



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112529239 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 27

(21) 申请号 202010359605.5

(22) 申请日 2020.04.30

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112529239 A

(43) 申请公布日 2021.03.19

(73) 专利权人 中国科学院地球化学研究所  
地址 550081 贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号

(72) 发明人 白晓永 王世杰 吴路华 陈飞  
周苗 田义超 罗光杰 李琴  
王金凤 谢元欢 杨钰杰 李朝君  
邓元红 胡泽银 田诗琪 路茜  
冉晨 刘闵

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569  
专利代理师 刘凤玲

(51) Int. Cl.  
G06F 17/11 (2006.01)  
G06F 17/18 (2006.01)  
G06Q 50/02 (2012.01)  
G01D 21/02 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103364532 A, 2013.10.23

CN 107622181 A, 2018.01.23

CN 109035105 A, 2018.12.18

CN 110119556 A, 2019.08.13

KR 20110053776 A, 2011.05.24

曹飞等. 江西省水源涵养量动态变化遥感监测与分析.《环境与可持续发展》.2016, 全文.

Yin Jianzhong. Researching the Relationship between the Change of Vegetation Cover and Runoff based on RS and GIS.《Hong Kong Education Society, Huazhong University of Science & Technology》.2011, 全文.

洪雨辰等. 沐川县水源涵养能力变化研究.《科技创新与应用》.2018, 全文.

俞佳骏等. 浙江省丽水市莲都区水源涵养功能动态变化及发展趋势.《浙江农林大学学报》.2018, 全文. (续)

审查员 庞丽丽

权利要求书2页 说明书6页 附图1页

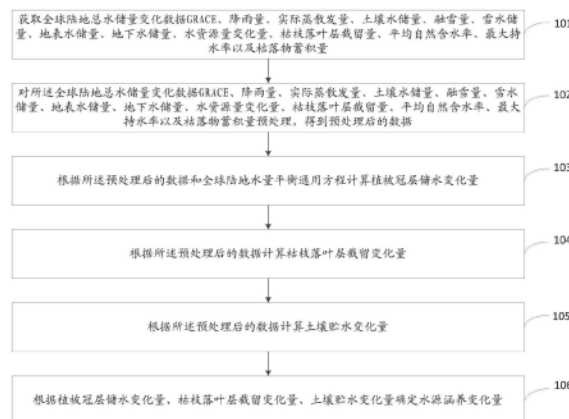
(54) 发明名称

一种监测植被水源涵养量变化的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种监测植被水源涵养量变化的方法, 包括: 获取全球陆地总水储量变化数据、降雨量、实际蒸散发量、土壤水储量、融雪量、雪水储量、地表水储量、地下水储量、水资源量变化量、枯枝落叶层截留量、平均自然含水率、最大持水率及枯落物蓄积量; 对上述数据预处理, 计算植被冠层储水变化量; 计算枯枝落叶层截留变化量; 计算土壤贮水变化量; 根据植被冠层储水变化量、枯枝落叶层截留变化量、土壤贮水变化量确定水源涵养变化量。本发明中的上述方法舍弃了传统的土层厚度与非毛管空隙度的乘积计算土壤贮水量的方法, 利用NASA提供的土壤含水量遥感数据计算土壤贮水变化量, 为生态恢复过程

中及生态效应评价及水源涵养评估提供了新的技术支撑和参考。



CN 112529239 B

[接上页]

**(56) 对比文件**

焦彩霞,孙根年,任志远.渭北高原植被水源涵养功能及价值测评.山地学报.2002,(第05期),全文.

黄承标;张建华;罗远周;蒋得斌;玉伟朝;李保平.广西猫儿山国家级自然保护区森林涵养水源功能及其经济价值估算.植物资源与环境学报.2010,(第01期),全文.

1. 一种监测植被水源涵养量变化的方法,其特征在于,所述监测方法包括:

获取全球陆地总水储量变化数据GRACE、降雨量、实际蒸散发量、土壤水储量、融雪量、雪水储量、地表水储量、地下水储量、水资源量变化量、枯枝落叶层截留量、平均自然含水率、最大持水率以及枯落物蓄积量;

对所述全球陆地总水储量变化数据GRACE、降雨量、实际蒸散发量、土壤水储量、融雪量、雪水储量、地表水储量、地下水储量、水资源量变化量、枯枝落叶层截留量、平均自然含水率、最大持水率以及枯落物蓄积量预处理,得到预处理后的数据;

根据所述预处理后的数据和全球陆地水量平衡通用方程计算植被冠层储水变化量;

根据所述预处理后的数据计算枯枝落叶层截留变化量;

根据所述预处理后的数据计算土壤贮水变化量;

根据植被冠层储水变化量、枯枝落叶层截留变化量、土壤贮水变化量确定水源涵养变化量;

根据所述预处理后的数据计算植被冠层储水变化量具体采用以下公式:

$$\begin{aligned}\Delta CWS &= \Delta TWS - (\Delta S_{nWS} + \Delta SWS + \Delta SMS + \Delta GWS) \\ &= \Delta TWS - (\Delta SMS + \Delta S_{nWS} + \Delta W/S) \\ &= \Delta TWS - \Delta SMS - \Delta S_{nWS} - \Delta [(Q_{SN} + P) - (ET + \Delta SMS)]\end{aligned}$$

其中,  $\Delta W = \Delta (Q_{SN} + P - ET - \Delta SMS) \times S = (\Delta SWS + \Delta GWS) \times S$ ,  $\Delta TWS = \Delta S_{nWS} + \Delta CWS + \Delta SWS + \Delta SMS + \Delta GWS$ ,  $\Delta CWS$ 是植被冠层水储量变化量,单位为mm;  $\Delta S_{nWS}$ 为雪水储量变化量,单位为mm;  $\Delta SWS$ 为地表水储量变化量,单位为mm;  $\Delta SMS$ 为土壤水储量变化量,单位为mm;  $\Delta GWS$ 为地下水储量变化量,单位为mm;  $\Delta TWS$ 为陆地总储水变化量,单位为mm;  $\Delta W$ 为水资源量变化量,单位为mm;  $P$ 是降雨量,单位为mm;  $ET$ 是实际蒸散量,单位为mm;  $Q_{SN}$ 为融雪量,单位为mm;  $S$ 为像元面积,单位为 $m^2$ ;

所述根据所述预处理后的数据计算枯枝落叶层截留变化量具体采用以下公式:

$$\Delta CIS = \Delta [(0.085R_m - 0.1R_0) \times M]$$

式中,  $\Delta CIS$ 为枯枝落叶层截留变化量,单位为mm;  $R_0$ 为平均自然含水率,单位为g/kg;  $R_m$ 为最大持水率,单位为g/kg;  $M$ 为枯落物蓄积量,单位为 $t/hm^2$ ;

所述根据所述预处理后的数据计算土壤贮水变化量具体采用以下公式:

$$\Delta SMS = SMS_i - SMS_{i-1}$$

式中:  $SMS_i$ 为第*i*月土壤水储量,单位为mm;  $SMS_{i-1}$ 为第*i-1*月土壤水含量,单位为mm;

根据植被冠层储水变化量、枯枝落叶层截留变化量、土壤贮水变化量确定水源涵养变化量具体包括:

$$\begin{aligned}\Delta Q_{WC} &= \Delta CWS + \Delta CIS + \Delta SMS \\ &= [\Delta TWS - \Delta SMS - \Delta S_{nWS} - \Delta [(Q_{SN} + P) - (ET + \Delta SMS)]] \\ &+ \Delta [(0.085R_m - 0.1R_0) \times M] + \Delta SMS\end{aligned}$$

式中:  $\Delta Q_{WC}$ 为水源涵养变化量mm;  $\Delta CWS$ 为植被冠层水储量变化,单位为mm,  $\Delta CIS$ 为枯枝落叶层截留变化量,单位为mm,  $\Delta SMS$ 为土壤贮水变化量,单位为mm;  $R_0$ 为平均自然含水率,单位为g/kg;  $R_m$ 为最大持水率,单位为g/kg;  $M$ 为枯落物蓄积量,单位为 $t/hm^2$ ;  $\Delta TWS$ 为陆地总储水变化量,单位为mm;  $\Delta S_{nWS}$ 为雪水储量变化量,单位为mm;  $Q_{SN}$ 为融雪量,单位为mm;  $P$ 是降雨量,单位为mm;  $ET$ 是实际蒸散量,单位为mm;  $S$ 为像元面积,单位为 $m^2$ 。

2. 根据权利要求1所述的监测植被水源涵养量变化的方法,其特征在于,所述预处理具体包括:格式转换、影像校正、裁剪、配准、质量检查以及投影转换。

## 一种监测植被水源涵养量变化的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及生态环境监测与水资源利用领域,特别是涉及一种监测植被水源涵养量变化的方法。

### 背景技术

[0002] 植被水源涵养量变化反映了植被恢复过程中的生态效益,一定程度上反应了生态系统的演变方向。然而,当前的植被水源涵养量估算是利用植被冠层储水量、枯枝落叶层截留量和土壤贮水量之和来计算。模型中具有以下局限:其一、植被冠层储水量主要是利用森林冠层最大截留量来表征,本身就具有不准确性。其次,植被冠层最大截留量计算模型较为简洁,仅用叶面积平均最大持水深度、植被覆盖度和叶面积指数计算。其中,叶面积平均最大持水深度却由于植被类型和地区不同而有显著的空间差异性,且难以监测。由于监测数据的缺乏,适用区域较小,对于较大的区域会由于无法实现叶面积平均最大持水深度参数的空间化,因此,在计算时一般取均值,具有较大的人为干扰性,导致结果误差偏大,对于后续的水源涵养能力时空动态评估具有很大的影响。其二,土壤贮水变化量计算模型中,仅考虑土壤深度和非毛管空隙度,且土壤深度常取0.4m,忽略了土壤厚度的空间差异性,而且,非毛管空隙度与土壤颗粒大小、土壤结构、土壤气体交换和农作物生长情况有关,具有极其显著的空间差异性,而模型计算中由于其难以监测,因此不能适用在大区域研究监测中。因此,亟需建立了一种监测植被水源涵养量变化的新方法,为生态恢复过程中及生态效应评价及水源涵养评估提供新的技术支撑和参考。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种监测植被水源涵养量变化的方法,以解决现有技术和模型难以实现监测植被恢复过程中水源涵养量时空动态变化的技术缺陷和模型空白问题。

[0004] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0005] 一种监测植被水源涵养量变化的方法,所述监测方法包括:

[0006] 获取全球陆地总水储量变化数据GRACE、降雨量、实际蒸散发量、土壤水储量、融雪量、雪水储量、地表水储量、地下水储量、水资源量变化量、枯枝落叶层截留量、平均自然含水率、最大持水率以及枯落物蓄积量;

[0007] 对所述全球陆地总水储量变化数据GRACE、降雨量、实际蒸散发量、土壤水储量、融雪量、雪水储量、地表水储量、地下水储量、水资源量变化量、枯枝落叶层截留量、平均自然含水率、最大持水率以及枯落物蓄积量预处理,得到预处理后的数据;

[0008] 根据所述预处理后的数据计算植被冠层储水变化量;

[0009] 根据所述预处理后的数据计算枯枝落叶层截留变化量;

[0010] 根据所述预处理后的数据计算土壤贮水变化量;

[0011] 根据植被冠层储水变化量、枯枝落叶层截留变化量、土壤贮水变化量确定水源涵养变化量。

[0012] 可选的,根据所述预处理后的数据和全球陆地水量平衡通用方程计算植被冠层储水变化量具体采用以下公式:

$$[0013] \quad \Delta CWS = \Delta TWS - (\Delta SnWS + \Delta SWS + \Delta SMS + \Delta GWS)$$

$$[0014] \quad = \Delta TWS - (\Delta SMS + \Delta SnWS + \Delta W/S)$$

$$[0015] \quad = \Delta TWS - \Delta SMS - \Delta SnWS - \Delta [(Q_{SN} + P) - (ET + \Delta SMS)]$$

[0016] 其中,  $\Delta W = \Delta (Q_{SN} + P - ET - \Delta SMS) \times S = (\Delta SWS + \Delta GWS) \times S$ ,  $\Delta TWS = \Delta SnWS + \Delta CWS + \Delta SWS + \Delta SMS + \Delta GWS$ ,  $\Delta CWS$ 是植被冠层水储量变化量,单位为mm;  $\Delta SnWS$ 为雪水储量变化量,单位为mm;  $\Delta SWS$ 地表水储量变化量,单位为mm;  $\Delta SMS$ 土壤水储量变化量,单位为mm;  $\Delta GWS$ 地下水储量变化量,单位为mm;  $\Delta TWS$ 为陆地总储水变化量,单位为mm;  $\Delta W$ 为水资源量变化量,单位为mm;  $P$ 是降雨量,单位为mm;  $ET$ 是实际蒸散量,单位为mm;  $Q_{SN}$ 为融雪量,单位为mm;  $S$ 为像元面积,单位为 $m^2$ 。

[0017] 可选的,所述根据所述预处理后的数据计算枯枝落叶层截留变化量具体采用以下公式:

$$[0018] \quad \Delta CIS = \Delta [(0.085R_m - 0.1R_0) \times M]$$

[0019] 式中,  $\Delta CIS$ 为枯枝落叶层截留变化量,单位为mm;  $R_0$ 为平均自然含水率,单位为g/kg;  $R_m$ 为最大持水率,单位为g/kg;  $M$ 为枯落物蓄积量,单位为 $t/hm^2$ 。

[0020] 可选的,所述根据所述预处理后的数据计算土壤贮水变化量具体采用以下公式:

$$[0021] \quad \Delta SMS = SMS_i - SMS_{i-1}$$

[0022] 式中:  $SMS_i$ 为第*i*月土壤水储量,单位为mm;  $SMS_{i-1}$ 为第*i-1*月土壤水含量,单位为mm。

[0023] 可选的,根据植被冠层储水变化量、枯枝落叶层截留变化量、土壤贮水变化量确定水源涵养变化量具体包括:

$$[0024] \quad \Delta Q_{WC} = \Delta CWS + \Delta CIS + \Delta SMS$$

$$[0025] \quad = [\Delta TWS - \Delta SMS - \Delta SnWS - \Delta [(Q_{SN} + P) - (ET + \Delta SMS)]]$$

$$[0026] \quad + \Delta [(0.085R_m - 0.1R_0) \times M] + \Delta SMS$$

[0027] 式中:  $\Delta Q_{WC}$ 为水源涵养变化量mm;  $\Delta CWS$ 为植被冠层水储量变化,单位为mm,  $\Delta CIS$ 为枯枝落叶层截留变化量,单位为mm,  $\Delta SMS$ 为土壤贮水变化量,单位为mm;  $R_0$ 为平均自然含水率,单位为g/kg;  $R_m$ 为最大持水率,单位为g/kg;  $M$ 为枯落物蓄积量,单位为 $t/hm^2$ ;  $\Delta TWS$ 为陆地总储水变化量,单位为mm;  $\Delta SnWS$ 为雪水储量变化量,单位为mm;  $Q_{SN}$ 为融雪量,单位为mm;  $P$ 是降雨量,单位为mm;  $ET$ 是实际蒸散量,单位为mm;  $S$ 为像元面积,单位为 $m^2$ 。

[0028] 可选的,所述预处理具体包括:格式转换、影像校正、裁剪、配准、质量检查以及投影转换。

[0029] 根据本发明提供的具体实施例,本发明公开了以下技术效果:

[0030] 本发明以水量平衡方程为基础建立了一种新的监测植被水源涵养量变化的方,首先,考虑不同像元上降雨、蒸散发、积雪量、积雪覆盖率、土壤水变化、地表水和地下水特征,估算了各像元上水资源量空间赋存特征,实现了非行政区水资源量在像元尺度上的空间化。其次,舍弃了传统模型中利用叶面积平均最大持水深度、植被覆盖度和叶面积指数的乘积作为植被冠层储水量的计算方法,而改用根据全球陆地水量平衡通用方程中雪水储量、地表水储量、土壤水储量、地下水储量、陆地总储水量各个因子计算而得植被冠层储水量,

避免了当前利用森林冠层最大截留量来表征植被冠层储水量的误差缺陷和叶面积平均最大持水深度均值处理的人为干扰,提高了监测精度,实现了空间差异性。最后,模型解决了大区域尺度上叶面积平均最大持水深度监测数据的缺乏的问题,扩大了监测区域。最重要的是利用了遥感数据高效、实时性的特性,因而,建立的植被冠层储水量变化监测的新方法减小监测难度、缩短了监测时间,对于植被恢复带来的水源涵养能力时空动态性评估具有很大的支撑作用。此外,本发明舍弃了传统的土层厚度(可取值0.4)与非毛管空隙度的乘积计算土壤贮水量的方法,而利用土壤含水量遥感数据作为土壤贮水量,使结果更加准确,监测评估范围更加广阔。本发明利用遥感数据建立了一种监测植被水源涵养量变化的新方法,为生态恢复过程中及生态效应评价及水源涵养评估提供了新的技术支撑和参考。

## 附图说明

[0031] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0032] 图1为本发明一种监测植被水源涵养量变化的方法流程图。

## 具体实施方式

[0033] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0034] 本发明的目的是提供一种监测植被水源涵养量变化的方法,以解决现有技术和模型难以实现监测植被恢复过程中水源涵养量时空动态变化的技术缺陷和模型空白问题。

[0035] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0036] 图1为本发明一种监测植被水源涵养量变化的方法流程图,如图1所示,所述方法包括:

[0037] 步骤101:获取全球陆地总水储量变化数据GRACE、降雨量、实际蒸散发量、土壤水储量、融雪量、雪水储量、地表水储量、地下水储量、水资源量变化量、枯枝落叶层截留量、平均自然含水率、最大持水率以及枯落物蓄积量。

[0038] 本发明中的气象数据用来计算水资源储存量,包括各月尺度的降雨、实际蒸散发、雪水储量、0-10cm、10-40cm、40-100cm和100-200cm土壤湿度数据,并合并成年值数据,这些数据来源于美国国家航空航天局(NASA) (<https://www.nasa.gov/>)的FLDAS数据集(FLDAS Noah Land Surface Model L4 Global Monthly 0.1x 0.1degree (MERRA-2and CHIRPS) V001(FLDAS\_NOAH01\_C\_GL\_M)at GES DISC(<https://ldas.gsfc.nasa.gov/FLDAS/>)),空间分辨率 $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ 。时间分辨率为每月,空间范围覆盖全球(60S,180W,90N,180E)。此外,全球土壤深度数据用来计算土壤含水量,来源于(<https://daac.ornl.gov/>) (空间分辨率 $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ )和(<https://www.isric.org/explore/soilgrids>) (250m $\times$ 250m、1km $\times$ 1km、

5km×5km和10km×10km)。2015年最新行政区划矢量数据均来源于中国科学院资源环境科学数据网 (<http://www.resdc.cn/>) 和国家测绘地理信息局 (<http://www.sbsm.gov.cn/article/zxbs/dtfw/>)。全球陆地总水储量变化数据 (GRACE) 来源于GRACE Tellus website (<https://grace.jpl.nasa.gov/data/get-data/>)。全球陆地融雪量数据 (GLDAS) 来源于全球陆地数据同化系统GES DISC (Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center) (GLDAS Noah Land Surface Model L4 Monthly 0.25x 0.25degree) (<https://mirador.gsfc.nasa.gov/>)。

[0039] 步骤102:对所述全球陆地总水储量变化数据GRACE、降雨量、实际蒸散发量、土壤水储量、融雪量、雪水储量、地表水储量、地下水储量、水资源量变化量、枯枝落叶层截留量、平均自然含水率、最大持水率以及枯落物蓄积量预处理,得到预处理后的数据。

[0040] 本发明利用数据同化方法,所有栅格数据的栅格单元大小均转为相同的空间分辨率,投影方式全部采用ALBERS等积圆锥投影 (Krasovsky-1940-Albers),全球尺度的栅格数据通过格式转换、影像校正、裁剪、质量检查后,最终得到研究区域的气候要素数据集。基于这些数据集,本发明中根据水量平衡方程计算得到空间化水资源赋存特征,然后算出植被冠层水储量变化量,最终计算出植被水源涵养量变化。

[0041] 步骤103:根据所述预处理后的数据和全球陆地水量平衡通用方程计算植被冠层储水变化量。

[0042] 所涉及的水量平衡方程为:

$$[0043] \quad S(Q_{SN}+P) = S(ET+ \Delta SMS) +R+G$$

[0044] 式中, $Q_{SN}$ 为融雪量,单位为mm; $P$ 是降雨量,单位为mm; $ET$ 是实际蒸散量,单位为mm; $R$ 是径流,单位为 $m^3$ ; $G$ 是地下水补给量,单位为 $m^3$ ; $\Delta SMS$ 是土壤水分的变化,单位为mm); $S$ 为像元面积,单位为 $m^2$ 。

[0045] 植被冠层水储量变化的计算公式如下:

$$[0046] \quad \Delta CWS = \Delta TWS - (\Delta SnWS + \Delta SWS + \Delta SMS + \Delta GWS)$$

$$[0047] \quad = \Delta TWS - (\Delta SMS + \Delta SnWS + \Delta W/S)$$

$$[0048] \quad = \Delta TWS - \Delta SMS - \Delta SnWS - \Delta [(Q_{SN}+P) - (ET + \Delta SMS)]$$

[0049] 其中, $\Delta W = \Delta (Q_{SN}+P-ET- \Delta SMS) \times S = (\Delta SWS + \Delta GWS) \times S$ , $\Delta TWS = \Delta SnWS + \Delta CWS + \Delta SWS + \Delta SMS + \Delta GWS$ , $\Delta CWS$ 是植被冠层水储量变化量,单位为mm; $\Delta SnWS$ 为雪水储量变化量,单位为mm; $\Delta SWS$ 地表水储量变化量,单位为mm; $\Delta SMS$ 土壤水储量变化量,单位为mm; $\Delta GWS$ 地下水储量变化量,单位为mm; $\Delta TWS$ 为陆地总储水变化量,单位为mm; $\Delta W$ 为水资源量变化量mm,单位为;  $P$ 是降雨量,单位为mm; $ET$ 是实际蒸散量,单位为mm; $Q_{SN}$ 为融雪量,单位为mm; $S$ 为像元面积,单位为 $m^2$ 。

[0050] 其中,所述的为雪水储量 $SnWS$ 数据来源于美国国家航空航天局 (NASA) (<https://www.nasa.gov/>) 的FLDAS数据集 (FLDAS Noah Land Surface Model L4 Global Monthly 0.1x 0.1degree (MERRA-2and CHIRPS) V001 (FLDAS\_NOAH01\_C\_GL\_M) at GES DISC (<https://ldas.gsfc.nasa.gov/FLDAS/>)),空间分辨率 $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ 。时间分辨率为每月,空间范围覆盖全球 (60S,180W,90N,180E)。全球陆地融雪量数据 (GLDAS) 来源于全球陆地数据同化系统GES DISC (Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center) (GLDAS Noah Land Surface Model L4 Monthly 0.25x 0.25degree) (<https://>



mirador.gsfc.nasa.gov/)

[0051] 所述的土壤水分SMS是利用美国国家航空航天局(NASA)(<https://www.nasa.gov/>)的FLDAS数据集(FLDAS Noah Land Surface Model L4 Global Monthly 0.1x 0.1degree (MERRA-2and CHIRPS) V001 (FLDAS\_NOAH01\_C\_GL\_M) at GES DISC (<https://ldas.gsfc.nasa.gov/FLDAS/>)),空间分辨率 $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ 的土壤含水量栅格数据作为土壤贮水量,该数据土壤深度为2m。

[0052] 其中,水资源总量计算公式为:

$$[0053] \quad W=R+G=S(Q_{SN}+P-ET-\Delta SMS)$$

[0054] 式中:W为水资源总量,单位为 $m^3$ ;P是降雨量,单位为mm;ET是实际蒸散量,单位为mm;R是径流,单位为 $m^3$ ;G是地下水补给量,单位为 $m^3$ ;ΔSMS是土壤水分的变化,单位为mm; $Q_{SN}$ 为融雪量,单位为mm;S为像元面积,单位为 $m^2$ 。

[0055] 所述的水资源总量计算公式为:

$$[0056] \quad \Delta TWS = \Delta S_nWS + \Delta CWS + \Delta SWS + \Delta SMS + \Delta GWS$$

[0057] 式中:ΔCWS是植被冠层水储量,单位为mm;ΔS<sub>n</sub>WS为雪水储量,单位为mm;ΔSWS地表水储量,单位为mm;ΔSMS土壤水储量,单位为mm;ΔGWS地下水储量,单位为mm;ΔTWS为陆地总储水量,单位为mm。

[0058] 所述的水资源总量计算公式为:

$$[0059] \quad \Delta W = \Delta (Q_{SN} + P - ET - \Delta SMS) \times S = (\Delta SWS + \Delta GWS) \times S$$

[0060] 式中:ΔW为水资源量变化量,单位为 $m^3$ ;ΔSWS地表水储量,单位为mm;ΔGWS地下水储量,单位为mm;S为像元面积,单位为 $m^2$ ;P是降雨量,单位为mm;ET是实际蒸散量,单位为mm;ΔSMS是土壤水分的变化,单位为mm; $Q_{SN}$ 为融雪量,单位为mm;S为像元面积,单位为 $m^2$ 。

[0061] 步骤104:根据所述预处理后的数据计算枯枝落叶层截留变化量。

[0062] 具体计算公式如下:

$$[0063] \quad \Delta CIS = \Delta [(0.085R_m - 0.1R_0) \times M]$$

[0064] 式中,ΔCIS为枯枝落叶层截留变化量,单位为mm; $R_0$ 为平均自然含水率,单位为g/kg; $R_m$ 为最大持水率,单位为g/kg;M为枯落物蓄积量,单位为 $t/hm^2$ 。

[0065] 步骤105:根据所述预处理后的数据计算土壤贮水变化量。

[0066] 具体采用以下公式:

$$[0067] \quad \Delta SMS = SMS_i - SMS_{i-1}$$

[0068] 式中: $SMS_i$ 为第i月土壤水储量,单位为mm; $SMS_{i-1}$ 为第i-1月土壤水含量,单位为mm。

[0069] 步骤106:根据植被冠层储水变化量、枯枝落叶层截留变化量、土壤贮水变化量确定水源涵养变化量。

[0070] 具体采用以下公式:

$$[0071] \quad \Delta Q_{WC} = \Delta CWS + \Delta CIS + \Delta SMS$$

$$[0072] \quad = [\Delta TWS - \Delta SMS - \Delta S_nWS - \Delta [(Q_{SN} + P) - (ET + \Delta SMS)]]$$

$$[0073] \quad + \Delta [(0.085R_m - 0.1R_0) \times M] + \Delta SMS$$

[0074] 式中:Δ $Q_{WC}$ 为水源涵养变化量mm;ΔCWS为植被冠层水储量变化,单位为mm,ΔCIS为枯枝落叶层截留变化量,单位为mm,ΔSMS为土壤贮水变化量,单位为mm; $R_0$ 为平均自然含

水率,单位为g/kg; $R_m$ 为最大持水率,单位为g/kg; $M$ 为枯落物蓄积量,单位为t/hm<sup>2</sup>;  $\Delta TWS$ 为陆地总储水变化量,单位为mm;  $\Delta SnWS$ 为雪水储变化量,单位为mm; $Q_{SN}$ 为融雪量,单位为mm; $P$ 是降雨量,单位为mm; $ET$ 是实际蒸散量,单位为mm; $S$ 为像元面积,单位为m<sup>2</sup>。

[0075] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0076] 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

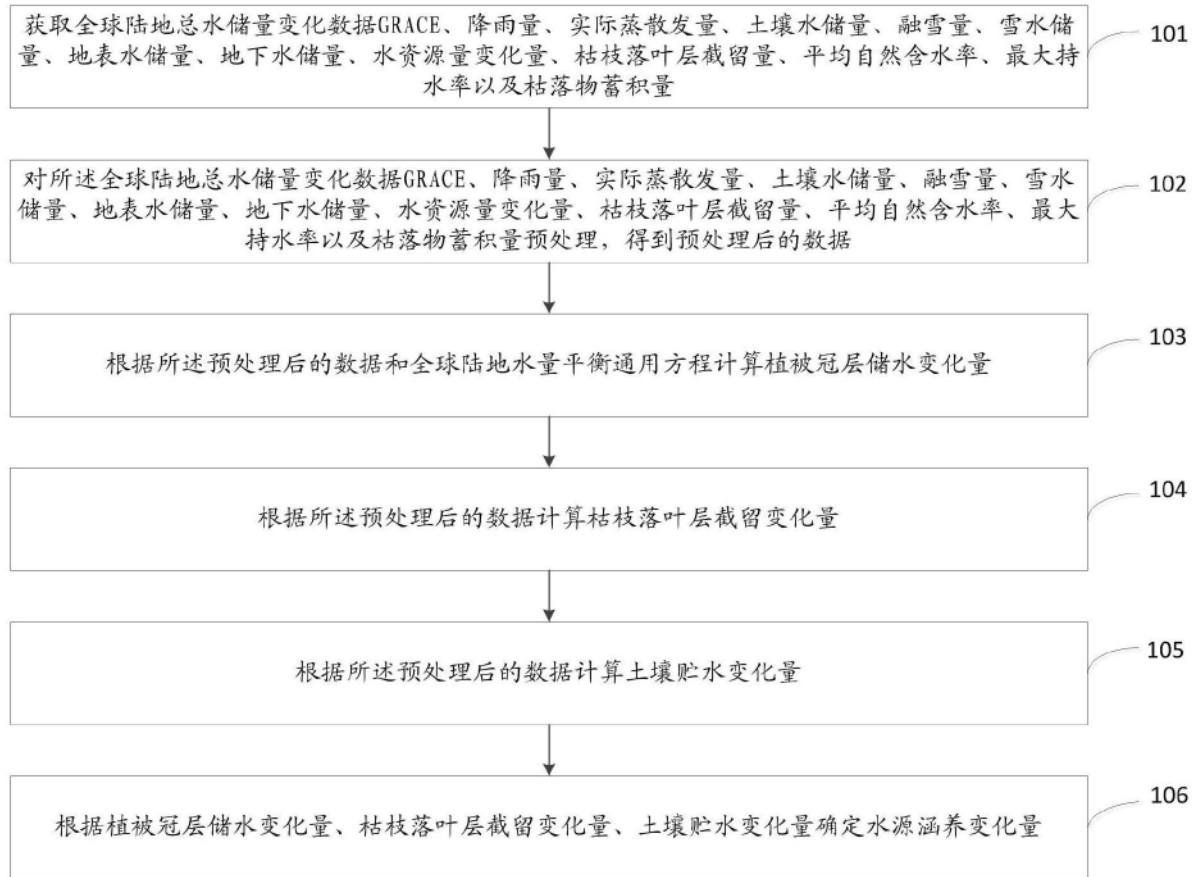


图1