

电力建设与环境保护

主 编 李桂中

副主编 李健宗

天津大学出版社

国家“九五”重点图书

电力建设与环境保护

主 编 李桂中
副主编 李健宗
主 审 马远骅
李锦文

天 津 大 学 出 版 社

内 容 提 要

本书是国家“九五”重点图书。书中对电力建设与环境保护的诸多相关问题从理论到实践进行了全面阐述。全书分总论、水利水电与环境、火电与环境、核电与环境 and 高压与超高压电力网与环境五篇。总论中主要叙述了与环境有关的基本理论、国家标准及控制环境污染的一般方法。其他各篇结合水电、火电、核电及超高压线路的具体污染问题进行了研究。

本书可供电力规划、设计、运行部门的技术人员阅读,也可供从事环境保护的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电力建设与环境保护/李桂中,李健宗,李锦文著. —天津:天津大学出版社,2000.12

ISBN 7-5618-1380-5

电… II. ①李… ②李… ③李… III. ①电力工程—工程施工—环境影响—研究 ②电力工程—工程施工—环境保护—研究 IV. X773

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 84273 号

出 版 天津大学出版社
出版人 杨风和
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742
印 刷 天津市宝坻县第二印刷厂
发 行 新华书店天津发行所
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 78.75
字 数 1966 千
版 次 2000 年 12 月第 1 版
印 次 2000 年 12 月第 1 次
印 数 1—2 800
定 价 100.00 元(半精) 125.00 元(精)

前言

20 世纪中叶,人们第一次从太空看到了地球。可惜,映入眼帘的地球并不像文学作品描写的那样绚丽多采、婀娜多姿,而是被层层烟雾包裹着的一个混沌的世界。在人类造成的巨大污染与破坏面前,小小的、脆弱的地球显得那么可怜、孤独而又无助。

18 世纪兴起的工业革命逐步毁坏了我们赖以生存的环境。在很长时间里,人们在津津乐道地炫耀自己的工业成就时,却对灰暗的天空、黝黑的河水和污浊的空气视而不见。有人做出这样的统计和结论:

现在,全球每年释放的二氧化碳已达 220 亿吨,其他各种有害气体与尘埃的数量也与日俱增,世界城市人口的一半约九亿人成年累月呼吸着不洁净的空气;

本世纪全球气温又上升了 $0.3 \sim 0.6$ 度,海平面也因此升了 $10 \sim 25$ 厘米,温室效应使旱、涝灾害频发,使数以千万计的难民流离失所;

全球垃圾已达 100 多亿吨,且未得到处理,这些垃圾是各种病菌的滋生地,造成的污染已不能忽视;

全世界每年有数以万计的人饮用被污染的水而死亡,12 亿人缺少安全饮用水,14 亿人缺乏生活污水排放处理装置;

.....

与其他工业相比,电力工业对环境的污染与破坏也是很严重的。火电厂烟气中二氧化硫造成的酸雨,水电站水库诱发的地震,核电厂核泄漏导致的放射性污染,无不对广大人民的生命财产造成重大损失。而且,电力工业消耗燃料多、使用年限长,因而影响的范围巨大和深远。

因此,在过去几十年里,电力工作者已从迷蒙中清醒过来,认识到电力工业的发展与环境问题是密不可分的,认识到电力工业对环境造成的污染在工业总污染中占有非常大的比重。他们深感责任重大,提出“建设绿色环保电厂”的口号。这真是令人振奋。任何一项建设都是为了造福于社会、造福于子孙,因而必须将它们负面影响彻底清除。

环境保护是功在当代、惠及子孙的事业,是我们的基本国策。为了更好地贯彻这项基本国策,正确处理电力建设与环境保护的关系,保护和改善生活环境和生态环境,保障人体健康,建立起适应国民经济可持续发展的良性生态环境;为了使广大环境保护工作者比较全面地、系统地掌握电力环境保护的新技术、新方法和新经验,在广西电力工业局的支持下,广西电力工业勘察设计研究院组织科技人员,参考国内外大量资料,结合近年来在环境保护工作中遇到的新问题,精心编

撰了《电力建设与环境保护》一书,供从事电力工业勘察设计、施工、科研、运行与管理部门,工矿企业的广大环境保护科技工作者及高等院校、中等专业学校的有关师生参考使用。

本书由高级工程师李桂中任主编,教授级高级工程师李健宗任副主编。参加审稿的有广西电力工业局局长、教授级高级工程师马远騄,广西电力工业局副局长、教授级高级工程师李锦文,以及天津大学教授李汉炎、杨宏秀、涂颀、杨进良、阮宜纶、陈宜生、居国正。

本书由李桂中主笔,参加编写的有李健宗、李锦文、杨长宇、黄显泰、光耀华、黄麟芬、朱庆谦、李明、王洪泽、李健枢、杨水陆、沈松龄、苏玉红、张昭晨、周桂平、邹彬洲等。参与审稿的天津大学各位教授也分别补充了一些内容。本书的插图由王桂林、潘彦辛等绘制。

在编写本书过程中,广西电力工业局领导、广西电力工业勘察设计研究院领导给予大力支持,在此表示感谢。李桂中为编写本书付出了很大的精力,长期带病工作到深夜,直至1997年3月10日病逝。对李月华女士在整理有关文献资料和文稿等方面所给予的热情帮助深表谢意。对广西电力工业勘察设计研究院信息档案室及环境保护室有关同志给予的帮助表示感谢。

在本书编撰过程中,参考或引用国内外一些书籍、刊物、文献与资料,在此也向有关单位或作者表示由衷的谢意。

由于水平有限,经验不足,以及时间仓促,谬误不当之处恳请读者不吝指教。

编者

1998年5月

目 录

第一篇 总 论

第 1 章 绪论	(3)
1.1.1 前言	(3)
1.1.2 环境	(3)
1.1.3 环境要素	(4)
1.1.4 环境效应	(5)
1.1.5 环境问题	(6)
1.1.6 环境保护	(7)
1.1.7 环境法	(8)
第 2 章 基本知识	(9)
1.2.1 环境科学	(9)
1.2.2 环境经济学	(12)
1.2.3 生态系统与生态平衡	(13)
1.2.4 环境监测	(15)
1.2.5 环境质量评价	(17)
1.2.6 环境影响评价	(22)
第 3 章 污染源与控制	(25)
1.3.1 工业污染源	(25)
1.3.2 污染源调查与评价	(28)
1.3.3 污染源控制	(33)
1.3.4 污染总量控制	(33)
第 4 章 空气污染气象学	(38)
1.4.1 基本概念	(38)
1.4.2 低层大气的增热与冷却	(42)
1.4.3 大气的绝热变化	(44)
1.4.4 气温的垂直分布	(46)
1.4.5 大气稳定度与分类	(49)
1.4.6 大气混合层厚度	(54)
1.4.7 风的环流	(56)
1.4.8 风速的变化	(59)
1.4.9 湍流与湍流扩散	(60)
第 5 章 大气污染物扩散及污染物浓度估算	(68)
1.5.1 研究大气扩散的工程意义	(68)
1.5.2 湍流扩散模式	(69)

2 目录

1.5.3 高斯扩散模式·····	(71)
1.5.4 地面最大浓度·····	(77)
1.5.5 有效烟囱高度的计算·····	(78)
1.5.6 大气中影响污染物散布的若干因素·····	(84)
第6章 大气中气载颗粒物·····	(88)
1.6.1 颗粒物·····	(88)
1.6.2 颗粒物的捕集效率·····	(90)
1.6.3 颗粒分布·····	(93)
1.6.4 终端速度和沉降速度·····	(95)
1.6.5 烟囱排放颗粒物沉积的确定·····	(98)
第7章 环境空气污染防治技术·····	(100)
1.7.1 环境空气质量标准·····	(100)
1.7.2 大气污染物排放总量控制·····	(120)
1.7.3 消烟除尘·····	(125)
1.7.4 排气罩与通风管·····	(126)
1.7.5 气载颗粒物捕集机理·····	(128)
1.7.6 除尘设备·····	(129)
第8章 工程对环境空气质量影响的评价与预测·····	(147)
1.8.1 环境空气质量现状评价的作用·····	(147)
1.8.2 环境空气质量现状评价程序·····	(147)
1.8.3 大气污染源调查与评价·····	(148)
1.8.4 环境空气质量现状监测与评价·····	(157)
1.8.5 工程对环境空气质量影响评价的工作程序和内容·····	(165)
第9章 水污染及其防治·····	(170)
1.9.1 概述·····	(170)
1.9.2 污染物在水体内的扩散与降解·····	(196)
1.9.3 海洋环境的特性与污染防治对策·····	(206)
1.9.4 水污染防治与工业废水处理·····	(218)
第10章 水体污染的监测、预测与评价·····	(222)
1.10.1 陆地水污染的监测·····	(222)
1.10.2 海洋水污染的监测·····	(225)
1.10.3 河流水污染的预测·····	(229)
1.10.4 海域与湖泊污染的预测·····	(244)
1.10.5 河流水环境质量现状评价·····	(252)
1.10.6 地下水环境质量现状评价·····	(266)
1.10.7 地面水环境影响评价·····	(269)
1.10.8 地下水环境影响评价·····	(282)
1.10.9 海洋水污染的评价·····	(289)
第11章 热污染与防治·····	(295)

1.11.1	概述	(295)
1.11.2	水体的热污染与热排水	(297)
1.11.3	热排水预测和热污染防治	(300)
1.11.4	敞开式循环冷却水系统热污染的控制及对环境的影响	(304)
第 12 章	噪声、振动对环境的污染及治理	(315)
1.12.1	声波	(315)
1.12.2	噪声	(329)
1.12.3	噪声测量	(342)
1.12.4	噪声预测	(344)
1.12.5	噪声控制技术	(346)
1.12.6	振动的测量与控制	(391)
第 13 章	固体废物对环境的影响及治理	(399)
1.13.1	概述	(399)
1.13.2	固体废物处理的基本原则与方法	(400)
1.13.3	物理与化学分选法	(403)
1.13.4	防止有害工业废渣对水体的污染	(404)
1.13.5	粉煤灰的污染与防治	(404)
第 14 章	放射性污染与防治	(408)
1.14.1	放射性的基本概念	(408)
1.14.2	放射性物质在大气中的扩散	(424)
1.14.3	放射性物质在山区、湖泊与海岸的大气扩散特征	(432)
1.14.4	放射性大气扩散实验	(436)
1.14.5	放射性监测	(438)
1.14.6	放射性监测方法	(444)
第 15 章	电磁污染、监测及其防护	(448)
1.15.1	电磁场与电磁波	(448)
1.15.2	电磁辐射环境	(449)
1.15.3	电磁辐射类型	(450)
1.15.4	电磁辐射对人体的危害	(450)
1.15.5	电磁辐射的干扰	(451)
1.15.6	电磁辐射的限值标准	(451)
1.15.7	电磁辐射的调查和监测	(452)
1.15.8	电磁污染与防护	(453)
第 16 章	环境、景观与美化	(458)
1.16.1	概述	(458)
1.16.2	发电厂、变电站、换流站及输配电网的环境建设与美化	(458)
1.16.3	环境绿化	(464)
1.16.4	景观评价	(472)

第二篇 水利水电与环境

第1章 环境水利科学	(481)
2.1.1 环境水利科学的产生	(481)
2.1.2 环境水利科学的任务	(482)
2.1.3 水力发电对环境的影响	(483)
第2章 水文循环和水体污染	(487)
2.2.1 概述	(487)
2.2.2 水文循环和天然水质	(487)
2.2.3 水文循环与水体污染	(488)
2.2.4 水体污染的特点	(489)
第3章 水体污染的水文特性	(492)
2.3.1 河水流量与水质污染	(492)
2.3.2 河水流速与水质污染	(495)
2.3.3 河道特征与水质污染	(496)
2.3.4 河流水质变化	(497)
2.3.5 水库水质性状	(501)
第4章 水体自净作用及其特点	(507)
2.4.1 概述	(507)
2.4.2 物理净化作用	(507)
2.4.3 化学与生化净化	(510)
2.4.4 河流自净方程	(514)
2.4.5 有机物质净化的室内实验	(516)
2.4.6 影响自净作用的主要因素	(519)
第5章 水体水质管理与控制	(523)
2.5.1 概述	(523)
2.5.2 水体水质管理标准	(523)
2.5.3 水体污染控制	(528)
2.5.4 水质调查与监测	(531)
2.5.5 自动监测系统及其数据处理	(538)
第6章 水利水电工程对水环境的物理影响	(541)
2.6.1 概述	(541)
2.6.2 淤积与冲刷	(541)
2.6.3 水文的变化	(552)
2.6.4 水质的变化	(554)
2.6.5 水温的变化	(555)
2.6.6 局部气象的变化	(564)
第7章 水利水电工程对水环境的化学影响	(566)

2.7.1	温度对水体化学的影响	(566)
2.7.2	水的矿化度与盐分	(566)
2.7.3	营养元素及其有机物质	(569)
2.7.4	微量元素	(571)
第 8 章	水利水电工程对生态环境的影响	(572)
2.8.1	微生物	(572)
2.8.2	植物	(574)
2.8.3	动物	(575)
2.8.4	鱼类	(576)
第 9 章	水利水电工程对社会环境的影响	(578)
2.9.1	人口增长问题	(578)
2.9.2	社会经济的变化	(578)
2.9.3	淹没与迁移问题	(579)
2.9.4	景观与旅游业	(580)
2.9.5	人群的健康	(580)
第 10 章	水库诱发地震及地震对坝体的影响	(582)
2.10.1	概述	(582)
2.10.2	水库地震实例	(583)
2.10.3	水库地震的基本特征	(586)
2.10.4	水库地震的形成条件	(589)
2.10.5	水库地震的成因和诱发机理	(591)
2.10.6	水库地震预测	(593)
2.10.7	地震对坝及环境的影响	(597)
第 11 章	国内外水利水电工程对环境影响的若干问题	(599)
2.11.1	中、小流域环境影响评价	(599)
2.11.2	在环境影响评价中半量化因子的灰色系统预测法的应用	(602)
2.11.3	灰色系统在分析三峡上游来沙的应用	(608)
2.11.4	国外水库防治淤积和冲刷的方法和经验	(612)
2.11.5	埃及阿斯旺高坝水库对环境的影响	(622)
2.11.6	埃尔伯特山抽水蓄能电厂环境保护简介	(628)
2.11.7	法国设置鱼道的经验	(632)
2.11.8	三峡工程对自然环境与社会环境影响的综合评价	(636)

第三篇 火电与环境

第 1 章	绪论	(659)
3.1.1	废气对环境的污染与危害	(659)
3.1.2	废水污染与危害	(665)
3.1.3	废渣污染与危害	(670)

3.1.4 燃料及其燃烧	(672)
第2章 三废排放量的计算	(676)
3.2.1 气体废弃物排放量的计算	(676)
3.2.2 用水量和废水排放量的计算	(684)
3.2.3 固体废弃物排放量的计算	(687)
第3章 火电厂的环境综合控制与评价	(691)
3.3.1 概述	(691)
3.3.2 控制污染排放的技术措施	(695)
3.3.3 经济、社会与环境效益的综合评价	(699)
第4章 煤种调配和大气环保决策	(703)
3.4.1 概述	(703)
3.4.2 煤性质的函数分析	(703)
3.4.3 煤质与环境要素的参变方程	(704)
3.4.4 $C_p(R)$ 曲线与 $Q(R)$ 曲线的意义	(706)
3.4.5 $C_p(R)$ 曲线与 $Q(R)$ 曲线的实际应用	(707)
第5章 节能与余热利用	(709)
3.5.1 节能与环境	(709)
3.5.2 余热利用	(713)
第6章 环境规划设计	(718)
3.6.1 概述	(718)
3.6.2 环境线性规划	(722)
3.6.3 环境动态规划	(730)
3.6.4 环境系统模型化	(735)
3.6.5 环境投入产出规划	(738)
第7章 火电厂厂址选择与烟囱高度设计	(747)
3.7.1 火电厂厂址的选择	(747)
3.7.2 烟囱高度和出口流速的设计	(749)
3.7.3 高烟囱的 PPSP 烟气扩散模型	(753)
第8章 氮氧化物的抑制与监测	(760)
3.8.1 概述	(760)
3.8.2 NO_x 生成反应热力学	(761)
3.8.3 燃烧过程中 NO_x 生成反应动力学	(764)
3.8.4 固定源 NO_x 生成反应的燃烧控制法	(769)
3.8.5 固定源 NO_x 的监测	(774)
第9章 硫氧化物的控制与监测	(780)
3.9.1 硫氧化物的生成	(780)
3.9.2 控制 SO_2 排放的对策	(783)
3.9.3 烟道气脱硫技术	(784)

3.9.4	二氧化硫的监测	(790)
第 10 章	大气的光化学反应	(793)
3.10.1	大气光化学原理	(793)
3.10.2	低层大气的光化学基本反应	(794)
3.10.3	光化学烟雾中的污染物质	(798)
第 11 章	烟气脱除硫氧化物与氮氧化物技术的研究和应用	(803)
3.11.1	火电厂烟气脱硫系统	(803)
3.11.2	广西柳州电厂 2×200MW 机组烟气脱硫研究	(805)
3.11.3	美国火电厂烟气脱硫概况	(813)
3.11.4	德国火电厂烟气脱硫概况	(816)
3.11.5	日本燃煤火电厂为降低 NO _x 排放量采用的燃烧室还原法	(823)
3.11.6	火电厂烟气的辐射化学法脱硫脱氮	(825)
3.11.7	炉膛和烟道喷吸收剂的干式烟气脱硫法	(827)
3.11.8	高硫煤强磁脱硫技术的应用	(833)
3.11.9	烟气脱硫超声波雾化器	(836)
第 12 章	国内外火电厂废水与灰水处理	(840)
3.12.1	火电厂废水处理的基本问题	(840)
3.12.2	日本燃煤火电厂排水处理	(843)
3.12.3	火电厂的水环境	(849)
3.12.4	除灰技术的发展状况	(854)
3.12.5	美国火电厂的污水回用及其处理技术	(877)
第 13 章	火电厂除尘技术及其应用	(886)
3.13.1	概述	(886)
3.13.2	电除尘器及应用	(892)
3.13.3	国内外电除尘器应用的若干经验	(904)
3.13.4	袋式除尘器	(956)
3.13.5	燃煤电厂袋式除尘技术	(961)
第 14 章	燃煤电厂粉煤灰的综合利用	(970)
3.14.1	粉煤灰综合利用概况	(970)
3.14.2	粉煤灰在工业上的应用	(973)
3.14.3	粉煤灰在农业上的应用	(996)

第四篇 核电与环境

第 1 章	概述	(1003)
4.1.1	引言	(1003)
4.1.2	核电站放射性物质的来源、性质及危害	(1003)
4.1.3	辐射防护标准	(1012)
第 2 章	核电站对环境的影响及三废处置	(1018)

4.2.1	核电站正常运行时对环境的影响	(1018)
4.2.2	废物固化与固体废物处置	(1033)
第3章	放射性核素在环境中的行为及环境影响评价方法	(1040)
4.3.1	照射途径及对人体的辐照量	(1040)
4.3.2	环境影响的评价	(1051)
第4章	核电站事故及其分类和分析	(1053)
4.4.1	概述	(1053)
4.4.2	反应堆事故的分析与研究	(1060)
第5章	核电站的安全分析	(1067)
4.5.1	概述	(1067)
4.5.2	确定论方法	(1067)
4.5.3	概率风险评价法	(1073)
第6章	核电站站址选择	(1081)
4.6.1	概述	(1081)
4.6.2	选址考虑的主要因素及要求	(1081)
第7章	核电站的环境监测	(1095)
4.7.1	概述	(1095)
4.7.2	环境监测的目的	(1096)
4.7.3	环境监测需要考虑的因素	(1097)
4.7.4	环境监测内容	(1098)
第8章	核电站停堆状态下的安全问题	(1101)
4.8.1	概述	(1101)
4.8.2	反应堆重返临界问题	(1101)
4.8.3	反应堆余热排出问题	(1103)

第五篇 高压与超高压电力网与环境

第1章	工频电磁场的影响	(1107)
5.1.1	电磁场的辐射及防护	(1107)
5.1.2	架空输电线路对金属结构的感应效应	(1118)
5.1.3	高压与超高压电力网对金属管道的影响	(1122)
第2章	屏蔽技术	(1128)
5.2.1	屏蔽原理	(1128)
5.2.2	铠装电缆的屏蔽系数	(1131)
5.2.3	屏蔽线的屏蔽系数的计算	(1134)
5.2.4	防止“电”影响的静电接地	(1139)
第3章	对无线电设施和电子装置采取的干扰抑制对策	(1142)
5.3.1	电力设备电磁场对弱电设施的影响	(1142)
5.3.2	电子设备和电子计算机的接地及安全要求	(1145)

5.3.3	直流换流站对无线电的干扰·····	(1148)
第4章	发电厂及输变电系统的噪声与防护 ·····	(1150)
5.4.1	噪声源·····	(1150)
5.4.2	噪声控制·····	(1154)
5.4.3	燃煤火电厂部分设备的噪声治理·····	(1156)
5.4.4	设计消声器应考虑的因素·····	(1162)
第5章	输变电系统接地与环境 ·····	(1168)
5.5.1	线路杆塔附近接触与跨步电势的分析计算——基本原理与方法·····	(1168)
5.5.2	线路杆塔附近接触与跨步电势的分析计算——安全条件与工程估算·····	(1174)
5.5.3	用地电位控制环降低输电线路杆塔附近接触与跨步电势的方法·····	(1182)
5.5.4	变电站接地网接地电阻的分析计算方法·····	(1189)
5.5.5	接地网接触电势与跨步电势的计算方法·····	(1204)
5.5.6	等电位接地设计·····	(1214)
5.5.7	运行状态下电站接地阻抗及其接地电位的实用预测方法·····	(1221)
5.5.8	计算机系统的接地及抗干扰影响·····	(1225)
5.5.9	高压直流接地返回电流感应的地面电位分布计算·····	(1231)
5.5.10	高压直流接地返回电流在栅栏和水管上引起的接触电压的计算方法 ·····	(1234)

第一篇 总论

第1章 绪 论

1.1.1 前 言

在电力工程建设中,如何妥善地、恰当地解决对自然环境与社会环境造成的污染和破坏,对从事电力工作的广大科技人员及其技术、经济和行政管理人员来说,是非常重要的。实际上,在电力工程建设中涉及到水利、水电、火电、核电、土木、建筑、交通、通信、机械、化工、电工、电子等多种学科及边缘学科。电力工程建设会对环境产生影响而且有的还是非常严重的。

因此,自跨入本世纪 80 年代以来,在我国电力工业建设中已把环境保护列入重要的议事日程。过去,在我国,除技术落后、设备陈旧、管理不严、资源综合利用水平低和浪费严重造成对环境的污染与破坏外,对保护环境缺乏足够的认识也是造成环境污染越演越烈的重要原因。因此,普及环境科学知识、强化环境意识、研究电力工业中环境保护方法,是很有必要的。

1.1.2 环 境

1.1.2.1 环境的概念

科学地讲,环境是一个相对概念。广义地说,环境系指围绕着人们的空间和其中可以影响人类生产、生活与发展的各种自然因素和社会因素的总体。通常,可按照环境的主体、范围、对象等对环境进行分类。按照环境的主体分类,环境即是人类赖以生存的环境,其他生命体与非生命体被视为环境的对象;按照环境的范围分类,环境可分为空间环境、车间环境、生活区环境、城市环境、乡镇环境、农村环境、区域环境、全球环境及宇宙环境等;按照环境的对象分类,则把环境分为自然环境与社会环境两类。自然环境又分为大气环境、水环境、土壤环境、生物环境和地质环境等;社会环境则是指人类社会的长期发展过程中为不断提高人类物质、文化生活而创造出来的环境。

狭义的环境通常是指各国法律对环境的解释。当前,世界各国对各自国家保护的环境都有明确的规定,但这些规定又不尽一致。我国颁布的《中华人民共和国环境保护法》(后简称我国《环境保护法》)第二条明确规定:“本法所称环境,是指影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体,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、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等。”这里所指的“环境”,既包括了自然环境,也包括了社会环境。

1.1.2.2 人类的生存环境

对人类环境可作各种不同的分类,主要有以下几种。