



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

UTO MOBILE

汽车电气系统维修(第2版)

QICHE DIANQI XITONG WEIXIU

主编 陈林山



“项目导向任务驱动教材”教学资源库
<http://www.ndip.cn>



国防工业出版社

National Defense Industry Press

“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

汽车电气系统维修

(第2版)

主 编

陈林山

副主编

刘一静

孙宏侠

参 编

唐志桥

甘秀芹

杨忠颇

主 审

程丽群



国防工业出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书是南京交通职业技术学院汽车工程学院项目化教学改革成果之一。

本书主要内容包括汽车电源系统维修, 发动机启动系统维修, 发动机点火系统维修, 汽车照明、信号、仪表和报警系统维修, 汽车电路识图等。设置了 14 个项目, 每个项目再分解为若干个学习(工作)任务。为了达到项目化教学效果, 每个学习(工作)任务都有对应的学习工作单。

本书适合作为高职高专院校汽车服务类专业的教科书, 也可供汽车检测、汽车维修技术等从业人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气系统维修 / 陈林山主编. —2 版. —北京:

国防工业出版社, 2015.1

“十二五”职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-118-09987-4

I. ①汽… II. ①陈… III. ①汽车—电气系统—
车辆修理—高等职业教育—教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 014992 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 13¼ 字数 310 千字

2015 年 1 月第 2 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 总定价 29.80 元 $\frac{\text{教材 } 26.3 \text{ 元}}{\text{工作单 } 3.5 \text{ 元}}$

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)88540777

发行邮购: (010)88540776

发行传真: (010)88540755

发行业务: (010)88540717

前言

为了适应我国汽车服务行业技能型人才培养的需要,满足高等职业院校以就业为导向的办学要求,南京交通职业技术学院汽车工程学院近年来积极探索,勇于实践,大力改革教学模式,加大与企业合作办学的力度,推进工学结合的办学模式,取得了良好效果。为了提高学生的综合素质,切实增强学生的实践动手能力,我们引入了“项目导向、任务驱动”的项目化教学模式。为适应新的教学模式,就必须打破传统教材的内容体系,为此我们编写了本系列教材。

本教材以“任务驱动”为编写思路,旨在通过企业的具体工作任务引出相应的专业知识,学习目标非常明确,体现现代职业教育“教、做、学”一体化的特色,调动广大学生的学习积极性和主动性。

根据汽车维修企业工作一线的实际情况,本教材内容设置了 14 个学习项目,每个项目再分解为若干个学习(工作)任务,每个学习(工作)任务都有对应的学习工作单。主要内容包括汽车电源系统维修,发动机启动系统维修,发动机点火系统维修,汽车照明、信号、仪表和报警系统维修,汽车电路识图等。

本教材图文并茂,深入浅出。每个学习任务均强调了学生综合素质的培养,既有对学生实践动手能力的训练,也有对学生自我学习能力、团队合作、资料收集、5S 等方面的训练,可促使每一个学生积极参与、主动学习,从而达到更好的学习效果。每个训练项目的设置均充分考虑了现有的教学设施和教学资源,可操作性强,效率高。

本教材由南京交通职业技术学院陈林山担任主编,刘静、孙宏侠担任副主编,程丽群担任主审。参与编写工作的还有南京交通职业技术学院唐志桥、甘秀芹,南京林业大学杨忠颇。在编写过程中,得到了江苏省多家汽车 4S 店汽车维修专家的特别支持,在此表示感谢。此外,还得到南京交通职业技术学院汽车工程学院各位老师的大力支持和帮助,特别是实训中心各位老师更是提供了很多有用的一手资料,在此一并表示感谢。

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中难免有疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

学习领域一 汽车电源系统

项目一 汽车电源系统总体认识	2
一、项目描述	2
二、项目实施	3
任务 电源系统总体认识	3
三、相关知识	3
项目二 蓄电池的正确使用与维护	5
一、项目描述	5
二、项目实施	6
任务 蓄电池技术状况检查与充电	6
三、相关知识	6
项目三 发电机及调节器的使用与维护	21
一、项目描述	21
二、项目实施	22
任务一 绘制交流发电机电路原理图	22
任务二 交流发电机总成分解、零件检测与组装	22
任务三 发电机及电压调节器的检测	22
三、相关知识	23
项目四 汽车电源系统电路分析与故障诊断	46
一、项目描述	46
二、项目实施	47
任务一 电源系统电路连接	47
任务二 电源系统的常见故障诊断	47
三、相关知识	47
自我测试题	54

学习领域二 发动机启动系统

项目五 发动机启动系统总体认识	58
一、项目描述	58
二、项目实施	59
任务 发动机启动系统总体认识	59
三、相关知识	59
项目六 起动机正确使用与维修	60
一、项目描述	60
二、项目实施	60
任务一 绘制起动机电路原理图	60
任务二 起动机总成分解、零件检测与组装	61
任务三 起动机及启动继电器性能检测	61
三、相关知识	61
项目七 启动控制电路分析与故障诊断	75
一、项目描述	75
二、项目实施	76
任务一 连接启动系统电路	76
任务二 进行启动系统的常见故障诊断	76
三、相关知识	76
自我测试题	81

学习领域三 发动机点火系统

项目八 点火系统总体认识	84
一、项目描述	84
二、项目实施	85
任务 发动机点火系统总体认识	85
三、相关知识	85
项目九 点火系统使用与维修	88
一、项目描述	88
二、项目实施	89
任务 点火系统的性能检测	89
三、相关知识	89
项目十 点火系统电路分析与故障诊断	119
一、项目描述	119



二、项目实施	120
任务一 进行点火系统电路的连接	120
任务二 点火系统的故障诊断与排除	120
三、相关知识	120
自我测试题	127

学习领域四 汽车照明、信号、仪表和报警系统

项目十一 汽车照明、信号、仪表和报警系统的总体认识 132

一、项目描述	132
二、项目实施	133
任务 汽车照明、信号、仪表和报警系统的总体认识	133
三、相关知识	133

项目十二 汽车照明、信号、仪表和报警系统的使用与维护 136

一、项目描述	136
二、项目实施	137
任务 照明、信号、仪表、报警系统拆装	137
三、相关知识	137

项目十三 照明、信号、仪表和报警系统的故障诊断 160

一、项目描述	160
二、项目实施	161
任务一 进行照明系统电路的连接	161
任务二 信号系统的常见故障诊断	161
三、相关知识	161
自我测试题	164

学习领域五 汽车电路识图

项目十四 识读汽车全车电路图 167

一、项目描述	167
二、项目实施	168
任务一 识读汽车电路图	168
任务二 正确分析电气系统电路图	168
任务三 根据系统电路图进行故障分析	168
三、相关知识	169

附录 桑塔纳 3000 轿车基本电路图 187

参考文献 213

学习领域一

汽车电源系统



汽车电源系统总体认识



一、项目描述

汽车电源系统包括蓄电池和发电机两个电源，在电路里构成并联关系。电源系统性能好坏直接影响发动机启动和其他用电设备的工作。通过本项目的学习，应能达到以下要求。

1. 知识要求

- (1) 了解电源系统作用、组成；
- (2) 熟悉电源系统各部件的作用；
- (3) 了解蓄电池、发电机及电压调节器的基本工作原理。

2. 技能要求

- (1) 能正确使用工具拆装蓄电池和发电机及电压调节器总成；
- (2) 能正确使用万用表测量电源系统（蓄电池和发电机）电压。

3. 素质要求

- (1) 安全文明生产，保证人身、工具和设备安全；
- (2) 正确选择和使用工具；
- (3) 拆装工艺合理，操作规范；
- (4) 5S——整理（Seiri）、整顿（Seiton）、清扫（Seiso）、清洁（Seikeetsu）和素养（Shitsuke）。



二、项目实施

任务 电源系统总体认识

1. 训练设备

- (1) 汽车（或发动机台架）4 台；
- (2) 常用拆装工具 4 套；
- (3) 万用表 4 只。

2. 训练步骤

- (1) 在汽车（或发动机台架）上找出电源系统主要部件；
- (2) 用万用表测量蓄电池端电压和发电机输出电压；
- (3) 进行蓄电池、发电机及调节器总成的拆装；
- (4) 绘制电源系统的简单电路图。



三、相关知识

（一）电源系统基本组成

电源系统主要由蓄电池、发电机及电压调节器、充电指示灯（或电流表）等组成，如图 1-1 所示。电源系统的作用是向汽车上的用电设备和控制装置供电，满足汽车用电需要。

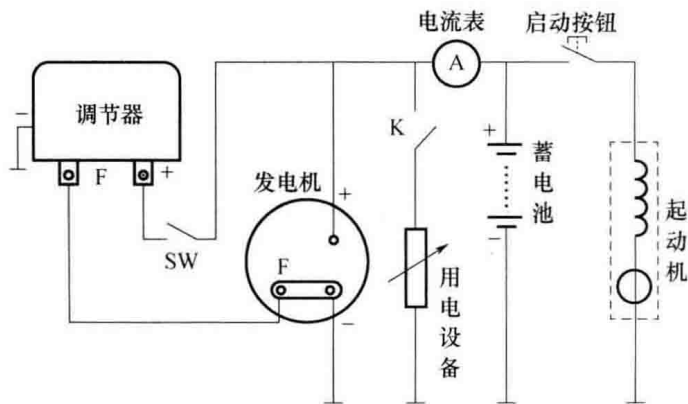


图 1-1 汽车电源系统组成

（二）电源系统主要部件简介

(1) 蓄电池与发电机并联后，向用电设备供电。

- ① 启动发动机时，由蓄电池向起动机提供大电流；
- ② 发动机启动后，发电机发电，由发电机向用电设备供电，并向蓄电池充电；



③ 当接入用电设备过多时，蓄电池可协助发电机向用电设备供电。

(2) 充电指示灯（或电流表）用来指示蓄电池充电或放电状态（或电流的大小）。

(3) 电压调节器的作用是调节发电机输出电压，使发电机在转速和负荷变化时，保持输出电压相对恒定。



蓄电池的正确使用与维护



一、项目描述

汽车蓄电池的主要作用是启动发动机，因此采用的是启动型铅蓄电池。蓄电池出现故障会影响发动机的启动，因此需要对蓄电池进行正确使用与维护。通过本项目的学习，应能达到以下要求。

1. 知识要求

- (1) 了解铅蓄电池的基本构造；
- (2) 熟悉铅蓄电池的基本工作原理；
- (3) 了解蓄电池的类型。

2. 技能要求

- (1) 会使用万用表测量蓄电池电压；
- (2) 会使用密度计测量蓄电池电解液密度；
- (3) 会使用充电设备对蓄电池进行充电；
- (4) 能使用蓄电池检测仪判断蓄电池技术状况。

3. 素质要求

- (1) 安全文明生产，保证人身、工具和设备安全；
- (2) 正确选择和使用工具；
- (3) 拆装工艺合理，操作规范；
- (4) 5S——整理（Seiri）、整顿（Seiton）、清扫（Seiso）、清洁（Seikeetsu）和素养（Shitsuke）。



二、项目实施

任务 蓄电池技术状况检查与充电

1. 训练设备

- (1) 蓄电池 4 只;
- (2) 充电设备 4 台;
- (3) 万用表、密度计、高率放电计、蓄电池检测仪各 4 只。

2. 训练步骤

- (1) 使用万用表测量蓄电池电压;
- (2) 使用密度计测量蓄电池电解液密度;
- (3) 使用高率放电计测量蓄电池的放电程度;
- (4) 使用充电设备对蓄电池进行充电;
- (5) 使用蓄电池检测仪判断蓄电池技术状况。



三、相关知识

(一) 蓄电池的作用

- (1) 启动发动机时, 向起动机及相关电气设备供电。这是汽车上蓄电池的主要用途。汽油机的启动电流一般可达 200A~600A, 柴油机的启动电流最高达 1000A 以上。
- (2) 当发电机停转或发电机输出电压较低时, 由蓄电池向用电设备供电。
- (3) 当发电机发出电压高于蓄电池电压时, 蓄电池接收发电机的充电。
- (4) 当发电机超负荷时, 蓄电池可协助发电机供电。
- (5) 蓄电池相当于一个较大的电容器, 能吸收电路中随时出现的瞬变过电压 (浪涌电压), 保护车上的电子设备, 延长电子设备的使用寿命。

(二) 蓄电池型号

按照机械工业部颁布标准 JB 2599—85 的规定, 铅蓄电池型号共分为 3 段, 其排列及含义如下。



第一段表示蓄电池总成的单格电池数, 用阿拉伯数字表示。如 3 表示 3 个单格电池, 额定电压为 6V; 6 表示 6 个单格电池, 额定电压为 12V。

第二段表示蓄电池的类型和特征, 用 2 个汉语拼音字母表示。如其中第一个字母是 Q, 表示启动型铅蓄电池, M 表示摩托车用铅蓄电池; 第二个字母为蓄电池的特征代号, 无字

母则表示为干封式铅蓄电池。

第三段表示蓄电池额定容量和特殊性能。我国目前规定采用 20h 放电率的额定容量，单位为 Ah，特殊性能用字母表示。

如东风牌 EQ6100E 汽车蓄电池型号为 6—Q—105D，表示蓄电池由 6 个单格电池组成，额定电压为 12V，20h 放电率的额定容量为 105Ah，低温启动性能好。

（三）蓄电池的构造

普通铅酸蓄电池一般由 6 个单格电池串联组成，每个单格电池的额定电压为 2V，则蓄电池额定电压为 12V。相邻两个单格电池之间由间壁相隔，互不相通，上端用联条把 6 个单格电池串联起来。

普通型铅蓄电池主要由外壳、极板组、隔板、电解液、联条、极桩和加液孔盖等组成，如图 1-2 所示。

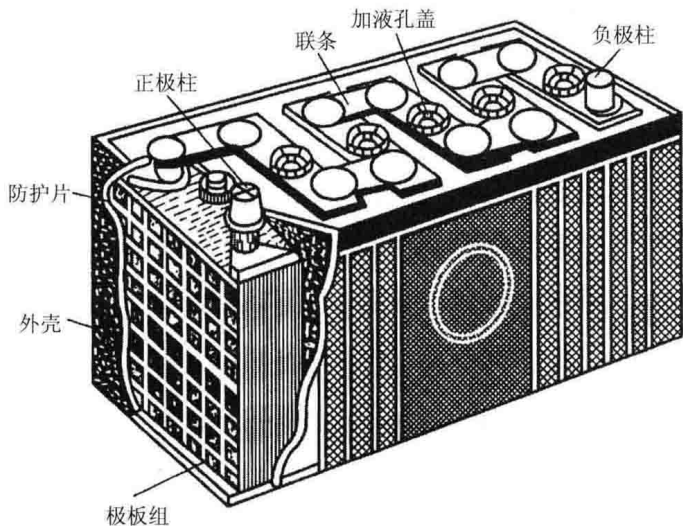


图 1-2 铅蓄电池构造

1. 外壳

外壳用来储存电解液和极板组，具有耐酸、耐热、耐寒、耐震及绝缘性能好等条件。早期生产的铅蓄电池采用硬橡胶外壳的较多。近些年，由于工程塑料的发展，采用聚丙烯塑料外壳的越来越普及。由于工程塑料外壳不仅耐酸、耐热、耐震，且强度好、韧性好，壳体可做得较薄。同时工程塑料美观透明、体积小、重量轻，在国内外发展非常之快。

2. 极板组

极板是蓄电池的基本部件，它能接受电能和向外释放电能。极板分为正极板与负极板。正极板上的活性物质是二氧化铅 (PbO_2)，呈棕红色；负极板上的活性物质是海绵状纯铅 (Pb)，呈青灰色。在蓄电池的充电与放电过程中，电能和化学能的相互转换就是依靠极板上的活性物质与电解液中的硫酸起化学反应来实现的。极板由栅架及铅膏涂料组成，如图 1-3、图 1-4 所示。

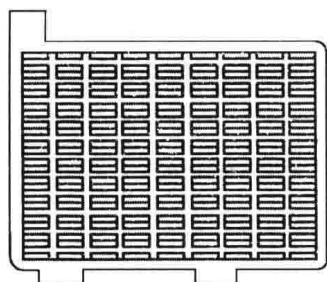


图 1-3 栅架

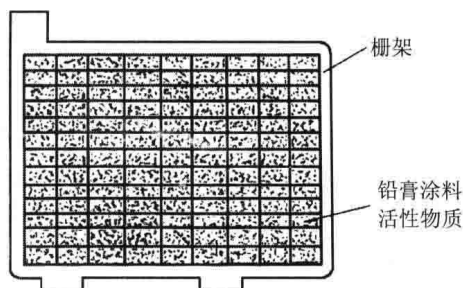


图 1-4 极板

栅架的材料为铅锑合金，一般含铅 94% 左右，锑占 6% 左右。在栅架中加入少量的锑，是为了提高栅架的机械强度并能改善浇铸性能。为了增大蓄电池容量，通常将多片正极板和多片负极板分别并联，再用横板焊接组成正极板组和负极板组，如图 1-5 所示。安装时将正、负极板组相互嵌合，中间插入隔板。另外，在单格电池中正极板总比负极板少一片，其目的是为了使每一片正极板都处于负极板之间，使其两侧放电均匀，减轻正极板的翘曲和活性物质的脱落。因为正极板活性物质较疏松，机械强度较低。

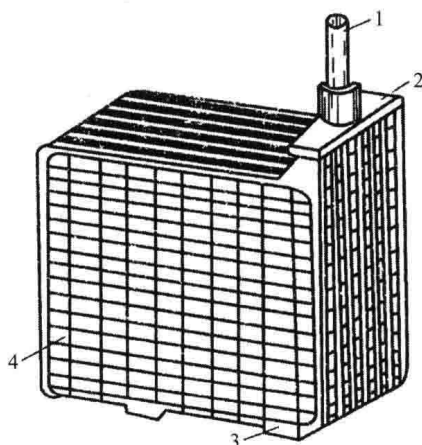


图 1-5 极板组

1—电桩；2—横板；3—支撑凸起；4—极板。

3. 隔板

为了减少蓄电池内部尺寸，降低蓄电池内阻，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，还应具有耐酸、耐热、不氧化、不变形、不含杂质、亲水性良好、有一定的机械强度等条件。常用的隔板材料有木质、微孔橡胶、微孔塑料、玻璃纤维纸和玻璃丝棉等几类。微孔橡胶隔板性能好、寿命长，但成本高；微孔塑料隔板多孔率高，薄而柔韧，成本又低，因此采用较多。近年来，还有的将微孔塑料做成袋式，紧包在正极板的外部，防止活性物质脱落，减小电池尺寸。

4. 电解液

铅蓄电池的电解液是由相对密度为 1.84 的化学纯净硫酸和蒸馏水按一定比例配制而

成的。电解液的相对密度一般在 1.24~1.30 范围内。目前市场上有专门销售的电解原液，相对密度在 1.28 左右。购买蓄电池时可同时购回，以方便使用。

电解液的相对密度对蓄电池的工作有重要影响。相对密度大些可提高蓄电池的容量并减少冬季结冰的危险。但相对密度也不宜过大。过大，由于黏度增加反而会降低蓄电池容量，而且会缩短极板使用寿命。电解液相对密度应随地区和气候条件而定，表 1-1 列出了不同地区和气候条件下电解液的相对密度，供参考。

表 1-1 不同地区和气候条件下的电解液相对密度

气候条件	完全充足电的蓄电池在 25℃ 时的电解液相对密度	
	冬季	夏季
冬季温度低于 -40℃ 的地区	1.30	1.26
冬季温度在 -40~-30℃ 的地区	1.28	1.24
冬季温度在 -30~-20℃ 的地区	1.27	1.24
冬季温度在 -20~0℃ 的地区	1.26	1.23
冬季温度在 0℃ 以上的地区	1.23	1.23

5. 联条

铅蓄电池总成一般都是由 6 个单格电池组成的，各单格电池之间靠铅质联条串联起来，联条装在盖子上面是一种传统的连接方式，如图 1-2 所示。这种传统的连接方式不仅浪费材料，而且增加电池内阻，现已被穿壁式连接方式所取代，如图 1-6 所示。

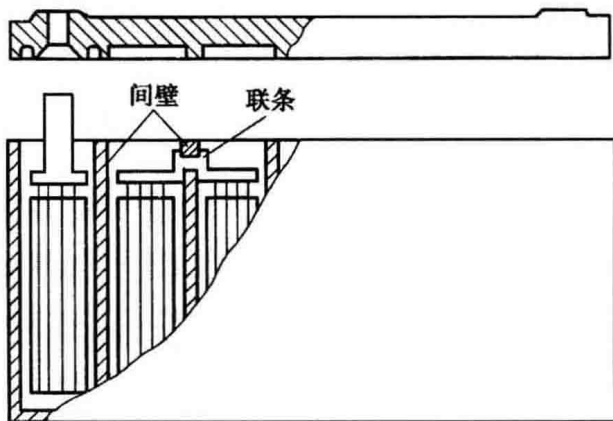


图 1-6 单格电池之间的穿壁式连接

6. 加液孔盖

加液孔盖用来封闭加液孔。孔盖上有通气孔，可随时排出蓄电池内的 H_2 和 O_2 ，以免发生爆炸事故。如果在孔盖上加装一个氧化铅过滤器，还可以避免水蒸气逸出，减少水的消耗。新蓄电池在启用前应将通气孔打通。

7. 极桩

极桩分正极桩和负极桩。正极桩用“+”表示或涂上红色，负极桩用“-”表示或涂上蓝色或不涂颜色。蓄电池极桩用铅锑合金浇铸。



(四) 蓄电池的工作原理

1. 电动势的建立

蓄电池极板浸入电解液中，正极板上的活性物质 PbO_2 少量溶于电解液，产生四价铅离子 Pb^{4+} 和硫酸根离子 SO_4^{2-} ，即 $\text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Pb}^{4+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，一部分 Pb^{4+} 沉附在正极板上，使正极板具有正电位，约为 $+2.0\text{V}$ 。负极板上的活性物质 Pb 少量溶解于电解液中生成 Pb^{2+} ，即 $\text{Pb} - 2\text{e} = \text{Pb}^{2+}$ ，电子 e 留在负极板上，使得负极板具有约 -0.1V 的负电位。因此，在外电路未接通且这种反应达到相对平衡时，蓄电池单格电压即静止电动势 E_0 约为

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

2. 放电过程

蓄电池的放电过程是化学能转化为电能电化学反应过程。

铅蓄电池放电时的化学过程如图 1-7 所示。蓄电池接上负载后，在电动势 E_0 的作用下，在电路内产生放电电流 I_f 。

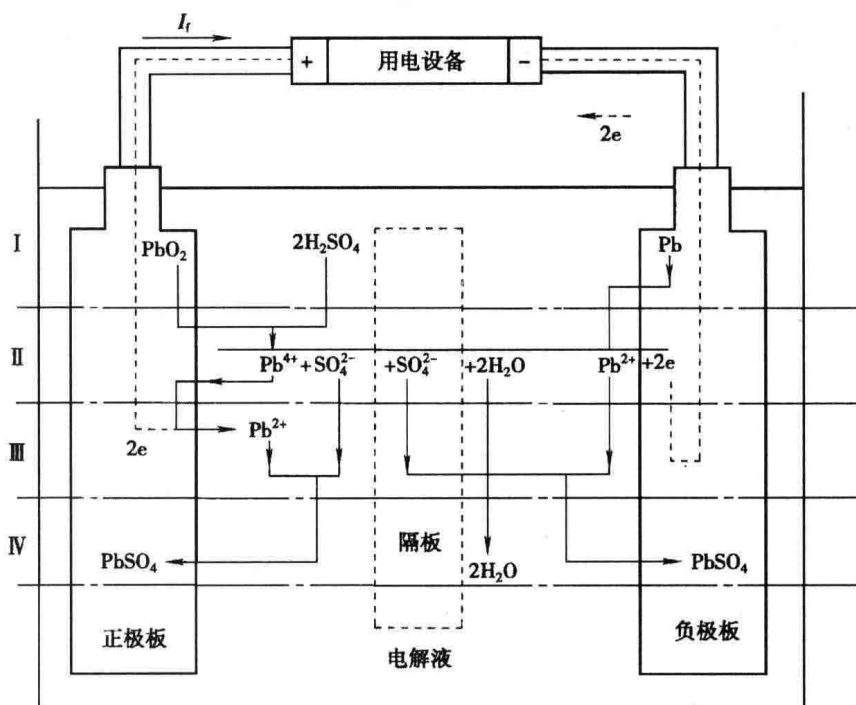


图 1-7 铅蓄电池的放电过程

I—充电状态；II—溶解电离；III—接入负载；IV—放电状态。

(1) 在负极板处，电子 e 从负极板经过用电设备流向正极板，与 Pb^{4+} 结合生成 Pb^{2+} ， Pb^{2+} 与电解液中 SO_4^{2-} 结合生成 PbSO_4 沉附在正极板上，使得正极板的电位降低。其化学反应式为

