

学校编码: 10384

学 号: 17920131151031



分类号 _____ 密级 _____

UDC _____

廈門大學

碩 士 學 位 論 文

基于熵权的 TOPSIS 模型在变电站选址
中的应用研究

Research on the Application of Entropy-TOPSIS Model for
Substation Location

张永记

指导教师姓名: 吴翀 副教授

专业名称: 工商管理(MBA)

论文提交日期: 2016年3月

论文答辩时间: 2016年5月

学位授予日期: 2016年6月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2016年5月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘 要

变电站是电力系统的枢纽中心,其站址选择的合理与否不仅与投资总额、运维成本、社会经济发展等经济效益息息相关,更影响着电网的稳定、设备的可靠运行等安全因素。变电站的选址是一个复杂、综合的过程,其影响因素众多,既有定量的又有定性的,既有效益型的又有成本型的。论文从电网构架、经济效益、施工便利程度、自然环境、基础设施等五方面出发,构建了以系统位置等 16 个影响因素为评价指标的评价体系,并深入分析了变电站选址的基本原则及流程。在此基础上,根据构建的评价指标体系详细分析了宁德市 A 地区 220kV 乙变电站四个待选方案的各影响因素,建立评价指标体系原始数据矩阵,引入基于熵权的 TOPSIS 模型进行深入地分析和计算,并最终对四个方案进行优劣排序。论文所构建的变电站选址评价指标体系涵盖了变电站选址的影响因素,所采用的基于熵权的 TOPSIS 模型在变电站选址决策应用过程中,可以很大程度地避免决策的主观性和计算的复杂性,使变电站选址变得更加客观明了、简单清晰;其在多目标决策过程中的定量分析及准确的决策结果,可为变电站选址决策提供有力的参考。

关键词: 变电站选址; 熵权; TOPSIS 模型

Abstract

Substation is the hub of electrical power system. The location of substation influences not only the total investment, operational costs, social development, but also the stability of power system and the safety of equipment etc. The substation location is a complex and comprehensive process. The factors which influence substation location are various, some of them are quantitative, some of them are qualitative, some of them are benefit type, and some of them are cost type. Base on the grid structure, economic benefits, construction convenience, natural environment and infrastructure, this paper build an evaluation system of substation location. And this system contents 16 indicators, such as system position, outlets condition, and so on. The process and principles of substation location are also analyzed deeply in this paper. According to the evaluation system, this paper analyzes in detail of various influence factors of four cases of the location of 220kV Yi substation. The original data of the evaluation index system is build, and the data is calculated and analyzed by TOPSIS model which base on entropy. Four cases of substation location of 220kV Yi substation are sorted, and the case one is the best choose of 220kV Yi substation location. The evaluation index system build in this paper covers most of the factors which influence the substation location. And the TOPSIS model based on entropy can avoid the subjectivity of decision-making and the complexity of calculating greatly. It makes the substation location simply and clearly. The quantitative analysis and accurate decisions can provide powerful reference for substation location more believable.

Keywords: Substation Location; Entropy; TOPSIS Model

目 录

第一章 绪论	1
第一节 选题背景与意义	1
第二节 研究的方法	5
第三节 研究内容与结构	6
第二章 选址决策相关理论背景	8
第一节 选址理论的定义与选址理论体系	8
第二节 常用选址理论模型与方法	9
第三节 变电站选址方法	11
第四节 TOPSIS 变电站选址模型	13
第五节 本章小结	19
第三章 变电站选址评价指标体系与选址模型构建	20
第一节 变电站选址原则	20
第二节 变电站选址流程	21
第三节 影响变电站选址的因素分析	23
一、电网构架	23
二、经济效益	23
三、施工便利程度	24
四、自然环境	25
五、基础设施	25
第四节 变电站选址评价指标体系的构建	26
一、评价指标体系构建原则	26
二、评价指标体系的构建	27
第五节 基于熵权的 TOPSIS 变电站选址模型的构建	30
第六节 本章小结	32
第四章 基于熵权的 TOPSIS 模型在宁德市变电站选址中的应用	33
第一节 宁德市变电站建设概况	33

一、宁德地区电网概况	33
二、宁德地区经济发展与负荷预测	34
三、220kV 乙变电站建设必要性	36
第二节 宁德市 A 地区 220kV 乙变电站项目概况.....	37
第三节 待选站址方案分析	38
一、电网构架	38
二、经济效益	40
三、施工便利程度	43
四、自然环境	45
五、基础设施	49
第四节 基于熵权的 TOPSIS 变电站选址模型的应用.....	52
一、评价指标数据预处理	52
二、评价指标权重计算	55
三、加权规范化矩阵计算	57
四、正负理想解计算	58
五、欧氏距离计算	59
六、综合评价指数计算	59
第五节 本章小结	61
第五章 结论	62
第一节 结论	62
第二节 展望	63
附录	65
参考文献	67
致 谢	69

Contents

Chapter One Introduction1

 Section 1 Research background1

 Section 2 Research methods5

 Section 3 Research contents and structure6

Chapter Two Basic theories of location8

 Section 1 Definition and theoretical system of location8

 Section 2 Commonly used location theory and method9

 Section 3 Substation location method11

 Section 4 Substation location model design based on TOPSIS model13

 Section 5 Summary of this chapter19

Chapter Three Construction of substation location evaluation index system and model20

 Section 1 Substation location principles20

 Section 2 Substation location process21

 Section 3 Factors influence substation location23

 Subsection 1 Structure of power grid23

 Subsection 2 Economic benefits.....23

 Subsection 3 Convenience of construction.....24

 Subsection 4 Natural environment25

 Subsection 5 Infrastructure.....25

 Section 4 Substation location evaluation index system26

 Subsection 1 Construction principles of evaluation index system26

 Subsection 2 Construction of evaluation index system.....27

 Section 5 Substation location model design based on Entropy-TOPSIS model ..30

 Section 6 Summary of this chapter32

Chapter Four Application of substation location model based on Entropy-TOPSIS model on Ningde’s 220kV substation location33

 Section 1 General situation of Ningde’s substation construction33

 Subsection 1 General situation of Ningde’s power grid.....33

Subsection 2 Economic development and load forecasting of Ningde	34
Subsection 3 Necessity of construction of 220kV Yi substation.....	36
Section 2 General situation of 220kV Yi substation in Ningde A region	37
Section 3 Analysis of four cases of the 220kV substation which to choose	38
Subsection 1 Structure of power grid	38
Subsection 2 Economic benefits.....	40
Subsection 3 Convenience of construction.....	43
Subsection 4 Natural environment	45
Subsection 5 Infrastructure.....	49
Section 4 Calculation of substation location based on entropy and TOPSIS model	52
Subsection 1 Pretreatment of evaluation index data.....	52
Subsection 2 Calculation of evaluation index weight	55
Subsection 3 Calculation of Weighted normalized matrix	57
Subsection 4 Calculation of Positive and negative ideal solution.....	58
Subsection 5 Calculation of Euclidean distance.....	59
Subsection 6 Calculation of comprehensive evaluation index	59
Section 5 Summary of this chapter	61
Chapter Five Conclusion	62
Section 1 Conclusion	62
Section 2 Future research	63
Appendix	65
References	67
Acknowledgments	69

第一章 绪论

第一节 选题背景与意义

一、电力发展的必要性

电力工业作为重要支柱产业，深刻影响着经济发展和社会进步。二十世纪九十年代以来，随着中国社会、经济的不断进步，对电力资源的需求也随之不断扩大；电能的应用越来越广泛，从科研、生产到应用，从服务业、金融业、工业到农业，从城市、乡镇到农村，从基础设施建设到人民生活，各行各业都离不开它。

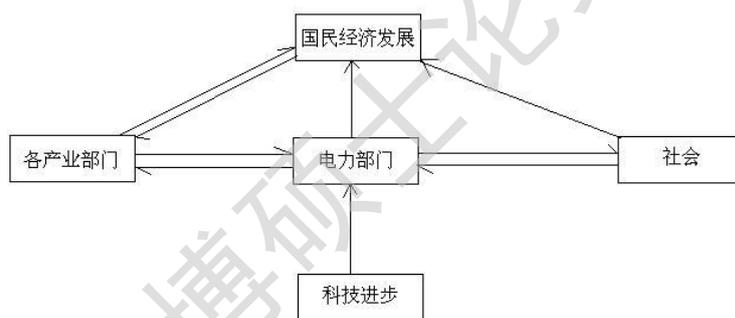


图 1-1 电力与经济协调发展模型^[1]

资料来源：张媛媛. 电力与经济协调发展_我国电力工业可持续发展研究. 华北电力大学, 2001.

(一) 经济发展需求

自二十世纪九十年代起，中国经济一直保持着高速增长，人均国内生产总值以接近年均 10% 的速度增长，全面小康社会的建设及工业、农业等生产过程的现代化使中国的经济、社会发展对电力愈加倚重。电力供应的可靠性和质量从 2002 年以来已成为一个影响中国发展的重大经济问题^[2]。据国家电网公司统计，2002 年全国共有 12 个省存在不同程度的缺电；2003 年形势变得更为严峻，缺电省份扩大到 21 个；到了 2004 年，缺电省份更是达到 24 个，占中国大陆省份总数的 77.42%，全国电力缺口超过 3100 万千瓦；2005 年上半年约有 26 个省面临着电力短缺，即便是到了 2011

年，全国夏季最大电力缺口仍达 3000 万千瓦。

随着经济和科技的不断发展，各行各业的生产活动对电力的依赖性将日益增强，对电能质量的要求也将越来越高。虽然 2008 年全球金融危机后以及现阶段国家进行经济结构调整，经济增速进入新常态，对电力的需求有所减缓，但国家要到 2020 年完成全面小康社会的建设，实现国内生产总值比 2000 年翻两翻的战略目标，在此之前国家仍处于工业化和城镇化的“双快速”发展阶段，预计 2010~2020 年均 GDP 增长率在 7.5% 左右，2020 年 GDP 达到 65 万亿（2005 年可比价）、人均 GDP 超过 7400 美元。2020~2030 年，中国将处于工业化进程稳步发展、产业结构调整升级和城镇化持续快速推进的阶段，期间中国经济仍将维持平稳、健康的发展态势，据预测中国在 2030~2050 年之间 GDP 年均增长率约 3%，到 2050 年全国 GDP 有望超过 220 万亿。经济的持续发展势必要求电力工业保持相应的发展速度，2010 年全国社会用电量 4.20 万亿 kwh，“十一五”期间年均增长 11.1%，2011 年和 2012 年用电量同比分别增长 11.7% 和 5.6%。据估计 2020 年全国社会用电量为 7.7 万亿~8.5 万亿 kwh，2010~2020 年年均增速达 6.8% 左右，2030 年全国社会用电量为 11.3 万亿~12.7 万亿 kwh，2020~2030 年年均增速在 3.9% 左右，而到 2050 年全国社会用电量将可能突破 14 万亿 kwh，2030~2050 年年均增速约为 0.78%。

同时，我国的人均用电量现阶段仍处于较低水平，2012 年我国人均用电量为 3675kwh，仅达美国的 27.93%，为日本的 46.26%；预计我国人均用电量 2020 年将达到 5830kwh，2030 年达 8259kwh，2050 年达 10000kwh^[3]。

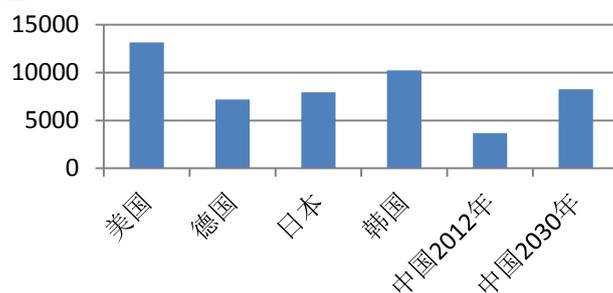


图 1-2 人均用电量国际对比

资料来源：笔者根据《中国电力年鉴—电力发展重大战略问题调研报告 2014》绘制

（二）电力对其他行业的影响

电力作为基础行业，对工业、农业及服务业均有着重大的影响，其中工业生产更是高度依赖电力，通过调查部分工业企业每年总能源消耗中电力、煤炭、石油和天然气等四类能源所占的比例，结果显示受查企业的能源消耗高度集中于电力，其比例达 82%，煤炭和石油则分别为 17% 和 1%，天然气用量几乎可以忽略^[2]。研究还表明，电力对资源性企业、设备制造业、原材料及能源加工业的影响作用较大，尤其是矿产开采及洗选、金属冶炼及加工、机械及器材制造、化学化工、设备制造等五个行业同时受电力的带动和促进作用更为明显^[4]。

从 2003 年美加大停电、2005 年莫斯科大停电到 2012 年 7 月连续两天的印度大停电等重大停电事故无不给社会稳定、人民生活及经济发展造成重大影响，如莫斯科大停电导致 43 辆地铁停运，造成 2 万多名乘客受困于气温高达 30℃ 的隧道中数小时；导致公路、街道的 236 个交通信号灯熄灭，并由此引发一连串的交通事故；导致大约 1500 人受困于电梯中^[5]。同时，停电还严重威胁了莫斯科的金融系统、通信系统、污水处理系统、化工厂、炼油厂等重要设施的正常运行，部分地区甚至发生了环境污染、人员伤亡及重型设备损坏。因此，充足的电力供应、可靠的电网运行、合理的电能布局及有力的电力行业管理不仅保证了电力行业本身的发展，也为各行各业的发展提供了有力保障。

二、电能的优点

电能作为优质的二次能源，可以由煤炭、石油、水力、风力、地热、潮汐、天然气、太阳、核等一次能源转化而来；同时，电能还可以通过输电网络供给不同地区、不同使用目的的用户，用户再根据各自的需求方便地转换成其他形式的能。

电能之所以有这么多的用途，主要是因为它用于以下几个优点：一是电能可以方便地与其它形式的能进行转换，一次能源通过发电机转换成电能，电能又可根据用户的需求转换成热能、光能、机械能等；二是大规模集中生产的电能可以通过各种电压等级的输电网络灵活地输送至用户，是理想的动力资源。电能可在电厂（如核电厂、火电厂、水电厂等）集中大量生产，并由超特高压输电线路远距离输送到负荷集中区，灵活、方便地分配给用户使用；三是电能使许多特殊加工工艺变成可能，如电化学、电焊等；四是电能可以充分调节地区资源限制，解决地区动力资源不足对工业发展的限制，使工业布局更趋于合理。同时，通过输电网络的互联，可以将某些电力富余地区的电能输送至电力紧缺的地区，如我国的西电东送工程就很

好地将西部地区富余的水电输送至东部沿海地区，促进了区域间的经济协调发展，提高了人民的生活水平；五是电能使工业生产自动化、远距离操作成为可能，提高了劳动生产率和改善了劳动环境。

世界各国均非常重视电力工业的发展，从电力设备制造、电力网络建设到用电设施的使用都不断地在扩大，电力新技术也层出不穷，电能已被广泛地应用于各行业、各领域，对促进社会的发展起到了极其重要的作用和意义。

三、变电站的作用

电力系统由发电、输电、变电、配电和用电等环节组成。在实际生活中，电源点与负荷中心往往不在同一区域，同时电能也无法实现大规模储存，因此电能的生产与消费必须时刻保持平衡，其生产、输送、分配与消费同时进行。电能的集中生产、分散使用、不间断供应以及负荷的随机变化等特点，限制了电力系统的结构与运行。但，随着技术的不断发展，电力企业通过在生产、输送与分配等环节设置相应的调度与控制系统，实现了对电能的调节、控制、保护与测量，确保系统能提供经济、安全、优质的电能。

变电站，作为电力系统不可或缺的组成部分，是变换电压、接受和分配电能、控制潮流方向、调整电压的场所，电力系统在变电站内通过变压器实现不同电压等级电网的联络，使得负荷潮流得以调节。变电站根据电压等级的不同可分为特高压、超高压、高压、中压和低压变电站；按在系统中的地位和作用，可分为枢纽变、区域（地区）变、终端（用户）变；根据安装位置的不同，可分为室内变、室外变、地下变、箱式变和移动式变电站。

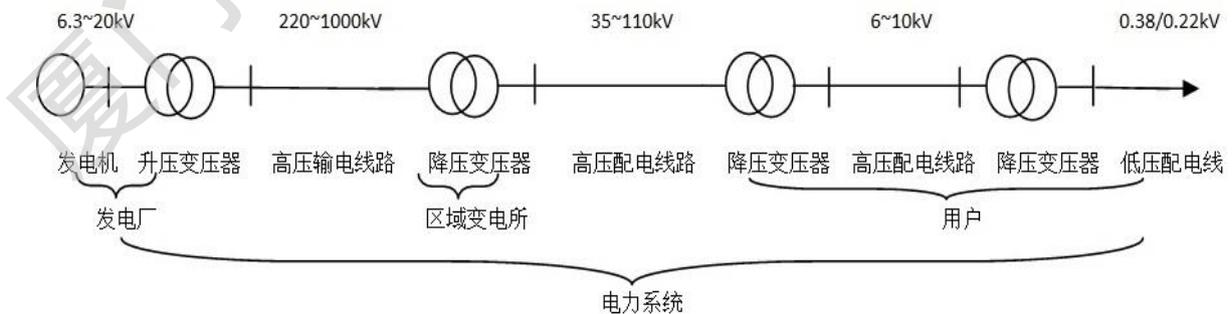


图 1-3 电力系统示意图

资料来源：根据公司资料整理，2015

四、变电站选址的意义

随着经济的增长、社会的进步和人民生活水平的不断提高，电网企业必须相应地进行电力网络建设以满足各方面对电力需求的日益增长，而在电网建设之前必须进行整体规划，规划的首要任务是确定拟建变电站的站址。因为变电站作为不同电压等级电网的联络点，既是负荷点又是电源点，是整个电力系统的关键组成部分之一，其站址合理与否将直接影响到整个区域电网的布局、供电质量、输电线路布置以及电网运行的经济性、安全性。变电站选址与电网规划是不可分割的，应同步考虑，科学、合理的变电站选址及供电范围设计可以在一定程度上减少跨区交叉供电，满足区域负荷需求，从而提高系统的运行效率，强化区域电网供电可靠性，使其免受需求侧震荡等外界因素的影响，确保系统的安全稳定运行。

第二节 研究的方法

选址，不仅对零售业、物流配送中心、客服中心、工厂企业等具有重要的影响，对诸如变电站、通讯基站等虽未直接接触用户的设施同样具有至关重要的影响。不当的选址，可能造成无谓的人力、物力浪费，实际问题却无法解决，从而导致企业社会形象的损坏、企业社会责任的缺失，也可能带来经济方面的损失。论文根据电力系统的特点，深入研究影响变电站选址的因素、选址原则及流程，并根据选址的相关方法与理论，通过基于熵权的 TOPSIS 模型对福建省宁德市 A 地区 220kV 变电站的四个待选站址进行计算分析，并进行优劣排序。主要的研究方法有：

查阅、研究相关文献，收集各种选址方法进行比对分析；同时，研究福建省宁德市及其下属 A 地区的电网结构与现状，分析拟建的 220kV 变电站四个待选站址的各种信息，通过分类、整理、比较分析，提炼出本论文研究的基础和出发点；

同时采用定性分析与定量计算的方法对影响变电站选址的因素、选址原则及流程进行深入探索和研究，运用所构建的选址模型对拟建 220kV 变电站进行实际的分析、计算，并提出最佳站址；

理论研究和实际工程案例研究相结合。综合运用数学建模、统计学等数学理论进行分析研究，通过数学模型对变电站备选站址进行计算分析。

第三节 研究内容与结构

论文在查阅大量国内外关于选址文献的基础上，研究、分析变电站选址的影响因素、原则及流程，通过采用基于熵权的 TOPSIS 模型对变电站多个地址进行对比分析，提出最佳的变电站站址。

论文总共分为五章。第一章为绪论，简要介绍了变电站选址的研究背景和意义、研究方法和基本内容框架。

第二章为选址决策相关理论背景，介绍选址的定义及理论体系，阐述各行业较为常用的选址理论与方法，并介绍了变电站选址的方法，如模糊灰色关联法、改进细菌觅食算法等，着重介绍 TOPSIS 原理、计算过程及其优缺点，并提出采用熵权改进 TOPSIS 模型。

第三章变电站选址评价指标体系与选址模型构建，简要介绍变电站选址的原则、流程，深入挖掘、分析影响变电站选址的相关因素，分析构建变电站选址评价指标体系的原则，在参阅国内外评价指标的基础上结合本工程的实际情况建立了变电站选址评价体系，为变电站选址研究所采用的计算模型提供依据；根据第二章所介绍的采用熵权改进的 TOPSIS 模型，建立基于熵权的 TOPSIS 模型的变电站选址模型，详细描述计算方法与过程。

第四章基于熵权的 TOPSIS 模型在宁德市变电站选址中的应用，首先简要介绍宁德地区的经济发展情况、电网结构与现状、变电站项目的背景资料，利用调研过程中收集、分析、整理的变电站项目相关数据，结合第三章提出的变电站选址评价指标体系及第四章提出的基于熵权的 TOPSIS 模型进行实证分析。最后，对模型计算结果进行分析、讨论并给出结论。

第五章进行论文的总结，提出变电站的最终站址，对论文进行总结，同时分析了论文研究的不足之处，对变电站选址提出相关建议。

论文的总体框架如图 1-4 所示。

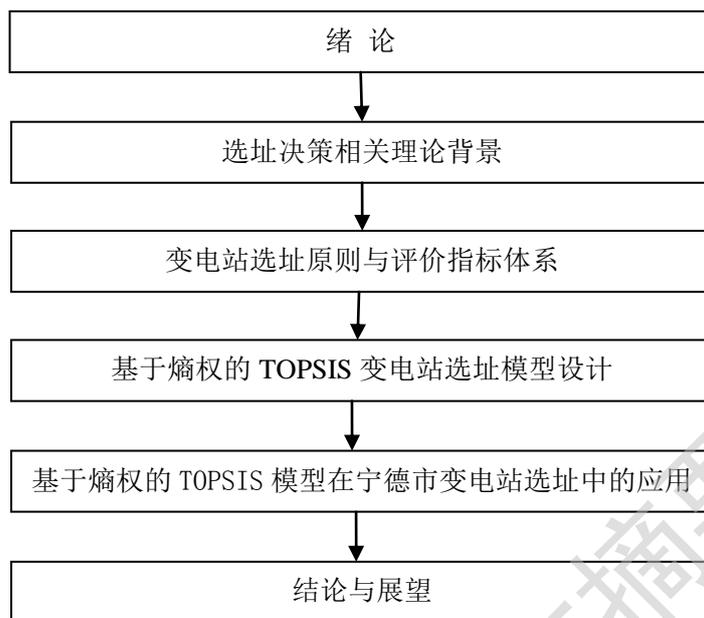


图 1-4 论文总体框架

资料来源：笔者根据论文内容整理，2015

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.