

招标项目技术、服务、政府采购合同内容条款及其他商务要求

前提：本章中标注“★”的条款为本项目的实质性条款，投标人不满足的，将按照无效投标处理，标注“▲”的条款为本项目的重要参数条款，具体评审详见第七章综合评分明细表要求。

一、项目概述

1. 项目概况：学院“轨道交通虚拟仿真实训基地”2021年入选教育部职业教育示范性虚拟仿真实训基地培育建设项目，根据教育部《职业教育提质培优行动计划（2020-2023年）》（教职成〔2020〕7号）及《关于公布职业教育示范性虚拟仿真实训基地培育项目名单的通知》（教职成司函〔2021〕35号）以及《职业教育示范性虚拟仿真实训基地建设指南》（以下简称指南）等文件精神，针对学院“轨道交通虚拟仿真实训基地”进行虚拟现实操作一体设备的建设，并配套稳定性好，成熟度高且具备知识产权的虚拟仿真软件资源，以提升学院虚拟仿真实训教学成效，为学院职业教育示范性虚拟仿真实训基地培育建设项目提供硬件支撑。

2. 项目清单：

包号	品目号	标的名称	所属行业	★数量	是否允许进口产品	是否属于优先采购节能产品	是否属于强制采购节能产品	是否属于优先采购环境标志产品
01包	1-1	虚拟现实操作一体机（教师机）	工业	1台	否	否	否	否
	1-2	增强现实套件（教师机使用）	工业	1套	否	否	否	否
	1-3	虚拟现实操作一体	工业	12台	否	否	否	否

		机（学生机）						
1-4		笔记本版扩展现实备课平台	工业	1台	否	否	否	否
1-5		3D跟踪眼镜（备用）	工业	4副	否	否	否	否
1-6		触控笔（备用）	工业	4支	否	否	否	否
1-7		智慧黑板1	工业	1套	否	否	否	否
1-8		24口接入交换机	工业	1台	否	否	否	否
1-9		无线路由器	工业	1台	否	否	否	否
1-10		机柜（9U）	工业	1台	否	否	否	否
1-11		实训桌	工业	12张	否	否	否	是
1-12		实训椅	工业	24把	否	否	否	是
1-13		演示桌椅	工业	1套	否	否	否	是
1-14		智慧黑板2	工业	1台	否	否	否	否
1-15		虚拟现实操作一体机（高配版）	工业	2台	否	否	否	否
1-16		增强现实套件	工业	1套	否	否	否	否
1-17		MR一体机	工业	1台	否	否	否	否

1-18	工作台	工业	2 张	否	否	否	是
1-19	工作椅	工业	4 把	否	否	否	是

★二、商务要求

（一）质量保证与安装调试：

- 1、提供的设备是全新的、符合国家相关技术标准或行业标准合格的设备；
- 2、保证进行设备安装和调试，并保证所有投标产品质量符合国家相关法律、法规和规定的要求，质保期至少 3 年。

（二）与采购标的有关的服务要求，包括但不限于售后服务、技术服务（含培训）等：

- 1、对不合格或质量问题，应无条件调换或退货，供应商接到调换通知后，3 日内完成调换，由此产生的费用由中标供应商自行负责；
- 2、供应商需承诺针对本项目所提供的设备进行技术培训，培训内容包括运行操作、维修保养，及设备简易故障的判别、排除。

（三）交货时间：自合同签订之日起 60 日历天。

（四）交货地点：成都工业职业技术学院轨道交通学院。

（五）付款方式：

- 1、合同签订后 5 个工作日内，支付合同总金额的 40%，设备到场并完成设备的安装、调试、验收。验收合格后 10 个工作日内支付合同总金额的 60%。
- 2、支付前提：采购人在收到供应商出具的合格的发票后办理款项支付事宜。
- 3、采购人逾期支付责任：采购人不得以机构变动、人员更替、政策调整等为由延迟付款，不得将采购文件和合同中未规定的义务作为向供应商付款的条件。采购人逾期付款的，依据相关规定承担相关责任。（注：此条款为采购人逾期支付责任的说明，投标人在投标文件中对此可不作应答）。

（六）包装方式及运输：

涉及的商品包装和快递包装，均应符合《商品包装政府采购需求标准（试行）》《快递包装政府采购需求标准（试行）》的要求，包装应适应于远距离运输、防潮、防震、防锈和防野蛮装卸，以确保货物安全无损运抵指定地点。

（七）履约验收：

- 7.1 履约验收主体：成都工业职业技术学院
- 7.2 履约验收时间：供应商提出验收申请之日起 10 日内组织验收
- 7.3 验收组织方式：自行验收
- 7.4 履约验收程序：一次性验收
- 7.5 技术履约验收内容：按照本项目招标文件中“技术、服务要求”及中标人投标文件进行验收。
- 7.6 商务履约验收内容：按照本项目招标文件中“商务要求”及中标人投标文件进行验收。
- 7.7 履约验收标准：按照《财政部关于进一步加强政府采购需求和履约验收管理的指导意见》（财库〔2016〕205号）等政府采购相关法律法规的要求、采购文件及中标人的投标文件进行验收。

三、技术参数要求（注：以下如涉及到固定尺寸、重量、容积、分辨率等计量单位的允许±5%的偏差，如有执行标准有更替的以最新执行标准为准）

品目号	标的名称	技术指标
虚拟仿真实训中心		
1-1	虚拟现实操作一体机（教师机）	<p>★1、桌面一体机式 VR 设备，系统为一体化设计，可调整使用角度，设备配置不小于 27 英寸立体显示终端，分辨率：≥1920*1080，显示系统刷新频率≥120hz；实现软件资源的偏振形式展示，搭配位置追踪元件的被动式偏振跟踪眼镜实现虚拟现实出屏和临场感效果；</p> <p>★2、桌面式虚拟现实操作平台设备 1 套，包括：不小于 27 英寸高清立体显示终端、跟踪眼镜 1 副，非跟踪眼镜 2 副、定位笔 1 支、电源适配器 1 个、AC 连接线 1 根。</p> <p>3、支持 Windows 10 及以上操作系统；</p> <p>▲4、CPU：性能不低于 I7-11700，不低于八核心十六线程，主频不低于 2.5GHz，最高睿频不低于 4.9GHz（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）；</p> <p>5、硬盘：≥512G SSD；</p> <p>6、内存：≥16G，DDR4；</p> <p>▲7、显卡：相当于或优于 QUADRO T1000，图形显卡，显存不低于 4GB DDR6（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）；</p> <p>8、端口：USB 3.0≥2 个、USB 2.0≥ 5 个、MiniDP≥2 个；</p>

- 9、网络：支持以太网连接，支持 802.11a/b/g/n 高速无线传输。
- 10、内置两个扬声器，阻抗不低于 8 欧姆，功耗不超过 3W。
- 11、分辨率：不低于 1920*1080，3D 显示物理分辨率不低于 1920*1080；
- 12、亮度： $\geq 400\text{cd}/\text{m}^2$ ；
- 13、对比度 $\geq 1000:1$ ；
- 14、刷新率不低于 120Hz；
- ▲15、显示技术：全高清偏光式 3D 显示技术（非隔行式 3D 显示技术）（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）。
- 16、屏幕需支持触摸交互。
- 17、设备具有虚拟现实显示方式与普通显示方式自动切换功能，当跟踪眼镜出现在屏幕传感器捕捉范围内，显示方式由普通显示屏方式自动切换成 3D 显示方式，当跟踪眼镜在屏幕传感器之外，显示方式自动切换至普通显示方式。
- 18、设备具备头部跟踪功能，且能实时将操作者的虚拟现实交互场景展示至大屏幕及其他演示设备。
- 19、支持播放上下、左右格式的 3D 视频资源；
- 20、支持按键式 2D/3D 切换；
- 21、支持键鼠、光学追踪操控笔和电容触摸叁种交互方式；
- 22、设备采用偏光式 3D 显示跟踪系统，3D 显示追踪系统内置 NVIDIA 3D vision 处理系统；
- ▲23、3D 显示追踪系统至少包含 2 路 HDMI 输入接口，且每一路 HDMI 接口都支持 120hz 信号源输入（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）；
- 24、3D 显示追踪系统支持一键控制信号源切换。
- 25、3D 显示跟踪系统内置智慧控制系统，可实现教学软件对显示终端的智能控制功能；
- ▲26、3D 显示跟踪系统包含： ≥ 3 组红外传感器，每组红外传感器都包含 2 个同步双目相机，单组红外传感器即可实现对目标物的实时跟踪；3 组红外传感器协同工作，可提升对目标物追踪的覆盖范围及追踪系统的精度（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）；
- ▲27、3D 显示跟踪系统包含： ≥ 3 组红外光源阵列，每组红外光源阵列配置有 4 个红外光源灯，均匀分布保证光照亮度（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）；
- 28、3D 显示跟踪系统的追踪系统可实时输出当前显示系统的姿态信息，并将当前显示系统的姿态信息映射到虚拟场景，获得最精准的 3D 显示图像；
- 29、3D 显示跟踪系统支持窗口/全屏 3D，120Hz 或以上刷新率；
- 30、配备 3D 光学追踪眼镜，采用偏光式 3D 眼镜，无需电池及开关，无需充电，即戴即用，免开关、免维护；具有 5 个及以上追踪 mark 点设计，3

点以上即准确判断眼镜位置,从而转换不同视角下的显示内容; (需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数)。

31、配备智能位置追踪操控笔:支持 6 自由度坐标轴和空中姿态转动;追踪精度 $<1\text{mm}$,角度精度 <0.1 度;操控笔与主机采用有线连接方式保证信号稳定;操控笔无需电池供电;采用握笔式设计,操控笔内置振动器,可以通过震动方式来反馈用户操作(需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数)。

32、设备配套智能制造 VR 体验软件,以 VR 模型和交互操作为核心,通过对新能源汽车驱动电机的拆卸、齿轮减速机的工作原理/爆炸展示、电路搭建功能的展示、液压机械臂安装与仿真,提升用户对智能制造元件结构和工作原理的理解,并通过交互操作加深用户的直观体验。

33、驱动电机拆卸以纯电动汽车动力总成进行建模,真实模拟标准拆卸流程;软件提供工具和具体操作的文字图形提示,相应模型操作部位特效提示,真实还原拆卸体验。

34、液压机械臂需包含机械臂安装、机械臂仿真功能;机械臂安装需要按正确顺序安装各个机械臂零部件,完成机械臂安装后能进行仿真,机械臂仿真可以控制机械臂四个轴向运动,通过四轴控制机械臂进行工件搬运仿真。

35、电路的连接以物理实验中常用的灯泡、电池、开关建模,真实的模拟在实物连接中的各种情况,比如选取 1 个元件、2 个元件、3 个或者 4 个元件连接时,给出各种连接情况下的结果。设有电路接线功能,通过正确电气元件接线,完成该回路的连接,接线完成后,点击开关,可控制电路元件正常运行。

36、齿轮减速机以二级直齿减速机 1:1 建模,展现减速机的运行和爆炸状态,爆炸后可以随意抓取某个零件进行放大缩小和旋转,并提示零件名称。还原按钮可以让爆炸开的减速机回到初始状态,让用户看到减速机的内部结构和运行原理。

37、设备配套城市轨道交通博物馆 VR 科普教育软件

38、城市轨道交通博物馆 VR 科普教育软件需将 R 技术与教学内容相结合,以教材知识点和实践经验为核心,适用于城轨相关专业进行课堂教学。

39、城市轨道交通博物馆 VR 科普教育软件需采用虚拟引擎 Unity3D 工具制作。

40、软件需根据真实站台机电设备、列车部件等,进行建模还原。

41、软件需支持学生对城轨车站机电设备、列车部件的部分模型,进行展开、拖拽、放大、缩小、旋转等交互操作。同时需支持学生在虚拟博物馆内不同点位进行快速跳转的地图功能。

◆42、软件需支持运行于桌面式虚拟现实设备上。

		<p>43、软件需包含城轨发展史和城轨虚拟展馆两大部分。</p> <p>44、城轨发展历史：需图文结合，内容包含但不限于：初生发展阶段、停滞萎靡阶段、再发展阶段、高速发展阶段。</p> <p>45、初生发展阶段（1863年-1924年），包括但不限于历史背景总述、有轨马车、世界上第一条蒸汽机车轨道、世界上第一条地铁、世界上第一辆有轨电车、世界上第一条单轨铁路、中国有轨电车发展、世界上第一台蒸汽机、其他国家地铁发展等知识点介绍；</p> <p>46、停滞萎靡阶段（1924年-1949年），包括但不限于历史背景总述、莫斯科地铁、亚洲第一条地铁线、电磁悬浮概念提出、内燃机车的出现等知识点介绍；</p> <p>47、再发展阶段（1949年-1969年），包括但不限于历史背景总述、中国第一条地铁、蒙特利尔地铁、罗马地铁、中国内燃机车的制造、磁悬浮列车的研究等知识点介绍；</p> <p>48、高速发展阶段（1969年-至今），包括但不限于历史背景总述、华盛顿地铁、中国地铁历史、中国地铁的50年历程、中国磁悬浮列车的发展、中国城轨之最、城轨线路分类、城轨交通车站、城轨交通供电等知识点的介绍；</p> <p>49、城轨虚拟展馆，需还原车站地上层入口、售票区、安检区、检票区、客服中心、环控室-环控操作台、环控室-消防报警控制器、垂直升降电梯、轨道上、屏蔽门、司机室等区域，各区域间可通过小地图进行快速跳转切换。</p> <p>◆50、城轨虚拟展馆提供的设备模型包括但不限于：电扶梯、自动售票机、安检区、检票机、半自动售票机、垂直升降电梯、IPB盘、消防报警控制器、FAS控制柜、气灭主机、感温探测器、感烟探测器、感温电缆、消防警铃、消防电话、屏蔽门、列车、车体、车门系统、贯通道、半自动车钩、半永久车钩、全动车钩、辅助电源系统代表性模型、转向架、空调、牵引系统代表性模型、受电弓、网络系统代表性模型、烟火报警系统代表性模型、制动系统代表性模型、低压系统代表性模型、手摇道岔、司机室；</p> <p>51、城轨虚拟展馆针对以下设备模型提供拓展知识讲解，包括但不限于：电扶梯、检票机、垂直升降电梯、检票机、垂直升降电梯、消防报警系统、屏蔽门、车体、车门系统、半永久车钩、转向架、受电弓、制动系统、制动系统。</p> <p>52、城轨虚拟展馆针对以下设备模型需提供展开分解功能，包括但不限于：自动售票机、检票机、半动车钩、半永久车钩、全动车钩、辅助电源系统、转向架、受电弓、制动系统。</p>
1-2	增强现实套件（教师	<p>1、增强现实套件由增强现实 AR 软件、增强现实摄像头、支架三部分组成。</p> <p>2、增强现实 AR 软件将教师机的操作过程投射到另外一个屏幕或者第二台监视器上面；将真实环境与虚拟图层叠加后展现给学生；可以录制课程学</p>

	机使用)	<p>习过程，可供以后使用。</p> <p>3、增强现实摄像头：支持$\geq 1080p$ 全高清视频录制 ($\geq 1920 \times 1080$ 像素) 采用 USB 接口，带有自动降噪功能的内置双重立体声麦克风支持与 VR 互动一体机的配套使用，实现增强现实功能，将虚拟内容与现实拍摄场景叠加融合显示。</p> <p>4、动态像素：200 万以上；</p> <p>5、静态分辨率$\geq 1920 \times 1080$；动态分辨率$\geq 1920 \times 1080$；</p> <p>6、传输接口：USB2.0；</p> <p>7、对焦方式：自动；</p> <p>8、感光元件：CMOS</p> <p>9、最大帧数≥ 30 帧/秒。</p> <p>10、支架材质：合金；</p>
1-3	虚拟现实操作一体机（学生机）	<p>★1、桌面一体机式 VR 设备，系统为一体化设计，可自由调整使用角度，设备配置不小于 27 英寸立体显示终端，分辨率$\geq 1920 \times 1080$，显示系统刷新频率$\geq 120\text{Hz}$；实现软件资源的偏振形式展示，搭配位置追踪元件的被动式偏振跟踪眼镜实现虚拟现实出屏和临场感效果；</p> <p>2、桌面式虚拟现实操作平台设备 1 套，包括：不小于 27 英寸高清立体显示终端、跟踪眼镜 1 副，非跟踪眼镜 2 副、定位笔 1 支、电源适配器 1 个、AC 连接线 1 根。</p> <p>3、支持 Windows 10 及以上操作系统；</p> <p>▲4、CPU：性能不低于 I5-9400F，不低于六核心六线程，主频不低于 2.9GHz，最高睿频不低于 4.1GHz，三级缓存不低于 9MB（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）；</p> <p>5、硬盘：$\geq 512\text{G}$ SSD；</p> <p>6、内存：$\geq 16\text{G}$，DDR4；</p> <p>▲7、显卡：相当于或优于 QUADRO T1000，图形显卡，显存不低于 4GB DDR6（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）；</p> <p>8、端口：USB 3.0≥ 2 个、USB 2.0≥ 5 个、MiniDP≥ 2 个；</p> <p>9、网络：支持以太网连接，支持 802.11a/b/g/n 高速无线传输 10、内置两个扬声器，阻抗不低于 8 欧姆，功耗不超过 3W。</p> <p>11、分辨率：不低于 1920*1080，3D 显示物理分辨率不低于 1920*1080；</p> <p>12、亮度：$\geq 400\text{cd/m}^2$；</p> <p>13、对比度$\geq 1000:1$；</p> <p>14、刷新率不低于 120Hz；</p> <p>▲15、显示技术：全高清偏光式 3D 显示技术（非隔行式 3D 显示技术）（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）。</p> <p>16、硬件设备具有虚拟现实显示方式与普通显示方式自动切换功能，当跟</p>

踪眼镜出现在屏幕传感器捕捉范围内，显示方式由普通显示屏方式自动切换成 3D 显示方式，当跟踪眼镜在屏幕传感器之外，显示方式自动切换至普通显示方式。

17、设备支持实时将虚拟现实交互场景立体展示至其它显示设备，让旁观者也置身于虚拟现实交互场景。

18、支持播放上下、左右格式的 3D 视频资源；

19、支持按键式 2D/3D 切换；

20、系统内置智慧物联控制系统，不依赖任何外部蓝牙、WIFI 设备，支持同一空间内大于 60 台以上的设备进行自组网络，配合教师端及学生端智能控制软件，可实现教师机对学生机的运行状态进行：开机、关机、静默模式控制，同时，教师机也可对学生机进行：全局控制、分组控制、单台设备控制（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）。

21、设备采用偏光式 3D 显示跟踪系统，3D 显示跟踪系统内置 NVIDIA 3D vision 处理系统；

▲22、3D 显示追踪系统至少包含 2 路 HDMI 输入接口，且每一路 HDMI 接口都支持 120hz 信号源输入（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）；

23、3D 显示追踪系统支持一键控制信号源切换。

24、3D 显示跟踪系统内置智慧控制系统，可实现教学软件对显示终端的智能控制功能；

▲25、3D 显示跟踪系统包含： ≥ 3 组红外传感器，每组红外传感器都包含 2 个同步双目相机，单组红外传感器即可实现对目标物的实时跟踪（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）；

▲26、3D 显示跟踪系统包含： ≥ 3 组红外光源阵列，每组红外光源阵列配置有 ≥ 4 个红外光源灯，均匀分布保证光照亮度（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）；

27、3D 显示跟踪系统的追踪系统可实时输出当前显示系统的姿态信息，并将当前显示系统的姿态信息映射到虚拟场景，获得最精准的 3D 显示图像；

28、3D 显示跟踪系统支持窗口/全屏 3D，120Hz 或以上刷新率；

29、系统配备 3D 光学追踪眼镜，采用偏光式 3D 眼镜，无需电池及开关，无需充电，即戴即用，免开关、免维护；具有 5 个追踪 mark 点设计，3 点以上即准确判断眼镜位置，从而转换不同视角下的显示内容；（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）。

30、系统配备智能位置追踪操控笔：支持支持 6 自由度坐标轴和空中姿态转动；追踪精度 $< 1\text{mm}$ ，角度精度 < 0.1 度；操控笔与主机采用有线连接方式保证信号稳定；操控笔无需电池供电；采用握笔式设计，操控笔内置振动器，可以通过震动方式来反馈用户操作（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）。

31、配套智能制造 VR 体验软件，以 VR 模型和交互操作为核心，通过对新能源汽车驱动电机的拆卸、齿轮减速机的工作原理/爆炸展示、电路搭建功能的展示、液压机械臂安装与仿真，提升用户对智能制造元件结构和工作原理的理解，并通过交互操作加深用户的直观体验。

32、驱动电机拆卸以纯电动汽车动力总成进行建模，真实模拟标准拆卸流程；软件提供工具和具体操作的文字图形提示，相应模型操作部位特效提示，真实还原拆卸体验。

33、液压机械臂需包含机械臂安装、机械臂仿真功能；机械臂安装需要按正确顺序安装各个机械臂零部件，完成机械臂安装后能进行仿真，机械臂仿真可以控制机械臂四个轴向运动，通过四轴控制机械臂进行工件搬运仿真。

34、电路的连接以物理实验中常用的灯泡、电池、开关建模，真实的模拟在实物连接中的各种情况，比如选取 1 个元件、2 个元件、3 个或者 4 个元件连接时，给出各种连接情况下的结果。设有电路接线功能，通过正确电气元件接线，完成该回路的连接，接线完成后，点击开关，可控制电路元件正常运行。

35、齿轮减速机以二级直齿减速机 1:1 建模，展现减速机的运行和爆炸状态，爆炸后可以随意抓取某个零件进行放大缩小和旋转，并提示零件名称。还原按钮可以让爆炸开的减速机回到初始状态，让用户看到减速机的内部结构和运行原理。

36、配套城市轨道交通博物馆 VR 科普教育软件，需支持运行于桌面式虚拟现实设备上。

37、城市轨道交通博物馆 VR 科普教育软件需将 VR 技术与教学内容相结合，以教材知识点和实践经验为核心，适用于城轨相关专业进行课堂教学。

38、城市轨道交通博物馆 VR 科普教育软件需采用虚拟引擎 Unity3D 工具制作。

39、软件需根据真实站台机电设备、列车部件等，进行建模还原。

40、软件需支持学生对城轨车站机电设备、列车部件的部分模型，进行展开、拖拽、放大、缩小、旋转等交互操作。同时需支持学生在虚拟博物馆内不同点位进行快速跳转的地图功能。

41、软件需包含城轨发展史和城轨虚拟展馆两大部分。

42、城轨发展历史：表现形式新颖，需图文结合，内容包含但不限于初生发展阶段、停滞萎靡阶段、再发展阶段、高速发展阶段。

43、初生发展阶段（1863 年-1924 年），包括但不限于历史背景总述、有轨马车、世界上第一条蒸汽机车轨道、世界上第一条地铁、世界上第一辆有轨电车、世界上第一条单轨铁路、中国有轨电车发展、世界上第一台蒸汽机、其他国家地铁发展等知识点介绍；

44、停滞萎靡阶段（1924 年-1949 年），包括但不限于历史背景总述、莫斯科地铁、亚洲第一条地铁线、电磁悬浮概念提出、内燃机车的出现等知识点介绍；

	<p>45、再发展阶段（1949年-1969年），包括但不限于历史背景总述、中国第一条地铁、蒙特利尔地铁、罗马地铁、中国内燃机车的制造、磁悬浮列车的研究等知识点介绍；</p> <p>46、高速发展阶段（1969年-至今），包括但不限于历史背景总述、华盛顿地铁、中国地铁历史、中国地铁的50年历程、中国磁悬浮列车的发展、中国城轨之最、城轨线路分类、城轨交通车站、城轨交通供电等知识点介绍；</p> <p>47、城轨虚拟展馆，需还原车站地上层入口、售票区、安检区、检票区、客服中心、环控室-环控操作台、环控室-消防报警控制器、垂直升降电梯、轨道上、屏蔽门、司机室等区域，各区域间可通过小地图进行快速跳转切换。</p> <p>48、城轨虚拟展馆需提供的设备模型包括但不限于：电扶梯、自动售票机、安检区、检票机、半自动售票机、垂直升降电梯、IPB盘、消防报警控制器、FAS控制柜、气灭主机、感温探测器、感烟探测器、感温电缆、消防警铃、消防电话、屏蔽门、列车、车体、车门系统、贯通道、半自动车钩、半永久车钩、全自动车钩、辅助电源系统代表性模型、转向架、空调、牵引系统代表性模型、受电弓、网络系统代表性模型、烟火报警系统代表性模型、制动系统代表性模型、低压系统代表性模型、手摇道岔、司机室；</p> <p>49、城轨虚拟展馆针对以下设备模型提供拓展知识讲解，包括但不限于：电扶梯、检票机、垂直升降电梯、检票机、垂直升降电梯、消防报警系统、屏蔽门、车体、车门系统、半永久车钩、转向架、受电弓、制动系统、制动系统。</p> <p>50、城轨虚拟展馆针对以下设备模型需提供展开分解功能，包括但不限于：自动售票机、检票机、半自动车钩、半永久车钩、全自动车钩、辅助电源系统、转向架、受电弓、制动系统。</p>
1-4	<p>笔记本版扩展现实备课平台</p> <p>1、设备可自由调整使用角度，内置适用于教学的虚拟现实 XR 软件，通过裸眼技术及触控笔实现 XR 效果。设备包括：不小于 15.6 英寸 3D 显示器、触控笔传感器模块 1 个、触控笔 1 支、电源适配器 1 个、AC 连接线 1 根。</p> <p>2、支持 Windows 11 及以上操作系统； CPU：≥六核，主频≥2.7 GHz，睿频≥4.5 GHz；硬盘：≥512G SSD；内存：≥双通道 16G，DDR4；显卡：显存频率≥12000MHz，显存位宽≥192bit；显存容量：≥6GB。</p> <p>3、分辨率：≥1920*2160（3D 模式），≥3840*2160（2D 模式）</p> <p>◆4、触控笔：支持对对象进行 3 个自由度坐标轴移动及 3 个自由度坐标轴的转动；触控笔与主机采用有线方式连接以保证信号稳定性，触控笔无需电池供电；通过触控笔功能按键来实现对象选择、菜单调用等操作。</p> <p>◆5、人眼追踪：无需佩戴眼镜，通过眼部追踪技术，系统能准确判断人眼所在位置，从而根据眼睛视角的不同来转换不同视角下的显示内容。当人眼离开追踪范围，显示可自动切换为 2D 模式；</p> <p>6、笔记本版扩展现实备课平台配备在线资源平台。</p> <p>◆7、在线资源平台包括快速启动、专题、搜索，可设置仅搜索本机已安装内容，也可以直接调用应用管理器下载需要的资源；</p> <p>◆8、该平台可以直接搜索和打开需要的资源，也可以通过快速启动代码</p>

		<p>启动资源；该平台可直接调用打开已安装的资源；</p> <p>◆9、该平台可以支持中文、英文两种以上语言、可以直接调用打开配置检查。</p> <p>10、配套教学体验软件，包含蝴蝶的进化、机械手臂零部件学习、心脏的跳动及认知、建筑图纸和玩具屋相关功能；</p> <p>11、具备系统检测功能，可以通过对机器系统的整体检测，直接生成设备系统信息诊断报告，明确设备上已安装的 VR 资源内容及是否有资源需要更新，所有资源的使用期限及到期时间，虚拟现实系统及跟踪系统等是否存在问题等；</p> <p>12、资源管理软件，在线软件安装、驱动、应用综合平台，可以通过资源管理软件管理现有 VR 资源，实现资源联网在线更新升级或故障修复，安装新的 VR 资源；</p> <p>13、配套学科场景 VR 智能化教育平台；</p> <p>14、VR 智能化教育平台可实现 VR 课程课件的设计制作；</p> <p>15、VR 智能化教育平台支持对三维模型的浏览、拆分、标注、内部探查、重组等功能，并支持将特定格式的外部模型导入平台进行课件制作，同时支持动画形式的三维模型播放功能；</p> <p>16、学生还可以根据教师预设的问题使用该平台进行在线答题；</p> <p>17、3D 交互式教学课程模型≥2000 个；</p> <p>18、3D 交互课件资源≥300 个</p> <p>19、配备 VR 绘画神笔，学生可以选择各式各样的画笔，运用光线、星星和烟雾等神奇的绘画材料，通过笔在空中的舞动，就能够将想象中的事物在 3D 画布中展示出来。</p>
1-5	3D 跟踪眼镜	1、3D 光学追踪眼镜,5 点追踪设计，3 点以上即准确判断眼镜位置,从而转换不同视角下的显示内容。
1-6	触控笔	1、支持 6 自由度坐标轴和空中姿态转动；追踪精度≤1mm,角度精度≤0.1 度；操控笔与主机采用有线连接方式保证信号稳定；操控笔无需电池供电；采用握笔式设计，操控笔内置振动器,可以通过震动方式来反馈用户操作；
1-7	智慧黑板	<p>1、智能交互黑板液晶显示尺寸≥86 英寸，分辨率≥3840*2160,电容触控技术，在 Windows 与 Android 下均支持 20 点同时触控及书写</p> <p>2、交互黑板功率≤400W</p> <p>3、▲交互黑板采用平面结构设计，采用三段式结构方式，交互黑板长度≥4300mm；（提供 CMA 或 CNAS 认证的检测机构出具的检测报告，并加盖公章）</p> <p>4、双侧侧板板面硬度≥ 7H，采用金属材质纳米镀膜，支持磁性材质教具吸附，且双侧黑板板面无任何按键；</p> <p>5、▲交互黑板表面应以耐磨无光泽的材料制成，反射比应在 0.15-0.20 之间，符合国标 GB/T7793-2010（提供 CMA 或 CNAS 认证的检测机构出具的</p>

检测报告)

- 6、交互黑板表面玻璃采用高强度钢化玻璃，硬度可达不低于莫氏 7 级，高于石墨 1-9H 硬度；
- 7、智能交互黑板显示部分需采用高色域覆盖技术，NTSC 色域标准下覆盖率不低于 85%
- 8、全贴合设计，钢化玻璃和液晶层之间紧密贴合，无水汽，水雾
- 9、设备至少 1 路前置 HDMI 接口（非转接），2 路前置 USB3.0 接口
- 10、交互黑板标配 VGA 输入接口 ≥ 1 路（提供 CMA 或 CNAS 认证的检测机构出具的检测报告）
- 11、前置全功能 Type-C 接口具备音频、视频、数据、触控等功能，外接设备与交互黑板连接时，外接设备可调用交互设备麦克风、音响、摄像头等功能
- 12、设备前置按键不少于 8 个，可实现音量加减、窗口关闭、触控开关等功能，且每个按键不少于两种以上功能。（提供 CMA 或 CNAS 认证的检测机构出具的检测报告）
- 13、前面板具有标识的天线模块，保证信号使用稳定性
- 14、无需打开智能黑板背板，前置接口面板和前置按键面板支持单独前拆
- 15、2.1 声道音箱，采用针孔阵列发声设计，2 个前置 $\leq 15W$ 中高音音箱，后置 1 个 $\leq 20W$ 低音音箱，谐振频率低于 300Hz；
- 16、采用物理减滤蓝光设计，无需其他操作即可实现防蓝光，且设备具备智能护眼组合功能。
- 17、支持不少于 3 种方式进行屏幕下移，屏幕下移后仍可进行触控、书写等操作
- 18、交互黑板 Android 主板具备不低于四核 CPU，内存不小于 2G，储存最高可至 40G，Android 系统不低于 11.0，主页提供不少于 5 个应用程序，也可替代其他应用程序；
- 19、一体化 2D 降噪 4K 摄像头，支持 $\geq 1400W$ 有效像素的视频采集，视角在 135° 的范围下，畸变不大于 5%，支持上下角度调节，搭配 AI 软件实现自动点名点数功能。
- 20、内嵌企业级路由器专业数通处理器 Mips 1GHz，可支持有线和无线的双模接入，可供不少于 60 个用户同时连接使用；在关机状态下，仍可以提供无线网络
- 21、通过多指滑动屏幕，可实现 Windows 与教学系统界面的切换
- 22、交互黑板左右两侧可提供与教学应用密切相关的快捷键，数量各不少于 15 个，可以双侧同时显示，该快捷键至少具有关闭窗口，展台，桌面、多屏互动等常教学常用按键。
- 23、交互黑板具有悬浮菜单，两指可移动悬浮菜单至按压位置，悬浮菜单可进行自定义分组，可添加 AI 互动软件等不少于 30 个应用；
- 24、交互黑板可一键进行硬件自检，包括对系统内存、存储、触控系统、光感系统、内置电脑、屏体信息、主板型号、CPU 型号、CPU 使用率、设

		<p>备名称等进行状态提示、及故障提示。</p> <p>25、交互黑板具备前置电脑还原按键，不需专业人员即可解决电脑系统故障，为避免误碰按键采用针孔式设计，并有配有中文标识</p> <p>26、智能节电，在无操作或无信号输入≥ 15分钟时，出现关机提示倒计时；在无操作或无信号输入≥ 30分钟时，自动关机</p> <p>27、通过五指抓取屏幕任意位置可调出多任务处理窗口，并对正在运行的应用进行浏览、快速切换或结束进程</p> <p>28、交互黑板处于关机通电状态，外接设备接入交互黑板时，交互黑板可识别到外接设备的输入信号后自动开机</p> <p>29、在任意信号源下，从屏幕下方任意位置向上滑动，可调用快捷设置菜单；无需切换系统，可快速调节 Windows 和 Android 的设置</p> <p>30、内置无线传屏接收端，Android 和 Windows 系统下无需外部接收组件，无线传屏发射器与交互设备匹配后可实现无线传屏功能，可将外部电脑设备的视频、音频、触控、信号无线传至交互设备上，支持双向传输</p> <p>31、交互黑板采用 OPS-C 标准的 80pin 针口设计</p> <p>32、内置控制模块，采用 80pin Intel 通用标准接口，即插即用，易于维护；</p> <p>33、CPU 采用 Intel 第 9 代及以上平台处理器；</p> <p>34、内存：$\geq 8G$ DDR4；</p> <p>35、硬盘：$\geq 256G$ SSD 固态硬盘；</p> <p>36、接口：非外扩展具备≥ 5个 USB 接口；具有独立非外扩展的视频输出接口：≥ 1路 HDMI 等；</p>
1-8	24 口接入交换机	<p>1、端口数量：≥ 24口；端口速率：千兆；光口：≥ 4光口；交换容量：$\geq 192Gbps$；包转发率：$\geq 43Mpps$。</p> <p>2、支持 WEB 管理；交换机网络标准：IEEE 802.3ab, IEEE 802.3x, IEEE 802.3u；传输速率：千兆以上。</p>
1-9	无线路由器	<p>1、带机量 10-50 台传输速率 10/100/1000Mbps 包转发率 200Kpps 业务转发性能：40Mbps；</p> <p>2、1 个 GE 4 个 GE（支持切换为 WAN 口） Wi-Fi：802.11b/g/n, 2.4GHz, 2x2 MIMO 802.11ac, 5GHz, 2x2MIMO； USB2.0 接口：≥ 1个；串行辅助/控制台端口：≥ 1个</p> <p>3、Qos 支持 802.11 ac/b/g/n 支持优先级映射，流量监管（CAR），流量整形，拥塞避免（基于 IP 优先级/DSCP WRED），拥塞管理（LAN 接口：SP/WRR/SP+WRR；WAN 接口：PQ/CBWFQ）；VPN 支持支持 IPSec VPN, GRE VPN, L2TP Client。</p> <p>4、网络安全 ACL，防火墙，URPF 网络管理升级管理，设备管理，Web 网管，RMON, Auto-Config, U 盘开局，命令行</p> <p>5、电源电压 AC 100-240V, 50/60Hz；电源功率最大功耗：$\geq 24W$；</p>

		<p>6、环境标准工作温度：0-40℃；工作湿度：5%-95%（非凝露）。</p> <p>7、基础功能：ARP，PBR，NAT，DNS，DHCP</p>
1-10	机柜 (9U)	<p>1、9U 机柜；插孔数量不低于 4 个；冷轧钢板材质。</p> <p>2、厚度：方孔条≥1.5mm，侧门≥0.8mm，其余≥1.2mm；配置：M6 方螺母钉≥10 套，内六角扳手只钥匙≥2 把。</p> <p>3、尺寸（长 x 宽 x 高）不低于 550*400*480 毫米；线缆长度不低于 2 米。</p> <p>4、顶部和底部配备出风口，配备可移动和可拆卸侧板，配备防护锁</p>
1-11	实训桌	<p>1、尺寸：≥1600*600*750mm；台面采用≥18mm 厚三聚氰胺贴面饰板；≥2mm 厚 PVC 封边；桌腿采用≥1.0mm 厚 40*60mm 方钢焊接；层板采用≥1.0mm 厚冷轧钢板折弯焊接；喷涂采用静电粉末喷涂，厚度≥70 μm；底脚采用 316#不锈钢底脚，外包橡胶，高度可调节 30-50mm；桌面预留一组 φ50mm 穿线孔。搭配 PVC 材质线孔盖。</p>
1-12	实训椅	<p>1、坐垫采用海绵坐垫，靠背采用托腰设计，把手采用流线型固定扶手；升降杆采用防爆气压升降杆，升降高度≥8cm，360° 旋转；底脚采用一体成型尼龙椅脚，软 PU 包裹。</p>
1-13	演示桌椅	<p>1、台面采用实木，做防潮、防虫处理；柜体整体采用≥1.2mm 厚冷轧钢板折弯、焊接；经环氧树脂静电粉末喷涂，粉末喷涂厚度≥75 μm；拉手采用铝合金暗拉手；机柜加装机械锁具；底脚采用 316#不锈钢底脚，外包橡胶，具有防滑减震的作用。</p>
虚拟仿真研创中心		
1-14	智慧黑板	<p>1、智能交互黑板液晶显示尺寸≥86 英寸，分辨率：≥3840*2160, 电容触控技术，在 Windows 与 Android 下均支持 20 点同时触控及书写。</p> <p>2、交互黑板功率≤400W</p> <p>3、▲交互黑板采用平面结构设计，采用三段式结构方式，交互黑板长度≥4300mm；（须提供 CMA 或 CNAS 认证的检测机构出具的检测报告）</p> <p>4、双侧侧板板面硬度≥ 7H，采用金属材质纳米镀膜，支持磁性材质教具吸附功能，且双侧黑板板面无任何按键；</p> <p>5、▲交互黑板表面应以耐磨无光泽的材料制成，反射比应在 0.15-0.20 之间，符合国标 GB/T7793-2010（提供 CMA 或 CNAS 认证的检测机构出具的检测报告）</p> <p>6、交互黑板表面玻璃采用高强度钢化玻璃，硬度可达莫氏 7 级，高于石墨 1-9H 硬度；</p> <p>7、智能交互黑板显示部分需采用高色域覆盖技术，NTSC 色域标准下覆盖率不低于 85%</p> <p>8、全贴合设计，钢化玻璃和液晶层之间紧密贴合，无水汽，水雾</p>

- 9、为方便外接信号源的输入，设备至少 1 路前置 HDMI 接口（非转接），2 路前置 USB3.0 接口
- 10、交互黑板标配 VGA 输入接口 ≥ 1 路（须提供 CMA 或 CNAS 认证的检测机构出具的检测报告）
- 11、前置全功能 Type-C 接口具备音频、视频、数据、触控等功能，外接设备与交互黑板连接时，外接设备可调用交互设备麦克风、音响、摄像头
- 12、设备前置按键不少于 8 个，可实现音量加减、窗口关闭、触控开关等功能，且每个按键不少于两种以上功能。（须提供 CMA 或 CNAS 认证的检测机构出具的检测报告）
- 13、前面板具有标识的天线模块，保证信号使用稳定性
- 14、无需打开智能黑板背板，前置接口面板和前置按键面板支持单独前拆
- 15、2.1 声道音箱，采用针孔阵列发声设计，2 个前置 $\geq 15W$ 中高音音箱，后置 1 个 $\geq 20W$ 低音音箱，谐振频率低于 300Hz；
- 16、采用物理减滤蓝光设计，无需其他操作即可实现防蓝光，且设备具备智能护眼组合功能
- 17、为满足教学场景使用需求，支持不少于 3 种方式进行屏幕下移，屏幕下移后仍可进行触控、书写等操作
- 18、交互黑板 Android 主板具备四核 CPU，内存不小于 2G，储存 $\geq 40G$ ，Android 系统不低于 11.0，主页提供不少于 5 个应用程序，也可替代其他应用程序；
- 19、一体化 2D 降噪 4K 摄像头，支持 $\geq 1400W$ 有效像素的视频采集，视角在 135° 的范围下，畸变不大于 5%，支持上下角度调节，搭配 AI 软件实现自动点名点数功能。
- 20、内嵌企业级路由器专业数通处理器 Mips 1GHz，可支持有线和无线的双模接入，可供不少于 60 个用户同时连接使用；在关机状态下，仍可以提供无线网络
- 21、通过多指滑动屏幕，可实现 Windows 与教学系统界面的切换
- 22、交互黑板左右两侧可提供教学应用快捷键，数量各不少于 15 个，可以双侧同时显示，该快捷键至少具有关闭窗口，展台，桌面、多屏互动等常教学常用按键。
- 23、交互黑板具有悬浮菜单，两指可移动悬浮菜单至按压位置，悬浮菜单可进行自定义分组，可添加 AI 互动软件等不少于 30 个应用；
- 24、交互黑板可一键进行硬件自检，包括对系统内存、存储、触控系统、光感系统、内置电脑、屏体信息、主板型号、CPU 型号、CPU 使用率、设备名称等进行状态提示、及故障提示。
- 25、交互黑板具备前置电脑还原按键，不需专业人员即可解决电脑系统故障，为避免误碰按键采用针孔式设计，并有配有中文标识
- 26、智能节电，在无操作或无信号输入 ≥ 15 分钟时，出现关机提示倒计时；在无操作或无信号输入 ≥ 30 分钟时，自动关机
- 27、通过五指抓取屏幕任意位置可调出多任务处理窗口，并对正在运行的应用进行浏览、快速切换或结束进程

		<p>28、交互黑板处于关机通电状态，外接设备接入交互黑板时，交互黑板可识别到外接设备的输入信号后自动开机</p> <p>29、在任意信号源下，从屏幕下方任意位置向上滑动，可调用快捷设置菜单；无需切换系统，可快速调节 Windows 和 Android 的设置</p> <p>30、内置无线传屏接收端，Android 和 Windows 系统下无需外部接收组件，无线传屏发射器与交互设备匹配后可实现无线传屏功能，可将外部电脑设备的视频、音频、触控、信号无线传至交互设备上，支持双向传输</p> <p>31、交互黑板采用 OPS-C 标准的 80pin 针口设计，方便用户后续自主升级维护或对接第三方智慧教室类插拔电脑产品</p> <p>32、内置控制模块，采用 80pin Intel 通用标准接口，即插即用，易于维护；</p> <p>33、CPU 采用 Intel 第 9 代及以上平台处理器；</p> <p>34、内存：≥8G DDR4；</p> <p>35、硬盘：≥256G SSD 固态硬盘；</p> <p>36、接口：非外扩展具备 5 个 USB 接口；具有独立非外扩展的视频输出接口：≥1 路 HDMI 等；</p>
1-15	虚拟现实操作一体机（高配版）	<p>★1、桌面一体机式 VR 设备，系统为一体化设计，可自由调整使用角度，设备配置不小于 27 英寸高清立体显示终端，实现软件资源的偏振形式展示，搭配位置追踪元件的被动式偏振跟踪眼镜实现虚拟现实出屏和临场感效果；</p> <p>2、桌面式虚拟现实操作平台设备 1 套，包括：不小于 27 英寸高清立体显示终端、跟踪眼镜 1 副，非跟踪眼镜 2 副、定位笔 1 支、电源适配器 1 个、AC 连接线 1 根。</p> <p>3、支持 Windows 10 及以上操作系统；</p> <p>▲4、CPU：性能不低于 I7-11700，不低于八核心十六线程，主频不低于 2.5GHz，最高睿频不低于 4.9GHz（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）；</p> <p>5、硬盘：≥512G SSD；</p> <p>6、内存：≥16G，DDR4；</p> <p>▲7、显卡：相当于或优于 QUADRO T1000，图形显卡，显存不低于 4GB DDR6（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）；</p> <p>8、端口：USB 3.0 ≥2 个、USB 2.0 ≥5 个、MiniDP≥2 个；</p> <p>9、网络：支持以太网连接，支持 802.11a/b/g/n 高速无线传输</p> <p>10、内置两个扬声器，阻抗不低于 8 欧姆，功耗不超过 3W。</p> <p>11、分辨率：不低于 1920*1080，3D 显示物理分辨率不低于 1920*1080；</p> <p>12、亮度：≥400cd/m²；</p> <p>13、对比度≥1000:1；</p> <p>14、刷新率不低于 120Hz；</p> <p>▲15、显示技术：全高清偏光式 3D 显示技术（非隔行式 3D 显示技术）</p>

(需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数)。

16、屏幕需支持触摸交互。

17、硬件设备具有虚拟现实显示方式与普通显示方式自动切换功能，当跟踪眼镜出现在屏幕传感器捕捉范围内，显示方式由普通显示屏方式自动切换成 3D 显示方式，当跟踪眼镜在屏幕传感器之外，显示方式自动切换至普通显示方式。

18、设备具备头部跟踪功能，且能实时将操作者的虚拟现实交互场景展示至大屏幕及其他演示设备。

19、支持播放上下、左右格式的 3D 视频资源；

20、支持按键式 2D/3D 切换；

21、支持键鼠、光学追踪操控笔和电容触摸叁种交互方式；

22、设备采用偏光式 3D 显示跟踪系统，3D 显示跟踪系统内置 NVIDIA 3D vision 处理系统；

▲23、3D 显示追踪系统至少包含 2 路 HDMI 输入接口，且每一路 HDMI 接口都支持 120hz 信号源输入（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）；

24、3D 显示追踪系统支持一键控制信号源切换。

25、3D 显示跟踪系统内置智慧控制系统，可实现教学软件对显示终端的智能控制功能；

▲26、3D 显示跟踪系统包含： ≥ 3 组红外传感器，每组红外传感器都包含 2 个同步双目相机，单组红外传感器即可实现对目标物的实时跟踪；3 组红外传感器协同工作，可提升对目标物追踪的覆盖范围及追踪系统的精度（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）；

▲27、3D 显示跟踪系统包含： ≥ 3 组红外光源阵列，每组红外光源阵列配置有 ≥ 4 个红外光源灯，均匀分布保证光照亮度（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）；

28、3D 显示跟踪系统的追踪系统可实时输出当前显示系统的姿态信息，并将当前显示系统的姿态信息映射到虚拟场景，获得最精准的 3D 显示图像；

29、3D 显示跟踪系统支持窗口/全屏 3D，120Hz 或以上刷新率；

30、系统配备 3D 光学追踪眼镜，采用偏光式 3D 眼镜，无需电池及开关，无需充电，即戴即用，免开关、免维护；具有 5 个追踪 mark 点设计，3 点以上即准确判断眼镜位置，从而转换不同视角下的显示内容；（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）

31、系统配备智能位置追踪操控笔：支持支持 6 自由度坐标轴和空中姿态转动；追踪精度 $< 1\text{mm}$ ，角度精度 < 0.1 度；操控笔与主机采用有线连接方式保证信号稳定；操控笔无需电池供电；采用握笔式设计，操控笔内置振荡器，可以通过震动方式来反馈用户操作（需提供具备 CMA 或 CNAS 认证的第三方检测机构出具的检测报告以验证参数）。

32、配套智能制造 VR 体验软件，以 VR 模型和交互操作为核心，通过对新能源汽车驱动电机的拆卸、齿轮减速机的工作原理/爆炸展示、电路搭建功能的展示、液压机械臂安装与仿真，提升用户对智能制造元件结构和工作原理的理解，并通过交互操作加深用户的直观体验。

33、驱动电机拆卸以国内主流的纯电动汽车动力总成进行建模，真实模拟标准拆卸流程；软件提供工具和具体操作的文字图形提示，相应模型操作部位高亮特效提示，真实还原拆卸体验。

34、液压机械臂需包含机械臂安装、机械臂仿真功能；机械臂安装需要按正确顺序安装各个机械臂零部件，完成机械臂安装后能进行仿真，机械臂仿真可以控制机械臂四个轴向运动，通过四轴控制机械臂进行工件搬运仿真。

35、电路的连接以物理实验中常用的灯泡、电池、开关建模，真实的模拟在实物连接中的各种情况，比如选取 1 个元件、2 个元件、3 个或者 4 个元件连接时，给出各种连接情况下的结果。设有电路接线功能，通过正确电气元件接线，完成该回路的连接，接线完成后，点击开关，可控制电路元件正常运行。

36、齿轮减速机以二级直齿减速机 1:1 建模，展现减速机的运行和爆炸状态，爆炸后可以随意抓取某个零件进行放大缩小和旋转，并提示零件名称。还原按钮可以让爆炸开的减速机回到初始状态，让用户看到减速机的内部结构和运行原理。

37、设备配套 VR 资源开发引擎和 3D 模型素材库。

38、VR 资源开发引擎首次使用时需要激活，激活采用激活码授权方式。使用者可通过拖拉拽的方式进行 VR 内容的创作，零代码即可完成 VR 内容的制作。

39、提供开发引擎用户手册、软件操作视频教程、基础项目案例，使用户能快速学习软件使用。

40、开发引擎具备项目分类管理功能，可新建分类页，对本地项目进行分类展示，移动，导入与导出；具备项目编辑功能，可以对本地项目进行重命名，替换效果图，删除，运行与发布。

41、开发引擎内置涵盖物理、化学、航天、医疗、建筑、机械等多种学科，早教、中小、高职等多领域的项目。

42、开发引擎支持跨平台发布的 exe 格式的运行程序，可发布成为 PC 程序、E 头盔、虚拟现实一体机、虚拟现实桌面、人脸识别跟踪裸眼立体屏、CAVE 系统等。

43、开发引擎支持导入/导出主模型格式：fbx、3ds、obj。在模型导入的过程中能够保留模型的层次结构、材质、路径动画与骨骼动画等信息。

44、开发引擎支持导入/导出常用的纹理图片：jpg、png、bmp、Tif；支持导入/导出常用音频文件：wav、wave、aiff、ogg、mp3；支持导入/导出常用视频文件：mp4、wmv、avi、mov、3gp；支持导入/导出常用文档文件：ppt、pptx、pdf；支持导入/导出带有属性及交互信息的预制物格式；支持

导入/导出模型与附属图片。

45、开发引擎支持批量资源导入/导出；支持资源管理功能,对项目内资源和本地公共资源进行统一管理、编辑、删除、重命名、自定义分组。项目内资源与公共资源可以快速相互转化；支持按名称检索资源,快速定位资源。

46、内置模型库、图片库、音频库、特效库、材质库、天空盒效果库。

47、支持 3D 场景预览,可以第一人称自由视角观察或环绕视角和 wsad+qe 按键和鼠标进行方位移动进行观察,游览。

48、支持正交/透视视图切换,支持上、下、左、右、前、后六个方向快速切换；

49、支持使用位置、角度、缩放拖拽器对场景内物体进行快速编辑；支持对世界坐标/自身坐标切换；支持对摄像机速度,网格线显隐,3d 图标显隐的快速切换、支持以结构树方式显示场景内的物体,并标注场景物体的类型,显隐状态。

50、支持父子节点关系,便于生成、打组、控制复杂的仿真对象。

51、支持编辑物体的显隐效果,通过拖拽方式快速调整物体的子级关系；

52、可以多选,连选物体,通过右键菜单或快捷键编辑、重命名、删除物体。

53、支持按名称检索物体,定位物体。

54、支持以数值形式修改物体的世界坐标、自身坐标、世界角度、自身角度、缩放。

55、支持调节物体的标签属性。

56、支持调节物体的中心点,支持 27 个点位。

57、支持模型的基础显示效果,包含主贴图,颜色,主贴图纹理 uv,主贴图纹理缩放；支持模型的真实材质效果,包含漫反射贴图、法线贴图、反射贴图、AO 贴图及相应数值调节；支持模型的 shader 显示效果,包含标准贴图模式、透明模式、半透明模式、磨砂玻璃模式、灰度图模式、网格线模式溶解效果等。

58、支持模型动画播放功能,包括骨骼动画和序列帧动画,支持新建动画分段,可自定义起始位置和运动时长,播放暂停指定分段动画。

59、支持模型碰撞器功能,包括调节碰撞器外壳的形状(盒子/球体/圆柱)、中心点、角度、尺寸。

60、支持模型物理属性效果:刚体碰撞效果,重力；支持多种灯光类型,包括聚光灯、点光源、平行光等；支持多种灯光属性调节,包括光照强度,光照颜色,光照范围,角度,阴影。

61、支持音频控制器,包括调节音量大小,声音范围,空间立体音效,播放/暂停/结束音频；支持视频控制器,包括调节音量大小,声音范围,空间立体音效,播放/暂停/结束视频。

62、支持文档控制器。可以显示切换文档当前显示页面；支持 3d 文字,可以设置 3d 文字的显示内容,字体,大小,对齐方式,颜色等。

63、支持路径动画,可增加/删除路径节点,自定义路径节点的位置；支持多种路径角度:包括无角度控制、持续朝向某点、持续朝向某物体、朝向延

路径切线方向，自定义角度；可修改路径移动的时间与循环；支持物体或摄像机沿着节点进行柔和的贝塞尔曲线移动，可以制作出适合的走镜效果。

64、支持圆形路径，可调节圆形路径的长半径，短半径，形成圆形和椭圆形两种路径效果。支持多种路径角度，包括无角度控制、持续朝向某点、持续朝向某物体、朝向延路径切线方向；可修改路径移动的时间与循环。

65、支持随机路径，在限定空间内，指定物体以指定移动速度，旋转速度随机移动，用于生物群体的随机移动效果。

66、支持折线，可用于多个物体之间的连接线效果。可以设置折线的节点数量，起始宽度，收尾宽度，起始颜色，收尾颜色。

67、支持多种摄像机控制器，包括摄像机、第一人称视角控制器，第三人称视角控制器，环绕摄像机控制器，顶视图摄像机控制器，正视图摄像机控制器。

68、支持全景图显示；支持天空盒切换，可以调节天空盒角度，明亮度，颜色；支持反射探针效果，可以生成多个反射探针，用于控制场景中光线的反射信息。可以设置反射探针影响范围大小，频率，中心点，反射景象清晰度，强度。

69、支持多种 ui 组件，可以创建图形、文字标签、按钮等；支持 UI 调节中心点；支持自定义锚点，自适应父级节点尺寸变化，自适应不同分辨率的屏幕；支持 UI 图形设置，包括设置主贴图，颜色，是否可选中。多种遮罩剔除模式，包括水平剔除、垂直剔除、90 度剔除、180 度剔除、360 度剔除；支持 UI 标签设置，包括文字内容、颜色、字体、字形、大小、对齐方式。

70、支持按钮效果设置，包括悬停时颜色切换、悬停时图片切换、悬停时缩放变化、悬停时位移变化、进入时音效、点击时音效、离开时音效。

71、支持启动触发，开始运行项目时即触发；支持键盘按键触发、鼠标按键触发、手柄按键触发、触摸笔按键触发。按键分为（按下、按住、抬起、敲击）四种事件；支持碰撞触发，可以指定碰撞物名称，标签。碰撞方式分为第一次碰到，持续接触，离开；支持射线触发，通过鼠标指针或手柄发出的射线进行判断，分为射线第一次打中物体时触发，持续照射触发，离开时触发；支持自动触发，以每秒不低于 50 次的频率自动触发；支持选中触发，鼠标或手柄射线选中物体后，按下鼠标左键，或扣动扳机键时触发；支持信号触发，接收到等同或包含关键字的指定信息后触发。

72、支持物体当前状态属性对比判断，可以判断物体指定文字对比判断，对比方式包括全等于/不等于/包含/不包含指定字符。可以判断物体世界坐标、自身坐标、角度、缩放 xyz 三个轴向的数值对比判断，判断方式包括等于/不等于/大于/大于等于/小于/小于等于指定数值。

73、支持动态修改物体的标签，是否激活，是否显隐，是否可被抓取；支持动态修改物体的指定数字，运算指定数字，计算方式包括加、减、乘、除、被除、平方、立方、开平方、开立方、绝对值；支持动态修改物体的指定文字，包括直接修改、添加字头、添加字尾。

74、支持添加物体的空间位置变化动作，包括一段时间内移动至某点、一段时间内移动到目标物位置，持续移动、指定时间内移动指定距离、以固定速

		<p>度跟随目标物，持续位于镜头前位置；支持添加物体的空间角度变化动作，包括一段时间内旋转至某个角度，一定时间内旋转至目标物角度，持续旋转，指定时间内旋转指定角度，以固定速度旋转跟随目标物角度，持续看向目标物，持续面向镜头；支持添加物体的空间缩放变化动作，包括一段时间内缩放至某个尺寸，一定时间内缩放至目标物尺寸，持续缩放，指定时间内缩放指定距离。</p> <p>75、支持动态修改物体的固有属性。</p> <p>76、支持添加爆炸图效果；支持添加物体外轮廓高光/闪烁效果。可以修改其高光颜色，闪烁颜色，闪烁时间；支持动态循环生成新物体。</p> <p>77、支持添加广播功能，广播功能包括发送指定信息，按列表轮次发送信息，按列表随机发送信息，时间轴式发送信息，列表内随机发送。发送方向包括全局/自身/父辈/子辈/目标物/目标族系/指定物/精确指定。可以延迟发送，可以多次数发送。</p> <p>78、支持调用外部链接，可以打开外部程序，可以给其他程序发送参数命令。</p> <p>79、支持储存器功能：每个项目都拥有一个独立的本地数据库，可动态储存修改文字与数字数据。</p> <p>80、3D模型素材库提供用户关键字查询、分类查询、等多种维度的查询方式，方便用户下载模型资源</p> <p>81、素材库基于vue前后端动静分离，动态化频道管理</p> <p>82、模型素材格式涵盖Maya、3DsMax、SolidWorks、CATIA、SketchUp等主流3D制作软件。</p> <p>83、支持一站式日志管理服务 统一采集、处理、存储以及检索。</p> <p>84、素材库中模型文件数量不低于3万个（包含：场景类、电子设施类、动物类、机械类、家具文物类、交通工具类、军工类、科技类、美陈类、人物类、生活家居类、植物类、工业类模型）。</p> <p>85、能够适配Chrome、Firefox、Edge、IE,Safari等浏览器。</p>
1-16	增强现实套件	<p>1、增强现实套件由增强现实AR软件、增强现实摄像头、支架三部分组成。</p> <p>2、增强现实AR软件将教师机的操作过程投射到另外一个屏幕或者第二台监视器上面；将真实环境与虚拟图层叠加后展现给学生；可以录制课程学习过程，可供以后使用。</p> <p>3、增强现实摄像头：支持≥1080p全高清视频录制（≥1920 x 1080像素）采用USB接口，带有自动降噪功能的内置双重立体声麦克风支持与VR互动一体机的配套使用，实现增强现实功能，将虚拟内容与现实拍摄场景叠加融合显示。</p> <p>4、动态像素：200万以上；</p> <p>5、静态分辨率≥1920×1080；</p>

		<p>6、动态分辨率$\geq 1920 \times 1080$;</p> <p>7、传输接口: USB2.0;</p> <p>8、对焦方式: 自动;</p> <p>9、感光元件: CMOS; 最大帧数 30 帧/秒。</p> <p>10、支架材质: 合金;</p>
1-17	MR 一体机	<p>1、CPU: \geq八核 64 位处理器, 最高主频 2.84GHz 或以上内存: $\geq 8G$, 类型不低于 LPDDR5; 存储: $\geq 128G$ Flash 高速闪存。</p> <p>2、光学显示: 双屏, 单屏尺寸≤ 2.89 寸; 视场角, 垂直视场角$\geq 50^\circ$, 水平视场角$\geq 60^\circ$。</p> <p>3、需支持拆卸式镜片, 机镜分离; 持拆卸式电池, 支持电池更换。</p> <p>4、USB 接口: Type-C USB 3.0 OTG≥ 1 和 micro USB 2.0 Host≥ 1。</p> <p>5、图像传感器彩色高清摄像头个数≥ 1, 分辨率≥ 1300 万, 帧率≥ 30;</p> <p>6、图像传感器黑白摄像头≥ 2, 分辨率≥ 100 万, 帧率≥ 60; 红外摄像机≥ 1, 分辨率≥ 100 万, 帧率≥ 60。</p> <p>7、跟踪交互需支持头戴式设备实时双环形手柄跟踪交互, 跟踪距离$>1m$, 跟踪帧率≥ 60 Hz, 跟踪精度$\leq 1mm$, 角度≤ 0.1 度;</p> <p>8、跟踪交互具有标记物定位跟踪模块; 需支持手势识别功能。</p> <p>9、空间定位需支持无需架设外部摄像头, 在只依靠头戴式设备自身的空间定位功能的情况下, 实现空间定位功能。</p> <p>10、需支持在不小于 50 平米的空间内, 在无需提前预扫描空间环境的前提下, 定位用户在空间中的位置, 用户可自由活动, 进行虚拟仿真实训。支持有线串流。</p> <p>11、需包含电源适配器≥ 1, 电池≥ 1, USB 充电线≥ 1。</p> <p>▲12. 支持实物交互: 可在实物上添加信标, 对现实物体进行识别和跟踪, 实现实物的空间交互;</p> <p>13、操作系统版本需支持 Android 10.0 及以上版本。</p> <p>▲14、需包含 MR 交互系统: 结合 MR 头戴式显示设备, 用于教学展示, 可实现虚实融合功能;</p> <p>▲15、需包含 6DOF 手柄控制系统, 支持手柄六自由度跟踪;</p> <p>16、操作界面需支持显示设备电量、音量、亮度、系统信息与时间日期, 需支持提供无线网络、蓝牙连接, 外设管理, 系统版本更新功能。</p>
1-18	工作台	<p>1、尺寸: $\geq 1600 \times 600 \times 750$ mm; 台面采用$\geq 18mm$ 厚三聚氰胺贴面饰板; $\geq 2mm$ 厚 PVC 封边; 桌腿采用$\geq 1.0mm$ 厚 40*60mm 方钢焊接; 层板采用$\geq 1.0mm$ 厚冷轧钢板折弯焊接; 喷涂采用静电粉末喷涂, 厚度$\geq 70 \mu m$; 底脚采用 316# 不锈钢底脚, 外包橡胶, 高度可调节 30-50mm; 桌面预留一组 $\phi 50mm$ 穿线孔。搭配 PVC 材质线孔盖。</p>

1-19	工作椅	1、坐垫采用海绵坐垫；靠背采用托腰设计，把手采用流线型固定扶手；升降杆采用防爆气压升降杆，升降高度 $\geq 8\text{cm}$ ，360° 旋转；底脚采用一体成型尼龙椅脚，软 PU 包裹。
------	-----	--

四、演示要求

1. 演示地点：本项目评标区。
2. 演示时长：演示总时长应该控制在 20 分钟内，超过时长评标委员会有权终止演示。
3. 软硬件及网络：投标人需自行准备现场演示所需的软硬件环境或网络。（说明：演示场地招标代理机构可提供办公电脑、投影仪（VGA 接口）等简单的设备用于辅助投标人的现场演示，如有特别的驱动、证书、其他软硬件需要专用设备完成的，由投标人自行准备，投标人也可不采用招标代理机构的辅助设备，自行搭建演示设备均可）
4. 演示内容：第六章“三、技术参数要求”中标注“◆”的条款。（共 7 项）
5. 演示系统及形式：投标人可采用实际的平台操作演示或结合 PPT 或视频等可呈现的形式进行现场演示。
6. 演示程序：
 - 6.1 开标会结束后，需要参加演示的投标人代表在开标会现场完成演示顺序的抽签，抽签结束后在投标人休息区等候或者开标地点周边等候，等待招标代理机构工作人员演示通知。
 - 6.2 资格性审查和符合性审查结束后，评标委员会通知演示程序开始，投标人根据抽签顺序逐一进入演示区域进行现场演示。其余投标人不可进行旁听。

五、其他要求

投标人制定针对本项目的培训计划及方案、售后服务方案、项目实施方案等，具体评审要求详见第七章综合评分明细表。