

# 私有 MQTT 消息服务

## 开发指南

---

管式多层土壤墒情传感器 (4G)

## 目录

|                        |    |
|------------------------|----|
| 一、概述.....              | 4  |
| 1.1 架构与消息流.....        | 4  |
| 1.2 设备端 MQTT 连接参数..... | 5  |
| 1.3 设备私有 Topic.....    | 6  |
| 二、上行消息.....            | 6  |
| 2.1 说明.....            | 6  |
| 2.2 基本消息结构.....        | 6  |
| 表 1 事件类型定义表.....       | 7  |
| 2.2.1 拆包.....          | 8  |
| 2.3 上报设备状态.....        | 8  |
| 表 2 设备状态字段.....        | 9  |
| 2.4 上报通道信息.....        | 10 |
| 2.5 上报测量数据.....        | 12 |
| 三、下行消息.....            | 13 |
| 3.1 说明.....            | 13 |
| 3.2 消息结构.....          | 14 |
| 四、服务端部署与开发指引.....      | 15 |
| 4.1 Step-by-Step.....  | 15 |
| 4.2 分片包组装.....         | 15 |
| 4.3 设备离线逻辑.....        | 16 |
| 五、附录.....              | 17 |

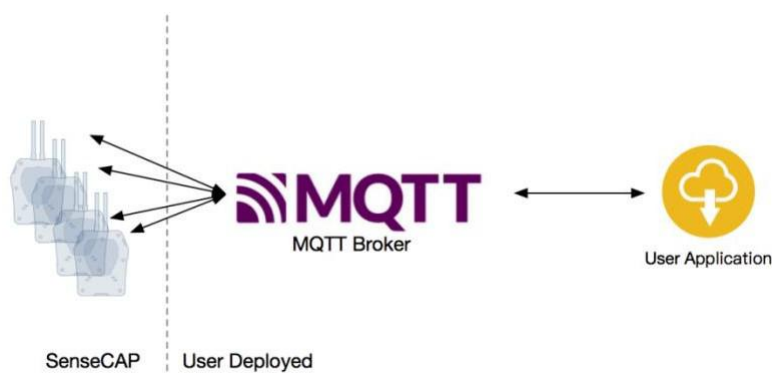
|                |    |
|----------------|----|
| 5.1 测量值类型..... | 17 |
| 5.2 传感器类型..... | 18 |
| 历史版本.....      | 21 |

## 一、概述

本文档将介绍管式多层土壤传感器（4G）连接至客户私有 MQTT 服务器时的消息交互过程和上下行消息的格式，以指导用户自行开发私有 MQTT 消息服务。

### 1.1 架构与消息流

管式多层土壤传感器（4G）连接至私有 MQTT 服务器的架构图如下所示：



管式多层土壤传感器（4G）通过 MQTT 协议连接至用户自部署的 MQTT 服务器（Broker），基于 MQTT 协议，我们定义了数个主题（Topic），承载了设备端数据的上行和服务端指令的下行。用户自行开发 MQTT 消息服务，通常有三种方式：①二次开发 MQTT Broker，将消息处理置入 MQTT Broker 中；②开发单独的消息处理服务，连接至标准 MQTT Broker，通过订阅、发布主题，接收设备端数据、对设备下发指令；③混合使用以上两种方式。

### 1.2 设备端 MQTT 连接参数

SensorHub 在发起 MQTT 连接时，采用的参数为：

- Server: 通过配置工具设定的服务器地址
- Port: 通过配置工具设定的服务器端口

- ClientId: d-6-<EUI>, 其中 EUI 为设备出厂时标签标注的 DeviceEui
- Username: 通过配置工具设定的用户名
- Password: 通过配置工具设定的密码
- Timeout: 60s
- CleanSession: false
- TLS: false

## 1.3 设备私有 Topic

每个接入设备，都有其私有的 topic 用于消息的发布和接收，设备在接入 MQTT 后，首先订阅需要的 topic，通过订阅消息，设备可以接收云端的下发指令并进行处理；通过发布 topic，将设备状态和采集数据上传给服务器。Topic 的通用形式为：

- 发布（下行）：\$SHADOW/ipnode/<DeviceEui>/get/config
- 订阅（上行）：iot/ipnode/<DeviceEui>/update/#

**提示：**\$SHADOW 为字符串，无特殊含义；<DeviceEui>代表贴纸上的 EUI；#为 MQTT topic 通配符，第二章将分别介绍其通配的多个上行 topic。

## 二、上行消息

### 2.1 说明

管式多层土壤传感器（4G）的上行消息包括：设备状态上报、通道信息上报和传感器测量数据上报。这些消息均是单向的，不需要服务端做出显式的响应，因此我们称之为事件 Event。

**注意：**管式多层土壤传感器（4G）所有的上行消息 QoS 均等于 1。

## 2.2 基本消息结构

- Topic: `iot/ipnode/<DeviceEui>/update/event/<eventName>`
- Payload:

```
{
  "requestId": "aaaa-aaaa-aaaa-aaaa",
  "timestamp": "<ms 时间戳>",
  "intent": "event",
  "type": "simple",
  "deviceEui": "local",
  "events": [{
    "name": "<eventName>",
    "value": {    },
    "timestamp": "<ms 时间戳>"
  }]
}
```

这是上行消息的基本结构和它所在的 MQTT 主题，其中，主题中的<eventName>包含下表中定义的几种事件类型。Payload 为 MQTT 的消息体，是一段 JSON 格式的字符串。

表 1 事件类型定义表

| eventName            | 说明                           |
|----------------------|------------------------------|
| change-device-status | 上报设备状态和设备信息                  |
| update-channel-info  | 上报通道信息，即每个 RS485 接口上连接了哪些传感器 |
| measure-sensor       | 上报采集到的传感器数据                  |

| 消息字段      | 说明                                           |
|-----------|----------------------------------------------|
| requestId | 由设备产生的随机 ID（一般情况下服务端可忽略此字段）                  |
| timestamp | 毫秒时间戳，通过设备上的蜂窝网络模块获取。注意：该时间为消息发出时间，不是传感器采集时间 |
| intent    | 固定为 event                                    |

|           |                                                                                                      |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| type      | 用于拆包，单个完整包为 <b>simple</b> ，分片包 <b>cev</b> ，分片结束包 <b>fev</b> （详见下文）；当此字段缺失时，表示无需组包，即 <b>simple</b> 包。 |
| deviceEui | 固定为 <b>local</b> ，表示从本机发出，EUI 可从主题中提取                                                                |

|             |                                                       |
|-------------|-------------------------------------------------------|
| events      | 事件数组                                                  |
| --name      | 事件名称，与主题中的<eventName>相同                               |
| --value     | 事件内容，下文将针对不同事件类型分别介绍 <b>value</b> 的结构                 |
| --timestamp | 事件发生时间，毫秒时间戳，以 <b>measure-sensor</b> 事件为例，此时间为传感器采集时间 |

### 2.2.1 拆包

管式多层土壤传感器（4G）为内存有限的设备，在上行超长消息时，需要进行拆包。

当 `type` 字段为 `cev` 时，表示此消息为超长包的一部分，即分片包，此分片包具有完整的 JSON 结构，只是对 `events` 数组进行了缩减，以使整个 JSON 字符串长度满足 管式多层土壤传感器（4G）的内存要求。

一般情况下，服务端都不需要处理分片包，除了有以下需求：

- 对于设备通道信息变更的感知，具有极高的实时性要求；

若服务端需要处理分片包，应注意消息幂等性的问题，我们将在 4.2 分片包组装中给出一些建议。

## 2.3 上报设备状态

- Topic: `iot/ipnode/<deviceEui>/update/event/change-device-status`

- Payload

```
{
  "requestId":"XD1711351390",
  "timestamp":"1711351380000",
  "intent":"event",
  "deviceKey":"",
  "deviceEui":"local",
  "events":[{
    "name":"change-device-status",
    "value":{
      "3000":"72",
      "3001":"3.50",
      "3502":"2.30",
      "3015":"898604B8162280261234",
      "3900":"1800",
      "3005":"1800"
    }
  },
  "timestamp":"1711351380000"
}]
```

表 2 设备状态字段

| 字段编号 | 说明           |
|------|--------------|
| 3000 | 电量百分比，0~100  |
| 3001 | 硬件版本 *       |
| 3005 | 设备状态上报周期，单位秒 |
| 3015 | SIM 卡 CCID * |
| 3502 | 固件版本 *       |
| 3900 | 采集周期，单位秒     |

2.4 上报通道信息

上报通道信息的信息定义如下：

- Topic: `iot/ipnode/<deviceEui>/update/event/update-channel-info`
- Payload:

```
{  
  "requestId":"XD1711351400",  
  "timestamp":"1711351380000",  
  "intent":"event",  
  "type":"simple",  
  "deviceEui":"local",  
  "events":[{"  
    "name":"update-channel-info",  
    "value":{"  
      "channel":"10",  
      "sensorId":"24032001",  
      "sensorType":"6105",  
      "measurementIds":[4138,4139,4140,4141,4142,4143,4144,4145,4158,4159,4160,4161],  
      "status":"normal"  
    }  
  }],  
  "timestamp":"1711351380000"  
}]}
```

| 事件字段      | 说明                          |
|-----------|-----------------------------|
| requestId | 由设备产生的随机 ID（一般情况下服务端可忽略此字段） |
| timestamp | 时间戳，ms(毫秒)                  |
| intent    | 固定为 event                   |

|                |                                                                                                      |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| type           | 用于拆包，单个完整包为 <b>simple</b> ，分片包 <b>cev</b> ，分片结束包 <b>fev</b> （详见下文）；当此字段缺失时，表示无需组包，即 <b>simple</b> 包。 |
| deviceEui      | 固定为 <b>local</b> ，表示从本机发出，EUI 可从主题中提取                                                                |
| events         | 事件数组                                                                                                 |
| name           | <b>-name</b> 事件名称，与主题中的相同 <b>--value</b> 事件内容，下文将针对不同事件类型分别介绍 <b>value</b> 的结构                       |
| value          | 事件内容，下文将针对不同事件类型分别介绍 <b>value</b> 的结构                                                                |
| channel        | 通道编号                                                                                                 |
| sensorId       | 通道对应的传感器的唯一 ID                                                                                       |
| sensorType     | 通道对应的传感器的类型，详见附录“传感器类型”                                                                              |
| measurementIds | 测量要素的ID，详见附录“测量值类型”                                                                                  |
| status         | 通道状态                                                                                                 |
| timestamp      | 时间戳，ms(毫秒)                                                                                           |

## 2.5 上报测量数据

- Topic: `iot/ipnode/<deviceEui>/update/event/measure-sensor`

- Payload

```
{  
  "requestId":"XD1711351380",  
  "timestamp":"1711351380000",  
  "intent":"event",  
  "type":"simple",  
  "deviceEui":"local",  
  "events":[{"  
    "name":"measure-sensor",  
    "value":{"  
      "channel":"10",  
      "measureTime":"1711351380000",  
      "measurements":{"  
        "4138":"0.0",  
        "4139":"39.4",  
        "4140":"43.8",  
        "4141":"43.9",  
        "4142":"32.6",  
        "4143":"30.9",  
        "4144":"30.3",  
        "4145":"30.2",  
        "4158":"0.00",  
        "4159":"0.00",  
        "4160":"0.22",  
        "4161":"0.08"  
      }  
    }  
  ]  
}]  
}}
```

| 消息字段         | 说明                                                                    |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------|
| requestId    | 由设备产生的随机 ID（一般情况下服务端可忽略此字段）                                           |
| timestamp    | 上传数据时间戳，ms（毫秒）                                                        |
| intent       | 固定为 event                                                             |
| type         | 用于拆包，单个完整包为 simple，分片包 cev，分片结束包 fev（详见下文）；当此字段缺失时，表示无需组包，即 simple 包。 |
| deviceEui    | 固定为 local，表示从本机发出，EUI 可从主题中提取                                         |
| events       | 事件数组                                                                  |
| name         | -name 事件名称，与主题中的相同 --value 事件内容，下文将针对不同事件类型分别介绍 value 的结构             |
| value        | 事件内容，下文将针对不同事件类型分别介绍 value 的结构                                        |
| channel      | 通道编号                                                                  |
| measureTime  | 测量时间戳，ms（毫秒）                                                          |
| measurements | 测量值，一个传感器可能输出多个测量要素，此对象中 key 为测量值类型 Id（见附录“测量值类型”）                    |

## 三、下行消息

### 3.1 说明

通过下行消息，服务端可以对设备下发简单的控制指令，目前管式多层土壤传感器支持的下行指令有：修改采集周期、重启。

由于管式多层土壤传感器属于周期睡眠型设备，它只在醒来工作期间才连接 MQTT 服务器并订阅下行主题，因此，我们建议服务端在下发消息时标记为 `retained`。设备端有相应的机制避免 `retained` 消息中包含的指令被重复执行。

为了减少流量消耗，所有 json 格式的消息在发送前，**都需要进行压缩处理**，去掉换行、空格。如果不压缩，可能会导致设备解析消息失败。

### 3.2 消息结构

- Topic: \$SHADOW/ipnode/<DeviceEui>/get/config
- Payload

```
{
  "timestamp": <ms 时间戳>,
  "desire": {
    "3900": { // 修改采集周期
      "ver": "<ms 时 间 戳 >",
      "value": <周期时间, 单位秒>
    },
    "3910": { // 设备重启
      "ver": "<ms 时间戳>"
    }
  }
}
```

| 消息体字段     | 说明                              |
|-----------|---------------------------------|
| timestamp | 下行消息发送的时刻                       |
| desire    | 配置项                             |
| --键       | 配置项的 ID                         |
| ---ver    | 配置项版本，使用 ms 时间戳，设备端基于此字段进行去重复处理 |
| ---value  | 配置项的值                           |

- 该消息 QoS=0，Retain=1。
- 设备收到下行配置之后，比对 ver 版本，当消息配置版本大于设备内配置版本时，执行配置并记录最新的配置版本。
- “3900” 是修改采集周期的配置项ID
- ”3910” 是重启指令码（配置项ID）
- 下行 JJSON 消息实例：{"timestamp": 1601255713000,"desire": {"3900": {"ver":"1601255713000","value":120}}}

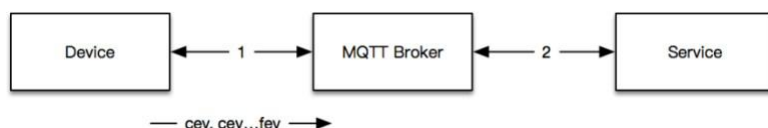
## 四、服务端部署与开发指引

### 4.1 Step-by-Step

- 1 准备 MQTT Broker，并配置认证方式为用户名、密码方式；
- 2 使用上位机配置 SensorHub，连接上述 MQTT Broker，具体参阅《SenseCAP 物联网传感设备用户手册-多通道数据采集器系列》；
- 3 使用 MQTT 调试工具连接至 Broker，订阅上行主题，确认能够收到 SensorHub 发布的消息；
- 4 选取某种编程语言编写服务端程序，程序中的 MQTT Client 以 QoS=1 订阅上行主题，对接收到的消息进行处理、存储、分发；
- 5 若有下行需求，在任意时间以 QoS=0，retain=1 发布消息即可，下行配置为单向控制链，设备端不会回应执行完毕的消息，若需要严格的下行闭环，可通过设备上报的状态来间接实现。

### 4.2 分片包组装

由于网络传输的不确定性，许多网络协议都会处理超时与重传的问题，MQTT 也不例外。在下图所示的拓扑图中，通信路径 1 相对较为简单，一般为直接的 TCP 长连接，或者中间有一个负载均衡器，在 MQTT 连接建立后，可以等同视为一条 TCP socket 连接，由于设备端发送的 MQTT 消息均采用 QoS 1，基于 MQTT 的服务质量保证机制，我们可以认为 MQTT Broker 收到的分片包是保序的。



通信路径 2 的复杂程度则取决于用户的实际部署架构，用户应自行处理 MQTT 消息的保序。同时，在保证了通信路径 2 上的保序之外，服务端程序在编写时，也应该特别注意消息保序，避免因编程语言的异步特性或者多线程处理不当而破坏消息保序。若通信

路径 2 的架构复杂性导致无法实现保序，那么可在 **Broker** 中实施二次开发，现场进行分片包的组装。

在一个超长包内的所有分片包 `requestId` 相等，因此，建议分片包组装的流程为：

- 当接收到 `type=cev` 的消息时，将其置入以 `requestId` 为索引的缓存（队列）中；
- 当接收到 `type=fev` 的消息时，将此包的 `requestId` 索引的缓存（队列）中的所有消息取出，加上本 `fev` 包，合并 `events` 数组，得到完整 `events` 数组。

### 4.3 设备离线逻辑

管式多层土壤传感器属于周期睡眠型设备，MQTT 连接状态仅能辅助判断上线状态，无法判断离线状态。我们建议的离线判断逻辑是基于周期，以  $N$  个周期未收到设备消息为标准判断设备因故障离线，我们建议  $N=2.5$ 。

探测到设备离线后，可以从以下几个方面进行初步的排障：

- 1 供电，请检查太阳能板连接是否断开，是否被遮挡；
- 2 SIM 卡帐号是否状态正常，流量是否耗尽；
- 3 连接的传感器是否损坏，出现短路；

## 五、附录

### 5.1 测量值类型

| 测量ID | 测量值名称（中文）    | 测量值名称（英文）                                           | 测量值范围             | 测量值单位     |
|------|--------------|-----------------------------------------------------|-------------------|-----------|
| 4097 | 空气温度         | Air Temperature                                     | -40~90            | ℃         |
| 4098 | 空气湿度         | Air Humidity                                        | 0~100             | %RH       |
| 4099 | 光照           | Light                                               | 0~188000          | Lux       |
| 4100 | 二氧化碳         | CO2                                                 | 0~10000           | ppm       |
| 4101 | 气压           | Barometric Pressure                                 | 300~1100000       | Pa        |
| 4102 | 土壤温度         | Soil Temperature                                    | -30~70            | ℃         |
| 4103 | 土壤湿度         | Soil Monisture                                      | 0~100             | %RH       |
| 4104 | 风向           | Wind Direction                                      | 0~360             | °         |
| 4105 | 风速           | Wind Speed                                          | 0~60              | m/s       |
| 4106 | pH           | pH                                                  | 0~14              | pH        |
| 4107 | 光通量          | Light Quantum                                       | 0~2000、<br>0~5000 | umol/m² s |
| 4108 | 电导           | Eletrical Conductivity                              | 0~23              | dS/m      |
| 4109 | 溶解氧          | Dissolved Oxygen                                    | 0~20              | mg/L      |
| 4110 | 土壤体积含水量      | Soil Volumetric Water Content                       | 0~100             | %         |
| 4111 | 土壤电导         | Soil Electrical Conductivity                        | 0~23              | ds/m      |
| 4112 | 土壤温度(三合一传感器) | Soil Temperature(Soil Temperature, VWC & EC Sensor) | -40~60            | ℃         |
| 4113 | 每小时降雨量       | Rainfall Hourly                                     | 0~240             | mm/hour   |
| 4115 | 距离           | Distance                                            | 28~250            | cm        |
| 4116 | 浸液           | Water Leak                                          | true / false      |           |
| 4117 | 液位           | Liquid Level                                        | 0~500             | cm        |
| 4118 | 氨气           | NH3                                                 | 0~100             | ppm       |
| 4119 | 硫化氢          | H2S                                                 | 0~100             | ppm       |
| 4120 | 瞬时流量         | Flow Rate                                           | 0~65535           | m3/h      |
| 4121 | 累计流量         | Total Flow                                          | 0~6553599         | m3        |
| 4122 | 氧气浓度         | Oxygen Concentration                                | 0~25              | %vol      |
| 4123 | 水质电导率        | Water Eletrical Conductivity                        | 0~20000           | us/cm     |
| 4124 | 水质温度         | Water Temperature                                   | -40~80            | ℃         |
| 4125 | 土壤热通量        | Soil Heat Flux                                      | -500~500          | W/m²      |

|      |        |                                          |         |           |
|------|--------|------------------------------------------|---------|-----------|
| 4126 | 日照时数   | Sunshine Duration                        | 0~24    | h         |
| 4127 | 太阳总辐射  | Total Solar Radiation                    | 0~5000  | W/m²      |
| 4128 | 水面蒸发量  | Water Surface Evaporation                | 0~200   | mm        |
| 4129 | 光合有效辐射 | Photosynthetically Active Radiation(PAR) | 0~5000  | umol/m² s |
| 4131 | 响度     | Volume                                   | 0~100   | dB        |
| 4133 | 土壤张力   | Soil Tension                             | -100~0  | kPa       |
| 4134 | 盐度     | Salinity                                 | 0~20000 | mg/L      |
| 4135 | 总溶解固体  | TDS                                      | 0~20000 | mg/L      |
| 4136 | 叶面温度   | Leaf Temperature                         | -40~85  | °C        |
| 4137 | 叶面湿度   | Leaf Wetness                             | 0~100   | %         |
| 4146 | PM2.5  | PM2.5                                    | 0~1000  | ug/m³     |
| 4147 | PM10   | PM10                                     | 0~2000  | ug/m³     |

测量值类型 Seeed 会增量维护，并通过 <https://sensecap-statics.seeed.cn/hardware/lorapp/httpserver/src/constants/sensor-name-lang-dictionary.json> 分发，本文档更新可能存在延迟，请关注上述网址中的最新定义。

## 5.2 传感器类型

| Sensor Type | 传感器名称（中文）    | 传感器名称（英文）                            | 测量值 ID           |
|-------------|--------------|--------------------------------------|------------------|
| 1001        | 空气温湿度传感器     | Air Temperature and Humidity Sensor  | 4097, 4098       |
| 1003        | 光照强度传感器      | Light Intensity Sensor               | 4099             |
| 1004        | 二氧化碳传感器      | CO2 Sensor                           | 4100             |
| 1005        | 气压传感器        | Barometric Pressure Sensor           | 4101             |
| 1006        | 土壤温湿度传感器     | Soil Moisture and Temperature Sensor | 4102, 4103       |
| 1008        | 风向传感器        | Wind Direction Sensor                | 4104             |
| 1009        | 风速传感器        | Wind Speed Sensor                    | 4105             |
| 100A        | pH 传感器       | pH Sensor                            | 4106             |
| 100B        | 光通量传感器       | PAR Sensor                           | 4107             |
| 100C        | 电导传感器        | EC Sensor                            | 4108             |
| 100D        | 溶解氧传感器       | DO(Dissolved Oxygen) Sensor          | 4109             |
| 100E        | 土壤含水量温度电导传感器 | Soil Temperature, VWC & EC Sensor    | 4110, 4111, 4112 |
| 1011        | 雨量传感器        | Rain Gauge                           | 4113             |
| 1013        | 超声波测距传感器     | Ultrasonic Distance Sensor           | 4115             |

|      |                          |                                                             |                                          |
|------|--------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1014 | 浸液传感器                    | Water Leak Detector                                         | 4116                                     |
| 1015 | 液位传感器                    | Liquid Level Sensor                                         | 4117                                     |
| 2001 | RS485 五合一传感器(类型-A)       | RS485 Five-Element Sensor(Type-A)                           | 4097, 4098, 4101, 4104, 4105             |
| 2002 | RS485 三合一传感器(类型-A)       | RS485 Three-Element Sensor(Type-A)                          | 4097, 4098, 4101                         |
| 2003 | RS485 四合一传感器(类型-A)       | RS485 Four-Element Sensor(Type-A)                           | 4097, 4098, 4099, 4101                   |
| 2004 | RS485 氨气温湿度传感器(类型-A)     | RS485 NH3 Temperature Humidity Sensor(Type-A)               | 4097, 4098, 4118                         |
| 2005 | RS485 硫化氢温湿度传感器(类型-A)    | RS485 H2S Temperature Humidity Sensor(Type-A)               | 4097, 4098, 4119                         |
| 2006 | RS485pH 传感器(类型-A)        | RS485 pH Sensor(Type-A)                                     | 4106                                     |
| 2007 | RS485 土壤水分温度传感器(类型-A)    | RS485 VWC Temperature Sensor(Type-A)                        | 4112, 4110                               |
| 2008 | RS485 土壤水分温度电导率传感器(类型-A) | RS485 VWC Temperature EC Sensor(Type-A)                     | 4112, 4110, 4111                         |
| 2009 | RS485 涡轮流量计(类型-A)        | RS485 Turbine Flowmeter Sensor(Type-A)                      | 4120, 4121                               |
| 200A | RS485 七合一传感器(类型-A)       | RS485 Seven-Element Sensor(Type-A)                          | 4097, 4098, 4099, 4101, 4104, 4105, 4113 |
| 200B | RS485 溶解氧传感器(类型-A)       | RS485 Dissolved Oxygen Sensor(Type-A)                       | 4109                                     |
| 200C | RS485 液位传感器(类型-A)        | RS485 Liquid Level Sensor(Type-A)                           | 4117                                     |
| 200D | RS485 氧气传感器(类型-A)        | RS485 Oxygen Sensor(Type-A)                                 | 4122                                     |
| 200E | RS485 水质温度电导传感器(类型-A)    | RS485 Water Temperature EC Sensor(Type-A)                   | 4123, 4124                               |
| 200F | RS485 土壤热通量传感器(类型-A)     | RS485 Water Temperature EC Sensor(Type-A)英文名不能修改就要新建一个 ID 了 | 4125                                     |
| 2010 | RS485 日照时数传感器(类型-A)      | RS485 Sunshine Duration Sensor(Type-A)                      | 4126                                     |
| 2011 | RS485 太阳总辐射传感器(类型-A)     | RS485 Total Solar Radiation Sensor(Type-A)                  | 4127                                     |

|      |                       |                                                       |            |
|------|-----------------------|-------------------------------------------------------|------------|
| 2012 | RS485 水面蒸发传感器(类型-A)   | RS485 Water Surface Evaporation Sensor(Type-A)        | 4128       |
| 2013 | RS485 光合有效辐射传感器(类型-A) | RS485 PAR Sensor(Type-A)                              | 4129       |
| 2014 | RS485 水质温度溶氧传感器(类型-A) | RS485 Temperature and Dissolved Oxygen Sensor(Type-A) | 4124, 4109 |
| 2015 | RS485 土壤热通量传感器(类型-A)  | RS485 Soil Heat Flux Sensor(Type-A)                   | 4125       |
| 2011 | RS485 太阳总辐射传感器(类型-A)  | RS485 Total Solar Radiation Sensor(Type-A)            | 4127       |
| 2012 | RS485 水面蒸发传感器(类型-A)   | RS485 Water Surface Evaporation Sensor(Type-A)        | 4128       |
| 2013 | RS485 光合有效辐射传感器(类型-A) | RS485 PAR Sensor(Type-A)                              | 4129       |
| 2014 | RS485 水质温度溶氧传感器(类型-A) | RS485 Temperature and Dissolved Oxygen Sensor(Type-A) | 4124, 4109 |
| 2015 | RS485 土壤热通量传感器(类型-A)  | RS485 Soil Heat Flux Sensor(Type-A)                   | 4125       |

## 历史版本

| 版本  | 时间        | 更新内容                                            | 撰写人  |
|-----|-----------|-------------------------------------------------|------|
| 2.0 | 2021-4-14 | 原参考手册重写为开发指南，并删除 <b>SensorHub</b> 以外其它设备类型相关的描述 | Jack |