



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105027125 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 04

(21) 申请号 201380064586. 1

代理人 罗婷婷

(22) 申请日 2013. 12. 09

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

G06F 19/00(2006. 01)

13/709, 347 2012. 12. 10 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 06. 10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/073903 2013. 12. 09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/093234 EN 2014. 06. 19

(71) 申请人 微软技术许可有限责任公司

地址 美国华盛顿州

(72) 发明人 M·J·史密斯

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

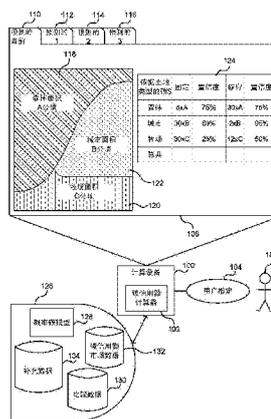
权利要求书2页 说明书13页 附图9页

(54) 发明名称

概率碳信用额计算器

(57) 摘要

概率碳信用额计算器可用于计算针对指定地理区域、时间段、土地使用、气候情景和其他因素的碳信用额货币值。例如,可在碳信用额货币值方面评估不同的土地使用情景以辅助关于是否退牧还林的决策、是否对某区域进行森林采伐的决策以及其他这样的土地使用决策。在各实施例中,陆域碳量的预测和这些预测的确定性是从碳模型中获得的,并且这些预测可与比较数据进行比较并与碳信用额市场数据或碳值的其他金融估计组合。在各示例中,比较数据包括实验数据和/或碳模型预测。在各实施例中,预测确定性和/或比较数据被用来评估计算出的碳信用额货币值的确定性。



1. 一种计算机实现的方法,包括:

接收指示要被评估以获得碳信用额货币值的地理区域的用户指定;

从预测所述地理区域处的陆域碳量的碳模型中获得至少一个预测,所述预测与概率分布相关联;

访问碳信用额市场数据;

在处理器处,使用所述预测和所述碳信用额市场数据计算与所述地理区域相关联的至少一个碳信用额货币值;

导致所述碳信用额货币值的显示。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,在所述处理器处,使用关于与所述预测相关联的所述概率分布的信息来计算所述至少一个碳信用额货币值的确定性;并导致所述确定性的显示。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,包括访问针对所述地理区域的比较数据,所述比较数据包括所述地理区域处的陆域碳量或从其估计该量的数据。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,包括在所述处理器处,将所述至少一个预测与所述比较数据进行比较以获得差异,计算所述差异的碳信用额货币值并导致所计算的碳信用额货币值的显示。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,包括接收选择用于评估所述地理区域的碳信用额货币值的时间段的用户指定;在所述时间段内从所述碳模型获得多个预测;以及使用所述多个预测计算所述地理区域在所述时间段内的碳信用额货币值。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,包括计算所述概率分布的百分数,并使用所计算的百分数以及所述碳信用额市场数据一起来计算所述地理区域处的碳固化或碳储存的第一估计货币回报;以及使用所述概率分布的统计来计算要通过对所述地点处的陆域碳的准确测量而得到的对所述第一估计货币回报的潜在改进。

7. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,包括接收选择至少一个气候情景的用户指定;从所述碳模型获得针对所述气候情景的至少一个预测;以及,使用所述预测来计算针对所述地理区域和所述气候情景的碳信用额货币值。

8. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,包括接收选择对所述地理区域的至少一个土地使用情景的用户指定;访问适合所述土地使用情景的比较数据;以及,使用所述预测来计算针对所述地理区域和所述土地使用情景的碳信用额货币值。

9. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述方法至少部分地使用选自以下中之一者或多者的硬件逻辑来实现:现场可编程门阵列、程序专用的集成电路、程序专用的标准产品、片上系统、复杂可编程逻辑设备。

10. 一种装置,包括:

输入控制器,所述输入控制器被布置成接收指示要被评估以获得碳信用额货币值的地理区域的用户指定;

通信接口,所述通信接口被布置成从预测所述地理区域处的陆域碳量的碳模型中获得至少一个预测,所述预测与概率分布相关联;

所述通信接口被布置成访问碳信用额市场数据;

碳信用额计算器,所述碳信用额计算器被布置成使用所述预测和所述碳信用额市场数

据来计算与所述地理区域相关联的至少一个碳信用额货币值 ;所述碳信用额计算器还被布置成导致所述碳信用额货币值的显示。

概率碳信用额计算器

[0001] 背景

[0002] 对控制温室气体排放的需要的日益增长的意识已导致碳信用额的开发和用于对碳信用额进行交易的市场的引入。碳信用额可被认为是向与指定量的碳（诸如，一公吨二氧化碳或等量的温室气体）等量的温室气体排放减少量或偏移量分配货币值的证书。

[0003] 在碳市场的未来价值和可持续性方面存在大范围的不确定性。尽管支持促进温室气体的减轻或减少的活动的一般概念看上去好像是好主意，但关于使这样的概念生效的经济和生态机制的知识和理解仍需要改进。

[0004] 可按各种方式来生成碳信用额，诸如通过减少先前提交的排放或通过从大气中提取温室气体。为了按这些方式生成碳信用额，具有对存在的碳量以及随时间截存或释放的碳量进行量化的需要。

[0005] 碳信用额可通过土地利用实践的各种变化来生成。两个示例是通过阻止先前计划的植被移除（主要是森林采伐）来防止二氧化碳排放，或通过增加植被（主要是森林）来截存来自大气的碳。

[0006] 各种方法被用来对陆域碳进行量化，这些方法通常涉及勘测正被管理的地点以及推断被作出来提供对保持在跨某区域的不同池中的碳量的估计的测量。这是耗时且昂贵的，并且该花费可损害用来减少温室气体排放的项目的财务可行性。

[0007] 以下描述的各实施例不限于解决已知的用于计算碳信用额的系统的缺点中的一个或全部的实现。

[0008] 概述

[0009] 下面呈现了本发明的简要概述，以便向读者提供基本理解。本概述不是本公开的穷尽概览，并且不标识本发明的关键 / 重要元素或描述本说明书的范围。其唯一的目的是以简化形式呈现此处所公开的精选概念，作为稍后呈现的更详细的描述的序言。

[0010] 概率碳信用额计算器可用于计算针对指定地理区域、时间段、土地利用、气候情景和其他因素的碳信用额货币值例如，可以在碳信用额货币值方面评估不同的土地利用情景以帮助作出关于是否退牧还林、是否砍伐某区域的森林的决策以及其他这样的土地利用决策。在各种实施例中，从碳模型获得对陆域碳量的预测以及这些预测的确定性，并可将这些预测与比较数据进行比较并将其与碳信用额市场数据组合，比较和组合这两者也可伴随对确定性的估计一起发生。也可将碳信用额价格估计作为用户输入来提供，或者从具有或不具有相关联的不确定性的其他数据源提供碳信用额价格估计。在各个示例中，比较数据可包括经验数据、模型预测和 / 或其他通过算法变换的数据，诸如行或外插的经验数据或经处理的卫星数据。在各个实施例中，补充数据（诸如详述土地使用分类的地图和生态系统服务）也可被并入以辅助决策制定。在各个实施例中，预测的确定性和 / 或比较数据被用于评估计算出的碳信用额货币值的确定性。

[0011] 通过结合附图参考以下详细描述，可易于领会并更好地理解许多附带特征。

[0012] 附图简述

[0013] 根据附图阅读以下具体实施方式，将更好地理解本发明，在附图中：

[0014] 图 1 是计算设备处被用来显示针对地理区域的碳信用额货币值的碳信用额计算器的示意图；

[0015] 图 2 是与概率碳模型和比较数据的接口进行通信的碳信用额计算器的示意图；

[0016] 图 3 是碳信用额计算器处的方法的流程图；

[0017] 图 4 是碳信用额计算器处的方法的流程图；

[0018] 图 5 是示出计算通过碳固定获得的碳信用额的过程的图形；

[0019] 图 6 是示出计算通过碳保护获得的碳信用额的过程的图形；

[0020] 图 7 是用于训练多分量模型（诸如图 1 的概率碳模型）的系统的示意图；

[0021] 图 8 是陆域碳模型的分量的示意图；

[0022] 图 9 示出可在其中实现碳信用额计算器的各实施例的示例性的基于计算的设备。

[0023] 在各个附图中使用相同的附图标记来指代相同的部件。

[0024] 详细描述

[0025] 下面结合附图提供的详细描述旨在作为本发明示例的描述，并不旨在表示可以构建或使用本发明示例的唯一形式。本描述阐述了本发明示例的功能，以及用于构建和操作本发明示例的步骤的序列。然而，可以通过不同的示例来实现相同或等效功能和序列。

[0026] 虽然在本文中本发明的示例描述并示出为在通过 web 浏览器提供万维网服务的远程计算设备中实现，但是所描述的系统只是作为示例而非限制来提供的。本领域的技术人员将会领会，本发明的示例适于各种不同类型的计算系统中的应用，包括智能电话、平板计算机、个人数字助理、膝上型计算机、游戏控制台等。

[0027] 图 1 是计算设备 100 处被用户 106 用来显示针对地理区域的碳信用额货币值的碳信用额计算器 102 的示意图。假定用户 106 正在计划针对指定地理区域的土地管理项目。该指定地理区域的地图可由指示当前土地使用的计算设备 102 来显示。在图 1 的示例中，该指定地理区域是相对较小的一片土地。然而，可使用其他地理区域，诸如整个国家或洲。碳信用额计算器 102 能够计算并显示碳信用额货币值以及相关联的置信度的表格 124 或其他格式以辅助用户计划该项目。碳信用额计算器 102 可在不同的情景（土地使用情景、气候情景和其他情景）下并针对历史上的不同时间或时间段（当前或未来）作出这些计算。碳信用额计算器 102 能够访问概率碳模型 128（或诸如结合了概率碳模型的地球系统模型之类的其他模型）、碳信用额市场数据 132、比较数据 130、（诸如来自基于 web 的地图服务的）地理区域地图、以及诸如其他经映射的数据源之类的补充数据（例如，作物产量数据、生态系统服务值）。例如，比较数据可以是卫星导出的关于土地碳的实验估计（以下描述了比较数据的其他示例）。碳信用额计算器 102 可获得来自例如预测指定的单位土地面积中的当前潜在陆域碳量的概率碳模型的预测以及该预测的不确定性。例如，预测可以是碳模型以其为正确的 95% 置信度计算出的值。它也可能指代预测的不确定性。例如，预测可以是碳模型以 5% 的不确定性计算出的值。预测到的当前潜在陆域碳量可被认为是一在给定关于植被类型、植被行为、降雨量、温度和其他环境因素的知识的情况下，将存在多少碳—但假设人类没有使用土地。碳信用额计算器 102 可将来自概率碳模型的预测与来自卫星碳数据的相应量进行比较，并找出差异来指示通过土地使用的改变可实现多少碳固定和 / 或碳储存。替换地，在给定比较数据包括该地理区域的含碳量的估计的情况下，碳信用额计算器可直接估计在时间窗内截存的碳量。

[0028] 概率碳模型是用于用确定性估计来表示与生物系统的一个或多个大气碳交换过程的系统。概率碳模型使用一个或多个参数化数学表达式来表示每一个碳交换过程。这些参数的值可从训练数据习知、可通过实验获得、或者可由操作者设置。在概率碳模型的情况下,对一些参数的值和/或初始系统状态的信任由概率分布表示。该概率分布的平均数(或其他统计)与该参数值的估计相关。该概率分布的方差(或其他统计)与该参数值的估计的不确定性的估计相关。在本文中描述的示例中,可使用任何合适的概率碳模型,诸如在Smith等人的“*The climate dependence of the terrestrial carbon cycle ;including parameter and structural uncertainties(对陆域碳循环的气候依赖性 ;包括参数和结构化不确定性)*”,*Biogeosciences Discussions(生物科学讨论)*, 9, 13439-13496, 2012 中描述的概率碳模型。以下也讨论了Smith等人的模型。

[0029] 可通过使得碳信用额计算器能够访问碳信用额市场数据 132 来将预测到的潜在碳量在显示器中表示成货币值或者货币值分布或范围。例如,概率碳模型可预测针对图 1 中的城市区域 A 的当前碳量。预测到的当前量和相应的卫星碳数据之间的差异可指示通过改变其使用可在该土地上固定多少碳。

[0030] 在图 1 的示例中,碳信用额计算器被示为在计算设备 102 处,但这不是必须的。碳信用额计算器的全部或部分可位于与计算设备 102 通信的另一计算实体处。计算设备 102 可以是任何计算设备,诸如稍后参考图 9 所描述的计算设备。

[0031] 碳信用额计算器 102 可以使用软件或硬件来实现。它能够控制碳信用额货币值在一个或多个土地使用或其他情况下的显示。例如,该显示可在与计算设备本身集成的显示屏幕处或在另一位置处被作出。碳信用额计算器 102 能够接收用户指定 104。例如,计算设备 100 具有藉此用户能够输入用户指定 104 的一个或多个用户输入机制 ;该计算设备随后可将该用户指定发送给碳信用额计算器 102。用户指定的示例在以下参考图 3 给出并可包括关于要考虑的地理区域、比较数据的源、概率碳模型的选择的细节以及其他细节。

[0032] 如上所述,碳信用额计算器能够访问概率碳模型 128(或诸如结合了概率碳模型的地球系统模型之类的其他模型)、碳信用额市场数据 132、比较数据 130、补充数据 134 和地理区域的地图。

[0033] 在一示例中,概率碳模型是完全约束数据的,因为对于每一个参数,表示该参数的值的知识的概率分布是从实验数据中推断出的。这提供了以下好处 :即对模型预测的置信度的估计可从对该模型有多准确地表示底层过程的置信度的估计中导出。在各种表现中,可在碳信用额方面对置信度的这种实际改进或估计改进进行量化。

[0034] 在图 1 中,概率碳模型 128、比较数据 130、补充数据 134 和碳信用额市场数据被示在示意通信网络 126 中,并且可由计算设备 100 通过任何类型的合适通信接口访问。

[0035] 碳信用额市场数据 132 包括通过碳信用额贸易对照诸如股票交易报告的数字价格数据。碳信用额市场数据 132 还可包括与碳信用额相关联的报价和贸易相关数据,诸如以下中的一者或多者 :标价(也被称为卖价)、讨价(也被称为出价或买价)、每个体碳信用额市场制定者的最高标价和最低讨价、订单深度及其他报价和贸易相关数据。碳信用额市场数据 132 可包括历史碳信用额市场数据。它还可包括实况碳信用额市场数据。该实况数据可被提供作为来自股票交易或其他碳市场的输入流。碳信用额市场数据 132 还可包括从经济模型、碳信用额市场模型和其他源获得的预测或预期碳信用额市场数据。碳信用额市

场数据 132 可具有概率分布形式或者某范围的值的某一其他形式。

[0036] 虽然图 1 示出了碳信用额市场数据 132 的单个数据库,但有可能从多个不同的源访问碳信用额市场数据 132。在一些示例中,全部或部分碳信用额市场数据 132 被输入来作为用户指定 104 的一部分。

[0037] 比较数据 130 包括在指定地理区域中的陆地上存在的碳量的数值;或者可从其导出或估计出这些数值的数据。比较数据可通过实地调查、卫星观察和其他测量来实证地导出。比较数据可从另一碳模型或(可能是或可能不是概率性的)模型中估计出。也有可能比较数据是由实验测量和使用碳模型或其他估计方法的估计的组合获得的。

[0038] 补充数据 134 包括在考虑碳信用额计算器的输出时可能向用户提供信息但不直接涉及碳的其他第三方数据集。补充数据可通过实地调查、卫星观察和其他测量来实证地导出。补充数据可从另外的模型或(可能是或可能不是概率性的)模型中估计出。虽然图 1 为了清楚起见示出了单个比较数据源 130 和单个补充数据源 134;但在实践中,可存在许多不同的比较数据源和补充数据源。用户 106 能够指定要将哪个(哪些)比较数据源用作用户指定 104 的一部分。用户还可指定要使用的比较数据源的各部分,并且可指定要如何使用这些部分以导出或估计出碳数值,在这里这是由碳信用额计算器 102 来完成的。用户还能够指定补充数据源。

[0039] 在比较数据需要被用来导出或估计在指定地理区域中的陆地上存在的碳数值的情况下,碳信用额计算器 102 可包括实现该导出或估计的功能。碳信用额计算器可使用其他信息源来启用该导出或估计。

[0040] 碳信用额计算器还可包括重新格式化和/或重新缩放比较数据和补充数据使得其适于与来自概率碳模型 128 的输出直接进行比较的功能。例如,重新格式化可包括改变测量单元以使得那些单元与来自概率碳模型 128 的输出兼容,将这些数值的类型从浮点值改变为整数(或相似类型的改变)、将各数值四舍五入到指定的小数点数、移除异常值、移除噪声或误差值以及其他动作。

[0041] 碳信用额计算器 102 可包括用于读入并处理比较数据和补充数据的功能。例如,在比较数据可在 web 服务或数据库处获得的情况下,碳信用额计算器可查询 web 服务或数据库以获得比较数据或补充数据。

[0042] 作为替换或补充,本文参考碳信用额计算器描述的功能可至少部分地由一个或多个硬件逻辑组件来执行。例如,但非限制,可被使用的硬件逻辑组件的说明性类型包括现场可编程门阵列(FPGA)、程序专用的集成电路(ASIC)、程序专用的标准产品(ASSP)、片上系统(SOC)、复杂可编程逻辑器件(CPLD),图形处理单元(GPU)。

[0043] 图 2 示出了概率碳模型 206、用于处理比较数据的软件 208 以及用于计算在时间上和/或空间上的碳预算的软件 210。该概率碳模型可以是如上所述的图 1 的概率碳模型,其预测在假设植被处于或恢复成其自然状态(没有人类的干预)的情况下在陆地上储存的碳量。可能已使用实验数据(诸如新实验数据 200)训练了概率碳模型。在本文档中稍后的地方给出关于可如何使用实验数据来训练概率碳模型的更多细节。概率碳模型 206 可接收用户指定 202,这些用户指定 202 在概率碳模型是多分量模型的情况下指定将使用哪一个或多个模型分量。用户指定 202 还可选择将使用哪些实验数据来训练该模型和/或将使用多个训练方法中的哪一个方法。

[0044] 用于处理比较数据和补充数据的软件 208 可接收用户指定 202 来选择要使用哪一个或多个数据源。用户指定还可选择要使用一个或多个选项中的哪一个来处理比较数据和补充数据。用于处理比较数据和补充数据的软件 208 被布置成读入并处理诸如实验数据 204、(来自第二碳模型的)碳模型预测和 / 或来自经济模型的预测之类的的数据。

[0045] 用于处理比较数据和补充数据的软件 208 和用于计算碳预算的软件 210 可与图 1 的碳信用额计算器 102 集成在一起。用于计算在时间和 / 或空间上的碳预算的软件 210 的输出包括对指定地理区域在指定土地使用、气候或其他情景下的当前、过去或未来碳信用额值的预测 212。

[0046] 图 3 是在图 1 的碳信用额计算器 102 处的用于接收用户指定的方法的流程图。该流程图中的每一步骤均是可选的,因为这些用户指定并不是必需的。由用户作出的选择可替换地由碳信用额计算器自动作出或可以被预先配置。

[0047] 碳信用额计算器 102 接收指定地理区域 300 的用户输入。例如,用户可输入纬度和经度范围以指定地理区域。这可按任何合适的方式来实现,诸如通过向用户呈现可被放大或缩小并被用于选择地理区域以供碳信用额计算器 102 分析的地图的图形显示来实现。

[0048] 碳信用额计算器可接收指定要使用 302 多个概率碳模型中的哪一个或者要使用多分量概率碳模型的哪一个或多个分量的用户输入。

[0049] 碳信用额计算器可接收指定要被使用 304 的一个或多个比较和补充数据源的用户输入。

[0050] 碳信用额计算器可接收指定未来土地使用情景 306 的用户输入。例如,恢复成自然植被、城市、牧场、森林采伐或其他。

[0051] 碳信用额计算器可接收指定未来(或目前)气候情景 308 的用户输入。例如,在概率碳模型是地球系统模型的一部分的情况下,多个气候情景可以是可用的。

[0052] 碳信用额计算器可接收指定将计算其上的碳信用额值的时间帧 310 的用户输入。例如,在土地使用改变涉及森林采伐的情况下,这可包括在为多年的时间帧上每年的碳信用额值。

[0053] 图 4 是在碳信用额计算器(诸如图 1 的碳信用额计算器)处的方法的流程图。如以上参考图 3 所描述的那样接收 400 用户指定。碳信用额计算器发送 402 对概率碳模型的请求。例如,该请求具有多个自变量,其包括诸如来自用户指定的选择或被预先配置的选择或由碳信用额计算器自动选择的选择。碳信用额计算器从概率碳模型接收 404 针对指定地理区域的每一单位面积的预测碳量以及确定性。该预测碳量针对其中植被恢复成其自然状态(而没有人类的干预)的情况。

[0054] 碳信用额计算器访问 405 补充数据。例如,用户指定可指示补充数据包括要考虑的作物产量或生态系统服务值的地图。鉴于该信息,用户可调整对他们希望计算其碳信用额值的地理区域的指定。

[0055] 碳信用额计算器访问 406 比较数据。例如,用户指定可指示要被使用的数据源。碳信用额计算器读入并处理比较数据,使得它处在适于与来自概率碳模型的预测进行比较的形式。

[0056] 碳信用额计算器访问 408 碳信用额市场数据。例如,碳信用额计算器可根据用户指定、根据其对正被评估的地理区域的知识、或根据其他因素来选择特定时间帧的碳信用

额市场数据或市场。

[0057] 碳信用额计算器任选地从在步骤 404 获得的预测碳量以及从在步骤 408 获得的市场数据来计算碳信用额货币值 410。碳信用额货币值 410 可被显示给用户,以便示出在被考虑的地理区域中的土地将被允许恢复到其自然植被状态的情况下可用的货币值或在土地被阻止从其自然植被状态转换走的情况下可用的货币值。这些仅是示例,可计算并显示其他碳信用额货币值。

[0058] 碳信用额计算器将来自在步骤 404 获得的概率碳模型的预测和相关联的确定性与比较数据进行比较。在比较数据包括针对不同于自然植被状态的土地使用情景的碳量的情况下,模型预测和比较数据之间的差异给出了关于可通过更改的土地使用(诸如,通过将城市土地或牧场土地恢复成自然植被)而获得(或丢失)的潜在碳的指示。可使用不止一组比较数据,以便获得针对不同情景的潜在碳值。例如,在城市土地被转换回自然植被的情况下,潜在碳值可表示在植被恢复时可通过碳固定而从大气中移除的碳量。可将与潜在碳固定相关联的碳信用额值同与这些值相关联的确定性一起显示 416 给用户。由于概率碳模型作为概率分布形式的输出预测给出,碳信用额计算器能够计算碳信用额货币值以及那些值相关联的确定性。可按各种方式将确定性信息呈现给用户。例如,通过在图形上作为误差线、通过地理区域的地图上的色彩阴影、通过忽略显示低于阈值确定性的数据、通过图形地显示概率分布本身或按其他方式。

[0059] 碳信用额计算器还能够估计 414 储存的碳随时间的改变。例如,在其中土地当前受放牧严重破坏的区域中,可在货币值方面计算在该土地改为被允许恢复成自然植被的情况下将随时间储存的碳量,并将其与百分比值、误差线或该估计有多确定的其他指示符一起显示 416 给用户。

[0060] 碳信用额计算器还可评估所储存的碳随时间的改变,例如在发生气候改变的情况下。例如,假设自然植被状态(没有人类的干预)的情况下,来自概率碳模型的预测可针对指定气候(诸如当前气候)并涉及碳量。比较数据可以是来自第二概率碳模型的预测,该第二概率碳模型与第一概率碳模型相同,只是该第二概率碳模型在假设第二指定气候(诸如,在指定量的全球变暖的情况下预测的气候)的情况下操作。在全球变暖的情况下指定量的气候改变的情况下,碳信用额计算器随后能够将这两个模型的预测进行比较,并获得对在原始的自然植被区域中储存的碳的改变量的估计。与估计相关联的确定性也由碳信用额计算器使用来自第一和第二概率模型输出的概率分布来计算。

[0061] 在以上所述的示例中,第一和第二概率碳模型可以是不同气候设置下运行的同一概率碳模型。例如,概率碳模型是将一个或多个气候改变情景考虑在内的地球系统模型的一部分。

[0062] 在一示例中,国家可决定评估其土地的碳值在即将到来的二十年内不同的土地使用改变情景下的改变。政府部门或其他团体能够使用碳信用额计算器来从概率碳模型获得对跨该国家的潜在碳储存的估计。政府部门可提供或指定要使用的比较数据。例如,对跨该国家储存的碳的当前实验估计。政府部门可调查出于碳储存的目的而保存若干大型原始森林区域的货币值以及允许将某些低产量农田区域恢复成自然植被的碳截存潜力。假设碳的货币值每公吨 30 美元。碳信用额计算器计算在该时间段内原始植被中储存的碳的改变。碳信用额计算器还计算通过以前的农业土地固定的碳量。对所固定的碳的预测(诸如

每公顷 200 吨, 20 年内每年 300 美元) 可被表达成概率分布, 从而使得用户能够评估这些值的不确定性以及在提交碳信用额计算器的预测时获得的金融风险水平。

[0063] 在一示例中, 接收选择用于评估地理区域的碳信用额货币值的时间段的用户指定。碳信用额计算器可在该时间段内从碳模型获得多个预测; 并使用该多个预测来计算该地理区域在该时间段内的碳信用额货币值。

[0064] 在一示例中, 接收选择对该地理区域的至少一个土地使用情景的用户指定。碳信用额计算器访问适合该土地使用情景的比较数据, 并使用预测来计算针对该地理区域以及土地使用情景的碳信用额货币值。

[0065] 图 5 是随时间在指定土地区域内储存的碳的图形。该图形现在被用来讨论可如何使用碳信用额计算器来计算通过那个地点处的碳固定实现的货币值。y 轴 500 表示作为货币值的碳量。x 轴 502 表示时间。对指定区域处储存的当前碳量的估计在该图形上被示为点 504, 并且误差线被示为与该估计相关联。较高的误差线估计 506 被示出。如果将指定区域处的植被恢复到其自然状态, 则可从概率碳模型中发现针对该土地区域的平均估计潜在碳量 510。确定性信息与该平均估计潜在碳量相关联。该确定性信息在该图形上被示为下限 95% 的估计碳值 508 和上限 95% 的估计碳水平 512。这两个 95% 的值可以是表示对存在的碳量的信任的概率分布的第 5 个和第 95 个百分位数。通常, 在分配碳信用额时, 碳信用额方案使用下限 95% 的估计。因此, 估计出的总货币 514 回报由图 5 的图形上指示的量来表示。该图形中示出了可预期从将在该时间段内对土地的使用从其当前使用改变为自然植被而得到的货币回报。以上描述的碳信用额计算器能够计算估计的总货币回报 514, 如以上所描述的。然而, 碳信用额计算器也能够计算对潜在改进 516 的估计。这是下限 95% 的估计碳水平和平均估计潜在碳量 510 之间的差异。可计算该货币值并将其显示给用户。在未来对平均估计潜在碳的更准确的估计变得可用的情况下, 它提供了对可通过与土地相关联的碳信用额而变得可用的附加货币值的指示,。

[0066] 图 6 是随时间在指定土地区域内储存的碳的图形。该图形现在被用来讨论可如何使用碳信用额计算器来计算通过该地点处的碳储存实现的货币值 (在该情况下, 通过不从此地点移除植被来实现的值)。y 轴 500 表示作为货币值的碳量。x 轴 502 表示时间。对指定区域处储存的当前碳量的测量在该图形上被示为点 602, 并且误差线被示为与该测量相关联。如果在该指定区域处发生了植被移除, 则估计出的碳量会跌至该图形上的点 600 处。

[0067] 可从概率碳模型中获得该地点在森林采伐之前的平均估计碳量, 并将其示出在该图形上。来自该模型的确定性信息与该平均估计碳量相关联。确定性信息在该图形上被示为下限 95% 的估计碳值和上限 95% 的估计碳水平。这些 95% 的值可以是表示对存在的碳量的信任的概率分布的第 5 个和第 95 个百分位数。通常, 在分配碳信用额时, 碳信用额方案使用下限 95% 的估计。因此, 估计出的 (不对该地点进行森林采伐的) 总货币回报 604 由在图 5 的图形上指示的量来表示。这是可预期从保持森林为原始的并且不对该地点进行森林采伐得到的货币回报。以上描述的碳信用额计算器能够计算估计的总货币回报 604, 如以上所描述的。然而, 碳信用额计算器还能够通过使用来自概率模型的平均估计碳值来计算估计的总回报 606。在更准确的知道碳量的情况下, 可计算该估计的总货币回报并将其显示给用户。在对该地点处的碳量的更准确的估计应变得可用的情况下, 它提供了可通过与土地相关联的碳信用额而变得可用的附加货币值的指示。这使得能够实现成本效益分析以

决定是否实现对该地点处的碳量进行实地调查或其他实验研究。

[0068] 图 7 是供在概率碳模型是多分量模型或其本身是地球系统模型或其他多分量模型的一部分的情况下使用的多分量模型的工程系统的示意图。

[0069] 工程系统 700 可用于确立将使用哪些模型分量、如何互连这些模型分量、以及将使用哪些数据集来训练、验证和测试模型和 / 或模型分量。工程系统 700 还可用于确立将如何评估得到的模型的性能, 例如通过按特定方式来将模型预测与数据进行形式上的比较来评估得到的模型的性能。工程系统任选地包括使通过该模型生成的模型性能评估结果、预测和 / 或仿真以及各个分量模型的参数的不确定性可视化的工具。工程系统 700 提供使得科学家们能够按高效、可重复和一致的方式来开发和细化复杂动态系统的模型的框架。使用该系统, 科学家们能够定义多分量模型、将这些分量模型与数据集耦合、评估这些分量模型以及整个多分量模型以及评估在该多分量模型内大多数不确定性或不一致性位于哪里。

[0070] 在图 7 的示例中, 示出了多个模型分量库 726、730。这些分量库可具有源代码、软件二进制码或指定表示生物过程、物理过程或其他动态过程的功能的其他软件的形式。模型分量的不同版本可被操作者选择来形成多分量预测模型。通过这种方式, 工程系统使得科学家们能够以简单、可重复和严格的方式来定义多分量模型。在该工程系统用于形成动态全球植被模型 (DGVM) 的情况下, 模型分量库 726、730 可包括植被分量模型库和其他分量模型 (诸如土壤水文模型) 库。

[0071] 提供一个或多个软件二进制代码 728、源代码或其他形式的软件以用于格式化模型分量以供推断。例如, 这包括选择将推断哪些参数以及通过以下方式来初始化那些参数: 在存储器中建立保存关于与这些参数相关联的概率分布的信息的数据结构, 并将这些参数设置成默认的初始值 (诸如零或 1)。在一示例中, 用于格式化模型分量以供推断的软件包括推断引擎元件, 该推断引擎元件包括在文件或其他结构 (如面向对象的编程语言的类或其他格式) 中提供的软件。

[0072] 要被用来训练模型分量并评估经训练的模型的数据是从模型工程和细化系统可访问的数据集 710 中获得的。在图 7 所示的示例中, 示出了两个外部数据集 712、714。一个或多个数据集可被使用, 并且这些数据集可以在系统的内部或外部。在一些情况下, 这些数据集中的一个或多个可经由远程 web 服务来获得。数据可以具有不同的格式, 并可根

据特定研究域而包括不同类型的值。

[0073] 数据访问引擎 704 可包括多个面向对象的软件类, 这些面向对象的软件类被用来使得能够按与数据在数据集 712、714 (其具有不同的格式) 中的原始格式独立的方式将该数据从这些数据集传递到工程系统中的其他软件中。在于 2010 年 2 月 2 日提交并被公开为 US20110191549 的题为 “Data array manipulation (数据阵列操纵)” 的美国专利申请 12/698654 中给出了供在数据访问引擎 704 中使用的软件的示例。数据访问引擎 704 还可包括向提供数据的远程 web 服务提供应用编程接口的一个或多个软件库。

[0074] 用于处理这些数据集的软件代码 736 可被包括在模型工程系统中例如以将数据划分成一个或多个测试部分和一个或多个训练和验证部分。在模型评估过程期间使用交叉验证的情况下, 可从这些数据集形成多个训练和验证部分 (有时被称为数据折叠)。交叉验证可涉及使用一部分数据中的 9/10 来训练模型并且随后使用该部分数据中剩余的 1/10 来验证经训练的模型 (可使用该数据的其他比例, 9/10 和 1/10 只是一个示例)。随后可针对

数据的不同折叠重复该过程；即使用数据的不同 9/10 来训练该模型，并以此类推。用于处理数据集的软件代码 736 将数据（或者数据的位置的地址）输出到训练和验证数据集存储 718 中，并且还输出到测试数据集 716 中。

[0075] 在多个计算机用于实现参数推断过程的情况下，用于处理数据集的软件代码 736 还可被布置成将数据划分成各部分。不同部分的数据可在不同的计算机处被处理，以使得大量数据能够在实用的时间刻度中被处理。

[0076] 对于每一数据集，用于处理数据集的软件代码 736 可具有对一个或多个数据术语和条件文件的访问。这些文件被存储在模型工程系统可访问的存储器处，并使得用户能够检查供使用的特定数据集的任何术语和条件被符合。

[0077] 模型数据关联引擎 734 包括将指定模型分量（其具有供推断引擎使用的格式）与指定数据集关联和组合的软件。结果被传递给推断例程 740，该推断例程 740 利用推断引擎 702 来获得对参数概率分布的估计。

[0078] 推断引擎 702 被布置成执行参数估计（例如，在先验概率分布没有被指定的情况下，为贝叶斯参数推断或最大似然参数估计）。例如，推断引擎可使用蒙特卡罗马尔科夫链方法来估计模型参数给出的数据、指定的模型和先验参数分布。在其他示例中，推断引擎可对图形模型使用贝叶斯推断，但是这在分量模型不具有任意复杂性的情况下更合适。现在更详细地描述可被使用的使用蒙特卡罗马尔科夫链方法的推断引擎的示例。

[0079] 在该示例中，推断引擎使用 Metropolis-Hastings MCMC 算法的一种形式来从给定模型分量的参数的联合后验分布中进行采样。在“Chib S, Greenberg E (1995) Understanding the Metropolis-Hastings algorithm (理解 Metropolis-Hastings 算法).” Am Stat 49:327-335 中详细描述了 Metropolis-Hastings MCMC 算法。该算法使得能够估计出参数的联合后验分布。在本示例中，在给定参数化模型的先验参数分布和预测的情况下，推断引擎计算实验数据的概率。对每一组训练数据重复该过程。它随后使用基于 Baye 定律的更新规则来更新这些参数的先验分布并获得联合后验分布。联合后验分布是使用 MCMC 算法来采样的并被用作这些参数的更新先验分布。

[0080] 在一示例中，使用 Metropolis-Hastings 算法的一种形式，其符合 Metropolis-Hastings MCMC 算法要收敛到正确的后验分布的要求、对局部（非全局）最大的问题稳健并会快速地收敛。在该算法中，在每一 MCMC 步骤，向随机选择的参数建议随机改变，其中要改变的参数的数目从一个变化到参数的总数。向每一参数建议的分布是在初始“烧录”时段（例如，10,000 个 MCMC 步骤）期间调谐的以实现 0.25 的近似 Metropolis-Hastings 接受率。该调谐是通过迭代地调整定义建议分布的正态随机变量的标准偏差来实现的。该标准偏差在烧录时段的结束处是固定的。不同的建议分布可用于定界在 0 和无穷之间的参数以及定界在负无穷和无穷之间的参数，并且该推断引擎可显式地忽略将任何先验信息包括在 metropolis (大都市) 准则中。通过这种方式，非信息性先验可与关于每一参数的建议分布的不同形式（分别为对值的对数的归一化和对未转换值的归一化）联用。在烧录时段后，继续 Metropolis-Hastings MCMC 算法达指定数目的步骤（例如，100,000 个进一步的步骤）并且以规律的间隔（例如，每 100 个 MCMC 步骤）记录后验样本。这些样本可被保存以在分析度量计算和模型仿真时实现误差传播。

[0081] 推断例程 740 包括例如用于使用训练数据集的不同子集或模型分量的子集来

实现推断引擎的例程；以及汇总来自推断引擎的输出以供后续处理的例程。

[0082] 模型拟合过程库 732 包括多个预推断过程、模型拟合过程和仿真过程（在经拟合的模型被用于作出预测的情况下）。用户能够配置关于数据集和 / 或关于模型分量的因子。用户能够为每一模型分量指定需要哪些格式的数据。同样，用户可为指定的模型分量选择要推断哪些模型参数。将固定值分配给模型参数而不是从数据推断出该参数的值可有助于用户缓和或减轻过拟合。过拟合在以下情况时发生：推断出的模型参数的数目高到足以使得在训练期间模型被形成为如此接近地匹配训练数据，以至于在数据被输入到训练出的模型先前没有看见过的模型时无法概括出并作出良好的预测。用户还能够配置指定如何将数据划分成训练、验证和测试部分的参数，并且在计算机群集将被用来进行推断的情况下，配置指定如何在群集的成员之间分配数据的参数。此外，用户能够指定要使用的模型拟合过程。例如，整个多分量模型可被拟合或运行以生成仿真，个体指定模型分量可被拟合或运行以生成仿真，一个或多个模型分量可被替换模型分量或者常量替代，或指定的数据集可被按序忽略。可指定模型拟合过程的任何组合。

[0083] 对要拟合的模型分量的指定（设计指定）738 向模型—数据关联引擎并向用于评估模型性能 742 的过程提供输入。指定 738 提供标识被格式化用于推断以供在模型—数据关联引擎中使用以及用于推断后模型评估 742 的模型的精确模型分量的名称列表。

[0084] 用于评估模型性能 742 的过程包括提供诸如以下功能的软件例程库：某范围的模型性能评估度量或藉此使用训练验证或测试数据来评估经训练模型分量的其他评估过程、藉此将经训练模型分量的性能与该分量的替换公式的性能进行比较或使用其他标准来进行比较的比较过程。用于评估模型性能 742 的过程的输出可包括被存储在数据存储 722 的任何合适位置处的性能度量。在一些示例中，性能度量是在使用训练和验证数据集 718 的交叉验证过程中获得的。最终模型评估 724 可随后使用测试数据集 716 来作出，并且结果被存储在最终模型评估存储 724 中。

[0085] 可视化引擎 706 可用于显示性能度量 722、最终模型评估 724 和推断出的参数概率分布 720。可视化引擎还使得用户能够检查来自可能是不同的各数据集的数据并在图形上对其可视化。

[0086] 推断出的参数分布 720 被可任选地用于分析、发布或并入较大的模型 708 中。

[0087] 如上所述，在以上参考的 Smith 等人“*The climate dependence of the terrestrial carbon cycle; including parameter and structural uncertainties* (对陆域碳循环的气候依赖性；包括参数和结构化不确定性)”中描述了可使用的概率碳模型的示例。现给出该模型（其是平衡的陆域碳循环模型）的概览以辅助理解本文描述的碳信用额计算器的操作。该模型被公式化成描述整个植物和土壤池中的碳通量的差分等式。假设碳池处在动态平衡的状态（即输入率等于输出率）中，则该差分等式可用于形成多个功能关系。概率碳模型包括如图 8 所述的多个分量，其中诸框表示具有伴随数据的模型分量。每一模型分量包括表示碳过程的一个或多个功能。每一功能具有一个或多个参数并具有任意复杂性。如上所述，概率分布被分配给模型分量的参数，从而表示该参数的值的知晓的确定性或不确定性程度。这些概率分布最初被设为默认值，通常会引入关于这些参数的最可能值的先验知识，并且推断引擎通过将参数化模型的预测与训练数据进行比较来重复地更新这些概率分布。例如，概率分布的均值可表示参数的最可能值，并且可在从关于特定参数

的值的训练数据中学习更多时被更新。例如，概率分布的方差可表示关于参数值的不确定性程度。例如，该方差可被降低，从而表示在从训练数据中学习更多时该参数值的知晓的确定性增加。

[0088] 在图 8 中，箭头将充当子分量的模型分量（箭头的尾部）连接到另一模型分量（箭头的头部）。分组 1 内的模型分量 804、806、808、810、812、814、816 不需要来自其他模型分量的预测来预测其伴随数据集。分组 2 模型分量 800、802 接受来自净第一性生产力模型分量 804 的预测。分组 3 模型分量 818、820、822 采取来自如所指示的多个模型分量的输入。

[0089] 如上所述，分组 1 内的模型分量 804、806、808、810、812、814、816 不需要来自其他模型分量的预测来预测其伴随数据集。净第一性生产力模型分量 804 对植被的净碳固定（即光合作用减去呼吸作用）进行建模。常绿叶死亡率分量对常绿叶在没有火的情况下凋零得有多快进行建模。落叶死亡率分量 808 对落叶在没有火的情况下凋零得有多快进行建模。常绿叶比例分量 810 对土地区域中常绿叶的比例进行建模。细根死亡率分量 812 对植物的细根在没有火的情况下死亡得有多快进行建模。植物死亡率分量 814 对植物在没有火的情况下死亡得有多快进行建模。叶子和细根的代谢比例分量 816 对叶子和细根变成土壤的比例进行建模。

[0090] 分组 2 中的分量包括被烧掉部分区域的模型 800 以及向结构化部分分配的植被比例的模型分量 802。这使得由火引起的死亡率能够导致细根碳被添加到土壤中，但将所有叶和结构化碳释放为二氧化碳。

[0091] 分组 3 中的分量包括植物碳模型分量 818、对铺在土壤上的落叶层和木质残体进行建模的枯落物碳生产率模型分量 802 和对土壤内保持的有机碳进行建模的土壤碳模式分量 822。来自分组 3 中的模型分量的输出提供碳量的预测以及相关联的确定性以供碳信用额计算器使用。

[0092] 虽然紧接以上描述的概率碳模型是平衡的陆域碳循环的模型，但也有可能使用考虑不平衡状态的概率碳模型。

[0093] 图 9 示出示例性的基于计算的设备 900 的各组件，该基于计算的设备 900 可被实现成计算和 / 或电子设备的任何形式，并且其中可实现碳信用额计算器的实施例。

[0094] 基于计算的设备 900 包括一个或多个处理器 902，该一个或多个处理器可以是用于处理计算可执行指令以控制设备的操作以便访问概率碳模型、计算碳信用额并导致显示计算出的碳信用额的微处理器、控制器、或任何其他合适类型的处理器。在一些示例中，例如在使用片上系统架构的情况下，处理器 902 可以包括一个或多个固定功能块（亦称加速器），这些块以硬件（而非软件或固件）来实现图 4 的方法的一部分。可以在基于计算的设备处提供包括操作系统 904 或任何其他合适的平台软件的平台软件以使得能够在该设备上执行应用软件。提供能够访问一个或多个概率碳模型并计算碳信用额的碳信用额计算器 906。数据存储 908 能够存储地图、用户指定、来自概率碳模型的输出、比较数据、碳信用额市场数据及其他信息。

[0095] 可以使用可由基于计算的设备 900 访问的任何计算机可读介质来提供计算机可执行指令。计算机可读介质可以包括例如诸如存储器 912 等计算机存储介质和通信介质。诸如存储器 912 等计算机存储介质包括以用于存储如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据等信息的任何方法或技术实现的易失性和非易失性、可移动和不可移动

介质。计算机存储介质包括但不限于, RAM、ROM、EPROM、EEPROM、闪存或其他存储器技术、CD-ROM、数字多功能盘 (DVD) 或其他光存储、磁带盒、磁带、磁盘存储或其他磁存储设备, 或者可用于存储信息以供计算设备访问的任何其他非传输介质。相反, 通信介质可以以诸如载波或其他传输机制等已调制数据信号来体现计算机可读指令、数据结构、程序模块或者其他数据。如本文所定义的, 计算机存储介质不包括通信介质。因此, 计算机存储介质不应被解释为本质上是传播信号。传播信号可存在于计算机存储介质中, 但是传播信号本身不是计算机存储介质的示例。虽然在基于计算的设备 900 中示出了计算机存储介质 (存储器 912), 然而应当理解, 该存储可以是分布式的或位于远处并经由网络或其他通信链路 (例如, 使用通信接口 914) 来访问。

[0096] 基于计算的设备 900 还包括输入 / 输出控制器 916, 该输入 / 输出控制器被布置成向显示设备 918 输出显示信息, 该显示设备可与基于计算的设备 900 分开或集成。该显示信息可以提供图形用户界面。输入 / 输出控制器 916 还被安排成接收并处理来自一个或多个设备的输入, 如用户输入设备 920 (例如, 鼠标、键盘、相机、话筒、或其他传感器)。在一些示例中, 用户输入设备 920 可以检测语音输入、用户姿势或其他用户动作, 并且可以提供自然用户界面 (NUI)。该用户输入可用于提供以上参考图 3 描述的用户指定。在一实施例中, 如果显示设备 918 是触敏显示设备, 那么它还可担当用户输入设备 920。输入 / 输出控制器 916 还可向除显示设备之外的设备输出数据, 例如, 本地连接的打印设备。

[0097] 输入 / 输出控制器 916、显示设备 918 以及可任选地用户输入设备 920 可包括使用户能够按自然的、免受诸如鼠标、键盘、遥控器等输入设备所施加的人工约束的方式与基于计算的设备交互的 NUI 技术。可以提供的 NUI 技术的示例包括但不限于依赖于语音和 / 或话音识别、触摸和 / 或指示笔识别 (触敏显示器)、屏幕上和屏幕附近的姿势识别、空中姿势、头部和眼睛跟踪、语音和话音、视觉、触摸、姿势、以及机器智能的那些技术。可被使用 NUI 技术的其他示例包括意图和目的理解系统, 使用深度相机 (如立体相机系统、红外相机系统、rgb 相机系统、以及这些的组合) 的运动姿势检测系统, 使用加速度计 / 陀螺仪的运动姿势检测, 面部识别, 3D 显示, 头部、眼睛和注视跟踪, 沉浸式增强现实和虚拟现实系统, 以及用于使用电场传感电极 (EEG 和相关方法) 的感测大脑活动的技术。

[0098] 此处所使用的术语“计算机”或“基于计算的设备”是指带有处理能力以便它可以执行指令的任何设备。本领域技术人员可以理解, 这样的处理能力被结合到许多不同设备, 并且因此术语每个“计算机”和“基于计算的设备”包括个人电脑、服务器、移动电话 (包括智能电话)、平板电脑、机顶盒、媒体播放器、游戏控制台、个人数字助理和许多其它设备。

[0099] 本文描述的方法可由有形存储介质上的机器可读形式的软件来执行, 例如计算机程序的形式, 该计算机程序包括在该程序在计算机上运行时适用于执行本文描述的任何方法的所有步骤的计算机程序代码装置并且其中该计算机程序可被包括在计算机可读介质上。有形存储介质的示例包括计算机存储设备, 计算机存储设备包括计算机可读介质, 诸如盘 (disk)、拇指型驱动器、存储器等而不包括所传播的信号。传播信号可存在于有形存储介质中, 但是传播信号本身不是有形存储介质的示例。软件可适于在并行处理器或串行处理器上执行以使得各方法步骤可以按任何合适的次序或同时执行。

[0100] 这承认, 软件可以是有价值的, 单独地可交换的商品。它旨在包含运行于或者控制“哑”或标准硬件以实现所需功能的软件。它还旨在包含例如用于设计硅芯片, 或者用于配

置通用可编程芯片的 HDL (硬件描述语言) 软件等“描述”或者定义硬件配置以实现期望功能的软件。

[0101] 本领域技术人员会认识到,用于存储程序指令的存储设备可分布在网络上。例如,远程计算机可以存储被描述为软件的进程的示例。本地或终端计算机可以访问远程计算机并下载软件的一部分或全部以运行程序。可另选地,本地计算机可以根据需要下载软件的片段,或在本地终端上执行一些软件指令,并在远程计算机(或计算机网络)上执行另一些软件指令。本领域的技术人员还将认识到,通过利用本领域的技术人员已知的传统技术,软件指令的全部,或一部分可以通过诸如 DSP、可编程逻辑阵列等等之类的专用电路来实现。

[0102] 对精通本技术的人显而易见的是,此处给出的任何范围或设备值可以被扩展或改变,而不会丢失寻求的效果。

[0103] 尽管用结构特征和 / 或方法动作专用的语言描述了本主题,但可以理解,所附权利要求书中定义的主题不必限于上述特定特征或动作。更确切而言,上述具体特征和动作是作为实现权利要求的示例形式而被公开的。

[0104] 可以理解,上文所描述的优点可以涉及一个实施例或可以涉及多个实施例。各实施例不仅限于解决任何或全部所陈述的问题的那些实施例或具有任何或全部所陈述的优点那些实施例。进一步可以理解,对“一个”项目的引用是指那些项目中的一个或多个。

[0105] 此处所描述的方法的步骤可以在适当的情况下以任何合适的顺序,或同时实现。另外,在不偏离此处所描述的主题的精神和范围的情况下,可以从任何一个方法中删除各单独的框。上文所描述的任何示例的各方面可以与所描述的其他示例中的任何示例的各方面相结合,以构成进一步的示例,而不会丢失寻求的效果。

[0106] 此处使用了术语“包括”旨在包括已标识的方法的框或元件,但是这样的框或元件不包括排它性的列表,方法或设备可以包含额外的框或元件。

[0107] 可以理解,上面的描述只是作为示例给出并且本领域的技术人员可以做出各种修改。以上说明、示例和数据提供了对各示例性实施例的结构和使用的全面描述。虽然上文以一定的详细度或参考一个或多个单独实施例描述了各实施例,但是,在不偏离本说明书的精神或范围的情况下,本领域的技术人员可以对所公开的实施例作出很多更改。

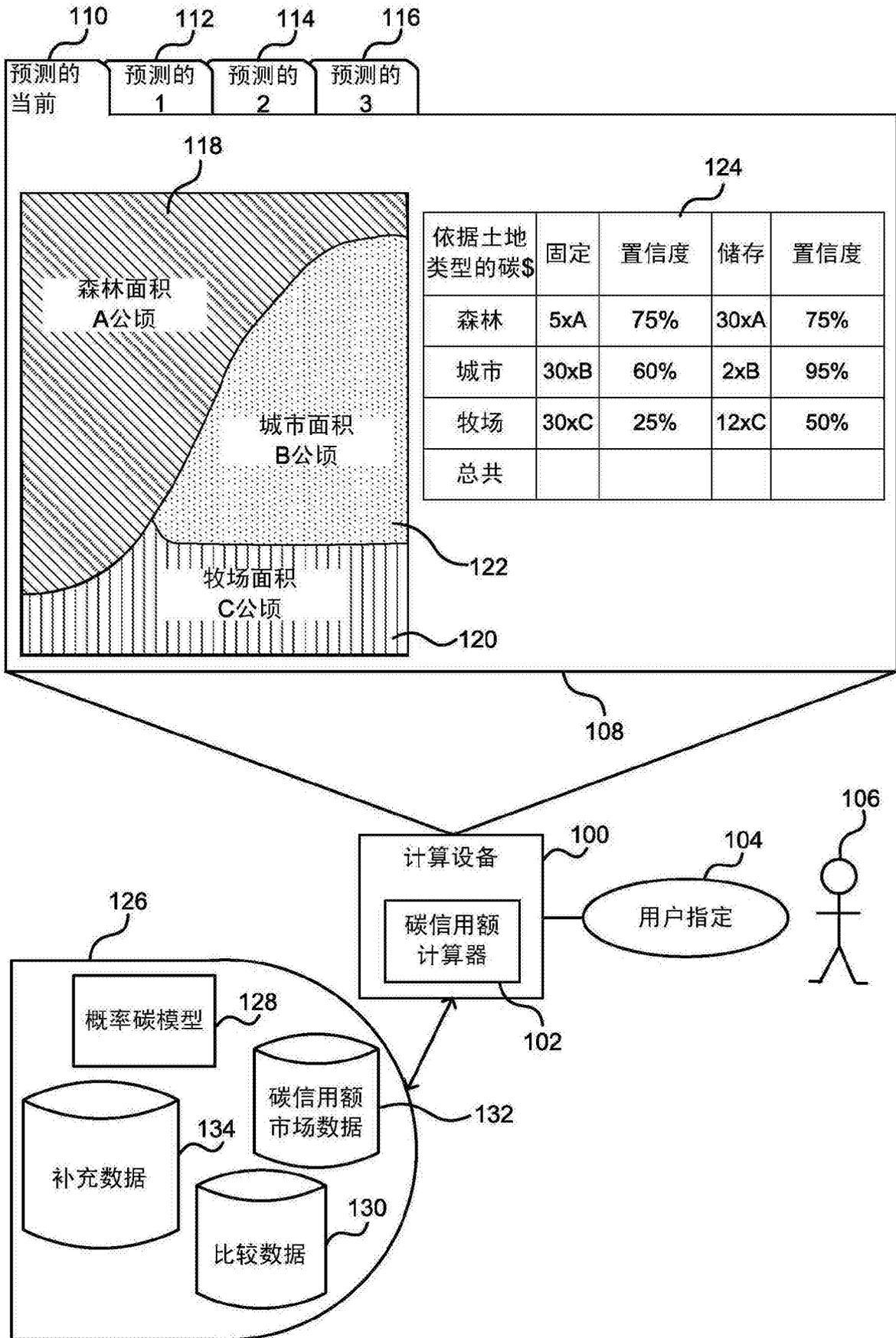


图 1

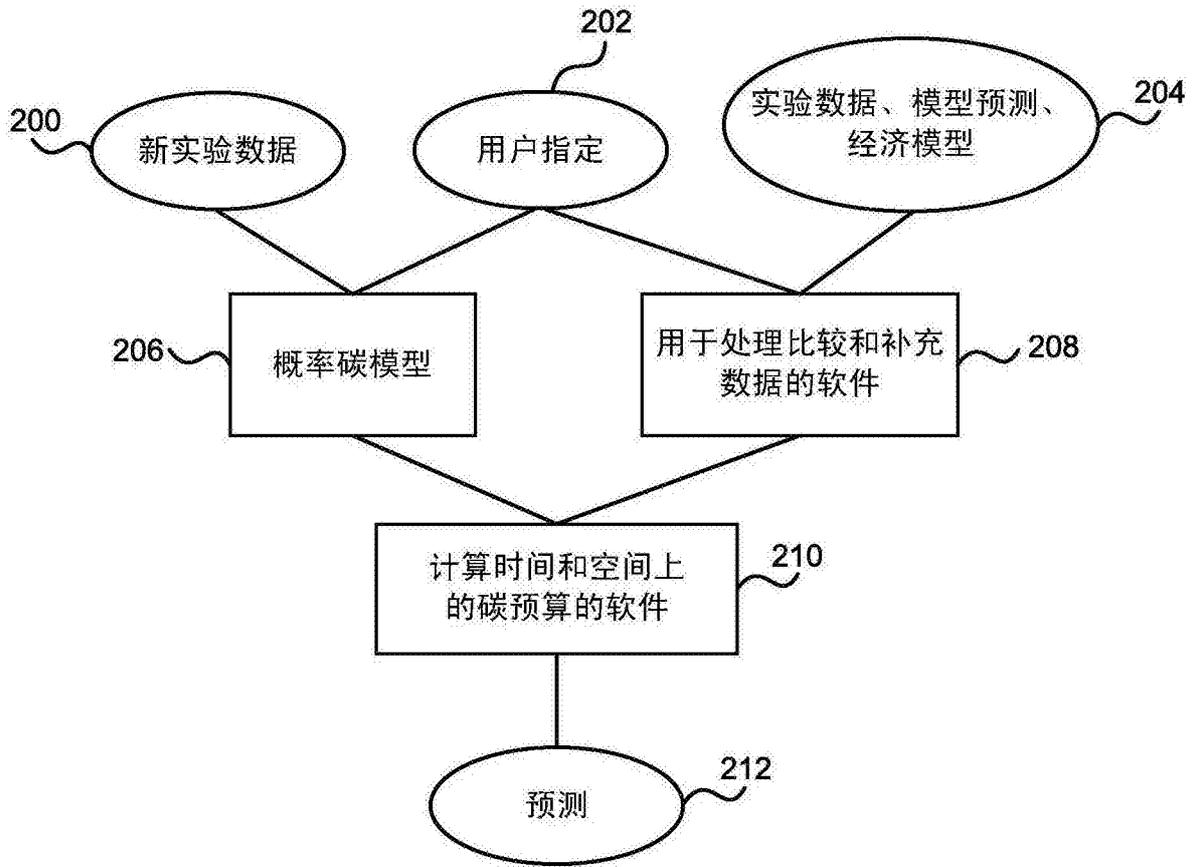


图 2

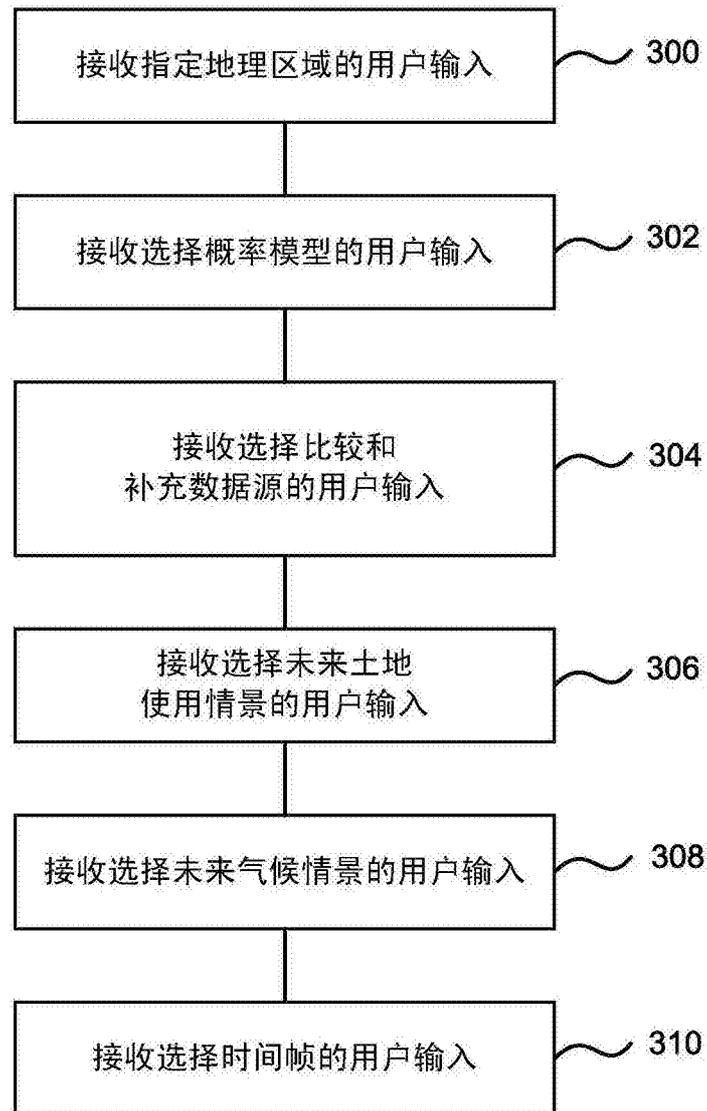


图 3

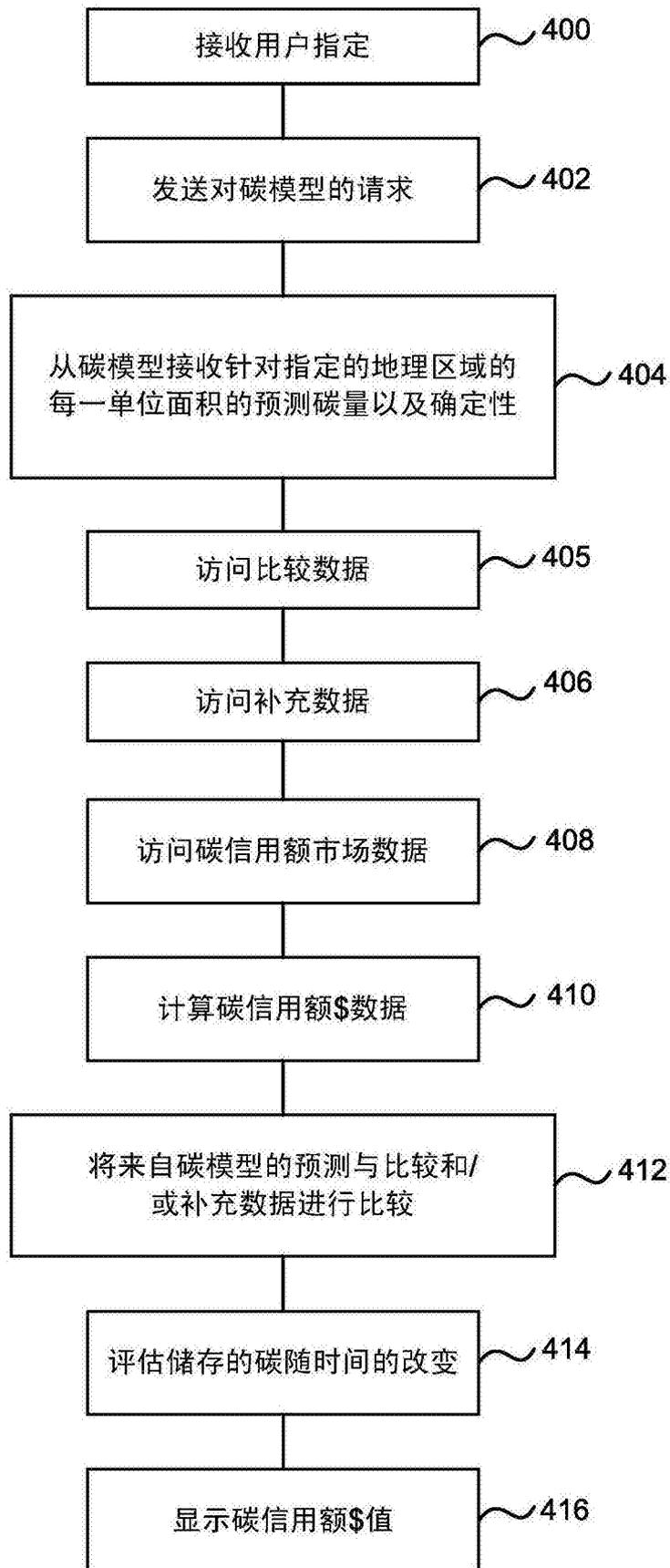


图 4

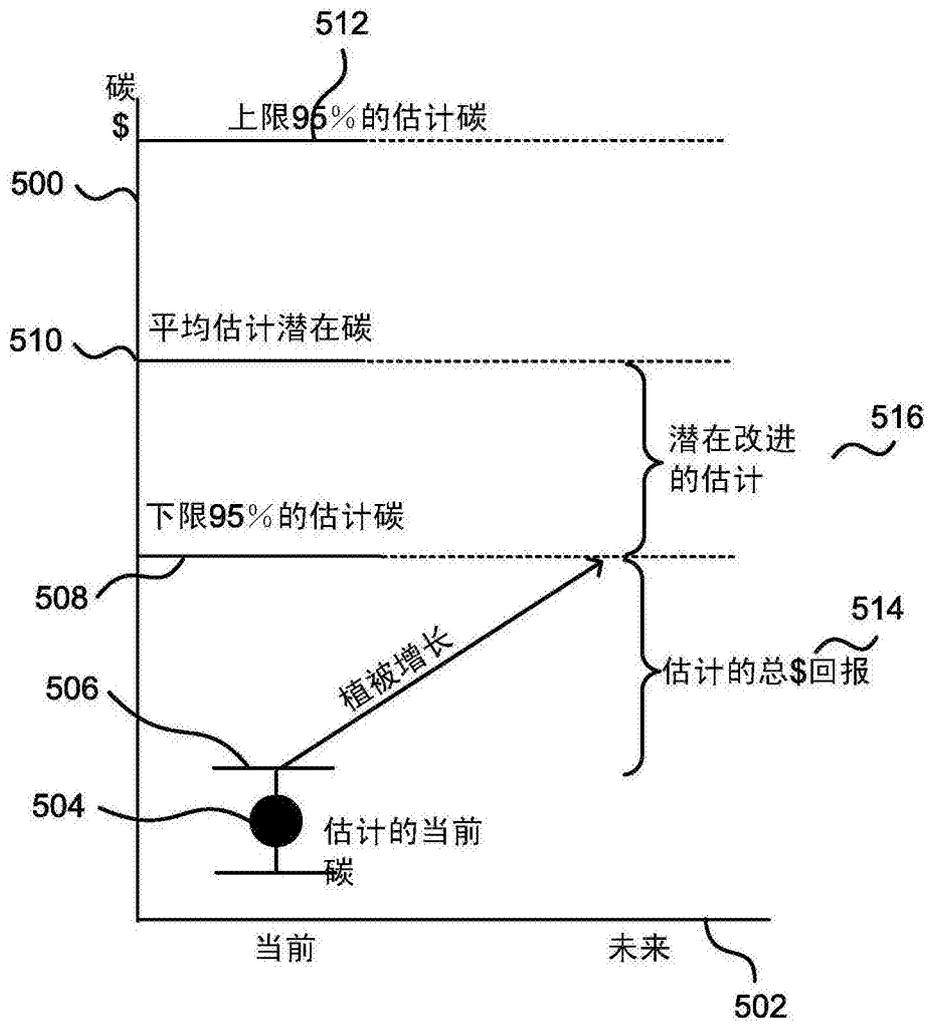


图 5

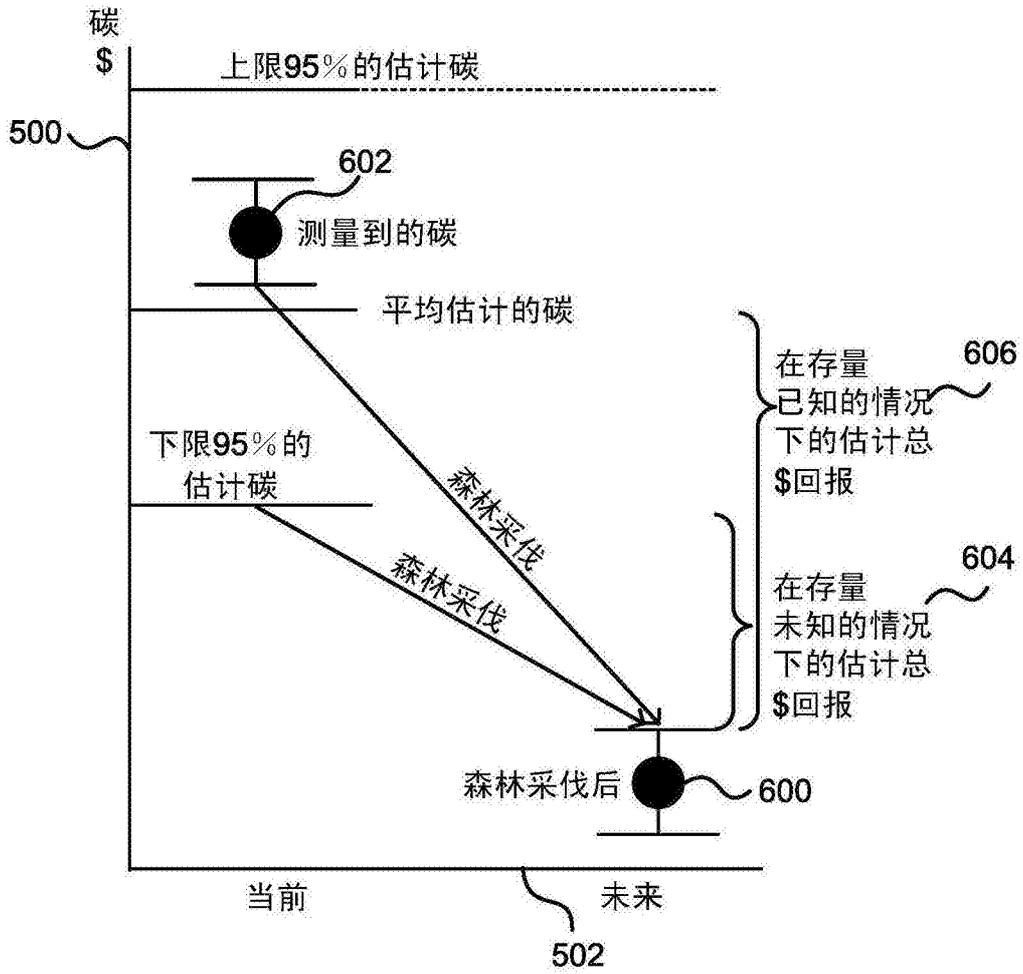


图 6

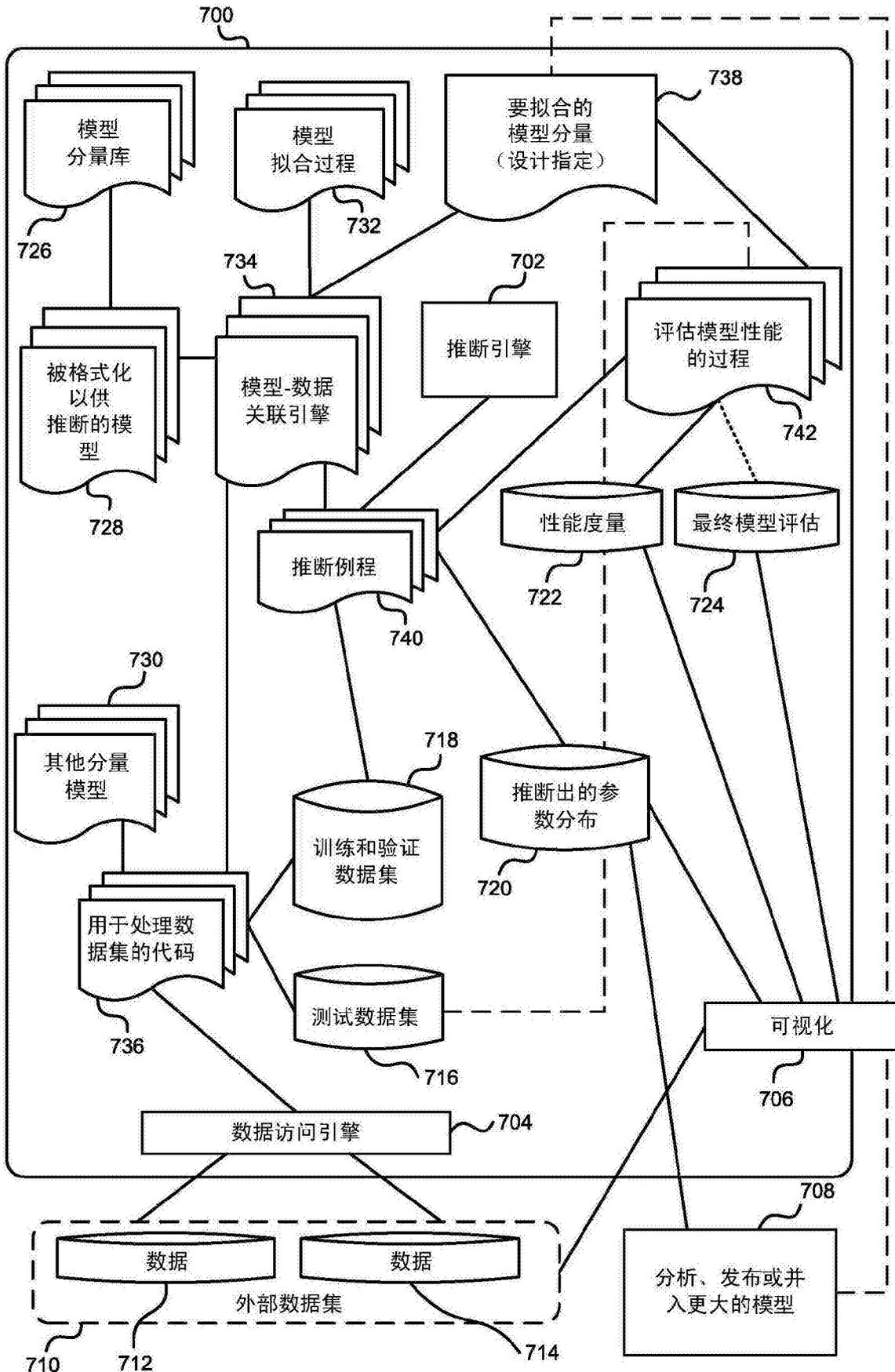


图 7

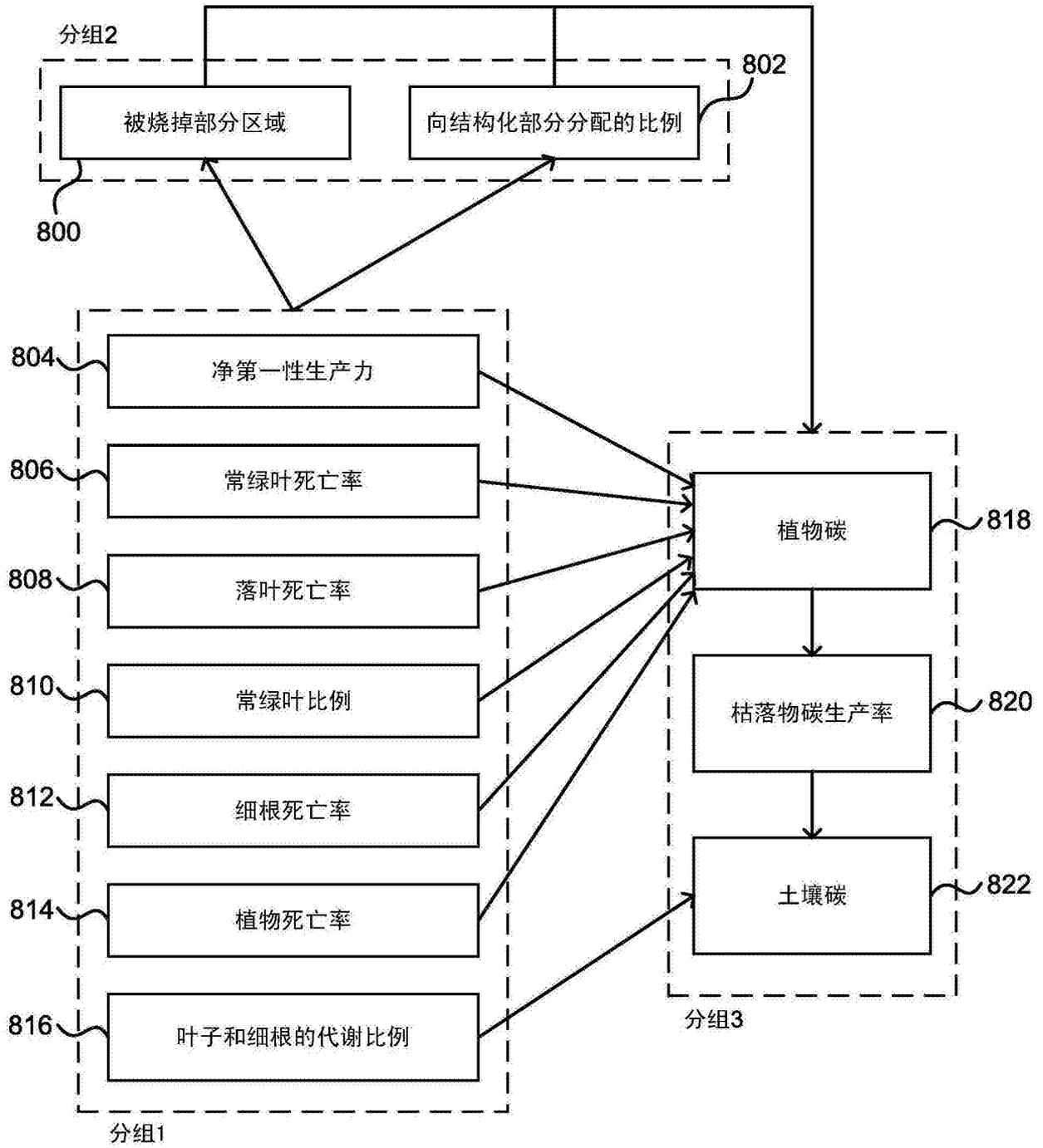


图 8

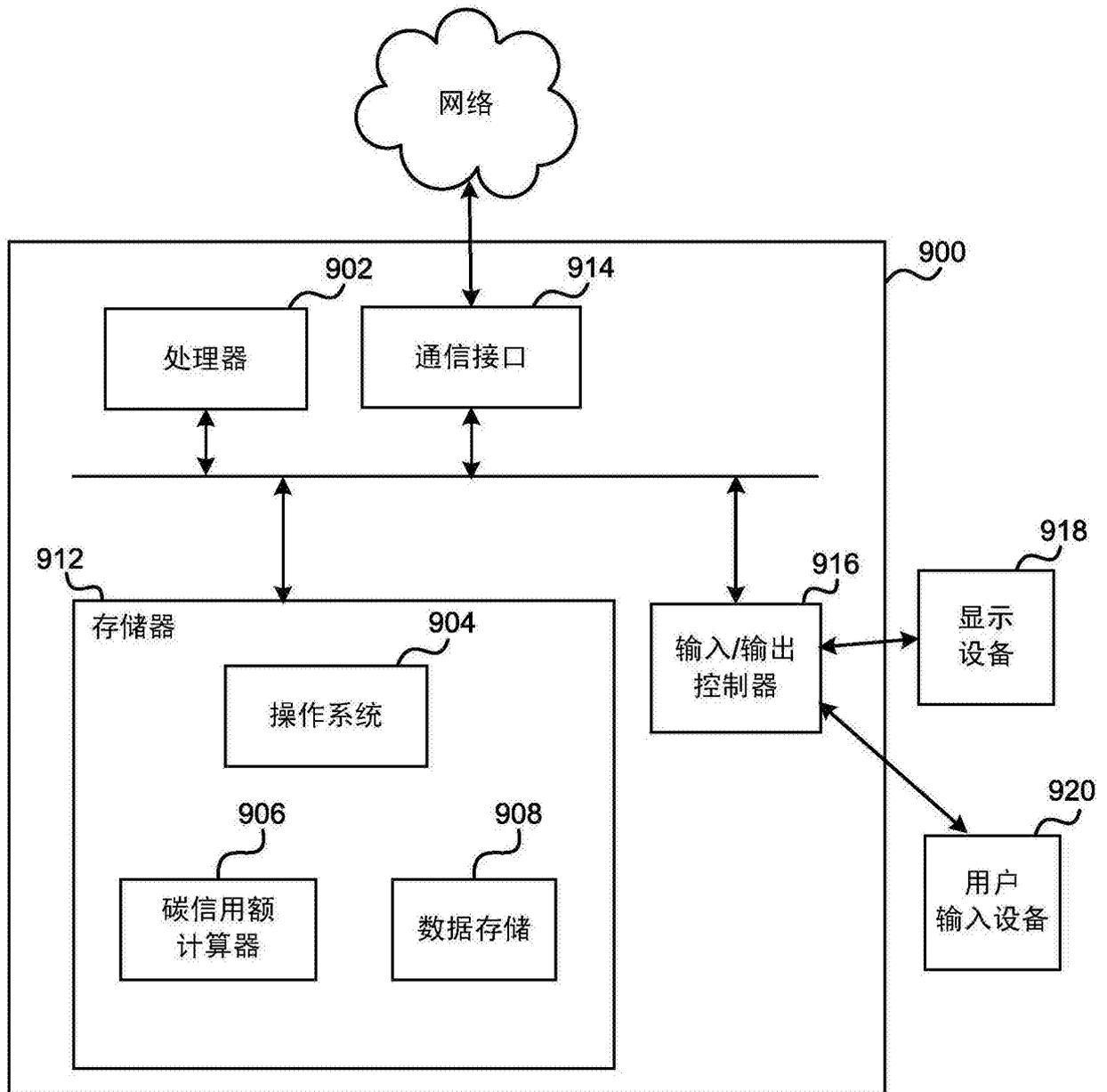


图 9