



基于 NB-IOT 的花卉培育系统

物联网综合设计课程报告

(2019—2020 学年第一学期)

学 院 计算机科学与技术学院

班 级 物联网 15 班

学 号 21161523, 21161531

姓 名 刘冬冬 , 何鑫

任课教师 曹英辉

撰写日期 2019.10.11

目录

摘要.....	1
第一章 设计需求分析.....	1
1.1 需求分析.....	1
1.1.1 花卉环境参数分析.....	1
1.1.2 花卉养殖现状分析.....	2
第二章 特色与创新.....	2
2.1 功能创新.....	2
2.2 应用创新.....	1
2.3 方法创新.....	1
第三章 功能设计.....	2
3.1 花卉培育管理系统感知控制端.....	2
3.2 花卉培育管理系统 web 端.....	2
3.2.1 登录界面.....	2
3.2.2 注册界面.....	2
3.2.3 首页界面.....	2
3.2.4 项目监控模块.....	2
3.2.5 历史信息管理模块.....	3
3.2.6 花卉管理模块.....	3
3.2.7 项目监控界面.....	3

3.2.8 用户管理模块.....	3
第四章 系统实现.....	3
4.1 物联网技术架构.....	3
4.1.1 感知层技术.....	4
4.1.2 传输层技术.....	4
4.1.3 控制层技术.....	4
4.1.4 软件开发技术.....	4
4.1.5 云应用.....	5
参考文献.....	9

摘要

目前，现代化温室通过各种传感器及计算机自动控制温室环境，为花卉在不适宜生长的季节和地区提供适宜生长的环境条件，以达到不时栽培、提早采收、延长花期和增加产量的目的。根据温室环境控制系统的要求，本文设计了适合花卉生长的新型花卉培育控制系统，对花卉培育区域划分若干区域，在每一个区域内，根据花卉的生长状况等实现花卉的个性化培育管理。在培育过程中通过采用温湿度，光照，土壤等传感器实现环境监控，并将计算机环境自动监控系统与花卉专家系统的有机结合，通过控制水泵，光照来实现花卉培育监控的自动化，在管理方面采用 NBIOT 无线传输技术，将每一个培育控制子系统都连接到网络上，通过 web 应用进行随时随地管理，具有功能强大、实用性强、操作简便和工作稳定可靠等特点，并具有很好的灵活性和扩展性。

关键词：NB-IoT；OceanConnect；温室；环境控制系统；

第一章 设计需求分析

1.1 需求分析

1.1.1 花卉环境参数分析

温度是影响植物生长发育的最敏感的环境因素。植物的光合作用和呼吸作用等生理活动都需要适宜的温度条件才能顺利进行。每种花卉生长的适宜温度范围由花卉的三基点温度(即生长的最低温度、最适宜温度和最高温度)所确定,如表 1 所示。

温度	最高	适宜	最低
生长发育	40	25 ~ 35	— 10
呼吸作用	50	36 ~ 46	— 10
光合作用	35 ~ 40	20 ~ 25	0 ~ 5

表 1

空气湿度是影响花卉蒸腾作用(蒸腾作用是植物吸收与转运水分的主要原动力,能使进入根部的营养元素等分布到植株的各个部分,并能降低植物体及叶面的温度)的最主要因素,并且空气湿度的大小与花卉病虫害的发生和发展密切相关。一般花卉生长最适宜的空气湿度在 65% ~ 80%, 温室空气湿度计算公式为:

$$\varphi_i = \frac{E_s + E_p + E_w + X \cdot \rho_i \cdot Q}{8.18 \times 10^{-4} \times \rho_i \times (0.04 t^2 - 0.87 t + 16.5)}$$

式中 E_s —土壤蒸发量;

E_p —植物蒸腾量;

E_w —水帘或喷雾等蒸发量;

ρ_i —温室内空气密度;

Q —温室换气量;

t —温室温度。

光照与花卉生长发育的关系有 3 个方面，即光照强度、光照长度和光质。根据花卉对光照强度的不同要求，把其分为阴性、中性和阳性花卉 3 大类。它们的光饱和点和光补偿点依次增高，同时光照强度还影响花卉的叶色、花蕾开放时间以及花色。光照的长度对许多植物的花芽分化和开花具有显著影响。光质是指具有不同波长的太阳光谱成分。在长的光波下，栽培的花卉节间较长，茎较细；在短的光波下，栽培的花卉节间较短而茎较粗。进入温室的光照强度可用下列公式计算：

$$Q_{in} = A_d \cdot E_0 \cdot M \cdot P_t \cdot P_c + E_0 (1 - M) \cdot \epsilon \cdot P_c$$

式中 A_d —直射辐射所照射的面积；

E_0 —温室上方辐射照度；

M —直达辐射点总辐射的比率；

P_t —天文因素和温室屋面形状共同决定的直接辐射率；

P_c —采光材料、水滴和尘染决定的透光率；

ϵ —温室形状所决定的散射光透射率。

CO₂ 含量是植物光合作用的重要条件之一。研究表明，一般植物生长要求的最佳 CO₂ 浓度为 1 000 ~ 1500mg/m³。由于温室属于全封闭环境，室内的 CO₂ 因光合作用消耗而得不到及时补充，会出现 CO₂ 浓度过低的现象，严重影响植物光合作用的进行。土壤水分（土壤湿度）过多会使植物徒长，抑制花芽分化；土壤水分过少，则会使植物体内水分平衡受到破坏，进而生理失调，乃至凋萎和枯死。温室土壤水分平衡公式为：

$$I + G = ET + D \pm ASW$$

式中 I —T 时间段内灌溉量；

G —T 时间段内地下水补给量；

ET —T 时间段内植物蒸腾总量；

D —深层渗水量；

ASW —T 时间段内土壤有效储水量的变化量。

1.1.2 花卉养殖现状分析

温室内设备无法通过室内环境的变化进行联动，这就导致对环境有极高要求的花卉品种无法在最适宜的环境内进行生长。从而造成花卉质量无法满足需要。温室内的气候控制，还主要是依靠人工凭借着以往的经验，通过设置在室内的温度计等简易设施提供的环境数据，进行手工调节。在温度控制时，当室温较高时，人工手动停止增温设备，在必要的时候打开种植温室的前后侧窗，帮助降低温度。相反，我们就需要人工运行增温设备。在湿度控制时，当湿度较高时，人工手动停止雾化加湿系统，在必要的时候打开种植温室的前后侧窗，帮助降低湿度。当温室湿度较低时，人工开启雾化加湿系统，提高种植温室内的湿度。在光照强度控制时，当工作人员认为种植温室内部光线较暗时，即打开外部遮阳板，提高室内的光线强度。如太阳光照不足，则手动开启补光设施增加光照。

第二章 特色与创新

2.1 功能创新

实现花卉培育温室的区域化个性监控，将温室划分若干区域，每个区域内根据控制的花卉种类特性，采集相关的环境参数和花卉生长状况，采用 PID 专家控制算法控制灯，水泵等，实现培育的自动化。通过 NB-IOT 无线通信技术实现传感器数据上传和管理平台命令下发。Web 系统可以实时查看花卉的生长状况，历史数据，可以进行花卉信息的管理，同时该系统支持个体家庭花卉种植。

2.2 应用创新

花卉培育控制系统的设计是用于提高花卉产品质量以满足市场的需求。花卉在不同的生长阶段所需要的环境进行分析研究，引入工业控制方面上早已采用数据测量存储技术、自动化控制技术、传感器应用技术、网络传输技术，设计出一套符合人们需要的智能控制系统。该控制系统将会对温室内复杂的温度、湿度、光照、二氧化碳进行监测，同时通过该系统实时完成对环境调节执行机构的自动化控制，从而保证花卉可以在最优的环境下进行成长，获得品质优良的花卉。同时花卉生长过程检测数据都存储到服务器中，有效实现花卉生长的可追溯性。

2.3 方法创新

通过调研发现以前的作物种植温室仅针对唯一的环境指标进行监测和调控，本次研究将含有多个环境指标，并讨论如何对其进行调节和控制。本次我们设计的系统将管辖多个环境参数指标，因此以往只针对一个环境指标进行控制的方式很难达到我们的预期。为了便于研究，我们会在制定调控环境指标策略之前，先会对我们的智能控

制系统的需求展开深入分析，以确保我们设计的系统可以满足环境调控的需要。研究花卉温室种植系统的智能控制问题 针对花卉温室大棚的各项环境因素及气候特点，利用 PID 控制算法进行智能控制系统设计与实现，从而解决系统控制问题。

第三章 功能设计

3.1 花卉培育管理系统感知控制端

花卉培育管理系统感知控制端包括温湿度模块，光照模块，土壤模块，CO2 模块，水泵模块，系统框架图 1 如下所示：

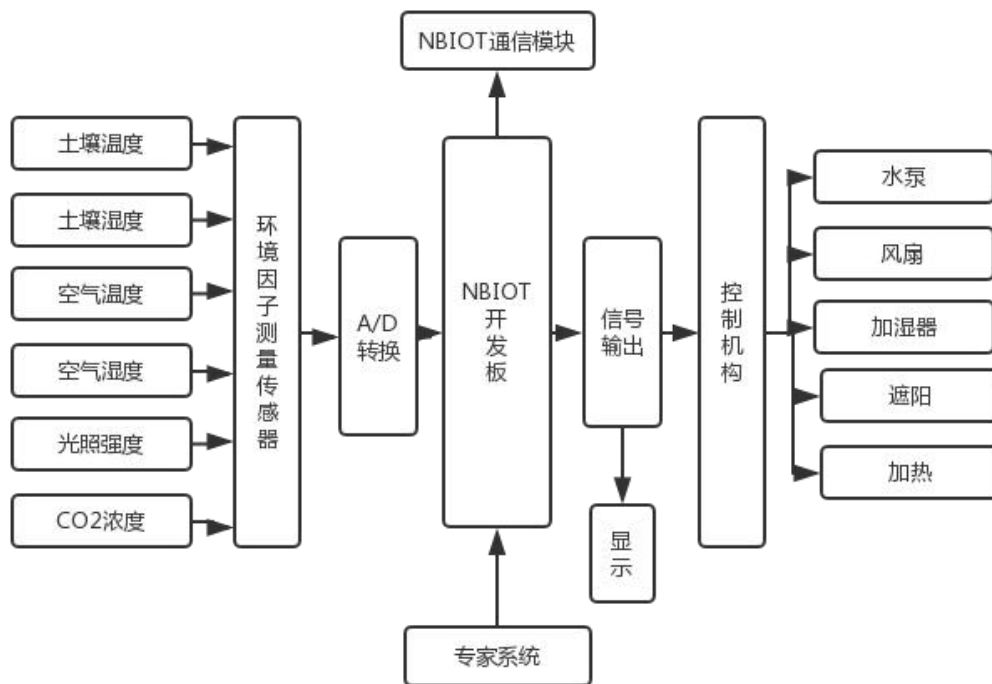


图 1

3.2 花卉培育管理系统 web 端

3.2.1 登录界面

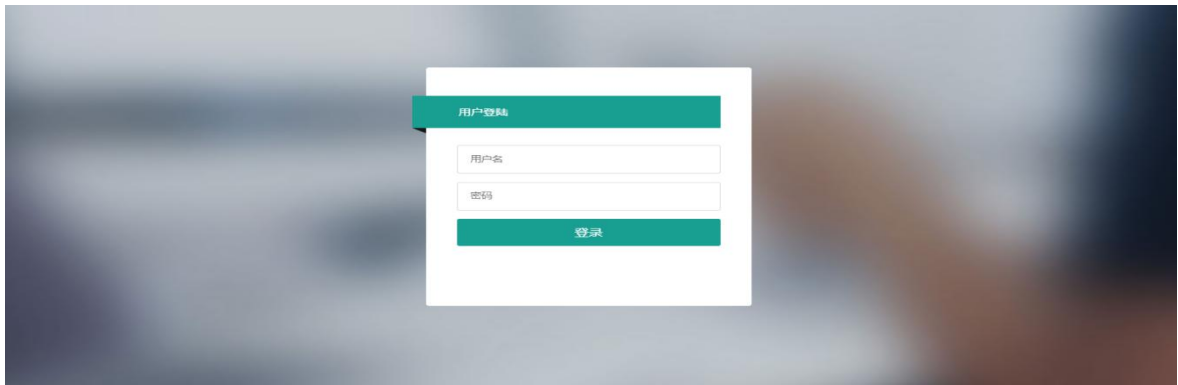


图 2 登陆界面

3.2.2 注册界面

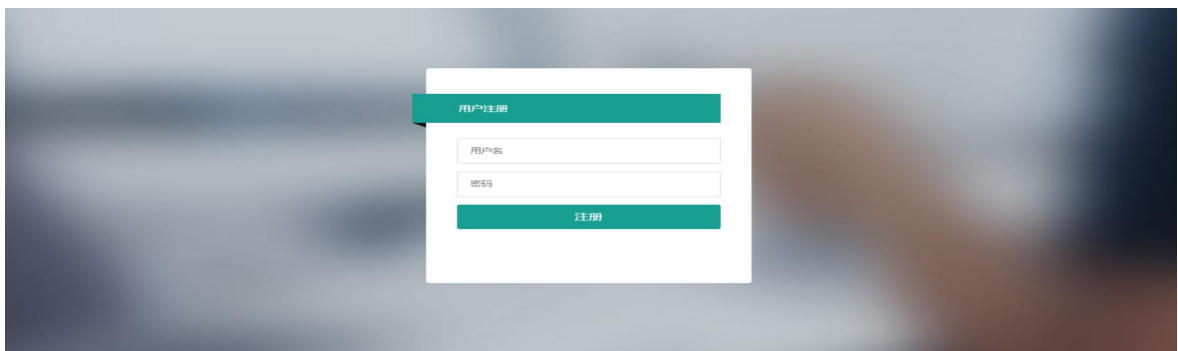


图 3 注册界面

3.2.3 首页界面



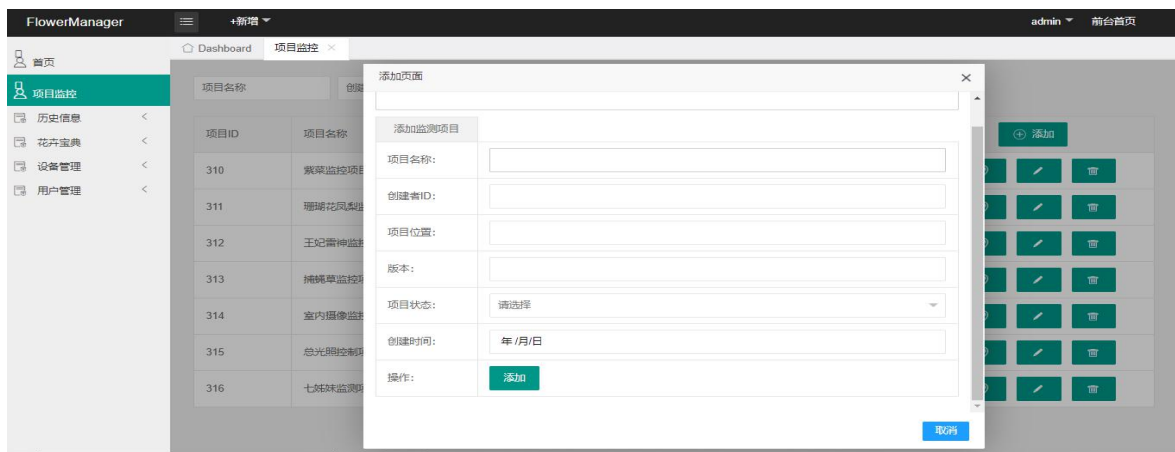
3.2.4 项目监控模块



The screenshot shows the 'Project Monitoring' (项目监控) module in the FlowerManager system. It features a sidebar with navigation options like 'Project Monitoring', 'Historical Information', 'Flower Encyclopedia', 'Device Management', and 'User Management'. The main area displays a table of monitoring projects with columns for Project ID, Name, Creator ID, Location, Version, Status, Creation Time, and Actions. A search bar is available at the top of the table.

项目ID	项目名称	创建者ID	项目位置	版本	项目状态	创建时间	操作
310	紫萼监控项目	265	北苑一公寓	version 1.1.0	在线	2019-9-7 11:19:42	[Location] [Edit] [Delete]
311	珊瑚花凤梨监控项目	272	逸夫教学楼	version 1.1.0	离线	2019-9-7 11:19:42	[Location] [Edit] [Delete]
312	王妃雷神监控项目	251	第三教学楼	version 1.1.0	在线	2019-9-7 11:19:42	[Location] [Edit] [Delete]
313	捕蝇草监控项目	253	计算机楼	version 1.1.0	离线	2019-9-7 11:19:42	[Location] [Edit] [Delete]
314	室内图像监控项目	258	南九公寓	version 1.1.0	在线	2019-9-7 11:19:42	[Location] [Edit] [Delete]
315	总光照控制项目	270	型食堂	version 1.1.0	离线	2019-9-7 11:19:42	[Location] [Edit] [Delete]
316	七姊妹监测项目	272	鼎新大讲堂	version 1.1.0	在线	2019-9-7 11:19:42	[Location] [Edit] [Delete]

项目监控记录列表界面



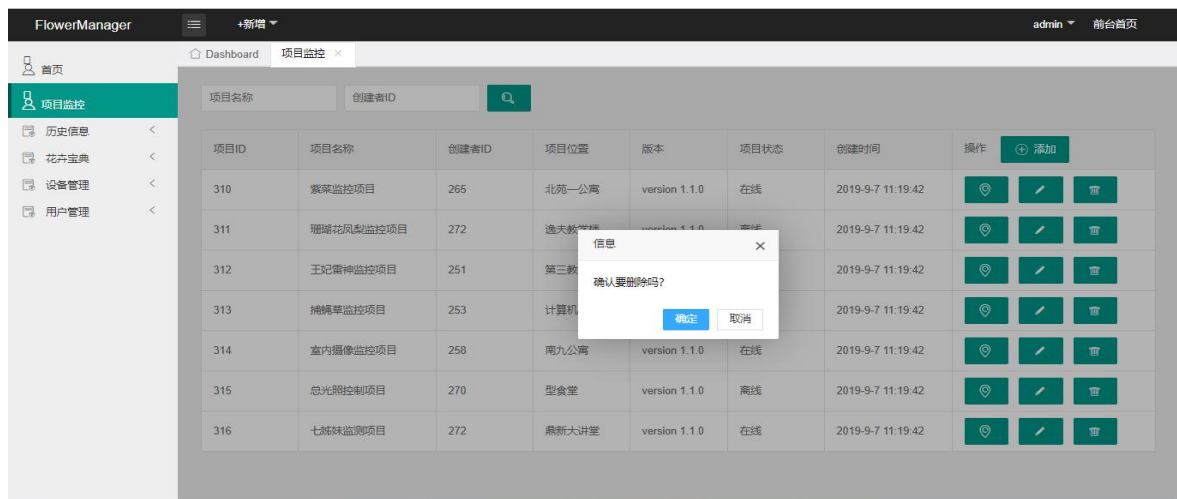
This screenshot shows the 'Add Project' (添加项目) dialog box overlaid on the project monitoring table. The dialog contains fields for Project Name, Creator ID, Project Location, Version, Project Status (a dropdown menu), Creation Time (date picker), and a 'Add' (添加) button. A 'Cancel' (取消) button is also present at the bottom right of the dialog.

添加项目监控



This screenshot shows the 'Edit Project' (编辑项目) dialog box overlaid on the project monitoring table. The dialog is titled '编辑项目信息' (Edit Project Information) and contains fields for Project ID, Project Name, Creator ID, Project Location, Project Status, Version, Creation Time, and Project Introduction. The 'Add' button is disabled, and a 'Cancel' (取消) button is at the bottom right.

编辑项目信息



The screenshot shows the FlowerManager web application interface. The left sidebar contains navigation links: 首页 (Home), 项目监控 (Project Monitoring), 历史信息 (History Information), 花卉宝典 (Flower Encyclopedia), 设备管理 (Device Management), and 用户管理 (User Management). The main content area displays a table of project monitoring data. A modal dialog box is open, asking for confirmation to delete a project.

项目ID	项目名称	创建者ID	项目位置	版本	项目状态	创建时间	操作
310	紫翠监控项目	265	北苑一公寓	version 1.1.0	在线	2019-9-7 11:19:42	[定位] [编辑] [删除]
311	珊瑚花凤梨监控项目	272	逸夫教学楼	version 1.1.0	离线	2019-9-7 11:19:42	[定位] [编辑] [删除]
312	王妃雷神监控项目	251	第三教	version 1.1.0	在线	2019-9-7 11:19:42	[定位] [编辑] [删除]
313	捕蝇草监控项目	253	计算机楼	version 1.1.0	离线	2019-9-7 11:19:42	[定位] [编辑] [删除]
314	室内摄像监控项目	258	南九公寓	version 1.1.0	在线	2019-9-7 11:19:42	[定位] [编辑] [删除]
315	总光照控制项目	270	型食堂	version 1.1.0	离线	2019-9-7 11:19:42	[定位] [编辑] [删除]
316	七姊妹监测项目	272	鼎新大讲堂	version 1.1.0	在线	2019-9-7 11:19:42	[定位] [编辑] [删除]

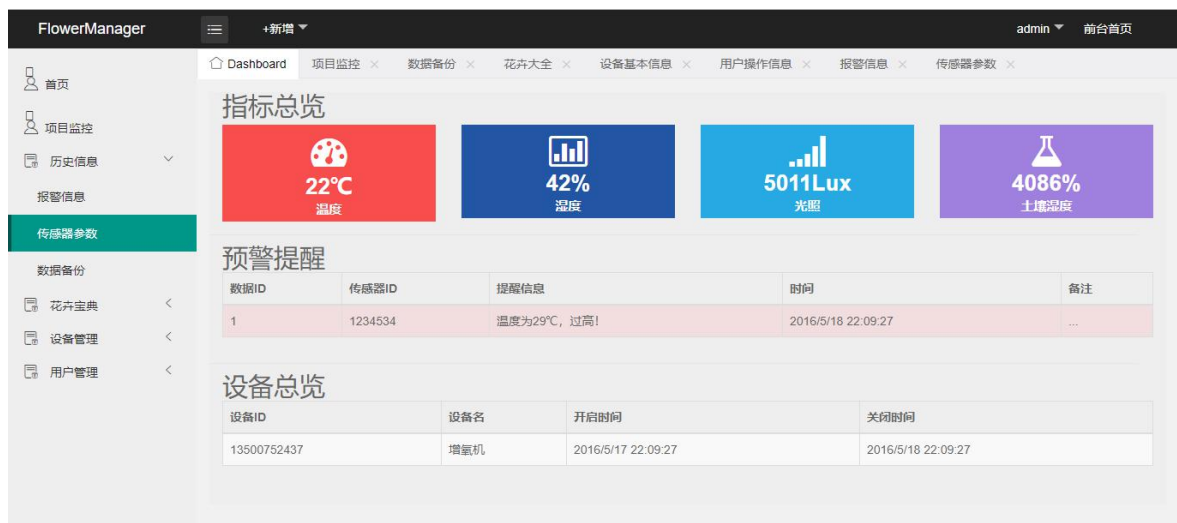
删除项目监控



The screenshot shows the FlowerManager web application interface after a successful deletion. A confirmation message is displayed: "localhost:8088 显示 操作成功" (localhost:8088 display operation successful). The table of project monitoring data is updated to reflect the deletion.

项目ID	项目名称	创建者ID	项目位置	版本	项目状态	创建时间	操作
310	紫翠监控项目	265	北苑一公寓	version 1.1.0	在线	2019-9-7 11:19:42	[定位] [编辑] [删除]
311	珊瑚花凤梨监控项目	272	逸夫教学楼	version 1.1.0	离线	2019-9-7 11:19:42	[定位] [编辑] [删除]
312	王妃雷神监控项目	251	第三教学楼	version 1.1.0	在线	2019-9-7 11:19:42	[定位] [编辑] [删除]
313	捕蝇草监控项目	253	计算机楼	version 1.1.0	离线	2019-9-7 11:19:42	[定位] [编辑] [删除]
314	室内摄像监控项目	258	南九公寓	version 1.1.0	在线	2019-9-7 11:19:42	[定位] [编辑] [删除]
315	总光照控制项目	270	型食堂	version 1.1.0	离线	2019-9-7 11:19:42	[定位] [编辑] [删除]
316	七姊妹监测项目	272	鼎新大讲堂	version 1.1.0	在线	2019-9-7 11:19:42	[定位] [编辑] [删除]

删除项目监控成功提示



The screenshot shows the FlowerManager web application interface on the Dashboard page. The dashboard includes a '指标总览' (Indicator Overview) section with four cards: Temperature (22°C), Humidity (42%), Light (5011Lux), and Soil Moisture (4086%). Below this is a '预警提醒' (Warning Reminder) section with a table of warnings. At the bottom is a '设备总览' (Device Overview) section with a table of devices.

数据ID	传感器ID	提醒信息	时间	备注
1	1234534	温度为29°C, 过高!	2016/5/18 22:09:27	...

设备ID	设备名	开启时间	关闭时间
13500752437	增氧机	2016/5/17 22:09:27	2016/5/18 22:09:27

项目监控实时显示

3.2.5 历史信息管理模块

FlowerManager						
admin 前台首页						
首页	Dashboard 报警信息 传感器参数					
项目监控	报警记录ID 设备ID					
历史信息						
报警信息						
传感器参数						
数据备份						
花卉宝典						
设备管理						
用户管理						
记录ID	设备ID	警告级别	警告信息	产生时间	备注信息	操作
517		1	湿度过高	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
518		2	温度过低	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
519		4	温度过高	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
520		2	CO2浓度过高	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
521		3	温度过低	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
522		4	CO2浓度过高	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
523		2	CO2浓度过高	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
524		2	温度过高	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除

报警信息浏览

FlowerManager						
admin 前台首页						
首页	Dashboard 报警信息 传感器参数					
项目监控	报警记录ID 设备ID					
历史信息						
报警信息						
传感器参数						
数据备份						
花卉宝典						
设备管理						
用户管理						
记录ID	设备ID	警告级别	警告信息	产生时间	备注信息	操作
517		1	湿度过高	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
518		2	温度过低	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
519		4	温度过高	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
520		2	CO2浓度过高	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
521		3	温度过低	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
522		4	CO2浓度过高	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
523		2	CO2浓度过高	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
524		2	温度过高	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除

添加报警信息

设备ID:

警告级别:

警告信息:

产生时间:

备注信息:

操作:

级别1

级别2

级别3

级别4

级别5

添加

添加报警信息

FlowerManager						
admin 前台首页						
首页	Dashboard 报警信息 传感器参数					
项目监控	报警记录ID 设备ID					
历史信息						
报警信息						
传感器参数						
数据备份						
花卉宝典						
设备管理						
用户管理						
记录ID	设备ID	警告级别	警告信息	产生时间	备注信息	操作
517		1	湿度过高	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
518		2	温度过低	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
519		4	温度过高	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
520		2	CO2浓度过高	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
521		3	温度过低	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
522		4	CO2浓度过高	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
523		2	CO2浓度过高	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除
524		2	温度过高	2019-9-7 11:25:14	--其他备注信息--	添加 编辑 删除

详情页面

记录ID:

设备ID:

警告级别:

警告信息:

产生时间:

备注信息:

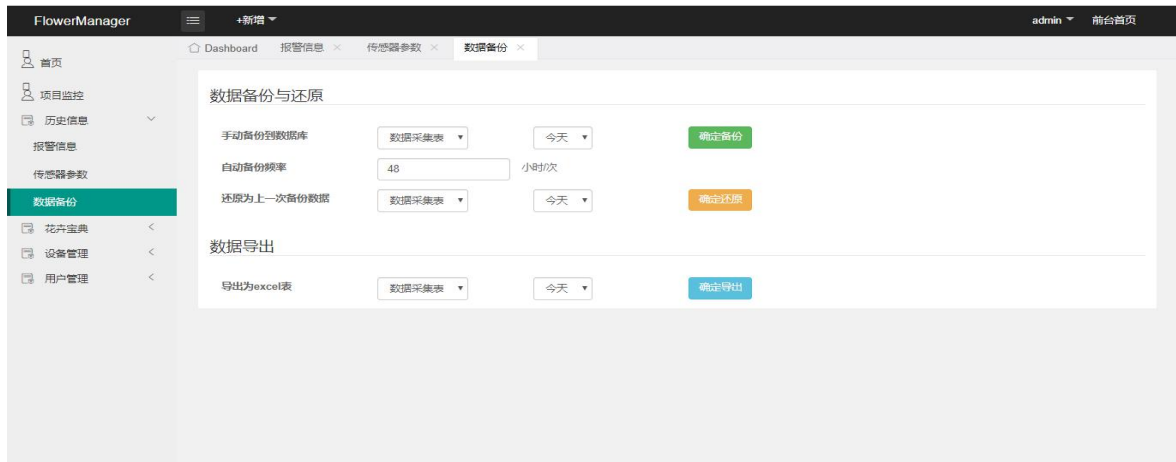
517

1

湿度过高

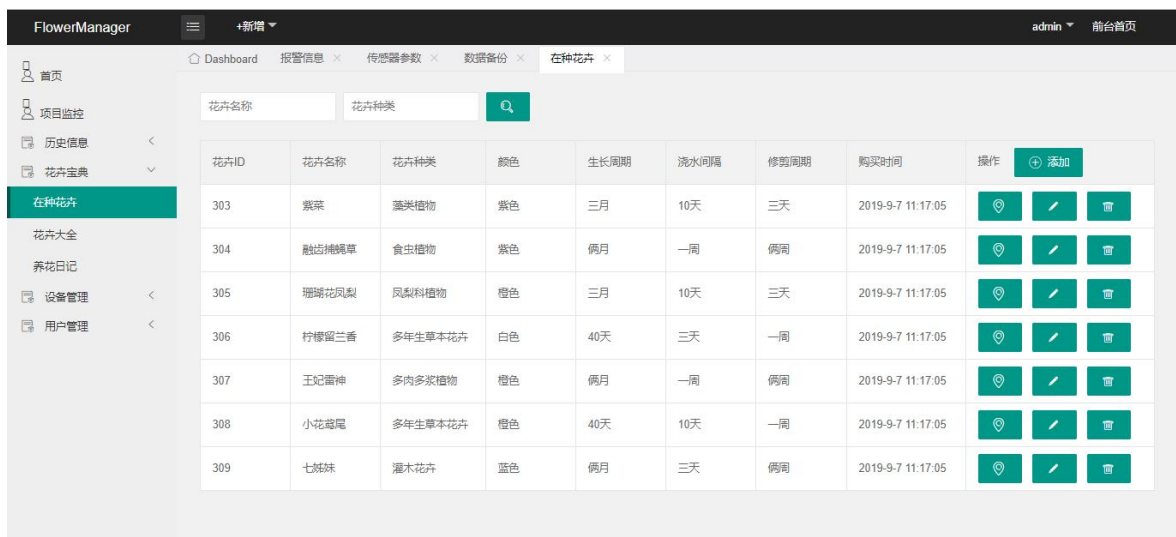
2019-09-07

--其他备注信息--



数据备份界面

3.2.6 花卉管理模块



在种花卉列表界面



在种花卉添加界面



在种花卉编辑界面



在种花卉显示界面



花卉大全界面



花卉具体显示界面



养花日记列表界面

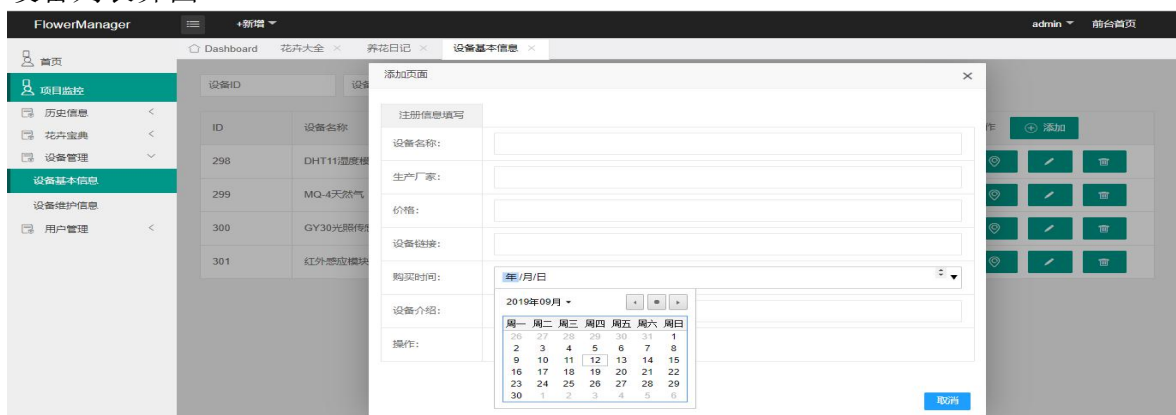


养花日记查看页面

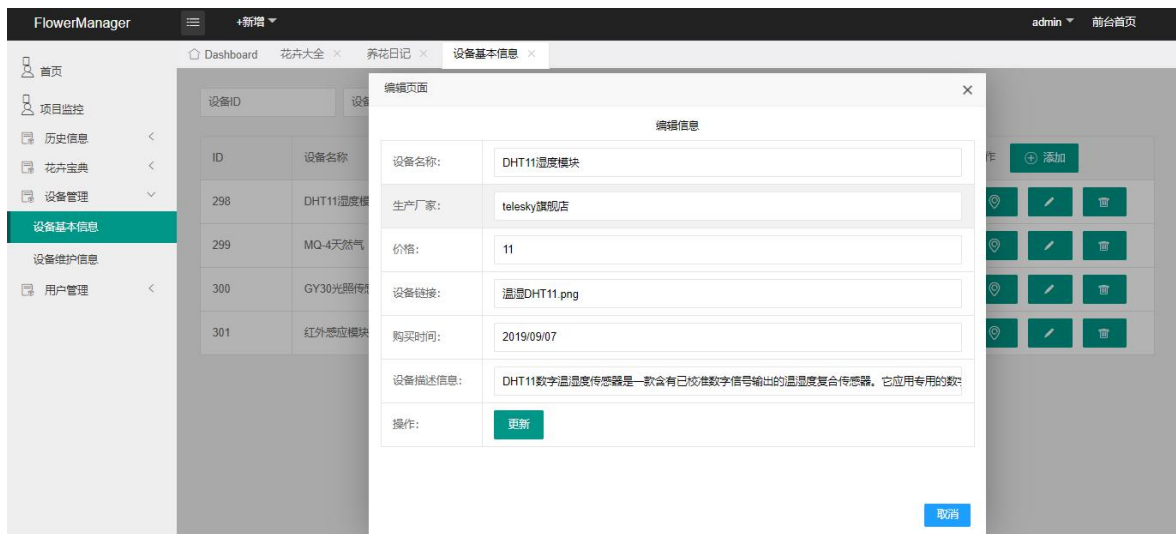
3.2.7 项目监控界面



设备列表界面



设备添加界面



设备编辑界面



设备查看界面



设备维护列表界面

3.2.8 用户管理模块

FlowerManager							
admin 前台首页							
Dashboard 用户基本信息							
<div> <div>用户名</div> <div>用户角色</div> <div>Q</div> </div>							
ID	用户名	角色	手机	地址	注册时间	操作	
268	张西博	管理员	1785412884	吉林省长春市大南区	2019-9-6 21:38:03	+	
270	张莉彬	管理员	1785412794	吉林省长春市大南区	2019-9-6 21:38:03	+	
263	杨舒涵	管理员	1785412790	安徽马鞍山雨山区	2019-9-6 21:38:03	+	
264	阎奥	管理员	1785412156	吉林青北苑一公寓	2019-9-6 21:38:03	+	
266	程友琪	管理员	1785412942	安徽马鞍山和县	2019-9-6 21:38:03	+	
262	黄秋阳	管理员	1785412558	安徽和县县皖桥	2019-9-6 21:38:03	+	
258	宋莹莹	管理员	1785412348	安徽马鞍山和县	2019-9-6 21:38:03	+	
261	贾宝田	管理员	1785412206	安徽马鞍山天鹰	2019-9-6 21:38:03	+	

用户信息列表界面

FlowerManager							
admin 前台首页							
Dashboard 用户基本信息							
<div> <div>用户名</div> <div>用户角色</div> <div>Q</div> </div>							
<div> <div> <div>ID</div> <div>用户名</div> </div> <div> <div>268</div> <div>张西博</div> </div> <div> <div>270</div> <div>张莉彬</div> </div> <div> <div>263</div> <div>杨舒涵</div> </div> <div> <div>264</div> <div>阎奥</div> </div> <div> <div>266</div> <div>程友琪</div> </div> <div> <div>262</div> <div>黄秋阳</div> </div> <div> <div>258</div> <div>宋莹莹</div> </div> <div> <div>261</div> <div>贾宝田</div> </div> </div>							
<div> <div>注册信息填写</div> <div> <div>用户名:</div> <div></div> </div> <div> <div>用户密码:</div> <div></div> </div> <div> <div>用户角色:</div> <div>请选择</div> </div> <div> <div>用户号码:</div> <div>请选择</div> </div> <div> <div>用户地址:</div> <div>用户</div> </div> <div> <div>用户介绍:</div> <div></div> </div> <div> <div>操作:</div> <div>添加</div> </div> </div>							

添加用户界面

FlowerManager							
admin 前台首页							
Dashboard 用户基本信息							
<div> <div>用户名</div> <div>用户角色</div> <div>Q</div> </div>							
<div> <div> <div>ID</div> <div>用户名</div> </div> <div> <div>268</div> <div>张西博</div> </div> <div> <div>270</div> <div>张莉彬</div> </div> <div> <div>263</div> <div>杨舒涵</div> </div> <div> <div>264</div> <div>阎奥</div> </div> <div> <div>266</div> <div>程友琪</div> </div> <div> <div>262</div> <div>黄秋阳</div> </div> <div> <div>258</div> <div>宋莹莹</div> </div> <div> <div>261</div> <div>贾宝田</div> </div> </div>							
<div> <div>编辑页面</div> <div> <div>编辑信息</div> <div> <div>用户账号:</div> <div>268</div> </div> <div> <div>用户姓名:</div> <div>张西博</div> </div> <div> <div>用户角色:</div> <div>管理员</div> </div> <div> <div>用户号码:</div> <div>1785412884</div> </div> <div> <div>用户地址:</div> <div>吉林省长春市大南区</div> </div> <div> <div>用户注册日期:</div> <div>2019/09/06</div> </div> <div> <div>用户描述信息:</div> <div>办事方法有改进, 工作有进步, 谈优秀员工做事请踏踏实实, 做人本分, 能够虚心接受市场招</div> </div> <div> <div>操作:</div> <div>更新</div> </div> </div> </div>							

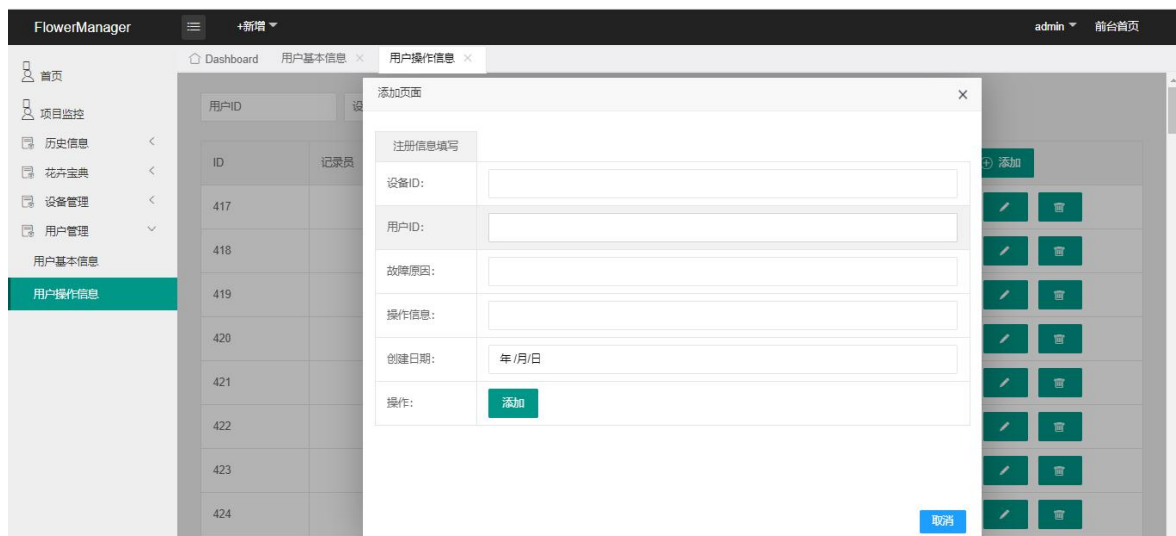
编辑用户界面



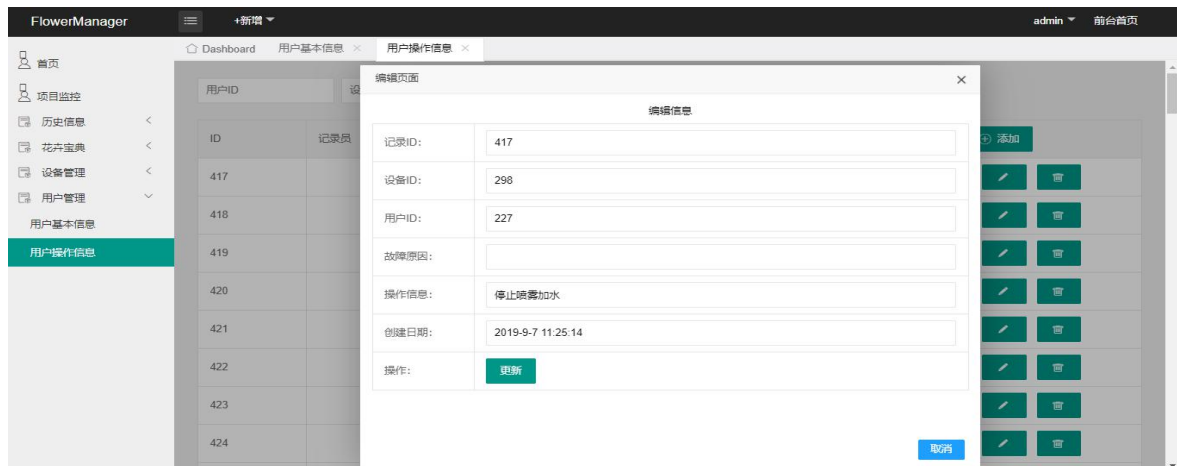
显示用户信息界面



用户操作列表界面



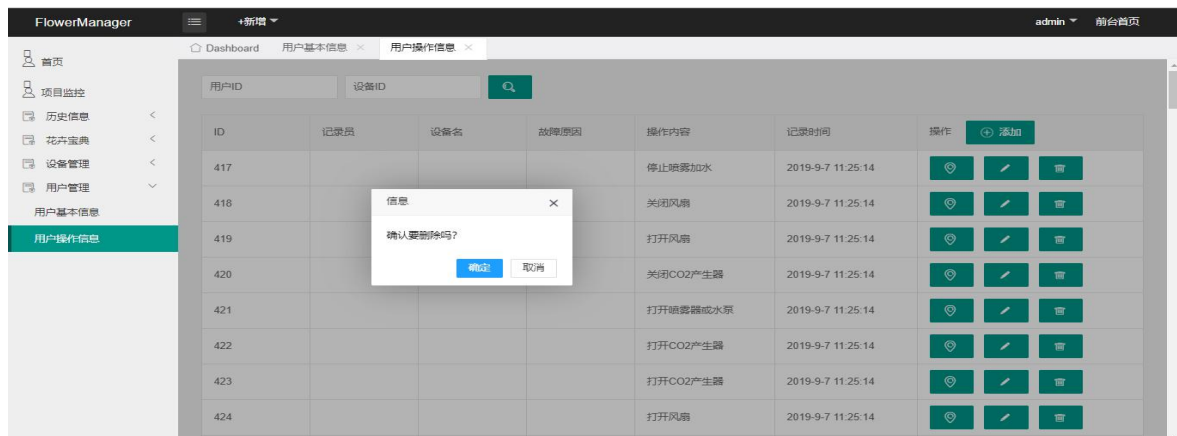
添加操作信息界面



编辑操作信息界面



显示操作信息界面



删除用户操作信息

第四章 系统实现

4.1 物联网技术架构

本产品所采用的物联网技术架构图和模块图如图 22 和图 23 所示。

应用层	由于传感器 NB-IoT-OceanConnect 平台传输延时比较大，所以专家控制系统在 NB-IoT 开发板上进行。应用层用于数据的可视化及一些管理。
网络层	NB-IoT 硬件设备得到的传感器测量数据惊醒处理发送给华为 OceanConnect 平台，再将该信息发送给 web 应用
感知层	利用温湿度，光照，土壤传感器进行环境参数检测感知，根据感知的环境和 web 端设置的阈值参数，NB-IoT 开发板通过专家系统控制相应的执行器包括：风扇，水泵，加湿器，加热器

图 22 技术架构图

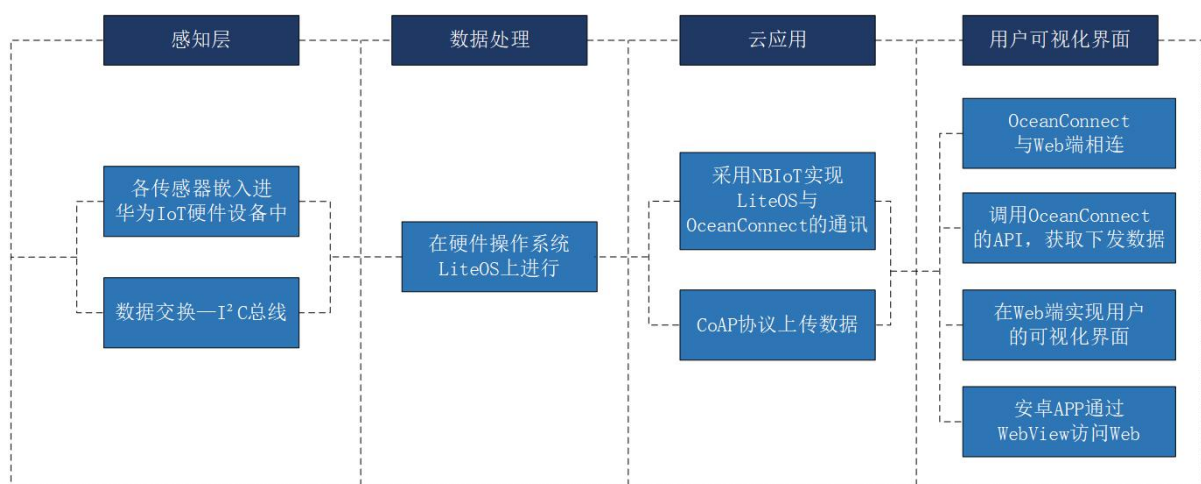
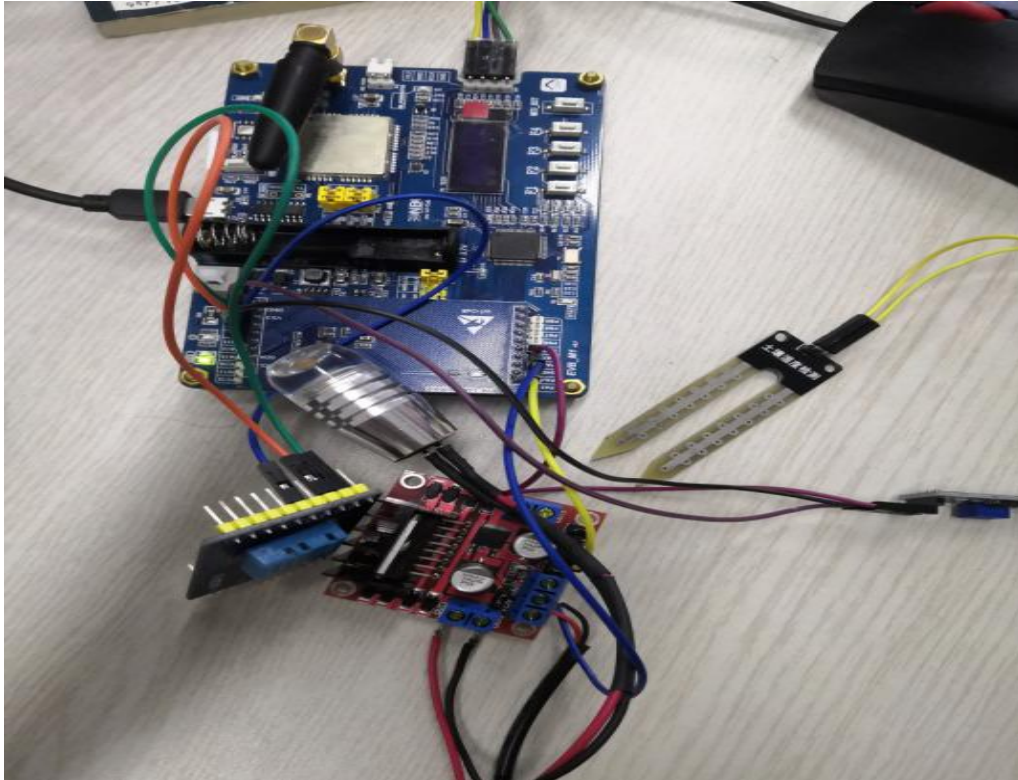


图 23 产品模块图

4.1.1 感知层技术

本产品中涉及的花卉培育相对于大棚农业温室花卉培育来说，最大的不同就是我们将智能传感器加入到温室中，通过实时感知花卉生长时环境参数来获取花卉的生长状况，为控制决策提供基础。实物图如下：



4.1.2 传输层技术

本产品传输层采用无线通信技术，利用 NB-IoT 技术使得华为 IoT 硬件设备与 OceanConnect 云平台进行数据的交换。NB-IoT 即窄带物联网，具有下述优点：

NB-IoT 特点

强链接：在同一基站的情况下，NB-IoT 可以比现有无线技术提供 50-100 倍的接入数。一个扇区能够支持 10 万个连接，支持低延时敏感度、超低的设备成本、低设备功耗和优化的网络架构。

高覆盖：NB-IoT 室内覆盖能力强，对于厂区、地下车库、井盖这类对深度覆盖有要求的应用同样适用。以井盖监测为例，过去 GPRS 的方式需要伸出一根天线，车辆来往极易损坏，而 NB-IoT 只要部署得当，就可以很好的解决这一难题。

低功耗：低功耗特性是物联网应用一项重要指标，特别对于一些不能经常更换电池的设备 and 场合，如安置于高山荒野偏远地区中的各类传感监测设备，本产品的健身设备就是如此。订阅消息图如下：

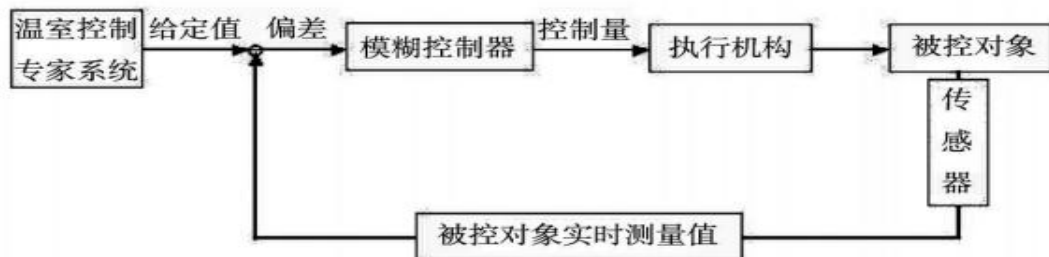

```

2019-10-11 09:55:33.349 INFO 24872 --- [nio-8088-exec-2] MonitorController : {"temperature":220,"humidity":420}
2019-10-11 09:55:33.349 INFO 24872 --- [nio-8088-exec-2] MonitorController : 220 420
2019-10-11 09:55:33.350 INFO 24872 --- [nio-8088-exec-2] MonitorController : data:{"notifyType":"deviceDataChanged","deviceId":"5bb30588-a154-4d08-b471-fed2ad3ea616",
"gatewayId":"5bb30588-a154-4d08-b471-fed2ad3ea616","requestId":null,"service":{"serviceId":"Sensor","serviceType":"Sensor","data":{"humidity":420,"temperature":220},"eventTime":"20191011T015532Z"}}
2019-10-11 09:55:33.351 INFO 24872 --- [nio-8088-exec-10] MonitorController : {"luminance":5020}
2019-10-11 09:55:33.351 INFO 24872 --- [nio-8088-exec-10] MonitorController : luminance5020
2019-10-11 09:55:33.351 INFO 24872 --- [nio-8088-exec-10] MonitorController : data:{"notifyType":"deviceDataChanged","deviceId":"5bb30588-a154-4d08-b471-fed2ad3ea616",
"gatewayId":"5bb30588-a154-4d08-b471-fed2ad3ea616","requestId":null,"service":{"serviceId":"Sensor","serviceType":"Sensor","data":{"luminance":5020},"eventTime":"20191011T015531Z"}}
2019-10-11 09:55:33.541 INFO 24872 --- [nio-8088-exec-9] MonitorController : {"SoilMoisture":4080}
2019-10-11 09:55:33.541 INFO 24872 --- [nio-8088-exec-9] MonitorController : Idd SoilMoisture4080 size=5
2019-10-11 09:55:33.542 INFO 24872 --- [nio-8088-exec-9] MonitorController : data:{"notifyType":"deviceDataChanged","deviceId":"5bb30588-a154-4d08-b471-fed2ad3ea616",
"gatewayId":"5bb30588-a154-4d08-b471-fed2ad3ea616","requestId":null,"service":{"serviceId":"Sensor","serviceType":"Sensor","data":{"SoilMoisture":4080},"eventTime":"20191011T015532Z"}}
Hibernate: select sensorinfo0_id as id1_5, sensorinfo0_createdate as createda2_5, sensorinfo0_info as info3_5, sensorinfo0_monitorid as monitori4_5, sensorinfo0_type as type5_5 fro
m sys_sensorinfo sensorinfo0 where sensorinfo0_type=?
Hibernate: select sensorinfo0_id as id1_5, sensorinfo0_createdate as createda2_5, sensorinfo0_info as info3_5, sensorinfo0_monitorid as monitori4_5, sensorinfo0_type as type5_5 fro
m sys_sensorinfo sensorinfo0 where sensorinfo0_type=?

```

4.1.3 控制层技术

本产品在系统中温度检测采用 DS18B20 传感器。当室内温度高于设定温度时，打 卡风扇，如果此时室外光照很强，还应展开内外遮阳网；当室内温度低于设 定温度时，动作过程相反；当夜间室外温度过低时，展 开内遮阳，最后是启动加热装置。土壤湿度则通过喷灌或滴灌设备为花卉补充所缺水分来 调节。光照的控制主要通过内 外遮阳网。当夜间光照不足时，通过控制补光灯进行人 工补光（例如芍药，可每 15m² 用一个 200W 的普通灯 泡来补充光照）。CO₂ 传感器采用红外双光束光谱测 量原理，测量精度和稳定性好。温室内通过控 制 CO₂ 发生器或 CO₂ 气瓶来增加 CO₂ 浓度。具体控制采用专家系统 PID 算法实现自动化控制，其中 PID 控制算法如 下图所示：



4.1.4 软件开发技术

本产品在软件开发方面采用了 Web 系统所涉及技术如下：

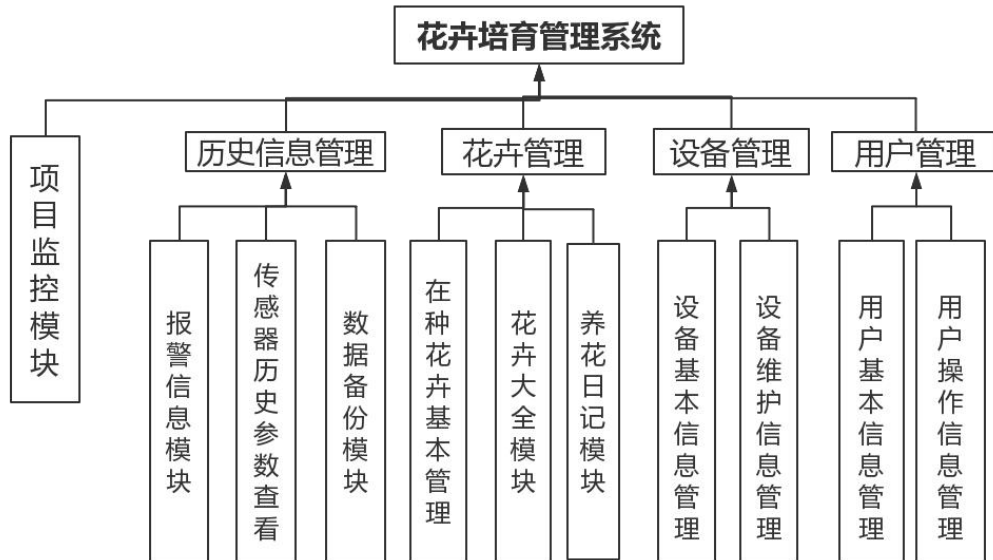
框架使用：springboot+jpa+freemaker

开发环境：IDEA

开发语言：Java，html

数据库：MySQL8.0

软件的总体功能框图如图 26 所示。



软件总体功能框图

4.1.5 云应用

本产品使用 OceanConnect 云平台接收来自华为 IoT 开发板上的数据。OceanConnect 是华为公司基于物联网、云计算和大数据等技术打造的开放生态环境。OceanConnect 围绕着华为 IoT 联接管理平台，提供了 170 多种开放 API，支持无线、有线等多种网络连接方式接入，可以同时接入固定，移动（2G/3G/4G/NB IoT），真正做到给客户提供端到端的物联网基础平台。

OceanConnect 具有强大的开放与集成能力，实现了云端平台、终端的分层智能与控制，并支持全球主流 IoT 标准。

第五章 心得体会

- 了解了应用开发流程：了解实际需求，现有状况，然后提出自己的设想，首先需要明确自己实现的目标，要有完整的设计文档，包括数据建模，实体类设计，实体类关系分析，从而设计出数据库。这一步很重要。
- 了解了 springboot 框架的强大，layui 快速前端界面设计。
- 嵌入式端需要了解那些传感器，使用那些引脚，采用何种方式查询传感器的数据，时 DMA 直接读取，定时器定时轮询读取，还是中断读取，学习了解了 IIC 总线，

AD 转换，但是在上传的时候出现了变量变空错误，还没解决，不知道时多线程导致的错误还是栈溢出，有待查证。

- 编写代码时候一定要书写规范，开发中多了一个空格，导致调试了很长时间。
- Springboot 工程打包成 jar 包，部署在 web 服务器上，推荐这种方式，适合以后 rest 功能扩展。打包成 war 包部署失败，没查是哪出错了。
- Stm32 cuberMX 功能可以图形化定义引脚功能，并生成相应代码，这样就可以直接编写逻辑业务代码，但是代码必须写在 user 注释中，否则在生成时会被擦。

参考文献

- [1] 周明全.吕林涛.李军怀.《网络信息安全技术》[M].出版地：西安.出版者：西安电子科技大学出版社.出版年：2003.起止页码：1~260 页
- [2] 华清创客学院.嵌入式之智能小米体重秤开发.[EB/OL].<https://chuanke.baidu.com/v7257507-247795-1916425.html>.2017 年
- [3] 百度学术.iCloud[EB/OL].<https://wenku.baidu.com/view/de6ca1d1b14e852458fb57c6.html?from=search>.2013/02/05
- [4] 华为 OceanConnect-IoT 的平台学习.CSDN[EB/OL].<https://wenku.baidu.com/view/de6ca1d1b14e852458fb57c6.html?from=search>.2013/02/05
- [5] JeremyKeith.《JavaScript DOM 经典编程技术网络信息安全技术》[M].出版地：北京.出版者：人民邮电出版社.出版年：2011.起止页码：154~173
