

ICS 45. 020
CCS S 73

团体标准

T/VSTR 023—2024

铁路隧道天线

Railway tunnel antenna

2024-12-31 发布

2025-02-01 实施

中关村轨道交通视频与安全产业技术联盟 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 构成 2

5 产品系列及命名 2

6 电性能要求 3

 6.1 天线工作频段范围 3

 6.2 增益、半功率波束宽度、极化方式、前后比 3

 6.3 轴向交叉极化比 3

 6.4 电压驻波比 3

 6.5 功率容量 4

 6.6 标称输入阻抗 4

 6.7 三阶互调 4

7 接口要求 4

8 结构与安装要求 4

 8.1 基本要求 4

 8.2 安装座架 7

 8.3 防护罩材料 9

 8.4 安装要求 9

9 环境适应性要求 11

 9.1 气候条件 11

 9.2 冲击试验 11

 9.3 振动（正弦）试验 11

 9.4 外壳防护等级 11

 9.5 覆冰厚度 11

 9.6 耐盐雾性能 11

10 试验方法 11

 10.1 试验条件 11

 10.2 结构要求及试验方法 11

 10.3 电性能试验方法 11

 10.4 环境试验要求和方法 11

11 检验规则 12

 11.1 检验分类 12

 11.2 型式检验 13

 11.3 出厂检验 13

12 标志、包装、运输和贮存要求 14

 12.1 标志 14

 12.2 包装 14

 12.3 运输 14

 12.4 贮存 14

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中关村轨道交通视频与安全产业技术联盟铁路卫星与新技术应用专业委员会提出并归口。

本文件起草单位：北京全路通信信号研究设计院集团有限公司、深圳市思科泰技术股份有限公司、福建省三联通信有限公司、国家铁路局装备技术中心、北京铁路通信信号运维中心、中铁二院工程集团有限责任公司、中国铁道科学研究院集团有限公司标准计量研究所、北京世纪东方智汇科技股份有限公司、中铁电气化局智慧交通技术分公司、西安雷迪信息技术有限公司、南京泰通科技股份有限公司、北京交通大学、北京合众思壮时空物联科技有限公司、中国铁路广州局集团有限公司怀化电务段、通号工程局集团有限公司、桂林电子科技大学、福建超联融合科技有限公司、中土集团福州勘察设计院有限公司、东南沿海铁路福建有限责任公司。

本文件主要起草人：郑宗芽、吴峥、曾祥兵、汪林、张立伟、姚珍富、胡斌、刘奎江、段永奇、罗道文、丁建文、龚莹莹、于新华、李政伟、郑鸿基、邓招余、肖小雄、余广胜、陈水庆、刘瑜、刘鑫、郝小军、闫琪琳、常佳佳。

铁路隧道天线

1 范围

本文件规定了铁路隧道天线的构成，产品系列及命名，电性能要求，接口要求，结构与安装要求，环境适应性要求，试验方法，检验规则，标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于铁路隧道内使用的天线产品制造、检验及工程建设、设备维护；通信天线工作频段为400MHz~470MHz、703MHz~803MHz、885MHz~934MHz、1710MHz~2170MHz、2515MHz~2675MHz、3300MHz~3600MHz；定位天线工作频段为1100MHz~1700MHz。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件不可缺少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 10125-2021 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 2423.1-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB/T 2423.3-2016 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
- GB/T 2423.5-2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击
- GB/T 2423.7-2018 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ec：粗率操作造成的冲击(主要用于设备型样品)
- GB/T 2423.10-2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）
- GB/T 2423.37-2006 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验L：沙尘试验
- GB/T 2423.38-2021 环境试验 第2部分：试验方法 试验R：水试验方法和导则
- GB/T 2408-2021 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法
- GB/T 2828.1-2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 2829-2002 周期检验计数抽样程序及表(适用于对过程稳定性的检验)
- GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)
- GB 50009-2012 建筑结构荷载规范
- GB/T 9410-2008 移动通信天线通用技术规范
- GJB 150.22A-2009 军用装备实验室环境试验方法 第22部分：积冰/冻雨试验
- YD/T 2868-2020 移动通信系统无源天线测量方法
- YD/T 2867-2015 移动通信系统多频段基站无源天线

3 术语和定义

GB/T 9410-2008界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

隧道天线 tunnel antenna

在铁路隧道内使用的移动通信天线。

3.2

定位天线 localizer antenna

在定位系统中使用的天线。

3.3

前后比 front-to-back ratio

定向天线特定极化或总功率的水平面方向图中主瓣的最大辐射方向 (规定为 0°) 的功率通量密度与相反方向附近(规定为 $180^\circ \pm 30^\circ$ 范围内)的最大功率通量密度之比值。

[来源: YD/T 2867-2015, 3.2]

3.4

交叉极化比 cross polar ratio

给定方向上主极化分量与正交极化分量功率之比)。

[来源: YD/T 2867-2015, 3.1]

3.5

电压驻波比

把天线作为无损耗传输线的负载时, 在沿传输线产生的电压驻波上, 其最大值与最小值之比值。

[来源: GB/T 9410-2008, 3.17]

3.6

功率容量 power capacity

按规定的条件在规定的周期内可连续地加到天线上而又不致降低其电性能的最大连续射频功率。

[来源: GB/T 9410-2008, 3.16]

3.7

三阶互调 3rdPIM Interference

阶数为三的落入工作接收频率范围内的无源互调信号。

[来源: YD/T 2867-2015, 3.7]

4 构成

铁路隧道天线主要由天线单元 (包括辐射体和反射板)、接头、防护罩及安装支架组成。

5 产品系列型号命名

铁路隧道天线产品系列型号命名应符合图 1 的规定, 各部分代号及代号含义应符合表 1 的规定。

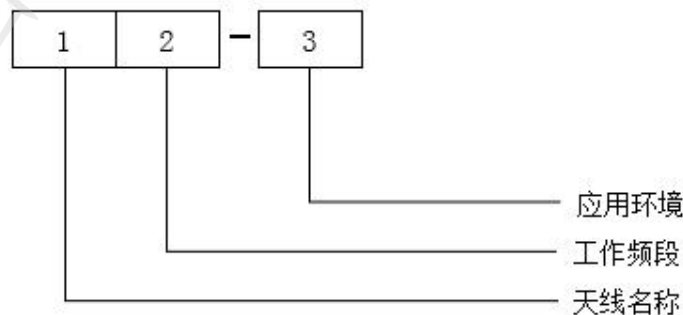


图 1 产品系列型号命名

表 1 产品系列型号命名各部分代号及代号含义

序号	型号组成	代号	代号含义
1	天线名称	T	铁路隧道通信天线
		D	铁路隧道定位天线
2	通信天线频段	400	400.00MHz~470.00MHz
		700	703.00MHz~803.00MHz
		900	885.00MHz~934.00MHz
		1800	1710.00MHz~2170.00MHz
		2600	2515.00MHz~2675.00MHz
		3500	3300.00MHz~3600.00MHz
	定位天线频段	1100	1100.00MHz~1700.00MHz
3	应用环境	A	通用型（第 9 章 A 类工作温度）
		B	低温型（第 9 章 B 类工作温度）

示例：T400-A 代表通用型 400MHz 铁路隧道通信天线。

6 电性能要求

6.1 天线工作频段范围

铁路隧道天线工作频率范围应符合表 1 的规定。

6.2 增益、半功率波束宽度、极化方式、前后比

铁路隧道天线的增益、半功率波束宽度、极化方式和前后比应符合表2的规定。

表 2 天线增益、半功率波束宽度、极化方式和前后比要求

频段 MHz	增益 dBi	半功率波束宽度 °		极化方式	前后比 dB
		水平面	垂直面		
400~470	≥6	60 ± 5	50 ± 5	垂直	≥15
703~803 885~934	≥11	50 ± 5	45 ± 5	± 45° 双极化	≥15
1710~2170	≥13	40 ± 2	40 ± 2	± 45° 双极化	≥20
2515~2675 3300~3600	≥14	40 ± 2	40 ± 2	± 45° 双极化	≥20
1100~1700	≥3	360	180	右旋圆极化	-

6.3 轴向交叉极化比

铁路隧道天线的轴向交叉极化比不应小于15dB。

6.4 电压驻波比

在规定的工作频带内，铁路隧道天线端口处的电压驻波比不应大于 1.5。

6.5 功率容量

铁路隧道通信天线的功率容量不应小于 200W，定位天线的功率容量不应小于 50W。

6.6 标称输入阻抗

铁路隧道天线的端口标称输入阻抗应为 50 Ω。

6.7 三阶互调

铁路隧道天线的三阶互调（2×43dBm）不应大于-107dBm。

7 接口要求

铁路隧道天线的接头应采用 7/16 DIN 或 1/2 N 母头。

8 结构与安装要求

8.1 基本要求

铁路隧道天线的结构应有利于减小天线在隧道内的迎风面积；不应安装在隧道顶部。安装于隧道侧壁的天线不应超过隧道限界，最内缘离隧道壁距离(H)不大于 15cm。天线固定件应预留接地端子；天线与跳线接头处应做防水密封处理。

通信天线的长度(L)和宽度(W)满足：长度小于 120cm，宽度小于 15cm，结构外框见图 2 和图 3。

定位天线的长度(L)和宽度(W)满足：长度小于 30cm，宽度小于 30cm，结构外框见图 4。

防护罩与金属座架之间应采用螺栓或其它方式连接。

1.8GHz 频段及以下天线重量不大于 8kg，1.8GHz 以上频段天线重量不大于 5kg。

单位：mm

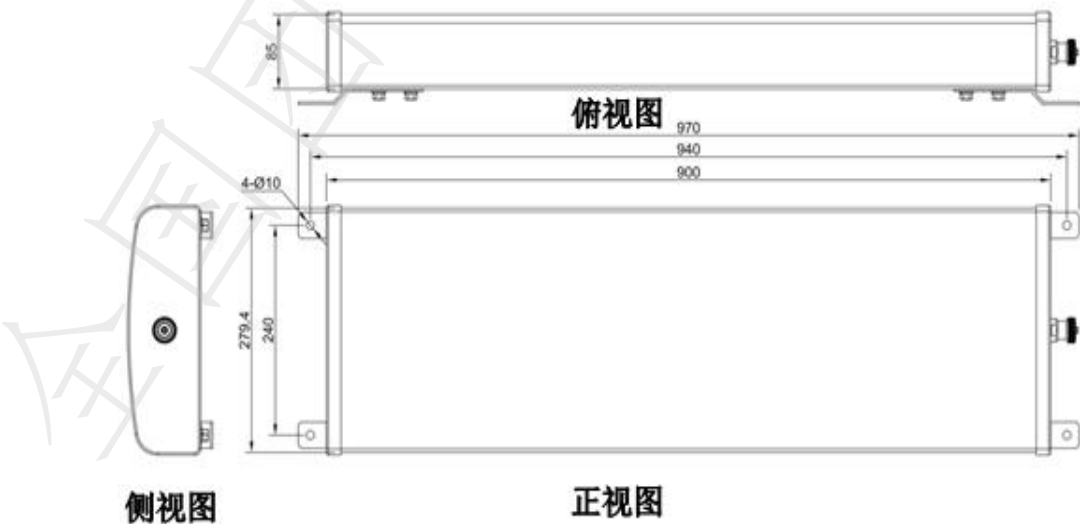


图 2 400MHz、700MHz、900MHz 频段通信天线结构外框示意图

单位: mm

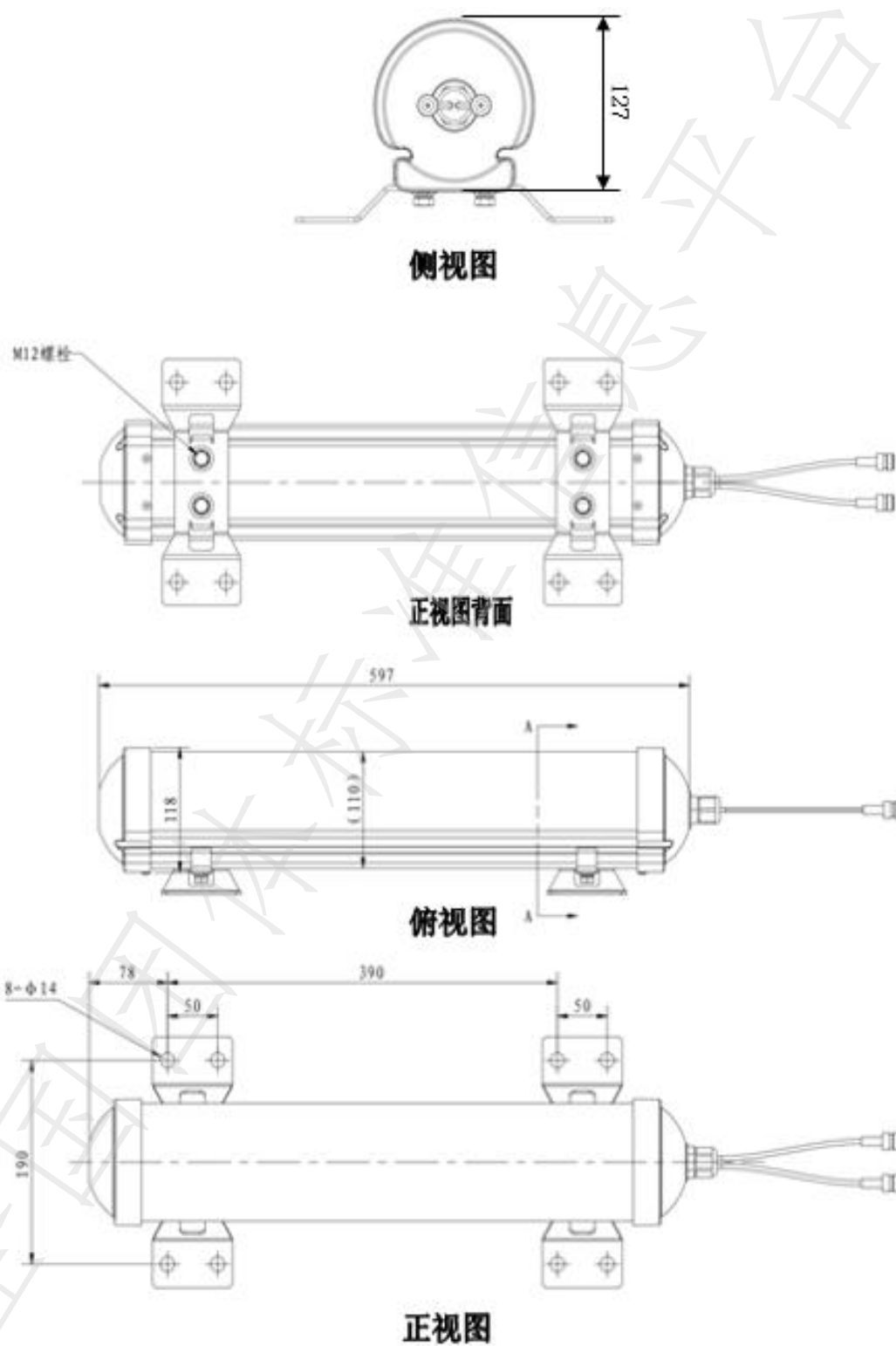


图 3 1800MHz、2600MHz 及 3500MHz 频段通信天线结构外框示意图

单位：mm

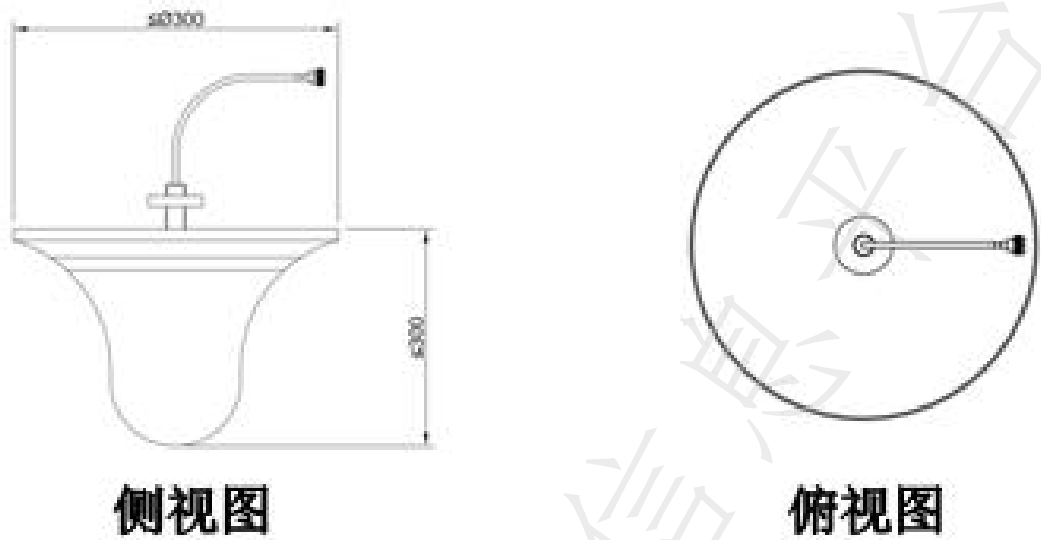


图 4 1100MHz 频段定位天线结构外框示意图

8.2 安装支架

铁路隧道天线的安装支架应采用 316 不锈钢材质，厚度不应小于 3mm。天线支架示意图见图 5、图 6、图 7。

单位：mm

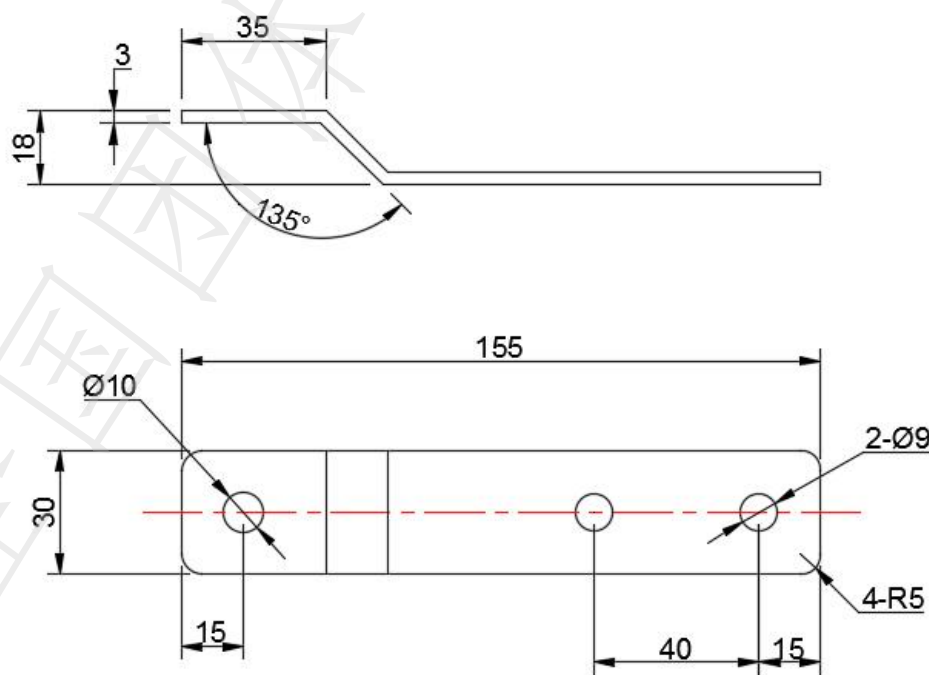


图 5 400MHz、700MHz 及 900MHz 频段通信天线支架示意图

单位: mm

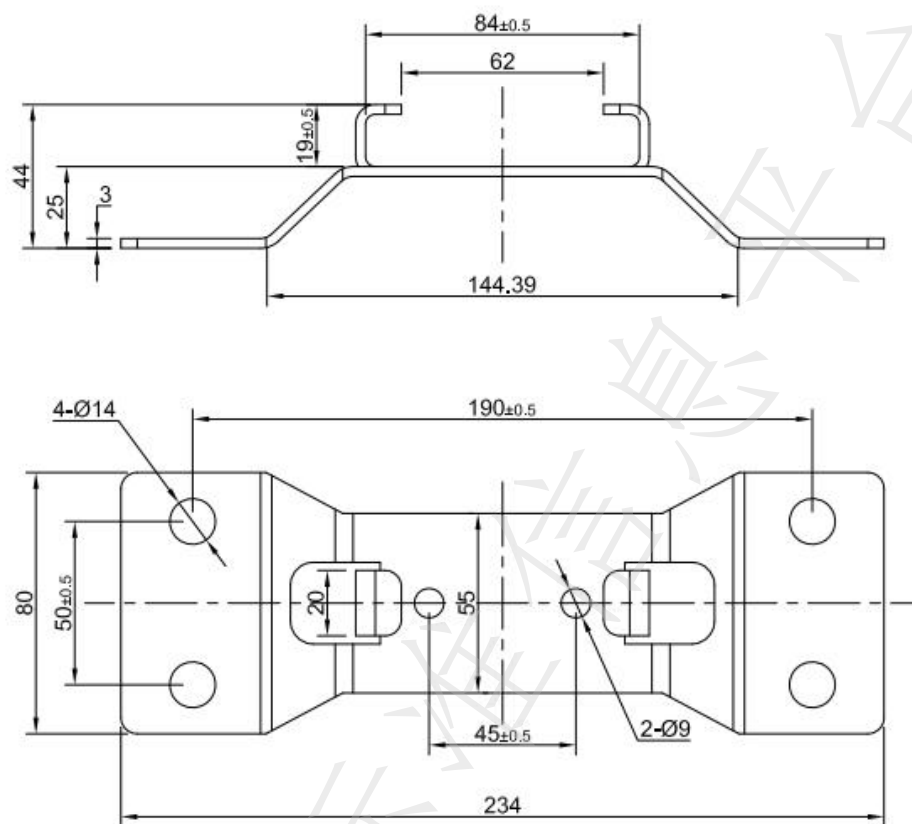


图 6 1800MHz、2600MHz 及 3500MHz 频段通信天线支架示意图

单位: mm

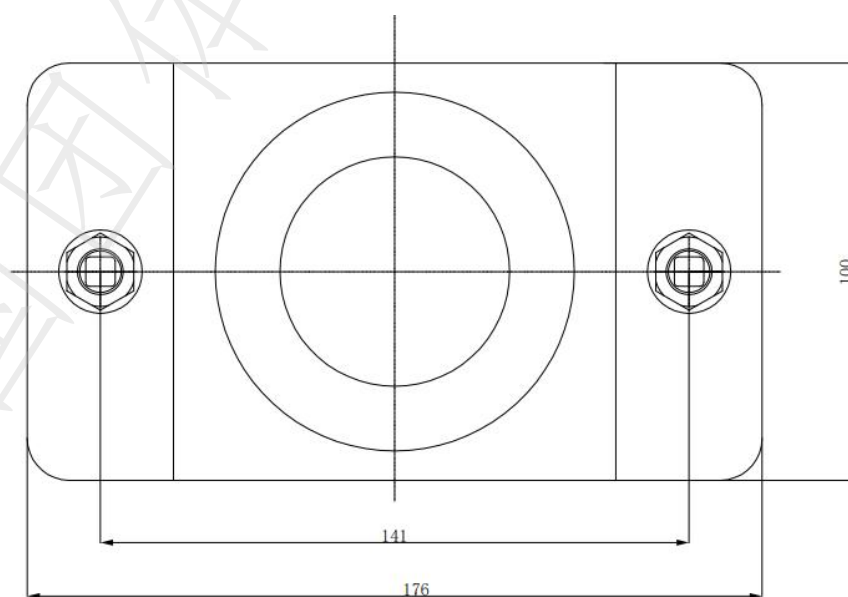


图 7 1100MHz 频段定位天线支架示意图

8.3 防护罩材料

铁路隧道天线的防护罩应采用透波性能好、衰减低、低烟、阻燃的材料制作，最小程度的衰减天线发射或接收的电磁信号，并应具备防水、防尘、防腐蚀、抗压、抗风、抗老化等能力。

8.4 安装要求

天线采用壁挂安装，应符合下列规定：

- a) 每个天线固定件的固定点不少于 4 处，各频段通信天线的安装方式见图 8 和图 9，定位天线的安装方式见图 10；

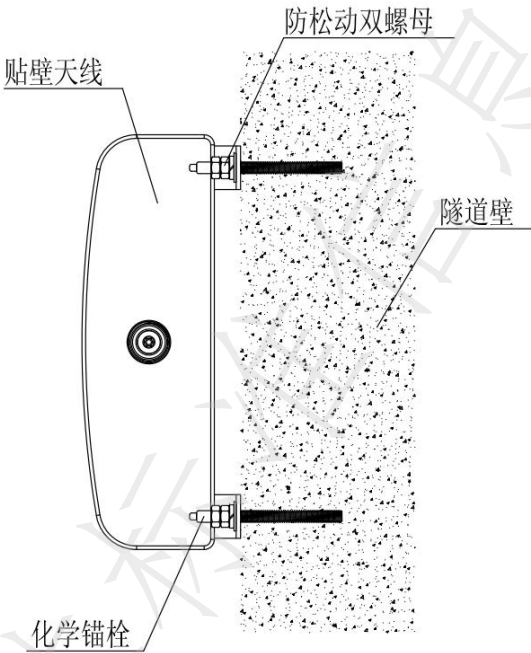


图 8 400MHz、700MHz 及 900MHz 频段通信天线安装示意图

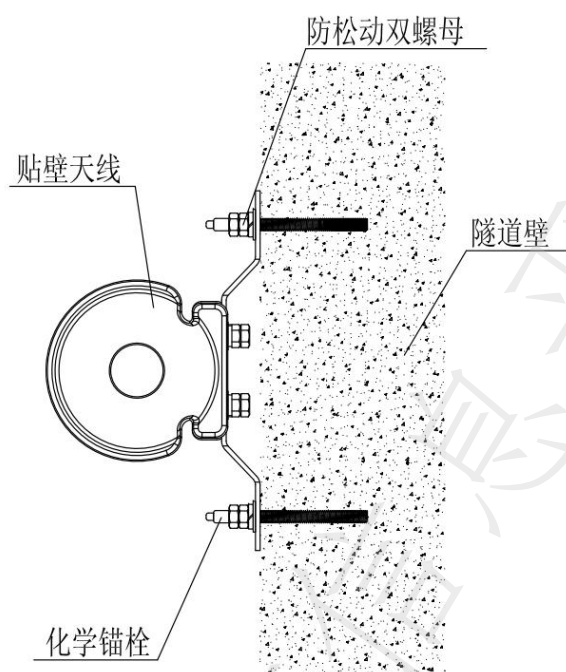


图 9 1800MHz、2600MHz 及 3500MHz 频段通信天线安装示意图

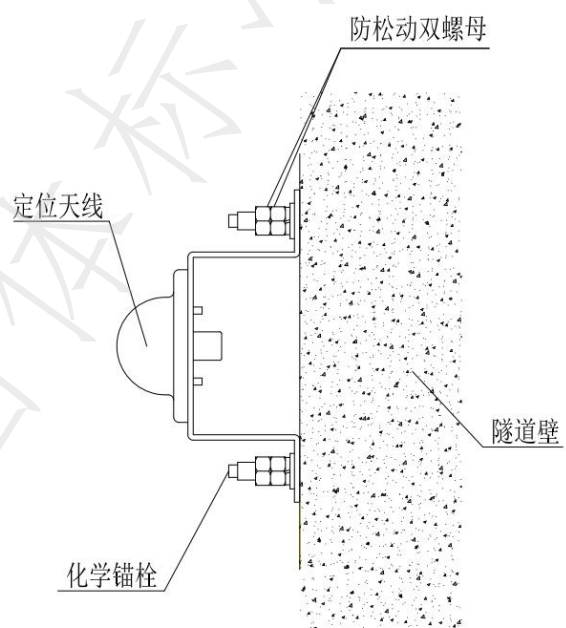


图 10 定位天线结安装示意图

- b) 天线固定件应采用化学锚栓固定于隧道壁，锚栓安装深度不低于 110mm，螺母应采用防松动不锈钢 M14 双螺母。

9 环境适应性要求

9.1 气候条件

天线在下列气候条件下应能正常工作。

——工作温度：-25℃～+55℃（A类）；

-40℃～+55℃（B类）；

——相对湿度：8%～95%；

——大气压：53.2kPa～106.2kPa（对照海拔 5100m的气压）。

9.2 冲击试验

天线应能承受抗冲击加速度为 300m/s^2 、脉冲持续时间18ms的冲击。

9.3 振动（正弦）试验

天线应能承受振动频率为10Hz～30Hz、振幅为0.75 mm，振动频率为30Hz～55Hz、振幅为0.25 mm的振动。

9.4 外壳防护等级

天线的外壳防护等级应符合GB/T 4028中IP54的规定。

9.5 覆冰厚度

覆冰厚度不大于10mm时，天线应正常工作。

9.6 耐盐雾性能

天线的耐盐雾性能应符合GB/T 10125-2021中性盐雾（NSS）的检验要求。

10 试验方法

10.1 试验条件

10.1.1 天线各项技术要求的试验应在不影响测量精度的自然大气条件下进行，并记录大气条件。

10.1.2 电性能测量时，天线辐射方向图和增益的测量采用远场测试方法。

10.1.3 所用试验设备和测量仪表的精度应按有关计量规定进行校验。

10.2 结构要求试验方法

天线结构、外形尺寸、支架厚度及重量采用观察、尺量和称重的方法。

10.3 电性能试验方法

电性能测量方法应符合 YD/T 2868-2020 的规定。

10.4 环境试验要求和方法

环境试验要求和方法应符合表 3 的规定。

表 3 环境试验要求和方法

试验项目	试验要求		试验方法
低温贮存	温度/℃	-55±3	GB/T 2423.1-2008
	试验样品温度稳定时间/h	1	
	持续试验时间/h	2	
	恢复时间/h	1	
高温贮存	温度/℃	65±2	GB/T 2423.2-2008
	试验样品温度稳定时间/h	1	
	持续试验时间/h	2	
	恢复时间/h	1	
冲击	加速度/(m/s ²)	300	GB/T 2423.5-2019
	冲击脉冲持续时间/ms	18	
	冲击次数/次	18	
振动 (正弦)	频率/Hz	10~30; 30~55	GB/T 2423.10-2019
	单振幅/mm	0.75; 0.25	
	三个互相垂直轴上各振动 时间/h	0.5	
	谐振点振幅/mm	0.35	
	试验时间/min	1	
跌落	跌落高度/mm	500	GB/T 2423.7-2018
	跌落次数/次	2	
交变湿热	高温 /℃	+55	GB/T 2423.3-2016
	低温/℃	-25 (A类) 或-40 (B类)	
	湿度	95±3%	
	温度变化率/(℃/min)	≥1	
	持续时间/h	12+12	
	循环次数/次	1	
冰负荷	冰厚度/mm	10	GJB 150.22A-2009
防水、防尘	沙尘实验	IP54	GB/T 2423.37-2006
	水实验方法和导则		GB/T 2423.38-2021
耐盐雾	实验温度为 35℃±2℃, 盐水浓度为 5%, 中性盐雾	持续时间为 240h	GB/T 10125-2021
燃烧	非金属件部件的燃烧性能	HB 级以上	GB/T 2408-2021

11 检验规则

11.1 检验分类

产品检验分为两类：型式检验和出厂检验。

11.2 型式检验

11.2.1 具有下列情况之一的均应做型式检验：

- a) 新产品试制完成时；
- b) 转厂生产试制完成时；
- c) 产品停产 2 年以后又恢复生产；
- d) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能；
- e) 连续生产 5 年。

11.2.2 检验样品数不宜少于 4 个。

11.2.3 检验一般按表 4 规定的项目和顺序进行。

表 4 检验项目

序号	检验项目	要求章条号	检验方法章条号	型式检验	出厂检验
1	结构	8	10.2	√	√
2	增益	6.2	10.3	√	-
3	半功率波束宽度	6.2		√	-
4	极化方式	6.2		√	-
5	前后比	6.2		√	-
6	轴向交叉极化比	6.3		√	-
7	电压驻波比	6.4		√	√
8	功率容量	6.5		√	-
9	标称输入阻抗	6.6		√	√
10	三阶互调	6.7		√	√
11	低温贮存	12.4	10.4	√	-
12	高温贮存	12.4		√	-
13	交变湿热	9.1		√	-
14	冲击	9.2		√	-
15	振动（正弦）	9.3		√	-
16	防尘、防水	9.4		√	-
17	覆冰厚度	9.5		√	-
18	耐盐雾	9.6		√	-
19	燃烧	8.3		√	-

11.3 出厂检验

11.3.1 逐批检验（交收试验）

11.3.1.1 检验批

一个检验批应从一条或几条生产线上，在基本相同的条件下连续生产的同一型号的产品中抽样组成。

11.3.1.2 抽样方案

抽样方案按 GB/T 2828.1-2012 进行统计抽样检验。检验水平为 II 级。

11.3.1.3 检验处理

如果一个检验批不通过，应返工修理或筛选出有缺陷的天线产品，然后重新提交检验。重新提交检

验批应按 GB/T 2828.1-2012 中转移规则规定进行处理。

12 标志、包装、运输和贮存

12.1 标志

12.1.1 产品标志

在产品明显的位置应印有铭牌，铭牌应清晰，易于识别，不易磨损。

铭牌应标明下列信息：

- a) 产品名称、型号；
- b) 出厂编号；
- c) 制造日期；
- d) 制造商名称。

12.1.2 外包装标志

产品包装箱外应采用不易褪色涂料，清晰地标出下列信息：

- a) 正面：产品名称、型号、数量、重量、外包装尺寸，到站，收货、发货单位名称和地址等；
- b) 侧面：“易碎物品”“向上”“怕雨”及发站、制造商名称等。

12.2 包装

包装应符合下列规定：

- a) 产品包装应能防止其正常运输过程中遭受损坏；
- b) 随机应提供产品的用户手册、产品合格证、装箱单、专用安装工具。

12.3 运输

产品在搬运过程中，应轻拿轻放，避免摔碰，不应无包装运输。

12.4 贮存

产品贮存条件应符合下列规定：

- a) 温度下限为 $-25\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；
 - b) 温度上限为 $+55^{\circ}\text{C}$ ，短时间内（不超过 24 h）可达到 $+70^{\circ}\text{C}$ ；
 - c) 相对湿度（ $+25^{\circ}\text{C}$ 时）不超过 80%RH；
 - d) 周围无酸、碱或其他有害气体。
-