

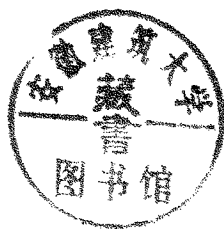
环境特性电网规划 关键问题研究

敖 培 著

上海大学出版社

环境特性电网规划 关键问题研究

教 培 著



上海大学出版社

· 上海 ·

内 容 简 介

随着煤矿生产建设的发展,对煤矿电网的投入越来越多,电网规模不断增大,电网结构日益复杂,管理的设备种类和数量也越来越繁多。快速发展的生产形势,对电网规划提出了更加严格的要求。因此,研究科学、合理的煤矿电网规划理论与方法对煤炭企业节约生产成本、提高经济效益都具有重大的现实意义。本书介绍了煤矿电网规划中一系列关键问题的理论与方法的最新研究进展,内容涉及基于组合系数诱导 IOWA 算子的负荷组合预测,基于混合多属性群决策理论的井下变电所选址评价,基于改进粒子群算法的径向基神经网络综合静态负荷建模,基于直觉模糊集的煤矿电网规划方案组合评估,基于 Visual Basic 6.0 和 MATLAB 7.0 混合编程的环境特性电网规划关键软件设计与开发,煤炭企业级电力云计算平台的构建等。

本书可供电力电子、自动化、计算机等相关专业的研究人员、教师、研究生、高年级本科生和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境特性电网规划关键问题研究/敖培著. —上海:
上海大学出版社,2015.7

ISBN 978-7-5671-1748-8

I. ① 环… II. ① 敖… III. ① 煤矿供电-电力系统规划-研究 IV. ① TD61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 146482 号

责任编辑 王悦生 封面设计 柯国富

技术编辑 章 斐

环境特性电网规划关键问题研究

敖 培 著

上海大学出版社出版发行

(上海市上大路 99 号 邮政编码 200444)

(<http://www.press.shu.edu.cn> 发行热线 021-66135112)

出版人:郭纯生

*

南京展望文化发展有限公司排版

虎彩印艺股份有限公司印刷 各地新华书店经销

开本 787×960 1/16 印张 16 字数 287 千字

2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5671-1748-8/TD·002 定价:58.00 元

前 言

煤矿供电系统是电力系统的一个特殊分支,一般由 35 kV 地面变电所、6~10 kV 中央变电所、各采区变电所以及工作面配电点组成。随着煤矿生产建设的发展,对煤矿电网的投入越来越多,电网规模也不断增大,电网结构日益复杂,管理的设备种类和数量也越来越繁多。快速发展的生产形势,要求煤矿电网规划必须与其相适应。按照研究问题的不同,煤矿电网规划可分为负荷预测、网架规划、无功规划、稳定性分析、短路电流分析等问题研究。由于煤矿电网规划的复杂性,本书总结了作者近年来的科研成果,介绍了负荷预测、变电所选址评价、负荷建模、电网规划方案评估、企业级电力云计算平台构建及电网规划应用实现等关键问题的研究进展,旨在为煤矿企业制定更符合实际、更经济、更科学的电网规划奠定理论基础。全书内容共七章:

第一章,国内外相关问题研究现状。介绍负荷预测、变电所选址评价、负荷建模、电网规划方案评估、企业级电力云计算平台构建及电网规划应用实现等方面问题的国内外研究现状。

第二章,环境特性电网负荷组合预测。介绍基于组合系数诱导 IOWA 算子的负荷组合预测方法。

第三章,环境特性电网变电所选址评价。介绍井下变电所选址问题评价指标体系的建立,基于 HWA 算子和 T-HWA 算子的井下变电所选址群决策向个体决策的转化,以及基于多级模糊物元分析评价方法的井下变电所选址个体决策方法。

第四章,环境特性电网静态负荷综合建模。首先,介绍基于改进粒子群算法的聚类方法,在建模前减少负荷模型数量。然后,介绍基于改进粒子群算法的径向基神经网络,用以建立综合静态负荷模型。

第五章,环境特性电网规划方案评估。首先,介绍煤矿电网规划方案评价指标体系的构建。然后,介绍基于直觉模糊集的煤矿电网规划方案组合评估方法。

第六章,环境特性电网规划关键软件开发。介绍基于 Visual Basic 6.0 和 MATLAB 7.0 混合编程的环境特性电网规划关键软件的设计与开发。

第七章,煤炭企业级电力云计算平台的构建及电网规划应用实现。介绍煤炭企业电力系统云计算平台的构建,以及基于煤炭企业级电力云计算平台的电网规划应用服务的构建方法。

编写本书时,参考了国内外有关研究成果,在此对所涉及的专家和研究人士表示衷心的感谢。书中所列的参考文献可能不够全面,在此也对那些可能被遗漏文献的作者一并表示衷心的感谢。同时感谢河南省科技厅基础与前沿技术研究项目(编号:142300410163)、河南省教育厅科学技术研究重点项目建设基础研究计划(编号:13A413506)、河南师范大学新引进博士科研启动费支持课题项目(编号:qdl2136)、河南师范大学青年科学基金项目(编号:01116400031)的资助。

由于作者自身知识水平有限,书中难免存在不妥之处,恳请广大读者批评指正。

教 培

2015 年 3 月

目 录

第 1 章 国内外相关问题研究现状	1
1.1 电力负荷预测研究现状	1
1.2 变电站选址评价研究现状	2
1.3 负荷建模研究现状	3
1.4 电网规划方案评估研究现状	4
1.5 云计算在电力系统中应用研究现状	5
第 2 章 环境特性电网负荷组合预测	7
2.1 负荷预测概述	7
2.1.1 负荷预测的概念	7
2.1.2 负荷预测的基本原则和要求	8
2.1.3 负荷预测的内容及其分类	11
2.1.4 负荷预测的步骤	17
2.1.5 负荷预测问题的抽象化表述	18
2.1.6 负荷预测理念	24
2.2 环境特性电网负荷特性分析	27
2.2.1 灰色关联度	27
2.2.2 集对分析与联系度	29
2.2.3 模糊贴近度	31
2.2.4 基于综合相似接近度的环境特性电网负荷特性分析	32
2.3 基于相关因素的单项负荷预测方法	33
2.3.1 弹性系数法	33
2.3.2 产业产值单耗分析法	34
2.3.3 灰色递阶预测	35

2.3.4	神经网络预测技术	36
2.4	基于 IOWA 算子的组合预测方法及存在问题	36
2.5	基于改进 IOWA 算子的组合预测	38
2.5.1	基于 Dempster 合成法则的单项模型筛选	38
2.5.2	递阶层次结构下的组合系数确定	39
2.5.3	基于改进 IOWA 算子的组合预测基本步骤	41
2.6	算例分析	43
2.7	本章小结	47
第 3 章	环境特性电网变电所选址评价	48
3.1	变电所规划选址概述	48
3.1.1	变电所选址的特点	48
3.1.2	变电所选址的原则	49
3.1.3	变电所容量、数量的确定	50
3.1.4	变电所选址经典数学模型	54
3.2	影响井下变电所选址的因素分析及评价指标体系建立	56
3.3	混合型多属性群决策	58
3.3.1	混合型多属性群决策问题描述	58
3.3.2	混合型多属性群决策问题的分类	58
3.3.3	混合属性信息和群信息的集结次序	59
3.3.4	混合型多属性群决策问题相关集结算子	61
3.3.5	混合型多属性群决策问题的决策步骤	65
3.4	井下变电所选址群决策	66
3.5	基于多级模糊物元分析的井下变电所选址个体决策	68
3.5.1	模糊物元分析法	69
3.5.2	模糊物元分析中权重确定方法的改进	70
3.5.3	基于多级模糊物元分析的井下变电所选址个体决策流程	73
3.6	算例分析	75
3.6.1	算例 1	75
3.6.2	算例 2	78
3.7	本章小结	82

第 4 章 环境特性电网综合静态负荷建模	83
4.1 电力负荷建模概述	84
4.1.1 电力负荷建模的发展	84
4.1.2 负荷建模的基本概念	87
4.1.3 负荷模型对电力系统分析的影响	91
4.1.4 负荷模型在电力系统中的使用情况	94
4.1.5 负荷建模中应考虑的因素	95
4.1.6 负荷建模方法	99
4.2 基于改进粒子群算法的聚类方法	102
4.2.1 减法聚类算法	102
4.2.2 K-means 聚类算法	104
4.2.3 基于基本粒子群算法的聚类方法	105
4.2.4 基于改进粒子群算法的聚类方法	106
4.2.5 算例分析	107
4.3 基于改进粒子群算法的径向基神经网络	113
4.3.1 径向基神经网络	113
4.3.2 基于改进粒子群算法的 RBF 学习算法	115
4.4 环境特性电网综合静态负荷建模	115
4.4.1 模型结构未知的静态负荷特性描述	115
4.4.2 基于改进 RBF 神经网络的环境特性电网综合静态负荷 建模	117
4.4.3 算例分析	119
4.5 本章小结	130
第 5 章 环境特性电网规划方案评估	131
5.1 配电网规划概述	132
5.1.1 配电网的分类与供电要求	132
5.1.2 配电网规划的主要内容及基本流程	135
5.1.3 配电网规划基础资料	136
5.2 煤矿供电系统特点	137
5.3 煤矿供电的基本要求	138

5.4	煤矿电网规划方案评估指标体系建立	139
5.4.1	指标体系建立原则	139
5.4.2	煤矿电网规划方案评估指标体系	140
5.5	基于直觉模糊集的单项决策方法	143
5.5.1	直觉模糊集基本概念	144
5.5.2	直觉模糊集的运算及性质	145
5.5.3	基于 TOPSIS 法的直觉模糊多属性决策	146
5.5.4	基于投影法的直觉模糊多属性决策	149
5.5.5	基于 IFPOWA 算子的多属性决策	152
5.6	煤矿电网规划方案组合评估	156
5.6.1	多属性组合决策理论概述	156
5.6.2	基于直觉模糊集的煤矿电网规划方案组合决策	157
5.7	算例分析	162
5.7.1	算例 1	162
5.7.2	算例 2	164
5.8	本章小结	167
第 6 章	环境特性电网规划关键软件开发	168
6.1	VB 与 MATLAB 混合编程概述	168
6.1.1	VB 与 MATLAB 混合编程方法	169
6.1.2	几种混编方法的比较	173
6.2	环境特性电网规划关键软件的具体实现	174
6.2.1	环境特性电网负荷预测软件设计	174
6.2.2	环境特性电网变电所选址评价软件设计	178
6.2.3	环境特性电网规划方案评估软件设计	179
6.2.4	软件具体实现中的关键技术	183
6.3	软件运行效果测试	185
6.4	本章小结	188
第 7 章	煤炭企业级电力云构建及电网规划应用实现	189
7.1	云计算概述	189

7.1.1	云计算基本要素	190
7.1.2	云计算主要特点	190
7.1.3	云计算抽象层次	192
7.1.4	云计算部署方式	192
7.1.5	云计算中的服务组合	193
7.2	电力云概述	193
7.2.1	云计算的定义及特征	194
7.2.2	电力云研究进展	195
7.3	架构与 SOA 理论	197
7.3.1	架构理论	197
7.3.2	SOA 理论	198
7.3.3	IBM 的 SOMA	203
7.4	煤炭企业级电力云构建	204
7.4.1	构建煤炭企业级电力云的必要性	204
7.4.2	煤炭企业级电力云组成	205
7.4.3	煤炭企业级电力云系统构架	206
7.5	基于煤炭企业级电力云的电网规划应用构建	211
7.5.1	煤炭企业电网规划流程分析	211
7.5.2	煤炭企业电网规划服务鉴别	213
7.5.3	煤炭企业电网规划服务规约	219
7.5.4	煤炭企业电网规划服务实现	221
7.6	本章小结	223

参考文献	224
------------	-----

第1章 国内外相关问题研究现状

1.1 电力负荷预测研究现状

由于电力负荷预测的重要性,为了找到使用方便、精度高、计算快的预测方法,人们在理论和实践上展开了广泛的研究。总的来说,可以分为三大类^[1]:常规单一的负荷预测方法、经典负荷预测方法以及现代负荷预测方法。第一类方法包括专家预测法^[2-4]、类比法^[5]、主观概率预测法^[6,7]、负荷密度法^[8,9]、比例系数增长法^[10]以及弹性系数法^[11]等。第二类方法包括趋势外推预测技术^[12]、负荷回归模型预测技术^[13]、时间序列预测技术^[14]以及灰色预测技术^[15]等。第三类方法包括优选组合预测技术^[16]、专家系统预测技术、模糊预测技术^[17]、神经网络预测技术^[18]、小波分析预测技术^[19]以及空间负荷预测方法^[20]等。由于预测是在一定的假设条件下进行的,预测量发展变化规律具有多样性、复杂性和随机性(包含了许多不确定因素)的特性;采用单一的方法进行预测,在有些情况下,难以取得满意的预测效果。而设法将各种不同类型的预测模型组合起来进行组合预测(combination forecasting 或 combined forecasting),不仅可以集中更多的信息与预测技巧,而且可以减少预测的误差,显著改进预测效果。因此,组合预测目前已经成为众多学者研究的重点之一。

当前的电力负荷组合预测研究主要有两个方向:一是将学习优化算法与传统的单一预测模型进行组合^[21-26],例如模糊聚类与神经网络的结合,遗传算法与神经网络的结合等,这类组合预测技术多用在短期负荷预测中。二是将多个单一模型预测的结果进行加权组合^[27],在这些预测结果的基础上综合判断,给每个预测模型赋予不同权重,并由此得到一个预测效果更好的综合模型。这样在多个模型对同一问题进行负荷预测并得到预测结果的基础上,按一定的优化准则将各模型结果结合起来,可达到提高模型多方面描述问题的能力的目的,并使得拟合结果的预测精度得到提高。该方法建立在最大信息利用的基础上,集结了多种单一模型所包含的信息进行最优组合,各种综合模型间的差异主要在于权重系数确定方式的

不同,组合预测法的权重确定是一个关键的问题。

1.2 变电站选址评价研究现状

在电网规划工作中,变电站站址评价优选是一个重要环节,它是在负荷预测的基础上进行的,其结果又直接影响到整个电网建设的经济性和运行的可靠性。目前,国内外学者对于变电站选址评价问题进行了一些研究。文献[28]通过引入模糊综合评判的基本思想,建立了模糊评判模型,并将多种不确定因素和模糊因素用数值进行清晰表达,从而得出合理的综合评判结果。并以实际工程为例,利用模糊综合评判对影响站址选择的各个因素进行了综合分析,使选出的方案更具有科学性、合理性。文献[29]同样采用模糊综合评判方法对备选站址进行评判,并采用层次分析法确定与站址密切相关的各个因素相对总体目标而言的权重。以一实际变电站选址为例,选用模糊综合评判法建立数学模型,从而对四个备选站址进行校验与评价,兼顾多种与站址相关的因素,经过综合比较,得到整体最优的站址,验证了所采用评价方法的有效性。文献[30]尝试利用配电网 GIS 提供的地理空间信息和空间分析功能,获取若干可行待选站址和相关评价指标,进而建立模糊模式识别选址模型对备选站址方案进行综合评价。工程实例表明,该方法可以提高变电站选址的综合决策量化水平和可视化程度。为了全面考虑电网信息和规划区域内的地理空间信息,提高选址的科学性和工作效率,文献[31]提出了将数据融合技术应用于变电站选址问题中。采用从像素级数据融合的 D-S 证据理论到决策级融合的层次分析综合评判方法,为解决包含多因素的选址问题提供了新的思路。文献[32]针对变电站选址过程中有诸多不确定的模糊量的特点,在获取若干可行待选站址的前提下,提出了一种基于粗集——模糊识别理论的方法。对影响站址选择的各个因素进行综合考虑,将粗集理论中属性重要度的概念引入到变电站选址评价的权重确定过程中,并运用模糊模式识别理论对各备选站址的相关信息进行辨别,确定各备选站址在各标准或最佳条件下的相对隶属度和最优排序。文献[33]引入模糊系统理论,结合 500 kV 变电站的特点,建立和修正评价因素体系,利用多目标综合决策的方法进行二阶综合评判,使选址决策过程更为科学合理。文献[34]应用基于证据理论中的综合评判模型,吸收了 Fuzzy 决策中各指标权重分配的方法,运用了证据理论中用一对有序量来评价每一个指标的方法,结合指标赋权与信任测度评估,建立了变电站选址决策支持系统的决策模型。

综上所述,对变电站选址评价的研究虽然取得了一定的成果,但仍存在很多问

题,主要有四:一是,对选址评价指标选取科学性和合理性缺少详细的分析和论证,整个指标体系缺乏系统性;二是,评价过程往往仅由单个专家完成,缺乏客观性;三是,在评价过程中,仅对采用单一的实数或模糊语言描述评价指标的评价方法进行研究,而没有对采用实数和模糊语言混合描述评价指标的评价方法进行研究;四是,权重的确定往往采用一种主观或客观方法确定,具有一定的片面性。

1.3 负荷建模研究现状

对负荷模型的研究始于 20 世纪 50 年代末至 60 年代中期。随着计算机技术的发展,在恒功率、恒阻抗、恒电流模型的基础上,静特性模型以及等值电动机模型被提出。之后的数十年,原动机以及同步发电机、调速系统和励磁系统等模型有了更进一步的发展。进入到 70 年代末期并直到 80 年代,结合以往的研究成果,负荷建模研究者提出了统计综合法的研究方法,从此统计综合法与总体测辨法成为负荷建模研究的两种重要的研究方法。

近年来,国内外在电力负荷建模方面取得了不少重要的新成果。在总体测辨法负荷建模方法研究方面,文献[35]提出了非线性递推卡尔曼滤波建模法(NLRF),应用扩展 Kalman 滤波方法来辨识负荷模型参数,为负荷建模开辟了新的领域。在模型结构研究方面,主要是对机理式模型即三阶感应电动机并联静特性模型^[36-38],以及非机理式模型中的差分方程模型^[39, 40]开展研究;目前,人工神经网络模型也得到了大量应用^[41, 42]。在模型参数辨识算法研究方面,除了采用最小二乘法外,传统的优化算法如模式搜索法^[43]、非线性单纯形法等,以及各种进化优化算法,如遗传算法^[44, 45]以及粒子群优化算法^[46]等也得到了应用。在负荷特性聚类研究方面,文献[47-49]提出了基于日负荷曲线的建模思想,并在开展综合负荷建模思路取得卓有成效的研究;文献[50-55]基于实测响应空间对负荷动特性分类,提出了应用模糊聚类及灰色关联度聚类理论对变电站分类等方法,文献[56, 57]在负荷建模数据库和建模软件的开发方面也进行了大量研究工作。在负荷模型的有效性验证研究方面,文献[58]将广东电网动态负荷实测模型应用于电网仿真计算中,结果表明该模型在短路电流计算中得到的结果比 BPA 静特性模型更接近实际。在 2003 年“8·14”大停电以后,美国联合调查组在其最终报告中指出,以往采用的负荷模型与实际情况不符。为此美国电力科学研究院采用国际招标模式开展了负荷建模的总体测辨法的研究,现在已经取得了部分研究成果^[59-60]。

电力负荷建模发展到今天已经取得了许多理论和实践方面的成果,但是由于

电力负荷的特殊性,负荷建模问题目前仍然是电力系统中公认的难题,距离问题的彻底解决尚有相当远的历程。这些问题主要表现在:一些负荷建模的基础理论研究仍需进一步完善;负荷的时变性问题仍然没有解决;负荷特性的复杂性与负荷模型精简性之间矛盾仍没有解决。所有这些,都对今后的负荷建模研究提出了新的挑战。

1.4 电网规划方案评估研究现状

传统的电网规划方案评价工作主要包括可靠性^[61]、安全性^[62]、供电质量^[63, 64]等单项评估。文献[63]利用模糊综合评判方法给出了客观、全面、综合的电能质量评价指标,文献[64]在评估配电网可靠性时考虑了原始数据的不确定性,这在一定程度上改善了评估效果。这些工作从不同侧面、在不同程度上评价了配电网的技术水平,但缺乏整体性评价,对电网建设的直接指导性不强。文献[65]和文献[66]提出了电网规划综合评判决策方法,文献[67]和文献[68]应用了系统的量化综合评价理论,提出了较为全面的城市配电网综合评价体系和方法,但该评价体系主要侧重于对运行电网进行评价,缺乏对规划电网和规划方案的评估,仍不能有效解决电网近期规划与建设项目的实际问题。

目前在工程实际工作中,电网规划方案评估主要是通过正常方式下的潮流计算、短路容量校验、N-1 校验等手段验证电网规划方案对各种负荷预测水平的适应性,同时结合经济分析对各规划方案进行对比,实现规划方案的优选^[69, 70]。但是,这种规划电网评估方式中存在分析不够深入、角度不全、没有全面量化等问题。近年来,已有相关文献对于配电网规划方案的优劣判定问题进行了初步的探讨,并结合系统分析和评估理论提出了评估模型和方法。文献[71]在引入动态经济评估方法——净现值法的基础上,综合考虑可靠性对电网经济性的影响,同时采用敏感性分析法寻找对经济性影响最大的不确定性因素,从而有效分析了电网规划的资金效益,并对不确定性因素进行了处理。文献[72]则采用模糊评价方法,对电网规划的可靠性和经济性进行了综合评估,并在一定程度上处理了电网规划中的盲信息。

上述文献在评估电网规划的经济效益和提高电网规划的工作质量方面,做出了一定的贡献,但是这些评估工作还存在一些问题:一是,评价指标与评价内容的设置过于繁杂,部分评估结果对实际工作的指导意义不明显;二是,评价过程往往仅由单个专家完成,缺乏客观性;三是,指标权重的确定缺乏综合性和科学性;四

是,对评价判据以及评分标准的确定等分析尚不够深入。

1.5 云计算在电力系统中应用研究现状

云计算(cloud computing)是一种崭新的计算模式,它通过互联网提供自助式服务,快速部署资源或获得服务,具有强大的存储和计算能力,并且能够按需扩展和使用。将云计算引入电力系统,可以有效整合电力系统中现有的计算资源,为各种分析计算任务提供强大的计算与存储能力支持。目前,云计算在电力系统应用方面的研究仅处于理论探讨阶段,但已经取得了一些初步性的进展。

文献[73]中提出基于云计算的智能电网信息平台,给出了该平台的体系结构,并详细分析了新方法的可行性、优势及需要解决的问题。并针对智能电网状态监测的特点,结合 Hadoop 云计算技术,提出智能电网状态监测云计算平台的解决方案。研究云计算中的虚拟化、分布式存储与并行编程模型等问题,实现智能电网海量信息的可靠存储与快速并行处理。文献[74]指出,建设智能电网调度技术支持系统过程中,必须解决诸如海量数据的存储和处理、大计算量、系统的统一管理和弹性扩容、业务的灵活部署和调度,以及计算和分析能力的集成等技术上的关键点和难点。文中结合云计算技术的相关特性,就如何利用云计算的相关技术、优化支持系统基础平台建设进行探讨。文献[75]提出了一种基于云计算的智能变电站分布式计算,通过互联网实现节点的互联,通过智能采集模块实现所有设备信息的采集,采用分布式服务结构将功能进行抽象化处理,实现在 WebService 虚拟环境下的资源共享和协同工作,通过 Web 界面对设备的参数进行配置完成设备接入,实现界面直接访问变电站数据,提高了变电站的实时监测水平。文献[76]在分析云计算原理的基础上,探讨了云计算在电力系统中的应用,并对通过建设智能云计算平台整合优化电力系统软硬件资源的发展前景进行了展望。文献[77]从物理组成、系统架构、软件技术等方面详细讨论了电力系统云计算平台的实现。之后,展望了云计算在电力系统安全分析、潮流计算、系统恢复、监控、调度、可靠性分析等领域的应用前景。最后,讨论了电力系统云计算研究中有待解决的几个重要问题。文献[78]针对目前情况提出将“云计算”引入电力系统,利用系统内部广域网建立电力云。通过电力云最大限度地整合电力系统现有的计算能力和存储资源,为系统提供“超级计算能力”。文中还结合基于电力云的电网电能损耗分析和智能预警功能分析了在电力云的环境下的特点,阐明了电力云对于中国电网发展的意义。

综上所述,云计算在电力系统的应用研究主要集中在整体框架的搭建方面。

针对云计算在煤炭企业级电力系统中应用的研究尚属空白。近年来,随着煤矿生产规模的不断扩大,煤炭企业级电力系统正演变成一个积聚大量数据和信息计算的系统。这样的发展给目前的系统运行、高级分析以及未来电网规划都带来了巨大的困难。采用云计算技术,把分布在众多分布式计算机中的大量数据资源和处理器资源整合在一起协同工作,对解决煤炭企业级电力系统当前面临的问题具有重要的意义。

第2章 环境特性电网负荷组合预测

煤矿电网是电力系统的一个特殊分支,随着煤矿生产规模的不断扩大,机械化和自动化水平的不断提高,井下电力负荷特性也有了较大变化。根据井下负荷特性,研究适用于井下电力负荷预测的方法,准确预测负荷变化,是合理制定煤矿电网规划的基础,对保证整个电力系统可靠供电和经济运行具有重要的意义。

目前,负荷预测的单项模型较多,但任何一种模型都不能完全反映电力负荷的变化规律和信息。因此,对电力负荷进行组合预测已成为国内外学者的共识。基于诱导有序加权平均(Induced Ordered Weighted Averaging, IOWA)算子的组合预测模型,通过引进 IOWA 算子,对每个单项预测方法在样本区间上各个时点的拟合精度的高低按顺序赋权,以误差平方和为准则建立组合预测模型,可以提高预测精度。然而,在实际应用中该模型存在一些缺陷,本章针对这些问题进行了一些改进,并将该模型应用于实际煤矿井下负荷预测中。预测结果表明,采用本章方法预测煤矿井下负荷的精度高于各单项预测模型。

2.1 负荷预测概述

2.1.1 负荷预测的概念

电力系统负荷预测^[81-85]是根据电力负荷、经济、社会、气象等的历史数据,探索电力负荷历史数据变化规律对未来负荷的影响,寻求电力负荷与各种相关因素之间的内在联系,从而对未来的电力负荷进行科学的预测。

负荷预测对电力系统许多部门都起着重要的作用。例如,一年以上的中长期负荷预测是制定电力系统发展规划^[86-91]的前提,以日负荷曲线为预测对象的短期负荷预测则是制定日前发电计划^[93]的基础。负荷预测问题涉及电力系统规划和设计,电力系统运行的经济性、可靠性和安全性,电力市场交易等多个方面,它已成为现代化电力系统运行和管理中的一个重要研究领域。电力系统的主要任务是各类用户提供经济、可靠和高质量的电能,应随时满足用户的负荷需求量与负荷特