

ABB 机器人结构拆装与维护（IRB120）课程参数

软件介绍： ABB 机器人结构拆装与维护虚拟仿真软件以 IRB120 工业机器人为原型，根据 IRB120 维修手册所开发的一款结构拆装与维护虚拟仿真软件。面向任职岗位，以工作过程为导向，全面、系统地介绍 IRB120 工业机器人结构拆装与维护操作必备的安全知识与操作规范，工业机器人结构原理、工业机器人拆装、工业机器人维护等相关知识和技能及虚拟仿真实训教学资源。系统包括教学、实训、考核三大模块，打造“教、学、训、考、评”一体的虚拟仿真课程体系。

软件建设成效：

（1）将企业场景搬进学校

实现基于理论实训一体化教学，将教学与就业岗位“零距离”对接，要通过引进和创作虚拟仿真教学软件将实训场景搬进课堂，展示真实的企业场景。

（2）实现仿真导训

虚拟仿真资源解决了这类“看不见”、“进不去”、“动不了”、“难再现”问题，学生很难进入学习，一些原理很难看到，一些昂贵的设备、仪器学生很难频繁操作，一些故障、事故及小概率事件，难以在教学中再现等实际问题。我们借鉴了仿真教学软件进行结构拆装、原理以及加工演示，通过仿真软件的练习有效突破了教学的重点和难点，减少了因盲目的误操作对实训设施及设备带来的损耗。

（3）为广大学生自主学习提供教学资源，提升学生的职业素养

利用信息化技术为学生提供了职业素养培养的平台，将企业中出现的故障案例、技术问题及与客户沟通中常出现的问题及时上传网站平台，并运用提出问题或行动导向等形式与学生进行沟通，不断以企业真实情境培养学生的职业素养。让学生明确培养的路径，在学习与训练中不断提升自我职业素养。

(4) 缓解师资和实训设备的严重不足，为专业教师提供新型教学资源，提升其课程及资源开发能力

(5) 虚拟实训使建立实训基地的费用降低、实训指导教师工作强度减轻、实训用设施设备减少，学生的学习效果大大提高。学生通过虚拟实训，充分利用社会资源，实现资源建设的开放性、训练过程的开放性、教师指导的开放性。

产品特点：

1、支持各类终端设备 PC、扩展现实 XR ((VR/AR/MR) 设备、各类移动终端

2、支持基于 LINUX 平台的国产自主可控操作系统。如统信、麒麟等基于 LINUX 平台的国产操作系统。

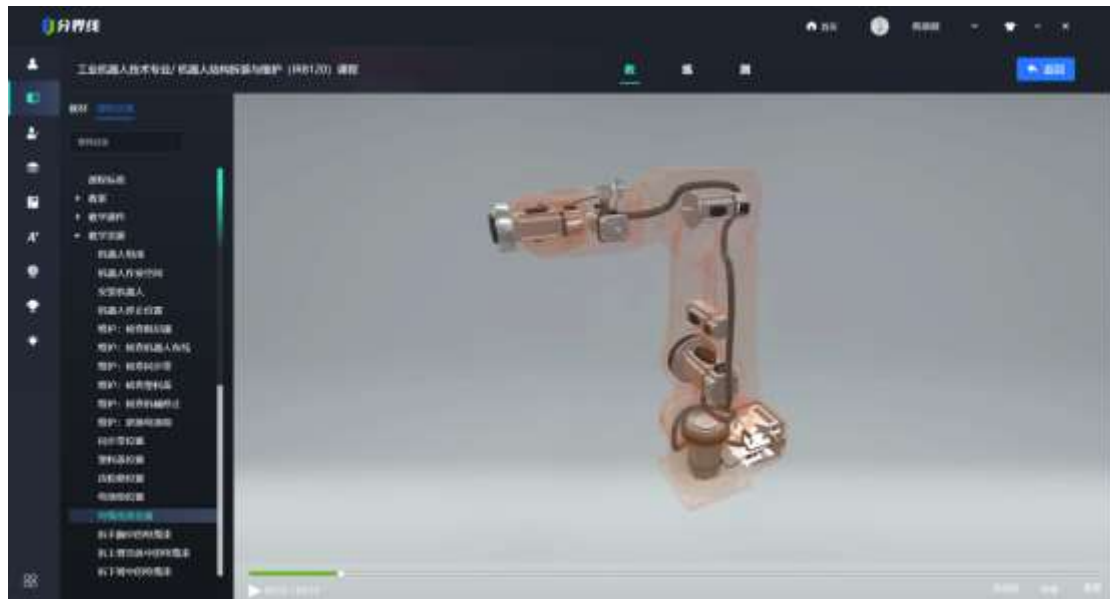
3、流程树:提供实训/实验标准流程树，可自由进行互动实操，支持跳步。

4、智能评价:可对学员实训/实验操作做出智能判断，并根据操作流程及结果进行智能评分

5、双模式报告:支持实时操作与评分两种标准实训报告输出，可记录学员全程操作过程。

6 支持实训考核:可支持理论考核与实训考核,系统可对考核结果进行自动评分。

7、自主编辑:支持老师根据自己的教学习惯进行自主编辑,让教学过程更轻松、更高效。



结构原理



线束拆装



(实训流程图)

实操报告

操作时间	物料	位置	得分
20231122-18:28:40	物料	位置	100
20231122-18:28:46	物料	位置	100
20231122-18:28:58	物料	位置	100
20231122-18:29:10	物料	位置	100
20231122-18:29:11	物料	位置	100
20231122-18:29:40	物料	位置	100
20231122-18:29:49	物料	位置	100

实训报告

课程参数:

1. 3D 教学资源包括:

- 机器人组成;
- 机器人作业空间;
- 安装机器人;
- 机器人停止位置;

维护：检查阻尼器；
维护：检查机器人布线；
维护：检查同步带；
维护：检查塑料盖；
维护：检查机械停止；
维护：更换电池组；
同步带位置；
塑料盖位置；
齿轮箱位置；
电池组位置；
电缆线束位置；
拆手腕中的电缆束；
拆上臂壳体中的电缆束；
拆下臂中的电缆束；
拆基座中的电缆束；
安装基座中的电缆束；
安装下臂中的电缆束；
安装上臂壳体中的电缆束；
安装手腕中的电缆束；
编码器接口电路板位置；
更换编码器接口电路板；
更换塑料盖；
上臂位置；
拆上臂；
安装上臂；
下臂位置；
拆下臂；
安装下臂；
轴 1 电机与齿轮箱的位置；

拆轴 1 的电机与齿轮箱；

安装轴 1 的电机和齿轮箱；

功能要求：

1. 3D 资源可任意旋转；滚动鼠标中键可缩放模型，即距离远近变化；按住鼠标中键可平移模型。

2. 标签功能：选择模型后显示结构名称标签，同时播放声音

3. 进度条功能：拖动进度条上标记点，动画随之变化；点击进度条上位置，动画变化至对应进度状态

4. 结构操作功能：支持结构移动：可对任意选中部件模型进行移动操作，按住鼠标左键，跟随鼠标移动；支持结构隐藏：在有选中任意部件模型的状态下，点击可对其隐藏；支持结构独显：在有选中任意部件模型的状态下，点击可对其单独显示，其余部件模型隐藏；支持结构全显：点击所有部件模型均为可见状态；支持结构透明：在有选中任意部件模型的状态下，点击可对其透明处理；支持结构复位：点击按钮所有模型的隐藏、透明及位移状态均恢复为初始状态；

5. 支持 3D 播放器播放或暂停动画：播放状态：三维场景无法进行旋转或漫游的操作；暂停状态：三维场景可进行旋转或漫游操作，点击播放后摄像视角恢复为动画视角

6. 支持 3D 播放器实时体现当下动画播放进度，拖动或点击可跳转动画位置，进度条左侧为当前播放时间，右侧为动画总长时间

7. 支持 3D 播放器播放进度条上可设置关键标记点

8. 支持 3D 播放器可选择 3D 播放速度，支持 1.0X; 1.5X; 1.75X; 2X;四种倍速的选择

9. 支持漫游场景步行模式：鼠标控制移动方向，配合键盘 WASD 四个键进行前进/后退/左移/右移，可顺畅进行爬楼梯等变化。

10. 支持漫游场景飞行模式：在步行模式下新增上升及下降按钮，Q 键为上升键，E 键为下降键，位于地面状态时为步行模式。

11. 支持漫游场景定位跳转：场景中设有按钮，点开出现位置预览图，相机视点可跳转至指定位置

2. 仿真实训包括：

维护：检查阻尼器；

维护：检查机器人布线；

维护：检查同步带；
维护：检查塑料盖；
维护：检查机械停止；
维护：更换电池组；
拆手腕中的电缆束；
拆上臂壳体中的电缆束；
拆下臂中的电缆束；
拆基座中的电缆束；
安装基座中的电缆束；
安装下臂中的电缆束；
安装上臂壳体中的电缆束；
安装手腕中的电缆束；
更换编码器接口电路板；
更换塑料盖；
拆上臂；
安装上臂；
拆下臂；
安装下臂；
拆轴 1 的电机与齿轮箱；
安装轴 1 的电机和齿轮箱；

功能要求：

1. 支持零部件操作功能：鼠标控制零件,零件跟随鼠标移动,移动至相应位置后,通过控制鼠标把零件放在对应的位置后,放下零件,完成操作；
2. 支持工具操作操作功能：鼠标控制工具拿起,工具跟随鼠标移动,鼠标右键可以放回工具至工具箱内；
3. 支持工具组合操作：可以任意组装工具
4. 支持支持操作指引功能：进入场景初始未进行任何操作时，可显示基础操作提示，如请使用按键 WASD 进行移动；操作指引根据操作步骤的进行显示提示内容，内容包含文字、图片或视频，如实训过程中提示内容存在多条分支则按顺

序显示，并设有左右切换箭头，可切换所有可操作步骤；提示框上包含操作视角按钮与零部件提示高了显示；

5. 支持操作报告功能：操作报告可记录内容类型包括：工具相关操作，流程步骤的相关操作，操作提示记录，得分情况，实时操作过程等；

6. 支持万用表的操作：支持测量交流电电压；测试直流电压；测试 mV 级电压；测试电阻；测试电流；测试电容；二极管的正反测等；

7. 支持拆装安装过程任意操作，拆卸或者安装按照真实流程操作过程设计

3. 仿真考核包括：

维护：检查阻尼器；

维护：检查机器人布线；

维护：检查同步带；

维护：检查塑料盖；

维护：检查机械停止；

维护：更换电池组；

拆手腕中的电缆束；

拆上臂壳体中的电缆束；

拆下臂中的电缆束；

拆基座中的电缆束；

安装基座中的电缆束；

安装下臂中的电缆束；

安装上臂壳体中的电缆束；

安装手腕中的电缆束；

更换编码器接口电路板；

更换塑料盖；

拆上臂；

安装上臂；

拆下臂；

安装下臂；

拆轴 1 的电机与齿轮箱；

安装轴 1 的电机和齿轮箱；

功能要求：

1. 支持零部件操作功能：鼠标控制零件,零件跟随鼠标移动,移动至相应位置后,通过控制鼠标把零件放在对应的位置后,放下零件,完成操作；
2. 支持工具操作操作功能：鼠标控制工具拿起,工具跟随鼠标移动,鼠标右键可以放回工具至工具箱内；
3. 支持工具组合操作：可以任意组装工具；
4. 支持操作报告功能：操作报告可记录内容类型包括：工具相关操作，流程步骤的相关操作，操作提示记录，得分情况，实时操作过程等；
5. 支持万用表的操作：支持测量交流电电压；测试直流电压；测试 mV 级电压；测试电阻；测试电流；测试电容；二极管的正反测等；
6. 支持拆装安装过程任意操作，拆卸或者安装按照真实流程操作过程设计；
7. 支持自动评分功能；按照实训报告操作记录，自动对学生进行评分，分数会反馈给对应的老师；

工业机器人安装与调试虚拟仿真软件

软件介绍：工业机器人安装与调试虚拟仿真软件以“十三五”规范教材为蓝本，以“项目—任务”为结构 面向任职岗位,以工作过程为导向，全面、系统地介绍工业机器人安装与调试操作必备的安全知识与操作规范，机械安装调试、机械安装调试、机械安装调试的相关知识和技能及虚拟仿真实训教学资源。系统包括教学、实训、考核三大模块，打造“教、学、训、考、评”一体的虚拟仿真课程体系。

软件建设成效：

(1) 将企业场景搬进学校

实现基于理论实训一体化教学，将教学与就业岗位“零距离”对

接，要通过引进和创作虚拟仿真教学软件将实训场景搬进课堂，展示真实的企业场景。

（2）实现仿真导训

虚拟仿真资源解决了这类“看不见”、“进不去”、“动不了”、“难再现”问题，学生很难进入学习，一些原理很难看到，一些昂贵的设备、仪器学生很难频繁操作，一些故障、事故及小概率事件，难以在教学中再现等实际问题。我们借鉴了仿真教学软件进行结构拆装、原理以及加工演示，通过仿真软件的练习有效突破了教学的重点和难点，减少了因盲目的误操作对实训设施及设备带来的损耗。

（3）为广大学生自主学习提供教学资源，提升学生的职业素养

利用信息化技术为学生提供了职业素养培养的平台，将企业中出现的故障案例、技术问题及与客户沟通中常出现的问题及时上传网站平台，并运用提出问题或行动导向等形式与学生进行沟通，不断以企业真实情境培养学生的职业素养。让学生明确培养的路径，在学习与训练中不断提升自我职业素养。

（4）缓解师资和实训设备的严重不足，为专业教师提供新型教学资源，提升其课程及资源开发能力

（5）虚拟实训使建立实训基地的费用降低、实训指导教师工作强度减轻、实训用设施设备减少，学生的学习效果大大提高。学生通过虚拟实训，充分利用社会资源，实现资源建设的开放性、训练过程的开放性、教师指导的开放性。

产品特点：

1、支持各类终端设备 PC、扩展现实 XR ((VR/AR/MR) 设备、各类移动终端

2、支持基于 LINUX 平台的国产自主可控操作系统。如统信、麒麟等基于 LINUX 平台的国产操作系统。

3、流程树:提供实训/实验标准流程树，可自由进行互动实操，支持跳步。

4、智能评价:可对学员实训/实验操作做出智能判断，并根据操作流程及结果进行智能评分

5、双模式报告:支持实时操作与评分两种标准实训报告输出，可记录学员全程操作过程。

6 支持实训考核:可支持理论考核与实训考核，系统可对考核结果进行自动评分。

8、自主编辑:支持老师根据自己的教学习惯进行自主编辑，让教学过程更轻松、更高效。

课程参数:

4. 工业机器人安装与调试课程包含

教: 课程标准; 教案; 教学课件; 教学资源; 工单;

练: 仿真实训;

考: 仿真考核; 理论考核相结合;

5. 教学课件包含:

认识工业机器人

工业机器人机械安装调试

工业机器人机械安装调试

工业机器人机械安装调试

6. 3D 教学资源包括：

工业机器人的分类；

工业机器人的自由度；

工业机器人的作业范围；

常用警示标牌；

机器人的关节；

运动副的图形符号；

常用的基本运动图形符号；

机器人的运动机能常用的图形符号；

机器人的运动机构常用的图形符号；

典型机器人机构简图；

机构运动示意图；

关节型机器人结构简图；

机器人传动原理图；

结构简图；

工业机器人内部结构；

机器人手爪的分类；

真空气吸附取料手；

气流负压吸附取料手；

电磁铁工作原理；

机器人末端执行器；

手腕的自由度；

单自由度手腕；

二自由度手腕；

三自由度手腕；

机器人手臂机械结构形式；

履带式机器人；

类人双足行走机构原理；

爬壁机器人行走机构；
车轮和脚并用的机器人；
机器人安装调试常用工具；
伺服电动机的拆装；
谐波减速器结构；
谐波减速器原理；
谐波减速器的安装；
RV 减速器结构；
RV 减速器原理；
RV 减速器的装配；
工业机器人的六个关节轴旋转；
底座结构；
脚部结构；
臂结构；
手腕结构；
工业机器人的装配；
工业机器人本体安装调试；
机器人安装角度和值；
伺服驱动器；
开关电源；
低压断路器；
低压断路器原理图；
航空插头；
工业机器人 IRC5 控制系统的认识；
ABB 机器人系统构成；
常用的电气安装调试工具；
电控柜的安装与连接；
电控柜元器件的安装；
工业机器人本体和电控柜的接线与安装；

示教器；

示教器连接插口；

万用表的使用；

试电笔使用；

示教器结构示意图；

示教器操作界面功能；

设定示教器的显示语言与时间；

单轴运动的手动操纵；

线性运动的手动操纵；

机器人六个关节轴的机械零点刻度位置；

机器人归零操作；

转数计数器更新；

更换 SMB 电池；

工业机器人本体的定期检修维护；

机器人电控柜的维修与保养；

功能要求：

- (1) 3D 资源可任意旋转；滚动鼠标中键可缩放模型，即距离远近变化；按住鼠标中键可平移模型。
- (2) 标签功能：选择模型后显示结构名称标签，同时播放声音
- (3) 进度条功能：拖动进度条上标记点，动画随之变化；点击进度条上位置，动画变化至对应进度状态
- (4) 结构操作功能：支持结构移动：可对任意选中部件模型进行移动操作，按住鼠标左键，跟随鼠标移动；支持结构隐藏：在有选中任意部件模型的状态下，点击可对其隐藏；支持结构独显：在有选中任意部件模型的状态下，点击可对其单独显示，其余部件模型隐藏；支持结构全显：点击所有部件模型均为可见状态；支持结构透明：在有选中任意部件模型的状态下，点击可对其透明处理；支持结构复位：点击按钮所有模型的隐藏、透明及位移状态均恢复为初始状态；
- (5) 支持 3D 播放器播放或暂停动画：播放状态：三维场景无法进行旋转或漫游

的操作；暂停状态：三维场景可进行旋转或漫游操作，点击播放后摄像视角恢复为动画视角

- (6) 支持 3D 播放器实时体现当下动画播放进度，拖动或点击可跳转动画位置，进度条左侧为当前播放时间，右侧为动画总长时间
- (7) 支持 3D 播放器播放进度条上可设置关键标记点
- (8) 支持 3D 播放器可选择 3D 播放速度，支持 1.0X; 1.5X; 1.75X; 2X;四种倍速的选择
- (9) 支持漫游场景步行模式：鼠标控制移动方向，配合键盘 WASD 四个键进行前进/后退/左移/右移，可顺畅进行爬楼梯等变化。
- (10) 支持漫游场景飞行模式：在步行模式下新增上升及下降按钮，Q 键为上升键，E 键为下降键，位于地面状态时为步行模式。
- (11) 支持漫游场景定位跳转：场景中设有按钮，点开出现位置预览图，相机视点可跳转至指定位置

7. 仿真实训包括：

伺服电动机的拆装；

谐波减速器的安装；

RV 减速器的装配；

工业机器人的装配；

工业机器人本体安装调试；

电控柜的安装与连接；

电控柜元器件的安装；

工业机器人本体和电控柜的接线与安装；

万用表的使用；

设定示教器的显示语言与时间；

单轴运动的手动操纵；

线性运动的手动操纵；

机器人归零操作；

转数计数器更新；

更换 SMB 电池；

工业机器人本体的定期检修维护；

机器人电控柜的维修与保养；

功能要求:

- (1) 支持零部件操作功能: 鼠标控制零件,零件跟随鼠标移动,移动至相应位置后,通过控制鼠标把零件放置在对应的位置后,放下零件,完成操作;
- (2) 支持工具操作操作功能: 鼠标控制工具拿起,工具跟随鼠标移动,鼠标右键可以放回工具至工具箱内;
- (3) 支持工具组合操作: 可以任意组装工具
- (4) 支持支持操作指引功能: 进入场景初始未进行任何操作时,可显示基础操作提示,如请使用按键 WASD 进行移动;操作指引根据操作步骤的进行显示提示内容,内容包含文字、图片或视频,如实训过程中提示内容存在多条分支则按顺序显示,并设有左右切换箭头,可切换所有可操作步骤;提示框上包含操作视角按钮与零部件提示高了显示;
- (5) 支持操作报告功能: 操作报告可记录内容类型包括: 工具相关操作,流程步骤的相关操作,操作提示记录,得分情况,实时操作过程等;
- (6) 支持万用表的操作: 支持测量交流电电压;测试直流电压;测试 mV 级电压;测试电阻;测试电流;测试电容;二极管的正反测等;
- (7) 支持拆装安装过程任意操作,拆卸或者安装按照真实流程操作过程设计

8. 仿真考核包括:

- 伺服电动机的拆装;
- 谐波减速器的安装;
- RV 减速器的装配;
- 工业机器人的装配;
- 工业机器人本体安装调试;
- 电控柜的安装与连接;
- 电控柜元器件的安装;
- 工业机器人本体和电控柜的接线与安装;
- 万用表的使用;
- 设定示教器的显示语言与时间;
- 单轴运动的手动操纵;
- 线性运动的手动操纵;

机器人归零操作；
转数计数器更新；
更换 SMB 电池；
工业机器人本体的定期检修维护；
机器人电控柜的维修与保养；

功能要求：

- (1) 支持零部件操作功能：鼠标控制零件,零件跟随鼠标移动,移动至相应位置后,通过控制鼠标把零件放在对应的位置后,放下零件,完成操作；
- (2) 支持工具操作操作功能：鼠标控制工具拿起,工具跟随鼠标移动,鼠标右键可以放回工具至工具箱内；
- (3) 支持工具组合操作：可以任意组装工具；
- (4) 支持操作报告功能：操作报告可记录内容类型包括：工具相关操作，流程步骤的相关操作，操作提示记录，得分情况，实时操作过程等；
- (5) 支持万用表的操作：支持测量交流电电压；测试直流电压；测试 mV 级电压；测试电阻；测试电流；测试电容；二极管的正反测等；
- (6) 支持拆装安装过程任意操作，拆卸或者安装按照真实流程操作过程设计；
- (7) 支持自动评分功能：按照实训报告操作记录，自动对学生进行评分，分数会反馈给对应的老师；

ABB 机器人结构拆装与维护（IRB120）课程参数

1、ABB 机器人结构拆装与维护（IRB120）课程包含

教：课程标准；教案；教学课件；教学资源；工单；
练：仿真实训；
考：仿真考核；理论考核相结合；

2、3D 教学资源包括：

机器人组成；
机器人作业空间；
安装机器人；

机器人停止位置；
维护：检查阻尼器；
维护：检查机器人布线；
维护：检查同步带；
维护：检查塑料盖；
维护：检查机械停止；
维护：更换电池组；
同步带位置；
塑料盖位置；
齿轮箱位置；
电池组位置；
电缆线束位置；
拆手腕中的电缆束；
拆上臂壳体中的电缆束；
拆下臂中的电缆束；
拆基座中的电缆束；
安装基座中的电缆束；
安装下臂中的电缆束；
安装上臂壳体中的电缆束；
安装手腕中的电缆束；
编码器接口电路板位置；
更换编码器接口电路板；
更换塑料盖；
上臂位置；
拆上臂；
安装上臂；
下臂位置；
拆下臂；
安装下臂；

轴 1 电机与齿轮箱的位置；

拆轴 1 的电机与齿轮箱；

安装轴 1 的电机和齿轮箱；

功能要求：

- (1) 3D 资源可任意旋转；滚动鼠标中键可缩放模型，即距离远近变化；按住鼠标中键可平移模型。
- (2) 标签功能：选择模型后显示结构名称标签，同时播放声音
- (3) 进度条功能：拖动进度条上标记点，动画随之变化；点击进度条上位置，动画变化至对应进度状态
- (4) 结构操作功能：支持结构移动：可对任意选中部件模型进行移动操作，按住鼠标左键，跟随鼠标移动；支持结构隐藏：在有选中任意部件模型的状态下，点击可对其隐藏；支持结构独显：在有选中任意部件模型的状态下，点击可对其单独显示，其余部件模型隐藏；支持结构全显：点击所有部件模型均为可见状态；支持结构透明：在有选中任意部件模型的状态下，点击可对其透明处理；支持结构复位：点击按钮所有模型的隐藏、透明及位移状态均恢复为初始状态；
- (5) 支持 3D 播放器播放或暂停动画：播放状态：三维场景无法进行旋转或漫游的操作；暂停状态：三维场景可进行旋转或漫游操作，点击播放后摄像视角恢复为动画视角
- (6) 支持 3D 播放器实时体现当下动画播放进度，拖动或点击可跳转动画位置，进度条左侧为当前播放时间，右侧为动画总长时间
- (7) 支持 3D 播放器播放进度条上可设置关键标记点
- (8) 支持 3D 播放器可选择 3D 播放速度，支持 1.0X; 1.5X; 1.75X; 2X;四种倍速的选择
- (9) 支持漫游场景步行模式：鼠标控制移动方向，配合键盘 WASD 四个键进行前进/后退/左移/右移，可顺畅进行爬楼梯等变化。
- (10) 支持漫游场景飞行模式：在步行模式下新增上升及下降按钮，Q 键为上升键，E 键为下降键，位于地面状态时为步行模式。
- (11) 支持漫游场景定位跳转：场景中设有按钮，点开出现位置预览图，相机视点

可跳转至指定位置

3、仿真实训包括：

维护：检查阻尼器；

维护：检查机器人布线；

维护：检查同步带；

维护：检查塑料盖；

维护：检查机械停止；

维护：更换电池组；

拆手腕中的电缆束；

拆上臂壳体中的电缆束；

拆下臂中的电缆束；

拆基座中的电缆束；

安装基座中的电缆束；

安装下臂中的电缆束；

安装上臂壳体中的电缆束；

安装手腕中的电缆束；

更换编码器接口电路板；

更换塑料盖；

拆上臂；

安装上臂；

拆下臂；

安装下臂；

拆轴 1 的电机与齿轮箱；

安装轴 1 的电机和齿轮箱；

功能要求：

- (1) 支持零部件操作功能：鼠标控制零件,零件跟随鼠标移动,移动至相应位置后,通过控制鼠标把零件放在对应的位置后,放下零件,完成操作;
- (2) 支持工具操作操作功能：鼠标控制工具拿起,工具跟随鼠标移动,鼠标右键可

以放回工具至工具箱内；

- (3) 支持工具组合操作：可以任意组装工具
- (4) 支持支持操作指引功能：进入场景初始未进行任何操作时，可显示基础操作提示，如请使用按键 **WASD** 进行移动；操作指引根据操作步骤的进行显示提示内容，内容包含文字、图片或视频，如实训过程中提示内容存在多条分支则按顺序显示，并设有左右切换箭头，可切换所有可操作步骤；提示框上包含操作视角按钮与零部件提示高了显示；
- (5) 支持操作报告功能：操作报告可记录内容类型包括：工具相关操作，流程步骤的相关操作，操作提示记录，得分情况，实时操作过程等；
- (6) 支持万用表的操作：支持测量交流电电压；测试直流电压；测试 **mV** 级电压；测试电阻；测试电流；测试电容；二极管的正反测等；
- (7) 支持拆装安装过程任意操作，拆卸或者安装按照真实流程操作过程设计

4、仿真考核包括：

维护：检查阻尼器；

维护：检查机器人布线；

维护：检查同步带；

维护：检查塑料盖；

维护：检查机械停止；

维护：更换电池组；

拆手腕中的电缆束；

拆上臂壳体中的电缆束；

拆下臂中的电缆束；

拆基座中的电缆束；

安装基座中的电缆束；

安装下臂中的电缆束；

安装上臂壳体中的电缆束；

安装手腕中的电缆束；

更换编码器接口电路板；

更换塑料盖；

拆上臂；

安装上臂；

拆下臂；

安装下臂；

拆轴 1 的电机与齿轮箱；

安装轴 1 的电机和齿轮箱；

功能要求：

- (1) 支持零部件操作功能：鼠标控制零件,零件跟随鼠标移动,移动至相应位置后,通过控制鼠标把零件放置在对应的位置后,放下零件,完成操作；
- (2) 支持工具操作操作功能：鼠标控制工具拿起,工具跟随鼠标移动,鼠标右键可以放回工具至工具箱内；
- (3) 支持工具组合操作：可以任意组装工具；
- (4) 支持操作报告功能：操作报告可记录内容类型包括：工具相关操作，流程步骤的相关操作，操作提示记录，得分情况，实时操作过程等；
- (5) 支持万用表的操作：支持测量交流电电压；测试直流电压；测试 mV 级电压；测试电阻；测试电流；测试电容；二极管的正反测等；
- (6) 支持拆装安装过程任意操作，拆卸或者安装按照真实流程操作过程设计；
- (7) 支持自动评分功能：按照实训报告操作记录，自动对学生进行评分，分数会反馈给对应的老师；