

无线自组网隧道无线通讯覆盖系统

设计方案说明

北京比特威电讯科技有限公司

内部方案资料

时间：2022年4月



目录

CONTENTS

1

方案设计原理

2

产品说明

3

安装与故障排除



PART1 方案设计原理

主要介绍改系统的设计原理，详细剖析组网结构，了解系统运行的内部情况。

自组网核心技术概述

支持点对点、点对多、网格化组网方式，单跳主干带宽可达500Mbps，节点数量扩展超过32个，抗干扰能力强，故障自愈性强，MESH主干通讯的同时，为各类移动终端接入提供通道。

高可靠性：故障快速自愈，收敛时间短；
组网灵活：MESH网格网、菊花链多跳、EMSH主干+WiFi覆盖接入、双MESH主干传输等；
高安全性：采用特殊传输协议+扩展信道编码+动态加密算法

起源

起源于Ad-hoc网络，是一种特殊的无线移动网络。网络中所有节点的地位平等，无需设置任何的中心控制节点。网络中的节点不仅具有普通移动终端所需的功能，而且具有报文转发能力。

应用

作为“打不垮”的无线通讯网络，最初应用于军事无线移动作战通信领域，现大量部署于城市应急通讯、港口码头、电力沿线、水利河道、石油管道、工业园区、地下管隧等行业中。



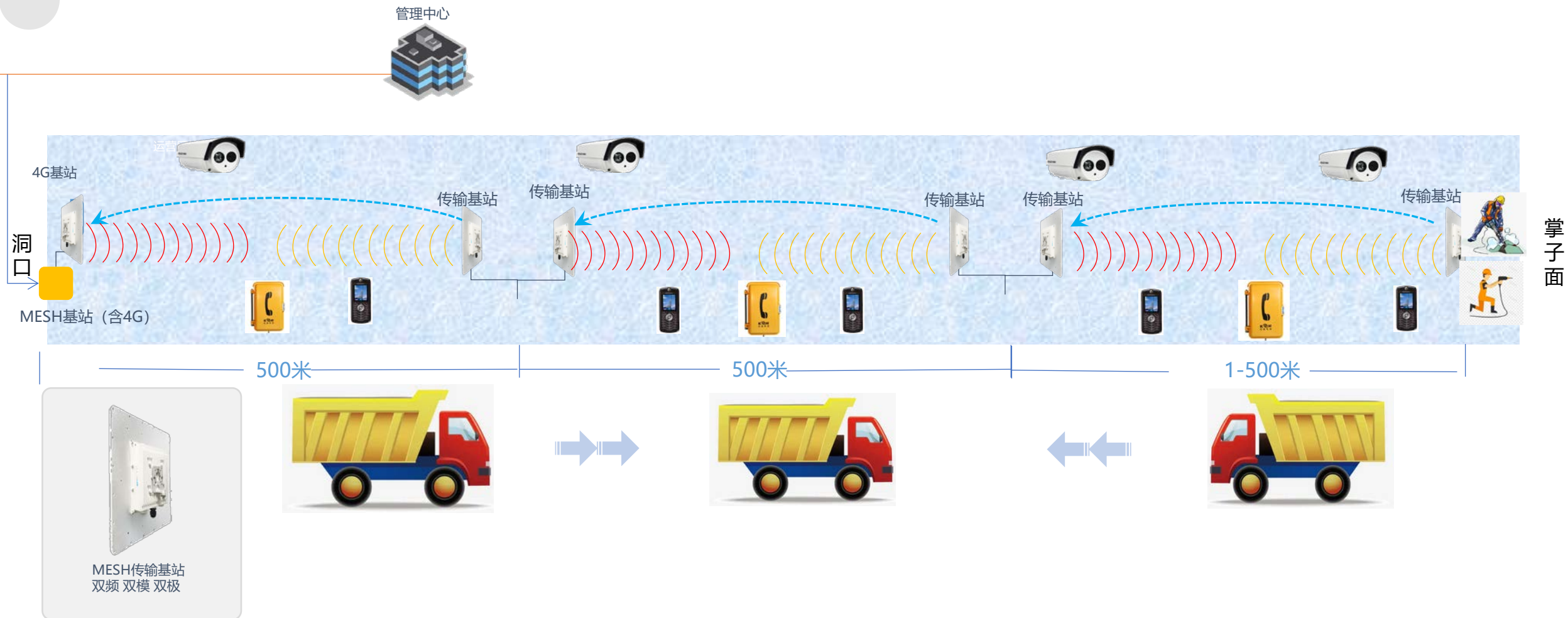
方案设计功能

- ✓实现隧道内无线网络全覆盖，实现视频，IP语音定位数据回传；
- ✓网络可以跟随隧道的掘进进行覆盖；
- ✓实现人员和车辆的精准定位；
- ✓实现手持或固定式IP电话语音系统的运作；
- ✓单设备隧道内最远覆盖距离可达2公里，最多可达20跳可用；
- ✓针对无线设备及终端实现网络管理监控功能，能够实时检查设备状态，故障点位置。

隧道示意图



无线MESH桥接覆盖组网方案示意图



组网说明:

洞口可以采用光纤或者无线MESH桥接的方式连接到项目部管理中心，洞口基站向隧道内发射MESH桥接信号，同时发射WIFI覆盖信号；每隔500米放置MESH传输基站2台，一个向左一个向右，两个设备用网线进行连接，或者使用工业交换机连接。掌上子面处的MESH基站可以随着施工进度进行不短移动。



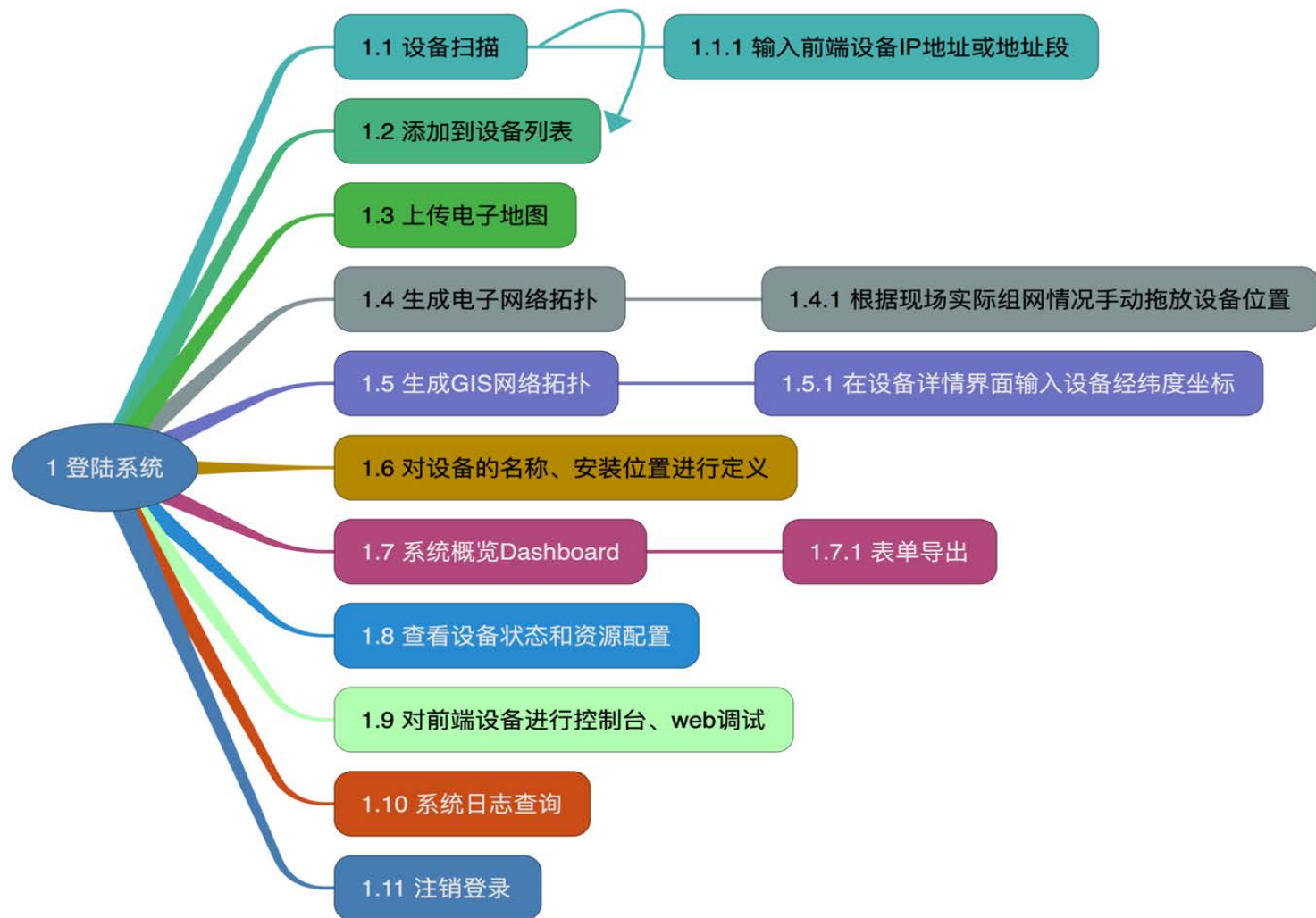
无线MESH基站网管系统介绍

- ✓ 支持录入设备IP地址，GPS坐标；
- ✓ 支持导入电子地图；
- ✓ 支持生成网络拓扑图；
- ✓ 监控设备实时运行状态；
- ✓ 自动生成设备状态报警日志；

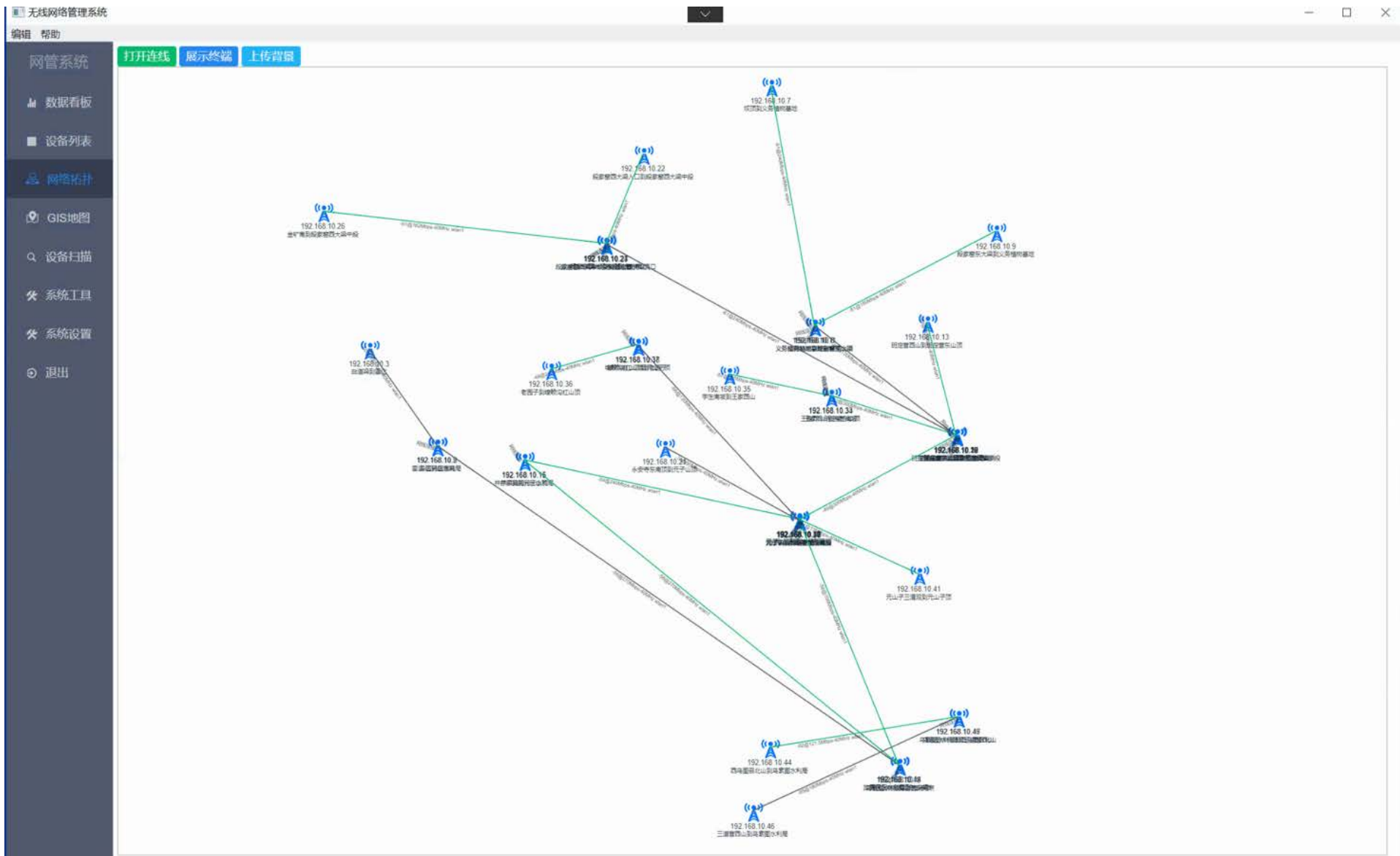
组网说明：

洞口可以采用光纤或者无线MESH桥接的方式连接到项目部管理中心，洞口基站向隧道内发射MESH桥接信号，同时发射WIFI覆盖信号；每隔500米放置MESH传输基站2台，一个向左一个向右，两个设备用网线进行连接，或者使用工业交换机连接。掌子面处的MESH基站可以随着施工进度进行不短移动。

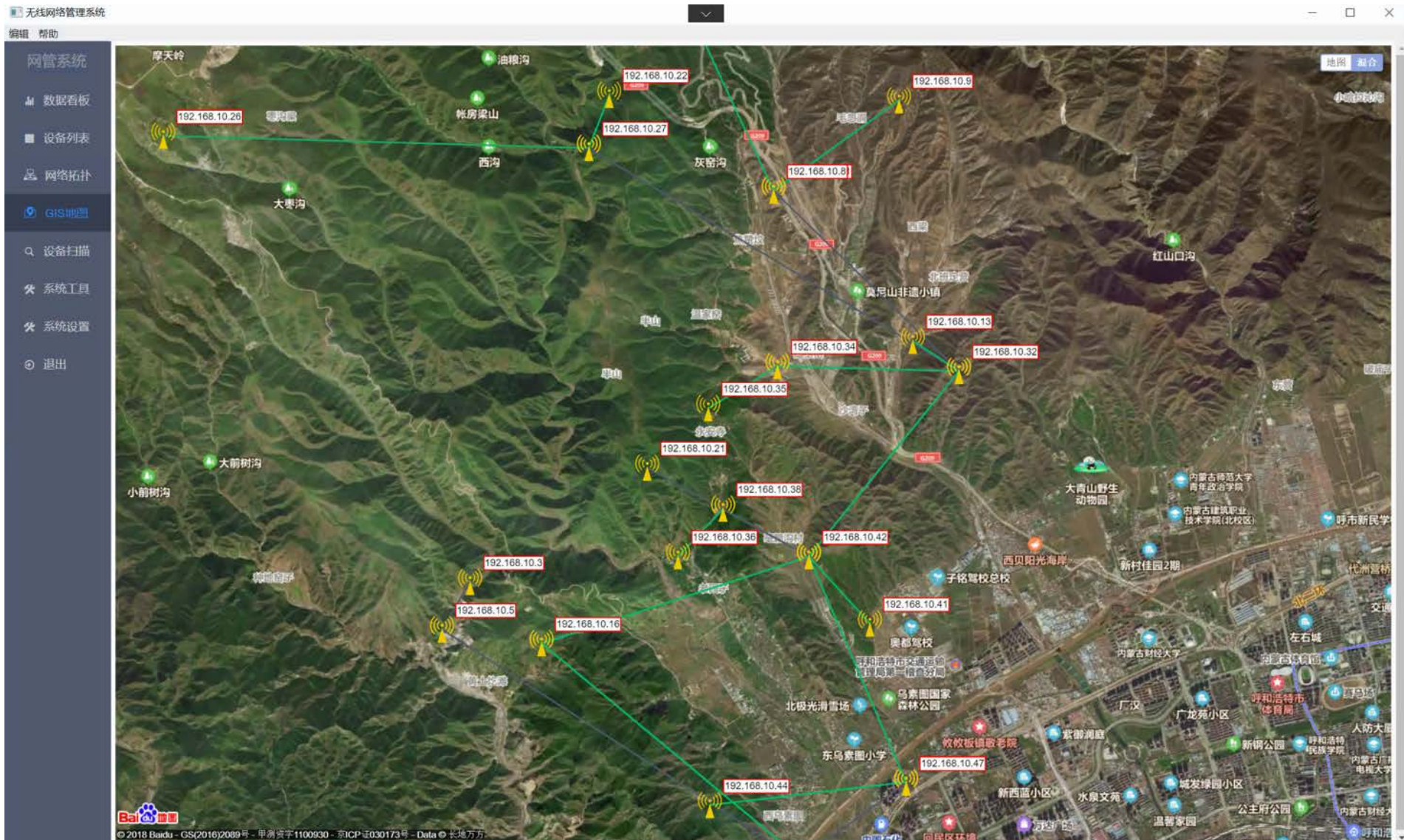
无线MESH基站网管系统软件功能



网管系统生成链路拓扑结构



网管系统导入电子地图





PART2 产品说明

主要包括无线MESH自组网、车载设备的性能、规格参数。

MESH自组网基站



高集成度：单设备由内置/外置天线、多射频模组堆叠组成，包含多频覆盖、主干MESH自组网、链路备份、带宽聚合等多种功能

高带宽：单设备最高速率可达1.7Gbps (867Mbps*2)，媲美光纤。

高灵敏度：弥补移动智能终端上传能力弱、协商速率低等缺点，大大提升覆盖半径。

支持宽频：频率支持范围4.9~6.4GHz，保证大规模组网时，充足的频点资源。

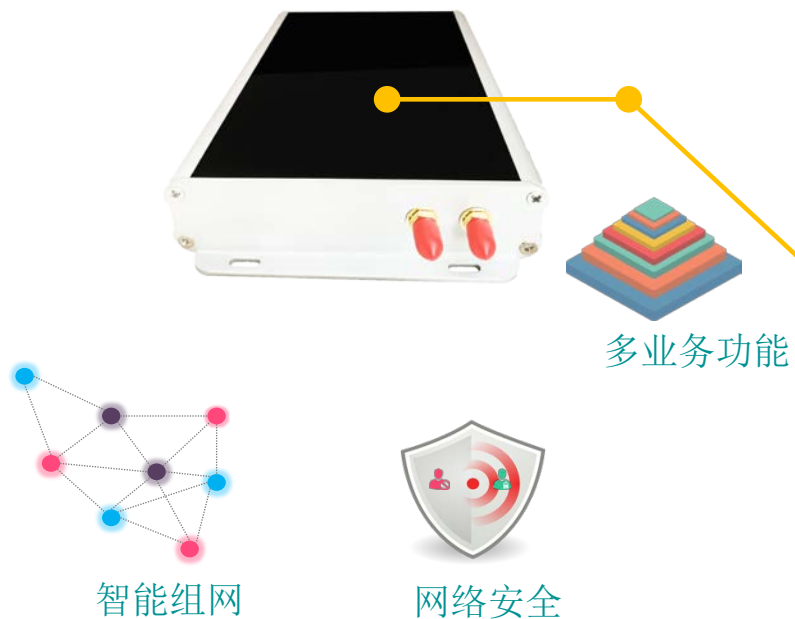
多频段支持：支持2GHz、5GHz，运营商2G、3G、4G LTE扩展，适用于各种室外应用场景。

智能性：支持干扰免疫、DRA、DFS、WMM、信道路由等算法，提高网络可靠性。

高安全性：支持多种认证接入方式；支持管理角色权限细分。

高效性：支持独有传输协议，远距离、高带宽、低延迟。

车载移动终端



高集成度：单设备由高性能射频模组、4G模组、ESD防浪涌模块、内置功放等多种功能模组构成。

高带宽：单设备最高速率可达867Gbps，净传输带宽可达400Mbps。

高灵敏度：-100dB，弥补移动智能终端上传能力弱、协商速率低等缺点，大大提升上传距离。

支持宽频：频率支持范围4.9~6.4GHz，保证大规模组网时，充足的频点资源。

多频段支持：支持2GHz、5GHz，运营商2G、3G、4G LTE扩展，适用于各种室外应用场景。

智能性：支持干扰免疫、DRA、DFS、WMM、信道路由等算法，提高网络可靠性。

高安全性：支持多种认证接入方式；支持管理角色权限细分。

主动漫游机制：支持active-roaming功能，支持“先建后拆”漫游切换。。

方案设计-安全性设计方案



组网安全性：覆盖网络除了常规的WPA/WPA2 AES TKIP加密方式、VLAN划分、MAC绑定、网络隐藏，还支持EAP/EAP2-TLS证书认证，使这个网络更加安全，防止入侵；

另外支持Free-T帧重组通讯算法，不使用常规802.11协议，民用设备无法扫描探测到，最大程度做到自身隐蔽；

管理端根据管理员的角色区别分配不同的管理权限，防止系统有意或无意篡改。



PART3 安装与故障排除

主要对无线传输系统的各类一般故障的确认、检查和排除，做到在最短时间解决常见网络问题，保证整体网络的正常通讯。

设备安装



洞口基站



车载天线



车载设备

洞口基站：洞口基站安装一面双极化定向天线（接“H”和“V”2个天线射频口），天线朝向洞内；其余隧道内基站接2面定向天线（直接“V”射频接口），天线背靠背，分别对向洞口和洞内方向。

车载终端：天线通过射频跳线延迟到车顶安装，天线类别按照车载终端上的标识对应接自组网天线和4G天线，避免接错导致的自组网、4G无信号。

设备供电

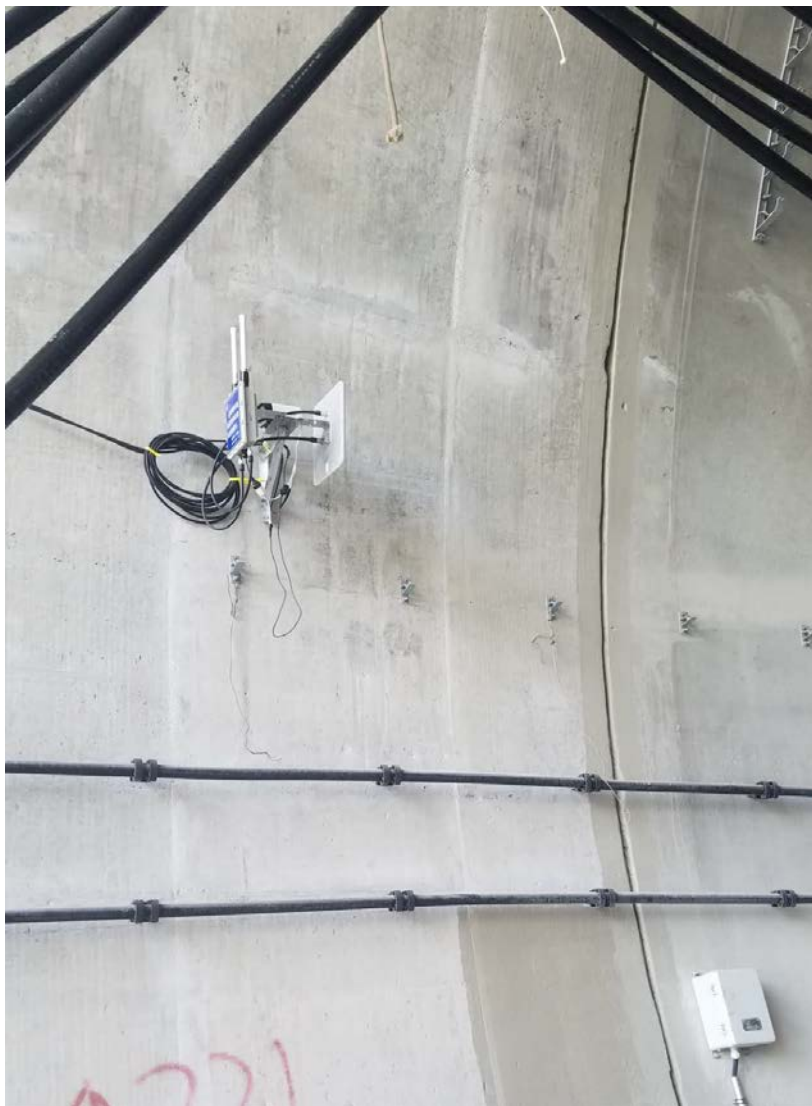


洞口基站

洞内基站

车载终端

定期检查



定期巡查各类无线安装点位的天线、一体化设备外观是否正常，固定有无松动，天线朝向是否发生变化；

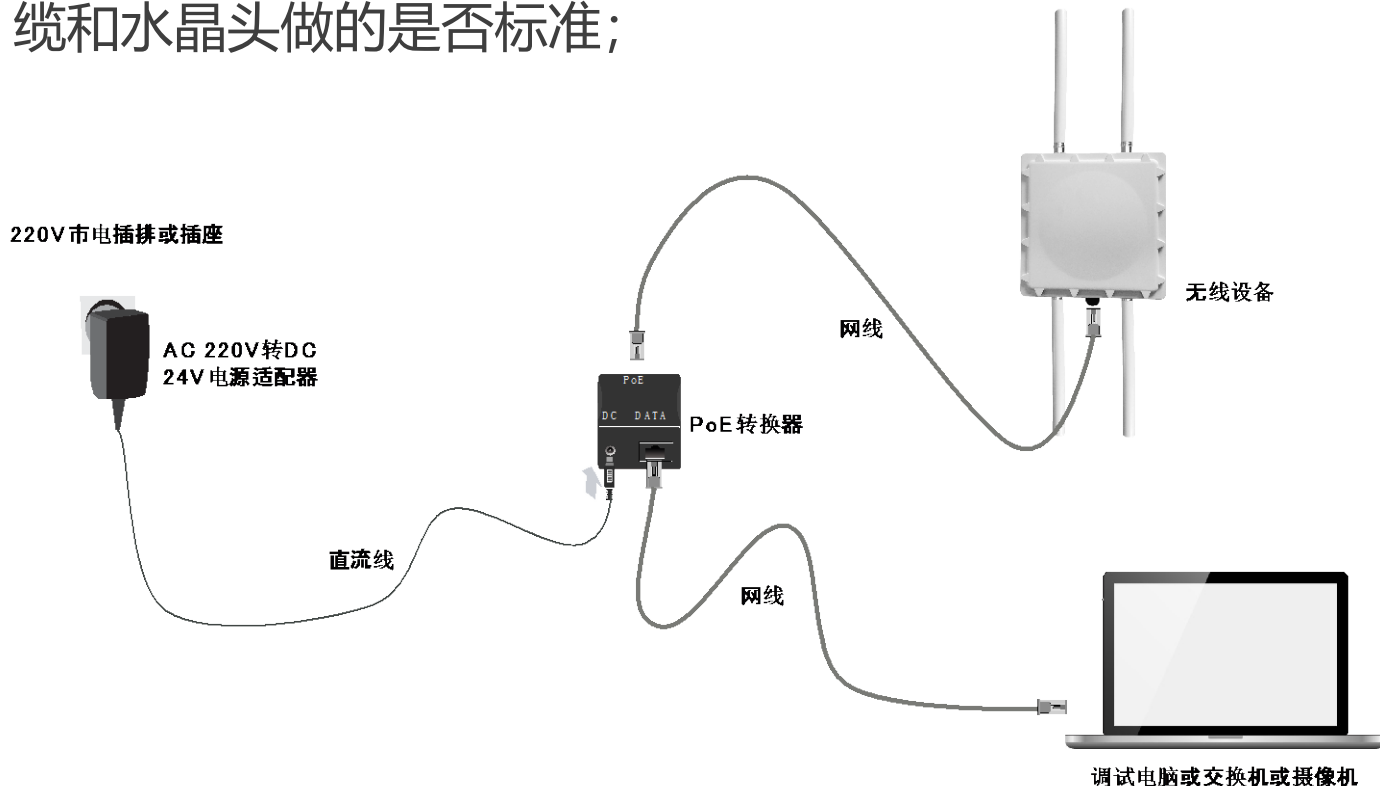
肉眼观察设备箱、摄像机等室外设备是否完好，太阳能或其他供电方式是否有故障出现，以及设备箱内有无进水、潮湿现象；

检查网线、电源线、电源模块、PoE模块、水晶头等线缆辅材有无松动、破损情况。

无线设备本地故障

1、设备不启动或本地ping不通

(1) 主设备、电源适配器、PoE模块、网线各个部件之间的接口连接要保证和安装调试手册上一致，然后观察设备的电源、网口指示灯是否亮起，如果指示灯没有亮，则检查网络线缆和水晶头做的是否标准；



2、设备本地不通讯

故障情况：

设备指示灯亮起情况下，使用电脑无法正常WEB登陆设备

原因及解决办法：

<1> 首先检查电脑本地IP和设备的IP地址是否在同一个地址段，且本地的IP地址不与设备IP地址冲突；

<2> 检查电脑的本地连接是否显示已连接，如果没有连接，证明是网线连接松动或者网线制作有问题；

<3> 在登陆设备时，尽量保证电脑的其他网卡断开连接或禁用，避免因多网卡造成的IP访问混乱问题；

<4> 更换主流浏览器登陆，比如chrome、IE、360等浏览器；

<5> 设备出厂IP地址可能后期被改动。

无线链路问题

The screenshot shows a network management interface with a sidebar on the left containing menu items: 无线设置, 接口设置, 桥接, 网络设置, 系统, 日志, 工具, and 注销. The main area displays 'Radio接口' with a dropdown menu set to 'wlan1'. Below it is a '背景扫描' section with an unchecked checkbox. A table below shows the results of a scan, with the row for 'APRW 3' highlighted in green. A green arrow points from the '开始' button to the 'wlan1' dropdown, and another green arrow points from the '停止' button to the table.

		#	MAC地址	SSID	信道	信号强度	背景噪声	信噪比
	AP	0	BC:46:99:71:FE:D	CFGD	2437/20-	-72	-95	23
	AP	1	8C:A6:DF:11:FF:7	CloudKeyDr	2437/20-	-66	-95	29
	AP	2	9E:A6:DF:11:FF:7	CloudWelco	2437/20-	-64	-95	31
	APRW	3	E4:8D:8C:53:C7:D	epotel-test	2437/20-	-27	-95	68
	AP	4	EC:88:8F:2F:C2:A	longexceed	2437/20-	-74	-95	21
	AP	5	30:FC:68:13:83:9	IonBT	2437/20-	-66	-95	29
	AP	6	BC:46:99:46:15:6	huichuang2	2437/20-	-78	-95	17
	AP	7	78:A1:06:3E:66:0	bjzy0722	2437/20-	-82	-95	13
	AP	8	A8:57:4E:EC:C0:1	HCGK-SC1	2437/20-	-84	-95	11
	AP	9	C4:BE:84:74:DC:4	149160130	2437/20-	-83	-95	12

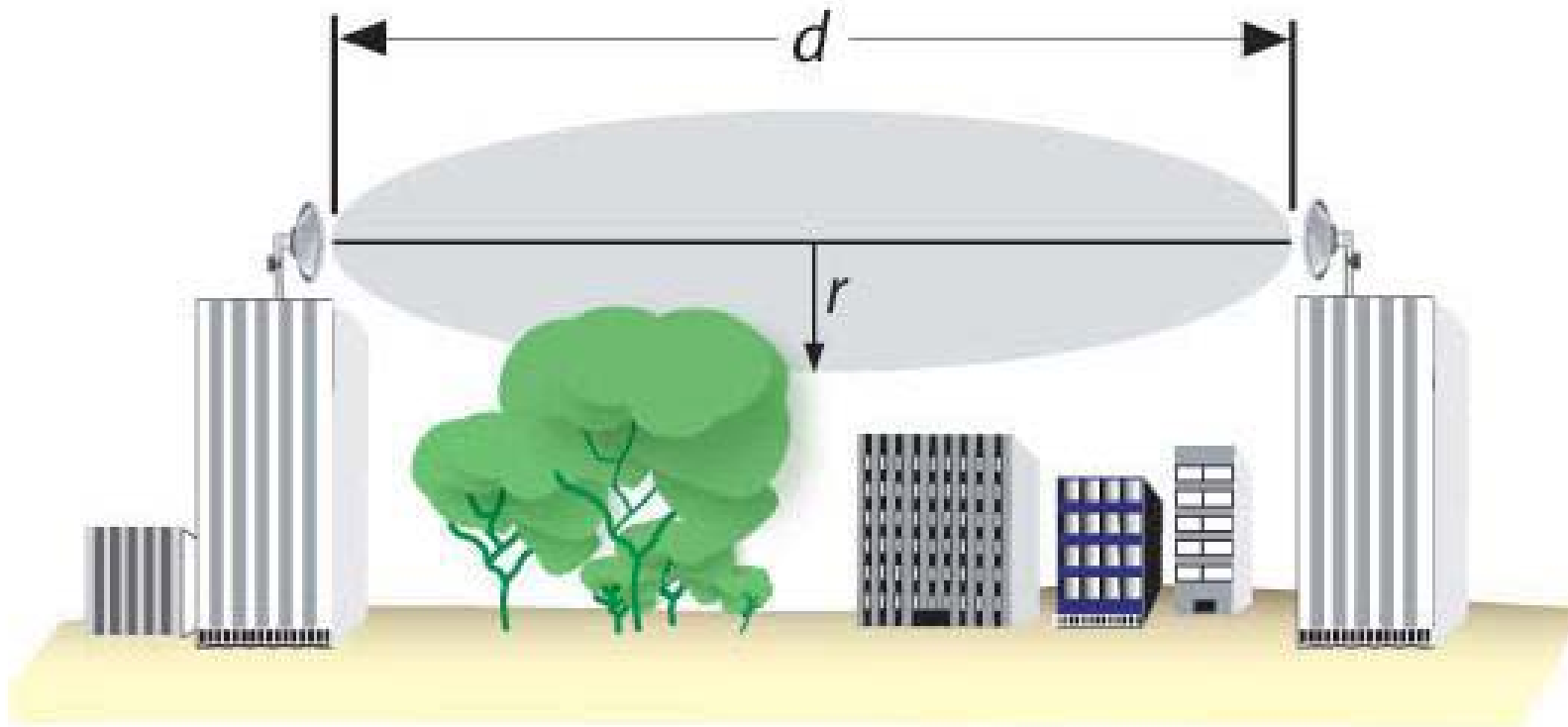
(1) 无线电频率干扰(RFI)

由于每条无线传输链路都要占用一个传输信道，如果周边的民用无线设备或者相同设备无线链路所使用的信道与自身信道相同或者相邻，则会影响到所有使用该信道的无线链路。该种情况，可尝试做频点扫描，然后给该链路选择一个纯净信道。

无线链路问题

(2) 菲涅耳区域和视距(LOS)问题

只要“最小”菲涅耳区不受阻挡，则可以认为是在自由空间传播。但是，如果收发两天线的连线与障碍物最高点之间的垂直距离（称为传播余隙HC）小于 r ，则需要考虑加高立杆或者移位来避开障碍物绕射场的影响。

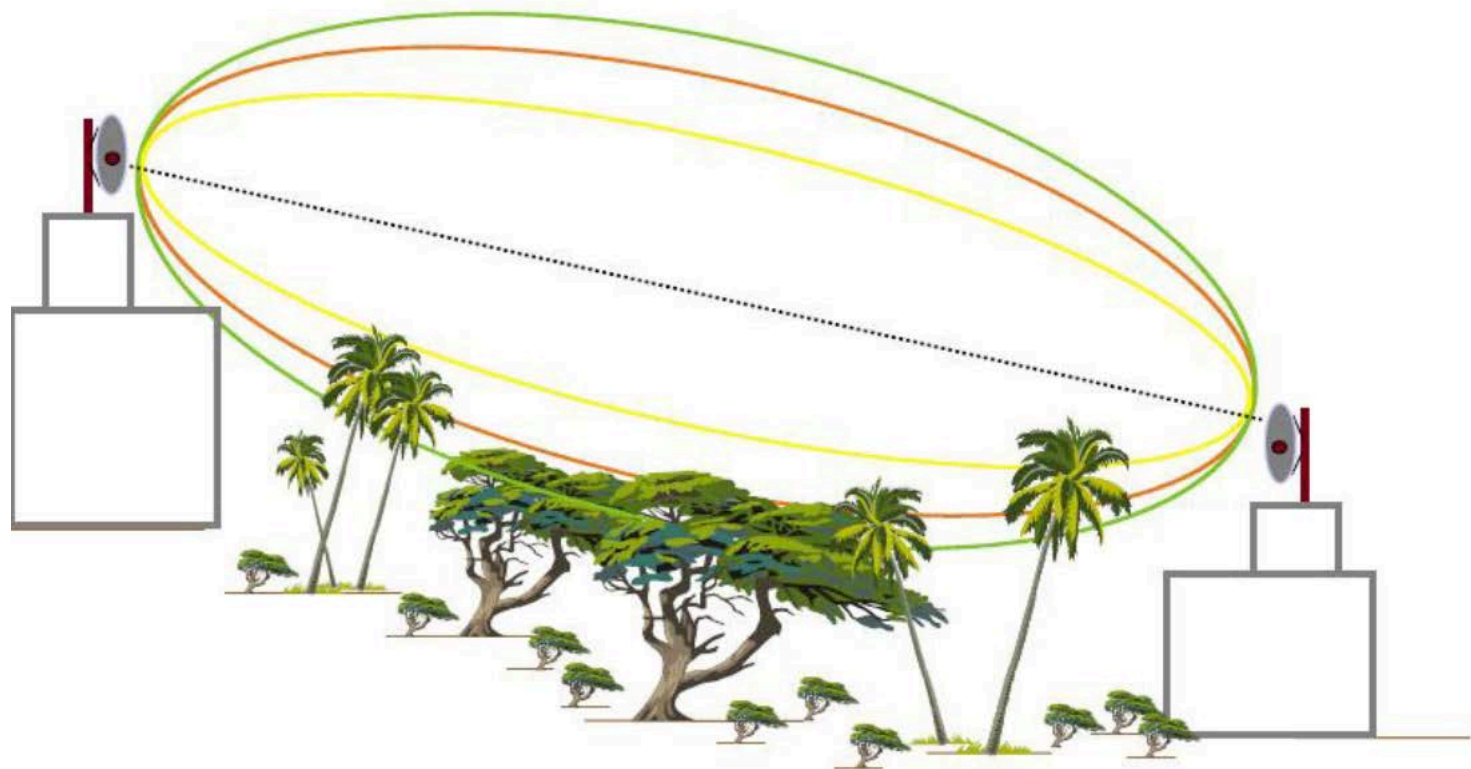


无线链路问题

(3) 与天线对准的问题

项目中我们所使用的无线设备定向天线水平、垂直主瓣角度一般是15度左右，天线对准调教时，一定要清楚两端所处的地理方位，最大程度做到两端水平、垂直对准。

(天线角度上下、左右调校过程中，可以从设备设置界面的“用户列表”中的信号质量强度变化，确定角度。)



无线链路问题

(4) 网线供电不足或线序问题

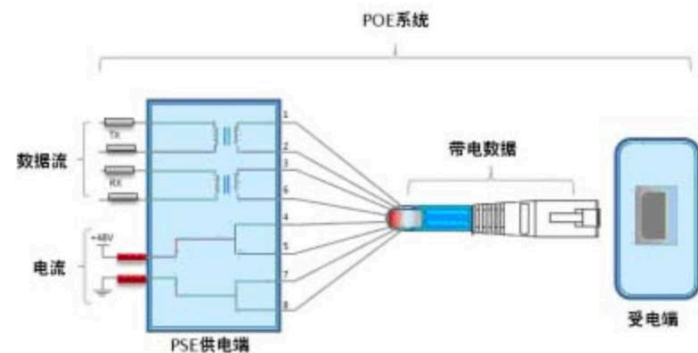
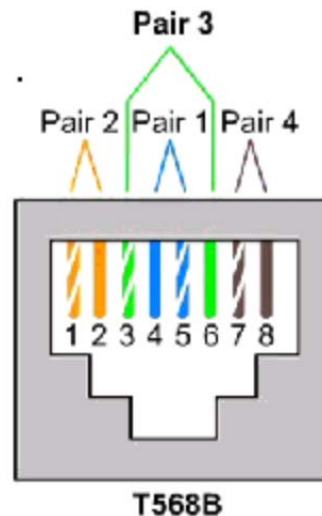
<1> 供电不稳、电压过低、用于供电的网线过长

解决办法是监测220V交流或者太阳能直流电压是否能提供稳定电压；使用产品标配的供电模块；用于供电的网线长度不要超过100米。

<2> 压线过程中，网线线序错误、网线的线芯与水晶头未压实，或者8芯中的若干芯未全部压入水晶头。

解决办法是每次做网线时，务必保证线序正确、网线线芯剪齐、压紧。

附：无线设备全部采用的是T586B直通线缆PoE供电方式，以下是线序图示和PoE供电原理图





整体性网络故障

(1) 如果接入到平台的监控图像、车载数据全部丢失，原因一般是该隧道口基站供电问题，或者设备遭到移动和破坏导致。

(2) 如果是部分监控图像、车载数据丢失，可以根据车辆最后出现的位置来判断就近所连接的基站是否是断电或者位置被挪动导致。

(3) 如果是某辆车的监控图像和数据丢失，原因一般是车载终端供电问题或者车上的交换机故障或供电异常造成。

整体性网络故障

如果整个网络时好时坏，并伴有短时间网络瘫痪（延迟非常大或丢包严重），除了上述原因，需要考虑是否是内网广播风暴或者是环路造成的，这种情况可以在无线设备的系统日志中看到提示。

16	Jul/17/2018 07:10:34	wireless, info	CC:2D:E0:80:9E:EA@HTZX1-CLZX1: disconnected, disabling
17	Jul/17/2018 07:10:34	system, info	device changed by admin
18	Jul/17/2018 07:17:22	wireless, debug	HTZX1-CLZX1: CC:2D:E0:80:9E:EA attempts to associate
19	Jul/17/2018 07:17:22	wireless, debug	HTZX1-CLZX1: CC:2D:E0:80:9E:EA not in local ACL, by default
20	Jul/17/2018 07:17:22	wireless, info	CC:2D:E0:80:9E:EA@HTZX1-CLZX1: connected, signal strength
21	Jul/17/2018 07:17:24	wireless, debug	HTZX1-CLZX1: CC:2D:E0:80:9E:EA attempts to associate
22	Jul/17/2018 07:17:24	wireless, info	CC:2D:E0:80:9E:EA@HTZX1-CLZX1: reassociating
23	Jul/17/2018 07:17:24	wireless, info	CC:2D:E0:80:9E:EA@HTZX1-CLZX1: disconnected, ok
24	Jul/17/2018 07:17:24	wireless, debug	HTZX1-CLZX1: CC:2D:E0:80:9E:EA not in local ACL, by default
25	Jul/17/2018 07:17:24	wireless, info	CC:2D:E0:80:9E:EA@HTZX1-CLZX1: connected, signal strength
26	Jul/17/2018 07:17:29	wireless, info	CC:2D:E0:80:9E:EA@HTZX1-CLZX1: disconnected, unicast key
27	Jul/17/2018 07:17:46	interface, warning	ether1 excessive broadcasts/multicasts, probably a loop
28	Jul/17/2018 07:18:54	system, info	device changed by admin
29	Jul/17/2018 07:18:57	wireless, debug	HTZX1-CLZX1: CC:2D:E0:80:9E:EA attempts to associate
30	Jul/17/2018 07:18:57	wireless, debug	HTZX1-CLZX1: CC:2D:E0:80:9E:EA not in local ACL, by default
31	Jul/17/2018 07:18:57	wireless, info	CC:2D:E0:80:9E:EA@HTZX1-CLZX1: connected, signal strength
32	Jul/17/2018 07:19:21	wireless, info	CC:2D:E0:80:9E:EA@HTZX1-CLZX1: disconnected, disabling
33	Jul/17/2018 07:19:21	system, info	device changed by admin
34	Jul/17/2018 07:20:00	system, info	device changed by admin
35	Jul/17/2018 07:21:46	interface, warning	ether1 excessive broadcasts/multicasts, probably a loop
36	Jul/17/2018 07:24:50	wireless, debug	HTZX1-CLZX1: CC:2D:E0:80:9E:EA attempts to associate
37	Jul/17/2018 07:24:50	wireless, debug	HTZX1-CLZX1: CC:2D:E0:80:9E:EA not in local ACL, by default