

# 昆明市小区居民用电负荷调查研究

王建兴<sup>1</sup>, 刘静萍<sup>2</sup>, 朱文涛<sup>2</sup>, 陈靖<sup>2</sup>

(1. 昆明理工大学 电力工程学院, 云南 昆明 650051; 2. 昆明供电局, 云南 昆明 650011)

**摘要:** 对昆明城市电力网的高层住宅居民、多层住宅居民及电炊户居民这三类用电负荷进行分类负荷调查的方法, 利用数理统计原理对调查数据进行处理, 并与国内其他城市设计时采用的综合用电指标进行了比较, 为在规划设计阶段正确计算城区居民用电负荷区的负荷值, 以确定经济合理的供电方案提供了科学依据。

**关键词:** 城市电力网; 负荷; 调查; 用电指标

**中图分类号:** TM714 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2003)01-0049-04

## Investigative Research of Civil Load in Kunming City

WANG Jian-xing<sup>1</sup>, LIU Jing-ping<sup>2</sup>, ZHU Wen-tao<sup>2</sup>, CHEN Jing<sup>2</sup>

(1. Faculty of Electric Power Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650051, China;

2. Kunming Power Supply Bureau, Kunming 650011, China)

**Abstract:** Investigating the load of three typical kinds of power consumers in urban areas of Kunming: highrise dwellers, multi-storeyed dwellers, and those who take electric power as their living resources, the paper gets the comprehensive load guideline of Kunming by using a new classified method and mathematical statistics in data processing. Compared the result with several other domestic cities, the scientific criterion for the calculation of civil power of Kunming city is set up to choose the most economical scheme in the phase of planning and design.

**Key words:** urban power network; load; investigation; load guideline

## 0 引言

随着昆明城市建设和城市经济的快速发展,居民用电迅速增加且用电负荷结构也发生了很大的变化。目前昆明电网正着手制定“十五”规划,如何在规划、设计阶段确定城市居民区负荷并按此考虑供电方案及供电设施,是一个涉及技术经济的重要问题。近年来参考省外城市的设计推荐指标建设的一些供电设施,从实际运行的情况看,并不适合于昆明城市,这是因为居民生活用电负荷主要受城市所处地理位置、经济发展水平、电力供应条件、居民生活水平、习惯和气候条件等因素影响,而昆明市有别于其它城市的一个突出特点就是冬无严寒、夏无酷暑,这一特点决定了昆明城市供电有其自身的特殊性。随着电力体制的改革,电力部门已作为投资的主体,必须有一个科学、真实并具有弹性的居民用电指标,来指导经济建设符合城市经济发展的配电设施。因此,利用数理统计的原理与方法选择有代表性的不同性质的居民小区、住宅区作为调查对象,开展负荷调查工作以掌握昆明城区居民用电负荷的综合指标、用电特性和用电趋势等,对于昆明城市电网的建设与发展具有很强的紧迫性和十分重要的意义。

目前,在规划、设计阶段居民用电负荷的方法主要有两种:①用建筑物单位面积指标计算;②根据用户配置的用电容量乘以需用系数、同时系数计算。由于居民用电的影响因素多,现成资料少,因此应通过用户的负荷记录、负荷的实测资料、负荷调查等来确定各类负荷的估算依据。

本研究的居民用电负荷分三类进行调查研究:高层住宅区类、多层住宅区类和电炊户类。这些负荷在

收稿日期:2002-09-03; 基金项目:昆明城市小区用电负荷调查(昆明供电局委托)。

第一作者简介:王建兴(1964~),男,硕士,副教授;主要研究方向:电力系统规划与设计。

昆明市具有一定的代表性.调查采用面与点结合的方法,所得数据为统计数据,一般符合正态分布的统计规律.

## 1 统计数据处理的数学基础

利用数理统计的原理和方法对所收集的统计资料进行数据处理.数理统计方法就是应用概率论的结果,通过样本来了解和判断总体的统计特性的科学方法.这里所涉及到的主要是总体参数的区间估计,即:假设总体遵从正态分布  $N(\mu, \sigma^2)$ .对于预先给的置信水平  $1 - \alpha$ ,可用一个样本  $x_1, x_2, \dots, x_n$  的均值  $\bar{x}$  和标准差  $s$  来估计总体的均值  $\mu$  的置信区间.所谓置信水平是指,在来自不同样本的多个置信区间当中包含未知的总体参数的区间所占的百分比.置信水平一般取为 95%.本文中的置信区间都是 95%.

求总体均值的置信区间的方法是:由  $n$  个独立的、服从正态分布的观测组成一个样本,样本均值记为  $\bar{x}$ , 样本标准差记为  $s$ .对小样本、总体方差未知的情况总体均值的置信区间是:

$$\bar{x} - t^* \frac{s}{\sqrt{n}} \text{ 到 } \bar{x} + t^* \frac{s}{\sqrt{n}} \quad \text{d.f.} = n - 1 (\text{自由度为 } n - 1)$$

这里  $t^*$  是  $t$  变量的一个值,它可以根据置信水平(一般取为 95%)和样本个数  $n$  (自由度为  $n - 1$ ) 查  $t$  分布的统计表得  $t^*$  的值.

## 2 负荷调查的数据处理结果

各类用电负荷的负荷数据主要通过三个途径得到:①各配电室、开闭所的出线开关每个季度的负荷记录;②调查用户的建筑面积、用电设备及用电等资料;③安装于公用变压器低压侧的配变综合测试仪的实测数据.

### 2.1 高层住宅用电负荷调查数据处理结果

本次调查的高层住宅有明昌大厦和冶金勘测设计院住宅.其中,明昌大厦于 1992 年投入使用,共有两栋楼:1#楼有 25 层,共 130 户;2#楼有 22 层,共 134 户.而冶金勘测设计院住宅为 80 年代建设的高层建筑,有 15 层,共 90 户.

#### 2.1.1 用电负荷总体指标

高层住宅用电负荷总体指标数据处理结果见表 1.

表 1 高层住宅居民用电负荷总体指标表

项目	单位	明昌大厦	冶金院住宅	平均值
每户住宅建筑面积	m <sup>2</sup>	87.5	63.3	75.4
平均每户人数	人	3.42	3.23	3.325
户均年用电量	kW·h	1945	931.1	1438
人均年用电量	kW·h	569	288.6	428.8
每户平均电器装置容量	kW/户	6.32	3.76	5.04
年最大负荷利用小时数	h	1938	955	1447
需用系数		0.159	0.259	0.209
单位建筑面积的功率	W/m <sup>2</sup>	11.4	15.4	13.4
户均用电最大负荷	kW/户	1.0	0.975	0.988

#### 2.1.2 用电构成

照明容量占总容量的 7.965% (均值)、电热负荷容量占总容量的 48.105% (均值,其中电饭煲类负荷 14.120%,微波炉类负荷 7.175%,电沐浴器类负荷 9.035%)、取暖与降温负荷容量占总容量的 12.535% (均值,其中取暖器、油汀类负荷 6.440%)、其它家电负荷容量占总容量的 31.425% (均值,其中电吹风负荷 8.340%,电熨斗负荷 8.200%).

### 2.2 多层住宅用电负荷调查数据处理结果

本次调查的多层住宅有新迎 2# 配电室 546 开关出线供电居民户,新迎小区 3# 配电室 552 开关出线供电居民户,东华 1# 配电室 553 开关出线供电居民户,曙光 2# 配电室 555 开关出线供电居民户.均为 6~7 层的多层建筑.

#### 2.2.1 用电负荷总体指标

多层住宅用电负荷总体指标数据处理结果见表 2.

表 2 多层住宅居民用电负荷总体指标表

项 目	单 位	新迎小区	新迎小区	东华小区	曙光小区	平均值	标准差	95%置信度下 置信范围
		I	II					
每户住宅建筑面积	m <sup>2</sup>	59.1	55.9	53.8	67.6	59.1		
平均每户人数	人	2.77	2.74	3.05	3.32	2.97		
户均年用电量	kW·h	928.4	1 055	967.3	1 071	1 005	68.66	896 ~ 1 114
人均年用电量	kW·h	335.2	384.7	317	323	340	30.76	291 ~ 389
年最大负荷利用小时数	h	3 030	3 109	2 654	3 239	3 008	251	2 609 ~ 3 407
每户平均电器装设容量	kW/户	3.62	4.43	4.35	3.39	3.95	0.52	3.12 ~ 4.78
需用系数		0.085	0.077	0.084	0.1	0.09	0.01	0.07 ~ 0.11
单位建筑面积的功率	W/m <sup>2</sup>	5.18	6.07	6.77	4.89	5.73	0.86	4.37 ~ 7.09
户均用电最大负荷	kW/户	0.306	0.34	0.364	0.33	0.34	0.02	0.30 ~ 0.38

2.2.2 用电构成

照明容量占总容量的 7.330%(均值)、电热负荷容量占总容量的 49.170%(均值,其中电饭煲类负荷 17.023%,微波炉类负荷 7.685%,电沐浴器类负荷 8.165%)、取暖与降温负荷容量占总容量的 13.185%(均值,其中取暖器、油汀类负荷 6.893%)、其它家电负荷容量占总容量的 30.323%(均值,其中电吹风负荷 7.483%,电熨斗负荷 8.035%)。

2.3 电炊户类用电负荷调查数据处理结果

本次调查的电炊户类居民是豆腐营 2# 配电室 552 开关出线供电居民户和黄瓜营供电小区配电室 568 开关出线供电居民户。

2.3.1 用电负荷总体指标

电炊户类居民用电负荷总体指标数据处理结果见表 3。

表 3 电炊户类居民用电负荷总体指标表

项 目	单 位	豆腐营小区	黄瓜营小区	平均值
每户住宅建筑面积	m <sup>2</sup>	50	85	67.50
平均每户人数	人	2.78	3.05	2.92
户均年用电量	kW·h		3 794	
人均年用电量	kW·h		1 244	1 244
每户平均装设容量	kW/户	9.76	13.7	11.72
年最大负荷利用小时数	h			
需用系数		0.09	0.03	0.06
单位建筑面积的功率	W/m <sup>2</sup>	16.6	5.35	10.97
户均用电最大负荷	kW/户	0.83	0.45	0.64

2.3.2 用电构成

照明容量占总容量的 3.335%(均值)、电热负荷容量占总容量的 75.525%(均值,其中电炉、电磁炉类负荷 51.445%,电饭煲类负荷 6.895%,电沐浴器类负荷 7.175%)、取暖与降温负荷容量占总容量的 7.175%(均值,其中取暖器、油汀类负荷 4.130%)、其它家电负荷容量占总容量的 13.970%(均值)。

2.4 用电负荷的总体指标与其它城市的比较

单位建筑面积功率(W/m<sup>2</sup>):昆明市高层住宅居民的均值 13.4,多层住宅居民的均值 5.73(置信区间 4.37 ~ 7.09),电炊户居民的均值 10.97;我国规定的城市电力规划标准是 10 ~ 35;上海浦东的最低值 15 ~ 30,最高值 50 ~ 80。

户均用电最大负荷(kW/户):昆明市高层住宅居民的均值 0.988,多层住宅居民的均值 0.34(置信区间 0.30 ~ 0.38),电炊户居民的均值 0.64;广州的普通高层 4 ~ 6,高级高层 6 ~ 8,普通居民 2 ~ 4;深圳的普通高层 4 ~ 6,高级高层 6 ~ 8;南京 4;重庆 1.1 ~ 4.4。

需用系数:昆明市高层住宅居民的均值 0.209,多层住宅居民的均值 0.09(置信区间 0.07 ~ 0.11),电炊户居民的均值 0.06;深圳 0.3 ~ 0.4。

对比其他城市的情况,昆明市实际的居民用电负荷的水平较低.这是因为昆明市有其自身独特的特点及气候因素等.当然,随着城市经济的发展,家庭收入的增加、生活模式的改变,昆明市居民家庭生活水平有提高的趋势。

### 3 结束语

利用各配电室、开闭所的出线开关每个季度的负荷记录;安装于公用变压器低压测的配变综合测试仪的实测数据及调查用户的建筑面积、用电设备及用电等资料,用数理统计的原理与方法对目前昆明城市电力网内高层住宅居民、多层住宅居民及电炊户居民这三类用电负荷进行了分类调查及负荷计算方法的研究,提出了适于昆明城网实际的科学、真实并具有弹性的居民用电指标,指出了城区居民用电负荷构成情况,为在规划设计阶段正确计算其负荷,以确定符合城市经济发展的经济合理的供电方案提供了科学依据。

#### 参考文献:

- [1] 陈章潮等. 城市电网规划与改造[M]. 北京:中国电力出版社,1999.
- [2] 龚国芳等. 居民用电负荷的调查分析[J]. 供用电,1995(2):20.
- [3] 万载扬. 重庆高层建筑的供电问题[J]. 供用电,1998,39(4):112.
- [4] 潘承毅等. 数理统计的原理与方法[M]. 上海:同济大学出版社出版,1993.20~70.
- [5] 温伯银. 超高层建筑供用电[J]. 供用电,1996,(2):80~120.

(上接第44页)

比较各台机器的最后完工时间,该时间即为所求问题的最后完成时间.得到结果为664,按照此排序方法得到的完工时间为664s(见表3).

### 4 结论

仿真实验结果表明:采用遗传算法调度结果的评价指

标明显优于启发式算法的调度结果,而且采用遗传算法解决车间作业调度问题,不仅可以优化调度结果,而且计算简单易于实现,在运算速度上基本可以满足实际调度的要求.充分说明了遗传算法解决JSS问题的有效性和优越性.笔者用的是面向对象编程,工件数、机床数、最大工序和时间都是可以根据实际情况而定,人机界面友好,可直接应用于生产.“基于遗传算法的车间作业调度”软件的开发,必将对CIMS的研究与应用具有重大意义。

#### 参考文献:

- [1] 纪树新,钱积新,孙优贤. 遗传算法在车间作业调度中的应用[J]. 系统工程理论与实践,1998,(5):34~39,81.
- [2] 姜迪刚,叶尚辉. 基于遗传算法的车间作业调度[J]. 西安电子科技大学学报(自然科学版),2001,28(2):207~210.
- [3] 邢文训,谢金星. 现代优化计算方法[M]. 北京:清华大学出版社,1999.
- [4] DavisL. Handbook of Genetic Algorithms[M]. Van Nonstranded Reinhold, New York, 1991.

表3 9个工件5台机床的调度结果(加工时间)

样本编号	遗传算法	启发式算法(FCFS)
1	664s	724s