



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107220490 B

(45)授权公告日 2019.08.20

(21)申请号 201710349808.4

审查员 黎宾彬

(22)申请日 2017.05.17

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107220490 A

(43)申请公布日 2017.09.29

(73)专利权人 武汉大学

地址 430072 湖北省武汉市武昌区珞珈山  
武汉大学

(72)发明人 谢平 吴子怡 桑燕芳 顾海挺

(74)专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务  
所(特殊普通合伙) 42222

代理人 俞琳娟

(51)Int.Cl.

G16Z 99/00(2019.01)

权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

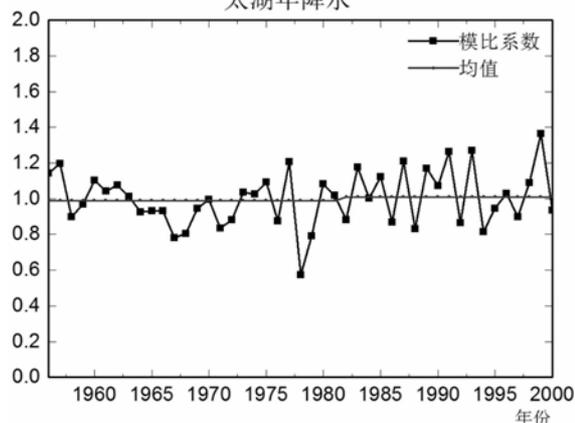
水文序列均值跳跃变异的识别与分级方法

(57)摘要

本发明提供一种水文序列均值跳跃变异的识别与分级方法,其特征在于,包括以下步骤:步骤1.对水文序列X从起点至终点范围内进行滑动识别,并且假设滑动起点为变异点,逐点滑动,依次求取各假设变异点对应的跳跃成分序列Y与原始序列X的相关系数r,取所有结果中绝对值最大的相关系数 $|r_{max}|$ ,对其进行假设检验,若通过,则认为 $|r_{max}|$ 所对应的假设变异点为水文序列变异点;步骤2.考虑相关系数假设检验的显著性水平 $\alpha$ 与 $\beta$ ( $\alpha > \beta$ )、水文序列对长度的要求、相关分析对相关性大小的要求等,确定分级阈值,将变异点所对应的相关系数值与分级阈值做比较,确定跳跃变异所属级别,将跳跃变异程度划分为5级: $0 \leq |r| < r_\alpha$ ,无变异; $r_\alpha \leq |r| < r_\beta$ ,弱变异; $r_\beta \leq |r| < 0.6$ ,中变异; $0.6 \leq |r| < 0.8$ ,强变异; $0.8 \leq |r| \leq 1.0$ ,巨变异。

CN 107220490 B

太湖年降水



1. 一种水文序列均值跳跃变异的识别与分级方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1. 水文序列均值变异点识别与检验:

对水文序列X从起点至终点范围内进行滑动识别,并且假设滑动起点为变异点,逐点滑动,依次求取各假设变异点对应的跳跃成分序列Y与原始序列X的相关系数r,取所有结果中绝对值最大的相关系数 $|r_{\max}|$ ,对其进行假设检验,若通过,则认为 $|r_{\max}|$ 所对应的假设变异点为水文序列变异点;包括以下子步骤:

子步骤1-1. 求取相关系数绝对值 $|r|$ :

对于长度为n的序列 $X = \{x_i\}$ ,通过跳跃变异诊断得到其变异点位置后,将整个序列分割成长度分别为 $n_1$ 和 $n_2$ 的两段子序列,求得序列均值为 $\bar{x}$ 、前后两个子序列均值分别为 $\bar{p}$ 和 $\bar{q}$ :

$$\bar{x} = (x_1 + x_2 + \cdots + x_n) / n,$$

$$\bar{p} = (x_1 + x_2 + \cdots + x_{n_1}) / n_1,$$

$$\bar{q} = (x_{n_1+1} + x_{n_1+2} + \cdots + x_n) / n_2,$$

构造一个跳跃成分组成的序列 $Y = \{y_i\}$ ,  $y_i = \bar{p}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n_1$ ;  $y_j = \bar{q}$ ,  $j = n_1 + 1, n_1 + 2, \dots, n$ ,则跳跃成分序列的均值 $\bar{y}$ 可表示为:

$$\bar{y} = \frac{n_1 \bar{p} + n_2 \bar{q}}{n},$$

原始序列X与跳跃成分Y具有一定的相关关系,其相关系数r为:

$$r = \frac{\sum x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sqrt{\sum x_i^2 - n \bar{x}^2} \sqrt{\sum y_i^2 - n \bar{y}^2}},$$

简化后可得:

$$|r| = \frac{\sqrt{n_1 n_2} |\bar{p} - \bar{q}|}{n \sigma_x},$$

在上式中,  $\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum x_i^2 - \bar{x}^2}$ ;

子步骤1-2. 假设检验:

从水文序列X中各个各假设变异点所对应的相关系数中选取绝对值最大的相关系数 $|r_{\max}|$ ,对其进行假设检验,从常用的显著水平0.01,0.02,0.05和0.1中取 $\alpha$ ,若 $|r_{\max}| < r_\alpha$ ,说明未通过假设检验,则该序列无跳跃变异点;若 $|r_{\max}| > r_\alpha$ ,说明通过假设检验,则认为 $|r_{\max}|$ 所对应的假设变异点为该水文序列的变异点;

步骤2. 水文序列跳跃变异分级:

考虑相关系数假设检验的显著性水平 $\alpha$ 与 $\beta$ 、水文序列对长度的要求、相关分析对相关性的要求,确定分级阈值,将变异点所对应的相关系数值与分级阈值做比较,确定跳跃变异所属级别,将跳跃变异程度划分为5级: $0 \leq |r| < r_\alpha$ ,级别为无变异; $r_\alpha \leq |r| < r_\beta$ ,级别

为弱变异; $r_{\beta} \leq |r| < 0.6$ ,级别为中变异; $0.6 \leq |r| < 0.8$ ,级别为强变异; $0.8 \leq |r| \leq 1.0$ ,级别为巨变异;其中, $\alpha > \beta$ , $r_{\alpha}$ 为相关系数 $r$ 在显著性水平为 $\alpha$ 时的值,同理, $r_{\beta}$ 为相关系数 $r$ 在显著性水平为 $\beta$ 时的值。

2. 根据权利要求1所述的水文序列均值跳跃变异的识别与分级方法,其特征在于:

其中,所述步骤2包括以下内容:

对相关系数进行假设检验,从常用的显著水平0.01、0.02、0.05、0.1中取 $\alpha$ 与 $\beta$ 分别进行检验;若 $r$ 未通过显著水平为 $\alpha$ 的检验,则说明此显著水平下变异不显著,将其划分为无变异级别;若通过了显著水平为 $\alpha$ 的检验但未通过显著水平为 $\beta$ 的检验,则划分为弱变异级别;若通过显著水平为 $\beta$ 的检验,则说明变异较为显著,可再细化分级;

当资料长度取水文计算要求的最短值20时,常用显著水平下的最大阈值均小于0.6,则对于 $r_{\beta} \leq |r| < 0.6$ ,将其变异程度划分为中变异级别;相关系数 $|r| \geq 0.8$ ,则划分为巨变异级别;而 $0.6 \leq |r| < 0.8$ 时,则划分为强变异级别。

## 水文序列均值跳跃变异的识别与分级方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于相关系数的水文序列均值跳跃变异的识别与分级方法。

### 技术背景

[0002] 近年来,气候变化与人类活动对流域下垫面条件的影响所引起的水文效应,逐渐成为全球水循环变化研究的焦点问题。在此变化环境下,水文序列将不再认为来自同一总体,失去了原有的一致性。因此,水资源评价、规划、管理等应基于对变化环境下水文序列的非一致性成分分析之上。

[0003] 对于存在跳跃变异的水文序列而言,目前关于时间序列跳跃变异的研究主要侧重于跳跃点的识别。然而,在非一致性的工程水文计算中,不仅需要对其发生跳跃变异的时间、次数等进行识别与检验,还需要对其变异程度进行描述与分级量化,从而更全面地为开展流域环境变化及其影响评价提供依据。然而,目前针对水文序列跳跃变异分级的研究尚少,尚未提出一种有效的方法,既可识别跳跃点又可对跳跃变异程度进行分级描述,远无法满足实际需求。

[0004] 为此,从序列产生跳跃变异的实质出发,取跳跃性成分与原始序列的相关系数作为跳跃变异的识别与分级指标,提出一种既可对水文序列变异点进行高效率的识别与检验,又可对变异程度进行定量描述与分级的方法,从而为水资源评价与规划提供更全面更可靠的依据。

### 发明内容

[0005] 本发明是为了解决上述问题而进行的,目的在于提供一种基于相关系数的水文序列均值跳跃变异的识别与分级方法。

[0006] 本发明为了实现上述目的,采用了以下方案:

[0007] 本发明提供一种水文序列均值跳跃变异的识别与分级方法,其特征在于,包括以下步骤:步骤1. 水文序列均值变异点识别与检验:对水文序列 $X$ 从起点至终点范围内进行滑动识别,并且假设滑动起点为变异点,逐点滑动,依次求取各假设变异点对应的跳跃成分序列 $Y$ 与原始序列 $X$ 的相关系数 $r$ ,取所有结果中绝对值最大的相关系数 $|r_{\max}|$ ,对其进行假设检验,若通过,则认为 $|r_{\max}|$ 所对应的假设变异点为水文序列变异点;步骤2. 水文序列跳跃变异分级:考虑相关系数假设检验的显著性水平、水文序列对长度的要求、相关分析对相关性的要求等,确定相关系数阈值,将跳跃变异程度划分为5级: $0 \leq |r| < r_{\alpha}$ ,级别为无变异; $r_{\alpha} \leq |r| < r_{\beta}$ ,级别为弱变异; $r_{\beta} \leq |r| < 0.6$ ,级别为中变异; $0.6 \leq |r| < 0.8$ ,级别为强变异; $0.8 \leq |r| \leq 1.0$ ,级别为巨变异。

[0008] 本发明提供的水文序列均值跳跃变异的识别与分级方法,还可以具有以下特征:

[0009] 步骤1包括以下子步骤:

[0010] 子步骤1-1. 求取相关系数绝对值 $|r|$ :

[0011] 对于长度为 $n$ 的序列 $X = \{x_i\}$ ,通过跳跃变异诊断得到其变异点位置后,将整个序

列分割成长度分别为 $n_1$ 和 $n_2$ 的两段子序列,求得序列均值为 $\bar{x}$ 、前后两个子序列均值分别为 $\bar{p}$ 和 $\bar{q}$ :

$$[0012] \quad \bar{x} = (x_1 + x_2 + \cdots + x_n) / n,$$

$$[0013] \quad \bar{p} = (x_1 + x_2 + \cdots + x_{n_1}) / n_1,$$

$$[0014] \quad \bar{q} = (x_{n_1+1} + x_{n_1+2} + \cdots + x_n) / n_2,$$

[0015] 构造一个跳跃成分组成的序列 $Y = \{y_i\}$ ,  $y_i = \bar{p}$ , ( $i = 1, 2, \dots, n_1$ );  $y_j = \bar{q}$ , ( $j = n_1 + 1, n_1 + 2, \dots, n$ ), 则跳跃成分序列的均值 $\bar{y}$ 可表示为:

$$[0016] \quad \bar{y} = \frac{n_1 \bar{p} + n_2 \bar{q}}{n},$$

[0017] 原始序列 $X$ 与跳跃成分 $Y$ 具有一定的相关关系,其相关系数 $r$ 为:

$$[0018] \quad r = \frac{\sum x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sqrt{\sum x_i^2 - n \bar{x}^2} \sqrt{\sum y_i^2 - n \bar{y}^2}},$$

[0019] 简化后可得:

$$[0020] \quad |r| = \frac{\sqrt{n_1 n_2} |\bar{p} - \bar{q}|}{n \sigma_x},$$

$$[0021] \quad \text{在上式中, } \sigma_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum x_i^2 - \bar{x}^2};$$

[0022] 子步骤1-2. 假设检验:

[0023] 从水文序列 $X$ 中各个各假设变异点所对应的相关系数中选取绝对值最大的相关系数 $|r_{\max}|$ ,对其进行假设检验,从常用的显著水平0.01,0.02,0.05和0.1中取 $\alpha$ ,若 $|r_{\max}| < r_\alpha$ ,说明未通过假设检验,则该序列无跳跃变异点;若 $|r_{\max}| > r_\alpha$ ,说明通过假设检验,则认为 $|r_{\max}|$ 所对应的假设变异点为该水文序列的变异点。

[0024] 本发明提供的水文序列均值跳跃变异的识别与分级方法,还可以具有以下特征:步骤2包括以下内容:对相关系数进行假设检验,从常用的显著水平0.01、0.02、0.05、0.1中取 $\alpha$ 与 $\beta$  ( $\alpha > \beta$ ) 分别进行检验;若 $r$ 未通过显著水平为 $\alpha$ 的检验,则说明此显著水平下变异不显著,将其划分为无变异级别;若通过了显著水平为 $\alpha$ 的检验但未通过显著水平为 $\beta$ 的检验,则划分为弱变异级别;若通过显著水平为 $\beta$ 的检验,则说明变异较为显著,可再细化分级;当资料长度取水文计算要求的最短值20时,常用显著水平下的最大阈值均小于0.6,则对于 $r_\beta \leq |r| < 0.6$ ,将其变异程度划分为中变异级别;相关系数 $|r| \geq 0.8$ ,则划分为巨变异级别;而 $0.6 \leq |r| < 0.8$ 时,则划分为强变异级别。

[0025] 发明的作用与效果

[0026] 本发明从序列产生跳跃变异的实质出发,取跳跃性成分与原始序列的相关系数作为跳跃变异的识别与分级指标,提出一种既可对水文序列变异点进行高效率的识别与检验,又可对变异程度进行定量描述与分级的方法,从而为水资源评价与规划提供更全面更可靠的依据。

## 附图说明

- [0027] 图1为本发明实施例所涉及的实测太湖年降水序列跳跃变异情况示意图；  
 [0028] 图2为本发明实施例所涉及的实测太湖年径流序列跳跃变异情况示意图；  
 [0029] 图3为本发明实施例所涉及的实测沱江年降水序列跳跃变异情况示意图；  
 [0030] 图4为本发明实施例所涉及的实测开孔河年降水序列跳跃变异情况示意图；以及  
 [0031] 图5为本发明实施例所涉及的实测博罗站年水位序列跳跃变异情况示意图。

## 具体实施方式

[0032] 以下结合附图对本发明涉及的水文序列均值跳跃变异的识别与分级方法的具体实施方案进行详细地说明。

[0033] <实施例>

[0034] 如图1所示,本实施例所提供的水文序列均值跳跃变异的识别与分级方法包括以下步骤:

[0035] 步骤1.水文序列均值变异点识别与检验:

[0036] 对水文序列 $X$ 从起点至终点范围内进行滑动识别,并且假设滑动起点为变异点,逐点滑动,依次求取各假设变异点对应的跳跃成分序列 $Y$ 与原始序列 $X$ 的相关系数 $r$ ,取所有结果中绝对值最大的相关系数 $|r_{\max}|$ ,对其进行假设检验,若通过,则认为 $|r_{\max}|$ 所对应的假设变异点为水文序列变异点;具体包括以下子步骤:

[0037] 子步骤1-1.求取相关系数绝对值 $|r|$ :

[0038] 对于长度为 $n$ 的序列 $X = \{x_i\}$ ,通过跳跃变异诊断得到其变异点位置后,将整个序列分割成长度分别为 $n_1$ 和 $n_2$ 的两段子序列,求得序列均值为 $\bar{x}$ 、前后两个子序列均值分别为 $\bar{p}$ 和 $\bar{q}$ :

$$[0039] \quad \bar{x} = (x_1 + x_2 + \cdots + x_n) / n \quad (1)$$

$$[0040] \quad \bar{p} = (x_1 + x_2 + \cdots + x_{n_1}) / n_1 \quad (2)$$

$$[0041] \quad \bar{q} = (x_{n_1+1} + x_{n_1+2} + \cdots + x_n) / n_2 \quad (3)$$

[0042] 构造一个跳跃成分组成的序列 $Y = \{y_i\}$ ,  $y_i = \bar{p}$ , ( $i = 1, 2, \dots, n_1$ );  $y_j = \bar{q}$ , ( $j = n_1 + 1, n_1 + 2, \dots, n$ ),则跳跃成分序列的均值 $\bar{y}$ 可表示为:

$$[0043] \quad \bar{y} = \frac{n_1 \bar{p} + n_2 \bar{q}}{n} \quad (4)$$

[0044] 原始序列 $X$ 与跳跃成分 $Y$ 具有一定的相关关系,其相关系数 $r$ 为:

$$[0045] \quad r = \frac{\sum x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sqrt{\sum x_i^2 - n \bar{x}^2} \sqrt{\sum y_i^2 - n \bar{y}^2}} \quad (5)$$

[0046] 无论该序列的跳跃变异程度如何,均可求得此相关系数 $r$ ,且取值范围为 $\pm 1$ ,表明 $r$ 具有易求解和便于比较的属性;

[0047] 由相关系数定义式可知,公式(5)中 $r$ 主要是反映了原始序列与跳跃成分的相关程

度,为更加明确地阐明其具有表征跳跃变异程度的能力,对 $\bar{p}$ 、 $\bar{q}$ 与r的关系进行推导。

[0048] 将式(5)中分子分母各项用 $\bar{p}$ 、 $\bar{q}$ 表示如下:

$$[0049] \quad \sum_{i=1}^n x_i y_i = n_1 \bar{p}^2 + n_2 \bar{q}^2 \quad (6)$$

$$[0050] \quad \overline{xy} = \frac{n_1^2 \bar{p}^2 + n_2^2 \bar{q}^2 + 2n_1 n_2 \bar{p} \bar{q}}{n} \quad (7)$$

$$[0051] \quad \sqrt{\sum y_i^2 - n \overline{y^2}} = \sqrt{n_1 \bar{p}^2 + n_2 \bar{q}^2 - n \left( \frac{n_1 \bar{p} + n_2 \bar{q}}{n} \right)^2} \quad (8)$$

$$[0052] \quad \sqrt{\sum x_i^2 - n \overline{x^2}} = \sqrt{n} \sigma_x \quad (9)$$

[0053] 式中:

$$[0054] \quad \sigma_x^2 = \frac{1}{n} \sum x_i^2 - \bar{x}^2 \quad (10)$$

[0055] 将式(6)-(9)代入式(5)并简化可得:

$$[0056] \quad |r| = \frac{\sqrt{n_1 n_2} |\bar{p} - \bar{q}|}{n \sigma_x} \quad (11)$$

[0057] 子步骤1-2. 假设检验:

[0058] 对于存在均值跳跃变异的序列而言,在一定离散程度下,所识别出的变异点应使得变异点前后子序列均值之差尽可能大。由式(11)可知,相关系数的绝对值可以反映上述变异点识别的基本条件。由此提出利用水文序列的相关系数进行滑动检验的设想:对于变异点未知的序列,假设滑动起点为变异点,逐点滑动,依次求取各假设变异点对应的跳跃成分序列Y与原始序列X的相关系数。

[0059] 取水文序列X中各假设变异点所对应的相关系数中绝对值最大的相关系数 $|r_{\max}|$ ,对其进行假设检验。从常用的显著水平0.01,0.02,0.05和0.1中取 $\alpha$ ,若 $|r_{\max}| < r_\alpha$ ,说明未通过假设检验,则该序列无跳跃变异点;若 $|r_{\max}| > r_\alpha$ ,说明通过假设检验,则认为 $|r_{\max}|$ 所对应的假设变异点为该水文序列的变异点。此外,考虑到假设变异点的位置若过于靠近首端或尾端会使得子序列样本容量太小,导致抽样误差太大,结果不可靠,因此滑动检测通常不从序列起点开始。

[0060] 步骤2. 水文序列跳跃变异分级

[0061] 对相关系数进行假设检验,从常用的显著水平0.01、0.02、0.05、0.1中取 $\alpha$ 与 $\beta$ ( $\alpha > \beta$ )分别进行检验;若r未通过显著水平为 $\alpha$ 的检验,则说明此显著水平下变异不显著,将其划分为无变异级别;若通过了显著水平为 $\alpha$ 的检验但未通过显著水平为 $\beta$ 的检验,则划分为弱变异级别;若通过显著水平为 $\beta$ 的检验,则说明变异较为显著,可再细化分级;

[0062] 另外,当资料长度取水文计算要求的最短值20时,常用显著水平下的最大阈值均小于0.6,则对于 $r_\beta \leq |r| < 0.6$ ,将其变异程度划分为中变异级别;在对水文序列进行相关分析时,通常要求相关系数 $|r| \geq 0.8$ ,因为此时相关系数可以通过常用显著水平的显著性检验,说明两变量之间线性关系显著,从变异的角度来看,原序列与跳跃成分序列相关显著,则说明序列跳跃变异非常显著,因此可将其变异程度划分为巨变异级别;而 $0.6 \leq |r| <$

0.8时,则划分为强变异级别。

[0063] 本实施例中,采用上述水文序列均值跳跃变异识别与分级方法,在显著水平 $\alpha=0.05, \beta=0.01$ 的条件下,首先对澜沧江下游允景洪水文站多时间尺度径流序列进行变异点识别。同时采用Pettitt检验法与Brown-Forsythe检验法作为对比,可知本方法在实际水文序列的变异点识别检验中有较为理想的效果。变异点识别结果及识别效率如下表1所示:

[0064] 表1. 允景洪站多时间尺度径流序列变异点识别检验结果表

[0065]

序号	序列	Pettitt 检验	B-F 检验	滑动 R 检验	综合判断
a	年平均	2001↓	2004↓	2004↓	2004↓
b	年最小 1 月	-	-	-	-
c	年最小 3 月	-	-	2004↑	-

[0066]

d	年最小 5 月	1989↑	1989↑	1999↑	1989↑
e	年最大 1 月	2002↓	2004↓	2004↓	2004↓
f	年最大 3 月	2004↓	2004↓	2004↓	2004↓
g	年最大 5 月	2001↓	2004↓	2004↓	2004↓
h	年最小 1 日	1992↓	1977↓	1992↓	1992↓
i	年最小 3 日	1992↓	1977↓	1992↓	1992↓
j	年最小 5 日	1977↓	-	-	-
k	年最小 7 日	1977↓	-	-	-
l	年最大 1 日	2002↓	2002↓	2002↓	2002↓
m	年最大 3 日	2002↓	2002↓	2002↓	2002↓
n	年最大 5 日	2002↓	2002↓	2002↓	2002↓
o	年最大 7 日	2002↓	2002↓	2002↓	2002↓
p	识别效率	66.7%	86.7%	86.7%	

[0067] 注:“↑”“↓”表示跳跃变异方向;“-”表示无显著变异点。

[0068] 此外,对多个中国水资源二级区、三级区的降雨径流序列及东江下游博罗站年水位序列进行变异分级。利用上述分级方法,求得各序列的相关系数值。在显著性水平 $\alpha=0.05, \beta=0.01$ 条件下,得到跳跃变异分级对应的上下限,其中 $r_\alpha=0.294, r_\beta=0.380$ 。对各实测序列跳跃变异程度进行分级,结果如下表2所示:

[0069] 表2. 多站实测水文序列均值跳跃变异分级结果

[0070]

序列	变异点位置	相关系数	上, 下限	跳跃变异程度
太湖年降水序列	1982(-)	0.274	(0, 0.294)	无变异
太湖年径流序列	1982(+)	0.360	[0.294, 0.380)	弱变异
沱江年降水序列	1968(+)	-0.516	[0.380, 0.600)	中变异
开孔河年降水序列	1986(+)	0.659	[0.600, 0.800)	强变异
博罗站年水位序列	2001(+)	-0.919	[0.800, 1.000)	巨变异

[0071] 注:+表示变异点显著性较强,-表示较弱。

[0072] 检测出的太湖年降水序列跳跃变异点的显著性较弱,其相关系数仅为0.274,小于

$r_a$  (0.294), 因此认为该序列未发生跳跃变异。但太湖年径流序列的相关系数为0.360, 满足  $r_a \leq |r| < r_\beta$ , 表明该序列发生微弱向上的跳跃变异。沱江年降水序列的相关系数为-0.516, 负值表明跳跃变异方向向下, 其绝对值满足  $r_\beta \leq |r| < 0.6$ , 也表明该序列的跳跃变异程度较明显。开孔河年降水序列的相关系数为0.659, 绝对值落在区间  $[0.600, 0.800)$ , 对应强烈的向上跳跃变异。博罗站水位序列的相关系数为-0.919, 其绝对值远大于0.800, 表明跳跃变异已达到巨变异程度, 且方向向下。各序列跳跃变异分级如图1至5所示。

[0073] 综上, 水文序列均值跳跃变异识别与分级方法是从序列产生跳跃变异的实质出发, 在原理上体现出水文序列变异点前后均值跳跃变异幅度、离散程度等性质, 是一种既可对水文序列变异点进行高效率的识别与检验, 又可对变异程度进行定量描述与分级的方法, 计算简便, 结果可靠, 可操作性强, 具有很大的实际应用价值。

[0074] 以上实施例仅仅是对本发明技术方案所做的举例说明。本发明所涉及的水文序列均值跳跃变异的识别与分级方法并不仅仅限定于在以上实施例中所描述的内容, 而是以权利要求所限定的范围为准。本发明所属领域技术人员在该实施例的基础上所做的任何修改或补充或等效替换, 都在本发明的权利要求所要求保护的范围内。

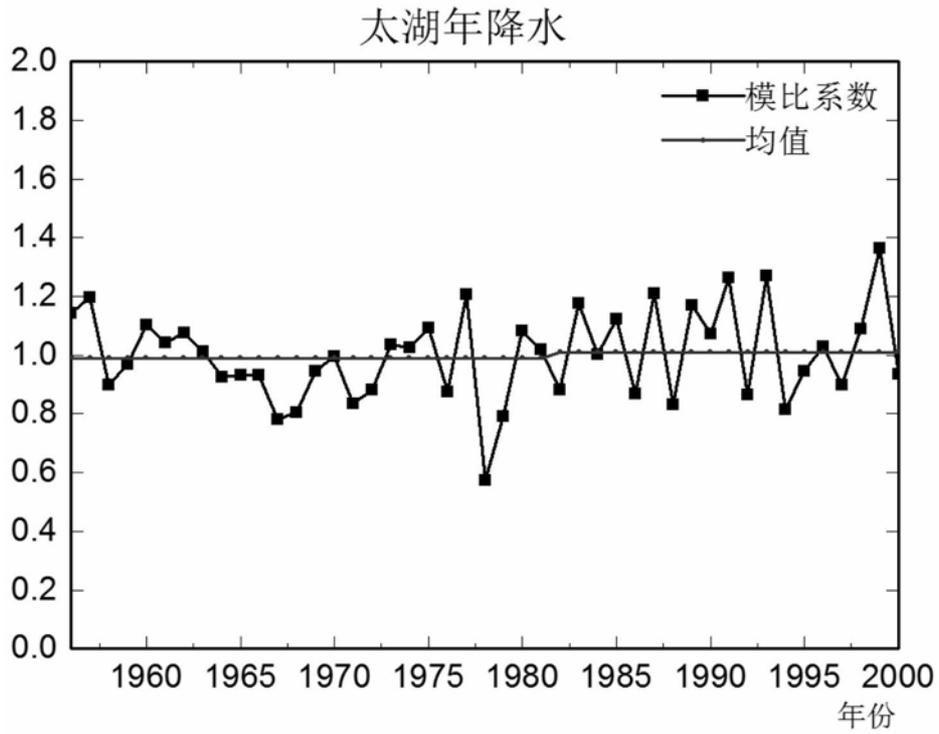


图1

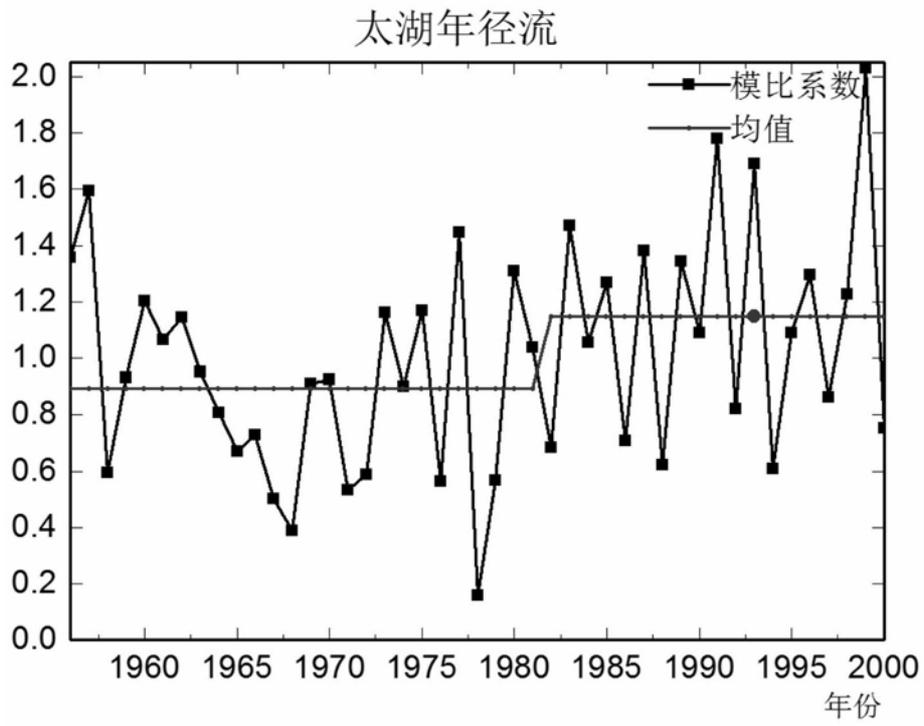


图2

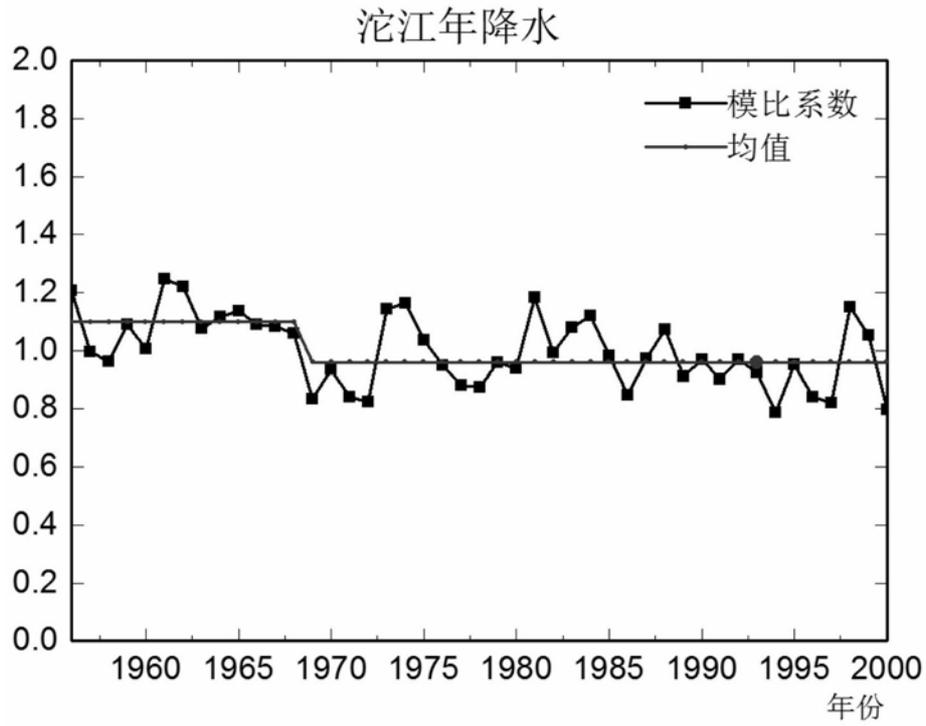


图3

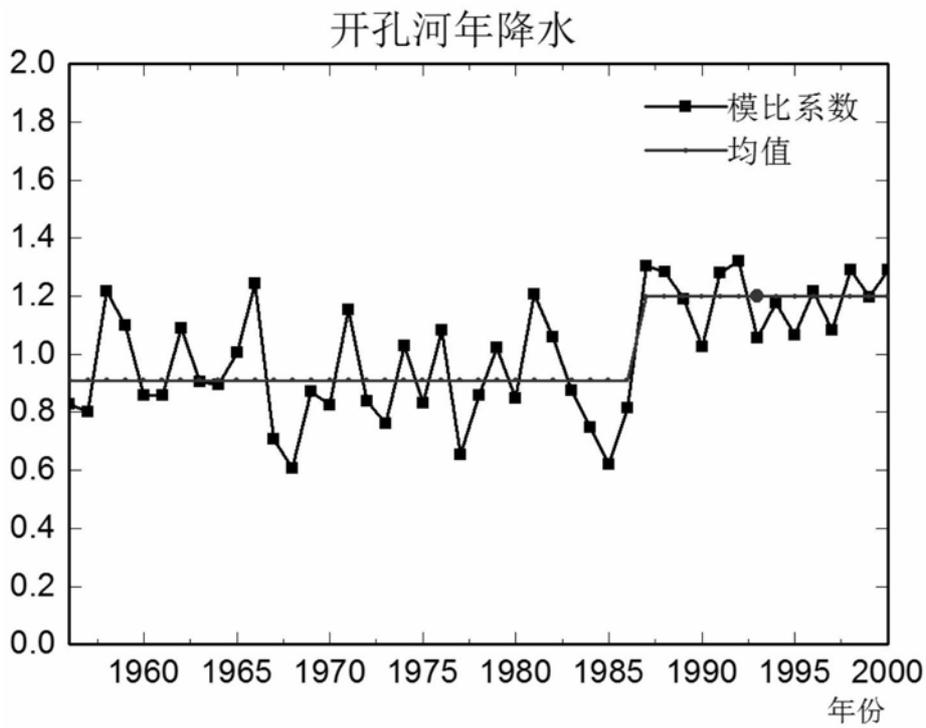


图4

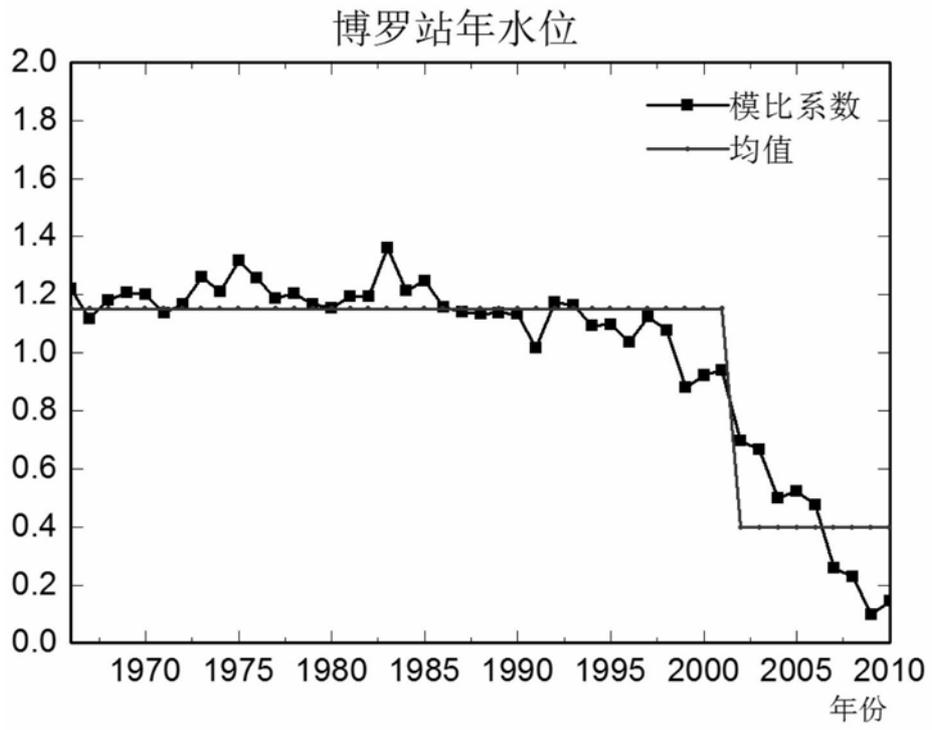


图5