

美化天线技术及其在移动通信中的应用

文 ◆ 武汉虹信技术服务有限责任公司 张跃伟

引言

随着国民经济的不断发展，人们对各种事物都提出了美的想法和建议。天线作为发射和接收电磁波的重要无线电设备，也被提出美化要求。美化天线一词频繁出现，并被有效应用到移动通信中。在对天线进行美化时，必须要确保通信质量，保障无线网络建设顺利进行^[1]。基于此，本文就美化天线的产生背景、基本概念、设计原则、关键技术等展开分析讨论，以此得出美化天线的应用建议，在建议中探索美化天线在移动通信中的具体应用，并针对美化天线技术的未来发展方向进行进一步分析。

1 美化天线技术的概念及相关分类

1.1 美化天线产生背景

天线是一种变换器，能够将信号从“导行波”转换成“电磁波”，或者是将“电磁波”转换成“导行波”。天线对信号的稳定性和持续性要求较高，是一种可见的、常见的通信设备。随着信息时代来临，各种通信设备出现，方便了人们生活，但也为人们生活带来一定困扰。其中最为显著的困扰是人们对无线电磁环境的抵触情绪，在选址设立天线时会发生一些协调矛盾，不利于社会安定。在这样的应用与需求背景下，美化天线应运而生。美化天线存在的首要价值是可以有效消除人们对外露基站天线产生的无线电磁辐射的抵触情绪；其次可避免因天线设置区域居民反对新基站建设而产生情绪被迫搬迁旧基站的问题发生；最后可以达到美化城市视觉环境的目的。美化天线是时代发展的必然追求，是与信息技术发展同步形成美感的必然体现，因此美化天线在移动通信中的应用价值较高。

1.2 美化天线基本概念

美化天线是一种新型的通信覆盖结构，主要是将天线与其所在的承载物结构进行整体或者局部的伪装或者美化，所以美化天线也被称为伪装天线。美化天线是在不增大传播损耗的基础情况下，以各种有效手段对天线的外表进行合理伪装、修饰等，以此达到美化的目的，不仅可以美化人们的视觉环境，还可以减少人们对无线电磁环境的抵触。同时，

有利于延长天线的使用年限，进一步保障通信质量。

1.3 美化天线具体分类

美化天线的具体分类如表1所示，应依据具体情况具体分类，实现美化天线的针对性应用，实现更显著的应用效果。

1.4 美化天线设计原则

在设计美化天线时应遵循以下原则。首先，美化天线必须体

表1 美化天线的具体分类

| 依据外罩类型分类 | 一体化美化天线 分离式美化天线 |
|--------------------|--------------------|
| 依据尺寸分类 | 大型 |
| | 中型 |
| | 小型 |
| 依据应用环境分类 | 室内 |
| | 室外 |
| 依据应用场所分类 | 基站美化天线 |
| | 小区隐蔽美化天线 |
| | 景区伪装美化天线 |
| 依据应用数量分类 | 个性化美化天线 |
| | 量化美化天线 |
| 依据电磁波方向图 波瓣图分类 | 美化全向天线 |
| | 美化定向天线 |
| 依据增益分类 | 高增益美化天线 |
| | 中增益美化天线 |
| | 低增益美化天线 |
| 依据美化天线 应用网络系统分类 | 800MHz |
| | 900MHz |
| | 1800MHz |
| | 2100MHz |
| | 2500MHz |
| | 单频段美化天线 |

【作者简介】张跃伟（1981—），男，山东日照人，本科，中级工程师，研究方向：基站天线研发。

现天线的基础辐射性能。其次，美化天线必须具备隐蔽性、伪装性和美化效果。第三，美化天线的承载物必须便于安装和运输，体现便利性特征。第四，保证美化天线的产品安全，保障产品性能。

1.5 美化天线关键技术

作为移动通信技术研究中的重点部分，美化天线的关键技术经历了多次研究开发与创新，现可用的常规天线关键技术有天线的赋形技术、上旁瓣抑制技术以及分集接收技术等。同时，分集接收技术也有一些常见的典型技术，如空间分集、极化分集、场分量分集以及时间分集等。其中，空间分集以及极化分集的应用最为广泛。以空间分集为例，进一步分析美化天线技术。空间分集是目前无线通信中被使用最为频繁的分集形式之一，其优点是分集增益高。空间分集需要多幅接收天线来实现，处于收发信机和电磁波之间，在二者之间进行信息的有效传递，优化网络质量。

2 美化天线的应用建议

2.1 预估算小区覆盖半径和美化天线倾角

在应用美化天线时，应针对小区覆盖半径以及美化天线的倾角进行预估算，确定天线的具体辐射范围，保障信号的稳定性与持续性。在确定美化天线所在小区的覆盖范围时，应综合考虑以下因素。第一，考虑美化天线的天线高度，由天线高度确定辐射小区范围的半径。第二，考虑美化天线的方位角，确定接收信号的强弱程度。第三，考虑美化天线的垂直和水平波瓣宽度，达到提高小区信号覆盖质量的目的，在网络优化过程中，常使用这一

种手段。同时，应确定美化天线的增益以及其他参数，并针对小区所在地理环境的应用条件进行具体区分。对于地处郊区的小区，在确定美化天线的倾角时，应确定下倾角的角度比天线垂直半功率角的一半还要小一些。此时，如果得出的下倾角的角度大于规定要求，那么应使用简单的几何计算方法重新对下倾角的大小进行预估算。

2.2 选择美化天线安装位置

在选择美化天线的安装位置时，必须综合考量各种因素。不仅要考虑信号的强弱以及传输质量和速率相关因素，还要考虑视觉环境美观因素。第一，在建筑物群的侧面或者背面选点，规避正面，增加美观性。第二，在选择安装位置时应考虑附近建筑墙体的信号隔离作用，选择墙体与墙体之间的空隙之处，或者选择较为空旷的区域，有助于信号的有效传输，进而达到最为理想的信号覆盖目的^[2]。

2.3 美化天线安全高度

美化天线的高度与其信号覆盖范围有直接关系。在使用专业测量仪器对信号的覆盖范围进行测量时，应考虑两方因素，一方面因素是天线在直线传输时延伸到的距离，另一方面因素是确定在最远距离位置点的信号强度能否被仪器捕捉。在计算美化天线安装高度时应依据计算公式获得具体的高度数值，公式如下。

$$D=2R(H+h) \quad (1)$$

在式(1)中， D 表示天线在一定高度时发出的直射波最远可以到达的距离； R 表示地球的半径； H 表示基站天线的中心点高度； h 表示距离信号测量的手机或者测量仪器的天线高度。在利用式(1)计算美化天线信号发出后直射波的具体距离时， H 和 h 的高度值非常关键，其中 H 的高度是核心。基于以上浅显分析，在选择美化天线的具体高度时，应先确定信号的具体覆盖范围，然后确定覆盖范围的最远点，最后排除覆盖外区域的信号干扰因素。

3 美化天线在移动通信中的应用

3.1 宏基站室外的应用

美化天线在移动通信中的应用非常广泛。例如，在宏基站室外应用，受电参数限定，在确定美化天线的外罩尺寸时，应严格按照标准要求进行，常用的类型主要为房屋型、广告牌型、街道广告站台型以及圆柱形等。

3.2 小区覆盖的应用

随着城市化建设速度加快，各种现代化主题的小区进入人们视线，为确保天线设置与小区整体风格相符，在选择美化天线时应勇于创新。首先，小区中常见的路灯美化天线。路灯是小区内常见的公共设施，主要分布在居民小区的各个区域，作为室内分布基站使用，此时的美化天线外观不固定，应依据环境风格具体打造。首先，某些小区在美化天线的上方安装各种造型灯，每到夜间灯光亮起，既美化环境，又起到不被居民反感的效果。其次，草坪牌的美化天线。草坪牌的美化天线存在于小区内部，覆盖区域为公共区域。通常情况下，草坪牌的天线容易被人忽视，常常以真正的告示牌形式出现。作为生活在小区中的居民，若不

是专业的相关领域工作人员，很难发现处在草坪中间的草坪牌是美化天线应用。再次，空调天线在居民小区中较常见。主要安装在中高层，外形与常见的空调外挂机的外观相差无几。此外，水塔天线经常出现在居民楼的楼顶。水塔只是伪装，其内里是常见的宏基站天线。最后，仿生树美化天线多出现在公园或者是一些大型景区中，仿照实际植物实现美化天线效果。

3.3 室内分布的应用

美化天线经常被应用在室内，如高档写字楼、酒店等。由于建筑物结构特点以及其他因素导致信号微弱，传统的天线外露方式虽然可以解决信号弱的问题，但天线设置方式难以被广大业主认可，业主更关注整个办公区域或者生活区域的完美性和舒适性。同时，若采取天线暗装方式则会出现信号衰减问题。此时，美化天线被提出应用到室内环境中，通过在室内较为适合信号传输的位置伪装天线，可以达到美化环境目的。例如，吸顶天线既不会让人特别关注天线，又可以保障网络质量。目前，针对室内可用的美化天线类型多样，如壁画型、烟感型以及吸顶灯型等。

4 美化天线技术的发展方向分析

随着信息技术的不断创新发展，移动通信将迎来新的发展突破阶段，伴随城市景观需求与人们健康意识的整体性提升，美化天线将迎来新的发展机遇。在应用美化天线时，必须满足4个统一条件。第一，城市景观与通信需求必须和谐统一。第二，结构设计与安全维护必须和谐统一。第三，外罩材质与射频性能必须和谐统一。第四，取得的美化效果必须与建设成本和諧统一^[3]。具体可从以下方面探析出美化天线的具体发展方向。

第一，小型化。美化天线的应用越来越广泛，各个应用领域对美化天线的外观、大小以及性能等提出更多要求。其中，在保证美化效果、确定覆盖范围的基础上，应将美化天线的外罩向小型化方向发展。

第二，有源无源一体化。美化天线最为关键的是选址问题，若能将天线、功率放大器以及美化天线的外罩融为一体，应用一根光电复合电缆实现基站近端与远端的联系，那么基站的建设难度会大大降低。

第三，造型多样化。随着人们审美的不断变化，现有的美化天线将难以满足业主需求，于是各种造型的美化天线应时而出，更美观、更多样、更具创新性。

第四，实用性。虽然美化天线的目的是美观，但其存在的根本价值是应用，所以美化时应考虑应用性和实用性，使美化天线真正融入到生产生活中。

第五，信息化。在信息化时代，美化天线必将朝着信息化方向发展，建立更加完善的美化天线数据库，为美化天线建设提供更多助力，对美化天线设计起到积极促进和指导意义。

结语

美化天线是为了满足绿色环保理念以及城市美化而提出，同时，5G通信时代对天线的相关要求进一步增多，美化天线项目落实更加急迫。在应用美化天线时应注意遵循以下建议。一是预估算小区覆盖半径和美化天线倾角，二是选择美化天线安装位置，三是确定美化天线安全高度。目前，美化天线在移动通信中的应用主要体现在宏基站室外、小区覆盖以及室内分布三大方面，经具体阐述分析，得出实践应用效果。最后，美化天线技术未来的发展方向清晰明朗，其将向着信息化、实用化、一体化、小型化等方向发展。^[8]

引用

- [1] 移动通信2021年总目次[J].移动通信,2022(06).
- [2] 李威.天线在移动通信网络中的应用[J].电信建设,2004(5):1-11.
- [3] 杨涛.关于5G移动通信技术在智慧交通中的应用研究[J].中国新通信,2023(1):18-24.

