

空间负荷预测方法在浙江省科技城电网 规划中的应用

文 凡, 周 亚, 章 浩

(临安市供电局, 浙江 临安 311300)

摘 要: 负荷预测是电网规划的基础, 具有很强的科学性。影响负荷动态变化的因素中含有大量不确定性信息, 这些信息不能直接用定量的数值表示, 使用常规方法进行负荷预测得到的结果往往不尽合理。针对浙江省科技城的区域特点, 通过对负荷预测方法适用情况的分析, 确定采用空间负荷预测方法进行负荷预测, 以排除不确定性因素的影响。预测结果表明, 空间负荷预测方法得到的结果是合理的, 能满足电网规划的要求。

关键词: 浙江省科技城; 电网规划; 负荷预测; 不确定性

中图分类号: TM715

文献标志码: A

文章编号: 1007-1881(2011)10-0016-04

Application of Spatial Load Forecasting Method to Power Grid Planning for Zhejiang Scientific and Technological City

WEN Fan, ZHOU Ya, ZHANG Hao

(Lin'an Power Supply Bureau, Lin'an Zhejiang 311300, China)

Abstract: Load forecasting is the basis of power grid planning, which is highly scientific. Factors influencing the load dynamic changes include a large amount of uncertain information. These information cannot be directly represented by quantitative data, and the result forecasted by conventional methods leaves much to be desired. In consideration of the characteristics of Zhejiang Scientific and Technological City, the spatial load forecasting method is determined by analyzing the applicability of different forecasting methods to eliminate the influence of uncertain factors. The result of the spatial forecasting method is proved to be reasonable and meets the requirements of power grid planning.

Key words: Zhejiang Scientific and Technological City; power grid planning; load forecasting; uncertainty

电力负荷预测是电网规划的基础, 负荷预测的准确性直接影响规划工作的优劣。负荷预测是根据已知的用电需求并考虑对此有影响的经济、气象等因素, 研究用电负荷与主要影响因素之间的内在联系和发展规律, 预测未来的负荷变化趋势。由于负荷预测是根据电力负荷的过去和现在来推测其未来的数值, 因此负荷预测研究的对象不是确定事件^[1]。针对负荷预测的不确定性, 虽然目前已有许多关于负荷预测方法和模型的研究, 但各种预测方法都有一定的适用范围, 必须

根据实际规划情况进行选择。

1 负荷预测方法选择

为提升浙江省科技综合实力和区域创新能力, 推动产业转型升级, 浙江省政府于 2009 年作出了建设浙江省科研创新基地的决定, 并将以科创基地为基础, 进一步拓展打造以青山湖为核心、总规划面积达 115 km² 的浙江省科技城。作为创新产业发展的先导区, 浙江省科技城的建设在临安、杭州及浙江省的历史发展时期都具有重

要的战略意义。

作为省政府全新打造的规划新区，浙江省科技城的规划用地性质与现状相比变化较大。一方面，电力负荷预测所需的基础数据和资料严重缺乏；另一方面，即使能收集到部分历史数据，但因土地性质的调整及科技城自身的特殊定位，基础数据的参考价值也很有限。而以往在负荷预测中采用的分类电量、分类负荷以及总电量、总负荷的趋势预测方法需要详细的历史数据作为参考，并不适用于科技城的负荷预测。因此，结合目前掌握的科技城资料，以及对各种负荷预测方法适用范围的分析，认为空间负荷预测法是较为理想的选择。

空间负荷预测是配电网规划的基础，也是目前配电网规划的研究热点。空间负荷预测的理论最早由美国学者 H.Lee Willis 在 20 世纪 80 年代提出^[2-3]。相比于其它方法，采用空间负荷预测主要有以下优点：

(1) 有关部门提供了相对详细的用地规划、地块性质、建筑面积、建筑物构成等信息。

(2) 对于新开发的区域，缺乏历史的负荷数据，因此不能用趋势法来进行预测，而空间负荷预测法就不存在这样的问题。

(3) 电网中经常出现的负荷转移问题会对常规负荷预测方法的结果产生很大影响，而空间负荷预测法则不受其影响。

(4) 常规负荷预测方法很难考虑小区用地性质改变后的负荷发展情况，而空间负荷预测却可以做到。

2 空间负荷预测的数学模型^[4]

由于负荷预测受很多不确定性因素的影响，在利用空间负荷预测方法进行预测时，如何建立适当的数学模型以消除不确定性因素的影响是比较关键的问题。

空间负荷预测就是将土地按性质分成若干地块，再根据不同地块确定用电负荷。从数学角度看，空间负荷预测及其计算存在以下 3 种映射：

$$F(x, y) \xrightarrow{f_1} L(x, y) \xrightarrow{f_2} S(x, y) \xrightarrow{f_3} S_i \quad (1)$$

式中： f_1 将小区的特征 $F(x, y)$ 映射成土地使用面积 $L(x, y)$ ； f_2 将土地使用面积 $L(x, y)$ 映射成小区负荷 $S(x, y)$ ，即：

$$f_2: S(x, y) = \sum_{i=1}^m L^i(x, y) \times LC_i = \sum_{i=1}^m S^i(x, y) \quad (2)$$

式中： m 为土地使用类别个数； LC_i 为第 i 类的负荷密度； $L^i(x, y)$ 和 $S^i(x, y)$ 分别表示小区 (x, y) 的第 i 类土地使用面积和负荷。

映射 f_3 将小区负荷累加成系统负荷：

$$S_i = f_3[S(x, y)] = \sum_{x, y} S(x, y) \quad (3)$$

f_2 和 f_3 是式(2)和式(3)所表示的 2 个简单映射，而映射 f_1 是非线性的、随机的，与时间和空间都有关系，受主、客观因素双重影响，难以找到精确的数学关系。实际上， f_1 的变化就是土地使用的决策过程。对于一般地区，由于规划的不完整性和多变性，要获取详细且数十年不变的规划比负荷预测本身更困难。由于园区已有详细的用地规划，并且在执行过程中会得到法律和行政手段的保证， f_1 的映射相对明晰。因此，以上数学模型的建立能在很大程度上消除负荷预测中不确定性因素的影响，使空间负荷预测的结果更合理。

3 负荷预测分析

空间负荷预测法的预测步骤是：不同性质地块数据统计、规划用电指标、分类负荷预测等。根据预测结果权衡取值，最终确定负荷规划。

3.1 不同性质地块数据统计

浙江省科技城负荷分类根据规划部门的用地性质进行划分，最终确定规划区城市建设用地负荷分为 9 类：研究教育设施用地、居住用地、公共设施用地、工业用地、产业服务用地、对外交通用地、道路广场用地、绿地、旅游休闲用地。按照不同性质用地分类，在规划区域范围内按照街道以及用地性质，对每个小区进行详细编号。整理后得到如表 1 所示的用地统计数据。

由表 1 可见，科技城以研究教育设施用地、居住用地为主，占城市建设用地规模的 47.8%，用电量较高的公共设施用地占 12.98%。以上 3 种用地性质负荷将占据科技城负荷的主导地位。本文将重点针对这 3 类负荷密度进行详细分析。

3.2 规划用电指标

为了使负荷密度指标能够代表未来的发展情况，对已经得到充分发展的大中型城市同类型负荷的负荷密度情况进行调查，并以这些负荷密度

表 1 浙江省科技城用地统计数据

用地名称	用地面积/km ²
研究教育设施用地	7.14
居住用地	13.19
公共设施用地	5.8
工业用地	6.72
产业服务用地	0.62
对外交通用地	1.08
道路广场用地	3.84
绿地	5.41
旅游休闲用地	1.35
合计	45.15

指标作为规划区负荷密度指标设置的主要依据。同时, 对于地区特点明显的分类, 如工业和居住用地等再结合本地的实际情况进行设置。各类性质用地调研情况如下:

(1) 部分城市教育科研用地负荷密度指标调查结果如表 2 所示。

表 2 教育科研用地负荷密度指标调查结果

用地性质	用户名称	负荷密度 /(MW·km ⁻²)	负荷指标均值 /(MW·km ⁻²)
教育 科研	泰达大学	8.03	15
	天大科技园	14.58	
	浙江大学玉泉校区	31	
	家世界中学	1.21	

(2) 科技城规划建设了形态结构完整、配套设施齐全、环境优美、功能布局合理的现代化居住区, 规划建设包含多种住宅层次, 满足不同层次市民生活居住的需要。

国内部分城市典型小区的负荷密度指标调查结果如表 3 所示。

表 3 国内部分城市典型小区的负荷密度指标调查结果

调查对象	行业	负荷密度 /(MW·km ⁻²)	负荷指标均值 /(MW·km ⁻²)
上海漕河泾开发区	居民生活	30	42
上海青浦新区	居民生活	40	
上海新江湾城	居民生活	55	
天津	天津 TEDA 西区	45	

(3) 商业金融用地、文化娱乐用地的负荷密度指标调查结果如表 4 所示。

(4) 不同行业工业用地负荷密度指标调查结果如表 5 所示。

(5) 区内对外交通用地主要为公路用地, 负荷

表 4 商业金融用地、文化娱乐用地的负荷密度指标调查结果

类别	工程名称	建筑性质	负荷	负荷指
			密度 /(MW·km ⁻²)	标均值 /(MW·km ⁻²)
商业 金融	天津泰鸿大厦	商业	53	60
	青岛颐和美食城	商业	69	
	邢台工商银行营业楼	商业办公	70	
	常州富都大厦	商业	74	
	石家庄金融交易大厦	商业	57	
	深圳市金城大厦	商业办公	54	
文化 娱乐	上海市上海大厦	商业办公	56	40
	广州花园酒店	宾馆	49	
	北京市西苑饭店	宾馆	59	
	深圳市亚洲大酒店	宾馆	60	
	龙岩广播电视台	文化中心	37.8	
	时尚广场区	文化娱乐中心	34.5	

表 5 不同行业工业用地负荷密度指标调查结果

行业名称	负荷密度/(MW·km ⁻²)	行业名称	负荷密度/(MW·km ⁻²)
机械	45	制药	50
电子电器	60	印刷	60
服装	30	食品	25
纺织	50	化工	70
建材	30	汽车	30
塑胶	60		

密度指标为 20 MW/km²; 区内道路广场用地主要用于安排道路和停车场, 负荷密度指标按占地面积计算, 确定为 0.2 MW/km²; 另外, 结合科技城实际情况, 确定旅游休闲用地负荷密度指标为 8 MW/km², 产业服务用地负荷密度指标为 8 MW/km²。

根据以上分析, 结合科技城整体规划, 规划区域内不同性质用地负荷指标选取结果见表 6。

表 6 浙江省科技城用地负荷指标汇总

用地性质	详细分类	负荷密度指标 /(MW·km ⁻²)	需用系数
研究、教育设施用地		15	0.7~0.9
	一类居住用地	20	0.2~0.3
居住用地	二类居住用地	35	0.3~0.5
	商住混合用地	45	0.6~0.8
公共设施用地		45	0.6~0.8
一类工业用地		40	0.6~0.8
产业服务用地		8	0.3~0.5
对外交通用地		20	0.25~0.4
道路广场用地		0.2	—
旅游休闲用地		8	0.3~0.5

3.3 分类负荷预测

由于规划区各个地块的用地性质、用地面积等资料较详细,适合采用负荷密度进行地块负荷计算,即根据各个地块的用地性质、用地面积等详细资料,计算每个地块与规划相适应的远期负荷预测值:

$$L_i = S_i \times P_i \quad (4)$$

式中: L_i 为第 i 类用地的远期负荷预测值; S_i 为第 i 类用地区块的面积; P_i 为第 i 类用地区块的远期负荷密度。

根据表 6 负荷指标选取情况及科技城不同性质的用地数据,由式(4)计算得到远景年各类用地性质的负荷预测结果如表 7 所示。

表 7 浙江省科技城分类负荷预测结果汇总

用地名称	规划用地面积/km ²	远景年负荷预测结果/MW
研究、教育设施	7.14	85.18
居住用地	13.19	125.6072
公共设施用地	5.8	182.763
一类工业用地	6.72	188.168 4
产业服务用地	0.62	19.798 4
对外交通用地	1.08	21.52
道路广场用地	3.84	0.230 2
旅游休闲用地	1.35	4.319 4
合计	39.74	628.08

3.4 预测结果分析

经统计,未考虑同时率的总负荷合计为 628.08 MW;考虑同时率 0.6,则总负荷合计为 376.8 MW。合计得到科技城总预测负荷后,再用人均电力、人均电量、负荷密度 3 个指标进行校核。

(1)根据新区发展规划,新区远景年的人口将达到 30 万,规划区的总负荷为 376.8 MW,人均负荷约 1 256 W。与其他类似园区相比,该数值是合理的,因此预测结果合理。

(2)考虑科技城用电性质,取最大负荷利用小时数 5 000 h,则人均电量为 6 280.8 kWh,此

结果与目前发达城市的人均电量相当,故预测结果较合理。

(3)科技城的负荷密度为 8.34 MW/km²,与目前类似科技园区的负荷密度相近,表明预测结果合理。

5 结论

针对负荷预测的不确定性,结合浙江省科技城区域作为新建规划区的特点,分析了空间负荷预测方法的优势,并且给出了在科技城区域电网规划中的详细应用步骤。通过考虑了不确定性的空间负荷预测方法的应用,减少了以往负荷预测中对历史数据的依赖性,极大地消除了不确定性因素的影响,提高了预测的准确性。预测结果表明,应用本文提到的方法进行电力负荷预测,预测结果符合电网规划的要求,对其它类似的电网规划具有很大的参考价值。

参考文献:

[1] 谢勃.中长期电力负荷预测的不确定性模型研究与应用[D].南京:河海大学,2007.

[2] WILLIS H L,JAMES E D.Spatial electric load forecasting:a tutorial review[J].Proc.of IEEE,1983,71(2):232-253.

[3] 王明俊,于尔铿,刘广一.配电系统自动化及其发展(第 1 版)[M].北京:中国电力出版社,1998.

[4] 王天华,王平洋,袁钦成.空间负荷预测中不确定性因素的处理方法[J].电网技术,2001,25(1):22-25.

收稿日期:2011-04-21

作者简介:文 凡(1982-),男,湖北天门人,硕士,从事电力规划、经营管理等工作。

(本文编辑:龚 皓)

