

NSR300W 毫米波雷达白皮书



湖南纳雷科技有限公司

Hunan Nanoradar Science and Technology Co.,Ltd.

版本历史

日期	版本	版本描述
2020-3-12	2.0	NSR300W 白皮书

目录

NSR300W 毫米波雷达白皮书.....	1
1 周界安防雷达应用需求.....	1
1.1 周界安防面临挑战.....	1
1.2 毫米波安防雷达与传统周界手段的区别.....	2
1.2.1 传统周界告警技术——被动探测.....	2
2 NSR300W 周界安防雷达概述.....	3
2.1 产品概述.....	3
2.2 雷达基本工作原理.....	4
2.2.1 回波.....	4
2.2.2 目标探测和跟踪.....	4
2.3 产品参数.....	5
2.3.1 雷达接口.....	7
2.4 产品特性.....	7
2.5 系统拓补图.....	9
2.6 产品价值.....	9
2.7 设备安装.....	10
2.7.1 场景一：常规空阔场景.....	10
2.7.2 场景二：周界防护场景（机场、场站等围界）.....	11
2.7.2.1 监控围墙外部目标防止入侵.....	11
2.7.2.2 监控围墙内部目标防止入侵.....	11
2.7.2.3 监控水域目标.....	12
2.7.3 不同安装高度下雷达近处盲区数据.....	13
3 产品应用领域.....	13
4 结束语.....	14

NSR300W 毫米波雷达白皮书

摘要：NSR300W 是湖南纳雷科技有限公司研发的一款 K 波段宽波束周界安防雷达，采用具有较高复杂度的 FMCW 调制模式，运用 TBD、PDA、JPDA、MIMO、MTD、STAP、EKF 以及微多普勒感应、基于神经网络建立雷达环境认知思想等多种先进技术，能够高精度地检测运动目标的距离、角度信息、有效滤除树木等虚假目标，支持 1 路报警输出，采用可靠的收发一体化技术，具有灵敏度高、检测范围广、环境适应力强、探测准确、易于集成、性能稳定、性价比高等特点。通过发现和识别非法入侵警戒范围内的目标来提供预警功能，可为重要设施场所的周边环境提供全天时、全天候的安全保障，广泛应用于变电站、电厂、水厂、工厂、工业重地、工矿企业、物资仓库、学校、机场、水产养殖及畜牧场所、重点文物场所、桥梁防撞、军事设施、监狱、看守所等对周界安防有强烈需求的场所。

关键字：NSR300W，毫米波雷达，高精度，灵敏度高，检测范围广，易集成，报警输出，入侵警戒，全天候

1 周界安防雷达应用需求

1.1 周界安防面临挑战

安防本质是人防与技防的相互配合，在传统安防中，人防与技防、物防的配合方式往往是由技防手段进行数据记录，再通过人工进行判断，判断完成之后再行相关的反应，物防主要起到延迟的作用，从而完成整个安全防范的过程。这就构成了安防的 3 个基本要素：探测、延迟与反应。

周界安防仅简单的探测周界的“线”是远远不够的，必须在危险发生前，严密监视潜在的威胁或者处理掉这些威胁。比如在周界外，提前发现有不寻常的徘徊窥视的人或者慢行进车辆等，必须在潜在威胁发生前密切监控或驱离。

传统周界安防面临的问题与挑战

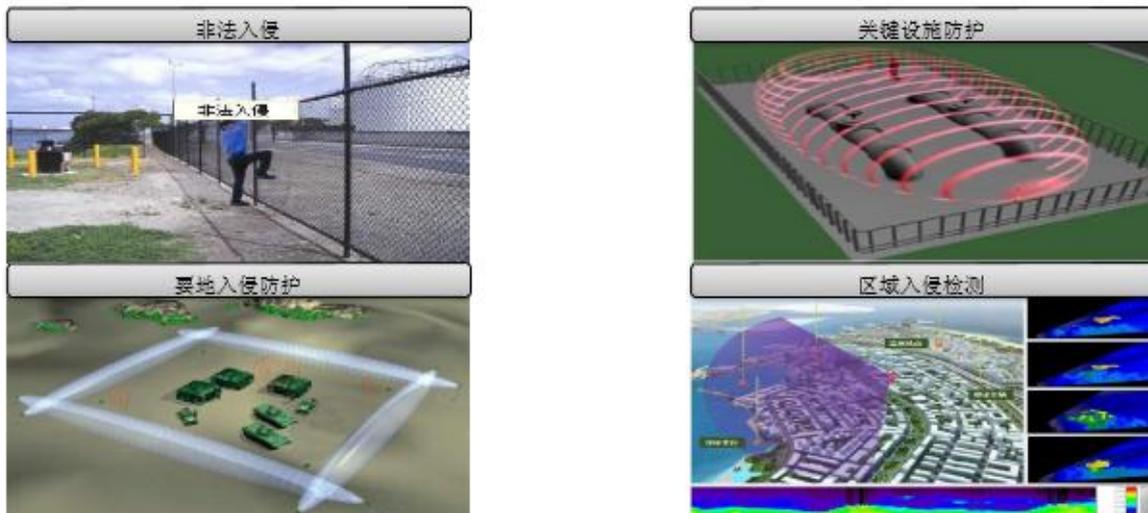


图 1 传统周界安防面临的问题和挑战

1.2 毫米波安防雷达与传统周界手段的区别

1.2.1 传统周界告警技术——被动探测

表 1 周界防范手段对比

	视频监控	红外对射	感应线圈	泄漏电缆	微波对射	安防雷达
安装及配置	复杂	简便	复杂	复杂	简便	简便
光线环境	白天	白天/黑夜	白天/黑夜	白天/黑夜	白天/黑夜	白天/黑夜
覆盖区域	宽区域 长距离	宽区域 短距离	窄区域 短距离	窄区域 短距离	窄区域 适中距离	宽区域 长距离
目标信息	身份识别 检测目标	检测目标	检测目标	检测目标	检测目标 距离 精度	检测目标 速度 距离 精度 目标分类
假报警因素	昆虫 阴影 恶劣天气	昆虫 树叶	无	土壤湿度 磁场干扰 金属物体	小动物 草 树	严重摇摆 的物体反 射
范围过滤	无	无	无	无	无	有
报警驱离	事件报警	无	无	无	无	声光报警
成本	适中	低	低 维护成本高	高	适中	适中

传统的周界/区域安防防范系统受光学能见度、恶劣天气、或复杂环境等影响，以至于安全防范系统漏报率高、误报率高；而且由于防范技术手段单一，无法提

供入侵目标信息，不具备在目标进入防区前的预警功能，不能给监管者提供有效的防范指导。

周界安防雷达对监控区域进行不间断扫描，并精准检测入侵目标距离、角度、速度等信息，对真实目标主动持续跟踪和预警；同时，利用基于机器学习的分类技术，可以实现人、车、树等入侵目标种类智能区分。

从多种安防技术手段对比可发现，无论从安装便捷性、环境适应性、目标探测能力、智能化应用、技术先进性、成本等方面对比，安防雷达均有综合性的优势。

2 NSR300W 周界安防雷达概述

2.1 产品概述

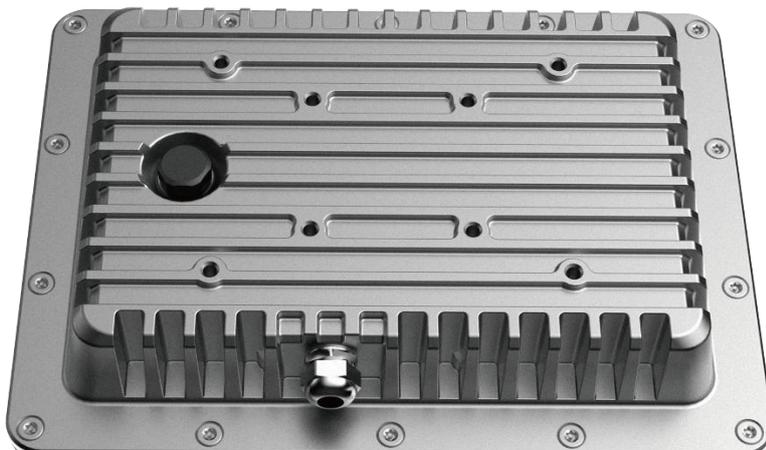


图 2 NSR300W 产品外观

NSR300W 周界安防雷达通过持续发射扇形的电磁波，计算每个分辨单元的反射信号，判断前方是否有运动目标，并精准检测入侵目标距离、角度、速度等信息；利用基于机器学习的分类技术，可以实现人、车、树等入侵目标种类智能区分。

2.2 雷达基本工作原理

2.2.1 回波

雷达通过发射调制信号并接收回波信号，经过数据处理，对回波信号进行解析，精确地计算出目标的距离、角度、速度等信息。

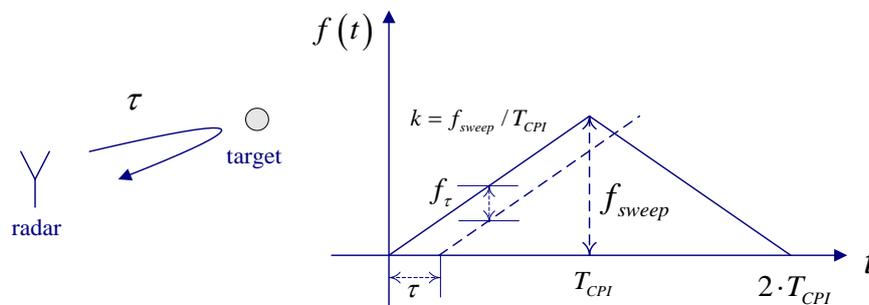


图3 回波信号解析

- 雷达持续发出信号后计算每个分辨单元的反射信号，该反射信号称为回波
- 更大体积和金属物体会反射更强能量的回波
- 慢速移动的物体（树木、草丛等）将比静止物体反射更强能量的回波

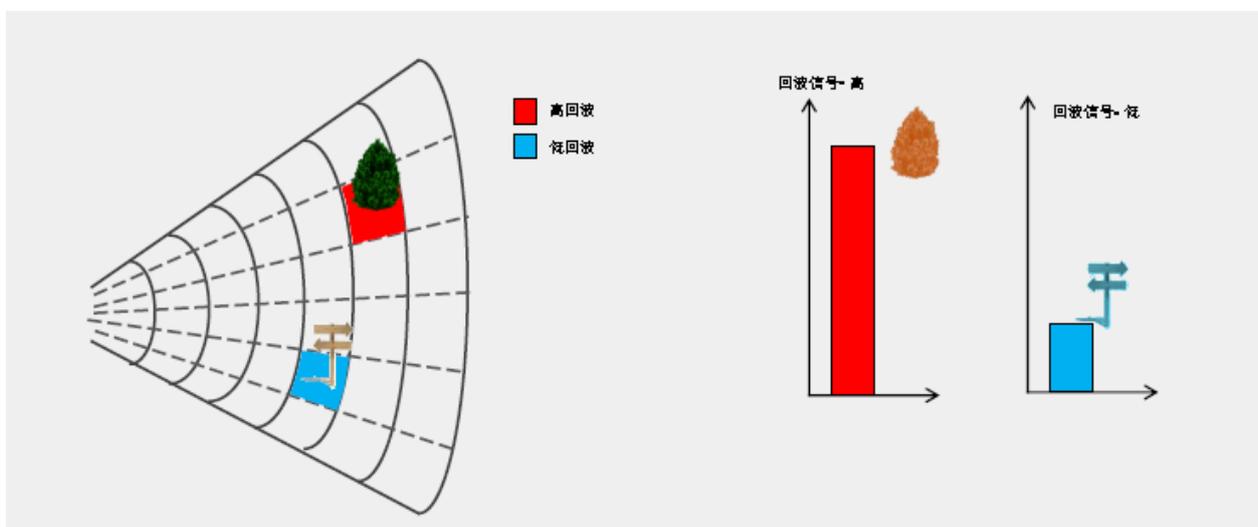


图4 目标反射强度

2.2.2 目标探测和跟踪

每次雷达扫描，当反射信号回波能量高于雷达检测阈值时，可以产生一个探测信号，但是任一单个的探测信号还不能定义为输出目标，在雷达监视区域中可能会出现多个检测目标，其中包括多个真实目标或虚假目标，由于是单帧检测，目标的距离、速度以及角度的真实值和检测量存在一定的差异，所以不能直接以单次的检测值作为目标的真实信息。雷达将会在后续连续扫描中对该探测信号保持跟踪，若跟踪信号满足航迹要求时，雷达将输出目标信息和轨迹，并上传给

用户。

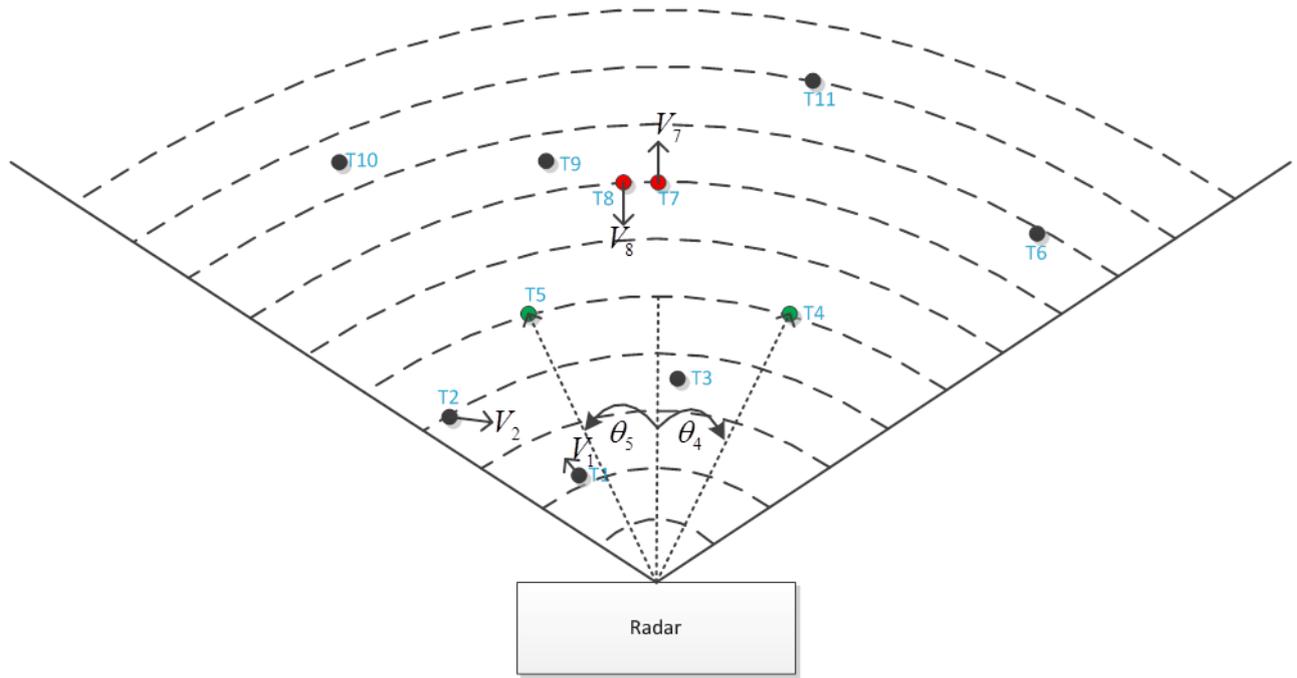


图 5 目标轨迹聚类

2.3 产品参数

NSR300W 采用具有较高复杂度的连续调频(FMCW)方案, 较低的功耗(18W), 较小尺寸(235*175*47.5(mm)), 1.5m 距离分辨率, 450m 测距, 轻量化设计, 可满足对探测距离、精度性能、环境适应性要求高的安防场合。

NSR300W 轮廓示意图如下:

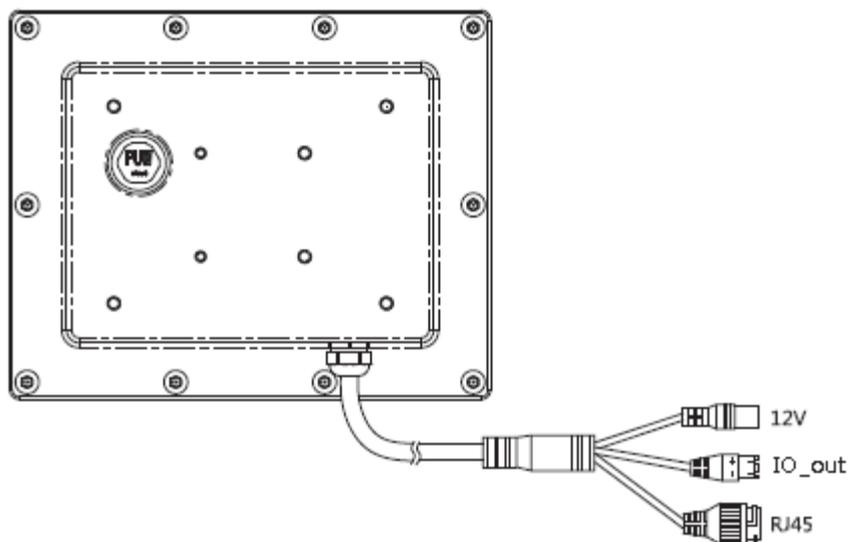


图 6 产品轮廓示意图

表 2 NSR300W 性能参数

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
系统特性					
发射频率		24		24.1	GHz
调制方式	FMCW				
更新率			8		Hz
功耗	12V DC 25°C		18		W
测距特性					
测距范围	全角度	1.5		450	m
测距精度			±0.75		m
测角精度			±1		°
测速范围		0.5		30	m/s
速度精度			0.03		m/s
速度分辨率			0.06		m/s
多目标跟踪特性					
同时跟踪目标			10+	32	个
距离分辨率			1.5		m
天线特性					
波束宽度	水平		90		°
	俯仰		13		°
接口特性					
接口			RJ45		
			I/O 输出*1		
通信协议					
雷达通信协议、SDK、API					
其它特性					
工作电压		9	12	15	V
工作电流			1.35		A
存储温度		-40		85	°C
工作温度		-40		75	°C
重量			1		kg
尺寸			235*175*47.5		mm

NSR300W 采用先进的集成平面微带阵列天线，收发天线各包含 10 个垂直极化辐射单元。雷达收发天线在方位面和俯仰面均设计为窄波束，方位面-6dB 波束宽度约为 90°，俯仰面-6dB 波束宽度约为 13°，收发天线均采用泰勒算法对天线方向图进行低副瓣综合。天线低副瓣设计使雷达不容易受地面杂波和主波束外目标的干扰，能够显著提高雷达探测目标的信噪比。

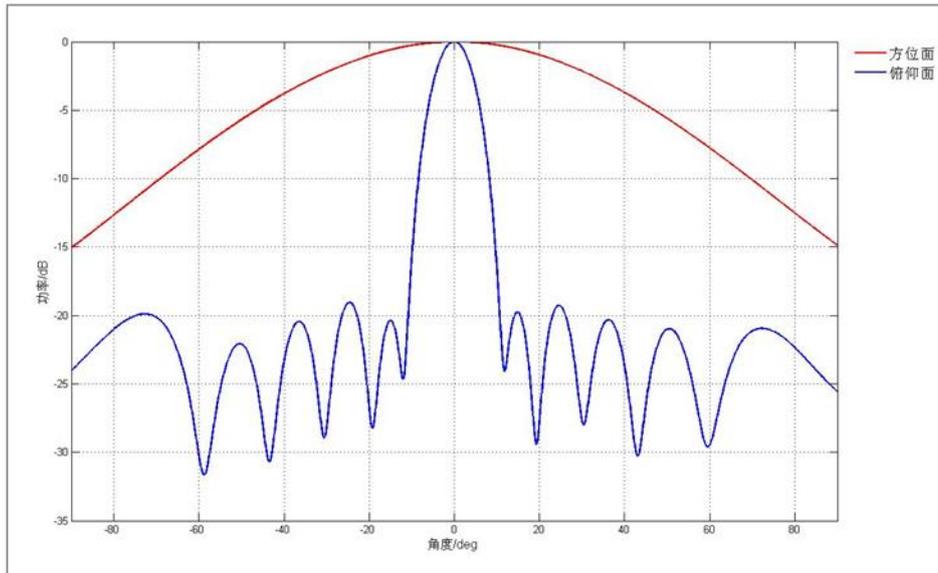


图 7 雷达天线方向图

2.3.1 雷达接口

为方便客户开发测试, NSR300W 雷达提供标准以太网 RJ45, (支持通信协议、SDK、API 等协议) 可以快速与上位机或者其他 MCU 集成, 节省用户的配置使用时间以及便捷多设备部署组网; 另外提供 1 路 IO 输出, 可使得雷达在前端即可触发声光报警器, 无需后台调度。

表 3 雷达物理接口定义

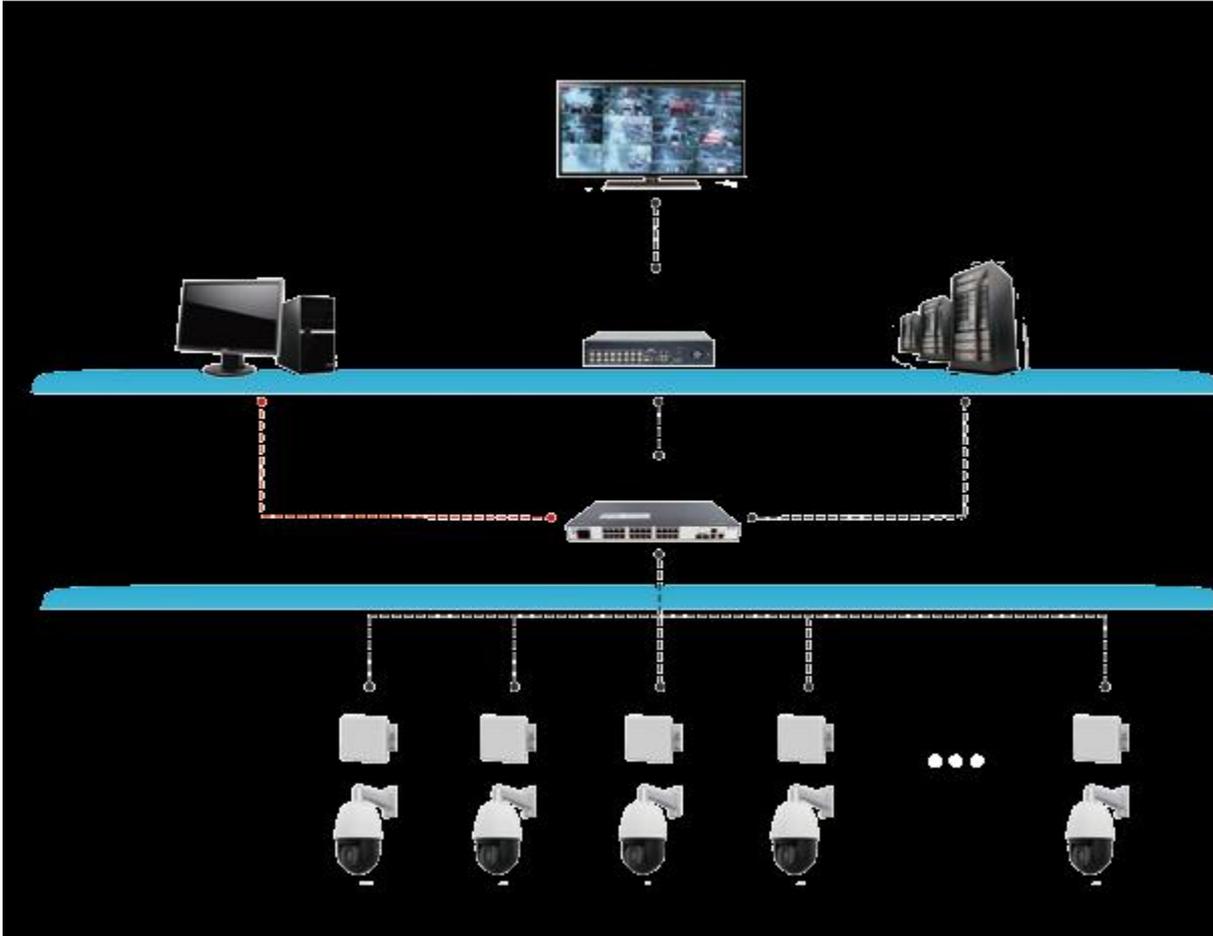
序号	电缆端口	端口名称	功能描述
1	电源	电源输入端口	输入直流 12V 电 注意 若未按照说明书供电, 设备可能受到损害
2	RJ45	网络端口	与标准以太网连接, 并为 PoE 提供电源
3	信号线	光耦输出	开关量输出 (干接点); 常开, 可承受电流 < 50mA

2.4 产品特性

- **智能:** 雷达采用 24GHz ISM 频段, FMCW 调制技术, 智能算法, 主动学习适应环境; **立体:** 雷达视频技术融合, 打造立体防护体系, 识别监视区域内运动入侵目标;
- **主动:** 雷达发射电磁波束, 接收目标反射回波进行探测, 主动连续, 长期稳定工作, 并提供目标距离、角度、速度、类别、信噪比等方位信息显示, 目标运动轨迹显示;

- **精确度高：**采用多天线接收阵列，DBF 数字波束合成、2FFT、粒子滤波、JIPDA 等多项先进的数字信号处理技术，测角、测距精度高，目标检测率>99%；
- **目标识别：**能够进行人、车目标识别，准确率≥85%；
- **跟踪速度范围广：**最低 0.5m/s、最高 120km/h 也能稳定连续跟踪目标、不中断
- **多目标跟踪：**支持多目标跟踪，32 个目标同时探测跟踪的能力，系统支持≥10 个目标同步输出；
- **抗干扰：**适应雨、雪、雾、霾、沙尘等各种恶劣天气，最大限度杜绝漏报，消除误报；
- **环境适应：**智能算法、主动学习，有效剔除树木等虚警。可根据不同场景特性，一键选择不同场景下雷达算法，使雷达能更高效的匹配应用；
- **视觉导引：**支持一雷多球、多雷一球、多雷多球方案，雷达主动搜寻目标信息，引导摄像头画面定位和持续跟踪目标；大幅减轻人工值守压力；
- **电子地图：**当雷达检测到入侵目标时时，电子地图上实时显示运动目标信息和运动轨迹；
- **驱离告警：**支持 1 路告警信号输出，现场声光告警，视频告警多种报警方式输出；
- **系统集成灵活：**支持雷达通信协议、SDK、web API 等协议及开发包，接口开放，开发灵活；
- **供电便捷：**雷达支持 12V DC 及 POE+，也可采用风光电能供电；
- 采用以太网通信接口，一体化设计部署方便，配置简单，易操作；
- 系统支持电子地图，开放性设计，主动兼容安防监控平台和报警平台；
- 雷达全封闭式设计，IP66、耐腐蚀高等级防护，非常适合室外及恶劣环境使用

2.5 系统拓补图



2.6 产品价值

- 周界区域监视，雷达视频融合，立体防护
- 多点智能联动，主动跟踪报警
- 无漏报，低误报，稳定性高
- 现场声光告警



多目标跟踪



检测区域广



误报率低



易集成



声光告警

2.7 设备安装

2.7.1 场景一：常规空旷场景

- 雷达安装在被检测区域前方，雷达法线对准警戒区域中心

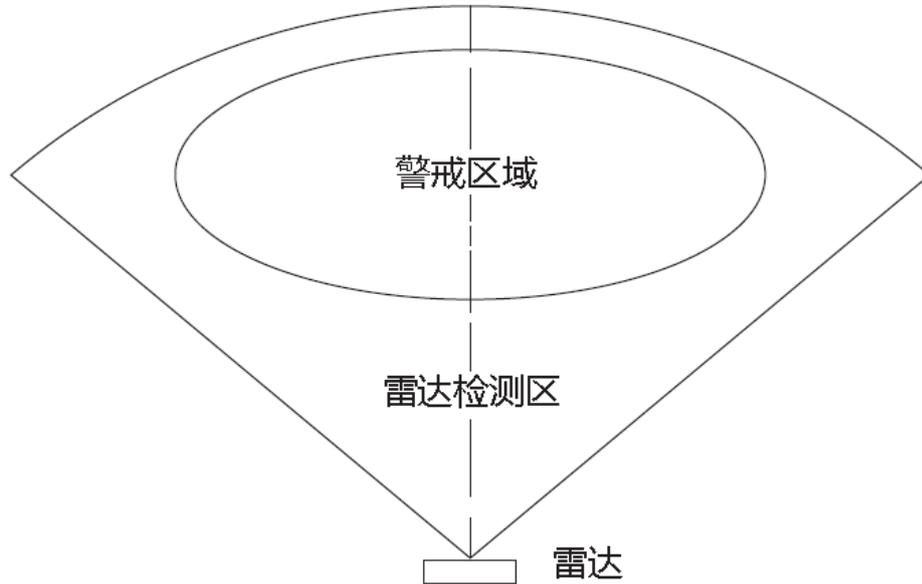


图 9 雷达安装示意图 1

- 一般来说，为保证雷达探测精度及探测效果，雷达检查面应与警戒区域垂直；推荐安装高度 1~3 米，一般建议不超过 6 米。

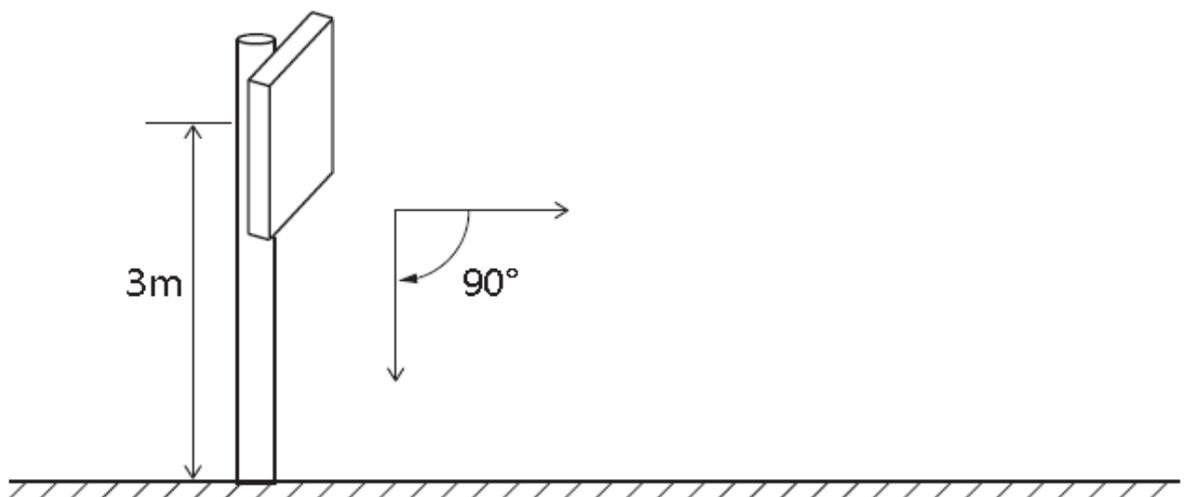
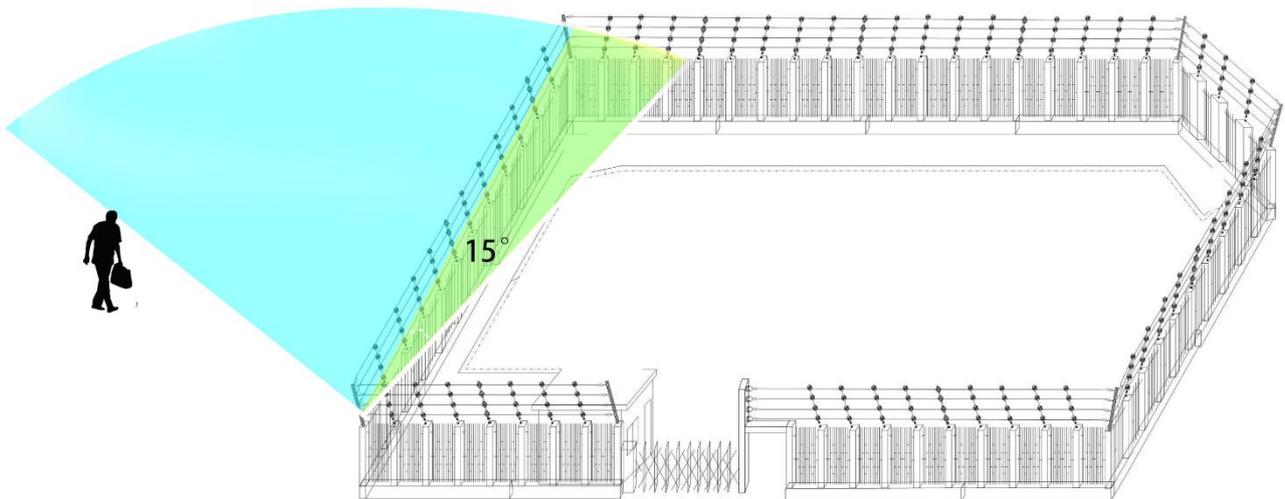


图 10 雷达安装示意图 2

2.7.2 场景二：周界防护场景（机场、场站等围界）

2.7.2.1 监控围墙外部目标防止入侵

- 雷达架设在围墙侧，紧挨围墙位置或围墙正上方（效果最佳）
- 雷达安装高度推荐 2 米，可根据实际需要调整但一般不建议超过 6 米（不同安装高度，雷达探测盲区不同，一般建议不大于 3~4 米；若雷达安装在围墙正上方，建议雷达安装高度在围墙正上方 0.5~1 米之间）、相机安装高度 3~6 米
- 雷达安装水平角度朝围墙外侧倾斜 30°（若围墙内区域也需监控，则按需将雷达往围墙内侧回调适当水平角度即可）



安防雷达部署——监控围墙外部目标防止入侵

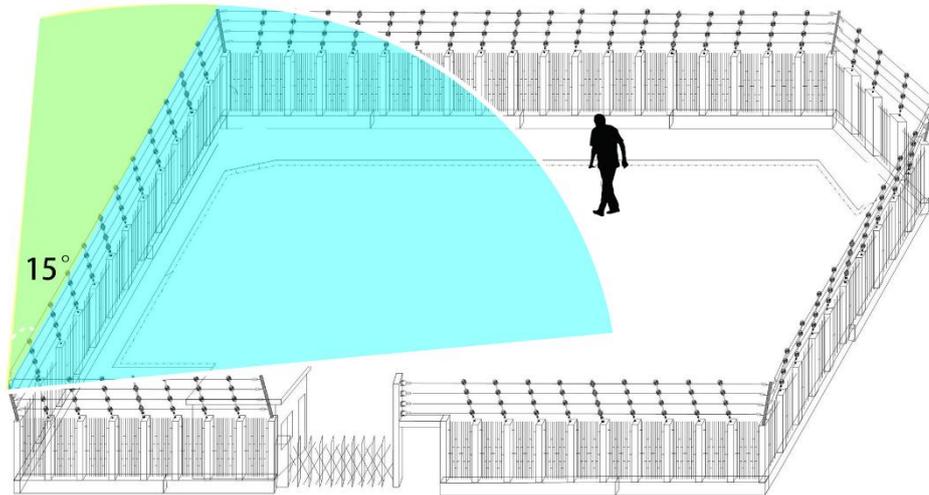
图 11 监控围墙外部目标安装示意图

2.7.2.2 监控围墙内部目标防止入侵

- 雷达架设在围墙内侧紧挨围墙位置或围墙正上方（效果最佳）
- 雷达安装高度最佳推荐 2 米，可根据实际需要调整但一般不建议超过 6 米（不同安装高度，雷达探测盲区不同，一般建议不大于 3~4 米；若雷达安装在围墙正上方，建议雷达安装高度在围墙正上方 0.5~1 米之间）、相

机安装高度 3~6 米

- 雷达安装水平角度朝围墙内侧倾斜 30° （若围墙外区域也需监控，则按需将雷达往围墙外侧回调适当水平角度即可）



安防雷达部署——监控围墙内部目标防止入侵

图 12 监控围墙内部目标安装示意图

2.7.2.3 监控水域目标

若安装场景为水域，监控水面船只，且雷达安装在桥梁上：

- 雷达水平架设在桥梁上，且安装为桥梁/水域居中位置。
- 雷达法线正对正前方，安装角度无需下倾。

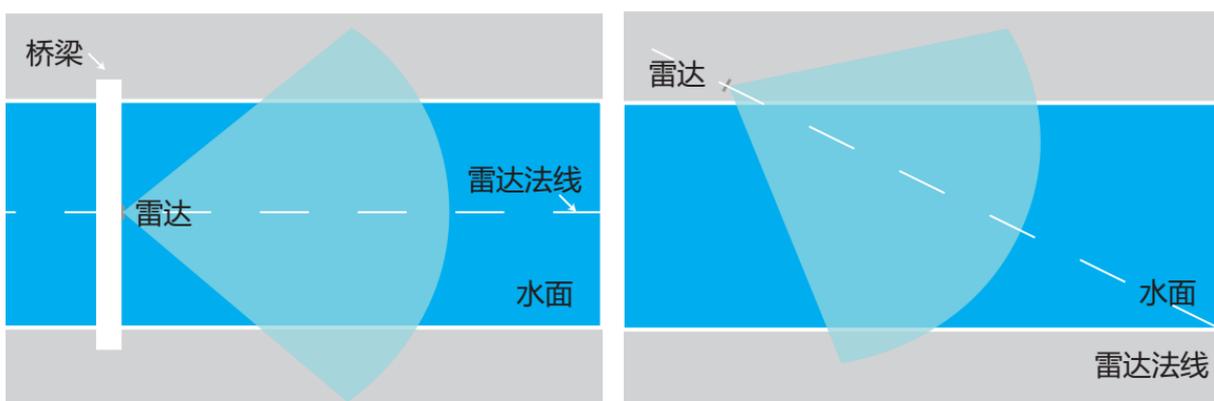


图 13 监控水域目标安装示意图

若安装场景为水域，监控水面船只，且雷达安装在岸边：

- 雷达架设在岸边立杆上，水平安装，一般不建议超过 6 米高。
- 雷达法线朝向水面中心，安装角度无需下倾。

2.7.3 不同安装高度下雷达近处盲区数据

表 4 不同安装高度的雷达盲区数据

安装高度		盲区距离		盲区距离		平均值		备注
		100W	300W	100W	300W	100W	300W	
1.5m	远离	2.04	3	1.54	6	1.8	4.5	身高 1.75 米的人常规速度步行
	靠近	1.49	1.93	1.2	1.94	1.3	1.9	
2m	远离	3.1	3.4	3	3.5	3.1	3.5	
	靠近	1.5	1.9	1.35	1.9	1.4	1.9	
3m	远离	9	9	9.5	9.5	9.3	9.3	
	靠近	7.5	7.5	7.8	7.8	7.7	7.7	
4m	远离	15	16.4	15.7	16.2	15.4	16.3	
	靠近	10	10	9.5	10.9	9.8	10.5	
5m	远离	20.5	21.2	20	21.4	20.3	21.3	
	靠近	16.2	17.7	16	16.6	16.1	17.2	
6m	远离	24	23.1	23.8	23.8	23.9	23.5	
	靠近	21.5	21.2	21	21.5	21.3	21.4	

以上不同安装高度雷达近处盲区数据仅供参考，实际盲区距离以应用场景实测为准。

3 产品应用领域

机场防护



石油气站防护



公路交通防护



看守所防护



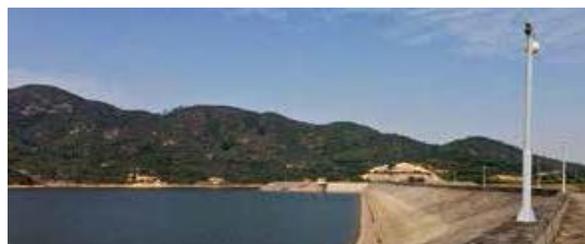
体育馆防护



文物古迹防护



水域养殖防护



4 结束语

NSR300W 是纳雷科技自主研发的单基地智能区域安防雷达，该产品采用先进的 MMIC 及信号处理技术，测量距离远、性能稳定，可以广泛应用于军事防御检测、监狱区域防范、油库区域监控、机场区域安防等场所，为保障区域的安全提供了强有力的支撑。产品可以显著提高区域安全性能，降低防护人员的工作负担。

湖南纳雷科技
长沙高新区文轩路 27 号
麓谷企业广场 B7 栋

Tel.: 0731-88939916
E-Mail: sales@nanoradar.cn
URL: www.nanoradar.cn

