

# 神府—东胜矿区未来降水变化 及其对侵蚀产沙的影响预测\*

高学田

(西北农业大学水利与建筑工程学院·陕西杨陵·712100)

**摘 要** 神府—东胜矿区开发对入黄泥沙的影响是普遍关心的问题之一。该文利用矿区 60 年代以来的降水资料进行谐波分析, 预测未来 15 a 降水量的变化和年内变化。结果表明: 未来降水量比多年平均值增加 6% 左右, 且年际波动性增大, 年内分布更加集中, 洪水量和输沙量有增大的趋势。

**关键词** 降水变化 侵蚀产沙 趋势预测 神府—东胜矿区

文献标识码: A 文章编号: 1000-288X(1999)02-0012-03 中图分类号: S157.1

## Rainfall Trend and Its Affecting on Sediment Yield in Shenfu- Dongsheng Coal Mining Area

GAO Xue-tian

(Water Conservancy and Architectural Engineering College, Northwestern Agriculture  
University, Yangling District, Shaanxi Province, 712100, PRC)

**Abstract** The influence of coal exploitation and construction of Shenfu- Dongsheng coal mining area on sediment transportation of the Yellow river has been paid more attentions. Using precipitation data since 1960's, spectrum analysis is conducted to forecast precipitation in the 15 coming years and its seasonal distribution. The result shows that annual rainfall in the 15 coming years will increase by about 6%, annual rainfall fluctuation will increase and rainfall concentration in a year tends to increase, which will make flood and sediment increased.

**Keywords:** rainfall change; erosion and sediment yield; trend forecast; Shenfu- Dongsheng coal mining area

神府—东胜矿区地处黄土高原与毛乌素沙漠的交接地带, 是黄河中游多沙粗沙地区的一部分, 地理位置为北纬 37°20' ~ 40°16', 东经 108°36' ~ 110°36', 属于窟野河的中上游支流乌兰木伦河流域。目前开发主要集中在以大柳塔为中心的乌兰木伦河两岸约 80 km 河段内。由于矿区属于环境脆弱地区, 煤田开发对环境造成巨大压力, 其中对入黄泥沙的影响是普遍关心的问题之一。张胜利等<sup>[1,2]</sup>采用流失系数法得出神府—东胜矿区 1987-2000 年平均每年增加入黄泥沙  $1.130 \times 10^7 \sim 1.350 \times 10^7$  t, 新增侵蚀模数  $3500 \sim 4200$  t/(km<sup>2</sup>·a), 煤田开发后泥沙颗粒变粗, 高含沙水流机率增加, 其变化趋势为丰水年和平水年都将增加入黄泥沙。本文主要进行降水趋势预测并说明对水沙变化的影响。

### 1 降水量与输沙量的同步性

乌兰木伦河 7-8 月份径流量、输沙量分别占年径流量和年输沙量的 40.9% 和 93.1%, 因此, 7-8 月份的径流量、输沙量的变化基本上反映了全年径流产沙的变化。通过点绘径流

量、输沙量变化过程(图 1),可以看出,总体上看,乌兰木伦河无论是开矿前还是开矿后(以 1986 年为界)水沙关系基本上是同步的,具有水大沙多,水小沙少的特征,二者的相关系数为 0.7842。其间也有水沙不对应的情况出现,开矿前以 1972 年最明显,开矿后以 1989 年最突出。窟野河温家川站水沙关系与乌兰木伦河基本相似,水沙关系的相关系数为 0.80。

矿区未来水沙变化主要取决于降雨量的变化、矿区工程建设进度及松散物质的堆积和矿区侵蚀环境的治理进度。从前述可以看出,乌兰木伦河水沙关系的基本规律在开矿前后没有根本改变,河流输沙主要取决于径流量,而统计分析结果表明流域径流量与降雨量有显著正相关关系。因此,可以通过降雨量未来的变化,分析河流输沙变化。另一方面,矿区开发对水沙变化影响最强烈的时期在基建期,而目前矿区交通等基础设施的建设基本完成,部分煤矿已正式投产,今后将进入正常生产时期,开挖与堆积的强度较矿区建设初期有所减小,对河流水沙未来变化的影响将有所减弱。此外,国家已加强对矿区开采秩序的整顿与管理,矿区环境整治得到加强。因此,未来河流的水沙变化将主要取决于降水量的变化趋势。

## 2 降水量的变化趋势

### 2.1 年降水量的变化趋势

以神木站为典型代表,1961—1995 年的 35 a 间最大年降水量 819.1 mm(1967),最小年降水量 108.6 mm(1965),最大值是最小值的 7.5 倍。从年降水量变化过程看,存在明显的干湿交替。60 年代为相对湿润期,年降水量比多年平均值高 5.9%;70 年代至 80 年代中期(1971—1986)为相对干燥期,年降水量比多年平均值偏少 7.1%;80 年代末期至 90 年代(1987—1995)年降水量比多年平均值略有增加(1.5%),总体上看,60 年代以来,降水量呈减少趋势,35 a 递减了 2.4%。应用实际记录去拟合时间序列的周期振荡,找出准周期去描述和比较气候特征是一有效方法<sup>[3]</sup>。利用主周期叠加外推原理,进行谐波分析得出,矿区年降水量具有 2~4 a 的准周期。选择显著性周期并叠加得到神府—东胜矿区年降水量变化的拟合函数为:

$$p(t) = 442.21 - 133.18\sin(2(t/3.5 + 0.33)) + 77.46\sin(2(t/2.9 + 1.15)) - 61.92\sin(2(t/2.7 + 1.37)) + 77.12\sin(2(t/2.2 - 0.80)) \quad n = 35, \quad r = 0.7769 \quad (1)$$

上式各谐波置信度达到 0.05,相关显著,利用(1)式进行外推,未来 15 a 降水量有所增加,21 世纪初,年平均降水量较 35 a 平均值增加 6% 左右,与 60 年代降水量相当,但年际波动较大,拟合曲线如图 2 所示。这种趋势与内蒙古准格尔旗的预测结果是一致的<sup>[4]</sup>。

如果对年降水量序列进行 3 a 平滑处理,再进行谐波分析,可分析出 17.5 a, 11.7 a, 8.8 a 和 3.5 a 的准周期。它们的相对方差贡献依次为 18.9%, 11.74%, 13.61% 和 23.04%。其拟合公式为:

$$p(t) = 442.21 - 47.80\sin(2(t/17.5 - 1.35)) + 37.67\sin(2(t/11.7 - 1.07)) - 40.57\sin(2(t/8.8 - 0.79)) - 52.78\sin(2(t/3.5 + 0.44)) \quad n = 35 \quad r = 0.8498 \quad (2)$$

利用(2)式进行趋势预测,其结果与式(1)预测结果类似,只是降水量变化过程线较平滑,年际波动较小,但更能反映较长周期的变化规律(图 3)。

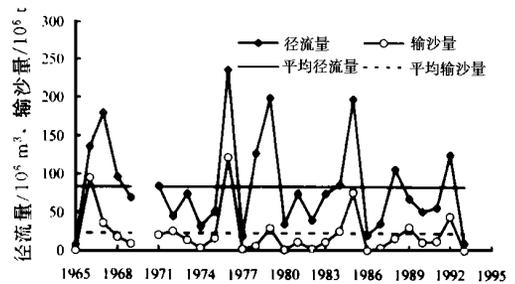


图 1 乌兰木伦河径流量和输沙量年变化过程

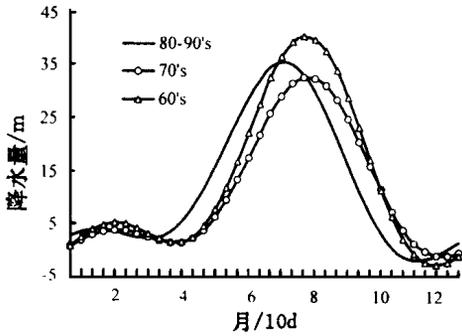


图 2 矿区 60 年代以来年降水量变化过程

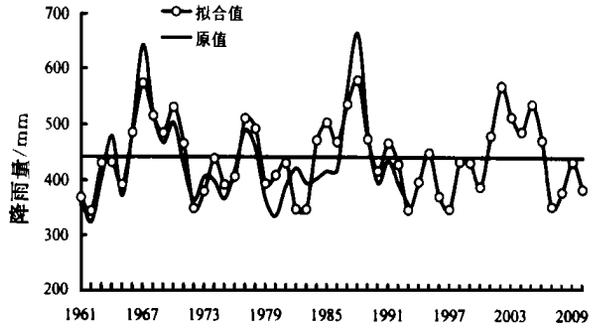


图 3 矿区 60 年代以来年降水量变化趋势

### 2.2 降水量年内分配的变化

将 35 a 的降水系列分成 3 个时段, 60 年代、70 年代和 80- 90 年代。以旬降水量为计算单位, 利用谐波分析法进行拟合, 得到各时段拟合函数(各谐波置信度为 0.05)为:

60 年代:  $p(t) = 13.00 - 17.86\sin(2(t/36 + 1.11)) + 9.74\sin(2(t/18 + 0.38))$  (3)

70 年代:  $p(t) = 10.96 - 14.62\sin(2(t/36 + 1.04)) + 7.25\sin(2(t/18 + 0.32))$  (4)

80- 90 年代:  $p(t) = 11.87 - 16.04\sin(2(t/36 + 1.29)) + 7.25\sin(2(t/18 + 0.71))$  (5)

表 1 各谐波主要特征

时 段	第一谐波		第二谐波		方差总贡献/ %
	方差贡献/ %	峰值位置	方差贡献/ %	峰值位置	
60 年代	54.9	7 月下旬	16.3	1, 7 月下旬	71.2
70 年代	60.8	7 月下旬	17.1	2, 8 月上旬	77.9
80- 90 年代	65.7	7 月中旬	15.3	1, 7 月中旬	81.0

各时段谐波特征如表 1, 拟合曲线如图 4 所示, 可以看出, 年内降水峰值具有明显的摆动, 60 年代和 70 年代年内降水量峰值出现在 7 月下旬, 80- 90 年代则出现在 7 月中旬。与此同时, 春季 4, 5 月和 6 月份降水量有所增加, 8, 9 月和 10 月降水量有所减少。由于风蚀主要在春季发生, 春季降水量的增加, 有利于减轻风沙危害。而降水量峰值的推迟将加剧春旱, 风蚀增强。从 3 个时段年内降水量峰值看, 80- 90 年代, 降水量较 70 年代有所增加, 但仍小于 60 年代。因此, 60 年代以来, 降水量呈递减趋势。从表中各方差贡献看, 60 年代以来, 第一谐波的相对方差逐渐增大, 这表明年内降水量更加集中。

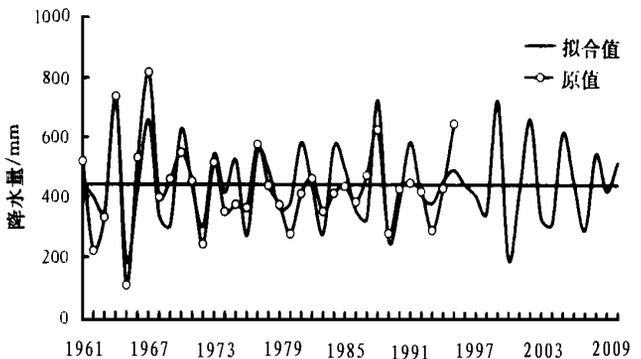


图 4 神府—东胜矿区 60 年代以来降水量年内分配

混交林,这与土壤微生物的数量分布相一致。但纤维素酶活性以落叶松林最高,油松、华山松混交林最低,其原因有待于进一步研究。各种不同的土壤酶活性差异,反映了不同土壤之间有机残体的转化状况。纤维素酶使纤维素水解为纤维二糖,进一步水解为葡萄糖,因而可用于评价土壤有机质残体分解强度,即土壤碳循环的速度。脲酶直接参与土壤中的碳素循环,使尿素分子酰胺碳氮键水解,其活性直接影响土壤氮的积累及其有效性。而蔗糖酶对增加土壤中易溶性营养物质起作用,可用于评价土壤生物活性强度。

土壤营养状况在一定程度上反映了微生物的生物活性,尤其是在营养元素转化中显得更为重要。通过对火地塘 3 种林型的根际土壤养分状况测定发现,土壤中全 N、水解 N、全磷、速效磷、碳含量均表现为根际土> 干基根区土> 干基非根区土> 非根际土,有机质含量虽表现出相似的趋势,但有时干基根区土> 根际土。这也说明了干流淋溶的物质元素对干基根区土壤养分的影响。另外,不同林型的土壤养分状况在整体上与土壤酶活性及微生物数量相一致,说明微生物的数量分布与土壤各营养成分含量成正相关,体现出微生物在土壤养分循环中的重要意义。

本文承西北林学院杨俊秀教授审阅并修改,谨表谢意。

#### 参 考 文 献

- 1 许光辉,等.土壤微生物分析方法手册.北京:农业出版社,1986
- 2 关松荫,等.土壤酶及其研究法.北京:农业出版社,1986
- 3 劳家桎.土壤农化分析手册.北京:农业出版社,1988
- 4 林业部科技司.森林生态系统定位研究方法.北京:中国科学技术出版社,1994
- 5 谭芳林.秦岭辛家山林区锐齿栎林生态系统的地球化学循环及其对水质影响的研究[学位论文].杨陵:西北林学院,1996
- 6 唐臻.秦岭辛家山锐齿栎林水分动态及其产流规律的研究[学位论文].杨陵:西北林学院,1991

(上接第 14 页)

### 3 降水变化对侵蚀产沙的影响

根据上述预测结果,未来 15 a 降雨量将有所增加,21 世纪初期,年平均降水量较 35 a 平均值增加 6% 左右,但年际变化较大,同时年内降水量也将更加集中。

矿区河流乌兰木伦河流域次降雨量与洪水量的统计分析表明,流域降雨量与洪水量呈正相关关系。根据矿区 10 个雨量站的统计,日降雨量 50 mm 的暴雨占年总降水量的 9.6% ~ 33.4% (若按侵蚀性降雨标准则比例更高)。如果暴雨雨量占年总降水量的比例保持不变,那么矿区未来年降水量的增加就意味着暴雨雨量的增加,暴雨雨量的增加将极大地增加洪水量和侵蚀产沙量。因此,未来 15 a 乌兰木伦河洪水量和输沙量总体上将有增大的趋势,特别是丰水年份侵蚀产沙增加量可能更为显著。另一方面,由于矿区河床淤积抬高,洪水对矿区生产安全的威胁将增大,也应引起注意。

#### 参 考 文 献

- 1 唐克丽,主编.黄河流域的径流与泥沙变化.北京:中国科学技术出版社,1993. 1- 18
- 2 张胜利,时明立,张利铭,等.神府-东胜煤田开发对侵蚀产沙的影响.水土保持学报,1992,6(2): 68- 75
- 3 么枕生.功率波分析中的气候周期是叠加周期.气候学研究.北京:气象出版社,1991. 1- 18
- 4 苏维簏.30 a 来内蒙古准格尔旗环境演变的基本特征分析.中国北方农牧交错带环境演变及趋势预测.北京:地质出版社,1992. 123- 127