



国家出版基金项目  
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

# 中国电力百科全书

(第三版)

• 水力发电卷 •

《中国电力百科全书》编辑委员会

《中国电力百科全书》编辑部

编

中国电力出版社

014057630

TM-61  
16-3  
V5



国家出版基金项目  
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION  
“十二五”国家重点图书  
出版规划项目



# 中国电力百科全书

(第三版)

• 水力发电卷 •

《中国电力百科全书》编辑委员会  
《中国电力百科全书》编辑部 编

CHINA  
ELECTRIC POWER  
ENCYCLOPEDIA

中国电力出版社



北航 C1742605

TM-61

16-3

V5

### 图书在版编目 (CIP) 数据

中国电力百科全书. 水力发电卷 / 《中国电力百科全书》编辑委员会, 《中国电力百科全书》编辑部编. —3 版. —北京: 中国电力出版社, 2014. 6

ISBN 978-7-5123-5054-0

I. ①中… II. ①中… ②中… III. ①电力工业-中国-百科全书 ②水力发电-概况-中国 IV. ①TM-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 247612 号

地图审图号: GS (2014) 671 号

中国电力出版社出版、发行 (北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京盛通印刷股份有限公司印刷

1995 年 5 月第一版

889 毫米×1194 毫米 16 开本

印数 12051—17050 册

2014 年 6 月第三版

各地新华书店经售

2014 年 6 月北京第四次印刷

39.25 印张 1716 千字

定价 350.00 元

### 敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

# 中国电力百科全书

(第三版)

## 编辑委员会

主任委员	陆延昌				
副主任委员	舒印彪	陈峰	王良友	那希志	刘顺达
	任书辉	于崇德	田勇	秦定国	郑健超
	宋永华	蔡惟慈	张晓鲁		
主编	陆延昌	(兼)			
副主编	孙嘉平	赵洁	宗健		
秘书长	李若梅				
副秘书长	金文龙				
常务领导小组成员	陆延昌	陈峰	张晓鲁	孙嘉平	赵洁
	宗健	李若梅	金文龙	赵建军	肖兰
委员	(按姓氏笔画排列)				
	丁中智	于崇德	王志轩	王良友	王柏乐
	王锡凡	王赞基	牛东晓	方耀明	田勇
	任书辉	刘顺达	许洪华	那希志	孙才新
	孙志禹	孙嘉平	李天友	李立涅	李若梅
	杨奇逊	杨校生	肖兰	辛德培	沙亦强
	宋永华	张文涛	张晓鲁	张善明	张禄庆
	陆延昌	陈峰	陈维江	金文龙	周永兴
	周孝信	周建平	郑健超	宗健	赵建军
	赵洁	赵毅	胡学浩	俞卓平	俞国勤
	俞培根	饶宏	施鹏飞	秦定国	贾金生
	谈克雄	黄其励	崔翔	舒印彪	蔡惟慈
	廖瑞金	薛禹胜			

## 编辑委员会顾问委员会

主任委员 谢绍雄

副主任委员 程忠智

委员 (按姓氏笔画排列)

于 渤	王信茂	叶继善	冉 莹	刘本粹
刘 忱	刘振鹏	汤蕴琳	许传凯	杨洪义
肖辉乾	张克让	张学知	陈昌渔	陈效杰
邵世伟	郑企仁	赵学林	徐士珩	徐纪法
高安泽	高季章	郭 灏	韩祯祥	程忠智
程念高	谢松林	谢绍雄	蓝增珏	翟若愚
魏光耀				

## 编辑委员会办公室

主任 赵建军

副主任 肖 兰

## 编 辑 部

主任 肖 兰

编辑 (按姓氏笔画排列)

于小然	王 岳	王春娟	邓 春	华 峰
刘亚南	刘利军	李文娟	李慧芳	肖 兰
何 郁	张 健	张 涛	陈 丽	易 攀
郑晓萌	赵鸣志	胡顺增	姜丽敏	曹 慧
潘宏娟	穆智勇			

# 中国电力百科全书

(第一版)

## 编辑委员会

名誉主任委员	史大桢				
主任委员	张凤祥				
第一副主任委员	毛鹤年				
常务副主任委员	沈根才				
副主任委员	陆延昌	都兴有	温克昌	梁益华	陈秉堃
秘书长	贺至刚 程忠智				
常务领导小组成员	张凤祥	毛鹤年	沈根才	陆延昌	都兴有
	温克昌	梁益华	陈秉堃	贺至刚	程忠智
委员	(按姓氏笔画排列)				
	于渤	王梅义	王瑞梁	毛鹤年	邓致远
	邓耀群	冯俊凯	吕光大	吕应中	伍宏中
	刘子玉	刘纫蒞	李博之	杨德晔	连培生
	肖达川	肖国泉	吴竞昌	沈济源	沈根才
	宋春生	张凤祥	张德平	陆延昌	陈允康
	陈秉堃	陈维敬	姜绍俊	贺至刚	袁颖
	都兴有	顾嘉粟	徐士珩	徐国璋	徐博文
	梁益华	董希文	董育坚	韩承钧	韩桢祥
	程忠智	温克昌	谭昌铭	戴熙杰	

主 编 毛鹤年 沈根才  
常务编委 (按姓氏笔画排列)  
毛鹤年 邓致远 杨德晔 肖达川 吴竞昌  
沈根才 张凤祥 陆延昌 陈秉堃 陈维敬  
贺至刚 都兴有 顾嘉粟 徐国璋 徐博文  
梁益华 程忠智 温克昌  
顾问 金常政

## 编辑委员会办公室

主任 程忠智 (兼)  
副主任 姜求志 张玉诸 高体基 朱百祥

## 编辑部

主任 张玉诸  
副主任 高体基 朱百祥  
编辑 (按姓氏笔画排列)  
王岫霓 朱百祥 朱良镭 华 峰 肖 兰  
张为龙 张玉诸 张克让 姜丽敏 贺至刚  
高体基 郭 亮 程忠智

# 中国电力百科全书

(第二版)

## 编辑委员会

名誉主任委员	史大桢	张凤祥			
主任委员	陆延昌				
常务副主任委员兼主编	谢绍雄				
副主任委员	张晓鲁	宗健	郭灏		
秘书长	程忠智	张克让			
常务领导小组成员	陆延昌	谢绍雄	张晓鲁	宗健	郭灏
	程忠智	张克让			
委员	(按姓氏笔画排列)				
	丁玉佩	于渤	王柏乐	王信茂	邓耀群
	叶继善	冉莹	刘本粹	刘忱	刘振鹏
	汤蕴琳	许传凯	孙嘉平	杨洪义	肖辉乾
	张文涛	张克让	张学知	张晓鲁	张禄庆
	陆延昌	陈昌渔	陈效杰	陈鼎瑞	邵世伟
	周孝信	郑企仁	郑健超	宗健	赵学林
	徐士珩	徐纪法	高安泽	高季章	郭灏
	谈克雄	韩桢祥	程忠智	程念高	谢松林
	谢绍雄	蓝增珏	翟若愚	魏光耀	



## 编辑委员会顾问委员会

主任委员 沈根才  
特邀顾问 金常政  
委员 (按姓氏笔画排列)  
王梅义 王瑞梁 吕光大 刘纫蒞 李博之  
连培生 肖达川 吴竞昌 沈根才 张德平  
陈维敬 袁颖 顾嘉粟 徐国璋 徐博文  
温克昌 戴熙杰

## 编辑委员会办公室

主任 朱百祥  
副主任 全晓华 高体基

## 编辑部

主任 朱百祥  
副主任 高体基  
编辑 (按姓氏笔画排列)  
王岫霓 朱百祥 朱良镭 华峰 刘宇峰  
肖兰 张为龙 张克让 姜丽敏 高体基  
程忠智 赖广秀 潘宏娟

# • 水力发电卷 •

(第三版)

## 编审委员会

主 编	周建平					
副 主 编	王柏乐	贾金生	孙志禹			
编审领导小组	周建平	王柏乐	贾金生	孙志禹	华 峰	
编 委	(按姓氏笔画排列)					
	万凤霞	王仁坤	王柏乐	王 奎	王朝阳	
	王善春	叶建群	冯树荣	吕明治	华 峰	
	孙志禹	严秉忠	李修树	杨益才	吴关叶	
	冷 辉	张宗亮	张 敏	陈国庆	邵 荣	
	范福平	周建平	周晓光	赵 琨	郝巨涛	
	姚栓喜	贾金生	钱钢粮	徐泽平	郭 军	
	郭建欣	黄天润	黄晓辉			
学 术 秘 书	华 峰					

## 各分支主编、副主编

### 概论分支

主 编 钱钢粮

副 主 编 严秉忠

### 气象、水文、泥沙分支

主 编 王仁坤

副 主 编 张 敏

### 力学基础分支

主 编 徐泽平

副 主 编 郝巨涛

### 工程地质勘测分支

主 编 范福平

副 主 编 杨益才

### 水能利用分支

主 编 吕明治

副 主 编 王朝阳

### 环境保护分支

主 编 张宗亮

副 主 编 邵 荣

### 移民安置分支

主 编 冯树荣

副 主 编 王 奎

### 水工建筑物分支

主 编 吴关叶

副 主 编 叶建群

### 施工分支

主 编 姚栓喜

副 主 编 黄天润

### 水力机械和电气分支

主 编 赵 琨

副 主 编 万凤霞 李修树

### 工程造价分支

主 编 郭建欣

副 主 编 王善春

### 运行与维护分支

主 编 孙志禹 (兼)

副 主 编 陈国庆

### 水电站实例分支

主 编 郭 军

副 主 编 周晓光

## • 水力发电卷 •

(第一版)

### 编审委员会

主 编	杨德晔				
副 主 编	董育坚	张德平	伍宏中		
编审领导小组	杨德晔	董育坚	张德平	伍宏中	贺至刚
	华 峰	陈叔康			
编 委	(按姓氏笔画排列)				
	伍宏中	华 峰	杨德晔	邴凤山	谷云青
	沈淦生	张德平	陈叔康	陈祖安	郑顺炜
	贺至刚	唐友一	黄宣范	曹学敏	章景安
	董育坚	蒋国澄			
学 术 秘 书	邴凤山				

### 各分支主编、 副主编、 编审组成员

#### 概论分支

主 编	曹学敏		
编审组成员	赵毓崑	欧阳华	
	高又生		

#### 气象、 水文、 泥沙分支

主 编	唐友一		
编审组成员	余常昭	张 仁	
	刘一辛		

#### 力学基础分支

主 编	蒋国澄		
编审组成员	陈愈炯	陆家佑	
	范元勋	濮家骝	

#### 勘测设计和科研试验技术分支

主 编	郑顺炜		
副 主 编	陈祖安		
编审组成员	蒋国澄	邹小安	
	朱建业	崔诗礼	

#### 水能利用分支

主 编	伍宏中	(兼)	
编审组成员	许自达	朱藻文	
	欧阳华	刘兰桂	
	赵毓崑		

#### 环境保护及水库淹没分支

主 编	沈淦生		
编审组成员	张根林	刘一辛	

#### 水工建筑物分支

主 编	董育坚	(兼)	
编审组成员	林可冀	王树人	
	李必如	沈德民	
	丁志华		

#### 水电站工程施工分支

主 编	章景安		
编审组成员	王庭济	王守道	
	龚贵焘		

### 水电站机电部分分支

主 编 张德平 (兼)  
编审组成员 王 冰 青长庚  
裴秉镛 潘天缘  
梁见诚

### 国内外水电站实例分支

主 编 杨德晔 (兼)  
副 主 编 谷云青  
编审组成员 熊思政 赵增凯  
李维藩

### 水电站运行管理分支

主 编 黄宣范  
编审组成员 杨承沪 刘丽粟

# • 水力发电卷 •

(第二版)

## 编审委员会

主 编	高安泽	程念高			
副 主 编	王柏乐	高季章			
编审领导小组	高安泽	程念高	王柏乐	高季章	张德平
	华 峰				
编 委	(按姓氏笔画排列)				
	王小润	王柏乐	华 峰	杨多根	杨金栋
	张一军	张有天	张德平	岳立夫	周尚洁
	赵深山	赵毓崑	袁定远	高安泽	高季章
	郭义华	唐友一	蒋国澄	程念高	

## 各分支主编、副主编

概论分支  
主 编 赵毓崑

气象、水文、泥沙分支  
主 编 唐友一

力学基础分支  
主 编 蒋国澄

勘测和试验技术分支  
主 编 郭义华

水能利用分支  
主 编 袁定远

环境保护分支  
主 编 赵深山

水库淹没分支  
主 编 张一军

水工建筑物分支  
主 编 王小润

施工分支  
主 编 杨多根

水力机械和电气分支  
主 编 岳立夫

工程造价分支  
主 编 周尚洁

运行管理分支  
主 编 杨金栋

水电站实例分支  
主 编 张有天

## 第三版前言

《中国电力百科全书》(简称《电百》)第三版在中国电机工程学会成立 80 周年之际与广大读者见面了。《电百》是全面介绍电力科学技术和管理知识的大型专业性百科全书。《电百》的首次编纂始于 1986 年,先后于 1994 年和 2001 年出版发行了第一版和第二版。《电百》问世以来,受到了广大电力工作者和电机工程界人士的欢迎并得到认可,成为查阅电力基本知识的权威工具书。

《电百》第一版是由原水利电力部、中国电机工程学会、中国水力发电工程学会等共同倡议,从 1986 年开始,历时 8 年编纂完成的。全书分为《综合卷》《电工技术基础卷》《电力系统卷》《火力发电卷》《水力发电卷》《核能及新能源发电卷》《输电与配电卷》《用电卷》共 8 卷,5000 多个条目、1000 余万字。全书总结了当时电力工业科学技术成就以及生产和建设的经验,适应了电力科技人员和职工学习新技术、新知识的迫切需要。《电百》第二版的修编工作是在原国家电力公司组织下,从 1998 年开始到 2000 年完成。全书仍为 8 卷,共 5400 余条目,约 1000 万字,反映了 20 世纪最后十多年电力工业的快速发展和电力科技的进步,适应了中国电力工业发展的需要。《电百》第二版于 2002 年荣获第十三届中国图书奖。

《电百》第二版发行至今的十多年间,中国电力工业持续快速发展,电力科技水平不断提高。中国电力装机容量和发电量分别从 2000 年的 3.19 亿 kW、1.37 万亿 kW·h 提高到 2013 年的 12.47 亿 kW 和 5.3 万亿 kW·h,均居世界第一位。电网发展也实现了历史性跨越,规模居世界第一,已经形成以区域同步电网为基础的全国互联电网(未计台湾省)。这十多年,电力系统结构逐步优化,技术装备水平快速提升,节能减排成效显著。电力系统的安全性、可靠性、经济性取得全面提高,适应了经济和社会发展对用电量增长和安全可靠供电的需要,有力支撑了国民经济的持续快速发展。

进入 21 世纪,中国经济社会发展的重要特征是工业化、信息化、城镇化、市场化、国际化,能源结构清洁低碳化趋势显著。这些重大社会需求决定电能高效清洁的生产、输送、分配和使用技术,已成为电力技术发展的主导方向,并且日益显现出新技术与传统技术交叉与融合的趋势。因此,有必要对《电百》第二版进行修编,更新和充实《电百》的内容,以充分反映 21 世纪头十年电力工业发展的新成就和电力科技发展的新特征。

2009 年 5 月,在中国电机工程学会第九届会员代表大会上提出了《电百》第三版修编工作建议,得到会员单位广泛支持。2011 年 1 月 25 日,《电百》第三版编辑委员会第一次会议在北京召开,修编工作正式启动,确定修编原则是“增补为主,简当为要”。

**增补为主**,就是要增补体现电力工业和电力科技发展的新内容。如全球气候变化、全寿命周期管理、信息安全等问题;在水力发电技术方面,包括高坝筑坝新技术、大型水轮机组集成技术、梯级水库群优化调度技术等;在火力发电技术方面,包括超超临界燃煤发电、大型火电机组直接空冷、整体煤气化联合循环发电(IGCC)及多联产、污染物控制和减排等技术;在现代核电技术方面,包括对投运核电机组通用技术的系统性介

绍，第三代先进压水堆技术 AP1000、EPR，以及模块式高温气冷堆技术和第四代核能系统概况等；在可再生能源发电技术方面，包括风能资源评估、新型风电机组总体设计和关键部件制造、风电并网等技术，太阳能热发电及分布式光伏发电技术，以及深层地热和海洋能、潮汐能发电等新技术；在电网技术方面，包括特高压交直流输电技术、750kV 超高压输电技术、智能电网技术、大型互联电网的分析和控制技术、电压源型直流输电技术等；还有现代信息通信技术、电力电子技术的新发展和新材料在电力系统中的应用等等。

根据电力科技发展的新趋势，《电百》第三版共设 9 卷，在第二版 8 卷的基础上，将《输电与配电卷》更名为《输电与变电卷》、《用电卷》更名为《配电与用电卷》，将《核能及新能源发电卷》拆分为《核能发电卷》和《新能源发电卷》。第三版的条目总数约为 6300 条，字数约 1300 万字。条目释文中，中国电力工业的数据一般截至 2012 年 12 月，国外电力工业的数据一般截至 2011 年 12 月，能源资源等数据以最新公布的为准。

**简当为要**，是百科全书的特征之一。百科全书是概要记述人类知识的大型工具书。《电百》第三版的释文编纂按照百科体例的编纂要求和“全、精、新、信、达、雅”的撰写质量要求，依据科学性、客观性、概述性、整体性、稳定性、可读性、规范性的百科特点进行修编。全书统一编纂指导思想、框架设计和体例要求，解决内容重复、交叉、矛盾和遗漏等问题。对修编条题，注重其概要性、知识性和逻辑性；对新增条题，博览精收、慎重选材，做到既简且当。同时，各卷都编写了概述性文章（专文）和大事年表。概述性文章是对本卷内容概括性介绍，体现本专业的特点、发展、现状和水平；大事年表是以编年体形式记录具有全局性、标志性、方向性的事情。读者通过概述性文章和大事年表可以对电力技术的发展有全面系统的了解，更加体现了简当为要的要求。

《电百》第三版修编实行主编责任制，编辑委员会组织了既有理论底蕴又有实践经验的 1500 多位专家、学者参与条目的撰写和审稿，其中卷正副主编和分支正副主编 220 余位。

《电百》第三版贯彻以科学发展观为指导，谋篇、谋卷、谋书，努力用全面协调可持续发展的观点，分析判断近十年来电力科技领域出现的新事物和新观点，集中反映 21 世纪初中国电力科技事业蓬勃发展的概貌，展示出其对中国乃至世界电力工业技术发展基本走向的影响。

在《电百》第三版即将付印的时候，我们十分感念那些为“电力百科”开启山林的拓荒者，他们为我们做出了榜样。《电百》第三版继承了第一、二版在知识分类、编辑体例、图表配置、全书条题检索等方面的工作经验和成果，并将前一、二版的双色印刷调整为全彩印刷，将原正 16 开本调整为大 16 开本，从而使第三版从内容到版式都有了更大的改进。令我们感到鼓舞的是，《电百》第三版获得了 2014 年度国家出版基金的资助，入选《2013—2025 年国家辞书编纂出版规划》。

我们还要再一次向所有关心、支持和参与本书编纂出版的领导、专家、学者、编辑出版人员表示衷心的感谢！1500 多位专家、学者的志愿工作、三年多的智慧和心血，凝结成为今天的鸿篇巨制。电力科学技术在飞速发展，希望《电百》第三版对电力科技工作者和管理人员能够有所裨益，更好地发挥其“没有围墙的大学”的功能。

**《中国电力百科全书》编辑委员会**

**《中国电力百科全书》编辑部**

2014 年 5 月



## 第一版前言

经过8年的反复锤炼,《中国电力百科全书》终于脱稿付印,陆续出版了!这是1700多位专家,以高度的政治责任感和历史责任感辛勤耕耘、反复切磋的成果。参加这部百科全书编纂工作的同志大部分是电业部门的专家和著名大学的教授,也有很多电机制造部门的专家,用电电器研究方面的专家,核工业专家,能源专家,环境保护专家等等;他们是各个专业方面的权威人士,大都年事已高,仍不遗余力地以自己毕生的经验,参照大量的国际资料,字斟句酌地推敲每一个条目的释文;他们以满腔热情,努力争取时间,完成了5000多个条目、1000多万字的撰写、审阅、修改工作;在编写过程中有的老专家废寝忘食、带病工作,有的已经谢世。我们以十分崇敬和感激的心情向为本书工作过的专家们致以崇高的敬礼!

《中国电力百科全书》是于1986年8月由原水利电力部科技司、中国电机工程学会、中国水力发电工程学会、原水利电力出版社共同倡议,经原水利电力部部长批准,着手组织编纂的。1987年8月,在北京召开了编辑委员会成立大会,初步确定了分卷方案和条题框架,聘请各卷主编和各分支主编。之后,几经修改,拟定了各卷的条题总表,聘请了撰写和审阅的专家,于1989年着手撰写,先后经过分支的一审、修改,分卷的二审、修改,编委会常务领导小组组织的终审,再由分卷修改正式定稿。

编纂《中国电力百科全书》的目的,在倡议报告中已经指明,是“为了总结我国电力工业生产、建设的经验,介绍当代电力工业最新科学技术成就,迎接电力工业更大规模的发展,满足电力系统广大职工的需要。”当前,我们正在建设规模宏伟的现代化的电力工业,我们正在深入改革开放,经历从高度集中的计划经济到社会主义市场经济的变革,成百万的电业职工迫切需要学习新的技术和新的管理知识。同时,随着我国工农业现代化程度的提高,人民生活电气化程度的普及和提高,社会上对电力知识的需要也日益广泛。为此,本书的编纂,从格式到内容,均以满足电力科学技术人员、各级领导和管理人员、广大电业职工和大专院校电力类专业师生的需要为主,同时照顾到社会上广大读者的需要,力求深入浅出,使具有高中以上文化程度的人均可阅读。

《中国电力百科全书》是中国第一部全面介绍电力科学技术和管理知识的大型专业性百科全书。在编纂过程中,我们学习和借鉴了《中国大百科全书》的编纂经验,同时,也汲取了此前编纂的《中国水利百科全书》的经验。百科全书要求表达人类成熟的知识,要求所表达的知识具有科学性、客观性和稳定性,亦即具有一定的权威性。为此,本书在条题名称的选定和条目释文的概念叙述方面,均力求符合当代国际电业界一般共有的认识,对于某些国内惯用的概念与国外流行的概念不一致的,均分别加以说明。考虑到篇幅浩大,读者所需要的专业内容不一,特将全书按专业分为既有联系又相对独立的8卷,即:综合、电工技术基础、电力系统、火力发电、水力发电、核能及新能源发电、输电与配电、用电。读者可购置全套8卷,也可购置其中任何一卷。每卷条目排印均按