

铁路职工专业教材

蓄 电 池 工

潘尧明编

人 民 铁 道 出 版 社

本书内容有蓄电池工作原理及简单构造，充电设备的种类、特性、用途，充电与放电作业，蓄电池的修理和保管，工作安全注意事项等。

本书除作铁路职工专业教材外，还可供交通运输和有关部门汽车司机、电动柴油发电机司机、蓄电池工参考。

责任编辑 周秋枫

铁路职工专业教材

蓄 电 池 工

潘尧明 编

人民铁道出版社出版

(北京市霞公府甲24号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第010号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

书号 1964 开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 $2 \frac{7}{8}$ 字数 62 千

1964年11月第1版

1964年11月第1版第1次印刷

印数 0001—8,500册 定价(科一) 0.24元

目 录

第一章 蓄电池的工作原理及其构造	1
第一节 铅蓄电池的工作原理.....	2
一、充、放电原理.....	2
二、电压、电解液比重及容量.....	3
第二节 蓄电池的构造.....	5
一、蓄电池壳及盖.....	5
二、极板和隔板.....	6
第三节 电解液.....	9
第二章 充电设备	14
第一节 充电机.....	14
一、直流充电机.....	14
二、整流器.....	21
第二节 专用仪表、机具和工具.....	30
一、仪表的使用.....	30
二、专用工具的使用和保管.....	36
第三章 蓄电池的充电与放电作业	47
第一节 充电方法.....	47
一、恒流充电法.....	47
二、恒压充电法.....	48
三、直流电源的极性识别.....	49
第二节 充电作业.....	50
一、充电时蓄电池的连接法.....	50
二、初充电.....	52
三、复充电.....	55

四、快速充电	55
五、充电时的注意事项	56
第三节 放电作业	56
第四章 蓄电池的修理与保管	61
第一节 蓄电池的故障现象及其原因	61
第二节 蓄电池的修理	66
一、修理种类及工作范围	66
二、修理前的检查	66
三、蓄电池的拆卸	67
四、零件的清洗及检验	68
五、修理方法	71
六、装 合	76
七、废料的处理和极板的翻新	81
第三节 蓄电池的保管	82
一、平时的存放保管	82
二、长期封存保管	83
三、电解液的冻结	85
四、蓄电池的搬运	85
第四节 安全注意事项	86

第一章 蓄电池的工作原理及其构造

蓄电池在工程机械和汽车的发动机上，是作为电源的一种器具。它的功用是：

1. 当发动发动机时，供给起动电动机和点火系统的用电。
2. 当发动机发动后，若发电机的电压低于蓄电池的电压时，则蓄电池可将化学能转变为电能，用来供给机械、汽车上的电气设备的用电。
3. 若发电机的电压高于蓄电池的电压时，则蓄电池可将发电机输出的电能转变为化学能储存起来。

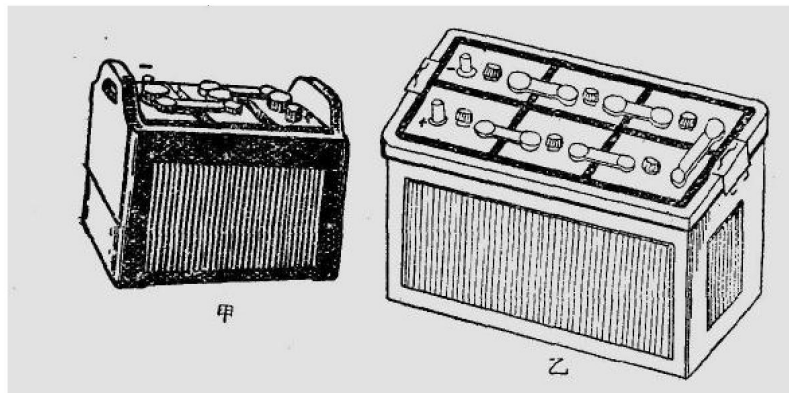


图 1-1

甲——6伏特蓄电池；

乙——12伏特蓄电池。

用于机械、汽车的发动机上的蓄电池，一般是6伏和12伏的两种，如图1-1所示。

蓄电池也可以组成较大的电池组来作为动力电源。如电瓶车就是用电池组作为动力电源的。

第一节 铅蓄电池的工作原理

一、充、放电原理

铅蓄电池是由二氧化铅与海绵状纯铅制成的两个电极，浸入电解液（稀硫酸溶液）里所构成（见图1—2）。由于电极和电解液间所起的化学变化，使两极之间产生电动势（电压）。

如用灯泡把外部电路接通后，灯泡便立即发光。这时，电流便从二氧化铅板的一端流出，经过外部电路和灯泡而从纯铅板的一端流入。通常我们把电流流出的一端叫“阳（正）极”，电流流入的一端叫“阴（负）极”。因此，二氧化铅板就叫“阳（正）极板”，纯铅板就叫“阴（负）极板”。这种将化学能转变为电能而输出电流的现象，叫蓄电池的放电。在放电过程中，由于两

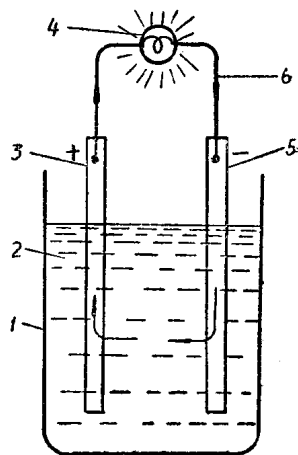


图1—2 电池放电原理图。

- 1——容器； 2——电解液；
3——二氧化铅板； 4——灯泡；
5——纯铅板； 6——外部电路。

极板上的物质不断地和电解液起

化学变化，硫酸便逐渐地渗入铅板，使铅板的物质逐渐变成硫酸铅，电解液因硫酸减少、水分相对增加而变稀。直至两极间电动势消失，灯泡熄灭，蓄电池便放电完了。

如果把放了电的蓄电池的两极与直流发电机或其他直流电源接通（蓄电池的阳极接电源的正极，蓄电池的阴极接电源的负极），使发电机的电流方向和蓄电池放电时的电流方

向相反的通过蓄电池，使蓄电池放电时变化的物质还原，重新将电能储存起来以供再用，这种将电能变成化学能的现象，叫做蓄电池的充电（见图1—3）。

充电时的蓄电池化学变化与放电时相反。

充电时，由于充电电流的作用，使两极的硫酸根逐渐溶解于电解液中，极板还原，电解液中水分减少，硫酸成分增多，因而变浓。其浓度达到放电前的数值时，表示充电已足。

二、电压、电解液比重及容量

蓄电池的电压、电解液比重及容量三者有密切的关系。而电压的大小又和电动势和内部电阻的大小有关系。现分别介绍如下：

1. 蓄电池的电动势

蓄电池电动势的大小，几乎不受极板充电程度的影响，而与电解液比重成正比，即电解液比重增高，电动势随着增大；电解液比重减小，则电动势随着降低。

2. 蓄电池的内部电阻

蓄电池的内部电阻包括：电解液的电阻、极板的电阻和隔板的电阻。

电解液的电阻与其成分、温度和比重有关。如果电解液成分不好，温度降低或比重减少，都会增大内电阻。

隔板的电阻与其多孔性有关，因为增加多孔性，就能提

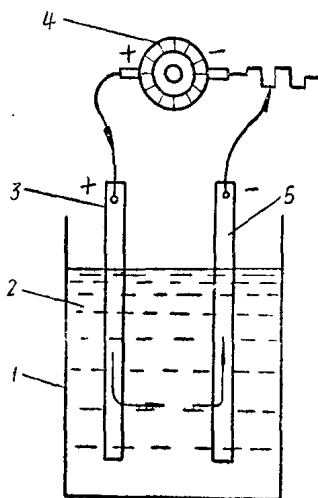


图1—3 电池充电原理图：

- 1——容器； 2——电解液；
3——二氧化铅板； 4——直流发电机；
5——纯铅板。

高电解液渗透的能力，因此可以减小内电阻。

极板的电阻与其厚度及活性物质的状况有关。如用较薄而且多孔性较好的极板时，电解液容易渗入，使内电阻减少。

3. 蓄电池的电压（或称端电压）

放电时蓄电池的电压是用电压表在两电极上测量出来的电压值，其数值等于电动势减去内部电阻的电压降。当没有接通外电路时，端电压和电动势相等，而充电时的端电压则等于电动势与内部电阻的电压降之和。

蓄电池在充放电过程中，其端电压随着充放电电流的强弱、及内部电阻值的变化而变化。例如：在放电时，如果负荷电流增大、或者内电阻增大，都会引起端电压的降低。在充电时，若充电电流增大或内电阻增大其端电压就会升高。

4. 蓄电池的容量

蓄电池的容量，是以“安培小时”计算；即放电的电流（安培）乘放电时间（小时）的乘积。

常用的蓄电池的“标称容量”是在规定的条件下测定的，即在电解液温度为 15°C 时，以稳定的电流连续放电10小时左右，至电压降低到1.7伏特时为止的放电电流（安培）与时间（小时）的乘积。这个稳定的电流强度（安培）叫做10小时放电率。

影响铅蓄电池容量大小的因素有：正负极板上的活性物质的数量、电解液的温度和比重、充电和放电电流的大小以及材料的化学纯度等。

极板的活性物质愈多，蓄电池容量就愈大。因此极板的尺寸愈大、片数愈多，则与电解液接触的面积就愈大，容量也就大；在活性物质数量相等，质量相同的情况下，极板愈薄容量愈大。因为电解液容易渗透活性物质，使较多的活性

物质参与化学变化。活性物质的多孔性愈好，电解液渗透愈容易，因而容量就大。

若电解液的温度降低，则容量减少；反之，则容量增大。这是因为温度降低时，电解液的粘度增加，渗入极板较慢。但温度也不能过高，如超过 40°C 时，就会使活性物质松软而脱落。

电解液浓度越大比重也大，容量增加。电解液比重一般为 $1.250 \sim 1.280$ 克/厘米³ 之间。

当蓄电池用强的电流充电时，其化学变化只限于极板的表面，而不能扩散到极板的内层，所以不能将所有的硫酸铅变成二氧化铅和海绵状的铅，因而使容量降低。在蓄电池以强的电流放电时，极板活性物质的表面易被硫酸铅复盖，并将会堵塞活性物质的孔隙，使电解液难于渗入极板内层，因而也会降低容量。

除以上的因素外，制造极板的材料的化学纯度以及配制电解液用的硫酸和水的化学纯度也有影响，如果材料含有杂质就会造成蓄电池的内部放电，使容量减小。

第二节 蓄电池的构造

铅蓄电池的构造如图1—4所示，是由三个单电池相互串联起来组成的。其主要构成部分有：蓄电池壳5、阳极板4、阴极板3和隔板1等。

一、蓄电池壳及盖

蓄电池壳是用来盛放电解液和极板用的。它是用沥青或硬橡胶制成。用沥青制成的蓄电池壳，在里面还镶有抗酸的薄衬套。

蓄电池壳内部分成三格或六格，互不相通。每格成为一

个单电池,各单电池内均有同等数量的极板、隔板和电解液。

蓄电池壳的底部有凸起的肋条2 (见图1—4), 用以搁置极板组, 以免极板下部与蓄电池底部的沉淀物接触而引起短路。

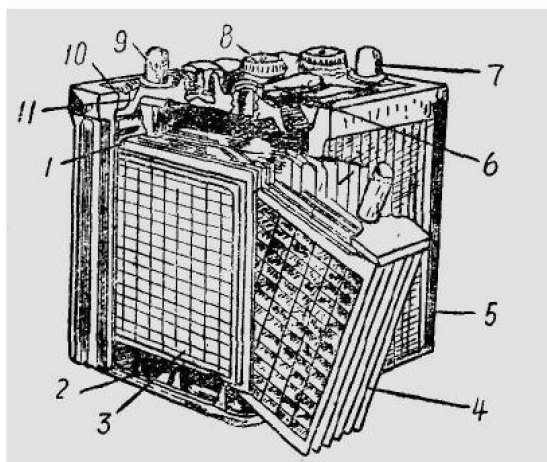


图1—4 蓄电池的构造图:

1——隔板; 2——肋条; 3——阴极板; 4——阳极板; 5——蓄电池壳; 6——连接板; 7——阳极端子; 8——加液孔塞; 9——阴极端子; 10——密封胶; 11——壳盖。

每一个单电池上, 都装有蓄电池壳盖11 (见图1—4), 壳盖的制造材料与蓄电池壳的材料相同。壳盖上有三个孔, 两边的两个孔是供电极端子穿出盖外用的, 中间的一个是用来加注电解液的孔, 平时用加液孔塞拧紧。塞上有通气孔, 以便充放电时把发生的气体排出。

蓄电池壳与盖的缝隙, 用密封胶封闭。密封胶的成分是沥青75%, 机油14%, 炭墨11%。

二、极板和隔板

极板是用94%的铅和6%的锑制成栅架 (加锑是为了增

加其机械强度)，在栅架的空格子中涂上一层用铅丹（正极板）或黄铅粉（负极板）和硫酸溶液调合而成的活性物质（见图1—5），同时为了防止极板的收缩，通常还得渗入些多孔剂，如硫酸镁、黑铅和硫酸钡等，然后放在硫酸溶液中进行充电，使阳极板变成二氧化铅，呈棕色，阴极板变成多孔的海绵状纯铅，呈青灰色。

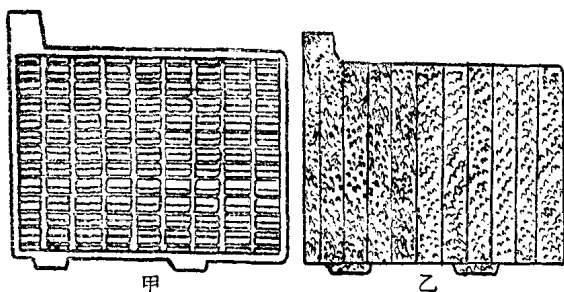


图1—5 铅蓄电池的极板：

甲——极板栅架；

乙——涂有活性物质的极板。

为了能够获得较大的容量和最小的体积，蓄电池的每一单电池都装有若干片极板，并且阴极板总比阳极板多一片。如图1—4所示，阳极板4是由六片并排焊在同一电极端子上，阴极板3则是七片并排焊在一起。因此，每一片阳极板总是被夹在两片阴极板之间。这是为了防止阳极板因单面放电而拱曲。

为了减少蓄电池的体积和内电阻，阴阳极板彼此靠的很近，在其每片间装有一隔板（见图1—4）以防止阴阳极板互相接触而发生短路

隔板应该具有多孔性的结构，以便电解液的渗透，并使其电阻减少。隔板的材料有橡胶，玻璃纤维，塑料、木材等。用橡胶，玻璃纤维和塑料制造的隔板，品质较好，但价

錢较贵，还没有普遍使用，木质隔板用的较多。

木隔板的形状如图1—6所示，它的一面做有沟槽，在装配时，应将沟槽直立并面向阳极板，以便在充电时所产生的气泡沿沟槽上升，极板上脱落的活性物质沿沟槽下降。同时因为阳极板化学反应比阴极板剧烈，沟槽的空隙也能使阳极板更多的接触电解液。

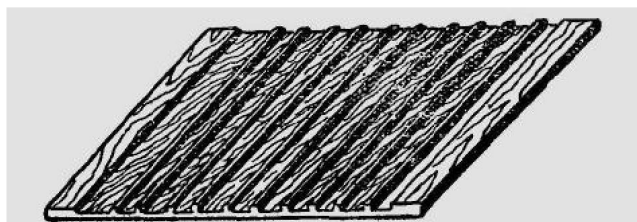


图1—6 木隔板

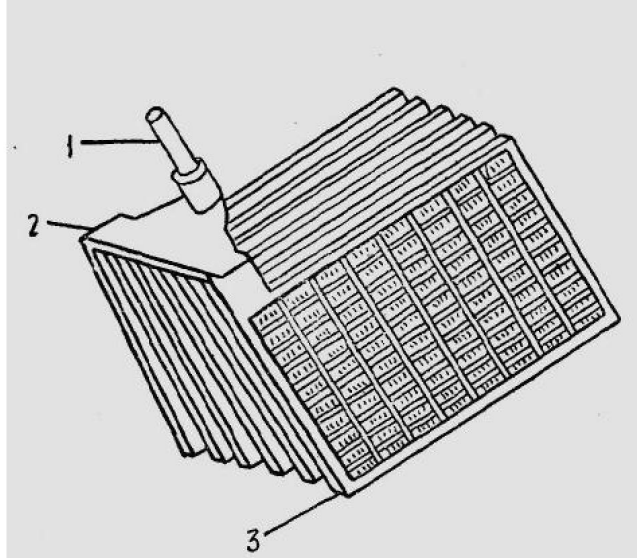


图1—7 极板半组的形状，

1——极端子， 2——焊接部分， 3——极板。

极板的组合情况如图1—7、图1—8、图1—9所示。

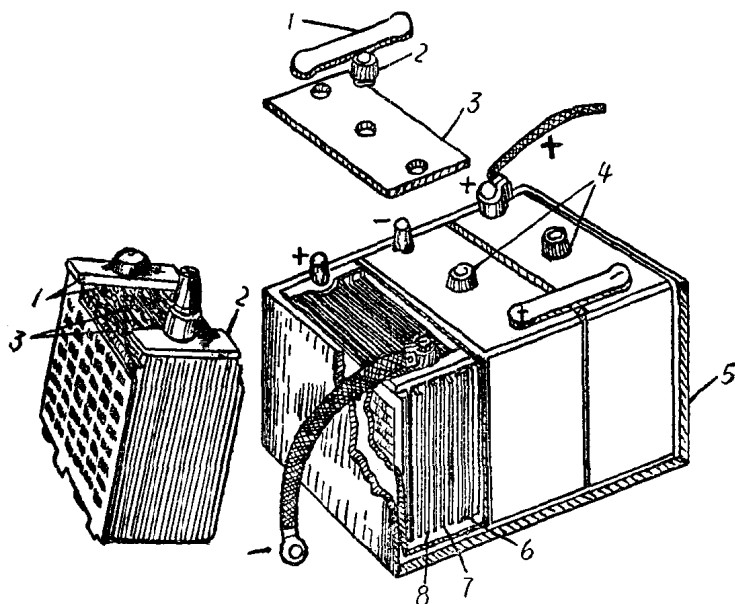


图1—8 极板组：
1——阴极板半组；2——
阳极板半组；3——隔板。

图1—9 极板组在壳内的情况：
1——连接板；2——加液孔盖；3——壳盖；
4——加液孔；5——壳；6——阴极板；
7——隔板；8——阳极板。

第三节 电 解 液

电解液是用纯净的蓄电池专用硫酸和蒸馏水配制而成（不可采用工业用硫酸）。硫酸的比重为1.840克/厘米³其浓度在90%以上，一般多用瓷缸盛装，搬运时应加注意，以免打破瓷缸而发生烧伤事故。

电解液所用的蒸馏水必须纯洁，若有杂质侵入电解液中，会造成蓄电池的自行放电，形成不应有的损失。检验蒸馏水（或雪水及雨水）是否纯洁的方法是：把25立方厘米的

蒸餾水注入試管，再注入少量硫酸和約 1 立方厘米的鐵氰化鉀溶液，混合之後在試管中加熱到沸騰，再冷卻到周圍空氣溫度。然後加約 2 立方厘米的鐵氰化鉀到試管中，這時如果溶液顏色變成綠色或淡青色，證明該水是適合的。如果變成藍色，則表示含有鐵質，不適合使用。

製造蒸餾水時，使用如圖 1—10 所示的蒸餾器，這種蒸餾器可用電爐及普通的火爐來加熱。

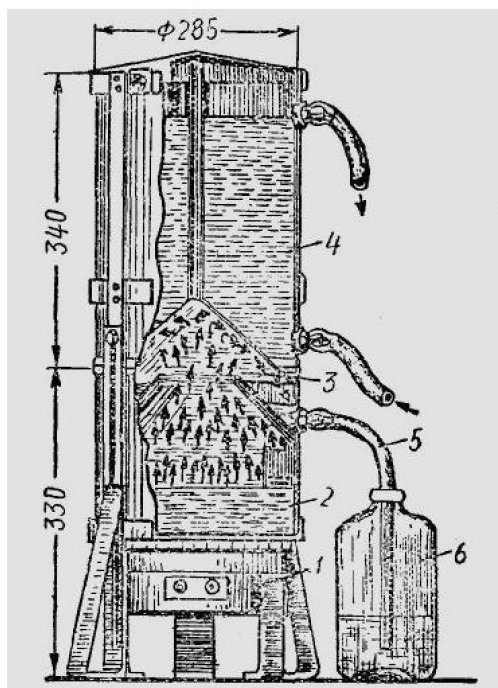


圖1—10 蒸餾器：

- 1——電爐； 2——熱水槽； 3——冷凝室；
4——冷水槽； 5——橡皮管； 6——集液瓶。

蒸餾水要存放在玻璃或陶瓷制的容器內，不許接觸鐵制器具。

配制電解液時，必須應用玻璃、鉛質、陶瓷質的器具

，因为其他金属所制成的器具都要受到硫酸的腐蚀作用，使电解液含有杂质。

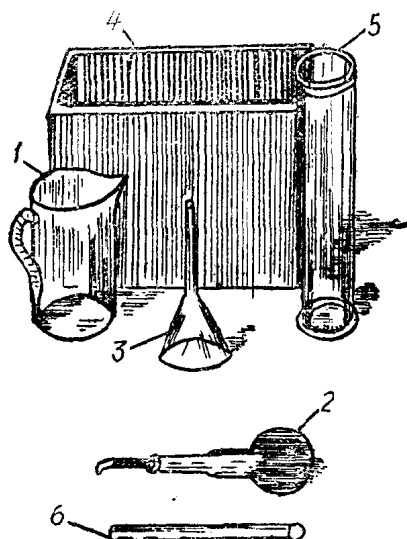


图1-11 配制电解液用的器具：

1——陶质杯； 2——橡皮球； 3——漏斗； 4——塑料盒；
5——量筒； 6——玻璃棒。

电解液的比重，可根据所在地的气候条件按表1所列数据配制。

蓄电池电解液比重的标准

表 1

气候条件	充电终期的蓄电池，在15°C时电液比重	
	冬季	夏季
冬季温度，低于摄氏零下40度的地区	1.310	1.270
冬季温度，在摄氏零下40度以上地区	1.290	1.250
冬季温度，在摄氏零下30度以上的地区	1.280	1.250
冬季温度，在摄氏零下20度以上的地区	1.270	1.240
冬季温度，在摄氏零度以上地区	1.240	1.240

表 2

配制电解液硫酸与水的比例
(用比重为1.84克/厘米³的硫酸)

+15°C 时的 比重 (克/厘米 ³)	按体积计算的含量		+ 15°C 时的 比重 (克/厘米 ³)	按体积计算的含量	
	水	硫酸		水	硫酸
1.100	91.5	8.5	1.210	81.3	18.7
1.110	90.5	9.5	1.220	80.4	19.6
1.120	89.7	10.3	1.230	79.4	20.6
1.130	88.8	11.2	1.240	78.4	21.6
1.140	87.9	12.1	1.250	77.4	22.6
1.150	87.0	13.0	1.260	76.4	23.6
1.160	86.1	13.9	1.270	75.4	24.6
1.170	85.1	14.9	1.280	74.4	25.6
1.180	84.2	15.8	1.290	73.4	26.6
1.190	83.3	16.7	1.300	72.4	27.6
1.200	82.3	17.7	1.310	71.3	28.7

在计算配制的电解液所需的硫酸量时，可利用表 2 所列的数据。

在没有比重表的情况下，电解液约可用二份体积的纯硫酸，加上五份体积的蒸馏水配成。

电解液的配制按下列步骤进行：

1. 根据表 1 和表 2 计算出所需蒸馏水和硫酸的用量。

2. 戴上护目镜和橡皮手套，穿上橡皮围裙，然后量取蒸馏水，并将它灌入配制电解液所用的容器中。

3. 量取硫酸，将它缓慢地注入盛有蒸馏水的容器中，并不断地用玻璃棒搅拌溶液。绝对不能将水倒入硫酸中，否

则会发生严重的爆炸事故。

4. 测量电解液的比重及温度。若电解液温度超过标准温度 (15°C) 时, 应按温度的相差数修正电解液的比重。

修正值等于温度差数乘每差 1°C 电解液比重的变化值。一般电解液温度每升高或降低 1°C , 比重降低或升高 0.0007 克/厘米³。

不同温度下的电解液温度修正系数, 见表 3 所示。

表 3

对不同电解液温度修正数

电解液的温度 $^{\circ}\text{C}$	加于比重计读数上的修正值	电解液的温度 $^{\circ}\text{C}$	加于比重计读数上的修正值
+40	+0.0175	-5	-0.0140
+35	+0.0140	-10	-0.0175
+30	+0.0105	-15	-0.0210
+25	+0.0070	-20	-0.0245
+20	+0.0035	-25	-0.0280
+15	0	-30	-0.0315
+10	-0.0035	-35	-0.0350
+5	-0.0070	-40	-0.0385
+0	-0.0105	-45	-0.0420

5. 当所测量的电解液比重过高或过低, 不符合配制的标准时, 可加蒸馏水或硫酸进行调整。

6. 待电解液冷却后, 才可加入蓄电池中使用。因为温度过高的电解液, 对极板会有损害。

在配制电解液过程中, 遇有硫酸溅在皮肤上或衣服上时, 必须迅速用蘸有苏打溶液或10%氨水溶液的布擦净, 或用大量的清水冲洗。