

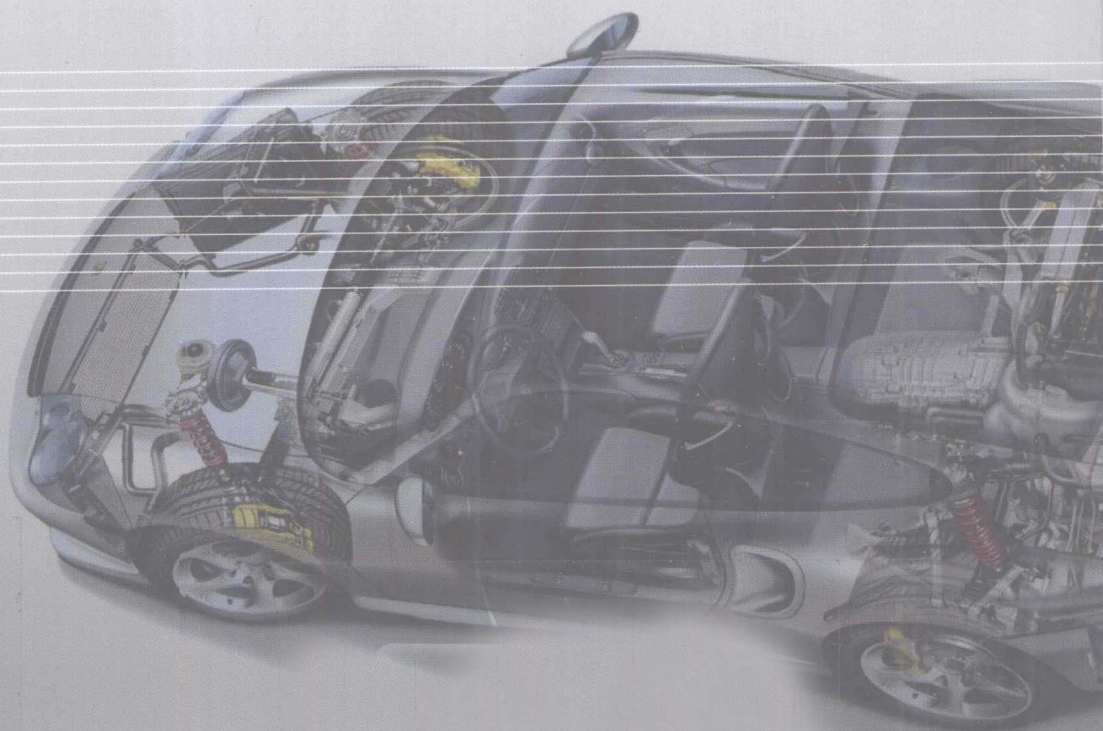


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

汽 车 检 测 与 维 修 专 业 系 列

汽车电器与 电子控制技术

冯 渊 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

汽车电器与电子控制技术

冯 渊 主编

内容提要

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书主要介绍汽车电源与充电系统,起动系统,汽车照明、信号、报警与仪表系统,以及传感器、汽油喷射系统、汽油机点火系统、汽油机辅助电控系统、典型发动机集中控制系统、自动变速器、汽车防滑控制系统、汽车行驶与安全控制系统、汽车电控系统的检测与维护等汽车电子控制系统的控制原理、控制系统组成与结构、控制系统工作原理及其故障的诊断与维修等方面的内容。书后还附有汽车电子控制技术常用缩略语英汉对照表。

本书取材新颖、图文并茂、实用性强,可供高等职业院校、高等专科学校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院汽车检测与维修、汽车电子技术等专业作为教材使用,也可供汽车相关从业人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电器与电子控制技术/冯渊主编. —北京:高等教育出版社,2009.11

ISBN 978-7-04-027472-1

I. 汽… II. 冯… III. ①汽车-电气设备②汽车-电子控制 IV. U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第167259号

策划编辑 徐进 责任编辑 徐进 封面设计 张志奇 责任绘图 尹莉
版式设计 张岚 责任校对 王超 责任印制 朱学忠

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	咨询电话	400-810-0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京佳信达欣艺术印刷有限公司		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	2009年11月第1版
印 张	28.25	印 次	2009年11月第1次印刷
字 数	690 000	定 价	35.90元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 27472-00

前 言

随着汽车工业的快速发展,智能、环保、安全和节能成为世界汽车技术发展的主题。汽车已成为集机械技术、自动控制技术、电子技术、计算机技术、通信技术、人工智能技术等高度融合的产物。汽车电器与电子控制技术及其相关产品占整车的比例不断上升,应用日渐广泛,对汽车检测与维修技术人员提出了更新、更高的要求。

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是为适应现代汽车电器与电子技术的发展需要而编写的。全书共十二章,内容包括:汽车电源与充电系统,起动系统,汽车照明、信号、报警与仪表系统,以及传感器、汽油喷射系统、汽油机点火系统、汽油机辅助电控系统、典型发动机集中控制系统、自动变速器、汽车防滑控制系统、汽车行驶与安全控制系统、汽车电控系统的检测等汽车电子控制系统的控制原理、控制系统组成与结构、控制系统工作原理及其故障的诊断与维修。本书遵循知识面宽、应用性强的原则进行编写,内容编排上由浅入深,循序渐进。本书具有以下特点:

1) 以实际应用为选择内容的宗旨。本书尽量选用目前实际应用的汽车电器与电子设备为教材内容,不过分追求理论的完整性与技术发展的沿革。由于技术发展是有机联系的一个整体,因此在部分章节采用简述等方式作出解释,便于读者理解,也有利于读者进一步深入研究。

2) 由普通电器设备到现代电子控制技术与控制系统,由浅入深,循序渐进。本书前三章主要以汽车普通电器设备为主要内容,读者只需要有电工技术基础就能学习。第四章至第十一章则需要具有发动机原理、汽车理论、电子技术、传感器技术、控制技术等基本理论与实践知识。最后一章采用综合分析的方法介绍电子控制系统的诊断与维护,既简要介绍了方法,又注重了理论与实际应用的有效结合。

由于篇幅受限等原因,本书未将汽车空调系统纳入,请读者参考相关书籍。

本书由冯渊主编,并编写了第四章,第五章,第六章第三节、第四节、第五节、第六节,第七章,第八章,第九章,第十章,第十一章,第十二章、附录,其余各章节由王凤军编写。本书由曹建林教授主审,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,疏漏和错误之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编 者

2009年9月

目 录

导言	1	第六节 信号系统电路及信号装置	76
第一章 汽车电源与充电系统	2	第七节 照明设备与信号装置主要 部件的型号编制	86
第一节 汽车电源电路的组成及要求 ...	2	第八节 汽车仪表的基本知识及仪表 电路	88
第二节 蓄电池的功用、构造及工作 原理	3	第九节 汽车仪表的结构原理	89
第三节 铅蓄电池的工作特性	5	第十节 汽车报警装置电路原理	102
第四节 新型铅蓄电池	10	第十一节 汽车电子显示装置	107
第五节 交流发电机的构造及工作 原理	12	第四章 传感器	112
第六节 交流发电机的特性	17	第一节 常用传感器工作原理	112
第七节 新型交流发电机的结构 特点	19	第二节 空气流量计	116
第八节 交流发电机电压调节器	27	第三节 压力传感器	122
第九节 蓄电池、交流发电机、调节器 型号编制	36	第四节 节气门位置传感器	125
第十节 电源电路、控制电路、保护 电路	37	第五节 氧传感器	128
第二章 起动系统	45	第六节 温度传感器	130
第一节 起动电路的组成及工作 原理	45	第七节 爆震传感器	132
第二节 起动机的构造及工作原理	49	第八节 曲轴位置传感器	134
第三节 减速起动机的构造及工作 原理	56	第九节 转速传感器	137
第四节 组合继电器及起动机的正确 使用	59	第五章 汽油喷射系统	138
第五节 几种典型的起动电路	61	第一节 汽油喷射系统概述	138
第三章 汽车照明、信号、报警与仪表 系统	66	第二节 空气供给系统	147
第一节 汽车灯具的分类、功用及 要求	66	第三节 汽油供给系统	150
第二节 前照灯	67	第四节 电控系统	161
第三节 其他照明灯简介	70	第六章 汽油机点火系统	170
第四节 照明系统用继电器	70	第一节 传统点火系统的组成及工作 原理	170
第五节 照明系统电路	72	第二节 传统点火系统主要部件的 构造	175
		第三节 电控点火系统的组成及 分类	183
		第四节 点火提前角与闭合角的 控制	187
		第五节 汽油机爆震控制	201
		第六节 典型电控点火系统	202

第七章 汽油机辅助电控系统	210	第一节 汽车制动防抱死系统概述	322
第一节 怠速控制	210	第二节 汽车制动防抱死系统的结构及工作原理	328
第二节 排放控制	220	第三节 驱动防滑系统的组成及工作原理	339
第三节 进气控制	225	第四节 典型汽车防滑控制系统	343
第四节 其他辅助控制装置	229	第十一章 汽车行驶与安全控制系统	349
第八章 典型发动机集中控制系统	234	第一节 悬架系统控制	349
第一节 丰田 TCCS 系统	234	第二节 巡航控制	359
第二节 福特 EEC-IV 系统	240	第三节 汽车动力转向与电控四轮转向	366
第三节 上海-通用别克轿车电控系统	245	第四节 横向稳定控制系统	379
第四节 一汽-捷达轿车 M3.8.2 电控系统	251	第五节 安全气囊	383
第五节 柴油机电控喷射系统简介	255	第十二章 汽车电控系统的检测与维护	391
第九章 自动变速器	264	第一节 发动机电控系统的检测	391
第一节 液力式自动变速器概述	264	第二节 底盘电控系统的检测	412
第二节 液力变矩器	269	第三节 汽车电控系统的维护与诊断	431
第三节 变速齿轮机构	275	附 录 汽车电子控制技术常用缩略语英汉对照表	441
第四节 自动变速器供油系统	282	参考文献	444
第五节 自动变速器操纵机构	287		
第六节 典型自动变速器	298		
第七节 无级变速电控系统简介	314		
第十章 汽车防滑控制系统	322		

导 言

汽车电路主要包括电源系统、起动系统、点火系统(汽油发动机)、照明与信号系统、仪表与报警系统、辅助电器系统、空气调节系统以及电子控制系统。由于汽车空调系统的基础理论是独立的,受篇幅限制,故本书未将汽车空调系统纳入。

汽车电路具有以下特点:

1) 额定电压为低压。汽车电器系统额定电压,一般汽油车采用 12 V 电源,柴油车采用 24 V 电源。

2) 直流电路。汽车用起动机动力来源是蓄电池,而蓄电池充电又需要直流电源,因而除汽油发动机的点火系统外,汽车电器系统一般采用直流系统。

3) 单线制和负极搭铁。为了保证汽车上各用电设备不相互影响,通常采用并联连接。同时,蓄电池的负极与车架相连,汽车各电器系统与车身或车架相连。这样,汽车电器系统线束中电线是蓄电池正极连接各用电设备的正极线,称为单线制。共用车架、车身接地的电路连接方式俗称搭铁,由于是蓄电池的负极接地,也称为负极搭铁。

第一章 汽车电源与充电系统

汽车电源系统主要由蓄电池、发电机和电压调节器等组成,蓄电池和发电机并联于汽车电路之中,发电机是主要电源,蓄电池是辅助电源。在发动机停转或起动时,汽车由蓄电池供给电能;发动机起动后,带动发电机运转,交流发电机与电压调节器共同工作,向所有用电设备(除了起动机之外)供电,并向蓄电池充电。

第一节 汽车电源电路的组成及要求

一、汽车电源电路的组成

汽车电源电路由蓄电池、发电机、调节器和配电部分组成。

在汽车上,蓄电池与发电机并联连接,发电机是主电源,蓄电池是辅助电源。与发电机配用的调节器用于当发电机转速升到一定程度时,自动调节发电机输出电压,使其保持稳定,以满足用电设备的用电需求。桑塔纳轿车电源电路如图 1-1 所示。

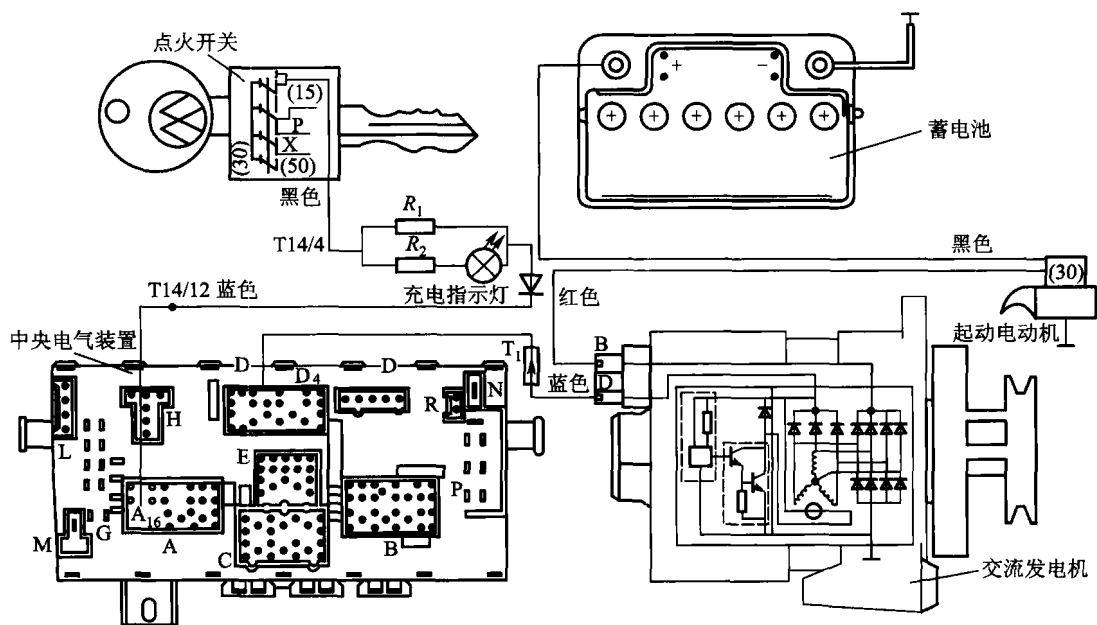


图 1-1 桑塔纳轿车电源电路

二、汽车电源电路的要求

汽车电源电路有如下要求:

1) 蓄电池必须满足发动机起动的需要。为此要求蓄电池内阻小,大电流输出时的电压稳定,以保证发动机有良好的起动性能。此外还要求发电机充电性能良好,维护方便或少维护,以满足汽车的使用性能要求,延长使用寿命。

2) 发电机应能满足用电设备用电的需求。因此,要求发电机在发动机转速变化范围内能正常发电且电压稳定;此外,要求发电机体积小、重量轻、发电效率高、故障率低、使用寿命长等,以确保汽车使用性能要求。

在现代汽车上,所有用电设备所需的电能都由蓄电池和发电机这两个电源供给。蓄电池是一种可逆的化学电源,既能向用电设备供电,也能在充电时将电源的电能转变成化学能存储起来。

第二节 蓄电池的功用、构造及工作原理

一、蓄电池的功用

一是发动机起动时,蓄电池向起动机、点火系统、电子燃油喷射系统和发动机的其他电器设备供电;二是发电机电压低于蓄电池电动势时,蓄电池给用电设备供电并向交流发电机磁场绕组供电;三是当发电机超载时,蓄电池将发电机剩余电能转换为化学能储存起来;四是能吸收整车电器系统电路中出现的瞬时过电压,稳定电网电压,保护电子元件不被损坏。另外,对电子控制系统来说,蓄电池也是电子控制装置内存的不间断电源。

二、蓄电池的构造

蓄电池一般由6个(或3个)单格电池串联而成。每个单格电池的电压为2V左右,6个单格电池串联后对外输出的额定电压为12V。

蓄电池主要由极板、隔板、电解液和容器等四部分组成,其构造如图1-2所示。

1. 极板与极板组

极板是蓄电池的核心部件,由栅架与活性物质组成。

栅架由铅锡合金或铅钙锡合金浇铸或液体压铸而成。在栅架中加锡的目的是改善浇铸性能,并提高机械强度。

活性物质是指极板上参与化学反应的工作物质,主要由铅粉与一定相对密度的稀硫酸混合而成。

蓄电池的极板分为正极板和负极板。为了增大蓄电池容量,正极板通过汇流条焊接在一起成为正极板组,负极板通过汇流条焊接在一起成为负极板组,如图1-3所示。正、负极板组交叉组装在一起,正、负极板间用隔板隔开。负极板比正极板多一片,使得每片正极板均处于两片负

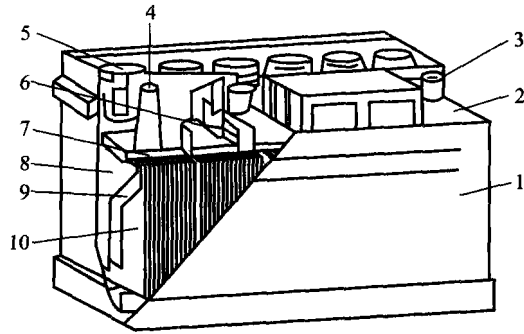


图 1-2 蓄电池构造

1—壳体;2—电池盖;3—正极柱;4—负极柱;5—加液口螺塞;6—穿壁连条;7—汇流条;8—负极板;9—隔板;10—正极板

极板之间,可使正极板两侧放电均匀,防止极板拱曲,活性物质脱落。

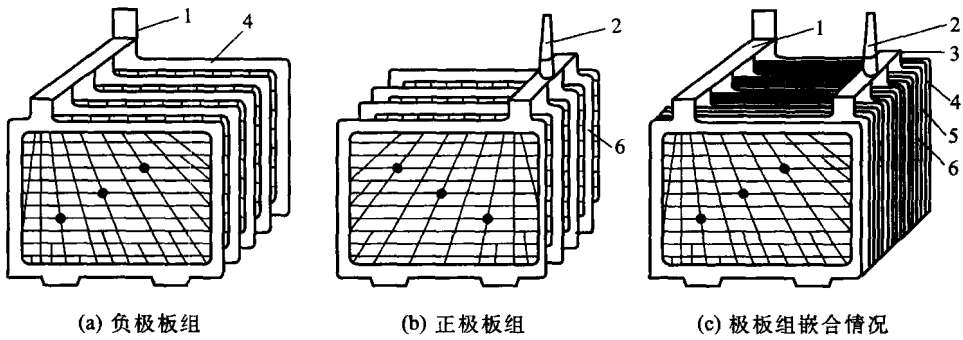


图 1-3 蓄电池极板组结构

1、3—汇流条;2—极柱;4—负极板;5—隔板;6—正极板

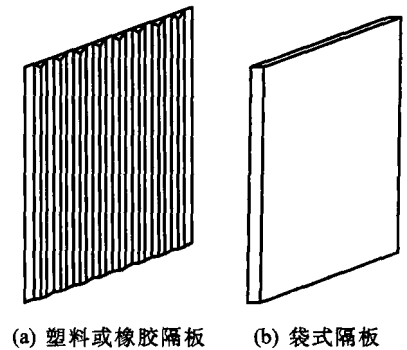
2. 隔板

隔板的作用是将正、负极板隔离,防止正、负极板间短路。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。目前广泛应用微孔塑料和微孔橡胶隔板。

微孔塑料与微孔橡胶隔板的结构如图 1-4a 所示,安装时,带槽一面面向正极板。免维护蓄电池普遍采用聚氯乙烯袋式隔板,结构如图 1-4b 所示。

3. 电解液

电解液由蓄电池专用硫酸和蒸馏水按一定比例配制而成,其相对密度一般为 1.24 ~ 1.30 (298 K)。电解液相对密度大,可减少结冰的危险,并提高蓄电池的容量;但相对密度过大,粘度增加,流动性差,不仅会降低蓄电池容



(a) 塑料或橡胶隔板 (b) 袋式隔板

图 1-4 蓄电池隔板结构

量,还会由于腐蚀作用增强而缩短极板和隔板的使用寿命,因此,电解液密度对蓄电池的性能和寿命是有影响的,应按地区、气候条件和制造厂的要求选用电解液的相对密度。

4. 容器

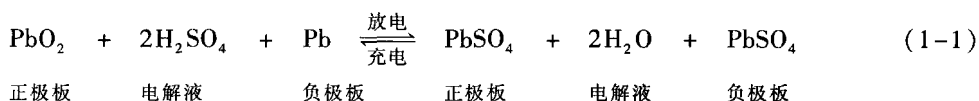
容器(即壳体)是用来盛装电解液和极板组的。它应耐酸、热和振动冲击。目前,多用工程塑料聚丙烯制成,不仅制作工艺简单,外观美观,重量轻,更主要的是易于热封合,生产效率高,便于表面清洁,减少自行放电。

在每个单格顶部都设有加液口,以便加电解液、补充蒸馏水和检测电解液相对密度。加液口上的旋塞上制有通气孔,使用中该孔应保持畅通,以便随时排出水因电解和化学反应而产生的氢气和氧气,防止容器胀裂和发生爆炸事故。

三、铅蓄电池的工作原理

铅蓄电池向起动机及其他用电设备供电,称为蓄电池的放电过程;在发动机高速运转时储存发电机的部分电能,称为蓄电池的充电过程。

蓄电池充、放电过程是由蓄电池内部正、负极板的活性物质与电解液之间的电化学反应来完成的。根据双硫化理论,蓄电池充、放电过程是一个可逆的电化学反应过程,其方程式是



由式(1-1)可知,蓄电池在放电过程中,正极板上的活性物质由深褐色的 PbO_2 转变为浅褐色的 PbSO_4 ; 负极板上的活性物质由深灰色的海绵状纯铅 Pb 转为灰色的 PbSO_4 ; 电解液中的 H_2SO_4 转变为 H_2O 。充电过程中物质的变化与放电过程相反。实际上,极板上的活性物质仅有 20% ~ 30% 参加反应,大部分活性物质由于充、放电条件的限制未能进行电化学反应。因此,为提高活性物质的利用率,应采用薄极板蓄电池。

蓄电池充、放电过程中,由于电解液中的部分水(H_2O)变为硫酸(H_2SO_4)或硫酸变为水,所以电解液的相对密度将上升或下降。因此,可以通过测量电解液相对密度的方法判断蓄电池的充、放电程度。

第三节 铅蓄电池的工作特性

铅蓄电池的工作特性主要包括:静止电动势 E_j , 内阻 R_0 , 充、放电特性和容量 C 。

一、静止电动势 E_j

蓄电池在静止状态下,正、负极板之间的电位差称为静止电动势,用 E_j 表示。它的大小与电解液的相对密度和温度有关,在相对密度为 1.050 ~ 1.300 的范围内,可由下述经验公式计算其近似值:

$$E_j = 0.85 + S_{25} \quad (1-2)$$

式中, S_{25} ——298 K 时的电解液相对密度, 实测所得的电解液相对密度应按下式换算成 298 K 时的相对密度:

$$S_{25} = S_t + \beta(t - 298) \quad (1-3)$$

式中, S_t ——实际测得的电解液相对密度;

t ——实际测得的电解液温度, K;

β ——密度温度系数, $\beta = 0.00075 \text{ K}^{-1}$, 即温度每上升 1 K, 相对密度下降 0.00075。

蓄电池的电解液相对密度在充电时增高, 放电时下降, 一般在 1.13 ~ 1.29 之间波动, 因此, 蓄电池静止电动势相应的在 1.98 ~ 2.14 V 之间变化。

二、内阻 R_0

蓄电池内阻为极板电阻、电解液电阻、隔板电阻、铅连接条和极柱电阻的总和, 用 R_0 表示。蓄电池的电阻大小反映了蓄电池带负载的能力。在相同的条件下, 内阻越小, 输出电流越大, 带负载能力越强。一般来说, 起动型铅蓄电池的内阻很小, 单体电池的内阻约为 0.11Ω , 如内阻过大, 则会引起蓄电池端电压大幅度下降而影响起动性能。

在温度为 293 K 时, 蓄电池完全充足电的内阻 R_0 可按下列经验公式计算其近似值:

$$R_0 = \frac{U_e}{1.71 C_{20}} \quad (1-4)$$

式中, U_e ——蓄电池额定电压, V;

C_{20} ——蓄电池额定容量, A · h。

三、蓄电池的放电、充电特性

蓄电池的放电特性是指蓄电池在规定的条件下, 恒流放电过程中, 端电压 U_t 、电动势 E 和电解液相对密度的变化规律以及相互间的关系, 为合理使用蓄电池提供理论依据。图 1-5 所示为充足电的蓄电池以 20 h 放电率恒流放电的特性曲线。

放电时, 由于蓄电池内阻 R_0 的影响, 蓄电池的端电压 U_t 不等于其电动势 E , 即:

$$U_t = E - I_t R_0 \quad (1-5)$$

式中, I_t ——放电电流。

放电过程可分为 4 个阶段。一是放电初期, 蓄电池端电压 U_t 从 2.1 V 迅速下降。这是因为放电之初极板孔隙内的 H_2SO_4 迅速消耗, 相对密度下降所导致。二是蓄电池的端电压随整个容器内电解液相对密度降低而缓慢下降到 1.85 V。这是由于随着极板孔隙外的电解液向极板孔隙内渗透速度的加快, 当渗透变化速率与整个容器内电解液相对密度的变化速率趋于一致时, 端电压缓慢下降。三是随后端电压 U_t 迅速降低到 1.75 V, 此值为单格电池的终止电压, 即应立即停止放电。否则会因放电终了时, 化学反应深入到极板内层, 并由于放电过程中生成体积较大的硫酸铅, 电解液渗透困难, 造成端电压随孔隙内电解液相对密度迅速下降而急剧下降。继续放电则为过度放电, 将严重影响蓄电池使用寿命。四是放电停止后, 由于电解液渗透的结果, 使极板孔隙内外电解液相对密度趋于一致, 蓄电池单格电池电动势会回升到 1.95 V (静止电动势)。

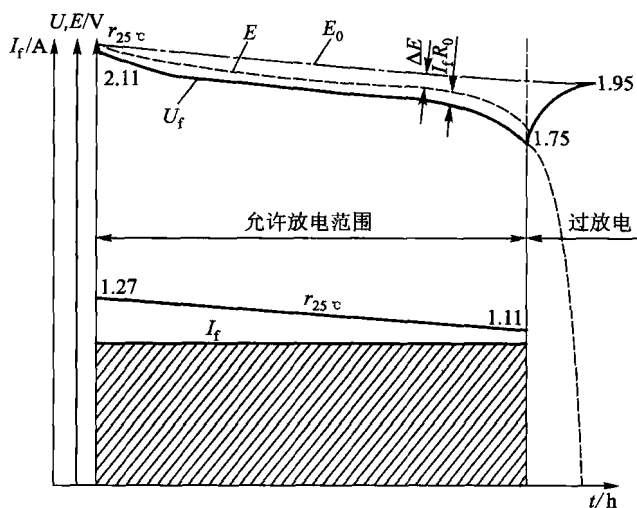


图 1-5 20 h 放电率的放电特性曲线

由于恒流放电,故单位时间内所消耗的 H_2SO_4 数量保持一定,因此,电解液相对密度呈线性变化。蓄电池的充电特性说明了蓄电池在恒流充电过程中,端电压 U_c 和电解液相对密度的变化规律。向蓄电池充电时,电源的电压必须克服蓄电池的电动势 E 及蓄电池内部的压降,即:

$$U_c = E + I_c R_0 \tag{1-6}$$

式中, U_c —— 蓄电池端电压;

I_c —— 充电电流;

R_0 —— 蓄电池内阻。

在充电过程中,蓄电池端电压 U_c 的变化规律如图 1-6 所示,可分为五个阶段。一是充电初期,端电压由 1.95 V 迅速上升至 2.1 V 左右。因为充电时极板上的活性物质和电解液的化学反应首先在极板孔隙内进行,极板孔隙中生成的硫酸来不及向极板外扩散,使孔隙中的电解液相对密度迅速增大,其端电压迅速上升。二是蓄电池端电压从 2.1 V 升至 2.4 V 左右,此阶段的电压稳定上升。随着充电的进行,新生成的硫酸不断向周围扩散,使孔隙中生成的硫酸来不及向极板外扩散,当充电至极板孔隙中生成硫酸的速度和向外扩散的速度基本处于动态平衡时,蓄电池端电压的上升速度较稳定,随着蓄电池容器内电解液相对密度的上升而增高。三是端电压由 2.4 V 升至 2.7 V,这时的充电电流除一部分使尚未转变的硫酸铅继续转变外,其余的电流用于电解水,产生氢气和氧气,以气泡形式放出,形成沸腾现象。在此过程中,带正电的氢离子和负极板上电子结合比较缓慢,来不及立即转变成氢气放出,于是在负极板周围便积存了大量的带正电的氢离子,使电解液与负极板之间产生约为 0.33 V 的附加电位差,从而使蓄电池的端电压由 2.4 V 增至 2.7 V 左右。四是端电压升至 2.7 V 转为第四阶段,即为过充电阶段,一般为 2~3 h,以保证蓄电池充足电,此阶段电压不再上升。五是切断充电电源后,极板外部的电解液逐渐向极板内部渗透,极板内外电解液相对密度达到稳定平衡,同时附加电压消失,所以端电压又下降至 2.1 V 左右稳定下来。

由上述可知,蓄电池充电终了的特征是:蓄电池内产生大量气泡,端电压上升至 2.7 V 左右,

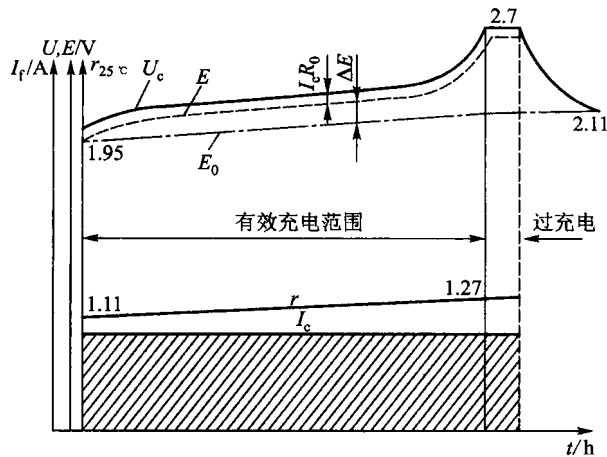


图 1-6 蓄电池的充电特性

且在 2~3 h 内不再增加；电解液相对密度上升至最大值，并在 2~3 h 内不再增加。

四、蓄电池的容量

蓄电池的容量是指在规定的放电条件下，完全充足电的蓄电池所能提供的电量。蓄电池的容量是标志蓄电池对外放电能力，衡量蓄电池质量的优劣以及选用蓄电池最重要的指标。

蓄电池的容量与放电电流大小、放电持续时间及电解液的温度有关。它可分为额定容量、起动容量和储备容量。当蓄电池以恒流值进行放电时，其容量(C)等于放电电流 I_f 和放电时间 t_f 的乘积，即：

$$C = I_f t_f \quad (1-7)$$

式中， C ——蓄电池的容量， $A \cdot h$ ；

I_f ——放电电流， A ；

t_f ——放电时间， h 。

蓄电池的容量是在一定的放电电流、一定的终止电压和一定的电解液温度下取得的。GB 5008.1—1991《起动用铅酸蓄电池技术要求和试验方法》规定 20 h 放电率额定容量为起动型蓄电池的额定容量。

1. 20 h 放电率额定容量

20 h 放电率额定容量是指完全充电的蓄电池，在电解液温度为 298 K 时，以 20 h 放电率($I_f = 0.05C$)的电流连续放电到 12 V 蓄电池端电压降到 (10.50 ± 0.05) V；6 V 蓄电池端电压降到 (5.25 ± 0.02) V 时所输出的电量，用 C_{20} 表示，单位是 $A \cdot h$ 。

例如：6-Q-105 型蓄电池，在电解液平均温度为 298 K 时，以 5.25 A 的电流连续放电 20 h 后，端电压降至 10.25 V，其 20 h 放电率额定容量则为 $C_{20} = 5.25 \times 20 A \cdot h = 105 A \cdot h$ 。

2. 储备容量

蓄电池的储备容量是指完全充足电的蓄电池，在电解液温度为 (298 ± 0.02) K 条件下，以

25 A 电流恒流放电至单格电池平均电压降到 1.75 V 时,放电所持续的时间,用 C_{r_n} 表示,单位为 min。它说明汽车充电系统失效时,汽车上的蓄电池尚能持续提供 25 A 电流的能力。

例如:北京切诺基 BJ/XJ213 型越野车原装蓄电池 58-390 型或 58-475 型,其储备容量分别为 75 min 和 82 min。

储备容量与 20 h 放电率额定容量之间的换算关系可按式换算:

$$C_{20} = \sqrt{17\,778 + 208.3 C_{r_n}} - 133.3 \quad (1-8)$$

式中, C_{20} —— 20 h 放电率额定容量, A · h;

C_{r_n} —— 储备容量, min。

当 $C_{r_n} \geq 480$ min 或 $C_{20} > 200$ A · h 时,上式不适用。

汽车蓄电池的主要用途是在发动机用起动机启动时,向起动机大电流供电。因此 JB 1058—77 规定了蓄电池起动容量,用以反映蓄电池大电流供电的能力。起动容量有常温(303 K)起动容量和低温(255 K)起动容量之分。

3. 使用条件对蓄电池容量的影响

影响蓄电池容量的因素包括原材料、制造工艺和使用维护条件等。使用维护条件对蓄电池容量的影响分析如下:

(1) 放电电流

放电电流越大,容量越低。因为放电过程中,正、负极板上的活性物质将逐渐转变为硫酸铅。硫酸铅的体积比二氧化铅、海绵状铅的体积大,使活性物质的孔隙减少,电解液渗透阻力增大,电解液来不及渗入极板内部,就已被表面生成的硫酸铅堵塞,致使极板内部大量的活性物质不能参加反应。同时,放电电流越大,单位时间消耗的硫酸越多,因而蓄电池容量减小。图 1-7 所示为 6-Q-135 型蓄电池在不同放电电流情况下的放电特性。而图 1-8 所示为 6-Q-75 型蓄电池在电解液温度为 303 K 时,蓄电池容量与放电电流的关系。由图可见,放电电流越大,电压下降越快,越容易出现放电终止现象,如继续放电,则将导致过放电而影响蓄电池的使用寿命。所以,应当合理地使用起动机,每次起动时间不应大于 5 s,再次起动时应间歇 10 ~ 15 s,以便使电解液充分渗透,使更多的活性物质参加反应,否则会导致蓄电池容量减小,使用寿命缩短。

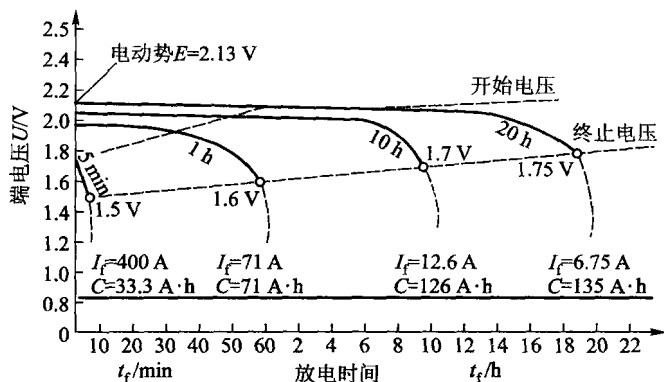


图 1-7 不同放电电流的放电特性

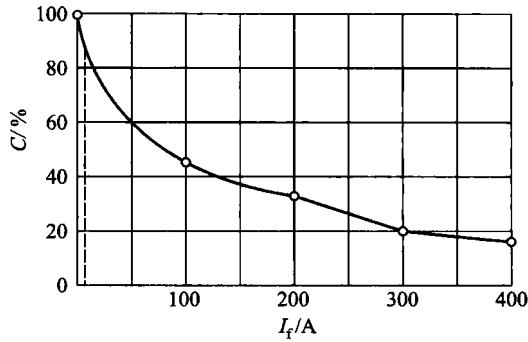


图 1-8 蓄电池容量与放电电流的关系

(2) 电解液的温度

在一定的温度范围内,温度低时,电解液粘度增加,离子运动速度慢,电解液向极板孔隙深层渗入困难,极板孔隙内的活性物质不能充分利用,使蓄电池的放电容量下降。温度每下降 1K,容量约下降 1%,迅速放电时容量将减少 2%。由于温度对蓄电池的容量产生严重的影响,所以冬季使用,尤其在在我国北方地区冬季使用时,应采取必要措施,改善使用条件,防止蓄电池容量迅速下降,延长其使用寿命。

(3) 电解液相对密度

在一定范围内适当提高电解液的密度可以使蓄电池的电解液中有足够的离子参加反应,提高容量。当相对密度过高时,将导致电解液的粘度过大,渗透能力下降,内阻增大,并将加速极板硫化。电解液中参加反应的离子数量不足,也将使蓄电池容量下降。

第四节 新型铅蓄电池

一、干荷电蓄电池

干荷电蓄电池是指极板处于干燥的已充足电状态和无电解液储存的蓄电池。

干荷电蓄电池与普通型蓄电池的主要区别是负极板具有较强的荷电能力。正极板上的活性物质为二氧化铅,其化学活性比较稳定,荷电性能可以保持较长时期。而负极板上的活性物质为海绵状的铅,由于表面积大,化学活性高,容易氧化,所以要在负极板的铅膏中加入抗氧化剂;并且在化成过程中,有一次深放电循环或进行反复充电、放电,使活性物质达到深化。化成后的负极板先用清水冲洗后,再放入抗氧化剂淀粉溶液中进行浸渍处理,让负极板表面生成一层保护膜,并采用特殊干燥工艺制成干荷电极板。目前该蓄电池均采用穿壁式连条整体工程塑料结构,已基本取代了普通型蓄电池。

干荷电蓄电池加足电解液静置 20 ~ 30 min 后,测量温度上升不到 279 K,相对密度下降不到

0.01 g/cm³时即可使用。该蓄电池正常保存期一般为2年,若从出厂之日算起超过2年,由于极板有部分氧化,因此在使用前应进行补充充电5~10 h后再用。干荷电蓄电池装到车上正常使用后,平常的使用与维护和普通型蓄电池相同。

二、湿荷电蓄电池

湿荷电蓄电池采用极板群组化成,化成后将极板浸入相对密度为1.350(288 K),内含0.5%(重量比)硫酸钠的稀硫酸溶液里浸渍10 min(硫酸钠在负极板活性物质表面起抗氧化作用),离心沥酸后,不经干燥即进行组装密封成为湿荷电蓄电池。其极板和隔板仍带有部分电解液,蓄电池内部是湿润的,故而得名为湿荷电蓄电池。

自出厂之日算起,湿荷电蓄电池可允许储存6个月。在储存期内如需使用,只需加入规定密度的电解液20 min后,测量温度及密度符合规定即可使用。其首次容量可达额定容量的80%。超过6个月的湿荷电蓄电池则需经过短时间的补充充电方可正常使用。

三、免维护蓄电池

免维护蓄电池简称MF蓄电池。其结构与普通蓄电池相比具有的特点为:一是极板栅架采用铅钙锡合金、铅钙合金或低锑合金等材料制成高强度低阻值薄型栅架,析气量、耗水量、自放电及热破坏程度大大减少。二是采用袋式微孔聚氯乙烯隔板,将正极板装在袋内,既能避免活性物质脱落,又能防止极板短路。三是壳体用聚丙烯塑料热压而成,槽底取消筋条,极板组直接安放在壳底部,使极板上部容积增大,电解液存储量增多。四是加液口旋塞上设置安全通气装置,内装有氧化铝过滤器和催化剂。过滤器能阻止水蒸气和气体通过,避免与外部火花接触而发生爆炸。催化剂能促使氢氧离子结合产生水再回到电池内而减少水的消耗,并使顶部和接线柱保持清洁,减少腐蚀。

免维护蓄电池使用中不需加注蒸馏水或很少加注蒸馏水。由于该蓄电池采用低锑多元合金或铅钙合金作为栅架材料,使其耐过充电能力增强,从而使充电末期水的电解量大大减少,从而使免维护蓄电池水的消耗量约为普通型蓄电池的1/10。

免维护蓄电池由于极板制作材料纯度较高,栅架含锑量低甚至不含锑,与普通型蓄电池相比,其自放电量要少得多,可在较长的时间(一般在2年以上)湿式储存。一般免维护蓄电池的使用寿命在4年左右。

一般每年或汽车每行驶3万公里,应检查免维护蓄电池的电解液液面高度,并测量电解液相对密度和蓄电池开路电压。液面下降时应按厂家要求加注蒸馏水。经常保持蓄电池清洁和干燥。每半年进行一次补充充电,以保护蓄电池的容量。

四、少维护蓄电池

少维护蓄电池是铅酸蓄电池的一次革命性标志,将栅架合金铅中锑的含量由6%~8%降到3%以下,聚丙烯工程塑料电池槽替代黑色橡胶电池槽,电池槽与电池盖的密封用热封代替沥青胶密封,单格间采用穿壁式连条焊连接取代顶部裸露式连接,同时实现了蓄电池的少维护。