

灰色预测法在水利现代化进程预测中的应用

欧建锋

(江苏省水利工程规划办公室,江苏南京210029)

摘要:针对水利现代化预测因素复杂、可用信息相对单一的特点,结合近期江苏省水利发展趋势,分析了水利现代化进程预测的相关因素。根据近10 a来对江苏水利现代化发展水平的跟踪评测结果,基于灰色预测原理,构建了GM(1,1)预测模型,并对今后10 a江苏水利现代化进程进行了科学预测。结果显示,预测成果总体符合江苏发展趋势,表明该方法可用于水利现代化进程的预测评估。

关键词:灰色预测;GM(1,1)模型;水利现代化;江苏

中图分类号:TP391 **文献标志码:**A

水利是国民经济和社会发展所必需的战略资源和生态环境的基本要素,水利现代化是经济社会现代化的重要组成部分,为社会安全、经济安全、粮食安全、生态与环境安全提供重要基础保障,因此,水利现代化进程必须与经济社会现代化步伐相协调。针对水利现代化预测因素复杂、可用信息又相对单一的特点,采用灰色预测法来预测评估水利现代化发展水平,对于正确把握江苏水利现代化进程,以水利现代化支撑与保障经济社会现代化的顺利实现具有特殊的现实意义。

1 水利现代化进程预测因素

1.1 经济社会现代化总体进程安排

江苏作为东部沿海经济发达省份,今后5~10 a是全省率先基本实现现代化的关键时期。从综合发展水平上看,苏锡常发达地区已经具备了3~5 a内在全省率先实现现代化的条件。2011年初,江苏省委、省政府出台了《关于加快水利改革发展推进水利现代化建设的意见》,提出力求争取通过5 a左右的努力,初步建成现代化的水利综合保障体系,到2020年基本实现水利现代化,率先走出一条具有江苏特色的水利现代化道路。水利作为基础设施,必须加快现代化进程,为全省经济社会现代化的整体实现提供基础支撑与保

障。

1.2 现状水利发展条件

江苏滨江临海,分属三大流域,现状区域水利条件强弱分明。苏南地区由于优越的地理位置及地方政府雄厚的财力支持,已初具现代水利雏形,近年水利建设重点已由防洪除涝为主向水环境治理转型;苏中地区凭借长江优越的自然条件,以泰州为代表的沿江城市水利悄然崛起;苏北地区一直饱受上游流域洪水侵袭、水资源供给能力制约,发展条件较为薄弱,近期水利建设重点仍以传统的洪涝治理及水资源保障为主。水利现代化进程预测必须要充分结合以上地区的现状水利条件,按照实事求是的原则科学确定水利现代化进程计划。

1.3 水利投入重点与趋势

水利现代化进程的推进依赖于水利投资的推动,水利现代化的水平是一个综合评价结果,但某个地区的现代化综合水平往往会受制于某个领域的瓶颈制约,如苏南地区的水环境问题就是“木桶效应”中的短板。水利投入重点与趋势是水利现代化进程的的决定性影响因素之一。2011年中央和江苏省委1号文件,明确了土地出让收益、城市维护建设税、政府可用财力等

用于水利的投入政策。近年来,江苏水利着力调整治水思路,拓展服务领域,创新发展模式,统筹发展布局,逐步实现了由以防洪除涝为主的传统水利向以水资源、水环境保护为重点现代水利的转变,水利现代化进程分析必须充分考虑这些变化趋势。

2 灰色预测法原理

预测是现状研究的继续和发展,其目的是为人们提供一个可以预见或期望的效果或前景。但到目前为止,尽管常用预测方法有经验类、统计类、趋势类、概率类、系统类等不下数十种,但对于社会经济现象的预测,尚没有一个权威且令人信服的方法。近年来,随着分形与混沌理论等对非线性现象研究的不断深入和发展,从理论上再次证明了任何预测方法对于非线性系统而言都是不可靠的。水利作为国民经济与社会发展的重要基础设施,决定了水利系统是一个复杂庞大的非线性系统,不仅涉及防洪、水资源供给等水利工程领域,还涉及水利科技、环境、管理、人才及基础等非工程领域,这也决定了水利发展的准确预测是比较困难的。但围绕经济社会现代化总体进程安排,以及近期江苏水利发展趋势,采用经验法、趋势法及专家咨询法等基本预测方法^[1],同时结合水利现代化发展关键影响因素进行综合研判,对今后全省水利现代化发展总体趋势作出基本预测还是可能的。

灰色预测法是由邓聚龙教授在 20 世纪 80 年代创立^[2],以小样本、贫信息的不确定性系统为研究对象,通过对有限信息的处理获得有价值的信息,实现对系统运行规律的正确认识和控制。该预测法的累加或累减序列技术可以对时间序列的随机性和其他外界干扰信号进行弱化,同时通过反馈信息来进行残差、关联度、后验差等检验,以验证模型的可靠性。鉴于江苏水利现代化预测因素复杂,可采用信息又相对单一,拟采用灰色系统理论,结合 2000 年以来水利现代化评价结

果,构建一个 GM(1,1)模型,并用于全省水利现代化进程预测。建立常规 GM(1,1)预测模型过程如下^[3-5]:

(1) 输入 n 维原始数据序列 $X^{(0)}$ 。

$$X^{(0)} = [X_1^{(0)}, X_2^{(0)}, \dots, X_n^{(0)}] \quad (1)$$

(2) 计算 1-AGO 序列 $X^{(1)}$ 。

$$X_i^{(1)} = \sum_{m=1}^i X_m^{(0)}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

(3) 建立系数矩阵 B 和向量 Y_N , 求解待定系数 a, b 。若 $\hat{a} = (a, b)^T$ 为参数列,且 $Y_N = [X_2^{(0)}, X_3^{(0)}, \dots, X_n^{(0)}]^T$,

$$B = \begin{bmatrix} -(X_1^{(0)} + X_2^{(0)})/2 & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -(X_{n-1}^{(0)} + X_n^{(0)})/2 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

灰色方程:

$$\frac{dx^{(1)}(t)}{dt} + ax^{(1)}(t) = b \quad (4)$$

上式中,最小二乘估计参数列满足 $\hat{a} = (B^T B)^{-1} B^T Y$, 可求出估计参数 a, b 。

(4) 构建预测模型。

$$X_{m+1} = (X_1^{(0)} - \frac{b}{a})e^{-am} + \frac{b}{a}, \quad m = 0, 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

(5) 计算预测值。

$$X_{m+1}^0 = X_{m+1} - X_m \quad (6)$$

上述 GM(1,1)预测模型建立后,实际预测之前,尚需进行模型检验,本文采用残差检验。

以上分析过程可采用 Matlab 软件实现。

3 江苏水利现代化进程预测

基于《江苏水利基本现代化指标体系》^[6](图 1), 根据历年水利统计资料,分析计算 2000~2010 年以来苏南、苏中、苏北三大区域的水利现代化水平,结果见

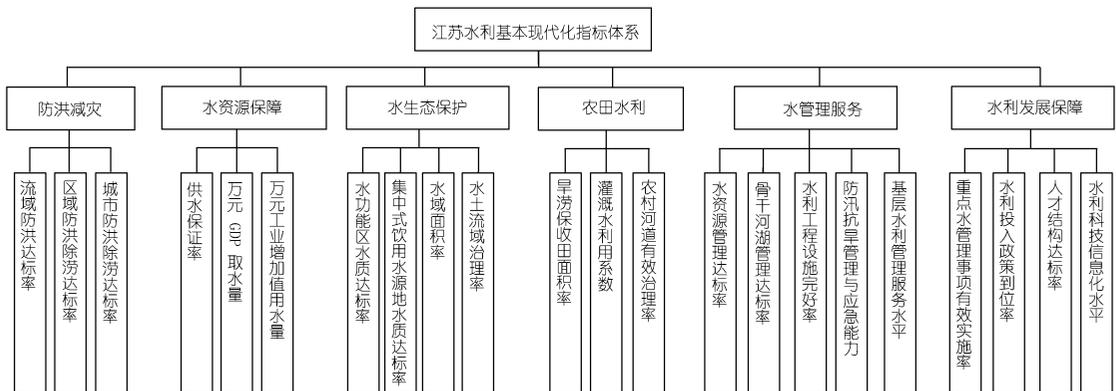


图 1 江苏水利基本现代化指标体系结构示意图

表1。

将以上计算结果输入GM(1,1)预测模型,建立江苏水利现代化灰色预测模型。对该模型进行精度校验,分析预测2000~2010年全省及三大区域水利现代化水平(表2),数据表明,模型预测值与实际值的平均相对误差 $\bar{\Delta}$ 均小于0.01,即该模型精度符合检验标准,可作为江苏水利现代化发展进程的预测模型。

表1 江苏水利现代化发展水平(2000~2010年)

年份	苏南	苏中	苏北	年份	苏南	苏中	苏北
2000	70.0	65.1	61.5	2006	77.1	74.3	71.6
2001	71.1	66.6	63.2	2007	78.9	75.9	73.1
2002	72.2	68.1	65.0	2008	80.4	77.4	74.4
2003	73.3	69.7	66.7	2009	82.0	78.8	75.7
2004	74.3	71.2	68.4	2010	83.6	80.3	77.0
2005	75.4	72.7	70.2				

表2 模型预测值与实际值对比(2000~2010年)

年份	苏南		苏中		苏北	
	预测值	实际值	预测值	实际值	预测值	实际值
2000	70.00	70.04	65.10	65.09	61.50	61.50
2001	70.63	71.11	66.81	66.61	63.65	63.24
2002	71.94	72.19	68.22	68.14	65.04	64.97
2003	73.28	73.26	69.65	69.67	66.45	66.71
2004	74.64	74.33	71.11	71.19	67.90	68.44
2005	76.02	75.40	72.61	72.72	69.39	70.18
2006	77.43	77.13	74.13	74.31	70.90	71.62
2007	78.87	78.86	75.69	75.90	72.45	73.06
2008	80.33	80.45	77.28	77.35	74.03	74.36
2009	81.82	82.03	78.90	78.80	75.64	75.67
2010	83.34	83.62	80.56	80.25	77.29	76.97
$\bar{\Delta}$	0.0034		0.0019		0.005	

基于江苏水利现代化GM(1,1)预测模型,分析预测三大区域2011~2020年的水利现代化水平,预测结果见表3。

表3 江苏水利现代化进程预测成果(2011~2020年)

年份	苏南	苏中	苏北	年份	苏南	苏中	苏北
2011	84.88	82.25	78.98	2016	93.05	91.26	87.98
2012	86.46	83.98	80.70	2017	94.77	93.18	89.90
2013	88.06	85.74	82.47	2018	96.53	95.14	91.86
2014	89.69	87.55	84.26	2019	98.32	97.13	93.87
2015	91.35	89.38	86.10	2020	100.00	99.18	95.92

以上结果表明,苏南、苏中、苏北将分别于2015,2016,2018年超过90分,根据江苏水利基本现代化评判标准^[6],在各项指标发展相对均衡、不出现短板的前提下,三大区域将按照以上时间节点先后实现水利基本现代化。根据2008年底以来国家拉动内需政策对水利、交通等基础设施的大力支持,2011年中央、省委1号文件进一步明确了加快水利改革发展的各项政策措施,江苏水利现代化建设已进入全新的发展阶段,水利现代化进程将进一步提速。因此,以上预测的发展进程总体符合江苏实际。江苏水利现代化是全省社会经济现代化的重要组成部分,2020年前江苏水利基本现代化的实现必将为2020年全省经济社会现代化宏伟目标的率先实现提供基础保障。

4 结语

水利现代化是动态发展的过程,更是一个复杂的系统工程,从理论到实践都需要进行深入的探索。水利现代化具有明显的地域性,在不同资源条件、不同经济社会发展状态下,水利现代化建设的目标和任务也不同。水利现代化发展涉及的因素很多,适应现代化的动态化特征,科学预测一个地区的水利现代化进程,不仅需要成熟的理论、科学的方法,更需要扎实的基础资料支撑。本文针对江苏实际,结合近年发展水平,初步构建了基于灰色预测原理的GM(1,1)模型,客观预测了今后10a江苏水利现代化水平,对类似地区开展水利现代化预测评估工作有一定参考意义。

参考文献:

- [1] 杜栋,庞庆华.现代综合评价方法与案例精选[M].北京:清华大学出版社,2008.
- [2] 邓聚龙.灰色系统基本方法(第一版)[M].湖北:华中工学院出版社,1987.
- [3] 曹玉珍,莫翠云.基于MATLAB的灰色模型在广州市降尘预测中的应用[J].中国环境监测,2006,22(5):54-56.
- [4] 邓向荣.浅谈灰色系统理论在环境保护中的应用[J].广东环境监测与管理,2001,10(1):21-22.
- [5] 郭蓓蓓,黄海滨.基于灰色预测GM(1,1)模型的四川省GDP总量预测[J].商场现代化,2006,(12):20-21.
- [6] 江苏省水利厅.江苏水利现代化规划(2011-2020)[R].南京:江苏省水利厅,2012.

(编辑:邓玲)