

绍兴电力科学发展 论文集

绍兴市电力学会 编



COLLECTED PAPERS ON DEVELOPMENT
OF POWER SCIENCE AT SHAOXING COUNTY

POWER SCIENCE

研究出版社

绍兴电力科学发展论文集



COLLECTED PAPERS ON DEVELOPMENT
OF POWER SCIENCE AT SHAOXING COUNTY

绍兴市电力学会 编

研究出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

绍兴电力科学发展论文集 / 绍兴市电力学会编. — 北京: 研究出版社, 2009.9

ISBN 978-7-80168-510-0

I. 绍… II. 绍… III. 电力工业—科学技术—文集
IV. TM-53

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第159065号

责任编辑: 之 眉 责任校对: 郑 燕

绍兴电力科学发展论文集

绍兴市电力学会 编

研究出版社出版发行

(北京1746信箱 邮编: 100017)

浙江天鸿印务有限公司印刷

开本: 850mm × 1168mm 1/32

印张: 11.5 字数: 290千字

2009年9月第1版 2009年9月第1次印刷

ISBN 978-7-80168-510-0

定价: 35.00元

(版权所有 翻印必究)

前言

电力行业这个关系国民经济全局的重要基础产业，它的发展和国民经济的整体发展息息相关，更是千家万户安居乐业的基本保障。绍兴市电力学会作为绍兴地区电力行业的主要学术团体，为积极探索实践科学发展观，进一步提高行业水平，丰富行业成果，推动理论创新，开拓建设新境界，特编写出版了《绍兴电力科学发展论文集》一书。

《绍兴电力科学发展论文集》一书，收录了2008—2009年绍兴市电力学会会员撰写的优秀论文，该论文集主要围绕“绍兴电力科学发展”的主题，内容涉及电网技术、发电技术和综合管理等专业。每篇论文均结合工作实际，有一定的理论实践价值，为各专业人士提供学术参考。

在文集的编印过程中，绍兴市电力学会和各有关单位相互配合，密切协作，做了大量的工作。

由于编者水平有限，时间仓促，文集错误和不足之处在所难免，不当之处望读者不吝指正。

编者
2009年8月

目 录 Contents

第一部分 电网技术

- ◇ 城市中压配电网接线模式的优化选择 3
- ◇ 自适应蚁群算法在电力系统无功优化中的应用 16
- ◇ 电磁型互感器原理差异性分析与应用问题讨论 25
- ◇ 变压器有载分接开关日常维护和检修实例 40
- ◇ 如何正确判断用露点法检测的SF₆气体湿度结果 48
- ◇ 不同调度自动化系统间参数及图形自动转换的实现 ... 57
- ◇ 电网运行风险评估及预控的作用及对策 65
- ◇ 基于不同SCADA系统的信息共享 73
- ◇ 基于61850的变电站子站端的Web services设计 82

- ◇ 双母接线电压切换回路隐患分析及防范措施 92
- ◇ 采取多种控制技术 延长阀控电池寿命 99
- ◇ 电气倒闸操作中一起异常现象分析 104
- ◇ 一起110kV GIS的放电现象处理 110
- ◇ Ghost软件在变电站计算机监控系统运行维护中的应用 ... 117
- ◇ 基于Delta逆变技术的不间断动态电压恢复器的研究 ... 126
- ◇ 一起所用变低压母线失电事故的探讨分析 137
- ◇ 考虑互感影响的变电站接地电阻短距离测量法 145
- ◇ 浅谈气体继电器校验的影响因素 151
- ◇ 500kV系统REB-103母差保护加装电压闭锁装置的探讨 ... 157
- ◇ 阀控式铅酸蓄电池的故障分析和维护 163
- ◇ 变压器油中溶解气体含量异常分析判断处理 171
- ◇ 变电所远动终端与调度自动化系统数据通信设计 179
- ◇ ZN12-40.5及ZN72-40.5型真空断路器拒分缺陷解析 ... 187
- ◇ 数字化变电站检修探讨 194
- ◇ 110kV电力变压器现场改造 200

◇ 浅谈IEC 61850在电力系统中的应用	207
◇ 城南变电所远动信号误码分析	212
◇ 主变冷却器电源监视回路的探讨	217

第二部分 发电技术

◇ 浙江浙能钱清发电有限责任公司#1炉 脱硫系统半干法脱硫效率计算公式的改进	223
◇ 浅析影响DCS响应速度的原因及对策	229
◇ 浅谈电厂在线化学仪表的故障处理及维护	238
◇ 渣溢水处理设备在火电厂的应用	245
◇ 管法兰用缠绕垫标准的运用及成效	252
◇ 纯低温余热发电技术在玻璃生产企业中的应用	264
◇ 引起粉仓自燃的原因探讨	270

第三部分 综 合

◇ 绍兴电力通信传输网络运行方式优化的探讨	279
-----------------------------	-----

- ◇ 新农村电气化建设中提高防灾抗灾能力的思考 290
- ◇ 新《民事诉讼法》对于基层供电企业电费债权保护影响浅析 ... 296
- ◇ “分割系数法”在小区域逐年负荷预测中的应用 304
- ◇ 通信光纤常见故障的分析与处理 310
- ◇ 灰色模型在电力项目投资风险分析中的应用研究 319
- ◇ 基层职工素质浅析及提高职工素质的措施 330
- ◇ 需求侧管理在电力系统运行中的应用探讨 337
- ◇ 推行客户安全用电服务模式的探索 346
- ◇ 浅谈编写变电工程可研报告中需重点注意的问题 353

第一部分

电网技术

朱子綱目

卷一百一十五

城市中压配电网接线模式的优化选择

闫景信

(绍兴电力局 浙江绍兴 312000)

摘 要 为了更科学地确定城市中压配电网最优的接线模式,综合应用层次分析法(AHP)和理想近似方法(TOPSIS),以解决中压配网接线模式选择的多目标综合决策问题。本文针对常见的中压配电网接线模式,给出在城市中压配电网建设改造过程中影响接线模式选择的评价指标因素集,将AHP和TOPSIS综合引入到中压配网接线模式的评价选择中来,借助Matlab 编程,利用层次分析法确定评价指标权重,然后根据各种接线模式的贴近度大小进行排序,从而得到最优的接线模式。此方法能更全面、更科学地比较不同接线模式的优劣,同时大幅减少了规划人员的工作量,并为规划设计人员提供科学全面的接线模式选择决策。

关键词 中压配电网 接线模式 层次分析法 理想近似法

一、前言

随着国民经济和社会的不断发展进步,国内电力体制改革的逐步推进,电力用户对供电可靠性、电能质量和供电安全的

要求越来越高。为满足电力客户的用电需求,作为电力市场主体的电力企业正积极落实《国民经济和社会发展第十一个五年规划》对电力行业提出的相关要求,继续推进城市电网建设和改造工作,以完善城市配电网,确保供电安全。其中,中压配网接线模式的选择对城市电网建设改造工作起着至关重要的作用,其结构的合理与否直接关系到城市电网的安全可靠性以及运行的经济灵活性^[1]。

中压配电网常用的接线模式很多,而且在选择具体的供电方案时须考虑供电可靠、操作安全、利于自动化、运行灵活、基建投资省、运行费用低、留有发展余地等基本要求,因此要判断某一地区采用哪种接线模式最合理,无形中增加了决策者选择的难度^[2]。

目前,有关对中压配电网供电模式的优劣评价主要是定性的分析^{[3][4][5]},到目前为止,系统的基于科学计算的量化分析比较还比较少^{[6][7]},并且存在评价的接线模式不够全面的问题。为了使规划决策更加科学合理,减少规划人员的工作量,有必要通过一定的优化计算和技术经济论证,对常用的接线模式进行分析比较。

本文针对常见的中压配电网接线模式,给出了城市配电网建设改造过程中影响接线模式选择的评价指标因素集,将层次分析法(AHP)和理想近似方法(TOPSIS)的综合方法^[8]引入到中压配电网接线模式的评价选择中来,借助Matlab 编程实现,利用层次分析法确定评价指标权重,然后根据各种接线模式的贴近度大小进行排序,从而得到最优的接线模式。

二、常用接线模式及其评价指标

(一) 常用接线模式

目前10kV中压配电网常用的接线方式主要有以下几种架空线路。

1. 架空线路

- (1) 单电源线辐射接线；
- (2) 不同母线出线的环式接线；
- (3) 两分段两联络接线；
- (4) 三分段三联络接线；

2. 电缆线路

- (1) 单电源线辐射接线；
- (2) 单环网接线；
- (3) 两联络双Ⅱ接线；
- (4) 不同母线出线连接开闭所接线；
- (5) 不同母线环网接线（三座开闭所）；
- (6) “N-1”主备接线^{[9][10][11]}。

电缆线路与架空线相比，安全可靠，易于实施，易于实现与周围环境相协调，但投资较大，不利于接入新负荷，运行维护困难；从供电可靠性、有功损耗、电压偏移、设备利用率等方面对以上接线模式等进行分析比较，如表1所示。

表1 中压配电网常用接线模式的技术经济比较排序表^{[2][9][10][11] [12]}

架空线路	常用 接线模式	供电可靠性 (AISI) (%)	有功 损耗 (MW)	电压偏移 (电压偏移 率) (%)	设备 利用率 (%)	单位负荷 年费用 (万元)
	单电源线 辐射接线 (S1)	99.995110	0.262789	1.027839	100	10.616945
	不同母线出 线的环式接 线 (S2)	99.996572	0.091188	0.259251	50	11.059077
	两分段两联 络接线模式 (S3)	99.996738	0.080276	0.247658	67	11.598765
	三分段三联 络接线模式 (S4)	99.996921	0.051235	0.238543	75	11.753659

续表1

常用 接线模式	供电可靠性 (AISI) (%)	有功 损耗 (MW)	电压偏移 (电压偏移 率)(%)	设备 利用率 (%)	单位负荷 年费用 (万元)
单电源线 辐射接线 (S5)	99.997381	0.084537	0.252986	100	11.869899
单环网接线 (S6)	99.997631	0.057582	0.219296	50	11.952895
两联络双II 接线 (S7)	99.997846	0.050418	0.189543	67	12.047832
不同母线出 线连接开 闭所接线 (S8)	99.998258	0.044796	0.127154	50	14.6131
不同母线环 网接线 (三 座开闭所) (S9)	99.999314	0.037543	0.118342	67	15.7382
“N-1”主 备接线 (N- 般取3或4) (S10)	99.997235	0.074775	0.270956	67	11.909687

(二) 评价指标

在城市电网建设改造过程中,中压配电网接线模式的优选,不仅要考虑供电可靠性、有功损耗、电压质量、设备利用率和单位负荷年费用等技术经济指标,还必须重点考虑对城市规划、负荷发展、用户增加等变化因素的适应性,以及今后将实施的配电网自动化升级等因素,需要统筹全面考虑进行接线模式选择。本文从4个方面建立中压配电网接线模式优选的评价准则:技术性、经济性、可实施性和适应性。其中技术性包括供电可靠性、有功损耗、电压偏移、设备利用率4个指标;经济性包括单位负荷年费用指标;可实施性包括易于运行维护管理、满足城市发展、满足市政要求和周围环境相协调4个指标;适应性包括新负

荷接入、配电自动化改造、近期远景结合3个指标。中压配电网接线模式优选的层次结构图如图1所示。

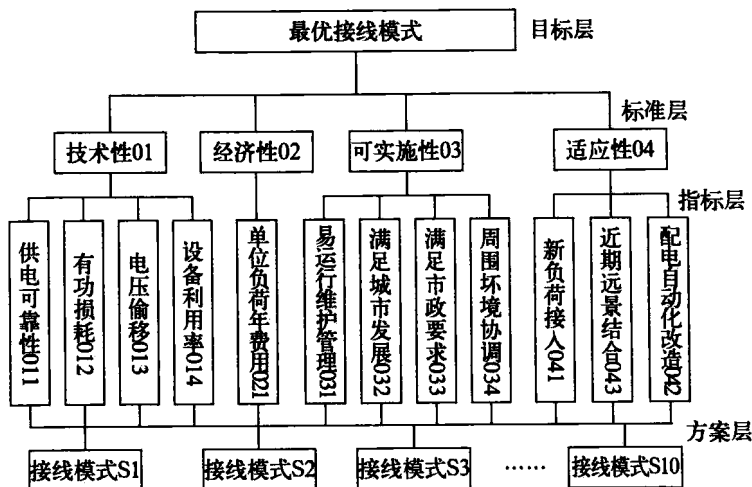


图1 中压配电网接线模式优选的层次结构图

三、AHP和TOPSIS的基本原理

（一）AHP的基本原理

层次分析法(AHP)^[13]是美国数学家T.L.Satty在20世纪70年代提出的一种多准则、多目标的复杂问题的决策分析方法。它将决策者对复杂的系统的决策思维过程实行数量化，为选出最优决策提供依据。到目前为止，AHP方法已广泛应用于30多个不同领域的规划决策。该方法通过判断矩阵导出排序权值，使权值在定性的基础上得以量化，结果更加客观。但该方法对评价指标值的排序处理，过于简单化，难以体现指标特性和集团特征。

（二）TOPSIS的基本原理

理想近似方法(TOPSIS)^[14]是由Hwang和Yoon于1981年提出

来的一种著名的多准则求解方法。该方法是一种比较简便易行的统计分析方法。通过对正理想解和负理想解的确定,将实际样本中的优值和劣值引入评价模型中,从而使评价结果能够充分体现评价对象的综合特性,使评价结果与实际更加接近。但是TOP-SIS 法由于评价指标权重确定问题,在层次性多元分析应用受到限制。

(三) AHP和TOPSIS的综合应用

将AHP和TOPSIS在层次性多元分析评价中进行综合应用,关键是在于评价过程中,运用AHP 法确定评价指标的权重,运用TOPSIS 法进行评价指标值的规范化和评价值的排序。通过两种方法的综合应用,可以吸收两种方法的优点,互补不足,使评价方法的应用领域更加广泛,同时可提高评价方法的易操作性和评价结果的客观性、准确性。

四、基于AHP和TOPSIS的中压配网接线模式选择

(一) 运算步骤

本文将AHP和TOPSIS综合应用,引入到中压配电网接线模式优选这个层次性多元分析评价中来,利用AHP法来确定各种接线模式的评价指标权重,然后运用TOPSIS法进行评价指标值的规范化和评价值的排序,根据各种接线模式的贴近度大小进行排序,从而得到最优的接线模式。具体步骤如下所示:

步骤1:构造评价指标层次结构。根据中压配电网接线模式的评价指标,构造评价指标体系结构:第一层为目标层,用于选择最优接线模式;第二层为准则层,分为技术性、经济性、可实施性和适应性四个准则;第三层为指标层,共用12个评价指标;第四层为备选方案层,包含10种常用的接线模式。中压配电网接线模式优选的层次结构如图1所示。

步骤2:构造指标判断矩阵。根据国内常用接线模式的评估

计算数据以及专家经验打分，建立准则层对目标层的判断矩阵以及指标层对准则层的判断矩阵。

步骤3：计算评价指标权重及一致性检验。对各指标判断矩阵，用乘幂法计算出各判断矩阵的最大特征值和相应的归一化特征向量，即单排序权重向量。然后对计算所依据判断矩阵进行一致性检验和随机一致性检验。若判断矩阵符合一致性条件，指标权重值符合要求，否则需对判断矩阵重新调整，重新计算权重向量。

步骤4：总指标权重计算确定评价指标权重。利用各层次的评价指标权重向量，计算出评价指标的总权重向量，并对总权重向量进行一致性检验。若符合一致性条件，总指标权重向量符合要求，否则需对判断矩阵重新调整，重新计算权重向量。

各判断矩阵及相应的指标权重通过计算机程序处理，结果见表2~表6。

表2 准则层判断矩阵

	01	02	03	04	W21
01	1	3	1/2	2	0.2863
02	1/3	1	1/4	1/2	0.0969
03	2	4	1	2	0.4348
04	1/2	2	1/2	1	0.1820
max =4.0458 CI =0.0153 CR =0.0170					

表3 技术性判断矩阵

	011	012	013	014	W31
011	1	7	3	5	0.5565
012	1/7	1	1/5	1/3	0.0542
013	1/3	5	1	4	0.2808
014	1/5	3	1/4	1	0.1085
max =4.1708 CI =0.0569 CR = 0.0633					