

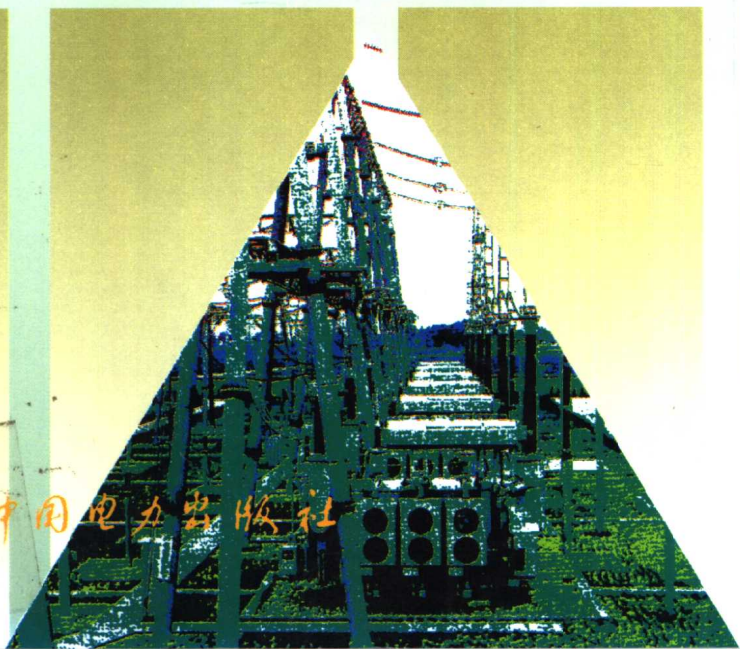


县局电业人员岗位培训教材

主编 孙成宝

外 线

梁树森 曾继伯 编



中国电力出版社

2
0

TM752

L410

县局电业人员岗位培训教材

主编 孙成宝

外 线

梁树森 曾继伯 编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是《县局电业人员岗位培训教材》之一。本书对10~35kV城镇电力配电网的基本知识,线路的架设、运行、检修进行了深入浅出的阐述,并附有例题和复习思考题。

本书可作为县局电业部门从事电力线路安装、运行维护和检修人员岗位培训和技能考核教材,也可作为电力工业学校相关专业师生参考书。

图书在版编目(CIP)数据

外线/孙成宝主编. —北京:中国电力出版社, 1998.8

县局电业人员岗位培训教材

ISBN 7-80125-743-X

I. 外… II. 孙… III. 输电导线, 室外-技术培训-教材 IV. TM752

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第12726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>)

北京通天印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1998年10月第一版 2001年4月北京第三印刷

787毫米×1092毫米 32开本 7.25印张 160千字

印数12171—15170册 定价:13.00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)

国家电力公司农电发展局关于征订 《县局电业人员岗位培训教材》 的 通 知

农电 [1998] 17 号

各网、省电力局农电局（处）：

为了提高县局电业人员的技术素质和管理水平，根据原电力工业部关于开展电力职工岗位培训工作的部署，按照《电力工人技术等级标准》和《关于电力工人培训教材建设的意见》等有关文件和标准的要求，中国电力出版社编写出版了《县局电业人员岗位培训教材》丛书。本套教材是针对县电力局各生产岗位的特点编写的，可作为县局电业人员提高管理水平的培训教材。

本套教材将于 1998 年 9 月由中国电力出版社出版发行，希望各单位认真做好征订发行工作。

一九九八年八月十二日

序

大力开展职工岗位培训，提高电力生产岗位的工作能力和生产技能，是职工教育培训的重点，也是提高劳动生产率和工作效率的重要手段。而岗位培训教材建设，是搞好培训、提高人员素质、直接为生产服务的一项重要基础工作。

随着电力事业的发展，电力系统容量的增加，高压甚至超高压供电不断增多，新型供用电技术和设备不断涌现，对县局电业人员提出更高要求。为了适应电力生产安全经济运行的需要，提高县局电业人员的技术素质和管理水平，由国家电力公司农电发展局和中国电力出版社共同组织编写出版了《县局电业人员岗位培训教材》，是县局电力职工培训工作中的一件大事。

《县局电业人员岗位培训教材》具有的特点是：首先，本套教材的编写依据，是部颁《电力工人技术等级标准》、《关于电力工人培训教材建设的意见》以及有关电力生产岗位规范和新颁国家、电力行业标准。其二，以操作技能为主线，强调实用性，从电力生产实际需要和工人实际水平出发，进行设计、编写的，因此不仅适用于具有高中及以上文化程度、没有经过系统专业培训的县局电业人员，而且对现场工程技术人员也有参考价值。其三，本套教材编写、出版力量强，组织供电企业 30 多位专家和技术人员，他们有相当丰富的工作经验和专业理论水平。另外，作为全国首批认定的 15 家优秀出版社之一的中国电力出版社，领导亲自挂

帅，组织 20 位编辑班子，精心策划，全面指导，精雕细刻，因此其质量是高的。

本套教材突出电力行业和岗位培训特点，针对性、适应性强，是全国县局电业人员岗位培训的理想教材。它的出版发行，必将对我国县局电力职工培训工作的有效开展和素质提高，产生积极的影响。

国家电力公司农电发展局局长

杨洪文

1998 年 7 月 4 日

前 言

本书对县局电业部门，10~35kV（侧重10kV）架空电力线路的架设、运行、检修作了重点的阐述，同时对城镇电力配电网的基本知识作了介绍，对其发展动态进行了展望，也讲解了线路架设中一些常见的理论计算。

本书深入浅出，通俗易懂，力求文字简练，笔锋流畅，使具有初中文化程度的外线人员能够基本看懂，具有高中文化程度的外线人员能够完全明白。

对于本书在初稿阶段给予指导帮助的林虔、孙成宝、李宝安、沈东方等同志，再一次表示谢意。

限于理论水平和实践经验，书中一定还存在一些缺点和错误，恳请读者批评指正。

作 者

1998年6月

目 录

序

前 言

第一章 概述..... 1

第一节 农村供电的基本要求 1

第二节 农村电力建设的基本要求 4

第三节 农电发展的新趋向 5

复习思考题 6

第二章 农村电力网的基本知识 7

第一节 电力网的概念 7

第二节 农村供电的特点 10

第三节 架空线路在电力网中的作用 14

第四节 架空线路的构成 15

第五节 对架空线路的主要技术要求 47

第六节 架空线路的几项简易计算 58

第七节 两线一地制供电 74

第八节 地埋线及塑料电缆 81

复习思考题 84

第三章 线路的架设 85

第一节 分坑定位 85

第二节 挖掘基坑 92

第三节 三盘安装 96

第四节 立杆工器具 97

第五节	电杆的运输	112
第六节	立杆施工	115
第七节	架线	119
第八节	缺陷处理	148
第九节	交接验收	151
	复习思考题	155
第四章	线路的运行	156
第一节	设备的命名及编号	156
第二节	线路的巡视	158
第三节	缺陷的记录和管理	165
第四节	故障类型和故障点的查找	168
第五节	线路常用的简易测试	171
第六节	技术资料的管理	179
第七节	线路装设电容器	182
第八节	线路的运行水平	190
	复习思考题	200
第五章	线路的检修	201
第一节	检修计划的制定	201
第二节	认真执行《电业安全工作规程》	203
第三节	换杆	209
第四节	换线	212
第五节	弧垂调整	214
第六节	其他金具部件的更换	215
第七节	接地电阻的改善	217
第八节	带电作业简介	221
	复习思考题	223

第一章 概 述

送电线路工（过去称为外线工）是从事架空电力线路运行、维护、检修等工作的电气人员。

外线工按照从初级工、中级工到高级工的技术要求，应具有一定的技术理论知识和运行检修经验，能组织进行一般线路的简单设计、现场施工、运行检修和事故处理等工作，同时应了解电力工业的特点及供电生产方面的基本知识。

第一节 农村供电的基本要求

一、供电的安全性

电力工业的特点是产、供、销同时完成的，即发电厂生产电能，电力线路输送电能，用户的照明或电动机消耗的电能，都是同时进行的。变电站将电压升高或降低，以便于控制和分配电能。以上发电、供电、用电三者的设备联系在一起组成电力系统，如图 1-1 所示。

由于发电厂任何时刻生产的电能，必须等于该时刻用电设备消费与输送、分配中损耗电能之总和，故生产不能中断，而电能又无法大量贮存，这决定了电力系统的运行必须把安全放在第一位。如果无计划地突然中断供电给国民经济造成的损失将远远超过电力系统本身的损失。

根据负荷性质和用电设备对供电可靠性的要求来划分，一般农业电力用户属于二级或三级用户；但是，对于 35kV

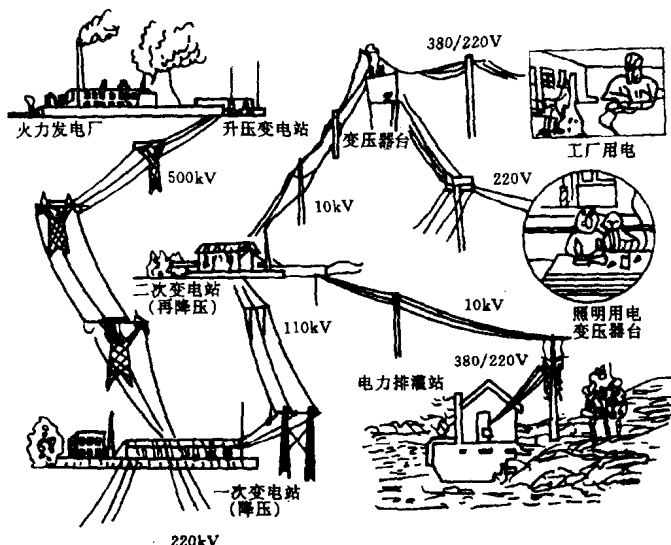


图 1-1 电力的生产、输送、分配、使用过程

及以上供电的重要的农业枢纽排灌站等用户来说，可以列为一级用户。

各级电力负荷对供电要求有所不同，对一级负荷，要求有备用电源；如果系统不具备这个条件，而一级负荷又不大时，可用小火电机组或从附近的独立供电电源中引出低压线作为该负荷的第二电源。对二级负荷，一般可考虑用 10kV 及以上电压等级的架空线路采用两台变压器供电，能基本满足供电可靠性的要求。

根据我国农业现代化的规划，农村电网的容量将越来越大。农电负荷达 10MW 以上的县，陆续建立了以 110kV 变电站为中心的农村电网。随着 110kV 农业用电为主的地方性电网的迅速增加，对电力系统的安全运行将提出更高的要

求。

二、电能质量

《供电营业规则》规定对用户受电端的供电电压变动幅度不得超过下列范围：35kV 及以上为 $\pm 5\%$ ，10kV 及以下为 $\pm 7\%$ ，低压为 $+5\%$ 、 -10% ；规定电力系统标准频是 50Hz，容许误差规定为：系统容量在 300 万 kW 及以上的，为 $\pm 0.2\text{Hz}$ ；系统容量在 300 万 kW 以下的，为 $\pm 0.5\text{Hz}$ 。

三、经济供电

目前我国农电的线损率有的高达 20%~25%，主要原因是：①农村的设备多而分散；②用电负荷季节性强；③旧电网不适应新增长的用电需求；④某些供电设计不合理或使用上的不当等。这些都可能形成设备负荷率小、功率因数低和线路损耗大等不合理现象，再加上管理上的漏洞，因此造成了大量电能损耗。

农电管理部门统计的线损率一般是按

$$\text{线损率} = \frac{\text{供电量} - \text{售电量}}{\text{供电量}} \times 100\%$$

式中线损率除了包括线路、变压器因泄漏、发热所引起的电能损耗外，还包括管理上的漏洞（如管理部门工作中的失误，窃电等）造成的电能损失。

国外一些大电网，国内一些先进地区，整个送变配电网的线损率已达到 5% 以下。对于一些线损率高于 5% 的，皆有潜力可挖。

四、供电可靠性

供电可靠性用可靠性系数来衡量。可靠性系数公式为

$$K = \frac{8760 - t_0}{8760}$$

式中 K ——可靠性系数；

8760——全年小时数 (h)；

t_0 ——全年停电累计小时数 (h)。

一个送变电电网中，各个计算点、各个具体的元件的可靠性系数是不一样的。对于已经建成的电网，按照运行记录，只要统计出某一点全年停电时间之总和，便可得出该点的可靠性系数，对于规划中欲新建的电网，则电网各点的可靠性系数可由理论推导来予以预测。

可靠性系数是衡量电网可靠性的一个重要指标。如全年停电时间（包括事故停电和检修停电）占全年时间的 0.1%，按上式，则供电可靠性系数为 99.9%。

对于可靠性系数较高的电网，一般已达到“三个九”（99.9%）或“四个九”（99.99%），由“三个九”而发展到“四个九”，不是轻而易举的。

第二节 农村电力建设的基本要求

农电事业的发展，对促进农村经济繁荣，提高农民的物质文化生活水平，起了很大作用。今后要加快农村电力建设步伐，加强对农电设备的运行维护管理，逐步满足农村的生产和生活用电的需要，这是从事农电工作人员的光荣使命。

为此，我们在农村电力建设方面要掌握和贯彻以下的技术政策和管理措施：

(1) 对于电源建设，邻近电力系统的农村，一般由系统供电；远离系统的农村，应根据当地的能源条件，采用小水电或小火电供电。对沼气发电和风力发电等则应积极进行科研和试验，在技术上成熟、经济上合理时，因地制宜逐步推

广。

(2) 农村供电电网应有合理的布局。农电负荷已达 1 万 kW 以上的县, 应考虑建立以 110kV 变电站为中心的农村电网。

(3) 为了使农村供电电压的偏移数值保持在允许范围内, 农村电网应有适当的调压手段和必要的无功补偿。

(4) 为了降低农村电网的线损, 除应加强管理外, 还要抓好电网升压改造, 合理调整电网布局, 推广采用高效低铁损变压器, 改造和淘汰耗能高的变压器。对排灌站专用变压器可采用空负荷自切装置。

(5) 为了降低农村电网的工程造价, 在提高技术和保证产品质量的基础上, 应积极采用陶瓷横担, 因地制宜地推广塑料地理线。

(6) 为了保证农村电网的安全经济运行, 必须提高农电设备的施工安装质量和工艺水平。凡新增线路或设备, 必须先向农电部门申请, 办理手续, 批准后才能接线用电。农电线路的架设和安装, 必须符合部颁标准, 由农电局人员或持证乡村电工施工。竣工后, 按规定分级验收, 不符合规定的不能送电; 未经验收合格而私自投入运行的, 要严肃处理。

第三节 农电发展的新趋向

就电力网及电力系统的结构而言, 它本来就是一个整体, 农村电力网只是整个系统中的一部分, 基于我国城乡差别较大, 为了管理上的方便, 才出现“农村电力网”和“农村电气化”这两个概念, 并在省、地、县各级建立了相应的管理机构, 与此有关的科学技术已成为了农村电气化的学术

研究范围。

随着经济的不断发展，城乡差别在不断缩小：如农村兴办了乡镇工业区，城市里出现农产品工厂，实行无土栽培。若干年后，城市电网和农村电网也就没有明显的界限了。

自改革开放以来，全国城乡经济都在迅速发展，沿海地区尤其走在前列。就农村电网而言，有人预测：

(1) 对 10kV 配电网络，在乡镇开发区，将实行电缆化、环网化。

(2) 3、6kV 电压等级将被 10kV 取代，35kV 电压等级将被 110kV 所更新。

(3) 小水电、风力发电、太阳能、潮汐发电等等多种能源会得到进一步利用，并且并入大电网运行，取得可喜的经济效益。

(4) 农村用电负荷会逐年急剧增加，其相对增长速度将超过城市。

复 习 思 考 题

(1) 简述农村供电的基本要求。

(2) 结合本地区的实际，叙述农电发展在农村现代化中的重要作用。

(3) 农电建设应遵循哪些基本原则？

(4) 本地区农电发展有哪些新趋向？

第二章 农村电力网的基本知识

第一节 电力网的概念

现代电力工业是由发电厂、电力网和用电设备三个基本环节构成的。

电力网包括各类电压等级的升、降压变电站（所）和送配电线路；电力系统则是从发电机开始一直到用户的设备为止的整个系统的总称，如图 2-1 所示。

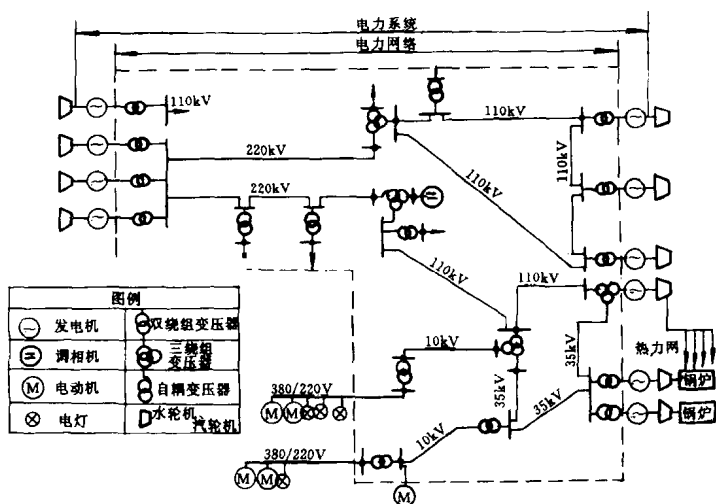


图 2-1 电力网与电力系统

一、电压等级的配合

我国电网的标准电压等级为 500、330、220、110、35、10、0.4kV，配电网的电压等级为 10kV。目前多数农村供电电压等级有下列两种配合类型：

(1) 二次降压方式。采用 35kV 降至 10kV，再从 10kV 降至 0.4kV，即 35/10kV、10/0.4kV。这种两级降压配电的方式，适合于负荷布点较为分散的地区。

(2) 一次降压方式。采用 35kV 直配电，即 35/0.4kV、35/6.3kV，其线损与电压损失均可减少，从而提高供电质量，但配电设备及线路投资较昂贵。适用于负荷较为集中并离电源较近的地区)。

随着农村用电的逐步普及，多数地方以一个 35kV 变电站为中心，采用二次降压方式，负荷布置在变电站供电半径 15km 范围以内。

为数不多的单台电机容量在 1000kW 以上的大型排灌站，采用 35kV 直接降压配电是经济的。一些商品经济较为发达的农村地区，以及近年来在重要的排灌枢纽地带兴建的大型电力排灌站，已改用 110kV 直接降压配电。

二、配电电压等级的选择

由于历史的原因，一些农村地区仍有 6.3kV 和 10kV 两种配电电压。6.3kV 配电网的输送能力约为 10kV 的 1/3，其经济配电距离约为 3km，最大可达 10km；10kV 经济配电距离约 5~7km，最大可达 15km。当传输相同的电力时，10kV 线路可比 6.3kV 线路节省有色金属约 40%，并可节省大量投资。

因此农村高压配电电压，除了满足大功率的排灌站安装 6.3kV 高压电机的需要之外，宜采用 10kV 配电电压。