

ICS 33.120.40

M 50

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2635-2013

移动通信基站用一体化美化天线

Mobile communication base station integrative concealment antenna

2013-10-17 发布

2014-01-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

电话：82054513 <http://www.ptsnet.cn>

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 分类.....2

5 特性要求.....3

6 测量方法.....9

7 检验规则.....15

8 标志、包装、运输、贮存.....16

电话：82054513 <http://www.ptsnet.cn>

前 言

本标准是移动通信系统天线系列标准之一，与GB/T 9410《移动通信天线通用技术规范》、YD/T 1059《移动通信系统基站天线》、YD/T 1710.1《TD-SCDMA数字蜂窝移动通信网智能天线 第1部分：天线》共同构成移动通信天线技术规范。

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准主要起草单位：中国电子科技集团公司第七研究所凯尔实验室、广东晖速通信技术有限公司、中国移动通信集团设计院有限公司、中国电信集团公司。

本标准参与起草单位：京信通信系统（中国）有限公司、武汉邮电科学研究院、华为技术有限公司、大唐电信科技产业集团、广东盛路通信科技股份有限公司、广州信盛通信设备有限公司、杭州紫光网络技术有限公司、江苏华灿电讯股份有限公司。

本标准主要起草人：杨绍华、高峰、朱彩勤、赵研、陈晖、卜斌龙、张申科、伊桂杰、李传军、杨华、陈志龙、陈正疆、沈慧敏、封建华、高强、何继伟、朱文涛、胡洋、代喜望、张国兴、王远道、苏小斌、张呈斌、魏兴、刘勇、王学军、张需溥、唐坚。

移动通信基站用一体化美化天线

1 范围

本标准规定了移动通信系统基站一体化美化天线的术语定义、分类、电性能、机械特性、环境条件、测量方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于工作频段为806MHz~960MHz、1710MHz~2170MHz、1920MHz~2690MHz移动通信系统基站一体化美化天线。同类型其他频段、规格的天线及加罩美化天线可参照本标准。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 191	包装储运图示标志
GB/T 2423.1	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	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	电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
GB/T 2423.5	电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击
GB/T 2423.6	电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Eb和导则：碰撞
GB/T 2423.10	电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc和导则：振动（正弦）
GB/T 2423.38	电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验R：水试验方法和导则
GB/T 2828.1	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	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 3873-1983	通信设备产品包装通用技术条件
GB 8624-2012	建筑材料及制品燃烧性能分级
GB/T 9410	移动通信天线通用技术规范
YD/T 828.22	数字微波传输系统中所用设备的测量方法 第2部分：地面无线接力系统的测量
第2节：天线	
YD/T 1710.1	TD-SCDMA数字蜂窝移动通信网智能天线 第1部分：天线

3 术语和定义

GB/T 9410和YD/T 828.22界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

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。

3.2

电下倾角 Electrical Downtilt Angle

利用电性能使天线垂直波束向下偏移，最大辐射方向与天线法线之间的夹角。

3.3

前后比 Front-to-Back Ratio

定向天线的前后比是指电轴方向的功率通量密度与天线背向附近（规定为 $180^{\circ} \pm 30^{\circ}$ 范围内）的最大功率通量密度之比值。

3.4

隔离度 Isolation

多端口天线的一个端口上的入射功率与该入射功率在其他端口上可得到的功率之比。

3.5

一体化美化天线 Integrative Beautification Antenna

将天线结构和外观做整体设计，从而在保证天线性能的前提下，达到与周围环境协调统一的天线。

3.6

加罩美化天线 Nested Beautification Radome Antenna

在常规基站天线具备一层外罩的基础上，额外安装一层不同形状不同颜色的美化外罩，从而达到与周围环境相协调。

3.7

电平下降 Electrical Level Descend

给定方向上主极化分量的电平值与主极化分量的最大电平值的差值。

3.8

扇区隔离度 Isolation Between Sectors

多扇区天线中在一个扇区天线的端口入射功率与该入射功率在其他扇区天线端口上可得到的功率之比。

3.9

水平方位角度调节 Angle of Horizontal Direction Adjustment

利用机械性能使天线水平波束辐射方向发生改变，其辐射方向与天线给定0度参考方向的夹角。

3.10

水平辐射方向偏移率 Migration Rate of Horizontal Radiation Direction

主波束3dB宽度中心线和天线电轴之间的夹角与主波束3dB宽度的比值。

3.11

集束天线 Tri-Sector Pipe Antenna

将定向天线做集成化设计，将多个定向天线集成在一起的、实现水平面360度覆盖的一体化美化天线。

4 分类

一体化美化天线分类如下：

a) 全向一体化美化天线。

b) 定向一体化美化天线：

——定向单极化一体化美化天线；

——定向双极化一体化美化天线；

——定向智能一体化美化天线。

c) 集束天线:

——集束双极化一体化美化天线;

——集束智能一体化美化天线。

5 特性要求

5.1 电性能要求

全向一体化美化天线电性能要求见表1。

定向一体化美化天线电性能要求见表2、表3和表4。

集束天线中单天线的电气性能指标需满足表3或表4中的电性能指标要求，集束天线整体性能应满足表5的要求

防雷性能要求：直接接地。

表1 全向一体化美化天线电性能要求

频段 (MHz)	增益 ^a (dBi)	方向图 圆度 (dB)	垂直面半功率波束 宽度 ^b (°)	电下倾角 精度(°)	交调 ^c (dBm)	电压 驻波比	功率 容量	接口型号
806~880	≥8	±1.0	13	±1.5	≤-95	≤1.5	500	(1) N-50K (2) 7/16-50K
885~960	≥11		6.5					
1710~1850	≥8		13				200	
1850~1990	≥11		6.5					
1920~1980	≥8		13				100	
2110~2170	≥11		6.5					

^a 指天线最大辐射方向的增益值，在 0~13° 范围内，内置固定电下倾天线允许天线增益下降 (0.07×φ) dB，其中 φ 为电下倾角，单位为度，天线增益取同一频段内高中低三个频率点或间隔均匀的多个频点增益的分贝平均值；

^b 参考值；

^c 指三阶交调，输送到天线的两个不同频率信号的功率各为 20W

注：此电性能要求用于非智能天线

表2 定向单极化一体化美化天线电性能要求

频段 MHz	增益 ^b dBi	半功率 波束宽度(°)		电下倾角 精度 (°)	电下 倾角 (°)	水平方位 角调节步 长(°)	水平辐 射方向 偏移率 ^d (%)	上旁瓣抑 制(dB) ^e	前后比 dB	电平 下降	电压 驻波比	交调 ^f dBm	功率 容限 (W)	接 口 型 号
		水平面	垂直面 ^g											
806~880 885~960 825~960	≥14.5	32±4	30	±1.5	2~16	≤1	≤5%	≥15	≥27	水平面 副瓣 ≤10dB	≤1.5	≤-95	250	(1)N-50K (2)7/16-50K
	≥17.5		13		2~16									
	≥19.0		9		2~14									
	≥20.0		6		2~12									
	≥12.0	65±6	30	±1.5	2~16	≤1	≤5%	≥15	≥25	11±3 @±60°	≤1.5	≤-95	250	
	≥15.0		13		2~16									
	≥16.5		9		2~14									
	≥17.5		6		2~12									
	≥10.5	90±8	30	±1.5	2~16	≤1	≤5%	≥15	≥23	8±3 @±60°	≤1.5	≤-95	250	
	≥13.5		13		2~16									
	≥15.0		9		2~14									
	≥16.0		6		2~12									

表2 (续)

频段 MHz	增益 ^b dBi	半功率波束 宽度(°)		电下倾角 精度(°)	电下 倾角 (°)	水平方位角 调节步长 (°)	水平辐射方 向偏移率 ^d (%)	上旁瓣 抑制 ^e (dB)	前后比 dB	电平 下降	电压 驻波比	交调 ^f dBm	功率 容限 (W)	接口 型号																				
		水平面	垂直面 ^c																															
1710~ 1850 1850~ 1990	≥14.5 ≥17.5 ≥19.0 ≥20.0	32±4	28 13 9 6	±1.5	2~16 2~16 2~14 2~12	≤1	≤5%	≥15	≥27	水平面 副瓣 ≤10dB	≤1.5	≤-95	200	(1)N-50K (2)7/16-50K																				
1710~ 1990 ^a	≥12.0 ≥15.0 ≥16.5 ≥17.5		65±6		28 13 9 6										±1.5	2~16 2~16 2~14 2~12	≤1	≤5%	≥15	≥25	11±3 @±60°	≤1.5	≤-95	200										
1920~ 1980 2110~ 2170	≥10.5 ≥13.5 ≥15.0				90±8											28 13 9									±1.5	2~16 2~16 2~14	≤1	≤5%	≥15	≥23	8±3 @±60°	≤1.5	≤-95	200
1920~ 2170 ^a	≥16.0															6										2~12								

^a 双频段共用天线频率范围, 双频段共用天线允许其低频段(分别为 806~880 MHz、1710~1850 MHz、1920~1980 MHz)增益下降 0.5dB。

^b 在 0~16° 范围内, 内置固定电下倾天线允许天线增益下降 $(0.07 \times \phi)$ dB, 可调电下倾天线允许天线增益下降 $(0.07 \times \phi + 0.3)$ dB, 其中 ϕ 为电下倾角, 单位为°(度); 天线增益取同一频段内高中低三个频率点或间隔均匀的多个频点增益的分贝平均值。

^c 参考值。

^d 当电下倾角大于可调倾角范围 50% 时, 水平辐射方向偏移率允许劣化到天线半功率波束宽度的 10%。

^e 上旁瓣抑制取最大辐射方向以上 30° 范围内旁瓣最大值。

^f 指三阶交调, 输送到天线的两个不同频率信号的功率各为 20W

表3 定向双极化一体化美化天线电性能要求

频段 (MHz)	增益 (dBi)	半功率波束宽度(°)		电下 倾角 精度 (°)	电下 倾角 (°)	水平方 位角调 节步长 (°)	水平辐 射方向 偏移率 ^d (%)	上旁瓣 抑制 ^e (dB)	前后 比 ^f (dB)	交叉 极化 比 ^g (dB)	电平 下降 (dB)	电压 驻波比	隔离度 (dB)	交调 ^h (dBm)	功率 容限 (W)	接口 型号
		水平面	垂直面 ^c													
806~880 885~960 825~ 960 ^a	≥14.5	32±4	30	±1.5	2~18	≤1	≤5%	≥15	≥27	轴向 ≥15 ±30°以 内≥10	水平面副 瓣≤10dB	≤1.5	同频≥28 异频≥35	≤-95	250	(1)N-50K (2)7/16-50K
	≥17.5		13		2~8											
	≥19.0		9		2~16											
	≥20.0		6		2~15											
	≥12.0	65±6	30	±1.5	2~18	≤1	≤5%	≥15	≥25	轴向 ≥15 ±60°以 内≥10	11±3 @±60°	≤1.5	同频≥28 异频≥35	≤-95	250	
	≥15.0		13		2~18											
	≥16.5		9		2~16											
	≥17.5		6		2~15											
	≥10.5	90±8	30	±1.5	2~18	≤1	≤5%	≥15	≥23	轴向 ≥15 ±60°以 内≥10	8±3 @±60°	≤1.5	同频≥28 异频≥35	≤-95	250	
	≥13.5		13		2~18											
	≥15.0		9		2~16											
	≥16.0		6		2~15											

表3 (续)

频段 (MHz)	增益 ^b (dBi)	半功率波束 宽度(°)		电下 倾角 精度 (°)	电下 倾角 (°)	水平方 位角调 节步长 (°)	水平辐 射方向 偏移率 ^d (%)	上旁瓣 抑制 (dB) ^e	前后 比 ^f (dB)	交叉 极化 比 ^g (dB)	电平 下降 (dB)	电压 驻波比	隔离度 (dB)	交调 ^h (dBm)	功率 容限 (W)	接口 型号		
		水平面	垂直面 ^a															
1710~ 1850 1850~ 1990	≥14.5 ≥17.5 ≥19.0 ≥20.0	32±4	28 13 9 6	±1.5	2~18 2~18 2~16 2~15	≤1	≤5%	≥15	≥27	轴向 ≥15 ±30°以 内≥10	水平面副 瓣≤10dB	≤1.5	同频 ≥28 异频 ≥35	≤-95	200	(1)N-50K (2)7/16-50K		
1710~ 1990 ^a	≥12.0 ≥15.0 ≥16.5 ≥17.5		65±6		28 13 9 6					2~18 2~18 2~16 2~15	轴向 ≥15 ±60°以 内≥10		11±3 @±60°				同频 ≥28 异频 ≥35	
1920~ 1980 2110~ 2170	≥10.5 ≥13.5 ≥15.0				90±8					28 13 9	2~18 2~18 2~16		轴向 ≥15 ±60°以 内≥10				8±3 @±60°	同频 ≥28 异频 ≥35
1920~ 2170 ^a	≥16.0									6	2~15		内≥10					同频 ≥28 异频 ≥35

^a 双频段共用天线频率范围，双频段共用天线允许其低频段（分别为 806~880 MHz、1710~1850 MHz、1920~1980 MHz）增益下降 0.5 dB。

^b 在 0~18° 范围内，内置固定电下倾天线允许天线增益下降 $(0.07 \times \phi)$ dB，可调电下倾天线允许天线增益下降 $(0.07 \times \phi + 0.3)$ dB，其中 ϕ 为电下倾角；天线增益取同一频段内高中低三个频率点或间隔均匀的多个频点增益的分贝平均值。

^c 参考值。

^d 当电下倾角大于可调倾角范围 50% 时，水平辐射方向偏移率允许劣化到天线半功率波束宽度的 10%。

^e 上旁瓣抑制取最大辐射方向以上 30° 范围内旁瓣最大值。

^f 范围为主方向 $180^\circ \pm 30^\circ$ ，取同极化与交叉极化前后比中较差者。

^g 当电下倾角大于可调倾角范围 50% 时，±60° 以内交叉极化比的下调范围在 2dB。

^h 指三阶交调，输送到天线的两个不同频率信号的功率各为 20W

表4 定向智能一体化美化天线电性能要求

参数		指标	指标	指标
通用参数	工作频段 (MHz)	1880~1920	2010~2025	2500~2690
	下倾角可调范围 (°)	2~15		
	电下倾角精度 (°)	±1		
校准与 电气参数	校准端口至各辐射端口的耦合度 (dB)	-26±2		
	校准端口至各辐射端口的幅度最大偏差 (dB)	<0.7		
	校准端口至各辐射端口的相位最大偏差 (°)	<5		
	校准端口及辐射端口电压驻波比	<1.5		
	同极化辐射端口之间的隔离度 (dB)	≥20 2°~8°		
		≥25 9°~15°		
	异极化辐射端口之间的隔离度 (dB)	≥25 2°~8°		
		≥28 9°~15°		

表4 (续)

参数		指标	指标	指标
辐射参数	单元波束	水平面半功率波束宽度	100°±15°	90°±15°
		垂直面半功率波束宽度 (°)	≥6	≥6
		单元波束增益	≥13.5dBi	≥14dBi
		交叉极化比 (轴向)	≥15dB	≥15dB
		交叉极化比 (±60°)	≥10dB	≥10dB
		前后比	≥23dB	≥23dB
	广播波束	水平面半功率波束宽度	65°±5°	65°±5°
		广播波束增益	≥13.5dBi	≥14dBi
		波束±60°边缘功率下降	12±3dB	12±3dB
		垂直面半功率波束宽度	≥7°	≥6.5°
		交叉极化比 (轴向)	≥18dB	≥18dB
		交叉极化 (±60°)	≥10dB	≥10dB
		前后比	≥28dB	≥28dB
		上旁瓣抑制	≤-16dB	≤-16dB
	业务波束	0°指向波束增益	≥19dBi	≥19dBi
		0°指向波束水平面半功率波束宽度	≤29°	≤29°
		0°指向波束水平面副瓣电平	≤-12dB	≤-12dB
		±60°指向波束增益	≥15dBi	≥15dBi
		±60°指向波束水平面半功率波束宽度	≤34°	≤34°
		±60°指向波束水平面副瓣电平	≤-5dB	≤-5dB
		0°交叉极化比 (轴向)	≥20dB	≥20dB
		0°前后比	≥33dB	≥33dB

表5 集束天线电性能要求

参数	指标	备注
扇区隔离度(dB)	≥35	相邻扇区天线之间的端口隔离度, 取最差值

注: 此性能仅用于由水平面半功率角度为 65° 的天线组成的集束

5.2 机械特性要求

5.2.1 一般结构要求

——天线结构应牢固可靠, 便于安装、使用和运输。

——产品结构设计合理, 符合安全性要求, 天线需设置泄水孔, 防止冷凝积水。

——所有基站一体化美化天线都应专门设计防雷系统, 产品的钢构件必须与建筑物的整体防雷引下线连通, 保证天馈系统的防雷安全。

——产品结构既要确保安装牢固、又要考虑维护方便性, 便于维护和角度调节等施工操作, 产品必须设置维护门/孔。

5.2.2 外罩机械性能

一体化美化天线外罩机械性能要求见表 6。

表6 外罩机械性能要求

性能指标	要求
阻燃性	GB 8624-2012 B1 级
抗老化	氙灯照射 1000H 表面无明显脱落
拉伸强度 (MPa)	≥150

5.2.3 机械调整性能与尺寸要求

考虑到易于施工、维护，基站一体化美化天线应可以进行水平方位角调节，同时其尺寸不应过大，宜使用表7中的尺寸。

5.3 环境条件要求

环境条件要求如下：

- 抗风能力：工作风速 36.9 m/s；极限风速 55 m/s。
- 摄冰厚度：10mm 不被破坏。
- 环境温度：工作温度 $-40^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$ ；极限温度 $-55^{\circ}\text{C}\sim+75^{\circ}\text{C}$ 。
- 具有良好的防雨性能。
- 具有防盐雾、潮湿、大气中二氧化硫与紫外线辐射的能力。

表7 基站一体化美化天线机械性能要求

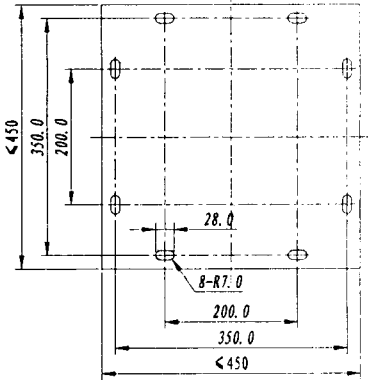
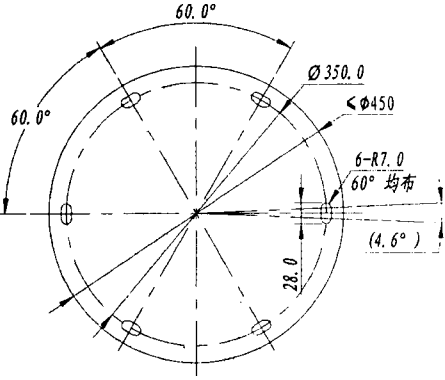
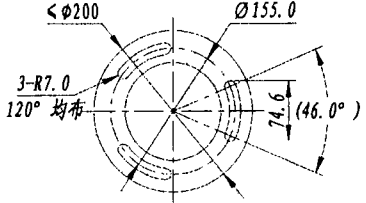
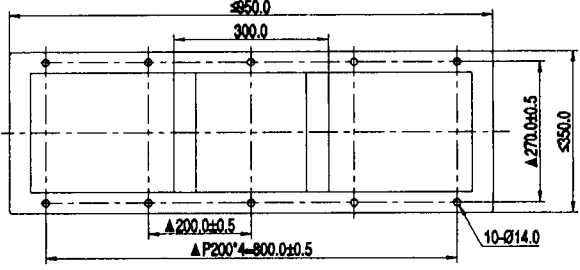
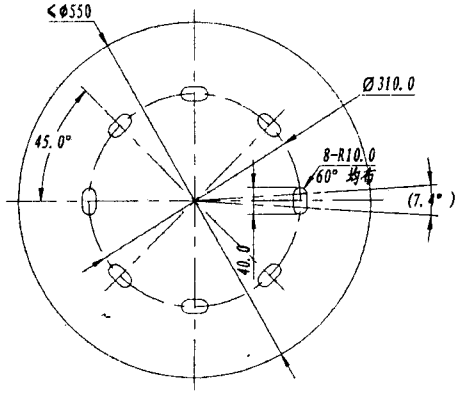
天线类型	美化形式	频段 (MHz)	增益 (dBi)	水平面波瓣半宽(°)	水平方位角调节(°)	尺寸要求 (mm)	连接法兰				
定向一体化美化天线	方柱型	806~880	15	65±6	±45	≤450×450×2000					
		885~960									
		825~960									
		1710~1850	18	65±6							
		1850~1990									
		1710~1990									
		1920~1980									
		2110~2170									
		1920~2170	13.5	100±15							
	1880~1920	90±15									
	2010~2025	65±15									
	2555~2635	65±15									
	圆柱型	806~880	15	65±6		±45	≤φ450×2000				
		885~960									
		825~960									
		1710~1850	18	65±6							
		1850~1990									
		1710~1990									
		1920~1980									
		2110~2170									
		1920~2170	13.5	100±15							
		1880~1920		90±15							
		2010~2025		65±15							
		2555~2635		65±15							

表7 (续)

天线类型	美化形式	频段 (MHz)	增益 (dBi)	水平面波瓣半宽	水平方位角调节 (°)	尺寸要求 (mm)	连接法兰
定向一体化美化天线	排气管型	806~880 885~960 825~960	15	65±6	±45	≤ φ200× 3000	
		1710~1850 1850~1990 1710~1990 1920~1980 2110~2170 1920~2170	18	65±6			
		806~880 885~960 825~960	15	65±6			
		1710~1850 1850~1990 1710~1990 1920~1980 2110~2170 1920~2170	18	65±6			
		1880~1920 2010~2025 2555~2635	13.5	100±15 90±15 65±15			
	空调型	806~880 885~960 825~960	15	65±6	±45	≤950× 350×2000	
		1710~1850 1850~1990 1710~1990 1920~1980 2110~2170 1920~2170	18	65±6			
		1880~1920 2010~2025 2555~2635	13.5	100±15 90±15 65±15			
		806~880 885~960 825~960	15	65±6			
		1710~1850 1850~1990 1710~1990 1920~1980 2110~2170 1920~2170	18	65±6			
		1880~1920 2010~2025 2555~2635	13.5	100±15 90±15 65±15			
集束基站一体化美化天线	集束型	806~880 885~960 825~960	15	65±6	±15	≤ φ 580× 2200	
		1710~1850 1850~1990 1710~1990 1920~1980 2110~2170 1920~2170	18	65±6			
		1880~1920 2010~2025 2555~2635	13.5	100±15 90±15 65±15			
		806~880 885~960 825~960	15	65±6			
		1710~1850 1850~1990 1710~1990 1920~1980 2110~2170 1920~2170	18	65±6			
		1880~1920 2010~2025 2555~2635	13.5	100±15 90±15 65±15			
		806~880 885~960 825~960	15	65±6			
		1710~1850 1850~1990 1710~1990 1920~1980 2110~2170 1920~2170	18	65±6			
		1880~1920 2010~2025 2555~2635	13.5	100±15 90±15 65±15			
		806~880 885~960 825~960	15	65±6			

注：上述为典型产品的尺寸限制。未包含的基站美化产品以相近产品的尺寸为依据，可适当调整。

6 测量方法

6.1 天线增益、半功率波束宽度、前后比及交叉极化比的测量

天线增益、半功率波束宽度、前后比及交叉极化比的测量可以采用远场或近场等测试方法，本标准仅介绍最常用的远场测试方法。

6.2 增益测量

6.2.1 测量框图

天线增益测试框图见图1。

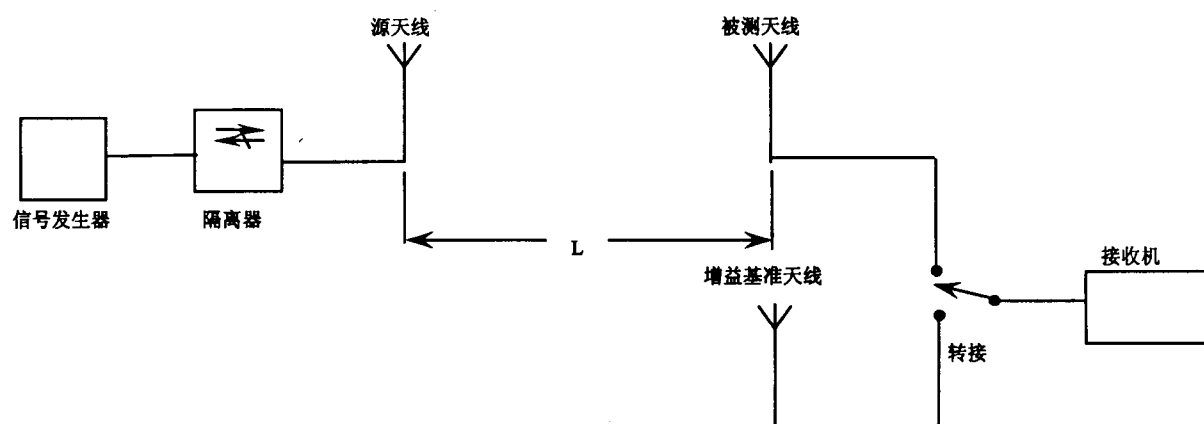


图1 天线增益测试框

6.2.2 测量条件

被测天线与源天线具有相同的极化方式。

被测天线和源天线之间测量距离应满足：

$$L \geq \frac{2(D^2 + d^2)}{\lambda} \quad (1)$$

式中：

L — 源天线与被测天线距离 (m)；

D — 被测天线最大尺寸 (m)；

d — 源天线最大辐射尺寸 (m)；

λ — 测试频率波长 (m)。

被测天线应安装于场强基本均匀的区域，场强应预先用一个半波偶极天线在被测天线的有效天线体积内进行检测，如果电场变化超过 1.5dB，则认为试验场是不可用的。此外，增益基准天线在两个正交极化面上测得的场强差值应小于 1dB。

测量用信号发生器、接收机等测量设备和仪表应具有良好的稳定性、可靠性、动态范围和测量精度，以保证测量数据的正确性。

测量用仪表应有计量合格证，并在校验周期内。

6.2.3 测量步骤

开始测量时，必须将被测天线和增益基准天线交替做水平和俯仰调整，以确保每一天线在水平和俯仰上的最佳指向，使其接收的功率电平为最大。

测量步骤如下：

a) 增益基准天线与源天线对准, 通过转接, 使增益基准天线与接收机相连接, 此时接收机接收功率电平为 P_1 (dBm);

b) 被测天线与源天线对准, 通过转接, 使被测天线与接收机相连, 此时接收机接收功率电平为 P_2 (dBm);

c) 重复步骤 a) 和 b), 直至 P_1 和 P_2 测量的重复性达到可以接受的程度。

d) 被测天线某频率点的增益 G 按式 (2) 计算:

$$G = G_0 + (P_2 - P_1) + N \quad (2)$$

式中:

G_0 — 基准天线的增益 (dBi);

N — 接收机输入端分别到被测天线和增益基准天线输出端通路衰耗的修正 (dB)。

在一个频带内, 至少测量高、中、低三个频率点。

6.3 方向图圆度 (全向天线)、半功率波束宽度、前后比、交叉极化比的测量

6.3.1 测量示意图

天线方向图测量示意图见图2。

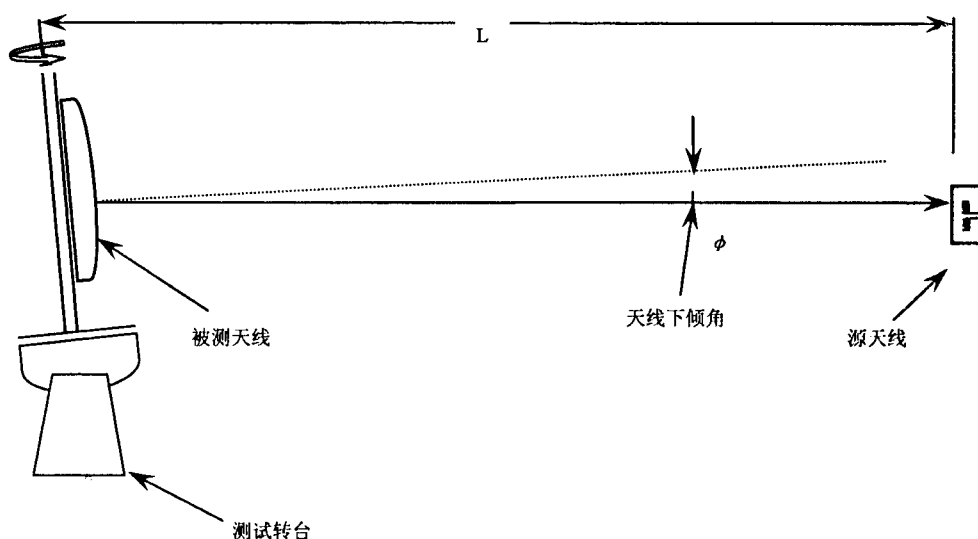


图2 天线方向图圆度、半功率波束宽度、前后比、交叉极化比测量示意图

6.3.2 测量条件

天线方向图测量条件需满足6.2.2的要求。

6.3.3 测量步骤

a) 被测天线垂直安装, 并与源天线同极化对准。

被测天线在测试转台上作方位旋转, 并把接收到的电平作为角度的函数记录下来, 得天线水平面同极化方向图 $F(\theta)$, 记录天线水平面半功率波束宽度 θ_1 , 轴向最大接收电平 P_3 , 背向 $180^\circ \pm 30^\circ$ 范围内最大接收电平 P_4 , 全向最小接收电平 P_5 。

保持被测天线于同极化最大接收电平位置, 将源天线极化旋转 90° , 并微调极化使被测天线在该位置接收电平最小。

重复 6.3.3 b) 测试过程, 得天线水平方向交叉极化方向图 $f(\theta)$, 记录轴向接收电平 P_6 , 背向 $180^\circ \pm 30^\circ$ 范围内最大接收电平 P_7 。

结果的计算:

$$\text{全向天线: 方向图圆度} = (P_3 - P_5) / 2 \quad (3)$$

定向单极化天线: 水平面半功率波束宽度为 θ_1

$$\text{前后比} = P_3 - P_4 \quad (4)$$

定向 $\pm 45^\circ$ 双极化天线: 水平面半功率波束宽度为 θ_1

$$\text{同极化前后比} = P_3 - P_4 \quad (5)$$

$$\text{交叉极化前后比} = P_3 - P_7 \quad (6)$$

天线前后比为同极化与交叉极化前后比中较差者

$$\text{轴向交叉极化比} = P_3 - P_6 \quad (7)$$

$$\pm 30^\circ (\text{或} \pm 60^\circ) \text{ 范围内交叉极化比} = \min((\theta) - f(\theta)) \quad (8)$$

式中:

P_3 — 轴向最大接收电平 (dB);

P_4 — 背向 $180^\circ \pm 30^\circ$ 范围内最大接收电平 (dB);

P_5 — 全向最小接收电平 (dB);

P_6 — 水平方向交叉极化方向图轴向接收电平 (dB);

P_7 — 水平方向交叉极化方向图背向 $180^\circ \pm 30^\circ$ 范围内最大接收电平 (dB);

$F(\theta)$ — 水平面同极化方向图 (dB);

$f(\theta)$ — 水平方向交叉极化方向图 (m)。

被测天线水平安装, 并与源天线同极化对准, 重复 6.3.3 b) 测试过程, 可以得天线垂直面半功率角 θ_2 。

6.4 天线电下倾角测量

6.4.1 测量条件

天线方向图测量条件需满足 6.2.2 的要求。

6.4.2 测量转台方位轴要求

测量转台方位轴误差小于 0.2° 时, 可通过天线垂直面方向图读取电下倾角 φ 。

6.4.3 测量系统要求

测量系统能保证收发天线等高, 测量转台俯仰轴误差小于 0.2° 时, 天线可垂直架设, 此时转台俯仰角为 0° 。反复调整转台俯仰使天线接收到的功率电平为最大, 记录这时转台的仰角为 θ , 则天线电下倾角 $\varphi = \theta$ 。

测量系统不能保证收发天线等高, 建议天线采用水平架设, 全向天线用一根, 定向天线用一根天线正反架设 (绕测试系统水平轴旋转 180°), 测量示意图见图 3。

6.4.4 测量步骤

a) 天线作 360° 方位旋转, 找出两个主瓣出现的位置, 计算两主瓣之间的夹角分别为 θ_3 与 θ_4 (相对天线来说分别是上、下夹角)。

结果的计算:

$$\text{天线电下倾角} \varphi = (180 - \theta_4) / 2 = (\theta_3 - 180) / 2 \quad (9)$$

式中:

θ_3 、 θ_4 — 两主瓣之间的夹角 ($^\circ$);

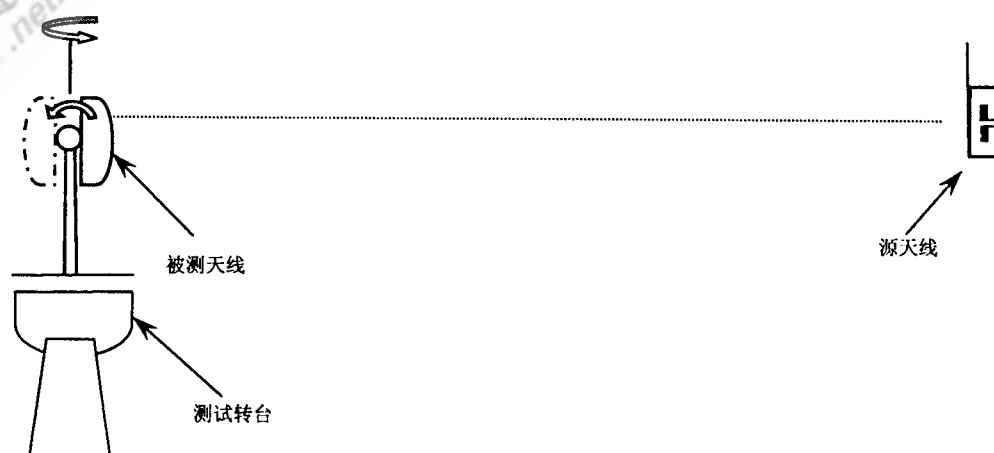


图3 天线电下倾角测量示意图

6.5 驻波比测量

6.5.1 测量框图

测量框图见图4。

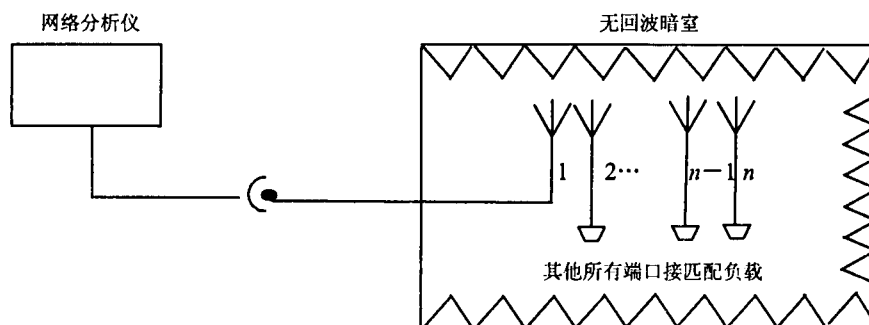


图4 天线驻波比测量框图

6.5.2 测量条件

被测天线应该安装在一个相对没有反射，并且离测试设备和测试人员相当远的自由空间或无回波暗室。检验测试场地合格的方法如下：

当被测天线（含其支撑结构）在4个相隔90°的水平方向上至少移动半个波长，向上、向下各移动半个波长时，如驻波比的变化小于10%，则认为测试场是合格的。

6.5.3 驻波比测量步骤

- 将被测天线安装在符合 6.5.2 测量条件的自由空间或模拟自由空间；
- 按测量系统要求进行系统校准；
- 将测量系统与被测天线的任意一端口相连接（如图 4），被测天线的其余端口一律接匹配负载，在工作频率范围内进行驻波比的测量，测试的驻波读数就是被测的天线端口的电压驻波比。天线驻波比应为工作频带内各频点驻波比的最差值。
- 重复 c) 步骤，测试其它端口的驻波比。

6.5.4 有源驻波比测量步骤

- 将被测天线安装在符合 6.5.2 测量条件的自由空间或模拟自由空间。
- 按测量系统要求进行系统校准。

c) 将测量系统与天线第 i 个辐射端口相连接 (如图 4), 被测天线的其余端口一律接匹配负载, 在工作频率范围内进行复反射系数 S_{ii} 的测量, 测试的 S_{ii} 读数就是第 i 个辐射端口的自反射系数。

d) 将测量系统与天线第 i 个和第 j 个辐射端口相连接 (如图 4), 被测天线的其余端口一律接匹配负载, 在工作频率范围内进行传输系数 S_{ij} 的测量, 测试的 S_{ij} 读数就是第 j 个辐射端口到第 i 个辐射端口的传输系数。

e) 重复 c)、d) 步骤, 测试完成所有端口的 S_{ii} 和 S_{ij} 。

f) 根据矩阵公式: $[b] = [S][a]$, 可以求出任意幅/相激励 a_i 对应的反射信号 b_i , 从而求出第 i 个辐射端口的复反射系数 $\Gamma_i = b_i/a_i$, 根据复反射系数可以求出第 i 个辐射端口相应的有源驻波比。

g) 求所有辐射端口有源驻波比的最大值。

h) 重复 f) 给出扫描角为 0° 、 $\pm 30^\circ$ 、 $\pm 45^\circ$ 、 $\pm 55^\circ$ 的幅/相激励 a_i , 求相应的有源驻波比。重复 g), 求所有有源驻波比的最大值。

6.6 隔离度测量

6.6.1 测量框图

测量框图见图 5。

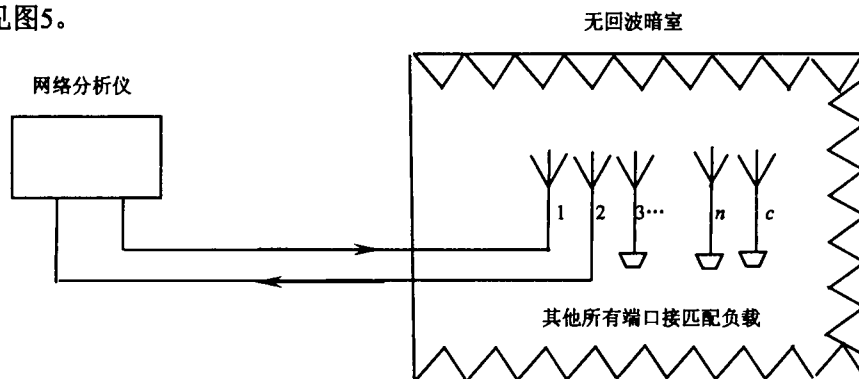


图 5 天线隔离度测量框图

6.6.2 测量条件

测量条件应满足 6.5.2 的要求。

6.6.3 测量步骤

a) 将被测天线安装在符合 6.5.2 测量条件的自由空间或模拟自由空间。

b) 按测量系统要求进行系统校准。

c) 将射频功率送到天线的一个端口, 在另一端口检测接收功率, 所测的功率电平值即为所测天线的隔离度。天线隔离度应为工作频带内各频点隔离度中的最差值。

6.7 扇区隔离度测量

6.7.1 测量框图

测量框图见图 5。

6.7.2 测量条件

测量条件需满足 6.5.2 的要求。

6.7.3 测量步骤

a) 将被测天线安装在符合 6.5.2 测量条件的自由空间或模拟自由空间。

b) 按测量系统要求进行系统校准。

c) 将射频功率送到集束天线中一个扇区天线端口, 在另外扇区天线端口检测接收功率, 所测的功率电平值即为所测集束天线的扇区隔离度。集束天线的扇区隔离度应为工作频带内各个端口中隔离度的最差值。

6.8 校准电路参数测量 (智能天线)

6.8.1 测量框图

测量框图见图5。

6.8.2 测量条件

测量条件需满足6.5.2的要求。

6.8.3 测量步骤

同6.5.4中a)、b)、d)、e)的测试方法。测出校准口c至多个辐射端口i的传输系数 S_{ic} , 将所有测试 S_{ic} 值分别求模和求相角, 将所有模曲线和相角曲线分别放在两张图中, 在相同频点上比较并分别求出最大的模(即幅度)偏差和相位偏差。

6.9 交调测量

6.9.1 测量说明

交调测量应使用对应频段的“无源交调分析仪”进行测试, 分析仪置于测量“反射式交调”状态, 建议使用“扫频”测试, 测量框图见图6。双极化天线测量时也可在另一端口接入一个低交调负载。

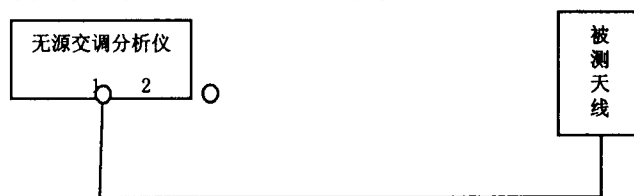


图6 天线交调测量框图

6.9.2 测量条件

a) 被测天线应该安装在一个相对没有反射, 并且离测试设备和测试人员相当远的自由空间或无回波暗室。

b) 无回波吸收体不能放在天线感应近场内, 确保吸收体内感应回波不产生交调。同时还要保证吸收体之间相同极化间隙不产生泄漏。

c) 确保连接天线电缆的剩余交调小于被测天线的交调。这可以通过在电缆一端接入一个低交调负载, 在所需的形变范围内移动电缆而测得。

d) 连接电缆损耗应不大于 1dB。

6.9.3 测量步骤

a) 将被测天线与测量系统相连接, 并保证接触可靠;

b) 在工作频带内选择合适的两频率 f_1 、 f_2 , 使交调产物 $f_3=2f_1-f_2$ (或 $2f_2-f_1$) 落在工作频带内;

c) 调整输出功率, 使输送到被测天线上 f_1 、 f_2 的功率各为 20W;

d) 利用无源交调分析仪可直接读出交调电平。

6.10 功率容限测量

6.10.1 测量条件

温 度: 15℃~35℃

气 压: 86kPa~106kPa

相对湿度：45%~75%

6.10.2 测量步骤

被测天线与射频信号源在规定的温度条件下相连接，给被测天线施加指定频率的规定功率，持续时间1 h，天线不应有损坏或损伤，其驻波比满足本标准要求。

6.11 一般结构要求试验方法

可以用验算、目测和机械的方法对天线结构进行检查，以验证材料、外形尺寸结构设计和加工是否符合要求。

6.12 环境试验方法

环境试验的项目、要求和方法见表8

7 检验规则

7.1 型式检验

型式检验(例行检验)对产品技术条件规定的各项指标进行全面的检验，一般为两年检查一次。当遇到下列情况之一时必须进行型式检验：

- 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- 产品长期停产，恢复生产时；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- 国家或行业质量监督机构及使用方认为必要时。

表8 环境试验方法

名 称	试验项目	试验条件	方 法	测量内容
低 温 试 验	温度	-40℃ ± 3℃	按 GB/T 2423.1 中规定的方法进行	驻波比 交调
	试验样品温度稳定时间	1 h		
	持续试验时间	2 h		
	恢复时间	1 h		
	温度变化速率	1 ℃/min		
高 温 试 验	温度	+60℃ ± 2℃	按 GB/T 2423.2 中规定的方法进行	驻波比 交调
	试验样品温度稳定时间	1 h		
	持续试验时间	2 h		
	恢复时间	1 h		
	温度变化速率	1 ℃/min		
冲 击 试 验	加速度	300 m/s ²	按 GB/T 2423.5 中规定的方法进行	全部电气性能
	冲击脉冲持续时间	18 ms		
	冲击次数	18		
自 由 跌 落	跌落高度	500mm	包装好的产品按 GB/T 2423.8 中规定的方法进行	全部电气性能 及外观检查
	试验表面	混凝土地面		
	试验姿态	X、Y 方向		
	跌落次数	每个面 1 次，共 4 次		
振 动 (正 弦) 测 试	频率	10~55 Hz; 55~ 150Hz	按 GB/T 2423.10 中规定的方法进行	全部电气性能
	单振幅/加速度	0.35 mm; 50m/s ²		
	三个互相垂直轴上			
	各振动时间	0.5 h		
	谐振点振幅/加速度	0.35 mm 50m/s ²		
	试验时间	1 min		

表8 (续)

名 称	试验项目	试验条件	方 法	测量内容
汽车运输 试验	公路等级 路程	三级 200 km	包装好的产品或对运输敏感的电器 部件,按标志“向上”或任意位置 放置,汽车装有 1/3 的额定载重负 荷,以 20~40km/h 的速度行驶	驻波比 交调
恒定湿 热试验	温度 相对湿度 试验时间 恢复时间	+40℃ ± 2℃ 90% ~ 95% 24 h 1 h	按 GB/T 2423.3 中规定的方法进行	驻波比 交调
风载试验	风速	36.9 m/s	在自然环境中验证	结构要求
冰负荷 试 验	冰厚度	10 mm	在自然环境中验证	结构要求
冲 水 试 验	雨强度 倾斜角度 时间	4000 mm/h ± 600 mm/h 45° 2 h	按 GB/T 2423.38 中规定的方法进行	驻波比 防水性能

型式检验按GB/T 2829采用一次抽样方案: $n=3$, $Ac=0$, $Re=1$, 判别水平 III 级, 不合格质量水平(RQL)为65。

7.2 出厂检验

出厂检验(交收检验)项目应根据表 9 规定进行。

表9 出厂检验项目、合格质量水平和检查水平

检验项目	技术要求	试验方法	接收质量限 (AQL)	检查水平
一般结构要求	5.2.1	6.11	4.0	S-3
电压驻波比	5.1	6.5	1.5	S-3
隔离度	5.1	6.6	1.5	S-3
交调	5.1	6.9	1.5	S-3

出厂检验采用抽样的方法, 抽样采用 GB/T 2828.1 一次正常检查抽样方案。

产品质量以不合格品数表示, 任何样本在检验中有任何一项不合格, 则该样本单位应判为不合格品。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

产品应有产品标志和外包装标志。

8.1.1 产品标志

天线上应有铭牌, 其基本内容为:

- 制造商名称;
- 产品名称;
- 商标;
- 产品型号;
- 制造日期;
- 频段、增益;

——检验合格标志。

8.1.2 外包装标志

应符合GB/T 191 的有关规定。

8.2 包装

8.2.1 包装要求

包装要求的基本内容应符合GB/T 3873-1987中2.3.1和2.3.2的规定。

8.2.2 产品随带文件

- 产品合格证；
- 产品说明书；
- 装箱单；
- 附件清单；
- 安装图；
- 其它有关的技术资料。

8.3 运输

天线在运输过程中尽量避免较大的震动及碰撞，应遵守箱外的标志规定。

8.4 贮存

包装好的产品应放置在周围空气中无酸性、碱性及其它腐蚀性气体且通风、干燥的库房中。贮存期限不超过两年，存期超过两年需重新测量，检验合格后方可使用。
