

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 3 月 5 日 (05.03.2020)

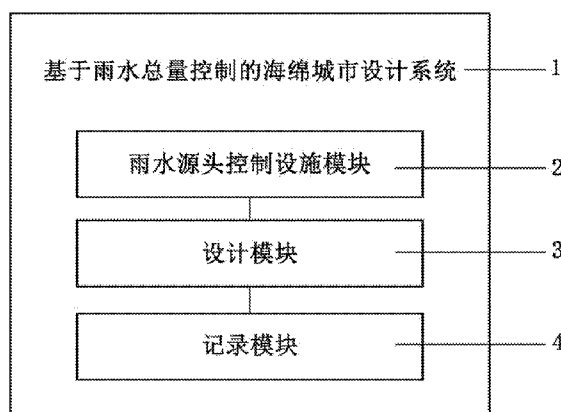


(10) 国际公布号
WO 2020/041989 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06Q 10/04 (2012.01) *E03F 1/00* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/102805
- (22) 国际申请日: 2018 年 8 月 28 日 (28.08.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 苏州大学张家港工业技术研究院(ZHANGJIAGANG INSTITUTE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGIES SOOCHOW UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省苏州市张家港市市长泾路 10 号, Jiangsu 215600 (CN)。 苏州大学(SOOCHOW UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省苏州市相城区济学路 8 号, Jiangsu 215137 (CN)。
- (72) 发明人: 翟俊(ZHAI, Jun); 中国江苏省苏州市相城区济学路 8 号, Jiangsu 215137 (CN)。 李文超(LI, Wenchao); 中国江苏省苏州市相城区济学路 8 号, Jiangsu 215137 (CN)。 吴斌(WU, Bin); 中国江苏省苏州市相城区济学路 8 号, Jiangsu 215137 (CN)。 王越(WANG, Yue); 中国江苏省苏州市相城区济学路 8 号, Jiangsu 215137 (CN)。
- (74) 代理人: 苏州创元专利商标事务所有限公司(SUZHOU CREATOR PATENT AND TRADEMARK AGENCY, LTD); 中国江苏省苏州市姑苏区干将西路 93 号 5 楼陶海峰, Jiangsu 215002 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,

(54) **Title:** METHOD AND SYSTEM FOR DESIGNING SPONGE CITY ON BASIS OF TOTAL RAINWATER CONTROL

(54) 发明名称: 一种基于雨水总量控制的海绵城市设计方法及系统



【图号】图 1

- 1 System for designing a sponge city on the basis of total rainwater control
- 2 Rainwater source control facility module
- 3 Design module
- 4 Recording module

(57) **Abstract:** A method and system for designing a sponge city on the basis of total rainwater control, wherein a database of a rainwater source control facility is preset, background information of a city to be designed is acquired, and design rainfall is determined; a user selects a base range on a map, and a system automatically identifies underlying surface types within the base range, and provides rainfall runoff coefficients corresponding to various underlying surface types respectively; an automatic or manual method is used to design a corresponding rainwater source control facility on each underlying surface, calculate and display storage rainfall of each facility, display

GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

a total volume of controlled rainfall under a current design state, the design rainfall, an actual control rate and a required increased rainfall control volume; and the sponge city design is completed by means of modifying so that an actual design rainfall corresponding to the total volume of controlled rainfall under the current design state is greater than or equal to the design rainfall.

(57) 摘要: 一种基于雨水总量控制的海绵城市设计方法及系统, 预设雨水源头控制设施数据库, 获取待设计城市的背景信息, 确定设计降雨量; 用户在地图上框选基地范围, 系统自动识别基地范围内的下垫面类型, 并分别提供各种下垫面类型对应的雨量径流系数; 采用自动或手动方法在各下垫面上设计对应的雨水源头控制设施, 计算并显示各设施的储蓄雨量, 显示当前设计状态下控制雨量总体积、设计降雨量、实际控制率及所需增设的雨量控制体积; 通过修改使当前设计状态下控制雨量总体积对应的实际设计降雨量 $\geq$ 设计降雨量, 完成海绵城市设计。

说明书

发明名称：一种基于雨水总量控制的海绵城市设计方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及海绵城市设计中的雨水总量控制，具体涉及一种基于雨水总量控制的海绵城市设计方法及系统，尤其是利用APP实现的系统。

背景技术

[0002] 海绵城市是指通过加强城市规划建设管理，充分发挥建筑、道路和绿地、水系等生态系统对雨水的吸纳、蓄渗和缓释作用，有效控制雨水径流，实现自然积存、自然渗透、自然净化的城市发展方式。通过建设分散的雨水源头控制设施，尽可能维持城市开发建设前后水文特征不变，有效缓解城市开发建设引起的径流总量加剧等不利影响。

[0003] 在海绵城市设计中，使用的雨水源头控制设施包括透水铺装、绿色屋顶、植草沟、雨水花园、生物滞留池等。通常，可以将城市状况区分为不同的下垫面类型，例如屋面、道路、绿地、水面等，结合不同的下垫面情况设计相应的雨水源头控制设施布局，在此基础上，判断设计提供的雨水径流控制能力是否能满足设计降雨量的要求。

[0004] 水文分析计算是海绵城市规划、设计的重要技术基础，判断设计所包含的雨水源头控制设施能否满足径流总量控制计算成了完善海绵城市设计的重要步骤。

[0005] 雨水总量控制计算过程较复杂，且需要深入了解有关径流量计算与控制的专业知识：如所在城市的年径流总控制率、不同汇水面种类雨水径流系数及不同雨水源头控制设施控制雨量体积等。跨专业领域背景知识的欠缺致使海绵城市规划设计过程中雨水总量控制计算难度大、准确性不够，由此影响了海绵城市的设计效果。

[0006] 因此，需要提供一种方便、高效、准确的海绵城市设计系统，以方便实现海绵城市设计过程中的雨水总量控制，辅助完成海绵城市规划设计。

发明概述

技术问题

问题的解决方案

技术解决方案

- [0007] 本发明的发明目的是提供一种基于雨水总量控制的海绵城市设计方法，基于APP实现海绵城市设计中的雨水总量控制计算调整，以辅助完成海绵城市规划设计。本发明的另一发明目的是提供一种实现上述方法的海绵城市设计系统。
- [0008] 为达到上述发明目的，本发明采用的技术方案是：一种基于雨水总量控制的海绵城市设计方法，包括以下步骤：
- [0009] (1) 提供雨水源头控制设施数据库，所述数据库中包括有雨水源头控制设施的剖面结构、结构层类型、结构层深度和结构层折减系数；
- [0010] (2) 获取待设计城市的背景信息，所述背景信息包括城市名称、年径流总量控制率；根据背景信息确定设计降雨量；
- [0011] (3) 显示待设计城市的地图，用户在地图上框选基地范围；
- [0012] (4) 系统自动识别基地范围内的下垫面类型，所述下垫面类型包括屋面、道路、绿地、水面，并分别提供各种下垫面类型对应的雨量径流系数；
- [0013] (5) 对显示的各下垫面进行数据修改、确认，并显示当前状态下的占地总面积与雨量综合径流系数；其中，所述数据修改包括下垫面类型细化、雨量径流系数修改、下垫面面积修改；
- [0014] (6) 采用自动或手动方法在各下垫面上设计对应的雨水源头控制设施，计算并显示各设施的储蓄雨量，显示当前设计状态下控制雨量总体积、实际设计降雨量、实际控制率及所需增设的雨量控制体积；
- [0015] (7) 对雨水源头控制设施进行添加、删除、修改操作，使当前设计状态下控制雨量总体积对应的实际设计降雨量 $\geq$ 设计降雨量，完成海绵城市设计；
- [0016] (8) 存储设计数据。
- [0017] 上述技术方案中，所述雨水源头控制设施包括透水铺装、绿色屋顶、植草沟、雨水花园、生物滞留池，每一种雨水源头控制设施每 10m^2 面积的储蓄雨量 V 如下：

[]

$$V = \sum_{i=1}^N 10 \times H_i \times t_i$$

[0018] 式中， N 为该种雨水源头控制设施具有的结构层数， H_i 为第 i 结构层的深度， t_i 为第 i 结构层的折减系数。

[0019] 其中，折减系数 t_i 根据结构层的类型和材料设定， $0 < t_i < 1$ 。

[0020] 对于常规材料，优选地，折减系数 t_i 的取值如下：蓄水层为0.5，梯形断面为0.6，换土层为0.2，碎石层为0.3。

[0021] 步骤(5)中，所述下垫面类型细化中的下垫面类型包括硬质屋面、绿化屋面、混凝土地面、块石地面、碎石路面、绿地、水面。

[0022] 一种基于雨水总量控制的海绵城市设计系统，采用APP实现，包括雨水源头控制设施模块、设计模块和记录模块；

[0023] 所述雨水源头控制设施模块包含透水铺装模块、绿色屋顶模块、植草沟模块、雨水花园模块、生物滞留池模块；每类模块中分别包括该类设施的介绍、剖面图、结构层类型、结构层深度及结构层折减系数；所述雨水源头控制设施模块具有模块新建、修改功能；

[0024] 雨水源头控制设施模块与设计模块相连，由设计模块调用其内部模块信息；

[0025] 所述设计模块包含新建模块、设计辅助模块与输出模块；所述新建模块包括背景信息模块与基地信息模块；

[0026] 所述背景信息模块根据用户选择的的城市，提取该城市年径流总量控制率曲线图，根据用户指令选择年径流总量控制率，并提取对应的设计降雨量，作为设计辅助模块与输出模块的设计标准与判断基础；

[0027] 所述基地信息模块由第一地图设置模块与第一表格设置模块构成；

[0028] 所述第一地图设置模块供用户框选基地范围，并自动识别下垫面类型，提供对应下垫面类型的雨量径流系数；

[0029] 所述第一表格设置模块以表格形式显示所述第一地图设置模块对应的信息，供用户修改、添加、删除下垫面类别，设置、修改下垫面面积和雨量径流系数，并实时计算显示当前状态下的项目占地总面积与雨量综合径流系数；

- [0030] 所述设计辅助模块包含自动设计模块和手动设计模块；
- [0031] 所述自动设计模块根据选择的预设模式生成雨水源头控制设施模块的布局信息；
- [0032] 所述手动设计模块由第二地图设置模块和第二表格设置模块构成；
- [0033] 第二地图设置模块中，用户通过绘制选区的方式选择雨水源头控制设施并进行参数设计；
- [0034] 所述第二表格设置模块以表格形式显示所述第二地图设置模块对应的信息，供用户进行编辑修改；
- [0035] 所述输出模块包括设计输出模块和优化模块；
- [0036] 所述设计输出模块输出年径流总量控制率、设计降雨量、项目占地总面积、雨量综合径流系数、实际设计降雨量、雨量控制总体积、实际控制率及所需增设的雨量控制体积，当实际设计降雨量大于设计降雨量时，将方案设计数据储存至记录模块；当实际设计降雨量小于设计降雨量时，询问用户是否调用优化模块，如不调用优化模块，则将数据暂存至记录模块；
- [0037] 所述优化模块根据已输入的雨水源头控制设施信息，给出需要增加的面积，供用户选择优化；
- [0038] 所述记录模块记录设计模块提供的历史数据。

发明的有益效果

有益效果

- [0039] 由于上述技术方案运用，本发明与现有技术相比具有下列优点：
- [0040] 1、本发明的基于APP的海绵城市雨水总量控制计算系统具有很强的便捷性、高效性及准确性。用户可以通过APP随时计算设计场地内雨量径流系数，并通过雨水源头控制设施的参数修改检测雨水总量控制，辅助完成海绵城市规划设计。
- [0041] 2、本发明采用了地图和表格的结合，可以通过地图快速框选进行初步设计，通过表格对初步设计数据进行细化修改，能大大提高设计速度。

对附图的简要说明

附图说明

- [0042] 图1是本发明实施例中的系统结构示意图；
 [0043] 图2是图1中雨水源头控制设施模块的结构示意图；
 [0044] 图3是图1中设计模块的结构示意图。

发明实施例

本发明的实施方式

- [0045] 下面结合附图及实施例对本发明作进一步描述：
 [0046] 实施例一：参见图1所示，一种基于雨水总量控制的海绵城市设计系统1，采用APP实现，包括雨水源头控制设施模块2、设计模块3、记录模块4，设计模块3分别与雨水源头控制设施模块2和记录模块4相连。
 [0047] 参见图2，雨水源头控制设施模块2包括透水铺装模块5、绿色屋顶模块6、植草沟模块7、雨水花园模块8、生物滞留池模块9。
 [0048] 各类模块中包含了对该类雨水源头控制设施的介绍，并利用可视化的剖面图展示其剖面结构，包含其结构层类型（蓄水层、碎石层等类别）及结构层尺度（结构层深度），APP将提供该类雨水源头控制设施单位占地面积（10m²）内储蓄雨水的体积V。系统计算的方式为：

□

$$V = \sum_{i=1}^N 10 \times H_i \times t_i$$

- [0049] 式中，N为该种雨水源头控制设施具有的结构层数， H_i 为第i结构层的深度， t_i 为第i结构层的折减系数。
 [0050] 其中结构层深度与结构层折减系数已录入系统中的雨水源头控制设施模块内。用户可以通过对现有雨水源头控制设施参数的修改（结构层类型与结构层深度），新建所需要的雨水源头控制设施模块，系统将根据用户的设置，实时展示其剖面结构，系统将自动计算新建的雨水源头控制设施模块的单位占地面积（10m²）内储蓄雨量的体积。各结构层的折减系数也可以根据用户的操作指令进行修改，当进行修改时，界面下方会显示该下结构层折减系数的取值范围，供用户参考。
 [0051] 雨水源头控制设施模块与设计模块相连，在用户进行设计模块操作时，APP将

自动选择系统内的雨水源头控制设施模块，同时，用户可以在设计模块操作中新建的雨水源头控制设施模块，也可保存为雨水源头控制设施模块中的数据。

[0052] 设计模块3包括新建模块10、设计辅助模块11、输出模块12，新建模块10分别与设计辅助模块11和输出模块12相连，设计辅助模块11与输出模块12相连。

[0053] 其中，新建模块10包括背景信息模块13与基地信息模块14。

[0054] 背景信息模块中需要选择城市、年径流总量控制率。根据用户的城市选择，APP系统将调取内部数据库，提取该城市年径流总量控制率曲线图。根据用户的操作指令，选择年径流总量控制率。系统将自动读取该年径流总控制率，并提取其对应的设计降雨量 H_1 。设计降雨量作为基础数据暂存，之后将作为设计辅助模块与输出模块的设计标准与判断基础。

[0055] 基地信息模块14包含第一地图设置模块15与第一表格设置模块16。第一地图设置模块与第一表格设置模块相连。

[0056] 第一地图设置模块中，用户可以通过地图界面框选基地范围，系统将自动识别下垫面类型，将其分为屋面、道路、绿地、水面四类，系统将提供者四类下垫面对应的雨量径流系数。雨量径流系数也可以根据用户的操作指令进行修改，当进行修改时，界面下方会显示该下垫面类型推荐的径流系数范围，供用户参考。系统将自动计算项目占地面积与雨水综合径流系数，并于地图界面显示。并可以通过第一表格设置模块，通过表格的方式查看系统提取的基地信息，包含下垫面的种类与面积、雨量径流系数、项目占地面积与雨水综合径流系数。

[0057] 之后，用户可以使用第一表格设置模块进行深入分析，或者，也可以直接结束基地信息模块进入设计辅助模块。在第一表格设置模块中，用户可以利用表格界面，设置、添加、删除下垫面类别。该模块中，下垫面的类别会更加详细，包括硬质屋面、绿化屋面、混凝土地面、块石地面、碎石路面、绿地、水面。用户可以根据自己的设计场地输入对应下垫面的面积，或者进入第一地图设置模块手动框选范围，由系统自动识别对应下垫面的面积。APP系统已给不同下垫面对应的雨量径流系数，也可以根据用户的操作指令进行修改，当进行修改时，界面下方会显示该下垫面类型推荐的径流系数范围，供用户参考。APP系统将根据用户对面积的输入与雨量径流系数的修改实时计算并显示当前状态下的项

目占地总面积与雨量综合径流系数。

[0058] 所述雨量综合径流系数 φ 由下式获得：

$$[0059] \quad \varphi = \sum (\varphi * F) / F$$

[0060] 式中， φ 为下垫面系数， F 为下垫面面积， $\sum$ 指对不同种类下垫面分别计算 $\varphi * F$ 并求和。

[0061] 设计辅助模块11包含自动设计模块17与手动设计模块18。

[0062] 自动设计模块包含三种模式，透水铺装加雨水花园模式，绿色屋顶加雨水花园模式，雨水花园模式。透水铺装加雨水花园模式是指将场地内的地面转换为透水铺装地面并增加雨水花园的设计方式，该模式下将自动计算在满足新建模块中所选择的年径流总量控制率的要求下，将场地地面全部转换为透水铺装地面后，需要建设的雨水花园的面积。绿色屋顶加雨水花园模式是指将场地内的屋顶转换为绿色屋顶并增加雨水花园的设计方式，该模式下将自动计算在满足新建模块中所选择的年径流总量控制率的要求下，将场地屋面全部转换为绿色屋面后，需要建设的雨水花园的面积。雨水花园模式是指增加雨水花园滞留雨水的设计方式，该模式下将自动计算在满足新建模块中所选择的年径流总量控制率的要求下，需要建设的雨水花园的面积。

[0063] 自动设计模块中，系统将选择默认的雨水源头控制设施模块中的模块数据作为计算内容。根据默认的雨水源头控制设施模块结构，生成可满足新建模块中的背景信息模块中产生的设计降雨量的三种模式的设计方案。

[0064] 手动设计模块18包含第二地图设置模块19与第二表格设置模块20。

[0065] 第二地图设置模块中，用户通过绘制选区的操作方式选择雨水源头控制设施模块范围，点击选区的边界系统将弹出该雨水源头控制设施模块的设置工作框，显示雨水源头控制设施模块中已存的雨水源头控制设施种类，用户可以选择该雨水源头控制设施的设计类别（植草沟、雨水花园、生物滞留池），APP将调用植草沟模块、雨水花园模块、生物滞留池模块等模块中现有的结构层数据与储蓄雨水体积的数据。用户也可以在现有模块的结构数据的基础上，通过对现有参数的修改（结构层类型与结构层深度），新建所需要的雨水源头控制设施子模块，APP系统将根据用户的设置，实时展示其剖面结构，系统将自动计算新建

的雨水源头控制设施子模块单位占地面积内 (10m^2) 储蓄雨量的体积, 并且将新的自定义的雨水源头控制设施子模块存储与雨水源头控制设施模块中。

[0066] 通过用户对雨水源头控制设施的增加、修改、删除, APP将自动计算该设施所能容纳的降雨量 V_2

, 并标注于地图上。各类结构层对应的深度与折减系数将由APP内的数据库自动提供, 但是各结构层的深度及折减系数也可以根据用户的操作指令进行修改, 当进行修改时, 界面下方会显示该下结构层深度与折减系数的取值范围, 供用户参考。

[0067] 根据用户对雨水源头控制设施设计, 第二地图设置模块中将以地图界面实时展示设计方案中雨水源头控制设施的布局、各类雨水源头控制设施储存余量的体积, 地图下方将展示场地当前状态下控制雨量总体积、实际设计降雨量, 实际控制率, 及所需增设的雨量控制体积。

[0068] 控制雨量总体积 V_3 为所有雨水源头控制设施的储蓄雨量之和;

[0069] 实际设计降雨量 H_2 的计算方式为:

[0070] $H_2 = V_3 / (10\Phi F)$, 其中, Φ 雨量综合径流系数, F 项目占地总面积。

[0071] 获得实际设计降雨量的数据之后, APP将调取城市年径流总量控制率曲线图, 选择与实际设计降雨量相对应的实际控制率。

[0072] 所需增设的雨量控制体积 V_5 的计算方式将利用逆推导的过程, 在满足设计降雨量的前提下, 分析所要满足的要求雨量控制总体积 V_4 。

[0073] $V_4 = 10 * H_1 * \Phi * F$

[0074] $V_5 = V_4 - V_3$

[0075] 在第二地图设置模块操作的基础上, 用户可以通过第二表格设置模块, 利用表格的方式查看当前状态下用户针对场地的海绵城市方案设计的详细信息, 包含雨水源头控制设施的类别及其对应的面积与储蓄雨量、控制雨量总体积、实际设计降雨量, 实际控制率, 及所需增设的雨量控制体积。之后, 用户可以使用第二表格设置模块进行深入设计, 或者, 也可以直接结束设计辅助模块进入输出模块。

[0076] 在第二表格设置模块中, 用户可以利用表格界面, 设置、添加、删除设计方案

中的雨水源头控制设施。APP将直接调用雨水源头控制设施模块中的现有数据，已包含各类雨水源头控制设施的结构（结构层类型与深度），用户只需设定对应雨水源头控制设施的设计面积，即可自动计算当前的实际设计降雨量，实际控制率，及所需增设的雨水量控制体积。

[0077] 用户也可以通过编辑修改现有雨水源头控制设施的结构，自定义生成新的雨水源头控制设施，通过对APP系统提供的雨水源头控制设施结构中现有参数的修改（结构层类型与结构层深度），新建所需要的雨水源头控制设施子模块。APP系统将根据用户的设置，实时展示其剖面结构，系统将自动计算新建的雨水源头控制设施子模块单位体积内（ 10m^3 ）储蓄雨量的体积，并且将新的自定义的雨水源头控制设施子模块存储与雨水源头控制设施模块中。在修改雨水源头控制设施参数的过程中，界面下方会显示该结构层推荐的深度尺寸与折减系数范围，供用户参考。APP系统将根据用户对雨水源头控制设施的设计与修改，实时计算并显示当前状态下的实际设计降雨量，实际控制率，及所需增设的雨水量控制体积。第二表格设置模块可以与第二地图模块实施转换，在第二表格设置模块中设置了新的雨水源头控制设施后，可进入第二地图设置模块中，通过点击确定增设的雨水源头控制设施的放置位置，而在第二地图设置模块中增加的雨水源头控制设施，也将同步显示于第二表格设置模块。设计辅助模块完成后可进入输出模块。

[0078] 输出模块12包含设计输出模块21与优化模块22。

[0079] 设计输出模块结合地图显示与表格显示，以展示雨水总量控制结果，将把所有涉及方案的信息，包含年径流总量控制率、设计降雨量、项目占地总面积、雨量综合径流系数、实际设计降雨量，雨量控制总体积、实际控制率，及所需增设的雨水量控制体积汇总于一张表格显示，同时各个雨水源头控制设施控制雨量将标注与地图之上。通过对设计降雨量与实际设计降雨量进行比较，判断是否满足用户选择的年径流量控制率。若实际设计降雨量大于设计降雨量，满足海绵城市方案设计要求，则输出模块将把方案设计数据储存于记录模块，方便用户查找、编辑，并且通过地图与表格界面显示的方案信息将能够以图片形式进行存储与分享。

[0080] 若实际设计降雨量小于设计降雨量，则未满足设计海绵城市方案设计要求，将询问用户是否进入优化模块。若用户不选择进入优化模块，则APP将把方案设计数据储存于记录模块，方便用户查找、编辑、修改，并且通过地图与表格界面显示的方案信息将能够以图片形式进行存储与分享。若用户选择进入优化模块，系统将在现有设计方案基础上提出满足要求雨量控制总体积的优化设计方案。APP将以设计辅助模块中已输入的雨水源头控制设施为基础，计算能够满足增设雨量控制体积的要求下，各个雨水源头控制设施要增加的面积。以此提出多个优化设计方案。用户可以通过一键增加进行方案修改。修改后的方案设计数据将储存于记录模块中，方便用户查找、编辑。并且方案设计数据将通过地图与表格界面显示，用户能够以图片形式进行存储与分享。

[0081] 记录模块4包含所有设计模块中的历史数据。

[0082] 用户可以通过点击历史设计数据进行设计方案的信息读取，或通过设置，进行方案的补充与在编辑。也可以通过删除指令，将设计数据删除。

权利要求书

[权利要求 1]

一种基于雨水总量控制的海绵城市设计方法，包括以下步骤：

- (1) 提供雨水源头控制设施数据库，所述数据库中包括有雨水源头控制设施的剖面结构、结构层类型、结构层深度和结构层折减系数；
- (2) 获取待设计城市的背景信息，所述背景信息包括城市名称、年径流总量控制率；根据背景信息确定设计降雨量；
- (3) 显示待设计城市的地图，用户在地图上框选基地范围；
- (4) 系统自动识别基地范围内的下垫面类型，所述下垫面类型包括屋面、道路、绿地、水面，并分别提供各种下垫面类型对应的雨量径流系数；
- (5) 对显示的下垫面进行数据修改、确认，并显示当前状态下的占地总面积与雨量综合径流系数；其中，所述数据修改包括下垫面类型细化、雨量径流系数修改、下垫面面积修改；
- (6) 采用自动或手动方法在各下垫面上设计对应的雨水源头控制设施，计算并显示各设施的储蓄雨量，显示当前设计状态下控制雨量总体积、实际设计降雨量、实际控制率及所需增设的雨量控制体积；
- (7) 对雨水源头控制设施进行添加、删除、修改操作，使当前设计状态下控制雨量总体积对应的实际设计降雨量 $\geq$ 设计降雨量，完成海绵城市设计；
- (8) 存储设计数据。

[权利要求 2]

根据权利要求1所述的基于雨水总量控制的海绵城市设计方法，其特征在于：所述雨水源头控制设施包括透水铺装、绿色屋顶、植草沟、雨水花园、生物滞留池，每一种雨水源头控制设施每 10m^2 面积的储蓄雨量 V 如下：

$$V = \sum_{i=1}^N 10 \times H_i \times t_i$$

式中， N 为该种雨水源头控制设施具有的结构层数， H_i 为第 i 结构层

的深度， t_i 为第*i*结构层的折减系数。

[权利要求 3] 根据权利要求2所述的基于雨水总量控制的海绵城市设计方法，其特征在于：折减系数 t_i 根据结构层的类型和材料设定， $0 < t_i < 1$ 。

[权利要求 4] 根据权利要求3所述的基于雨水总量控制的海绵城市设计方法，其特征在于：折减系数 t_i 的取值如下：蓄水层为0.5，梯形断面为0.6，换土层为0.2，碎石层为0.3。

[权利要求 5] 根据权利要求1所述的基于雨水总量控制的海绵城市设计方法，其特征在于：步骤(5)中，所述下垫面类型细化中的下垫面类型包括硬质屋面、绿化屋面、混凝土地面、块石地面、碎石路面、绿地、水面。

[权利要求 6] 一种基于雨水总量控制的海绵城市设计系统，采用APP实现，其特征在于：包括雨水源头控制设施模块、设计模块和记录模块；
所述雨水源头控制设施模块包含透水铺装模块、绿色屋顶模块、植草沟模块、雨水花园模块、生物滞留池模块；每类模块中分别包括该类设施的介绍、剖面图、结构层类型、结构层深度及结构层折减系数；
所述雨水源头控制设施模块具有模块新建、修改功能；
雨水源头控制设施模块与设计模块相连，由设计模块调用其内部模块信息；
所述设计模块包含新建模块、设计辅助模块与输出模块；所述新建模块包括背景信息模块与基地信息模块；
所述背景信息模块根据用户选择的的城市，提取该城市年径流总量控制率曲线图，根据用户指令选择年径流总量控制率，并提取对应的设计降雨量，作为设计辅助模块与输出模块的设计标准与判断基础；
所述基地信息模块由第一地图设置模块与第一表格设置模块构成；
所述第一地图设置模块供用户框选基地范围，并自动识别下垫面类型，提供对应下垫面类型的雨量径流系数；
所述第一表格设置模块以表格形式显示所述第一地图设置模块对应的信息，供用户修改、添加、删除下垫面类别，设置、修改下垫面面积

和雨量径流系数，并实时计算显示当前状态下的项目占地总面积与雨量综合径流系数；

所述设计辅助模块包含自动设计模块和手动设计模块；

所述自动设计模块根据选择的预设模式生成雨水源头控制设施的布局信息；

所述手动设计模块由第二地图设置模块和第二表格设置模块构成；

第二地图设置模块中，用户通过绘制选区的方式选择雨水源头控制设施并进行参数设计；

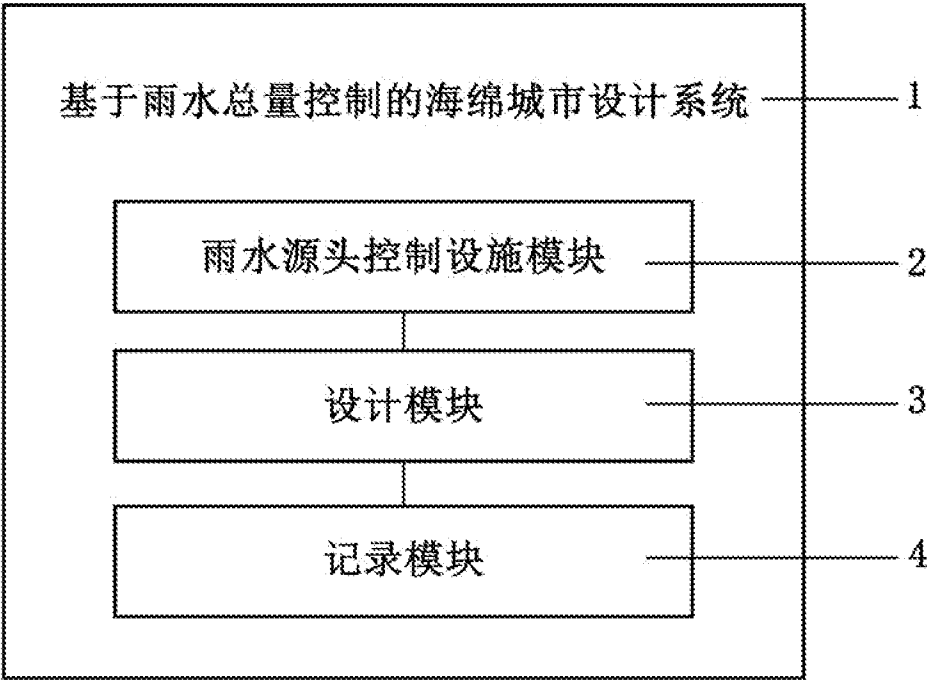
所述第二表格设置模块以表格形式显示所述第二地图设置模块对应的信息，供用户进行编辑修改；

所述输出模块包括设计输出模块和优化模块；

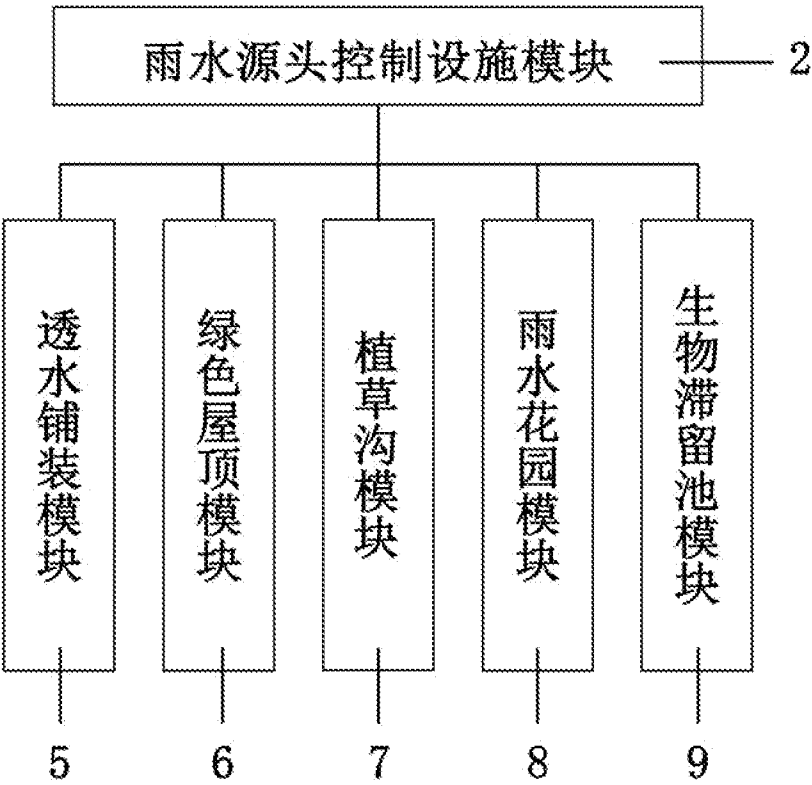
所述设计输出模块输出年径流总量控制率、设计降雨量、项目占地总面积、雨量综合径流系数、实际设计降雨量、雨量控制总体积、实际控制率及所需增设的雨量控制体积，当实际设计降雨量大于设计降雨量时，将方案设计数据储存至记录模块；当实际设计降雨量小于设计降雨量时，询问用户是否调用优化模块，如不调用优化模块，则将数据暂存至记录模块；

所述优化模块根据已输入的雨水源头控制设施信息，给出需要增加的面积，供用户选择优化；

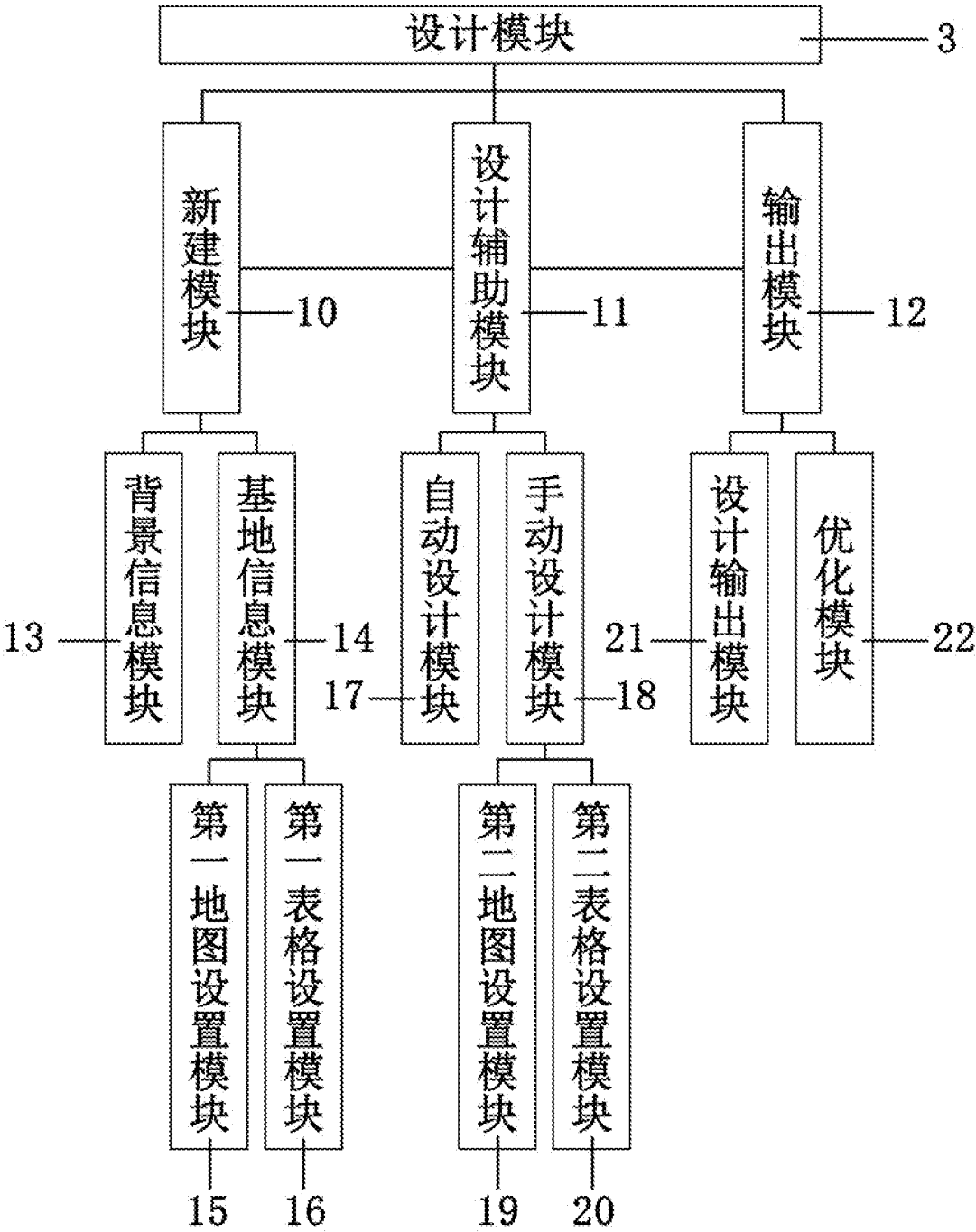
所述记录模块记录设计模块提供的历史数据。



【图号】 图 1



【图号】 图 2



【图号】 图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/102805

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06Q 10/04(2012.01)i; E03F 1/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06Q10; E03F1

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CPRSABS; CNABS; VEN; CNKI: 海绵城市, 雨量, 控制, sponge city, rain, measure, control, calculation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 108022047 A (SUN YAT-SEN UNIVERSITY) 11 May 2018 (2018-05-11) description, particular embodiments	1-6
Y	CN 108074006 A (TIANJIN MUNICIPAL ENGINEERING DESIGN & RESEARCH INSTITUTE) 25 May 2018 (2018-05-25) description, particular embodiments, and figures 1-2	1-6
A	CN 106706033 A (BEIJING INSTITUTE OF RADIO METROLOGY AND MEASUREMENT) 24 May 2017 (2017-05-24) entire document	1-6
A	CN 106812145 A (HUNAN COMMUNICATION POLYTECHNIC) 09 June 2017 (2017-06-09) entire document	1-6
A	CN 106971352 A (HENGSHUI YITONG PIPE INDUSTRY CO., LTD. ET AL.) 21 July 2017 (2017-07-21) entire document	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

08 May 2019

Date of mailing of the international search report

16 May 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/102805

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108022047	A	11 May 2018	None			
CN	108074006	A	25 May 2018	None			
CN	106706033	A	24 May 2017	None			
CN	106812145	A	09 June 2017	CN	106812145	B	22 February 2019
CN	106971352	A	21 July 2017	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/102805

A. 主题的分类 G06Q 10/04(2012.01)i; E03F 1/00(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) G06Q10; E03F1 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CPRSABS;CNABS;VEN;CNKI:海绵城市, 雨量, 控制, sponge city, rain, measure, control, calculation		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 108022047 A (中山大学) 2018年 5月 11日 (2018 - 05 - 11) 说明书具体实施方式部分	1-6
Y	CN 108074006 A (天津市市政工程设计研究院) 2018年 5月 25日 (2018 - 05 - 25) 说明书具体实施方式部分及图1-2	1-6
A	CN 106706033 A (北京无线电计量测试研究所) 2017年 5月 24日 (2017 - 05 - 24) 全文	1-6
A	CN 106812145 A (湖南交通职业技术学院) 2017年 6月 9日 (2017 - 06 - 09) 全文	1-6
A	CN 106971352 A (衡水益通管业股份有限公司 等) 2017年 7月 21日 (2017 - 07 - 21) 全文	1-6
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期
2019年 5月 8日		2019年 5月 16日
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员
中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		韩冰冰 电话号码 62085356

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/102805

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	108022047	A	2018年 5月 11日	无	
CN	108074006	A	2018年 5月 25日	无	
CN	106706033	A	2017年 5月 24日	无	
CN	106812145	A	2017年 6月 9日	CN 106812145	B 2019年 2月 22日
CN	106971352	A	2017年 7月 21日	无	