

ZHINENG PEIDIANWANG
DIAODU JIANMO LILUN YU FENXI

智能配电网

调度建模理论与分析

黄训诚 张秀阁 任晔 著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

ZHINENG PEIDIANWANG
DIAODU JIANMO LILUN YU FENXI

智能配电网

调度建模理论与分析

黄训诚 张秀阁 任晔 著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书系统地介绍了电力系统电力调度的技术、原理、模型、方法及其应用效果,着重分析了做好电网调度工作的理念和各种理论与方法的应用方式。主要内容包括配电网概述、图论及网络基础知识、配电网络分析、配电网自愈、配电网络重构、配电网用电负荷网络、变压器经济运行、智能配电网与绿色能源、绿色能源最优化调度、各级电力调度之间的配合和运行方式综合优化。

本书叙述理论与实际相结合,构建模型简明扼要,可供从事电力系统运行与调度、电力规划、电力系统自动化、营销(用电)等专业的科技人员和管理人员学习使用,也可供高等院校有关专业师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

智能配电网调度建模理论与分析/黄训诚,张秀阁,任晔著. —北京:中国电力出版社,2014.12

ISBN 978-7-5123-7072-2

I. ①智… II. ①黄…②张…③任… III. ①智能控制-配电系统-电力系统调度-系统建模②智能控制-配电系统-电力系统调度-系统分析 IV. ①TM73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 007181 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>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2014 年 12 月第一版 2014 年 12 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 17.75 印张 327 千字

定价 78.00 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



前言

近年来，随着生产的发展、科技的进步和社会的变革，国际上对未来电网发展态势愈加关注，智能电网（smart grid）更是成为一个热词。智能电网是经济和技术发展的必然结果，具体是指利用先进的技术提高电力系统在能源转换效率、电能利用率、供电质量和可靠性等方面的性能。

长期以来，国内外专家学者和电力系统调度相关人员不断探索，形成了一系列行之有效的调度方法。我们对现有的较为成熟的调度理论与方法进行了系统地总结与分析，适当借鉴其他领域调度工作中的成功经验，将调度方法按各种适用范围进行了合理的分类研究，并提出了一些更切合实际的调度方法。与此同时，我们也在不断地思考电力调度的深层次问题。对电力调度的探索，一直是国内外学者所关注的热点，电力调度的相关科研成果数不胜数。实际上，电力调度问题涉及经济发展、社会发展、政治政策、环境保护等多方面因素，电力调度部门的相关人员面临这些约束因素的时候往往受限于此，不能科学有效、统筹兼顾地解决电力调度问题，基于此，我们深入调研了各级配电网电力调度模式，汇集了各级调度管理人员的建议和意见，兼顾客观实际对电力系统调度内在变化规律进行深入研究，经过多项科研项目的科研成果的积累，形成了本书。

本书主要研究配电网的智能调度技术，从配电网的调度运行角度出发，分别讨论了故障情况和正常运行情况下，智能配电网调度的方式和方法，介绍了智能配电网新理论，构建了智能配电网调度优化模型。内容不仅包括配电网调度的理论与方法，还包括实际应用的效果和经验。在叙述方法上，追求理论与工程实际相结合，在构建模型上追求简明扼要，不过分追求数学理论的严谨性；在应用上，书中列举了相当多的实际算例和应用效果。

华中科技大学齐欢教授在百忙之中审阅了全书的书稿，并提出许多宝贵的意见，在此深表感谢。河南省电力公司以及各地级市电业局为本书的撰写提供了大量研究数据和研究资料，也在此一并表示感谢。

我们希望本书能够发挥抛砖引玉的作用，为广大调度人员提供一些参考，推

动我国调度理论水平得以提升，为我国电力调度提供实践经验。在本书的编写过程中，我们虽然对素材的选取、文字的叙述、数学的推理进行了精心的构思安排，但是，由于编者水平有限，书中可能出现疏漏、不妥之处，我们真诚地期待读者加以指正。

著 者

2014 年 11 月



目 录

前言

1 配电网概述	1
1.1 配电系统	1
1.2 智能配电网的关键特征和技术体系	4
1.3 智能配电网调度管理模型	5
1.4 配电网节能	7
1.5 配电网经济运行	10
1.6 配电网数学模型	11
2 图论及网络基础知识	13
2.1 图的基本概念	13
2.2 电网络图论	14
2.3 网络性质	24
2.4 网络拓扑矩阵	27
3 配电网络分析	32
3.1 网络拓扑分析	32
3.2 牛顿—拉夫逊法	40
3.3 面向支路的前推回代法	51
3.4 母线类潮流分析方法	61
3.5 回路电流法	64
4 配电网自愈	70
4.1 电力配电网络图	70
4.2 电力系统智能配电网络数学模型及网络分析	72
4.3 智能配电网自愈数学模型	79

5 配电网网络重构	84
5.1 概述	84
5.2 配电网网络重构数学模型	86
5.3 支路交换法	90
5.4 最优流模式法	92
5.5 均衡法	95
5.6 遗传算法	97
5.7 模拟退火算法	114
6 配电网用电负荷网络	115
6.1 城乡智能配电网用户网络类别	115
6.2 配电网中工业负荷数学模型	118
6.3 智能配电网最优负荷调度分配模型	122
6.4 民用负荷的特点与调度	125
6.5 智能配电网的故障分类	131
6.6 智能配电网故障的网络重构	134
6.7 配电网故障后网络重构的负荷分配	138
6.8 配电网用户设备检修周期设计	144
7 变压器经济运行	148
7.1 变压器功率损耗	148
7.2 经济负载系数与良好运行区	153
7.3 负荷经济分配与调度	160
7.4 变压器经济运行区间	166
7.5 变压器的投切成本和节电效益	173
7.6 变压器最优投切策略	181
7.7 变压器节能降损	187
8 智能配电网与绿色能源	195
8.1 农村乡镇绿色能源	195
8.2 小水电的技术特点	199
8.3 农村太阳能发电电源	204
8.4 农村沼气发电	207
8.5 边远山区风力发电电源	211

8.6	电源设备检修最优化	214
8.7	用电负荷估计与预测	217
9	绿色能源最优化调度	225
9.1	绿色能源的季节性特点和电力调度	225
9.2	单一电源和多电源的配电网络	228
9.3	设备检修与设备状态检测	230
10	各级电力调度之间的配合	238
10.1	大电网调度分级管理	238
10.2	分级调度	242
10.3	电力用户负荷预测及调度	249
11	运行方式综合优化	254
11.1	计及无功补偿的变压器经济运行	254
11.2	配电网运行方式优化	261
11.3	三相无功补偿和三相不平衡	265
参考文献		271

1.1 配 电 系 统

在电力系统中，配电网主要起分配电能的作用。配电网通常按电压等级来分类，可分为高压配电网（35~110kV）、中压配电网（6~10kV）和低压配电网（220、380V）。在负荷率较大的特大型城市，220V 输电网也兼具配电的功能。由于历史、政治、经济及技术等诸多原因，目前在我国已初具规模的城乡电网中，除 330、500kV 作为超高压输电电压，220kV 作为高压输电电压外，全国大部分地区都采用 35kV 与 110kV（东北用 66kV）为高压配电，而 10kV 为中压配电，220、380V 为低压配电。除东北地区实行 220、66、10、0.4kV 四级电压制外，全国大都采用了 220、110、35、10、0.4kV 五级电压制。

一些国家配电网主要采用的电压等级见表 1-1。

表 1-1 一些国家配电网主要采用的电压等级及拟整改电压等级 kV

国 家	现行的主要电压等级	拟整改电压等级
英国	400/275/132/66/33/11/0.415	400/132/33/0.415
法国	380/225/150/90, 63/20/5/0.38	380 (750) /225/90, 63/20/0.38
日本	500/275/77, 66/22/6.6/3.3/0.2	500/275/77, 66/22/0.2
德国	380/220/110/ $\left\{ \begin{array}{l} 60/25/5/0.4 \\ 25/10/5/0.4 \\ 25/6/0.4 \end{array} \right.$	380/110/20 (10)/0.4
美国	$\left. \begin{array}{l} 765/345/138 \\ 500/230/138 \\ 345/230/115 \end{array} \right\} /69/34.5, 23/12.5/4.16$	$\left\{ \begin{array}{l} 765/345/138/34.5, 23/低压 \\ 500/230/69/12.5/低压 \end{array} \right.$

按供电区的功能来分类，配电网也可分为城市配电网、农村配电网和工厂配电网等。城市配电网泛指对城区供电的 110kV 及以下电网。我国城市配电网大都是 20 世纪 80 年代之前形成的，随着城市经济的发展和人民生活水平的提高，城市负荷密度不断增加，用电量也迅速增长，城市配电网的规模和供电范围不断

扩大，电压等级也不断提高。典型的城市配电网包括变电站、配电站、开关站、环网柜、杆式变压器、电缆、架空线等主要的电气设备，如图 1-1 所示。

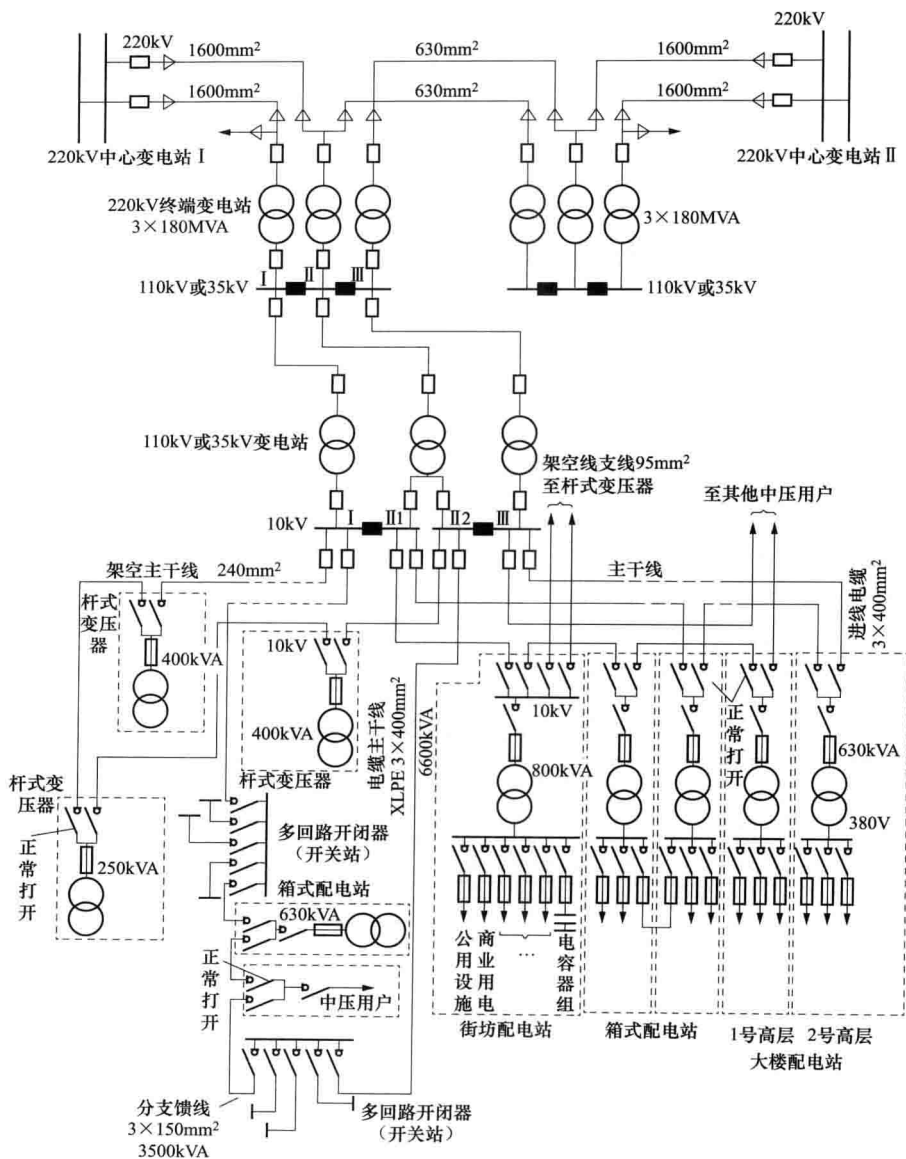


图 1-1 城市配电网接线示意图 (220kV 及以下电网)

—□— 分闸状态断路器； —■— 合闸状态断路器

相对于城市配电网，农村配电网的规模较小，电压等级也较低，但供电范围

往往较大，所以农村配电网的供电线路长，负荷分布不均匀，线路和变压器的负荷水平变化较大，因此网络损耗更大。我国很多地区的农村配电网由 10kV 线路、配电变压器、0.4kV 低压线路组成。工厂配电网是企业所独有的配电系统，根据不同工业的特点，工厂配电网的特点也不同，如钢厂配电网，相对来说单个负荷的容量较大、冲击性较强等。因此，很多企业的配电网存在谐波污染严重、功率因数低等电质量问题。

随着中国城市化进程，县一级的经济发展越来越快，高耗电企业越来越多，用电需求越来越大，配电网的网格化程度越来越高。随着计算机技术与通信技术的长足发展，通过对城乡电网的建设与改造，城乡电网的智能化水平得到了很大提高，已建成完善的 SCADA（数据采集与安全监控）系统，在户外断路器处安装馈线终端单元（FTU），并建设了密集的由 FTU 到配电自动化中心的通信网络。通过已有的设备，可以获得大量网络实时运行状态的数据，使得城乡智能配电网得到了很大的发展。

智能配电网的主要特性是配电自动化，其定义为利用现代电子技术、计算机、通信及网络技术，将配电网在线数据和离线数据、配电网数据和用户数据以及电网结构和地理图形进行信息处理，构成完整的自动化系统，实现配电网及其设备正常运行及事故状态下的监测、保护、控制用电和配电管理自动化。

FTU 馈线自动化的主要意义之一在于提高供电可靠性，即当配电网发生故障或异常运行时，迅速查出故障区段，及时恢复对非故障区域用户的供电，缩短停电时间，减小停电面积。基于通信的馈线自动化方案以集中控制为核心，综合了电流保护、FTU 遥控及重合闸的多种方式，能够快速切除故障，在几秒到几十秒的时间内实现故障隔离，在几十秒到几分钟内实现恢复供电。城乡配电网在馈线自动化的基础上，可扩展形成配电网数据采集和监控系统、配电地理信息系统、需求侧管理系统、调度员仿真调度、故障呼叫服务系统和工作票管理等一体化的配电综合自动化系统。

分布式电源可以提高供电可靠性，实现节能和环保双赢，因此在城乡智能配电网的电能生产中占有越来越大的比重。分布式电源的引入，使得传统配电网的运行和管理变得更加复杂。具体到继电保护方面，分布式电源引入，特别是在大量渗透到配电网的趋势下，必然会打破传统配电网的辐射形结构，使得配电网的运行模式发生根本性变革。

分布式电源给配电网保护带来的问题如下：

（1）使配电网故障电流方向和故障电流水平发生变化。分布式电源故障特性千差万别，且往往存在运行和输出不恒定的特点，准确可靠地捕捉故障电流实现故障定位具有很大的难度，这些都必然给配电网保护的配置和整定带来问题。同



时，分布式电源对不同阶段下的馈线自动化方式会构成怎样的影响，怎样协调保护来保证分布式电源的引入以及面向分布式电源的配电网保护新原理的探讨已成为全新的重要研究课题。

(2) 分布式电源并入配电系统运行时，由于配电系统运行方式变化、故障后网络重构等原因，可能会出现一个或若干个分布式电源孤岛运行的情况。这给配电网保护带来了以下两个问题：①孤岛检测保护如何准确有效地检测到孤岛；②孤岛内的保护如何协调配合来保证孤岛的安全稳定运行。这些问题的解决一方面要依靠配电网保护和通信设备的更新与进步，另一方面则需要积极探索新的保护原理与技术来适应分布式电源引入配电网的需求。

智能配电网是智能电网的重要组成部分。在智能电网的各个环节中，配电网担负着连接输电网及面向广大客户供电的重要职责，是构建坚强智能电网的重要组成部分。建设坚强智能配电网的意义如下：

(1) 建设智能配电网是既充分利用清洁能源又保证受端电网安全稳定的需要。通过坚强的配电网建设和智能化的配电网技术手段，可实现与特高压远距离输电网与大容量清洁能源的协调调度，为发电与用电的功率平衡提供调节能力，进一步改善受端电网的安全稳定，提高清洁能源的消费比重，促进节能减排，提高能源利用效率。

(2) 建设智能配电网是智能电网实现能量双向流动的关键支撑。智能配电网通过分布式储能装置及分布式电源的兼容接入与统一控制，获得配电网的大容量供需能力，从而为智能电网总体上安全稳定与经济运行奠定坚实的能量储备与供给基础。

(3) 建设智能配电网是实现与用户的良好互动、有效提升供电服务水平的重要手段。智能配电网通过电力企业内部系统的高度集成与深度整合，保证与用户侧良好互动的技术实现，通过与需求侧管理的协同管理，实现电力供应更为稳定可靠、经济优质、灵活互动、友好开放，引导客户科学、合理用电，提高电能使用的经济性和安全性。

1.2 智能配电网的关键特征和技术体系

在配电网加大融合与互动的基础上，智能配电网具有集成、自愈、互动、优化和兼容 5 个关键特征。

(1) 集成。通过不断的流程优化、信息整合，实现企业管理、生产管理、调度自动化与电力市场管理业务的集成，形成全面的辅助决策支持体系，支撑企业管理的规范化和精细化，不断提升电力企业的管理效率。

(2) 自愈。对电网的运行状态进行连续的在线自我评估，并采取预防性控制手段，及时发现、快速诊断和消除故障隐患。故障发生时，在没有或有少量人工干预下，能够快速隔离故障、自我恢复，避免大面积停电的发生。

(3) 互动。系统运行与批发、零售电力市场实现无缝衔接，支持电力交易的有效开展，实现资源的优化配置。同时通过市场交易更好地激励电力市场主体参与电网安全管理，从而提升电力系统的安全运行水平。

(4) 优化。实现资产规划、建设、运行维护等全寿命周期环节的优化，合理地安排设备的运行与检修，提高资产的利用效率，有效地降低运行维护成本和投资成本，减少电网损耗。

(5) 兼容。电网能够同时适应集中发电与分散发电模式，实现与负荷侧的交互，支持风电等可再生能源的接入，扩大系统运行调节的可选资源范围，满足电网与自然环境的和谐发展。因此，智能配电网的建设重点是在数字化电网信息化企业的基础上构建集成、自愈、互动、优化和兼容的柔性电网。

智能配电网技术体系如图 1-2 所示。

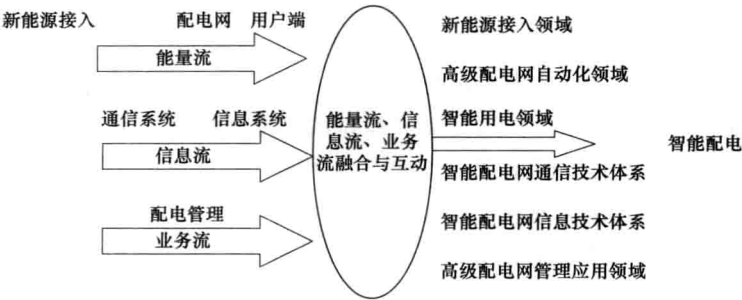


图 1-2 智能配电网技术体系

智能配电网主要研究领域包括新能源接入、高级配电网自动化、高级配电网管理应用、智能配电网通信技术体系、智能配电网信息技术体系以及智能用电领域，各领域研究主要解决的问题分别是智能配电网的兼容、自愈、优化、集成、互动。

1.3 智能配电网调度管理模型

在一般的电力系统运行中，电力调度是电网运行管理、倒闸操作和事故处理的指挥机构，每个调度员是保证电网安全、稳定和经济运行的直接指挥者。在电网运行中，任何不规范的行为，都可能影响电网安全、稳定运行，甚至造成重大

事故。如果电力调度员发生误判断、误调度引起误操作，将会给家庭、企业和社会带来不可估量的经济损失和政治影响。

电网调度存在的不安全因素如下：

(1) 调度员安全意识淡薄，未严格遵守规程，交接班不清或未认真了解系统运行方式，导致误下命令；使用逐项命令时，若当工作量大，操作任务比较繁重，拟写调度命令容易出现错误；在与现场进行核对的过程中，由于现场汇报不清或交接班时没有对工作交接清楚就匆忙进行操作也容易造成错误。

(2) 调度员安全责任心不强，使用调度术语不规范，凭经验主观判断，造成误下令。未严格执行调度操作管理制度，工作许可及工作结束手续不清，造成误送电；当线路工作有多个工作组在工作时，工作结束时没有全部回报工作终结就送电或者用户在未得到当班调度许可就在用户专用线上工作也容易造成事故。

(3) 延误送电。调度员执行意识淡薄，业务素质和心理素质差，对系统运行状况不清楚，特别在事故处理中，不知工作程序，延误对重要用户送电。

(4) 管理漏洞。班组基础管理存在漏洞，安全活动会开展不正常或流于形式，调度员安全意识淡薄，规程制度执行不严；班组对于一二次资料管理不到位，使调度员在调度运行中没有依据。

(5) 检修工作无计划性。这会造成设备的重复性停电检修，一是反映设备的检修质量不过关；二是反映检修工作的配合太差，客观增加调度员的工作量，也增添了电网运行的不安全因素。

智能电网中为了尽可能消除这些不安全因素，采用的较安全的调度管理模型如图 1-3 所示。

该模型基于当前五级调度模式：国家电网调度中心、大区电网调度中心、省级电网调度中心、地区电网调度和县级配电网调度，采用树形结构并用数字光纤通信；变电站（所）内采用智能现场总线技术（如 Lonworks）和 WiFi 结合的通信方式实现对电气设备的实时监控，同时提供 IP 网调试端口；用户端智能仪表（包括电量交易、用户设备测控、用户范围内的其他数据交互）和营业部之间通过终端接口或网关用 CDMA 或 3G 连接；对于已经采用智能控制的变电站及小区，可以添加协议转换服务器（如 Lonworks 的 iLon）和 DDE 服务器实现无缝连接与交互。

数字通信技术的发展和进步，使通信质量和速度都得到了很好的保证。同时，网络技术的发展为电网通信提供充足路由，分散控制技术又使电网自愈功能更加完善。



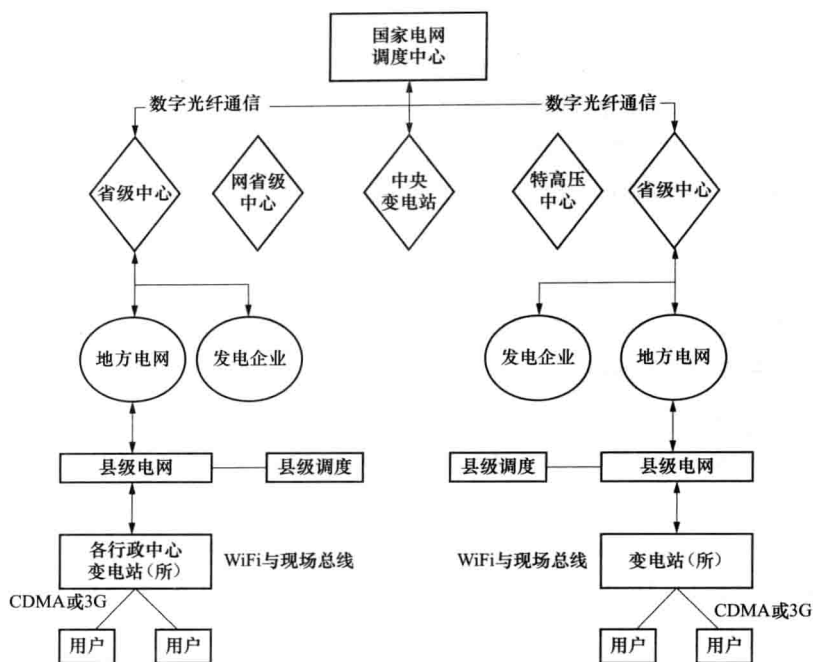


图 1-3 智能电网调度管理模型

1.4 配电网节能

在我国，配电网网损占总网损的 80% 以上，通过城乡电网改造，配电网网损率已大大降低，但损耗的电量还是很多。因此，我国电力系统，尤其是配电网，进一步降低网损的任务艰巨，潜力也很大。

1.4.1 配电网损耗的影响

电能转化为热能的过程就是电力设备发热的过程，是电能损耗引起的最突出问题，发热不仅造成了电能的损失，使导体温度升高，还促使绝缘材料加速老化、寿命缩短、绝缘程度降低，甚至出现热击穿，引发配电系统事故。例如，变压器的绝缘材料在 140℃ 时的寿命降低率是常规工作温度（98℃）时的 128 倍。尤其当建筑物内配电线路容量不够时，线路发热燃烧常常是造成电气火灾的直接原因。发热良导体接触部分的影响最为明显，配电网中相当多的故障是由于连接点处的电阻发热引起的。一般连接点处的接触电阻往往大于两端导体材料的电阻，即使在正常负荷电流情况下也会产生严重发热情况，加剧导体接触电阻上升，产生恶性循环，最终导致接触部分烧坏，引起故障。架空线的压接处与电力

电缆的中间接头处是事故多发点。

配电系统的损耗没有转化为有用的能量，因而白白浪费，而且还要通过通风、冷却等方式对热量进行散发，这也需要消耗电能。据统计，一般配电网的网损率在 3% 以上，严重非条件反射中达到 10% 甚至更高。这不仅意味着电能的损失，更表现在一次能源的大量浪费以及对环境的更多污染。因此，配电系统电能损耗产生的经济损失，体现在发、供、用电的各个环节，如果不采取措施降低配电系统的网损率，必然对国家能源利用、环境保护和企业经济效益产生不良影响，而且随着电力需求的不断增长，电量损失也会越来越大。

1.4.2 配电网的降损措施

降低配电网损耗的措施通常有：

(1) 简化配电网电压等级。我国已经广泛施行的城市和农村配电网改造工程要求做到从 500kV 到 380/220V 之间只经过 4 次变压。除东北部分电网采用 500、220、63、10kV 和 500kV 到 380/220V 5 个等级外，其他电网采用 500 (330)、220、110 (或 35)、10kV 和 380/220V 5 个等级，即高压配电电压在 110kV 和 35kV 中选择其中之一作为发展方向，非发展方向的网络采用逐步淘汰或升压的措施。

(2) 提高线路输送容量，优化利用现有的电力资源。建设新的输电线路、升级现有线路和使现有线路运行逼近它们的热稳定极限，是提高线路输送容量的三种主要方法。

(3) 合理进行无功补偿，提高配电网的功率因数。无功补偿按补偿方式可分为集中补偿和分散补偿两种。

1) 集中补偿。在变电站低压侧，安装无功补偿装置（电容器组），其配置容量按负荷高峰时的无功功率平衡来计算。安装无功补偿装置的目的是根据负荷功率因数的高低，合理、及时地投切电容器组，从而保证电网的功率因数符合要求（接近 0.9），减少高压配电网所输送的无功功率，使输电线路的电流减小，从而降低高压配电网的网损。

2) 分散补偿。电力用户所使用的大部分电气设备功率因数较低，工厂的电动机、电焊机的功率因数更低，为提高功率因数，要求大电力用户的变压器低压侧安装电力电容器组。其补偿原理与变电站的无功补偿大致相同，不同的是用户可采用随机补偿的方式，利用自动投切装置及时、合理地投切电容器组，保证电网的功率因数符合要求，从而减少配电线路的电能损耗。例如，在 10kV 线路末端进行无功补偿，如功率因数由补偿前的 0.7 提高到补偿后的 0.9，那么经过补偿后，线路电能损失减少 39.5%，节能效果显著。

(4) 加紧配电网的建设与改造, 更换高耗能设备。导线的电阻和电抗与截面积成反比。截面积越小, 电阻和电抗越大, 在输送相同容量功率的情况下, 有功和无功损耗更大。目前, 在配电网, 特别是农村配电网中, 部分线路的导线截面积小, 负荷重, 导致线损率偏高。此外, 配电网中存在相当数量的高耗能配电变压器, 其空载损耗、短路损耗、空载电流百分值、短路电压百分比等参数偏大。针对这些情况, 应抓紧网架建设, 强化配电网结构, 并按配电网发展规划, 有计划、有步骤地分期分批进行配电设施技术改造, 更换配电网中的残旧线路、小截面线路以及高耗能变压器。

(5) 降低输送电流, 合理配置配电变压器。

1) 提高配电网运行电压水平, 降低线路输送电流。若变电站主变压器采用有载调压方式调压, 调压比较方便, 根据负荷可随时调节主变压器的分接开关, 保证配电网电压处于规定的波动范围之内, 避免负荷高峰期间配电网的电压水平过低而造成电能质量的下降, 同时也可提高线路末端的电压, 使线路电流下降, 从而达到降损的目的。例如, 电压水平从额定值的 95% 上升到 105% 时, 线路所输送的电流降低 9.5%, 电能损耗下降 18.2%。同样道理, 对于用户配电变压器及公用配电变压器, 可根据季节的变化, 在规定的电压波动范围内合理调节电压变压器的分接开关, 尽量提高配电网的运行电压水平, 同样可达到降损的目的。另外, 还可以根据负荷的大小, 利用变压器并列经济运行曲线分析负荷情况, 合理切换, 实行并列运行或是单台主变压器运行, 减少变电站的主变压器损耗。

2) 提高配电网效率。另一项关键技术, 就是提高电气设备的效率, 尤其是提高配电变压器的效率, 具有重大的节能意义。从节能的观点来看, 因为配电网变压器数量多, 大多数又长期处于运行状态, 因此这些变压器的运行效率哪怕只提高 1%, 也会节省大量电能。基于现有的实用技术, 高效节能变压器的损耗至少可以节省 15%。

(6) 降低导线阻抗。随着居民生活水平的不断提高, 用电负荷与日俱增, 为了解决配电网线路过长、负荷过重的问题, 在允许的情况下, 将配电电源尽量引到负荷中心, 并且根据负荷情况, 合理选择配电变压器的分布点, 尽量缩小电源的供电半径, 避免迂回供电或长距离低压供电。此外, 无论是高压还是低压线路, 截面选择都对线损影响极大, 进行电网规划时要有超前意识, 准确预测未来几年的负荷发展, 避免因负荷预测不准而造成导线在短期内过负荷。在准确预测负荷发展的前提下, 按导线的经济电流密度选型, 并留有一定裕度, 以保证配电网处于经济运行状态, 可到节能的目的。

(7) 通过科学、合理的线损管理降低配电网损耗。由管理因素或人为因素造

