

Research on Long-Term Power Load Forecasting at Rural Areas during Urbanization Process

Yingjie Peng, Fangcheng Lv

Institute of Electrical and Electronic Engineering, North China Electric Power University, Baoding
Email: pengyingjie2008@163.com

Received: May 13th, 2014; revised: May 19th, 2014; accepted: May 26th, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Power load forecasting is the basis for network planning, which will directly affect the quality of network planning. With the advance of urbanization in China, the complexity of power load forecasting further deepened. To meet power load forecasting requirements and needs of long-term sustainable development at urban areas, the old and new problems about power load forecasting in the process of urbanization in rural areas are analyzed and the existing spatial load forecasting method is improved correspondingly. For the application example, power load of a country in Hebei province was predicted and checked. The research has important implications for reference and guidance in distribution network planning during the urbanization of rural areas.

Keywords

Urbanization, Load Forecasting, Spatial Load, Big Users

城镇化建设过程中的农村远期电力负荷预测研究

彭英杰, 律方成

华北电力大学电气与电子学院, 保定
Email: pengyingjie2008@163.com

收稿日期：2014年5月13日；修回日期：2014年5月19日；录用日期：2014年5月26日

摘要

电力负荷预测是电网规划的基础，其水平的高低将直接影响电网规划质量的优劣。随着我国城镇化建设的推进，电力负荷预测的复杂性进一步加深。为满足农村地区城镇化建设对电力负荷预测的要求，适应长期可持续发展的需要，本文分析了城镇化建设过程中农村电力负荷预测所面临的诸多新老问题，对现有的空间负荷预测方法进行了改进，并以河北某县为应用实例，针对该县在城镇化建设过程中的实际情况，对其电力负荷进行了预测及校核。研究结果对我国城镇化建设中的农村地区配电网规划具有重要的参考和指导意义。

关键词

城镇化，负荷预测，空间负荷，大用户

1. 引言

城镇化发展有利于促进农村地区经济社会的可持续发展[1]，提高人民生活质量和人口素质，是一个国家或地区发展到一定历史阶段的客观必然。

电力负荷预测是电网规划的基础，对电力电量平衡、主变定容选址、网架规划等环节具有重要的理论支撑作用。可以说，电力负荷预测贯穿于规划工作始终，预测水平的高低将直接影响电网规划质量的优劣。负荷预测已经有不短的研究历史，涌现了大量比较成熟有效的预测方法[2]-[8]。主要分为确定性预测方法和非确定性预测方法。确定性预测方法多把负荷用一个或一组方程来描述，负荷与影响其变化的因素之间有着明确的对应关系，包括回归分析法、时间序列法、负荷密度法、相关分析法、年最大负荷利用小时数法等。而非不确定性方法认为电力负荷的变化受众多模糊的、不确定的因素影响，它不可能用精确的显式数学方程来描述，包括专家经验法、神经网络法、模糊预测法、灰色模型法等。负荷预测的各种方法根据其自身的特点被应用于不同的场合。随着我国新型城镇化建设的推进，农村地区基本功能不断加强，人口迁移加剧、产业结构升级、生活方式及生活理念发生转变，负荷预测的复杂性进一步加深[2]。前瞻性的开展农村电力负荷预测研究，可以满足地区城镇化发展对电网安全稳定、灵活调度的要求，适应长期可持续发展的需要，具有重大的现实意义。

本文分析了城镇化建设过程中农村电力负荷预测所面临的诸多新老问题，对现有的空间负荷预测方法进行了改进，并以河北某县为应用实例，针对该县在城镇化建设过程中的实际情况，对其电力负荷进行了预测及校核。研究结果对我国城镇化建设过程中的农村地区配电网规划具有重要的参考和指导意义。

2. 城镇化建设过程中农村电力负荷特性分析

电力负荷预测是电网规划工作中对数据量要求最大、最为繁琐的一项工作[9] [10]。由于电力负荷预测工作本身的复杂性，常常存在历史数据收集不全的问题；此外，城镇化过程中，农村地区又往往面临着大面积的房屋拆迁、用地功能发生较大变化、拆迁计划时间难以控制等情况。农网电力负荷预测面临着诸多新老问题亟待解决，主要表现为：

1) 用电量快速增长。一方面，农村居民生活质量不断提高，生活理念、生活方式、生活习惯发生了转变，空调、冰箱、电动汽车等越来越普及，冬季传统煤炉取暖方式也逐渐向天然气、电采暖等方式转

变,农村居民生活用电负荷显著增长上。另一方面,农副业加工、农业生产、小商业、工业园区等迅猛发展,非居民生活用电量也日益增加。2003~2013年,国家电网公司县及县以下电网人均电量增长了2.3倍,农村居民生活用电量快速提升,农业生产用电量持续稳定增长;2006~2013年,农村发展、农业生产(含排灌)、农村居民生活用电量年均增长率分别达到18.4%、8.3%和15.1%。

2) 季节性特征明显。在雨季、夏季高温时期以及农忙时,农村的排涝、抗旱、打米等用电负荷会出现迅速攀升的现象,传统的季节性特征依旧比较明显;近年来,城镇化发展过程中,大量农村人口外出谋生,常住人口主要为老人和儿童,甚至有很多空巢户,人口转移规模庞大、时间集中,配变、线路等供电设施长期处于轻载或空载状态,电力损耗大,而到了节假日,特别是春节期间,用电负荷同时率锐增、供电紧张,农村用电逐渐形成了新的季节性特征。

3) 地域分布广、负荷分散。随着城镇化建设过程中,农村地区出现的“要素集约、产业聚集、居民聚居”的发展特性,负荷分散的局面有所改善,然而在一些周边偏远地区,交通落后,人们意识不强,经济发展的带动作用难以辐射到这些地区,农村配电网仍然要面临地域分布广、范围大、负荷分散的问题。以北京市怀柔区为例,其位于北京市北部远郊区,全区面积2122.6平方公里,至2020年,预计城镇化水平81.6%,而预计全区规划城镇建设用地约为47.8平方公里,只占全区面积的2.25%。

4) 新能源分布式发电不断涌现。新能源的不断开发,分布式发电技术的不断成熟以及城镇化进程中人们节能环保意识的不断提高,风力发电、太阳能发电等新能源发电方式将凭借其低价、便捷的特点不断涌现,自给自足式分布式电源开始逐渐进入农村地区的中小企业、普通家庭。分布式电源的迅速发展也使得电力负荷的增长情况更加难以把握;此外,分布式电源多采用清洁能源方式发电,尤其是风能和太阳能发电方式,此类电源受环境的影响大,电源的随机性强,这就增加了电网负荷的随机性,使得电力负荷预测的难度增加。

5) 差异性较大。由于区位条件、资源禀赋及经济社会发展基础不同,农村各个地区存在着城镇化建设阶段不同、地区功能定位不同等发展不平衡的现象。与此相对应,农村各个地区的用电负荷多种多样,差异性较大。因此在预测农村电力负荷时,要充分考虑到各地城镇化建设阶段的差异性和目标区域的特点,因地制宜地进行农村电力负荷预测工作。

3. 改进的空间负荷预测法

空间负荷预测是电力负荷预测中的一种重要方法[2][3],具有基础数据容易获得、简单方便、计算量小、灵活性强等特点,更容易适应城镇化发展的变化。传统负荷密度法多用于大中城市,在农村地区通常会出现区域划分不合理、负荷密度指标的选取不能适应当地具体发展情况等问题,针对农村地区城镇化建设的特点,本文对空间负荷预测方法进行以下改进。

3.1. 区域划分多级网格化

为满足城镇化建设过程中对电网的可靠性、灵活性的要求,在进行区域划分时应打破传统的划分方式,将规划区域按不同的条件划分网格,根据农村地区的发展特点,应分成两个级别,形成新式的划分法——多级网格划分法。

具体划分情况如下:

1) 大区划分(一级网格):

①在规划区各县区辖区范围内以乡镇、县、大型园区为单位划分大区。

②对于大区面积过大的情况,依据地区经济发展状况、现状开发深度、功能定位等因素进行适度细化,原则上大区面积不宜超过100平方公里(山区除外)。

2) 小区划分(二级网格):

①在大区范围内,根据各区控制性详规,按照单一功能最小化的原则(地块为单位),统计各区网格数、用地性质、占地面积。

②结合地区定位、开发深度、电网情况等适度合并小区,原则上一个小区含一座现状或是规划 35 kV 及以上变电站。

针对部分特殊地区,按需划分更多级网格。多级网格不用刻意的进行人为划分,每一级网格都是随着地区城镇化发展建而自然形成的。这样的划分维持了规划区原貌,规划人员可以直观、准确的分析当地的地理环境、负荷现状分布,可充分结合规划区城镇化建设,具有明显的优势。

3.2. 电力负荷预测

由于发展程度不同,各个小区的负荷预测模型也不同。县城发展中心地区由于负荷相对集中,且人口密度、生活方式、用电习惯与中等城市的情况较为相似,按照负荷密度法对其进行负荷预测。

通过对当地典型用户的负荷进行调研或根据负荷发展水平与国内其他地区在此经济水平下各类负荷的用电指标进行横向比较的方式,可得出各种负荷用地在负荷预测年的用电指标。设县城中心区有负荷 n 类,具体负荷大小可用公式(1)计算得到:

$$P = K_1 \sum_{i=1}^n A_i S_i \quad (1)$$

其中, P 为县城中心区的负荷预测值, Mw; K_1 为同时系数; A_i 为第 i 类负荷的负荷密度, Mw/m²; S_i 为第 i 类负荷的面积, m²。

农村地区电力负荷具有点多面广、地貌相对复杂、分布不均匀等特点,因此负荷密度法往往不能获得有针对性的预测值,不能很好的与当地发展相匹配。农村地区应以供电所为小区单位,按照负荷特点采用点面结合的方法进行预测。采用大用户 + 自然增长预测的方法对其负荷进行预测是一种较为合适的方式。大用户法以乡镇村办企业等波动性相对较大的主要负荷增长点为主,需调查供电所内大用户负荷历史增长及预测年前业扩报装情况,预测预测年大用户负荷;而自然增长预测法以农村居民生活用电、排灌等相对波动性不大的负荷为主,需调查供电所供电面积、公用配变所带供电用户负荷增长情况、农灌面积及历史灌溉负荷增长情况来预测各个供电所的负荷。

4. 河北某县电力负荷预测

河北某县总共分为三部分:县城、经济开发区、农村。其中经济开发区定位为高新产业发展区,位于该县西部,总面积 21.5 平方公里,占全县总面积的 5.0%,可容纳人口 1.5 万人。县城处于全县政治、经济和交通中心,是全县城镇开发的集中地,占地面积 22.69 平方公里。同时,由于毗邻市区的区位优势,又是承接市区产业转移的最佳地区。农村地区以农业为主,部分地区发展工业和商贸业,主要包括平原生态农业发展区和工贸主导发展区。

城镇化建设过程中,将重点发展高新产业园区、平原生态农业发展区和工贸主导发展区。考虑到县城与经济开发区紧密相连,将该县划分为两个大区,县城与经济开发区作为一个大区,农村地区作为一个大区。将经济开发区及县城进一步划分为 16 个小区。根据各种不同性质用地的用电指标计算值的选取,结合该县及经济开发区用地规划,16 个小区用电负荷预测结果详见图 1 及表 1。

该县农村地区共有供电所 7 个,按照供电所供电范围分为 7 个小区,根据大用户 + 自然增长预测的方法对其负荷进行预测,结果如表 2 所示。

综合县城、经济开发区及乡村地区负荷,得河北某县全县负荷,2015 年为 214.6 兆瓦,2017 年为 266.1

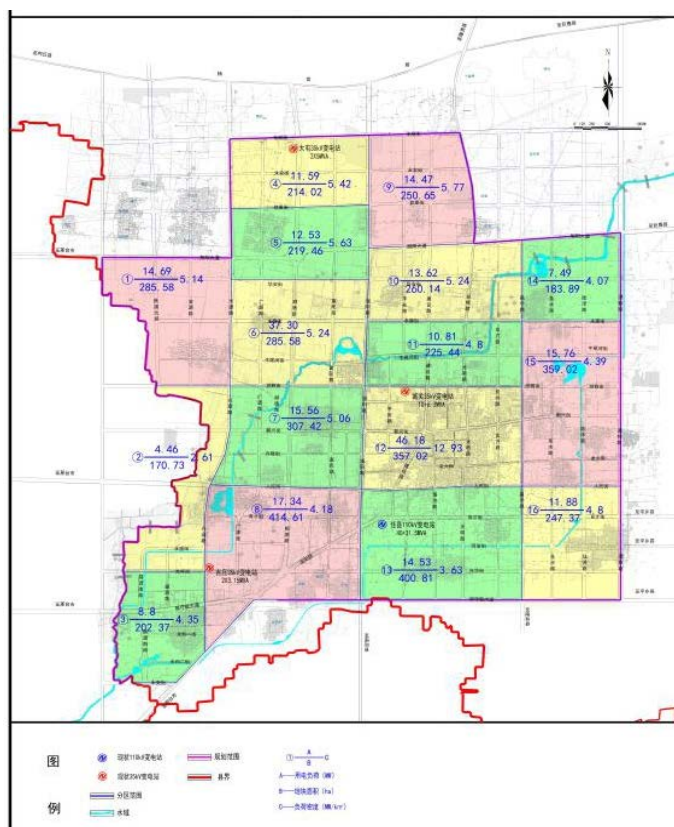


Figure 1. Grid division and power load forecasting of city zone and economic development zone of a country in Hebei province
图 1. 河北某县城区及经济开发区网格划分及各小区电力负荷预测

Table 1. Power load forecasting result of each district of city zone and economic development zone of a country in Hebei province (in 2020)
表 1. 河北某县城区及经济开发区各分区电力负荷预测结果(2020 年)

小区序号	占地面积(ha)	负荷(MW)	负荷密度(W/m ²)
01	285.58	12.65	4.43
02	170.73	5.54	3.24
03	202.37	6.98	3.45
04	214.02	9.19	4.29
05	219.46	10.79	4.92
06	320.70	15.31	4.77
07	307.42	14.34	4.66
08	414.61	13.75	3.32
09	250.65	12.07	4.82
10	260.14	10.80	4.15
11	225.44	8.57	3.80
12	357.02	17.48	4.90
13	400.81	12.52	3.12
14	183.89	5.94	3.23
15	359.02	13.50	3.76
16	247.37	9.42	3.81
总计	4419.3	178.85	-

取同时系数 0.75, 得最大负荷为 134.14 MW

Table 2. Power load forecasting result of rural power substations of a country in Hebei province
表 2. 河北某县乡村供电所负荷预测结果

供电所	2015年	2017年	2020年
郑庄供电所	34.79	39.1	46.56
天安供电所	25.83	28.47	32.97
岭南供电所	20.41	22.93	27.31
旧周供电所	19.07	21.23	24.92
桥东供电所	23.19	25.71	30.02
五孔桥供电所	10.33	11.5	13.5
大宋供电所	15.7	17.47	20.52
乡村区域总负荷	149.32	166.41	195.4

Table 3. Power load check of a country in Hebei province
表 3. 河北某县电力负荷总量校核

电力负荷总量(Mw)	2015年	2020年
改进空间负荷预测法	214.6	329.5
自然增长率法	218.0	326.3

兆瓦，2020年为329.5兆瓦。

采用自然增长率法，结合历史负荷增长情况，取增长系数为2005年至2012年平均增长率9%，2015年最大负荷达到218 MW，取“十三五”增速较“十二五”增速减少0.5个百分点，2020年最大负荷达到326 MW。如表3所示。

根据表3，可以看出改进的空间负荷预测总量与增长率法所得结果相近，符合河北某县负荷增长规律。

5. 结论

为满足地区城镇化发展对电力负荷预测的要求，适应长期可持续发展的需要，本文对城镇化建设过程中农村电力负荷预测所面临的诸多新老问题进行了研究，根据城镇化建设过程中的农村地区的发展特点，从区域划分和预测方法两方面对现有的空间负荷预测方法进行了改进，其在河北某县的预测结果说明了该方法的有效性。

参考文献 (References)

- [1] 冯海发 (2004) 农村城镇化发展探索. 新华出版社, 北京.
- [2] 王天华, 王平洋 (2001) 空间负荷预测中不确定性因素的处理方法. *电网技术*, **22**, 22-25.
- [3] 杨薛明, 苑津莎, 王剑锋, 等 (2006) 基于云理论的配电网空间负荷预测方法研究. *中国电机工程学报*, **26**, 30-36.
- [4] 康重庆, 夏清, 张伯明 (2004) 电力系统负荷预测研究综述与发展方向的探讨. *电力系统自动化*, **28**, 1-11.
- [5] 牛东晓, 陈志业 (2002) 具有二重趋势性的季节型电力负荷预测组合优化灰色神经网络模型. *中国电机工程学报*, **22**, 29-32.
- [6] 张伏生, 刘芳, 赵文彬, 等 (2003) 灰色 Verhulst 模型在中长期负荷预测中的应用. *电网技术*, **27**, 37-39.

- [7] 魏伟, 牛东晓 (2002) 负荷预测技术的新进展. *华北电力大学学报*, **29**, 10-15.
- [8] Chow, M.Y. and Tram, H. (1997) Methodology of urban re-development considerations in spatial load forecasting. *IEEE Transactions on Power Systems*, **12**, 996-1001.
- [9] 何晓萍, 刘希颖, 林艳苹 (2009) 中国城市化进程中的电力需求预测. *经济研究*, **1**, 118-130.
- [10] 范爱军, 王丽丽 (2007) 我国城镇化发展与农民收入增长的实证分析. *山东社会科学*, **3**, 79-80.