

供用电工人技师培训教材

孙成宝 主编

直流设备检修

徐海明 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

供用电工人技师培训教材

孙成宝 主编

直流设备检修

徐海明 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

《供用电工人技师培训教材》是根据国家标准、电力行业标准、国家职业技能鉴定规范（电力行业）等标准规范中对职业技师（高级技师）人员的要求而编制的岗位技能培训、职业技能鉴定的成套教材，是严格紧扣和结合国家职业技师人员应具备的必备知识、技能要求和鉴定内容进行编写的，同时与《全国供用电工人技能培训教材（初、中、高）》相衔接的，强调以技能为核心，知识为技能服务、满足技能需要的原则，叙述技能要求时多采用范例说明的形式，宗旨在为全国供用电企业生产人员提供一套技师岗位技能培训和职业技能鉴定的教材。

本分册是《供用电工人技师培训教材》之一，共十章，主要内容有：蓄电池、蓄电池的安装、蓄电池充电设备技术基础、蓄电池的充电设备、电容储能及复式整流直流电源、直流电源系统、直流系统的绝缘监察装置、直流屏内辅助装置、直流设备检修的现场工作、交流不间断电源设备。

本套教材是全国供用电企业生产人员技师人员岗位技能培训和职业技能鉴定的指定教材，本分册是直流设备检修工的培训教材，也可作为直流设备检修技术人员和管理干部等的参考教材。



图书在版编目（CIP）数据

直流设备检修/孙成宝主编；徐海明编．—北京：中国电力出版社，2003

供用电工人技师培训教材

ISBN 7-5083-1619-3

I. 直… II. ①孙… ②徐… III. 直流-电源-检修-技术培训-教材 IV. TM910.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2003）第 041269 号

中国电力出版社出版、发行

（北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>）

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2003 年 8 月第一版 2003 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15.25 印张 367 千字

印数 0001—3000 册 定价 25.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

（本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换）



《供用电工人技师培训教材》

前言

大力开展职工岗位技能培训和职业技能鉴定,提高供用电人员的岗位能力和生产技能,是当前电力企业教育培训的重点,也是提高劳动生产率和工作效率的重要手段。而岗位培训和技能考核的教材建设,是搞好培训、做好鉴定、提高素质、直接为生产人员服务的一项重要基础工作。

随着电力事业的发展,电力系统容量的增加,高压甚至超高压供电不断增多,新型供用电技术和设备不断涌现,对供用电人员提出更高要求。为了适应电力生产安全经济运行,提高供用电人员的技术素质和管理水平,由中国电力出版社组织、孙成宝主编的《供用电工人技师培训教材》,是供用电人员培训工作中的一件大事。

《供用电工人技师培训教材》具有的特点是:首先,本套教材的编写依据,是部颁《国家职业技能鉴定规范》、《电力工人技术等级标准》、《关于电力工人培训教材建设意见》以及有关电力生产岗位规范和新颁国家标准、电力行业标准。其二,严格与《全国供用电工人技能培训教材》(初级工、中级工、高级工)相衔接,内容两相呼应。其三,强调以技能为核心,知识为技能服务、满足技能需要的原则,叙述技能要求时多采用范例说明的形式,因此不仅适用于具有高中及以上文化程度的供用电工人高级工、技师或高级技师人员的培训,而且对现场工程技术人员也有参考价值。其四,本套教材编写、出版力量强,组织全国供电企业 30 多位专家和技术人员,他们有相当丰富的工作经验和专业理论水平。另外,作为全国首批认定的 15 家全国优秀出版社之一的中国电力出版社,领导亲自挂帅,组织 20 位编辑班子,精心策划,统一指导,精雕细刻,质量一流。

本套教材突出电力行业岗位培训和职业技能考核特点,针对性、适应性强,是全国供用电人员岗位技能培训和职业技能鉴定的理想教材。它的出版发行,必将对我国供用电人员培训与鉴定工作的有效开展和素质提高,产生积极的影响。

由于编写时间紧迫,编写人员水平有限,对本套教材疏误之处,恳请广大读者批评指正。

主 编

2003 年 5 月



《供用电工人技师培训教材》

编者的话

直流设备检修工是供电系统的 28 个主要技术工种之一,《供用电工人技师培训教材直流设备检修工》是根据部颁《电力工人技术等级标准》及《直流设备检修工职业技能鉴定规范》中关于岗位知识和技能的要求,结合有关规程为编写依据,并充分考虑新设备、新技术、新工艺在电力系统直流设备上的应用而编写的。本书可供直流设备检修人员和运行人员作为岗位技能培训教材,亦可供电气工程技术人員参考使用。全书共分十章。第一、二章介绍了在电力工程中广泛应用的防酸式蓄电池、阀控式密封铅酸蓄电池及镉镍蓄电池的结构、工作原理和安装维护检修技术。第三、四章介绍了蓄电池充电设备的元件应用、电路组成、工作原理等技术基础知识和充电设备的技术标准和选择要求,并以磁放大型 GVA 充电设备、相控型 KGCFA 晶闸管充电逆变设备、微机控制高频开关 GZDW 直流电源系统装置为代表,讲述了三种类型充电设备的工作原理、整机调试和现场检修中故障原因的查找及处理方法。第五章介绍了电容储能式和复式整流型直流系统的工作原理。第六~八章结合直流系统介绍了电源各元件的选择、绝缘监察装置原理和作用、直流网络接线、对无人值班变电所直流系统的要求等。第九章介绍了老式 BZ-1 型直流屏电源系统的改造及不停电更换直流设备的方法,并结合直流电源系统异常运行而引起的事故进行了具体分析。第十章介绍了交流不间断电源(UPS)的有关知识。

本书在编写过程中,得到湖北省襄樊供电局李培乐、王全胜、靖建猛同志的帮助和支持,在此谨致以谢意。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中错误在所难免,敬请读者批评指正。

作者

2002 年 11 月 8 日

QAA04/04



《供用电工人技师培训教材》

目 录

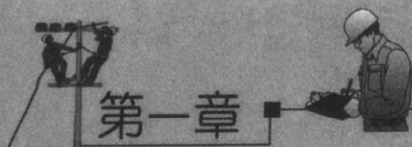
前言

编者的话

第一章 蓄 电 池	1
第一节 概述	1
第二节 固定型铅酸蓄电池	1
第三节 阀控式密封铅酸蓄电池	7
第四节 镉镍蓄电池	16
复习题	20
第二章 蓄电池的安装	22
第一节 防酸式铅酸蓄电池的安装	22
第二节 阀控式密封铅酸蓄电池的安装	32
第三节 镉镍蓄电池的安装	35
复习题	41
第三章 蓄电池充电设备技术基础	43
第一节 二极管整流电路	43
第二节 晶闸管可控整流电路	47
第三节 开关电源主控元件的原理和应用	59
复习题	72
第四章 蓄电池的充电设备	73
第一节 概述	73
第二节 蓄电池充电设备的选择	73
第三节 磁放大型 GVA 系列硅整流充电设备	75
第四节 相控型 KGCFA 晶闸管整流逆变装置	82

第五节	高频开关模块型整流设备	93
第六节	蓄电池充电设备的安装	104
复习题		107
第五章	电容储能及复式整流直流电源	109
第一节	概述	109
第二节	硅整流电容储能式分合闸装置	109
第三节	复式整流直流电源	123
复习题		130
第六章	直流电源系统	132
第一节	蓄电池组的选择	132
第二节	蓄电池数目的确定	136
第三节	直流屏的选择	137
第四节	直流回路熔断器、负荷小开关及载流导体的选择	151
第五节	直流系统接线	154
第六节	直流系统馈电网络接线	156
第七节	直流系统的运行	159
第八节	无人值班变电所的直流系统	160
复习题		164
第七章	直流系统的绝缘监察装置	166
第一节	电磁继电器构成的绝缘监察装置	166
第二节	简化的绝缘监察装置	169
第三节	集成电路式绝缘监察装置	170
第四节	微机型直流系统绝缘监察装置	172
第五节	LBD-ZDT 型直流系统故障探测装置	176
第六节	直流系统接地的故障处理	180
复习题		183
第八章	直流屏内辅助装置	185
第一节	调压装置	185
第二节	电压监察装置	192
第三节	闪光装置	194
第四节	VIT-II 型智能蓄电池巡检仪	195
复习题		198
第九章	直流设备检修的现场工作	200
第一节	直流设备的改造	200

第二节	直流设备的更换	206
第三节	直流设备的故障分析	212
复习题		215
第十章	交流不间断电源设备	217
第一节	交流不间断电源设备的组成及工作原理	217
第二节	交流不间断电源设备的类型与应用	219
第三节	JUF 系列交流不间断电源设备	222
第四节	交流不间断设备的安装与维护	229
复习题		232
参考文献		233



蓄 电 池

第一节 概 述

蓄电池是一种化学电源，它既能将电能转化为化学能储存起来，又能将储存起来的化学能转化为电能输送出去。这两个能量的转化过程，就叫作蓄电池的充电和放电。

蓄电池是独立的电源，不会受电力网的影响。它具有电压稳定、使用方便和安全可靠等优点，并可根据需要选择其容量或形式。所以，在国防、科研和国民经济各个部门中，特别是电力工业和通信等部门都普遍采用蓄电池作为直流电源。

蓄电池按电解质的不同，分为酸性蓄电池和碱性蓄电池。

发电厂、变电所目前采用的蓄电池主要有防酸隔爆式、消氢式及阀控式密封铅酸蓄电池。老式开口式铅酸蓄电池已被淘汰。碱性镉镍蓄电池因体积小、机械强度高、工作电压平稳、大电流放电特性好而应用于发电厂、变电所的直流电源，但由于价格昂贵、制作材料选择困难，因而目前不如铅酸蓄电池应用广泛。

第二节 固定型铅酸蓄电池

一、固定型铅酸蓄电池的结构

固定型铅酸蓄电池主要由正极板、负极板、隔离物、电池槽和由浓硫酸与纯水配制的电解液所组成。

固定型铅酸蓄电池正极板的活性物质采用氧化性强的金属，一般分为涂浆式、化成式、半化成式、管式几种；负极板的活性物质采用还原性强的金属，一般为涂浆式。凡涂浆式极板都有板栅，在制作中正、负极板的板栅采用相同的结构及合金，但因在传导电流和电化腐蚀方面正极板栅起主要作用，所以在结构上正极板栅要比负极板栅要厚一些。在正极板栅上涂阳铅膏，在负极板栅上涂阴铅膏，经与硫酸化合及电化处理，就完成了涂浆式极板的制作工艺。管式极板的直栅筋是用铅锑合金铸造而成，将栅筋套上玻璃丝纤套管，灌入铅粉和活性碳的配料，经封底和电化处理工艺，便制成了管式极板。目前，国产固定型铅酸蓄电池普遍采用有效物质为二氧化铅 PbO_2 的管式正极板和有效物质为海面状铅（绒状铅） Pb 的涂浆式负极板。虽然化成式极板的运行寿命长，但在过充或过放电的情况下易于变形弯曲，因此已不再生产了。

在一般情况下，每只蓄电池的正、负极板总数为奇数，由若干正、负极板交错排列，负极板至少4片以上。两片负极板夹着一片正极板，中负极板比较厚，边负极板只有中负极板厚度的一半，而正极板较中负极板的厚度要薄。

蓄电池隔离物的作用主要是隔离正、负极板接触，防止短路。并能够防止由于较大充电



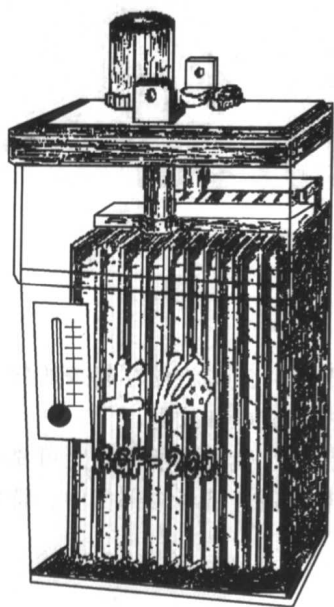


图 1-1 防酸隔爆式蓄电池
的外形图

和放电电流使极板受震动，而导致活性物质脱落和极板弯曲变形。

对隔离物的要求是具有耐酸腐蚀、耐氧化、多孔性等特性，虽然活性物质无法进入绝缘体，但因隔离物的孔隙率达 50% ~ 70%，孔径为 0.03 ~ 30 μ m，厚度只有 0.1 ~ 1mm，不会阻碍电解液自由扩散，也不会增加正负极板之间的电阻。

隔离物的种类：一般包括酚醛隔板、玻璃丝隔板、微孔塑料隔板、塑料纤维隔板（材料为聚丙烯、聚乙烯、聚稀烃玻璃纤维毡）、微孔橡胶隔板、木隔板、纸浆隔板等，其中聚稀烃玻璃纤维毡隔板用于阀控式密封铅酸电池。隔棍包括塑料隔棍、硬橡胶隔棍和木隔棍等种类。

固定式铅酸蓄电池原采用的玻璃和铅衬木槽容器已基本被淘汰，目前采用的是用赛璐珞或者各种合成树脂制作的透明塑料槽。塑料槽的槽盖与槽之间的缝隙用耐酸、耐热、耐寒的封口剂封口。封口剂在 +65 ~ -40℃ 之间，不溢流、不开裂、不变质。在发电厂和变电所普遍采用的防酸电池（见图 1-1），是固定型铅酸蓄电池的新产品。它由管式正极板、涂浆式负极板、微孔隔离板及透明塑料电槽等组成。

有的电池内部还装有一个特制的温度密度计，供指示电解液的温度及密度使用。

防酸蓄电池主要有两种，即防酸隔爆式和消氢式。这两种型式蓄电池的内部结构和工作原理基本一样。所不同的是防酸隔爆蓄电池盖上装有用金刚砂压制成型，具有消除酸雾及透气性能的防酸隔爆帽（见图 1-2）。在充放电过程中，电解液分解出来的氢、氧气体从防酸隔爆帽的毛细孔溢出，而酸雾水珠碰到经过具有憎水性硅油浸入处理的防酸隔爆帽时，水珠仍滴回电池槽内。所谓“防酸”是指防止电池内部气体强烈析出而带有很多酸雾，经防酸隔爆帽过滤后，酸雾不易析出蓄电池外部，可减少酸雾对蓄电池室及设备的腐蚀。所谓“隔爆”是指蓄电池内部不致引起爆炸，但由于还有氢氧气体析出，如果蓄电池室内空气不太流通，可爆气体聚积较多时引起爆鸣还是可能的。这种蓄电池只能算是半密封蓄电池。而消氢式铅酸蓄电池解决了这一问题，它在蓄电池的密封盖上装置了含催化剂的催化栓（见图 1-3）。催化栓除有防酸隔爆帽的作用外，还能使铅酸蓄电池在使用过程中产生的氢、氧爆鸣气体通过栓内催化剂化合成水，回到电解液内，使蓄电池在使用过程中水分损失减少。在采用低压恒压法充电时，从蓄电池内逸出的气体极少，这样在通风良好时，蓄电池室内不会发生爆炸。所以消氢电池是一种比防酸隔爆电池更能消除气体和酸雾的蓄电池，它不仅增加了电池运行的安全性，而且可减少添加纯水的次数。

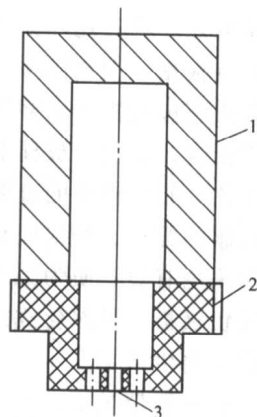


图 1-2 防酸隔爆帽的
剖视图

1—帽外罩；2—胶木帽座；
3—出气孔

二、防酸蓄电池的运行与维护

（一）防酸蓄电池的运行方式

发电厂和变电所中的蓄电池，一般是按浮充电方式运行的，



即将充足电的蓄电池组与浮充电装置并联运行。正常时，浮充电装置除供给直流系统的经常性负荷电流外，还以小电流向蓄电池组浮充电，以补偿蓄电池自放电的损耗，使蓄电池组经常处于满充电状态。当直流系统中出现较大的冲击负荷时（如断路器合闸），绝大部分电流由蓄电池组供给，如浮充电源中断，则全部直流负荷由蓄电池组供电。

这种运行方式的优点是：能防止蓄电池极板硫化和弯曲，延长蓄电池的使用寿命，并能保证直流电源的可靠性。

在按浮充电方式运行时，蓄电池的电压应保持在（2.15 ~ 2.17）V/单体之间，GFD 蓄电池浮充电压值可控制在 2.23V/单体，电解液的相对密度应保持在 1.215 ± 0.005 （25℃）之间。正常时，浮充电流可用式（1-1）估算

$$I_f = 0.03 \times \frac{Q_{10}}{36} \quad (1-1)$$

式中 I_f ——浮充电流，A；

Q_{10} ——10h 放电率（ I_{10} ）蓄电池的额定容量，Ah。

在实际应用中，蓄电池浮充电流大小与下列因素有关：

- （1）蓄电池的新旧程度。
- （2）电解液的相对密度。
- （3）电池的绝缘情况。
- （4）电池自放电量的大小。
- （5）浮充电负载的变化情况。
- （6）浮充前电池的状况。

因此，浮充电流的大小应按运行中的实际情况，根据上述计算公式进行估算选择，并参照运行中对单电池的浮充电压和电解液的测量数值对浮充电流进行调整，以保证蓄电池的正常浮充电。

（二）防酸蓄电池的均衡充电

防酸蓄电池在浮充电运行中，浮充电流是一致的，但由于蓄电池的内电阻和特性不一样，每个蓄电池的自放电是不相等的，造成部分蓄电池电解液密度下降、电压偏低、极板硫化。而采用均衡充电方法，可使蓄电池消除硫化，达到全组蓄电池电压的均衡。同时，浮充电运行的蓄电池是静止的，其电池上部的电解液密度低、化学反应不充分，其下部电解液密度高，造成下部极板的腐蚀。均衡充电能对电解液起到搅拌作用，使电池上、下部电解液密度一致。

按浮充电方式运行的蓄电池组，要求三个月进行一次均衡充电，一般在核对性放电后也要进行均衡充电。遇有下列情况之一时，均需及时进行均衡充电：

- （1）过量放电，电池的端电压低于规定的终止电压值时。
- （2）放电后未能及时进行充电时。
- （3）由于长期充电不足，使部分电池的电压和电解液相对密度下降时。
- （4）极板呈现不正常状态，或有轻微的硫化现象。

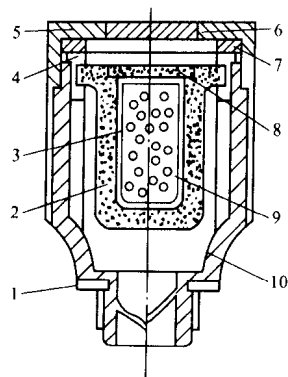


图 1-3 催化栓结构示意图

1—垫圈；2—反应容器；3—催化剂；4—胶套；5—盖子；6—透气孔；7—盖片；8—容器盖片；9—催化剂容器；10—栓体



- (5) 放电容量超过额定容量 10% 的电池。
- (6) 极板从电池槽内取出处理，消除沉淀物之后。
- (7) 长期静置不用的电池。
- (8) 电解液内混杂有杂质的电池。

均衡充电的方法为：先用 $1.0I_{10}$ 电流对蓄电池进行恒流充电，当蓄电池端电压上升到 $(2.30 \sim 2.33)$ V 时，将充电装置自动或手动转为恒压充电，当充电电流减小到 $0.1I_{10}$ 电流时，可认为蓄电池组容量已被充满，即可将充电装置自动或手动转为浮充电方式运行。在均充电过程中，要控制电解液的温度不得高于 40°C 。

(三) 防酸蓄电池的核对性放电

工作在浮充电状态的防酸蓄电池，经过长期的运行，在极板的表面将逐渐产生硫酸铅结晶体（或称“硫化”）堵塞极板的微孔，阻碍电解液的渗透，使有效物质得不到充分的化学反应，从而增大了蓄电池的内阻，降低了极板中活性物质的作用，使蓄电池的容量大为下降。核对性放电，可使蓄电池得到活化、容量得到恢复、使用寿命延长，确保发电厂和变电所的直流系统安全可靠。

1. 直流系统只有一组防酸蓄电池的核对性放电

直流系统只有一组防酸蓄电池时，蓄电池组不能退出运行，也不能作全核对性放电，只能在充电机停用后，由蓄电池组向直流负载和放电电阻供电，放电电流由放电电阻调节到 $1.0I_{10}$ 进行。当恒流放出额定容量的 50%，蓄电池端电压不低于 1.9V/单体时，应立即用 $1.0I_{10}$ 电流对蓄电池组进行恒流充电，当蓄电池电压达到 $(2.30 \sim 2.33)$ V/单体时转为恒压充电，当充电电流下降到 $0.1I_{10}$ 电流时，应转为浮充电运行，反复几次上述放电充电方式后，可认为蓄电池组得到了活化，容量得到了恢复。

2. 直流系统有两组防酸蓄电池的核对性放电

当直流系统安装两组防酸蓄电池时，可由一组蓄电池和充电机并联向直流系统供电，另一组蓄电池进行全核对性放电。放电电流以 $1.0I_{10}$ 恒流进行。当单体电池电压降为终止电压 1.8V 时，应停止放电。放电过程中，应按要求记录好蓄电池组的端电压、每个蓄电池端电压、电解液密度、放电电流和放出的容量。放电完毕，应立即用 $1.0I_{10}$ 电流对蓄电池组恒流充电，当蓄电池电压达到 $(2.30 \sim 2.33)$ V/单体时转为恒压充电，当充电电流下降至 $0.1I_{10}$ 电流时，应转为浮充电运行。若蓄电池组第一次核对性放电，就放出了额定容量，不再放电，充满容量后便可投入运行。若放充电三次均达不到额定容量的 80%，可判定该组蓄电池使用年限已到，应予更换。

3. 防酸蓄电池的核对性放电周期

新安装或大修中更换过电解液的防酸蓄电池组，第一年每 6 个月进行一次核对性放电；运行 1 年后的蓄电池组，1~2 年进行一次核对性放电。

(四) 防酸蓄电池运行中的检查

正常运行时，值班人员应定期对蓄电池进行检查和维护，内容如下：

- (1) 直流母线电压应正常，绝缘良好，浮充电流应符合要求。
- (2) 电池槽、盖、防酸防爆帽、催化栓等表面应清洁，无破损现象。
- (3) 对防酸蓄电池组，值班人员每日应进行巡视，主要检查每只蓄电池的液面高度，看有无漏液，若液面低于下线，应补充纯水，调整电解液的密度在合格范围内。



(4) 每月测量一次蓄电池的单体电压、电解液的相对密度及温度，电压应在 $(2.15 \sim 2.17)$ V/单体，电解液的相对密度应在 $1.210 \sim 1.220$ 之间，环境温度在 $10 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 范围内，并按记录表填好测量记录。

(5) 检查蓄电池极板的颜色是否正常，极板有无断裂、弯曲、硫化及有效物质脱落等现象。

(6) 母线、极柱等各接头应牢固、无腐蚀，并涂有电力复合脂。

(7) 蓄电池室内无强烈气味，通风良好。

(8) 个别落后的防酸蓄电池，应通过均衡充电方法进行处理，不允许长时间保留在蓄电池组中运行，若处理无效，应更换。

三、防酸蓄电池的故障及处理

(一) 极板硫化

1. 故障现象

(1) 电解液的密度下降显著，在充电过程中，电解液密度上升缓慢，甚至无显著变化。当密度上升到一定数值后就不再上升，不能达到故障前的密度标准数值。

(2) 蓄电池的电压，在充电时上升很快，短时可上升至 2.9V /单体，在放电时降低很快， $1 \sim 2\text{h}$ 内就降至放电终止电压 1.8V /单体左右。

(3) 充电时，电解液温度升高很快，冒气泡过早，甚至一开始充电就冒气泡。

(4) 极板颜色异常，正极板呈浅褐色，有白色斑点，负极板呈浅灰色，表面有粗大的硫酸铅结晶颗粒。

2. 造成原因

(1) 经常充电不足，在电解液密度及端电压发生异常的初期没有进行均衡充电。

(2) 长期用小电流深度放电或经常过放电。

(3) 蓄电池放电后未及时充电，或长期处于已放电及自放电状态。

(4) 电解液面低，极板外露，或电解液不纯及密度超过正常值。

3. 处理方法

(1) 加强维护管理，定期检查蓄电池的端电压和电解液密度，若有异常，应用均衡充电方法予以消除。

(2) 蓄电池放电应按要求进行，定期放电及事故放电后，应及时补充电。严禁长期用小电流深度放电，以大电流补充电。

(3) 对长期处于自放电的蓄电池应进行补充电。

(4) 为防止硫化，对电解液的密度超过规定值的应予以调整，液面过低的，应补充纯水至电解液上部标准线。

(5) 对硫化较为严重的蓄电池，可用小电流充电法来处理，即用 $0.5I_{10}$ 电流对蓄电池充电，当端电压升至 2.40V /单体时，停充电 0.5h ，再以 $0.25I_{10}$ 电流充电到有大量气泡产生时，停充电 0.5h ，改用 $0.5I_{10}$ 电流继续充电。如此反复进行充电，直到蓄电池达到正常状态为止。

(二) 极板弯曲

1. 故障现象

极板弯曲多数发生在正极板，主要表现为极板变形，膨胀龟裂。



2. 造成原因

(1) 极板在制作过程中,有效物质化成不均匀,各部分机械强度不一致,或运输保管中受潮。充放电时,极板的膨胀收缩不一致。

(2) 大电流充放电使极板的应力变化过大和电化反应过于剧烈。

(3) 深度过放电后,充电方法不当,极板深层硫酸铅得不到恢复,引起极板膨胀变形。

(4) 蓄电池电解液温度过高,使蓄电池容量增大,造成过量放电。

(5) 电解液中含有能溶解铅的酸料(如硝酸、盐酸、醋酸),或含有镁、锰、铜、砷等金属物质,使极板腐蚀硬化而断裂。

3. 处理方法

(1) 蓄电池的充放电,必须按照规程要求进行,既要防止过大的充放电电流,造成电池内部反应强烈,致使极板弯曲,又要防止小电流深度放电,使极板损坏。

(2) 检查电解液中是否有有害物质的存在,若超过规定标准,应用纯水漂洗极板,并更换新电解液。

(3) 对于弯曲较轻,又不影响运行的极板可不作任何处理,继续运行。对弯曲程度较重的化成式、半化成式极板,可用压板或压床或用特制的夹板把极板压平调直后,用纯水冲洗干净,重新组装好后,再施行初充电。

(4) 对无法用压平方式处理的非化成式或半化成式弯曲较严重的极板进行更换。为防止极板损坏,除了防止极板受潮外,还应采用浮充电工作方式和坚持充放电制度。

(三) 蓄电池的反极

1. 故障现象

(1) 浮充电时,故障电池电解液密度,端电压均低于正常值,放电时,端电压急剧下降,迅速达到终止电压。随着放电时间的延长,故障电池的容量很快放完,因其端电压比正常电池端电压低而被反充电,造成正极变为负极,负极度变为正极。

(2) 正极板由正常的深褐色变为铁青色,负极板由正常的浅灰色变为粉红色。同时正、负极板均出现生盐现象。

2. 造成原因

(1) 极板硫化、内部短路、极板不良等原因造成的落后电池,未及时发现和处理。

(2) 蓄电池充电时极性接反,反向充电。

(3) 蓄电池组中抽出部分电池承担额外负荷,导致蓄电池组容量不均衡。

3. 处理方法

(1) 对有反极的电池要及时发现,及时排除,对于蓄电池组出现少数电池电解液密度或端电压异常的情况,应通过均衡充电来消除。

(2) 对反极电池应单独用小电流反复充电、放电处理。

(3) 纠正蓄电池组中部分电池承担额外负荷的运行方式。

(4) 防止出现检修安装时个别蓄电池极性接反的错误。

(四) 极板上有效物质的过量脱落

1. 故障现象

(1) 新电池在初充电时,极板表面有效物质大面积翘起,并有部分脱落。

(2) 蓄电池在短时的运行期间内,容器底部便堆积有块状或粒糊状脱落物。



2. 故障原因

蓄电池活性物质脱落现象常发生在涂膏式的极板上,尤其是正极板。因为,蓄电池在充电电流作用下,正极板新的二氧化铅层在产生,旧的二氧化铅层会脱落,这是正常的,这种脱粉呈细沫状,其数量极小。但如果运行中,施行了不正确的充放电;添加了含有杂质的蒸馏水;电解液温度过高;或极板制造时涂膏与板栅结合不严及涂膏化成不均匀等原因都将造成极板的有效物质大片、大量的脱落。

3. 防止极板有效物质脱落的方法

(1) 严格按照蓄电池制造厂规定的电流值进行充放电。

(2) 蓄电池所用的浓硫酸和纯水确认为合格后才能使用。

(3) 注入蓄电池电解液或纯水的温度应控制在 $15 \sim 30^{\circ}\text{C}$ (或近似于室温)。

(五) 电解液密度低于和高于正常值

蓄电池维护检查中,若发现其电解液的密度降低时,可用密度为 1.400 的稀硫酸调整至 1.215 ± 0.005 (25°C),然后再充电到冒气泡为止,如此反复两三次即可达到规定值。若是因为蓄电池放电造成的电解液密度下降,则应对蓄电池组进行充电,待容量恢复以后密度就会上升到正常值。

当电解液密度高于正常值时,首先应查明是否在液面低或极板硫化未消除前,电解液密度较低时误加了密度较高的稀硫酸,然后,才能用合格的纯水将电解液密度稀释到规定值,再进行均衡充电,使电解液混合均匀。

(六) 电解液混浊

蓄电池的电解液中含有铁或锰的杂质时,在充电过程中电解液呈浅红色(正常为乳白色)。这是由于铁或锰杂质及极板脱落的二氧化铅微粒较多所引起的混浊现象,在充电电流增大时尤为明显。

由于电解液混浊而造成的容量降低,可用漂洗极板、清除沉淀物及更换电解液方法解决。

第三节 阀控式密封铅酸蓄电池

一、阀控式密封铅酸蓄电池的结构

单体电池的结构如图 1-4、图 1-5 所示,电池外壳及盖采用 ABS 合成树脂或阻燃塑料制作,正负极板采用特殊铅钙合金板栅的涂膏式极板,分隔板采用优质超细玻璃纤维棉(毡)制作,设有安全可靠的减压阀,实行高压排气。

阀控式密封铅酸蓄电池,其电解液有胶体电解液和超细玻璃纤维隔膜吸附电解液两类,我国大多采用后者。胶体电解液,由硫酸配制成的电解液包含在由 SiO_2 微粒组成的胶体物质中,电解液密度为 1.240。这种电解液充满电池槽内所有空隙,胶体电解液均匀性能好,因而在充放电过程中极板受力均匀不易弯曲。

超细玻璃纤维隔膜吸附电解液是用超细玻璃纤维隔膜将电解液全部吸附在隔膜中,它是一种贫电解液电池,隔膜约处于 90% 饱和状态,电解液密度约为 1.300。电池内无游离状态的电解液,电池可卧放也可立放,但立放电池高度有一定限制,否则电解液会产生分层现象。隔膜与极板采用紧装配工艺,内阻小受力均匀。



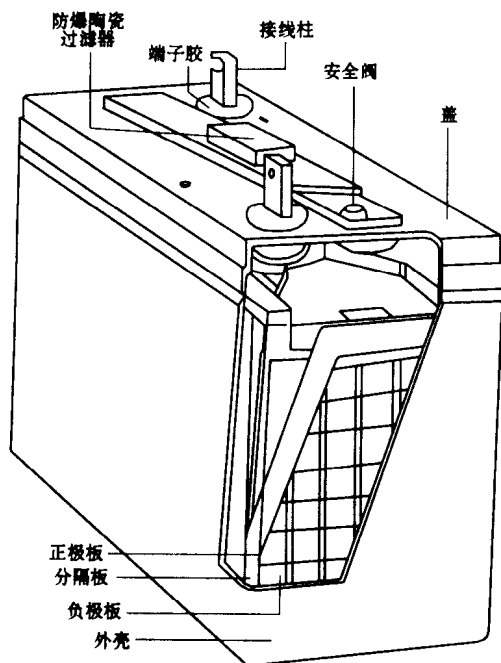


图 1-4 蓄电池结构 (100Ah 以下)

端高差压缩到最低限度，以避免层化或使层化过程变慢。而胶体电解液的电池，其顶端与底部的电解液流动被阻止，从而避免了层化。

在充电过程中热平衡的功能上阀控式密封铅酸蓄电池与防酸蓄电池有很多差别，阀控式密封铅酸蓄电池在充电过程中产生的热量要比普通铅酸蓄电池多得多，且为了防止水分过多蒸发，故其隔热性能较好；而普通铅酸蓄电池在充电过程中有相当一部分电能转变成分解水的化学能，然后以氢气和氧化形式从电池内逸出，热量由此释放。

阀控式密封铅酸蓄电池若大量过充或浮充电压过高，将导致充电电流增大；而电流增大温度升高使导电率增大，又促使充电电流进一步提高。这样反复循环将出现热失控现象，导致电池因过热而损坏。

为防止热失控现象发生，对阀控式密封铅酸蓄电池本体性能有如下要求：

(1) 电池电压分散性要小，一组电池在充电过程中任意二个电池端电压差不大于规定值。

(2) 在较高的环境温度下，要求较低浮充电压。

(3) 浮充电流要小。

避免电解液的层化是阀控式密封铅酸蓄电池力求解决的问题。铅酸蓄电池在充放电过程中电解液的密度在不断变化，充电时密度增大，放电时密度降低。对固定型铅酸蓄电池来说，充电时较重的电解液向底部沉降，放电时较轻电解液浮向顶部。在充放电过程中电解液按密度分层现象叫做层化。普通铅酸蓄电池利用充电时产生的气泡来搅拌电解液，使其趋于均匀状态。而对阀控式密封铅酸蓄电池来说，则要采用特殊技术手段来解决层化问题。

电解液层化将使极板和不同密度的电解液交界面上形成不同的电位，进而导致自放电增大、温升、腐蚀和水损耗加剧，影响蓄电池寿命。用超细玻璃纤维作为隔板的电池，其不同密度的电解液沿隔板微孔扩散。因而在结构上，采用水平卧式布置；在采用立式布置时，则把同一极板两

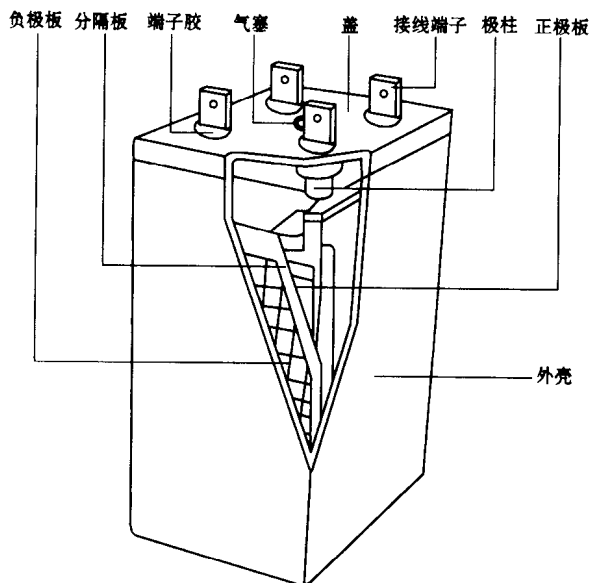


图 1-5 蓄电池结构 (200Ah 以上)

(4) 电池本体热容量要大。

(5) 热消散能力强，而水分蒸发量要小。

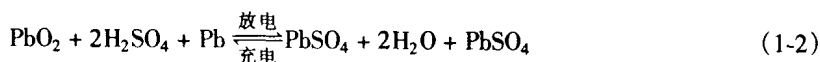
上述几点是衡量阀控式密封铅酸蓄电池品质的重要参数。

要克服热失控现象，除对电池本体提出要求外，还应注意以下几点：蓄电池室内或蓄电池柜要有较好的通风；环境温度不宜过高；整流充电装置必须具备限流、恒压功能；且恒压应保持在 $\pm 1\%$ 的范围内。

为了提高电池的散热效率，电池制造厂常用强化聚丙烯作为电池的外壳材料。这种材料散热性能好，而且强度高，防渗漏和阻燃性能也好。在结构上，将单体电池外壳紧贴外附的钢壳安装，或采用瓦楞状设计，并在钢壳上开孔，使叠装的电池组有数条上下贯通的通风道，以利散热。

二、阀控式密封铅酸蓄电池的密封原理

由铅酸蓄电池的工作原理可知，在放充电过程中有如下反应过程



由于正、负极板的电化反应各具特点，所以正、负极板的充电接受能力存在差别，当正极板充电到70%时，开始析氧 O_2 ；负极板充电到90%时，开始析氢 H_2 。



铅酸蓄电池实现密封的难点就是充电后期水的电解，阀控式密封铅酸蓄电池采取了以下几项重要措施，从而实现了密封性能。

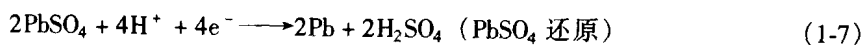
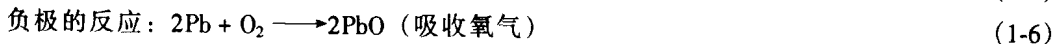
(1) 采用铅钙板栅合金，提高了气体释放电位，从而减少了气体释放量，同时使自放电率降低。

(2) 利用海绵状铅或负极活性物质的特性，这种物质在潮湿条件下活性很高，能与氧快速反应，阴极吸收氧气，抑制了水的减少而无需补水。

(3) 阀控式密封铅酸蓄电池采用了过量的负极活性物质设计，以保证蓄电池充电时，正极充足100%后，负极尚未充到90%，这样电池内只有正极上优先析出的氧气，而负极上不产生难以复合的氢气。

(4) 为了让正极释放的氧气顺利地扩散到负极并在负极上消耗掉，采用了新型超细纤维隔板膜，其孔率可达90%以上，再加上贫液的设计使氧气易于流通到负极再化合为水。

充电的最终阶段或过量充电情况下所进行的化学反应如下



综上所述：从正极板产生的氧气在充电时很快与负极板的活性物质起反应并恢复成水，由于损失极少，故此使蓄电池成为密封式电池。当充电电流超过一定值或充电温度不是特定的温度，正极产生的气体可能不会被负极全部吸收，这种情况下，内部压力就要升高，当达到安全阀的开启值，安全阀自动开启，使电池内部压力保持在允许范围。

