

项目说明及技术要求

本次项目共分为 1 个包，总预算金额 100 万元。采购项目情况详见下表：

| 包号 | 分包名称 | 数量 | 预算 (万元) | 是否可采进口 |
|----|---------------------|-----|------------|--------|
| A | 虚实结合型人体生理实验 教学设备 | 2 套 | 100 | 否 |

一、硬件参数

(一) 集成式人体生理实验平台

1. 一体式实验平台，圆弧造型，集生物信号采集器、实验床-椅、基础数据采集、数据处理分析于一体，最多可供 8 人进行实验操作或观摩学习。参考尺寸：2000×1300×1900 mm（长×宽×高）；

2. 触摸屏≥23 吋，分辨率≥1920×1080；触摸屏≥27 吋，分辨率 1920×1080 各一个，配置万向支架。

3. 人工智能识别单元：实感深度摄像头，分辨率≥360×640，感知误差≤1%，捕获距离≥10m。

①自动面部分析：性别识别正确率≥99%，年龄识别误差≤5%；

②身高测量误差≤2cm；

4. 自动体重测量单元：测量量程 5~200kg，测量误差±0.5kg；

5. 人体成分测量单元：

①体脂测量方法：双频生物电阻抗分析法；

②电极：8 点接触式电极；

③测量部位：全身、阶段测量（上下肢、躯干）；

④测量电流：约 300 μA；

⑤测量电阻范围：10~2000 Ω；

⑥测量时间：≤15s；

⑦测量项目：人体成分分析（身体水分、蛋白质、无机盐、体脂肪）、肌肉脂肪分析（体重、骨骼肌及体脂肪等级）、节段肌肉分析、节段脂肪分析、肥胖

分析、腰臀比、内脏脂肪等级、身体年龄等项目；

⑧电源：DC，5V/25mA；

⑨通讯接口：USB；

6. 可调实验床-椅：

①参考尺寸：1870×685×625mm（放平状态：长×宽×高）；

②扶手旋转角度：0~75°；

③床-椅转换控制方式：电动控制（腿部旋转0~90°，靠背旋转0~70°）；

7. 附件收纳方式：下方抽屉设计；

8. 配置移动脚轮，具有可调支脚和制动装置。

（二）生物信号采集器

1. 具有4个物理采样通道

2. 具有12导全导联心电图接口；

3. 传感器类型与参数自动识别；

4. 传感器定标信息自动存储；

5. 量程：±1V；

6. 具备模拟滤波器、DSP 5阶贝塞尔滤波器、软件数字滤波器：

（1）低通：1、2、5、10、20、50、100、200、500、1k、2k、5k、10k、20k、50kHz等，≥15档；

（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等，≥13档；

（3）50Hz陷波开、关可调；

7. 最大采样率：≥800kHz；

8. AD转换器：16位4通道同步采样；

9. 处理器：浮点型DSP+ARM双核处理器；

10. 共模抑制比（CMMR）：≥100dB；

11. 输入阻抗：10MΩ@DC；

12. 信噪比：≥100dB；

13. 等效输入噪声≤2.0μV；

14. 采样方式：连续采样、刺激触发采样、外部触发采样、程控采样等；

15. 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；
16. 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；
17. 具有监听、记滴功能；
18. 刺激器：
 - (1) 波形：方波；
 - (2) 模式：恒流输出方式；
 - (3) 电流范围：0.5mA~20mA；
 - (4) 时间步长：0.1ms~1ms；
19. 具备 DC12V 输出接口、USB 接口、音频接口各 1 个

(三) 人体生理实验系统

1. 中枢神经/感官系统

包含：脑电带、皮肤电阻传感器、肌腱锤、位移换能器、事件触发开关、指脉换能器、信号输入线、手电筒、软尺、耳机等；

2. 神经/肌肉系统

包含：握力换能器、肌电肢夹、人体刺激器、刺激电极、指力传感器、信号输入线、锂电池、电池充电器、手腕垫、软尺等；

3. 循环系统-血压/心音

包含：人体血压换能器、听诊器、心音换能器、信号输入线、心音换能器绑带等；

4. 循环系统-心电

包含：全导联心电线、心电肢夹、吸球电极、心电输入线等；

5. 呼吸系统

包含：呼吸传感器、围带式呼吸换能器、指脉换能器、血氧传感器、气道阻塞模拟器、无效腔管、无效腔转换头、胸腹绑带、密封袋等；

6. 能量代谢系统

包含：代谢仪、代谢仪面罩、代谢流量传感器、代谢专用气管、腰带等；

7. 人体无线采集系统

- (1) 接收器：传输距离 $\geq 10\text{m}$ ；

(2) 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 $\geq 10\text{m}$ （无遮挡），待机时间 ≥ 600 天，电池续航能力 ≥ 24 小时，文件存储容量 $\geq 16\text{G}$ ；

(3) 信号采集方式：离线、在线；

8. 手推车：

塑料材质，共四层，底部带车轮，用于收纳各人体生理实验系统附件包。

(四) 尿液分析仪

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：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. 可显示操作信息和测试结果；

5. 内置微型打印机；

6. 具有自检、测试、故障判断、断电保护、自动感应试纸条等功能；

(五) 唾液记滴器

1. 主要用于收集人体唾液，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），一次性耗材，配 100 个；

②记滴装置：有机玻璃结构；

3. 记录功能：记滴（量程：0~550 滴）；计量（量程：0~30mL，分辨率： $\leq 0.05\text{mL}$ ）；

(六) VR 动感单车

1. 适用于虚实联动运动相关实验及高沉浸度的虚拟现实运动体验；

2. 阻力调节：

① ≥ 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： $\leq 25\text{dB}$ ；

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；

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：50~180bpm，误差 $\leq 10\%$ ；

②功率测量：5~800W，分辨率 $\leq 0.1W$ ，误差 $\leq 10\%$ ；

③转速测量：5~180r/min；

④踏板角度测量：范围0~360°，分辨率 $\leq 1^\circ$ ；

⑤具备磁控阻力档位检测功能；

5. 数据传输：

①蓝牙传输，自动实时上传数据；

②延迟 $\leq 20ms$ ；

6. 结构：

①鞍座高度、位置可调；

②参考尺寸：960*500*1280mm；

③承载： $\geq 110kg$ ；

7. 有线供电；

8. VR 头盔：

①头盔瞳距范围：54~73mm；

②电池容量： $\geq 5300mAh$ ；续航时间： ≥ 2.5 小时；

③内存 $\geq 6GB$ ；闪存 $\geq 128GB$ ；

④视场角 $\geq 95^\circ$ ，内置扬声器；

⑤6倍屏幕分辨率驱动，4K超清画质

9. VR手柄：6 DOF手柄，10*10m空间内毫米级定位。

（七）连续血压测量仪

1. 实时血压采集：连续、无创采集每一次心跳所对应的收缩压、舒张压与心率值，并以连续波形显示；

2. 血压测量范围：50~260mmHg，心率测量范围：30~200bpm；

3. 压力分辨率： $\leq 1mmHg$ ；

4. 续航时间：待机 $\geq 24h$ ，测量 $\geq 6h$ ；

5. 配无线接收器，蓝牙传输，有效传输距离 $\geq 10m$ ；

（八）升降实验桌

1. 桌面尺寸： $\geq 690 \times 515mm$

2. 桌面升降调节范围：75~108cm

3. 带键盘托 30×50cm

二、软件参数

(一) 人体生理实验软件

1. 显示通道数：1~64 通道，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：4 个；
4. 反演文件时可同步播放声音；
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；
7. 可对单通道或全部通道进行波形颜色、背景颜色、格线颜色及风格设置；
8. 波形截图水印功能：波形截图的复制、粘贴自动添加水印；
9. 刺激器功能：可根据人体实验所需设置刺激器参数，可在刺激参数调节区进行设置、可从相应实验模块进行设置。
10. 具有文件列表窗口，用户可直接点击列表文件打开反演文件；
11. 具有浮动快速启动窗口，用户直接启动停止实验；
12. 可打开或隐藏信息显示、刺激、快速启动、文件列表等窗口；
13. 具有实验报告编辑功能；
14. 软件直接与虚拟仿真实验中心连接；
15. 具有软件自动升级功能；
16. 具有实验模块自定义功能：可以设计自定义的实验模块，选择传感器、通道、采样率等参数；
17. 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；
18. 数据导出：可导出原始实验数据及分析结果；
19. 标签添加：支持在显示波形中添加标签；
20. 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、数字滤波分析以及基于包络算法的心率曲线分析等；

21. 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，心电向量图，心音分析；

22. 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；

23. 脑电分析： α 、 β 、 δ 、 θ 波分析；

24. 肺功能分析：肺活量分析，时间肺活量，最大肺活量，呼气流量（或流速）-容积曲线等分析；

25. 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 ≥ 23 个时域、频域以及非线性指标，包括：时域分析参数：Max RR、Min RR、Range、Average HR、RR Mean、SDNN、DNN Mean、RMSSD、SDNN Index、NNxx、pNNxx、CV；频域分析参数：TP、VLFP、LFP、HFP、LF/（TP-VLF）、HF/（TP-VLF）、LF/HF、非线性分析参数：VLI、VAI、SD1、SD2；多个分析参数可调，包括但不限于：分析通道、分析数据类型、分析起始时间，分析时长、FFT 点数，参考 RR 间期、最大 RR 间期等；

26. 代谢分析：基础代谢分析，能量代谢分析，自动计算呼吸商等；

27. 眼电分析：肌电分析，眼动幅度，眼动速度等；

28. 数据测量：单点测量、带 Mark 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；

29. 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；

30. 内嵌 web 电子教材，包括：

- (1) 实验原理：视频动画或图片讲解实验原理，
- (2) 实验项目：包含实验说明、实验步骤和实验报告
- (3) 发展历史：了解人体生理参数的研究历程，
- (4) 临床应用：基础医学与临床病例相结合，
- (5) 文献：列举本实验设计中的参考文献，
- (6) 思考题：涵盖原理与实验步骤的问题思考，

(7) 小测试：对实验相关知识的进一步巩固；

31. 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。

(1) 神经肌肉实验包含 ≥ 35 个视频动画，如神经-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。

(2) 循环系统实验包含 ≥ 35 个视频动画，如动脉血压示意动画、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。

32. 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、散点图等统计图表进行展示；

33. 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。

34. 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；

35. AI 助手：基于千亿级参数的语言大模型，集成实验知识库，支持语音与文字输入，并能联网进行海量知识库检索后形成回答，提供知识问答、文本摘要、文本分类、语义搜索、机器翻译等实验辅助。

36. 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 22 个人体生理实验模块和 2 个虚实结合实验模块：

37. 人体生理实验模块

(1) 人体脑电的记录和观察：记录和分析脑电变化；

(2) 脑机接口：趣味性脑电实验，实时探测 α 、 β 波功率占比；

(3) 人体腱反射：测量腱反射的反射时；

(4) 反应时的测定：测量视觉、听觉反应时间。

(5) 人体肌电简介：记录并分析人体肌电信号；

- (6) 握力与肌电：人体握力大小与肌电的关系；
- (7) 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；
- (8) 刺激强度与人体肌肉反应的关系：对前臂正中神经使用不同强度的刺激，观察手指收缩反应；
- (9) 刺激频率与人体肌肉反应的关系：对前臂正中神经使用不同频率的刺激，观察手指收缩反应；
- (10) 骨骼肌的共激活现象：研究主动肌和拮抗肌收缩时表面肌电信号的变化规律；
- (11) 人体心电图描记：学习全导联心电的记录、分析方法；
- (12) 人体心音简介：心音听诊及记录、异常心音的辨别；
- (13) 人体心率变异分析：心率变异分析；
- (14) 人体动脉血压的测量：不同血压测量方法的学习；
- (15) 影响动脉血压及测量的因素：研究不同体位、手臂、运动等对血压的影响；
- (16) 潜水反射：观察潜水反射对心血管活动的调节作用；
- (17) 心脏与外周循环：记录并分析人体脉搏波信号；
- (18) 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
- (19) 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
- (20) 人体眼动电位的记录：记录和分析眼电信号；
- (21) 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；
- (22) 基础代谢实验：研究人体基础状态下的代谢情况；

(二) 虚实结合实验软件

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，然后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。

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上百项生理指标；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有：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。

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 个参数，全部基于真实实测或模型公式实时推算所得，其中心血管参数 ≥ 90 个、呼吸系统参数 ≥ 70 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。

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，可被自由设定或操控，可用于模拟生理或病理生理过程。

5. 自由模式功能：可按照自己的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；

6. 软件具有自动升级功能；

7. 实验模块主要是循环、呼吸及神经调控等生理、病理生理实验等 ≥ 18 个，包含虚实联动实验和生理驱动的模拟实验。

(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。

(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。

(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。

(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；
- e. 平静呼吸实验；
- f. 浅快呼吸实验；
- g. 深大呼吸实验。

(5) 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。

(6) 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。

(7) 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。

(8) 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；
- e. 平静呼吸实验；
- f. 浅快呼吸实验；
- g. 深大呼吸实验。

(9) 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。

(10) 通气/血流比值对肺换气的的影响：

- 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；

(11) 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。

(12) 安静和运动时各器官血流分布：

- 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。

(13) 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；

(14) 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。

(15) 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和心交感神经的切断模拟。

(16) 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。

(17) 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 O_2 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 O_2 环境模拟，并摘除外周和或中央化学感受器，观察指标变化。

(18) 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。”

8. 虚实结合实验模块

(1) 影响动脉血压的因素：使用连续血压仪测量人体心率和动脉血压，观察不同因素对血压的影响；

(2) 不同呼吸运动对通气血流比值的影响：使用呼吸传感器记录受试者肺通气量，观察不同呼吸方式中通气/血流比值等参数的变化；

(三) 虚拟标准病人软件

1. 系统组成：系统包含 1 套虚拟标准化病人管理系统和 10 个虚拟标准化病人实验模块。

2. 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。

3. 个性化病人：部分实验模块可以选择疾病危重程度，系统可通过学生所选择预设疾病危重程度的生理指标参数进行计算，生成对应标准化虚拟病人，并展示符合病情的临床表现及生命体征。

4. 实验内容：每个实验项目包括基础知识、病史采集、体格检查、辅助检查、入院诊断、入院治疗、练习题以及电子病历等 8 个子模块。

4.1 基础知识：通过 3D 模型或者 3D 动画视频对疾病相关解剖学、生理学、病理生理学等基础知识进行展示，包括：

(1) 心血管系统中血流动力学、微循环灌注、休克期微循环改变、心动周期、P-V 环、主动脉压、房间隔缺损、动脉粥样硬化等内容的动态展示；

(2) 呼吸系统中肺循环、肺通气、肺泡气体交换、肺压力曲线、心肺交换作用曲线、张力性气胸、闭合性气胸、开放性气胸、肺水肿、慢阻肺、肺栓塞等形成机制的动态展示；

(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；

(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、急慢性肾功能衰竭形成机制的动态展示；

(5) 心梗介入治疗、溶栓治疗等相关治疗机制、糖尿病形成机制的动态展示；

(6) 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。

4.2 病史采集：可以实现虚拟病人与医生的智能语音对话，学生可在课件中对虚拟病人进行语音问诊，获取问诊结果，同时学生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。

4.3 体格检查：虚拟病人可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，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，包含皮肤检查、意识状态检查、颈部检查、心脏听诊、肺脏听诊、四肢视诊、胸腹部的视触叩听、神经功能检查、足部检查等，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。

4.4 辅助检查：包括血常规、凝血功能、肝肾功、电解质、尿常规、血气分析、心电图、冠脉造影、肺功能、心脏彩超、颈部血管彩超、CT、X 片、MRI 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。

4.5 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学生选择答案进行对比。

4.6 入院治疗：能够对虚拟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和剂量，所选择药物根据药代动力学以及药理学依据对虚拟病人生理参数进行调整，使虚拟病人生理参数产生实时变化。抢救治疗及其他治疗包括：心肺复苏、肾上腺素、电除颤、止血包扎、闭式引流、胸腔穿刺、清创术、动脉穿刺等治疗、血液透析、洗胃、介入性心导管术等，治疗结果的多分支展现包含治疗正确或错误，错误的治疗或未治疗会导致治疗失败。

4.7. 练习题：每个实验模块内设不少于 8 道单选或者多选题，供学生进行课后练习作答。

4.8 电子病历：根据学生对虚拟病人的操作记录，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，并提供下载。

5. 疾病监测：虚拟病人病情随时间及治疗方法进行改变。病情变化通过虚拟

多参数监护仪和病人体征改变进行展示。

(1) 虚拟多参数监护仪：可实时监测虚拟病人数据包括但不限于：心率、呼吸频率、血氧饱和度、无创血压、心电、中心静脉压、呼吸阻抗曲线、肺动脉压、肺动脉楔压等；

(2) 监护仪可进行波形回看、波形冻结、报警参数设置、静音、显示设置等操作；

(3) 根据疾病特点，对虚拟病人循环系统、呼吸系统、泌尿系统、内分泌系统、消化系统等系统的相关参数进行实时展示；

(4) 病人表情、皮肤、动作等体征随病情发展出现对应变化；

6. 生理指标：系统内设心血管、呼吸系统以及其他生理指标参数 ≥ 80 个，其中心血管生理参数包括：总血量、收缩压、舒张压、平均动脉压、外周血管阻力、心率、心电、肺动脉压、中心静脉压、肺动脉楔压、血氧饱和度、脑血管血流、冠状动脉血流、内脏血管血流、皮肤血管血流、骨骼肌血管血流、肺静脉压、脑循环灌注压、每搏输出量、心输出量、每搏功、心指数、射血分数、左心室容积、EDV、ESV、左心室内压、冠状动脉半径、静脉回流量、左心室每搏输出量、右心室每搏输出量、肾脏血流量等；呼吸系统生理参数包括：呼吸频率、呼吸阻抗曲线、潮气量、肺通气量、肺泡通气量、解剖无效腔、功能残气量、胸膜腔内压、肺内压、呼吸气容积、通气/血流比值、肺动脉 O_2 分压、肺动脉 CO_2 分压、大气 O_2 分压、大气 CO_2 分压、肺泡 O_2 分压、肺泡 CO_2 分压、肺静脉 O_2 分压、肺静脉 CO_2 分压、肺内分流比例、脑静脉 O_2 分压、冠状静脉 O_2 分压、内脏静脉 O_2 分压、皮肤静脉 O_2 分压、骨骼肌静脉 O_2 分压、脑静脉 CO_2 分压、冠状静脉 CO_2 分压、内脏静脉 CO_2 分压、皮肤静脉 CO_2 分压、骨骼肌静脉 CO_2 分压、脑组织 O_2 消耗量、脑组织 CO_2 生成量、心脏 O_2 消耗量、心脏 CO_2 生成量、内脏 O_2 消耗量、内脏 CO_2 生成量、皮肤 O_2 消耗量、皮肤 CO_2 生成量、骨骼肌 O_2 消耗量、骨骼肌 CO_2 生成量、小气道直径、碳氧血红蛋白浓度等；其他生理指标包括：肾小球滤过率、尿量、肾灌注压、肾间质渗透压、肾小管渗透压、直小血管渗透压、组织液胶体渗透压、血浆胶体渗透压、组织液静水压、有效滤过等压。

7. 虚拟标准化病人管理系统

(1) 系统支持对每个模块内病史采集问题及答案、体格检查项目及答案、

辅助检查项目及结果、入院诊断及诊断依据选项、入院治疗方案以及练习题进行修改或补充，并可修改每个选项的重要性或分数；

(2) 系统支持编辑模块案例中病人初始生理体征参数，并推送到学生端，推送后学生端不能对虚拟病人参数进行更改；

(3) 系统支持构建班级，向班级中添加虚拟病人模块，并对班级中的虚拟病人模块生理参数和知识点考核题进行配置，支持向班级中导入学生，实时查看学生完成进度、成绩分布以及能力评估统计分析，支持学生实验报告的预览和下载；

(4) 系统支持在大屏上进行操作演示，支持知识点考核题的触发，学生扫描课件中二维码进行回答，完成后教师可实时查看学生回答情况，了解学生对该知识点的掌握。

(5) 系统支持学生登录学习，通过对疾病的观察，问诊以及系统给出的相关症状描述，进行疾病的确诊和治疗，并进行考核，系统自动对学生的沟通能力、操作能力、人文素养、理论知识、临床思维等 5 个方面进行评分生成雷达图以及量化数据。评分自动上传至系统后台进行统计、排名等操作；

(6) 系统采用 B/S 构架，支持在电脑、手机、PAD 等多个平台上使用。

8. 系统内置虚拟病人实验教学模块清单

- (1) 急性心肌梗死
- (2) 失血性休克
- (3) 气胸的诊断与治疗
- (4) 急性肾功能衰竭诊断与治疗
- (5) 慢性阻塞性肺疾病诊断与治疗
- (6) 急性肺水肿诊断与治疗
- (7) 一氧化碳中毒诊断与治疗
- (8) 糖尿病的诊断与治疗
- (9) 急性有机磷中毒诊断与治疗
- (10) 房间隔缺损诊断与治疗

(四) VR 动感单车软件

1. 系统自检：系统软件运行环境及各硬件连接状态等开机自检。

2. 交互方式：支持 VR 头显内视觉瞄点控制。
3. 训练形式：提供单人 VR、多人 VR、PC 训练 3 种运动形式。
4. 单人 VR：佩戴 VR 头显进行单人自主 VR 训练。
5. 多人 VR：支持人机竞技协同 VR 训练。
6. PC 训练：无需佩戴 VR 眼镜，体验实景骑行体验。
7. 骑行方案：提供自定义和系统默认两种训练方案。
8. 自定义方案：训练者对骑行场景、音乐、车型及人物模型进行自定义选择。
9. 系统默认方案：系统预设多种骑行方案，一键选择、快速启动。
10. 骑行模式：提供休闲、竞技和娱乐 3 种骑行模式。
11. 休闲模式：不限时间，自由放松骑行。
12. 竞技模式：高强度限时竞速骑行，在规定时间内达到目标点。
13. 娱乐模式：在娱乐地图中体验游戏趣味。
14. VR 骑行场景：提供多样化的 3D 虚拟现实场景选择，包括森林、雪地两种场景，内置丰富的自然及趣味元素。
15. PC 骑行场景：真实拍摄路况和自然环境，无佩戴头盔时眩晕感，更加轻快自由。
16. 骑行音乐：骑行音乐库内置至少 20 种风格的背景音乐，在骑行过程中可自由选择切换和播放控制。
17. 虚拟单车模型：提供个性化的虚拟单车模型选择，如公路自行车、山地自行车、休闲自行车模型 ≥ 8 类车型。
18. 虚拟人物模型：根据性别提供个性化的人物模型选择，如休闲套装与竞速套装，共 ≥ 8 种人物模型可选。
19. 实时数据：实时采集骑行者骑行时间、速度、里程及心率等指标，自动分析骑行里程、累计时长、累计消耗卡路里、碳减排等指标。