

35~220kV

送电线路施工技术

(上册)

陈昌言 阎善玺 编著

35~220kV

SONGDIANXIANLU

SHIGONG

JISHU



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

35~220kV 送电线路施工技术

(上册)

陈昌言 阎善玺 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

35~220kV 送电线路施工技术

(下册)

陈昌言 阎善玺 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

《35~220kV送电线路施工技术》结合大量实际施工和计算实例,系统全面地阐述了送电线路施工全过程和施工组织管理,以及工程质量检查、评级、验收。

全书共分上、下两册,共19章。上册共9章,分别是:送电线路基本知识;线路原材料及器材技术检验;物件运输与装卸;常用工器具的使用和强度计算;高处作业与防止高处坠落;预防电击和触电的现场急救;施工测量与杆塔基础分坑;杆塔预制基础施工;杆塔现浇混凝土基础施工。下册共10章,分别是:混凝土电杆的排杆、焊接、地面组装;钢筋混凝土电杆整体起立和分解组立施工;常用铁塔组立施工;特高跨越铁塔组立;导线及避雷线展放;紧线施工及附件安装;紧线施工技术计算;送电线路缺陷检修;杆塔防雷接地装置的施工;送电线路工程验收。此外还包括24个附录。

本书可供从事送电线路施工的工人作培训教材,并可作为线路施工技术人员和管理人员的工具书和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

35~220kV送电线路施工技术/陈昌言 阎善玺 编著. -北京:
中国电力出版社, 2001
ISBN 7-5083-0573-6

I . 35 … II . 陈 … III . 架空线路:输电线路-电力工程-工程施工 IV . TM726.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 14978 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>)

北京通天印刷有限责任公司印刷

各地新华书店经售

*

2002年1月第一版 2003年9月北京第二次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 54.75印张 1337千字
印数3001—6000册 上下册定价98.00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)

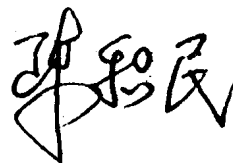
序 一

改革开放以来，随着浙江省国民经济高速增长，浙江电网得到较大发展，跨入了以“大机组、超高压、高度自动化”为标志的新阶段。到1996年底，全省发电装机容量已达1112万kW，有500kV送电线路8回，总长度836.77km；220kV送电线路115回，总长度4878.51km；110kV送电线路334回，总长度5304.58km；35kV线路1227回，总长度10367.29km。同样全国电网也获得了迅速发展，其发展速度在世界电力工业发展史上也是罕见的。送电线路是电力系统必备的基础设施之一，它的建设事关电力市场的拓展，事关电力系统的安全经济稳定运行，事关为社会经济发展提供良好服务的落实，事关为千家万户送去光明与温暖。因此，为保证电力工业持续快速健康发展，保证电网不断延伸，保证电网建设的数量和质量，应加强对电力职工包括线路工的在职培训，提高电力职工的整体素质。

送电线路施工特点和难点是线长、面广、点多、流动性大、施工条件复杂，施工现场各自为战，既要求线路工人有较好的个体素质，又要求线路施工队伍有较全面的群体素质。在线路施工、检修作业中，不正确的操作方法，不严密的施工技术组织和措施，都是酿成事故的隐患。如何确保施工安全、优质、高效，一直是各级领导和职工关注的热点。加强对线路施工、检修人员的技术培训，让他们切实掌握线路施工技术，已是当务之急。《35~220kV送电线路施工技术》一书，正是在这种要求下应运而生的。该书经过编者历时五年的辛勤劳动，经过专家反复审稿，认真修改及至终审定稿，理论阐述正确，联系实际紧密，有较强的实用性和可操作性。本书涉及线路施工作业中的电气、工程力学、绝缘材料、金属材料、气象、地质、环保等多种专业知识，对作业人员应掌握的杆塔（铁塔）、导（地）线、拉线、基础、施工器材和工器具等设备和器材的性能及各环节的施工技术，现场施工条件的具体选择运用，指挥人员应具有的组织能力和指挥经验等等内容，都作了详尽的阐述。内容全面而丰富，资料齐全而准确，结构严谨而科学，反映了浙江省近年来在35~220kV线路施工技术方面新的发展，在我国为数不多的有关线路施工技术的书籍中，堪称为不可多见的一本好书。

在本书即将出版之际，谨对本书出版表示热烈祝贺。志以序。

浙江省电力工业局



一九九七年十二月三十一日

序 二

《35~220kV 送电线路施工技术》一书即将问世，这是该书主编及全体修编小组同志多年来辛勤劳动的丰硕成果。它凝聚了全体修编同志的心血和智慧，也总结了我省数十年来在架空送电线路施工技术方面的经验，充分反映了送电施工人员默默奉献的高尚精神风范。

回顾我省自 1957 年建成 35kV 杭（州）——海（宁）线，1958 年建成 110kV 黄（坛口）——新（安江）线，1960 年建成 220kV 新（安江）——杭（州）一回线，到 1986 年建成 500kV 繁（昌）——瓶（窑）线以来，截止 1996 年底全省拥有 35~500kV 送电线路总长 21387.15km。形成了全省送电网络，基本上满足了全省 1996 年 1112 万 kW 装机所发电能的输送和分配，确保了浙江经济与社会发展的用电需要。

该书在修编中，高度重视数十年来，历经几代人在架空送电线路施工实践中所积累的宝贵经验，加以科学的总结和提炼，使之更具有科学性、实用性和可操作性。对以往送电线路施工中，前人用血汗所换来的深刻教训，也以典型实例，认真剖析，以达到“前事不忘，后世之师”之目的。《35~220kV 送电线路施工技术》的出版发行，对实现我省跨世纪电力发展目标，完成今后繁重的架空送电线路建设施工和维护维修任务，具有十分重要的现实指导意义和深远的历史意义。

在改革开放不断深化的形势下，“电厂大家办，电网国家管”的格局初步形成，社会主义电力市场正在逐步完善。实现全国联网，也指日可待。所有这些都为我省电力事业的发展和电网建设提供了广阔前景。

随着经济发展和社会进步，城乡用户对供电质量、供电安全可靠性的要求日益提高。这既对我省今后电网发展，带来很好的机遇，又对架空送电线路的施工带来严峻的挑战。

1. 大机组、大电厂的出现，电网的不断扩大，远距离、大导线的送电线路建设，使送电电压等级有可能提高。

2. 为贯彻国策，在送电线路建设中不占良田、少占耕地，节约用地以及为克服在路径选择上的困难，同杆（塔）多回路送电线路的施工技术将会广泛采用。

3. 面对线路跨越地形、地质条件较好的位置早被线路占用，今后新建架空线路将会遇到跨距更大、地形地质更复杂、杆塔高度更高、施工难度更大，及先进的工器具、新型材料的采用等情况。

4. 随着电网的发展，架空线路的增多，可供送电线路建设路径的选择余地越来越狭窄，又往往受山区建设条件的影响，并要满足防雷接地要求，增加了施工困难。

5. 为提高供电可靠率，最大限度地减少对用户的停电时间和停电次数，对跨越带电线路势必采取不停电施工作业的新措施。

6. 浙江地处沿海，盐雾较大，同时还受到环境污染的影响，对送电线路防污闪的技术措施必须加强。

7. 城网建设与改造中，高压线路进市区如何满足城市规划，又要控制工程造价，对施工的技术措施提出了新的要求。

8. 实现我省海岛联网，如何采用更经济合理，更安全可靠的架空送电线路与海缆相结合的施工方案已提到议事日程。

9. 由于送电线路施工线长、面广、点多，施工环境复杂的情况，加之送电线路野外施工环境较差，劳动强度较大，生活条件较差的现实，以及今后施工队伍扩大，施工人员更新等，就必须抓好施工队伍的培训教育，从而使施工人员的技术素质和思想境界始终要达到比较高的要求。

10. 继续深化改革、更新观念、进而加强施工组织管理和技术管理，确保施工安全，提高工程质量，控制工程造价，努力实现送电线路基建移交生产达标的要求，已成为送电线路建设的最终目标。

综合今后电力建设中出现的这些新问题，有待于新一代送电职工肩负起新的历史使命，去探索去拼搏。《35~220kV 送电线路施工技术》一书的出版发行，对从事送电线路施工的工人，是一本很好的技术培训教材，可帮助提高安全思想境界和基本操作技能；对工程技术人员和施工管理人员，是一本很好的参考和工具用书，可帮助提高技术水平和增强工作能力；并在此基础上，经过再实践、总结新经验、解决新问题，不断开拓创新，为电力事业的发展作出新贡献。

浙江省电力工业局

丁有德

一九九七年九月二十八日

前 言

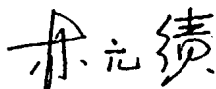
为了提高供电系统初、中、高级线路工基本操作技能和工程技术人员的技术水平，使技术培训工作逐步走上规范化、系统化，以适应改革开放和经济建设可持续发展的需要，电力工业部委托华东电业管理局，统一组织各省（市）编写“送电线路设计、施工、检修、运行和带电作业”等五大类培训教材，其中《送电线路施工篇》由浙江省电力工业局负责。为完成编写任务，经研究委请从20世纪50年代起从事送电线路施工、积有30年施工经验的陈昌言、阎善玺两位高级工程师负责编写。编者根据各供电单位工程技术人员的要求，从确保施工安全和工程质量出发，把过去几十年在施工第一线所积累的经验、体会、成果汇总起来，吸收了大量的实际施工事例，紧紧围绕“施工技术”这一中心进行编写，经过五年多的艰辛劳动，终于完成了这本约120余万字的《35~220kV送电线路施工技术》一书。

本书出版始终得到浙江省电力工业局局长陈积民、省电力工业局前局长丁有德的关心和支持。为了把这本书出版成一本好书，省电力局专门成立了修编小组，负责书稿的修编工作。

本书脱稿后，省电力局于1996年10月、1997年3月和7月先后组织了三次专家审稿会议。并指定有关线路专家逐章、逐节、逐句认真仔细地进行修编。于1997年7月在全省终审会议上获得通过。参加审稿的专家有：第一至第三章，包建强、冯立华、仇兴礼、李达、方鹏、吴兆麟、李国治；第四至第六章，杨忠旗、陈国华、俞寿康、郑仁贤；第七至第九章，杨忠旗、吴兆麟、朱朝荣、吴达前、方鹏；第十至第十一章，陈国华、俞寿康、郑仁贤、杨忠旗、斯松桥；第十二至第十三章，斯松桥、俞寿康、郑仁贤、杨忠旗、马志新；第十四至第十六章，斯松桥、杨忠旗、陈国华、吴兆麟、徐祥龙；第十七至第十八章，吴兆麟、陈国华、俞寿康、郑仁贤、马志新；第十九章，陈国华。

在我国已出版的有关线路施工技术的书籍中，本书为不可多见的一本好书。可作为从事35~220kV送电线路初、中、高级工人的培训教材和送电工程技术人员的参考资料和工具书。全省线路工作会议已指定此书作为浙江省供电系统技术培训教材，要求全省各供电企业从事线路工作的技术人员、工人及有关管理人员和领导“人手一册”。

当前，随着我省大电网、高电压、大机组的出现，在送电线路领域，出现了大跨越、大导线、新型材料及多回线共塔等新技术，与此相适应的线路施工技术和先进的工器具正在不断发展，有关500kV送电线路施工技术还有待续编。现有的施工技术和经验总带有一定的局限性，书中也难免存在一些不足之处。诚恳希望使用单位和广大读者提出宝贵意见，将在再版时改进。

浙江省电力工业局 

一九九七年九月二十二日

编者的话

从事高压送电线路施工，始于20世纪50年代。几十年来，为了振兴浙江经济，建设浙江电网架构，送电职工头顶蓝天，脚踩大地，跋山涉水，风餐露宿，不畏艰辛，勇往直前，经受了事故和血的教训，也积累了丰富的实际经验。岁月悠悠，风雨沧桑，建成了一条又一条高压送电线路，为工农业生产发展提供了可靠的电能，为千家万户送去了光明和温暖。

接受编写《送电线路系列培训教材——〈送电线路施工篇〉》的任务后，深感这项任务的繁重和艰巨。由于我们年事已高，惟恐难以胜任，但在浙江省电力局领导及有关处室领导的重视与支持下，才有今天《35~220kV送电线路施工技术》一书的问世。

本书是根据各供电单位工程技术人员的要求，从确保施工安全和工程质量出发，紧紧围绕“施工技术”这一中心，把过去几十年在施工第一线所积累的经验、体会、成果汇总起来，列举了大量的实际施工事例和计算实例进行编写的，较为系统全面地阐述送电线路施工的全过程；施工组织管理；施工安全技术以及工程质量检查、评定、验收。在编写上从实际出发，密切联系施工实际，总结提炼各种施工安全操作方法，按过去编写施工技术交底资料的方式，依照先后顺序，逐条详细说明，图文并茂，深入浅出，力求准确性、通俗性及普及性。

本书凝聚了浙江送电职工几十年的心血和智慧，值此出版之机，谨以此书献给在浙江电网架构建设中默默工作，无私奉献的工程技术人员和广大工人老师傅；谨向关心支持本书的浙江省电力局领导和有关处室的领导以及各供电单位的领导；向参加审稿、修改付出辛勤劳动的专家同志们表示衷心地感谢和诚挚的敬意。

本书在浙江省电力工业局内部发行时，曾得到中国电力出版社及杭州发行站领导的重视、支持和指导，要求编者作一些修改，由中国电力出版社出版发行。现已经过删改和补充，并请浙江省送变电工程公司高级工程师杨忠旗先生校对，使本书更趋完善，藉此再版之机，表示对他们深切的谢意。

编者的愿望是把过去几十年的施工技术经验介绍给后人，再奉献一点余热，希望读者能从中得到启示和借鉴。由于水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，敬希广大读者指正。时代在前进，科技在发展，可以肯定，经过读者的实践、提高和创新，必将开拓、创造送电线路建设事业未来的辉煌，为共同创造和总结一套中国式的高压送电线路施工技术操作方法而努力。

陈昌言 阎善玺

二〇〇〇年九月八日于杭州

目 录



序一
序二
前言
编者的话

上 册

第一章 送电线路基本知识	1
第一节 电力系统与电力网概念	1
第二节 送电线路的作用和特点	3
第三节 送电线路的部件	4
第二章 线路原材料及器材技术检验	65
第一节 钢	65
第二节 生铁	69
第三节 钢焊条和气焊丝	70
第四节 水泥	74
第五节 砂	78
第六节 石子	80
第七节 钢筋混凝土预制构件	81
第八节 铁塔及铁附件	84
第九节 导线及钢绞线	91
第十节 绝缘子	93
第十一节 送电线路金具	95
第三章 线路器材运输与装卸	98
第一节 混凝土电杆吊装支承方式和堆放	98
第二节 工程器材的堆放和保管	100
第三节 工地运输方式和装卸	102
第四节 物件装卸	106

第五节	牵引式架空索道运输	108
第六节	架空索道的安装	119
第七节	使用索道运输安全要求	120
第四章	常用工器具的使用和强度计算	121
第一节	起吊抱杆	121
第二节	起重滑车	150
第三节	钢丝绳	157
第四节	钢丝绳索卡(绳卡)	166
第五节	棕绳(麻绳)	167
第六节	U形环	170
第七节	牵引绞磨	174
第八节	双钩紧线器	181
第九节	手拉链条葫芦	183
第十节	临时锚桩	185
第十一节	导线及避雷线施工用的小型工器具	200
第十二节	常用绳扣系结法	209
第五章	高处作业与防止高处坠落	216
第六章	预防电击与触电的现场急救	220
第一节	概述	220
第二节	电对人体的作用和影响	221
第三节	在邻近带电线路工作	229
第四节	不停电跨越	230
第五节	停电作业	233
第六节	预防雷电袭击	234
第七节	触电的现场急救	235
第七章	施工测量与杆塔基础分坑	241
第一节	经纬仪及其使用	241
第二节	经纬仪的基本测量方法	249
第三节	施工测量	257
第八章	杆塔预制基础施工	288
第一节	概述	288
第二节	电杆基础稳定计算	288
第三节	转角铁塔基础稳定计算	299

第四节	基础坑开挖	304
第五节	杆塔预制基础安装	318
第六节	爆扩桩拉线基础分坑计算与施工	328

第九章 杆塔现浇混凝土基础施工 339

第一节	混凝土知识	339
第二节	混凝土配合比设计	347
第三节	现场浇筑混凝土基础施工	350
第四节	钻孔灌注桩基础施工	366
第五节	杆塔岩石锚桩基础	370
第六节	混凝土冬期施工	380
第七节	快速测定混凝土强度和非破损检验	383

下 册

第十章 混凝土电杆的排杆、焊接、地面组装 390

第一节	排杆	390
第二节	气焊焊接	391
第三节	手工电弧焊接	396
第四节	地面组装	396

第十一章 钢筋混凝土电杆整体起立与分解组立施工 402

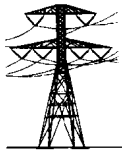
第一节	概述	402
第二节	倒落式抱杆整体起立电杆施工设计	402
第三节	倒落式抱杆整体起立 24m 钢筋混凝土双杆施工设计实例	420
第四节	36m 混凝土双杆整体起立施工设计实例	433
第五节	12~36m 钢筋混凝土电杆整体起立与分解组立施工布置汇集	452
第六节	钢筋混凝土电杆分解组立	465

第十二章 常用铁塔组立施工 470

第一节	概述	470
第二节	铁塔对料	473
第三节	倒落式抱杆整体起立“V”型拉线直线铁塔施工	474
第四节	外拉线抱杆组立铁塔施工	482
第五节	内拉线(悬浮)抱杆组立铁塔施工	494
第六节	座地摇臂抱杆组立铁塔施工	513

第十三章	特高跨越铁塔组立施工	532
第一节	概述	532
第二节	86m 拉线跨越铁塔整体与分解混合组立施工	534
第三节	94m 跨越铁塔半倒装组立施工设计与实施	551
第四节	98m 跨越铁塔混合半倒装组立施工	580
第五节	159m 拉线跨越铁塔全倒装组立施工	601
第六节	175m 跨越铁塔分解吊装组立施工	623
第七节	190m 跨越铁塔吊装组立施工	634
第十四章	导线及避雷线展放	649
第一节	放线准备工作	649
第二节	导线、避雷线展放	656
第三节	导线、避雷线连接	661
第四节	导线、避雷线损伤补修处理	686
第十五章	紧线施工及附件安装	689
第一节	紧线准备工作	689
第二节	紧线施工	693
第三节	附件安装	701
第四节	弧垂观测与调整计算	709
第十六章	紧线施工技术计算	721
第一节	导线过牵引长度计算	721
第二节	导(地)线架线地面画印法施工计算	724
第三节	跨越大江装配式架线法施工计算	737
第四节	跳线(引流线)安装长度计算	746
第五节	山区连续倾斜档观测弧垂调整及悬垂线夹位置调整的计算	752
第六节	局部杆塔加高或降低时导(地)线线长变化的计算	760
第七节	飞车作业计算	763
第十七章	送电线路缺陷检修	767
第一节	高空更换混凝土杆段	767
第二节	铁塔及基础移位	773
第三节	处理铁塔缺陷的几种方法	777
第四节	铁塔现浇基础移位	779
第五节	导线、避雷线更换	781
第六节	绝缘子更换	782

第十八章 杆塔防雷接地装置的施工	784
第一节 电力线路防雷与接地	784
第二节 接地设计	785
第三节 接地装置的施工	791
第四节 接地电阻的测量	792
第五节 土壤电阻率的测量	794
第十九章 送电线路工程验收	796
第一节 验收检查程序	796
第二节 验收检查评级方法	798
第三节 竣工试验和工程资料移交	804
附录	806
附录 1 黑色金属型材规格	806
附录 2 钢材、螺栓及焊缝的容许应力	821
附录 3 粗制螺栓允许荷载	821
附录 4 各种长度贴角焊缝的允许抗剪强度	822
附录 5 钢材中心受压折减系数 φ	822
附录 6 木结构轴心受压构件的稳定系数 φ	823
附录 7 纵向偏心受压等截面压杆的等价容许压应力折减系数 φ_m	824
附录 8 杆塔施工计算用图表	826
附录 9 常用钢材的几何及力学特性	832
附录 10 常用木材的物理、力学性能	835
附录 11 木材受力计算用树种系数 $K_{种}$	837
附录 12 各种钢材用于起重结构时的容许应力	838
附录 13 钢丝绳受力计算的有关系数	838
附录 14 钢丝绳报废断丝数	840
附录 15 钢丝绳端部固定用绳卡的数量	840
附录 16 螺纹销直形卸扣允许荷载	840
附录 17 部分导线及避雷线的有关数据	841
附录 18 接续管及耐张线夹的有关数据	842
附录 19 主要起重工索具试验标准	848
附录 20 高处作业安全用具试验标准	848
附录 21 常用电气绝缘器具试验一览表	849
附录 22 杆塔组立后的质量标准	849
附录 23 风级表	850
附录 24 常用计量单位名称、符号和换算	850
主要参考文献	852



第一章

送电线路基本知识

第一节 电力系统与电力网概念

一、电力系统

火力发电厂通过燃烧煤电发电，水力发电厂利用水力发电，原子能发电厂利用原子核反应发电。这些发电厂发出强大电力，经过输电、变电、配电环节分配到各用户，再由用户的各种用电设备，将电力转换成动力、热能、光等，为工农业生产和人民生活服务。电力生产的一个特点是：电力生产、输送、分配和用户的消费，都在同一时间完成。因此，必须将各个环节有机地联成一个“整体”，这个由发电（指发电厂的发电和配电装置）、输电、变电、配电和用电环节组成的“整体”，称为电力系统。

二、电力网

电力系统中的发电和用电之间的输电、变电、配电这三个中间环节，称为电力网。它是发电厂和用户之间的桥梁，起着输送和交换分配电力的作用。

1. 电力网的分类

根据电力网的电压的高低和供电范围大小，把电压 220kV 及以上的电力网称为区域电力网，如华东电网、华北电网等。110kV 的如浙江地区的杭州、宁波、温州、嘉兴、金华等网络。把电压在 35kV 及以下的称为地方电网。

从电厂到用户之间电力网所起作用，又可分为供电网和配电网。供电网（一般电压为 35kV 及以上）的作用是把电能从电厂（可从一个或几个电厂）集中到某一负荷中心（即汇集到某一变电所），它起着“商品批发部门”的作用。配电网（6~10kV 及以下）的作用是把已送到负荷中心的电能挨户分配到各个用户，它起着“商品零售部门”的作用。

2. 电力网的组成

(1) 送电线路。送电线路是组成电力系统的主干，是电力系统的动脉，它起着输送和交换功率的作用。送电线路电压越高，传送电力的能力越大，传送距离越远。

目前将 35~220kV 称高压线路；330~500kV 称超高压线路；750kV 以上称特高压线路。

送电线路分为架空线路和电缆线路。

(2) 变电所。变电所（包括电厂升压变电所）的作用是汇集电力升降电压和分配电力。

(3) 配电网。我国规定 6~10kV 的配电网为高压配电网；1kV 以下为低压配电网。配电网的作用是把电力直接送到用户处。

三、电力生产与供应使用

电力生产与电网运行应当遵循安全、优质、经济的原则。

1. 电力生产应连续稳定

目前电能还不能大量地储存（水电站抽水蓄能仅是一部分），发电、输电、变电、配电和用电的过程必须在同一瞬间进行。在任何时刻发电厂所发出的功率和用户所需要的功率始终保持着平衡。为了保证对用户连续、稳定、可靠地供电，电力系统各组成部分必须紧密联系，互相协调，可靠地工作。如果系统中任何一个环节发生故障，轻的破坏局部供电，严重的要破坏整个电力系统供电，造成大片地区停电，都将影响整个电力系统。

2. 电力生产影响面广

电力工业是先行工业，它与国民经济各部分以及人民生活的关系极其密切。电力供应不足或供电中断，将直接影响国民经济计划的完成和人民的正常生活秩序。电力系统的事故往往给用户造成巨大的损失，特别像化工厂、钢铁厂等，不但造成重大经济损失，而且还会造成毒气逸出、人员伤亡、锅炉设备损坏等严重后果。因此，在保证供电可靠性的同时，还必须提高运行的经济性，最大限度地降低电能成本，以利于国民经济各部门的生产发展和人民物质生活的提高。

3. 保证供电安全可靠

安全可靠就是不出事故，要连续不间断供电。

运行经验表明：电力系统大事故往往是由小事故引起的，整体性事故往往是由局部事故发展扩大而造成的。因此，要保证对用户供电的可靠性，就要使发电、送电、配电和用电的每一设备始终处于完好的运行状态，提高系统运行水平，杜绝事故发生。

根据用电设备对供电可靠性的要求，工业企业的电力负荷可分三类：

I类：如突然停电，将造成人身伤亡或重大设备损坏，并且难以修复，或给国民经济带来重大损失。

II类：如突然停电，产品将大量报废，大量原材料报废，大量减产或将发生重大设备损坏事故，但采取适当措施能够避免。

III类：所有不属于I、II类负荷的用电设备。

4. 保证良好的电力质量

电力质量主要是指电力系统中交流电的频率、波形和各点电压，均应保持在一定的允许变动范围之内。电网线路出事故时，频率、波形和电压会超过允许偏差，不仅影响用电设备的安全运行，也造成减产和废品，而且对发电厂和电力系统本身的运行也有严重危害。

5. 提高电力系统运行的经济性

提高运行的经济性，就是使电力生产、输送和分配过程中，消耗少，效率高，最大限度地降低电能的成本，以促进国民经济各部门发展。电力系统的运行经济性主要反映在降低发电厂燃料消耗和电网的电能损耗上。

由于电网线路中存在着电阻，当电流沿着线路输送时，就会在架空线路中产生有功功率和电能损耗，这部分损耗完全是导线温度提高，引起发热，这就是电网损耗，简称线损。其在数值上是不容忽视的，也是不可避免的。

第二节 送电线路的作用和特点

一、线路的作用

在我国,大部分动力资源的分布和电力负荷中心往往是不一致的,如水力资源集中在江河流域水位落差较大的地方;热力资源集中在燃料和其他热源的产地;大的电力负荷中心则集中在工业原料产地、工农业生产基地、交通枢纽和战略基地,以及因历史条件所形成的大城市等地区。因此,发电厂和电力负荷中心之间往往相距甚远,所以需要采用高压或超高压输电线路作为传输电能的通道。

送电线路是电力系统大动脉,它起着输送分配和交换功率的作用。输电电压越高,传送功率越大,传送距离越远。随着国民经济迅速发展和用电量大幅度增长,输送距离越来越远。输电电压比较高,输送电能质量和经济性比较好,线路的单位输送容量造价也比较低。现在全国各大地区已建成500kV交流、直流超高压输电线路网架,长江三峡水电站建成后,今后还要大力发展超高压远距离送电。作为支承大截面导线的杆塔,早已为钢筋混凝土电杆和铁塔所替代,这样对输电线路的施工质量要求也要比以前提高。

二、线路的特点

送电线路分为架空线路和电缆线路两类。架空线路是将导线架设在杆塔上;电缆线路是将电缆敷设在地下(埋入土中或沟道中)和水底。架空线路使用广泛,它和电缆线路相比有显著的优点。

- (1) 所用设备材料简单,易于加工制造,价格低廉,工程投资较少。
- (2) 本身结构简单,便于施工安装,工程建设速度快。
- (3) 全部线路设置在露天,易于发现缺陷和事故点,便于巡视、检查和维修。
- (4) 事故处理时间短,可减少停电时间和电量损失,可尽快恢复送电。
- (5) 技术要求较低,节省有色金属等。

所以除了特殊情况(如地形限制、污秽地区、大城市中心、过江跨海,以及特殊要求等)外,应尽先采用架空线路。

但架空线路也存在一些缺点。

(1) 易遭受雷击、自然灾害和外力破坏,发生事故的机会较多。若配置自动重合闸装置,瞬间引起的事故可大为减少。

(2) 因导线裸露置于空间,故对地面和建筑物等其他设施均需保持一定的安全距离,故占地和空间较大,影响土地充分利用。

(3) 对附近的电台、电视、雷达、通讯线、铁路信号线等弱电流设施有干扰影响。但设计时,若能按有关规范进行设计,则干扰影响可控制在允许值内。

三、线路的组成

架空送电线路由导线、避雷线(简称地线)、杆塔、绝缘子和金具等主要元件组成。它们的作用分别是:

- (1) 导线:用于传导电流,输送电能,是传送电能的重要元件。
- (2) 避雷线:其作用是把雷电流引入大地,以保护线路绝缘免遭大气过电压(或称雷电电压)的破坏。
- (3) 杆塔:用于支持导线和避雷线,使之悬挂在一定高度上,并使导线和导线间,导线