

# 2024年甘肃省职业院校技能大赛

## 5G 组网与运维赛项（高职组）

### 赛题第 3 套

## 一、竞赛须知

### 1. 竞赛内容分布

➤ 竞赛模块 1--5G 公共网络规划部署与开通（35 分）

子任务 1：5G 公共网络部署与调试（15 分）

子任务 2：5G 室内与室外站点建设（20 分）

➤ 竞赛模块 2--5G 公共网络运维与优化（35 分）

➤ 竞赛模块 3--5G 专用网络组网与运维（25 分）

➤ 职业素养（5 分）

### 2. 竞赛时长

竞赛时长为 1.5 天，共 8 个小时。

### 3. 竞赛注意事项

（1）任务书共 29 页，如出现任务书缺页，字迹不清等问题，请及时向裁判申请更换任务书。

（2）竞赛所需的硬件、软件和辅助工具由组委会统一布置，选手不得私自携带任何软件、移动存储、辅助工具、移动通信设备等进入赛场。

（3）选手提交的资料不得出现学校、姓名等与身份有关的信息，

否则成绩无效。

(4) 比赛完成后，所有电脑保持运行状态，不要随意关闭电脑。比赛设备、软件和赛题请保留在座位上，禁止将比赛所用的所有物品（包括试卷和草稿纸）带离赛场。

(5) 裁判以各参赛队队长提交的结果为主要评分依据。在比赛结束前，完成任务书所要求的操作。

(6) 参赛队需按任务书中要求完成相应的业务测试，如注册、会话、联网、切换、重选、漫游、切片应用等。若完成非任务书要求的测试项目，不得分。

(7) 5G 公共网络部署与调试、5G 公共网络运维与优化中，O、P、Q 代表城市名称，O\_1、P\_1、Q\_1 等代表城市中的测试点，Q\_1→Q\_2→Q\_3→Q\_4 代表测试路线，O1、P1、Q1 等代表测试小区。5G 专用网络组网与运维任务中，A、B、C、D 为场景内区域，A1、B1、C1、D1 等代表各区域下测试点。5G 室内与室外站点建设任务中，所有既有配置和数据均依照工程实际配置，不可更改原有网络规划及数据，赛事已设置自动监控，对原有配置数据改动一处扣 1 分，直到该项任务总分扣完为止。

(8) 各项竞赛内容得分总和为参赛队总得分，按照总得分从高到低排定名次。若总得分相同，按照竞赛模块内容难度从高到低排序，以 5G 专用网络组网与运维、5G 公共网络运维与优化、5G 公共网络规划部署与开通各模块的得分高低依序排名。

#### 4. 竞赛结果的提交

(1) 5G 公共网络部署与调试子任务，根据任务要求完成网络规划计算与开通调试相关操作，并将网络规划计算结果填写至纸质答题卡。

(2) 5G 室内与室外站点子任务，根据任务要求由队长账号在对应的竞赛单元中完成站点勘察、方案设计、工程预算、工程实施、工程验收任务并点击提交按钮进行结果提交。

(3) 5G 公共网络运维与优化任务，根据任务要求完成网络性能故障处理与业务质量优化相关操作，由队长账号在网页端故障排查选项卡填写故障编码并提交，队员提交无效。

(4) 5G 专用网络组网与运维任务，根据任务要求在对应的竞赛单元中完成 5G 专用网络规划与开通调试工作，点击各大功能模块的提交任务按钮提交各模块评分。

## 二、竞赛模块

### 竞赛模块 1--5G 公共网络规划部署与开通（35 分）

#### 子任务 1：5G 公共网络部署与调试（15 分）

##### 1. 任务背景

中国 5G 手机市场渗透率自 2021 年第四季度突破 80%后，一直维持较高占比；5G 用户规模持续扩大，截至 2022 年 9 月底，5G 移动电话用户超过 5 亿户，5G 用户渗透率突破 30%。在融合应用方面，5G 行业应用“广度”和“深度”双管齐下，已覆盖国民经济 97 个大类中的 40 个，应用案例累计超过 5 万个，在工业、矿山、医疗、港口等先导行业已实现规模推广。为满足 5G+行业应用发展需求，O 市、P 市、Q 市计划加快推进 5G 的建设，当地运营商需根据网络容量规划模型获取城市经济发展和人口数量等信息进行 5G 网络规划，作为运营商的 5G 工程师请依据任务要求给出规划数据，并完善现有网络配置，确保网络调试开通顺利，实现业务正常运行。

##### 2. 任务要求

合理的网络规划是移动通信网络建设的重要前提，经过前期的数据采集分析，已统计出 O 市、P 市、Q 市的话务模型。请根据已有的模型数据，完成三个城市的网络规划。并根据各城市的任务背景要求完成各城市的不同机房设备部署与站点数据配置，保障站点达到入网

要求。具体操作规范及任务要求如下：

1) 三个城市中已有设备、连线、参数均不可修改（赛事已设置自动监控,对原有配置数据改动一处扣1分,直到该项总分扣完为止）。三个城市采用 NSA 或 SA 组网模式,涵盖 Option 3x、Option 2 两种选项,其中 Q 市未部署核心网机房。

2) 三个城市的无线网采用 CU、DU 合设或分离部署模式。承载网设计需符合运营商网络架构设计要求,在网络层次上分为接入层、区域汇聚层、骨干汇聚和核心层,实现业务逐级收敛。承载网各层级设备间必须采用环型组网实现业务的冗余保护。且需根据网络规划设计完成设备部署及数据配置,承载网、无线、核心网规划要求如下:

#### (1) 无线网配置要求

基站内小区频点、功率、PRACH 等需按网络规划配置,每错一处扣 0.1 分。

#### (2) 承载网配置要求

- 根据承载网现有参数配置进行规划配置,完成承载网的所有 IP 对接,每缺少一条,扣 0.1 分,每改动或删除一处已有参数,扣 1 分。

- 根据承载网现有参数配置进行规划配置,完成承载网 SPN 设备中的所有 FlexE 对接配置,每缺少一条,扣 0.1 分,每改动或删除一处原有参数,扣 1 分。

- 根据承载网现有的设备配置和参数,完成承载网 OTN 设备中的所有频率配置,每缺少一条,扣 0.1 分,每改动或删除一处原有参数,扣 1 分。

### (3) 核心网配置要求

- 根据核心网现有参数配置进行规划配置，完成核心网所有网元的接口IP配置，每缺少一条，扣0.1分，每改动或删除一处已有参数，扣1分。

- 根据核心网现有参数配置进行规划配置，如Option 3x组网下完成核心网MME网元与HSS网元的对接配置，Option 2组网下完成AMF网元与SMF网元的对接配置，每缺少一条，扣0.1分，每改动或删除一处已有参数，扣1分。

- 根据核心网现有的设备配置和参数，完成核心网SW设备的物理接口及逻辑接口配置，每缺少一条，扣0.1分，每改动或删除一处已有参数，扣1分。

3) 规划计算按空得分，各步骤的计算结果，均以商用网络规划的计算值，进行四舍五入或取整得出，并在答题卡上填写相应答案。

## 3. 任务规划

### 1) O 市

该市的建筑密集，用户高度集中，总移动上网用户数为 1800 万，某运营商用户占比为 65%，规划覆盖区域 2400 平方公里。初期建网计划采用 SA Option 2 组网，部署 5G TDD 无线网络，IP 承载网汇聚、接入层采用环型拓扑。

无线环境方面，O 市平均建筑高度约 20m，街道宽度约 15m，终端高度约 1.5m，基站高度约 25m，单个基站小区数为 3 个。人体损耗和

线缆损耗可忽略不计，阴影衰落余量为 12dB，对接增益为 14dB，上行干扰余量为 8dB，下行干扰余量为 5dB。穿透损耗与各无线小区频段相关，各频段的穿透损耗如表 1 所示。

表1 各频段穿透损耗

频段（GHz）	0.7	2.6	3.5	4.9	27	37
穿透损耗（dB）	11	23	26	30	46	49

5G 终端方面，该运营商通过市场调查，发现 0 市用户主要使用的是下表中三款终端。其中终端 3 占比达到 70%以上，本次规划主要考虑终端 3 参数，其终端灵敏度为-100dBm，各终端相关性能参数如表 2 所示。

表2 各终端性能参数

终端型号	终端 1	终端 2	终端 3
功率（dBm）	23	26	26
天线增益（dBi）	0	0	0
天线数	2T4R	2T2R	2T4R

无线设备方面，0 市该运营商有下表五款 AAU 型号可供选择，各 AAU 性能参数如表 3 所示，AAU 功率换算成 dBm 时需向下取整，且其基站灵敏度为-125dBm。

表3 各AAU性能参数

AAU 型号	AAU999S	AAU888S	AAU666S	AAU555S	AAU333S
支持频段（MHz）	24250-27500	2515-2675	4800-5000	3400-3600	3400-3800
功率（W）	260	120	200	200	200
天线增益（dBi）	27	15	15	17	18
支持带宽配置（MHz）	50 /100 /200 /400	20 /40 /50 /60 /80 /100	20 /40 /50 /60 /80 /100	20 /40 /50 /60 /80 /100	20 /40 /50 /60 /80 /100



无线参数方面，0 市内规划覆盖范围内为低速移动场景，运营商计划使用 BAND258 频段中的频点来开通带宽为 200MHz 的 5G 站点，1 小区下行中心载频为 2050833，2 小区下行中心载频为 2060833，3 小区中心载频为 2065833，系统子载波间隔为 60kHz，采用 DDDSU 1.25ms 单周期帧结构，S 时隙符号配比为 4:2:1，上行开销比例为 0.08，下行开销比例为 0.14，单小区 RRC 最大用户数为 750，上行缩放因子为 0.95，下行缩放因子为 0.93，上下行编码效率均为 0.94， $R_{\max}$  为 948/1024，上行速率转化因子为 0.64，上行调制方式为 256QAM，下行速率转化因子为 0.55，下行调制方式为 256QAM，激活用户在线比例为 0.09，热点区域扩容比例为 1.5，4G 小区覆盖半径约为 600m。PRACH 参数规划根据实际网络配置情况，参考附表 1、附表 2、附表 3 和附表 4 内容，结合任务规划内容完成相关规划。

承载方面，4G 单站三扇区吞吐量均值为 230Mbps，4G MIMO 单站三扇区吞吐量均值为 700Mbps，4G 基站带宽预留比为 0.3，4G 链路工作带宽占比为 0.5，5G 基站带宽预留比为 0.5，单接入环可接入 6 个 5G 基站或 23 个 4G 基站，单汇聚环下挂 5 个接入环，单骨干汇聚点下挂 7 个汇聚环，单核心层下挂 7 个骨干汇聚点，4/5G 接入设备部署模式为 4/5G 独立接入环，汇聚环带宽收敛比为 0.55，骨干汇聚点带宽收敛比为 0.3，核心层带宽收敛比为 0.23。

核心网方面，单 VNF 占用内存为 3GB，单 VNF 占用存储为 12GB，单 AMF 支持站点数目为 900 个，单 UPF 支持站点数目为 850 个，非对接无线 VNF 数量为 8 个，单服务器内存为 256GB，单服务器硬盘容量为 3000GB。

2) P 市

该市拥有多个商业购物中心，交通便捷，总移动上网用户数为 1000 万，某运营商用户占比为 72%，规划覆盖区域为 1700 平方公里。初期建网计划采用 NSA Option 3x 组网，部署 5G TDD 无线网络，IP 承载网汇聚、接入层采用环型拓扑。

无线环境方面，P 市的平均建筑高度约 20m，街道宽度约 20m，终端高度约 1.52m，基站高度约 27m，单个基站小区数为 3 个。人体损耗固定为 0.2dB，线缆损耗固定为 0.5dB，阴影衰落余量为 11dB，对接增益为 5dB。上行干扰余量为 6dB，下行干扰余量为 6dB。穿透损耗与各无线小区频段相关，各频段的穿透损耗如表 4 所示。

表4 各频段穿透损耗

频段（GHz）	0.7	2.6	3.5	4.9	27	37
穿透损耗（dB）	11	23	26	30	46	49

5G终端方面，该运营商通过市场调查，发现该市用户主要使用的是以下三款终端。其中终端1占比达到70%以上，本次规划主要考虑终端1参数，终端灵敏度为-102dBm。各终端相关性能参数如表5所示，在NSA组网下，终端接入5G网络的最大功率为终端支持的最大发射功率的一半，且上行只支持单流传输。

表5 各终端性能参数

终端型号	终端 1	终端 2	终端 3
功率（dBm）	23	26	26
天线增益（dBi）	0	0	0
天线数	2T4R	2T2R	2T4R

无线设备方面，P 市该运营商有以下五款 AAU 型号可供选择，各

AAU 性能参数如表 6 所示，AAU 功率换算成 dBm 时需向下取整，其基站灵敏度为-120dBm。

表6 各AAU性能参数

AAU 型号	AAU999H	AAU888H	AAU666H	AAU555H	AAU333H
支持频段（MHz）	26500-29500	2515-2675	4800-5000	3400-3600	3400-3800
功率（W）	240	80	160	200	160
天线增益（dBi）	18	17	18	17	18
支持带宽配置（MHz）	50 /100 /200 /400	20 /40 /50 /60 /80 /100	20 /40 /50 /60 /80 /100	20 /40 /50 /60 /80 /100	20 /40 /50 /60 /80 /100

无线参数方面，P 市内规划覆盖范围内为低速移动场景，运营商计划使用 BAND79 频段中的频点来开通带宽为 100MHz 的 5G 站点，1 小区下行中心载频为 723340，2 小区下行中心载频为 726680，3 小区中心载频为 730000，系统子载波间隔为 30kHz，采用 DDDDDDDSUU 5ms 单周期帧结构，S 时隙符号配比为 4:2:1，上行开销比例为 0.12，下行开销比例为 0.19，单小区 RRC 最大用户数为 750，上行缩放因子为 0.74，下行缩放因子为 0.94，上下行编码效率均为 0.91， $R_{max}$  为 948/1024，上行速率转化因子为 0.51，上行调制方式为 256QAM，下行速率转化因子为 0.43，下行调制方式为 256QAM，激活用户在线比例为 0.14，热点区域扩容比例为 1.45，4G 小区覆盖半径约为 400m。PRACH 参数规划根据实际网络配置情况，参考附表 1、附表 2、附表 3 和附表 4 内容，结合任务规划内容完成相关规划。

承载方面，4G单站三扇区吞吐量均值为200Mbps，4G MIMO单站三

扇区吞吐量均值为620Mbps，4G基站带宽预留比为0.3，4G链路工作带宽占比为0.55，5G基站带宽预留比为0.53，单接入环可接入5个5G基站或20个4G基站，单汇聚环下挂6个接入环，单骨干汇聚点下挂8个汇聚环，单核心层下挂8个骨干汇聚点，4/5G接入设备部署模式为4/5G独立接入环，汇聚环带宽收敛比为0.6，骨干汇聚点带宽收敛比为0.3，核心层带宽收敛比为0.25。

核心网方面，S1-MME接口每用户平均信令流量为10Kbps，S11接口每用户平均信令流量为6Kbps，S6a接口每用户平均信令流量4Kbps，单用户忙时业务平均吞吐量为140Kbps，在线用户比为0.14，附着激活比为0.75。

3) Q市

该市为郊区场景，用户密度较小，总移动上网用户数为800万，某运营商用户占比为60%，规划覆盖区域为1800平方公里。初期建网计划采用SA Option 2组网，部署5G TDD无线网络，IP承载网汇聚、接入层采用环型拓扑。

无线环境方面，Q市的平均建筑高度约15m，街道宽度约20m，终端高度约1.6m，基站高度约23m，单个基站小区数为3个。人体损耗固定为0.1dB，线缆损耗固定为0.2dB，阴影衰落余量为11dB，对接增益为15dB。上行干扰余量为4dB，下行干扰余量为4dB。各频段的穿透损耗如表7所示。

表7 各频段穿透损耗

频段（GHz）	0.7	2.6	3.5	4.9	27	37
穿透损耗（dB）	11	23	26	30	46	49

5G 终端方面，某运营商通过市场调查，发现该市用户主要使用的是以下三款终端。其中终端 2 占比达到 70%以上，本次规划主要考虑终端 2 参数，其终端灵敏度为-102dBm，各终端相关性能参数如表 8 所示。

表8 各终端性能参数

终端型号	终端 1	终端 2	终端 3
功率（dBm）	23	26	26
天线增益（dBi）	0	0	0
天线数	2T4R	2T2R	2T4R

无线设备方面，Q 市该运营商有下表五款 AAU 型号可供选择，各 AAU 性能参数如表 9 所示，AAU 功率换算成 dBm 时需向下取整，且其基站灵敏度为-127dBm。

表9 各AAU性能参数

AAU 型号	AAU999G	AAU888G	AAU666G	AAU555G	AAU333G
支持频段（MHz）	37000-40000	2515-2675	4800-5000	3400-3600	3400-3800
功率（W）	260	160	200	160	160
天线增益（dBi）	27	16	17	17	18
支持带宽配置（MHz）	50 /100 /200 /400	20 /40 /50 /60 /80 /100	20 /40 /50 /60 /80 /100	20 /40 /50 /60 /80 /100	20 /40 /50 /60 /80 /100

无线参数方面，Q 市内规划覆盖范围内为低速移动场景，运营商计划使用 BAND260 频段中的频点来开通带宽为 200MHz 的 5G 站点，1 小区下行中心载频为 2239167，2 小区下行中心载频为 2249167，3 小区中心载频为 2259167，系统子载波间隔为 120kHz，采用 DDSUU 0.625ms 单周期帧结构，S 时隙符号配比为 4:2:1，上行开销比例为

0.1, 下行开销比例为 0.15, 单小区 RRC 最大用户数为 650, 上行缩放因子为 0.88, 下行缩放因子为 0.92, 上下行编码效率均为 0.88,  $R_{\max}$  为 948/1024, 上行速率转化因子为 0.41, 上行调制方式为 256QAM, 下行速率转化因子为 0.38, 下行调制方式为 256QAM, 激活用户在线比例为 0.08, 热点区域扩容比例为 1.36, 4G 小区覆盖半径约为 700m。PRACH 参数规划根据实际网络配置情况, 参考附表 1、附表 2、附表 3 和附表 4 内容, 结合任务规划内容完成相关规划。

承载方面, 4G 单站三扇区吞吐量均值为 190Mbps, 4G MIMO 单站三扇区吞吐量均值为 610Mbps, 4G 基站带宽预留比为 0.18, 4G 链路工作带宽占比为 0.55, 5G 基站带宽预留比为 0.53, 单接入环可接入 5 个 5G 基站或 20 个 4G 基站, 单汇聚环下挂 6 个接入环, 单骨干汇聚点下挂 8 个汇聚环, 单核心层下挂 8 个骨干汇聚点, 4/5G 接入设备部署模式为 4/5G 独立接入环, 汇聚环带宽收敛比为 0.6, 骨干汇聚点带宽收敛比为 0.3, 核心层带宽收敛比为 0.25。

#### 4. 任务详情

(1) 请根据各城市提供的话务模型与网络拓扑中规划的组网架构进行网络规划计算, 并将答案填写至答题卡上。

(2) 根据已有网络规划参数及网络建设的实际情况, 完成无线接入机房、承载网机房以及核心网机房中的设备部署及业务调试。

(3) 实现 O 市 01、02 和 Q 市 Q3 共 3 个小区端到端的终端会话或注册联网业务正常拨测。

附表：

附表 1 PRACH 规划参数说明

中文说明	配置建议
PRACH 格式	2.5ms 双周期和 5ms 单周期：Format 0； 1.25ms 单周期和 2.5ms 单周期：Format B4  0.625ms 单周期：Format 2
接入限制集配置	低速移动场景：非限制集； 中速移动场景：限制集 A； 高速移动场景：限制集 B；
循环移位区间配置	Format 0： 6 Format 2： 8 Format B4： 14
PRACH 时域资源配置索引	Format 0： 17 Format 2： 23 Format B4： 162

附表2 PRACH格式下  $\Delta f^{RA} = 1.25\text{kHz}$ ,  $N_{CS}$ 取值

循环移位区间配置	$N_{CS}$ 取值		
	非限制集	限制集 A	限制集 B
0	0	15	15
1	13	18	18
2	15	22	22
3	18	26	26
4	22	32	32
5	26	38	38
6	32	46	46
7	38	55	55
8	46	68	68
9	59	82	82
10	76	100	100
11	93	128	118
12	119	158	137
13	167	202	-
14	279	237	-
15	419	-	-



附表3 PRACH格式下 $\Delta f^{RA} = 5\text{kHz}$ ， $N_{CS}$ 取值

循环移位区间配置	$N_{CS}$ 取值		
	非限制集	限制集 A	限制集 B
0	0	36	36
1	13	57	57
2	26	72	60
3	33	81	63
4	38	89	65
5	41	94	68
6	49	103	71
7	55	112	77
8	64	121	81
9	76	132	85
10	93	137	97
11	119	152	109
12	139	173	122
13	209	195	137
14	279	216	-
15	419	237	-

附表4 PRACH格式下  $\Delta f^{RA} = 15 \cdot 2^\mu \text{ kHz}$  且  $\mu \in \{0,1,2,3\}$ ， $N_{CS}$ 取值

循环移位区间配置	非限制集下 $N_{CS}$ 取值
0	0
1	2
2	4
3	6
4	8
5	10
6	12
7	13
8	15
9	17
10	19
11	23
12	27
13	34
14	46
15	69

## 子任务 2：5G 室内与室外站点建设（20 分）

### 1. 任务背景

在同样的应用场景下，子任务一完成了 5G 公共网络部署与调试，本子任务要求完成 5G 公共网络的相关站点建设。经过前期勘察选址，运营商将在某酒店进行 5G 室内站点建设工作，同时在某主干道旁进行 5G 室外站点建设工作。作为运营商的 5G 工程师请依据提供的规划参数分别完成 5G 室内站点与室外站点的工程勘察、方案设计、工程概预算、工程实施与工程验收工作。

### 2. 任务要求

（1）方案设计时，需要参考任务背景，遵守国家与运营商各项相关规范，分别完成 5G 室内站点与室外站点相关工作。

（2）工程预算中，概预算定额采用工信部通信[2016]451 号文件标准，5G 相关新设备根据工信部通信[2016]451 号文件标准同类型相关设备新增参考定额。销项税额根据国家规定额度进行计算。分别完成 5G 室内站点与室外站点的工程预算相关工作。

（3）工程实施时，需要参考任务说明、工程勘察报告与方案设计图纸，遵守国家与运营商的各项相关工程规范。分别完成 5G 室内站点与室外站点的工程实施相关工作。

（4）工程验收时，必须完成每个小区的信号覆盖与业务功能验收

工作，分别完成 5G 室内站点与室外站点的工程验收相关工作。。

(5) 5G 室内站点与室外站点的所有任务完成后，都必须分别手动点击“提交任务”上传任务数据，不上传任务数据默认得 0 分，多次上传以最后一次为准。

### 3. 任务规划

在 5G 室内站点建设任务中，采用数字化室分（室内分布）方案进行建设，规划使用频段为 n41（2600MHz）。该酒店共 9 层楼（地下 1 层，地上 8 层），平均每层楼有 110 个用户，该酒店内有两部电梯都可通往所有楼层，每部电梯定员 15 人，该运营商的用户占比为 0.8。

在 5G 室外站点建设任务中，规划使用 n78（3500MHz）频段。新建站点规划覆盖以站址为中心，半径为 700m 的周边区域，站点天线规划安装的高度为 35m，站点链路带宽为 50Gbps，站点机房往上连接行政中心机房。新建站址旁已有一个室外站点，部分资源可以利旧使用，原有站点归属本运营商所有，原有站点的链路带宽为 50Gbps，原有站点的天线高度为 25m，原有站点的柜内地排未连接机房接地体，允许复用原有站点的 BBU。

### 4. 任务详情

(1) 站点勘察部分，站点勘察应模拟真实工程，勘察工具包含但不限于手持北斗测量仪、指南针、照相机、卷尺、激光测距仪等，可测量场景详细信息，需要填写 5G 室外站点与室内站点 2 份勘察报告，

勘察报告内容填写正确则可得到对应分数。

(2) 方案设计部分，根据项目建设要求，结合勘察报告，分别完成 5G 室外站点与室内站点的所有工程图纸设计工作。设计图内容完整、设计设备与参数等内容正确则可得到相应分数。

(3) 工程预算部分，根据国家规定，请结合设计方案分别完成 5G 室外站点与室内站点两种建站情况下对应的两套概预算表格编制，两套概预算表格都需要包含表一(工程概预算总表)、表二(建筑安装工程费用概预算表)、表三甲(建筑安装工程量概预算表)、表三乙(建筑安装工程机械使用费概预算表)、表三丙(建筑安装工程仪器仪表使用费概预算表)、表四(国内器材概预算表)、表五(工程建设其他费概预算表)。金额计算时四舍五入保留小数点后 2 位数，每个金额统计条目数值在标准答案上下 5 元浮动范围内则可得到相应分数，每个数量统计条目填写正确则可得到相应分数。

(4) 工程实施部分，根据规划数据、工程勘察报告与方案设计图纸，分别完成 5G 室内站点与室外站点相关设备安装与线缆连接工作。设备类型、安装位置、线缆类型与端口连接正确则可得到相应分数。

(5) 工程验收部分，分别完成 5G 室内站点与室外站点下的每个小区的信号覆盖与业务性能验收工作。验收内容通过则可得到相应分数。

## 竞赛模块 2--5G 公共网络运维与优化（35 分）

### 1. 任务背景

5G 移动通信网络的飞速发展,带来了生产生活方式的跨越性革新,基于 5G 网络的行业应用的百花齐放,也为我国社会经济发展提供了新的动能。2023 年在党和政府的大力扶持下,全国 5G 网络正进入建设应用的攻坚时期。O 市、P 市与 Q 市三市委市政府积极响应国家战略规划,联合运营商在三市开展大规模 5G 网络建设,并积极拓展 5G 应用生态,其中 O 市计划打造智慧医疗“云端诊所”,P 市计划通过 5G 网络打造国家自动驾驶示范基地,Q 市计划通过 5G 网络实现本市所有农业灌溉设备联网上云。

现 O 市、P 市与 Q 市的所有网络规划与初步建设工作已基本完成,但网络中存在部分问题,终端无法正常接入网络进行业务。现假设你为运营商网络优化工程师,请根据网络中故障特征解决网络问题,并通过多种优化手段保障终端的原子能力需求。

### 2. 任务要求

每参赛队选手通过比赛平台在完成无线接入网、承载网和核心网对接后,完成 O 市、P 市与 Q 市 5G 网络维护与故障排查,并完成优化任务说明中指定的任务要求。相关注意事项如下:

(1) 三个城市采用 NSA 或 SA 组网模式,涵盖了 Option 3x 与 Option 2 两种选项。无线部分包含 CU、DU 分离或合设部署模式,非

独立组网部署时 4/5G 无线基带设备可共 5G BBU 或独立设备部署。各城市的组网架构与部署模式请参照网络拓扑规划，不可对组网模式、CU、DU 部署模式、4/5G 无线站点部署模式进行更改。

(2) 根据商用网络优化规范，网络优化以后台参数优化为主，不推荐基站的工程参数调整。同时需统筹考虑各项考核任务，若单项优化时使得其他优化指标性能不合格，则此优化方式不得分。

(3) 如某一故障存在多种修改方案，以最少改动方案为准，其他方案不得分。

示例：例如终端配置网络号与网络系统不一致，方案一为修改网络系统中多处网络号地址，方案二为修改终端配置网络号，相比而言后者为最少改动方案，故此指出终端配置错误的位置为正确答案，列举其他修改方案不得分。

(4) 对于设备间某参数协商错误导致的故障，指出或修改一端位置即可得分，同时指出两端故障只计一次得分。

示例：如NG偶联端口，无线与核心网两端配置不一致时，故障位置只需指出无线配置错误位置或核心网配置错误位置其中一个即可，如同时列举两端错误位置，只统计一次得分。

(5) 承载网核心、汇聚、接入层采用冗余保护，冗余部分的故障计入得分故障点。核心网中采用网络冗余保护，冗余部分的故障计入得分故障点。

(6) 当多个故障对应的故障点相同时，只需填入一个故障点，记为一个得分故障点。

(7) 故障排除过程中由于某个操作造成需要新增部分参数配置，不计入得分故障点。

(8) 网络中共存在50处故障，每正确指出一处故障得分，故障指出错误、重复或指出不存在的故障不得分。

(9) 本任务结果评价以裁判导出的网页端故障排除选项卡为准。

### 3. 任务规划

O市采用Option 3x组网架构，P市采用Option 2组网架构，Q市采用Option 2组网架构。

### 4. 任务详情

(1) 使用相关工具，排查无线、核心网及承载网的所有故障点，并将所有故障点填写至故障选项卡并提交。

(2) 在工程模式下，完成无线接入网、承载网及核心网端到端的对接调试，实现O市O1、O3, P市P1、P5与Q市Q2三个城市共5个小区的终端会话或注册联网业务正常拨测。

(3) 在工程模式下，进行O市O\_1, P市P\_3、P\_7, Q市Q\_1共4个点定点测试，要求：

①O\_1: SSB RSRP $\geq$ -89dBm, SSB SINR $\geq$ 20dB, 上行速率 $\geq$ 340Mbps, 下行速率 $\geq$ 880Mbps, 语音、视频、直播业务正常；

②P\_3: SSB RSRP $\geq$ -84dBm, SSB SINR $\geq$ 22dB, 上行速率 $\geq$ 160Mbps, 下行速率 $\geq$ 420Mbps, 语音、视频、直播业务正常；

③P\_7: SSB RSRP $\geq$ -96dBm, SSB SINR $\geq$ 15dB, 上行速率 $\geq$ 150Mbps, 下行速率 $\geq$ 380Mbps, 语音、视频、直播业务正常;

④Q\_1: SSB RSRP $\geq$ -87dBm, SSB SINR $\geq$ 20dB, 上行速率 $\geq$ 200Mbps, 下行速率 $\geq$ 610Mbps, 语音、视频、直播业务正常。

(4) 在工程模式下进行 DT 测试, 小区重选和切换每项测试成功率达到 100%, 完成 O 市中 O\_1 $\rightarrow$ O\_4 $\rightarrow$ O\_6 $\rightarrow$ O\_7 切换 (切换次数不大于 3 次)、O 市中 O\_4 $\rightarrow$ O\_6 $\rightarrow$ O\_7 $\rightarrow$ O\_2 切换 (切换次数不大于 3 次)、Q 市中 Q\_2 $\rightarrow$ Q\_1 $\rightarrow$ Q\_5 $\rightarrow$ Q\_7 切换 (切换次数不大于 3 次)、P 市中 P\_6 $\rightarrow$ P\_5 $\rightarrow$ P\_3 $\rightarrow$ P\_1 重选 (重选次数不大于 2 次)、Q 市中 Q\_2 $\rightarrow$ Q\_1 $\rightarrow$ Q\_5 $\rightarrow$ Q\_7 重选 (重选次数不大于 3 次) 测试。

(5) 根据任务背景要求完成 P 市智慧交通切片的相关参数配置及调试。

## 竞赛模块 3--5G 专用网络组网与运维 (25 分)

### 1. 任务背景

随着人工智能技术的发展, 越来越多的企业开始关注智能工厂的建设。智能工厂是指采用先进的信息技术和自动化技术, 实现生产流程全面数字化、网络化、智能化的工厂。数字化升级是智能工厂建设的重要环节, 是指将传统工厂中的各种生产数据、设备状态、质量数据等信息通过 5G、物联网等技术手段采集、传输、存储, 并通过数据分析、挖掘等手段进行处理, 实现生产过程的可视化、智能化、自动化。数字化升级可以提高生产效率、降低生产成本、提高产品质量、



增强企业竞争力。

为深入推进智能制造，加快构建智能工厂，创建 X 市“黑灯工厂”，Y 工厂联合 Z 运营商在 X 市开展数字试点工厂建设，现已完成初步网络规划，请你根据现有规划方案与资源，通过 5G 专用网络部署，完成 Y 工厂的数字化升级。

## 2. 任务要求

运营商网络部门与工厂内数字化部门已完成工厂试点升级区域的初步勘测，通过对试点区域的业务模型统计，制定了初步网络建设方案与工厂升级方案。现要求参赛选手遵循以下操作要求和考核规范，完成 5G 专用网络建设与运维优化。

(1) 每个参赛队通过竞赛平台中 5G 专用网络竞赛单元完成工厂的 5G 专用网络组网与运维。竞赛单元中既有的网络规划参数、设备、连线、参数均不可修改，修改一处系统自动扣 1 分，直至本任务总分扣完为止。

(2) 竞赛单元包含多个功能模块，各模块独立评分，各参赛队需按任务说明完成各模块工作并提交答案，未提交任务则无法记录对应模块的成绩。调试验收部分需按规定项目完成验收任务，完成非任务要求的验收项目不得分。

(3) 本任务 5G 专用网络采用 Option 2 独立组网，无线网采用 CUDU 合设方式。

(4) 本任务各模块间数据互相联动，设备选型与连线、参数配置

需与规划设计部分的参数一致，系统已设置一致性检查，不一致则扣除相应考察点分数。

(5) 业务调试验收时，需拨测完成考察点的所有小区，遗漏考察点的任一无线小区或任一无线小区拨测不通过则该考察点不得分。网络 CQT 测试需完成考察点的所有切片测试，考察点的任一切片不通过则该考察点不得分。

(6) 无线部分限制：1 个 CU 小区管理 1 个 DU 小区，1 个终端仅可分配 1 个切片产品。成本计算以网络估算部分计算结果统计。网络拓扑规划时，网元和连线均需要设置其属性。

(7) 核心网部分限制：所有 NF 的 HTTP 接口对接中，服务端地址不可等于客户端地址。为便于核心网统一管理，若 MEC 与 5GC 同机房，UPF 需部署在 5GC 服务器。

(8) 边缘 MEC 部分限制：5G 标准的无线网络信息服务、位置信息服务、业务管理服务中，任意一种服务仅可在 MEC APP 或 MEP 中选择一个进行部署，不可同时将同一种服务部署在 MEC APP 和 MEP 上。

### 3. 任务规划

工厂数字化升级采用专网专用组网模式，计划升级区域为区域 A-1 号生产线、区域 B-1 号生产线、区域 C-1 号生产线、区域 D-1 号生产线。总体规划方案、无线参数要求和终端性能参数要求分别如表 10、表 11 和表 12 所示。

表 10 5G 专网建设规划方案

规划项	规划值
单物理小区最大支持载波数（个）	3
预算（万元）	450
利旧 BBU 已使用扇区数（个）	2
无线机房与承载机房距离（km）	30
承载汇聚机房与核心机房距离（km）	100

表 11 无线参数要求

升级区域	无线参数规划值			
	小区频段	基站收发模式	最大 RB 数（个）	$\mu$
区域 A	n79	4T4R	273	1
区域 B	n79	4T4R	270	1
区域 C	n79	4T4R	273	1
区域 D	n79	4T4R	270	1

表 12 终端性能参数要求

规划项	规划值
5GC 服务器内存（GB）	256
5GC 服务器存储（TB）	5
MEC 服务器 A 内存（GB）	64
MEC 服务器 A 存储（TB）	1
MEC 服务器 B 内存（GB）	128
MEC 服务器 B 存储（TB）	1

#### 4. 任务详情

##### 1) 场景升级

完成升级区域内需升级生产线的智能产线升级与智能终端升级，并根据业务要求填写每个升级终端的 5G 网络原子能力上行带宽、时延、可靠性与稳定性需求填写。

##### 2) 规划设计

(1) 根据规划网络架构与设备类型，完成工厂 5G 专用网络架构

设计。拓扑规划需完成网元拖放、网元间连线、网元属性设置、连线属性设置方可得分；

(2) 根据不同生产区域的扇区与载波要求，通过 pRRU 与 RRU-HUB 拖放完成不同区域的覆盖规划，并完成 pRRU 扇区设置、连接 RRU-HUB 设置；

(3) 根据网络规划参数与操作要求，完成上行带宽、用户面时延与资源成本相关参数规划与计算，条件如下：

#### ①上行带宽

升级区域升级产线对应的各扇区均需满足任一扇区覆盖范围下场景升级模块拖放的所有终端设置的带宽总和 $<$ 网络估算下此扇区的所有载波带宽计算的总和；

各设备的需求带宽 $<$ 性能带宽；

各链路的需要带宽 $<$ 性能带宽。

#### ②用户面时延

升级区域升级产线对应的各扇区均需满足任一扇区覆盖范围下场景升级模块拖放的所有终端设置的时延最小值 $>$ 网络估算下此扇区的所有载波带宽计算的最大值。

#### ③资源要求

上行带宽、用户面时延、资源计算时，设备数量、链路带宽、板卡数、扇区数、载波数相关的参数保持一致，同时支持的物理小区、支持的逻辑小区等参数符合规划数据相关要求。资源计算的设备数参照实训模式下自动计算成本金额，需满足成本金额需小于预算金额，

否则按比例扣分。

(4) 根据场景升级的智能终端类型，设计差异化切片模板与子模板，并为不同类型智能终端创建对应的切片产品，切片产品数量不超过 6 个，1 类智能终端需被 1 个切片产品包含。

### **3) 网络部署**

(1) 根据规划设计的计算结果，完成任务相关的各区域、各机房设备配置与连线。完成规定组网模式下正确机房与区域的设备配置得分，完成非任务相关的机房、区域设备配置不得分。设备配置结果与规划不一致时，相应设备与连线不得分；

(2) 完成任务要求的设备关联数据配置。完成规定组网模式下正确机房与区域的设备对应的参数配置得分，完成非任务相关的机房、区域的参数配置不得分。参数配置值与规划不一致时，相应设备与连线不得分。

### **4) 运维优化**

(1) 在网络调试模块完成 CUUP 到 UPF N3 地址的 Ping 测试；

(2) 在业务调试模块完成 A2、B2、C12、D10 位置的终端拨测。