

中国物资出版社

张育益 白勇 编著



内燃叉车电气设备及其维修

内燃叉车电气设备及其维修

TH242.07

中国物资出版社

8.12022

内 燃 叉 车 电 气 设 备 及 其 维 修

张育益 白 勇 编著



中国物资出版社

(京)新登字 090 号

DV64/06

内燃叉车电气设备及其维修

作者 张育堃 白 勇 编著
出版 中国物资出版社
(北京市西城区月坛北街 25 号)
发行 全国新华书店
印刷 北京市巨山印刷厂
开本 16 开 787×1092 毫米
印张 14.5
字数 340 千字
版次 1993 年 12 月第 1 版 第 1 次印刷
印数 5000 册
书号 ISBN7-5047-0699-X/TH·0059
定价 11.00 元

编 者 的 话

近几年来,我国叉车制造工业发展迅速,尤其是中、小吨位叉车在国内已有相当大的年产量。为了使从事叉车技术工作的技术人员、维修人员和驾驶人员更好地掌握各种类型叉车电气设备的使用与维修技术,我们特编写了《内燃叉车电气设备及其维修》一书。

在编写过程中,我们力求理论联系实际,比较系统地介绍了叉车上采用的电气设备的功用、结构、工作原理、检修技术、常见故障的诊断及其排除方法;结合引进日本叉车技术,介绍了引进日本 F₆ 型叉车上所采用的一些较先进的电气设备的结构和工作特性;列举了全国几个主要叉车生产厂家所生产的十三种规格叉车的电气线路图。

本书具有内容系统、实用、通俗易懂、直观性强等特点,是从事叉车技术工作的技术人员、维修人员和驾驶人员不可缺少的工具书。

本书第一、二、五、六、七章由宝鸡叉车公司白勇编写,第三、四、八章由中国人民解放军运输工程学院张育益编写,全书由中国人民解放军运输工程学院赵秀全、吴基安审阅。在编写过程中还得到宝鸡叉车厂许多有叉车电气设备维修经验的行家们的大力支持和帮助,在此谨致谢意。

由于我们经验不足,水平有限,书中难免有不少缺点和错误,恳切希望读者批评指正。

目 录

第一章 铅蓄电池及其维修	(1)
第一节 铅蓄电池的用途及构造.....	(1)
一、铅蓄电池的用途	(1)
二、铅蓄电池的构造	(1)
三、铅蓄电池型号的意义	(4)
第二节 铅蓄电池的工作原理及特性.....	(5)
一、铅蓄电池的工作原理	(5)
二、铅蓄电池的工作特性	(6)
三、干荷电铅蓄电池的机理.....	(10)
第三节 铅蓄电池的使用与维护	(11)
一、铅蓄电池的常见故障.....	(11)
二、铅蓄电池的使用与维护.....	(12)
三、铅蓄电池的充电.....	(14)
四、铅蓄电池的修理.....	(17)
第四节 铅蓄电池的测试	(18)
一、开路电压的测试.....	(18)
二、电解液相对密度的测试.....	(19)
三、高放电率试验.....	(20)
四、三分钟充电试验.....	(21)
第二章 发电机与调节器及其维修	(22)
第一节 直流发电机	(22)
一、直流发电机的种类.....	(22)
二、直流发电机的结构.....	(22)
三、直流发电机的工作原理及特性.....	(25)
第二节 交流发电机	(28)
一、交流发电机的优点.....	(28)
二、交流发电机的结构.....	(30)
三、交流发电机的工作原理.....	(35)
第三节 发电机调节器	(38)
一、直流发电机调节器的结构与工作原理.....	(38)
二、交流发电机调节器的结构与工作原理.....	(39)
第四节 发电机内装式集成电路调节器	(46)

一、集成电路调节器的优点及种类·····	(46)
二、集成电路调节器的结构·····	(46)
第五节 直流发电机及其调节器的检修 ·····	(47)
一、磁场绕组的检修·····	(47)
二、电枢绕组的检修·····	(47)
三、换向器的检修·····	(48)
四、电刷和电刷架的检修·····	(49)
五、发电机装复后的试验·····	(49)
六、调节器的检修与调试·····	(50)
第六节 交流发电机及其调节器的检修 ·····	(52)
一、交流发电机的整体检测·····	(52)
二、交流发电机的拆装顺序·····	(53)
三、交流发电机零部件的检验·····	(53)
四、交流发电机的修理·····	(56)
五、交流发电机的试验·····	(58)
六、调节器的检修与调试·····	(59)
七、充电指示灯的工作原理·····	(63)
第七节 充电系故障的诊断与排除 ·····	(64)
一、充电系的组成·····	(64)
二、常见故障的诊断与排除方法·····	(64)
第三章 起动机及其维修 ·····	(69)
第一节 起动系的功用及组成 ·····	(69)
一、起动系的功用·····	(69)
二、起动系的组成·····	(69)
第二节 起动系的结构与工作原理 ·····	(70)
一、起动机·····	(70)
二、起动继电器·····	(80)
三、起动机的工作原理·····	(80)
第三节 起动机的检修 ·····	(82)
一、起动机的解体 and 清洁·····	(82)
二、起动机零部件的检验·····	(82)
三、起动机的修理·····	(88)
四、起动机的装配与调试·····	(91)
第四节 起动系故障的诊断与排除 ·····	(94)
一、起动机不转·····	(94)
二、起动机转动无力·····	(97)
三、起动机空转·····	(97)
四、起动机撞击并有异响·····	(97)
五、单向离合器不回位·····	(98)

第五节 起动机的使用与维护	(98)
一、起动机使用注意事项	(98)
二、起动机的维护	(99)
第四章 点火装置及其维修	(100)
第一节 点火装置的功用及组成	(100)
一、点火装置的功用	(100)
二、点火装置的组成	(100)
第二节 点火装置的结构与工作原理	(100)
一、点火线圈	(100)
二、分电器	(102)
三、火花塞	(109)
四、点火开关	(111)
五、点火装置的工作情况	(111)
六、影响高压电压的因素	(113)
第三节 点火装置的检测与调整	(116)
一、点火线圈的检验	(116)
二、分电器的检验与修理	(117)
三、火花塞的检验与维护	(124)
第四节 点火装置故障的诊断与排除	(126)
一、发动机不能发动	(126)
二、发动机工作不正常	(135)
第五节 点火装置的使用与维护	(137)
一、点火装置的使用	(137)
二、点火装置的维护	(138)
第五章 照明及灯光信号装置	(139)
第一节 灯具的结构与工作原理	(139)
一、灯系的作用	(139)
二、灯具的结构与工作原理	(139)
第二节 开关装置	(141)
一、车灯开关	(141)
二、制动灯开关	(142)
三、倒车灯开关、空档开关	(143)
四、转向灯开关	(144)
五、点火开关、预热起动开关	(145)
六、其它开关	(147)
第三节 前照灯的调整与保养	(147)
一、前照灯的调整	(147)
二、前照灯的保养	(148)
第四节 照明电器故障的诊断与排除	(148)

一、照明电路的组成	(148)
二、照明电路故障的诊断	(148)
三、照明电路故障的排除	(149)
第五节 灯光信号装置故障的诊断与排除	(150)
一、转向信号灯故障的诊断与排除	(150)
二、小灯、后灯和制动信号灯电路故障的诊断	(152)
第六章 仪表及其检修	(156)
第一节 概 述	(156)
第二节 仪表的结构及工作原理	(156)
一、水温表	(156)
二、燃油表	(160)
三、油压表	(161)
四、电流表	(163)
五、气压表	(164)
六、车速里程表	(164)
七、记时表	(166)
第三节 仪表电路故障的诊断	(166)
一、水温表电路故障的诊断方法和步骤	(166)
二、机油压力表电路故障的诊断方法和步骤	(167)
三、燃油表电路故障的诊断方法和步骤	(168)
第七章 其它电气设备	(170)
第一节 电喇叭及喇叭继电器	(170)
一、电喇叭及喇叭继电器的结构与工作原理	(170)
二、电喇叭的故障与检修	(172)
第二节 闪光继电器	(172)
一、电容式闪光继电器	(172)
二、电热式闪光继电器	(173)
第三节 刮水器	(174)
第四节 油压警报装置	(175)
一、油压警报装置的结构与工作原理	(175)
二、油压警报装置故障的诊断与排除	(175)
第五节 仪表指示灯与警告灯符号表示方法	(176)
第六节 柴油发动机预热装置	(176)
一、CPC2K 型叉车上的发动机预热装置	(176)
二、QOS - II 型快速起动系统	(177)
第七节 辅助电气设备	(178)
一、暖风电机	(178)
二、收放音机	(178)

第八章 叉车电气线路	(184)
第一节 电气线路的分析原则	(184)
一、电气线路的基本概念	(184)
二、电气线路分析	(184)
第二节 导线及线束	(191)
一、导 线	(191)
二、线 束	(194)
第三节 全车电气线路的认读及故障排除	(195)
一、全车电气线路的认读	(195)
二、全车电气线路技术状况的检查	(196)
三、全车电气线路故障的排除	(196)
第四节 全车电气线路图	(200)
图 1 北京 CPQ1 型叉车电气设备线路图	(200)
图 2 合肥 CPQ3 型叉车电气设备线路图	(201)
图 3 合肥 CPC3 型叉车电气设备线路图	(202)
图 4 合肥 CPCD3 型叉车电气设备线路图	(203)
图 5 大连 CPCD5 型液力传动叉车电气设备线路图	(204)
图 6 天津-巴尔干 DV1784·33 型叉车电气设备装配图	(205)
图 7 天津-巴尔干 DV1784·33 型叉车照明系统电路装配图	(206)
图 8 宝鸡 CPQ2K 型叉车电气设备线路图	(207)
图 9 宝鸡 CPC2K 型叉车电气设备线路图	(208)
图 10 宝鸡 FG20、FG25、FG30 型叉车电气设备线路图(H20 汽油机用)	(209)
图 11 宝鸡 FD20、FD25、FD30 型叉车电气设备线路图(C240 柴油机用)	(210)
图 12 湖南 CPCD5 型叉车电气设备线路图	(211)
图 13 厦门 CCQ3 型叉车电气设备原理图	(212)
图 14 厦门 CCC3 型叉车电气设备原理图	(213)
参考文献	(214)

第一章 铅蓄电池及其维修

蓄电池是一种化学电源。充电时,它能把电能转换为化学能贮存起来,放电时,它又能把化学能转换为电能,供给用电设备。

蓄电池有酸性蓄电池和碱性蓄电池。酸性蓄电池又叫铅蓄电池。它与碱性蓄电池相比,虽然使用寿命短,体积和重量较大,但具有价格低、起动性能好(因内电阻小,短时间内能放出较大电流)的优点。所以,目前在叉车等车辆上普遍采用铅蓄电池。

第一节 铅蓄电池的用途及构造

一、铅蓄电池的用途

叉车的用电设备是由硅整流交流发电机(或直流发电机)和蓄电池并联供电的。在发动机正常工作时,主要由发电机给用电设备供电。在起动发电机时,铅蓄电池向起动电动机和点火系供电;在发动机不工作或怠速运转时,铅蓄电池向用电设备供电;在发电机电压不足或过载时,铅蓄电池作为补充电源,协助发电机供电。

铅蓄电池本身并不能产生电能,而只起贮存电能的作用。蓄电池向外供电(放电)后,本身贮存的电能逐渐减少,如不及时补充,就不能继续工作。所以,叉车上的铅蓄电池都同发电机并联工作,如图 1-1 所示。在发电机的电压高于蓄电池时,便向蓄电池充电,补充蓄电池电能的消耗。

在起动发动机时,需要蓄电池在短时间内供给起动电动机几百安的大电流(一般为 200~600 安)。能适应这种要求的蓄电池叫起动型蓄电池。

二、铅蓄电池的构造

铅蓄电池有 6 伏和 12 伏两种,分别由三个单格和六个单格串联而成,每个单格的电压为 2 伏。

铅蓄电池主要由正极板、负极板、隔板、壳体和电解液等组成,如图 1-2 所示。

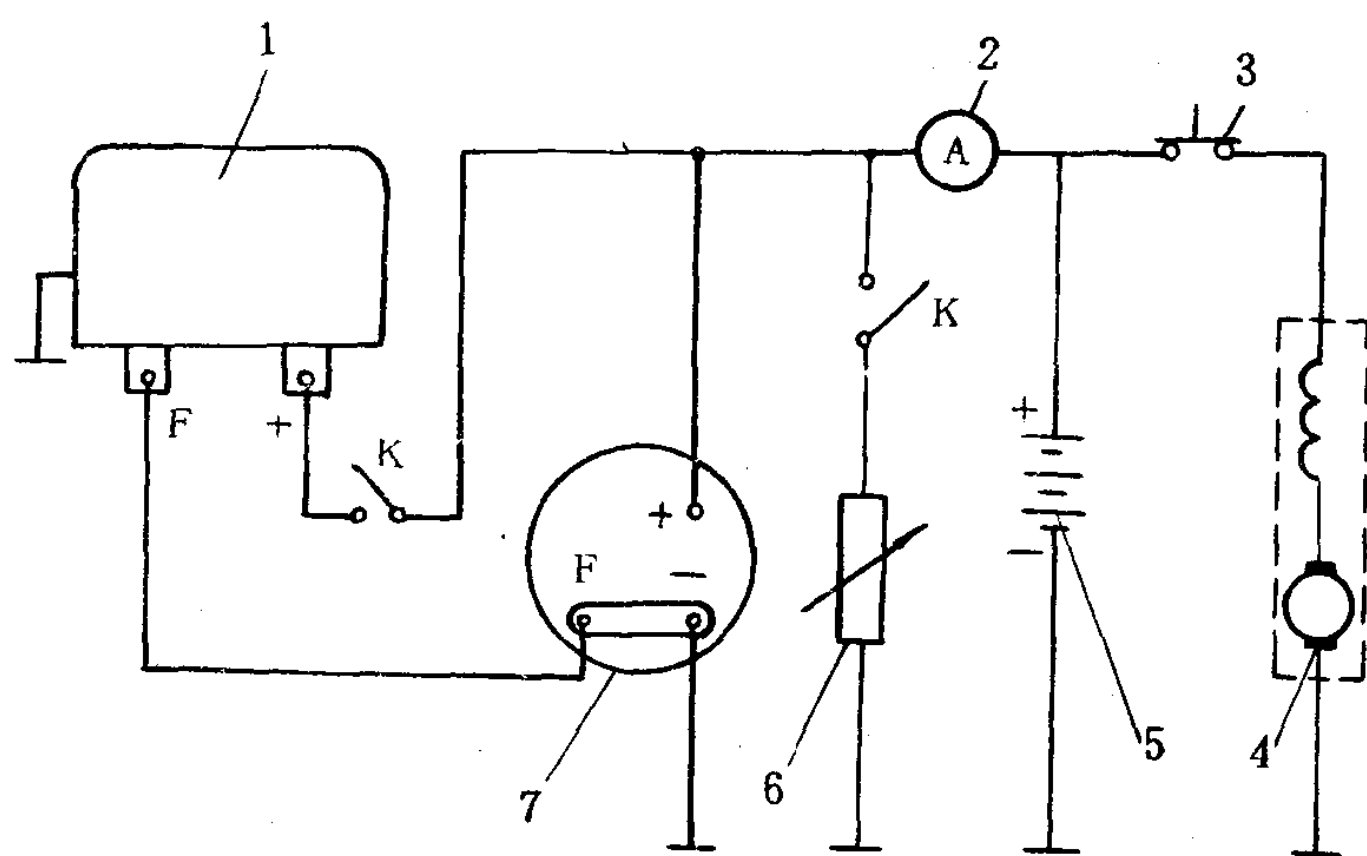


图 1-1 叉车并联电路

1—调节器;2—电流表;3—起动按钮;4—起动电动机;5—蓄电池;6—用电设备;7—发电机

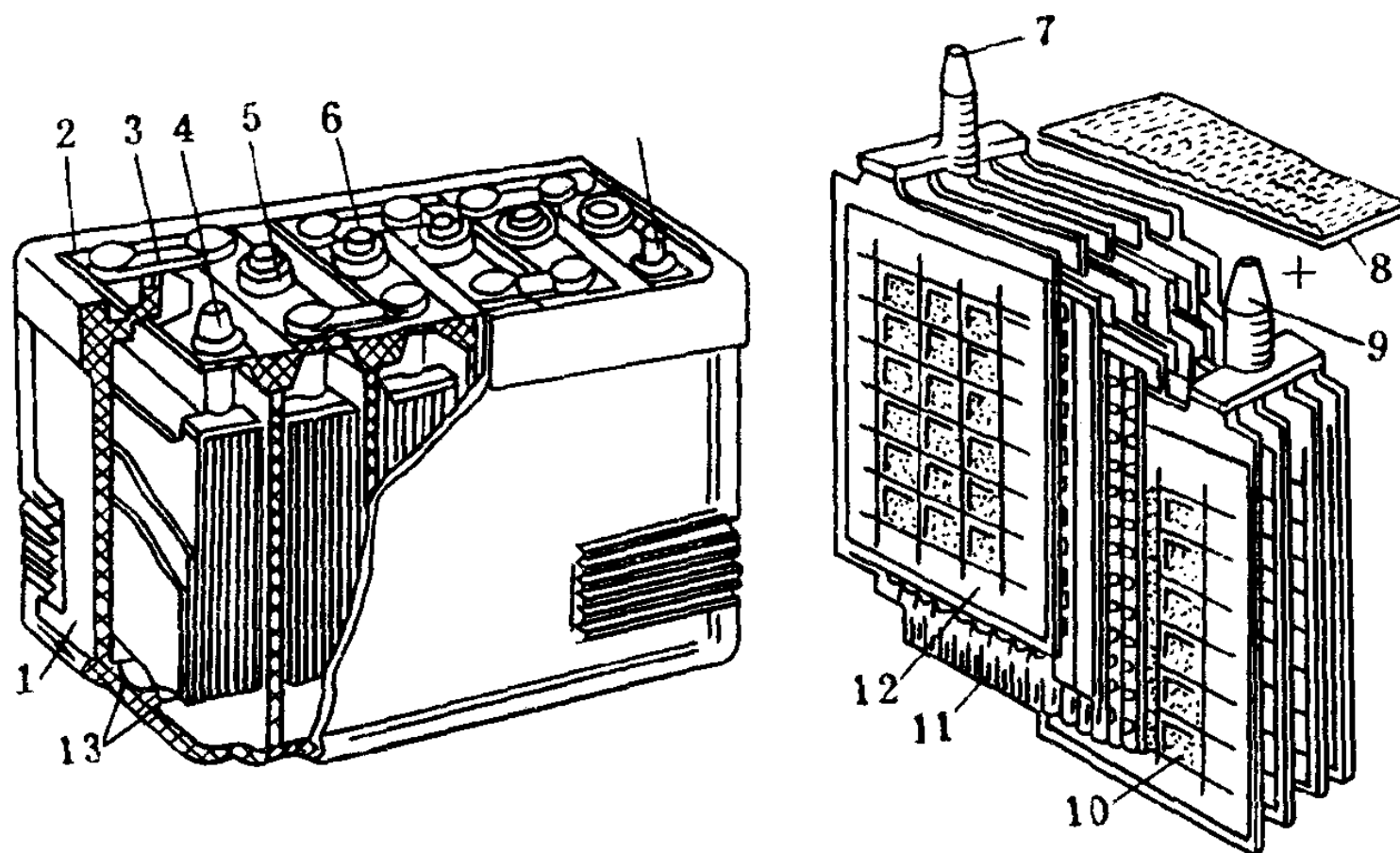


图 1-2 铅蓄电池构造图

1—蓄电池壳；2—粘胶封料；3—加液孔；4—极板接线柱；5—加液孔盖；6—连接单格电池横条；7—负极板接线柱；8—防护板；9—正极板接线柱；10—正极板；11—隔板；12—负极板；13—支撑肋条

1. 极板

铅蓄电池的充电和放电，是靠正、负极板上工作物质（或称活性物质）和电解液中的硫酸的化学反应来实现的。正负极板的活性物质是不同的。

正极板的活性物质是棕色的二氧化铅 PbO_2 ，填充在栅架的格子内，如图 1-3、图 1-4 所示。栅架由铅锑合金制成，其中含铅 94%，含锑 6%（锑是为了提高栅架的机械强度和改善浇铸性能）。

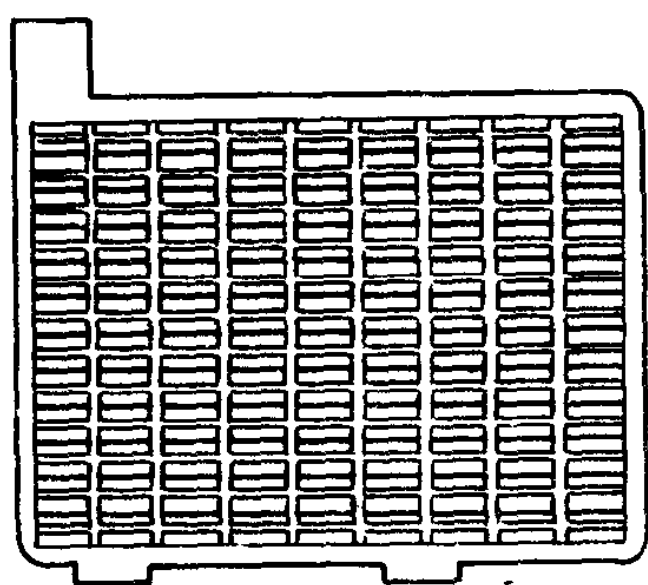


图 1-3 栅架

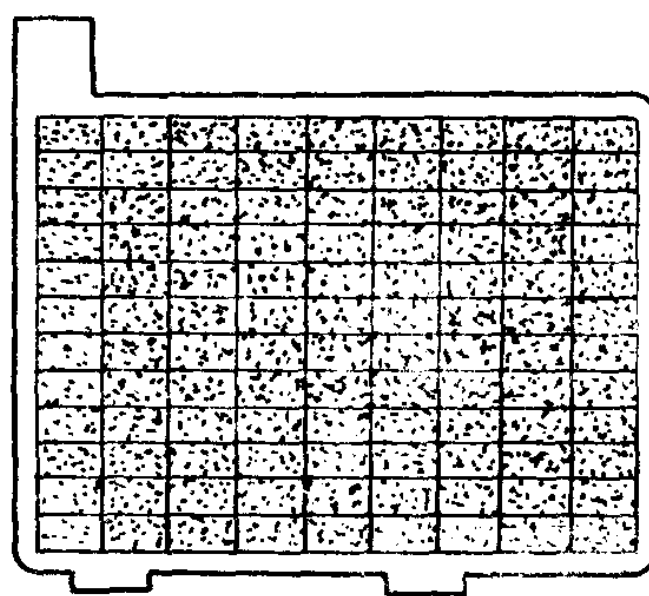


图 1-4 极板

负极板的活性物质是青灰色的海绵状纯铅 Pb ，也填充在铅锑合金的栅架内。

为了增大蓄电池的容量，常将多片正极板和多片负极板（正极板 4 至 13 片，负极板 5 至 14 片）用横板连接成正极板组和负极板组，如图 1-5 所示。极板片数越多，面积越大，蓄电池的容量也就越大。安装时每个正极板都夹在两个负极板中间，这样就可以保证在充、放电过程中正极板两面上的化学反应程度趋于一致，使极板不易产生翘曲变形和活性物质脱落（正极板上

的活性物质较疏松,机械强度低)。

在多格电池中,相邻单格的极板组以联条串联起来。两个凸出的极柱供连接外部导线用,上面铸有“+”号的为正极极柱,铸有“-”号的为负极极柱。

2. 隔板和护板

为减小蓄电池内部的尺寸,正负极板应装得尽可能靠近。为了避免互相接触而短路,正负极板间用绝缘的隔板隔开。隔板材料应具有多孔性结构,以便电解液能自由渗透。常用的隔板材料有木材、微孔塑料、微孔橡胶、玻璃纤维等。

目前多数蓄电池采用组合式隔板,由氯乙烯塑料板和木隔板或玻璃纤维板和无槽木板两种材料组成。安装时应使氯乙烯塑料板或玻璃纤维板朝向正极板。

护板是一个冲有小孔的硬橡胶薄片或塑料薄片,装在极板组的上面,以防损坏极板和落入电池内的杂质附在极板上而造成短路。

3. 外壳

外壳用来盛装极板、隔板和电解液,多采用硬橡胶制成,具有耐酸、耐热和绝缘耐震的特性。现国内已有生产塑料壳体的蓄电池。塑料壳体的韧度和强度高,壁薄,重量小,用料少,而且易于热封合,生产效率高。

外壳内有隔壁,将外壳分成三个或六个单格。底部有凸盘,一方面用来支承极板组,另一方面可使脱落的物质沉淀在凸盘之间的沟槽内,以免极板短路,如图 1-6 所示。

4. 电解液

蓄电池中的电解液用纯净硫酸和蒸馏水配制而成。一般工业用硫酸和非蒸馏水都含有有害杂质,不能加入蓄电池,否则容易自行放电,并易损坏极板。

电解液的密度对蓄电池的工作有重要影响。密度大些,可以减少结冰的危险,并提高蓄电池的容量。但密度过大,由于粘度增加,会降低蓄电池的容量,而且会使极板和隔板缩短使用寿命。电解液密度的大小应随地区和气候条件而定,在一般情况下充足电后电解液的密度为:

- 气温 30~35℃ 1.260g/cm³
- 气温 25~30℃ 1.270g/cm³

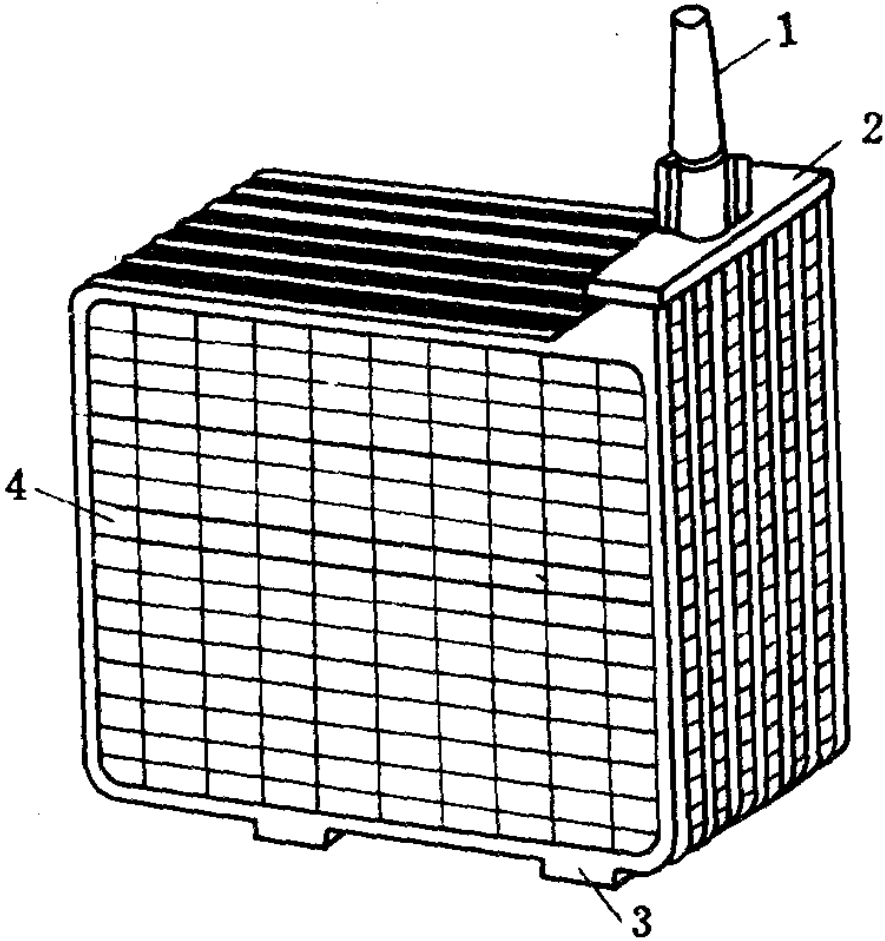


图 1-5 极板组

1—接线柱;2—横板条;3—支承凸起;4—极板

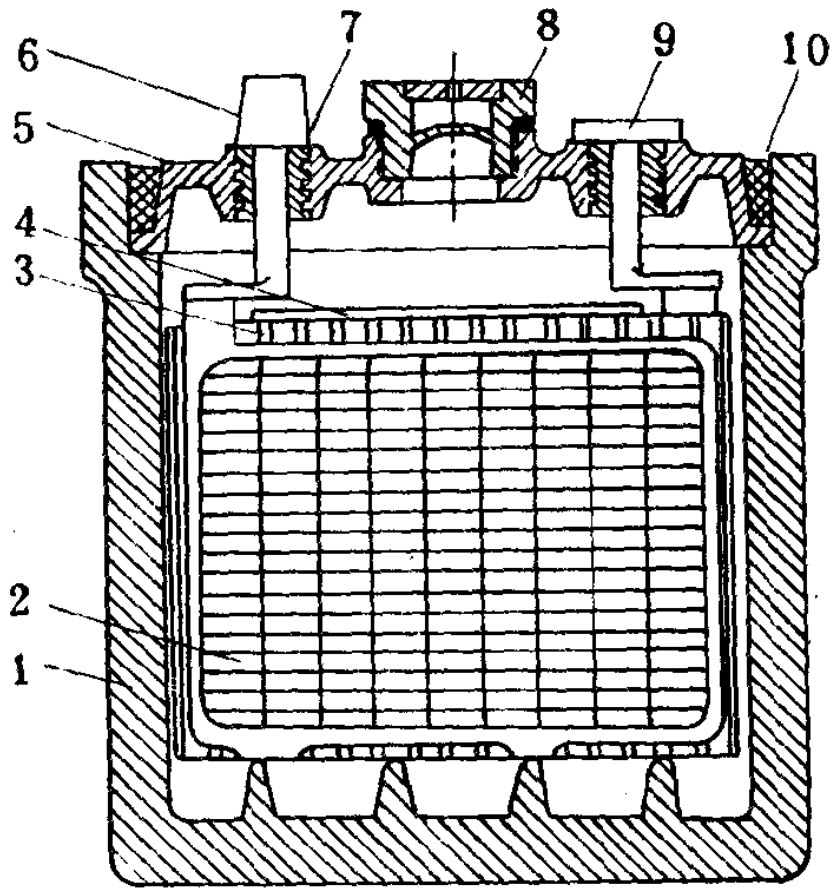


图 1-6 蓄电池剖面图

1—容器;2—极板;3—隔板;4—保护板;
5—池盖;6—电桩;7—铅质衬套;8—加液口
小盖;9—联条;10—封口料

气温在 25℃以下 1.280g/cm³
液面高度应在护板以上 10~15mm。

5. 单格与单格之间的串联方式

以叉车上使用的 12 伏蓄电池为例,该型蓄电池由 6 个单格串联而成。普通橡胶槽的蓄电池单格之间是通过联条串联,塑料壳的蓄电池各单格之间的串联采用了穿墙式结构。所谓穿墙式结构就是在两相邻的隔板墙上设一直径约为 10 毫米的孔,将两单格中极性相反的两个极柱经过加热加壓在小孔处连接在一起,如图 1-7 所示。

6. 极柱与加液孔螺塞

蓄电池有正、负两极柱。正极柱有“+”标记,负极柱有“-”标记,接线时切勿接错。负极柱用搭铁线与车架连接,实现接铁;正极柱通过蓄电池电线(也叫电瓶线)接起动机。

为了便于补充电解液,在每个单格顶部设一个加液孔螺塞。螺塞顶部有一个通气孔,便于因自然蒸发和电解水产生的气体排出蓄电池,防止因气压过高而发生爆炸事故。

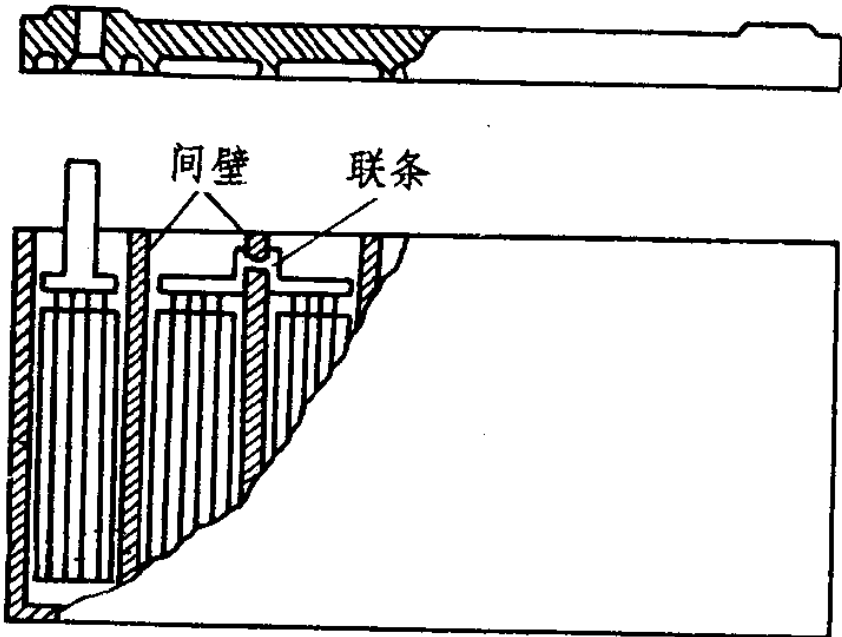


图 1-7 单格蓄电池之间的穿墙焊接示意图

三、铅蓄电池型号的意义

1. 国产铅蓄电池的型号

铅蓄电池的型号由三部分组成:

- (1)单体蓄电池的组成个数,若为一个可省略不写;
- (2)蓄电池的结构和特性;
- (3)蓄电池的容量,单位为安·时。

例如,宝鸡 FD20 叉车使用的铅蓄电池型号 6-QA-100,其中 6 表示该蓄电池由 6 个单格组成,每个单格额定电压为 2 伏,故该蓄电池额定电压为 12 伏;Q 表示起动型铅蓄电池;A 表示干荷电铅蓄电池;100 表示以 20 小时放电率测定,蓄电池的额定容量为 100 安·时。

常见蓄电池型号的字母的含义如表 1-1 所示。

表 1-1 常见蓄电池型号的字母的含义

字母(汉字)	含 义	蓄 电 池 类 型 及 举 例
Q(起)	起动	起动用蓄电池,如 6-Q-75
A(干)	干荷	起动干荷蓄电池,如 6-QA-75
G(高) (管)	高起动率	高起动率蓄电池,如 6-Q-40G
	管式正极板	固定型防酸管式蓄电池,如 GGF-100
D(电)	蓄电池车	蓄电池车用蓄电池,如 DG-400
N(内)	内燃机车	内燃机车用蓄电池,如 NG-462

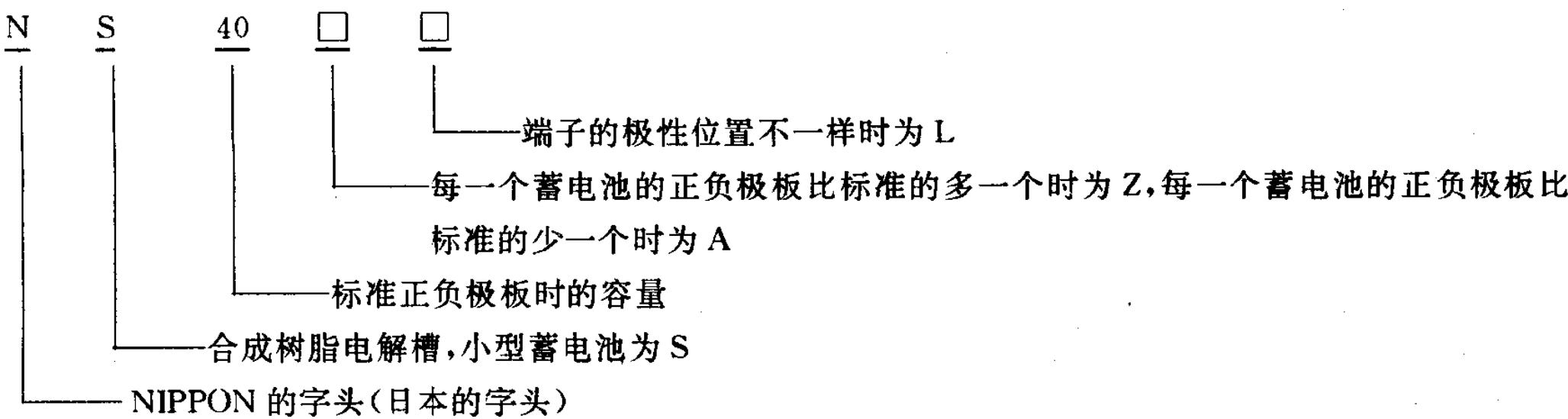
续表

字母(汉字)	含 义	蓄 电 池 类 型 及 举 例
T(铁)	铁路客车	铁路客车用蓄电池,如 TG-450
B(标)	航标	航标用蓄电池,如 B-500
M(摩)	摩托车	摩托车用蓄电池,如 3-M-12

2. 日本蓄电池的型号

根据日本汽车技术协会(JASO)规定,各蓄电池制造厂家的产品型号均有统一标准。

表 1-2 日本蓄电池的型号



例如:

- N40 40A · h(4 块正极板)
- N40L 40A · h 与 N40 的正、负接线柱极性(位置)相反
- NS40 32A · h 比 N40、NS40Z 的容量小,属轻型蓄电池
- NS40L 32A · h 与 NS40 的正、负接线柱极性(位置)相反
- NS40Z 35A · h 比 NS40 的容量大,是小型蓄电池
- NS40ZL 35A · h 与 NS40Z 的正、负接线柱极性(位置)相反

第二节 铅蓄电池的工作原理及特性

一、铅蓄电池的工作原理

电解液是由硫酸和蒸馏水配制而成的。硫酸溶于水中,就会分解成带正电的正离子(氢离子)和带负电的负离子(硫酸根离子)。电解液就是靠正、负离子的移动起导电作用的。

一个完全充电的铅蓄电池,正极板上的活性物质是二氧化铅,负极板上的活性物质是海绵状的纯铅。两种不同的导体放在同一电解液中,由于化学反应,两极之间就有电位差,其中二氧化铅的电位高,为正极;铅的电位低,为负极。

下面介绍在充、放电过程中铅蓄电池内部的化学反应。

(一)放电过程

充电后,铅蓄电池如果把正、负极的外电路接通(安上用电设备),铅蓄电池就开始放电,电

路中形成电流,如图 1-8 所示。

这时,电解液中的负离子向负极板移动,正离子向正极板移动。负极板上的铅与电解液中移来的负离子起化学反应,生成硫酸铅 PbSO_4 ,同时在负极板上留有电子 Ze 。负极板得到的电子经导线、用电设备流到正极板上。正极板上的二氧化铅得到电子,与电解液中的正离子和硫酸共同起化学反应,生成硫酸铅。同时在正极板附近生成水,使电解液的密度下降。在外部电流继续流通时,正、负极板上的活性物质二氧化铅 (PbO_2) 和铅 (Pb) 将不断转变为硫酸铅 (PbSO_4),电解液中的硫酸 (H_2SO_4) 逐渐减少,而水 (H_2O) 逐渐增多。在理论上,这种变化过程

将进行到极板上的所有活性物质转变为硫酸铅为止,但实际上达不到这种情况,原因是电解液不能渗透到极板活性物质最内层中去。在使用中所谓放完电的铅蓄电池,实际上只是极板上的活性物质材料只有 20~30% 转变为硫酸铅。

(二) 充电过程

如图 1-9 所示,把已放电的铅蓄电池接上直流电源,电源的正极接在铅蓄电池的正极,电源的负极接在铅蓄电池的负极,就可对铅蓄电池充电。这时,铅蓄电池两极板和电解液发生与放电时相反的化学反应。电解液中的负离子向正极板移动,正离子向负极板移动。移向正极板的负离子和正极板上的硫酸铅起作用,生成二氧化铅和硫酸,同时交出一部分电子。电子沿导线经电源到铅蓄电池的负极,负极板上的硫酸铅接受电子,与电解液中移来的正离子起作用,生成纯铅和硫酸。正、负极板在化学反应中产生的硫酸全部溶解于电解液中。所以,在充电终了时,正负极板、

分别恢复成二氧化铅和铅,电解液中硫酸增加,密度上升。

二、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_0 、内电阻 R_n 、充放电特性和容量。

1. 静止电动势 E_0 和内电阻 R_n

铅蓄电池在静止状态下(充电或放电后静止 2~3 小时)两极的电位差称为静止电动势,其大小取决于电解液的密度和温度。图 1-10 表示单格电池的静止电动势 E_0 与 15℃ 时电解液的密度的关系。

铅蓄电池的内电阻包括电解液的内电阻、极板电阻、隔板电阻及电柱接触电阻等。在正常使用中极板的电阻很小,只有当极板发生硫化故障时极板电阻才会明显增大。电解液的电阻与电解液的密度和温度有关。密度过大、温度过低时电解液粘度增大,渗透能力下降,电解液电阻增大。隔板电阻主要取决于隔板的材料、厚度以及多孔性。单格之间的串联连接电阻由于是固定连接式结构(新型塑料壳电池采用穿墙式结构),故电阻已降到最小。

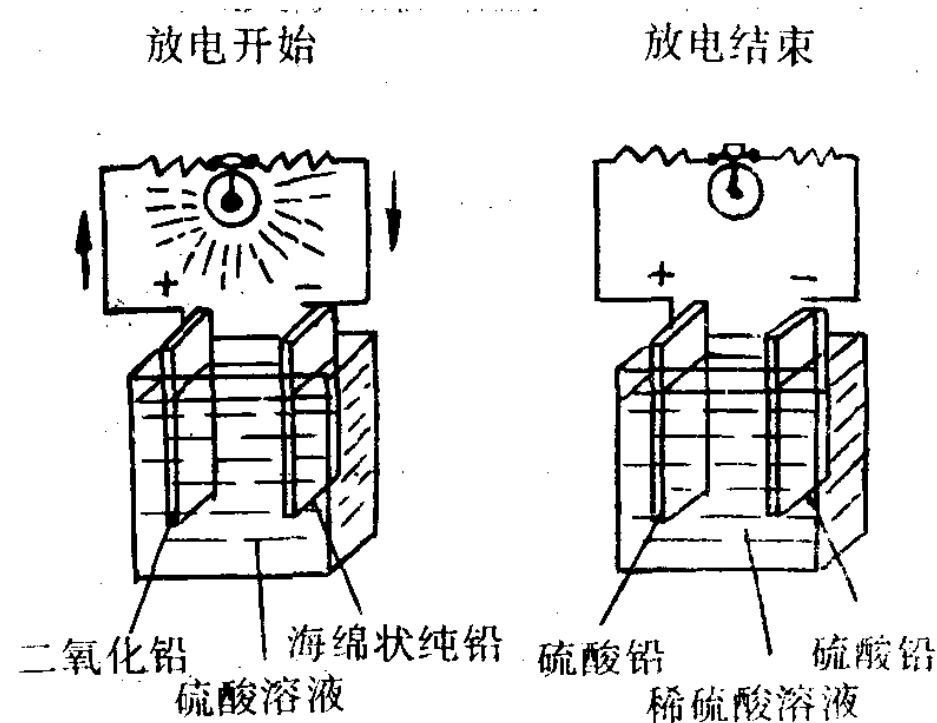


图 1-8 铅蓄电池放电过程

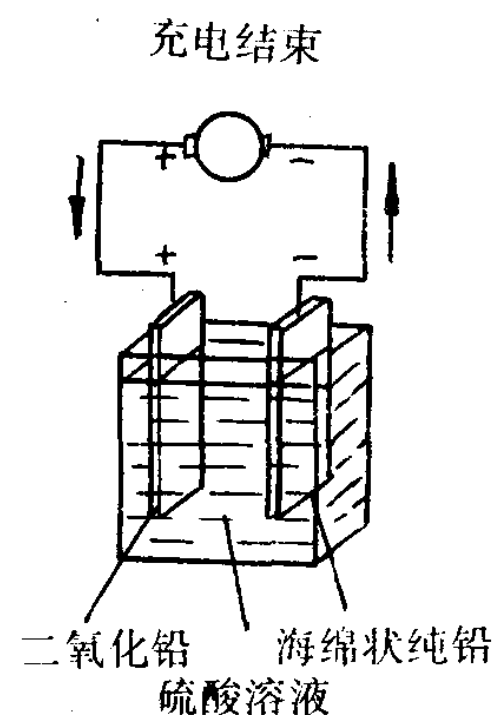


图 1-9 铅蓄电池充电过程

极柱与导线的连接电阻主要取决于接触面积大小和接触面的氧化程度。因此在使用中应尽可能保持极柱表面清洁,连接牢固可靠。

2. 放电特性

铅蓄电池的放电特性是指在以恒定电流放电过程中,铅蓄电池的端电压 U_t 、电动势 E 和电解液密度随时间而变化的规律。测定铅蓄电池放电特性的电路如图 1-11 所示。用该电路图可测定绘制出铅蓄电池的放电特性曲线如图 1-12 所示。测定绘制的方法是:在放电过程中不断地调节可变电阻,使放电电流保持恒定不变,并每隔一定时间测一次端电压 U_t 、电动势 E 、电解液密度 γ_t 和温度 t ,再将 γ_t 换算为 15°C 时的电解液密度,根据这些参数即可绘制出铅蓄电池发电特性曲线图。

15 $^\circ\text{C}$ 时电解液密度的换算公式:

$$\gamma_{15^\circ\text{C}} = \gamma_t + \beta(t - 15)$$

式中, $\gamma_{15^\circ\text{C}}$ — 15°C 时电解液的密度; γ_t — 实际测得的密度; t — 实际测得的温度; β — 密度与温度换算系数, $\beta = 0.00075$ 。

从图 1-12 中可以看出,电解液密度 $\gamma_{15^\circ\text{C}}$ 是直线下降的,从 1.27 降至 1.11。这是因为放电电流是恒定的,所以在单位时间内,蓄电池内部活性物质与电解液进行化学反应的速度是一定的,这时所消耗的硫酸和所生成的水分子

与放电时间成正比关系,因而可用测量电解液密度来判断蓄电池的放电程度。在一般情况下, 15°C 时电解液密度 $\gamma_{15^\circ\text{C}}$ 每下降 0.04,则蓄电池约放电 25%。

3. 充电特性

铅蓄电池的充电特性是指在以恒定电流充电过程中,蓄电池的端电压 U_t 、电动势 E 和电解液密度随时间的变化规律,如图 1-13 所示。

在充电过程中,蓄电池的电解液密度 $\gamma_{15^\circ\text{C}}$ 和静止电动势 E_j 是与充电时间成直线关系增长的。端电压 U_t 不断上升,并且总是大于电动势 E ,因为充电时的充电机加在蓄电池正负极的端电压必须克服电动势 E 和电池内电阻 R_n 上的电压降,电流才能通过。

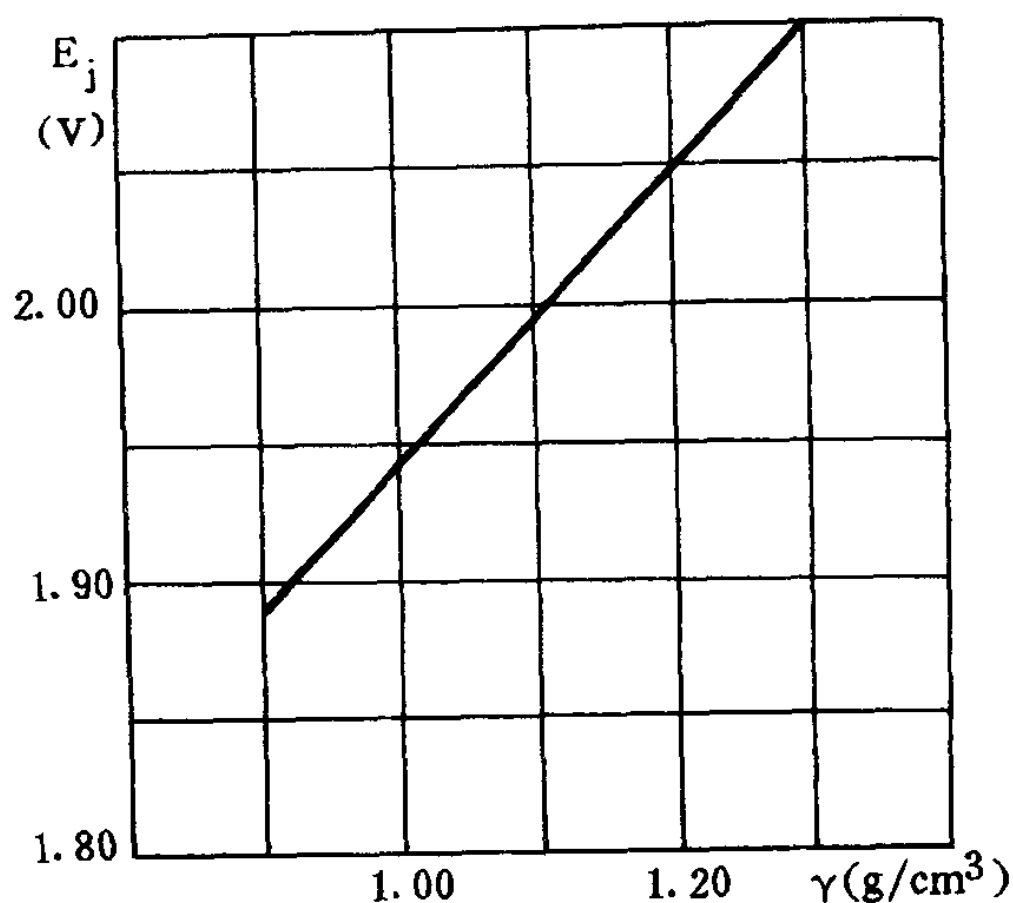


图 1-10 静止电动势 E_j 与 15°C 时电解液密度的关系

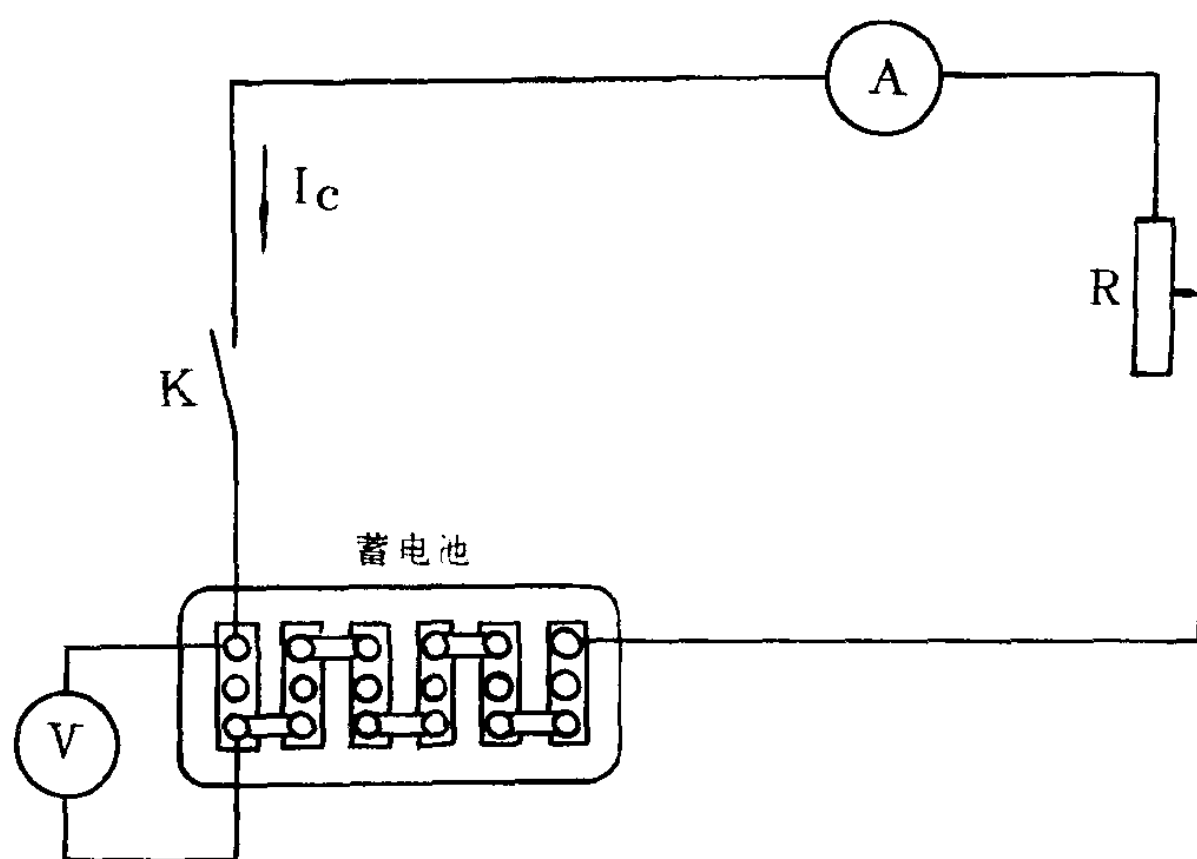


图 1-11 测定铅蓄电池放电特性的电路

在充电开始瞬间,电动势 E 和端电压 U_t 迅速上升,然后慢慢上升到 2.3~2.4 伏,开始产生气泡,并逐渐增多,形成“沸腾”现象。接着电压剧烈上升到 2.7 伏,以后便不再上升。电动势始终保持比端电压低一些。

如此时将充电电流切断,端电压逐渐降低到静止电动势的数值(2.11 伏)。

在充电过程中,活性物质和硫酸的化学反应是在极板的微小孔隙中进行的。开始接通充电电流时,极板孔隙表层迅速生成硫酸,使孔隙中电解液密度增大,故端电压和电动势迅速上升。端电压上升到 2.1 伏以后,孔内硫酸向外扩散。当继续充电至孔隙内硫酸所产生的速度和向外扩散的速度达到平衡时,电动势和端电压就不再剧烈上升,而是随着整个容器内电解液密度的上升而缓慢上升。

当电压达到 2.3~2.4 伏时,极板上可能参加变化的活性物质差不多全部恢复为二氧化铅和纯铅。继续通电,便使电解液中水的分子分解,产生氢气和氧气,以气泡的形式剧烈放出,形成“沸腾”状态。由于产生的氢气是

以离子状态集结在溶液中负极板处,来不及立即全部变为气泡而泄出,便使溶液和极板之间产生了附加电压(电位差)约 0.33 伏,因而使端电压上升到 2.7 伏左右。此时应切断电流,如继续通电,非但不能增加蓄电池的储电容量,并可极板受损。但在实际使用中,为保证将电池充足,常须继续充电 2~3 小时,测量电压和比重如不再增加,才停止充电。

判断蓄电池确实充足电的标志是:

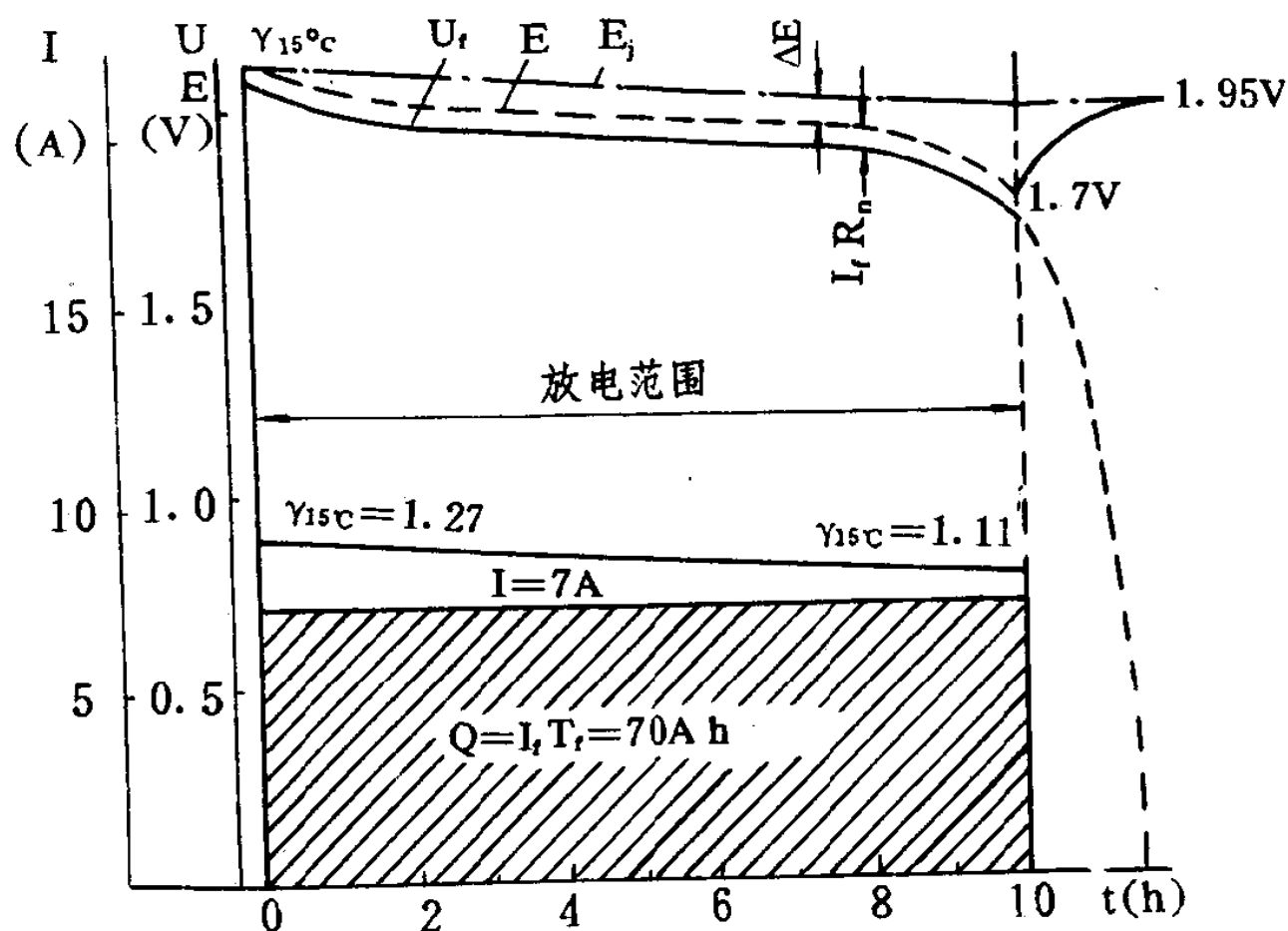


图 1-12 铅蓄电池放电特性曲线图

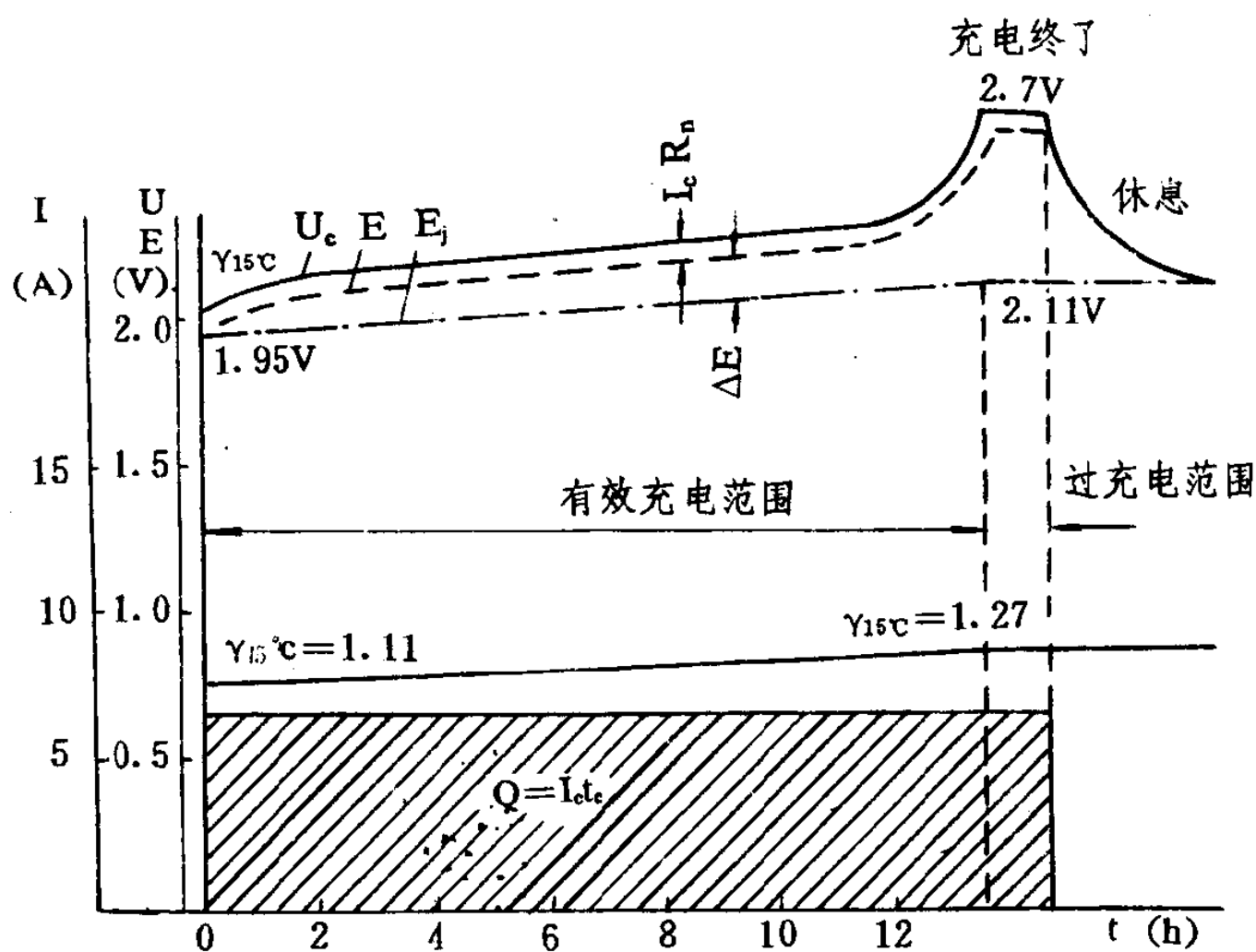


图 1-13 蓄电池的充电特性