



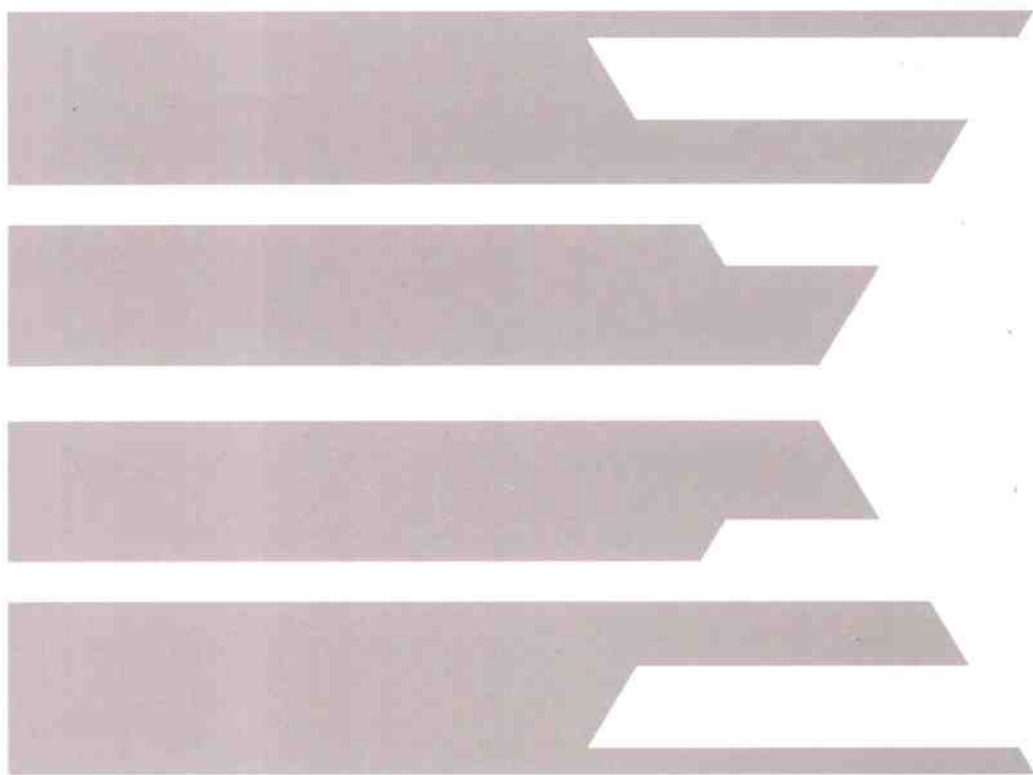
职业技能培训鉴定教材

HIYE JINENG PEIXUN JIANDING JIAOCAI

化 学 电 池

制 造 工 (初 级)

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写



中国劳动社会保障出版社



职业技能培训鉴定教材

HIYE JINENG PEIXUN JIANDING JIAOCAI

化学电池

制造工 (初级)

编审委员会

刘振华 张 伟 韩 军 吕红文

彭向东 徐连芳 傅娜娜

编审人员

主 编 陈来福

编 者 陈光华

审 稿 赵鸿词



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

化学电池制造工：初级/人力资源和社会保障部教材办公室组织编写. —北京：中国劳动社会保障出版社，2009

职业技能培训鉴定教材

ISBN 978-7-5045-7932-4

I. 化… II. 人… III. 化学电池-制造-职业技能鉴定-教材 IV. TM911

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 145835 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出版人：张梦欣

*

新华书店经销

北京地质印刷厂印刷 三河市华东印刷装订厂装订

787 毫米×1092 毫米 16 开本 17.25 印张 376 千字

2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷

定价：34.00 元

读者服务部电话：010-64929211

发行部电话：010-64927085

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010-64954652

内 容 简 介

本教材由人力资源和社会保障部教材办公室组织编写。教材以国家职业标准《原电池制造工》《锌银电池制造工》《铅酸蓄电池制造工》《镉镍、金属氢化物镍、铁镍蓄电池制造工》《锂离子蓄电池制造工》为依据，紧紧围绕“以企业需求为导向，以职业能力为核心”的编写理念，力求突出职业技能培训特色，满足职业技能培训与鉴定考核的需要。

本教材详细介绍了初级化学电池制造工要求掌握的最新实用知识和技术。全书分为4个模块单元，主要内容包括：电池理论基础，电池制造基础，电池制造过程，电池的使用、测量及安全文明生产。每一单元后安排了单元测试题及答案，书末提供了理论知识考核试卷，供读者巩固、检验学习效果时参考使用。

本教材是初级化学电池制造工职业技能培训与鉴定考核用书，也可供相关人员参加就业培训、岗位培训使用。

前 言

1994 年以来，劳动和社会保障部职业技能鉴定中心、教材办公室和中国劳动社会保障出版社组织有关方面专家，依据《中华人民共和国职业技能鉴定规范》，编写出版了职业技能鉴定教材及其配套的职业技能鉴定指导 200 余种，作为考前培训的权威性教材，受到全国各级培训、鉴定机构的欢迎，有力地推动了职业技能鉴定工作的开展。

劳动保障部从 2000 年开始陆续制定并颁布了国家职业标准。同时，社会经济、技术不断发展，企业对劳动力素质提出了更高的要求。为了适应新形势，为各级培训、鉴定部门和广大受培训者提供优质服务，教材办公室组织有关专家、技术人员和职业培训教学管理人员、教师，依据国家职业标准和企业对各类技能人才的需求，研发了职业技能培训鉴定教材。

新编写的教材具有以下主要特点：

在编写原则上，突出以职业能力为核心。教材编写贯穿“以职业标准为依据，以企业需求为导向，以职业能力为核心”的理念，依据国家职业标准，结合企业实际，反映岗位需求，突出新知识、新技术、新工艺、新方法，注重职业能力培养。凡是职业岗位工作中要求掌握的知识和技能，均作详细介绍。

在使用功能上，注重服务于培训和鉴定。根据职业发展的实际情况和培训需求，教材力求体现职业培训的规律，反映职业技能鉴定考核的基本要求，满足培训对象参加各级各类鉴定考试的需要。

在编写模式上，采用分级模块化编写。纵向上，教材按照国家职业资格等级单独成册，各等级合理衔接、步步提升，为技能人才培养搭建科学的阶梯型培训架构。横向上，教材按照职业功能分模块展开，安排足量、适用的内容，贴近生产实际，贴近培训对象需要，贴近市场需求。

在内容安排上，增强教材的可读性。为便于培训、鉴定部门在有限的时间内把最重要的知识和技能传授给培训对象，同时也便于培训对象迅速抓住重点，提高学习效率，在教材中精心设置了“培训目标”等栏目，以提示应该达到的目标，需要掌握的重点、



化学电池制造工（初级）

难点、鉴定点和有关的扩展知识。另外，每个学习单元后安排了单元测试题，每个级别的教材都提供了理论知识考核试卷，方便培训对象及时巩固、检验学习效果，并对本职业鉴定考核形式有初步的了解。

本书在编写过程中得到北京市人力资源和社会保障局、北京市第五十一职业技能鉴定所的大力支持和热情帮助，在此一并致以诚挚的谢意。

编写教材有相当的难度，是一项探索性工作。由于时间仓促，不足之处在所难免，恳切希望各使用单位和个人对教材提出宝贵意见，以便修订时加以完善。

人力资源和社会保障部教材办公室



目 录

第1单元 电池理论基础/1—66

第一节 电学基础/2

- 一、电的基本概念
- 二、电动势与电压
- 三、电阻与电导
- 四、欧姆定律
- 五、直流电与交流电
- 六、电功与电功率
- 七、变压器的基本原理
- 八、单体电池及电池组

第二节 化学基础/17

- 一、化学基本概念
- 二、质量和物质的量
- 三、物质结构基本知识
- 四、溶液及溶液中溶质浓度的计算
- 五、常见化学反应类型
- 六、常见无机化合物
- 七、有机化学及高分子化学基础知识
- 八、化学试剂简介

第三节 电池工作原理/32

- 一、氧化还原反应与电化学
- 二、原电池
- 三、电化学装置原理

第四节 电池基本构造及分类/40

- 一、电池的组成和活性物质
- 二、电池的分类和系列
- 三、电池书写的表达方式——电池式
- 四、电池内部和外部的导电过程

第五节 电池的性能及常用参数/46



- 一、电池的一般性能和充放电特性
- 二、化学电池常用的主要参数
- 三、电池的放电制度

单元测试题/60

单元测试题答案/66

第2单元 电池制造基础/67—108

第一节 电池制造概论/68

- 一、电池制造的基本过程
- 二、常见电池制造用材料的物理化学性质

第二节 电池制造中的机械设备/76

- 一、机械及机器的概念
- 二、电池生产中常见的机械设备

第三节 电池制造中的测量工具及识读简单图纸/82

- 一、测量基础
- 二、制图的有关规定
- 三、三视图基本知识
- 四、一般图纸的表达方式
- 五、图纸尺寸的标注
- 六、识读简单图纸的基本方法

单元测试题/101

单元测试题答案/107

第3单元 电池制造过程/109—198

第一节 锌-锰电池的制造/110

- 一、锌-锰电池概述
- 二、锌-锰电池的类型及电化学反应原理
- 三、锌-锰电池的材料及制备
- 四、锌-锰电池的生产过程
- 五、锌-锰电池的性能与用途

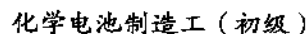
第二节 锌-银电池的制造/125

- 一、锌-银电池概述
- 二、锌-银电池的类型及电化学反应原理
- 三、锌-银电池用材料
- 四、锌-银电池的生产过程
- 五、锌-银电池的性能、特点与用途

第三节 铅-酸蓄电池的制造/134



一、铅-酸蓄电池概述	148
二、铅-酸蓄电池的分类和产品规格、型号	149
三、铅-酸蓄电池的电化学原理及结构	150
四、铅-酸蓄电池电极制备简述	151
五、铅-酸蓄电池的生产工艺	152
六、密封式免维护铅-酸蓄电池简介	153
七、铅-酸蓄电池的主要性能、维护与用途	154
第四节 镍系蓄电池的制造/151	151
一、镍系蓄电池概述	151
二、镍系蓄电池的分类及标准	152
三、镍系蓄电池的电化学原理	153
四、镍系蓄电池的材料及制备	154
五、镍系蓄电池的制造过程	155
六、镍系蓄电池的性能及用途	156
七、镍系蓄电池的发展	157
第五节 锂离子蓄电池的制造/170	170
一、锂离子蓄电池概述	170
二、锂离子蓄电池的类型、命名、基本组成及工作原理	171
三、锂离子蓄电池生产中所用原材料	172
四、锂离子蓄电池的结构和制造过程	173
五、聚合物锂离子电池简介	174
单元测试题/190	190
单元测试题答案/196	196
第4单元 电池的使用、测量及安全文明生产/199—225	
第一节 电池的使用/200	200
一、电池使用知识	200
二、电池使用的注意事项	201
第二节 电池的测量/202	202
一、电池测量的主要项目及一般方法	202
二、常用电池测量仪表的工作原理和使用方法	203
第三节 安全文明生产/219	219
一、安全生产	219
二、文明生产	220
单元测试题/222	222
单元测试题答案/224	224



理论知识考核试卷 (一) /226
理论知识考核试卷 (一) 答案/234
理论知识考核试卷 (二) /235
理论知识考核试卷 (二) 答案/244
理论知识考核试卷 (三) /245
理论知识考核试卷 (三) 答案/253
理论知识考核试卷 (四) /255
理论知识考核试卷 (四) 答案/264
参考文献/265

第

7

单元

电池理论基础

- 第一节 电学基础 /2
- 第二节 化学基础 /17
- 第三节 电池工作原理 /32
- 第四节 电池基本构造及分类 /40
- 第五节 电池的性能及常用参数 /46



第一节 电学基础



- 了解电的性质及应用
- 掌握电压、电流、电阻、电导的概念
- 掌握欧姆定律，能够熟练计算简单电路中的电压、电流和电阻
- 掌握交流电和直流电的概念
- 了解单体电池和电池组的概念，掌握电池组的组装及参数计算

一、电的基本概念

1. 电

电是实物的一种属性。人们都知道“摩擦生电”的现象，并从中认识到电有正负两种，且同性相斥，异性相吸。

自然界中的一切物质都是由分子、原子组成的，而原子是由原子核和核外电子组成的。原子核中的质子带正电，核外电子带负电。在一般情况下，同一个原子中的正负电量相等，因而整个物体不显电性，呈中性。当它们由于某种原因，例如受到摩擦、加热、化学变化中的氧化、还原反应等而失去一部分电子时，就带正电，获得额外电子时就带负电。

带电的原子或原子团被称为离子。失去部分电子带正电的原子或原子团被称为阳离子或正离子，获得额外电子带负电的原子或原子团被称为阴离子或负离子。

人们习惯上有时也把带电体本身称为电荷，如运动电荷、自由电荷等。电荷周围存在着电场，电荷运动时周围还会产生磁场。

2. 导体与绝缘体

金属中拥有大量的自由电子，许多电子在微弱的电压（电场）作用下即可移动，形成电流，这样的物质就是导体。除金属以外，水溶液、人体、大地、含水的湿物、电解质等也都是导体。

在金属、某些金属化合物、石墨等材料中，电子是在外加电场作用下有规则地运动而形成电流的，这一类材料依靠电子导电，所以又称为电子导体，被划分为第一类导体。

在水溶液或电解质中，阴离子（负离子）或阳离子（正离子）是在外加电场作用下有规则地运动而形成电流的。这一类材料依靠离子导电，所以又称为离子导体，被划分为第二类导体。

相反，对于木板、橡胶、塑料、玻璃等非金属类，因为原子中的原子核与核外电子有力地结合在一起，在结构上无法形成自由电子，即使有微量的自由电子，它们也不能在原子间自由移动，难以形成电流。这样的物质叫做绝缘体。

在化学电池概念下的各种电池内部都含有电解质。电池在放电或充电时，电池内部



进行的是离子导电，而电池外部所连接的外电路是电子导电。

3. 电流的形成

产生电流必须具备两个条件，一是导体内要有可以移动的自由电荷；二是导体两端存在电位差。如将导体接上电源，导体中的电荷将有规则地定向运动而形成电流。

4. 电流的三种效应

(1) 电流的热效应。电流通过导体，导体发热，电能转换成热能，叫焦耳热。有效利用这种效应的例子有电烙铁、电炉、电熨斗、电热水器、电烤箱等。

(2) 电流的化学效应。在食盐水或稀硫酸等电解液中放置两块电极极板，在两块极板上加上直流电压后，离子定向移动形成电流流动，同时产生化学性的分解物质，称为电解现象。电流的化学效应除了用于电解、电镀外，还可以用于干电池、蓄电池等。

(3) 电流的磁效应。电流通过导线后，导线周围产生磁场。为了得到强磁场，将金属导线绕成线圈，再在线圈内插入磁心或铁心。电流的磁效应的应用场合有：各种变压器、电磁铁、电动机、扬声器、耳机等。

5. 电流的数值

电流数值的大小取决于在单位时间内通过导体横截面的电量。电荷的多少叫做电量，用 q 表示；单位是库仑，用符号 C 表示。在相同的时间内通过导体横截面的电量越大，就表示流过该导体的电流越强，反之越弱。电流强度在数值上等于单位时间内通过导体横截面的电量，用符号 I 表示。在时间 t 内通过导体横截面的电量是 q ，则电流 I 就可以用下式表示：

$$I = \frac{q}{t}$$

电流的单位是安培，简称安，用符号 A 表示。若在 1 s 内通过导体横截面的电量为 1 C，则电流就是 1 A。常用的电流单位还有 kA、mA、 μ A。

6. 电流的方向

在不同的导电物质中，形成电流的运动电荷可以是正电荷，也可以是负电荷，甚至两者都有。为统一起见，规定以正电荷运动的方向为电流的方向。在金属导体中，形成电流的自由电子的移动方向与规定的电流方向是相反的。在化学电池放电时，正电荷由电池的正极通过外电路流向负极，而电子是由电池的负极流向正极。

7. 电路

电流经过的路径叫做电路。如图 1—1a 所示为最简单的手电筒照明电路实物图，图 1—1b 所示是电路原理图。

(1) 电路的组成。任何一个完整的电路，无论简单还是复杂都可以分为电源、负载、传输导线、控制开关四部分。

1) 电源。电源是指将非电能转换成电能的装置，即可以把其他形式的能量转换成电能的装置。

电源的种类很多，如发电机可以把机械能转换成电能，干电池可以把化学能转换成电能，因此发电机、干电池等都叫做电源。如给手机电池充电用的充电器可以把交流电变成直流电，也叫做电源。

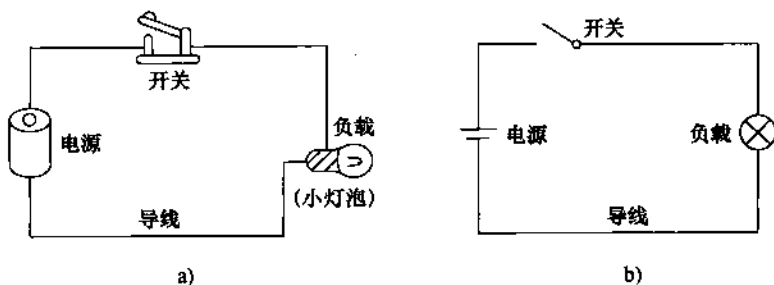


图 1—1 电路的组成

a) 电路实物图 b) 电路原理图

用电池、直流发电机等做电源的电路，称为直流电路。用交流发电机做电源的电路，称为交流电路。

2) 负载（又称用电器）。负载是把电能转换成其他形式能量的装置，如灯泡、显示器、扬声器、耳机、电动机、各种电加热器等。

3) 传输导线。传输导线起到连接电源、负载、控制开关输送电流的作用，常用银、铜、铝等金属材料制作。

4) 控制开关。控制开关起到控制电路通断的作用。

电路又分为内电路和外电路。电源内部的电路称为内电路，电源外部的电路称为外电路。

(2) 电路图。用统一规定的图形符号来表示电路连接情况的图叫电路图。通常所说的电路图大多是指电原理图，如图 1—1b 所示。

(3) 电路的三种状态。一个电路无论简单还是复杂，其状态无外乎以下三种：

1) 通路状态。电路各部分连接成闭合回路，负载中有电流通过，称为通路状态。

根据电路中负载电流的大小，通路状态又可以分为轻载、满载、过载（又可称为超载）三种情况。负载低于额定功率时的工作状态称为轻载；负载等于额定功率时的工作状态称为满载；负载高于额定功率时的工作状态称为过载或超载。过载状态时容易烧毁电气设备，发生危险。

2) 短路状态。电路中不该相连的两点连接在一起时，称为短路。短路属于电路故障。短路时的电流远远超过正常工作的电流，轻则烧毁元器件、整机设备，重则发生火灾危险，必须严加防止。但短路也是通路状态的一种。

3) 开路状态。开路（又称断路）是指电源两端或电路某处断开，这时电源不向负载供电，电路中没有电流通过。对于电源来说，这种状态叫做空载。这时电源两端的电压叫做空载电压，电源的空载电压等于电源的电动势。

二、电动势与电压

1. 电位

电路中的每一点都有一定的电位，就如同空中每一处都有一定的高度一样。计算高



度要有一个起点，如一座山峰高度为海拔 1 000 m，这个高度是从海平面算起的。计算电路中的电位时，也要先指定一个计算电位的起始点，那么这个点就是零电位。原则上电路中的零电位可以根据具体情况任意指定，但大多数是将很多元器件汇集在一起的一个公共点，或者是设备的金属外壳、或者是大地。这个点是电路中的公共参考点，所以又称为零电位参考点。

电路中其他各点与零电位参考点之间的电压，就是各点的电位。低于零电位参考点的电位是负电位，高于零电位参考点的电位是正电位。电位的单位名称是伏特，符号是 V。

2. 电压

电压又称电位差，是衡量电场力做功本领大小的物理量，用 U 表示。若电场力将正电荷 Q 从 a 点移到 b 点所做的功为 A_{ab} ，则两点间的电压 U_{ab} 为：

$$U_{ab} = \frac{A_{ab}}{Q}$$

上式中，电场力做功的单位是焦耳 (J)，电荷的单位是库仑 (C)，则电压的单位是伏特 (V)。常用的电压单位还有 kV、mV、 μ V。

3. 电动势

电动势是表征电源将其他形式的能转换成电能的本领大小的物理量。在电源内部将单位正电荷从电源负极移到正极，非电场力（电源力）所做的功叫电源的电动势。电动势用符号 E 表示，单位是伏特 (V)。

电源电动势的数值等于电源开路（不接入外电路）时两极间的电位差值。严格地说，用电压表测量电源两端开路电压，即使电源不接入外电路，同样也能测出电源的电位差值，这是因为电源有内电阻。在闭合的电路中，电流通过电源内电阻 r 产生内电阻电压降，通过外电路负载 R 也产生负载电压降。电源的电动势 E 等于内电阻电压 U_r 和外电路负载电压 U_R 之和，即 $E = U_r + U_R$ 。由于电压表有一定的内阻，成了外电路负载电阻，所以测得的电压小于电动势。但是，如果电压表的内电阻很大，电源的内电阻很小，则内电阻电压可以忽略不计。此时，电压表测得的电源两端的电压可以看做近似等于电源的电动势。

电动势决定于电源本身的结构、性能，而与外电路无关。例如，干电池的电动势为 1.5 V，表示使用这种电池时，电路中每通过 1 C 的电量，电源所能提供转化的能量为 1.5 J。

4. 电动势与电压的区别

电动势与电压的定义类似，但是两者是有区别的。

(1) 电动势与电压具有不同的物理意义，电动势表示非电场力（电源力）做功的大小，而电压则表示电场力做功的大小。

(2) 电动势只存在于电源的内部，而电压不仅存在于电源的两端，也存在于电源以外的外电路。

(3) 电动势与电压的方向不同，电动势的方向由低电位指向高电位，是电位升的方向（图 1—2 中的 E ）。而电压的方向由高电位指向低电位，是电位降的方向（图



1—2 中的 U)。

三、电阻与电导

1. 电阻

在导体中形成电流，做定向移动的电荷要与导体中的离子、原子发生碰撞，使电荷的定向移动受到阻碍。因此，导体对于通过它的电流呈现一定的阻碍作用。

在金属导体中，是通过自由电子在原子间移动形成电流的，当电子与原子碰撞时产生热能，使自由电子的运动速度下降，这就是金属导体的电阻。

反映导体对电流阻碍作用大小的物理量叫做电阻，在国际单位制中，电阻的单位是欧姆，简称欧，符号是 Ω 。

欧姆定义为：当导体两端的电压是 1 V，导体内通过的电流是 1 A 时，这段导体的电阻就是 1 Ω 。常用的电阻单位还有 $k\Omega$ 和 $M\Omega$ 。

导体的电阻是客观存在的，它与导体两端的电压大小无关。即使没有电压，导体仍然有电阻。

2. 电阻定律

导体的电阻与导体本身的物理条件有关，当温度一定时，导体的电阻 R 与它的长度 l 成正比，与它的截面积 S 成反比，并与导体本身的电阻率有关，即：

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

式中的比例系数 ρ 是与导体材料有关的物理量，叫做电阻率或电阻系数，单位名称是欧姆米，符号是 $\Omega \cdot m$ 。

电阻率是指某种材料在 20℃、长度为 1 m、截面积为 1 m^2 时的电阻值。不同材料有不同的电阻率，电阻率只与导体材料性质有关，而与形状无关。电阻率大小反映了不同材料导电性能的好坏，电阻率越大，导电性能越差。

3. 电导和电导率

电阻定律是对金属导体（即第一类导体，电子导体）导电性能的具体描述，而对电解质溶液（即第二类导体，离子导体）的导电性能描述常使用电导和电导率概念。

通过实验可知，金属等电子导体的电阻和电阻率与温度成正比关系，即温度升高，电阻增加，导电性减弱。但是电解质溶液与金属等电子导体不同，它的电阻与温度成反比关系，温度升高，溶液的黏度降低，离子运动阻力减小，离子的迁移速度增大，电阻降低，故导电性增加。所以电解质溶液的导电能力大小常以电导（ G ）来表示，电导是电阻的倒数：

$$G = \frac{1}{R}$$

电导的单位名称是西 [门子]，符号是 S。显然，1 S = 1 Ω^{-1} 。

电解质溶液的导电能力除了用电导表示外，与电子导体一样，也常用电导率来表示。根据电阻率与电导的关系，可以得到：

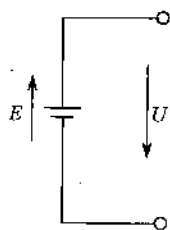


图 1—2 电动势与端电压的方向

$$G = \frac{1}{R} = \frac{S}{\rho l} = \gamma \frac{S}{l}$$

式中 γ 为 $\frac{1}{\rho}$ ，称为电导率，其定义是在电解质溶液中放置两个截面积为 1 m^2 的电极板，两个电极板之间的距离为 1 m 时电解质溶液的电导，单位为 S/m （西/米）。如图 1—3 所示是几种常见典型物质的电导率。

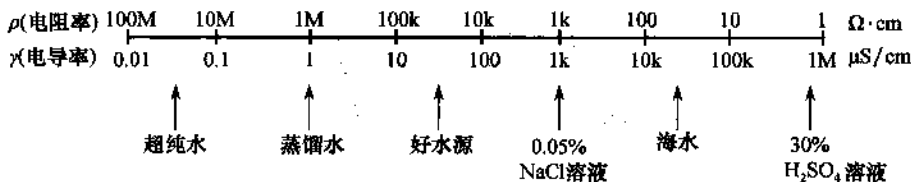


图 1—3 几种常见典型物质的电导率值

电导 S（西门子）这个单位较大，常用单位还有 mS 和 μS 。

4. 电阻的串、并联

（1）电阻的串联。电路中两个或两个以上的电阻按顺序一个接一个地联成一串，没有其他的分支，使电流只有一条通路的连接方式称为电阻串联。如图 1—4a 所示为 3 个电阻的串联电路。如图 1—4b 所示为等效电路。

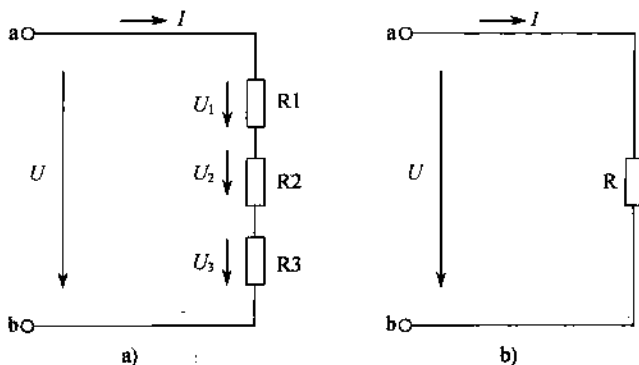


图 1—4 电阻的串联电路及等效电路

a) 电阻串联电路 b) 等效电路

电阻串联电路的特点有：

1) 串联电路中流过每个电阻的电流都相等，即：

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \cdots = I_n$$

2) 串联电路两端的总电压等于各个电阻两端电压之和，即：

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \cdots + U_n$$

3) 串联电路的等效总电阻等于各个串联电阻之和，即：

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n$$

当各串联电阻的阻值都相等，且等于 R' 时，等效总电阻为：