

农村电网规划与改造

丁毓山 杨 勇 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

农村电网规划与改造

丁毓山 杨勇 主编

 中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

全书共9章:第一章 农村电网规划的任务和要求;第二章 农村电网规划的资金分析;第三章 农村电力负荷的计算和预测;第四章 供电电源规划;第五章 农村电网规划;第六章 配电网可靠性规划;第七章 低压电网规划;第八章 配电网无功补偿;第九章 农村电网规划的优化设计。

本书是从事农村电网设计、规划、施工和管理等工作的工程技术人员
的参考书,也可作为高等院校有关专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

农村电网规划与改造/丁毓山,杨勇主编. -北京:中
国电力出版社,2001

ISBN 7-5083-0539-6

I. 农… II. ①丁…②杨… III. ①农村配电-电力
系统规划②农村配电-电力系统结构-技术改造 IV. .
TM727.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 07168 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>

北京理工大学印刷厂印刷
新华书店经销

2001年6月第一版 2001年6月北京第一次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 7.5印张 425千字
印数 001-4000册 定价 28.00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)

《农村电网规划与改造》

编委会名单

主 编 丁毓山 杨 勇

副主编 罗 毅 赵振伟 姜新明

编 委 杨 勇 罗 毅 尚志和 姜新明 赵铁民

许童羽 陈春玲 陈 曦 孙长江 秦 冲

前言

目前，农村电力网正处在大规模的建设和改造时期，国家以数千个亿的资金，来大力调整农村电网布局、优化电网结构、更新电网设备、提高自动化水平、改善运行条件、降低损耗及增加效益。其目的则是建立现代化的农村电力网，与世界先进的电网接轨，这是一项跨世纪的伟大工程。建国 50 年来，我国农村电力网取得卓有成效的发展，花费了几代人的心血和努力，而农村电网建设与改造这一项跨世纪工程的竣工也将需要一代或几代人的心血和努力，但勿庸置疑，历史必将铭记为国家电力网的建设和发展作出贡献的人们。

农村电力网与世界先进的电网接轨，最终还是以指标接轨为标志，这些指标是：供电可靠性指标、线损率指标、电压质量指标及利润指标。为提高这些指标，必须做好规划。众所周知，规划节约是最大的节约，规划的浪费是最大的浪费。《农村电力网规划与改造》则是为适应这种要求而编写的。全书共分九章，第一、二章由杨勇编写；第四章由罗毅编写；第三章由姜新明和孙长江编写；第五章由许童羽、陈春玲、丁毓山编写；第七章由尚志和、赵铁民编写；第八章由秦冲、陈曦编写；第六、九章由许童羽、陈春玲、丁毓山编写。全书由丁毓山、杨勇主编。由于时间短促，加之编者的水平所限，错误之处在所难免，望有关专家批评指正。

值得指出的是，在本书编写过程中，承蒙本溪市电业局的领导和同事们的大力支持和关怀，编者在此特表最诚挚的谢意。

编 者

2000 年 10 月

目 录

前言

第一章	农村电网规划的任务和要求	1
第一节	农村电网规划的任务和内容	1
第二节	规划资料的搜集	3
第三节	农村电网规划的技术原则	6
第二章	农村电网规划的资金分析	11
第一节	投资时间价值的计算办法	12
第二节	贷款偿还和折旧的提取	18
第三节	全部投资价值的回收	25
第四节	产品税分析	28
第五节	保证投资收益率的年销售收入分析	31
第六节	通货膨胀对投资过程的影响	38
第三章	农村电力负荷的计算和预测	41
第一节	概述	41
第二节	负荷曲线	43
第三节	负荷预测一般方法	51
第四节	回归分析预测负荷	55
第五节	农村用电量的灰色预测	61
第六节	应用多元回归分析预测电力负荷的方法	64
第七节	电力负荷预测的逐步回归法	72
第四章	供电电源规划	82
第一节	概述	82
第二节	小型水电站的规划问题	86
第三节	太阳能发电站的规划	90
第四节	小型变电所规划	93
第五节	无人值班变电所规划	100
第六节	有人值班变电所改造为无人值班变电所规划	108
第七节	综合各种因素影响条件下变压器最佳容量的确定	110
第五章	农村电网规划	121
第一节	概述	121
第二节	农村电网规划中的容载比	125
第三节	线路长度的比例配置	127

第四节	农网规划的一般问题	130
第五节	正方形供电方案比较	134
第六节	六角形供电方案比较	140
第七节	更换和选择截面时有关问题的讨论	145
第八节	变电所单位容量的功率和电能损耗	150
第九节	总投资的计算与变电所最佳容量公式	154
第十节	66kV 电网规划	156

第六章 配电网可靠性规划

第一节	可靠性管理的基本定义和要求	165
第二节	配电网可靠性指标的计算方法	166
第三节	配电网可靠性评估	168
第四节	具有分段和分支开关单向供电配电网的可靠性分析	171
第五节	环网供电可靠性评估	173
第六节	系统可靠性分析	174
第七节	网架供电可靠性的计算	176
第八节	气象条件对系统可靠性的影响	181

第七章 低压电网规划

第一节	农村低压电网存在的突出问题及其改造的技术原则	187
第二节	低压电网的供电系统	190
第三节	低压电网的经济供电半径	193
第四节	配电变压器容量的确定和经济运行问题	195
第五节	低压电网的布局和电压偏移的计算	202
第六节	低压电网控制和保护电器的选择	206
第七节	负荷分布和不对称对低压网损的影响	211
第八节	农网改造中若干技术经济问题的探讨	219
第九节	农村工业和民用建筑照明以及小康住宅的规划设计	224

第八章 配电网无功补偿

第一节	无功补偿和提高功率因数的意义和功率因数调整电费	226
第二节	用户的最佳功率因数值的确定和改善 $\cos\varphi$ 的效益分析	231
第三节	无功补偿对电压损失率的影响和无功补偿经济当量	234
第四节	确定补偿容量的几种方法	237
第五节	低压网无功补偿的实用方法	242
第六节	电网无功补偿规划	246
第七节	变压器在无功补偿中有关参数的计算	250

第九章 农村电网规划的优化设计

第一节	步长加速法在变电所最优寻址中的应用	255
第二节	最速下降法在确定变电所年计算费用中的应用	260
第三节	设备更新的最优化问题	268

参考文献

第一章

农村电网规划的任务和要求

我国农村电网的发展,已经经过 50 年的历史,在这五十年中,取得了巨大成就,积累了丰富的经验。回顾五十年农村电网的发展,大体可分为下述几个阶段:

第一阶段,是 60 年代末期至 70 年代中期。在这段历史时期中,其建设重点是以安全用电为中心,对电网进行恢复性改造。

第二阶段,是 70 年代中期至 80 年代初期。在这段历史时期内,其建设重点是以降损节电为中心,对电网实行完善化改造。

第三阶段,是 80 年代初期到 90 年代初期。在这段历史时期内,其建设重点是以电网标准化为重点,如建设标准化变电所、标准化电管站等,以科技进步带动农村电网的技术改造。在这 10 年中,农村电网的素质有了大幅度的提高,自动化设备开始引进农村电网。

第四阶段,是 90 年代初期至 90 年代末期。在这 10 年的历史进程中,农村电网的建设是以建设农村电气化县为中心,旨在提高供电指标,保证向用户供应可靠、优质的电力,深化电网的技术改造和技术进步。

第五阶段,是 2000 年~2010 年。根据国家对农村电网的要求,在这段时期内,将进行大规模的技术改造,其目的是提高农网的供电可靠性,降低农网损耗,保证农网供电电压质量,增加农网经济效益。一句话,就是要建设现代化的农村电网,与国际电网接轨。

由此可见,当前农村电网正处在重大的技术改革时期,在这种技术急剧变革时期,做好农村电网规划,将具有十分重要的意义。目前国家为城市、农村电网的改造,投放几千个亿的巨额资金,来完成城网、农网改造的跨世纪工程,为了提高城网和农网建设和改造的质量,增加经济效益,做好电力网规划更是在所必需。

农村电网规划是农村电网发展的“龙头”,对农村电网的发展,对推进农村电网的管理体制从计划经济向社会主义市场经济转变,对经济增长方式从粗放型向集约型转变起着至关重要的作用。

做好农村电网规划,其实质上就是考虑技术上先进、经济上合理,有计划、有步骤地实现农村电网建设和改造的战略目标,使农村电网成为供、用电指标先进的电网。规划节约是最大的节约,规划浪费是最大的浪费。所有参与农网规划的人员应以上述的名言为借鉴,切实地做好农村电网规划工作。

第一节 农村电网规划的任务和内容

农业是国民经济的基础,是粮食和工业原料的基地。农村电网的建设关系到发展农业经济、提高农业生产、改善农民生活水平等许多问题,也关系到农村电网的可靠、经济合理的运行、保证用电质量、降低电力成本等许多技术问题。

在新的历史时期内,农村电网规划任务中也将增加新的内容。当前,进行农村电网规划

必须适应社会主义市场经济的要求,积极推进电力工业体制从计划经济向社会主义市场经济转变,积极推进经济增长方式从粗放型向集约型转变,努力促进电力工业的改革与发展,努力促进社会效益、环境效益、企业效益的提高。

在进行农村电网规划时,必须执行《电力法》和国家有关法规,贯彻能源开发“以电力为中心”的能源政策,坚持统一规划,加强宏观调控,打破行政区域界线,努力实现最大范围内的资源优化配置,坚持安全可靠、经济适用、符合国情的原则,以适用国民经济的持续发展。

在进行农村电网规划时,要充分重视广大农民对电力需求预测工作,重视科技进步,加快农村电网的结构调整,使农村电网从速度、数量型向质量、效益型转变,努力提高农网各项指标,加快与国际上现代化农网接轨的步伐。

在进行农村电网规划时,要十分重视投资的规划工作,要积极研究资金的筹集途径和形成机制,降低投资风险,控制融资成本,加强电价改革的预测分析工作,加强工程的可行性研究,促进电力资金的良性循环。

农村电网规划,应根据国民经济和社会发展的需要而定,并应纳入国民经济和社会发展计划。因此,农村电网规划应着重研究农村电网整体,分析农村电网状态,研究农村电网负荷增长规律,优化农村电网结构,提高农村电网供电可靠性,使农村电网具有充分的供电能力,以满足农村各类用电负荷增长的需要,使农村电网的容量之间、有功功率和无功功率之间的比例趋于协调,使供电指标达到规划目标的要求,并使其成为设备得到更新、结构完善合理、技术水平先进的电网。

一、规划的任务

农村电网规划应有明确的分期规划目标,通常将可分为如下三个阶段。

1. 近期规划

近期规划是5年规划,其任务如下:

(1) 从现有的电网入手,将下一年的预测负荷分配到现有的变电所和线路,进行电力潮流、电压降、短路容量等各项验算,以检查电网的适应度,针对电网中出现的不适应问题,合理规划变电所位置、变电所容量,规划输、配电网网架,确定网改方案。

(2) 新电网布局确定后,应对电网的供电可靠性、供电电压质量、电网线损率、电网经济效益等各项指标进行验算,务必使其满足近期规划的目标要求。

2. 中期规划

中期规划通常为10年,其任务是:

(1) 在做好近期规划的基础上,对今后10年电网的发展进行详细的分析论证。以中期预测负荷分配到各变电所和输、配电线路进行各项分析计算,来检查电网的适应度。

(2) 针对电网中存在的适应问题,从远期规划的初步布局中确定比较具体的电网改造方案,其中对大型的建设项目应给以适当的论证。

3. 远期规划

远期规划的时间为20年,其任务如下:

(1) 远期规划是以中期规划的电网布局为基础,根据远期预测来进行各项计算分析。

(2) 远期规划主要根据本地区国民经济和社会发展的长期规划来宏观的分析电力市场要求,提出电力可持续发展的基本原则和方向。

(3) 远期规划主要研究电网电源的总体规模、电网的基本布局、电网的基本结构、电网的主网架等方面的问题。同时对国家的电力技术政策、电力新技术方向等将给以必要的注意。

电力发展规划的编制, 将坚持统一规划分期管理的原则, 各级电力发展规划应具有不同的工作重点, 充分体现下级规划是上级规划的基础, 上级规划对下级规划的指导作用, 电力发展规划应进行多方案综合评价, 借以对资源配置、电源布局、电网结构、建设进度、投资结构等方面进行优化, 电力发展规划必须实行动态管理, 5 年规划应每年修订一次, 中期规划应 3 年修定一次, 长期规划应 5 年修定一次, 有重大变化时应及时调整。

二、规划的内容和编制规划的要求

农村电网的规划设计包括下列主要内容:

- (1) 调查和搜集电力网现状资料, 分析存在的问题, 明确规划改造的重点。
- (2) 调查和搜集规划区内国民经济各部门发展规划和人民生活用电的发展变化资料, 分区测算用电负荷对近期规划应逐年列出, 而中期及远期规划列出规划年度总的负荷水平。
- (3) 依据农村的总体规划及电力负荷的发展, 分析规划年度的用电水平。
- (4) 分析规划区内无功电源和无功负荷的情况, 进行无功平衡, 合理地安排无功电源的位置, 确定最经济的补偿容量。
- (5) 进行农村电网布局规划及电网结构方案研究, 其中包括:
 - 1) 分期对农网结构进行整体规划;
 - 2) 确定农村变电所的布局及其最佳位置;
 - 3) 确定输配电线路的接线方式、重点接线方式、线路路径;
 - 4) 确定变电所及输配电线路的建设分期, 分期的工程项目及建设进度;
 - 5) 确定调度、通信、自动化的规模及其采用继电保护的方式和要求;
 - 6) 估算各规划时期内需要的投资、主要设备、主要材料的需要量以及设备的规范;
 - 7) 分析计算农村电网规划前后的各项指标, 诸如, 电网供电的可靠性、电网线损率、各主要线路的电压损失和电能损失;
 - 8) 估算规划期末所取得的经济效益和扩大供电能力后取得的社会效益;
 - 9) 编制规划文件, 其中包括农网规划地理位置的接线图及规划说明书。

第二节 规划资料的搜集

进行深入细致的调查研究、搞好规划资料搜集是编好规划的首要条件。

规划资料搜集, 不只是一般的询问了解、情况记述和数字罗列, 而是要从规划实际需要出发, 从调查研究入手, 认真体察各种问题、弄清规划有关情况、摸清底数。所以, 整个规划资料搜集的过程, 也就是调查研究的过程。

规划资料搜集要抓住以下几个关键环节:

农网规划资料搜集, 必须从本规划要解决的具体任务出发, 因地制宜地拟定规划资料搜集提纲。要有针对性, 要深度、广度适中。既不能“海阔天空”, 又不能一切省略。总的说来, 一方面要避免收集些不必要或无关紧要的东西而浪费大量时间, 另一方面又要保证规划资料所必要的数量和质量。

农村电网规划资料搜集,一般要满足以下5项基本要求:①能据以进行电力负荷(电量)的测算;②能满足研究、确定供电方案的要求;③能从所取得的资料进行综合分析,对负荷测算的可靠性、规划方案的合理性、实现规划的可行性进行分析评价;④能据所调查的资料编写规划文件和组织规划文件的内容;⑤能有一个完整的规划指标体系,有利于规划资料的不断完善、积累和补充。

从以上5点出发,农村电网规划资料的收集,一般包括以下内容:①地区自然经济地理概况;②国民经济发展状况及规划;③地区各种资源的蕴藏量、分布及开发情况;④地区电力系统的现状及发展规划;⑤规划地区农业供用电基本状况;⑥其他与规划有关的统计报表、技术经济指标、定额、标准、图纸、调查研究成果及有关上级指示、文件等。

规划资料搜集要点、范围、深度及其参考提纲如下:

一、负荷测算资料的搜集

计算农村电力负荷的原始资料,一般应从有关部门的下列规划中取得:①规划县的农业区规划或农业发展总体规划;②农业的农田水利、农业机械化、乡镇工业、村镇建设、人口发展规划;③县境内农村电网供电区及其他部门的发展规划(工业、交通、国防、地质、水利、建筑、能源开发等)。

各类农业用电资料搜集的基本要点有如下7个方面。

1. 排涝用电

- (1)排灌站的布置,初期和最终规模,装机容量、控制面积、站区的扬程和流量;
- (2)排灌站建设区域的最大降雨量、暴雨历时、要求排干时间、设计标准(几年一遇);
- (3)自然地理特征、洪涝灾害的发生频率、历史上洪涝灾害损失、工程效益、建设时间和总的治理意图。

2. 灌溉用电

- (1)规划县发展灌溉方面的总体规划设想;
- (2)大中型排灌站的布设位置、灌溉面积、装机容量、扬程和灌溉作物的种类;
- (3)电井群的分布位置、装机容量、灌溉面积、扬程和每年电井的装机容量、控制面积、单位装机容量的效益面积;
- (4)灌溉作物的种类和灌溉制度(轮灌周期、灌水定额、灌水时间);
- (5)历史上的用电资料(每亩用水量、耗电量、每千瓦装机容量的效益面积等);

3. 田间耕作、收获及植保用电

- (1)地区各类农作物的播种面积、田间耕作、塑料大棚、植物保护等用电现状及发展设想;
- (2)各类农作物的单产、总产规划;
- (3)各类谷物脱粒、收获、上场及要求完成时间;
- (4)脱谷点布置原则、服务半径、控制面积、机械造型及分布;
- (5)扬场机、烘干机、选种机等的发展及应用;
- (6)农业机械化系列配套的总设想(如哪些用机、哪些用电、哪些人畜机并举)。

4. 农副产品加工用电

- (1)地区人口数量、粮食加工总量;
- (2)棉花、油料、茶、蔗、烟、水产、水果等经济作物总产量及在本地的加工量;

(3) 畜牧集中饲养和散养的分类头数, 家禽饲养及全年需要加工的青、干饲料, 及粗、精饲料总量;

(4) 农副产品加工网点的布局、标准、装配功率、机械型号、用电单耗指标。

5. 乡镇工业用电

(1) 目前乡镇企业的规模、分布、产值、主要产品产量、用电情况及存在的主要问题;

(2) 今后本地区乡镇工业的发展设想、产值、产量、规划指标, 较大的乡镇工业的产品产量、生产特点、用电设备容量、用电单耗、最大负荷、年用电量、投产时间;

(3) 目前本地区乡镇工业用电规律的分析资料。

6. 乡镇农村生活用电

(1) 地区农户数、农业人口发展计划, 设有乡、村、屯的数目, 以及尚未有用电的数目;

(2) 农村生活用电的发展水平, 对于家用电器, 诸如电视机、录音机、录像机、电冰箱、洗衣机、电熨斗等的拥有情况;

(3) 农村建房水平的典型调查, 其中包括供水、供暖方式, 通风、洗浴条件;

(4) 县镇建设的发展规划, 有无新兴工业、养殖业、旅游业的开发。

7. 其他用电

(1) 地区国防、军工、交通、地质用电发展及水利工程施工用电;

(2) 县办工业企业, 目前用电水平及将来的发展情况、企业生产能力、主要产品产量、生产班次、用电设备装配功率、耗电定额、最大负荷、年用电量及其对供电可靠性方面的要求。

(3) 畜牧场、机械化饲料场、农场、林场及工厂化育秧厂的用电情况典型调查与分析。

除上述各项外, 还必须从专业要求深度出发, 深入细致地调查和分析如下几方面的内容: ①关于耗电定额、用电标准、设备负载系数、同时系数、设备利用小时数、最大负荷利用小时数、网损率等有关部门指标的调查分析; ②历史上各发展阶段农业用电发展速度、负荷结构、用电量增长与产值、产量增长的比例关系; ③各类农业用电和地区综合用电的年、月、日负荷典型曲线及其特性指标的分析; ④分析今后农业用电的发展趋势及代表不同侧面农村乡镇工业用电发展情况的典型调查。

二、电网和电源规划的资料搜集

(1) 区域电网的电压等级、接线方式、区域性变电所的设备容量、负荷水平、发展余地; 输电线的起止地点、杆塔结构、导线型号、供电能力、负荷水平、电压质量、发展裕度、区域电网的供电成本, 距规划县间的相对距离; 系统目前存在的问题及今后的规划意图。

(2) 农村电网的现状 & 供电情况, 其中包括如下 7 个方面:

1) 规划县农村电网的地理接线图、系统接线图、负荷分布图、以变电所为单元的配电系统图;

2) 现有小水(火)电厂的装机容量、年发电量、煤耗、发电成本、发电设备均利用小时、保证率、有无扩建余地等;

3) 输电线路、变电所 10kV 配搭主干线的供电能力、负荷水平、电压质量及发展余地;

4) 电网运行状况、负荷曲线的变化规律、各负荷集中点的同时系数、各供电环节的网

损率;

5) 供电设备配置比例、各级电网的配置比例、各供电区的负荷密度、目前电网存在的问题及薄弱环节;

6) 电压调整和无功补偿的方式及容量;

7) 历来的规划设计文件、造价资料。

(3) 动力资源蕴藏量及开发条件, 其中包括:

1) 县境内主要河流的流量(丰、枯水期)、落差、可能建水电站的地点、容量及开发条件;

2) 以有和规划建设的水库库容、调节性能、最大水头、规划装机容量、保证出力、投资几建设条件;

3) 各种燃料资源(煤炭、天然气)分布情况、蕴藏量及开发规划, 生产成本(售价)、运输方式、运输成本及运价等。

(4) 当规划县有可能建设小水电站或小火电厂时, 应搜集建厂条件的资料, 如: 厂址的场地水文地质交通条件、建厂的技术经济指标等。

(5) 有关部门既有的工作成果(如输煤输电的比较, 在规划县建设电站和引接由区域电网供电的比较等)。

三、综合资料的搜集

(1) 自然地理和社会经济状态, 其中包括:

1) 一般情况: 地理位置、土地面积、耕地面积、播种面积、行政数目、总人口、农业人口、农户数、劳动力、粮食总产、单产、特产、工农业总产值、乡镇工业总产值、经济结构、自然资源及其他经济特征;

2) 自然特点: 无霜期、日照时间、降雨量、平均气温、旱涝频率、河川径流、地下水储量、地形地貌、水文地质及其他自然特征;

3) 农业现代化基础: 排灌机械、水利设施、排灌面积、高产稳产基本农田治理面积、经济林面积、塑料大棚面积、水产养殖情况、农副加工机械、拖拉机及其他主要农机具有量、机耕面积、农业机械化系列配套情况、交通工具拥有量、化肥施用量、整个农业及农林牧副渔的现代化水平。

(2) 地区农业经济状况和个体经济的力量, 对国家投资的依赖程度, 自筹资金能力和主要运用方向。

(3) 当前和长远发展工农业生产的方针、方向和规划目标。

第三节 农村电网规划的技术原则

农村电网的规划原则包括总体要求、电压等级的确定、接线方式、供电可靠性的要求、点线配置、110kV、63kV、35kV 变电工程、10kV 配电线路工程、低压配电设施、无功补偿、低压计量装置等。这些方面的技术原则将要根据农村电网的建设项目、建设规模、负荷密度以及各地的实际情况来确定。本节将重点介绍其中的一些主要内容。

一、总体要求

农村电网的建设和改造工程, 在规划时, 最重要的是要十分注意电网的整体布局和网络

结构的优化,应把农村电网的建设与改造纳入国家电网的统一规划。在规划中要注意的问题如下。

(1) 电压等级。不论是城市电网还是农村电网都应当简化电压等级,因为这样可以减少变压层次,降低送、变电工程的造价和电网的运行损耗。理论分析和运行实践证明:我国目前采用的 220/110/35/10kV 系统与 220/110/20kV 系统相比,后者在电网损耗和工程造价方面具有明显的优点。虽然我国已把 20kV 电压等级列为标准电压等级,但是,目前 20kV 电压等级的产品很少,况且,220/110/35/10kV 系统已形成规模,改造这种系统将要花费巨大的投资、设备、人力,这就为改造 110/35/10kV 系统为 110/20kV 的系统增加了困难。然而,从国家的长远利益来考虑,这种改造是必须的。因此,在进行新建或扩建农村电力网规划时,应当对 20kV 电压等级给以可行性分析。

(2) 供电半径。城市电网在负荷密集的地点,建立 220kV 的枢纽变电所,将 220kV 的电压直接送入市区,易于保证线路的电压损失不超过允许值。而农村电网则不然,因为农村幅员辽阔,送电距离长,不限制供电半径,不能保证所需的电压损失。农村电网的供电半径一般应满足下列要求:电压为 110kV 的线路,供电半径应不大于 150km;35kV 线路的供电半径应不大于 40km;10kV 线路的供电半径应不大于 15km;0.4kV 线路的供电半径应不大于 0.5km。在供电半径长和负荷密集的地区,根据“密布点、短半径”的原则,增加变电所的布点,以缩短供电半径,从长远目标考虑,应该每乡设一座变电所,以保证电压质量。

(3) 电压质量。保证各类用户电压质量是确定农村电网允许的最大电压损失的前提,我国国家标准规定:35kV 及以上的供电电压,其允许偏差值为 $-10\% \sim +10\%$;10kV 及以下的三相供电电压的允许偏差为 $-7\% \sim +7\%$;220V 单相供电电压允许偏差为 $-10\% \sim +7\%$ 。

(4) 主变压器、配电变压器容量比。农村电网主变压器容量与配电变压器容量之比宜采用 1:2.5;配电变压器容量与用电设备容量之比宜采用 1:(1.5~1.8)。

(5) 输电线路路径和变电所的所址的选择。应避开行洪、蓄洪和沼泽、低洼地区,在设计中应采用经过审定的通用设计或典型设计。

二、供电可靠性要求

所谓供电可靠性要求,系指在故障状态下或设备停运时,对用户连续供电的可靠程度。为了保证供电的可靠性要求,对于农村电网曾给出了一系列计算指标,这些指标是:① 系统平均停电频率指标 (SAIFI);② 用户平均停电频率指标 (CAIFI);③ 系统平均停电持续时间 (SAIDI);④ 用户平均停电持续时间 (CSIDI);⑤ 平均供电可用度指标 (ASAI);⑥ 平均不可用度指标 (ASUI)。此外,农村电网网架可靠性、环网可靠性以及气候条件对供电可靠性的影响,都有相应的计算方法。因此,在农村电网规划中,在新建变电所前后,投入断路器、重合器、分段器前后,以及新建和改造送、配电线路前后,对其促使供电可靠性的变化,应当作出相应的评估。

在城市电网规划导则中,对于供电可靠性曾提出了 $N-1$ 准则,也称为供电安全准则,其具体含义是:

(1) 高压变电所中失去任何一回进线或一组降压变压器时,必须保证向下一级配电网供电。

(2) 高压配电网中一条架空线路或一条电缆线路,或变电所中一组降压变压器发生故障

停运时:

1) 在正常情况下, 除故障段外不停电, 并不得发生电压过低和设备不允许的过负荷;
2) 在计划停运的情况下, 又发生故障停运时, 允许部分停电, 但应在规定时间内恢复供电。

(3) 在低压电网中, 当一台变压器或电网发生故障时, 允许部分停电, 并应尽快地将完好的区段在规定的时间内切换至相邻电网。

为了满足 $N-1$ 准则, 给出了设备运行率的概念, 所谓设备运行率 T , 对于 35~220kV 的变电所, 其意义是

$$T = \frac{KP(N-1)}{NP} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中 T ——变压器运行率;

K ——变压器短时允许过载率;

N ——变压器台数;

P ——单台变压器额定容量。

变电所应配置两台以上的变压器, 当一台故障停运时, 其负荷自动转移至正常运行的变压器, 此时变压器的负荷不应超过其短时容许过载容量, 而后, 再通过操作将变压器的过载部分转移至中压电网, 需要转移的容量是

$$L = (K-1)P(N-1) \quad (1-2)$$

当实际能向电网转移的负荷小于 L 时, 则应选用较计算结果小的运行率。变压器短时容许过载率, 应根据制造厂提供的数据, 以不影响变压器的寿命为原则, 一般取 1.3, 当过载时间为 2h, 计算结果为

$$\text{当 } N=2 \quad T = \frac{1.3 \times (2-1)}{2} \times 100\% = 65\%$$

$$N=3 \quad T = \frac{1.3 \times (3-1)}{3} \times 100\% \approx 87\%$$

$$N=4 \quad T = \frac{1.3 \times (4-1)}{4} \times 100\% \approx 100\%$$

三、110kV 送、变电工程

对于 110kV 送、变电的建设和改造工程, 应当考虑 10~15 年的负荷发展, 工程建设必须严格执行国家现行有关规定、规范, 设计必须符合规定的设计深度要求。变电所的建设, 应从全局利益出发, 结合国情, 符合农村电网的特点。设计要采用中等适用标准, 严格控制占地面积和建筑面积, 不搞豪华装修。

各级电压送电线路的导线的截面, 可按表 1-1 来选择。

表 1-1 送电线路导线截面表

电 压 (kV)	导线截面面积 (按钢芯铝绞线考虑, mm)			
35	185	150	120	95
63	300	240	185	150
110	300	240	185	150
220	300	300	240	

四、35kV 送、变电工程

35kV 农村变电所的建设和改造,应坚持“密布点、短半径”的原则,向“户外式、小型化、低造价、安全可靠、技术先进”的方向发展,设计时应考虑无人值班。变电所中的主变压器一般按两台考虑,以增加其供电的可靠性和便于其经济运行,变压器的容量选择应当考虑 10 年负荷发展的要求。变压器应选用节能型的,对于新建变电所而言,主变压器的保护装置宜采用微机保护装置,淘汰综合集控式保护装置,主变压器一次侧宜采用新型熔断器保护。有关开关设备,可选用 SF₆ 断路器、重合器、线路分段器以及电压配电开关。线路的导线应选用钢芯铝绞线,并考虑 10 年的负荷发展,其截面不得小于 70mm²,在负荷大的地区,推荐采用稀土导线。线路的杆塔应首先选用预应力钢筋混凝土电杆,在运输困难的地区,可采用铁塔。在市区内的架空线路,应适当增加杆塔的高度、缩短档距,以提高导线的对地距离,而且,杆塔的结构造型、色调应与城市的环境相协调。

五、10kV 配电网

(1) 农村 10/0.4kV 的变压器台的建设和改造,也应采用“小容量、密布点、短半径”的原则。新建和改造的台区,应选用低损耗变压器,即 S7、S9、S7、SH 型变压器,更换那些 64、73 系列的变压器。变压器容量的选择应以现有负荷为基础,并适当地留有裕度,新增的生活用电变压器,其单台容量一般不超过 100kVA。

(2) 容量为 315kVA 及以下的变压器,宜采用杆上配置,而容量在 315kVA 以上的变压器宜采用落地安装。可选用多功能的配电柜,不宜再建配电房。新建和改造的变台,对于柱上安装的,其低部对地距离不得小于 2.5m;对于落地安装的,其四周应建高度不小于 1.8m 的围墙或围栏,围墙(栏)距变压器的外廓净尺寸不得小于 0.8m;变压器的底座应高于最大洪水位,但不得小于 0.3m。

(3) 变压器高压侧可采用新型熔断器保护,避雷设备可采用金属氧化物避雷器。总断路器应采用自动空气断路器,并加装漏电保护器。城镇配电网应采用环网布局、开环运行的结构,农村则以单放射网为主,在长干线或分支线路中,应加装分段断路器。为推动配电网自动化的发展,应积极采用自动重合器、线路分段器、自动配电开关。

(4) 线路的杆塔一般选用预应力的钢筋混凝土杆,城镇采用高于 12m,而农村则可采用 10m 及以上的电杆。导线应采用钢芯铝绞线,导线的截面不应小于 35mm²。城镇采用绝缘导线,而农村则采用裸导线。

六、低压配电设施

(1) 低压配电线路的布局应与农村发展规划相结合,考虑农村房屋建设规划,严格按照《农村低压电力技术规程》进行建设和改造。低压架空线路的电杆可采用不小于 8m 的钢筋混凝土杆,电杆拉线应装绝缘子。主干线应采用裸导线,按最大工作电流来选取导线截面,但截面不得小于 35mm²,分支不得小于 25mm²。禁止使用单股、破股线和铁线。在村镇内,为保证安全用电,通过经济比较后,可采用绝缘线。排灌机井线路推荐采用地埋线。

(2) 接户线的相线、中线或保护线应从同一杆塔引下,档距不应大于 25m,倘若超过时,应加接户杆。接户线应采用绝缘线,截面不得小于 6mm²,进户后,应加装控制开关、熔丝和漏电保护器。

七、无功补偿装置

(1) 农村电网的无功补偿,应坚持“全面规划、合理布局、分级补偿、就地平衡”的原

则,采用集中补偿与分散补偿相结合,以分散补偿为主;高压补偿与低压补偿相结合,以低压补偿为主;调压与降损相结合,以降损为主的方针。

(2) 变电所宜采用密集型的电容补偿,补偿容量可按主变压器容量的 10%~15% 进行配置;100kVA 及以上的变压器宜采用自动跟踪补偿,其补偿容量可按变压器容量的 10%~15% 来考虑。

(3) 农村电网的无功补偿装置,应积极推行微机监测和自动投切,有条件的地方,应采用性能可靠的集合式、自愈式电容器。