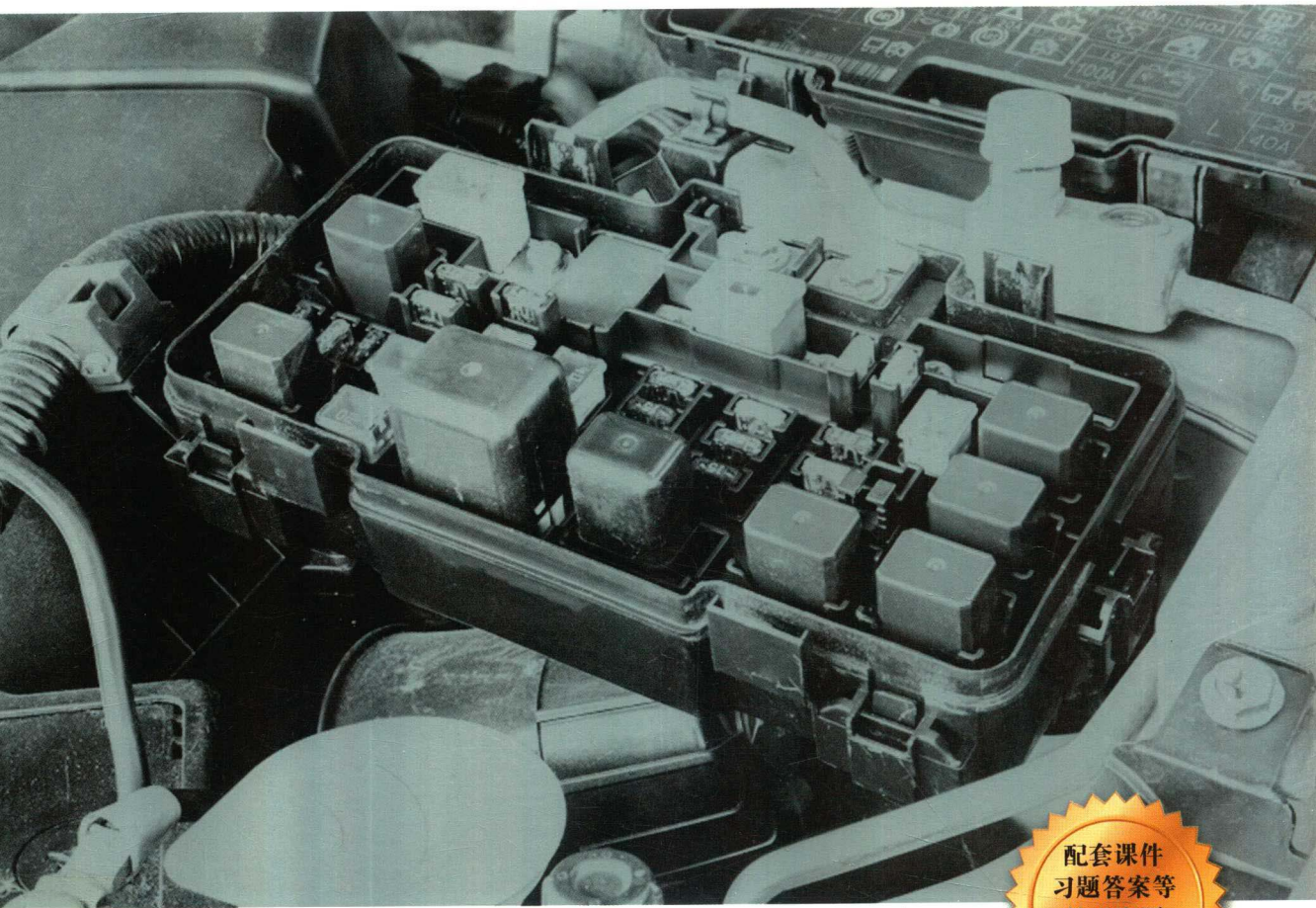




高职高专“十二五”规划教材——汽车专业系列

汽车电器系统故障 检测与修复

主 编·曾显恒



配套课件
习题答案等
教学资源

免费提供



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

高职高专“十二五”规划教材——汽车专业系列

汽车电器系统故障 检测与修复

主 编 曾显恒

副主编 贾江波 游晓畅 刘 爽



东南大学出版社

·南京·

内 容 提 要

本书针对高职高专汽车检测与维修专业编写,以技能操作为主线展开,满足了理论实践一体化教学的需要。本书构建了崭新的课程体系,以汽车电器系统的典型故障为基础,设计出12个学习单元,详尽地介绍了电器典型故障的检测与修复。内容包括汽车蓄电池的性能检查、蓄电池漏电故障的检测与修复、发电机驱动皮带的检查与更换、发电机不发电故障检修与修复、充电指示灯常亮的故障检测与修复、起动机的更换、起动机起动无力故障检修、起动机不工作的故障检修、前照灯故障的检测与修复、雾灯不亮的检测与修复、转向信号灯的检测与修复、挡风玻璃刮水器和洗涤器系统不工作故障的检测与修复。本书附带适用性较强的任务工单,帮助教师在教学工作中更好地完成理论与实践的结合。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电器系统故障检测与修复 / 曾显恒主编. —南京:东南大学出版社, 2015. 10

ISBN 978-7-5641-6052-4

I. ①汽… II. ①曾… III. ①汽车—电气设备—故障检测②汽车—电气设备—故障修复 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 237205 号

汽车电器系统故障检测与修复

出版发行:东南大学出版社

社 址:南京市四牌楼2号 邮编:210096

出 版 人:江建中

责任编辑:史建农 戴坚敏

网 址: <http://www.seupress.com>

电子邮箱: press@seupress.com

经 销:全国各地新华书店

印 刷:扬中市印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:12.75

字 数:323千字

版 次:2015年10月第1版

印 次:2015年10月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5641-6052-4

印 数:1—3000册

定 价:30.00元

本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话:025-83791830

高职高专“十二五”规划教材——汽车专业系列

丛书编委会

编委会人员名单:(按姓氏笔画排序)

韦 倾	方 波	印德彬	刘志君	刘 涛
杜 潜	李 磊	吴炳理	吴 浩	邱翠蓉
何细鹏	张宝利	陈宝华	陈 高	林振琨
易宏彬	罗子华	周 欢	胡春红	耿会斌
聂 进	谈丽华	黄云力	鄂 义	董继明
熊少华				

前 言

《汽车电器系统故障检测与修复》依据汽车检测与维修技术专业人才培养目标和职业岗位需求,以学生的技能掌握为目标,以真实汽车维修行业的工作过程为依托,以典型车型的典型故障为载体,设计了12个学习单元。典型故障源于对企业经营、生产过程中问题的总结和提炼,具有较强的针对性和适用性。以具体故障的检测修复为中心,拓展内容涵盖汽车基本电器系统的理论基础,突出了技能操作在学习中的重要性。适用于理论和实践一体化教学。

本书贴近实际,以市场上常见的车型为研究对象,更多地引入新技术、新设备、新方法。本书内容详尽,图文并茂,针对性强,具有较强的实践性,可作为高职高专汽车运用、汽车检测与维修等专业的教材,也可作为汽车检测、维修等企业的培训教材。内容有汽车用蓄电池的性能检查、蓄电池漏电故障的检测与修复、发电机不发电故障检修与修复、起动机起动无力故障检修、前照灯故障的检测与修复等学习单元,全面涵盖了汽车电器系统的学习内容。

教材编写全面体现高职高专教学改革、教材建设的需求,融入国内著名院校先进的教学成果,系统、全面地研究和借鉴德国职业教育模式,图文并茂、通俗易懂、针对性强、理论与实践统一,便于实施一体化教学和行动导向教学,为实现工作过程系统化课程改革和培养高技能人才起到积极推动作用。

本书由河南职业技术学院曾显恒担任主编,襄阳汽车职业技术学院贾江波、重庆工业职业技术学院游晓畅和刘爽担任副主编,同时感谢张丽萍、刘礼鹏、肖珍为本书的出版付出的劳动。具体分工如下:曾显恒完成学习单元1~9的编写工作,贾江波完成学习单元10~11的编写工作,游晓畅、刘爽共同完成了单元12的编写工作。

由于编者水平有限,书中难免存在不妥与疏漏之处,恳请读者批评指正。

编者

2015年9月

目 录

学习单元1 汽车用蓄电池的性能检查	1
学习目标	1
任务载体	1
相关知识	1
一、铅酸蓄电池的工作原理	1
二、蓄电池的参数指标	4
三、蓄电池的结构	8
技能操作	9
一、蓄电池的安装位置	9
二、蓄电池电极的判断	10
三、蓄电池电压的检测	10
四、蓄电池密度的检查	13
五、蓄电池容量的检测	14
六、蓄电池内阻的检查	15
实训任务工单	15
知识能力拓展	16
案例剖析	16
技能掌握	17
学习单元2 蓄电池漏电故障的检测与修复	18
学习目标	18
任务载体	18
相关知识	18
一、传统充电方法	18
二、快速充电方法	19
技能操作	21
一、蓄电池漏电的故障分析	21
二、蓄电池漏电故障的诊断与修复	22
三、蓄电池的补充充电	23
实训任务工单	25
知识能力拓展	26

一、蓄电池的使用寿命	26
二、蓄电池的选购	26
案例剖析	28
技能掌握	28
学习单元 3 发电机驱动皮带的检查与更换	29
学习目标	29
任务载体	29
相关知识	29
一、电动力学原理	29
二、交流发电机的工作原理	30
三、交流电压的整流	31
技能操作	33
一、发电机的安装位置	33
二、汽车发电机的更换	33
三、发电机驱动皮带的更换	35
实训任务工单	37
知识能力拓展	39
一、国标交流发电机的型号命名规则	39
二、通过 OE 编号查找电机设备	40
案例剖析	40
技能掌握	40
学习单元 4 发电机不发电故障检修与修复	41
学习目标	41
任务载体	41
相关知识	41
技能操作	45
一、汽车交流发电机的基本结构	45
二、发电机的拆解	46
三、发电机的检测	48
四、发电机的装复	49
实训任务工单	50
知识能力拓展	51
案例剖析	51
技能掌握	51
学习单元 5 充电指示灯常亮的故障检测与修复	52
学习目标	52
任务载体	52

相关知识	52
一、发电机的工作特性	52
二、发电机电压调节器	54
技能操作	58
一、电源线路的认识	58
二、充电指示灯故障检测	59
实训任务工单	60
知识能力拓展	61
案例剖析	62
技能掌握	62
学习单元 6 起动机的更换	63
学习目标	63
任务载体	63
相关知识	63
一、起动机的工作过程	64
二、发动机的起动条件	66
三、起动机性能要求	67
技能操作	67
一、起动机的拆卸	67
二、起动机的安装	69
实训任务工单	69
知识能力拓展	71
案例剖析	72
技能掌握	73
学习单元 7 起动机起动无力故障检修	74
学习目标	74
任务载体	74
相关知识	74
一、起动机的结构	74
二、传动装置	78
三、起动机减速机构	79
四、电磁开关	80
技能操作	81
一、起动机的分解	82
二、起动机零件检修	83
三、起动机的组装	87
四、起动机的性能试验	87

实训任务工单	89
知识能力拓展	91
一、汽车电器万能实验台	92
二、起动机性能检测	92
案例剖析	94
技能掌握	94
学习单元 8 起动机不工作的故障检修	95
学习目标	95
任务载体	95
相关知识	95
操作技能	98
一、蓄电池的检查	98
二、利用声学检测技术分辨故障	99
三、起动机静止状态时电气检测	99
四、起动过程中的检测	99
实训任务工单	100
知识能力拓展	102
一、起动机不转故障	102
二、起动机空转、发动机不转故障	103
三、起动机无力故障	103
四、有啮入声、无运转声故障	103
五、起动机反拖故障	103
案例剖析	104
技能掌握	104
学习单元 9 前照灯故障的检测与修复	105
学习目标	105
任务载体	105
相关知识	106
一、前照灯	106
二、自适应前照灯控制系统(Adaptive Front-lighting System, 简称 AFS)	114
技能操作	119
一、前照灯的检测	119
二、前照灯的更换	125
三、前照灯灯泡的更换	129
四、前照灯的灯光检查与调整	133
实训任务工单	136
知识能力拓展	139

一、汽车用灯的编码知识	139
二、HID 改装	140
三、HID 灯组的选择	140
案例剖析	141
技能掌握	141
学习单元 10 雾灯不亮的检测与修复	142
学习目标	142
任务载体	142
相关知识	142
技能操作	143
一、雾灯的检测	143
二、雾灯的更换	146
三、雾灯灯泡的更换	147
实训任务工单	148
知识能力拓展	149
案例剖析	150
技能掌握	151
学习单元 11 转向信号灯的检测与修复	152
学习目标	152
任务载体	152
相关知识	152
一、驻车灯	154
二、日间行车灯	154
三、倒车灯	154
四、制动灯	155
五、尾灯	155
六、后雾灯	156
操作技能	156
实训任务工单	160
知识能力拓展	166
一、雾灯开关的更换	166
二、雾灯的安裝	167
案例剖析	168
技能掌握	169
学习单元 12 挡风玻璃刮水器和洗涤器系统不工作故障的检测与修复	170
学习目标	170
任务载体	170

相关知识	170
一、刮水器的作用与要求	170
二、刮水器系统	171
三、刮水系统的结构	171
四、雨量传感器(雨天传感器)	173
五、传动机构	174
六、刮水臂	175
七、刮水片	175
八、刮水电动机	176
技能操作	178
一、挡风玻璃刮水器的故障检测	178
二、刮水片的更换	181
三、刮水臂的更换	182
四、刮水器电机的更换	183
实训任务工单	185
知识能力拓展	187
一、无骨刮水器的特点	188
二、无骨刮水器的选择	188
三、刮水器的使用与保养	188
案例剖析	188
技能掌握	189
参考文献	190

学习单元 1

汽车用蓄电池的性能检查

汽车蓄电池是在汽车行驶时储存发电机产生的电能的化学存储器,同时在发电机不发电或电压过低时为发动机和电气系统各电气、电子部件提供电能。此外,蓄电池还相当于一个容量很大的电容器,在发电机的转速和汽车用电负载变化较大时,维持汽车电网电压的相对稳定,在汽车电网中出现瞬时的过电压时,可以被蓄电池吸收,以保护用电设备,尤其是电子器件不被损坏,这点对于大量装备电子控制系统的现代汽车尤为重要。

蓄电池是汽车必不可少的电源设备。在汽车启动时要在短时间内(5~10 s)为起动机提供一个大电流(200~600 A)的,通常称之为启动型蓄电池。蓄电池的种类很多,汽车用启动型蓄电池以铅酸蓄电池(见图 1-1)为主,它拥有内阻小、电压稳定、启动性能好、造价低等优点,以下简称蓄电池。



图 1-1 铅酸免维护蓄电池

学习目标

1. 蓄电池的性能指标的释读与分析。
2. 万用表、高率放电计等仪器的使用方法。
3. 蓄电池性能的检测方法。

任务载体

发动机无法启动,起动机声音发闷,明显感觉启动无力,打开汽车远光灯,发现灯光昏暗,怀疑是蓄电池的电量不足。需要检查蓄电池的电量,检查分析蓄电池亏电的原因。

相关知识

一、铅酸蓄电池的工作原理

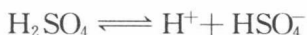
蓄电池中发生的化学反应是可逆的。蓄电池正极板上的活性物质是二氧化铅(PbO_2),负极板上的活性物质是海绵状纯铅(Pb),电解液是硫酸水溶液(H_2SO_4)。接通用电设备时,蓄电池可以放出电流,而放电后又以相反的方向通过电流,可以使极板上的活性物质恢复到原来的状态。蓄电池能反复进行充放电循环,实现供电和储电的功能。

1) 电解液中的电离平衡

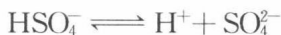
铅蓄电池的电解液是纯硫酸(H_2SO_4)和水(H_2O)的混合物。硫酸水溶液是二类导体,依靠带电离子导电。水是一种极性分子,即显示一定的电性,它可与其他极性分子作用。硫酸

是一种具有极性键的分子,与水作用。所以硫酸多以氢离子和酸式硫酸根离子或氢离子和硫酸根离子的形式存在。

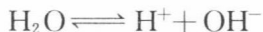
硫酸在水分子的作用下离解为氢离子(阳离子)和酸式硫酸根离子(阴离子):



酸式硫酸根离子又可离解为氢离子和硫酸根离子,但比较困难:



水可电离为



电离是可逆的,在一定条件下,当电离过程的速度和离子结合成分子的速度相等时,则建立起电离平衡。

2) 单格电池电动势的建立

当极板浸入电解液时,在负极板处,铅受到两方面的作用。一方面,它具有溶解于电解液的倾向,少量铅溶于电解液,生成铅离子,在极板上保留两个电子,这时铅极板不再是电中性,而是在电解液中呈负电势。另一方面,由于正、负电荷的吸引,铅离子有沉附于负电性的铅极板表面的倾向。当两者达到平衡时,溶解停止,使负极板具有负电位,约为 -0.1 V 。

正极板上,少量的氧化铅(PbO_2)溶于电解液,与水生成氢氧化铅 $\text{Pb}(\text{OH})_4$,再电离成四价铅离子和氢氧根离子(见图 1-2)。即



Pb^{4+} 沉附于极板的倾向大于溶解的倾向,因而在正极板上使极板呈正电位,当达到平衡时,约为 2.0 V 。因此,当外电路未接通,反应达到相对平衡时,蓄电池的静止电动势 E_0 约为

$$E_0 = 2.0 - (-0.1) = 2.1\text{ (V)}$$

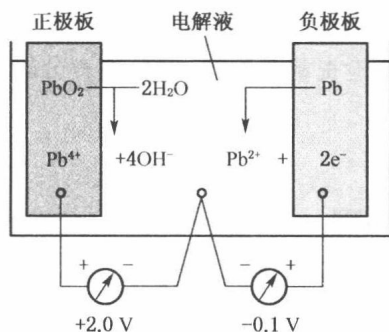


图 1-2 蓄电池电动势

3) 铅蓄电池的放电过程

铅蓄电池的放电过程就是化学能转变为电能的过程。蓄电池接上负载,在电动势的作用下,电流 I_t 从正极经负载流向负极,即电子从负极到正极,使正极电位降低,负极电位升高。

放电时的化学反应过程如图 1-3 所示。

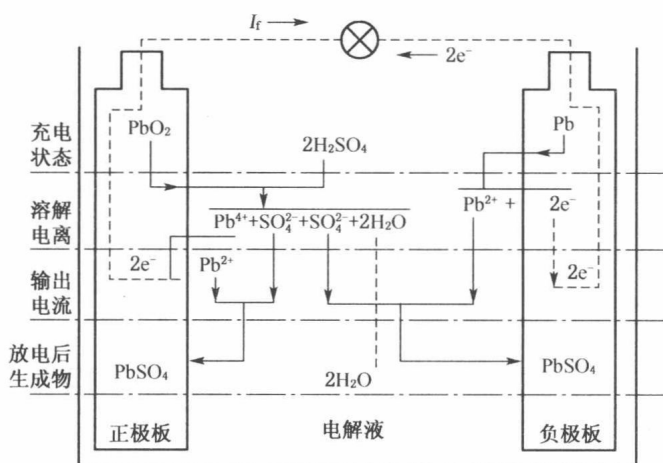
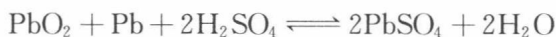


图 1-3 蓄电池的放电过程

在负极,铅原子首先被电离成二价的铅离子和两个电子。铅离子与电解液中的硫酸根离子结合生成硫酸铅,沉附在负极板上。

在正极,首先是 PbO_2 和 H_2O 生成不稳定的氢氧化铅,其中铅的四价离子当遇到由负极来的两个电子后立即变为二价铅离子,接着二价铅离子再与硫酸根反应生成硫酸铅附着在正极板上。与此同时,正极板附近的氢正离子也与氧离子化合生成水。

放电过程总的反应方程式为



在放电过程中,正极板上的 PbO_2 和负极板上的 Pb 都逐渐转变为 PbSO_4 ,电解液中 H_2SO_4 逐渐减少而水增多,所以电解液密度是不断下降的。

理论上,放电过程应进行到极板上的活性物质全部变为硫酸铅为止,但由于电解液很难渗透到活性物质的最内层,使用中放完电的蓄电池,实际上只有 20%~30% 的活性物质参与了放电反应。采用薄型极板,增加多孔率,可以有效地提高极板活性物质的利用率,是蓄电池结构发展的一个方向。

4) 铅蓄电池的充电过程

充电过程指在外加电场作用下,正极板和负极板上的硫酸铅还原为二氧化铅和海绵状铅,电解液中的水转变为硫酸的过程。

充电时,在外电场的作用下,充电电流流入蓄电池正极,再从负极流出,即驱使电子从正极经外电路流入负极。此时,正负极板发生的反应正好与放电过程相反,其充电时的化学反应过程如图 1-4 所示。在负极,先是硫酸铅溶解并电离为二价铅离子和硫酸根离子,外电场为二价铅离子提供两个电子,还原为铅原子附着在负极板上。而硫酸根离子则与电解液中的氢离子结合生成硫酸。

在正极,硫酸铅首先被电离为二价铅离子和硫酸根离子,然后在外电场作用下二价铅离子失去两个电子变为四价铅离子,四价铅离子与电解液中的氢氧根结合,生成氢氧化铅 $[\text{Pb}(\text{OH})_4]$,氢氧化铅又分解为氧化铅(PbO_2)附着在极板上,同时生成水。

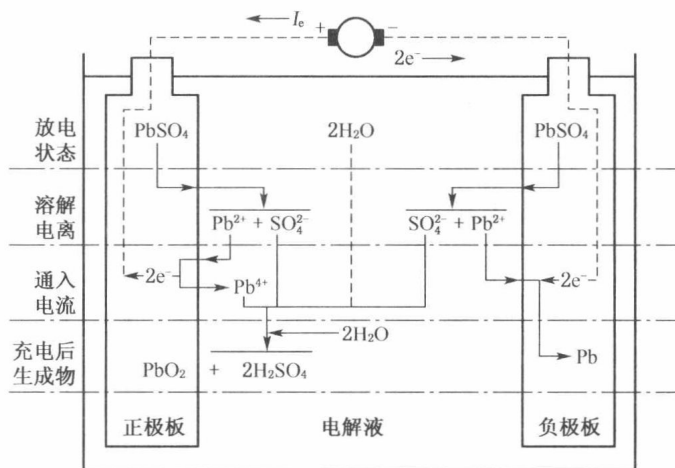


图 1-4 蓄电池的充电过程

在充电过程中,正、负极板上的硫酸铅逐渐被还原为二氧化铅和海绵状铅,同时消耗了水,生成硫酸,电解液的密度增大。

充电过程的化学反应方程式为



对照蓄电池的放电反应方程式 $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$,可以看出充放电是完全可逆的过程。

二、蓄电池的参数指标

国家标准规定了起动型蓄电池的特征参数和试验方法,通过试验可以确定和监控起动型蓄电池的质量。化学蓄电池可释放的电量(容量)与放电电流有关。放电电流越大,电化学反应就越快,迅速生成的硫酸铅大分子会阻碍栅架内部活性物质的反应,所利用的蓄电池容量就越小。为比较蓄电池的容量,通常将蓄电池容量与放电电流联系起来,以 20 h 的放电时间使蓄电池达到规定的放电终了的电压(12 V 的蓄电池放电终了电压为 10.5 V)的放电电流为标准,称为 20 h 放电电流。这时蓄电池容量为额定容量 K_{20} 。

1) 单格电池电压

单格电池电压 U_z 是浸入电解液中正、负极板间的电压差。它与极板活性物质、电解液及其浓度有关。单格电池电压不是定值,而是随充电状况(电解液密度)和电解液温度而变。

2) 额定电压

单格铅酸蓄电池额定电压为 2 V。整个蓄电池的额定电压是每个单格电池额定电压与串接的单格电池数的乘积。起动型蓄电池的额定电压为 12 V,由 6 个单格电池串联而成。载重汽车所需的电气系统额定电压 24 V,可将 2 个 12 V 的蓄电池串联得到。

3) 端电压

蓄电池端电压指蓄电池两极柱间的电压。端电压 U_K 与蓄电池空载电压 U_0 和在内阻 R_i 上的电压降 U_i 有关(见图 1-5),其关系方程式为

$$U_K = U_O - U_i$$

式中: $U_i = I_E R_i$, I_E 为蓄电池通过用电器件(仪器、装置等)电阻 R_V 上的放电电流。

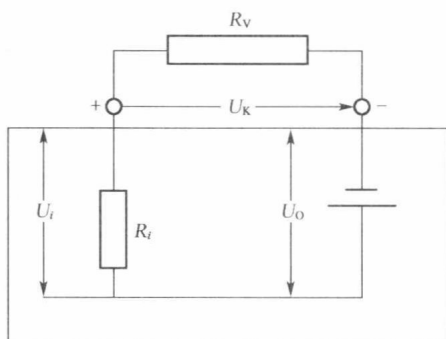


图 1-5 蓄电池电压

R_i —蓄电池内阻 R_V —用电器件电阻 U_O —静态电压

U_i —在蓄电池内阻上的电压降 U_K —端子电压

如果蓄电池通过用电器件 R_V 上的放电电流为 I_E , 则在有负荷时的端子电压要比无负荷时的端子电压低。其原因就是蓄电池存在内阻。如果通过蓄电池的电流为 I_E , 则在蓄电池内阻 R_i 上产生的压降为 U_i , 该压降随着电流的增大而增加。蓄电池内阻随温度和充电状况的变化而变化, 所以有负荷的蓄电池在低温和充电状况不好的情况下, 其端子电压下降。其实际意义表明, 测量不带负荷的蓄电池端子电压并不能反映蓄电池的充电状况。事实是一个几乎是放完电的蓄电池, 在无负荷时每个单格电池仍约有 2 V 的电压, 整个蓄电池在端子处仍有 12 V 的静态电压。只能通过测量带负荷的蓄电池端子电压才能判断它的充电状况。

4) 起泡电压

起泡电压是充电电压, 高于此电压时蓄电池明显地冒气泡, 并导致蓄电池中水的损失, 同时产生氢氧爆炸气。不同类型蓄电池的单格电池起泡电压有所差别, 约为 2.40~2.45 V。这样 12 V 蓄电池的充电电压应限制在 14.4~14.7 V。

为避免蓄电池中水的损失和出现氢氧爆炸气体, 外接充电器或发电机电压调节器的电压最大值, 对一个 12 V 的标准蓄电池应限制在 14.4 V(单格电池为 2.4 V)。对免维护蓄电池应限制在 13.8 V(单格电池为 2.3 V)。免维护的密封式 AS 蓄电池(凝胶蓄电池)在最长 48 h 充电时间时, 充电电压为 14.1 V(单格电池为 2.35 V)。

5) 蓄电池容量

蓄电池容量 K 是指在一定条件下可放出的电流量, 即电流大小与时间的乘积, 计量单位为安时(A·h)。

蓄电池中活性物质的数量决定了蓄电池容量。高功率蓄电池(如内燃机起动蓄电池)必须要有大的活性物质表面积。增加极板数和极板的几何尺寸, 可以增大活性物质的外表面。

蓄电池容量并不是一个定值, 它与下列因素有关:

- (1) 放电强度。
- (2) 电解液的密度和温度。
- (3) 放电状况(间歇放电时容量大于连续放电时的容量)。
- (4) 蓄电池老化(在使用后期由于极板上活性物质损失而使蓄电池容量降低)。

(5) 蓄电池在晃动或静止存放后导致电解液分层。

特别重要的是蓄电池的放电强度。放电强度愈大,则可用蓄电池容量愈小。如一个可用的蓄电池容量为 $100\text{ A} \cdot \text{h}$ (见图 1-6),在放电电流为 5 A 时可用 20 h ;当在起动发动机时,平均起动电流为 300 A 和环境温度为 20°C 时约只能使用 4 min ,即可用蓄电池的容量约为 $20\text{ A} \cdot \text{h}$ 。其原因在于放电电流小,电化学过程能缓慢地进入到极板微孔深处,而在大电流放电时,快速反应生成的 PbSO_4 会堵塞栅架表面,电化学反应只能在极板表面发生,导致使用容量下降。

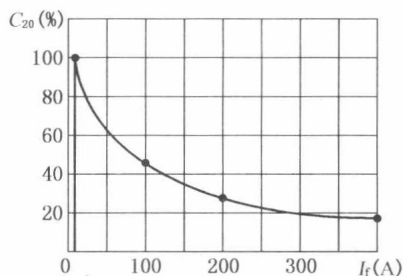


图 1-6 蓄电池容量与放电电流的关系

蓄电池容量和放电电压随温度升高而增大,因为温度升高电解液黏度降低而使蓄电池内阻减小;相反,蓄电池容量和放电电压随温度降低而减小,这是因为在低温时电化学反应缓慢。因此,起动型蓄电池的容量不应太小,以保证蓄电池在低温起动时有足够的能量。

6) 低温试验电流

低温试验电流是蓄电池在低温下的放电能力。按 DIN EN 60095—1 标准,蓄电池在 -18°C ,放电时间为 10 s ,端子最低电压为 7.5 V (单格电池为 1.25 V)时的放电电流称为低温试验电流,有关放电时间的细节可查该标准。影响低温试验电流的主要因素是极板数、极板面积、极板距离和隔板材料。

蓄电池低温放电特性的另一个重要参数是内阻 R_i ,一个 12 V 蓄电池在 -18°C 时其内阻为

$$R_i \leq 4\,000/I_{\text{CC}}(\text{m}\Omega)$$

式中: I_{CC} ——低温试验电流。

蓄电池内阻通常要与起动发动机时起动回路中的电阻一起确定。当然,在不同的国家,低温试验电流是按不同的试验条件确定的,所以不能直接比较它们间的数据。

为起动机提供能量的汽车蓄电池,其低温起动性能要比其容量更重要。低温试验电流是起动性能的一个尺度,因为它与低温放电有关。低温试验电流在很大程度上与极板总面积(极板数和极板面积)和活性物质有关,因为铅物质和电解液间的接触表面越大则短时间的放电电流越大。极板间的距离和隔板物质也是影响电解液中进行快速反应的因素,同样决定着低温试验电流的大小。

7) 静止电动势

静止电动势是指蓄电池在静止状态下(不充电也不放电)正负极之间的电位差(即开路电压),用 E_0 表示。 E_0 的大小与电解液的密度和温度有关,在密度为 $1.050 \sim 1.300\text{ g/cm}^3$ 的范