

云端植物栽培系统“花伴”的设计与实现

吕斯健 陈锦煌 潘志宏

(中山大学新华学院 广东 广州 510520)

摘要:当代人们重视绿色覆盖,却又因对植物种植不了解或工作繁忙,从而导致种植的植物成活率不高。对此,利用物联网与移动互联网技术,对传统种植体系进行改造,设计一套基于云端并且可通过多端实现远程管理、自动浇水、环境监测等功能的智能植物栽培系统。可以通过移动端App以及浏览器直接对种植系统进行远程的植物温湿度状态监控以及浇水营养液等养护操作,同时可以对系统自动化操作进行设置,便于无人干预时系统对植物自主判断进行浇水等养护操作。该系统使用简单,适用范围广,无论是家中的盆栽还是中小型花园,可以大大降低人力和时间成本,也能对植物的实时状态进行准确获取和监控。与传统种植系统相比,该系统大大减轻了人们的负担并提高了植物的存活率。

关键词:物联网; J2EE; Android; 智能种植

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2019)03-0138-06

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2019.03.029

Design and Implementation of Cloud Plant Cultivation System “Flower Partner”

LYU Si-jian, CHEN Jin-huang, PAN Zhi-hong

(Xinhua College of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510520, China)

Abstract: In the light of contemporary people paying more attention to green coverage, however most of them barely understand plant cultivation or busy with work, resulting in low survival rate of planted plants. With the use of internet of things and mobile internet technology, making the transformation of the traditional planting system, we design an intelligent plant cultivation system based on the cloud and capable of remote management, automatic watering, and environmental monitoring through multiple terminals. It can remotely monitor the plant temperature and humidity status and watering nutrient solution and other maintenance operations through the mobile App and browser, at the same time the system can be set to automate operations, to facilitate the system to plant self-determination of water conservation and other maintenance operations. The system is simple to use and widely applicable. Whether it is a potted plant in a home or a small or medium-sized garden, it can greatly reduce manpower and time costs and can accurately acquire and monitor the plant's real-time status. Compared with the traditional planting system, the system greatly reduces people's burden and improves the plant survival rate.

Key words: internet of things; J2EE; Android; intelligent planting

0 引言

随着移动通信技术的快速发展,物联网技术全面地渗透到生活的方方面面,使人们进入一个物质信息化的全新时代。随着人们越来越重视生活环境,追求更加健康舒适的家居环境,家庭种植也越来越受到欢迎。这些植物不同于普通工艺品,它们有生命,需要定期浇水,但是不同植物处于不同的阶段和不同的生长

环境中,它所需要的养分光照的量都是不同的,同时人们也无法准确获知对植物生长造成影响的各个因素,加上繁忙工作,导致更加无暇去照顾家中的植物。

目前,国内外也有一些相类似的小型^[1]单一产品,但是尚未出现集成功能的管理系统。它们大多数只实现单一的定时定量浇水,或者是稍稍添加对少部分环境影响因素的监控。大多数研制的产品也只实现一方

收稿日期: 2018-04-16

修回日期: 2018-08-23

网络出版时间: 2018-12-19

基金项目: 广东省普通高校青年创新人才项目(自然科学)(2016KQNCX222); 中山大学新华学院创新创业训练项目(201713902037); 广东省本科高校高等教育教学改革项目(2016SGJ002)

作者简介: 吕斯健(1996-),男,研究方向为物联网技术、移动开发; 潘志宏,硕士,高级工程师,CCF会员(29357M),通信作者,研究方向为物联网、移动互联网、计算机通信网络与信息系统。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20181219.1532.060.html>

面的局部控制,智能化程度不高,另外,研制侧重点在于硬件,并没有实现远程监控,只能花盆自主运行,用户无法实时得知花盆中影响植物生长因素数据的变化,难以保证系统在运作的过程中不会出现偏差,程序出错等等问题,从而导致植物所处环境恶化,乃至植物死亡。

针对这种现状,文中设计了一套可通过多端实现远程管理、自动浇水、环境监测等功能的智能种植系统,旨在帮助人们实现智能养护,智能分析并提供种植建议警告等,以便植物可以更好生长。该系统能远程实时监测植物周边的环境数据,并能高效地处理。通过物联网技术,用户可以随时通过 Web 端以及移动端^[2]对系统进行查看和管理,使用者可以根据反馈数据的变化来合理地控制用户的种植系统,从而实现智能种植,具有很强的实用性。

1 系统设计

系统能够远程实时监测植物生长环境数据,并能高效分析处理并给予用户种植改进建议,同时可以智能地对不同的植物进行定制化的自动浇水护养。用户可以随时随地地用智能手机和 Web 浏览器对植物种植系统进行远程多端控制,如远程浇水、实时查看、自动化操作订制修改等操作。使用者还可以根据反馈建议实时数据的变化来更好地调整种植系统,从而实现智能种植。

为了保证用户数据和种植系统的安全性,每位用户的每次操作信息都将完整记入历史记录供未来查看,每次登陆注册地理位置 IP 信息也同样可以在自己的历史记录中进行查看,保证用户安全。并且系统所有网络通信都以采用 HTTPS 加密,配合 Linux 良好的安全性提供最佳的用户体验。

1.1 总体设计

该系统是由 App 端、Web 端和网络服务器配合开源^[3]硬件 Arduino 实现,在功能上分为自动栽培与生长环境数据收集两大模块。自动栽培功能依靠系统对植物生长环境数据的实时监测以及上次浇水时间等信息作为判断依据,对植物在合适的时间自动进行适当的施肥浇水等操作,并且用户还可手动通过浏览器或 App 进行远程浇水施肥等操作,手动操作时系统还会通过土壤湿度以及上次操作时间等因素对用户提操作建议。

生长环境数据由大量高精度传感器所监测、开源硬件收集并通过无线通讯模块连接 WiFi 发送至云服务器,云服务器端进行处理后传输至 App 端、Web 端,再反馈给客户。并且 App 和 Web 皆可通过互联网对种植系统进行远程控制与管理。

系统整体架构如图 1 所示。App 和 Web 端分别通过互联网与云服务器进行交互获取种植系统的信息,云服务器将 App 端和 Web 端发出的控制指令转发至种植系统。种植系统传感器获取的温湿度等信息将定时发送至云服务器存至数据库中,以供 App 和 Web 客户端进行查询。

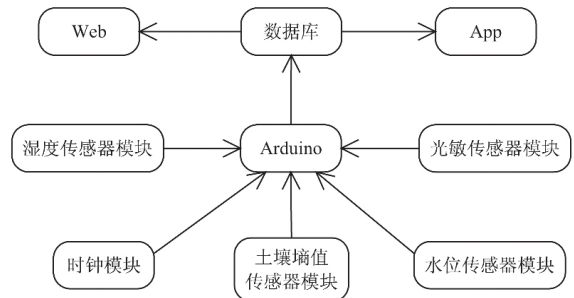


图 1 系统整体架构

1.2 硬件设计

在 Arduino 的 WiFi 模块扩展板内,集成了联网所需基本的 TCP/IP 协议支持,并且可以自由选择 TCP 或 UDP 通过所连接的无线局域网络内的互联网进行远程的消息传输,指令控制等操作。并且各节点都将独立进行联网数据传输操作,以提高系统冗余度,保证运行稳定。

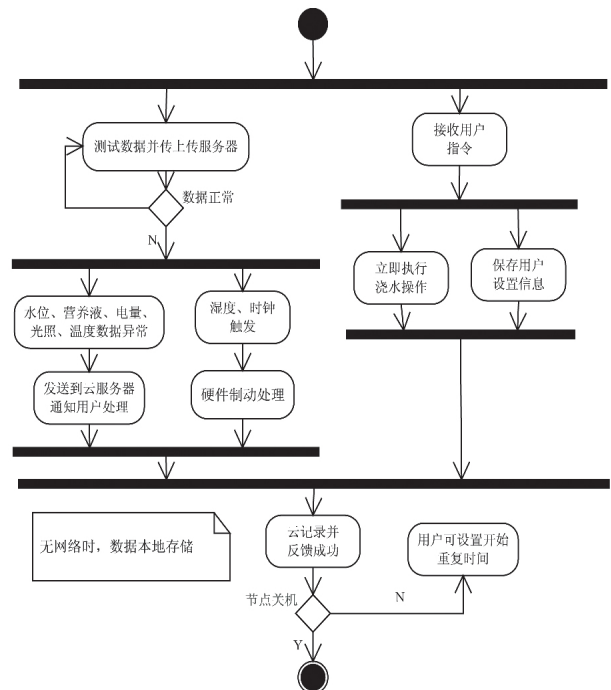


图 2 硬件工作流程

图 2 给出了硬件的工作流程。其中使用 DHT11 温湿度传感器测量实时温度湿度并发送至硬件设备,对数据进行误差排除再求出精确数据,使用水位传感器测量水与营养液的剩余量,当水箱中水或营养液不足时,系统将自动提醒用户添加。土壤墒值传感器^[4]多点收集土壤环境数据,当识别到湿度过低时系统自

动浇水保持土壤湿度。浇水施肥的浇灌管道由一个总水泵提供传输能力,并且分别由两个电磁阀实施控制开关。接收到周期浇水命令时,硬件系统根据 DS3231 高精度时钟模块确定时间定时浇水。通过光敏模块测量光照强度。各个传感器数据由硬件设备定时收集并通过无线通讯模块发送出去。

1.3 传输设计

硬件设备通过基于 TCP 的 Socket 稳定连接与服务器进行交互,在服务器中将会对指定端口进行实时监听,并为监听到的来自硬件设备的 Socket 请求创建独立的通讯线程,以保证多设备通讯连接的稳定安全。并且一旦硬件设备通电在线,即会通过心跳包通知服务器设备当前在线状态,保证操作的有效性。无线通讯模块发送指令给服务器^[5]端,服务器端接收到指令后再执行相应操作,转发信息至 App 端、Web 端或者将传感器采集数据存入数据库以便于系统利用分析以及用户查询。

软件方面 App 客户端和 Web 客户端通过 HTTPS 加密协议与服务器进行安全可靠的连接交互,接收来自服务器的消息,并向客户展示植物生长状态,操作简单且应用灵活。后台服务器使用 Linux 系统以保证用户系统的安全性及高效快速,使用 Java 1.8 作为后台开发语言,进行所有的数据处理传输控制操作,并且系统采用了 J2EE 的 SSH 框架,即 Struts2+Spring4+Hibernate 5 进行设计,以保证日后良好的可维护性以及系统的稳定高效。数据库采用当前最流行的开源关系型数据库管理系统 MySQL 5.7 数据库,增加了数据读取速度并提高了灵活性。

1.4 软件设计

系统在用户端方面同时采用了当前市场占有率最高的 Android 客户端以及门槛极低的 Web 端。Android 客户端最低可支持至 Android 4.0 系统,并对市面上大部分机型进行了适配工作,界面设计遵循了 Google 最新的 Material Design 界面交互设计规范。在 Web 端首先保证了对 Chrome 浏览器的测试支持同时也对火狐 IE 等主流浏览器进行了适配支持,为用户体验提供了良好的保障。

用户登录后完成创建组和节点等初始化操作后,系统可根据用户选择植物的种类设置默认的灌溉量^[6]施肥间隔等参数,用户也可根据个人喜好对参数进行个性化设置。同时系统可根据记录的生长数据判断植物处于不同的生长阶段,对植物的水与营养液浇灌量等养护操作进行适当微调处理。用户在每次进入时系统都会重新获取最新的植物环境数据供用户查看,并且为保证用户跨平台数据操作的统一性,用户在多个平台的操作植物数据都将在同一服务器数据库进行

统一保存处理。图 3 给出了系统软件工作流程。

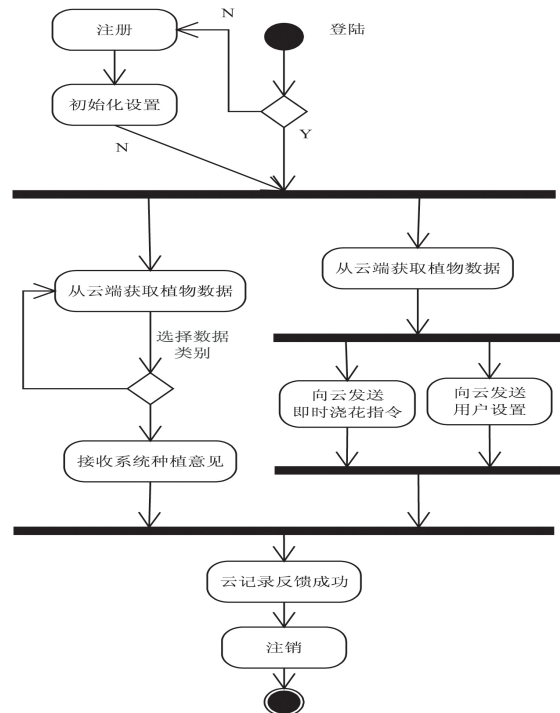


图 3 系统软件工作流程

2 系统实现

为用户操作,该系统同时拥有相同功能的 Web 端和 Android 客户端,用户可以通过任意设备登陆,使用系统的报表查看、设备管理、历史记录以及养护意见等功能对植物进行更好的养护操作。

2.1 数据报表

该功能模块可让用户通过多种形式远程地对种植系统所获取的数据信息进行透视分析展示,并且可以在下拉菜单中以树状图的形式对所需查看的节点或组数据进行选择。

首先系统将会通过用户所访问的分组 id 查询当前分组下所有的节点信息如节点名称 id 等,方便用户查看以及后期查询^[7]操作。并从数据库中获取当前组别下所有节点存储的历史数据。在遍历过程中,将同一节点同一天内所采集的所有数据取出进行清洗,排除明显夸张的异常数据后,将有效数据进行平均数操作并将与该数据相对应的时间日期一同存储至数列中。如图 4 所示,便可得到每个节点中以天为单位的平均数据。

遍历清洗得到平均数据后,同时对所有节点的数列进行遍历操作,将所有每日平均数据以时间基准进行排序。从日期最早的数据开始,取出当日所有节点的平均数据以及当日的日期一同进行存储,若某节点在单日无数据^[8]则进行标识存储,方便前端进行数据获取显示。通过此操作,便可将各个节点的数据所对

应的不同的时间线进行合并,将多个节点的数据以时间为基准,生成一个拥有唯一的覆盖所有节点数据的

时间线。方便用户同时对多个节点在不同时间区段的数据进行对比分析,更好地利用系统所采集到的数据。



图4 历史温度横向对比

同样在 Android 客户端,用户可以方便地通过侧滑栏中与 Web 端一致的树状图对所需查看节点或分组数据集合进行选择,如图 5 可同时对组内所有节点或单个节点历史温度进行横向对比。并且可通过菜单

键选择所需要展示的数据类型。为保证用户体验适配,Android 端一次性所能展示的数据量将于 Web 端进行差异化处理,用户可通过点击折线图柱状图获取更加详细的数据信息。

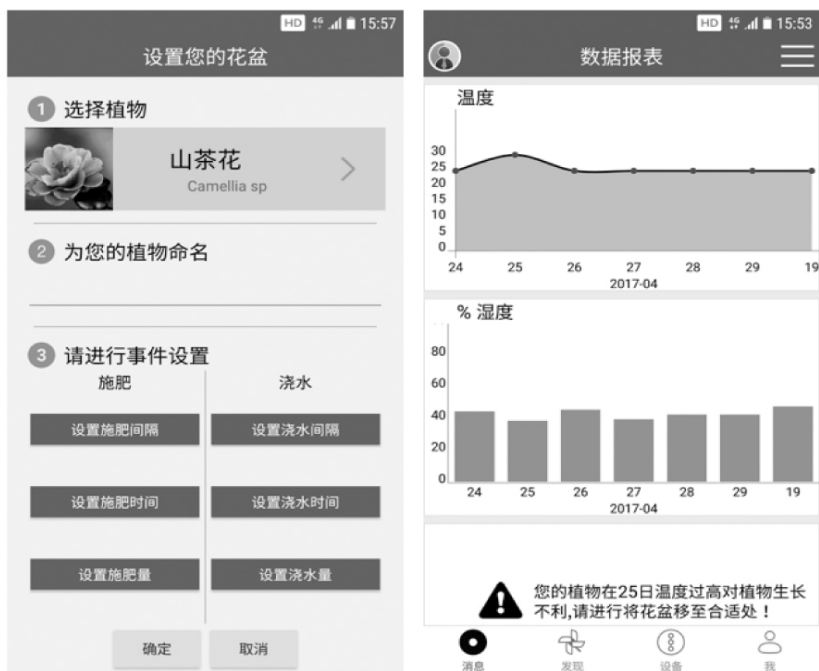


图5 Android 端节点数据报表

与 Web 端后台处理类似,Android 客户端进入数据报表页面将通过用户 id 获取当前用户所拥有的所有组别以及分组内的所有节点,并以树状图^[9]形式进行展示。在组内节点对比展示中,仅需获取各个节点数据,并进行清洗做平均数以天为单位与日期一同处理实现即可。在单个节点的数据展示页面,系统除了需照例对数据进行清洗展示外,还将对该节点的所有数据种类,根据植物处于不同生长阶段所适宜生长环

境参数,对传感器的历史数据进行遍历判断,查看近期的环境历史参数是否会超出或出现与适宜的环境参数不符的情况。若出现则会在屏幕下方对用户提出相应的警告以及种植改善意见,便于提高植物成活率,降低种植难度。

2.2 设备管理

如图 6 所示,用户通过该模块以达到对植物种植系统进行远程的批量管理和单独控制的目的。在设备

管理页面,用户可以通过与数据报表页面相同的树状图,选择对在同一分组内的多个在线植物节点进行批量远程控制和管理,也可进入单个节点的详情页面^[10]

进行独立的远程查看与控制。并且为保证用户系统安全,该系统会将所有的用户操作记入历史记录以备用户查验。



图6 Web端批量管理

若设备节点在线,则会持续以3s为间隔向服务器端发送心跳包保持设备在线状态。服务器收到来自硬件节点的心跳包则会对节点存储在数据库中的心跳时间更新为当前北京时间,当用户进入设备界面时,客户端将会持续向服务器发出请求,查询数据库中节点的心跳时间,若心跳时间是在5s内则代表设备在线,否则将设备状态更新为离线并禁止远程控制操作。

同样的,当用户对在线设备进行远程灌溉、查看等操作时,客户端将会对服务器发出请求对相对应的在线设备在数据库中的灌溉、查看请求时间进行刷新。在线节点在每次发送心跳包时,服务器都会对该在线节点在数据库中的灌溉、查看请求时间进行查询,若灌溉、查看请求时间在5秒内则向在线节点返回立即灌溉、刷新数据指令。

算法1: 服务器端对硬件设备反馈信息操作算法。

```

1: 服务器启动时, new Thread( Socket 监听线程 ). start( );
   Socket 监听线程中, 将监听到的来自硬件设备的连接交给
   连接处理进程;
2: new Thread( 连接处理线程( 来自硬件的连接 ) ). start( );
   在连接处理线程中;
3: 通过 socket 与智能硬件进行连接开启输入流;
4: while( 输入流! = null ) {
5: switch( 输入流中第一标示符前内容 ) {
6: case “心跳”: 更新数据库中该 id 设备的心跳时间, 并返回
   是否需要灌溉或更新 data; break;
7: case “实时更新”: 从输入流中获取该硬件设备的实时 da-
   ta 并更新至数据库; break;
8: case “定时更新”: 从输入流中获取该硬件设备的当前
   data 并更新至数据库; break;
9: case “设置时间”: 服务器获取当前北京时间并返回至硬
   件设备, 进行时间校对; break;
   }

```

}

10: 关闭与硬件设备的输入流以及 socket 连接。

通过服务器端对硬件设备反馈信息操作算法, 系统实现了对在线的智能硬件节点最基本的远程控制与管理。并且当用户进入控制页面时, 系统将会首先根据当前组别中所拥有的节点, 在数据库中查询所有节点最近一次的操作时间。并根据不同植物^[11] 所需要不同的灌溉量, 给予用户不同的操作意见, 供用户参考以降低种植门槛, 提高成活率。

对于植物数据系统将会以3s的周期, 对在线状态等敏感数据采用 AJAX 静态刷新技术进行刷新, 以保证信息的准确性和时效性以及用户友好性。用户还可通过单节点管理界面对该节点的自动灌溉施肥操作参数进行设置, 查看历史操作记录, 甚至进行删除节点等操作。



图7 Android端远程管理

如图7所示,用户也可以通过Android客户端进

行远程控制,通过侧滑栏选择所需控制操作的节点所在组别,即可对当前组别内的所有节点^[12]进行增删管理、查看当前组别内所有节点的在线状态以及节点最近的警告信息。进入相应节点的远程管理界面可查看实时环境参数进行实时的远程控制,以及对自动操作进行管理设置。

当进入设备管理界面时,Android设备与服务器进行联网数据交互获取当前组内节点设备状态,通过是否在线决定是否可进行下一部操作。进行灌溉施肥等操作时,服务器将首先对系统剩余水量设备在线状态等进行检测。若皆符合灌溉条件,则进行灌溉操作并提示浇水成功,对返回的JSON数据进行解析,获取设备灌溉后状态信息并对界面数据进行更新,否则返回失败提示。

当用户在Android客户端进行批量操作时,Android设备会将用户所选择的需操作的在线硬件设备id发送至服务器。服务器^[13]后台会通过对接收到的JSON数列进行遍历循环操作,对数列中的每一个硬件设备id都进行单次灌溉操作,遍历完成即完成节点的批量操作。仅仅需要通过增加一个非常简单的操作逻辑即可为用户带来良好的操作体验,免去了对设备多次操作时的点击等待,在Web端后台同样会进行如此操作。

3 结束语

针对当代人们越来越重视健康重视绿化覆盖,但却又因非专业种植而导致植物的成活率不高的问题,以互联网+思维,设计一套基于云端并且可通过多端实现远程管理、自动浇水、环境监测等功能的智能植物栽培系统。利用Android智能终端以及浏览器,让人们随时随地都可以实现对家中或园林植物的状态远程查看以及多种养护操作。即使在无人干预或种植者遗忘的情况下,系统也可自行通过温湿度传感器^[14]对植物状态进行实时监控,并自行根据植物生长状况以及当前生长环境决定应该何时进行灌溉操作以及灌溉的量的多少。系统使用简单,适用范围广,无论是家中的一枝花还是农田里的千亩地,都可以利用该系统大大降低农业种植对人力的依赖,降低人力成本,提高生产效率。

参考文献:

- [1] 鄂旭,侯宝明,毕佳娜,等.基于物联网的智能农业[J].计算机技术与发展,2014,24(9):164-167.
- [2] 李刚.疯狂Android讲义[M].第3版.北京:电子工业出版社,2015.
- [3] 苏世旭,肖彦均,郭永安.基于物联网的多指标实时环境监控系统[J].电信科学,2016,32(3):135-138.
- [4] 冯筱,秦文华,于欣,等.基于控制土壤湿度的智能花卉浇水系统设计[J].现代电子技术,2015,38(7):110-113.
- [5] 付承彪,田安红.一种智能农业物联网系统的设计[J].实验室研究与探索,2017,36(12):129-132.
- [6] 施苗苗.基于物联网的设施农业远程智能化信息监测系统的开发[D].太原:太原理工大学,2016.
- [7] 廖建尚.基于物联网的温室大棚环境监控系统设计方法[J].农业工程学报,2016,32(11):233-243.
- [8] 刘洋,张钢,韩璐.基于物联网与云计算服务的农业温室智能化平台研究与应用[J].计算机应用研究,2013,30(11):3331-3335.
- [9] KUMAR V S, GOGUL I, RAJ M D, et al. Smart autonomous gardening rover with plant recognition using neural networks[J]. Procedia Computer Science, 2016, 93: 975-981.
- [10] LIANG Fan, XIE Jiajia, CUI Shigang, et al. Design of intelligent measure and control software of plant growth cabinet based on android system[J]. Applied Mechanics & Materials, 2015, 734: 224-228.
- [11] RASMUSSEN J, GRIEPENTROG H, NIELSEN J, et al. Automated intelligent rotor tine cultivation and punch planting to improve the selectivity of mechanical intra-row weed control[J]. Weed Research, 2012, 52(4): 327-337.
- [12] FENG Chen, WU Huarui, ZHU Huaqi, et al. The design and realization of apple orchard intelligent monitoring system based on internet of things technology[J]. Advanced Materials Research, 2012, 546-547: 898-902.
- [13] LI Xiaodi, HU Weiping, YANG Xiaoping. Thinking on the water system design method of intelligent civil ecological agriculture residential buildings[J]. Applied Mechanics & Materials, 2013, 357-360: 487-491.
- [14] WANG Y, WU P, ZHAO X, et al. Water-saving crop planning using multiple objective chaos particle swarm optimization for sustainable agricultural and soil resources development[J]. Acta Hydrochimica Et Hydrobiologica, 2012, 40(12): 1376-1384.