

几种负荷预测方法在西藏电网的应用分析

艾建平¹, 杜秀琳²

(1. 湖北省宜昌供电公司, 湖北 宜昌 443000; 2. 西藏电力有限公司, 西藏 拉萨 850000)

摘要: 电力负荷预测在电力系统规划和电网运行方面发挥着越来越重要的作用, 利用电力负荷预测常用的几种方法 (比例系数增长法、线性趋势预测法、弹性系数法、灰色模型预测法) 对西藏电网未来几年负荷情况进行了预测, 并给出了相应的结论。

关键词: 西藏电网; 负荷预测; 分析方法

Abstract: Power load forecasting plays an increasingly important role in the power system planning and power grid operation. Several common methods (proportion coefficient increasing, linear trend prediction, elastic coefficient and grey model prediction) are used to forecast the power load of Tibet power grid in coming years, and the corresponding conclusions are given.

Key words: Tibet power grid; load forecasting; analyzing methods

中图分类号: TM715 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6954(2010)06-0033-04

目前西藏地区电网呈西藏中部、昌都、阿里“一大两小”格局, 均为独立电网, 没有与外部电网相连, 缺少大电源支撑。随着西藏地区的经济发展, 同时受冬、夏季来水的影响, 电源建设相对落后的矛盾日渐突出, 近几年电力、电量缺额巨大。而电网负荷预测工作是制定发供电计划和电力供需平衡分析的前提, 同时也是提前做好电网规划的理论依据。电网负荷预测工作近两年才在西藏地区开展, 经验较少。因昌都、阿里地区两小独立电网负荷较小, 在此不做分析。以下通过比例系数增长法、线性趋势预测法、弹性系数法、灰色模型预测法等几种负荷预测方法对西藏中部电网未来几年的负荷情况 (最大电力及年电量) 进行预测说明, 为发电计划安排、电力供需平衡分析以及电源规划提供一定参考意见。

它假定今后的电力负荷与过去的有相同的增长比例, 用历史数据求出比例系数, 按比例预测未来发展。通过对西藏近 7 年来最大电力负荷、电量实际需求情况来看, 负荷如表 1。

按比例来预测西藏 2010 年至 2012 年电力、电量负荷预测情况。

据从第 n 年至第 m 年的平均增长率为 K

$$K = \sqrt[m-n]{A_m/A_n} - 1$$

A_m 为第 m 年的电力、电量; A_n 为第 n 年的电力、电量 (其中 $m > n$)。

预测第 l 年情况 $A_l = A_n (1+K)^{l-n}$

A_l 为第 l 年的电力、电量, 其中均以 2003 年为基年分别可得平均增长率 $K_{\text{电量}}$ 、 $K_{\text{电力}}$ 为

$$K_{\text{电量}} = 0.1444 \quad K_{\text{电力}} = 0.1434$$

据公式: $A_l = A_n (1+K)^{l-n}$

由此可得 2004 年至 2012 年预测值如表 2。

1 比例系数增长法

比例系数增长法是经典预测技术中的一种方法。

表 1 西藏电网近年电力、电量情况

时间/年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
最大电力 /MW	182.00	218.60	246.4	291.90	324.40	357.90	406.60
电量 /GW·h	780	955	1 100	1 276	1 433	1 536	1 752

表 2 比例系数增长法预测结果

时间/年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
最大电力 /MW	182	208.1	237.94	272.06	311.07	355.68	406.68	465.01	531.69	607.93
电量 /GW·h	780	893	1 022	1 169	1 338	1 531	1 752	2 005	2 295	2 626

2003 年—2009 年西藏电力变化趋势图

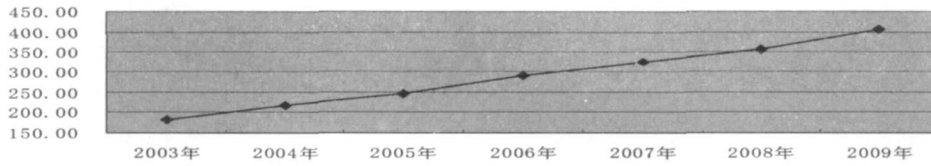


图 1 西藏 2003—2009 年西藏电力变化趋势图

2003 年—2009 年西藏电量变化趋势图

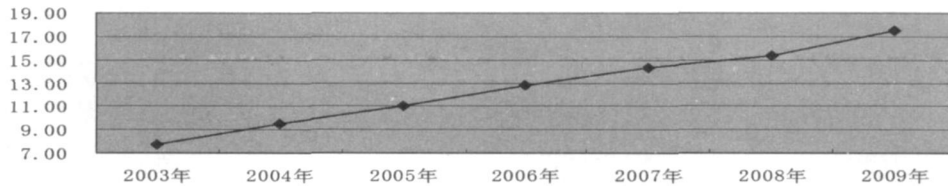


图 2 西藏 2003—2009 年西藏电量变化趋势图

2 线性趋势预测法

趋势预测法就是根据负荷的变化趋势对未来负荷情况作出预测,是迄今为止研究最多,也是最为流行的定量预测方法,包括水平、线性、多项式、季节型、增长趋势预测技术等多种方法。电力负荷虽然具有随机性和不确定性,但在一定条件下,仍存在着明显的变化趋势。根据西藏 2003 年至 2009 年的电力、电量变化趋势来看呈一种较好的线性增长趋势,所以采用线性趋势预测法来预测后几年西藏最大电力、电量增长情况(历史数据以表 1 为准)。

线性趋势预测技术包括二次滑动平均法、二次指数平滑法及二阶自适应系数预测方法。其预测值为

$$x_{t+1} = a_t + b_t \cdot 1 \quad (l=1, 2, \dots)$$

通过计算一次、二次滑动平均值可得

$$M_t^{(1)} = \frac{1}{N} (x_{t-N+1} + x_{t-N+2} + \dots + x_t) \quad (t=N, N+1, \dots, T)$$

$$M_t^{(2)} = \frac{1}{N} (M_{t-N+1}^{(2)} + M_{t-N+2}^{(2)} + \dots + M_t^{(1)}) \quad (t=2N, 2N+1, \dots, T)$$

其中线性趋势预测的截距和斜率分别为

$$a_t = 2M_t^{(1)} - M_t^{(2)}$$

$$b_t = \frac{2}{N-1} [M_t^{(1)} - M_t^{(2)}] \quad (t=2N, 2N+1, \dots, T)$$

则可得如表 3 的结果。

当 $t > 7$ 时,预测电力、电量方程分别为

$$\hat{x}_{t+1} = 402.80 + 41.11$$

$$\hat{x}_{t+1} = 17.45 + 2.07$$

$$(l=1, 2, \dots)$$

3 弹性系数预测法

表 3 利用二次滑动平均预测电力、电量 $a_t, b_t (N=2)$

时间 年	电力数据 x_t	一次滑动平均 $M_t^{(1)}$	二次滑动平均 $M_t^{(2)}$	截距 a_t	斜率 b_t	电量数据 x_t	一次滑动平均 $M_t^{(1)}$	二次滑动平均 $M_t^{(2)}$	截距 a_t	斜率 b_t
2003	182.00					7.80				
2004	218.60	200.30				8.93	8.37			
2005	246.40	232.50	216.40	248.60	32.20	10.22	9.58	8.97	10.18	1.21
2006	291.90	269.15	250.83	287.47	36.64	11.69	10.96	10.27	11.65	1.38
2007	324.40	308.15	288.65	327.65	39.00	13.38	12.54	11.75	13.33	1.58
2008	357.90	341.15	324.65	357.65	33.00	15.31	14.35	13.44	15.25	1.81
2009	406.60	382.25	361.70	402.80	41.10	17.52	16.42	15.38	17.45	2.07

表 4 线性趋势预测法预测结果

时间 年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
最大电力 /MW	182	200.3	232.5	280.8	324.11	366.65	390.65	443.9	485	526.1
电量 /GWh	780	837	958	1 139	1 303	1 491	1 706	1 952	2 159	2 366

表 5 2004—2009 年电力弹性系数统计表

时间/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	年平均增长
用电量增速 /%	22.440	15.180	16.000	12.300	7.190	14.060	14.528
电力增速 /%	20.110	12.717	18.466	11.134	10.327	13.607	14.394
全区 GDP 增速 /%	12.100	12.100	13.300	14.000	10.100	12.400	12.333
电量弹性系数 /%	1.855	1.255	1.203	0.879	0.712	1.134	1.173
电力弹性系数 /%	1.662	1.051	1.388	0.795	1.022	1.097	1.169

表 6 弹性系数预测法预测结果

时间/年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
最大电力 /MW	182.00	207.54	236.66	269.88	307.75	350.93	400.18	456.34	520.37	593.40
电量 /GWh	780	890	1 015	1 158	1 321	1 507	1 719	1 961	2 237	2 552

电力弹性系数是反映电力消费的年平均增长率和国民经济的年平均增长率之间的关系的宏观指标。弹性系数法是从宏观上确定电力发展同国民经济发展的相对速度,是衡量国民经济发展和用电需求的重要参数。近年来西藏经济一直处在平稳发展时期,区内电力消费与经济发展紧密联系,未来几年西藏经济结构和产业结构不会急剧变化,所以用弹性系数的值是可以较准确地预测未来几年电力需求。

据了解“十一五”期间西藏国民经济年均增长预计在 12%。事实上 2006 年和 2007 年国民经济增长均高于 12%,分别达到 13.4% 和 14%。从 2003 年至 2009 年年均 GDP 保持在 12% 以上的增长率。

电力弹性系数可用下式表示。

$$E = K_Y / K_X$$

式中, E 为电力弹性系数; K_Y 为电力消费年平均增长率; K_X 为国民经济年平均增长率。

$$A_t = A_0 (1 + E a_k)^t$$

其中, A_t 为规划期所需的电力、电量; A_0 基年的实际用电量; a_k 规划期的国民生产总值年均增长率

根据上述情况,据了解预计 2010—2012 年西藏国民经济年均增长率为 12%,电力增长速度高于西藏国民经济年均增长速度,电力、电量负荷弹性系数按照 1.169、1.173 考虑,以 2003 年为基年。

则电力、电量分别为

$$A_{\text{电力}} = 182(1 + 1.1694 \times 0.12)^t = 182 \times 1.14033^t \quad (t=1, 2, \dots)$$

$$A_{\text{电量}} = 7.8(1 + 1.173 \times 0.12)^t = 7.8 \times 1.14076^t \quad (t=1, 2, \dots)$$

4 灰色模型预测法

灰色系统理论是 20 世纪 80 年代由中国邓聚龙

教授提出,它将无规律的原始数据进行累加生成,得到规律性较强的生成数列后再重新建模,由生成模型得到的数据再通过累加生成的逆运算,累减生成得到还原模型,由还原模型作为预测模型进行负荷预测。灰色系统理论中的 GM(1,1) 模型是最常用的一种灰色模型,它是由一个只含单变量的一阶微分方程构成的模型,是作为电力负荷预测的一种有效模型。下面就通过建立 GM(1,1) 模型对西藏地区 2010 年至 2012 年负荷进行预测。历史数据仍采用表 1 数据。

根据灰色模型: $x_{(k+1)}^{(0)} = x_{(k+1)}^{(1)} - x_{(k)}^{(1)} = (1 - e^{-a})(x_{(1)}^{(0)} - \frac{u}{a})e^{-ak}$ ($k=0, 1, 2, \dots$)

其中, u, a 需通过原始数列矩阵取得,用电量数据作为原始数列。

$$x^{(0)} = [x_{(1)}^{(0)}, x_{(2)}^{(0)}, x_{(3)}^{(0)}, x_{(4)}^{(0)}, x_{(5)}^{(0)}, x_{(6)}^{(0)}, x_{(7)}^{(0)}] = (7.8, 9.55, 11.00, 12.76, 14.33, 15.36, 17.52)$$

$$x_{(k)}^{(1)} = \sum_{i=1}^k x_{(i)}^{(0)} = (7.8, 17.35, 28.35, 41.11, 55.44, 70.8, 88.32)$$

据 $A = (B^T B)^{-1} B^T Y_n = [a \ u]$, 其中,

$$Y_n = (x_{(2)}^{(0)}, x_{(3)}^{(0)}, \dots, x_{(7)}^{(0)}) = (9.55, 11.00, 12.76, 14.33, 15.36, 17.52)$$

其中, B 矩阵第一列数值为

$$B = \frac{1}{2} [x_{(k)}^{(1)} + x_{(k+1)}^{(1)}] = (-12.58, -22.85, -34.73, -48.28, -63.12, -79.56) \quad (k=1, 2, \dots)$$

其中, B 矩阵第二列数值均为 1。

据以上公式 A 解矩阵方程可得: $u = 8.395715$, $a = -0.115448$ 。

可得电量灰色预测模型:

$$x_{(k+1)}^{(0)} = (1 - e^{-a})(x_{(1)}^{(0)} - \frac{u}{a})e^{-ak} = 80.5229(1 - e^{-0.115448})e^{0.115448k} \quad (k=0, 1, 2, \dots)$$

表 7 灰色模型预测法预测结果

时间/年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
最大电力 /MW	182	222.1	250.74	283.07	319.58	360.79	407.32	459.85	519.15	586.1
电量 /GWh	78	985	1 106	1 241	1 393	1 564	1 755	1 970	2 211	2 483

同样计算可得电力灰色预测模型:

$$\begin{aligned} \hat{x}_{(k+1)}^{(0)} &= (1 - e^{-a})(x_{(1)}^{(0)} - \frac{u}{a})e^{-ak} \\ &= 1\,722.213\,0(1 - e^{-0.121\,297k})e^{0.121\,297k} \end{aligned} \quad (k=0, 1, 2, \dots)$$

5 结果比较

根据以上分析,可以看出比例系数增长法、弹性系数法、灰色模型预测法这 3 种方法的结果与实际值的误差较小,而线性趋势预测法的结果与实际值偏差较大,较其他 3 种方法最为不可取。其他 3 种方法中灰色预测法对电力的预测均较实际值误差小于 2%、电量较实际值误差小于 3%,是最为准确的一种预测方法,其他 2 种多年平均误差在 3% 以上,但是随着时间的推移,误差越来越小,呈收敛趋势,结果也是可取的。用图 3、图 4 可以表示如下。

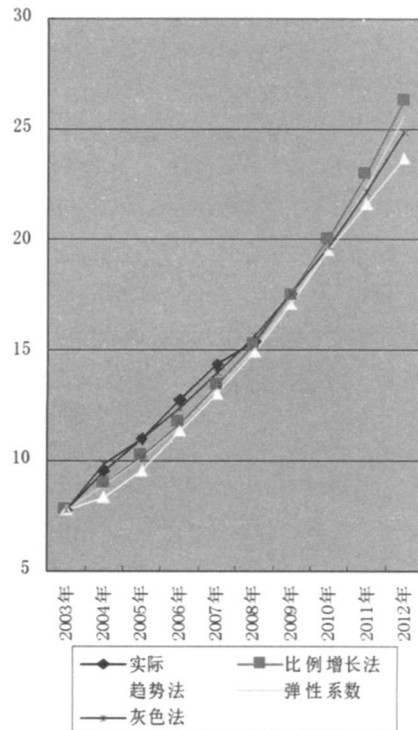


图 4 西藏电网实际电量与预测值变化趋势

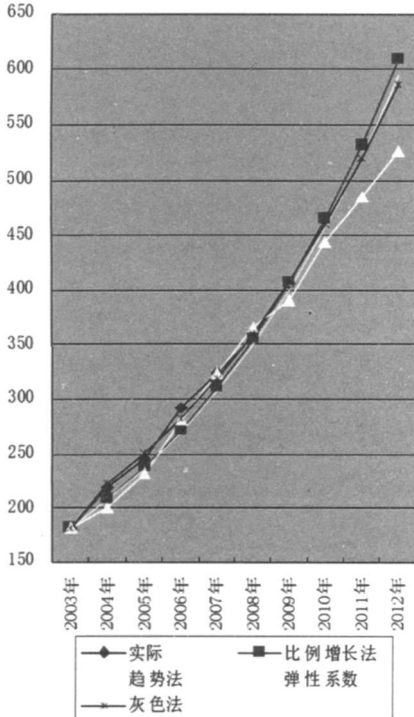


图 3 西藏电网实际电力与预测值变化趋势图

6 结束语

根据西藏电网近几年的负荷情况,对未来几年西藏的电力、电量情况进行了预测分析。比较了几种常用的负荷预测方法,从结果上可以看出灰色模型预测法在预测结果整体上优于其他预测结果。建议在未来几年电力、电量规划中可以尽量采用这种预测方法,同时可以采用比例系数增长法、弹性系数法等其他多种预测法对结果进行比较分析。

参考文献

- [1] 牛东晓,曹树华,赵磊,张文文. 电力负荷预测技术及其应用 [M]. 北京:中国电力出版社, 1998.

作者简介:

艾建平 (1975), 男, 湖北宜昌人, 电力工程高级工程师, 工学学士, 西藏电力公司运行方式处;

杜秀琳 (1973), 女, 四川达州人, 助理工程师, 西藏电力公司运行方式处。

(收稿日期: 2010-08-19)