

# 基于单位家电负荷指标法的 乡镇负荷预测研究

肖明伟 李佩 尹成 杨乐新 谢茜子

(国网芜湖供电公司, 安徽 芜湖 241000)

**摘要** 乡镇电网负荷发展迅猛, 而农配网网架薄弱、设备陈旧、问题频出, 解决问题的措施仅限于事后补救, 缺乏精细化深入研究和针对性解决问题。本文以台区家电为单位, 收集整理台区居民用户家电保有量、预增量以及使用习惯, 结合台区内家电一般功率及需用系数, 利用单位家电负荷指标法, 可较准确预测乡镇负荷, 为农网改造发展提高理论支撑, 进而提高供电可靠率。

**关键词:** 乡镇负荷; 台区; 预测; 单位家电负荷指标

## Research on rural power load forecast based on unit household electrical appliance load index

Xiao Mingwei Li Pei Yin Cheng Yang Lexin Xie Qianzi

(State Grid Anhui Electric Power Company Wuhu Power Supply Company, Wuhu, Anhui 241000)

**Abstract** Rural power network load develops rapidly, but the rural power network is weak, equipment is obsolete, problem is frequent, solving measure is only remedy afterwards, which lacks refine and intensive research, lacks pertinence of solving the problem. The research uses the household electrical appliance in transformer area as a unit, collect the ownership increase and using habit of the rural resident household electrical appliances, the rural power network load could be forecasted exactly in two years by using the unit household electrical appliance load index method which combines the normal power and required coefficient of the rural electrical appliances in the transformer area, which can guide the development of the rural power network, and then increases the reliability of power supply.

**Keywords:** rural power load; transformer area; forecast; unit household electrical appliance load index

近年来, 随着乡镇居民生活水平的提高以及政府“家电下乡”的补贴, 乡镇负荷发展迅猛, 而农配网网架薄弱、设备陈旧、导致频繁出现重过载、低电压<sup>[1-2]</sup>、卡脖子等问题, 而解决问题的措施仅限于事后补救, 严重影响农网供电可靠率。本文以台区内家电负荷为单位, 走访调研台区内家电保有量、预增量以及适用习惯, 对基础数据精细化掌控, 准确预测未来两年乡镇负荷, 提前发现农网中可能出现的低电压、重过载、卡脖子等问题, 并结合国网公司“两头薄弱”治理的深入开展, 以及专项的重磅投资, 有针对性地解决农网的薄弱环节, 指导农

网的发展建设。因此, 高度重视乡镇负荷影响, 并能准确预测, 便于统筹规划, 有利于农电网建设、提高能源利用率, 有利于缓解夏季高峰电力紧缺矛盾和提高电网的安全运行水平, 具有良好的社会效益和经济效益。

### 1 研究思路

#### 1) 走访乡镇用电调研

本方案采用乡镇台区家电指标负荷预测法, 以供电台区乡镇村落为单位开展用户负荷走访调研, 搜集整理家电保有量、预增量以及家电使用习惯,

做到基础资料精细化，为乡镇负荷预测精确度提供保障。

2) 测算同时率

乡镇负荷预测是基于台区负荷预测基础上累加所得，这里需要两个同时率，即台区内家电同时率以及乡镇各台区间同时率。对于台区间家电同时率，本文采用台区实际负荷与台区内家电功率的比值作为台区家电负荷同时率；乡镇各台区间同时率利用乡镇负荷与台区总负荷比值作为台区间同时率。

3) 预测乡镇负荷

利用收集整理的台区内家电保有量、预增量以及使用习惯，结合台区内家电同时率测算出台区负荷，由点由面，自下而上，利用台区负荷，结合台区间同时率，可预测出区域乡镇负荷。

2 预测过程

本文以芜湖县红杨镇以及平乡台区作为研究对象，利用收集整理的台区内家电保有量，计算得出台区内家电同时率，结合未来家电预增量，预测未来乡镇负荷。

2.1 台区内家电同时率计算

各乡镇台区经济发展不一致，各台区内家电同时率也不尽相同。测算时，应逐一计算。

和平乡共有台区 60 个，根据挨户上门走访调研，发现普通居民家中常用家电<sup>[3]</sup>为洗衣机、冰箱、彩电、空调、微波炉、电磁炉、电饭煲等。具体数据见表 1。

表 1 和平乡台区居民家电信息表 (个)

台区	电视机	空调	洗衣机	冰箱	电饭煲	微波炉	热水壶
1	61	23	8	51	61	10	42
2	75	37	12	72	72	15	15
3	91	34	2	77	89	10	74
4	86	49	0	71	78	18	52
5	53	15	0	43	53	2	34
6	176	109	26	138	149	49	58
7	28	8	4	18	24	4	11
8	96	57	6	68	71	23	41
9	73	66	18	57	61	23	43
10	106	53	6	85	92	9	67
11	78	54	33	61	63	2	61
12	93	50	19	60	73	21	36
13	89	52	3	74	81	21	55
14	4	0	10	11	4	4	
15	92	55	6	77	84	24	58

(续)

台区	电视机	空调	洗衣机	冰箱	电饭煲	微波炉	热水壶
16	70	32	7	67	67	10	10
17	148	103	2	144	147	0	3
18	62	34	0	61	60	0	59
19	59	22	0	58	59	3	43
20	38	7	0	35	38	0	24
21	34	12	0	33	33	0	30
22	77	21	0	77	77	26	71
23	65	28	0	61	59	0	55
24	81	37	0	77	78	0	75
25	70	58	51	61	60	0	37
26	54	20	0	52	55	0	34
27	96	57	6	68	71	22	41
28	142	78	1	131	140	0	9
29	89	43	0	83	85	0	77
30	90	44	1	84	86	1	78
31	103	49	7	90	103	56	82
32	40	25	0	37	38	0	36
33	32	6	0	29	32	2	19
34	90	66	2	84	86	33	61
35	68	41	4	66	66	3	48
36	93	61	0	94	94	18	62
37	89	62	1	67	81	19	58
38	127	40	0	126	128	0	1
39	111	60	0	109	111	1	88
40	75	60	0	73	74	0	59
41	83	46	0	82	82	0	59
42	68	23	0	63	65	23	49
43	100	45	4	94	99	6	81
44	57	45	17	50	50	16	16
45	43	18	3	31	34	11	27
46	77	43	23	56	64	15	33
47	143	63	6	125	133	17	108
48	96	57	6	68	71	22	41
49	51	49	40	49	55	5	46
50	94	68	2	87	88	26	73
51	136	88	2	119	120	40	102
52	29	13	1	19	20	13	20
53	81	62	41	63	71	15	55
54	103	63	4	90	97	12	78
55	149	2	142	94	0	0	0
56	133	67	17	85	98	45	46
57	94	55	1	85	87	13	40
58	107	53	3	96	99	4	82
59	112	47	0	108	110	0	97
60	109	53	3	93	98	8	79
汇总	5069	2688	550	4387	4524	720	2939

经统计得，该地区台区居民用户共有电视机 5069 台、空调 2688 台、洗衣机 550 台、冰箱 4387 台、电饭煲 4524 台、微波炉 720 台、热水器 2939 个。

台区居民家电功率计算的主要采用单位家电负荷指标法<sup>[4-6]</sup>，即

$$P' = \sum_{c=1}^m (n_{Bc} K_{Xc} P_{Hc}) \quad (1)$$

式中， $n_{Bc}$  为不同类型家电拥有量； $K_{Xc}$  为不同类型家电的需用系数，指家电的实际功率与额定功率之比； $P_{Hc}$  为不同类型家电的额定功率； $m$  为家电类型数。

家电种类繁多，功率各异，这里取家电的平均额定功率以及常用系数见表 2<sup>[7]</sup>。

表 2 家用电器的一般功率及需用系数 (kW)

家电名称	额定负荷	需用系数
彩电	0.20	0.70
空调	1.10	0.70
洗衣机	0.38	0.30
冰箱	0.10	0.60
电饭煲	0.70	0.85
微波炉	1.00	0.85
电磁炉	1.50	0.70

注：常用系数定义：实际功率与额定功率的比值。

由负荷历史数据可知，夏季负荷高峰出现在 20:00 左右。根据居民家电使用习惯，电饭煲、微波炉、电磁炉等餐饮电器均已不工作，因此，本文仅考虑电视机、空调、冰箱、洗衣机作为影响乡镇最大负荷的主要因素。

将表 1、表 2 数据代入式 (1)，得出和平乡的家电功率为：3105.34kW。2017 年和平乡的最高负荷为 482.2kW。本文采用乡镇台区负荷与乡镇台区内家电功率之比作为乡镇台区内家电同时率，即乡镇台区内家电同时率=乡镇台区负荷/乡镇台区内家电功率，得出和平乡台区家电同时率为 0.155。

根据 2014 年安徽省典型配变台区调研结论，见表 3，和平乡台区内家电同时率 0.155 也在合理范围内。

该数值与乡镇负荷成线性关系，即家电同时率越大，乡镇负荷越大。

### 2.2 乡镇负荷预测

根据乡镇台区内居民家电保有量、预增量，结合家电同时率，可对未来两年乡镇台区负荷进行预测，计算式如下：

表 3 2014 安徽省市县供电公司典型台区同时率

类型	负荷性质	设备负荷同时系数
		(最大负荷/家电功率之和)
市公司	居民为主	0.19
	混合类型	0.41
	商业为主	0.65
县公司	居民为主	0.23
	混合类型	0.41
	商业为主	0.60

$$P = up' = u \sum_{c=1}^m ((n_{Yc} + n_{Bc}) K_{Xc} P_{Hc}) \quad (2)$$

式中， $u$  为家电同时率； $n_{Yc}$  为不同类型家电预增量。

据走访调研，红杨镇和平乡未来两年内该地区家电预增量见表 4。

表 4 家电数量 (个)

家电类型	保有量	预增量
电视机	5069	912
空调	2688	672
洗衣机	550	137
冰箱	4387	438

假定和平乡台区家电同时率 2 年内维持不变，根据式 (2) 可得，2019 年该乡镇最大负荷为 588.88kW。

### 3 验证

乡镇负荷一般不包含大用户，本文为验证结果是否合理，采用常用的负荷预测方法<sup>[8-10]</sup>进行对比验证。

#### 1) 自然增长法

红杨镇近 5 年来最大负荷见表 5。

表 5 和平乡台区历史负荷 (kW)

年份	2013	2014	2015	2016	2017	年均增长率/%
负荷	300.8	335.7	473.2	411.5	482.2	12.5

由历史数据可知，2013—2017 年该乡镇台区负荷年均增长率为 12.5%，按照自然增长，可算出未来两年，即 2019 年该乡镇负荷为 607.5kW。

#### 2) 曲线拟合

根据表 5 数据，采用线性拟合，如图 1 所示，得出线性乡镇负荷预测模型，如式 (3) 所示。

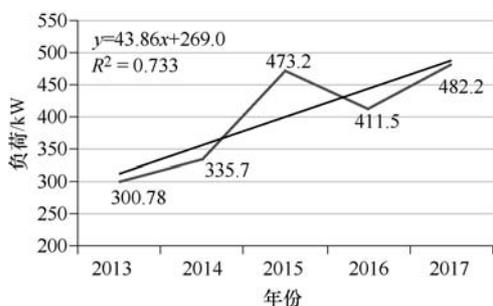


图1 线性拟合负荷模型

$$\begin{cases} y = 43.86(x - 2012) + 269 \\ R^2 = 0.733 \end{cases} \quad (3)$$

式中,  $x$  为负荷年份;  $R^2$  为拟合优度。

由式(3)可看出,  $R^2=0.733$ , 该模型拟合优度较高, 可做短期负荷预测。当  $x$  取值 2019 时,  $y$  值为 576.02, 即该乡镇 2019 年最大负荷预测为 576.02kW。

### 3) 二次移动平均法

根据表 5 和平乡历史负荷数据, 设定移动跨距  $N=3$ , 利用二次移动平均法可得出一次平均值、二次平均值, 见表 6。

表 6 二次移动平均法计算值 (kW)

年份	负荷	一次平均值 $M_t$	二次平均值 $M'_t$
2013	300.78		
2014	335.70		
2015	473.20	369.89	
2016	411.50	406.80	
2017	482.20	455.63	410.78

由式(4), 即

$$\begin{cases} A_t = 2 * M_t - M'_t \\ B_t = 2 * (M_t - M'_t) / (N - 1) \end{cases} \quad (4)$$

式中,  $A_t$ 、 $B_t$  为线性方程系数;  $t$  为负荷年份;  $N$  为移动跨距, 取值 3。

得出,  $A_{2017}=500.49$ ,  $B_{2017}=44.86$

由式(5), 即

$$Y_{T+t} = A_t + T b_t \quad (5)$$

式中,  $Y_{T+t}$  为预测年负荷值;  $T=2$  时, 可预测未来 2 年

乡镇负荷值, 即  $Y_{2019}=590.2\text{kW}$ 。

以上 3 种方法检验, 计算结果均与台区指标负荷预测法结果相近, 差值皆在 3% 左右。因此, 可将单位家电负荷指标法作为负荷预测法可作乡镇负荷预测的一种预测方法。

## 4 结论

本文通过收集整理台区内家电保有量、预增量以及适用习惯, 采用单位家电负荷指标预测法预测短期乡镇负荷, 且预测结果经验证较为合理。同理, 对县域其他乡镇负荷也可预测, 考虑乡镇间负荷同时率, 由点及面, 自下而上, 可推广至全县。

## 参考文献

- [1] 范黎, 隗震, 娄素华, 等. 配电项目最大供电能力及增供电量效益的评估[J]. 电工技术学报, 2017, 32(S1): 84-91.
- [2] 李柏芝, 袁继军. 农网电压质量问题及其抑制措施分析[J]. 电气技术, 2013, 14(12): 73-75, 78.
- [3] 刘艳茹, 杨卫红, 王基, 等. “煤改电”工程实施前后农网负荷特性分析[J]. 电气技术, 2017, 18(4): 110-115.
- [4] 张鹏超. 基于单位建筑面积负荷指标法的城市饱和负荷预测研究[J]. 湖北电力, 2015, 39(4): 5-8.
- [5] 李宝云, 田洪洪, 孙羽. 需要系数法和负载系数法比较及选择应用[J]. 电气技术, 2017, 18(9): 93-97.
- [6] 赵亮, 曹文, 宋铁锁. 供配电负荷计算的探讨[J]. 电气技术, 2014, 15(4): 95-97, 106.
- [7] 中国航空工业规划设计研究院. 工业与民用配电设计手册[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
- [8] 谭永才. 电力系统规划设计技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2012.
- [9] 陈章潮, 陈浩忠. 城市电网规划与改造[M]. 2 版. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [10] 谷云东, 张素杰, 冯君淑. 大用户电力负荷的多模型模糊综合预测[J]. 电工技术学报, 2015, 30(23): 110-115.

收稿日期: 2017-10-25

### 作者简介

肖明伟 (1985-), 男, 河南商丘人, 硕士, 工程师, 从事配网规划工作。