



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111539380 A
(43)申请公布日 2020.08.14

(21)申请号 202010408741.9

(22)申请日 2020.05.14

(71)申请人 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 刘秀明 王世杰 周运超 白晓永 吴路华

(74)专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司 11246
代理人 刘妮

(51)Int.Cl.
G06K 9/00(2006.01)
G06T 7/00(2017.01)
G16C 60/00(2019.01)

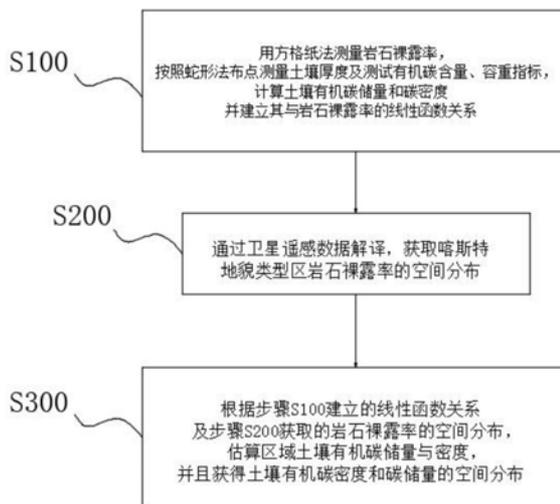
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种基于岩石裸露率的喀斯特山地土壤有机碳储量与碳密度估算方法

(57)摘要

本发明涉及生态环境技术领域,公开了一种基于岩石裸露率的喀斯特山地土壤有机碳储量与碳密度估算方法。通过卫星遥感数据解译,获取喀斯特地貌类型区岩石裸露率的空间分布,本发明的通过卫星检测岩石裸露率,不受地形地貌限制、操作简单、减少人力物力成本,本发明设计合理,能够根据喀斯特山地土壤空间分布的特点,通过实际测量获得的土壤有机碳密度值、岩石裸露率值,构建线性模型,最后通过已有的经遥感技术解译获取岩石裸露率数据,简便地进行区域尺度拓展,估算喀斯特地貌单元土壤有机碳密度与储量,无需再进行大量的土壤样品的采集与分析。当然,实施本发明的任一产品并不一定需要同时达到以上所述的所有优点。



1. 一种基于岩石裸露率的喀斯特山地土壤有机碳储量与碳密度估算方法,其特征在于:包括如下步骤:

S100、在喀斯特地貌类型区选择 10° 、 15° 、 20° 、 25° 、 30° 坡度各重复样地3个,用方格纸法测量岩石裸露率,按照蛇形法布点测量土壤厚度及测试有机碳含量、容重指标,计算土壤有机碳储量和碳密度并建立其与岩石裸露率的线性函数关系;

S200、通过卫星遥感数据解译,获取喀斯特地貌类型区岩石裸露率的空间分布;

S300、根据步骤S100建立的线性函数关系及步骤S200获取的岩石裸露率的空间分布,估算区域土壤有机碳储量与密度,并且获得土壤有机碳密度和碳储量的空间分布。

2. 根据权利要求1所述的一种基于岩石裸露率的喀斯特山地土壤有机碳储量与碳密度估算方法,其特征在於:所述步骤S100中方格纸法测量岩石裸露率,将采集的岩石对样地进行等距方格分割,方格纸的方格进行比例对应,测量裸露岩石的分布面积。

3. 根据权利要求1所述的一种基于岩石裸露率的喀斯特山地土壤有机碳储量与碳密度估算方法,其特征在於:所述步骤S100中测量土壤厚度及测试有机碳含量的方法还可以采用对角线法、梅花点法或棋盘式法其中的一种。

4. 根据权利要求1所述的一种基于岩石裸露率的喀斯特山地土壤有机碳储量与碳密度估算方法,其特征在於:所述S300的区域土壤有机碳储量密度设置为式一: $SOC_J = C_J * D_J * E_J * (1 - G_J) * (1 - O_J) / 100$,式中 C_J 为土壤有机碳含量(g/kg); D_J 为容重(g/cm^3); E_J 为土层厚度(cm); G_J 为大于2mm的石砾所占的体积百分比(%); O_J 为岩石裸露率(%);所述式一可计算土壤有机碳密度。

5. 根据权利要求4所述的一种基于岩石裸露率的喀斯特山地土壤有机碳储量与碳密度估算方法,其特征在於:所述土壤有机碳储量的表达式设置为式二: $SOC_c = SOC_J * S$;所述式二可计算土壤有机碳储量 SOC_c ;S为研究区面积(cm^3)。

6. 根据权利要求1所述的一种基于岩石裸露率的喀斯特山地土壤有机碳储量与碳密度估算方法,其特征在於:所述步骤S100中方格纸法测量岩石裸露率的方法包括:

S101、图像采集:在预采集的喀斯特地表样方内放置标尺,采集前述样方内的地表数字图像;

S102、尺寸标定:用图像处理软件将S101步骤得到的数字图像以方格纸中的标尺定标,在像素和实际长度之间建立映射关系;

S103、图像预处理:将S102步骤得到的图像进行平滑、除燥、二值化处理;

S104、岩石分割:将S103步骤预处理后的二值化图像分割出岩石范围;

S105、岩石占比计算:分别计数S104步骤的图像中有效岩石像素和图像像素,根据S102步骤中方格纸的映射关系得到图像中的岩石实际面积和样方实际面积,从而可计算得到预采集的测喀斯特地表裸露岩石占比。

一种基于岩石裸露率的喀斯特山地土壤有机碳储量与碳密度 估算方法

技术领域

[0001] 本发明涉及生态环境技术领域,尤其涉及一种基于岩石裸露率的喀斯特山地土壤有机碳储量与碳密度估算方法。

背景技术

[0002] 目前,无论流域、县域中小空间尺度,还是省域、整个南方喀斯特地区大空间尺度,喀斯特(尤其是喀斯特山地)土壤碳密度与碳储量的估算均采用传统的均质下垫面土壤的计算方法,这类方法只需要实际测量土壤表层碳含量,而其参数均取值于其它类型区的经验值,如纵向取值100CM作为土壤厚度、横向上把土壤视为连续分布。

[0003] 面积约为55万平方公里的中国南方喀斯特地区,由于发育双层结构,地上地下相互连通,导致山地的地表土壤漏失与流失严重,岩石裸露,土壤分布不连续且深度不一,即土壤分布表现为纵向与横向上的高度空间异质性。传统估算方法虽然非常简单,但估算的结果与同气候区其他类型土壤相当,与喀斯特山地特征不符,远大于实际值。主要原因在于:(1)喀斯特山地景观上是岩石不同程度的裸露,土壤不是连续分布,如按传统方法则高估土壤碳储量和碳密度;(2)喀斯特岩石溶蚀和风化高度异质性,导致土壤厚度的高度非均一性,且土壤厚度明显小于同气候区黄壤或红壤,如按传统方法则高估土壤碳储量和碳密度。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术中存在的上述问题,提供一种基于岩石裸露率的喀斯特山地土壤有机碳储量与碳密度估算方法,能够低成本地检测出岩石裸露率,且能够估算区域尺度喀斯特山地土壤有机碳密度与储量。

[0005] 为实现上述技术目的,达到上述技术效果,本发明是通过以下技术方案实现:

[0006] 一种基于岩石裸露率的喀斯特山地土壤有机碳储量与碳密度估算方法,包括如下步骤:

[0007] S100、在喀斯特地貌类型区选择 10° 、 15° 、 20° 、 25° 、 30° 坡度各重复样地3个,用方格纸法测量岩石裸露率,按照蛇形法布点测量土壤厚度及测试有机碳含量、容重指标,计算土壤有机碳储量和碳密度并建立其与岩石裸露率的线性函数关系;

[0008] S200、通过卫星遥感数据解译,获取喀斯特地貌类型区岩石裸露率的空间分布;

[0009] S300、根据步骤S100建立的线性函数关系及步骤S200获取的岩石裸露率的空间分布,估算区域土壤有机碳储量与密度,并且获得土壤有机碳密度和碳储量的空间分布。

[0010] 优选地,上述一种基于岩石裸露率的喀斯特山地土壤有机碳储量与碳密度估算方法中,所述步骤S100中方格纸法测量岩石裸露率,将采集的岩石对样地进行等距方格分割,方格纸的方格进行比例对应,测量裸露岩石的分布面积。

[0011] 优选地,上述一种基于岩石裸露率的喀斯特山地土壤有机碳储量与碳密度估算方

法中,所述步骤S100中测量土壤厚度及测试有机碳含量的方法还可以采用对角线法、梅花点法或棋盘式法其中的一种。

[0012] 优选地,上述一种基于岩石裸露率的喀斯特山地土壤有机碳储量与碳密度估算方法中,所述S300的区域土壤有机碳储量密度设置为式一: $SOC_J = C_J * D_J * E_J * (1 - G_J * (1 - O_J)) / 100$,式中 C_J 为土壤有机碳含量(g/kg); D_J 为容重(g/cm³); E_J 为土层厚度(cm); G_J 为大于2mm的石砾所占的体积百分比(%); O_J 为岩石裸露率(%);所述式一可计算土壤有机碳密度。

[0013] 优选地,上述一种基于岩石裸露率的喀斯特山地土壤有机碳储量与碳密度估算方法中,所述土壤有机碳储量的表达式设置为式二: $SOC_c = SOC_J * S$;所述式二可计算土壤有机碳储量 SOC_c ;S为研究区面积(cm³)。

[0014] 优选地,上述一种基于岩石裸露率的喀斯特山地土壤有机碳储量与碳密度估算方法中,所述步骤S100中方格纸法测量岩石裸露率的方法包括:

[0015] S101、图像采集:在预采集的喀斯特地表样方内放置标尺,采集前述样方内的地表数字图像;

[0016] S102、尺寸标定:用图像处理软件将S101步骤得到的数字图像以方格纸中的标尺定标,在像素和实际长度之间建立映射关系;

[0017] S103、图像预处理:将S102步骤得到的图像进行平滑、除燥、二值化处理;

[0018] S104、岩石分割:将S103步骤预处理后的二值化图像分割出岩石范围;

[0019] S105、岩石占比计算:分别计数S104步骤的图像中有效岩石像素和图像像素,根据S102步骤中方格纸的映射关系得到图像中的岩石实际面积和样方实际面积,从而可计算得到预采集的测喀斯特地表裸露岩石占比。

[0020] 本发明的有益效果是:本发明的通过卫星检测岩石裸露率,不受地形地貌限制、操作简单、减少人力物力成本,本发明设计合理,能够根据喀斯特山地土壤空间分布的特点,通过实际测量获得的土壤有机碳密度值、岩石裸露率值,构建线性模型,最后通过已有的遥感技术解译获取岩石裸露率数据,简便地进行区域尺度拓展,估算喀斯特地貌单元土壤有机碳密度与储量,无需再进行大量的土壤样品的采集与分析。当然,实施本发明的任一产品并不一定需要同时达到以上所述的所有优点。

附图说明

[0021] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例描述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的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0022] 图1为本发明整体的方法流程图。

[0023] 图2为本发明方格纸法测量岩石裸露率的示意图。

[0024] 图3为本发明式一的结构示意图。

[0025] 图4为本发明式二结构示意图。

[0026] 图5为本发明卫星遥感数据拍摄的岩石灰度图像。

[0027] 图6为本发明有机碳和容重的半变异函数图。

[0028] 图7为本发明研究区土壤有机碳和容重半变异函数理论模型及其结构参数表。

具体实施方式

[0029] 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作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0030] 请参阅图1~7所示,本实施例为一种基于岩石裸露率的喀斯特山地土壤有机碳储量与碳密度估算方法,包括如下步骤:

[0031] S100、在喀斯特地貌类型区选择 10° 、 15° 、 20° 、 25° 、 30° 坡度各重复样地3个,用方格纸法测量岩石裸露率,按照蛇形法布点测量土壤厚度及测试有机碳含量、容重指标,计算土壤有机碳储量和碳密度并建立其与岩石裸露率的线性函数关系;

[0032] 步骤S100中方格纸法测量岩石裸露率的方法包括:

[0033] S101、图像采集:在预采集的喀斯特地表样方内放置标尺,采集前述样方内的地表数字图像;

[0034] S102、尺寸标定:用图像处理软件将S101步骤得到的数字图像以方格纸中的标尺定标,在像素和实际长度之间建立映射关系;

[0035] S103、图像预处理:将S102步骤得到的图像进行平滑、除燥、二值化处理;

[0036] S104、岩石分割:将S103步骤预处理后的二值化图像分割出岩石范围;

[0037] S105、岩石占比计算:分别计数S104步骤的图像中有效岩石像素和图像像素,根据S102步骤中方格纸的映射关系得到图像中的岩石实际面积和样方实际面积,从而可计算得到预采集的测喀斯特地表裸露岩石占比;步骤S100中方格纸法测量岩石裸露率,将采集的岩石对样地进行等距方格分割,方格纸的方格进行比例对应,测量裸露岩石的分布面积。

[0038] S200、通过卫星遥感数据解译,获取喀斯特地貌类型区岩石裸露率的空间分布;

[0039] S300、根据步骤S100建立的线性函数关系及步骤S200获取的岩石裸露率的空间分布,估算区域土壤有机碳储量与密度,并且获得土壤有机碳密度和碳储量的空间分布。步骤S100中测量土壤厚度及测试有机碳含量的方法还可以采用对角线法、梅花点法或棋盘式法其中的一种。S300的区域土壤有机碳储量密度设置为式一: $SOC_J = C_J * D_J * E_J * (1 - G_J) * (1 - O_J) / 100$,式中 C_J 为土壤有机碳含量(g/kg); D_J 为容重(g/cm³); E_J 为土层厚度(cm); G_J 为大于2mm的石砾所占的体积百分比(%); O_J 为岩石裸露率(%);式一可计算土壤有机碳密度;土壤有机碳储量的表达式设置为式二: $SOC_C = SOC_J * S$;式二可计算土壤有机碳储量 SOC_C ;S为研究区面积(cm³)。可绘制成图6的有机碳和容重的半变异函数图,以及研究区土壤有机碳和容重半变异函数理论模型及其结构参数表。

[0040] 图7结果表明,研究区SOC和容重均值分别为 $75.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $0.8 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,变异系数分别为30.6%与47.3%,皆呈现中等变异;SOC半变异函数的最优拟和模型为指数模型,块金值和基台值分别为260.8与521.7,变程为52.5m,其半变异函数分别在滞后距0~15.2m与34.7~54.2m范围内呈现明显的各向异性,说明在该尺度范围内微地貌与地形显著影响SOC的空间分布;利用土壤斑块加和法估算的样地表层SOC储量和碳密度分别为983.8kg和 $0.1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$,利用传统空间插值方法估算的表层SOC储量和碳密度分别为86264.0kg和 $8.6 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$,利用基于岩石出露率、土深校正的空间插值方法估算的表层SOC储量和碳密度分别为2712.8kg和 $0.3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 。其中传统空间插值方法大大高估了喀斯特地区表层SOC储量

和碳密度值,用该方法估算的SOC储量为该区SOC实际储量的87.7倍,其误估率为8668.4%。说明传统地统计学方法不适合估算喀斯特高基岩出露坡地表层SOC储量及碳密度。而基于岩石出露率、土深校正的空间插值方法大大降低了估算喀斯特高基岩出露坡地表层SOC储量和碳密度的误差,为该区SOC实际储量及碳密度的2.7倍。说明校正后的地统计方法在估算该区高基岩出露坡地表层SOC储量时具有一定的适用性。以上研究表明,地统计方法是表示该区SOC空间分布的有效手段,但由于传统地统计方法难以精确拟合高基岩出露坡地土壤斑块的空间分布、微地貌特征、岩石出露率以及土层深度等信息,在估算同类坡地SOC储量和碳密度时必须修正估算公式以接近实际值。

[0041] 本发明的通过卫星检测岩石裸露率,不受地形地貌限制、操作简单、减少人力物力成本,本发明设计合理,能够根据喀斯特山地土壤空间分布的特点,通过实际测量获得的土壤有机碳密度值、岩石裸露率值,构建线性模型,最后通过已有的经遥感技术解译获取岩石裸露率数据,简便地进行区域尺度拓展,估算喀斯特地貌单元土壤有机碳密度与储量,无需再进行大量的土壤样品的采集与分析。当然,实施本发明的任一产品并不一定需要同时达到以上的所有优点。

[0042] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“示例”、“具体示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0043] 以上公开的本发明优选实施例只是用于帮助阐述本发明。优选实施例并没有详尽叙述所有的细节,也不限制该发明仅为所述的具体实施方式。显然,根据本说明书的内容,可作很多的修改和变化。本说明书选取并具体描述这些实施例,是为了更好地解释本发明的原理和实际应用,从而使所属技术领域技术人员能很好地理解和利用本发明。本发明仅受权利要求书及其全部范围和等效物的限制。

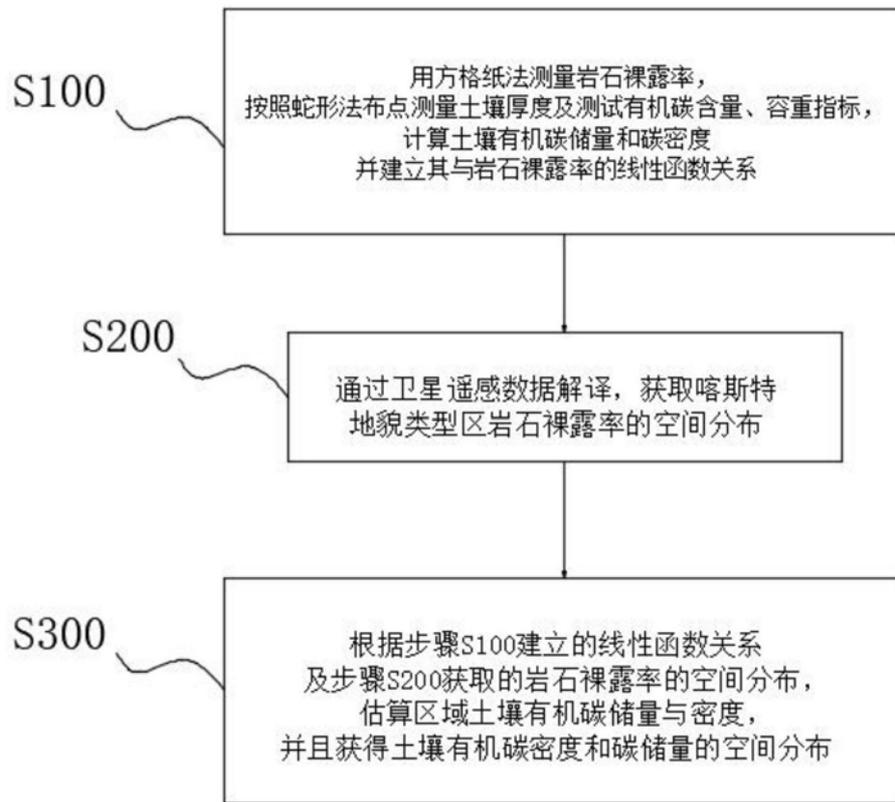


图1

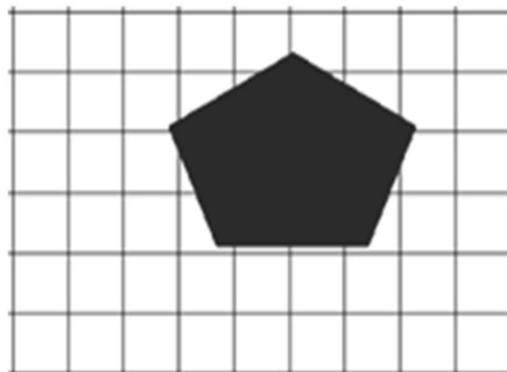


图2

$$SOC_J = C_J * D_J * E_J * (1 - G_J) * (1 - O_J) / 100$$

图3

$$SOC_C = SOC_J * S$$

图4



图5

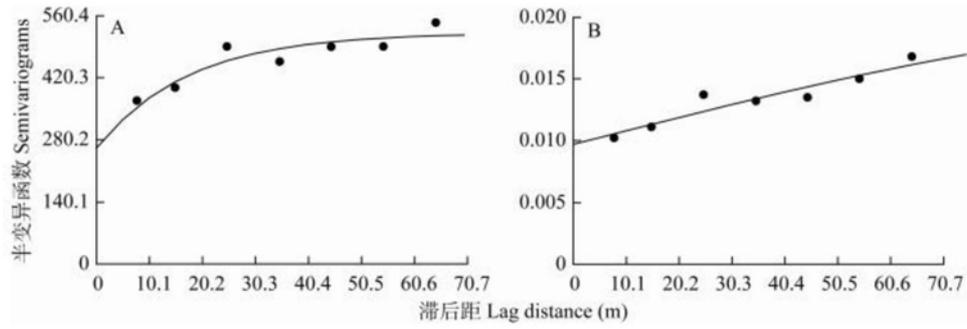


图6

	模型类型 Model type	块金值(C_0) Nugget ($g^2 \cdot g^{-2}$)	基台值(C_0+C) Sill ($g^2 \cdot g^{-2}$)	变程 Range (m)	块金值/基台值 (C_0/C_0+C) Nugget/Sill (%)	残差平方和 (RSS) Residual sum of squares	决定系数(R^2) Coefficient of determination
土壤有机碳含量 Soil organic carbon content	指数 Exponential	260.8	521.7	52.5	50.0	3.642	0.841
土壤容重 Soil bulk density	球状 Spherical	9.7×10^{-3}	19.5×10^{-3}	128.9	50.3	3.9×10^{-6}	0.875

图7