

山东大学仪器设备采购技术条款响应一览表

采购人要求（用户填写）				投标人响应（投标人填写）			
配置序号	配置名称	详细技术参数要求	数量	数量	应答技术规格指标	技术指标偏离情况	备注
	人体生理实验系统	详细技术参数要求如下					
1	●人体生理实验系统硬件	<p>硬件参数</p> <p>(一)集成式人体生理实验平台</p> <p>1. 一体式实验平台，整体圆环造型，集生物信号采集器、实验座椅/床位、基础数据采集、数据处理/分析于一体，可供4~8人进行实验操作或观摩学习。产品参考尺寸：2200×1320×1950mm（长×宽×高）；</p> <p>2. 集成式信号采集器：实验平台内置生物信号采集系统，面板具有4个物理采样通道、1个12导联全导联心电接口；DC12V输出接口，USB接口，音频接口各1个；</p> <p>3. 平台操控方式：≥23英寸触控显示屏（分辨率≥1920×1080）+27英寸触控显示屏（分辨率≥1920×1080），配置万向支架，实验观摩和实验操作两不误；</p>	8				

	<p>4. 人工智能识别单元：实感深度摄像头，分辨率 360×640，立体深度感知误差 $\leq 1\%$，捕获距离 ≥ 10 m。①自动面部分析：性别识别（正确率 $> 99\%$）和年龄识别（误差 $< 5\%$）；②身高捕捉：身高测量误差 < 2 cm；</p> <p>5. 自动体重测量单元：测量量程 $5 \sim 200$ kg，测量分辨率 ≤ 0.5 kg；</p> <p>6. 可调实验座椅：①座椅参考尺寸：$1870 \times 685 \times 625$mm（放平状态：长 \times 宽 \times 高）；②扶手旋转角度：$0 \sim 75^\circ$（手动）；③床-椅转换控制方式：电动控制（腿部旋转 $0 \sim 90^\circ$，靠背旋转 $0 \sim 70^\circ$）；</p> <p>7. 附件收纳方式：座椅下方双抽屉设计；</p> <p>8. 数据处理工作站：主机：i5 十代及以上，内存 ≥ 16G，硬盘 ≥ 256G SSD+1T 机械独立显卡，显存 ≥ 2G，显示器 ≥ 23 英寸，用于接收各传感器所测数据，并进行处理、分析、生成实验报告等；</p> <p>9. 外部接口：≥ 2 个 USB 接口，1 个网线接口，1 个 HDMI 接口，4 个 220V 电源插口；</p> <p>10. 设备稳固方式：可调支脚。</p> <p>(二) 生物信号采集仪器（内置）硬件</p> <p>1. 物理通道接口数：4 个</p> <p>2. 具有标准 12 导联全导联心电图接口；</p> <p>3. 物理通道接口扩展性：每个物理通道接口最</p>					
--	---	--	--	--	--	--

	<p>多可扩展出 8 个采样通道，4 个物理采样通道总共可扩展出 32 个采样通道；</p> <p>4. 同时采样通道数：≥ 12 个；</p> <p>5. 传感器类型与参数自动识别：识别到的传感器类型和参数在软件界面中呈现，当更换不同类型传感器时，软件界面上的传感器信息同时改变；</p> <p>6. 传感器定标信息自动存储：定标信息存贮在传感器内部；</p> <p>7. 量程：$\pm 50 \mu V \sim \pm 1V$；</p> <p>8. 滤波器：同时具备硬件模拟滤波器、DSP 5 阶贝塞尔滤波器、软件数字滤波器：</p> <p> (1) 低通：1、 2、 5、 10、 20、 50、 100、 200、 1k、 2k、 5k、 10k、 20k，合计 13 档；</p> <p> (2) 高通（时间常数）：DC、 5s、 2s、 1s、 0.5s、 0.2s、 0.1s、 0.05s、 0.02s、 0.01s、 0.005s、 0.002s、 0.001s，合计 13 档；</p> <p> (3) 50Hz 陷波：开、关两档可调；</p> <p>9. 最大采样率：$\geq 800kHz$；</p> <p>10. AD 转换器：16 位 4 通道同步采样；</p> <p>11. 处理器：浮点型 DSP+ARM 双核处理器；</p> <p>12. 共模抑制比：$\geq 100dB$；</p> <p>13. 输入阻抗：$\geq 10M@DC$；</p> <p>14. 信噪比：$\geq 80dB$；</p> <p>15. 等效输入噪声：电压峰峰值$\leq 2.0 \mu V$；</p>					
--	---	--	--	--	--	--

	<p>16. 采样方式：支持连续采样、刺激触发采样、外部触发采样、程控采样；</p> <p>17. 环境监测功能：可实时监测温度、湿度、大气压，并同步记录到实验数据文件中；</p> <p>18. 设备使用情况记录：自动记录设备使用情况，包括首次使用日期，最近使用日期，累计使用时间和次数等，使用情况记录到硬件中；</p> <p>19. 具有监听、记滴功能；</p> <p>20. 设备内置高级程控刺激器：</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 波形：方波； (2) 模式：恒流输出方式； (3) 电流：0.5mA~20mA； (4) 时间步长：0.1ms~1ms； <p>(三)人体生理实验系统附件包</p> <p>1. 中枢神经/感官系统附件包</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 脑电带：具有 F_{pz}、PO_z两位置脑电电极； (2) 皮肤电阻传感器：记录人体因各种生理反应引起的皮肤电阻变化,测量范围:2.5 μS-125 μS, 测量误差：±3%； (3) 肌腱锤： 频率响应：0~10kHz； (4) 位移换能器：采用加速度传感器，分辨率：≤10⁻⁵g，灵敏度：≥200mV/g；能够捕捉微小的动作变化； (5) 事件触发开关：合金材料制作，按 					
--	---	--	--	--	--	--

		<p>钮响应；</p> <p>(6) 指脉换能器：压电片式采集脉搏波；</p> <p>(7) 信号输入线：双层屏蔽设计，内层电磁膜，外层金属网；</p> <p>(8) 手电筒：用于诱发瞳孔对光反射及其他实验；</p> <p>(9) 软尺：1.5m 长度测量；</p> <p>2. 神经/肌肉系统附件包</p> <p>(1) 握力换能器：①测量范围：0~1200N；②综合分辨率：0.2%F.S；③非线性：$\leq 0.1\%F.S$；④输出电压：0~10mV；⑤零点漂移：$\leq 0.03\%F.S$；⑥迟滞：$\leq 0.05\%F.S$；</p> <p>(2) 肌电肢夹：ABS 医用工程塑料；黄铜导电；外表镀镍；</p> <p>(3) 人体刺激器：专用于人体神经肌肉类的电刺激实验。①安全防护设计：隔离输出，内部设有安全保护；②刺激输出过程含同步声光提示；③刺激器纹波：$\leq 500mV_{pp}$；④静息漏电：$\leq 0.1V_{rms}$；⑤输出波宽保护：10 毫秒；⑥输出刺激电流：0.5~20mA；⑦步进：0.1mA；⑧皮肤电阻适应范围：1k~11k (@10mA)；</p> <p>(4) 刺激电极：配合人体神经肌肉刺激器，用于刺激神经。①刺激警示：声光提示；②控制方式：一键式按键启停；③固定方法：扣式绑带；</p> <p>(5) 指力传感器：采用高精度的测力传感器采集神经反射所引起的手指收缩力。①结构：符合</p>					
--	--	---	--	--	--	--	--

	<p>人体工学的转向握球设计；②固定方式：吸盘式；③传感器绕轴转动方向：0~360°；④传感器上下移动范围：0~5cm；</p> <p>(6)信号输入线：双层屏蔽设计，内层电磁膜，外层金属网；</p> <p>(7)锂电池：配备可更换锂电池，型号：18650，4.2V 12580mAh×3；</p> <p>(8)电池充电器：配备锂电池充电器。</p> <p>(9)手腕垫：配备软质手腕垫，尺寸：≥130×60×15mm；</p> <p>(10)软尺：1.5m 长度测量；</p> <p>3. 循环系统-血压/心音附件包</p> <p>(1)人体血压换能器：表式血压计，采集测量血压过程中的压力数据。①测量范围 0~300 mmHg；②误差：≤6 mmHg；③失真：≤1%；④线性度：≥98%；⑤零点漂移：≤3mmHg。</p> <p>(2)电子血压计：自动测量动脉血压。①收缩压量程：60~230 mmHg，舒张压量程：30~220 mmHg，脉搏数量程：30~200 次/min；②血压分辨率 1mmHg；</p> <p>(3)听诊器：钟式听头。①听头采用压模热锻而成；②听头和盖圈采用 CNC 数控车床高精度加工；</p> <p>(4)指脉换能器：压电片式采集脉搏波。①频率响应：≥1500Hz；②无源设计；</p> <p>(5)心音换能器：用于测量心音、心尖搏动等信</p>					
--	---	--	--	--	--	--

		<p>号。频带：10~700Hz，灵敏度：>20mV/F.S；</p> <p>(6)信号输入线：卡扣式接头，双层屏蔽，内层电磁膜，外层金属网；</p> <p>(7)心音换能器绑带：弹性粘扣带,3.8×100cm；</p> <p>4. 循环系统-心电附件包</p> <p>(1)全导联心电线：香蕉插头，支持心电吸球，心电夹，采用国际标准心电线，接口标准15针；</p> <p>(2)心电肢夹：ABS医用工程塑料，镀镍四肢夹，金属均采用黄铜加工而成，外表镀镍；</p> <p>(3)吸球电极；</p> <p>(4)心电输入线：卡扣式标准单通道导联心电信号输入线；</p> <p>5. 呼吸系统附件包</p> <p>(1)呼吸传感器：呼吸最大输入流速：≥250L/min；</p> <p>(2)围带式呼吸换能器：最大延伸长度：≥100cm；适用胸围：76~120cm；频率响应：≥100Hz，量程：0~500mV，采样率：≥100Hz，分辨率：≤10mV；</p> <p>(3)指脉换能器：压电片式采集脉搏波；</p> <p>(4)血氧传感器：血氧饱和度测量范围：30%~100%，血氧饱和度分辨率：≤1%；</p> <p>(5)气道阻塞模拟器：内腔直径：6mm、17mm；</p>					
--	--	---	--	--	--	--	--

		<p>(6) 无效腔管：一次性使用雾化管，内径 22mm 伸缩管；</p> <p>(7) 无效腔转换头：外径 22mm；</p> <p>(8) 胸腹绑带：长 1.5m 宽 10cm 的非弹性魔术贴，带方形扣；</p> <p>(9) 密封袋：300*200mm；</p> <p>6. 能量代谢系统附件包</p> <p>(1) 基础代谢仪：氧气测量范围：5%~30%，测量误差：±3%；二氧化碳测量范围：0%~15%，测量误差±5%，流速测量范围：0~100SLM，测量误差：±2%，能量代谢测量误差：±5%；</p> <p>(2) 基础代谢仪面罩：内置隔离呼吸阀门；</p> <p>(3) 基础代谢呼吸传感器：采集人体近端的呼出气体，≤5ms 响应时间；</p> <p>(4) 基础代谢专用气管：管长：80cm，外直径：5mm；</p> <p>(5) 腰带：插扣绑带 3.8*100cm；</p> <p>7. 人体无线采集系统附件包</p> <p>(1) 无线人体生理信号采集系统接收器：传输距离≥8m；</p> <p>(2) 无线人体生理信号采集系统发送器：体位分辨 6 个方向（俯卧、直立、倒立、平躺、右侧卧、左侧卧），无线传输距离 10 米（无遮挡），待机时间 600 天，电池续航能力 24 小时，文件存储容量 16G，信号采集方式：离线、在线；</p>					
--	--	--	--	--	--	--	--

		<p>(3) 数据线: micro USB 长度 1 米; (4) 充电器: 输入: 100~240V 50/60Hz, 0.5A, 输出: 5V 2A;</p> <p>(四)尿液分析仪</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 检测速度: ≥ 120 样/h; 2. 测量原理: 反射光电比色法; 3. 检测项目: 包含尿液中白细胞、酮体、亚硝酸盐、尿胆原、胆红素、蛋白质、葡萄糖、尿比重、隐血、pH 值、维生素 C 等 ≥ 11 项; 4. 显示: 显示操作信息和测试结果, 测试结果用半定量符号和 SI 国际单位表示; 5. 打印: 内置微型打印机; 6. 功能: 自检、测试、故障判断、断电保护、自动感应试纸条功能; <p>(五)唾液计滴器</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 功能用途: 用于收集人体唾液, 并记录唾液分泌量。 2. 结构: ①唾液漏斗: $9 \times 3.2\text{mm}$ (直径 \times 深度), 医用级一次性耗材; ②计滴装置: 有机玻璃结构; 3. 记录功能: 计滴 (量程: 0~200/550 滴); 计量 (量程: 0~10/30mL, 分辨率: $\leq 0.05\text{mL}$); <p>(六)功率单车</p>					
--	--	---	--	--	--	--	--

	<p>1. 多功能功率单车，适用于虚实联动运动相关实验；</p> <p>2. 阻力调节：①手动≥ 8挡阻力可调；②静音磁控设计，永磁体与飞轮无直接接触，噪音：≤ 25 dB；</p> <p>3. 数据显示：液晶屏显示，实时运动数据显示：转速、圈数、功率、心率等；</p> <p>4. 数据测量：测量骑行数据和运动生理指标。 ①手握式心率监测：50~180 bpm，误差$\leq 10\%$； ②功率测量：5~800 W，分辨率 0.1W，误差$\leq 10\%$； ③转速测量：5~180 r/min； ④踏板角度测量：范围 0~360°，分辨率$\pm 1^\circ$； ⑤磁控阻力档位检测；</p> <p>5. 数据传输：①蓝牙 2.0 传输，自动实时上传数据至软件；②高实时性：延迟≤ 20 ms；</p> <p>6. 结构：①鞍座高度、位置可调；②参考尺寸：960*500*1280 mm；③承载：≥ 110 kg；</p> <p>(七)连续血压测量仪</p> <p>①实时血压采集：每秒无创采集完成一次人体血压并更新软件显示；②血压测量范围：50~260 mmHg，心率测量范围：30~200 bpm；③压力分辨率：$\leq \pm 1$ mmHg；④续航时间：待机≥ 24 h，测量≥ 6h；⑤数据传输：配置无线接收器，蓝牙 5.0，有效传输距离≥ 10 m；</p>					
--	--	--	--	--	--	--

		<p>(八) 升降实验桌</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 桌面参考尺寸：700×520mm 2. 桌面升降调节：75~105cm 3. 重量<15kg 4. 带键盘托≥30×50cm 					
2	人体生理实验系统软件	<p>软件参数</p> <p>(一) 人体生理实验软件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 软件显示通道数：1~64 通道可变，同时采集并显示 12 导联心电图波形； 2. 采样和反演同时进行：在信号实时采集过程中，可以同时打开以前记录的文件进行查看、对比、分析等操作； 3. 同时反演文件数：≥3 个； 4. 反演文件时可同步播放声音：可以在播放反演波形的同时播放信号声音，包括播放减压神经放电声音； 5. 硬件监听控制：可以通过软件控制信号采集仪器的监听功能，选择监听的通道号及音量； 6. 通道差异化采样率：不同通道可设置不同采样率进行数据采集、不同采样率的信号可同步记录及同步显示，差异化采样率在提高信号质量的同时减少存储空间； 7. 通道颜色及风格设置：可对单通道或全部通道进行波形颜色、背景颜色、格线颜色及风格 	8				

	<p>设置；</p> <p>8. 波形截图水印功能：波形截图的复制、粘贴自动添加水印；</p> <p>9. 刺激器功能：设置刺激脉冲个数和幅度，可高级程控刺激，实验页面内置简单刺激器，同步刺激界面参数，人性化刺激模式；</p> <p>10. 文件列表窗口：用户可直接点击列表文件打开反演文件；</p> <p>11. 浮动快速启动窗口：用户直接启动停止实验；</p> <p>12. 软件外观调整：可打开或隐藏信息显示、刺激、快速启动、文件列表等窗口；</p> <p>13. 实验报告编辑：嵌入软件界面的实验报告编辑功能；</p> <p>14. 实验报告、数据上传和下载（用户需配置实验室信息管理系统）：实验数据上传到数据中心，实验设备使用情况可收集并上传至实验室信息管理系统进行统计；</p> <p>15. 软件直接与虚拟仿真实验中心连接；</p> <p>16. 软件自动升级功能：软件自动搜索服务器上的最新版本软件并提醒用户升级，用户确认后可自动升级；</p> <p>17. 用户意见自动收集：软件中含用户意见收集窗口，用户输入的任何意见可直接上传；</p> <p>18. 实验模块自定义功能：设计自定义的实验模块，选择传感器、通道、采样率等参数；</p>					
--	--	--	--	--	--	--

	<p>19. 数据监控窗口：通过该窗口可以显示实时值、最大值、最小值等，窗口可任意改变大小；</p> <p>20. 数据导出：可导出原始实验数据及分析结果；</p> <p>21. 标签添加：支持在显示波形中添加标签；</p> <p>22. 通用数据处理：微分、积分、频率直方图、序列密度直方图、非序列密度直方图、频谱分析、平均血压、数字滤波、记滴趋势分析以及基于包络算法的心率曲线分析等；</p> <p>23. 心功能参数分析：PR、QT、QRS、ST、RR 等间期分析，波段时程分析，波幅度分析，心电图向量图，心音分析；</p> <p>24. 肌电分析：积分肌电，均方根振幅，平均功率频率分析，中位频率分析，幅度分析，回归曲线分析；</p> <p>25. 脑电分析：Alpha, Beta, Delta, Theta 波分析；</p> <p>26. 肺功能分析：肺活量分析，时间肺活量，最大肺活量，呼吸流速-容积环等分析；</p> <p>27. 专业心率变异分析：可显示 Lorenz 图，RR 间期直方图，RR 间期差值图，速度图以及功率谱分析图；心率变异可分析 20 个时域、频域以及非线性指标，至少包括：Range、SDNN、DNN Mean, RMSSD、NNxx、CV、TP、VLFP、LFP、HFP、LF/HF、VLI、VAI、SD1 以及 SD2 等；多个分析参数可调，包括但不限于：分析通道、分析数</p>					
--	--	--	--	--	--	--

	<p>据类型、分析起始时间，分析时长、FFT 点数，参考 RR 间期、最大 RR 间期等；</p> <p><u>※28. 代谢分析：基础代谢分析，能量代谢分析，自动计算呼吸商等；</u></p> <p>29. 眼电分析：肌电分析，眼动幅度，眼动速度等；</p> <p>30. 数据测量：单点测量、带标记的两点测量、区间测量、实时测量，可测量出波形的最大、最小、平均值，时间、频率、面积等参数；</p> <p>31. 测量显示：通过测量数据在波形上显示测量区域，允许拉动修改测量区域；</p> <p>33. 固件自动升级：软件会判断硬件产品上固件软件是否为最新版本，对低版本的固件自动完成升级；</p> <p>34. 软件功能配置：文件路径、软件外观等信息通过统一配置界面进行修改，查看系统详细信息；</p> <p>35. 软件实验模块内嵌 web 电子教材，包括：</p> <p> (1) 实验原理：生动形象的 Flash 或图片讲解实验原理，</p> <p> (2) 实验项目：包含图文并茂的实验说明、实验步骤和实验报告，</p> <p> (3) 研究历史：了解人体生理参数的研究历程，</p> <p> (4) 临床应用：基础医学与临床病例相结合，</p>					
--	---	--	--	--	--	--

		<p>(5) 文献：列举本实验设计中的参考文献，</p> <p>(6) 思考题：涵盖原理与实验步骤的问题思考，</p> <p>(7) 小测试：对实验相关知识的进一步巩固；</p> <p>36. 内嵌动画实验操作指南：针对每个人体实验模块都内嵌有实验操作关键步骤动画展示。</p> <p>(1) 神经肌肉实验包含≥ 30个视频动画，包括神经-肌肉兴奋的传递、刺激强度与人体肌肉反应的关系、指力传感器的连接、刺激器的连接、皮肤处理、刺激电极的处理、寻找刺激位点、固定电极、固定指力传感器、调节指力传感器、兴奋在神经肌肉之间的传递、兴奋在神经肌肉接头处的传递、肌肉收缩过程等。</p> <p>(2) 循环系统实验包含≥ 30个视频动画，包括动脉血压示意动画、柯氏音听诊法原理动画、柯氏音听诊模拟、准备人体血压换能器、连接换能器、启动人体生理信号采集系统、连接电子血压计、定位肱动脉动画、血压测量过程动画、固定电子心音、电子柯氏音测量过程动画、指脉测压法过程动画、电子血压计测量动画等。</p> <p>37. 实验数据导出：实验数据直接导出数据分析；</p> <p>38. 实验结果图形化显示：对实验结果以柱状图、折线图、饼图、面积图、散点图等统计图</p>					
--	--	---	--	--	--	--	--

	<p>表进行展示；</p> <p>39. 数据收集功能：支持教师一键收集学生的实验生理指标数据，生成折线图、柱状图等。</p> <p>40. 基础信息获取：基于 AI 技术自动分析受试者身高、性别、年龄等信息；</p> <p><u>※41. 实验模块：包含中枢神经系统实验、神经肌肉实验、运动生理实验、循环系统、呼吸实验、感觉器官、泌尿系统、消化系统等类别至少 25 个人体生理实验模块：</u></p> <p>(1) 刺激强度与人体肌肉反应的关系：刺激前臂正中神经观察手指收缩反应；</p> <p>(2) 刺激频率与人体肌肉反应的关系：刺激前臂正中神经观察手指收缩反应；</p> <p>(3) 神经传导速度的测定：分别刺激肘部和腕部尺神经计算神经传导速度；</p> <p>(4) 握力与肌电：人体握力大小与肌电的关系；</p> <p>(5) 人体肌电简介：记录并分析人体肌电信号；</p> <p>(6) 人体心音简介：心音听诊及记录、异常心音的辨别；</p> <p>(7) 人体心率变异分析：心电图的变异分析；</p> <p>(8) 人体动脉血压的测量：不同血压测量方法的学习；</p> <p>(9) 影响动脉血压及测量的因素：研究不同体</p>					
--	--	--	--	--	--	--

	<p>位、手臂、运动等对血压的影响；</p> <p>(10) 人体眼动电的记录：记录和分析眼电信号；</p> <p>(11) 视觉诱发电位：根据视觉诱发电位分析评价视觉神经通路功能；</p> <p>(12) 人体脑电的记录和观察：记录和分析脑电变化；</p> <p>(13) 脑机接口：趣味性脑电实验，实时探测 Alpha、Beta 波功率占比；</p> <p>(14) 基础代谢实验：研究人体基础状态下的代谢情况；</p> <p>(15) 能量代谢实验：研究人体在运动状态下的能量消耗情况；</p> <p>(16) 人体心电图描记：学习全导联心电的记录、分析方法；</p> <p>(17) 人体肺通气量的测量：测量并分析人体肺活量、潮气量、用力肺活量等指标</p> <p>(18) 人体呼吸运动描记及其影响因素：记录人体呼吸时的胸廓运动</p> <p>(19) 测谎实验：通过观察皮电、脉搏、呼吸等变化情况判断受试者是否撒谎；</p> <p>(20) 骨骼肌的共激活现象：研究主动肌和拮抗</p>				
--	---	--	--	--	--

	<p>肌收缩时表面肌电信号的变化规律；</p> <p>(21) 潜水反射：观察潜水反射对心血管活动的调节作用；</p> <p>(22) 心脏与外周循环：记录并分析人体脉搏波信号；</p> <p>(23) 反射时：测量腱反射的反射时；</p> <p>(24) 反应时间：测量视觉、听觉反应时间。</p> <p>(25) 人体唾液分泌：采集人体唾液，观察人体唾液的分泌及影响其分泌的因素；</p> <p>(二) 虚实结合实验软件</p> <p>1. 个性化虚拟人构建功能：AI 通过采集的人体视频信号自动分析出被测人员身高、体重、年龄、性别等信息，并将该信息自动导入软件中虚拟人的生理参数中，形成个性化虚拟人，利用这些真实数据对虚拟人模型内各组织的能量代谢、心血管特征（血量、阻力、管径等）、肺脏特征（顺应性、阻力、容积等）等进行校准，从而构建出与受试者相似结构和生理特征的虚拟人模型。</p> <p>2. 虚实联动实验：通过人体生理实验系统真实传感器，实时采集受试者的真实生理数据，导</p>					
--	--	--	--	--	--	--

	<p>入至虚拟人，利用预设数据和采集到的真实数据以及生理驱动整套数学模型预测和推算虚拟人≥ 100项生理指标；同时，虚拟人与外部真实受试者运动状态和生理状态同步、实现虚实数据实时联动。使用相应传感器对接的数据类型包括：①呼吸流量数据、②功率单车运动数据、③连续血压数据、④心电图数据、⑤能量代谢仪数据。</p> <p><u>※3. 生理指标：可以实测、预测或推算心血管、呼吸和神经系统中≥ 180余个参数，全部基于实测或模型公式实时推算所得，其中心血管参数≥ 96个、呼吸系统参数≥ 72个、神经系统≥ 19个，包括：总血量、主动脉顺应性、左心室收缩力、冠状动脉血管阻力、每搏输出量、EDV、ESV、心输出量、每搏功、心指数、射血分数、左心室内压、左心房内压、左心室容积、脑血管血流、肺动脉压、中心静脉压、皮肤静脉容量、外周血管阻力、气管顺应性、气道阻力、胸廓顺应性、功能残气量、解剖无效腔、肺内分流比例、血红蛋白浓度、心脏耗氧率、骨骼肌耗氧率、呼吸商、胸膜腔内压、肺泡通气量、肺内压、通气/血流比值、肺动脉O_2分压、肺动脉CO_2分压、总体耗氧率、总体CO_2产生、代谢率、核心体温、动脉氧含量、静脉氧含量、动脉压力感受器调定点值、中央化学感受器调定点值、外周化学感受器调定点值、肺牵张反射</u></p>					
--	--	--	--	--	--	--

	<p><u>基础频率、传出交感神经冲动基础频率、传出迷走神经冲动基础频率、中枢缺氧反应氧阈值、中枢缺氧反应二氧化碳阈值、窦神经传入冲动、心迷走神经传出冲动、心交感神经传出冲动、小动脉交感缩血管神经传出冲动、静脉交感缩血管神经传出冲动等生理指标。</u></p> <p>4. 模型参数设定与操控：虚拟人的结构基础和生理活动的参数，可自由设定或操控，用于模拟生理或病理生理过程。</p> <p>5. 自由模式功能：不受实验步骤的限制，按照实验思路进行设计性实验，选择不同的操作和观察内容：①选择虚拟人的结构或生理活动参数进行任意组合调节：可选参数≥ 100项；②选择各种传感器进行实时虚实联动：至少包括心电输入线、代谢仪、连续血压测量仪、功率单车、呼吸流量传感器；③选择感兴趣的生理机制过程进行观察：至少包括心动周期、心脏功能、主动脉压、血液循环、PV环、肺通气、肺压力、肺换气、氧解离曲线、心肺功能、组织换气、压力反射数据、压力反射模型、化学反射数据、化学反射模型、心肺交互作用、各段血管压力、心腔内压、能量代谢等；④选择推演数据的数学模型种类：单一循环模型、呼吸+循环模型、呼吸+循环+神经调控模型；</p> <p>6. 软件自动升级功能：软件自动搜索服务器上的最新版本软件并提醒用户升级，用户确认后</p>					
--	---	--	--	--	--	--

		<p>可自动升级。</p> <p><u>※7. 实验模块：实验模块主要是循环、呼吸及神经调控等生理、病理生理实验≥15个，包含虚实联动实验和生理驱动的模拟实验。</u></p> <p>(1)心脏泵血功能观察：a. 基础数据采集及个性化虚拟人的构建；b. 连接无线信号接收器；c. 连接心电输入线；d. 连接连续血压测量仪；e. 安静和运动下的生理指标观察：心室射血时长，心室充盈时长，EDV，ESV，每搏输出量，射血分数，心率，心输出量，心指数，每搏功，收缩压，舒张压，平均动脉压。</p> <p>(2)心输出量的影响因素：a. 基础数据采集及个性化虚拟人的构建；b. 观察记录安静正常时的心输出量相关生理指标；c. 调节静脉容量观察指标变化；d. 调节外周血管阻力观察指标变化；e. 调节心肌收缩力观察指标变化；f. 调节心率观察指标变化。</p> <p>(3)动脉血压形成因素：a. 基础数据采集及个性化虚拟人的构建；b. 调节虚拟人总血量，观察收缩压、舒张压及脉压差的变化；c. 分别调节虚拟人外周血管阻力、心肌收缩力、心率、总血量及主动脉顺应性，观察收缩压、舒张压及脉压差的变化。</p> <p>(4)呼吸运动的观察：a. 基础数据采集及个性化虚拟人的构建；b. 连接无线接收器和采集器；c. 连接心电输入线；d. 连接呼吸流量传感器；</p>					
--	--	--	--	--	--	--	--

		<p>e. 平静呼吸实验；f. 浅快呼吸实验；g. 深大呼吸实验。</p> <p>(5) 肺通气的影响因素：a. 基础数据采集及个性化虚拟人的构建；b. 观察记录安静正常时的肺通气相关生理指标；c. 调节呼吸肌收缩力观察指标变化；d. 调节胸廓顺应性观察指标变化；e. 调节肺顺应性观察指标变化；f. 调节鼻道阻力观察指标变化；g. 调节声门阻力观察指标变化；h. 调节气管与支气管阻力观察指标变化；i. 调节细支气管阻力观察指标变化。</p> <p>(6) 通气/血流比值对肺换气的影晌：a. 基础数据采集及个性化虚拟人的构建；b. 观察记录安静正常时的肺换气相关生理指标；c. 调节气管与支气管阻力模拟支气管痉挛；d. 调节肺循环血管阻力模拟肺动脉栓塞；e. 观察并记录相关指标变化；</p> <p>(7) 运动前后心肺活动的观察：a. 基础数据采集及个性化虚拟人的构建；b. 连接无线信号接收器；c. 连接连续血压传感器；d. 连接呼吸传感器；e. 观察安静状态下的心肺功能指标：呼吸频率、肺通气量、吸氧量、氧脉搏、心率、心输出量、动脉血压、总外周阻力、动脉血氧分压、静脉血氧分压；f. 骑行功率单车，观察运动过程中的上述指标变化；g. 观察休息恢复过程中的上述指标变化。</p> <p>(8) 安静和运动时各器官血流分布：a. 基础数据</p>					
--	--	--	--	--	--	--	--

	<p>采集及个性化虚拟人的构建；b. 连接无线接收器和采集器；c. 连接连续血压测量仪；d. 连接呼吸流量传感器；e. 安静状态下血液循环相关指标观察；f. 轻度阻力骑行功率单车；g. 中度阻力骑行功率单车。</p> <p>(9) 运动时循环功能模拟：a. 基础数据采集及个性化虚拟人的构建；b. 观察记录安静正常时的循环功能相关生理指标；c. 调节心率和心肌收缩力增加心脏做功；d. 调节骨骼肌血管阻力、内脏血管阻力、皮肤血管阻力模拟血液重分配；e. 调节骨骼肌静脉容量、内脏静脉容量模拟循环血量调节；</p> <p>(10) 压力感受性反射功能曲线测定：a. 基础数据采集及个性化虚拟人的构建；b. 观察记录安静正常时的压力反射相关生理指标；c. 调节颈动脉窦区灌流模拟器中的窦内压，模拟灌流实验；绘制压力感受性反射功能曲线，并分析出阈压、饱和压、平衡压（调定点）和工作范围；计算压力感受性反射敏感性。</p> <p>(11) 自主神经系统的功能特征观察：a. 基础数据采集及个性化虚拟人的构建；b. 观察记录安静正常时的自主神经相关生理指标；c. 选择切断心迷走神经观察指标变化；d. 选择切断心交感神经观察指标变化；e. 选择同时切断心迷走和心交感神经观察指标变化；f. 骑行功率单车观察指标变化；g. 骑行过程中进行心迷走神经</p>					
--	--	--	--	--	--	--

	<p>和心交感神经的切断模拟。</p> <p>(12) 压力感受性反射活动观察：a. 基础数据采集及个性化虚拟人的构建；b. 观察记录安静正常时的压力反射相关生理指标；c. 选择摘除动脉压力感受器观察指标变化；d. 选择增加总血量观察指标变化；e. 选择摘除动脉压力感受器+增加总血量观察指标变化；f. 选择减少总血量观察指标变化；g. 选择摘除动脉压力感受器+减少总血量观察指标变化。</p> <p>(13) 化学感受性反射活动观察：a. 基础数据采集及个性化虚拟人的构建；b. 观察记录安静正常时的化学反射相关生理指标；c. 选择低 O₂ 环境模拟观察指标变化；d. 摘除外周化学感受器观察指标变化；e. 摘除中央化学感受器观察指标变化；f. 选择高 O₂ 环境模拟，并摘除外周和或中央化学感受器，观察指标变化。</p> <p>(14) 心肺交互作用的观察：a. 基础数据采集及个性化虚拟人的构建；b. 连接无线接收器和采集器；c. 连接呼吸流量传感器；d. 平静呼吸实验观察心肺功能；e. 深大呼吸实验观察心肺功能；f. 浅快呼吸实验观察心肺功能；g. 潮式呼吸实验观察心肺功能。</p> <p>(15) 左心衰竭时心肺功能模拟：a. 基础数据采集及个性化虚拟人的构建；b. 观察记录安静正常时的心肺功能相关生理指标；c. 调节左心室收缩力模拟心功能不全-代偿期；d. 调节肺顺应</p>					
--	---	--	--	--	--	--

		<p>性和支气管阻力模拟肺结构变化；e. 骑行功率单车模拟心肺负荷增加。</p> <p>(三) 虚拟标准病人软件</p> <p>1. 个性化病人：输入个性化病人的基础生理参数，包括身高、体重、性别、初始血压、呼吸频率、血氧等，选择疾病危重程度，通过用户所选择的参数进行计算生成对应标准化虚拟标准病人，并展示符合病情的临床表现及生命体征。</p> <p>2. 场景内容：针对每一个实验项目包括诊断、检查、治疗和基础知识等四个主要场景。</p> <p>(1) 疾病介绍：提供疾病相关概念、病理生理改变、病情危重程度分级、临床分期、临床表现以及治疗方案等相关基础及临床知识。</p> <p>(2) 病史采集：虚拟标准病人引入人工智能技术，实现虚拟标准病人与医生的智能语音对话，用户在课件中对虚拟标准病人进行语音问诊，获取问诊结果，同时用户也可在问题库中选择问诊问题进行提问，病史采集问题库内容包括现病史、既往史、个人史、家族史、月经史、生育史等方面。问诊问题及回答自动记录在问诊记录中。</p> <p>(3) 体格检查：虚拟标准病人模拟疾病发生过程中的皮肤、表情、动作等方面改变，包括昏迷、躁动、皮肤潮红、皮肤苍白、DIC 等多种表现，</p>					
--	--	---	--	--	--	--	--

	<p>同时模拟临床常见心脏杂音、正常心音、血管杂音、肺部啰音、哮鸣音、正常呼吸音等多种典型临床体征，并且各种体征根据病情变化出现对应改变。体格检查通过音频、动画等多种形式进行交互，每项体格检查设置 1-2 道选择题，要求学生根据动画、音频内容对体格检查进行判断。体格检查项目及答案自动记录在查体记录中。</p> <p>(4)辅助检查：包括血常规、凝血功能、肝肾功、电解质、心电图、冠脉造影、心脏彩超、颈部血管彩超、CT、X 片、PET-CT 等检查，通过问题库选择方式进行交互，以文字、图片形式展示。辅助检查项目及检查结果自动记录在检查记录中。</p> <p>(5)入院诊断：包括入院诊断、鉴别诊断以及诊断依据。其中入院诊断、鉴别诊断为选择题形式，根据病史采集、体格检查、辅助检查结果，对虚拟标准病人进行诊断。诊断依据为自动记录的问诊、查体、检查记录，选择多项支持诊断的依据。选择完成后系统给予正确答案与用户选择答案进行对比。</p> <p>(6)入院治疗：能够对虚拟标准病人进行多种治疗方式，包括一般治疗、药物治疗、抢救治疗及其他治疗。其中一般治疗包括：鼻导管吸氧、面罩吸氧、高压氧治疗、切管切开、气管插管、呼吸机辅助呼吸、体位选择、卧床休息、中心</p>					
--	---	--	--	--	--	--

	<p>静脉通路开放、外周静脉通路开放、心电监护等治疗；药物治疗包括药物种类、剂量及使用方法的选择，使用方法包括：口服、静脉滴注、静脉推注、肌肉注射以及持续泵入。所选择药物根据药代动力学以及药理学依据对数学模型中相关参数进行调整，虚拟标准病人产生实时变化。抢救治疗及其他治疗包括：心肺复苏、电除颤、止血包扎、动脉穿刺等治疗；治疗结果的多分支展现：治疗可能正确、错误，错误的治疗或未治疗会导致治疗失败。</p> <p>(7)电子病历：根据用户对虚拟标准病人的操作记录，自动生成对应电子病历，包括病人主诉、现病史、既往史、体格检查、辅助检查以及治疗内容。</p> <p>3. 疾病监测功能：虚拟标准病人的病情随时间及治疗而进行改变，病情变化可通过虚拟监护仪、生理指标、病人体征、辅助检查结果进行展示。</p> <p>(1)虚拟监护仪：可实时监测虚拟病人的数据包括但不限于：心率、呼吸频率、血氧饱和度、动脉血压、无创血压、心电图、中心静脉压、呼吸末 CO₂浓度、体温、呼吸阻抗曲线、肺动脉压、肺动脉楔压等；②监护仪进行波形回看、波形冻结、报警参数设置、静音、显示设置等操作；</p> <p>(2)生理指标：对虚拟病人的循环系统、呼吸系</p>					
--	---	--	--	--	--	--

	<p>统、泌尿系统、内分泌系统、消化系统等相关生理过程进行实时展示；</p> <p>(3)病人体征：病人表情、皮肤、动作等体征以及体格检查随病情发展出现对应变化；</p> <p>(4)辅助检查结果：病人实验室检查、影像学检查、超声检查等检查结果随病情变化出现对应变化。</p> <p>4. 基础知识展示：通过 3D 模型、动画对疾病相关解剖学、生理学、病理生理学等基础知识进行展示，包括：</p> <p>(1)循环系统中血流动力学、微循环灌注、休克期微循环改变、心肌电位、血液化学、动脉粥样硬化等内容的动态展示；</p> <p>(2)呼吸系统中肺循环、肺泡气体交换、张力性气胸、闭合性气胸、开放性气胸、肺水肿形成机制的动态展示；</p> <p>(3)消化系统中胃、肠、肝脏、胰腺的消化功能和内分泌功能的动态展示；</p> <p>(4)泌尿系统中尿的生成、肾脏分泌功能、肾小球滤过功能、肾小管重吸收功能的动态展示；</p> <p>(5)运动、食物营养与能量代谢、糖尿病形成机制的动态展示；</p> <p>(6)心梗介入治疗、溶栓治疗等相关治疗机制的动态展示；</p> <p>(7)休克指标实时数据、泵血功能指标实时数据、呼吸功能实时数据波形动态展示。</p>					
--	---	--	--	--	--	--

	<p>5. 实验模块：实验模块根据各种常见临床疾病的基础与临床知识进行设计，包括：</p> <p>(1)失血性休克：了解不同失血量对人体多个器官的影响，掌握不同的休克时期微循环变化以及失血性休克诊疗方法。</p> <p>(2)急性心肌梗死：学习急性心肌梗死时心功能变化，掌握疾病的临床表现、诊疗方法。</p> <p>(3)房间隔缺损：通过案例引导，掌握心脏的解剖、生理、病理生理知识，了解急性房间隔缺损的诊治原则。</p> <p>(4)糖尿病：学习糖尿病的发病机制及对全身的影响，了解不同阶段糖尿病患者临床表现及诊疗区别。</p> <p>(5)一氧化碳中毒：学习一氧化碳中毒时引起机体缺氧机制，了解不同程度中毒患者的临床表现以及治疗的区别。</p> <p>(6)气胸：区分不同种类气胸的区别以及临床表现和诊疗手段。</p> <p>(7)急性肺水肿：通过案例引导，掌握急性肺水肿病人的现场急救、病情演变以及预后。</p> <p>(8)慢性阻塞性肺疾病：了解慢性阻塞性肺疾病的影响因素、病情演变以及转归，掌握疾病的诊断与治疗。</p> <p>(9)有机磷中毒：通过 PBL 案例掌握急性有机磷中毒患者发病机制以及疾病演变过程。</p> <p>(10)急性肾功能衰竭：通过 PBL 案例掌握泌尿</p>					
--	---	--	--	--	--	--

		<p>系统的解剖、生理、病理生理知识，了解急性肾损伤的诊治原则。</p> <p>(11) 脊髓损伤及其救治：掌握脊髓、脊神经的解剖知识，了解不同损伤部位对人体功能的影响，学习脊髓损伤的转运知识。</p> <p>(12) 慢性肾功能衰竭：学习慢性肾衰竭时引起机体变化的机制，了解不同程度慢性肾衰竭患者的临床表现以及治疗的区别。</p>					
--	--	--	--	--	--	--	--