

DataMesh

FactVerse Designer

用户手册



版本 7.2 | 2024 年 11 月

目录

1. 简介.....	6
2. 版本更新说明.....	7
2.1 2024年8月更新版本（内部版本号7.1.0）.....	7
2.2 2024年11月更新版本（内部版本号7.2.0）.....	8
3. 基础入门.....	9
3.1 概念.....	10
3.1.1 孪生体模板.....	10
3.1.1.1 元数据.....	10
3.1.1.1 行为树.....	12
3.1.1.2 资源.....	12
3.1.2 孪生体.....	12
3.1.3 孪生场景.....	13
3.2 准备工作.....	13
3.2.1 系统需求.....	13
3.2.2 下载.....	14
3.2.3 获取权限.....	14
3.3 登录.....	15
3.3.1 常规登录.....	16
3.3.2 微软账号登录.....	17
3.3.3 SSO 登录.....	18
3.4 用户界面.....	19
3.4.1 主页.....	19
3.4.2 模板编辑器.....	20
3.4.2.1 菜单栏.....	21
3.4.2.2 工具栏.....	22
3.4.2.3 资源库.....	22
3.4.2.4 孪生体模板.....	26
3.4.2.5 场景区.....	26
3.4.2.6 属性区.....	27
3.4.3 场景编辑器.....	28
3.4.3.1 菜单栏.....	29
3.4.3.2 工具栏.....	30
3.4.3.3 资源库.....	31
3.4.3.4 孪生体.....	32
3.4.3.5 场景区.....	33
3.4.3.6 属性区.....	34
3.4.3.7 场景播放界面.....	37
3.4.4 行为树编辑器.....	40
3.4.4.1 工具栏.....	41
3.4.4.2 节点菜单.....	42
3.4.4.3 行为树编辑区.....	42
3.4.4.4 属性区.....	43

3.5	虚拟工厂 DLC	44
3.5.1	虚拟工厂 DLC 内容	44
3.5.1.1	模型	44
3.5.1.2	孪生体模板	45
3.5.1.3	数字孪生场景	45
3.5.2	使用虚拟工厂 DLC	46
3.5.2.1	编辑虚拟工厂 DLC 中的模板	46
3.5.2.2	编辑虚拟工厂 DLC 中的行为树	46
3.5.2.3	编辑虚拟工厂 DLC 中的场景	47
3.6	FACTVERSE 动手实验室	49
3.6.1	导入动手实验室场景	49
3.6.2	编辑动手实验室场景	50
4.	快速上手搭建数字孪生场景	50
4.1	基本流程	50
4.2	使用虚拟工厂 DLC 中的模板创建孪生体	51
4.3	场景布局、配置连接关系	56
4.3.1	调整“传送带 1”长度和高度	56
4.3.2	为“传送带 1”添加一个新节点	58
4.3.3	连接孪生体的出入口	58
4.4	配置运行逻辑	60
4.4.1	设置“生产 1 号”的主功能	60
4.4.2	修改“传送带 1”的速度	62
4.4.3	为“AGV1”创建行驶路径	63
4.4.4	设置“AGV1”的主功能	64
4.4.5	设置暂存区	65
4.5	播放预览场景	66
5.	功能说明	67
5.1	创建孪生体模板	67
5.1.1	定制化预设模板	67
5.1.2	创建全新的模板	71
5.2	创建孪生体	81
5.2.1	创建单个孪生体	82
5.2.2	批量创建孪生体	82
5.3	向场景中添加孪生体	85
5.4	路径规划	86
5.4.1	构建模式	87
5.4.2	选择模式	89
5.4.3	创建路径的基本流程	90
5.5	场景的导入和导出	91
5.6	定位编辑	92
5.6.1	编辑定位码	92
5.6.2	添加参考模型	95
5.7	业务数据看板	98
5.8	调整场景视角	105

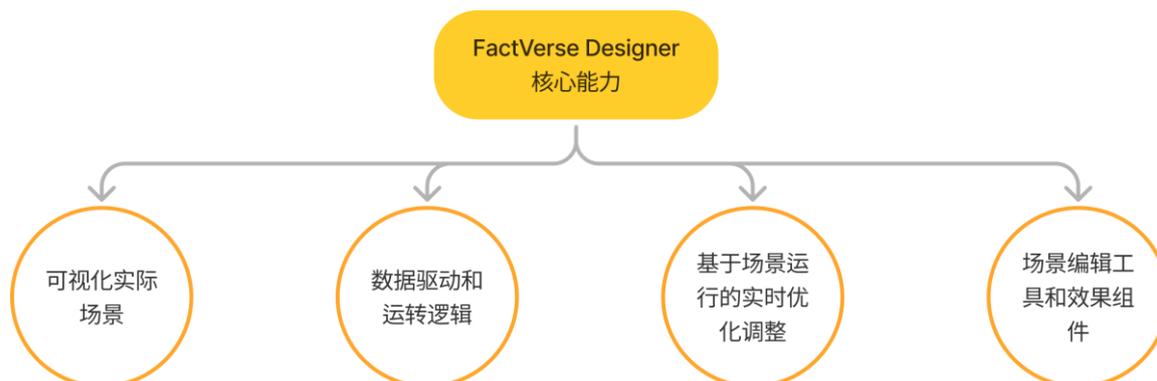
5.9	修改场景渲染环境	105
5.10	播放场景录像	107
5.11	行为树断点调试	112
6.	行为树	114
6.1	行为树简介	114
6.1.1	定义	114
6.1.2	执行规律	114
6.1.3	节点类型	115
6.1.3.1	根节点	115
6.1.3.2	复合节点	115
6.1.3.3	动作节点	116
6.2	节点的配置	117
6.2.1	节点基本操作	117
6.2.2	节点的常用设置	118
6.2.2.1	选择属性	118
6.2.2.2	选择值	118
6.2.2.3	选择孪生体	119
6.2.2.4	选择位置	120
6.2.3	孪生体节点	121
6.2.3.1	创建孪生体	121
6.2.3.2	删除孪生体	123
6.2.3.3	设置属性	125
6.2.3.4	设置孪生体姿态	127
6.2.3.5	设置孪生体父物体	128
6.2.3.6	获取孪生体	129
6.2.3.7	显示隐藏孪生体	131
6.2.3.8	属性转 Vector3	131
6.2.3.9	删除容器元素	132
6.2.4	路径节点	133
6.2.4.1	设置孪生体移动路径	134
6.2.4.2	沿路径移动孪生体	136
6.2.4.3	移动一步	138
6.2.4.4	生成路径	139
6.2.4.5	追踪路径规划	141
6.2.5	出入口节点	142
6.2.5.1	入口获取孪生体	142
6.2.5.2	入口移除孪生体	143
6.2.5.3	放置孪生体到出入口	143
6.2.6	存储区节点	144
6.2.6.1	出货整理	144
6.2.6.2	入货整理	144
6.2.7	角色节点	145
6.2.7.1	播放动画	145
6.2.8	工具节点	148
6.2.8.1	闲置	148
6.2.8.2	产生记录	148
6.2.8.3	等待	149

6.2.9	行为树节点	150
6.2.9.1	添加行为树	150
6.2.9.2	移除行为树	151
6.2.10	数学节点	151
6.2.10.1	Sin 函数	152
6.2.10.2	Cos 函数	152
6.2.10.3	Tan 函数	152
6.2.10.4	正态函数	152
6.2.10.5	泊松函数	153
6.2.10.6	随机数	153
6.2.10.7	加法运算	153
6.2.10.8	减法运算	153
6.2.10.9	乘法运算	153
6.2.10.10	除法运算	153
6.2.11	事件节点	154
6.2.11.1	接收事件	154
6.2.11.2	发送事件	155
6.3	节点的条件	155
6.3.1	定义	155
6.3.2	常见条件	156
6.3.2.1	目标出入口上是否存在孪生体	156
6.3.2.2	比较两个孪生体的属性值	157
6.3.2.3	比较距离	158
6.3.2.4	存储区是否有物体	161
6.3.2.5	孪生体能否放入存储区	162
6.3.2.6	比较孪生体	163
6.4	编辑行为树	163
6.4.1	基本流程	163
6.4.2	示例	164
6.4.2.1	原料生成器的基本功能	164
6.4.2.2	会移动的小球	173
6.4.2.3	响应信号改变方块的颜色	180
6.4.2.4	追击移动的小球	187

1. 简介

FactVerse Designer 是专为工业、制造、交通物流等行业设计的工业元宇宙设计器，旨在为这些行业提供解决方案。此设计器提供了创建和编辑场景的工具，使用户能够轻松地设计和模拟具有复杂逻辑的系统流程。

核心能力



FactVerse Designer 具有以下核心能力：

- 1. 可视化实际场景：** FactVerse Designer 以高效的方式将企业的 3D 数据标准化，并组织为数字孪生场景。通过这种方式，您可以准确模拟和可视化实际场景。
- 2. 数据驱动和运转逻辑：** FactVerse Designer 支持数据驱动和运转逻辑的特性。用户可以连接业务系统，基于真实场景数据编排和驱动场景运行。此外，通过行为树工具，用户可以拖拽方式设计、控制、调整场景内各元素的运转逻辑。
- 3. 基于场景运行的实时优化调整：** 通过孪生体数据和行为树的驱动，基于时间轴模拟场景运行，用户可以查看场景运行的实际样貌和效果。用户可以根据实时数据反馈来调整和优化场景布局，快速定位和解决目标真实场景在布局、业务逻辑设定、上下游搭接等方面的问题。
- 4. 场景编辑工具和效果组件：** FactVerse Designer 提供丰富的场景编辑工具和效果组件，让用户能够自由创建和编辑各种场景，实现更加逼真和细致的模拟效果。

应用场景

FactVerse Designer 将帮助企业提高效率、优化运营，并改善工业和制造过程，其主要应用场景如下所示：

1. **培训和指导：**通过设备的数字孪生/3D 说明和 XR 指导，FactVerse Designer 可以帮助您快速提升一线工作者操作设备、维护设施的能力，提高生产力。
2. **体验：**借助多种 XR 设备，FactVerse Designer 提供沉浸式的数字孪生场景体验，让参观者和学习者在不干扰生产秩序的同时，快速提升对陌生事物的认知。
3. **监管：**基于设施和设备的数字孪生，FactVerse Designer 支持设施设备维护、状态检查和运维监管，确保设施和设备的正常运行。
4. **模拟：**FactVerse Designer 基于设施和设备的数字孪生，能够模拟和还原真实设施和设备的运转和操作逻辑。这对于大范围的规划、实训、预测和管理等场景非常有用。

2. 版本更新说明

2.1 2024 年 8 月更新版本（内部版本号 7.1.0）

新增功能

1. **场景对象锁定功能：**
 - 通过锁定特定对象，防止其在编辑过程中被误操作或移动，确保场景布局的稳定性。
2. **场景调试运行模式：**
 - 支持对行为树的断点调试，用户可以在行为树的执行过程中设置断点，逐步调试，查看和调整条件配置，从而更精确地控制行为树的执行逻辑。
3. **批量创建、修改孪生体的功能：**

- 提供通过表格批量创建和修改孪生体的功能，用户可以高效地输入和导入多个孪生体的数据，减少手动重复操作，提升工作效率。

优化功能

1. 平型传送带的出入口位置优化：

- 传送带的出入口位置会根据传送带的编辑自动调整，确保出入口始终位于正确的位置，从而提高了使用的便捷性和精度。

2. 开放孪生内容的标识符：

- 允许用户查看和修改孪生体的标识符，增强了对孪生内容的管理灵活性和透明度。

行为树节点库扩展

1. 新增节点类型：

- **追踪路径规划：**自动寻路追击目标孪生体；
- **事件节点：**可以发送和接收自定义事件；
- **乘法与除法节点：**使用属性值进行运算。

2.2 2024 年 11 月更新版本（内部版本号 7.2.0）

此版本引入了多项新功能与优化，进一步提升了用户在场景设计和孪生体管理方面的操作体验，具体更新如下：

新增功能

1. 定位模式

新增定位模式，用户可在场景中精准定位并调整孪生体的位置，提升场景设计的灵活性。

2. 场景底图功能

支持为场景添加底图并完成相关配置，提供设计参考并优化场景编辑效果。

优化功能

1. 行为树配置逻辑优化

采用窗口式逐级配置界面，按由浅入深的顺序引导用户，配置过程更加直观便捷。

2. 孪生体加载体验优化

优化了孪生体的打开、预览和添加到场景中的加载体验，显著减少了加载等待时间。

3. 批量添加孪生体

支持批量将孪生体添加至场景，方便大规模场景的构建操作。

4. 路径底图功能优化

在路径构建模式中，新增默认点位高度与连线方向显示，辅助用户更精确地绘制路径。

5. 行为树编辑界面重新设计

重构了行为树编辑界面的 UI 设计，使配置逻辑更清晰，提升了操作的直观性和友好性。

3. 基础入门

本章旨在介绍数字孪生的基础概念、系统要求、登录方法和用户界面，帮助用户了解和准备使用 FactVerse Designer。

3.1 概念

3.1.1 孪生体模板

孪生体模板用于一类孪生体，每个模板包含某类孪生体的**元数据**、**行为树**和**资源**，可使用模板创建同类孪生体。

3.1.1.1 元数据

元数据是从真实物体中抽象、总结出来的结构化数据，用于描述物体的各方面特征和内容。元数据包括以下几个部分：

- **结构定义**：描述孪生体的一组共性属性的集合。这组属性通常对应孪生体的功能、特征或信息。例如**姿态**，这个结构下可以定义孪生体的位置、旋转、速度等属性。
- **属性定义**：描述孪生体的性质或特征。属性在模板中只是定义，实际的属性值会记录在由此模板创建的孪生体中。**注意**：属性必须隶属于一个结构。
- **预设结构**：提供给用户的一类通用性较强的预设结构。例如**入口**、**出口**、**路径**等。预设结构可以帮助用户快速设置孪生体的基本属性和行为。例如，**路径结构**可以用于定义孪生体的运输路径，用户只需设置起点和终点位置，系统便会自动生成路径规划。

属性是孪生体的性质和特征的统称，涵盖了多个方面，例如生产信息、外观属性、状态信息和用途属性：

- **生产信息属性**：用于描述孪生体的生产信息，如型号、批次、生产商、生产日期等。
- **外观属性**：定义孪生体的外观特征，如颜色、材质、大小、位置等。
- **状态属性**：表达孪生体的运行状态，如是否运转、是否故障、是否维修中等。
- **用途属性**：描述孪生体在特定用途下的性能和特性，如生产效率、能耗，

运行时的分贝、温度等。

属性的数据类型

FactVerse Designer 支持以下几种属性的数据类型：

类型	格式	可定义的属性
Int	整数格式，例如：1, 42, -5	个数、次数、速度等
Double	浮点数格式，带小数点，例如：1.0, 3.1415	温湿度、耗电量、余额、质量、面积等
String	字符串格式，使用双引号括起，例如："名称"	ID、型号等
Bool	布尔值格式：true 或 false	运行状态、检查状态、执行结果等
Vector3	三维向量格式：(x, y, z)，例如：(1.0, 2.0, 3.0)	摆放位置、摆放角度、途径位置等
Vector2	二维向量格式：(x, y)，例如：(1.0, 2.0)	地面上的静物摆放位置，地面上的目标点位等
Path	0:x,y,z 或 1:x,y,z，其中 0 表示直线，1 表示曲线，两个坐标点之间通过 符号进行分隔。 例如：0:0,1,0 0:5,1,0 表示在坐标(0,1,0)和(5,1,0)两个点之间的直线路径。	移动路径、传送路径、运输路径等
Date	日期格式：YYYY-MM-DD，例如：2024-08-09	生产日期、维修日期等
Time	时间格式：HH:MM:SS，例如：14:30:00	启动时间、降落时间、停止时间等
Color	颜色格式：格式 R,G,B,A，前三个数字代表 RGB 色值，第四个数字代表透明度值。 取值范围：每个数字都是 0-255 之间的整数。例如，255,87,51,128。	外观颜色、状态颜色等
Enum	枚举类型格式：预定义的值列表，例如：[01, 02, 03]	错误码与错误类型、产品代码与产品类别等

List	对象数组格式：可用于存储有序的元素集合，每个元素可以是任意类型但必须为同类型。例如：[1, 2, 3], ["a", "b", "c"]	适用于存储有序的元素集，如传感器列表、设备列表、路径点集等。
Dictionary	键值对集合格式：{key: value}，每个元素可以是任意类型但必须为同类型。例如： { "ID": "123", "状态": "正常" }	用于存储键值对结构的数据，适用于根据唯一的键快速查找、添加或修改对应值的情况，例如用户名和对应的密码、配置选项及其值等。

除了孪生体的属性之外，还有树属性，这些属性保存在行为树中，可临时存储和调用。

3.1.1.1 行为树

行为树是实现数字孪生内容（包括数字孪生体和数字孪生场景）的核心机理。它定义了孪生场景中各孪生体的内在工作方式以及各孪生体在特定环境条件下的相互联系和相互作用的规则和原理。

3.1.1.2 资源

资源是指孪生体模板中的三维模型、图片、视频等各种元素的集合，这些元素组合在一起，构成了孪生体模板的三维外观，例如代表设备的 3D 模型、说明操作步骤的图纸或视频等。使用此模板创建的每个孪生体都会默认继承该模板的外观，从而在场景中展现出一致的视觉效果。

3.1.2 孪生体

孪生体是在信息世界中对物理世界中具体实体的数字化映射。每个孪生体都是基于某个孪生体模板创建的实例。孪生体包含四个主要部分：外观、行为树、属性和数据。外观定义了孪生体的视觉表现，行为树决定了孪生体的行为，属性则定义了孪生体的静态或动态特征，数据则包含了与孪生体相关的实时信息或历史信息。用户可以根据需求对这些部分进行编辑，并通过行为树或数据驱动孪生体的行为。

3.1.3 孪生场景

孪生场景是一个业务环境的虚拟视图，由孪生体的实例组成，也可包括自定义的业务逻辑和 3D 装饰元素。孪生场景的核心是布局，主要关注如何组织孪生体。

孪生场景的主要功能包括：

- **孪生体布局：**在孪生场景中，用户可以添加或删除孪生体，通过交互操作调整每个孪生体的位置、大小等属性，还可以调整孪生体的属性，并将可连接的孪生体进行连接等操作。
- **装饰布局：**用户可以在孪生场景中添加或删除各种 3D 模型、2D 图片、视频等资源作为装饰元素，并通过交互操作调整这些装饰元素的位置、大小等属性。
- **路径规划：**设计孪生体在场景中的移动路径，以便模拟设备或人员的行动。
- **全局运行逻辑：**定义和管理场景中的业务逻辑，使得孪生体之间的互动和场景的整体行为符合预期。

3.2 准备工作

3.2.1 系统需求

系统	最低配置	推荐配置
Windows PC	软件： <ul style="list-style-type: none">• Window10 以上系统• Direct3D 11.0 以上版本 硬件： <ul style="list-style-type: none">• CPU: Intel®Core™i5-6200U 2.30Ghz	软件： <ul style="list-style-type: none">• Window10 以上系统• Direct3D 11.0 以上版本 硬件： <ul style="list-style-type: none">• CPU: Intel®Core™i7-11700 3.60Ghz

	<ul style="list-style-type: none"> • 内存：8GB • 显卡：NVIDIA GTX 1050Ti 	<ul style="list-style-type: none"> • 内存：16GB • 显卡：NVIDIA GTX 3070 Ti
macOS	软件： <ul style="list-style-type: none"> • Monterey 12.7.6 硬件： <ul style="list-style-type: none"> • CPU：Intel Core i5 • 内存：8GB • 显卡：Intel Iris Graphics 6100 	软件： <ul style="list-style-type: none"> • Monterey 14 硬件： <ul style="list-style-type: none"> • 芯片：Apple M1 • 内存：16GB

3.2.2 下载

在开始使用 FactVerse Designer 之前，您需要先进行下载。

平台版本	下载链接
Windows PC	https://apps.microsoft.com/store/detail/factverse-designer/9NJS5D6XZG0F?hl=zh-cn&gl=cn 下载短链接： datame.sh/designer
macOS	Apple Store

3.2.3 获取权限

为了获得访问 FactVerse 服务以及使用 FactVerse Designer 的权限，您需要联系您的企业的管理员，并向其申请授权。企业管理员会根据用户的角色和需求，为其分配适当的权限，以确保用户能够顺利访问和使用 FactVerse Designer 和相关产品和服务。在获得授权后，您可以登录 FactVerse Designer 并开始使用它。

3.3 登录



The image shows the login page for FactVerse Designer. At the top center is a blue icon representing a server hierarchy. Below the icon is the text "FactVerse Designer". There are two input fields: the first is for the account number, labeled "账号" with a person icon; the second is for the password, labeled "密码" with a lock icon. Below the password field is a link for "忘记密码" (Forgot password). To the right of the password field is a dropdown menu for region selection, currently set to "China", with a link for "私有部署 服务器列表" (Private deployment server list) below it. A large grey button labeled "登录" (Login) is positioned below the input fields. Below the login button is a section for "使用第三方账号登录" (Use third-party account login), which includes icons for Microsoft account and SSO login. At the bottom, there is a checkbox for "我已阅读并同意DataMesh《使用条款》和《隐私政策》" (I have read and agree to DataMesh's Terms of Use and Privacy Policy).

图 2 登录页

3.3.1 常规登录

在 FactVerse Designer 登录页面中，您可以使用 FactVerse 用户账号和密码进行登录。以下是登录的步骤：

1. 打开 FactVerse Designer 登录页面。
2. 设置服务器：
 - a) 选择公有服务器：如果您的企业部署在公有服务器上，选择服务器列表中的企业账号所属服务器。
 - b) 设置私有部署服务器：如果您的企业使用私有部署服务器，则需要通过点击私有部署图标  设置专属服务码。
3. 输入账号和密码：在登录对话框中，输入您的 FactVerse 用户账号和密码。
4. 勾选“我已阅读并同意 DataMesh 《使用条款》《隐私政策》”选项，然后点击【登录】按钮。
 - a) 如果您只属于一个企业账号，则直接显示主页。
 - b) 如果您有多个企业账号，则会显示一个企业账号列表供您选择所需的企业账号。选择您要使用的企业账号，然后显示主页。

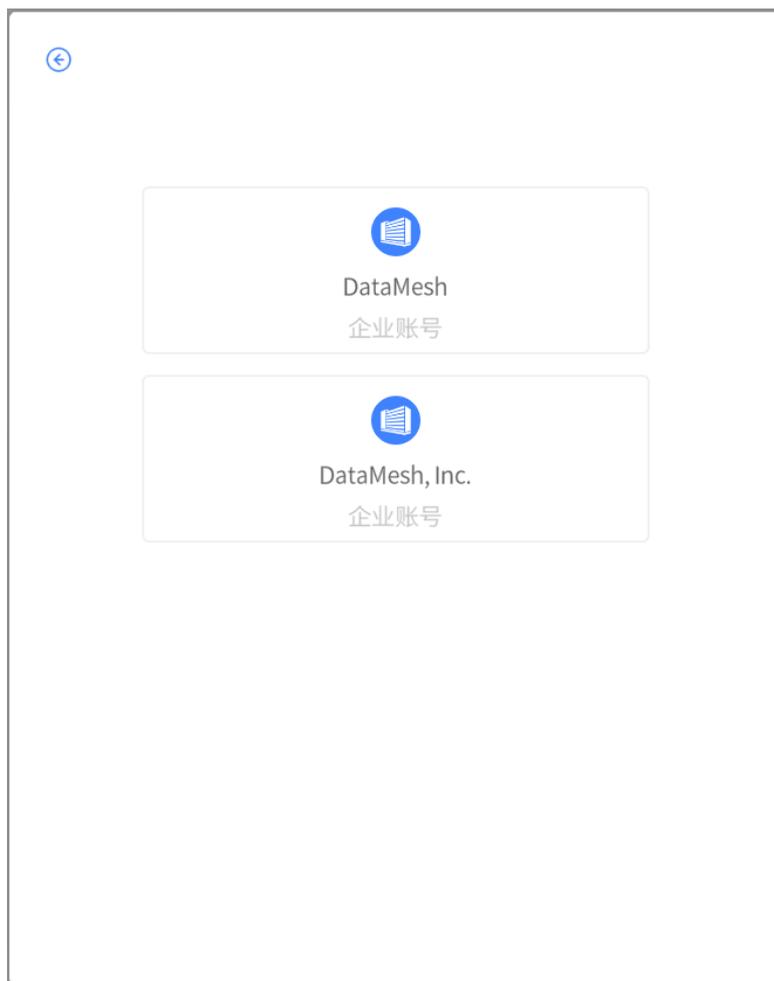


图 3 选择企业账号

3.3.2 微软账号登录

FactVerse Designer 支持使用微软账号登录方式，利用 Microsoft 的身份和访问管理服务 Microsoft Entra ID，以提高用户在使用 FactVerse 服务时的安全性。以下是使用微软账号登录的步骤：

1. 打开 FactVerse Designer 登录页面。
2. 设置服务器：
 - a) 选择公有服务器：如果您的企业部署在公有服务器上，选择服务器列表中的企业账号所属服务器。
 - b) 设置私有部署服务器：如果您的企业使用私有部署服务器，则需要通过点击私有部署图标  设置专属服务码。

3. 勾选“我已阅读并同意 DataMesh 《使用条款》《隐私政策》”选项。
4. 点击微软账号登录图标 ，然后按提示输入微软账号密码进行登录。

3.3.3 SSO 登录

当您的企业启用了 SSO（单点登录）功能后，您可以通过企业统一的身份认证系统登录 FactVerse Designer，简化登录流程并提高安全性。按以下步骤完成 SSO 登录：

1. **打开登录界面：**启动 FactVerse Designer，进入登录界面。
2. **设置服务器：**
 - a) **选择公有服务器：**如果您的企业部署在公有服务器上，选择服务器列表中的企业账号所属服务器。
 - b) **设置私有部署服务器：**如果您的企业使用私有部署服务器，则需要通过点击私有部署图标  设置专属服务码。
3. **勾选服务条款：**勾选“我已阅读并同意 DataMesh 《使用条款》《隐私政策》”选项。
4. **选择 SSO 登录：**点击“SSO 登录”按钮 ，打开**企业标识符**窗口。



企业标识符

请输入企业标识符

注：请联系您的企业管理员获取企业标识符

取消 确认

图 4 输入企业标识符

5. **输入企业标识：**第一次登录需要输入企业标识（请联系您的企业管理员获取此标识符），然后点击【确定】。

6. 进入第三方登录流程：

- a) **已登录企业办公系统：**系统自动重定向，获取您在日常办公系统中的认证信息，提示选择账户。选择后，系统将自动登录 FactVerse Designer，无需手动输入账号信息。
- b) **未登录企业办公系统：**系统重定向至企业的 SSO 认证页面。根据要求输入企业账号和密码，或使用双因素认证等方式完成身份验证。

3.4 用户界面

3.4.1 主页

登录成功后，您将进入 FactVerse Designer 的主页。主页为您提供了编辑界面的入口，方便您快速访问最近编辑的孪生体模板和孪生场景。



图 5 主页

在主页视图中，您可以进行以下操作：

1. **新建模板：**支持创建全新的孪生体模板。
2. **打开模板：**您可以打开已有的孪生体模板，以便进行编辑和定制化操作。
3. **新建场景：**创建新的场景，可以进行场景布局、配置运行逻辑，以便实现孪生体的可视化和交互操作。
4. **打开场景：**打开已有的场景进行查看和编辑。
5. **导入/导出场景：**
 - 导入功能可用于动手实验室场景的导入，使您能够使用动手实验室的场景内容。关于如何使用动手实验室，请参考 [FactVerse 动手实验室](#)。
 - 导出功能支持导出场景文件进行分享和备份。
6. **最近编辑：**在主页上，您可以看到最近编辑的孪生体模板和孪生场景的列表。这个功能允许您快速访问最近使用过的模板和场景，提高您的工作效率。
7. **播放录像：**点击【播放录像】按钮，以播放之前录制好的场景。
8. **导入表格：**支持导入 Excel 表批量创建孪生体。

3.4.2 模板编辑器

在 FactVerse Designer 中，通过点击主页上**孪生体模板**的【新建模板】按钮或打开任意一个孪生体模板，您将进入模板编辑器界面。在模板编辑器界面中，您可以对一类孪生体进行详细定义，包括元数据、行为树和资源等内容。



图 6 模板编辑器界面

3.4.2.1 菜单栏

模板编辑器的“菜单栏”中包含了在制作孪生体模板时可能用到的常用工具和命令。以下是各个菜单的功能说明：

菜单	功能
文件	<ul style="list-style-type: none"> 新建：创建新的孪生体模板。如果当前模板还未保存，则会询问是否保存当前模板。 打开：打开云端已有的孪生体模板。如果当前模板还未保存，则会询问是否保存当前模板。 保存：对当前模板内容进行保存。 另存为：在云端目录中选择保存模板的位置，将当前模板另存到其他目录。 导出为表格：导出用于批量创建或修改孪生体的表格。 关闭：关闭当前模板返回主页。若当前模板还未保存，则会询问是否保存当前模板。 退出：退出 FactVerse Designer。若当前模板还未保存，则会询问是否保存当前模板。
工具	<ul style="list-style-type: none"> 移动工具：用于开启或关闭拖拽导航，帮助用户在场景中直线拖拽角色。 运行参数：显示应用内存占用、DrawCall、Batches、FPS 等关键数据。

视图	<ul style="list-style-type: none"> • 地面网格: 显示或隐藏场景中高度为 0 的平面的网格。 • 视角立方体: 显示或隐藏场景区中的视角立方体、视点重置按钮和投影切换按钮。
设置	<ul style="list-style-type: none"> • 语言: 用于切换语言。简体中文、繁体中文、英语、日语。 • 账户: <ul style="list-style-type: none"> ○ 用户账号: 显示当前已登陆的用户账号。 ○ 登出: 退出当前用户的登录。 • 上传日志: 可将最近 7 份日志上传至 DataMesh FactVerse 平台。 • 关于: 查看当前应用的版本号。

3.4.2.2 工具栏

模板编辑器的“工具栏”中包含了如下表所示的常用命令：

图形符号	描述
	主页按钮 , 点击主页按钮可跳转到主页。若模板当前修改未保存会提示是否保存当前模板。
	保存按钮 , 保存新建或修改的模板。
	另存为按钮 , 点击另存为按钮可以另存当前模板。
	撤销按钮 , 撤销用户上一步操作。
	重做按钮 , 恢复用户已撤销的操作。

3.4.2.3 资源库

模板编辑器的**资源库**位于模板编辑器界面的左窗格，您可以通过拖拽资源库窗格的下边缘或右边缘来改变窗格大小。同时，点击资源库窗格标题可以展开或收起资源库窗格。

资源库窗格分为两部分：**我的资源**和**工具**：

我的资源

在**我的资源**中，您可以访问资源库中的所有可用的 2D 和 3D 资源。

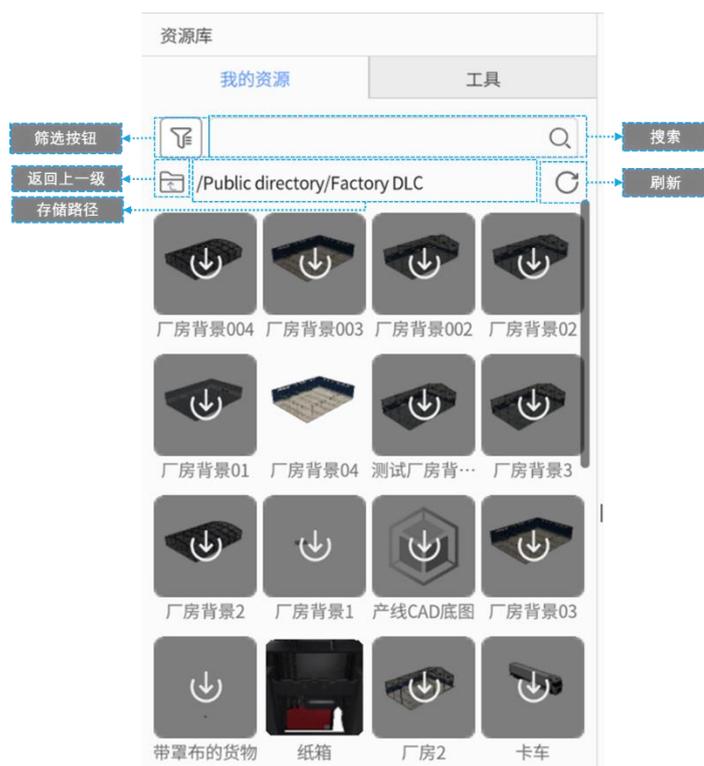


图 7 我的资源

以下是**我的资源**中的相关功能和界面元素：

- **搜索框：**您可以在**我的资源**中按名称进行模糊搜索资源。
- **筛选按钮：**通过选择标签，可以在**我的资源**中对资源进行筛选，只显示包含所选标签的所有资源。
- **资源存储路径：**资源储存的路径。点击  可返回上一层路径。
- **刷新按钮：**点击刷新按钮  可以刷新资源素材，上传资源后点击刷新即可在**我的资源**中查看新资源。

资源的状态：

- **未缓存：**云端的素材尚未缓存到本地，图标显示为灰色。
- **下载中：**点击未缓存的素材后开始下载，同时显示素材下载进度。
- **已缓存：**图标点亮，表示素材已完成下载，此时可以直接将素材拖拽到场景中使用。

工具

工具中包含了系统预设的数字孪生内容，其中包括预设的基础元素，如工厂内的原料生成器、传送带、AGV 小车等。您可以使用这些预设的基础元素快速创建复杂的孪生体模板。

此外，工具中还包括了字幕、组件、形状等系统内置的小工具。这些小工具可以方便用户在模板编辑过程中添加额外的功能和效果，以增强孪生体的交互性和视觉效果。



图 8 工具

3.4.2.4 孪生体模板

孪生体模板窗格位于**资源库**窗格下方，用于展示当前模板中的元数据、资源和行为树。它是模板编辑器界面的一个重要组成部分，提供了对孪生体模板内容的全面查看和管理功能。

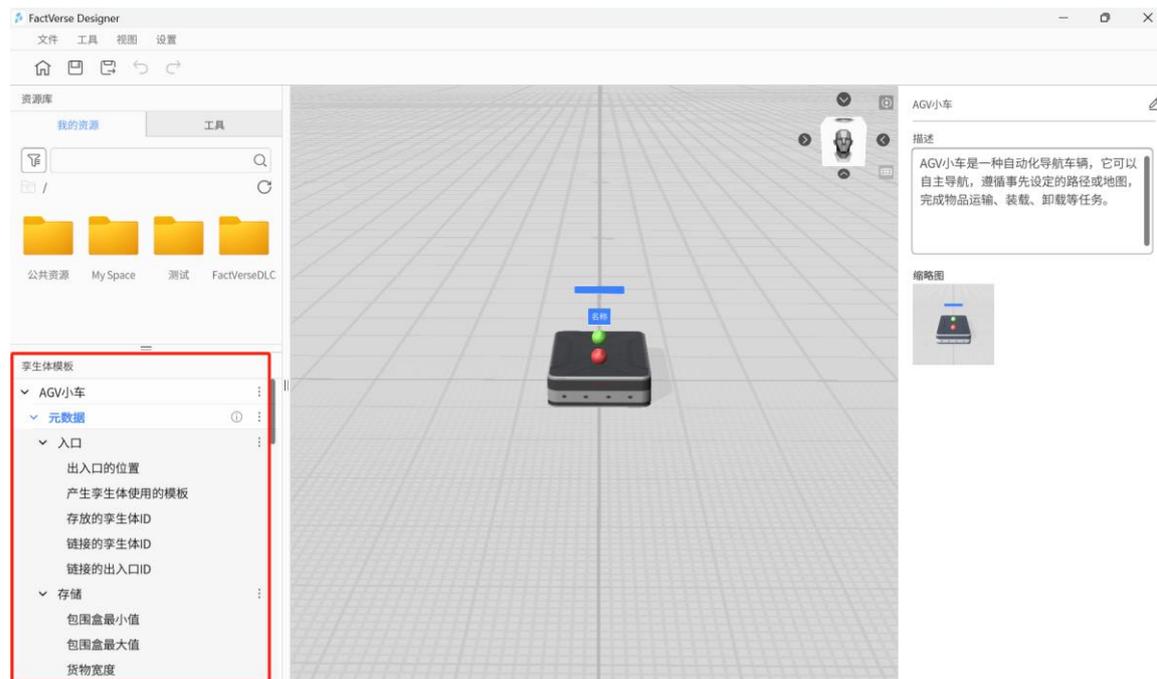


图 9 孪生体模板窗格

3.4.2.5 场景区

模板编辑器的“场景区”位于模板编辑器界面的中央窗格，是用户用来编辑孪生体模板的主要工作空间。您可以将模型或工具资源从**资源库**中拖入场景区，开始创建您的孪生体模板。

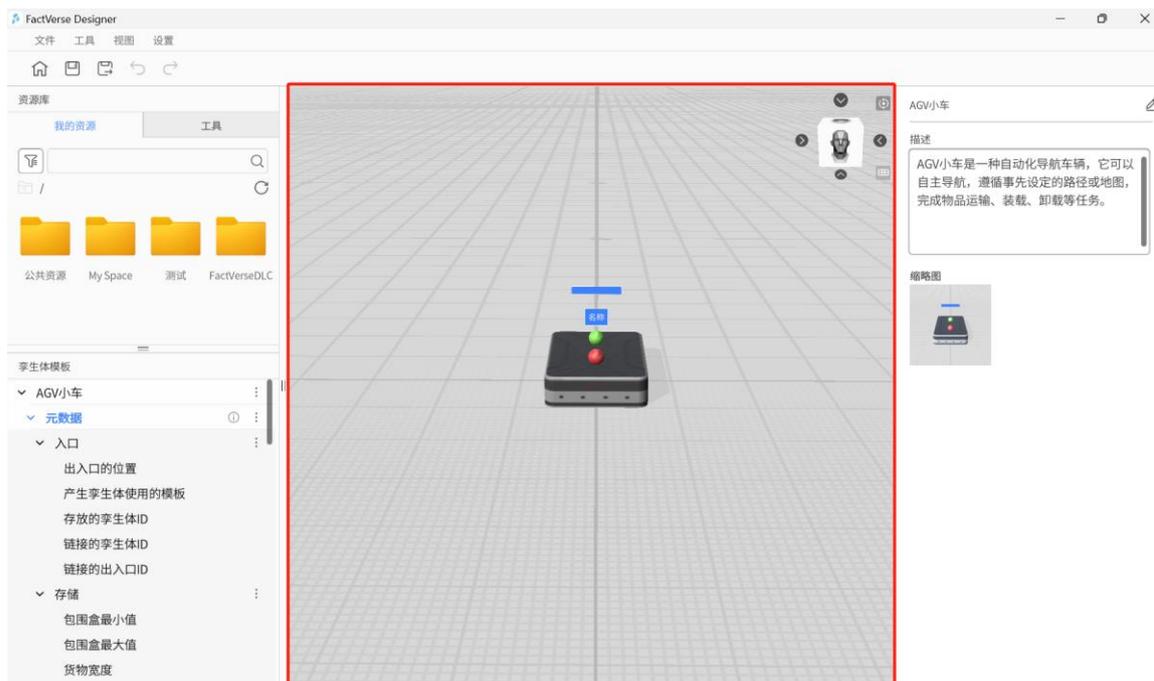


图 10 模板编辑器的场景区

模板编辑器的场景区中包括以下内容：

- 添加到场景的资源：您可以将各种资源，如模型、工具等，添加到场景区中，以便进行布局 and 编辑。
- 视角立方体 ：位于场景区右上角的视角立方体显示当前视图方向。单击视角方块和箭头可以快速在六个视图之间切换。
- 视点重置按钮 ：单击重置按钮可以将视点回到初始视角，方便您重新调整视图。
- 投影切换按钮 ：默认情况下使用透视投影，您可以通过切换按钮切换到正交投影。

3.4.2.6 属性区

模板编辑器的“属性区”面板位于模板编辑器界面的右侧窗格，用于编辑当前模板和场景中资源的属性信息。

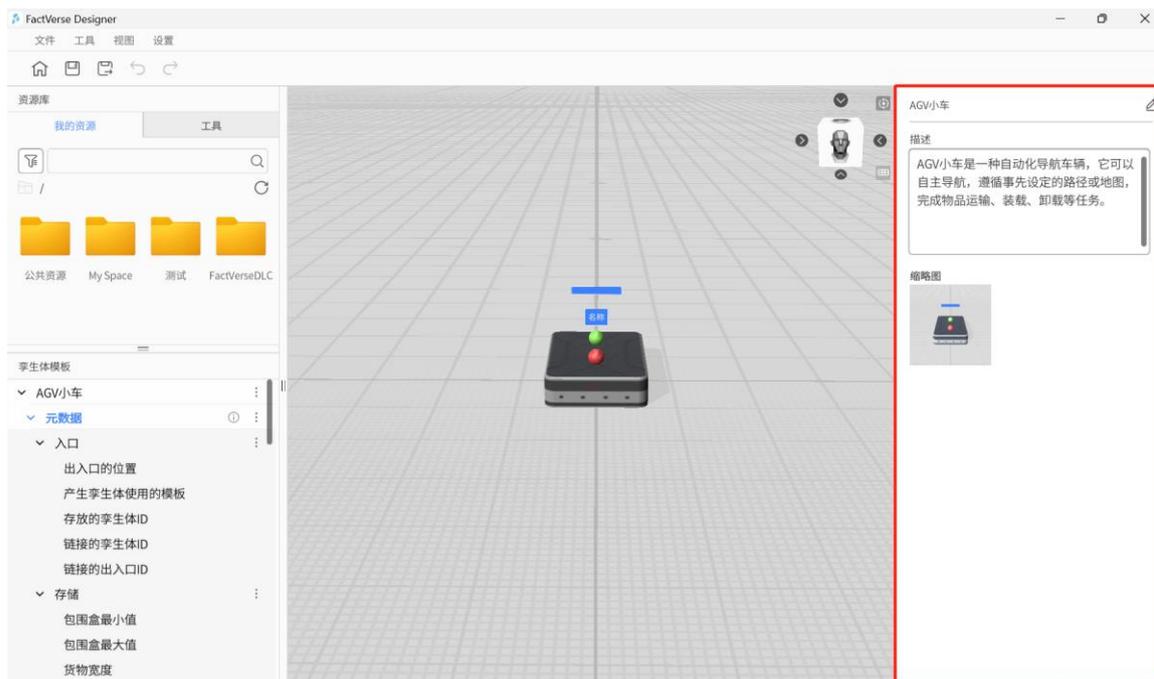


图 11 模板编辑器属性区

主要功能：

- **编辑模板属性：** 点击场景中的空白处，属性区将展示当前模板的属性信息，您可以修改模板的名称、描述以及缩略图信息。
- **编辑资源属性：** 选中场景中的资源，属性区会显示其属性信息。您可以调整和设置资源的大小、位置、颜色等属性。
- **数据绑定：** 属性区支持数据绑定操作，将资源的属性与其他数据源关联。这样可以实现孪生体属性的自动更新和交互效果。例如，使用外部数据驱动孪生体的旋转、移动等姿态变化，使模拟效果更加逼真和实时。

3.4.3 场景编辑器

通过点击主页上**场景**的【新建场景】按钮或打开一个场景，会进入场景编辑器界面。在场景编辑器界面中，您可以组织由孪生体模板创建出的孪生体为一个孪生场景，其包含孪生体布局、出入口连接等功能。

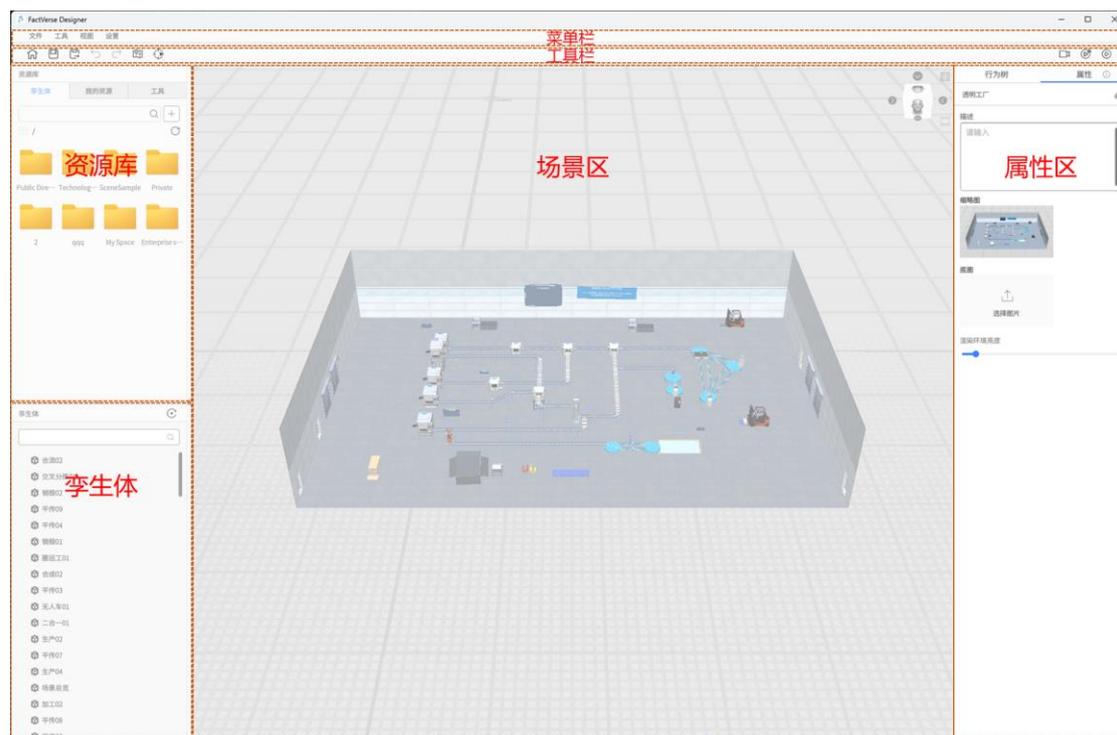


图 12 场景编辑器

3.4.3.1 菜单栏

场景编辑器的“菜单栏”中包含了您在制作孪生场景时可能用到的常用工具和命令。以下是各个菜单的功能说明：

菜单	功能
文件	<ul style="list-style-type: none"> 新建：新建场景。若当前场景还未保存，则会询问是否保存当前场景。 打开：打开云端已有场景。若当前场景还未保存，则会询问是否保存当前场景。 保存：对当前场景内容进行保存。 另存为：在云端目录中选择保存场景的位置，将当前场景另存到其他目录。 关闭：关闭当前场景返回主页。若当前场景还未保存，则会询问是否保存当前场景。 退出：退出 FactVerse Designer。若当前场景还未保存，则会询问是否保存当前场景。

工具	<ul style="list-style-type: none"> • 移动工具: 用于开启或关闭拖拽导航, 帮助用户在场景中直线拖拽角色。 • 运行参数: 显示应用内存占用、DrawCall、Batches、FPS 等关键数据。
视图	<ul style="list-style-type: none"> • 灯光: 显示或隐藏场景中的灯光。 • 路径: 显示或隐藏场景中的路径。 • 地面网格: 显示或隐藏场景中高度为 0 的平面的网格。 • 视角立方体: 显示或隐藏场景区中的视角立方体、视点重置按钮和投影切换按钮。 • 出入口与连接线: 显示或隐藏场景中的出入口与连接线。
设置	<ul style="list-style-type: none"> • 语言: 用于切换语言。简体中文、繁体中文、英语、日语。 • 账户: <ul style="list-style-type: none"> ○ 用户账号: 显示目前已登陆的用户账号。 ○ 登出: 退出当前用户的登录。 • 上传日志: 可将最近 7 份日志上传至 DataMesh FactVerse 平台。 • 更改渲染环境: 修改场景的渲染环境。 • 关于: 查看当前应用的版本号。

3.4.3.2 工具栏

场景编辑器的“工具栏”中包含了如下图所示的常用命令:

图形符号	描述
	主页按钮 , 点击主页按钮可跳转到主页。若场景当前修改未保存会提示是否保存当前场景。
	保存按钮 , 保存新建或修改的场景。
	另存为按钮 , 点击另存为按钮可以另存当前场景。
	撤销按钮 , 撤销用户上一步操作。
	重做按钮 , 恢复用户已撤销的操作。
	路径地图按钮
	定位模式按钮
	录制按钮 , 录制录像。

	断点调试按钮 ，点击 断点调试 按钮可进入行为树调试运行模式。
	播放按钮 ，播放预览场景。

3.4.3.3 资源库

场景编辑器的**资源库**位于模板编辑器界面的左窗格，您可以通过拖拽资源库窗格的下边缘或右边缘来改变窗格大小。同时，点击资源库窗格标题可以展开或收起资源库窗格。

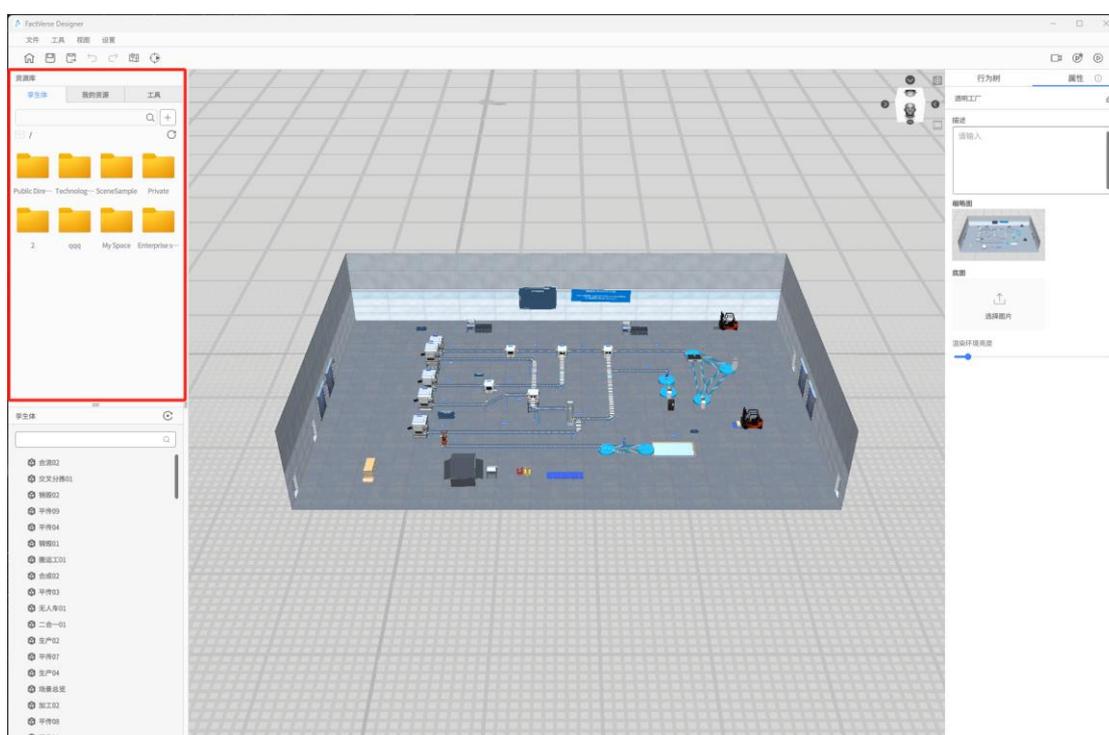


图 13 资源库

在场景编辑器中，资源库包含三个部分：**孪生体**、**我的资源**和**工具**。

- **孪生体**：在资源库的**孪生体**部分，您可以使用孪生体模板来创建孪生体，并在场景中使用这些孪生体。
- **我的资源**：这个部分与模板编辑器中的资源库功能相同，它包含了您可以访问的所有 2D 和 3D 资源。您可以通过搜索、筛选等方式找到所需的资源。

- **工具：**工具部分包括了系统内置的小工具，如字幕、组件、形状等。这些工具可以帮助您快速添加额外的功能和效果，丰富您的孪生场景。

3.4.3.4 孪生体

在场景编辑器中，**孪生体**窗格位于**资源库**窗格下方，用于展示当前场景中的所有孪生体、模型、工具、文档、灯光等元素。

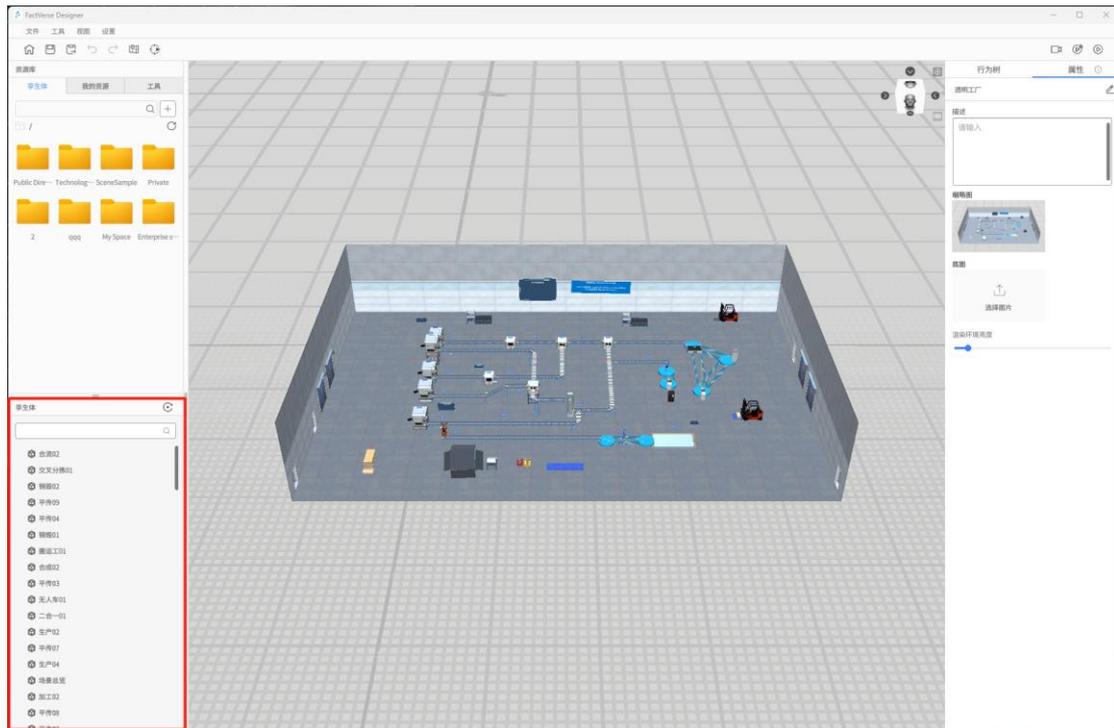


图 14 孪生体窗格

孪生体窗格在场景编辑器中提供了以下功能：

1. 显示或隐藏孪生体：

- ：当前为显示状态，点击显示图标可切换至隐藏状态。
- ：当前为隐藏状态，点击隐藏图标可切换至显示状态。

2. 选择孪生体：点击选中孪生体，以便进行属性或行为树的编辑操作。

3. 删除孪生体 ：点击删除图标可以删除场景中的孪生体。

4. 锁定孪生体 ：被锁定的孪生体将无法改变姿态，并在孪生体列表中处于锁定状态。在构建孪生内容的过程中，锁定背景类模型可避免误操作，提高孪生内容构建效率。
5. 改变孪生体窗格大小：可以通过拖拽孪生体窗格的右边缘来调整窗格的大小。
6. 展开窗格：点击孪生体窗格的标题可展开孪生体窗格。

3.4.3.5 场景区

“场景区”位于场景编辑器界面的中央窗格，是用户用来编辑孪生场景的主要工作空间。在这个区域内，您可以对孪生体、模型和工具进行布局、组织和编辑，从而创建您所需的孪生场景。

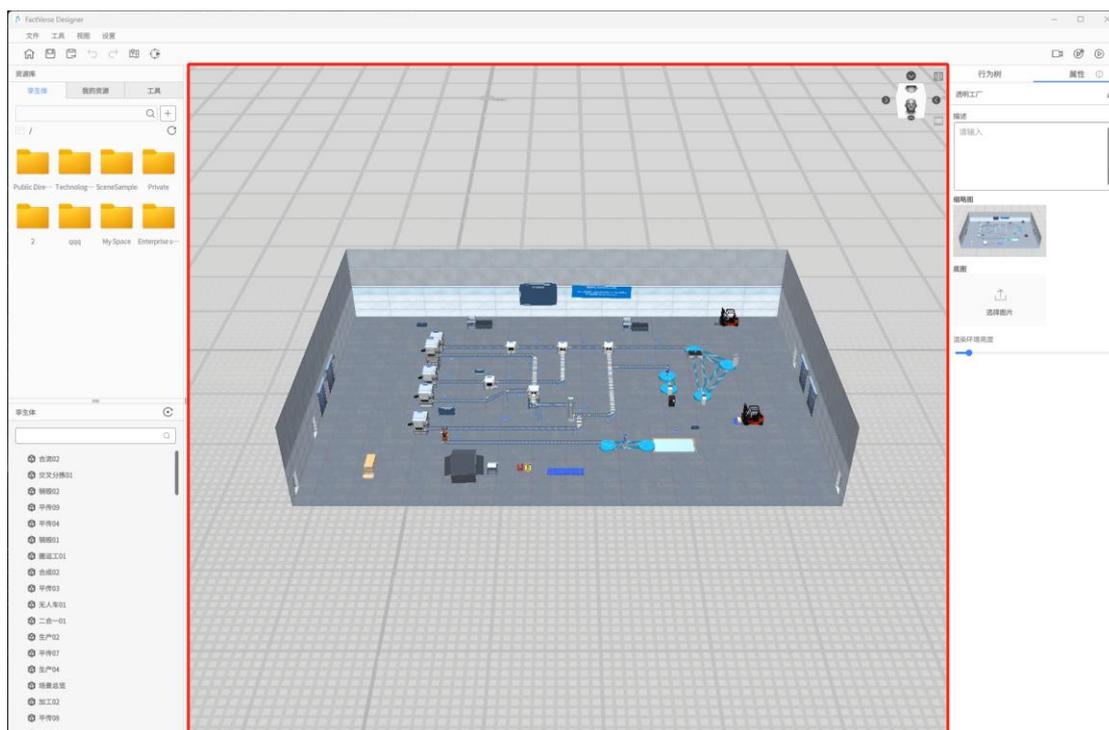


图 15 场景编辑器的场景区

场景编辑器的场景区的主要功能：

- 资源布局：您可以从资源库中拖拽孪生体、模型或工具到场景区中，将它们放置在合适的位置，开始构建您的孪生场景。

- 编辑和组织：在场景区中，您可以对已添加的孪生体和模型进行编辑和组织，调整它们的位置、大小、旋转角度等，以达到预期的场景效果。
- 多视角展示：场景区支持多视角展示，您可以通过单击场景区右上角的视角方块，快速在六个视图之间切换（正视图、后视图、左视图、右视图、上视图、下视图），以便更好地观察和编辑场景。
- 视点重置：单击场景区中的视点重置按钮 ，可以回到初始视角，方便您在编辑过程中进行调整和操作。
- 投影切换：您可以切换场景区的投影方式，从透视投影切换到正交投影，以满足不同场景需求。

3.4.3.6 属性区

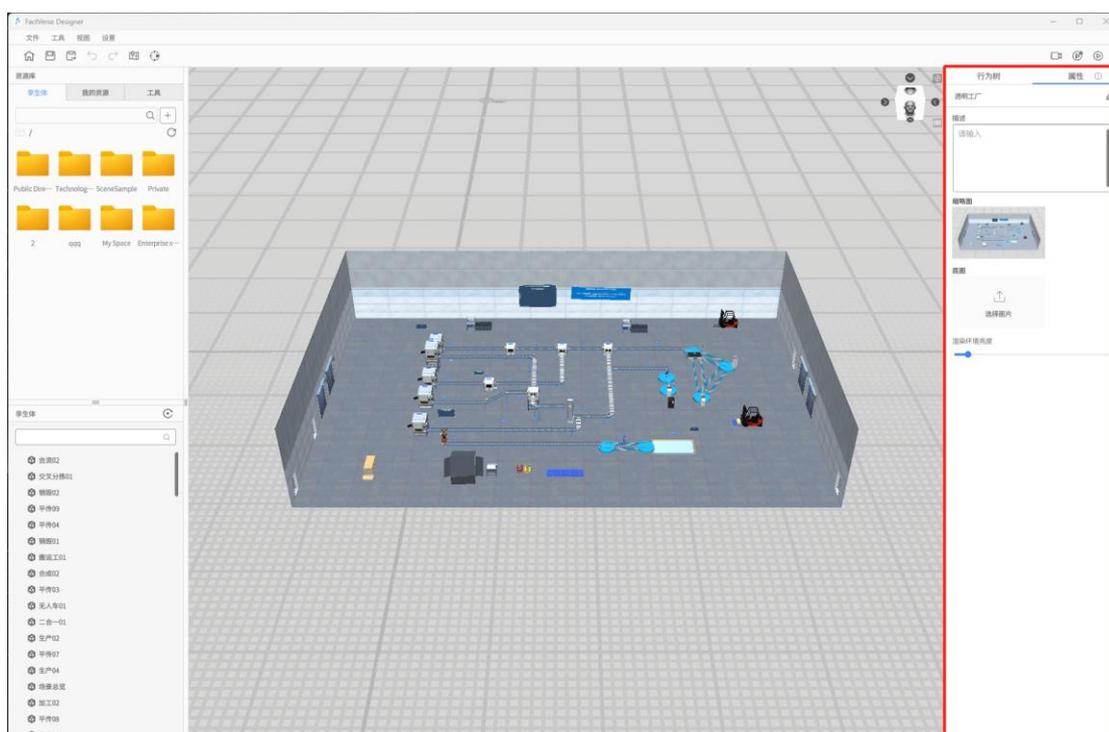


图 16 场景编辑器的属性区

场景编辑器的“属性区”位于界面右侧窗格，主要用于编辑和调整场景、孪生体、模型资源及工具资源的属性。

- **场景属性编辑：**当点击场景中的空白区域（即当前未选中任何对象）时，属性区会显示场景的基本信息。此时可以查看并编辑整个场景的属性，包括场景名称、描述、缩略图和底图配置。



图 17 场景属性

- **名称：**设置场景的名称。
 - **描述：**简短描述场景内容。
 - **缩略图：**设置场景的缩略图显示。
 - **底图：**支持上传 PNG 或 JPG 格式的底图，并对底图进行位置、Y 轴旋转角度、缩放比例及不透明度的调整，以使底图与场景布局更为契合。通过导入 2D 设计图，帮助用户完成场景的初步布局 and 搭建，从而提高设计的准确性和效率。
- **孪生体属性编辑：**选中场景中的孪生体后，属性区会显示该孪生体的详细属性，例如位置、主要功能、出入口等，支持精确编辑和调整。

行为树 属性 ⓘ

▼ 姿态

位置

29.051 X 0 Y -18.992 Z

旋转

0 X 0 Y 0 Z

▼ 存储

货物存储间隔

0.2

最大货物数量

100

▼ 入口_1

出入口的位置

-2.284 X 0 Y 0.359 Z

▼ 出口_1

出入口的位置

2.293 X 0 Y 0.032 Z

▼ IOT

暂存区当前产品数量

0

设置扮演

是 否

数据类型

▼

孪生体编辑

孪生体显示模式

使用模板模型 ▼

图 18 孪生体属性

- **模型资源属性编辑：**当选中场景中的模型资源时，属性区会显示该模型资源的属性信息。支持调整模型的姿态属性及设置背面不可见的选项。



图 19 模型资源属性

背面不可见：当选中的模型或其子构件设置为“背面不可见”时，从背面观察该模型或子构件其消失不可见。此功能主要应用于场景模型，例如，当一个虚拟厂房模型的外墙被设置为“背面不可见”后，外部视角下仅显示内部结构，提升用户对内部设施的可见性。

- **工具资源属性编辑：**当您选中了场景中某个工具资源，属性区会显示该工具的属性信息，例如颜色、位置、图表的关联数据等，您可以通过属性区进行精确的设置和调整。
- **行为树编辑：**在属性区切换至“行为树”标签，可以查看并编辑场景或孪生体关联的行为树。点击任意行为树，可以进入行为树编辑器进行调整。

3.4.3.7 场景播放界面

点击工具栏的播放按钮  可以进入场景播放界面。

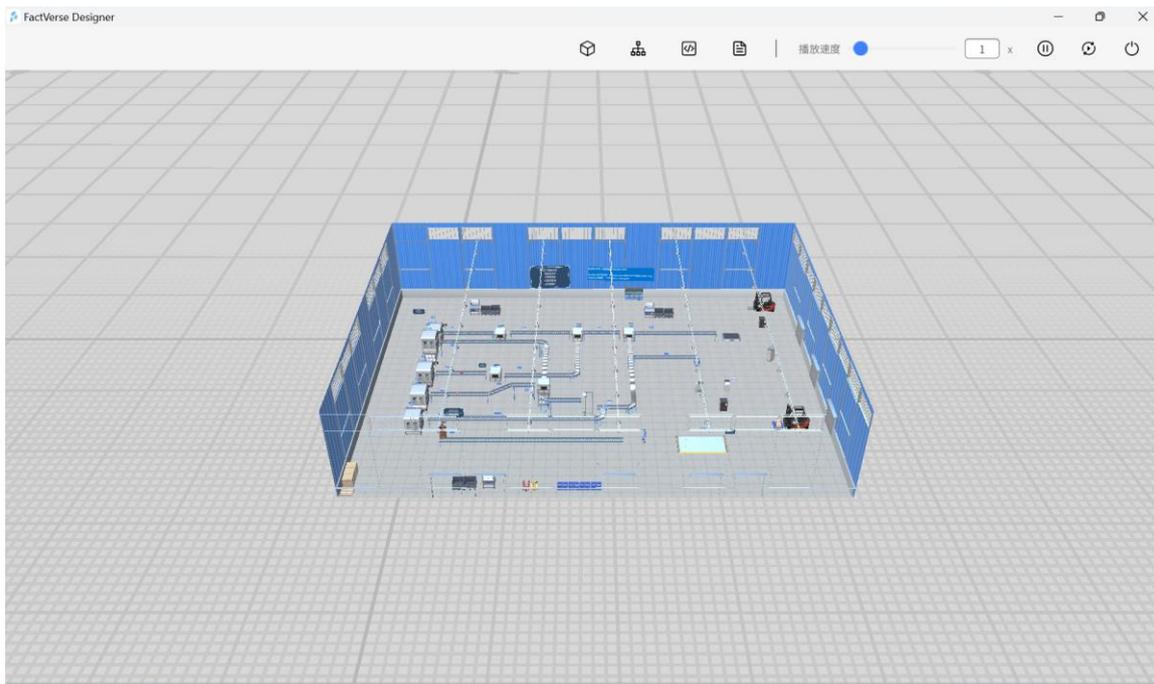


图 20 场景播放界面

场景播放界面的工具栏功能如下所示：

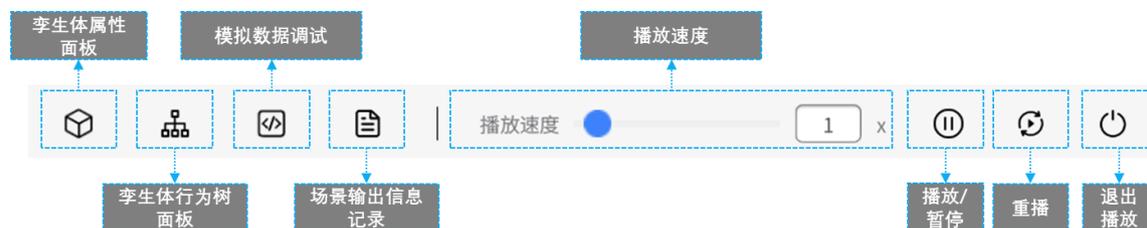


图 21 播放窗口工具栏

在场景播放界面，通过使用以下调试窗口，可以实现场景调试和产线优化的需求：

- “孪生体属性面板”：可以通过改变孪生体的属性值，查看数值变化之后的场景表现。

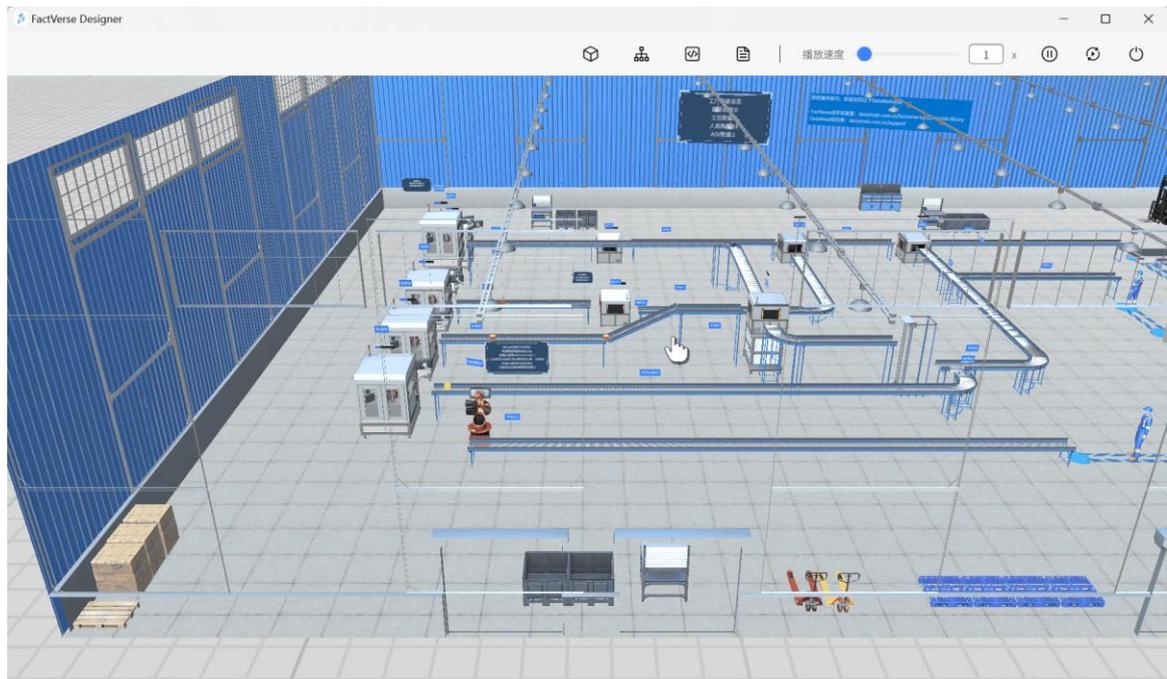


图 22 属性调试示例

- “孪生体行为树面板”：展示选中的孪生体的行为树的实时执行状态，浅蓝色为正在执行中的节点，深蓝色为未执行的节点，绿色和红色分别代表这个节点的返回值为成功和失败。这使得行为树的遍历可视化，更加直观地定位错误，从而简化了行为树的调试过程。

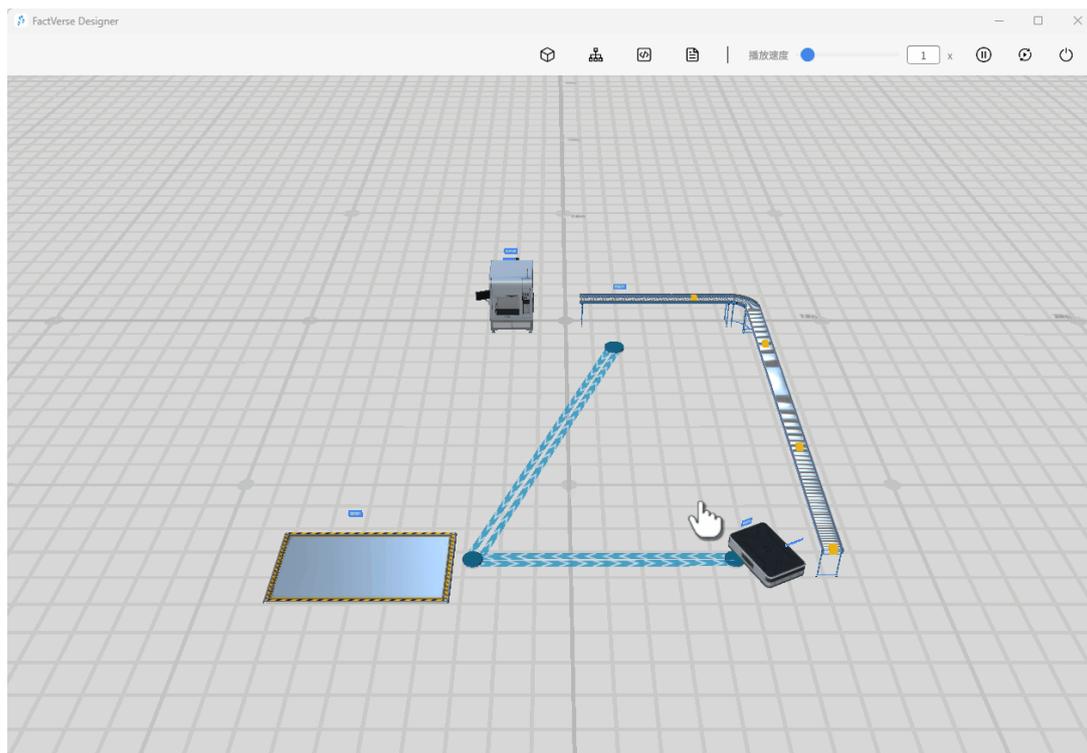


图 23 行为树面板

- “模拟数据调试”：通过向场景中的孪生体发送模拟数据消息来改变孪生体属性值，实现场景调试和优化。
- “场景输出信息记录”：用于打印行为树中“产生记录”节点输出的内容。

3.4.4 行为树编辑器

FactVerse Designer 提供了一个直观的可视化行为树编辑器，无需编写代码即可为孪生体创建复杂的行为逻辑。

行为树编辑器界面包含的主要部分：工具栏、节点菜单、行为树编辑区和属性区。通过节点菜单、行为树编辑区和属性区的组合，行为树编辑器提供了一个可视化和交互式的界面，使用户可以方便地创建、编辑和调整行为树的结构和行为逻辑。

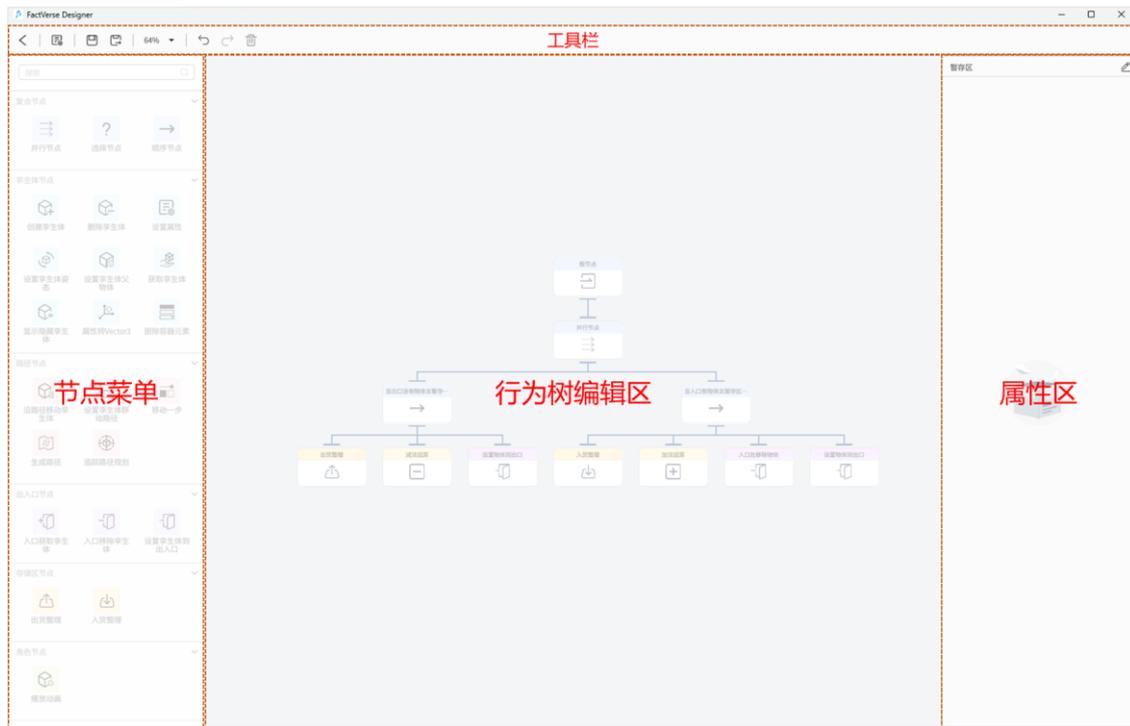


图 24 行为树编辑器界面

3.4.4.1 工具栏

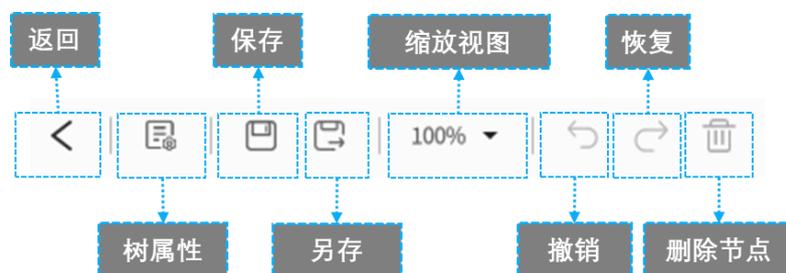


图 25 工具栏

行为树编辑器的工具栏包含一系列常用的功能按钮，以提供对行为树编辑器的操作和管理。以下是工具栏按钮和其功能的说明：

1. **返回**：返回按钮用于关闭当前的行为树编辑器并返回模板或场景编辑器界面。点击该按钮后，行为树编辑器将被关闭，并且会进行保存或另存的提示。
2. **树属性**：该按钮用于打开或访问行为树的属性设置。
3. **保存**：保存按钮用于将当前编辑的行为树保存到 FactVerse 平台中。

4. **另存：** 另存为按钮允许用户将当前编辑的行为树以不同的名称或路径进行保存。
5. **缩放视图：** 缩放视图按钮允许用户调整编辑器界面中的行为树显示比例。通过点击缩放视图按钮，用户可以放大或缩小行为树编辑器的视图，以便更好地查看和编辑行为树的细节。
6. **删除节点：** 删除节点按钮用于删除选定的节点。当用户选择一个节点并点击删除节点按钮时，该节点将从行为树中被移除。

3.4.4.2 节点菜单

“节点菜单”位于行为树编辑器界面的左侧，您可以从节点菜单中选择适当的节点，然后将其拖拽到行为树编辑区以创建和编辑行为树的结构。

3.4.4.3 行为树编辑区

“行为树编辑区”是主要的工作区域，用于创建和编辑行为树的结构和逻辑。用户可以在编辑区中拖拽节点，将它们组织成树状结构，并定义节点之间的关系和顺序。用户可以调整节点的位置、连接节点之间的连线。通过在行为树编辑区进行操作，用户可以直观地构建和修改行为树的结构。

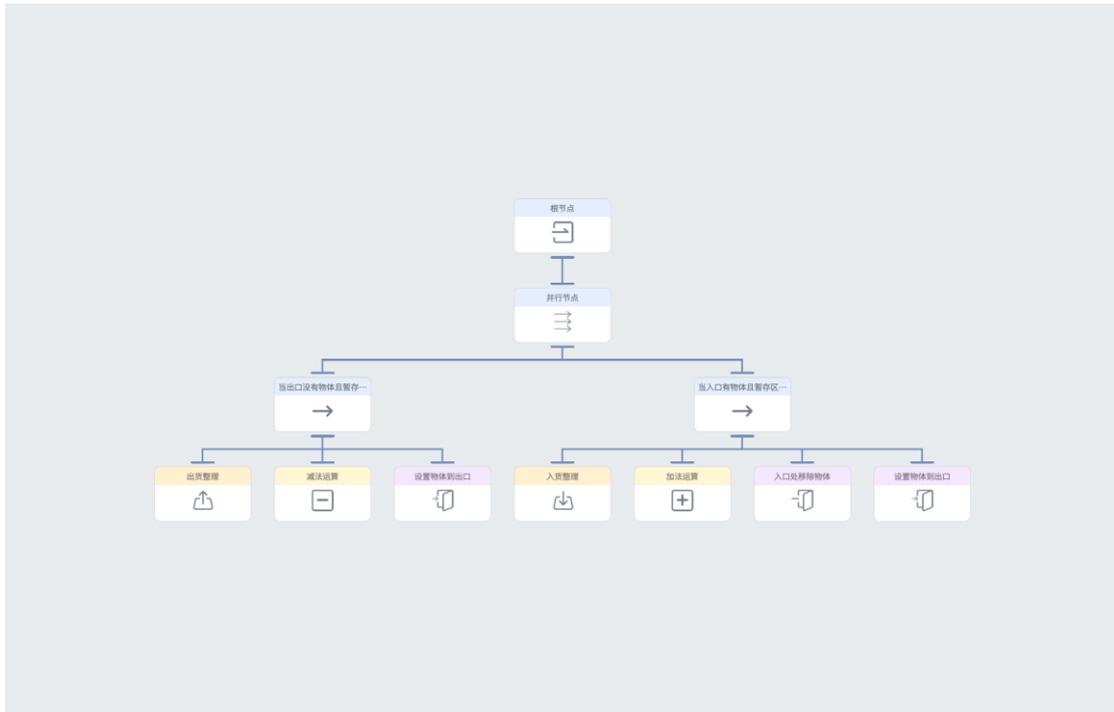


图 26 行为树编辑区

3.4.4.4 属性区

行为树编辑器的“属性区”位于行为树编辑器界面的右侧，用于设置行为树节点的属性和运行条件。当用户选择一个节点时，属性区将显示该节点的相关属性和条件参数，用户可以对这些属性进行设置和调整。属性区还允许用户定义节点的运行条件，通过设置节点的运行条件，用户可以根据特定的条件控制节点的行为和执行逻辑。



图 27 例：设置无人车为运送状态的节点属性和条件设置

除此之外，用户还可以在属性区编辑行为树的名称，以便更好地管理和识别不同的行为树。

3.5 虚拟工厂 DLC

虚拟工厂 DLC 是 DataMesh 推出的数字孪生内容拓展包，其主要面向离散制造工厂，旨在通过数字孪生技术帮助工厂提高生产计划、运行监管、布局规划等业务环节的执行效率、降低整体制造运营成本。

虚拟工厂 DLC 中包含了常见的工厂元素，包括原料生成器、传送带、转换器、AGV 小车、搬运工等。对于订阅了 FactVerse Designer 的企业，用户可以在创建场景时直接使用这些预设的工厂元素，也可以在此 DLC 的基础上进行定制化编辑，以满足不同的需求。

3.5.1 虚拟工厂 DLC 内容

3.5.1.1 模型

虚拟工厂 DLC 中的模型可以用作场景中的背景和装饰元素，增强数字孪生场景的真实感。同时，这些模型还可用作定制化孪生体模板的基础，使用户能够创建特定类型的孪生体，如设备和操作员。

虚拟工厂 DLC 中包括以下几种模型：

- **布景类模型**：指在场景或环境中起到装饰、背景或环境构建作用的三维模型。这些模型被用来增强场景的真实感和视觉吸引力，而不是作为主要的交互对象。例如：厂房背景、储物箱、货品堆、操作台等。
- **产物模型**：产物模型代表不同类型的产品，每个颜色和形状代表着不同种类的产品。例如：黄色球体、红色方块、塑料盒成品等。
- **生产设备模型**：生产设备模型代表不同的生产设备和运输设备，包括传送带、机械臂、AGV 小车等，用于模拟和展示工厂中实际使用的设备。
- **操作员模型**：用于模拟在工厂环境中的操作员或工作人员。

3.5.1.2 孪生体模板

虚拟工厂 DLC 提供了多种预设的孪生体模板，包括产物类模板和生产设备类模板。这些预设模板旨在简化用户创建虚拟工厂场景的流程，并提供高度可配置的模拟体验。

- **产物类模板：**产物类模板可以绑定到生产设备上，用作模拟工厂中实际生产产品的模板。例如：黄色球体模板、蓝色方块模板等。
- **生产设备类模板：**生产设备类模板包括机械臂、AGV 小车等，用户可以使用这些模板创建各种生产设备的孪生体。通过模拟这些生产设备，用户能够更真实地呈现工厂中的生产过程，包括自动化、运输和物料处理等方面。
- **操作员模板：**操作员模板涵盖外观、服装和动作等方面的预设设置，使用户能够轻松添加和配置操作员到他们的虚拟工厂场景中。

3.5.1.3 数字孪生场景

虚拟工厂 DLC 中包含了四个数字孪生场景，通过这几个场景，用户可以模拟和学习基础的产线操作和管理。

- **初级物流线：**通过这个场景，用户可以模拟和学习基础的物流线操作和管理。场景包括物料的原料生成、传送等流程。
- **条件判断分拣场景：**该场景专注于模拟分拣过程中的条件判断，使用户能够了解和优化在特定条件下的物料分拣操作，通过对分拣设备行为树机理进行拖拉拽配置，了解行为树配合孪生体属性实现分拣的能力。
- **机械臂分拣场景：**通过此场景，用户可以深入了解机械臂在分拣过程中的运作，包括精确抓取和放置物料。通过对机械臂的行为树机理进行拖拉拽配置，了解行为树配合模型动画表达设备实际动作行为的能力。
- **透明工厂：**通过数字化技术将工厂的生产过程、设备状态、产品质量等信息进行实时监测、分析和可视化展现，从而实现对整个工厂生产运营的全面透明化。数字孪生透明工厂的基础是数字孪生技术，即将实体工厂和数字模型进行精确对应，实现对工厂生产的全方位模拟和优化。

3.5.2 使用虚拟工厂 DLC

虚拟工厂的 DLC 存储在“Public Directory”文件夹中，对于拥有 FactVerse Designer 权限的所有用户都是可见的。用户可以在 FactVerse Designer 中使用虚拟工厂 DLC。

虚拟工厂 DLC 的主要使用场景如下：

- 在 FactVerse 平台的**数字孪生**模块中查看 DLC 内容，包括 DLC 目录和列表内容。
- 在 FactVerse 平台的其他功能模块中引用 DLC 场景、DLC 孪生体。
- 在 FactVerse Designer 中查看、另存、编辑 DLC 内容。**注意：**支持另存的内容包括模板、行为树、孪生体和场景；DLC 中的模型不可以另存。

3.5.2.1 编辑虚拟工厂 DLC 中的模板

如果您需要编辑虚拟工厂 DLC 中的模板并保存更改，可以按照以下步骤进行：

1. 点击 FactVerse Designer 的主页中的【打开模板】按钮，打开资源窗口。
2. 在资源目录中找到并选中虚拟工厂 DLC 中的要编辑的预设模板，点击【打开】，在模板编辑器中打开此预设模板。
3. 在模板编辑器的工具栏中，点击  将此预设模板另存至其他目录下。
4. 编辑模板，例如添加模型资源、调整模型资源位置旋转角度等属性值。
5. 完成编辑后，点击  保存您的更改。

3.5.2.2 编辑虚拟工厂 DLC 中的行为树

当您需要编辑虚拟工厂 DLC 中的预设行为树并保存更改，您需要在模板编辑器中或场景编辑器中打开该行为树并另存后进行编辑。

在新建的模板中，您可以按照以下步骤进行预设行为树的编辑：

1. 点击 FactVerse Designer 的主页中的【新建模板】按钮，新建一个模板。
2. 在模板编辑器的孪生体模板窗格中，点击行为树旁的 ，然后选择添加行为树，打开行为树列表。

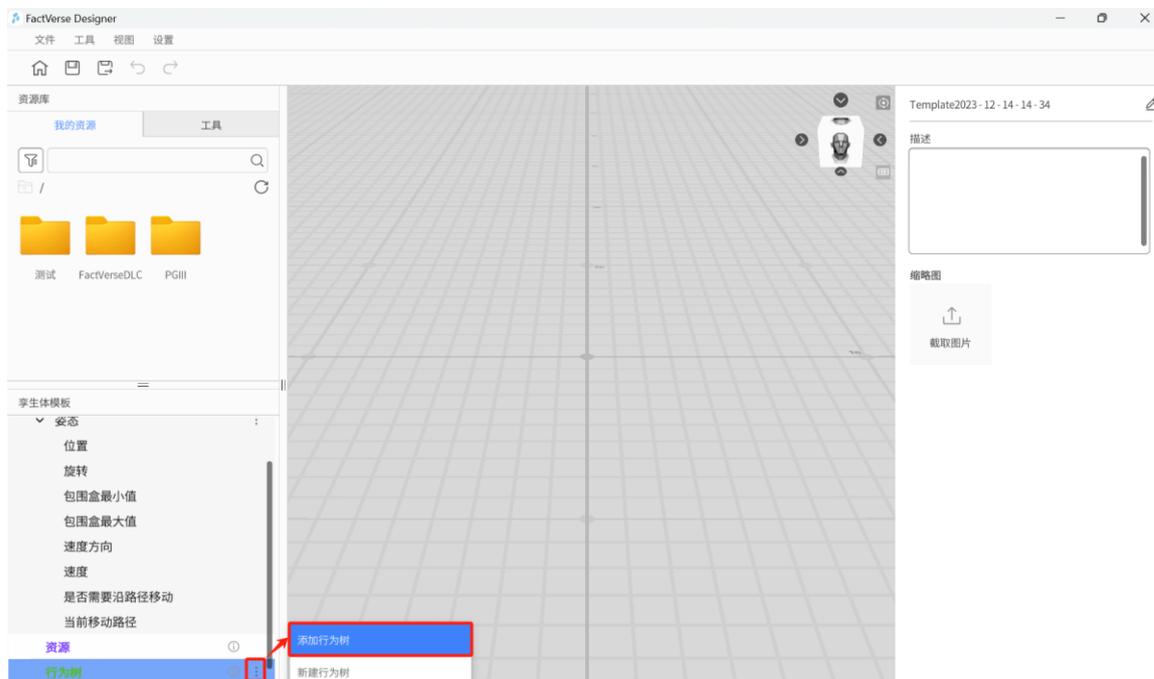


图 28 添加行为树

3. 在行为树列表中，选择虚拟工厂 DLC 中的要编辑的预设行为树，该行为树即添加到模板中。
4. 在左侧的孪生体模板窗格中，双击行为树名称，在行为树编辑器中打开此行为树。
5. 在行为树编辑器的工具栏中，点击  将此预设行为树另存至其他目录。
6. 编辑行为树，例如，增加或删减行为树节点、修改节点属性设置。
7. 完成编辑后，点击  保存您的更改。

3.5.2.3 编辑虚拟工厂 DLC 中的场景

当您希望编辑虚拟工厂 DLC 中的场景并保存更改时，请按以下步骤进行：

1. 点击 FactVerse Designer 的主页中的【打开场景】按钮，打开资源窗口。

- 在资源目录中找到所需编辑的虚拟工厂 DLC 场景，点击【打开】，在场景编辑器中加载该场景。
- 在场景编辑器的工具栏中，点击  打开**另存为**窗口。

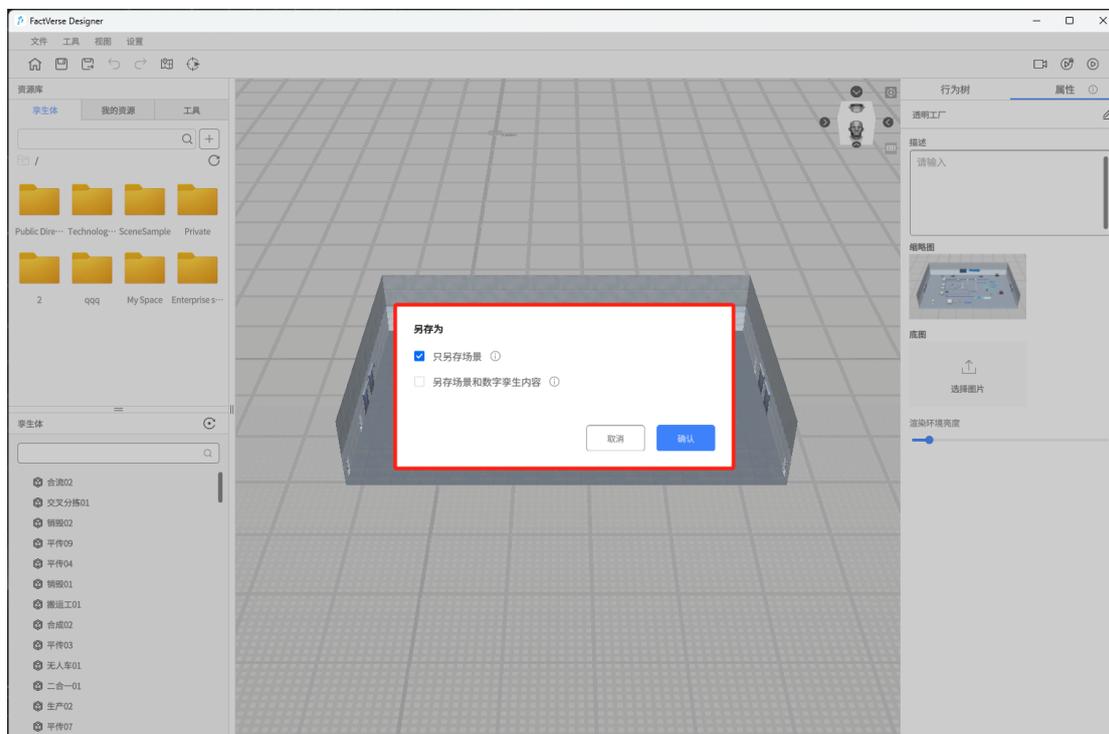


图 29 另存场景

在进行场景另存时，您可以选择是否另存场景内的孪生体数据：

- 只另存场景：**选择此选项时，新场景与原场景共享同样的数字孪生内容。对新场景中孪生体的任何修改都会同步影响原场景中的对应孪生体。请注意：如果是 DLC 场景，在仅保存场景数据的情况下，只允许修改孪生体以外的内容。如果需要修改孪生体，必须选择“另存场景和数字孪生内容”选项。
 - 另存场景和数字孪生内容：**选择此选项时，新场景将使用独立的数字孪生内容。对新场景中的孪生体所做的修改不会影响原始场景中的孪生体。
- 在**保存**窗口中，选择存储目录，指定场景名称，然后点击【确认】完成场景的另存。

3.6 FactVerse 动手实验室

[FactVerse 动手实验室](#)是基于虚拟工厂 DLC 内容创建的培训资料包，其中包括培训视频及可供实践的数字孪生场景内容。通过这些培训资料，您可以深入了解数字孪生场景构建，体验更为丰富的素材和关键业务实例，以提升您的操作能力，快速优化工作流程。

3.6.1 导入动手实验室场景

使用 FactVerse Designer 的导入功能，您可以导入动手实验室中的场景文件（.digpkg 文件）。**注意：**每次导入将覆盖之前的动手实验室场景文件。

1. 下载动手实验室包到本地文件夹中。
2. 在主页中，点击【导入场景】按钮。

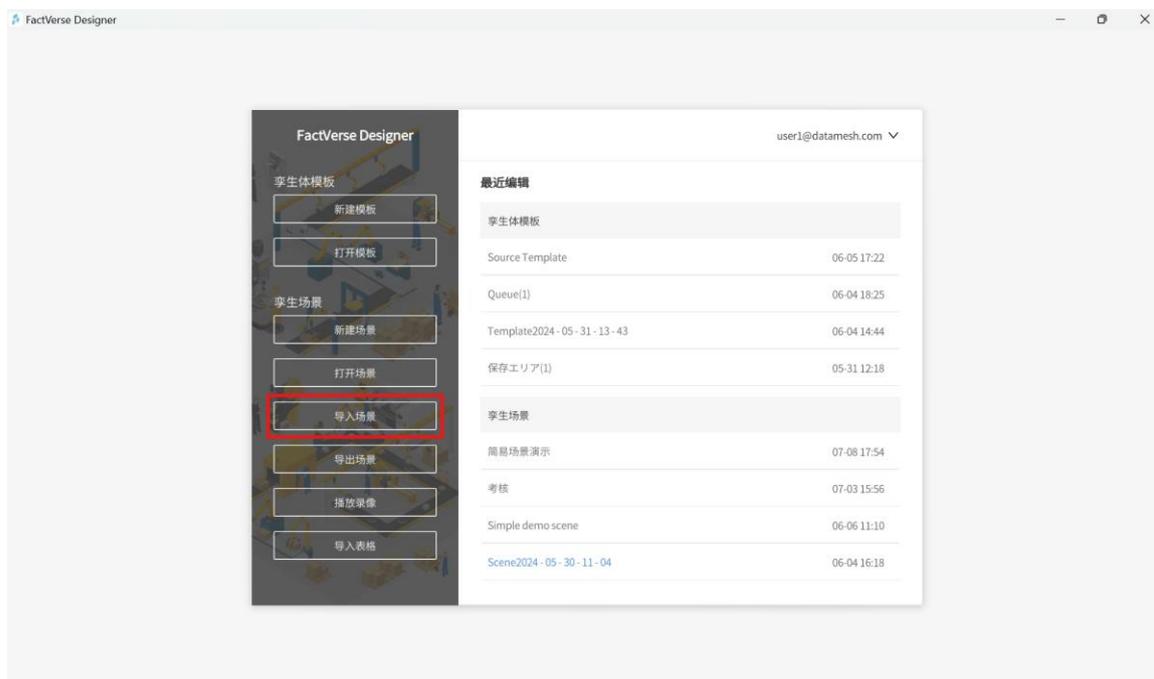


图 30 导入场景

3. 在打开场景的窗口中选择要导入的场景文件，点击【打开】。
4. 成功导入后，导入的场景所在的目录与原场景文件的目录保持一致，并且租户下所有用户可见此目录及场景。

3.6.2 编辑动手实验室场景

编辑动手实验室场景文件的具体步骤如下：

1. 打开并登录 FactVerse Designer。
2. 在主页中点击【打开场景】按钮。
3. 在资源目录中找到所需编辑的动手实验室场景，点击【打开】，在场景编辑器中加载该场景。
4. 在场景编辑器的工具栏中，点击  打开另存为窗口，将场景进行另存。
建议：勾选另存场景和数字孪生内容选项。
5. 结合动手实验室视频，使用 DLC 中的模型、孪生体等对此场景进行编辑，动手搭建自己的产线。

4. 快速上手搭建数字孪生场景

本章将通过虚拟工厂 DLC 中的模板和模型，演示使用 FactVerse Designer 构建数字孪生场景的基本流程。通过以下示例，您将了解创建数字孪生场景的关键步骤。

4.1 基本流程

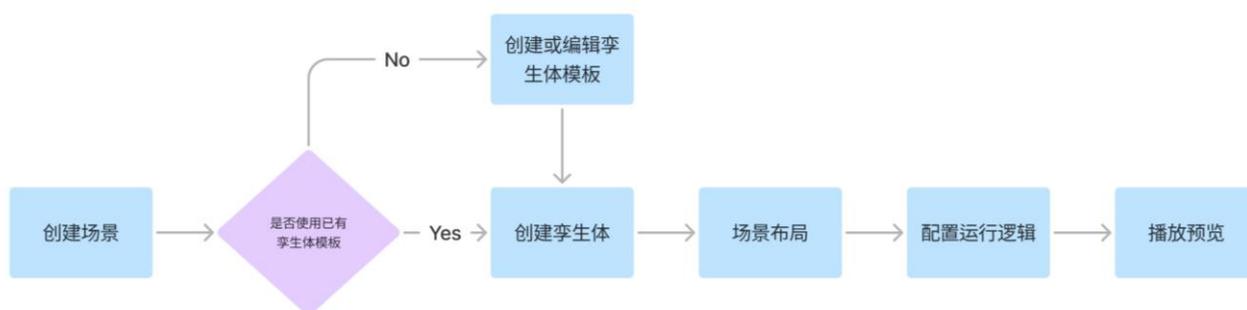


图 31 创建数字孪生场景基本流程

1. **创建孪生体模板：**使用虚拟工厂 DLC 中的预设模板，此步可省略；创建自定义孪生体模板，可以参考[创建孪生体模板](#)相关章节中的指南。

2. **创建孪生体：** 基于孪生体模板创建所需的孪生体。
3. **场景布局、配置连接关系：**
 - a) 安排孪生体的位置和布局，确保它们在场景中协同工作。
 - b) 配置孪生体之间的连接关系，以实现产品或物流的方向。
4. **运行逻辑配置：**
 - a) 针对孪生体进行属性配置，确保它们能够正确地模拟实际工厂中的行为。
 - b) 为孪生体配置移动路径，确保它们能够按照预定路线进行操作和运输。
 - c) 使用行为树编辑工具，定义孪生体的交互行为和动作。
5. **播放查看：**
 - a) 运行已配置的数字孪生场景，通过 FactVerse Designer 进行播放查看。
 - b) 在运行中检查孪生体的交互、场景的布局，以确保模拟效果符合预期。

4.2 使用虚拟工厂 DLC 中的模板创建孪生体

本节将指导您如何使用虚拟工厂 DLC 中的模板来创建以下孪生体：

- 一个重载平型传送带
- 一个原料生成器
- 一辆 AGV 小车
- 一个暂存区

要使用虚拟工厂 DLC 中的模板创建这些孪生体，请按照以下步骤进行：

1. **新建场景：** 在 FactVerse Designer 中，点击主页中的【新建场景】按钮，在场景编辑器中打开新场景。

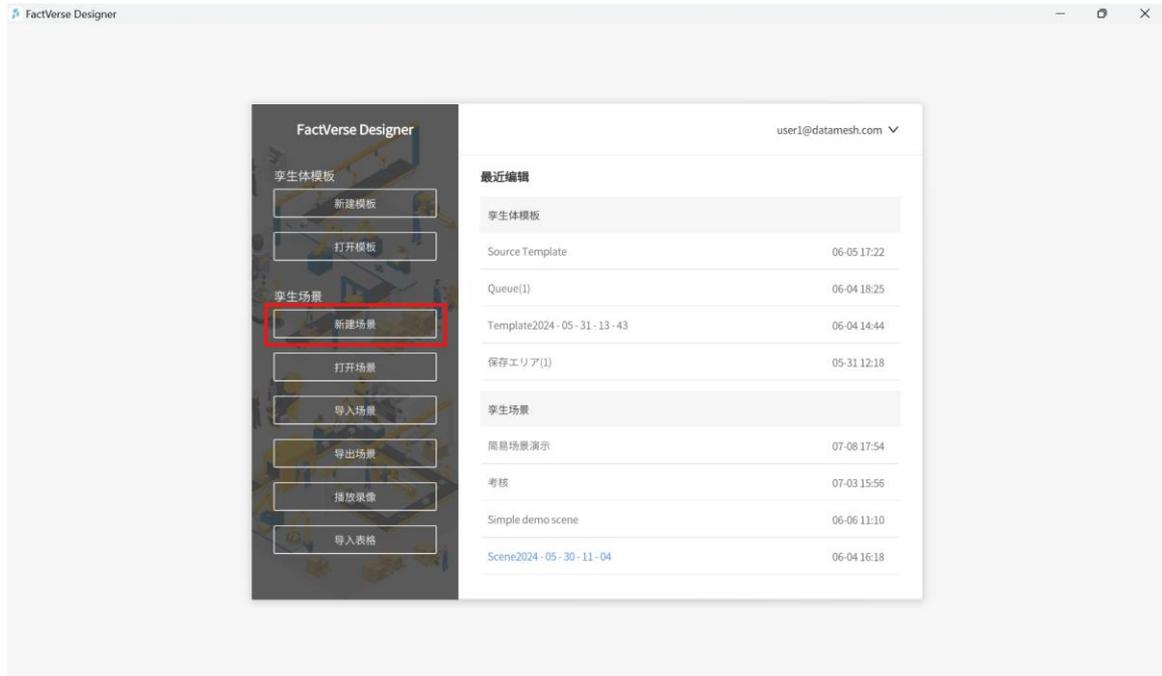


图 32 新建场景

2. **保存场景：** 点击工具栏中的【保存】按钮  保存场景，并命名场景为“简易场景演示”。
3. **光源配置：** 新建场景默认包含两个光源，默认处于关闭状态。您可以在属性区中启用这些光源。
4. **创建重载平型传送带：**
 - a) 点击孪生体窗格中的  按钮，打开**新建孪生体**窗口。
 - b) 在**新建孪生体**窗口中，填写孪生体信息。
 - **孪生体名称：**“传送带 1”
 - **孪生体模板：** 选择虚拟工厂 DLC 中的传送带模板，例如：
“/Public Directory/FactVerseDLC/重载平型带”
 - **存储位置：**“My Space”



The dialog box titled "新建孪生体" (New Twin Body) contains three input fields and two buttons. The first field, "孪生体名称" (Twin Body Name), contains the text "传送带1" (Conveyor 1). The second field, "孪生体模板" (Twin Body Template), contains "重载平型带" (Heavy-duty flat belt). The third field, "存储位置" (Storage Location), contains "/My Space". At the bottom right, there are two buttons: "取消" (Cancel) and "确认" (Confirm).

图 33 新建“传送带 1”

5. 创建原料生成器:

- a) 点击孪生体窗格中的  按钮，打开新建孪生体窗口。
- b) 在新建孪生体窗口中，填写孪生体信息：
 - 孪生体名称：“生产 1 号”
 - 孪生体模板：选择虚拟工厂 DLC 中的原料生成器模板，例如：“/Public Directory/FactVerseDLC/原料生成器”。
 - 存储位置：“My Space”



The dialog box titled "新建孪生体" (New Twin Body) contains three input fields and two buttons. The first field, "孪生体名称" (Twin Body Name), contains the text "生产1号" (Production 1). The second field, "孪生体模板" (Twin Body Template), contains "原料生成器" (Raw material generator). The third field, "存储位置" (Storage Location), contains "/My Space/". At the bottom right, there are two buttons: "取消" (Cancel) and "确认" (Confirm).

图 34 新建“生产 1 号”

6. 创建存储区：

- a) 点击孪生体窗格中的  按钮，打开**新建孪生体**窗口。
- b) 在**新建孪生体**窗口中，填写孪生体信息。
 - **孪生体名称**：“存储 1”
 - **孪生体模板**：选择虚拟工厂 DLC 中的暂存区模板，例如：
“/Public Directory/FactVerseDLC/暂存区”
 - **存储位置**：“My Space”



新建孪生体

孪生体名称
存储1

孪生体模板
暂存区

存储位置
/My Space

取消 确认

图 35 新建“存储 1”

7. 创建 AGV 小车：

- a) 点击孪生体窗格中的  按钮，打开**新建孪生体**窗口。
- b) 在**新建孪生体**窗口中，填写孪生体信息。
 - **孪生体名称**：“AGV1”
 - **孪生体模板**：选择虚拟工厂 DLC 中的 AGV 小车模板，例如：
“/Public Directory/FactVerseDLC/AGV 小车”
 - **存储位置**：“My Space”

新建孪生体

孪生体名称

AGV1

孪生体模板

AGV小车

存储位置

/My Space/

取消 确认

图 36 新建“AGV1”

8. 添加孪生体并进行场景布局:

- a) 在孪生体窗格中，选中“生产 1 号”、“传送带 1”、“存储 1”和“AGV1”四个孪生体，点击【添加到场景】按钮，将这些孪生体添加到场景中。
- b) 按照实际生产布局要求，对这些孪生体进行合理的排列和调整，确保它们在场景中符合预期的工作流程和空间位置。

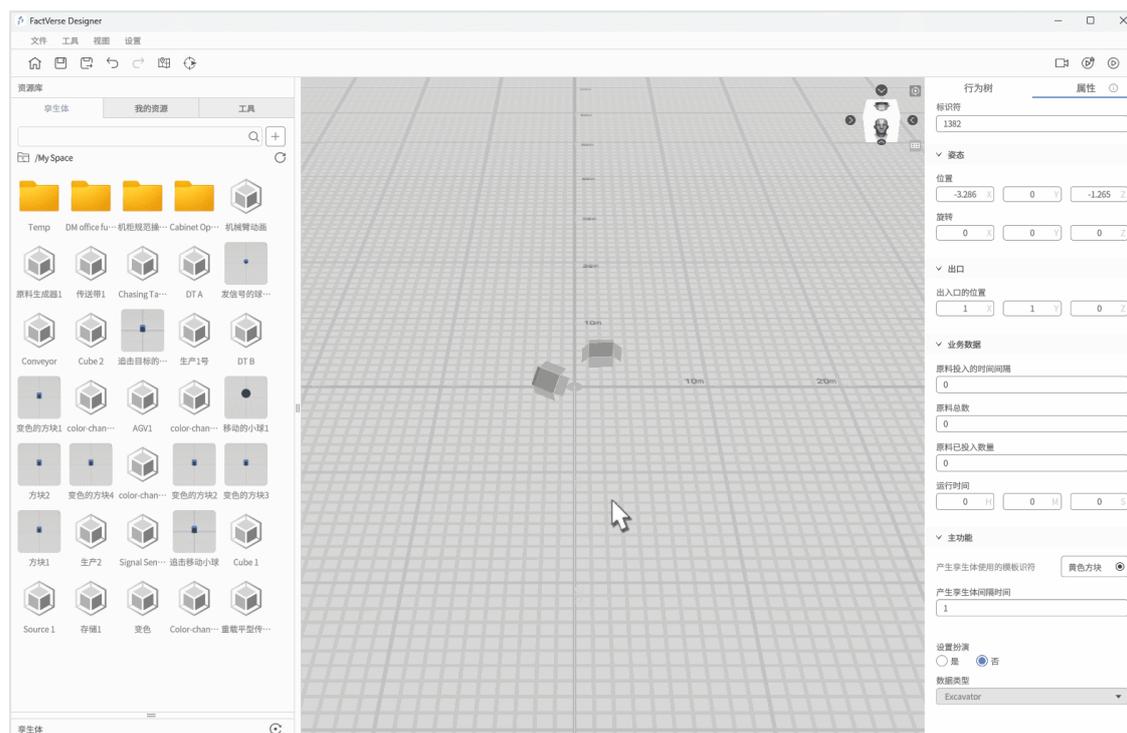


图 37 将孪生体添加到场景中

9. **保存场景：** 点击工具栏中的【保存】按钮  保存场景。

4.3 场景布局、配置连接关系

4.3.1 调整“传送带 1”长度和高度

您可以通过传送带的编辑工具来调整传送带的长度和高度，以适应您的模拟需求。以下是调整步骤：

1. 在场景中，选中“传送带 1”，然后点击【编辑】按钮，进入传送带的编辑模式。
2. 在编辑模式下，您可以使用传送带的编辑工具来拉伸传送带，调整其长度，并调整传送带的高度。
 - a) 拉伸传送带：在编辑模式下，点击传送带编辑工具长度调节线（红色）的一侧端点，然后按住鼠标左键，拖动鼠标来调整传送带的长度。
 - b) 调整传送带高度：在编辑模式下，点击传送带编辑工具的高度调节线

(绿色) 端点，然后按住鼠标左键，上下移动鼠标来调整传送带的高度。

3. 完成调整后，点击【结束编辑】按钮，退出传送带的编辑模式。

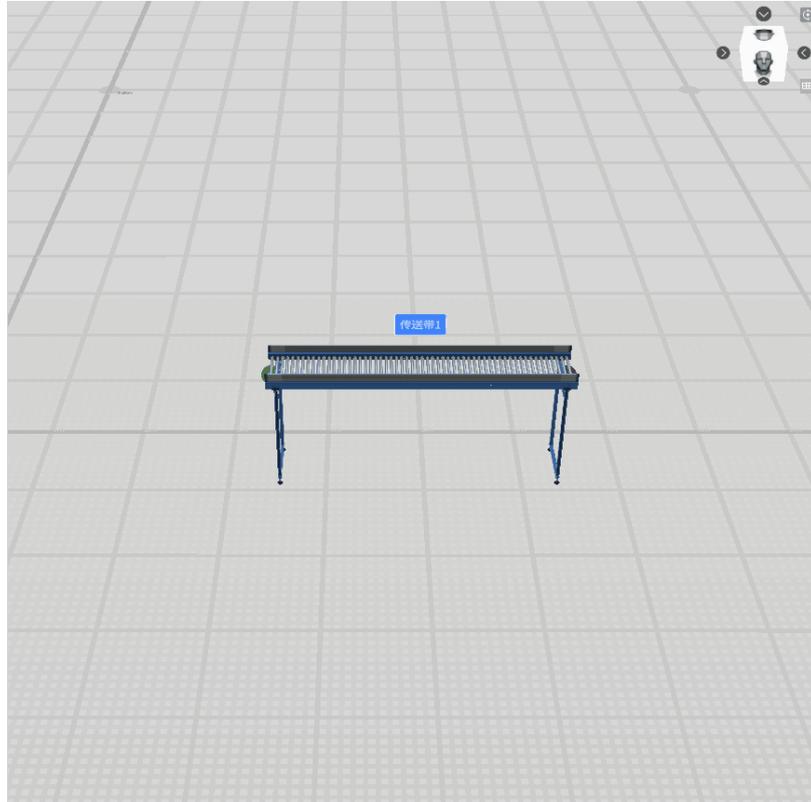


图 38 传送带编辑工具

4. 点击工具栏中的【保存】按钮  保存场景。

4.3.2 为“传送带 1”添加一个新节点

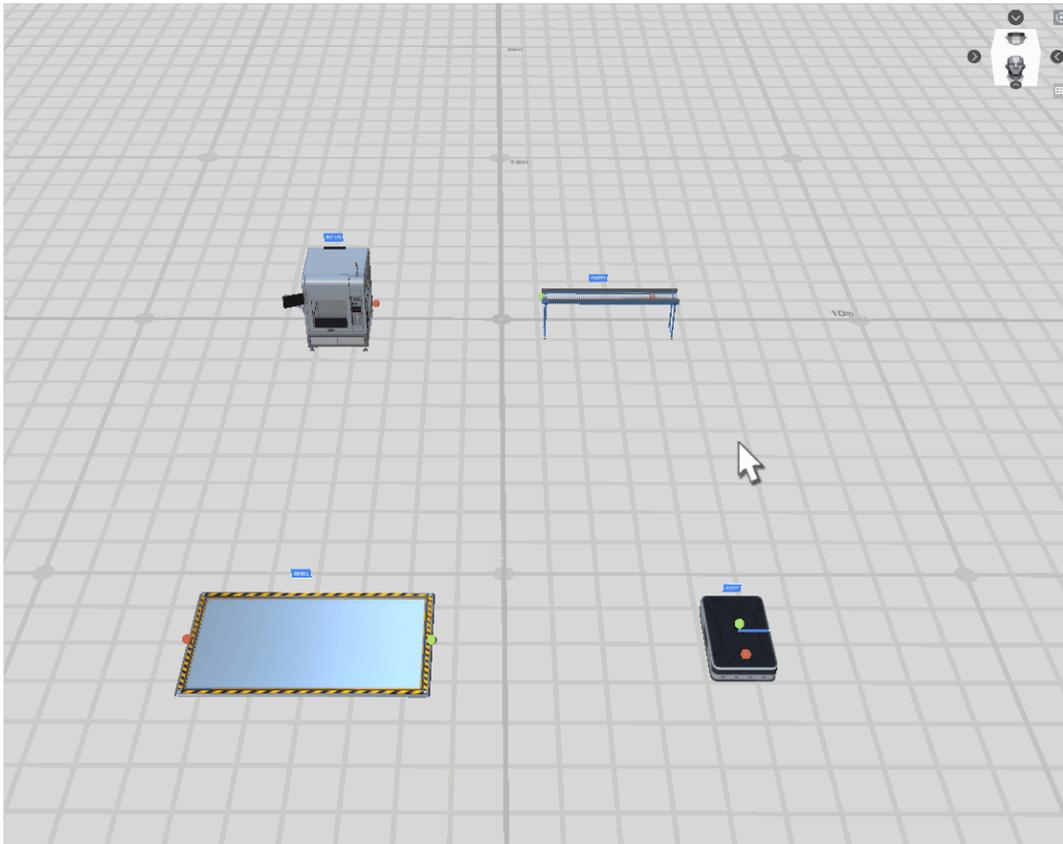


图 39 添加传送带节点

添加传送带节点的步骤如下：

1. 点击选中“传送带 1”，点击【编辑】。
2. 在场景区中空白区域双击鼠标，为传送带增加节点。如需删除节点，点击【删除节点】选项，即可删除传送带末段部分。
3. 当节点添加完成时，点击【结束编辑】。
4. 点击工具栏中的【保存】按钮  保存场景。

4.3.3 连接孪生体的出入口

在虚拟工厂场景中，为了使生产线上的货物能够在孪生体之间进行传输，需要进行孪生体出入口的连接。

本节将连接以下出入口：

- “生产 1 号” 出口(●) 和 “传送带 1” 入口 (●)
- “传送带 1” 出口(●) 和 “AGV1” 入口 (●)
- “AGV1” 出口(●) 和 “存储 1” 入口 (●)

注意： 无需连接同一个孪生体的出口和入口。

以下是连接出入口的步骤：

1. 点击场景中 “生产 1 号” 的出口(●)，然后点击【连接】。
2. 移动鼠标到 “传送带 1” 的入口 (●) 上方，左键单击完成 “生产 1 号” 的出口(●)到 “传送带 1” 的入口 (●) 的连接。

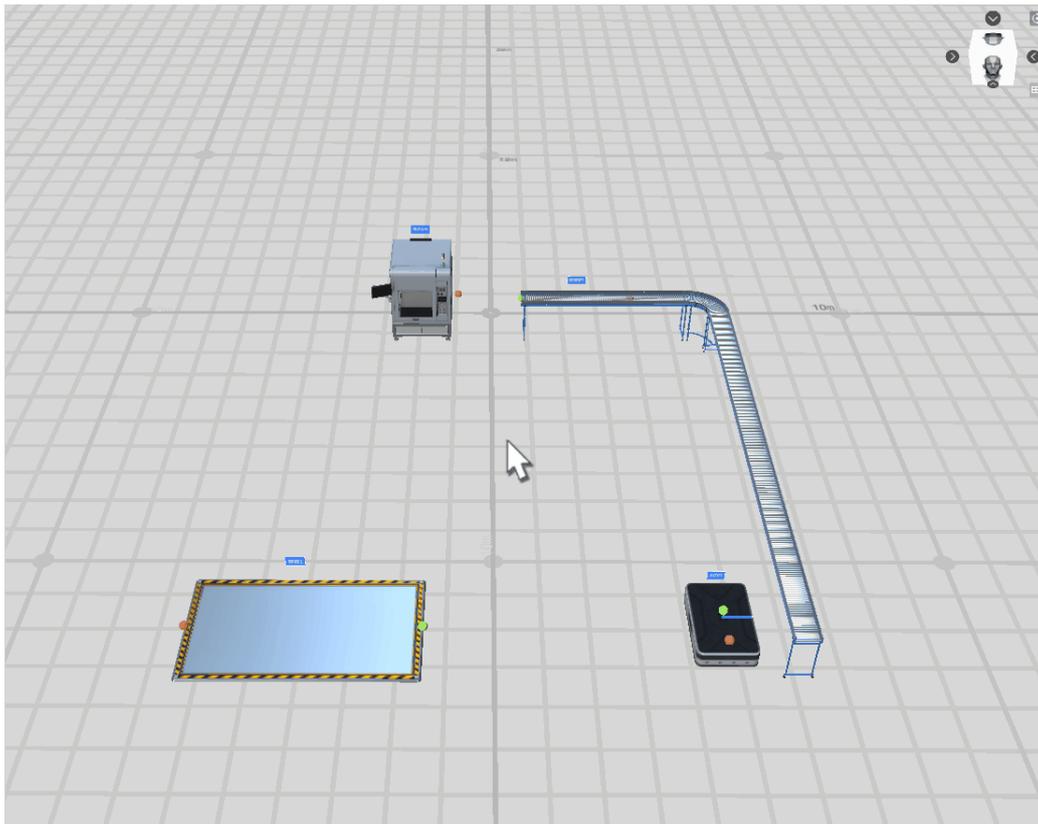


图 40 连接 “生产 1 号” 出口与 “传送带 1” 的入口

3. 以同样方式分别连接以下出口和入口：
 - “传送带 1” 出口(●) 和 “AGV1” 入口 (●)

- “AGV1” 出口(●)和“存储 1” 入口(●)

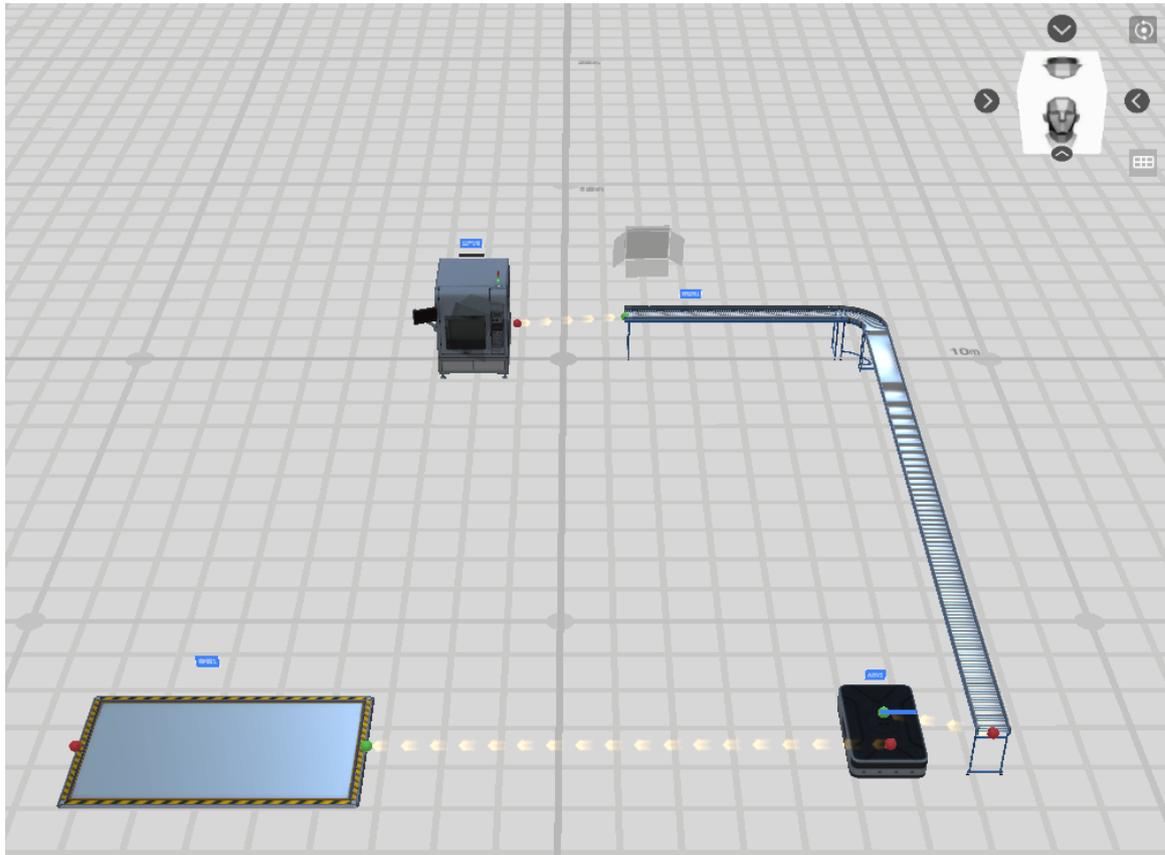


图 41 完成出入口连接

4. 点击工具栏中的【保存】按钮  保存场景。

4.4 配置运行逻辑

4.4.1 设置“生产 1 号”的主功能

本节将介绍如何设置“生产 1 号”的主功能，使您的虚拟工厂场景可以按照您的设定进行模拟生产。以下是设置“生产 1 号”的主功能的步骤：

1. 在场景区中，选中“生产 1 号”。
2. 在属性区的属性标签下，找到主功能选项下的产生孪生体使用的模板标识符设置选项，并点击旁边的编辑按钮。在打开的模板列表中选择 一个 DLC 中的产物类模板，这样生成器将按照这个模板生产具体的物品。

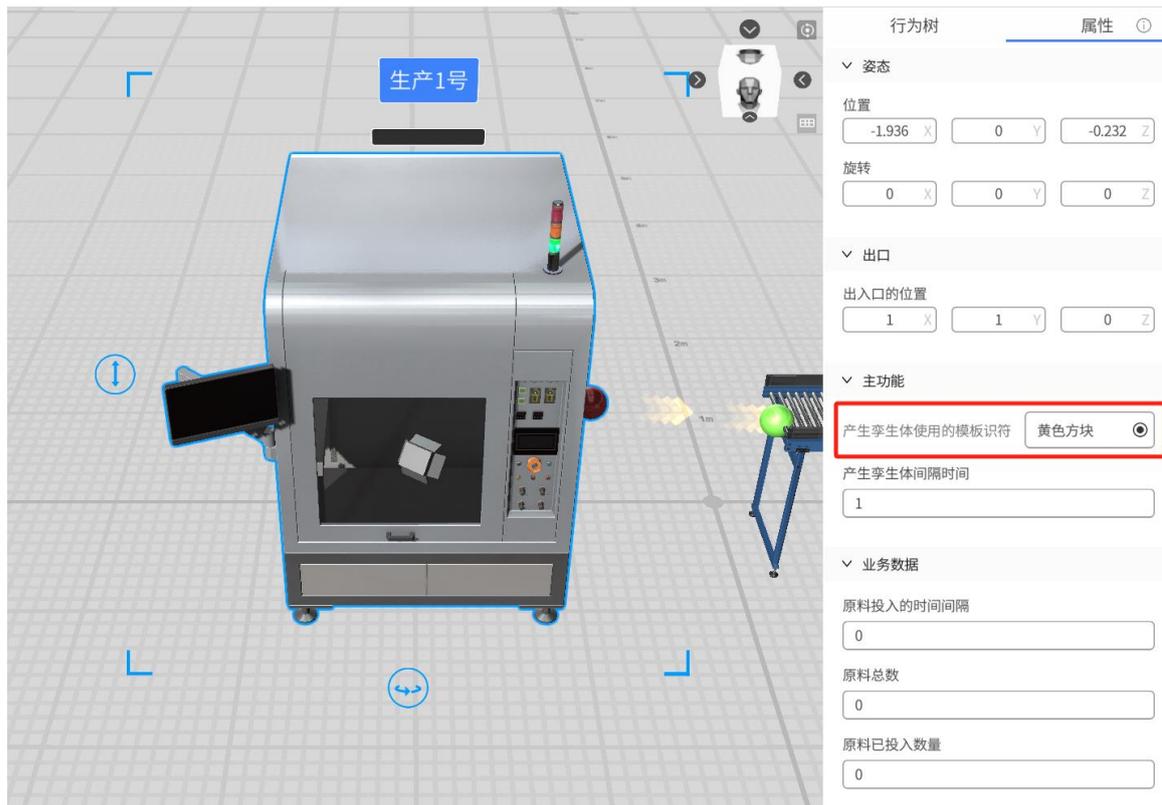


图 42 绑定生产物品的模板

3. 修改“生产1号”的**产生孪生体间隔时间**（即生成器生产物品的时间间隔），您可以将时间间隔设置为适当的数值，以模拟实际工厂中的生产节奏。



图 43 修改产生孪生体间隔时间

4. 点击工具栏中的【保存】按钮  保存场景。

4.4.2 修改“传送带 1”的速度

本节中将调整传送带速度为“5”米/秒，使传送带在模拟过程中以更快的速度运行。

1. 在场景区中，点击选中“传送带 1”。
2. 在属性区，修改传送带速度的值为“5”。

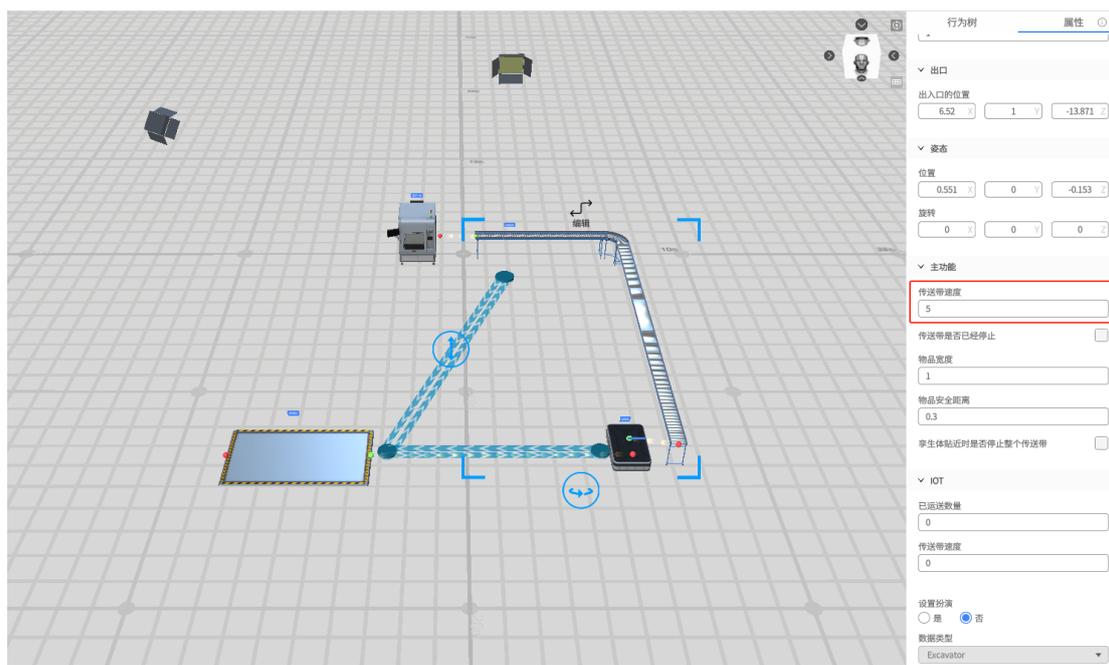


图 44 修改传送带速度

3. 点击工具栏中的【保存】按钮  保存场景。

4.4.3 为“AGV1”创建行驶路径

为 AGV 小车“AGV1”创建行驶路径是为了使其能够按照设定的路线进行移动。以下是创建 AGV 小车行驶路径的步骤：

1. 点击工具栏中的路径地图按钮 ，打开路径规划界面。
2. 点击工具栏中的构建按钮 ，进入构建模式。
3. 在场景区中点击三个不同位置，为无人车的行驶路径建立三个路径点：
 - point0: 取货位置
 - point1: 出货位置
 - point2: 充电位置
4. 点击工具栏中的选择按钮 ，进入选择模式。
5. 选中 point0 和 point1 之间的连通线，设置连通方向为双向 .

- 选中 point1 和 point2 之间的连通线，设置连通方向为双向 \leftrightarrow 。
- 点击 \lt 退出路径规划界面，返回场景编辑器界面，并弹出保存路径的提示窗口。
- 在提示信息窗口中，点击【是】按钮保存路径。

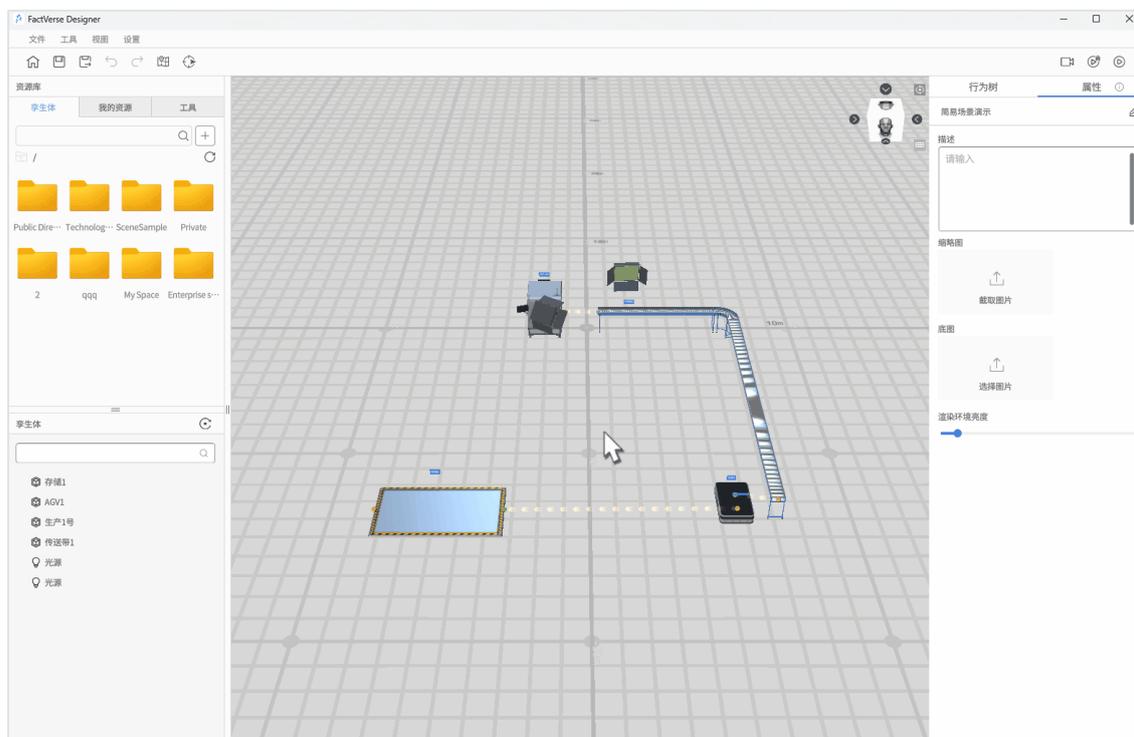


图 45 创建无人车行驶路径

- 点击工具栏中的【保存】按钮  保存场景。

4.4.4 设置“AGV1”的主功能

设置“AGV1”的主功能是为了确保它能按照预定的路径和设定的参数进行移动和任务执行。

以下是设置“AGV1”主功能的步骤：

- 在场景区中，选中“AGV1”。
- 设置“AGV1”移动的路径点。
 - “取货位置”为之前设置的路径点名称，例如：point0。

- “出货位置”为之前设置的路径点名称，例如：point1。
 - “充电位置”为之前设置的路径点名称，例如：point2。
3. 设置“无人车速度”为“5”。
 4. 设置“载货最大值”为“6”（即最多可以装载6个货物）。
 5. 设置“装货卸货时长”为“1”（表示装货或卸货所需的时间为1秒）。

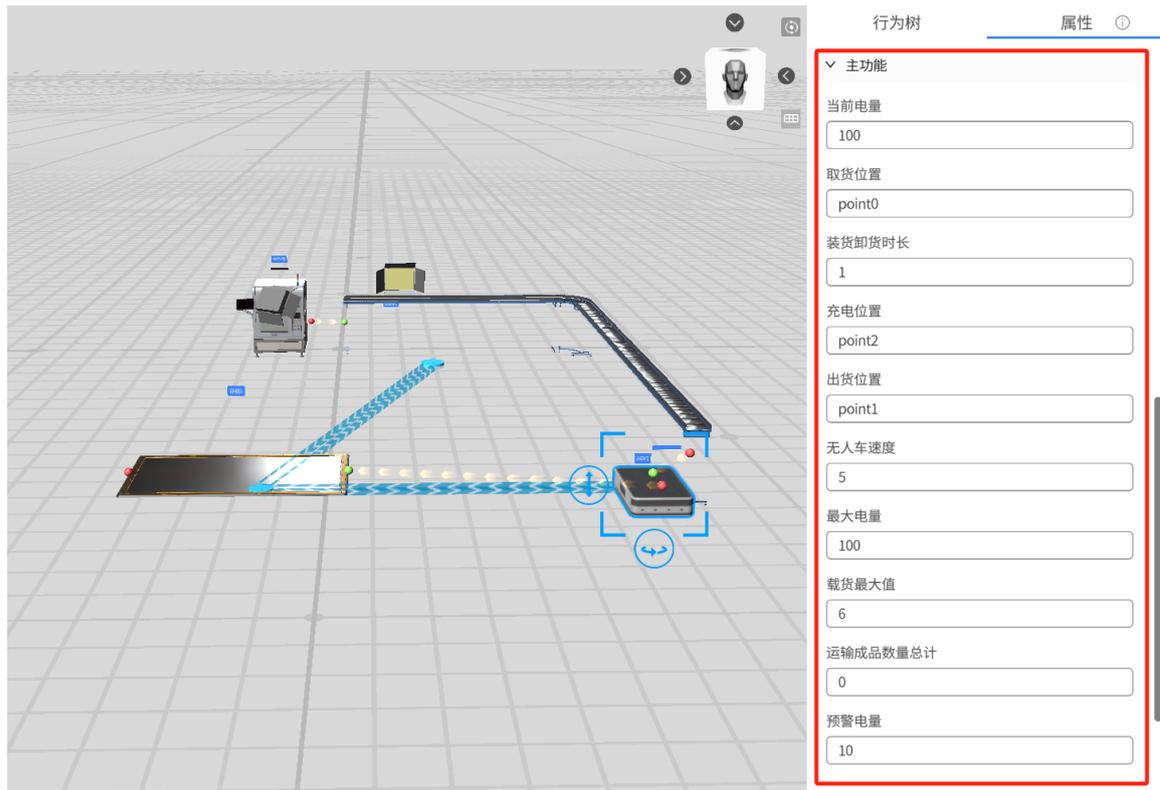


图 46 设置“AGV1”的主功能

6. 点击工具栏中的【保存】按钮  保存场景。

4.4.5 设置暂存区

配置存储区的存储属性，包括最大货物数量以及货物存储的间隔设置。

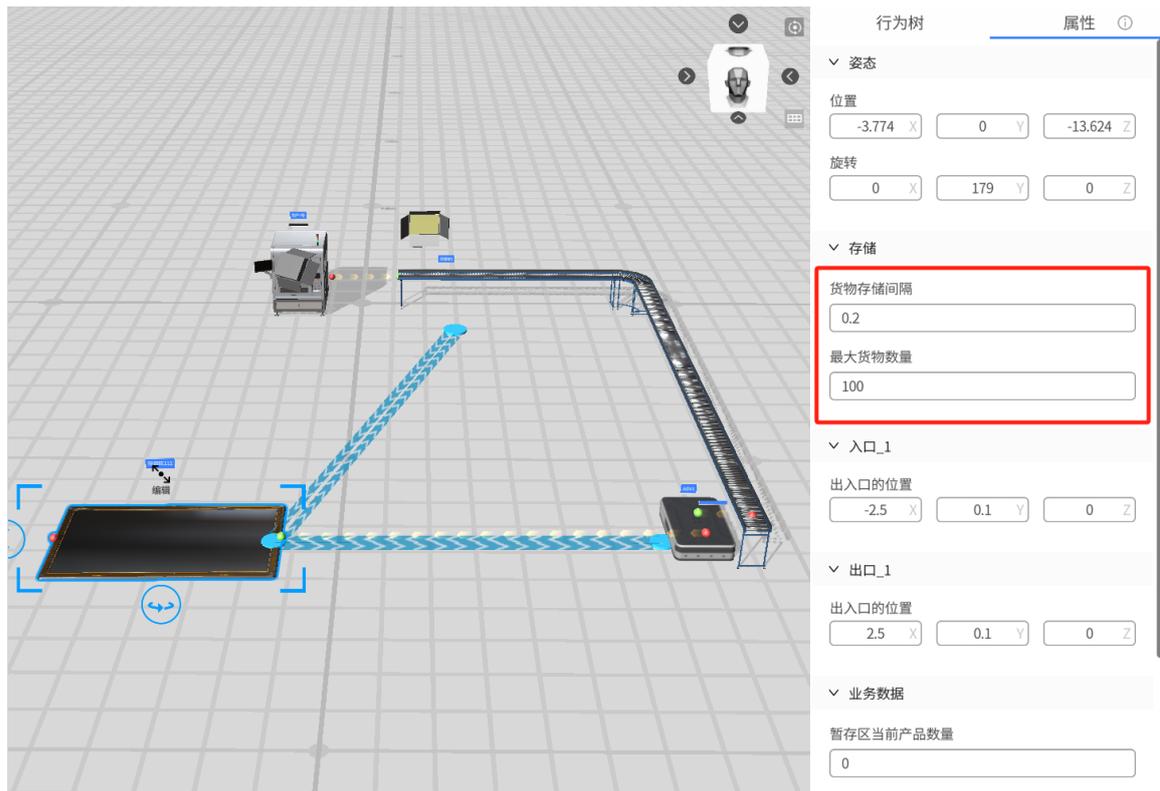


图 47 存储属性

4.5 播放预览场景

您可以通过以下步骤预览场景，并调整播放设置：

1. 点击场景编辑器工具栏中的播放按钮  开始预览场景，以查看整个场景的效果。
2. 在播放过程中，使用播放进度条可以控制播放速度。若需要暂停播放，可点击暂停按钮实现暂停功能。
3. 点击退出按钮  则可以退出播放模式。

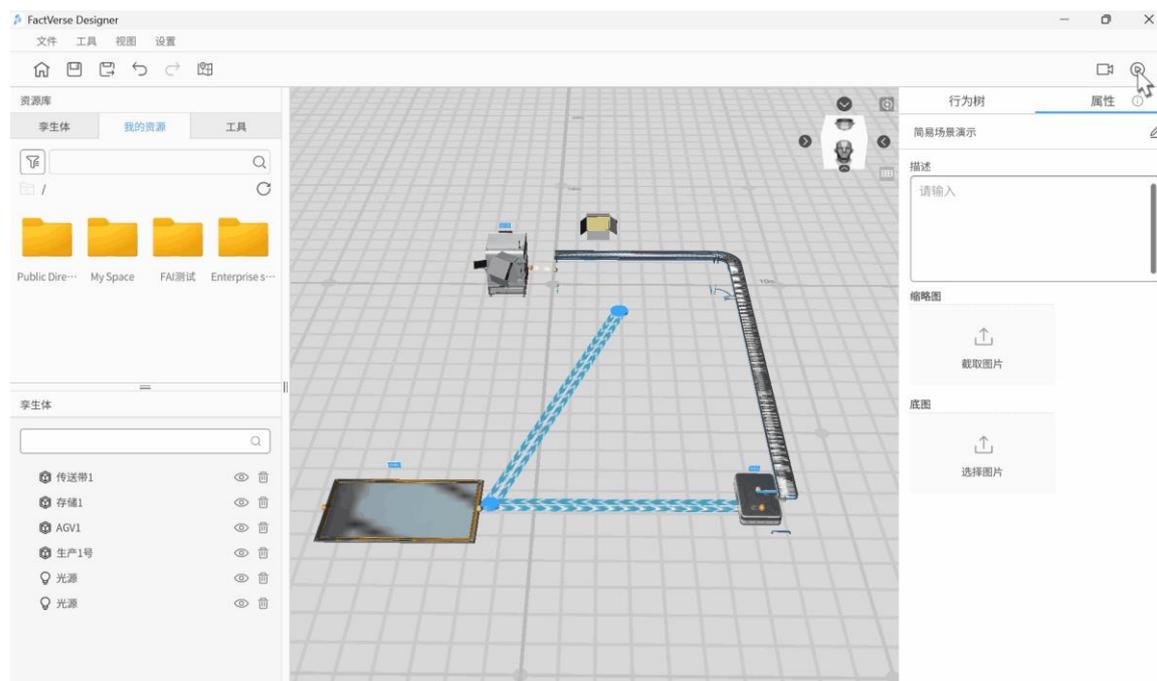


图 48 播放预览场景效果

5. 功能说明

5.1 创建孪生体模板

在 FactVerse Designer 中，用户可以使用两种方式来创建孪生体模板，以满足不同的需求：

5.1.1 定制化预设模板

虚拟工厂 DLC 内置了一些常见的模板，如工厂内的生成器、传送带、无人车等。用户可以选择这些预设模板并根据具体需求进行修改和编辑。这种方式使得创建孪生体模板变得简单而高效。

示例：定制化预设的暂存区模板

本例中将使用虚拟工厂 DLC 中的暂存区模板，创建一个定制化的暂存区模板，并修改其默认属性值。具体步骤如下：

1. 点击主页中的【打开模板】按钮。

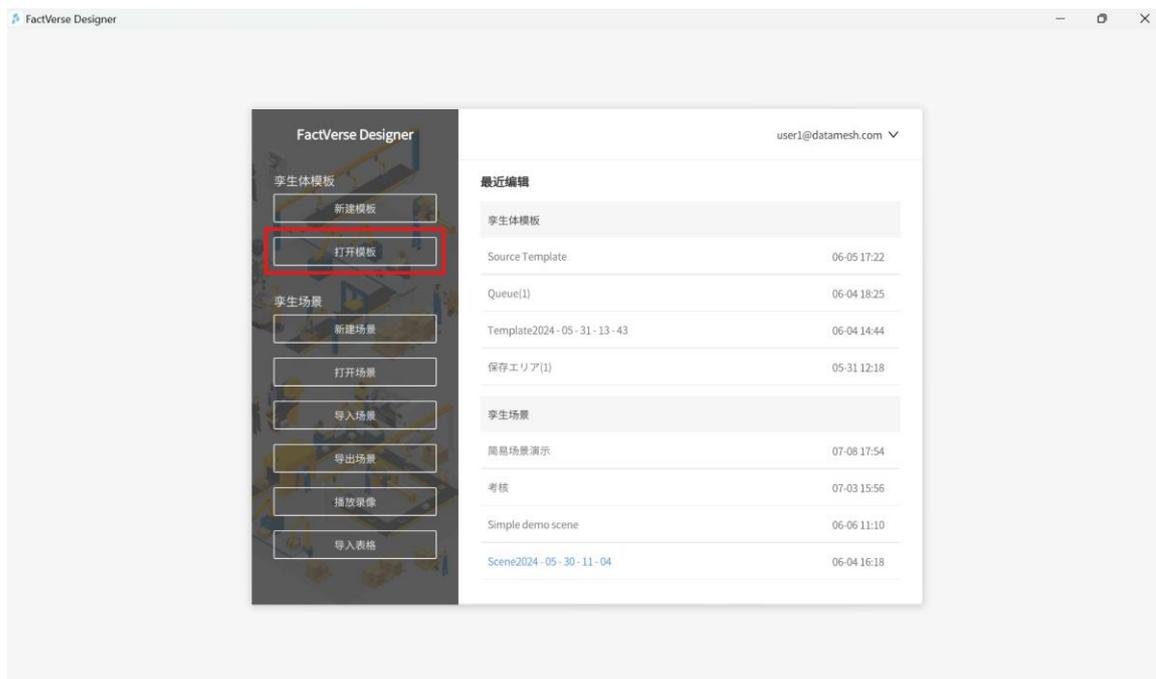


图 49 点击【打开模板】

2. 在模板选择窗口中选择“暂存区”模板，点击【打开】按钮。

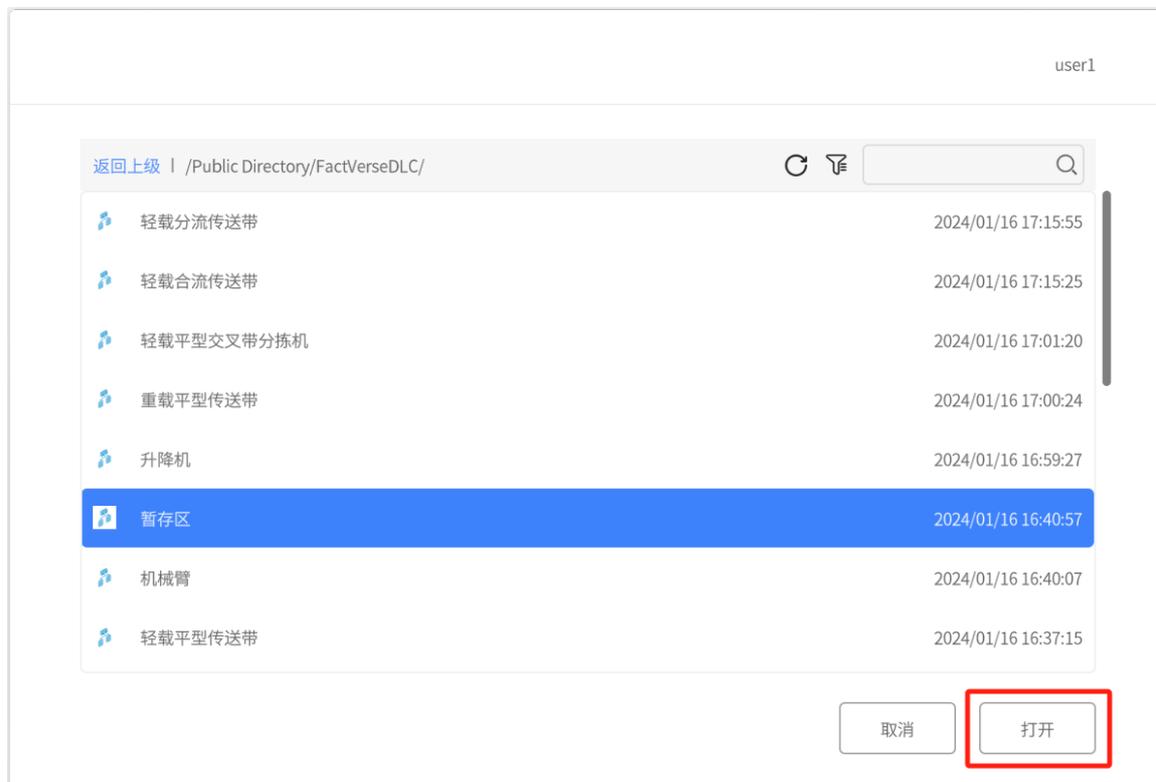


图 50 打开暂存区模板

3. 点击工具栏中的另存按钮 ，打开保存窗口。

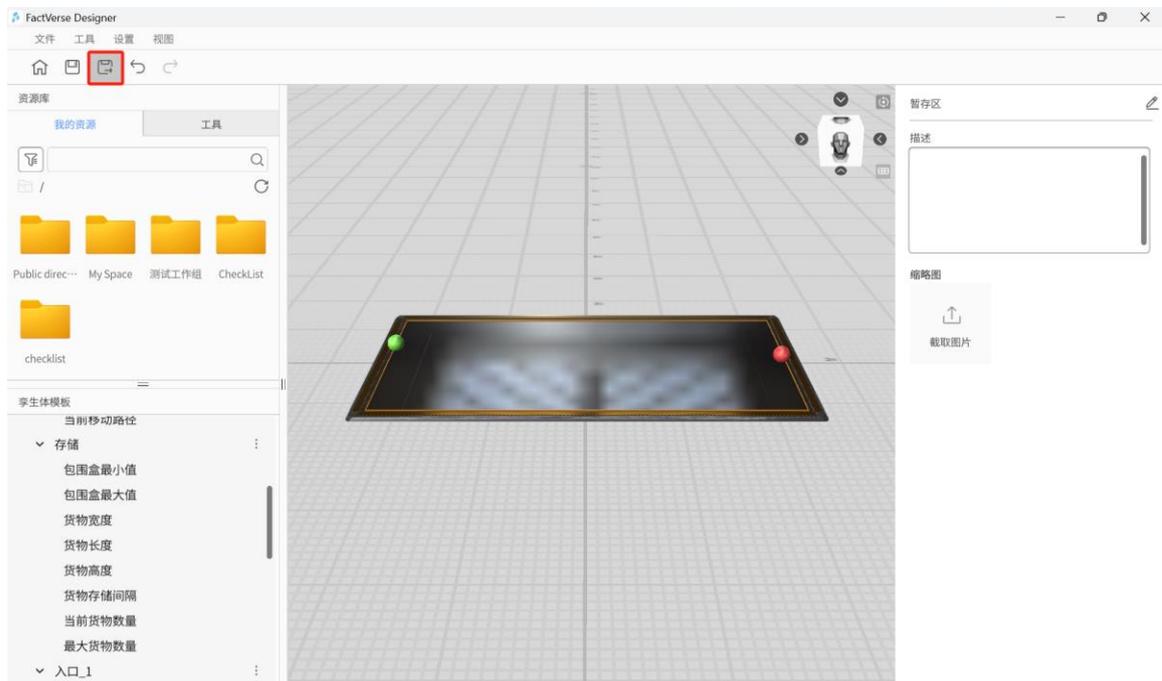


图 51 点击另存

4. 在保存窗口中，选择存储目录，指定模板名称，然后点击【确认】完成模板的另存。



图 52 保存模板

5. 在孪生体模板窗格中，选中“存储”结构下的“货物宽度”。在右侧属性区，修改默认值为 0.2。

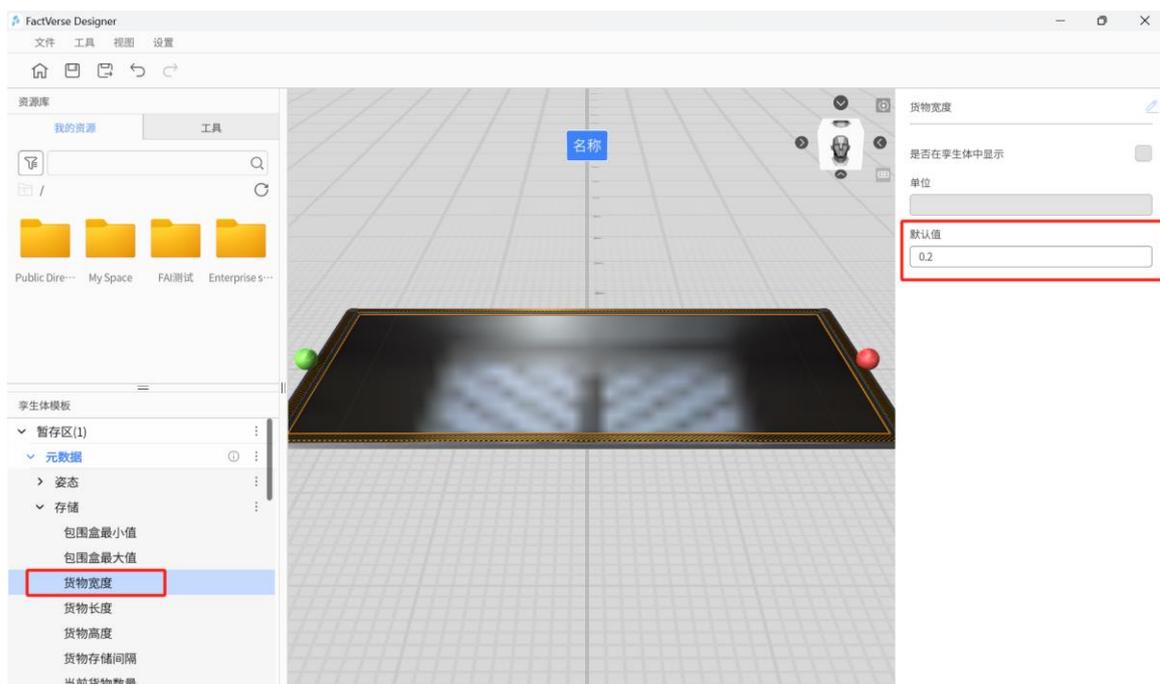


图 53 设置货物宽度的默认值

6. 类似地，修改“货物长度”和“货物高度”的默认值为 0.2。

7. 点击保存按钮  完成模板的保存。

5.1.2 创建全新的模板

用户可以从头开始创建全新的模板，完全自定义以适应特定场景的需求。

示例：创建一个会变色的方块模板

此示例展示如何根据方块的信号值改变方块颜色。

1. 创建方块模板：

- 点击主页中的【新建模板】，打开模板编辑器。
- 将工具窗格中的“立方体”拖拽到场景区中，并调整其合适位置。

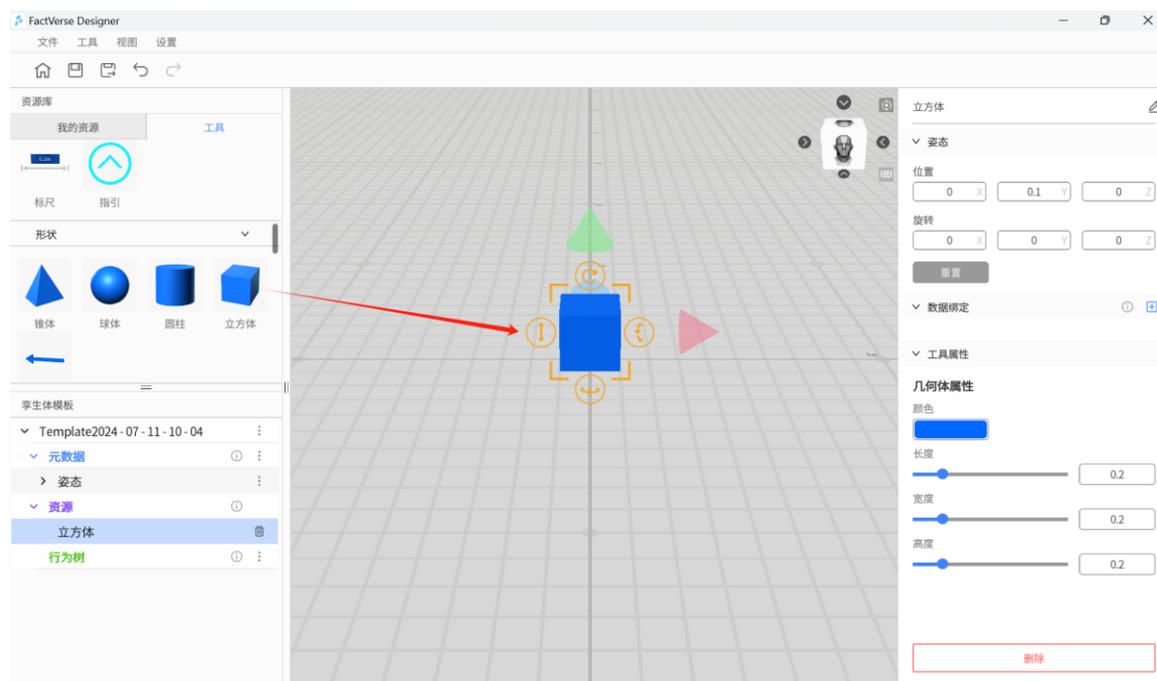


图 54 添加立方体

c) 点击工具栏中的保存按钮 , 保存模板名称为“会变色的方块”。

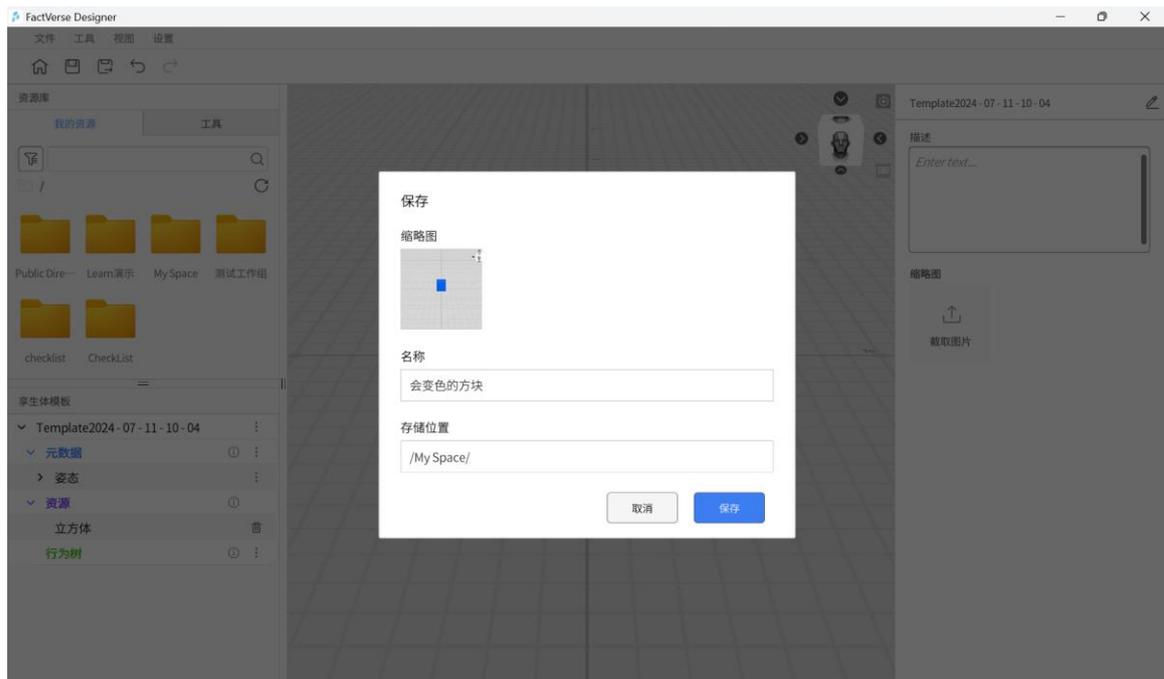


图 55 会变色的方块

2. 添加主功能结构:

- a) 在孪生体模板窗格中，点击元数据旁的⋮，选择添加结构。
- b) 下拉滚动条找到新添加的结构“Part_1”，点击“Part_1”，在属性区修改结构名称为“主功能”。



图 56 添加主功能

- c) 在“主功能”结构下添加“颜色”（Color）和“信号”（Int）两个属性。



图 57 添加属性

3. 绑定颜色属性的数据:

- a) 在场景区中，选中方块模型。
- b) 在右侧属性面板中，点击**数据绑定**旁的【添加】按钮 ，然后在属性列表中选择“颜色”属性。



图 58 选择方块的颜色属性

- c) 在颜色属性的绑定窗口中，点击 ，然后选择主功能结构中的“颜色”属性。

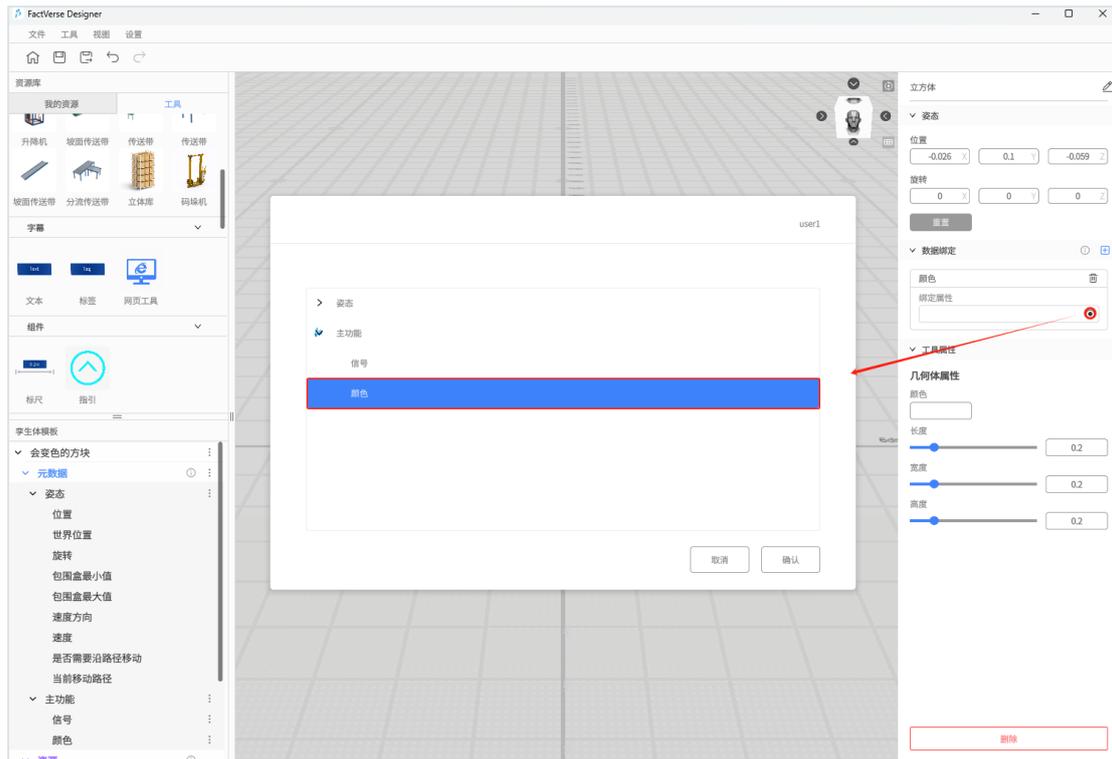


图 59 绑定颜色的数据

d) 点击【确定】后完成颜色数据的绑定。

e) 点击工具栏中的保存按钮  保存模板。

4. 创建监听信号改变颜色的行为树：

a) 在孪生体模板窗格中，点击行为树栏旁的 ，选择新建行为树选项。

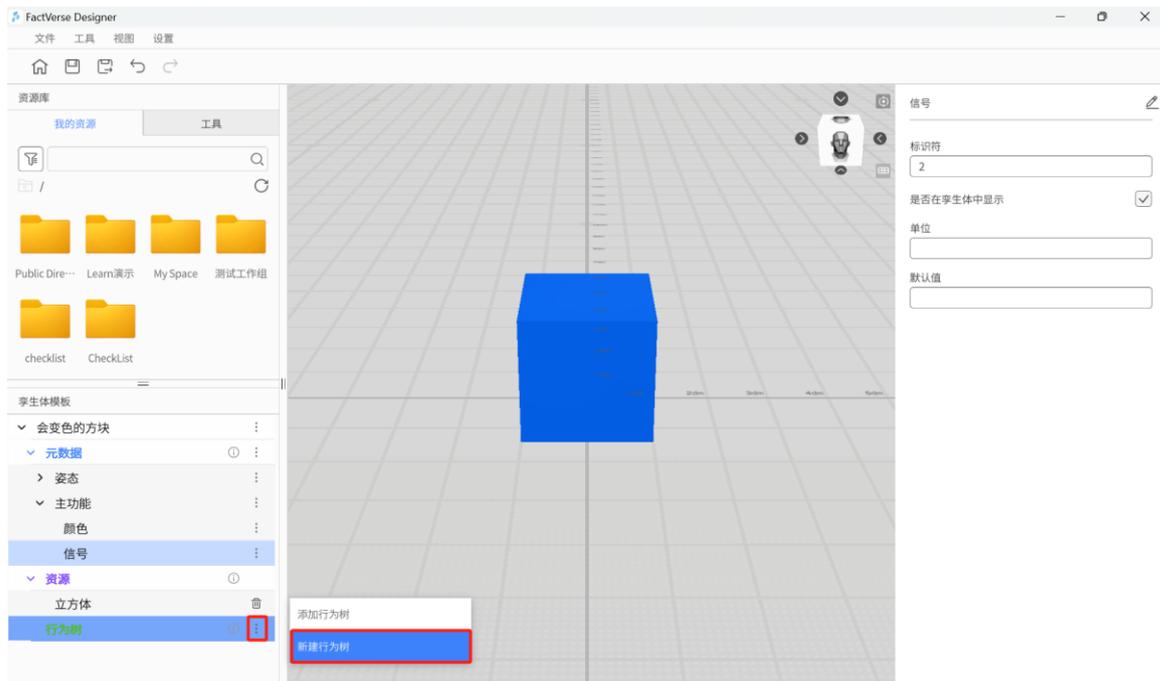


图 60 创建方块监听信号变色的行为树

b) 保存行为树并命名为“监听信号改变颜色”。

5. 编辑行为树逻辑:

a) 双击“监听信号改变颜色”行为树，打开行为树编辑器。

b) 在根节点下添加一个选择节点。

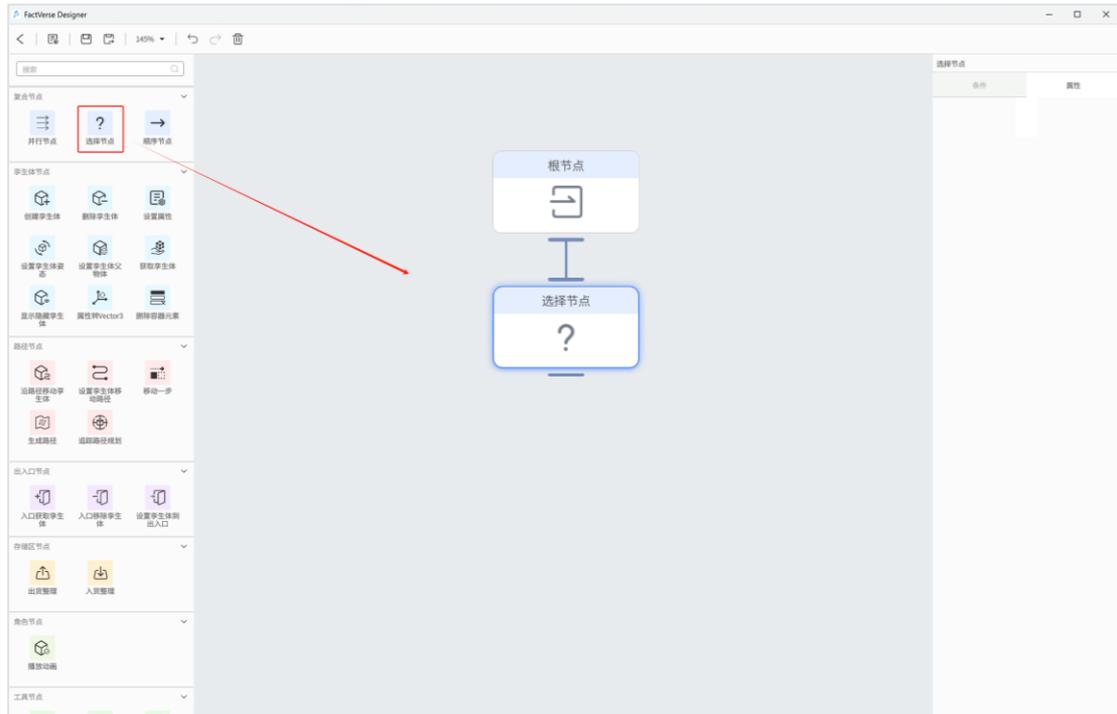


图 61 添加选择节点

- c) 在**选择节点**下添加一个**顺序节点**，并为这个**顺序节点**设置“比较两个孪生体的属性值”的条件。

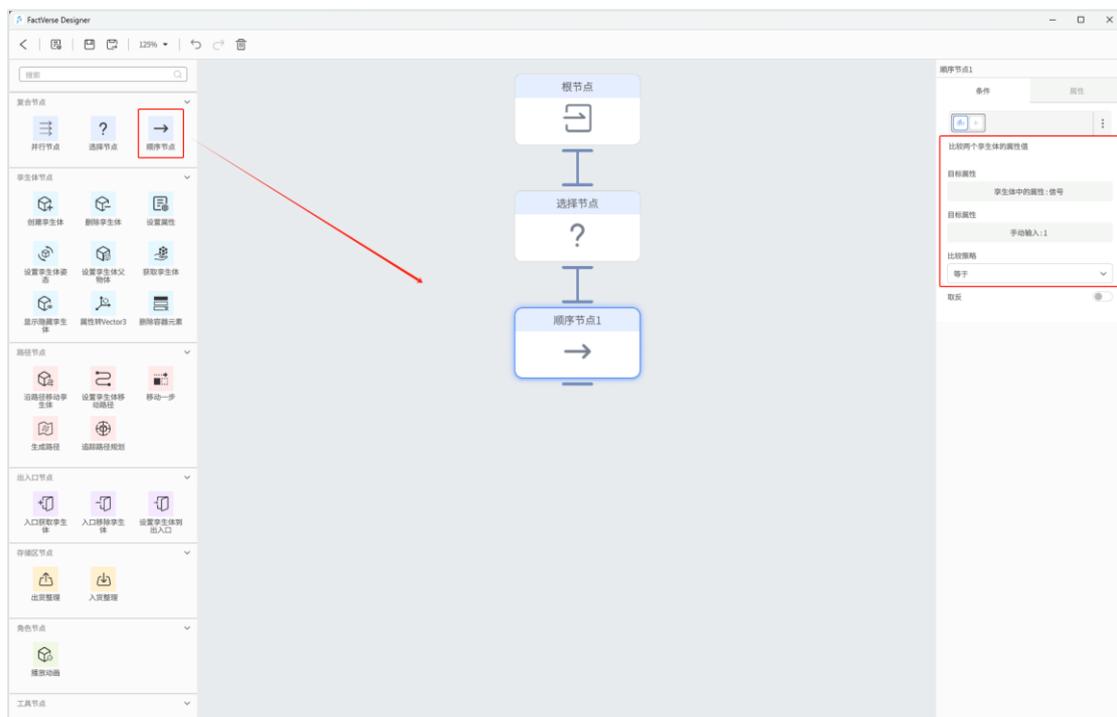


图 62 添加一个顺序节点

“比较两个孪生体的属性值”的条件设置如下：

- 目标属性 1
 - 值的来源：孪生体中的属性
 - 孪生体的来源：自身
 - 目标属性：选择“会变色的方块”模板中的“信号”属性
- 目标属性 2
 - 值的来源：手动输入
 - 值：1
- 比较策略：等于

d) 在顺序节点下添加一个设置属性节点，并设置这个节点的属性。

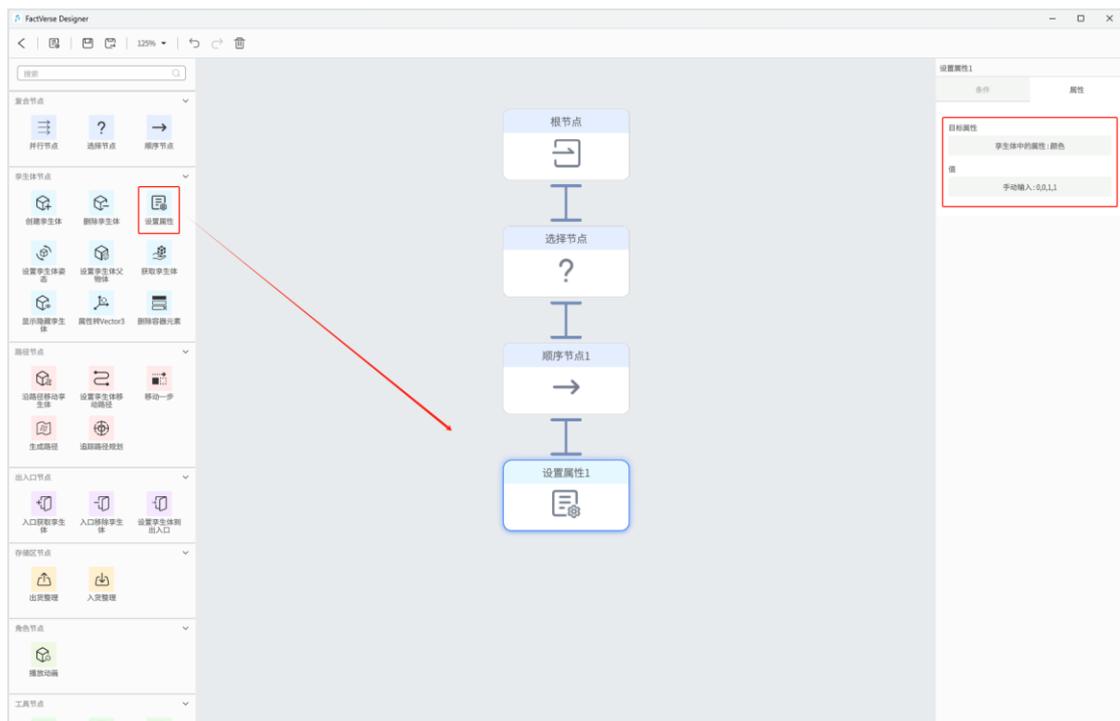


图 63 添加一个设置属性节点

“设置属性”节点的属性如下：

- 目标属性
 - 属性的来源：孪生体中的属性
 - 孪生体的来源：自身

- **选择属性：**选择“会变色的方块”模板中的“颜色”属性
- **数值的设置策略：**替换原始值
- **值**
 - **值的来源：**手动输入
 - **值：**0,0,1,1

设置说明：“顺序节点 1”和“设置属性 1”节点的运行逻辑决定了，当方块的“信号”属性值为 1 时，方块的颜色变为 RGBA(0,0,1,1)。

- e) 添加“顺序节点 2”：
 - i. 复制粘贴“顺序节点 1”，节点将自动添加到选择节点下方。
 - ii. 将其重命名为“顺序节点 2”。
 - iii. 设置**目标属性 2**中的手动输入值为“2”。
- f) 在“顺序节点 2”下方添加“设置属性 2”节点：
 - i. 复制 粘贴“设置属性 1”节点，节点将自动添加到“顺序节点 1”下方。
 - ii. 将其重命名为“设置属性 2”。
 - iii. 删除“顺序节点 1”和“设置属性 2”节点间的连线，重新连接“顺序节点 2”和“设置属性 2”节点。
 - iv. 修改“设置属性 2”节点的**值**中的手动输入值为“0,1,0,1”。
- g) 添加“顺序节点 3”：
 - i. 复制粘贴“顺序节点 1”，节点将自动添加到选择节点下方。
 - ii. 将其重命名为“顺序节点 3”。
 - iii. 设置**目标属性 2**中的手动输入值为“3”。
- h) 在“顺序节点 3”下方添加“设置属性 3”节点：
 - i. 复制粘贴“设置属性 1”节点，节点将自动添加到“顺序节点 1”下方。
 - ii. 将其重命名为“设置属性 3”。
 - iii. 删除“顺序节点 1”和“设置属性 3”节点间的连线，重新连接“顺序节点 3”和“设置属性 3”节点。
 - iv. 修改“设置属性 3”节点的**值**中的手动输入值为“1,0,0,1”。

- i) 添加“顺序节点 4”：
 - i. 复制粘贴“顺序节点 1”，节点将自动添加到选择节点下方。
 - ii. 将其重命名为“顺序节点 4”。
 - iii. 设置**目标属性 2**中的手动输入值为“4”。
- j) 在“顺序节点 4”下方添加“设置属性 4”节点：
 - i. 复制 粘贴“设置属性 1”节点，节点将自动添加到“顺序节点 1”下方。
 - ii. 将其重命名为“设置属性 4”。
 - iii. 删除“顺序节点 1”和“设置属性 4”节点间的连线，重新连接“顺序节点 4”和“设置属性 4”节点。
 - iv. 修改“设置属性 4”节点的**值**中的手动输入值为“0,1,1,1”。

下图为完整的行为树结构：

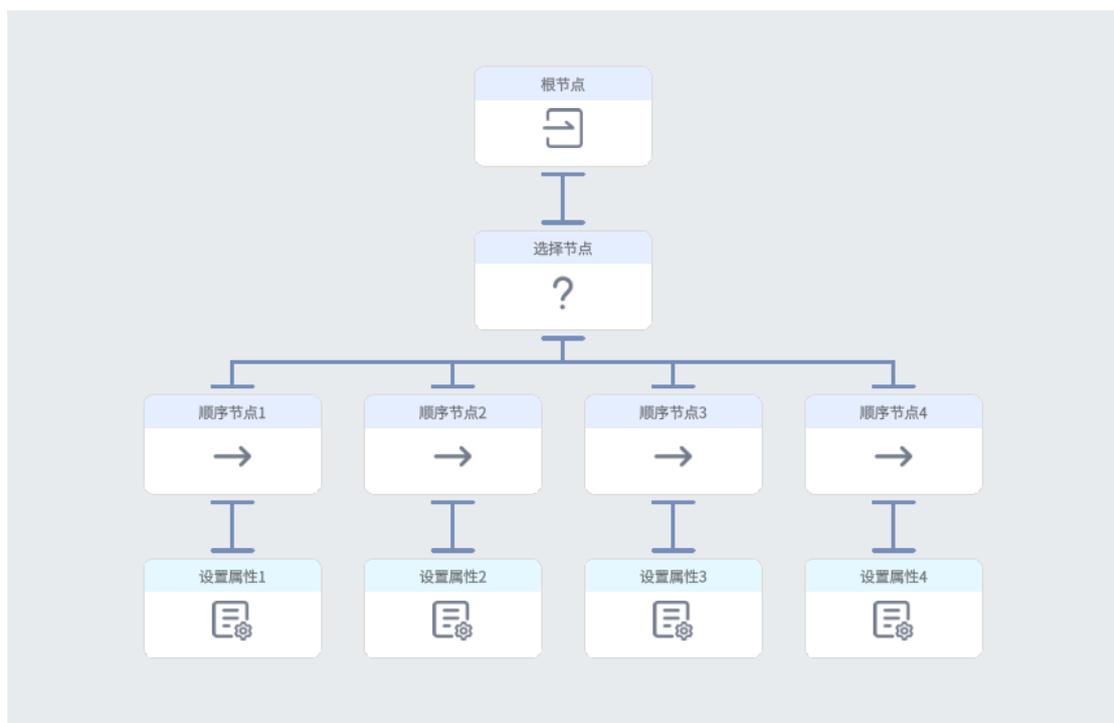


图 64 监听信号改变颜色行为树

6. 保存行为树：

- a) 点击工具栏中的保存按钮保存行为树。
- b) 点击 < 退出行为树编辑器。

7. **保存模板**：点击工具栏中的保存按钮保存模板。
8. **退出模板编辑器**：点击主页按钮退出模板编辑器，完成模板的编辑。

通过以上步骤可以创建一个会变色的方块的孪生体模板。您可以使用这个模板创建方块，然后设置方块的“信号”属性值，并观察方块的颜色变化。

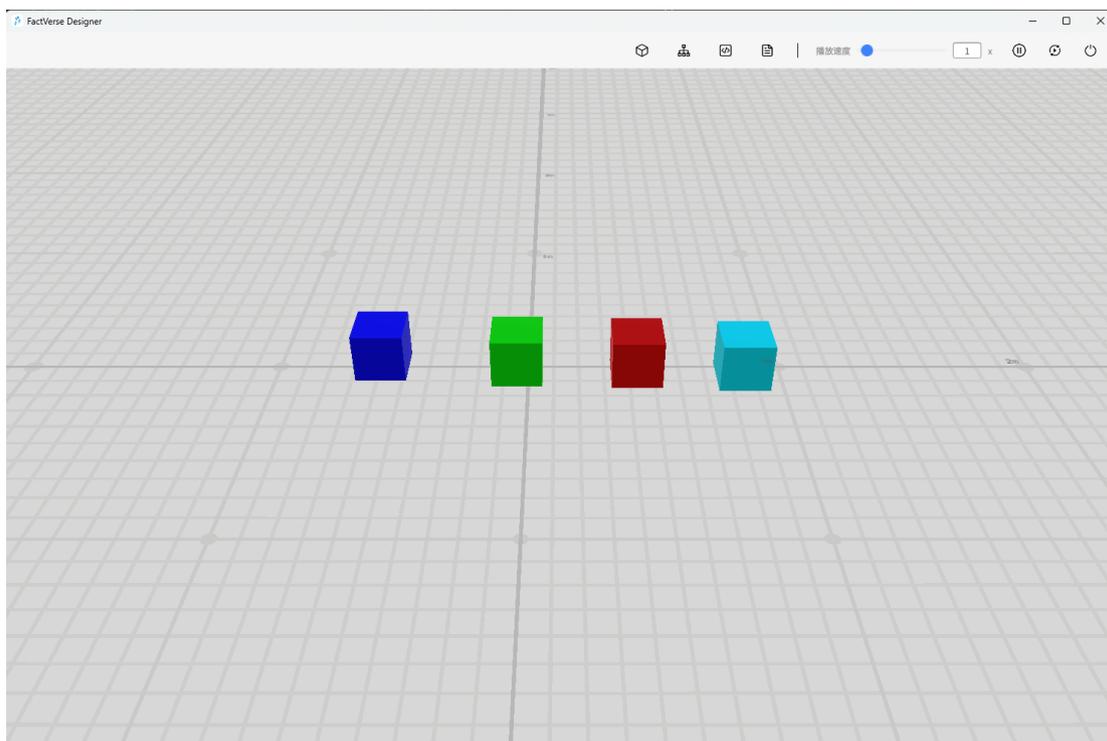


图 65 变色的方块

5.2 创建孪生体

创建孪生体是构建数字孪生场景的关键步骤。您应根据场景需求创建所需的孪生体，并将其添加到场景中进行进一步配置。

您可以选择以下两种方式创建孪生体：

- **单个创建**：使用孪生体模板逐个创建所需的孪生体。
- **批量创建**：通过 Excel 格式的模板批量创建和修改孪生体，灵活管理和配置。

5.2.1 创建单个孪生体

您可以使用孪生体模板逐个创建所需的孪生体。以下示例展示了如何使用 DLC 中的“原料生成器”模板来创建一个名为“生产 2 号”的孪生体。步骤如下：

1. **打开场景编辑器：**新建场景或打开已有场景，以进入场景编辑器。
2. **新建孪生体：**在场景编辑器的资源库中，点击孪生体窗格中的  按钮，打开新建孪生体窗口。
3. **填写孪生体信息：**在新建孪生体窗口中，填写孪生体名称为“生产 2 号”，选择 DLC 中的“原料生成器”模板，并且设置孪生体的**存储位置**。



新建孪生体

孪生体名称
生产2号

孪生体模板
原料生成器

存储位置
/My Space/

取消 确认

图 66 新建孪生体

4. **完成创建：**点击【确认】按钮，完成“生产 2 号”的创建。

完成上述步骤后，您已成功创建名为“生产 2 号”的原料生成器孪生体。接下来，可以将其添加到场景中，并进一步设置其属性和运行逻辑，以构建完整的数字孪生场景。

5.2.2 批量创建孪生体

您可以通过导出、填写并导入表格的方式批量创建孪生体。具体步骤如下：

1. **打开孪生体模板：** 在主页中，点击【打开模板】按钮以选择并打开您用来批量创建孪生体的孪生体模板。
2. **导出表格：**
 - a) 在模板编辑器界面的菜单栏中，依次点击【文件】>【导出为表格】。

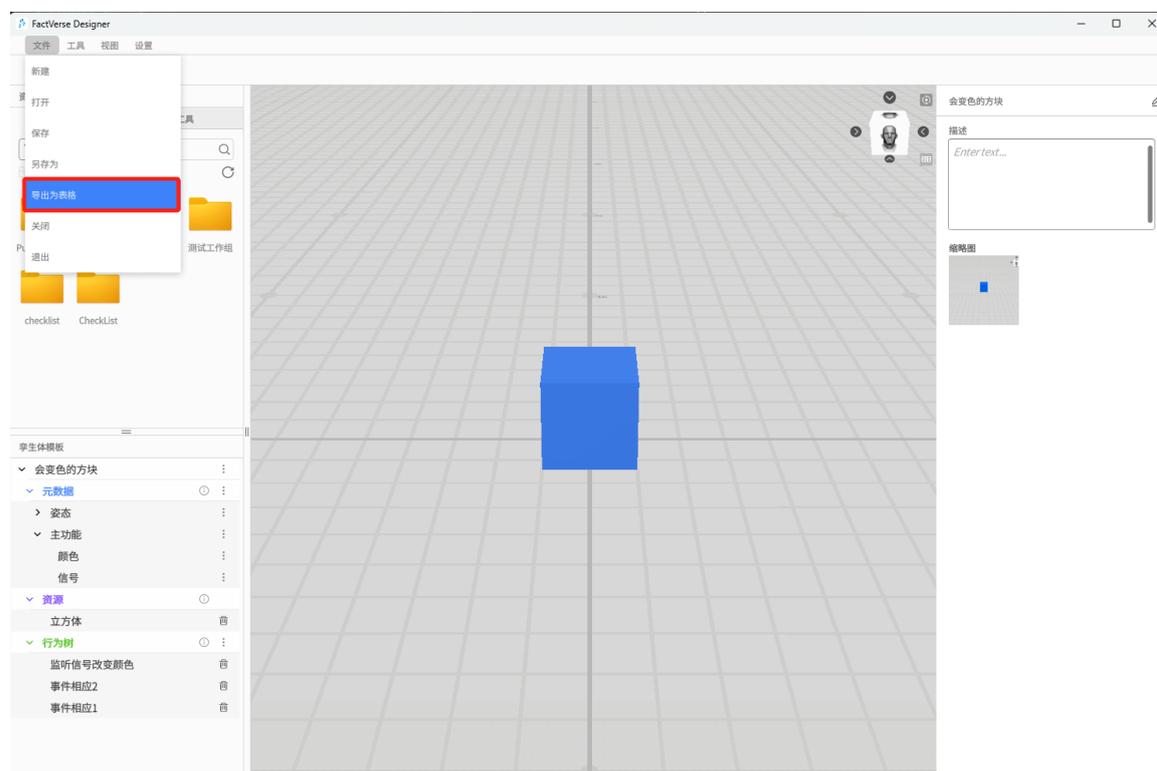


图 67 导出表格

- b) 在弹出的窗口中，您可以按需填写表格名称和存储路径，然后点击【保存】。
3. **填写孪生体信息：** 打开保存的 Excel 表格，填写孪生体信息。每个孪生体的属性内容可根据实际需要决定填写与否，按照表格中的示例格式填写，编辑完成后保存表格。

名称	数据类型	格式	示例
孪生体 ID	字符串	孪生体的唯一标识符	12345-abcde
孪生体名称	字符串	自定义的名称	红色方块 1
标识符	字符串	自定义的识别代码	abcde-67890
存储路径	字符串	存储孪生体的位置路径	/My Space

父物体 ID	字符串	关联的父级孪生体的 ID，若无则留空	12345
姿态位置	vector3	三维坐标位置，表示孪生体在场景中的位置	1.0, 2.5, 0.0
姿态世界位置	vector3	孪生体在世界坐标系中的三维坐标	100.0, 50.0, 0.0
姿态旋转	vector3	孪生体的旋转角度，通常用三个轴的角度表示	0.0, 90.0, 0.0
姿态包围盒最小值	vector3	孪生体包围盒的最小点坐标	-1.0, -1.0, 0.0
姿态包围盒最大值	vector3	孪生体包围盒的最大点坐标	1.0, 1.0, 2.0
姿态速度方向	vector3	孪生体当前速度的方向向量	0.0, 1.0, 0.0
姿态速度	double	孪生体的移动速度，通常为浮点数	5.5
姿态是否需要沿路径移动	bool	布尔值，表示孪生体是否沿着设定的路径移动，True 或 False	True
姿态当前移动路径	path	指定孪生体的移动路径	0:0,1,0 0:5,1,0 表示点 (0,1,0)和点 (5,1,0) 两个点之间的直线路径。

注意：若要修改已有的孪生体，在表格中必须填写该孪生体的 ID。如果要创建新的孪生体，表格中的孪生体 ID 可为空。

4. **关闭表格：** 在导入表格之前，请确保关闭编辑完成的表格。

5. **导入表格：**

- a) 点击主页按钮  返回主页。
- b) 在主页中，点击【导入表格】按钮。

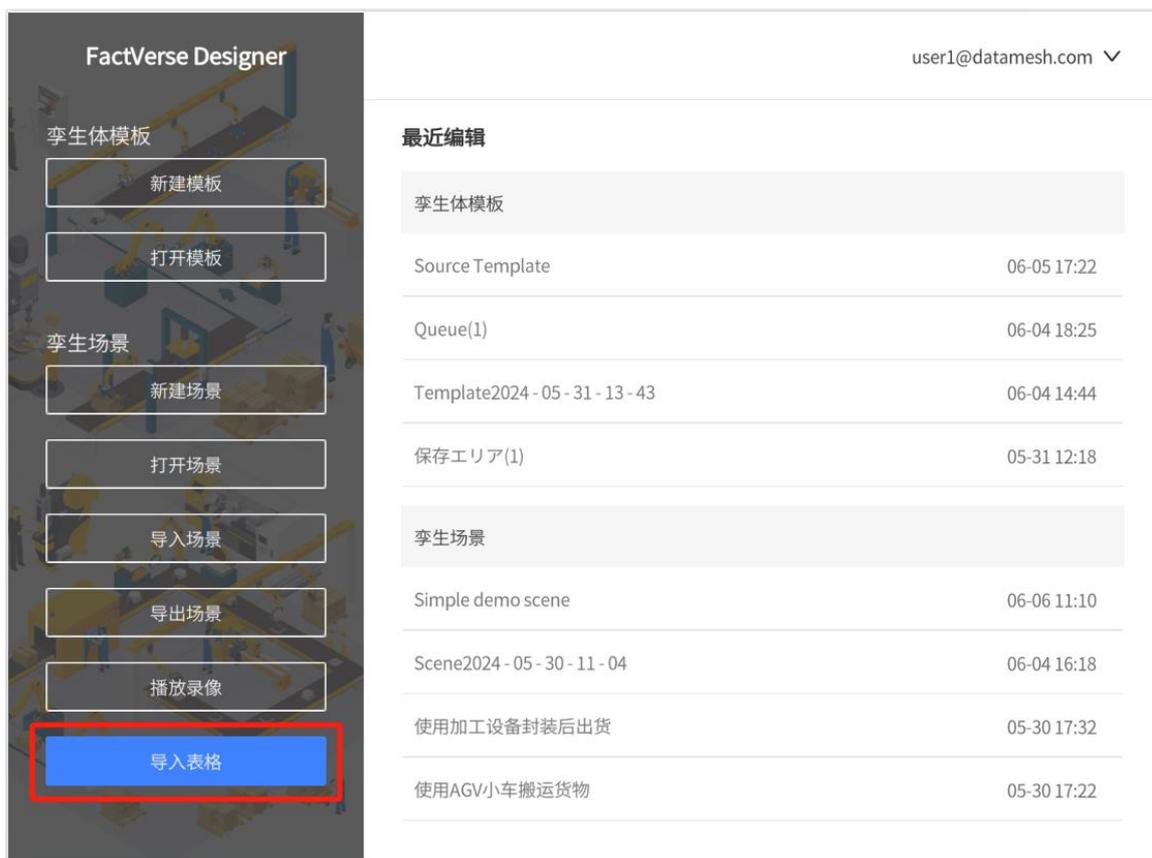


图 68 点击导入表格按钮

c) 上传步骤 3 中保存的表格，完成孪生体的批量创建。

5.3 向场景中添加孪生体

通过将孪生体放置到场景中，您可以更直观地进行布局规划、运行逻辑配置，最终构建出一个完整的数字孪生场景，从而实现虚拟与现实的连接与管理。

步骤：

- 1. 打开或新建场景：**在“场景编辑器”中，您可以选择打开一个已有的场景或新建一个场景。
- 2. 找到要添加的孪生体：**在“场景编辑器”的孪生体窗格中，浏览并找到需要添加的孪生体。
- 3. 添加到场景：**勾选要添加到当前场景中的孪生体复选框，您可以一次性选择多个孪生体。点击【添加到场景】按钮，所选孪生体将被添加到场景区

中。

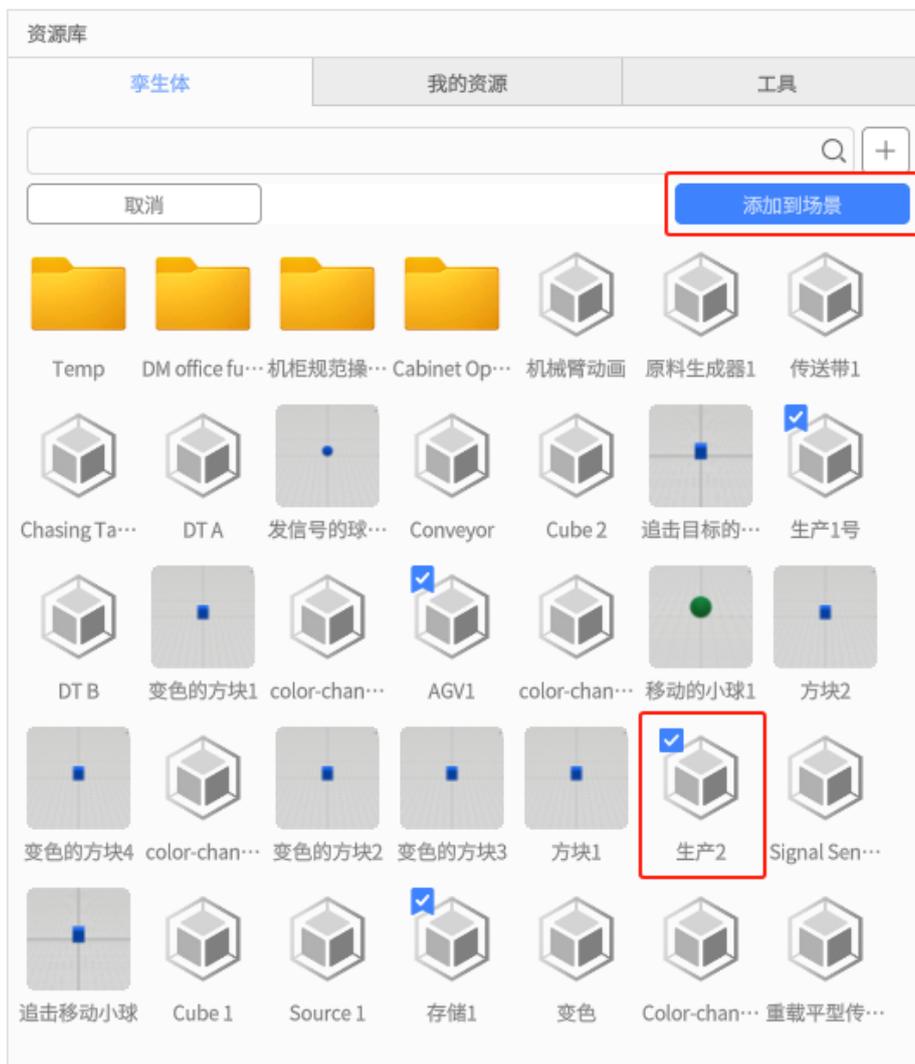


图 69 将“生产 2 号”添加到场景中

孪生体添加完成后，您可以进一步配置其属性、设定运行逻辑等，最终完成数字孪生场景的搭建。

5.4 路径规划

路径规划在数字孪生场景中约束孪生体的移动轨迹。它通过定义一系列关键点和它们之间的连通关系，形成了可移动范围的有向连通图。用户可以在这个图上指定移动路径，确保孪生体在场景中按照规定的路线移动。路径规划是针对整个场景而言，不同孪生体可以共享一致的导航规则。

主要内容包括：

- **关键点：**在场景中标点形成的连通图的顶点。
- **连通关系：**关键点之间的连通关系，包括是否可以连接以及连接的方向，形成有向连通图。
- **路径：**在连通图上指定一系列的连续顶点，构成一条固定的移动路径。

5.4.1 构建模式

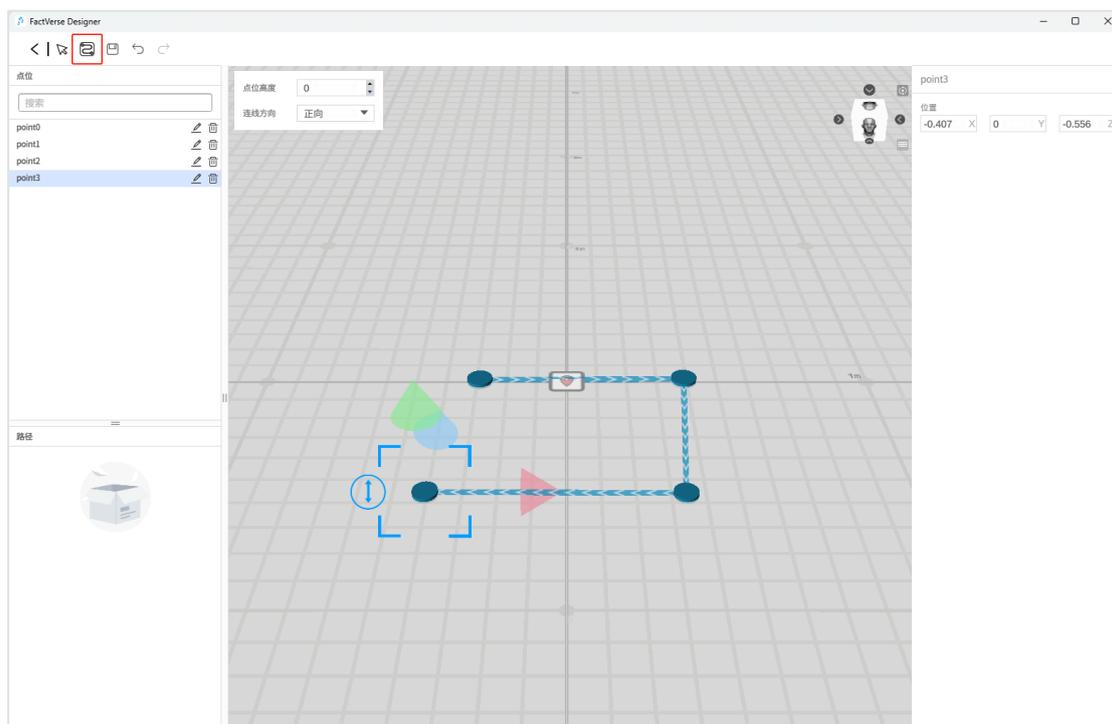


图 70 构建模式

在构建模式下，您可以通过鼠标左键单击场景中任意区域创建关键点，然后移动鼠标，再次点击创建下一个关键点。两个关键点之间会以默认方向自动连接起来。

为提升路径构建效率，您可以在场景左上角设置默认构建参数，包括点位高度和连线方向。创建的关键点将采用这些默认设置。

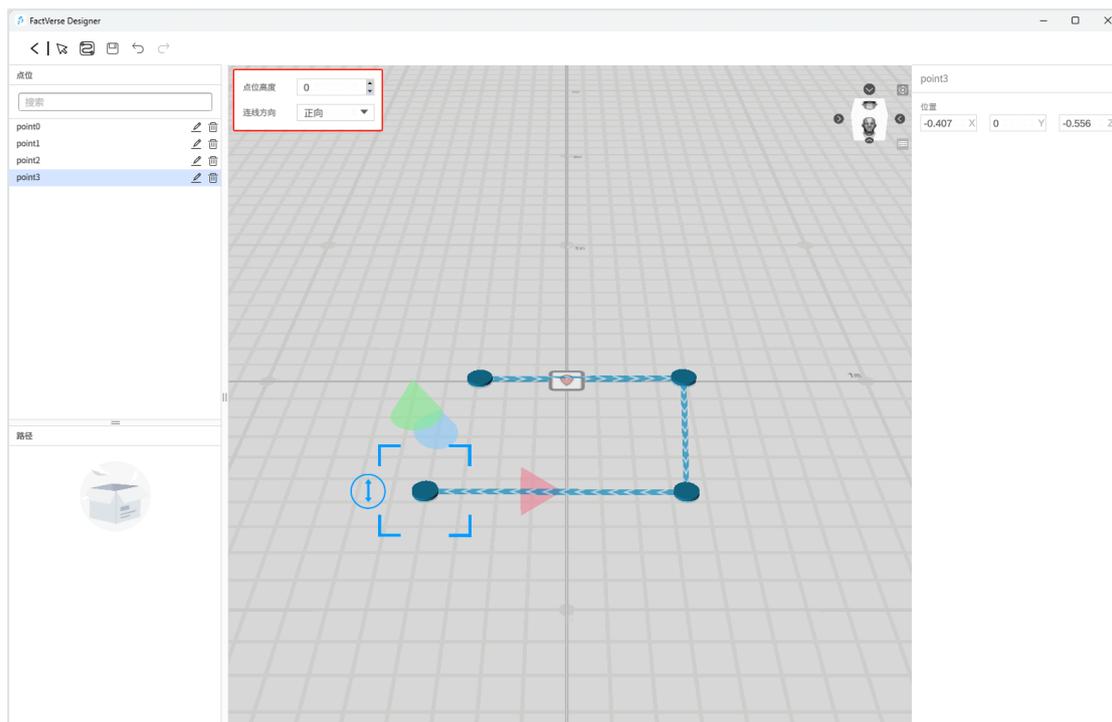


图 71 构建设置

- **点位高度**：指在构建模式下设置点位时的高度。
- **连线方向**：指在构建模式中，点位与下一个连接点之间的连接方向，可选择正向、反向或双向连接。

随着在场景中构建点位，左侧窗格点位列表中会同步出现对应的点位条目，默认命名规则为「Point+Num」。

创建路径关键点后，可以进行以下操作：

- 重命名点位或删除点位。
- 选中点位时，通过右侧属性窗格的坐标输入框可精确调整点位位置数据。
- 选中两个关键点的连线时，通过点击右侧属性窗格的方向方块可切换两点间的连接方向。

5.4.2 选择模式

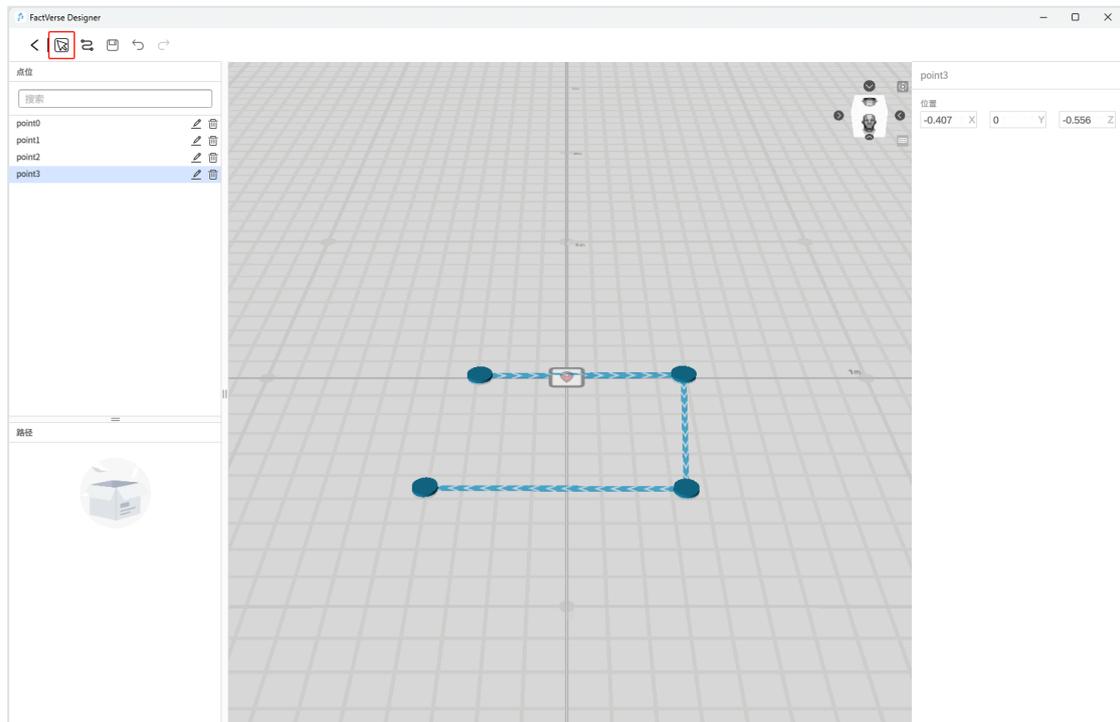


图 72 选择模式

在选择模式下，您可以对场景进行拖拽操作以移动整个场景，同时还可以选中关键点并修改其位置。

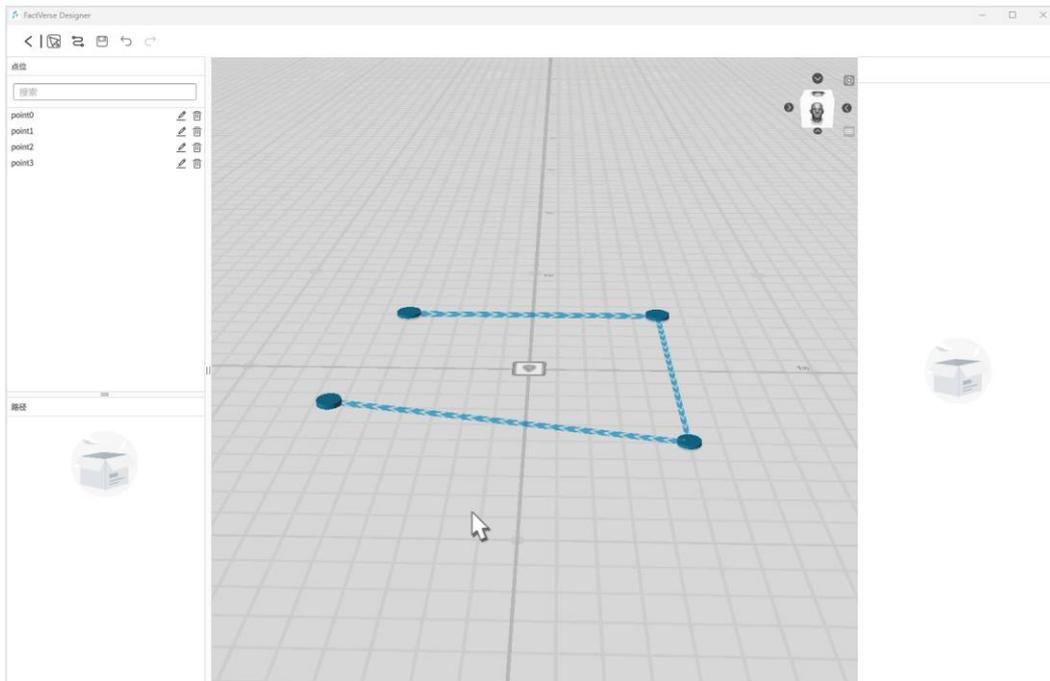


图 73 选择模式下修改调整视角及修改关键点位置

5.4.3 创建路径的基本流程

1. 在场景编辑界面中，点击工具栏中的路径规划按钮  进入路径规划界面。
2. 在路径规划界面中，使用构建模式创建点位，点位的创建将基于默认构建高度（0）所在的平面上。
3. 分别新建的两个点位之间使用默认的方向连接，即正向从当前的点连向下一个点。
4. 选择模式下，点击点位和连线可修改其位置、连线方向。

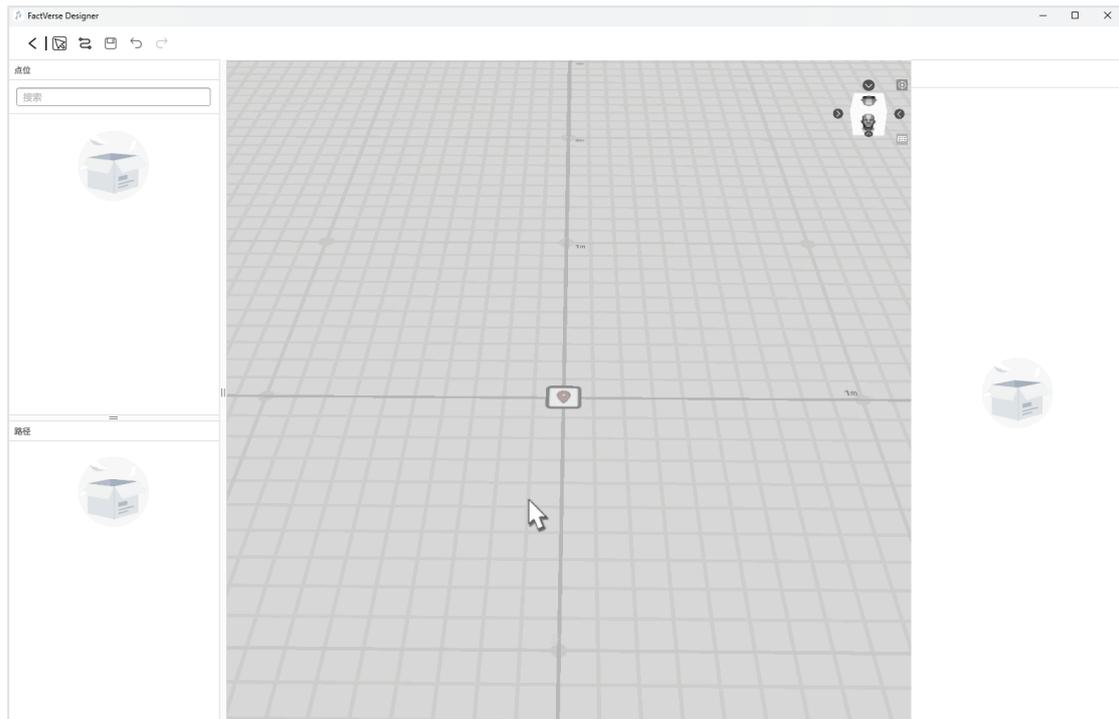


图 74 路径规划

5.5 场景的导入和导出

数字孪生场景文件（.digpkg 文件）包含了场景中的数字孪生体与其他数字孪生内容，如：孪生模板的元数据、行为树、资源，场景的路径等。用户可在主页选择导入和导出数字孪生场景。

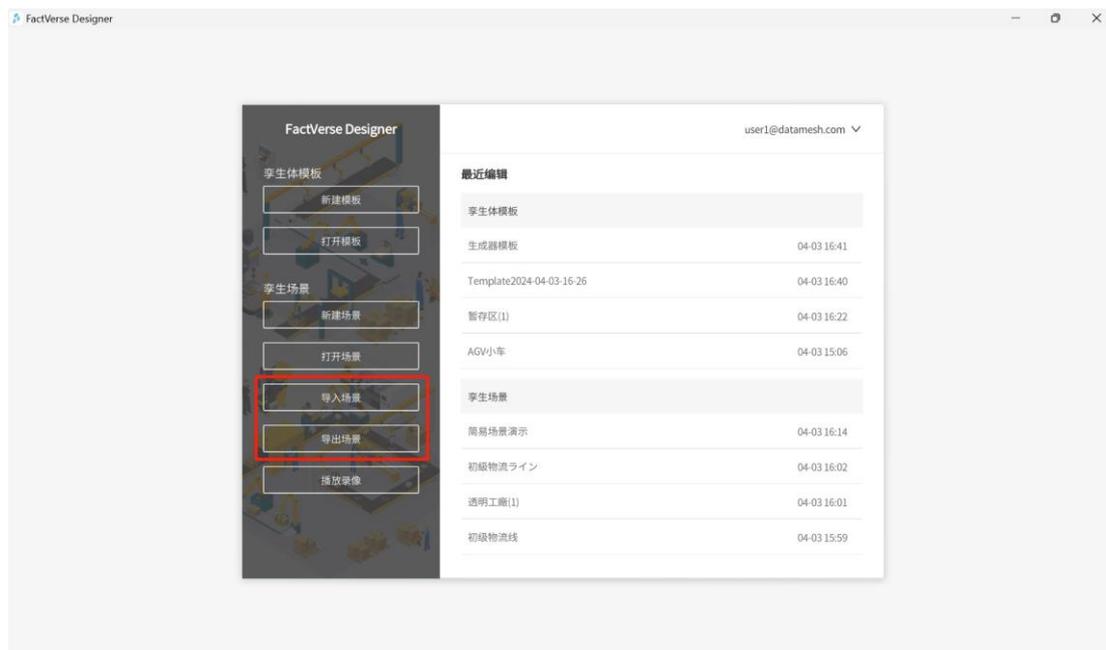


图 75 导入/导出场景

5.6 定位编辑

在创建数字孪生场景时，FactVerse Designer 默认会在场景的 (0, 0, 0) 位置生成一个定位码。用户可以在 DataMesh One 中播放场景时，通过扫描该定位码将数字孪生场景精准地放置在物理环境中的目标位置。

FactVerse Designer 提供了定位编辑功能，允许用户根据需要修改、添加、删除定位码，或使用参考模型辅助场景编辑。

5.6.1 编辑定位码

编辑场景中的定位码步骤如下：

1. **进入定位编辑模式：**在场景编辑器中，点击工具栏中的**定位模式**按钮进入定位编辑模式。

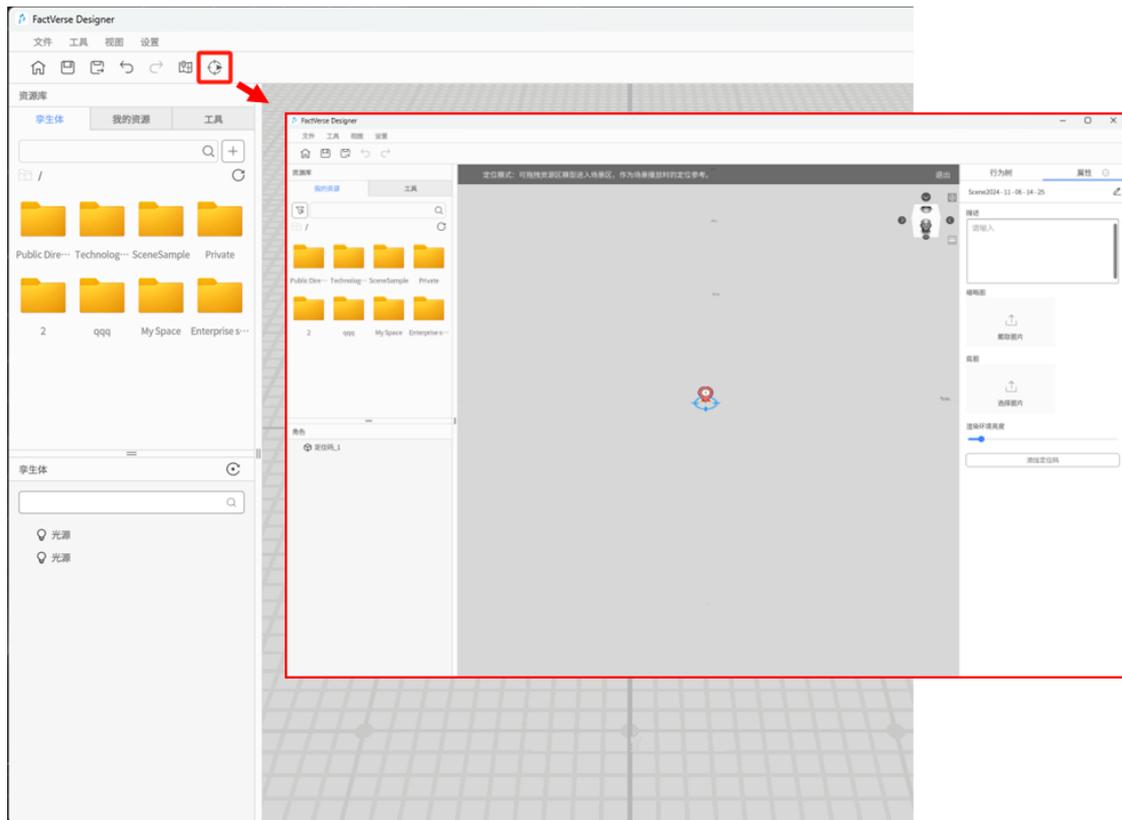


图 76 定位编辑模式

2. **编辑定位码：**在定位编辑模式的角色列表（当前场景中所有定位码和参考模型的列表）中，选中定位码，属性面板将显示该定位码的详细信息，包括：
 - a) **位置：**可通过修改位置参数精确调整定位码的三维空间位置。
 - b) **旋转角度（Y）：**修改定位码的 Y 轴旋转角度。
 - c) **快速方向设置：**通过属性面板快速设置定位码的方向（水平或垂直）。



图 77 定位码属性

3. **添加定位码:** 在未选中任何角色的情况下，点击属性面板中的【添加定位码】按钮，即可在场景中新增一个定位码。定位码将自动显示编号。每个场景最多可添加 20 个定位码。



图 78 添加定位码

4. **删除定位码:** 选中不需要的定位码，在角色列表中点击删除按钮，即可移除该定位码。

5.6.2 添加参考模型

在数字孪生场景中，您可以使用参考模型辅助进行场景的编辑与定位。

添加参考模型步骤如下：

1. **进入定位编辑模式:** 在场景编辑器中，点击工具栏中的**定位模式**按钮



进入定位编辑模式。

2. **添加参考模型：**将资源库里的模型拖拽至场景区域，将其作为参考模型放置在场景中，以辅助场景编辑与定位。

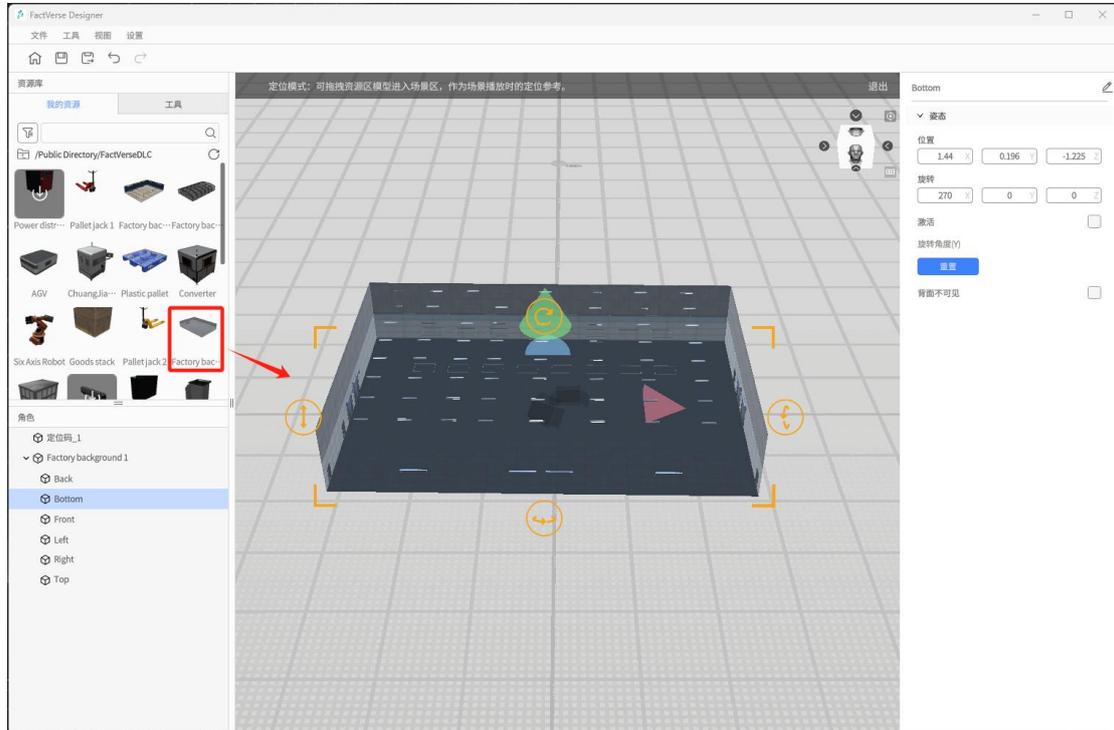


图 79 添加参考模型

3. **退出定位编辑模式：**点击【退出】按钮退出定位模式。

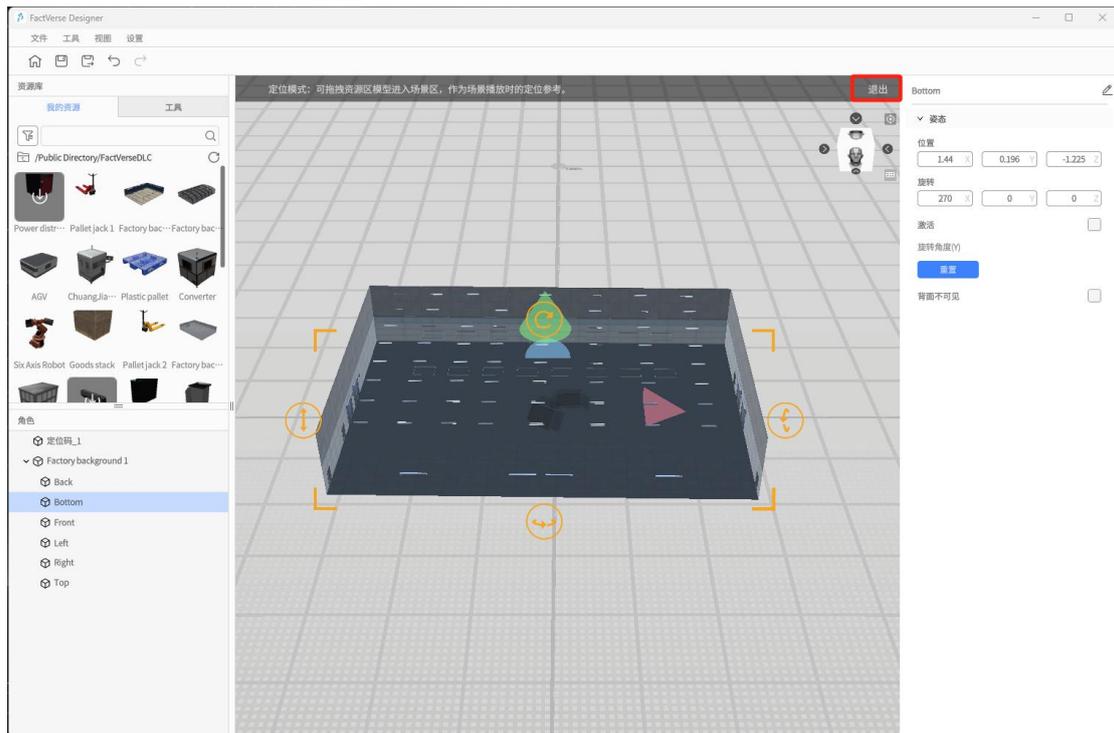


图 80 退出定位编辑模式

4. **辅助定位其他元素：**使用参考模型，辅助定位场景中的其他数字孪生体或元素，以确保它们与实际物理环境对齐。

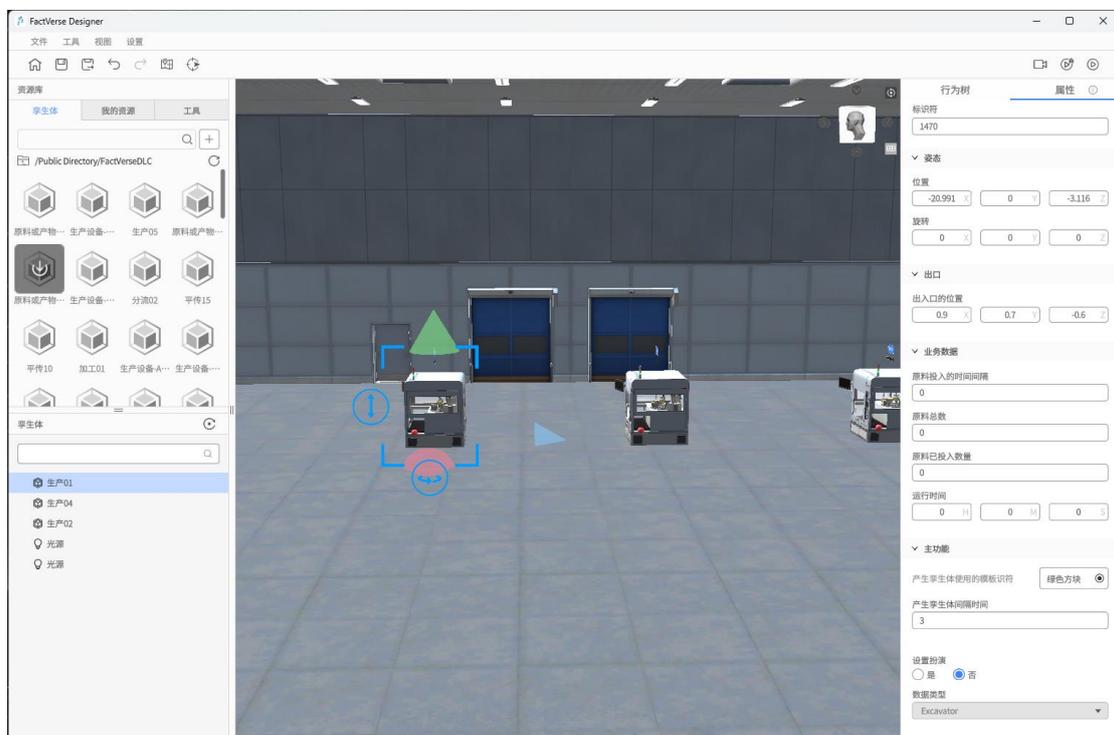


图 81 辅助定位

5.7 业务数据看板

业务数据看板可用于显示实时的 IoT 数据和模拟数据。用户可以在属性面板中选择数据，同时还可以设置数据的背景、文字颜色、字体大小和数据前缀。

以下为绑定模拟数据的一般操作：

1. 将**业务数据看板**工具拖入场景中。

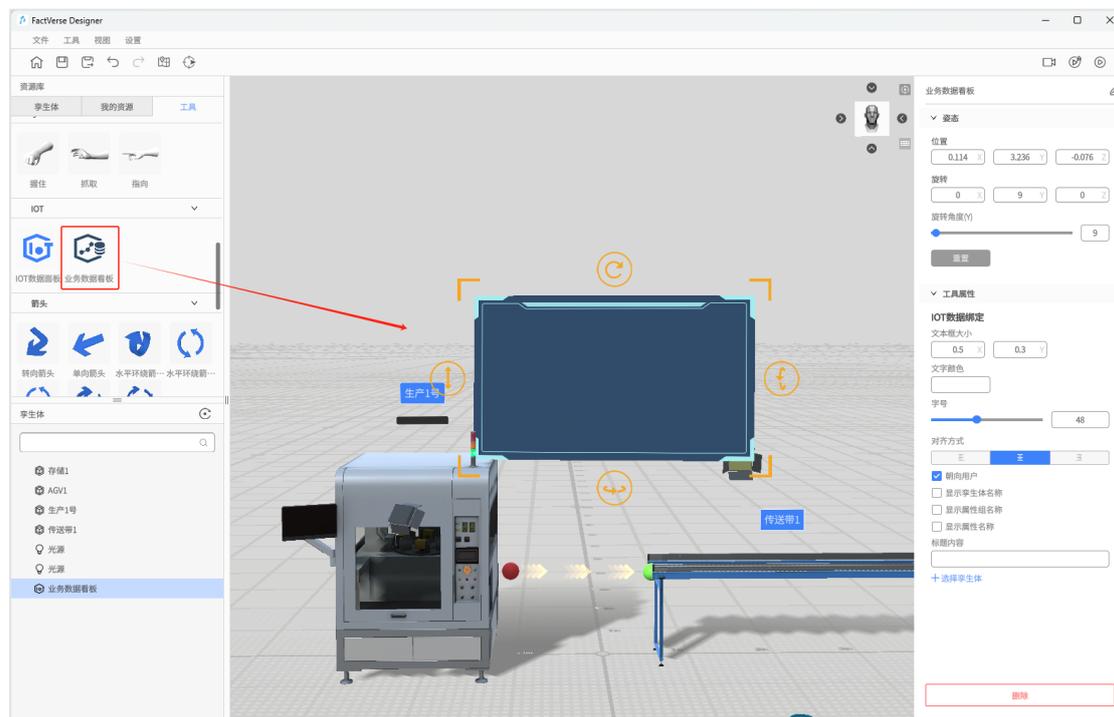


图 82 业务数据看板

2. 调整看板的位置和大小。
3. 选中业务数据看板，在属性区中，进行字号大小、文字颜色和对齐方式的设置。

IOT数据绑定

文本框大小

0.5 X 0.3 Y

文字颜色

字号

 48

对齐方式

朝向用户

显示孪生体名称

显示属性组名称

显示属性名称

标题内容

+ 选择孪生体

删除

图 83 设置文字属性

4. 选择要显示的内容，如孪生体的属性名称。

IOT数据绑定

文本框大小

0.5 X 0.3 Y

文字颜色

字号

48

对齐方式

朝向用户

显示孪生体名称

显示属性组名称

显示属性名称

标题内容

+ 选择孪生体

删除

图 84 选择显示的内容

5. 设置看板的标题。

IOT数据绑定

文本框大小

0.5 X 0.3 Y

文字颜色

字号

48

对齐方式

朝向用户

显示孪生体名称

显示属性组名称

显示属性名称

标题内容

原料生成器—业务数据统计

+ 选择孪生体

删除

图 85 设置看板标题

6. 点击【+选择孪生体】。

IOT数据绑定

文本框大小

0.5 X 0.3 Y

文字颜色

字号

48

对齐方式

朝向用户

显示孪生体名称

显示属性组名称

显示属性名称

标题内容

原料生成器—业务数据统计

+ 选择孪生体

图 86 选择孪生体

7. 点击【+选择孪生体】后，弹出**选择孪生体**列表，该列表展示场景内的所有孪生体，您可以按照孪生体名称进行检索。在**选择孪生体**的列表中，找到要绑定的孪生体，点击选中该孪生体。



图 87 绑定孪生体

选择孪生体后，原【+选择孪生体】按钮的位置变为您选择的孪生体名称。点击该孪生体名称弹出**选择孪生体**列表，可以重新选择孪生体。

- 选择孪生体后，孪生体名称下方显示孪生体的属性列表，点击选中要展示的孪生体的属性数据。



图 88 选择孪生体属性

9. 点击页面右上角的播放按钮  可查看效果。



图 89 实时数据展示

5.8 调整场景视角

在 FactVerse Designer 中，您可以通过不同的方式来调整场景的视角，以便更好地观察和编辑场景。以下是一些常用的场景视角调整方法：

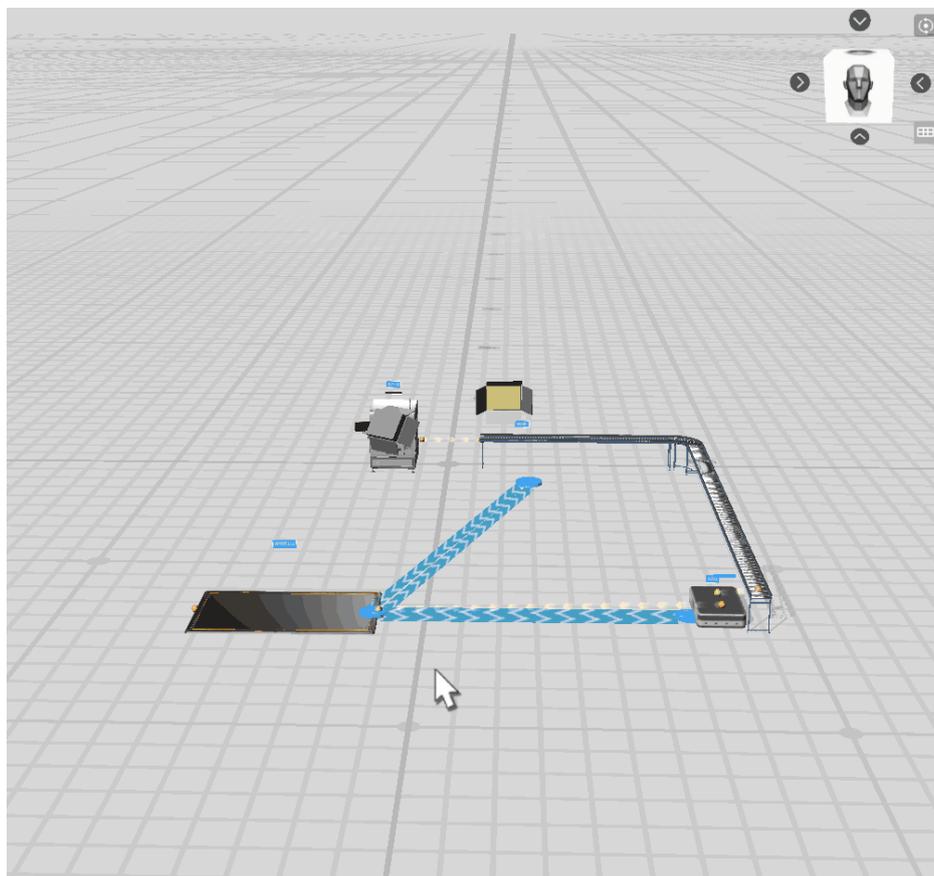


图 90 调整场景视角

- 旋转视角：按住右键可旋转整个视图，鼠标变为放大镜样式，可供用户全方位观察模型。
- 调整基准面高度：使用 Shift+鼠标左键可快捷调整基准面高度。
- 空间缩放：滚动滚轮。
- 拖拽场景：按住滚轮进行拖拽或左键点中场景区进行拖拽。

5.9 修改场景渲染环境

场景的渲染环境是指在虚拟场景中为场景设置的光照效果，用于模拟光线在场景中的传播、反射和折射现象。它可以影响物体的外观、光照和阴影效果，增

强场景的真实感和逼真度。

在 FactVerse Designer 中，您可以选择系统提供的内置的渲染环境或者自定义制作场景的渲染环境，使虚拟场景更加逼真和具有沉浸感。

要修改场景的渲染环境，您可以按照以下步骤进行操作：

1. 点击**设置**菜单，在下拉菜单中选择**更改渲染环境**。这将打开**更改渲染环境**窗口。



图 91 更改渲染环境

2. 在**更改渲染环境**窗口中，您可以选择系统内置的渲染环境，当选择**无**时，则剧本没有特定的环境反射效果。

您也可以通过自定义渲染环境，创建适合场景的环境背景和天空效果，以适应不同场景需求和创作目的。

自定义反射环境步骤如下：

1. 准备六张图片：这些图片应该分别对应于天空盒的前、后、左、右、上和下方方向。图片应该是 PNG 格式的，并且遵循英文命名规范（Front、Back、Left、Right、Top、Bottom）。
2. 将这些图片压缩成一个 zip 文件，并将其后缀名改为 .dmcm。
3. 在 DataMesh FactVerse 平台上将这个 .dmcm 文件上传到资源库中。
4. 在 FactVerse Designer 中，点击**设置**菜单，在下拉菜单中选择**更改渲染环境**，打开**更改渲染环境**窗口。
5. 在**更改渲染环境**窗口中，选择**自定义**标签，点击**选择渲染环境**。



图 92 自定义渲染环境

6. 在**选择渲染环境**的窗口中，找到已上传的 .dmcm 文件。
7. 选择文件后，点击【**确认**】按钮完成自定义场景的渲染环境。

5.10 播放场景录像

播放场景录像功能允许用户通过对比不同参数配置、布局或元素，或者比较多场景之间的差异来进行场景间的横向对比。

播放场景录像的流程

1. 录制场景

- a) 在 FactVerse Designer 中，打开要录制的场景。
- b) 点击工具栏中的录制按钮 。
- c) 在**录制**窗口中，填写录制名称、时长并选择存储位置，点击**【确认】**。



录制

名称

时长

 h ▾

存储位置

取消 确认

图 93 生成场景录制

- d) 等待录制进度为 100%时，点击**【确认】**完成录制。录制文件包含了场景内容数据与运行数据，仅供播放使用，不可编辑。



图 94 完成录制

e) 点击主页按钮  返回主页。

2. 播放:

a) 在主页上点击【播放录像】按钮。



图 95 点击播放录像

b) 在打开的窗口中，选择录制文件，然后点击【打开】。

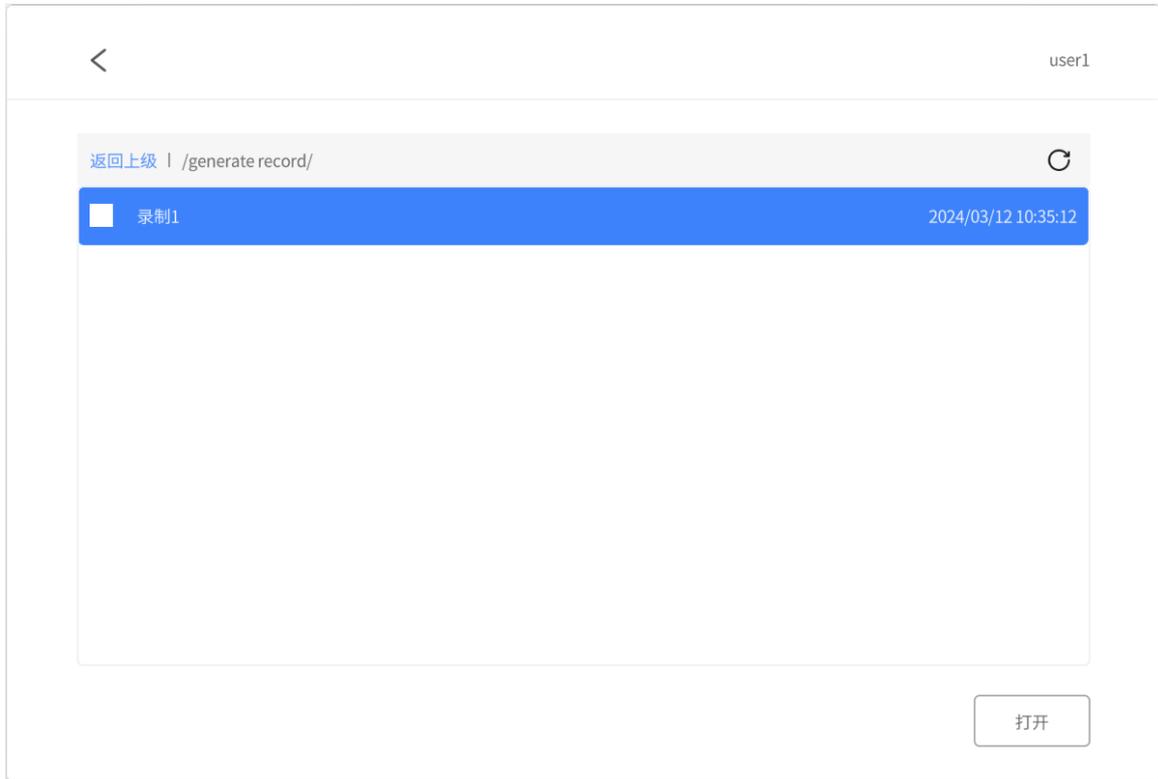


图 96 选择录制文件

- c) 通过播放界面中的工具栏，进行播放或暂停、控制播放进度、调整播放速度以及退出操作。

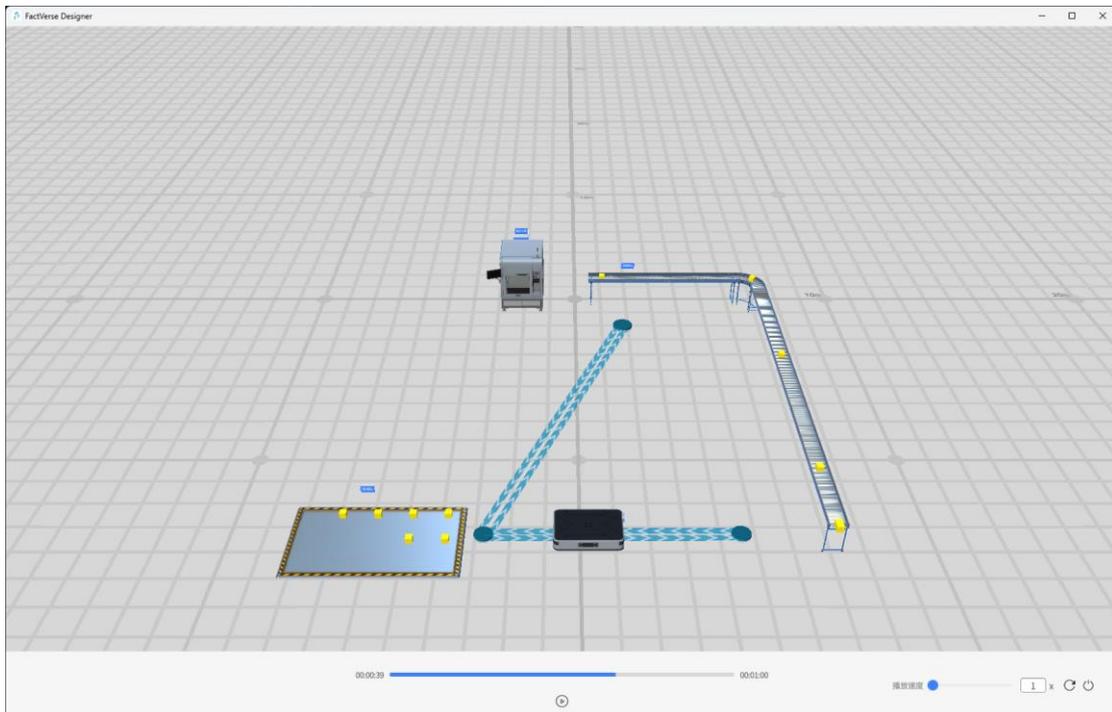


图 97 播放录像界面

5.11 行为树断点调试

您可以通过设置行为树断点暂停行为树遍历与场景运行，并查看此刻各行为树节点的执行状态与条件判断详情，以检查和调试行为树的逻辑。

1. 进入调试模式

- a) 在“场景编辑器”中，点击工具栏中的断点调试按钮 。
- b) 进入行为树调试运行模式，工具栏中会显示四个播放控制按钮：
 - **单步播放**：逐步执行每一个行为树节点。
 - **继续播放**：继续执行行为树，直到下一个断点或结束。
 - **重新播放**：重新播放场景。
 - **退出播放**：退出调试运行模式，返回正常模式。

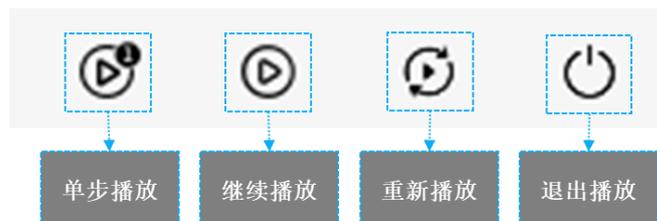


图 98 调试模式播放控制按钮

2. 添加行为树断点

- a) 选中一个孪生体：点击孪生体对象，使其处于选中状态。
- b) 打开行为树面板：点击工具栏中的行为树面板按钮 。
- c) 添加断点：在行为树面板中，选择需要调试的节点，在节点的右上角点击即可添加断点（标记为红点）。

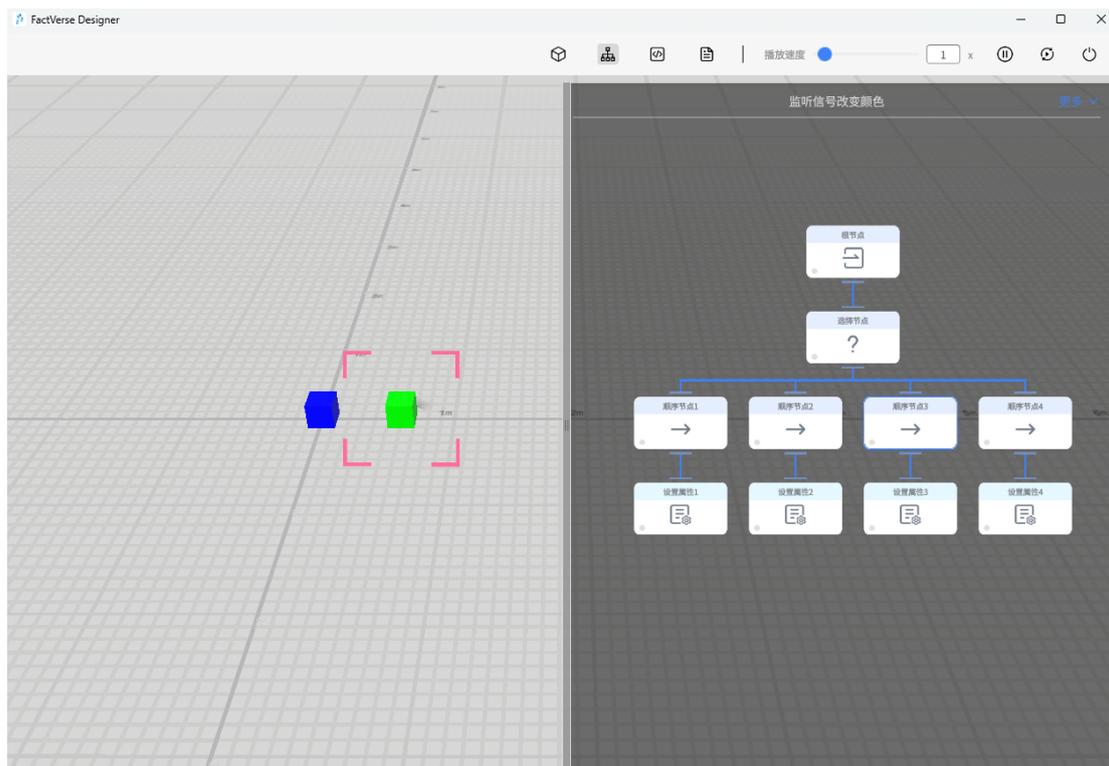


图 99 调试运行模式

3. 调试行为树

- a) 行为树运行时，遇到断点将暂停执行，您可以点击节点右下角的条件按钮  打开该节点的条件面板，查看当前节点的执行状态和条件判断详情。条件判断通过为绿色、红色代表条件未通过。

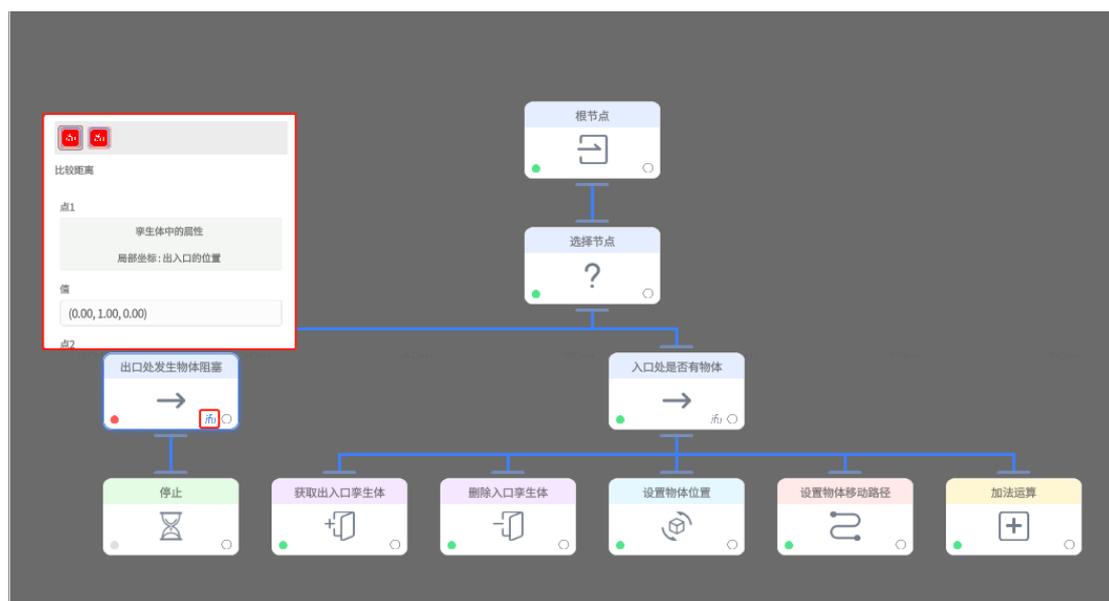


图 100 打开条件面板

- b) 使用工具栏中的控制按钮进行单步执行或继续播放，以逐步检查行为树的逻辑和执行情况。
4. **退出调试模式：** 点击工具栏中的退出按钮  退出调试运行模式，返回场景编辑界面。
 5. **修改问题节点**
 - a) 在场景编辑器中，选择孪生体，打开其行为树，找到问题节点进行修改。
 - b) 进行相应修改后，重新运行调试以确保问题得到解决。

6. 行为树

6.1 行为树简介

6.1.1 定义

行为树（Behavior Tree）是一种用于控制虚拟角色或系统行为的决策结构。它由多个节点组成，每个节点代表一个行为或决策步骤。行为树通过层次化的方式将复杂行为拆分成简单、可管理的子行为。

在 FactVerse Designer 中，行为树可以用于控制孪生体行为（例如设备的启动和停止）、孪生体的状态管理（如 AGV 小车从“待机”切换到“工作”状态）等。

6.1.2 执行规律

1. 行为树的执行顺序为从上至下，从左到右。
2. 当行为树运行到终结状态时，会回到根节点重新开始运行。
3. 根节点只能有一个子节点。
4. 当节点有子节点时，会优先执行它包含的子节点，当子节点按照从左至右的顺序运行完之后，再运行下一个节点。
5. 行为树在不处于闲置状态或被删除时，是会一直按照顺序循环运行。

6.1.3 节点类型

6.1.3.1 根节点

创建行为树时会自动生成根节点，它是行为树执行的起始点。根节点不能被删除，而且只能连接一个子节点。

6.1.3.2 复合节点

复合节点用于控制子节点的执行顺序和逻辑判断，包括并行节点、选择节点和顺序节点。复合节点可以添加多个子节点，每个子节点可以是复合节点或动作节点。



图 101 复合节点

1. **并行节点**：并行节点下所有节点将一起执行。并行成功标准可以选择：
 - 一个子节点成功则成功
 - 所有子节点成功则成功
2. **选择节点**：选择节点下方的子节点按照从左往右的顺序执行。只要遇到一个子节点返回成功，整个选择节点返回成功并且后面的子节点将不再执行；如果所有子节点都失败，则选择节点返回失败。
3. **顺序节点**：顺序节点下方的子节点按从左到右的顺序执行。

遍历策略

顺序节点支持以下两种遍历策略来决定执行流程的终止条件：

- **遇到子节点执行失败则返回失败**：子节点从左至右依次执行，一旦某个子节点执行失败，整个顺序节点立即返回失败，不再继续执行剩余的子

节点。

- **全部子节点执行失败则返回失败：**所有子节点都会依次执行，只有当所有子节点都执行失败时，顺序节点才返回失败。如果任意子节点执行成功，则顺序节点返回成功。

循环类型

顺序节点支持以下几种循环类型，用于场景中需要重复执行子节点的情况：

- **不循环：**顺序节点下的子节点仅执行一遍，不重复执行。
- **所有子孪生体：**顺序节点会对每个子孪生体依次执行子节点的操作，即在每个孪生体上执行一轮完整的操作流程。
- **容器属性：**根据容器属性，顺序节点会对容器内的每个元素依次执行子节点。
- **数字增量循环：**根据预设的循环次数，顺序节点会在递增的数值下多次执行子节点，直到达到终止条件。

退出循环的方式

在循环执行过程中，顺序节点提供以下退出条件：

- **循环结束退出：**达到预设的循环次数后退出。
- **遇到成功则退出：**一旦某个子节点成功执行，立即停止循环并返回成功。
- **遇到失败则退出：**一旦某个子节点执行失败，立即停止循环并返回失败。

6.1.3.3 动作节点

动作节点表示孪生体具体的行为或任务，例如沿路径移动、等待等。动作节点是行为树中的叶子节点，可以实现复杂的逻辑。当执行动作节点时，它会执行特定的动作，并根据情况返回成功、运行中或失败三种返回值。

- **成功：**表示当前节点运行成功；
- **运行中：**表示当前节点还在运行中，下一次调用行为树时仍然运行当前

节点；

- **失败**：表示当前节点运行失败。

6.2 节点的配置

6.2.1 节点基本操作

1. **添加节点**：从节点菜单中拖拽到编辑区。
2. **删除节点**：在编辑区中选中要删除的节点，点击工具栏中的删除按钮。
3. **重命名节点**：在编辑区中选中要重命名的节点，在属性区上方节点名称处，输入节点的新名称。
4. **连接节点**：要连接 A 与 B 两个节点，从节点 A 下方的横线处，拖拽出一条黄色的连接线，将其连接到节点 B 上方，松开鼠标完成连接。

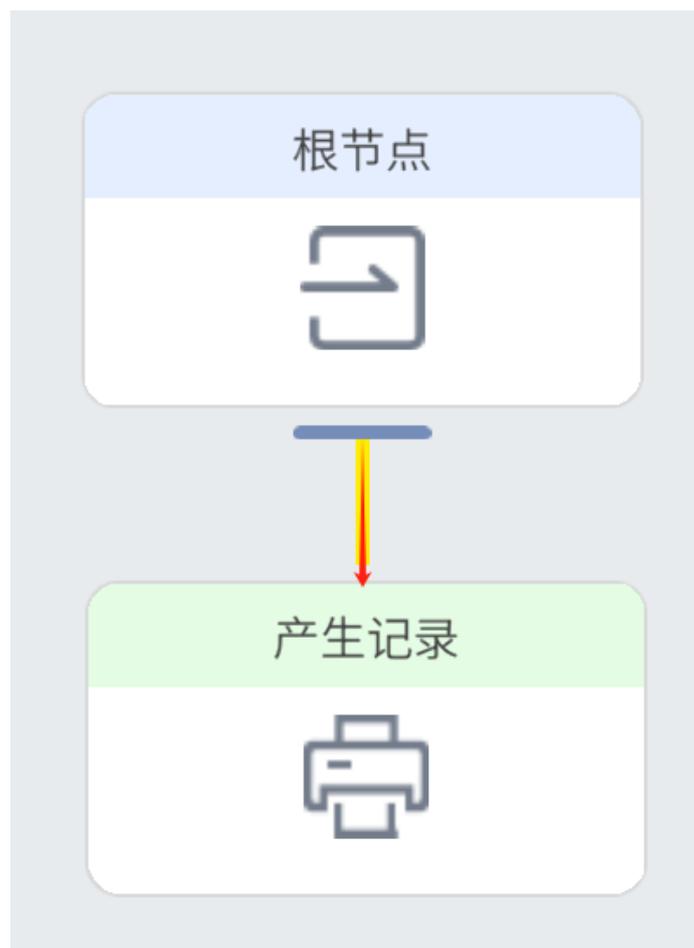


图 102 连接节点

5. **删除节点连接线：**按住鼠标右键，在要删除的连接线上划过就可以切断两个节点之间的连线。
6. **整理节点：**选中根节点，然后按下 L 键，便可以自动整理树的格式。

6.2.2 节点的常用设置

行为树中的节点条件和属性设置中经常会需要获取孪生体的属性、孪生体、孪生体的位置。

6.2.2.1 选择属性

属性的来源

- **孪生体的属性：**从孪生体模板中选择特定属性。
 - **孪生体的来源**
 - ◆ **自身：**选择当前正在执行行为树的孪生体。
 - ◆ **临时孪生体：**选择在执行过程中临时创建或使用的孪生体。
 - ◆ **属性中的孪生体：**通过属性中存储的唯一标识符来查找并选择特定的孪生体。
 - ◆ **场景中的所有孪生体：**在整个场景中查找孪生体。
- **树属性：**从当前行为树的属性中获取属性值。
- **当前属性：**当行为树遍历容器内的属性时，本次遍历的属性为当前属性。

6.2.2.2 选择值

值的来源

- **手动输入**
 - **值**
- **孪生体中的属性**
 - **孪生体的来源：**选择孪生体
 - **目标属性**

- **树属性**
 - **树属性**: 选择具体的行为树属性
- **当前属性**: 当行为树遍历容器内的属性时, 本次遍历的属性为当前属性。

6.2.2.3 选择孪生体

选择孪生体的基础方式

- **自身**: 选择当前正在执行行为树的孪生体。
- **临时孪生体**: 选择在执行过程中临时创建或使用的孪生体。
- **属性中的孪生体**: 当用户选择此项时, 系统将使用属性中存储的信息作为孪生体 ID 进行查找, 返回与该标识符匹配的孪生体。
- **场景中的所有孪生体**: 在整个场景中查找孪生体。

进阶选择 (孪生体过滤方式): 当使用“场景中的所有孪生体”作为查找孪生体的基础方式时, 可以通过不同的过滤方式来精确定位需要查找的孪生体

- ◆ **空**: 不使用任何过滤条件, 直接在场景中查找所有孪生体。
- ◆ **指定孪生体**:
 - **选择孪生体**
 - **选择属性中存储的孪生体**
- ◆ **按最小距离查找孪生体**: 根据孪生体与当前执行行为树的孪生体之间的距离进行筛选, 找到最近的孪生体。

选择孪生体的进阶方式

- **空**: 无特定进阶方式
- **父孪生体**: 查找当前孪生体的父孪生体。例如, 传送带上的货物的父孪生体是传送带。
- **最后一个子孪生体**: 查找当前孪生体的最后一个子级孪生体。例如, 一组生成的产品中的最后一个产品。
- **第一个子孪生体**: 查找当前孪生体的第一个子级孪生体。例如, 一组生成

的产品中的第一个产品。

- **所有子孪生体：**查找当前孪生体的所有子级孪生体。例如，生产线上的所有产品。
- **上一个孪生体：**查找当前孪生体的前一个兄弟孪生体。例如，传送带上某个产品的前一个产品。
- **下一个孪生体：**查找当前孪生体的下一个兄弟孪生体。例如，传送带上某个产品的下一个产品。

查找对象的类型：选择要查找的目标对象，目标对象可以是孪生体本身或孪生体中的特定角色。

- **孪生体：**选择查找整个孪生体对象，用于对孪生体进行整体操作或获取其属性。例如，查找并操作一台机器人、一个生产线设备或一个货架单元。
- **孪生体中的角色：**选择查找孪生体中的特定角色。这种类型用于对孪生体内部的具体部分进行操作，例如，一个原料生成器的孪生体模板中包含生成器模型、出口和进度条几个角色。

6.2.2.4 选择位置

获取位置的方式

- **手动输入**
 - 直接输入点的 3 维坐标值，格式 x, y, z 。
 - 示例：输入 “10, 20, 30” 表示具体的空间位置。
- **孪生体的位置：**使用孪生体的当前位置。
- **孪生体的属性：**从孪生体的属性中获取位置。
- **树属性：**从行为树的属性中获取位置。
- **通过属性寻找路径地图中的点位：**使用属性值在路径地图中寻找点位。

坐标类型

- **局部坐标：**相对于某个参考点的坐标。传送带上的货物的局部坐标是相对于传送带中心点的坐标。

- 坐标：全局坐标，即世界坐标。

6.2.3 孪生体节点

孪生体节点用于创建、删除和操作孪生体及其属性。



图 103 孪生体节点

6.2.3.1 创建孪生体

功能：以指定姿态（位置、旋转角度）创建指定孪生体模板对应的孪生体。



图 104 创建孪生体节点属性

参数说明

- **使用的模板**
选择用于创建孪生体的模板。
- **位置**
设置新孪生体在场景中的创建位置。
- **旋转**
设置新孪生体的旋转角度。

示例配置

以下示例展示了如何配置“创建孪生体”节点，使得孪生体 A 在自己的出口处创建新的孪生体：

创建一级产物	
条件	属性
使用的模板	孪生体中的属性:产生孪生体使用的模板标识符
位置	孪生体中的属性:出入口的位置
旋转	手动输入:0,0,0

图 105 创建孪生体配置示例

1. 使用的模板

- 值的来源: 选择“孪生体中的属性”
- 孪生体的来源: 选择“自身”
- 目标属性: 选择“孪生体 A 的模板” > “产生孪生体的标识符”(这是用户在孪生体 A 的模板中自定义的模板标识符属性)

2. 位置

- 值的来源: 选择“孪生体中的属性”
- 孪生体的来源: 选择“自身”
- 孪生体的属性: 选择“孪生体 A 的模板” > “出口” > “出入口的位置”

3. 旋转

- 手动输入: 设置旋转角度为 (0,0,0)

6.2.3.2 删除孪生体

功能: 删除指定孪生体。例如, 当生产线上的产品已经过期或不再需要时, 自动删除这些产品。



图 106 删除孪生体节点属性

参数说明

- **目标孪生体：**指定要删除的孪生体对象。
 - **孪生体的来源**
 - **自身：**删除当前执行行为树的孪生体。
 - **临时孪生体：**删除在特定条件下自动生成的临时孪生体。
 - **属性中的孪生体：**通过属性中的标识符查找并删除特定孪生体。
 - **场景中的所有孪生体：**遍历场景中所有孪生体并删除符合条件的对象。

示例配置

在工厂生产线使用销毁器时，可以通过配置"删除孪生体"节点来实现自动移除不需要的产品。以下是具体配置：



图 107 销毁器的删除孪生体节点配置

目标孪生体：选择“临时孪生体”，处理在运行过程中自动生成并需要删除的临时产品或部件。

6.2.3.3 设置属性

功能：设置孪生体或行为树的任意属性。您可以通过**设置属性**节点来更新产品状态、调整生产设备参数，或控制流程中的特定行为。



图 108 设置属性节点属性

参数说明

- 目标属性

指定要设置的属性，可以是孪生体或行为树中的任意属性。

- 属性的来源

- 孪生体中的属性：从特定孪生体中选择属性。
- 树属性：从当前行为树的属性中获取值。
- 当前属性：当行为树遍历容器内的属性时，本次遍历的属性为当前属性。

- 数值的设置策略

- 替换原始值：直接用新值替换现有属性值。
- 与原数值求和：将新值与当前属性值相加。

- 值:

设置的值可通过以下方式指定:

- **手动输入:** 直接输入数值。
- **孪生体中的属性:** 从指定孪生体的属性中获取值。
- **树属性:** 从行为树的属性中获取值。
- **当前属性:** 当行为树遍历容器内的属性时, 本次遍历的属性为当前属性。

6.2.3.4 设置孪生体姿态

功能: 设置孪生体或孪生体内角色的位置和旋转。例如, 调整机器人手臂的位置和角度以执行特定任务。



图 109 设置孪生体姿态节点属性

参数说明

- 目标

指定要调整姿态的对象，可以是孪生体本身或孪生体中的特定角色。

- 孪生体：选择要调整的孪生体。
- 孪生体中的角色：选择孪生体内部的具体角色进行姿态调整。

- 位置

设置孪生体或角色在场景中的坐标位置。

- 旋转

设置孪生体或角色的旋转角度。

6.2.3.5 设置孪生体父物体

功能： 将一个孪生体或其中的角色设置为另一个孪生体或其角色的子物体。例如，在生产设备的装配中，某个组件可以设置为机器主体的子物体。

设置孪生体父物体	
条件	属性
目标	<input type="text" value="孪生体"/>
无父级对象	<input checked="" type="checkbox"/>
新的父级对象	<input type="text" value="孪生体"/>
修改前后保持坐标不变	<input checked="" type="checkbox"/>

图 110 设置孪生体父物体节点属性

参数说明

- **目标**

指定要设置层级关系的对象，可以是一个孪生体或孪生体中的某个角色。

- **孪生体**：选择孪生体作为目标对象。
- **孪生体中的角色**：选择孪生体中的特定角色作为目标对象。
- **无父级对象**：移除目标对象的父级关系，使其不再从属于任何父物体。
- **新的父级对象**

选择新的父级对象，允许将目标对象附加到另一个孪生体或其角色上，形成新的父子关系。

- **孪生体**：选择新的孪生体作为父级对象。
- **孪生体中的角色**：选择孪生体中的特定角色作为新的父级对象。
- **修改前后保持坐标不变**：勾选此选项后，目标对象的坐标将保持不变，即使其父级关系发生变化。

6.2.3.6 获取孪生体

功能：将指定的孪生体设置为当前孪生体，或将孪生体的标识符保存到指定属性中，方便后续流程中的调用和操作。



图 111 获取孪生体

参数说明

- 目标

指定需要获取的孪生体来源。

- **自身**：当前正在执行行为树的孪生体。
- **临时孪生体**：执行过程中动态创建的孪生体。
- **属性中的孪生体**：从属性中获取孪生体标识符并找到对应的孪生体。
- **场景中的所有孪生体**：在整个场景中查找符合条件的孪生体。

- 孪生体设置选项

选择如何处理获取到的孪生体。

- **设置孪生体到当前孪生体**：将获取到的孪生体设置为当前孪生体。
- **设置孪生体到属性**：将获取到的孪生体标识符保存到目标属性中，便于后续操作使用。

6.2.3.7 显示隐藏孪生体

功能：通过该节点控制孪生体或孪生体中的角色在场景中的显示或隐藏状态。例如，可以在特定的操作步骤中隐藏或显示某些孪生体，帮助学员更好地聚焦当前任务。



图 112 显示隐藏孪生体节点属性

参数说明

- **目标**

选择要显示或隐藏的对象，可以是完整的孪生体或其中的某个角色。

- **孪生体：**选择整个孪生体为目标，进行显示或隐藏操作。
- **孪生体中的角色：**选择孪生体内的特定角色进行显示或隐藏操作。

- **显示：**控制目标对象的显示状态。

- **启用：**将目标对象设置为可见。
- **禁用：**将目标对象设置为不可见。

6.2.3.8 属性转 Vector3

功能：将三个不同的数值（如位置或旋转的 X、Y、Z 轴值）组合成一个三维向量（Vector3）形式。



图 113 属性转 Vector3 节点属性

参数说明

- **属性 1**

用于三维向量的第一个分量（通常是 X 轴）。

- **属性 2**

定义向量的第二个维度（Y 轴）。

- **属性 3**

定义向量的第三个维度（Z 轴）。

6.2.3.9 删除容器元素

功能：从指定的容器（如列表、字典）中移除一个元素。容器是可以存储和管理多个元素的属性。这些属性可以包含其他对象或基本数据类型，并且提供了一些方法来访问和操作这些元素。当前版本支持的容器类型的属性有列表

(List) 和字典(Dictionary)。例如，从一个装有多个产品的虚拟仓库中移除指定的产品。

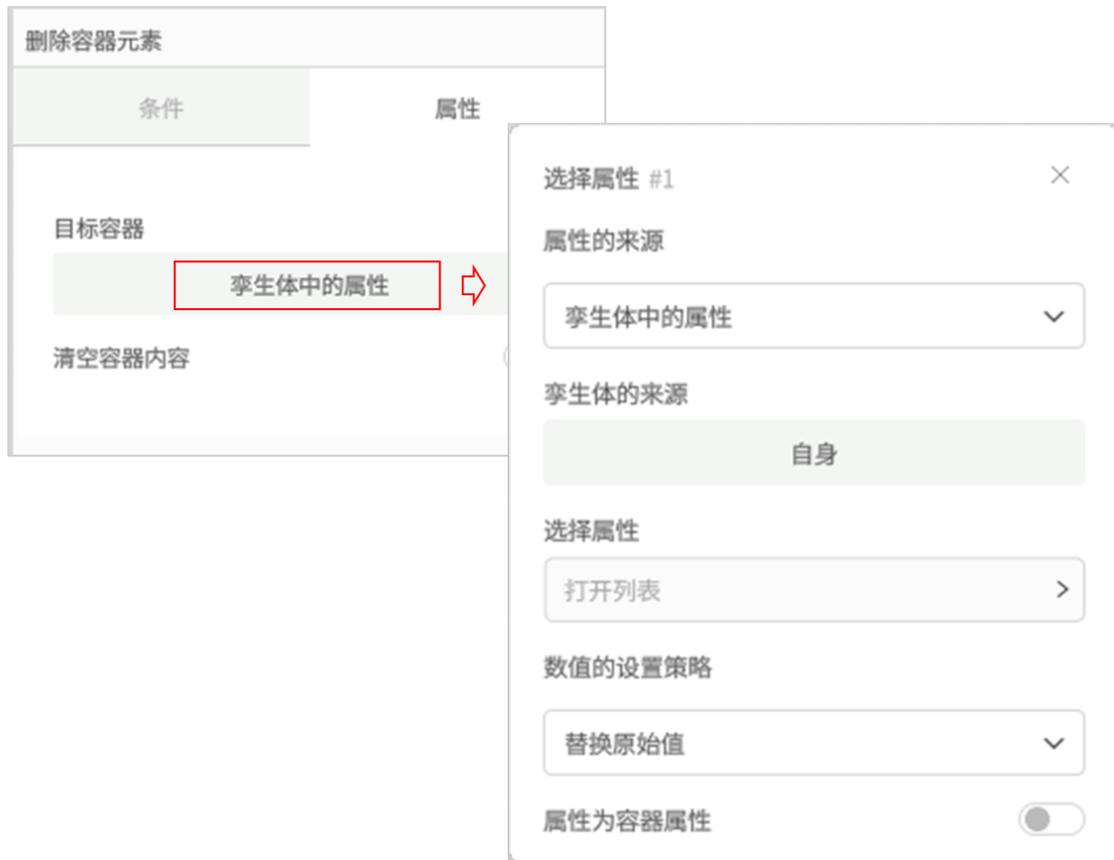


图 114 删除容器元素

参数说明

- **目标容器**

指定要从中移除元素的容器。容器可以是列表或字典。

- **清空容器内容**

勾选此选项时，将清空目标容器中的所有元素。适用于需要重置容器状态的场景。

6.2.4 路径节点

路径节点用于设置和控制孪生体的移动路径。



图 115 路径节点

6.2.4.1 设置孪生体移动路径

功能：将指定路径保存到孪生体或孪生体中角色中。通过配置路径、速度和移动起点，在需要时能够按照设定的路径进行移动，例如用于传送带上货物沿传送带移动。

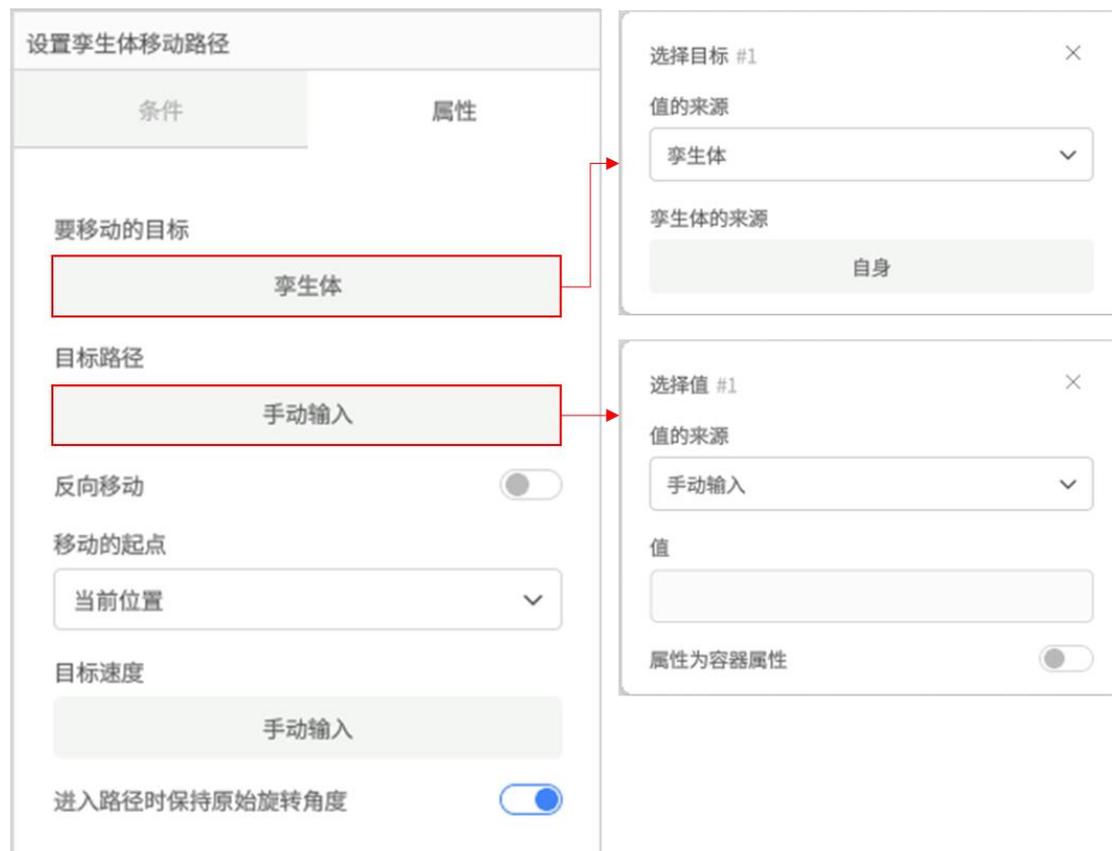


图 116 设置孪生体移动路径节点属性

参数说明

- **要移动的目标**

选择需要沿路径移动的目标，可以是整个孪生体或孪生体中的某个特定角色。

 - **孪生体**：选择孪生体作为移动对象。
 - **孪生体中的角色**：选择孪生体中的角色作为移动对象。
- **目标路径**

指定目标孪生体或角色移动的路径。路径可以通过手动输入或从已有属性中获取。
- **反向移动**：勾选此选项时，孪生体将沿指定路径的反方向进行移动。
- **移动的起点**

设置孪生体移动的初始位置。
- **目标速度**

设定孪生体移动时的速度。速度可以通过手动输入或从属性中获取。
- **进入路径时保持原始旋转角度**

勾选此选项后，孪生体在进入路径时将保持其原有的旋转角度，不会根据路径的方向自动调整。

示例：以下示例演示如何使用“设置孪生体移动路径”节点为传送带上的物品设置移动路径。

设置物体移动路径	
条件	属性
要移动的目标	孪生体
目标路径	孪生体中的属性:配置路线
反向移动	<input type="checkbox"/>
移动的起点	当前位置
目标速度	孪生体中的属性:传送带速度
进入路径时保持原始旋转角度	<input checked="" type="checkbox"/>

图 117 设置传送带上货物的移动路径

6.2.4.2 沿路径移动孪生体

功能: 该节点用于沿指定路径移动孪生体或孪生体中的角色。例如，可以为 AGV（自动导引运输车）设置移动路径、起始点和移动速度，使其按照指定的路径和速度移动。

沿路径移动孪生体	
条件	属性
要移动的目标	
孪生体	
使用当前路径	<input checked="" type="checkbox"/>
移动过程中沿前进方向旋转	<input checked="" type="checkbox"/>
反向移动	<input type="checkbox"/>
进入路径时保持原始旋转角度	<input checked="" type="checkbox"/>
转弯的圆角半径	<input type="text" value="0"/>
移动的起点	<input type="text" value="当前位置"/>
设置移动速度	<input type="checkbox"/>
加速转为匀速的位置	<input type="text" value="0"/>
目标速度	<input type="text" value="5"/>
设置末尾速度	<input type="checkbox"/>
匀速变为减速的位置	<input type="text" value="1"/>
末尾速度	<input type="text" value="0"/>

图 118 沿路径移动孪生体

参数说明

- 要移动的目标

选择需要沿路径移动的对象，可以是整个孪生体或其中的某个特定角色。

- **孪生体**：选择孪生体作为移动对象。
- **孪生体中的角色**：选择孪生体中的角色作为移动对象。
- **使用当前路径**：使用“当前移动路径”中已经保存的路径进行移动。
- **移动过程中沿前进方向旋转**：勾选此选项时，孪生体在沿路径移动过程中会自动旋转以保持与前进方向一致。默认勾选。
- **反向移动**：勾选此选项时，孪生体将沿指定路径的反方向进行移动。
- **进入路径时保持原始旋转角度**：勾选此选项后，孪生体在进入路径时将保持其原始旋转角度，移动过程中仍然可以按照“移动过程中沿前进方向旋转”的设置进行旋转。默认勾选。
- **转弯的圆角半径**：设置目标对象在路径转弯处的圆角半径。值越大，转弯时的动作越平滑。
- **移动的起点**：目标对象移动的起点。
- **设置移动速度**：如果不设置，目标对象将使用孪生体元数据中的速度属性值匀速运动。
 - **加速转为匀速的位置**：设置加速运动在全路径中的占比（范围：0-1），当孪生体移动到该比例位置后，开始匀速运动。
 - **目标速度**：设定孪生体移动时的匀速速度。
- **设置末尾速度**
 - **匀速变为减速的位置**：设置匀速运动在全路径中的占比（范围：0-1），当孪生体移动到该比例位置后，开始减速运动。
 - **末尾速度**：设定孪生体在即将停止时的末尾速度。

6.2.4.3 移动一步

功能：使目标孪生体以配置速度移动一步。例如，在自动化生产线上，使传送带上的物体移动一步，模拟物体在传送带上逐步移动的过程。

条件	属性
	要移动的目标 孪生体
	目标速度 手动输入
	移动过程中沿前进方向旋转 <input checked="" type="checkbox"/>
	转弯的圆角半径 0

图 119 移动一步节点属性

参数说明

- **要移动的目标**：选择需要移动的目标，可以是整个孪生体或孪生体中的特定角色。
 - **孪生体**：选择孪生体作为移动对象。
 - **孪生体中的角色**：选择孪生体中的角色作为移动对象。
- **目标速度**：设定移动的目标速度。
- **移动过程中沿前进方向旋转**：勾选此选项时，移动过程中目标将沿着移动方向进行旋转。默认勾选。
- **转弯的圆角半径**：设置目标对象在转弯处的圆角半径，数值越大表示转弯越平滑。

6.2.4.4 生成路径

功能：设置孪生体的“当前移动路径”属性。通过该节点，用户可以为孪生体（如机器人或 AGV 小车）生成路径，并将其保存为“当前移动路径”属性。该路径可以与“沿路径移动孪生体”节点配合使用，使孪生体按预定路径移动。

生成路径	
条件	属性
路径生成方式	
<input type="text" value="用路径生成"/>	
将路径保存到目标属性	
<input type="text" value="孪生体中的属性"/>	
起点	
<input type="text" value="手动输入"/>	
终点	
<input type="text" value="手动输入"/>	

图 120 生成路径节点属性

参数说明

- **路径生成方式**
 - **用路径生成**：通过已有路径点名称生成孪生体的移动路径。
 - **用坐标生成**：通过指定的起点和终点坐标生成路径。
- **将路径保存到目标属性**：指定路径将保存到的属性。
- **起点**：指定路径的起点。
 - **用坐标生成**：需要设置起点的值为具体的坐标。
 - **用路径生成**：需要选择路径的起点名称。
- **终点**：指定路径的终点。
 - **用坐标生成**：需要设置终点的值为具体的坐标。
 - **用路径生成**：需要选择路径的终点名称。

6.2.4.5 追踪路径规划

功能： 设置孪生体的追击目标、最短路径、起始点，自动寻路追击目标孪生体。
例如，机械臂在传送带上抓取一个移动的货物。

追踪路径规划	
条件	属性
将路径保存到目标属性	
孪生体中的属性	
起点	
手动输入	
追踪目标	
孪生体	

图 121 追踪路径规划节点属性

参数说明

- **将路径保存到目标属性：** 指定路径规划后的路径保存的位置。
- **起点：** 设置路径追踪的起始点。
- **追踪目标**
 - **孪生体：** 选择目标孪生体作为追踪对象。
 - **孪生体中的角色：** 选择孪生体中的特定角色作为追踪对象。

6.2.5 出入口节点



图 122 出入口节点

6.2.5.1 入口获取孪生体

功能：从指定的出入口获取孪生体，并将其设置为当前孪生体或保存到目标属性中。



图 123 入口获取孪生体节点属性

参数说明

- **目标出入口：**选择要从中获取孪生体的出入口。
- **孪生体设置选项**
 - **设置孪生体到当前孪生体：**将获取的孪生体设置为当前操作中的孪生体。
 - **设置孪生体到属性：**将获取的孪生体保存到指定的属性中。

- **移除出入口孪生体：**勾选此选项时，将孪生体从指定的出入口中移除。

6.2.5.2 入口移除孪生体

功能：删除出入口处的孪生体。

入口移除孪生体	
条件	属性
目标出入口	
自身	

图 124 入口移除孪生体节点属性

参数说明

- **目标出入口：**选择要从中移除孪生体的出入口。

6.2.5.3 放置孪生体到出入口

功能：将指定的孪生体放置到选定的出入口位置。

放置孪生体到出入口	
条件	属性
目标出入口	
自身	
目标孪生体	
自身	

图 125 放置孪生体到出入口节点属性

参数说明

- 目标出入口：选择孪生体要放置的出入口。
- 目标孪生体：指定需要放置到出入口的孪生体。

6.2.6 存储区节点



图 126 存储区节点

6.2.6.1 出货整理

功能：将孪生体从指定的存储区中移除，模拟货物出库或物体从存储区域转移的过程。



图 127 出货整理节点属性

参数说明

- 目标存储区：选择需要移出孪生体的存储区。

6.2.6.2 入货整理

功能：将指定孪生体放入指定存储区。



图 128 入库整理节点属性

参数说明

- **目标存储区**：选择需要存入孪生体的存储区。
- **要存入的孪生体**：指定要放入存储区的孪生体。

6.2.7 角色节点

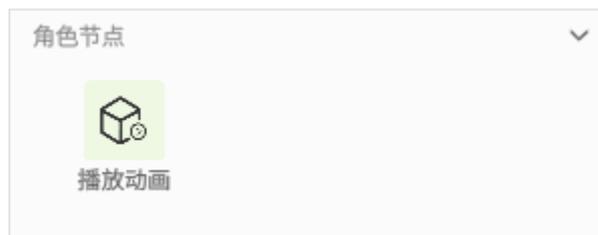


图 129 角色节点

6.2.7.1 播放动画

功能：播放指定孪生体或孪生体中的角色的指定动画，默认播放一次。



图 130 播放动画节点属性

参数说明

- **目标：**选择动画播放的目标对象。
 - **孪生体：**选择整个孪生体为动画播放对象。
 - **孪生体中的角色：**选择孪生体中某个特定角色为动画播放对象。
- **动画控制：**设置动画的控制方式。
 - **动画状态**
 - ◆ **播放：**开始播放动画。
 - ◆ **暂停：**暂停当前动画。
 - ◆ **继续播放：**继续播放已暂停的动画。
 - ◆ **从头播放：**从动画的起点重新播放。
 - **播放模式**
 - ◆ **默认：**从动画剪辑中读取循环模式（默认是播放一次）
 - ◆ **播放一次：**当时间到达动画剪辑末尾时停止动画的播放。
 - ◆ **循环播放：**当播放到末尾的时候重新从开始播放。
 - ◆ **循环往复播放：**当时间到达动画剪辑的结尾，时间将在开始和结束之间，像乒乓一样来回播放。
 - ◆ **播放到最后一帧继续播放：**回放动画。当达到结尾，它会继续播放最后一帧，永不停止播放。

- **动画名称：**需要手动填写动画名称，孪生体或角色必须包含此动画。可以通过 DataMesh Importer 查看模型的动画名称。
 - **动画速度：**设定动画播放的速度，默认为 1 倍速。

示例：以下示例演示如何使用“播放动画”节点为“六轴机械臂”播放“拾取并移动物品位置”的动画。

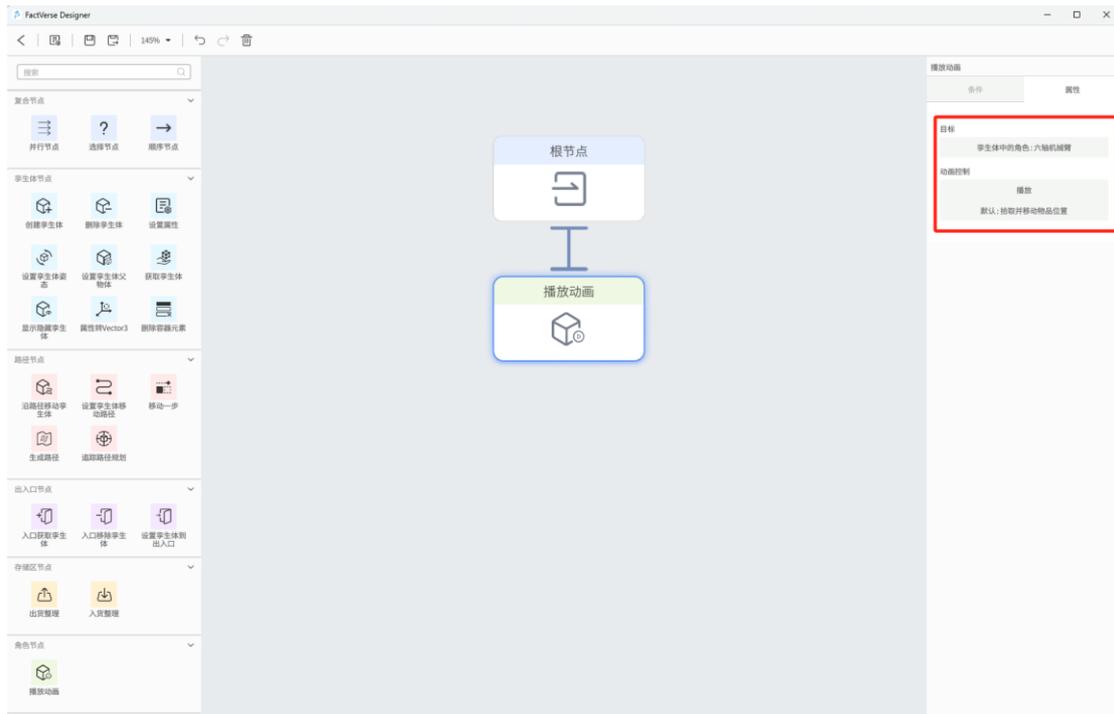


图 131 动画节点配置示例

- **目标：**孪生体中的角色：六轴机械臂
- **动画控制**
 - **动画状态：**播放
 - **播放模式：**默认
 - **动画名称：**“拾取并移动物品位置”
 - **动画速度：**1（1 倍速）

6.2.8 工具节点



图 132 工具节点

6.2.8.1 闲置

功能：停止行为树的运行。

示例：

以下闲置节点使用“出口处是否存在孪生体”的条件进行判断，当孪生体出口处存在其他孪生体时停止运行行为树。

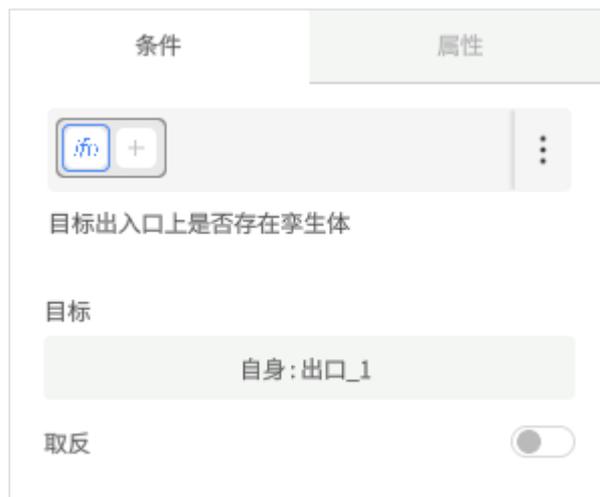


图 133 闲置节点条件示例

6.2.8.2 产生记录

功能：产生记录节点用于输出指定的文本内容，输出的内容显示在场景播放界面中的“场景输出信息记录”面板中。

产生记录	
条件	属性
要打印的内容	
<input type="text"/>	

图 134 产生记录节点属性

参数说明

- **要打印的内容**：手动输入需要输出的文本内容。

6.2.8.3 等待

功能：等待节点用于暂停行为树的执行，直到设定的等待时间结束为止。一旦等待时间结束，行为树将继续执行等待节点后续的节点。

等待	
条件	属性
等待时长	
<input type="text" value="手动输入"/>	
保存等待时长到属性	<input type="checkbox"/>

图 135 等待节点属性

参数说明

- **等待时长**：设置行为树暂停的时间长度。
 - **手动输入**：手动设定具体的等待时间（秒）。
 - **孪生体中的属性**：使用孪生体属性值作为等待时间值。
 - **树属性**：使用行为树中的属性来定义等待时间。

- **当前属性：**当行为树遍历容器内的属性时，本次遍历的属性为当前属性。
- **保存等待时长到属性：**勾选此选项将等待的时间保存到指定的目标属性中，便于后续使用或记录。
 - **目标属性：**选择保存等待时长的属性。

6.2.9 行为树节点



图 136 行为树节点

6.2.9.1 添加行为树

功能：将指定的行为树添加到目标孪生体上。



图 137 添加行为树节点属性

参数说明

- **目标孪生体：**选择需要添加行为树的孪生体。
- **目标行为树：**选择要添加到孪生体上的行为树。

6.2.9.2 移除行为树

功能：从目标孪生体上移除目标行为树。



图 138 移除行为树节点属性

参数说明

- **目标孪生体：**选择需要移除行为树的孪生体。
- **目标行为树：**选择要移除的行为树。

6.2.10 数学节点

数学节点用于进行各种数学运算，并将结果应用到孪生体属性中。



图 139 数学节点

6.2.10.1 Sin 函数

功能：将输入值转换为对应的正弦值并输出。

6.2.10.2 Cos 函数

功能：将输入值转换为对应的余弦值并输出。

6.2.10.3 Tan 函数

功能：将输入值转换为对应的正切值并输出。

6.2.10.4 正态函数

功能：使用输入值生成正态分布的输出数值。

6.2.10.5 泊松函数

功能：使用输入值生成泊松分布的输出数值。

6.2.10.6 随机数

功能：输出一个随机数。

6.2.10.7 加法运算

功能：选择孪生体的两个属性值进行加法运算，将计算结果替换孪生体某个指定属性值或与其相加。

6.2.10.8 减法运算

功能：选择孪生体的两个属性值进行减法运算，将计算结果替换孪生体某个指定属性值或与其相加。

6.2.10.9 乘法运算

功能：选择孪生体的两个属性值进行乘法运算，将计算结果替换孪生体某个指定属性值或与其相加。

6.2.10.10 除法运算

功能：选择孪生体的两个属性值进行除法运算，将计算结果替换孪生体某个指定属性值或与其相加。

6.2.11 事件节点



图 140 事件节点

6.2.11.1 接收事件

功能：用于监听并响应指定事件。只有一个孪生体可以监听并响应此事件，例如，如果有两个 AGV 需要争抢同一个货物时，可以使用接收事件节点确保只有一个 AGV 响应货物到达的事件，从而避免冲突。



图 141 接收事件节点属性

参数说明

- **事件标识符：**指定要监听的事件标识符。
- **保存事件标识符到目标属性：**开启此选项后，将监听到的事件标识符保存到目标属性，供后续操作或逻辑判断使用。

6.2.11.2 发送事件

功能：发送指定事件以触发其他孪生体的行为或动作。例如，在生产线上，当一个加工步骤完成后，可以发送一个事件通知下一个加工步骤的孪生体开始工作。

发送事件	
条件	属性
事件标识符	
手动输入	
是否发送孪生体 <input type="checkbox"/>	

图 142 发送事件节点属性

参数说明

- **事件标识符：**指定要发送的事件标识符，用于通知其他孪生体执行相关动作。
- **是否发送孪生体：**将当前孪生体随事件一起发送，供其他孪生体在接收事件时使用。

6.3 节点的条件

6.3.1 定义

节点的条件可以应用于复合节点和动作节点，用来判断是否执行该节点。只有在条件满足时，节点才会被执行；如果不满足条件，节点将不会执行，并返回结果给父节点。



图 143 条件设置

- **条件组内的条件为“与”的关系：**在一个条件组中，所有条件都必须全部满足，节点才会被执行。
- **多个条件组之间为“或”的关系：**如果一个节点设置了多个条件组，只要任意一个条件组满足，节点就可以执行。

6.3.2 常见条件

6.3.2.1 目标出入口上是否存在孪生体

此条件用于判断孪生体的出口或入口处是否存在其他孪生体。

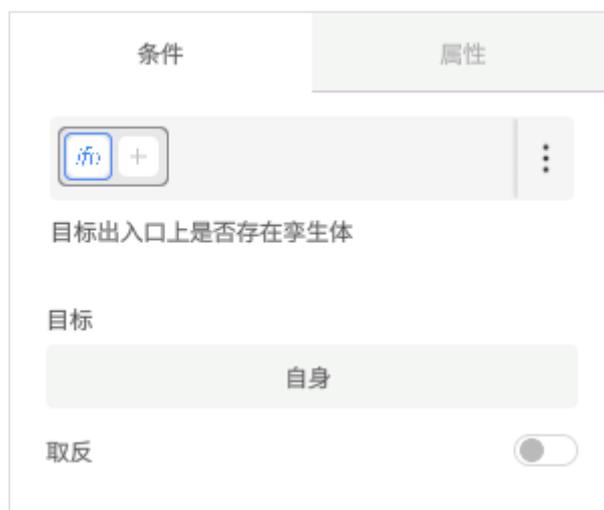


图 144 目标出入口上是否存在孪生体

参数说明

- **目标：**设置需要检查的出入口。

示例

下面的示例判断当前执行行为树的孪生体的入口处是否存在其他孪生体。



图 145 出入口是否存在孪生体

6.3.2.2 比较两个孪生体的属性值

此条件用于比较两个特定属性值，以确定是否满足特定条件。根据比较结果进行相应的行为逻辑处理。

The screenshot shows a configuration window with two tabs: '条件' (Condition) and '属性' (Attribute). The '条件' tab is active. It contains a header bar with a blue icon and a '+' sign, and a vertical ellipsis menu. Below the header, the text '比较两个孪生体的属性值' (Compare attribute values of two twin bodies) is displayed. There are two input fields for '目标属性1' (Target Attribute 1) and '目标属性2' (Target Attribute 2), both containing the text '手动输入' (Manual Input). Below these is a dropdown menu for '比较策略' (Comparison Strategy) with '等于' (Equal) selected. At the bottom, there is a toggle switch for '取反' (Invert) which is currently turned off.

图 146 比较两个孪生体的属性值

参数说明

- **目标属性 1:** 用于比较的第一个孪生体属性值。
- **目标属性 2:** 用于比较的第二个孪生体属性值。
- **比较策略:** 定义如何比较两个属性值。
 - 等于: 目标属性 1 的值等于目标属性 2 的值。
 - 大于: 目标属性 1 的值大于目标属性 2 的值。
 - 小于等于: 目标属性 1 的值小于目标属性 2 的值。
 - 大于等于: 目标属性 1 的值大于等于目标属性 2 的值。
 - 不等于: 目标属性 1 的值不等于目标属性 2 的值。

6.3.2.3 比较距离

该条件用于比较两个点之间的距离和参考值，根据比较结果进行相应的行为逻辑处理。

条件 属性

比较距离

点1

手动输入
局部坐标

点2

手动输入
局部坐标

目标值

手动输入

比较策略

等于

取反

图 147 比较距离

参数说明

- 点 1
 - 获取位置的方式：选择如何获取第一个点的位置。有关位置选择的更多信息，请参阅[选择位置](#)。
 - 坐标类型：选择使用的坐标类型，局部坐标或坐标。
- 点 2
 - 获取位置的方式：选择如何获取第二个点的位置。
 - 坐标类型：选择使用的坐标类型，局部坐标或坐标。
- 目标值：用于比较的参考距离值。
- 比较策略：选择比较方式，用于判断两个点之间的距离与目标值的关系。
 - 等于：两个点的距离等于目标值。

- 小于：两个点的距离小于目标值。
- 大于：两个点的距离大于目标值。
- 小于等于：两个点的距离小于等于目标值。
- 大于等于：两个点的距离大于等于目标值。
- 不等于：两个点的距离不等于目标值。

示例

假设要判断传送带出口是否发生阻塞，当第一个物体距离出口的距离小于预设的安全距离时，可以判断条件满足阻塞。设置方法如下：

出口处发生物体阻塞

条件 属性

比较距离

点1
孪生体中的属性
局部坐标: 出入口的位置

点2
孪生体的位置
局部坐标

目标值
孪生体中的属性: 物品安全距离

比较策略
小于

取反

图 148 出口处发生物体阻塞

1. 点 1

- 获取位置的方式：选择“孪生体中的属性”。
- 坐标类型：选择“局部坐标”。
- 孪生体中的属性：选择“孪生体中的属性” > “出入口的位置”

2. 点 2

- 获取位置的方式：选择“孪生体的位置”。
- 坐标类型：选择“局部坐标”。
- 查找孪生体的方式：选择“自身” > “第一个子孪生体”。

3. 目标值：

- 值的来源：“孪生体中的属性”
- 孪生体的来源：选择“自身”。
- 目标属性：选择“物品安全距离”。

4. 比较策略：选择“小于”。

6.3.2.4 存储区是否有物体

此条件用于判断指定的存储区中是否存在物体。



图 149 存储区中是否有孪生体

参数说明

- 目标存储区：设置需要检查的存储区。

- **孪生体的来源**：指定存储区所属的孪生体。

6.3.2.5 孪生体能否放入存储区

判断某个孪生体是否可以放入指定的存储区。

The image shows a configuration window for the condition '孪生体能否放入存储区'. It features a search bar at the top with a magnifying glass icon and a plus sign, and a vertical ellipsis menu to its right. Below the search bar, the title '孪生体能否放入存储区' is displayed. There are two dropdown menus: '目标存储区' (Target Storage Area) and '目标孪生体' (Target Twin), both currently set to '自身' (Self). At the bottom, there is a '取反' (Invert) checkbox which is currently unchecked.

图 150 孪生体能否放入存储区

参数说明

- **目标存储区**：指定目标存储区。
 - **孪生体的来源**：用于指定存储区所属的孪生体。
- **目标孪生体**：指定要存放的孪生体。
 - **孪生体的来源**：用于指定要放入存储区的孪生体。

示例

假设需要判断某个货物是否可以放入当前执行行为树的 A 孪生体的存储区，可以按照以下步骤进行设置：

1. **目标存储区**：选择“自身”。
2. **目标孪生体**：选择“临时孪生体”。

6.3.2.6 比较孪生体

此条件用于判断两个孪生体是否相同。



图 151 比较孪生体

参数说明

- 目标孪生体：选择要比较的孪生体。
- 目标孪生体 ID：选择用于对比的另一个孪生体的 ID。

6.4 编辑行为树

6.4.1 基本流程

编辑行为树的基本流程可以分为以下几个步骤：

1. 功能拆分

将复杂的功能拆分为多个独立的子功能。例如，对于一个原料生成器，可以将功能拆分为“生产”和“输出”两个子功能。

2. 准备孪生体模板

a) 创建孪生体模板

b) 添加资源：根据功能拆分的结果，为每个子功能实现的具体目标添加资源。例如，原料生成器的生产功能需要添加一个出口，以便将生成的物品输出。

c) 属性设置：为每个子功能设置相关的属性。例如，对于原料生成器的生产功能，需要设置生产间隔和生产物品所需使用的模板这两个属性。

3. 编辑行为树：使用行为树编辑器，为每个子功能定义具体的行为逻辑。例如，原料生成器的生产功能可以设置为以一定时间间隔（等待节点）进行生产（创建孪生体节点）。输出功能可以使用设置孪生体出入口的节点发送货物至出口。

6.4.2 示例

6.4.2.1 原料生成器的基本功能

1. 功能拆分：“生产”和“输出”。

2. 准备孪生体模板：

a) **创建孪生体模板：**创建一个孪生体模板，并在模板中添加一个原料生成器模型（“/Public Directory/FactVerseDLC/ChuangJianQi_DLC”）。

b) **添加资源：**为原料生成器的生产功能添加一个“出口”。

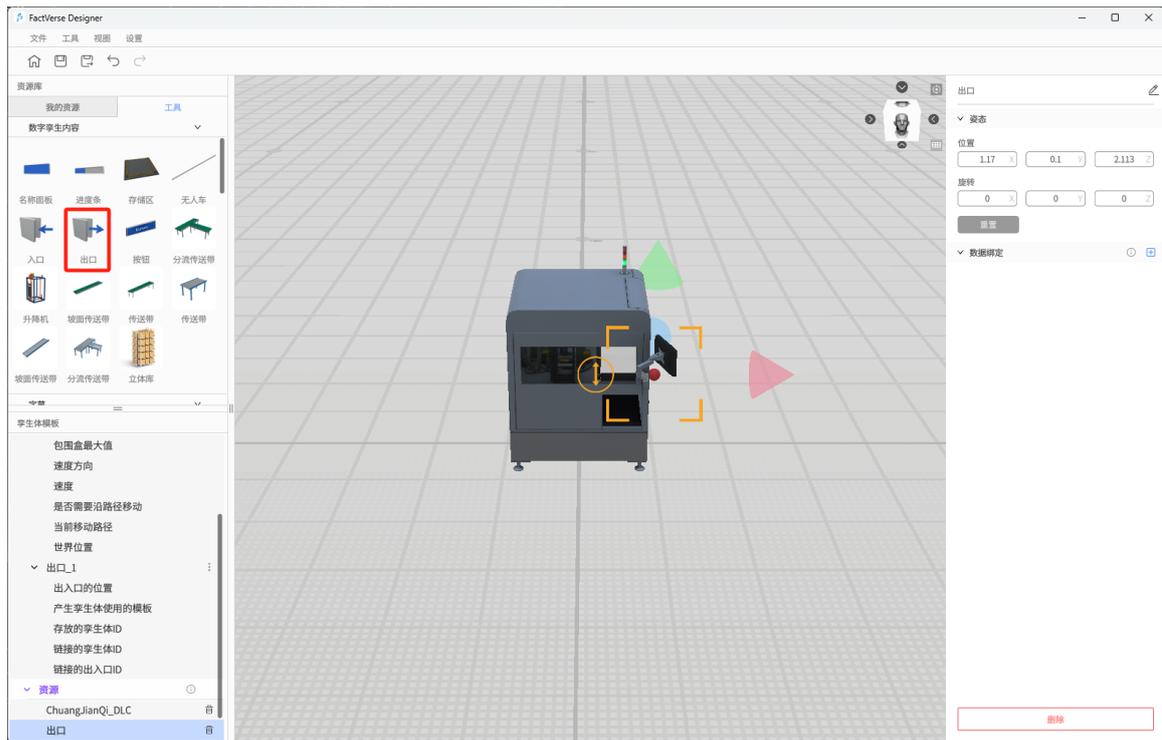


图 152 添加出口

c) 属性设置:

- i. 在孪生体模板窗格中，点击元数据旁的 **:**，选择添加结构“Part_1”。
- ii. **设置生产间隔属性:** 在“Part_1”下添加一个“产生孪生体间隔时间”（Double 类型）属性，并作如下设置：
 - 单位：“秒”；
 - 默认值：“3”；
 - 勾选“**是否在孪生体中显示**”选项。勾选此项后，用户在场景编辑器中使用此模板生成孪生体时，可以编辑此项属性。

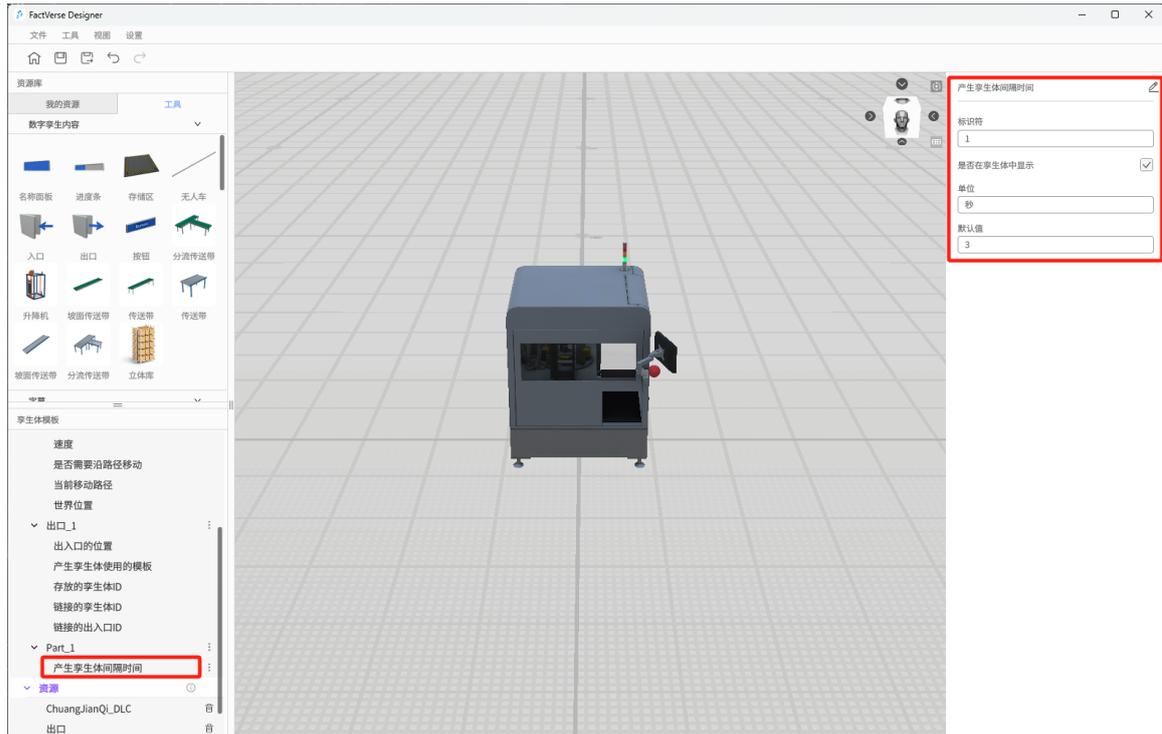


图 153 设置“产生孪生体间隔时间”的属性

- iii. 设置生产物品所需使用的模板的 ID 属性：在“Part_1”下添加一个“产生孪生体的标识符”（String 类型）属性，并作如下设置：

- 用途：选择“孪生体模板”；
- 勾选“是否在孪生体中显示”选项。

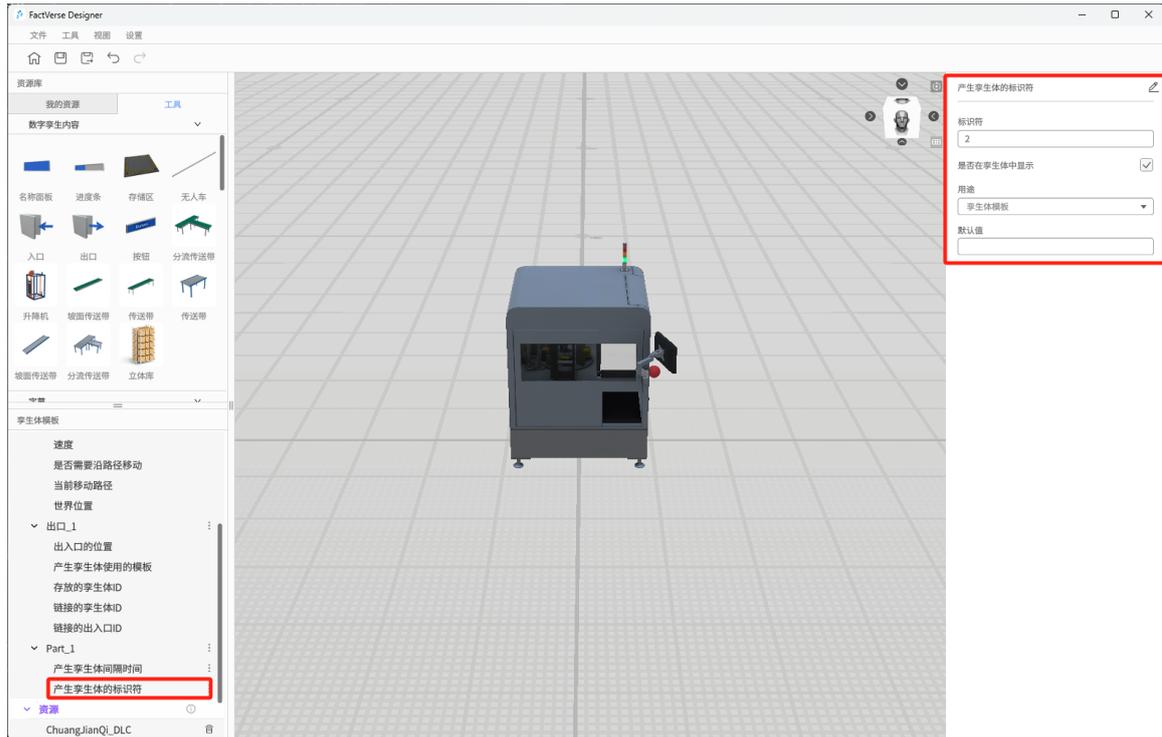


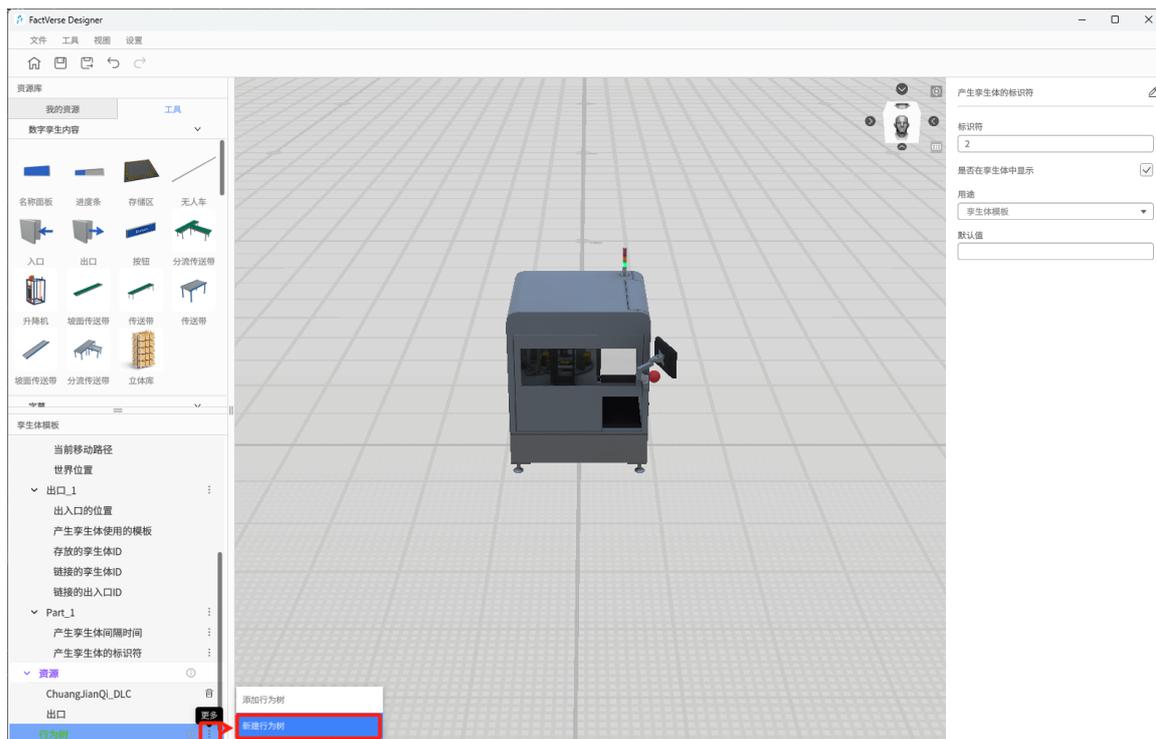
图 154 产生孪生体的标识符

iv. **保存模板**：点击工具栏中的【保存】按钮  进行模板的保存。

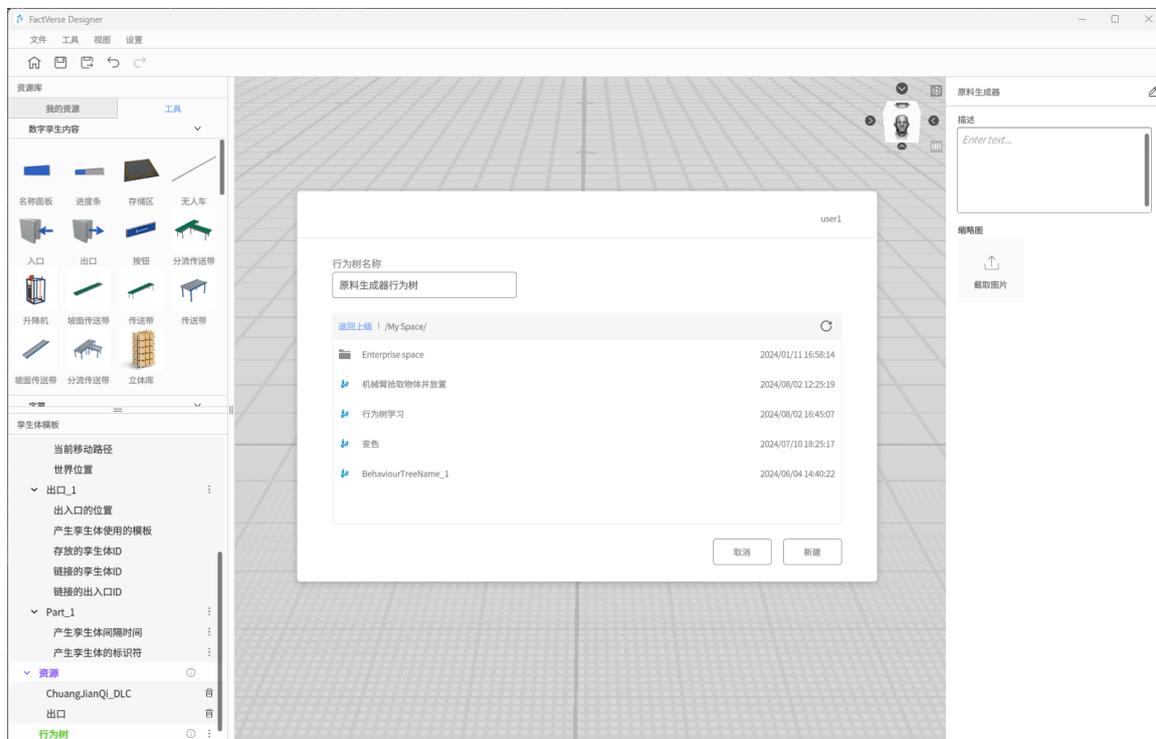
3. 行为树编辑：

a) 创建行为树：

i. 在**孪生体模板**窗格中，点击**行为树**栏旁的 ，选择**新建行为树**选项。



- ii. 在打开的窗口中，选择存储路径，并填写行为树名称。



- iii. 点击【新建】按钮完成行为树的新建。
 - iv. 点击工具栏中的【保存】按钮  进行模板的保存。
- b) **编辑行为树：**新建的行为树“原料生成器行为树”只包含一个根节点，下面的步骤将为“原料生成器行为树”添加节点和节点的运行条件。
- i. 在**孪生体模板**窗格中，双击**行为树**栏下新建的“原料生成器行为树”，打开行为树编辑器。
 - ii. 为“原料生成器行为树”添加一个**选择节点**，连接**根节点**与**选择节点**。关于连接方式请参考[节点基本操作](#)。

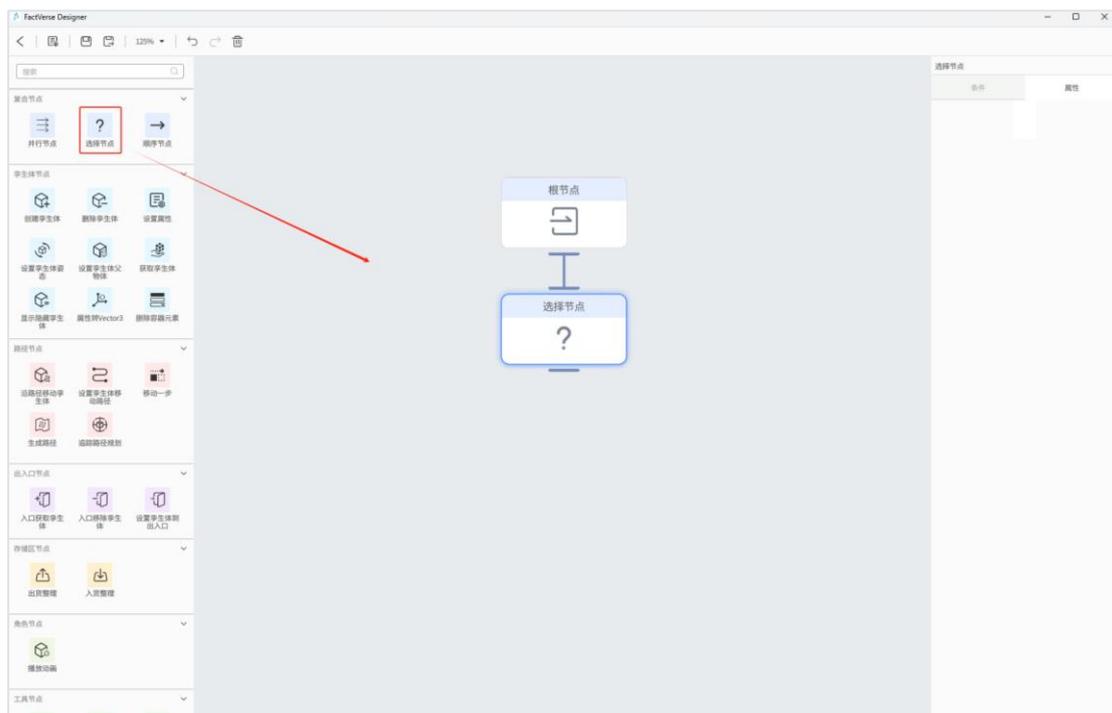


图 157 添加选择节点

- iii. 添加**闲置节点**，连接**选择节点**与**闲置节点**。设置**闲置节点**的运行条件，使其当出口存在生产的物品时停止。

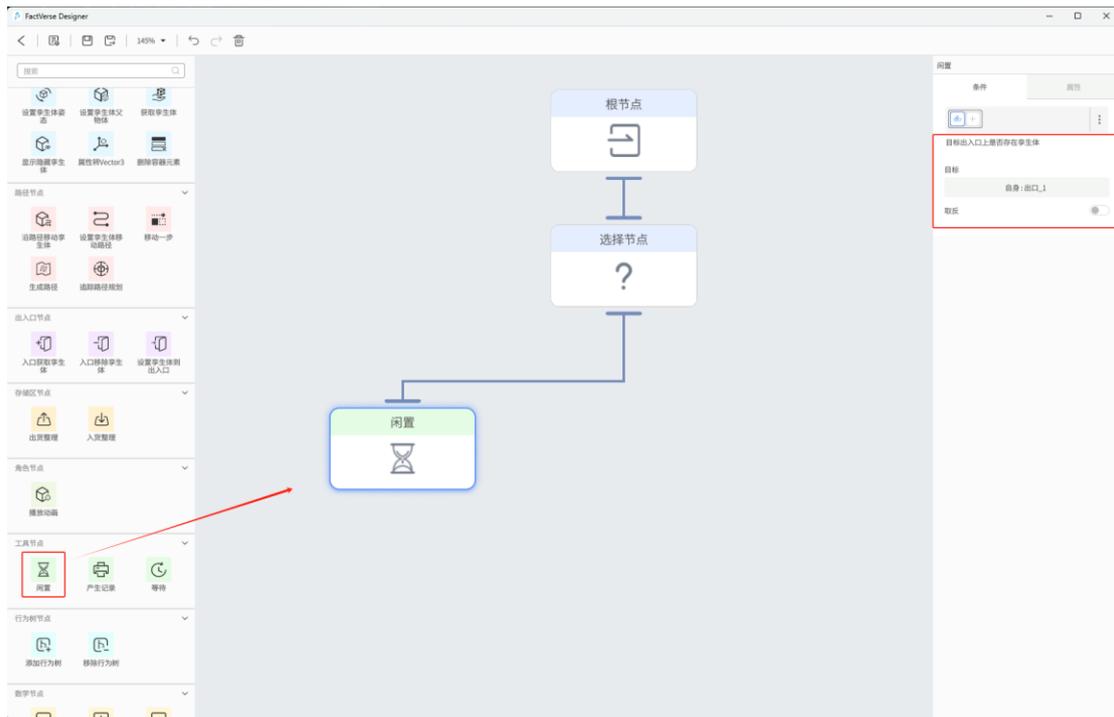


图 158 添加闲置节点

iv. 添加顺序节点，连接选择节点与顺序节点。

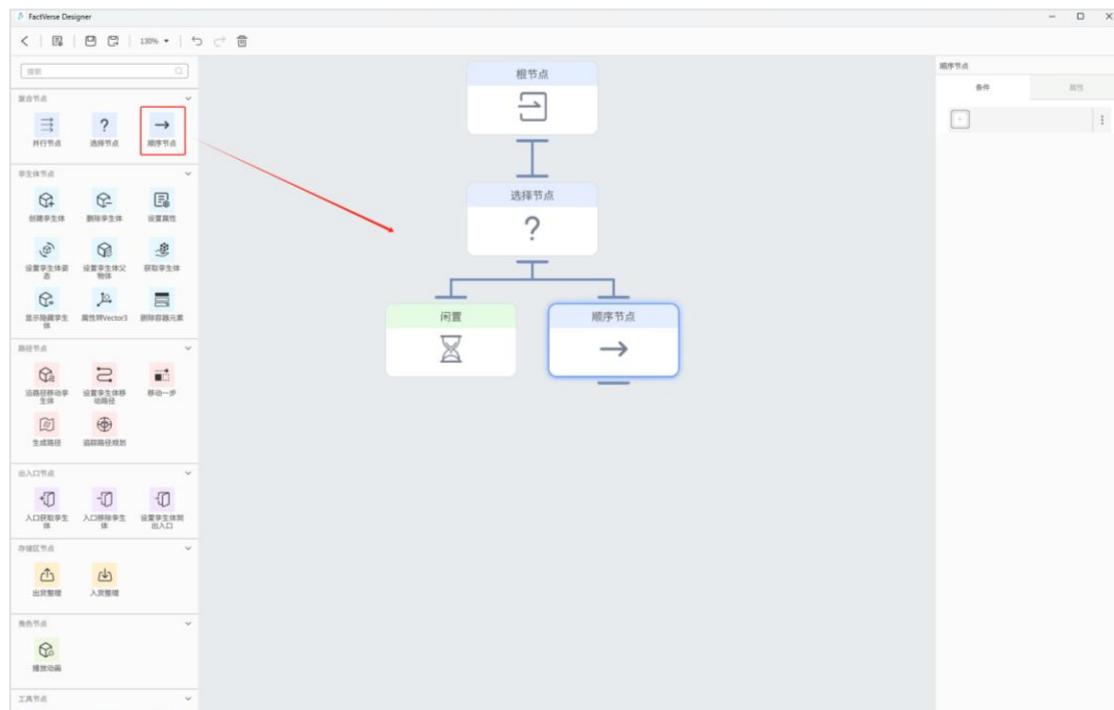


图 159 添加顺序节点

v. 添加等待节点，连接等待节点与顺序节点。设置等待节点的属

性:

- **等待时长:** “孪生体的属性” > “产生孪生体间隔时间”

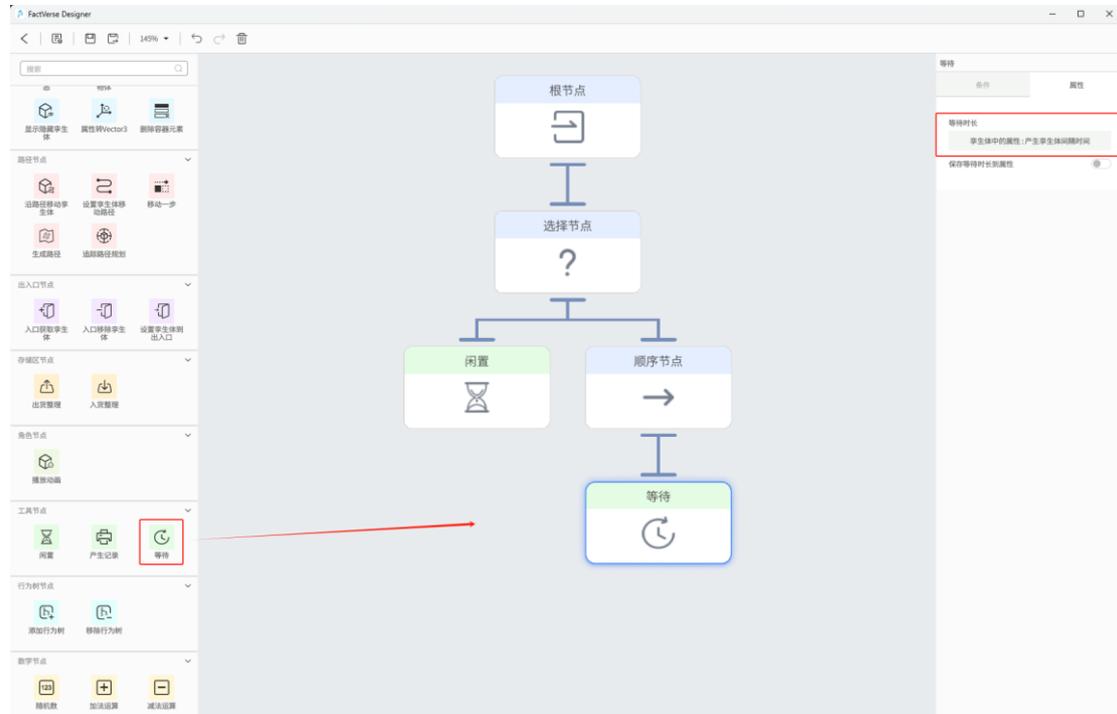


图 160 添加等待节点

vi. 为生成器添加生产物品的节点：添加一个**创建孪生体**节点，连接**顺序节点**与**创建孪生体**节点，设置**创建孪生体**节点的属性：

- **使用的模板:** 选择“孪生体中的属性” > “产生孪生体的标识符”
- **位置:**
 - **值的来源:** 选择“孪生体中的属性”
 - **孪生体的来源:** 选择“自身”
 - **目标属性:** “出入口的位置”

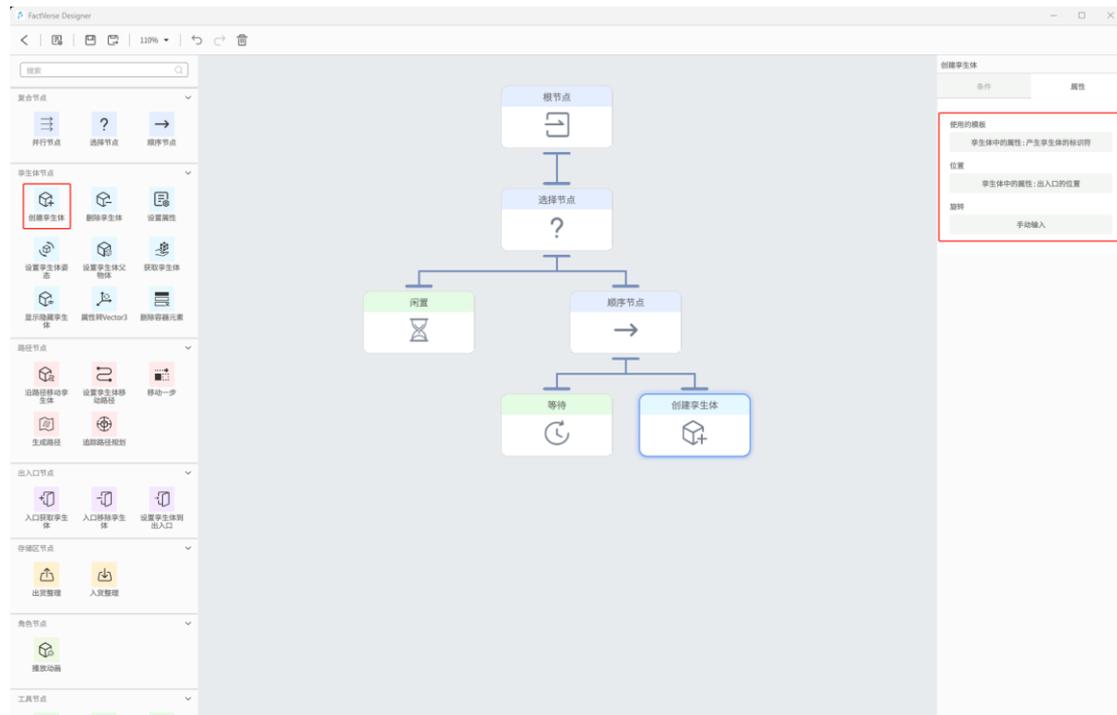


图 161 添加创建孪生体节点

vii. 添加**设置孪生体**到出入口的节点，连接**顺序节点**与**设置孪生体**到出入口节点，设置节点的属性：

- 目标出入口
 - 孪生体的来源：选择“自身”
 - 选择出入口：选择“原料生成器”模板的“出口_1”
- 目标孪生体：选择“临时孪生体”

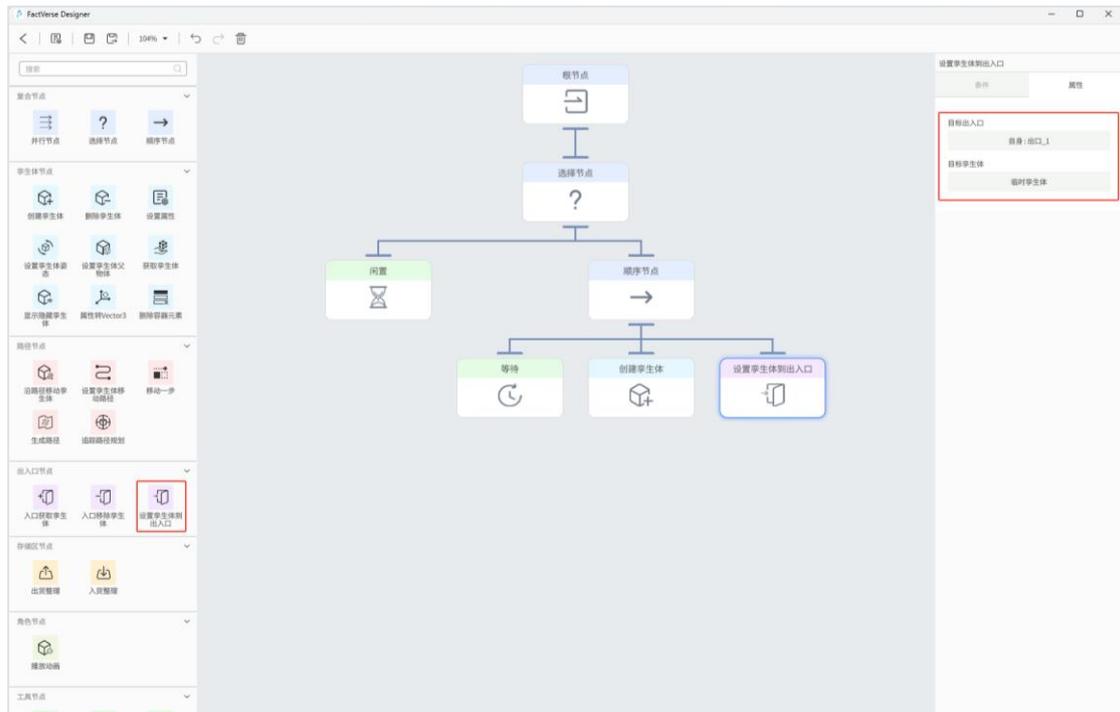


图 162 添加设置孪生体到出入口节点

viii. 点击工具栏中的【保存】按钮  保存行为树。

6.4.2.2 会移动的小球

1. 创建一个球体孪生体模板：

- 点击主页中的【新建模板】，打开模板编辑器。
- 将工具窗格中的“球体”拖拽到场景区中，并调整其合适位置。
- 将小球的颜色改为绿色。

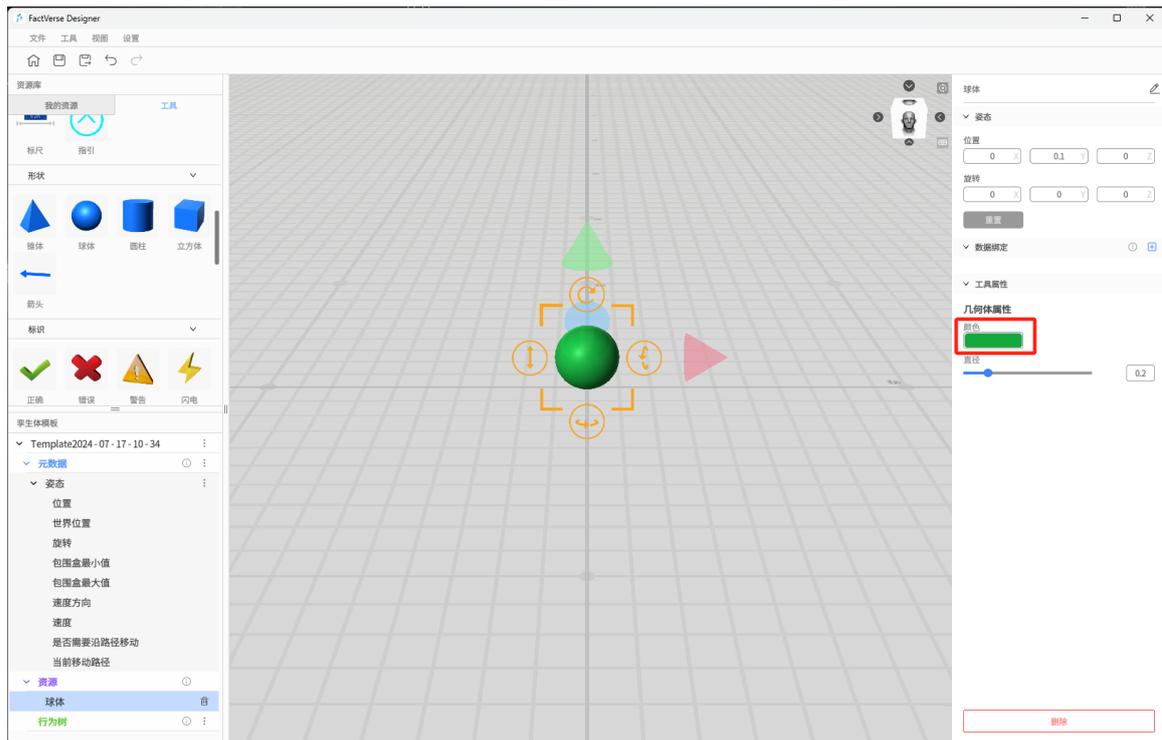


图 163 改变球体颜色

- d) 点击工具栏中的保存按钮 ，保存模板名称为“移动的小球”。
2. 为“移动的小球”模板添加主功能结构：
- 在孪生体模板窗格中，点击元数据旁的 \vdots ，选择添加结构。
 - 下拉滚动条找到新添加的结构“Part_1”，点击“Part_1”，在属性区修改结构名称为“主功能”。
 - 在“主功能”结构下添加“实时位置”（Vector3）属性。

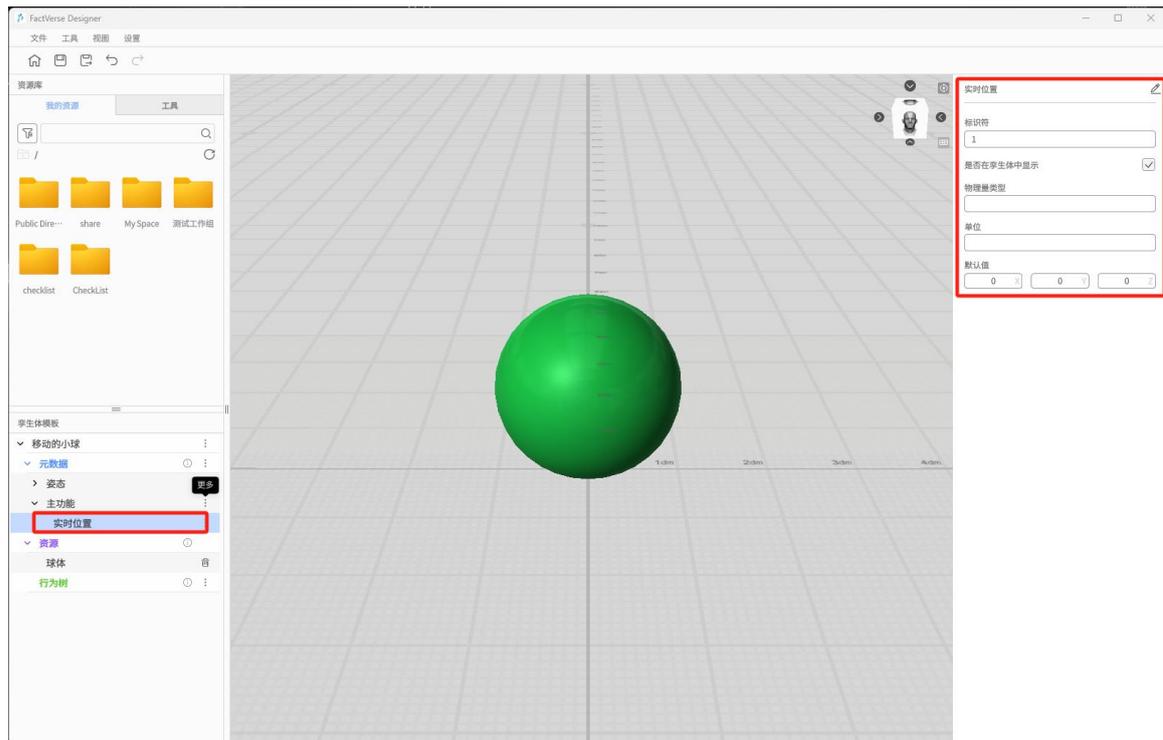


图 164 添加实时位置属性

3. 为“移动的小球”模板添加驱动小球移动的行为树：

- a) 在孪生体模板窗格中，点击行为树栏旁的⋮，选择新建行为树选项。
- b) 保存行为树并命名为“移动小球”。

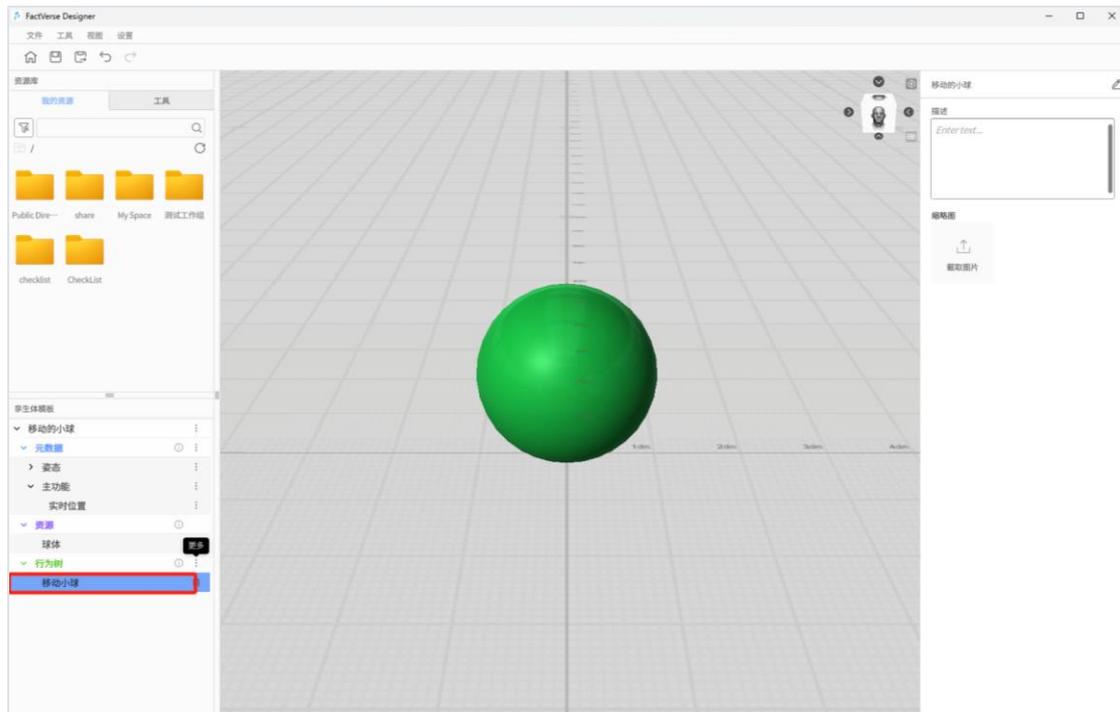


图 165 添加“移动小球”的行为树

4. 编辑行为树逻辑

- a) 双击“移动小球”行为树，打开行为树编辑器。
- b) 在根节点下添加一个顺序节点。
- c) 在顺序节点下添加一个设置孪生体姿态节点“设置孪生体姿态 1”，并为该节点做如下属性设置：
 - 目标
 - 值的来源：孪生体
 - 孪生体的来源：自身
 - 位置
 - 值的来源：手动输入
 - 值：0.5,0,0
- d) 在顺序节点下添加一个等待节点“等待 1”，并设置等待时长的手动输入值为“0.5”。

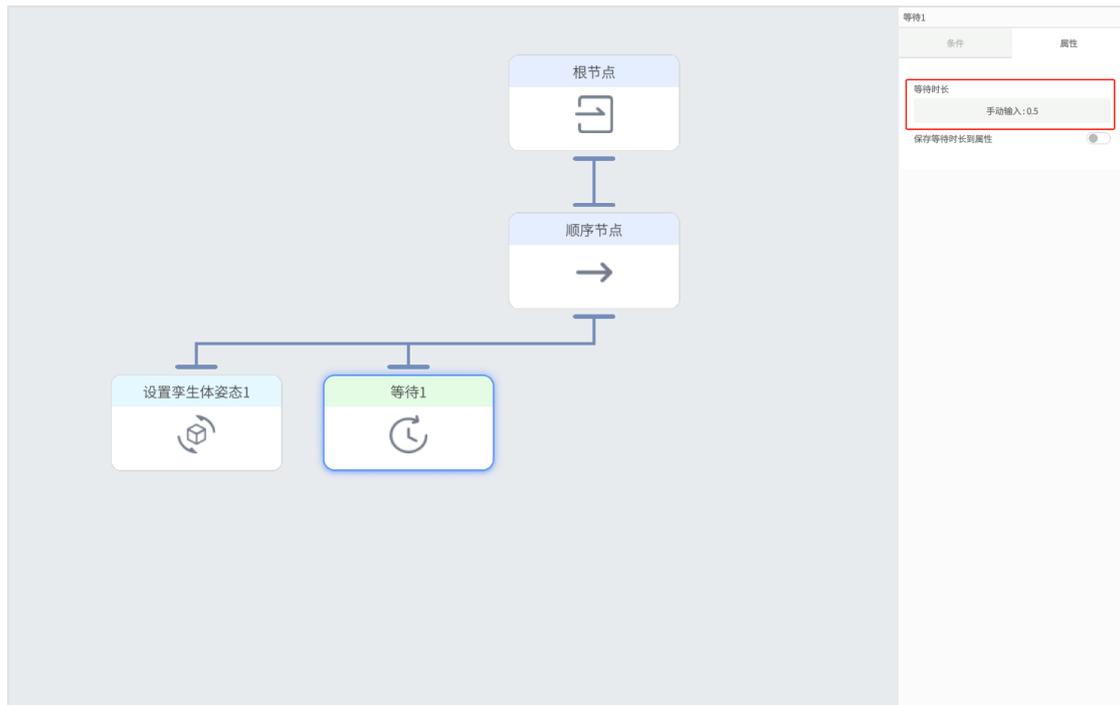


图 166 设置等待时间的手动输入值

- e) 添加一个**设置孪生体姿态**节点：
- i. CTRL+C 复制 “设置孪生体姿态 1” 节点，CTRL+V 即在顺序节点下添加一个新的**设置孪生体姿态**节点 “copy_设置孪生体姿态 1”。
 - ii. 重命名为 “设置孪生体姿态 2”。
 - iii. 将**位置**的手动输入设置为 “0.5, 0, -0.5”。

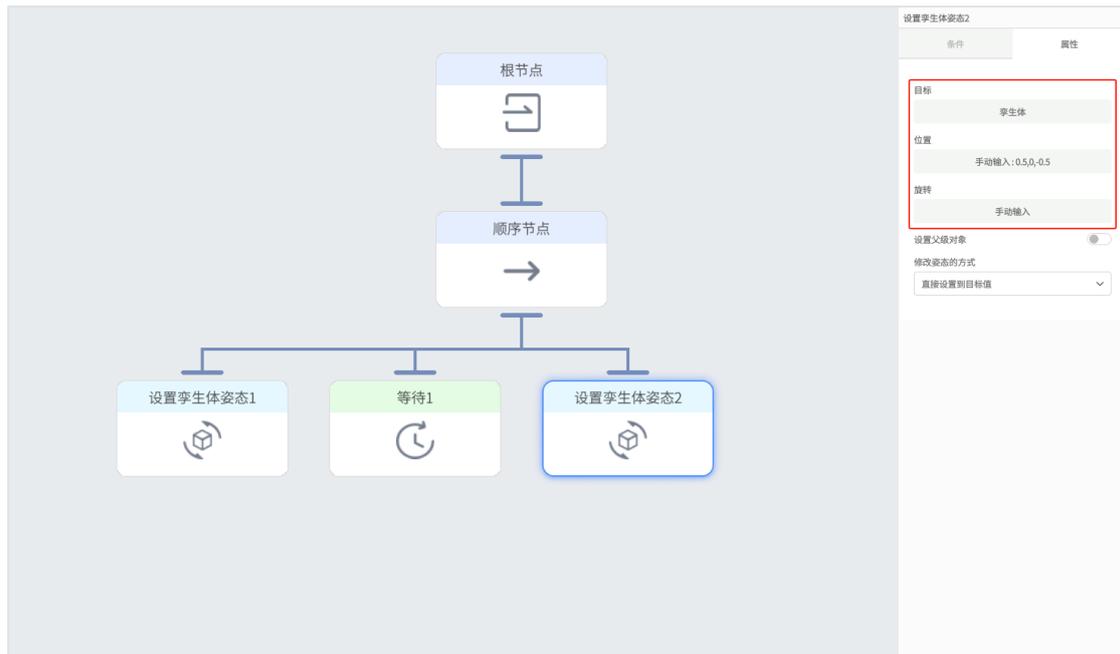


图 167 设置孪生体的位置的手动输入值

- f) CTRL+C 复制 “等待 1” 节点，CTRL+V 即在顺序节点下添加一个新的等待节点 “copy_等待 1”，并将节点重命名为 “等待 2”。

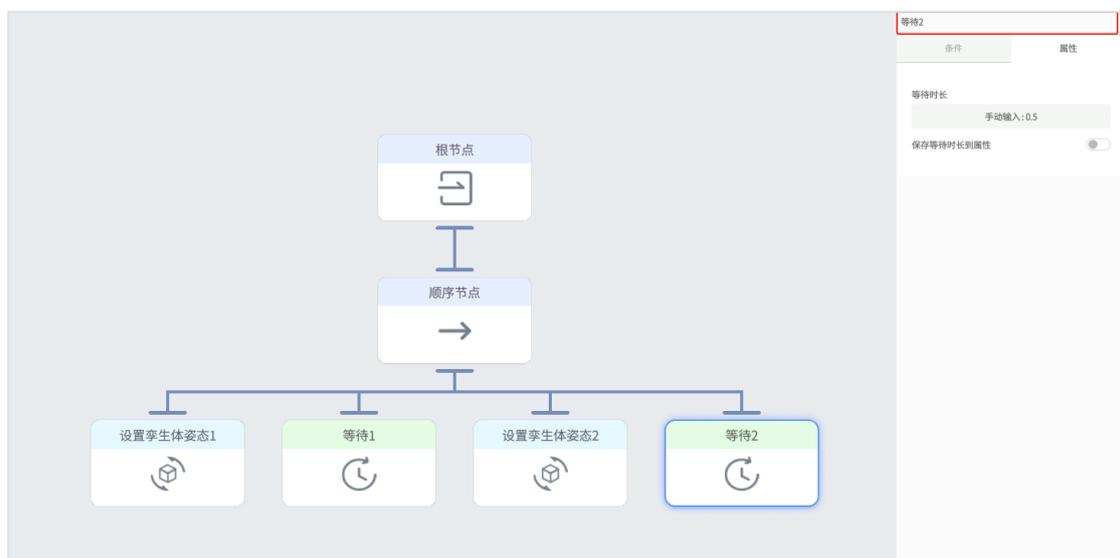


图 168 添加 “等待 2” 节点

- g) 通过复制 “设置孪生体姿态 1” 节点的方式添加一个 “设置孪生体姿态 3” 节点，并将位置的手动输入设置为 “0, 0, -0.5”。

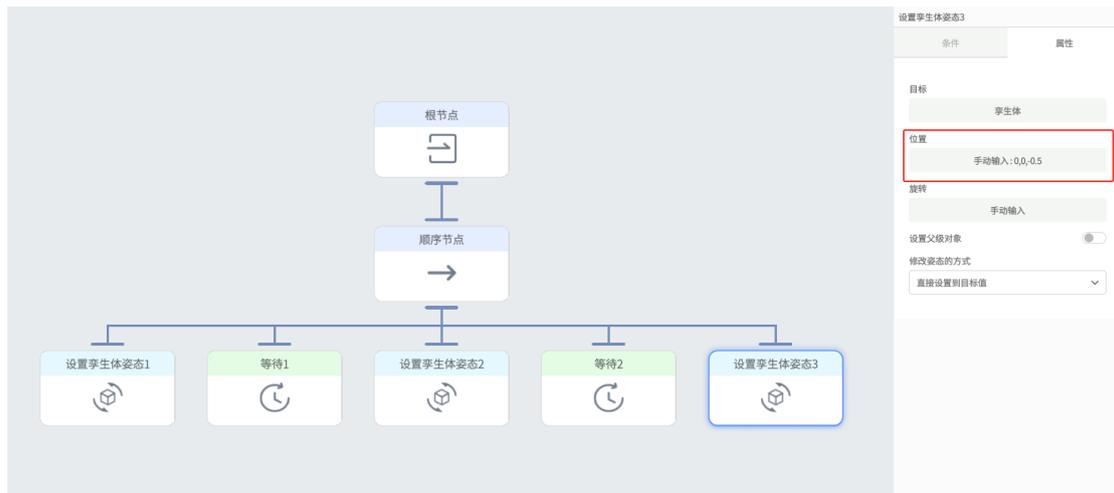


图 169 设置学生体姿态 3

- h) CTRL+C 复制 “等待 1” 节点，CTRL+V 即在顺序节点下添加一个新的等待节点 “copy_等待 1”，并将节点重命名为 “等待 3”。

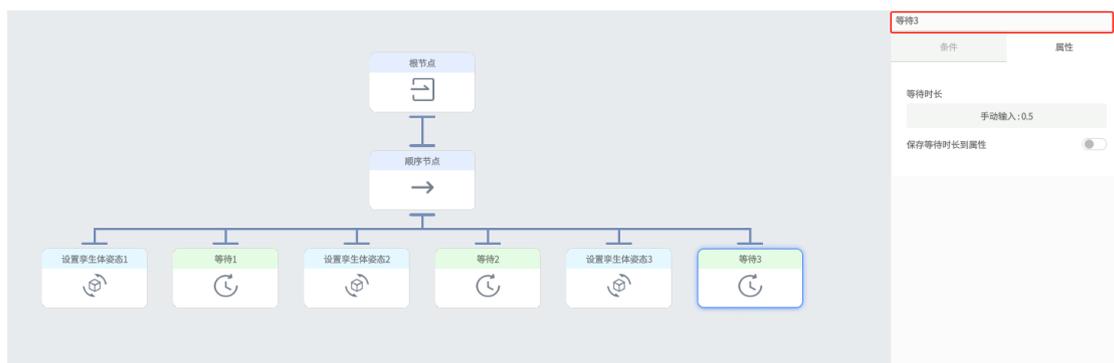


图 170 添加 “等待 3” 节点

- i) 点击工具栏中的【保存】按钮  保存行为树。
 - j) 点击 < 退出行为树编辑器。
 - k) 保存 “移动的小球” 模板。点击主页按钮退出模板编辑器。
5. 创建一个场景，在场景中添加一个会移动的小球。
- a) 新建一个场景命名为 “移动的小球”。
 - b) 使用 “移动的小球” 模板创建一个 “移动的小球 1”。
 - c) 将 “移动的小球 1” 添加到场景中。

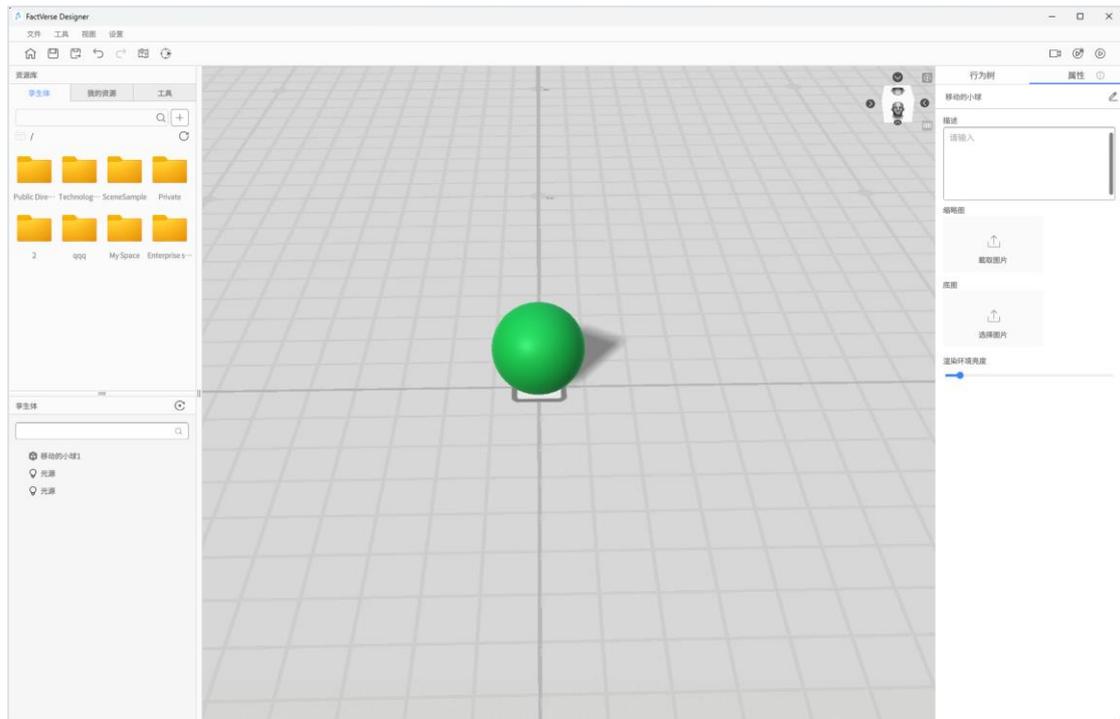


图 171 添加“移动的小球 1”

d) 播放场景，预览小球移动的效果。

6.4.2.3 响应信号改变方块的颜色

在本例中，我们将使用事件节点监听和响应事件，从而改变方块的颜色属性。

前提

请先按[创建全新的模板](#)中的步骤准备好“会变色的方块”模板。

1. 创建一个球体孪生体模板：

- 点击主页中的【新建模板】，打开模板编辑器。
- 将工具窗格中的“球体”拖拽到场景区中，并调整其合适位置。

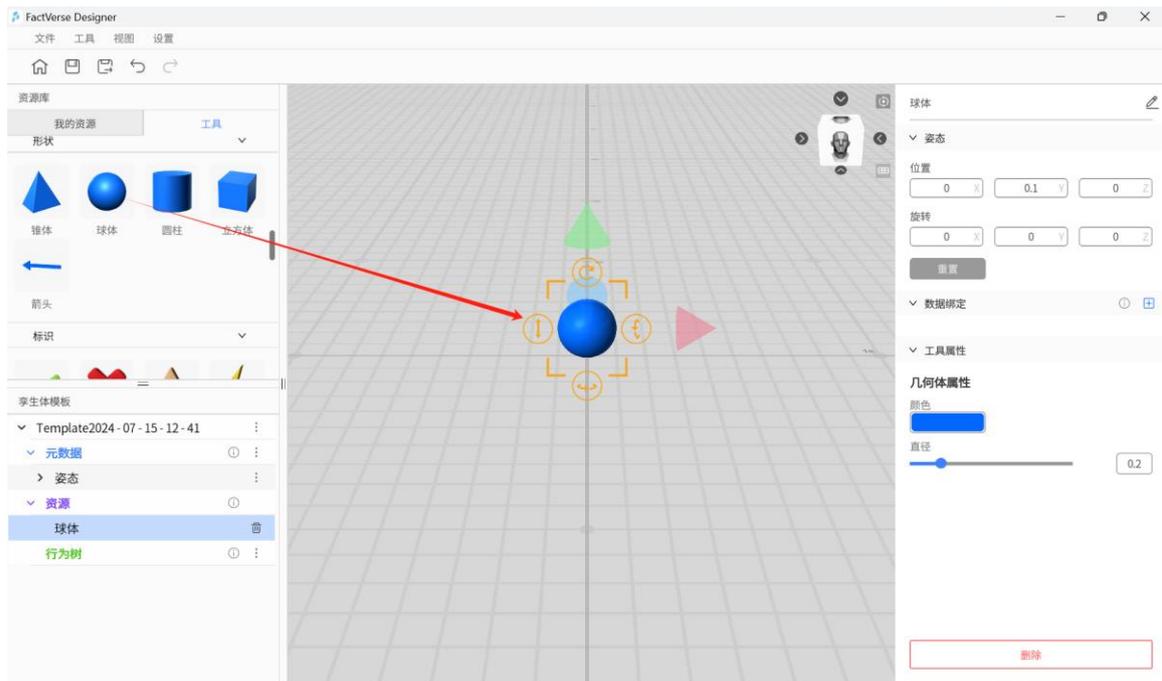


图 172 添加球体

- c) 点击工具栏中的保存按钮 ，保存模板名称为“发送信号的小球”。
2. 为“发送信号的小球”模板添加主功能结构：
- 在孪生体模板窗格中，点击元数据旁的 ，选择添加结构。
 - 下拉滚动条找到新添加的结构“Part_1”，点击“Part_1”，在属性区修改结构名称为“主功能”。
 - 在“主功能”结构下添加“信号”(Int)属性。
3. 为“发送信号的小球”模板添加发送信号的行为树：
- 在孪生体模板窗格中，点击行为树栏旁的 ，选择新建行为树选项。

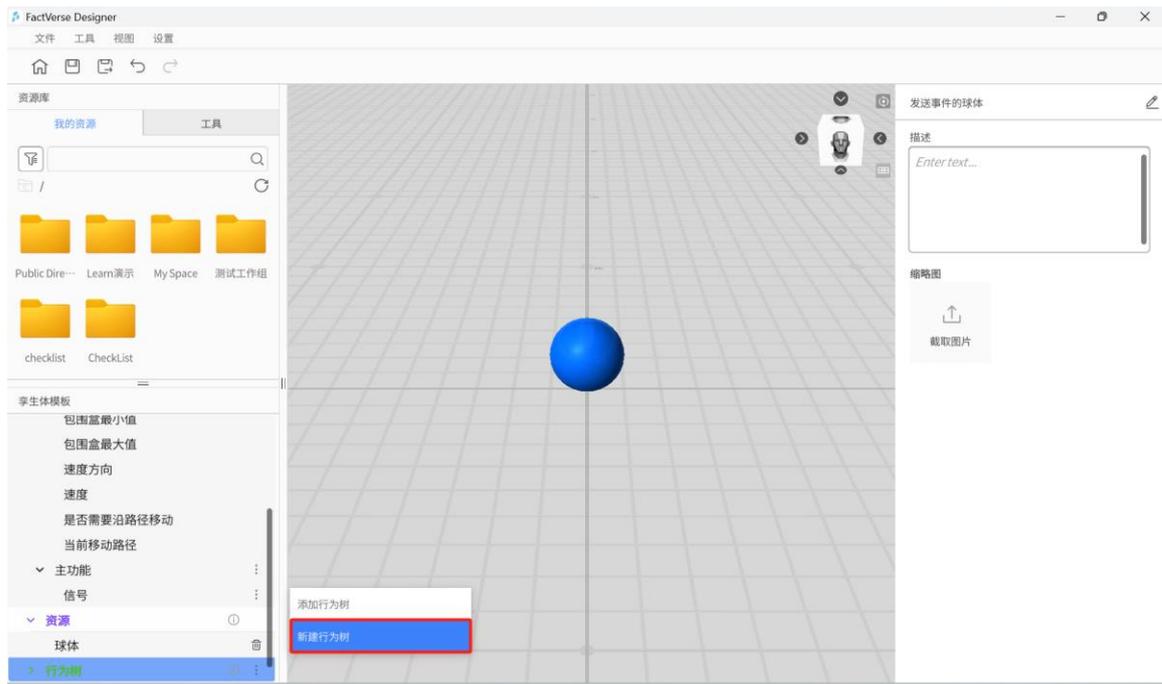


图 173 创建球体发送信号的行为树

- b) 保存行为树并命名为“发送信号”。
4. 编辑行为树逻辑：本例中发送三个信号“100”、“200”和“300”。
- a) 双击“发送信号”行为树，打开行为树编辑器。
- b) 在根节点下添加一个顺序节点，并使用默认属性。
- c) 在顺序节点下添加一个发送事件节点“发送信号 100”，设置这个节点的属性如下：
- 事件标识符
 - 值的来源：手动输入
 - 值：100
- d) 在顺序节点下添加一个等待节点“等待 1”，并设置等待时间的手动输入值为“2”。
- e) 添加“发送信号 200”节点：
- i. 复制粘贴“发送信号 100”节点，节点将自动添加到顺序节点下方。
 - ii. 将其重命名为“发送信号 200”。
 - iii. 重新连接顺序节点和“发送信号 200”节点。

- iv. 修改“发送信号 200”节点的**事件标识符**中的**手动输入值**为“200”。
- f) 添加一个**等待**节点“等待 2”，并设置等待时间的手动输入值为“2”。
- g) 添加“发送信号 300”节点：
 - i. 复制粘贴“发送信号 100”节点，节点将自动添加到**顺序节点**下方。
 - ii. 将其重命名为“发送信号 300”。
 - iii. 重新连接**顺序节点**和“发送信号 300”节点。
 - iv. 修改“发送信号 300”节点的**事件标识符**中的**手动输入值**为“300”。
- h) 添加一个**等待**节点“等待 3”，并设置等待时间的手动输入值为“2”。

下图为完整的行为树结构：

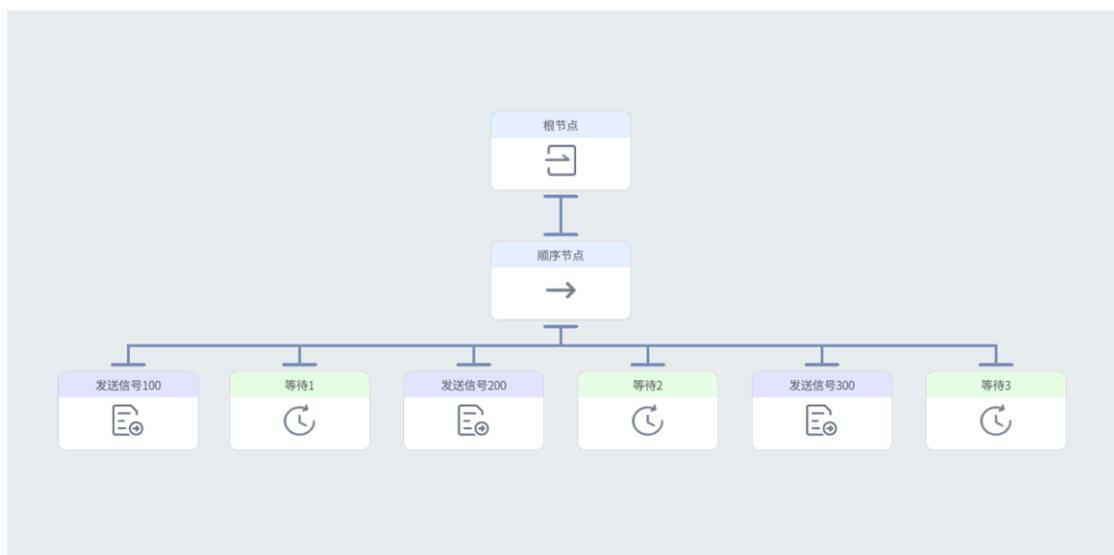
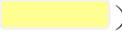


图 174 发送信号的行为树

- i) 保存行为树并退出行为树编辑界面。
 - j) 保存模板并返回主页界面。
5. 为“会变色的方块”模板添加接收信号并变色的行为树。
- a) 打开“会变色的方块”模板。
 - b) 将方块颜色改为白色。
 - c) 在模板里新建一个“事件响应”行为树。

- d) 双击行为树“事件响应”打开行为树编辑界面。
- e) 在**根节点**下添加一个**并行节点**。
- f) 在**并行节点**下添加一个**顺序节点**“顺序节点 1”。
- g) 在“顺序节点 1”下添加一个**接收事件节点**“接收信号 100”，设置接收事件节点的属性如下：
 - **事件标识符**
 - **值的来源**: 手动输入
 - **值**: 100
- h) 在“顺序节点 1”下添加一个**设置属性节点**，重命名为“设置颜色”，并且设置“设置颜色”节点的属性如下：
 - **目标属性**
 - **属性的来源**: 孪生体中的属性
 - **孪生体的来源**: 自身
 - **选择属性**: 颜色（选择“会变色的方块”的“颜色”属性）
 - **数值的设置策略**: 替换原始值
 - **值**
 - **值的来源**: 手动输入
 - **值**: 255,254,145,10（对应颜色为 ）
- i) 在**并行节点**下添加一个**顺序节点**“顺序节点 2”。
- j) 在“顺序节点 2”下添加一个**接收事件节点**“接收信号 200”，设置接收事件节点的属性如下：
 - **事件标识符**
 - **值的来源**: 手动输入
 - **值**: 200
 - **值**
 - **值的来源**: 手动输入
 - **值**: 200
- k) 在“顺序节点 2”下添加一个**设置属性节点**，重命名为“设置颜色”，

并且设置“设置颜色”节点的属性如下：

- 目标属性
 - 属性的来源：孪生体中的属性
 - 孪生体的来源：自身
 - 选择属性：颜色（选择“会变色的方块”的“颜色”属性）
 - 数值的设置策略：替换原始值
 - 值
 - 值的来源：手动输入
 - 值：100,100,200,200（对应颜色为 ）
- l) 在并行节点下添加一个顺序节点“顺序节点 3”。
- m) 在“顺序节点 3”下添加一个接收事件节点“接收信号 300”，设置接收事件节点的属性如下：
- 事件标识符
 - 值的来源：手动输入
 - 值：300
- n) 在“顺序节点 3”下添加一个设置属性节点，重命名为“设置颜色”，并且设置“设置颜色”节点的属性如下：
- 目标属性
 - 属性的来源：孪生体中的属性
 - 孪生体的来源：自身
 - 选择属性：颜色（选择“会变色的方块”的“颜色”属性）
 - 数值的设置策略：替换原始值
 - 值
 - 值的来源：手动输入
 - 值：255,100,100,100（对应颜色为 ）

下图为完整的行为树结构：

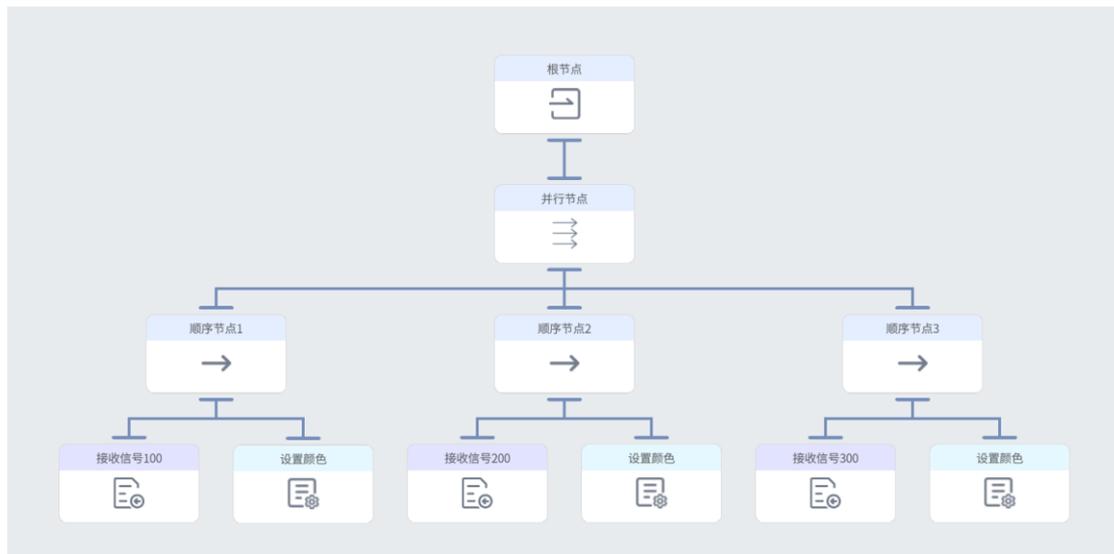


图 175 事件响应行为树

- o) 点击工具栏中的【保存】按钮  保存行为树。
 - p) 点击 < 退出行为树编辑器。
 - q) 保存模板并返回主页界面。
6. 创建一个新场景，命名为“事件响应”。
 7. 在场景中添加一个能发送事件的球体、两个能接收事件的正方体。
 - a) 使用“会变色的方块”模板创建两个方块“方块 1”、“方块 2”。
 - b) 使用“发送信号的小球”模板创建一个“发信号的球体 1”。
 - c) 将“方块 1”、“方块 2”和“发信号的球体 1”添加到场景中。
 8. 保存场景。
 9. 播放场景。

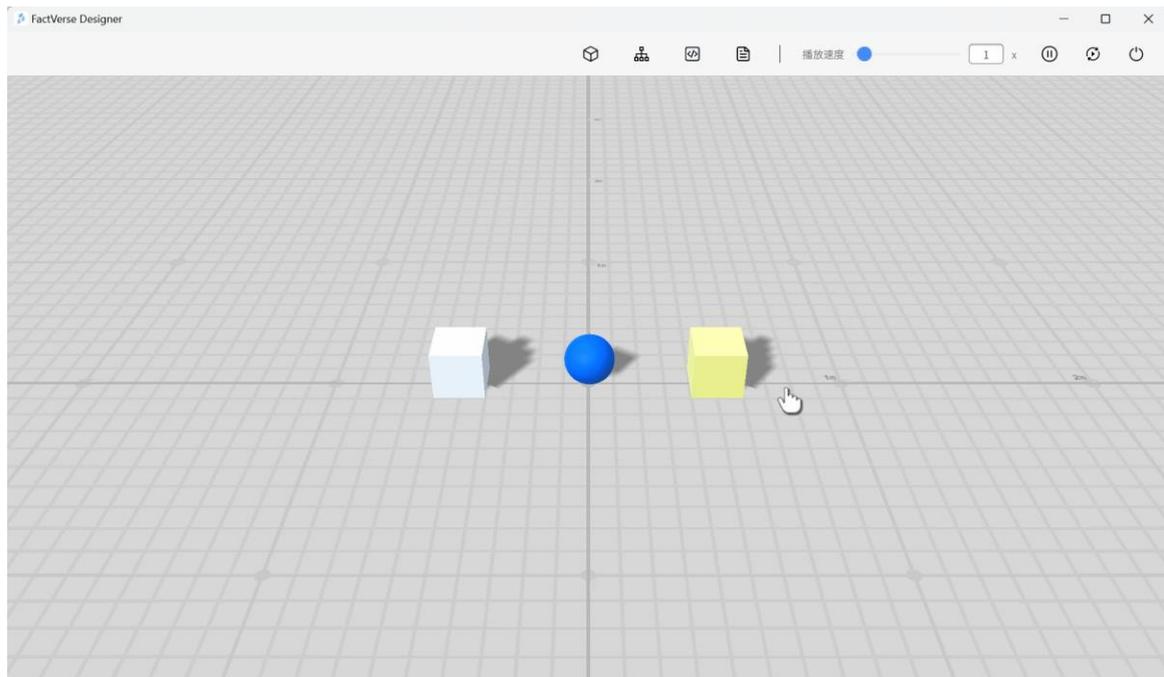


图 176 响应事件进行变色

6.4.2.4 追击移动的小球

本示例介绍如何在虚拟场景中创建一个方块孪生体，并通过行为树逻辑，使其自动追击一个移动的小球。

1. 创建一个方块孪生体模板：

- a) 点击主页中的【新建模板】，进入模板编辑器。
- b) 将工具窗格中的“方块”拖拽到场景区中，并调整其合适位置。
- c) 点击工具栏中的保存按钮 ，将模板命名为“追击目标的方块”。

2. 为“追击目标的方块”模板添加驱动小球移动的行为树：

- a) 在孪生体模板窗格中，点击行为树栏旁的 ，选择新建行为树选项。
- b) 保存行为树并命名为“追击目标的方块”。

3. 编辑行为树逻辑

- a) 双击“追击目标的方块”行为树，打开行为树编辑器。
- c) 在根节点下添加一个顺序节点。
- d) 在顺序节点下添加一个追踪路径规划节点，并配置如下属性：

- 将路径保存到目标属性
 - 属性的来源：孪生体中的属性
 - 孪生体的来源：自身
 - 选择属性：当前移动路径（“追击目标的方块”的“当前移动路径”属性）
 - 数值的设置策略：替换原始值
 - 起点
 - 值的来源：手动输入
 - 值：point0
 - 追踪目标
 - 指定孪生体
 - 值的来源：孪生体
 - 孪生体的来源：“场景中的所有孪生体”中的“指定孪生体”
 - 选择方式：“选择孪生体”
 - 孪生体为：“1435”（“会移动的小球”示例中“移动的小球1”的ID，可在属性面板中查看该孪生体的ID）
- e) 在顺序节点下添加一个沿路径移动孪生体节点，并配置如下属性：
- 要移动的目标
 - 值的来源：孪生体
 - 孪生体的来源：自身
 - 使用当前路径：开启
 - 移动过程中沿前进方向旋转：开启
 - 进入路径时保持原始旋转角度：开启
 - 转弯的圆角半径：“0”
 - 移动的起点：当前位置
 - 设置速度：开启

- 匀速变为减速的位置：“0”
- 目标速度：“10”

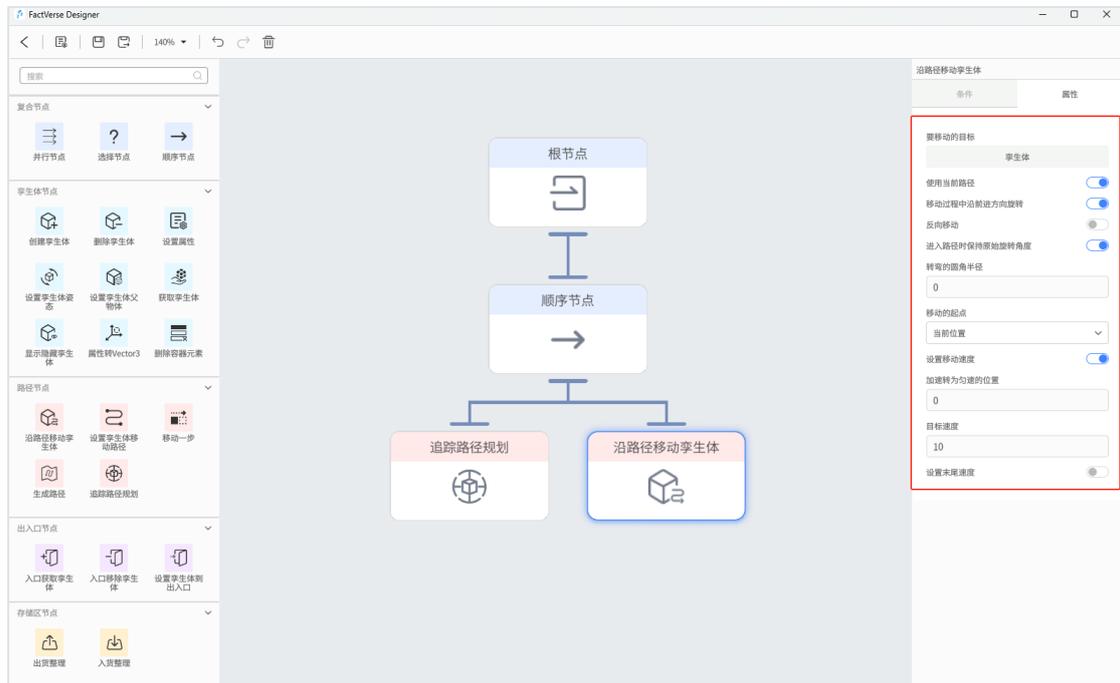


图 177 设置沿路径移动孪生体节点的属性

- 点击工具栏中的【保存】按钮  保存行为树。
- 点击 < 退出行为树编辑器。
- 保存“追击目标的方块”模板，然后点击主页按钮退出模板编辑器。

4. 创建一个场景：新建一个场景命名为“追击移动小球”。

5. 在场景中添加一个追击目标的方块和一个移动的小球

- 使用“追击目标的方块”模板创建一个“追击目标的方块 1”，并将其添加到场景中，位置设为“0,0,0”。

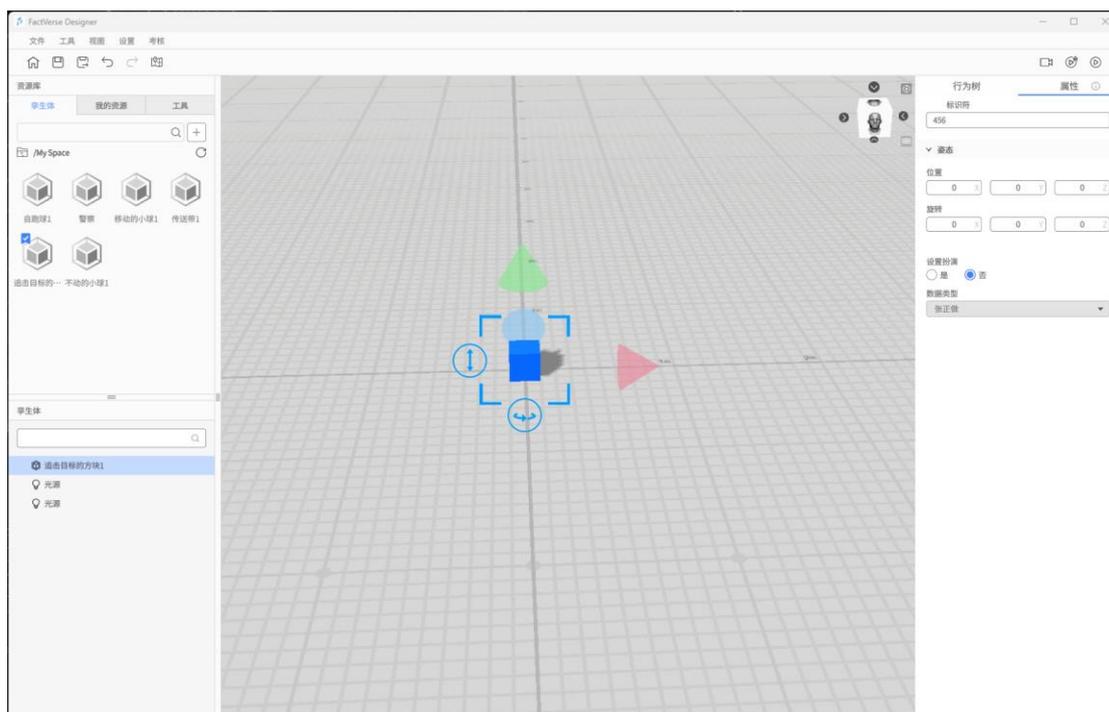


图 178 添加“追击目标的方块 1”

b) 将“移动的小球 1”添加到场景中，位置设为“0.5,0,-0.5”。

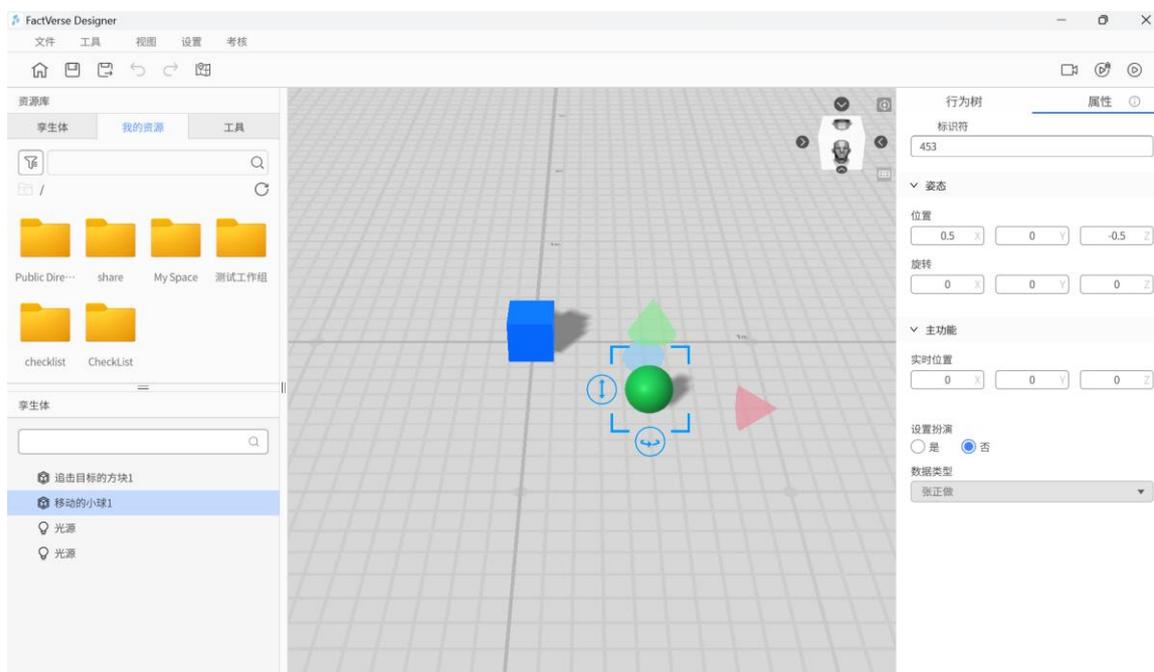


图 179 添加“移动的小球 1”

6. 创建四个点位互相连通的路径

a) 隐藏“追击目标的方块 1”和“移动的小球 1”，以免创建路径时路径点的位置被遮挡导致路径点无法准确放置或无法看清，从而影响路径的

创建。



图 180 隐藏两个孪生体

- b) 进入路径规划界面，使用构建模式创建以下四个点位，并将它们相互连接起来。这些点位将构成“追击目标的方块 1”的移动路径，其中“point0”是其起始点。方块将在这四个路径点构成的路径中计算追击“移动的小球 1”的最短路径。
- point0 (0,0,0)
 - point1 (0.5,0,0)
 - point2 (0.5,0,-0.5)
 - point3 (0,0,-0.5)
- c) 切换至选择模式，将连线方向改为双向。

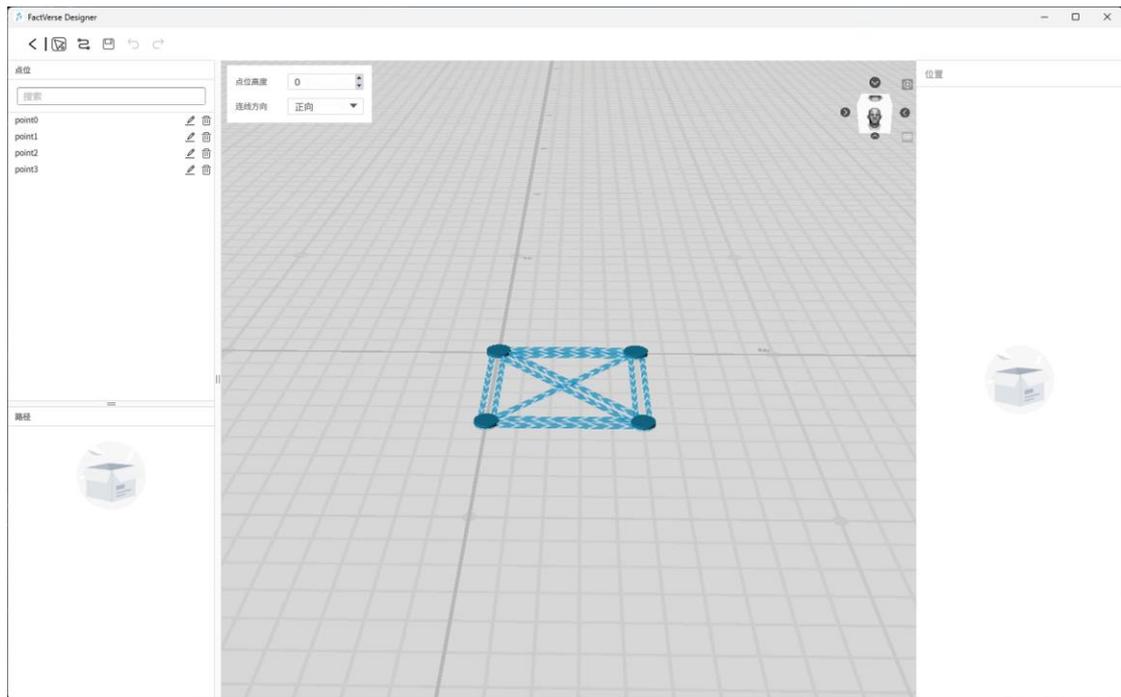


图 181 创建四个点位的路径

- d) 保存路径并退出路径规划界面。
- e) 将“追击目标的方块 1”和“移动的小球 1”切换至显示状态。

7. 保存场景。

- 8. **播放场景：**“追击目标的方块 1”会按照最短路径追击“移动的小球 1”。

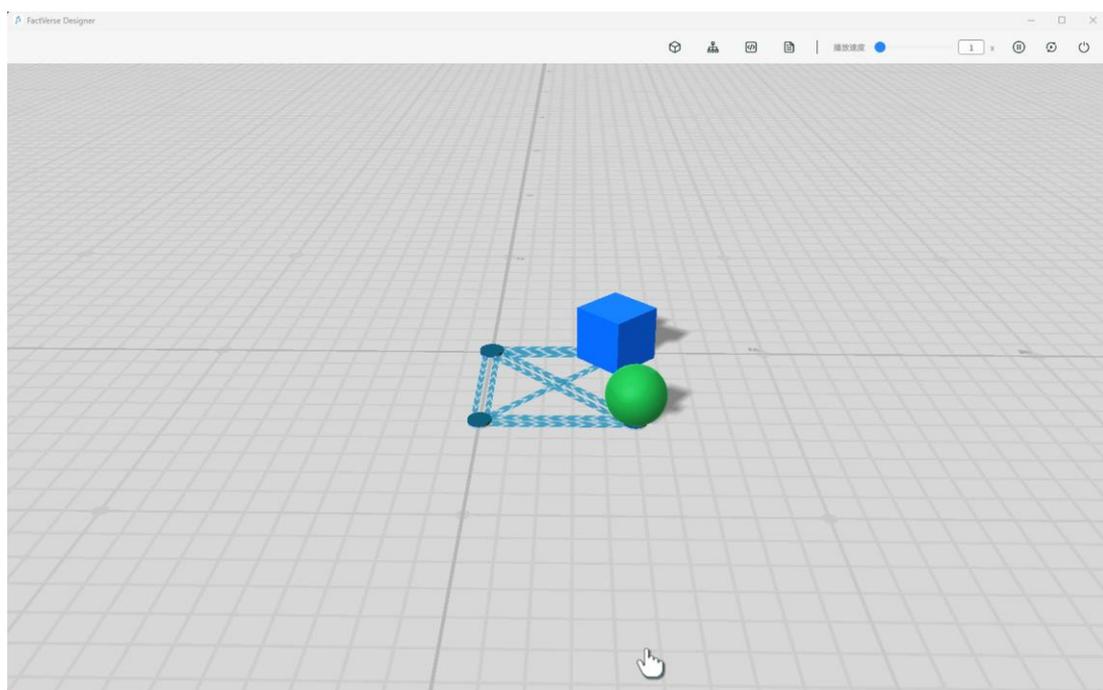


图 182 追击移动的小球

免责声明

1. 公司主体名称

本手册所述的服务提供者包括北京商询科技有限公司以及其他提供 DataMesh 服务相关的关联公司。统称为“DataMesh”或“我们”。

2. 手册内容的参考性质

本手册内容仅供参考，DataMesh 在法律允许的最大范围内，不对因手册内容的不准确或疏漏引发的任何损失承担责任。我们建议用户在使用产品前，仔细阅读并遵循所有说明。

3. 责任限制

对于因以下原因导致的服务中断、数据丢失或其他任何形式的损失，DataMesh 在法律允许的最大范围内不承担任何责任：

- 用户未能按要求操作、未遵循手册中的说明或其他不当操作；
- 不可抗力因素，包括但不限于自然灾害、战争、政府行为、网络攻击等；
- 用户自身的原因或其他非 DataMesh 原因导致的服务不可用；
- 正常的系统维护、升级或其他技术原因导致的服务中断。

4. 服务生命周期管理

您了解并同意，特定产品或服务生命周期即将结束前，DataMesh 将尽商业最大努力通过电子邮件、公告或其他合理方式通知您，以便您能够在指定的时间窗口内对相关产品或服务进行迁移或升级。如您未能在指定时间内采取必要措施，您同意 DataMesh 有权将服务自动升级到新的版本。对此可能导致的服务暂停或不可用，DataMesh 不承担任何责任，您将**自行承担**因此产生的所有损失。

5. 修改权利

DataMesh 保留在不事先通知的情况下，依据实际情况对本手册中所述产品和服务进行必要的修改、升级或终止的权利。我们建议用户定期查阅官方发布的最新信息，以便及时了解产品和服务的变更情况。用户继续使用本产品或服务，即视为接受 DataMesh 对产品或服务所做的任何修改或升级。

6. 用户责任

用户在使用本产品或服务时，应确保其行为符合所有适用的法律法规，并自行承担因违反法律法规或本手册规定所引发的全部法律责任。任何因用户不当使用而引发的法律后果，DataMesh不承担任何责任，用户无权因此要求 DataMesh 进行任何形式的赔偿。