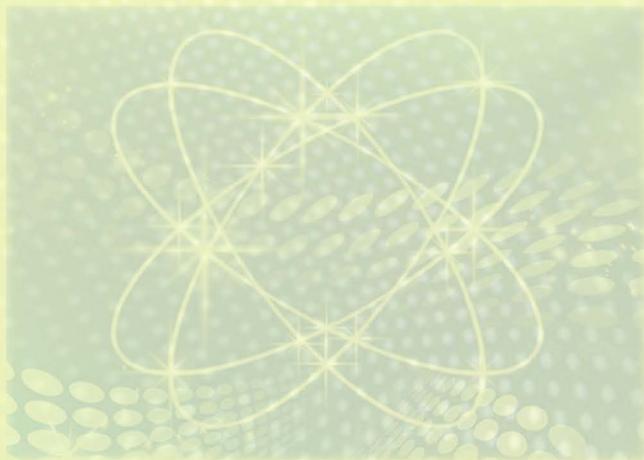


# 电世界的奇葩

谢乃贤 著



湖南教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电世界的奇葩：话说电化学/谢乃贤著，—2 版．  
—长沙：湖南教育出版社，2012.4  
(走近化学/宋心琦主编)  
ISBN 978-7-5355-2636-6

I. ①电… II. ①谢… III. ①电化学—普及读物  
IV. ①0646-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 066544 号

---

从 书 名 走近化学  
书 名 电世界的奇葩——话说电化学  
作 者 谢乃贤  
责任编辑 阮 林 李小娜  
责任校对 崔俊辉  
出版发行 湖南教育出版社出版发行 (长沙市韶山北路 443 号)  
网 址 <http://www.hnepi.com> <http://www.shoulai.cn>  
电子邮箱 228411705@qq.com  
客 服 电话 0731-85486742 QQ228411705  
经 销 湖南省新华书店  
印 刷 湖南天闻新华印务邵阳有限公司  
开 本 710×1000 16 开  
印 张 11.5  
字 数 110 000  
版 次 1998 年 9 月第 1 版 2012 年 1 月第 2 版第 1 次印刷  
书 号 ISBN 978-7-5355-2636-6  
定 价 23.00 元

---

## 再版说明

20世纪90年代，在新的全球性科学技术发展高潮和随之而来的激烈竞争初现端倪之时，湖南教育出版社的《科学家谈物理》丛书、《科学家谈生物》丛书、《走近化学》丛书陆续出版，在当时为数不多的原创学科科普中，其内容的新颖、作者阵容的强大、语言文字的生动堪称首屈一指。这套学科科普凝聚了当时物理学、生物学、化学领域的大家们的远见卓识和汗水心血。以“大科学家写科普”的严肃认真的态度和细腻别致的情怀，为当时的青少年——21世纪的主人们在接受基础教育的同时，扩展科技视野，了解学科现状和发展趋势提供了一条最权威、最前沿、最贴近的通道。大家们字里行间所流露出来的对科学世界的向往与痴迷、对科学事业的热爱和虔诚也深深地感动和影响了一代青少年。

10多年之后，我们选择以“中国原创科普经典”的名义再次整理出版这套科普则有着非凡的意义。其一是原创的弥足珍贵。这么多大科学家的学识、思想、精神汇聚于此实属不易，时至今日，这其中的许多人已经离开我们，但他们的所著所言却是具有恒久长远的生命力的，这些原创于今时今日的我们，其珍贵是不言而喻的。其二是经典的不可复制。科学技术的发展日新月异，这套科普所展现的有些内容也许不是如今最前沿的知识，但它所记录的是这个发展过程中不可或缺的一步或几步，它已经成为经典。因此除了将某些符号和计量单位与现在的规定接轨外，我们没有做大的改动，选择尽量保留它的原貌。其三是精神的代代传承。这些著名的科学家们不仅深入浅出地讲解了科普的知识，更自然由衷地表达着对科学的热爱与敬畏，这些精神的甘露润物细无声。我们真心期待21世纪的青少年朋友们也能悉心来感受和传承，向伟大的科学和伟大的科学家们致敬。

需要说明的是，时隔多年，有些作者如今已经离世，有些作者现在已经联系不上，但我们一直在努力寻找中。如果有作者或作者的家人、朋友获悉我们再版这套书的情况，请跟我们联系，我们一并付酬致谢。

20世纪即将过去，日益临近的21世纪的脚步声已经清晰可辨。世界各国为迎接新世纪而制定的种种规划即将逐一付诸实施，新的全球性科学技术发展高潮和随之而来的激烈竞争已初见端倪，“山雨欲来风满楼”是世纪之交的科技发展与竞争态势的最佳写照。为了帮助青少年朋友在未来的竞争中迎接挑战，把握机会，继《科学家谈物理》、《科学家谈生物》等丛书之后，湖南教育出版社又推出了一套《走近化学》丛书。这套丛书，对于帮助今天的青少年——21世纪的主人们在接受基础教育的同时，扩展科技视野，了解化学的现状和发展趋势，明确化学家的任务和责任，是大有裨益的。因此，湖南教育出版社的这一远见卓识，理所当然地得到中国化学界的广泛响应和支持。中国化学会的积极参与和丛书编委会的组成，则保证

了这套科普读物出版计划的顺利实施。

化学是这样的一门科学：茫茫宇宙中浩瀚的物质世界，在化学家看来，不过是千百万种化合物的存在与组合，而且是由为数不多的几十种常见元素所组成的。它们之间的差别，仅在于元素的种类、原子的数目和原子构建成分子（或构建成晶体等）时方式的不同而已。

化学是这样的一门科学：化学反应，其机理几乎是各有千秋，而且对反应条件又极其敏感，以致对于一些化学现象，人们有时不免众说纷纭，莫衷一是。但是化学反应所遵循的最基本的物理定律，却屈指可数，简单明了。

化学是这样的一门科学：它为其他学科和新技术的发展提供了必要的物质条件，但在社会对新技术成就的一片赞扬声中，它却甘于默默无闻。

化学是这样的一门科学：它和其他学科的相互交叉与渗透日益深化，新的化学分支学科层出不穷，但是化学的理论基础却离不开化学元素论、元素周期律、化学键理论和物质结构理论。

化学是这样的一门科学：除非你已经学会透过宏观现象辨析原子、分子行为的思维方法，并熟悉化学所用的语言和语法规则，否则尽管在实际生活中化学和人的关系是如此的密不可分，可是在很多人的心目中，化学却显得那

么的陌生和遥远。以致有些人在充分享受化学对现代物质文明所作的种种贡献的同时，会不公平地把现代文明社会中的失衡与灾难的责任，归之于化学！

统计资料表明，世界专利发明中有 20% 与化学有关；发达国家从事研究与开发的科技人员中，化学与化工专家占一半左右；化工企业产品的更新换代依靠化学的进步，而化工产品的产值和出口比例在国民经济中一直保持着领先的地位。这些数据足以证明，化学在社会发展和提高人民生活质量中具有重要作用。

因此，这套《走近化学》丛书的任务是，通过向广大青少年读者介绍生动有趣的化学现象、引人入胜的化学成就和辽阔无垠的化学前景，消除广大读者对化学的陌生感和因此产生的畏惧心理。作者们在字里行间有意或无意流露出来的对科学世界的痴迷和对科学事业的虔诚，都会引起读者的共鸣。你会和作者一样，产生出一种在知识海洋中遨游时清风拂面、心旷神怡、与大自然融为一体的快感，使自己的聪明才智得到进一步的培育，使自己的志趣得到进一步的提炼和升华。这套丛书取名为“走近化学”，正是呼唤我们向化学走近！

经过三年的努力，《走近化学》丛书的第一辑终于和广大青少年朋友见面了。丛书共分三辑，预计在 2000 年

全部完成。

编委会衷心感谢中科院院士、原中国科学院院长、著名化学家卢嘉锡教授及中科院院士、著名化学家张青莲教授慨允为丛书题词。衷心感谢中科院院士、原中国科学院副院长、著名材料科学家严东生教授代表中国化学会为丛书作序。对湖南教育出版社的领导及担任责任编辑和编委的李小娜、阮林，以及中国化学会的领导及办公室工作人员为丛书所作的指导和支持，在此一并表示谢忱。

亲爱的青少年朋友们，如果这套丛书能够有助于你摆脱常年在题海和应试的桎梏下产生的几丝无奈，为迎接明天而主动地学习，从而使你的生活与学习走向一片更加灿烂与广袤的天地，我们将会感到无比的欣慰。我们坚信，科学可以使人变得更加聪明而坚强，“欲与天公试比高”将是21世纪中华青少年的风采！

**《走近化学》编委会**

(宋心琦执笔)

1997年8月

## 内容简介

电化学是一门交叉学科，它研究带电界面的性质，凡是和带电界面有关的学科，都和电化学有关。本书首先介绍了电化学是一门怎样的科学，电化学热力学和电化学动力学有哪些基本概念和规律。然后着重介绍电化学在能量转化、能量储藏、人类生存环境的改善、生命科学、金属材料的腐蚀与防护方面的应用成就、现状和发展前景。阅读本书，读者可以对电化学的内容和应用有一个较为全面的了解。

# 序 言



嚴东生

由中国化学会和湖南教育出版社共同组织、约请著名化学家撰写的《走近化学》丛书，是我国近年来为满足青少年读者了解化学和学习化学的需要而出版的一套科普丛书。其内容覆盖面之广，作者阵容之强，是多年来罕见的。丛书的选题不仅紧密结合科学技术发展的实际，更着重于作者和读者之间思想和体会的交流。加以文字流畅，内容新颖并富有趣味，我相信它必将成为广大青少年的良师益友。对于有志于从事科学技术工作的青少年，则更有启迪和激励的作用。

21世纪即将来临，目前尚处于发展中国家之列的中国，在未来几十年里世界高新技术的发展与竞争中，将面临极其严峻的挑战。化学不仅会和其他学科一样，保持着自20世纪50年代以来的迅猛发展势头，而且和生命、信息、材料与环境等科技领域的相互渗透也会日益

深入。了解化学和应用化学的水平将对社会生产力的发展和人民生活质量的提高起着关键的作用，化学基础知识也将成为充实新世纪公民基本素质的重要内容之一。因此，《走近化学》丛书的问世所起到的积极作用，一定会得到社会各界的支持和肯定，也一定会受到广大青少年读者的欢迎。

《走近化学》丛书涉及现代化学的多个侧面，介绍了人们在这些领域内的最新成就，反映了作者对该领域未来发展的精辟见解。它将有利于广大青少年读者开阔视野，激起他们对科学技术的兴趣，提高他们对科学技术推动社会发展的重要作用的认知。对于有志于从事科学技术工作的青少年读者则更能起到启蒙的作用。当然，科学技术事业的发展，要依靠千百万科学技术人员的辛勤劳动与杰出科学家的殚精竭虑和艰苦实践，不可能一蹴而就。我们应当由丛书中所展示的前辈科学家所经历过的失败与成功的史实中吸取经验，以增强我们积极参与国际科学技术领域竞争的信心和力量。

光阴荏苒，岁月蹉跎，在新的世纪里，振兴中华、造福人类的历史责任已无可推卸地落在今天青少年一代的肩上。年轻的朋友们，先进的科学技术像明日的朝阳一样，将由你们用双手高高托起！

1997年9月

# 前 言



这是一本介绍电化学基本知识的书籍。编书有别于学术论文的撰写，后者着力于作者本人的心得和创见，而前者不可避免地要借助于前人的工作。面对浩瀚的电化学文献，材料的取舍一方面要考虑读者对象，另一方面也反映了作者的观点。电化学是关于研究带电界面性质的科学，因此它本身是一门交叉学科。凡是和带电界面有关的学科，都和电化学有关，例如表面化学、表面物理、材料学、生物学及相关的工程等。今天，正是这些电化学和其他学科交叉的领域，表现得特别活跃，其获得的成就已经对科技的发展、生产的增长、社会的进步作出了贡献。尤其值得关注的是，它对人类社会的未来发展，如经济运行的方式、资源的合理开发、环境的保持和改善等方面，具有潜在的、深刻的影响能力。有鉴于此，本书在内容安排上，和传统的电化学书籍不同，主要着重向读者介绍电化学在能量转化、能量储藏、环境科学、生命科学及材料科学（主要是金属的腐蚀与防护）等方面的成就、现状及发展前景。其次在理论的阐述上，作为一本电化学的初

步读物，传统的做法是着重介绍电化学的平衡理论，忽略电化学动力学的內容。这种做法有其一定原因，首先这种倾向是电化学发展中的历史性偏差，是一种历史的惯性，其次电化学动力学的理论要比平衡理论复杂得多，要在定性的基础上作出简明的介绍非常困难。但是，当前电化学各个领域发展中遇到的主要问题是动力学问题，所以它的重要性日益增长。可以这样说，没有它的发展也就没有现代电化学。因此本书尝试对这一部分作一个启蒙性的介绍。在理论的评述上，力求观念现代化，在基本概念的阐述上，力求通俗而准确，并在一定程度上融入了作者多年教学的经验。

如果在有机会读到本书的读者中，有人对电化学产生了兴趣，这就是本书的目的。就电化学本身而言，无论是它的理论或实践，都是具有魅力的。本书如有某些吸引力的话，则应归之于前辈们在电化学领域中的辛勤耕耘。书中如有不当和谬误之处，则咎在作者。

# 目录

走近化学 · 电世界的奇葩

前言 /001

## 1 生机勃勃的电化学 /001

- 
- 1.1 什么是电化学 /001
  - 1.2 曲折的历史 /005
  - 1.3 美化生活 /008
  - 1.4 能量转化 /009
  - 1.5 创造清洁的环境 /011
  - 1.6 神奇的氢经济 /015
  - 1.7 进入生命科学 /017

## 2 认识电化学 /019

- 
- 2.1 什么是电化学平衡 /019
  - 2.2 电化学热力学常用名词 /023

- 2.3 能斯特方程和电极电位 /025
- 2.4 电池的输出电功 /032
- 2.5 电极反应速率和极化现象 /035
- 2.6 电极反应的机理 /038
- 2.7 反应控制步骤和电极的极化 /040
- 2.8 影响电极反应速率的因素 /044

## 3 电化学与能量 /047

---

- 3.1 引言 /047
- 3.2 难产的燃料电池 /048
- 3.3 高效的燃料电池 /050
- 3.4 燃料电池怎样减少能量损失 /059
- 3.5 形形色色的燃料电池 /061
- 3.6 燃料电池大显身手 /069
- 3.7 电池——储藏能量的装置 /071
- 3.8 电池的性能 /075
- 3.9 常用电池面面观 /079

## 4 电化学与环境 /088

---

- 4.1 引言 /088
- 4.2 电化学化废为宝 /090
- 4.3 含铬废水的再利用 /094
- 4.4 现场消毒电解槽 /095
- 4.5 电渗析 /097
- 4.6 空气净化 /100
- 4.7 实现零排放 /102
- 4.8 清除有毒物质 /106
- 4.9 不溶物的电解分离 /106
- 4.10 土壤的净化 /109
- 4.11 核废料的处理 /110

## 5 电化学与生物 /112

---

- 5.1 生物体内的电现象 /112
- 5.2 经典生物电化学的困境 /116
- 5.3 生物体系中的能量转化 /123

- 5.4 有机大分子可以导电吗 /128
- 5.5 生物体系宛如燃料电池 /131
- 5.6 生物体系中的振荡现象 /134
- 5.7 生物生长过程的控制 /135

## 6 金属腐蚀与防护 /139

---

- 6.1 金属腐蚀造成的惊人损失 /139
- 6.2 金属腐蚀的形式 /142
- 6.3 金属是怎样腐蚀的 /144
- 6.4 充气电池腐蚀 /149
- 6.5 形成孔的腐蚀——孔蚀 /153
- 6.6 怎样防止金属腐蚀 /156