



# 雷达传感器在地质监测的应用

广州桑瑞科技有限公司

Guangzhou Sunrise Technologies Co., Ltd.

## 1.引言

我国地处环太平洋构造带和喜马拉雅构造带聚汇部位，地质灾害种类多，常见地质灾害 12 类，共 48 种。所有的地质灾害中，除地震灾害外，崩塌、滑坡、泥石流灾害最为严重的，其分布广、突发性和破坏性强，具有隐蔽性和容易链状成灾为特点，每年都会造成巨大的经济损失和人员伤亡。近来，各种地质灾害对我国危害程度日益加重，地质灾害造成的损失逐年增加。

地质灾害监测预警是一种长期的，持续的，跟踪式的、深层次的和各阶段相联系的工作，而不是随每次灾害的发生而开始和结束的活动，是有组织的科学与社会行为。

地质灾害监测是地质灾害防治的重要手段，其目的是通过一定的监测仪器火监测手段对已知的地质灾害体进行测量，分析，了解地质灾害的变形，位移状态及趋势，为地质灾害防治决策以及预报预警提供定量的数据。

## 2.雷达传感器设计原则

### 1. 实用性

适应不同地形需求，便于维护和扩充，每次扩充时不影响已建系统的正常运行，并能针对工程的实际情况安装雷达传感器。能在温度 $-30\sim+60^{\circ}\text{C}$ 、湿度 95% 以上及规定水压条件下正常工作，防雷，系统中各测值宜变换为标准数字量输出。操作简单，安装、易于维护。

### 2. 准确性

对于滑坡、泥石流与孤石监测系统而言，信息的准确性直接关系到决策的成败。因此该系统在监测数据自动采集、传输、处理等工作环节的设备选型和技术处理上要充分考虑误差控制和误差处理，确保提高系统整体的准确性。

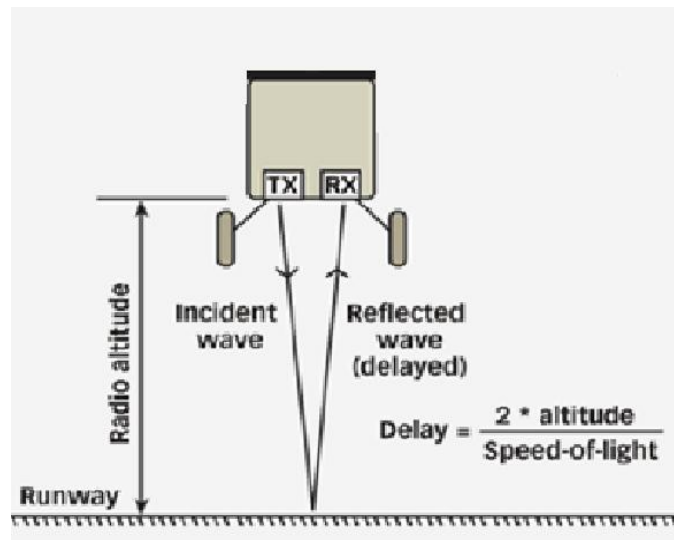
### 3. 可靠性

为保证系统长期稳定运行，观测数据具有可靠的精度和准确度。系统设备能自检自校及显示故障诊断结果并具有断电保护功能，同时具有独立于自动监测量仪器的人工观测接口。

### 3. 毫米波雷达传感器原理

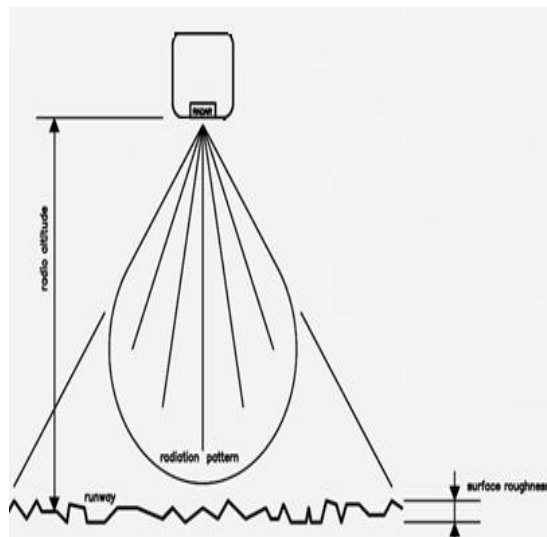
#### 1. 毫米波雷达测距原理

毫米波雷达通过发射波与目标回波的频率差计算目标的距离、速度、角度等信息。下图为毫米波雷达测距仪工作原理。



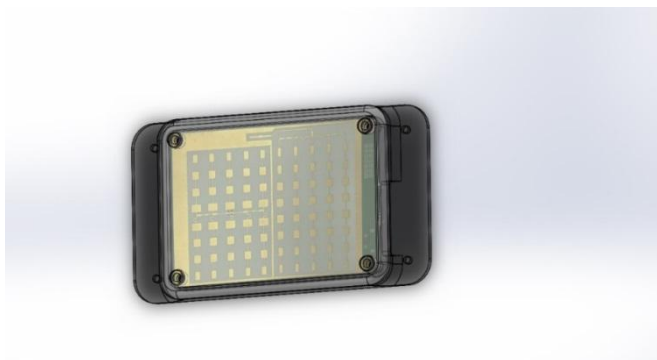
其中：光速为  $3 \times 10^8 \text{m/s}$ 。后端信号处理模块利用多普勒原理提取回波可以实时获取目标的精确信息如：距离、速度、角度。

毫米波雷达发射波形示意图如下：



当地表粗糙度远小于波长时进行镜面反射，地表粗糙度远大于波长时进行漫反射，一般情况下既有镜面反射又有漫反射，因此电磁波可以工作在各种地形条件下，增加了毫米波雷达的应用范围。同时可以根据应用需求灵活设计天线辐射角度，满足检测目标范围的需求。天线采用泰勒算法对方向图进行低副瓣综合，

具有很强的副瓣抑制比，使测距仪不容易受地面移动目标的干扰，可提高雷达的探测性能。



1、毫米波雷达精度高：由于工作频率高，可以利用大的信号带宽提高距离、速度的测量精度与分辨能力，并能精确的分析目标特征。

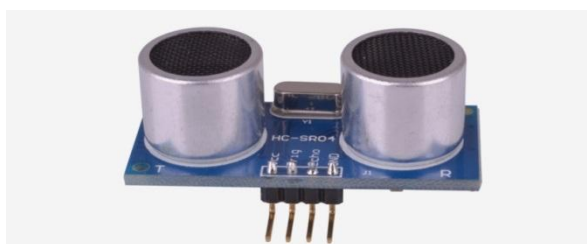
2、抗干扰能力强：毫米波雷达具有较强的抗电子干扰和抗杂波干扰。

## 2. 雷达与其它测距技术对比

雷达与其他测距技术对比

测距技术	精度	优点	缺点
GPS/北斗	低	绝对定高	误差相对较大，低空复杂环境干扰较大
超声波	高	成本很低	测距距离短，受空间噪声干扰大
红外/激光	高	暗光条件下很灵敏，效果较好	干扰大，强光效果很差，成本很高
毫米波雷达	高	精度高，全天候	小量购买成本略高

(1) 超声波测距仪传感器原理：



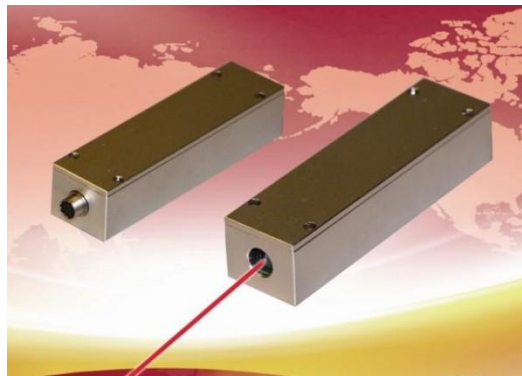
超声波测距仪原理简单、使用方便，成本也很低，但是由于超声波本身的一些特性，使得超声波测距仪在很多领域适应性不强，主要原因如下：

1、不适合植被覆盖地形：由于超声波频率一般在 40KHz~45KHz 左右，波长远大于植被的几何尺寸，因此很容易穿透植被，因此，超声波测距仪不太适合于森林、耕地等植被覆盖地形。而毫米波雷达测距仪可以根据需求选择合适频段满足不穿透树叶、穿透树叶但不穿透树干、穿透树叶和树干直达地面等不同应用需求，适应性更好。

2、作用距离短：超声波测距仪作用距离一般不超过 5m，特殊场合使用的超声波测距仪可达 23m 甚至 50m，但是距离越远，数据率就越低。

3、抗干扰能力稍差：虽然多数超声波传感器的工作频率为 40KHz~45KHz，远高于人类能够听到的频率。但是周围环境也会产生类似频率的噪音

(2) 激光测距传感器工作原理：



激光测距传感器：先由激光二极管对准目标发射激光脉冲。经目标反射后激光向各方向散射。部分散射光返回到传感器接收器，被光学系统接收后成像到雪崩光电二极管上。雪崩光电二极管是一种内部具有放大功能的光学传感器，因此它能检测极其微弱的光信号。记录并处理从光脉冲发出到返回被接收所经历的时间，即可测定目标距离。

1、激光测距的优点是精确，缺点是需要注意人体安全，而且光学系统需要保持干净，否则将影响测量；

2、激光测距传感器在户外使用肯定是会受雨雾天气影响的；

3、水面反射影响较大，由于水面的反射，影响较大；

4、玻璃墙面反射和穿透也受一定的影响。

## 4. 雷达传感器功能

### 1、 产品概述

高频雷达传感器可应用在山体滑坡、化工、冶金、水泥厂、煤矿、食品、制药、桥梁变形监测、建筑变形监测等所有行业测量仪器。据市场调查数据显示；雷达传感器是目前各类测量仪表中适用范围最广、测量最精确、维护最方便的测量仪表。

#### SRRD902T 雷达传感器特点

- 天线尺寸小，便于安装；非接触测量，无磨损，无污染。
- 防凝结，防腐蚀，几乎不受蒸汽、温度、压力等变化的影响。
- 波长更短，在液体、固体表面有更好的反射。
- 波束角小，能量集中，增强了回波能力的同时又有利于避免干扰物。
- 测量盲区更小，对于复杂的测量环境也会取得很好的效果。
- 高信噪比，即使在波动的情况下也能获得更优的性能。
- 高频率，是测量固液和低介电常数的最佳选择。
- 产品功耗低，安全性能高。



### 2、 产品参数

产品名称:		高频雷达传感器
产品参数要求:		标准值
实际应用		液体、固体、固液混合物等
产品等级	测量距离 10m	精度±2mm
	测量距离 30m	精度±3mm
	测量距离 50m	精度±5mm



频率范围	24GHz
防爆等级	ExiaII C T6 Ga/Exdia II C T6 Gb
防护等级	IP67
现场显示	LCD 显示屏
现场操作	4 位按键/红外遥控
信号输出	(4~20mA) HART、RS485/Modbus、GPRS 数据传输、串口
显示分辨率	1mm
测量间隔	大约 1 秒（取决于参数设置）
调整时间	大约 1 秒（取决于参数设置）
工作存储及运输温度	(-40~100) °C
过程温度	(-40~150)
过程压力	-0.1~0.3MPa
外壳	铝/PVC
供电电压	标准工业 24V
重量	大约 2kg

### 3、 电气连接

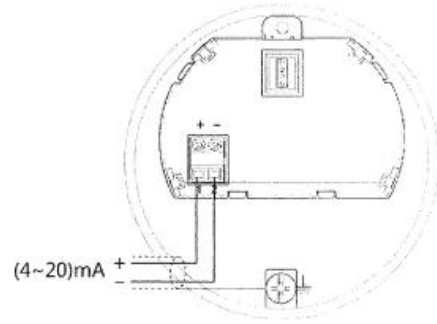
#### 供电电压

- (4-20) mA/HART (两线制) 供电电源和输出电流信号共用一根两芯屏蔽电缆线，具体供电范围参见技术数据。对于本安型须在供电电源与仪表之间加一个安全栅。
- (4-20) mA/HART (四线制) 供电电源和电流信号分开，各自分别使用一根两芯屏蔽电缆线，具体供电电压范围参见技术数据。
- RS485/Modbus 供电电源和 Modbus 信号线分开各自分别使用一根两芯屏蔽电缆线，具体供电电压范围参见技术数据。
- GPRS/TCP IP (两线制) 只须提供电源线，具体供电电压范围参见技术数据。

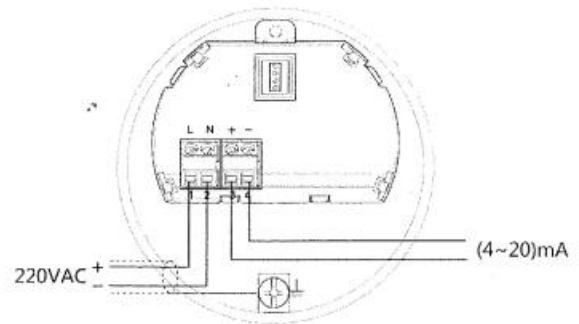
#### 连接方式



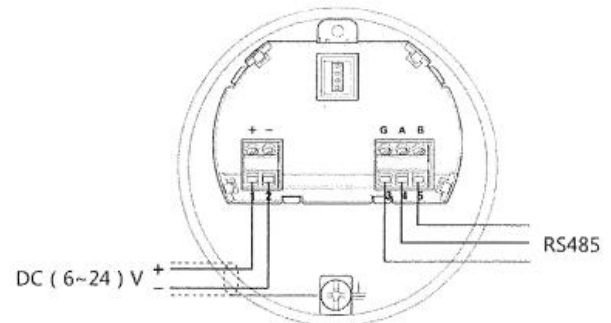
24V 两线制接线图如下：



220V 四线制接线图如下：



24V RS485/Modbus 接线图如下：



## 4、 产品调试

### ● 调试方式

- ①显示/机体按键、红外按键
- ②上位机调试
- ③HART 调试
- ④网络无线传输

### ● 显示/按键

通过显示屏上的 4 个按键对仪表进行调试，调试菜的语言可选，调试后，一般就只用于显示，透过玻璃视可以非常清楚地读出测量值。



单窗

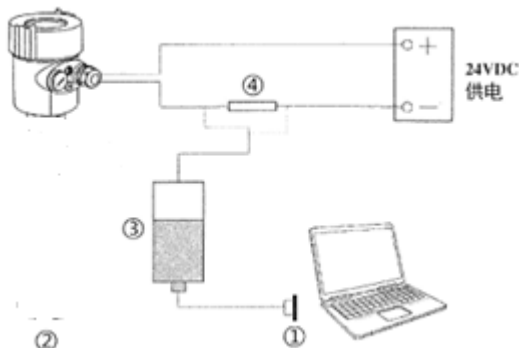


- ①液晶显示
- ②机体按键/红外按键

### 上位机调试

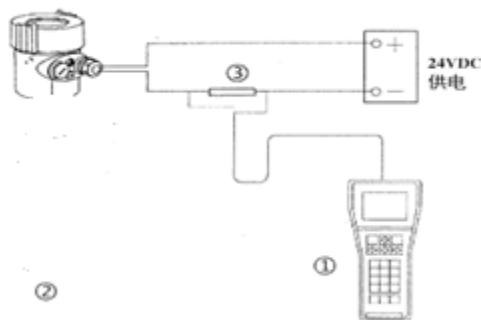
通过 HART 与上位机相连

- ①RS232 接口/USB 接口
- ②雷达传感器
- ③HART 适配器
- ④250Ω 电阻



### HART 调试

- ① HART 手持编程器
- ② 雷达传感器
- ③ 250Ω 电阻



### 无线传输

- ①雷达传感器
- ②后台服务器 PC 机



## 5、 结构尺寸

- ①高:78 mm
- ②半径:71 mm

## 5. 雷达传感器在地质方面应用

高频雷达传感器一般为工作在 K-波段 (24-26G)，雷达的工作频率高，其电磁波波长短，容易在固液体表面具有更优的反射波，并具有较窄的波束宽度，可有效避免其他干扰障碍物的影响，高频率还可使雷达使用更小的天线系统。我司高频雷达传感器的应用领域主要包括两个地质测量场景：1) 山体监测；2) 水位监测

## ●山体滑坡测量

水平位移、竖向位移监测可应用高频雷达传感器，高频雷达传感器一般为工作在 K-波段（24-26G），雷达的工作频率高，其电磁波波长短，容易在固液体表面具有更优的反射波，并具有较窄的波束宽度，可有效避免其他干扰障碍物的影响，高频率还可使雷达使用更小的天线系统。可应用与粉尘测量与山体斜坡位移监测，如：粉尘颗粒、石子监测及山体滑坡、泥石流，石块等监测。

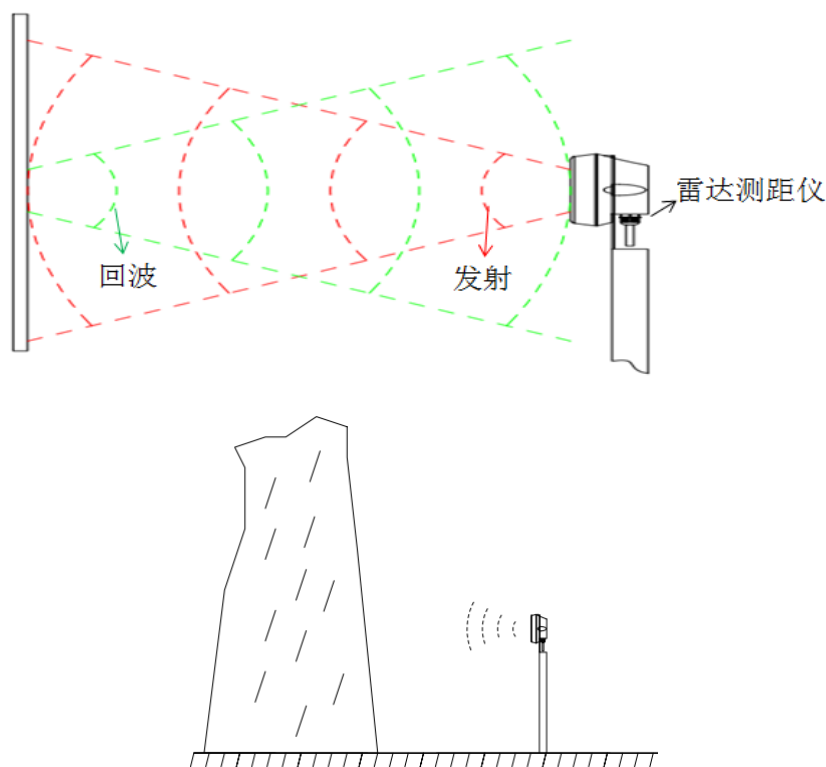


图 雷达传感器原理图与山体测量示意图

## ●环境量（水文气象）监测

环境量是地质运行性态发展的外因，对环境量（水位、气温、雨量等）进行监测是资料分析的需要，因此必须加以重视。

水位测点要布置在水流平稳、水面平缓的地方，以确保观测精度，监测仪器采用雷达传感器。

雷达传感器优势：

(1) 雷达传感器结构合理，性能良好，计量准确，稳定性好，实现了对水利水位的全天候计量和监督，如图。

(2) 雷达传感器的使用，为水利系统的管理自动化打下基础，数据已可以实现网上采集和传输。

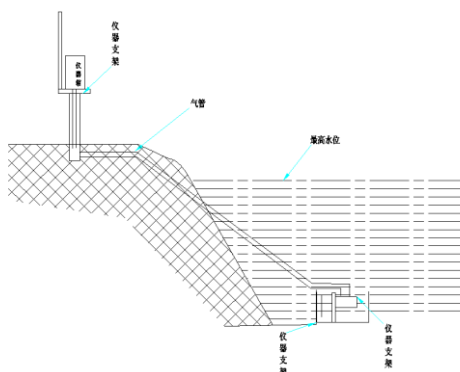
(3) 雷达传感器的使用，相比传统的水泡式液位计，不需要水下布线，安装方便, 如图为气泡式液位计与雷达传感器示意图比较。

(4) 雷达传感器的应用，减少了对人工操作的依赖，极大地减轻了岗位工人的劳动强度，提高了劳动效率。

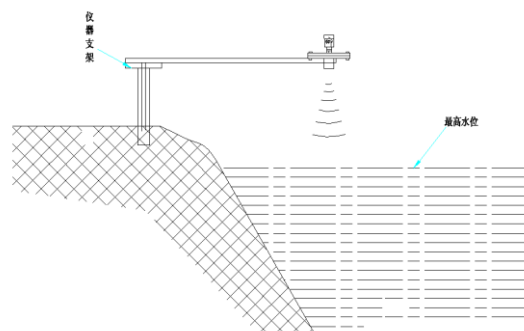
(5) 雷达传感器的使用，避免了在炎热、雷雨、冬雪等恶劣环境条件下，人工检尺的不安全因素。



图水位监测现场图片



气泡式液位计示意图



雷达传感器示意图

气泡式液位与雷达传感器示意图对比



## 联系方式

### 联系方式

---

地址：广州市高新技术产业开发区科学城开源大道 182 号

电话：020-22203500-3511

联系人：刘总

手机：18620033021

邮政编码：510535

邮箱：liupq@sangrui.com