

人工神经网络对城市经济发展的预期研究 ——丽水市水电产业发展趋势预测

孙 璇¹, 章仁俊¹, 郑垂勇²

(1. 河海大学商学院, 江苏 南京 210098; 2. 河海大学东部资源环境与持续发展研究中心, 江苏 南京 210098)

摘要 运用人工神经网络的学习系统对丽水市水电产业发展趋势进行数据自适应跟踪预测. 通过该系统将相关年份的发电量和国内生产总值进行组合跟踪测算, 测算结果表明: 自适应神经网络能很好地跟踪原始数据变化趋势, 从而得到比较科学和准确的经济趋势预测值.

关键词 水电产业 经济发展 趋势预测 人工神经网络 丽水市

中图分类号 F426 **文献标识码** A **文章编号** 1000-1980(2005)03-0343-04

产业是一个国家或地区经济、社会发展的基础和源泉, 是社会分工的产物, 是社会生产力不断发展的必然结果. 因此, 研究产业的产生和发展规律, 对于制定产业发展战略, 推动国家或地区的经济、社会发展具有重要意义. 城市竞争力主要是指一个城市在竞争和发展过程中与其他城市相比具有的吸引、争夺、拥有、控制、转化资源和争夺、占领、控制市场, 以创造价值, 为其居民提供福利的能力. 城市水电产业竞争力是指该城市以水电为主要发展产业, 使水电产业在区域之间的竞争和在与火电、核电等其他能源产业的竞争中, 在公平合理的市场竞争条件下, 不断提升其优质产品与服务的能力.

丽水市处于亚热带季风气候区, 四季分明, 雨量充沛, 年均降水量 1 450 ~ 2 000 mm, 多年平均降水总量约 303.4 亿 m^3 , 水资源总量约 212.7478 亿 m^3 , 人均水资源占有量为 7 604 m^3/a , 坝均占有水资源量 188 130 m^3 , 人均、坝均占有量超过浙江省平均水平的 2 倍, 是浙江省水能资源蕴藏量最丰富的地区^[1]. 丽水市可开发水电装机容量为 278.6 万 kW, 占浙江省可开发装机容量的 34.8%, 其中瓯江水系 189.54 万 kW, 钱塘江水系 13.77 万 kW, 飞云江水系 2.15 万 kW, 闽江水系 2.29 万 kW^[2].

丽水地区由于其丰富的水能资源, 其水电产业的发展备受关注. “十五”期间, 丽水地区充分利用水力资源丰富的优势, 大力发展水电建设, 将建成装机 1 万 kW 以上电站 9 座, 装机容量达 22.1 万 kW, 发电量 5.33 亿 kW·h. 拟开发重点电站 21 座, 总装机容量 101.76 万 kW. 其他小水电 6 万 kW. 已建和在建水电站装机容量力争到达 200 万 kW, 水电资源开发率达 72% 以上, 基本形成华东绿色能源基地. 到 2015 年末, 力争总装机 250 万 kW, 水电资源开发率在 85% 以上. 可见, 丽水市的水电产业对于整个城市经济的发展至关重要. 对丽水市水电产业的趋势研究将有助于把握城市经济发展的核心竞争力. 本文采用定量分析的方法对丽水市水电产业的发展趋势进行分析, 使丽水市水电产业的发展既适宜丽水市城市建设的发展要求, 又符合国家水电建设的要求.

1 数据采集

系统是由相互联系、相互作用、相互影响的多种因素构成的. 社会是一个复杂的大系统, 水电产业是其中的一个子系统. 为把握水电产业发展的主要方向, 应关注 GDP 这一重要经济指标与水电产业发展之间的相互关系. 采集 1950 ~ 2000 年丽水市的水力发电量及 GDP 原始数据, 见表 1^[3], 将这两组数据组合成一对相关数据进行趋势发展分析.

2 计算数据的确定

由于原始数据在部分年份缺失, 因此选用相关插值方法进行数据扩充. 数据插值的方法有多种, 如最近

邻域插值、线性插值、三次样条插值等.对于水力发电量数据列,当采用三次样条插值法时,所得新数据中的部分数据已明显偏离原趋势,而线性插值法所得的数据,则能较好地体现原始数据列的特征.相反,对于 GDP 原始数据列,采用三次样条插值法所得的数据列则优于线性插值法所得的数据列.计算数据的确定见表 2.

3 测算方法的确定

在选择并确定了数据的基础上,即可通过分析运算来选择最佳测算方法和模型.由于所选数据的发展趋势曲线与指数曲线、双曲线等相差较大,故考虑选用多项式和人工神经网络来拟合.

表 2 模型采用数据

Table 2 Data adopted in model

线性插值 发电量/(kW·h)	三次样条 插值 GDP/万元	线性插值 发电量/(kW·h)	三次样条 插值 GDP/万元	线性插值 发电量/(kW·h)	三次样条 插值 GDP/万元
200	7 900	17 400	22 100	240 000	112 400
300	9 700	22 800	23 100	262 500	135 900
300	11 400	28 100	24 200	481 500	166 600
400	12 900	33 500	25 400	700 600	196 000
500	14 300	46 800	26 800	919 600	217 600
700	15 400	60 200	28 500	954 800	230 200
800	16 200	73 600	30 400	972 100	264 500
900	16 700	87 000	32 500	1 087 300	349 500
1 600	16 800	100 300	35 000	1 202 500	477 200
2 200	16 800	110 900	37 900	1 317 600	630 400
2 900	16 600	121 400	41 900	1 432 800	791 900
3 500	16 700	131 900	47 700	1 548 000	944 300
4 200	17 000	140 900	55 600	842 000	1 065 600
5 000	17 800	149 900	64 400	1 515 000	1 128 200
5 900	18 900	172 400	73 100	1 568 000	1 160 500
6 800	20 000	194 900	82 700	1 423 900	1 221 700
12 100	21 100	217 400	95 200	1 621 000	1 367 600

3.1 线性方程拟合

拟合结果表明,1950~1990 年的原始数据相关系数为 0.9763,检验临界值($\alpha=0.05$)为 0.576,具有一定的线性相关性;1995~2000 年则呈现出较复杂的走势,相关系数为 0.3171,检验临界值($\alpha=0.05$)为 0.811.

1995 年以前的数据表明,GDP 总量与水力发电量之间具有高度线性相关性,而 1995~2000 年的数据表明,两者之间的相关系数仅为 0.3171,小于检验临界值 0.811,说明其与 0 无显著差异,也即两者之间随着时间的推移(受多种因素变化的影响)已不具有显著的线性相关性.

3.2 高阶多项式拟合

高阶多项式拟合的效果见图 1.从图 1 可以看出,即使采用效果较好的 8 阶、9 阶多项式来进行拟合,数据误差也相当大,显然不合适.

3.3 人工神经网络拟合

神经网络的研究始于 20 世纪 40 年代,MP 模型最早是由心理学家 McCulloch 和数学家 Pitts 提出的.人工神经网络是生物神经网络的一种模拟和近似,它从结构、实现机理和功能上模拟生物神经网络.从系统观点看,人工神经网络是由大量神经元通过极其丰富和完善的连接而构成的自适应非线性动态系统^[4].

对于一个网络而言,当学习系统所处环境平稳时(统计特性不随时间发生变化),从理论上讲通过监督学习可以具有环境的统计特性,这些统计特性可以被学习系统(神经网络)作为经验记住^[5].本文所述的环境是非平稳的,通常的学习方法没有能力跟踪这种变化,需要网络具有一定的自适应能力,对每个不同的输入都

表 1 原始数据

Table 1 Original data

年份	GDP/ 万元	发电量/ (kW·h)	年份	GDP/ 万元	发电量/ (kW·h)
1950	7 921	210	1985	135 901	262 490
1952	11 379	310	1988	217 560	919 580
1957	16 712	900	1990	264 543	972 110
1962	17 027	4 190	1995	944 315	1 548 000
1965	20 037	6 770	1996	1 065 645	842 000
1970	25 410	33 450	1997	1 128 234	1 515 000
1975	35 016	100 330	1998	1 160 536	1 568 000
1978	47 693	131 940	1999	1 221 704	1 423 870
1980	64 445	149 860	2000	1 367 613	1 620 970

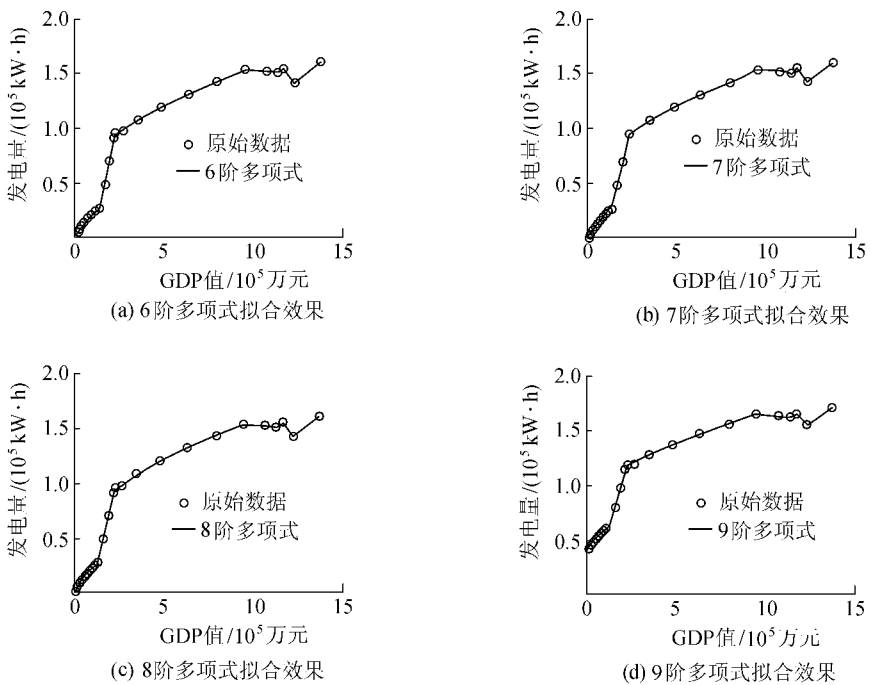


图 1 高阶多项式拟合效果

Fig.1 Effect of fitting with higher-order polynomial

作为一个新的例子来对待^[6,7]. 此时神经网络模型被当作一个预测器,基于前一时刻输入 $x(n-1)$ 和模型在 $n-1$ 时刻的参数,估计 n 时刻的输出,输出与实际值 $x(n)$ (作为应有的正确答案)比较,其差值称为“新息”,如新息 $e(n)=0$,则不修正模型参数,否则修正模型参数以便跟踪环境变化^[8].

采用自适应人工神经网络进行数据处理所得数据,绘制网络输出结果,见图 2. 图 2 表明,1995~2000 年的预测误差非常小,因此自适应神经网络能很好地跟踪原数据变化趋势,只是在原数据列发生突变时,局部误差才会有所放大,但很快又趋于 0.

4 网络仿真结果

根据丽水市发展规划要求^①,“十一五”期间即 2006~2010 年 GDP 平均递增 7.5%;“十二五”期间即 2010~2015 年平均递增 7%,由此得到 2006~2015 年 GDP 预计值,并将此输入网络进行仿真,得到 2006~2015 年水力发电量预测值,见表 3.

表 3 网络仿真数据

Table 3 Simulated results of artificial neural network

年份	GDP/万元	发电量/(万 kW·h)	年份	GDP/万元	发电量/(万 kW·h)
2006	2 236 000	188.40	2011	3 195 100	221.95
2007	2 403 700	193.40	2012	3 418 800	228.83
2008	2 584 000	200.86	2013	3 658 000	237.05
2009	2 777 800	207.37	2014	3 914 000	245.88
2010	2 986 000	214.60	2015	4 188 000	250.37

5 结 论

丽水市水电产业在经历了 50 多年的发展之后,已具有了令人瞩目的成就.丰富的水资源与自然资源是

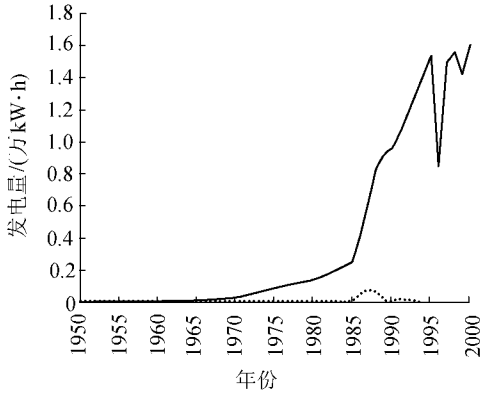


图 2 网络输出结果

Fig.2 Output and result

① 丽水市发展计划委员会. 丽水市国民经济和社会发展第十个五年计划纲要. 2001.

丽水市水电产业发展的雄厚资源保障^[9],多元化投资主体和吸纳民间资金是丽水市水电产业发展的开拓性资金基础,“建成华东绿色能源基地”是丽水市水电发展的战略目标,而GDP的迅速发展对丽水水电产业提出了具体的量化要求。

丽水市水电产业除了具备资源优势外,也具有广阔的市场容量。一个产业是否能成为区域支柱产业的标准之一就是看该产业产品是否具有广阔的市场容量。丽水市紧临温州、台州、义乌等经济发达地区,面向经济实力雄厚、增长势头强劲的长江三角洲地区,随着上述区域未来经济的发展和人民生活水平的提高,家用电器的普及,对电力的需求将有一个大的增长。丽水市由于其地理位置和丰富的水电资源优势,具有向江苏、上海、浙江供电的竞争优势,因此,丽水市水电产业在未来具有广阔的市场容量。丽水市将水电产业作为支柱产业,符合国家的产业政策和经济发展战略。

水电产业的产业关联度大,发展水电产业有利于促进丽水市经济、社会全面发展。水电业属于基础产业和基础部门,发展水电产业有利于促进一系列与之相关的产业,如工业、农业、养殖业、供水业、航运业、旅游业等的发展,从而促进丽水市经济、社会全面发展。

丽水市具有发展水电产业的经济实力,技术条件和社会、政治条件。丽水市水电多数属中小型电站,在开发技术上不存在问题。从丽水市的国内生产总值、工农业生产能力及其增长状况和财政收入状况来看,丽水市具有发展水电业的经济实力。从社会、政治状况看,丽水撤地设市以后,政府的行政管理效率和经济管理质量大大提高,社会稳定,民族关系融洽,具有发展水电产业的社会、政治条件。

综上所述,丽水市发展水电产业具有明显优势,将水电产业作为其支柱产业是合理、可行和必要的。

参考文献:

- [1] 丽水地区志编纂委员会. 丽水地区志[M]. 杭州: 浙江人民出版社, 1993. 232—237.
- [2] 瓯江志编纂委员会. 瓯江志[M]. 北京: 水利电力出版社, 1995. 45—49.
- [3] 丽水市统计局. 丽水统计年鉴 2001[M]. 北京: 方志出版社, 2002. 87—90.
- [4] 李晓峰, 刘光中. 人工神经 BP 网络算法的改进及其应用[J]. 四川大学学报(自然科学版), 2000, 37(3): 105—109.
- [5] 马军海, 贾湖, 盛昭瀚. 非线性混沌经济时序的预测方法及其应用研究[J]. 管理科学学报, 2001, (4): 49—54.
- [6] 张力明. 人工神经网络的模型及其应用[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1995. 1—90.
- [7] 胡建军. 网络的权值诱导与层次训练法[J]. 计算机科学, 1998, (1): 60—63.
- [8] 方先明, 唐德善. 基于小波网络的非线性经济时序预测模型[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2004, 32(3): 344—348.
- [9] 赵敏, 肖芳. 试论水资源保护和利用的创新[J]. 水利水电科技进展, 2003, 23(6): 10—11.

Prediction of urban economic development with artificial neural network : trend of hydroelectric industry development in Lishui City

SUN Xuan¹, ZHANG Ren-jun¹, ZHENG Chui-yong²

(1. Business School, Hohai Univ., Nanjing 210098, China ;

2. Research Center of Eastern Resource, Environment and Sustainable Development, Hohai Univ., Nanjing 210098, China)

Abstract A self-adaptive data tracking and prediction was performed for the trend of hydroelectric industry development in Lishui City by use of the study system of the artificial neural network. The combined tracking and calculation of the power production and GDP at home of related years shows that, with the self-adaptive neural network, the predicted value of economic trend is more scientific and accurate.

Key words hydroelectric industry ; economic development ; trend prediction ; artificial neural network ; Lishui City