

甘肃省全国职业院校技能大赛高职组

5G 组网与运维赛项规程

一、赛项名称

赛项编号：GZ035

赛项名称：5G 组网与运维

赛项组别：高职学生组

二、竞赛目的

2019 年 6 月 6 日，5G 牌照正式发放，标志着我国全面进入 5G 通信时代。新兴的网络带来了新兴的产业需求，也加速了工业 4.0 时代的到来。截至目前，我国已建设开通 103.7 万个 5G 基站，覆盖全国所有地级市、95%以上的县区、35%的乡镇，5G 手机终端连接数超过 3.92 亿。5G 与工业互联网、大数据、人工智能等技术紧密结合，催生了“5G+”的发展新模式。全国 5G 应用案例超过 1 万多个，覆盖 22 个国民经济重要行业和有关领域。“超清视频”、“机器通信”、“无人驾驶”、“VR&AR”、“远程医疗”等概念已逐渐深入千家万户，5G 网络正引领着日常生活变革。同时，5G 终端用户突破 4 亿，是全球最大的用户群体。

作为新一代宽带移动通信技术，5G 的飞速发展带来行业人才需求的激增。5G 的应用，为所有领域赋能、为所有个体赋智、为所有主体赋速。与此同时，基站建设、维护、运营和 5G 场景应用等领域需要大量的数字化人才，也对网络规划设计、设备部署维护、网络运营运维等岗位的工作技能提出了更高的要求。相关岗位人员不仅需要具备单网络单设备的管理能力和操作维护能力，也必须具备跨网络融合的管理素质和技术能力；不仅需要具备传统 CT 的设备部署维护能力，也要具备 IT 设备部署维护能力，即“一专多能”的人才需求变得尤为迫切。5G 相关岗位的职责如图 1 所示。



图 1 5G 岗位职责

随着往届高职组“5G 全网建设技术”竞赛及 2022 年全国职业技能大赛高职组 5G 全网建设技术赛项的成功举办，极大引领并促进了高职院校移动通信相关专业的建设和人才的培养，为充分发挥技能大赛引领专业建设及教学改革提升奠定了良好的基础。与此同时，为了适应 5G 时代来临后的移动通信甘肃省产业对人才的需求，培养新型的高素质技术技能型通信人才，国内诸多职业院校紧跟移动通信行业发展步伐，在传统的 LTE 网络课程基础上，将 5G 移动通信技术纳入到移动通信专业教学体系。为充分发挥职业技能竞赛对技能人才培养引领示范作用，以省赛为基础，以国赛为主体，以世赛为龙头，大力推动建设职业教育创新发展高地，培养更多的高素质技能人才和大国工匠。“5G 组网与运维”赛项紧贴行业技术发展，基于通信产业发展的人才需求进行内容设计，通过竞赛旨在达到以下几项目标：

检验通信人才培养体系，规范新时期专业人才培养新目标，对接 5G 通信行业岗位需求；创新通信人才培养模式，引领现代通信技术专业的教育教学改革；促进校企深度融合，提高高职教育的社会认可度，提升培养专业人才的市场匹配度，培养具备 5G 网络规划、建设、维护和优化综合能力“一专多能”的高素质技能型人才培养学生专业技能、工匠精神。展示参赛选手在组织管理、专业团队协作、现场问题的分析与处理、工作效率、质量与成本控制、安全及文明生产等方面的职业素养；对接世赛国赛先进标准，借鉴世赛国赛理念，选拔

国赛队伍，为世赛国赛奠定基础。

三、竞赛时间、地点

竞赛时间：根据甘肃省教育厅通知文件为准

竞赛地点：兰州石化职业技术大学新区校区重技楼

四、竞赛内容

（一）选手需具备的能力

本赛项基于 5G 工程项目和工作任务，结合企业岗位对参赛选手职业技能的最新需求，在规定的时间内完成对竞赛平台中部署的竞赛项目进行分析、设计、连接、配置、调试、排障与行业应用。此外，竞赛同时考核参赛选手工作组织和自我管理能力、沟通和人际交往能力、职场行为规范、解决问题能力以及紧跟行业发展的自主学习能力。

（二）典型工作任务

1、5G 公共网络规划部署与开通

参赛选手需要根据布设条件和实际需求，完成 5G 公共网络规划部署与开通，包括网络拓扑规划、覆盖规划预算、速率容量计算、勘察设计、站址规划、工程参数规划、设备安装、配置、调试、开通等。

2、5G 公共网络运维与优化

参赛选手需要完成 5G 公共网络的运维与优化，包括告警分析与处理、端到端信令分析、链路检测与分析、信号质量优化、业务速率优化、语音质量优化、业务时延优化、数据丢包率优化、切换/重选/漫游优化、网络切片优化等。

3、5G 专用网络组网与运维

参赛选手需要根据行业特点进行 5G 专网场景分析、5G 专网网

络规划设计、5G 专网设备部署与配置、5G 专网业务调试与开通等。

在完成以上三个任务过程中，需要对参赛选手进行职业素养考核，考核团队分工合理；着装规范整洁，保持竞赛环境清洁有序；爱护竞赛设备，遵守赛场规则，文明参赛。

（三）竞赛内容结构

- 1 、5G 公共网络规划部署与开通： 占总成绩 35%。
- 2 、5G 公共网络运维与优化： 占总成绩 35%。
- 3 、5G 专用网络组网与运维： 占总成绩 25%。
- 4 、职业素养： 占总成绩 5%。

本赛项的竞赛内容涵盖了 5G 网络技术领域的设计、安装、调试、 优化和运维等工作任务。参赛选手需要在规定的时间内完成规定任务。

竞赛内容分为 5G 公共网络规划部署与开通模块、5G 公共网络运维与优化模块、5G 专用网络组网与运维模块，竞赛时长共计 8 小时,详细内容如下表所示。

模块		主要内容	比赛时长	分值
模块一	5G 公共网络规划部署与开通	5G 公共网络无线网、承载网、核心网设备需求数计算 5G 公共网络设备 IP 地址规划 5G 公共网络设备部署 5G 公共网络业务配置 5G 公共网络业务开通 5G 室外/室内基站建设工程勘测 5G 室外/室内基站建设工程设计 5G 室外/室内基站建设工程概预算 5G 室外/室内基站建设工程实施 5G 室外/室内基站建设工程验收	180 分钟	35
模块二	5G 公共网络运维与优化	5G 公共网络无线设备与参数配置维护 5G 公共网络 IP 承载设备与参数配置维护 5G 公共网络光传输设备与参数配置维护 5G 公共网络核心网设备与参数配置维护 5G 公共网络开通调试与切片优化	180 分钟	35

模块三	5G 专用网络组网与运维	5G 专用网络拓扑规划 5G 专用网络无线覆盖规划 5G 专用网络容量规划 5G 专用网络切片编排 5G 专用网络设备安装 5G 专用网络业务配置与开通	120 分钟	25
职业素养		现场安全用电、现场操作规范、工位整洁	竞赛全程	5
合计				100

五、竞赛方式

本赛项为团体赛，以院校为单位组队参赛，不得跨校组队。学生组选手须为同校在籍学生，指导教师须为本校专兼职教师，每支学生组参赛队由 2 名选手和不超过 2 名指导教师组成。参赛选手在现场根据给定的竞赛任务书，在规定时间内相互配合实现竞赛任务。

竞赛工位的计算机已部署好开发运行环境，赛题以纸质版任务书的形式发放，竞赛使用的软件或参考资料在赛前拷贝至参赛选手的计算机，参赛队根据任务书的要求完成竞赛任务。

六、竞赛流程

（一）竞赛时间表

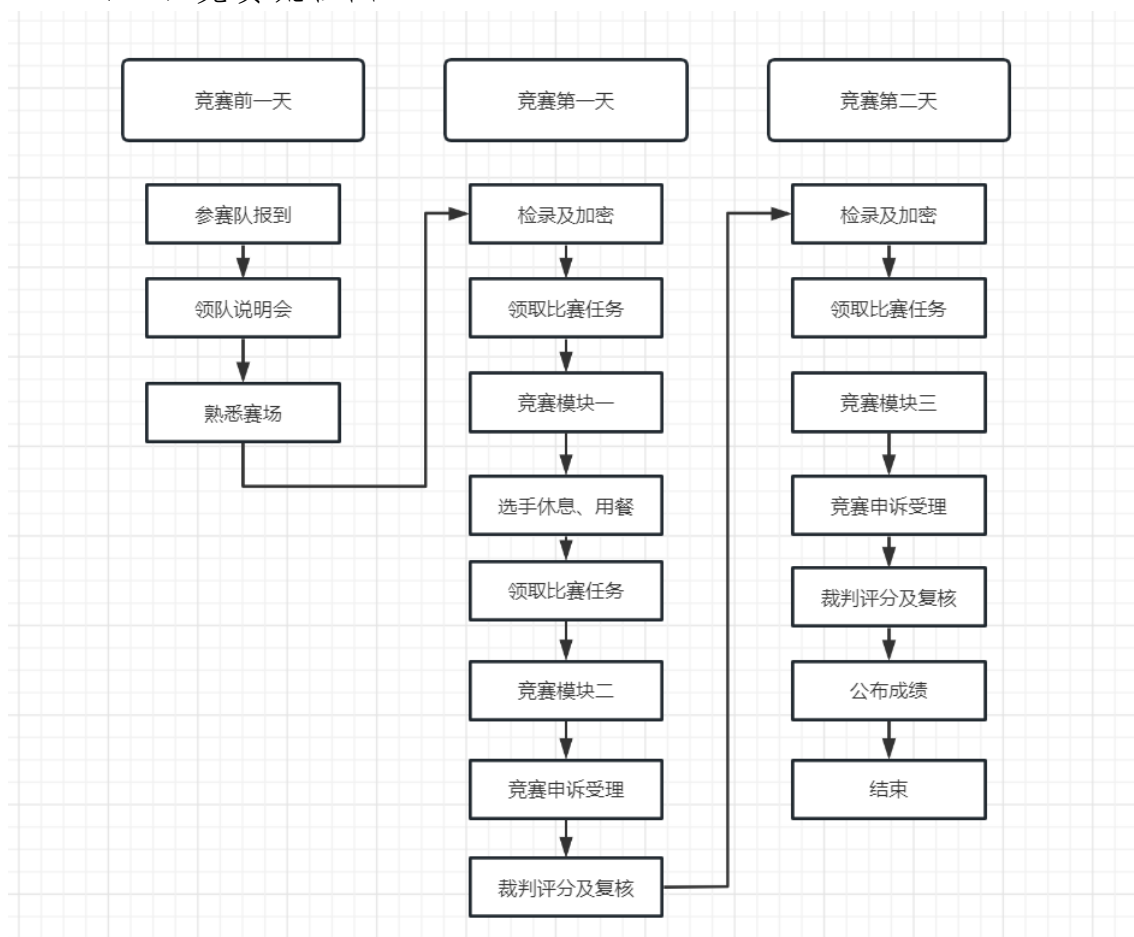
竞赛分三个模块，总时间为 8 小时，竞赛期间的日程安排见下表。

日期	时间	内容
赛前一天	9:00-13:30	参赛队报到
	14:00-15:00	领队说明会
	15:00-16:00	熟悉赛场
竞赛第一天	8:00-8:50	检录及加密
	8:50-9:00	领取比赛任务并检查比赛环境
	9:00-12:00	竞赛模块一：5G 公共网络规划部署与开通
	12:00-13:20	选手休息、用餐
	13:20-13:30	领取比赛任务并检查比赛环境
	13:30-16:30	竞赛模块二：5G 公共网络运维与优化

竞赛第二天	16:30- 18:30	竞赛模块一和模块二过程申诉受理
	18:00-20:00	裁判评分及复核
	8:00-8:50	检录及加密
	8:50-9:00	领取比赛任务并检查比赛环境
	9:00- 11:00	竞赛模块三：5G 专用网络组网与运维
	11:00- 13:00	竞赛模块三过程申诉受理
	12:00- 15:00	裁判评分及复核
	15:00- 17:00	公布竞赛总成绩
	17:00- 18:00	疏散/结束

注：以上为暂定流程，最终流程根据比赛组织可进行微调，以正式发布的赛项指南为准。

（二）竞赛流程图



七、竞赛命题

本赛项的命题工作由赛项执委会指定的命题专家组负责，按照赛项规程的内容要求，依据国家职业教育专业教学标准、国家职业技能标准、行业企业评价规范、《中华人民共和国职业分类大典（2022 年

版)》、职业教育专业简介(2022年修订)等文件确定方向和难度,结合高职5G组网与运维人才培养要求和企业岗位需要进行设计。

命题专家在完成命题后,交由赛项执委会指定的专家进行审核。赛题类型为技能实操,包括三个模块4项任务,时长1.5天,共8个小时:

竞赛模块	竞赛任务	分值	时长
模块一:5G公共网络规划部署与开通	5G公共网络部署与调试	15	3小时
	5G室内与室外站点建设	20	
模块二:5G公共网络运维与优化	5G公共网络运维与优化	35	3小时
模块三:5G专用网络组网与运维	5G专用网络组网与运维	25	2小时

每项任务包含任务背景、任务要求、任务规划、任务详情四部分内容。

(1) 5G公共网络部署与调试:根据任务背景要求完成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。

(2) 5G室内与室外站点建设:根据任务背景要求完成5G室内站点与室外站点方案设计、工程预算、工程实施工程、验收相关工作。

(3) 5G公共网络运维与优化:根据任务背景要求完成5G公共网络维护与故障排查。

(4) 5G专用网络组网与运维:根据任务背景要求完成5G专用网络建设与运维优化。

竞赛样题详见附件:5G组网与运维(样题)。

八、竞赛规则

(一) 报名资格

1. 报名资格

每支参赛队由2名竞赛选手组成。学生组2名选手须为高等职业院校全日制在籍专科学生,本科院校中高职类全日制在籍学生可报名

参加竞赛。往届甘肃省职业院校技能大赛同类赛项中获一等奖的选手，不得参加同一项目同一组别的赛项。

2. 组队要求

学生组参赛选手应为同一学校，不允许跨校组队。指导教师须为本校专兼职教师，每队指导教师不超 2 名。同一学校相同项目报名参赛队不超过 2 队。

3. 人员变更

参赛队选手在报名获得确认后，原则上不再更换，如筹备过程中，选手因故不能参赛，参赛学校主管部门需出具书面说明并按相关参赛选手资格补充人员并接受审核；竞赛开始后，参赛队不得更换参赛选手，允许选手缺席比赛。

（二）熟悉场地

1. 执委会安排各参赛队统一有序的熟悉场地，熟悉场地时限定在观摩区活动，不允许进入比赛区。

2. 熟悉场地时严禁与现场工作人员进行交流，不发表没有根据以及有损大赛整体形象的言论。

3. 熟悉场地时严格遵守大赛各种制度，严禁拥挤、喧哗，以免发生意外事故。

（三）正式比赛

1. 参赛选手应在比赛开始前 1 小时到达指定地点，接受检录入场，接受工作人员对选手身份、资格和有关证件的检查。竞赛计时开始后，选手未到，视为自动放弃。

2. 赛位由抽签确定，不得擅自变更、调整。

3. 比赛使用的相关设备及软件由组委会提供，参赛队不得携带和使用自带设备及软件。

4. 选手在竞赛过程中不得擅自离开赛场，如有特殊情况，须经裁判人员同意。选手休息、饮水、上洗手间等统一计在竞赛时间内。竞赛计时以赛场设置的时钟为准。

5. 使用文明用语，尊重裁判和其他选手。不得辱骂裁判和赛场工作人员，不得打架斗殴。

6. 参赛选手要严格遵守竞赛现场规则，如发现有冒名顶替等舞

弊行为者，将取消竞赛资格。

7. 为保障公平、公正，竞赛现场实施网络安全管制，防止场内外信息交互。各参赛队不得将手机等通信工具带入竞赛场地，否则按作弊处理。

8. 任何人不得以任何方式暗示、指导、帮助、影响参赛选手。对造成后果的，视情节轻重酌情扣除参赛选手成绩直至取消竞赛资格。

9. 比赛过程中，除参赛选手、裁判员、现场工作人员和经批准的人员外，其他人员一律不得进入比赛现场。对不听劝阻、无理取闹者追究责任，并通报批评。

10. 遇突发情况应先举手示意，并与裁判人员协商，按裁判人员的意见办理。

11. 比赛过程中，选手须严格遵守安全操作规程，并接受裁判员的监督和警示，以确保人身及设备安全。选手因个人误操作造成人身安全事故和设备故障时，裁判长有权中止该队比赛；如非选手个人原因出现设备故障而无法比赛，由裁判长视具体情况做出裁决。

12. 选手必须按照任务书及相关程序要求，提交竞赛结果与相关文档，严禁在竞赛结果上做任何与竞赛无关的标记，并配合裁判做好赛场情况记录，与裁判一起签字确认，裁判要求签名时不得拒绝。

13. 各参赛队对不符合大赛和赛项规程规定的仪器、设备、计算机软硬件、竞赛使用工具、用品，竞赛执裁、赛场管理，以及工作人员的不规范行为等，应该按规定流程向赛项监督仲裁组提出申诉。申诉主体为参赛队领队，不得对裁判等工作人员采取过激行为。

14. 如参赛队欲提前结束竞赛，应举手向裁判员示意，按裁判及工作人员指示等候。比赛结束后，参赛队经裁判员同意后方可离开。

（四）成绩评定与结果公布

1. 所有竞赛成绩在当天比赛结束后进行公布。

2. 比赛结束后，评分裁判方可入场进行成绩评判。竞赛成绩经复核无误后，由记分员将解密后的各参赛队伍成绩汇总成比赛成绩，经裁判长、监督仲裁组签字后，在指定地点，以纸质形式向全体参赛队进行公布。公布 2 小时无异议后，将赛项总成绩的最终结果录入赛务管理系统，经裁判长和监督仲裁长在系统导出成绩单上审核签字

后，在闭赛式上宣布并颁发证书。

3. 本赛项各参赛队最终成绩由承办单位信息员录入赛务管理系统。承办单位信息员对成绩数据审核后，将赛务系统中录入的成绩导出打印，经赛项裁判长审核无误后签字。承办单位信息员将裁判长确认的电子版赛项成绩信息上传赛务管理系统，同时将裁判长签字的纸质打印成绩单报送大赛执委会。

4. 赛项每个比赛环节裁判判分的原始材料和最终成绩等结果性材料经监督仲裁组人员和裁判长签字后装袋密封留档，并由赛项承办院校封存，委派专人妥善保管。

九、竞赛环境

1. 竞赛场地包含检录区、一二次加密区、竞赛区、设备与技术支持区、裁判工作区。现场保证良好的采光、照明和通风；提供稳定的水、电和供电应急设备。

2. 竞赛区每个赛位提供 2 台电脑及相应软件供选手使用，赛位大小满足 2 人同时操作电脑的需求（禁带还原卡）。

十、技术规范

（一）竞赛项目的命题结合 5G 技术相关职业岗位对人才培养需求，并参照以下相关标准制定

- 1、国际移动通信标准化组织 3GPP R15 标准系列协议。
- 2、国际移动通信标准化组织 3GPP R16 标准系列协议。
- 3、国际移动通信标准化组织 3GPP R17 标准系列协议。
- 4、面向行业终端的 5G 通用模组可靠性技术要求及测试方法 YD/T 4110-2022。
- 5、5G 网络切片端到端总体技术要求 YD/T 3973-2021。
- 6、5G 核心网边缘计算总体技术要求 YD/T 3962-2021。
- 7、5G 移动通信网核心网总体技术要求 YD/T 3615-2019。
- 8、5G 数字蜂窝移动通信网无线接入网总体技术要求（第一阶段） YD/T 3618-2019。
- 9、5G 数字蜂窝移动通信网增强移动宽带终端设备技术要求（第

一阶段) YD/T 3627-2019。

10、5G 网络切片基于 IP 承载的端到端切片对接技术要求
YD/T

3975-2021。

11、信息通信网络机务员(职业编码 4-04-02-01)国家职业技能标准(2019 版)。

12、信息通信网络线务员(职业编码 4-04-02-02)国家职业技能标准(2019 版)。

13、信息通信网络运行管理员(职业编码 4-04-04-01)国家职业技能标准(2019 版)。

14、信息通信网络动力机务员(职业编码 4-04-02-03)国家职业技能标准(2019 版)。

(二) 参赛人员应掌握以下专业知识、技术技能、工程规范

1、移动通信基本概念及原理。

2、5G 关键技术、协议规范。

3、5G 设备基础知识、设备安装及业务配置操作、工程规范。

4、5G 网络系统各种线缆的认知与应用。

5、5G 网络优化原理、技术规范。

6、5G+行业应用场景业务调试。

7、通信工程施工安全生产操作规范。

8、5G NR 无线接入网设备调试技术、系统组网技术、网络优化技术。

9、5G 无线接入网设备常见故障的分析和排查技术。

10、5G 承载网系统组网技术、设备调试技术、故障分析和排查技术。

11、5G 核心网组网技术、设备调试技术、故障分析和排查技术。

12、5G 站点勘察与设计技术、预算编制技术、站点工程施工技术。

13、5G 业务指标测试及网络优化技术。

14、5G 专用网络场景需求分析技术。

15、5G 端到端网络切片设计技术。

十一、技术平台

比赛平台及技术支持由深圳市艾优威科技有限公司提供。竞赛平台采用 IUV 仿真竞技系统,包括 IUV 5G 全网建设与优化虚拟仿真教学软件及 IUV5G 站点工程仿真系统、5G 智能制造专网实训平台三个平台。该系统能够实现 5G 网端到端的拓扑规划、容量规划、站点勘察、设备配置、数据配置以及业务调试等实际工作流程,完全符合企业和运营商实际组网模型。

1.竞赛平台

5G 组网与运维赛项设备配置建议清单

序号	设备及软件名称	规格及要求	数量
1	5G 全网建设与优化虚拟仿真教学软件	<p>1. 系统平台要以 5G 商用网络实际情形进行设计:</p> <p>(1) 至少支持 SA 与 NSA 两种组网模式,涵盖 Option3x、Option2、Option4a 三种或以上组网选项。</p> <p>(2) 5G NR 支持 CU、DU 分离与合设。</p> <p>(3) 5GC 核心网支持 SBA 服务架构,采用 NFV 部署。(4) EPC 核心网至少包括 MME、SGW、PGW、HSS、SW 等网元, EUTRAN 无线部分包括 BBU、AAU、GPS 等网元。</p> <p>(5) 支持无线网、承载网、核心网端到端网络切片。</p> <p>(6) 承载网包含数据通信网及光传输网络。光传输网络需包含 OTN 网元。</p> <p>2. 支持硬件配置功能: 可完成设备的选型、布放、连线等任务:</p> <p>(1) 无线机房包括站点机房与 CU 机房, 可完成机房内 CU、DU、ITBBU、单板部署, 塔顶 AAU 部署, 机房外 GPS 部署及网元线缆连接。支持 CRAN 与 DRAN 模式。(2) 承载网机房硬件配置, 可完成 IP 承载设备和光传输设备部署。</p> <p>(3) 核心网机房硬件配置, 可完成 EPC 设备与 5GC 服务器设备部署与连线。</p>	每参赛队 2 套

		<p>3. 支持数据配置功能：参数的增删、修改及保存等功能：</p> <p>（1）无线接入网配置包括物理层、RLC 层、MAC 层、PDCP 层、RRC 层与 NAS 层下路由与 SCTP 对接、物理信号与信道、时频资源、移动性、双连接、网络切片、关键技术等参数类型。</p> <p>（2）IP 承载设备支持 IP 地址、路由、FlexE 切片/聚合/交叉配置、前传网络配置等。</p> <p>（3）5GC 核心网包括 AMF、SMF、AUSF、UPF、PCF、NSSF、UDM、NRF 下切片配置、NF 发现策略、HTTP 对接、虚拟路由、开户鉴权等配等。EPC 核心网 MME、SGW、PGW、HSS 包含路由对接、会话解析、签约鉴权等配置。</p> <p>4. 支持链路、5G 注册、5G 会话、联网等业务调试：</p> <p>（1）提供告警、Ping、Trace、光路检测、路由表与状态查询等链路工具。</p> <p>（2）网络优化包含基础优化、移动性管理、网络切片编排。包含但不限于语音、直播、视频等。CQT 与 DT 测试支持 RSRP、SINR、速率、时延、丢包、切换/重选/漫游成功率等参数与小区信息实时反馈。网络切片编排包含 5G 典型应用场景，如自动驾驶、AR 远程医疗、智慧农业、智慧城市等。</p> <p>（3）系统应支持 5G 信令跟踪与字段解析，至少包含 RRC、S1AP、NAS、X2AP、Diameter、GTPV2、HTTP、NGAP、PFCP、IP 等主要类型。</p>	
--	--	---	--

2	5G 站点工程仿真系统	<p>系统平台需以 5G 现网经典工程案例为原型进行设计, 包含规划选址、站点勘察、方案设计、工程实施及开通验收等主要建网流程, 需支持宏站与数字化室内分布系统两种网络覆盖模式。</p> <p>1. 工程规划参数设置至少包括覆盖区域、覆盖半径、天线规划高度、规划频段、投资预算、建设周期、物业协调难度、建筑承重能力及基本风压等主要参数。</p> <p>2. 站点选址应包含三种及以上典型场景, 如密集市区、一般郊区、偏远山区等。</p> <p>3. 站点勘察应模拟真实工程, 测量工具包含但不限于手持 GPS 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, 并支持输出勘察报告。</p> <p>(1) 宏站支持机房内勘察、机房外勘察、电源勘察、传输情况勘察、塔桅信息勘察、天线及线缆勘察等主要场景勘察的典型工作流程。</p> <p>(2) 数字化室分支持弱电井勘察、楼宇平层勘察、地下室勘察、机房勘察、电源勘察、传输情况勘察、设备信息勘察等典型的主要工作场景。</p> <p>4. 方案设计支持平面图纸设计功能。</p> <p>(1) 宏站应包含天馈安装平面图、天馈安装立面图、机房设备布置平面图、走线架布置平面图等至少 4 张设计图纸; 支持天线倾角计算, 天线方向角等参数设计典型工作流程。</p> <p>(2) 数字化室分应包含安装平面图及系统原理图; 支持信源频段、设备布放、端子选用、小区划分等参数设计典型工作过程。</p> <p>5. 工程预算应包括工程预算总表、建筑安装工程费用预算表、建筑安装工程量预算表、国内器材预算表、工程建设其他费用预算表。</p> <p>6. 工程实施应包括基础配套部署、动力系统部署、传输设备部署、无线设备部署及设备间的线缆连接。</p>	每参赛队 2 套
---	-------------	--	----------

		<p>(1) 支持基础配套设备(需至少包含三管塔、土建机房、走线架、空调、接地排等)、动力系统设备(需至少包含交流配电箱、蓄电池组、电源柜、直流电源系统等)、传输设备(需至少包含 ODF、SPN 等)、无线设备(需至少包含 BBU、AAU、pRRU、RHUB)的硬件安装施工、室内综合布线施工等施工、设备调测施工环节</p> <p>(2) 支持通信机房电源系统硬件安装及连线,接地保护连接,接电端子选择等电源施工安全典型工作流程。</p> <p>(3) 支持无线设备(BBU/AAU/pRRU 等)电源及网元连线,接地保护连接,传输对接功能。</p>	
	5G 智能制造专网实训平台	<p>(一) 系统功能</p> <p>1、应采用 C/S 架构设计,可兼容 windows7 及以上 64 位操作系统。</p> <p>2、支持 1920 × 1080、1440 × 900 及 1366 × 768 三种分辨率。</p> <p>3、支持 GUI 图形化操作界面,基于 Unity3D 开发设计,仿真场景均为 3D 场景,包含第一人称视角与全景视角。人机界面友好,易于上手,便于教学、竞赛、自学。</p> <p>4、支持竞技模式与实训模式,支持单人竞技、两人及以上组队同时实训或竞技,队员之间数据实时同步。</p> <p>5、支持自定义竞赛试题与实训任务,可在线下发试题或任务至多个战队。</p> <p>6、支持系统存档与读档操作,系统预置实训案例,可对应初级、中级、高级等不同层级的实训要求。</p> <p>7、所有模块均支持独立自动评价,并自动输出评分报告。</p> <p>8、支持用户实训状态与实训成绩实时图形化监控与评价,并支持实训成绩导出。</p> <p>(二) 软件功能</p> <p>1、系统应以 5G 全连接工厂为原型设计,至少包含场景</p>	每参赛队 2 套

	<p>升级、规划设计、网络部署、参数配置、项目验收 5 大模块，与真实 5G 数字化工厂数字化升级流程一致。</p> <p>2、支持场景升级功能</p> <p>（1）支持对工厂传统场景进行 5G 数字化升级，工厂至少包括原料入库区、原料仓库、生产车间及成品仓库等典型生产场景，至少包括智能输送线、智能货柜、PCBA 产线、装配与烧录产线与包装产线等常见智能产线，支持产线的自由布放。</p> <p>（2）支持丰富多样的智能终端类型，至少包括智能扫描仪、AGV 小车、智能堆垛机、机械臂、摄像头、智能手环与数据采集器等，支持智能终端自由布放。</p> <p>（4）自动输出场景升级报告。</p> <p>3、支持规划设计功能</p> <p>（1）支持公网公用、公网专用与专网专用 3 种 5G 专用网络组网模式，用户可根据实际场景需求灵活进行组网模式选择。</p> <p>（2）支持网络规场景属性自定义，至少包括物理小区载波数、预算、利旧资源、机房距离等，并能够与后续规划计算实时联动。</p> <p>（3）支持网络拓扑规划，至少包含 5GC、MEC、SW、防火墙、DN、SDN、SPN、OTN、ITBBU、RRU-HUB、pRRU 与终端等网元，网元间连线应能支持 ToB、ToC 与 ToBToC 三种连接方式，5GC 应能支持 AMF、NSSF、SMF、AUSF、NRF、UDM、PCF、UPF、NEF 等网络功能，MEC 应能支持 MEP、MEC APP、UPF 等网络功能。</p> <p>（4）支持工厂内覆盖规划，包括 pRRU 位置、归属 RRU-HUB 及对应的扇区配置。</p> <p>（5）支持网络估算，至少包含规划扇区下各载波的小区吞吐量、承载传输带宽、核心网传输带宽载波用户面时延、远端传输用户面时延、承载节点用户面时延、核心节点用户面时延、边缘设备数量、无线设备数量、承</p>	
--	--	--

	<p>载设备数量及核心网设备数量计算。</p> <p>(6) 支持网络切片设计, 包括切片模板、切片子模板、切片产品实例配置, 切片模板能够支持多种不同等级的切片类型。</p> <p>4、支持网络部署功能</p> <p>(1) 支持光模块选型及部署, 至少 10G、25G、50G、100G、200G 共 5 种常用类型, 线缆至少支持双芯光纤 LC-LC、双芯光纤 LC-FC、单芯光纤 LC-LC、单芯光纤 LC-FC 与光电复合缆 5 种常用类型。</p> <p>(2) 支持在原料入库区、原料仓库、生产车间及成品仓库完成 pRRU 与 RRU-HUB 部署、光模块选型及设备线缆连接。</p> <p>5、支持参数配置功能</p> <p>(1) 支持 sub6G、FR2-1 与 FR2-2 毫米波 5G 网络频段, 支持 NR TDD 网络制式。</p> <p>(2) 支持无线网数据配置, 至少可完成 CUDU 的路由及 SCTP 对接配置、R15/R16/R17 标准协议支持的网络切片配置、multi TRP 配置、超级上行 SUL 及 uplink switch 配置、免授权调度配置、RB 预留配置、2 步快速接入配置、载波聚合配置, 5G 物理信道配置、5G 频点及 CUDU 标识等公共参数配置、QoS 配置、邻区与邻接关系配置、切换重选配置等。</p> <p>(3) 支持承载网数据配置, 至少可完成 IP 承载配置, 包含 IP 地址、路由等规划配置、FlexE 切片的聚合/交叉配置、前传网络配置、SR 配置、SDN 配置。</p> <p>6、支持项目验收功能</p> <p>(1) 可通过告警、Ping、Trace、路由表与接口状态查询等链路工具, 完成基本链路调试及故障处理。</p> <p>(2) 支持智能终端设备业务调试, 包含注册与会话业务测试。</p>	
--	--	--

3	后台实时监控评分系统	1. 系统支持后台统一管理平台试题管理、下发、初始化等竞赛必备功能。 2. 支持后台实时竞赛情况监控,可根据竞赛试题与参赛战队对竞赛情况进行实时监控,监控内容需包括试题中要求的竞赛任务。	1 套
4	后台服务器	CPU 建议 10 核 20 线程,频率 2.4GHz 及以上,内存 32GB 及以上, 2T 及以上硬盘, 安装 5G 全网建设竞技系统和 5G 站点工程竞技系统后台服务。	1 套
5	台式电脑	台式电脑,推荐 Intel 酷睿 8 代 I5 及以上 CPU, 4G 及以上内存, WIN7 及以上版本 64 位中文操作系统, 预装截屏软件、录屏软件, 显示器屏幕分辨率不得低于 1440*900。	每参赛队 2 台
6	考试 U 盘	用于竞赛结果备份保存, 容量不低于 8 个 GB。	每参赛队 1 个

十二、成绩评定

(一) 评分原则

1、竞赛评分本着公平、公正、公开、独立、透明的原则,竞赛成绩按照百分制计分。

2、错误不传递原则。各模块分别计算得分,错误不传递,按规定比例计入选手总分。

3、竞赛过程中,参赛选手如有不服从裁判判决、扰乱赛场秩序、舞弊等不文明行为,由裁判长按照规定扣减相应分数,情节严重的取消竞赛资格,竞赛成绩记 0 分。

(二) 评分标准

本项目的各模块总分值固定满分 100 分,具体评分标准见下表。

评分模块	评分细项	分值	评分方式
	5G 公共网络无线网、承载网、核心网设备需求数计算	6	结果评分

5G 公共网络规划与部署（35%）	5G 公共网络业务开通	9	（客观）
	5G 室外基站建设工程勘测	2	机考评分 （客观）
	5G 室外基站建设工程设计	2	
	5G 室外基站建设工程概预算	3	
	5G 室外基站建设工程实施	1	
	5G 室外基站建设工程验收	1	
	5G 室内基站建设工程勘测	2	
	5G 室内基站建设工程设计	2	
	5G 室内基站建设工程概预算	3	
	5G 室内基站建设工程实施	3	
	5G 室内基站建设工程验收	1	
5G 公共网络调试与优化（35%）	5G 公共网络无线设备与参数配置维护	7	机考评分 （客观）
	5G 公共网络 IP 承载设备与参数配置维护	7	
	5G 公共网络光传输设备与参数配置维护	5	
	5G 公共网络核心网设备与参数配置维护	6	
	5G 公共网络开通调试与切片优化	10	
5G 专用网络组网与运维（25%）	5G 专用网络拓扑规划	2	机考评分 （客观）
	5G 专用网络无线覆盖规划	4	
	5G 专用网络容量规划	5	
	5G 专用网络切片编排	1	
	5G 专用网络设备安装	3	
	5G 专用网络业务配置与开通	10	
职业素养（5%）	现场安全用电	2	过程评分 （主观）
	现场操作规范	2	
	工位整洁	1	
总计	100 分		

(三) 组织与分工

1. 参与大赛赛项成绩管理的组织机构包括裁判组、监督组和仲裁组，受赛项执委会领导。

2. 裁判组实行“裁判长负责制”，设裁判长 1 名，全面负责赛项的裁判管理工作并处理比赛中出现的争议问题，并配裁判员若干名，负责协助裁判长工作。

3. 裁判员根据比赛需要分为检录裁判、加密裁判、现场裁判和评分裁判:

检录裁判负责对参赛队伍(选手)进行点名登记、身份核对等工作;加密裁判负责组织参赛队伍(选手)抽签,对参赛队信息、抽签代码等进行加密;现场裁判按规定做好赛场记录,维护赛场纪律;评分裁判负责对参赛队伍(选手)的比赛作品、比赛表现按赛项评分标准进行评定。

4. 监督组对裁判组的工作进行全程监督,并对竞赛成绩抽检复核。

5. 仲裁组负责接受由参赛队领队提出的对裁判结果的申诉,组织复议并及时反馈复议结果。

四、评分方法

(1)职业素养为过程评分(主观),由现场裁判在三个模块竞赛过程中独立评判,每个模块竞赛过程职业素养分值满分均按5分计算,取三个模块职业素养平均分作为各参赛队职业素养分数。

(2)客观评分部分包括结果评分和机考评分两种方式,每一天比赛结束后,评分裁判对各赛位进行评分。

(3)机考评分由对应评分裁判从竞赛技术平台导出分数并确认。

(4)结果评分由对应评分裁判按照评分标准进行评分并做记录

4、成绩产生方法

(1)单个竞赛模块成绩为结果评分和机考评分成绩之和。

(2)参赛队总成绩为模块一、模块二、模块三及职业素养成绩之和。

(3)成绩满分为100分。

5、成绩审核方法

(1)为保障成绩评判的准确性,监督仲裁对赛项总成绩排名前30%的所有参赛队伍(选手)的成绩进行复核;对其余成绩进行抽检复核,抽检覆盖率15%。

(2)监督仲裁需将复检中发现的错误以书面方式立刻告知裁判长,由裁判长更正成绩并签字确认。

(3)若复核、抽检错误率超过5%时,裁判组将对所有成绩进行复核。

6、成绩公布方法

赛项成绩解密后，经裁判长、监督仲裁组复核无误并签字后在赛项执委会指定的地点，以纸质形式向全体参赛队进行公布。成绩公布 2 小时无异议后，将赛项总成绩的最终结果录入赛务管理系统，经裁判长、监督仲裁组长在系统导出成绩单上审核签字后，在闭赛式上宣布并颁发证书。

十三、赛项预案

1、竞赛平台服务器：竞赛现场提供一主两备服务器，支持数据定期备份及回滚，主服务器可在短时间切换到备用服务器，并同步用户数据。

2、赛场备用工位：赛场提供占总参赛队伍 10%的备用工位。若竞赛用 PC 在比赛过程中出现故障（重启后无法解决），参赛选手举手示意裁判，在现场裁判与技术支持人员确认，并经裁判长同意后，可更换备用工位或更换 PC 机进行答题。

3、供电及意外保障：包括竞赛平台服务器、选手电脑及网络设备等竞赛相关设备均应配置 UPS 电源，同时在赛场外准备应急发电车进行供电保障。竞赛过程中出现设备掉电、故障等意外时，现场裁判需及时确认情况，安排赛场技术支持人员进行处理，并登记详细情况。

4、赛场网络保障：赛场所有网络设备应提供备用机器。

5、人员安全：比赛期间安排救护车及医务人员在赛场外待命，如发生参赛选手发病或受伤等意外，医务人员应采取紧急救护措施，及时进行救治，如病情或伤势严重，应及时送往最近医院进行救治。

十四、申诉与仲裁

大赛采取二级仲裁机制。赛项设监督仲裁工作组，大赛执委会设仲裁委员会。各参赛队对不符合大赛和赛项规程规定的仪器、设备、工装、材料、物件、计算机软硬件、竞赛使用工具、用品，竞赛执裁、赛场管理，以及工作人员的不规范行为等，可向赛项仲裁工作组提出申诉。申诉主体为参赛队领队。申诉启动时，领队向赛项仲裁工作组递交亲笔签字同意的书面申诉报告。申诉报告应对申诉事件的现象、发生时间、涉及人员、申诉依据等进行充分、实事求是的叙述。非书

面申诉不予受理。

提出申诉的时间应在竞赛结束后（选手赛场竞赛内容全部完成）2 小时内，超过时效不予受理。赛项仲裁工作组在接到申诉报告后的 2 小时内组织复议，并及时将复议结果以书面形式告知申诉方。申诉方对复议结果仍有异议，可由市（高职院校）领队向仲裁委员会提出申诉。仲裁委员会的仲裁结果为最终结果。申诉方可随时提出放弃申诉。

十五、竞赛须知

（一）参赛队须知

1. 参赛队名称统一使用规定的地区代表队名称，不使用学校或其他组织、团体的名称。

2. 队应仔细阅读大赛执委会发布的文件内容，确切了解大赛时间安排、评判细节等，以保证顺利参赛；要按执委会统一要求，准时到达赛前说明会现场，会议期间要认真领会会议内容，如有不明之处，可直接向工作人员询问。

3. 参赛队按照大赛赛程安排，凭大赛执委会颁发的参赛证和有效身份证件参加竞赛及相关活动。

4. 各赛队必须按照承办校所在地新冠疫情防控要求，提供所有成员的相关证明材料并准备相关防疫防护用品，由承办校审核后确认是否可以参赛。

5. 参加比赛前要求参赛队为参赛选手购买人身意外伤害保险。

6. 本规则没有规定的行为，裁判组有权做出裁决。在有争议的情况下，监督仲裁组的裁决是最终裁决。

7. 本竞赛项目的解释权归大赛执委会。

（二）指导教师须知

1. 各参赛代表队要发扬良好道德风尚，听从指挥，服从裁判，不弄虚作假。如发现弄虚作假者，取消参赛资格，名次无效。

2. 各代表队领队要坚决执行竞赛的各项规定，加强对参赛人员的管理，做好赛前准备工作，督促选手带好证件等竞赛相关材料。

3. 竞赛过程中，除参加当场次竞赛的选手、执行裁判员、现场

工作人员和经批准的人员外，领队、指导教师及其他人员一律不得进入竞赛现场。

4. 参赛代表队若对竞赛过程有异议，在规定的时间内由领队向赛项监督仲裁组提出书面报告。

5. 对申诉的仲裁结果，领队要带头服从和执行，并做好选手工作。参赛选手不得因申诉或对处理意见不服而停止竞赛，否则以弃权处理。

6. 指导老师应及时查看大赛专用网页有关赛项的通知和内容，认真研究和掌握本赛项竞赛的规程、技术规范和赛场要求，指导选手做好赛前的一切技术准备和竞赛准备。

（三）参赛选手须知

1. 参赛选手须认真如实填写报名表内容，弄虚作假者，将取消比赛资格和竞赛成绩。

2. 参赛选手应着装得体，保持良好仪表仪容。凭身份证、参赛证等参加竞赛及相关活动，并按照赛程安排和规定时间前往指定地点。

3. 参赛选手应按大赛统一安排在指定地点提前熟悉赛场。

4. 参赛选手不得携带参考资料、通信设备、存储设备、电子工具等物品进入赛场，违反者按作弊处理。

5. 参赛选手严格按照规定时间进入竞赛场地，对现场条件进行确认，按统一指令开始竞赛。

6. 选手凭证进入赛场，在赛场内操作期间应当始终佩带参赛凭证以备检查，并必须携带身份证，以便核实身份。

7. 选手在比赛过程中，不允许离开赛场，不允许影响其他参赛队的比赛，否则取消参赛资格。

8. 裁判宣布竞赛时间到，选手须立即停止操作，否则按违纪处理，取消奖项评比资格；若参赛队欲提前提交竞赛结果，应向现场监考官举手示意，并记录比赛终止时间，比赛终止后，不得再进行任何与比赛有关的操作，选手一律按大赛统一时间离场。

9. 参赛选手应严格遵守操作规程，确保人身及设备安全。设备出现故障，应举手示意，由裁判视具体情况做出裁决。如因选手个人原因出现安全事件或设备故障，未造成严重后果的，按相关规定扣减

分数；造成严重后果的，由主裁判裁定其竞赛结束。非选手个人原因出现的安全事件或设备故障，由主裁判做出裁决，视具体情况给选手补足排除故障耗费时间。

10. 比赛时，除赛题为纸质文档外，其它所有的技术文档均以 U 盘为媒介发放给参赛队。参赛队的电脑须安装最新的杀毒软件以避免计算机病毒引起的电脑损坏或电子文档丢失。由此造成的损失由参赛队自行承担。

11. 参赛选手在竞赛结果上只填写参赛队赛位号，禁止做任何与竞赛试题无关的标记，否则取消奖项评比资格。

12. 参赛选手不得将试卷及草稿纸带出赛场，违反者按违纪处理，取消奖项评比资格。

13. 竞赛未全面结束前，所有设备不允许关机。竞赛操作结束后，参赛队需确认成功提交竞赛要求的文件，监考人员在监考记录单情况记录栏中做记录，并与参赛队一起签字确认。离开赛场前，参赛队需将竞赛现场恢复到初始状态，并经监考员确认。

14. 参赛选手应严格遵守赛场规则，服从裁判，文明竞赛。有作弊行为的，取消比赛资格和评奖资格，该项成绩为 0 分；如有不服从裁判、扰乱赛场秩序等不文明行为，按照相关规定扣减分数，情节严重的取消比赛资格和竞赛成绩。

15. 本赛项统一编制工位号。参赛队的工位号由进入赛场的参赛队队长抽取，然后填写工位登记表并签名确认。选手按抽取的工位号进入工位，完成比赛规定的工作任务。抽签后在抽签现场未填写工位登记表并签名，视做弃权；离开现场，选手抽得的工位号作废。

16. 各参赛队应积极配合大赛工作人员，保证一次加密号的抽取工作井然有序地进行。凡故意影响抽签工作的人员，一律上报执委会，情节严重者取消比赛资格。

17. 参赛队不能准时参加抽签的，由裁判长安排工位号，但其评比资格取消，不参加奖项的评比。

（四）工作人员须知

1. 大赛全体工作人员必须服从执委会统一指挥，认真履行职责，做好比赛服务工作。工作人员需根据承办校所在地防疫要求，提供相

关证明材料。

2. 全体工作人员要按分工准时到岗，尽职尽责做好份内各项工作，保证比赛顺利进行。

3. 赛场技术负责人要坚守岗位，比赛出现技术问题（包括设备、器材等）时，应与裁判组组长及时联系，及时处理，如需要重新比赛要得到执委会同意后方可进行。

4. 如遇突发事件，要及时向执委会报告，同时做好疏导工作，避免重大事故发生。

5. 认真组织好参赛选手报到及赛前准备工作，维护好比赛秩序，遇有重大问题及时与执委会联系协商解决办法。

6. 参赛选手禁止携带手机等通信设备进入赛场。检录人员、场内服务人员在比赛进行时一律关闭手机，非特殊原因不得擅自离开赛场。

7. 比赛现场不得进行聊天、打闹等可能影响参赛选手的任何举动；不得私自与参赛选手交谈。

8. 现场裁判要秉公监考。如遇疑问或争议，须请示裁判长，裁判长的决定为现场最终裁定。

9. 参赛队进入赛场，赛场工作人员应按规定审查允许带入赛场的资料和物品，不允许带入赛场的物品交由参赛队随行人员保管，赛场不提供保管服务。

十六、奖项设置

（一）奖项评定方法

1、竞赛设参赛选手团体奖，以赛项实际参赛队总数为基数，一、二、三等奖获奖比例分别为 10%、20%、30%，小数点后四舍五入。

（二）成绩并列情况处理

1、如出现参赛队出现成绩并列的情况，按照模块三、模块二、模块一顺序的得分高低排序，即总成绩相同的情况下比较模块三的成绩，成绩高的排名优先，如果模块三成绩也相同，则按模块二的成绩进行排名，以此类推完成相同成绩的排序。

2、如果三个模块分值相同，则查看职业素养的分值进行排序。

十七、赛项安全

1、由赛区组委会牵头组织专门机构负责赛区内所有赛项的安全工作，赛区组委会主任为第一责任人。赛项成立相应安全管理机构负责本赛项筹备和竞赛期间的各项安全工作，赛项执委会主任为第一责任人。

2、赛区建立公安、消防、司法行政、交通、卫生、食品、质检等相关部门协调机制保证竞赛安全，制定应急预案，及时处置突发事件。制定相应安全管理的规范、流程和突发事件应急预案，全过程保证竞赛筹备和实施工作安全。

3、各参赛院校按照大赛制度《安全管理规定》为参赛选手购买大赛期间的人身意外伤害保险。

4、竞赛期间，除现场裁判外，其余裁判由竞赛执委会统一安排休息场所。在此期间，裁判人员不得随意出入，避免与参赛队代表取得联系。

5、参赛选手进入赛位，赛事裁判、工作人员进入工作场所，严禁携带通讯、照相摄录设备，禁止携带记录用具。

6、竞赛过程中，参赛人员须严格遵守操作规程，确保人身及设备安全。裁判员负责监督和警示。

7、比赛期间发生意外事故，应第一时间报告赛项执委会，同时采取措施，避免事态扩大。赛项执委会应立即启动预案予以解决并向赛区执委会报告。赛项出现重大安全问题可以停赛，是否停赛由赛区组委会决定。事后，赛区执委会应向大赛执委会报告详细情况。

十八、其他规定

（一）食宿安排

1、食宿酒店（暂定）：兰州新区翰东酒店（原兰州新区博华酒店）。

2、有关食宿的其他服务需求，请提前与赛务组联系。

（二）资源转化

赛后完成教学资源转化工作，包括实训课程方案、实训操作视频、技能训练指导书、专业教材、试题库及案例库等各类资源，同时大赛专家组、裁判组完成赛后总结工作及赛项数据分析。

附件1 5G组网与运维赛项样卷

2024年甘肃省全国职业院校技能大赛高职组

5G组网与运维赛项

竞赛任务书（学生版样卷）

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 发展加速驶入快车道。2023 年是 5G 商用四周年，在中央与地方政府政策的持续支持和产业各界的协同推进下，中国 5G 创新发展取得积极成效。在网络建设方面，中国 5G 网络已基本实现城乡连续覆盖，并从乡镇拓展到部分发达行政村。因此，O 市、P 市、Q 市三地政府要求当地运营商加快 5G 网络的建设，尽快让当地乡村群众感受 5G 网络所带来的便利。作为运营商项目负责人，为满足不同场景下的通信需求，请综合考虑各方面因素进行 O 市、P 市、Q 市的网络规划设计，完善现有的设备和配置，确保网络顺利开通。

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

①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。

②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。

③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

①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。

②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。

③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) 0 市

该市的建筑密集，用户高度集中，总移动上网用户数为 1400 万，某运营商用户占比为 56%，规划覆盖区域 1900 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，0 市平均建筑高度约 20m，街道宽度约 22m，终端高度约 1.6m，基站高度约 24m，单个基站小区数为 3 个。人体损耗固定为 0.1dB，线缆损耗可忽略不计，阴影衰落余量为 12dB，对接增益为 13dB，上行干扰余量为 9dB，下行干扰余量为 7dB。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 1 占比达到 70%以上，本次规划主要考虑终端 1 参数，其终端灵敏度为-110dBm，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-129dBm。

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 0.04，下行开销比例为 0.08，单小区 RRC 最大用户数为 760，上行缩放因子为 0.7，下行缩放因子为 0.79，上下行编码效率均为 0.65， R_{\max} 为 948/1024，上行速率转化因子为 0.74，上行调制方式为 256QAM，下行速率转化因子为 0.69，下行调制方式为 256QAM，激活用户在线比例为 0.12，热点区域扩容比例为 1.55，4G 小区覆盖半径约为 500m。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 210Mbps，4G MIMO 单站三扇区吞吐量均值为 640Mbps，4G 基站带宽预留比为 0.21，4G 链路工作带宽占比为 0.6，5G 基站带宽预留比为 0.44，单接入环可接入 6 个 5G 基站或 25 个 4G 基站，单汇聚环下挂 5 个接入环，单骨干汇聚点下挂 6 个汇聚环，单核心层下挂 3 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 0.44，骨干汇聚点带宽收敛比为 0.32，核心层带宽收敛比为 0.33。

核心网方面，单 VNF 占用内存为 2.8GB，单 VNF 占用存储为 10GB，单 AMF 支持站点数目为 910 个，单 UPF 支持站点数目为 860 个，非对接无线 VNF 数量为 10 个，单服务器内存为 256GB，单服务器硬盘容

量为 4000GB。

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 1150 万，某运营商用户占比为 75%，规划覆盖区域为 1400 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 23m，街道宽度约 20m，终端高度约 1.55m，基站高度约 28m，单个基站小区数为 3 个。人体损耗固定为 0.1dB，线缆损耗可忽略不计，阴影衰落余量为 13dB，对接增益为 5dB。上行干扰余量为 6dB，下行干扰余量为 8dB。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 3 占比达到 77%以上，本次规划主要考虑终端 3 参数，终端灵敏度为-108dBm。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-117dBm。

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 0.15，下行开销比例为 0.1，单小区 RRC 最大用户数为 500，上行缩放因子为 0.9，下行缩放因子为 0.89，上下行编码效率均为 0.8， R_{\max} 为 948/1024，上行速率转化因子为 0.87，上行调制方式为 256QAM，下行速率转化因子为 0.5，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 1.3，4G 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 220Mbps，4G MIMO 单站三扇区吞吐量均值为 700Mbps，4G 基站带宽预留比为 0.26，4G 链路工作带宽占比为 0.4，5G 基站带宽预留比为 0.4，单接入环可接入 5 个 5G 基站或 20 个 4G 基站，单汇聚环下挂 5 个接入环，单骨干汇聚点下挂 6 个汇聚环，单核心层下挂 4 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 0.56，骨干汇聚点带宽收敛比为 0.25，核心层带宽收敛比为 0.35。

核心网方面，S1-MME 接口每用户平均信令流量为 9Kbps，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 7Kbps，单用户忙时业务平均吞吐量为 150Kbps，在线用户比为 0.14，附着激活比为 0.82。

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 650 万，某运营商用户占比为 60%，规划覆盖区域为 1750 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 16m，街道宽度约 16m，终端高度约 1.53m，基站高度约 23m，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 10dB，对接增益为 16dB。上行干扰余量为 8dB，下行干扰余量为 5dB。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 83%以上，本次规划主要考虑终端 2 参数，其终端灵敏度为-112dBm，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-126dBm。

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 5:1:1，上行开销比例为 0.16，下行开销比例为 0.22，单小区 RRC 最大用户数为 600，上行缩放因子为 0.88，下行缩放因子为 0.64，上下行编码效率均为 0.9， R_{\max} 为 948/1024，上行速率转化因子为 0.65，上行调制方式为 256QAM，下行速率转化因子为 0.44，下行调制方式为 256QAM，激活用户在线比例为 0.1，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 160Mbps，4G MIMO 单站三扇区吞吐量均值为 530Mbps，4G 基站带宽预留比为 0.22，4G 链路工作带宽占比为 0.5，5G 基站带宽预留比为 0.55，单接入环可接入 7 个 5G 基站或 26 个 4G 基站，单汇聚环下挂 6 个接入环，单骨干汇聚点下挂 5 个汇聚环，单核心层下挂 3 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 0.52，骨干汇聚点带宽收敛比为 0.35，核心层带宽收敛比为 0.38。

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 Q 市 Q1、Q2 和 P 市 P6 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 $\Delta f^{\text{RA}} = 5 \text{ kHz}$, 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 $\Delta f^{\text{RA}} = 15 \cdot 2^{\mu} \text{ kHz}$ 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 n79（4900MHz）。该酒店共 8 层楼（地下 1 层，地上 7 层），平均每层楼有 110 个用户，酒店内有两部电梯都可通往所有楼层，每部电梯定员 20 人，该运营商的用户占比为 0.7。

在 5G 室外站点建设任务中，规划使用 n41（2600MHz）频段。新建站点规划覆盖以站址为中心，半径为 600m 的周边区域，站点天线规划安装的高度为 30m，站点链路带宽为 100Gbps，站点机房往上连接距离最近的中心机房。新建站址旁已有一个室外站点，部分资源可以利旧使用，原有站点归属其他运营商所有，原有站点的链路带宽为 50Gbps，原有站点的天线高度为 35m，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 网络的规模应用为各行各业提供了广阔的发展空间，也为数字经济提供了核心动能。通过推动产业数字化升级，5G 网络有效提升了城市产业竞争力，为城市发展注入了新的生命力。O 市、P 市与 Q 市为实现年度经济发展目标，大力开展 5G 网络建设，旨在通过 5G 全面提升数字化服务能力，为城市居民提供更加便捷、高效的生活服务，为城市数字化转型提供强有力的技术支撑。

现 O 市、P 市与 Q 市已完成初步网络建设，但在测试阶段发现存在较大问题，请你根据既有故障排查工具与故障信息完成 5G 网络故障运维，同时通过网络优化保障网络质量，以实现 O 市、P 市与 Q 市各项智慧场景应用正常运转。

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 市的 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O3, P市P1、P5与Q市Q1、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-2、P市P-4、P-6, Q市Q-3共4个点定点测试，要求：

①O-2: SSB RSRP $\geq -79\text{dBm}$, SSB SINR $\geq 24\text{dB}$, 上行速率 $\geq 210\text{Mbps}$, 下行速率 $\geq 510\text{Mbps}$, 语音、视频、直播业务正常；

②P-4: SSB RSRP $\geq -83\text{dBm}$, SSB SINR $\geq 19\text{dB}$, 上行速率 $\geq 60\text{Mbps}$, 下行速率 $\geq 390\text{Mbps}$, 语音、视频、直播业务正常；

③P-6: SSB RSRP $\geq -100\text{dBm}$, SSB SINR $\geq 12\text{dB}$, 上行速率 $\geq 90\text{Mbps}$, 下行速率 $\geq 150\text{Mbps}$, 语音、视频、直播业务正常；

④Q-3: SSB RSRP $\geq -91\text{dBm}$, SSB SINR $\geq 17\text{dB}$, 上行速率 $\geq 110\text{Mbps}$, 下行速率 $\geq 280\text{Mbps}$, 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 2 次)、P 市中 P-6 \rightarrow P-5 \rightarrow P-3 \rightarrow P-1 切换 (切换次数不大于 2 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 市智慧路灯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 5G 技术的不断发展和普及, 5G 网络正逐步实现由消费者市场到政企市场的延伸, 基于 5G 专用网络的 ICT 数字化升级方案已成为各行各业的优选产业数字化升级方案。如何构建一张稳定可靠的 5G 专用网络, 为企业、政府和组织提供高速、低时延、高可靠性的无线通信服务, 如何融合 5G 网络与数字化场景需求, 已成为当下运营商、行业企业的重点关注方向。

X 市为国内制造业重点城市, 拥有多个工业基地。Y 工厂为本市制造业升级试点企业, 为响应国家数字化发展战略, 在 X 市委市政府的大力支持下, Y 工厂计划与本市 Z 运营商开展 5G 全连接工厂升级项

目。现 Y 工厂与 Z 运营商已完成初步升级方案指定，计划在工厂内开展试点生产线升级，旨在建设一张覆盖整个升级区域的 5G 专用网络，以实现数字化升级生产设备的自动化联网运行。作为本项目关键技术人员，请根据本任务要求完成工厂数字化改造与 5G 专用网络建设与优化，保障数字化工厂顺利运行。

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 CU-DU 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 C-2 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）	500
利旧 BBU 已使用扇区数（个）	3
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）	μ
区域 A	n78	4T4R	270	1
区域 B	n79	4T4R	270	1
区域 C	n79	4T4R	273	1
区域 D	n78	4T4R	260	1

表 12 终端性能参数要求

规划项	规划值
5GC 服务器内存（GB）	128
5GC 服务器存储（TB）	2
MEC 服务器 A 内存（GB）	32
MEC 服务器 A 存储（GB）	512
MEC 服务器 B 内存（GB）	64
MEC 服务器 B 存储（TB）	1

4. 任务详情

1) 场景升级

完成指定区域内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 5 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 CUCP 到 AMF N2 地址的 Ping 测试；

(2) 在业务调试模块完成 A4、B4、C6、D4 位置的终端拨测。