**中国移动江苏公司2019年无锡地区5G一期（预商用）无线主设备工程一阶段设计 第一册**

**项目编码：****B19302322141000**

**中国移动江苏公司2019年无锡地区5G一期（预商用）无线主设备工程**

**一阶段设计**

**第一册 5G一期（预商用）无线主设备工程**

**{{字段一}} {{字段二}}(全套文件)**

隐藏区域

2

20161121160150

1

CAOLU

B1623105

2016YBCT0863-001

1.0.0.1

209903879760291312

209903879760291312

1

**中国移动江苏公司2019年无锡地区5G一期（预商用）无线主设备工程一阶段设计**

**第一册 5G一期（预商用）无线主设备工程**

**{{字段一}} {{字段二}}(全套文件)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **项目编号：** | **2019JSCT0038-001** |
|  |  |  |
|  | **建设单位：** | **中国移动通信集团江苏有限公司** |
|  |  |  |
|  | **设计单位：** | **中国移动通信集团设计院有限公司** |

**二〇一九年十二月**

**一**

**中国移动江苏公司2019年无锡地区5G一期（预商用）无线主设备工程一阶段设计**

**第一册 5G一期（预商用）无线主设备工程**

{{字段一}} {{字段二}}

**(全套文件)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **院长** | **：** | **孙卫东** |
|  | **院 总 工 程 师** | **：** | **高 鹏** |
|  | **项目主管** | **：** | **王 翔** |
|  | **项目总负责人** | **：** | **魏海** |
|  | **专 业 审 核 人** | **：** | **曹禄** |
|  | **专业负责人** | **：** | **丁国梁** |
|  | **主要专业设计人** | **：** | **凌洋** |

项目文件分发表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位名称 | 纸质版 | | | 全套电子文件（PDF） |
| 全套文件 | 图纸及说明 | 预算和说明 |
| 中国移动通信集团江苏有限公司 |  |  |  | 1 |
| 中国移动通信集团江苏有限公司无锡分公司 |  |  |  | 1 |
| 监理单位 |  |  |  | 1 |
| 施工单位 |  |  |  | 1 |
| 院内存档 | 1 |  |  | 1 |
| 合计 | 1 |  |  | 5 |

联系方式

通信地址：北京市海淀区丹棱街甲16号

邮政编码：100080

项目总负责人：魏海

电话：  13601336055

电子邮箱：weihai@cmdi.chinamobile.com

专业负责人：丁国梁

电话：  15850797556

电子邮箱： dingguoliang@cmdi.chinamobile.com

项目文件组成

本项目文件由以下文件组成：

第一册 5G一期（预商用）无线主设备工程

{{字段一}} {{字段二}}

说明：本册为第一册 {{字段一}} {{字段二}}。截至本分册编制完成时，中国移动江苏公司2019年无锡地区5G一期（预商用）无线主设备工程还未完成全部设计工作，勘察设计仍在进行中。本单项工程后续工作量的设计文件将在以上文件组成的基础上继续追加分册出版，特此说明。

**目 录**

[一、 设计说明 1](#_Toc21928)

[1 概述 1](#_Toc22790)

[1.1 工程概况 1](#_Toc28153)

[1.2 设计依据 3](#_Toc7209)

[1.3 设计范围 6](#_Toc11244)

[1.4 工程设计及责任分工 8](#_Toc18779)

[1.5 工程规模及主要工程量 9](#_Toc30682)

[1.6 工程投资 10](#_Toc20776)

[1.7 与可研规模及投资对比 11](#_Toc27469)

[2 无线网络现状 11](#_Toc27995)

[2.1 2G网络现状 11](#_Toc28074)

[2.2 4G网络现状 12](#_Toc12677)

[2.3 蜂窝物联网络现状 13](#_Toc20240)

[2.4 5G一期网络建设现状 13](#_Toc21709)

[3 业务需求 13](#_Toc7015)

[1 14](#_Toc10073)

[2 14](#_Toc28339)

[3 14](#_Toc30661)

[4 无线网络设计 14](#_Toc7457)

[4.1 无线网组成 14](#_Toc4482)

[4.2 5G无线新设计 15](#_Toc21618)

[4.3 工作频段 18](#_Toc795)

[4.4 无线网建设要求 19](#_Toc18852)

[4.5 无线网络设计指标 20](#_Toc5038)

[4.6 基站同步要求 22](#_Toc23824)

[4.7 4G基站升级改造需求 23](#_Toc18715)

[4.8 基站传输带宽需求 23](#_Toc12375)

[5 SA/NSA组网方案 24](#_Toc11446)

[5.1 组网方式 24](#_Toc17619)

[5.2 NSA组网锚点方案 25](#_Toc10878)

[5.3 SA组网方案 25](#_Toc11876)

[6 C-RAN建设方案 27](#_Toc1838)

[6.1 C-RAN 规划原则 27](#_Toc1489)

[6.2 C-RAN 组网基本要求 28](#_Toc2970)

[6.3 C-RAN 组网分场景要求 28](#_Toc24345)

[6.4 C-RAN 传输建设要求 29](#_Toc14394)

[6.5 C-RAN 集中机房建设要求 30](#_Toc27498)

[6.6 C-RAN 设置方案 31](#_Toc10709)

[7 室外基站建设方案 31](#_Toc27535)

[7.1 覆盖范围 31](#_Toc24738)

[7.2 基站配置 33](#_Toc32534)

[7.3 站址设置原则 33](#_Toc25951)

[7.4 天馈设置原则 34](#_Toc32137)

[7.5 基站设置方案 37](#_Toc25641)

[7.6 建设规模 40](#_Toc12897)

[7.7 主要工程量 43](#_Toc21281)

[7.8 室外基站安装工程量参见附表3。无线网络仿真 43](#_Toc22942)

[8 主要参数设置方案 44](#_Toc11035)

[8.1 PCI设置 44](#_Toc27187)

[8.2 TA及TAI设置 44](#_Toc10992)

[8.3 基站标识 45](#_Toc25755)

[8.4 小区标识NCGI 47](#_Toc8742)

[8.5 IP地址 47](#_Toc20309)

[9 OMC-R设置方案 47](#_Toc26119)

[9.1 OMC-R系统组网方式 48](#_Toc6179)

[9.2 基站与OMC-R的连接方式 48](#_Toc27754)

[9.3 OMC-R与OMC操作维护终端组网方式 48](#_Toc2097)

[9.4 OMC-R建设方案 49](#_Toc8628)

[10 系统间干扰规避 49](#_Toc10904)

[10.1 5G NR（2.6GHz频段）与其它移动通信系统共站时的干扰协调 49](#_Toc31699)

[10.2 5G NR（4.9GHz频段）与其它移动通信系统共站时的干扰协调 50](#_Toc16345)

[10.3 5G NR（2.6GHz频段）与其他无线电台（站）的干扰协调 51](#_Toc6737)

[10.4 5G NR（4.9GHz频段）与卫星地球站等无线电台（站）的干扰协调 52](#_Toc28223)

[10.5 5G NR与室内覆盖系统的干扰协调 55](#_Toc935)

[11 设备选型 56](#_Toc7755)

[11.1 gNB 56](#_Toc21110)

[11.2 OMC-R 58](#_Toc11166)

[11.3 设备抗地震性能要求 58](#_Toc31067)

[11.4 基站主设备电力电缆要求 58](#_Toc5620)

[12 设备安装及抗震加固 59](#_Toc14957)

[12.1 基站设备平面布置及安装 59](#_Toc31529)

[12.2 基站走线架平面布置及安装 59](#_Toc6059)

[12.3 基站天馈设备布置及安装 59](#_Toc10866)

[12.4 基站线缆布放 62](#_Toc27622)

[12.5 抗震加固要求 62](#_Toc25118)

[13 工艺要求 73](#_Toc6122)

[13.1 机房土建工艺要求 73](#_Toc5278)

[13.2 铁塔工艺要求 74](#_Toc19948)

[13.3 防雷与接地要求 75](#_Toc13998)

[14 消防安全 77](#_Toc5526)

[15 共建共享 78](#_Toc26570)

[16 节能环保 78](#_Toc13592)

[16.1 设备能耗 78](#_Toc3933)

[16.2 电磁防护与环境保护 78](#_Toc20527)

[17 网络安全 82](#_Toc7239)

[17.1 安全域划分 82](#_Toc21509)

[17.2 系统自身安全功能 82](#_Toc16811)

[17.3 系统安全加固 82](#_Toc16201)

[17.4 安全防护手段 82](#_Toc9003)

[17.5 安全管理系统接入 82](#_Toc4099)

[18 生产组织与进度安排 82](#_Toc13300)

[19 安全生产要求 83](#_Toc11489)

[19.1 安全生产责任 84](#_Toc26448)

[19.2 易发问题及安全风险点说明 87](#_Toc3600)

[19.3 安全生产要求 90](#_Toc1685)

[19.4 安全生产保障措施 94](#_Toc18925)

[19.5 安全应急预案 105](#_Toc24480)

[20 人员编制和人员培训 105](#_Toc3076)

[20.1 人员编制 105](#_Toc22608)

[20.2 人员培训 106](#_Toc28982)

[21 工程验收 106](#_Toc5776)

[21.1 工程验收前检查 106](#_Toc23051)

[21.2 工程初验 106](#_Toc10738)

[21.3 工程试运行 106](#_Toc3178)

[21.4 工程终验 107](#_Toc19179)

[22 工程合理使用年限 107](#_Toc2136)

[23 附表 107](#_Toc9522)

[二、 工程概算 109](#_Toc20333)

[1 编制说明 109](#_Toc3537)

[1.1 工程概况及概算总额 109](#_Toc7448)

[1.2 编制依据 109](#_Toc19165)

[1.3 概算费率取定 110](#_Toc15857)

[1.4 其他需要说明的问题 119](#_Toc511)

[2 概算表格 119](#_Toc26277)

[三、 图纸 120](#_Toc19504)

# 设计说明

## 概述

### 工程概况

5G网络面向增强型移动宽带、大规模机器通信、高可靠低时延通信三大业务场景，以全新的网络架构，提供至少十倍于4G的峰值速率、毫秒级的传输时延和千亿级的连接能力，开启万物广泛互联、人机深度交互的新时代。5G支撑应用场景由移动互联网向移动物联网拓展，将构建起高速、移动、安全、泛在的新一代信息基础设施。与此同时，5G将加速许多行业的数字化转型，并且更多用于工业互联网、车联网等，拓展大市场，带来新机遇，有力支撑数字经济蓬勃发展。

从国家战略层面，全球各国在国家数字化战略中均把5G作为优先发展领域，强化产业布局，塑造竞争新优势。我国在《国家信息化发展战略纲要》指出，到2020年，第五代移动通信技术研发和标准要取得突破性进展，从国家战略层面提出实现5G全面引领目标，通过5G助推制造强国、网络强国建设，全面构筑经济社会数字化转型的关键基础设施，从线上到线下、从消费到生产，从平台到生态，推动我国数字经济发展迈上新台阶，助力“中国制造2025”和“互联网+”战略实施。

从中国移动企业层面，一方面，移动通信用户网络、业务高速发展，截至2020年1月底，移动通信用户数达到9.49亿户、其中4G网络用户数7.58亿户。随着业务发展及“提速降费”策略实施，网络整体容量增长和局部区域频谱资源不足的矛盾日益凸显，用户业务感知保障压力不断增长，对5G网络需求日益强烈；另一方面，“大连接”发展战略要求中国移动借助5G网络产业推动网络商用部署，积极拓展垂直行业市场，增强数字化运营能力，通过从单一领域创新向跨行业融合创新转变，深入各行各业开展紧密合作，推动需求对接、业务融合、终端定制开发和产业拉动、平台定制开发和建设等，从而实现真正的融合创新。

中国移动已于2019年开展5G一期工程建设，截至2020年1月底，在全国52个城市主城区或热点区域部署开通5G基站7.4万个，发展674万5G套餐客户，成为全球最大的5G运营商。未来中国移动将加快推进5G部署、精准规划建设、加大4G/5G协同，以建设一张“覆盖全国、技术先进、品质优良”5G精品网络为目标，支撑中国移动“5G+”计划全面实施。无锡，简称“锡”，古称梁溪、金匮，被誉为“太湖明珠”。无锡市位于长江三角洲平原腹地，江苏南部，太湖流域的交通中枢，京杭大运河从中穿过。无锡北倚长江，南濒太湖，东接苏州，西连常州，构成苏锡常都市圈。全市总面积为4628平方公里（市区1643.88平方公里，其中建成区面积231.3平方公里），其中，山区和丘陵面积为782平方公里，占总面积的16.90%；水面面积为1342平方公里，占总面积的29.0%。无锡市区面积1643.88平方公里，（另有太湖水域397.8平方公里），人口362.09万人（2015年末）。邮政编码214000。下辖共5个区2个市、7个镇、41个街道。

截至2018年底，全市户籍人口497.21万人，比上年增长0.84%。全年出生人口42117人，出生率8.5‰；死亡人口 36939人，死亡率7.5‰，人口自然增长率为1.0‰。户籍人口城镇化率76.02%。年末全市常住人口657.45万人，比上年增长0.33%，其中城镇常住人口501.50万人，比上年增长0.7%，常住人口城镇化率 76.28 %。

无锡市境内以平原为主，星散分布着低山、残丘。南部为水网平原；北部为高沙平原；中部为低地辟成的水网圩田；西南部地势较高，为宜兴的低山和丘陵地区。无锡自古就是鱼米之乡，素有布码头、钱码头、窑码头、丝都、米市之称，是中国国家历史文化名城。无锡是中国民族工业和乡镇工业的摇篮，是苏南模式的发祥地。

2018年，无锡市实现地区生产总值11438.62亿元，按可比价格计算，比上年增长7.4%。按常住人口计算人均生产总值达到17.43万元。全市实现第一产业增加值125.07亿元，比上年下降0.3%；第二产业增加值5464.01亿元，比上年增长8.0%；第三产业增加值5849.54亿元，比上年增长7.1%；三次产业比例调整为1.1:47.8:51.1。

落实中央经济会议精神、加快5G商用，保持适度领先。5G网络应“整体规划、分步实施”，通盘考虑网络架构、站址布局，在面向中长期的目标网络结构基础上逐步开展建设。5G网络建设，初期以满足eMBB业务为主，在城市区域实现浅层连续覆盖，随技术和市场的成熟逐步支持uRLLC业务。

做好5G与4G网络协同发展，特别是2.6GHz频段的4G/5G的统筹规划，兼顾移动通信网络不断增长的流量需求和5G网络专有的业务需求，保障业务发展和未来业务的顺利迁移。

现网多数城市主城区宏站站间距已达300-400米，进一步获取新的站址资源非常困难，且会进一步增加铁塔租赁成本；因此，5G原则上不新增站址、而充分利用现有4G站址进行规划。

为做好4G网络向5G网络演进期的科学规划和投资保护，5G业务需求热点区域划分主要参考4G数据业务密度。

本设计文件为中国移动江苏公司无锡地区5G二期一阶段无线主设备安装工程初步设计。

### 设计依据

1. 建设单位设计任务委托书，中国移动通信集团江苏有限公司5G二期一阶段无线工程设计及可行性研究服务集中采购“中标通知书”；

（2）中国移动通信集团设计院有限公司编制的《中国移动江苏公司无锡地区5G二期一阶段无线主设备工程可行性研究报告》；

（3）中国移动通信集团江苏有限公司苏移批〔2019〕2439号关于《中国移动江苏公司无锡地区5G二期一阶段无线主设备工程可行性研究报告》的批复；

（4）中国移动通信集团有限公司“关于印发《中国移动2020年5G无线网建设指导意见》的通知”（中移有限计〔2020〕1 号）。

（5）中国移动通信集团有限公司《关于下发C-RAN指导意见及开展规划编制工作的通知》（计通[2019]522号）。

（6）中国移动企业标准《基站防雷与接地技术规范》（QB-A-029-2011）；

（7）中华人民共和国通信行业标准《通信建筑工程设计规范》（YD 5003-2014）；

（8）中华人民共和国通信行业标准《通信建设工程安全生产操作规范》（YD 5201-2014）；

（9）中华人民共和国通信行业标准《通信工程设计文件编制规定》（YD/T 5211-2014）；

（10）中华人民共和国通信行业标准《通信建筑抗震设防分类标准》（YD 5054-2010）；

（11）中华人民共和国通信行业标准《通信设备安装抗震设计图集》（YD 5060-2010）；

（12）中华人民共和国通信行业标准《通信机房防火封堵安全技术要求》（YD/T 2199-2010）；

（13）中华人民共和国通信行业标准《通信局（站）节能设计规范》（YD/T 5184-2018）；

（14）中华人民共和国通信行业标准《通信工程建设环境保护技术暂行规定》（YD 5039-2009）；

（15）中华人民共和国通信行业标准《电信基础设施共建共享工程技术暂行规定》（YD 5191-2009）；

（16）中华人民共和国通信行业标准《电信机房铁架安装设计标准》（YD/T 5026-2005）；

（17）中华人民共和国通信行业标准《电信设备安装抗震设计规范》（YD 5059-2005）；

（18）中华人民共和国通信行业标准《电信设备抗地震性能检测规范》（YD 5083-2005）；

（19）中华人民共和国建筑行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》（JGJ145-2013）；

（20）中华人民共和国环境保护行业标准《辐射环境保护管理导则-电磁辐射环境影响评价方法与标准》（HJ/T 10.3-1996）；

（21）中华人民共和国国家标准《通信电源设备安装工程设计规范》（GB 51194-2016）；

（22）中华人民共和国国家标准《通信电源设备安装工程验收规范》（GB 51199-2016）；

（23）中华人民共和国国家标准《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）；

（24）中华人民共和国国家标准《混凝土结构加固设计规范》（GB 50367-2013）；

（25）中华人民共和国国家标准《通信局（站）防雷与接地工程设计规范》（GB 50689-2011）；

（26）中华人民共和国国家标准《建筑抗震设计规范（2016年版）》（GB 50011-2010）；

（27）工业和信息化部关于同意中国移动通信集团有限公司使用2600MHz和4800MHz频段用于第五代移动通信系统试验的批复（工信部无函[2018]440号）。

（28）工业和信息化部关于收回2600MHz频段部分无线电频率的通知（工信部无函[2018]439号）。

（29）工业和信息化部关于印发《3000－5000MHz频段第五代移动通信基站与卫星地球站等无线电台（站）干扰协调管理办法》的通知（工信部无[2018]266号）。

（30）中华人民共和国工业和信息化部印发的《通信建设工程安全生产管理规定》（工信部通信[2015]406号）；

（31）中华人民共和国工业和信息化部印发的《通信网络安全防护管理办法》（工信部令第11号）；

（32）中华人民共和国工业和信息化部、国务院国有资产监督管理委员会联合印发的《关于2019年推进电信基础设施共建共享的实施意见》（工信部联通信函〔2019〕123号）；

（33）中华人民共和国工业和信息化部、国务院国有资产监督管理委员会联合印发的《工业和信息化部国务院国有资产监督管理委员会关于2015年推进电信基础设施共建共享的实施意见》（工信部联通[2014]586号）；

（34）中国移动通信集团江苏有限公司提供的现网资料；

（35）中国移动通信集团设计院有限公司现场勘察资料和勘察报告；

（36）设备厂商提供的5G网络设备参数资料。

### 设计范围

#### 设计文件范围界定

5G二期无线网工程设计涉及两个专业，分别为：

1. 无线网安装工程
2. 无线配套安装工程

本设计文件为中国移动江苏公司无锡地区5G二期一阶段无线主设备安装工程初步设计，第一册 无锡5G二期一阶段无线主设备安装单项工程，职院中等10个基站 职院中等10个基站无线主设备安装单位工程。

#### 无线网安装工程设计范围

无线网建设方案、无线网安装及工程概预算。具体包括：无线网络现状分析、业务需求、网络覆盖目标、覆盖区域及物业点选取、无线网组网架构、建设规模、频率配置、子帧配置、传播模型、链路预算、系统仿真、站址规划、站型配置、宏基站天线选择、室内覆盖信号源的选择及配置、室内分布建设方式选择、无线网参数配置、网管配置方案、系统间干扰分析等；机房内外无线设备的安装设计，包括室内设备平面布置和调整、与其它设备之间信号线缆的布放设计、室外天线和室外设备单元安装位置设计（含天馈防雷接地工艺要求）、室内分布系统天线点位及线缆的布放设计等；并提出基站对传输、电源、土建工艺的具体需求。

#### 中国移动与铁塔公司分工界面

根据《工业和信息化部国务院国有资产监督管理委员会关于2015年推进电信基础设施共建共享的实施意见》工信部联通[2014]586号文，中国铁塔公司与中国移动的建设分工界面为：

室外宏基站建设中，中国移动负责无线系统的建设，包括无线主设备及其天馈线系统（含一体化美化天线、北斗/GPS天线），无线主设备与电源设备之间的电源连接；铁塔公司负责铁塔、机房及附属设施的建设，包括铁塔（含增高架、桅杆、楼顶抱杆），机房（含一体化机柜），配套设备（交/直流配电箱、组合开关电源、蓄电池、空调、防雷地网、动环监控（为基础电信企业提供监控接口）、照明、消防等。市电引入由铁塔公司负责建设。天线美化罩则根据中国移动实际需要由铁塔公司或中国移动负责制作安装。

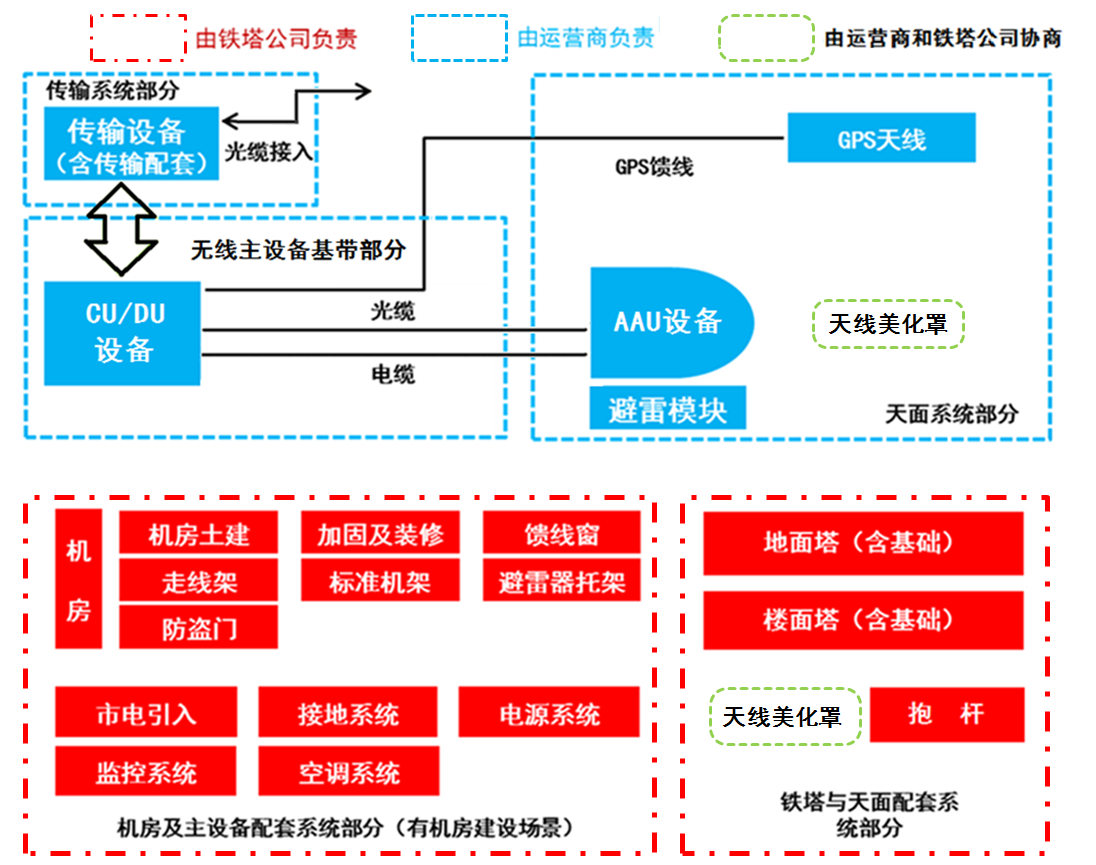


图1.3-1 室外宏基站分工界面

由铁塔公司承建分布系统的传统室分建设中，中国移动和铁塔公司以合路器输入端口为分界点。中国移动负责无线主设备，并负责无线设备至合路器端口的连接，无线主设备与电源设备的连接线；铁塔公司负责合路器及以下的室内分布系统、配套设施（含机房或设备间，市电引入，交/直流配电、蓄电池等电源设备，空调、监控、消防设施等）的建设。

分布式皮飞基站原则上由中国移动自行建设，包括基带信源设备、集线设备、微RRU（及室分天线）设备；对于设备间线缆的布放和连接，因其可作为楼内布线的一部分，可由移动公司与铁塔公司协商建设。如果同局址铁塔公司可以提供机房或设备间，市电引入，交/直流配电、蓄电池等电源设备，空调、监控、消防设施等，其配套可以由铁塔公司承建。

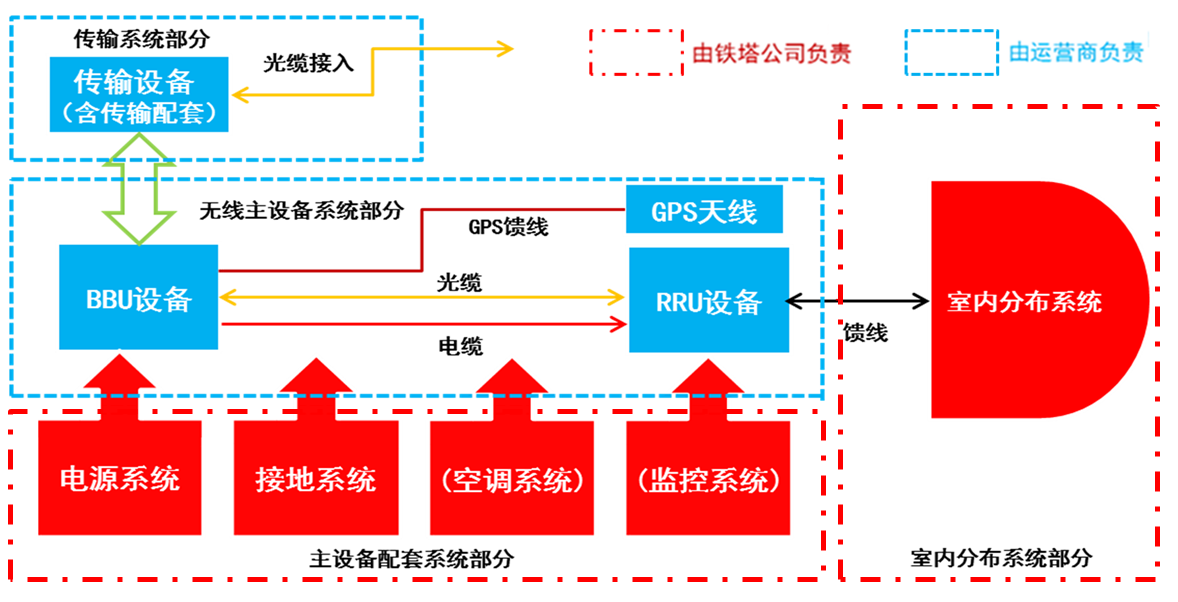


图1.3-2 传统室分基站分工界面

铁塔等基站配套设施均由铁塔公司承建，中国移动不再自建。公共交通类（地铁、铁路、高速公路、机场、车站）和建筑楼宇类（大型场馆、多业主共同使用的商住楼、党政机关）重点场所的室内分布系统，采用传统室分系统建设的，应由铁塔公司承建，中国移动不再自建；采用分布式皮飞系统建设的，无线主设备及相关缆线布放可由中国移动进行建设。

部分未能移交给铁塔公司的存量基站的配套改造、以及非上述重点场所的室内分布系统仍由中国移动自行建设。

### 工程设计及责任分工

本工程主要涉及无线网专业。本专业与传输、电源、土建等专业的分工为：

1. 本专业与传输专业的分工

以ODF接线端为界，无线专业负责无线网主设备到ODF的连接光纤布放、ODF跳接线布放、无线主设备到传输设备同步接口电缆的布放。传输专业负责ODF的安装以及传输侧光缆与ODF的连接。

当无线网主设备采用光跳线直接与传输设备端口相连时，无线专业负责连接光跳线的布放。

当采用基带设备集中建设方式，DU和射频拉远设备之间（前传接口）以光纤方式连接时，出局光缆由传输专业负责，无线专业负责主设备到ODF的连接光纤布放、ODF跳接线布放；前传接口采用无源波分方案时，波分设备的安装与连接由无线专业负责。

1. 本专业与土建专业的分工

无线专业负责提供无线设备对机房、天面、铁塔等的工艺要求或参数要求；土建专业负责基站机房承重鉴定及承重改造设计、屋面塔架（含屋面抱杆）利旧及新建设计、新建基站自建站房设计及租赁站房装修设计、铁塔及基础设计。天线美化方案由土建专业负责。

1. 本专业与电源专业的分工

以电源分配屏和地线排在无线网设备一侧的电缆连接头为分工界面。无线网专业负责无线主设备至电源分配屏的电源线及地线的布放；电源专业负责基站内交流配电箱输出端子及电源系统的安装设计，并在高频开关组合电源中根据通信专业（无线专业、传输专业）提供的用电负荷和供电回路要求预留直流供电分路。电源专业负责基站室内地线排的安装设计，并在基站室内地线排预留通信设备的接地端子。

BBU、AAU/RRU、室内防雷配电设备及其地线均由通信设备厂商负责提供，施工工日由无线专业负责开列；电源专业负责高频开关组合电源至BBU、AAU/RRU室内防雷配电设备的路由图的规划示意。

1. 本专业与无线配套专业分工

无线配套专业包含室内外走线架、馈线洞、馈线窗安装设计；空调、消防、监控费用由无线专业负责计列。

### 工程规模及主要工程量

中国移动江苏公司2019年无锡地区5G二期一阶段无线主设备工程，职院中等10个基站无线主设备安装单位工程，建设载频3个。具体工程规模如下：

表1.5-1 工程规模表

| 区域 | 2.6GHz频段宏基站（个） | 4.9GHz频段宏基站（个） | 2.6GHz频段微基站（个） | 2.6GHz频段室分基站（个） | 2.6GHz频段室内覆盖物业点（个） | 基站  小计（个） | 载频  小计（个） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| XX |  |  |  |  |  |  |  |
| XX |  |  |  |  |  |  |  |
| XX |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 合计 |  |  |  |  |  |  |  |

本工程完成后，无锡市浦厂宿舍及其周边的5G室外连续覆盖。

本分册文件包含职院中等10个基站的全套设计方案，站点清单如下表：

### 工程投资

本分册文件包含职院中等10个基站无线主设备安装单位工程一阶段设计预算情况如下：

表1.6-1 工程投资

| 项目 | 不含税价概算额（万元） | 增值税概算额（万元） | 含税价概算额（万元） |
| --- | --- | --- | --- |
| 需要安装设备费 |  |  |  |
| 不需要安装设备费 |  |  |  |
| 建筑安装工程费 |  |  |  |
| 工程建设其他费 |  |  |  |
| 预备费 |  |  |  |
| 合计 |  |  |  |

### 与可研规模及投资对比

表1.7-1 工程规模及主要工程量对比表

| 工程规模及主要工程量 | 单位 | 可研批复规模 | 初步设计规模 | 差异 | 备注（如差异较大，简要分析原因） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 新建基站 | 个 | 2074 | 2074 | 0 |  |

本工程可行性研究报告批复投资××万元，工程概算总投资未超出可行性研究报告批复。

## 无线网络现状

### 2G网络现状

无锡移动GSM网络已实现市区、郊区县城和乡村的连续覆盖，党政军机关、高档宾馆、写字楼、机场、火车站等重点场所的室内良好覆盖。截至2018年底，共建成宏基站4721个，其中单GSM 900宏基站2401个，单DCS 1800宏基站1345个，900&1800宏基站975个，室内分布系统3887个，全网载频41710个。

全网约5%的无线设备采用华为厂家设备，95%的无线设备采用爱立信厂家设备。

表2.1-1 GSM基站规模表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 覆盖区域 | 宏基站规模 | | | | 室内分布基站规模 | |
| 单900M基站 | 单1800M基站 | 900&1800M基站 | 载频 | 基站 | 载频 |
| 主城区 | 258 | 629 | 389 | 4995 | 1860 | 11218 |
| 一般城区 | 814 | 560 | 474 | 6966 | 1803 | 12697 |
| 县城 | 58 | 28 | 27 | 420 | 83 | 372 |
| 乡镇 | 194 | 23 | 33 | 849 | 24 | 103 |
| 农村 | 1077 | 105 | 52 | 3858 | 117 | 232 |

### 4G网络现状

无锡移动TD-LTE已实现乡镇镇区以上区域连续覆盖，农村广覆盖已达到100%的行政村覆盖率，实现了党政军机关、高档宾馆、写字楼、机场、火车站等重点场所的室内良好覆盖。截至2018年12月，共建成基站13873个，其中室外站8809个，室内站5064个，全网载频52762个。

全网约65%的无线设备采用华为厂家设备，35%的无线设备采用爱立信厂家设备。

表2.2-1 4G基站规模表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 覆盖区域 | 室外站 | | | | 室内站 | |
| F频段基站 | D频段基站 | F+D频段基站 | 载频 | E频段基站 | 载频 |
| 主城区 | 140 | 440 | 2096 | 12609 | 2225 | 4851 |
| 一般城区 | 607 | 385 | 3419 | 20688 | 2593 | 8124 |
| 县城 | 52 | 85 | 163 | 1223 | 81 | 117 |
| 乡镇 | 129 | 6 | 91 | 838 | 28 | 66 |
| 农村 | 889 | 25 | 282 | 3905 | 137 | 341 |

江苏移动4G网络在覆盖区域内可提供高速数据业务和语音业务，网络支持CSFB和VOLTE语音解决方案。

### 蜂窝物联网络现状

无锡移动于2018年蜂窝物联网一期工程开展了无锡区域的LTE FDD网络建设，截止2018年底共建LTE FDD基站1894个，其中900M宏基站1086个、1800M宏基站1495个；LTE FDD载频达到13591个，其中900M载频5718个、1800M载频7873个。

LTE FDD网络约90%的无线设备采用爱立信厂商设备，其他10%无线设备采用华为厂商设备.

表2.3-1 蜂窝物联网基站规模表

| 覆盖区域 | 基站合计 | 900M宏基站规模 | | 1800M宏基站规模 | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 基站 | 载频 | 基站 | 载频 |
| 城区区域 | 1137 | 651 | 3431 | 897 | 4724 |
| 乡镇 | 568 | 326 | 1715 | 449 | 2362 |
| 农村 | 189 | 109 | 572 | 149 | 787 |
| 总计 | 1894 | 1086 | 5718 | 1495 | 7873 |

### 5G一期网络建设现状

江苏移动5G一期网络主要覆盖主城区，5G基站设备分别由华为、爱立信设备厂家提供；共计建设2.6G宏基站282个，4.9G宏基站0个，室内覆盖基站26个。

表2.4-1 5G基站规模表

| 覆盖区域 | 基站规模 | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2.6G宏基站数（个） | 4.9G宏基站数（个） | 2.6G室内覆盖物业点数（个） | 2.6G室内覆盖基站数（个） |
| 主城区 | 282 | 0 | 0 | 26 |

## 业务需求

根据《中国移动江苏公司无锡地区5G二期一阶段无线主设备工程可行性研究报告》，本期工程建设应满足122.2万5G个人客户需求，5G网络应能承载个人客户月均数据流量126508206.1GB。



表3-1 5G个人客户规模

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 单位 | 2020年 | 2021年 |
| 手机终端 | 万户 | 40 | 102 |
| 数据终端 | 万户 | 1.2 | 2.2 |

表3-2 个人客户5G月均数据流量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 单位 | 2020年 | 2021年 |
| 手机终端 | GB | 26659513.52 | 126415593.95 |
| 数据终端 | GB | 19530.78 | 92612.15 |
| 合计 | GB | 26679044.3 | 126508206.1 |

## 无线网络设计

### 无线网组成

5G总体架构如下图所示，分为5G核心网5GC和无线网NG-RAN两大部分。核心网的功能主要有AMF、SMF和UPF三个功能性逻辑网元或虚拟网元承接，无线网包括gNB和ng-eNB两种网元，其中gNB提供NR用户平面和控制平面协议和功能，ng-eNB提供E-UTRA用户平面和控制平面协议和功能。NG和Xn是两大主要接口，前者属于无线网和核心网的接口，后者属于无线网节点之间的接口。

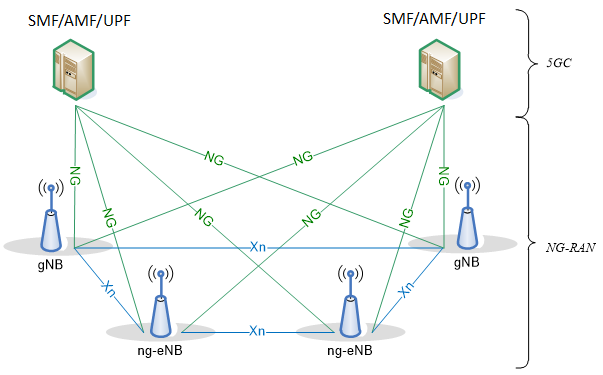


图4.1‑1 5G总体架构

5G无线空口的关键技术主要体现在“新架构、新设计、新频段、新天线”四个方面：新架构秉持“以用户为中心”的无线网络设计理念，采用CU/DU两级架构，即集中式广域控制和分布式本地业务结合；在新设计方面，为了适应不同的业务需求以及不同商家不同的流量和物联网需求，设计了全动态结构的新系统，能做到动态帧结构和资源配置、灵活上下行时隙切换以及包括子载波、GP等在内的多种参数配置；新频段，由于超高频段的毫米波频段在满足多用户场景上的不足，5G广域覆盖主要依赖中低频段2.6GHz/4.9GHz；天线直接决定着移动通信的性能，新天线内容包括大规模天线及增强方案、新型波束管理机制等，以及透镜天线、稀疏阵等创新天线形态。

### 5G无线新设计

5G无线空口由layer 1—物理层、layer 2—MAC层和layer 3—RRC层组成。

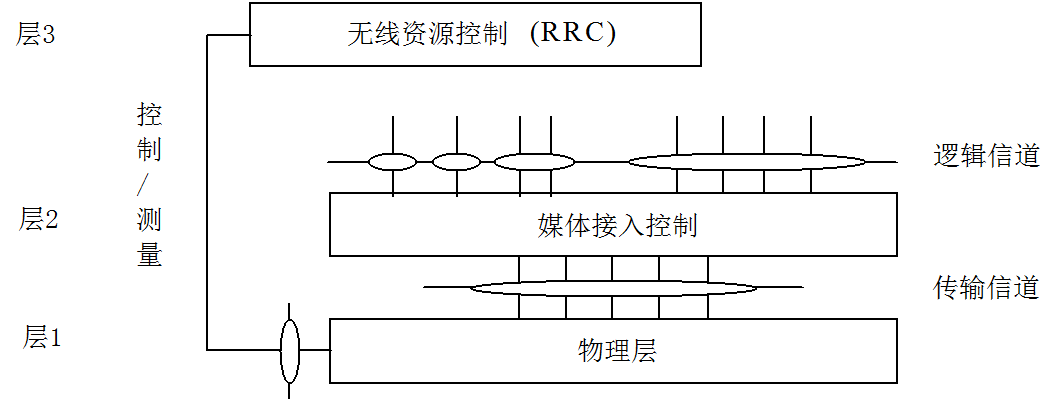


图4.2‑1 5G无线空口协议架构

#### 帧结构

相对于4G，5G要支持更多的应用场景，其中，超高可靠超低时延（uRLLC）是未来5G的关键应用场景之一，需要比LTE时隙更短的帧结构，5G最大的特点是支持灵活的帧结构。

5G支持多个参数集（Numerology），其可混合和同时使用。Numerology由子载波间隔（subcarrier spacing）和循环前缀（cyclic prefix，简称CP）定义。在LTE/LTE-A中，子载波间隔是固定的15kHz，5G NR定义的最基本的子载波间隔也是15kHz，但可灵活扩展。所谓可灵活扩展，即NR的子载波间隔设为kHz，，也就是说子载波间隔可以设为15kHz、30kHz、60kHz、120kHz、240kHz，如下表：

表4.2‑1 5G无线空口子载波间隔和循环前缀参数集

|  |  | Cyclic prefix |
| --- | --- | --- |
| 0 | 15 | Normal |
| 1 | 30 | Normal |
| 2 | 60 | Normal, Extended |
| 3 | 120 | Normal |
| 4 | 240 | Normal |

一个无线帧（frame）由10个子帧（subframe）组成，每个子帧持续时间为1ms。每个子帧由一个或多个时隙（slot）构成。对于Normal CP：

表4.2‑2 5G无线空口桢结构参数集（1）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 | 14 | 10 | 1 |
| 1 | 14 | 20 | 2 |
| 2 | 14 | 40 | 4 |
| 3 | 14 | 80 | 8 |
| 4 | 14 | 160 | 16 |

对于Extended CP：

表4.2‑3 5G无线空口桢结构参数集（2）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 2 | 12 | 40 | 4 |

#### 多址接入

5G NR物理层的多址接入方案是基于具有循环前缀(CP)的正交频分复用(OFDM)技术。对于上行链路，还支持带有CP的离散傅里叶变换-扩频-OFDM(DFTs-OFDM)。为了在配对或未配对频谱中传输，需要支持频分双工(FDD)和时分双工(TDD)两种方式。5G NR物理层基于资源块（RB）的方式定义，可适应各种频谱分配。一个RB包括12个子载波。

#### 物理信道与调制方式

下行链路中定义的物理信道有：物理下行共享信道(PDSCH)，物理下行控制信道(PDCCH)，物理广播频道（PBCH）。

上行链路中定义的物理信道有：物理随机接入信道(PRACH)，物理上行共享信道(PUSCH)，物理上行控制信道(PUCCH)。此外还定义了参考信号、主同步信号和辅同步信号。

所支持的调制方式有：下行链路支持QPSK、16 QAM、64 QAM和256 QAM，上行链路中，对于具有CP的OFDM，支持QPSK、16 QAM、64 QAM和256 QAM；对于具有CP的DFTs-OFDM ，支持π/2-BPSK、QPSK、16 QAM、64 QAM和256 QAM。

#### 参考信号

5G NR物理层中有诸多参考信号，取消了LTE小区级参考信号CRS，根据时频域资源的分配模式新增了一些物理层参考信号，例如DM-RS、PT-RS等。5G NR下行物理参考信号包括：

Demodulation reference signals, DM-RS, 关于PDSCH以及PBCH信道的解调参考信号；

Phase-tracking reference signals, PT-RS，相位追踪参考信号；

Channel-state information reference signal,CSI-RS，信道状态参考信息；

Primary synchronization signal, PSS，主同步信号；

Secondary synchronization signal, SSS，辅同步信号。

而上行物理参考信号包括：

Demodulation reference signals, DM-RS，解调参考信号；

Phase-tracking reference signals, PT-RS，相位追踪参考信号；

Sounding reference signal, SRS，探测参考信号。

5G NR的时频域资源配置是非常灵活的，控制信道并没有像LTE那样进行全频带设计，因此在5G NR中也不需要进行全频带的小区参考信号设计，相应的也节省了一部分的RE资源，可以使得时频域资源调度更加灵活。

#### 信道编码

5G NR的数据信道采取低密度奇偶校验（LDPC）编码，控制信道采取极化编码（polar code）。

#### 物理层过程

物理层过程主要包括：小区搜索、功率控制、上行同步与上行定时控制、随机接入相关过程、HARQ相关过程、波束管理和CSI相关过程。通过控制频域、时域、功率域的物理层资源，5G NR支持干扰协调能力。

5G为了实现更低的控制面时延，在4G已有的连接态和空闲态中引入了一个新的中间状态，叫去激活态，该状态保留核心网的连接状态，而删除无线侧的连接状态，当需要时，可以快速建立无线侧的连接，从而大幅降低从原空闲态到连接态的转换时延。

### 工作频段

根据工业和信息化部相关规定，以下频段作为中国移动的5G系统频段：

（1）2515~2675MHz（简称2.6GHz频段）；

（2）4800~4900MHz（简称4.9GHz频段）。

针对公网和政企专网的使用频率使用方案如下：

（1）公网频率使用方案

2.6GHz是5G的主力频段，4.9GHz是大网的容量补充。因4.9GHz设备成熟度较差，严格控制4.9GHz频段使用。

5G室内外频段均使用2515-2615MHz，采用室内外同频组网。

（2）垂直行业频率使用方案

垂直行业应用应以满足投资效益为前提，原则上优先复用2.6GHz公网基站满足需求、严格控制独立频率建设。

每个频段标记信道栅格的NR绝对射频信道编号（NR-ARFCN）的计算公式如下：

FREF = FREF-Offs + ΔFraster (NREF – NREF-Offs)

2.6GHz和4.9GHz的NR-ARFCN如表4.3-1所示：

表4.3-1 全球频率栅格的NR-ARFCN参数

| Frequency range[MHz] | ΔFRaster  [kHz] | Uplink Range of NREF  (First – <Step size> – Last) | Downlink Range of NREF  (First – <Step size> – Last) |
| --- | --- | --- | --- |
| 2515—2675 | 15 | 503001 – <3> – 534999 | 503001 – <3> – 534999 |
| 30 | 503004 – <6> – 534996 | 503004 – <6> – 534996 |
| 4800—4900 | 15 | 720000 – <1> – 726666 | 720000 – <1> – 726666 |
| 30 | 720000 – <2> – 726666 | 720000 – <2> – 726666 |

综合频段、竞争、技术、应用与设备现状等因素，**建议5G网络二期工程采用100MHz带宽组网，主要工作于2515~2615MHz。静止或低速场景采用30kHz子载波间隔，高速场景采用60kHz子载波间隔**。

### 无线网建设要求

5G建设和发展既是落实中央“加强新一代信息基础设施建设、稳步推进通信网络建设”的要求，又是中国移动“保持领先优势、推动转型升级”的内在需要，5G二期将以建设一张“覆盖全国、技术先进、品质优良”的5G精品网络为目标组织开展建设工作。

（1）总体建设要求

1）保持领先优势

保持5G覆盖领先优势，在全国地级以上城市实现商用；保持5G技术领先优势，以SA方式开展建设，同步兼顾国际漫游、业务发展需求在47城市城区部署NSA基站，NSA覆盖区域不得随意扩大。

2）兼顾“两个市场”

兼顾大众、垂直行业市场发展，以满足投资效益为前提，采用专项无线资源保障方式，满足垂直行业示范拓展需求。

3）降低建设费用

充分利用现有站址进行规划，原则上不新增基站站址；

积极推动C-RAN部署方式，降低传输配套投资、铁塔租赁费用；同步引入64通道、32通道、8通道宏基站产品，分场景选用合适站型开展精准建设。

4）合理把控建设节奏

按照 “先重点城市、后一般城市，先主城区、后一般城区，先室外、后室内”次序开展建设，严格控制乡镇、农村区域开展建设，以2.6GHz室外宏基站覆盖为主，合理把控建设规模和节奏。

5）实现4/5G协同发展

充分发挥2.6GHz 4/5G共设备的优势，合理配置4G载波、4G/5G发射功率，统筹做好TD-LTE D频段拆除设备调配，实现4/5G高效协同。

（2）分场景覆盖要求

1）室外覆盖

以2.6GHz宏基站产品为主，为满足更多建设场景需求、进一步降低宏基站建设成本及功耗，分场景选择64通道、32通道、8通道宏基站产品建设，其中64通道产品用于楼高超过30米、或CBD高校等高容量需求区域；32通道产品用于楼高低于30米、或容量需求不高的市县城区；8通道产品用于64、32通道产品工程实施确有困难的站址。

2）室内覆盖

如有源设备造价与传统室分价格接近，则新建场景全部采用分布式皮站，其中高容量区域采用4通道分布式皮站，中低容量区域采用2通道分布式皮站；对已有室分系统优先通过馈入5G信源方式实现5G信号覆盖，对于确有高流量、高价值的重要场景、或已有室分系统确实无法实施改造、或改造代价过大等情况，可建设分布式皮基站。

3）高铁线路覆盖

2.6GHz 8通道和2通道产品可用于高铁线路覆盖，2020年总部统筹推进与安排建设，积极开展5G高铁覆盖新方案技术论证。

4）垂直行业覆盖

鉴于2.6GHz基站能力富余、且4.9GHz产业更不成熟，原则上复用2.6GHz公网基站以网络切片方式满足政企客户专网需求，严格控制4.9GHz独立频率建设。

### 无线网络设计指标

4G物理层中设计了CRS(Cell Specific Reference Signal)信号，该信号与用户接入性能及业务速率密切相关，因此将RSRP和RS-SINR作为4G网络规划指标。5G的物理层设计中不再使用CRS,而主要采用SS（Synchronization Signal）、CSI-RS（Channel state Information ReferenceSignal）等信号来衡量网络覆盖及业务性能，其中SS-RSRP和SS-SINR在空闲态和连接态都存在，CSI-RSRP和CSI-SINR只有在连接态才会存在，建议采用SS-RSRP，SS-SINR作为规划指标。

5G无线网规划建设应面向独立组网提供解决方案，避免后期对大网网络结构进行频繁调整，针对eMBB场景的业务需求，建议5G 2.6GHz室外连续覆盖分场景规划的基准指标如下：

表4.5-1 2.6GHZ室外连续覆盖分场景规划基准指标注1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 验收指标 | 覆盖概率95% | |
| SS-RSRP(dBm) | SS-SINR(dB) |
| 高穿损主城区注2 | ≥-93 | ≥-3 |
| 低穿损主城区 | ≥-96 | ≥-3 |
| 一般城区 | ≥-96 | ≥-3 |
| 县城 | ≥-98 | ≥-3 |

注1：指标为2.6GHz、100M带宽、200W功率、SSB水平8波束配置下的验收标准。SS-RSRP为测试终端位于车外时的要求；若测试终端位于车内，SS-RSRP应在当前要求基础上考虑车辆穿透损耗影响，再降低6dB。对于5G实际开通功率为160W的情况，SS-RSRP验收指标在上表基础上降低1dB。

注2：根据建筑物穿透损耗将主城区分为高穿损、低穿损场景，高穿损场景指中心商务区、中心商业务、密集居民区等区域，其他区域为低穿损场景。

考虑到本期工程“充分利用现有基站站址资源、严控新增站址”的建设要求以及不同区域当前站址密度的差异性，室外覆盖建设应遵循“弹性组网”思路。

面向eMBB业务场景，5G室内覆盖系统基于与4G系统同点位部署条件，则规划指标初步如下表，需通过试验网测试验证并修正。

面向eMBB业务场景，5G室内覆盖系统的规划指标如下表：

表 4.5-2 室内覆盖系统规划设计指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 覆盖区域 | 覆盖指标（覆盖概率95%） | |
| SS-RSRP注（dBm） | SS-SINR（dB） |
| 一般区域 | ≥-105 | ≥0 |
| 重要场景如大型场馆、交通枢纽、营业厅（旗舰店）、重要会议区或办公区等业务需求高的区域 | ≥-95 | ≥3 |

注： 对于室内覆盖系统泄漏到室外的信号，要求室内小区外泄至室外10米处信号强度低于室外主小区10dB（当建筑物距离道路不足10米时，以道路靠建筑一侧作为参考点）。

室内覆盖系统速率指标，主要针对5G分布式皮基站提出。对于现有DAS系统，若采用合路方式馈入5G信源，不对此类方式提指标要求，如果无源器件等存在损坏、频段不支持等情况，应予以维修、更换。

单用户平均速率指标如下：

表 4.5-3 室内覆盖系统单用户平均速率指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 基站类型 | 分布式皮基站（4T4R） | | 分布式皮基站（2T2R） | |
| 指标类型 | 下行平均速率（Mbps） | 上行平均速率（Mbps） | 下行平均速率（Mbps） | 上行平均速率  （Mbps） |
| SA组网架构 | ≥600 | ≥70 | ≥300 | ≥30 |

单用户的边缘速率定义为：RSRP覆盖电平在-105~-100dBm之间的速率平均值。单用户边缘速率指标如下：

表 4.5-4 室内覆盖基站单用户边缘速率指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 基站类型 | 分布式皮基站（4T4R） | | 分布式皮基站（2T2R） | |
| 指标类型 | 下行平均速率  （Mbps） | 上行平均速率（Mbps） | 下行平均速率（Mbps） | 上行平均速率（Mbps） |
| SA组网架构 | ≥200 | ≥20 | ≥120 | ≥12 |

### 基站同步要求

系统需要严格的时间同步，同步方案包括卫星同步、IEEE 1588V2等。

（1）卫星同步：指接收定位卫星（如GPS，北斗等）的定位信号，获取时钟同步。此技术可获得较高的同步精度，但在卫星信号难以获取的室外楼宇遮挡较严重区域、室内区域等此技术可能失效。5G基站应优先采用卫星同步方案。

中国移动5G基站同步要求支持北斗和GPS双模工作，具备自动切换功能。对于5G和TD-LTE共址基站，若5G与TD-LTE设备同厂家共BBU设置，且当前卫星接收天线支持北斗/GPS双模，5G可直接利用现有同步信号；若5G 与TD-LTE设备同厂家分BBU设置，且当前卫星接收天线支持北斗/GPS双模，在满足北斗/GPS信号接收灵敏度的前提下，优先通过北斗/GPS信号分路方式为5G提供基站同步信号。否则新建北斗/GPS卫星接收天线。

（2）IEEE 1588V2：在回传链路具备条件时，可采用IEEE 1588V2的时钟同步，通过传输网络中的时钟服务器获取时钟同步，精度可达到亚微秒级。IEEE 1588V2部署包括时间同步源部署和地面回传网络改造，地面回传网络改造需解决抖动测量和时延配置补偿等传输设备配置与调整问题。当具备IEEE 1588V2同步条件时，对于北斗/GPS天线安装困难场景，可利用传输1588V2信号进行同步。

### 4G基站升级改造需求

#### 软件升级

NSA组网方案下，现网4G基站应进行系列改造以支持4G基站与5G基站之间的双连接建立与管理，如：X2接口上双连接建立、修改、变更、释放等信令流程，数据在X2接口上的分流，流量控制以及双连接下的移动性等。

SA组网方案下，现网4G基站应进行升级改造以支持4G、5G系统间互操作，如Xn接口、小区重选和切换等。

#### TDD 2.6G基站清频

中国移动现有TDD 2.6G网络工作于2575~2635MHz频段（D1、D2、D3频点），为支持5G系统100MHz带宽，须对现有TDD 2.6G网络清频D1、D2频点。现网局部高容量区域，4G可暂保留D2频点，相应地5G工作带宽减为80MHz。

#### 增配支持TDD 3D-MIMO的基带板

对于需要利用5G 160MHz 共模AAU反向开通TDD 2.6G的场景，应增配支持TDD 3D-MIMO的基带板。该基带板应选择4G/5G通用基带板。

软件升级及增配基带板投资纳入本工程。

### 基站传输带宽需求

#### 基站回传

5G NR系统相对于4G的平均速率和峰值速率有了较大的提升，各类基站回传对于传输带宽要求如下。具体配置及预留的传输带宽由传输专业根据传输环的不同层面和不同因素综合取定。

表 4.8-1 5G基站回传带宽需求表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **5G NR带宽需求（Gbps）** | | | **100MHz载波带宽** | **80MHz载波带宽** |
| 宏基站注1 | S111 | 平均传输速率 | 3.60 | 2.88 |
| 峰值传输速率 | 15.30 | 12.24 |
| S11 | 平均传输速率 | 2.40 | 1.92 |
| 峰值传输速率 | 10.20 | 8.16 |
| O1 | 平均传输速率 | 1.20 | 0.96 |
| 峰值传输速率 | 5.10 | 4.08 |
| 室内覆盖基站注2 | O1 | 平均传输速率 | 0.60 | 0.48 |
| 峰值传输速率 | 1.40 | 1.12 |

注1：2.6G宏站，SCS-30KHz，AAU-53dBm，UE-26dBm，5ms(6:4:4) frame structure，192 mMIMO 64T64R；

注2：分布式皮基站按照4T4R核算。

同时，应根据现网部署场景的业务模型对以上峰值速率和平均速率进行加权取定。例如对于典型S111宏站（载波带宽100MHz），当业务模型为1个小区达到峰值、2个小区达到均值时，其回传传输带宽需求约为7.5Gbps，建议基站主控板配置10GE光模块。

#### 基站前传

5G BBU至AAU或RRU之间的信号传输称为“基站前传”。根据设备规范要求，单小区前传带宽需求应小于25Gbps。

## SA/NSA组网方案

### 组网方式

以SA作为目标架构，同步推进NSA、SA发展与成熟。手机用户与垂直行业应用并举，手机客户本期工程由NSA承载，垂直行业终端由SA承载。

5G基站支持NSA/SA双模工作模式，基站全部与EPC+连接，按需开启SA模式的基站与5GC连接。NSA方式升级改造4G/5G同覆盖区域相关的4G核心网为EPC+；SA方式利用试验网在南京建设的5GC，采用新卡新号方式，服务于行业终端。所有基站均按NSA方式开通，同时根据垂直行业需求，按需开通SA模式。

中国移动5G以SA为目标架构，2020年主要以SA方式开展建设，确保技术领先；同时考虑到SA核心网2020年下半年具备基站接入能力、且5G NSA国际来访用户只可漫入 NSA/4G网络，因此SA核心网商用前，面向国际漫入、业务发展需求，在47个城市以NSA方式开通5G站点；其余城市不开启NSA方式；SA核心网具备基站接入能力后，全国所有5G基站均接入SA商用核心网，实现SA商用，56城市（一期工程52城市+47个国际漫游城市剔重）NSA开通的基站仍同时保留NSA方式。

无锡市国际来访用户较多，属于47个城市之一。在SA核心网商用前，面向国际漫入、业务发展需求，以NSA方式开通5G站点。SA核心网具备基站接入能力后，无锡市5G基站均接入SA商用核心网，实现SA商用，此前NSA开通的基站仍同时保留NSA方式。

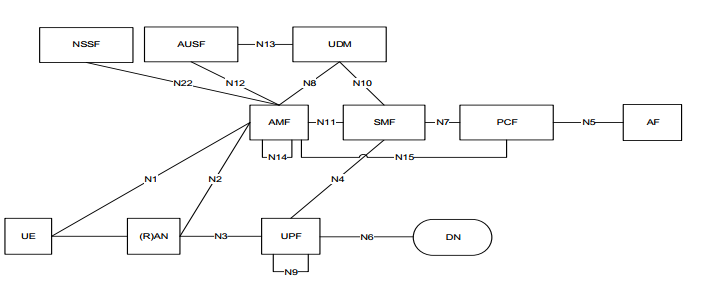
### NSA组网锚点方案

47城市NSA方式下5G基站需锚定4G网络开通，室外场景可以选择LTE FDD 1800MHz或TD-LTE 1.9GHz作为锚点网络，由于1800MHz作为锚点的上下行峰值速率、上下行边缘速率均好于F频段，建议同等情况下优先锚定1800MHz。

室内新建场景，如采用多频多模（支持LTE FDD 1800MHz）分布式皮站建设，可采用LTE FDD 1800MHz作为锚点网络；已有传统室分系统改造场景，由于目前NSA方式不支持E频段锚点，无法开通NSA，待SA核心网商用后以SA方式开通。

### SA组网方案

5G SA总体组网方案由核心网工程负责，本节主要简要描述5G无线网与SA核心网N2、N3接口对应的AMF、UPF组网方案。

图5.3-1 5G SA组网逻辑架构图

与5G无线接入网通过N2接口联接的5G核心网AMF区分2B和2C独立设置，都在八大区网络云虚拟化部署，省份划分如下：

表5.3-1 核心网八大区所辖表

| **大区名** | **大区中心所在省** | **下辖省份** |
| --- | --- | --- |
| 华北 | 河北 | 北京 |
| 天津 |
| 河北 |
| 山西 |
| 内蒙古 |
| 东北 | 黑龙江 | 辽宁 |
| 吉林 |
| 黑龙江 |
| 华东北 | 江苏 | 江苏 |
| 山东 |
| 安徽 |
| 华东南 | 浙江 | 上海 |
| 浙江 |
| 江西 |
| 福建 |
| 华中 | 河南 | 河南 |
| 湖北 |
| 湖南 |
| 华南 | 广东 | 广东 |
| 广西 |
| 海南 |
| 西南 | 四川 | 重庆 |
| 四川 |
| 贵州 |
| 云南 |
| 西藏 |
| 西北 | 陕西 | 陕西 |
| 甘肃 |
| 青海 |
| 宁夏 |
| 新疆 |

无锡市5G基站控制面信息将通过传输最终接入华东北大区AMF。

与5G无线接入网通过N3接口联接的5G核心网UPF也区分2C和2B，原则上2C UPF部署在省内，优先下沉本地网部署；2B UPF按需在省内下沉部署。 无锡市5G基站用户面信息将通过传输最终接入部署在江苏的UPF。

## C-RAN建设方案

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。

### C-RAN 规划原则

（1）以终为始、面向长远，科学开展C-RAN规划

C-RAN规划要面向未来5G目标网架构，结合汇聚机房、综合业务接入区的规划，按照“以终为始”的原则科学开展，实现“规划一步到位、能力分步部署”。

（2）统筹兼顾、注重效益，全面考虑4/5G需求

C-RAN规划要深入落实公司“降本增效”的工作要求，综合建设投资、运维成本等因素，统筹考虑5G新建和4G改造的需求，提高投资效益、降低运维成本。

（3）把控节奏、分步实施，逐步推进C-RAN部署

C-RAN规划要合理把控节奏，结合5G建设进度，分步实施、逐步推进。现网4G已实现C-RAN部署的区域，应沿用现有规划实现5G基站集中；现网4G未实现C-RAN部署的区域，应根据C-RAN规划结果和5G建设节奏，逐步推进C-RAN的部署。

### C-RAN 组网基本要求

（1）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。

（2）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。

（3）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。

（4）应综合考虑集中机房条件、投资效益、网络安全性等因素，合理确定C-RAN集中度，原则上单个集中机房以5-15个物理基站为宜，最大不宜超过20个。

### C-RAN 组网分场景要求

（1）城区、县城及重要乡镇的室外宏站

① 5G基站应优先考虑C-RAN集中，4G基站应在满足投资效益的前提下搬迁集中。

② 光缆故障频发区域，暂不考虑基站集中，待具备保护能力的前传方案成熟后再考虑进行搬迁集中。

③ 已接入集客业务的4G基站，应在分析现网资源、搬迁风险及改造成本的基础上，考虑是否搬迁集中。

④ 如现有基站机房和铁塔公司的租约较长，在经协商后，短期内仍无法实现退租退费的4G基站，暂不考虑搬迁集中，待租约到期后再进行搬迁。

（2）普通乡镇、农村区域的室外宏站

普通乡镇、农村区域内一般不设置传输综合业务区，没有汇聚机房，如果采用C-RAN集中，需新建集中机房，成本较高；同时农村基站站间距大，光纤拉远距离受限，因此原则上普通乡镇、农村区域不考虑C-RAN集中。

如果乡镇、农村的热点区域有条件较好的自有基站机房，且基站间距较小，也可考虑C-RAN集中。

（3）室分基站

① 大容量室分基站RRU数量较多（RRU数量9个以上），天然就是C-RAN架构，BBU可不做二次集中。

② 小容量室分基站（RRU数量少于9个），如BBU放置在物业设备间且有稳定接入电源，则无需集中；如BBU放置在就近的宏站机房，应随宏站统筹考虑是否集中，以便更好开展室内外协同优化。

（4）微基站

① 分布式微站主要用于小区覆盖，其网络结构与室分基站类似，可参照室分基站考虑是否集中。

② 一体化微站集成了BBU、RRU功能，无法进行集中。

（5）特殊场景

① 高校、大型园区、医院等场景

此类区域物理边界范围清晰、基站密度大、光纤资源丰富、业务聚合度高、业主单一易于谈判，应将区域内的所有新建基站按照C-RAN组网进行集中，同时推动现有4G基站搬迁集中。

② 高铁、高速公路、地铁等场景

高铁、高速公路、地铁等场景的基站呈链状结构分布，应按照C-RAN组网进行集中，并综合考虑基站站间距、传输光纤拉远距离、覆盖方式、设备处理能力、网络安全性等因素，合理设置基站集中度。

### C-RAN 传输建设要求

（1）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。

（2）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。

### C-RAN 集中机房建设要求

（1）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。

① 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。

② 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。

（2）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。

（3）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，本省/市C-RAN集中机房备电时长应为3小时；需特殊重点保障的集中机房（包括传输节点机房等），以及距离远、维护难的集中机房，备电时长应为7时。

（4）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。

### C-RAN 设置方案

面向中远期，统一规划基带集中机房，分场景确定综合业务区内集中机房数量、BBU 集中度等。C-RAN 集中业务区方案分为核心/密集城区、一般城区和郊区、发达乡镇、一般乡镇四类。原则上农村地区不规划 C-RAN。

根据现有基站布局，并结合综合业务机房经验数据，基站集中度部署建议如下：

 核心/密集城区：集中的 BBU 数宜 5-18 个，每个 C-RAN 区覆盖面积约 0.5-3 平方公里；

 一般城区、郊区：集中的 BBU 数宜 5-18 个，每个 C-RAN 区覆盖面积约 2-5 平方公里；

 发达乡镇：集中的 BBU 数宜 5-12 个，每个 C-RAN 区覆盖面积约 5-8 平方公里；

一般乡镇：集中的 BBU 数宜 5-8 个，每个 C-RAN 区覆盖面积约 5-10 平方公里。

## 室外基站建设方案

### 覆盖范围

5G二期原则上东部地市主城区和一般城区实现连续覆盖、县市城区实现部分覆盖，中部地市主城区和一般城区连续覆盖，西部地市主城区连续覆盖；严格控制乡镇、农村区域开展建设。

本工程拟覆盖范围是：无锡市主城区及县城核心城区，覆盖区域如下图所示。其中蓝线所示区域为可研规划区域，红线所示区域为实际建设区域，实际建设区域同可研规划区域不存在差异。

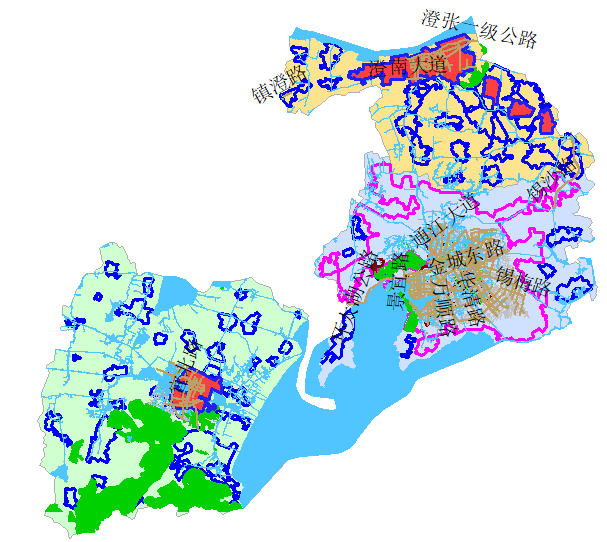


图7.1‑1 无锡市5G覆盖区域示意图

各片覆盖区域基本信息如下：

表7.1‑1 无锡市5G二期一阶段主设备工程覆盖区域基本信息表

| 区域  名称 | 区域  描述 | 区域  类型 | 面积  （km2） | 内有现网  室外站址数（个） | 内有现网室分站数（个） | 室外站址  平均站距（m） | 建筑类型 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 市区 | 商业商务区、机场、高校风景区等 | 主  城区（高穿损） | 624.7 | 4054 | 2316 | 375 | 包含高楼、居民区，风景区等 |
| 江阴 | 包含政务区、商业商务区等 | 主  城区（高穿损） | 124 | 1138 | 736 | 370 | 包含居民区、商业区等 |
| 宜兴 | 包含政务区、商业商务区等 | 主  城区（高穿损） | 52 | 541 | 412 | 350 | 包含居民区、商业区等 |
| 合计 |  |  | 800.7 | 5733 | 3464 |  |  |

### 基站配置

本期工程以覆盖为主，宏基站配置以S111为主，单载波带宽100MHz。

宏基站分为2.6GHz宏基站和4.9GHz宏基站两大类，2020年5G无线网建设应以2.6GHz宏基站为主，4.9GHz宏基站仅进行少量示范性建设。考虑到2.6GHz 64通道产品设备成本、功耗较高，同步引入32通道、8通道宏基站产品，具体应用场景如下：

（1）2.6GHz 64通道：用于楼高超过30米，或CBD、高校等高容量需求区域。

（2）2.6GHz 32通道：用于楼高低于30米，或容量需求不高的市县城区。

（3）2.6GHz 8通道：用于64、32通道产品工程实施确有困难的站址。

对于宏基站难以覆盖的道路、商业区等少数特殊场景部署微基站。微基站以2.6GHz 4通道分布式微基站设备为主，根据覆盖需求场景配置S1、S11、S111等站型。

### 站址设置原则

对于传统非拉远方式基站，设备机房与射频部分距离较近，基站站址设置原则同时适用于设备机房与射频部分安装位置的选择；对于拉远方式或基带集中方式建站（C-RAN），以下站址设置原则仅适用于基站射频部分安装位置的选择，集中机房设置原则详见“C-RAN设置”章节。基站站址选择应满足以下要求：

（1）满足覆盖和容量要求：

参考链路预算的计算值，充分考虑基站的有效覆盖范围，使系统满足规划指标目标的要求，充分保证无线覆盖区域内重要区域和用户密集区的覆盖。

（2）满足网络结构要求：

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。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。在具体落实时注意以下方面：

1. 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；
2. 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）；
3. 在市区楼群中选址时，可利用建筑物的高度，实现网络层次结构的划分；
4. 市区边缘或郊区的海拔很高的山峰（与市区海拔高度相差 100 米以上），一般不考虑作为站址，一是为便于控制覆盖范围和干扰，二也是为了减少工程建设和后期维护的难度；
5. 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。

（3）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；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。在选择站址时还应注意以下几个方面：

1. 站址选择应在交通方便，市电可用、环境安全的地方；避免大功率无线电发射台、雷达站或其他干扰源附近。
2. 站址选择应优先远离树林处，以避免信号的快速衰落。
3. 在山区、河岸比较陡或密集的湖泊区、丘陵城市及有高层玻璃幕墙建筑的环境中选址时要注意信号反射的影响。

### 天馈设置原则

5G宏基站天馈可采用AAU形式，或采用8通道RRU外接天线形式。5G微基站为4通道设备，可内置或外接天线。

（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频段及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5G建设，优先对现网天馈进行调整，为5G AAU腾出安装位置。

现网天馈调整遵循以下原则：

1. 对于现网有4G D频段独立天线场景，优先将D频段独立天线替换为2.6GHz 5G AAU。
2. 其它场景在满足网络规划、优化的前提下，优选通过多频多端口电调天线对现网天馈进行整合。考虑到未来可能与广电合作建设700MHz，建议用“4448”多频多模天线将700MHz、900MHz、1800MHz、FA频段整合成一组，2.6GHz使用AAU部署5G，单小区共整合成2天面；或者低频FDD一组、中频TDD一组、高频5G一组，使用700M/900M/1800M“4+4+4”天线整合FDD，FA频段 TDD单独一组，2.6GHz 5G AAU单独一组，单小区共整合成3天面。
3. 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。
4. 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：

* + 1. 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。

对于5G反向开通4G的共址站点，原则上5G小区方向角应继承现有主要系统的小区方位角。

* + 1. 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。

对于5G反向开通4G 3D-MIMO功能并替换原天线时，5G天面方向角与下倾角还应遵循以下原则：

①替换场景天面安装在原位置时，替换前后站高、方位角、总下倾角必须保持一致（原机械下倾角+原电下倾角=替换后机械下倾角+数字下倾角），并结合按照总部大下倾角工参继承原则，保持反开4G小区覆盖，避免超远越区覆盖，权值类型按照最大相近类型继承。

②替换前后天面安装位置仅存在高度差异时，要求方位角一致，下倾角通过覆盖半径进行计算，覆盖范围尽量拉齐已有的同频段4G规划标准。

③受天面空间限制，改造后双模AAU与同频段天面水平位置存在较差异时，需要根据目标覆盖区域重新进行站高、方位角、下倾角规划，该场景改造后覆盖与原站点差异较大，需要进行指标和RF优化。

（2）8通道RRU外接天线

优先对现网支持4G D频段天线进行替换调整。调整后天线应支持D频段160MHz带宽。

（3）4通道微站天馈

微站天线主瓣方向应尽量对准覆盖需求区域。通过合理设置天线下倾角，避免信号干扰到宏站覆盖区。

若5G微基站与4G微基站同址设置，应尽量利用共模设备减少天馈数量。

（4）天馈供电方案

天馈AAU/RRU必须采用稳定的电源供电。对于传统非拉远方式基站，若机房电力容量充足，应以直流远供方式为主；对于机房电力容量不足或C-RAN拉远等场景，可采用从周边引接市电、新建一体化电源柜等方式。

（2）8通道RRU外接天线

优先对现网支持4G D频段天线进行替换调整。调整后天线应支持D频段160MHz带宽。

（3）4通道微站天馈

微站天线主瓣方向应尽量对准覆盖需求区域。通过合理设置天线下倾角，避免信号干扰到宏站覆盖区。

若5G微基站与4G微基站同址设置，应尽量利用共模设备减少天馈数量。

（4）天馈供电方案

天馈AAU/RRU必须采用稳定的电源供电。对于传统非拉远方式基站，若机房电力容量充足，应以直流远供方式为主；对于机房电力容量不足或C-RAN拉远等场景，可采用从周边引接市电、新建一体化电源柜等方式。

### 基站设置方案

场景1：密集商业区

（1）场景描述：

该案例区域位于湖滨商业街，属核心商业区域，区域范围东起胡湖滨路，西至蠡湖大道，北起太湖大道，南至隐秀路，面积约1.5平方公里；区域内建筑密集，人流量大，现有语音及数据业务繁忙；楼高介余1层至15层之间，高低分布不规则，部分位置楼间距紧密。区域如下图所示：



图7.5‑1 湖滨商业街区域5G覆盖示意图

（2）覆盖方案及站址设置方案：

本区域内现网站址包括2G GSM900、DCS1800，4G TDD-F、TDD-D，FDD900，FDD1800多个系统，规模明细如下表：

表7.5 -1 湖滨商业街区域现网系统规模

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 区域内各系统站点规模 | | | | | | | |  |
| 网络系统 | GSM900 | DCS1800 | FDD900 | FDD1800 | TDD-A | TDD-F | TDD-D | 物理站址 |
| 站点规模 | 13 | 13 | 13 | 13 | 0 | 13 | 13 | 13 |

本区域4G网络已实现连续覆盖，目前5G暂无小微站方案，因此本期通过原有站址新增5G。

根据本期工程建设原则，本区域站点进行CRAN集中。



图 7.5‑2 湖滨商业街区域5G站址分布情况图

针对上述所选站址进行勘察，湖滨路、湖滨路南利旧原有抱杆，满福星购物中心、欧尚超市楼顶、五院、夏家边、景丽东苑、蠡湖卫生院、景丽东苑电信、无锡水表厂新增抱杆，水秀新村搬迁整合现有天面，空出抱杆新增5G,美湖家园东新增美化方柱，具体设置方案如下：

| 站名 | 站高 | 区域内5G最近站间距 | 天面改造方案 | 方位角 | 下倾角 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 湖滨路 | 29 | 260 | 利旧抱杆 | 75/130/280 | 6/6/6 |
| 湖滨路南 | 29 | 218 | 利旧抱杆 | 10/140/220 | 10/6/7 |
| 满福星购物中心 | 45 | 161 | 新增抱杆 | 120/260/350 | 6/6/6 |
| 欧尚超市楼顶 | 45 | 110 | 新增抱杆 | 30/120/245 | 6/6/6 |
| 水秀新村搬迁 | 45 | 250 | 整合天面 | 80/140/280 | 6/6/6 |
| 五院 | 26 | 281 | 新增抱杆 | 70/150/280 | 6/6/6 |
| 夏家边 | 26 | 311 | 新增抱杆 | 80/170/330 | 10/9/6 |
| 景丽东苑 | 26 | 318 | 新增抱杆 | 70/120/295 | 6/6/8 |
| 蠡湖卫生院 | 24 | 240 | 新增抱杆 | 330/70/150/250 | 6/6/8 |
| 景丽东苑电信 | 24 | 266 | 新增抱杆 | 0/140/250 | 6/6/6 |
| 美湖家园东 | 24 | 260 | 新增美化方柱 | 120/210 | 7/7 |
| 无锡水表厂 | 26 | 210 | 新增抱杆 | 0/120/260 | 6/6/6 |

表7.5-2 湖滨商业街区域5G基站方案汇总表

场景2：高校

（1）场景描述：

本区域江南大学城，周边包含江南大学，无锡职业学院等两所大学，占地约4平方公里，该区域内南侧部分为江南大学宿舍楼，食堂，北侧为无锡职业学院校区，由于用户较多，业务需求高，有较高保障需求。

（2）覆盖方案及站址设置方案：

本区域内已有物理站址26个，站点分布情况如下图所示：



图7.5‑3 江南大学区域范围及已有站址分布情况

区域内现网站址包括2G GSM900、DCS1800，4G TDD-F、TDD-D，FDD900，FDD1800多个系统，规模明细如下表：

表7.5-3 江南大学区域现网系统规模

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 区域内各系统站点规模 | | | | | | | |  |
| 网络系统 | GSM900 | DCS1800 | FDD900 | FDD1800 | TDD-A | TDD-F | TDD-D | 物理站址 |
| 站点规模 | 26 | 26 | 262 | 26 | 0 | 26 | 26 | 31 |

本区域D频段宏站基本实现连续覆盖，可以满足本期5G覆盖要求。本方案中5G站点选址基于现网D频段站址，方案站点中不存在“超高”、“超低”站点。

本期工程建设区域内5个宏基站，全部利旧原有D频段站址

根据以上站址规划，江大高校园区5G站点全部利旧原有D频段站址，职院南、职院中、职院西、均新增3根抱杆，无锡职业技术学院新增美化方柱，具体基站设置如下表所示：

表7.5-4 江南大学区域5G基站方案汇总表

| 站名 | 站高 | 区域内5G最近站间距 | 方位角 | 下倾角 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 万顺路 | 26 | 420 | 30 | 9 |
| 无锡职业技术学院 | 26 | 370 | 100 | 9 |
| 职院南 | 26 | 435 | 200 | 9 |
| 职院西 | 26 | 410 | 310 | 9 |
| 职院中 | 26 | 410 | 310 | 9 |

### 建设规模

本期工程在覆盖区域内共设置室外基站2074个，其中2.6GHz 5G基站2074个， 4.9GHz基站0个。本工程建成后，无锡移动共有5G基站2356个。

表7.6-1 室外基站设置表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **区域名称** | **区域类型** | **面积（km2）** | **2.6GHz频段** | | | | | **4.9GHz频段** | **基站总数** |
| **64通道宏基站（个）** | **32通道宏基站（个）** | **8通道宏基站（个）** | **宏基站平均站间距（米）** | **4通道微站（个）** | **5G基站数（个）** |
| 市区 | 商业商务区、机场、高校风景区等 | 624.7 | 1627 | 0 | 0 | 375 | 0 | 0 | 1627 |
| 江阴 | 包含政务区、商业商务区等 | 124 | 296 | 0 | 0 | 370 | 0 | 0 | 296 |
| 宜兴 | 包含政务区、商业商务区等 | 52 | 151 | 0 | 0 | 350 | 0 | 0 | 151 |
| 合计 | | 800.7 | 2074 | 0 | 0 |  | 0 | 0 | 2074 |

上述室外基站中，2074个基站与现网基站共址，0个基站为新址新建，共址率100%。

与可研批复相比，初步设计建设数量同可研批复不存在差异。

各基站详细配置信息参见附表1室外基站设备配置表。

各基站技术参数条件参见附表2 室外基站技术参数条件表。

室外基站设置如下图：

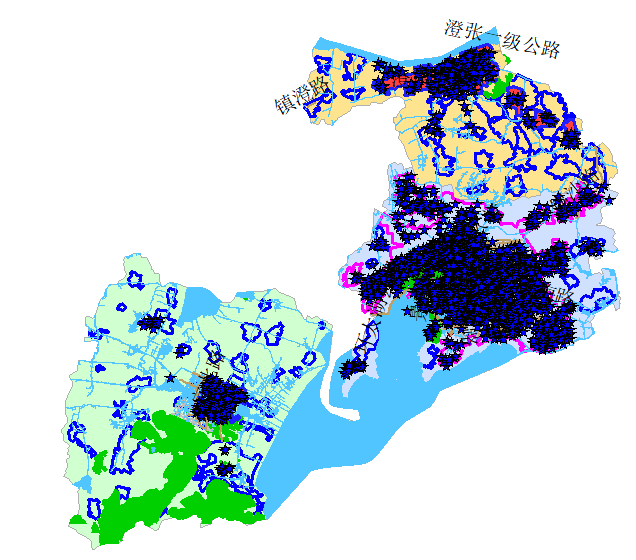


图7.6‑1 室外宏蜂窝基站设置图

### 主要工程量

本工程安装5G室外基站的设备及天馈线系统。主要安装工作量汇总见下表：

表7.7-1 室外基站主要安装工程量总表

| 项目 | 数量 | 项目 | 数量 |
| --- | --- | --- | --- |
| 拆除设备板件（块） |  | 安装AAU（个） |  |
| 安装设备板件（块） |  | 拆除基站天线（副） |  |
| 拆除设备机架（架） |  | 安装基站天线（副） |  |
| 安装设备机架（架） |  | 安装北斗/GPS天线 |  |
| 新增室内走线架（米） |  | 安装北斗/GPS信号分路器（个） |  |
| 拆除室内走线架（米） |  | 安装北斗/GPS放大器（个） |  |
| 新增室外走线架（米） |  | 布放北斗/GPS馈线（米） |  |
| 新开馈线窗（处） |  | 布放光缆（米） |  |
| 拆除RRU（个） |  | 布放电源线（米） |  |
| 安装RRU（个） |  |  |  |

### 室外基站安装工程量参见附表3。无线网络仿真

本地区5G网络二期一阶段无线网工程仿真区域如下：

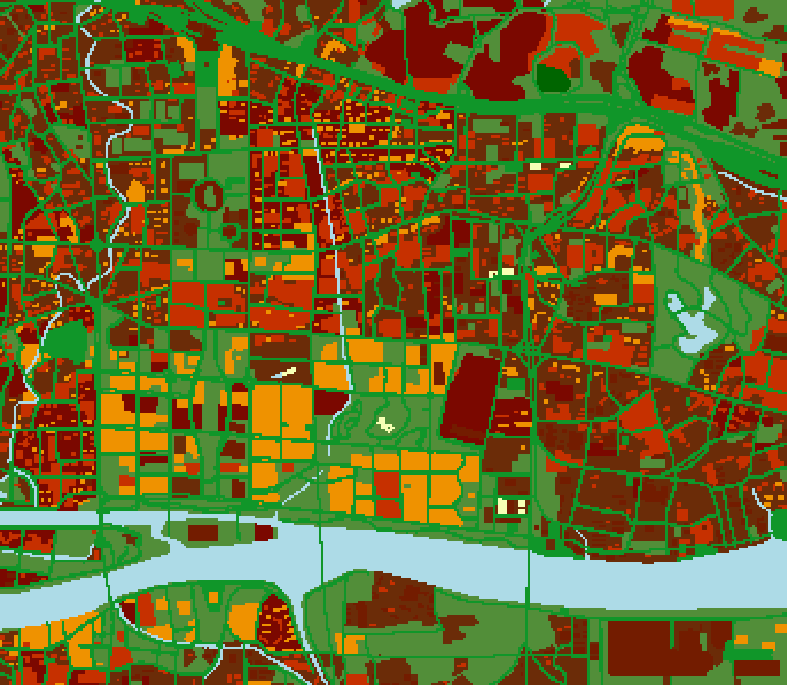


图7.8‑1 无锡市仿真区域示意图

## 主要参数设置方案

### PCI设置

PCI（Physical Cell Id）是标识小区的物理小区识别码，每一个小区都有一个PCI与之相对应。5G系统共有1008个PCI，采用模3方式分成336组，取值范围0-335，每组包含3个小区ID。

****

PCI规划可由规划软件实现。为避免出现未来网络扩容引起PCI冲突问题，应适当预留物理小区标识资源。

PCI规划应遵循以下原则：

（1）不冲突原则：保证同频相邻小区之间的PCI不同；

（2）不混淆原则：保证某个小区的同频邻小区PCI值不相等，相邻小区之间应尽量选择干扰最优的PCI值，即配置不同的PCI模3和模30；

（3）最优化原则：保证同PCI的小区具有足够的复用距离；

（4）若后续考虑扩容和小型化基站等应用，应进行PCI资源的预留。

对异厂商的边界进行PCI规划时，为了避免PCI冲突，可以参照如下3种方法规划：

（1）统一进行全网的PCI规划，可避免边界PCI冲突；

（2）厂商A先规划，然后厂商B再锁定厂商A的PCI规划结果，规划其区域的PCI，可避免边界PCI冲突，具体由省公司相关部门统一协调实施；

（3）在厂商的边界区域各自划分一定距离的边界地带，两个厂商的边界地带PCI可用范围分开使用，避免PCI冲突。

推荐使用第一种方法避免异厂商边界的PCI冲突，如果边界新增站点或者新增小区的PCI规划，或者厂商A或B的边界小区PCI修改，必须同时知会厂商A和B，双方进行PCI冲突核查。

### TA及TAI设置

（1）TA设置

在规划和部署TA时，应遵循以下原则：

1. 应利用移动用户的地理分布和行为进行区域划分，减少边缘位置更新；
2. 为便于网络管理，应避免TA跨厂商设置；
3. 按照TA寻呼能力进行规划，初期为了提高规划效率，可以考虑和TD-LTE TA边界一致。

（2）TAI设置

跟踪区标识（TAI）用于标识跟踪区TA，终端在跟踪区内中移动时无需向网络侧发起跟踪区更新请求。TAI = <MCC> + <MNC> + <TAC>。

5G网的MCC设置为460，MNC设置为08。

TAC（Tracking Area Code）是跟踪区号码，5G网TAC使用6位16进制数，表示为L1L2L3L4L5L6，取值范围为 0x000000～0xFFFFFF，全部为0的编码不用。其中，L1L2取值由总部网络部统一分配，L3L4L5L6由各省自行分配，每一个L1L2号段包含65536个5G TAC号码。

表10.2-1 TAC的L1L2 的分配表

| L2   L1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | A | B | C | D | E | F |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 江苏 |  | 浙江 |  | 广东 |  | 上海 |  | 湖北 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 北京 |  | 河北 |  | 天津 |  | 重庆 |  | 四川 |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 江西 |  | 福建 |  | 广西 |  | 辽宁 |  | 甘肃 |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 河南 |  | 吉林 |  | 云南 |  | 安徽 |  | 西藏 |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | 广西 |  | 宁夏 |  | 内蒙古 |  | 青海 |  | 新疆 |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 | 贵州 |  | 海南 |  | 黑龙江 |  | 湖南 |  | 山东 |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 | 山西 |  | 陕西 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| A |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| D |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| E |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| F |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

### 基站标识

5G中gNB-ID长度扩展至24bit，可表示为X1X2X3X4X5X6（6位16进制数），其中X1X2（前两位）由集团网络部统一分配，X3X4X5X6由各省自行分配，每一个X1X2号段包含65536个gNodeB-ID码号资源，原则上可满足65536个逻辑基站规划建设需求。取值范围为0x000000～0xFFFFFF，全部为0的编码不用。管理流程上，gNB-ID号段（X1X2）申请流程与LTE eNodeB-ID号段申请流程相同。

表10.3‑1 gNB-ID的X1 X2分配表

| X2  X1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | A | B | C | D | E | F |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 河北 | 宁夏 | 海南 | 黑龙江 | 青海 | 北京 | 内蒙古 | 安徽 | 云南 |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 福建 | 西藏 | 新疆 | 山西 | 陕西 | 贵州 | 湖南 | 山东 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | 甘肃 | 上海 | 天津 | 重庆 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 广西 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | 河南 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 | 湖北 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 | 辽宁 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 | 江西 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 | 四川 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| A | 江苏 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B | 浙江 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C | 广东 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| D |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| E |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| F |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

### 小区标识NCGI

5G标准定义NCGI（NR Cell Global Identifier）=<MCC>+<MNC>+<NCI>，其中NR小区标识NCI = <gNodeB-ID> + <Cell-ID>，长度扩展至36bit，gNodeB-ID为24bit长，剩余12bit为Cell-ID。

5G小区标识CELL-ID为12比特，预留高两位bit作为标识小区类型（初始值设置为00），可用作未来扩展gNodeB-ID码号空间或区分不同类型小区，后10位bit由各省自行分配，原则上可满足1024个小区的标识需求。

### IP地址

IP地址规划分配应遵循《中国移动IP地址资源规划》。

gNB基站需支持配置IPv4和IPv6双栈地址的能力。当gNB由不支持IPv6的PTN承载时，需分配IPv4地址。

若基站的业务地址和管理地址可以共用一个IP地址时，可分配一个IPv4/IPv6地址。若基站的业务地址和网管地址不支持共用一个地址时，需要为每个基站分配两个IPv4/IPv6地址（一个业务地址，一个网管地址）。

## OMC-R设置方案

操作维护中心（OMC-R）应具有故障管理、性能管理、配置管理、安全管理和环境监控等功能。

（1）故障管理

主要负责对各无线网络单元的异常进行监测、定位，并进行隔离、存储与恢复。

（2）性能管理

提供一套管理机制，用于产生、搜集、处理和显示无线网络各网元的有关性能数据，为操作人员进行无线网络有效的管理和规划提供必要的信息。

（3）配置管理

配置管理负责对系统配置的变更进行有效的监视和管理。系统配置包括：硬件配置、软件配置、逻辑配置、时间与日期配置等。

（4）安全管理

主要负责如何授权管理及对全网安全其保证作用。包括监视网络危险情况，对危险进性隔离并把危险控制在最小范围内；也包括口令管理，对操作人员的操作权限进行控制等。

（5）环境监控：

实现无线网络外围设备环境监控，主要包括机房温度、湿度、火情、门禁等。

### OMC-R系统组网方式

OMC-R系统在硬件上包括应用服务器、数据库服务器、操作维护终端OMT和其它组网设备。

OMC-R部署的总体原则是：

（1）OMC-R以省为单位集中设置，OMC-R具备对全部网元的集中管理功能，即通过任意一台OMC-R，即可实现对同厂家全部网元的集中呈现、管理（配置、性能、告警等）；同厂商同系统的OMC 北向通过一套接口，实现配置、性能、告警等数据的传送功能。

（2）支持对2G/3G/4G/NB-IoT/5G单模或任意组合的多模站的配置、告警、性能等信息进行管理。性能统计可对同站址、共RRU、共天馈的多模站按照制式进行区分。

### 基站与OMC-R的连接方式

全省各地市5G基站的网管信息接入到网管网方案：

通过PTN核心层直接连接到网管中心OMC汇聚交换机上，避免原始网管及采集数据经过MDCN网管网。

### OMC-R与OMC操作维护终端组网方式

根据OMC操作维护终端OMT设备所在地域的不同和用户的需求，OMC组网可以采用同局址组网和远程组网两种方式。

（1）同局址组网方式：

适用于所有OMT终端设备都在同一个局址的情况。

（2）远程组网方式：

适用于OMT终端设备在不同局址的情况。

在两种组网方式中，5G NR OMC都可以对5G NR设备进行集中维护，在任一个管理单元所在地都能对全局的5G NR设备进行维护。

### OMC-R建设方案

OMC-R系统应尽量采用通用X86硬件平台。OMC-R软件应具备平滑扩容的能力。OMC-R硬件配置，可以有两档，管理100000无线小区或者管理200000小区。具体根据省公司需求的小区数量进行核算，各省选择哪档硬件配置。OMC-R容量负荷以不超过70%为宜，OMC-R的硬件设备配置应具备后续扩容的能力。

本次工程共建设1套OMC-R设备，放置在无锡市太科园3层东机房。OMC-R设备配置表如下：

表 11.4‑1 OMC-R设备配置表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类型编号 | 放置机房 | 5G NR基站数量 | | 5G NR小区数 | |
| OMC-R.1 |  |  | |  | |
| OMC-R.2 |  |  | |  | |
| 类型编号 | 5G NR载扇数 | 本地终端数量 | 远程终端数量 | 南向接口带宽（Mbps） | 北向接口带宽（Mbps） |
| OMC-R.1 |  |  |  |  |  |
| OMC-R.2 |  |  |  |  |  |

## 系统间干扰规避

经过分析计算，各系统间的干扰协调要求如下。

### 5G NR（2.6GHz频段）与其它移动通信系统共站时的干扰协调

5G NR（2.6GHz频段）与其它无线系统共址时，需预留足够的干扰隔离距离规避干扰，同时多系统共址时需要预留不同天馈系统间的安装和维护空间，因此建议：

（1）5G NR（2.6GHz）系统与D频段TD-LTE系统邻频，需要时隙对齐避免交叉时隙干扰。

（2）5G NR大规模天线阵与GSM/NB-IoT（900MHz）CDMA 1X/NB-IoT（800MHz）/FDD LTE（900MHz和1.8GHz）/WCDMA/FDD LTE（2.1GHz）/TD-SCDMA（A频段）/TD-LTE（F频段）/5G NR（3.5GHz）/5G NR（4.9GHz）定向天线之间间距要求：并排同向安装时，水平隔离距离≥0.5m；垂直距离≥0.3m。

（3）5G NR大规模天线阵与DCS定向天线之间间距要求：并排同向安装时，水平隔离距离≥0.9m；垂直距离≥0.3m。

（4）如果安装空间有限，可以适当缩减隔离距离，以不影响天馈系统安装和维护为宜。同时隔离距离不应该小于下表所示数值：

表 12.1‑1 5G NR（2.6GHz频段）与其它移动通信系统共站站时的隔离距离要求

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 系统类型  隔离距离(m) | CDMA1x/NB-IoT（800MHz） | GSM/NB-IoT（900MHz） | DCS | FDD LTE  （1.8GHz） | WCDMA/FDD LTE（2.1GHz） |
| 水平隔离距离 | 0.4 | 0.4 | 0.9 | 0.2 | 0.2 |
| 垂直隔离距离 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| 系统类型  隔离距离(m) | TD-SCDMA | TD-LTE（F） | TD-LTE（D） | 5G NR  （3.5GHz） | 5G NR  （4.9GHz） |
| 水平隔离距离 | 0.2 | 0.2 | 时隙对齐 | 0.2 | 0.2 |
| 垂直隔离距离 | 0.2 | 0.2 | 时隙对齐 | 0.1 | 0.1 |

### 5G NR（4.9GHz频段）与其它移动通信系统共站时的干扰协调

5G NR（4.9GHz频段）与其它移动通信系统都有较大的频率隔离，因此彼此的杂散干扰和阻塞干扰的隔离度要求较小，需要的隔离距离也较小。同时多系统共址时需要预留不同天馈系统间的安装和维护空间，因此建议：

（1）5G NR大规模天线阵与GSM /CDMA 1X/FDD LTE（900MHz）定向天线之间间距要求：并排同向安装时，水平隔离距离≥0.5m，垂直距离≥0.3m。

（2）5G NR大规模天线阵与DCS/FDD LTE(1.8GHz)/ WCDMA/ cdma2000/TD-LTE（F频段）/FDD LTE（2.1GHz）/TD-SCDMA（A频段）定向天线之间间距要求：并排同向安装时，水平隔离距离≥0.5m，垂直距离≥0.2m。

（3）5G NR大规模天线阵与TD-LTE（2.6GHz）定向天线之间间距要求：并排同向安装时，水平隔离距离≥0.5m，垂直距离≥0.1m。

如果安装空间有限，可以适当缩减水平隔离距离，以不影响天馈系统安装和维护为宜。

### 5G NR（2.6GHz频段）与其他无线电台（站）的干扰协调

根据中国人民共和国无线电频谱划分方案，在5G NR系统使用的2600MHz频段（2500~2690MHz）附近，有低端和高端无线系统存在。

（1）低端：2483.5~2500MHz频段，分配给移动、固定、无线电定位、卫星移动（空对地）、卫星无线电测定（空对地）使用。

（2）高端：2690~2700MHz频段，分配给卫星地球探测、射电天文以及空间研究业务；2700~2900MHz频段，分配给航空无线电导航、无线电定位业务使用。

在2.6GHz频段低端，主要是5G NR与北斗一代导航系统的干扰。在2.6GHz频段高端，主要是5G NR与航空无线电导航系统的干扰。

（1）5G NR与北斗一代导航系统的干扰协调

5G NR与北斗一代导航系统的干扰主要是5G NR基站和终端对北斗系统终端的干扰。

如果以被北斗系统终端的接受机灵敏度降低1dB为其干扰保护标准，则需要的干扰隔离距离要求如下表：

表12.3‑1 5G NR（2.6GHz）与北斗一代卫星导航系统干扰隔离要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 隔离距离（m） | NLOS | LOS |
| gNB—>北斗终端 | 40 | 270 |
| NR UE—>北斗终端 | 20 | 76 |

考虑北斗系统终端的移动性，其所受到的干扰为瞬态干扰，因此从整体看，5G NR与北斗系统基本满足共存的要求。

为规避对北斗系统终端的干扰，除增强北斗系统终端的抗干扰能力外，建议综合采取以下干扰缓解工程措施：

①5G NR基站选址及建设时，保证周围一定范围内没有用户活动。

②通过网络优化实现5G NR网络的良好覆盖，避免5G NR基站和终端以最大功率发射。

（2）5G NR与航空无线电导航系统的干扰协调

航空无线电导航业务属于重要的无线电业务，根据《中华人民共和国无线电管理条例》规定，在导航雷达周围应设置电磁环境保护区。保护区范围由各地无线电管理机构协调相关单位，结合当地地理地形等因素确定。从干扰规避的角度，干扰保护区的范围在视距范围外，且大于850米。

除设置电磁环境保护区外，为规避对5G NR与导航雷达的干扰，建议综合采取以下干扰缓解工程措施：

①提高5G NR基站在2700~2900MHz的抗阻塞指标。

②5G NR天线最大辐射方向严禁朝向导航雷达。

### 5G NR（4.9GHz频段）与卫星地球站等无线电台（站）的干扰协调

根据中国人民共和国无线电频谱划分方案，在5G NR系统使用的4900MHz频段（4800~5000MHz）内，有如下无线系统存在：4800~4990MHz频段，分配给移动、固定、射电天文使用；4990~5000MHz频段，分配给移动、固定、射电天文及空间研究业务使用。

2018年12月11日，为了解决5G NR系统基站与卫星地球站等其他无线电台（站）的干扰问题，工业和信息化部下发了工信部无〔2018〕266号文件“工业和信息化部关于印发《3000~5000MHz频段第五代移动通信基站与卫星地球站等无线电台（站）干扰协调管理办法》的通知”。通知中要求：

（1）5G NR（4.9GHz）与卫星地球站的干扰协调

①卫星地球站的干扰保护标准

卫星地球站（含卫星测控站、卫星监测站）的干扰保护标准有两个：

1. 干扰信号电平小于晴空条件下卫星地球站接收系统噪声功率减12dB，此时卫星地球站接收系统灵敏度恶化0.37dB。
2. 卫星地球站接收到的干扰信号总功率不得超过-60dBm，以免引起饱和干扰。

②干扰协调区

为避免对合法使用的卫星地球站造成有害干扰，将卫星地球站为中心的一定范围内的区域设立为干扰协调区。根据理论计算，干扰协调区的范围如下：

1. 卫星地球站工作在4500－5000MHz频段时，干扰协调区半径为4km（建设工作在4800—4900MHz频段内的5G基站）。
2. 卫星地球站工作在4500－5000MHz频段时，干扰协调区半径为2km（建设工作在4900—5000MHz频段内的5G基站）或100m（卫星地球站已采用滤波和抗饱和措施）。

③干扰缓解工程措施

为规避对卫星地球站的干扰，在干扰协调区内，建议综合采取以下干扰缓解工程措施：

1. 为地球站加装滤波器或更换高频头，抑制带外干扰。
2. 地域隔离：在满足网络覆盖需求的前提下，卫星地球站和5G基站之间的隔离距离尽可能远，同时充分利用楼宇建筑物等障碍物增强两系统间的隔离度水平。
3. 加装屏蔽：屏蔽的方式主要有三种：

第一种是ITU-R SF.1486中建议的屏蔽方法；

第二种是栅栏屏蔽，如图9.4-1所示；

第三种是网格屏蔽，网格的密度越大，屏蔽网的隔离效果越好，如图9.4-2所示。



图9.4-1 栅栏屏蔽



图9.4‑2 网格屏蔽

1. 对5G NR基站进行调整

传统的工参调整手段，包括降低5G基站发射功率，调整5G基站天线最大辐射方向，加大5G天线下倾等。

当卫星地球站并不在5G基站天线最大辐射方向时，加装天线背板是降低干扰的有效手段。

（2）5G NR（4.9GHz）与固定业务台（站）的干扰协调

①固定业务台（站）的干扰保护标准

固定业务台（站）的干扰保护标准为：干扰信号电平小于固定业务台（站）接收系统噪声电平减10dB，此时固定业务台（站）的接收系统灵敏度降低0.4dB。

②干扰协调区

为避免对合法使用的固定业务台（站）造成有害干扰，也需设立干扰协调区。

干扰协调区为以固定业务台（站）为中心、半径300米的圆形区域。对于微波通信系统，两系统的天线主波瓣方向不能正对，即5G基站天线的最大增益发射方向不能正对微波通信系统最大增益接收方向，尽可能增大两系统的天线耦合损耗。

③干扰缓解工程措施

干扰缓解工程措施与卫星地球站基本相同，即包括地域隔离、为固定业务台（站）加装屏蔽网、降低5G NR基站发射功率及调整5G NR基站天线最大辐射方向等措施。

（3）5G NR（4.9GHz）与射电天文台的干扰协调

①射电天文台的干扰保护标准

射电天文台的干扰保护标准遵循ITU-R RA.769-2建议书附录1“Detrimental level interference criterion”中的规定。

②电磁环境保护区

根据《中华人民共和国无线电管理条例》规定，各地无线电管理机构应在射电天文台周围设置电磁环境保护区。所谓电磁环境保护区，就是为保护重要无线电台的业务，依法为无线台站划出的具有一定强制性和排他性的区域。

电磁环境保护区的半径一般应大于射电天文台的视距范围，各地无线电管理机构应协调相关单位，结合当地地理地形等因素确定电磁环境保护区范围并对外发布。

③干扰缓解工程措施

5G基站选址应严格遵守有关电磁环境保护区的技术要求和办法，在5G网络规划、基站建设和施工过程中，应采取必要的干扰规避措施，严格避免对已规划和在运行的射电天文台产生有害干扰。

### 5G NR与室内覆盖系统的干扰协调

如果5G NR（2.6GHz）室内覆盖采用室内分布系统建设方式，合路器中5G与其他系统的隔离度要求如下表：

表12.5‑1 5G NR（2.6GHz）与其他系统干扰隔离度要求（单位：dB）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 制式及频段 | CDMA/NB-IoT（800MHz） | GSM/NB-IoT/FDD LTE（900MHz） | DCS | FDD LTE 1.8GHz |
| 干扰隔离度 | 57 | 57 | 47 | 39 |
| 制式及频段 | WCDMA/FDD LTE（2.1GHz） | TD-SCDMA（A频段） | TD-LTE（F） | TD-LTE（D） |
| 干扰隔离度 | 39 | 39 | 39 | 时隙对齐 |

如果5G NR室内覆盖采用分布式小基站建设方式，5G NR（2.6GHz）天线点与DAS系统天线点的距离隔离1.5米以上；5G NR（4.9GHz）天线点与DAS系统天线点的距离隔离1米以上。

## 设备选型

### gNB

目前5G基站系统主要设备类型为基带拉远型（包括BBU＋AAU、BBU＋RRU和BBU＋HUB＋pRRU）基站，基带拉远型设备（BBU+AAU）能适合各类使用场景。其中AAU为RRU和天线一体化产品。

本工程gNB设备选用华为、爱立信产品。

各厂商无线产品基本情况见下表：

（1）BBU设备

表13.1-1 BBU设备信息表

| 厂家 | BBU型号 | 尺寸（宽×高×深）（mm） | 高度(U) | 满配重量（Kg） | 供电方式 | 功耗（W） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 华为 | BBU5900 | 446×88×310 | 2U | 18 | 直流 | 2000W |
| 爱立信 | BB 6630 v2 | 483×133.5×350 | 3U | 6.5 | 直流 | 540W |
| BB 6648 | 483×133.5×350 | 3U | 7.5 | 直流 | 1350W |
| BB 6630c | 483×133.5×350 | 3U | 6.5 | 直流 | 510W |

（2）射频设备

表13.1-2 设备信息表

| 厂家 | 序号 | 频段 | 通道 | 设备型号 | 尺寸（L） | 重量（Kg） | 供电方式 | 功耗（W） | 发射功率 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 华为 | 1 | 2.6G | 64 | AAU5636 | 88 | 41 | 直流 | 1400 | 320W |
| 2 | 2.6G | 64 | AAU5639 | 88 | 41 | 直流 | 1300 | 240W |
| 3 | 4.9G | 64 | AAU5613 | 61 | 37 | 直流 | 1300 | 200W |
| 4 | 2.6G | 32 | AAU5336 | 88 | 34 | 直流 | 1300 | 320W |
| 5 | 2.6G | 8 | RRU5250 | 22 | 22 | 直流 | 1130 | 8\*40W |
| 6 | 2.6G | 8 | RRU5813 | 22 | 22 | 直流 | 1130 | 8\*40W |
| 7 | 2.6G | 2 | RRU5150-d | 22 | 22 | 交直流 | 900 | 2\*100W |
| 8 | 2.6G | 2 | RRU5268-d | 22 | 22 | 交直流 | 900 | 2\*160W |
| 9 | 1.8G+2.6G | 4 | AAU5243 | 20 | 20 | 交直流 | 550 | 4\*20W |
| 10 | 2.6G | 4 | RRU5266E | 13 | 13 | 交直流 | 450 | 4\*20W |
| 11 | 1.8+2.3+2.6 | 4 | pRRU5961G/pRRU5961H | 2/2.6 | 2/2.6 | 直流 | 60 | 4\*400mW |
| 12 | 1.8G+2.6G | 4 | pRRU5962G/pRRU5962H | 2/2.6 | 2/2.6 | 直流 | 60 | 4\*400mW |
| 13 | 2.6G | 4 | pRRU5963/pRRU5963H | 1.8/2.6 | 1.8/2.5 | DC/POE | 40 | 4\*400mW |
| 14 | 1.8G+2.6G | 2 | pRRU5930/pRRU5930L | 2 | 2 | POE | 50 | 2\*250mW |
| 15 | 1.8G+2.6G | 2 | pRRU5960/pRRU5960L | 2/2.6 | 2/2.6 | 直流 | 50 | 2\*400mW |
| 16 | 2.6G | 2 | pRRU5933/pRRU5933L | 2 | 2 | POE | 50 | 2\*400mW |
| 11 | 1.8G+2.3G+2.6G | 4 | R8149 M182326 | 2.6 | 2.2 | POE | 70 | 4\*400mW |
| 12 | 2.6G | 4 | R9105E S26 | 11 | 10 | 交直流 | 350 | 4\*20W |
| 13 | 1.8G+2.6G | 4 | R9115 M1826 | 14 | 14 | 交直流 | 370 | 4\*20W |
| 14 | 1.8G+2.6G | 4 | A9155 M1826 | 17 | 16 | 交直流 | 370 | 4\*20W |
| 爱立信 | 1 | 2.6G | 64 | Air 6454 | 83 | 44 | 直流 | 1070 | 64\*3.75W |
| 2 | 2.6G | 64 | Air 6449 | 93 | 45 | 直流 | 1250 | 64\*5W |
| 3 | 2.6G | 32 | Air 3236 | 91 | 42 | 直流 | 1060 | 32\*10W |
| 4 | 2.6G | 8 | Radio 8863 | 21 | 22 | 直流 | ~800 | 8\*40W |
| 5 | 2.6G | 2 | Radio 2228 | 18 | 17 | 直流 | ~450 | 2\*100W |
| 6 | 2.6G | 4 | Air 44 v1 | 8 | 9 | 交流 | ~300 | 4\*20W |
| 7 | 1.8G+2.6G | 4 | Air 44 v2 | 16 | 15 | 交流 | ~400 | 4\*20W |
| 8 | 2.6G | 4 | DoT44 2.6G 100M v1 | 1.5 | 1.1 | POE | 35 | 4\*250mW |
| 9 | 1.8G+2.6G | 2.6G：4 | DoT44 2.6G 100M v2 | 2 | 2 | POE | 45 | 4\*250mW |
| 10 | 1.8G+2.3G+2.6G | 2.6G：4 | DoT44 2.6G 100M v3 | 2 | 2 | POE | 55 | 4x250mW |
| 11 | 2.6G | 2 | DoT22 2.6G 100M v1 | 1.5 | 1.1 | POE | 30 | 2x250mW |
| 12 | 1.8G+2.6G | 2.6G：2 | DoT22 2.6G 100M v2 | 2 | 2 | POE | 33 | 2x250mW |

### OMC-R

本工程选用华为、爱立信的产品，对应OMC-R设备情况如下表。

表13.2-1 OMC-R设备信息表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂家 | 型号 | 单机架尺寸（高×宽×深）（mm） | 该配置下设备总功耗（Kw） | 该配置下设备总重量（Kg） | 供电方式 |
| 华为 | 泰山 | 2200\*600\*1000 | 7.8 | 600 | AC |
| 爱立信 | OSS 17/19 CP01 | 2000\*1075\*600 | 20 | 1500 | AC |

### 设备抗地震性能要求

根据YD 5083-2005《电信设备抗地震性能检测规范》第1.0.2条要求，在我国抗震设防烈度7烈度（含7度）地区公共电信网上使用的交换、传输、移动基站、通信电源等主要电信设备应取得电信设备抗震性能检测合格证，未取得电信设备抗震性能检测合格证的电信设备，不得在抗震设防烈度7度以上（含7度）地区的公共电信网上使用。

### 基站主设备电力电缆要求

（1）电源线外皮颜色要求

电源线外皮颜色应符合表13.4-1的规定：

表13.4-1 电源线外皮颜色

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 直流电源 | | 交流电源 | |
| 正极 | 红色 | L1相 | 黄色 |
| L2相 | 绿色 |
| 负极 | 蓝色 | L3相 | 红色 |
| 中性线 | 浅蓝色 |
| 保护接地线 | 黄绿色 |

（2）导线防火要求

机房内的导线应采用阻燃电缆或耐火电缆。

## 设备安装及抗震加固

### 基站设备平面布置及安装

各基站机房内设备布置应连线合理、整齐美观，以维护方便、操作安全、便于施工为原则，并应预留出扩容设备的位置。

基站无线设备的平面布置见分册设计文件附图。

抗震加固要求参见14.5节内容。

### 基站走线架平面布置及安装

基站无线机架要求为上走线。无线机架除与地面加固和架间相连外，还应与走线架加固连接。同时要遵照厂商要求进行安装及调测。基站走线架平面布置及安装详见配套工程。

室内走线架一般采用400mm宽的标准定型产品，安装在机架上方，上沿距机房地面高度一般为2200－2600mm，如果是在原有走线架上方再新增一层走线架，新增走线架与原有走线架之间须间隔200mm以上。走线架采用顶棚吊挂、侧边支撑及终端与墙加固等方式加固。安装室内走线架时，要求保证其整体不晃动，牢固可靠，同时走线架均要敷设接地线，与机房室内接地排连接。

室外走线架要求采用400mm宽、50×50×5角钢和40×4扁钢制成，表面涂灰色防锈漆。一般每隔2.5米左右加固一次，在拐弯或终端需增设加固点。水平走线架可采用支撑加固，终端靠近女儿墙可加固在女儿墙上；垂直走线架可采用加固件或角钢用膨胀螺栓加固在楼房外墙壁上。

### 基站天馈设备布置及安装

（1）基站天馈设备布置及安装

5G天线抱杆安装加固的具体要求见土建配套工程。

天线安装高度应满足规划要求并考虑周围环境和建筑物平均高度。天线安装位置及方向角的设置应当满足小区覆盖需求。基站附近天线正前方不得有高的建筑物和地物遮挡，天线照射方向上不能被同址建筑物上的构件、广告牌、其他系统天线及抱杆等设施遮挡。

当天线安装在楼顶平台时，应综合考虑楼面长度及女儿墙高度、天线垂直半功率角、以及未来网优调整天线方向可能达到的最大下倾角度，核算适当的天线挂高，使得天线覆盖主方向不为近处的物体（如楼面、女儿墙等）所遮挡。如下图所示：

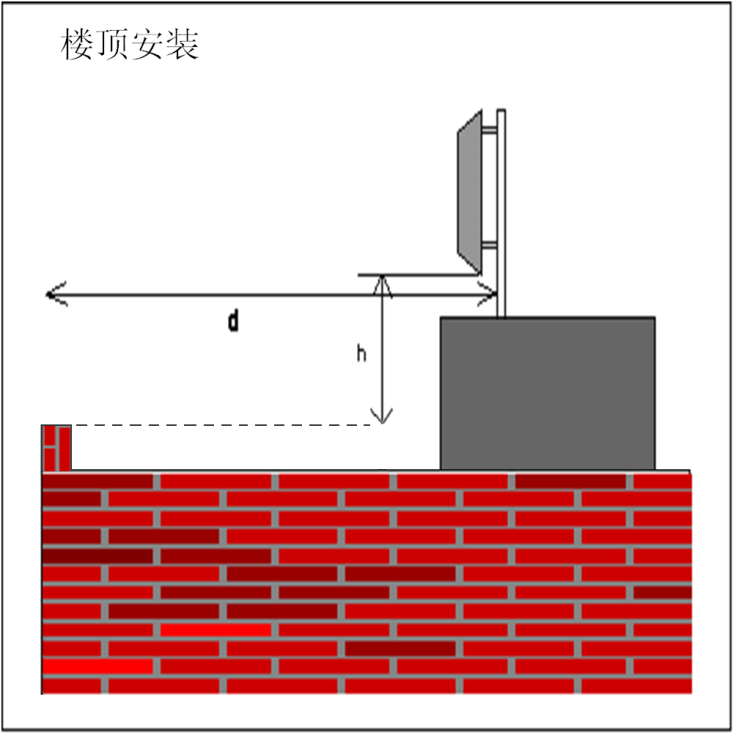


图14.3-1 天线安装在楼顶平台时距楼边缘位置/高度间关系示意图

天馈线系统的电压驻波比不应大于1.5。

（2）北斗/GPS天线布置及安装

中国移动5G基站同步要求支持北斗和GPS双模工作，具备自动切换功能。对于5G和TD-LTE共址基站，若5G与TD-LTE设备同厂家共BBU设置，且当前卫星接收天线支持北斗/GPS双模，5G可直接利用现有同步信号；若5G 与TD-LTE设备同厂家分BBU设置，且当前卫星接收天线支持北斗/GPS双模，在满足北斗/GPS信号接收灵敏度的前提下，优先通过北斗/GPS信号分路方式为5G提供基站同步信号。否则新建北斗/GPS卫星接收天线。

如采用新建北斗/GPS系统方式，北斗/GPS天线尽量安装在建筑物南侧。北斗/GPS天线上方90度范围内应无建筑物遮挡并在避雷针保护范围内；为避免反射波的影响，北斗/GPS天线安装位置距离其附近金属物1.5米以上，条件许可时大于2米；北斗/GPS天线避免放置于基站射频天线主瓣的近距离辐射区域，不要位于微波天线主瓣方向的下方、高压电缆的下方以及电视发射塔的强辐射下；两个或多个北斗/GPS天线安装时要保持2m以上的间距，建议将多个北斗/GPS天线安装在不同地点，防止同时受到干扰。

新建北斗/GPS和共用北斗/GPS场景，主要厂商支持的最大馈线长度如下表：

表14.3-1 各厂商不同设置场景下北斗/GPS最大馈线长度

| 厂商 | 馈线类型 | 北斗/GPS应用场景 | | 允许最大馈线长度(m) |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 中兴 | 1/4馈线 | 新建北斗/GPS | 1/4馈线 | 120 |
| 1/4馈线+1个中继放大器 | 230 |
| 共用北斗/GPS  (二功分) | 1/4馈线+一个二功分器 | 85 |
| 1/4馈线+1个中继放大器+一个二功分器 | 195 |
| 共用北斗/GPS  (四功分) | 1/4馈线+一个四功分器 | 70 |
| 1/4馈线+1个中继放大器+一个四功分器 | 180 |
| 1/2馈线 | 新建北斗/GPS | 1/2馈线 | 210 |
| 1/2馈线+1个中继放大器 | 430 |
| 共用北斗/GPS  (二功分) | 1/2馈线+一个二功分器 | 150 |
| 1/2馈线+1个中继放大器+一个二功分器 | 370 |
| 共用北斗/GPS  (四功分) | 1/2馈线+一个四功分器 | 120 |
| 1/2馈线+1个中继放大器+一个四功分器 | 340 |
| 大唐 | 400dB馈线 | 新建北斗/GPS | 400dB馈线 | 70 |
| 400dB馈线+1个放大器 | 200 |
| 共用北斗/GPS  (二功分) | 400dB馈线+1个二功分器 | 50 |
| 400dB馈线+1个四功分器 | 30 |
| 共用北斗/GPS  (四功分) | 400dB馈线+1个中继放大器+一个二功分器 | 195 |
| 400dB馈线+1个中继放大器+一个四功分器 | 180 |
| 600dB馈线 | 新建北斗/GPS | 600dB馈线 | 110 |
| 600dB馈线+1个放大器 | 300 |
| 共用北斗/GPS  (二功分) | 600dB馈线+1个二功分器 | 75 |
| 600dB馈线+1个四功分器 | 50 |
| 共用北斗/GPS  (四功分) | 600dB馈线+1个中继放大器+一个二功分器 | 300 |
| 600dB馈线+1个中继放大器+一个四功分器 | 270 |
| 华为 | RG8U | 新建北斗/GPS | RG8U馈线 | 150 |
| RG8U馈线+1个中继放大器 | 270 |
| 共用北斗/GPS  (二功分) | RG8U馈线+一个二功分器 | 100 |
| RG8U馈线+1个中继放大器+一个二功分器 | 250 |
| 共用北斗/GPS  (四功分) | RG8U馈线+一个四功分器 | 100 |
| RG8U馈线+1个中继放大器+一个四功分器 | 240 |

### 基站线缆布放

5G系统室外需要安装AAU设备，通常AAU通过光纤与BBU设备相连。无锡设备提供商所供线缆包括BBU与电源设备的连接线缆、BBU与AAU的连接线缆、北斗/GPS馈线等。

基站设备的各种线缆宜通过走线架、线槽、保护管等进行布放，不交叉、不飞线，牢固安装，实现信号电缆和电力电缆的必要隔离。

线缆布放应当满足各类线缆转弯半径要求，保证其正常性能指标。

根据国家标准GB 51199-2016《通信电源设备安装工程验收规范》第3.3.5条的要求，电源线中间严禁有接头。

根据国家标准GB 51199-2016《通信电源设备安装工程验收规范》第3.3.14条的要求，铠装电力电缆的敷设弯曲半径不得小于外径的20倍，塑包电缆敷设弯曲半径不得小于其外径的6倍。

室外线缆进机房前要设置“流水弯”。线缆布放完毕后，馈线窗需做好密封。

### 抗震加固要求

根据YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》的要求，设备安装须考虑抗震加固。电信设备安装设计的抗震设防烈度，应与安装设备的电信房屋的抗震设防烈度相同。一般情况可采用基本烈度，各类电信房屋设防类别应执行YD 5054-2010《通信建筑抗震设防分类标准》的有关规定。

根据GB 50011-2010《建筑抗震设计规范（2016年版）》第1.0.2款的要求，抗震设防烈度为6度及以上地区的建筑，必须进行抗震设计。

#### 抗震设防类别及烈度

根据GB 50011-2010《建筑抗震设计规范（2016年版）》，本期工程所属无锡市属于抗震设防区，各设备安装地点抗震设防烈度如下表所示：

表14.5-1 本期工程抗震设防烈度表

| 序号 | 本期抗震措施采用的抗震设防烈度 | 安装地点 |
| --- | --- | --- |
| 1 | 抗震设防烈度为7度，设计基本地震加速度值为0.10g | 第一组：梁溪区、新吴区、锡山区、滨湖区、惠山区、宜兴市 |
| 2 | 抗震设防烈度为6度，设计基本地震加速度值为0.05g | 第二组：江阴市 |

根据YD 5054-2010《通信建筑抗震设防分类标准》第1.0.3条要求，抗震设防区的所有通信建筑工程应确定其抗震设防类别。新建、改建、扩建的通信建筑工程，其抗震设防类别不应低于本标准的规定。

根据YD 5054-2010《通信建筑抗震设防分类标准》第3.0.1条要求，通信建筑工程应分为以下三个抗震设防类别：

1.特殊设防类：指使用上有特殊设施，涉及国家公共安全的重大通信建筑工程和地震时使用功能不能中断，可能发生严重次生灾害等特别重灾害后果，需要进行特殊设防的通信建筑。简称甲类。

2.重点设防类：指地震时使用功能不能中断或需尽快恢复的通信建筑，以及地震时可能导致大量人员伤亡等重大灾害后果，需要提高设防标准的通信建筑。简称乙类。

3.标准设防类：指除1、2类以外按标准要求进行设防的通信建筑。简称丙类。

根据YD 5054-2010《通信建筑抗震设防分类标准》第3.0.2条要求，通信建筑的抗震设防类别，应符合下表的规定。

表14.5-2 通信建筑抗震设防类别

| 类别 | 通信建筑 |
| --- | --- |
| 特殊设防类（甲类） | 国际出入口局、国际无线电台  国际卫星通信地球站  国际海缆登陆站 |
| 重点设防类（乙类） | 省中心及省中心以上通信枢纽楼  长途传输干线局站  国内卫星通信地球站  本地网通信枢纽楼及通信生产楼  应急通信用房  承担特殊重要任务的通信局  客户服务中心 |
| 标准设防类（丙类） | 甲、乙类以外的通信生产用房 |

根据YD 5054-2010《通信建筑抗震设防分类标准》第3.0.3条要求，通信建筑的辅助生产用房，应与生产用房的抗震设防类别相同。

根据YD 5054-2010《通信建筑抗震设防分类标准》第4.0.1条要求，各抗震设防类别通信建筑的抗震设防标准，应符合下列要求：

1.标准设防类，应按本地区抗震设防烈度确定其抗震措施和地震作用，达到在遭遇高于当地抗震设防烈度预估的罕遇地震影响时不致倒塌或发生危及生命安全的严重破坏的抗震设防目标。

2.重点设防类，应按高于本地区抗震设防烈度一度的要求加强其抗震措施；但抗震设防烈度为9度时应按比9度更高的要求采取抗震措施；地基基础的抗震措施应符合有关规定。同时，应按本地区抗震设防烈度确定其地震作用。划为重点设防类而规模很小的通信建筑，当改用抗震性能较好的材料且符合抗震设计规范对结构体系的要求时，允许按标准设防类设防。

3.特殊设防类，应按高于本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施；但抗震设防烈度为9度时应按比9度更高的要求采取抗震措施。同时，应按批准的地震安全性评价的结果且高于本地区抗震设防烈度的要求确定其地震作用。

遵照上述各项规定，本期设备机房按照规范YD5054-2010《通信建筑抗震设防分类标准》采用标准设防类（丙类）设防要求。

本期通信设备的抗震设防措施根据下表“本期工程抗震措施抗震设防烈度表”所示确定抗震设防烈度：

表14.5-3 本期工程抗震措施抗震设防烈度表

（具体项目需按照项目实施区域参照下表形式具体列出）

| 序号 | 设备安装地点 | 该地点抗震设防烈度 | 本期抗震措施采用的抗震设防烈度 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 梁溪区、新吴区、锡山区、滨湖区、惠山区、宜兴市 | 7度 | 7度 |
| 2 | 江阴市 | 6度 | 6度 |

#### 抗震加固设计参数

设备重要度系数、设备对楼面的反应系数、水平地震影响系数等，按照规范YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》第4章公式 4.1.1-1 取用，具体如下表：

表14.5-4 设备重要度系数

| 设备种类 | 省级中心及以上 | 地区级 | 县级及以下 |
| --- | --- | --- | --- |
| 通信设备 | 1.1 | 1.0 | 1.0 |

设备对楼面的反应系数取2.5注，当实际工程中设备自振频率对应的反应系数大于2.5时，应根据计算附表重新确定计算结果。

注：经工信部保定泰尔研究所确认，在计算时取值取2.5，可满足95%以上设备需求。

设备参数：本期项目各类设备基本参数如下表所示：

表14.5-5 本期工程设备抗震性能需求表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称 | 宽(mm) | 深(mm) | 高(mm) | 重量(kg) |
| 1 | BBU6630 | 482.5 | 350 | 44.5 | 6.5 |
| 2 | AAS6488 | 520 | 238 | 893 | 46 |
| 3 | AAS6454 | 543 | 241 | 1008 | 47 |
| 1 | BBU5900 | 442 | 310 | 86 | 18 |
| 2 | AAU5619 | 470 | 195 | 965 | 40 |

地震影响系数最大值，按下表取定。

表14.5-6 水平地震影响系数最大值

| 地震影响 | 6度 | 7度 | 8度 | 9度 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 多遇地震 | 0.04 | 0.08(0.12) | 0.16(0.24) | 0.32 |
| 设防地震 | 0.12 | 0.23(0.34) | 0.45(0.68) | 0.9 |
| 罕遇地震 | 0.28 | 0.5(0.72) | 0.9(1.2) | 1.4 |

设计中按照设防地震进行计算。

锚栓受力，根据规范JGJ 145-2013《混凝土结构后锚固技术规程》第6.1节及6.2选取参数并计算。

基材受力，根据JGJ 145-2013《混凝土结构后锚固技术规程》第6.3节选取参数并计算。

#### 抗震加固设计计算方法

（1）设备的水平地震作用，按照规范YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》第4章相关要求计算。



式中：－水平地震作用标准值(N)；

－相应于建筑物基本自振周期的水平地震影响系数；

－设备重要度系数；

－设备对楼面的反应系数；

G－设备等效总重力荷载，可取其重力荷载代表值的75%(N)；

h－设备所在楼面的地上高度(m)；

H－建筑物地上总高度(m)。

（2）锚栓实际受力

按照规范YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》第4章相关要求计算。

（3）锚栓钢材的承载力验算

根据规范JGJ 145-2013《混凝土结构后锚固技术规程》第6章提供的验算方法进行验算。

（4）基材受力验算

根据规范JGJ 145-2013《混凝土结构后锚固技术规程》第6章提供的验算方法进行验算。

同时承受剪力和拉力的锚栓，应符合公式：

。

#### 架式、台式、自立式、壁挂式电信设备安装抗震措施

（1）抗震加固锚栓基本要求

一般通信类设备抗震连接后锚固连接安全等级为一级，仅安装无线设备的基站设备抗震连接后锚固连接安全等级为二级。

一般地（根据规范JGJ 145-2013《混凝土结构后锚固技术规程》第4.1.1条），锚栓应按下表受拉状态生命线工程选用。当局站位于三、四类场地或8度以上地区时，尚应由建筑结构专业人员进行复核。

表14.5-7 锚栓用于非结构构件连接时的适用范围

| 锚栓受力状态  锚栓类型 | | | | | 受拉、边缘受剪和拉剪复合受力（抗震烈度≦8度） | | 受压、中心受剪和压剪复合受力（抗震烈度≦8度） | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 生命线工程 | 非生命线工程 | 生命线工程 | 非生命线工程 |
| 机械锚栓 | 膨胀型锚栓 | 扭矩控制型锚栓 | | 适用于开裂混凝土 | 适用 | | | |
| 适用于不开裂混凝土 | 不适用 | 适用 | | |
| 位移控制式锚栓 | | | 不适用 | | | 适用 |
| 扩底型锚栓 | | | | 适用 | | | |
| 化学锚栓 | 特殊倒锥型化学锚栓 | | | | 适用 | | | |
| 普通化学锚栓 | | 适用于开裂混凝土 | | 适用 | | | |
| 适用于不开裂混凝土 | | 不适用 | 适用 | | |

注1：表中受压是指锚板受压，锚栓本身不承受压力。

注2：适用于开裂混凝土的锚栓是指满足开裂混凝土及裂缝反复开合下锚固性能要求的锚栓。施工前应根据图纸资料或现场实地检测确定室内地面非结构层厚度，锚栓长度应为有效锚固长度与结构层厚度之和。当没有实测资料时，可按照不小于下表所确定的长度认定楼面非结构层厚度。

表14.5-8 各类楼面非结构层厚度（mm）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 地面类型 | 普通水泥抹面 | 自流平 | 涂层地面 | 磁砖地面 | 石材地面 | 水磨石 |
| 非结构层厚度(mm) | 30 | 50 | 50 | 30 | 50 | 30-40 |

注：屋面设备应另行根据屋面建筑做法确定。

（2）架式电信设备抗震措施

①抗震措施要求

根据YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》条文说明，架式设备是指宽度为600mm～650mm，深度为300mm～400mm，高度不低于2000mm需用铁架安装的设备。此类设备比较高，除设备底部要与地面加固外，设备顶部也要用构件使之相互连成整体。

根据YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》第5.1.1条的要求，架式电信设备顶部安装应采取由上梁、立柱、连固铁、列间撑铁、旁侧撑铁和斜撑组成的加固联结架。构件之间应按有关规定联结牢固，使之成为一个整体。

根据YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》第5.1.2条的要求，电信设备顶部应与列架上梁加固。8度及8度以上的抗震设防，必须用抗震夹板或螺栓加固。

根据YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》第5.1.3条的要求，电信设备底部应与地面加固。8度及8度以上的抗震设防，设备应与楼板可靠联结。螺栓的规格按YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》的计算方法确定。

根据YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》第5.1.4条的要求，列架应通过连固铁及旁侧撑铁与柱进行加固，其加固件应加固在柱上，加固所用锚栓规格应按YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》的公式计算确定。

列间撑铁的数量应根据抗震设防烈度及列长而定，并应执行YD/T 5026-2005《电信机房铁架安装设计标准》的相关规定。当设防烈度为7度及7度以下时，可取消斜撑。列长在5000mm以下时，相邻两机列上梁间应设一根列间撑铁，加固点可设在上梁的中间处；列长在5000～7000mm时设二根列间撑铁；列长大于7000mm时每隔2500mm左右设一根列间撑铁。

在8度及8度以上抗震设防地区安装650mm宽主槽道时，槽道安装应执行YD/T 5026-2005《电信机房铁架安装设计标准》的相关规定，列槽道之间的距离不大于1.6m，超出以上距离时应增加吊挂装置。

单面柜式机列的过桥槽道应设在机列背与背间的槽道上。槽道间的距离不大于1.6m。槽道安装应执行YD/T 5026-2005《电信机房铁架安装设计标准》的相关规定。

列架应终端在柱或承重墙上。走线架应终端在承重墙或终端在与柱拉接的支架上。

无法用锚栓与地面加固的电信设备，应在设备前后各用L型抗震防滑角铁进行加固。

* + 1. 抗震加固锚栓

根据计算及规范相关规定，高度不小于2000mm，宽度为600-650mm，深度为300-400mm的设备，采用架式设备安装方式，锚栓按照下表14.5-9取用，顶部采用撑铁与主体结构连接，规格如表14.5-10；成列设备（多个机柜紧贴摆放时，机柜间应在顶部连接，建议采用2个M6的螺栓连接）可不考虑宽度影响，当深度大于400mm时，可采用表14.5-9及表14.5-10直接取用。

表14.5-9 架式电信设备地脚锚栓规格数量

| 设防烈度 | 楼层 | 每台设备的锚栓数 | 锚栓规格 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 8度及以下 | 下层 | 4 | 不小于M10 |  |
| 上层 | 4 | 不小于M12 |  |
| 9度 | 下层 | 4 | 不小于M12 | 设备高度大于1.5米时尚需要增加上部支撑 |
| 上层 | 4 | 不小于M12 |

注1：本表适用于机列中单台设备重量不大于300kg的情况。

注2：上层指建筑物地上楼层的上半部分，下层指建筑物地上楼层的下半部分；处于建筑物地上楼层中间部位的，按上层取用；单层房屋按表中下层考虑。

注3：锚栓长度为锚栓有效锚固长度加上非结构层厚度，有效锚固长度为7d0；非结构层的确定应根据实际基站情况确定，无可靠资料时可参考表14.4-8各类楼面非结构层厚度（mm）。

注4：9度区机房设备安装除满足表中要求外，尚需结构专业人员复核。

表14.5-10 支撑构件及锚栓规格数量

| 设防烈度 | 楼层 | 支撑构件规格 | 支撑构件锚栓个数 | 支撑构件锚栓规格 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 8度及以下 | 下层 | L50×5 | 2 | 不小于M10 |
| 上层 | L50×5 | 2 | 不小于M10 |
| 9度 | 下层 | L50×5 | 2 | 不小于M10 |
| 上层 | L50×5 | 2 | 不小于M12 |

注1：上层指建筑物地上楼层的上半部分，下层指建筑物地上楼层的下半部分；处于建筑物地上楼层中间部位的，按上层取用；单层房屋按表中下层考虑。

注2：本表适用于机列中单台设备重量不大于500kg的情况。

（3）台式电信设备抗震措施

根据YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》条文说明，台式电信设备安装组合架没有定型产品，因此在加工制作时，选用的材料应有足够的强度；电信设备与组合架应安装牢固，防止地震时设备掉落。

6度和7度抗震设防时，小型台式设备宜用组合机架方式安装。组合架顶部应与铁架上梁或房屋构件加固，底部应与地面加固，所用锚栓规格按YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》的公式计算确定。

根据YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》第5.2.2条的要求，8度及8度以上的抗震设防，小型台式设备应安装在抗震组合柜内。抗震组合柜顶部应与铁架上梁或房屋构件加固，底部应与地面加固，所用锚栓规格按YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》的公式计算确定。

对在桌面上进行操作的台式设备，可用压条直接固定在桌面上，也可在桌面上设置下凹形底座，将设备直接蹲坐在凹形底座内。

（4）自立式电信设备抗震措施

①抗震措施要求

根据YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》条文说明，自立式通信设备是指宽度为650mm～800mm，深度为500mm～800mm、高度为2000mm和2000mm以下，重量较重、重心较低、顶部不用铁架安装的设备。

根据YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》第5.3.1条的要求，6～9度抗震设防时，自立式设备底部应与地面加固。其锚栓规格按YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》的公式计算确定。

根据YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》第5.3.2条的要求，6～9度抗震设防时，按上述计算的螺栓直径超过M12时，设备顶部应采用联结构件支撑加固，联结构件及地面加固锚栓的规格按YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》的公式计算确定。

② 抗震加固锚栓

根据相关规范和计算，高度小于2000mm、宽度为650~800mm、深度为500~800mm、重量不大于300kg的设备，为自立式设备，其地脚锚栓数量及型号按下表14.5-11取用。结合现网主要应用的移动通信设备的机械参数，经核算，当设备高度小于2000mm、宽度及深度不小于400mm、且设备重量不大于300kg时，地脚锚栓数量及型号也可按下表14.5-11取用。其余2000mm高度以下设备的安装加固应由建筑专业进行复核，当复核结果不满足自立式设备加固方式时采用上部增加支撑的“架式设备”安装方式。

表14.5-11 自立式电信设备地脚锚栓规格数量

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 设防烈度 | 楼层 | 每台设备的锚栓数 | 锚栓规格 | 备注 |
| 8度及以下 | 下层 | 4 | 不小于M10 |  |
| 上层 | 4 | 不小于M12 |  |
| 9度 | 下层 | 4 | 不小于M12 | 设备高度大于1.5米时尚需要增加上部支撑 |
| 上层 | 4 | 不小于M12 |

注1：本表适用于机列中单台设备重量不大于300kg的情况。

注2：上层指建筑物地上楼层的上半部分，下层指建筑物地上楼层的下半部分；处于建筑物地上楼层中间部位的，按上层取用；单层房屋按表中下层考虑。

注3：锚栓长度为锚栓有效锚固长度加上非结构层厚度，有效锚固长度为7d0；非结构层的确定应根据实际基站情况确定，无可靠资料时可参考表14.4-8，各类楼面非结构层厚度（mm）。

注4：9度区机房设备安装除满足表中要求外，尚需结构专业人员复核。

（5）壁挂式电信设备抗震措施

应当对墙体材料进行检测，不得安装于空心砌块墙或轻质隔墙上。当设备重量不大于10kg、且设备中心与墙体距离不大于150mm时，可采用4个不小于M10的锚栓直接固定于墙上，不满足本条件的设备宜在设备底部增加三角支架进行支撑。

#### 基站天馈线安装抗震措施

（1）移动天线安装抗震措施

室外天线与天线支撑杆的连结应不少于两处。

室外天线与支撑杆连结处的连结螺栓应不小于M8；

室内天线的安装应用不小于M6的螺栓固定。

对于特殊场合的天线安装应专门设计，并符合抗震加固要求。

（2）BBU与AAU/RRU连接线缆安装抗震措施

线缆安装应采用专用的走线架（槽）或者走线管道。

线缆与AAU/RRU设备的连接处不宜太紧，接头处宜留有一定富余度。

（3）天线支撑杆安装抗震措施

天线支撑杆设计由土建专业负责，各类型天线支撑杆安装抗震说明及图纸请参阅土建专业设计文件。

#### 本期工程主要设备抗震类型及设计、施工要求

本工程各基站主要设备抗震类型及抗震加固锚栓尺寸如下表所示。

表14.5-12 各基站无线设备抗震类型及抗震加固锚栓尺寸表

具体项目需按照项目实施区域参照下表形式具体列出各基站详细情况，并“22 附表”章节增加“附表9各基站无线设备抗震类型及抗震加固锚栓尺寸表”。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 基站名称 | 设防烈度 | 基站所处建筑位置 | 设备厂家 | 设备型号 | 设备尺寸 （宽×深×高） | 设备重量（kg） | 设备抗震加固类型 | 设备地脚锚栓尺寸规格 | 备注 |
| 1 | XX基站 |  | 上层 |  |  |  |  | 架式 | M12 | 还需增加上部支撑 |
| 2 | XX基站 |  | 下层 |  |  |  |  | 自立式 | M10 |  |
| 3 | XX基站 |  | 上层 |  |  |  |  | 台式 | M10 |  |
| 4 | XX基站 |  | 上层 |  |  |  |  | 壁挂式 | M10 |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

本期工程按照YD 5059-2005《电信设备安装抗震设计规范》、YD/T 5026-2005《电信机房铁架安装设计标准》所对应的要求，参考YD 5060-2010《通信设备安装抗震设计图集》进行设备安装抗震设计。

本设计文件中以规范YD 5060-2010《通信设备安装抗震设计图集》为基础，给出建议参考的抗震加固通用图纸，主要包括设备安装加固、铁件及走线架安装加固、馈线安装加固等图纸。

## 工艺要求

### 机房土建工艺要求

机房地面、墙、天花板及门窗应按通信机房要求进行改造、装修；地面负荷应满足设备安装要求；机房照度应达到设备维护照度要求；机房应有防雷接地设施，交换机房防雷接地电阻要求小于等于1欧姆，基站传输机房防雷接地电阻要求小于等于10欧姆；机房温湿度环境应符合规范及电信设备正常运行要求；无线基站机房应配置具有高温、断电、火警及防盗等报警功能的设备，以符合无人值守机房要求。

无线基站机房土建工艺要求如下表。

表15.1-1 无线基站机房工艺对建筑要求表

| 项目 | 要求 |
| --- | --- |
| 最低净高 (m) | 2.7 |
| 楼面等效均布活荷载 (kN/m2) | 6.0 (未包括电池重量的负荷) |
| 温、湿度要求 | 温度: +5oC~32oC；湿度: 15%~80% |
| 防尘要求 | 良好防尘 |
| 地面材料 | 水磨石地面 |
| 墙面、顶棚及装修 | 涂浅色无光油漆 |
| 门 | 机房门外开或推拉门，门宽>1m |
| 照度 (Lx离地面0.75m水平面上) | 200 |
| 备注 | 1. 每个机房内均应设烟雾告警及灭火装置 (两套)， 并配有安全门锁。  2. 各独立机房内设备散热量按5KW考虑，应配备足够大的空调 (窗式或柜式)。  3. 核实地板荷重，按要求处理地面。  4. 各机房内均应安装 (单相、三相) 电源插座2~3个， 插座应装在设备附近的墙上，距地0.3m。  5. 各机房对外的孔洞待设备安装完毕后均应做密封处理。  6. 各机房抗震要求应按现有通信楼同等级处理。  7. 机房走线架强度应能满足与机房同等级的抗震要求。 |

### 铁塔工艺要求

以下工艺要求是针对移动通信天线安装要求提出的，若天线塔还要安装微波天线，需根据微波工程设计规范中对微波天线塔的要求结合使用。移动通信天线塔可采用圆钢亦可采用角钢搭建，在天线安装的平台上，必须考虑天线支撑横担或天线支撑杆加固的方便。

（1）铁塔平台、高度要求

铁塔的平台应满足移动通信天线安装的承重要求、加固要求和隔离度要求，如铁塔还要额外安装微波天线等，应综合考虑平台数量的设置和平台大小的设计。

铁塔平台应满足一定高度要求，以使在特定平台安装天线时能满足天线挂高要求。

（2）挠度和刚度要求

1. 天线塔无荷载时，中线垂直倾斜不得超过塔高的1/1500；
2. 天线塔在满负荷及最大外力作用下，铁塔不被破坏；
3. 天线塔的抗震设防烈度及抗震设计按当地地震烈度加一级设计；
4. 铁塔最大负荷在未确定远期天线安装负荷的情况下，可暂按27 副移动通信用方向性天线设计。

（3）接地要求

铁塔应具备自上而下的良好电气连接的接地条件。

（4）天线塔的防腐蚀要求

天线塔所有构件均需作防锈镀锌处理，不得在现场切割、钻孔、烧焊；不得使用焊接铁塔。

（5）天线安装要求

1. 天线的安装平台（内、外平台均可）最好不少于两个；
2. 天线安装的所有构件，在挂上天线后，应能在经受当地最大风速时不受破坏。

（6）爬梯要求

应有人爬梯及馈线爬梯，馈线爬梯在馈线穿越时应无阻挡，每隔1米设置一条角钢用于馈线的加固；爬梯应与塔身连固，人在爬梯上活动时，爬梯不能有晃动。

（7）标志信号灯要求

属于当地最高点或处在飞机航空通道下的铁塔塔顶应设置标志信号灯。

### 防雷与接地要求

（1）移动通信基站对地网、接地汇流排和接地汇集线的需求

根据国家标准GB50689-2011《通信局（站）防雷与接地工程设计规范》第3.1.1条的要求，移动通信基站的工作接地、保护接地以及建筑物防雷接地应共用一组接地系统，形成联合接地。基站地网工频接地电阻要求不大于10Ω。

机房内应按照规范设置总接地汇流排和接地汇集线。接地汇集线的安装位置应选择在设备密集的区域，以方便各设备的就近接地。

应在机房入口处设置馈窗接地汇流排，通过40mm×4mm的热镀锌扁钢或截面积不小于95mm2的多股铜导线就近与机房地网直接连接。考虑防盗等需要，馈窗接地汇流排也可设置在馈窗口室内侧，但必须确保馈窗接地汇流排与包括走线架在内的其它金属体和墙体绝缘。

根据国家标准GB50689-2011《通信局（站）防雷与接地工程设计规范》第6.4.3条的要求，接地排严禁连接到铁塔塔角。

（2）机房设备接地线

一般设备（机架）的接地线，应使用截面积不小于16mm2的多股铜线。

环境监控系统、BBU等小型设备的接地线，单独安装时，应采用截面积不小于4mm2多股铜线；当安装在开放式机架内时，应采用截面积不小于2.5mm2的多股铜线连接到本机架的接地汇集线，然后用16mm2的多股铜线将机架接地汇集线连接到室内总接地汇流排。

各设备的保护地线应单独从接地汇集线（或总接地汇流排）上引入。设备与接地汇集线（或总接地汇流排）相接方向要求顺着地线排的方向。接地线布放时应尽量短直，多余的线缆应截断，严禁盘绕。

根据国家标准GB50689-2011《通信局（站）防雷与接地工程设计规范》第3.9.1条的要求，接地线与设备及接地排连接时必须加装铜接线端子，并必须压（焊）接牢固。

机房内接地排及所有的接地线应用不易脱落、不怕受潮的标签注明接地线名称及接地线两端所连接设备的名称；接地线应采用黄绿双色电缆，并绑扎牢固、整齐、避免折弯。

根据国家标准GB50689-2011《通信局（站）防雷与接地工程设计规范》第3.6.8条的要求，严禁在接地线中加装开关或熔断器。

（3）直击雷防护

移动通信基站射频单元及天线、机房、馈线、走线架等设施均应在避雷针的保护范围内，保护范围宜按滚球法计算。

移动通信基站射频单元及天线安装在建筑物顶时，应设在抱杆避雷针的保护范围内，移动通信基站可不另设避雷针。

铁塔避雷针应采用40mm×4mm的热镀锌扁钢作为引下线，若确认铁塔金属构件电气连接可靠，可不设置专门的引下线。

（4）室外走线架的防护

室外走线架始末两端均应接地，接地连接线应采用截面积不小于10mm2的多股铜线。室外走线架在机房馈窗口处的接地应单独引接地线至地网，不能与馈窗接地汇流排相连，也不能与馈窗接地汇流排合用接地引入线。

（5）分布式基站直流拉远系统的防护

直流拉远的电源线应采用屏蔽电缆，电缆屏蔽层应两端接地。AAU侧可通过AAU或者防雷箱实现屏蔽层的接地，机房侧的屏蔽层的接地应在馈窗接地汇流排处实施。

当采用外置直流配电防雷箱时，防雷箱的安装位置应使得接地线尽量短。

当桅杆（抱杆）与楼顶避雷带（网）间具备良好的电气连接时，AAU和室外直流防雷箱等的接地线可直接接在桅杆及抱杆上；当桅杆（抱杆）与楼顶避雷带（网）间不具备良好的电气连接时，AAU和室外直流防雷箱等的接地线应与避雷带（网）、楼顶接地端子等直接连通。

（6）北斗/GPS系统的防护

铁塔位于机房旁边时，北斗/GPS天线宜安装在机房顶部。

当北斗/GPS天线安装在铁塔顶部时，北斗/GPS馈线应分别在塔顶、机房入口处就近接地；当在机房入口处安装了北斗/GPS防雷器时，可通过北斗/GPS防雷器来实现馈线接地；当北斗/GPS馈线长度大于60m时，则宜在塔的中间部位增加一个接地点。

根据国家标准GB50689-2011《通信局（站）防雷与接地工程设计规范》第6.6.4条的要求，GPS天线设在楼顶时，GPS馈线在楼顶布线严禁与避雷带缠绕。

北斗/GPS室内馈线应加装北斗/GPS防雷器保护，北斗/GPS防雷器独立安装时，其接地线应接到馈窗接地汇流排。当北斗/GPS馈线室外绝缘安装时，北斗/GPS防雷器的接地线也可接到室内接地汇集线或总接地汇流排。

当通信设备已内置北斗/GPS防雷器时，不应增加外置式北斗/GPS防雷器。

（7）其它设施的防护

空调室外机应采用带保护地线电源线，并通过该保护地线接地。严禁将室外机机壳与避雷带、雷电引下线、塔体或室外接地排相连。

根据国家标准GB50689-2011《通信局（站）防雷与接地工程设计规范》第3.14.1条的要求，内走线架、吊挂铁架、机架或机壳、金属通风管道、金属门窗等各类金属构件均应与接地汇集线相连作保护接地处理，各段走线架之间必须采用电气连接。室内走线架应与建筑物外墙（包括立柱、梁、地板、屋顶）内的钢筋绝缘，也不得与室外馈线架直接连通。走线架两端应与总接地汇流排作可靠连接，接地线缆宜采用35mm2～95mm2的铜导线；走线架连接处两端宜用16mm2～35mm2铜导线做可靠连接。

## 消防安全

各局、站应按消防安全要求配置必要的防火告警系统及灭火设备。在选择局、站址时应尽量选择符合防火等级的建筑作通信机房。

对机房进行改造时，只可进行为满足机房电气要求的修缮（如对窗户进行处理，以防雨天渗水或泄漏冷气、机房门改为向外开等），不得作装饰性的装修，而且需采用不透光、不燃或阻燃的满足防火要求的材料。施工完毕，所有进线孔洞必须用防火材料堵塞，施工中的设备包装材料和打印纸等易燃物品要随用随清运，不得堆放在机房内或安全通道上。

## 共建共享

根据我国通信行业标准YD 5191-2009《电信基础设施共建共享工程技术暂行规定》第1.0.4条要求，已有铁塔必须开放共享，不具备共享条件的应采取技术改造、加固、扩建等方式进行共享。新建铁塔必须共建。其他基站设施（包括基站铁塔等支撑设施、天面、机房、室内分布系统、基站专用传输线路、电源等其他配套设施）具备条件的应共建共享。

基站铁塔、天面共建共享时，各系统天线安装应采取空间隔离等措施，以满足各系统间的干扰隔离要求。本工程5G系统与其他系统天线安装间距要求请具体参见“12系统间干扰规避”章节。

## 节能环保

### 设备能耗

本工程所采用的设备符合国家对通信产品的节能要求。

为响应国家关于节能减排工作的部署、贯彻落实集团公司“绿色行动计划”，本工程将推行节能减排技术。

目前采用的5G站点级节能技术方案主要有亚帧关断、MIMO通道关断、深度休眠、智能开关断电、载波关断五种技术方案，其中2020年引入前四种技术方案。

设备节能减排，主要从节电、节材和节地三个方面来考虑，按照主设备能耗，制定设备重量、体积、功耗方面的技术规范，建立节能分级体系，确定主设备节能的近期和远期目标。在设备采购中优先考虑低功耗、高能效比的设备，推动设备供应商产品开发，以满足公司节能总体目标要求。

### 电磁防护与环境保护

#### 电磁辐射防护

（1）室外电磁辐射及防治

根据GB 8702-2014《电磁环境控制限值》中的标准规定：

频率30～3000MHz范围内，为控制电场、磁场、电磁场所致公众暴露，环境中电场、磁场、电磁场场量参数任意连续6分钟内的方均根值应满足下表要求：

表18.2-1 公众暴露控制限值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 单位 | 限值 |
| 电场强度 | （V/m） | 12 |
| 磁场强度 | （A/m） | 0.032 |
| 磁感应强度 | μT | 0.04 |
| 等效平面波功率密度 | W/m2 | 0.4 |

频率3000～15000MHz范围内，为控制电场、磁场、电磁场所致公众暴露，环境中电场、磁场、电磁场场量参数任意连续6分钟内的方均根值应满足下表要求：

表18.2‑2 公众暴露控制限值

|  | 单位 | 限值 |
| --- | --- | --- |
| 电场强度 | （V/m） | 0.22 |
| 磁场强度 | （A/m） | 0.00059 |
| 磁感应强度 | T | 0.00074 |
| 等效平面波功率密度 | W/m2 |  |

当公众暴露在多个频率的电场、磁场、电磁场中时，应综合考虑多个频率的电场、磁场、电磁场所导致的暴露，以满足以下要求：

和

式中，表示频率的电场强度；表示频率的电场强度限值；频率的磁场强度；频率的磁场强度限值。

为使公众受到总照射剂量小于规定的限值，环保部HJ/T10.3-1996 《电磁辐射环境影响评价方法与标准》和工业和信息化部YD 5039-2009《通信工程建设环境保护技术暂行规定》对单个项目（单项无线通信系统）通过天线发射电磁波的电磁辐射评估限值作了规定：

①对于国家环境保护局负责审批的大型项目，可取场强防护限值的或功率密度防护限值的1/2。

②对于其他项目，可取场强防护限值的或功率密度防护限值的1/5。

根据上述标准，本项目对于单个2.6GHz基站电磁辐射等效平面波功率密度应小于0.08W/m2，对于单个4.9GHz基站电磁辐射等效平面波功率密度应小于0.13W/m2，对于共站址的情况应满足上述多辐射体限制规定。

设定：

1. 基站平均发射功率为200W；
2. 5G Massive MIMO天线增益为10dBi，赋形增益为12.5dB，馈线接头损耗1dB；
3. 空分复用流数为16；
4. 上下行时隙配比：2.6GHz时为2:7，4.9GHz时为3:5。

可以计算5G电磁辐射保护距离为：

2.6GHz：天线轴向53米；4.9GHz：天线轴向40米。

根据上述计算结果设定电磁辐射安全防护区， 5G NR基站电磁辐射值满足GB 8702-2014《电磁环境控制限值》标准的要求，基站信号对人体的辐射低于国家环境电磁波卫生标准。

对于医院、学校等电磁辐射环境敏感区域，可以采用下述防护措施：

工程手段

1. 在不影响目标覆盖效果的前提下，尽量降低发射功率或减小天线增益；
2. 调整天线架设高度，使天线高于周围建筑物；
3. 调整天线水平方向，使其敏感点避开天线主瓣方向；
4. 天线下倾角不宜过大，以免电磁波通过直射、反射或折射等方式影响电磁辐射水平。

防护手段

1. 在不影响消防措施实施的前提下，有条件上锁的地方，将天面上锁，控制公众接近天线；
2. 将天面上电磁辐射超标的区域划为控制区，采取增设围栏的方法，避免公众接近天线；
3. 在天面上设置电磁辐射警示牌，提醒公众避免接近天线。

监测手段

1. 天线两侧增设屏蔽物，屏蔽其旁瓣对周围环境的电磁环境影响；
2. 定期对各基站的电磁辐射水平进行监测。

（2）室内电磁辐射及防治

根据GB 8702-2014《电磁环境控制限值》中的标准规定：从电磁环境保护管理角度，下列产生电场、磁场、电磁场的设施(设备)可免予管理。

1. 100kV 以下电压等级的交流输变电设施。
2. 向没有屏蔽空间发射 0.1 MHz~300 GHz 电磁场的，其等效辐射功率小于下表所列数值的设施(设备)。

表18.2-3 可豁免设施(设备)的等效辐射功率

| 频率范围/MHz | 等效辐射功率/W |
| --- | --- |
| 0.1—3 | 300 |
| 3—300000 | 100 |

5G NR室内建设方式不论是DAS还是分布式小基站，其天线点EIRP都小于100W（50dBm），因此在GB 8702-2014《电磁环境控制限值》规定的豁免范围内，其设备免予管理。

#### 环境保护

为保护环境，本工程将推进设备环保包装。设备物流环节中，积极推进包装材料轻量化，避免过度包装，提倡使用绿色环保包装材料。建立通用、高效、节约的包装运输标准和体系，与供应商联合开发可重复利用的物流装运工具，减少传统设备运输方式对木箱的大量使用。避免不必要的产品外形设计，广泛采用标准化的运输包装工具。通过绿色包装材料的广泛使用，达到节约木材资源、减少废弃物排放的环保目标，实现循环经济效益。

在工程中应采取措施使工程在投产后具有保护劳动者的安全和卫生条件，采用电磁波辐射计量符合卫生标准的设备。

## 网络安全

### 安全域划分

本项目是对现有系统的扩容和延伸，与现有安全域划分一致。

### 系统自身安全功能

（1）应用系统自身帐号管理功能应支持分级分权设置，系统应通过专用接口开放帐号口令管理接口。

（2）系统应支持以下口令强度要求：

口令长度最短8位；由数字、大小写字符和特殊符号组成；口令有效期90天；修改口令时不得使用5次内的旧口令；连续输入口令3次失败，短时间内锁定该帐号登录。

（3）系统应具备记录3个月内用户操作的能力。系统应通过SYSLOG方式向日志审计系统开放日志接口。

（4）系统中账号口令应通过加密方式保存。

### 系统安全加固

系统中使用的操作系统、网络设备等均按照《中国移动设备通用安全功能和配置规范》要求进行安全配置，并在入网前进行安全基线检查与加固。

### 安全防护手段

本项目是对现有系统的扩容和延伸，依托现有系统的安全防护手段进行防护。

### 安全管理系统接入

本期工程相关设备均接入4A管控平台进行维护。

## 生产组织与进度安排

根据设备维护规程，对移动通信设备及网络运行进行监控、优化、维护和故障处理，保证设备完好和通信畅通。

本工程按本地网设置维护管理机构考虑，核心网及无线基站专业维护管理配置专门人员，传输、电源等配套专业基本利用现网设施，人员配置考虑适当增加。核心网设备实行24小时值班，无线基站设备、电源设备原则上要求实行无人值守。

本工程为5G技术工程，考虑到在网络建设过程中将开展大量的测试工作，为保证工程质量，应按需配置仪器仪表。

根据中国移动集团公司总体进度要求，本工程具体进度安排如下：

（1）项目启动

201年11月项目启动。

（2）工程设计

原则上2020年 5月完成工程安装设计。

（3）工程实施

原则上2020年12月完成设备采购，2020年12月基本完成建设并投产。

## 安全生产要求

通信生产具有“全程全网、联合作业”的特点，要求参与通信生产的所有设备、设施的技术性能要安全、可靠；要求操作、使用这些设备和设施的人员具有迅速、准确、安全的操作技能。在研制、采用相应的安全技术措施时，应首先考虑安全技术措施的可靠性；其次，在通信生产过程中，消除存在的危险因素，制定应急预案。

为加强通信建设工程安全生产监督管理，保障人民群众生命和财产安全，明确安全生产责任，防止和减少生产安全事故，在中华人民共和国境内从事公用电信网新建、改建、扩建及其配套设施建设等活动，以及实施对通信建设工程安全生产的监督管理，须遵守《通信建设工程安全生产管理规定》。

通信建设工程安全生产管理，坚持安全第一，预防为主、综合治理的方针，强化和落实单位主体责任，建立单位负责、职工参与、政府监管、行业自律和社会监督的机制。

通信工程建设、勘察、设计、施工、监理等单位（以下简称安全生产责任主体），必须遵守安全生产法律、法规的规定，执行保障生产安全的国家标准、行业标准和《通信建设工程安全生产管理规定》，推进安全生产标准化建设，确保通信工程建设安全生产，依法承担安全生产责任。

### 安全生产责任

#### 建设单位安全生产责任

（1）建立健全通信工程安全生产管理制度，制定生产安全事故应急救援预案并定期组织演练。

（2）工程概预算应当明确建设工程安全生产费，不得打折，工程合同中应明确支付方式、数额及时限。对安全防护、安全施工有特殊要求需增加安全生产费用的，应结合工程实际单独列出增加项目及费用清单。

（3）工程开工前，应当就落实保证生产安全的措施进行全面系统的布置，明确相关单位的安全生产责任。

（4）不得对勘察、设计、施工及监理等单位提出不符合工程安全生产法律、法规和工程建设强制性标准规定的要求，不得压缩合同约定的工期。

（5）不得明示或者暗示施工单位购买、租赁、使用不符合安全施工要求的安全防护用具、机械设备、施工机具及配件、消防设施和器材。

#### 勘察、设计单位安全生产责任

（1）勘察单位应当按照法律、法规和工程建设强制性标准进行勘察，提供的勘察文件应当真实、准确，满足通信建设工程安全生产的需要。在勘察作业时，应当严格执行操作规程，采取措施保证各类管线、设施和周边建筑物、构筑物的安全。对有可能引发通信工程安全隐患的灾害提出防治措施。

（2）设计单位应当按照法律、法规和工程建设强制性标准进行设计，防止因设计不合理导致生产安全事故的发生。

设计单位应当考虑施工安全操作和防护的需要，对涉及施工安全的重点部位和环节在设计文件中注明，对防范生产安全事故提出指导意见，并在设计交底环节就安全风险防范措施向施工单位进行详细说明。

采用新结构、新材料、新工艺的建设工程和特殊结构的建设工程，设计单位应当在设计中提出保障施工作业人员安全和预防生产安全事故的措施建议。

（3）设计单位编制工程概预算时，必须按照相关规定全额列出安全生产费用。

#### 监理单位安全生产责任

（1）监理单位和监理人员应当按照法律、法规、规章制度、工程建设强制性标准及监理规范实施监理，并对建设工程安全生产承担监理责任。

（2）监理单位应完善安全生产管理制度，建立监理人员安全生产教育培训制度；单位主要负责人、总监理工程师和安全监理人员须具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力，未经安全生产教育和培训合格不得上岗作业。

（3）监理单位应当按照工程建设强制性标准及相关监理规范的要求编制含有安全监理内容的监理规划和监理实施细则，项目监理机构应配置安全监理人员。

（4）监理单位应当审查施工组织设计中的安全技术措施和危险性较大的分部分项工程安全专项施工方案，是否符合工程建设强制性标准和安全生产操作规范，并对施工现场安全生产情况进行巡视检查。

（5）监理单位在实施监理过程中，发现存在安全事故隐患的，应当要求施工单位整改；对情况严重的，应当要求施工单位暂时停止施工，并及时向建设单位报告。施工单位拒不整改或者不停止施工的，工程监理单位应当及时向有关主管部门报告。

#### 施工单位安全生产责任

（1）施工单位应当设置安全生产管理机构，配备专职安全生产管理人员，建立健全安全生产责任制，制定安全生产规章制度和各通信专业操作规程，建立生产安全事故应急救援预案并定期组织演练。

（2）建立健全安全生产教育培训制度。单位主要负责人、项目负责人和专职安全生产管理人员必须具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力，并应当由通信主管部门对其安全生产知识和管理能力考核合格。

对本单位所有管理人员和作业人员每年至少进行一次安全生产教育培训，保证相关人员具备必要的安全生产知识，熟悉有关的安全生产规章制度和操作规程，掌握本岗位的安全操作技能，了解事故应急处理措施，知悉自身在安全生产方面的权利和义务。未经安全生产教育培训合格的人员不得上岗作业。同时，建立教育和培训情况档案，如实记录安全生产教育培训的时间、内容、参加人员以及考核结果等情况。

使用被派遣劳动者的，应当将被派遣劳动者纳入本单位从业人员统一管理，应对被派遣劳动者进行岗位安全操作规程和安全操作技能的教育和培训。

（3）严格按照工程建设强制性标准和安全生产操作规范进行施工作业。按照国家规定配备安全生产管理人员，施工现场应由安全生产考核合格的人员对安全生产进行监督。工程施工前，项目负责人应组织施工安全技术交底，对施工安全重点部位和环节以及安全施工技术要求和措施向施工作业班组、作业人员进行详细说明，并形成交底记录，由双方签字确认。

（4）建立健全内部安全生产费用管理制度，明确安全费用提取和使用的程序、职责及权限，保证本单位安全生产条件所需资金的投入。

（5）作业人员进入新的岗位或者新的施工现场前，应当接受安全生产教育培训，未经教育培训或者教育培训考核不合格的人员，不得上岗作业。采用新技术、新工艺、新设备、新材料时，应当对作业人员进行相应的安全生产教育培训。登高架设作业人员、电工作业人员等特种作业人员，必须按照国家有关规定经过专门的安全作业培训，并取得特种作业操作资格证书后，方可上岗作业。

（6）应当向作业人员提供安全防护用具和安全防护服装，并书面告知危险岗位的操作规程和违章操作的危害。井下、高空、用电作业时必须配备有害气体探测仪、防护绳、防触电等用具。

（7）在施工现场入口处、施工起重机械、临时用电设施、出入通道口、孔洞口、人井口、铁塔底部、有害气体和液体存放处等部位，设置明显的安全警示标识。安全警示标识必须符合国家规定。

（8）在有限空间安全作业，必须严格实行作业审批制度，严禁擅自进入有限空间作业；必须做到“先通风、再检测、后作业”，严禁通风、检测不合格作业；必须配备个人防中毒窒息等防护装备，设置安全警示标识，严禁无防护监护措施作业；必须制定应急措施，现场配备应急装备，严禁盲目施救。

（9）建立健全生产安全事故隐患排查治理制度，采取技术、管理措施，及时发现并消除事故隐患。事故隐患排查治理情况应当如实记录，并向从业人员通报。

（10）依法参加工伤社会保险，为从业人员缴纳保险费，为施工现场从事危险作业的人员办理意外伤害保险。国家鼓励投保安全生产责任保险。

### 易发问题及安全风险点说明

#### 设备安装易发问题及安全风险点说明

设备安装易发问题主要有：

(1) 在已有运行设备的机房内作业时，没有划定施工作业区域，作业人员随意触碰已有运行设备，随意触碰消防设施。

(2) 擅自关断运行设备的电源开关。

(3) 擅自将交流电源线挂在通信设备上。

(4) 脚踩铁架、机架、电缆走道、端子板及弹簧排。

(5) 放置工具和器材在铁架、槽道、机架、人字梯上。

(6) 设备在安装时(含自立式设备)，没有采用膨胀螺栓对地加固。在需要抗震加固的地区，没有按设计要求，对设备采取抗震加固措施。

(7) 布放线缆时，强拉硬拽。在楼顶布放线缆时，没有使用安全带站在窗台上作业。

(8) 涉及有限空间作业时未做好环境检测和施工人员防护。

(9) 设备开箱及搬运中的违规操作。

(10)铁件加工及安装过程中的违规操作。

(11) 未做好设备接地。

(12) 设备加电测试中的违规操作。

设备安装所涉及的工程安全风险点如下：

（1）技术风险：通信设备安装工程所采用的设备都是正规厂家出厂的合格产品，在技术性能上都达到合同规定的要求，技术风险较低。

（2）管理风险：项目施工单位有差异，施工人员有流动，尤其无线基站设备安装工程的施工单位因为分工不同，分为前期施工单位、后期施工单位，在多单位配合施工中，存在协同工作风险，施工单位应做好项目实施计划，建设单位（监理单位）应做好项目实施的过程把控。

（3）资源风险：无线基站设备安装工程涉及在居民区进行作业建设，在站址资源获取或续租上存在资源风险。

（4）质量风险：施工中工艺水平差异，存在施工质量偏差风险，施工工人对环境或设备不熟悉存在操作风险。

（5）环境风险：施工地点有正在运行的设备，在运行安全方面可能存在风险；施工粉尘对在网运行的设备也可能存在危害；有限空间作业时可能存在有毒有害气体等对施工人员的危害。其中无线基站设备安装施工所处居民区，存在业主干扰施工的可能，因此存在业主干扰风险。

此外，具体设备安装施工作业中主要涉及设备安装前开箱、在已有运行设备的机房内作业、需现场进行铁件加工及安装、机架安装和线缆布放以及设备加电测试等关键环节，存在较多涉电作业。

涉及危险因素主要有如下几项：

（1）设备开箱及搬运中的违规操作

（2）未做好设备抗震加固

（3）在已有运行设备的机房内作业时违规操作

（4）各项涉电作业中的违规操做

（5）铁件加工及安装过程中的违规操作

（6）机架安装和线缆布放过程中的违规操作

（7）未做好设备接地

（8）设备加电测试中的违规操作

#### 天馈线安装易发问题及安全风险点说明

天馈线安装易发问题主要有：

(1) 在塔上安装天馈线工作中，没有认真检查塔的固定方式及其牢固程度，盲目上塔作业。

(2) 上、下塔时没按规定路由攀登，人与人之间距离小于3m，行动速度过快。

(3) 天馈线安装现场未对作业面所处危险环境进行提示。

(4) 天馈线安装现场处于市区内时未对作业现场封闭围挡。

(5) 天馈线安装现场没有设置围栏，导致非作业人员误入作业区。

(6) 天线基础的混凝土浇筑没有达到养护期和强度要求就进行天线安装。

(7) 天馈线安装工程涉电作业中的违规操做。

(8) 天馈线安装工程涉及在电力设施附近施工时未做好人员防护。

(9) 作业人员在上塔调整天馈线前，网优工程师没有向上塔人员进行技术交底，没有确认所调整的平台、天线和调整的内容。

天馈线安装所涉及的工程安全风险点如下：

（1）技术风险：天馈线系统安装工程，采用的天线、馈线及相关附属设备都是正规厂家出厂的合格产品，在技术性能上都达到合同规定的要求，技术风险较低。

同时也应该根据各施工地区地理和环境情况不同（如大风、高腐蚀、高寒、多雨），选取相应技术指标和具有针对性的天馈线产品。

（2）管理风险：天馈线系统安装工程涉及基础铁塔、抱杆、简易杆（灯杆）等基础设施，施工单位因为分工不同，分为前期施工单位、后期施工单位，在多单位需求沟通及施工配合中，存在协同工作风险，各施工单位应做好项目实施计划，建设单位（监理单位）应做好项目实施的过程把控。

当租用第三方基础铁塔、抱杆、简易杆（灯杆）等基础设施时，应在第三方确定我方天馈线系统安装技术要求后，协同施工单位做好项目实施工作。

（3）资源风险：天馈线系统安装工程涉及在建筑天面、外墙、简易杆（灯杆）或铁塔上进行施工作业建设，在基础资源获取或续租上存在资源风险。

（4）质量风险：天馈线系统安装工程在施工中存在工艺水平差异，存在施工质量偏差风险；施工工人对环境或设备不熟悉存在操作风险。

（5）环境风险：天馈线系统安装工程涉及塔上、杆上及建筑物顶部或外墙的施工作业，恶劣天气条件会增加施工作业中的风险，且施工地点很可能存在已有开通的天馈系统正在运行中，一方面，存在施工登高作业风险；另一方面，在运行安全方面也可能存在风险。还可能存在施工所处物业业主干扰施工的业主干扰风险。

此外，具体设备安装施工作业中主要涉及施工人员上下塔、上下杆、天馈线等物件吊装作业、塔上、杆上安装天线馈线作业、天馈线防雷接地、天馈线测试及调整等关键环节，存在较多塔上、杆上、塔周或登高作业。

涉及危险因素主要有如下几项：

（1）上下塔、上下杆中的违规操做；

（2）未做好安装现场的施工防护；

（3）天馈线等物件吊装时的违规操作；

（4）塔上、杆上安装天线馈线时的违规操作；

（5）未按规范要求做好天馈线防雷接地；

（6）渉电作业中的违规操做；

（7）天馈线测试及调整等规划优化过程中的违规操作。

### 安全生产要求

通信生产过程中应全程遵照执行《通信建设工程安全生产操作规范（YD 5201- 2014）》的各项具体要求，严格执行，确保通信系统的正常运行，促进通信建设事业发展。

本设计文件中作为重点详细列出相关强制性条文的要求，其他要求请参照《通信建设工程安全生产操作规范（YD 5201- 2014）》的详细内容。

#### 基本规定

根据通信行业标准文件YD 5201-2014《通信建设工程安全生产操作规范》“3 基本规定”的具体条款，施工现场、施工驻地、野外作业、施工现场防火须严格遵守各项强制性要求。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第3.2.1条要求，在公路、高速公路、铁路、桥梁、通航的河道等特殊地段和城镇交通繁忙、人员密集处施工时必须设置有关部门规定的警示标志，必要时派专人警戒看守。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第3.2.8条要求，从事高处作业的施工人员，必须正确使用安全带、安全帽。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第3.3.1条要求，临时搭建的员工宿舍、办公室等设施必须安全、牢固、符合消防安全规定，严禁使用易燃材料搭建临时设施。临时设施严禁靠近电力设施，与高压架空电线的水平距离必须符合相关规定。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第3.4.7条要求，严禁在有塌方、山洪、泥石流危害的地方搭建住房或搭设帐篷。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第3.4.10条要求，在江河、湖泊及水库等水面上作业时，必须携带必要的救生用具，作业人员必须穿好救生衣，听从统一指挥。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第3.6.6条要求，在光（电）缆进线室、水线房、机房、无（有）人站、木工场地、仓库、林区、草原等处施工时，严禁烟火。施工车辆进入禁火区必须加装排气管防火装置。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第3.6.8条要求，电缆等各种贯穿物穿越墙壁或楼板时，必须按要求用防火封堵材料封堵洞口。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第3.6.9条要求，电气设备着火时，必须首先切断电源。

#### 工器具和仪表相关安全规定

根据通信行业标准文件YD 5201-2014《通信建设工程安全生产操作规范》“4 工器具和仪表”的具体条款，施工过程中工器具和仪表在选择和使用中须严格遵守各项强制性要求。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第4.3.9条要求，伸缩梯伸缩长度严禁超过其规定值。在电力线、电力设备下方或危险范围内，严禁使用金属伸缩梯。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第4.4.1条要求，配发的安全带必须符合国家标准。严禁用一般绳索、电线等代替安全带。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第4.6.4条要求，在易燃、易爆场所，必须使用防爆式用电工具。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第4.7.1条要求，焊接现场必须有防火措施，严禁存放易燃、易爆物品及其他杂物。禁火区内严禁焊接、切割作业，需要焊接、切割时，必须把工件移到指定的安全区内进行。当必须在禁火区内焊接、切割作业时，必须报请有关部门批准，办理许可证，采取可靠防护措施后，方可作业。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第4.7.5条要求，焊接带电的设备时必须先断电。焊接贮存过易燃、易爆、有毒物质的容器或管道，必须清洗干净，并将所有孔口打开。严禁在带压力的容器或管道上施焊。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第4.7.7条要求，使用氧气瓶应符合以下要求:

1.严禁接触或靠近油脂物和其他易燃品。严禁氧气瓶的瓶阀及其附件沾附油脂。手臂或手套上沾附油污后，严禁操作氧气瓶。

2.严禁与乙炔等可燃气体的气瓶放在一起或同车运输。

3.瓶体必须安装防震圈，轻装轻卸，严禁剧烈震动和撞击;储运时，瓶阀必须戴安全帽。

4.严禁手掌满握手柄开启瓶阀，且开启速度应缓慢。开启瓶阀时，人应在瓶体一侧且人体和面部应避开出气口及减压气的表盘。

5 .严禁使用气压表指示不正常的氧气瓶。严禁氧气瓶内气体用尽。

6 .氧气瓶必须直立存放和使用。

7.检查压缩气瓶有无漏气时，应用浓肥皂水，严禁使用明火。

8.氧气瓶严禁靠近热源或在阳光下长时间曝晒。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第4.7.8条要求，使用乙炔瓶应符合以下要求:

1.检查有无漏气应用浓肥皂水，严禁使用明火。

2.乙炔瓶必须直立存放和使用。

3.焊接时，乙炔瓶5m内严禁存放易燃、易爆物质。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第4.8.1条要求，严禁使用汽油、煤油洗刷空气压缩机曲轴箱、滤清器或空气通路的零部件。严禁曝晒、烧烤储气罐。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第4.8.4条要求，严禁发电机的排气口直对易燃物品。严禁在发电机周围吸烟或使用明火。作业人员必须远离发电机排出的热废气。严禁在密闭环境下使用发电机。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第4.8.7条要求，潜水泵保护接地及漏电保护装置必须完好。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第4.8.10条要求，搅拌机检修或清洗时，必须先切断电源，并把料斗固定好。进入滚筒内检查、清洗，必须设专人监护。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第4.8.12条要求，使用砂轮切割机时，严禁在砂轮切割片侧面磨削。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第4.8.14条要求，严禁用挖掘机运输器材。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第4.8.17条要求，推土机在行驶和作业过程中严禁上下人，停车或在坡道上熄火时必须将刀铲落地。

根据通信行业标准文件YD 5201-2014第4.8.19条要求，使用吊车吊装物件时，严禁有人在吊臂下停留或走动，严禁在吊具上或被吊物上站人，严禁用人在吊装物上配重、找平衡。严禁用吊车拖拉物件或车辆。严禁吊拉固定在地面或设备上的物件。

#### 器材储运相关安全规定

根据通信行业标准文件YD 5201-2014《通信建设工程安全生产操作规范》“5 器材储运”第5.5.6条要求，易燃、易爆化学危险品和压缩可燃气体容器等必须按其性质分类放置并保持安全距离。易燃、易爆物必须远离火源和高温。严禁将危险品存放在职工宿舍或办公室内。废弃的易燃、易爆化学危险品必须按照相关部门的有关规定及时清除。

#### 通信设备工程相关安全规定

根据通信行业标准文件YD 5201-2014《通信建设工程安全生产操作规范》“8 通信设备工程”第8.1.3条要求，严禁擅自关断运行设备的电源开关。

### 安全生产保障措施

#### 安全生产培训

（1）安全教育对象是生产经营企业所有员工，包括各级领导、管理人员及所有施工人员。安全培训教育是企业所有人员上岗的先决条件，任何人都不可以例外。

（2）生产经营单位要负责购置、编印安全生产书籍、刊物、影像资料等发放给员工。

（3）生产经营单位要长期、定期举办安全生产展览和知识竞赛活动，设立陈列室、教育室等，组织员工参观、学习。全过程的安全教育是确保职工安全生产的基本前提条件。

（4）生产经营单位要定期召开安全生产专题会议，谈论近期生产安全工作重点，防范事故发生。

（5）安全教育培训要具有针对性。通信施工生产设计的专业广、内容多，受地形、水文、气象等环境影响大，因此必须具有针对性、专业性的培训，生产经营单位要组织专职安检人员、生产管理人员等参加安全生产专业培训。

（6）特种作业人员上岗作业前，必须进行专门的安全技术和操作技能的培训教育，增强安全生产意识，并获得证书后方可上岗。

（7）生产经营单位要制定安全应急救援预案，下发给所有员工学习，并组织预案演练，增强员工应对突发生产安全事故的经验。

#### 安全生产保障措施

针对可能存在的技术风险，工程开展前期应全面做好技术储备和专业技术培训，应在设备采购等环节严控设备技术功能与性能品质，确保设备合格入网。

针对管理协调中可能面临的风险，在项目开展初期即制定出完备的管理控制流程，明确各单位责任分工，确定责任人和接口人，明确上下级联系沟通机制，具体任务与责任明确到人，并在项目实施过程中严格执行管理流程。

针对施工现场及周边环境可能给施工人员及周围居民造成危害的风险（如在居民稠密区施工、重要交通路口施工、桥上施工、铁路沿线施工、加油加气站附近施工、变电站附近施工、重要仓库附近施工等），应从技术措施上防止安全事故的发生，施工现场凡有危险存在的地方，一律设置安全警示标志；警示标志要规范，要符合我国安全标志规定；有危险性较大的部位、地段、除设制警示标志外，还应派专人看守。

针对季节性施工所面临的风险，为保证作业人员及设备设施的安全，制定相应的技术措施：如夏季要制定防暑降温措施，雨季制定防雨、防滑、防触电、防雷电、防坍塌措施，冬季要制定防风、防火、防冻、防滑、防煤气中毒措施，在沿海地区施工要有防台风、防大潮措施，在山区施工要有防山体滑坡、防泥石流措施，在森林区施工要有防火措施，在沙漠地区施工要有防干渴、防迷失措施，还有防野兽，虫蛇叮咬措施等。

针对施工现场可能发生的各类常见事故，应制定明确的安全急救措施，最大程度的保护生命财产安全。例如发生机械伤害事故时的措施主要有：①应先切断动力，再根据伤害部位和伤害性质进行处理。②根据现场人员被伤害的程度，通知急救医院，对轻伤人员进行现场救护。③对重伤者不明伤害部位和伤害程度的，不应盲目进行抢救，以免引起更严重的伤害。发生火灾、爆炸事故的措施主要有：①紧急事故发生后，发现人应立即报警，启动应急预案。②按事先制定的应急方案立即进行自救。③疏通事发现场道路，保证救援工作顺利进行；疏散人群至安全地带。④在急救过程中，遇有威胁人身安全情况时，应首先确保人身安全，迅速组织脱离危险区域或场所后，再采取急救措施。⑤切断电源、可燃气体(液体)的输送，防止事态扩大。

（1）设备安装安全风险因素及保障措施

本工程设备安装所涉及施工作业中的风险因素及安全措施如下：

表21.4-1 设备安装安全风险因素及保障措施

| 施工作业内容 | 风险因素序号 | 风险因素 | 风险说明 | 风险处置方案及安全施工说明 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | 人工搬运时，男工每人不超过40kg，女工每人不超过20kg。 |
|  |  |  |  | 需要支搭脚手架时，脚手架要支搭牢固，脚后板要放置平稳，木板厚度不得少于5厘米，跨度不得超过2米，不得支“探头板”。 |
| 设备安装 | 1 | 设备重量大，登高作业 | 易跌倒、砸伤、跌落等 | 登高作业，严禁脚踩铁架、机架、上线电缆走道；严禁攀登配线架支架；严禁脚踩端子板、弹簧排。 |
|  |  |  |  | 组立机架时，应铺木板或其他物品，防止机架滑动而伤人；当机架立起后，应立即做临时支撑，防止倾倒。 |
|  |  |  |  | 放电缆时，不得硬拉并设人看管缆盘，防止盘倒伤人，用剖刀时，应避免划伤手。 |
|  |  |  |  | 施工现场用电应采用三相五线制的供电方式。用电应符合三级配电结构，即由总配电箱经分配电箱到开关箱。每台用电设备应有各自专用的开关箱，实行“一机一箱”制。 |
|  |  |  |  | 施工现场用电应遵照批准的临时用电方案，应采用绝缘护套导线，禁止各类用电电缆乱拉乱接、随地缠绕，严禁将线头直接插到插座内使用，防止发生短路事故线路。 |
|  |  |  |  | 安装、巡检、维修、移动或拆除临时用电设备和线路，应由电工完成，并应有人监护。 |
|  |  |  |  | 检修各类配电箱、开关箱、电气设备和电力工具时，应切断电源，并在总配电箱或者分配电箱一侧悬挂“检修设备，请勿合闸”的警示标牌，必要时设专人看管。 |
|  |  |  |  | 施工时严禁使用高热灯具（如太阳灯等）做临时照明，严禁使用电热水器、电炉等非施工用电热器具，使用照明灯时，灯具的相线应经过开关控制，不得直接引入灯具。 |
| 施工现场用电 | 2 | 用电频繁 | 易触电 | 使用机房原有电源插座时应核实电源容量，用电设备的总功率不得超过供电负荷。 |
|  |  |  |  | 当使用吸尘器、冲击钻、电烙铁或调试用的手提电脑等用电设备取电时，严禁使用UPS及通信设备使用的电源插座。 |
|  |  |  |  | 使用带有金属的工具时，应避免触碰电力线或带电物体。 |
|  |  |  |  | 在机房施工使用的电气设备，应安装漏电保护器，并标明所需电压。 |
|  |  |  |  | 涉电作业应使用绝缘良好的工具，使用的金属工具如改锥、扳手等应用胶布或绝缘塑料带缠绕，并由专业人员操作。在带电的设备、头柜、分支柜中操作时，不得佩戴金属饰物，并采取有效措施防止螺丝钉、垫片、金属屑等金属材料掉落，以防引起电源短路 |
|  |  |  |  | 严禁擅自关断运行设备的电源开关。 |
|  |  |  |  | 电源线中间严禁有接头。 |
|  |  |  |  | 严禁在接地线、交流中性线中加装开关或熔断器。 |
|  |  |  |  | 严禁在接闪器、引下线及其支持件上悬挂信号线及电力线。 |
|  |  |  |  | 不得将交流电源线挂在通信设备上。 |
|  |  |  |  | 设备在加电前应进行检查，设备内不得有金属碎屑，电源正负极不得接反和短路，设备保护地线应引接良好，各级电源熔断器和空气开关规格应符合设计和设备的技术要求。 |
|  |  |  |  | 设备加电时，应逐级加电，逐级测量。 |
|  |  |  |  | 插拔机盘、模块时应配戴接地良好的防静电手环。 |
|  |  |  |  | 测试仪表应接地，测量时仪表不得过载。 |
|  |  |  |  | 插拔电源熔断器应使用专用工具，不得用其他工具代替。 |
|  |  |  |  | 光纤激光不得正对眼睛 |
|  |  |  |  | 插销板、电烙铁、电锤、行灯及手电钻等设备的电源线电源接线应绝缘良好，要布放合理，避免作业员踢碰或绊倒，并不得挂在通信设备上。 |
|  |  |  |  | 铁架、机架及高凳上，不准存放工具和器材。工作需要必须往高凳上放工具或器材时，人离开时必须随手取下；当搬移高凳时，应先检查上面有无工具和器材。 |
|  |  |  |  | 在运行设备顶部操作时，应对运行设备采取防护措施，避免工具、螺丝等金属物品落入机柜内。 |
|  |  |  |  | 作业时，施工作业人员不得将有锋刃的工具插人腰间或放在衣服口袋内。运输或存放这些工具应平放，锋刃口不可朝上或向外，放人工具袋时刃口应向下。 |
|  |  |  |  | 长条形工具或较大的工具应平放。长条形工具不得靠墙、汽车或电杆倚立。 |
|  |  |  |  | 传递工具时，不得上扔下掷。 |
|  |  |  |  | 使用手锤、榔头时不应戴手套，抡锤人对面不得站人。铁锤木柄应牢固，木柄与锤头连接处应用楔子固定牢固，防止锤头脱落。 |
| 施工工器具使用 | 3 | 工器具经常使用 | 易伤手、四肢和身体 | 手持钢锯的锯条安装应松紧适度，使用时避免左右摆动。 |
|  |  |  |  | 滑车、紧线器应定期进行注油保养，保持活动部位活动自如。使用时，不得以小代大或以大代小。紧线器手柄不得加装套管或接长。 |
|  |  |  |  | 各种吊拉绳索在使用前应进行检查，如有磨损、断股、腐蚀、霉烂、碾压伤、烧伤现象之一者不得使用。在电力线下方或附近，不得使用钢丝绳、铁丝或潮湿的绳索进行牵、拉、吊等作业。 |
|  |  |  |  | 使用铁锹、铁镐时，应与他人保持一定的安全距离。 |
|  |  |  |  | 使用剖缆刀、壁纸刀等工具时，刀口应向下，用力均匀，不得向上挑拨。 |
|  |  |  |  | 台虎钳应装在牢固的工作台上，使用台虎钳夹固工件时应夹固牢靠。 |
|  |  |  |  | 使用砂轮机时，应站在砂轮侧面，佩戴防护眼镜，不得戴手套操作。 |
|  |  |  |  | 固定工件的支架离砂轮不得大于3 mm，安装应牢固。工件对砂轮的压力不得过大。不得利用砂轮侧面磨工件，不得在砂轮上磨铅、铜等软金属。 |
|  |  |  |  | 选用的梯子应能满足承重要求，长度适当，方便操作。带电作业或在运行的设备附近作业时，应选择绝缘梯子。 |
|  |  |  |  | 伸缩梯伸缩长度严禁超过其规定值。在电力线、电力设备下方或危险范围内，严禁使用金属伸缩梯。 |
|  |  |  |  | 高处施工应使用绝缘梯或高凳。严禁脚踩机架和布线走道。 |
|  |  |  |  | 使用后未冷却的电烙铁、热风机不得随意丢放。 |
|  |  |  |  | 遵守机房管理制度，严禁在机房内饮水、吸烟。 |
| 施工现场防火 | 4 | 管理疏忽 | 有失火风险 | 机房内施工不得使用明火，需用明火时应经相关单位部门批准。 |
|  |  |  |  | 施工场地应配备消防器材。机房内严禁堆放易燃、易爆物品。 |
|  |  |  |  | 在已有运行设备的机房内作业时，应划定施工作业区域。作业人员不得触碰在运设备；不得随意关断电源开关。 |

（2）天馈线安装安全风险因素及保障措施

本工程天馈线安装所涉及施工作业中的风险因素及安全措施如下：

表21.4-2 天馈线安装安全风险因素及保障措施

| 施工作业内容 | 风险因素序号 | 风险  因素 | 风险说明 | 风险处置方案及安全施工说明 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 上下塔及塔上、高空作业 | 1 | 高空设备安装 | 施工作业位于高处天面或铁塔、通信杆上，未做好安全措施，易导致失足坠地的人员伤亡。 | 高处作业人员必须持证上岗，应该严格遵守施工单位编制的经过审核的高处施工安全技术措施。 施工人员作业时要求遵守工程施工安全规范，不在高温环境下作业、不超负荷作业、不疲劳作业、不在酒后作业，确保工作的安全和质量。 工作时必需使用符合国家标准的安全帽、安全带以及其他相应的劳保用品，严禁穿拖鞋、硬底鞋或赤脚上塔作业。作业中切勿接触潮湿的墙面、导电性高的物体，不能靠近避雷器装置。 安全用品及工具用完后必需放在规定的位置，不得与其他杂物放在一起。 |
| 2 | 高空物件掉落 | 作业使用的器具未做好安全防护可能滑落，比如暂不使用的塔上的工具、金属安装件等物体掉落，造成塔下人员伤亡 | 在高空作业时，应严格遵守高空作业施工规范。 在施工前做好防护及隔离措施，安装现场设置围栏，确保施工的安全性。 在天线吊装现场(包括市内楼房吊装)应设置安全作业警示区域，禁止车辆及无关人员穿行。 施工现场人员必须配带相应的劳动保护用品。 |
| 3 | 恶劣天气 | 高温环境下，强风、大雾、雷雨中户外作业，存在一定安全隐患 | 气候环境条件不符合施工要求时，严禁上塔施工作业。 雷雨天气应停止户外作业防止遭遇雷击伤害，应到安全地点躲避，等雷电消除后方可继续施工。 遇到强风、大雾等天气时，也应停止户外作业。 可作业情况下，施工作业中应做好各项安全防护措施。 |
| 天馈线设备安装作业 | 4 | 天馈线安装基础 | 天线基础的混凝土浇筑未达到养护期和强度要求 安装杆塔时没有检查房屋结构或没有按照杆塔安装规范施工，造成房屋漏水或抱杆倒塌造成人身伤害 | 应确保天线基础的混凝土浇筑达到养护期和强度要求后方可进行天线安装。 安装杆塔时应该按照杆塔安装规范施工。对于有隔热层的天面，应该先拆除隔热层，把杆塔安装件固定在实体天面上，安装完成后需要做好防水处理。 |
| 5 | 设备运输搬运 | 设备、材料运输途中人货混装、设备搬运操作不当，导致物体打击伤害 在重要设备或重要客户设备旁边施工，发生设备碰撞或线缆拉扯现象，造成通信中断 | 驾驶人员需严格遵守交通规则，按规范操作。 施工人员在设备搬运前后应该对设备做好防护措施，确保设备搬运过程中的安全，搬运时注意不要碰撞楼梯或电梯，设备搬运要遵守规定。 |
| 6 | 天馈线设备吊装 | 无专人指挥或指挥混乱 未按照吊装作业规范操作造成人员、设备及环境的损害 | 应严格按照操作规程实施吊装作业： 起吊天线、天线座安装就位时，应有专人负责指挥。 吊装天馈线等物件时，应系好尾绳，严格控制物件上升的轨迹，应使天馈线与铁塔或楼房保持安全距离；拉尾绳的作业人员应密切注意指挥人员的口令，松绳、放绳时应平稳，不得大幅度摆动；向建筑物的楼顶吊装时，绳索不得摩擦楼体。 |
| 7 | 抗震加固 | 未按抗震加固规范进行天馈线设备加固，存在较大安全隐患，易造成设备滑落、倒塌等情况，带来人员伤亡及财产损失 | 天线：室外天线与天线支撑杆的连结应不少于两处。室外天线与支撑杆连结处的连接螺栓直径应不小于M8。 室内天线的安装应用不小于M6的螺栓固定。 对于特殊场合的天线安装应专门设计，并符合抗震加固要求。  馈线：馈线安装应采用专用的走线架（槽）或者走线管道。 馈线安装在走线架（槽）中时，水平方向至少每隔1.5m用馈线卡固定一次，垂直方向至少每隔1m用馈线卡固定一次。 馈线与天线的连结处馈线不宜太紧，接头处宜留有一定富余度。 |
| 8 | 防雷接地 | 未按规范要求做好防雷基地措施 | 应遵循国家或行业规范要求，做好天馈线系统的防雷接地措施，符合安全生产操作规范，符合工程项目设计要求。 |
| 9 | 破坏已有天面设备或天馈系统 | 施工现场已有复杂多样的天面设备，施工时容易破坏其他设备 | 施工时应结合周围情况做好防护措施，不得随意触动已有设备，不得踩踏走线架、馈线等设备，避免对已有系统造成任何不利影响。 |
| 涉电作业 | 10 | 不检查电源极性及相位 | 送电前不检查极性及相位导致短路或错相，送电不通知、不挂牌、不看护，导致触电伤害 | 施工时要求遵守工程施工安全规范。 送电前，先核实电源情况，做好送电前的通知，挂牌和看护。 |
| 11 | 插座、插头漏电 | 各类电气插座、插头老化、电动工具漏电，带电更换附件导致机械或触电伤害 | 施工前需做好用电设备、工具的检查，及时更换各类老化电器设备、工具，施工时要求遵守工程施工安全规范。 |
| 12 | 高压线风险 | 高压线离基站举例比较近时，施工队在进行新建移动基站施工时容易碰到高压线造成人员伤亡 | 施工前必需核实与高压的安全距离，施工时严格按照工程施工规范安装，同时做好安全防范措施 |
| 规划优化作业 | 13 | 通信维护网络被病毒攻击 | 测试计算机带病毒连接到移动通信的维护网络造成对网络的攻击。 | 测试计算机应安装查杀病毒软件并及时更新病毒库，定期查杀病毒。个人计算机不得连接到移动通信的维护网络上去，应防止计算机上的病毒攻击移动通信网络。 |
| 14 | 天馈线测试和调整应未遵守操作规程 | 调整天馈线时，遇到铁架生锈松动、天线抱杆不牢固等现象，仍冒险登高作业。 网优工程师未按规范要求完成向上塔人员的技术交底 误操作调整本次工程或本专业范围以外的网元参数。 数据修改前和修改后，未严格按照操作规范流程操作，导致造成影响网络运行正常的安全问题。 | 调整天馈线时，如遇到铁架生锈松动、天线抱杆不牢固等现象，应报相关单位处理后再调整，不得要求或强制天馈线操作人员冒险登高作业。 作业人员在上塔调整天馈线前，网优工程师应向上塔人员进行技术交底，确认所调整的平台、天线和调整的内容。 不得调整本次工程或本专业范围以外的网元参数。 数据修改前，应检查在维护过程中由于操作失误而造成的重大数据隐患；检查历次数据修改纪录及修改效果记录，对以前的数据应有充分的了解；检查基站控制器(BSC)、基站收发信系统(BTS)版本，了解版本中应该注意的安全事项。 数据修改前，应制定详细的基站数据修改方案和数据修改失败后返回的应急预案，报建设单位审核、批准；应对设备和系统的原有数据进行备份，并注明日期。 数据修改后的检测应遵守以下要求：  1.修改完成后应通过基站维护台检测各基站载频、信道的工作状态是否正常。同时宜采用拨打测试进行检查，保证数据修改后的通信业务正常。  2. 5个基站以上的大范围数据修改后，应及时组织路测，确保网络运行正常。  3.仔细观察话务统计，检查修改后是否有异常情况发生，特别是拥塞率、掉话率等技术指标。当发现异常情况时应及时处理，恢复设备正常运行。 在优化过程中发现存在涉及网络安全的重大问题，应在规定时间内上报相关单位。 |

### 安全应急预案

（1）配备必要的应急救援器材、设备和现场作业人员安全防护物品。如：应急照明、通风、抽水设备及锹镐铲、千斤顶、急救药箱及器材。

（2）施工现场发生交通事故、触电、落水、火灾、人员高空坠落等事故时，现场人员应立即抢救伤员，同时应向上级应急预案组织和当地医疗、消防、交通及相关部门报警。

（3）施工现场发生电路阻断、电源短路、造成设备损坏或使正在运行的设备停机事故时，现场负责人应立即向建设单位和项目经理报告，按照应急预案要求尽快恢复。

（4）发生任何事故，必须及时逐级上报。

（5）项目负责人接到事故报告后，应迅速采取有效措施，积极组织救护、抢险，减少人员伤亡和财产损失，防止事故继续扩大，并立即报告安全生产主管部门或上级应急指挥中心。

（6）对重伤及死亡事故，必须保护好现场，不得破坏与事故有关的物体、痕迹、状态；为抢救伤员需移动现场物体时，必须做好标记，未经批准任何人不得擅自清理或破坏现场。

## 人员编制和人员培训

### 人员编制

根据5G项目具体情况，本项目维护管理人员与2G、3G、4G基站维护人员一并设置，不再另外增加。

### 人员培训

本工程为5G新技术工程，建议对上岗人员，尤其是工程技术人员加强技术培训，提高网络技术、网络规划、设备维护、网络优化等方面的专业水平。培训方式可采用集中授课和现场指导相结合的方式进行。

## 工程验收

### 工程验收前检查

工程验收前检查包括机房环境检查、机房电缆走道（或电缆槽道）安装检查、线缆布放工艺检查、室内设备安装检查、钢塔桅及室外走线架检查、天馈线系统及室外设备检查、设备供电及监控系统检查、防雷接地系统检查等内容。

应按照相应验收规范及设计要求，做好相应的工程验收前的工艺检查。

### 工程初验

设备安装完毕，经过检查测试全部合格，可具备初验条件。

工程初验包括基站子系统验收、操作维护中心（OMC—R）验收和无线网指标验收等内容。

基站子系统验收主要检查软硬件安装是否正确；频率、码资源及信道等系统参数配置是否正确；邻区配置是否正确。

操作维护中心（OMC—R）验收主要检查用户接口、安全、维护、配置、性能、告警等管理功能是否通过。

无线网指标验收主要包括对5G室外连续覆盖、单站覆盖、室内覆盖系统的验收指标，应达到设计指标或验收指标的要求。

### 工程试运行

试运行应从初验测试通过后开始，时间不应少于三个月。试运行相关测试项目与工程初验相同。如果主要指标不符合要求，应从次月开始重新进行。在试运行期间，如果故障率总指标合格，但某月的指标不合格时，应追加一个月，直到合格为止。

### 工程终验

试运行测试的主要性能和指标应达到要求方可进行工程终验。终验前由施工单位向建设单位提交竣工技术文件。在工程终验过程中，应主要检验系统的稳定、可靠和安全性能，并对工程初步验收提出的遗留问题的处理情况、工程试运行情况报告、工程档案的整理情况等进行检查。

工程终验应对工程质量和工程档案进行评价。对工程设计、施工、监理和相关管理部门的工作进行总结。

## 工程合理使用年限

工程合理使用年限，是从工程投产或试运行开始，至工程大修或设备已无法正常使用需要退网的年限。是以整个工程为主体，以工程中主要设备的使用年限为主因素考虑。

通信设备的使用年限与设备设计使用寿命、应用场景、设备维护情况相关，并受通信技术发展推动现有设备退网的影响，同时还受到集团相关指导意见对设备退网规定的影响。

根据对现网设备在网使用年限的调研数据，通过分析影响工程使用年限的各项因素，在排除技术演进、集团决策等因素后，本工程5G基站设备建议的工程合理使用年限为10年、室分设备建议的工程合理使用年限为8年。该合理使用年限，不作为设备退网的依据，具体的工程使用年限，将结合技术发展情况、管理部门的相关规定、设备的具体使用情况、实际使用场景等确定。

## 附表

|  |  |
| --- | --- |
| 附表编号 | 附表名称 |
| 附表1 | 室外基站设备配置表 |
| 附表2 | 室外基站技术参数条件表 |
| 附表3 | 室外基站安装工程量表 |
| 附表4 | 室内覆盖信源配置表 |
| 附表5 | 室内覆盖信源技术参数条件表 |
| 附表6 | 室内覆盖信源安装工程量表 |
| 附表7 | 室内分布系统物业点信息表 |
| 附表8 | 室内分布系统安装工程量表 |
| 附表9 | 各基站无线设备抗震类型及抗震加固锚栓尺寸表 |

附表格式详见附件1

# 工程概算

## 编制说明

### 工程概况及概算总额

本设计为江苏省无锡市5G二期一阶段无线网工程初步设计。包括新建5G室外宏蜂窝基站2074个，室内覆盖信源基站230个；改造OMC-R 1套。

本分册文件包含浦厂宿舍-5G宏基站无线主设备安装单位工程一阶段设计，包括新建5G室外宏蜂窝基站1个，新建宏基站载频3个。

本册设计概算总额，不含税价为××元人民币、增值税为××元人民币、含税价为××元人民币，包括：

需要安装设备费，不含税价为××元人民币、增值税为××元人民币、含税价为××元人民币；

不需要安装设备费，不含税价为××元人民币、增值税为××元人民币、含税价为××元人民币；

建筑安装工程费，不含税价为××元人民币、增值税为××元人民币、含税价为××元人民币；

工程建设其他费，不含税价为××元人民币、增值税为××元人民币、含税价为××元人民币；

预备费，不含税价为××元人民币、增值税为××元人民币、含税价为××元人民币。

与本工程可行性研究报告批复相比，建设规模无变化，工程总投资由可研批复的××万元调整为工程概算××万元，总投资（未）超出可行性研究报告批复。

### 编制依据

（1）工信部通信[2016]451号“工业和信息化部关于印发信息通信建设工程预算定额、工程费用定额及工程概预算编制规程的通知”；

（2）工信部2016年12月发布的《信息通信建设工程费用定额》；

（3）工信部2016年12月发布的《信息通信建设工程概预算编制规程》；

（4）工信部2016年12月发布的《信息通信建设工程预算定额》；

（5）工信部2017年5月发布的《2017版定额征订单及勘误》；

（6）国家发展改革委《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格[2015]299号；

（7）工信部通函[2012]213号《关于调整通信工程安全生产费取费标准和使用范围的通知》；

（8）财政部、税务总局、海关总署《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部税务总局海关总署公告2019年第39号）；

（9）中国移动通信集团江苏有限公司与厂商签订的设备供货合同；

（10）中国移动通信集团江苏有限公司与中国移动通信集团设计院有限公司签订的本工程咨询、勘察设计服务合同；

（11）建设单位提供的相关资料；

（12）中国移动通信集团设计院人员现场勘察资料。

### 概算费率取定

1. 表一

预备费：通信设备安装工程（工程费+工程建设其他费）×3%。

1. 表二

表1.3‑1 建设安装工程费取费

| 序号 | 费用项目 | | | 计算方法 | 主要参数 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 直接费 | 直接工程费 | 人工费 | 工日×人工费单价 | 技工114元/工日 |
| 普工61元/工日 |
| 2 | 材料费 | 按表四（材料） |  |
| 3 | 机械使用费 | 按表三乙 |  |
| 4 | 仪表使用费 | 按表三丙 |  |
| 5 | 措施项目费 | 共15项，见下表 |  |  |
| 6 | 间接费 | 规费 | 工程排污费 | 施工所在地规定。 |  |
| 7 | 社会保障费 | 人工费×社会保障费率 | 28.50% |
| 8 | 住房公积金 | 人工费×住房公积金费率 | 4.19% |
| 9 | 危险作业意外伤害保险费 | 人工费×危险作业意外伤害保险费率 | 1% |
| 10 | 企业管理费 | | 人工费×企业管理费率 | 27.4% |
| 11 | 利润 | | | 人工费×利润率 | 20.0% |
| 12 | 销项税额 | | | 按照国家税法规定应计入建筑安装工程造价的增值税销项税额 | (人工费+乙供主材费+辅材费+机械使用费+仪表使用费+措施费+规费+企业管理费+利润)×9%+甲供主材费×适用税率 |

注：建筑安装工程费=建筑安装工程税前造价+销项税额；

销项税额=（人工费+乙供主材费+辅材费+机械使用费+仪表使用费+措施费+规费+企业管理费+利润）×9%+甲供主材费×适用税率。

表1.3‑2 措施项目费取费

| 序号 | 措施费项目 | 计算方法 | 相应费率取值 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 文明施工费 | 人工费×文明施工费费率 | 1.1% |
| 2 | 工地器材搬运费 | 人工费×工地器材搬运费费率 | 1.1% |
| 3 | 工程干扰费 | 人工费×工程干扰费费率 | 4.0% |
| 4 | 工程点交、场地清理费 | 人工费×工程点交、场地清理费费率 | 2.5% |
| 5 | 临时设施费 | 人工费×临时设施费费率 | ≤35公里，3.8%；  ＞35公里，7.6%； |
| 6 | 工程车辆使用费 | 人工费×工程车辆使用费费率 | 5.0% |
| 7 | 夜间施工增加费 | 人工费×夜间施工增加费费率 | 2.1% |
| 8 | 冬雨季施工增加费 | 人工费×冬雨季施工增加费费率 | 通信设备安装工程（室外部分）  I类地区3.6%，黑龙江、青海、新疆、西藏、辽宁、内蒙古、吉林、甘肃；  II类地区2.5%，陕西、广东、广西、海南、浙江、福建、四川、宁夏、云南；  III类地区1.8%，其他地区 |
| 9 | 生产工具用具使用费 | 人工费×生产工具用具使用费费率 | 0.8% |
| 10 | 施工用水电蒸汽费 | 依据施工工艺要求按实计列 |  |
| 11 | 特殊地区施工增加费 | 特殊地区补贴金额×总工日 | 补贴金额：  2000米以上、4000米以下高原，8元/天；  4000米以上高原，25元/天；  原始森林、沙漠、化工、核工业、山区无人值守站地区，17元/天 |
| 12 | 已完工程及设备保护费 | 人工费×已完工程及设备保护费费率 | 1.5% |
| 13 | 运土费 | 工程量（吨·千米）×运费单价（元/吨·千米） | 工程量按实计列，运费单价按工程所在地运价计算 |
| 14 | 施工队伍调遣费 | 单程调遣费定额×调遣人数×2 | 施工现场与企业的距离35Km以内时，不计取；超过35Km按照相关费率规定计取 |
| 15 | 大型施工机械调遣费 | 调遣用车运价×调遣运距×2 |  |

1. 表三

表1.3-3 基站安装计列工日列表

| 定额编号 | 项目名称 | 单位 | 额定工日 | | 备注说明 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 技工 | 普工 |
| TSW1-001 | 安装室内电缆槽道 | m | 0.14 |  |  |
| TSW1-002 | 安装室内电缆走线架(水平) | m | 0.12 |  |  |
| TSW1-003 | 安装室内电缆走线架(垂直) | m | 0.08 |  |  |
| TSW1-004 | 安装室外馈线走道(水平) | m | 0.35 |  |  |
| TSW1-005 | 安装室外馈线走道(沿外墙垂直) | m | 0.31 |  |  |
| TSW1-006 | 安装室外馈线支架 | 个 | 0.23 |  |  |
| TSW1-007 | 安装软光纤走线槽 | m | 0.06 |  |  |
| TSW1-008 | 安装电源分配架(柜)、箱(落地式) | 架 | 2.13 |  |  |
| TSW1-009 | 安装电源分配架(柜)、箱(壁挂式) | 架 | 1.38 |  |  |
| TSW1-010 | 安装电源分配架(柜)、箱(架顶式) | 架 | 0.6 |  |  |
| TSW1-011 | 电源分配架(柜)带电更换空气开关、熔断器 | 个 | 1 |  |  |
| TSW1-012 | 安装室内有源综合架(柜)(落地式) | 个 | 1.86 |  |  |
| TSW1-013 | 安装室内有源综合架(柜)(嵌墙式) | 个 | 4.05 |  |  |
| TSW1-014 | 安装室内无源综合架(柜)(落地式) | 个 | 1.61 |  |  |
| TSW1-015 | 安装室内无源综合架(柜)(嵌墙式) | 个 | 2.79 |  |  |
| TSW1-016 | 安装室内墙挂/嵌墙式综合机箱(有源) | 个 | 1.2 |  |  |
| TSW1-017 | 安装室内墙挂/嵌墙式综合机箱(无源) | 个 | 0.96 |  |  |
| TSW1-018 | 安装室外落地式综合架(柜)(800mm宽以下) | 个 | 2.48 |  |  |
| TSW1-019 | 安装室外落地式综合架(柜)(800mm宽以上) | 个 | 3.72 |  |  |
| TSW1-020 | 安装室外架空式综合架(柜) | 个 | 5.64 |  |  |
| TSW1-021 | 安装室外墙挂/嵌墙式综合机箱(有源) | 个 | 1.55 |  |  |
| TSW1-022 | 安装室外墙挂/嵌墙式综合机箱(无源) | 个 | 1.28 |  |  |
| TSW1-023 | 增(扩)装子机框 | 个 | 0.2 |  |  |
| TSW1-024 | 安装数字分配架、箱(落地式) | 架 | 3.5 |  |  |
| TSW1-025 | 安装数字分配架、箱(壁挂式) | 架 | 1.75 |  |  |
| TSW1-026 | 安装数字、光分配架单元 | 个 | 0.19 |  |  |
| TSW1-027 | 安装防雷箱(室内安装) | 套 | 1.49 |  |  |
| TSW1-028 | 安装防雷箱(室外非塔上安装) | 套 | 1.66 |  |  |
| TSW1-029 | 安装防雷箱(室外铁塔上安装) | 套 | 2.85 |  |  |
| TSW1-030 | 安装室内接地排 | 个 | 0.69 |  |  |
| TSW1-031 | 安装室外接地排 | 个 | 0.88 |  |  |
| TSW1-032 | 安装防雷器 | 个 | 0.25 |  |  |
| TSW1-033 | 敷设室内接地母线 | 十米 | 1 |  |  |
| TSW1-034 | 接地跨接线 | 十处 | 0.8 |  |  |
| TSW1-035 | 接地网电阻测试 | 组 | 0.7 |  |  |
| TSW1-036 | 敷设硬质PVC管/槽 | 十米 | 0.17 |  |  |
| TSW1-037 | 敷设钢管 | 十米 | 0.22 |  |  |
| TSW1-038 | 安装波纹软管 | 十米 | 0.12 |  |  |
| TSW1-039 | 安装电表箱 | 个 | 0.63 |  |  |
| TSW1-040 | 安装打印机 | 台 | 0.19 |  |  |
| TSW1-041 | 安装维护用微机终端 | 台 | 0.67 |  |  |
| TSW1-042 | 放绑120欧姆平衡电缆(双芯) | 百米条 | 0.94 |  |  |
| TSW1-043 | 放绑120欧姆平衡电缆(多芯) | 百米条 | 1.35 |  |  |
| TSW1-044 | 放绑SYV类同轴电缆(单芯) | 百米条 | 1 |  |  |
| TSW1-045 | 放绑SYV类同轴电缆(多芯) | 百米条 | 1.35 |  |  |
| TSW1-046 | 放绑数据电缆(10芯以下) | 百米条 | 0.71 |  |  |
| TSW1-047 | 放绑数据电缆(10芯以上) | 百米条 | 1 |  |  |
| TSW1-048 | 编扎、焊(绕、卡)接120欧姆平衡电缆(双芯) | 条 | 0.09 |  |  |
| TSW1-049 | 编扎、焊(绕、卡)接120欧姆平衡电缆(多芯) | 条 | 0.55 |  |  |
| TSW1-050 | 编扎、焊(绕、卡)接SYV类同轴电缆 | 芯条 | 0.08 |  |  |
| TSW1-051 | 编扎、焊(绕、卡)接数据电缆（10芯以下） | 条 | 0.08 |  |  |
| TSW1-052 | 编扎、焊(绕、卡)接数据电缆（10芯以上） | 条 | 0.18 |  |  |
| TSW1-053 | 放绑软光纤(设备机架间放、绑)(15m以下) | 条 | 0.29 |  |  |
| TSW1-054 | 放绑软光纤(设备机架间放、绑)(每增加1m) | 条 | 0.03 |  |  |
| TSW1-055 | 放绑软光纤(光纤分配架内跳纤) | 条 | 0.13 |  |  |
| TSW1-056 | 室外布放控制信号线 | 十米条 | 0.3 |  |  |
| TSW1-057 | DDF布放跳线 | 十条 | 0.88 |  |  |
| TSW1-058 | 布放射频拉远单元(RRU)用光缆 | 米条 | 0.04 |  |  |
| TSW1-059 | 制作光缆成端接头 | 芯 | 0.15 |  |  |
| TSW1-060 | 室内布放电力电缆(单芯相线截面积)(16mm2以下) | 十米条 | 0.15 |  |  |
| TSW1-061 | 室内布放电力电缆(单芯相线截面积)(35mm2以下) | 十米条 | 0.2 |  |  |
| TSW1-062 | 室内布放电力电缆(单芯相线截面积)(70mm2以下) | 十米条 | 0.29 |  |  |
| TSW1-063 | 室内布放电力电缆(单芯相线截面积)(120mm2以下) | 十米条 | 0.34 |  |  |
| TSW1-064 | 室内布放电力电缆(单芯相线截面积)(185mm2以下) | 十米条 | 0.41 |  |  |
| TSW1-065 | 室内布放电力电缆(单芯相线截面积)(240mm2以下) | 十米条 | 0.55 |  |  |
| TSW1-066 | 室内布放电力电缆(单芯相线截面积)(500mm2以下) | 十米条 | 0.83 |  |  |
| TSW1-067 | 安装列内电源线 | 列 | 1.5 |  |  |
| TSW1-068 | 室外布放电力电缆(单芯)(16mm2以下) | 十米条 | 0.18 |  |  |
| TSW1-069 | 室外布放电力电缆(单芯)(35mm2以下) | 十米条 | 0.25 |  |  |
| TSW1-070 | 室外布放电力电缆(单芯)(70mm2以下) | 十米条 | 0.36 |  |  |
| TSW1-071 | 室外布放电力电缆(单芯)(120mm2以下) | 十米条 | 0.44 |  |  |
| TSW1-072 | 室外布放电力电缆(单芯)(185mm2以下) | 十米条 | 0.53 |  |  |
| TSW1-073 | 室外布放电力电缆(单芯)(240mm2以下) | 十米条 | 0.74 |  |  |
| TSW1-074 | 室外布放电力电缆(单芯)(500mm2以下) | 十米条 | 1.13 |  |  |
| TSW1-077 | 抗震机座(制作) | 个 | 1.2 |  |  |
| TSW1-078 | 抗震机座(安装) | 个 | 0.38 |  |  |
| TSW1-080 | 安装加固吊挂 | 处 | 0.38 |  |  |
| TSW1-081 | 安装支撑铁架 | 个 | 0.61 |  |  |
| TSW1-082 | 安装馈线密封窗 | 个 | 1.42 |  |  |
| TSW1-083 | 封堵馈线窗 | 个 | 0.75 |  |  |
| TSW1-084 | 开挖墙洞 | 处 | 1.5 |  |  |
| TSW1-085 | 打穿楼墙洞(砖墙) | 处 | 0.11 |  |  |
| TSW1-086 | 打穿楼墙洞(混凝土墙) | 处 | 0.21 |  |  |
| TSW1-087 | 封堵电缆洞 | 处 | 0.8 |  |  |
| TSW1-088 | 天线美化处理配合用工(楼顶) | 副 | 0.38 |  |  |
| TSW1-089 | 天线美化处理配合用工(铁塔) | 副 | 0.75 |  |  |
| TSW1-090 | 天线美化处理配合用工(外墙) | 副 | 0.46 |  |  |
| TSW2-009 | 安装定向天线(楼顶铁塔上)(20m以下) | 副 | 5.7 |  |  |
| TSW2-010 | 安装定向天线(楼顶铁塔上)(20m以上每增加1m) | 副 | 0.08 |  |  |
| TSW2-011 | 安装定向天线(地面铁塔上)(40m以下) | 副 | 6.35 |  |  |
| TSW2-012 | 安装定向天线(地面铁塔上)(40m以上至80m以下每增加1m) | 副 | 0.08 |  |  |
| TSW2-013 | 安装定向天线(地面铁塔上)(80m以上至90m以下) | 副 | 11.95 |  |  |
| TSW2-014 | 安装定向天线(地面铁塔上)(90m以上每增加1m) | 副 | 0.16 |  |  |
| TSW2-015 | 安装定向天线(拉线塔(桅杆)上) | 副 | 7.73 |  |  |
| TSW2-016 | 安装定向天线(抱杆上) | 副 | 4.42 |  |  |
| TSW2-017 | 安装定向天线(楼外墙壁) | 副 | 8.13 |  |  |
| TSW2-018 | 安装小型化定向天线(铁塔上)(20m以下) | 副 | 2.5 |  |  |
| TSW2-019 | 安装小型化定向天线(铁塔上)(20m以上每增加1m) | 副 | 0.06 |  |  |
| TSW2-020 | 安装小型化定向天线(拉线塔(桅杆)上) | 副 | 2.81 |  |  |
| TSW2-021 | 安装小型化定向天线(抱杆上) | 副 | 1.88 |  |  |
| TSW2-022 | 安装小型化定向天线(楼外墙壁) | 副 | 3.25 |  |  |
| TSW2-023 | 安装调测卫星全球定位系统(北斗/GPS)天线 | 副 | 1.8 |  |  |
| TSW2-024 | 安装室内天线(高度6m以下) | 副 | 0.83 |  |  |
| TSW2-025 | 安装室内天线(高度6m以上) | 副 | 1.08 |  |  |
| TSW2-026 | 安装室内天线(电梯井) | 副 | 2.13 |  |  |
| TSW2-027 | 布放射频同轴电缆1/2英寸以下(4m以下) | 条 | 0.2 |  |  |
| TSW2-028 | 布放射频同轴电缆1/2英寸以下(每增加1m) | 米条 | 0.03 |  |  |
| TSW2-029 | 布放射频同轴电缆7/8英寸以下(10m以下) | 条 | 0.98 |  |  |
| TSW2-030 | 布放射频同轴电缆7/8英寸以下(每增加1m) | 米条 | 0.06 |  |  |
| TSW2-031 | 布放射频同轴电缆7/8英寸以上(10m以下) | 条 | 1.63 |  |  |
| TSW2-032 | 布放射频同轴电缆7/8英寸以上(每增加1m) | 米条 | 0.08 |  |  |
| TSW2-033 | 安装集束电缆(馈线) | m | 0.1 |  |  |
| TSW2-034 | 安装集束电缆(馈线)端头 | 个 | 0.05 |  |  |
| TSW2-035 | 安装、调测塔顶信号放大器(有源) | 套 | 1.8 |  |  |
| TSW2-036 | 安装电调天线控制器 | 套 | 0.1 |  |  |
| TSW2-037 | 安装室外滤波器 | 台 | 2.5 |  |  |
| TSW2-044 | 宏基站天、馈线系统调测(1/2英寸射频同轴电缆) | 条 | 0.38 |  |  |
| TSW2-045 | 宏基站天、馈线系统调测(7/8英寸射频同轴电缆) | 条 | 1.1 |  |  |
| TSW2-048 | 配合调测天、馈线系统 | 扇区 | 0.47 |  |  |
| TSW2-049 | 安装基站主设备(室外落地式) | 部 | 7.17 |  |  |
| TSW2-050 | 安装基站主设备(室内落地式) | 架 | 5.92 |  |  |
| TSW2-051 | 安装基站主设备(壁挂式) | 架 | 3.06 |  |  |
| TSW2-052 | 安装基站主设备(机柜/箱嵌入式) | 台 | 1.08 |  |  |
| TSW2-053 | 安装射频拉远设备(楼顶铁塔上)(20m以下) | 套 | 2.69 |  |  |
| TSW2-054 | 安装射频拉远设备(楼顶铁塔上)(20m以上每增加1m) | 套 | 0.04 |  |  |
| TSW2-055 | 安装射频拉远设备(地面铁塔上)(40m以下) | 套 | 2.88 |  |  |
| TSW2-056 | 安装射频拉远设备(地面铁塔上)(40m以上至80m以下每增加1m) | 套 | 0.04 |  |  |
| TSW2-057 | 安装射频拉远设备(地面铁塔上)(80m以上至90m以下) | 套 | 4.25 |  |  |
| TSW2-058 | 安装射频拉远设备(地面铁塔上)(90m以上每增加1m) | 套 | 0.1 |  |  |
| TSW2-059 | 安装射频拉远设备(拉线塔(桅杆)上) | 套 | 3.06 |  |  |
| TSW2-060 | 安装射频拉远设备(抱杆上) | 套 | 2.13 |  |  |
| TSW2-061 | 安装射频拉远设备(楼外墙壁) | 套 | 2.88 |  |  |
| TSW2-062 | 安装射频拉远设备(室内壁挂) | 套 | 1.94 |  |  |
| TSW2-063 | 安装小型基站设备(挂杆)(杆高20m以下) | 套 | 2.31 |  |  |
| TSW2-064 | 安装小型基站设备(挂杆)(杆高20m以上) | 套 | 2.88 |  |  |
| TSW2-065 | 安装小型基站设备(室内壁挂) | 套 | 2.04 |  |  |
| TSW2-066 | 安装小型基站设备(室外壁挂) | 套 | 2.98 |  |  |
| TSW2-071 | 扩装设备板件 | 块 | 0.5 |  |  |
| TSW2-072 | 安装落地式基站功率放大器 | 架 | 4.28 |  |  |
| TSW2-077 | LTE/4G基站系统调测(3个“载·扇”以下) | 站 | 16.85 |  |  |
| TSW2-078 | LTE/4G基站系统调测(3个“载·扇”以上每增加一个“载·扇”) | 载·扇 | 1.06 |  |  |
| TSW2-081 | 配合基站系统调测(定向) | 扇区 | 1.41 |  |  |
| TSW2-082 | 操作维护中心设备(OMCR)(安装) | 架 | 2.67 |  |  |
| TSW2-083 | 操作维护中心设备(OMCR)(调测) | 套 | 6.8 |  |  |
| TSW2-084 | 无线操作维护中心(OMCR)扩容(扩装功能模块) | 单元 | 0.75 |  |  |
| TSW2-085 | 无线操作维护中心(OMCR)扩容(调测) | 套 | 5.7 |  |  |
| TSW2-093 | LTE/4G基站联网调测 | 扇区 | 6.32 |  |  |
| TSW2-094 | 配合联网调测 | 站 | 2.11 |  |  |
| TSW2-095 | 配合基站割接、开通 | 站 | 1.3 |  |  |

1. 表四

主要材料费=材料原价+运杂费+运输保险费+采购及保管费+采购代理服务费。

设备、工器具购置费=设备原价+运杂费+运输保险费+采购及保管费+采购代理服务费。

表1.3‑4 主材及设备工器具取费表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 费用名称 | | 计算方法 | 相关费率取值 |
| 主要材料费 | 材料原价 | 供应价或供货地点价 |  |
| 运杂费 | 材料原价×器材运杂费费率 | 见器材运杂费费率表 |
| 运输保险费 | 材料原价×保险费费率 | 0.1% |
| 采购及保管费 | 材料原价×采购及保管费费率 | 1.0% |
| 采购代理服务费 | 按实计列 |  |
| 辅助材料费 |  | 主要材料费×辅助材料费费率 | 3.0% |
| 设备工器具购置费 | 设备原价 | 供应价或供货地点价 |  |
| 运杂费 | 设备原价×设备运杂费费率 | 见设备运杂费费率表 |
| 运输保险费 | 设备原价×保险费费率 | 0.4% |
| 采购及保管费 | 设备原价×采购及保管费费率 | 需要安装设备:0.82% |
| 不需要安装设备:0.41% |
| 采购代理服务费 | 按实计列 |  |

1. 表五

表1.3-5 工程建设其他费

| 序号 | 名称 | 取费标准 |
| --- | --- | --- |
| 1 | 建设用地及综合赔补费 | 按所在地区标准 |
| 2 | 项目建设管理费 | 不计列 |
| 3 | 可行性研究费 | 根据建设单位本期工程咨询设计招标文件规定及签订的可研服务合同 |
| 4 | 勘察设计费 | 根据建设单位本期工程勘察设计招标文件规定及签订的勘察设计服务合同 |
| 5 | 环境影响评价费 | 根据建设单位本期工程与环评机构签订的服务合同 |
| 6 | 建设工程监理费 | 根据建设单位本期工程监理招标文件规定及签订的监理服务合同 |
| 7 | 安全生产费 | 工信部通函〔2012〕213号《关于调整通信工程安全生产费取费标准和使用范围的通知》，安全生产费=建安费×1.5%，任何单位和个人不得直接或间接对安全生产费进行打折 |
| 8 | 审计费 | 结合各省市实际情况计取 |
| 9 | 选站协调费 | 结合各省市实际情况计取 |

### 其他需要说明的问题

## 概算表格

|  |  |
| --- | --- |
| 概(预)算表格编号 | 概(预)算表名称 |
| GYSB-HZ-B1 | 建设项目总概算表(汇总表) |
| GYSB-B1 | 各部分工程概算表( (表一) |
| GYSB-B2 | 建筑安装工程费用概算表(表二) |
| GYSB-B3-01 | 建筑安装工程量概算表(表三)甲 |
| GYSB-B3-02 | 建筑安装工程机械使用费概算表(表三)乙 |
| GYSB-B3-03 | 建筑安装工程仪器仪表使用费概算表(表三)丙 |
| GYSB-B4-01 | 国内器材概算表(表四)甲(需安装设备) |
| GYSB-B4-02 | 国内器材概算表(表四)甲(不需安装设备) |
| GYSB-B4-03 | 国内器材概算表(表四)甲(主材) |
| GYSB-B5 | 工程建设其他费概算表(表五)甲 |
| GYSB-B6 | 小型建筑工程概算表 |

# 图纸

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 图纸名称 | 图纸编号 | |
| 机房铁架安装方法示意图（无斜撑） | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-01 |
| 机房铁架安装方法示意图（有斜撑） | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-02 |
| 机房走线架安装平面示意图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-03 |
| 连固铁与承重墙加固示意图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-04 |
| 旁侧撑铁与柱加固示意图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-05 |
| 旁侧撑铁与柱或承重墙用膨胀螺栓加固示意图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-06 |
| 电缆走线架与承重墙加固示意图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-07 |
| 电缆走线架吊挂加固示意图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-08 |
| 电缆走线架穿墙洞加固示意图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-09 |
| 立柱与楼板加固示意图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-10 |
| 立柱与上梁、旁侧撑铁加固示意图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-11 |
| 连固铁与柱加固示意图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-12 |
| 连固铁与顶柱机列加固示意图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-13 |
| 主走线架与墙加固示意图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-14 |
| ⑴⑵⑶⑷节点图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-15 |
| ⑸⑹节点图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-16 |
| ⑺⑻节点图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-17 |
| ⑼⑽⑾⑿节点图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-18 |
| ⒀⒁节点图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-19 |
| ⒂⒃⒄节点图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-20 |
| 机架与上梁加固示意图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-21 |
| 机架与上梁、列间撑铁与上梁加固示意图（一） | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-22 |
| 机架与上梁、列间撑铁与上梁加固示意图（二） | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-23 |
| 抗震夹板、加固小角钢加工图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-24 |
| 机架与单上梁槽道、机架与双上梁槽道加固示意图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-25 |
| 机架延伸架与上梁加固示意图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-26 |
| 架式设备安装方式（一） | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-27 |
| 架式设备安装方式（二） | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-28 |
| 架式设备顶部连接加固示意图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-29 |
| 架式设备底部连接加固示意图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-30 |
| 带抗震底部设备的底部连接加固示意图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-31 |
| 抗震底座Ⅰ结构图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-32 |
| 抗震底座Ⅱ结构图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-33 |
| 抗震底座Ⅱ加工图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-34 |
| 自立式设备底部连接加固示意图（一） | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-35 |
| 自立式设备底部连接加固示意图（二） | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-36 |
| 自立式设备底部连接加固示意图（三） | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-37 |
| 馈线安装加固示意图 | | 2019YBCT0368-001-KZJGTYT-38 |