

第二届向海杯

基于 ESP32 WIFI 模块 设计一款农业大棚环境信息采集板

指导老师：苏密勇、李翔宇

团队人员：张云娜、李德森、朱鹏彬



摘要

近年来,物联网是国际研究领域的热点问题并得到广泛的关注,它代表未来网络的发展趋势,物联网凭借其高效可靠的信息传输在现代农业中也有着广泛的应用。基于物联网的精准农业大棚监控系统,一方面可以通过监测并调控大棚内温度、湿度、二氧化碳浓度等数据,以此促进农作物的生长,提高作物产量;另一方面可以实现农作物生长过程的监控自动化。

本设计主要分析了农业大棚的环境采集指标,通过传感器采集大棚内的各项信息指标,对农作物的生长环境进行监测,把监测到的数据通过网络端传到手机 APP 中,大棚内的工作人员即可根据监测的数据和农作物的生长情况进行比较,发送控制命令给终端对大棚内设备进行操作(调节温度、湿度,是否通风等)不仅如此,本设计还添加了大棚红外线安全信息监测,可通过红外线探测到是否为外来物种入侵,着实保护了农业大棚的安全。本论文主要采用的研究方法有文献调查法、系统分析法、实验法和问题分析法,提出一个精准农业大棚监控系统的设计方案。

目 录

1	我国农业大棚的发展.....	1
1.1	基本发展现状.....	1
1.2	后期发展趋势.....	2
2	基于 ESP32 智能农业大棚环境智能控制系统总体方案设计.....	2
2.1	基于物联网的温室大棚智能农业控制系统.....	2
3	设施农业大棚环境参数及采集传感器.....	3
3.1	空气温湿度传感器.....	4
3.2	土壤温湿度传感器.....	5
3.2.2	土壤湿度传感器.....	5
3.3	大气压强传感器.....	6
3.4	光照强度传感器.....	7
3.5	风速测速传感器.....	7
3.6	红外线安全警报.....	8
4	基于 ESP32 WiFi 端口的路由器后台接收和反馈信息管理.....	9
5	客户端端设备数据信息收集及管理.....	10
5.1	安卓移动客户端.....	10
5.2	基于 ESP32 的 MQTT 客户端.....	11
6	智慧农业大棚数据采集控制方案实施.....	12
6.1	方案实施.....	12
6.2	方案实施结论.....	12

6.3 下一步可行性改进..... 12

7 产品市场调研及分析..... 13

7.1 消费市场分布及规模..... 13

7.2 产品国内外现状..... 14

7.3 产品发展前景..... 15

7.4 产品市场竞争力..... 15

7.5 结论..... 16

谢辞..... 18

参考文献..... 19

1 我国农业大棚的发展

1.1 基本发展现状

众所周知，我国拥有大规模的设施农业产业，但是，设施农业大棚生产效率却始终不高，我国设施农业发展中依然存在着诸多方面的问题，提出解决问题的具体对策势在必行。具体来讲，目前，我国设施农业生产过程中往往需要劳动人员凭借经验进行运行管理，事实上，农业温室大棚受诸多方面影响因素的制约，如环境、生物等。仅仅依靠大量劳动人员的管理经验，很难将农业温室大棚环境控制在最适宜的状态。另外，引进发达国家成套的控制系统，尽管可以对我国设施农业温室大棚起到有效的助推作用，但是购买系统的成本过高，以及所购买的温室控制系统不能完全与我国基本国情相匹配。总之，结合我国的不同地域状况，生产一套技术水平先进的设施农业温室大棚环境控制系统具有十分重要的现实意义。

1.1.1 扶持力度有待进一步提高

纵观国内大棚农业，发现其种植模式集中表现于个人承包种植模式或者家庭种植模式，均表现出单一性特征，不仅可能会有资金断链现象发生，而且在配套设施方面也明显缺乏先进性与充足性，一旦有低温天气因素、早灾因素或者病虫害因素出现，就会对其产量带来极大影响，而种植户的经济效益也会因此受损，不利于大棚蔬菜业良性发展。

1.1.2 信息交换工作缺乏及时性

农作物普遍存在保质期短的问题，不仅存放难度较大，而且其经济效益往往会受到市场价格因素、供求关系因素等方面的影响，若要实现对该产业的宏观调控，除了要及时收集其价格波动信息外，还要对其销售、种植信息等实时了解，并且展开信息交换工作，以确保农业信息交流的及时性。然而，受经济发展因素、社会发展因素等影响，部分地区信息接收能力偏低，同时还存在着基础设施缺乏充足性与先进性、交通设施缺乏完善性、管理技术缺乏有效性以及信息流通缺乏及时性等问题，以至于其农产品销售市场呈现出局限性特征，并且无法与外地市场进行充分融合与合作，大棚农产品滞销问题时有发生。

1.2 后期发展趋势

我们所说的发展趋势是在设施农业种植领域，从十几年前的草毡土墙大棚、竹木大棚到后来的钢架结构大棚，再到后来的兴起的自动化连栋温室大棚体现的是蔬菜大棚越来越先进，使用劳动力越来越少、技术含量越来越高。其次是连栋温室大棚的土地使用率基本达到了百分之九十五以上，在我国这个地少人多的国家显得尤为重要。最近几年种种雾霾天气、酸雨天气、扬尘粉尘等对我们蔬菜种植的产品质量都会有很大的影响。而我们的连栋温室大棚可以形成一个半封闭式的密闭气候环境阻挡蚊虫细菌以及以上恶劣天气形成的危害，减少农药的使用，提高农产品品质及卖相。所以智能农业大棚的发展趋势巨大，其价值不可估量。智能农业大棚样图如图 1-2 所示。



图 1-2 智能农业大棚样图

2 基于 ESP32 智能农业大棚环境智能控制系统总体方案设计

2.1 基于物联网的温室大棚智能农业控制系统

该系统可以实时采集棚内的空气温湿度、土壤温湿度、光照强度、大气压强、风速测速和红外安全报警器等参数，并且通过预先设定的阈值来控制农业设备的运转。比如通过温湿度的数据来判断是否需要喷灌系统和风扇的转动，保证大棚内农产品能在适宜的生长条件下生存；通过人体红外传感器判断是否有人或牲畜靠近，保证智能大棚的安全性等，无线传感网络的终端节点连接着传感器和继电器。传感器用来感知外界环境采集数据。终端节点将采集到的数据通过无线传感发送到服务器，服务器作为连接上下层的关键节点，将底层传感器节点传过来的数据信息发送给上层。

考虑到应用层是与客户进行交互、面向客户的移动应用终端，因此在设计上层的时候采用服务器通过网关将数据传到控制中心，然后控制中心再无线连接客户的移动终端。整个架构分为感知层、网络层和应用层，硬件设备架构如图 2-1 所示。

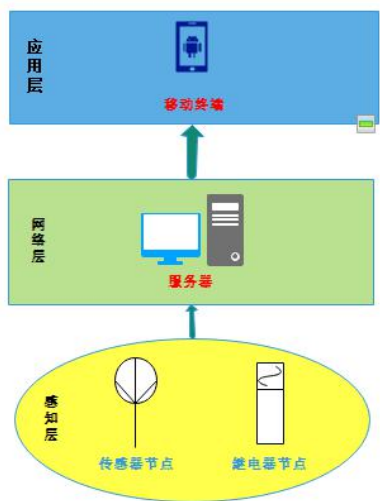


图 2-1 硬件设备架构图

在实际的温室大棚构建网络时，通信距离要增大，组网密度要提高，节点个数也要增加，通过引入路由节点来保证数据的可靠传输。路由节点发挥中继通信的作用，可以转发数据，起到路由的功能，保持网络畅通。由此无线传感网络可容纳更多节点，网络覆盖范围更广。因此在设计的时候，根据应用场景的大小选择合适的网络布局。总体设计框图如图 2-2 所示。

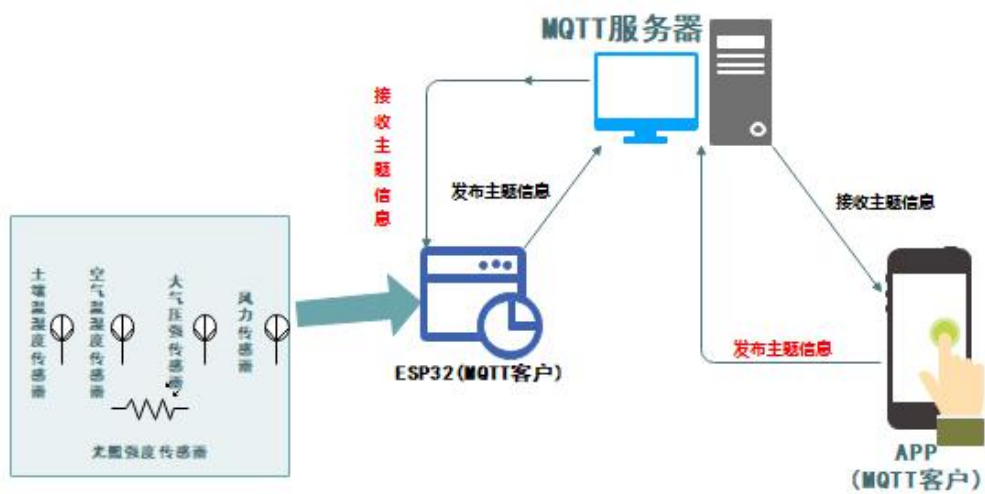


图 2-2 总体设计框图

3 设施农业大棚环境参数及采集传感器

从总体上来看，园艺作物能否得到健康生长，一方面取决于自身的遗传特性，另一方面就与所生长的环境息息相关。环境因子主要包括温度、湿度、光照、气体因子等，在温室大棚内部，通过控制各项环境因子在适宜的水平，能够有效地提高农作物的质量与产量。本文主要就空气温湿度、土壤温湿度、光照强度、大气压强、风速测速和红外线感应 6 项环境因子进行论述。

3.1 空气温湿度传感器

温度是影响园艺作物呼吸作用和光合作用的重要因素，每一种农作物生长都有适宜的温度范围，并满足“三基点”要求。“三基点”具体包括温度下限、温度上限以及最适生长温度。那么，如何调控设施农业大棚温度呢？一般情况下，我们主要采用电热采暖、热风采暖、热水采暖 3 种方式进行加温，我们将采用水分蒸发、遮阳、通风的方式进行环境的降温。在必要的情况下，由于温度和湿度之间存在着一定的关联性，升温 and 降温都会引发温室大棚内部湿度的改变，我们还要考虑到湿度改变对农作物生长的影响。

湿度是影响农作物生长的最重要的环境因子，一般情况下，农作物的含水量为 60%~80%，而农作物的生理过程几乎都离不开水分的参与，如蒸腾作用、呼吸作用、光合作用。对于设施农业温室大棚而言，其内部环境的湿度是由土壤湿度和空气湿度共同决定的。温室大棚本身是密闭的微环境，我们常常对其进行降湿处理，一般情况下，我们可以采用通风的方式来去除空气中多余的水分，也可以采用一定的吸附材料来降低空气的湿度。

在本次设计中，我们采用的是 DH711 传感器，DHT11 数字温湿度传感器是一款含有已校准数字信号输出的温湿度复合传感器，它应用专用的数字模块采集技术和温湿度传感技术，确保产品具有极高的可靠性和卓越的长期稳定性。每个 DHT11 传感器都在极为精确的湿度校验室中进行校准。校准系数以程序的形式存在 OTP 内存中，传感器内部在检测信号的处理过程中要调用这些校准系数。单线制串行接口，使系统集成变得简易快捷。超小的体积、极低的功耗，使其成为该类应用中，在苛刻应用场合的最佳选择。产品为 4 针单排引脚封装，连接方便。DHT11 与单片机的接线图如图 3-1 所示。

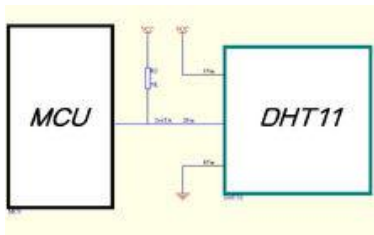


图 3-1 DHT11 与单片机的接线图

3.2 土壤温湿度传感器

3.2.1 土壤温度传感器

土壤温度传感器是可以监测土壤、大气还有水的温度，是地表温度和地中温度的总称。土壤温度的高低，与作物的生长发育、肥料的分解和有机物的积聚等有着密切的关系，是农业生产中重要的环境因子。土壤温度也是小气候形成中一个极为重要的因子。土壤温度的升降，主要决定于土壤热通量的大小和方向，但也与土壤的容积热容量、导热率、密度、比热和孔隙度等土壤热力特性和土壤含水量有关。对于非水平地表来说，还与坡地方位和坡度大小有关。

本次设计采用的是 DS18B20 土壤温度传感器，是一种常用的数字温度传感器其输出的是数字信号，具有体积小，硬件开销低，抗干扰能力强，精度高的特点。如图 3-2-1 所示。

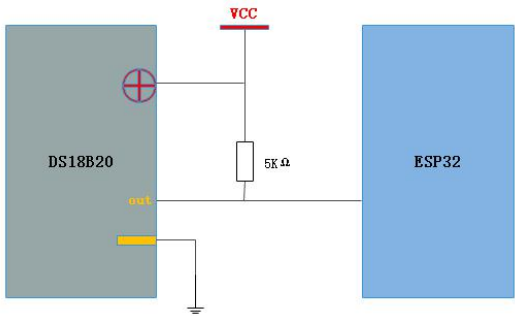


图 3-2-1 DS18B20 土壤温度传感器

3.2.2 土壤湿度传感器

土壤湿度传感器又名土壤水分传感器，土壤含水量传感器。土壤湿度传感器由不锈钢探针和防水探头构成，可长期埋设于土壤和堤坝内使用，对表层和深层土壤进行墒情的定点监测和在线测量。与数据采集器配合使用，可作为水分定点监测或移动测量的工具测量土壤容积含水量，主要用于土壤墒情检测以及农业灌溉

和林业防护。

本次设计采用的是土壤湿度传感器，FDR 频域反射仪是一种用于测量土壤水分的仪器，它利用电磁脉冲原理、根据电磁波在介质中传播频率来测量土壤的表观介电常数，从而得到土壤相对含水量，FDR 具有简便安全、快速准确、定点连续、自动化、宽量程、少标定等优点。是一种值得推荐的土壤水分测定仪器。当土壤湿度传感器探头悬空时，三极管基极处于开路状态，三极管截止输出为 0；当插入土壤中时由于土壤中水分含量不同，土壤的电阻值就不同，三极管的基极就提供了大小变化的导通电流，三极管集电极到发射极的导通电流受到基极控制，经过发射极的下拉电阻后转换成电压。MH-sensor-series 土壤湿度传感器原理图如图 3-2-2 所示。

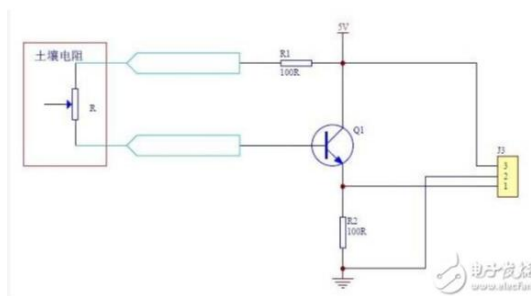


图 3-2 MH-sensor-series 土壤湿度传感器原理图

3.3 大气压强传感器

气压传感器是用于测量气体的绝对压强的仪器，主要适用于与气体压强相关的物理实验，如气体定律等，也可以在生物和化学实验中测量干燥、无腐蚀性的气体压强。气压传感器主要用来测量气体的压强大小，其中一个大气压量程的气压传感器通常用来测量天气的变化和利用气压和海拔高度的对应关系用于海拔高度的测量。

本次设计中采用的是 BMP280 大气压强传感器，Bosch 的 BMP280 是一种专为移动应用设计的绝对气压传感器。该传感器模块采用极其紧凑的封装。得益于小尺寸和低功耗特性，这种器件可用在如移动电话、GPS 模块或手表等电池供电型设备中。BMP280 也基于 Bosch 成熟的压阻式压力传感器技术，具有高精度和线性度，以及长期稳定性和很高的 EMC 稳健性，在多种设备工作中选择带来了最高灵活性，可以在功耗、分辨率和滤波性能方面对设备进行优化。

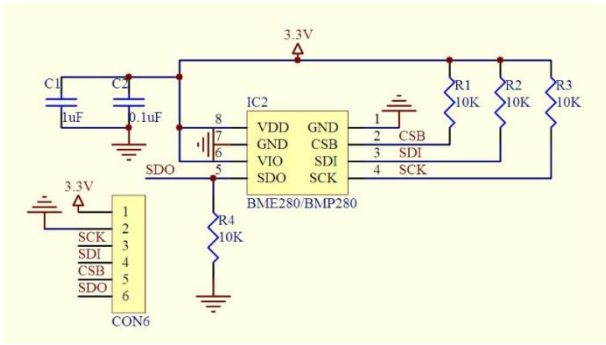


图 3-3 BMP280 大气压强传感器封装图

3.4 光照强度传感器

植物的光合作用离不开光照，并且 光合作用的速率也随着光照强度的改变而发生变化，众所周知，对于农作物而言，每一种农作物都对应一个光 饱和点。低于这个光饱和点，农作物的生长受到限制，而 高于这个光饱和点，即便是光照强度加大，农作物光合 作用也不再加快。大多数的农作物最适光照强度范围是 8000~12000lux，而我们常常采用遮光和补光操作的办法，能让农作物尽可能在最适光照强度范围内生长。利用人 工光源，人为地延长光照时间或者提高光照强度进行补光 操作，利用遮阳网来进行遮光操作。

本次设计中使用的是 BH1750FVI，它是一种用于两线式串行总线接口的数字型光强度传感器集成电路。这种集成电路可以根据收集的光线强度数据来调整液晶或者键盘背景灯的亮度。利用它的高分辨率可以探测较大范围的光强度变化。BH1750FVI 光照强度传感器框图如图 3-4 所示。

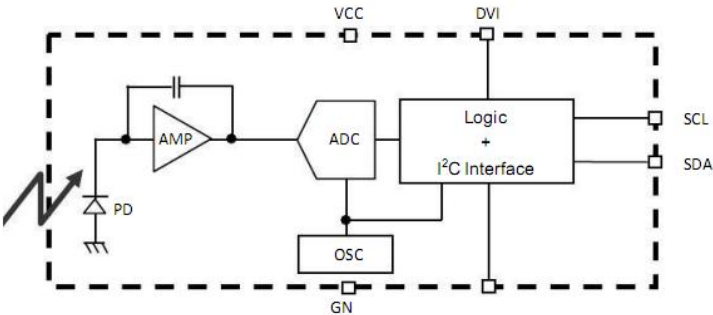


图 3-4 BH1750FVI 光照强度传感器框图

3.5 风速测速传感器

对射计数传感器是目前多应用于存在状态的传感，位置编码极限传感，运动检

测和计数。原理是采用红外对射及反射的两个设备安装在入口区域的两边，一旦有目标经过阻挡了红外线，就会自动计数。

本次设计使用对射计数传感器与风车空心杯电机组合，搭建风速传感器，测试风速。风车受风力影响转动，阻挡感应器红外对射，感应器计数一分钟内红外线受阻挡总数。通过风车半径和红外受阻挡总数两项数据，计算风速。对射红外传感器封装图以及风速测速实物图如图 3-5、3-6 所示。

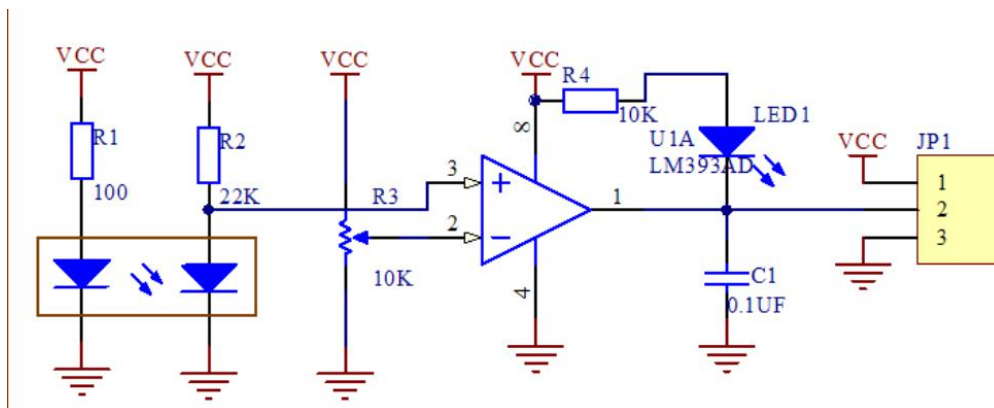


图 3-5 对射红外传感器封装图

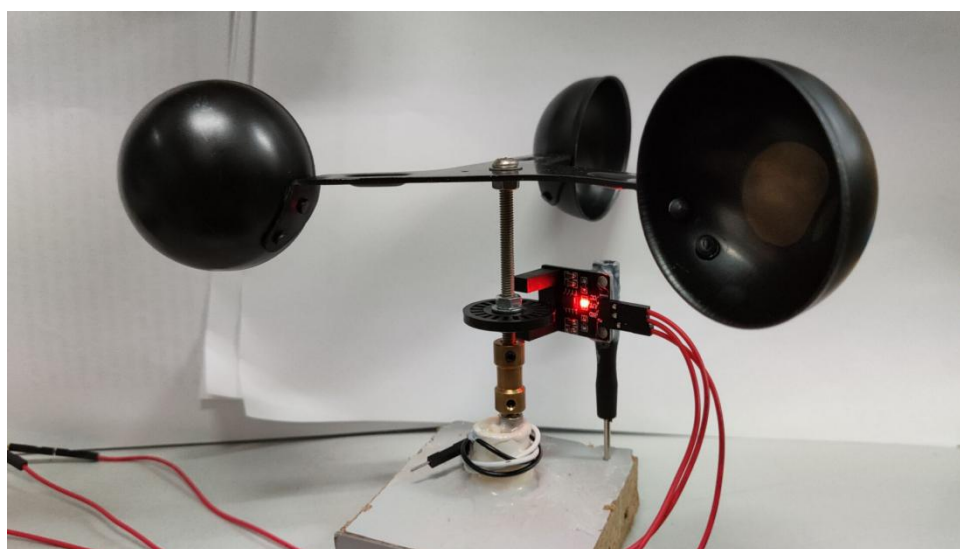


图 3-6 风速测速实物图

3.6 红外线安全警报

在本次设计中我们添加了一项红外线安全报警器，通过 HC-RS501 红外感应器，对大棚外的人物或是动物进行监测报警，主要为了防止外来物种的侵入，威胁大棚内信息与产品安全。主要原理是人体和动物都有恒定的体温，所以会发出特定

波长 10UM 左右的红外线，被动式红外探头就是靠探测人体或动物发射的 10UM 左右的红外线而进行工作的，发射的 10UM 左右的红外线通过菲泥尔滤光片增强后聚集到红外感应源上。 红外感应源通常采用热释电元件，这种元件在接收到人体红外辐射温度发生变化时就会失去电荷平衡，向外释放电荷，后续电路经检测处理后就能产生报警信号。HC-RS501 红外感应器实物图如图 3-6 所示



图 3-6 HC-RS501 红外感应器实物图

4 基于 ESP32 WiFi 端口的路由器后台接收和反馈信息管理

大棚中主要通过 ESP32 单片机对大棚中的空气温湿度、土壤温湿度、光照强度、大气压强、风速测速和红外线感应器的数据进行采集， 经过换算得到相应环境数据后，通过 ESP32 的串口将数据传输给自身携带的 WiFi 模块。Android 手机通过串口转 WiFi 模块对传感器采集来的数据进行接收，为远端传输提供了标准 WIFI 无线接口等多种互联网信息通道，支持 MQTT 协议，可以将本地的数据传输到局域网或者互联网中，实现了本地和远端双重监控，方便用户对本地和远端数据的查看并控制，并将其在 Android 手机 APP 上显示出来。网络端如图 4-1 所示。

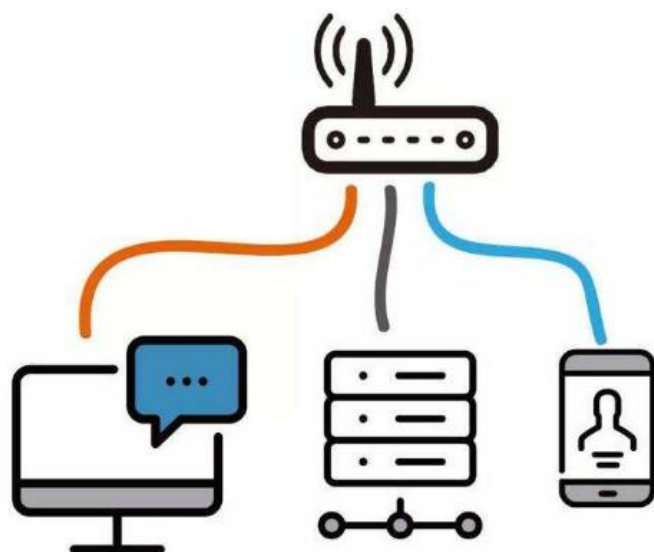


图 4-1 网络端

5 客户端设备数据信息收集及管理

5.1 安卓移动客户端

通过 Android 手机端，能够通过 MQTT 协议传输 ESP32 采集到的数据显示在 Android 手机端监测界面中，爱特农客户端（APP）利用解释道农业现场设备的远程测控，主要业务功能包含传感器数据远程查看，现场实时视频监控，接收、查看环境报警信息，远程自动控制温室环境设备等。手机监测界面如图 5-1 所示。



图 5-1 手机监测界面

与此同时，通过采集到的数据对环境温湿度，土壤湿度的 阈值进行设定，如果当前环境达不到所设定要求时，风扇、电灯和水泵等控制设备会自动打开，对大棚内的空 气温度及空气质量、光照强度、土壤湿度等环境信息进 行干预，以便达到预先设定的环境阈值。

5.2 基于 ESP32 的 MQTT 客户端

OLED 显示屏即有机发光显示器，在手机 LCD 上属于新崛起的种类，被誉为“梦幻显示器”。

OLED 也被称之为第三代显示技术。OLED 不仅更轻薄、能耗低、亮度高、发光率好、可以显示纯黑色，并且还可以做到弯曲，如当今的曲屏电视和手机等。当今国际各大厂商都争相恐后的加强了对 OLED 技术的研发投入，使得 OLED 技术在当今电视、电脑（显示器）、手机、平板等领域应用愈加广泛。 [1]

通过 OLED 显示屏可直接显示传感器采集到的数据，便于在没有移动端的条件下还可观察到大棚内采集数据的变化，同样的，在有移动端的条件下，可监测在通过 MQTT 传输过程中是否有效及正确。OLED 信息采集显示屏如图 5-2 所示。

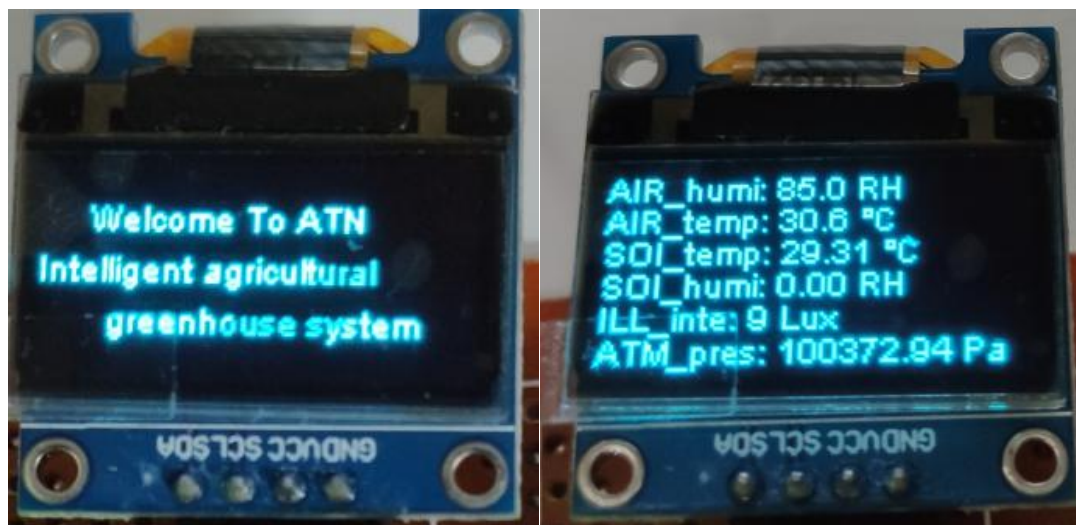


图 5-2 OLED 信息采集显示屏

6 智慧农业大棚数据采集控制方案实施

我国非常重视物联网技术在各个领域的研究,通过互联网及物联网技术提升农业生产、经营、管理和服务水平,培育一批网络化、智能化、精细化的现代“种养”加生态农业新模式,形成示范带动效应,加快完善新型农业生产经营体系,培育多样化农业互联网管理服务模式,逐步建立农副产品、农资质量安全追溯体系,促进农业现代化水平明显提升已经成为主流发展模式。本系统研究能真正的把先进的技术融入现代农业技术里面,对农业数字化、信息化有非常大的推动作用。

6.1 方案实施

由于条件有限,我们仅能在桂林电子科技大学北海校区的宿舍、教室以及实训室,进行踩点和取样,采集出空气温湿度、土壤温湿度、光照强度、大气压强、风速测速和红外安全报警器等参数。

6.2 方案实施结论

本项目是基于支持 WiFi 的设备下才能实现的,在此次方案实施中,我们测试到每个采集点的所测试到的值是不同的,每天采集的温度也是有变化的,实践出真理,本次的方案实施得到了很好的验证。

6.3 下一步可行性改进

在这次测试中圆满的完成，为我们接下来要做的奠定了扎实的基础。科技的进步是勇往不前的，而我们作为新青年，我们也应该在快速发展的时代为社会做出更多有意义的事情，我们的智慧农业大棚仅仅只是在最基础的最基本的大棚需求上实现的，而在现实中，温室大棚的规模越大，数星越多，种植的植物越名贵，那么管理难度就会越大，风险也会越高，因此要总览各个温室的环境和作物生长情况，对分散的温室大棚进行综合型的远程监测和控制，智能温室监控系统就能满足远程监测与控制。

智能温室已经成为弥补传统农业弊端的一种新型农业模式，也是促进温室大棚生产向着精细化、智能化方向发展的一种有效途径。智能温室监控系统充分降低了信息获取、处理、传输各环节上的成本，优化了农业资源，改善了作业者的工作环境。尤其是在在大规模温室大棚生产中，使用智能温室监控系统的优势能够更好的体现出来，可以为温室精准调控提供科学依据，达到增产、改善品质、调节生长周期、提高经济效益的目的。

7 产品市场调研及分析

温室大棚研究报告主要是通过对温室大棚行业的主要内容和配套条件，如市场调查、资源供应、建设规模、工艺路线、设备选型、环境影响、资金筹措、盈利能力等，从技术、经济、工程等方面进行调查研究和分析比较，并对项目建成以后可能取得的财务、经济效益及社会影响进行预测，从而提出该温室大棚项目是否值得投资和如何进行建设的咨询意见，为项目决策提供依据的一种综合性的分析方法。可行性研究具有预见性、公正性、可靠性、科学性的特点。温室大棚研究报告是确定建设项目的具有决定性意义的工作，是在温室大棚投资决策之前，对拟建项目进行全面技术经济分析论证的科学方法，在投资管理中，温室大棚行业研究报告是指对拟建项目有关的自然、社会、经济、技术等进行调研、分析比较以及预测建成后的社会经济效益。

7.1 消费市场分布及规模

本产品消费多集中于种植户或果蔬种植公司，这类大棚用户多集中于长江中下游地区、东北地区、新疆及其周边果蔬富集区。

目前市场上已有智能温室大棚的使用，全国范围内都已试用，但市场上已有产

品占地面积大，需要大规模平地，在山区无法有效使用，多利用于平原地区，如中国四大平原：东北平原、华北平原、长江中下游平原、关中平原；

本产品采用多层升降横移式立体结构，拥有提高土地利用率的有点，即使在山区也只需较小平整土地即可搭建，在例如广西丘陵地区同样适合普及。

目前市场上其他智能温室大棚已经拥有一定市场规模，其他企业产品已占据一定份额；本项目产品在需打开市场，先在广西地区试行，更突显本产品优点。温室大棚产品区域集散地图如图 7-1 所示。



图 7-1 温室大棚产品区域集散地图

7.2 产品国内外现状

目前，国内具有生产智能化温室能力的公司约 20 余家，由于其研制时间较早，受当时的电脑水平和国内部分种类传感器的性能所限，系统整体水平不高。此外，由于其产品进入市场时间短，系统的可靠性和耐用性还有待证明。目前，国内公司主要依靠自己的力量研发，虽拥有独立的知识产权，但仍无法与荷兰、以色列等国家的智能化温室系统相比。一是此类设备价格昂贵，不能得到普及；二是对各

种参数的控制缺少智能化，而使其应用受栽培学知识的局限性。一种植物在不同的生长期其最佳气候要求不同，不同植物在相同生长期的最佳气候要求也不同，由于操作者不一定是农业专家，其设定的气候参数是否是植物本生长期的最佳参数，因此操作人直接影响着自控系统效益的发挥。

7.3 产品发展前景

面对农村劳动力大量外流的现状，政策提倡创新农业生产经营体制，发展家庭农场、种植大户、新型农民合作组织，支持龙头企业通过兼并、重组、收购、控股等方式组建大型企业集团。创建农业产业化示范基地，促进龙头企业集群发展。推动龙头企业与农户建立紧密型利益联结机制，采取保底收购、股份分红、利润返还等方式，让农户更多分享加工销售收益。鼓励和引导城市工商资本到农村发展适合企业化经营的种养殖业。增加扶持农业产业化资金，支持龙头企业建设原料基地、节能减排、培育品牌。家庭农场、农业种植大户、农民合作组织的形成与发展，必将加速智能温室这种先进技术在农业方面的推广应用。因为这些新的农业经济体有资金、有技术、有人才，有能力利用智能温室新技术提升土地的单位产出值，实现家庭农场的效益最大化。

7.4 产品市场竞争力

可为客户正确制定营销策略或投资策略提供信息支持。企业的营销策略决策或投资策略决策只有建立在扎实的市场分析的基础上，只有在对影响需求的外部因素和影响购、产、销的内部因素充分了解和掌握以后，才能减少失误，提高决策的科学性和正确性，从而将经营风险降到最低限度。温室大棚产品目标市场选择策略及模式如图 7-4 所示。

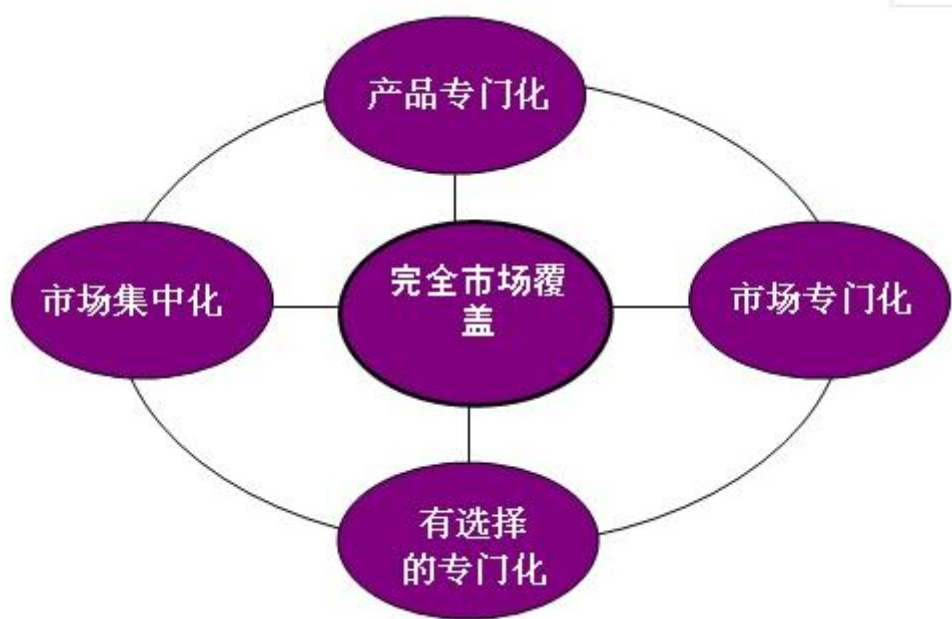


图 7-4 温室大棚产品目标市场选择策略及模式

7.4.1 种植作物几乎零损失

相较人工监控而言,采用智能温室来进行智慧种植，最明显的优势就是可以保证温室大棚内部保持恒定的环境条件，这对于环境要求比较高的植物来说，能够有效规避由于人为因素而造成生产损失。

7.4.2 迅速提升产星和质量

智能温室对于温室大棚生产的帮助是显而易见的，采用这种智能化的控制方式之后，环境有保障了，作物的产量和质比人工控制的大棚都有极大的提高。

7.4.3 节本增效

对于具备一定规模的种植企业来说，要持续提升农业种植的效益，不仅需要提升农作物的产量和品质，还需要提高工作效率，降低运营成本。而智能温室应用于温室大棚智能控制之后，也可以在这两个方面发力。应用智能温室监控系统之后，工作效率明显提高，人工成本可以大大降低，而设备的投入与运行，可以完全由节约下来的劳动力成本中核算出来，而且应用温室智能控制系统的经济效益是长期的，使用时间越长，那么表示劳动力成本也会越低。

7.5 结论

总而言之，发展适合中国大规模农业大棚才是硬道理。如果能在某一个细分的

领域做得专业化，既提高了效率，又节省了成本。成立一个小组，把每一个专业细分每一个领域的管理范围，做到专业育苗、专业配肥、专业采收、专业质检、专业分拣、专业销售，为我们的智能农业大棚的客户以及销售市场的消费者提供专业的服务。做到领域细分，管理细分。

我们意识到当前物联网已经进入了一个变革期，以后的智慧农业大棚，一定会变得越来越成熟，工作也越来越细分，从业的人员也越来越多。越来越趋向于规模化、专业化！

谢辞

本作品是我们在李翔宇老师和苏密勇老师悉心指导下完成的。李翔宇老师在我们提供了很多元器件以及让我们有更多的时间在实验室进行焊接指导，苏密勇老师则是在课后对我们进行理论技术指导以及给我们提了很多重要的建议。再次向苏密勇老师和李翔宇老师以及举办向海杯大赛的各位领导们给了我们许多支持和帮助，我们将以诚挚的谢意和崇高的敬意表示感谢。

最后我们还要想百忙之中抽取时间对本文进行审阅的、评议和参加本组答辩的向海杯的领导们表示诚挚的感谢。

参考文献

- [1]孙忠富, 杜克明, 郑飞翔, 等. 大数据在智慧农业中研究与应用展望[J]. 中国农业科技导报, 2013(6):63-71.
- [2] 李道亮. 物联网与智慧农业[J]. 农业工程, 2012, 2(1):1-7.
- [3]彭程. 基于物联网技术的智慧农业发展策略研究[J]. 西安邮电学院学报, 2012(2):94-98.
- [4]黄燕娟, 赵新, 李庆, 等. 汽车类大学生专业 实践能力培养分析[J]. 现代农业装备, 2014 (5): 64-66, 70.
- [5] 李彦. 美国汽车维修职业技能认证体系及其启示[J]. 职业技术教育, 2013 (2): 92-95.
- [6] 蔡文晶 , 秦会斌 . 基于 ZigBee 精简协议的无线数据采集系统 [J]. 机电工程 , 2011, 28(2):224-226.
- [7] 李文仲 , 段朝玉 . ZigBee 无线网络技术入门与实战 [M]. 北京 : 北京航空航天大学出版社 , 2007.