



中国电力百科全书

(第三版)

• 综合卷 •

《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



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)

• 综合卷 •

《中国电力百科全书》编辑委员会 编
《中国电力百科全书》编辑部

CHINA
ELECTRIC POWER
ENCYCLOPEDIA

中国电力出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国电力百科全书. 综合卷 / 《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. 5

ISBN 978-7-5123-5090-8

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 256406 号

地图审图号: GS (2014) 827 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

各地新华书店经售

1995 年 10 月第一版

2014 年 5 月第三版

2014 年 5 月北京第五次印刷

889 毫米×1194 毫米 16 开本

38.25 印张 1676 千字

印数 15541—20540 册

定价 298.00 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			

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	邓致逵
	邓耀群	冯俊凯	吕光大	吕应中	伍宏中
	刘子玉	刘幼茵	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	韩祯祥
	程忠智	温克昌	谭昌铭	戴熙杰	

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 韩祯祥 程忠智 程念高 谢松林
谢绍雄 蓝增珏 翟若愚 魏光耀

综合卷

(第三版)

编审委员会

主 编	孙嘉平 (兼)				
副 主 编	王志轩 牛东晓 沙亦强				
编审领导小组	孙嘉平 (兼)	王志轩	牛东晓	沙亦强	
	肖 兰 胡顺增	张 健			
编 委	(按姓氏笔画排列)				
	王志轩	王家诚	王继业	牛东晓	丛德强
	吕春泉	刘永东	刘建民	许松林	孙嘉平
	杨志平	李存斌	李爱民	李琼慧	李澍森
	肖 兰	宋卫东	沙亦强	张小青	张宗富
	张 健	赵 磊	胡小正	胡顺增	胡湘燕
	侯学良	郭日彩	黄 豆	黄 鹏	葛旭波
	曾 鸣	谭忠富	潘 荔		
学 术 秘 书	胡顺增	张 健			

各分支主编、副主编

基本概念分支

主 编 王家诚

副 主 编 张小青

电力工业分支

主 编 黄 豆

副 主 编 李澍森

世界电力工业分支

主 编 李琼慧

副 主 编 宋卫东

中国电力工业分支

主 编 沙亦强 (兼)

电力环境保护分支

主 编 王志轩 (兼)

副 主 编 刘建民

电力节能与资源节约分支

主 编 潘 荔

副 主 编 杨志平

信息技术与电力信息化分支

主 编 王继业

副 主 编 李存斌

电力生产安全管理分支

主 编 黄 鹏

• 综合卷 •

(第一版)

编审委员会

主 编	沈根才					
副 主 编	邓致远	董希文	韩承钧	王瑞梁	谭昌铭	
	邓耀群	肖国泉				
编审领导小组	沈根才	邓致远	董希文	韩承钧	王瑞梁	
	谭昌铭	邓耀群	肖国泉	程忠智	朱百祥	
编 委	(按姓氏笔画排列)					
	马君寿	马致中	王瑞梁	尹希山	邓禾生	
	邓致远	邓耀群	朱百祥	李为正	李志光	
	李宝祺	李常熺	肖国泉	沈根才	陈安福	
	罗道坦	俞泽远	姜绍俊	袁开畴	夏美秀	
	徐平善	徐永禧	盛绪美	董希文	韩承钧	
	程忠智	傅 庸	谭昌铭	魏炳才		
编审组成员	李为正	傅 庸				

各分支主编、副主编

基本概念分支

主 编 徐永禧

国外电力工业分支

主 编 王瑞梁 (兼)

中国电力工业分支

主 编 董希文 (兼)

企业管理分支

主 编 邓耀群 (兼)

科技管理分支

主 编 徐平善

计划管理分支

主 编 盛绪美 李为正

基本建设分支

主 编 马致中

勘测设计分支

主 编 罗道坦 马君寿

施工管理分支

主 编 马致中

生产管理分支

主 编 李常熺

副 主 编 袁开畴 姜绍俊

综合卷

(第二版)

编审委员会

主 编 叶继善 谢绍雄 (兼)
副 主 编 孙嘉平 邓耀群
编审领导小组 谢绍雄 叶继善 孙嘉平 邓耀群 杜在贵
宗 健 程忠智 朱百祥
编 委 (按姓氏笔画排列)
王树屏 王家诚 王熙亮 邓耀群 叶继善
朱百祥 全晓华 刘洪恩 刘家星 刘常荣
刘维烈 许世辉 孙嘉平 苏 力 杜在贵
李金峰 李树柏 李 涛 李 浩 余卫国
宋卫东 张春江 欧阳昌裕 郑 钢 郑厚清
郑思蕙 宗 健 孟振平 高东军 高光夫
阎长乐 葛增茂 程忠智 谢绍雄 靳东来
敦桂兰
学 术 秘 书 杜在贵

各分支主编、副主编

基本概念分支

主 编 李树柏
副 主 编 宋卫东

电力工业分支

主 编 王家诚
副 主 编 阎长乐 李金峰

世界电力工业分支

主 编 张春江 王熙亮
副 主 编 宋卫东

中国电力工业分支

主 编 杜在贵
副 主 编 王树屏

企业管理分支

主 编 邓耀群 (兼)

计划管理分支

主 编 欧阳昌裕

基本建设管理分支

主 编 苏 力
副 主 编 郑思蕙 李 浩

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

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,有的已经逝世。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

第二版前言

《中国电力百科全书》(简称《电百》)的编纂工作始于1986年,在国家电力领导部门的重视和社会各界的关注下,全国1700多位专家、学者历时8年终成腋裘,付梓刊行。

《电百》(第一版)条目释文引用的数据和资料基本上截至1990年底。十年来,世界电力工业的状况发生了重大变化。作为目前最清洁和使用最方便的二次能源,电力在推动社会经济进步、提高人民生活质量方面发挥着越来越重要的作用。十年来,电力工业围绕进一步提高能源利用效率和供电可靠性,加强对生态环境的保护从而实现可持续发展,在许多技术领域取得了重大进步。例如,在洁净煤发电技术研究开发与应用方面,已相继建成示范电厂并开始商业运营;大容量、超临界和超超临界压力机组迅速发展,正在成为发达国家火力发电厂的主力机组;广泛采用新技术加强对有害排放物、电磁波、放射性污染的治理;高电压、大容量、远距离交直流输电技术和电力系统理论与技术的继续进展与提高;高效率燃气轮机技术的发展与应用;分散型电、热、冷三联供装置和大幅度提高电力用户终端效率的各种新技术、新装置的相继出现,以及计算机技术和信息网络技术在电力工业中的应用等等,正在明显地改变电力工业的技术状况。与此同时,世界范围内经济的市场化、信息化、全球化正在给电力行业传统的垄断地位和经营方式带来巨大的冲击。随着竞争机制的引入,许多国家的电力管理体制已经或正在经历空前的变革,向着放松管制的商业化、民营化方向发展。

在世界各国电力科学技术发展和管理体制变革的同时,中国电力工业在90年代取得了突飞猛进的发展。从1996年下半年起,全国电力供需基本平衡,结束了持续20多年全国性缺电的局面,基本上适应了国民经济发展和人民生活水平提高对电力的需求。1995年全国电力装机总容量达到2亿kW,年发电量超过10000亿kW·h;1999年全国电力装机总容量达到2.98亿kW,年发电量达到12331亿kW·h;2000年4月,我国的装机容量超过了3亿kW。无论在电力装机容量上还是在发电量上,中国电力都已居世界第二位。到1999年底,已建成和正在建设的100万kW及以下的火电厂、核电厂和水电站已超过100座,其中邹县发电厂240万kW,二滩水电站330万kW。世界最大的水电站、装机容量达1820万kW的三峡水电站已于1994年12月开工建设、1997年11月实现了大江的截流,即将于2003年开始并网发电。继秦山核电厂和广东大亚湾核电厂投产后,广东岭澳核电厂(180万kW)和秦山第二核电厂(120万kW)、秦山第三核电厂(140万kW)及田湾核电厂(200万kW)均已开工建设。风力、地热、太阳能、潮汐等可再生能源发电也得到进一步的发展。全国风力发电装机总容量已达26.7万kW,在中国的西部地区建成了一批小容量试验性的太阳能光伏电站。到90年代末,中国已建成的500kV输电线路约2.29万km,变电容量8012万kV·A;330kV输电线路7949km,变电容量1248万kV·A;220kV输电线路12.18万km,变电容量2.80亿kV·A;同时还进行了大规模的城乡电网建设与改造。目前在全国已形成了7个跨省的大型区域电网和5个独立省网,其中最大的区域电网

凡 例

一、编 排

1. 全书按专业知识领域分为综合、电工技术基础、电力系统、火力发电、水力发电、核能发电、新能源发电、输电与变电、配电与用电等9卷出版。

2. 各卷按前言（包括全书第三版前言、第一版前言、第二版前言），凡例，概述性文章，本卷第一、二版前言，条目分类目录、正文、大事年表、条目标题汉字笔画索引、条目标题外文索引、内容索引、插图索引、附录等编排。

3. 全书的主体是条目。条目既是基本知识单元，也是基本寻检单元。条目由条目标题（条题）、释文和相应的图片、表格、参考书目等组成。

4. 全书条目按条目标题的汉语拼音字母顺序并辅以汉字笔画、起笔笔形顺序排列。同音时按汉字笔画由少到多的顺序排列，笔画数相同的按起笔笔形一（横）、丨（竖）、丿（撇）、丶（点）、一（折，包括丁乚<等）的顺序排列。第一字相同时，按第二字，余类推。条目标题以罗马数字、阿拉伯数字、拉丁字母、斯拉夫字母和希腊字母开头的，按习惯发音依次排在汉语拼音相应字母部的前部。

5. 各卷在条目分类目录之前均有一篇介绍本卷内容的概述性文章。概述性文章从宏观上展现本卷的形象，且把本卷组成一个有机的整体，对本卷的条目起到统领作用，成为本卷的纲要。概述性文章介绍了本卷的专业特点、内容范围、历史发展和现状等内容，以帮助读者对本卷有概略而全面的了解。

6. 各卷均列条目分类目录，供读者按学科知识体系查检所需要的条目。为了保证各分支体系的完整性，有少数条目在不同分支目录里重复出现。条目分类目录还反映出条目间的系统性、层次性，例如：

电力工业环境保护

火电环境保护

大气污染物控制

烟尘控制

二氧化硫控制

氮氧化物控制

重金属控制

水电环境保护

输变电环境保护

7. 为保持知识体系的完整性和便于读者查阅，内容完全相同的条目，可以重复出现在不同卷。对卷间交叉的知识主题，条目列在以学科知识内容为主的卷中，在其他卷中则通过条目标题加以区别。

二、条 目 标 题

8. 条目标题由词或词组组成，例如“电能”“电价”“安全”；“能源开发规划”“能源消费系数”。

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			

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 朱良镠 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

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 刘幼菴 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

电力可靠性管理分支

主 编 胡小正

电力标准化分支

主 编 许松林

副 主 编 刘永东

电力工业规划管理分支

主 编 牛东晓 (兼)

副 主 编 赵 磊

电力企业管理分支

主 编 丛德强

副 主 编 曾 鸣

电力基本建设分支

主 编 张宗富

副 主 编 郭日彩

电力勘测设计分支

主 编 李爱民

副 主 编 侯学良

电力生产管理分支

主 编 谭忠富

副 主 编 葛旭波

电力市场与电价管理分支

主 编 曾 鸣

副 主 编 吕春泉

科技管理分支

主 编 胡湘燕