

3-1 名称
基于 VR 技术的风力发电机组虚拟装配实训系统
3-2 有效链接网址
https://dlxfz.zepc.edu.cn/stxfz/sxjxxm/sx103.htm
3-3 实训目的
本实训项目按照 MW 级风力发电机组装配流程标准设置。通过仿真训练，使学生熟悉 MW 级风力发电机组装配作业的流程，掌握该项目的操作要领及技能、学习装配作业相关知识，深刻领会相关作业的危险点、注意事项和安全措施等，解决无法进入整机厂实际装配实训项目开展受限的问题。
3-4 实训原理（或对应的知识点）
知识点数量： <u>25</u> （个）
<ol style="list-style-type: none"> (1) 叶片轴承装配 (2) 电池柜装配 (3) 控制柜装配 (4) 变桨系统装配 (5) 叶片锁定装置装配 (6) 限位器及编码器装配 (7) 导流罩安装 (8) 主轴系统装配 (9) 偏航系统装配 (10) 机舱架装配 (11) 驱动链总装 (12) 发电机安装 (13) 控制柜安装 (14) 机舱起吊装置安装 (15) 冷却及液压系统安装 (16) 加热系统安装 (17) 机舱罩安装 (18) 塔底供电操作 (19) 塔筒供电操作 (20) 机舱控制柜电源上电操作 (21) 变桨系统供电操作 (22) 偏航系统上电操作 (23) 齿轮箱油泵供电操作 (24) 液压站辅助操作 (25) 机舱加热操作。
3-5 实训仪器设备（装置或软件等）
基于 VR 技术的风力发电机组虚拟装配实训系统
3-6 实训材料（或预设参数等）
基于 VR 技术的风力发电机组虚拟装配实训系统
3-7 实训教学方法（举例说明采用的教学方法的使用目的、实施过程与实施效果）
<ol style="list-style-type: none"> 1. 以虚代实法 <ol style="list-style-type: none"> (1) 使用目的 <p>在无法进入整机厂或风电场的实训条件下，使学生通过完全与实际作业流程一致</p>

的虚拟仿真训练，熟悉 MW 级风力发电机组装配流程作业的流程，掌握该项目的操作要领及技能、学习装配作业相关知识，深刻领会相关作业的危险点、注意事项和安全措施等，达到企业技能要求，为实际开展 MW 级风力发电机组装配实训奠定良好基础。

(2) 实施过程

学生使用本实训室配置的“VR 技术的风力发电机组虚拟装配实训系统”及配套头盔、交互手柄进行仿真培训学习、练习，熟练机组装配作业的流程，掌握该项目的操作要领及技能，并深刻领会相关作业的危险点、注意事项和安全措施。最后通过系统的考评模块参加考评，合格后本项目通过，否则再次练习。

(3) 实施效果

采用本仿真系统解决了无法进入企业级现场实训而难以进行的问题，既节约了设备投资又节省了训练时间，还可以使学生反复练习直至掌握。仿真系统生成的虚拟设备和环境栩栩如生，具有很强的沉浸感，提高了学生的学习兴趣和学习自主性。

2. 交互式教学方法

(1) 使用目的

在叶片轴承装配、电池柜装配、控制柜装配、变桨系统装配、叶片锁定装置装配、限位器及编码器装配、导流罩安装；机舱装配过程中至少要包含：主轴系统装配、偏航系统装配、机舱架装配、驱动链总装、发电机安装、控制柜安装、机舱起吊装置安装、冷却及液压系统安装、加热系统安装、机舱罩安装；电气柜仿真操作至少要包含：塔底供电操作、塔筒供电操作、机舱控制柜电源上电操作、变桨系统供电操作、偏航系统上电操作、齿轮箱油泵供电操作、液压站辅助操作、机舱加热操作等重要环节和节点，系统都设置有交互环节。学生必须回应正确才能继续后边的流程。通过这种互动式教学，可以让学生熟悉与掌握机组装配及系统上电作业的全流程，强化学生的标准化作业水平和意识，培养学生的工匠精神和热爱劳动的意识。

(2) 实施过程

学生登录仿真培训系统，选择培训任务，进入学习模式。按照要求进行工具准备和选择，若选择错误则无法进入下一操作环节……。依次类推，在操作过程中，需要严格按照标准化作业流程进行，顺序错误则无法操作。每一步操作都要到位，选中正确的操作部位和操作方法才能完成。在操作过程中还会将每一步重要操作对应的知识点显示在操作界面，并需完成测试题目，达到理论联系实际的目的。

(3) 实施效果

这种交互式教学方法使学生深刻掌握机组装配及系统上电作业的要点及标准化作业流程，有效提升学生专业综合技能。通过这种交互，使学生标准化作业水平和意识得以强化、提高。

3. 角色扮演式教学方法

(1) 使用目的

角色扮演的教学方法使学生按照现场角色分工进行实训，得到真实的职业体会，将学习和工作融合一体，是一种浸润式学习体验。

(2) 实施过程

学生分好组后，由选举产生工作负责人，工作负责人指定主操作员和副操作员，分配好工作任务。各成员按照自己的角色分工，严格按照标准操作流程完成操作任务。之后再行角色轮换，保证每一位成员都能全面掌握作业流程和方法，且能熟练操作。

(3) 实施效果

角色扮演的分组形式具有学习、工作融合一体的特点，增强了学生的职业认同感和责任感，在仿真系统中营造工作场景，浸润式学习体验对提高教学效果有很大的促

进作用。

3-8 实训方法与步骤要求（学生交互性操作步骤应不少于 10 步）

（1）实训方法描述

采用虚拟仿真系统代替实物实训的方法。首先学生登录仿真系统后，按照需求选择实训项目。VR 实训内容至少包含 45 个实训任务和 45 个考核任务，每个任务必须可通过 HTC VIVE 可穿戴设备进行交互操作。内含管理系统，可在实训模式与考核模式间自由切换；在考核模式下可设置考核任务、考核时间、容错步骤参数。学生须通过 HTC VIVE 可穿戴设备完成教师设置的考核任务，当学生操作错误时，软件可自动截图并生成错误记录保存至服务器，便于教师查看、指正学生的错误。软件须根据学生的考核情况自动给予分数，教师可随时查看分数以了解每个学生对标准工艺的掌握情况。

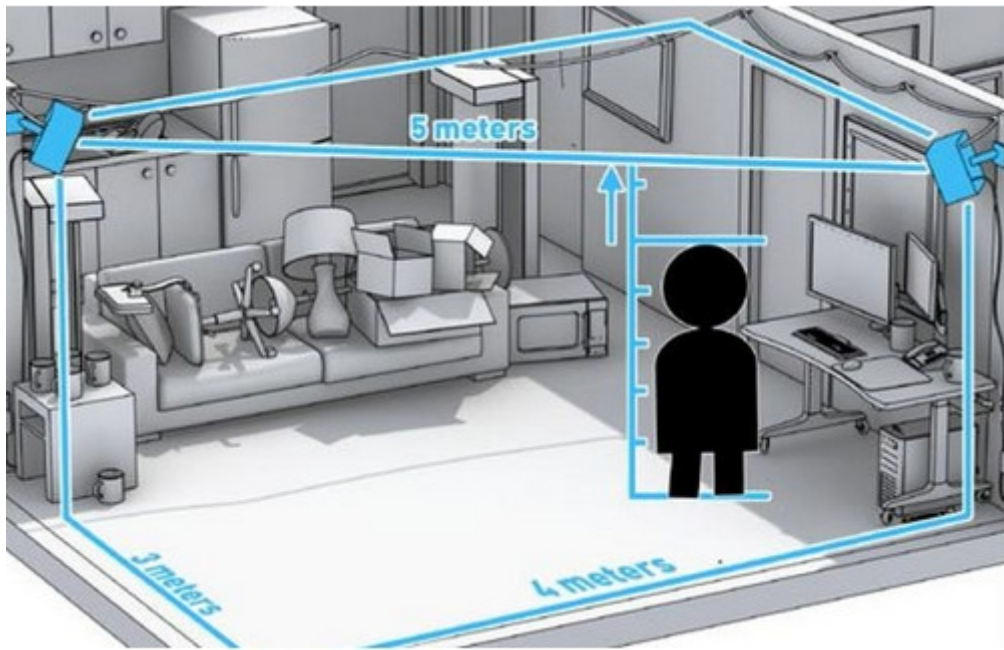
（2）学生交互性操作步骤说明

步骤一：设备准备：

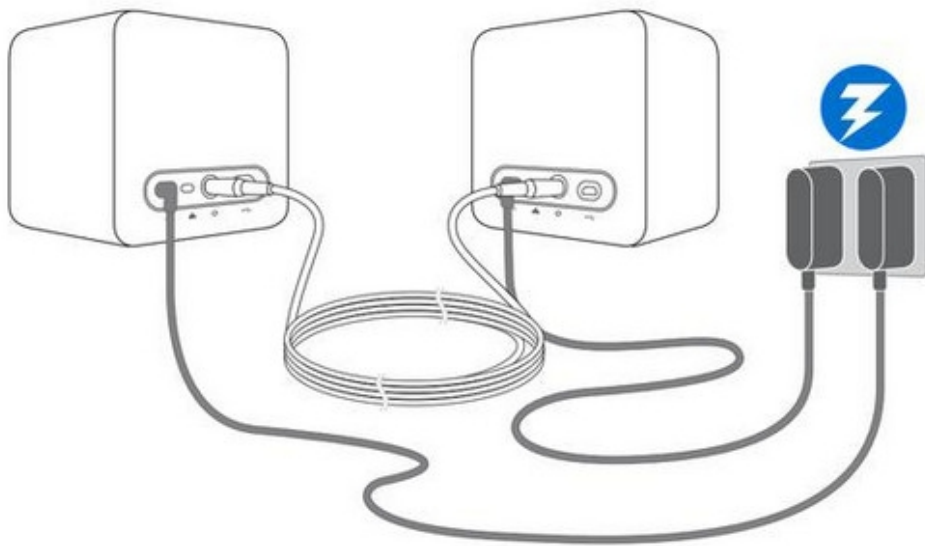
请确保连线正确且正常通电。请使用支架将激光定位器固定，并调整至合适高度。将固定激光定位器的支架放至房间的对角中（如下图所示）。



步骤二：将激光定位器支架高度调整至头部以上（普通人使用大概将高度控制在 2 米左右），如果不安装支架，则可以将激光定位器固定在天花板或墙上，为了追踪精确，请确保两个激光定位器的直线距离不要超过 5 米，并且激光定位器表面不能存在任何的遮挡物，如下图所示。



步骤三：安装好后激光定位器上面的指示灯应该亮起表示工作正常，并且显示主定位器为B、辅定位器为C两个小字表示工作在无线同步模式下。如果不用无线同步而是用线缆同步的话，需要用A通道，从后面按钮去调整工作通道（如下图所示为线缆同步）。



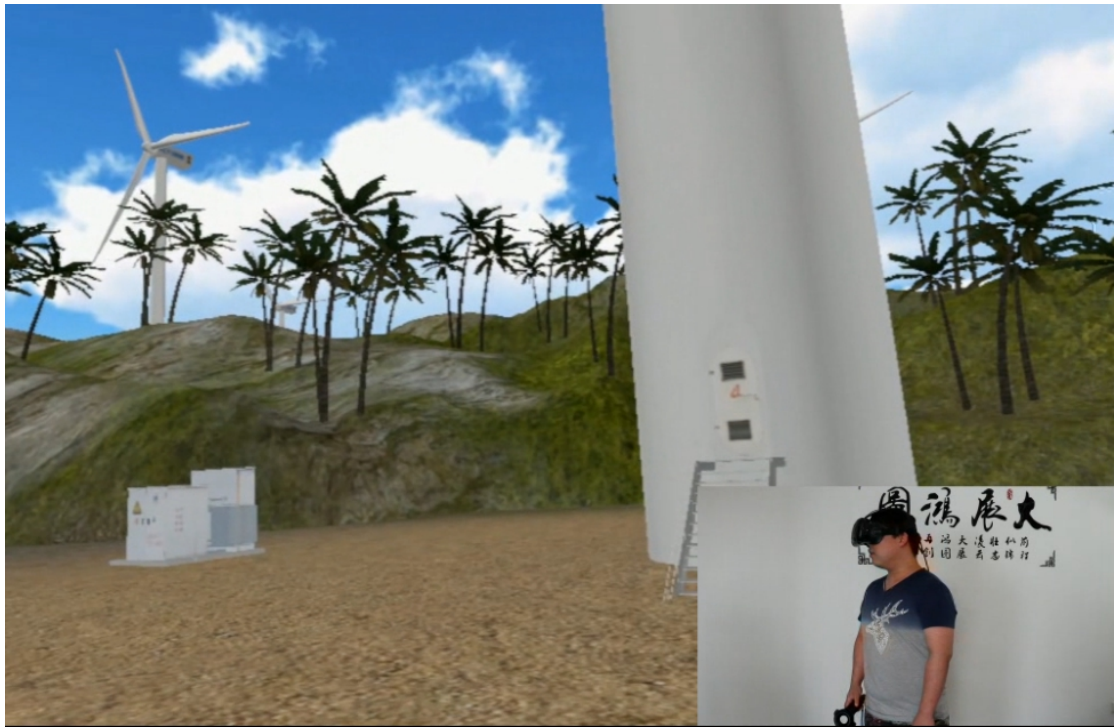
为了获得最佳的体验，请移开区域中可能阻挡你自由行走的物体，移走或遮住镜子和可反射光的平面。

提示：一是千万保护好头显的镜头、二是小心不要碰撞头显和控制器表面的激光接收器。

步骤五：上述步骤安装如果没有出现问题，打开 SteamVR 应用程序，五项设备应该显示绿色，准备就绪！（如下图所示，第一个图标代表头显状态；第二、三个图标代表左右手控制器状态；第四、五个图标代表两个激光定位器状态）

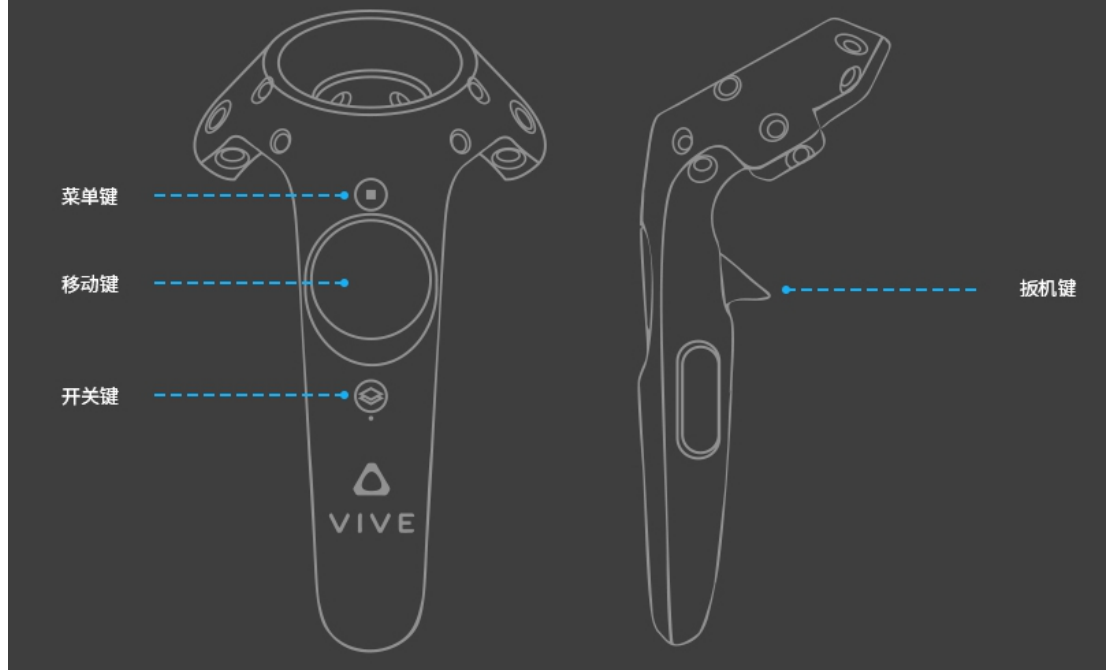


步骤六：程序启动成功后，即可进入风机漫游，如下图所示。



步骤七：通过控制器上面的开关键开启左、右手控制器，并确认左、右手控制器的拿起顺序。

手柄操作指南



其中：
右手控制器的菜单键可开启、关闭菜单



步骤八：当菜单弹出后，左手控制器的位置会决定弹出菜单的位置与方向；此时，右手控制器的扳机键为确认选择菜单。

当菜单关闭时，右手控制器的扳机键为下蹲操作、移动键为移动操作。
头显的角度会决定视角的旋转角度。

注意：在塔筒内部视角中进行塔筒爬梯攀爬的过程中，菜单键无效，只有攀爬至某个平台，或在塔筒视角、机舱视角、偏航视角、风速风向仪视角、塔筒内部视角的基础平台时，才可呼出菜单键。

在偏航视角中，移动键和下蹲功能无效。

当执行某些特定功能原理（如启动风机、风机停机、风机急停、风机变桨、风机偏航）时，机组会处于执行命令的过程，部分菜单会根据机组的实际状态而被禁用，直至风机完全达到目标状态后，系统会重新开启被禁用的菜单及功能。

步骤九：风电场 VR

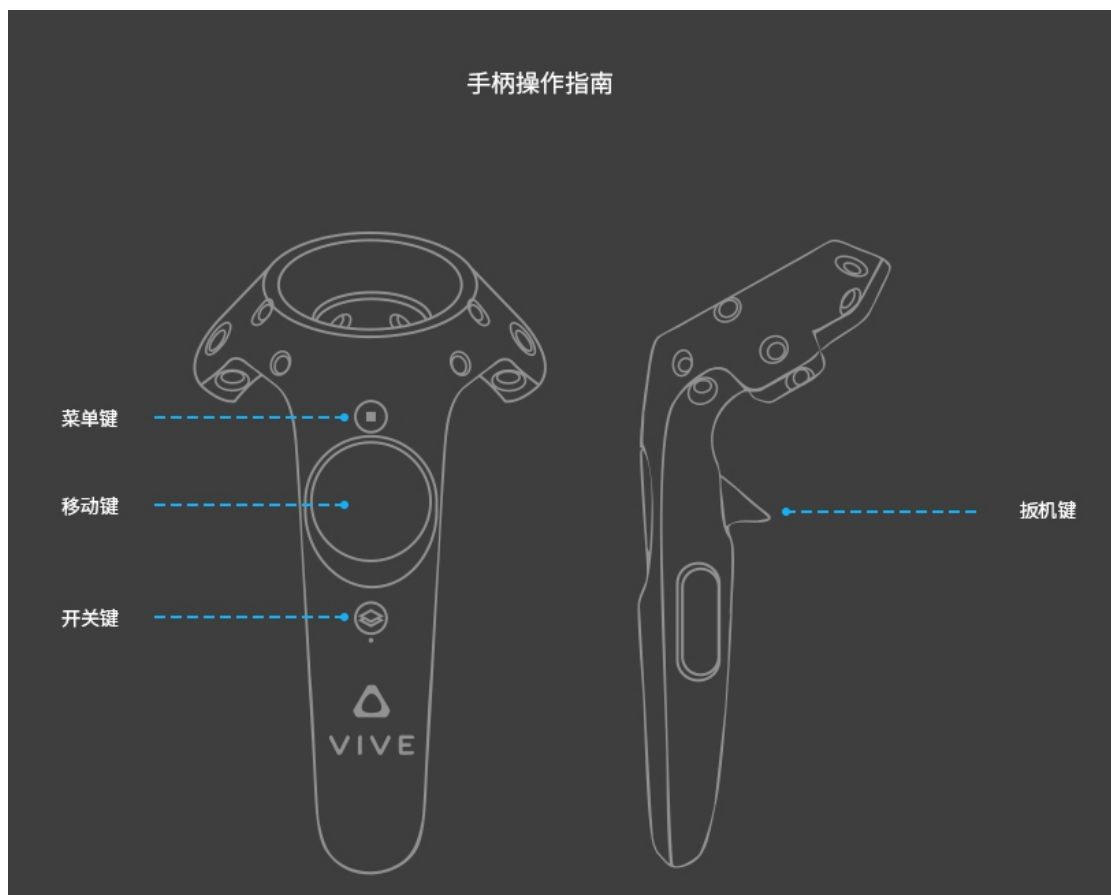
同 1.21 风电机组 VR

步骤十：风电机组工程 VR

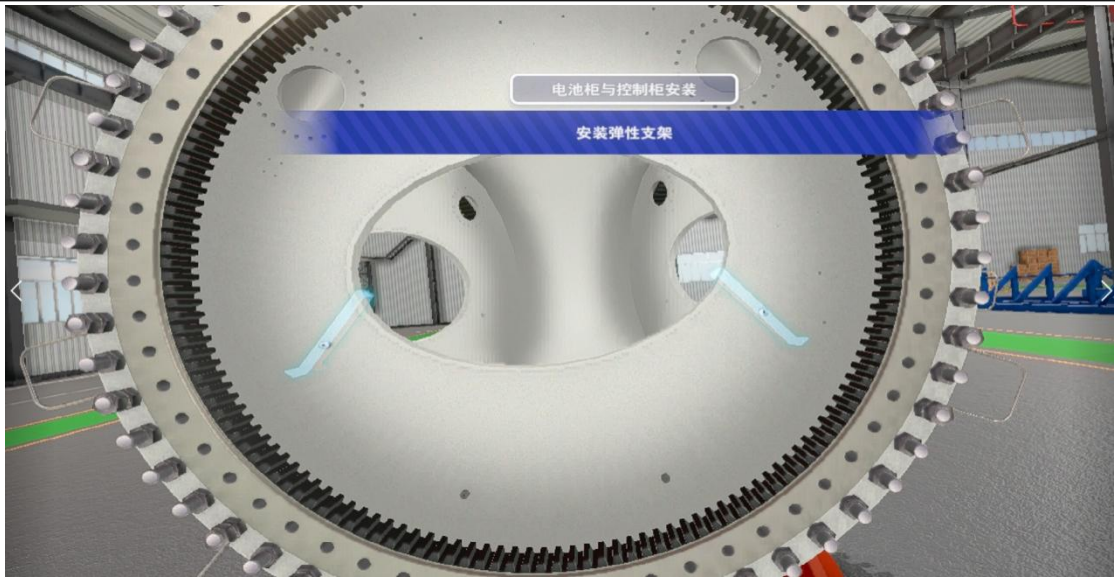
① 风电场认知：同 1.22 风电场 VR

② 机械原理：同 1.21 风电机组 VR

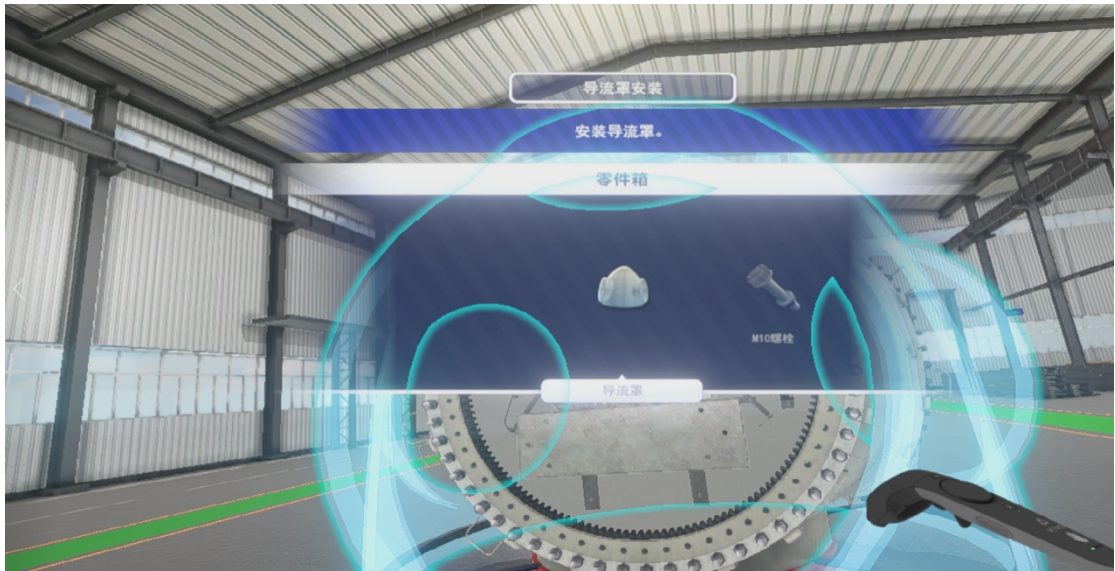
③ 轮毂装配：



步骤十一：进入装配任务，按下手柄移动键可自动移动。



步骤十二：按下菜单键可打开零件箱选择零件，按下扳机键确认选择。



步骤十三：考核模式下，操作错误后保存错误步骤图片，时间结束或达到最大容错步骤数时结束考试。



步骤十四：机舱装配、塔筒装配、运输、卸载、吊装、机舱柜塔底柜操作：同上轮毂装配

3-9 实训结果与结论要求

- (1) 是否记录每步实训结果： 是 否
- (2) 实训结果与结论要求： 实训报告 心得体会 其他_____
- (3) 其他描述：实操考试结果

3-10 考核要求

学生完成本项目仿真训练后，要进入仿真培训系统的考试模式进行考试，系统将对学生的操作过程进行全程自动监控，同时还以考题的方式考察学生对运维知识的掌握程度，并对操作过程和考题答卷自动评分，给出考试结果。

本实训项目的最终成绩=考试结果（75%）+实现报告成绩（25%）

3-11 面向学生要求

(1) 专业与年级要求

本实训项目适用于新能源发电类相关专业的二、三年级学生，包括风力发电工程技术专业、新能源装备技术专业、分布式发电及智能微电网专业、光伏工程技术专业、工业过程自动化技术专业等。

(2) 基本知识和能力要求等

要求学生已经学习过《电工基础》、《电力电子技术》、《新能源发电技术》、《电力职业安全》等前续课程，已经掌握电力安全基本知识，了解带电作业分类及工作特点，熟悉仿真操作工作流程。

已完成《电工技能综合实训》、《专业识图实训》、《PLC 应用实训》等相关实训环节，会使用安全工器具，掌握仿真操作流程等。能适应使用 VR 头盔和交互手柄进行操作。

3-12 实训项目应用情况

- (1) 上线时间： 半年
- (2) 开放时间： 工作日全天
- (3) 已服务过的学生人数： 150人
- (4) 是否面向社会提供服务：是 否