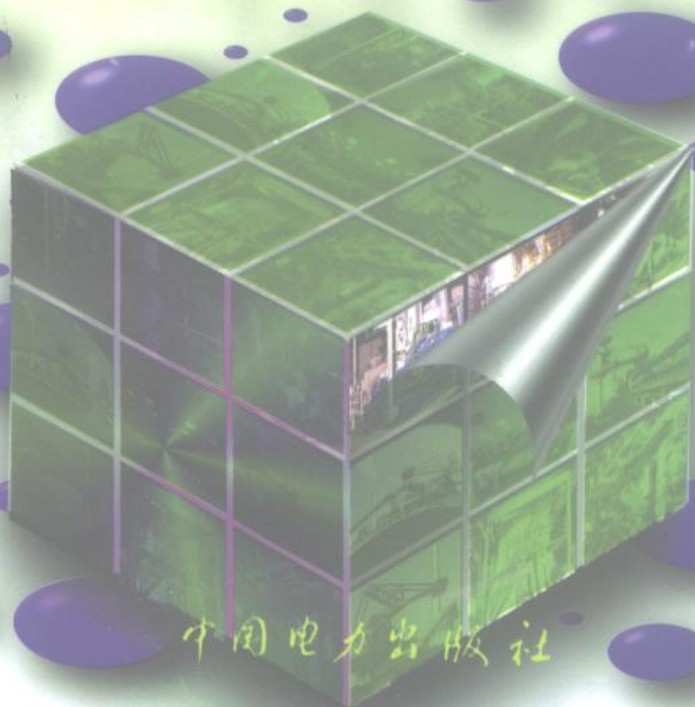


电力技术继续教育科目指南丛书

电网防污闪技术

四川省电力工业局
四川省电力教育协会 编



中国电力出版社



电力技术继续教育科目指南丛书

电网防污闪技术

四川省电力工业局
四川省电力教育协会 编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书作为《电力技术继续教育科目指南丛书》中的一本，主要介绍了国内外电网污闪概况，污闪放电的简单机理和影响污闪放电的因素，污秽度及其测量，污秽地区电力设备外绝缘的选择，以及国内外电网防污闪的主要办法。

本书适合电力系统专业技术人员进行继续教育培训使用，也可作为电力系统管理人员阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电网防污闪技术/四川省电力工业局四川省电力教育协会
主编. -北京: 中国电力出版社, 1998. 7

(电力技术继续教育科目指南丛书)

ISBN 7-80125-712-X

I. 电… II. 四… III. 高电压绝缘技术 N. TM85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 11798 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 邮政编码 100044)

三河市实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1998 年 6 月第一版 1998 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开本 2.25 印张 37 千字

印数 0001—4100 册 定价 7.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

关于推荐使用 “电力技术继续教育丛书” 的通知

教成 [1998] 11 号

为了促进电力企业专业管理人员和专业技术人员的继续教育和岗位培训工作，四川省电力工业局、四川省电力教育协会组织编写，并由中国电力出版社出版了“电力技术继续教育丛书”八种，谨向各单位推荐使用。

中电联教育培训部

一九九八年三月十六日

《电力技术继续教育科目指南丛书》

编 委 会

主任委员： 晏玉清
副主任委员： 王龙陵 沈迪民 丁福煜 杨纯龙
委 员： 赵兴康 朱国俊 王 旭 胡家明
李小白 熊回川 张德范 向 进
刘兴仁 杨胜渤 廖永纲 林文静

总 编： 丁福煜
副 总 编： 王 旭 杨胜渤
主 审： 赵兴康 朱国俊

《电网防污闪技术》

编审人员

肖 红 何恒礼 王嘉明

序

为贯彻《中国教育改革和发展纲要》中提出的职工教育要“把大力开展岗位培训和继续教育作为重点，重视从业人员的知识更新”的要求，使职工教育工作更好地为电力系统专业技术人员和管理人员拓展专业知识，提高专业技术水平和管理能力服务，为电力企业安全文明生产“双达标”、“创一流”服务，为促进电力事业的发展服务，在四川省电力工业局的领导下，四川省电力教育协会与四川省电力工业局教育处组织一批专家、教授和工程技术人员，联系电力系统的实际，结合国内外电力技术现状及发展方向，贯彻继续教育面向现代化、面向世界、面向未来的方针，注重针对性、实用性、科学性和先进性，编写了这一套《电力技术继续教育科目指南丛书》，作为对电力系统专业技术人员进行继续教育的培训教材，也为电力系统的管理人员提供一套学习资料。

本丛书共十一册，其中：《高压输电线路微机保护》、《电网无功电压管理与电压稳定》、《电网防污闪技术》、《汽轮发电机组振动》、《变电所自动化技术与无人值班》、《水电站综合自动化》、《信息高速公路与企业网》、《循环流化床燃烧技术》等八册由中国电力

出版社出版发行。另三册，即《数字数据网（DDN）通信技术》、《分散控制系统（DCS）及其应用》、《热管应用及前景》由四川省电力工业局作为资料印发。

本丛书在编写与审稿全过程中，得到了四川省电力工业局领导和有关处室的大力支持与帮助。承担编写工作的四川电力试验研究院、四川电力调度局、重庆电力职工大学、成都电力职工大学、重庆大学、成都电业局、龚咀水力发电总厂、内江发电总厂、成都水力发电学校、都江电力设备厂等单位以及重庆市电力工业局为丛书的编写提供了良好的工作条件，给予了极大的支持，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，错漏在所难免，诚望读者指正。

《电力技术继续教育科目指南丛书》

编 委 会

1998年3月

目 录

序

第一章	绪论	1
第二章	国内外电网污闪事故概况	5
第一节	我国电网污闪事故概况	5
第二节	四川电网污闪事故概况	11
第三节	国外电网污闪事故概况	14
第三章	污闪放电的简单机理和影响污闪放电的因素	16
第一节	绝缘子表面的积污	17
第二节	绝缘子表面污秽层的湿润	18
第三节	局部放电的产生	19
第四节	局部放电的发展并导致闪络事故	19
第五节	绝缘子污闪条件的分析方法	20
第六节	影响绝缘子污闪的因素	21
第四章	污秽度及其测量	31
第一节	等值附盐密度的测量	32
第二节	污秽层电导率的测量	38
第三节	测量运行中绝缘子的污秽泄漏电流	39
第五章	污秽地区电力设备外绝缘的选择	41
第一节	按污秽地区等级确定爬距	41
第二节	结合运行经验对绝缘子选型	43

第六章 国内外电网防污闪的主要方法	47
第一节 配足绝缘并留有裕度	50
第二节 输变电设备的清扫	53
第三节 采用 RTV 长效防污涂料	55
第四节 加装硅橡胶增爬裙	57
第五节 绝缘子检零	58
第六节 使用合成绝缘子	59
第七节 使用半导体釉绝缘子	61
第八节 V 型安装绝缘子串	62
参考文献	63

第一章

绪 论

电网的污闪事故，随城乡工业发展污秽加重、环境恶化、电压升高、网络扩大和交直流联网不断增多，电网污闪事故涉及范围广，停电时间长，严重的威胁着输变电设备的安全运行，给国民经济带来重大的经济损失。统计事故表明，污闪的发生往往是多条线路、多个变电所相继出现，形成系统振荡，从而造成电网瓦解引起大面积停电。因此而造成的损失确是触目惊心，已超过雷害损失的 10 倍之多。如 1986 年兰州电网发生污闪事故，相继造成 14 条线路、33 个发变电所全部停电，污闪事故点 41 处，烧断导线 2 处，架空地线 9 处，断路器跳闸 106 次，最终造成兰州电网与西北主网解列；1987 年东北电网污闪，1989 年华东电网污闪，1990 年京津唐电网污闪，1992 年成都电网污闪以及 1996 年末 1997 年初的华东、西北、华北、华中、山东电网污闪都造成重大的经济损失。据 1971~1990 年的不完全统计，全国污闪事故共计 4489 次，损失电

量为 43180.3 万 $\text{kW} \cdot \text{h}$ ，四川电网发变电所污闪 85 次，污闪事故率是 4.11 次/（百所 $\cdot \text{a}$ ）；线路污闪 98 次，污闪事故率为 0.137 次/（100km $\cdot \text{a}$ ），是电力工业部控制指标的 4.6 倍。

如何防止电网污闪，世界各国历经了近 100 年的试验研究，工业发达的先进国家，如意大利从 1907 年就开始了防止污闪的立项研究，1940 年德国最先在世界上实行污区等级划分及其外绝缘配置的标准。我国从 50 年代开始认识污闪，70 年代开始立项研究。国内外期刊上有关污闪的文献可以说多不胜数，但由于影响污闪的因素很多，且大都是随机的，分散性很大，至今污闪放电的机理及其他诸多问题仍不十分清楚，难于找到一个有效而完善的防污闪技术对策。无论是世界工业发达国家还是发展中国家，污闪事故依然是围绕电力系统的一大灾难，因此电网防污闪仍是当今国内外电力工作者研究的一个重要迫切的热门课题。特别是我国二滩水电站的送电工程中 500kV 超高压二滩到自贡输电线路（以下简称二自线），途经高海拔重冰区的凉山地区，低气压、覆冰、覆雪以及污秽对绝缘子电气强度的影响，更是世界各国极为关注的问题。

对变化多端的气象参数，大环境污染湿沉降的新理论等与绝缘子污闪有着直接或间接的关系，要深层次的进一步研究。

对各类型绝缘子，尤其是大吨位绝缘子的积污特性、污闪特性、人工污秽试验与自然污秽试验的等价性，尚缺乏系统的试验数据。

对长串绝缘子、双串绝缘子和 V 型串绝缘子的污闪特性，以及直流绝缘子污闪特性，合成绝缘子雷电冲击特性及在线监测技术，高海拔重冰区绝缘子污闪特性等还需要更加深入的立项研究。

对适用于重污区的耐污型绝缘子，发、变电所的绝缘子，特别是主变压器套管、互感器瓷套、穿墙套管也需加快研制与开发。

对科学的污区等级划分，防污闪措施的应用，防污新技术的研究开发和防污技术管理数据库还有大量的工作要做。

本书基于专业人员起点高，重点在于知识增新拓宽，故着重于数据积累、摸索规律以及发展展望，力求结论式的指导说明；重点提供当今国内外目前研究、争论和探讨的新方法、新技术和新理论。本书主要内容包括统计分析历年国内外电网污闪概况，对污闪的简单机理影响因素，污秽绝缘特征参数、电气强度和污秽度测量，以及各类型绝缘子结构和污闪特性，污秽绝缘的选择方法作了较为详细的叙述，同时对国内外污秽分级标准和四川省电网污区分布图的特点，以及防污闪的各种新技术、新设备、新材料和新工具进行了评价和探讨。

本书力求于电力系统输变电设备管理人员、设计安装人员、电网高电压技术监督人员和高电压试验人员专业技术的增新指南。

第二章

国内外电网污闪事故概况

第一节 我国电网污闪事故概况

我国东部沿海工业较发达地区 50 年代就出现了污闪事故，60 年代污闪事故逐步向全国各电网发展。80 年代随着城乡工业迅速发展，环境污染日益加重。伴随高压输变电设备大幅度增加，以及 500kV 输变电系统在许多电网相继投运，全国污闪事故明显上升，并且由污染严重的城市工业区扩展到以前人们认为是清洁的郊区和农田地区。80 年代末 90 年代初，东北、华北、华东几大电网和四川电网相继发生了大面积污闪事故，华东及东北新投运的 500kV 线路频繁发生污闪跳闸。因此大家认识到对电网污闪事故必须有一个新的认识和突破，通过对污闪事故的统计分析，掌握污闪的发生规律，寻求防污闪的技术对策，力争大幅度减少污闪事故，尽量避免主网架和枢纽站的污闪，杜

绝大面积停电事故，把重要输电线路的污闪事故控制在允许的范围之内。重要输电线路可接受的污闪跳闸率和事故率如表 2-1 所示。

表 2-1 重要输电线路可接受的污闪跳闸率和事故率

电压等级 (kV)	110	220	330	500
输送容量 (万 kW)	6~10	10~50	40~80	50~100
污闪跳闸率 (次/100km·a)	0.1	0.1	0.05	0.05
污闪事故率 (次/100km·a)	0.03	0.03	0.02	0.02

历年来我国电网污闪事故的统计、事故概况以及不同电压等级的输电线路和变电所的污闪事故统计，参见表 2-2~表 2-7。

表 2-2 1971~1990 年全国电网污闪事故统计

地 区	线 路 (次)			发、变电所 (次)		
	1971~ 1975 年	1986~ 1990 年	1971~ 1990 年	1971~ 1975 年	1986~ 1990 年	1971~ 1990 年
京津唐	45	105	215	21	33	77
东北三省	69	133	279	43	28	137
上海、江苏、 浙江	102	222	501	48	68	298
山西、陕西、 甘肃	91	269	311	57	58	225
广东、广西	1	33	67	1	14	49
湖南、湖北	12	84	131	20	27	129
青海、新疆	8	81	173	5	26	65
江西、福建、 安徽	7	57	101	5	26	68
宁夏、内蒙	42	99	220	10	22	66
云南、贵州、 四川	13	49	107	19	37	143
山东、河南、 河北	53	383	614	31	79	229

表 2-3 1986~1990 年全国电网重大污闪事故概况

电网名称	污闪时间	气象条件	线路污闪		变电所污闪		污 闪 影 响
			电压等级 (kV)	条数	电压等级 (kV)	变电所 数 量	
兰州电网	1986. 3. 16	雨雪	53~220	24	110 220	28 5	兰州电网与主网解列
京津唐 电 网	1990. 2. 10	雾	110~220	41			电网两次解列, 北京限电 30 多万 kW, 损失电量 1245 万 kW·h
	1990. 2. 15		500 110~500	4 228	220 110	4 2	
河南北部 电网	1989. 12. 30	雾	220	22	220	5	河南电网污闪 318 次
	1990. 2. 15		110	49	110	7	
河北南部 电网	1990. 1. 10	雾	220	27	220	5	与京津唐电网解列, 河北 南部电网大面积停电
	1990. 2. 15		110	46	110	23	

电网名称	污闪时间	气象条件	线路污闪		变电所污闪			污 闪 影 响
			电压等级 (kV)	条数	电压等级 (kV)	变电所 数	量	
华东电网	1989.1.6	毛毛雨	500	5	220	4		华东 500kV 主网停运 122h, 上海 500kV 系统停运 207h
	1989.12.5	雾	220	25				
			500	2				
东北辽西 电网	1987.12.28	雾	500	2				辽西电网大面积停电
			220	5				
陕西关中 电网	1987.1.3	雨雪	35~330	57	35~330	54		关中地区大面积停电
重庆电网	1980.2.26	浓雾	110	1	110	1		重庆 220kV 朱家坝变电 所停电
			220	1	220	1		
四川电网	1992.1.22	浓雾	220	7	220	3		电网解列, 长时间停电
			110	9	110	5		