



国家电网
STATE GRID

国家电网公司农网科技进步支撑框架

农网发展重点

应用技术(2011年版)

国家电网公司农电工作部 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



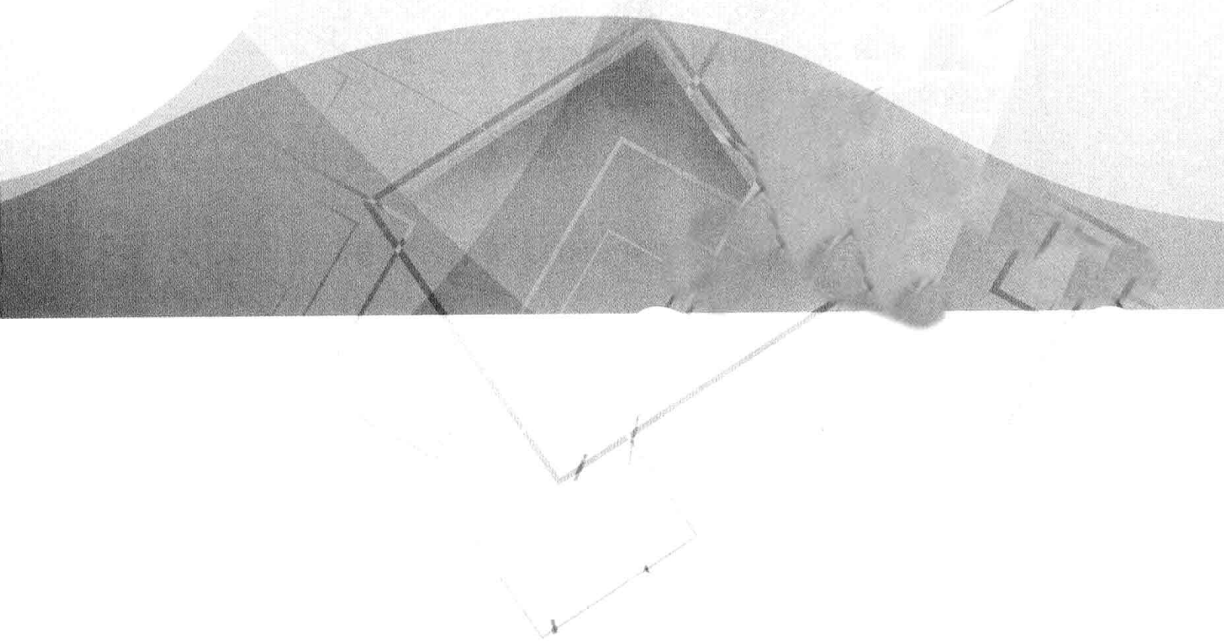
国家电网
STATE GRID

国家电网公司农网科技进步支撑框架

农网发展重点

应用技术(2011年版)

国家电网公司农电工作部 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内容提要

随着国家新一轮农网改造升级工程和国家电网公司坚强智能电网建设工作的深入推进,为更好地支撑农网科技进步工作,把握农网科技发展方向,国家电网公司对 2008 年版《农网科技进步支撑框架》进行了修订。“框架”包括《农网发展重点应用技术(2011 年版)》和《农网科技进步应用成果汇编(2011 年版)》,两部分的结构与 2008 年版基本一致。

本书为《农网发展重点应用技术(2011 年版)》,分 8 个专题,介绍了 45 项适用于农网发展和科技进步建设的重点技术,从技术研究水平、技术内容、应用参考标准等方面明确了各项技术路线和内容,并提出了应用原则和建议。

本书适用于从事农网建设与改造工程技术人员和管理人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

农网发展重点应用技术:2011 年版 / 国家电网公司农电工作部组编. —北京:中国电力出版社,2011.12

(国家电网公司农网科技进步支撑框架)

ISBN 978-7-5123-2513-5

I. ①农… II. ①国… III. ①农村配电—科技成果—中国
IV. ①TM727.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 269179 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>)

北京瑞禾彩色印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 3 月第一版 2012 年 3 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 11.5 印张 131 千字

印数 0001—3000 册 定价 50.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
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

《国家电网公司农网科技进步支撑框架》

编 委 会

主 任 孙吉昌

副主任 张莲瑛 于永清

编 委 盛万兴 刘福义 郝 睿 欧阳亚平

梁 英 沈浩东 王洪浩 于晓牧

陈志强 刘国生 高 峰 安四清

代欧根 刘长林 王光德

主 编 张莲瑛 刘福义 盛万兴

副主编 陈延辉 王金字 梁 英

编 写 李树国 陈俊章 田 峰 朱建军

王 利 肖 征 柴传烈 邢广杰

甘 玉 平海涛 周 捷 向 驰

段 冲 田小东 王金丽 杨红磊

宋晓辉 李二霞 李建芳 胡丽娟

刘苑红 蔺海丽



前 言

为深入贯彻落实科学发展观，更好地服务社会主义新农村建设，积极落实国家电网公司“一强三优”现代公司发展目标和“新农村、新电力、新服务”农电发展战略，深入推进农网科技进步工作，充分发挥科技支撑作用，依靠科技手段加快新型农网建设，国家电网公司研究制定了2008年版《农网科技进步支撑框架》（简称“框架”）。

近年来，随着国家新一轮农网改造升级工程和国家电网公司坚强智能电网建设工作的深入推进，农网整体科技水平得到了提升，在农网科研和生产实际中涌现了一批新的技术和成果，为明确农网科技进步建设方向，指导农网科技进步工作，归纳提炼符合农网需求的先进技术和优秀成果，国家电网公司对2008年版“框架”进行了修订。

“框架”包括《农网发展重点应用技术（2011年版）》和《农网科技进步应用成果汇编（2011年版）》两部分，两部分的结构与2008年版基本一致。《农网发展重点应用技术》从技术研究水平、技术内容、应用参考标准等方面明确了各项技术路线和内容，并提出了应用原则和建议，2011年版分8个专题介绍了45项适用于农网发展和科技进步建设的重点

技术；《农网科技进步应用成果汇编》收录了近年来在农网建设和生产实践中积累的先进实用的新技术、新设备、新材料和新工艺，2011 年版共有 7 个专题 65 项成果，这些成果由国家电网公司系统各单位推荐，经公司组织专家审查筛选，在农网建设和发展中取得了较好的应用效果。

希望各单位在推广应用“框架”过程中，与本单位、本地区农网实际情况有机结合，对本“框架”所述技术内容适当扩充或简化，通过合理应用相关专业技术和“四新”成果，不断提高农网技术装备和管理水平，努力推进农网实现又好又快的发展。

本“框架”将根据农网发展实际与技术发展趋势，进行滚动修订。

国家电网公司农电工作部

2011 年 12 月



目 录

前言

1 农网规划	1
1.1 农网优化规划技术	2
1.2 农网自动化规划技术	5
1.3 农村智能配电网规划技术	8
1.4 单三相混合配电方式	11
1.5 35kV 配电化技术	16
1.6 输变电工程通用设计	19
1.7 新农村典型供电模式	21
1.8 农网规划技术支持平台	25
2 农网装备	29
2.1 紧凑型智能箱式变电站	30
2.2 智能配电台区	34
2.3 组合电器	36
2.4 永磁操动机构智能开关	40
2.5 小型分布式发电接入智能控制终端	43
3 农网电能质量与综合节能	47
3.1 节能型配电变压器	48
3.2 无功优化补偿技术	51

3.3	变压器经济运行技术	55
3.4	电能质量监测与治理技术	59
3.5	农网综合节能评估与辅助决策系统	62
3.6	线损分析与管理技术	65
4	农网自动化	69
4.1	县级电网调度自动化	70
4.2	配电自动化	75
4.3	县级电网调配控一体化系统	79
4.4	信息交互集成技术	82
4.5	分布式电源及微电网接入控制技术	86
5	农网通信技术	89
5.1	光纤通信技术	90
5.2	无源光网络通信技术	95
5.3	电力线载波通信技术	101
5.4	无线通信技术	105
6	农网生产运行管理	113
6.1	农网生产运行管理系统	114
6.2	输变电设备智能巡检系统	117
6.3	10kV 线路故障检测技术	121
6.4	状态检修技术	124
6.5	带电作业技术	128
6.6	现场标准化作业支撑技术	131
6.7	剩余电流动作保护装置应用技术	134
6.8	线路防雷技术	137

6.9	电力设施防盗报警技术	140
7	农网营销服务与用电技术	145
7.1	电力营销信息管理技术平台	146
7.2	用电信息采集技术	149
7.3	多元化收缴费技术	152
7.4	防窃电技术	154
8	农网信息化技术	159
8.1	农电综合管理系统	160
8.2	SG-ERP 信息化平台	163
8.3	农网地理信息（GIS）系统	167
8.4	网络信息安全技术	169



国家电网公司

STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

国家电网公司农网科技进步支撑框架

农网发展重点应用技术（2011年版）

1 农网规划





1.1 农网优化规划技术

1.1.1 技术研究水平

目前, 电网规划主要方法是采用计算机辅助规划。计算机辅助规划是建立在规划数学模型的基础上, 采用多目标、多约束的非线性优化算法和计算机技术进行辅助规划, 可弥补经验型规划的不足, 为电网规划提供理论和科学依据。计算机辅助规划软件的主要功能包括负荷预测、网络评估、可靠性评估、潮流计算、短路计算、基于地理信息系统 (GIS) 的变电站布点优化和网络优化等。在实际规划中, 将计算机辅助规划与实际规划经验有效结合起来, 可取得较为科学合理的结果。拓展农网定量分析手段, 研究农网分析评估方法, 开展农网优化规划, 是当前为农网规划、建设、运行和管理提供辅助决策的有效途径。

传统的配电系统中一般不存在纯电源, 只通过变电站接受上级电网的电力。分布式电源、微电网、电动汽车等的接入及并网运行, 将对配电系统产生深刻影响, 使之成为与传统单侧电源、辐射型配电网有较大区别的系统, 给配电网的运行带来了巨大的影响, 同时也给传统的配电网规划带来了实质性的挑战。为提高电网资产的利用率、自愈能力以及接纳分布式电源、微电网和电动汽车的能力, 实现电网智能化, 有必要研究和提出优化的智能配电网规划方法。

1.1.2 技术内容

农网规划是指对 110kV 及以下县域电网进行规划，主要内容为：在综合考虑设备可用性、使用年限、故障率、供电区负荷特性等因素，以及分层次、分区域进行各级电网现状分析的基础上，进行各电压等级、功能分区的短期、中期及长期负荷预测，以可靠性、年运行费用、线损率综合最优为规划目标，以电压损耗、供电能力及电网安全性等条件为约束，对农网各规划水平年的变电站分布、网架结构等进行合理规划并提出过渡方案。

农网优化规划技术是指利用优化规划理论、数据库技术、地理信息系统等先进的优化算法、计算机工具和网络技术实现规划数据管理、统计计算、优化规划功能，提供先进的辅助分析决策手段，并结合规划经验，高效制定较为科学合理的优化的农网规划。优化过程和方法主要体现在以下几点：

(1) 采用数据处理技术进行规划基础数据自动筛选，保证数据的可用性和有效性；选择合理的优化方法并结合规划和建设经验进行负荷预测、电压等级选择和网架规划，提供充足的论证依据。

(2) 结合区域发展规划，制定多套规划及过渡方案，使其具有较强的可操作性。

(3) 采用规划评价技术对规划方案进行安全性、可靠性、经济性等方面评估，提供辅助决策依据。

(4) 提出主动智能配电网规划流程和方法，能很好地接纳分布式电源、微电网及电动汽车等的接入和并网。

基于供电可靠性的配电网优化规划流程如图 1-1 所示。

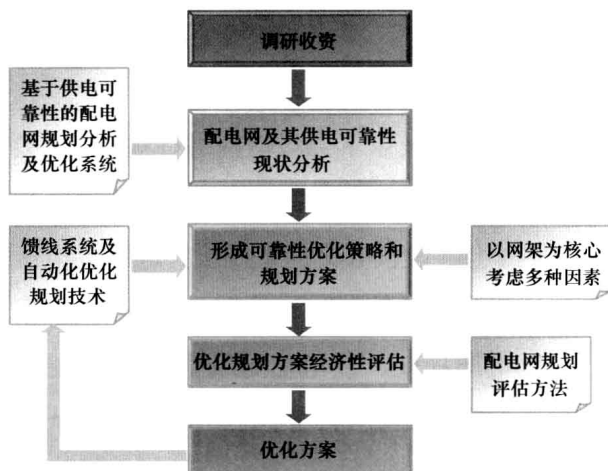


图 1-1 基于供电可靠性的配电网优化规划流程

1.1.3 应用参考标准

DL/T 5118—2010 农村电力网规划设计导则

DL/T 5119—2000 农村小型化无人值班变电所设计规程

Q/GDW 125—2005 县城电网建设与改造技术导则

Q/GDW 156—2006 城市电力网规划设计导则

Q/GDW 393—2009 110（66）kV～220kV 智能变电站设计规范

Q/GDW 462—2010 农网建设和改造技术导则

国家能源局 农村电网改造升级技术原则（国能新能〔2010〕306 号）

国家电网发展〔2010〕492 号 国家电网公司“十二五”配电网规划（技术原则）指导意见

1.1.4 应用原则

农网优化规划技术适用于农村地区电网规划，应结合各地实际情况因

地制宜进行规划。

1.1.5 建议

- (1) 对农网规划数据进行科学管理，不断积累历史数据。
- (2) 制定农网规划数据的技术规范，加快农网规划辅助分析平台的研究。
- (3) 对农网负荷性质、分布和特性进行深入全面的研究。
- (4) 分析分布式电源、微电网及电动汽车等接入对配电网规划的影响。

1.2 农网自动化规划技术

1.2.1 技术研究水平

目前，农网网架结构的特点是以辐射供电为主，环网供电开环运行的环路较少；10kV 馈线较长，以架空线为主，支线多；电力负荷分散，供电半径大，绝大部分地区负荷密度较低；配电变压器多，容量小，覆盖面广等。

现阶段，不同经济发展水平的地区之间，农网自动化系统建设水平差距明显。农网自动化建设步伐缓慢、应用水平偏低，通信系统通道的建设水平差距明显，缺乏专业的自动化技术人员，队伍专业水平参差不齐。在农网自动化前期工作中，全面统一的规划、设计工作并未实现全覆盖，农网自动化相关标准、规范的修订、制定、贯彻工作也在逐步开展。



1.2.2 技术内容

农网自动化规划技术应考虑的因素包括农网的一次网架规划、馈线自动化的实施模式、通信系统建设、农网主站建设、一次开关设备与二次自动化智能终端设备的选择等。

(1) 合理的一次网架是实施农网自动化的基础,网架规划应遵循相关标准,结合当地电网实际,导线与设备选择应满足负荷转供需要。

(2) 应该因地制宜地选择相应的馈线自动化模式。实现故障的自动隔离、非故障区段的恢复可以采取多种方式,一般有就地控制、远方控制、故障指示等。可根据农村区域特点、农网项目的整体方案及自动化装置的技术特点,选取合适的使用方法。

(3) 农网要求通信系统应具有高可靠性、易操作、易维护、经济性的特点。目前在农网中主要的通信方式按传统方式分为无线和有线两种,其中农网自动化系统常用通信方式为光纤通信、无源光网络通信、无线通信等方式。光纤通信在可靠性、时延、速率等方面占据优势,但是应用于农网自动化中,造价显得略高;无源光网络通信技术采用无源分光器,将子站设备 OLT 以手拉手保护方式、主要采用“手拉手”和“多联络”等组网方式,有条件情况,可采用双 PON 口环型保护方式进行组网,既实现抗多点失效,又实现主干线路的保护,确保设备实时高效的运行,加强光通信接入网的可靠性;无线通信方式比较适合地广人稀、建筑物较低的农村,但是首次投入资金也较大。根据农网及城市配网建设经验来看,通信方式宜优先采用多种通信方式混合应用。

(4) 目前主站系统建设模式主要有两种,即调配一体化配网自动化主站系统和独立配网自动化主站系统。

由于调配一体化配网自动化主站系统具有共享的支撑软件平台，系统的硬件、软件资源充分共享，运行维护费用大大减少，因此它是农村配电网自动化建设的首选模式。

(5) 一次开关设备包括断路器、负荷开关和环网柜等，二次自动化智能终端设备包括 FTU、环网柜（开闭所）DTU 和配变终端单元（TTU）等。在农网自动化建设规划时，要考虑在一次与二次之间加装 TV/TA，在主站侧可以远方控制开关动作，提高自动化程度。同时注意设备的选型要准确，否则会引起测量不准、精度不高等问题。为更好地提高农网自动化的稳定性和可靠性，装置不间断供电、后备电源技术的介入也应在规划之列。

1.2.3 应用参考标准

DL/T 550—2005 地区电网调度自动化功能规范

DL/T 635—2005 县级电网调度自动化功能规范

DL/T 5118—2010 农村电力网规划设计导则

DL/T 5119—2000 农村小型化无人值班变电所设计规程

Q/GDW 125—2005 县城电网建设与改造技术导则

Q/GDW 126—2005 国家电网公司农村电网自动化及通信系统技术导则

Q/GDW 156—2006 城市电力网规划设计导则

Q/GDW 393—2009 110（66）kV～220kV 智能变电站设计规范

Q/GDW 462—2010 农网建设和改造技术导则

国家能源局 农村电网改造升级技术原则（国能新能〔2010〕306号）

国家电网发展〔2010〕492号 国家电网公司“十二五”配电网规划（技术原则）指导意见



1.2.4 应用原则

- (1) 农网自动化规划应坚持以实用、规范、标准为原则,具有一定前瞻性,避免在实施建设的过程中存在质量不稳定等问题。
- (2) 农网自动化规划应与所辖地区经济发展相适应。
- (3) 农网自动化规划应节约用地,少占农田,保护生态环境。
- (4) 所选用的农网装备要标准化、规范化、系列化。

1.2.5 建议

- (1) 对农网一次网架设备规划建设时,必须考虑到二次自动化的建设需求。
- (2) 农网自动化规划要考虑分布式电源、微电网及电动汽车等接入对配电网自动化规划的影响。

1.3 农村智能配电网规划技术

1.3.1 技术研究水平

农村电网是电网的重要组成部分,加快建设以“坚强”为基础、“智能”为特征的新型农村智能配电网,对智能电网的建设具有重要意义。国外在农村智能配电网规划及其优化方面的研究开展得较早,构建了多种规划模型,在分布式电源的选址定容和分布式电源接入配电网的容量限制等方面进行了大量的研究,并在实践中得到了充分的利用。在农网改造方面,