

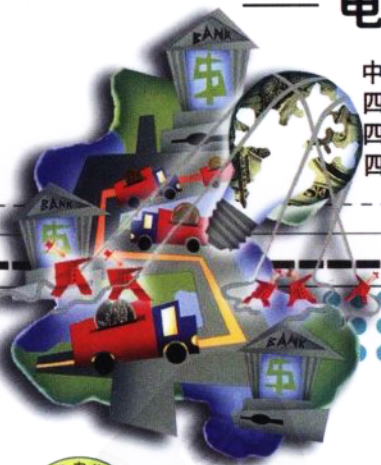


电力科普丛书

光明之路绿意浓

——电力与环保

中国电机工程学会 组编
四川省电机工程学会
四川电力试验研究院 编
四川电力职业技术学院



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



电力科普丛书

光明之路绿意浓

——电力与环保

中国电机工程学会 组编

四川省电机工程学会
四川电力试验研究院 编
四川电力职业技术学院



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



内容提要

如何将“枯燥、严谨”的电力科学知识以一种深入浅出的生动形式展现给广大读者呢？科普作品不失为一条捷径！由中国电机工程学会组织编写的《电力科普丛书》，其精髓在于让“公众理解科学”，并能够激发公众对于科学技术的兴趣和需求，从而提高公众的科学素养，培养公众科学的态度。

本书为《光明之路绿意浓——电力与环保》分册，主要向广大读者讲述了火电、水电、核能等多种发电形式对环境的作用及影响，包括：环境保护、电力与环境保护、燃煤发电厂的污染防治、火电厂资源节约与利用、水力发电厂的环境影响、核能发电站的放射性防护、新能源发电与环境保护、输变电工程的电磁环境影响。

本书力求简单明了的语言来介绍电力环保方面的科学知识，特别适用于广大青少年读者作为课余资料学习使用，同时也可供广大公众了解电力环保相关知识时阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

光明之路绿意浓：电力与环保/中国电机工程学会组编；四川省电机工程学会，四川电力试验研究院，四川电力职业技术学院编。—北京：中国电力出版社，2008

(电力科普丛书)

ISBN 978-7-5083-5299-2

I. 光… II. ①中…②四…③四…④四… III. 电力工程—环境保护—普及读物 IV. X322-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 040587 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京博图彩色印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 3 月第一版 2008 年 3 月北京第一次印刷

720 毫米×1060 毫米 32 开本 3.5 印张 63 千字

印数 00001—16000 册 定价 7.20 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
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



编委会

主 任 陆延昌

副 主 任 黄其励 李若梅 崔志强
肖 兰

编 委 (按姓氏笔画排列)

王 平 王永兴 朱 康

朱国俊 张 涛 李正荣

李世生 姜丽敏 胡湘燕

主 编 李正荣

编写人员 苏长华 王方强 胡 灿

吴玛霞 曾文胜 沈敏捷



前言

这是一套值得期待的电力科普丛书！

电是一种自然现象。早在公元前 1 世纪，我国东汉的古籍《论衡》当中就有了关于静电的记载。公元前 600 年，古希腊哲学家泰利斯发现了琥珀摩擦以后能吸引绒毛、木屑的静电现象。这就是为什么英文中的电（Electricity）是古希腊语中“琥珀”的缘故。

1752 年，富兰克林通过试验证实了空中的闪电和地面上的电性质相同，首次提出了“电流”的概念。

1800 年，伏特制成了被后人称为电池“元祖”的世界上第一个电池。1801 年，法拉第发现了电磁感应定律，带来了电磁科学与技术的重大飞跃。1873 年，麦克斯韦导出了电磁理论的基本方程式——麦克斯韦方程式，奠定了电磁学的理论基础。其后发电机的发明实现了机械能转化为电能的发电方式，同时期，电照明、电镀、电解、电冶炼、电动力等一系列工业技术纷纷成熟，应用日益广泛，人类生活方式和生产面貌发生了根本的变化，使 20 世纪以“电世纪”而载入了史册。

我国自 1882 年在上海出现第一座公用发电厂至今，已走过 120 多年的发展历程。新中国成立以来，特别是改革开放以来，我国电力工业的发展突飞猛进，全国电力装机容量从 1978 年的不到 6000 万千瓦（kW），发展到 2007 年的 8 亿千瓦，年投产新机容量连续 3 年超过 1 亿千瓦；60 万、100 万千瓦超超临界

机组、100万千瓦级核电机组、70万千瓦水电机组相继投产；电网建设方面已基本实现了全国联网，而且1000千伏(kV)、 ± 800 千伏的特高压交、直流输电试验示范工程正在积极建设，大功率电力电子技术已进入推广应用阶段；新能源及各类可再生能源发展形势喜人。这些都标志着我国的电力工业，在攀登世界电力高峰的进程中，取得了骄人的业绩。

积极开展科普工作，提高公民科学素质是贯彻科学发展观的重要举措，是构建社会主义和谐社会的基础性工作，也是中国电机工程学会的重要职责。科普工作与科技创新如鸟之两翼、车之两轮，在我们建设创新型国家的进程中缺一不可。

中国电机工程学会决定从现在起，陆续出版有关电力科普读物奉献给广大读者。编辑出版电力科普丛书的目的，就是希望像家用电器进入亿万百姓家庭一样，让更多的电学知识成为人们的常识，让更多的先进电力技术为广大公众所了解，从而不断提高安全用电、节约用电、科学用电、合理用电的水平，提升社会公众的科学素质。科普工作的责任在于传播科学知识、弘扬科学精神、宣传科学思想和科学方法，通过科普让广大人民群众热爱科学、理解科学、掌握科学知识，运用科学的眼光去观察世界，使用科学的方法分析事物。当前特别要在节约能源资源、保护环境、确保安全和健康等方面，发挥积极的作用。因此，今后一个时期电力科普的主题确定为“节约资源能源，保护生态环境，保障安全健康”。这个主题，符合我国国情，符合经济社会发展的现实需要。我国一次能源的特点是富煤、贫油、少气。但即使是资源比较丰富的煤炭，按人均储量也仅是世界平均水平的55%。我国淡水资源匮乏，不足世界平均水平的1/4。人口的增加、资源能源的快速消耗、环境容量的刚性制约等，都是在可持续发展道路上必须解决的重要问题，需要全民

的了解与参与。

电力工业在降低资源能源消耗、减少污染物排放方面，承担着重要的责任。我国发电用煤占到总的煤炭消费量的 50% 左右，今后还会进一步增加，火力发电是二氧化硫排放的第一大户，也是二氧化碳排放的主要贡献者，而高能耗高污染的 10 万千瓦及以下容量的发电机组占总火电容量的 30%。应该建设什么样的发电厂和电力网是当前科技创新的重点。另外，为什么电力要超前发展？为什么电网和电源建设要协调发展？为什么电气化的程度越高，全社会单位 GDP 的能耗反而更小？怎样减少二氧化硫和二氧化碳的排放？怎样减少输电走廊以节约用地？神秘的电磁环境是怎么回事？鸟儿站在高压线上为什么没事儿？雷雨天为什么不能在大树下避雨？高压输电线路的绝缘子为什么有的长，有的短？可再生能源是怎么发电的？等等，这些都是电力科普的内容。

我真诚地希望电力行业的专业技术工作者们，多撰写一些科普作品，为科技创新和科学普及多做贡献。

尽管我们力求这套科普丛书文字通俗易懂，时代色彩鲜明，并努力展现电力科学知识的魅力，但书中难免有不当之处，恳请广大读者批评指正，以期再版时订正。

感谢所有热心科普工作和参与编写工作的领导、专家、学者、工程师和编辑出版人员！

祝电力科普读物越办越好！

陆延昌

2007 年 12 月 6 日



目 录

前言

1 环境保护	(1)
1.1 环境与环境保护	(1)
1.2 环境污染及其来源	(3)
1.2.1 大气与大气污染	(4)
1.2.2 水资源与水污染	(4)
1.2.3 土地资源与土地沙漠化	(6)
1.2.4 环境噪声与环境噪声污染	(6)
1.3 世界性环境问题	(8)
1.3.1 全球气候变暖	(8)
1.3.2 酸雨污染	(10)
1.3.3 其他的世界性环境问题	(12)
2 电力与环境保护	(14)
2.1 电力生产的环境影响	(14)
2.1.1 火力发电的环境影响	(14)
2.1.2 水力发电的环境影响	(16)
2.1.3 核电站的核安全问题	(17)
2.2 电力环境保护管理	(18)

2.2.1 环境保护管理体系	(18)
2.2.2 电力的可持续发展战略	(20)

3 燃煤发电厂的污染防治

3.1 烟气除尘	(23)
3.1.1 静电除尘器	(24)
3.1.2 布袋除尘器	(26)
3.2 烟气脱硫、脱硝	(28)
3.2.1 湿式石灰石—石膏法烟气脱硫	(29)
3.2.2 海水烟气脱硫	(31)
3.2.3 电子束氨法脱硫	(32)
3.2.4 烟气脱硝	(33)
3.3 资源化脱硫脱硝技术	(34)
3.3.1 氨法烟气脱硫	(34)
3.3.2 活性焦(炭)脱硫脱硝技术	(35)
3.4 锅炉内脱硫抑硝	(38)
3.4.1 流化床锅炉内脱硫	(38)
3.4.2 煤粉锅炉低氮燃烧	(40)
3.5 灰渣处置	(42)
3.5.1 灰渣的产生	(42)
3.5.2 灰渣的收集	(43)
3.5.3 水力外除灰系统	(45)
3.5.4 贮灰处置	(45)
3.6 噪声污染控制	(46)
3.6.1 噪声源治理	(46)
3.6.2 噪声传播阻隔	(47)
3.6.3 噪声职业防护	(48)

4 火电厂资源节约与利用	(49)
4.1 火电厂节约用水	(49)
4.1.1 重复用水	(50)
4.1.2 火电厂节水工艺	(52)
4.2 火电厂废水处理及再利用	(54)
4.2.1 酸碱废液中和处理	(54)
4.2.2 脱硫废水处理及再利用	(54)
4.2.3 含油废水处理及再利用	(55)
4.2.4 含煤废水处理及再利用	(56)
4.3 粉煤灰综合利用	(57)
4.3.1 粉煤灰的基本性能	(57)
4.3.2 粉煤灰品质改善	(58)
4.3.3 粉煤灰利用途径	(59)
4.4 脱硫石膏的综合利用	(61)
4.4.1 脱硫石膏性状	(61)
4.4.2 脱硫石膏利用途径	(62)
5 水力发电的环境影响	(64)
5.1 水力发电	(65)
5.2 水力发电的特点	(65)
5.3 水力发电对环境的影响	(66)
5.3.1 水坝和水库对生态环境的影响	(67)
5.3.2 大型水坝和水库放大了安全风险	(68)
5.3.3 大型水电带来的社会和环保影响	(69)
5.3.4 水电建设工程对环境的影响	(69)
5.4 潮汐发电	(70)

6 核能发电站的放射性防护	(73)
6.1 核能发电	(73)
6.2 核辐射	(74)
6.3 核辐射防护	(77)
6.3.1 辐射防护管理	(77)
6.3.2 放射性废物处理	(78)
 7 新能源发电与环境保护	(81)
7.1 风力发电对自然景观的影响	(81)
7.2 地热发电及其环境影响	(83)
7.3 太阳能发电	(84)
7.3.1 太阳能热发电	(84)
7.3.2 太阳能光发电	(85)
 8 输变电工程的电磁环境影响	(87)
8.1 工频电磁环境	(87)
8.2 工频电磁场环境现状	(90)
8.2.1 工频电磁场限制值	(90)
8.2.2 工频电磁场环境现状	(92)
8.3 电磁环境影响	(93)
8.3.1 静电感应	(93)
8.3.2 电磁干扰影响	(94)
8.3.3 输变电线路可听噪声	(95)
 后记	(96)

关键词

环境保护 酸雨 大气污染 水污染 环境噪声污染 水土流失

1.1 环境与环境保护

我们通常所说的环境，是相对于我们人类而言的，就是指人类的生存环境。在我们的物质生活越来越丰富、物质欲望越来越强烈的今天，不能忘记，对我们的生命至关重要的东西其实只有三样，那就是：干净的空气、清洁的淡水、肥沃而没有受到污染的土壤。这是我们生存必须依赖的三要素，缺一不可。如果空气、水和土壤被污染了，毒素就会进入我们的身体，我们的生命将不再安全。只要空气、水和土壤没有受到污染，万物就能够欣欣向荣地生长和繁衍。

人类环境分为自然环境和社

会环境。
自然环境又称地理环境，是指环绕于人类周围的自然界。它包括大气、水、土壤、生物和各种矿物资源等。自然环境是人类赖以生存和发展的物质基础。



请珍惜我们赖以生存的三要素——空气、水、土壤

社会环境是指人类在自然环境的基础上，为不断提高物质和精神生活水平，通过长期有计划、有目的的发展，逐步创造和建立起来的人工环境，如城市、农村、工矿区等。

我国环境保护法中对环境的定义，是指一些人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然环境的总称，包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文

遗迹、风景名胜区、自然保护区、城市和乡村等。

近年来，从环境教育的角度，国际上提出的“环境定义”主要有两个要点：一是人以外的一切就是环境；二是每个人都是他人环境的组成部分。这一定义新颖而又科学，有利于公众理解环境问题与自己的关系，从而激发人们去为保护环境而脚踏实地做一些力所能及的事情。

环境保护是指人类为解决现实的或潜在的环境问题，协调人类与环境的关系，保障经济社会的持续发展而采取的各种行动的总称。它一方面指人类有意识地保护自然资源，使其得到合理的利用，防止自然资源受到污染和破坏；另一方面又指对受到污染和破坏的环境进行综

合治理，以创造出适合于人类生活、工作的环境。

环境保护内容主要有：

(1) 防治由生产和生活活动引起的环境污染，包括防治工业生产排放的“三废”（废水、废气、废渣）、粉尘、放射性物质以及产生的噪声、振动、恶臭和电磁微波辐射，交通运输活动产生的有害气体、废液、噪声，海上船舶运输排出的污染物，工农业生产和人民生活使用的有毒有害化学品，城镇生活排放的烟尘、污水和垃圾等造成的污染。

(2) 防止由建设和开发活动引起的环境破坏，包括防止由大型水利工程、铁路、公路干线、大型港口码头、机场和大型工业项目等工程建设对环境造成的污染和破坏，农垦和围湖造田活动、海上油田、海岸带和沼泽地的开发、森林和矿产资源的开发对环境的破坏和影响，新工业区、新城镇的设置和建设等对环境的破坏、污染和影响。

(3) 保护有特殊价值的自然环境，包括对珍稀物种及其生活环境、特殊的自然发展史遗迹、地质现象、地貌景观等提供有效的保护。

简单地说，环境保护要做的事情就是：保护空气、水和土壤的洁净。保护好了地球环境三要素，才有保护地球生物物种的基础，也才有保护生物多样性的基础。

1.2 环境污染及其来源

为了保护人类的生存环境，我们就必须先认识各种

环境要素及其污染来源。

1.2.1 大气与大气污染

空气又称大气。大气中的主要成分包括：对植物生长有好处的氮气（占78%），人类、动物生存所需要的氧气（占21%），还含有少量的二氧化碳（0.03%）以及其他气体。



常见大气污染排放源

当本不属于大气成分的气体或物质，如二氧化硫、氮氧化物、粉尘等进入大气之后，大气污染就发生了。大气污染主要由人的活动造成，常见大气污染排放源主要有：工厂排放、汽车尾气、农垦烧荒、森林失火、炊烟（包括路边烧烤）、尘土（包括建筑工地）等。

1.2.2 水资源与水污染

水是人类赖以生存、必不可少的自然资源。它具有不可替代性。自然界的淡水资源主要来源于三个途径，即降水、地表水（江河及湖泊）和地下水。

当肮脏、有害的物质进入洁净的水中，水污染就发生了。水污染最大的特点是污染物会在水体中迅速扩散，很小体积的浓缩污染物，会使大面积水体顷刻间全面污

染，导致鱼虾死亡，使人和其他生物依赖的水源立刻失去利用价值。

地球上的水污染主要是人类在工业、农业和日常生活中向水体排放了大量有害物质引起的。



常见水污染物来源

工业对水的污染源主要有：① 未经处理的工业废水；② 矿山污水；③ 把固体工业垃圾堆放在水边。

农业对水的污染源主要有：① 过量使用化肥、农药、除草剂的农田污水；② 养殖场排放的畜禽污水；③ 水土流失。

生活对水的污染源主要有：① 把生活垃圾倒在水边；② 未经处理的生活污水；③ 把餐饮泔水直接或间接排入水体中；④ 车船的油泄漏。

1.2.3 土地资源与土地沙漠化

地球上的万物生长于土壤，土壤是地球表面最独特也是对生命最重要的物质，它养活着地球陆地上 60 多亿人口和所有的生物。

土壤最重要的成分是“有机质”，它由微生物和动植物的代谢物组成，是土壤的养分。当土壤中的养分和水分不足以使大量的植物生长，或者即使有植物生长，也十分稀疏，这样的状况就是土地沙化。更为严重的是，土地沙化的大面积蔓延就是沙漠化。

土地沙漠化与水土流失密切相关。水土流失是指在山区、丘陵区，由于雨水不能就地消纳，顺着坡沟下流，冲刷土壤，使水分和土壤同时流失的现象。水土流失的主要原因有土地利用不当、坡面陡峻、土质松散、地表植被不良、耕作技术不合理及滥伐森林等。

此外，还有一些其他原因可以引起土壤成分破坏，使土质恶化。例如，使用持续性时间长的农药或其他有毒的有机污染物、把工业有毒废物向土壤排放等。这些毒物会大量杀伤土壤中的微生物，或直接毒化土壤，使其不能被耕种。

1.2.4 环境噪声与环境噪声污染

声音无处不在。人耳所听到的声音，几乎都是多种频率的声音的复合音。为了模拟人耳听觉的主观特性，测量声音的声级计使用最多的是 A 声级。

从人的主观需要判断，一切不需要的声音就是噪声。当你需要睡眠、思考等时，美妙的音乐甚至绵绵情话也