



SmarTree 软件

用户使用手册

上海航空电子有限责任公司

目 录

1 SmarTree 简介	1
2 运行环境.....	3
3 软件入门.....	4
3.1 SmarTree 安装	4
3.2 SmarTree 启动	5
3.3 SmarTree 界面	6
3.3.1 界面功能区.....	6
3.3.2 主菜单栏功能.....	6
4 基本功能.....	11
4.1 创建项目.....	11
4.1.1 创建项目.....	11
4.1.2 创建故障树.....	12
4.1.3 编辑名称.....	13
4.2 绘制故障树.....	14
4.2.1 绘制故障树.....	14
4.2.2 进入转移门.....	15
4.2.3 查找和替换.....	18
4.2.4 复制和粘贴.....	21
4.2.5 快速定位顶事件.....	24
4.3 故障树编辑.....	25
4.3.1 插入分级.....	25
4.3.2 删除操作.....	26
4.3.3 更改门类型.....	28
4.3.4 重新编号.....	28
4.3.5 参数设置.....	30
4.4 故障树计算	32
4.4.1 检查	32
4.4.2 计算	33
4.5 导入和导出	34
4.5.1 数据导入	34
4.5.2 数据导出	35
4.6 报告生成	36
5 工程示例.....	39

6 免责声明.....	45
附录 A 软件快捷键.....	46

1 SmarTree 简介

欢迎使用 SmarTree，这是一款用于飞机系统故障树绘制和分析的工程软件。软件提供了故障树绘制常用的逻辑符号库，功能涵盖了故障树分析中的常用分析活动，能够协助工程人员快速开展故障树定性、定量分析，同时自定义故障树图形化显示清晰呈现出了特定复杂系统失效与失效原因之间的逻辑关系，便于工程人员快速识别导致顶事件发生的所有原因和原因的组合。

SmarTree 软件具备故障树创建、编辑、计算、割集分析等基本功能，建模支持与门、或门、表决门、转移门、基本事件、未发展事件等多种逻辑门及逻辑事件，其主要实现以下功能：

- ◆ 故障树创建、编辑
- ◆ 故障树顶事件发生概率计算
- ◆ 故障树割集分析
- ◆ 故障树报告生成
- ◆ 故障树数据的导入导出
- ◆ 故障树规则检查
- ◆ 故障树快速编号
- ◆ 与 RELEX 的格式转换
- ◆ 等...

与此同时，通过开发组成员在长期工作中积累的使用经验和习惯，该软件还特别定制了一些方便快捷的操作功能：

- ◆ 故障树图形自定义设计
- ◆ 多文件导入、导出功能
- ◆ 多个故障树报告一键生成
- ◆ 多故障树快速编号
- ◆ 公共事件库的自定义创建和使用
- ◆ 整体故障树或子树的复制和粘贴
- ◆ 重复事件的复制和粘贴
- ◆ 灵活、便捷地文件属性编辑
- ◆ 故障树顶事件的快速定位
- ◆ 中间事件的独立子树分析
- ◆ 等...

上述功能的使用能够有效减少用户人员在绘制故障树和进行故障树分析过程中所可能导致的大量精力，能够帮助用户人员快速开展故障树建模和分析，并生成 @SmarTree 用户使用手册

相应的故障树分析报告。

为使用户能够更快地了解 SmarTree 软件，手册正文详细介绍从项目创建、故障树绘制、编辑、计算到数据导入导出、故障树报告生成等一系列功能和操作的具体步骤，旨在帮助用户对 SmarTree 的所有功能模块有整体的认识。

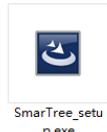
2 运行环境

基于 Framework4.0 运行环境，支持 Windows XP 及以上操作系统。

3 软件入门

3.1 SmarTree 安装

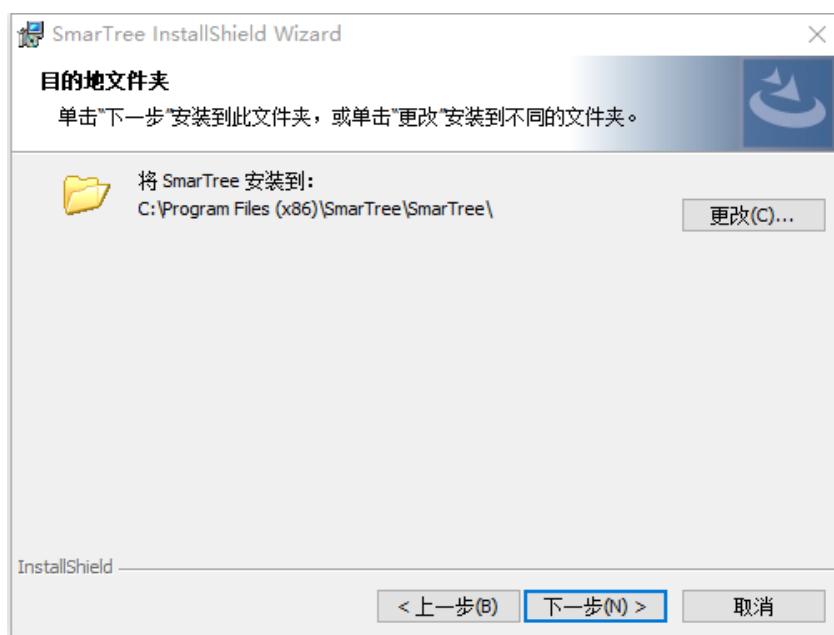
1、运行安装 SmarTree_setup.exe 安装程序。



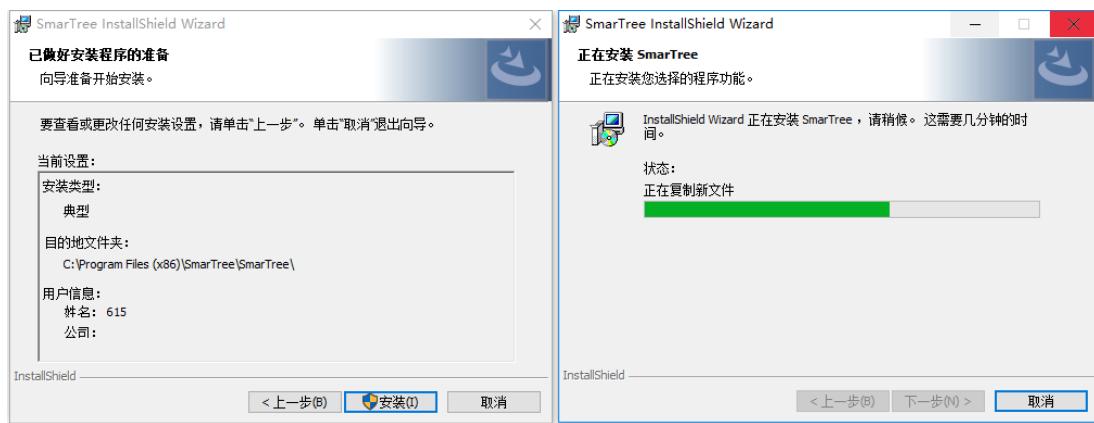
2、根据安装向导，点击“下一步(N)”按钮。



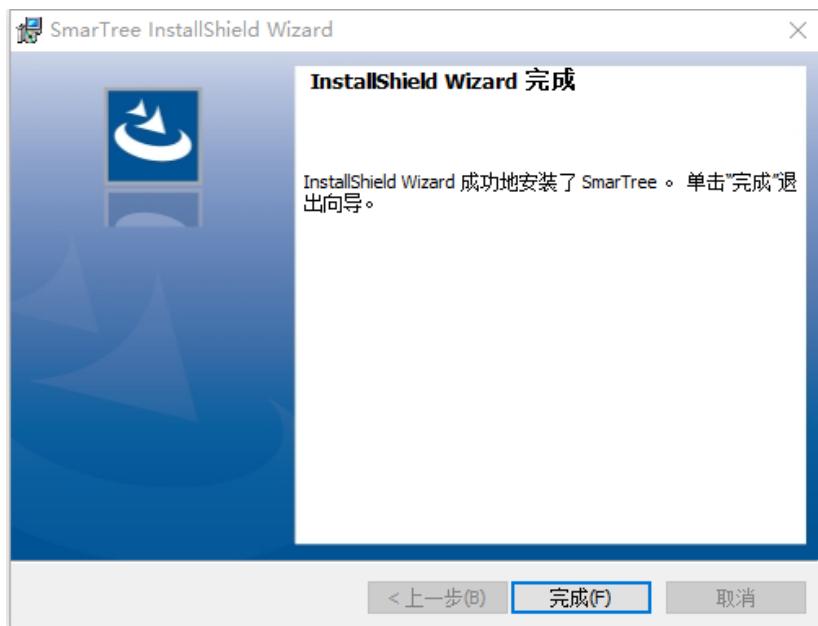
3、默认或更改软件安装位置，点击“下一步(N)”按钮。



4、点击“安装(I)”按钮，等待软件安装，用时约 5-10s。



5、点击“完成(F)”按钮，完成安装。



3.2 SmarTree 启动

1、找到软件安装位置，双击安装目录中的 FaultTreeAnalysis.exe。

	FaultTreeAnalysis.pdb	2021/4/23 15:28	PDB 文件
	FaultTreeStartPage.xml	2021/4/7 18:38	XML 文档
	FaultTreeStartPage_CN.xml	2021/4/9 9:50	XML 文档
	FaultTreeStartPage_EN.xml	2021/4/9 9:50	XML 文档
	GraphVizWrapper.dll	2021/3/9 11:08	应用程序扩展
	Newtonsoft.Json.dll	2021/3/9 11:08	应用程序扩展
	SmarTree.exe	2021/4/27 16:12	应用程序
	System.Windows.Forms.Ribbon.dll	2021/3/9 11:08	应用程序扩展
	T297AddinFramework.dll	2021/3/9 11:08	应用程序扩展
	T297AddinFramework.StoredSqls.dll	2021/4/16 17:45	应用程序扩展
	unvell.ReoGrid.dll	2021/3/9 11:08	应用程序扩展
	unvell.ReoScript.dll	2021/3/9 11:08	应用程序扩展

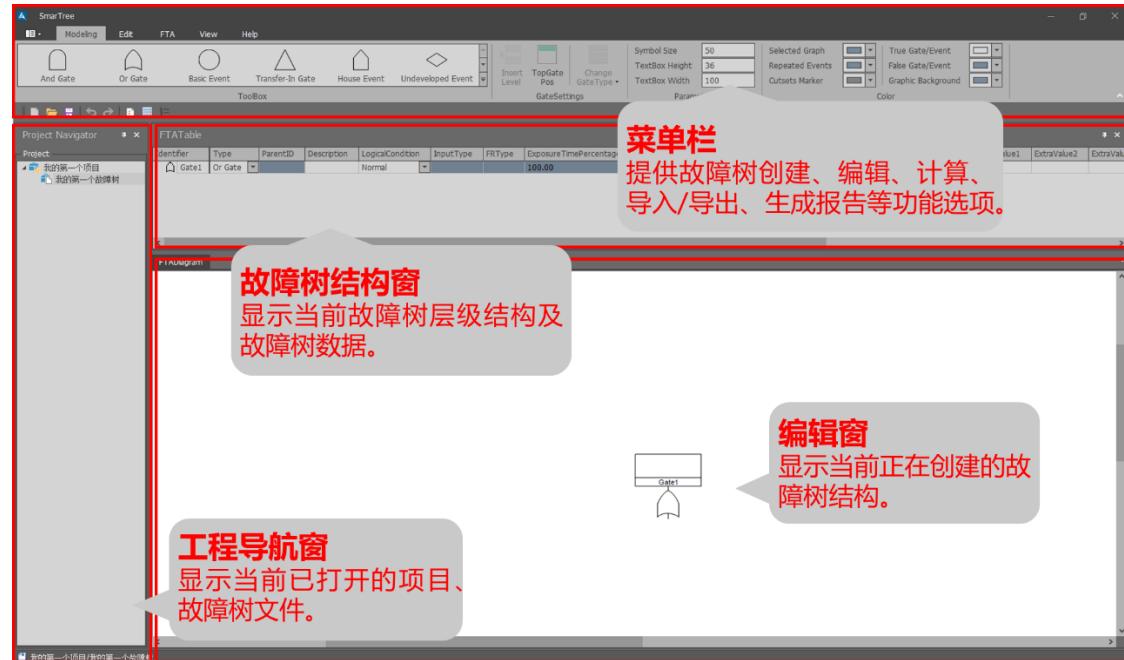
2、进入 SmarTree 软件启动界面。



3.3 SmarTree 界面

3.3.1 界面功能区

SmarTree 软件界面主要分为四个功能区：菜单栏、工程导航窗、故障树结构窗和编辑窗，其中：菜单栏中提供了主要的功能选项；工程导航窗中显示了已打开的项目列表以及项目中包含的故障树文件目录；故障树结构窗中显示了当前已打开故障树的层级结构以及包含的故障树事件数据；编辑窗中显示了当前正在创建的故障树。

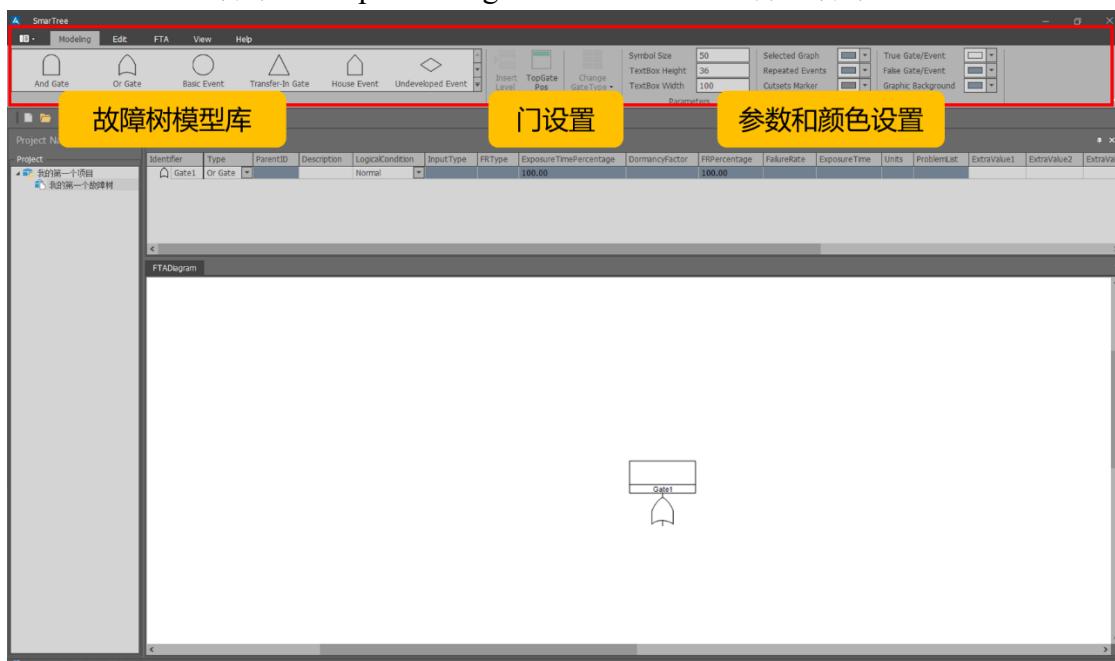


3.3.2 主菜单栏功能

【绘制 Modeling】提供了故障树创建过程中常见的模型库、逻辑门设置以及参数和颜色设置等次级菜单选项。

- 故障树模型库：提供了与门、或门、转移门等常用的逻辑门以及基本事件、未发展事件等常见的逻辑事件。

- 逻辑门设置：提供插入分级（Insert Level）、顶事件位置（TopGate Pos）、更改门类型（Change GateType）功能选项。
 - ◆ 插入分级（Insert Level）：在故障树结构中插入新的中间层结构；
 - ◆ 顶事件位置（TopGate Pos）：快速定位到当前故障树的顶事件；
 - ◆ 更改门类型（Change GateType）：更改所选中的逻辑门类型。
- 参数和颜色设置：提供逻辑门符号、逻辑事件框尺寸设置和颜色设置。
 - ◆ 符号尺寸（Symbol Size）：设置当前故障树结构中逻辑符号的尺寸参数；
 - ◆ 描述框高度（Textbox Height）：设置故障树结构中描述框的高度参数；
 - ◆ 描述框宽度（Textbox Width）：设置故障树结构中描述框的宽度参数；
 - ◆ 选中图形（Selected Graph）：设置所选中图形的背景颜色；
 - ◆ 重复事件（Repeated Events）：设置重复事件的亮化颜色；
 - ◆ 割集标记（Cutsets Marker）：设置故障树割集标记颜色；
 - ◆ 真门/事件（True Gate/Event）：设置真门和事件的颜色；
 - ◆ 假门/事件（False Gate/Event）：设置假门和事件的颜色；
 - ◆ 图形背景（Graphic background）：设置逻辑符号背景颜色。



【编辑 Edit】提供了故障树创建过程的编辑功能选项、查找和替换等次级菜单选项。

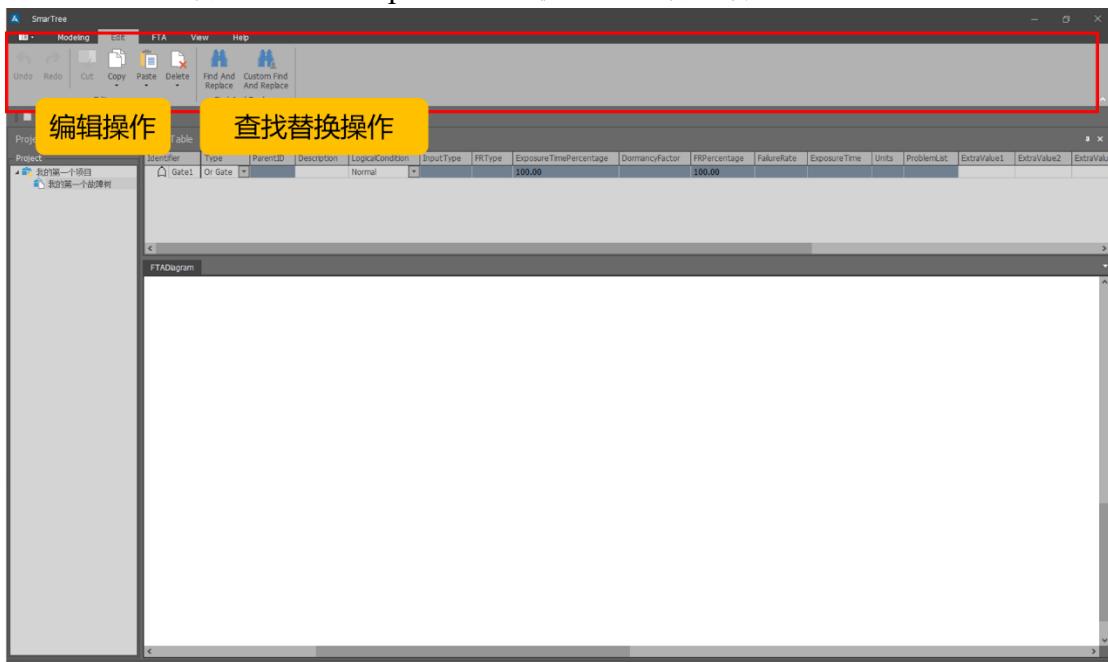
- 故障树编辑：提供撤销、恢复、复制、粘贴、删除等编辑功能。
 - ◆ 撤销（Undo）：撤回当前操作；
 - ◆ 恢复（Redo）：前进操作；
 - ◆ 剪切（Cut）：剪切操作；
 - ◆ 复制（Copy）
 - ◆ 复制（Copy）：复制当前所选中的逻辑门及其子节点或逻辑事件；
 - ◆ 复制当前视图（Copy Current View）：复制当前故障树编辑视图到剪切板。
 - ◆ 粘贴（Paste）
 - ◆ 粘贴（Paste）：粘贴操作；
 - ◆ 粘贴为重复事件（Paste Repeated Event）：将选中的逻辑事件粘贴

为重复事件。

◆ 删除 (Delete)

- ◆ 删除分级 (Delete level): 删除当前级别的逻辑门;
- ◆ 删除 (仅当前节点) Delete(Only current node): 仅删除当前选中的节点;
- ◆ 删除 (包括子节点) Delete(Include child nodes): 删除当前节点及其所有子节点;
- ◆ 删除 (包括子节点及转移门) Delete(Include child nodes and Transfer-Gate): 删除当前节点及其子节点和连接的所有转移门;
- ◆ 删除所有子节点 Delete all child node(s): 删除顶事件下的所有子节点及转移门。

➤ 查找和替换 (Find/Replace): 提供查找及替换操作。



【FTA】提供故障树检查和计算、故障树数据导入和导出以及故障树报告生成等次级菜单选项。

➤ 转移 (Transfer To): 提供转移门转入、转出和撤销等功能选项。

- ◆ 转移 (Transfer To): 提供转移门的转出操作;
- ◆ 进入转移门 (Break Into Transfer): 提供转移门的转入操作;
- ◆ 撤销转移门 (Collapse Transfer): 提供转移门的撤销, 转移门中的子节点会显示在原转移门所在的分支中。

➤ FTA 表编辑 (FTA Table Editor): 提供故障树检查、重新编号等功能选项。

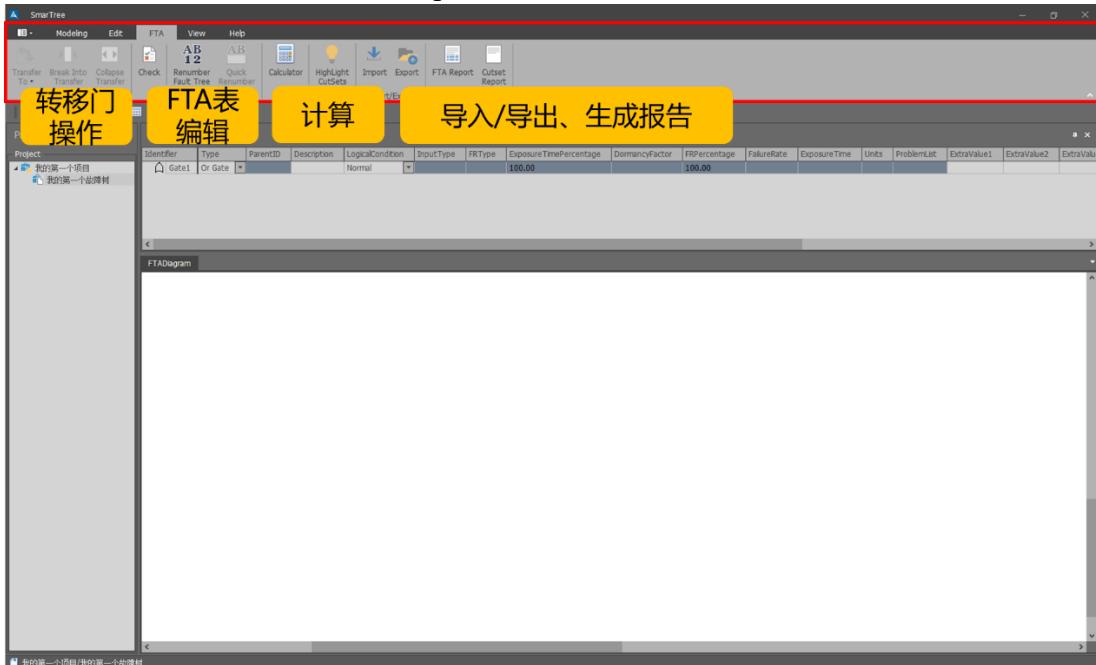
- ◆ 检查 (Check): 提供故障树结构和数据是否完整的检查, 检查结果将显示给用户;
- ◆ 重新编号 (Renumber Fault Tree): 提供故障树结构中逻辑门和逻辑事件标识的重新编号;
- ◆ 快速编号 (Quick Renumber Fault Tree): 提供多个故障树的快速编号。

➤ 计算 (Calculation): 提供故障树定量计算和故障树最小割集的亮化显示。

- ◆ 计算 (Calculation): 提供故障树定量计算;
- ◆ 亮化最小割集 (HighLight CutSets): 亮化显示当前故障树的最小割集

中的事件。

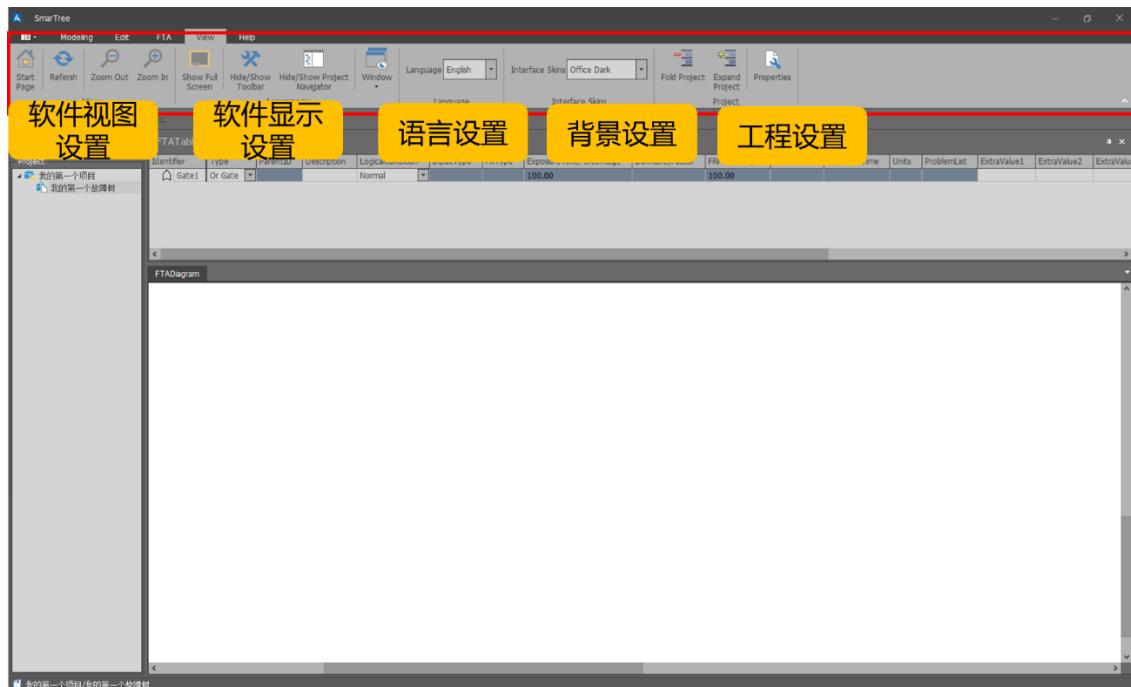
- 导入/导出 (Import/Export): 提供故障树数据的导入、导出功能。
 - ✧ 导入 (Import): 导入操作;
 - ✧ 导出 (Export): 导出操作。
- 报告 (Report): 支持故障树分析报告、割集报告的生成操作。
 - ✧ FTA 报告 (FTA Report): 生成故障树分析报告;
 - ✧ 割集报告 (Cutset Report): 生成故障树最小割集报告。



【视图 View】提供软件界面操作的刷新、语言设置、界面风格、属性设置等次级菜单选项。

- 视图 (View): 提供软件界面刷新、故障树编辑区的缩放等操作。
 - ✧ 开始页 (Start Page): 回到开始页;
 - ✧ 刷新 (Refresh): 刷新操作;
 - ✧ 放大 (Zoom In): 故障树结构的放大显示;
 - ✧ 缩小 (Zoom Out): 故障树结构的缩小显示。
- 显示 (Appearance): 提供软件界面显示设置。
 - ✧ 显示全屏 (Show Full Screen): 故障树编辑区的全屏显示;
 - ✧ 隐藏/显示工具栏 (Hide/Show Toolbar): 工具栏的隐藏和显示设置;
 - ✧ 隐藏/显示工程导航窗 (Hide/Show Project Navigator): 工程导航窗口的隐藏和显示设置;
 - ✧ 窗口 (Window): 故障树结构窗、编辑区、工程导航窗的显示和隐藏设置。
- 语言 (Language): 提供英文、中文环境设置。
- 背景 (Interface Skins): 软件整体背景颜色的设置。
- 工程 (Project): 提供项目程文件的收起、展开及属性设置。
 - ✧ 折叠项目 (Fold Project): 收起工程导航窗中的项目文件，仅显示项目目录，不显示项目中的故障树文件;
 - ✧ 展开项目 (Expand Project): 展开工程导航窗中的项目文件;
 - ✧ 属性 (Properties): 提供字体、字号编辑，故障树连线类型等工程属性

设置。



【帮助 Help】提供用户使用手册、快捷键清单、检查更新等次级菜单选项。

- 用户手册 (User Manual): 查看软件用户手册;
- 工具快捷键 (Show Keymap): 显示当前工具使用的快捷键清单;
- 检查更新 (Check for Updates): 软件的检查更新;
- 关于 SmarTree (About SmarTree): 提供软件相关信息。



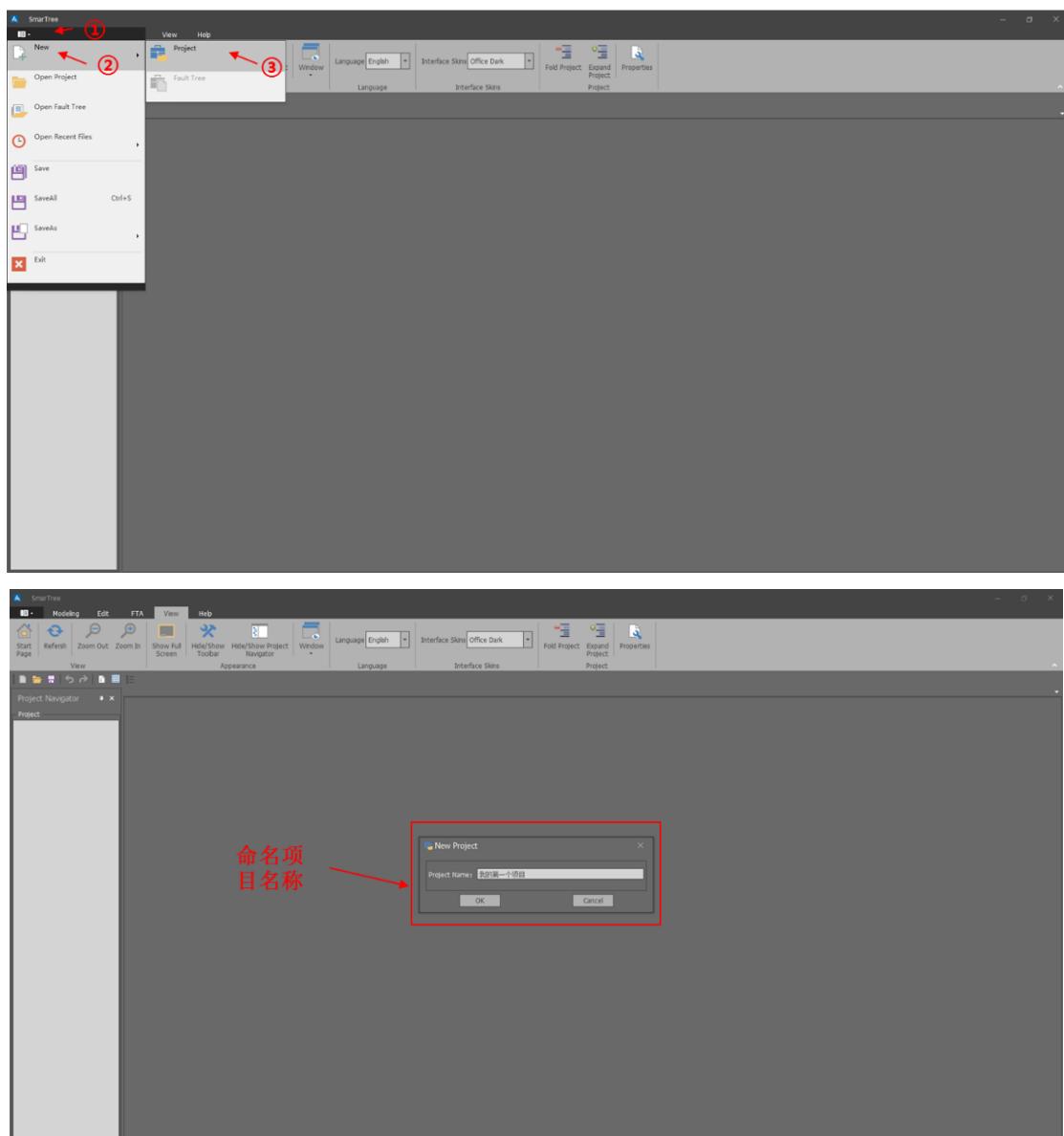
4 基本功能

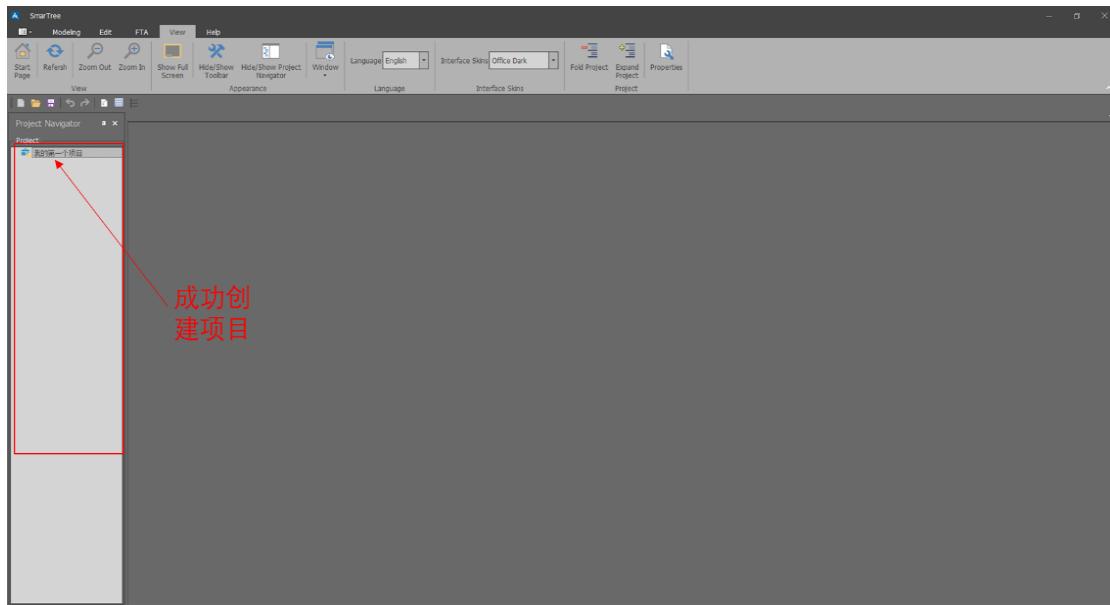
4.1 创建项目

4.1.1 创建项目

操作说明：初次构建故障树前，需要先创建项目，项目下支持创建多个故障树文件，项目的建立便于对故障树文件和故障树数据的存放和管理。

操作步骤：启动 SmarTree 软件 → 点击菜单栏 按钮 → 选择“新建（New）”功能 → 点击新建“项目（Project）”→ 浏览文件夹 → 命名新创建的项目名称（Project Name）→ 点击“确定（OK）”，创建的项目将显示在软件界面左侧工程导航窗口。
操作示意：



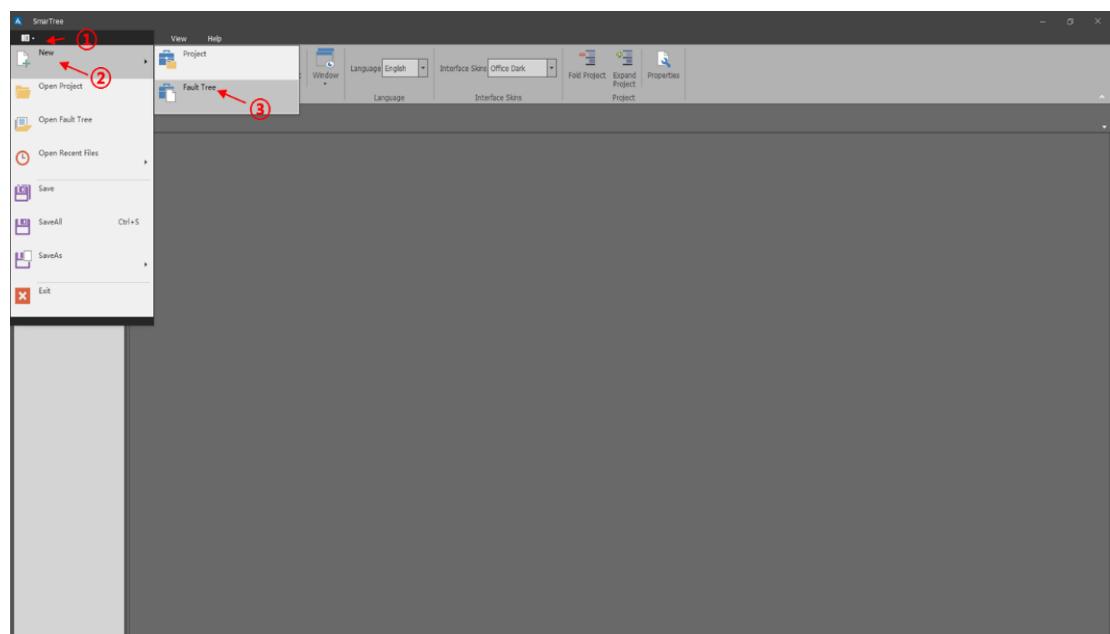


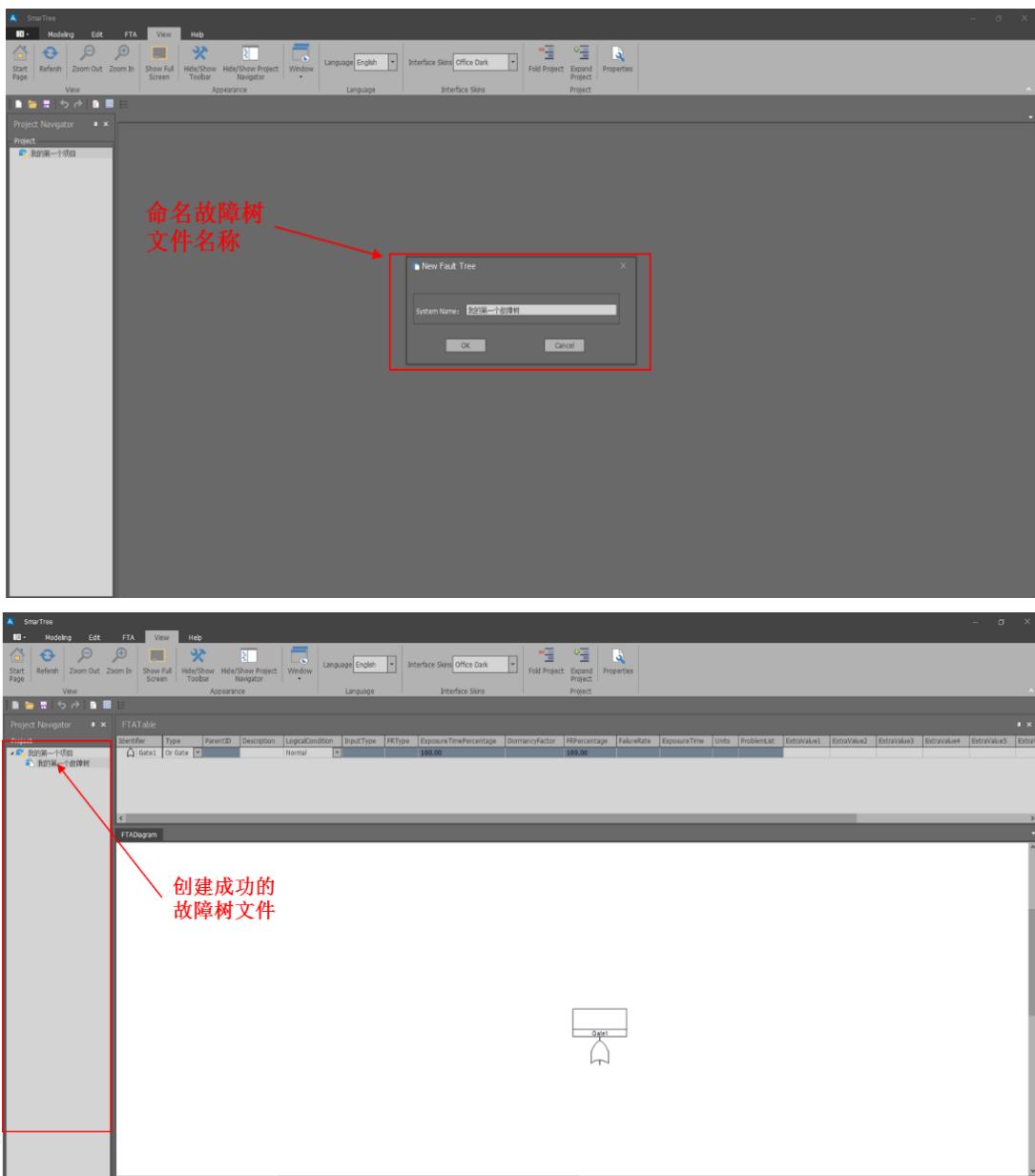
4.1.2 创建故障树

操作说明: 创建一个项目文件后，需继续创建故障树文件，故障树文件用以保存故障树数据，且一个故障树文件仅对应一个以某事件为顶事件的故障树。

操作步骤 1: 选择软件界面左侧工程导航窗口中的项目文件→点击菜单栏New按钮→选择“新建（New）”功能→点击新建“故障树（Fault Tree）”→命名新创建的故障树名称（System Name）→点击“确定（OK）”，创建的项目将显示在软件界面左侧工程导航窗口。

操作示意:





此外，也可以选择另一种方法进行创建故障树，其步骤和操作示意如下所述。

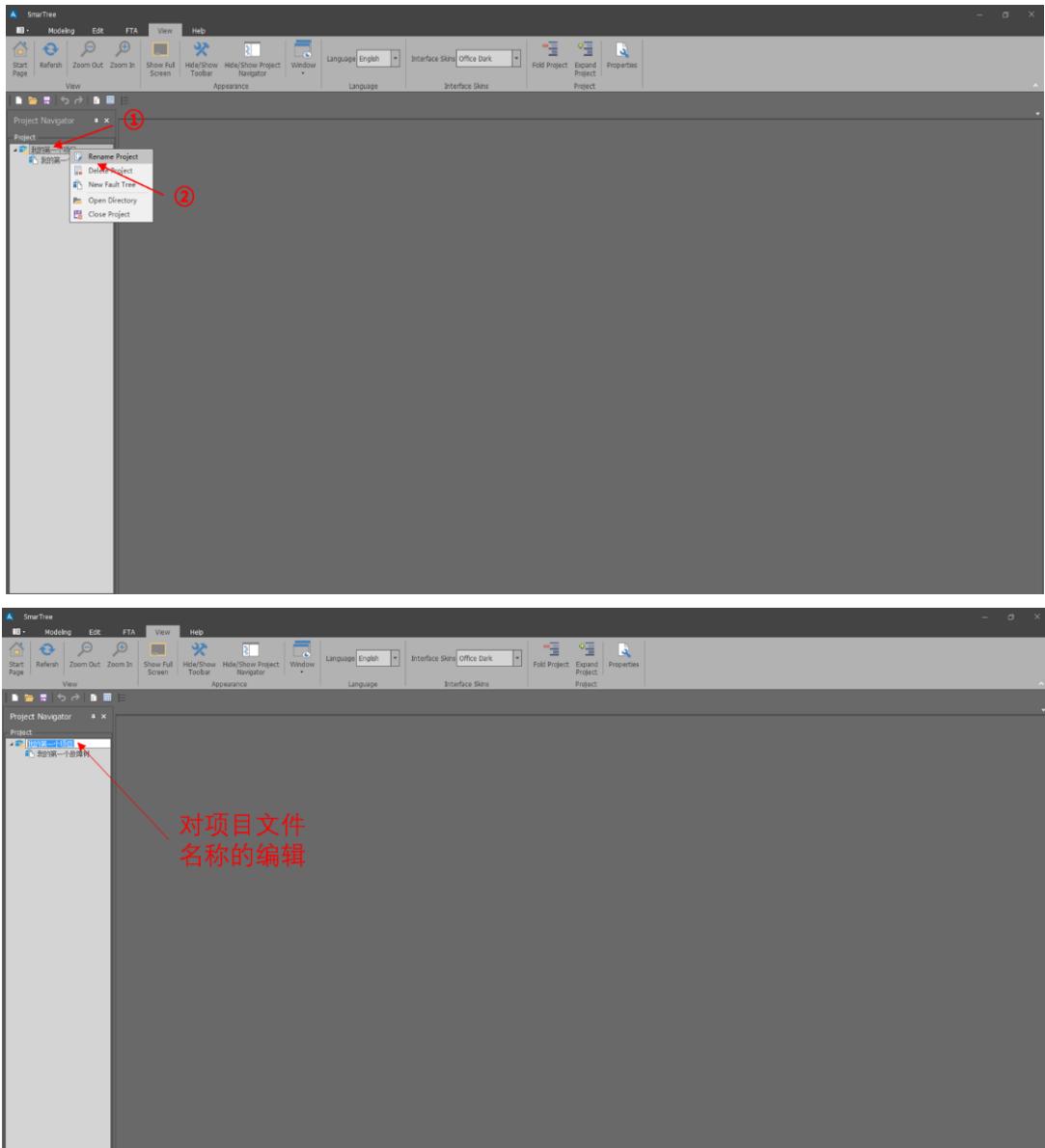
操作步骤 2：选中项目文件→鼠标右键弹出选择对话框→选择“新建故障树（New Fault Tree）”，弹出“新建故障树窗口”，后续的操作步骤同操作步骤 1。

4.1.3 编辑名称

操作说明：若对前期创建的名称不满意，可对项目名称和故障树名称进行重新编辑

操作步骤：选中工程项目→右键弹出“选择对话框”→选择“重命名工程（Rename Project）”→编辑工程名称

操作示例：



故障树的名称编辑过程与工程项目的名称编辑过程相似。

4.2 绘制故障树

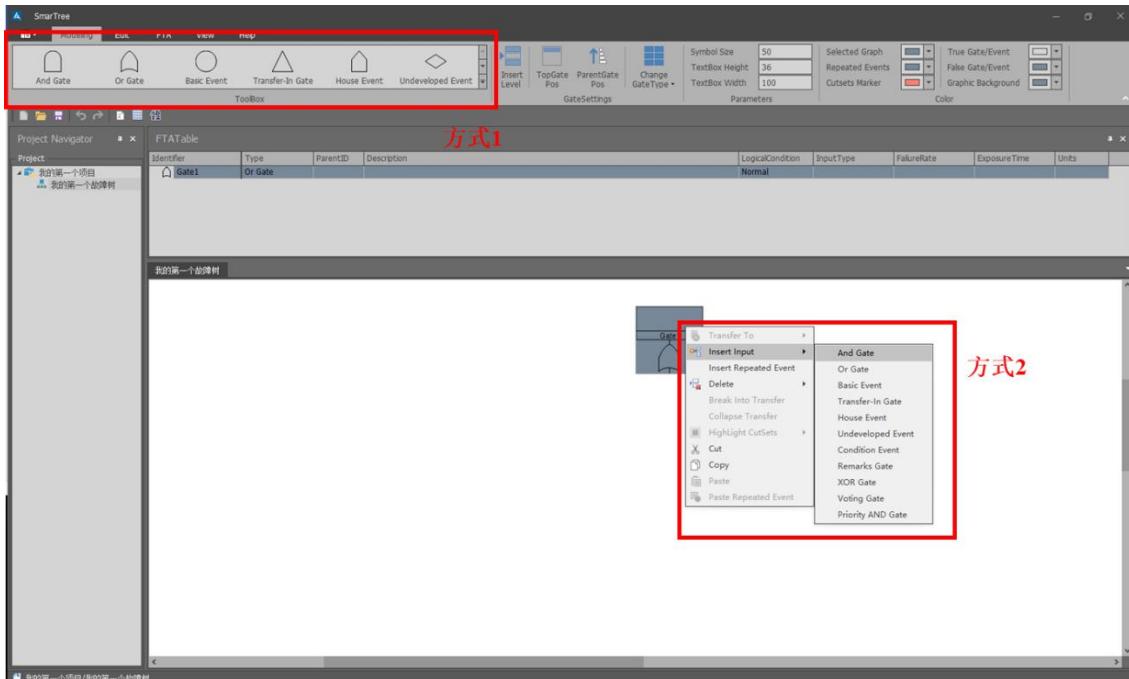
4.2.1 绘制故障树

操作说明：绘制故障树结构是进行故障树分析的前提，软件中可通过菜单栏中的各种逻辑门和逻辑事件的功能按钮进行故障树绘制；同时，也可通过右键菜单“插入输入（Insert Input）”的方式进行故障树绘制。

操作步骤（方式 1）：点击菜单栏“绘制（Modeling）”按钮→左键点击指定的逻辑门或逻辑事件→拖动至故障树结构中需要进行绘制的故障树节点→当出现✓时点击左键完成指定逻辑门或逻辑事件的创建，也可通过点击右键取消该操作。

操作步骤（方式 2）：左键选中需要进行绘制的故障树节点→点击右键→在右键菜单中选择“插入输入（Insert Input）”中提供各种逻辑门和逻辑事件→点击左键，能够实现了在选中故障树节点下创建指定的逻辑门或逻辑事件。

操作示意：

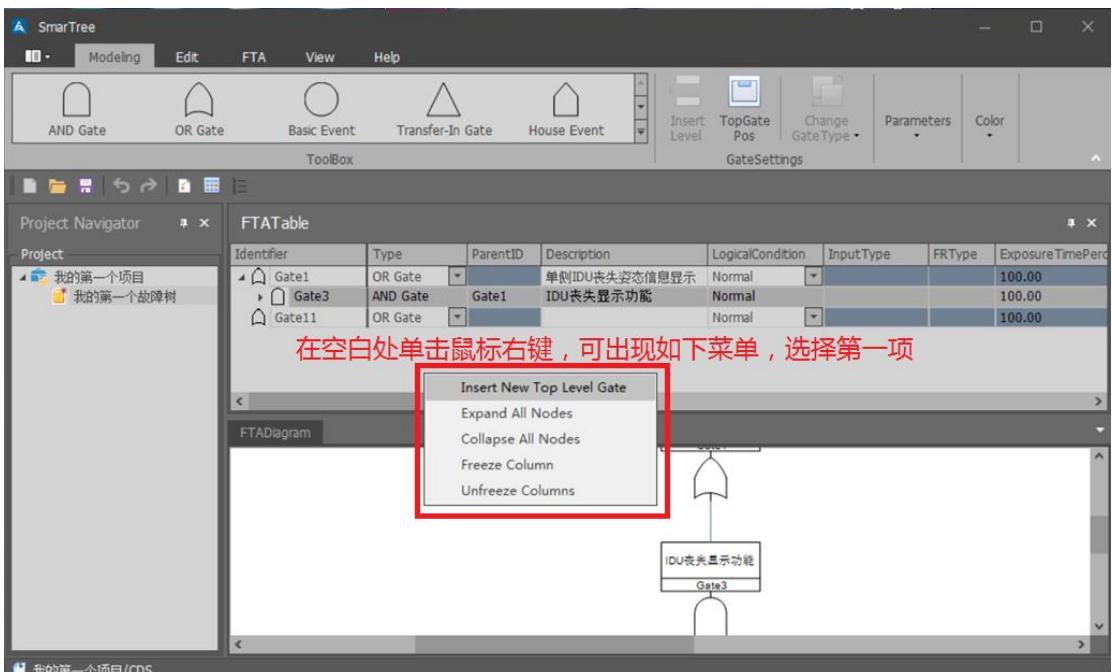


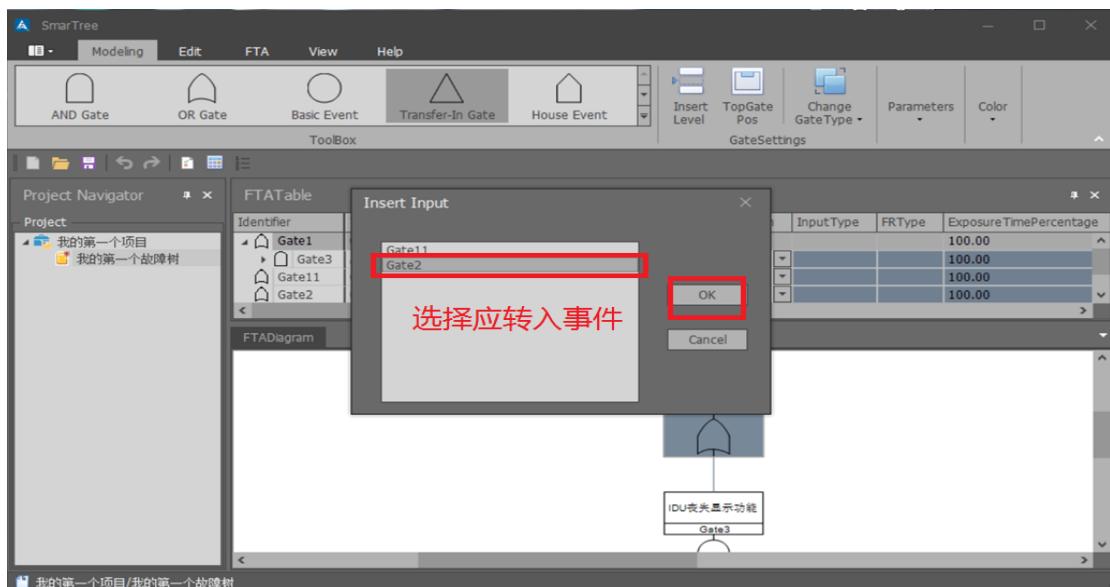
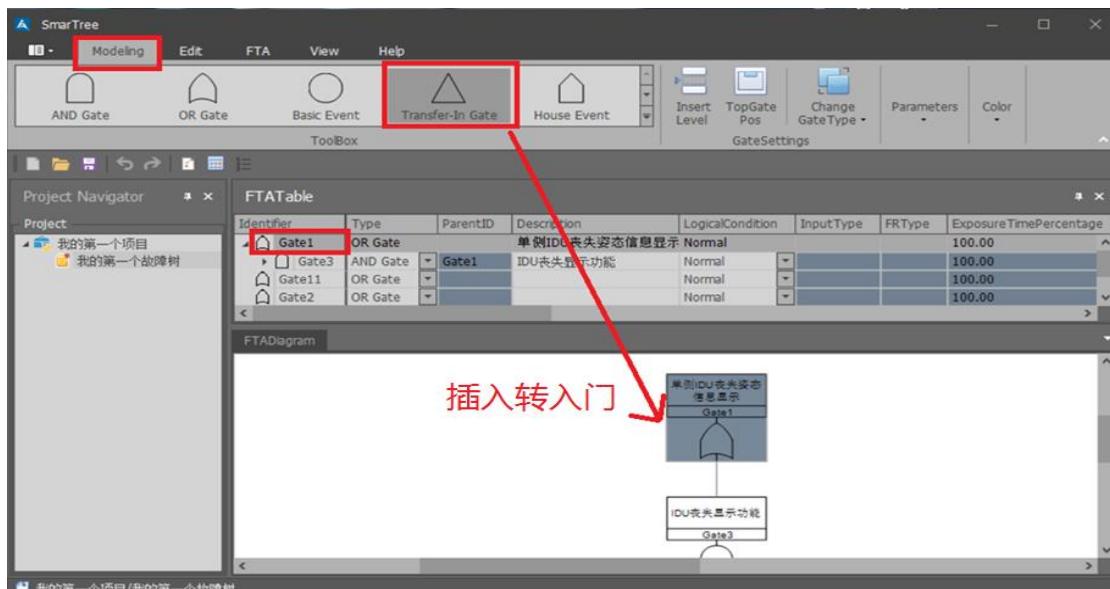
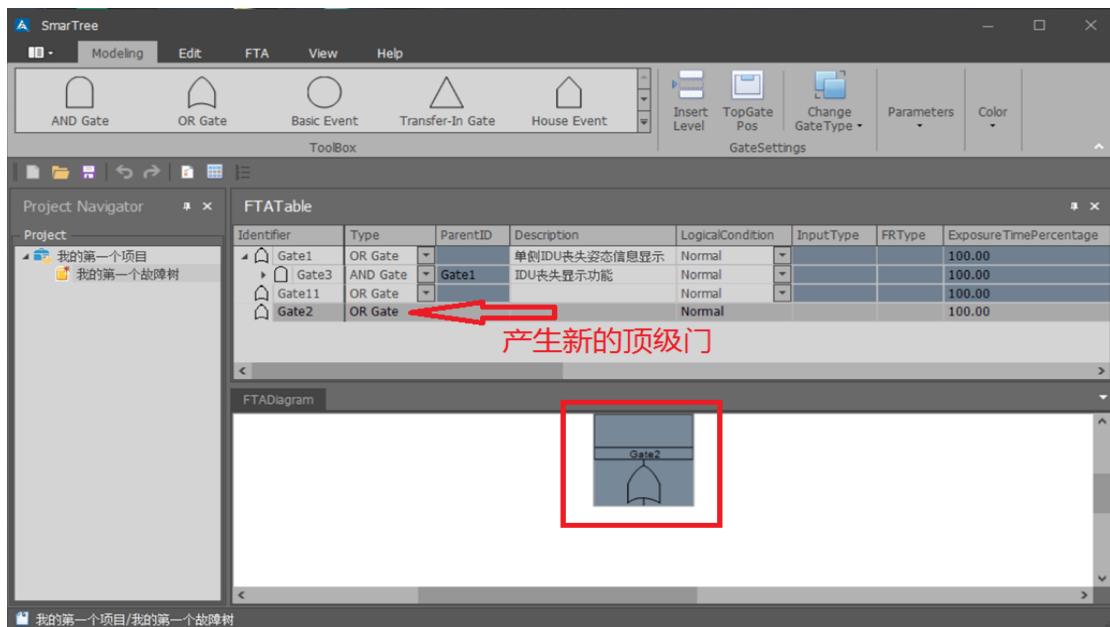
4.2.2 进入转移门

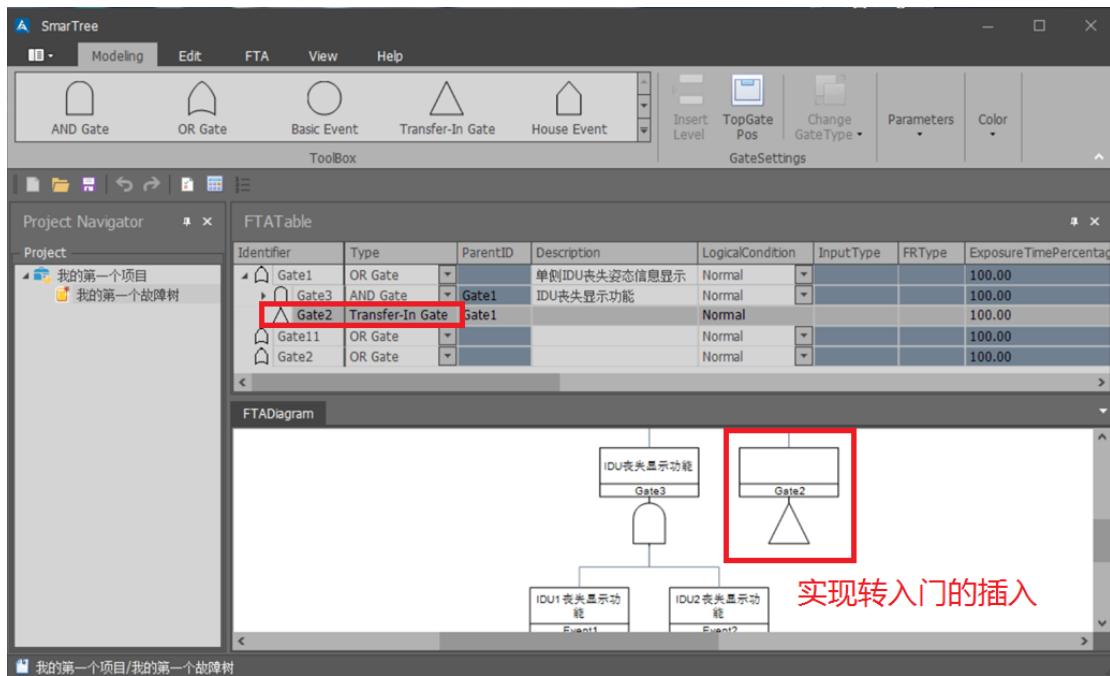
操作说明：当故障树包含的中间事件较多时，可通过创建转移门的方式对当前故障树结构进行简化，以增加故障树结构的可读性。

操作步骤（方式 1）：在 FTA 表的空白部分点击右键→右键菜单中选择“插入新的顶级门”，则可自动生成新的顶级门；在 FTA 表中选择顶级门，回到初始顶级门页面，在工具栏选择“绘制” - “转入门”，将转入门建立至故障树中；此时将出现“插入输入”对话框，在列表中选择应转入的顶级门，选中后点击“确定”按钮，即实现了转入门的插入。

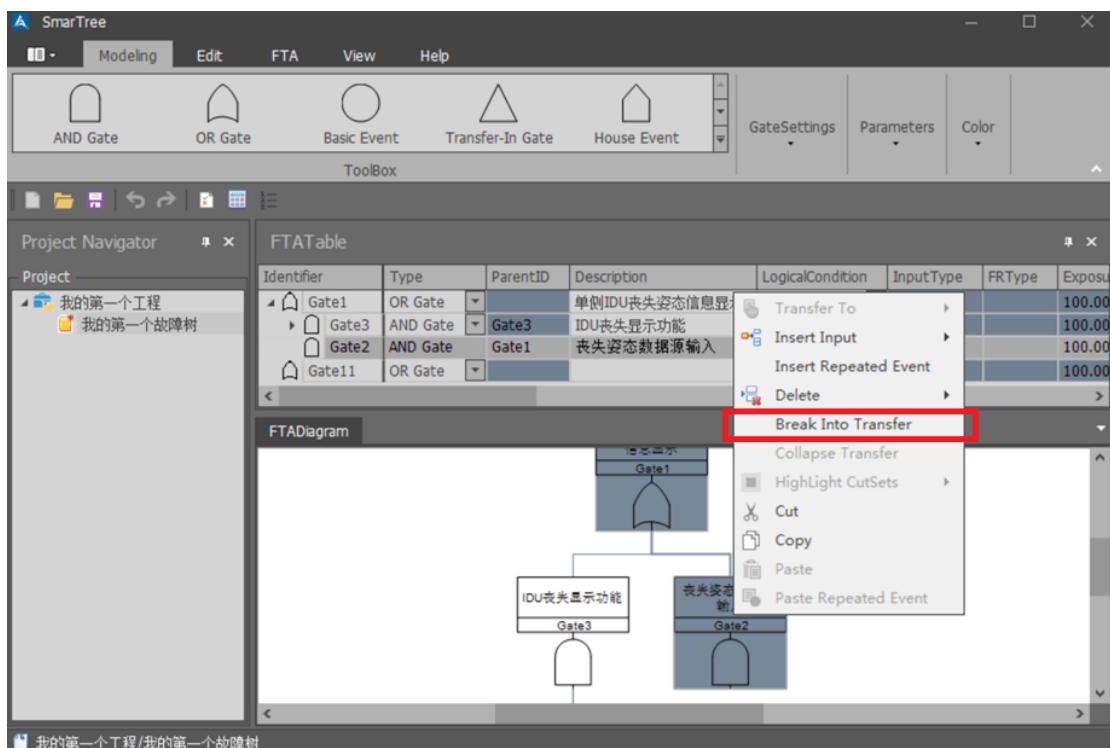
操作示意：







操作步骤(方式 2): 右键点击顶级门并选择“进入转移门(Break Into Transfer)”, 或鼠标左键选中顶级门, 在工具栏选择“FTA”并点击“进入转移门(Break Into Transfer)”, 则页面自动跳转, 完成转移门的创建。



The screenshot illustrates the 'Break Into Transfer' feature in SmarTree FTA software. In the top window, the 'Break Into Transfer' button in the toolbar is highlighted with a red box. The FTA Table Editor shows a fault tree structure with three gates: Gate1 (OR Gate), Gate3 (AND Gate), and Gate2 (AND Gate). Gate3 is connected to Gate1 and Gate2. Gate2 is connected to an external input labeled '丧失姿态数据源输入'. In the FTADiagram, both Gate3 and Gate2 are highlighted with red boxes. In the bottom window, the transfer has been successfully broken into, resulting in a new 'Transfer-In Gate' (Gate2) which now connects to the external input. The original Gate2 node is no longer present.

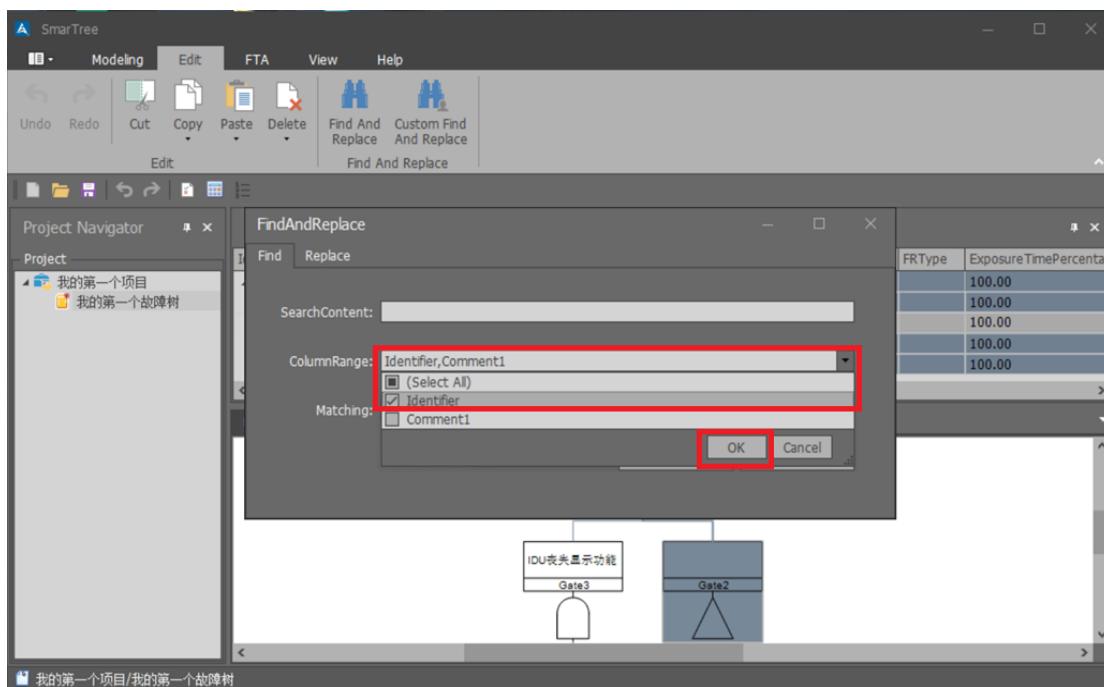
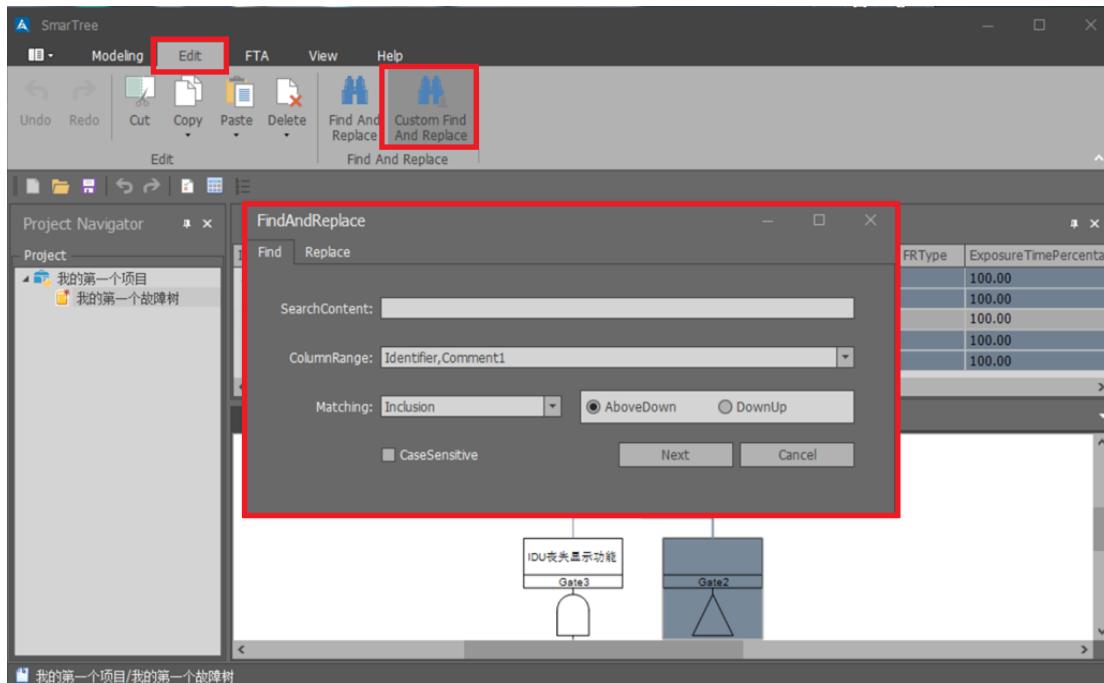
4.2.3 查找和替换

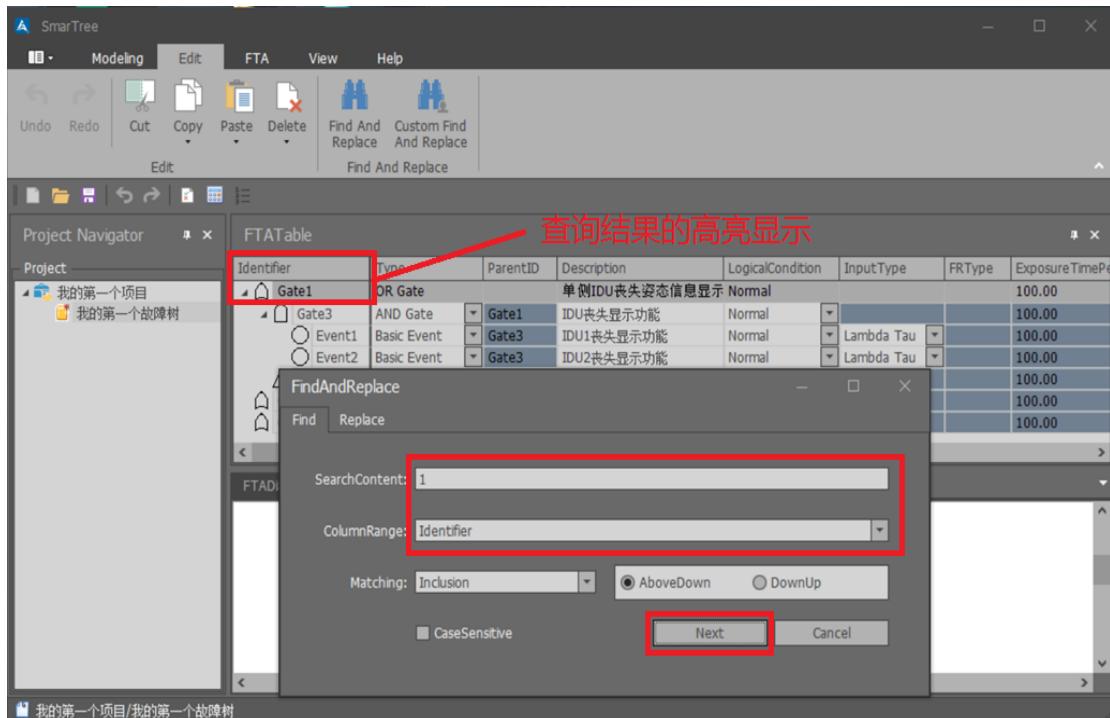
操作说明：当完成故障树的初步绘制后，可通过“查找和替换”功能，对指定属性的某些字段进行检索和编辑。

操作步骤（查找功能）：在工具栏选择“编辑（Edit）”→点击“自定义查找和替换（Custom Find And Replace）”功能→在弹出查询对话框中选择需要查询的对象属性（此处以查询“标识（Identifier）”为例）→输入栏输入需要查询的内容（输入查询内容“1”为例）→点击“下一个（Next）”，此时在 FTA 表中上将高亮显

示“编号为1”的项目。

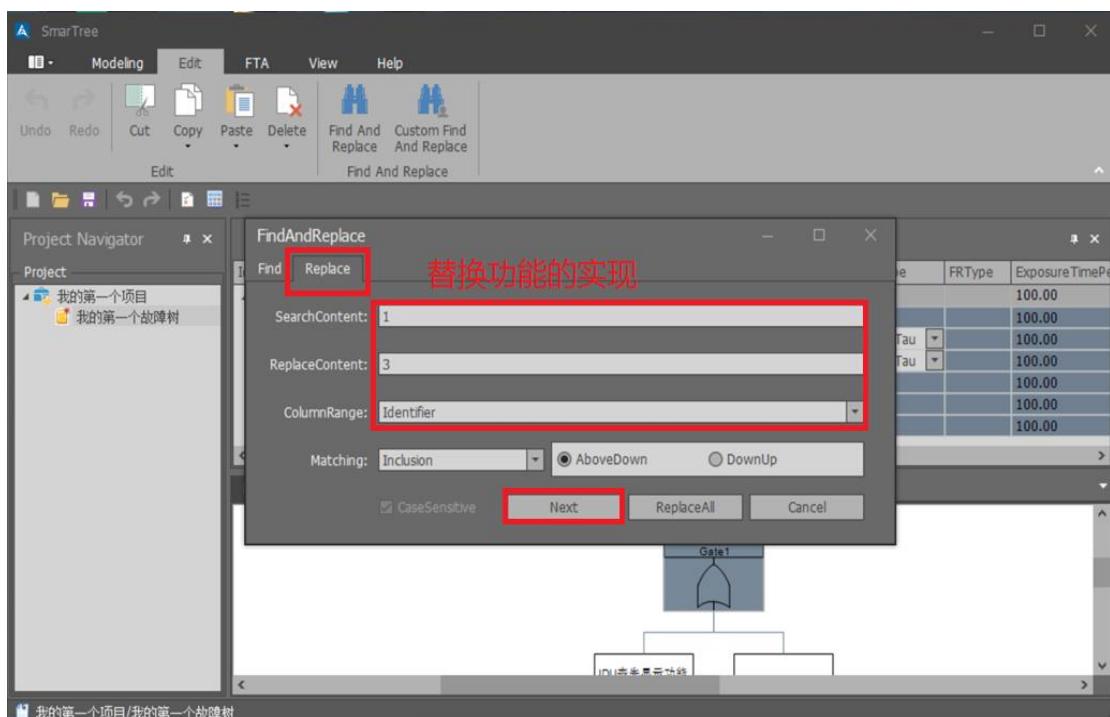
操作示意：

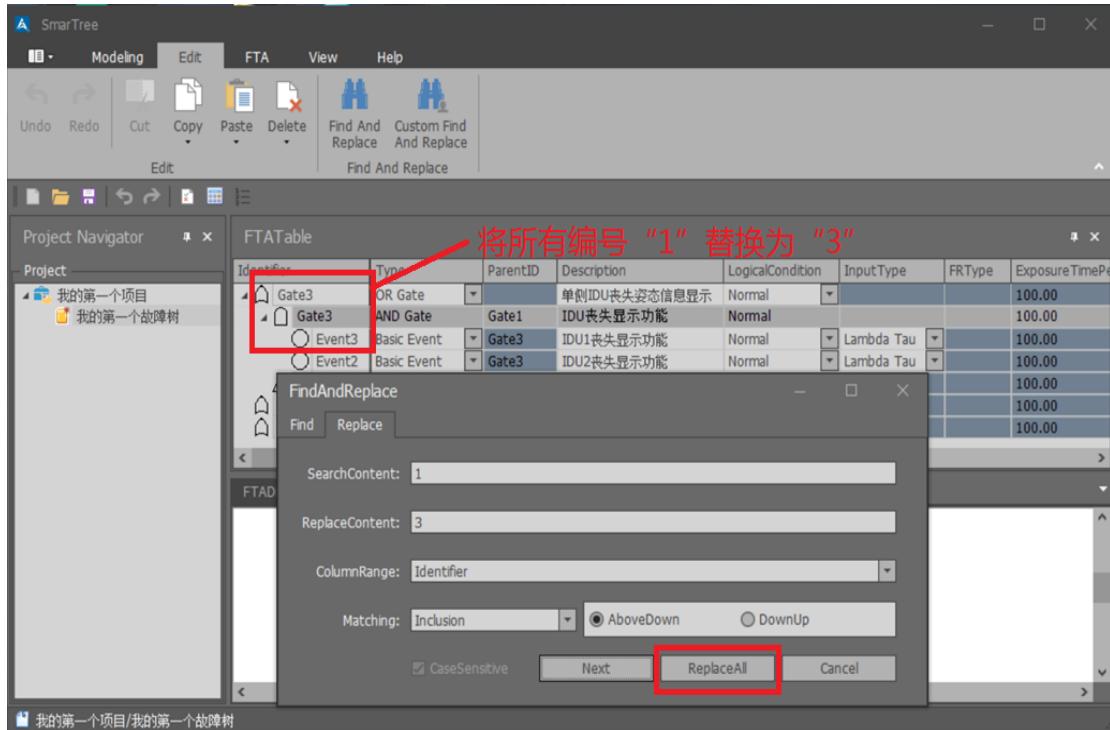




操作步骤（替换功能）：在工具栏选择“编辑（Edit）”→点击“自定义查找和替换（Custom Find And Replace）”功能→在弹出查询对话框中选择“替换（Replace）”功能选项→进入替换对话框（此处选择以“标识（Identifier）”为对象，将内容中“1”替换为“3”）→设置替换对话框中的内容（这里以内容中“1”替换为“3”为例）→输入完成后，点击“下一个（Next）”→选择依次替换或点击“替换全部（Replace All）”，完成指定内容的自定义替换。

操作示意：





4.2.4 复制和粘贴

操作说明: 在故障树绘制过程中,将选中的事件复制粘贴到指定的故障树节点下,便于重复事件的快速绘制。复制和粘贴主要有以下场景:①复制底事件,粘贴为新的底事件;②复制底事件,粘贴为重复事件;③复制门事件,将门事件及其子节点都粘贴为新的门事件和底事件。

操作步骤:

场景 1: 复制底事件, 粘贴为新的底事件

步骤: 选中一个底事件→点击菜单栏 下“复制 (Copy)”按钮、或者右键点击“复制 (Copy)”, 或者按 Ctrl+C→选择需要粘贴的目标门事件→点击菜单栏 下“粘贴 (Paste)”按钮、或者右键点击“粘贴 (Paste)”, 或者按 Ctrl+V

场景 2: 复制底事件, 粘贴为重复事件

步骤: 选中一个底事件→点击菜单栏 下“复制 (Copy)”按钮、或者右键点击“复制 (Copy)”, 或者按 Ctrl+C→选择需要粘贴的目标门事件→点击菜单栏 下“粘贴为重复事件 (Paste Repeated Event)”按钮、或者右键点击“粘贴为重复事件 (Paste Repeated Event)”, 或者按 Ctrl+Shift+V

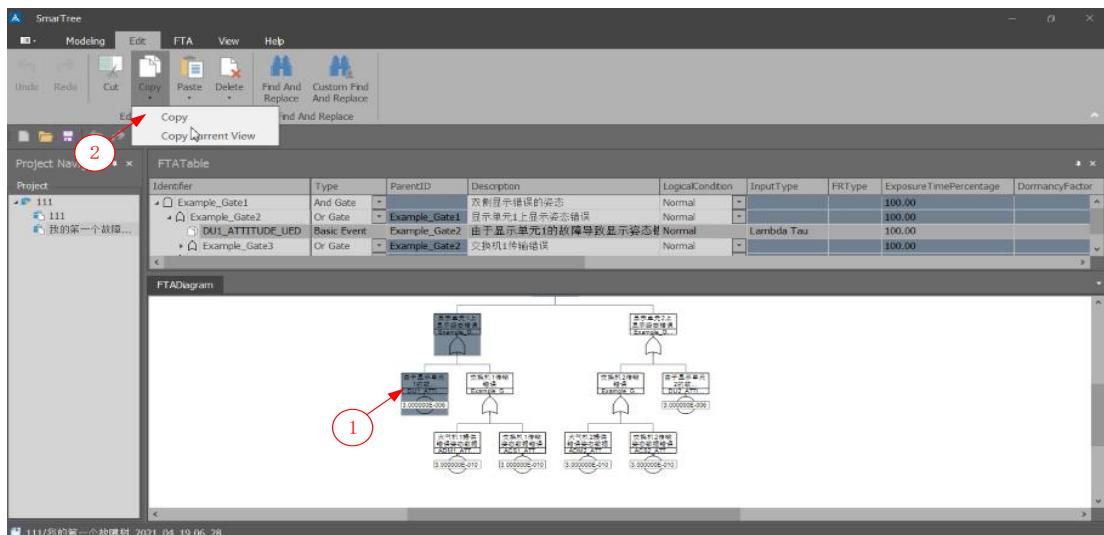
场景 3: 复制门事件, 将门事件及其子节点都粘贴为新的门事件和底事件

步骤: 选中一个门事件→点击菜单栏 下“复制 (Copy)”按钮、或者右键点击“复制 (Copy)”, 或者按 Ctrl+C→选择需要粘贴的目标门事件→点击菜单栏 下“粘贴 (Paste)”按钮、或者右键点击“粘贴 (Paste)”, 或者按 Ctrl+V

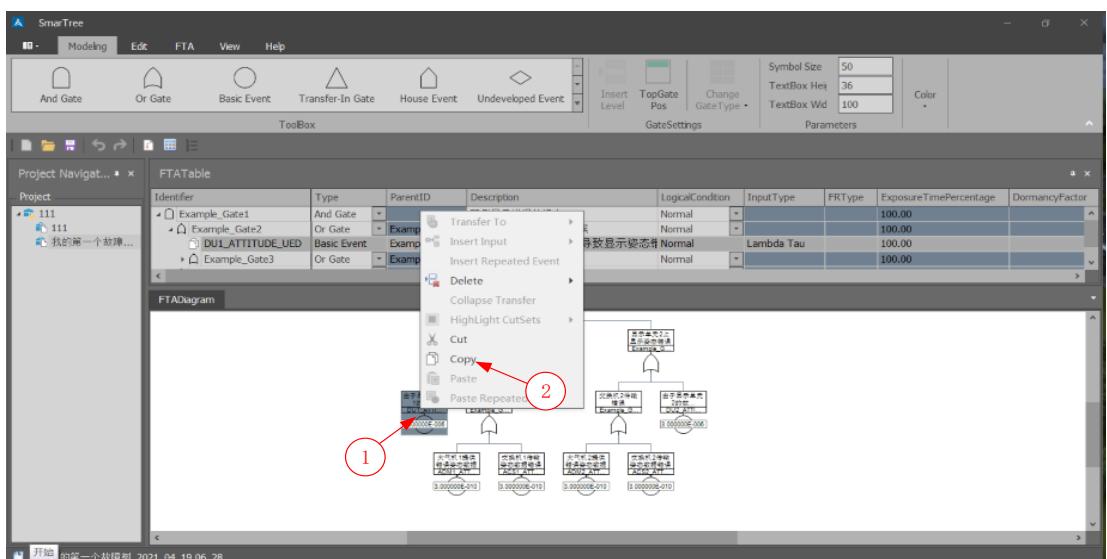
操作示意 (场景 1):

1、底事件复制

- 复制底事件, 并通过菜单栏按钮进行复制操作

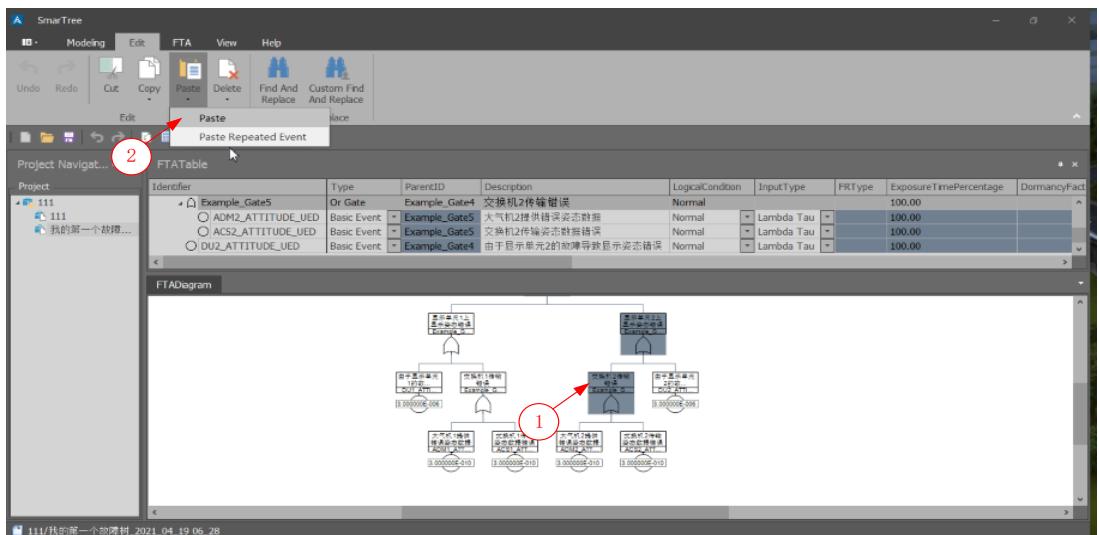


➤ 复制底事件，并通过右键菜单进行复制操作

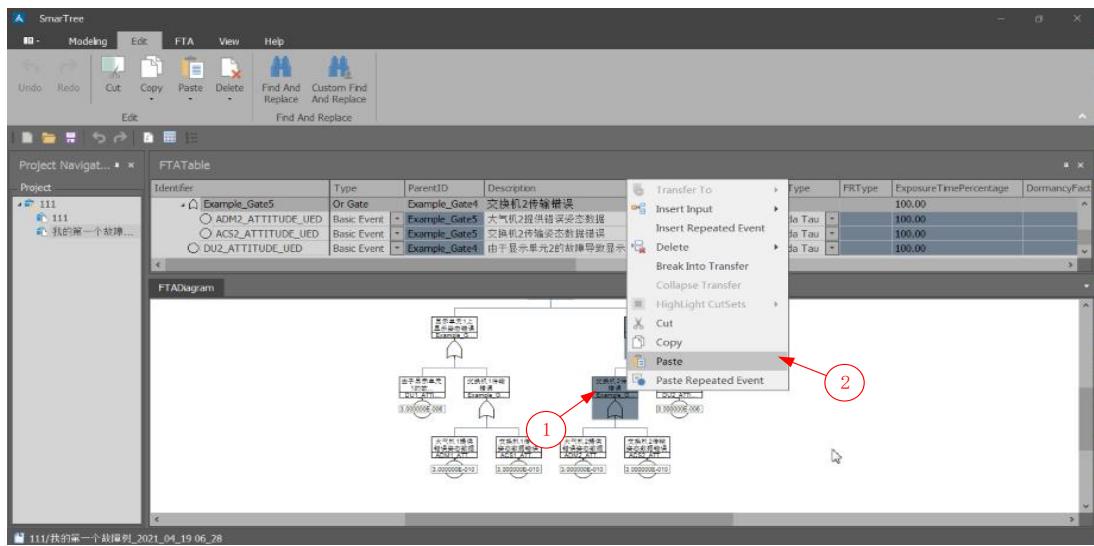


2、粘贴为新事件

➤ 通过菜单栏按钮将复制的底事件粘贴为一新事件



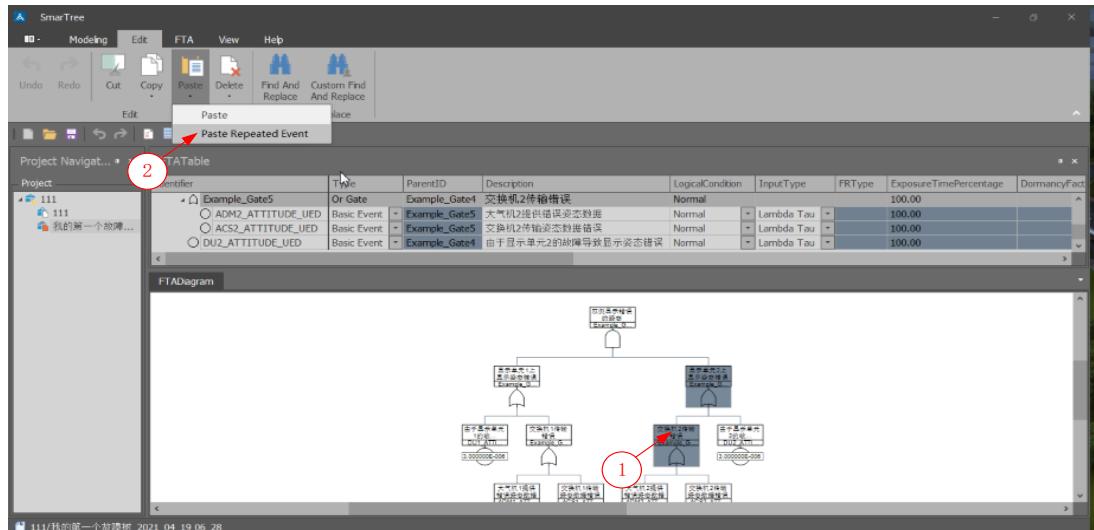
➤ 通过右键菜单将复制的底事件粘贴为一新事件



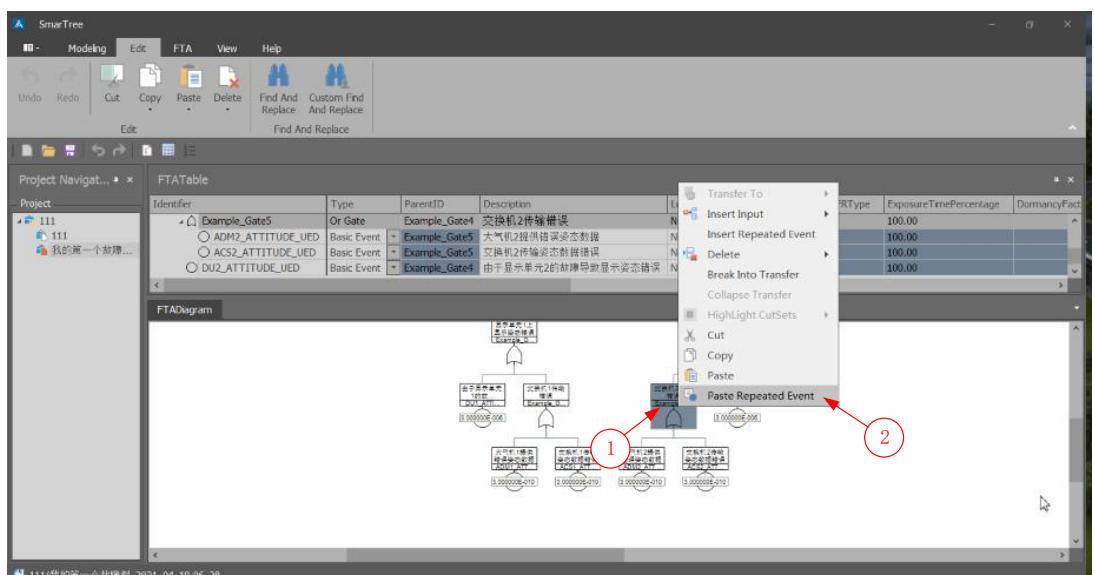
操作示意（场景 2）：底事件复制操作同上所示。

1、粘贴为重复事件

- 通过菜单栏按钮将复制的底事件粘贴为一重复事件



- 通过右键菜单将复制的底事件粘贴为一重复事件



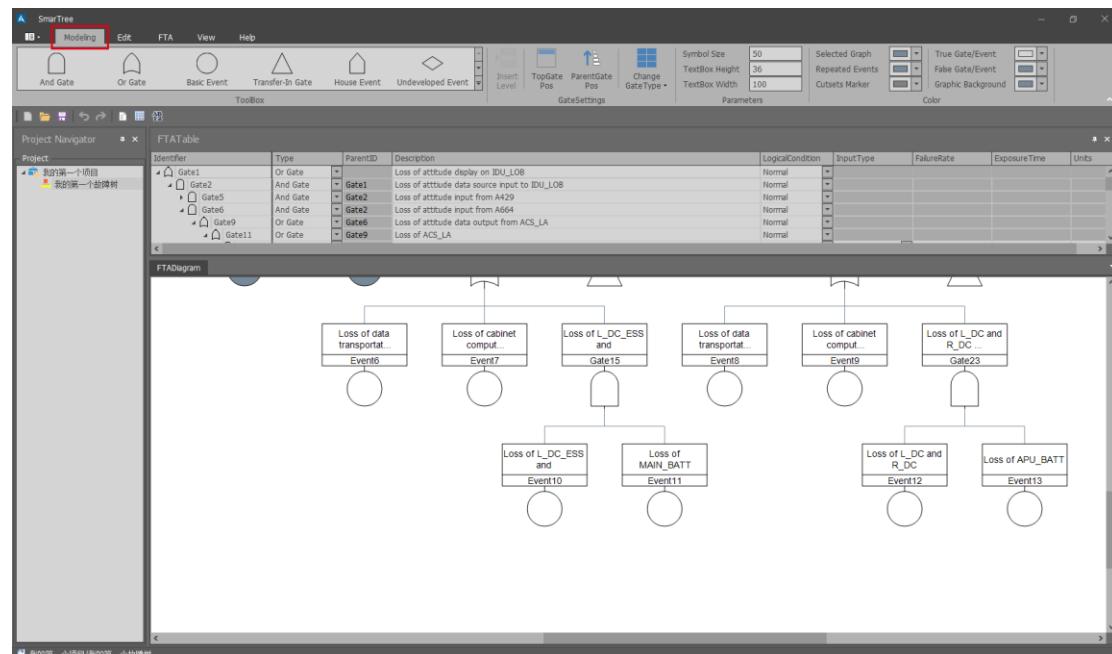
4.2.5 快速定位顶事件

操作说明: 该功能用于快速定位当前 FTA Diagram 内的故障树顶事件。当某个故障树或转移门内的故障树规模较大时, 该功能可用于快速定位当前画面内顶事件, 包括故障树顶事件和转移门顶事件。

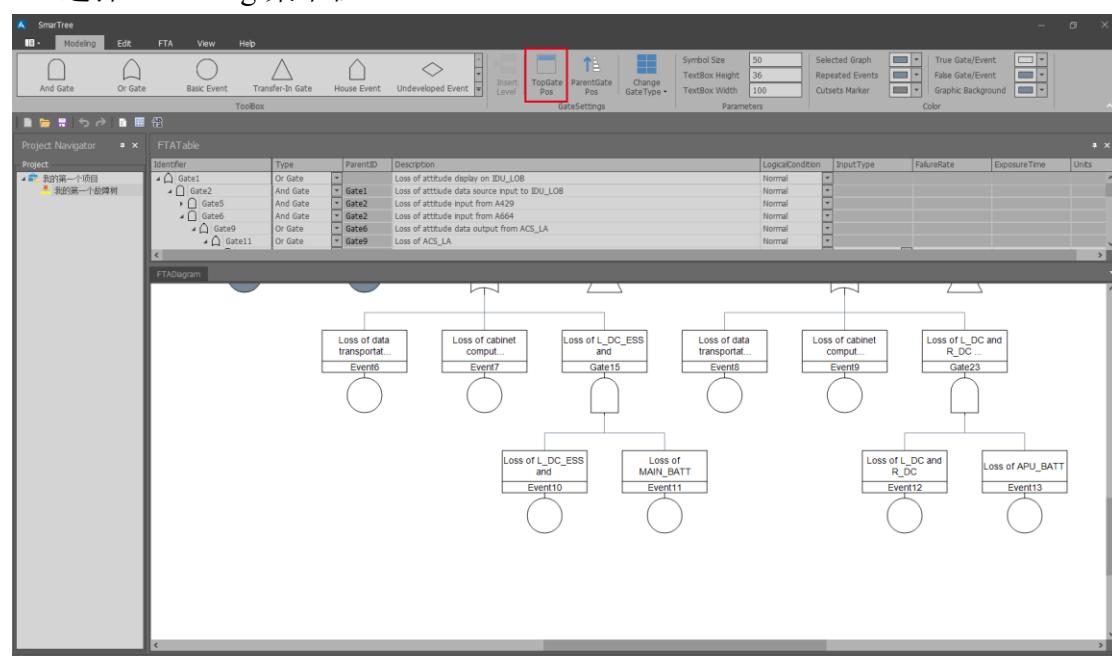
操作步骤: 快速定位顶事件操作在主故障树画面和转移门故障树画面中的操作步骤相同, 选择“编辑 (Modeling)”菜单栏→点击“顶事件位置 (TopGate Pos)”菜单项。

操作示意:

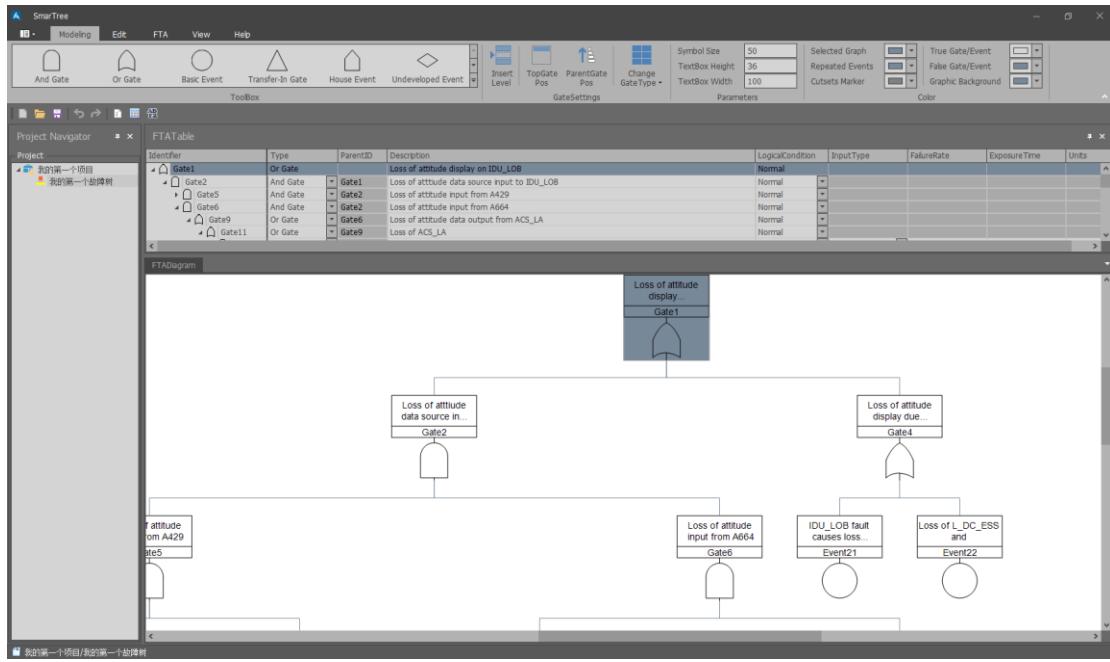
1、主故障树画面的快速定位顶事件操作



2、选择 Modeling 菜单栏



3、点击“顶事件位置 (TopGate Pos)”菜单项



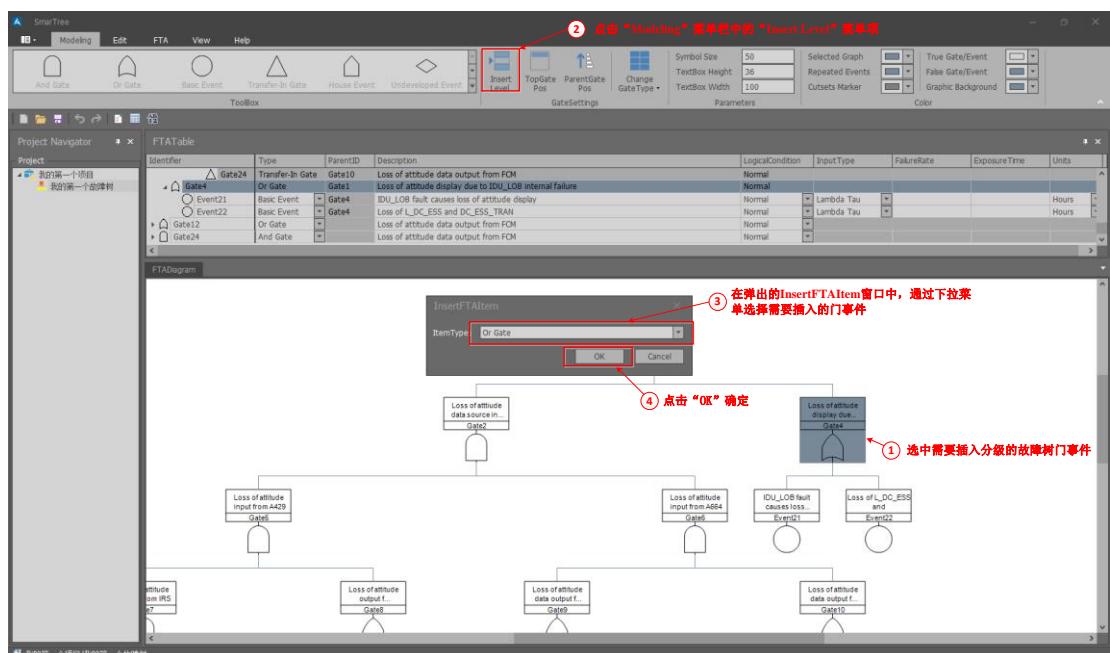
4.3 故障树编辑

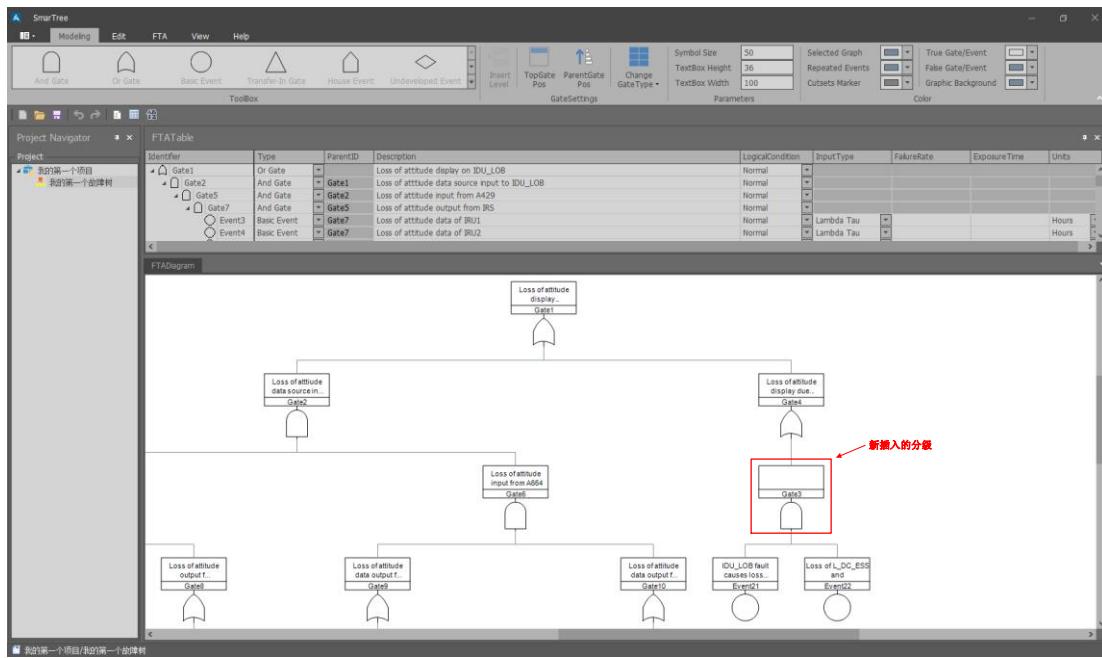
4.3.1 插入分级

操作说明: 插入分级操作是指在特定故障树门事件的下一层级插入门事件。插入分级与插入门事件不同，如果当前故障树门事件下方有其他门事件或基本事件，插入分级操作会在当前门事件与其子事件之间插入一个新的门事件，插入门事件操作是在当前门事件下方插入一个与其他子事件同级别的门事件或基本事件。

操作步骤: 选中需要插入分级的故障树门事件→点击“绘制(Modeling)”菜单栏中的“插入分级(Insert Level)”菜单项→在弹出的InsertFTAItem窗口中，通过下拉菜单选择需要插入的门事件→点击“OK”键确定。

操作示意:





4.3.2 删除操作

操作说明：对已构建的故障树中的事件/门进行删除，且未进行删除操作的部分不受影响。对事件进行删除操作时，会直接删除该事件。对门进行删除操作时，存在以下场景：

- 若门的下级无子节点，则直接删除该门；
- 若门的下一级有单个子节点，则由用户选择决定相关删除对象：
 - ✧ 仅删除该门，则其下级子节点会直接连接至上级节点；
 - ✧ 删除该门及其子节点，若存在更下级的子节点也会全部删除。若子节点中包含转移门，转移门会被删除，但是转移门指向的顶事件不会删除；
 - ✧ 删除该门及其子节点，若存在更下级的子节点也会全部删除。若子节点中包含转移门，转移门会被删除，转移门指向的顶事件也会删除；
- 若门的下一级有多个子节点，则由用户选择决定相关删除对象：
 - ✧ 删除该门及其子节点，若存在更下级的子节点也会全部删除。若子节点中包含转移门，转移门会被删除，但是转移门指向的顶事件不会删除；
 - ✧ 删除该门及其子节点，若存在更下级的子节点也会全部删除。若子节点中包含转移门，转移门会被删除，转移门指向的顶事件也会删除。

操作步骤（底事件删除）：选择待删除的事件→点击菜单栏“编辑（Edit）”中的“删除（Delete）”（或在该事件的右键菜单中选择“删除（Delete）”）→点击“删除（仅当前节点）Delete(Only current node)”→在弹出的提示框点击“OK”，该事件即被删除。

操作步骤（门事件删除）：

场景 1：若门的下级无子节点

步骤：选择待删除的门→点击菜单栏“编辑（Edit）”中的“删除（Delete）”（或在该门的右键菜单中选择“删除（Delete）”）→点击“删除（仅当前节点）Delete(Only current node)”→在弹出的提示框点击“OK”，该门即被删除。

场景 2：若门的下一级有单个子节点，针对不同删除对象分别说明：

步骤（仅删除当前门事件）：选择待删除的门→点击菜单栏“编辑（Edit）”中的

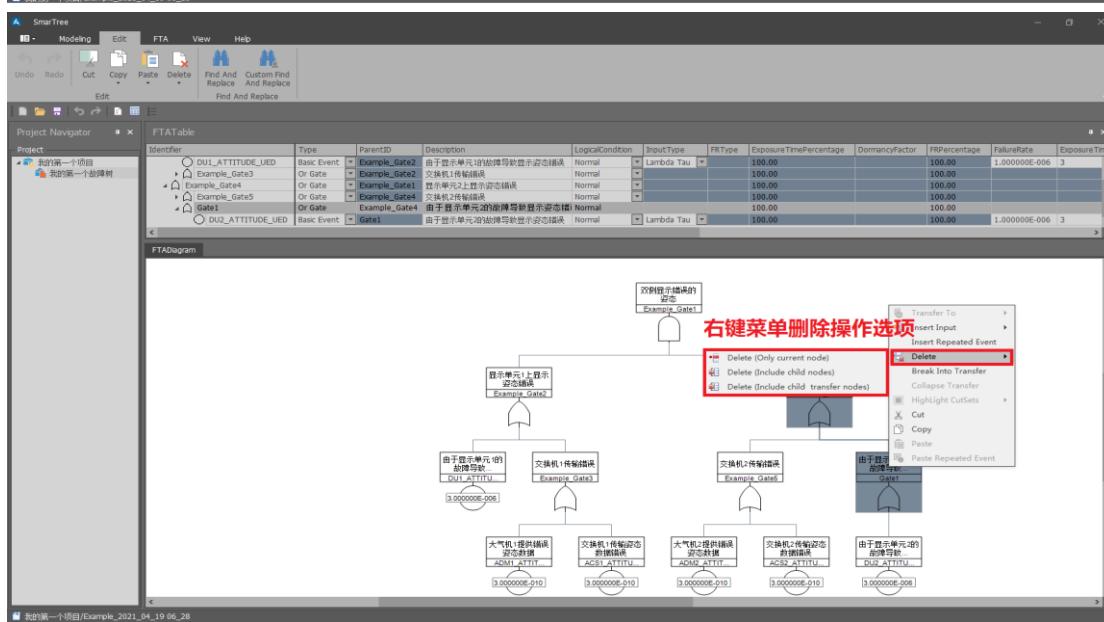
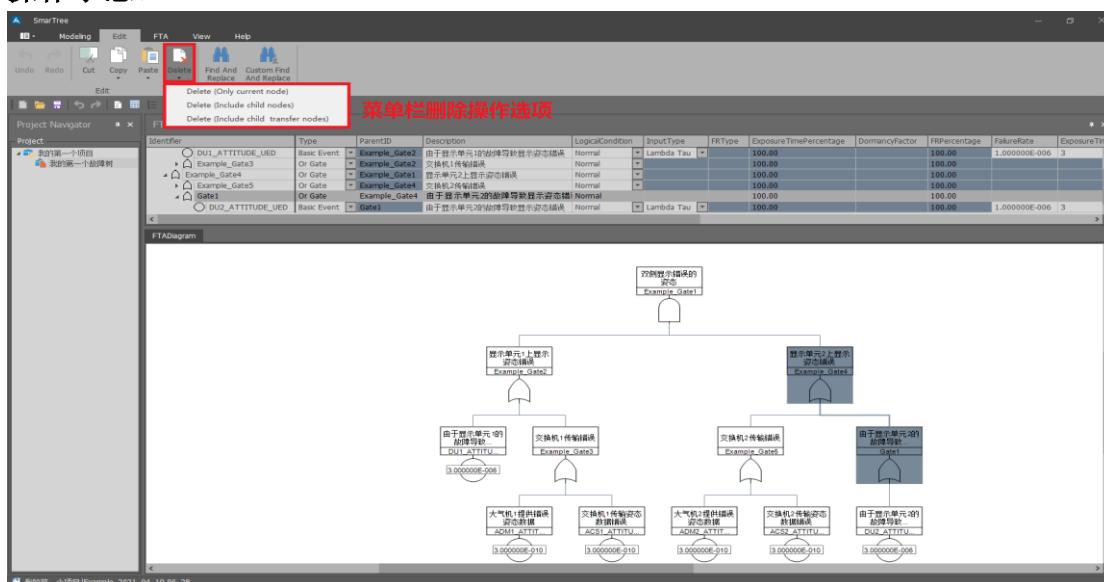
“删除 (Delete)”(或在该门的右键菜单中选择“删除 (Delete)”) → 点击“删除 (仅当前节点) Delete(Only current node)”→ 在弹出的提示框点击“OK”，该门即被删除，其下级子节点会直接连接至上级节点。

步骤 (删除该门及其所有子节点，不删除转移门指向的顶事件): 选择待删除的事件 → 点击菜单栏“编辑 (Edit)”中的“删除 (Delete)”(或在该事件的右键菜单中选择“删除 (Delete)”) → 点击“删除(包括子节点)Delete(Include child nodes)” → 在弹出的提示框点击“OK”，该门及其所有子节点即被删除，转移门指向的顶事件 (若存在) 会被保留。

步骤 (删除该门及其所有子节点，且删除转移门指向的顶事件): 选择待删除的事件 → 点击菜单栏“编辑 (Edit)”中的“删除 (Delete)”(或在该事件的右键菜单中选择“删除 (Delete)”) → 点击“删除(包括子节点及转移门)Delete(Include child nodes and Transfer-Gate)” → 在弹出的提示框点击“OK”，该门及其所有子节点即被删除，转移门指向的顶事件 (若存在) 也会被删除。

场景 3：若门的下一级有多个子节点，操作步骤可参照场景 2 中的操作过程。

操作示意：

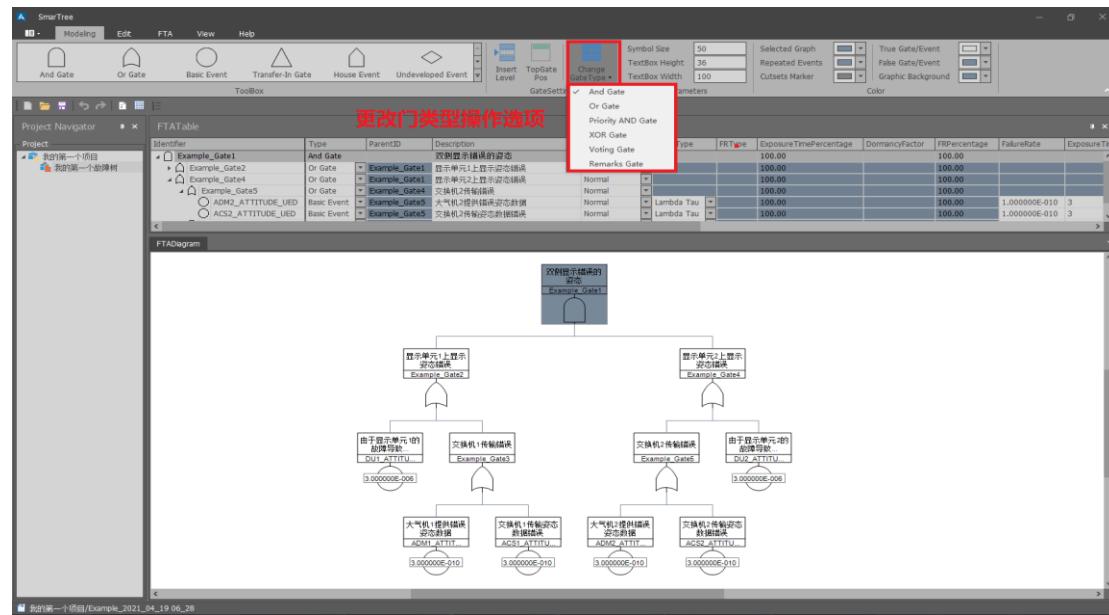


4.3.3 更改门类型

操作说明：将已构建的故障树中的门变更为其他门类型。

操作步骤：选择待更改的门→点击菜单栏“Modeling”→点击“GateSettings”分栏中的“Change Gate Type”→在出现的下拉菜单中选择想要更改为的门类型，该门即被更改为选中的类型。

操作示意：



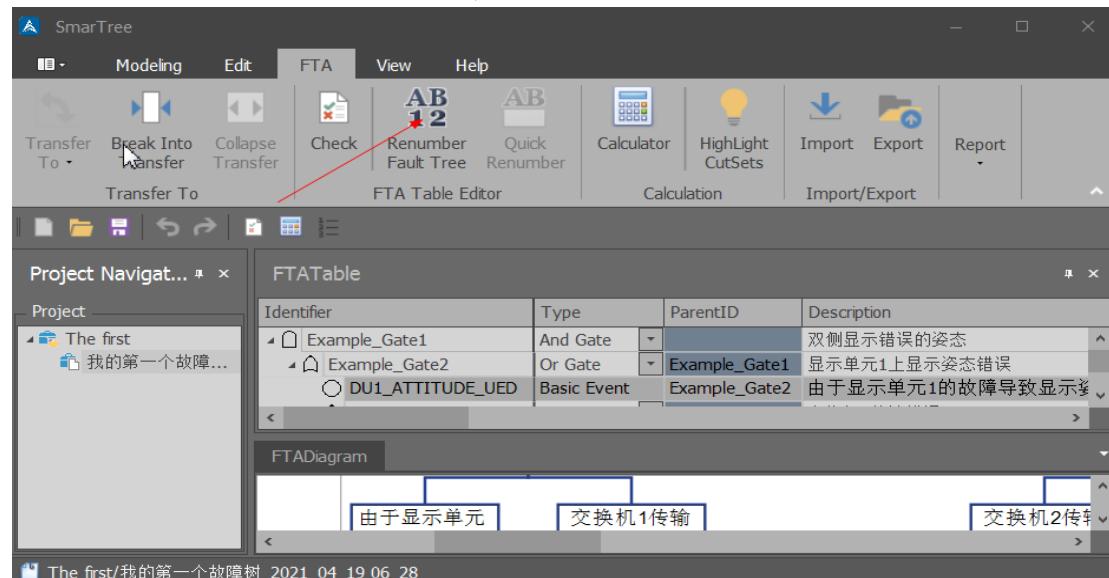
4.3.4 重新编号

操作说明：对故障树中各类门及事件进行重新编号，使故障树更具有可读性。

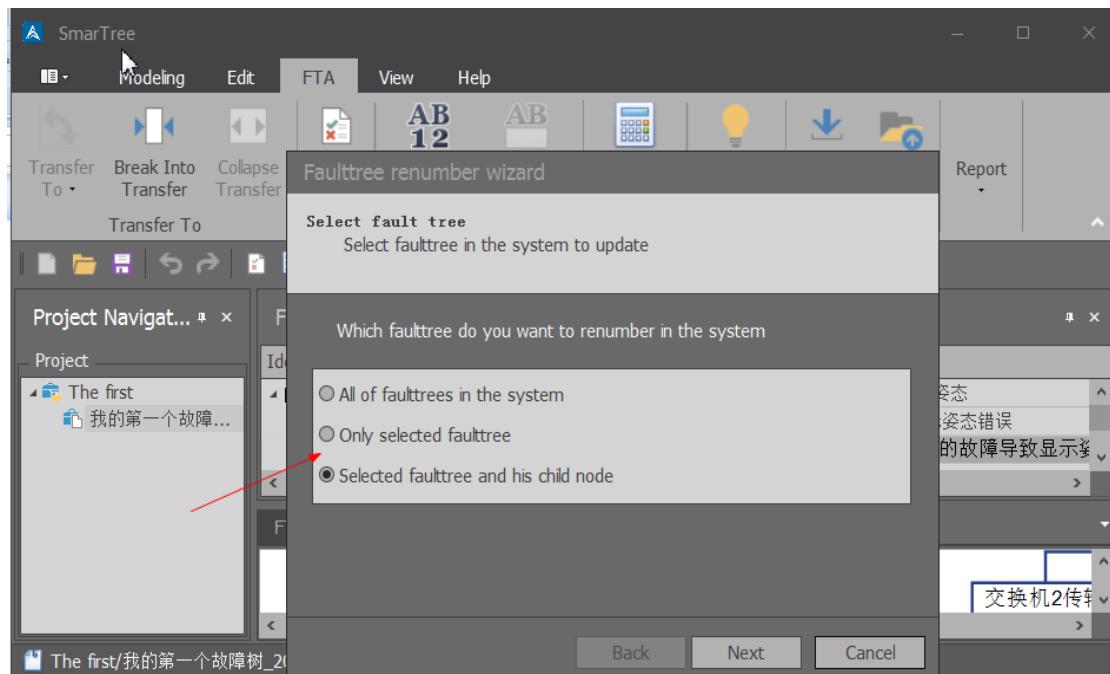
操作步骤：点击菜单栏“FTA”按钮→点击“重新编号（Renumber Fault Tree）”菜单，根据向导对各类门及事件进行重新编号，包括“门前缀（GatePrefix）”、“门起始号（GateMinNumber）”、“门最小 GateStartNumber”、“门后缀（GateSuffix）”等参数设置。

操作示意：

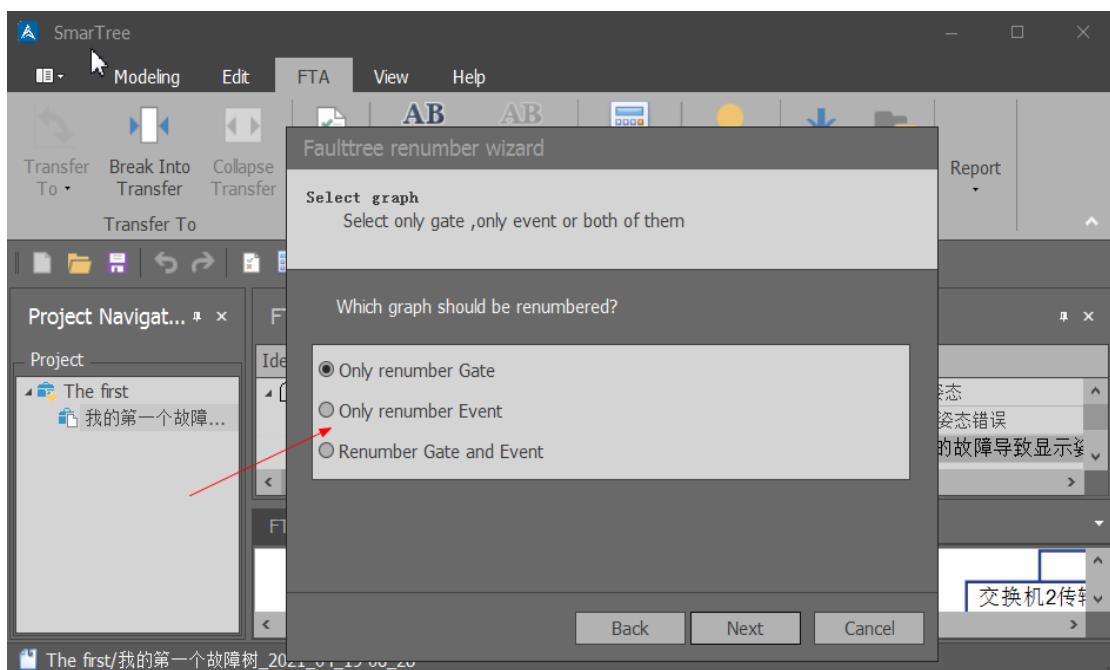
1、点击“Renumber Fault Tree”菜单



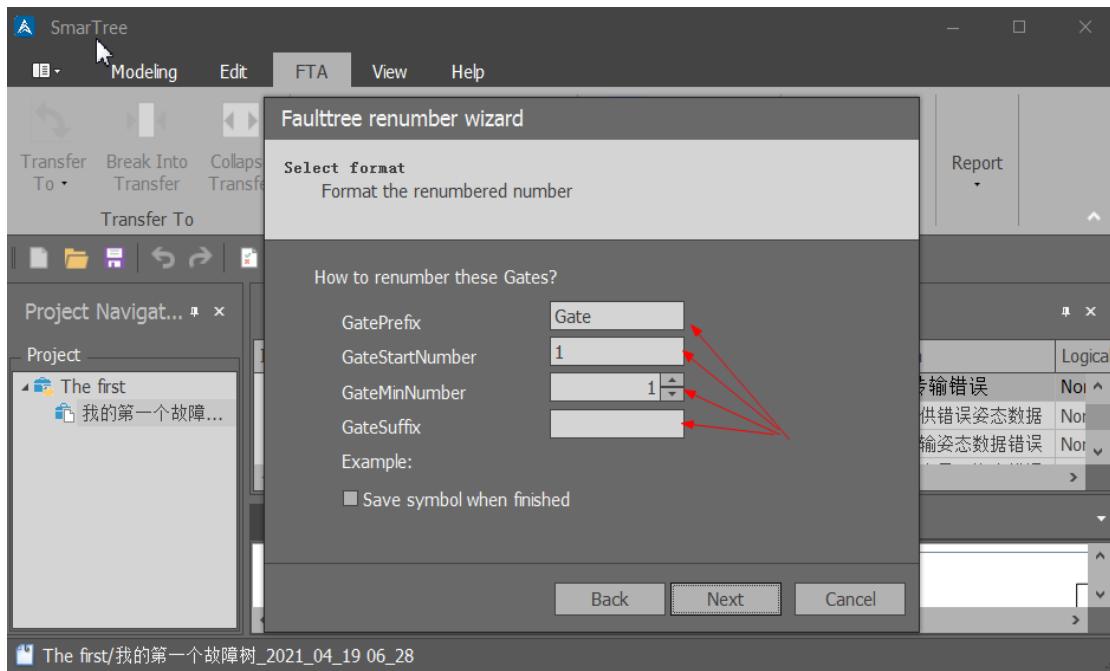
2、选择重新编号的故障树



3、选择重新编号门或事件



4、设置重新编号门或事件的参数



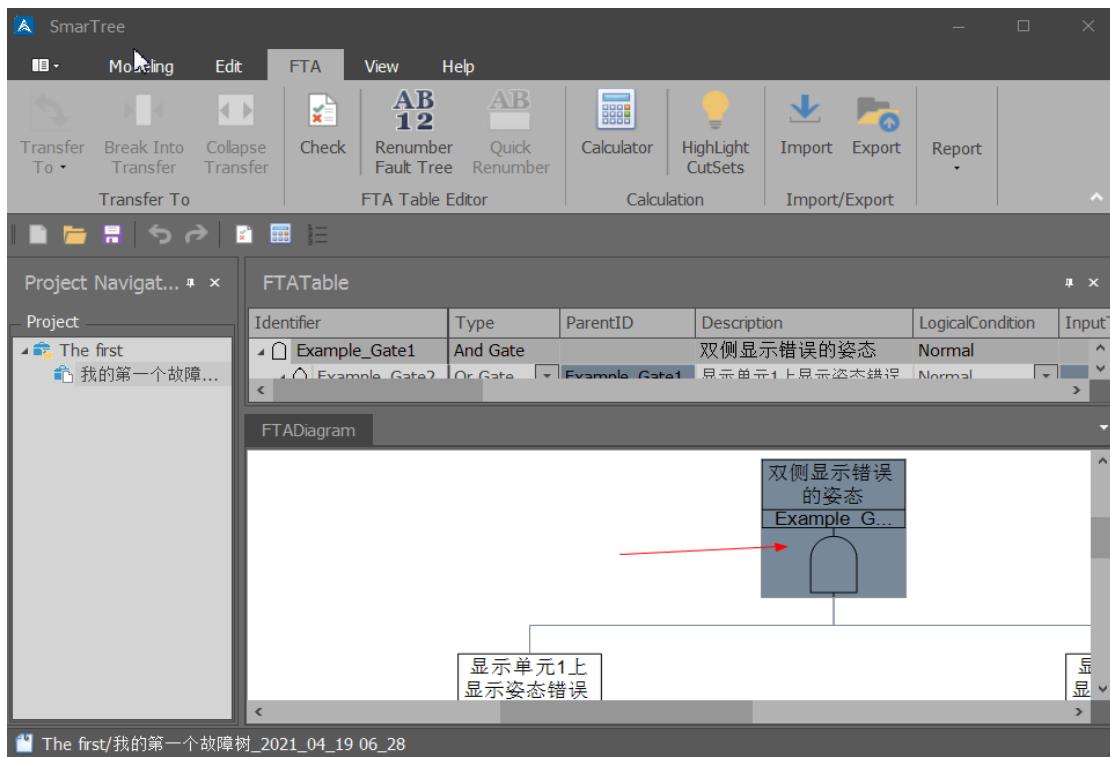
4.3.5 参数设置

操作说明：对故障树中各类门及事件中的参数进行设置，对于底事件而言，软件支持三种类型的数据输入：①Lambda Tau；②失效概率 Failure Probability；③恒定概率 Constant Probability。

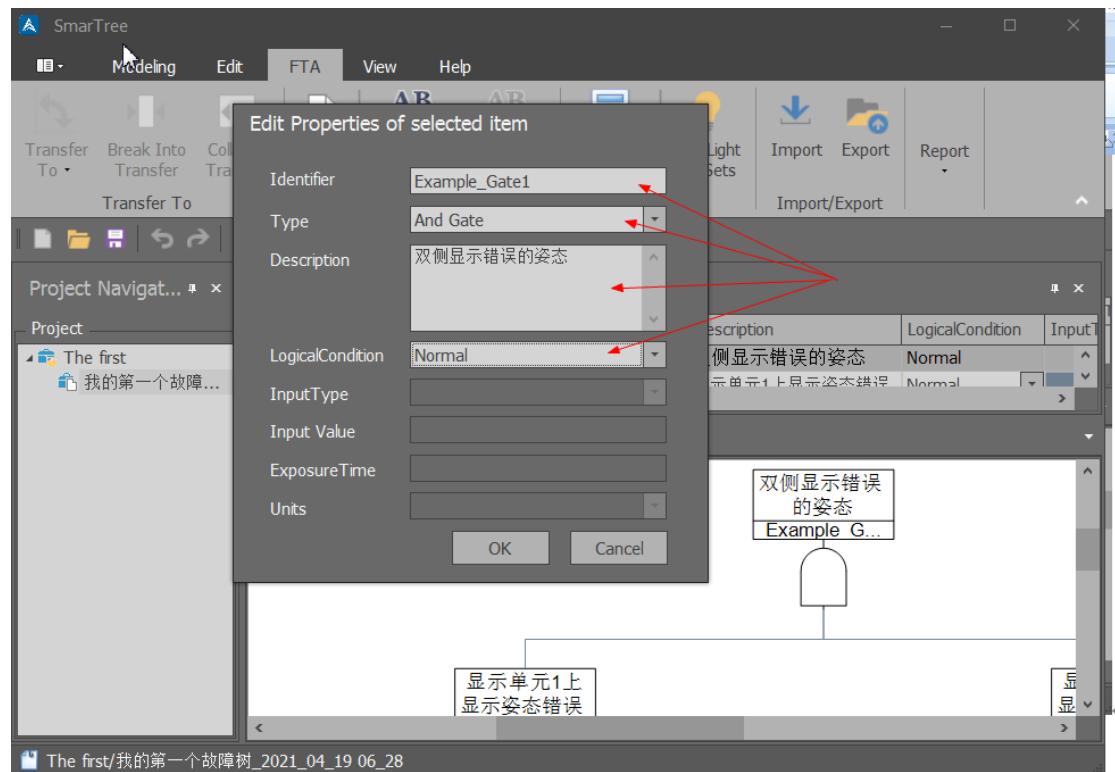
操作步骤：打开一个已有的故障树，在 FTADiagram 图框中双击门或者事件进行参数设置。

操作示意：

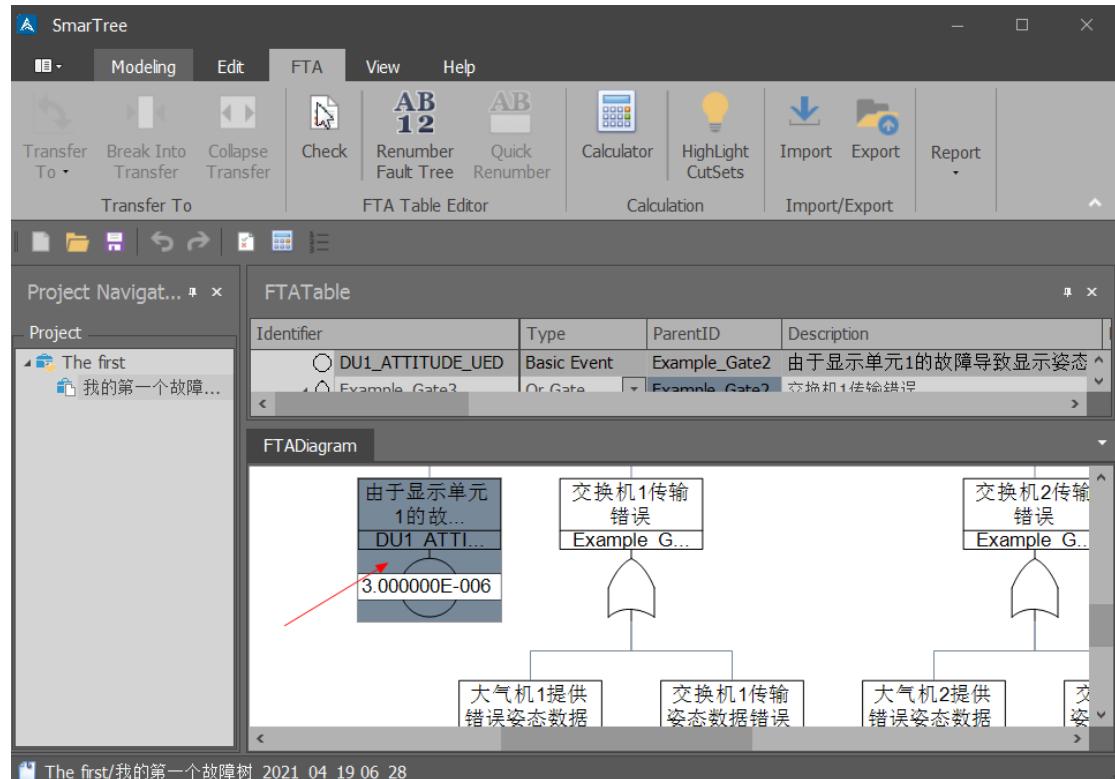
1、选择需要设置的门并双击



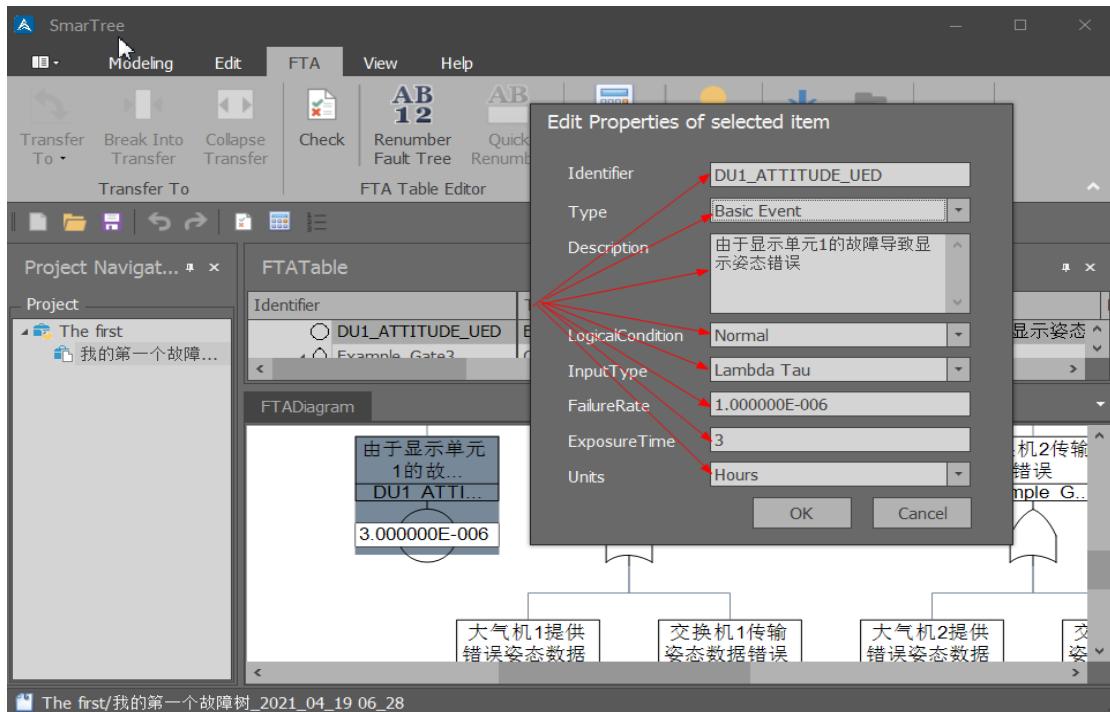
2、设置门的参数



3、选择需要设置的事件并双击



4、设置事件的参数



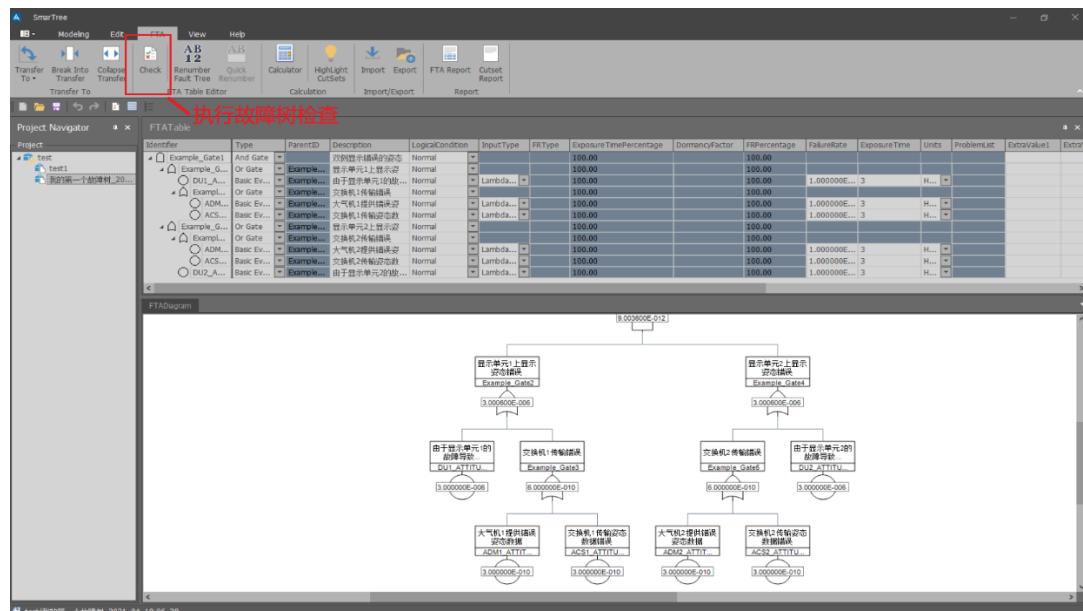
4.4 故障树计算

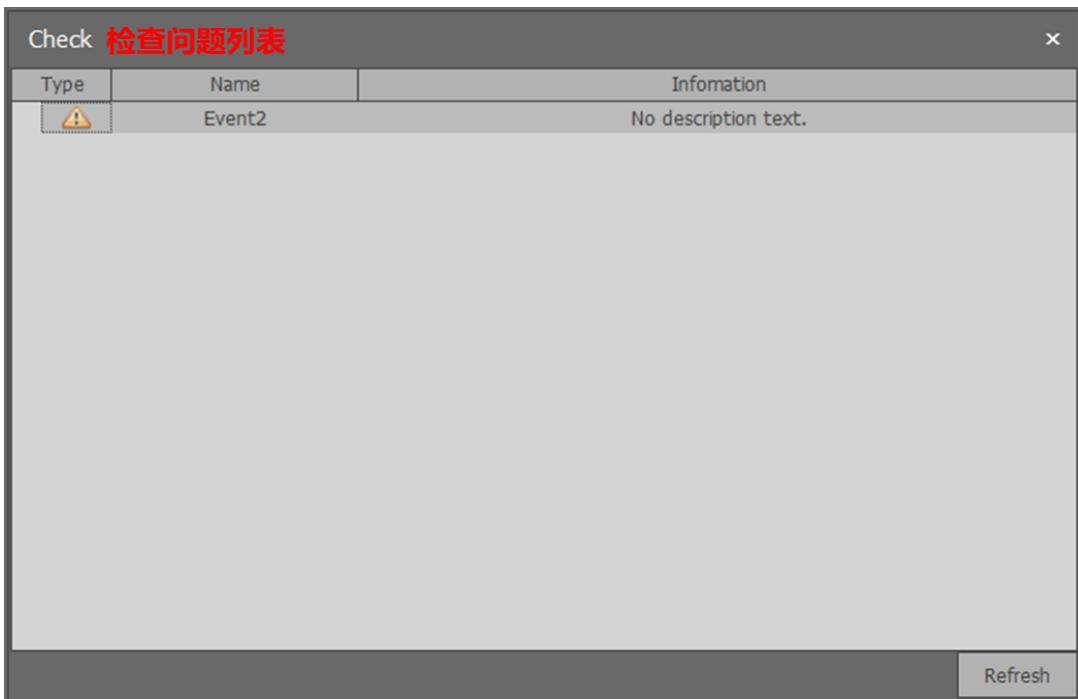
4.4.1 检查

操作说明: 对构建的故障树进行计算之前,为了避免构建的故障树在不完整、基本事件数据缺失情况下进行故障树计算,这里需要对故障树结构进行检查,并定位到故障树异常分支位置,以便用户进一步完善故障树结构。

操作步骤: 选择待检查的故障树→点击菜单栏“FTA”→点击“检查(Check)”功能,若故障树结构无异常,提示无发现问题;若故障树结构不完整或事件数据缺失则定位并提示具体分支位置。

操作示意:



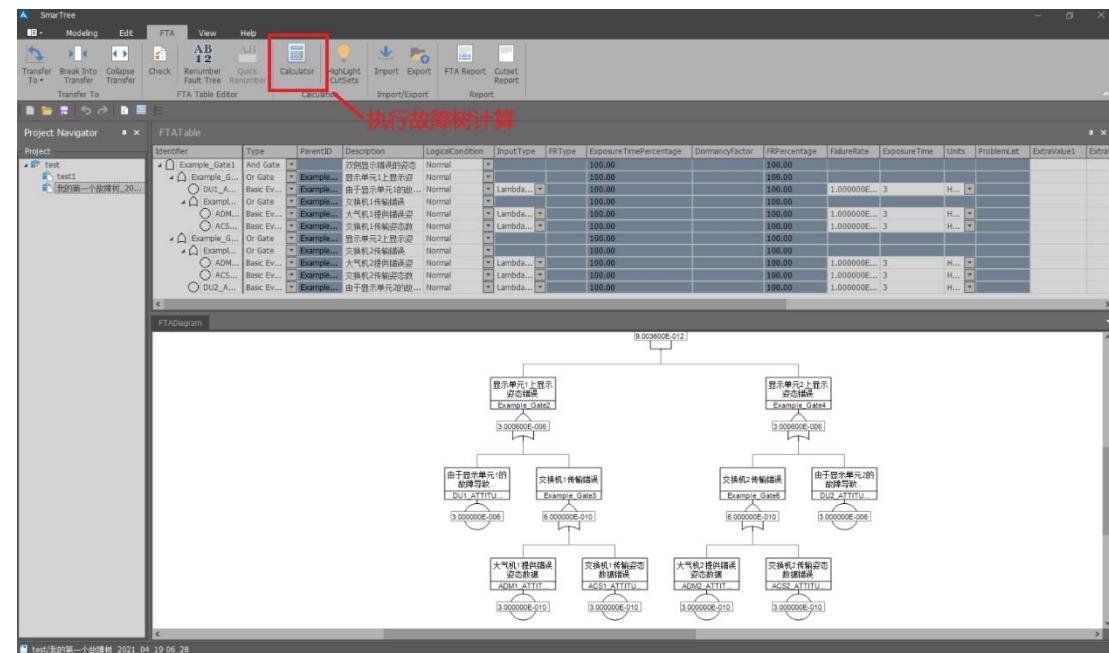


4.4.2 计算

操作说明: 对完整的故障树进行定量计算。SmarTree 软件会根据所设置的故障树的底事件数据，自动计算所有门的概率值。

操作步骤: 选择待计算的故障树→点击菜单栏“FTA”→点击“计算(Calculator)”功能,若故障树无异常,自动计算所有门事件的发生概率;若故障树不完整则提示用户补全故障树。

操作示意：



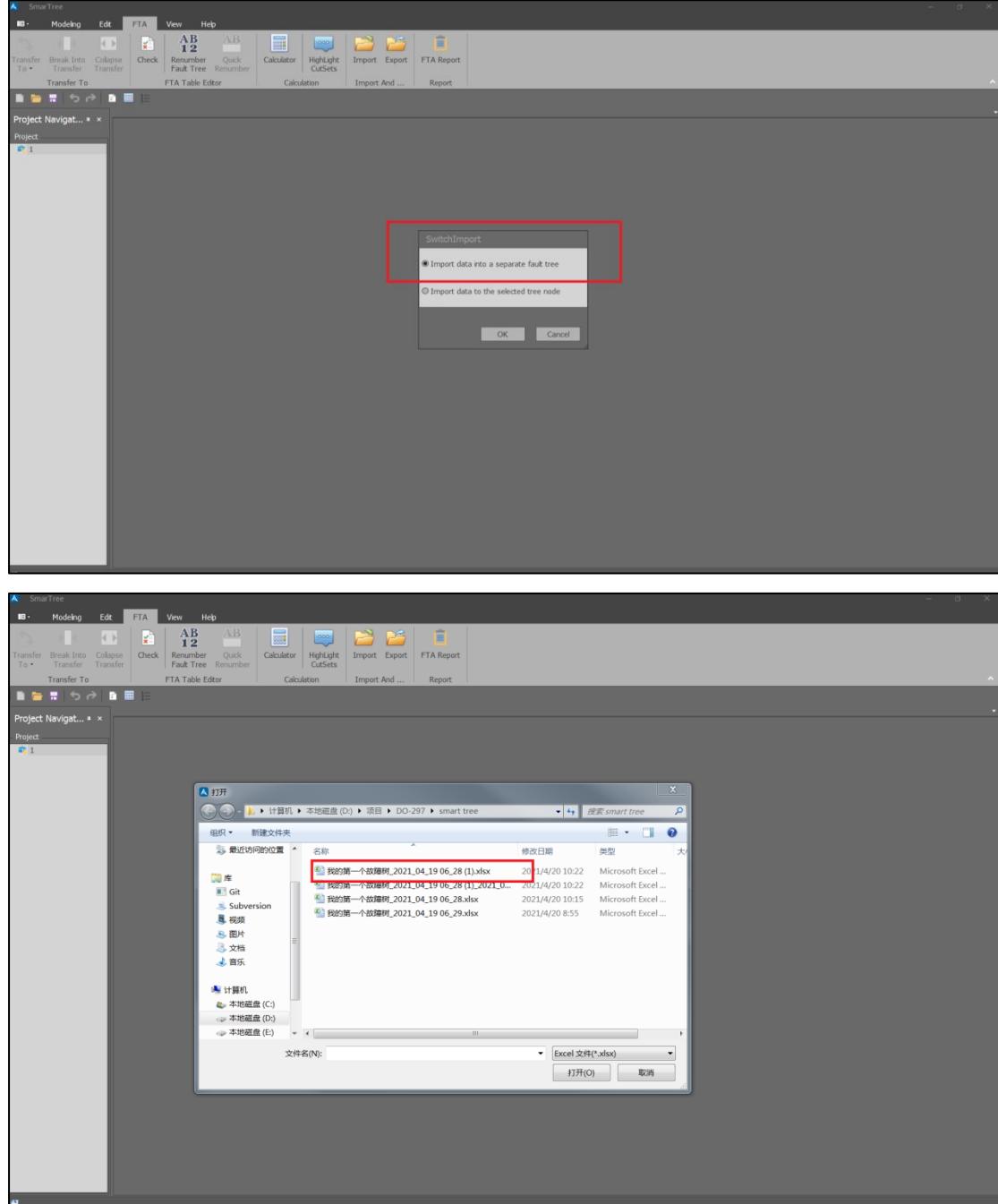
4.5 导入和导出

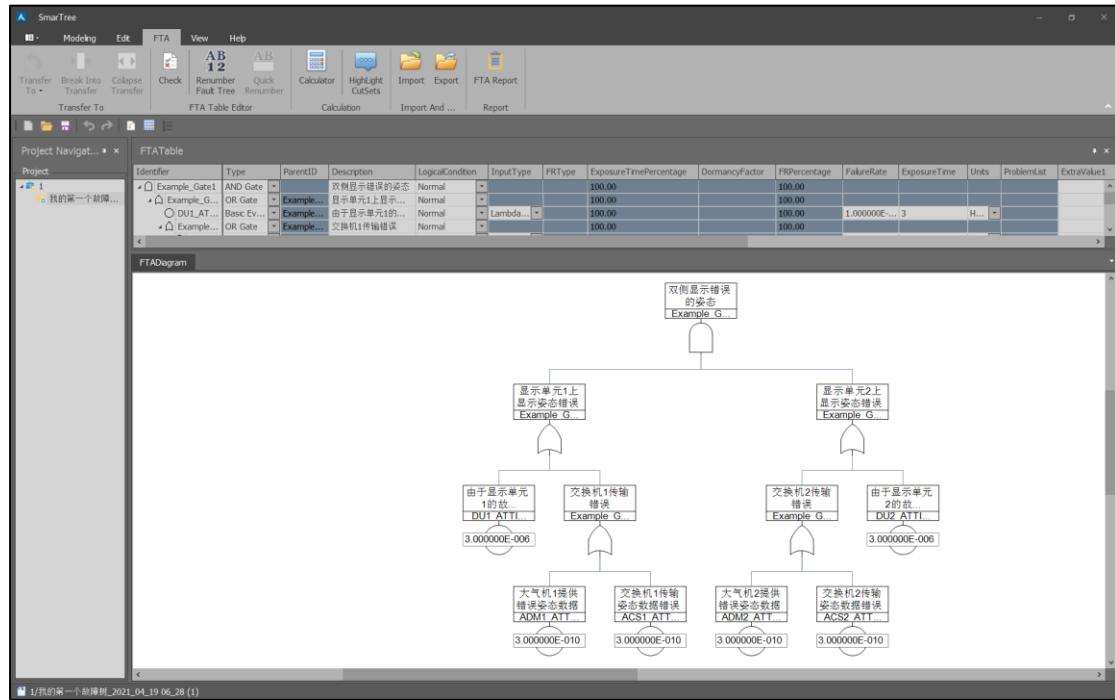
4.5.1 数据导入

操作说明：当有可以复用的故障树子模块时，可以对已经构建并分析过的故障树进行导入操作，从而进行故障树的复用。

操作步骤（导入单独故障树）：建立新工程项目→点击菜单栏“FTA”→点击“导入（Import）”功能→选择导入单独故障树（Import data into a separate fault tree）→点击“确定（OK）”按钮→选择需要导入的文件并打开，完成单独故障树导入。

操作示意：





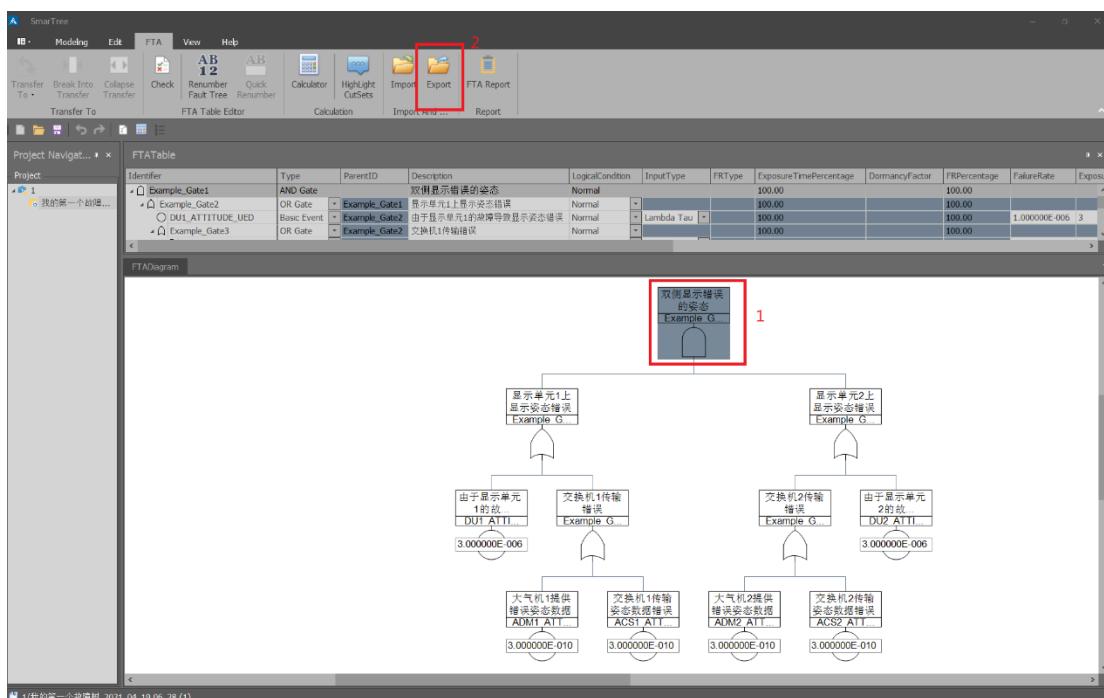
4.5.2 数据导出

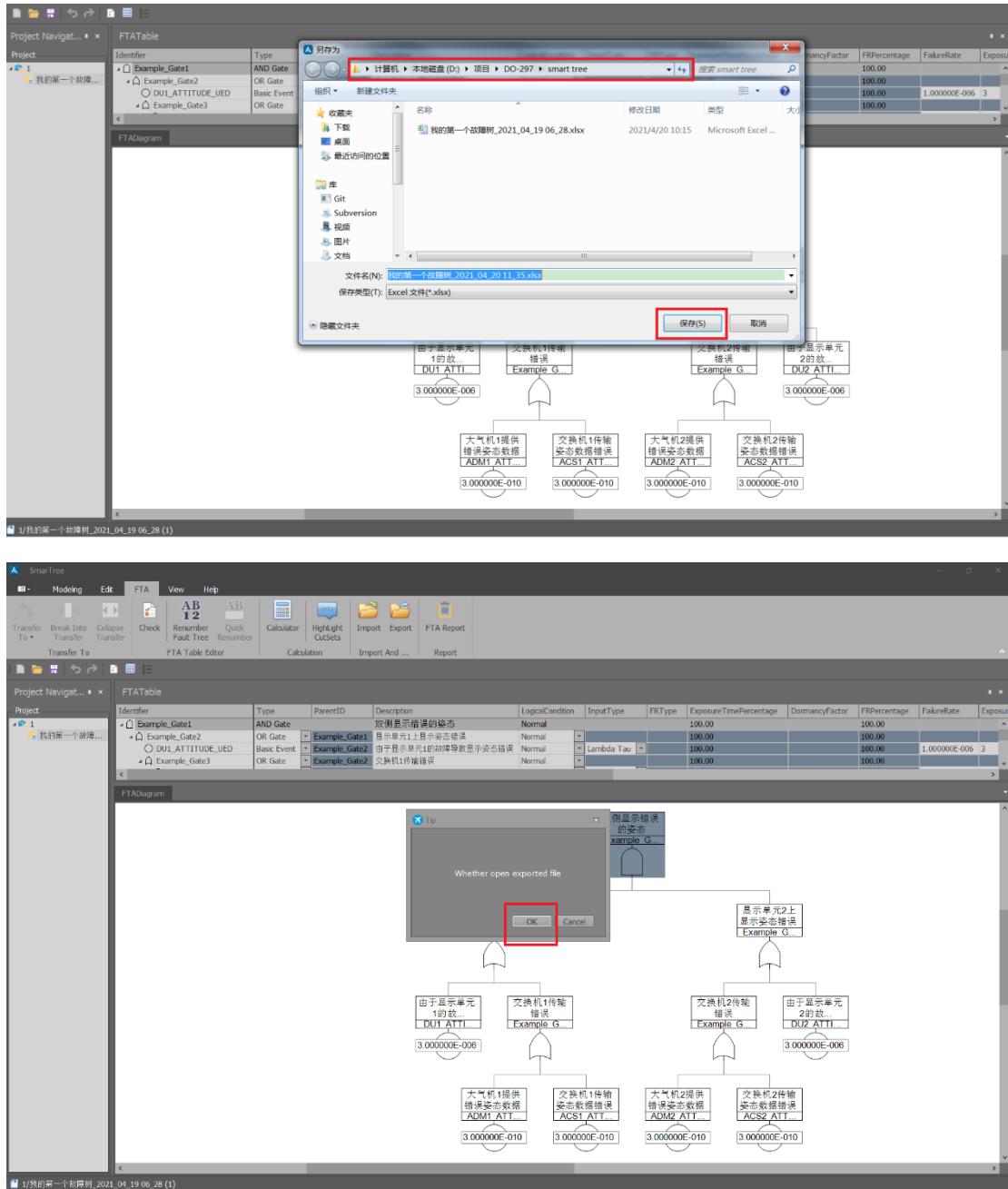
操作说明：当已构建故障树可以支持其它故障树分析时，可以对已构建的故障树进行导出操作。

操作步骤（整个故障树数据导出）：选择需要倒出故障树的顶层节点→点击“导出（Export）”按钮→选择导出目录→点击OK→完成导出，并查看导出内容。

操作步骤（故障树分支数据导出）：选择需要倒出故障树的子节点→点击“导出（Export）”按钮→选择导出目录→点击OK→完成导出，并查看导出内容。

操作示意：





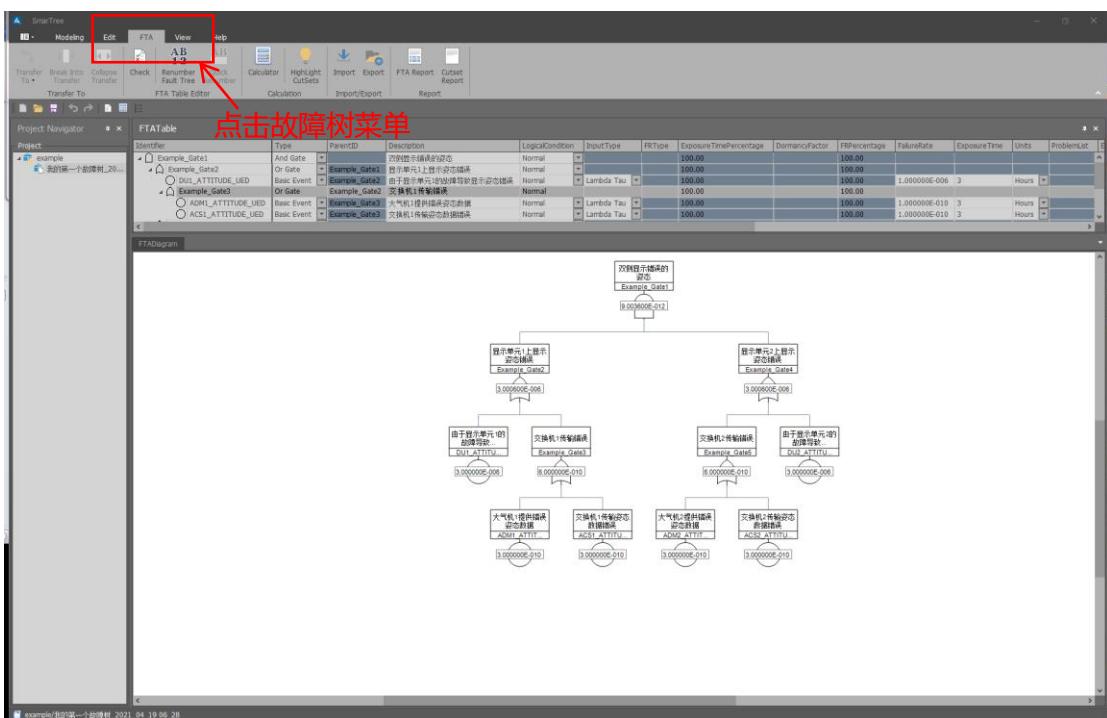
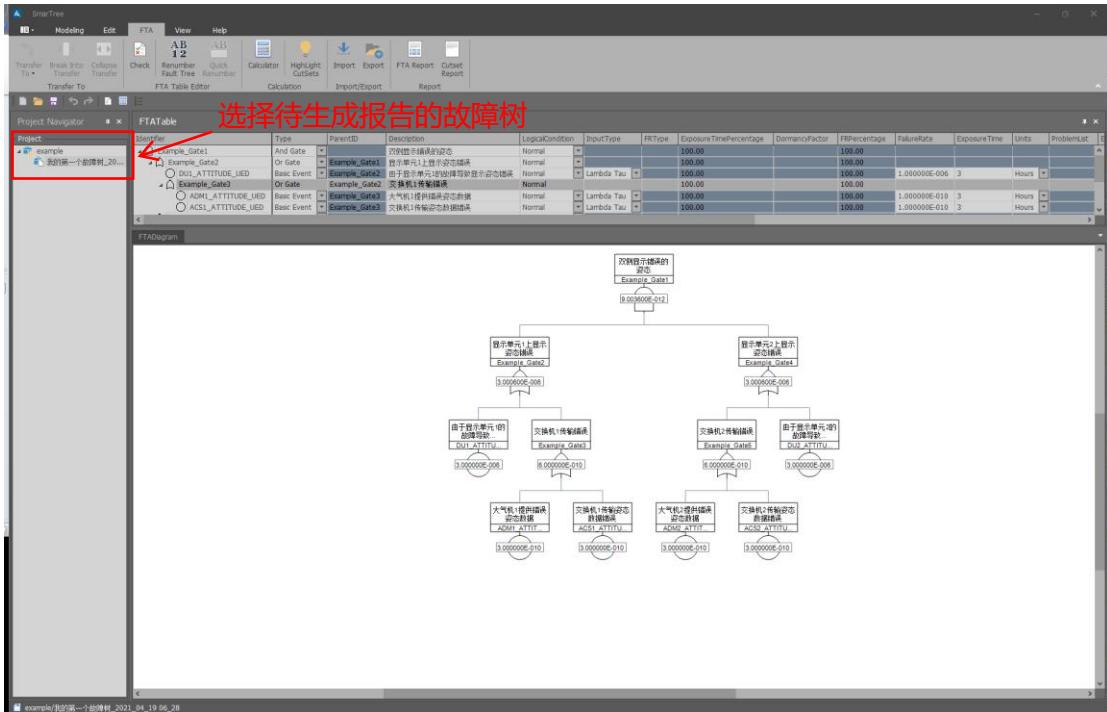
4.6 报告生成

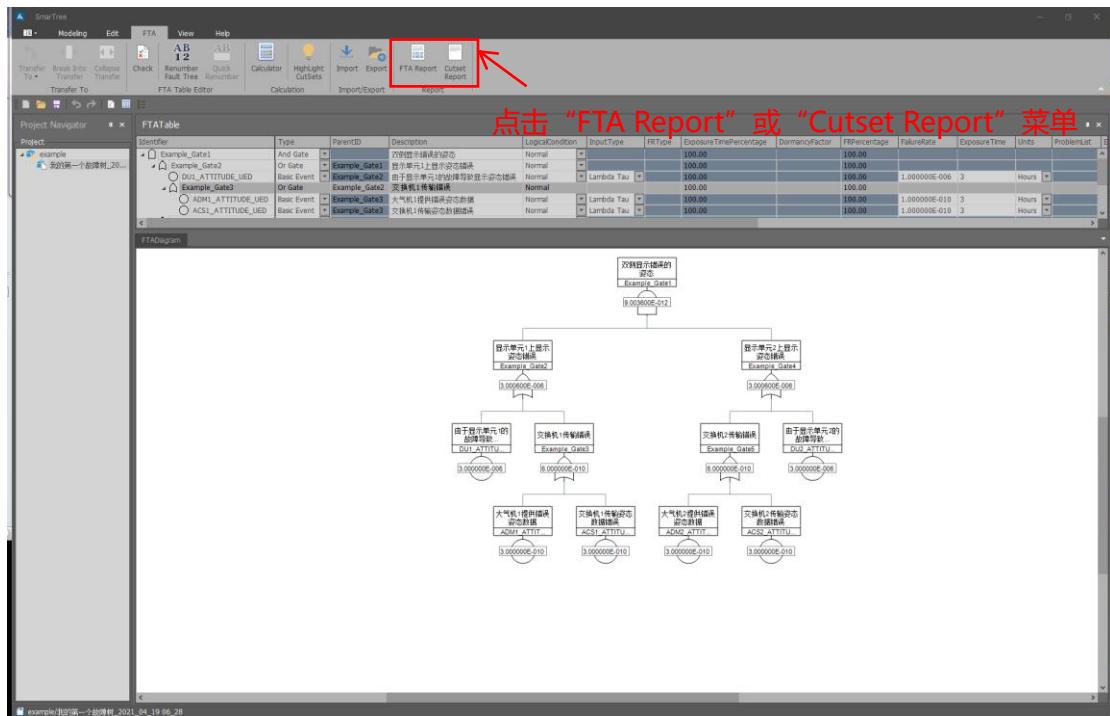
操作说明: 因为故障树分析与设计方案密切相关，实际在使用 SmarTree 开展故障树分析的时候，需要按照方案的变更情况进行更新结果，并且形成分析报告进行反馈以及变更控制。为了确保设计方案，以及故障树基础数据的输入、变更分析已经完结，请在报告生成之前，运行 SmarTree 故障计算功能，具体见 3.4 章节，从而确保分析报告的结果是完整、正确和无误的。SmarTree 最终报告导出的格式为 PDF 格式文件，包含故障树以及割集报告两部分。为了确保最终报告能够正确的生成，请提前确保使用 SmarTree 的工具环境，已经安装了 PDF 打印机。

操作步骤: 选择待生成报告的故障树→点击菜单栏“FTA”→点击“FTA 报告(FTA Report)”或点击“割集报告(Cutset Report)”→输入生成报告存放路径，并进行

报告命名。

操作示意：





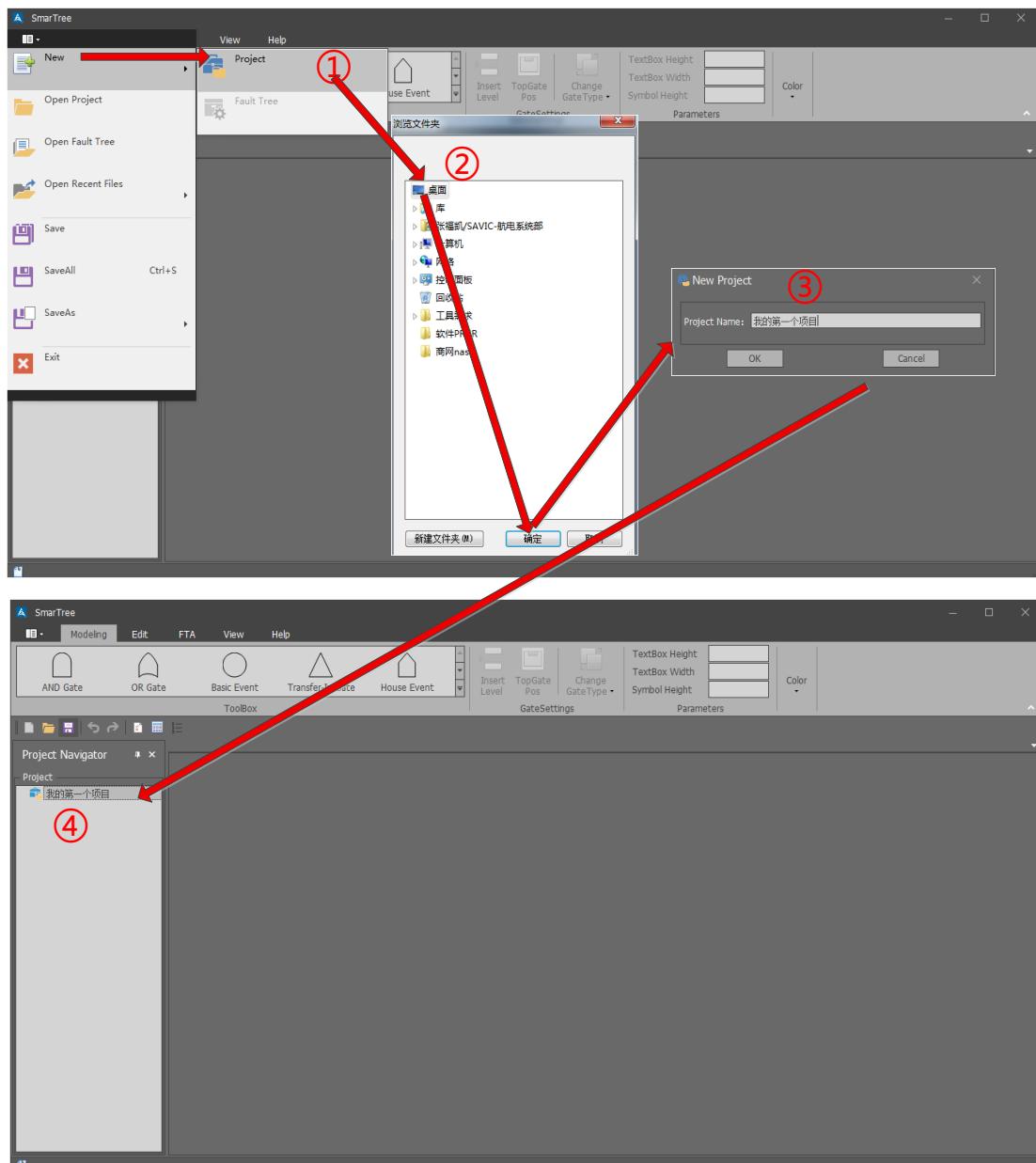
点击“FTA Report”或“Cutset Report”菜单

5 工程示例

本节通过一个示例项目“我的第一个项目”，详细介绍从项目创建，故障树创建、编辑、计算，故障树报告生成，割集分析等操作过程。

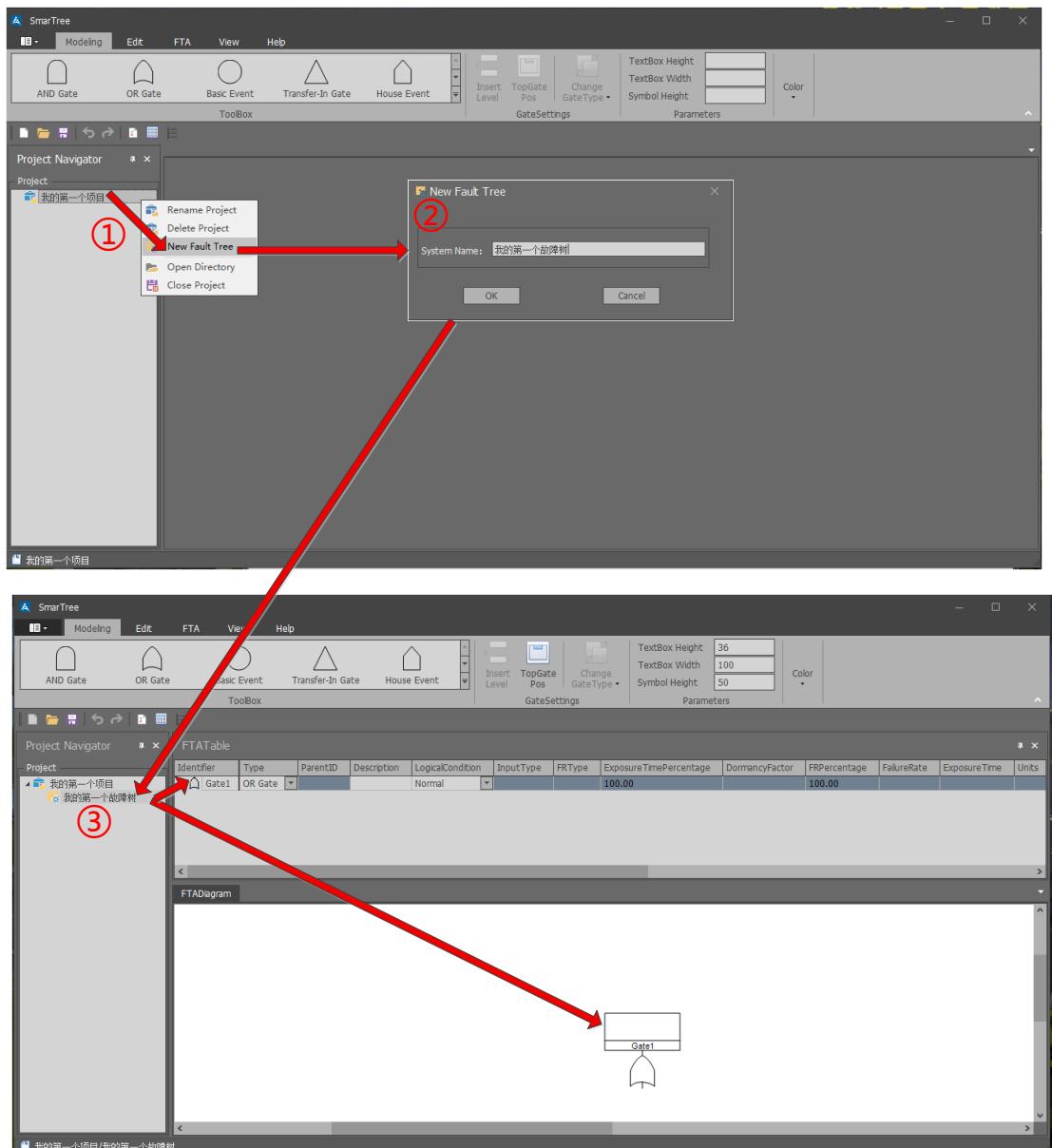
1、创建项目

启动 SmarTree 后，点击创建项目①，选择项目创建的目标位置②，输入项目名称“我的第一个项目”（名字可自定义）③，输入完成后，点击创建，则项目创建完成④，如下图所示。



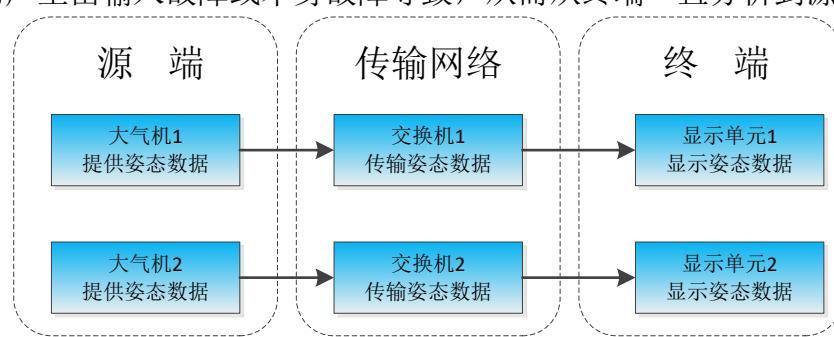
2、创建故障树

选中“我的第一个项目”右键点击“创建故障树”①，输入故障树名称“我的第一个故障树”②，输入完成后，点击创建，则故障树创建完成，同时故障树顶事件在故障树表和画布中同时创建并显示③，如下图所示：



3、编辑故障树

本部门以一个工程示例“双侧显示错误的姿态”为例，描述故障树编辑到报告生成的整个过程。
该示例基于以下物理传输路径，利用端到端故障传播路径的思路构建故障树。本层故障的产生由输入故障或本身故障导致，从而从终端一直分析到源端。



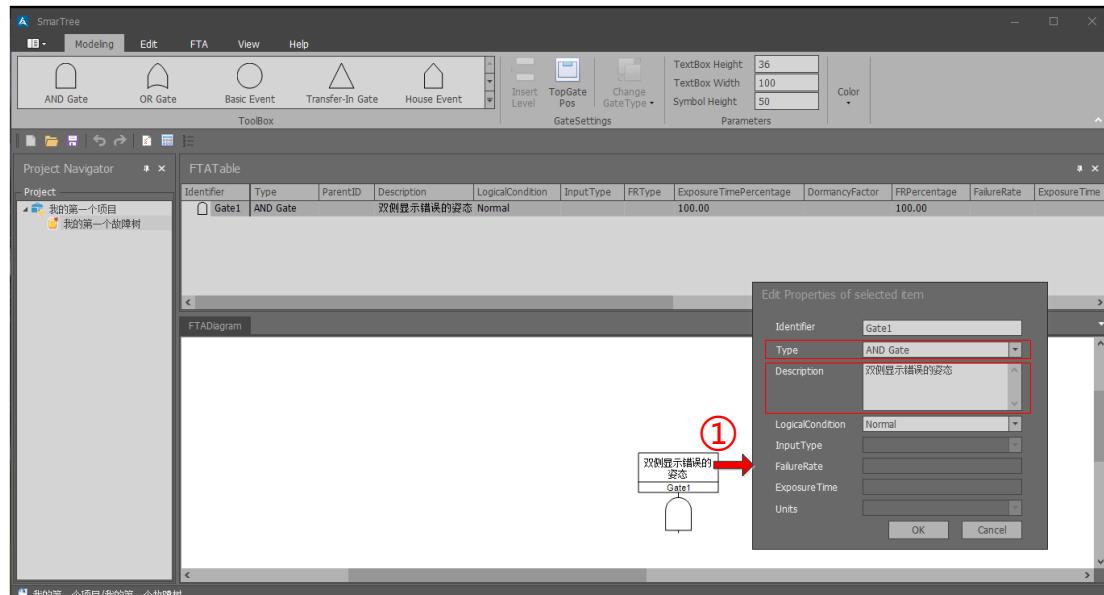
根据 AC25-11A 中定义，双侧显示错误的姿态的严重等级为灾难性的，因此该故
@SmarTree 用户使用手册

障树的目标概率为 10-9pfh。因此我们在进行概率分配和验证时，需要考虑 10-9pfh 的符合性。

通过以上描述，我们对该示例有了一个大致的了解，下面借助 SmarTree 进行故障树绘制和定量计算。

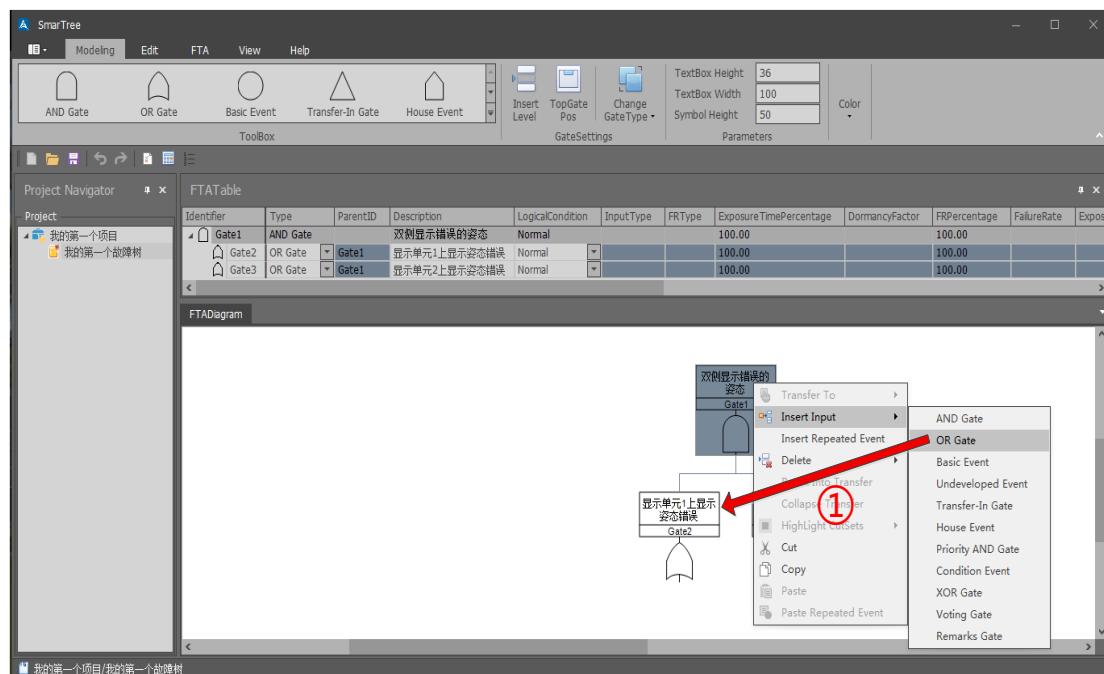
a) 编辑门事件内容

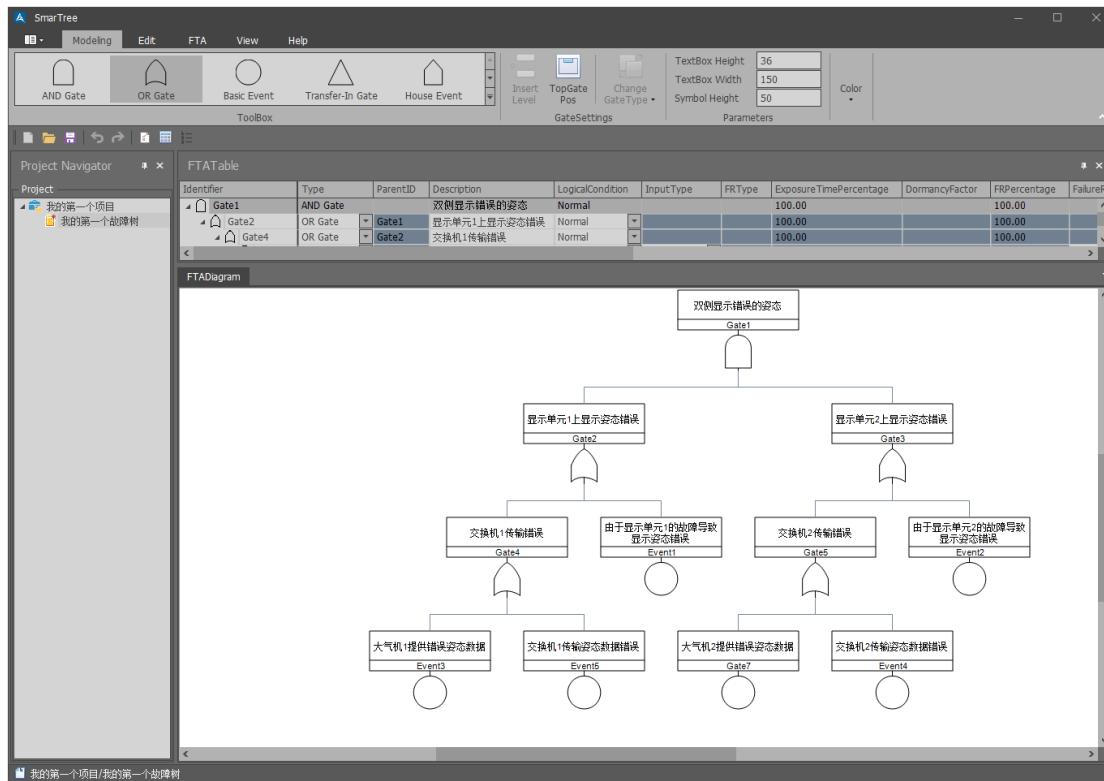
双击顶事件，弹出事件编辑框，输入顶事件“双侧显示错误的姿态”，根据顶事件发生的场景，将门的类型选为“与”门，完成编辑。



b) 插入事件

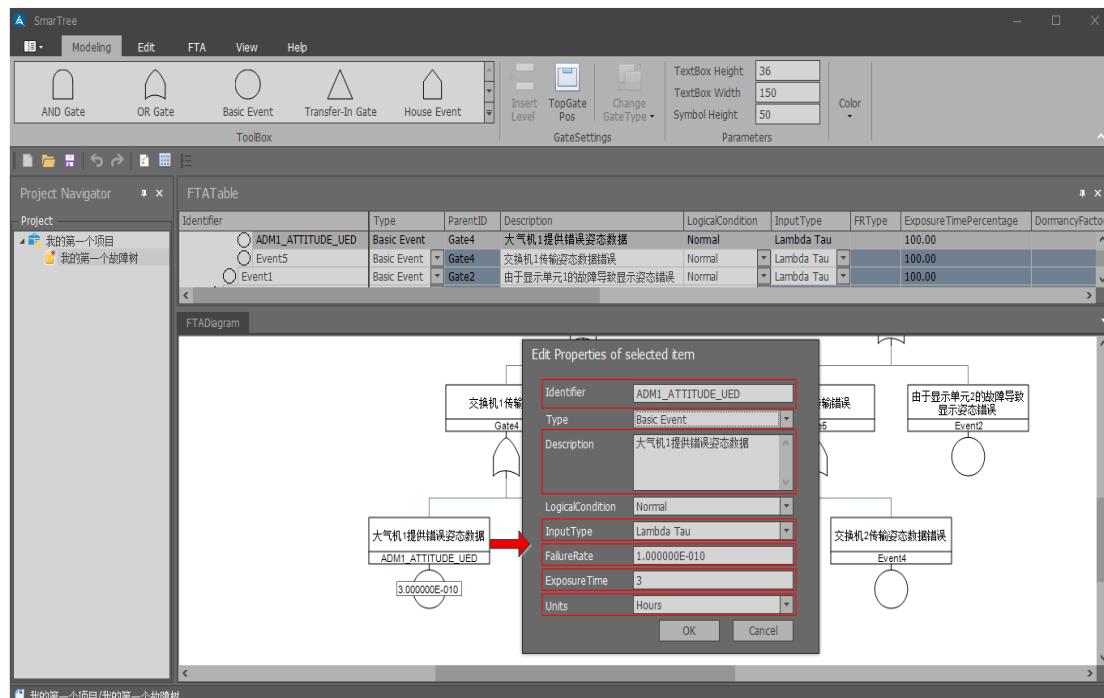
根据姿态显示的物理路径和故障树构建思路，插入“显示单元 1 上显示姿态错误”和“显示单元 2 上显示姿态错误”，并编辑事件内容，以此类推直到插入“大气机 1 提供错误姿态数据”和“大气机 2 提供错误姿态数据”。





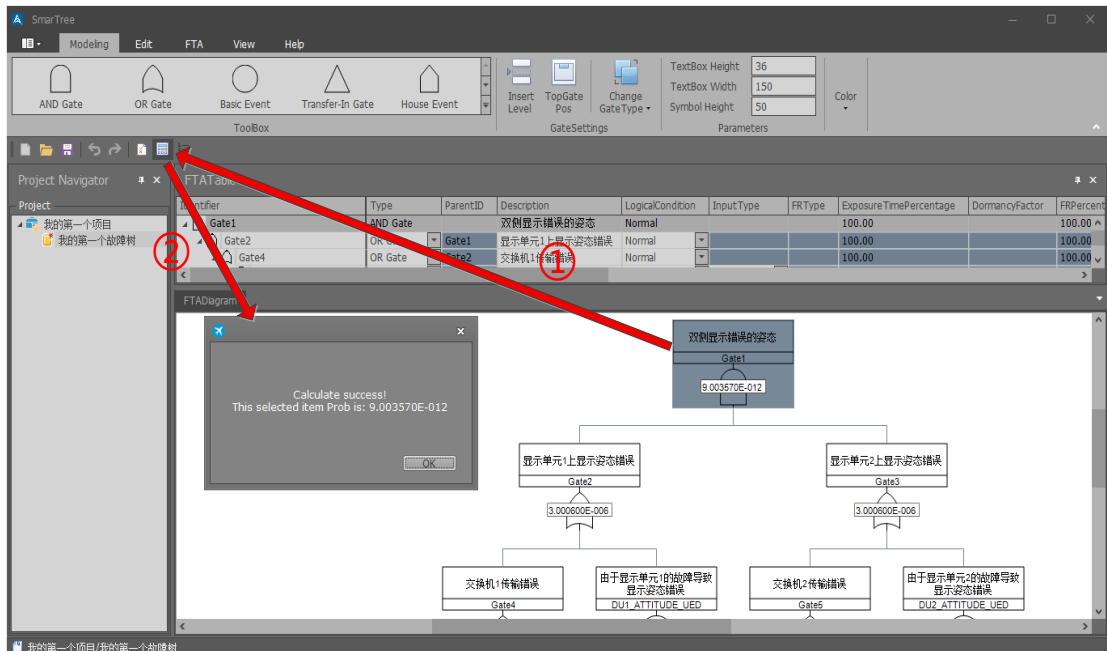
c) 编辑基本事件内容

本案例中基本事件有：“由于显示单元 1 的故障导致显示姿态错误”、“由于显示单元 2 的故障导致显示姿态错误”、“交换机 1 传输姿态数据错误”、“交换机 2 传输姿态数据错误”、“大气机 1 提供错误姿态数据”和“大气机 2 提供错误姿态数据”。双击这些基本事件，编辑基本事件的名称，失效概率，暴露时间等内容。



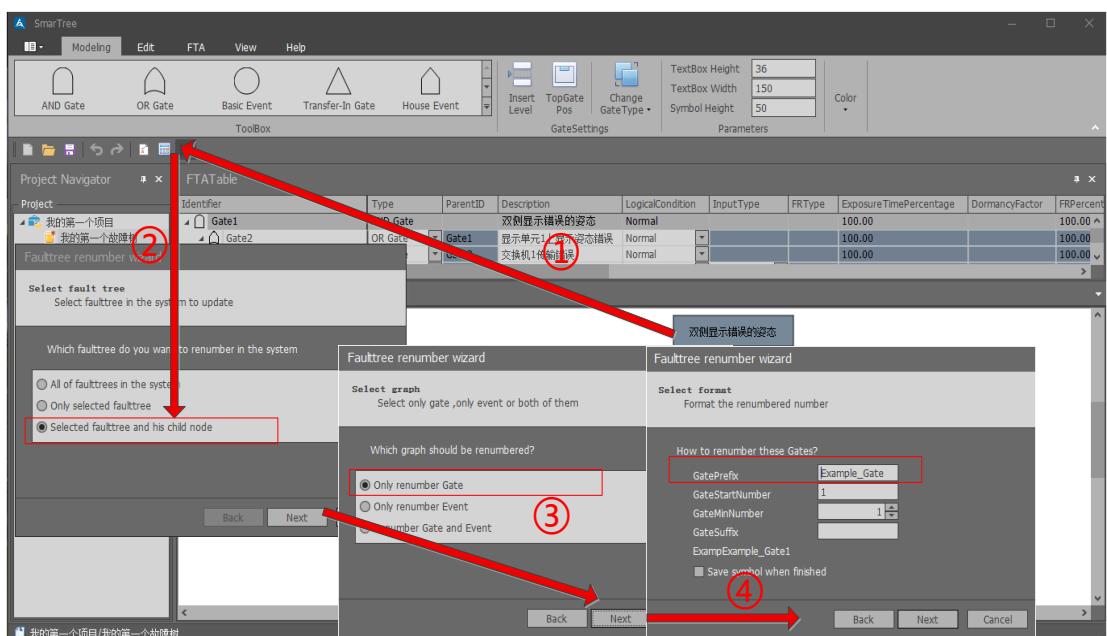
d) 失效概率计算

选中顶事件，点击概率计算①，计算完成会弹出失效概率显示提示②。



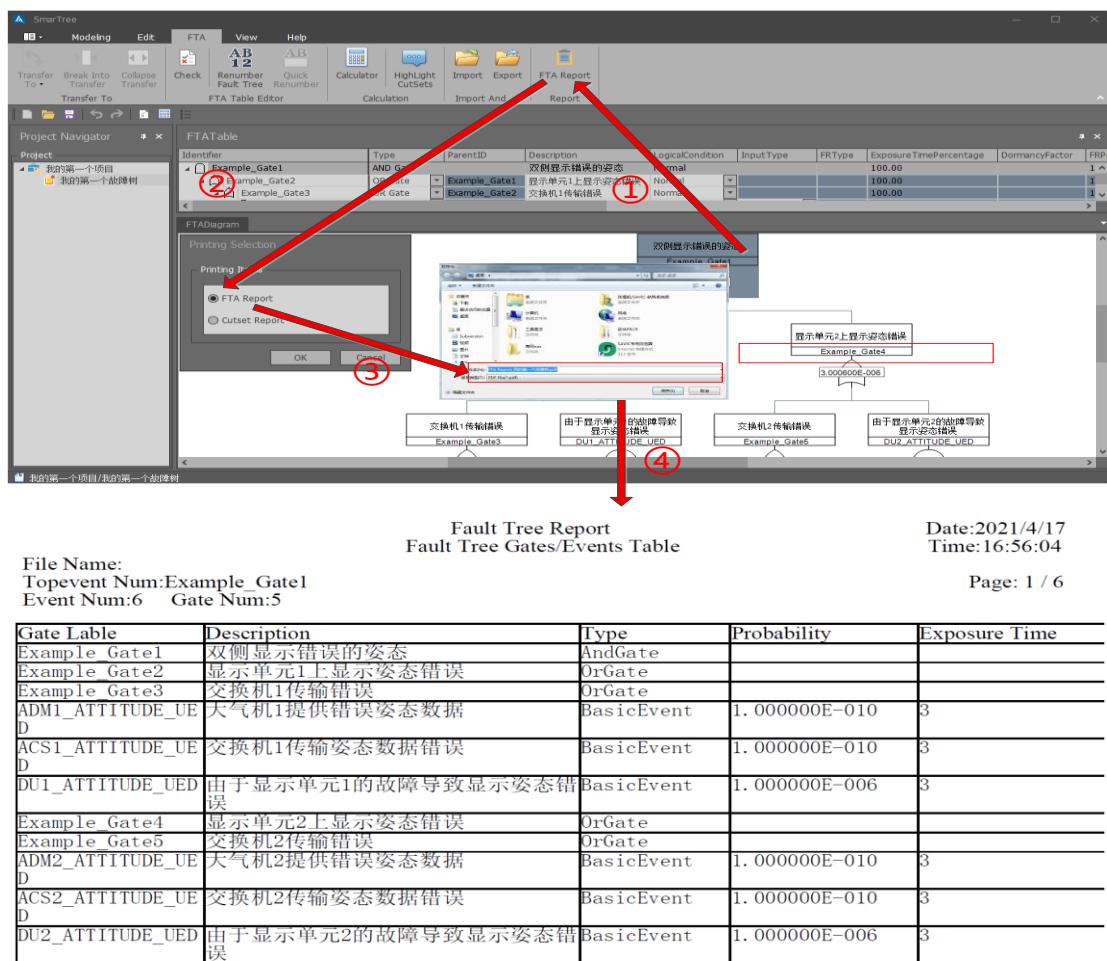
e) 故障树编号

选中顶事件，点击故障树编号，编号完成则显示在故障树中。



4、故障树报告生成

故障树报告分为故障树报告和割集报告。选中故障树，点击故障树报告生成按钮，生成故障树报告。



6 免责声明

SmarTree 软件版权属上海航空电子有限责任公司所有，其产权受国家法律绝对保护，未经本公司授权，其他公司、单位、代理商及个人不得非法使用和拷贝。

SmarTree 软件主要用于故障树绘制和分析用途，用户在使用过程中应及时备份和管理创建的模型数据，本公司对任何原因所造成的数据损坏、丢失不承担责任。

诚挚的欢迎您使用 SmarTree，如有任何疑问，请及时与我们联系。

附录 A 软件快捷键

名称	快捷方式
复制 Copy	Ctrl+C
粘贴 Paste	Ctrl+V
剪切 Cut	Ctrl+X
删除 Delete	Del
放大 Zoom In	Ctrl+滚轮
缩小 Zoom Out	Ctrl+滚轮
退出全屏视图	Esc