

高铁桥梁彩虹天线方案

面向客户，为客户贡献理想价值！

2023年2月

一、高铁桥梁彩虹天线方案介绍

高铁桥梁公网天线是创新研发的一款4G/5G专用高铁大桥专用天线；

天线用途：高铁长大桥的公网覆盖，在没有桥上抱杆的情况下，需要天线主体落地安装；并保证车厢内的覆盖；

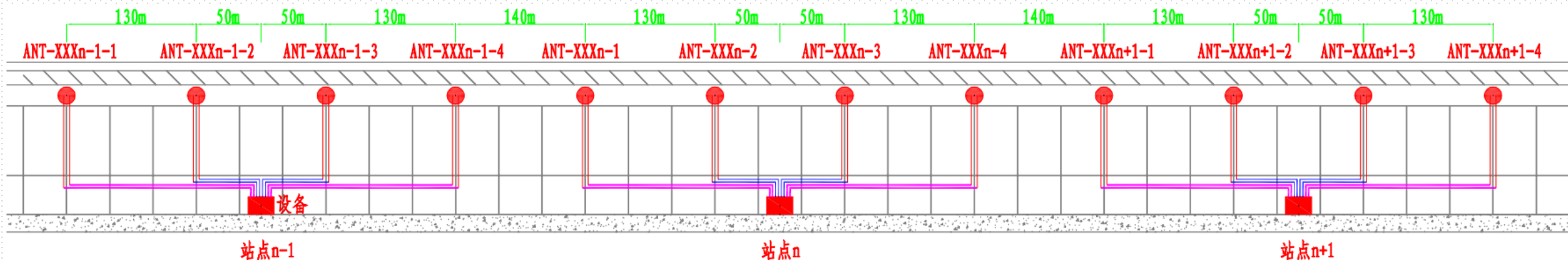
天线特点：流线型设计，迎风面小，取得了风洞报告；

底座材质为316L钢设计，防盐雾，取得240小时盐雾报告；

天线双向覆盖，且向上3°倾斜角，满足天线低于车厢的覆盖模型；

安装尺寸符合桥梁安装位置要求；

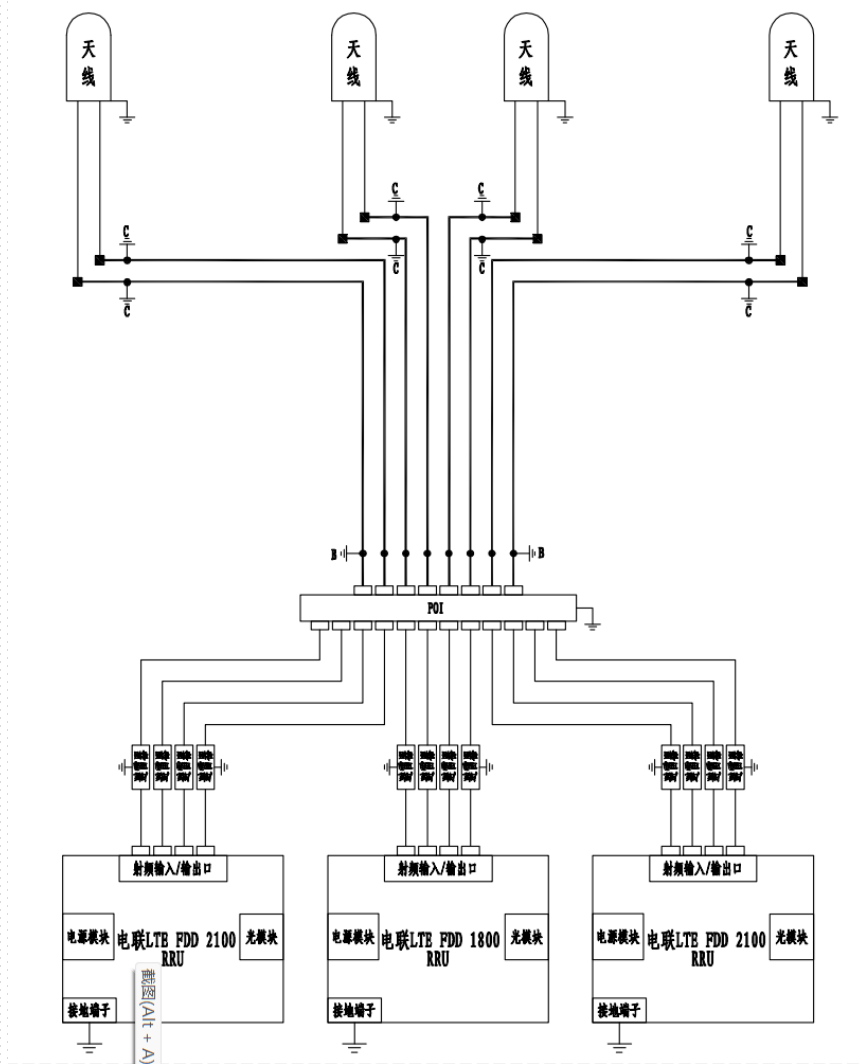
使用方法：长大桥上A墙位置立式安装，每120米一幅天线；



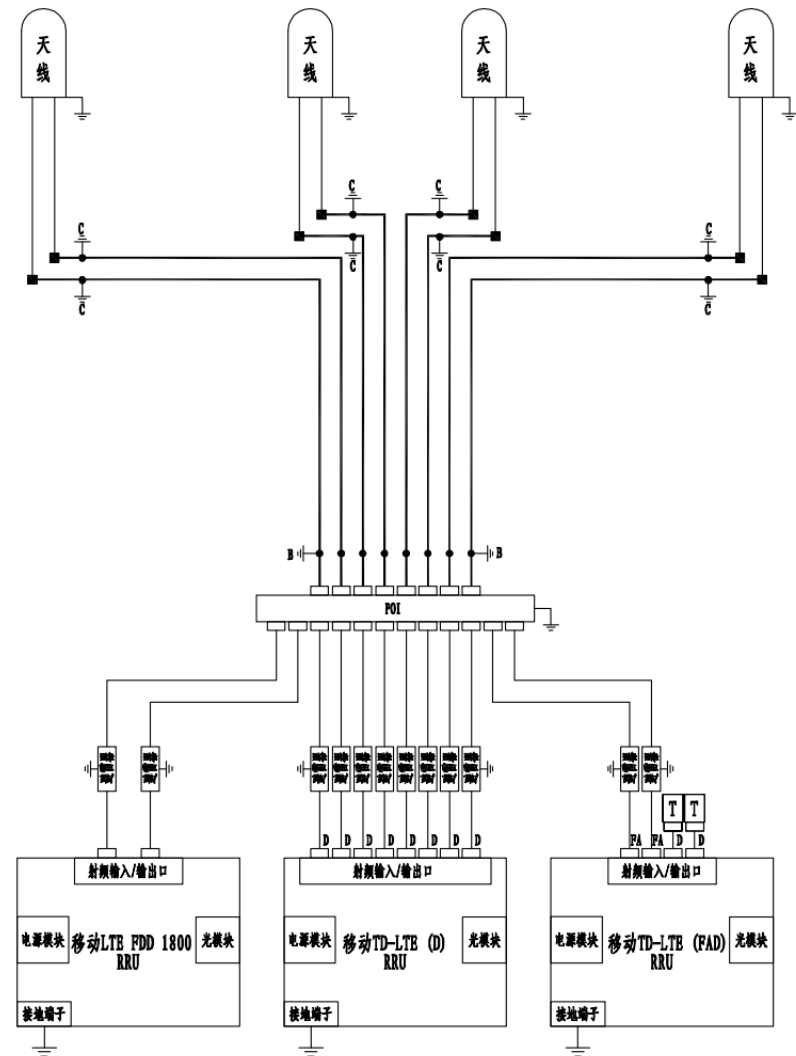


一、高铁桥梁彩虹天线方案介绍

左侧



右侧

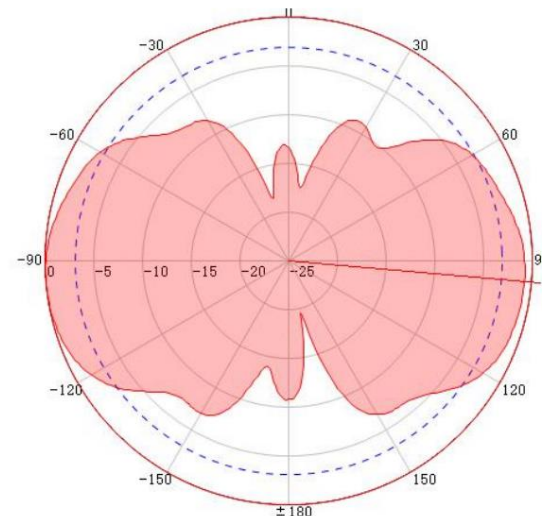


二、天线性能介绍

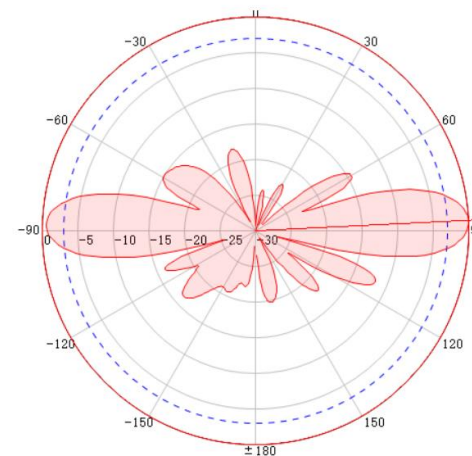
性能参数

电性能指标

频率范围 (MHz)	1710-2170	2300-2690
水平波瓣角度(°)	60	60
垂直波瓣角度(°)	15	15
增益 (dBi)	12	12
预制上翘角(°)	3	
极化方式	± 45	
驻波比	≤ 1.5	
端口隔离度 (dB)	≥ 25	
三阶互调(dBm@2×43dBm)	≤ -90	
最大功率(W)	200	
阻抗(Ω)	50	

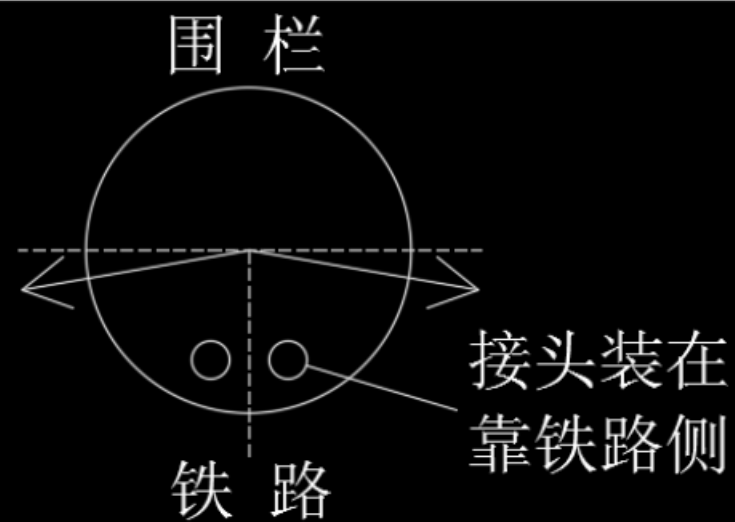
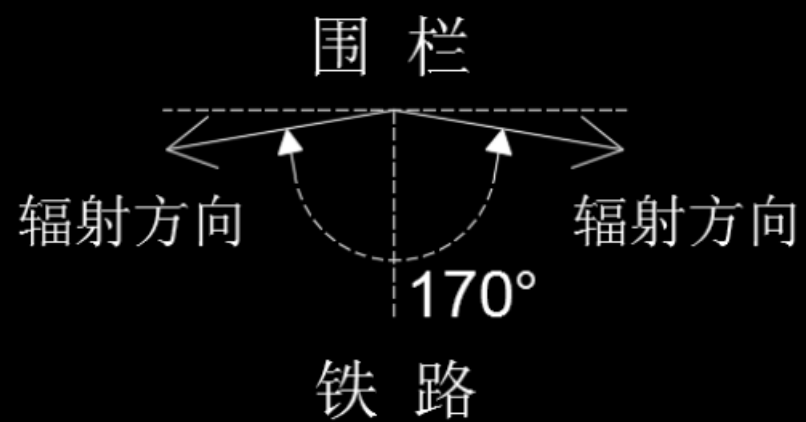


水平面

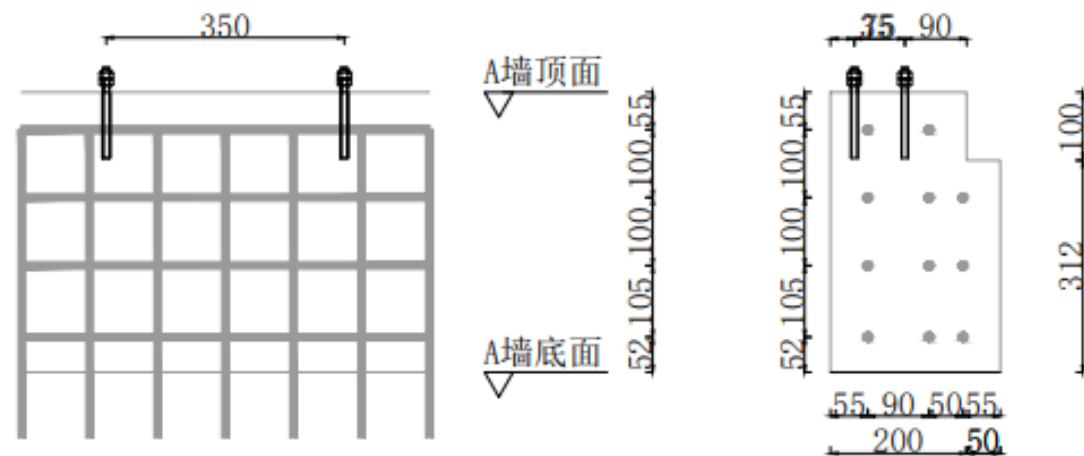
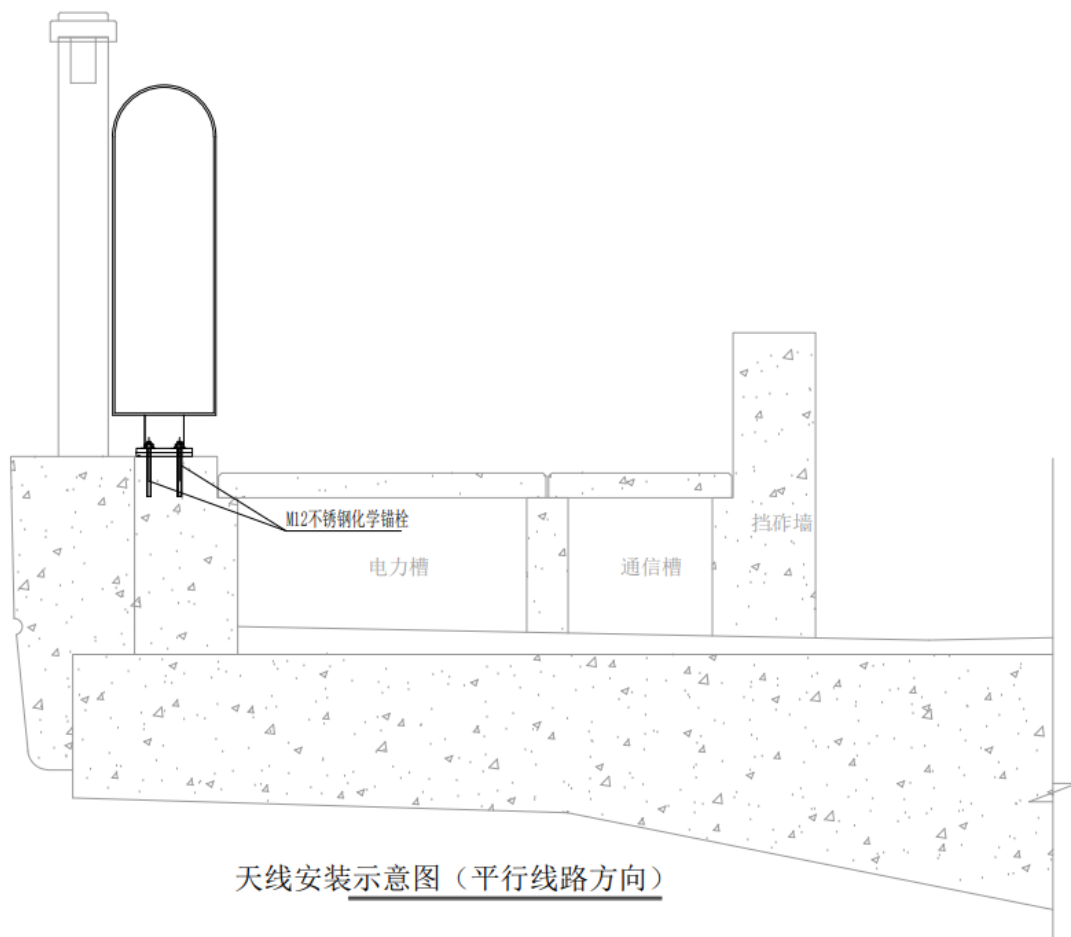


垂直面

二、天线辐射方向示意图

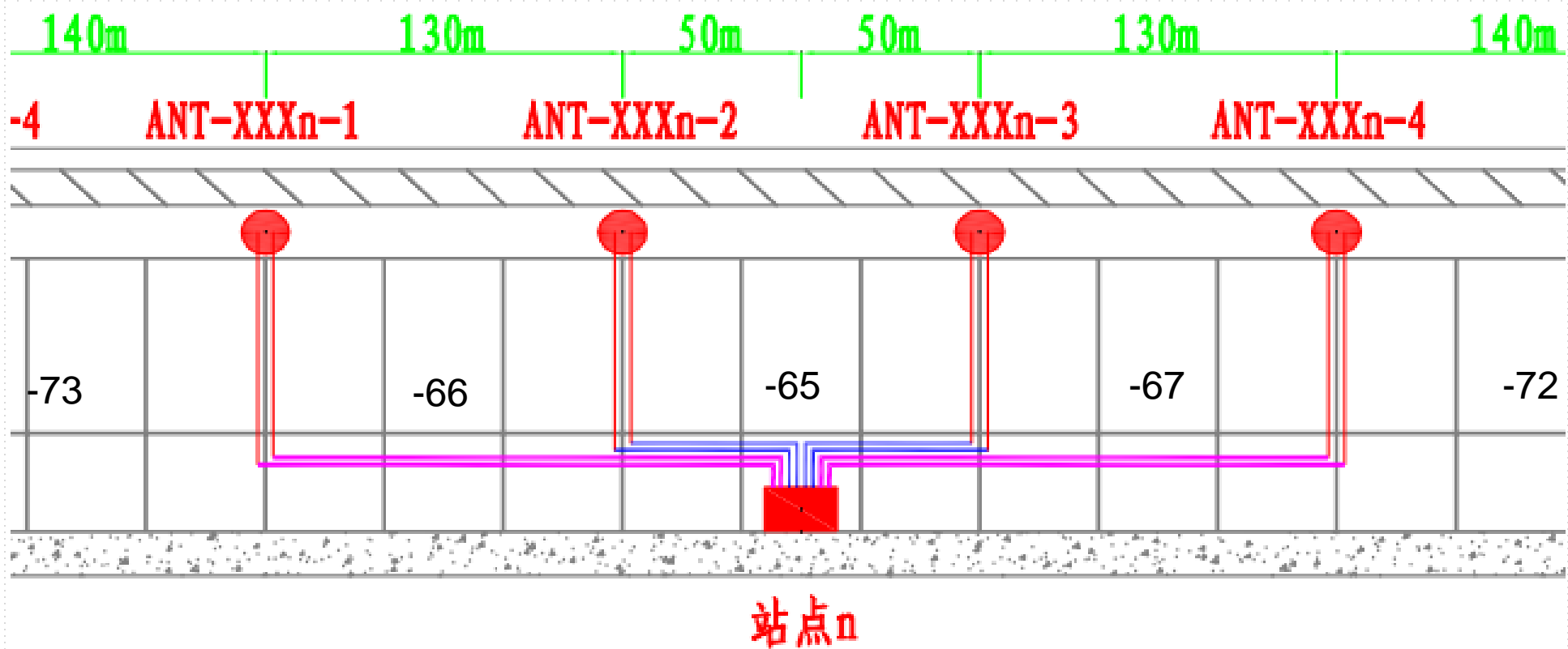


三、安装示意图



化学锚栓与A墙内钢筋位置关系示意图

四、信号测试结果



四、信号测试结果

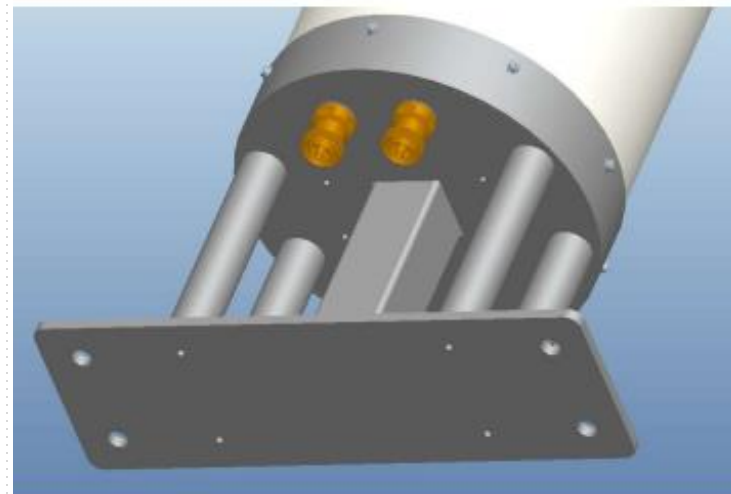
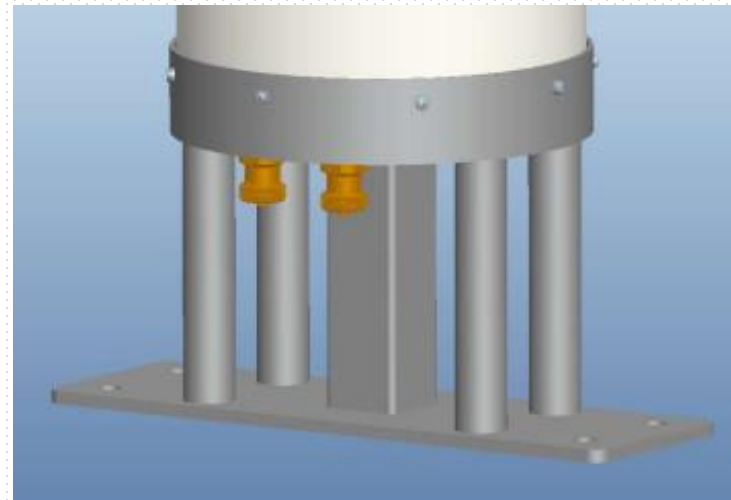
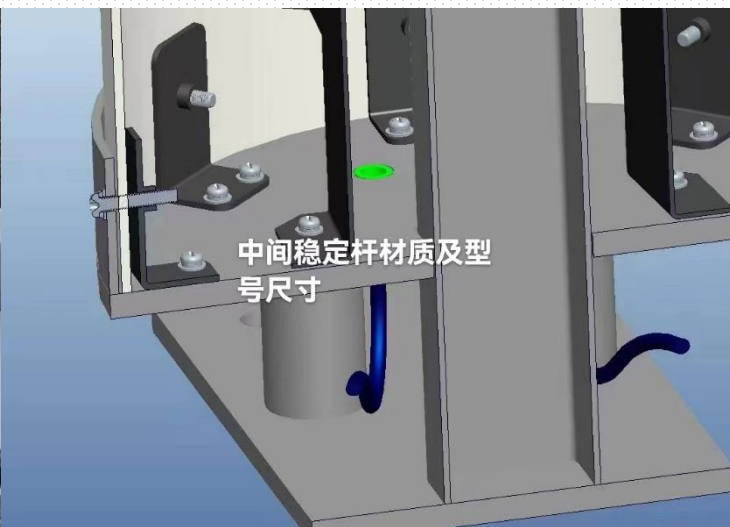


五、安全性保证

为了保证天线安装在高铁桥梁上的安全性，我们做了如下工作：

天线方案安全性分析一

高铁桥梁天线底座使用8毫米厚度的316L钢材生产，材料的强度达到最优，同时天线外罩采用优质加厚玻璃钢，坚固耐用；



五、安全性保证

为了保证天线安装在桥梁上的安全性，我们做了如下工作：

天线方案安全性分析二

桥梁天线设计及使用了两个双重保护功能：

- 1、使用了铁路部门要求的防松动螺母，安装后需要特殊动作才能松动；
- 2、天线安装件使用M12的不锈钢化学锚栓



四、安全性保证

为了保证天线安装在桥梁上的安全性，我们做了如下工作：

天线方案安全性分析三

隧道天线取得了中南大学（长沙铁道学院）的国家实验室风动测试报告，能抵抗450KM/H车速的风力承压；

天线方案安全性分析四

高铁桥梁天线设计了专门的监控装置，当天线螺栓有松动的迹象，即可发出告警；

6. 试验结论

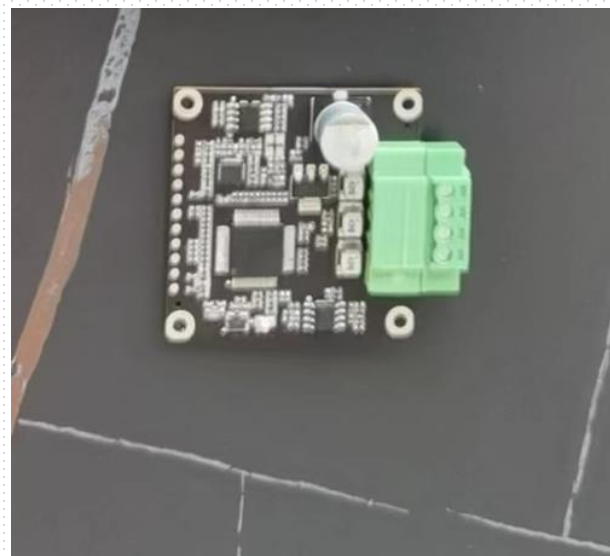
风洞试验表明，中土集团福州勘察设计研究院有限公司提供的 ANT-RB1727 型高铁桥梁公网天线在 0 - 55m/s 风速作用下未出现明显变形和振动。保持零风速十分钟后检查，高铁桥梁公网天线（含外罩）、连接件和 M12 螺栓均未发现松动、开裂、贯通性裂纹、断裂。

综合观测结果及实验数据图表，可判定中土集团福州勘察设计研究院有限公司提供的由福建省三联通信有限公司生产的 ANT-RB1727 型高铁桥梁公网天线（含外罩）、M12 螺栓在 16 级风（大于行业标准 TB 10621-2014 计算出的 350km/h 高速列车产生的气动荷载）作用下，无松动、无开裂、无贯通性裂纹、无断裂，强度满足使用要求。

上述试验结论仅针对送测试件，施工中应保证紧固螺栓强度要求且安装工艺符合规范，以保障隧道内列车运行安全。

高速铁路建造技术国家工程实验室

2022 年 3 月



五、桥梁覆盖其他方案对比

目前这种高铁长大桥公网覆盖可能存在以下几种方案：

序号	方案名称	说明	缺点
1	桥旁高塔	在高铁大桥旁红线外建设高于大桥高度5-10米的高塔，	1、海面或桥下居民区选址难 2、站址离轨道较远，覆盖效果不好 3、维护和取电困难
2	桥上护栏布放漏缆	在桥上护栏或者地面上布防漏缆	1、漏缆防晒能力差 2、漏缆需要两根，位置不好选择 3、漏缆会影响护栏的维护 4、损坏更换难度大
3	桥上公网抱杆	在护栏旁边立抱杆装普通基站天线	1、甲方协调难度大 2、需要在桥体设计时一体化设计 3、倒塔危险系数较高



六、相关部件安装方法



高铁桥梁彩虹天线参数及相关检测报告

面向客户，为客户贡献理想价值！



一、高铁桥梁彩虹天线方案参数

1710-2690MHz 12dBi 60°双向双极化彩虹天线

电性能指标

频率范围 (MHz)	1710~2170	2300~2500	2500~2700
水平波瓣角度 (°)	63 ± 10	60 ± 10	57 ± 10
垂直波瓣角度 (°)	17 ± 5	16 ± 5	15 ± 5
增益 (dBi)	11.5 ± 1.5	11.8 ± 1.5	12 ± 1.5
电上翘角 (°)	3 ± 2		
最大辐射方向夹角 (°)	175 ± 5		
极化方式	± 45		
驻波比	≤ 1.5		
端口隔离度 (dB)	≥ 25		
三阶互调 (dBm@2×43dBm)	≤ -90		
最大功率 (W)	300		
阻抗 (Ω)	50		

机械指标

产品尺寸 (mm)	Ø250×900
净重 (Kg)	30
天线罩材质	玻璃钢
天线罩颜色	白色
接头类型	2×7/16DIN-K

环境指标

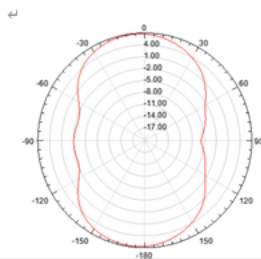
使用场景	室外
工作温度范围 (°C)	-40 to +70 (-40 to 158°F)
湿度范围 (%)	5 to 95
最大承受风速 (km/h)	60

安装件指标

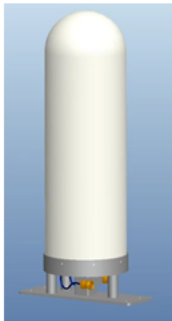
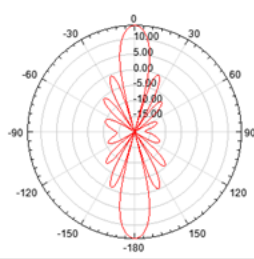
安装方式	底部膨胀螺栓固定
------	----------

辐射方向图

水平面



垂直面



外观 (效果图)

二、高铁桥梁彩虹天线CNAS检测报告



CAICT 中国信通院



中国认可
检测
TESTING
CNAS L6576

报告编号: B22X56665

检测报告

产品名称: 铁路桥梁公网天线 1710-2690MHz
产品型号: SL-QL-ANT1710/2690
委托单位: 福建省三联通信有限公司
生产单位: 福建省三联通信有限公司
检验类别: 委托检验

中国泰尔实验室



CAICT 中国信通院

铁路桥梁公网天线 1710-2690MHz 委托方要求

报告编号: B22X56665 共 8 页 第 2 页

福建省三联通信有限公司技术规范书

参数 (单位)	1710-2170	2300-2690
工作频段 (MHz)	1710-2170	2300-2690
极化方式	±45°	±45°
平均增益 (dBi)	≥11	≥11
馈线驻波比 (V)	2	2
水平面半功率波束宽度 (°)	60±6	60±6
垂直面半功率波束宽度 (°)	≥15	≥15
隔离度 (dB)	≥25	≥25
电压驻波比	≤1.5	≤1.5
平均功率容量 (W)	≥200	≥200
三阶互调 (dBm)	≤-90 (输入功率 2×43dBm)	≤-90 (输入功率 2×43dBm)
阻抗 (Ω)	50	50
接口型号	7/16 DIN 密封头 *2	7/16 DIN 密封头 *2



CAICT 中国信通院

中国泰尔实验室 检测报告

报告编号: B22X56665 共 8 页 第 1 页

产品名称	铁路桥梁公网天线 1710-2690MHz	产品数量	1
产品型号	SL-QL-ANT1710/2690	商 标	—
委托单位	福建省三联通信有限公司		
生产单位	福建省三联通信有限公司		
检测类别	委托检测	抽样基数	—
送 样	林源惠	抽样日期	—
检测项目	电性能	制样日期	2022-9-14
检测依据	(1) YD/T 2868-2015 《移动通信系统无源天线测量方法》 (2) 福建省三联通信有限公司技术规范书		
样品序号	S1: 1#; (实验室编号)		
检测结论	根据检测依据及委托方要求, 实验室判定: 合格。 中国泰尔实验室 检测员: 陈林 审核: 高凯 签发日期: 2022年9月20日		
备注	1、本检测报告, 表示无此项; 2、“福建省三联通信有限公司技术规范书”仅作参考, 不在认可范围内。		

批准: 高凯 审核: 陈林 主: 高凯



CAICT 中国信通院

铁路桥梁公网天线 1710-2690MHz 检测结果

报告编号: B22X56665 共 8 页 第 5 页

序号	检测项目/标准条款	单位	标准要求	频率(MHz)	接口	检测结果	检测结论
3	增益	dBi	平均值≥11	1710	+45°	11.5	合格
				1940		11.6	
				2170		11.9	
				平均值		11.7	
				2300		12.6	
				2400		12.4	
				2500		11.4	
				2600		12.4	
				2700		11.5	
				平均值		12.3	
				1710	-45°	11.3	
				1940		11.8	
				2170		12.5	
4	电压驻波比	—	≤1.5	平均值	+45°	11.9	合格
				2300		12.5	
				2400		12.5	
				2500		12.0	
				2600		11.9	
				2700		11.5	
				平均值		12.1	
				1710-2170		+45° 1.39	
				—45°		1.34	
				2500-2700		+45° 1.27	
				—45°		1.39	
				平均值		1.39	
5	隔离度	dB	≥25	1710-2170	-45°	26.5	合格
				2500-2700		25.8	
6	三阶互调	dBm	≤-90	1800	+45°	-101.3	合格
				2100	+45°	-103.2	
				2400	+45°	-111.7	
				2600	+45°	-110.6	



CAICT 中国信通院

铁路桥梁公网天线 1710-2690MHz 检测样品描述

报告编号: B22X56665 共 8 页 第 3 页

产品名称: 铁路桥梁公网天线 1710-2690MHz
样品型号: SL-QL-ANT1710/2690

样品照片:



CAICT 中国信通院

铁路桥梁公网天线 1710-2690MHz 检测结果

报告编号: B22X56665 共 8 页 第 4 页

序号	检测项目/标准条款	单位	标准要求	频率(MHz)	接口	检测结果	检测结论
1	水平面半功率波束宽度	°	60±6	1710	+45°	64.3	合格
				1940		55.7	
				2170		64.7	
				2300		54.5	
				2400		58.9	
				2500		64.3	
				2600		54.9	
				2700		55.3	
				平均值		61.8	
				1710	-45°	64.5	
				1940		61.8	
				2170		63.6	
2	垂直面半功率波束宽度	°	≥15	2300	+45°	56.8	合格
				2400		60.0	
				2500		65.0	
				2600		55.4	
				2700		62.3	
				1710	-45°	22.0	
				1940		17.9	
				2170		17.4	
				2300		18.3	
				2400		16.1	
				2500		16.9	
				2600		15.9	
				2700		15.7	
				平均值		16.7	

三、高铁桥梁彩虹天线风洞试验报告

编号：CSUW-2022-06-2

高铁桥梁公网天线 风洞实验报告

高速铁路建造技术国家工程实验室

2022年3月 长沙

高速铁路公网天线风洞试验报告

CSUW-2022-06-2

高速铁路建造技术国家工程实验室

报告编号：CSUW-2022-06-2

项目名称：高铁桥梁公网天线抗风试验

委托单位：中土集团福州勘察设计研究院有限公司

天线制造商：福建省三联通信有限公司

测试型号：ANT-RB1727

项目负责人：何旭辉（博导）

唐林波（博士）

唐苏（工程师）

项目参加成员：

报告编写：唐林波（博士）

审 定：何云峰（博导）

关健词：高铁桥梁公网天线、抗风性能、风洞试验

时间：2022.3

保密等级：□ 公开
■ 内部
□ 绝密

高速铁路建造技术国家工程实验室 www.windon.org

高速铁路公网天线风洞试验报告

CSUW-2022-06-2

根据试验要求，第一轮测试中土集团福州勘察设计研究院有限公司提供的 ANT-RB1727 型高铁桥梁公网天线用 4 个 M12 螺栓直接刚性固定在转盘轴心。该型天线具备绕轴对称性和特性，在背风侧增加激光位移计。测点 A（图 9 所示）距离天线最远端 4cm，激光发射点和测点 A 连线指向桥梁公网天线轴向中心。试验段现场温度 15℃，取干空气密度 1.226kg/m³，以 10m/s 为风速增量，测试 0~55m/s 风速时，桥梁公网天线位移均方根值和位移均值；第二轮测试将桥梁公网天线用 4 颗 M12 螺栓安装在风洞内天平连接支架上，连接支架固定于转盘轴心 ATI 天平上。调整转盘，使高铁桥梁公网天线底部接触于度盘端时风向往为 0° 方向，此时 ATI 天平 Fx、Fy 方向与风向夹角均为 45°。在 55m/s 试验风速时，对天线 0~360° 范围（即时针方向为正，45° 角为风向角增量）风向角受力情况进行记录，激光和平天采样频率均为 1kHz，待各段试验风速稳定后开始计时，每段风速下采样时长 60s，两轮测试完成后，保持零风速十分钟后检查天线状态。

图9给出了风洞试验的现场照片。

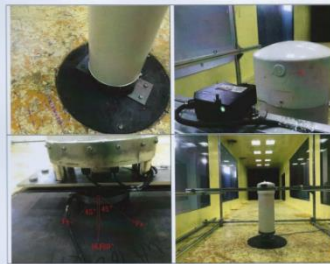


图9 风洞测试照片

高速铁路建造技术国家工程实验室 www.windon.org

3 / 11

高速铁路公网天线风洞试验报告

CSUW-2022-06-2

高铁桥梁公网天线风洞试验报告

1. 试验目的

本次试验的目的，是测试中土集团福州勘察设计研究院有限公司提供的 ANT-RB1727 型高铁桥梁公网天线，在桥梁上 350km/h 列车运行及 16 级风环境作用下的受力与振动情况，据此对该型高铁桥梁公网天线的抗风性能进行评估。该型天线如图 1 所示，尺寸参数为高度 1000mm，直径 250mm，采用圆柱造型。

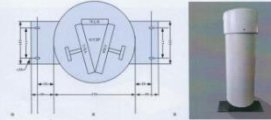


图1 高铁桥梁公网天线

2. 中南大学风洞实验室简介

中南大学风洞实验室是“高速铁路建造技术国家工程实验室”的重要组成部分，该系统于 2012 年 6 月完成性能测试及高场校测，迄今总投资超过 2000 万元。高速铁路风洞为回流式并列双试验段的大型低速边界层风洞，第一试验段（高速试验段）宽 3.0m，高 3.0m，长 15.0m，试验风速在 0~94m/s 范围内连续可调（最高风速为民用风洞），湍流度小于 0.3%，速度场不均匀性小于 0.5%，气流偏角小于 0.5°，动压稳定系数小于 0.6%，轴向静压梯度小于 0.0005mm；第二试验段（低速试验段）宽 12.0m，高 3.5m，长 18.0m，试验风速在 0~20m/s 范围内连续可调，气流湍流度小于 0.8%，速度场不均匀性小于 2%，气流偏角小于 1°，动压稳定系数小于 0.1%，轴向静压梯度小于 0.007mm。两个试验段均具备大气边界层模拟试验基本功能，可进行桥梁风洞模型试验、输电线、体育场等高大跨结构模型抗风性能试验及风洞模型试验，其中

高速铁路建造技术国家工程实验室 www.windon.org

3 / 11

高速铁路公网天线风洞试验报告

CSUW-2022-06-2

5. 试验结果

图 10 所示为第一轮测试时，0~55m/s 试验风速范围，高铁桥梁公网天线位移均方根值和位移均值随风速变化的曲线。其中，位移的平均值表示了其平均变形情况，均方根值表示了其振动情况。图 10 中均方根值随风速增大而增大，但未出现明显的拐点，即使在 55m/s 风速下，高铁桥梁公网天线顺风向位移均方根值和位移均值最大点分别为 2.83mm、2.8mm。图 11 为第二轮测试条件下，高铁桥梁公网天线顺风向受力值随风向角变化的曲线，由图 11 可知，在 55m/s 风速下，高铁桥梁公网天线受力值最大出现在 0° 风向角时，值为 121.7N，由化学锚栓国家强度标准可知，当 M12 螺栓单颗螺栓直径 14mm，深度 110mm 的锚固深度时 C30 混凝土内，则其使用的化学锚栓单颗螺栓设计剪切荷载为 18.3kN，单个螺栓抗拉荷载为 14.5kN，风力产生的作用力远低于螺栓的设计剪切荷载和设计抗拉荷载，因此螺栓工作在安全范围内。

试验结果表明，ANT-RB1727 型高铁桥梁公网天线由零风速加速至 55m/s 风速再降为零风速作用过程中，均未发生明显变形。试验结束后，对高铁桥梁公网天线（含外罩）、连接件和 M12 螺栓进行检查，均未发现松动、开裂、贯通性裂纹、断裂的情况。

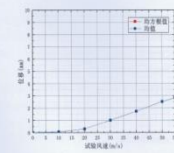


图 10 0° 风向角天线位移均方根值与均值

高速铁路建造技术国家工程实验室 www.windon.org

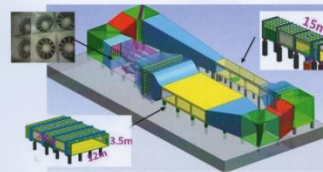
10 / 11

高速铁路公网天线风洞试验报告

CSUW-2022-06-2

低速试验段可进行大比例的全桥气动弹性模型试验和节段模型试验，风洞系统动力部分由六台额定功率为 35kW 的直流电机驱动的轴流风机组成。风机采用 B3+2 布置。试验系统拥有多样化的测试设备，如美国 ATI 高精度六分量测力天平、日本进口慕尼黑激光位移计、Scanvalve 公司的 DSM400 电子式压力扫描系统、美国 MEAS 公司 DTC Intran 压力扫描数据采集系统、美国 TSI 公司热线风速仪、美国 TSI 公司 PIV 粒子图像测速仪、澳大利亚 TTI 公司眼镜蛇探针、东华 DH5922N、DH830 高性能动态信号测试分析系统等，可满足各类风洞试验的测试需求。

中南大学风洞实验室如图 2 所示。



(a) 整体示意图



(b) 高速试验段



(c) 低速试验段

图 2 中南大学风洞实验室

高速铁路建造技术国家工程实验室 www.windon.org

4 / 11

高速铁路公网天线风洞试验报告

CSUW-2022-06-2

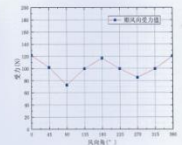


图 11 35m/s 各风向角天线顺风向受力值

6. 试验结论

风洞试验表明，中土集团福州勘察设计研究院有限公司提供的 ANT-RB1727 型高铁桥梁公网天线在 0~55m/s 风速作用下未出现明显变形和松动，保持零风速十分钟后检查，高铁桥梁公网天线（含外罩）、连接件和 M12 螺栓均未发现松动、开裂、贯通性裂纹、断裂。

综合检测试验及实验数据图表，可判定中土集团福州勘察设计研究院有限公司提供的由福建省三联通信有限公司生产的 ANT-RB1727 型高铁桥梁公网天线（含外罩）、M12 螺栓在 16 级风（大于行业标准 TB 10621-2014 计算出的 350km/h 高速列车产生的气动荷载）作用下，无松动、无开裂、无贯通性裂纹、无断裂，强度满足使用要求。上述试验结论仅针对送测试样，施工中应保证紧固件螺栓强度要求且安装工艺符合规范，以确保隧道内列车运行安全。

高速铁路建造技术国家工程实验室

2022年3月

高速铁路建造技术国家工程实验室 www.windon.org

11 / 11

四、高铁桥梁彩虹天线盐雾报告



201719121253

报告编号: APT220906005



检测报告



中国认可
国际互认
检测
TESTING
CNAS L7973

日期: 2022-09-16

页数: 1/3

客户名称: 福建省三联通信有限公司
地址: 福建省永安市新桥路 2030 号

样品名称: 铁路桥梁公网天线专用底座
样品信息: 请参见后续页
收样日期: 2022-09-06
测试日期: 2022-09-06 至 2022-09-16
测试要求: 依据客户要求测试项目进行测试。
测试结果: 请参见后续页

*****更多详细信息, 请参考后续页*****

测试: 王丹

审核: 张健

批准: 周玉强

日期: 2022-09-16

服务热线: 0755-23324072
SHENZHEN ANPU TESTING TECHNOLOGY CO., LTD
深圳市安普检测技术服务有限公司

地址: 广东省深圳市宝安区松岗街道红星社区宝安大道 8728 号 2、3 楼
电话: 0755-23324072
传真: 0755-23345225
http://www.anpu.cn Mail: anpu@anpu.cn



检测报告

报告编号: APT220906005

日期: 2022-09-16

页数: 2/3

样品信息

样品编号	样品名称	材质	型号/规格	其他信息
1#	铁路桥梁公网天线专用底座	-	-	-

测试信息

1. 中性盐雾测试

测试方法: GB/T 10125-2012

测试设备: 盐雾试验箱

测试条件: 收集盐水浓度: 50g/L±5 g/L

盐雾箱温度: 35℃±2℃

盐雾沉降量: 1.5 mL/h±0.5 mL/h

PH 值: 6.5~7.2

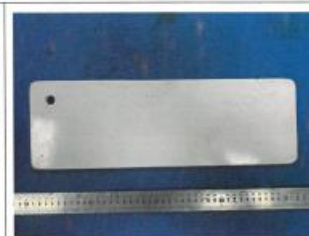
测试结果: 见下表

样品编号	测试时间	外观
1#	240h	无明显红锈生成

测试图片:



测试中



测试后

服务热线: 0755-23324072
SHENZHEN ANPU TESTING TECHNOLOGY CO., LTD
深圳市安普检测技术服务有限公司

地址: 广东省深圳市宝安区松岗街道红星社区宝安大道 8728 号 2、3 楼
电话: 0755-23324072
传真: 0755-23345225
http://www.anpu.cn Mail: anpu@anpu.cn



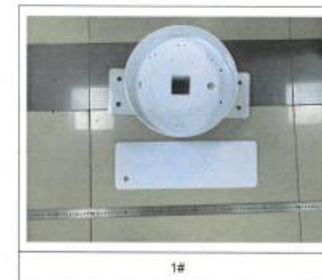
检测报告

报告编号: APT220906005

日期: 2022-09-16

页数: 3/3

样品图片



1#

*****报告结束*****

本报告无安普检测签字和盖章无效。本报告检测结果只对检测样品负责。未经安普检测书面许可, 不可部分复制本报告; 任何未经许可的对本报告的内容或形式的改动, 伪造或篡改都是不允许的。本检测单位对这种行为保留追究法律责任的权利。

服务热线: 0755-23324072
SHENZHEN ANPU TESTING TECHNOLOGY CO., LTD
深圳市安普检测技术服务有限公司

地址: 广东省深圳市宝安区松岗街道红星社区宝安大道 8728 号 2、3 楼
电话: 0755-23324072
传真: 0755-23345225
http://www.anpu.cn Mail: anpu@anpu.cn

五、高铁桥梁彩虹天线专家评审会

福厦客专湄洲湾、泉州湾、安海湾跨海大桥 公网覆盖方案专家评审意见

2022年3月11日，中国铁塔股份有限公司福建省分公司会同东南沿海铁路福建有限责任公司、中国电信股份有限公司福建分公司、中国移动通信集团福建有限公司、中国联合网络通信有限公司福建省分公司在福建福州召开了福厦客专高铁湄洲湾、泉州湾、安海湾跨海大桥公网覆盖方案专家评审会（专家组成员名单见附件）。专家组听取了中铁第四勘察设计院集团有限公司的设计方案介绍。经过充分讨论，形成意见如下：

一、总体评价

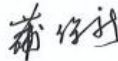
该项目设计方案基本合理、可行，满足列车行车时速350千米跨越沿海高风速带的三座跨海大桥公网覆盖建设要求。

二、建议与意见

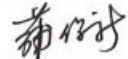
- 1.进一步完善设备安装加固措施，优化天线支架加固方案，确保铁路运输安全；
- 2.补充桥面整体横断面图，注明与铁路各设施之间的位置关系；
- 3.补充天线的风洞测试等报告。

（以下无正文）

附件：福厦客专湄洲湾、泉州湾、安海湾跨海大桥公网覆盖方案专家评审会专家组成员名单

专家组 组长： 
2022年3月11日

福厦客专湄洲湾、泉州湾、安海湾跨海大桥公网覆盖方案专家评审 会专家组成员名单

姓名	单位	签名
蒲保新	铁道工程专家	
何志勇	南昌铁路局工务部	
黄纳新	中土集团福州勘察设计院有限公司	
陈勇	华信咨询设计研究院有限公司	
潘剑松	华信咨询设计研究院有限公司	

谢 谢