



# 智慧农业物联网解决方案

深圳市伊元科技有限公司

2019 年 3 月

# 目录

一、 智慧农业方案概述 .....	2
1.1 智慧农业物联网架构 .....	2
1.2 LoRa 物联网简介 .....	2
1.3 智慧农业物联网解决方案 .....	3
二、 智能灌溉物联网解决方案及其产品 .....	4
2.1 智能灌溉物联网方案架构 .....	4
2.2 IWG200 网关 .....	6
2.3 GSP 通用传感器平台 .....	7
2.4 灌溉系统传感器终端产品 .....	8
2.4.1 土壤温湿度监测传感器 .....	8
2.4.2 自保持式电磁阀 .....	10
2.5 管材产品 .....	11
2.5.1 PVC-M 管 .....	11
2.5.2 PVC-U 管 .....	11
2.5.3 PE 管 .....	11
二、 智能灌溉各系统及其配置 .....	12
3.1 滴灌系统 .....	12
3.2 喷灌系统 .....	15
3.3 泵房系统 .....	16
3.3.1 泵房水压监测子系统 .....	16
3.3.2 水箱水位监测子系统 .....	18
3.3.3 水肥一体化子系统 .....	20
3.4 气象监测系统 .....	23

# 一、智慧农业方案概述

## 1.1 智慧农业物联网架构

智慧农业物联网的整体架构，主要由如下系统组成：

- 综合信息平台：门户、大数据监管平台；
- 农业生产管理系统：农业智慧环境监测、大棚/大田种植、水产养殖、畜禽养殖等；
- 农业生产服务平台：农事管理、远程专家诊断、农技知识库；
- 农产品质量安全追溯系统：质量追溯、政府监管平台；
- 农业电子商务平台：农产品信息及交易平台、物流管理。



图 1 智慧农业物联网系统组成

智慧农业物联网方案是综合应用物联网、互联网、云计算、智能控制、智能决策等现代信息技术，依托部署在农业生产现场的各种合作伙伴的传感设备，例如土壤温湿度、空气温湿度、二氧化碳、氨气、硫化氢、粉尘、气象风速、光照、水质水温、溶解氧、PH 值等，和无线通信网络实现农业生产环境的智能感知、智能预警、智能决策、智能分析、专家在线指导，为农业生产提供科学化种植/养殖、可视化管理、智能化决策。

## 1.2 LoRa 物联网简介

智慧农业解决方案是基于商用最为成熟的 LoRa 技术，采用非授权频段、轻量级网络、黑盒化的物联终端、承载与应用一体化的安全架构、独立式云化应用理念。

1.3 智慧农业物联网解决方案

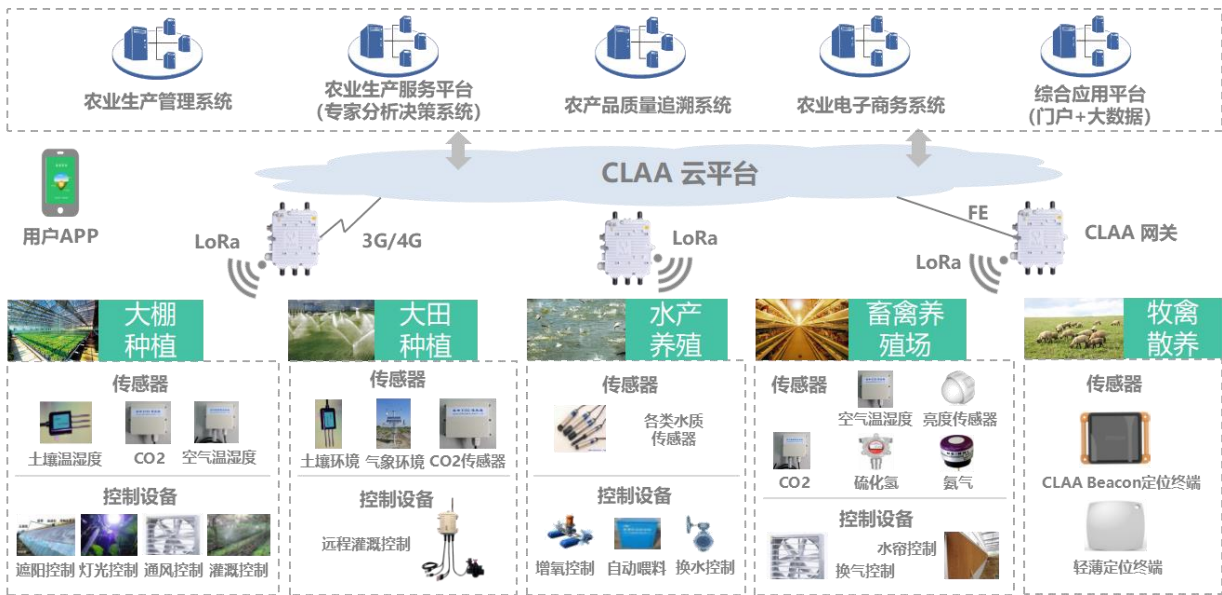


图 2 智慧农业物联网解决方案

如图所示，在大棚种植、大田种植、水产养殖、畜禽养殖、牧禽养殖等场景，布置多种 LoRa 传感器终端，监测到的数据通过 LoRa 技术，上传至网关。网关可利用 3G/4G/FE 等方式将数据上传至云平台。平台端将数据解析给应用层进行处理分析。同样的，应用端可进行操作，下发控制指令，经网关以 LoRa 技术发送至控制设备。

基于该解决方案，可以实现农产品从选种、育苗，到生产管理、订购销售、物流配送、质量安全溯源等产、供、销全过程的高效感知及可控，实现更完备的信息化基础支撑、更透彻的农业信息感知、更集中的数据资源、更广泛的互联互通、更深入的智能控制、更贴心的公众服务。

## 二、智能灌溉物联网解决方案及其产品

### 2.1 智能灌溉物联网方案架构

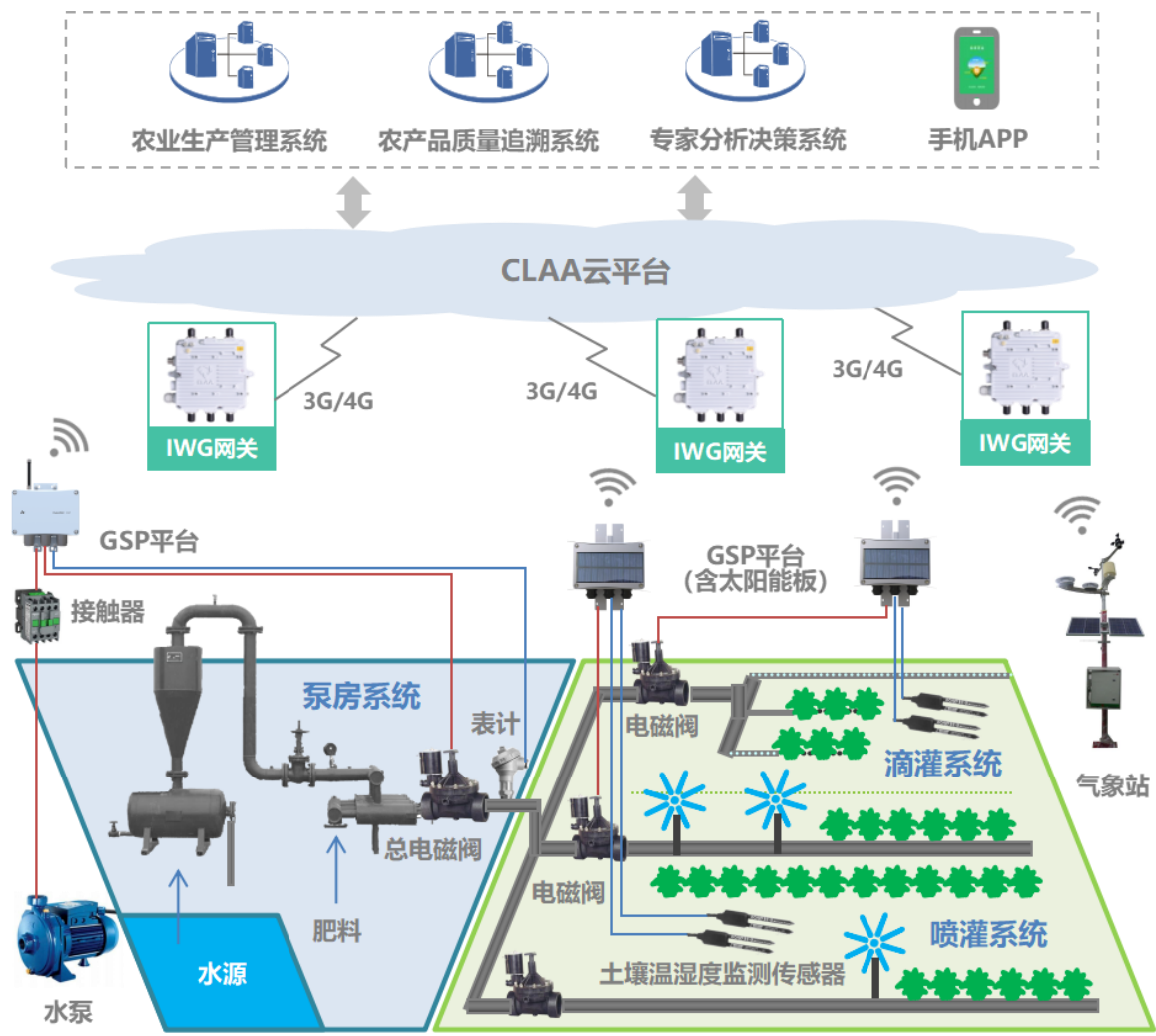


图3 智能灌溉物联网方案架构

由图可知，智能灌溉物联网解决方案主要由物理层、平台层、应用层组成，具体产品分布如下表所示。

表1 各层级产品分布

层级名称	产品名称
应用层	农业生产管理系统、农产品质量追溯系统、专家分析决策系统、手机APP应用
平台层	云平台、网关
物理层	GSP通用传感器平台、电磁阀门、土壤温湿度传感器、土壤电导率传感器、气象站、压力表、液位计、接触器、执行机构

物理层：即为灌溉层，由首部枢纽、输配水管网、灌水器、电气与控制设备等组成，主要分为泵房系统、滴灌系统和喷灌系统。方案中各系统的布置应综合分析水源与绿地的相对位置、地形、地质、植物、建筑物等因素，以安全、经济和管理方便为原则，通过技术、经济比较而确定。

首部枢纽位置宜选在水源地取水方便、基础稳固处。利用水泵从水源处抽水，经过滤、加压、水肥一体化等过程，由总电磁阀门控制，成为灌溉用水。灌溉用水水质应符合《农田灌溉水质标准》GB5084 的规定。

本方案涉及的农业灌溉系统分为滴灌系统与喷灌系统。两种灌溉系统都由各滴灌/喷灌处的电磁阀门来控制灌溉用水。而电磁阀门的控制端，则接入 GSP 通用传感器平台，并由 GSP 以及平台层、应用层进行智能控制。

GSP 通用传感器平台可外接多路传感器，如土壤温湿度监测传感器、电磁阀、继电器、接触器等。GSP 平台通过无线 LoRa 技术与 IWG 网关进行通讯。网关再以 3G/4G 的方式与 CLAA 云平台进行信息交互。GSP 平台可通过电池+太阳能板的方式进行供电。

智能灌溉的主要控制系统，即灌溉系统：通过土壤温湿度监测传感器分层测量土壤水分情况，将数据经 GSP 平台，利用 LoRa 技术传送至 IWG 网关，再由网关传送至云平台解析、应用层分析处理；在自动灌溉模式下，当土壤水分情况低于开阀指标时，应用层发出开阀指令，通过网关下发至目标 GSP 平台，再到达其所连控制器、电磁阀等；当土壤水分数据达到停止灌溉的指标时，云端收到数据并下发关阀指令，以同样的方式，到达电磁阀门处，从而停止灌溉。

表 2 方案所涉控制系统及其传感器终端

系统分类	系统名称	涉及传感器终端
灌溉系统	滴灌系统	自保持式电磁阀、土壤温湿度传感器
	喷灌系统	自保持式电磁阀、土壤温湿度传感器
其他系统	气象监测系统	气象监测站
	泵房水压监测子系统	无线压力变送器、水泵接触器
	水箱水位监测子系统	静压投入式液位计、水泵接触器
	水肥一体化子系统	土壤电导率传感器、注肥泵接触器

应用层终端包括农业生产管理系统、农产品质量追溯系统、专家分析决策系统、手机 APP 终端应用等，用户可访问这些应用终端对智能灌溉系统进行数据查询、控制管理等。

2.2 IWG200 网关

IWG200 是第二代 LoRaWAN 增强网关，支持接入各类 CLAA 应用节点，实现链路安全、数据加密通讯、压缩等功能，支持 3G/4G 及有线 FE 数据回传，支持 WiFi 就近无线配置管理，支持 GPS/BeiDou 定位并提供授时功能，支持市电、POE、太阳能多种方式供电。该网关支持抱杆、挂墙等多种部署模式，支持 IP66 防护等级，满足-40 到 75℃宽温，是可抗恶劣环境的室外型工业级设备。



图 7 网关 IWG200 产品外观

图中，ADM200 电源模块，可完成宽范围市电供电到 12V 直流电的转换，能够抵抗 10kA 雷击电流和 6kV 浪涌电压，满足 IWG200 主机大多数应用场景下的防雷及电源可靠性要求。

IWG200 主机单元性能参数如下表所示。

表 3 IWG200 性能参数

参数	技术指标
系统制式	LoRaWAN 1.01
工作频率	470MHz~510MHz
通信速率	292bps~5.4kbps
接收灵敏度	SF=7     ≤   -126dB SF=10    ≤   -136dB SF=12    ≤   -142dB

发射功率	17dBm（天线口 25dBm Max）
LoRa 天线增益	2/5dBi 可选
业务信道	8 信道上行，1 信道下行
工作模式	全双工/半双工，同频/异频
网关授时	GPS/BeiDou
数据回传	4G/3G、FE 可选
整机功耗	5W（典型值）
工作温度	-40~85℃
整机尺寸	180mm×180mm×45mm
防水防尘	IP66
安装方式	挂墙，抱杆，天线一体化安装
供电方式	可选市电供电、POE 供电、光伏供电
防雷等级	天线可选 10kA 天馈防雷器；电源标配 10kA 防雷，可选 20kA 防雷模块

## 2.3 GSP 通用传感器平台

GSP 通用传感器平台（General Sensor Platform）是可快速集成接入各类非 LoRa 传感器的标准化、组件化、无线化的传感装置平台，由主控板、电源板或电池、AES 子卡（可选）、AFE 子卡（可选）、机壳、LoRa 天线和各种传感器配置组成。GSP 平台主控板可以满足三路多种信号直接输入处理，包括：I2C、UART、ADC、DIO；还可以直接提供 2V、3.3V、5V、12V、VBAT 多种供电电压。

GSP 平台可以满足绝大部分场景防护等级（IP67）以及多种供电方式，包括：一次性电池、太阳能+可充电电池、多种规格参数电源板。

表 4 GSP 通用传感器平台性能参数

参数	技术指标
LoRa 工作频率	470MHz~510MHz
LoRa 通信速率	292bps~5.4kbps（@125kHz）
LoRa 接收灵敏度	SF12 ≤ -138dBm
LoRa 发射功率	最大 17dBm
LoRa 工作模式	半双工，同频
LoRa 天线增益	-2dBi
LoRa 天线形式	外置天线，SMA 连接
LoRa 天线尺寸	Φ10*80mm
传感器接口	M20*3
电源输入接口	M20*1
整机尺寸	162*108*46mm
防水防尘	IP67
工作温度	-40~+85℃



在智能灌溉系统中，GSP 通用传感器平台可根据实地情况进行部署，主要外接土壤温湿度监测传感器、自保持式电磁阀等。为减少电缆铺设，应采取就近原则，在所需控制的电磁阀门附近部署 GSP，以及所接入的土壤温湿度监测传感器。农业灌溉场景，大多难以外接市电，GSP 平台配置电池+太阳能板，可为各类传感器提供电源，同时保障 GSP 平台与 IWG 网关进行 LoRa 通信。

GSP 通用传感器平台完全满足低功耗物联网要求，其产品如下图所示。



图 8 GSP 通用传感器平台产品图（外接土壤温湿度传感器、电磁阀）

## 2.4 灌溉系统传感器终端产品

### 2.4.1 土壤温湿度监测传感器

智能灌溉物联网解决方案中，灌溉系统最主要的输入信源是农作物的土壤温湿度情况。本方案采用的土壤温湿度传感器是将土壤水分和土壤温度传感器集中于一体，具有携带方便、密封性好、高精度等优点。

传感器的土壤水分部分是基于频域反射原理，利用高频电子技术制造的高精度、高灵敏度的测量土壤水分的传感器。通过测量土壤的介电常数，能直接稳定地反映各种土壤的真实水分含量，可测量土壤水分的体积百分比，是目前国际上最流行的土壤水分测量方法。

传感器的土壤温度部分是由德国 Heraeus 公司进口 A 级 ST-1-PT1000 精密铂电阻和高精度传感器两部分组成。传感器部分由电源模块、温度传感模块、变送模块、温度补偿模块及数据处理模块等组成，彻底解决铂电阻因自身特点导入的测量误差，传感器内有零漂电路和温度补偿电路，对使用环境有较高的适用性。

该传感器体积小巧，测量精度高，响应速度快，互换性好，数据传输效率高。其密

封性好，可直接埋入土壤中使用，且不受腐蚀。可测量不同深度土壤的温湿度情况，对土质影响较小。该土壤温湿度传感器的产品尺寸如下图所示。

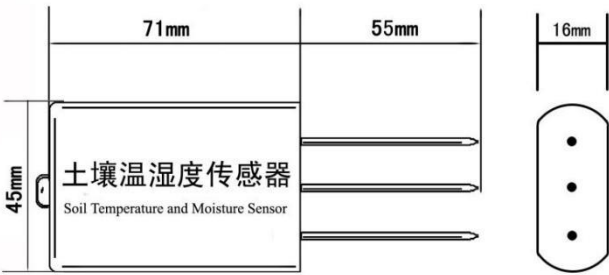


图 9 土壤温湿度传感器尺寸图

该传感器的主要性能参数如下表所示。

表 5 土壤温湿度传感器性能参数

参数	技术指标
测量参数	土壤容积含水率；土壤温度
测量单位	% ( m3/m3)； °C
测量量程	0～100%； -30～70°C
测量精度	0～50%（m3/m3）范围内时为±3%（m3/m3）； ±0.2°C
工作范围	-30°C～70°C
稳定时间	湿度为通电后 1 秒，温度为通电后 10 秒左右
响应时间	<50ms
测量区域	以中央探针为中心的直径为 7cm、高为 7cm 的圆柱体
防水等级	IP68 可以长期深埋于土壤或浸入水中
探针长度	55mm
探针直径	3mm
探针材料	316L 不锈钢
密封材料	ABS 工程塑料
电缆规格	2 米 4 线制（电缆长度可选）

本智能灌溉方案，通过土壤温湿度监测传感器，分层采集各灌溉区域内土壤含水率数据，通过所搭载的 GSP 平台，发送数据至 LoRa 网关，网关再将数据上送至云平台，解析后由应用层分析处理，从而智能控制电磁阀门的开关与闭合。GSP 平台可向传感器提供 DC12V 工作电压。

土壤温湿度传感器的采样点应布置在所测区域边缘、路边 10m 以上且平整的地块，应避开低洼易积水的地方，且同沟槽、供水渠道保持 20m 以上的距离，避免沟渠水侧渗对土壤含水量产生影响。

土壤温湿度传感器垂直方向测点布设应根据检测目的、水文地质条件及土层厚度

确定监测点的数目及测点深度。垂直方向测点数目及采样深度可根据监测区域的具体情况考虑，或参考《土壤墒情监测规范 SL364-2015》，如下表。

表 6 垂向测点数目及采样深度

测点数	测点深度（cm）
一点法	20
二点法	20、40
三点法	10、20、40

2.4.2 自保持式电磁阀

本物联网解决方案，采用自保持式电磁阀，对各干管、支管进行开阀/闭阀动作，从而对整个灌溉系统进行控制。

自保持式电磁阀功耗小、寿命长，其控制线路（红、黑双线制）接入 GSP 通用传感器平台。GSP 平台通过 LoRa 无线技术与 IWG 网关进行通讯，从而与平台层、应用层进行交互。当应用端下达开阀指令时，GSP 收到指令并输出 DC12V 正向脉冲（+红-黑）至电磁阀头，电磁阀得电，铁芯吸合，阀门开启；当应用端下达关阀指令时，GSP 收到指令并输出 DC12V 反向脉冲（-红+黑）至电磁阀头，使得阀门关闭。当没有收到指令时，电磁阀不带电，阀芯保持原有状态，阀门不动作，从而达到自保持效果，并且符合低功耗部署的要求。

各通径的自保持电磁阀产品外观如下图所示。



图 10 自保持式电磁阀产品

自保持式电磁阀产品的性能参数如下表所示。

表 7 自保持式电磁阀主要性能参数

参数	技术指标
流通介质	水
流体温度	≤45℃

承压范围	0.1~1.0MPa
连接尺寸	3/4",1",1-1/2",2",3"
螺纹形式	G 螺纹
通径尺寸 (mm)	20、25、40、50、80
线圈电压等级	DC24V、12V, 8W
材料	阀体-高强度尼龙
	密封件-丁腈橡胶
	动铁芯-不锈钢 430F
	静铁芯-不锈钢 430F
	弹簧-不锈钢 304
	分磁环-紫铜

在灌溉系统中，干管段可布置大通径电磁阀，以控制主干管路的灌溉用水。支管段布置小通径（例如：20mm）的电磁阀，从而控制其所属毛管的滴灌用水。

## 2.5 管材产品

常用的灌溉用管材有 PVC-M 管、PVC-U 管、PE 管。

### 2.5.1 PVC-M 管

该管材通过对原材料的改性，在保持 PVC 材料高强度特性的同时，增强了材料的延展性和抗开裂性，具有更好的韧性和高承压能力，采用无铅配方和先进的加工工艺挤出成型的具有高抗冲击性能的新型管道。

### 2.5.2 PVC-U 管

该管材有重量轻，搬运装卸便利，施工方便，降低施工费用等特点。管材采用柔性连接，胶圈密封，安装简便，节省费用。管材内外壁光滑，不宜结垢；具有良好的耐酸、耐碱、耐化学腐蚀性能，使用中不会出现点蚀现象；对水质无污染，符合饮水卫生标准；机械强度高，正常工作压力下，使用寿命可达 50 年。但管材较脆，容易变形，韧性和抗冲击性能较差。PVC-U 管可满足地埋管材的各种设计要求，造价较 PVC-M 管低。

### 2.5.3 PE 管

PE 管有卓越的耐腐蚀性能，能耐多种化学介质的腐蚀，无电化学腐蚀，内壁光滑，摩擦系数极低，介质的通过能力相应提高，并具有优异的耐磨性能。PE 管道可安装在潮湿等易腐蚀的环境下。PE 管还具有长久的使用寿命，在正常条件下，寿命最少达 50 年。PE 管道良好的柔韧性，使管道可以轻易地沿着管沟地势安放，容易避开敷设过程

中的障碍物。PE 管采用电熔焊接和热熔对接、热熔插接技术，使接口强度高于管材本体，保证了接口的安全可靠，熔接缝不会由于土壤移动或动载荷的作用而断开。PE 管道质量轻，具有便于运输安装的特性。

综合考虑，本智能灌溉方案，地埋管路选取 PVC-U 管材，地面管路选取 PE 管材。管材产品如下图所示。



图 11 PVC-U 管材（左）和 PE 管材（右）

## 二、 智能灌溉各系统及其配置

### 3.1 滴灌系统

滴灌系统是利用塑料材质的管道将水通过直径约 10mm 毛管上的孔口或滴头，送到农作物根部进行局部灌溉。它是目前干旱缺水地区最有效的一种节水灌溉方式，水的利用率可达 95%。滴灌较喷灌具有更高的节水增产效果，同时可以结合施肥，提高肥效一倍以上。可适用于果树、蔬菜、经济作物以及温室大棚的灌溉，在干旱缺水地区也可用于大田农作物灌溉。其不足之处是滴头易结垢和堵塞，因此，应对水源进行严格的过滤处理。

滴灌整体系统由水源工程、首部枢纽、输配水管网和灌水器组成。

其中，管网级数采用干管、支管、毛管 3 级固定管道，毛管上布设地埋式滴灌孔或滴箭。支管垂直于农作物行向布局，毛管与行平齐，顺农作物种植行布置，如下图所示。





图 12 滴灌系统示意

由图可知，滴灌系统在干管上的电磁阀主要控制整个系统管路的开关闭合。支管段，在外接毛管的方向加装电磁阀门，从而各电磁阀可以控制相应毛管的灌溉用水。

滴灌系统的末端管路，即毛管段，如下图所示。



图 13 毛管段管材产品

灌水器是直接向作物施水的设备，是滴灌系统中最关键的部件，其作用是把末级管道中的压力水流均匀而稳定地分配到田间土壤，满足作物对水分的需要，还可随水施肥施药。本方案滴灌系统主要采用滴箭作为灌水器，如下图所示。



图 14 滴箭产品

滴箭，一种稳流集束式滴箭组，由分水器、发丝管和滴箭组成。其中，分水器的出水口与 P E 材质的发丝管一端连接，发丝管另一端连接配有箭套的滴箭。滴箭的工作压力为 0.8-1.5bar，单箭流量为 1.0L/hr。箭柄一般分为直箭、弯箭。滴箭对水压的变化具有很强的适应性，在不失去抗阻性能的前提下，流量更小，更均匀。箭体较小，容易隐蔽，与滴箭连接的发更均匀丝管非常柔软且不易折死。滴箭与发丝管承插连接，承插口配合紧密箭头不易脱落。在滴管系统中使用滴箭作为灌水器，节水效率高，运行成本低。

由于滴管系统的毛管、滴箭口径较小，故整个灌溉系统的首部需装备过滤器，如下图所示。



图 15 过滤器产品

智能灌溉滴灌系统配置见下表。

表 8 滴灌系统配置清单

滴灌系统				
序号	产品名称	技术规格要求	数量	单位
1	GSP 通用传感器平台	分布式控制方式，外接土壤温湿度传感器、自保持式电磁阀，提供 DC12V 工作电压，具备 LoRa 通讯功能，电池+太阳能供电		台
2	土壤温湿度监测传感器	RS485 数字信号：8mA（12V 供电）		个
3	自保持式电磁阀门	DC12V 正脉冲开阀，负脉冲关阀，内螺纹连接		台
4	PVC-U 管材	通径：xxmm		米
5	PE 管材	通径：xxmm		米
6	滴箭	通径：xxmm		个
7	过滤器	通径：xxmm		个
8	线缆			米
9	其他配件	国产	1	批

## 3.2 喷灌系统

喷灌是借助水泵和管道系统或利用自然水源的落差，把具有一定压力的水喷到空中，散成小水滴或形成弥雾降落到植物或农作物上的一种灌溉方式。

喷灌可以控制喷水量和均匀性，避免产生地面径流和深层渗漏损失，水的利用率较高。喷灌便于实现机械化、自动化，可以大量节省劳动力。采用喷灌时，无需田间的灌水沟渠和畦埂，比地面灌溉更能充分利用耕地，提高土地利用率，一般可增加耕种面积7%~10%。喷灌便于严格控制土壤水分，使土壤湿度维持在作物生长最适宜的范围。而且在喷灌时能冲掉植物茎叶上尘土，有利于植物呼吸和光合作用。另外喷灌对土壤不产生冲刷等破坏作用，从而保持土壤的团粒结构，使土壤疏松多孔，通气性好，因而有利于增产，特别是蔬菜，增产效果更为明显。喷灌对各种地形适应性强，不需要像地面灌溉那样整平土地，在坡地和起伏不平的地面均可进行喷灌。特别是在土层薄、透水性强的沙质土，非常适合采用喷灌。此外，喷灌不仅适应所有大田作物，而且对于各种经济作物、蔬菜、草场都可以获得很好的经济效益。

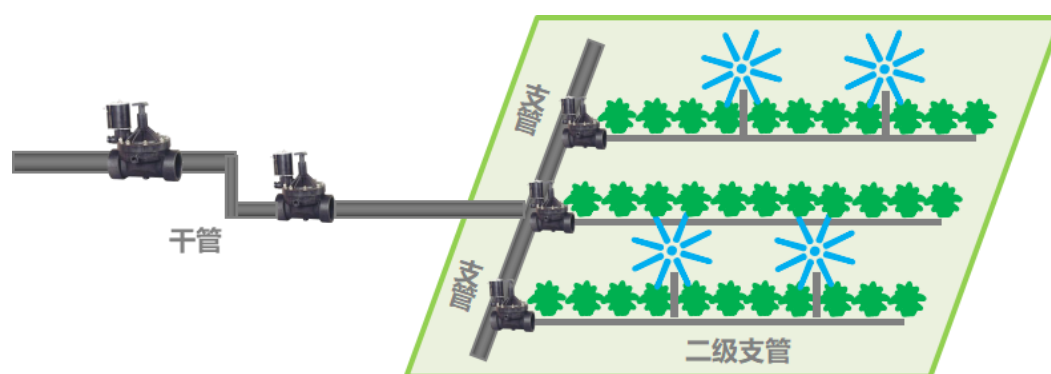


图 16 喷灌系统示意

如图所示，喷灌系统与滴灌系统类似，都是由电磁阀控制支管阀门，从而控制其二级支管的喷灌情况。

与滴灌系统不同，喷灌系统一般需要较大的末端出水压力。需根据工程实际情况，计算系统的管内局部阻力损失、沿程阻力损失，从而得到相应的水头。根据设计水头，设计安装相应的水泵加压机构、水箱、水塔等，从而保证喷灌系统工作水压。

喷灌系统末端的出水口，可配置各类旋转喷头。喷头布置形式、位置和间距应根据喷头水力特点、风向、风速和地形坡度，采用三角形或正方形的布置形式，满足喷灌强度和喷灌均匀度的要求。喷头工作时不应影响人的通行、不应损害农作物区域附属设



施。



图 17 旋转喷头产品

智能灌溉喷灌系统配置见下表。

表 9 喷灌系统配置清单

喷灌系统				
序号	产品名称	技术规格要求	数量	单位
1	GSP 通用传感器平台	分布式控制方式，外接土壤温湿度传感器、自保持式电磁阀，提供 DC12V 工作电压，具备 LoRa 通讯功能，电池+太阳能供电		台
2	土壤温湿度监测传感器	RS485 数字信号：8mA（12V 供电）		个
3	自保持式电磁阀门	DC12V 正脉冲开阀，负脉冲关阀，内螺纹连接		台
4	PVC-U 管材	通径：xxmm		米
5	PE 管材	通径：xxmm		米
6	旋转喷头	通径：xxmm		个
7	过滤器	通径：xxmm		个
8	线缆			米
9	其他配件	国产	1	批

### 3.3 泵房系统

泵房系统是整个灌溉系统的首部枢纽。泵房将水源引入，经过逆止阀、闸阀、过滤器、施肥罐等，使得灌溉用水进入主干管路。本方案对泵房系统内的子系统进行智能物联升级。

#### 3.3.1 泵房水压监测子系统

泵房系统内，在管路多处布置无线压力传感器，对水泵后、过滤器前后水压进行监

测。监测到的数据通过无线 LoRa 技术发送至 IWG 网关，再上传至平台、应用侧进行解析处理，通过数据分析可以判断管内水压、杂质情况。

常见的水压现象及其可能存在的问题如下表所示。

表 10 水压现象及其问题与措施

现象	问题与措施
主干管路水压小于设计水头（或最小水头）	当前水压无法满足灌溉要求，需增压
过滤器前后压差大于报警临界值	水源杂质较多，滤芯需要更换

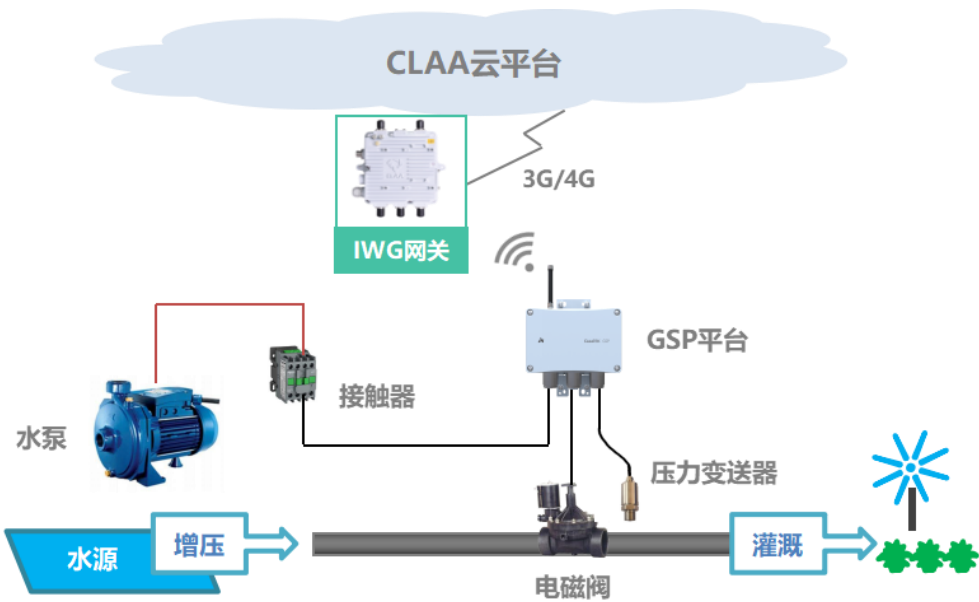


图 18 泵房水压监测子系统架构

该系统，通过无线压力变送器对管路出口前水压进行监测，并上传水压数据。当水压低于临界值时，云平台下发指令，经 IWG 网关、GSP 平台，触发接触器动作，从而启动水泵进行增压。当压力变送器测量的水压达到要求，且高于停泵压力时，云平台下发指令，使得接触器断开，水泵停止运行。

该无线压力传感器性能优越，具有精度高、抗腐蚀、抗冲击、抗震动、高稳定性等优点；信号处理电路采用最新超低功耗处理器和信号处理芯片及电源管理芯片组成。该仪表外观精致、小巧、美观，使用操作简单。

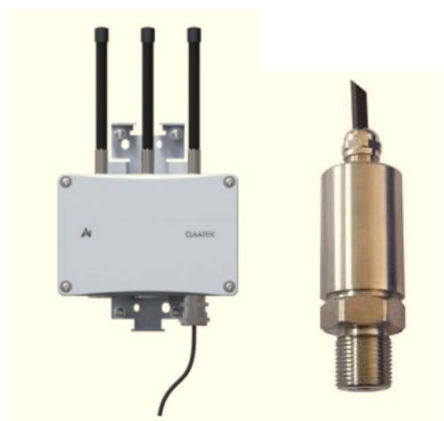


图 19 无线压力变送器产品

表 11 无线压力变送器主要性能参数

参数	技术指标
通讯标准	CLAA 协议
测量范围	0~5MPa
测量精度	误差为+0.5%FS
供电方式	锂电池 38AH，延长数据上报周期，电池寿命可以做到 3 年以上
环境温度	-40℃~60℃
相对湿度	10%RH~90%RH
外壳等级	达到 IP66

智能灌溉管路水压监测子系统配置见下表。

表 12 管路水压监测子系统配置清单

管路水压监测子系统				
序号	产品名称	技术规格要求	数量	单位
1	GSP 通用传感器平台	分布式控制方式，外接无线压力变送器、水泵接触器，具备 LoRa 通讯功能		台
2	无线压力变送器	测量范围：0~5MPa		个
3	水泵接触器			台
4	线缆			米
5	其他配件	国产	1	批

3.3.2 水箱水位监测子系统

灌溉系统中的灌溉用水需要一定的压强，特别是喷灌系统。通过设计计算，得出设计水头，一般可通过设置水头高度的水箱以确保该水头下的水压。当水箱内水位下降，水头减小时，启动水泵进行注水。

本智能灌溉方案可提供水箱水位监测子系统，利用静压投入式液位计监测水箱水位，回传数据至平台，提供水箱低水位报警。必要时，也可根据水箱水位，判断并控制水泵启停，从而保持水箱水位，即水头压力维持在正常水平，如下图所示。



图 20 水箱水位监测子系统架构

静压投入式液位计利用液体高度、密度、压力之间的线性变化规律，将液位的变化量转化数字信号输出,通过控制主机采集以及 LoRa 无线远程传输等。该液位计采用进口高稳定传感器，并融入温度补偿校正技术，具有很好的抗干扰性、可靠性和极佳的稳定性。

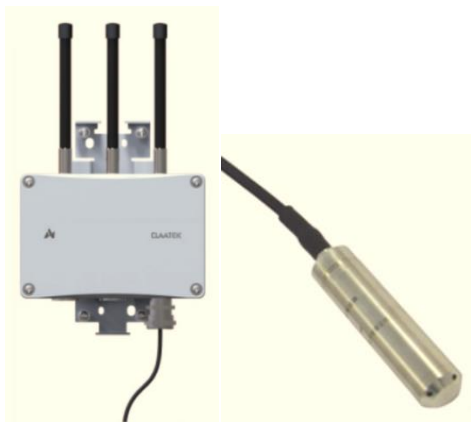


图 21 投入式液位计产品

静压投入式液位计的主要性能参数如下表所示。

表 13 投入式液位计主要性能参数

参数	技术指标
通信方式	CLAA 协议
供电方式	电池或者市电供电
监测范围	0~10m
水位分辨率	5cm
工作温度	-10~+60℃

智能灌溉水箱水位监测子系统配置见下表。

表 14 水箱水位监测子系统配置清单

水箱水位监测子系统				
序号	产品名称	技术规格要求	数量	单位
1	GSP 通用传感器平台	分布式控制方式，外接静压投入式液位计、水泵接触器，具备 LoRa 通讯功能		台
2	静压投入式液位计	测量范围：0~10m		个
3	水泵接触器			台
4	线缆			米
5	其他配件	国产	1	批

### 3.3.3 水肥一体化子系统

水肥一体化技术是将灌溉与施肥融为一体的农业技术。水肥一体化是借助压力系统（或地形自然落差），将可溶性固体或液体肥料，按土壤养分含量和作物种类的需肥规律和特点，配兑成的肥液与灌溉水一起，通过管道系统供水供肥，均匀准确地输送至作物根部区域。

通过可控管道系统供水、供肥，使水肥相融后，通过管道和滴头形成滴灌、均匀、定时、定量，浸润作物根系发育生长区域，使主要根系土壤始终保持疏松和适宜的含水量，同时根据不同作物的需肥特点，土壤环境和养分含量状况；作物不同生长期需水，需肥规律情况进行不同生育期的需求设计，把水分、养分定时定量，按比例直接提供给作物。

水肥一体化系统，施肥发挥快，养分利用率高，可避免肥料施在较干的表土层易引起的挥发损失、溶解慢、肥效发挥慢等问题，尤其避免了铵态和尿素态氮肥施在地表挥发损失的问题，既节约氮肥又有利于环境保护。所以水肥一体化系统可使肥料的利用率

大幅度提高。水肥一体化系统比常规施肥节省肥料 50%~70%；同时，大大降低因过量施肥而造成水体污染问题。



图 22 水肥一体化装置

本方案提供的水肥一体化系统，利用土壤电导率检测传感器，测量土壤电导率，从而反应土壤肥力情况，并利用 LoRa 无线技术回传数据至云平台、应用层。当监测的土壤肥力低于设定值时，平台下发指令，触发接触器，启动注肥机，使得储肥罐内的肥料注入水肥一体化装置，从而提高灌溉用水肥力。水肥一体化子系统架构如图所示。

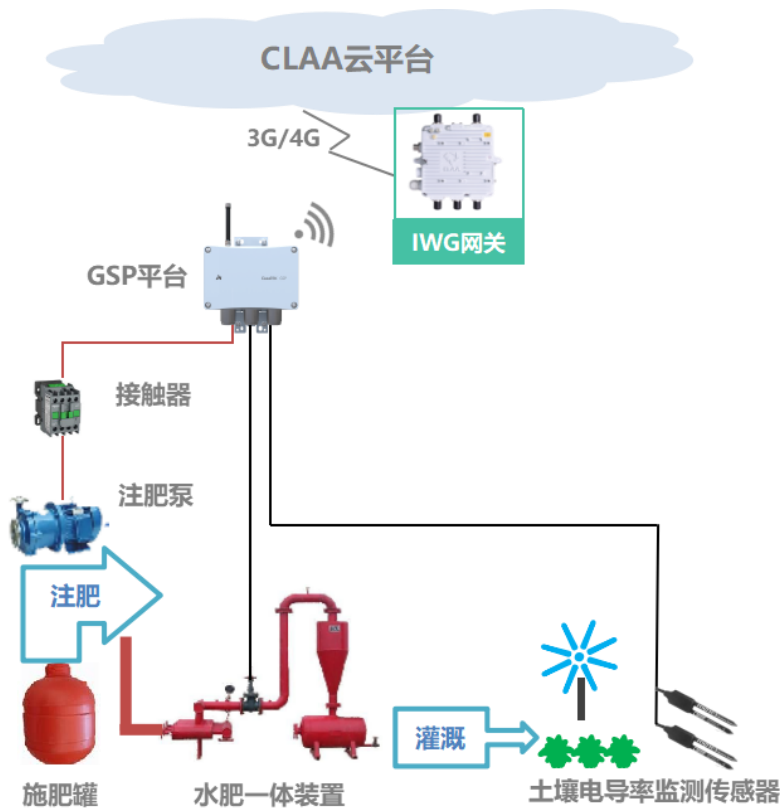


图 23 智能灌溉水肥一体化系统架构

土壤电导率是测定土壤水溶性盐的指标，而土壤水溶性盐是土壤的一个重要属性，是判定土壤中盐类离子是否限制作物生长的因素。土壤中水溶性盐的分析，对了解盐分动态，对作物生长的影响以及拟订改良措施具有十分重要的意义。土壤水溶性盐的分析一般包括全盐量测定，阴离子 ( $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ ) 和阳离子 ( $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ ) 的测定，并常以离子组成作为盐碱土分类和利用改良的依据。结构简单、性能稳定、操作使用方便，可用于室内模拟实验，也可用于野外现场直接监测土壤里的水盐动态变化。

土壤电导率传感器主要是由石墨电极和传感器两部分组成。传感器部分利用交流恒流源作为土壤电导率探头的激励源，能有效消除土壤接界面电势与电极极化引入的干扰误差，是测量土壤电导率的最佳方法。

将这种电导率传感器埋入土壤后，直接测定土壤溶液中的可溶盐离子的电导率。石墨电极具有性能稳定、灵敏度高等特点，适用测量范围广，特别适用于高电导，因此非常适于土壤电导率的测定。

该传感器体积小巧化，测量精度高，响应速度快，互换性好，密封性好，可直接埋入土壤中使用，且不受腐蚀。传感器对土质影响较小，应用地区广泛。该土壤电导率传感器响应速度快，数据传输效率高。

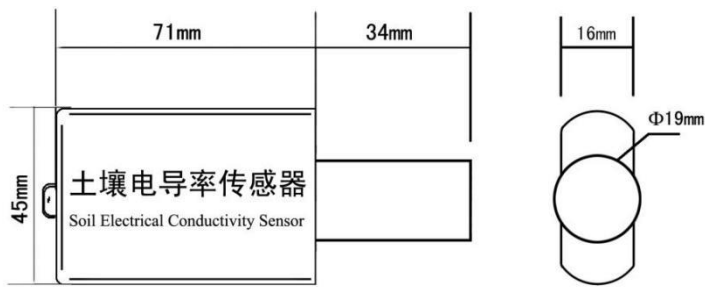


图 24 土壤电导率传感器尺寸图

土壤电导率与土壤肥力成正相关。利用该传感器可间接测量土壤肥力，并通过 GSP 平台与网关通讯，上传数据。GSP 平台向传感器提供 DC12V 工作电压。该传感器的主要性能参数如下表所示。

表 15 土壤电导率传感器性能参数

参数	技术指标
测量参数	土壤电导率
测量单位	mS/cm
测量量程	0~20 mS/cm（标配）



测量精度	±2%
工作范围	-30℃~70℃
稳定时间	通电后 1 秒
响应时间	<50ms
电导电极材料	石墨
密封材料	ABS 工程塑料
防水等级	IP68 可以长期深埋于土壤或浸入水中
电缆规格	2 米 4 线制（RS485）

智能灌溉水肥一体化子系统配置见下表。

表 16 智能灌溉水肥一体化子系统配置清单

水肥一体化子系统				
序号	产品名称	技术规格要求	数量	单位
1	GSP 通用传感器平台	分布式控制方式，外接土壤电导率传感器、注肥泵接触器，具备 LoRa 通讯功能		台
2	土壤电导率监测传感器	RS485 数字信号：5mA（12V 供电）		个
3	注肥泵接触器			台
4	线缆			米
5	其他配件	国产	1	批

### 3.4 气象监测系统

随着城市规模的持续扩大，大气雾霾等环境问题也日趋严重，网格化的大气监测平台能够更加精准的了解农业生产用地或特定区域的大气污染数据和污染源。本平台是指在对区域大气监测中，高密度、网格化的布控监测站，并对区域污染源进行重点监测，而监测站平台是基于国控站和小型站组成的。



图 25 气象监测终端原理示意

该气象监测终端的主要性能参数如下表所示。

表 17 气象监测终端性能参数



参数	技术指标
工作环境	-30℃~70℃
湿度要求	无结露
供电方式	带后备电源的太阳能供电系统
后备电源工作时间	≥300h 连续(20℃)
传感器寿命	2 年
重量	约 8kg

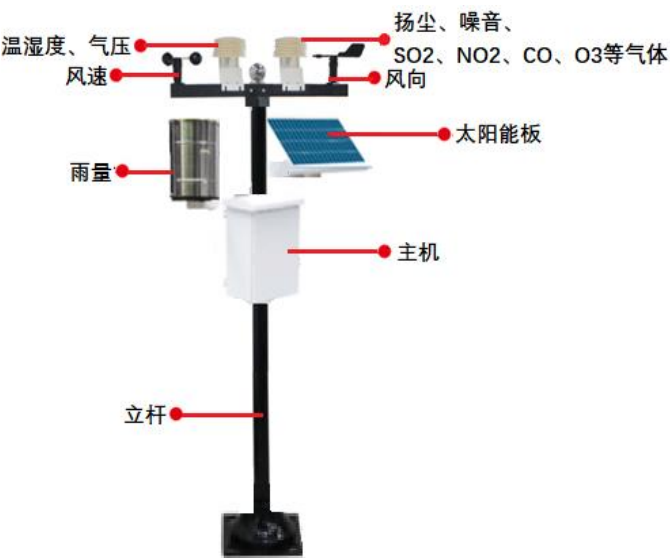


图 26 大气环境监测点

由图可知，该气象监测终端可监测多种气体，具体如下。

表 18 监测气体种类

测量气体	量程	分辨率	精度
PM2.5	0-1000mg/m3	0.001 mg/m3	±10%FS
PM10	0-1000mg/m3	0.001mg/m3	±10%FS
NO2	0-1750μg/m3	1μg/m3	±10%FS
O3	0-950μg/m3	1μg/m3	±10%FS
CO	0-38 mg/m3	1μg/m3	±10%FS

本智慧灌溉方案，利用气象监测采集灌溉区域内的气象数据，并通过 LoRa 技术上传云平台，为应用层的数据分析与管理决策，提供相应支持。

智能灌溉气象监测系统配置见下表。

表 19 智能灌溉气象监测系统配置清单

气象监测系统	
--------	--

序号	产品名称	技术规格要求	数量	单位
1	GSP 通用传感器平台	分布式控制方式，外接气象监测终端，具备 LoRa 通讯功能，电池+太阳能供电		台
2	气象站	监测气体：PM2.5、PM10、NO2、O3、CO		套
3	线缆			米
4	其他配件	国产	1	批