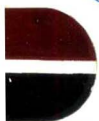
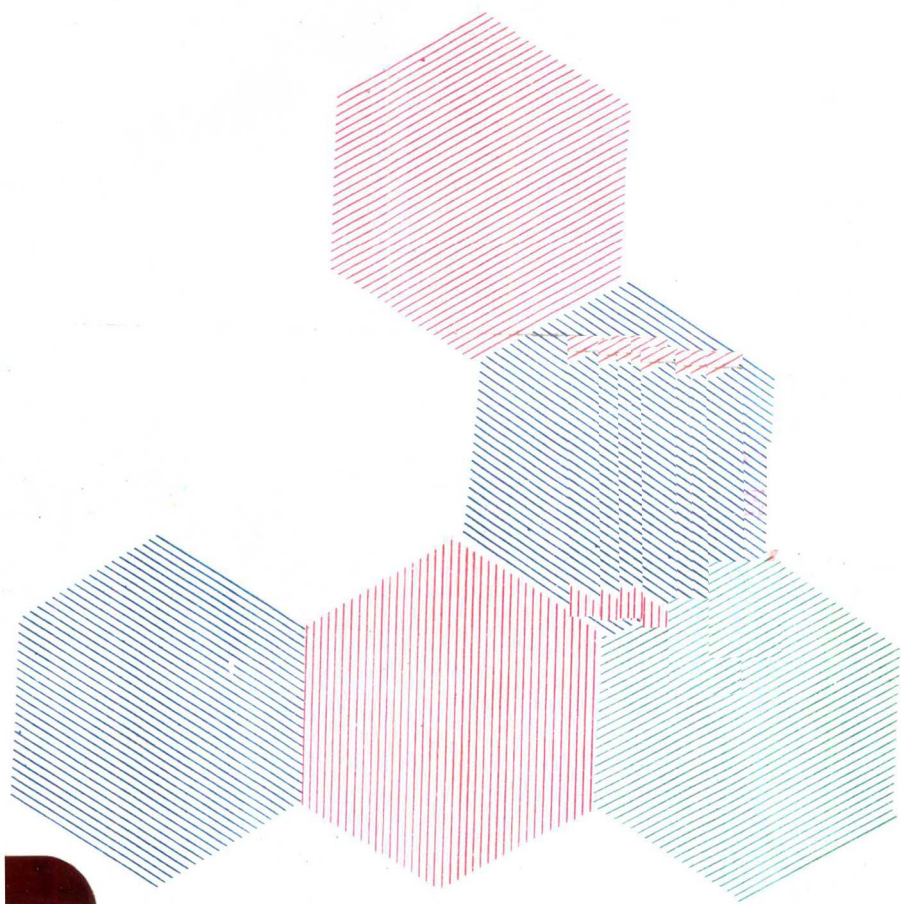


电子工业工人技术等级培训教材

电池材料

● 梁鹏翔 主 编 ● 汪继强 主 审

● 电子工业出版社



 电子工业工人技术等级培训教材

电 池 材 料

梁鹏翔 主编

汪继强 主审

电子工业出版社

(京) 新登字055号

内 容 简 介

本书是根据国家新修订的《电子工业工人技术等级标准》和《电子工业工人技术培训教学计划、教学大纲》编写的专业系列培训教材之一,与本书配套的专业教材为《化学电源工艺学》、《电池材料学》和《电池设备与仪表》等。

本书是电池行业的第一本关于介绍电池材料方面的书。书中介绍了材料的性质、用途、技术要求及简单制法。本书既是电池行业技术工人的教学用书,也是技术干部的一本难得的技术参考书。

电 池 材 料

梁鹏翔 主编

汪继强 主审

责任编辑: 张荣琴

电子工业出版社出版

北京市海淀区万寿路173信箱 (100036)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

北京国马印刷厂印刷

开本: 850×1168毫米 1/32 印张: 15.375 字数: 412 千字

1995年8月第一版 1995年8月北京第一次印刷

印数: 2000 定价: 25.00元

ISBN7-5053-2694-5/TN·794

出版说明

为了适应电子科学技术飞速发展，提高电子工业技术工人素质，劳动部与原机械电子工业部于一九九三年二月颁发了《电子工业工人技术等级标准》。根据新标准，电子工业部组织有关省市电子工业主管部门和企事业单位有关人员成立了“电子整机专业”，“家用电子产品维修专业”，“真空电子器件、接插件、继电器、绝缘介质专业”，“半导体器件及集成电路专业”，“计算机专业”，“磁性材料、电池专业”，“电子元件专业”共七个工人技术培训教材编审委员会。制定了19个专业、311个工种的教学计划、教学大纲。并根据计划大纲的要求，制定了1993~1995年培训教材编审出版规划。列入规划的教材78种和相应的教学录像带若干种。

这套教材的编写是按“技术工人要按岗位要求开展技术等级培训”的要求，以文化课为专业课服务，专业课为提高工人实际操作和分析决定生产实际问题的能力服务为原则。教材既注重了电子工业技术工人要有一定专业理论知识的要求，又克服了以往工人培训教材片面强调理论的倾向，保证了必要的知识传授，又强调了技能培训和解决生产实际问题能力的培养。

这套教材在认真研究了311个工种的共性基础知识要求的基础上，编写了八种统编教材，供311个工种工人进行基础知识培训时选用；并以19个专业为基础，根据每个专业共性的专业知识、专业技能编写了70种教材供311个工种工人进行专业知识、专业技能培训时使用。

每种教材在反映初、中、高三级技术工人培训的不同要求的基础上，注意了基础知识、专业知识、专业技能培训的系统性。

因此，多数教材是初、中、高三级合在一起的，更好地体现由浅入深、由低及高的教学规律。

在教材编写上，针对工人培训的特点，突出教材的实用性、针对性，力求文字简练、通俗易懂。内容上紧密结合教学大纲要求，在讲授理论知识的同时还注意了对生产工艺和操作技能的要求，使教师易于施教，工人便于理解和操作。知识性强的教材，每章后配有练习题和思考题，以便巩固应掌握的知识。技能性强的教材，配有适当的技能训练课目，以便提高工人操作技能。在有关工艺和设备的教材中，主要介绍了通用性较强的内容和典型产品、设备，对于使用这类教材的工厂企业，由于各自的产品、设备不同可酌情自编相应的补充讲义与教材结合起来进行培训。另外，为适应技术发展、工艺改革、设备更新的需要，这套教材在编写中还注意了新技术、新工艺、新设备及其发展趋势，以拓宽工人的知识面。

参加这套教材编审工作的有北京、天津、上海、江苏、陕西五省市电子工业主管部门和河北、河南、山东、山西、辽宁、江西、四川、广东、湖南、湖北等十个省市的有关单位的专家、教师、技术人员等。在此谨向为此付出艰辛劳动的全体编审人员和各地、各单位支持这项工作的领导表示衷心感谢。

由于电子工业的迅速发展，这套教材的涉及面广、实用性强，加之编写时间仓促，教材中肯定有不妥之处，恳请使用单位提出宝贵意见，以便进一步修订，使之更加完善。

电子工业部

1993年7月

前 言

本教材根据劳动部、电子部颁布的“电子行业工人技术等级标准”(1993年), 电池专业关于组织培训技术工人和对工人考核的要求, 参照电子工业工人培训的**教学大纲及教学计划**编写。从目前国内看, 电池行业还没有一本关于介绍电池材料方面的书。一方面, 为了解决组织技术工人培训、考核的需要, 另一方面又考虑到电池工业确实需要一本关于介绍材料性质、用途、技术要求及简单制法的教材, 故编写了本书。本书有点类同手册式的写法。本书为技术工人培训教学之用, 也可供初、中级技术干部科研、生产参考。

本书系由电子工业技术等级培训编审委员会推荐出版, 由梁鹏翔同志主编, 宋二虎同志参编本书第二章的六、七、八、九节, 第三章的五、六、七、八节以及第四章的部分内容。本书成稿后, 由陈焕兴同志通篇校阅, 并由十八所总工程师汪继强同志审稿。他们俩都对本书稿提出了许多宝贵的意见及建议。在此表示衷心的感谢。

编 者

一九九四年五月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 原子结构	(2)
第二节 分子结构	(6)
第三节 晶体结构	(9)
第四节 电池材料	(13)
第二章 电池常用负极材料	(17)
第一节 锌及锌化物	(17)
一、锌	(17)
二、氯化锌	(26)
三、氧化锌	(30)
第二节 镁及镁化物	(32)
一、镁	(32)
二、高氯酸镁	(38)
三、氯化镁	(38)
四、氧化镁	(40)
第三节 铝及铝化物	(41)
一、铝	(41)
二、无水三氯化铝	(48)
第四节 锂和锂化物	(50)
一、锂	(50)
二、氯化锂	(55)
三、高氯酸锂	(57)
四、溴化锂	(57)
第五节 铅及铅化物	(58)
一、铅	(58)
二、铅合金	(66)

三、硫酸铅	(75)
第六节 镉及镉化合物	(77)
一、镉锭与海绵镉	(77)
二、氧化镉	(82)
三、硝酸镉	(84)
四、硫酸镉	(86)
五、氯化镉	(88)
六、乙酸镉(醋酸镉)	(89)
第七节 铁及铁化合物	(91)
一、铁	(91)
二、钢带	(96)
三、硫酸亚铁	(99)
四、氧化铁	(102)
第八节 钠及钠化合物	(113)
一、金属钠	(113)
二、氯化钠	(116)
第九节 氢及贮氢合金	(118)
一、氢	(118)
二、金属氢化合物	(123)
第三章 电池常用正极材料	(129)
第一节 二氧化锰	(129)
一、二氧化锰的性质	(129)
二、锰粉的应用及在电池中作用原理	(130)
三、二氧化锰还原速度控制步骤	(133)
四、二氧化锰特性与电池性能的关系	(134)
五、二氧化锰的质量技术要求	(140)
六、二氧化锰的制造	(142)
第二节 铅粉及氧化铅	(148)
一、氧化亚铅	(148)
二、一氧化铅	(149)
三、三氧化二铅和四氧化三铅	(150)

四、二氧化铅	(151)
第三节 氧化汞	(162)
一、氧化汞的性质	(162)
二、氧化汞的用途	(163)
三、氧化汞的质量技术要求	(164)
四、氧化汞的制法	(164)
五、汞废水的处理	(165)
第四节 锂电池正极材料	(166)
一、氧化铜	(169)
二、碘	(171)
三、二氧化硫	(173)
四、亚硫酸氯	(175)
第五节 镍及镍化合物	(177)
一、镍锭与镍粉	(178)
二、镍带	(184)
三、硫酸镍	(189)
四、硝酸镍	(194)
五、氯化镍	(196)
六、乙酸镍	(198)
七、一氧化镍	(199)
八、三氧化二镍	(201)
九、氢氧化镍	(202)
第六节 银及银化合物	(205)
一、银锭	(205)
二、银丝和银箔	(207)
三、银粉	(212)
四、硝酸银	(219)
五、氧化银	(222)
六、氯化银	(224)
七、乙酸银	(225)
第七节 硫及硫化物	(226)

(161)	一、硫	(227)
(162)	二、硫化钠	(232)
(163)	三、铁的硫化物	(235)
(164)	四、硫化铜	(236)
(165)	五、二硫化碳	(237)
	第八节 氯溴及其化合物	(239)
	一、氯	(239)
	二、溴	(242)
	三、溴化锌	(245)
	第四章 电极其他材料及隔膜材料	(248)
	第一节 导电集流材料	(248)
	一、碳条	(248)
	二、铜导电集流材料	(253)
	第二节 电极添加材料	(257)
	一、碳	(257)
	(一)金刚石	(258)
	(二)石墨	(259)
	二、微晶质碳	(261)
	(一)活性炭	(262)
	(二)乙炔黑	(271)
	(三)其他炭墨	(274)
	三、木素	(275)
	四、硅藻土	(276)
	五、钡化合物	(277)
	(一)氢氧化钡	(277)
	(二)氯化钡	(280)
	六、钴化合物	(282)
	(一)硝酸钴	(282)
	(二)硫酸钴	(284)
	(三)乙酸钴	(285)
	(四)氢氧化钴	(287)

(五)氧化钴.....	(287)
七、变压器油.....	(287)
第三节 缓蚀材料.....	(289)
一、钼.....	(294)
二、氯化汞.....	(295)
三、氯化亚锡.....	(296)
四、重铬酸钾.....	(298)
五、OP 乳化剂.....	(299)
第四节 电极粘结材料.....	(300)
一、聚乙烯醇.....	(301)
二、羧甲基纤维素钠.....	(304)
三、聚四氟乙烯.....	(306)
第五节 电池封口材料.....	(308)
一、环氧树脂.....	(308)
二、绝缘封口材料 沥青.....	(312)
三、松 香.....	(319)
第六节 隔膜材料.....	(321)
一、水化纤维素膜.....	(321)
二、聚乙烯接枝膜.....	(323)
三、石棉纸.....	(325)
四、浆层纸.....	(327)
五、玻璃纤维隔膜材料.....	(329)
六、RBSM 隔膜.....	(330)
七、浆粕纸.....	(332)
八、微孔橡胶隔板.....	(333)
九、微孔PVC隔板.....	(334)
十、海 藻.....	(334)
十一、三醋酸纤维素膜.....	(336)
十二、维尼纶无纺双层复合膜.....	(337)
十三、尼龙布.....	(337)
第五章 无机酸、碱、盐材料.....	(339)
第一节 电池常用的无机酸.....	(339)

一、盐 酸	(339)
二、氢 氟 酸	(341)
三、硝 酸 (硝 镪 水)	(342)
四、硫 酸 (磺 镪 水、硫 镪 水)	(344)
五、高 氯 酸	(346)
六、磷 酸	(347)
七、硼 酸	(348)
第二节 电池常用的 碱类	(350)
一、氢 氧 化 钾	(350)
二、氢 氧 化 钠	(353)
三、氢 氧 化 铵	(357)
第三节 电池常用 盐 类	(358)
一 氯 化 铵	(358)
二、硅 酸 钠	(360)
第六章 有机化合物	(368)
第一节 脂肪烃类 材 料	(368)
一、三 氯 甲 烷	(368)
二、四 氯 甲 烷	(369)
三、二 氯 乙 烷	(370)
四、乙 醇 (酒 精)	(371)
五、正 丁 醇	(373)
六、乙 二 醇	(374)
七、甘 油 (丙 三 醇)	(375)
八、木 糖 醇	(376)
九、甲 醛 (福 尔 马 林)	(378)
十、丙 酮	(379)
十一、乙 酸 (醋 酸、冰 醋 酸)	(380)
十二、硬 酯 酸 钙	(382)
十三、硬 酯 酸 钡	(383)
十四、硬 酯 酸 铅	(384)
十五、乙 二 胺	(385)

十六、环己酮	(388)
十七、乙腈 (AN)	(389)
十八、二甲亚砜 (DMSO)	(390)
十九、1, 2-二甲氧基乙烷 (DME)	(390)
二十、甲酸甲酯 (MF)	(391)
二十一、碳酸丙二醇酯 (PC)	(391)
二十二、1, 4-丁内酯 (BL)	(392)
二十三、硝基甲烷 (NM)	(392)
二十四、1, 3-二氧伍环 (1, 3-D)	(393)
第二节 芳香烃及杂环烃类材料	(393)
一、苯	(393)
二、甲苯	(396)
三、邻苯二甲酸二正丁酯	(397)
四、四氢呋喃	(399)
五、古马隆-茚树脂	(401)
第三节 碳水化合物——淀粉	(402)
第七章 高分子材料	(408)
第一节 高分子材料基本概念	(408)
一、高聚物的特点与结构特性	(408)
二、高聚物的命名与分类	(411)
三、高分子合成反应	(416)
四、高聚物的结构与性质	(417)
第二节 树脂与塑料	(424)
一、树脂与塑料的基本概念	(424)
二、聚乙烯 (PE)	(426)
三、聚苯乙烯 (PS)	(428)
四、聚氯乙烯 (PVC)	(431)
五、ABS	(433)
六、聚丙烯 (PP)	(435)
七、聚酰胺 (PA)	(437)
第三节 橡胶	(439)

一、天然 橡 胶.....	(439)
二、合成 橡 胶.....	(442)
(一)丁苯 橡 胶.....	(443)
(二)丁基 橡 胶.....	(444)
(三)氯丁 橡 胶.....	(445)
(四)硅 橡 胶.....	(447)
第四节 塑料及橡胶的加工成型.....	(449)
一、塑料制 品的 加工.....	(449)
二、包装发泡塑料 的 加工.....	(457)
三、橡胶的 加 工.....	(460)

第一章 绪 论

材料科学是现代科学技术的基础，它的发展直接影响着国民经济的腾飞。化学电源工业的发展，生产工艺的改进，产品的更新换代都离不开材料。因此，我国对材料科技研究十分重视，“八五”计划中把新材料研究列为重点之一。同样，世界上许多发达国家非常重视材料科学和材料工业。如日本科学技术厅和通产省就把材料列为发展计划。在美国，科技人员中从事材料研究的约占三分之一左右。

电池工业的发展与材料的发展是分不开的。材料的品种、规格及技术指标直接影响着电池的质量。

化学电源发展已有一百多年的历史，以往大量的是在研究电池结构，电池制造工艺，电池的电气性能，但很少对电池所用的材料作系统的探讨。近些年来，由于科学技术的飞速发展，电子工业需要容量大，重量轻、体积小，功率大，使用温度范围广，价格便宜，性能优越的电池产品。因此，人们在寻找新能源，同时寻找新的材料，制造出性能更好更优越的产品。如目前正在积极研究和推广的氢化物—镍二次电池，固体电解质燃料电池，钠—硫电池等。

电池就是电池材料——物质通过电化学反应产生能量直接转换成电流的一种装置。本书介绍组成这种装置的主要材料是哪些？这些材料的名称、规格及其技术质量要求？各种材料具有何种性质？通常应用在哪些方面？材料在电池中取何种作用？材料是如何制备的。

电池材料涉及范围极广。如采矿、冶金、钢铁、化工、机械、电子、造纸、纺织、印染、陶瓷、有机合成、塑料及橡胶

等等。

为了在学习“电池材料”中，减少学习电池材料时所遇到的一些名词、概念、术语及物质结构基本知识中的难点。故了解物质结构方面的基本知识是必要的。本章就原子结构、分子结构、晶体结构及电池材料这四个方面的知识作些介绍。

第一节 原子结构

世界上的一切物质都是由分子组成的。而分子则是由原子组成的。而原子则是由带正电荷的原子核和带负电荷的电子组成的。

原子核所带的正电荷数目与核外电子所带负电荷的数目相等。所以，原子显示出是电中性的。对具有相同核电荷数的同类原子叫元素。目前，科学家已经发现有107种元素。世界上各种各样的物质就是由这些元素所组成的。

物质在发生化学反应时，原子核最外层电子层结构发生变化。有的物质表现出容易失去电子，显示出较小的电负性。在电池材料中通常用做电池的阳（负）极材料。有的物质表现出容易接收电子，显示出较大的电负性。在电池材料中通常用做电池的阴（正）极材料。

物质的原子容易失去或容易接受电子这个特性，是与原子结构、原子核最外层电子的数目及所处的状态有着密切的联系。

原子的结构与物质的性质有着密切关系。当某元素原子结构发生变化时，物质及其性质也会发生变化。在电化学反应中，原子核不发生变化，只研究原子核外最外层电子的改变。或失去电子，或得到电子变成离子，或与别的元素的原子共用电子对形成新的分子等等。

从原子核外电子层结构来看，实验业已证明，原子核外电子的排布是分几个壳层排列的，根据离原子核远近的一层一层或叫一

级一级地排列，电子层离原子核越近的能级就越低，离核越远，能级越高。科学家将原子核外电子层排列分成若干层，通常用K、L、M、N、O、P、Q等大写字母来表示。K层离原子核最近，Q层离原子核最远。但在这每一个大的电子壳层中又分若干电子亚层。对于每一电子亚层中也是按照离原子核的远近、能级高低排列。通常用s、p、d、f等小写英语字母来表示。亚层能级高低顺序是： $s < p < d < f$ 。对于某一个亚层来说，它容纳电子的数目，标记在符号的右上角。如 s^2 ，表示在s亚层上有两个电子在运动。s、p、d、f电子亚层，每一个亚层都有最多可容纳电子数。s电子层最多容纳2个电子，p层最多容纳6个电子，d层最多容纳10个电子，f层最多容纳14个电子。

物质的原子参加电化学反应时，只是原子核的最外层电子发生变化，其原子内层电子保持原状态。

原子核外电子所在的电子壳层不同，其运动规律就不同。根据量子力学对原子核外电子运动规律的讨论知道，电子在原子核外周围空间出现的机会不是相等，电子在原子核外空间某个区域出现的机会（在数学上叫做几率）大小。科学家通常用小黑点的多少来表示电子在空间各点出现的频率（机会）大小。黑点多的地方就是电子出现频率大的地方，黑点少的地方就是电子出现频率少的地方，将黑点汇聚描绘成的图形叫做电子云。

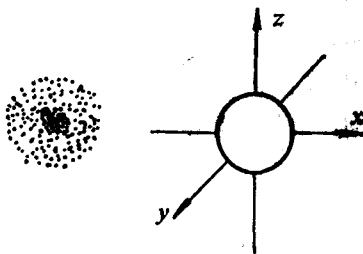


图1-1 氢原子的电子云及其界面图

把电子出现频率相等的地方联接起来，作为电子云的界面，使界面内电子出现频率很大（如95%），这种图形叫做电子云的界面图。图1-1就是描述氢原子核外s层的电子云及其界面图。