

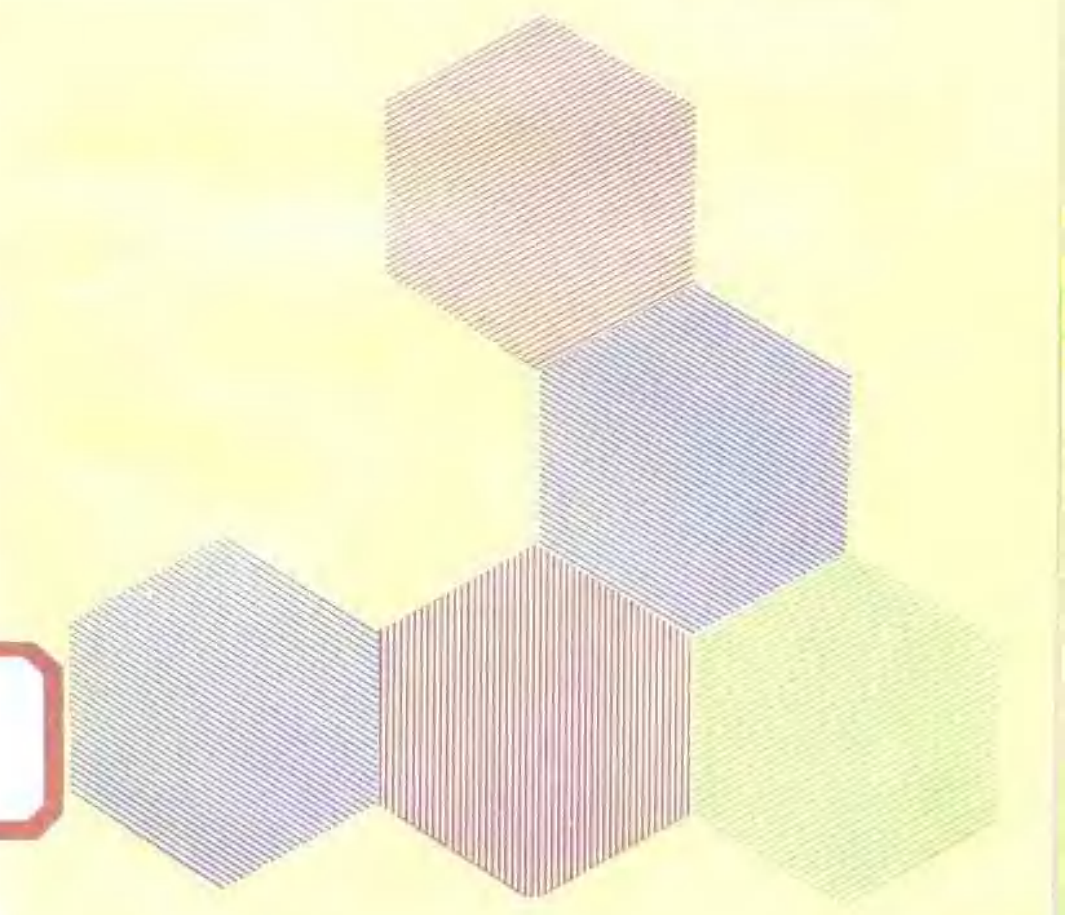


电子工业工人技术等级培训教材

化学电源工艺学

文国光 主编 毕道治 主审

电子工业出版社



375407

电子工业工人技术培训教材

化学电源工艺学

文国光 主编
毕道治 主审



电子工业出版社

(京)新登字055号

内 容 简 介

本书对电池基础知识以及原电池各系列、铅酸、镉镍、铁镍、锌银和氢镍各蓄电池系列的组成、结构、工作原理、性能特点、制造工艺等作了系统的介绍。对燃料电池、热电池和固态电池等作了一般的介绍。

本书是电子工业电池专业各工种的初、中和高级技术工人的等级培训教材。本教材也可作为中等学校电池专业参考教材，可供电池生产企业中的工程技术人员和管理人员阅读。

02/84/02



电子工业工人技术等级培训教材

化学电源工艺学

文国光 主编

毕道治 主审

责任编辑 张荣琴

电子工业出版社出版 (北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经售

北京顺新印刷厂印刷

开本: 850×1168毫米1/32 印张: 16.76 字数: 449千字

1994年 3月第1版 1994年 3月第1次印刷

印数: 0-4000 册 定价: 17.80 元

ISBN 7-5053-2232-X/TN·652

前 言

本教材根据劳动部、机械电子工业部颁布的《电子工业工人技术等级标准》（1993）电池专业关于组织培训技术工人和对技术工人的考核要求，按照《电子工业工人技术培训教学计划、教学大纲》，针对电子工业工人技术培训的现实需要，联系电池的生产实际，参考国内外化学电源的有关教材，编写成书，系由电子工业技术等级培训教材编审委员会评审、推存出版。本教材作为碱性蓄电池和原电池等工种的初级、中级和高级工的在职技术工人培训教材。

本课程是专业基本知识与生产工艺相结合的一门技术教育课程，其参考学时数为200学时。其主要内容为：化学电源基础知识、镉镍电池、锌银电池、原电池、铅酸电池、氢镍电池。

本教材由第七五五厂、第七五二厂组织编写工作，第十八研究所组织审稿工作。毕道治同志主审、文国光同志主编。全书分十三章，由文国光（一、九、十、十一、十三）、黄世炳（二、三）、俞宗元（四）、李保华（五）、刘长云、钟声顺、张启超（六）、陈大桥、张继承（七）、胡跃东（八）、贾化奇（十二）编写。陈焕兴、梁鹏翔同志对第二~八章进行统编工作。

编者

一九九三年十月

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决定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

目 录

第一章 化学电源基础知识	(1)
第一节 基本概念与术语	(1)
本节小结.....	(31)
复习题.....	(37)
第二节 电池的工作原理	(38)
本节小结.....	(59)
复习题.....	(62)
第三节 电池性能与使用维护	(63)
本节小结.....	(77)
第四节 电池热力学基础	(78)
本节小结.....	(99)
复习题.....	(102)
参考资料.....	(103)
第二章 原电池概述	(104)
第一节 原电池的通性及应用	(105)
第二节 原电池的种类和特性	(106)
第三节 锌二氧化锰电池概述	(109)
第四节 锌锰电池的结构、型号、分类	(111)
第五节 锌锰电池的工作原理	(118)
第六节 锌锰电池的电解液	(125)
第七节 锌锰电池的主要性能	(127)
第三章 锌锰迭层电池	(133)
第一节 概述	(133)
第二节 锌锰迭层电池的制造工艺	(134)

第三节	锌锰迭层电池设计程序概述.....	(153)
第四章	锌锰筒形电池.....	(157)
第一节	概述.....	(157)
第二节	锌锰筒形电池的制造工艺.....	(158)
第三节	锌锰筒形电池的电性能与检验.....	(193)
第四节	锌锰筒形电池几种常见的不良 现象的分析.....	(195)
第五节	锌锰筒形电池的设计和计算.....	(199)
第五章	镁锰电池.....	(202)
第一节	概述.....	(202)
第二节	镁锰电池的工作原理.....	(204)
第三节	镁锰电池的主要性能及其影响因素.....	(208)
第四节	镁锰电池制造工艺.....	(211)
	参考资料.....	(215)
	复习题.....	(215)
第六章	金属空气电池.....	(216)
第一节	锌空气电池.....	(216)
第二节	铝空气电池.....	(228)
第七章	锌汞电池.....	(239)
第一节	概述.....	(239)
第二节	锌汞电池的型号.....	(240)
第三节	锌汞电池工作原理.....	(242)
第四节	锌汞电池主要电气性能.....	(245)
第五节	影响锌汞电池性能主要因素.....	(247)
第六节	锌汞电池设计的几个问题.....	(249)
第七节	锌汞电池主要生产工艺.....	(252)
	复习题.....	(254)
第八章	铅蓄电池.....	(256)
第一节	概述.....	(256)

第二节	铅蓄电池的结构、工作原理.....	(260)
第三节	板栅的制造.....	(265)
第四节	铅粉.....	(272)
第五节	生极板制造.....	(276)
第六节	极板化成工艺.....	(290)
第七节	铅蓄电池的装配.....	(296)
	复习题.....	(298)
第九章	镉镍电池.....	(299)
第一节	镉镍电池概述.....	(299)
	复习题.....	(332)
第二节	镉镍袋式电池的制造.....	(333)
第三节	镉镍烧结式开口电池.....	(362)
第四节	镉镍密封电池.....	(380)
第五节	镉镍全密封电池.....	(392)
第十章	铁镉电池.....	(398)
第一节	概述.....	(398)
第二节	电池工作原理.....	(398)
第三节	铁镉袋式电池.....	(402)
第四节	铁镉电池的制造.....	(403)
第五节	先进的铁镉电池.....	(410)
第十一章	锌银电池.....	(411)
第一节	概述.....	(411)
第二节	锌银电池的工作原理.....	(421)
第三节	正极物质的制备.....	(442)
第四节	负极物质的制备.....	(451)
第五节	隔膜的制备.....	(453)
第六节	正极板的制造.....	(457)
第七节	负极板的制造.....	(461)
第八节	锌银单体电池装配.....	(464)

第九节	常用锌银电池生产工艺流程.....	(467)
第十节	锌银电池的使用和维护.....	(471)
第十二章	金属氢化物-镍碱性蓄电 池.....	(483)
第一节	概述.....	(483)
第二节	金属氢化物-镍电 池 与氢镍电池的比较.....	(483)
第三节	氢化物电极的工作原理.....	(485)
第四节	贮氢材料的分类及制造.....	(489)
第五节	贮氢合金电极制造工艺.....	(491)
第六节	MH—Ni圆柱密封电池.....	(492)
第七节	存在的问题及今后的发展.....	(496)
第十三章	其他电池.....	(498)
第一节	锂电池.....	(498)
第二节	热电池.....	(513)
第三节	固体电解质电池.....	(520)

第一章 化学电源基础知识

第一节 基本概念与术语

一、化学电源概述

1. 电池

化学电源即化学电池，简称电池。

电池是一种将化学能转变为电能的装置。或者说，电池是通过化学反应和电的相互作用达到化学能和电能相互转化的电化学反应器或“能量转换机器”。电池借助于氧化还原反应中所释放出来的化学能直接转化为可以利用的电能。由于电池是可提供直流电能的化学能源，故通称为化学电源。

电池主要是由两个电极和电解质溶液组成。电极是一种由金属及活性物质/电解质溶液组成的导电体系。电池的两个电极是由两种不同的活性物质所制成，因而两个电极的电极电位也不同。电位较高的一个电极称为电池的正电极或称正极；电位较低的一个电极称为电池的负电极或负极。因此，电池的两个电极存在着一定的电位差，使用时将导线联接电池的两个电极，在导线上必有电流通过，同时在电池内部就有得失电子的化学反应发生，电池即可进行放电，从而获得电能。

2. 原电池和蓄电池

原电池是一种只能用来放电且在放电之后不能用一般的充电方法获得复原的电池。原电池的电极活性物质只能使用一次，在放电完毕就可被废弃，故原电池又称为一次电池。例如丹聂尔电池、干电池等。

蓄电池是一种在放电之后可以用与放电电流方向相反的电流通过电池进行充电重新获得复原而再次使用的电池。因此，蓄电池又称为二次电池。例如铅酸蓄电池、镉镍蓄电池、锌银蓄电池等。

原电池与蓄电池的区别在于原电池放完电之后便可废弃，而蓄电池通过再充电重新可以使用。或者说原电池的活性物质只能使用一次，而蓄电池的活性物质能够重复使用。

二、电化学装置原理

根据电化学的基本理论和基本原理，要想使化学能与电能之间实现相互转化的电化学过程，必须在特制的化学反应器或称换能装置中进行。我们把这种实现化学能与电能之间相互转化的化学反应器或换能装置称为电化学装置。

电化学装置按其能量转换形式可分为电池和电解池两大类。将化学能转变为电能的电化学装置称为电池；把电能转变为化学能的电化学装置则称为电解池。

电池向外部负载供给电能的过程称为放电或使用。电池放电是将化学能转变为电能的过程，这种过程是可以自发进行的。因此，有时把能够进行放电的电池称为自发电池。原电池是一种典型的自发电池。

在电解池中的电化学过程是将电能转变为化学能的过程，是一种不能自发进行的过程。

电池充电是将电能转变为化学能的过程。

电池充电是利用电化学方法将直流电流通过电池，迫使电池内部发生化学反应来达到贮存电能的过程。电池充电是依靠外直流电源向电池输入电能，是一个消耗电能的过程。

电化学装置是将氧化还原反应中的两个半反应（氧化半反应和还原半反应）分别制成两个电极其间以电解质溶液沟通所组成的电化学体系。

电池和电解池是两种不同的电化学装置。电池是将化学能转变为电能，而电解池则是将电能转变为化学能的一种电化学装置。尽管电池和电解池的能量转换性质不同，但电化学装置的基本原理是相同的。例如电池的放电和电池的充电就是电池和电解池相互转化的实例。

电池是一个电化学体系。它是按照电化学装置的基本原理，其主要部分包括电解质溶液和浸在电解质溶液中的两个电极所构成的电化学体系。例如如图1-1所示的丹聂尔电池是典型的原电池。丹聂尔电池装置的基本原理就是利用氧化还原反应：

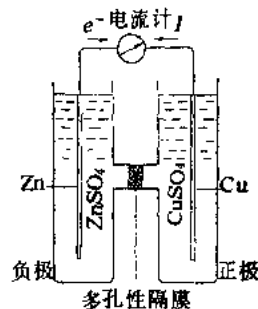
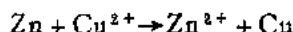
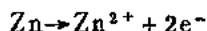


图1-1 丹聂尔电池示意图

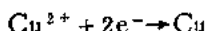


通过电池中所进行的反应来发电。在电池装置中，把上述反应的氧化半反应



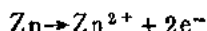
制成原电池的负极。例如，把金属锌片插入 ZnSO_4 溶液中构成 Zn/ZnSO_4 导电体系，便组成丹聂尔电池的负极。

将氧化还原反应中的还原半反应

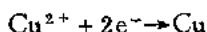


制成丹聂尔电池的正极。例如把金属铜片插入 CuSO_4 溶液中构成 Cu/CuSO_4 导电体系，这便成为电池的正极。

当用导线把丹聂尔电池的两电极联接时，电池的负极发生氧化（失电子）反应



在电池的正极发生还原（得电子）反应



两电极所发生的反应是同时进行的，在导线上便有电流通过。

三、两类导体

能够导电的物质称为导体。导体通常可分为两类：第一类导体和第二类导体。

第一类导体是电子导体；第二类导体是离子导体。第一类导体能够单独地完成导电的任务；第二类导体不能够单独地完成导电任务，必须依靠第一类导体的联接组成两类导体的混合电路来完成其导电任务。

第一类导体的导电是依靠物质内部的自由电子在电场作用下的定向运动而导电的。因此第一类导体又称为电子导体。例如金属、某些金属的化合物（如 PbO_2 、 Fe_3O_4 、 WC ）和石墨等物质是第一类导体，也就是电子导体。电子导体都含有自由电子，在外加电场的作用下，这些自由电子都会按一定方向移动而导电。当电流通过这类导体如金属导体时，除了发热使导体的温度升高外，没有其它显著变化，当然也没有化学变化发生。但当电子导体的温度升高，由于金属导体中的粒子振动增强，自由电子移动的阻力增大，电导能力减小。也就是说，随着电子导体温度的升高，电阻也随之增大。

第二类导体是依靠电解质中可以自由移动的离子，在外加电场作用下定向移动而导电的。因此，第二类导体也叫离子导体。电解质溶液和熔融电解质都属于离子导体。最常见的离子导体是电解质水溶液，也称电解液或叫做电液。在电解液中带阳电荷（或称正电荷）的离子称做阳离子（也称正离子）和带阴电荷（也称负电荷）的离子称做阴离子（也称负离子）总是同时存在的，而且阳电荷的总数与阴电荷的总数总是相等的。在没有外加电场作用的情况下，电解液是处于电中性状态。但在外加电场作用下，电解液中的正离子和负离子各自以一定的方向移动而导电。在导电的过程中，正离子的移动方向和负离子的移动方向正好相反，即正离子的移动方向与电流的流动方向相同，负离子的

移动方向与电流的流动方向相反。但正离子和负离子的导电方向仍然是一致的。这就是说，在第一类导体（电子导体）和第二类导体（离子导体）所组成的串联电路中，电子导体只存在着电子的定向流动形成电流来运输电荷，离子导体只存在着离子的定向移动所形成的定向离子流来运输电荷。离子不能在电子导体中形成离子流，同样电子也不能直接进入离子导体中形成电子流来输送电荷。电子导体仅仅是电子电路，而离子导体也仅仅是离子电路。电流在电子导体与离子导体的分界面上，通过化学反应来完成电荷在两类导体中的传递任务。当电流从第一类导体（电子导体）进入第二类导体（电解质溶液）时，电流的流动方向与正离子移动方向相同，负离子的移动方向与电流的流动方向相反（而与电子的流动方向相同）。电流通过两类导体（电子导体和离子导体）的分界面时，必然会有化学反应发生，同样，如果在电极上的两类导体界面发生化学反应，在由两类导体组成的电路上就会有电流通过。两类导体的分界面上的化学反应是电流能够通过两类导体的必要和充分条件。没有化学反应，电流就不能在由两类导体串联电路中通过。无论是电池或电解池的任何一个电极都由两类导体构成，一旦电极表面上的化学反应停止时，电池或电解池的电极上的电流也就中断。也就是说，任何一个由两类导体串联组成的电路中，如果在电路的两类导体界面上没有化学反应发生（或化学反应终止）时，根本就不可能有电流通过这电路（或电流发生中断）。电流通过串联的两类导体界面（如电池或电解池的电极表面）和在界面上发生化学反应是两个互为依存和互相制约的相关条件。例如电池的电极发生化学反应时，在接通两电极间的电路就会有电流通过；反之，如果有电流通过电解池的电极时，在电极上就会有化学反应发生。必须指出，任何一个电池或电解池都含有两个电极，在两个电极上所进行的化学反应都是同时发生或同时停止的。例如在一个电池的两个电极中，如果一个电极的电容量比另一个电极的电容量大，在电池放电时，

当电容量较小的电极由于参加反应的化学物质已进行反应完毕而终止反应时，尽管电容量较大的电极参加化学反应的物质还没有反应完毕，但必然受到另一个电极终止反应的影响和限制。

两类导体——电子导体和离子导体——是组成电化学反应的导电体系或电路。将电流通过电子导体时，除了使导体发热外没有化学反应发生。温度升高时，电导减小；电流通过离子导体时，除了发热之外，还伴随着有化学反应发生。温度升高时，其导电能力增大。

四、电极导电机理

讨论电极的导电机理，就是研究电池或电解池的化学反应与电的相互作用以及化学能与电能之间相互转化过程中两极的导电机理或工作原理。电极是一切电化学装置能够实现化学能与电能相互转化的关键组成部分。

电池和电解池的两电极之间存在着一定的电位差。电位较高的电极称做正极，电位较低的电极称做负极。有时从电极上发生化学反应的性质来区分电极：发生氧化反应的电极称为阳极，发生还原反应的电极称为阴极。

当以导线把电池的两电极联通时，在电极上立刻发生得失电子的化学反应而产生电流，电流是从正极经外电路流向负极。电学知识告诉我们，电流是由定向运动的电子流形成的。电流的方向与电子流的方向相反，因此电子流的流动方向是从电池的负极经外电路流向正极。由此说明了电池的两电极同时发生得失电子反应而产生电流时，电池的负极向外电路给出电子，发生失电子的化学反应，即发生氧化反应，此时的负极是阳极；电池的正极接受从负极给出并经外电路流过来的电子，发生得电子的化学反应即还原反应，此时的正极是阴极。也就是说，电池放电时的负极是阳极、正极是阴极。为了使电池持续不断地向外供给电流，在正极的两类导体界面上必须继续进行得电子的化学反应和在负