



“十二五”普通高等教育车辆工程专业规划教材

汽车电器与电子控制技术

QICHE DIANQI YU DIANZI KONGZHI JISHU

周云山 张军 安颖 蔡源春 编著



人民交通出版社
China Communications Press



“十二五”普通高等教育车辆工程专业规划

汽车电器与电子控制技术

QICHE DIANQI YU DIANZI KONGZHI JISHU

周云山 张军 安颖 蔡源春 编著



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书对汽车上广泛应用的发动机控制系统、自动变速器、防滑控制技术、电控悬架、安全气囊等重要电子控制装备进行了详细介绍。在保留蓄电池、发电机、启动机、汽车空调、刮水器与车窗控制、汽车电路等常用汽车电器的基础上,补充了电控转向助力、巡航控制系统、车辆防撞系统、自动泊车等底盘控制技术、座椅电控系统、自适应前照灯系统、电动后视镜等车身电子控制技术,以及电子导航系统、防盗与报警、轮胎压力监测、电子仪表、车载视听娱乐系统、车载网络、车载诊断系统等汽车信息技术。对汽车上装备的汽车电器与电子控制设备进行了全面介绍。

本书共九章,结构体系科学合理,图文并茂,可作为高等院校车辆工程专业的教材,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电器与电子控制技术 / 周云山,张军,安颖,蔡源春编著. —
北京:人民交通出版社,2014.1

“十二五”普通高等教育车辆工程专业规划教材
ISBN 978-7-114-11070-2

I. ①汽… II. ①周… ②张… ③安… ④蔡… III. ①汽车-电气设
备-高等学校-教材 ②汽车-电子控制-高等学校-教材
IV. ①U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第294747号

“十二五”普通高等教育车辆工程专业规划教材

书 名:汽车电器与电子控制技术

著 者:周云山 张 军 安 颖 蔡源春

责任编辑:夏 韩

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:17.5

字 数:440千

版 次:2014年2月 第1版

印 次:2014年2月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-11070-2

定 价:40.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

“十二五”普通高等教育车辆工程专业规划教材

编委会名单

编委会主任

龚金科(湖南大学)

编委会副主任(按姓名拼音顺序)

陈 南(东南大学) 方锡邦(合肥工业大学) 过学迅(武汉理工大学)
刘晶郁(长安大学) 吴光强(同济大学) 于多年(吉林大学)

编委会委员(按姓名拼音顺序)

蔡红民(长安大学) 陈全世(清华大学) 陈 鑫(吉林大学)
杜爱民(同济大学) 冯崇毅(东南大学) 冯晋祥(山东交通学院)
郭应时(长安大学) 韩英淳(吉林大学) 何耀华(武汉理工大学)
胡 骅(武汉理工大学) 胡兴军(吉林大学) 黄韶炯(中国农业大学)
兰 巍(吉林大学) 宋 慧(武汉科技大学) 谭继锦(合肥工业大学)
王增才(山东大学) 阎 岩(青岛理工大学) 张德鹏(长安大学)
张志沛(长沙理工大学) 钟诗清(武汉理工大学) 周淑渊(泛亚汽车技术中心)

前 言

近年来,我国汽车工业发展迅速,已经连续三年成为全球汽车产销量最大的国家,汽车工业已经成为我国经济发展的重要支柱。但是我国只是汽车生产的大国,而不能称为汽车生产的强国,其中的关键原因之一就是我国汽车工业在汽车电子技术领域与世界先进水平的差距较大。为使我国步入汽车生产强国的行列,加快汽车电子技术领域的研究是我国汽车工业发展的当务之急。

汽车电器与电子控制装置是汽车的重要组成部分,其性能的好坏直接影响到汽车的动力性、经济性、可靠性、安全性和舒适性。近年来电子技术在汽车上的应用越来越广,汽车电子装置的新产品不断涌现。从发动机的燃油喷射控制、点火控制、进气控制、排放控制、故障自诊断,到底盘的传动系统、转向与制动系统以及主动悬架等都采用电子控制技术,而且已经发展到行驶姿态、通信与GPS以及转向、制动等系统的综合控制。可以说汽车技术的发展水平在很大程度上代表了当今科技的发展水平。

伴随汽车电子技术的进步,汽车工业对汽车电子专业人才的需求在逐年增加,要求越来越高,为行业输送合格的专业人才也越来越迫切。就目前汽车电子专业人才培养情况来看,遭遇的瓶颈之一仍然是教材。作者基于多年从事教学和科研的一点体会,编著了本书,作为高等院校汽车专业汽车电子课程的教材,本书在内容上力戒重复繁杂。

本书围绕汽车上的常用的电子控制装置,从系统组成和工作原理入手,引出系统的物理模型,再直接转入到要解决的控制问题,略去了汽车电子产品在漫长发展过程的不同形态的描述。本书重点介绍了发动机电子控制、自动变速器、ABS/ASR系统、主动悬架四个最关键的电子控制装置。考虑到配套课程的需要,本书将蓄电池、发电机、电压调压器、起动机、汽车空调、雨刮器与车窗控制、汽车电路等汽车电器进行了必要的介绍。同时对电控转向助力技术、巡航控制系统、车辆防撞系统、自动泊车技术、安全气囊系统、座椅电控系统、自适应前照灯系统、电动后视镜、电子导航系统、防盗与报警技术、轮胎压力监测技术、电子仪表、车载视听娱乐系统、车载网络技术、车载诊断系统进行了基本的介绍。

本书的绪论、第三章、第五章、第六章由周云山编写,第一章、第二章、第七章、第八章由张军编写,第四章由安颖编写,第九章由蔡源春编写。

本书在撰稿过程中引用了一些国内外期刊、文献的资料,借此机会向有关文章的作者表示感谢。研究生周美、王歆誉、张练达、杨克锋绘制了部分插图,在此向他们表示感谢。限于作者的专业知识水平,不足之外在所难免,真诚地希望使用这本教材的老师和同学提出宝贵意见!

作 者

2013年5月

目 录

绪论	1
第一章 电源	6
第一节 蓄电池	6
第二节 发电机	15
第三节 电压调节器	18
第二章 常用汽车电器	27
第一节 启动机	27
第二节 汽车空调	33
第三节 刮水器与车窗控制	40
第四节 汽车电路	44
第三章 发动机电子控制技术	55
第一节 概述	55
第二节 电子汽油喷射控制技术	55
第三节 柴油机电子喷射系统	68
第四节 电子点火控制系统	73
第四章 自动变速器	86
第一节 自动变速器概述	86
第二节 自动变速器的结构特点	87
第三节 自动变速器的共性技术	92
第四节 动力总成综合匹配规律	99
第五节 自动变速器的控制技术	104
第五章 防滑控制技术	109
第一节 ABS 控制技术概述	109
第二节 ABS 逻辑控制算法	113
第三节 ABS 整车控制技术	118
第四节 ASR 控制技术	121
第五节 ABS/ASR 的驱动机构与电子控制装置	133
第六章 电控悬架	139
第一节 绪论	139
第二节 悬架的力学模型	143
第三节 路面输入模型	149
第四节 半主动悬架控制	151
第五节 主动悬架系统	153
第六节 电子空气悬架	156

第七章 其他底盘电控技术	163
第一节 电控转向助力技术.....	163
第二节 巡航控制系统.....	168
第三节 车辆防撞系统.....	170
第四节 自动泊车.....	181
第八章 车身电子控制技术	187
第一节 安全气囊系统.....	187
第二节 座椅电控系统.....	193
第三节 自适应前照灯系统.....	197
第四节 电动后视镜.....	202
第九章 汽车信息技术	205
第一节 电子导航系统.....	205
第二节 防盗与报警技术.....	215
第三节 轮胎压力监测技术.....	223
第四节 电子仪表.....	234
第五节 车载视听娱乐系统.....	246
第六节 车载网络技术.....	250
第七节 车载诊断系统.....	262
参考文献	270

绪论

自汽车诞生 100 多年以来,其性能不断提高,功能不断完善。现在汽车在机械结构方面已经非常完善,靠改变传统的机械结构和有关结构参数来提高汽车的性能已临近极限。汽车电子技术的发展使汽车的性能进一步提高,功能进一步拓宽。汽车电子产品已经渗透到汽车的各个方面。

一、汽车电子技术的发展

20 世纪 70 年代以后,微型计算机进入实用阶段,以微处理器为控制单元的数字式电子控制装置在汽车上有了广泛的应用。其电子应用装置从早期的电子燃油喷射、电子点火控制装置,进一步扩展到汽车底盘控制,汽车主动安全性控制,以及故障诊断显示、娱乐和通信等各个领域。由于电子控制单元在汽车上的普及应用,有力促进了汽车零部件结构及系统集成创新,把汽车的燃油经济性、动力性、可驾驶性、舒适性及行驶安全性推进到一个新的发展阶段。

电子控制装置在汽车上的应用范围及发展趋势可概括为两点:第一,电子产品在汽车上的应用领域不断拓宽;第二,电子控制装置的装车成本与整车的比例逐年增加。为了适应环境、适应社会和适应人类不断追求完美的需求,汽车电子产品经历了初期的电子——机械替代(操作自动化),过渡到反馈控制,现已发展到精确量化多目标综合控制。总的发展趋势是,汽车电子控制系统获取内部和外部的信息越来越多,功能越来越强,智能化的程度越来越高,可靠性越来越高。当前电子产品在汽车上的应用领域主要包括以下五大方面:①动力总成控制;②汽车底盘控制;③安全、舒适性控制;④CAN 通信数据网络与故障诊断系统;⑤娱乐与通信系统。

二、汽车电子产品的特征

汽车作为一种交通工具,行驶速度高,必须绝对安全可靠,普及率高,进入到家庭,价格必须低廉。能在汽车上应用的电子产品应具备如图 0-1 所示的特征。

首先,它在性能方面应能满足各种使用要求。其次,必须是大量生产的,装车成本很低。其三,性能稳定,使用寿命长,可靠性好。其四,能承受各种苛刻的工作环境,并能正常地工作,以保证汽车行驶的绝对安全和可靠。汽车电子产品,需要从生产成本、抗干扰能力、适应的工作环境及可靠性等方面进行充分的验证后,才能批量投入生产。

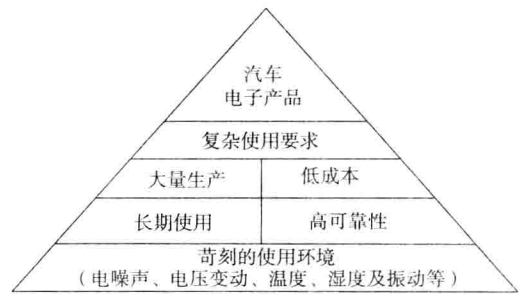


图 0-1 汽车电子产品的特征

三、电子控制系统的共性问题

汽车是由许多功能要求组成的复杂系统,涉及相当多的性能指标。仅汽车本身的性能指

标就包括:燃油经济性、动力性、尾气排放、制动性、操纵稳定性、平顺性、安全性、弱附着路面的通过性等。为了满足人类多方面的需要,还有许多附加的功能:诸如自动空调、安全气囊、电话、自动门窗、防盗、通信、自动导航等各种其他的自动装置。从控制的对象来看,这些系统是完全不同的,但从控制系统的设计方面看,都有共同之处(见图0-2)。其共性的问题是:①动态建模,对于要满足给定要求的电子控制系统,通常都需要建立控制系统的动态模型(或标定系统的数据模型)。②传感装置,为了实现对被控对象的精确控制,需要通过传感装置测量被控对象的变化信息。③执行机构,把期望的动作要求转化为准确的动作。④控制算法,根据测量信号(对象输出)和期望的动作要求(输入)之间的偏差,基于系统的动态模型,进行控制器的设计,满足系统在不同条件下的使用要求。⑤电子控制装置(又称作 ECU, Electronic Control Unit)是实现控制算法(软件或程序)的载体或称为硬件装置。

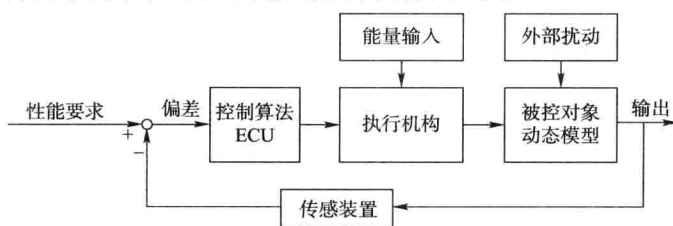


图0-2 控制系统的一般结构框图

四、系统建模

为了实现精确控制,系统模型在设计时是非常重要的。汽车电子控制系统的模型包括动态模型和静态模型。比较典型的动态模型,如汽车驱动控制的动态模型就包括:汽车整车动力学模型、防抱死制动模型、驱动控制模型等。常用的静态模型,如发动机数据模型,各种液压阀电压(电流)-压力(流量)输出特性模型。有三种不同的方法获得系统的模型,如理论推导、试验标定、系统辨识。理论模型能准确全面地描述系统的动态和稳态特性,是深入了解系统本质特性的钥匙。像悬架、ABS 及整车驱动控制系统的力学模型等,是建立在牛顿力学上的理论模型。然而,在许多场合,导出理论模型非常困难,有时也是不可能的。如发动机,就很难用一个解析表达式来描述它的全部特性,所以无论发动机控制,还是传动系统与发动机的动态匹配控制,都是采用发动机在稳态工况下的标定数据模型。一般而言,静态数据模型可以解决任意复杂系统的定量描述问题,但如果系统的动态特性起着主导作用时,用静态模型描述可能产生较大的误差。系统辨识可以提供包括动态特性在内的参数模型。在实际应用中,人们习惯把系统辨识的动态参数模型与稳态数据模型结合起来,来改善数据模型的精度。

五、汽车电子控制系统的标定

从提高效率降低开发成本的角度出发,汽车工程师一直试图通过理论模型来描述汽车的控制问题,并在计算机上一步完成控制算法的开发。然而由于汽车环境的多变性,工作条件的多变性,使得汽车控制装置的开发很难做到这点。在实际应用中,通常采用标定方法。实际上电子控制装置的标定很简单,把一个复杂的问题分解为许多的简单问题,然后再把简单的问题连接起来。这里以汽车的起步离合器(多片湿式,液压压紧)为例,简述汽车电子控制装置的标定的过程。

汽车起步离合器的基本功能要求如下:①快速接合分离发动机与车轮之间的动力;②接合

速度能够反映驾驶人的操作意图;③坡道起步不溜坡,不熄火;④接合平顺,起步无冲击。

工作环境如下:①路面坡道变化;②外部温度变化。

引起系统状态老化的原因如下:①摩擦片摩擦系数变化;②电磁阀特性老化;③离合器间隙变化。

离合器标定过程的基本步骤:

第一步是基本模型标定(基本策略)。首先在常温、平路面上进行标定,排除坡道和温度的影响。测试汽车以小节气门起步,找出可以满足使用要求的接合曲线。测试汽车以中节气门起步,找到使综合性能达到使用要求的油压变化曲线。汽车以大节气门起步,测试出第三条压力曲线。如果节气门开度任意变化,只要在这三条曲线之间进行插值就可以了。如果标定的曲线越多,对节气门开度变化的适应能力越好,但数据量越多,微处理器要处理的数据量就越大,应用中要根据实际情况综合考虑。基本模型标定,就是根据节气门开度(反映驾驶人的操作意图),确定离合器的控制量——压力变化规律的基本数据表。为了消除制造误差产生的影响,还需要考虑发动机转速和离合器输出转速的滑差作为补偿量,这也是计算控制量的重要因素。

第二步是对环境变化的修正。环境包括温度和坡道两个因素。温度对油的黏度影响很大,必须考虑对温度变化的补偿作用。由于变速器里都装有温度传感器,只要经过精确标定,在任意温度条件下,就容易计算出基本控制量的修正值。对于坡道的影响,其标定主要是基于发动机转速和离合器转速差进行修正。评价标准是发动机不熄火,整车不溜坡,发动机不空转,起步无冲击。

第三步是对系统元件老化特性的修正。离合器摩擦片的摩擦系数是变化的,新摩擦片摩擦系数最大,经使用后很快就趋于稳定。离合器的间隙大小影响起步平顺性,从离合器开始使用到失效时的间隙一直在不断变化,就要修正压力曲线随时间的变化规律。同时,还要考虑电磁阀随使用时间的衰减特性。

系统状态老化一般根据汽车的里程或离合器的接合次数来判断,虽不十分精准,但却是有有效的。老化标定的工作量很大,需要各主要元件经历一个寿命周期的特性变化的数据,为此状态老化修正也可以在售后通过软件的刷新来实现。

六、汽车电子产品的开发平台与 V 型开发模式

1. 开发平台

随着电子技术的进步,16 位、32 位微处理器被广泛用于汽车电子的各个领域,由于丰富的资源和强大运算能力,产品工程师可以把主要的精力集中放在解决问题的方法上,而不是如何节约和优化利用程序资源的细节上。于是高效率的电子产品的开发平台应运而生,并很快被广泛应用,目前流行的开发平台有:①采用 dSPACE 作为软件的开发测试环境,配置 MicroAuto-box 或 AutoBox 构成硬件在环的模拟测试环境;②采用 ETAS 公司的 ASCET 构成软件开发、代码生成及测试环境,配置 LABCAR 或 ES1000/ES910 构成硬件在环的模拟测试环境;③以 Matlab/Simulink Real Time Workshop 为核心,自行开发标定与硬件在环的模拟测试环境,以较低的成本定制满足个性需求的高效开发平台,比较适用于高等院校的需求。上述开发平台的编程环境一般是基于 Matlab/Simulink/Stateflow,也可以是经过二次开发的商业软件,如 Cruise。

2. V 型开发模式

采用先进开发平台,并按行业惯用的开发模式进行汽车电子产品的开发。汽车电子产品

开发工程师无需知道电控装置的硬件结构和工作原理,也无需直接写微处理器的源代码程序,而是直接采用模型化的语言和数学物理公式,在计算机上开发仿真程序,利用开发平台的工具实现中间过程的转化,最终完成控制系统的开发。一种典型的被称之为 V 模式开发流程如图 0-3 所示,整个软件的开发流程依次为:需求分析定义→系统、结构设计→详细或程序设计→模型变量定标→自动代码生成→单元测试→功能测试→系统测试→验收测试。

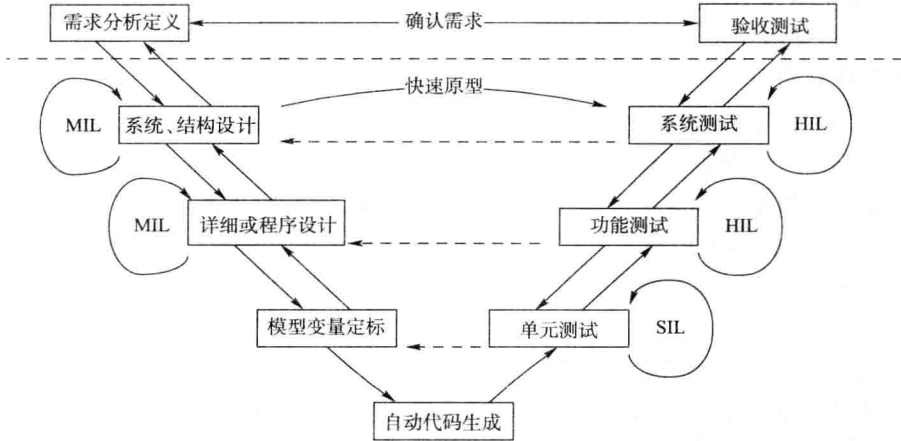


图 0-3 基于模型的软件开发流程

其中:

需求分析定义:通过对市场及客户调查,确定产品需求及设计目标。

系统、结构设计:系统工程师根据设计目标,设计系统功能模块及总体结构。

详细或程序设计:软件开发工程师实现各个功能模块的建模及离线仿真测试,再由系统工程师集成各个模块进行模型在环测试。

模型变量定标:根据目标芯片支持数据类型,将模型所有变量由浮点变成定点。

自动代码生成:将定标后的模型通过自动代码生成工具生成单片机可运行的 C 代码。

单元测试:通过软件在环测试模型下载到 CPU 后的可运行性。

功能测试:通过硬件在环测试控制器功能。

系统测试:通过快速原型或硬件在环对控制器(软、硬件)及受控对象进行标定及测试。

验收测试:标定工程师根据客户需求,对系统整车性能进行标定。

在开发平台上,要运行的程序包括开发的控制器、被控的对象。当产品开发完成后,只有控制器被移植到被控的对象中,移植的控制器与车上的原系统(被控对象)才构成一个完整的电子控制系统。但在开发平台上,为了评估测试所开发的控制装置的有效性,需要开发一个虚拟的被控对象。根据控制器和对象运行环境的不同,在开发平台上的仿真有如下三种形式:①虚拟控制器+虚拟对象=动态仿真系统,是纯粹的系统仿真;②虚拟控制器+实际对象=快速控制原型(RCP, Rapid Control Prototype)仿真系统,是系统的一种半实物仿真;③实际控制器+虚拟对象=硬件在回路(HIL)仿真系统,是系统的另一种半实物仿真。

3. V 型开发流程中的几个专用术语定义

1) 模型在环

MIL(Model-in-the-Loop)即模型在环仿真测试,是将控制模型和虚拟对象模型放在同一个实时处理器中运行,对控制模型的逻辑进行测试的仿真。

2) 软件在环

SIL(Soft-in-the-Loop)即软件在环仿真测试,是将控制模型和虚拟对象模型放在不同的实时处理器中运行,通过 ETK 或 CAN 通信,对被测控制模型的功能进行测试。

3) 快速原型

模型化程序完成后,首先是利用开发平台提供的辅助开发工具,将模型化程序转换为代码并自动下载到一个中间的硬件平台上,如 dSPACE 系统,在 ECU 硬件系统未完成之前就可对系统各项功能进行测试。快速原型是比实际 ECU 更强大的控制装置,可以不考虑数据的类型和存储方式,直接用于测试应用层软件、ECU 的硬件结构。快速原型也具备实际系统中的各种 I/O 接口,可与真实的被控对象构成一个半实物的仿真测试系统。然后,利用开发平台的测试管理工具软件进行各种测试,以检验控制器硬件结构、控制算法对实际对象的控制效果,并可在线优化控制参数。此时开发工程师不用担心该快速原型中存在的各种缺陷,因为从程序修改到生成新的测试原型,只需要几分钟时间,很快就可完成“修改—验证—确认”的一轮修改。从单一变量到该变量所在的子系统开始,从局部到全部,从简单到复杂,可分步完成整个程序的“修改—验证—确认”的测试过程。这样在最终的控制方案实施之前,就可确认所开发的电控装置的实际效果,从而避免了不必要的资源浪费,大大缩短了开发时间。

4) 硬件在环

HIL(Hardware-in-the-Loop)即硬件在环的仿真测试,是进行实车测试评估的最后一个环节。硬件在环的仿真测试由真实的 ECU 与模拟受控对象组成。模拟受控对象在仿真器里按实时状态运行,通过 I/O 接口与被测的 ECU 连接,对被测的 ECU 进行全方面的、系统的测试及算法优化。从安全性、可行性和成本上考虑,HIL 硬件在环仿真测试已经成为 ECU 开发流程中非常重要的一环,可有效减少实车路试的次数,缩短开发时间和降低成本,同时可大大提高 ECU 的软件的总体水平。

七、自主开发汽车电子产品

客观地看,我国汽车电子产品开发与国际先进水平还有很大的差距,如何推进汽车电子产品的进步与发展,还要一个清醒的认识。考虑到汽车电子产品要进入市场,必须突破两个门槛:技术门槛和市场门槛。突破技术门槛的时间比较短,投入也相对较少。但要突破市场门槛,验证需要的时间长,验证所要覆盖的区域广,所需要的投入就非常大。以往的许多研究项目,都是在突破市场门槛的过程中,因验证存在问题就被中断了。

作为绪论的结尾,引出一个在业内普遍困惑的问题:汽车电子产品自主开发的条件具备了?已达到开发的门槛条件吗?答案是肯定的。首先是我国汽车电子产品自主开发的意识已经觉醒;其次,多年的技术积累,开发团队综合能力有了质的提升;其三,已经融入并拥有达到国际水平的开发平台,并熟练掌握了汽车电子产品开发的基本模式。我国汽车工业已经取得的辉煌业绩预示:汽车工业依靠自主开发将成为必然趋势,自主开发汽车电子产品时代即将来临。

第一章 电源

汽车电源系统由蓄电池、发电机和调节器组成。汽车上配装有蓄电池和发电机两个直流电源,整车电器与电子设备均与两个直流电源并联连接,电路如图 1-1 所示。

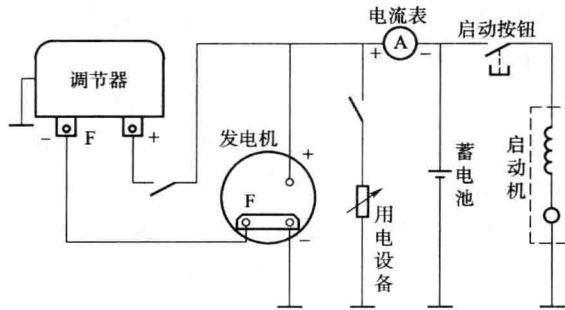


图 1-1 汽车并联电路

在汽车上,蓄电池和发电机并联工作,发电机是汽车的主要电源,蓄电池是辅助电源。发电机配有调节器,调节器的功用是在发电机转速升高到一定程度时,自动调节发电机输出电压使其保持稳定。

第一节 蓄 电 池

一、蓄电池的构造与型号

1. 蓄电池的分类

蓄电池是一种可逆的低压直流电源。既能将化学能转换为电能,也能将电能转换为化学能。

汽车用蓄电池分碱性蓄电池和酸性蓄电池两大类。碱性蓄电池的电解液为化学纯净的氢氧化钠溶液或氢氧化钾溶液。酸性蓄电池的电解液为化学纯净的硫酸溶液。因为酸性蓄电池极板上活性物质的主要成分是铅,所以称之为铅酸蓄电池。由于铅酸蓄电池具有内部电阻小,输出电压稳定、制造成本低、原材料丰富等突出优点,因此汽车普遍采用。

汽车目前使用的蓄电池按结构可分为橡胶槽蓄电池和塑料槽蓄电池两类,按其性能可分为干荷蓄电池和免维护蓄电池两类。现代汽车普遍采用干荷电蓄电池与免维护蓄电池。

(1)干荷电蓄电池。极板在干燥状态下,能在较长时间(一般 2 年)内保存制造过程中所得电量的蓄电池,称为干式荷电蓄电池,简称干荷电蓄电池。

(2)免维护蓄电池。蓄电池在有效使用期(一般 4 年)内无需进行添加蒸馏水等维护工作的蓄电池,称为免维护蓄电池或无需维护蓄电池,英文名称是 Maintenance-Free Battery,简称 MF 蓄电池。

汽车配装蓄电池的主要目的是启动发动机,所以汽车用铅酸蓄电池又称为启动型铅酸蓄电池。为叙述方便,下面将“启动型铅酸蓄电池”简称为“蓄电池”。

2. 蓄电池的功能

当发动机正常工作时,用电系统所需电能主要由发电机供给,蓄电池的功用有:

(1)启动发动机。当启动发动机时,向启动系统和点火系统供电。

(2)备用供电。当发动机低速运转、发电机不发电或电压较低时,向交流发电机磁场绕组、点火系统以及其他用电设备供电。

(3)存储电能。当发动机中高速运转、发电机正常供电时,将发电机剩余电能转换为化学能储存起来。

(4)协同供电。当发电机过载时,协助发电机向用电系统供电。

(5)稳定电源电压,保护电子设备。蓄电池相当于一只大容量电容器,不仅能够保持汽车电气系统的电压稳定,而且还能吸收电路中出现的瞬时过电压,防止损坏电子设备。

当接通启动开关启动发动机时,蓄电池在3~5s内必须向启动机连续供给强大电流(汽油发动机汽车一般为200~600A;柴油发动机汽车一般为800A以上),由此可见,蓄电池的主要功用是启动发动机。根据蓄电池的工作特点,对汽车用蓄电池的主要要求是:容量大、内阻小,以保证蓄电池具有足够的启动能力。如果蓄电池容量不足或内阻过大,那么就不能供给强大电流,发动机就不能启动。

3. 蓄电池的构造

现代汽车用蓄电池由6个单格电池串联而成。每个单格电池的电压约为2V,串联成12V供汽车选用。12V电气系统(电系)汽车选用一只蓄电池;24V电气系统汽车选用两只蓄电池。各型汽车用蓄电池的构造基本相同,都是由极板、隔板、电解液和壳体四部分组成,构造如图1-2所示。干荷电蓄电池的主要特点是极板制造工艺有所不同,免维护蓄电池的主要特点是极板材料和通气装置有所不同。

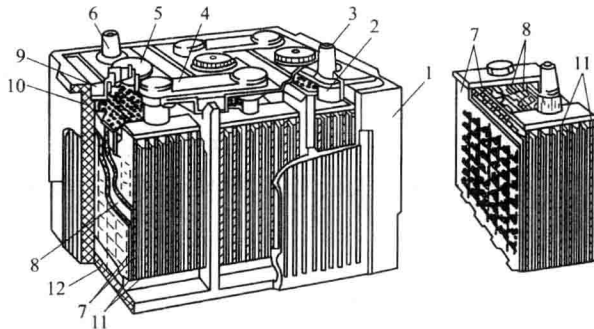


图 1-2 蓄电池构造

1-蓄电池外壳;2-电极衬套;3-正极柱;4-连接条;5-加液孔螺塞;6-负极柱;7-负极板;8-隔板;9-封料;10-护板;
11-正极板;12-肋条

1) 极板

极板是蓄电池的核心部件,由栅架与活性物质组成。在蓄电池充放电过程中,电能与化学能的相互转换,依靠极板上的活性物质与电解液中的硫酸产生化学反应来实现。

栅架由铅锑合金或铅钙锡合金浇铸或滚压而成,形状如图1-3所示。在栅架中加锑的目的是改善浇铸性能并提高机械强度。但锑有副作用,会加速氢离子析出而加速电解液中蒸馏水的消耗,还易从正极板栅架中解析出来而引起蓄电池自放电和栅架膨胀、溃烂,缩短蓄电池的使用寿命。目前国内外汽车蓄电池普遍采用干荷电蓄电池与免维护蓄电池,前者的栅架采用铅低锑($\omega(\text{Sb}) < 3\%$)合金浇铸,后者的栅架采用铅钙锡合金浇铸,从而大大减少了电解液

中蒸馏水的消耗。

活性物质是指极板上参与化学反应的工作物质,主要由铅粉与一定密度的稀硫酸混合而成。铅粉是活物质的主要原料,由铅块放入球磨机研磨而成。

极板分为正极板和负极板两种。将铅粉与稀硫酸混合成膏状涂在栅架上即可得到生极板,生极板经热风干燥,再放入稀硫酸中进行化成(在蓄电池生产工艺中,对极板进行充电的过程称为“化成”,一般充电 18~20h)处理便可得到正极板和负极板。正极板上的活性物质为二氧化铅(PbO_2);呈深棕色;负极板上的活性物质为海绵状纯铅(Pb),呈深灰色。

目前国内外都采用 1.1~1.5mm 厚的薄型极板(正极板比负极板稍厚)。薄型极板对提高蓄电池的比容量(即单位尺寸所提供的容量)和启动性能都十分有利。

将一片正极板和一片负极板浸入电解液中,便可得到 2V 左右的电压。为了增大蓄电池的容量,将多片正、负极板分别并联,用汇流条焊接起来便分别组成正、负极板组,结构如图 1-4 所示。汇流条上浇铸有极柱;各片极板之间留有空隙。安装时,各片正负极板相互嵌合,中间插入隔板后装入电池槽内便形成单格电池。

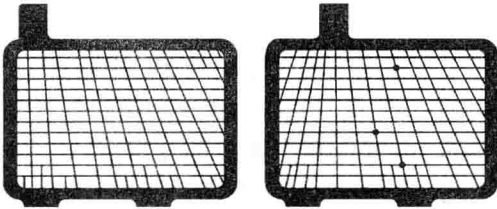


图 1-3 蓄电池栅架结构

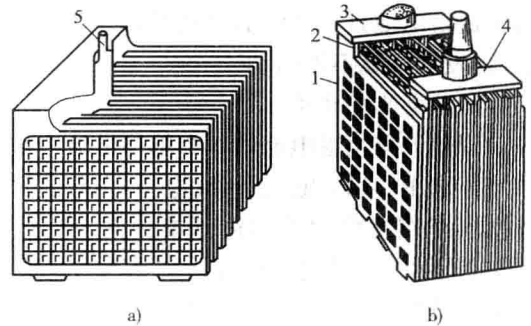


图 1-4 蓄电池极板组的结构

a) 极板组; b) 极板组总成

1-极板; 2-隔板; 3、4-横板; 5-极柱

在每个单格电池中,负极板总比正极板多一片。这是因为正极板上的化学反应比负极板上的化学反应剧烈,所以将正极板夹在负极板之间,可使其两侧放电均匀,防止活性物质体积变化不一致而造成极板拱曲。

2) 隔板

为了减小蓄电池的内阻和尺寸,正、负极板应尽可能靠近。隔板的功用就是将正、负极板隔开,防止相邻正、负极板接触而短路。

隔板应具有多孔性,以便电解液渗透,还应具有良好的耐酸性和抗氧化性。隔板材料有木质、微孔橡胶和微孔塑料等。木质隔板耐酸性能差,在硫酸作用下容易炭化和变脆,且消耗木材,不符合保护环境的时代发展潮流,因此已不再使用。微孔橡胶隔板和微孔塑料隔板耐酸、耐高温性能好、寿命长,且成本低,因此目前被广泛使用。

安装微孔塑料隔板和微孔橡胶隔板时,带槽一面应面向正极板,且沟槽必须与壳体底部垂直。因为正极板在充、放电过程中化学反应剧烈,沟槽能使电解液上下流通,也能使气泡沿槽上升,还能使脱落的活性物质沿槽下沉。

免维护蓄电池普遍采用了聚氯乙烯袋式隔板。使用时,正极板被隔板袋包住,脱落的活性物质保留在袋内,不仅可以防止极板短路,而且可以取消壳体底部凸起的筋条,使极板上部容积增大,从而增大电解液的储存量。

3) 电解液

电解液由纯硫酸与蒸馏水按一定比例配制而成。密度一般为 $1.23 \sim 1.30\text{g/cm}^3$ 。

电解液纯度是影响蓄电池电气性能和使用寿命的重要因素。因此蓄电池用电解液必须符合机械行业标准 JB/T 10052—2010《铅酸蓄电池用电解液》规定,所用硫酸必须符合 HG/T 2692—2007《蓄电池用硫酸》规定,所用蒸馏水必须符合机械行业标准 JB/T 10053—2010《铅酸蓄电池用水》规定。由于工业用硫酸和普通水中含铜、铁等杂质较多,会加速蓄电池自放电,因此不能用于蓄电池。

4) 壳体

蓄电池壳体由电池槽和电池盖两部分组成,其功用是盛装电解液和极板组。

蓄电池壳体应耐酸、耐热、耐振动、耐冲击等。目前使用的干荷电蓄电池与免维护蓄电池普遍采用聚丙烯透明塑料壳体,电池槽与电池盖之间采用热压工艺黏合为整体结构。不仅耐酸、耐热、耐振动冲击,而且壳壁薄而轻(厚约 2mm)、易于热封合、外形美观、成本低廉、生产效率高。

电池槽由隔壁分成 6 个互不相通的单格,底部制有凸起的筋条,以便放置极板组。筋条与极板边缘组成的空间可以积存极板脱落的活性物质,防止正、负极板短路。对于采用袋式隔板的免维护蓄电池,因为脱落的活性物质存积在袋内,所以没有设置筋条。

蓄电池各单格电池之间采用铅质联条串联连接。干荷电蓄电池与免维护蓄电池普遍采用穿壁式连接,所用联条尺寸很小,并设置在壳体内部,如图 1-5 所示。

在蓄电池盖上设有加液孔,并用螺塞或盖板密封,防止电解液溢出。旋下加液孔螺塞或打开加液孔盖板,即可加注电解液和检测电解液密度。在加液孔螺塞和盖板上设有通气孔,以便排出化学反应放出的氢气和氧气。该通气小孔在使用过程中必须保持畅通,防止壳体胀裂或发生爆炸事故。

5) 蓄电池技术状态指示器

目前,采用全密封型免维护蓄电池的小轿车越来越多,由于这种蓄电池盖上没有设置加液孔,因此不能用密度计测量电解液的相对密度,为此在这种免维护蓄电池盖上设有一只蓄电池技术状态指示器来指示蓄电池的技术状况。

蓄电池技术状态指示器又称为内装式密度计,由透明塑料管、底座和两只小球(一只为红色、另一只为蓝色)组成,借助于螺纹安装在蓄电池盖上,两只颜色不同的小球安放在塑料管与底座之间的中心孔中,红色小球在上、蓝色小球在下。由于两只小球是由密度不同的材料制成,因此可随电解液密度变化而上下浮动。

蓄电池技术状态指示器是根据光学折射原理来反映蓄电池技术状态的。当蓄电池存电充足、电解液相对密度大于 1.22 时,两只小球向上浮动到极限位置,经过光线折射小球的颜色,从指示器顶部观察到的结果是,中心呈红色圆点、周围呈蓝色圆环,表示蓄电池技术状态良好,英文标示为“OK”。

当蓄电池充电不足、电解液相对密度过低时,蓝色小球下移到极限位置,观察结果是,中心呈红色圆点、周围呈无色透明圆环,表示蓄电池充电不足,应及时补充充电,英文标示为“Charging necessary”。

当电解液液面过低时,两只小球都将下移到极限位置,观察结果是,中心呈无色透明圆点、周围呈红色圆环,表示电解液不足,蓄电池无法继续使用,必须更换蓄电池。如果这种指示器

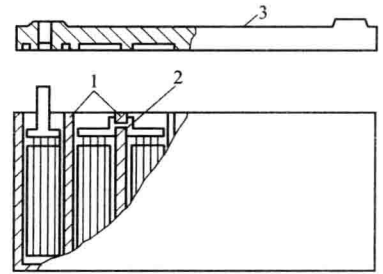
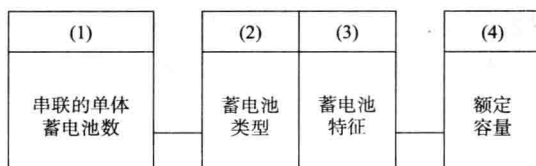


图 1-5 穿壁连接单格电池
1-隔壁;2-联条;3-盖板

安装在干荷电蓄电池上,则表示必须添加蒸馏水,英文标示为“Add distilled water”。

4. 蓄电池的型号

根据工信部标准 JB/T 2599—2012《铅酸蓄电池名称、型号编制与命名办法》规定,蓄电池型号由三部分组成,各部分之间用存折号分开,其内容及排列如下:



(1) 串联的单体蓄电池数。指在一只整体蓄电池槽内或一个组装箱内所包括的串联蓄电池数目。当单体蓄电池数目为“1”时,此段应略去。

(2) 蓄电池类型。主要根据蓄电池用途划分,按表 1-1 中代号标志。启动型蓄电池用“Q”表示,代号“Q”是汉字“启”的第一个拼音字母。

蓄电池类型代号

表 1-1

序号	蓄电池类型 (主要用途)	代号	汉字及拼音或英语字头		
			汉字	拼音	英语
1	启动型	Q	起	qi	
2	固定型	G	固	gu	
3	牵引(电力机车)用	D	电	dian	
4	内燃机车用	N	内	nei	
5	铁路客车用	T	铁	tie	
6	摩托车用	M	摩	mo	
7	船舶用	C	船	chuan	
8	储能用	CN	储能	chu neng	
9	电动道路车用	EV	电动车辆		electric vehicles
10	电动助力车用	DZ	电助	dian zhu	
11	煤矿特殊	MT	煤特	met te	

(3) 电池特征(表 1-2)。为附加部分,仅在同类用途的产品具有某种特征,而在型号中又必须加以区别时采用。如为干荷电蓄电池,则用汉字“干”的第二个拼音字母“A”表示;如为无需(免)维护蓄电池,则用“无”字的第一个拼音字母“W”来表示。

(4) 额定容量。是指 20A·h 的额定容量,用阿拉伯数字表示,单位为 A·h(安·时),在型号中可略去不写。

例 1:北京 JB2020 型吉普车用 6—QA—60 型蓄电池:表示由 6 个单格电池组成,额定电压为 12V,额定容量为 60A·h 的启动型干荷电蓄电池。

例 2:东风 EQ1090 型载货汽车用 6—Q—105 型蓄电池:表示由 6 个单格电池组成,额定电压为 12V,额定容量为 105A·h 的启动型蓄电池。

例 3:东风 EQ2102 型越野汽车用 6—QW—180 型蓄电池:表示由 6 个单格电池组成,额定电压为 12V,额定容量为 180A·h 的启动型免维护蓄电池。