任副主编。许多同仁也对本书的编写提出了宝贵意见,在此向他们表示感谢。

由于编者水平有限,编写时间仓促,资料缺乏,所涉及技术内容较新,书中难免有疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者  
2013年1月

# 北京大学出版社汽车类教材书目

8	书 名	标准书号	著作者	定价	出版日期
1	汽车构造(第2版)	978-7-301-19907-7	肖生发, 赵树朋	56	2012.7
2	汽车构造学习指导与习题详解	978-7-301-22066-5	肖生发	26	2013.2
3	汽车发动机原理(第2版)	978-7-301-21012-3	韩同群	42	2012.8
4	汽车设计	978-7-301-12369-0	刘涛	45	2008.1
5	汽车运用基础	978-7-301-13118-3	凌永成, 李雪飞	26	2008.1
6	现代汽车系统控制技术	978-7-301-12363-8	崔胜民	36	2008.1
7	汽车电气设备实验与实习	978-7-301-12356-0	谢在玉	29	2008.2
8	汽车试验测试技术	978-7-301-12362-1	王丰元	26	2008.2
9	汽车运用工程基础(第2版)	978-7-301-21925-6	姜立标	34	2013.1
10	汽车制造工艺(第2版)	978-7-301-22348-2	赵桂范, 杨 娜	40	2013.4
11	汽车工程概论	978-7-301-12364-5	张京明, 江浩斌	36	2008.6
12	汽车运行材料	978-7-301-13583-9	凌永成, 李美华	30	2012.1
13	汽车试验学	978-7-301-12358-4	赵立军, 白 欣	28	2011.8
14	内燃机构造	978-7-301-12366-9	林 波, 李兴虎	26	2011.12
15	汽车故障诊断与检测技术	978-7-301-13634-8	刘占峰, 林丽华	34	2008.8
16	汽车维修技术与设备	978-7-301-13914-1	凌永成, 赵海波	30	2010.8
17	热工基础	978-7-301-12399-7	于秋红	34	2009.2
18	汽车检测与诊断技术	978-7-301-12361-4	罗念宁, 张京明	30	2009.1
19	汽车评估	978-7-301-14452-7	鲁植雄	25	2012.5
20	汽车车身设计基础	978-7-301-15619-3	王宏雁, 陈君毅	28	2009.9
21	汽车车身轻量化结构与轻质材料	978-7-301-15620-9	王宏雁, 陈君毅	25	2009.9
22	车辆自动变速器构造原理与设计方法	978-7-301-15609-4	田晋跃	30	2009.9
23	新能源汽车技术	978-7-301-15743-5	崔胜民	32	2012.10
24	工程流体力学	978-7-301-12365-2	杨建国, 张兆营等	35	2011.12
25	高等工程热力学	978-7-301-16077-0	曹建明, 李跟宝	30	2010.1
26	汽车电气设备(第2版)	978-7-301-16916-2	凌永成, 李淑英	38	2012.5
27	现代汽车发动机原理	978-7-301-17203-2	赵丹平, 吴双群	35	2010.6
28	现代汽车新技术概论	978-7-301-17340-4	田晋跃	35	2012.5
29	现代汽车排放控制技术	978-7-301-17231-5	周庆辉	32	2012.6
30	汽车服务工程	978-7-301-16743-4	鲁植雄	36	2013.1
31	汽车使用与管理	978-7-301-18761-6	郭宏亮, 张铁军	39	2011.6
32	汽车数字开发技术	978-7-301-17598-9	姜立标	40	2010.8
33	汽车人机工程学	978-7-301-17562-0	任金东	35	2010.8
34	专用汽车结构与与设计	978-7-301-17744-0	乔维高	45	2010.9
35	汽车空调	978-7-301-18066-2	刘占峰, 宋 力等	28	2010.11
36	汽车 CAD 技术及 Pro/E 应用	978-7-301-18113-3	石沛林, 李玉善	32	2010.11
37	汽车振动分析与测试	978-7-301-18524-7	周长城, 周金宝等	40	2011.3
38	新能源汽车概论	978-7-301-18804-0	崔胜民, 韩家军	30	2012.10
39	汽车空气动力学数值模拟技术	978-7-301-16742-7	张英朝	45	2011.6
40	汽车电子控制技术(第2版)	978-7-301-19225-2	凌永成, 于京诺	40	2012.5
41	车辆液压传动与控制技术	978-7-301-19293-1	田晋跃	28	2011.8
42	车辆悬架设计及理论	978-7-301-19298-6	周长城	48	2011.8
43	汽车电器及电子控制技术	978-7-301-17538-5	司景萍, 高志鹰	58	2012.1
44	汽车车身计算机辅助设计	978-7-301-19889-6	徐家川, 王翠萍	35	2012.1
45	现代汽车新技术	978-7-301-20100-8	姜立标	49	2012.2
46	电动汽车测试与评价	978-7-301-20603-4	赵立军	35	2012.7
47	电动汽车结构与原理	978-7-301-20820-5	赵立军, 佟钦智	35	2012.7
48	二手车鉴定与评估	978-7-301-21291-2	卢 伟, 韩 平	36	2012.8
49	汽车微控制器结构原理与应用	978-7-301-22347-5	蓝志坤	45	2013.4

相关教学资源如电子课件、电子教材、习题答案等可以登录 [www.pup6.com](http://www.pup6.com) 下载或在线阅读。

扑六知识网([www.pup6.com](http://www.pup6.com))有海量的相关教学资源和电子教材供阅读及下载(包括北京大学出版社第六事业部的相关资源),同时欢迎您将教学课件、视频、教案、素材、习题、试卷、辅导材料、课改成果、设计作品、论文等教学资源上传到 [pup6.com](http://pup6.com), 与全国高校师生分享您的教学成就与经验,并可自由设定价格,知识也能创造财富。具体情况请登录网站查询。

如您需要免费纸质样书用于教学, 欢迎登陆第六事业部门户网([www.pup6.com](http://www.pup6.com))填表申请, 并欢迎在线登记选题以到北京大学出版社来出版您的大作, 也可下载相关表格填写后发到我们的邮箱, 我们将及时与您取得联系并做好全方位的服务。

扑六知识网将打造成全国最大的教育资源共享平台, 欢迎您的加入——让知识有价值, 让教学无界限, 让学习更轻松。

联系方式: 010-62750667, 童编辑, 13426433315@163.com, [pup\\_6@163.com](mailto:pup_6@163.com), 欢迎来电来信咨询。

# 目 录

绪论 .....	1	第 4 章 汽车自动变速器控制 .....	199
0.1 汽车微控制系统的发展 .....	2	4.1 电子控制自动变速器 .....	200
0.2 汽车微控制系统的一般构成 .....	3	4.2 齿轮变速系统的结构原理 .....	204
0.3 汽车微控制系统的特性 .....	5	4.3 液压控制元件和换挡规律 .....	214
0.4 汽车微控制系统的分类 .....	6	4.4 电子控制自动变速系统的 控制过程 .....	233
0.5 控制系统的性能评价 .....	8	4.5 金属带式无级自动变速器 .....	237
0.6 微控制系统的优点 .....	9	复习题 .....	245
复习题 .....	10	第 5 章 汽车防抱死制动系统及驱动控制 系统 .....	246
第 1 章 汽车微控制系统基础 .....	11	5.1 防抱死制动系统的基本原理 .....	248
1.1 单片机相关概念 .....	13	5.2 防抱死制动系统 .....	249
1.2 单片机技术的发展 .....	13	5.3 防抱死制动系统的分类 .....	251
1.3 单片机的结构及工作原理 .....	16	5.4 防抱死制动系统各组成部件 .....	253
1.4 80C51 单片机中断系统 .....	26	5.5 防抱死制动液压控制系统 .....	258
1.5 8051 单片机的定时器/计数器 .....	33	5.6 防抱死制动系统控制过程 .....	263
1.6 串行通信 .....	38	5.7 驱动轮防滑转控制系统 .....	274
1.7 MCS-51 常用接口电路 .....	46	复习题 .....	281
复习题 .....	57	第 6 章 汽车电子控制悬架系统 .....	283
第 2 章 汽车专用微控制器 .....	58	6.1 电子控制悬架系统的组成 .....	284
2.1 8 位微控制器 .....	61	6.2 电子控制变高度悬架系统 .....	286
2.2 16 位微控制器 .....	85	6.3 电子控制变刚度悬架系统 .....	288
2.3 32 位微控制器 .....	109	6.4 电子控制变阻尼悬架系统 .....	290
复习题 .....	135	6.5 变高度、变刚度、变阻尼悬架 系统 .....	294
第 3 章 发动机电脑控制 .....	136	复习题 .....	298
3.1 单点喷射马瑞利发动机 电脑控制 .....	137	第 7 章 汽车车身及其他电子控制 系统 .....	299
3.2 电子式喷油系统控制 .....	142	7.1 汽车空调系统的自动控制 .....	300
3.3 点火控制系统 .....	159	7.2 汽车巡航控制系统 .....	306
3.4 怠速控制 .....	177	复习题 .....	319
3.5 可变节气门的控制 .....	180	参考文献 .....	320
复习题 .....	198		

# 绪 论



## 本章学习目标

- ★ 了解汽车微控制系统的发展；
- ★ 了解汽车微控制系统的一般构成；
- ★ 了解汽车微控制系统的分类及特性。



## 本章教学要点

知识要点	能力要求	相关知识
汽车微控制系统的发展	了解汽车微控制器的发展过程	汽车微控制器、汽车控制的分类
汽车微控制系统的构成	了解汽车微控制系统的一般构成	控制系统的构成及各部分的名称
汽车微控制系统的分类、特性	了解控制系统的分类及汽车微控制系统的特性	控制系统的分类方法



## 0.1 汽车微控制系统的发

自 20 世纪 50 年代以来,汽车技术与电子技术开始结合,电子技术在汽车上的应用范围越来越广,特别是 20 世纪 70 年代后,电子技术领域的集成电路、大规模集成电路和超大规模集成电路的发展,为汽车提供了速度快捷、功能强大、性能可靠、成本低廉的汽车电子控制系统。汽车电子控制系统极大地增强了汽车的动力性、经济性、安全性、舒适性,这些汽车电子技术在汽车工业上的广泛应用,能够很好地解决全球范围内的汽车尾气排放问题和能源危机问题。因此,广泛而深入地采用电子技术,不仅是汽车制造商本身为了提高产品的性能和竞争力的迫切需要,也是社会和各国政府支持和倡导,甚至是强制推行的结果。

随着电子技术的发展,计算机控制系统在汽车上的应用也越来越广泛,从开始的发动机计算机、自动变速器计算机到车身计算机、车载计算机等,从单一的计算机控制到多个计算机的综合利用,使汽车的微控制器控制系统迅速发展起来。

汽车微控制器控制是指汽车中借助微处理器实现的控制,是汽车、机电、微控制器、控制、传感器、执行器、网络等方面的理论与技术的高度结合。微控制器控制已在汽车上得到了广泛应用,其控制对象几乎涉及汽车中所有需要进行调节与控制的部件,而其控制任务包括调节、伺服、优化、监控、诊断、调度、规划、决策等复杂任务,全面地改善和提高了汽车的动力性、经济性、安全性、环保性、操纵性、稳定性、舒适性、通过性和可靠性,使汽车从传统的人/机控制系统演进为人-机-电控制系统,对汽车的设计、制造、使用和维修产生了深刻影响。

汽车中以微控制器作为控制与管理核心并能够实现特定功能的系统称为汽车微控制器控制系统。通常将汽车的计算机控制系统分为动力、底盘、车身和车载 4 个部分,如图 0.1 所示。

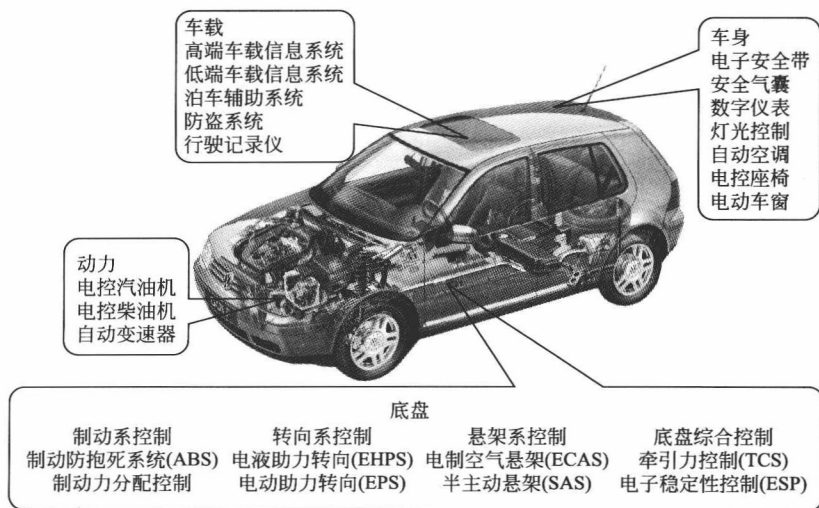


图 0.1 汽车微控制系统



按照系统的主要控制功能,可以将汽车中的微控制系统分为动力(发动机)控制系统、底盘控制系统和车身控制系统等。各个系统还可以细分为若干个子系统,如底盘控制系统可以细分为传动控制系统、防滑稳定控制系统、转向控制系统和悬架控制系统等;车身控制系统又可分为乘员保护控制系统、防盗控制系统、空调控制系统、座椅控制系统、灯光控制系统、门窗控制系统、信息管理系统等。主要的汽车微控制系统及其子系统见表 0-1。

表 0-1 汽车微控制系统及其子系统

微控制系统		微控制子系统		微控制系统		微控制子系统		
动力控制系统	汽油机控制系统	汽油喷射控制系统		底盘控制系统	防滑稳定控制系统	制动防抱死控制系统		
		点火控制系统				驱动防滑转控制系统		
		怠速控制系统				制动力分配控制系统		
		进气控制系统				行驶稳定性控制系统		
		排气控制系统			转向控制系统	动力转向控制系统		
		汽油蒸汽控制系统				四轮转向控制系统		
	柴油机控制系统	柴油喷射控制系统			悬架控制系统	半主动悬架控制系统		
		预热起动控制系统				主动悬架控制系统		
		怠速控制系统			车身控制系统			
		进气控制系统						
		排气控制系统						
	变速器控制系统							
	底盘控制系统	传动控制系统	分动器控制系统		乘员保护控制系统			
			差速器控制系统		防盗控制系统			
巡航控制系统			空调控制系统					
			灯光控制系统					
				座椅控制系统				
				门窗控制系统				
				信息管理系统				

有些汽车微控制系统通过多个系统协同控制实现其控制功能和目标。例如,将发动机控制与变速器控制集成为动力传动控制,驱动防滑转控制系统则需要动力控制系统、传动控制系统和制动控制系统进行协同控制。

为了实现不同控制系统之间的信息传递和共享,达到简化布线、减少传感器数量、避免控制功能重复、提高系统可靠性和维护性、降低成本等目的,将汽车中相关的微控制器控制系统连接形成区域网络,通过总线在控制单元之间进行信息的多路实时传输,使信息传输变得更为安全、迅捷和高效,使各个微控制器能够更好地匹配和协调。还可以通过数据总线访问区域网中的各个微控制器控制系统与装置,对其进行故障诊断并读取故障码,使整车维修工作变得更为简单和有效。

## 0.2 汽车微控制系统的一般构成

汽车微控制系统的基本功能是实现信息和能量的传递、加工和比较,并根据信息改变



控制的状态，达到预期的控制目标。每个控制系统都是由若干个相互联系的实体构成的，每个系统都具备控制系统所具有的实体、属性和活动三大要素。为了表明控制系统中各部分的功能，并且明晰系统中各部分之间的信息和能量传递关系，一般采用方框图来表达控制系统的功能结构。汽车微控制系统的一般性功能结构如图 0.2 所示。

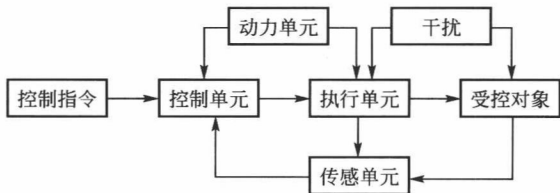


图 0.2 汽车微控制系统的一般性功能结构

### 1. 控制单元

在汽车微控制系统中，以微处理器为核心的控制单元是控制系统的中枢，是控制系统中最重要的组成部分，它从质和量两方面决定了控制系统的性能。控制单元一般具有信号变换、比较、运算、逻辑等处理功能。按照设定程序对输入指令和监测、反馈信号进行实时数据采集和处理，进行实时控制决策，形成控制指令，进行实时控制输出，使执行单元产生相应的动作。一个系统的控制单元也是与其他系统控制单元连接和对汽车进行故障诊断的接口。控制单元的结构如图 0.3 所示。

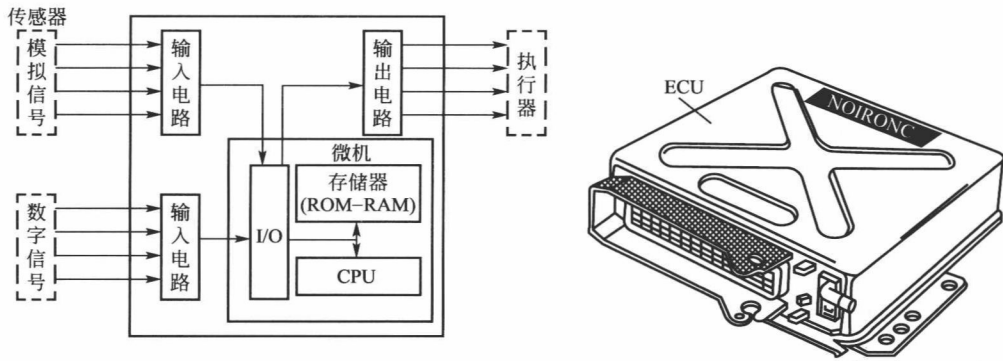


图 0.3 控制单元结构

### 2. 传感单元

在汽车微控制系统中，传感单元由若干传感器和设定器组成，传感器用于检测受控对象的相关控制参数或中间变量，将检测到的信号经过放大、转换后输入控制单元；设定器将设定值赋予控制单元。传感与设定单元产生的信号供控制单元判定被控对象的状态与目标，进而形成相应的控制决策。

### 3. 执行单元

在汽车微控制系统中，执行单元由受到控制单元驱动的各种执行器及其匹配机构组成。执行单元的作用是根据控制单元的控制决策对受控对象的状态进行调整，一般有电

磁、液压和气动等动作方式。某些情况下,为了使执行器的驱动特性与受控对象的负载特性相互匹配,还需要采用可进行动作方式转换和运动传动的匹配机构。

#### 4. 动力单元

动力单元包括动力转换和放大部分,其功能是为汽车微控制系统内的其他单元提供动力能源,其中动力转换和放大部分的作用是将控制单元形成的指令信号按不同方式进行转换和放大,以控制和驱动执行器动作。动力单元一般也受控制单元控制,动力单元提供的动力通常有电力、液压和气压等形式。

#### 5. 控制指令

尽管控制指令并不是控制系统的实体性能组成部分,却是确定控制系统行为的重要依据。对于汽车微控制系统来说,驾车者通过操纵和控制各种机构和装置,再由传感器和开关将运动或状态转化为控制指令输入控制系统,即通过传感器或开关将转向盘、制动踏板、变速杆等的运动或位置输入控制单元,供控制单元确定驾车者的操纵和控制意图。

#### 6. 连接网络

汽车微控制系统中的各个单元之间通过导线连接,以便进行能量和信息传递,从而形成连接网络。

#### 7. 干扰

干扰是外部环境对控制系统的行为产生影响的各种物理因素的总称,并非汽车微控制系统的组成部分。控制系统的外部干扰会使受控对象的状态偏离预期的控制目标,汽车微控制系统必须能够克服外部干扰实现预期的控制目标。

## 0.3 汽车微控制系统的特性

### 1. 整体性

汽车的各个微控制系统由控制单元、执行单元、检测反馈单元和受控对象等基本部分构成,各部分缺一不可,否则就难以实现系统的控制功能。尽管在汽车的不同微控制系统之间存在传感器的类别和数量、控制单元的结构和功能、执行器的种类和数量等方面的差别,但是,任何一个汽车微控制系统都包含感测控制信号的传感器、以微处理器为核心的控制单元和改变受控对象状态的执行器。在汽车微控制系统中,检测反馈单元用于检测影响控制系统的外部信息和内部信息,并将得到的信息转换为电信号输入控制单元,是控制系统的信息输入部分,输入控制单元的信息是引起控制系统状态变化的原因。控制单元是控制系统的中枢。执行单元受控制单元的控制和驱动,使受控对象产生预期变化,是控制系统的输出部分,也是对控制系统输入信息的响应。传感单元、控制单元和执行单元之间的关系如图 0.4 所示。

### 2. 结构性

各种控制系统都是按照一定的内部组成或外部结构组合而成的,三元件系统是结构最

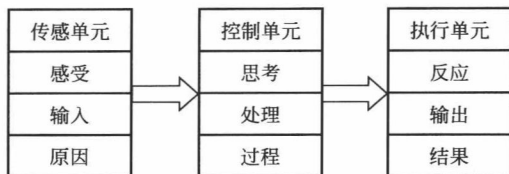


图 0.4 汽车微控制系统的信息处理过程

简单的控制系统，通常的控制系统在其每个控制环节会包含多个过程。例如，传感单元一般包括多个感测信号与处理信号的过程，控制单元环节一般具有输入信号处理、控制决策和输出信号处理等过程，执行单元一般也包含多个执行器或显示器，其中包括信号处理和能量转换与传递过程。

### 3. 相关性

微控制系统内部各实体之间以一定的规律进行联系，它们的特定关系形成了具有特定性能的系统。例如，汽车空调控制系统由空调压缩机、空调风扇、蒸发器、冷凝器、温度传感器、控制单元等组成，各部分之间存在特定的联系，从而能够实现温度控制的特定功能。

### 4. 历时性

微控制系统在控制过程中与时间的对应关系是非常密切的，随着时间的推移，其控制状态和效果均发生着变化，它表明了系统在动态和稳态时所显示的特定性能。例如，在防抱死制动系统的控制过程中，调压器的控制状态和车轮的运动状态都随时间的变化而变化。

### 5. 有序性

有序性是微控制系统的一个明显特性，它显示出组合成微控制系统的各实体在控制过程中的动作顺序和调整过程。例如，在发动机怠速控制系统中，以微处理器为核心的控制单元根据节气门开度传感器感知驾车者要求发动机怠速运转的意图，控制单元再通过发动机转速传感器检测发动机的实际转速，然后由控制单元根据发动机实际转速与期望转速的偏差，形成控制决策，控制怠速控制阀改变发动机的进气量，再根据进气量确定合适的喷油量，使发动机的转速达到设定的期望转速。

## 0.4 汽车微控制系统的分类

汽车微控制系统可以从不同方面进行分类。

### 1. 按控制过程有无反馈回路分类

按控制过程有无反馈回路可以将控制系统分为开环控制系统和闭环控制系统两类。如果控制系统的输出量对系统的控制作用不产生影响(即无反馈回路)，则称为开环控制系统。在开环控制系统中，控制单元不对控制系统的输出量进行监测，即不对实际输出与期

望输出的差异进行监测,如图 0.5(a)所示。如果控制系统的输出通过反馈回路作用于控制单元,则称为闭环控制系统,又称为反馈控制系统。在闭环控制系统中控制单元通过反馈传感器和反馈电路对控制系统的输出进行连续监测,控制单元将根据实际输出与期望输出的差异修正相应的控制信号,使随后的实际输出更加向期望输出靠近,所以这种控制系统被称为闭环负反馈控制系统,如图 0.5(b)所示。

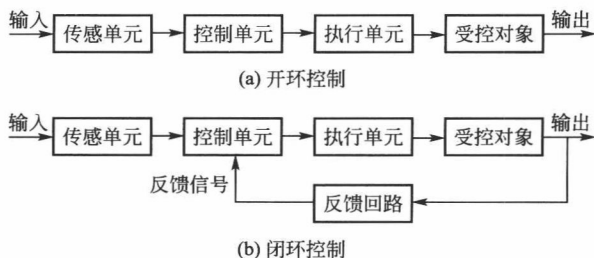


图 0.5 开环控制与闭环控制

开环控制系统结构简单,控制精度完全取决于各单元的精度,所以为了提高开环控制的精度,常需要采用高精度的元件,但这会使系统的成本升高。当系统受到外部干扰时,被控值将偏离给定值,从而影响系统的控制精度,这是开环控制系统的缺点。因此,开环控制系统只适用于精度要求不高并且不存在内、外干扰的场合。例如,乘员保护系统中的安全气囊控制和安全带收紧控制系统等就采用了开环控制。另外,在有些情况下,为了实现特定的控制功能,汽车微控制系统也采用开环控制,在汽油机控制系统中,起动、加速和大负荷工作情况下对喷油量的控制就是应用实例。

闭环控制系统的特点是采用了反馈回路,控制系统能够自动纠正因外部干扰和内部参数变化所引起的偏差,因此,可以用精度不太高而成本较低的元件组成一个较为精确的控制系统。在汽车微控制系统中,闭环控制系统得到了广泛采用。例如,具有抑制爆燃功能的点火控制系统、具有空燃比控制功能的燃油喷射控制系统、防抱死制动控制系统等都采用了闭环控制。但是,由于闭环控制系统是以偏差消除偏差的,即控制系统要工作就必须有偏差存在,因此这类系统不会有高的精度。同时,由于组成系统的元件存在惯性、传动链存在间隙等因素,如果控制系统匹配不当,反馈控制系统将会发生振荡,从而使控制系统不能稳定地工作。精度和稳定性之间的矛盾始终是闭环控制系统存在的主要矛盾。

## 2. 按系统的控制功能分类

按系统的主要控制功能分为操作指导型系统和直接控制型系统。

操作指导型系统属于开环控制结构。在这种控制系统中,控制单元根据传感元件测得的信号数据形式供驾车者选择操作方案,提示驾车者进行相应的操作和控制。例如,车距控制系统可以利用车载雷达探测与前车的距离,当控制单元按照车速判断车距小于安全距离时,通过声光向驾车者发出报警信号,建议驾车者降低车速或改变行驶车道。旅程信息系统的控制单元可以根据喷油脉宽、发动机转速和车速信号计算出汽车的瞬时百公里油耗,供驾车者优化驾驶操作。

直接控制型系统属于闭环控制结构,通过传感元件对一个或多个物理量进行巡回检测,经过输入通道输入控制单元,由控制系统根据规定的控制规律和给定值进行运算,然



后发出控制信号直接控制执行机构,使各个被控制量达到预定的要求。例如,变速器控制系统的控制单元可以根据发动机节气门开度信号、车速信号和挡位开关确定变速器的最佳挡位,并控制执行器的动作换挡;防抱死制动控制系统的控制单元根据制动开关和各车轮转速传感器的信号确定各车轮的运动状态,当判定车轮接近抱死时,通过控制相应调压电磁阀对车轮实施防抱死控制。

### 3. 按系统输入量的变化规律分类

按系统输入量的变化规律可以分为恒值控制系统、随动控制系统和过程控制系统,这3种控制系统都是闭环控制系统。

恒值控制系统的特点是系统的输入量是恒定值,并要求系统的输出也保持恒定值。它是一种最常见的自动控制系统,如巡航控制系统对车速的控制、空调控制系统对温度的控制等都属于恒值控制系统。

随动控制系统的特点是系统的输入量是变化的,有时甚至是随机变化的,并要求控制系统的输出量能跟随输入量的变化做出相应变化,随动控制也称为伺服控制或跟踪控制。随动控制系统在汽车上被广泛应用,如发动机控制、转向控制、灯光控制等。

过程控制系统的特点是要求其输出量按照给定的时间函数变化,过程控制系统也可称为程序控制系统,往往内含伺服控制系统。安全气囊控制就是典型的过程控制。

### 4. 按系统传输信号对时间的关系分类

按照传输信号对时间的关系可以分为连续控制系统和离散控制系统。连续控制系统所传输的信号随着时间变化而连续变化,也称为模拟控制系统。离散控制系统所传输的信号则是断续量、数字量或采样数据量,也称为数字控制系统或采样控制系统。

汽车微控制器控制系统的控制单元都以微处理器为核心,各种类型的输入量必须转化为数字量才能由微处理器进行处理,而各种输出量也都是数字形式,所以,汽车微控制器控制系统都是离散控制系统。

## 0.5 控制系统的性能评价

汽车微控制系统要完成一定的控制任务,必须具备一定的性能。通常,要求控制系统的输出量应能迅速、准确地按照输入量的规定而变化,并且在两者之间保持稳定的对应关系,对应关系应不受任何干扰的影响。对于不同目的的自动控制系统,往往也有不同的具体要求,但就控制系统的基本共性要求,可以归结为以下3个方面。

### 1. 稳定性

微控制系统的稳定性是指系统在受到外部作用后,其动态过程的振荡倾向和能否恢复平衡状态的能力。由于系统中存在惯性,当其各个参数匹配不好时,将会引起系统输出量的振荡。如果这种振荡是发散的或等幅的,系统就是不稳定或临界稳定的,它们都是没有实际意义的稳定工作状态,微控制系统也就失去了工作能力。尽管微控制系统振荡常常不可避免,但只有这种振荡随着时间的推移而逐渐减小甚至消失,控制系统才是稳定的,控制系统才有实际的工作能力和使用价值。由此可见,系统稳定是控制系统能够正常工作的

首要条件, 是对汽车微控制系统的首要要求。

### 2. 快速性

微控制系统响应的快速性是指在系统稳定的前提下, 通过系统的自动调节, 最终消除因外部作用改变而引起的输出量与给定量之间的偏差的快慢程度。快速性一般用调节时间来衡量, 调节时间越短, 快速性越好, 但微控制系统的快速性常常与相对稳定程度相矛盾。

### 3. 准确性

微控制系统响应的准确性是指在系统的自动调节过程结束后, 其输出量与给定量之间仍然存在的偏差大小, 也称稳定精度。准确性一般用稳态误差来衡量, 它是评价微控制系统工作性能的重要指标, 对准确性的最高要求就是稳态误差为零。

稳定程度高、动态过程平衡性能好、能够较快地到达系统稳态值、瞬态响应时间短、最终控制精度高、稳态误差小是对控制系统的总体性能的要求。但在一个微控制系统中, 稳、快、准是相互制约的, 快速性好, 可能引起强烈振荡, 改善稳定性特别是提高相对稳定程度可能会使响应坡度趋缓, 稳定精度下降。因此, 对于不同的微控制系统, 必须根据受控对象的具体情况, 对稳、快、准的要求有所侧重。例如, 恒值控制系统对准确性的要求较高, 随动系统则对快速性的要求较高。

## 0.6 微控制系统的优点

汽车采用微控制系统与采用机械、液压、气压和电子等模拟控制系统相比, 具有如下突出优点。

### 1. 功能强

微控制系统处理信息具有容量大、速度快和精度高的特点, 微控制系统还具有丰富的指令系统和很强的逻辑判断功能, 因此, 不仅能够实现机械、液压、气压和电子等模拟控制系统不能实现的复杂控制规律, 还能够达到较高的控制质量。微控制系统可以实现常规模拟控制系统难以实现的多变量控制、智能控制、参数自整定等。

### 2. 灵活性好

在模拟控制系统中, 控制规律是由模拟装置实现的, 如果要修改控制规律, 一般必须改变系统的原有结构。在微控制系统中, 控制规律是由计算机通过程序实现的, 一般只需修改程序即可修改控制系统的控制规律, 并不需要对硬件进行改动。计算机的软件功能丰富、编制方便, 因此, 微控制系统具有很好的灵活性和适应性。

### 3. 紧凑性高

在机械、液压、气压和电子等模拟控制系统中, 控制规律是由模拟装置实现的, 一个控制单元一般只能控制一个回路, 系统的控制规律越复杂, 所需要的模拟装置往往越多。计算机硬件具有体积小、质量轻、模块化、标准化等特点, 可装配性和可扩充性也都很好, 而且由于微处理器具有高速运算处理能力, 一个以微处理器为核心的控制单元通过分



时控制，经常可以同时控制多个回路。

#### 4. 兼容性好

在模拟控制系统中，各处的信号都是连续的模拟信号，而在微控制系统中，除了仍有连续模拟信号以外，还有离散信号、数字信号等多种信号。所以，微控制系统是模拟和数字的混合系统。

#### 5. 集成度高

微控制系统是微控制器、控制、通信、电子、机械、液压、气压和电力等多种技术的集成，是理论方法和应用技术的高度结合。

#### 6. 可靠性高

汽车微控制系统尽管工作在高温、高湿、腐蚀、振动、冲击、灰尘、电磁干扰严重和供电条件不良等恶劣环境中，但通过采取硬件和软件抗干扰技术、冗余技术、可靠性技术和系统自诊断功能，使得微控制系统具有很高的可靠性。

#### 7. 可维护性好

微控制器具有丰富的指令系统和很强的逻辑判断功能，可以对控制系统进行自诊断，并能判定系统状态，在系统发生故障时，还能指出故障点和处理方法，为维修系统提供了方便。



1. 汽车微控制系统的一般构成要素有哪些？
2. 汽车微控制系统的特性有哪些？
3. 汽车微控制系统有什么优点？



# 第 1 章

## 汽车微控制系统基础



### 本章学习目标

- ★ 掌握 MCS-51 单片机的结构及工作原理；
- ★ 掌握 MCS-51 单片机的定时/计数器的工作方式；
- ★ 掌握单片机中断系统及串行通信；
- ★ 了解单片机的外接电路。



### 本章教学要点

知识要点	能力要求	相关知识
MCS-51 单片机的结构	掌握单片机的结构及各部功能	CPU、累加器及堆栈等
MCS-51 单片机的定时/计数器	掌握定时/计数器的工作模式	4 种工作模式的选择
单片机的中断系统及串行通信	掌握单片机的中断源的优先级排列、中断系统的工作原理	中断系统的系列名词及串行通信
单片机的外接电路	掌握单片机外接电路的种类及连接方式	LED、LCD、键盘的控制方式