

# 通过天馈整合实现

Discussion on 5G Antenna Rapid  
Deployment Through Antenna  
Integration

# 5G天馈快速部署的探讨

熊金州,涂远华,陈孟香(中国联通广州分公司,广东 广州 510300)

Xiong Jinzhou, Tu Yuanhua, Chen Mengxiang (China Unicom Guangzhou Branch, Guangzhou 510300, China)

## 摘要:

对于现网存量站点无新增配套空间的站点,需通过对现网天馈整合为5G建设提供安装位置和空间。通过分析中国联通和中国电信频谱和网络制式特点、现网天馈和系统的关系,结合当前双方共建共享的形势,总结出多种需整合天馈场景下利用4+4、4+6、4+8多频段多端口天线或A+P天线进行天馈整合,为5G天馈安装提供位置和空间的技术方案,并通过实例验证天馈整合后4G/5G网络均正常。天馈整合方案可供天面空间不足场景部署5G参考。

## 关键词:

5G; AAU; A+P; 天馈整合

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2020.08.015

文章编号: 1007-3043(2020)08-0077-05

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Abstract:

For the existing network sites without additional supporting space, it is necessary to provide installation location and space for 5G construction through the integration of existing network antenna feeders. By analyzing the characteristics of spectrum and network systems of China Unicom and China Telecom, the relationship between antenna feeder and system in the existing network, combined with the current situation of co-construction and sharing between the two sides, it is concluded that 4+4, 4+6, 4+8 multi band multi port antennas or A+P antennas are used for antenna feed integration in various scenarios where antenna feeders need to be integrated, which provides the technical scheme of location and space for 5G antenna feeder installation, and verifies that 4G / 5G network coverage is normal after antenna feeder integration. The antenna integration solution can provide a reference for the deployment of 5G in scenarios where the space is insufficient.

## Keywords:

5G; AAU; A+P; Antenna integration

引用格式:熊金州,涂远华,陈孟香. 通过天馈整合实现5G天馈快速部署的探讨[J]. 邮电设计技术, 2020(8): 77-81.

## 1 概述

目前中国移动通信市场竞争呈白热化,中国联通压力重重。自2019年6月6日工信部正式向运营商发放5G商用牌照以来,中国联通快速部署5G网络,力争取得5G网络领先,在竞争高度激烈的通信市场中取得优势。为了降低5G网络建设和运维成本,快速高效实现5G网络覆盖,2019年9月9日,中国联通携手中国电信开展5G网络共建共享合作。自2020年以来,又启动4G网络的共享工作,进一步扩大共建共享范围,

力求快速改善网络覆盖和质量,提升网络竞争力,降低网络整体TCO。此外,中国联通还通过2G退网、3G减容的方式,进一步打造极简网络,降低运营成本。

自铁塔公司成立以来,3家运营商共站址站点越来越多,每家运营商又同时运营多个制式的网络,因此天面资源非常紧张,大量存量站点新建5G时面临着无处安装AAU设备的情况。如何通过对现网天馈进行整合腾挪空间安装5G,同时兼顾网络质量和网络成本,是网络规划和优化需要面对和解决的问题。

随着多频段多端口天线的不断成熟,通过对现有网络的天线进行整合腾挪空间可以解决部分5G安装问题;由于中国联通与中国电信频谱资源相邻,随着双

收稿日期:2020-07-02

方共建共享工作的深入开展,对双方天线进行整合,也能提供部分站点5G安装空间;此外,厂家研发的A+P新型天线,同时支持现网设备及5G设备,也可以解决部分极端条件的5G安装问题。

## 2 5G天馈系统

为了提升网络性能,5G引入了Massive MIMO技术,天馈采用有源天线阵列。5G主流产品64T64R天线无法通过馈线连接天线与RRU设备,所以设备厂家出厂时将RRU和有源天线阵列封装在一起集成为AAU,省去了馈线物理连接,可以减少馈损和插损。同时AAU也可以节省安装空间。图1示出的是传统天馈安装方式与5G天馈安装方式的区别。

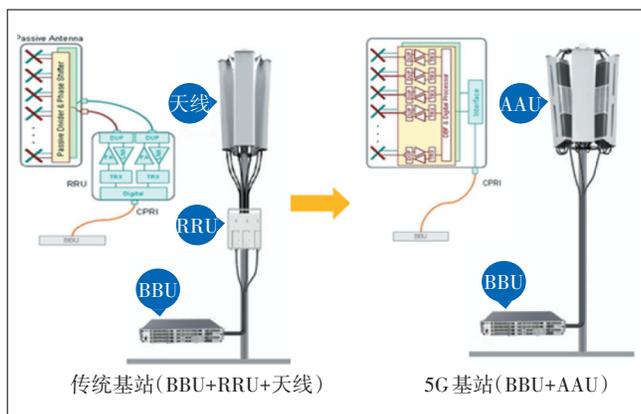


图1 传统天馈安装方式与5G天馈安装方式的区别

5G也可以用传统RRU通过馈线连接天线结构,如3.5 GHz NR的8T8R和2.1 GHz NR的4T4R均采用RRU+天线方式。

## 3 中国联通与中国电信的频段分析

中国联通与中国电信通过5G共建共享,5G只需合建一张网;对于现网2G/3G/4G天馈系统,可通过对双方现网频谱分析,在不影响网络质量的前提下进行整合,减少天线数量,腾挪空间用于5G建设。同时天线数量的减少也可以降低铁塔租金成本。

目前,中国联通与中国电信用于宏站覆盖的主要频谱及网络制式如表1所示。

目前中国联通与中国电信所使用的频段主要为3个,包括800/900 MHz、1 800/2 100 MHz、3 500 MHz。

### 3.1 800/900 MHz频段

中国电信800 MHz频段目前包括5 MHz带宽的CDMA系统以及5 MHz带宽的LTE800系统,用来承载2G/3G语

表1 中国联通与中国电信频率分配情况(单位:MHz)

频段	上行频段	下行频段	带宽	运营商	网络制式	备注
800	824~835	869~880	11	中国电信	CDMA&LTE	SDR
900	904~915	949~960	11	中国联通	LTE	
1 800	1 735~176 5	1 830~1 860	30	中国联通	GSM&LTE	SDR
1 800	1 765~178 5	1 860~1 880	20	中国电信	LTE	
2 100	1 920~1 940	2 110~2 130	20	中国电信	LTE	
2 100	1 940~1 965	2 130~2 155	25	中国联通	LTE&WCDMA	SDR
3 500	3 400~3 500		100	中国电信	NR	
3 500	3 500~3 600		100	中国联通	NR	

音业务及VoLTE语音业务。中国电信L800全部采用与CDMA800共硬件的方式通过SDR开通;中国联通900 MHz目前已重耕用于开通10 MHz LTE系统,用于广覆盖和承载VoLTE业务,GSM900已退网。

前期中国电信和中国联通低频天线产品均为窄频段设计,通过牺牲不用频段的性能,提升应用频段的指标,所以不能够同时支持800M&900M频段。厂家已经研发生产出支持800/900多端口天线,满足天线整合时中国电信和中国联通双方对低频段800/900M的性能要求。

### 3.2 1 800~2 100 MHz频段

目前中国电信1 800 MHz和2 100 MHz频段均用于LTE系统。中国联通1 800 MHz包括GSM和LTE系统,共30 MHz带宽,2020年2G退网后可开通20+10 MHz双载波LTE1800系统;3G缩频后2 100 MHz可开通20 MHz带宽L2100和单载波5 MHz的U2100。

1 800 MHz和2 100 MHz频段是双方主用频段,双方现网所使用的1 800/2 100 MHz频段天线绝大部分均支持对方频段,对于少量早期的单频天线可更换淘汰。

后续中国联通和中国电信通过对2 100 MHz频段频率重耕,采用DSS动态频谱共享方式开通50 MHz NR2100系统,可低成本扩大郊区覆盖,保持5G网络领先。

### 3.3 3 500 MHz频段

中国电信5G频段为3 400~3 500 MHz,中国联通5G频段为3 500~3 600 MHz。双方采购的5G设备,大都支持这200 MHz带宽。5G共建共享时承建方一套设备,即可支持双方频段。早期双方可通过共享单载波方式扩大覆盖范围,后期可根据网络需求,通过软件扩容双载波或开通200 MHz载波聚合,保持网络领先。

## 4 5G建设天馈整合方案

2G/3G/4G/5G多制式多频段共存,导致铁塔/天面

空间、承重受限,因此,5G建设面临的首要挑战就是网络改造且保障网络性能不下降。考虑成本因素,天馈改造有如下原则。

对于租赁铁塔站点:网络改造方案以成本优先、兼顾网络覆盖和质量的原则,典型天面方案为900&1800&2100+3500MHz。按优先顺序选取旧天线腾退、更换多端口天线进行天线整合、新增抱杆/平台方式的优先级顺序为5G AAU提供安装空间需求。选用更换多端口天线方式或新增抱杆/平台方式,应考虑综合成本最优,若(多端口天线购置费用+天线更换施工费)/(物理单站租金/单站计费单元数量×20%)≥3(等效回收期),则优先考虑新增抱杆/平台方式,否则优先考虑更换多端口天线方式。

当租赁铁塔、杆塔站中中国联通有3层平台的站点,要同步整合为2层平台(考虑整改成本与铁塔租金对比),保留最高的2层平台。

对于自有站点:网络改造方案以网络覆盖、质量优先,兼顾成本的原则。按次序优先选取利旧抱杆、新建抱杆、更换抱杆、更换多端口天线、现网天线整合的方式为5G AAU提供安装空间需求。

铁塔公司通过对现网站址进行改造,如在杆体增加平台、新增支臂、H杆改造等,可以增加抱杆新增5G,但可能存在5G天线挂高不够,租赁成本增加等问题,需综合考虑工程建设、网络质量和成本因素。

天馈整合是将现网2G/3G/4G主流无源天线按需替换为多频段多端口天线,以快速为5G AAU腾挪安装空间的有效方法。结合中国联通和中国电信共建共享,可以通过对双方存量天线进行深度整合,腾挪空间用于建设5G。

经过2G、3G和4G网络的发展,中国联通和中国电信的网络结构复杂,每小区有1~4个系统(单一频段单一制式定义为一个系统)。随着2G/3G减频退网及多端口天线替换及SDR设备的逐步实施,现网天面形成单天线/双天线+单系统/双系统/三系统/四系统的分布格局。

典型的天馈组合形式如表2所示,其中中国联通12类,中国电信11类。

对天馈整合有如下原则:

a) 优先整合运营商内部天线,更换多端口天线减少天线数量腾挪空间。

b) 低业务区可进行4G共享减少天线数量腾挪空间。

表2 中国联通与中国电信现网天馈和系统关系

序号	运营商	每扇区方向天馈情况	系统数量	现网系统	
1	中国联通	单天线	单系统	L1800	
2			双系统	L1800&U2100	
3				L1800&L2100	
4			三系统	G1800&L1800&U2100	
5				L900&L1800&U2100	
6				L900&L1800&L2100	
7				L900&G1800&L1800&U2100	
8			四系统	L900&L1800&U2100&L2100	
9				L1800、U2100	
10			双天线	三系统	G1800、L1800&L2100
11					L1800、U2100&L2100
12				四系统	L900&L1800、U2100&L2100
13	单系统	L1800			
14	单天线	双系统	L2100		
15			L800&L1800		
16		三系统	L1800&L2100		
17			L800&L1800&L2100		
18	中国电信	四系统	C800&L800&L1800&L2100		
19			C800&L800、L1800		
20		三系统	C800、L800&L1800		
21			C800、L1800&L2100		
22			C800、L800&L1800&L2100		
23			C800&L800、L1800&L2100		

注:“&”代表多系统共用天馈,“、”代表独立天馈。

c) 更换多端口天线,与中国电信共用天线不共端口,一般不考虑中国联通与中国电信合路,需合路时内部合路。

假设该存量站点上中国联通单扇区天线数量为m,中国电信单扇区天线数量为n,则

当m≥2时,即中国联通现网存量天线多于2根时,可按照图2所示原则进行整合。

如果m≥2,可考虑对位置最佳的2根天线进行整合;如果能压缩成本,还可以考虑进一步整合成1根天线

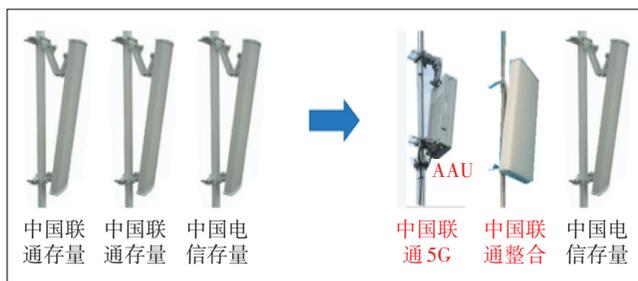


图2 中国联通现网天线整合方案

线。

当 $m=1$ ,而 $n \geq 2$ 时,即中国联通只有1根天线,而中国电信天线数量多于2时,则对中国电信天线进行整合,腾挪空间建设5G(见图3)。



图3 中国电信现网天线整合方案

当 $m=1$ 且 $n=1$ 时,即中国联通和中国电信双方各只有一根天线时,则对双方天线进行整合共用一根天线(见图4)。

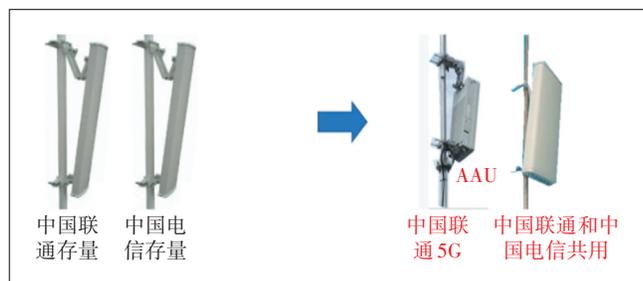


图4 中国电信和中国联通天馈整合共用天线方案

当 $m+n=1$ 时,即现网中国联通和中国电信只有一方有一根天线时,可采用A+P天线形式来安装。A+P天线在下文介绍(见图5)。



图5 A+P天馈整合方案

## 5 多频多端口天线

现在中国电信和中国联通多采用多端口天线来整合现有天馈系统,目前使用最多的是4+4八端口天线、4+6十端口天线和4+8十二端口天线。

### 5.1 4+4八端口天线

4+4八端口天线有4个低频段800~900 MHz频段

端口,4个1 800~2 100 MHz频段端口。该天线可以应用于双方低业务场景的天馈整合。

4+4八端口天线只有4个2 100 MHz频段端口,网络扩容时端口容易受限,在天馈整合时需考虑长远规划。

a) 对于低频端口,当只有一方有800/900M网络,最大可以采用4T4R安装方式;双方均有800/900M网络,可分别独立2T2R安装,各使用2个低频端口。

b) 对于1 800~2 100 MHz频段4个端口,一般用于运营商内部2个单系统整合,或中国联通和中国电信双方各单系统整合各使用2个端口。当端口需求超过4个时,建议使用4+6十端口天线或4+8十二端口天线。采用4T4R 1800/2100双频RRU使用天线端口不变,可进一步精简网络结构,降低设备能耗,也为后期开通NR2100打下基础。

### 5.2 4+6十端口天线

4+6十端口天线有4个低频段800~900 MHz频段端口,6个1 800~2 100 MHz频段端口。该天线可以应用于双方中低业务场景的天馈整合。

4个低频800/900M端口使用情况与4+4八端口天线使用一致。6个1 800~2 100 MHz端口,双方可以协商使用。

a) 低业务场景当双方高频端口需求合计不超过6个时,按需使用;一般情况下中国联通1 800 MHz使用2个端口,2 100 MHz(3G)使用2个端口,中国电信1 800 MHz使用2个端口。

b) 当双方站点高频端口需求各需要4个时,按照天馈整合优先整合内部天线原则,5G承建方使用2个端口,共享方使用4个端口。当然也可以采用4+8十二端口解决。

c) 双方共享开通4T4R NR2100后,双方4G通过全面共享,可以用独立载波方式共用剩余2个端口。

### 5.3 4+8十二端口天线

4+8十二端口天线有4个低频段(800~900 MHz)端口,8个1 800~2 100 MHz频段端口。该天线可以应用于双方高业务场景的天馈整合。

4个低频800/900 MHz端口使用情况与4+4八端口天线使用一致。8个1 800~2 100 MHz端口,双方各可使用4个。根据前文中国联通和中国电信现有系统分析,4+8十二端口天线可以满足现在中国联通和中国电信最大配置各4个系统需求,即中国联通L900、GL1800、UL2100,中国电信CL800、L1800、L2100。采用4T4R双

频RRU可以进一步精简网络,降低网络能耗。

#### 5.4 A+P天线

目前某主设备厂家已经发布一款A+P天线,可同时支持Sub 6 GHz的所有频段,通过一体化的设计,将5G Massive MIMO AAU和2G/3G/4G无源天线模块集成一体,解决5G单天面部署的问题,提升5G网络建设效率,缩短部署周期。

AAU为32T32R,无源天线为12端口,其中4个低频800~900 MHz端口,8个1 800~2 100 MHz端口,与前文4+8十二端口天线原理一致。A+P天线除了5G外,最多还支持开通中国电信和中国联通双方低频800/900 MHz,以及双方1 800 MHz和2 100 MHz,满足高业务场景的需求。A+P集成度高,重量较大,需注意满足安装条件。

## 6 效果验证

### 6.1 4+6十端口天线整合

广深港番禺屏山基站共3个平台,由上至下分别是中国电信4G、中国联通4G和中国联通3G。通过对中国联通二、三平台的3G/4G天线进行整合,腾出第二平台安装5G。

天馈整合前后对4G进行测试对比,4G覆盖RSRP电平分别为-76.43和-77.21 dBm,质量SINR分别为16.32和17.11 dB,网络保持稳定。

整合腾出抱杆安装开通5G后进行测试,平均覆盖电平SS-RSRP为-77.89 dBm,平均下载速率为685.32 Mbit/s,测试结果正常。

### 6.2 A+P整合

广州坑头百岗基站目前已经有5个平台,中国联通4G在最高平台,下面4个平台已建设中国移动2G/3G/4G/5G。中国联通5G新建平台的话,只能新增第6平台,天线挂高只有17 m,影响覆盖效果。采用A+P天线可以将5G与4G共平台安装,天线挂高为40 m。

更换A+P天线前后对4G进行测试对比,4G覆盖RSRP电平分别为-80.88和-81.35 dBm,质量SINR分别为14.06和14.51 dB,网络保持稳定。

5G通过A+P方式开通后进行验证测试,平均覆盖电平SS-RSRP为-92.89 dBm,平均质量SS-SINR为9.7 dB,平均下载速率为347.8 Mbit/s,测试结果正常。

## 7 结束语

5G已进入快速发展期。中国联通和中国电信基

于双方的网络和频率资源,开展5G网络共建共享,有助于降低5G网络建设和运维成本,高效实现5G网络覆盖,快速形成5G服务能力,增强5G网络和服务的市场竞争力,实现互利共赢。

在存量站点建设5G时,根据站点现网的网络频段制式配置和天线数量情况,充分利用与中国电信共建共享的资源,制定天馈整合方案,合理选用多频段多端口天线,或是采用A+P天线,保证改造后现网性能不受影响,同时兼顾网络成本降低,为5G腾出安装空间,快速部署5G。

### 参考文献:

- [1] 全贻波. 无线基站天馈系统融合改造方案研究[J]. 无线互联科技, 2019, 16(17): 24-25.
- [2] 张忠皓. TD-LTE和LTE FDD融合组网天馈部署策略研究[J]. 邮电设计技术, 2014(7): 62-66.
- [3] 乔雅莉, 丁远. 三大运营商频谱演进之路[J]. 通信电源技术, 2019, 36(11): 130-132, 139.
- [4] 罗宏. 5G工程建设中天馈解决方案研究[J]. 广东通信技术, 2019, 39(10): 13-16.
- [5] 丁远. 基于运营商5G共享站址的主营频段复杂天馈系统的整治研究[C]//5G网络创新研讨会(2019)论文集, 2019.
- [6] 龚戈勇, 丁远. 5G基站天馈系统解决建设方案的研究[J]. 信息技术与信息化, 2019(1): 141-143.
- [7] 朱明程, 王霄峻. LTE网络规划与优化技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2018: 1-4.
- [8] 万蕾. LTE/NR频谱共享—5G标准之上下行解耦[M]. 北京: 电子工业出版社, 2019: 1-3.
- [9] 苏昕, 曾捷, 粟欣, 等. 5G大规模天线技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2017: 1-2.
- [10] 刘亚, 庞京旭, 陈豪, 等. 不同运营商4G网络共建共享建设研究[J]. 现代信息科技, 2017(1): 1-4.
- [11] 吴昊. 5G高低频融合组网分析[J]. 通信设计与应用, 2017(1): 1-2.
- [12] 汪丁鼎. 5G无线网络技术与规划设计[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2019: 70-76.
- [13] 张守国, 张建国. LTE无线网络优化实践[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2014: 24-26.
- [14] 陈鹏, 刘洋, 赵嵩. 5G关键技术与系统演进[M]. 北京: 机械工业出版社, 2016: 45-53.
- [15] 网优雇佣军. 亲历5G建网第一步: 天馈融合[EB/OL]. [2020-04-10]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=163041777724905853&wfr=spider&for=pc>.

### 作者简介:

熊金州, 高级工程师, 硕士, 主要从事移动网络优化工作; 涂远华, 工程师, 学士, 主要从事移动网络优化工作; 陈孟香, 工程师, 学士, 主要从事移动网络优化工作。