

应用灰色系统动态模型群分析 泾河流域减沙效益

郭 锐 王愿昌

(黄委会西峰水保站 甘肃西峰市)

提 要

本文以泾河流域出口站(张家山站)1952~1985年34年实测输沙量为原始数据,应用灰色系统理论,建立一套灰色动态模型群,对泾河流域1976~1985年10年减沙效益进行了分析。用水文法比较得到了理想结果,为计算较大流域减沙效益提供了新方法,并为较大流域的综合治理,水土流失预报提供了依据。

关键词: 灰色系统理论 灰色系统动态模型群 减沙效益

Using Group of Dynamic Models of Grey Theory To Analyze the Benefit of Decreasing Silt in Jinghe Watershed

Guo Rui Wang Yuanchang

*(Xifeng Station of Soil and Water Conservation,
Huanghe Water Conservancy Committee)*

Abstract

Using grey theory with the data of annual survey amount of water carrying silt which gained from 1952 to 1985 for total 34 years at the exit mouth station (Zhang jiashan Station) of Jinghe watershed, the author established a group of grey models to analyze the ten years' benefit of decreasing silt during 1976 and 1985. This group of models was proved effect by checking the results with hydrological method. It presents a new method for calculating the benefit of decreasing silt and provide the basis for forecasting the soil and water loss in comprehensive harness in large vallies.

key words: grey theory group of dynamic models benefit of decreasing silt

一、前 言

流域出口站年输沙量的大小是衡量该流域水土流失程度的直接指标。目前较大流域减沙效益

注: 本文由黄河流域水保科研基金资助

能反映输沙量这种复杂波型模型,应用灰色拓扑预测,所谓拓扑预测是在 $X^{(0)}$ 曲线上取阈值 ϵ_i , $i = 1, 2, \dots, n$,然后将数列按阈值所给条件分成 n 组新序列,用 $X^{(0)}$ 数据建模。将预测未来时刻所有 ϵ_i 值联成曲线,便可得到预测波型。

(三) 减沙效益计算

预测曲线与实测曲线差值就是扣除降水量变化影响后的流域减沙效益,理论依据是:(1)流域输沙量变化具有周期性和可预测性,我们知道,流域输沙量的变化主要取决于流域内天然降水,下垫面和泥沙的输移比几个方面的变化。据龚时暘等专家的分析得出黄河中游地区泥沙的输移比基本接近于1。也就是说流域产沙量、输沙量基本相同,而天然降水的年际变化存在着约5~6年的短周期及30年左右的长周期^[1],这样就决定了流域的输沙量变化过程具有和天然降水相同的周期性和可预测性。(2)流域内大量的水利水保措施必然会改变自然条件下流域的输沙变化规律。因为流域输沙量的变化过程同样也受到下垫面因素的影响。水利水保措施部分地改变了下垫面因素,因而也间接地通过下垫面对流域输沙量变化过程产生影响,从而改变了流域原来的输沙规律。

文本利用的灰色动态模型群预测的泾河流域1976~1985年10年输沙量过程线只考虑了在自然降水条件下的过程预测,而1975年后流域内进行了大规模的水利水保综合治理,输沙量过程就会发生明显变化(实测输沙量过程线)这样两者之差值即为1976~1985年泾河流域水利水保措施减沙效益。

三、资料处理

首先根据泾河流域出口站张家山水文站1952~1985年,输沙量资料序列绘成曲线,见图1,并定出阈值 ϵ_i ,分别取 ϵ 值为160、170、180、190、……460、500,其次以阈值作平行于时间轴的直线,规定横坐标每年用10个单位表示,计算阈值与曲线交点距原点O的格数,可得到20组新数据序列,然后将所得每一组阈值根据计算需要,分不同起算时间序列,用计算机进行模型优化,直到每组阈值选出一个精度比较高的模型为止。例如泾河流域1952~1985年数据序列 $X^{(0)}$ 如下:

$$\epsilon = 160 \times 10^4 t \quad \{15.5, 59.4, 61, 89, 104.6, 113.5, 120.3, 138.5, 142.3, 159.9,$$

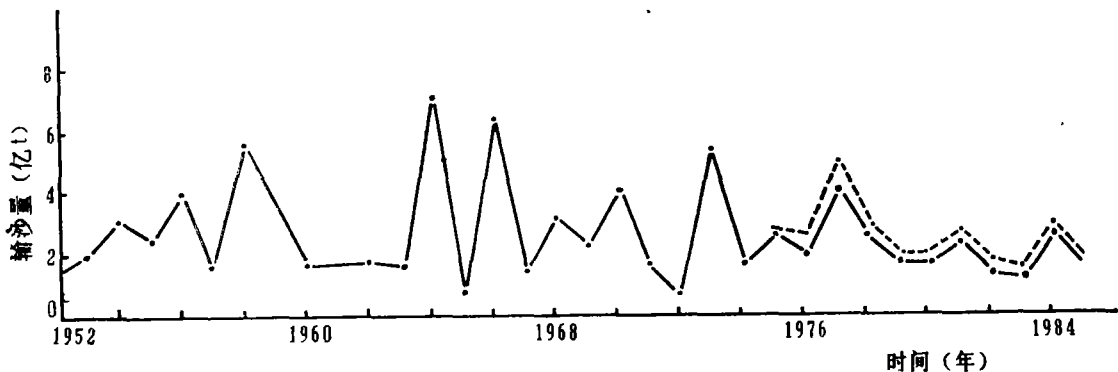


图1 1952~1984年输沙量曲线(张家山水文站资料)

162.2, 199.2, 212.5, 229.8, 231.5, 307.0, 322.9}

$\varepsilon = 500 \times 10^6 t$ {69.2, 72.8, 126.5, 133.4, 148.2}

四、1976~1985年输沙量过程预测及减沙效益

根据泾河流域输沙量变化序列资料,不同起算时间数据列 $X_{(i)}^{(0)}$, 建立 $GM_{(1,1)}$ 模型, 各阈值都可得到误差小、精度高的最优预测模型, 使预测结果得到较好的保证, 现将所得模型群列于表

表 1 模 型 群

阈值 $\times 10^6 t$	模	型	精 度 (%)
150	$x_{(k+1)} = 1183.584$	$e^{0.0844186k} - 1093.784$	96.7
160	$x_{(k+1)} = 1187.441$	$e^{0.08428629k} - 1098.441$	98.0
170	$x_{(k+1)} = 1263.32$	$e^{0.08540479k} - 1174.62$	97.5
180	$x_{(k+1)} = 1399.187$	$e^{0.084648k} - 1310.987$	98.3
190	$x_{(k+1)} = 1390.785$	$e^{0.08500756k} - 1302.985$	98.5
200	$x_{(k+1)} = 1810.074$	$e^{0.08992764k} - 1722.874$	98.6
210	$x_{(k+1)} = 1680.254$	$e^{0.07333672k} - 1558.85$	99.3
220	$x_{(k+1)} = 2161.132$	$e^{0.06160712k} - 2039.632$	99.8
230	$x_{(k+1)} = 2245.016$	$e^{0.056888k} - 2159.216$	98.4
240	$x_{(k+1)} = 2129.383$	$e^{0.06230767k} - 2007.483$	99.6
260	$x_{(k+1)} = 2116.164$	$e^{0.06258774k} - 1993.851$	99.6
280	$x_{(k+1)} = 2118.551$	$e^{0.06252206k} - 1995.96$	99.6
300	$x_{(k+1)} = 2114.709$	$e^{0.06191974k} - 2021.809$	99.7
340	$x_{(k+1)} = 1147.515$	$e^{0.1002335k} - 1066.815$	99.2
360	$x_{(k+1)} = 1133.355$	$e^{0.1013155k} - 1053.355$	99.6
400	$x_{(k+1)} = 1060.114$	$e^{0.107486k} - 982.114$	99.6
420	$x_{(k+1)} = 827.233$	$e^{0.1318338k} - 750.233$	99.6
440	$x_{(k+1)} = 844.954$	$e^{0.1294774k} - 769.1538$	99.2
460	$x_{(k+1)} = 840.178$	$e^{0.1304782k} - 765.3783$	99.9
均 值			99.0

根据表 1 建立的 $GM_{(1,1)}$ 模型群, 可以得出泾河流域1976~1985年不同年输沙量出现的年

份见表2。根据表2预测的年份即可作1976~1985年,10年输沙量预测曲线如图1虚线部分所示,和实测曲线比较后得出减沙效益见表2。

表2 预测输沙量与实测输沙量比较

年 份 (年)	流域平均降水量 (mm)	预测的输沙量 (亿t)	实测的输沙量 (亿t)	差 值 (亿t)	减沙效益 (%)
1976	515	2.34	1.91	0.43	18.4
1977	505	4.88	4.19	0.69	13.95
1978	553.7	3.00	2.44	0.56	18.7
1979	467.8	1.80	1.62	0.18	10
1980	501.6	1.84	1.62	0.22	11.9
1981	589.5	2.60	2.30	0.30	11.5
1982	367.2	1.70	1.26	0.44	25.9
1983	878	1.52	1.17	0.35	23.0
1984	641.3	2.85	2.70	0.15	5.2
1985	520	1.92	1.47	0.45	23.2
均 值	553.8	2.45	2.07	0.37	15.4

五、讨 论

为了进一步检验上述模型和预测计算结果的可靠性,我们从以下几个方面进行了讨论:

1. 从基本资料上看,1952~1975年实测输沙量资料,具有(丰、平、枯)代表性,从表1看出经计算机优化后预测模型,平均精度为99.0%,说明模型误差小、精度高。

2. 分别用不同系列对比法和降雨泥沙双累积曲线法对预测结果进行校核。

(1) 不同系列对比法计算如表3所示。

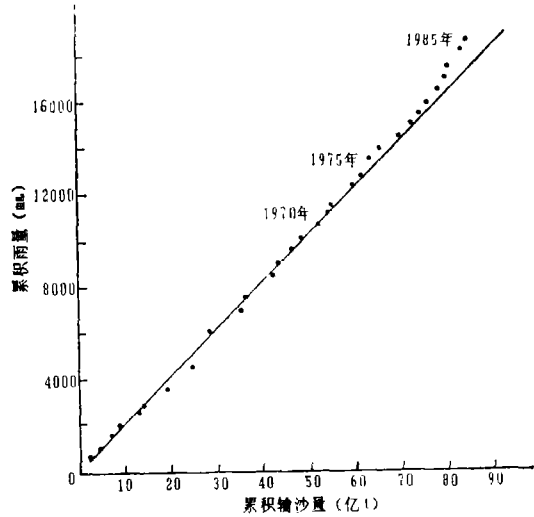


图2 双累积曲线

表3 不同系列对比法计算

代 号	系 列 (年)	多年平均降雨量 (mm)	多年平均输沙量 (亿t)	(I-I)/I (%)	
				降 雨	泥 沙
I	1952~1975	559.3	2.667	5.5	22.4
I	1976~1985	528.9	2.07		

(下转第53页)

近400名学生在宽敞明亮的教室里读书，教师的年工资标准1260~1700元。教师的思想稳定，教学质量不断提高，1980年初中升高中达100%。1972年前全村只有1个初中生，截止1982年进入中等专业学校学习的就有4人，进入大专院校的有6人。

3. 复盛小流域的综合治理典型带动了周围村，先后有县内外数百人前来参观学习。成为吉林省自力更生综合治理的典型。曾受到水电部松辽委员会、吉林省人民政府、通化市人民政府的表彰和奖励。

4. 综合治理效益，促进了村办工副业的发展，目前已办起了参场、砖瓦厂、酒厂等。如今复盛村是一派社会主义新农村的景象，人民的生活得到改善。人均收入由1972年80元，提高到1982年的460元，1987年达到了690元。如若加上人参收入，人均收入已过千元。

小流域综合治理，使复盛村人民走上了富裕道路。人均占有粮食和收入双过千。村固定资产达2800万元。

通化市、通化县水土保持工作站提供材料，并派市林国民副站长如景和丛培明二位同志参加调查，在此表示感谢！

(上接第48页)

(2) 双累积曲线法如图2所示。

由图2可知1976~1985年累积减沙4.3亿t，年平均减少0.43亿t，流域年均输沙量为2.56亿t，故1975年至1985年减沙效益为 $0.43/2.56 \times 100\% = 16.9\%$ 。

以上两种计算方法，其中不同系列对比法与灰色系统计算结果15.4%相差较大，这主要是不同系列对比法没有扣除因天然降水减少而减沙的泥沙，这说明天然降雨减少对泥沙减少影响较大，泾河流域1976~1985年由于降水减少而减少泥沙7.01%即年平，均减沙1792万t。双累积曲线法计算结果与灰色法计算结果接近。

参 考 文 献

1. 邓聚龙. 灰色系统基本方法, 华中工学院出版社
2. 魏凤英. 用灰色动态模型试作全国温度气候预测, 《科学通报》, 1988年