



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109543583 A

(43)申请公布日 2019.03.29

(21)申请号 201811361911.1

(22)申请日 2018.11.15

(71)申请人 南京泛在地理信息产业研究院有限公司

地址 210023 江苏省南京市栖霞区仙林街
道灵山北路18号4栋102

申请人 南京师范大学

(72)发明人 李安波 徐诗宇 董甜甜 阎国年

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

代理人 冯艳芬

(51)Int.Cl.

G06K 9/00(2006.01)

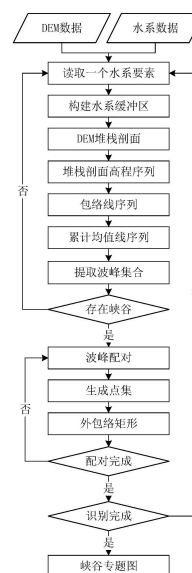
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种峡谷地貌实体的自动化识别方法

(57)摘要

本发明公开了一种峡谷地貌实体的自动化识别方法,包括:(1)从水系图层中读取一水系要素,创建缓冲区,并提取缓冲区在水系要素两侧的边界线leftline、rightline;(2)分别采用边界线leftline、rightline对DEM作堆栈剖面,从而得到边界线所经过的格网单元的高程序列LE、RE;(3)分别提取高程序列LE、RE的波峰集合LP、RP;(4)对于波峰集合LP、RP中的波峰进行配对,并基于配对的两个波峰所确定区域,生成一个外包络矩形,所述外包络矩形即为识别出的一个峡谷所在区域;(5)返回循环执行步骤(1)到(4),直至水系图层中每一水系要素都被处理;(6)将所生成的外包络矩形集合,生成峡谷实体专题图层。本发明可以自动识别出峡谷地貌。



1. 一种峡谷地貌实体的自动化识别方法,其特征在于该方法包括:

(1) 从水系图层中读取一水系要素,创建缓冲区,并提取缓冲区在水系要素两侧的边界线leftline、rightline;

(2) 分别采用边界线leftline、rightline对DEM作堆栈剖面,从而得到边界线所经过的格网单元的高程序列LE、RE;

(3) 分别提取高程序列LE、RE的波峰集合LP、RP;

(4) 对于波峰集合LP、RP中的波峰进行配对,并基于配对的两个波峰所确定区域,生成一个外包络矩形,所述外包络矩形即为识别出的一个峡谷所在区域;

(5) 返回循环执行步骤(1)到(4),直至水系图层中每一水系要素都被处理;

(6) 基于所生成的外包络矩形集合,生成峡谷实体专题图层。

2. 根据权利要求1所述的峡谷地貌实体的自动化识别方法,其特征在于:所述步骤(1)具体包括:

(1-1) 从水系图层中读取一水系要素 w_i ,其中, $i \in \{1, 2, \dots, N\}$, N 为水系图层中水系线要素的个数;

(1-2) 创建一距离为 d 的缓冲区buffer;

(1-3) 提取buffer在水系要素 w_i 两侧的边界线,分别记为leftline、rightline。

3. 根据权利要求1所述的峡谷地貌实体的自动化识别方法,其特征在于:步骤(2)具体包括:

(2-1) 采用边界线leftline对DEM作堆栈剖面,从而得到高程序列 $LE = \{l_i | i = 1, 2, \dots, LN\}$,其中, l_i 为边界线leftline所经过的第 i 个格网单元的高程值, LN 为序列LE元素的个数;

(2-2) 采用边界线rightline对DEM作堆栈剖面,从而得到高程序列 $RE = \{r_j | j = 1, 2, \dots, RN\}$,其中, r_j 为边界线rightline所经过的第 j 个格网单元的高程值, RN 为序列RE元素的个数。

4. 根据权利要求1所述的峡谷地貌实体的自动化识别方法,其特征在于:步骤(3)具体包括:

(3-1) 分别计算序列LE、RE的包络线序列 $LEV = \{lev_i | i = 1, 2, \dots, LN\}$ 、 $REV = \{rev_j | j = 1, 2, \dots, RN\}$;

(3-2) 根据以下公式计算LE的累计均值线序列 $LA = \{la_i | i = 1, 2, \dots, LN\}$,以及RE的累计均值线序列 $RA = \{ra_j | j = 1, 2, \dots, RN\}$:

$$la_i = \begin{cases} l_i & , i=1 \\ \frac{la_{i-1} * (i-1) + l_i}{i} & , i>1 \end{cases}$$

$$ra_j = \begin{cases} r_j & , j=1 \\ \frac{ra_{j-1} * (j-1) + r_j}{j} & , j>1 \end{cases}$$

式中, l_i 和 r_j 分别为序列LE、RE的元素;

(3-3) 获取包络线序列LEV在累计均值线序列LA上方的序列 $LEV' = \{lev'_i | i = 1, 2, \dots,$

LN}, 以及包络线序列REV在累计均值线序列RA上方的序列 $REV' = \{rev'_j | j=1, 2, \dots, RN\}$; 其中:

$$lev'_i = \begin{cases} lev_i, lev_i \geq la_i \\ 0, lev_i < la_i \end{cases}$$

$$rev'_j = \begin{cases} rev_j, rev_j \geq ra_j \\ 0, rev_j < ra_j \end{cases}$$

(3-4) 分别提取出序列LEV'、REV' 中波峰高度大于设定阈值PT的波峰, 并分别加入波峰的三元组集合 $LP = (\{lp_i | i=1, 2, \dots, LM\}, RP = \{rp_j | j=1, 2, \dots, RM\})$ 中; 其中, 波峰 $lp_i = (lp_i(\text{start}), lp_i(\text{peak}), lp_i(\text{end}))$, 波峰 $rp_j = (rp_j(\text{start}), rp_j(\text{peak}), rp_j(\text{end}))$, start为对应波峰左侧平衡位置、peak为对应波峰位置、end为对应波峰右侧的平衡位置, LM、RM分别为序列LEV'、REV' 中波峰高度大于PT的波峰的个数。

5. 根据权利要求4所述的峡谷地貌实体的自动化识别方法, 其特征在于: 步骤(4) 具体包括:

(4-1) 若集合LP或RP均非空, 执行步骤(4-2); 否则, 执行步骤(5);

(4-2) 在集合RP中, 查找与元素 lp_i 配对的波峰 $rp_{nearest}$;

(4-3) 针对 lp_i 的三个元素 $lp_i(\text{start})$ 、 $lp_i(\text{peak})$ 、 $lp_i(\text{end})$ 和其配对波峰 $rp_{nearest}$ 的三个元素 $rp_{nearest}(\text{start})$ 、 $rp_{nearest}(\text{peak})$ 、 $rp_{nearest}(\text{end})$, 在每个元素所对应网格单元的中心位置创建一个点;

(4-4) 生成6个点的外包络矩形, 所述外包络矩形即为识别出的一个峡谷所在区域;

(4-5) 返回循环执行步骤(4-2) 至(4-4), 直至集合LP中所有元素都被配对处理。

6. 根据权利要求5所述的峡谷地貌实体的自动化识别方法, 其特征在于: 步骤(4) 具体包括: 步骤(4-2) 具体包括:

(4-2-1) 计算 $lp_i(\text{peak})$ 与 $rp_j(\text{peak})$ 的差值 $near_j$, 并存入集合 $Near = \{near_j | j=1, 2, \dots, RM\}$;

(4-2-2) 获取集合Near中的最小值 $near_{nearest}$, 若 $near_{nearest}$ 小于设定阈值NT, 则判定波峰 $rp_{nearest}$ 与 lp_i 配对, 即 $rp_{nearest}$ 与 lp_i 位于同一峡谷两侧, 并从集合RP中剔除 $rp_{nearest}$, 执行步骤(4-3); 否则, 执行步骤(4-5)。

一种峡谷地貌实体的自动化识别方法

技术领域

[0001] 本发明涉及地理信息技术应用领域,尤其涉及一种峡谷地貌实体的自动化识别方法。

背景技术

[0002] 地貌作为生态与环境复杂物质体系中的一项最基本要素,明显控制着地球表层水分与热量的地域再分配,并间接影响着土壤、植被,以及物质迁移和生态系统的演替与发展。自20世纪60年代以来,遥感、地理信息系统和全球定位系统的迅速发展,为地貌科学研究提供了丰富的数据源和研究方法,国内外学者也尝试开展了一定的地貌自动化提取方法研究。

[0003] 峡谷是指谷坡陡峻、深度大于宽度的山谷。它通常发育在构造运动抬升和谷坡由坚硬岩石组成的地段。当地面抬升速度与下切作用协调时,最易形成峡谷。峡谷作为一种典型的地貌类型,是修建水库大坝的理想部位,并在地球表面形成了众多独特的自然景观。开展峡谷地貌实体的自动识别方法研究,在地貌学研究、地貌景观资源开发与利用、水资源开发与利用等诸多方面,具有一定的研究意义和实用价值。

[0004] 目前,峡谷地貌的识别,主要是地貌专家结合野外勘测数据对地质遥感影像进行目视解译,但其解译速度慢、自动化程度低,不能满足大范围峡谷地貌快速识别的要求。

发明内容

[0005] 发明目的:本发明针对现有技术存在的问题,提供一种峡谷地貌实体的自动化识别方法。

[0006] 技术方案:本发明所述的峡谷地貌实体的自动化识别方法包括:

[0007] (1) 从水系图层中读取一水系要素,创建缓冲区,并提取缓冲区在水系要素两侧的边界线leftline、rightline;

[0008] (2) 分别采用边界线leftline、rightline对DEM作堆栈剖面,从而得到边界线所经过的格网单元的高程序列LE、RE;

[0009] (3) 分别提取高程序列LE、RE的波峰集合LP、RP;

[0010] (4) 对于波峰集合LP、RP中的波峰进行配对,并将配对的两个波峰所确定区域,生成一个外包络矩形,所述外包络矩形即为识别出的一个峡谷所在区域;

[0011] (5) 返回循环执行步骤(1)到(4),直至水系图层中每一水系要素都被处理;

[0012] (6) 将所生成的外包络矩形集合,生成峡谷实体专题图层。

[0013] 进一步的,所述步骤(1)具体包括:

[0014] (1-1) 从水系图层中读取一水系要素 w_i ,其中, $i \in \{1, 2, \dots, N\}$, N 为水系图层中水系线要素的个数;

[0015] (1-2) 创建一距离为 d 的缓冲区buffer;

[0016] (1-3) 提取buffer在水系要素 w_i 两侧的边界线,分别记为leftline、rightline。

[0017] 进一步的,步骤(2)具体包括:

[0018] (2-1)采用边界线leftline对DEM作堆栈剖面,从而得到高程序列 $LE = \{l_i | i=1, 2, \dots, LN\}$,其中, l_i 为边界线leftline所经过的第*i*个格网单元的高程值, LN 为序列 LE 元素的个数;

[0019] (2-2)采用边界线rightline对DEM作堆栈剖面,从而得到高程序列 $RE = \{r_j | j=1, 2, \dots, RN\}$,其中, r_j 为边界线rightline所经过的第*j*个格网单元的高程值, RN 为序列 RE 元素的个数。

[0020] 进一步的,步骤(3)具体包括:

[0021] (3-1)分别计算序列 LE 、 RE 的包络线序列 $LEV = \{lev_i | i=1, 2, \dots, LN\}$ 、 $REV = \{rev_j | j=1, 2, \dots, RN\}$;

[0022] (3-2)根据以下公式计算 LE 的累计均值线序列 $LA = \{la_i | i=1, 2, \dots, LN\}$,以及 RE 的累计均值线序列 $RA = \{ra_j | j=1, 2, \dots, RN\}$:

$$[0023] \quad la_i = \begin{cases} l_i, & i=1 \\ \frac{la_{i-1} * (i-1) + l_i}{i}, & i>1 \end{cases}$$

$$[0024] \quad ra_j = \begin{cases} r_j, & j=1 \\ \frac{ra_{j-1} * (j-1) + r_j}{j}, & j>1 \end{cases}$$

[0025] 式中, l_i 和 r_j 分别为序列 LE 、 RE 的元素;

[0026] (3-3)获取包络线序列 LEV 在累计均值线序列 LA 上方的序列 $LEV' = \{lev'_i | i=1, 2, \dots, LN\}$,以及包络线序列 REV 在累计均值线序列 RA 上方的序列 $REV' = \{rev'_j | j=1, 2, \dots, RN\}$;其中:

$$[0027] \quad lev'_i = \begin{cases} lev_i, & lev_i \geq la_i \\ 0, & lev_i < la_i \end{cases}$$

$$[0028] \quad rev'_j = \begin{cases} rev_j, & rev_j \geq ra_j \\ 0, & rev_j < ra_j \end{cases}$$

[0029] (3-4)分别提取出序列 LEV' 、 REV' 中波峰高度大于设定阈值 PT 的波峰,并分别加入波峰的三元组集合 $LP = \{lp_i | i=1, 2, \dots, LM\}$ 、 $RP = \{rp_j | j=1, 2, \dots, RM\}$ 中;其中,波峰 $lp_i = (lp_i(\text{start}), lp_i(\text{peak}), lp_i(\text{end}))$,波峰 $rp_j = (rp_j(\text{start}), rp_j(\text{peak}), rp_j(\text{end}))$,start为对应波峰的左侧平衡位置、peak为对应波峰位置、end为对应波峰右侧的平衡位置, LM 、 RM 分别为序列 LEV' 、 REV' 中波峰高度大于 PT 的波峰的个数。

[0030] 进一步的,步骤(4)具体包括:

[0031] (4-1)若集合 LP 或 RP 均非空,执行步骤(4-2);否则,执行步骤(5);

[0032] (4-2)在集合 RP 中,查找与元素 lp_i 配对的波峰 rp_{nearest} ;

[0033] (4-3)针对 lp_i 的三个元素 $lp_i(\text{start})$ 、 $lp_i(\text{peak})$ 、 $lp_i(\text{end})$ 和其配对波峰 rp_{nearest} 的三个元素 $rp_{\text{nearest}}(\text{start})$ 、 $rp_{\text{nearest}}(\text{peak})$ 、 $rp_{\text{nearest}}(\text{end})$ 。在每个元素所对应网格单元的中心位置创建一个点;

- [0034] (4-4) 生成6个点的外包络矩形,所述外包络矩形即为识别出的一个峡谷所在区域;
- [0035] (4-5) 返回循环执行步骤(4-2)至(4-4),直至集合LP中所有元素都被配对处理。
- [0036] 进一步的,步骤(4)具体包括:步骤(4-2)具体包括:
- [0037] (4-2-1) 计算 lp_i (peak) 与 rp_j (peak) 的差值 $near_j$,并存入集合 $Near = \{near_j | j = 1, 2, \dots, RM\}$;
- [0038] (4-2-2) 获取集合Near中的最小值 $near_{nearest}$,若 $near_{nearest}$ 小于设定阈值NT,则判定波峰 $rp_{nearest}$ 与 lp_i 配对,即 $rp_{nearest}$ 与 lp_i 位于同一峡谷两侧,并从集合RP中剔除 $rp_{nearest}$,执行步骤(4-3);否则,执行步骤(4-5)。
- [0039] 有益效果:本发明与现有技术相比,其显著优点是:本发明以DEM和水系数据为数据源,通过构建水系要素缓冲区、获取缓冲区边界线堆栈剖面的高程序列、高程序列的波峰提取、基于配基于波峰配对的结果外包络矩形以及峡谷实体的专题图生成等环节,实现峡谷实体的自动化识别。

附图说明

- [0040] 图1为本发明一种峡谷实体自动化识别方法的流程图;
- [0041] 图2为本实施例中采用的实验数据图;
- [0042] 图3为水系要素的缓冲区边界线的示意图;
- [0043] 图4是堆栈剖面的高程序列曲线示意图;
- [0044] 图5是包络线和累计均线的示意图;
- [0045] 图6是基于配对波峰创建点集的示意图;
- [0046] 图7为波峰位置的外包络矩形的示意图;
- [0047] 图8为本实施例生成的峡谷实体的专题图。

具体实施方式

[0048] 本实施例提供了一种峡谷地貌实体的自动化识别方法,如图1所示。该实施例采用的实验数据是30M分辨率的三峡区域DEM数据以及相应的水系数据,具体如图2所示。本实施例包括以下步骤:

- [0049] (1) 从水系图层中读取一水系要素,创建缓冲区,并提取缓冲区在水系要素两侧的边界线 $leftline$ 、 $rightline$ 。具体包括:
- [0050] (1-1) 从水系图层中读取一水系要素 w_i ,其中, $i \in \{1, 2, \dots, N\}$,N为水系图层中水系线要素的个数;在本实施例中, $N=12$;
- [0051] (1-2) 创建一距离为d的缓冲区buffer;在本实施例中, $d=1650$;
- [0052] (1-3) 提取buffer在水系要素 w_i 两侧的边界线,分别记为 $leftline$ 、 $rightline$,边界线如图3所示。
- [0053] (2) 分别采用边界线 $leftline$ 、 $rightline$ 对DEM作堆栈剖面,从而得到边界线所经过的格网单元的高程序列LE、RE。
- [0054] 该步骤具体包括:
- [0055] (2-1) 采用边界线 $leftline$ 对DEM作堆栈剖面,从而得到高程序列 $LE = \{l_i | i = 1,$

$2, \dots, LN\}$, 其中, l_i 为边界线 *leftline* 所经过的第 i 个格网单元的高程值, LN 为序列 LE 元素的个数;

[0056] (2-2) 采用边界线 *rightline* 对 DEM 作堆栈剖面, 从而得到高程序列 $RE = \{r_j | j=1, 2, \dots, RN\}$, 其中, r_j 为边界线 *rightline* 所经过的第 j 个格网单元的高程值, RN 为序列 RE 元素的个数。高程序列如图4所示, 在本实施例中, 对于水系要素 w_1 , $LN=2131$, $RN=2281$, $LE = \{172.34, 174.38, 176.87, \dots\}$, $RE = \{256.59, 258.00, 259.41, \dots\}$ 。

[0057] (3) 分别提取高程序列 LE 、 RE 的波峰集合 LP 、 RP 。

[0058] 该步骤具体包括:

[0059] (3-1) 分别计算序列 LE 、 RE 的包络线序列 $LEV = \{lev_i | i=1, 2, \dots, LN\}$ 、 $REV = \{rev_j | j=1, 2, \dots, RN\}$; 在本实施例中, 对于水系要素 w_1 , $LEV = \{250.49, 274.44, 258.76, \dots\}$, $REV = \{286.97, 250.52, 272.49, \dots\}$; 包络线计算方法见文件(夏志林, 薛亦渝, 赵利, 张幼陵. 2003. 基于包络线法的薄膜光学常数分析. 武汉理工大学学报, 25(5): 73-76.) 中。

[0060] (3-2) 根据以下公式计算 LE 的累计均值线序列 $LA = \{la_i | i=1, 2, \dots, LN\}$, 以及 RE 的累计均值线序列 $RA = \{ra_j | j=1, 2, \dots, RN\}$:

$$[0061] \quad la_i = \begin{cases} l_i, & i=1 \\ \frac{la_{i-1} * (i-1) + l_i}{i}, & i>1 \end{cases}$$

$$[0062] \quad ra_j = \begin{cases} r_j, & j=1 \\ \frac{ra_{j-1} * (j-1) + r_j}{j}, & j>1 \end{cases}$$

[0063] 式中, l_i 和 r_j 分别为序列 LE 、 RE 的元素; 在本实施例中, 对于水系要素 w_1 , $LA = \{250.49, 262.47, 262.23, \dots\}$; $RA = \{286.97, 268.75, 269.99, \dots\}$;

[0064] (3-3) 获取包络线序列 LEV 在累计均值线序列 LA 上方的序列 $LEV' = \{lev'_i | i=1, 2, \dots, LN\}$, 以及包络线序列 REV 在累计均值线序列 RA 上方的序列 $REV' = \{rev'_j | j=1, 2, \dots, RN\}$; 其中:

$$[0065] \quad lev'_i = \begin{cases} lev_i, & lev_i \geq la_i \\ 0, & lev_i < la_i \end{cases}$$

$$[0066] \quad rev'_j = \begin{cases} rev_j, & rev_j \geq ra_j \\ 0, & rev_j < ra_j \end{cases}$$

[0067] 在本实施例中, 对于水系要素 w_1 , $LEV' = \{250.47, 274.44, 0, \dots\}$, $REV' = \{286.97, 0, 272.49, \dots\}$, 高程序列、包络线序列、累计均值线序列的对比如图5所示。

[0068] (3-4) 分别提取出序列 LEV' 、 REV' 中波峰高度大于设定阈值 PT 的波峰, 并分别加入波峰的三元组集合 $LP = \{lp_i | i=1, 2, \dots, LM\}$ 、 $RP = \{rp_j | j=1, 2, \dots, RM\}$ 中; 其中, 波峰 $lp_i = (lp_i(\text{start}), lp_i(\text{peak}), lp_i(\text{end}))$, 波峰 $rp_j = (rp_j(\text{start}), rp_j(\text{peak}), rp_j(\text{end}))$, *start* 为对应波峰左侧平衡位置、*peak* 为对应波峰位置、*end* 为对应波峰右侧的平衡位置, LM 、 RM 分别为序列 LEV' 、 REV' 中波峰高度大于 PT 的波峰的个数。在本实施例中, $PT=50$, $LM=4$, $LP = \{(172, 189, 204), (450, 507, 532), \dots\}$, $RM=5$, $RP = \{(446, 499, 531), (695, 733, 818), \dots\}$ 。

[0069] (4) 对于波峰集合LP、RP中的波峰进行配对,并将配对的两个波峰所确定区域,生成一个外包络矩形,所述外包络矩形即为识别出的一个峡谷所在区域。

[0070] 步骤(4)具体包括:

[0071] (4-1) 若集合LP或RP均非空,执行步骤(4-2);否则,执行步骤(5);

[0072] (4-2) 在集合RP中,查找与元素 lp_i 配对的波峰 $rp_{nearest}$;进行配对的过程具体包括:

(4-2-1) 计算 lp_i (peak) 与 rp_j (peak) 的差值 $near_j$,并存入集合 $Near = \{near_j | j=1, 2, \dots, RM\}$;例如在本实施例中,当 $i=2$ 时, lp_2 (peak) = 507, $Near = \{8, 226, 263, 928, 1336\}$; (4-2-2) 获取集合Near中的最小值 $near_{nearest}$,若 $near_{nearest}$ 小于设定阈值NT,则判定波峰 $rp_{nearest}$ 与 lp_i 配对,即 $rp_{nearest}$ 与 lp_i 位于同一峡谷两侧,并从集合RP中剔除 $rp_{nearest}$,执行步骤(4-3);否则,执行步骤(4-5)。例如在本实施例中,NT=100; $nearest=1$, $near_{nearest}=8$ 小于100,从集合RP中剔除 rp_1 ;

[0073] (4-3) 分别在 lp_i 的三元组 lp_i (peak)、 lp_i (end)、 lp_i (start) 和其配对波峰 $rp_{nearest}$ 的三元组 $rp_{nearest}$ (start)、 $rp_{nearest}$ (peak)、 $rp_{nearest}$ (end) 所在网格单元的中心位置创建一个点;在本实施例中,对于配对波峰 lp_2 、 rp_1 ,分别在 l_{450} 、 l_{507} 、 l_{532} 、 r_{446} 、 r_{499} 、 r_{531} 所经过的格网单元的中心位置创建一个点,为点 p_1 - p_6 ,如图6所示;

[0074] (4-4) 生成6个点的外包络矩形,如图7所示,所述外包络矩形即为识别出的一个峡谷所在区域;

[0075] (4-5) 返回循环执行步骤(4-2)至(4-4),直至集合LP中所有元素都被配对处理。

[0076] (5) 返回循环执行步骤(1)到(4),直至水系图层中每一水系要素都被处理。

[0077] (6) 将所生成的外包络矩形集合,生成峡谷实体专题图层,如图8所示。

[0078] 最后识别结果显示,本实施例识别出的18个峡谷实体中,共有1处漏判,1处虚判,虚警概率和误警概率均为5.8%。实验表明,本识别方法自动化程度高,识别效果较好,能够满足峡谷地貌实体自动化识别的工作需要。

[0079] 以上所揭露的仅为本发明一种较佳实施例而已,不能以此来限定本发明之权利范围,因此依本发明权利要求所作的等同变化,仍属本发明所涵盖的范围。

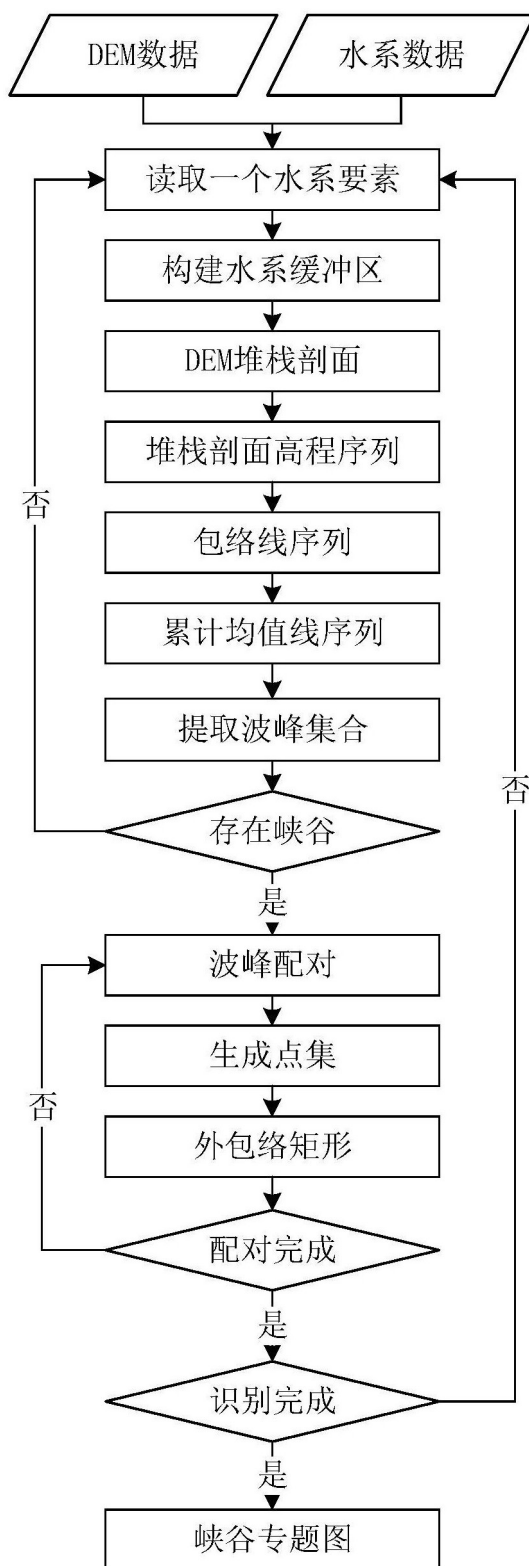


图1

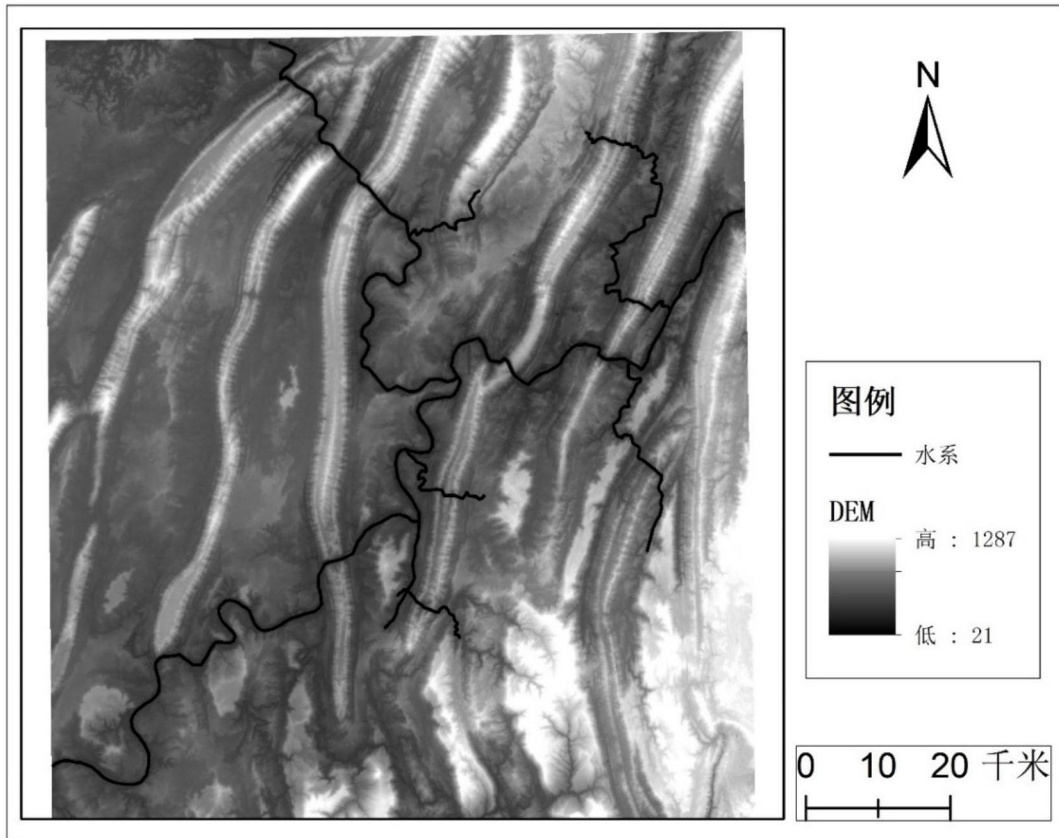


图2

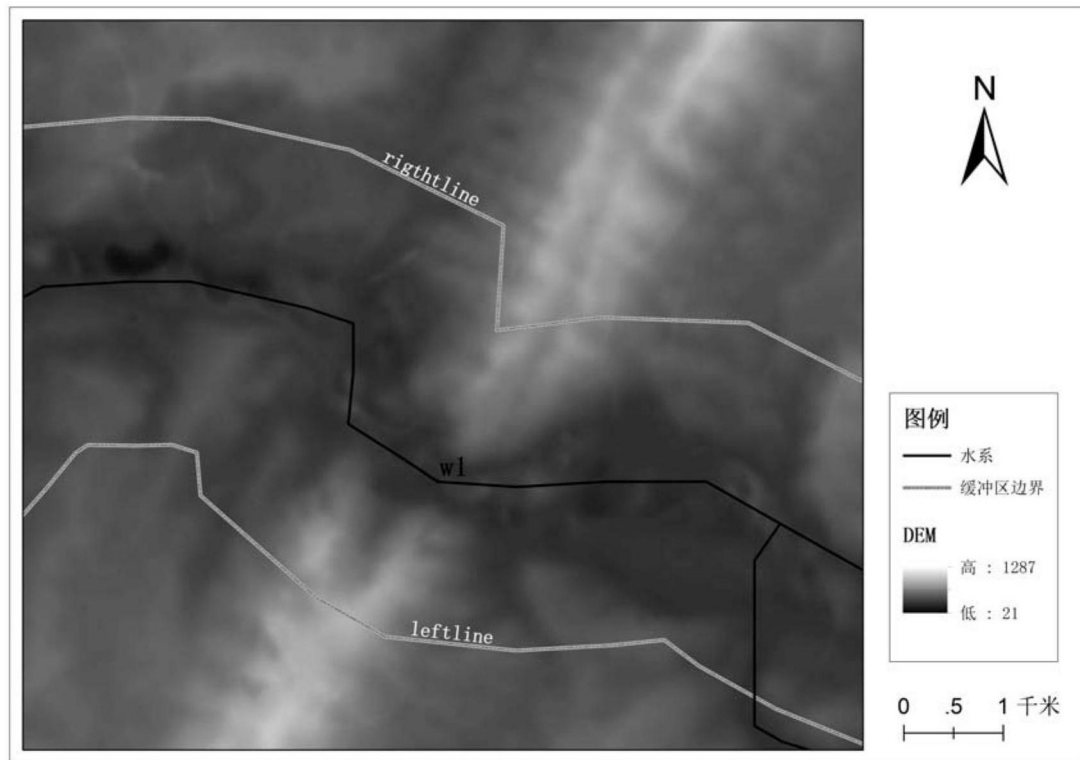


图3

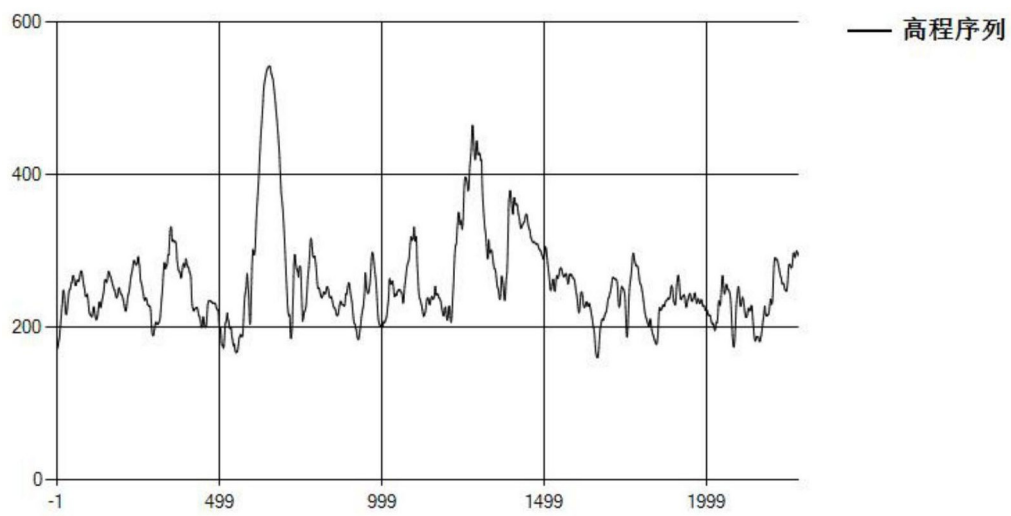


图4

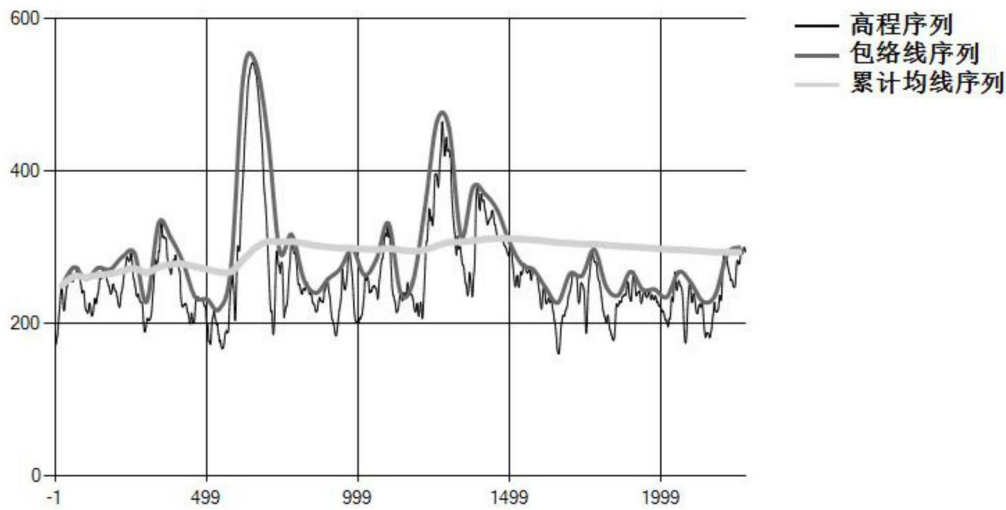


图5

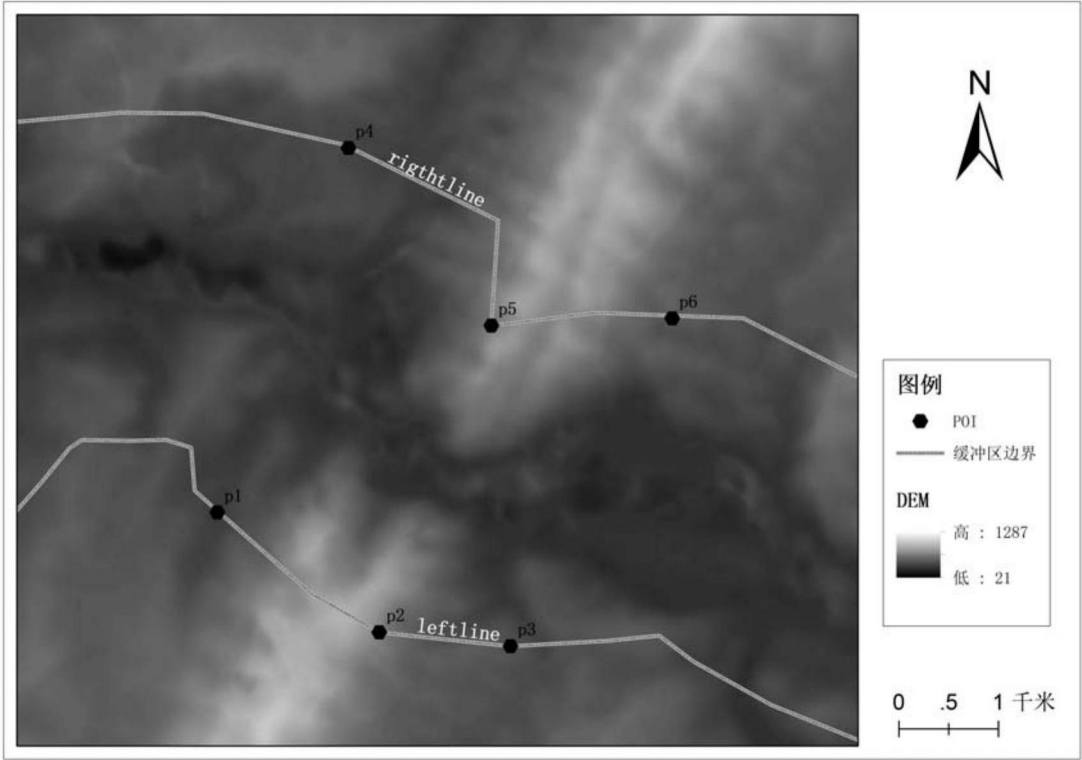


图6

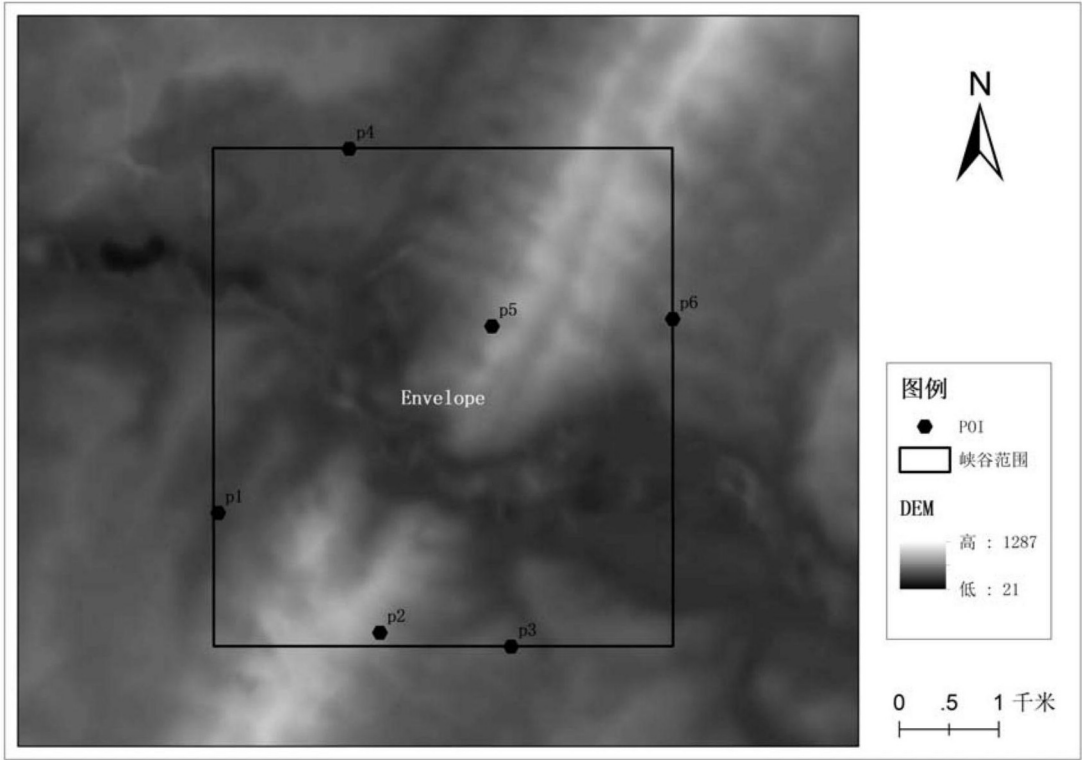


图7

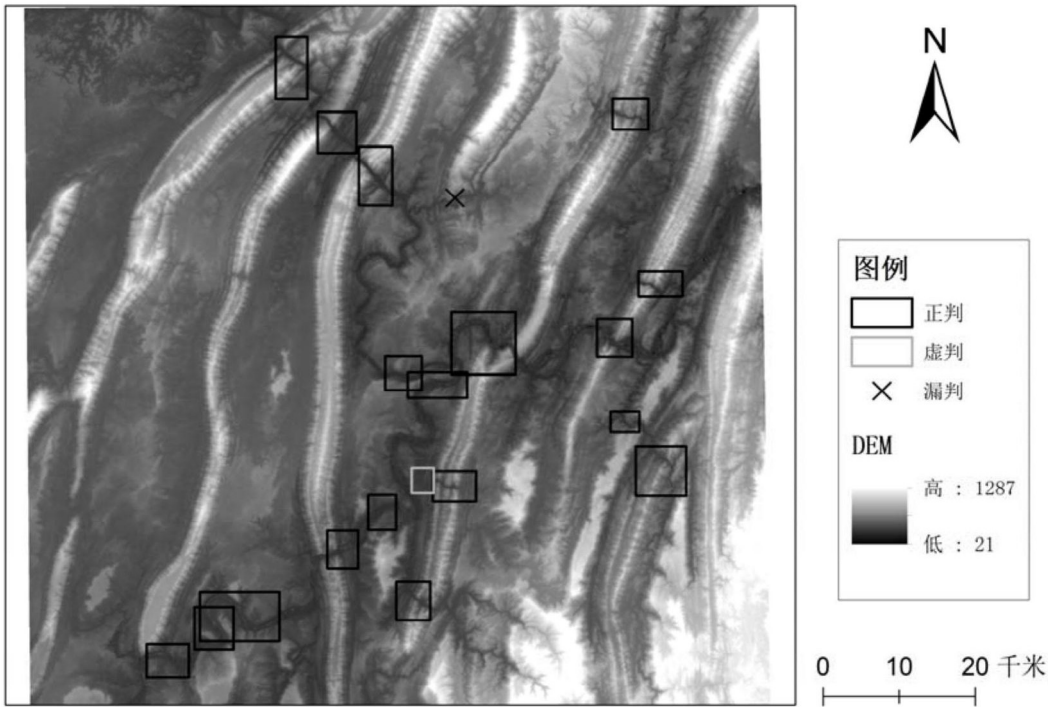


图8