

新疆农业区电力负荷与天气的关系

杨 静¹ 郝 毅² 陈冬梅¹ 江 波²

(1. 新疆气象科技服务中心, 乌鲁木齐 830002; 2. 准东电业局)

提 要: 用 2005—2006 年新疆农业区电力负荷与气象资料, 统计得出电力负荷的年、季变化与农事活动周期相符, 电力负荷日变化的次高峰与日最高气温、最小相对湿度出现时间较一致。将逐月的日平均电力负荷及变化量分别与气压、气温、空气湿度、风速和降水量做相关分析, 并将有无降雨日分段统计。结果表明, 电力负荷与降水量、湿度和气温的变化关系较为密切。利用逐步回归方程将 4 种不同模式模拟的电力负荷进行了误差分析, 发现要素差值模式的模拟效果较好, 并对 2007 年 5 月的电力负荷进行了预测检验及误差分析, 得出: 在降雨日, 用上一日负荷计划当日负荷的误差高达 63.2%, 而用要素差值模式预测电力负荷的误差为 18.7%, 月平均预测误差由前者的 26.0% 下降到 13.4%。

关键词: 电力负荷 天气 相关分析 电力负荷预测

Relationship of Power Load and Weather in Agricultural Region of Xingjiang

Yang Jing¹ Hao Yi² Chen Dongmei¹ Jiang Bo²

(1. Xinjiang Meteorological & Scientific and Technological Service Center,
Urumqi 830002, 2. Zhundong Power Supply Bureau)

Abstract: Based on power load information and weather data from 2005 to 2006, it is concluded that the annual and seasonal variations of power load in agricultural region correspond statistically to the cycle of agricultural activity. The time of second peak power load of daily variation is consistent with the peak of daily maximum temperature and minimum air humidity. Relationship is analyzed not only between daily average power load and atmospheric pressure, temperature, humidity, wind, precipitation, but variation of power load and meteorological element as well. Rainy day and clear days are counted in sections. The results show that variations of precipitation, air humidity, temperature have better correlation with the power load. Four different models are established to simulate fluctuation of power load by using stepwise regression equation. The better simulated result is element — difference model after error analysis, so the forecast of power

load fluctuation is tested and error is analyzed in May of 2007. The result is that? in rainy day the error in? common power load forecast method error is 63.2%, but the forecast error in the element—difference model is 18.7%. In addition the monthly average forecast error of power load for the common power load forecast model and the element—difference model are 26.0% and 13.4%, respectively.

Key Words: power load weather relationship analysis power load forecast

引 言

新疆用电负荷大体由三部分组成:城市用电、工业用电及农业灌溉用电。而农灌用电在春夏季占总电量的60%~70%。城市和工业用电量相对稳定,规律性较强,比较好预测。而农业灌溉用电与天气密不可分,经常因天气变化导致用电负荷发生异常波动,成为电力负荷预测的难点,直接影响着新疆电力行业的经济效益。

国内外对用电负荷与气象条件的研究很多^[1-4],但多以城市用电负荷作为研究对象。据电力工作人员经验,新疆农业灌溉用电与城市用电有很大不同,降雨对农灌负荷的影响最为显著,而城市用电与气温的关系更为密切。到底新疆的天气对农业区电力负荷的影响有多大?如何用气象要素来解释农业区电力负荷的变化及预测呢?这正是本文研究的目的,也是为了满足新疆电力行业的预报服务需求。

1 资料选取和有效时间序列数据的建立

选取奇台农业区作为研究重点,原因奇台是新疆的主要农业大县,农灌负荷占全县电力负荷的90%以上,而其它用电量(包括生活和极少数的工业用电等)少而平稳。奇台电力负荷资料来自准东电业局,资料年限为2005—2006年和2007年4月1日到9月30日的逐时资料,同时收集了奇台气象站逐时常规气象资料,包括气温、气压、相对湿度、

风和降水量。

将电力负荷资料中限电、跳闸及检修等特殊情况资料逐一剔除,同时将其对应的气象数据剔除,建立了有效的逐时电力负荷和常规气象资料的时间序列,日平均资料则由每日24个时次的逐时有效数据计算得到。

2 电力负荷的气候变化特征

2.1 电力负荷年、季变化

电力负荷年变化不明显。每年以4月15日到9到30日前电力负荷波动明显,10月到翌年4月15日前变化幅度很小,7月初前后出现用电最高峰(见图1)。

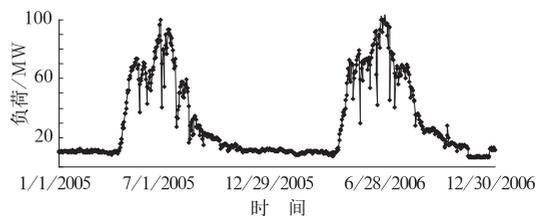


图1 2005—2006年日平均电力负荷变化图

电力负荷的变化也恰好反映了当地农事活动的规律。通常4月15日前后正是奇台春播时期,用电量随着农业灌溉呈现迅速的增加,到9月末农事基本结束,用电量也明显减少了。

2.2 电力负荷日变化

利用奇台2005—2006年电力负荷、相对湿度和气温的逐时对应资料,统计得到了电力负荷与湿度、气温的日变化(见图2)。以早6:00到10:00为用电量上升最快的时期,晚上

21:00 以后用电明显下降,夜间波动较小。日用电最高峰在 12:00 前后,另一个次高峰在 17:00 到 18:00,这个次高峰与日最高气温及日最小相对湿度出现时间基本一致。

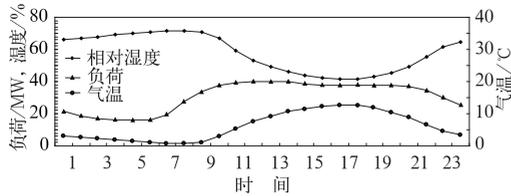


图 2 2005—2006 年电力负荷与湿度、气温的日变化

图 1 反映出了农事活动会明显增加电力负荷,但期间负荷也会有不同程度的波动。经统计,两年中电力负荷 24 小时降幅最高可达 62.5%,也就是说上一日电力负荷还接近 80MW,但到当日就可能不到 30MW 了。表 1 是 2005—2006 年电力负荷 24 小时降幅列前五位出现的时间、变化的统计表。

表 1 2005—2006 年电力负荷 24 小时最大降幅统计

时间	电力负荷(MW)	负荷下降(MW)	日降幅率(%)
2006 年 5 月 17—18 日	79.3→29.7	49.6	62.5%
2005 年 7 月 14—15 日	68.3→27.1	41.2	60.3%
2005 年 8 月 5—6 日	41.5→16.8	24.7	59.5%
2005 年 6 月 20—21 日	86.1→40.5	45.6	53.0%
2006 年 7 月 6—7 日	94.8→45.7	49.1	51.8%

表 3 降雨日和无降雨日月平均电力负荷与气象要素的相关系数

月份	4 月		5 月		6 月		7 月		8 月		9 月	
	有	无	有	无	有	无	有	无	有	无	有	无
气压	-0.30	-0.70	-0.30	-0.33	-0.26	-0.45	-0.57	-0.59	-0.33	-0.30	-0.28	-0.16
气温	0.48	0.60	0.48	0.56	0.57	0.67	0.75	0.26	0.79	0.61	0.52	0.34
湿度	-0.14	0.14	-0.14	-0.57	-0.84	-0.09	-0.70	-0.10	-0.67	-0.27	-0.39	-0.40
风速	-0.49	-0.09	-0.49	0.04	0.34	-0.04	-0.43	-0.08	-0.02	0.14	0.27	0.10
降水量	-0.37		-0.37		-0.79		-0.54		-0.39		-0.80	

|相关系数| ≥ 0.56 时, $\alpha=0.001$

由表 2 得到气温、湿度与负荷相关较好,而降水量的相关性较差;表 3 在降雨天气下,只有不到半数月份的湿度、降水量与负荷相关性较好,其它结果与电力人员经验判断还是有差异的。

3 电力负荷与气象要素的相关分析

考虑到奇台农事活动从 4 月中下旬开始到 9 月下旬结束,因此采用 2005—2006 年的 4 月 16 日至 9 月 30 日的日平均电力负荷与气象要素资料,来进行相关性统计分析。表 2 给出了统计结果。表 3 是将降雨日和无降雨日分段后,得到的统计结果。因降雨日样本少,其中 4—5 月和 8—9 月合并统计。

表 2 日平均电力负荷与气象要素的相关系数

月份	4	5	6	7	8	9
气压	-0.67	-0.27	-0.43	-0.62	-0.34	-0.21
气温	0.61	0.51	0.71	0.48	0.66	0.39
湿度	0.20	-0.72	-0.43	-0.43	-0.46	-0.45
风速	-0.15	-0.44	-0.20	-0.20	0.06	0.01
降水量	0.23	-0.66	-0.40	-0.40	-0.31	-0.38

|相关系数| ≥ 0.43 时, $\alpha=0.001$

据电力工作人员经验,降雨对农灌负荷的影响最为显著。当我们调查电力负荷与降水的关系时,确实发现每一次负荷出现明显波动时,都有一场降雨天气相配合,几乎是强降雨对应着明显的负荷下降。表 1 电力负荷降幅明显的个例中,有 4 天出现了大于 10mm 的降雨,列当年降水量前 4 位,有 1 天降雨大于 5mm。

为了进一步反映气象要素对负荷的影响,将日平均电力负荷的 24 小时变化值与对应的气象要素的 24 小时变化值建立时间序列,再做相关对比分析(见表 4)。

表 4 电力负荷差值与气象要素差值的相关系数

月份	4	5	6	7	8	9
气压差	-0.67	-0.34	-0.40	-0.63	-0.30	-0.28
气温差	0.61	0.57	0.65	0.61	0.51	0.39
湿度差	-0.71	-0.75	-0.79	-0.73	-0.63	-0.60
风速差	0.27	-0.58	-0.24	-0.26	-0.12	-0.27
降水量差	-0.48	-0.75	-0.69	-0.68	-0.64	-0.60

|相关系数|≥0.43 时, $\alpha=0.001$

由表 4 看出,降水量、湿度和气温与电力负荷相关较好,气压和风速在部分月份的作用也不可忽视,这更接近电力工作人员的经验判断。

4 误差分析

分别将上述表 2、表 3 和表 4 中电力负荷及变化量与气象要素及变化量的时间序列,采用逐步回归方程建立模式,表 5 是各模式的复相关系数,均通过 0.001 显著性检验。

其中降水日要素模式中的 4—5 月和 8—9 月因降水样本少,分别将两月合并计算得到复相关系数。

表 5 各模式的复相关系数

月份	4	5	6	7	8	9
要素模式	0.80	0.83	0.79	0.68	0.71	0.54
降水日要素模式	0.71	0.86	0.80	0.84		
无降水日要素模式	0.80	0.67	0.72	0.62	0.66	0.46
要素差值模式	0.79	0.88	0.88	0.82	0.76	0.71

表 6 是对表 5 中的各模式分别在降雨日和无降雨日模拟的相对误差绝对值的分析。用上一日负荷计划当日负荷是假设电力部门不考虑天气的影响下,参照上一天的电力负荷来做当日的负荷计划。通过误差分析,可以清楚地看到,用要素差值模式预测的效果无论是降雨和无降雨的天气条件下,综合效果是较好的,约 80% 的负荷波动可用气象要素的变化来解释。

表 6 各模式模拟的相对误差绝对值

	降雨日						无降雨日					
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
用上一日负荷计划当日负荷/%	7.3	36.0	27.7	29.2	29.9	14.4	8.7	5.8	7.6	12.1	8.6	3.3
要素模式/%	10.1	13.6	12.3	19.4	23.9	12.6	16.7	4.6	8.2	15.9	23.9	6.3
降水日要素模式/%		15.4	9.8	17.3		25.5	17.1	4.5	7.5	15.3	23.9	9.8
要素差值模式/%	3.8	15.5	11.7	12.3	15.9	6.5	3.7	3.9	4.2	8.1	6.6	2.8

5 预测效果检验

图 3 给出了用要素差值模式模拟的 2006 年 5 月电力负荷的波动与实际波动的对比。月内最大降雨 11.2mm 出现在 5 月 18 日,电力负荷实际下降了 49.8MW,模拟

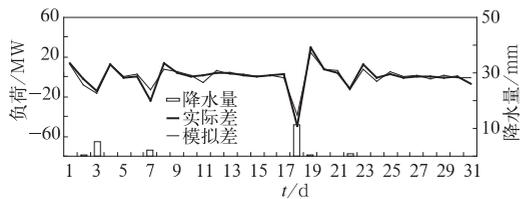


图 3 2006 年 5 月电力负荷波动的模拟图

下降了 40MW,19 日负荷再次上升,其模拟的结果与实际更加接近,效果是比较好的。

图 4 是利用要素差值模式,对 2007 年 5 月电力负荷波动进行试报,以检验该模式对负荷波动的实际预测能力,其中所用检验样本均为独立样本。可以看出预测结果与实际情况较为吻合,特别是在降雨天气出现的前后,对

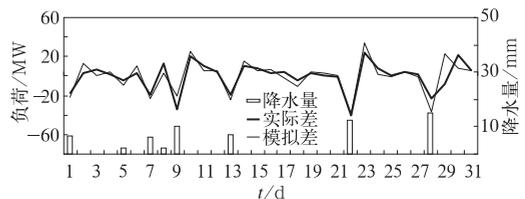


图 4 2007 年 5 月电力负荷波动的预测能力检验图

负荷出现大的波动预测的比较准确。由此可以看到,利用气象要素的变化来预测电力负荷的波动是完全可行的。随着天气预报准确率的不断提高,为农业区提供短期负荷预测分析产品对当地的电力调度更有指导性。

表 7 是对 2007 年 5 月电力负荷预测结果的误差分析。可以看到,在降雨天气影响下,用上一日负荷计划当日负荷的误差高达 63.2%,而用要素差值模式预测电力负荷的误差为 18.7%,5 月平均预测误差由前者的 26.0%下降到 13.4%,可见天气对电力负荷的影响有多大。

表 7 2007 年 5 月电力负荷的预测相对误差绝对值

	降雨日	无降雨日	平均
用上一日负荷计划当日负荷/%	63.2	13.0	26.0
要素差值模式/%	18.7	11.6	13.4

6 结语

(1) 新疆农业区电力负荷的变化与当地农事活动的规律相符。

(2) 电力负荷日变化的最高峰在 12 时前后,次高峰在 17—18 时,与日最高气温、最小相对湿度出现时间基本一致。

(3) 新疆农业区电力负荷与天气关系较为密切,约 80%的负荷波动可用气象要素的

变化来解释。通过对 2007 年 5 月的预测检验得出,用气象要素的变化进行农业区电力负荷预测是可行的,特别是在降雨日,会大幅提高电力负荷的预测准确率,对电力调度有一定指导性。

(4) 本文提出了利用要素差值建模,其预测效果好于常采用的要素建模的预测效果,而且在业务应用中,可直接提供给电力行业未来 24 小时的变化量,实用性较强。

(5) 气象要素预报的准确率会直接影响电力负荷预测的结果,如何减少天气预报误差对负荷的影响,将是本文提出的一个新问题。

(6) 新疆农业区电力负荷的变化除与气象要素有关外,还与农事活动有关,存在一定的不确定因素。

参考文献

- [1] 罗森波,纪忠萍,马煜华,等. 2002—2004 年广东电力负荷的变化特征及预测[J]. 热带气象学报, 2007, 23(2): 153-154.
- [2] 臧传花,赵敏芬,卢兆民. 基于天气分型的夏季逐时用电负荷预报[J]. 气象, 2007, 33(11): 107-110.
- [3] 张梅,陈玉光,韩家福,等. 辽沈地区 6—8 月耗电量与气象条件关系及预报. 气象与环境学报, 2006, 22(2): 62-64.
- [4] 王军,王辛方,孙仲毅,等. 电力负荷与气象要素相关分析[J]. 河南气象, 2005, (1): 35-36.