

中国电力教育协会审定



全国电力高职高专“十二五”规划教材
电力技术类（电力工程）专业系列教材

输配电线路设计

全国电力职业教育教材编审委员会 组编

韩宏亮 张秦文 李晓晨 主编



配套课件



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

中国电力教育协会审定



全国电力高职高专“十二五”规划教材

电力技术类（电力工程）专业系列教材

输配电线路设计

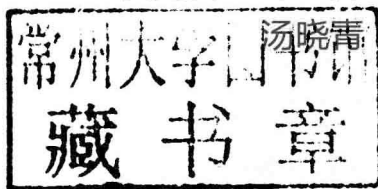
全国电力职业教育教材编审委员会 组 编

韩宏亮 张秦文 李晓晨 主 编

王 涛 刘金龙 副主编

吴先卿 许江博 编 写

常州大学图书馆 汤晓青 主 审



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是高等职业教育高压输电线路施工运行与维护、供用电技术、发电厂电力系统等专业教材,主要介绍输电线路的基本知识、输电线路设计的基本理论和方法。全书共设计了八个学习情境,包含架空线路结构认识、架空线路导线截面的选择、线路设计气象条件的选择确定、导线和避雷线应力弧垂计算、导线和避雷线的振动和防振、杆塔荷载计算、输电线路设计的路径选择及杆塔定位和电力电缆设计基础等专业内容。

本书针对高职高专院校学生的特点和教学要求,本着“理论适度够用,强化实践技能”的原则,对原有部分设计理论内容进行了删减,增加了新设备、新技术、新工艺、新方法的介绍。可作为高职高专电气工程类专业的教材和从事电力行业的职工职业技术培训用书,也可作为从事输电线路设计、施工、运行与检修等工作的有关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

输电线路设计/韩宏亮,张秦文,李晓晨主编;全国电力职业教育教材编审委员会组编. —北京:中国电力出版社, 2014.8

全国电力高职高专“十二五”规划教材·电力技术类(电力工程)专业系列教材

ISBN 978-7-5123-6251-2

I. ①输… II. ①韩…②张…③李…④全… III. ①输电线路—电路设计—高等职业教育—教材 IV. ①TM726

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第168697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>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2014年8月第一版 2014年8月北京第一次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 9.5印张 223千字
定价 20.00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

全国电力职业教育教材编审委员会

主 任 薛 静

副 主 任 张薛鸿 赵建国 刘广峰 马晓民 杨金桃 王玉清
文海荣 王宏伟 朱 飙 何新洲 李启煌 王宏伟(女)
陶 明 杜中庆 杨建华 周一平

秘 书 长 鞠宇平 潘劲松

副秘书长 李建强 谭绍琼 武 群 黄定明 樊新军

委 员 (按姓氏笔画顺序排序)

丁 力	马敬卫	方舒燕	毛文学	王火平	王玉彬	王亚娟
王 宇	王俊伟	兰向春	冯 涛	任 剑	刘家玲	刘晓春
汤晓青	阮予明	齐 强	余建华	佟 鹏	吴金龙	吴斌兵
宋云希	张小兰	张进平	张惠忠	李建兴	李高明	李道霖
李勤道	陈延枫	屈卫东	罗红星	罗建华	郑亚光	郑晓峰
胡起宙	胡 斌	饶金华	倪志良	郭连英	盛国林	章志刚
黄红荔	黄益华	黄蔚雯	龚在礼	曾旭华	董传敏	解建宝
廖 虎	潘汪杰	操高城	戴启昌			

参 编 院 校

山东电力高等专科学校

山西电力职业技术学院

四川电力职业技术学院

三峡电力职业学院

武汉电力职业技术学院

江西电力职业技术学院

重庆电力高等专科学校

西安电力高等专科学校

保定电力职业技术学院

哈尔滨电力职业技术学院

安徽电气工程职业技术学院

福建电力职业技术学院

郑州电力高等专科学校

长沙电力职业技术学院

电力工程专家组

组 长 解建宝

副 组 长 李启煌 陶 明 王宏伟 杨金桃 周一平

成 员 (按姓氏笔画顺序排序)

王玉彬 王 宇 王俊伟 刘晓春 余建华 吴斌兵

张惠忠 李建兴 李道霖 陈延枫 罗建华 胡 斌

章志刚 黄红荔 黄益华 谭绍琼

出版说明

为深入贯彻《国家中长期教育改革和规划纲要(2010—2020年)》精神,落实鼓励企业参与职业教育的要求,总结、推广电力类高职高专院校人才培养模式的创新成果,进一步深化“工学结合”的专业建设,推进“行动导向”教学模式改革,不断提高人才培养质量,满足电力发展对高素质技能型人才的需求,促进电力发展方式的转变,在中国电力企业联合会和国家电网公司的倡导下,由中国电力教育协会和中国电力出版社组织全国14所电力高职高专院校,通过统筹规划、分类指导、专题研讨、合作开发的方式,经过两年时间的艰苦工作,编写完成全国电力高职高专“十二五”规划教材。

本套教材分为电力工程、动力工程、实习实训、公共基础课、工科专业基础课、学生素质教育六大系列。其中,电力工程和工科专业基础课系列教材40余种,主要针对发电厂及电力系统、供用电技术、继电保护及自动化、输配电线路施工与维护等专业,涵盖了电力系统建设、运行、检修、营销以及智能电网等方面内容。教材采用行动导向方式编写,以电力职业教育工学结合和理实一体化教学模式为基础,既体现了高等职业教育的教学规律,又融入电力行业特色,是难得的行动导向式精品教材。

本套教材的设计思路及特点主要体现在以下几方面。

(1) 按照“行动导向、任务驱动、理实一体、突出特色”的原则,以岗位分析为基础,以课程标准为依据,充分体现高等职业教育教学规律,在内容设计上突出能力培养为核心的教学理念,引入国家标准、行业标准和职业规范,科学合理设计任务或项目。

(2) 在内容编排上充分考虑学生认知规律,充分体现“理实一体”的特征,有利于调动学生学习积极性。是实现“教、学、做”一体化教学的适应性教材。

(3) 在编写方式上主要采用任务驱动、行动导向等方式,包括学习情境描述、教学目标、学习任务描述、任务准备、相关知识等环节,目标任务明确,有利于提高学生学习的专业针对性和实用性。

(4) 在编写人员组成上,融合了各电力高职高专院校骨干教师和企业技术人员,充分体现院校合作优势互补,校企合作共同育人的特征,为打造中国电力职业教育精品教材奠定了基础。

本套教材的出版是贯彻落实国家人才队伍建设总体战略,实现高端技能型人才培养的重要举措,是加快高职高专教育教学改革、全面提高高等职业教育教学质量的具体实践,必将对课程教学模式的改革与创新起到积极的推动作用。

本套教材的编写是一项创新性的、探索性的工作,由于编者的时间和经验有限,书中难免有疏漏和不当之处,恳切希望专家、学者和广大读者不吝赐教。

前言

本书作为全国电力高职高专“十二五”规划教材,是以《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》为指导,主要采用行动导向编写方式,为实现电力职业教育工学结合和实现理实一体教学模式起到了支撑和载体作用,创新了电力职业教育教材体系。在编写过程中,贯彻落实了《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》要求企业参与职业教育的文件精神,为满足电力行业产业发展对高技能型人才的需求,结合高职高专学历教育与职业资格教育相结合的特色,把职业资格证书考试所要求的相关理论知识与技能要求融入其中,使高压输配电专业课程与职业资格相融合,建议学时60~80学时。

“输配电线路设计”是电气工程类专业的主干课程,是高压输配电线路施工运行与维护专业的核心技能课程,是从事高压输配电线路设计、施工、检修与运行等专业技术人员的必修课程。本教材具有理论新颖、实践性强、应用广泛等特点,在编写过程中充分考虑了职业教育教学的特点,本着理论适度够用,强化实践技能的原则,对部分设计理论内容进行了删减,增加了新设备、新技术、新工艺、新方法的介绍。

全书采用情境教学模式,以任务驱动和项目导向为主线,共设计了8个学习情境。其中绪论、学习情境1和学习情境8由三峡电力职业学院韩宏亮编写;学习情境2、学习情境6及附录部分内容由西安电力高等专科学校张秦文编写;学习情境3、学习情境4及附录部分内容由长沙电力职业技术学院李晓晨编写;学习情境5由三峡电力职业学院刘金龙编写;学习情境7由三峡电力职业学院王涛编写;西安华瑞能源设计咨询有限公司吴先卿、中国葛洲坝集团电力有限责任公司许江博参与编写了部分学习情境及附录部分内容。全书由韩宏亮统稿,汤晓青主审。本教材在编写的过程中得到了湖北超高压输变电公司宜昌输电公司姚俊、西安天朗地产集团公司黄兴、西安华瑞能源设计咨询有限公司乔楠等同志的大力支持,并提出了许多宝贵的意见,在此深表感谢!

由于时间仓促,编者水平有限,书中纰漏和不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2014年7月

输配电线路设计

目 录

出版说明

前言

绪论	1
学习情境1 架空输配电线路结构认识	3
学习任务1.1 输配电线路的发展	3
学习任务1.2 架空输配电线路的组成	6
学习任务1.3 输配电线路设计的一般内容和步骤	16
习题与思考题	18
学习情境2 架空线路导线截面的选择	19
习题与思考题	25
学习情境3 线路设计气象条件的选择确定	26
学习任务3.1 设计气象条件的选取	27
学习任务3.2 设计气象条件的组合及典型气象区	32
习题与思考题	35
学习情境4 导线和避雷线应力弧垂计算	36
学习任务4.1 导线和避雷线机械物理特性	37
学习任务4.2 导线比载的计算	39
学习任务4.3 导线应力弧垂分析	43
学习任务4.4 导线的状态方程式	50
学习任务4.5 临界档距的确定	53
学习任务4.6 导线应力弧垂曲线的使用	57
学习任务4.7 导线安装曲线及观测档的弧垂计算	59
学习任务4.8 避雷线最大使用应力的确定	62
习题与思考题	64
学习情境5 导线和避雷线的振动与防振	66
学习任务5.1 导线和避雷线振动分析	66
学习任务5.2 防振锤的安装	71
习题与思考题	76

学习情境 6 杆塔荷载计算	77
学习任务 6.1 水平荷载和垂直荷载的计算	78
学习任务 6.2 导线在杆塔上排列方式及线间距离的确定	82
学习任务 6.3 电杆头部外形尺寸校验	85
学习任务 6.4 杆塔荷载计算	90
学习情境 7 输配电线路设计的路径选择及杆塔定位	99
学习任务 7.1 输配电线路设计路径的选择	100
学习任务 7.2 输电线路杆塔的定位及校验	105
习题与思考题	113
学习情境 8 电力电缆线路设计基础	114
习题与思考题	122
附录 A 常用导线的规格和机械物理特性	123
附录 B 常用导（地）线比载表	126
附录 C 输配电线路设计与计算参数查询表	136
参考文献	139

绪 论

一、本课程的设计理念与思路

本课程是电气工程类专业的主干课程,是高压输配电线路施工运行与维护专业的核心技能课程,是从事高压输配电线路施工、检修与运行等专业技术人员的必修课程。本课程的设计理念遵循了我国高等职业技术教育的发展要求,设计思路深入贯彻了进一步推进职业教育体制改革,加快推进建设现代职业教育体系的思想,落实了国家教育部“十二五”规划关于教育工作的会议精神。

课程设计理念坚持以市场和就业为导向,以岗位能力的培养为目标,以工学结合的培养模式为载体,遵循“理论知识够用,实践技能精湛”的原则,旨在培养学生成为“理论知识懂得多,技能操作上手快”的高技能人才,为就业上岗奠定良好的基础。

课程思路通过分析高压输配电线路施工运行与维护专业的专业面向的职业工种(职业岗位),对专业面向的职业工种(职业岗位)从工作任务、职业能力两个维度进行剖析,确立专业的人才培养目标;根据本课程在专业教学中的地位,对课程的教学内容和教学任务进行设计。

二、本课程的性质与任务

本课程是高压输配电线路施工运行与维护专业的专业核心技能课程,主要介绍架空输配电线路结构、架空导线截面选择、线路设计气象条件选择及确定应力弧垂计算、导线、地线防振、杆塔荷载计算、路径选择及杆塔定位、电力电缆设计基础等内容。

本课程主要培养学生掌握输配电线路设计的基本理论知识,掌握输配电线路设计方法,培养学生具有适应从事线路施工、运行与检修方面有关工作岗位的职业素养和职业行动能力。通过本课程的学习,学生应具有以下职业和岗位技能:

- (1) 在送变电、供用电、电力建设企业从事线路施工设计、施工组织及施工技术支持等职业岗位;
- (2) 在电气安装公司、大中型工矿企业从事线路施工技术管理与技术指导等职业岗位;
- (3) 在电力设备、电气设备生产企业从事技术管理与技术支持等职业岗位。

三、本课程的教学与组织

本课程教学内容符合线路专业技术领域相关职业岗位的任职要求,充分体现了专业性、可操作性和可持续发展性。课程有别于一般同类课程的知识结构体系,是在岗位能力分析的基础上,以具体的线路设计全过程为中心来整合相应的知识和技能,以真实的项目和任务及工作过程为依据来整合相应的知识和技能,深化细化课程内容,科学设计学习性任务,通过对设计程序的提炼与选择,在真实性基础上构建学习性环境,实现“社会真实”与“专业学

习”的整合。

在实践中学习、在学习中实践,努力实现理论和实践教学一体化,整个教学内容由五大工序组成。在每个教学项目中,先对所讲的最主要内容进行简要的概述,使学生一开始对所学的最主要内容有一个感知认识;接下来提出一个实际的问题,确认需要完成的任务,由学生提出探试性解决该问题的应用程序,了解其工作过程;随后系统地分析该问题,提出解决该问题的具体方案及完成该任务的具体步骤;然后对项目进行实施,根据实施的结果进行讨论,总结归纳该工序包含的设计方法、技术等知识点;最后再对学生提出一个新的实际问题,学生应用所学的方法和步骤来解决此新问题。学生通过这种“理论、案例、实践、讨论、再实践”的“五环”教学方案,不仅可以更快、更深入地理解和掌握课程的内容,还可提高自己的实践能力和独立解决实际问题的能力。贯彻了在实践中学习、在学习中实践,实现教、学、做相结合,理论和实践教学一体化的思想。

输配电线路设计

学习情境 1

架空输配电线路结构认识

【情境描述】

架空输配电线路作为电网建设的重要环节,大多架设在野外,线路经过的地理环境多种多样,地形地貌也千差万别。降低输电线路工程建设成本、提高电网安全运行质量、保护输配电环境已成为输配电线路工程的设计综合考虑的重要因素。

电力系统现代化建设和发展速度越来越快,在电网建设方面,配网改造、高压、超高压、特高压输电线路的大量建设和投运,需要丰富的设计理论和设计实践的指导。

【教学目标】

知识目标:

- (1) 了解输配电线路建设发展的历程和趋势;
- (2) 掌握高压架空输配电线路的结构组成及其作用和分类;
- (3) 熟悉输配电线路设计的步骤。

能力目标:

能熟练掌握高压架空输配电线路的结构组成及其作用和分类,并根据实际工程的需要,合理选择和设计架空输配电线路的结构类型。

态度目标:

- (1) 主动学习,在完成任过程中发现问题,分析问题和解决问题;
- (2) 勤于思考,善于分析与总结问题;
- (3) 具有团队意识和团队协作的能力,能够协同团队成员共同完成学习任务;
- (4) 具有不怕苦、不怕累的职业精神,能够通过团结合作树立良好的职业品质。

【教学环境】

多媒体教室、架空输配电线路实训基地等。

学习任务 1.1 输配电线路的发展

【任务描述】

- (1) 总结中国输配电线路的发展历程;
- (2) 分析中国输配电线路的现状和格局;

(3) 预测中国输配电线路发展的趋势。

❁【任务准备】

- (1) 中国输配电线路发展的关键历程是什么?
- (2) 中国输配电线路分布的现状和电压等级是什么?
- (3) 中国电网建设的规划和目标是什么?

🌀【任务实施】

- (1) 分组完成任务描述中的各项任务;
- (2) 各组成员分项完成任务;
- (3) 各组成员对各项任务进行整理和归纳;
- (4) 不同小组进行完成任务情况的对比和总结。

🇨🇳【相关知识】

电力系统是由发电、变电、输电、配电、用电(发、变、输、配、用)等设备和相应的监视、控制、保护、电力调度通信(监、控、护、通)等系统按规定的技术和经济要求组成的,将一次能源转换为电能,并输送和分配到电力用户的统一系统,是一个从生产到消费电能的系统。在电力系统中,由各级电压等级的输配电线路、升压和降压变电站及其所属的电气设备所组成的部分称为电力网。输电线路是输送电能、联络发电厂、变电站(所),实现电力系统联网、电力系统间的功率传递的高压电力线路。输配电线路是电力工业的大动脉,是电力系统的重要组成部分。电力网的建设与发展 and 输电线路的建设与发展是密不可分、相辅相成的。

一、中国输电网建设的发展历程

1949年开始,经历改革开放,一直到21世纪的今天,中国电网的建设与发展速度快,取得了辉煌的成绩。建国60多年来,特别是改革开放以来,中国电力工业飞速发展,发电装机已超8亿kW,发电装机及发电量均居世界第二。35kV及以上电力线路已超过117万km,成为世界规模最大的电网。新中国成立以后,中国电网逐渐形成统一合理的电压等级,同时电网的输电形式也不断发展、逐步更新,形成了灵活的交流输电和经济的直流输电。

1952年配合官厅水电站建设110kV京官线,逐步形成京津唐110kV输电网;1954年建成丰满—李石寨的220kV线路,以后相继建设辽宁—李石寨、抚新—青堆子220kV线路,逐步形成东北电网220kV骨干网架;1972年建成甘肃刘家峡—陕西关中的330kV输电线路,以后逐步形成西北电网330kV骨干网架;1981年河南平顶山—湖北武昌的500kV输变电工程(简称平武工程)投运,开创了中国超高压电网建设的元年,逐渐形成了华中电网500kV骨干网架;2005年官厅—兰州东750kV输变电示范工程正式投产,西北地区建成第一条750kV输电线路,设备国产化率达到90%以上,标志着西北电网的最高电压等级从330kV提高至750kV,同时也标志着中国输变电技术的不断进步与成熟;2008年年底,具有完全自主知识产权的1000kV晋东南—南阳—荆门的特高压输电线路建成。这条特高压线路不仅把中国电网的输电电压等级提高到了1000kV,也将成为世界上第一条投入商业化运行的1000kV输电线路。该项工程是中国电网发展方式转变的标志性工程,同时也证明了中国在特高压输变电工程自主设计、设备研发和施工建设方面的能力与成就。

直流输电方面,1989年建成 $\pm 500\text{kV}$ 葛洲坝—上海直流输电线路,成为中国第一条 500kV 超高压直流输电工程;2009年7月底,中国首条 $\pm 660\text{kV}$ 直流输电线路宁夏—山东 $\pm 660\text{kV}$ 直流输电示范工程开始施工,该工程已于2010年11月28日实现单极投运,2011年2月28日正式投运,实现了双极投运;2009年底,云南—广东 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流输电示范工程开工建设,这是世界上第一项 $\pm 800\text{kV}$ 直流输电工程,也是世界上最高电压等级的直流输电工程;2010年7月向家坝—上海 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流输电示范工程竣工投产。向家坝—上海 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流输电示范工程,由中国自主研发、自主设计和自主建设,是世界上电压等级最高、输送容量最大、送电距离最远、技术水平最先进的直流输电工程,也是中国能源领域取得的世界级创新成果,代表了当今世界高压直流输电技术的最高水平。

二、中国输电网的现状与格局

中国在电网建设规划中强调推进“西电东送,南北互供,全国联网”的方针;加强区域联网,形成同步电网,实现更大范围的资源优化配置;加强西电东送的力度,加大各区域电网和省电网的骨干网架建设,重点发展跨省、跨区输电和联网线路。中国电网通过不断规划、不断建设、不断发展,全国联网的格局已初步形成。

中国已形成华北、东北、华东、华中、西北5个区域电网和南方电网。其中,华北、东北、华东、华中4个区域电网和南方电网已经形成 500kV 的骨干网架,西北电网在 330kV 网架的基础上,建设 750kV 的网架。区域电网的建设与发展,推进了全国联网的步伐。全国电网已经形成了北中南三大输电通道:北通道已经形成由山西、蒙西向京津唐和河北电网输电的9回 500kV 线路;中通道由两条 $\pm 500\text{kV}$ 直流线路,一条 $\pm 800\text{kV}$ 直流线路将包括三峡、川渝在内的华中主网的电力输送到华东地区;南通道已形成“三交两直”五条送电通道,将云南、贵州、广西三省区的电力输送到广东。

全国各大区域电网之间联网线路已经逐渐形成了“四交四直”8条联网线路,即连接华中、华东的两条 $\pm 500\text{kV}$ 超高压直流线路,一条 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流线路;连接东北、华北的双回超高压 500kV 的交流线路;连接华北、华中电网的一条 500kV 超高压交流线路和一条 1000kV 的特高压交流线路,连接华中与南方电网的一条 $\pm 500\text{kV}$ 超高压直流线路。全国联网的规模和交流同步网的规模都取得了辉煌的成就。因此,中国电网“西电东送,南北互供,全国联网”的格局已经逐渐形成。

三、中国输电网的发展与前景

国民经济的持续发展,激励着电力工业的不断发展,也推动了电网建设的不断发展。电网发展到一个新阶段,也要面临新的挑战。建设资源节约型、环境保护型的社会,节能、减排是现在社会对环境保护提出来的新主张。电网的建设与发展,不仅要适应国民经济发展要求,也要适应社会发展。中国电网的建设与发展不仅仅从技术上要不断更新,也要从资源优化配置方面不断优化。

(1) 建设特高压智能电网。“十二五”期间是中国特高压电网发展的重要阶段,在特高压交流试验示范工程的基础上,需要加快“三华”特高压交流同步电网建设。2015年,“三华”特高压电网形成“三纵三横一环网”,还将建成11回特高压直流输电工程。

在特高压交流工程方面,锡盟、蒙西、张北、陕北能源基地通过三个纵向特高压交流通道向“三华”送电,北部煤电、西南水电通过三个横向特高压交流通道向华北、华中通道和

长三角特高压环网送电。其中,“三纵”为锡盟—南京、张北—南昌、陕北—长沙 3 个纵向输电,“三横”为蒙西—潍坊、晋中—徐州、雅安—皖南 3 个横向输电通道。此外还建设了淮南—南京—泰州—苏州—上海—浙北—皖南—淮南长三角特高压双环网。

在特高压直流工程方面,“十二五”期间,配合西南水电、西北华北煤电和风电基地开发,建设锦屏—江苏等 11 回特高压直流输电工程,建成青藏直流联网工程,满足西藏供电,实现西藏电网与西北主网联网。

国家电网的目标是到 2020 年建成以“三华”特高压同步电网为中心,东北特高压电网、西北 750kV 电网为送端,联结各大煤电基地、大水电基地、大核电基地、大可再生能源基地,形成各级电网协调发展的坚强智能电网。国家电网将其全新战略“统一坚强智能电网”定义为以“统一规划、统一标准、统一建设”为原则,以特高压电网为骨干网架,各级电网协调发展,具有信息化、自动化、互动化特征的国家电网。

(2) 提高输电技术,推进新技术应用。灵活交流输电,发展直流输电、建设紧凑型输电线路,推广高温超导输电技术,这些传统的输电理论与先进的输电技术,也将为中国电网的建设提供发展方向。

(3) 加强电网建设,实现跨省、跨区电网平衡。电网建设中,输电线路的等级不断提高,电网的规模不断增大,区域联网不断扩大。区域电网之间的供用电需求各显区域特点,电网建设发展过程中要不断地实现资源优化配置,增强电网的供配电能力,实现区域电网之间的平衡发展。

学习任务 1.2 架空输配电线路的组成

【任务描述】

- (1) 描述输配电线路的分类方法及类别;
- (2) 描述输配电线路的组成及各部分作用,并画出简单的结构示意图。

【任务准备】

- (1) 基础的形式有哪些?
- (2) 杆塔按其作用不同有哪些形式?
- (3) 导线和避雷线是如何分类的?
- (4) 金具是如何分为 6 类的?
- (5) 接地装置由哪几部分组成?

【任务实施】

明确任务目标,对各项任务进行整理和归纳,完成相关任务。

【相关知识】

一、架空输配电线路的分类

按照不同的分类要求,最常见的输配电线路分类有以下几种。

1. 按输送电流种类分类

按输送电流的种类可分为交流输配电线路和直流输配电线路,目前中国广泛采用的是工频交流输电。直流输电是当前正在发展的一种输电的方式,直流输电即将发电厂发出的交流电通过换流站(整流站)转换为直流电,然后通过输电线路输送到用户区域,再将直流电通

过换流站(逆变站)逆变为交流电供给用户使用。直流输电线路与交流输电线路相比,直流输电线路只需要两根导线,采用大地或海水作回路只用一根导线,所以直流输电线路消耗的金属和绝缘材料少、功率损失减小;此外直流输电线路还具有工程造价低、运行费用少、运行稳定性好等优点。但由于直流输电的交直流换流设备价格昂贵、高压直流开关技术尚不够成熟等原因,限制了直流输电技术应用。在未来随着技术的不断进步和成熟,直流输电技术将会得到更为广泛的应用。

2. 按线路电压等级分类

电力线路按电压等级可以分为输电线路和配电线路。电压等级在 110kV 及以下的电力线路称为配电线路,配电线路按电压等级可分为高压配电线路 [110、63 (66)、35kV]、中压配电线路 (20、10、6、3kV)、低压配电线路 (380/220V) 三种。电压等级在 220kV 及以上的电力线路称为输电线路,输电线路按电压等级可分为高压输电线路 (220kV)、超高压输电线路 (330、500、750kV)、特高压输电线路 (1000kV 及以上) 三种。通常所说的输电线路指电压等级在 220kV 及以上的输电线路。

3. 按杆塔上回路数分类

电力线路按杆塔上的回路数分类如下。

- (1) 单回路线路,杆塔上只有单回三相导线以及架空地线;
- (2) 双回路线路,杆塔上只有两回三相导线以及架空地线;
- (3) 多回路线路,杆塔上有三回以上三相导线以及架空地线。

4. 按杆塔的材料分类

电力线路按杆塔的材料分类如下。

(1) 铁塔线路。铁塔线路是以角钢或钢管组合的铁塔作为支持物。铁塔线路使用的钢材比较多、投资较大,其占用土地面积少、机械强度高、使用年限长、整齐美观。因此在电力线路中大多采用铁塔线路。

(2) 钢筋混凝土杆线路。钢筋混凝土杆线路是以钢筋混凝土电杆作为支持物。钢筋混凝土杆节省了大量钢材,工程造价较低,但其拉线占用土地面积较多,且施工过程中运输较困难。

(3) 轻型钢杆线路。轻型钢杆线路是采用较小的型钢分段组合成的带拉线的轻型钢结构架作为支持物,其质量较轻、便于运输,大多用于高山峻岭和交通运输不便的地区。目前由于电力线路输送的容量不断增大、导线截面也不断增大以及分裂导线的广泛应用等,轻型钢杆已不能满足线路运行的要求,所以轻型钢杆在电力线路中已很少使用。

(4) 锥形钢管线路。锥形钢管线路是以分段连接的锥形钢管单杆作为支持物,其主要优点是占地面积少、整齐美观、方便在市区内架设输电线路。

(5) 混合杆塔线路。混合杆塔线路是以铁塔、钢筋混凝土杆或轻型钢结构杆等作为支持物,其主要特点是杆塔类型多、便于施工。

此外,电力线路还可以根据每相导线子导线数的不同分为双分裂、三分裂、四分裂、六分裂、八分裂线路等。

二、架空输配电线路的组成

架空输配电线路一般由基础、杆塔、导线、避雷线(地线)、绝缘子、金具、接地装置等部分组成。

1. 基础

基础指杆塔的地下部分,用于稳固杆塔的装置。基础的作用为承受导线、地线、断线张力等所产生的上拔、下压或倾覆力,将荷载传递给土壤。杆塔基础分为电杆基础和铁塔基础两大类。

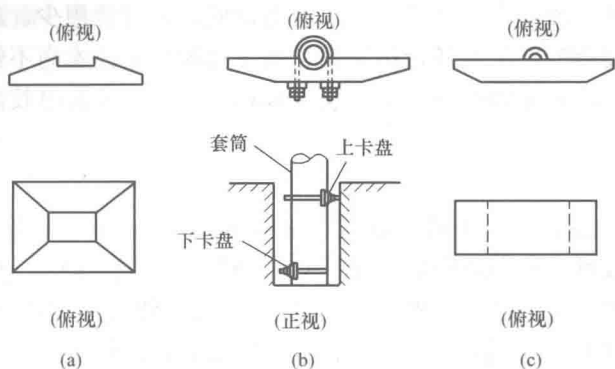


图 1-1 混凝土电杆基础三盘图

(a) 底盘; (b) 卡盘; (c) 拉线盘

(1) 混凝土电杆基础。混凝土电杆基础由承受下压荷载的基础(底盘)和承受倾覆荷载的拉线基础(拉盘或重力式拉线基础)及卡盘等组成。底盘、卡盘和拉线盘统称为电杆基础的“三盘”,如图 1-1 所示。

(2) 铁塔基础。铁塔基础类型较多,根据铁塔类型、地形地质、承受荷载及施工条件不同,一般采用以下

几种类型。

1) 现浇混凝土基础。现浇混凝土基础可分为钢筋混凝土基础和无筋混凝土基础两种,又可分为插入式基础和地脚螺栓基础。插入式基础的特点是铁塔主材直接斜插入基础,与混凝土浇成一体,可省去地脚螺栓、塔腿等,节约钢材、受力合理。地脚螺栓基础是在现浇混凝土基础时,埋设地脚螺栓,通过地脚螺栓与塔腿相连,塔腿与基础分开。现浇混凝土铁塔基础如图 1-2 所示。

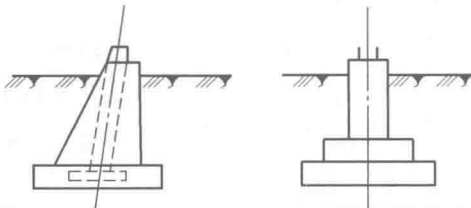


图 1-2 现浇混凝土铁塔基础

2) 装配式基础。装配式基础由单个或多个部件拼装而成的预制钢筋混凝土基础、金属基础和混合结构基础。预制钢筋混凝土基础是将混凝土底板和立柱预先制作好,然后运至现场安装在基坑中的一种基础。预制基础单件质量不宜过大,否则人力运输比较困难。预制基础适合缺少砂石、水或冬季不宜现场浇制混凝土时使用。金属基础是用钢材组合成的一种基础,适合高山地区交通条件极为困难的塔位。金属基础一般是由角钢设计成格构式的基础,铁塔主材的下段也是基础的一部分。装配式铁塔基础如图 1-3 所示。

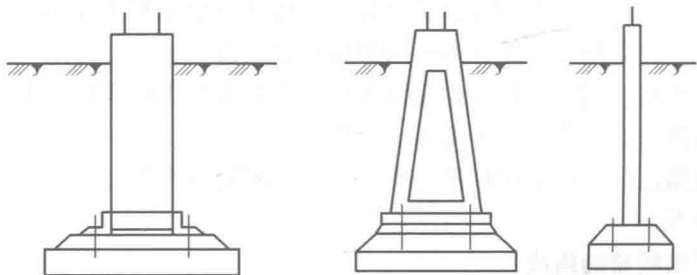


图 1-3 装配式铁塔基础