本申请实施例提供了一种用于对精馏塔装置的操作进行模拟的方法和装置。该方法包括：建立精馏塔装置的初始机理模型，初始机理模型为包括未知模型参数的函数；获取精馏塔装置的多组历史生产数据，其中，每组历史生产数据包括历史生产过程数据和对应的产品质量相关数据；基于多组历史生产数据对初始机理模型进行训练，得到目标机理模型，其中，目标机理模型中包含未知模型参数的最优解；仿真生成精馏塔装置的当前生产过程数据；基于当前生产过程数据调用目标机理模型，生成当前生产过程数据对应的产品质量相关数据。基于上述方案，可以实现对精馏塔装置的产品质量进行准确的测量，并且能够对精馏过程进行模拟，为操作人员提供操作指导。

1. 一种用于对精馏塔装置的操作进行模拟的方法，包括：

建立所述精馏塔装置的初始机理模型，所述初始机理模型为包括未知模型参数的函数；

获取所述精馏塔装置的多组历史生产数据，其中，每组历史生产数据包括历史生产过程数据和对应的产品质量相关数据；

基于所述多组历史生产数据对所述初始机理模型进行训练，得到目标机理模型，其中，所述目标机理模型中包含所述未知模型参数的最优解；

仿真生成所述精馏塔装置的当前生产过程数据；

基于所述当前生产过程数据调用所述目标机理模型，生成所述当前生产过程数据对应的产品质量相关数据。

2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述仿真生成所述精馏塔装置的当前生产过程数据，包括：

基于经由人机交互界面接收到的用户输入数据，仿真生成所述精馏塔装置的当前生产过程数据。

3. 根据权利要求2所述的方法，其特征在于，还包括：

根据所述当前生产过程数据对应的产品质量相关数据，调整生产过程数据。

4. 根据权利要求2所述的方法，其特征在于，还包括：

在所述人机交互界面上显示所述用户输入数据、所述当前生成过程数据和所述当前生成过程数据对应的产品质量相关数据。

5. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，还包括：

获取在所述精馏塔装置的工艺和/或工况发生改变时的生产过程数据和与所述生产过程数据对应的产品质量相关数据，作为新的历史生产数据；

基于所述新的历史生产数据，校正所述目标机理模型的参数的最优解。

6．根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述建立所述精馏塔装置的初始机理模型，包括：

获取所述精馏塔装置的工艺参数和待输入物料的物性参数；

基于所述精馏塔装置的工艺参数和所述待输入物料的物性参数，建立所述精馏塔装置的初始机理模型。

7．根据权利要求6所述的方法，其特征在于，基于所述精馏塔装置的工艺参数和所述待输入物料的物性参数，建立所述精馏塔装置的初始机理模型，包括：

基于所述精馏塔装置的工艺参数和所述待输入物料的物性参数，建立物料平衡模型和能量平衡模型；

基于所述物料平衡模型和能量平衡模型，建立所述精馏塔装置的初始机理模型。

8. 一种用于对精馏塔装置的操作进行模拟的装置，包括：过程模拟模块和仿真模块；

所述过程模拟模块，被配置成：建立所述精馏塔装置的初始机理模型，所述初始机理模型为包括未知模型参数的函数；获取所述精馏塔装置的多组历史生产数据，其中，每组历史生产数据包括历史生产过程数据和对应的产品质量相关数据；基于所述多组历史生产数据对所述初始机理模型进行训练，得到目标机理模型，其中，所述目标机理模型中包含所述未知模型参数的最优解；

所述仿真模块，被配置成：仿真生成所述精馏塔装置的当前生产过程数据；以及基于所述当前生产过程数据调用所述目标机理模型，生成所述当前生产过程数据对应的产品质量相关数据。

9. 根据权利要求8所述的装置，其特征在于，所述仿真模块通过所述第一通信协议与所述过程模拟模块建立通信连接；

所述仿真模块，具体被配置为：

仿真生成所述精馏塔装置的当前生产过程数据；

将所述当前生成过程数据通过所述第一通信协议发送至所述过程模拟模块，以由所述过程模拟模块基于所述当前生产过程数据生成所述当前生产过程数据对应的产品质量相关数据；

通过所述第一通信协议接收所述当前生成过程数据对应的产品质量相关数据。

10. 根据权利要求8所述的装置，其特征在于，所述装置包括人机交互界面，

所述仿真模块，具体被配置为：基于经由人机交互界面接收到的用户输入数据，仿真生成所述精馏塔装置的当前生产过程数据。

11. 根据权利要求10所述的装置，其特征在于，所述仿真模块进一步被配置成：

根据所述当前生产过程数据对应的产品质量相关数据，调整生产过程数据。

12. 根据权利要求10所述的装置，其特征在于，所述仿真模块，进一步被配置成：

在所述人机交互界面上显示所述用户输入数据、所述当前生成过程数据和所述当前生成过程数据对应的产品质量相关数据。

13. 根据权利要求8所述的装置，其特征在于，所述过程模拟模块，进一步被配置成：

获取在所述精馏塔装置的工艺和/或工况发生改变时的生产过程数据和与所述生产过程数据对应的产品质量相关数据，作为新的历史生产数据；

基于所述新的历史生产数据，校正所述目标机理模型的参数的最优解。

14．根据权利要求8所述的装置，其特征在于，所述过程模拟模块，进一步被配置成：

获取所述精馏塔装置的工艺参数和待输入物料的物性参数；

基于所述精馏塔装置的工艺参数和所述待输入物料的物性参数，建立所述精馏塔装置的初始机理模型。

15．根据权利要求14所述的装置，其特征在于，所述过程模拟模块，进一步被配置成：

基于所述精馏塔装置的工艺参数和所述待输入物料的物性参数，建立物料平衡模型和能量平衡模型；

基于所述物料平衡模型和能量平衡模型，建立所述精馏塔装置的初始机理模型。

**用于对精馏塔装置的操作进行模拟的方法及装置**

**技术领域**

本发明涉及仿真技术领域，尤其涉及一种用于对精馏塔装置的操作进行模拟的方法及装置。

**背景技术**

精馏塔装置是化工生产装置中常用的传热传质设备，是进行精馏的一种塔式气液接触装置。其中，蒸馏是指利用输入精馏塔装置的物料（即，液体混合物）中各组分挥发能力的不同，将液体混合物加热沸腾，并分别收集挥发出的气相物质和残留的液相物质，从而将液体混合物中各组分分离的操作。

精馏塔装置产出产品的质量是精馏塔的主要控制目标之一。精馏塔产品质量指标选择有两大类：直接产品质量指标和间接产品质量指标。精馏塔装置最直接的产品质量指标是产品成分。然而，成分分析仪价格昂贵，采样周期长且应用中不是很可靠。此外，精馏塔产品质量采用温度作为主要的间接质量指标。然而，温度测量存在易受到精馏塔装置塔内压力变化影响、温度测量滞后，精确测量困难等问题。

因此，亟需一种能够对精馏塔装置的产品质量进行准确测量的技术。

**发明内容**

有鉴于此，本发明提供了一种用于对精馏塔装置的操作进行模拟的方法及装置，用于至少部分地解决上述技术问题。

第一方面，本申请实施例提供了一种用于对精馏塔装置的操作进行模拟的方法，包括：

建立所述精馏塔装置的初始机理模型，所述初始机理模型为包括未知模型参数的函数；

获取所述精馏塔装置的多组历史生产数据，其中，每组历史生产数据包括历史生产过程数据和对应的产品质量相关数据；

基于所述多组历史生产数据对所述初始机理模型进行训练，得到目标机理模型，其中，所述目标机理模型中包含所述未知模型参数的最优解；

仿真生成所述精馏塔装置的当前生产过程数据；

基于所述当前生产过程数据调用所述目标机理模型，生成所述当前生产过程数据对应的产品质量相关数据。

在一种可能的实现方式中，所述仿真生成所述精馏塔装置的当前生产过程数据，包括：

基于经由人机交互界面接收到的用户输入数据，仿真生成所述精馏塔装置的当前生产过程数据。

在一种可能的实现方式中，还包括：

根据所述当前生产过程数据对应的产品质量相关数据，调整生产过程数据。

在一种可能的实现方式中，还包括：

在所述人机交互界面上显示所述用户输入数据、所述当前生成过程数据和所述当前生成过程数据对应的产品质量相关数据。

在一种可能的实现方式中，还包括：

获取在所述精馏塔装置的工艺和/或工况发生改变时的生产过程数据和与所述生产过程数据对应的产品质量相关数据，作为新的历史生产数据；

基于所述新的历史生产数据，校正所述目标机理模型的参数的最优解。

在一种可能的实现方式中，所述建立所述精馏塔装置的初始机理模型，包括：

获取所述精馏塔装置的工艺参数和待输入物料的物性参数；

基于所述精馏塔装置的工艺参数和所述待输入物料的物性参数，建立所述精馏塔装置的初始机理模型。

在一种可能的实现方式中，基于所述精馏塔装置的工艺参数和所述待输入物料的物性参数，建立所述精馏塔装置的初始机理模型，包括：

基于所述精馏塔装置的工艺参数和所述待输入物料的物性参数，建立物料平衡模型和能量平衡模型；

基于所述物料平衡模型和能量平衡模型，建立所述精馏塔装置的初始机理模型。

第二方面，本申请实施例提供了一种用于对精馏塔装置的操作进行模拟的装置，包括：过程模拟模块和仿真模块；

所述过程模拟模块，被配置成：建立所述精馏塔装置的初始机理模型，所述初始机理模型为包括未知模型参数的函数；获取所述精馏塔装置的多组历史生产数据，其中，每组历史生产数据包括历史生产过程数据和对应的产品质量相关数据；基于所述多组历史生产数据对所述初始机理模型进行训练，得到目标机理模型，其中，所述目标机理模型中包含所述未知模型参数的最优解；

所述仿真模块，被配置成：仿真生成所述精馏塔装置的当前生产过程数据；以及基于所述当前生产过程数据调用所述目标机理模型，生成所述当前生产过程数据对应的产品质量相关数据。

在一种可能的实现方式中，所述仿真模块通过所述第一通信协议与所述过程模拟模块通信连接；

在一种可能的实现方式中，所述仿真模块，具体被配置为：

仿真生成所述精馏塔装置的当前生产过程数据；

将所述当前生成过程数据通过所述第一通信协议发送至所述过程模拟模块，以由所述过程模拟模块基于所述当前生产过程数据生成所述当前生产过程数据对应的产品质量相关数据；

通过所述第一通信协议接收所述当前生成过程数据对应的产品质量相关数据。

在一种可能的实现方式中，所述装置包括人机交互界面，

所述仿真模块，具体被配置为：基于经由人机交互界面接收到的用户输入数据，仿真生成所述精馏塔装置的当前生产过程数据。

在一种可能的实现方式中，所述仿真模块进一步被配置成：

根据所述当前生产过程数据对应的产品质量相关数据，调整生产过程数据。

在一种可能的实现方式中，所述仿真模块，进一步被配置成：

在所述人机交互界面上显示所述用户输入数据、所述当前生成过程数据和所述当前生成过程数据对应的产品质量相关数据。

在一种可能的实现方式中，所述过程模拟模块，进一步被配置成：

获取在所述精馏塔装置的工艺和/或工况发生改变时的生产过程数据和与所述生产过程数据对应的产品质量相关数据，作为新的历史生产数据；

基于所述新的历史生产数据，校正所述目标机理模型的参数的最优解。

在一种可能的实现方式中，所述过程模拟模块，进一步被配置成：

获取所述精馏塔装置的工艺参数和待输入物料的物性参数；

基于所述精馏塔装置的工艺参数和所述待输入物料的物性参数，建立所述精馏塔装置的初始机理模型。

在一种可能的实现方式中，所述过程模拟模块，进一步被配置成：

基于所述精馏塔装置的工艺参数和所述待输入物料的物性参数，建立物料平衡模型和能量平衡模型；

基于所述物料平衡模型和能量平衡模型，建立所述精馏塔装置的初始机理模型。

本申请实施例提供用于对精馏塔装置的操作进行模拟的方法和装置中，通过建立精馏塔装置的初始机理模型，获取精馏塔装置的多组历史生产数据，基于多组历史生产数据对初始机理模型进行训练，得到目标机理模型，仿真生成精馏塔装置的当前生产过程数据，进而基于当前生产过程数据调用目标机理模型，生成当前生产过程数据对应的产品质量相关数据。由于目标机理模型是基于多组历史生产数据和对应的产品质量相关数据训练得到的，其掌握了过程生产数据与产品质量相关数据之间的内在关联，由此可以准确地预测精馏塔产品质量。同时，通过模拟和预测精馏过程，为精馏塔装置的控制方案提供模拟和仿真，进而为操作人员提供操作指导，以便操作人员调整相应的控制策略，实现精馏塔的稳定运行，提高产品质量，并且，由于避免实际操作过程中因多次重复试验所造成的原材料、能源等消耗，提高了试验的经济性，降低了成本并提高了效率。

**附图说明**

图1是本申请实施例提供的一种精馏塔装置的结构示意图；

图2是本申请实施例提供的一种用于对精馏塔装置的操作进行模拟的方法的流程图；

图3是本申请实施例提供的一种示例性精馏塔装置中任意塔板的汽液两相流量及组成的示意图；

图4是本申请实施例提供的一种示例性用于对精馏塔装置的操作进行模拟的方法的流程图；

图5是本申请实施例提供的一种用于对精馏塔装置的操作进行模拟的装置的结构示意图；

图6是本申请实施例提供的一种用于对精馏塔装置的操作进行模拟的装置的网络架构图；

附图标记列表：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 101：精馏塔 | 102：冷凝器 | 103：再沸器 |
| F：进料 | D：馏出液 | B：釜残液 |
| L：回流液 | V(N)：回流物 | 401：数据整理 |
| 402：精馏塔装置的PFD图和物理数据 | | 403：第一核心交换机 |
| 404：创建初始机理模型 | 405：模型训练和验证 |  |
| 406：DCS历史生产数据和对应的产品质量相关数据 | | |
| 407：机理模型文件  408：模型预测  409：SIMIT仿真平台  410：操作员界面  501：过程模拟模块  502：仿真模块  5021、5022：仿真单元  601：过程控制器 | | |
| S204：获取精馏塔装置的多组历史生产数据 | | |
| S206：基于多组历史生产数据对初始机理模型进行训练，得到目标机理模型 | | |
| S208：仿真生成精馏塔装置的当前生产过程数据  S210：基于当前生产过程数据调用目标机理模型，生成当前生产过程数据对应的产品质量相关数据 | | |

**具体实施方式**

为使本申请的目的、技术方案、及优点更加清楚明白，以下参照附图和实施例，对本申请进一步详细说明。显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员所获得的所有其他技术方案，都属于本申请保护的范围。

精馏塔装置产出产品的质量是精馏塔的主要控制目标之一。精馏塔装置最直接的产品质量指标是产品成分。然而，成分分析仪价格昂贵，采样周期长且应用中不是很可靠。此外，精馏塔产品质量采用温度作为主要的间接质量指标。然而，温度测量存在易受到精馏塔装置塔内压力变化影响、温度测量滞后，精确测量困难等问题。

另外，精馏塔装置当前主要采用PID控制和先进过程控制。PID控制不能满足特性负载的被控过程，不能满足生产工艺的特殊需求和高精度控制的要求。先进过程控制的基础是获取对象的动态数学模型，并且可以利用大量的实测信息，在一定程度上补充了PID控制的不足。然而，在实现先进过程控制的过程中，也会碰到许多问题。以自适应模型预测控制为例，为了获得最佳的精馏效果，精馏塔装置的设计存在多种方案的组合，针对多个精馏串联操作过程，需要应用自适应控制的思想来改进变量模型预测控制器的性能。不同的精馏塔装置之间存在着耦合现象，存在非线性问题，必须将其参数整定得以确保在整定操作区域内的稳定性，这导致对许多操作区域的控制作用过于迟缓。由于各种控制过程自身存在的问题，这导致操作人员需要足够的经验来不断调整控制策略，并且还存在多次重复试验造成原材料、能量等消耗问题。

基于上述问题，本申请实施例提供一种对精馏塔装置的操作进行模拟的方法和装置，以至少部分地解决上述技术问题。

下面结合附图对本申请实施例的具体实现进行详细说明。

为了便于理解，首先结合图1对精馏塔装置的结构及工作原理进行说明。图1为本申请实施例提供的一种精馏塔装置的结构示意图。

如图1所示，物料F（液体混合物）通过进料口进入精馏塔101塔内，蒸气由塔底进入。蒸发出的气相与下降液进行逆流接触，两相接触中，气相中的难挥发（高沸点）组分不断地向下降液中转移，气相愈接近塔顶，其易挥发（也即低沸点）组分浓度愈高，而下降液愈接近塔底，其难挥发（高沸点）组分则富集。塔顶上升的气相进入冷凝器102，冷凝的液体中的一部分作为回流液L返回塔顶进入精馏塔101中，剩余部分则作为馏出液D取出（即塔顶产品）。塔底流出的液体中一部分送入再沸器103，加热蒸发成气相作为回流物V(N)返回至塔内，剩余部分液体作为釜残液B取出（即塔底产品）。

基于上述精馏塔装置的工作原理，图2是本申请实施例提供的一种用于对精馏塔装置的操作进行模拟的方法的流程图。该方法由图5或图6所示的用于对精馏塔装置的操作进行模拟的装置执行。如图2所示，该方法包括：

S202、建立精馏塔装置的初始机理模型。

其中，初始机理模型为包括未知模型参数的函数。

具体地，由图5所示的过程模拟模块，例如其运行gPROMS软件的模块，建立精馏塔装置建立初始机理模型，例如联立方程组，模拟和预测精馏塔装置的精馏过程，为精馏塔装置的控制方法提供模拟和仿真。

在本申请的一种可能的实现方式中，过程模拟模块获取精馏塔装置的工艺参数和待输入物料的物性参数；基于精馏塔装置的工艺参数和待输入物料的物性参数，建立精馏塔装置的初始机理模型。

其中，精馏塔装置的工艺参数可以包括：精馏塔装置的工艺流程图（Process Flow Diagram，PFD）和精馏塔装置的物理数据等。其中，精馏塔装置的物理数据可以包括精馏塔装置的高度、直径、塔板的数量、塔板的间距等。待输入物料的物性参数可以包括：待输入物料的沸点、冷凝点、粘度和蒸发热等。

具体地，在一种可能的实现方式中，过程模拟模块基于精馏塔装置的工艺参数和待输入物料的物性参数，建立物料平衡模型和能量平衡模型；基于物料平衡模型和能量平衡模型，建立精馏塔装置的初始机理模型。

其中，物料平衡模型基于下述公式（1）得到，该公式（1）为：

进入精馏塔装置的物料\*组分=精馏塔装置塔顶出料\*组分+精馏塔塔底出料\*组分

具体地，精馏塔装置包括从上到下依次放置的多个塔板，通过在各个塔板上进行传热和传质来实现组分的分离。每个塔板相当于进行一次蒸馏。结合图3所示，对于精馏塔装置中的第n个塔板，物料平衡模型表示为公式（2），公式（2）为：

Vn+1+ Ln-1 = Ln+Vn （2）

其中，V表示上升蒸气量，下标表示来自哪个塔板的上升蒸气，L表示回流量，下标表示回流液来自哪个塔板。

同样地，结合图3所示，对于第n个塔板，能量平衡模型表示为公式（3），该公式（3）为：

Vn+1\*rn + Ln \* in =Ln-1\* in-1 +Vn+1\*rn+1

其中，r表示蒸气的焓，i表示液体的焓，V表示蒸气量，下标表示来自哪个塔板的上升蒸气，L表示回流量，下标表示回流液来自哪个塔板。

S204、获取精馏塔装置的多组历史生产数据。

其中，每组历史生产数据包括历史生产过程数据和对应的产品质量相关数据。

具体地，历史生产数据来自分布式控制系统（Distributed Control System，DCS）。其中，每组历史生产数据包括进料阀阀门的开度、流量进出、回流泵的开启和关闭、加热量、塔内液位等。对应的产品质量相关数据包括精馏塔产品的成分、产量、以及与产品相关的其他质量指标。

具体地，过程模拟模块获取来自DCS的多组历史生产数据，以用于对初始机理模型进行训练。

S206、基于多组历史生产数据对初始机理模型进行训练，得到目标机理模型。

其中，目标机理模型中包含未知模型参数的最优解。

具体地，过程模拟模块将多组历史生产数据代入到初始机理模型中，通过迭代优化获取未知模型参数的最优值，并将未知模型参数的最优值代入到初始机理模型中，得到目标机理模型。

在一种可能的实现方式中，目标机理模型可以以机理模型文件的形式进行存储，其中，机理模型文件中部件包括目标机理模型的参数的最优解，并且还包括表示目标机理模型的联立方程式。也即，目标机理模型是白盒模型。操作人员可以通过机理模型文件查看目标机理模型的逻辑表达式，使得目标机理模型的构建过程的理论更加清晰。

应理解，在得到目标机理模型之后，还可以利用另外的多组历史生产数据代入目标机理模型，对目标机理模型的参数进行校验，以确保目标机理模型的准确性。

应理解，在将多组历史生产数据代入到初始机理模型之前，过程模拟模块还可以对获取到的多组历史生产数据进行数据整理，例如剔除这些历史生产数据中的异常值、对这些历史生产数据进行标准化处理等。

S208、仿真生成精馏塔装置的当前生产过程数据。

具体地，仿真模块通过仿真生成精馏塔装置的当前生成过程数据。例如运行SIMIT软件的模块可以仿真生成进料阀的当前开度、流量进出、回流泵的启停等当前生产过程数据。

在本申请的一种实现方式中，仿真模块可以基于经由人机交互界面接收到的用户输入数据，仿真生成精馏塔装置的当前生产过程数据。

具体地，在实际操作过程中，操作用户可以经由人机交互界面（例如SIMIT操作界面），输入控制目标设定值，例如，每小时进料量、塔内目标液位值等，仿真模块基于用户输入的控制目标设定值，仿真生成精馏塔的当前生产过程数据，例如上文提及的进料阀的当前开度、流量进出、回流泵的启停等当前生产过程数据。

S210、基于当前生产过程数据调用目标机理模型，生成当前生产过程数据对应的产品质量相关数据。

例如，仿真模块可以与过程模拟模块通信连接，具体地与目标机理模型建立通信连接。例如，仿真模块可以通过OPC（OLE for Process Control）协议与目标机理模型建立通信连接。在仿真生成当前生产过程数据之后，将当前生产过程数据发送至目标机理模型，目标机理模型根据当前生产过程数据计算产品质量相关数据，例如产品成分、产量、精馏塔内的温度变化、塔内回流量等。此后，将产品质量相关数据发送至仿真模块，以便操作人员可以通过仿真模块了解预测结果。由于目标机理模型是基于多组历史生产数据和对应的产品质量相关数据训练得到的，其掌握了过程生产数据与产品质量相关数据之间的内在关联，由此可以更为准确地预测产品质量。同时，通过模拟和预测精馏过程，为精馏塔装置的控制方案提供模拟和仿真，进而为操作人员提供操作指导，以便操作人员调整相应的控制策略，实现精馏塔的稳定运行，提高产品质量，并且，由于避免实际操作过程中因多次重复试验所造成的原材料、能源等消耗，提高了试验的经济性，降低了成本并提高了效率。

基于图2所示的实施例，在本申请的一种实施例中，所述方法还包括：在人机交互界面上显示用户输入数据、当前生成过程数据和当前生成过程数据对应的产品质量相关数据。

具体地，仿真模块可以将接收到的产品质量相关数据与用户输入数据、当前生成过程数据对应地显示在人机交互界面上，以便操作人员直观地观察预测结果。例如，操作人员可以通过人机交互界面观察生产过程中的生产参数的设置、生产过程中的操作和调节的过程，为操作人员提供操作指导，以便操作人员调整相应的控制策略，实现精馏塔的稳定运行，提高产品质量。

基于图2所示的实施例，在本申请的一种实施例中，所述方法还包括：根据当前生产过程数据对应的产品质量相关数据，调整生产过程数据。

具体地，仿真模块在接收到当前生产过程数据对应的产品质量相关数据之后，自动调整生产过程数据，帮助操作人员快速掌握精馏塔的操作过程，同时还可以为操作人员提供操作指导，以便操作人员调整相应的控制策略，实现精馏塔的稳定运行。

基于图2所示的实施例，在本申请的一种实施例中，所述方法还包括：获取在精馏塔装置的工艺和/或工况发生改变时的生产过程数据和与生产过程数据对应的产品质量相关数据，作为新的历史生产数据；基于新的历史生产数据，校正目标机理模型的参数的最优解。

具体地，在精馏塔装置的工艺和/或工况发生改变时，生产过程数据和对应的产品质量相关数据会发生相应的变化，先前训练的目标机理模型可能无法准确地模拟和预测精馏过程，此时，可以获取在精馏塔装置的工艺和/或工况发生改变时的生产过程数据和与生产过程数据对应的产品质量相关数据，作为新的历史生产数据，对目标机理模型的参数的最优解进行修正，使得目标机理模型能够准确地模拟和预测精馏过程，从而可以更为准确地预测产品质量，为操作人员提供操作指导，以便操作人员调整相应的控制策略，实现精馏塔的稳定运行，提高产品质量。

为了便于更清楚地理解本申请的技术方案，下面结合图4通过具体示例对图2的具体过程进行详细说明。

如图4所示，在框403中对来自框401的物料的物性数据（也称为物性参数）和来自框402的精馏塔装置的PFD图和物理数据进行数据整理。

在框404中，gPROMS软件基于数据整理后的物料的物性数据、精馏塔装置的PFD图和物理数据创建初始机理模型。

在框405中，gPROMS软件利用来自框406的DCS历史生产数据和对应的产品质量相关数据对初始机理模型进行训练和验证，得到框407中的机理模型文件。

在框408中SIMIT仿真平台调用机理模型文件进行模型预测，并将模型预测结果显示在框409的SIMIT仿真平台提供的框410的操作员界面上进行显示，以便操作人员直观地观察预测结果。

本示例中，通过gPROMS软件对精馏塔装置建立初始机理模型，模拟和预测精馏过程，使用来自DCS系统的历史生产数据对初始机理模型进行训练和验证，得到机理模型文件。此后将机理模型文件与SIMIT自动化仿真平台建立通信连接。在实际操作过程中，操作人员可以通过SIMIT操作画面，输入控制目标设定值，并观察预测结果。也即，通过使用gPROMS软件和SIMIT自动化仿真平台进行结合来建立目标机理模型，模拟和仿真精馏过程，从而实现对对精馏塔装置的产品质量进行准确的测量，以及为操作人员提供操作指导，以便操作人员调整相应的控制策略，实现精馏塔的稳定运行，提高了产品质量，降低了能耗。

图5是本申请实施例提供的一种用于对精馏塔装置的操作进行模拟的装置的结构示意图。该装置50用于执行前述方法实施例提供的用于对精馏塔装置的操作进行模拟的方法。如5所示，该装置50包括：过程模拟模块501和仿真模块502。

过程模拟模块501，被配置成：建立精馏塔装置的初始机理模型，初始机理模型为包括未知模型参数的函数；获取精馏塔装置的多组历史生产数据，其中，每组历史生产数据包括历史生产过程数据和对应的产品质量相关数据；基于多组历史生产数据对初始机理模型进行训练，得到目标机理模型，其中，目标机理模型中包含未知模型参数的最优解；

仿真模块502，被配置成：仿真生成精馏塔装置的当前生产过程数据；以及基于当前生产过程数据调用目标机理模型，生成当前生产过程数据对应的产品质量相关数据。

其中，过程模拟模块501可以通过运行gPROMS软件实现，仿真模块502可以通过运行SIMIT仿真软件实现。

在一种可能的实现方式中，仿真模块502可以独立地生成精馏塔装置的当前生产过程数据。也即，仿真模块502还被配置成具有过程控制器（例如，PID控制器或逻辑控制器）的功能，仿真模块502可以独立地仿真生成精馏塔装置的当前生产过程数据。

在另一种可能的实现方式中，仿真模块502与过程控制器通过第二通信协议与过程控制器进行数据交换来生成当前生成过程数据。具体地，参照图6，图6是本申请实施例提供的一种用于对精馏塔装置的操作进行模拟的装置的网络架构图。如图6所示，图6中仿真模块502通过第二通信协议与其仿真单元5021和5022（例如，进料阀、加热泵等）通信连接，运行有过程控制器601（例如，PID控制器或逻辑控制器）的SIMATIC PCS7/Wincc和/或 SIMATIC PCS 7/SIMATIC S7获取仿真单元5021和5022的当前数据，然后根据仿真单元5021和5022的当前数据生成用于控制仿真单元5021和5022的控制指令，以使向SIMIT仿真模块502生成当前生成过程数据。其中，第二通信协议可以包括PROFIBUS DP协议或PROFINET IO协议等。

应理解，过程模拟模块501和仿真模块502可以在同一终端设备上实现，也可以在不同的终端设备上实现。

在本申请的一种可能实现方式中，仿真模块502通过第一通信协议与过程模拟模块501建立通信连接；

仿真模块502，具体被配置为：

仿真生成精馏塔装置的当前生产过程数据；

将当前生成过程数据通过第一通信协议发送至过程模拟模块501，以由过程模拟模块501基于当前生产过程数据生成当前生产过程数据对应的产品质量相关数据；

通过第一通信协议接收当前生成过程数据对应的产品质量相关数据。

其中，第一通信协议可以包括OPC协议，仿真模块502与过程模拟模块501之间通过OPC协议进行数据交换。如图6所示，为了便于说明，过程模拟模块501和仿真模块502被分开示出。仿真模块502与过程模拟模块501通过OPC协议进行数据交换。

在本申请的一种可能实现方式中，装置还包括人机交互界面。

仿真模块502具体被配置为：基于经由人机交互界面接收到的用户输入数据，仿真生成精馏塔装置的当前生产过程数据。

其中，人机交互界面也可以通过运行SIMIT仿真软件来实现。

在本申请的一种可能实现方式中，仿真模块502进一步被配置成：

根据当前生产过程数据对应的产品质量相关数据，调整生产过程数据。

在本申请的一种可能实现方式中，仿真模块502，进一步被配置成：

在人机交互界面上显示用户输入数据、当前生成过程数据和当前生成过程数据对应的产品质量相关数据。

在本申请的一种可能实现方式中，过程模拟模块501，进一步被配置成：

获取在精馏塔装置的工艺和/或工况发生改变时的生产过程数据和与生产过程数据对应的产品质量相关数据，作为新的历史生产数据；

基于新的历史生产数据，校正目标机理模型的参数的最优解。

在本申请的一种可能实现方式中，过程模拟模块501，进一步被配置成：

获取精馏塔装置的工艺参数和待输入物料的物性参数；

基于精馏塔装置的工艺参数和待输入物料的物性参数，建立精馏塔装置的初始机理模型。

在本申请的一种可能实现方式中，过程模拟模块501，进一步被配置成：

基于精馏塔装置的工艺参数和待输入物料的物性参数，建立物料平衡模型和能量平衡模型；

基于物料平衡模型和能量平衡模型，建立精馏塔装置的初始机理模型。

本实施例提供的用于对精馏塔装置进行模拟的装置用于实现前述多个方法实施例中相应的用于对精馏塔装置进行模拟的方法，并具有相应的方法实施例的有益效果，在此不再赘述。此外，本实施例的用于对精馏塔装置进行模拟的装置中的各个模块的功能实现均可以参考前述方法实施例中的相应部分的描述，在此不再赘述。

本实施例提供的工业网络通信方法由前述多个系统实施例中相应的工业网络通信系统执行，并具有相应的系统实施例的有益效果，在此不再赘述。此外，本实施例的工业网络通信方法的各步骤可以参考前述系统实施例中的相应部分的描述，在此不再赘述。

上文通过附图和优选实施例对本发明进行了详细展示和说明，然而本发明不限于这些已揭示的实施例，基与上述多个实施例本领域技术人员可以知晓，可以组合上述不同实施例中的代码审核手段得到本发明更多的实施例，这些实施例也在本发明的保护范围之内。