

T/CAICI

中国通信企业协会团体标准

T/CAICI XXXX—XXXX

5G 无线网规划设计规程

Standard Procedure for 5G Wireless Network Planning and Design

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国通信企业协会 发布

目 次

前 言	III
引 言	IV
1 范围	5
2 规范性引用文件	5
3 术语和定义	5
4 规划设计总体要求	6
4.1 总体步骤	6
4.2 输出内容	6
5 现状与需求分析	6
5.1 现状分析	6
5.2 需求分析	6
6 初步站址规划	6
6.1 站址规划流程	6
6.2 覆盖规划	7
6.3 容量规划	8
6.4 室分规划	9
6.5 专项规划	9
7 模型校正	9
7.1 模型校正基本原理	9
7.2 模型校正主要步骤	10
8 分场景高精度仿真	11
8.1 仿真目的	11
8.2 仿真流程	11
9 设备及参数规划	12
9.1 设备选型	12
9.2 频率规划	13
9.3 参数规划	13
9.4 邻区规划	13
10 详细站址规划	14
10.1 C-RAN 组网规划	14
10.2 天馈建设原则	15
11 建设方案与投资估算	16
11.1 建设规模与方案	16
11.2 投资估算	16
11.3 经济评价	16
12 方案审核	16

13 勘察设计	17
14 网络跟踪评测	17
附录 A.....	18
附录 B.....	19

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。

本文件由中国通信企业协会团体标准管理委员会提出并归口。

本文件主要起草单位：中国移动通信集团设计院有限公司

本文件参加起草单位：辽宁邮电规划设计院有限公司。

本文件主要起草人：XX。

本文件为首次发布。

引 言

本文件的制定，能够为5G无线网络规划设计提供一套全面和合理的流程，明确流程中各项关键模块及模块中的关键内容，确保5G网络服务质量符合预期。

本项目可作为5G无线网络规划设计的统一规程，保证各单位进行规划设计时具备一致性，最终保证5G无线网络的整体质量。

本文件的编制以贯彻国家基本建设方针政策和技术经济政策为主，密切结合通信发展的实际，重在提升资源效益合理性。

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到相关的专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

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。

5G 无线网规划设计规程

1 范围

本文件规定了5G无线网络的规划和设计的全部步骤、方法。

本文件适用于5G无线规划设计全流程,根据各单位需求不同也可选择标准中部分流程内容进行参考。

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必不可少的条款。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。

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

下列缩略语适用于本文件。

表 1 缩略语对应表

英文缩写	英文全称	中文解释
GSM	Global System for Mobile Communications	全球移动通信系统
5G	5th Generation Mobile Communication Technology	第五代移动通信
LTE	Long Term Evolution	长期演进
DOU	Dataflow of usage	平均每户每月上网流量
WLAN	Wireless Local Area Network	无线局域网
CW	Continuous Wave	连续波
GPS	Global Positioning System	全球定位系统
RAN	Radio Access Network	无线接入网
PCI	Physical Cell Identifier	物理小区标识
TA	Tracking Area	跟踪区域
MEC	Mobile Edge Computing	移动边缘计算
AAU	Active Antenna Unit	有源天线单元
BBU	Building Base band Unit	基带处理单元

RRU	Remote Radio Unit	射频拉远单元
DAS	Distributed Antenna System	分布式天线系统
MIMO	Multiple Input Multiple Output	多入多出

4 规划设计总体要求

4.1 总体步骤

4.1.1 构建包括现状与需求分析、初步站址规划、模型校正、分场景高精度仿真、设备及参数规划、详细站址规划、建设方案与投资估算、方案审核、勘察设计、网络跟踪评测十个核心步骤在内的闭环流程。

4.2 输出内容

4.2.1 制定5G无线网络业务目标和其他能力目标，编制包含覆盖范围、组网技术、站址规模，站址配置、投资等内容的总体方案，并规划和设计技术先进、投资合理、工程可行的无线网络站址方案，指导后续5G无线网络建设。

5 现状与需求分析

5.1 现状分析

5.1.1 由于各运营商 2G/3G 即将全面退网，网络现状主要收集已建 4G/5G 基站数据，包括站址结构、站址工参、网络覆盖情况、网络负荷（基站日均流量、无线利用率）等。

5.1.2 收集竞争对手 4G/5G 网络建设规模、网络覆盖情况等。

5.1.3 收集当前业务发展现状，包括 4/5G 客户数、DOU、计费时长、业务分布情况等。

5.1.4 地理信息数据。

5.1.5 总结目前业务发展、网络覆盖、网络容量等方面存在的问题。

5.2 需求分析

5.2.1 进行个人（家庭）业务需求分析，分析对象包括手机和数据终端，分析数据包括对用户规模、数据流量、语音时长等指标的预测；

5.2.2 进行行业需求分析，包括行业终端连接规模，场景分布和业务特性分析，其中业务特性指 5G 业务对网络性能的需求，包括下行速率需求，上行速率需求，时延需求，可靠性需求，安全需求等。

6 初步站址规划

6.1 站址规划流程

6.1.1 在站址规划阶段，主要工作是根据网络覆盖、容量需求，以及室分、专网等特殊场景的建设需求，结合覆盖区域的地形地貌特征，设计技术合理、方案可行的无线网络布局，并以最经济的投资满足需求。

6.1.2 站址规划可分为覆盖规划、容量规划、室分规划、专项规划。

6.2 覆盖规划

6.2.1 覆盖规划流程

影响网络覆盖能力的因素主要包括频段、带宽、边缘速率、资源分配、帧结构、小区间干扰、天线传输模式等，覆盖规划应首先通过链路预算计算最大允许路径损耗，从而确定基站覆盖能力，然后再根据基站覆盖能力进行覆盖估算，计算预规划基站数量。

其中链路预算为覆盖规划关键环节，其通过对系统中下行（或前向）和上行（或反向）信号传播途径中各种影响因素进行考察，对系统的覆盖能力进行估计，获得保持一定通信质量下最大允许路径损耗。根据最大允许路径损耗以及适配的传播模型，可估算出站间距、小区半径等参数。

影响链路预算的两大类关键因素为：

a) 确定性因素：一旦产品形态及场景确定，则相应的参数也就可以确定，如：功率、天线增益、噪声系数、解调门限、穿透损耗、人体损耗等；

b) 不确定性因素：链路预算还需要考虑一些不确定性因素影响，如，慢衰落余量、雨雪影响、干扰余量，这些因素不是随时或随地都会发生，当作链路余量考虑。

6.2.2 宏站规划原则

a) 满足网络结构要求：

规划时应避免站址布局站间距（部分城市）低于规划目标，宏基站站址在目标覆盖区内尽可能平均分布，尽量符合蜂窝网络结构的要求，一般要求基站站址分布与标准蜂窝结构的偏差应小于站间距的1/4，避免出现超近站和超远站，在具体落实时注意以下方面：

- ✓ 在不影响基站布局的情况下，视具体情况尽量选择现有设施，以减少建设成本和周期；
- ✓ 连续覆盖区域内原则上应避免选取对网络性能影响较大的已有高站（站高大于50米或站高高于周边建筑物15米）；设计挂高与规划挂高差异不大于10%；物业点各扇区方向可实现天线方向角与规划方向角差异不大于 $\pm 10^\circ$ ；
- ✓ 避免将小区边缘设置在用户密集区，良好的覆盖是有且仅有一个主力覆盖小区；
- ✓ 主要通过设置主瓣方向、同一基站不同扇区之间保持合理的夹角（一般情况下应大于90度）来实现小区间完美镶嵌，减少重叠，消除盲区，达到合理的小区覆盖，同时小区天线主瓣方向应尽量覆盖业务需求区域，也不要与街道的走向平行。
- ✓ 下倾角不宜设置过小，需要结合站高、站间距、周边地理环境综合考虑。在站高确定的情况下，通过调整下倾角合理地控制小区覆盖范围。

b) 避免周围环境对网络质量产生影响：

宏基站天线高度在覆盖范围内基本保持一致、不宜过高，且要求天线主瓣方向无明显阻挡；在选择站址时还应注意以下几个方面：

- ✓ 站址应避免设置在大功率无线电发射台、广播塔、雷达站或其他干扰源附近。
- ✓ 站址应避免设置在有电焊设备、X光设备或产生强脉冲干扰的热合机、高频炉的企业或医疗单位附近。

c) 选址在便利、安全之处：

- ✓ 基站站址宜选择在交通便利的地方。
- ✓ 基站站址应选在地质良好、场地稳定的地带。
- ✓ 基站站址应选择在不易受洪水淹灌的地区。如无法避开时，可将基站场地标高确定在高于该处历史最高洪水位的 0.5 米以上。
- ✓ 基站站址不宜选择在生产过程中散发有害气体、多烟雾、粉尘、有害物质的工业企业附近。
- ✓ 基站站址尽可能避免设在雷击区。
- ✓ 不同通信铁塔间距离应保证 50m 以上。
- ✓ 当基站需要设置在如学校、医院、部队、电力设施等敏感区域时，需谨慎进行基站站址的选择。
- ✓ 基站距 35 千伏及以上的高压电力线水平安全距离大于 100 米。

6.2.3 微站规划原则

a) 微基站当前主要解决局部区域内无覆盖或弱覆盖问题，微基站应设置在宏基站信号覆盖不足的局部范围内。

b) 与宏基站类似，5G 微基站要求天线主瓣方向无明显阻挡。

c) 微基站天线高度一般控制在 6 米~15 米之间，并应合理利用周围地形、建筑物的阻挡，避免与宏基站同覆盖，信号相互干扰。

d) 在选择站址时还应注意站址选择应在交通方便，市电可用、环境安全的地方；

e) 应避免部署在大功率无线电发射台、雷达站或其他干扰源附近。

6.3 容量规划

6.3.1 容量规划是以话务模型和无线覆盖规划为基础，合理确定基站容量和配置，通过计算满足一定话务需求的无线资源数目，进而计算出所需要的载波配置、基站数量。

6.3.2 容量估算的三要素为：话务模型、无线资源、资源占用方式。

6.3.3 容量估算是在一定的话务模型下，按照一定的资源占有方式，求取无线资源占有数量的过程，以满足一定的容量能力指标。

6.3.4 5G 容量规划流程主要包括：

a) 通过用户预测和业务模型得到业务的总需求，业务总需求为规划区域内用户的总业务需求（总吞吐量、总连接用户数、总激活用户数等）。

b)通过资源分析得到单基站能力，单基站能力为单基站所能提供的容量（吞吐量、连接用户数、激活用户数）。

c)结合业务总需求和单基站能力得到网络建设基站需求数，基站总需求数为总业务需求与单基站能力相除的最大数量。同时考虑到实际网络中的话务分布不均衡等因素，需要对计算结果进行修正。

6.4 室分规划

6.4.1 结合业务需求及目标、宏站覆盖能力、场景特点、无线传播环境、工程改造难度合理选择 5G 室内覆盖建设方式。

6.4.2 室分站址设置应满足以下要求：

a)针对室内场景类型丰富、建筑结构多样、业务分布差异化等特点，应推进分场景精准建设，科学选择建设方式，实现降本增效。

b)坚持室内外协同，室外宏站能够实现穿透的楼宇原则上暂不建设 5G 室分，有额外容量需求的楼宇方可建设 5G 室分。

c)5G 室内覆盖系统的建设应体现 5G 网络的性能特点并保证网络质量，且不影响现网系统的安全性和稳定性。

d)5G 室内覆盖系统建设应坚持室内外协同覆盖的原则，控制好室内覆盖系统的信号外泄。

e)5G 室内覆盖系统应按照“多天线、小功率”的原则进行建设，电磁辐射必须满足国家和通信行业相关标准。

f)5G 室内覆盖系统建设部署时如有多系统共存（2G、3G、4G、WLAN 等），系统间隔离度应满足要求，避免系统间的相互干扰。

6.5 专项规划

6.5.1 高铁专项规划

从覆盖、容量、成本多方面落地规划方案，结合车辆运行速度、车体信号损耗，以及基站设备覆盖能力，选择最优站址规划方案。天馈的选型要能满足沿线站点的连续覆盖，同时也应达到水平垂直波宽等相关参数的要求。

6.5.2 物联网专项规划

围绕物联网“广深覆盖、海量连接、安全可靠、灵活部署”的特点，输出个性化覆盖补点、容量补充方案。

7 模型校正

7.1 模型校正基本原理

7.1.1 传播模型校正的基本原理是在现有模型基础上，利用大量采样数据对影响传播模型的参数进行迭代拟合计算，并对模型参数进行校正。

7.1.2 传播模型校正可以获得符合本地区实际环境的无线传播模型，提高覆盖预测的准确性，为后续的网络规划打好基础。

7.2 模型校正主要步骤

传播模型校正主要包括 CW 路测、数据处理、模型校正与分析等工作，具体步骤包括：

7.2.1 站点选择

a) 结合电子地图以及现场勘查情况，测试站点所处的周边环境（如密集城区、一般城区、郊区、农村等）及测试站点高度应具备一定代表性。

b) 保证所选测试站址周围有足够多的满足条件的测试路线，且径向路线和切向路线分布比较均匀。

c) 站点周围不能有明显的遮挡。

d) 站点的天线挂高应该和该区域模型大致需要的天线挂高接近，站点应略高于周围建筑物。

e) 对每种细分后的测试区域利用多个站点进行联合校正，以消除位置因素的影响，各站点周围的地形地貌应与需要校正的模型代表的环境相一致。城市区域要求测试站点不少于 3 个，郊区要求测试不少于 2 个点。

f) 测试站点所在楼面不能太大。如果楼面较大，天线需要增高，否则楼面（尤其是女儿墙）对测试信号传播影响较大。

7.2.2 测试路线选择

a) 能够得到不同距离不同方向的测试数据，即保证以站点为中心的径向和切向上测试路线分布较为均匀，走“8”字形、环形或螺旋形测试路线。

b) 测试路线应避免在不同的地貌类型中频繁切换，保证测试数据在有效的地貌范围中产生。

c) 应尽量避免河流和湖泊，水面对电磁波的反射会干扰采样结果。

d) 避开高大建筑物或山脉的遮挡。

e) 测试路径应包含主要的地物类型，所占的地物类型比例，应与该地区地物类型比例接近。

f) 测试线路范围应略大于与规划的覆盖半径，不要扩大过多。

g) 在模型校正前，应对测试路线进行扫频，保证校正频率没有干扰。

7.2.3 发射机设置

a) 发射机天线应采用全向天线。

b) 发射机高度应与该区域模型大致需要的天线挂高接近。

c) 发射机发射 CW 信号。

d) 发射机最低发射功率不低于 43dBm。

e) 接收机设置。

f) 接收机应采用全向天线。

g) 接收机天线高 1.5 米左右。

h) GPS 采样速率应高于 1 点/秒。

i) CW 接收机灵敏度不低于-120dBm。

j) 接收机天线及 GPS 天线外置于测试车辆顶部, 以避免因测试车与基站相对位置的不同而导致的车体损耗差异及人体损耗对数据的影响。

7.2.4 采样数据

a) 测试采集到的数据应至少包括经纬度和场强信息。

b) 采样数据应满足以下要求:

c) 车速和采样数据应满足李氏定理。在传播模型测试中, 要保证在 40 个波长间隔内采集 36~50 个数据点。设车速为 v , 测试设备每秒采样 n 个接收功率值, 则有:

$$36 \leq \frac{40\lambda}{v} \times n \leq 50$$

d) 随着接收机与发射机距离的增加, 采样点的功率应有逐渐下降的趋势, 如果是上升趋势, 需要滤除上升趋势的数据, 或者重新选择站点和路径, 再进行采样。

e) 当接收信号-接收机灵敏度 < 10dB 时, 测试不应当再向远处延伸。

7.2.5 采样数据过滤

a) 距离过滤: 滤除与发射机距离过近及过远的采样数据。

b) 接收功率强度过滤: 滤除电平过高和过低的采样数据。

c) 接收信号-接收机灵敏度 > 10dB, 接收信号-底噪 > 20dB。

d) 地理平均距离: 40λ 。

e) 滤除与电子地图地物类型数据不匹配的数据。

7.2.6 校正计算

a) 通过 CW 测试采样数据, 结合数字地图, 可以得到每个测试点的传播距离和地物类型。而每个测试点位置的传播损耗可以通过发射功率、接收功率以及天线增益、馈线损耗等得到。使用路径损耗测试数据, 对模型的各个系数项和地物因子进行校正, 使得校正后模型的预测值和实测数据误差最小。

b) 根据经验, 当满足预测值和实测值的标准偏差小于 8dB 时, 可以认为校正结果满足要求。

8 分场景高精度仿真

8.1 仿真目的

完成初步的站址规划后, 需要进一步将站址规划方案输入到规划仿真软件中进行覆盖及容量仿真分析, 通过分析仿真输出结果, 可以进一步评估目前规划方案是否可以满足覆盖及容量目标, 如存在部分区域不能满足要求, 则需要对规划方案进行调整修改, 使得规划方案最终满足规划目标。

8.2 仿真流程

仿真流程一般包括:

8.2.1 仿真区域选择:

仿真区域按照主城区高穿损、主城区低穿损、一般城区、县城进行划分。建议主城区高穿损区域内楼宇密集的重点覆盖区（CBD，重点覆盖政府、企业大楼等，重点商业区）采用 5m 地图进行三维立体仿真。

8.2.2 工参数据导入:

工参数据即为初步规划站址信息，包括经纬度、站高、方位角、下倾角等信息，其中经纬度精度要求精确到小数点后 5 位。

8.2.3 地图数据导入:

射线追踪模型以及三维立体仿真要求 5m 精度地图，需要地图文件中包含建筑物矢量信息。传统模型要求 20m 精度地图，地图文件中必须包含地物地貌文件和高度文件。

8.2.4 仿真天线配置:

天线配置内容包括天线名称、天线参数、波束名称、波束参数、水平波束表、水平波束图、垂直波束表、垂直波束图。

8.2.5 参数配置:

设置影响仿真分析的各项参数，主要包括发射机与接收机参数、无线环境参数、网络性能参数等。

8.2.6 传播模型选择:

在密集城区等多径环境复杂的场景，建议选择射线追踪模型并配合 5m 高精度地图进行三维立体仿真，其他场景使用经验统计模型并配合 20m 精度地图进行仿真。

8.2.7 仿真分析:

分为覆盖分析、质量分析，仿真结果指标只针对 SS-RSRP，SS-SINR，如结果不满足要求，需要通过分析问题区域、修改工参数据后重新进行网络仿真，直到仿真结果达到指标要求。

9 设备及参数规划

9.1 设备选型

5G 将通过室内外协同，宏微协同，实现立体覆盖，因此，5G 设备选型包含室外宏站、微站、室内基站、高铁基站等设备形态。

9.1.1 宏站：主要用于室外连续覆盖、室内浅层覆盖，可能包含 64 通道、32 通道、8 通道、4 通道、2 通道等类型产品。

9.1.2 微站：主要用于城区补盲、补热场景，包括杆站、板站两种形态。

9.1.3 室内基站：主要用于室内覆盖，主要用于室内覆盖，包含传统 DAS 分布、分布式皮站、一体化皮站。

9.1.4 高铁基站：主要用于高铁线路覆盖，包含高铁沿线宏基站、隧道区域信源基站。

9.2 频率规划

9.2.1 频率分类

5G 的频谱资源可以分为以下两个 FR (Frequency Range) :

a)FR1: Sub6GHz 频段, 又称低频频段, 是 5G 的主要频段。其中, 3GHz 以下的频率称为 Sub3G, 其余频段称为 C-band (C 波段)。

b)FR2: 毫米波, 其为 5G 的扩展频段, 频谱资源丰富。

9.2.2 当前运营商主要频率

当前各运营商使用的 5G 频段主要为 FR1 频段, 具体包括:

a)低频: 包括 700MHz、900MHz 等频段, 其主要特点是穿透能力强, 深度覆盖和广度覆盖能力强, 但频段带宽相对较低, 容量较为受限, 可作为打底网络实现基础覆盖, 并在乡镇农村可实现低成本连续覆盖。

b)中频: 包括 2.1GHz、2.6GHz、3.5GHz 等频段, 其主要特点是有较好的覆盖能力, 频率资源丰富, 容量相对较高, 作为市区、县城、乡镇热点区域的业务主力承载网络, 实现基本连续覆盖。

c)高频: 包括 4.9GHz 等频段, 其主要特点是频率较高, 穿透能力差, 覆盖范围小, 不适宜作为连续覆盖网络进行部署, 但其频率资源丰富, 可作为县城以上流量热点的有益补充进行建设, 同时在有效隔绝对大网干扰的条件下, 还可用于垂直行业特殊需求。

9.3 参数规划

在利用规划软件进行详细规划评估之后, 就可以输出详细的无线参数, 主要包括天线高度、方向角、下倾角等小区基本参数, 以及 PCI、TA 等系统参数规划。

9.4 邻区规划

5G 邻区与 4G 邻区的规划原理基本一致, 需综合考虑各小区的覆盖范围及站间距、方位角等参数, 并注意 5G 与异系统间的邻区配置。5G 邻区设置原则主要包括:

9.4.1 互易性原则

根据各小区配置的邻区数情况及互配情况, 调整邻区, 尽量做到互配, 邻区的数量不能超过 18 个。即如果小区 A 在小区 B 的邻区列表中, 那么小区 B 也要在小区 A 的邻区列表中。

9.4.2 邻区原则

如果两个小区相邻, 那么他们要在彼此的邻区列表中。对应站点比较少的业务区 (6 个以下), 可将所有扇区设置为邻区。

9.4.3 百分比重叠覆盖原则

确定一个终端可以接入的导频门限，在大于导频门限的小区覆盖范围内，如果两个小区重叠覆盖区域的比例达到一定的程度(如 20%)，则将这两个小区分别置于彼此的邻区列表中。

10 详细站址规划

经过初步站址规划与网络仿真，可以基本确定物理站址布局、设备类型、设备参数等信息，下一步可结合现有资料与现场勘察信息进行站点可用性分析，确定初步规划站点的详细信息，主要包括 C-RAN 机房的规划方案以及远端站点天馈建设方案。

10.1 C-RAN 组网规划

面向5G网络建设，C-RAN组网有利于降低网络建设和运行维护成本，有利于降低基站选址难度、提高建设灵活性，有利于引入协作化提升网络性能，有利于MEC等技术的部署。

10.1.1 C-RAN组网基本要求

- a) C-RAN区域应在单一传输综合业务接入区的规划边界内，原则上不得跨区组网。
- b) C-RAN区域内的物理基站原则上要求连续覆盖，原则上不得跨区插花集中。
- c) C-RAN区域内应尽量保持同制式的基站设备厂家单一，原则上不得异厂家插花集中。
- d) 应综合考虑集中机房条件、投资效益、网络安全性等因素，以及运营商自身原则，合理确定C-RAN集中度。

10.1.2 机房建设要求

a) 合理选择集中机房

集中机房是 C-RAN 建设最基础的资源。应综合考虑机房条件和发展规划，依托现有汇聚机房、辅

以条件较好的自有基站机房，合理选择 C-RAN 集中机房。

集中机房改造要一次性同步考虑满足 4/5G 基站的集中需求，避免重复改造。

新建机房应统筹考虑全专业、全业务的需求，在确有必要的情况下进行新建，避免仅为满足 C-RAN 需求而新建。

b) 按需核算引电容量

应根据集中机房原有设备电力负荷以及新增设备功耗情况，核算交流市电容量需求，结合市电增容可行性进行改造。如受客观建设条件无法进行市电增容的，应适当降低 C-RAN 集中度。

c) 按需配置蓄电池组

应根据机房可用空间条件、承重等条件，综合考虑机房改造成本效益、基站重要性等多方因素，制定蓄电池组的新增/改造方案。

d) 按需配置机房空调

应综合考虑新增相关设备的散热需求、原有机房的空调现状情况，按需增配机房空调。

10.1.3 传输建设要求

a) 前传网络:

前传网络应综合考虑建设成本和光纤资源条件，选择合理的前传方案:

1) 对于接入距离较短(2km 之内)或光纤资源丰富的场景宜采用光纤直驱，并优先选择单纤双向方式。

2) 当光纤资源受限或接入距离较长(2km 以上)时，可综合现网管孔及分纤点资源、其他业务需求选择光纤直驱(优先单纤双向)、无源波分、半无源波分(需结合技术成熟度及成本考虑使用);若采用无源波分/半无源波分进行前传，设备规格应根据远端基站配置而确定。

3) 鉴于当前有源波分方案成本较高，应谨慎选择该方案，建议目前仅在需要监控或安全性要求较高等特殊场景采用，并根据半无源波分技术成熟度，逐步采用半无源波分方案满足此类场景需求。

b) 回传网络:

5G 回传网络应分场景采用新建 SPN 设备、PTN 设备升级或 PTN 设备扩容，并根据 C-RAN 集中度选择 10G 或 50G 环路。

1) 环路节点以 2-8 个为宜，单个环路的基站规模一般不超过 40 个。

2) 集中机房内的传输设备应确保成环且无同路由(出局第一个人口井后具有两个不同的物理路由)，并优先考虑双归。

3) 集中机房内的传输设备应具备双交叉(主控)、双电源，配置不少于 2 块支路板卡对接 BBU 设备。

10.2 天馈建设原则

5G 宏基站天馈可采用 AAU 形式，RRU+外接天线形式，或 A+P 天馈形式。

10.2.1 AAU 天馈

对于 5G 64 通道或 32 通道设备，应用大阵列天线，天馈部分采用 RRU 与天线一体化形式的有源天线形式(AAU)。AAU 不能再与其它制式 RRU 共用天线，必须为 AAU 提供独立的天面位置。5G 2.6GHz 频段、3.5GHz 频段、4.9GHz 频段 AAU 均需独立占用天面，5G 建设应以“天面尽量不增，减少天馈调整”为原则，随着 5G 建设，优先对现网天馈进行调整，为 5G AAU 腾出安装位置。对于现网天馈整合无法满足优化需求时，可采用利旧或新建抱杆方式安装 5G AAU。对于天面归属铁塔公司的场景，天馈设置与调整均应向铁塔公司确认抱杆承重。

AAU 天馈方向角和下倾角设置遵循以下原则:

a) 方向角:

主要通过设置主瓣方向、同一基站不同扇区之间保持合理的夹角来实现合理的小区覆盖。

小区天线主瓣方向应尽量覆盖业务需求区域。

同一基站不同扇区之间保持合理的夹角(一般情况下应大于 90 度)，实现小区间完美镶嵌，减少重叠，消除黑洞。

b) 下倾角:

在站高确定的情况下, 通过调整下倾角合理地控制小区覆盖范围。

5G Massive MIMO 天线有多个垂直层波束, 虽然垂直维度覆盖增强, 但是若下倾角设置不当, 部分垂直维度波束可能产生越区干扰, 需通过合理设置下倾角在增强垂直覆盖和降低越区干扰之间实现平衡。

对于连续覆盖, 建议一般场景按垂直维业务波束包络的上 3dB 对准小区边界进行规划: 垂直多维波束主要用于下旁瓣填充覆盖, 增强中近点覆盖。

对于覆盖不足的场景, 可适当抬高下倾角: 以垂直维业务波束包络的最大增益方向对准小区边界进行规划。

10.2.2 8 通道或 4 通道 RRU+外接天线

主要适用于 700M、900M、2.1GHz、2.6GHz、3.5GHz 等频段设备, 可采用多端口天线对现网 4G 天馈进行整合替换。

10.2.3 A+P 天馈

A+P 天馈为 5G 64 通道或 32 通道的大阵列天线有源 AAU 设备与无源多端口天线一体化的天馈形式, 具备必须为 A+P 提供独立的天面位置, 但可再与其它制式 RRU 共用天线的兼容特点, 主要适用于 3.5GHz 频段与 700M、900M、2.1GHz 等频段设备同址部署且天面资源受限场景。

11 建设方案与投资估算

主要包括建设规模与方案、投资估算、经济评价等内容。

11.1 建设规模与方案

详细描述覆盖区域、覆盖规划指标、分区域分场景基站设置方案、建设规模、网管设置方案、基站同步方案、前传与回传解决方案等。

11.2 投资估算

根据主设备及室内覆盖系统的单位造价对本工程项目的设备投资进行预估, 同时参考近期新技术工程, 估算施工、设计、监理、其他费、预备费等费用, 最后进行投资汇总。

11.3 经济评价

根据《建设项目经济评价方法与参数》(第三版) 建议, 结合本项目特点, 经济评价内容主要包括资金来源与使用计划分析、财务分析、盈利能力分析、财务生存能力分析、不确定性分析、企业间接效益分析、经济影响分析、经济风险分析等。

12 方案审核

主要审核规划方案设置是否合理, 网络质量是否能够达标, 网络规划指标能否满足当期建设要求, 具体审核内容包括:

- a) 网络规划指标达成率、目标网达成率、热点覆盖率等
- b) 网络结构、四超站点（超近、超远、超高、超重叠覆盖）核查
- c) 新址率
- d) 室分建设方案选择

13 勘察设计

勘察后确定基站站址设置方案、天馈设置方案、基站设置方案等。

14 网络跟踪评测

基于网络建设情况定期开展网络后评估，整个流程完成闭环，后评估主要包括以下几个方面：

- a) 网络能力与竞争力
- b) 业务满足度
- c) 规划达成率
- d) 投资效益
- e) 后续建设方案

附录 A

（规范性附录）

本文件用词说明

在本文件条文中执行有关严格程度的用词，采用以下写法：

A.0.1 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“须”；

反面词采用“严禁”。

A.0.2 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

A.0.3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

A.0.4 表示允许有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

附录 B

（规范性附录）

本文件条文说明

5G 网络与 4G 网络相比，在数据传输速率、端到端时延、接入用户容量等能力方面有极大的提升，且 5G 新空口引入了多项关键技术以保证 5G 具备提供各项关键能力的理论基础。这些特点 4G 网络尚不具备，也决定了 5G 网络的组网方式和规划方法也在逐步演进中。

本文件主要涉及 5G 无线网络的规划和设计规程，能够为 5G 无线网络规划设计提供一套全面和合理的流程，明确流程中各项关键模块及模块中的关键内容，提出规范性要求。

为方便广大设计、规划、运营企业等单位有关人员在使用本文件时能正确理解和执行条文规定，编写组按章、节、条顺序编制了《5G 无线网规划设计规程》的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行说明。但本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。
