ANYMESH
万蓝通信

万蓝SDR全国产化MESH应用
靶场监测自组网通信解决方案



全域机动 · 超视距传输 · 全国产化自主可控

空地一体化协同
多平台异构节点无缝互联

高可靠抗干扰
复杂电磁环境稳定通信保障

广域无缝覆盖
非视距通信与快速组网能力

目录 CONTENTS

ANYMESH 万蓝通信

01 项目背景与需求分析
深入剖析现代靶场监测面临的技术挑战，明确系统建设的核心需求与目标。

02 解决方案概述
基于万蓝通信自组网核心产品构建一体化监测网络，实现靶场全域覆盖与无人装备高效协同。

03 系统架构与网络拓扑
采用分层架构设计，结合无中心自组网拓扑，确保网络高可用与灵活性。

04 核心设备功能详解
深度解析SDR-A3与SDR-A2的硬件特性、通信能力及适配场景。

05 关键技术优势
突出全国产化自主可控、抗毁性强、高带宽低延时等核心技术优势。

06 性能指标与应用价值
量化分析系统性能指标，结合实战场景展示方案的应用价值与效益。

01 项目背景与需求分析

万蓝通信 Take Connection Easy

核心洞察：靶场监测面临"**覆盖盲区—机动部署—电磁干扰**"三重困境，决定了必须采用无中心、自愈合、抗干扰的自组网架构，而非依赖基础设施的传统通信模式。



传统通信手段的瓶颈

现代靶场监测与训练评估对通信网络提出了极高要求。传统手段因覆盖范围有限、带宽不足、抗干扰能力弱，难以支撑无人车、无人机集群等多平台的协同作业，成为制约实战化训练效能提升的关键短板。

广域覆盖能力

覆盖半径不小于5km，确保靶场全域无死角监控，满足远距离作业需求。

高带宽数据回传

总吞吐量≥40Mbps，支持多路高清视频与海量传感器数据实时并发回传。

低延迟实时响应

毫秒级端到端延迟，保障指挥指令即时下达，确保态势感知与控制的实时性。

抗毁性与自组网

具备自组织、自愈合能力，在节点失效或干扰环境下自动重构，保持网络连通。

多异构平台协同组网

兼容无人车、大中小型无人机、系留平台及便携指挥终端，支持64+异构节点同时接入，实现多平台间的无缝协同与统一调度。

02 解决方案概述

ANYMESH-SDR 核心技术架构: 方案以MIMO-COFDM物理层抗干扰传输、无中心Ad Hoc网络层动态自愈、SDR软件定义架构灵活演进为三大技术支柱，形成"传输-组网-升级"的全栈自主可控能力。

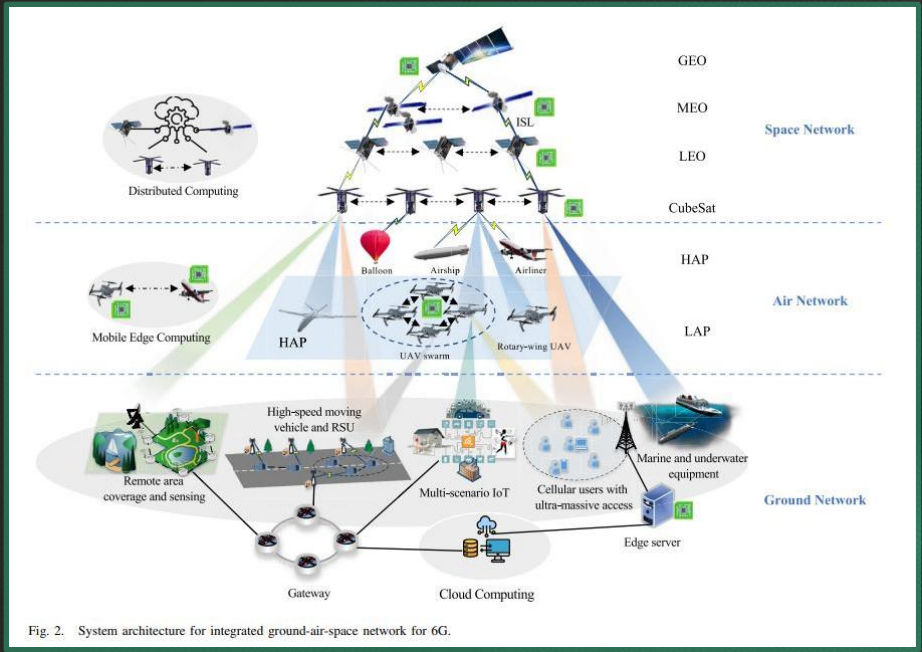


Fig. 2. System architecture for integrated ground-air-space network for 6G.

依托 AnyMESH® 自组网技术，构建一个无中心、自组织、自愈合的无线宽带通信网络。实现指挥中心、空中系留无人机与地面无人平台的实时互联，为全域作战提供高可靠通信保障。

01 核心硬件部署

以**SDR-A3**嵌入式电台为无人平台边缘节点，负责感知与执行；以**SDR-A2**便携基站为指挥中心核心节点，负责汇聚与管控，形成高效的“中枢-边缘”协同架构。

02 空地一体化立体组网

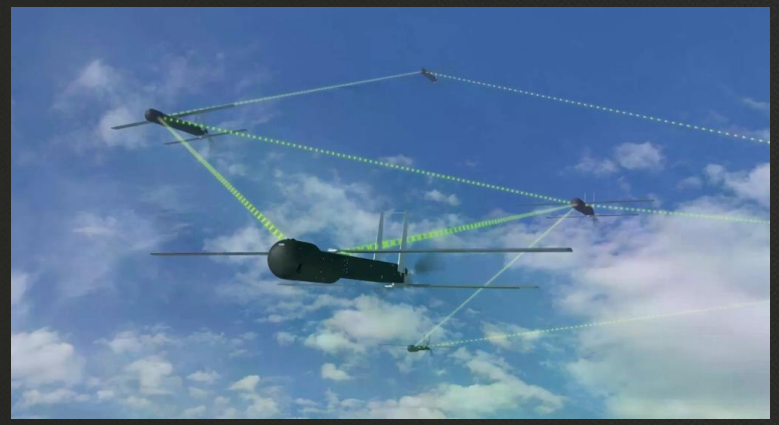
融合地面节点直连通信与空中系留无人机中继转发，构建“地-空”双层通信链路，实现对5km×5km靶场区域的全域无缝覆盖，突破地形遮挡限制。

03 抗干扰高带宽技术

基于**TDD-COFDM + MIMO**技术体制，配合动态TDMA智能时隙调度，在多跳传输场景下依然能提供稳定、高带宽的数据通道，具备极强的抗干扰能力。

03 系统架构与网络拓扑

异构节点配置：12节点全域组网：系统采用SDR-A3与SDR-A23形成"嵌入式-便携式"产品矩阵，覆盖空中机动与地面指挥全场景，两者协议互通、无缝组网，确保异构节点统一接入。









空中节点：11架无人机

4架大无人机作为长航时监测平台，持续巡航采集多光谱/红外高清视频，覆盖靶场主要监测区域

2架系留无人机通过光电复合缆持续供电，24小时悬停作为空中通信中继枢纽，弥补其他无人机续航短板

5架小无人机灵活抵近侦察，快速响应突发点位，补充盲区覆盖，或与主平台轮换接力

地面机动：1辆无人车

无人车作为地面移动监测平台，自主巡航靶场道路或越野环境，搭载多传感器载荷，实现全天候地面态势感知

配备**SDR-A3机载模块**实现与空中节点、指挥节点的空地一体化组网，延伸网络覆盖至地面盲区，构建空地协同监测链路

支持自主路径规划与动态避障，实时回传高清视频与环境数据，作为空中网络的重要地面补充节点

地面指挥：指挥箱+背负台

指挥箱部署于固定指挥所，集成显示、控制、存储功能，作为网络管理核心与业务汇聚节点，统一调度全域节点

SDR-A23便携背负台作为机动备份或前出指挥使用，支持单兵背负快速展开，确保指挥连续性，适应机动指挥需求

双节点冗余设计实现主备无缝切换，支持语音、视频、数据多业务融合，构建立体化指挥控制体系

核心洞察： 本次任务配置12个异构节点形成"空中-地面-指挥"三层立体组网：11架无人机构建动态空中Mesh层（含系留无人机作为持久中继），1辆无人车延伸地面机动监测，1个指挥箱加1个背负台构建立体化指挥体系，所有节点通过SDR-A3/A23无缝互联，无中心架构确保任意节点失效不影响整网运行。

总体架构：分层分布式设计

核心洞察：方案以全国产化SDR-A3为主力配置，在轻量化与性能间取得最优平衡：空地通信距离覆盖5km需求，总业务带宽40兆支撑多路高清视频并发，单机重量低至318克不显著影响无人机载荷与续航，全国产化供应链确保自主可控与信息安全。



01 指挥控制层

核心组成：一体化指挥箱 + SDR-A2便携背负式基站
核心职能：作为系统“大脑”，负责全域网络管理、控制指令下发及多源数据的汇聚处理与可视化呈现。



02 空中骨干层

核心组成：系留无人机平台 + SDR-A3自组网电台
核心职能：构建空中通信中继枢纽，有效克服地形遮挡，延伸通信距离，实现靶场全域无死角覆盖。



03 任务执行层

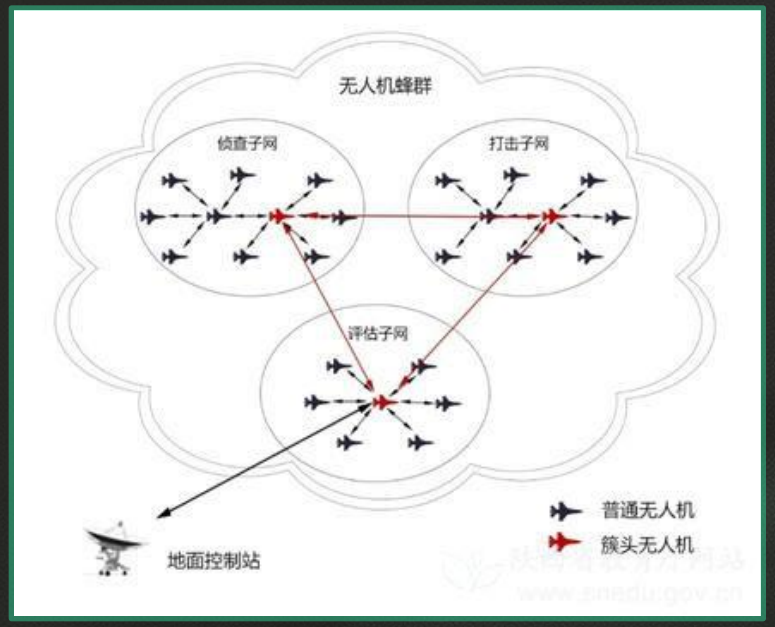
核心组成：无人车、固定翼/旋翼无人机集群
核心职能：执行战场侦察、目标监测等任务，实时回传高清视频流与传感器数据，实现情报实时感知。

网络拓扑：无中心自组网 (Ad Hoc)

动态组网拓扑：系留中继 · 空地一体

ANYMESH 万蓝通信

本方案采用无中心自组网拓扑，所有节点地位平等，开机后自动发现邻居并建立连接，形成一张动态的网状网络，具备极强的抗毁性与灵活性，是复杂战场环境下的通信保障首选。



图示：无中心自组网多节点动态互联拓扑结构，节点间通过无线链路自动组网，实现全域覆盖与高效协同。

01 直接通信

视距范围内，任务节点可直接与指挥中心或其他节点建立高速通信链路，无需依赖固定基站，响应迅速且低延迟。

02 多跳中继

突破视距限制，数据通过相邻节点自动接力转发，利用空中节点实现超视距传输，大幅扩展通信覆盖范围。

03 空中骨干网

系留无人机作为高空“基站”，为低空平台与地面终端提供稳定中继，有效解决复杂地形遮挡与通信盲区问题。

04 网络自愈

任意节点故障或退出时，路由协议自动计算新路径，网络拓扑动态重构，抗毁能力极强，保障通信不中断。

网络以2架系留无人机为持久空中中继锚点，构建"星型-网状"混合拓扑：大/小无人机动态Mesh接入实现灵活覆盖，无人车延伸地面盲区，指挥箱汇聚全网业务，背负台支持机动前出。无中心架构使任意单点失效时，网络在毫秒级自动重构路由，确保监测业务连续性。

04 核心设备功能详解

我们聚焦两款核心产品的差异化设计。先看SDR-A3，这是我们的机载嵌入式模块，专门为无人机、无人车、无人船这些空间受限的平台设计的。它的核心特点是极致轻量化，标准版只有318克，小模块更是做到160克，可以内嵌到机身里面，也可以外挂到机架上，对飞行器的气动布局和续航影响降到最低。所有空中节点和无人车都用的是这款。然后是SDR-A23，这是便携背负式终端，专门为地面指挥人员设计的。它集成了显示屏、按键、电池，可以单兵背负，也可以放在指挥箱旁边作为固定节点。相比A3，A23更强调人机交互和快速部署，开机就能用，不需要复杂的集成调试。

SDR-A3 机载嵌入式终端

全频段覆盖 · 精准捕获

默认1.4G工作，可定制频段范围：70MHz-6GHz，支持频谱信号毫秒级快速捕获与实时追踪。

高灵敏度 · 强抗干扰

接收灵敏度高达-103dBm，配合1000hop/s高速跳频与智能选频，有效抵御靶场复杂电磁干扰。

坚固便携 · 适应战场

轻量化机身设计，IP65级防尘防水，适应高温、潮湿等恶劣野外环境。

SDR-A23 战术通信基站

异构组网 · 全域互联

支持自组网与公网融合通信，构建无死角、高稳定的战场通信覆盖网。

抗扰防截 · 安全可靠

采用自适应跳频与加密传输技术，有效规避敌方电磁干扰与信号截获。

宽温稳定 · 持久续航

军用级工业设计，适应-40°C至70°C极端温差，支持太阳能与电池双供电。

设备协同：构建“侦听-分析-通信”一体化战术闭环，为战场态势感知与指挥调度提供高可靠的通信保障。

万蓝通信
Take Connection Easy

机载/车载嵌入式电台：ANYMESH-SDR-A3

SDR-A3 是专为无人机、无人车等移动平台打造的高性能自组网电台，作为任务节点的“通信心脏”，凭借卓越的抗干扰能力与组网特性，为复杂战场环境下的实时指挥与数据传输提供稳定可靠的通信保障。



SDR机载模块

ANYMESH-SDR-A3-4W

组网规模：64个节点

发射功率：2*2W

峰值速率：64Mbps

极速传输

TDD-COFDM+MIMO技术，峰值速率达125Mbps，轻松承载多路高清视频并发回传。

轻量低耗

整机仅重318g/500g，低功耗设计，最大限度降低对无人机载荷与续航的影响。

超视距覆盖

接收灵敏度达-103dBm，地空视距通信距离可达60-100km，远超常规任务需求。

多设备无缝集成

配备网口、RS232/TTL串口等丰富接口，可快速对接飞控系统、光电云台、高清相机及各类工控终端，实现数据与指令的实时交互。

高速机动稳定通信

支持1000+Km/H高速移动场景，内置多普勒效应抑制技术，确保在高速机动过程中通信链路持续稳定，不掉线、不卡顿。

核心设备：SDR-A3 嵌入式自组网模块



军工级嵌入式设计
构建全域互联的通信基石

核心规格定义

型号：万蓝 SDR-A3 嵌入式机载SDR自组网模块。协议：ANYMESH-SDR 基带，搭载万蓝通信宽带A波形Mesh协议，支持高速率多跳传输。

强劲射频性能

功率：标配2*1W/2*2W (可扩展至2*5W/2*10W/2*20W)
特性：具备高灵敏度接收能力，在复杂电磁环境与遮挡场景下保持稳定通信。

军工级防护标准

封装：铝合金密封外壳，抗震抗冲击
宽温：-40°C ~ +70°C 宽温工作，适应无人机机载震动与户外极端环境。

全域统一适配

接口：网口*2、串口RS232*2/TTL*1
应用：适配无人机、机器犬等平台，支持北斗/GPS位置共享，实现全网互通。

核心价值：实现从空中无人机到地面无人车/机器犬的“一网统管”，彻底打破异构设备间的通信壁垒。

万蓝通信
Take Connection Easy

便携背负式基站：ANYMESH-SDR-A23

ANYMESH-SDR-A23 是一款完全自主研发的全国产化自组网基站，作为通信网络的核心枢纽，它具备高可靠性与灵活部署能力，专为复杂战场环境、应急救援及野外作业场景设计，为无缝通信提供坚实保障。





设备采用加固型设计，适应-40°C至+60°C宽温环境，具备优异的抗冲击与防尘防水性能。其紧凑体积与轻量化设计，支持背负、车载等多种部署方式，满足机动通信需求，是复杂环境下的通信保障利器。

全国产化自主可控

软硬件100%国产化，基于国产FPGA芯片与定制OS，彻底摆脱外部依赖，筑牢信息安全防线，确保核心技术自主可控。

高速率长距通信

峰值速率达70-125Mbps@20MHz，发射功率强劲，地对地视距通信距离可达15km，满足高清视频、大数据量的实时传输需求。

多模融合与公网延伸

内置高清屏显与实体键盘，支持有线无线混合组网；集成4G/5G模块，可作为公网延伸节点，实现专网与公网的无缝互联。

可视化智能运维

支持统一网管平台，实时呈现网络拓扑、设备状态及链路质量，支持远程配置与故障诊断，大幅提升运维效率。

05 关键技术优势

全国产化

自主可控：从芯片到协议的深度自研

万蓝通信ANYMESH-SDR系列实现"芯片-硬件-软件-制造"全链条国产化，满足军警涉密项目的自主可控刚性要求。

ANYMESH 万蓝通信

硬件底层国产化

核心FPGA处理芯片、射频收发器件、电源管理芯片、晶振等关键元器件均来自国内合格供应商，建立备选供应商名录，确保供应链韧性与交付安全。

软件协议自主可控

COFDM物理层波形设计、TDD-MAC链路层协议、Ad Hoc网络层路由算法均为自主研发，无开源代码依赖，支持国密SM2/SM3/SM4算法嵌入与协议栈深度定制。

生产制造国内完成

电路设计、PCB制板、SMT贴片、整机组装、环境试验、电磁兼容测试全流程在国内生产基地完成，支持用户驻厂监造与质量追溯。

资质认证齐全

通过GJB军标、ISO9001国标等体系认证，具备无线电发射设备型号核准证。产品列入多个行业合格供应商名录，具备军警、应急、特种行业项目投标资质。

关键技术优势详解

ANYMESH
万蓝通信



依托高性能无人机集群协同作业，构建空地一体化、无死角的通信覆盖网络，有效解决复杂地形下的通信盲区问题，为军事行动提供稳定可靠的信息传输保障。

01 全国产化

软硬件完全自主可控，从源头杜绝供应链安全隐患，满足军工级高安全等级应用需求。

02 无中心组网

去中心化拓扑结构，具备自动发现与自愈能力，局部节点损毁不影响整体通信稳定。

03 空地一体化

利用系留无人机作为空中通信中继，突破地形遮挡限制，实现三维立体全域覆盖。

04 TDMA动态调度 · 高带宽保障

采用动态TDMA技术为链路分配专属时隙，彻底避免信道冲突，从根本上解决多跳网络带宽衰减难题，保障数据高速传输。

05 极致低延迟 · 高速机动支持

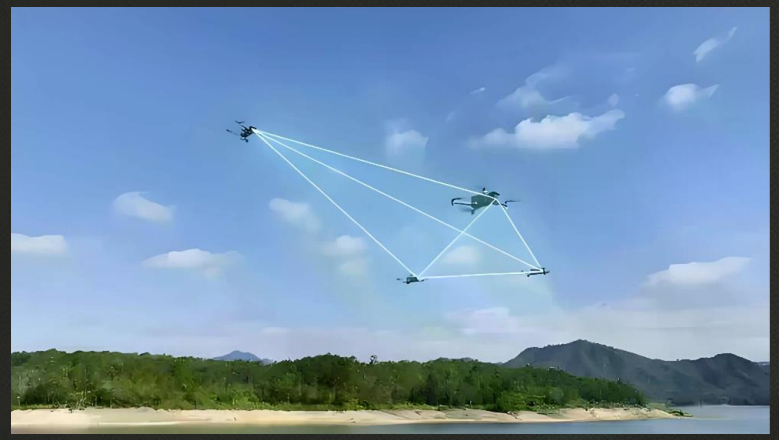
单跳传输时延低至3ms，确保指令实时下达；支持200+Km/H的节点移动速度，完美适配高速运动场景下的通信需求。

技术赋能：构建高可靠、抗毁性强、全域覆盖的新一代战术通信体系

ANYMESH 万蓝通信

扩展应用场景：从靶场到全域机动通信

靶场监测方案的技术能力具有强场景迁移性，可延伸至应急救援、边防巡检、特种作业等"复杂环境-机动部署-自主可控"共性需求领域，形成"一型多域"的装备价值。



无人机应急救援通信

应急救援

地震、洪涝、火灾等灾害导致公网瘫痪时，无人机快速升空搭建空中通信基站，空地一体化组网支撑救援指挥

救援人员语音互通、定位实时共享、现场画面回传，解决高楼、废墟、山区盲区通信难题



边防无人机巡逻

边防巡检

边境无人机、巡逻车、岸基哨所统一接入自组网，远距离海岸线、山林边境全域覆盖

实时回传巡查画面，多巡逻点位互联互通，替代传统定点基站，适合漫长边境常态化巡检



排爆机器人 特种作业

特种作业

无人车、排爆机器人、水下无人船搭载自组网模块，搭配空中无人机形成"空-地-水"联动网络

用于防爆排险、坑道探测、水域搜救，远程控制设备并回传高清画面，规避人员高危作业风险

性能指标满足性分析

ANYMESH 万蓝通信

01 通信距离 (≥ 5km)

设备实测视距通信达15-80km，远超基础阈值。通过部署系留无人机作为空中中继节点，构建立体通信网络，确保5km半径内全域无死角覆盖，有效解决靶场边缘与复杂地形遮挡导致的通信盲区问题。

02 总业务带宽 (≥ 40Mbps)

单链路峰值吞吐达125Mbps，配合动态TDMA调度实现资源高效分配。在11架无人机并发作业场景下，网络总吞吐量稳定保持在40Mbps以上，充分满足多路高清视频回传、实时控制信令及多跳数据中继的带宽需求。



大型工业无人机节点

作为高负载核心节点，承担高清影像采集、复杂数据处理与回传任务。其大带宽、高稳定性的通信需求，是检验系统传输能力的关键指标，确保任务数据实时、完整地上传至指挥中心。



多旋翼集群节点

具备高机动性与快速部署能力，主要执行区域侦察、协同组网与战术支援任务。高密度并发接入下，系统依然能保持低时延、低丢包率，保障集群无人机的实时协同与精准控制。

应用场景与价值

ANYMESH
万蓝通信



基于先进的自组网通信架构，系统打破了传统通信的距离限制，实现了从单兵终端到空中平台的全域互联。通过低延迟、高可靠的传输链路，构建起“感知-决策-执行”的闭环作战体系，为现代化军事训练与实战指挥提供了坚实的技术底座。

实时态势感知

实时汇聚无人机与无人车的高清画面及定位数据，动态生成全域战场态势图，让指挥中心对战场环境实现可视化、无死角的即时掌控。

多目标协同监控

依托自组网实现节点间信息互通，多机联动对重点目标进行多角度、全方位的协同追踪，确保目标监控无盲区、无遗漏。

精准指挥调度

凭借低延迟、高稳定的通信链路，指挥指令可毫秒级下达至任意终端节点，实现对作战单元的灵活、精准、高效调度与控制。

训练数据复盘

全程记录通信数据、操作指令与设备状态，为训练后的战术复盘、效果评估及战法优化提供完整、详实的数据依据。

核心数据汇总

ANYMESH
万蓝通信

01 系统总带宽

≥ 40 Mbps

基于TDMA调度与20MHz带宽模式估算，高效支撑多业务并发。

02 最大通信距离

≥ 5 km

设备能力远超标称值，支持多级中继组网，实现全域覆盖。

03 单跳传输时延

< 7 ms（单向）

低时延特性保障语音通话、实时控制等对时延敏感的业务。

04 SDR-A3 峰值速率

65/125 Mbps

20MHz信道带宽下的实测峰值速率，满足高清视频传输需求。

05 SDR-A23 峰值速率

65/125 Mbps

同规格高性能指标，兼容多种复杂环境与业务场景应用。

06 单频组网规模

> 64 节点

单频点支持大规模节点稳定组网，满足高密度终端接入需求。

07 SDR-A3 轻量化设计

160g / 318g

极致轻量化设计，便于单兵背负与无人机搭载，灵活部署。

08 高速移动支持

1000+ Km/H

支持高速移动环境下的稳定通信，适应车载、机载等场景。

09 国产化程度

100% (SDR-AXG)

完全国产自主可控，软硬件无“卡脖子”风险，安全可靠。

ANYMESH
万蓝通信

ANYMESH-SDR SERIES

全域互联 · 自主可控

万蓝通信 ANYMESH-SDR 系列 | 靶场监测自组网通信解决方案

特种通信技术方案

以科技之力，铸强军之盾 · 共创未来

以硬核技术筑牢国防安全防线，以智能赋能提升作战效能，打造现代化国防科技新引擎