

# 基于回归分析法的电网负荷与温度间关系研究

张竞帆

国网西安供电公司 陕西省西安市 710032

**【摘要】** 电网负荷与气温之间存在强关联关系，对电网负荷预测、运行方式调整、电网工程安排等具有重大意义。本文采用回归分析法，对某地区的全网负荷与气温之间关系开展拟合，通过线性回归与多项式回归两种方案，从夏季、冬季、工作日、节假日四个维度开展量化模拟，并结合拟合结果开展气温分段细化拟合，最终得出负荷与气温间的数学关系，为电网运行提供可靠依据。

**【关键词】** 电网负荷；回归分析法；温度；负荷预测

中图分类号：TM744

A Study on the Relationship Between Power Grid Load and Temperature Based on Regression Analysis

ZHANG Jingfan<sup>1</sup>

State Grid Xi'an Power Supply Company, Xi'an City, Shaanxi Province 710032

**【Abstract】** There is a strong correlation between power grid load and temperature, which is of great significance for power grid load forecasting, operational adjustment, and engineering scheduling. This paper employs regression analysis to fit the relationship between the entire grid load and temperature in a specific region. Through two approaches—linear regression and polynomial regression—it quantitatively simulates the relationship across four dimensions: summer, winter, weekdays, and holidays. Combining the results of these fittings, it further refines the segmentation of temperature effects. Ultimately, it derives the mathematical relationship between load and temperature, providing a reliable basis for power grid operations.

**【Key words】** grid load; regression analysis; temperature; power grid load forecasting

## 引言

对于非工业地区，电网全网负荷受气温影响波动较大，夏季负荷往往高于冬季负荷，且全年呈现夏季、冬季两个高峰<sup>[1]</sup>。负荷高峰对电网运行造成严重压力，考验电网运行方式安排、检修计划编制、基建工程施工等管理手段<sup>[2]</sup>。因此，需要对地区电网负荷与气温间的关系开展深入研究，帮助开展地区电网负荷预测<sup>[3]</sup>。

本文对收集了某地区电网的全年负荷与气温关系，采用回归分析法，开展分区段电网负荷与低温间的多项式、线性回归拟合，清楚掌握电网负荷的变化规律，为电网日常运行分析提供简易研判手段。

## 1 回归分析法

回归分析是分析数据和建模的重要工作，是一种运用统计学中的数据统计原理，对数据进行处理、研究，发现并确定因变量和自变量之间的相关关系，建立一个相关性较好的函数方程<sup>[4]</sup>。通常情况下，可根据因变量和自变量的函数表

达式分为线性回归分析和非线性回归分析，常用的回归分析方案有以下几种：

### 1.1 线性回归

线性回归是回归分析法中最简单、最常用的方法，也是开展分析预测建立模型的首选方法之一，回归方程的性质是线性的。线性回归使用最佳的拟合直线在因变量  $Y$  和自变量  $X$  之间建立一种关系，方程如下：

$$Y = aX + b$$

式中： $a$ 、 $b$ 为参数。

### 1.2 多项式回归

对多项式回归法中，直线并不是最佳拟合线，通常情况下是一个用于拟合数据点的曲线，如抛物线等，二次式回归方程如下：

$$Y = aX^2 + bX + c$$

式中： $a$ 、 $b$ 、 $c$ 为参数。

本文将采取上述两种方法对西安地区日最大负荷与气温间关系展开研究，其中线性拟合可描述平均增长率，多项式拟合可描述增长率变化趋势。

相关系数  $r$ ：相关系数是研究变量间线性关系程度的

量,一般用字母表示,越接近于1,说明变量之间线性关系越强。

拟合优度  $r^2$ : 拟合优度是回归平方和在平方和中的占比,用于研究回归准确率,越接近于1,说明拟合结果越好。

## 2 某地区电网负荷与温度关系模拟分析

### 2.1 地区电网负荷整体分析

该地区电力负荷主要为工业、居民、一般工商业,其各占三分之一左右。如图1所示,负荷受气候影响明显,呈现夏冬双峰负荷特性,夏季高峰略高于冬季高峰,其中受气温变化影响的电力负荷主要为夏季的空调降温负荷和冬季的电采暖负荷。

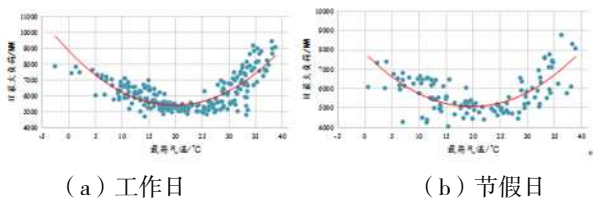


图2 2021年日最大负荷与日最高气温关系散点图

图2可以看出,该地区日最大负荷与日最高气温散点图呈U型分布。春秋季节气温怡人,人体体感温度适中,故选取春季4月、秋季10月日最大负荷平均值为不受气温影响的基础负荷。

可以看出本年度工作日期间,日最大负荷基础负荷为534万千瓦,夏季最大负荷943万千瓦,最大新增降温负荷409万千瓦,占比43%,冬季最大负荷786万千瓦,最大新增取暖负荷252万千瓦,占比32%。节假日期间,日最大负荷基础负荷为509万千瓦,夏季最大负荷880万千瓦,最大新增降温负荷374万千瓦,占比42%,冬季最大负荷740万千瓦,最大新增取暖负荷231万千瓦,占比31%。

综上,该地区负荷受夏季冬季气温影响明显,负荷对高温较低温更加敏感,高温期间,降温负荷最大占比约43%,低温期间,取暖负荷最大占比约31%。

### 2.2 夏季工作日负荷与气温关系

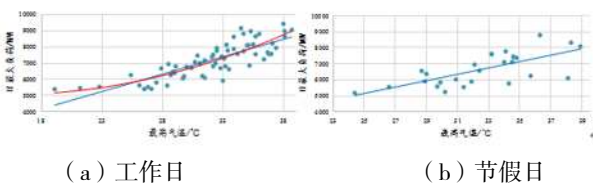


图3 夏季日最大负荷与日最高气温关系散点图

如图3(a)所示(红色为多项式拟合曲线、蓝色为线性拟合曲线,下同),夏季工作日期间,平均负荷为720万

千瓦,日最大负荷与日最高气温相关系数为  $r = 0.8248$ ,日最大负荷与日最高气温间存在较强的正线性关系,线性回归结果为:

$$P = 214.62T + 322.95$$

该回归拟合优度为  $r^2 = 0.6804$ 。多项式(二次)拟合结果为:

$$P = 6.98T^2 - 209.93T + 6642.6$$

该回归拟合相关系数为  $r^2 = 0.7048$ ,拟合结果较线性回归结果更优,日最大负荷与日气温关系呈反抛物线关系,可以看出,随着气温增长,负荷增长速率更加快速。为更精细的模拟出负荷与气温的关系,对夏季工作日日最高气温进行分段拟合,考虑国家规定公共建筑空调温度不得低于  $26^\circ\text{C}$ ,故选取  $26^\circ\text{C}$  为起点研究降温负荷与日最高气温间关系。

表1  $26\text{--}32^\circ\text{C}$ 间日最大负荷与日最高气温间拟合结果

温度区间	线性拟合相关系数	二次式拟合相关系数
$26\text{--}30^\circ\text{C}$	0.4718	0.5094
$26\text{--}31^\circ\text{C}$	0.6374	0.6379
$26\text{--}32^\circ\text{C}$	0.5094	0.5478

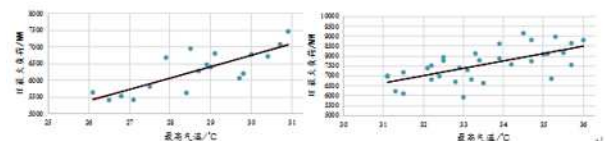
表2  $31\text{--}37^\circ\text{C}$ 间日最大负荷与日最高气温间拟合结果

温度区间	线性拟合相关系数	二次式拟合相关系数
$31\text{--}34^\circ\text{C}$	0.2133	0.2331
$31\text{--}35^\circ\text{C}$	0.4266	0.4083
$31\text{--}36^\circ\text{C}$	0.4266	0.4266
$31\text{--}37^\circ\text{C}$	0.3527	0.2656

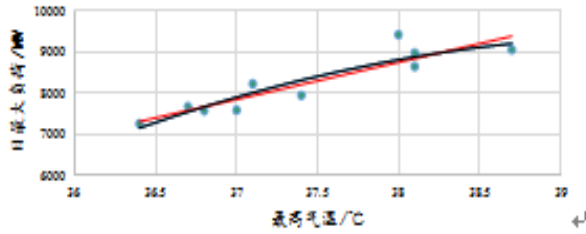
表3  $36\text{--}39^\circ\text{C}$ 间日最大负荷与日最高气温间拟合结果

温度区间	线性拟合相关系数	二次式拟合相关系数
$36\text{--}37^\circ\text{C}$	0.9126	0.5705
$36\text{--}38^\circ\text{C}$	0.8518	0.9022
$36\text{--}39^\circ\text{C}$	0.8459	0.8297

如表1所示,  $26\text{--}32^\circ\text{C}$ 间数据拟合结果的相关系数较  $26\text{--}31^\circ\text{C}$ 间拟合效果差,故认为气温超  $31^\circ\text{C}$ 后,日最大负荷与日最高气温间关系发生拐点。如表2所示,对  $31^\circ\text{C}$ 以上数据进行拟合,结果表明  $31\text{--}36^\circ\text{C}$ 间拟合结果较好,  $31\text{--}37^\circ\text{C}$ 间拟合效果下降,故认为气温超  $36^\circ\text{C}$ 后,日最大负荷与日最高气温间关系发生拐点。如表3所示,对  $36^\circ\text{C}$ 以上数据进行拟合,结果表明  $36\text{--}38^\circ\text{C}$ 与  $36\text{--}39^\circ\text{C}$ 间拟合结果近似且超  $39^\circ\text{C}$ 后已无样本数据,故认为未发生拐点。



(a) 气温  $31\text{--}36^\circ\text{C}$  (b) 气温  $31\text{--}36^\circ\text{C}$



(c) 气温&gt;36℃

图4 2021年夏季日最大负荷与日最高气温关系散点图

综上所述,应对26–31℃、31–36℃及超36℃进行分段拟合。26–31℃时,如图4(a)所示,平均日最大负荷为630万千瓦,线性拟合结果为:

$$P = 341.51T - 3488.3$$

拟合优度为 $r^2 = 0.6374$ 。多项式拟合结果为:

$$P = 6.9051T^2 - 52.515T + 2119$$

拟合优度为 $r^2 = 0.6379$ ,拟合结果与较线性类似。最高气温在26–31℃之间时,平均每升高1℃,日最大负荷增加34万千瓦。

31–36℃时,如图4(b)所示,平均日最大负荷为757万千瓦,线性拟合结果为:

$$P = 372.43T - 4903.7$$

拟合优度为 $r^2 = 0.4266$ 。多项式拟合结果为:

$$P = -2.2113T^2 + 520.69T - 7384.4$$

拟合优度为 $r^2 = 0.4266$ ,拟合结果与较线性类似。最高气温在26–31℃之间时,平均每升高1℃,日最大负荷增加37万千瓦。

高于36℃时,如图4(c)所示,平均日最大负荷为829万千瓦,线性拟合结果为:

$$P = 908.16T - 25757$$

拟合优度为 $r^2 = 0.8297$ 。多项式拟合结果为:

$$P = -207.41T^2 + 16475T - 317735$$

拟合优度为 $r^2 = 0.8459$ ,拟合结果较线性更优,日最大负荷与日最高气温关系呈正抛物线关系,多项式拟合曲线

负荷增长斜率为:

$$k = -414.82T + 16475$$

可以得出,当 $T = 39.7^\circ\text{C}$ 时, $k = 0$ 即当日最高气温超39.7℃时,全网负荷达到饱和,不会随温度增长继续升高。

综上,夏季工作日最高气温高于36℃时,平均每升高1℃,日最大负荷增加90万千瓦。

### 2.3 小结

采用2.2同样方法对夏季节假日、冬季工作日、冬季节假日负荷分别开展拟合,经分析可以得出:

该地区夏季温度越高,负荷越大;冬季温度越低,负荷越大。工作日基础负荷为534万千瓦,节假日为509万千瓦,工作日较节假日增长4.7%。降温负荷大部分为电降温方式,取暖负荷为局部中央空调等电采暖方式,故负荷对高温较低温更加敏感,夏季降温负荷最大占比42%,冬季最大31%,工作日与节假日最大占比一致。高温每变化1℃负荷增幅远大于低温。夏季工作日负荷36℃为增速拐点,当气温超36℃后,每升高1℃,负荷增加90万,气温低于36℃后,每升高1℃,负荷增加37万。冬季工作日每降低1℃,负荷增加11万,与冬季节假日类似。夏季负荷与气温关系受是否为工作日影响较大,工作日起超36℃后每升高1℃负荷增量为节假日的4.5倍,而冬季受是否为工作日影响较小。气温趋于极寒或极热时,电采暖或电降温手段已几乎用尽,负荷增速放缓。夏季最高气温超过39.7℃或冬季日最高气温低于-10.3℃时,全网负荷达到饱和。

## 3 结论

通过本文分析,可以得出某地区电网夏季、冬季、工作日、节假日日最大负荷与日最高气温间的关系。通过线性回归、多项式回归两种方法开展温度分段模拟,可以清楚、简洁地得出负荷与温度间的关系,对于开展日常负荷预测具有重要意义。

## 参考文献

- [1]何洋洋. 基于权重分配的电力短期负荷分布预测方法研究 [J]. 仪器仪表用户, 2024, 31(10): 44–46+49.
  - [2]王洁, 曲晓黎, 尤琦, 等. 夏季日峰降温电力负荷预测灰色模型及其应用 [J]. 气象, 2024, 50(01): 95–102.
  - [3]杜峥, 万航羽, 吴政声, 等. 云南电网日负荷特性的影响因素及相关性分析 [J]. 云南电力技术, 2024, 52(04): 15–18.
  - [4]康重庆, 夏清, 张伯明. 电力系统负荷预测研究综述与发展方向的探讨 [J]. 电力系统自动化, 2004, (17): 1–11.
- 作者简介: 张竞帆(1993), 男, 陕西大荔人, 硕士研究生, 中级工程师, 国网西安供电公司办公室副主任, 先后从事调度运行、配网运检等工作, 研究方向涉及电网调控、配电网运行等。