

DOI: 10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2015.03.008

深圳电网负荷分类及构成分析

王若愚, 谢莹华

(深圳供电局有限公司, 深圳 518000)

摘要: 深圳作为我国的经济特区、全国性经济中心城市和国际化城市, 正在进行产业结构优化调整, 电网负荷特性也在随之变化。结合深圳电网实际情况, 对全网各 10 kV 馈线的负荷分类情况、分类负荷大小进行了调查和统计。并结合 2012 年夏大方式下电网拓扑结构, 运用容量加权平均方法, 最终确定网内各 220 kV 变电站 110 kV 侧的负荷构成特性。最后通过归纳分析, 确定深圳电网分类负荷的基本特性。

关键词: 负荷分类; 分类负荷大小; 容量加权平均方法; 负荷特性

中图分类号: TM714

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2015)03-0043-04

Analysis on Shenzhen Grid Load Classification and Composition

WANG Ruoyu, XIE Yinghua

(Shenzhen Power Supply Bureau Co., Ltd., Shenzhen 518000, China)

Abstract: To meet the high location of special economic zone, national economic center city and international city, Shenzhen is carrying out its industrial structure optimization adjustment. In this case, power load characteristics of Shenzhen grid are changing accordingly. In this paper, load classification and classified load value of 10 kV feeders of the current Shenzhen grid are investigated and organized. Volume-weighted average method is used to calculate load composition of the grid in top loading operation mode topological structure. By summing up the calculation results, classified load essential properties of the Shenzhen grid are given.

Key words: load classification; value of classified loads; volume-weighted average method; load characteristic

受近几年新一轮经济结构转型大潮的影响, 负荷特性正经历不断的变化过程。电网负荷的特性研究始终是电力市场的关键课题之一, 而负荷分类作为研究负荷特性的首要步骤, 已经成为指导后续电力系统的经济运行和规划最基本的考虑因素。对电网负荷进行相关分类并对不同类别的构成情况进行研究对电力系统负荷的建模、预测和规划具有十分重要的意义^[1-7]。

负荷研究的目的是在保证电网的安全和稳定运行、提高电网公司经济效益的前提下, 为后续摸索建立适用于电网的负荷模型和建模方法提供理论依据^[8]。在电网负荷建模的过程中若对所有供电区的负荷节点都采取统一的负荷模型, 则不能满足电力

系统对模型计算结果的精确要求。因此, 必须确定不同供电区的负荷分类及构成情况以支持更为准确的负荷建模^[9]。

1 研究背景

1.1 深圳城市定位

深圳市是一座日益国际化的城市。作为中国的第一个经济特区, 深圳自 1980 年就开始对外开放, 是中国与世界交往的主要门户之一。2009 年国务院公布的《珠江三角洲地区改革发展规划纲要(2008—2020 年)》, 第一次从国家层面赋予了深圳“一区四市”的战略定位: 即综合配套改革试验区, 全国经济中心城市、国家创新型城市、中国特色社会主义示范市、国际化城市。2010 年国务院批复的《深圳市城市总体规划(2010—2020)》明确深圳城市性质为我国的经济特区、全国性经济中心城市和国际化城市。

收稿日期: 2015-06-21

作者简介: 王若愚(1986), 男, 河南郑州人, 工程师, 硕士, 主要从事电力系统规划研究工作(e-mail) wang_ry@foxmail.com。

1.2 研究必要性

影响负荷特性的主要因素有经济发展水平、经济结构、气候情况及政策因素^[10]。根据2009年修订的《深圳产业结构调整优化和产业导向目录》，深圳市开启了产业结构优化调整的新局面。因此，有必要对深圳电网负荷进行相关分类并对不同类别的构成情况进行研究，为电网的负荷模型和建模方法提供理论依据^[11]。

深圳电网按行政区域划分，可分为10个供电区，各区域的地理条件和经济结构都有各自的特点。本文首先根据深圳电网的实际情况进行数据收集和材料整理，普查深圳全网的负荷类型；在此基础上，按照不同行业特性的分类选取一座典型220 kV变电站分析负荷构成；最终综合考虑每类负荷在总负荷中所占比例，研究分析将结果推广至深圳全网各供电区的负荷分类及构成特性^[12]。

2 基础数据收集

2.1 数据收集原则

深圳电网的负荷数据主要取自计量自动化系统和EMS系统(Energy Management System)，由其收集220 kV变电站下每回10 kV出线的负荷情况，并就所有数据以加权平均的方式进行统计，从而达到对220 kV变电站负荷分类大小进行计算。考虑到深圳电网负荷数据较多，如果对每一个变电站的负荷数据都进行收集，则工作量巨大，并且会引入过多人为因素导致收集数据存在偏差。因此，本次研究将结合深圳市电网已有的数据采集和监控系统开展相关工作。

2.2 负荷分类

深圳电网负荷以工业和商业为主，即负荷节点的性质受工业和商业负荷影响比较大，受农业负荷影响相对较小。因此本文重点考虑工业和商业负荷，其比例分布情况及特点将在后文中进一步展开分析，综合考虑。本文将深圳市电网负荷划分为工业负荷、商业负荷、居民负荷、其他负荷四个类别，其中其他负荷为包含机构、中小学等除工业、商业和居民负荷外的负荷类别。

2.3 数据收集范围

1)收集2012年夏季最高负荷时刻(即深圳全年最高负荷时刻)深圳市电网40座220 kV变电站及161座110 kV变电站下4 620回10 kV线路的有功

负荷数据，并对数据进行加权处理。

2)在经过整理后的负荷数据的基础上归纳110 kV和220 kV变电站下10 kV出线的用电负荷类别及不同类别所占的比例。

3)数据收集将首先通过110 kV变电站下的10 kV出线展开，最终与220 kV变电站下的10 kV出线共同汇总为各个供电区的负荷总量、分类特性及所占比例，具体收集流程参图1。

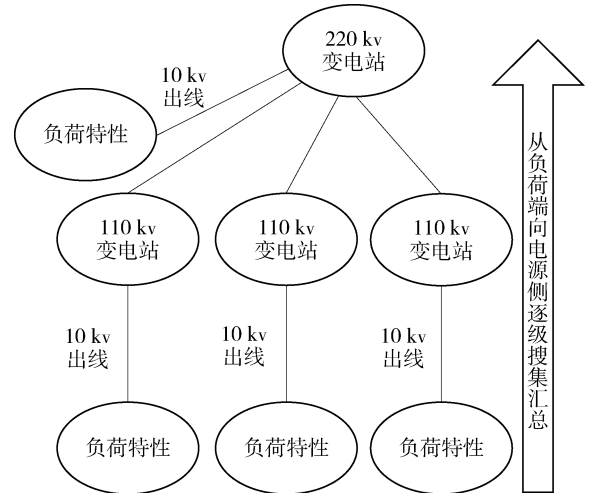


图1 数据收集流程示意图

Fig. 1 Data Gathering Process Diagram

3 典型站点数据分析

根据收集数据，综合分析不同供电区的分类负荷构成，得出深圳电网负荷的基本特性。以罗湖供电区的220 kV清水河变电站为例，详细分析各10 kV出线的的数据计算过程。220 kV清水河变电站分别供给110 kV红岭变电站、110 kV笋岗变电站、110 kV通心岭变电站、110 kV文锦变电站、110 kV布吉变电站和110 kV正坑变电站。此外，清水河变电站本身同样具有10 kV出线负荷。

前述研究已将负荷分类为工业负荷、商业负荷、居民负荷和其他负荷。以红岭变电站为例，其负荷由各个分类负荷累加而成，合计21 260 kW。其中，工业负荷类用户共1户，平均负荷128 kW，占比0.51%；商业负荷用户共34户，平均负荷累计9 672 kW，占比38.75%；居民负荷类用户共11户，平均负荷累计2 903 kW；其他负荷类用户42户，平均负荷累计12 260 kW，占比49.11%。其他110 kV变电站平均负荷数值同样依此方式累加得出。因此，清水河变电站平均负荷为其下全部

表1 典型变电站分类负荷大小

Table 1 Value of Classified Loads in a Typical Substation

电压等级/kV	变电站	工业负荷		商业负荷		居民负荷		其他负荷		总负荷/kW
		功率//kW	比例/%	功率//kW	比例/%	功率//kW	比例/%	功率//kW	比例/%	
220	清水河 10 kV	5 735	26.98	3 689	17.35	7 753	36.47	4 083	19.20	21 260
110	红岭	128	0.51	9 672	38.75	2 903	11.63	12 260	49.11	24 963
110	笋岗	998	3.44	8 595	29.66	5 369	18.53	14 018	48.37	28 980
110	通心岭	0	0	2 709	73.59	435	11.82	537	14.59	3 682
110	文锦	624	4.90	3 885	30.56	4 321	33.99	3883	30.54	12 712
110	布吉	11 137	35.10	12 203	38.46	3 473	10.95	4916	15.49	31 729
110	正坑	12 575	75.17	1 159	6.93	2 277	13.61	718	4.29	16 730
合计	清水河	31 197	22.27	41 913	29.93	26 531	18.94	40 415	28.86	140 056

110 kV 变电站平均负荷与直接供给 10 kV 出线的平均负荷累加值。推而广之, 深圳市变电站负荷数据皆以此种方式计算得出。清水河变电站分类负荷详细数据结果如表 1 所示。

4 深圳负荷调研

根据前述分析, 深圳电网 220 kV 变电站的负荷类型分为工业负荷、商业负荷、居民负荷和其他类型负荷。负荷占比的相异性使各个供电区呈现出不同的负荷特性。为了更准确地汇总深圳电网的负荷类型, 实现对各个供电区的负荷特性分类建模, 现将 10 个供电区 40 座 220 kV 变电站负荷不同类别占比的调研计算结果展示在表 2 中。

表2 各区域分类负荷占比

Table 2 Value of Classified Loads in Different Districts %

供电地区	工业负荷	商业负荷	居民负荷	其他负荷
罗湖	7.53	45.49	18.19	28.79
盐田	31.25	26.53	3.82	38.40
福田	14.45	48.24	1.56	35.75
南山	47.68	21.76	5.24	25.32
宝安	85.73	7.23	2.26	4.78
光明	91.71	2.84	1.17	4.28
龙华	82.62	7.53	4.91	4.94
龙岗	83.29	7.52	3.00	6.19
坪山	93.19	3.13	0.46	3.22
大鹏	69.12	6.24	1.09	23.55
合计	60.66	17.65	4.17	17.52

从表 2 中不难看出深圳电网工业负荷占全市负

荷比重最大, 比重超过 60%; 商业负荷与其他负荷次之, 平均占比超过 17%; 居民用电占比最小, 仅为 4.17%。伴随深圳市产业结构的优化升级, 深圳市工业负荷比重呈振荡缓慢下降的趋势, 因而导致主要负荷特性指标, 如最大负荷利用小时数, 缓慢振荡下降。而伴随人民生活水平的提高, 现代商业的用电负荷还会增加, 所以深圳市夏季的负荷率仍然会维持在相对较高的水平。

深圳的福田区、罗湖区和盐田区的工业负荷占比均不明显。作为深圳市的中心城区, 罗湖区和福田区的商业负荷占比曾一度达到 50%, 第三产业发展优势突出, 且各类机构、中小学等集中在中心城区, 其他类负荷占比较高。而盐田区以旅游、港口物流业的现代服务业发展势头良好, 其工业负荷、商业负荷与其他负荷占比相对平均。

除上述三个地区外, 其余地区都呈现出工业负荷占比水平较高的情况, 其中宝安区、龙华区和龙岗区作为深圳市的工业大区, 工业负荷均达到了 80% 以上。且由于地理区位因素, 以上三区无论是商业负荷、居民负荷, 还是其他负荷, 都呈现出一定程度的趋同性。光明、坪山作为新区, 先进制造业和战略性新兴产业发展加速, 以工业为主的第二产业发展迅速, 工业负荷占到全区负荷的 90% 以上。而南山区由于其高新技术产业优势凸显, 现代服务业的发展速度也较快, 其工业负荷占比并没有超过 50%, 而其他负荷的占比达到 25%。大鹏新区成立将近两年, 工业负荷呈现出高于全市平均水平的态势, 而商业负荷和居民负荷占比高于坪山和

光明新区, 全区电力整体运行平稳, 发展稳健。

5 结论

1) 深圳城市性质为我国的经济特区、全国性经济中心城市和国际化城市, 安全可靠的供电是对城市经济发展的有力保障。目前深圳正在进行产业结构调整, 负荷特性也在不断变化, 对深圳电网的负荷分类及构成分析进行研究对电力系统负荷的建模、预测和规划具有十分重要的意义。

2) 制定负荷数据收集及其归类方案。在考虑了负荷结构、负荷数据获取的难易程度、数据获取途径及本文研究目标的情况下, 结合深圳城市产业结构的优化调整, 将深圳电网的负荷数据分为四大类, 包括: 工业负荷、商业负荷、居民负荷和包含考虑机构、中小学等细分类别的其他负荷, 能更好地揭示深圳负荷特性的变化趋势。

3) 相对于传统的不完全归纳统计方法, 本文通过计量自动化系统对覆盖深圳全市的夏季负荷数据进行采集。对深圳电网所有 10 kV 线路的分类负荷占比进行统计、分析和汇总, 能够直观地展示深圳电网的负荷结构。所有数据均来源于计量自动化系统, 并运用 EMS 系统对不准确的数据进行修正, 确保数据的有效性。

4) 根据负荷分类特性及所占比例, 分别归纳出不同供电区的负荷特性。选取典型 220 kV 变电站进行分析, 从而得出整个供电地区的平均负荷数据由来及构成比例。并由此推广至深圳整个电网的负荷构成和负荷特性, 为保证电网安全稳定运行、有效提高电网公司经济效益, 以及后续建立适用于电网的负荷模型和建模方法提供理论依据。

参考文献:

- [1] 朱晓清. 电力负荷的分类方法及其应用 [D]. 广州: 华南理工大学, 2012.
ZHU Xiaoqing. Classification Method of Electric Power Load and Its Application [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2012.
- [2] 吴勇. 石化企业电力负荷建模及其应用研究 [D]. 北京: 华北电力大学, 2012.
WU Yong. Research on Power Load Modeling and Its Application in Petrochemical Enterprises [D]. Beijing: North China Electric Power University, 2012.
- [3] 姚文莹. 对广州电网实时负荷特性分析自动化系统建设的研究 [D]. 广州: 华南理工大学, 2012.

- YAO Wenying. Research on Automatic System of Real Time Load Characteristic of Power System in Guangzhou Grid [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2012.
- [4] 郑晓雨. 大电网实测负荷模型的实用化研究 [D]. 北京: 华北电力大学, 2011.
ZHENG Xiaoyu. The Practical Research on the Practical Load Model of Large Power Grid [D]. Beijing: North China Electric Power University, 2011.
- [5] 姚岳. 基于智能配电网的电力系统负荷建模及其影响分析 [D]. 太原: 太原理工大学, 2012.
YAO Yue. Power System Load Modeling Based on Smart Power Distribution Network and Its Influence Analysis [D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2012.
- [6] 黄梅, 贺仁睦, 杨少兵, 等. 东北电网负荷模型的应用 [J]. 电力系统自动化, 2005, 29(4): 85-87.
HUANG Mei, HE Ren-mu, YANG Shaobing, et al. Application of Load Model Classification in North East Power Network [J]. Automation of Electric Power Systems, 2005, 29(4): 85-87.
- [7] 李培强, 李欣然, 罗安. 基于数理统计和模糊聚类的变电站负荷特性判别比较 [J]. 中国电力, 2011, 44(1): 44-48.
LI Peiqiang, LI Xinran, LUO An. Load Characteristics Discrimination Analysis Based on Mathematical Statistics and Fuzzy Clustering [J]. Electric Power, 2011, 44(1): 44-48.
- [8] 李峰. 深圳市电力负荷特性分析 [J]. 建筑电气, 2007(9): 32-34.
LI Feng. The Analysis of Power Load Characteristics in Shenzhen [J]. Building Electricity, 2007(9): 32-34.
- [9] 张忠华. 电力系统负荷分类研究 [D]. 天津: 天津大学, 2007: 1-70.
ZHANG Zonghua. Load classification of power system [D]. Tianjin: Tianjin University, 2007: 1-70.
- [10] 深圳供电局有限公司, 深圳供电规划设计院有限公司. 深圳输电网 2013 年度滚动规划报告 [R]. 2013: 1-243.
Shenzhen Power Supply Bureau Co., Ltd., Shenzhen Power Supply Planning Design Institute Co., Ltd. Rolling Planning Report of Shenzhen Power Transmission Network in 2013 [R]. 2013: 1-243.
- [11] 李海坤. 深圳电网负荷模型研究 [R]. 北京: 北京清软创新科技有限公司, 2013: 1-265.
LI Haikun. Research on Load Model in Shenzhen Grid [R]. Beijing: BeingQingruan Creative Technology Co., Ltd., 2013: 1-265.
- [12] 章海静, 锁军, 张小庆, 等. 陕西电网负荷特性研究 [J]. 陕西电力, 2011, 39(1): 45-48.
ZHANG Haijing, SUO Jun, ZHANG Xiaoqing, et al. Power Load Characteristics Analysis of Shaanxi Power Grid [J]. Shanxi Electric Power, 2011, 39(1): 45-48.