BSL-3/4高等级生物安全实验室虚拟仿真训练系统

技术参数确认表

**目录**

[**第一部分：商务资质及招标要求** 2](#_Toc84670084)

[一、总体要求 2](#_Toc84670085)

[二、招标项目技术要求 3](#_Toc84670086)

[三、实施时间、实施地点及验收方式 3](#_Toc84670087)

[四、报价要求 4](#_Toc84670088)

[五、质量保证及售后服务 4](#_Toc84670089)

[**第二部分：建设内容** 7](#_Toc84670090)

[一、BSL-3/4高等级生物安全实验室VR场景交互平台 7](#_Toc84670094)

[二、BSL-3/4高等级生物安全实验室虚拟仿真教学训练平台 8](#_Toc84670098)

[**第三部分：招标内容和技术参数** 10](#_Toc84670099)

[一、招标内容清单 10](#_Toc84670100)

[二、BSL-3/4高等级生物安全实验室虚拟仿真训练系统功能需求 11](#_Toc84670101)

[（一）BSL-3/4高等级生物安全实验室VR场景交互平台 11](#_Toc84670102)

[1.BSL-3/4高等级生物安全实验室漫游 11](#_Toc84670103)

[2.BSL-3/4高等级生物安全实验室人员模拟进入、退出和物料传递训练 13](#_Toc84670104)

[3.BSL-3/4高等级生物安全实验室模拟生物安全事故处理 15](#_Toc84670105)

[（二）BSL-3/4高等级生物安全实验室虚拟仿真教学训练平台 17](#_Toc84670106)

[三、软件技术参数 20](#_Toc84670107)

[四、硬件技术参数 22](#_Toc84670108)

**第一部分：商务资质及招标要求**

一、总体要求

（一）项目预算为：1587万元（大写：壹仟伍佰捌拾柒万元整），包含设备和外协（软件制作、硬件安装调试、系统维护升级等）全部费用，投标人的报价不得超过相应预算。

（二）投标人投标时必须对投标产品的品牌、规格、型号、技术参数、数量、质量、单价、总价等要求内容做出全部响应，品牌、规格、型号必须具体。

（三）要求：

1.投标人应严格按照采购文件的有关规定提供合格商品，保证货物为全新、未使用的原装正品。

2.投标人提供的所有产品应符合技术要求条款中所标称的规格、参数和标准，其质量必须符合产品国家标准或行业标准，并符合出厂检验标准。

3.投标单位投标时，须提供生物安全三级实验室场景漫游、关键设施设备（含生物安全柜模型、双扉灭菌器模型）的开发脚本及产品展示，便于展示投标单位在生物医药类虚拟仿真实验室建设的前期工作积累和相关研发经验。

4.为防止虚假应标，预中标结果公示后，投标人须按甲方要求，在规定时间内到大学本部现场演示定制开发的小样产品、展示相应硬件设备样品，对所投产品性能进行详细汇报。为保证BSL-3/4高等级生物安全实验室虚拟仿真训练系统性能稳定且系统与学校其它业务系统数据互通，本项目投标人所投产品必须免费开放系统接口，并确保对接大学统一的数据标准，实现教学管理相关业务系统的无缝接入，必须保证各系统接口于签合同前进行测试实现数据互通。

5.供应商研发团队不少于200人规模，学历80%以上为本科，本项目专职团队人数不少于20人。近 5 年内承担和完成的生物医药类虚拟仿真项目不少于2项的、专职人员中有医学或生物学学历背景的，均可作为加分项。

（四）乙方须完成中标货物的系统集成和安装调试，包括实现甲方要求功能目标所需的全部软硬件和辅材（项目建设周期内，设备价格变化造成的建设成本增加由乙方负责承担），乙方须保证项目实施中各系统的兼容性、稳定性、可靠性。

（五）供应商必须保证，采购人在中华人民共和国境内使用投标货物、资料、技术、服务或其任何一部分时，享有不受限制的无偿使用权，如有第三方向采购人提出侵犯其专利权、商标权或其它知识产权的主张，该责任应由供应商承担。投标报价应包含所有应向所有权人支付的专利权、商标权或其它知识产权的一切相关费用。为保证服务质量，所有软件产品都必须提供原厂家针对本项目授权和售后服务承诺函。

二、招标项目技术要求

详见本项目建设清单和技术参数。

三、实施时间、实施地点及验收方式

（一）实施时间

本项目实施共分三步，共计180个日历日：

第一步：中标人须在收到中标通知书之日起150个日历日内，完成项目系统中所涉及的实验室建模，仪器、设备、人物、实验动物的建模，实验脚本的虚拟化制作和实现，实验室安全事故处理脚本的虚拟化制作和实现及实验室管理系统的开发制作。

第二步：待上述“第一步”内容完成后，在30个日历日内，完成服务器、计算机与系统之间的调试，完成VR设备与系统的调试。

第三步：配合该项目建设场地的装修和改造，完成所有硬件的布局、安装和调试。

（二）实施地点

重庆市江津区。

（三）验收方式

1.软件部分，在硬件入场安装调试后，由使用单位人员现场进行测试、体验和评估后，做出相应记录，双方签字确认。由于软件验收过程的特殊性，使用方保留在验收合格后的向供货商提出的系统维护、修改和升级的权利。

2.硬件货物到达现场后，中标人应在使用单位人员在场情况下当面开箱，共同清点、检查外观，做出开箱记录，双方签字确认。

3.中标人应保证货物到达采购人所在地完好无损，如有缺漏、损坏，由供应商负责调换、补齐或赔偿。

4.中标人应提供完备的技术资料、装箱单和合格证等，并派遣专业技术人员进行现场安装调试。验收合格条件如下：

4.1设备技术参数与采购合同一致，性能指标达到规定的标准；

4.2货物技术资料、装箱单、合格证、售后服务承诺等资料齐全；

4.3在系统试运行期间所出现的问题得到解决，并运行正常；

4.4在规定时间内完成交货并验收，并经采购人确认。

四、报价要求

本次报价须为人民币报价，包含：产品价、运输费（含装卸费）、保险费、安装调试费、税费、培训费等货到采购人指定地点的所有费用。

五、质量保证及售后服务

（一）产品质量保证期

1.投标人应明确承诺：其投标产品质量保证期达到3年以上，软件产品终身免费质保。

2.投标产品属于国家规定“三包”范围的，其产品质量保证期不得低于“三包”规定。

3.投标人的质量保证期承诺优于国家“三包”规定的，按投标人实际承诺执行。

4.投标产品由制造商（指产品生产制造商，或其负责销售、售后服务机构，下同）负责标准售后服务的，应当在投标文件中予以明确说明，并附制造商售后服务承诺。

（二）售后服务内容

1．投标人在项目建设实施中，确保投入充足人力物力，保证按期交付使用；在正式投入使用后，要求自验收之日起3年内提供免费驻场服务，在工作日时间必须确保1名以上技术人员在学校现场提供技术保障。

2.投标人和制造商在质量保证期内应当为采购人提供以下技术支持和服务：

（1）电话咨询

中标人和制造商应当为采购人提供技术援助电话，解答采购人在使用中遇到的问题，及时为采购人提出解决问题的建议。

（2）现场响应

采购人遇到使用及技术问题，电话咨询不能解决的，中标人或制造商应在4小时内派员赶到现场，采取相应措施确保设备正常使用；如故障问题无法在技术员到场24小时内解决的，应在1天内使用户能够正常使用。若中标人或制造商在接到通知后没有响应或派员前来处理问题，则视为中标人承认货物存在质量问题，由此发生的一切费用由中标人承担。

（3）技术升级

在质保期内，如果中标人和制造商的产品技术升级，供应商应及时通知采购人，如采购人有相应要求，中标人和制造商应对采购人购买的产品进行升级服务。

3.免费为采购单位申请该项目软件著作权证书，软件著作权归采购单位所有。

4.质保期外服务要求

（1）质量保证期过后，供应商和制造商应同样提供免费的电话咨询及上门维护服务。

（2）质量保证期过后，采购人需要继续由原供应商和制造商提供售后服务的，该供应商和制造商以优惠价格提供售后服务。

**第二部分：建设内容**

一、BSL-3/4高等级生物安全实验室VR场景交互平台

（一）该平台需实现：

1.与大学内外网架设的教务、研究生系统等教学相关系统对接；

2.与大学实体高等级生物安全实验室培训统一整合为“线上+线下”培训流程；

3.全面采集整理培训和教学全过程的数据，利用平台的数据分析功能进行图形化展示；

4.根据需求提供的脚本进行设计开发，并能够根据实际使用需求，进行二次开发。

（二）BSL-3/4高等级生物安全实验室漫游

包含高等级生物安全实验室高还原度的PC端漫游和VR端漫游，提供实验室基本可操作结构如门、开关等的模拟操作；实验室内部显示屏、气压表及温度表等可变化结构的实时显示；包含错误操作时的声音和灯光报警提示；包含实验室内部真实的声音模拟还原，实现实验室内通讯互联等高逼真度的感性认识。

（三）BSL-3/4高等级生物安全实验室人员模拟进入、退出和物料传递训练

包含但不限于实验室人员进入流程模拟操作；人员退出流程模拟操作；实验动物进入流程模拟操作；实验后动物处理（实验动物退出）流程模拟操作；实验所需物品进入流程模拟操作；实验样品封装及退出保存流程模拟操作；实验废弃物处理流程模拟操作。

（四）BSL-3/4高等级生物安全实验室重要设备的使用

包含但不限于正压防护服、双扉灭菌器、化学淋浴、气密门、传递窗、离心机及生物安全柜设备使用等。

### （五）BSL-3/4高等级生物安全实验室模拟生物安全事故处理

包含但不限于生物安全柜内标本脱落（滴漏）、实验室空间泼洒、离心机泄露、防护服泼洒、皮肤和粘膜被污染、皮肤刺伤（破损）、房间污染、感染性材料包装破裂、房间和生物安全柜均正压、防护装备失效、实验室出现正压或者平衡压、生物安全柜故障、压力蒸汽灭菌器发生爆炸、动物伤人、动物逃逸、尖锐利器伤人、紧急撤离。

## 二、BSL-3/4高等级生物安全实验室虚拟仿真教学训练平台

涵盖BSL-3/4高等级生物安全实验室所有常见实验类型的虚拟仿真教学场景设计及实现，每个实验包含流程脚本、操作脚本、分镜设计脚本和关卡（步骤）脚本。形成以教员端和学员端不同权限的后台管理系统，方便用户管理、角色管理、权限管理和实验教学内容管理。能够对实验课程、课件、笔记、答疑、练习、实验、作业及测验等教学数据进行增删改查。支持虚拟实验局部定制、一键关闭客户端。支持发布通知和公告、进行系统访问统计、系统LOGO、注册邀请码及登录双重验证设置。

具体包括：

第一类BSL-4涉及病原微生物相关实验（埃博拉病毒PCR鉴定、埃博拉病毒培养、埃博拉病毒蚀斑鉴定、血清-埃博拉病毒中和实验；天花病毒PCR鉴定、天花病毒培养、天花病毒蚀斑鉴定、血清-天花病毒中和实验）；

第二类BSL-3涉及病原微生物相关实验（新型冠状病毒PCR鉴定、Vero细胞培养新型冠状病毒、新型冠状病毒蚀斑鉴定、血清-新型冠状病毒中和实验、高致病性禽流感病毒PCR鉴定、高致病性禽流感病毒培养、高致病性禽流感病毒蚀斑鉴定、血清-禽流感病毒中和实验、非洲猪瘟病毒PCR鉴定、非洲猪瘟病毒的培养、非洲猪瘟病毒蚀斑鉴定、血清-非洲猪瘟病毒中和实验、黄热病毒PCR鉴定、黄热病毒培养、黄热病毒蚀斑鉴定、血清-黄热病毒中和实验、炭疽杆菌的分离、培养、形态学鉴定、分子生物学鉴定、鼠疫杆菌的分离、培养、形态学鉴定、分子生物学鉴定）；

第三类新型冠状病毒动物感染实验（小鼠麻醉、小鼠的病毒接种、小鼠取血、小鼠脏器摘取与固定、雪貂麻醉、雪貂的病毒接种、雪貂取血、雪貂脏器摘取与固定、猴子麻醉、猴子的病毒接种、猴子取血、猴子脏器摘取与固定）。

**第三部分：招标内容和技术参数**

一、招标内容清单

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **项目内容** | **技术功能** | **计量****单位** | **数量** |
| 1 | VR场景交互平台（软件） | 内容管理模块 | 软件技术参数部分 序号一 | 套 | 1 |
| BSL-3/4高等级生物安全实验室VR场景交互内容配置 |
| 模型制做 |
| VR内容原本画质（非VR设备实际显示画质） |
| 2 | 虚拟仿真教学训练平台（软件） | 架构 | 软件技术参数部分 序号二 | 套 | 1 |
| BSL-3/4高等级生物安全实验室虚拟仿真教学训练平台内容配置 |
| 模型制作 |
| 场景画质 |
| 操作 |
| 3 | 教室信息发布管理 | 电子班牌 | 硬件技术参数部分 序号一 | 套 | 2 |
| 4 | 基础设备 | 拾音和扩声（6只/每间） | 硬件技术参数部分 序号二 | 套 | 2 |
| 80寸智慧一体机 | 硬件技术参数部分 序号三 | 台 | 4 |
| 数据存储（支持所有教学资源1年存储及备份） | 硬件技术参数部分 序号五 | 套 | 2 |
| 交换机 | 硬件技术参数部分 序号六 | 套 | 2 |
| 中控控制面板 | 硬件技术参数部分 序号七 | 套 | 2 |
| 设备机柜 | 硬件技术参数部分 序号十一 | 套 | 2 |
| 无线AP（根据教室面积和使用人数合理配置AP数量） | 硬件技术参数部分 序号十二 | 批 | 2 |
| 讲台 | 硬件技术参数部分 序号十 | 套 | 2 |
| 配件 | 硬件技术参数部分 序号十三 | 套 | 2 |
| 安装调试费 | 硬件技术参数部分 序号十四 | 套 | 2 |
| 5 | VR场景交互平台（硬件） | 立体显示模块 | 硬件技术参数部分 序号八 | 套 | 1 |
| 追踪交互模块 |
| 场景管理模块  |
| VR头显参考配置 | 硬件技术参数部分 序号八 | 套 | 52 |
| 工作站 | 硬件技术参数部分 序号八 | 台 | 52 |
| 6 | 虚拟仿真教学训练平台（硬件） | 工作站 | 硬件技术参数部分 序号九 | 台 | 52 |
| 7 | 真实实验室系统对接建设 | 预留接口通过视频协议适配，对接后期建成运行的实体高等级生物安全实验室，实现真实实验室场景和操作的远程实时观看与录播、回放。此功能需要设置访问权限。 | 硬件技术参数部分 序号四 | 套 | 1 |

二、BSL-3/4高等级生物安全实验室虚拟仿真训练系统功能需求

所有建模场景及实验建设内容必须符合《GB19489-2008实验室生物安全通用要求》、《GB50346-2011国家生物安全实验室建筑技术规范》、《GB14925-2010实验动物环境及设施规范》；参考并依照《CNAS-CL09科研实验室认可准则》；符合《中华人民共和国生物安全法》。

## （一）BSL-3/4高等级生物安全实验室VR场景交互平台

### 1.BSL-3/4高等级生物安全实验室漫游

1.1 物品模型制作软件：实验室漫游系统所涉及到的实验室各功能间的结构、建筑材质、灯光效果、重要设施设备等需要在3Dmax、CAD、zbrush、maya、houdini、marvelous等DCC软件中完成。

1.2 物品模型要求：按照真实实验室环境和比例，1∶1尺寸制作，制作高模、低模两种模型，比例正确，布线合理，命名、层级能够符合交互模型需求，不得出现随意命名和模型层级不符情况，部分模型提供中模，方便进行LOD导出。

1.3 物品模型贴图制作要求：贴图制作要求：贴图严格按照真实物品进行采样制作。使用3D渲染类软件，根据甲方要求烘焙对应PBR贴图。至少包含主（颜色）贴图、金属度（AO）和法线三张贴图，贴图分辨率≥4K。部分材质还需提供各向异性、自发光及细节等贴图。需要精准表现出金属、玻璃、塑料、布料和液体的材质属性。

1.4 可变物品模型：实验室内部显示屏、气压表及温度表等可变化结构的模型需要根据实验室实时状态而实时显示不同数值，门锁、报警按钮等部件按实体设计并可操作。

1.5 角色模型：模型绑定需在maya内完成，绑定要求骨骼及控制器合理，提供IK、FK两种控制系统，权重分布合理，在保证角色最大运动范围的同时，模型做到不拉扯、不变形，模型间不穿插。

1.6 角色动画：需在maya总调节完成，要求动作流畅、舒适，动画节奏合理，不能出现卡顿、动作扭曲和关节反向等问题。每个角色需要≥1个空闲动画。

1.7 声效：真实模拟还原实验室中的门锁、大型设备、风机、通讯设备等发出的声音，真实模拟人员走动、呼吸等发出的声音，错误操作时的警报声音。

1.8 系统提示：每个结构和设备必须加注文字说明、必要的图片和视频展示及关键结构标注，并带有英文名称及英文发音，以满足英语教学的需求，文字说明、必要的图片和视频展示及结构标注可根据用户使用习惯随时选择显示或隐藏。

1.9 真实实验室系统对接：预留接口通过视频协议适配，对接后期建成运行的实体高等级生物安全实验室，实现真实实验室场景和操作的远程实时观看与录播、回放。此功能需要设置访问权限。

1.10 教员端：支持创建机构成员，添加学员、教员和超级管理员，支持通过标准的excel模板导入/单个新增，支持管理员维护机构的多层级院系信息，可从实验室管理系统调取数据。实时监控整个系统（含平台服务器，服务器后续采购）运行状态如CPU负荷、内存使用、磁盘使用、网络状况、端口监视、日志监视。并通过web页面以图表形式进行展示，对硬件过载、服务异常通过E-Mail、微信多种途径通知管理人员。

1.11 学生端：具备可切换第一人称、第三人称视角的实验室漫游功能，可在PC端和VR端对漫游过程中的实验室场景进行操作（门、开关等），可随时暂停漫游，可展示漫游路线和错误记录，可选择关闭漫游提示，可回看整个漫游过程的视频。

1.12 公告：支持实验室培训、管理公告分类，包括新增、编辑、删除分类。

1.13 漫游记录管理：系统可记录用户漫游位置、停留时间、错误操作数量、错误操作位置等信息。教员端可实时查看漫游记录，教员端可以在用户漫游过程中模拟真实实验室中控系统，实现模拟语音通信和警告。

1.14权限管理：教员可以对文件资源（可支持音视频，图片，文档，Flash等格式），互动教材资源，个人题库资源，评分量表资源（支持用户自定义评分规则）等进行管理，可以上传新的资源。资源经教员审核同意后发布到平台上，并且教员可以上传相关的教学附件；拥有权限的学员在平台上可以查看相关的资源，并且能通过讨论区进行交流，下载相关的教学附件；管理员拥有最高级权限，能够进行系统的全部操作和控制。

1.15 支持：漫游平台在服务器上运行时，会自动记录每台设备的运行状况；系统运行信息可以自定义保存时间，便于统计数据排查故障。

### 2.BSL-3/4高等级生物安全实验室人员模拟进入、退出和物料传递训练

2.1 设备模型制作软件：实验室人员模拟进入、退出和物料传递所涉及到的实验室内各功能间、互锁门、传递窗、防护服、灭菌器及动物笼具等设备模型需要在3Dmax、CAD、zbrush、maya、houdini、marvelous等DCC软件中完成。

2.2 设备模型要求：按照真实设备比例，1∶1尺寸制作，制作高模、低模两种模型，比例正确，布线合理，命名、层级能够符合交互模型需求，不得出现随意命名和模型层级不符情况，部分模型提供中模，方便进行LOD导出。

2.3 设备模型贴图制作要求：贴图制作要求：贴图严格按照真实物品进行采样制作。使用3D渲染类软件，根据甲方要求烘焙对应PBR贴图。至少包含主（颜色）贴图、金属度（AO）和法线三张贴图，贴图分辨率≥4K。部分材质还需提供各向异性、自发光及细节等贴图。需要精准表现出金属、玻璃、塑料、布料和液体的材质属性。

2.4 角色模型和动物模型：模型绑定需在maya内完成，绑定要求骨骼及控制器合理，提供IK、FK两种控制系统，权重分布合理，在保证角色最大运动范围的同时，模型做到不拉扯、不变形，模型间不穿插。角色动画需在maya总调节完成，要求动作流畅、舒适，动画节奏合理，不能出现卡顿、动作扭曲和关节反向等问题。每个角色模型和动物模型需要≥1个空闲动画。

2.5 声效：真实模拟还原实验室中的门锁、传递窗、灭菌器、化学淋浴、通讯设备等发出的声音，真实模拟人员和动物的声音，模拟错误操作时的警报声音。

2.6 训练内容：包括并不限于人员进入实验室前的知识考核、人员进入实验室前的权限获取、防护服的正确穿戴、生物资源保藏库的使用和记录、生物样本的传递、生物样本的包装和记录、废弃样本的处理和记录、物料的灭菌和记录、动物的接收和记录、动物的传递、动物笼具的使用、动物尸体的包装和消毒、化学淋浴的正确使用、防护服的正确消毒和脱衣保存、人员的退出等。

2.7 系统提示：每操作一步必须加注文字说明、必要的图片和视频展示，并带有英文名称及英文发音，以满足英语教学的需求，文字说明、必要的图片和视频展示可根据用户使用习惯随时选择显示或隐藏。

2.8 教员端：支持创建机构成员，添加学员、教员和超级管理员，支持通过标准的excel模板导入/单个新增，支持管理员维护机构的多层级院系信息，可从实验室管理系统调取数据。实时监控整个系统（含平台服务器）运行状态如CPU负荷、内存使用、磁盘使用、网络状况、端口监视、日志监视。并通过web页面以图表形式进行展示，对硬件过载、服务异常通过E-Mail、微信多种途径通知管理人员。

2.9 学生端：具备可切换第一人称、第三人称视角的实验室人员模拟进入、退出和物料传递，可在PC端和VR端对模拟进入、退出和物料传递过程中的实验室场景进行操作（门、开关、防护服、传递窗、灭菌器等），可随时暂停训练，可展示训练记录和错误记录，可选择关闭训练提示，可回看整个训练过程的视频。

2.10 公告：支持实验室培训、管理公告分类，包括新增、编辑、删除分类。

2.11 训练记录管理：系统可记录用户训练位置、错误操作数量、错误操作位置等信息。教员端可实时查看训练记录，教员端可以在用户训练过程中模拟真实实验室中控系统，实现模拟语音通信和警告。

2.12权限管理：教员可以对文件资源（可支持音视频，图片，文档，Flash等格式），互动教材资源，个人题库资源，评分量表资源（支持用户自定义评分规则）等进行管理，可以上传新的资源。资源经教员审核同意后发布到平台上，并且教员可以上传相关的教学附件；拥有权限的学员在平台上可以查看相关的资源，并且能通过讨论区进行交流，下载相关的教学附件；管理员拥有最高级权限，能够进行系统的全部操作和控制。

2.13 支持：训练平台在服务器上运行时，会自动记录每台设备的运行状况；系统运行信息可以自定义保存时间，便于统计数据排查故障，软件规格基于C/S架构的多用户安装版（VR实验室局域网内）。

### 3.BSL-3/4高等级生物安全实验室模拟生物安全事故处理

3.1 设备模型制作软件：实验室生物安全事故处理所涉及到的实验室内各功能间、生物安全柜、溢洒处理包、离心机、隔离器等设备模型需要在3Dmax、CAD、zbrush、maya、houdini、marvelous等DCC软件中完成。

3.2 设备模型要求：按照真实设备比例，1∶1尺寸制作，制作高模、低模两种模型，比例正确，布线合理，命名、层级能够符合交互模型需求，不得出现随意命名和模型层级不符情况，部分模型提供中模，方便进行LOD导出，模型需根据具体训练内容，展现设备异常、泄漏、破损等状态。

3.3 模型其它要求：贴图严格按照真实物品进行采样制作。使用3D渲染类软件，根据要求烘焙对应PBR贴图。贴图分辨率≥4K。部分材质还需提供各向异性、自发光及细节等贴图。需要精准表现出液体样本、固体样本、金属、玻璃、塑料、布料的等材质属性。

3.4 角色模型和动物模型：模型绑定需在maya内完成，绑定要求骨骼及控制器合理，提供IK、FK两种控制系统，权重分布合理，在保证角色最大运动范围的同时，模型做到不拉扯、不变形，模型间不穿插。角色模型需要根据不同训练内容表现出呼吸局促、晕倒、疼痛、出血、动物逃逸等状态。

3.5 声效：真实模拟还原实验室中的气压异常报警、生物安全柜异常报警、灭菌器异常报警、离心机异常报警、通讯设备等发出的声音，真实模拟人员受伤、求救和动物的撕咬、逃跑等声音，模拟错误操作时的警报声音。

3.6 训练内容：包括并不限于以下17项实验室事故的处理，生物安全柜内标本脱落及滴漏、实验室空间泼洒、离心机泄露、防护服泼洒、皮肤和粘膜被污染、皮肤刺伤及破损、房间污染、房间正压而生物安全柜负压、房间和生物安全柜均正压、隔离器出现正压、隔离器手套损坏、负压隔离器袖管部分脱落、人员昏倒、动物伤人、动物逃逸、尖锐利器伤人、紧急撤离和人员退出实验室控制与个体防护等。根据需求提供的脚本进行设计开发，且能够根据实际使用需求，进行二次开发。

3.7 系统提示：每操作一步必须加注文字说明、必要的图片和视频展示，并带有英文名称及英文发音，以满足英语教学的需求，文字说明、必要的图片和视频展示可根据用户使用习惯随时选择显示或隐藏。

3.8 教员端：支持创建机构成员，添加学员、教员和超级管理员，支持通过标准的excel模板导入/单个新增，支持管理员维护机构的多层级院系信息，可从实验室管理系统调取数据。实时监控整个系统（含平台服务器）运行状态。

3.9 学生端：允许多人在同一场景下的模拟和协作，具备可切换第一人称、第三人称视角的实验室生物安全事故处理，可在PC端和VR端对生物安全事故处理过程中的实验室场景进行操作（门、开关、溢洒处理包、生物安全柜、灭菌器等），可随时暂停训练，可展示训练记录和错误记录，可选择关闭训练提示，可回看整个训练过程的视频。

3.10 公告：支持实验室培训、管理公告分类，包括新增、编辑、删除分类。

3.11 训练记录管理：系统可记录用户训练位置、错误操作数量、错误操作位置等信息。教员端可实时查看训练记录，教员端可以在用户训练过程中模拟真实实验室中控系统，实现模拟语音通信和警告。

3.12权限管理：教员可以对文件资源（可支持音视频，图片，文档，Flash等格式），互动教材资源，个人题库资源，评分量表资源（支持用户自定义评分规则）等进行管理，可以上传新的资源。资源经教员审核同意后发布到平台上，并且教员可以上传相关的教学附件；拥有权限的学员在平台上可以查看相关的资源，并且能通过讨论区进行交流，下载相关的教学附件；管理员拥有最高级权限，能够进行系统的全部操作和控制。

3.13 支持：训练平台在服务器上运行时，会自动记录每台设备的运行状况；系统运行信息可以自定义保存时间，便于统计数据排查故障，软件规格基于C/S架构的多用户安装版（VR实验室局域网内）。

## （二）BSL-3/4高等级生物安全实验室虚拟仿真教学训练平台

1.训练内容：涵盖BSL-3/4生物安全实验室所有常见实验类型的虚拟仿真教学场景设计及实现，包括但不限于：细菌学实验（鼠疫杆菌培养等）、病毒实验（新型冠状病毒PCR鉴定、Vero细胞培养病毒等）和细胞实验及动物实验（小鼠病毒接种处死、脏器摘取与固定等）的虚拟仿真实现，每个实验的训练包含完整的人员进入实验室→消毒及个人防护→实验过程→实验中意外情况的处理→实验结束后的清理流程。所有虚拟实验均严格按照标准操作流程SOP进行制作，每个实验均有相应流程脚本、操作脚本、分镜设计脚本和关卡（步骤）脚本。每个实验总步骤≥15步，支持步骤级别的实验记录，包括步骤开始、结束时间及步骤得分，所有记录均可在后台查看。支持大步骤（分镜）级别的任意跳转，方便教师演示和学生灵活进行实验部分内容。每个实验提供≥1个视频课件或PPT课件，提供参考文档≤5个。视频和文档支持在每个实验中穿插知识点插入，可在虚拟实验中实时查看，每个实验提供测试题≥10道（包含理论试题和操作试题）。题目可在后台进行增删改查，题目中可插入图片及视频等多媒体内容。

2.模型制作：需要在3Dmax、CAD、zbrush、maya、houdini、marvelous等DCC软件中完成，按照真实设备比例，1∶1尺寸制作。包含但不限于训练内容中涉及到的：不同量程的移液器及吸液枪头、不同规格的离心管和离心管架、不同规格的培养皿、PCR管、不同规格孔板、试剂盒、培养箱、电子天平、离心机、涡旋仪、PCR仪、电泳设备、超低温冰箱、动物解剖架等实验所需所有物品，建模和贴图采用次世代流程，每个模型≥3张4K贴图，重要复杂模型≥20000三角形面，支持LOD技术，每个模型制作≥20个角色动画并进行动画绑定。实验者角色模型≥2套，支持角色换装，支持第一、第三视角切换显示、动画融合和物品互动。

3.其它模型要求：实验过程中展现的说明书、电泳图、扩增曲线图、荧光照片等看根据具体实验需求，贴图展现真实图片。需要精准表现出血液、液体样本、固体样本、金属、玻璃、塑料、布料的等材质属性。

4.运行模式：虚拟仿真实验教学系统包括在线和脱机运行两种模式，两种模式之间可随时切换。后台管理系统是网页版B/S架构，可实现“互联网”、“局域网”教学模式。

5.平台功能：平台应具有课堂教学控制功能、大屏演示功能、课程建设功能、互动答疑功能、录制功能、练习功能、过程性考核功能、成绩计算功能、教学统计功能、自学功能、练习功能、考试功能、教学管理功能、虚拟实验管理功能、资源管理功能、机房管理功能、通知管理功能、系统统计功能及系统设置功能。

6.权限管理：教员端和学生端，学生端可安装在实验室计算机上，支持局域网内一键部署。教员端可查看所有学生端机器运行状态，并进行互动控制和实验演示。教员可以对文件资源（可支持音视频，图片，文档，Flash等格式），互动教材资源，个人题库资源，评分量表资源（支持用户自定义评分规则）等进行管理，可以上传新的资源。资源经教员审核同意后发布到平台上，并且教员可以上传相关的教学附件；拥有权限的学员在平台上可以查看相关的资源，并且能通过讨论区进行交流，下载相关的教学附件；管理员拥有最高级权限，能够进行系统的全部操作和控制。

7.教员端：支持课堂教学控制功能，可控制实验室学生端的标注显示/隐藏及学生端的关闭；支持上传教学课件、添加课程内容，支持对课程知识点进行提问、回答和评论等，支持创建练习题，供学生预习、复习课程时进行自测；支持过程性考核和成绩计算功能。支持实验过程中实验室安全事故发生的随机设定。通过浏览器访问，不受时间、空间和设备（包括但不限于台式电脑、平板电脑和手机等）限制，方便对系统整体进行管理、定制。支持用户管理、角色管理、权限管理和教学内容管理。能够对课程、课件、笔记、答疑、练习、实验、作业及测验等教学数据进行增删改查。支持虚拟实验局部定制、一键关闭客户端。支持发布通知和公告、进行系统访问统计、系统LOGO、注册邀请码及登录双重验证设置。

8.学员端：支持实验前预习、实验原理和过程的知识点考核、实验的实时记录、实验的暂停、向教员汇报实验遇到的问题、与同学的互动操作、实验过程的视频回放、实验错误点的查看、实验结果的讨论和实验报告的提交。

9.系统提示：每操作一步必须加注文字说明、必要的图片和视频展示，并带有英文名称及英文发音，以满足英语教学的需求，文字说明、必要的图片和视频展示可根据用户使用习惯随时选择显示或隐藏，真实模拟还原实验室中的设备运转声效（生物安全柜、离心机、仪器报警等）。模拟错误操作时的系统警报声音。

10.系统要求：支持实验错误自动感知、捕捉画面截图及文本记录，记录可上传服务器并可在后台查看；支持实验过程的任意时刻和无限制回放；支持实验报告的提交、批阅、打分和查看功能，最终效果达到3A级游戏画质，针对PC客户端配置不同，提供画面质量和分辨率调节及自适应功能，保证在系统建议的最低配置硬件上流畅运行，所有虚拟实验均支持键鼠操作和大屏触控操作，方便教员演示。虚拟实验与后台通过http+socket进行通讯，后台管理系统前后端分离。系统能防范SQL注入及CSRF/XSRF等网络攻击。系统在用户密码、权限操作及数据加密等方面加强对系统信息安全性保护。支持常见文档格式doc/docx，ppt/pptx，xls/xlsx，pdf，mp3/mp4/avi/ogg等文件导入导出操作。客户端可在Win10及以上操作系统流畅运行。

三、软件技术参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **软件名称** | **技术参数** |
| 一 | VR场景交互平台 | （一）内容管理模块：1.除还原度的PC端漫游外，还需支持通过界面中的“进入VR模式”按钮，一键进入到VR模式。2.根据需求提供的脚本进行设计开发，与大学实体高等级生物安全实验室培训统一整合为“线上+线下”培训流程，并能够根据实际使用需求预留接口及存储，进行二次开发。（二）BSL-3/4高等级生物安全实验室VR场景交互内容配置1.依据GB19489-2008《实验室生物安全通用要求》进行以下内容建设。2.每个模拟单元必须加注文字说明，并带有英文名称及英文发音，以满足英语教学的需求（文字说明和结构标注可选显示或隐藏）。3.BSL-3/4高等级生物安全实验室漫游，结合甲方提供的实验室场景数据构建的漫游环境，包含并不仅限于：①实验室基本可操作结构如门、开关等的模拟操作；②实验室内部显示屏、气压表及温度表等可变化结构的实时显示；③错误操作时的声音和灯光报警提示；④实验室内部真实的声音模拟还原。4.BSL-3/4高等级生物安全实验室人员模拟进入、退出和物料传递内容参考配置：结合真实实验室场景数据构建的漫游环境，包含并不仅限于：**①实验室人员进入流程模拟操作；****②人员退出流程模拟操作；****③实验动物进入流程模拟操作；****④实验后动物处理（实验动物退出）流程模拟操作；****⑤实验所需物品进入流程模拟操作；****⑥实验样品封装及退出保存流程模拟操作；****⑦实验废弃物处理流程模拟操作。****5.BSL-3/4高等级生物安全实验室重要设施设备的模拟操作内容参考配置：****正压防护服、双扉灭菌器、化学淋浴、气密门、传递窗、离心机，生物安全柜等。**6.BSL-3/4高等级生物安全实验室模拟生物安全事故处理内容参考配置：结合真实实验室场景数据构建的漫游环境，包含并不仅限于以下17项实验室事故的处理：**生物安全柜内标本脱落（滴漏）、实验室空间泼洒、离心机泄露、防护服泼洒、皮肤和粘膜被污染、皮肤刺伤（破损）、房间污染、感染性材料包装破裂、房间和生物安全柜均正压、防护装备失效、实验室出现正压或者平衡压、生物安全柜故障、压力蒸汽灭菌器发生爆炸、动物伤人、动物逃逸、尖锐利器伤人、紧急撤离。**★（三）模型制作要求1.需要在3Dmax、CAD、zbrush、maya、houdini、marvelous等DCC软件中完成，按照真实设备比例，1∶1尺寸制作；2.使用3D渲染类软件，根据要求烘焙对应PBR贴图，贴图分辨率≥4K。3.建模和贴图采用次世代流程，每个模型≥3张4K贴图；4.重要复杂模型≥20000三角形面；5.每个模型制作≥20个角色动画并进行动画绑定；6.实验者角色模型≥2套，支持角色换装，支持第一、第三视角切换显示、动画融合和物品互动。7.每个角色模型需要≥1个空闲动画；8.每个动物模型需要≥1个空闲动画。★（四）VR内容原本画质要求（非VR设备实际显示画质）1.≥20PPD，或≥8K画质；2.使用PBR材质、具有真实光影效果；3.画面流畅度≥30帧；4.画面质量和分辨率可调节。 |
| 二 | 虚拟仿真教学训练平台 | （一）架构 平台可以线上或线下工作，分教员端和学员端，教员端有控制课程的权利。（二） BSL-3/4高等级生物安全实验室虚拟仿真教学训练平台内容配置依据GB19489-2008《实验室生物安全通用要求》进行以下内容建设。BSL-3/4生物安全实验室常见实验，涉及三大类、8种病原物，3种实验动物，44项具体实验的虚拟仿真教学场景设计及实现单元，每个单元包括实验动物的模型制作、仪器设备的模型制作、实验步骤的分步展现、实验过程的实时记录。1.第一类BSL-4涉及病原微生物相关实验（**埃博拉病毒PCR鉴定、埃博拉病毒培养、埃博拉病毒蚀斑鉴定、血清-埃博拉病毒中和实验**；**天花病毒PCR鉴定、天花病毒培养、天花病毒蚀斑鉴定、血清-天花病毒中和实验**）；2.第二类BSL-3涉及病原微生物相关实验（**新型冠状病毒PCR鉴定**、**Vero细胞培养新型冠状病毒**、**新型冠状病毒蚀斑鉴定、血清-新型冠状病毒中和实验**、**高致病性禽流感病毒PCR鉴定**、**高致病性禽流感病毒培养、高致病性禽流感病毒蚀斑鉴定、血清-禽流感病毒中和实验**、**非洲猪瘟病毒PCR鉴定、非洲猪瘟病毒的培养、非洲猪瘟病毒蚀斑鉴定、血清-非洲猪瘟病毒中和实验、黄热病毒PCR鉴定、黄热病毒培养、黄热病毒蚀斑鉴定、血清-黄热病毒中和实验、炭疽杆菌的分离、培养、形态学鉴定、分子生物学鉴定、鼠疫杆菌的分离、培养、形态学鉴定、分子生物学鉴定）；**3.**第三类新型冠状病毒动物感染实验（小鼠麻醉、小鼠的病毒接种、小鼠取血、小鼠脏器摘取与固定、雪貂麻醉、雪貂的病毒接种、雪貂取血、雪貂脏器摘取与固定、猴子麻醉、猴子的病毒接种、猴子取血、猴子脏器摘取与固定）；****4.包含但不限于实验所需所有物品：不同量程的移液器及吸液枪头、不同规格的离心管和离心管架、不同规格的培养皿、PCR管、不同规格孔板、试剂盒、培养箱、电子天平、离心机、涡旋仪、PCR仪、电泳设备、超低温冰箱、动物解剖架等。****5.包含但不限于实验过程中物品属性图形：实验过程中展现的说明书、电泳图、扩增曲线图、荧光照片等真实图片，血液、液体样本、固体样本、金属、玻璃、塑料、布料等材质属性。**★（三）模型制作要求1．需要在3Dmax、CAD、zbrush、maya、houdini、marvelous等DCC软件中完成，按照真实设备比例，1∶1尺寸制作；2．建模和贴图采用次世代流程，每个模型≥3张4K贴图；3.重要复杂模型≥20000三角形面；4.每个模型制作≥20个角色动画并进行动画绑定；5.实验者角色模型≥2套，支持角色换装，支持第一、第三视角切换显示、动画融合和物品互动。★（四）场景画质要求1.≥3A级游戏画质；2.使用PBR材质、具有真实光影效果；3.画面流畅度≥30帧；4.画面质量和分辨率可调节。（五）操作要求支持键鼠操作和大屏触控操作 |

四、硬件技术参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **设备名称** | **技术参数** |
| 一 | 电子班牌 | 屏幕尺寸≥21。5寸数字液晶电子终端，支持触控操作，操作系统支持无线网络，钢化防护保护装置。 |
| 二 | 拾音和扩声 | （一）音箱1.低频:采用8″单元，动态大2.高频：采用球顶高音，声音柔软富有弹性，不容易啸叫。3.额定功率：200W；最大功率：400W；4.最大声压级：115dB5.灵敏度：85dB6.标准阻抗：8Ω（二）功率放大器1.额定功率：8Ω、2×≥400W；4Ω、2×≥650W；2.频率响应（1W）：20Hz～22KHz（±0.5dB）；3.输入灵敏度：0.7V/1V/1.4V；4.输入阻抗：10KΩ（非平衡）/20KΩ（平衡）；5.信噪比：≥103dB；6.保护：短路、过压、过流、过热、软启动、限幅保护；7.冷却：智能检测变速风冷；（三）数字音频媒体矩阵1.输入通道：≥8路凤凰插座，输出通道：≥4路凤凰插座；面板具备8路独立输入音量调节旋钮；2.超低噪声专业级话筒前置放大器电路，每通道内置独立的反馈消除模块；3.支持≥16组场景预设功能，预设可导入导出至电脑，便于数据备份与恢复.4.每路输入通道具备：+48V供电、MIC/Line输入选择、0～40dB模拟增益、±12dB数字增益、噪声门、反馈抑制器、高通滤波、低通滤波、5段参量均衡、压限、延时（1秒）、混音前音量控制、反相、混音前音量电平表；5.每路输出通道具备：≥31段参量均衡、高通滤波、低通滤波、延时（2秒）、输出音量控制、压限器、输出音量电平表；6.其他功能处理模块：矩阵混音、自动混音、信号发生器（粉红噪声、白噪声、正弦波）；7.频率响应：优于20Hz～20KHz（±0.2dB）；8.信噪比：≥90dB@OdBu、1KHz；9.总谐波失真：≤0.005%、20Hz～20KHz@+4dBu。（四）吊麦1.采用工业级嵌入式架构，采用专用芯片和嵌入式操作系统，稳定可靠；2.集成自动噪音抑制技术，（去除包含空调、排气扇等噪音干扰）保证声音质量。（五）音频处理器1.采用工业级嵌入式架构，采用专用芯片和嵌入式操作系统，稳定可靠；2.集成自动噪音抑制技术，（去除包含空调、排气扇等噪音干扰）保证声音质量；3.可通过网络进行远程监听，软件升级和参数配置；4.8路差分输入，支持软硬件48V幻象供电开启关闭；5.4路单声道Line-IN输入，分别为：1—远程音频输入；2&4—课件；3—无线麦。 |
| 三 | ≥80寸智慧一体机 | ★1.≥80寸智慧一体机屏幕有效显示面积80英寸，物理分辨率：≥1920×1080，可视角：≥176°，屏幕比例：16：9； 2.整机支持Android 及Windows双系统，均支持10点书写，支持10点同时触控；3.在任意界面置顶快捷操作方式，实现在任意通道下一键批注、截屏、进入OPS电脑、一键进入白板等操作，具有操作系统一键还原功能（无需拆卸设备及借助工具即可一键还原操作系统且除系统盘外的教学文档可保留），支持通用的Office文档格式；4.为保证信号不遮挡，屏体正面前置2.4G和5G双频wifi和蓝牙信号发射器，Windows及Android均可实现无线上网功能；5.CPU≥I5、内存≥DDR4 8G、SSD≥128G，正版windows操作系统，内置WiFi、内置网卡；6.输入/输出接口： HDMI≥1；前置输入接口：具有HDMI≥1、USB3.0≥3，且3路USB3.0接口支持对Windows和Android双系统调用；7.落地金属支架：根据教室墙体实际情况配置。 |
| 四 | 真实实验室系统对接 | 预留接口通过视频协议适配，对接后期建成运行的实体高等级生物安全实验室，实现真实实验室场景和操作的远程实时观看与录播、回放。此功能需要设置访问权限。 |
| 五 | 数据存储 | ★1.国内自主品牌，非OEM产品，2U12盘位3.5/2.5双控制器IP-SAN，FC-SAN存储；2.支持RAID 0，1，0+1，5，6，10，50，60；3.标配2G 缓存，最大支持≥32G缓存；4.最大硬盘支持数≥480块，支持SSD、SAS、NL SAS及SATA硬盘混插；5.提供原厂鲜章3C认证等，提供售后服务承诺函；6.GUI图形界面的动态管理、WEB浏览器远程管理、串口管理、SSH and Telnet；7.接口：配置≥8个1G iSCSI 接口，≥2个4×6Gb MiniSAS扩展接口，≥2个管理接口（RJ45）；8.功能：支持快照、卷镜像、卷复制、缓存加速、分级存储、远程数据复制；9.硬盘: 配置8×1.8TB/SAS/10000RPM/2.5寸/企业级；10.配置2×5米光纤跳线LC-LC，配置8×16G SFP光纤模块，配置1×光纤交换机，24口，实际配置激活8个16G光纤SFP模块；11.存储类主机接口卡: 配置2×主机接口卡/每块卡4×16G FC（不含SFP+模块）；12.存储类扩展配件: 配置2×16G 高速缓存。 |
| 六 | 交换机 | ★1.品牌：国内自主品牌，非OEM产品；2.固化端口：≥48个3.传输速率：≥100 Mbps；4.包转发率≥ 252Mpps；5.MAC 地址表≥256 K；6.支持4K个VLAN；7.支持Guest VLAN、Voice VLANs；8.支持GVRP协议；9.支持MUX VLAN功能；10.支持基于MAC/协议/IP子网/策略/端口的VLAN；11.支持VLAN Mapping功能；12.其他要求：提供国家强制认证CCC 认证复印件。 |
| 七 | 中控控制面板 | 1.显示屏尺寸：≥7英寸；2.显示屏类型：单屏LED；3.触摸屏：防爆声波屏（防尘，防水，免维护）；4.亮度： 450cd/㎡；5.对比度： 2000万:1；6.响应时间：<5ms；7.可视角度： 178/178°；8.触摸寿命：单点触摸8000万次；9.电源性能：AC220V±10%，50Hz±1Hz；10.适用环境：工作温度：-20-60℃，工作湿度：40-80%（无结露状况）；11.风扇：静音风扇；12.控制面板：总电源开关，电脑启动按钮，网口，USB接口，HDMI接口等。 |
| 八 | VR场景交互平台 | （一）立体显示模块：1.显示像素间距：≤1.9mm；2.显示换帧频率：≥120Hz；3.显示刷新频率：≥2880Hz；4.整体显示面积：≥4.98㎡；5.VR眼镜数量：≥52副；6.中央处理器：≥Xeon E-2176G六核心处理器；7.内存：≥2x16GB；（二）追踪交互模块：1.产品追踪水平角度≥100°；2.产品追踪有效距离≥5M；3.产品追踪延迟＜20ms；4.产品需配套双交互手柄；5.需配套动作捕捉手套：延迟≤5ms，与VR设备完全匹配，精度-滚转/俯仰角精度≤1.0°，航向角精度≤2.0°，分辨率≤0.1°，手套与收发器之间2.4GHz 射频无线传输，SDK-提供Unity SDK， Unreal SDK， C++ SDK 及开源示例场景，支持多人同场使用具备自动跳频防碰撞功能。（三）场景管理模块：1.需支持对立体同步信号进行微秒级的精确调节设置，需支持对立体同步信号进行翻转、输出沿设置，需支持多种同步模式输出与输入设置，需支持通过软件直接检测立体同步信号的状态及参数；2.需提供用于Unity开发的接口，支持三维手柄立体显示和交互；3.产品可完美适配基于VRPN协议运行的软件，实现虚拟现实内容的交互及体验；（四）VR头显参考配置 ：1.屏幕：≥2个3.5英寸AMOLED；★2.分辨率：单眼分辨率≥1440 × 1600，双眼分辨率≥3K（2880×1600）；3.刷新率：≥90Hz；4.视场角：≥110度；5.配备专业版调音耳机，360°空间音效，借助超级沉浸式音轨；6.配备内置定位传感器，自由定位空间位置；7.专业人体工学设计，适应脸部轮廓，轻便舒适；8.具备IPD瞳距调节功能；9.配套手柄一对。（五）工作站 ★1.CPU:≥I7 10700，≥8核心16线程；2.内存：内存≥32GB，最大支持64GB；★3.显卡：支持RTX实时光追 ≥12GB显存；4.硬盘：≥1T NVMe Pcle 4.0 高速固体硬盘；5.配套显示器≥27寸。 |
| 九 | 虚拟仿真教学训练平台 | 工作站（同九、VR教学系统共用设备） 1.CPU:≥I7 10700，≥8核心16线程；2.内存：内存≥32GB，最大支持64GB；3.显卡：支持RTX实时光追 ≥12GB显存；4.硬盘：≥1T NVMe Pcle 4.0 高速固体硬盘；5.配套显示器≥27寸。 |
| 十 | 讲台 | 1.建议讲桌可调节高度范围：750-1050mm；2.支架材质：铝；3.支架表面工艺：铝压铸喷涂；4.建议面板尺寸：710\*445mm；5.建议面板材质：25mmMDF 和PVC；6.桌脚：双向PU滑轮，前面2轮可锁定。 |
| 十一 | 设备机柜 | 600\*800\*1800mm，静音风扇。 |
| 十二 | 无线AP | 1.802.11ac wave 2协议，兼容802.11a/b/g/n/ac协议；2.支持2.4G和5G同时工作，2.4G最大传输速率≥400Mbps，5G最大传输速率≥867Mbps，第三个802.11ac wave2射频最大传输速率≥1733Mbps，整机最大传输速率≥3Gbps；3.千兆以太网口≥2个，并需提供1个RJ-45 Console管理口，USB接口≥1个；4.支持虚拟AP技术，单射频SSID数量≥16，整机≥32；5.支持100%胖瘦一体化，无需通过软件升级的方式即可在瘦AP和胖AP互相转换，以适应部署需求；6.支持802.3at标准的PoE供电和本地电源适配器供电两种方式。 |
| 十三 | 配件 | 电池、卡座、高清线、音频线、光纤收发器、螺丝、切换器、卡头、挂架等，学生书包存放柜。 |
| 十四 | 安装调试费 | 安装调试、布线施工、辅料耗材、材料搬运等费用。 |