船舶智能航行与动力定位控制虚拟仿真实验

平台功能与操作说明

学生操作与评审查阅用

覆盖 7 个实验 | 通用 20 步流程 | 真实界面与曲线读图

版本：第五轮修订 | 2026 年 10 月

目录

一、平台入口与实验总览 4

1.1 平台入口与运行条件 4

1.2 7 个实验总览 5

1.3 账号、记录与报告 5

二、通用操作与学习规则 6

2.1 页面功能分区 6

2.2 通用 20 步操作 7

2.3 顺序解锁与重做规则 9

三、曲线读数、控灵与报告 10

3.1 曲线读数方法 10

3.2 控灵随步指导 10

3.3 第 19 步手绘视觉图种识别 10

3.4 第 20 步反思报告 11

3.5 实验空间回传状态边界 11

四、邮轮舒适性操纵实验 13

4.1 实验任务与界面 13

4.2 核心步骤 14

4.3 曲线与舒适性指标 15

4.4 复核与反思 15

五、集装箱船航速与准点实验 16

目录（续）

5.1 实验任务与界面 16
5.2 核心步骤 17
5.3 曲线与指标边界 18
5.4 复核与反思 18
六、钻井平台动力定位实验 19
6.1 实验任务与界面 19
6.2 核心步骤 20
6.3 DP 曲线与解耦对比 21
6.4 复核与反思 21
七、其余 4 个实验操作与特色 22
7.1 驱逐舰航向控制实验 22
7.2 液化气船大惯性操纵实验 24
7.3 破冰船吊舱与冰区实验 26
7.4 挖泥船工况切换实验 28
八、在线支持与服务安排 30
九、常见问题 30
十、安全注意事项与使用边界 31

一、平台入口与实验总览

1.1 平台入口与运行条件

学生从平台“虚拟仿真”进入统一目录。目录同时承载课程任务与自由探索，可按仿真对象、控制主题和难度筛选；本说明只讨论 7 个课程实验。页面中的“打开仿真”进入相应实验，“课程设计”用于查看任务信息。

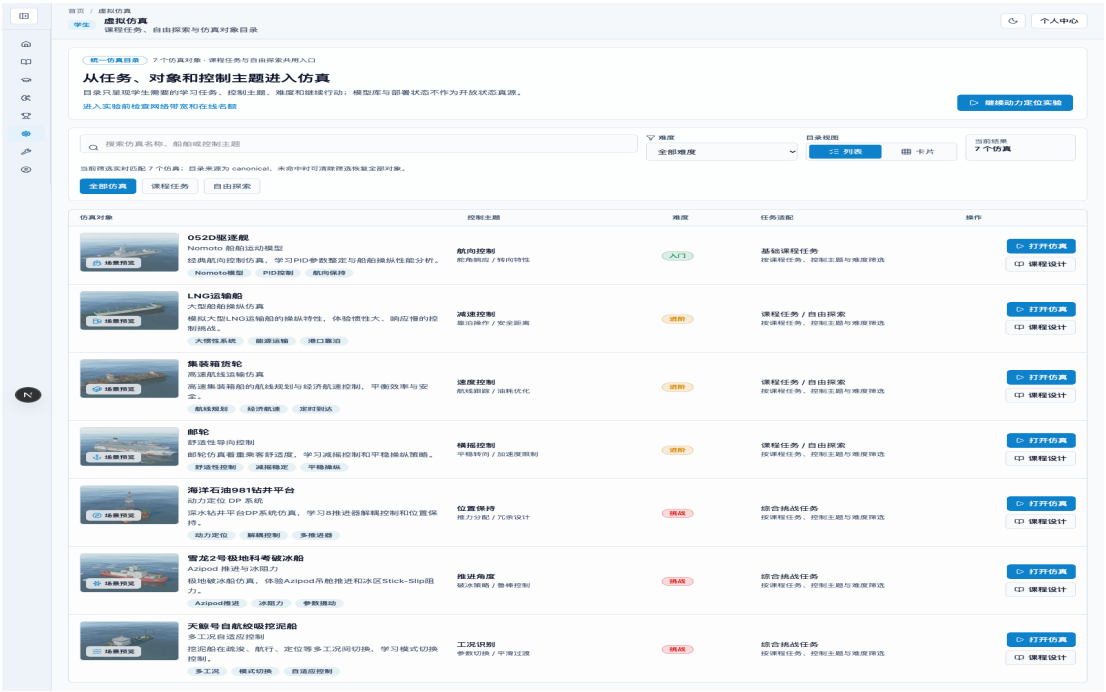


图 1. 平台“虚拟仿真”目录与 7 个仿真对象入口

实验采用网页交互和三维场景，不需另装传统仿真软件或额外浏览器插件。使用课程指定的现代浏览器和普通电脑即可，不配置专用操舵台、传感器或其他特殊硬件；鼠标用于视角和控件操作，键盘用于输入读数与反思。三维场景需要浏览器提供相应图形能力，若场景空白，先按课程环境检查浏览器设置。

本说明不给出移动端兼容性、特定浏览器版本实测、带宽、并发或排队结论，也不把本地截图作为实验空间在线运行证明。课程入口中的名额与网络提示按实际页面和教学安排执行。

1.2 7 个实验总览

表 1. 7 个虚拟仿真实验总览

实验	页面路径	控制主题	主要观察量
邮轮舒适性操纵	/simulations/cruise	减摇与平稳操纵	横摇、MSI、减摇鳍功率、航速、海况
集装箱船航速与准点	/simulations/container	经济航速、装载与风扰	航速、油耗指数、航程、时间常数、舵角
钻井平台动力定位	/simulations/drilling	DP、解耦与推力分配	位置 / 航向偏差、总功率、推进器台数
驱逐舰航向控制	/simulations/destroyer	操舵、PID 与机动	航向、舵角、转艏速率、航速
液化气船大惯性操纵	/simulations/lng	时滞、靠泊与液货晃荡	航向、航速、剩余距离、晃荡角
破冰船吊舱与冰区	/simulations/icebreaker	Azipod 与冰阻力	吊舱角度、航向、冰阻力指数、航速
挖泥船工况切换	/simulations/dredger	定位、疏浚与退出定位	位置 / 航向偏差、漂离距离、工况标志

1.3 账号、记录与报告

平台账号用于保存个人实验报告和成绩，实验空间票据用于校验身份并建立回传记录。完成第 20 步后，可在实验页查看当前实验的过往报告、成绩和回传状态。

从实验空间进入时，地址中的 ticket 用于校验学生身份并建立实验记录，页面同步显示报告保存与回传状态。请从教师指定的正式入口进入，并妥善使用个人 ticket。

二、通用操作与学习规则

2.1 页面功能分区

7 个实验的共同结构是“左侧步骤与状态、中部三维场景、右侧控制与评估”。按钮名称随船型略有差异，如“开始”“开始仿真”或“运行”，作用都是启动当前步骤。

表 2. 实验页面功能分区

区域	主要内容	使用要点
实验步骤	当前步骤、目标、操作建议、提交区	先读当前步，再运行；后续步骤按顺序解锁
状态 / 曲线	实时数值、曲线勾选、仿真时间	按题目选择曲线，区分终点、峰值和分段比较
三维场景	船体、平台、航迹与环境	用于观察运动过程，并结合状态曲线完成定量读数
控制 / 评估	开始、暂停、重置、模式与记录	只操作当前步允许的控件，锁定项不要强行改动
场景工具	视图、速率、环境、画质、音效、标注	改善观察；课程任务数值工况以步骤脚本为准
控灵与报告	问控灵这一步、提交本步、查看报告	提示不代填；报告保存与回传状态分别核对

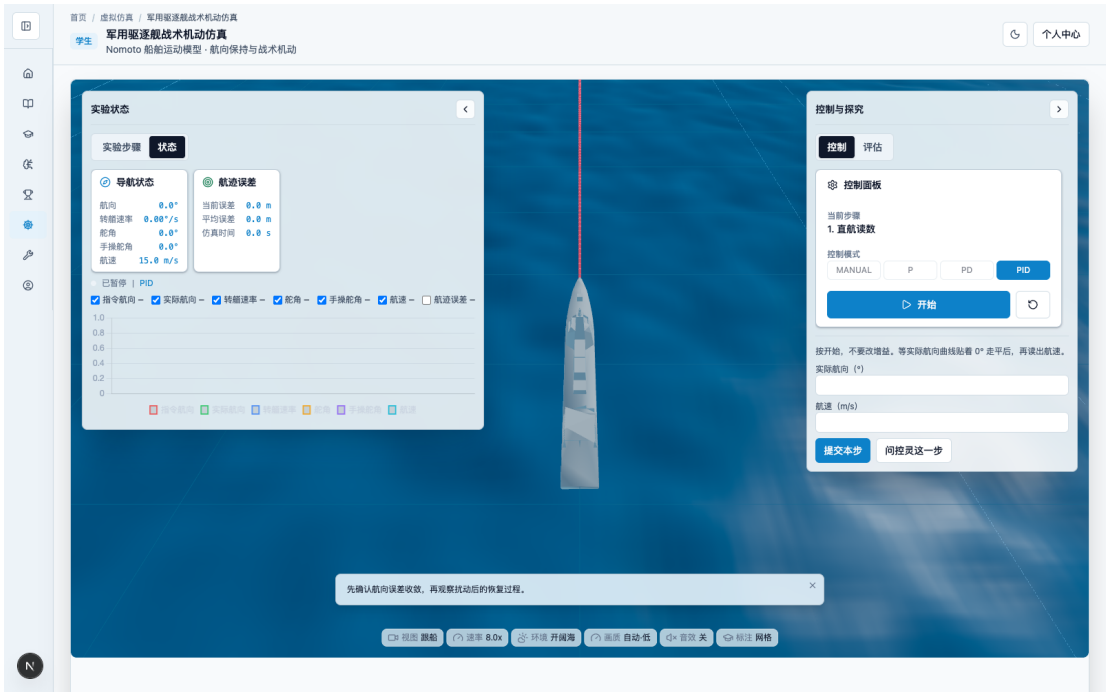


图 2. 驱逐舰实验的步骤列表、场景和当前操作区

2.2 通用 20 步操作

下表是使用各实验 20 步流程的共同操作节律。第 1-18 步的具体工况和读数由各实验定义；不要把“通用操作”理解为 7 个实验具有相同的操纵任务。

表 3. 通用 20 步操作流程

步序	操作焦点	共同要求
1	读取首步目标	确认当前为第 1 步，明确要观察的船型、工况和记录项。
2	检查初始状态	打开状态区，确认仿真时间、初始航向 / 位置和可用曲线。
3	核对允许控件	按步骤选择控制模式；非驱逐舰实验等待预设工况，不自由调参。
4	启动当前步骤	点击开始、开始仿真或运行，让本步产生真实采样。
5	观察指令变化	先看指令航向、目标位置或工况标志何时变化。
6	完成允许的操作	仅在当前步要求时操舵或切换指定功能；锁定项保持不动。
7	等待过程展开	待曲线覆盖本步任务时长、切换后的响应充分展开后再提交。
8	筛选所需曲线	逐条勾选曲线，避免不同量纲和过多曲线干扰判断。
9	读取终点	题目要求终点时，读本步最后一个有效采样点并核对单位。
10	读取峰值或末段	题目要求峰值、最大偏离或末段稳态时，按整个过程读取。
11	比较前后工况	以切换点为界比较两段，不把上一步终点直接搬到本步。
12	完成判断或填数	按曲线证据填写数值或作出选择，文本记录用自己的话。

步序	操作焦点	共同要求
13	复核量纲与符号	检查°、°/s、m、m/s、kW、台等单位以及左右、正负方向。
14	需要时问控灵	点击“问控灵这一步”，询问看哪条曲线或下一步怎么操作。
15	提交本步	点击“提交本步”，阅读系统反馈，不以控灵回答代替提交。
16	处理未通过	按反馈补足运行时长、重新读数或重画；必要时重置当前步。
17	需要时重做	同一步可重做；若新成绩较低，系统保留原来较好的一次。
18	完成复核任务	继续按顺序完成复核与探究，确认第 18 步已有记录。
19	独立完成手绘	选择一种图种并手绘，识别结果须与选择一致；识别不可用可稍后重试。
20	写反思并看报告	用至少一句话写下实际现象，查看报告，再核对账号保存或回传状态。

2.3 顺序解锁与重做规则

当前步未通过时，后面的步骤不能提交。已经完成的步骤可以回看和重做；系统比较同一步的新旧成绩，新成绩更低时保留原来较好的一次。完成实验空间交卷后，该次在线记录进入完成边界，不能继续修改原步骤。

驱逐舰实验在指定步骤允许调整相应增益或手操舵；其余 6 个实验按预设步骤切换装载、风、海况、减摇、解耦、冰区、疏浚和定位等工况，课程操作以当前步骤要求为准。

三、曲线读数、控灵与报告

3.1 曲线读数方法

读数先分清“终点”“峰值”“末段”和“分段比较”。终点是最后一个有效采样点；峰值要覆盖题目指定的整个过程；末段读数应等曲线趋于平稳；分段比较要先找工况切换点。数字填写后应与曲线同一时间、同一变量和同一单位对应。

1. （1）先看横轴仿真时间是否已覆盖本步，未到要求时长就继续运行。
2. （2）再选曲线名称，不把舱压当晃荡角、不把航向偏差当位置偏差、不把功率当推进器台数。
3. （3）选择题既看终点也看过程。例如是否顶满看整段，工况优劣看切换点前后。
4. （4）重置会清空当前未保存采样；已经保存的较好成绩不因一次较差重做而降低。

3.2 控灵随步指导

“问控灵这一步”会把当前实验、步序、目标、观察建议和必要的实时状态带入问答。适合询问“现在看哪条曲线”“为什么还不能提交”“下一步手该怎么动”。控灵围绕当前步提供解释与操作引导，学生依次完成后续任务。

控灵不替学生填写读数、不代写反思、不打分，也不直接改变实验成绩。步骤成绩由既定规则根据过程样本、曲线读数和提交内容判定；学生仍须对自己的操作和报告负责。

3.3 第 19 步手绘视觉图种识别

第 19 步先从奈奎斯特图、伯德图、根轨迹图和时域响应图中选择一种，再在画布上独立绘制。视觉识别只判断图种是否相符并给出简短评价，不代填手绘内容、不自动评分。识别成功且图种一致是本步通过条件之一，分数仍按既定步骤规则处理。

表 4. 四类手绘图的识别要点

图种	学生应画出的基本特征	常见混淆
奈奎斯特图	复平面中的频率响应曲线，体现实部、虚部关系	不要画成以时间为横轴的响应

图种	学生应画出的基本特征	常见混淆
伯德图	随频率变化的幅频与相频表达，通常形成上下两组曲线	不要只画一条时域阶跃曲线
根轨迹图	s 平面上的极点轨迹及必要的零极点标记	不要与奈奎斯特曲线混同
时域响应图	横轴为时间，表现响应随时间的变化过程	不要省略时间含义或画成复平面轨迹

空白、图种不一致或识别服务暂时不可用时，本步不能通过，可重画或稍后重试。识别成功后记录人工智能调用信息，失败时保留重试状态。第 19 步由学生独立绘制并提交曲线。

3.4 第 20 步反思报告

第 20 步用一两句话写下自己实际看到的现象，再查看实验报告。反思应包含“工况或操作—曲线变化—个人理解”，不只写“完成了”“很好”等空泛结论，也不复制控灵回答。报告汇总各步标题、得分、评价和记录。

示例句式仅用于组织语言：“在……工况下，我观察到……曲线……，说明……。”学生必须替换为自己的真实观察。登录平台账号后可保存并回看报告；是否回传实验空间还须看下节状态。

3.5 实验空间回传状态边界

表 5. 实验空间回传状态与处理边界

状态或情形	实际含义	学生处理
无实验空间票据	报告已生成，回传状态以页面显示为准	需要正式成绩时从指定实验空间入口进入
本地演示	报告可生成，本地演示没有回传实验空间	不将演示结果当作在线完成证明
步骤记录中	从票据建立的实验会话保存步骤	按顺序完成全部 20 步
成绩回传失败	保留页面信息并重新提交	保留页面信息，按提示重试或联系教师
成绩已回传、报告失败	成绩状态已保存，报告仍需重试	再次完成提交以重试报告，不重复伪报成绩成功截图

状态或情形	实际含义	学生处理
成绩和报告均已回传	该次实验完成，原在线步骤进入只读边界	查看实际消息和实验空间结果；后续重做不修改原交卷

回传包括“成绩”和“实验报告”两个环节，页面依次显示处理状态。成绩、报告和实验空间结果可相互核对，接口联调与数据回传情况见第 07 册。

四、邮轮舒适性操纵实验

4.1 实验任务与界面

实验以大型邮轮为对象，比较减摇鳍启停、直航与转向中的横摇和舒适性变化。进入 /simulations/cruise 后，先确认第 1 步，再开始仿真；课程模式按步骤预设海况、航速、减摇鳍和转向工况，不要求学生自由调参。

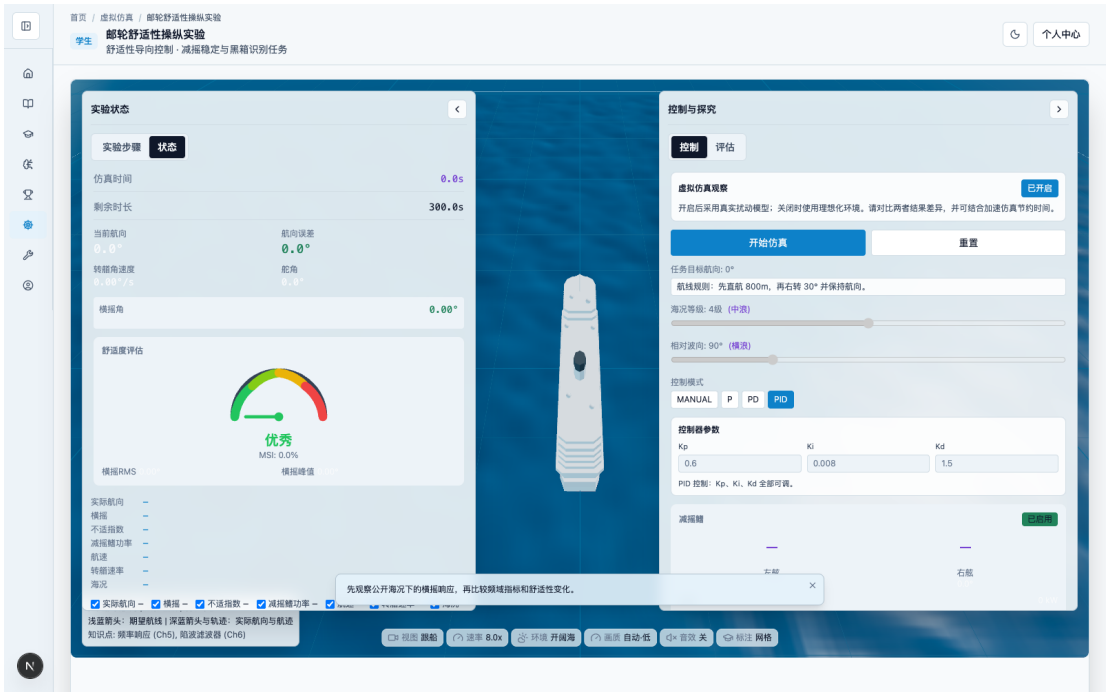


图 3. 邮轮舒适性操纵实验的真实界面与当前步骤

真实界面中，状态区给出航向、转艏角速度、舵角、横摇角和舒适度评估，曲线区可勾选实际航向、横摇、不适指数、减摇鳍功率、航速、转艏速率和海况。场景箭头与轨迹用于辅助辨认期望航线和实际运动。

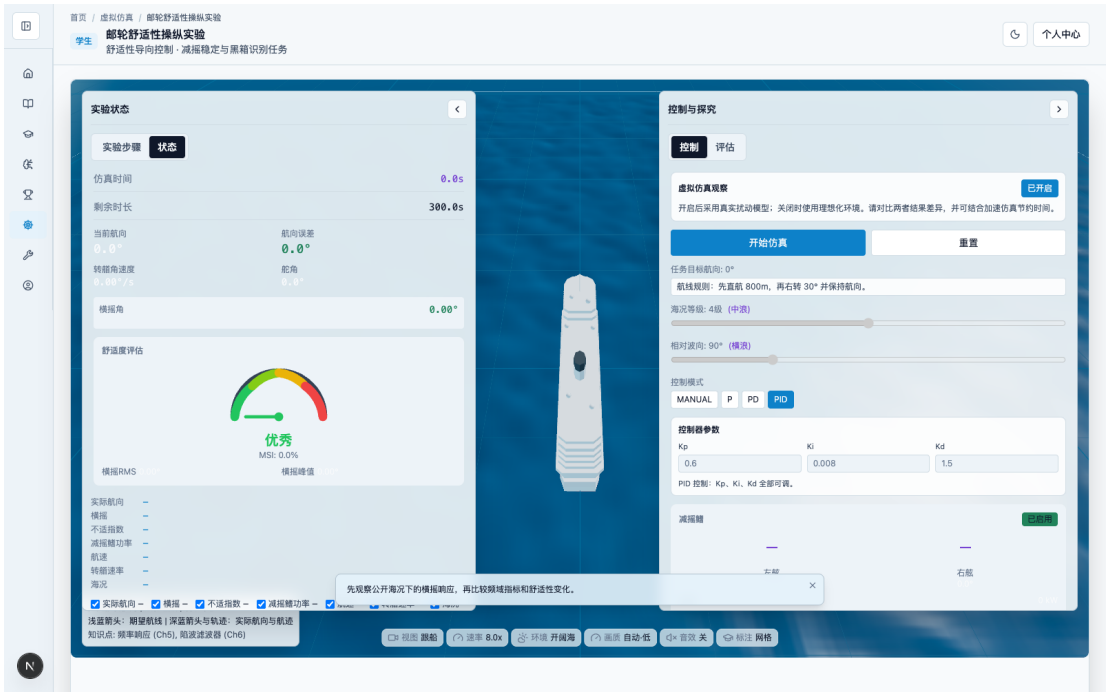


图 4. 邮轮实验指导书中的步骤与操作区

4.2 核心步骤

表 6. 邮轮实验核心步骤（第 1-9 步）

步序	任务	操作与读图要点	记录
1	减摇开启直航	减摇鳍开启，等待直航曲线完成，读终点	不适指数、横摇
2	关掉减摇鳍	进入预设关闭工况，与上一步比较横摇过程	横摇变化
3	再打开减摇鳍	使用本步自己的完整曲线，不沿用上步终点	再次开启后的变化
4	转向中的横摇	观察航向离开零时横摇是否明显放大	横摇
5	不适指数	比较过程峰值与终点，不只读最后一个点	不适指数变化
6	航速保持	直航稳定后读航速终点	航速
7	减摇鳍功率	确认功率曲线已出现并读取终点	减摇鳍功率
8	终点横摇	减摇鳍开启，读直航结束时的横摇	横摇
9	海况读数	读取本组任务的海况曲线	海况

4.3 曲线与舒适性指标

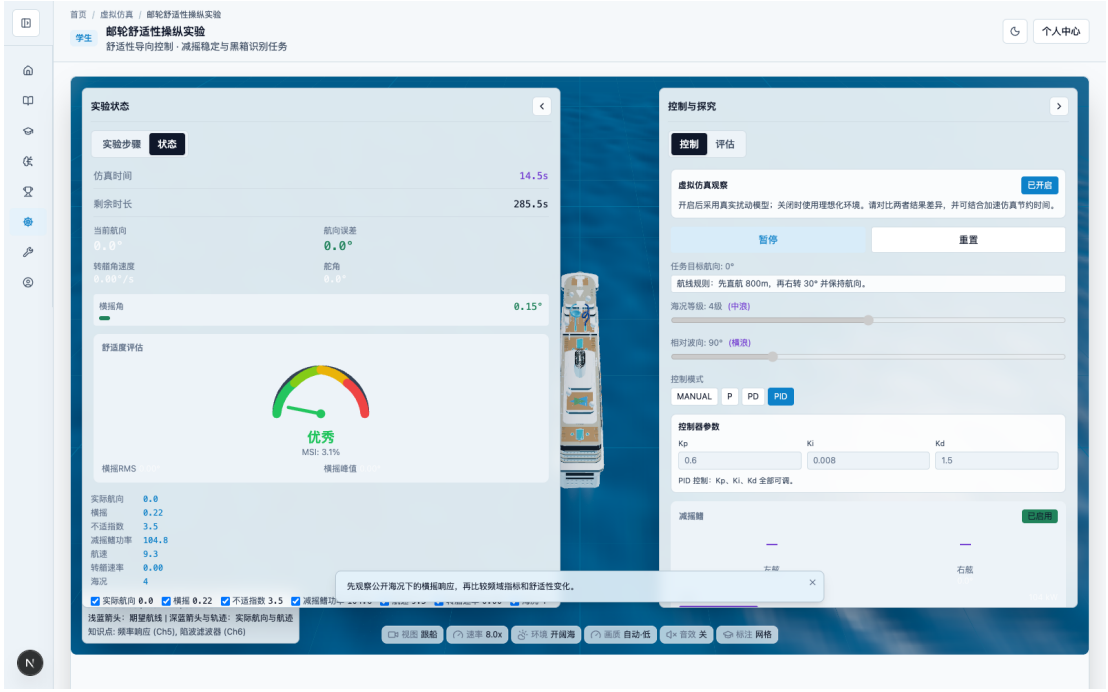


图 5. 邮轮实验运行后的横摇、不适指数等状态曲线

横摇用于观察船体左右摇摆，不适指数用于教学场景下的相对比较，减摇鳍功率用于判断减摇装置是否出力。第 2、5 步重点看过程，第 1、6、7、8、9 步重点读终点；不要把不同步骤的终点混用。

MSI 在本平台中由横摇、转向等仿真运动量估算，舒适度等级用于本实验不同工况的对比分析。

4.4 复核与反思

第 10-18 步依次复核海况、巡航航速、减摇功率、减摇关闭后的出力、航向保持、转艏速率、横摇、海况和航速。逐步按提示读终点或作判断，完成第 19 步手绘后，在第 20 步写清减摇鳍启停前后的真实差别。

五、集装箱船航速与准点实验

5.1 实验任务与界面

实验围绕高速与经济航速、准点航程、空满载时间常数、横风偏航和舵角限幅展开。进入 /simulations/container 后，课程步骤自动给定航速、装载和风工况；学生围绕既定工况运行、读取曲线并完成比较。

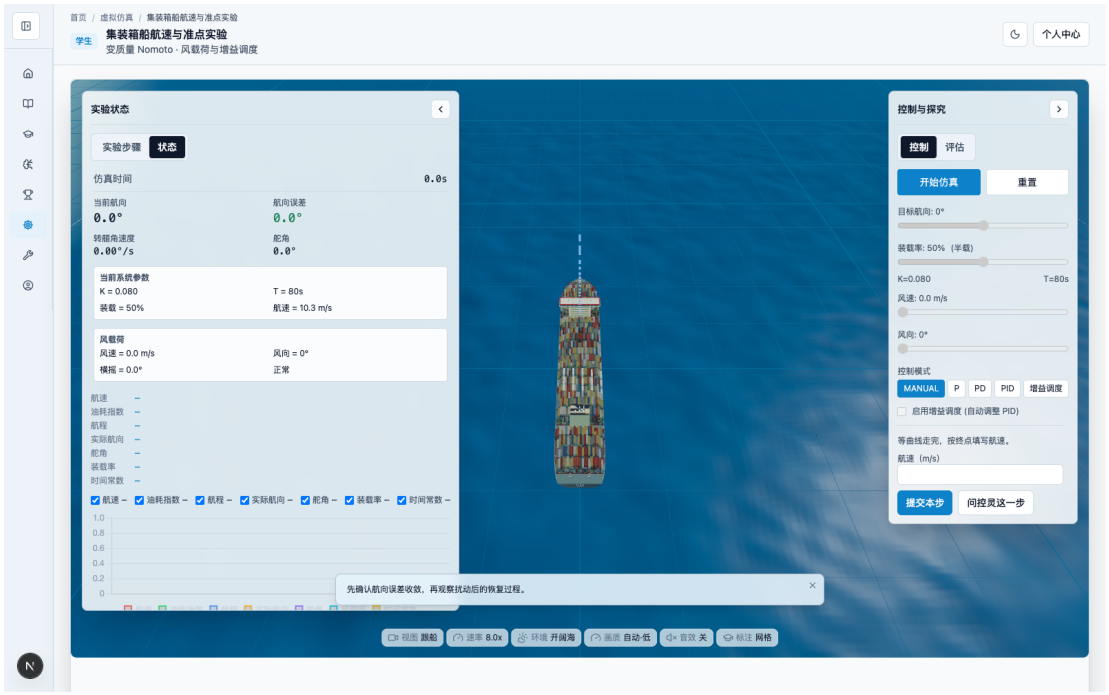


图 6. 集装箱船航速与准点实验的真实界面与当前步骤

状态区可见当前系统参数 K、T、装载率、航速和风载荷，曲线区包括航速、油耗指数、航程、实际航向、舵角、装载率和时间常数。界面提供增益调度等控制显示，但课程任务以当前步骤脚本和提示为准。

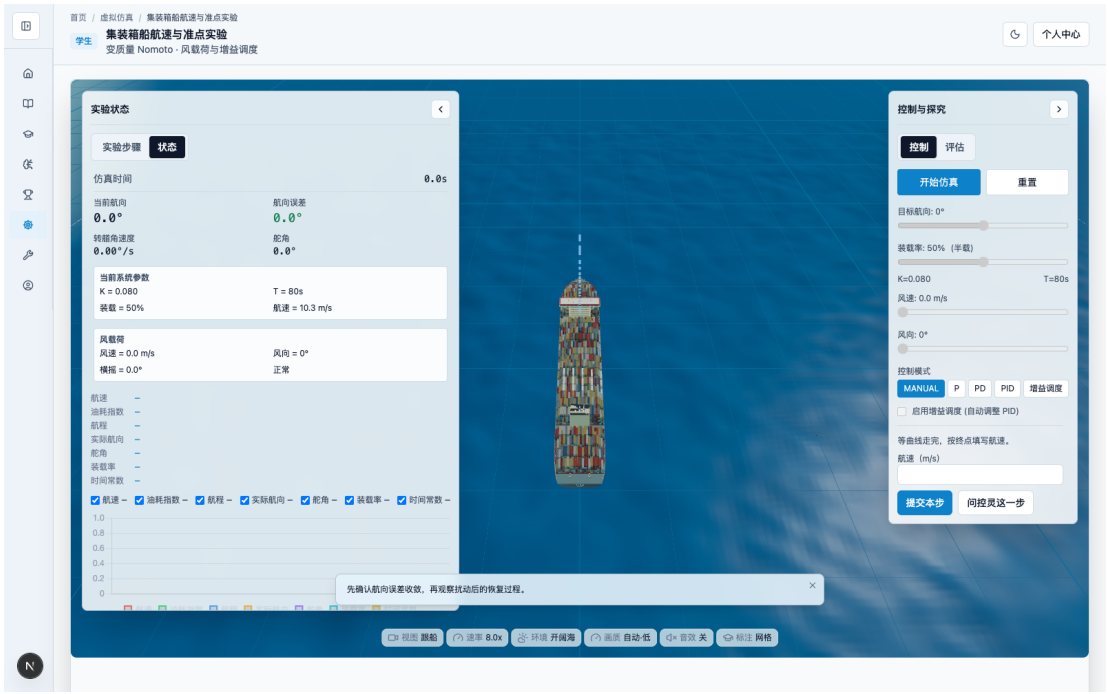


图 7. 集装箱船实验指导书中的步骤与操作区

5.2 核心步骤

表 7. 集装箱船实验核心步骤（第 1-9 步）

步序	任务	操作与读图要点	记录
1	高速读数	等待高速指令工况完成，读航速终点	航速
2	经济航速	等待经济航速工况完成，读航速终点	航速
3	油耗对比	比较前段高速与后段经济航速的油耗指数	哪一段更省
4	准点航程	曲线覆盖规定时间后读航程终点	航程
5	空载时间常数	进入预设空载工况，读时间常数终点	时间常数
6	满载时间常数	进入预设满载工况，与空载结果对照	时间常数
7	横风偏航	舵保持零，等待横风工况结束，读实际航向	实际航向
8	舵有没有顶满	检查整段舵角曲线是否贴住上限	舵角上限判断
9	后半段加速	以切换点为界比较前后两段航速	哪一段更快

5.3 曲线与指标边界

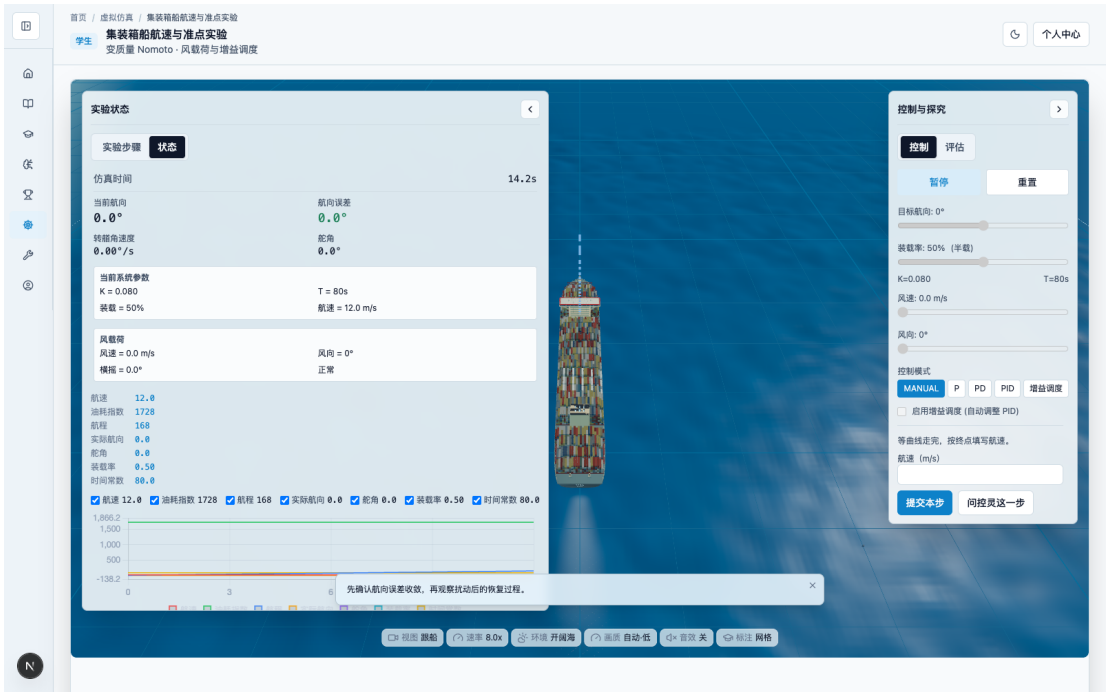


图 8. 集装箱船实验运行后的航速、油耗指数等状态曲线

准点分析应把航速、航程和本步时间放在一起看；装载影响用时间常数比较；横风步骤同时核对舵角是否保持零；舵角限幅看整段而非只看终点。

油耗指数由航速的三次方形成，采用相对数值比较不同工况的经济性。报告使用“油耗指数较高 / 较低”描述比较结果。

5.4 复核与反思

第 10-18 步复核高速与经济航速、先慢后快、空满载时间常数、短时横风、零舵、油耗指数和短时航程。第 20 步从航速、油耗指数或偏航中选择自己真正观察到的一项写反思。

六、钻井平台动力定位实验

6.1 实验任务与界面

实验以海洋石油 981 深水钻井平台为对象，观察 DP 位置保持、航向保持、总功率、8 台推进器以及解耦启停的影响。进入 /simulations/drilling 后，步骤脚本设置解耦和扰动过程，学生按提示运行与读数。

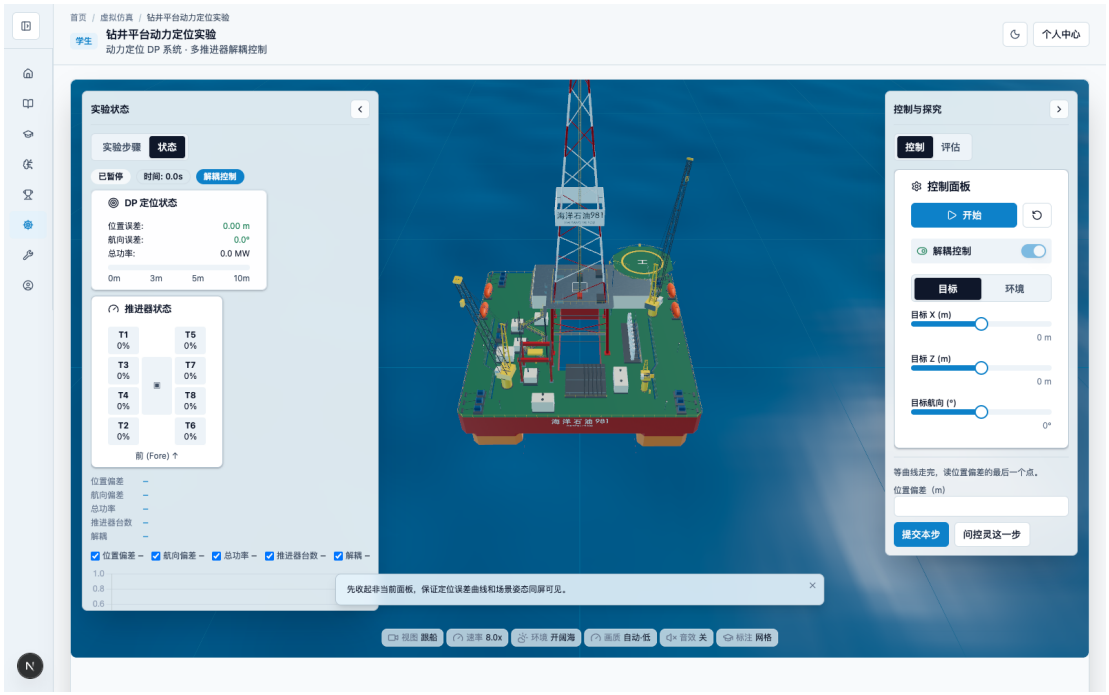


图 9. 钻井平台动力定位实验的真实界面与 DP 状态

界面中部显示平台与目标位置，状态区显示位置误差、航向误差、总功率和 T1-T8 推进器状态，曲线区包括位置偏差、航向偏差、总功率、推进器台数和解耦标志。

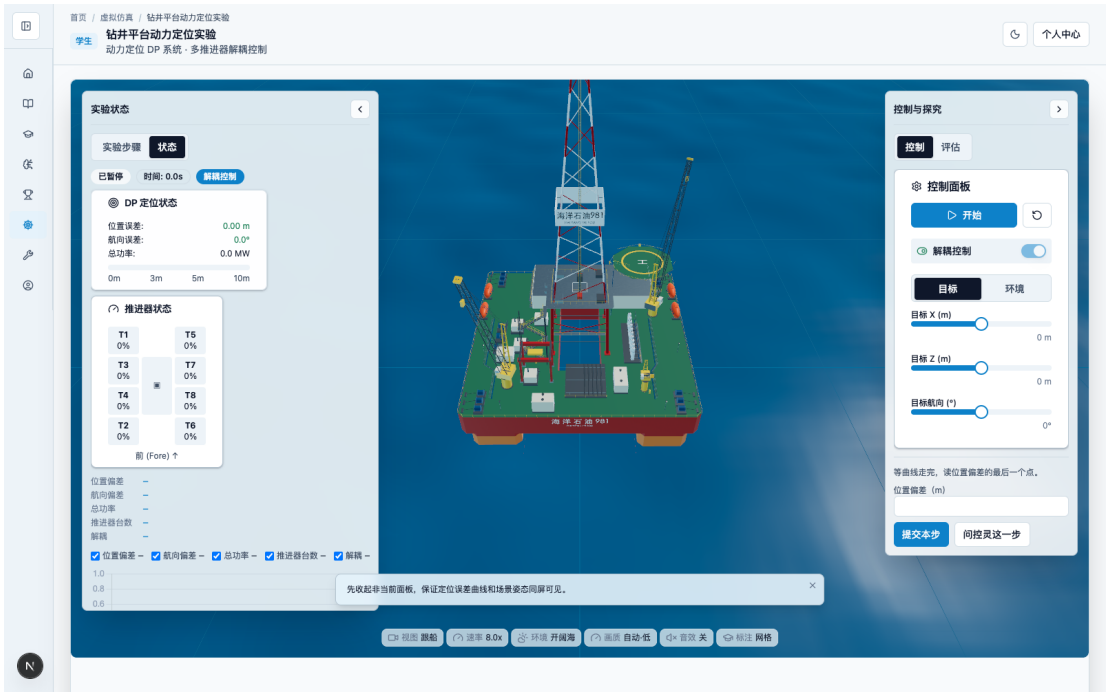


图 10. 钻井平台实验指导书中的步骤与操作区

6.2 核心步骤

表 8. 钻井平台实验核心步骤（第 1-9 步）

步序	任务	操作与读图要点	记录
1	定点读数	解耦开启，等待定位过程完成，读位置偏差终点	位置偏差
2	航向读数	同一定点任务中读航向偏差终点	航向偏差
3	总功率	看整段功率与限额的关系，再读终点功率	限额判断、总功率
4	推进器台数	读取当前参加工作的推进器数量	推进器台数
5	关掉解耦	进入预设关闭工况，与开启时比较位置偏差	关闭后的变化
6	打开解耦	使用本步完整曲线判断位置能否收回	开启后的变化
7	推进器都在工作	核对 8 台推进器的工作状态	推进器状态
8	功率读数	定点工况下读总功率终点	总功率
9	解耦对比	同一步先开后关，比较切换点前后位置偏差	守点条件判断

6.3 DP 曲线与解耦对比



图 11. 钻井平台实验运行后的位置、功率与推进器曲线

位置偏差和航向偏差回答“是否守住目标”，总功率回答“付出多大能量代价”，推进器台数回答“执行器是否全部参与”，解耦标志用于确认工况切换。比较解耦时必须看同一任务的前后段或对应步骤，不把功率大小直接当作定位精度。

三维场景中的平台偏移用于直观观察，定量提交以状态曲线为准。DP 结果呈现教学模型在该工况下的位置、艏向与功率响应，支持控制效果评价。

6.4 复核与反思

第 10-18 步复核位置偏差、航向偏差、推进器台数、解耦关闭与重新开启、总功率和解耦标志。第 20 步围绕解耦启停前后的位置变化写反思，并查看完整报告。

七、其余 4 个实验操作与特色

7.1 驱逐舰航向控制实验

特色是手操舵、舵回中、小角度与直角转向、连续变向、定常回转和扰动直航。该实验在指定步骤允许调整 P、PD 或 PID 增益；手操步骤按提示打舵并保持，自动舵角步骤不要操作锁定滑块。

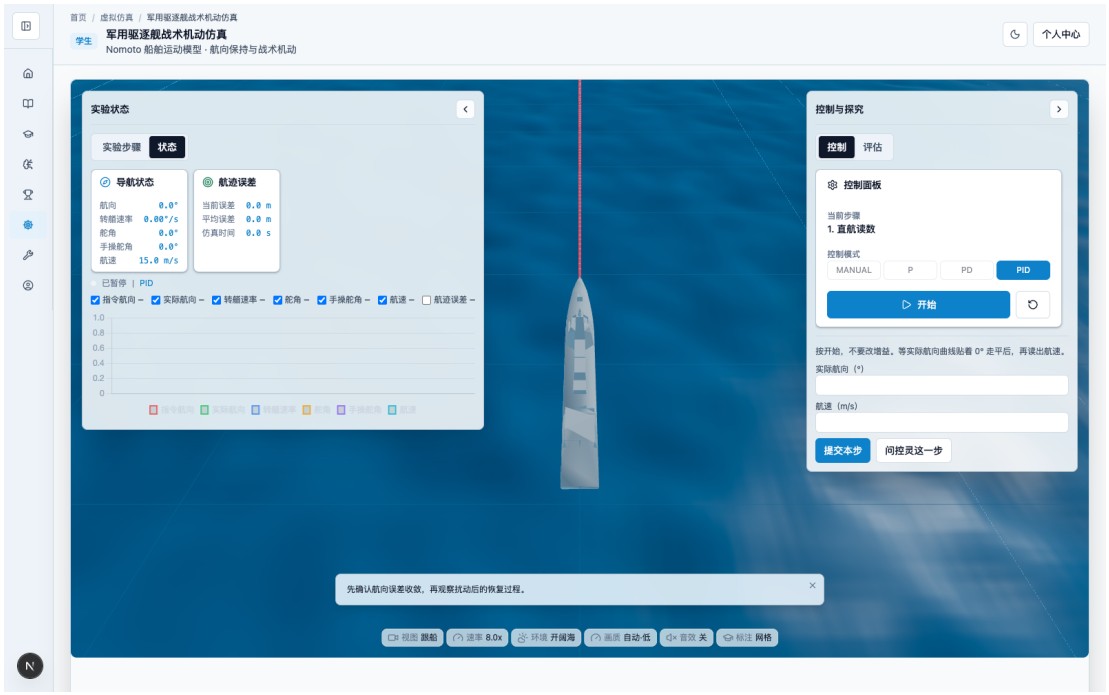


图 12. 驱逐舰航向控制实验的真实界面与当前步骤

表 9. 驱逐舰实验简要操作

步骤组	简要操作	特色观察
1-3	直航读数；手操打舵并保持；再把舵收回中位	航向、舵角与转艏速率的对应
4-6	跟随 15°、右 90°、左 90°指令，按允许范围调整增益	峰值、超调与终点偏差
7-9	完成连续变向、圆弧与扰动直航	舵角限幅、末段稳态、最大偏离
10-18	复核直航、左右舵和回中等现象	方向、符号与曲线终点

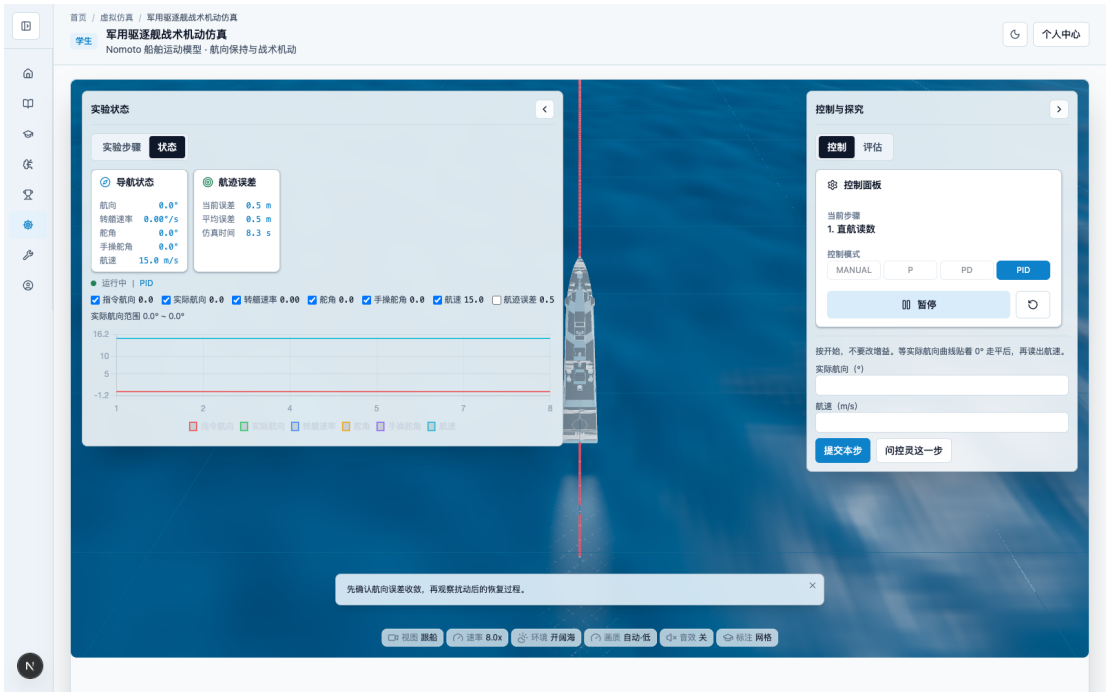


图 13. 驱逐舰实验运行后的航向、舵角与转艏曲线

第 20 步用一两句话说明舵和航向的关系。不要把其他船型“预设工况、不自由调参”的规则误套到驱逐舰明确开放的增益整定步骤。

7.2 液化气船大惯性操纵实验

特色是大惯性响应、靠泊低速、剩余距离与液货晃荡。课程步骤自动给出固定舵角、回中、航向指令和靠泊速度，学生等曲线完成后读取，不自行另设工况。

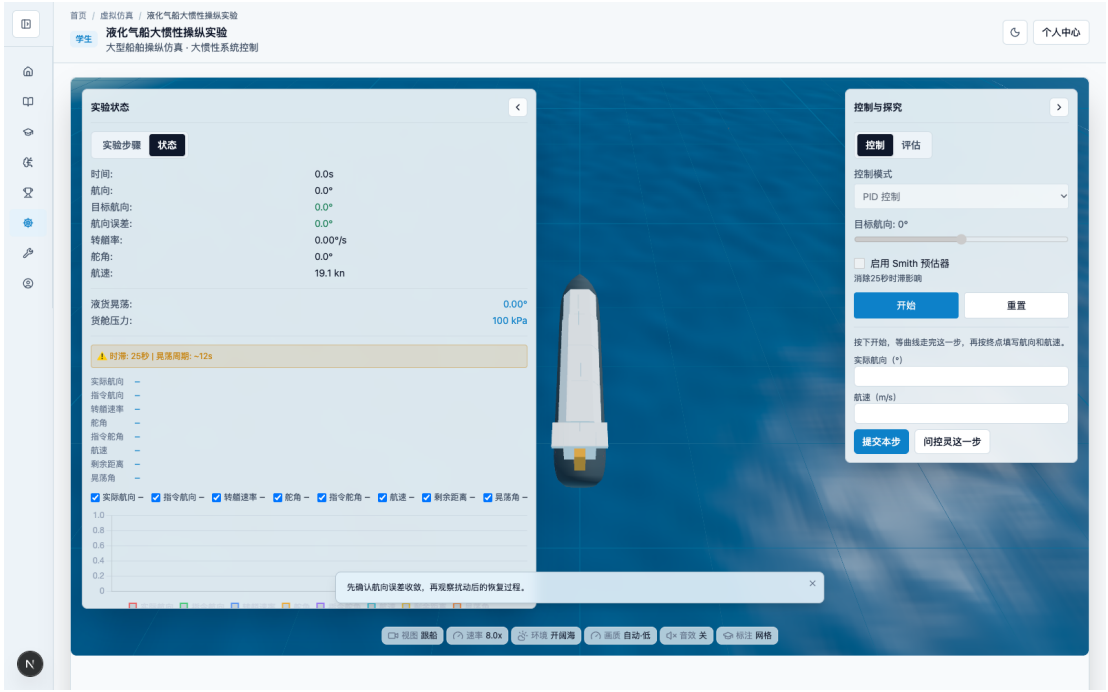


图 14. 液化气船大惯性操纵实验的真实界面与当前步骤

表 10. 液化气船实验简要操作

步骤组	简要操作	特色观察
1-4	直航、固定舵角、回中和十度转向	响应过程、超调与终点
5-7	切换靠泊速度，读航速和剩余距离	减速过程与靠泊余量
8-9	读晃荡角，结合航速和距离判断	液货晃荡与安全距离
10-18	复核零舵、左右舵、低速、巡航、晃荡和距离	变量区分与终点读数

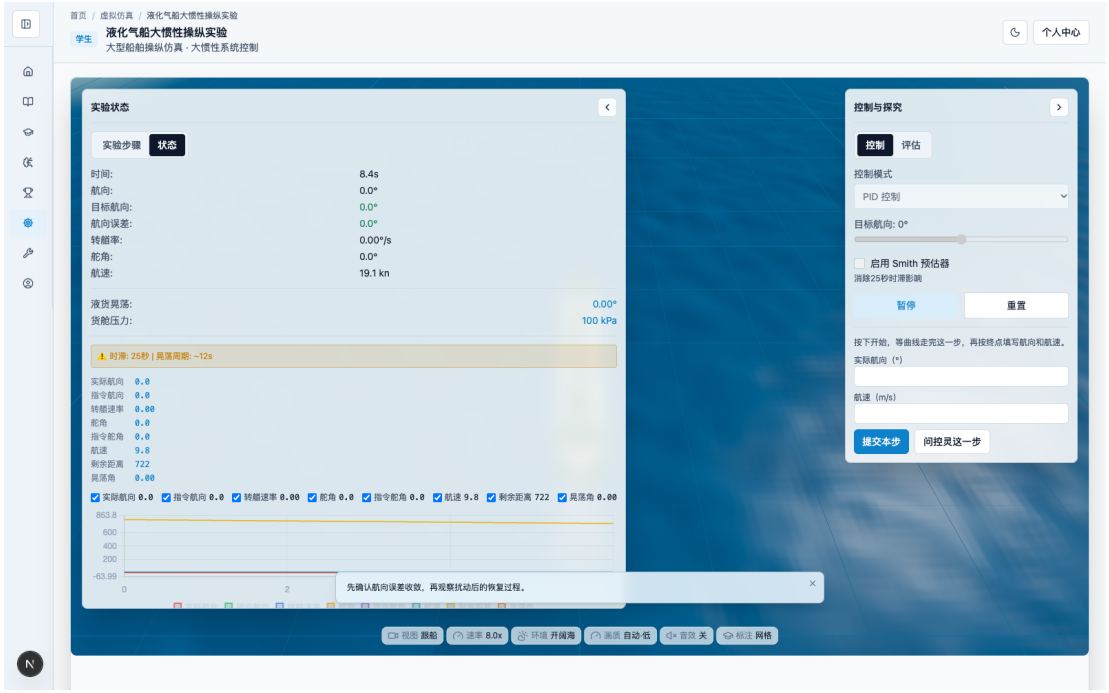


图 15. 液化气船实验运行后的航向、航速与晃荡曲线

晃荡角与货舱压力是不同变量；剩余距离要和航速一起分析。第 20 步写下航向、航速或距离的实际变化。

7.3 破冰船吊舱与冰区实验

特色是 Azipod 吊舱推进、开阔水与冰区切换、冰阻力指数和航速变化。进入相应步骤后，任务脚本给定转向与冰区工况，不要求自由调参。

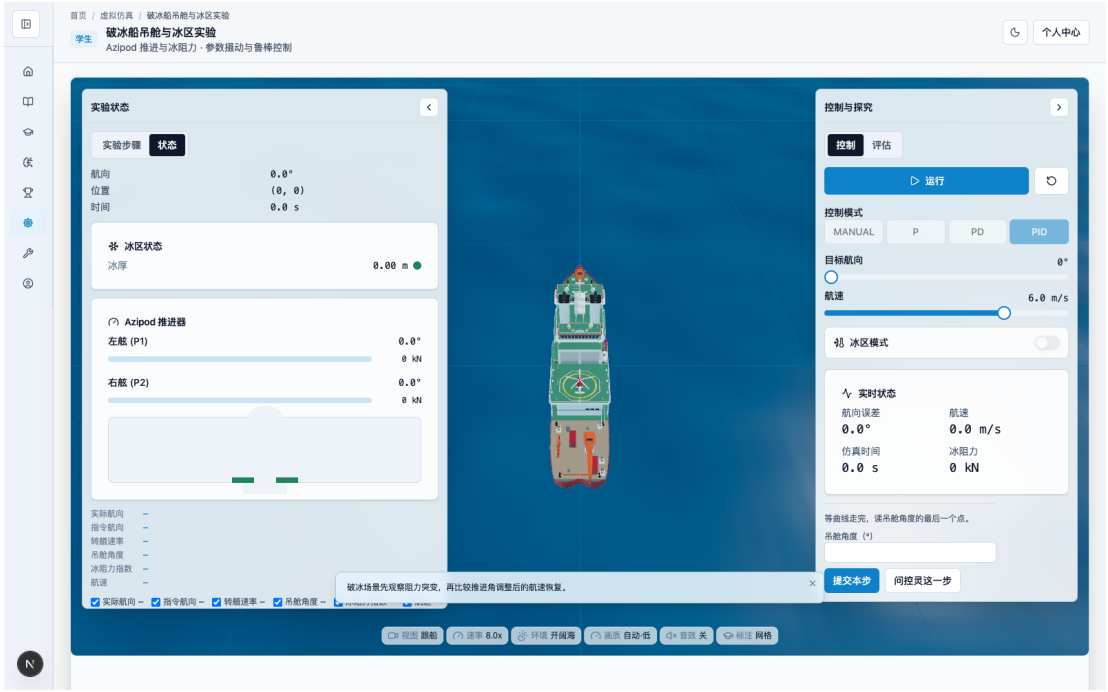


图 16. 破冰船吊舱与冰区实验的真实界面与当前步骤

表 11. 破冰船实验简要操作

步骤组	简要操作	特色观察
1-3	给出十度航向指令，读吊舱角度、航向和转艏速率	吊舱动作与船体响应
4-6	比较开阔水和冰区，读航速与冰阻力指数	冰区对航速的抑制
7-9	在冰区再次给出转向指令，联读吊舱、航向和航速	多变量联合判断
10-18	复核开阔水航向、冰阻力、吊舱零位与航速	有冰 / 无冰工况区分

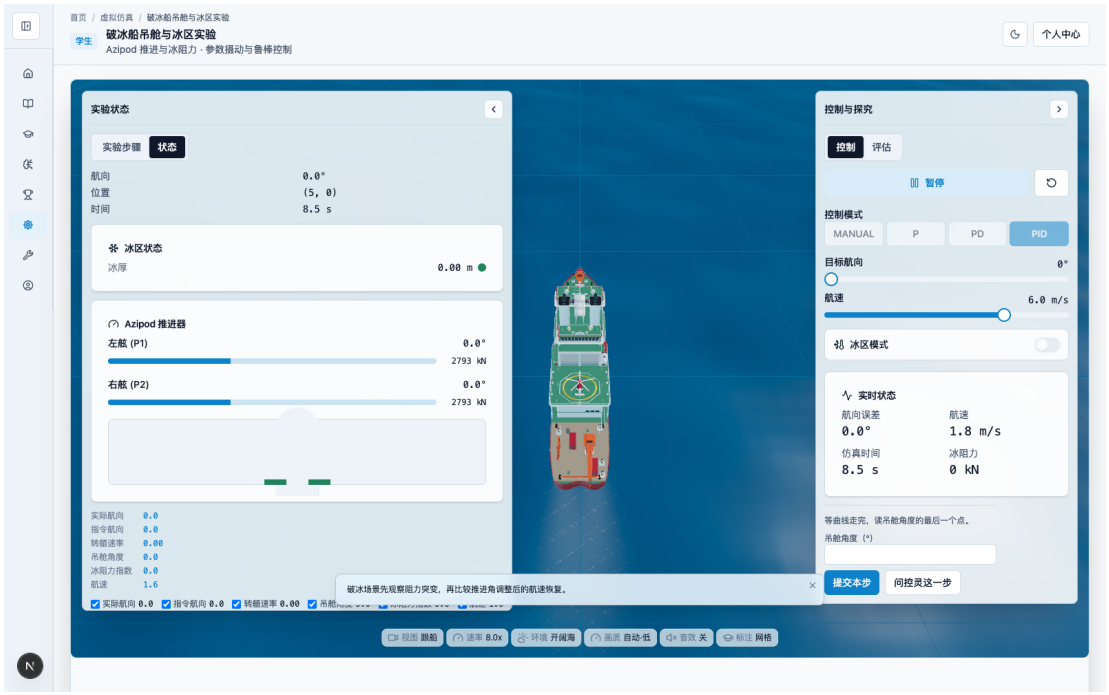


图 17. 破冰船实验运行后的吊舱、冰阻力与航速曲线

冰阻力指数用于本实验的工况比较，不与实冰力量测混写。第 20 步同时选择吊舱、航向和冰区航速中的真实观察进行反思。

7.4 挖泥船工况切换实验

特色是定位开启、疏浚作业、退出定位和从远处重新定位等工况切换。步骤脚本自动切换定位与疏浚状态，学生观察船位、航向和漂离距离。

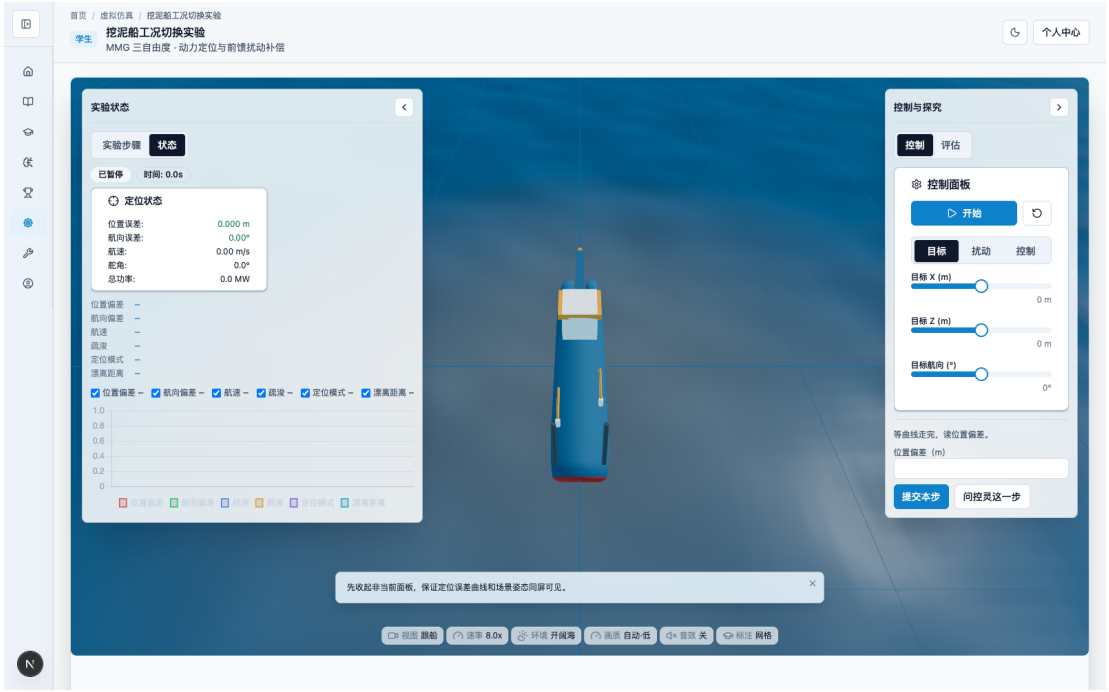


图 **18.** 挖泥船工况切换实验的真实界面与定位状态

表 **12.** 挖泥船实验简要操作

步骤组	简要操作	特色观察
1-2	分别在定位开启、疏浚开启时读位置偏差	作业状态下能否守点
3-4	退出定位读漂离；从远处开启定位观察本步终点	流失守点与有限时间恢复
5-9	复核疏浚守点、被流带离、定位模式、航向和工况结论	状态标志与位置联合判断
10-18	复核守点、漂离、航速、疏浚标志和远处判断	终点读数与工况辨识

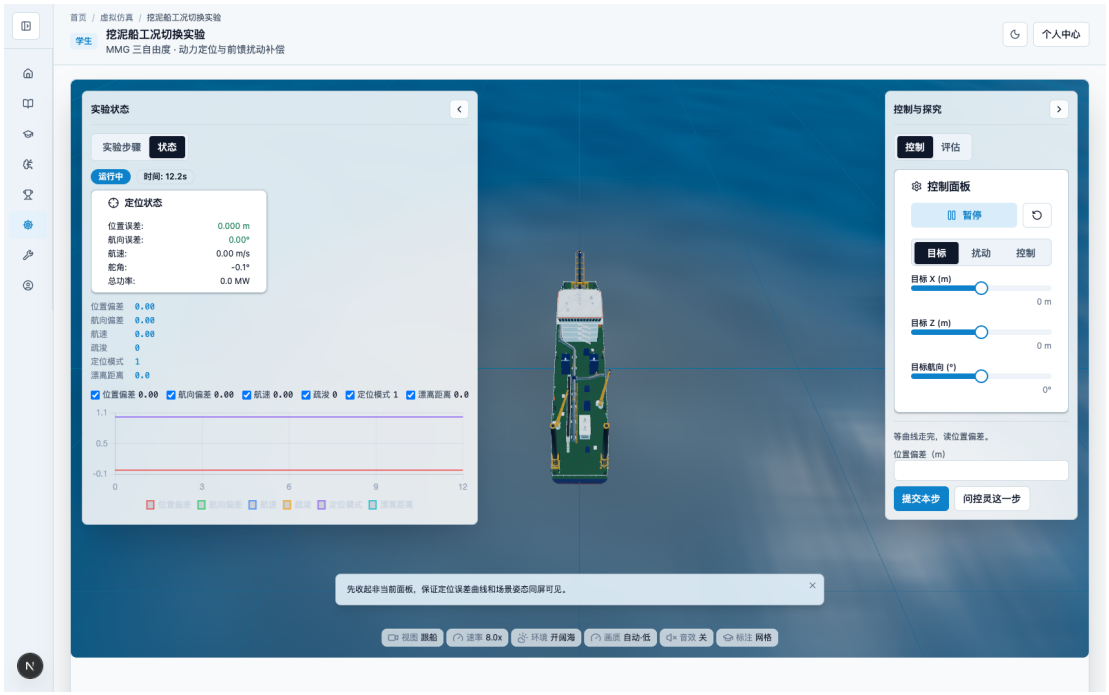


图 19. 挖泥船实验运行后的位置、疏浚与漂离曲线

位置偏差与漂离距离都描述离开目标的程度，但应使用当前步骤要求的字段。第 20 步写清定位开启和退出时的船位差别。

八、在线支持与服务安排

课程即时通讯工具为控灵。学生可在实验过程中通过控灵咨询当前步骤的目标、操作和曲线读法；控灵不代填读数、不代写反思、不评分。需要人工核查的教学或技术问题，按下列分工由在线服务团队受理。

工作日提供在线答疑与技术支持，服务时间为每个工作日 8 小时，具体起止时段按课程团队公布的值班安排执行。在线教学服务团队配置 4 名成员，在线技术支持配置 2 名人员；教学问题与技术问题分类受理，涉及账号、成绩、报告或回传状态时，以真实页面和系统结果为准。

表 13. 在线支持与服务职责分工

服务角色	人员或工具	服务时间	职责与边界
即时通讯与学习提示	控灵	随实验页面使用	解释当前步骤目标、操作建议和曲线读法，辅助学生完成观察、操作与故障核查。
在线教学服务	4 名教学服务团队成员	工作日在线答疑，每天 8 小时	解答 7 个实验的学习任务、通用 20 步流程、顺序解锁、读数、手绘与反思报告要求；按教学问题受理、复核和跟进。
在线技术支持	2 名技术支持人员	工作日在线支持，每天 8 小时	排查账号与访问、页面和三维场景显示、记录保存、成绩与报告回传等问题，依据页面提示和系统状态处理并反馈。
协同与转交	教学服务 4 人、技术支持 2 人	同一工作日服务时段内协同	按问题类型明确受理角色；跨类问题转交相应人员，涉及成绩与回传的分别核对成绩、报告和实验空间状态。

服务记录表用于追踪实际服务中的问题、分工和处理状态，由受理人员据实填写。

表 14. 在线支持服务记录（空白）

日期 / 时段	实验 / 事项	问题类别	问题摘要	受理分工与处理	记录人

日期 / 时段	实验 / 事项	问题类别	问题摘要	受理分工与处理	记录人

九、常见问题

表 15. 常见问题与处理方法

问题	处理方法
为什么不能打开或提交后面的步骤?	当前步尚未通过。回到前沿步骤，补足运行、读数或手绘条件后再提交。
曲线没有数据或还没走完?	先点击开始并等待；不要用上一步采样充当本步结果。需要重来时使用重置。
填写的数值总是对不上?	核对是否读了正确曲线、终点 / 峰值、单位和正负号，不要读取场景标签代替曲线。
舵角或参数为什么不能动?	该步骤使用预设或锁定工况。非驱逐舰课程任务不按自由调参处理。
重做后分数会降低吗?	同一步新成绩较差时保留原来较好的一次；实验空间已交卷的原记录不能再修改。
控灵能告诉我答案或替我评分吗?	控灵提示当前步的观察与操作，学生独立填写读数、撰写反思并完成报告。
第 19 步识别失败怎么办?	检查非空白、图种选择和基本图形特征；服务暂时不可用时稍后重试。
报告生成后是否一定保存到账号?	登录平台账号后可保存到个人账号，保存状态以页面显示为准。
报告生成后是否一定回传实验空间?	实验空间接口联调已完成。按要求完成交卷后，成绩与报告按接口流程回传，页面显示各阶段处理状态。
三维场景空白或显示异常怎么办?	使用课程指定电脑及 Chrome、Chromium 等现代浏览器；显示异常时刷新页面或更换浏览器。
可以用手机完成吗?	平台支持 390×844 移动视口与触控操作，主要场景、操作区和折叠控制区均可访问；教学实施以课程指定环境为准。
哪里查带宽、并发、排队和在线联调证据?	运行测试与部署情况见第 07 册。

十、安全注意事项与使用边界

表 16. 安全注意事项与使用边界

类别	注意事项
教学边界	实验结果用于虚拟仿真教学中的模型分析、工况比较与控制方案评价。
指标边界	MSI 用于舒适性工况比较，油耗指数用于经济性相对比较，模型曲线用于控制方案分析与评价。
操作规范	按当前步骤操作，不绕过顺序解锁，不篡改采样或提交内容，不把自由探索控件当作课程任务要求。
读数安全	区分单位、正负号、左右方向和变量名称；重要结论必须能回到相应曲线和工况。
账号与票据	使用本人账号和教师提供的正式入口，不分享 ticket，不在反思中填写无关个人敏感信息。
人工智能	控灵提供步骤解释与操作引导，视觉识别核对手绘图种；学生独立手绘、独立反思并核对最终报告。
健康与设备	长时间观察三维场景如感不适，应暂停休息；使用正常显示与输入设备，不在走动或驾驶环境中操作。
故障与证据	保留页面提示并重试或联系教师，由技术支持根据系统状态协同处理。
报告与评价	分别核对账号保存、实验空间回传和教师评价状态，完成在线交卷与教师复核流程。

完成实验前，最后检查四项：20 步均有记录；第 19 步为本人手绘且图种一致；第 20 步反思来自真实观察；报告保存与实验空间回传状态已按实际需要核实。