



21st CENTURY

实用规划教材

21世纪全国应用型本科

大机械系列 实用规划教材



汽车电气设备

主 编 凌永成 谢在玉
副主编 马荣朝 王兰群
主 审 赵 炬



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材

汽车电气设备

主 编	凌永成	谢在玉
副主编	马荣朝	王兰群
参 编	黄晓鹏	
主 审	赵 炬	



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书全面、系统地阐述了汽车电气设备在现代车辆上的应用情况。本书共9章,在绪论中简单介绍汽车电气设备应用概况和发展趋势之后,重点阐述蓄电池,交流发电机,启动机,点火系统,照明、信号与仪表信息系统,汽车空调系统,汽车辅助电气系统,汽车电路分析,对汽车电路检修等内容也作了简单的介绍。

本书条理清楚,行文流畅,内容翔实,可作为高等院校车辆工程专业的教材。鉴于其实用性强,本书也可以作为高等工程专科学校和高等职业技术学院的汽车应用与维修类专业教材,同时也是广大汽车工程技术人员和汽车维修人员很好的参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备/凌永成,谢在玉主编. —北京:北京大学出版社, 2007.8

(21世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材)

ISBN 978-7-301-12025-5

I. 汽… II. ①凌… ②谢… III. 汽车—电气设备—高等学校—教材 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 049187 号

书 名: 汽车电气设备

著作责任者: 凌永成 谢在玉 主编

责任编辑: 郭穗娟

标准书号: ISBN 978-7-301-12025-5/TH·0070

出版者: 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> <http://www.pup6.com>

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

电子邮箱: pup_6@163.com

印刷者: 河北滦县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.25 印张 420 千字

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 27.00 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

丛书总序

殷国富*

机械是人类生产和生活的基本工具要素之一,是人类物质文明最重要的一个组成部分。机械工业担负着向国民经济各部门,包括工业、农业和社会生活各个方面提供各种性能先进、使用安全可靠的技术装备的任务,在国家现代化建设中占有举足轻重的地位。20 世纪 80 年代以来,以微电子、信息、新材料、系统科学等为代表的新一代科学技术的发展及其在机械工程领域中的广泛渗透、应用和衍生,极大地拓展了机械产品设计制造活动的深度和广度,改变了现代制造业的产品设计方法、产品结构、生产方式、生产工艺和设备以及生产组织模式,产生了一大批新的机械设计制造方法和制造系统。这些机械方面的新方法和系统的主要技术特征表现在以下几个方面:

(1) 信息技术在机械行业的广泛渗透和应用,使得现代机电产品已不再是单纯的机械构件,而是由机械、电子、信息、计算机与自动控制等集成的机电一体化产品,其功能不仅限于加强、延伸或取代人的体力劳动,而且扩大到加强、延伸或取代人的某些感官功能与大脑功能。

(2) 随着设计手段的计算机化和数字化,CAD/CAM/CAE/PDM 集成技术和软件系统得到广泛使用,促进了产品创新设计、并行设计、快速设计、虚拟设计、智能设计、反求设计、广义优化设计、绿色产品设计、面向全寿命周期设计等现代设计理论和技术方法的不断发展。机械产品的设计不只是单纯追求某项性能指标的先进和高低,而是注重综合考虑质量、市场、价格、安全、美学、资源、环境等方面的影响。

(3) 传统机械制造技术在不断吸收电子、信息、材料、能源和现代管理等方面成果的基础上形成了先进制造技术,并将其综合应用于机械产品设计、制造、检测、管理、销售、使用、服务的机械产品制造全过程,以实现优质、高效、低耗、清洁、灵活的生产,提高对动态多变的市场的适应能力和竞争能力。

(4) 机械产品加工制造的精密化、快速化,制造过程的网络化、全球化得到很大的发展,涌现出 CIMS、并行工程、敏捷制造、绿色制造、网络制造、虚拟制造、智能制造、大规模定制等先进生产模式,制造装备和制造系统的柔性可与重组已成为 21 世纪制造技术的显著特征。

(5) 机械工程的理论基础不再局限于力学,制造过程的基础也不只是设计与制造经验及技艺的总结。今天的机械工程学科比以往任何时候都更紧密地依赖诸如现代数学、材料科学、微电子技术、计算机信息科学、生命科学、系统论与控制论等多门学科及其最新成就。

上述机械科学与工程技术特征和发展趋势表明,现代机械工程学科越来越多地体现着知识经济的特征。因此,加快培养适应我国国民经济建设所需要的高综合素质的机械工程学科人才的意义十分重大、任务十分繁重。我们必须通过各种层次和形式的教育,培养出适应世界机械工业发展潮流与我国机械制造业实际需要的技术人才与管理人才,不断推动我国机械科学与工程技术进步。

为使机械工程学科毕业生的知识结构由较专、较深、适应性差向较通用、较广泛、适

*殷国富教授:现为教育部机械学科教学指导委员会委员,现任四川大学制造科学与工程学院院长

应性强方向转化,在教育部的领导与组织下,1998 年对本科专业目录进行了第 3 次大的修订。调整后的机械类专业变成 4 类 8 个专业,它们是:机械类 4 个专业(机械设计制造及其自动化、材料成型及控制工程、过程装备与控制、工业设计);仪器仪表类 1 个专业(测控技术与仪器);能源动力类 2 个专业(热能与动力工程、核工程与核技术);工程力学类 1 个专业(工程力学)。此外还提出了面向更宽的引导性专业,即机械工程及自动化。因此,建立现代“大机械、全过程、多学科”的观点,探讨机械科学与工程技术学科专业创新人才的培养模式,是高校从事制造学科教学的教育工作者的责任;建立培养富有创新能力人才的教学体系和教材资源环境,是我们努力的目标。

要达到这一目标,进行适应现代机械学科发展要求的教材建设是十分重要的基础工作之一。因此,组织编写出版面向大机械学科的系列教材就显得很有意义和十分必要。北京大学出版社和中国林业出版社的领导和编辑们通过对国内大学机械工程学科教材实际情况的调研,在与众多专家学者讨论的基础上,决定面向机械工程学科类专业的学生出版一套系列教材,这是促进高校教学改革发展的重大决策。按照教材编审委员会的规划,本系列教材将逐步出版。

本系列教材是按照高等学校机械学科本科专业规范、培养方案和课程教学大纲的要求,合理定位,由长期在教学第一线从事教学工作的教师立足于 21 世纪机械工程学科发展的需要,以科学性、先进性、系统性和实用性为目标进行编写,以适应不同类型、不同层次的学校结合学校实际情况的需要。本系列教材编写的特色体现在以下几个方面:

(1) 关注全球机械科学与工程技术学科发展的大背景,建立现代大机械工程学科的新理念,拓宽理论基础和专业基础知识,特别是突出创造能力和创新意识。

(2) 重视强基础与宽专业知识面的要求。在保持较宽学科专业知识的前提下,在强化产品设计、制造、管理、市场、环境等基础理论方面,突出重点,进一步密切学科内各专业知识面之间的综合内在联系,尽快建立起系统性的知识体系结构。

(3) 学科交叉与综合的观念。现代力学、信息科学、生命科学、材料科学、系统科学等新兴学科与机械学科结合的内容在系列教材编写中得到一定的体现。

(4) 注重能力的培养,力求做到不断强化自我的自学能力、思维能力、创造性地解决问题的能力以及不断自我更新知识的能力,促进学生向着富有鲜明个性的方向发展。

总之,本系列教材注意了调整课程结构,加强学科基础,反映系列教材各门课程之间的联系和衔接,内容合理分配,既相互联系又避免不必要的重复,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。当然,本系列教材还需要在内容的精选、音像电子课件、网络多媒体教学等方面进一步加强,使之能满足普通高等院校本科教学的需要,在众多的机械类教材中形成自己的特色。

最后,我要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,也要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,使之在我国机械工程类学科专业的教学改革和课程体系建设中起到应有的促进作用。

2006 年 1 月

前 言

为顺应普通高校的教学改革潮流,有针对性地满足社会多方面人才培养的需求,北京大学出版社于2005年7月在青岛召开了《21世纪全国应用型本科机械系列实用规划教材》编写会议。本书就是根据这次会议的精神和会议上制定的教材编写大纲编写的。

本书共分9章,全面、系统地阐述了汽车电气设备在现代车辆上的应用情况。在简单介绍汽车电气设备应用概况和发展趋势的基础上,重点阐述蓄电池,交流发电机,启动机,点火系统,照明、信号与仪表信息系统,汽车空调系统,汽车辅助电气系统,汽车电路分析,对汽车电路检修等内容也作了简单的介绍。

本书注重理论与实践的结合,内容具有针对性和实用性,旨在培养学生的技术应用能力,是一本具有鲜明特色的应用型本科教材。

本书作为凌永成主编、由北京大学出版社在2006年8月出版的《汽车电子控制技术》的姊妹篇,在内容上与《汽车电子控制技术》相互呼应,互为补充。在课程安排上,原则上应先开设汽车电气设备课程,再开设汽车电子控制技术课程。

本书凌永成和谢在玉为主编,马荣朝和王兰群为副主编。具体写作分工如下:第1~5章由凌永成编写,第6章由王兰群编写,第7章由黄晓鹏编写,第8章由马荣朝编写,第9章由谢在玉编写。

沈阳大学赵炬教授为主审,对全书进行了认真的审阅,并提出了许多宝贵意见,使本书内容结构更为严谨,在此深表感谢!

在本书编写过程中,曾得到许多专家和同行的热情支持,并参考和借鉴了许多国内外公开出版和发表的文献,在此一并致谢!

由于编者水平有限,书中难免存在不妥或疏漏之处,恳请广大读者批评指正,以便再版时修正。

编 者

2007年3月

目 录

第1章 绪论..... 1	第3章 交流发电机..... 36
1.1 汽车电气设备的作用与组成..... 1	3.1 交流发电机的构造与工作原理..... 36
1.2 汽车电气系统的特点..... 1	3.1.1 汽车用交流发电机的分类..... 36
1.3 汽车电气系统的发展趋势 ——电压升级..... 3	3.1.2 交流发电机的构造..... 37
复习思考题..... 4	3.1.3 交流发电机的工作原理..... 39
第2章 蓄电池..... 5	3.1.4 交流发电机的特性..... 41
2.1 铅酸蓄电池的构造与型号..... 5	3.1.5 交流发电机性能的改善..... 43
2.1.1 蓄电池的作用..... 5	3.2 触点式电压调节器..... 45
2.1.2 铅酸蓄电池的基本构造..... 5	3.2.1 触点式电压调节器的 结构与工作原理..... 45
2.1.3 铅酸蓄电池的型号..... 8	3.2.2 触点式电压调节器的 使用与维修..... 50
2.2 铅酸蓄电池的工作原理..... 9	3.3 晶体管式电压调节器..... 51
2.2.1 放电过程..... 9	3.3.1 晶体管式电压调节器的结构 与工作原理..... 51
2.2.2 充电过程..... 10	3.3.2 晶体管调节器的 测试与维修..... 54
2.3 蓄电池的工作特性..... 11	3.4 集成电路调节器..... 56
2.3.1 蓄电池的基本电气特性..... 11	3.4.1 集成电路调节器的结构与 工作原理..... 56
2.3.2 铅酸蓄电池的充、放电 特性..... 13	3.4.2 集成电路调节器的 测试检查..... 62
2.3.3 蓄电池的充电..... 15	3.5 交流发电机的使用与维修..... 64
2.3.4 充电设备..... 19	3.5.1 交流发电机的使用..... 64
2.4 免维护蓄电池..... 21	3.5.2 交流发电机的维护..... 65
2.4.1 免维护铅酸蓄电池的 结构..... 21	3.5.3 交流发电机的故障 分析与修理..... 67
2.4.2 免维护铅酸蓄电池的 使用特性..... 24	复习思考题..... 69
2.5 蓄电池新技术..... 24	第4章 启动机..... 70
2.5.1 宝马车用蓄电池新技术..... 24	4.1 启动机的工作原理与特性..... 70
2.5.2 双蓄电池技术..... 27	4.1.1 启动机概述..... 70
2.6 铅酸蓄电池的使用与维修..... 30	4.1.2 直流串激电动机..... 70
2.6.1 铅酸蓄电池的使用..... 30	4.1.3 启动机的特性..... 73
2.6.2 铅酸蓄电池的维护..... 33	
2.6.3 铅酸蓄电池的修理..... 34	
复习思考题..... 35	

4.2 启动机的组成与结构.....	76	5.3.4 霍尔效应式无触点电子 点火装置	117
4.2.1 启动机的组成与分类	76	5.4 电容放电式电子点火系统.....	119
4.2.2 启动机的传动机构	77	5.4.1 电容放电式电子点火系统的 基本组成与工作原理.....	119
4.2.3 启动机的控制装置	80	5.4.2 电容放电式电子点火系统 的特点	120
4.3 电磁控制强制啮合式启动机.....	83	5.4.3 电容放电式电子点火 系统实例	120
4.3.1 QD124 型启动机的 工作情况	83	5.5 点火系统的性能测试与维护.....	121
4.3.2 具有启动保护装置的 启动机工作特点	84	5.5.1 几种点火系统的比较.....	121
4.4 新型启动机	86	5.5.2 点火系统性能测试.....	122
4.4.1 电枢移动式启动机	86	5.5.3 传统点火系统 常见故障分析.....	125
4.4.2 齿轮移动式启动机	87	5.5.4 电子点火装置的维护.....	126
4.4.3 减速启动机	90	复习思考题.....	129
4.4.4 集成型启动机	91	第 6 章 照明、信号与 仪表信息系统	130
4.5 启动机的使用与维修.....	91	6.1 照明、信号灯具的分类和作用	130
4.5.1 启动机的正确使用	91	6.1.1 照明灯具	130
4.5.2 启动机的维护	92	6.1.2 前照灯控制电路.....	135
4.5.3 启动机的修理	93	6.1.3 其他照明灯	138
复习思考题	94	6.1.4 信号灯具	140
第 5 章 点火系统	95	6.2 仪表与报警装置.....	143
5.1 传统点火系统	95	6.2.1 汽车仪表	144
5.1.1 对点火系统的基本要求.....	95	6.2.2 汽车用报警装置.....	153
5.1.2 传统点火系统的结构组成.....	96	6.3 驾驶员信息系统.....	159
5.1.3 传统点火系统的工作原理.....	96	6.3.1 汽车仪表的现状与发展.....	159
5.1.4 传统点火系统的工作特性与 影响二次侧电压的因素.....	99	6.3.2 现代汽车仪表的分类.....	160
5.1.5 传统点火系统的构造	101	6.3.3 电子显示器件.....	162
5.2 晶体管辅助触点电子点火系统.....	112	6.3.4 汽车导航系统简介.....	167
5.2.1 基本原理	112	6.4 音响信号系统.....	170
5.2.2 国产 BD-71F 型晶体管辅助 触点电子点火装置	113	6.4.1 电喇叭	170
5.3 无触点电子点火系统.....	114	6.4.2 倒车报警装置.....	172
5.3.1 无触点电子点火系统概述.....	114	6.4.3 汽车音响报警器.....	174
5.3.2 磁脉冲式无触点电子 点火装置	114	6.5 照明、信号与仪表信息系统的 使用与检修.....	174
5.3.3 光电式无触点电子 点火装置	116		

6.5.1 照明与灯光信号系统的 使用与维修.....175	8.3.1 电动车窗.....234
6.5.2 汽车仪表的检修.....181	8.3.2 电动天窗.....236
6.5.3 电喇叭的故障诊断与检修.....185	8.3.3 中央门锁.....237
复习思考题.....188	8.4 电动坐椅.....240
第7章 汽车空调系统190	8.4.1 电动坐椅的构造.....240
7.1 概述.....190	8.4.2 电动坐椅的控制电路.....241
7.1.1 汽车空调系统的功能和 控制方法.....190	8.4.3 带存储功能的电动坐椅.....242
7.1.2 汽车空调系统的 组成和分类.....191	8.5 电动后视镜.....243
7.1.3 汽车空调技术的发展历程.....192	8.5.1 组成.....243
7.2 汽车空调系统的组成结构.....192	8.5.2 工作原理.....243
7.2.1 汽车空调通风系统.....192	复习思考题.....245
7.2.2 汽车空调采暖系统.....193	第9章 汽车电路分析246
7.2.3 汽车空调制冷系统.....194	9.1 汽车电路分析基础.....246
7.3 汽车空调系统的控制.....202	9.1.1 汽车电气系统的导线.....246
7.3.1 汽车空调系统的控制内容和 控制方法.....202	9.1.2 电路控制继电器.....249
7.3.2 汽车空调系统的 控制装置.....203	9.1.3 开关.....249
7.3.3 汽车空调系统的 操作控制.....213	9.1.4 电路保护装置.....251
7.4 汽车空调系统的使用与检修.....215	9.1.5 汽车电气装置的图形、 文字符号及其接线端子的 标记.....252
7.4.1 汽车空调系统的使用.....215	9.2 汽车电路的识图.....256
7.4.2 汽车空调制冷系统的检修.....216	9.2.1 汽车电气设备总 电路的特点.....256
复习思考题.....222	9.2.2 汽车电气设备总电路的 组成与类型.....256
第8章 汽车辅助电气系统223	9.2.3 汽车电路图的识读方法.....259
8.1 刮水器与洗涤装置.....223	9.2.4 汽车电气电路原理图的 电路分析.....261
8.1.1 电动式刮水器及其 控制电路.....223	9.3 典型汽车电气系统电路分析.....268
8.1.2 风窗玻璃洗涤器.....229	9.3.1 汽车电路原理图的 全面分析.....268
8.1.3 除霜除雾装置.....231	9.3.2 汽车电气系统电路的 工作原理.....268
8.2 启动预热装置.....232	9.4 汽车电路检修常识.....272
8.2.1 电热塞.....232	9.4.1 汽车电气系统的故障特点.....272
8.2.2 进气预热器.....233	9.4.2 汽车电路检修常识.....272
8.3 电动车窗与中央门锁.....234	复习思考题.....278
	参考文献279

第 1 章 绪 论

1.1 汽车电气设备的作用与组成

汽车电气设备是汽车的重要组成部分之一,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、排气净化及舒适性。例如:为使汽车发动机获得最高的经济性,需靠点火系统在最适当的时间点火;为使发动机可靠启动,需采用电力启动机;为保证汽车工作可靠、行驶安全,则有赖于各种指示仪表、信号装置和照明等电器的正常工作。

蓄电池、发电机(一般情况下指交流发电机)、启动机、点火系统、灯光照明、辅助电器等传统的汽车电气设备是汽车的基础,也是汽车电子控制系统的基础。

多年来,汽车电气设备在汽车工业中发挥了极其重要的作用,并将继续发挥其应有的作用。基础电气设备将向继续提高品质、提高性能的方向发展,辅助电气将向进一步拓展种类、扩大应用范围的方向发展。

1.2 汽车电气系统的特点

汽车电气设备组成的系统称为汽车电气系统,和其他电气系统不同,汽车电气系统或称汽车电路具有以下特点。

1. 双电源

在汽车电气系统中,采用两个电源——蓄电池和交流发电机,两者互相配合,协调工作。即使是在极端条件下(如发电机损坏,即不发电),光靠蓄电池供电,汽车也能行驶一定里程。

2. 低电压

汽车电气系统的额定电压有 6V、12V、24V 等 3 种。汽油发动机汽车普遍采用 12V 电源,柴油发动机汽车多采用 24V 电源(由两个 12V 蓄电池串联而成),摩托车采用 6V 电源。汽车运行中的电压,一般 12V 系统为 14V 左右,24V 系统为 28V 左右。

3. 直流

现代汽车发动机是靠电力启动机启动的,启动机由蓄电池供电,而向蓄电池充电又必须用直流电源,所以汽车电气系统为直流系统。虽然交流发电机发出的是交流电,但经过整流器整流,变成直流电后才供给汽车用电。

4. 单线制

单线连接是汽车电路的特殊性,是指汽车上所有电气设备的正极均采用导线相互连接;而所有的负极则直接或间接通过导线与车架或车身金属部分相连,即搭铁(负极搭铁也称接

地)。任何一个电路中的电流都是从电源的正极出发,经导线流入电气设备后,再由电气设备自身或负极搭铁,并通过车架或车身金属流到电源负极而形成回路。

单线制导线用量少,线路清晰,接线方便,因此广为现代汽车所采用。

5. 并联连接

各电气设备均采用并联,汽车上的两个电源(蓄电池与发电机)之间以及所有电气设备之间,都是正极接正极,负极接负极,并联连接。

因为采用并联连接,所以汽车在使用中,当某一支路电气设备损坏时,并不影响其他支路电气设备的正常工作。

6. 负极搭铁

采用单线制时蓄电池的负极接车架或车身金属称为负极搭铁(蓄电池的正极接车架或车身金属称为正极搭铁)。

如果单纯从构成电流回路来说,汽车既可以采用负极搭铁,也可以采用正极搭铁,而且,在早期汽车上曾广泛采用正极搭铁。

但经研究表明,采用负极搭铁对车架或车身金属的化学腐蚀较轻,对无线电干扰小,且对点火系统的点火电压要求也低(更有利于火花塞跳火)。因此,目前包括我国在内的所有国家都已经规定汽车电路统一采用负极搭铁。

7. 设有保护装置

为了防止因电源短路〔相线(俗称火线)搭铁〕或线路过载而烧坏线束,电路中一般设有保护装置,如熔断器(短路保护)、易熔线(过载保护)等。

8. 汽车电路有颜色和编号特征

为了便于区别各线路的连接,汽车所有低压导线必须选用不同颜色的单色或双色线,并在每根导线上编号。编号由生产厂家统一编定。

9. 相对独立的分支系统组成

汽车电路由相对独立的系统组成,汽车电路一般包括以下几部分。

(1) 电源电路 由蓄电池、发电机、调节器及工作状态指示装置(电流表、充电指示灯)等组成。

(2) 启动电路 由启动机、启动继电器、启动开关及启动保护装置组成。

(3) 点火电路 由点火线圈、分电器、点火器、火花塞、点火开关等组成。

(4) 照明与信号电路 由前照灯、雾灯、示宽灯、转向信号灯、制动信号灯、倒车灯、电喇叭等及其控制继电器和开关组成。

(5) 仪表与报警电路 由仪表、传感器、各种报警灯及控制器组成的电路。

(6) 辅助装置电路 由为提高车辆安全性、舒适性、经济性等各种功能的电气装置组成的电路。因车型不同而有所差异。一般包括风窗刮水清洗装置、风窗除霜防雾装置、启动预热装置、音响装置、车窗电动升降装置、电动坐椅调节装置及中央电控门锁等装置组成的电路。

1.3 汽车电气系统的发展趋势——电压升级

随着人们对汽车乘坐舒适性、燃油经济性、排放环保性要求的日益提高,汽车上的新装置、新技术不断增多,能耗量不断增加。由于电能具有传输简便、转换容易、控制灵活等一系列优点,采用电磁或电动执行器取代液压传动和气压传动执行器已成为一种趋势。

一些带电的机械装置逐步转变为带机械的电子装置,大大增加了电气系统的负荷。在以节能、环保和安全为中心的现代汽车中,电气设备越来越多,电气负荷越来越大,这就要求汽车电气提供更高的电能,传统的 14V 电压供电系统已经不适应目前的需求,电压升级已经成为汽车电气系统的发展趋势。

目前,学术界提出的汽车电压升级方案有两种:一种是汽车 42V 单电压方案;另一种是汽车 14V/42V 双电压方案。

简单地说,汽车 42V 单电压方案是将目前汽车上采用的 14V 电源改为 42V(发电机输出电压 14V 的 3 倍)。从理论上讲,电压提高 3 倍,电流会减少 65%。除了能减少线束截面积,减小电机体积外,还能趁机将车上的电器来一场革命,例如,取消目前使用的机械式继电器,进入固态开关模式,采用电子模块代替目前的分立元件等。目前的豪华轿车使用 1~3kW 的功率,而将来高级轿车的使用功率将达到 10~20kW,如果汽车性能要提高,装置要增多,唯有走电压升级这一条路才能解决问题。

但电压改动将涉及整个汽车电气系统的技术改造,还涉及配件供应商、配套商的利益问题。例如现在的蓄电池都是 6V 或 12V,实施升压要研制生产 24V 或 48V 的新型蓄电池。汽车上的发电机、启动机、刮水器电动机、微型电动机、灯泡、仪表、继电器等器件都要改进,对目前汽车零配件制造行业产生重大冲击。另外,提高电压对采用灯丝型灯光系统有不利影响。

由于直接采用 42V 单电压方案对现有的汽车及零部件行业冲击过大,作为由 14V 向 42V 平稳过渡的措施,又有学者提出了 14V/42V 双电压方案。

简单地说,14V/42V 双电压方案是指在车上根据电气设备的特点,采用 14V 与 42V 并存的方法,有针对性地对电气设备提供不同电压的电源。

但双电路供电系统需要安装 14V 及 42V 蓄电池组,因而增加了车辆附加承载,占用更大的空间及增加造价。而且尚待解决的问题不少,例如 AC/DC 变换器产生的电磁干扰;高电压瞬态现象及抑制控制方法;双电压电气系统在车辆运行时的功率流向及分配问题;等等。尤其是安全问题,电线绝缘和电路保护装置的标准等都要重新制定。

14V/42V 及 42V 汽车电气系统已得到国际汽车工业界的广泛认可,电压升级已经是大势所趋。因此,可以相信,这一新的汽车电气系统进入实用化的时间已为期不远。由于该汽车电气系统的固有特点,以功率半导体器件同微电子器件相结合的控制装置将在新的汽车电气系统中获得大量应用,这将对传统的汽车电器带来较大的冲击,并对汽车电子、电气零部件的产业结构产生深远影响。

复习思考题

1. 简述汽车电气设备的作用与组成。
2. 简述汽车电气系统的特点。
3. 简述汽车电气系统的发展趋势。

第2章 蓄 电 池

教学提示：蓄电池与交流发电机协同工作，构成汽车电气系统的电源。蓄电池是一种将化学能转换为电能的装置，属于可逆的直流电源。启动用铅酸蓄电池在汽车上应用极为普遍。免维护蓄电池和蓄电池新技术的使用也将日益广泛。

教学要求：本章主要介绍启动用铅酸蓄电池的结构组成、工作原理、使用维护方法和蓄电池新技术。重点内容是启动用铅酸蓄电池的结构组成、充电方法和维护方法。要求学生了解蓄电池工作原理，熟悉蓄电池的结构组成，掌握蓄电池的使用和维护方法。

2.1 铅酸蓄电池的构造与型号

2.1.1 蓄电池的作用

蓄电池是一种将化学能转换为电能的装置，属于可逆的直流电源。用于汽车上的蓄电池，必须满足启动发动机的需要，即在5~10s的短时间内，提供汽车启动发动机足够大的电流。汽油发动机启动电流为200~600A，有的柴油发动机启动电流高达1000A。由于使用电解液不同，启动用蓄电池分为酸性和碱性两大类。铅酸蓄电池结构简单，价格低廉，易于满足大量生产汽车的需要；同时其内阻小，启动性能好，能在短时间内供给启动机所需要的大电流，因此在汽车上得到广泛的应用。

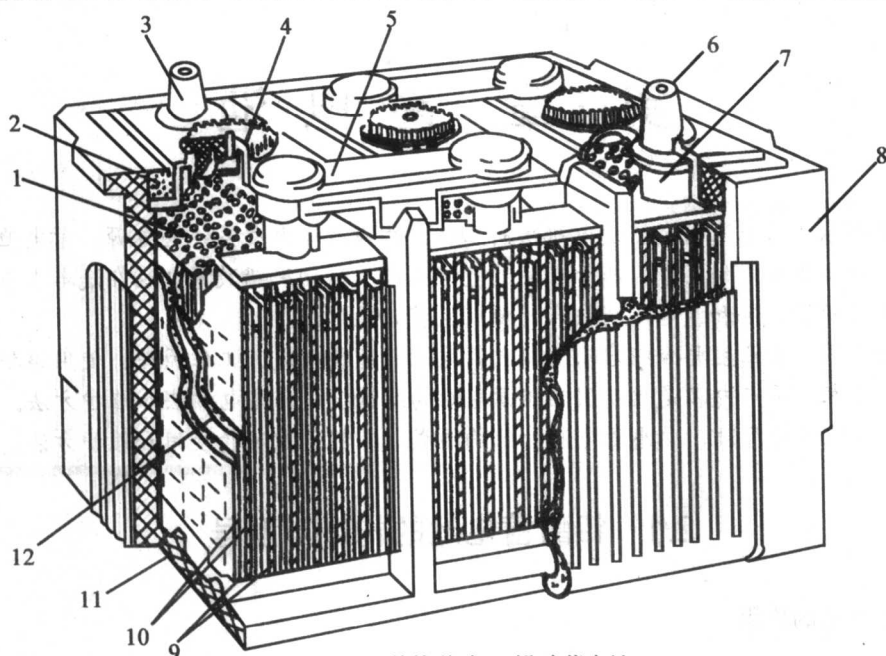
在汽车上，蓄电池与发电机并联向用电设备供电。在发动机工作时，用电设备所需电能主要由发电机供给。蓄电池的功用为发动机启动时，向启动机和点火系供电；发电机不发电或电压较低时向用电设备供电；发电机超载时，协助发电机供电；发电机端电压高于蓄电池电动势时，将发电机的电能转换为化学能储存起来；吸收发电机的过电压，保护车用电子元器件。

2.1.2 铅酸蓄电池的基本构造

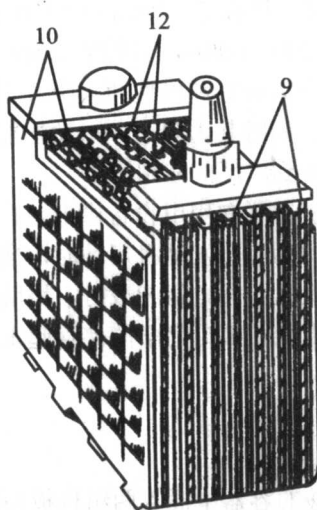
铅酸蓄电池是在盛有稀硫酸的容器中插入两组极板而构成的电能储存器，它由极板、隔板、外壳、电解液等部分组成。容器分为3格或6格，每格里装有电解液，正、负极板组浸入电解液中成为单格电池。每个单格电池的标称电压为2V，3格串联起来成为6V蓄电池，6格串联起来成为12V电池。铅酸蓄电池的构造如图2.1所示。

1. 极板

极板是铅酸蓄电池的基本部件，由它接受充入的电能和向外释放电能。极板分正极板和负极板两种。正极板上的活性物质是二氧化铅，呈现棕红色；负极板上的活性物质是海绵状纯铅，呈青灰色。蓄电池在充电与放电过程中，电能和化学能的相互转换是依靠极板上活性物质和电解液中硫酸的化学反应来实现的。



(a) 单格盖式6V铅酸蓄电池



(b) 极板组

图 2.1 铅酸蓄电池的构造

1—护板；2—封料；3—负极接线柱；4—加液孔螺塞；5—连接条；6—正极接线柱；7—电极衬套；

8—外壳；9—正极板；10—负极板；11—肋条；12—隔板

正、负极板上的活性物质分别充填在铅锑合金铸成的栅架上。铅锑合金中，铅占 94%，锑占 6%。加入少量的锑是为了提高栅架的机械强度并改善浇铸性能。但是，铅锑合金耐电化学腐蚀性能较差，在要求高倍率放电和提高比能量而采用薄形极板时，高锑含量板栅势必导致使用寿命的降低。因此，采用低锑合金就十分重要了，目前板栅含锑量为 2%~3%。

在板栅合金中加入 0.1%~0.2% 的砷, 可以减缓腐蚀速度, 提高硬度与机械强度, 增强其抗变形能力, 延长蓄电池的使用寿命。目前, 国内外已使用铅锑砷合金作板栅。

出于对使用期限的考虑, 正极活性物质脱落和板栅腐蚀是决定蓄电池使用寿命的主要原因。因此, 正极板要厚一些, 负极板厚度一般为正极板栅厚度的 70%~80%。国产蓄电池负极板厚度为 1.6~1.8mm, 也有薄至 1.2~1.4mm 的; 正极板厚度为 2.2~2.4mm, 也有薄至 1.6~1.8mm 的。薄形极板的使用能改善汽车的启动性能, 提高蓄电池的比能量。

为了增大蓄电池的容量, 一般将多片正极板(4~13 片)和多片负极板(5~14 片)分别并联, 组成正极板组和负极板组。安装时, 将正、负极板组相互嵌合, 中间插入隔板, 就成了单格电池。在每个单格电池中, 负极板的数量总是比正极板要多一片。例如东风 EQ1090 汽车所用的 6-Q-105 型蓄电池, 单格电池组共 15 片极板, 其中正极板 7 片, 负极板 8 片。正极板都处在负极板之间, 最外面 2 片都是负极板。因为正极板活性物质较疏松, 机械强度低, 这样把正极板都夹在负极板中间, 使其两侧放电均匀, 保持正极板工作时不易因活性物质膨胀而翘曲, 造成活性物质脱落。

2. 隔板

为了减少蓄电池内部尺寸, 降低蓄电池的内阻, 蓄电池内部正、负极板应尽可能靠近。但为了避免相互接触而短路, 正、负极板之间要用绝缘的隔板隔开。隔板材料应具有多孔性结构, 以便电解液自由渗透, 而且化学性能应稳定, 具有良好的耐酸性和抗氧化性。常见的隔板材料有木质、微孔橡胶、微孔塑料、玻璃纤维纸浆和玻璃丝棉等几类。

3. 外壳

蓄电池外壳为一整体式结构的容器, 极板、隔板和电解液均装入外壳内。蓄电池电压一般有 6V 和 12V 两种规格, 因此, 外壳内由间壁分成 3 个和 6 个互不相通的单格。例如, 12V 蓄电池内分成 6 个单格, 由 5 个单格壁将容器分为互不相通的 6 个小容器。各个单格底部做有垫角, 其突起的肋条用以搁置极板组, 使其下方有足够的空间作为沉淀槽, 容纳脱落的活性物质, 以免堆积起来, 使正、负极板相接触而造成短路。

外壳应耐酸、耐热、耐寒、抗震动; 并具有足够的机械强度。常用的材料有硬质橡胶、沥青塑料、工程塑料。工程塑料美观透明, 耐酸抗腐蚀, 质量小, 机械强度高, 发展非常快。我国目前已大量生产聚丙烯等工程塑料外壳。

4. 电解液

铅酸蓄电池的电解液, 是由相对密度为 1.84 的纯硫酸和蒸馏水配制而成, 密度一般在 $1.24 \sim 1.30 \text{g/cm}^3$ 的范围之内。电解液的纯度是影响蓄电池的电气性能和使用寿命的重要因素, 一般在工业用硫酸和普通水中, 因含有铁、铜等有害杂质, 绝对不能加入到蓄电池中去, 否则容易自行放电, 并且容易损坏极板。因此, 蓄电池电解液要用规定的蓄电池专用硫酸和蒸馏水配制, 硫酸标准见 HG/T 2692—1995《蓄电池用硫酸》规定, 蒸馏水标准见 ZBK 84004—1989 的规定。

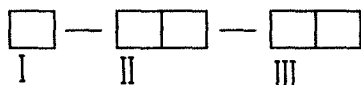
配制电解液应在耐酸的陶瓷或玻璃容器内进行。先将蒸馏水倒入容器内, 然后慢慢地加入硫酸, 并且要不停地用耐酸棒搅拌。绝对不允许将水倒入硫酸中, 否则将产生剧烈的反应, 可能造成人身事故。配制不同密度的电解液必须按一定的体积比或质量比进行, 如

电解液密度为 1.20g/cm^3 ，则硫酸与蒸馏水的体积比应为 1:4.33，硫酸与蒸馏水的质量比应为 1:2.36(以 25°C 时硫酸相对密度为 1.83 计算)，其他密度的电解液可按此关系进行换算。

2.1.3 铅酸蓄电池的型号

1. 铅酸蓄电池的产品型号

按照原机械工业部颁布标准 JB/T 2599—1993《铅酸蓄电池产品型号编制方法》的规定，铅酸蓄电池产品型号分为 3 段，其排列及其含义如下。



第 I 段表示串联的单格电池数，用阿拉伯数字组成，其标准电压是这个数字的 2 倍。

第 II 段表示蓄电池的类型和特征，用两个汉语拼音字母组成。其中第一个字母为 Q，表示启动用铅酸蓄电池。第二个字母为蓄电池的特征代号：A—干荷电式；W—免维护式；F—防酸式；D—带液式；J—胶体电池；Q—气密式；Y—液密式；H—湿荷电式；B—半密闭式；无字母则为干封式。

第 III 段表示蓄电池的额定容量。我国目前规定采用 20h 放电率的容量安培小时数 (A·h)。有时在额定容量后面用一个字母表示特征性能：Q—高启动率；S—塑料槽；D—低温启动性能好。

例如，第一汽车制造厂生产的解放 CA1090 型汽车装用的铅酸蓄电池型号为 6-QA-100S，这是一种国内先进工艺生产出来的蓄电池，由 6 个单格串联而成，标称电压为 12V。它采用了塑料整体式外壳，薄型极板，干荷电式，使用时只需加入规定密度的电解液，静置 0.5h，就可以投入使用。

2. 铅酸蓄电池的规格

国产汽车启动用铅酸蓄电池主要有两大类，即干封式蓄电池和干荷电式蓄电池。从 1986 年开始，国家要求执行标准，GB/T 5008.1—1985《启动用铅酸蓄电池技术要求》中规定，以放电时间为 20h，电解液初始温度为 $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，密度为 $1.28 \pm 0.01\text{g/cm}^3$ (25°C 时)，放电终止电压为 1.75V 条件下的放电容量作为蓄电池的额定容量。

目前我国汽车启动用铅酸蓄电池，按 GB/T 5008.2—1991《启动用铅酸蓄电池产品品种和规格》规定，分为橡胶槽上固定式、塑料槽上固定式、塑料槽下固定式等几种。

干荷电式蓄电池与普通干封式蓄电池的区别在于，其极板组在干燥状态下能够较长期地保存在制造过程中所得到的电荷。干荷电式蓄电池之所以具有干荷电性能，主要是负极板的制造工艺不同。干荷电式蓄电池在规定的 2 年保存期中，如果需要交付使用，只需在使用之前加入符合规定密度的电解液就可以了。例如，对于干荷电式蓄电池 6-QA-60，只需加入密度为 1.280g/cm^3 (25°C 时) 的电解液，调整液面高度高出极板组 15mm 左右，不需要进行初充电就可以投入运营。对于保存期超过 2 年的干荷电式蓄电池，因为其极板上有部分活性物质被氧化，使用之前应以补充充电的电流进行充电，充电时间为 5~10h，然后再交付使用。