

附件 6

湖南省虚拟仿真实验教学一流课程申报书

学 校 名 称	湖南师范大学
实 验 教 学 项 目 名 称	智能化 5G 通信全覆盖虚拟仿真实验
所 属 课 程 名 称	现代通信技术与系统
所 属 专 业 代 码	0807
实 验 教 学 项 目 负 责 人 姓 名	唐文胜
有 效 链 接 网 址	http://znh5gt.hunnu.edu.cn/

湖南省教育厅制
二〇二〇年十一月

填写说明和要求

1. 以 Word 文档格式，如实填写各项。
2. 表格文本中的中外文名词第一次出现时，要写清全称和缩写，再次出现时可以使用缩写。
3. 专业类代码指《普通高等学校本科专业目录(2020)》中的专业类代码（四位数字）。没有对应学科专业的课程，填写“0000”。
4. 不宜大范围公开或部分群体不宜观看的内容，请特别说明。
5. 如表格篇幅不够，可另按所填表格格式附纸。

1.实验教学项目教学服务团队情况

1-1 实验教学项目负责人情况					
姓名	唐文胜	性别	男	出生年月	1970年4月
学历	研究生	学位	博士	电话	88872870
专业技术职务	教授	行政职务	副院长	手机	13308408542
院系	信息科学与工程学院		电子邮箱	154976552@qq.com	
地址	长沙市岳麓区麓山路36号			邮编	410081
<p>教学研究情况：主持的教学研究课题（含课题名称、来源、年限，不超过5项）；作为第一署名人在国内外公开发行的刊物上发表的教学研究论文（含题目、刊物名称、时间，不超过10项）；获得的教学表彰/奖励（不超过5项）。</p> <p>1、主持的教学研究课题</p> <p>[1] 校教改项目：2014.7-2017.7，基于慕课理念的教学信息化研究与实践（121-0610）</p> <p>[2] 校教改项目：2011.7-2013.7，“大学计算机基础”课程分级分类教学与评价测试手段改革研究（121-0610）</p> <p>[3] 校精品课程：2010.3，校级精品课程“大学计算机基础”（126-172）</p> <p>2、发表的教学研究论文</p> <p>[1] 唐文胜，王广芳，多媒体CAI课件创作工具的研究与实现[J]，吉首大学学报（自然科学版），1998年第3期：89-91</p> <p>[2] 唐文胜，王麓雅，徐大宏，刘文胜，基于NOVELL网DOS无盘工作站考试系统的设计与实现[J]，湖南师范大学自然科学学报，2000年第4期：24-26</p> <p>[3] 唐文胜，王麓雅，一种基于CAI写作工具的多媒体数据模型[J]，湖南师范大学自然科学学报，2000年第3期：38-42</p> <p>[4] 唐文胜，王麓雅，徐大宏，谭健，卿小兵，基于NOVELL网无盘工作站WINDOWS环境计算机无纸化考试系统的设计与实现[J]，计算机工程与应用，2001年第14期：140-141</p>					

- [5] 唐文胜, 荣曼生, Windows 环境无纸化考试系统中对文件和文件夹操作的有效评分[J], 计算机与现代化, 2003 年第 7 期: 42-44
- [6] 唐文胜, 黄小兵, 计算机考试系统中操作系统试题评分的一种方法[J], 计算机与现代化, 1999 年第 6 期: 5-7
- [7] 唐文胜, 马勇, 蒋少华, 计算机无纸化考试系统中有效评分的方法[J], 电脑开发与应用, 2000 年第 11 期: 2-3, 7
- [8] 唐文胜, 谭健, 卿小兵, 利用 OLE 自动化实现计算机无纸化考试系统中对 WORD 的有效评分[J], 电脑与信息技术, 2000 年第 5 期: 29-31
- [9] 唐文胜, 刘文胜, 徐大宏等, 无纸化考试中选择题测试的设计与实现[J], 电脑开发与应用, 2004 年第 1 期: 14-15
- [10] Tianlan Liu, Wensheng Tang*, et al, A New Algorithm of Automatic Grading in Computer Paperless Test System[C], International Conference on Intelligent Computing , ICIC2015, LNAI 9227, Springer, EI 收录

3、获得的教学表彰/奖励

- [1] 基于 Novell 网无盘工作站计算机课程无纸化考试系统的设计与实现, 湖南师范大学教学成果一等奖 (第 1 完成人), 2003 年 (校级)
- [2] Visual FoxPro 程序设计与数据库应用基础教程 (教材), 湖南师范大学教学成果二等奖 (第 3 完成人), 2012 年 (校级)
- [3] 计算机实验教学质量控制系统, 湖南师范大学教学成果三等奖 (第 4 完成人), 2008 年 (校级)
- [4] 湖南师范大学教学优秀奖, 单独, 1998 年 (校级)

学术研究情况: 近五年来承担的学术研究课题 (含课题名称、来源、年限、本人所起作用, 不超过 5 项); 在国内外公开发行人刊物上发表的学术论文 (含题目、刊物名称、署名次序与时间, 不超过 5 项); 获得的学术研究表彰/奖励 (含奖项名称、授予单位、署名次序、时间, 不超过 5 项)。

1、承担的学术研究课题

- [1] 生猪精细化养殖新型传感器与物联网关键技术研究与应用 (2018GK4035), 2018 湖南省战略性新兴产业科技攻关与重大成果转化专项 (300 万), 2018-2020, 项目负责人
- [2] 云计算环境下基于时序数据分析的可信服务选择研究 (2017JJ2186), 湖南省自然科学基金, 2017-2019, 参与 (排名 2)

[3] 基于教育大数据挖掘的个性化自适应学习资源智能推荐研究 (XJK18BXX001), 2018 年度湖南省教育科学“十三五”规划课题, 2018-2020, 参与 (排名 2)

2、发表的学术论文

- [1] Xiaoping Lou, **Wensheng Tang*** (通信作者), Xiaoxiao Chen, A high capacity quantum weak blind signature based on logistic chaotic maps[J], Quantum Information Processing, Vol.17, No.10, 2018, 251:20, ISSN: 1570-0755. (SCI)
- [2] Xiaoping Lou, **Wensheng Tang*** (通信作者), Hu long, et al, A Quantum Blind Signature Scheme Based on Block Encryption and Quantum Fourier Transfer[J], International Journal of Theoretical Physics, vol.58, No.10, 2019, pp.3192-3202. (SCI)
- [3] **Wensheng Tang**, Yunshan Fu, Pingping Dong, et al, A MPTCP Scheduler Combined With Congestion Control for Short Flow Delivery in Signal Transmission[J], IEEE ACCESS, vol.7, 2019, ISSN: 2169-3536. (SCI)
- [4] 娄小平, **唐文胜*** (通信作者), 马华, 基于量子纠缠交换的双重弱盲签名方案[J], 量子电子学报, Vol.36, No.2, 2019, pp.174-181
- [5] Yuhang Long, **Wensheng Tang*** (通信作者), Bo Yang, Xinyu Wang, Hua Ma, Hang Shi, Xueyu Cheng, GTK: A Hybrid-Search Algorithm of Top-Rank-k Frequent Patterns Based on Greedy Strategy[J], CMC-Computers, Materials & Continua, Vol.63, No.3, 2020, pp.1445-1469, ISSN:1546-2226 (SCI)

3、学术奖励

- [1] ICCCS2018 International Conference on Cloud Computing and Securith, Best Paper Award (最佳论文), (排名 3)

1-2 实验教学项目教学服务团队情况

1-2-1 团队主要成员 (不超过 4 人)

序号	姓名	所在单位	专业技术职务	行政职务	承担任务	备注
1	邓月明	湖南师范大学	高级实验师	实验中心 副主任	实验教学 总设计	总体 统筹
2	江沸菠	湖南师范大学	副教授	人工智能系	实验设计	实验

				副主任		规划
3	张连明	湖南师范大学	教授	物联网工程系主任	教学设计	教学规划
4	杜保强	湖南师范大学	教授	通信工程系主任	实验管理	项目规划
1-2-1 团队其他成员						
序号	姓名	所在单位	专业技术职务	行政职务	承担任务	备注
1	余慧敏	湖南师范大学	副教授	通信工程系副主任	教学设计	教学人员
2	罗轶	湖南师范大学	讲师		实验教学	教学人员
3	王玉明	湖南师范大学	讲师		实验教学	教学人员
4	郭志军	湖南师范大学	讲师		教学设计	在线教学
5	徐大宏	湖南师范大学	副教授		教学设计	在线教学
6	刘慧	湖南师范大学	实验师		教学管理	在线教学服务
7	彭永龙	南京柯姆威科技有限公司	软件工程师	技术总监	软件管理	统筹对接
8	吕兴洋	南京柯姆威科技有限公司	软件工程师		项目设计	技术支持
9	王先敏	南京柯姆威科技有限公司	软件工程师		软件开发	技术支持
10	秦飞建	北京欧贝尔软件技术有限公司	软件工程师	市场总监	软件管理	统筹对接
11	陈校龙	北京欧贝尔软件技术有限公司	软件工程师		网络设计	技术支持
项目团队总人数：（16人）高校人员数量：（11人）企业人员数量：（5人）						

注：1.教学服务团队成员所在单位需如实填写，可与负责人不在同一单位。

2.教学服务团队须有在线教学服务人员和技术支持人员，请在备注中说明。

2.实验教学项目描述

<p>2-1 名称</p> <p style="text-align: center;">智能化 5G 通信全覆盖虚拟仿真实验</p>
<p>2-2 实验目的</p> <p>5G 商用已成为我国国家发展战略，将在远程医疗、虚拟现实、万物互联、无人驾驶等领域带来翻天覆地的变化。为适应社会发展的需要，学校急需培养大批 5G 研发与应用人才，但学校现有的实验环境难以满足人才培养的需要。</p> <p>本实验为《现代通信技术与系统》课程的实验教学环节。《现代通信技术与系统》课程是通信工程本科专业教学的核心课程，但由于学生不能进入运营商机房实地操作，通信设备迭代更新快，价格昂贵，真实的 5G 组网实验在学校课堂教学中无法实现。</p> <p>为适应国家对 5G 新技术战略发展的需要，给学生提供体验最新通信技术的实验环境，本实验教学团队依托我校“通信工程”省级一流专业、湖南省“智能计算与语言信息处理”重点实验室，联合技术力量雄厚的通信领域虚拟教学软件开发科技公司，开发了本虚拟仿真实验。</p> <p>根据课程教学实验大纲要求，本实验目的为：</p> <ol style="list-style-type: none">1、熟悉城市中心等不同场景下多业务接入需求；2、掌握 5G 移动通信基础设施网络规划与组网；3、掌握 5G 移动通信动态应用场景中，无人机基站集群的智能化部署与组网，实现大规模业务接入需求下的 5G 通信全覆盖。
<p>2-3 实验课时</p> <ol style="list-style-type: none">1、实验所属课程所占课时：16 课时2、该实验项目所占课时：2 课时
<p>2-4 实验原理（或对应的知识点，简要阐述实验原理，并说明核心要素的仿真度）</p> <p>1、实验原理</p> <p>本实验采取自主学习、人机交互、帮助引导、自动评价等方法，开展以“5G+人工智能”为突破口，以“5G 组网、无人机智能部署”为内容的虚拟仿真实验教学。</p> <p>本实验通过 5G 核心网和 5G 接入网两大部分来构建一个完整的 5G 移动通信系统，针对人口密集的城市中心（如大型演唱会、体育赛事）、交通堵塞以</p>

及自然灾害等临时性密集通信场景，通过辅助无人机移动基站接入通信网，智能化部署来实现动态信号全覆盖，实验原理如图 2-4-1 所示。



图 2-4-1 智能化 5G 通信全覆盖实验原理示意图

2、知识点：共 2 个

3、核心要素仿真度

(1) 系统组网

本实验完整地呈现了一套真实的、商用的 5G 通信系统的主要构成，并针对目前 5G 通信行业最热门的应用需求，设计了无人机移动基站实现通信全覆盖。实验需要完成中心机房、楼顶基站机房、楼顶天线三大网络主网设备的架构。

- 仿真度：100%；
- 教学知识点：移动通信系统的组成；
- 学生技能培养：培养学生掌握构建移动通信网络的能力。

(2) 基于人工智能的动态 5G 通信信号全覆盖接入

利用本项目组设计的人工智能算法进行无人机移动基站的智能化部署，实现 5G 信号的动态覆盖。

- 仿真度：100%；
- 教学知识点：针对大规模移动终端动态接入需求，通过多参数的机器学习算法来预测无人机基站的位置和轨迹，进行移动基站的智能部署，实现 5G 通信信号全覆盖接入；
- 学生技能培养：培养学生对“5G+人工智能”科技前沿的认知，理解人工智能算法在解决通信热点、难点问题中的应用。

2-5 实验仪器设备（装置或软件等）

- 1、普通电脑：64 位 Windows OS，1GHz CPU（推荐 4 核），2GB 内存（推荐 4GB），1G 显存(支持 DirectX 9 以上)；
- 2、智能化 5G 通信全覆盖虚拟仿真实验软件。

2-6 实验材料（或预设参数等）

- 1、网络环境：服务器和终端间实时流量为 2Mbps；
- 2、（可选）服务器：如需要单独部署后台服务端，建议采用模块化机房服务器或普通刀片式服务器。

2-7 实验教学方法

1、教学方法

本实验项目采用问题引导式、场景案例式、沉浸互动式教学。通过实验现场授课或在线资源共享的方式，使学生在了解多业务接入需求下 5G 通信系统组网以及人工智能理论上，进行 5G 组网与无人机基站全覆盖实验，最终完成大规模终端用户场景下的无人机基站动态部署，实现无线通信信号全覆盖。

在具体实现中，首先通过回答问题，巩固基础理论和实际应用；通过“场景规划”和“场景漫游”，实现场景案例式实验教学，学生可以选择“城市中心”“大学城”等来模拟一些临时性的密集通信场景；通过“中心机房安装”、“楼顶基站机房安装”实现沉浸互动式实验教学，学生可以身临其境进行实验操作。

在课程教学中，利用突发场景下，对 5G 基站的合理配置，无人机数量、覆盖范围等参数合理设置，培养学生绿色通信、增强低辐射环保意识。

2、实施过程

学生在登录网址进入到本实验项目门户网站后，可以先通过项目简介、操作手册、简介视频、引导视频等熟悉实验过程。

本实验为突发大规模多业务接入场景下 5G 通信全覆盖实验，实验过程包括：自主学习实验目的和原理、场景规划与漫游、中心机房组网、楼顶基站机房组网、无人机动态信号覆盖。实验操作流程如图 2-7-1 所示。

（1）构建虚拟教学场景：这里包括“场景规划”和“场景漫游”，学生可选择“城市中心”、“大学城”等场景来构建实训实验环境，让学生有一个真实应用的虚拟情景，并可以在场景里进行自由的漫游，以进一步熟悉各项实验操作；

（2）全仿真模拟操作教学：对于 5G 通信网和 5G 全覆盖接入网的所有的实物设备的安装部署，都采用全仿真式的模拟操作，有着沉浸体验式的现场操

作代入感；

(3) **系统参数配置**：系统参数包括 5G 核心网云参数配置、天线参数配置、测试终端参数配置、无人机覆盖参数配置等，其中部分参数考虑实验时长的限制，允许采用默认值进行实验。基于人工智能算法的无人机基站动态自组网是本实验的核心，用来完成最终的 5G 通信信号全覆盖接入；

(4) **运行测试与评估**：完成网络的构建和参数配置后，就可以进行初始化部署、运行测试评估和完成实验报告了。完成大规模终端车及无人机基站动态部署运行后，可以进行通信全覆盖的测试和评估，并进行在线实验报告，反馈实验结果供教师评估实验情况。

实验操作流程

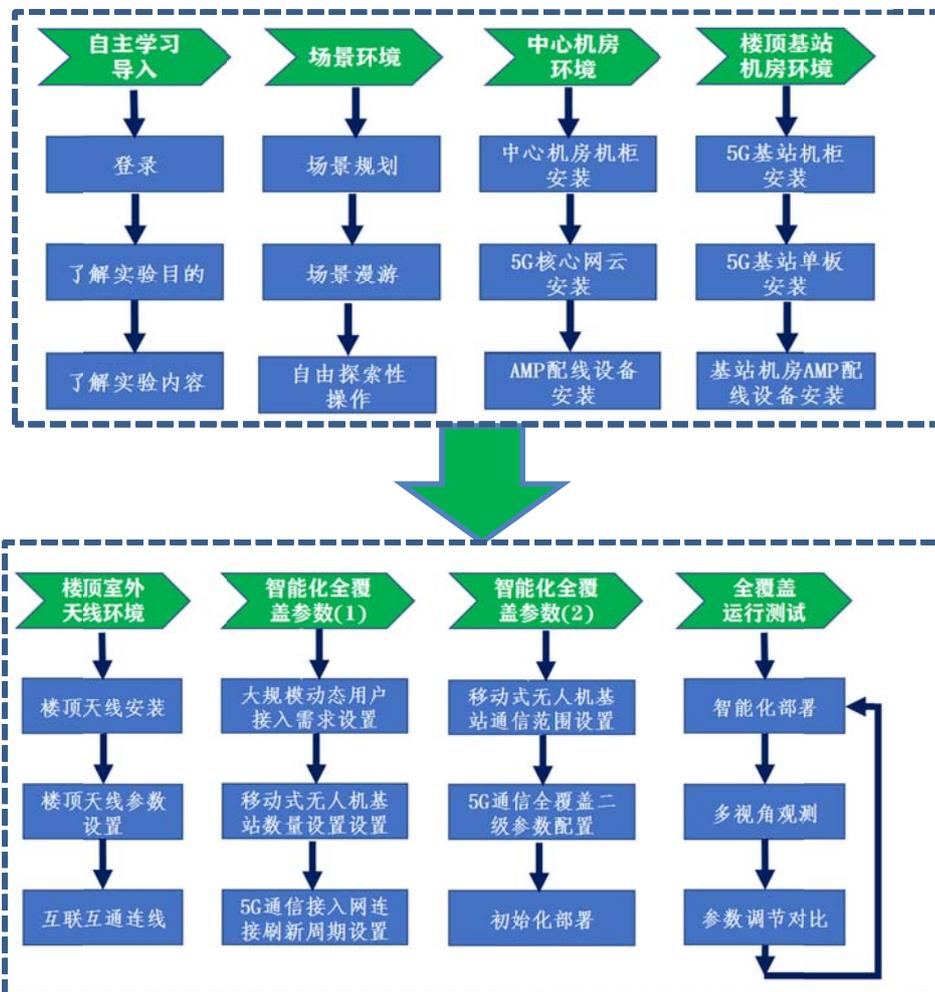


图 2-7-1 实验操作流程

3、实施效果

采取“交互沉浸体验式”实验教学方法，实验效果得到明显提升：

(1) 激发了学生兴趣，弥补了无法进入真实环境操作的不足

采用虚拟仿真实验，学生通过计算机成 5G 组网及智能覆盖，解决了不能进入真实环境实验的问题，同时还有电脑游戏的体验感，兴趣更浓。学生在掌握理论基础知识后采用本“智能化 5G 通信全覆盖虚拟仿真实验系统”进行仿真实验，在软件中搭建真实的商用运营通信系统场景，可以将理论知识与实际应用相结合，对移动通信业务组网、对人工智能技术和 5G 通信相结合会有更深的体验。

(2) 巩固了学生所学知识，并得到实际应用

项目以 5G 通信为基础，融入了人工智能和无人机技术，学生学习的理论知识能得到实际应用。本项目很好地解决了通信工程专业《现代通信技术与系统》课程的实验需要，同时也能用于人工智能、物联网工程等相关信息类专业学生的实训，满足企业对学生培养实践能力的需求。同时，还可作为在校非信息类专业的大学生认识 5G 移动通信网络、了解“5G+人工智能”前沿新科技。

2-8 实验方法与步骤要求（学生操作步骤应不少于 10 步）

1、实验方法描述

本实验采取自主学习、人机交互、帮助引导、智能评价等多种实验方法。

(1) 自主学习

启动实验平台后，学生可以通过“课程介绍”模块进行自主学习，了解实验背景、实验目的、实验内容与实验流程、实验的重点与难点，实验所用的设备及功能，实验平台的基本操作，为开展实验做好知识准备。

(2) 人机交互

本实将实验步骤融入每一个实验环境中，在每一实验环境中，设置了多个问题与学生交互。实验过程中，通过观察法、比较法检验参数设置效果。

(3) 列表引导

实验过程中不需要教师干预，进入实验平台后，系统根据实验列表提供了详细的操作列表，全程引导学生进行设计操作，最终完成实验。

(4) 智能评价

智能化 5G 通信全覆盖是从实际工程项目的角度出发，学生通过本实验软件模拟实际的 5G 移动通信工程项目实施的全过程，系统可以自动记录学生的每一步实验操作，并对学生的组网操作进行评价。

2、实验操作步骤

实验共设 8 个环境、21 个交互式操作步骤。

步骤一：自主学习，了解实验目的、实验内容、实验原理和实验流程。

环境一：场景规划

步骤二：选择场景。在“环境一”中，选取“城市中心”作为此次实验的环境，将鼠标移动至需要规划的场景上方，通过按住鼠标左键，将需要规划的场景拖拽至地图中央，如图 2-8-1 所示。如需要调整场景，可进行移动、删除、更名等操作。



图 2-8-1 场景选择

环境二：场景漫游

步骤三：场景漫游。将鼠标移动至界面最下方的第一个功能键“场景漫游”，单击漫游功能键后，当前界面会转换到“城市中心”的其它区域，如图 2-8-2 所示。

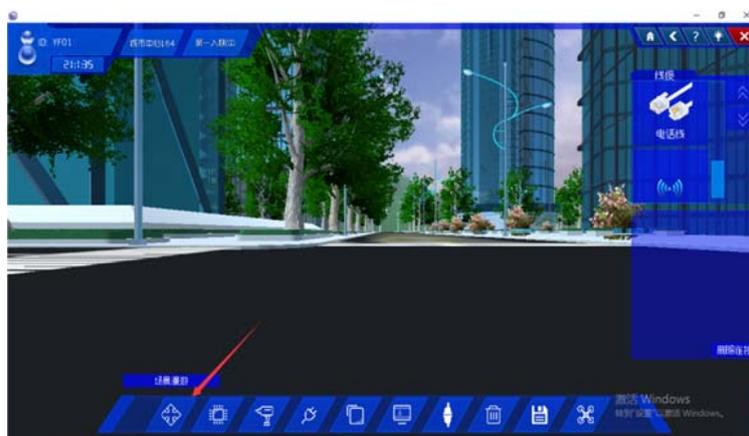


图 2-8-2 场景漫游

环境三：中心机房

步骤四：中心机房机柜安装。双击地板任何空地，从左侧出现的设备栏第一栏中鼠标左击选中通信机柜拖到地面，如图 2-8-3 所示。

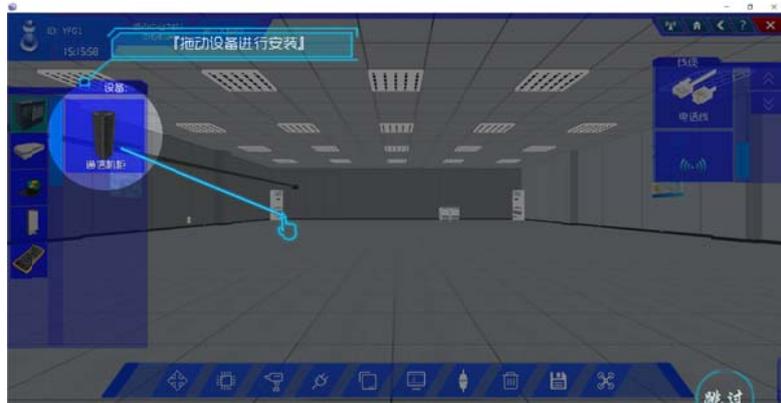


图 2-8-3 中心机房机柜安装

步骤五：5G 核心网云安装。先双击通信机柜，在机柜门的位置打开机柜门，然后在设备栏中选中 5G 核心网设备，拖出并安装到机柜中，如图 2-8-4 所示。

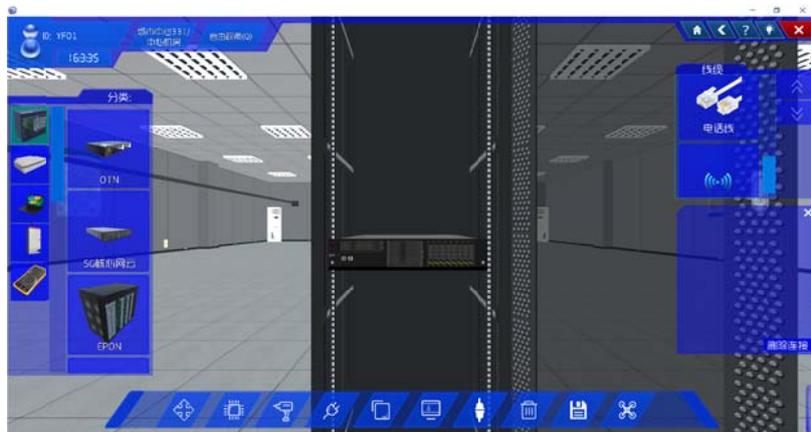


图 2-8-4 5G 核心网云安装

步骤六：中心机房接入和移动性管理（Access and Mobility Management Function, AMP）配线架安装。双击通信机柜，在设备栏的第二个中间设备选择配线架 AMP 安装到通信机柜中，如图 2-8-5 所示。



图 2-8-5 中心机房 AMP 配线架安装

环境四：楼顶机房

步骤七：5G 基站机柜安装。进入楼顶机房后，点击地面，从左侧出现的设备栏中选中 5G 基站机柜安装到地面上。

步骤八：5G 基站单板安装。双击 5G 基站机柜，从设备栏选择相应的单板安装到 5G 基站机柜槽位中，如图 2-8-6 所示。说明：0 槽位安装通用主控传输(Universal Main Processing & Transmission, UMPT)单板，1 槽位安装通用基带处理板(Universal Base Band Processing, UBBP)单板，其它槽位安装空面板。

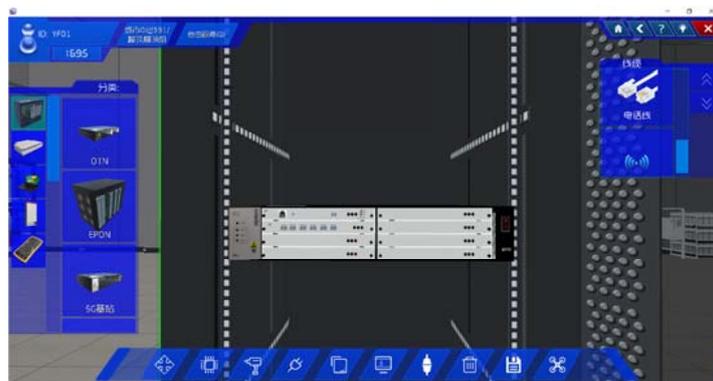


图 2-8-6 5G 基站单板安装

步骤九：基站机房 AMP 配线架安装。双击通信机柜，在设备栏的第二个中间设备选择配线架 AMP 安装到通信机柜中，如图 2-8-7 所示。

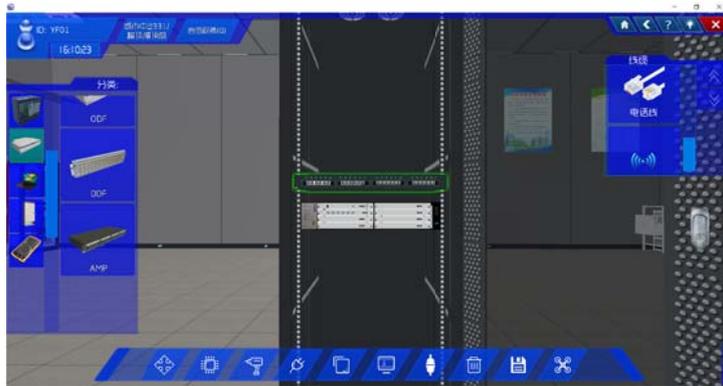
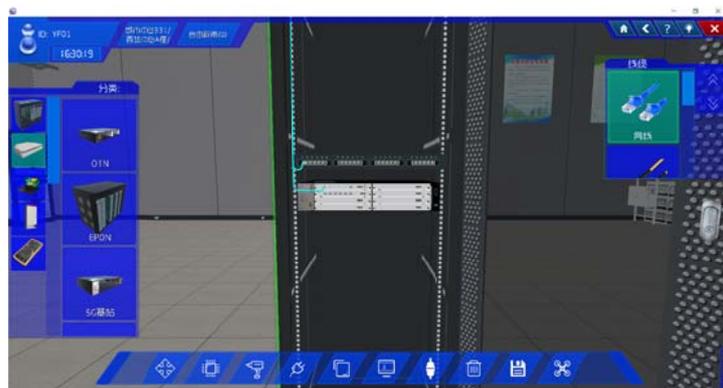


图 2-8-7 基站机房 AMP 配线架安装

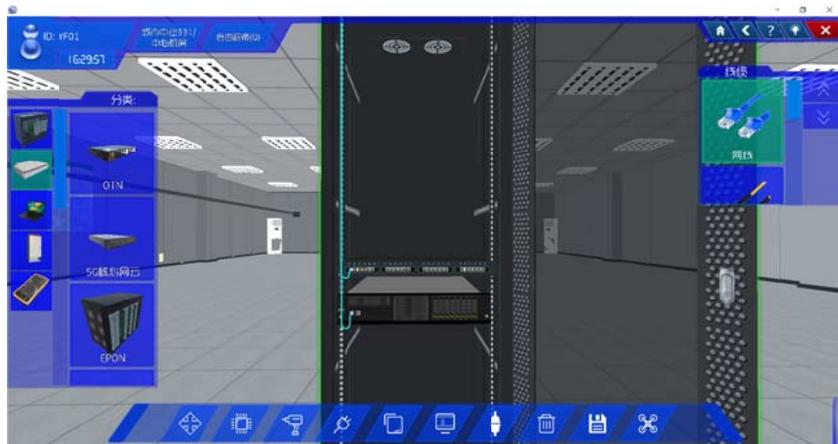
步骤十：中心机房与楼顶基站机房配线连接。

在楼顶机房中，从“线缆栏”中选择网线，然后点击界面最下方的第四个功能按钮“设备连线”，选择点击 5G 基站，聚焦到 5G 基站后，点击连接到 0 槽位单板 UMPT 的网口。继续借助“设备连线”功能按钮选择点击 AMP，聚焦到 AMP 后点击连接 AMP 的一个网口,如图 2-8-8(a)所示。

转换环境，进入中心机房，根据界面下方的第四个功能按钮“设备连线”依次选中连接 AMP，选中连接 5G 核心网云，如图 2-8-8(b)所示。



(a) 楼顶机房设备连线



(b) 中心机房设备连线

图 2-8-8 中心机房与楼顶基站机房配线连接

环境五：楼顶室外

步骤十一：楼顶天线安装。进入楼顶环境，单击地面，在设备栏选中**有源天线处理单元(Active Antenna Unit, AAU)天线（抱杆）**安装到地面,如图 2-8-9 所示。



图 2-8-9 楼顶天线安装

步骤十二：楼顶天线参数设置。通过界面下方“设备连线”按钮，选中点击**AAU 天线（抱杆）**，然后右击**AAU 天线（抱杆）**，设置 AAU 天线的功率、方位角、下倾角参数，如图 2-8-10 所示。

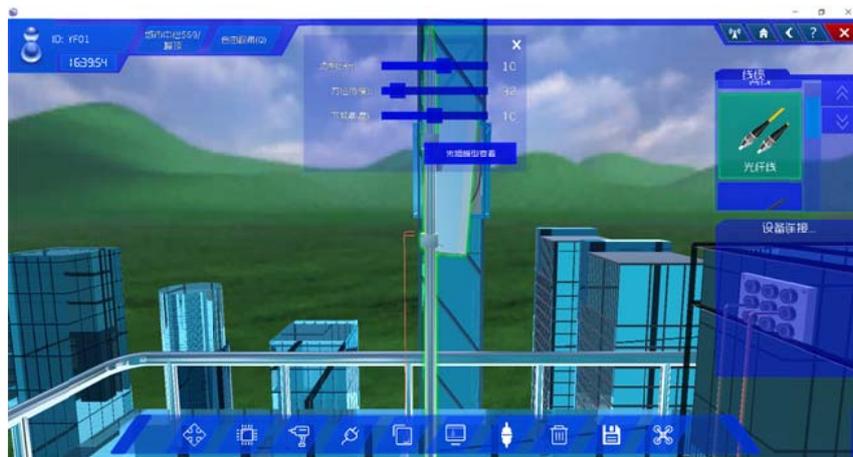


图 2-8-10 楼顶天线参数设置

环境六：智能化 5G 通信全覆盖

步骤十三：大规模动态用户接入需求设置。进入环境六后，点击“动态智能化 5G 全覆盖”功能键，配置用户终端（User Equipment, UE）数，如图 2-8-11 所示。



图 2-8-11 大规模动态用户接入需求设置

步骤十四：无人机基站通信范围设置。根据通信场景的需求和通信场景的大小设置无人机基站的通信范围。

步骤十五：无人机基站数量设置。根据无人机基站的通信范围和场景中用户的终端数量设置无人机基站数量。

步骤十六：5G 通信接入网无人机位置刷新周期设置。根据设置的刷新周期执行机器学习算法，动态更新无人机基站的最优位置和飞行轨迹。

步骤十七：5G 通信全覆盖二级参数配置。配置信道增益系数、起始位置、正交信道数量、最大计算能力、服务需求类型和优化算法参数等。

环境七：智能化通信全覆盖初始部署

步骤十八：5G 通信全覆盖初始部署。点击部署运行，在界面右上角出现缩小版无人机运行画面图，可以观察到无人机运行轨迹，用户在不同无人机信号覆盖下的颜色变化，如图 2-8-12 所示。



图 2-8-12 5G 通信全覆盖初始部署

环境八：智能化 5G 通信全覆盖运行测试

步骤十九：5G 通信全覆盖运行测试。观察运行智能化算法后，覆盖效果图的变化，如图 2-8-13 所示。



图 2-8-13 5G 通信全覆盖运行测试

步骤二十：多视角观测。通过切换视角功能按钮观察无人机基站动态部署后的覆盖情况，如图 2-8-14 所示。



图 2-8-14 多视角观测

步骤二十一：参数调节对比测试。通过改变参数，观察无人机基站动态部署的覆盖情况，如图 2-8-15 所示。

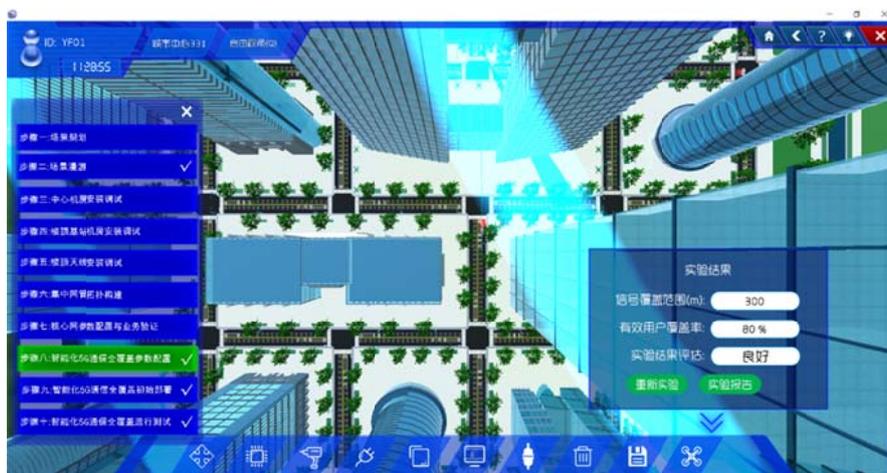


图 2-8-15 参数调节对比测试

2-9 实验结果与结论要求

- 1、是否记录每步实验结果：是 否
- 2、实验结果与结论要求：实验报告心得体会其他
- 3、其他描述：

提供动态场景下的智能化 5G 通信全覆盖项目的规划、相关原理、关键步骤的截图，并对最后覆盖效果和对比测试运行结果进行分析。

2-10 考核要求

考核分为两部分，一部分是线上的软件自动考核；另一部分是线下同学互评和教师评阅。

1、线上软件自动考核

线上软件自动考核由实验原理、实验操作、实验结果 3 个部分构成，其中实验原理占 30%、实验操作占 30%、实验结果占 40%。成绩采用百分制，在实验完成的时候由软件以报告的形式自动给出。

(1) 实验原理部分：实验原理部分是贯穿整个实验操作过程，主要是针对实验基础知识、基本原理以及观测到的实验现象的考核，采用交互式的“一问一答”方式进行。

(2) 实验操作部分：实验操作是指设备安装、线缆连接、逻辑组网等操作过程和步骤。

(3) 实验结果部分：实验结果主要是对基于所进行的智能化参数配置及运行测试得到的覆盖率的实验结果的评价。

2、线下的同学互评和教师评阅

同学互评和教师评阅在教学平台和线上线下混合式教学中进行，主要是对学生的实验记录、实验分析及反思总结进行同学互评和教师评阅。要求学生对整个实验过程的关键步骤进行截图记录，对实验结果进行分析，并对整个实验过程进行反思总结。

2-11 面向学生要求

1、专业与年级要求

(1) 专业 (I 类)：通信工程。

年级要求：大三

(2) 专业 (II 类) 人工智能、物联网工程、计算机科学与技术、软件工程、电子信息科学与技术、电子信息工程。

年级要求：大二、大三、大四

(3) 专业 (III 类)：所有文理科 (非信息类) 专业。

年级要求：大二、大三、大四

2、基本知识和能力要求等

(1) 专业 (I 类)：具有现代通信系统基本的理论知识。

(2) 专业 (II 类、III 类)：无要求、零基础。

2-12 实验项目应用情况

1、本校上线时间：2020.5

2、已服务过的本校学生人数：200 余人

3、是否纳入到教学计划：是 否

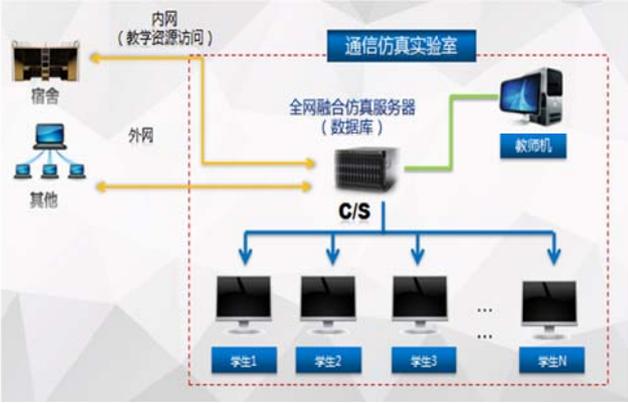
4、是否面向社会提供服务：是 否

5、社会开放时间：2020.10，已服务人数：300 余人

3.实验教学项目相关网络要求描述

<p>3-1 有效链接网址</p> <p>http://znh5gt.hunnu.edu.cn</p>
<p>3-2 网络条件要求</p> <p>1、说明客户端到服务器的带宽要求（需提供测试带宽服务），满足服务器到终端电脑实时网络速率 2Mbps；</p> <p>2、说明能够提供的并发响应数量（需提供在线排队提示服务），同时并发响应数目支持不超过 500 人。</p>
<p>3-3 用户操作系统要求（如 Windows、Unix、IOS、Android 等）</p> <p>1、计算机操作系统和版本要求，Windows 7/10 64 位操作系统或以上版本；</p> <p>2、其它计算终端操作系统和版本要求，Windows 7/10 64 位操作系统或以上版本。</p> <p>3、支持移动端：<input type="checkbox"/>是 <input checked="" type="checkbox"/>否</p>
<p>3-4 用户非操作系统软件配置要求（如浏览器、特定软件等）</p> <p>1、需要特定插件 <input type="checkbox"/>是 <input checked="" type="checkbox"/>否</p> <p>2、其他计算终端非操作系统软件配置要求（需说明是否可提供相关软件下载服务）：不支持。</p>
<p>3-5 用户硬件配置要求（如主频、内存、显存、存储容量等）</p> <p>1、计算机硬件配置要求</p> <ul style="list-style-type: none">● CPU 主频：1G 以上（推荐 4 核 CPU）● 内存容量：2GB 以上（推荐 4GB）● 硬盘容量：100GB● 显卡类型：1G 以上显存(支持 DirectX 9 以上) <p>2、其它计算终端硬件配置要求：无</p>
<p>3-6 用户特殊外置硬件要求（如可穿戴设备等）---选配</p> <p>1、计算机特殊外置硬件要求：无</p> <p>2、其它计算终端特殊外置硬件要求：无</p>
<p>3-7 网络安全</p> <p>项目系统是否完成国家信息安全等级保护 <input checked="" type="checkbox"/>是 否</p>

4.实验教学项目技术架构及主要研发技术

指标	内容	
<p>系统架构图及简要说明</p>	 <p>系统采用 C/S 网络结构，学生通过登录到服务器操作，每个学生都有自己的索引数据，相互之间不冲突。</p> <p>系统仿真了设备安装、连线、数据配置、业务验证等过程。老师可以登录教师端查看学生的实验数据、实验报告，可以进行学生账号的删除和添加。</p>	
<p>实验教学项目</p>	<p>开发技术</p>	<input checked="" type="checkbox"/> 3D 仿真
	<p>开发工具</p>	<input checked="" type="checkbox"/> Unity3D <input checked="" type="checkbox"/> Visual Studio
	<p>运行环境</p>	<p>CPU 4 核、内存 4GB、磁盘 80GB、显存 1GB</p> <p>操作系统： Windows 7/ Windows 10 64 位</p> <p>数据库： SQL Server</p> <p>备注说明：无</p>
	<p>项目品质（如：单场景模型总面数、贴图分辨率、每帧渲染次数、动作反馈时间、显示刷新率、分辨率等）</p>	<p>单场景模型总面数： 商业中心 240 万、大学城 800 万、小区 600 万； 贴图分辨率：设备 2048*2048、其它 256*256-2048*2048； 显示刷新率：30Hz-60Hz 显示分辨率：1024*800</p>

5.实验教学项目特色

(体现虚拟仿真实验教学项目建设的必要性及先进性、教学方式方法、评价体系及对传统教学的延伸与拓展等方面的特色情况介绍。)

1、实验方案设计思路

本实验以“能实不虚、虚实结合”的课程建设原则为指导思想，采用虚拟仿真技术，以 5G 移动通信为基础，融合人工智能技术，沉浸式地完整实现了在“城市中心”等场景下动态用户多业务接入需求，即当出现临时活动或突发事件时，需要部署移动式无人机基站来完成 5G 信号全覆盖。为此，设计了八个实验环境，二十一个操作步骤，通过实验列表的方式，全程引导学生完成实验。首先，通过自主学习了解实验目的、实验内容和实验流程；然后，在环境一到环境五中，让学生了解场景规划和场景漫游、中心机房安装、楼机基站机房安装、楼顶天线安装；最后，在环境六到环境八中，让学生完成无人机智能化部署，实现 5G 通信全覆盖。

2、必要性

(1) 响应国家科技发展战略的需要

随着 5G 通信逐渐商用，将在远程医疗、虚拟现实、万物互联、无人驾驶等领域带来翻天覆地的变化。从经济产出贡献来看，预计到 2030 年，5G 带动的直接产出和间接产出将分别达到 6.3 万亿和 10.6 万亿。在科技、政治、经济和社会层面，5G 已成为我国国家发展战略。

同时，发展“人工智能”技术也是国家战略规划之一，2017 年 3 月，在十二届全国人大五次会议的政府工作报告中，“人工智能”首次被写入政府工作报告；2017 年 10 月，“人工智能”进入十九大报告，将推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合。

本实验项目围绕“5G 通信”与“人工智能”技术开展《现代通信技术与系统》课程的实验教学，使人才培养符合国家发展战略的需要。

(2) 提升教学质量和效果的需要

在 5G 通信中，最大特点就是智能化覆盖。本实验项目针对通信工程专业的课程特点，结合新工科“工工结合”的建设思想，融合“5G+人工智能”的实验思路，在 5G 移动通信综合组网中集成无人机集群。针对大规模密集人群流动的动态移动场景，在固定式 5G 通信基站不能满足“全覆盖”高速大流量实时通信要求时，可以通过部署无人机机载基站来实现信号覆盖到大规模移动人群的每一个移动终端，提供拍照、视频等通信服务。

本实验项目通过虚拟仿真技术，提供了智能化 5G 通信全覆盖实验环境，

学生如身临其境般地全面感受 5G 智能化通信的特点，提高学生学习兴趣和积极性，从而达到提升教学质量和效果的需要。

(3) 课程建设的需要

当前移动通信实验面临如下困难：首先，硬件、场地等建设成本高。建设经费多达数百万；核心网部分需恒温恒湿的专用机房和大型机柜；更新换代快，移动通信 2G/3G/4G/5G，5-10 年换一代；其次，实际操作难以落地。类似核电站、火电站，通信中心机房是国家战略和民生安全重点保护单位，不能现场实训；运营商中心机房不允许进行任何实质性的动手实践实验。最后，无线接入网具有高辐射性。基站具有高辐射性，在有限的实验室空间、高辐射敏感的实验教学楼内难以真实部署。

因此，建设一套面向通信工程专业核心课、同时面向计算机科学与技术、人工智能等专业辅修课的现代通信虚拟仿真实验项目，是十分必要的，具有重要的意义和价值，完全符合“能实不虚、虚实结合”的实验教学建设原则，也是我校“通信工程”省一流专业建设的重要内容。

3、先进性

(1) 把握科技前沿，达到科教融合、科研育人的效果

5G 是当前通信领域最新的科技前沿，也是世界各国争夺科技至高点的焦点领域之一，而 5G 智能化部署又是这领域研究和应用的热点，本项目组在 5G 智能化科研方向发表了包括 SCI 期刊论文，并申请了国家发明专利，本实验项目的设计思想就来自于项目组研究工作，实验步骤中的 5G 智能化部署采用了科研论文中的算法，将科研成果融入实验教学，使学生能了解通信技术的发展前沿，激发投身科技创新的动力。

(2) 突破经费、时空局限，创新实验手段

学校建设完整的 5G 通信实验设备需要投入经费数百万，而且通信技术更新迭代快，学校实验设备的换代升级远远跟不上社会的实际应用发展，同时，一套设备也远远满足不了成百上千学生的实验需求，因此，虚拟仿真是最佳的可行办法。本虚拟仿真项目可以在计算机上高度还原真实的实验环境，弥补了经费不足、时间不足、空间不足的缺陷，给学生提供了最新的 5G 通信组网与应用的平台。

(3) 技术高度融合，提高学生科技素养，适应社会发展

融合最新人工智能技术、无人机技术是 5G 通信的一大特点，也是 5G 绿色通信理念的体现，本实验项目以现实场景在有突发性通信需求时，加入无人机基站，以人工智能算法智能计算无人机数量、覆盖范围、覆盖终端，达到最佳性价比，在满足用户通信需求的前提下，尽可能减少通信设备投入，通过实验，

使学生更多地了解当前科技发展前沿，提高实际问题的解决能力。

4、教学方法创新

(1) 模块化设计、便于迭代升级

本实验项目紧紧围绕通信工程专业《现代通信技术与系统》课程要求和通信实训目标，紧跟行业最新动态，为 4G、5G 的快速迭代提供一个虚拟仿真环境，各设备模块间互联互通。随着技术的发展，后期可在原有设备模块基础上增加设备设计、业务设计、功能仿真、网络仿真、信号仿真，并能随着 4G、5G、6G 技术的发展进行迭代更新。

(2) 可选简易操作指引，满足不同层次学生需要

考虑到专业学生中学习能力的差异性，以及非通信工程专业学生的知识储备，软件提供了简易操作指引，按照引导可以快速进行实验设备的安装和连线部署，免除前期复杂繁琐的参数配置环节，就能进入到智能化全覆盖实验环节，这样适合于非专业学生的教学以及科普性的社会化教学，从而扩大该项目的受益面，相关理工科专业与人文专业学生都可以选修，作为为科普类实验。

(3) 虚实结合，线上线下相结合

将本虚拟仿真实验软件项目，和我校实验室目前拥有的部分商用的通信实验设备结合来进行教学，即线上线下相结合、虚拟现场相结合的方法，满足不同区域、不同层次、不同类型的实验教学和学生自主学习的需求。

(4) 以先进的 5G 通信技术为教学内容，加强课程思政建设

我国在 5G 通信领域全球领先，通过学习，培养学生的科学探索精神，激发民族自豪感和凝聚力。实验过程中，体现绿色通信理念，通过合理配置固定基站数量，无人机数量、覆盖范围等参数，实现智能计算，树立学生性价比合理概念，培养低功耗、低辐射的环保意识。

5、评价体系创新

本实验项目不仅可以评估学生对通信系统基础知识的掌握程度，而且可以评价学生对新知识的接受与理解能力，项目仿真 5G 通信组网全过程，需要在不同的实验环境中进行设备安装与连线，同时需要对设备设置各种参数，可以考察学生的观察力和专注度。实验完成后，自动生成实验报告，并给出得分，对学生的实验情况进行综合评价，本项目实现了对学生综合能力的评估。

6、对传统教学的延伸的拓展

本实验项目通过虚拟仿真技术，高度还原了真实的实验环境，解决了现实实验教学中经费不足，时空受限的问题，给学生提供了接触 5G 最新通信技术发展的成果，培养学生适应当代科技发展的能力。

6.实验教学项目持续建设服务计划

(本实验教学项目今后 5 年继续向高校和社会开放服务计划及预计服务人数)
建设服务计划:

1、项目持续建设与服务计划

本项目在满足我校通信工程专业教学需求的基础上,在未来 5 年将从下面两方面进行持续建设和服务:

(1) 朝着“5G+人工智能”融合方向进行升级迭代,即在利用人工智能进行智能化 5G 动态覆盖方面进行迭代升级,拟提供二次开发接口给学生使用,满足后续的课程设计、实训等教学环节的需要;

(2) 充分发挥“简易操作指引”的实验操作方式,面向我校非通信工程类专业(含计算机等信息类专业,各人文理工专业)进行科普性质的教育教学。

预计服务人数: 每年 5000 人。

2、面向高校的教学推广应用计划

重点面向省内外高校的通信工程及其他信息类专业学生进行推广。

预计服务人数: 每年 10000 人。

3、面向社会的推广应用计划:

重点面向通信运营商新入职员工、工程服务公司新入职员工、科技馆职员以及对智能通信技术感兴趣的社会人员。

预计服务人数: 每年 1000 人。

4、具体措施

(1) 完善运行平台、挖掘实验资源

本项目将充分依托我校目前已初步建成的虚拟仿真实验教学管理平台,挖掘平台上的丰富的虚拟仿真实验资源,重点引导校内学生进行线上实验的习惯,并向省内外同行和社会进行推广。

(2) 线上线下虚实结合

我校实验室目前拥有一部分商用的通信实验设备,与湖南联通建立了战略合作,在现有实验基础上,进一步开放共享,采用线上线下虚实结合的方法,满足不同区域、不同层次、不同类型学生自主学习的需求。

(3) 扩大实验项目受益面

实验项目要得到充分的、深入的、有效的使用,服务于教学一线和社会化需求,项目将基于高校专业教师和企业工程师组成的项目团队,加大现场实验教学和在线教学服务,让更多相关专业学生受益,并作为文理各专业的科普实验。

总之，以实验项目资源有效使用最大化为目标，立足于“学科融合、教学相长、虚实结合、开放共享”的指导思想，进一步深度开发本项目相关的学习资源（指导手册、视频、案例等），通过我校的虚拟仿真实验教学管理平台和各开放式实验教学管理平台，加大推广力度，服务于更多的高校学生和社会学习人员。

7.知识产权

软件著作权登记情况	
软件著作权登记情况	<input checked="" type="checkbox"/> 已登记
完成软件著作权登记的，需填写以下内容	
软件名称	大规模动态场景下的智能化5G通信全覆盖虚拟仿真实验软件
是否与项目名称一致	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
著作权人	湖南师范大学
权利范围	全部权利
登记号	2020SR0216322

8.附件材料清单

- (1) 简介视频（必须提供）
- (2) 教学引导视频（必须提供）
- (3) 课程教学大纲（可选提供）
- (4) 实验教学大纲（可选提供）
- (5) 校外评价意见（可选提供）
 - 怀化学院试用本虚拟仿真实验软件评价及情况反馈
 - 湖南女子学院试用本虚拟仿真实验软件评价及情况反馈
- (6) 软件著作权登记证书（可选提供）

9.课程负责人承诺

本人承诺：所申报的实验教学设计具有原创性，项目所属学校对本实验项目内容（包括但不限于实验软件、操作系统、教学视频、教学课件、辅助参考资料、实验操作手册、实验案例、测验试题、实验报告、答疑、网页宣传图片文字等组成本实验项目的一切资源）享有著作权，保证所申报的项目或其任何一部分均不会侵犯任何第三方的合法权益。课程如若被认定为省级一流课程，将继续提供课程教学服务不少于5年。

本人已认真填写、检查申报材料，保证内容真实、准确、有效。

课程负责人签字：

年 月 日

10.学校政治审查意见

该课程内容及上传的申报材料无危害国家安全、涉密及其他不适宜公开传播的内容，思想导向正确，不存在思想性问题。

该课程团队负责人及成员遵纪守法，无违法违纪行为，不存在师德师风问题、学术不端等问题，五年内未出现过重大教学事故。

学校党委（盖章）

年 月 日

11.申报学校承诺意见

学校已按照申报要求对申报的虚拟仿真实验教学项目在校内进行公示，并审核实验教学项目的内容符合申报要求和注意事项、符合相关法律法规和教学纪律要求等。经对该课程评审评价，择优申报推荐。

该课程如果被认定为“湖南省一流本科课程”，学校将严格贯彻《教育部高等教育司关于加强国家虚拟仿真实验教学项目持续服务和管理有关工作的通知》（教高司函〔2018〕56号）的要求，承诺将监督和保障该实验教学项目面向高校和社会开放，并提供教学服务不少于5年，支持和监督教学服务团队对实验教学项目进行持续改进完善和服务。

主管校领导签字：

（学校公章）

年 月 日