

操作行为记录管理的机器试探式学习方法、系统和设备

技术领域

本发明涉及操作行为记录管理的机器试探式学习方法、系统和设备。

背景技术

操作行为记录管理系统的核心是积累人或机器在各类情景下的操作经验，归纳、总结出最优秀经验用来指导人或机器在该类情景下的操作，从而达到整体提升的目的。

但工业领域内有大量的自动化设备，数十年保持出厂设置，无人操作；在公共场所的设备，由于管理成本问题，长期无人调整。上述情况长期大量存在，没有做出合理优化，既影响产能提升，也形成能耗浪费，给自动化向智能化的发展，构筑了障碍。

发明内容

本发明提供了操作行为记录管理的机器试探式学习方法、系统和设备。本发明是一种增强操作行为记录管理方法、系统和设备功能的机器试探式自操作自学习的方法、系统和设备，是建立在一类操作行为记录管理系统基础上，与该类操作行为记录管理系统一起为操作行为记录管理系统产生新的操作行为记录。

本发明所述的操作行为记录管理系统是指一类智能化系统的落地场景，这类操作行为记录管理系统，针对工业领域、服务领域的具体落地场景，提炼出了三类数据理论和具体解决方案。本发明提供了操作行为记录管理的机器试探式学习方法、系统和设备，通过随机算法选择一个或多个操作数据维度，在所选操作数据维度的安全区间内，随机产生一个值，形成所选操作数据维度的新操作数据，设备自动执行新操作数据，进入试探式工作状态，然后由本发明对基础工况数据、新操作数据及其产生的评价数据进行自学习。本发明解决了自动化产线、无人值守设备的操作经验积累问题，为操作行为记录管理方法、系统和设备在这些领域应用提供了增强技术支持，同时，本发明还解决了操作行为记录管理方法、系统和设备的操作行为记录创新问题，使操作行为记录管理方法、系统和设备突破历史数据的限制，向更高级的自操作自学习方向优化演进。

其中，所述方法包括：

建立操作数据的安全区间；通常自动化产线、无人值守设备出厂时对可以操作和/或设置的参数都有允许的安全区间；

设置约束条件和试探结束条件。设置对应的应用场景的约束条件，尤其是涉及安全或国家标准（如排放标准）的约束条件；对所述约束条件，尤其是涉及安全或国家标准（如排放

标准)的约束条件,设置应急方案;

试探流程:从系统获取当前基础工况数据、操作数据和应急方案。所述操作数据包括至少一个操作维度;如果没有应急方案只需获取操作数据;通过随机算法选择至少一个操作维度,在所选操作维度的安全区间内,随机产生一个值,形成所选操作维度的新操作数据,设备自动执行新操作数据,进入试探式工作状态;

检查约束条件,如果不符合约束条件且设置有应急方案的,启动应急方案;

工况稳定后,如果试探式工作状态未改变,对基础工况数据、新操作数据及其评价数据进行自学习,产生新操作行为记录;

如果未触发试探结束条件,则进入下一次试探流程;如果触发试探结束条件,则结束试探式自学习状态。

通过随机获取新的操作数据,并对操作数据仿真,从而获取足够多的样本,当将该方法应用于实际生产时,能够根据实时的生产状况,给出安全可靠的操作数据。

本申请中,基础工况数据表示外来输入、外部环境、生产计划等生产过程中现实存在的、不可改变或不太适合改变的、对生产过程和结果有影响的一类因素;代表人对生产过程的干预,如机台的配置、工人对设备的操控动作等。

进一步的,所述约束条件包括优化目标的前提条件、合规约束、操作数据的负面清单;

所述优化目标的前提条件是指系统需要在保障前提条件的情况下实现优化目标,如在产品质量达标的前提下降低能耗;

所述合规约束是指由基础工况数据和操作引起的各种结果评价数据中,出现违反国家标准、影响产品质量达标、对后续工艺流程有不良影响的情况;

所述操作数据的负面清单是指因设备安全、人员安全等原因应该禁止的、危险的操作行为。

进一步的,在设置约束条件时,还设置隔离条件,所述隔离条件比约束条件更加严格;当进入试探工作状态,且触发隔离条件时,则操作退回到上一个操作数据。

所述应急方案包括操作数据的预设值和报警方式;当启动所述应急方案时,所述操作数据改为预设值,并触发报警。

进一步的,所述试探结束条件包括基础工况数据覆盖率达到预定比例。

进一步的,所述结束条件包括同一个基础工况数据下的操作维度数量达到预设值。

进一步的,所述结束条件包括新操作维度的操作结果达到预期效果。

进一步的,由基础工况数据和操作数据产出的评价数据,所述评价数据包括优化目标值或具有约束作用的结果值。

进一步的，所述评价数据比记录中同一基础工况数据下其它操作数据对应的的评价数据较优，则对操作行为记录更新。

操作行为记录管理的机器试探式学习系统，包括：基础工况数据采集模块、操作数据采集模块、评价数据采集模块和数据分析模块；

所述基础工况数据采集模块采集基础工况数据，并传送到所述数据分析模块；

所述操作数据采集模块采集设备的操作数据，并传送到所述数据分析模块；

所述评价数据采集模块采集或者计算评价数据，并传送到所述数据分析模块；

所述数据分析模块预存有：对应的基础工况数据、操作数据、评价数据和应急方案；约束条件、隔离条件和试探结束条件；操作数据的安全区间；

所述数据分析模块在操作数据的安全区间内随机生成新的操作数据，并进入试探式工作状态；通过检查约束条件，如果不符合约束条件且设置有应急方案的，启动应急方案；工况稳定后，如果试探式工作状态未改变，对基础工况数据、新操作数据及其评价数据进行自学习，产生新操作行为记录；如果未触发试探结束条件，则进入下一次试探流程；如果触发试探结束条件，则结束试探式自学习状态。

操作行为记录管理的机器试探式学习设备，包括基础工况数据采集装置、操作数据采集装置、评价数据采集装置和数据分析装置；

所述基础工况数据采集装置采集基础工况数据，并传送到所述数据分析装置；

所述操作数据采集装置采集设备的操作数据，并传送到所述数据分析装置；

所述数据分析装置预存有：对应的基础工况数据、操作数据、评价数据和应急方案；约束条件、隔离条件和试探结束条件；操作数据的安全区间；

所述数据分析装置在操作数据的安全区间内随机生成新的操作数据，并进入试探式工作状态；通过检查约束条件，如果不符合约束条件且设置有应急方案的，启动应急方案；工况稳定后，如果试探式工作状态未改变，对新操作数据及其评价数据进行学习，产生新操作行为记录；如果未触发试探结束条件，则进入下一次试探流程；如果触发试探结束条件，则结束试探式自学习状态。

由上述对本发明的描述可知，和现有技术相比，本发明提出的操作行为记录管理的机器试探式学习方法、系统和设备具有如下优点：

1、本发明解决了自动化产线、无人值守设备的操作经验积累问题，为操作行为记录管理方法、系统和设备在这些领域应用提供了增强技术支持；

2、本发明解决了操作行为记录管理方法、系统和设备的操作行为记录创新问题，使操作行为记录管理方法、系统和设备突破历史数据的限制，向更高级的自操作自学习方向优化演

进。

附图说明

此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解，构成本发明的一部分，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。

其中：

图 1 是本发明的实施例 32 的附图；

图 2 是本发明的实施例 57 的附图；

图 3 是本发明的实施例 58 的附图；

图 4 是本发明的实施例 59 的附图一；

图 5 是本发明的实施例 59 的附图二；

图 6 是本发明的实施例 70 的附图；

图 7 是本发明的实施例 71 的附图；

图 8 是本发明的实施例 75 的附图；

图 9 是本发明的实施例 78 的附图；

图 10 是本发明的实施例 88 的附图；

图 11 是本发明的实施例 89 的附图；

图 12 是本发明的实施例 90 的附图；

图 13 是本发明的实施例 91 的附图；

图 14 是本发明的实施例 94 的附图；

图 15 是本发明的实施例 97 的附图一；

图 16 是本发明的实施例 97 的附图二；

图 17 是本发明的实施例 97 的附图三；

具体实施方式

为了使本发明所要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚、明白，以下结合附图和实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

实施例 1：

操作行为记录管理的机器试探式学习方法，所述方法的步骤包括：

S10：建立操作数据的安全区间；通常自动化产线、无人值守设备出厂时对可以操作和/或设置的参数都有允许的安全区间；

S20：设置约束条件、隔离条件和试探结束条件；设置对应的应用场景的约束条件，尤其

是涉及安全或国家标准（如排放标准）的约束条件；所述安全隔离条件比约束条件更加严格，在一些场景中，无需设置隔离条件；所述结束条件包括新操作维度的操作结果达到预期效果；

S30：设置应急方案；对所述约束条件，尤其是涉及安全或国家标准（如排放标准）的约束条件，设置应急方案，所述应急方案包括操作数据的预设值和报警方式，在一些场景中，无需设置应急方案；

S40：从智能优化系统获取当前基础工况数据、操作数据和应急方案，所述操作数据包括多个操作维度；如果没有应急方案只需获取操作数据；

S50：通过随机算法选择一个操作维度或者多个操作维度，在所选操作维度的安全区间内，随机产生一个值，形成所选操作维度的新操作数据，写入设备的 PLC 或 DCS，设备自动执行新操作数据，进入试探式工作状态；

S60：检查约束条件和隔离条件，如果不符合约束条件，启动应急方案，所述操作数据改为预设值，并触发报警；如果达到隔离条件，则操作维度退回上一个值；

S70：工况稳定后，如果试探式工作状态未改变，系统将对基础工况数据、新操作维度及其评价数据进行学习，产生新操作行为记录；

S80：如果未触发试探结束条件，跳转到 S40，进入下一次试探流程；如果触发试探结束条件，则结束试探式自学习状态。

实施例 2：

操作行为记录管理的机器试探式学习系统，采用实施例一的方法，包括：基础工况数据采集模块、操作数据采集模块、评价数据采集模块和数据分析模块；

所述基础工况数据采集模块采集基础工况数据，并传送到所述数据分析模块；

所述操作数据采集模块采集设备的操作数据，并传送到所述数据分析模块；

所述评价数据采集模块采集或者计算评价数据，并传送到所述数据分析模块；

所述数据分析模块预存有：对应的基础工况数据、操作数据和应急方案；约束条件和试探结束条件；操作数据的安全区间；

所述数据分析模块在操作数据的安全区间内随机生成新的操作数据，并进入试探式工作状态；通过检查约束条件，如果不符合约束条件且设置有应急方案的，启动应急方案；工况稳定后，如果试探式工作状态未改变，对基础工况数据、新操作数据及其评价数据进行自学习，产生新操作行为记录；如果未触发试探结束条件，则进入下一次试探流程；如果触发试探结束条件，则结束试探式自学习状态。

实施例 3：

操作行为记录管理的机器试探式学习设备，采用实施例一的方法，包括基础工况数据采

集装置、操作数据采集装置、评价数据采集装置和数据分析装置；

所述基础工况数据采集装置采集基础工况数据，并传送到所述数据分析装置；

所述操作数据采集装置采集设备的操作数据，并传送到所述数据分析装置；

所述数据分析装置预存有：对应的基础工况数据、操作数据和应急方案；约束条件和试探结束条件；操作数据的安全区间；

所述数据分析装置在操作数据的安全区间内随机生成新的操作数据，并进入试探式工作状态；通过检查约束条件，如果不符合约束条件且设置有应急方案的，启动应急方案；工况稳定后，如果试探式工作状态未改变，对基础工况数据、新操作数据及其评价数据进行自学习，产生新操作行为记录；如果未触发试探结束条件，则进入下一次试探流程；如果触发试探结束条件，则结束试探式自学习状态。

实施例 4：

将实施例一的操作行为记录管理的机器试探式学习方法应用于公共区域的空调系统，该场景主要有以下属性情况。

基础工况数据：外界温度、外界湿度；

操作数据：主机设定温度、进风模式、进风口风速

优化目标：当前功率越低越好；

约束条件：部署在人员区的传感器获取的温度、湿度、PM2.5 浓度在指定范围内。

本场景的流程：

1、设置操作数据的安全区间：

主机设定温度：21-28 度；

进风模式：1-4；

进风口风速：1-5 级；

2、设置隔离条件：无安全问题，不需要。

3、设置应急方案：无安全问题，不需要。

4、获取主机设定温度、进风模式、进风口风速的当前值，即获取当前基础工况数据；

5、随机选择一个操作维度，在该操作维度的安全区间内随机生成一个新操作数据，写入控制系统，空调系统自动执行新操作数据；

6、等待 10 分钟；

7、学习新的操作数据及其操作结果；

8、检查是否有结束信号，没有则跳转到步骤 4；

9、结束试探式自学习状态。

实施例 5:

将实施例一的操作行为记录管理的机器试探式学习方法应用于某化工自动装置的最优化操作方案。

具体的, 某化工装置的原料为气体的乙烯, 由管道从供应商工厂传入, 其瞬时压力、瞬时流量经常变化, 由于该化工装置是全自动的, 可控制的参数是各阀门开度、加热蒸汽流量, 虽有人值守, 但从不操作。产品是丙醛, 有在线丙醛纯度测点, 优化目标是动态调整各阀门开度和加热蒸汽流量, 提高丙醛纯度。

该场景主要有以下属性情况。

智能优化系统属性:

- 1、基础工况数据: 原料的瞬时压力、瞬时流量、蒸汽温度;
- 2、操作数据: 装置的各阀门开度、加热蒸汽流量;
- 3、优化目标: 在安全生产条件下, 丙醛纯度尽可能高。

本场景流程:

- 1、设置装置的各阀门开度、加热蒸汽流量的上下限, 即安全区间;
- 2、设置反应时长。
- 3、设置约束条件、应急方案和和试探结束条件: 反应罐液面高度在设定的上下限内, 罐内压力在设定的上下限内; 应急方案: 发出报警, 由技工处置; 所述试探结束条件为丙醛纯度达到预期;
- 4、从智能优化系统获取装置的各阀门的当前开度和加热蒸汽的当前流量, 即当前基础工况数据;
- 5、随机选择一个操作维度, 在操作维度的上下限内随机生成新操作维度, 下发到 DCS 系统, 设备自动执行;
- 6、根据等待时长等待反应结束, 期间检测应急触发条件, 如果应急触发条件成立, 启动应急方案措施;
- 7、如果当前生产状况稳定, 则学习基础工况数据、新操作维度及其评价数据;
- 8、检查是否有结束信号, 没有则跳转到 4。
- 9、结束试探式自学习状态。

实施例 6:

将实施例一的操作行为记录管理的机器试探式学习方法应用于化学实验室的产品最佳配置方案。

传统的, 完成一项产品的最佳配置方案, 需要研究人员做 1-2 年的连续实验, 本场景需

要快速、自动获取最佳配置方案。

本场景的人工流程为：

- 1、原料种类是确定的，加入容器的次序是确定的。
- 2、研究人员研究出一种原料配比方案。
- 3、按原料配比方案对原料自动称重并加入到容器中。
- 4、自动检测反应后的成分。
- 5、记录结果，分析是否达到预期，达到预期转 6，否则转 2。
- 6、结束实验过程。

该场景主要有以下属性情况。

智能优化系统属性：

- 1、基础工况数据：原料列表、各原料成本、加入次序、反应后产物的合格成分标准；
- 2、操作数据：各原料的重量；
- 3、优化目标：在反应后产物符合合格成分标准的前提下，原料总成本尽可能低。

本场景流程：

- 1、设置各原料重量的上下限；
- 2、设置反应时长；
- 3、设置约束条件、应急方案和和试探结束条件；约束条件：容器压力大于 2.5KPa；应急方案：开启泄压阀、发出报警；试探结束条件：总成本达到预期；
- 4、从智能优化系统获取上一次原料配比方案（首次则获取初始原料配比方案）；
- 5、随机选择一种原料，在该原料的上下限内随机生成新的数据值，用该值替换上一次原料配比方案中该原料的原数据值，作为新原料配比方案，下发到 DCS 系统；
- 6、根据等待时长等待反应结束，期间检测约束条件，如果约束条件成立，启动应急方案，如果实验反映稳定，则学习基础工况数据、新的操作数据及其评价数据；
- 7、检查是否有结束信号，没有则跳转到 4。
- 8、结束试探式自学习状态。

实施例 7：煤炭气化炉控制

应用于煤炭气化流程中，该场景的流程为：

煤炭气化是煤炭的一个热化学加工过程，它是以煤或煤焦为原料，以氧气（空气、富氧或工业纯氧）、水蒸气作为气化剂，在高温高压下通过化学反应将煤或煤焦中的可燃部分转化为可燃性气体的工艺过程，生成的可燃性气体以一氧化碳、氢气及甲烷为主要成分。气化时所得的可燃气体成为煤气，对于做化工原料用的煤气一般称为合成气，进行气化的设备称

为煤气发生炉或气化炉。煤炭气化炉可控制的参数有加氧量、燃料层厚度、供风量、风压、炉内温度、炉出口压力、气化剂用量，优化目标是气化效率越高越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：煤种、煤炭含水量、煤的结渣性、煤的反应性、煤炭粒度、煤的灰熔点、煤的挥发分、煤的灰分、环境温度；

操作数据：加氧量、燃料层厚度、供风量、风压、炉内温度、炉出口压力、气化剂用量；

优化目标：气化效率越高越好；

优化约束条件：合成气质量满足配置值；

本场景的流程：

- 1、设置加氧量、燃料层厚度、供风量、风压、饱和温度、炉出口压力、气化剂用量的上下限，即安全区间。
- 2、设置反应时长。
- 3、设置隔离限制条件：合成气质量在设定的上下限内；
- 4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 5 次试探结果都高于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取加氧量、燃料层厚度、供风量、风压、饱和温度、炉出口压力、气化剂用量的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测隔离限制条件，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 8：甲醇合成塔控制

应用于合成气制甲醇流程中，该场景的流程为：

以水煤浆制取合成气，在变换催化剂作用下经水气变换，进入甲醇合成塔，在甲醇合成催化剂作用下合成甲醇。煤与空气中的氧气在煤气化炉内制得高 CO 含量的粗煤气，经高温变换将 CO 变换为 H_2 来实现甲醇合成时所需的氢碳比，经净化工序将多余的 CO_2 和硫化物脱除后即是甲醇合成气。由于煤制甲醇碳多氢少，必需从合成塔的放气中回收氢来降低煤耗和能耗。回收的氢气与净化后的合成气配得生产甲醇所需的合成。甲醇合成塔可控制的参数有合成压

力、原料气氢碳比、空速、催化剂用量、反应温度，优化目标是甲醇产出率越高越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：催化剂性质、原料气组分、入塔温度、原料气催化剂毒物含量、热点温度；

操作数据：合成压力、原料气氢碳比、空速、催化剂用量、反应温度；

优化目标：甲醇产出率越高越好；

优化约束条件：甲醇成分满足配置值；

本场景的流程：

- 1、设置合成压力、原料气氢碳比、空速、催化剂用量的上下限，即安全区间。
- 2、设置反应时长。
- 3、设置隔离限制条件：甲醇成分在设定的上下限内。
- 4、设置应急触发条件：合成塔运行参数均在设定的上下限内。
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 10 次试探结果都高于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取合成压力、原料气氢碳比、空速、催化剂用量的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 9：氨合成塔控制

应用于煤化工中的氨合成流程中，该场景的流程为：

氨合成反应主要是将前段煤炭气化产生的 H_2 、 N_2 在合成塔内进行合成反应。在一定的热力学和动力学条件下，将原料气按比例混合，在高温、高压条件下合成产生氨气。合成氨的生成过程基本上可分为 3 个步骤：原料气的制备；原料气的净化；氨的合成：利用固体燃料（焦炭或煤）的燃烧将水蒸气分解，将空气中的氧与焦炭或煤反应而制得氮气、氢气、一氧化碳、二氧化碳等的气体混合物。将净化后的氢、氮混合气经压缩后，在铁催化剂与高温条件下合成氨。氨合成塔可控制的参数有合成温度、合成压力、空气流量，优化目标是氨产出率越高越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：原料气氢氮比、催化剂性质、原料气甲烷含量、入塔气温度、触媒寿命；

操作数据：合成温度、合成压力、空气流量；

优化目标：氨产出率越高越好；

优化约束条件：产出氨质量满足配置值；

本场景的流程：

1、设置合成温度、合成压力、空气流量的上下限，即安全区间。

2、设置反应时长。

3、设置隔离限制条件：产出氨质量在设定的上下限内。

4、设置应急触发条件：合成塔运行参数均在设定的上下限内。

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 5 次试探结果都高于当前最优操作知识的结果；

7、获取合成温度、合成压力、空气流量的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 10：甲醇制烯烃反应器控制

应用于甲醇制烯烃流程中，该场景的流程为：

原料煤经过粉碎预处理后，进入煤气化炉内与氧气进行不完全氧化反应，得到半水煤气水煤气，通过氧化锌脱硫剂进行湿法脱硫后，通过一氧化碳与水反应调整碳氢比例，使变换气碳氢为一定比例后送入甲醇合成回路。置换气经过成气压缩机加压至一定压力后进入合成塔，在温度及铜基催化剂的作用下反应，产物经过双塔精馏，得到甲醇。

甲醇通过 MTG、MTP 工艺制取乙烯或丙烯。进一步送聚酯工段，得到聚乙烯等高分子材料。甲醇制烯烃反应器可控制的参数有反应温度、反应压力、反应停留时间、空速、催化剂用量，优化目标是甲醇转化率越高越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：原料碳氢比、催化剂性质；

操作数据：反应温度、反应压力、反应停留时间、空速、催化剂用量；

优化目标：甲醇转化率越高越好；

优化约束条件：产出烯烃质量参数满足配置值；

本场景的流程：

1、设置反应温度、反应压力、反应停留时间、空速、催化剂用量的上下限，即安全区间。

2、设置反应时长。

3、设置隔离限制条件：产出烯烃质量参数在设定的上下限内。

4、设置应急触发条件：反应器运行参数均在设定的上下限内。

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 5 次试探结果都高于当前最优操作知识的结果；

7、获取反应温度、反应压力、反应停留时间、空速、催化剂用量的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 11：醋酸反应器控制

应用于醋酸反应流程中，该场景的流程为：

煤与空分的 O_2 在气化炉内制得 CO 、 H_2 含量较高的粗煤气，出气化炉的粗煤气分为 3 股：经水蒸气变换，将部分 CO 变换为 H_2 ，来实现甲醇合成时的氢碳比；与另一股粗煤气（配气）混合，经热回收后进入净化工序，将多余的 CO_2 和硫化物脱除后，即是甲醇合成原料气，合成后的粗甲醇精制得产品甲醇；第三股粗煤气经热回收、净化后，分离出 CO 作为合成醋酸的原料气，精甲醇与 CO 在催化剂作用下合成醋酸，精制后得产品醋酸。醋酸反应器可控制的参数有反应温度、反应压力、反应时间、空速、催化剂用量，优化目标是甲醇转化率越高越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：原料进入温度、催化剂性质、原料气成分、氧醇比；

操作数据：反应温度、反应压力、反应时间、空速、催化剂用量；

优化目标：甲醇转化率越高越好；

优化约束条件：醋酸质量参数满足配置值；

本场景的流程：

- 1、设置反应温度、反应压力、反应时间、空速、催化剂用量的上下限，即安全区间。
- 2、设置反应时长。
- 3、设置隔离限制条件：醋酸质量参数在设定的上下限内。
- 4、设置应急触发条件：反应器运行参数均在设定的上下限内。
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 5 次试探结果都高于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取反应温度、反应压力、反应时间、空速、催化剂用量的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 12：氧化制甲醛反应器控制

应用于甲醇氧化制甲醛反应流程中，该场景的流程为：

当甲醇、空气和水蒸气的原料混合气按一定配比进入反应器（氧化器）时，在催化剂（银/铁-钼催化剂）上发生氧化反应和脱氢反应，使甲醇在一定条件下转化成甲醛。甲醛反应器可控制的参数有反应温度、反应压力、反应时间、空速、催化剂用量，优化目标是甲醇转化率越高越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：原料气成分、催化剂性质、原料进入温度、氧醇比；

操作数据：反应温度、反应压力、反应时间、空速、催化剂用量；

优化目标：甲醇转化率越高越好；

优化约束条件：甲醛质量参数满足配置值；

本场景的流程：

- 1、设置反应温度、反应压力、反应时间、空速、催化剂用量的上下限，即安全区间。
- 2、设置反应时长。
- 3、设置隔离限制条件：甲醛质量参数在设定的上下限内。
- 4、设置应急触发条件：反应器运行参数均在设定的上下限内。
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 5 次试探结果都高于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取反应温度、反应压力、反应时间、空速、催化剂用量的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 13：炼焦配煤控制

应用于煤炭焦化流程中，该场景的流程为：

煤焦化又称煤炭高温干馏，是以煤为原料，在隔绝空气条件下，经高温干馏生产焦炭，同时获得煤气、煤焦油并回收其它化工产品的一种煤转化工艺。炼焦配煤过程可控制的参数有配煤比、配煤温度，优化目标是配煤方案单位成本越低越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：煤种、煤质（煤的反应性、挥发分、灰分等参数）、煤炭粒度、车间环境温度、捣固密度；

操作数据：配煤比、配煤温度；

优化目标：配煤方案单位成本越低越好；

优化约束条件：焦炭质量参数满足配置值；

本场景的流程：

- 1、设置配煤比、焦炉炉温的上下限，即安全区间。
- 2、设置反应时长。
- 3、设置隔离限制条件：焦炭质量参数在设定的上下限内。

- 4、设置应急触发条件：焦炉运行参数均在设定的上下限内。
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 5 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取配煤比、配煤温度的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 14：废水处理控制

应用于煤化工废水处理流程中，该场景的流程为：

煤化工产生的废水主要有焦化废水、气化废水和液化废水。煤化工废水按照物化预处理-生化处理-深度处理的流程进行处理。

物化预处理：除油-脱酚（有效回收酚类）-脱氨（完成对氨的回收）-絮凝沉淀（去除悬浮物）-多元微电解填料（降毒、脱色、强化絮凝并改善废水的可生化性）；

生化处理：利用微生物的新陈代谢使有机污染物转化为二氧化碳、水等无害物质；

深度处理主要用于去除水中残存的悬浮物；脱色、除臭，使出水澄清，进一步降低 BOD、COD 等，水质进一步稳定，进一步脱氮除磷，消除能够导致水体富营养化的因素，杀菌消毒，去除水中的有毒物质。废水处理过程可控制的参数有各处理剂的投放量、投放时间、废水处理设备参数设置（水阀流量、风机转速、压缩机转速等），优化目标是废水处理单位电耗越低越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：水量、废水成分（COD、氨氮含量、无机污染物含量、油蜡类物质含量等）、废水酸碱度、环境温度；

操作数据：各处理剂的投放量、投放时间、废水处理设备参数设置（水阀流量、风机转速、压缩机转速等）；

优化目标：废水处理单位电耗越低越好；

优化约束条件：处理后废水指标满足配置值；

本场景的流程：

- 1、设置各处理剂的投放量、投放时间、废水处理设备参数设置（水阀流量、风机转速、压缩机转速等）的上下限，即安全区间。
- 2、设置反应时长。
- 3、设置隔离限制条件：废水指标 COD（化学需氧量）、氨氮量、色度和浊度参数在设定的上下限内。
- 4、设置应急触发条件：废水处理设备运行参数均在设定的上下限内。
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 5 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取各处理剂的投放量、投放时间、废水处理设备参数设置（水阀流量、风机转速、压缩机转速等）的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 15：烟气脱硫控制

应用于煤化工烟气脱硫流程中，该场景的流程为：

煤化工烟气脱硫技术主要利用各种碱性的吸收剂或吸附剂捕集烟气中的二氧化硫，将之转化为较为稳定且易机械分离的硫化合物或单质硫，从而达到脱硫的目的。烟气脱硫过程可控制的参数有循环泵状态、石膏浆液 PH，优化目标是循环泵单位耗电量越低越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：锅炉负荷、原烟气流量、原烟气硫含量、烟气酸碱度、环境温度；

操作数据：循环泵状态、石膏浆液 PH；

优化目标：循环泵单位耗电量越低越好；

优化约束条件：处理后烟气 SO₂ 参数满足配置值；

本场景的流程：

- 1、设置循环泵状态、石膏浆液 PH 的上下限，即安全区间。
- 2、设置反应时长。
- 3、设置隔离限制条件：SO₂ 参数在设定的上下限内。

- 4、设置应急触发条件：废气处理设备运行参数均在设定的上下限内。
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 10 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取循环泵状态、石膏浆液 PH 的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 16：烟气除尘控制

应用于煤化工烟气除尘流程中，该场景的流程为：

电除尘主要用于烟气净化处理，烟气通过电除尘器主体结构前的烟道时，使其烟尘带正电荷，然后烟气进入设置多层阴极板的电除尘器通道。由于带正电荷烟尘与阴极电板的相互吸附作用，使烟气中的颗粒烟尘吸附在阴极上，定时打击阴极板，使具有一定厚度的烟尘在自重和振动的双重作用下跌落在电除尘器结构下方的灰斗中，从而达到清除烟气中的烟尘的目的。烟气除尘过程可控制的参数有电压极限（设置值）、电流极限（设置值）、供电方式、脉冲供电时长、脉冲供电间隔，优化目标是电除尘设备单位电耗越低越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：煤炭的种类、原烟气流量、原烟气粉尘浓度；

操作数据：电压极限（设置值）、电流极限（设置值）、供电方式、脉冲供电时长、脉冲供电间隔；

优化目标：电除尘设备单位电耗越低越好；

优化约束条件：粉尘排放浓度参数满足配置值；

本场景的流程：

- 1、设置电压极限（设置值）、电流极限（设置值）、供电方式、脉冲供电时长、脉冲供电间隔的上下限，即安全区间。
- 2、设置反应时长。
- 3、设置隔离限制条件：粉尘排放浓度参数在设定的上下限内。
- 4、设置应急触发条件：废气处理设备运行参数均在设定的上下限内。

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 20 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取电压极限（设置值）、电流极限（设置值）、供电方式、脉冲供电时长、脉冲供电间隔的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 17：原油脱盐脱水控制

应用于原油脱盐脱水系统中，该场景的流程为：

原油进厂后第一步就要脱盐脱水，具体做法为加入少量的水（约 5%）充分混合，使盐全部溶于水中，然后加入破乳剂，在一定条件下（加温加压），在电场作用下使水滴变大而得到沉降分离。脱盐和脱水是同时进行的。原油脱盐设备可控制的参数有脱盐温度、操作压力、破乳剂用量，产品是脱盐脱水后的原油，优化目标是脱盐设备单位电耗越低越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：原油含水量、原油含盐量、注水水质、破乳剂种类；

操作数据：脱盐温度、操作压力、破乳剂用量；

优化目标：脱盐设备单位电耗越低越好；

优化约束条件：脱后原油含盐量满足配置值、脱后原油含水量满足配置值。

本场景的流程：

1、设置脱盐温度、操作压力、破乳剂用量的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：脱后原油含盐量、脱后原油含水量在设定的上下限内；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 5 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取脱盐温度、操作压力、破乳剂用量的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测隔离限制条件，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 18：石油常压蒸馏塔控制

应用于石油常压蒸馏系统中，该场景的流程为：

原油经加热炉加热到 360~370℃，进入常压蒸馏塔（塔板数 36~48），在一定的温度下，将水蒸气吹入塔内，调整塔内蒸汽线速度，塔顶操作压力为 0.05Mpa（表压）左右，塔顶得到石脑油馏分。常压蒸馏塔可控制的参数是蒸馏温度、回流比、塔内蒸汽线速度、水蒸气吹入量，优化目标是分馏精确度越高越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：原油含水量、原油含盐量、原油进量、原油进入温度、塔内压力、塔底液面；

操作数据：蒸馏温度、回流比、塔内蒸汽线速度、水蒸气吹入量；

优化目标：分馏精确度越高越好；

优化约束条件：拔出率满足配置值。

本场景的流程：

- 1、设置蒸馏温度、回流比、塔内蒸汽线速度、水蒸气吹入量的上下限，即安全区间。
- 2、设置反应时长。
- 3、设置隔离限制条件：拔出率在设定的上下限内；
- 4、设置应急触发条件：塔内压力、塔底液面在安全范围内；
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置。
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 10 次试探结果都高于当前最优操作知识的结果；

7、获取蒸馏温度、回流比、塔内蒸汽线速度、水蒸气吹入量的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探

数据项退回到上一个值；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 19：石油催化裂化加热炉控制

应用于石油催化裂化系统中，该场景的流程为：

原料油经换热器换热进入加热炉，同时还有来自分馏塔的回炼油，它们按一定的流量进入加热炉，在一定压力下加热后使其具有一定的温度送去催化裂化装置的反应器。加热炉可控制的参数是原料油流动速度、回炼油流动速度、助燃空气流量、加热压力、燃料流量，优化目标是催化裂化加热炉的燃料单耗量越低越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：助燃空气温度、燃料进口温度、空气排烟温度、煤气排烟温度、原料油入口温度、回炼油入口温度、出口目标温度；

操作数据：原料油流动速度、回炼油流动速度、助燃空气流量、加热压力、燃料流量；

优化目标：催化裂化加热炉的燃料单耗量越低越好；

优化约束条件：原料油温度满足配置值、原料油均匀性满足配置值。

本场景的流程：

1、设置原料油流动速度、回炼油流动速度、助燃空气流量、加热压力、燃料流量的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：原料油温度、原料油均匀性在设定的上下限内；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 5 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取原料油流动速度、回炼油流动速度、助燃空气流量、加热压力、燃料流量的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测隔离限制条件，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 20：石油催化裂化稳定塔控制

应用于石油催化裂化系统中，该场景的流程为：

从反应器出来的加氢汽油在进料换热器中与稳定塔底汽油换热，最后进入汽油稳定塔，溶解在油中的液态烃、C₁、C₂、硫化氢、氢气等轻组分在一定压力下从稳定塔塔顶被分离出来，冷凝后获得的液相，部分回流到塔顶，部分作为液化气产品送出装置。稳定塔可控制的参数是塔顶温度、塔顶压力、回流比、加热蒸汽进量，优化目标是控制稳定汽油蒸汽压与设定值之差绝对值越小越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：进料温度、进料位置、循环水量；

操作数据：塔顶温度、塔顶压力、回流比、加热蒸汽进量；

优化目标：控制稳定汽油蒸汽压与设定值之差绝对值越小越好；

优化约束条件：液化气中 C₅ 含量满足配置值。

本场景的流程：

- 1、设置塔顶温度、塔顶压力、回流比、加热蒸汽进量的上下限，即安全区间；
- 2、设置反应时长；
- 3、设置隔离限制条件：液化气中 C₅ 含量在设定的上下限内；
- 4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 5 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取塔顶温度、塔顶压力、回流比、加热蒸汽进量的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测隔离限制条件，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 21：芳烃抽提塔控制

应用于芳烃联合装置/芳烃抽提装置中，该场景的流程为：

贫溶剂从抽提塔顶部进入，与从中部进料的烃进行逆向接触，在一定温度下将进料中的芳烃逐级萃取，实现芳烃的抽提过程。抽提塔可控制的参数是各溶剂流量、返洗比、抽提温度，优化目标是芳烃收率越高越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：原料进料位置、溶剂进入温度、原料进料流量、原料进料非芳烃含量；

操作数据：各溶剂流量、返洗比、抽提温度；

优化目标：芳烃收率越高越好；

优化约束条件：芳烃纯度满足配置值。

本场景的流程：

- 1、设置各溶剂流量、返洗比、抽提温度的上下限，即安全区间。
- 2、设置反应时长。
- 3、设置隔离限制条件：芳烃纯度在设定的上下限内；
- 4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 10 次试探结果都高于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取各溶剂流量、返洗比、抽提温度的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测隔离限制条件，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 22：芳烃抽提汽提塔控制

应用于芳烃联合装置/芳烃抽提装置中，该场景的流程为：

原料从塔顶部入塔、底部离塔，溶剂从塔底部入塔，与液体原料在塔内逆流接触，并于塔顶和被提馏组分一起离塔。汽提塔可控制的参数是进料流速、蒸汽流量、富溶剂抽出量、塔顶压力、消泡剂流量，优化目标是芳烃纯度越高越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：消泡剂浓度、全塔压降、进料温度、塔底液位；

操作数据：进料流速、蒸汽流量、富溶剂抽出量、塔顶压力、消泡剂流量；

优化目标：芳烃纯度越高越好；

优化约束条件：芳烃收率大于配置值。

本场景的流程：

- 1、设置进料流速、蒸汽流量、富溶剂抽出量、塔顶压力、消泡剂流量的上下限，

即安全区间。

2、设置反应时长。

3、设置隔离限制条件：芳烃收率在设定的上下限内；

4、设置应急触发条件：全塔压降、塔底液位在安全范围内；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置。

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 10 次试探结果都高于当前最优操作知识的结果；

7、获取进料流速、蒸汽流量、富溶剂抽出量、塔顶压力、消泡剂流量的当前值，即获取当前操作数据；

8、随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、在操作数据中，根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；

10、检查是否有结束信号，没有则跳转到步骤 7。

实施例 23：乙烯裂解炉控制

应用于乙烯生产装置中，该场景的流程为：

裂解原料经预热后，与过热蒸汽按一定比例（视原料不同而异）混合，经管式炉对流段加热到 500–600℃后进入辐射室，在辐射炉管中加热至 780–900℃，发生裂解。乙烯裂解炉可控制的参数是蒸汽送入量、裂解温度、停留时间，优化目标是乙烯裂解炉的燃料气单耗越低越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：入料温度、裂解原料的性质、汽烃比；

操作数据：蒸汽送入量、裂解温度、停留时间；

优化目标：乙烯裂解炉的燃料气单耗越低越好；

优化约束条件：乙烯收率大于配置值。

本场景的流程：

1、设置蒸汽送入量、裂解温度、停留时间的上下限，即安全区间。

2、设置反应时长。

3、设置隔离限制条件：乙烯收率在设定的上下限内；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 10 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取蒸汽送入量、裂解温度、停留时间的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测隔离限制条件，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 24：乙烯氧化器控制

应用于乙烯氧化制乙醛生产系统中，该场景的流程为：

循环气体与乙烯被引入充满催化剂溶液的垂直反应器，纯氧亦同时引入反应器的底部，反应在微压下进行。氧化反应器可控制的参数是反应温度、反应压力，优化目标是乙醛单程选择性越高越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：原料气组分、催化剂组成、循环气量、催化剂溶液浓度；

操作数据：反应温度、反应压力；

优化目标：乙醛单程选择性越高越好；

优化约束条件：乙烯转化率大于配置值。

本场景的流程：

1、设置反应温度、反应压力的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：乙烯转化率在设定的上下限内；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 10 次试探结果都高于当前最优操作知识的结果；

7、获取反应温度、反应压力的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测隔离限制条件，如果达到隔离限制条件，

则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 25：废水 COD 处理控制

应用于废水处理系统中，该场景的流程为：

COD（化学需氧量）处理可采用厌氧-好氧法，首先使废水通过厌氧段，有机污染物被兼性厌氧菌以与专性厌氧菌降解，再通过好氧段中的好氧菌降低 COD（化学需氧量）值，并进一步除去氮、磷，处理过程涉及多种用电设备。COD（化学需氧量）处理过程可控制的参数是净水剂投入量、处理温度、停留时间、设备电流控制，优化目标是废水处理设备的电单耗越低越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：废水量、废水进入温度、COD（化学需氧量）值、废水酸碱度、厌氧菌每立方厘米数量、好氧菌每立方厘米数量、废水氮磷含量；

操作数据：净水剂投入量、处理温度、停留时间、设备电流控制；

优化目标：废水处理设备的电单耗越低越好；

优化约束条件：处理后废水 COD（化学需氧量）满足配置值。

本场景的流程：

- 1、设置净水剂投入量、处理温度、停留时间的上下限，即安全区间。
- 2、设置反应时长。
- 3、设置隔离限制条件：处理后废水 COD（化学需氧量）在设定的上下限内；
- 4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 5 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取水量、COD（化学需氧量）、废水酸碱度的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测隔离限制条件，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 26：青霉素发酵条件控制

应用于青霉素发酵生产流程中，该场景的流程为：

青霉素采用三级发酵，一级种子发酵→二级繁殖罐，进行大量繁殖→三级发酵罐，配制合适的培养基，接入前期发酵繁殖的种子液，通过对发酵过程的温度、PH、溶氧、消沫控制、搅拌速率、罐压等发酵条件进行最佳控制，实现青霉素单位化学效价的提高。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：菌丝形态和浓度、种子液效价、溶解氧、杂质；

操作数据：发酵过程变温控制、PH 值控制、溶氧控制、消沫控制、搅拌速率、罐压；

优化目标：实现青霉素单位化学效价越高越好

优化约束条件：在满足产品质量符合配置值的情况下

本场景流程：

- 1、设置发酵过程变温控制、PH 值控制、溶氧控制、消沫控制、搅拌速率、罐压的上下限，即安全区间；
- 2、设置反应时长；
- 3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；
- 4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同等基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取发酵过程变温控制、PH 值控制、溶氧控制、消沫控制、搅拌速率、罐压，即当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束；
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 27：青霉素发酵补料控制

应用于青霉素发酵生产流程中，该场景的流程为：

在实际发酵生产中，中间补料工艺最为关键。青霉素发酵中采用补料分批操作法，一开始的培养基的主要营养物只够维持青霉菌在前 40h 生长，而在 40h 后，对碳源、氮源、前体进行缓慢流加，并维持一定的最适浓度，使菌半饥饿，延长青霉素的合成期，这对提高青霉素单位化学效价起着关键性作用。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：青霉素单位、P H 值、菌丝形态和浓度、菌丝干重、氨氮含量、发酵时间；

操作数据：补碳源/氮源/前体量、补碳源/氮源/前体时间、补碳源/氮源/前体流加速率；

优化目标：实现青霉素单位化学效价越高越好

优化约束条件：在满足产品质量符合配置值的情况下

本场景流程：

- 1、设置补碳源/氮源/前体量、补碳源/氮源/前体时间、补碳源/氮源/前体流加速率的上、下限，即安全区间；
- 2、设置反应时长；
- 3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；
- 4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同等基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取补碳源/氮源/前体量、补碳源/氮源/前体时间、补碳源/氮源/前体流加速率，即当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束；
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 28：青霉素发酵补水控制

应用于青霉素发酵生产流程中，该场景的流程为：

青霉素发酵前期需要补入较高浓度的营养基质，保持丰富营养，以利于青霉菌菌浓的迅速增长；中、后期需要控制较低的基质浓度，使菌丝迅速转入产抗期，同时使进入生产期的菌丝具有较高产物合成酶活性的“壮年”细胞占优势，达到延长产抗时间，而补水对提高发酵前期菌丝生长速率以及在中、后期保持细胞较长时间的产抗生素活力有重要作用，通过向青霉素发酵罐内补水，相同的补水周期内采用不同的补水量，灵活调节发酵罐内营养基质浓度，从而达到缓解、调控不利于积累青霉素基因的阻遏和抑制作用，进一步提高青霉素单位化学效价的提升。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：菌丝形态和浓度、基质浓度、发酵阶段、溶氧浓度；

操作数据：补水量、补水周期、补水流加速率；

优化目标：实现青霉素单位化学效价越高越好

优化约束条件：在满足产品质量符合配置值的情况下

本场景流程：

- 1、设置补水量、补水周期、补水流加速率的上下限，即安全区间；
- 2、设置反应时长；
- 3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；
- 4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同等基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取补水量、补水周期、补水流加速率，即当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束；
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 29：兽用抗生素发酵控制

应用于兽用抗生素发酵生产流程中，该场景的流程为：

发酵的目的是使微生物大量分泌抗生素，兽用抗生素发酵过程就是往发酵罐加入菌种、糖、氧气、水、营养素等配方，通过发酵条件的控制进行生产，它不同于物理成型，还受到空气湿度温度以及生物活性等各方面的影响，不可控因素比较大，不同的温度设置、PH 设置、通氨速度、空气流量、变频输出等控制，都会影响兽用抗生素的化学效价。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：原料成分、原料数量、发酵菌种、发酵周期、初始液位、当前发酵时数；

操作数据：发酵环境温度、发酵环境 PH 值、通氨速度、空气流量、变频输出；

优化目标：实现兽用抗生素单位化学效价越高越好

优化约束条件：在满足产品质量符合配置值的情况下

本场景流程：

- 1、设置发酵环境温度、发酵环境 PH 值、通氨速度、空气流量、变频输出的上下限，即安全区间；
- 2、设置反应时长；
- 3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；
- 4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同等基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取发酵环境温度、发酵环境 PH 值、通氨速度、空气流量、变频输出，即当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 30：盐酸金霉素提炼-结晶控制

应用于盐酸金霉素提炼-结晶流程中，该场景的流程为：

盐酸金霉素产品整个提炼过程包括：酸化过滤-转复盐过滤-粗结晶过滤-粗晶溶解过滤-结晶过滤-洗涤-干燥过程，其中结晶为影响产品化学效价的关键环节。在结晶过程中，不同的盐酸滴加起始温度、盐酸配比指令、盐酸滴加速率、保温温度、保温时长、搅拌转速/转型的不同操作都会影响产品的化学效价。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：抽提液（粗结晶溶解过滤之后得到的滤液）体积、抽提液效价、结晶环境温度值、盐酸计量罐的初始液位；

操作数据：盐酸滴加起始温度、盐酸配比指令、盐酸滴加速率、保温温度、保温时长、搅拌转速/转型；

优化目标：实现兽用抗生素单位化学效价越高越好

优化约束条件：在满足产品质量符合配置值的情况下

本场景流程：

1、设置盐酸滴加起始温度、盐酸配比指令、盐酸滴加速率、保温温度、保温时长、搅拌转速/转型的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同等基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取盐酸滴加起始温度、盐酸配比指令、盐酸滴加速率、保温温度、保温时长、搅拌转速/转型，即当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 31：青霉素提炼-溶剂萃取控制

应用于青霉素提炼-萃取流程中，该场景的流程为：

青霉素整个提炼过程包括：发酵液过滤→一次萃取→反萃取→二次萃取→脱色→结晶→过滤→干燥→成品，其中萃取是整个提炼工艺中的关键环节，青霉素溶剂萃取的过程是将有机溶剂与青霉素发酵液预处理过滤的滤液混合，通过调节 PH 值使青霉素由水相转入溶剂，达到提纯和浓缩的目的。在这个过程中对萃取溶剂添加量、水添加量、滤液 PH 值、滤液温度、萃取剂流量、萃取时间、萃取压力、离心时间、离心转速等不同萃取控制，直接影响青霉素的萃取效果（单位青霉素萃取率）。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：滤液体积及效价、物料性质；

操作数据：萃取溶剂添加量、水添加量、滤液 PH 值、滤液温度、萃取剂流量、萃取时间、萃取压力、离心时间、离心转速；

优化目标：实现青霉素单位萃取率越高越好；

优化约束条件：在满足产品质量符合配置值的情况下

本场景流程：

1、设置萃取溶剂添加量、水添加量、滤液 PH 值、滤液温度、萃取剂流量、萃取时间、萃取压力、离心时间、离心转速的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同等基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取萃取溶剂添加量、水添加量、滤液 PH 值、滤液温度、萃取剂流量、萃取时间、萃取压力、离心时间、离心转速，即当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 32：青霉素制药废水处理控制

应用于青霉素制药废水处理流程中，该场景的流程参阅图 1：

在青霉素生产过程中产生高浓度有机废水，废水中 COD（化学需氧量）含量高，且含有较高浓度的硫酸盐，其排放的废水，污染物浓度高。在采用好氧法二级活性污泥处理工艺中，不同的各处理剂的投放量、投放时间、废水处理设备参数设置（水阀流量、风机转速、压缩机转速等）控制，直接影响废水单位处理成本。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：水量、废水成分（COD、氨氮含量、无机污染物含量、硫酸盐含量等）、废水酸碱度、环境温度；

操作数据：各处理剂的投放量、投放时间、废水处理设备参数设置（水阀流量、风机转速、压缩机转速等）；

优化目标：实现废水单位处理成本的越低越好；

优化约束条件：在保证废水达标排放的前提下；

本场景的流程：

1、设置各处理剂的投放量、投放时间、废水处理设备参数设置（水阀流量、风机转速、压缩机转速等）的上下限，即安全区间。

2、设置反应时长。

3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同等基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取各处理剂的投放量、投放时间、废水处理设备参数设置（水阀流量、风机转速、压缩机转速等），即当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束。

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 33：浆粕预处理化控制

应用于浆粕预处理流程中，该场景的流程为：

一种纤维浆粕的制备方法，包括以下步骤：(1)将短切纤维在水中浸泡，控制含水率；(2)将步骤(1)得到的短切纤维在液氮中浸泡；(3)将步骤(2)得到的短切纤维通过立式涡流磨进行机械化研磨、原纤化处理，再通过旋风分离器与空气分开，制得纤维浆粕。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：纤维种类、纤维单丝纤度、弹性模量等；

操作数据：预处理压力、预处理时间、预处理温度、立式涡流磨转速；

优化目标：实现浆粕聚合度提升；

优化约束条件：在纤维浆粕质量（比表面积、平均长度等）合格的情况下；

本场景流程：

1、设置预处理压力、预处理时间、预处理温度、转速的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：纤维浆粕质量（比表面积、平均长度等）参数在设置的上下限内；

4、设置安全条件：高温高压釜运行参数在安全范围内；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取预处理压力、预处理时间、预处理温度、立式涡流磨转速的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。

10、检查是否有结束信号，没有则跳转到步骤 7。

实施例 34：纤维溶解控制

应用于纤维生产溶解流程中，该场景的流程为：

将纤维素浆粕溶解在有机溶剂 N-甲基吗啉-N-氧化物（简称 NMO）中，制成纺丝原液，并除杂过滤。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：浆粕比表面积、NMMO 浓度、浆粕平均长度、浆粕量、浆粕温度等；

操作数据：溶胀温度、NMMO 添加量、溶解时间、真空度；

优化目标：实现纺丝液中凝胶粒子含量的降低；

优化约束条件：在纺丝液浓度满足要求的前提下；

本场景流程：

- 1、设置溶胀温度、NMMO 添加量、溶解时间、真空度的上下限，即安全区间；
- 2、设置反应时长；
- 3、设置隔开限制条件：纺丝液浓度在设置的上下限内；
- 4、设置安全条件：无安全问题，不需要；
- 5、设置应急方案：无安全问题，不需要；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取溶胀温度、NMMO 添加量、溶解时间、真空度的当前值，即当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。
- 10、检查是否有结束信号，没有则跳转到步骤 7。

实施例 35：纤维喷丝控制

应用于纤维生产喷丝流程中，该场景的流程为：

利用喷丝头、凝固浴槽、吹风等共同组成成套纺丝机设备，利用纺丝机设备进行纺丝作业。将纺丝液经纺丝计量泵输出，流经缓冲器，进入喷丝板组件后喷出，采用湿法或干湿法纺丝工艺，进入凝固液凝固成型为凝固丝条。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：生产的产品规格、喷丝头孔径、长径比、喷丝头孔数、每个纺位锭喷丝头数量；

操作数据：纺丝温度、喷丝头挤出速度、纺丝牵伸速度、气隙长度、中心吹风温度、吹风量、凝固浴温度、凝固浴浓度；

优化目标：实现喷丝环节蒸汽耗量的降低；

优化约束条件：在确保溶剂析出率满足要求的前提下；

本场景流程：

- 1、设置纺丝温度、喷丝头挤出速度、纺丝牵伸速度、气隙长度、中心吹风温度、吹风量、凝固浴温度、凝固浴浓度的上下限，即安全区间；
- 2、设置反应时长；
- 3、设置隔离限制条件：溶剂析出率在设置的上下限内；
- 4、设置安全条件：无安全问题，不需要；
- 5、设置应急方案：无安全问题，不需要；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取纺丝温度、喷丝头挤出速度、纺丝牵伸速度、气隙长度、中心吹风温度、吹风量、凝固浴温度、凝固浴浓度的当前值，即当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。
- 10、检查是否有结束信号，没有则跳转到步骤 7。

实施例 36：纤维水洗能耗化控制

应用于纤维生产水洗流程中，该场景的流程为：

将凝固丝条水洗，水洗采用花辊拍打式水洗，水洗水流方向为逆流。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：丝条规格、丝条行进速度；

操作数据：牵伸比、一道（水洗温度、流量、溶剂含量）、二道（水洗温度、流量和溶剂含量）；

优化目标：实现水洗环节耗水量降低

优化约束条件：在确保成品丝质量（纤度、纤维长度、干强度、断裂伸长率、湿强度、回潮率）的前提下

本场景流程：

- 1、设置牵伸比、一道（水洗温度、流量、溶剂含量）、二道（水洗温度、流量和溶剂含量）的上下限，即安全区间；
- 2、设置反应时长；
- 3、设置隔离限制条件：成品丝质量（纤度、纤维长度、干强度、断裂伸长率、湿强度、

回潮率)在设定的上下限内;

4、设置安全条件:无安全问题,不需要;

5、设置应急方案:无安全问题,不需要;

6、设置试探结束条件:同种基础工况条件下,连续N次试探结果都低于当前最优操作知识的结果;

7、获取牵伸比、一道(水洗温度、流量、溶剂含量)、二道(水洗温度、流量和溶剂含量)的当前值,即当前操作数据;

8、在操作数据中,随机选择一个操作项,在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项,写入控制系统,设备自动执行新操作项;

9、根据等待时长等待反应结束,如果达到隔离限制条件,则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。

10、检查是否有结束信号,没有则跳转到步骤7。

实施例 37:纤维水洗溶剂回收化控制

应用于纤维生产水洗流程中,该场景的流程为:

将凝固丝条水洗,水洗采用花辊拍打式水洗,水洗水流方向为逆流。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况:丝条规格、丝条行进速度;

操作数据:牵伸比、一道(水洗温度、流量、溶剂含量)、二道(水洗温度、流量和溶剂含量);

优化目标:实现水洗环节溶剂回收率最高

优化约束条件:在确保成品丝质量(纤度、纤维长度、干强度、断裂伸长率、湿强度、回潮率)的前提下

本场景流程:

1、设置牵伸比、一道(水洗温度、流量、溶剂含量)、二道(水洗温度、流量和溶剂含量)的上下限,即安全区间;

2、设置反应时长;

3、设置隔离限制条件:成品丝质量(纤度、纤维长度、干强度、断裂伸长率、湿强度、回潮率)在设定的上下限内;

4、设置安全条件:无安全问题,不需要;

5、设置应急方案:无安全问题,不需要;

6、设置试探结束条件:同种基础工况条件下,连续N次试探结果都低于当前最优操作知

识的结果；

7、获取牵伸比、一道（水洗温度、流量、溶剂含量）、二道（水洗温度、流量和溶剂含量）的当前值，即当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。

10、检查是否有结束信号，没有则跳转到步骤 7。

实施例 38：纤维干燥控制

应用于纤维生产干燥流程中，该场景的流程为：

使用改性硅油或者非硅油剂对水洗牵引后的凝固丝条上油，并使用热辊进行干燥致密化。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：纤维规格、丝条初始含水率；

操作数据：干燥温度、主轴转速、干燥时间；

优化目标：实现干燥时间的降低。

优化约束条件：在丝条含水率以及纤维强度达标的前提下

本场景流程：

1、设置干燥温度、主轴转速、干燥时间的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：丝条含水率以及纤维强度在设置的上下限内；

4、设置安全条件：无安全问题，不需要；

5、设置应急方案：无安全问题，不需要；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取干燥温度、主轴转速、干燥时间的当前值，即当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。

10、检查是否有结束信号，没有则跳转到步骤 7。

实施例 39：绿色纤维生产废水处理化控制

应用于绿色纤维生产废水处理流程中，该场景的流程为：

绿色纤维生产废水采用水解酸化池+A2/O+高密度沉淀池+臭氧催化氧化池+D型滤池工艺，能有效去除水中有机物。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：废水水量、废水成分（COD、氨氮含量、无机污染物含量、油蜡类物质含量等）、废水酸碱度、环境温度；

操作数据：各处理剂的投放量、投放时间、废水处理设备参数设置（水阀流量、风机转速、压缩机转速等）；

优化目标：实现废水处理成本的降低；

优化约束条件：在保证废水达标排放的前提下；

本场景的流程：

- 1、设置各处理剂的投放量、投放时间、废水处理设备参数设置（水阀流量、风机转速、压缩机转速等）的上下限，即安全区间。
- 2、设置反应时长。
- 3、设置隔离限制条件：废水指标 COD_{Cr}、氨氮、色度和浊度参数在设定的上下限内。
- 4、设置安全条件：废水处理设备运行参数均在设定的上下限内。
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：动态调整各处理剂的投放量、投放时间、废水处理设备参数设置（水阀流量、风机转速、压缩机转速等）等，有效实现废水处理成本的降低；
- 7、获取各处理剂的投放量、投放时间、废水处理设备参数设置（水阀流量、风机转速、压缩机转速等）的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。
- 10、检查是否有结束信号，没有则跳转到步骤 7。

实施例 40：烧结配矿控制

应用于烧结配料流程中，该场景的流程为：

根据高炉对烧结矿的产品质量要求及原料的化学性质，将各种原料、溶剂、燃料、代用品及时返矿等按一定比例进行配加。

① 配料：常用质量配料法。质量配料法是按原料的质量配料，比容积法准确，便于实现自动化。通过配料获得化学成分和物理性质稳定的烧结矿，满足高炉冶炼的要求。

② 混合：加水润湿、混匀和造球。根据原料性质不同，采用一次混合或二次混合两种流程。使烧结料的成分均匀，水分合适，易于造球，从而获得粒度组成良好的烧结混合料，以保证烧结矿的质量和烧成率。

该场景主要有以下属性情况：

基础工况：铁矿粉理论含铁量、铁矿粉密度、铁矿粉亲水性、铁矿粉同化性、铁矿粉流动性，铁矿粉孔隙率，铁矿粉粒度、铁矿粉成分及含量；溶剂种类、溶剂氧化物含量、溶剂杂质（S、P）含量、溶剂粒度；燃料灰分含量、燃料挥发分含量、燃料粒度，设备情况（黏料、倒料）；烧结矿质量指标要求（烧结矿全铁含量、烧结矿氧化铁含量、烧结矿硫含量、烧结矿碱度、烧结矿转鼓指数、烧结矿筛分指数）

操作数据：铁矿粉加入量，溶剂种类、各类溶剂加入量，燃料加入量，滚筒转速、运行方向，匀拌加水量；

优化目标：实现烧结矿烧成率越高越好；

优化约束条件：烧结料成分混合均匀性、透气性、水分含量均满足配置值。

本场景流程：

1、设置铁矿粉加入量，溶剂种类、各类溶剂加入量，燃料加入量，滚筒转速、运行方向，匀拌加水量的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置。

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取铁矿粉加入量，溶剂种类、各类溶剂加入量，燃料加入量，滚筒转速、运行方向，匀拌加水量的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束；

10、检查是否有结束信号，没有则跳转到步骤 7。

实施例 41：烧结操作控制

应用于烧结操作场景中，该场景的流程为：

由原料厂提供的炼铁原料经破碎和筛分，配料，一次混合，二次混合，将铁矿粉、粉（无烟煤）和石灰按一定配比混匀，加水等一系列工序后，送往烧结机台车点火燃烧为烧结矿，再经过造球工序成为烧结球团，送往高炉。

① 布料：将铺底料、混合料铺在烧结机台车上作业。在布混合料之前，先铺一层粒度为 10~25mm，厚度为 20~25mm 的小块烧结矿作为铺底料，铺完底料后，圆辊布料机进行布料。

② 点火：对台车上的料层表面进行点燃，并使之燃烧。点火要求有足够的点火温度，适宜的高温保持时间，沿台车宽度点火均匀。

③ 烧结：准确控制烧结的风量、真空度、料层厚度、机速和烧结终点。经烧结而成的产品是有足够强度和粒度的烧结矿，作为下一道工序炼铁的熟料。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：烧结料铁矿粉含量、烧结料溶剂种类、烧结料各溶剂含量、烧结料燃料含量、烧结料水分含量、垫料成分、垫料粒度；

操作数据：烧结布料厚度、垫料厚度、煤气压力、流量，助燃空气压力、流量、空燃比、烧结机速率、烧结负压、点火温度；

优化目标：实现烧结矿单位煤气消耗量降低；

优化约束条件：烧结矿质量要求（烧结矿全铁含量、烧结矿氧化铁含量、烧结矿硫含量、烧结矿碱度、烧结矿转鼓指数、烧结矿筛分指数）满足标准配置值；

本场景流程：

1、设置烧结布料厚度、垫料厚度、煤气压力、流量，助燃空气压力、流量、空燃比、烧结机速率、烧结负压、点火温度的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取烧结布料厚度、垫料厚度、煤气压力、流量，助燃空气压力、流量、空燃比、烧结机速率、烧结负压、点火温度的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作

项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束；

10、检查是否有结束信号，没有则跳转到步骤 7。

实施例 42：高炉配料控制

应用于高炉配料流程中，该场景的流程为：

经过加工合格的焦炭、烧结矿、球团矿、辅料等输送至高炉料仓储存使用。各种炉料在槽下经筛分、称重计量后，按配料程序由皮带机输送到高炉料车中，再由料车通过斜桥将其拉到炉顶，加到高炉内。

该场景主要有以下属性情况：

基础工况：烧结矿物理化学性质（烧结矿全铁含量、烧结矿氧化铁含量、烧结矿硫含量、烧结矿碱度、烧结矿转鼓指数、烧结矿筛分指数、烧结矿均匀性、烧结矿透气性等）、焦炭物理化学性质（固定碳含量、灰分含量、挥发分含量、杂质含量、粒度）、辅料物理化学性质（氧化物含量、杂质含量）；铁水成分要求、铁水温度要求，炉渣成分要求；

操作数据：各原料（破碎烧结矿、球团矿、焦炭、辅料等）加入量；

优化目标：实现高炉吨铁水配料总耗量越低越好；

优化约束条件：铁水质量参数满足配置值。

本场景的流程：

1、设置各原料（烧结矿、球团矿、焦炭、辅料等）加入量的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取各原料（烧结矿、球团矿、焦炭、辅料等）加入量的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 43：高炉燃烧控制

应用于高炉燃烧控制系统中，该场景的流程为：

从风机房鼓出的冷风经过热风炉加热成热风，从高炉下部风口鼓入与炉料中的焦炭及喷入的煤粉发生燃烧，产生高温还原气体 CO 、 H_2 ，气体在上升的同时与下降的炉料发生热交换，使炉料加热并开始进行还原反应。还原出来的海绵铁进一步融化和渗碳，最后形成铁水。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：原料配比（烧结矿含量、球团矿含量、焦炭含量、辅料含量），铁水温度要求，铁水成分要求，炉缸温度，炉身温度；

操作数据：含铁矿料层厚度，燃料和辅料料层厚度，粉煤喷吹速率，热风温度、风速；

优化目标：固定周期内出铁水率越高越好；

优化约束条件：铁水质量参数满足配置值；

本场景的流程：

1、设置含铁矿料层厚度，燃料和辅料料层厚度，粉煤喷吹速率，热风温度、风速的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取含铁矿料层厚度，燃料和辅料料层厚度，粉煤喷吹速率，热风温度、风速的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 44：铁水预脱硫（喷吹法）控制

应用于铁水预脱硫流程中，该场景的流程为：

铁水脱硫就是铁水送入炼钢炉之前，为降低硫含量而进行的工艺处理过程。

铁水脱硫系统主要由石灰粉料仓、镁粉料仓、石灰粉喷吹罐、镁粉喷吹罐、喷粉枪、测温/取样枪等部分组成。以氮气为载气，向铁水罐中自动复合喷吹原材料粉——石灰粉和镁粉，经化学作用后，脱硫渣上浮至铁水表面，取样检测合格后，扒去炉渣送入下一道工序，渣中

裹铁和扒渣操作会产生铁损。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：脱硫前铁水温度、脱硫前铁水重量、脱硫前铁水成分、脱硫工位、喷吹枪枪龄、钝化镁纯度、钝化石灰纯度，脱硫后铁水 S 成分含量目标值；

操作数据：钝化镁喷吹压力、钝化镁喷吹速率、钝化镁喷吹时间、钝化镁喷吹量，钝化石灰喷吹压力、钝化石灰喷吹速率、钝化石灰喷吹时间、钝化石灰喷吹量，石灰镁粉配比，氮气助吹流量；

优化目标：实现脱硫剂消耗及铁损失越低越好；

优化约束条件：脱硫后铁水 S 含量满足配置值。

本场景的流程：

1、设置钝化镁喷吹压力、钝化镁喷吹速率、钝化镁喷吹时间、钝化镁喷吹量，钝化石灰喷吹压力、钝化石灰喷吹速率、钝化石灰喷吹时间、钝化石灰喷吹量，石灰镁粉配比，氮气助吹流量的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取钝化镁喷吹压力、钝化镁喷吹速率、钝化镁喷吹时间、钝化镁喷吹量，钝化石灰喷吹压力、钝化石灰喷吹速率、钝化石灰喷吹时间、钝化石灰喷吹量，石灰镁粉配比，氮气助吹流量的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 45：铁水预脱硫（KR 机械搅拌法）控制

应用于铁水预脱硫流程中，该场景的流程为：

KR（Kambara Reactor）机械搅拌法，高炉铁水扒渣取样后到达脱硫工位，将浇铸耐火材料并经过烘烤的搅拌头，浸入铁水包熔池一定深度，借其旋转产生的漩涡，经过称量的脱硫剂由给料器加入到铁水表面，并被漩涡卷入铁水中使得脱硫剂与铁水充分反应生成炉渣，达

到脱硫目的。取样检测合格后，扒去炉渣送入下一道工序，渣中裹铁和扒渣操作会产生铁损。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：脱硫前铁水重量、脱硫前铁水温度、脱硫前铁水 S 成分含量、脱硫剂纯度、铁水液面高度、脱硫后铁水 S 成分含量目标值；

操作数据：搅拌头高度、搅拌头转速、搅拌时长、脱硫剂加入总量、脱硫剂首次加入时间、脱硫剂首次加入重量、脱硫剂第二次加入时间、脱硫剂第二次加入重量；

优化目标：实现脱硫剂使用量和铁损失越低越好；

优化约束条件：脱硫后铁水 S 成分含量满足目标配置值。

本场景流程：

1、设置搅拌头高度、搅拌头转速、搅拌时长、脱硫剂加入总量、脱硫剂首次加入时间、脱硫剂首次加入重量、脱硫剂第二次加入时间、脱硫剂第二次加入重量的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置。

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取搅拌头高度、搅拌头转速、搅拌时长、脱硫剂加入总量、脱硫剂首次加入时间、脱硫剂首次加入重量、脱硫剂第二次加入时间、脱硫剂第二次加入重量的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 46：炼钢转炉操作优化

应用于转炉吹炼操作系统中，该场景的流程为：

以铁水、废钢、渣料（石灰、矿石、轻烧白云石、焦碳、化渣剂等）、铁合金原料、氧气、氮气等为主要原料，不借助外加能源，靠铁液本身的物理热和铁液中 C/Si 组分间化学反应产生热量，吹入熔池的空气或氧气与生铁水中各种元素的放热氧化反应完成脱碳和脱除杂质的任务，并将钢液加热到出钢（1600℃或更高）温度，通过供氧，造渣，升温，加脱氧剂

和合金化操作，从而在转炉中完成炼钢过程。

该场景主要有以下属性情况：

基础工况：钢种、枪号、枪龄、测枪枪位、铁水温度、铁水重量、铁水成分（Mn、S、P、Si、Ti）、废钢种类、废钢装入量、炉衬厚度、上炉钢倒渣情况、留渣角度；

操作数据：氧枪位置、氧气流量、供氧耗量、供氧次数、供氧时间、氮气流量、供氮耗量、供氮时间、冶炼过程投渣料量（石灰、矿石、轻烧白云石、焦碳、化渣剂等）、渣料投入时间、底吹氩气流量、吹氩时间、一提枪时间；

优化目标：实现钢铁料消耗与辅料消耗的最佳消耗产出比控制，吨钢钢铁料和辅料消耗越低越好；

优化约束条件：钢水温度、出钢成分（C、Mn、S、P、Si）符合配置值要求；

本场景的流程：

1、设置氧枪位置、氧气流量、供氧耗量、供氧次数、供氧时间、氮气流量、供氮耗量、供氮时间、冶炼过程投渣料量（石灰、矿石、轻烧白云石、焦碳、化渣剂等）、渣料投入时间、底吹氩气流量、吹氩时间、一提枪时间的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；

4、设置应急触发条件：转炉运行参数在安全范围内；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取氧枪位置、氧气流量、供氧耗量、供氧次数、供氧时间、氮气流量、供氮耗量、供氮时间、冶炼过程投渣料量（石灰、矿石、轻烧白云石、焦碳、化渣剂等）、渣料投入时间、底吹氩气流量、吹氩时间、一提枪时间的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 47：轧钢加热炉氧化烧损控制优化

应用于加热炉燃烧控制流程中，该场景的流程为：

加热炉加热是轧钢的重要工序。加热炉燃烧系统通过管道将煤气和助燃空气输送到烧嘴，

煤气燃烧对加热炉内的钢坯进行加热；钢坯在炉内运动经过加热炉的预热段、加热段和均热段，完成整个加热过程，使得钢坯温度和均匀性达到要求。钢坯在加热炉内加热的过程中，钢坯表面氧化生成氧化铁皮，加热过程控制不好，会使得氧化烧损率上升。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：钢种、炉号/行号、板坯长度、板坯宽度、板坯重量、成品卷厚度、成品卷宽度、总在炉时间、装炉前钢坯温度、钢坯出炉目标温度；

操作数据：预热段停留时间、加热段停留时间、均热段停留时间；预热段空气流量、预热段煤气流量；加热段空气流量、加热段煤气流量；均热段空气流量、均热段煤气流量；

优化目标：实现轧钢加热氧化烧损率越低越好；

优化约束条件：钢坯出钢温度、温度均匀性（头中尾温度）满足配置值；

本场景流程：

1、设置预热段停留时间、加热段停留时间、均热段停留时间；预热段空气流量、预热段煤气流量；加热段空气流量、加热段煤气流量；均热段空气流量、均热段煤气流量的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；

4、设置应急触发条件：加热炉运行参数在安全范围内；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取预热段停留时间、加热段停留时间、均热段停留时间、预热段空气流量、预热段煤气流量；加热段空气流量、加热段煤气流量、均热段空气流量、均热段煤气流量，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 48：轧钢加热炉煤气消耗优化

应用于加热炉操作流程中，该场景的流程为：

加热炉加热是轧钢的重要工序。加热炉燃烧系统通过管道将煤气和助燃空气输送到烧嘴，

煤气燃烧对加热炉内的钢坯进行加热；钢坯在炉内运动经过加热炉的预热段、加热段和均热段，完成整个加热过程，使得钢坯温度和均匀性达到要求。钢坯在加热炉内加热的过程中，能耗高污染重，加热过程控制不好，会使得煤气消耗量上升。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：钢种、炉号/行号、板坯长度、板坯宽度、板坯重量、成品卷厚度、成品卷宽度、总在炉时间、装炉前钢坯温度、钢坯出炉目标温度；

操作数据预热段停留时间、加热段停留时间、均热段停留时间；预热段空气流量、预热段煤气流量；加热段空气流量、加热段煤气流量；均热段空气流量、均热段煤气流量

优化目标：实现加热炉吨钢煤气消耗越低越好；

优化约束条件：钢坯温度、温度均匀性满足配置值；

本场景流程：

1、设置预热段停留时间、加热段停留时间、均热段停留时间；预热段空气流量、预热段煤气流量；加热段空气流量、加热段煤气流量；均热段空气流量、均热段煤气流量的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；

4、设置应急触发条件：加热炉运行参数在安全范围内；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取钢预热段停留时间、加热段停留时间、均热段停留时间；预热段空气流量、预热段煤气流量；加热段空气流量、加热段煤气流量；均热段空气流量、均热段煤气流量的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 49：轧钢加热炉空燃比控制优化

应用于加热炉燃烧控制流程中，该场景的流程为：

加热炉加热是轧钢的重要工序。加热炉燃烧系统通过管道将煤气和助燃空气输送到烧嘴，

煤气燃烧对加热炉内的钢坯进行加热；钢坯在炉内运动经过加热炉的预热段、加热段和均热段，完成整个加热过程，使得钢坯温度和均匀性达到要求。钢坯在加热炉内加热的过程中，如果能找到最快的升温点，就找到了空燃比的最佳值，在煤气管道压力、煤气热值和空气管道压力波动时，最快的升温点也会变化，因此空燃比的极值一般是动态变化的。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：钢种、炉号/行号、板坯长度、板坯宽度、板坯重量、成品卷厚度、成品卷宽度、总在炉时间、装炉前钢坯温度、钢坯出炉目标温度；

操作数据：预热段停留时间、加热段停留时间、均热段停留时间、预热段空气流量、预热段煤气流量、加热段空气流量、加热段煤气流量、均热段空气流量、均热段煤气流量；

优化目标：实现轧钢加热炉空燃比不合格的时间越少越好；

优化约束条件：钢坯出钢温度、温度均匀性（头中尾温度）符合配置值；

本场景流程：

1、设置预热段停留时间、加热段停留时间、均热段停留时间、预热段空气流量、预热段煤气流量、加热段空气流量、加热段煤气流量、均热段空气流量、均热段煤气流量；的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；

4、设置应急触发条件：加热炉运行参数在安全范围内；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取预热段停留时间、加热段停留时间、均热段停留时间、预热段空气流量、预热段煤气流量、加热段空气流量、加热段煤气流量、均热段空气流量、均热段煤气流量，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 50：轧钢加热炉 RT2 温度精度控制优化

应用于加热炉燃烧控制流程中，该场景的流程为：

加热炉加热是轧钢的重要工序。加热炉燃烧系统通过管道将煤气和助燃空气输送到烧嘴，煤气燃烧对加热炉内的钢坯进行加热；钢坯在炉内运动经过加热炉的预热段、加热段和均热段，完成整个加热过程，使得钢坯温度和均匀性达到要求。钢坯在加热炉内加热的过程中，加热过程控制不好，会使得 RT2 温度（即粗轧最后一道抛光温度）偏离目标温度。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：钢种、炉号/行号、板坯长度、板坯宽度、板坯重量、成品卷厚度、成品卷宽度、总在炉时间、装炉前钢坯温度、粗轧最后一道抛光温度目标值；

操作数据：预热段停留时间、加热段停留时间、均热段停留时间、预热段空气流量、预热段煤气流量；加热段空气流量、加热段煤气流量；均热段空气流量、均热段煤气流量；

优化目标：实现轧钢加热炉 RT2 温度合格率的提高，RT2 温度与目标温度越接近越好；

优化约束条件：温度均匀性（头中尾温度）满足配置值；

本场景流程：

1、设置预热段停留时间、加热段停留时间、均热段停留时间、预热段空气流量、预热段煤气流量；加热段空气流量、加热段煤气流量；均热段空气流量、均热段煤气流量的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；

4、设置应急触发条件：加热炉运行参数在安全范围内；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取预热段停留时间、加热段停留时间、均热段停留时间、预热段空气流量、预热段煤气流量；加热段空气流量、加热段煤气流量；均热段空气流量、均热段煤气流量，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 51：轧钢加热炉温度均匀性控制优化

应用于加热炉燃烧控制流程中，该场景的流程为：

加热炉加热是轧钢的重要工序。加热炉燃烧系统通过管道将煤气和助燃空气输送到烧嘴，煤气燃烧对加热炉内的钢坯进行加热；钢坯在炉内运动经过加热炉的预热段、加热段和均热段，完成整个加热过程，使得钢坯温度和均匀性达到要求。钢坯在加热炉内加热的过程中，加热过程控制不好会使得温度均匀性不达标。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：钢种、炉号/行号、板坯长度、板坯宽度、板坯重量、成品卷厚度、成品卷宽度、总在炉时间、装炉前钢坯温度、钢坯出钢目标温度；

操作数据：预热段停留时间、加热段停留时间、均热段停留时间、预热段空气流量、预热段煤气流量；加热段空气流量、加热段煤气流量；均热段空气流量、均热段煤气流量；

优化目标：实现轧钢加热炉温差合格率（温度均匀性）越高越好；

优化约束条件：钢坯出钢温度符合要求；

本场景流程：

1、设置预热段停留时间、加热段停留时间、均热段停留时间、预热段空气流量、预热段煤气流量；加热段空气流量、加热段煤气流量；均热段空气流量、均热段煤气流量的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；

4、设置应急触发条件：加热炉运行参数在安全范围内；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取预热段停留时间、加热段停留时间、均热段停留时间、预热段空气流量、预热段煤气流量；加热段空气流量、加热段煤气流量；均热段空气流量、均热段煤气流量，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 52：吐丝控制

应用于吐丝生产流程中，该场景的流程为：

当轧件从轧辊出来经夹送辊进入吐丝机时，轧件前进的动力靠夹送辊的送进力和吐丝盘回转的离心力。线材通过吐丝机挤压将钢材加工成固定的直径及圈径，把高速运动的直线状线材吐丝成卷变成圈型稳定、间距均匀的线圈。吐丝机由电动机带动伞齿轮变向，然后由大小齿轮减速来传动螺旋管及吐丝盘旋转。线材经空心轴进入螺旋管，通过吐丝盘形成线环且逐圈推向前方，并倾倒。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：钢种、线材直径、线材吐丝机入口温度；

操作数据：吐丝机水平加速度、吐丝机垂直加速度、夹辊推送速度；

优化目标：实现吐丝盘卷直径越均匀越好；

优化约束条件：线材质量、尺寸符合配置值；

本场景流程：

- 1、设置吐丝机水平加速度、吐丝机垂直加速度、夹辊推送速度的上下限，即安全区间；
- 2、设置反应时长；
- 3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；
- 4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置。
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取吐丝机水平加速度、吐丝机垂直加速度、夹辊推送速度的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件；
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 53：铸造冶炼 EAF 炉操作优化

应用于铸造冶炼控制流程中，该场景的流程为：

EAF 炉（Electric Arc Furnace）即电弧炉，通过石墨电极向电弧炉内输入电能，以电极端部和炉料之间产生的电弧为热源，使得加入炉内的固体废钢熔化的炼钢方法。废钢熔化后，向炉内吹氧和加碳球、渣料，进行脱碳、脱磷、脱硫、脱氧，同时使钢水升温，完成冶炼过程。缩短冶炼周期可以有效提高产能。

该场景主要有以下属性情况：

基础工况：合金成分、炉号、钢种、计划钢水量、废钢计划配料表（废钢种类、成分、重量）、合金配料表、计划出钢温度、开始冶炼时间、开始吹氧时间、送电时间；

操作数据：废钢装入量、碳球装入量、吹氧时长（吹氧量）、吹碳粉量、吹碳粉时长，加石灰量；

优化目标：EAF 炉冶炼周期越短越好；

优化约束条件：出钢时钢水温度、出钢时化分（C、Mn、Si、P、S）含量满足配置值。

本场景的流程：

1、设置废钢装入量、碳球装入量、吹氧时长（吹氧量）、吹碳粉量、吹碳粉时长，加石灰量的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；

4、设置应急触发条件：EAF 炉运行参数在安全范围内；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取废钢装入量、碳球装入量、吹氧时长（吹氧量）、吹碳粉量、吹碳粉时长，加石灰量的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 54：铸造冶炼 LF 炉操作优化

应用于铸造冶炼控制流程中，该场景的流程为：

LF 炉 (LADLE FURNACE) 即钢包精炼炉，由石墨电极对经过初炼炉的钢水加热而精炼。初炼钢水加入 LF 炉过程中加入合金料，向炉内吹氩气进行搅拌并加入造渣料，生成白渣。精炼过程中，根据渣况加入适量石灰或萤石调渣，使得钢水在低氧的气氛中完成精炼过程。缩短精炼周期可以有效提高产能。

该场景主要有以下属性情况：

基础工况：炉号、钢种、钢水量、钢水温度、LF 炉取样检测的钢水成份表（C、Mn、Si、P、S、Ni、Cr、Co、Ca、As、Ce、Mo、Cu、V、Ti、Al、Nb、Mg、W、B、Sn、Sb、N）、开始

冶炼时间、送电时间；

操作数据：各种合金用量（Al 饼量、Fe-Mn 合金量、Fe-Cr 合金量、Fe-Mo 合金量）、精炼投料量（石灰、萤石、碳粉）、化分、取样时间、取样温度、加料温度、白渣保持时间、Ar 流量；

优化目标：缩短 LF 炉冶炼周期；

优化约束条件：出钢时钢水温度、出钢时化分（C、Mn、Si、P、S）含量满足配置值。

本场景的流程：

1、设置各种合金用量（Al 饼量、Fe-Mn 合金量、Fe-Cr 合金量、Fe-Mo 合金量）、精炼投料量（石灰、萤石、碳粉）、化分、取样时间、取样温度、加料温度、白渣保持时间、Ar 流量的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；

4、设置应急触发条件：LF 炉运行参数在安全范围内；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取各种合金用量（Al 饼量、Fe-Mn 合金量、Fe-Cr 合金量、Fe-Mo 合金量）、精炼投料量（石灰、萤石、碳粉）、化分、取样时间、取样温度、加料温度、白渣保持时间、Ar 流量的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 55：铸造冶炼 VD 炉操作优化

应用于铸造冶炼控制流程中，该场景的流程为：

VD 炉（vacuum decarburization）即真空精炼炉，利用真空泵工作，使得真空工作室真空度达到 67 帕以下，通过负压的作用达，有效降低钢水中的氢、氮含量，并通过碳氧反应，去除夹杂和净化钢水的冶金功能，完成精炼过程。缩短精炼周期可以有效提高产能。

该场景主要有以下属性情况：

基础工况：炉号、钢种、EAF 炉废钢总量、钢水温度、LF 炉出炉时取样检测的钢水成份

表 (Fe₂、C、Mn、Si、P、S、Ni、Cr、Co、Ca、As、Ce、Mo、Cu、V、Ti、Al、Nb、Mg、W、B、Sn、Sb、N)、开始冶炼时间;

操作数据: 各真空泵启泵次序及时间、抽真空时间、保真空时间、破真空时间;

优化目标: 缩短 VD 炉冶炼周期;

优化约束条件: 钢水含氧量、含氮量在指定标准以下、钢水温度在指定范围内。

本场景的流程:

1、设置各真空泵启泵次序及时间、抽真空时间、保真空时间、破真空时间的上下限,即安全区间;

2、设置反应时长;

3、设置隔离限制条件: 无安全问题, 不需要;

4、设置应急触发条件: VD 炉运行参数在安全范围内;

5、设置应急方案: 发出报警, 结合实际情况作出处置;

6、设置试探结束条件: 同种基础工况条件下, 连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果;

7、获取各真空泵启泵次序及时间、抽真空时间、保真空时间、破真空时间的当前值, 即获取当前操作数据;

8、在操作数据中, 随机选择一个操作项, 在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项, 写入控制系统, 设备自动执行新操作项;

9、根据等待时长等待反应结束, 期间检测应急触发条件, 如果达到应急触发条件, 启动应急响应方案;

10、检查是否符合结束条件, 不符合则跳转到步骤 7。

实施例 56: 动力厂泵房控制

应用于动力厂泵房控制系统中, 该场景的流程为:

泵房管理人员在监控中心远程监测泵站水池水位或进站压力、加压泵组工作状态、出站流量、出站压力等; 通过动态调整控制加压泵组的启停, 在满足各个生产用水需求的前提下, 实现水泵房单位电耗降低。本场景目标为在满足各个生产用水需求的前提下, 实现水泵房单位电耗降低;

该场景主要有以下属性情况。

基础工况: 水池温度、液位, 环境温度, 冷却塔、冷却器阀门开度, 回水温度、流量、压力;

操作数据: 水泵开关、变频水泵频率、阀门开度, 冷却塔开关、冷却塔风机频率, 蒸发

冷却器开关;

优化目标: 实现水泵房单位电耗降低;

优化约束条件: 高炉送水水温、压力、流量达到配置值;

本场景流程:

1、设置水池温度、液位, 环境温度, 冷却塔、冷却器阀门开度, 回水温度、流量、压力的上下限, 即安全区间;

2、设置反应时长;

3、设置隔离限制条件: 无安全问题, 不需要;

4、设置应急触发条件: 水泵运行参数在安全范围内;

5、设置应急方案: 发出报警, 结合实际情况作出处置;

6、设置试探结束条件: 同种基础工况条件下, 连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果;

7、获取水池温度、液位, 环境温度, 冷却塔、冷却器阀门开度, 回水温度、流量、压力的当前值, 即获取当前操作数据;

8、在操作数据中, 随机选择一个操作项, 在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项, 写入控制系统, 设备自动执行新操作项;

9、根据等待时长等待反应结束, 期间检测应急触发条件, 如果达到应急触发条件, 启动应急响应方案;

10、检查是否符合结束条件, 不符合则跳转到步骤 7。

实施例 57: 焙烧操作控制

应用于锌湿法冶炼焙烧流程中, 该场景的流程请参阅图 2:

使空气或富氧自下而上的吹过固体炉料层, 使固体颗粒相互分离, 不停地翻动, 有效地把硫化锌变成氧化锌和硫酸锌, 去除其中的铅镉等杂质的过程;

该场景主要有以下属性情况。

基础工况: 精矿成分、颗粒细化程度、松散比例、颗粒温度、含水量;

操作数据: 鼓风量、鼓氧量、投料量;

优化目标: 实现焙烧产物中可溶锌率越高越好;

优化约束条件: 在保证单位时间内产量的前提下。

本场景流程:

11、设置鼓风量、鼓氧量、投料量的上下限, 即安全区间;

12、设置反应时长;

13、设置隔离限制条件：单位时间产量在设定的上下限内；

14、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；

15、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置。

16、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

17、获取鼓风量、鼓氧量、投料量的当前值，即获取当前基础工况；

18、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

19、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。；

20、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 58：锌湿法治炼浸出操作控制

应用于锌湿法治炼浸出流程中，该场景的流程请参阅图 3：

常常以稀硫酸溶液作为锌湿法治炼浸出的溶剂。将含锌物料（大多都是锌浸出渣、硫化锌、锌焙砂、带锌烟尘、锌氧化矿精矿等物质）倒入溶液，不容固体形成残渣。浸出所得的混合矿浆再经浓缩、过滤将溶液与残渣分离；

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：锌焙砂成分、锌焙砂投入量、硫酸浓度

操作数据：搅拌槽搅拌速度、硫酸投入量、溶液温度、浸出时间；

优化目标：实现浸出液中锌离子浓度越高越好；

优化约束条件：无

本场景流程：

1、设置搅拌槽搅拌速度、硫酸投入量、溶液温度、浸出时间的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置。

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取搅拌槽搅拌速度、硫酸投入量、溶液温度、浸出时间的当前值，即获取当前基础工况；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束。

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 59：锌湿法治炼净化操作控制

应用于锌湿法治炼净化流程中，该场景的流程请参阅图 4 和图 5：

将浸出过滤后得到的中性上清液中的铜、铁、钴、铁、砷、锑等杂质除至工艺规定的限度以下，以提高其电解质的纯度，使之满足电解沉积时对锌液的要求的过程。

目前国内外采用锌粉对硫酸锌溶液进行深度净化，基本上有两种类型的工艺流程，一种事先热净化（高温）后冷净化（低温）流程，又称正向净化；另一种是先冷净化后热净化流程，又称反向净化或逆向净化。一般工厂多采用两段净化流程；

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：锌液成分、锌液流量、锌液温度；

操作数据：置换温度、置换时间、锌粉用量；

优化目标：实现锌粉用量最少越好；

优化约束条件：在锌液质量（铜、铁、钴、砷、锑等杂质含量）合格的前提下。

本场景流程：

1、设置置换温度、置换时间、锌粉用量的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：在锌液质量（铜、铁、钴、砷、锑等杂质含量）合格的前提下；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置。

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取锌液成分、锌液流量、锌液温度的当前值，即获取当前基础工况；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 60：锌湿法治炼电积操作控制

应用于锌湿法冶炼电积流程中，该场景的流程为：

以含有硫酸的硫酸锌水溶液为电解液，含银 0.5-1% 的合金铅板为阳极，压延铝板为阴极，进行电积，阴极析出锌，阳极放出氧；

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：硫酸锌浓度、硫酸锌温度、电解板数量；

操作数据：电解质温度、PH 及压力、加入锌材料的速度、搅拌速度、电流密度、槽电压；

优化目标：实现电积过程电耗越低越好；

优化约束条件：在成品锌的纯净度合格的前提下。

本场景流程：

- 1、设置电解质温度、PH 及压力、加入锌材料的速度、搅拌速度、电流密度、槽电压；
的上下限，即安全区间；
- 2、设置反应时长；
- 3、设置隔离限制条件：在成品锌的纯净度合格的前提下；
- 4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置。
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取硫酸锌浓度、硫酸锌温度、电解板数量的当前值，即获取当前基础工况；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。；
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 61：阳极炉精炼操作优化

应用于炼铜熔炼工艺阳极炉操作流程中，该场景的流程为：

阳极炉火法精炼流程为加料→氧化还原→出铜→保温，整个过程均需要使用一定流量的燃料（重油）进行加热，不同的过程需要保持不同的温度，而温度取决于燃料及氧气的燃烧情况。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：第一炉进料后温度、粗铜成分、第一炉铜量、第一炉进料时长、预氧化时长、二炉进料后温度、第二炉铜量、氧化前温度、氧化后开门样、氧化时长（加放渣）、氧化结

束温度、放渣量、脱硫要求暂停作业时间、还原前铜样；

操作数据：加料期重油流量、氧化期重油流量、还原期重油流量、出铜期重油流量、保温期重油流量；

优化目标：实现重油单耗的越低越好；

优化约束条件：满足渣含铜、加料期温度、氧化期温度、还原期温度、出铜期温度、保温期温度在配置值要求范围内。

本场景流程：

1、设置加料期重油流量、氧化期重油流量、还原期重油流量、出铜期重油流量、保温期重油流量的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：满足渣含铜、加料期温度、氧化期温度、还原期温度、出铜期温度、保温期温度在配置值要求范围内；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置。

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取第一炉进料后温度、粗铜成分、第一炉铜量、第一炉进料时长、预氧化时长、二炉进料后温度、第二炉铜量、氧化前温度、氧化后开门样、氧化时长（加放渣）、氧化结束温度、放渣量、脱硫要求暂停作业时间、还原前铜样的当前值，即获取当前基础工况；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 62：炼铜熔炼工艺转炉操作优化

应用于炼铜熔炼工艺转炉操作流程中，该场景的流程为：

采用铜精矿蒸汽干燥，闪速熔炼，P-S 转炉吹炼，回转式阳极炉精炼，通过闪速熔炼技术处理铜精矿来生产高品位的冰铜，闪速炉冰铜通过流槽排放到冰铜包子内，并通过两台 85 吨的行车吊运到转炉，转炉采用 3 台能力为 260 吨 P-S 转炉将进行吹炼生产出含铜量 98% 以上的粗铜。粗铜进一步在阳极炉中精炼，最终通过 M18 双圆盘浇铸机浇铸成阳极板。闪速炉渣和转炉渣通过渣包运至渣浮选车间处理，产生的渣精矿返闪速炉熔炼。在转炉工序中，原

料为冰铜，通过吹氧，投料等操作将冰铜氧化成为粗铜，吹炼过程中不同的操作（吹氧、投料）会造成吹炼过程的温度有所波动，而转炉的吹炼过程中对于温度的稳定性非常敏感，对于冶炼时间有着非常大的意义。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：冰铜量，冰铜成分、冰铜温度情况；

操作数据：投入石英量、固铍量、废铜等辅料，送风量、用氧量、吹炼时间；

优化目标：实现转炉整体冶炼时间的降低；

优化约束条件：粗铜成分满足质量标准要求。

本场景流程：

- 1、设置投入石英量、固铍量、废铜等辅料，送风量、用氧量、吹炼时间的上下限，即安全区间；
- 2、设置反应时长；
- 3、设置隔离限制条件：粗铜成分满足质量标准要求。；
- 4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置。
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取冰铜量，冰铜成分、冰铜温度情况的当前值，即获取当前基础工况；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。；
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 63：炼铜电解操作控制

应用于炼铜电解生产流程中，该场景的流程为：

电解铜是将阳极板与阴极板放在电解液中，进行通直流电的操作的过程，为了保证铜在阴极板上面的长势良好，需要对电解液投放相应的添加剂，添加剂主要为硫脲及骨胶，不同的添加剂配比对于阴极板的铜附着情况有着不同的效果。在铜电解精炼中，通过电解相关历史数据（阳极成分、电解液化学成分、电解液温度、电解液循环速度、电流密度、骨胶\硫脲\盐酸等添加剂配比、添加剂添加量）的收集，形成电解操作经验库。找寻历史同等工况下阴极板 A 级比例最高的操作（控制添加剂配比及添加量），确保在合理电能消耗的前提下提高

电解铜质量。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：阳极成分、电解液化学成分、电解液温度、电解液循环速度、电流密度；

操作数据：骨胶\硫脲\盐酸等添加剂配比、添加剂添加量；

优化目标：提高电解铜质量（即阴极板 A 级比例最高）；

优化约束条件：满足电能消耗小于配置值的情况下。

本场景流程：

1、设置骨胶\硫脲\盐酸等添加剂配比、添加剂添加量的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：满足电能消耗小于配置值的情况下。；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置。

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取阳极成分、电解液化学成分、电解液温度、电解液循环速度、电流密度的当前值，即获取当前基础工况；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。；

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 64：制酸转化工序操作优化

应用于制酸转化流程中，该场景的流程为：

制酸厂流程主要为二氧化硫烟气净化（包括降温、除尘、除雾），进行干燥，转化后吸收成为硫酸，尾气脱硫处理通过双氧水计量泵的变频来控制，通过将变频与出口 SO₂ 浓度联锁，自动控制加入塔内的双氧水，使浓度控制在 0.05-0.1%；

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：入口气压、入口烟气流量、入口 O₂ 浓度、入口 SO₂ 浓度、入口温度、2602 阀门开度、1 层触媒入口温度 t₁、1 层触媒出口温度 t₁、2 层触媒入口温度 t₁、2 层触媒出口温度 t₁、3 层触媒入口温度 t₁、3 层触媒出口温度 t₁、4 层触媒入口温度 t₁、4 层触媒出口温度 t₁、预转化入口温度、预转化出口温度、1 层转化塔出入口温度 t₁、2 层转化塔出入口

口温度 t_1 、3 层转化塔出入口温度 t_1 、4 层转化塔出入口温度 t_1 、1 吸塔入口温度 t_1 、1 吸塔出口温度 t_1 ;

操作数据: 2604 阀门开度、2607 阀门开度、2610 阀门开度、2617 阀门开度、2602 阀门开度;

优化目标: 实现二氧化硫转化率提升;

优化约束条件: 满足 1 层触媒入口温度 t_2 、1 层触媒出口温度 t_2 、2 层触媒入口温度 t_2 、2 层触媒出口温度 t_2 、3 层触媒入口温度 t_2 、3 层触媒出口温度 t_2 、4 层触媒入口温度 t_2 、4 层触媒出口温度 t_2 、1 层转化塔出入口温度 t_2 、2 层转化塔出入口温度 t_2 在操作后的 60 秒内的温度变化不超过规定的配置值范围。

本场景流程:

1、设置 2604 阀门开度、2607 阀门开度、2610 阀门开度、2617 阀门开度、2602 阀门开度的上下限, 即安全区间;

2、设置反应时长;

3、设置隔离限制条件: 满足 1 层触媒入口温度 t_2 、1 层触媒出口温度 t_2 、2 层触媒入口温度 t_2 、2 层触媒出口温度 t_2 、3 层触媒入口温度 t_2 、3 层触媒出口温度 t_2 、4 层触媒入口温度 t_2 、4 层触媒出口温度 t_2 、1 层转化塔出入口温度 t_2 、2 层转化塔出入口温度 t_2 在操作后的 60 秒内的温度变化不超过规定的配置值范围。;

4、设置应急触发条件: 无安全问题, 不需要;

5、设置应急方案: 发出报警, 结合实际情况作出处置。

6、设置试探结束条件: 同种基础工况条件下, 连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果;

7、获取入口气压、入口烟气流量、入口 O_2 浓度、入口 SO_2 浓度、入口温度、2602 阀门开度、1 层触媒入口温度 t_1 、1 层触媒出口温度 t_1 、2 层触媒入口温度 t_1 、2 层触媒出口温度 t_1 、3 层触媒入口温度 t_1 、3 层触媒出口温度 t_1 、4 层触媒入口温度 t_1 、4 层触媒出口温度 t_1 、预转化入口温度、预转化出口温度、1 层转化塔出入口温度 t_1 、2 层转化塔出入口温度 t_1 、3 层转化塔出入口温度 t_1 、4 层转化塔出入口温度 t_1 、1 吸塔入口温度 t_1 、1 吸塔出口温度 t_1 的当前值, 即获取当前基础工况;

8、在操作数据中, 随机选择一个操作项, 在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项, 写入控制系统, 设备自动执行新操作项;

9、根据等待时长等待反应结束, 期间检测应急触发条件和隔离限制条件, 如果达到隔离限制条件, 则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。;

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 65：松散出口含水率控制

应用于松散出口含水率控制流程中，该场景的流程为：

将烟包进行切片成烟片后，为了增加烟片的含水率和温度，提高烟片的耐加工性，使切片后烟片松散，进行松散回潮增温增湿处理，主要是通过调节加水比例来实现松散出口的含水率达到目标值。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：牌号、回风温度、物料流量（松散）、加料比例（松散）、松散环境湿度、松散环境温度、天气温湿度（松散时段）；

操作数据：加水比例；

优化目标：实现松散出口含水率精确控制（更接近目标中心值）；

优化约束条件：松散出口含水率满足配置值。

本场景的流程：

1、设置加水比例的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：松散出口含水率满足配置值在设定的上下限内；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要。

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取加水比例的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；

10、检查是否有结束信号，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 66：润叶入口含水率控制

应用于润叶入口含水率控制流程中，该场景的流程为：

为了去除烟片中的异味，将松散回潮后的烟片进行均匀混合、醇化处理（预混柜），通过在预混柜阶段调节空调的温湿度来实现润叶入口含水率精确控制，当除湿过度时在预混柜

阶段还可以通过补蒸汽的方式进行湿度补偿。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：松散出口含水率、预混柜时长；

操作数据：空调温度（预混柜）、空调湿度（预混柜）、蒸汽比例（预混柜）；

优化目标：实现润叶入口含水率精确控制（更接近目标中心值）；

优化约束条件：润叶入口含水率满足配置值。

本场景的流程：

1、设置松散环节的加水比例、空调温度（预混柜）、空调湿度（预混柜）、蒸汽比例（预混柜）的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：润叶入口含水率满足配置值在设定的上下限内；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要。

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续N次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取松散环节的加水比例、空调温度（预混柜）、空调湿度（预混柜）、蒸汽比例（预混柜）的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；

10、检查是否有结束信号，不符合则跳转到步骤7。

实施例 67：润叶出口含水率控制

应用于润叶出口含水率控制流程中，该场景的流程为：

该环节主要是将混合、醇化处理（预混柜）的烟片进行润叶加料处理，可以通过调节蒸汽补偿比例来实现润叶出口含水率精准控制。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：润叶入口含水率、物料流量、加料比例、加料环境温度、加料环境湿度、天气温湿度（润叶时段）；

操作数据：润叶环节蒸汽补偿比例；

优化目标：实现润叶出口含水率精确控制（更接近目标中心值）；

优化约束条件：润叶出口含水率满足配置值。

本场景的流程：

- 1、设置润叶环节蒸汽补偿比例的上下限，即安全区间；
- 2、设置反应时长；
- 3、设置隔离限制条件：润叶出口含水率满足配置值在设定的上下限内；
- 4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要。
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取润叶环节蒸汽补偿比例的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；

10、检查是否有结束信号，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 68：烘丝入口含水率控制

应用于烘丝入口含水率控制流程中，该场景的流程为：

润叶后的产品进行贮叶醇化处理（贮叶柜），再进入到烘箱。通过在贮叶柜阶段调节空调的温湿度来实现烘丝入口含水率精确控制，当除湿过度时在贮叶柜阶段还可以通过补蒸汽的方式进行湿度补偿。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：润叶出口含水率、贮叶柜时长；

操作数据：空调温度（贮叶柜）、空调湿度（贮叶柜）、蒸汽比例（贮叶柜）；

优化目标：实现烘丝入口含水率精确控制（更接近目标中心值）；

优化约束条件：烘丝入口含水率满足配置值。

本场景的流程：

1、设置空调温度（贮叶柜）、空调湿度（贮叶柜）、蒸汽比例（贮叶柜）的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

- 3、设置隔离限制条件：烘丝入口含水率满足配置值在设定的上下限内；
- 4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要。
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取空调温度（贮叶柜）、空调湿度（贮叶柜）、蒸汽比例（贮叶柜）的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；
- 10、检查是否有结束信号，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 69：制丝混配控制

应用于制丝混配控制流程中，该场景的流程为：

将大线生产的烟丝、小线生产的烟丝、梗线生产的烟丝按照产品配方设计要求，准确、均匀地进行掺配，但是由于小线和梗线同大线生产存在不同步的现象，所以小线和梗线生产完的产品先入模块柜中待大线烘丝工序完成再进行预混和掺配，这样就存在小线和梗线的烟丝水分会散失，导致原本各线烘丝出口含水率满足工艺标准但实际掺配后含水率却不符合工艺标准的情况，所以可以通过控制小线和梗线烘丝机出口水分设定值满足掺配后含水率满足要求。再按照产品设计要求，将香料准确、均匀地施加到烟丝上，各种物料进一步混合均匀。为了让烟丝充分吸收香料，平衡烟丝的含水率和温度，加香后需要进行贮丝。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：牌号、烘丝后加香前天气温湿度、模块柜温湿度、小线物料流量及柜内停留时长、混丝柜温湿度、大线烘后水分、梗丝柜温湿度、梗线物料流量及柜内停留时长；

操作数据：小线的烘丝机出口水分设定值、梗线的烘丝机出口水分设定值；

优化目标：实现加香后的烟丝含水率精确控制（更接近目标中心值）；

优化约束条件：加香后的烟丝含水率满足配置值。

本场景的流程：

- 1、设置小线的烘丝机出口水分设定值、梗线的烘丝机出口水分设定值的上下限，即安全区间；

- 2、设置反应时长；
- 3、设置隔离限制条件：加香后的烟丝含水率满足配置值在设定的上下限内；
- 4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要。
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取牌号、烘丝后加香前天气温湿度、模块柜温湿度、小线物料流量及柜内停留时长、混丝柜温湿度、大线烘后水分、梗丝柜温湿度、梗线物料流量及柜内停留时长的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；
- 10、检查是否有结束信号，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 70：锅炉节能控制

应用于锅炉节能控制流程中，该场景的流程请参阅图 6：

蒸汽锅炉指的是把水加热到一定参数并生产高温蒸汽的工业锅炉，水在锅中受热变成蒸气，火在炉膛中发出热量，基本原理和烧开水差不多，锅相当于水壶，炉相当于灶。其中加热设备(燃烧器)释放热量，先通过辐射传热被水冷壁吸收，水冷壁的水沸腾汽化，产生大量蒸汽进入汽包进行汽水分离，分离出的饱和蒸汽进入过热器，通过辐射、对流方式继续吸收炉膛顶部和水平烟道、尾部烟道的烟气热量，并使过热蒸汽达到所要求的工作温度。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：天气温度、锅炉本体温度、给水温度、热空气温度、锅炉水位高度、锅炉出口蒸汽流量、锅炉出口蒸汽温度、空预器出口温度；

操作数据：燃气阀门开度、空气阀门开度、燃烧器风门开度、水阀门开度；

优化目标：实现单位燃料耗量越来越低；

优化约束条件：在安全生产和合理负荷情况下（最高蒸汽压力、保有水量、炉膛负压）。

本场景的流程：

- 1、设置燃气阀门开度、空气阀门开度、燃烧器风门开度、水阀门开度的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：安全生产和合理负荷（最高蒸汽压力、保有水量、炉膛负压）在设定的上下限内；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要。

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取燃气阀门开度、空气阀门开度、燃烧器风门开度、水阀门开度的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回上一个值；

10、检查是否有结束信号，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 71：空调节能控制

应用于空调节能控制流程中，该场景的流程请参阅图 7：

在集中式空调系统中，通常采用一部分回风与新鲜空气相混合，这样既保证了室内空气新，又利用了回风的能量，提高了设备运行的经济性。系统一般含有进风、回风、空气过滤、空气加湿处理、空气输送等部分。在正常的工作过程中，新风与回风混合，经过滤器过滤后，混合空气与盘管内的冷/热水进行换热。加湿器对混合空气进行加湿处理，最后送风机将处理后的空气送到各个区域内。通过调节排风阀开度、新风阀开度、回风阀开度，实现新风和回风的比例最优，最终实现空调系统单位耗电量最低，另外还可以通过调节表冷阀开度、加热阀开度、加湿阀开度对混合后的气体进行降温、加热、加湿处理。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：新风温度、新风湿度、回风温度、回风湿度、过滤网状态、过滤器前后压差、送风温度、送风湿度；

操作数据：排风阀开度、新风阀开度、回风阀开度、表冷阀开度、加热阀开度、加湿阀开度；

优化目标：实现空调系统单位耗电量最低；

优化约束条件：各工序的环境温湿度符合工艺要求标准，比如打叶复烤后烟叶需要在一

定温湿度条件下存放。

本场景的流程：

1、设置排风阀开度、新风阀开度、回风阀开度、表冷阀开度、加热阀开度、加湿阀开度的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：各工序的环境温湿度符合工艺要求标准在设定的上下限内；

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要。

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取排风阀开度、新风阀开度、回风阀开度、表冷阀开度、加热阀开度、加湿阀开度的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；

10、检查是否有结束信号，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 72：水泥生料配料调整控制

应用于水泥生料配料调整中，该场景的流程为：

水泥厂一般用石灰石、粘土、铁粉、砂岩作为生产水泥的原材料，4 种原材料按照一定的比例混合在一起，由皮带秤传送到磨机中进行粉磨。粉磨以后根据抽样测量的生料的石灰饱和系数、硅酸率、铝氧率情况，进行原材料投放量的调整。通过各原料的投放量来控制原料混合效果，实现在满足生产工艺条件基础上，实现生料合格率的提升。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：石灰饱和系数、硅酸率、铝氧率；

操作数据：石灰石投入流量、粘土投入流量、铁粉投入流量、砂岩投入流量；

优化目标：实现生料合格率的提升；

优化约束条件：各料仓电流

本场景流程：

1、设置石灰石投入流量、粘土投入流量、铁粉投入流量、砂岩投入流量的上下限，即安

全区间。

2、设置反应时长。

3、设置隔离限制条件：各料仓的电流在设定的上下限内。

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要。

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取石灰石投入流量、粘土投入流量、铁粉投入流量、砂岩投入流量的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 73：立磨操作控制

应用于水泥生料立磨环节中，该场景的流程为：

在生料磨车间，原料被磨得更细，以保证高质量的混合。选粉机将很细的原料粉末筛选出来作为水泥生料送入生料均化库，粗的送回磨机继续粉磨。磨机、选粉机、风机的控制会直接影响磨机电耗。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：喂料量给定值、配料配比情况（石灰石、低硅、高硅、选矿废渣、石灰质矿山废石）、选粉机转速、窑尾排风机转速、增湿塔出口湿度；

操作数据：磨机-研磨压力、磨机-进口热风阀门开度、磨机-进口冷风阀门开度、循环风机-变频转速、循环风阀门开度；

优化目标：在满足出口粉尘颗粒度达标前提下，实现立磨机单位电耗最低；

优化约束条件：入库提升机电流、磨机-振动值、选粉机-电流、磨机-进口负压、磨机-出口负压、磨机-进口温度、磨机-出口温度、喂料量反馈值、立磨回料提升电流。

本场景流程：

1、设置磨机-研磨压力、磨机-进口热风阀门开度、磨机-进口冷风阀门开度、循环风机-变频转速、循环风阀门开度的上下限，即安全区间。

2、设置反应时长。

3、设置隔离限制条件：入库提升机电流、磨机-振动值、选粉机-电流、磨机-进口负压、磨机-出口负压、磨机-进口温度、磨机-出口温度、喂料量反馈值、立磨回料提升电流在设定的上下限内。

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要。

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取磨机-研磨压力、磨机-进口热风阀门开度、磨机-进口冷风阀门开度、循环风机-变频转速、循环风阀门开度的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 74：生料均化操作控制

应用于水泥生料均化环节中，该场景的流程为：

生料均化是为了避免或减轻因原料的波动引起产品质量波动，均化过程采用空气搅拌，重力作用，产生“漏斗效应”，使生料粉在向下卸落时，尽量切割多层料面，充分混合。利用不同的流化空气，使库内平行料面发生大小不同的流化膨胀作用，有的区域卸料，有的区域流化，从而使库内料面产生倾斜，进行径向混合均化。为了保证入窑生料成分的高度均匀，需要对均化库的环境（流量阀、卸料时间、充气时间）进行严格控制，控制过程中设备所产生的电耗较多。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：入料水分、内仓充气箱转速、均化库内生料重量；

操作数据：扇形区流量阀开度；提升机电流；卸料时间；仓底输送侧流量阀开度；

优化目标：实现均化库单位电耗最低；

优化约束条件：仓内充气压力

本场景流程：

1、设置扇形区流量阀开度；提升机电流；卸料时间；仓底输送侧流量阀开度的上下限，即安全区间。

2、设置反应时长。

- 3、设置隔离限制条件：仓内充气压力、库内生料重量在设定的上下限内。
- 4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要。
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取扇形区流量阀开度；提升机电流；卸料时间；仓底输送侧流量阀开度的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 75：预热分解操作控制

应用于水泥预热分解环节中，该场景的流程请参阅图 8：

预热器可以代替回转窑部分的功能，对生料进行预热和部分分解，从而缩短回转窑长度。此外，在预热器中物料以悬浮状态进行充分的气料热交换能够有效的提高热效率、降低耗能。

旋风预热器是利用回转窑内窑尾高温废气对水泥生料进行余热以及预分解的一个工艺过程，其利用了逆流以及悬浮换热的方式使水泥生料进行了充分的换热。物料方向与气流方向是相反的，气流方向从下而上，料流方向从上至下，以及旋风筒特殊的结构，能让气固两相流得到充分的热交换，为下一步的水泥煅烧分解过程做准备。预热器内系统的风速、温度直接会影响到水泥生料的预热结果。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：生料下料流量、C1/C2/C3/C4/C5 预热器出口温度、C1/C2/C3/C4/C5 预热器出口负压，C5 入口烟气速度，C5 入口烟气温度，窑尾烟室温度；

操作数据：C1/C2/C3/C4/C5 预热器锁风阀开度；三次风阀开度；窑尾喂煤量

优化目标：实现预热器温度和目标值越接近越好；

优化约束条件：预热器出口温度，C5 锥部负压值。

本场景流程：

- 1、设置 C1/C2/C3/C4/C5 预热器锁风阀开度；三次风阀开度；窑尾喂煤量的上下限，即安全区间。

- 2、设置反应时长。
- 3、设置隔离限制条件：预热器出口温度，C5 锥部负压值在设定的上下限内。
- 4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要。
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取 C1/C2/C3/C4/C5 预热器锁风阀开度；三次风阀开度；窑尾喂煤量的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 76：窑炉操作控制

应用于回转窑操作控制场景中，该场景的流程为：

当所有生料在旋风预热器完成预分解与预热后，接着在回转窑内进行熟料的烧成。在回转窑中，当物料温度升高，熟料里的矿物质将会转变为液相，大量的碳酸盐与硅铝铁酸盐反应就会生成大量新的矿物，即熟料。生料烧熟需要很高的温度，因此耗费的喂煤量多，所消耗的热能大，若对风、煤、料、窑速进行合理控制可以节省回转窑单位耗能。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：生料投量、分解炉出口温度、燃烧带温度、窑尾烟室温度、生料入窑分解率；

操作数据：窑转速、窑头瞬时喂煤量、排风机转速、高温风机转速、三次风阀门开度；窑头罩负压；

优化目标：实现回转窑单位耗煤量的降低；

优化约束条件：窑转速、回转窑温度、窑连续运转时间、窑头窑尾喂煤比；

本场景流程：

设置窑转速、窑头瞬时喂煤量、排风机转速、高温风机转速、三次风阀门开度；窑头罩负压的上下限，即安全区间。

- 1、设置反应时长。
- 2、设置隔离限制条件：窑转速、回转窑温度、窑连续运转时间、窑头窑尾喂煤比。
- 3、设置应急触发条件：无安全问题，不需要。

4、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

5、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

6、获取窑转速、窑头瞬时喂煤量、排风机转速、高温风机转速、三次风阀门开度；窑头罩负压的当前值，即获取当前操作数据；

7、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

8、根据等待时长等待反应结束，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。

9、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 77：水泥粉磨控制

应用于水泥粉磨环节中，该场景的流程为：

该工序是将水泥熟料进行充分粉磨，至适宜的粒度（以细度、比表面积等表示），形成一定的颗粒级配，粉磨后由磨尾卸下，再通过出磨提升机送至选粉机。可以通过调整钢球数量增加钢球总面积，提高钢球对物料的粉磨效果，降低单位产品电耗。在同等条件下，颗粒的比表面积与粉磨能耗几乎能成正比。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：喂料量、出磨提升机电流、称重仓料位、颗粒级配；

操作数据：球磨机填充率、球磨机内风速、选粉机转速、排风机风速；

优化目标：实现磨机单位电耗最低；

优化约束条件：入磨物料水分、磨机内温度；

本场景流程：

1、设置球磨机填充率、球磨机内风速、选粉机转速、排风机风速的上下限，即安全区间。

2、设置反应时长。

3、设置隔离限制条件：入磨物料水分、磨机内温度在设定的上下限内。

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要。

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取球磨机填充率、球磨机内风速、选粉机转速、排风机风速的当前值，即获取

当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 78：除尘操作控制

应用于除尘控制场景中，该场景的流程请参阅图 9：

在水泥生产过程中，会产生大量的粉尘，需要依靠布袋除尘设备进行处理。

工作时，含尘气体由进风道进入灰斗，粗尘粒直接落入灰斗底部，细尘粒随气流转折向上进入中、下箱体，粉尘积附在滤袋外表面，过滤后的气体进入上箱体至净气集合管-排风道，经排风机排至大气。清灰过程是先切断该室的净气出口风道，使该室的布袋处于无气流通过的状态(分室停风清灰)。然后开启脉冲阀用压缩空气进行脉冲喷吹清灰，切断阀关闭时间足以保证在喷吹后从滤袋上剥离的粉尘沉降至灰斗，避免了粉尘在脱离滤袋表面后又随气流附集到相邻滤袋表面的现象，使滤袋清灰彻底，在除尘的过程中，主要是通过调整风机阀门开度、速度及电机电流，有效降低单位除尘电耗。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：除尘量（烟气流量*浓度）、除尘袋内温度、除尘袋运行压差；

操作数据：风机阀门开度、除尘器过滤风速、脉冲阀脉冲时间、脉冲阀脉冲周期；

优化目标：降低单位除尘电耗；

优化约束条件：国家允许的粉尘排放量。

本场景的流程：

1、设置风机阀门开度、除尘器过滤风速、脉冲阀脉冲时间、脉冲阀脉冲周期的上下限，即安全区间。

2、设置反应时长。

3、设置隔离限制条件：国家允许的粉尘排放量在设定的上下限内。

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要。

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取风机阀门开度、除尘器过滤风速、脉冲阀脉冲时间、脉冲阀脉冲周期的当前

值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 79：配煤控制

应用于配煤控制的场景中，该场景的流程为：

企业需依据采购煤种的基本信息、配煤掺烧数据、煤种配比规则等来制定配煤方案，使混煤煤质参数满足输煤系统、制粉系统、燃烧系统、除灰除渣系统等生产设备，并实现发电成本的最低和综合效益最大化。在这个过程中，煤种的基本信息不同、对煤种的煤质要求也不一样，多数采用人工经验的方式进行配煤，耗费大量时间及成本，很难实现配煤方案最优，可通过调整不同煤种的配比来实现配煤方案的最优操作。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：采购煤种基本信息（煤源、单价、品种、收到基、挥发分、水分、灰分、硫分、热值）、添加剂的基本信息（类型、单价、品种）；

操作数据：调整不同煤种量、各添加剂的量；

优化目标：实现燃料成本越低越好。

优化约束条件：煤炭发热量符合锅炉燃烧需求。

本场景流程：

1、设置调整不同煤种量、各添加剂的量的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：煤炭发热量在设定的上下限内。

4、设置应急触发条件：（“无安全问题，不需要”）

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取调整不同煤种量、各添加剂的量的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离约束条件，如果达到隔离

约束条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 80：制粉控制

应用于制粉控制的场景中，该场景的流程为：

物料从进料口落在磨盘中央，同时热风从进风口进入磨内。随着磨盘的转动，将原煤挤压和碾磨，最终破碎成煤粉。通过碾磨部件旋转，把破碎的煤粉甩到风环室，流经风环室的热空气流将这些煤粉带到磨煤机上部的煤粉分离器，过粗的煤粉被分离下来重新再磨，合格细粉随气流一起出磨，得产品煤粉。在这个过程中，机组当前负荷、风机风速等经常变化，使得磨煤效率不能达到最优，耗电量增大，可通过控制装置各阀门开度、磨盘转速、分离器转速来调节磨煤机制粉效率，降低单位制粉耗电量。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：煤种、给煤机额定值、当前给煤量、粉仓当前储量、磨煤机的煤位、一次风风温、一次风进口压力、密封风与一次风差压、分离器出口压力、分离器风粉混合物温度、一次风进口与分离器出口差压、粗粉分离器转速。

操作数据：瞬时给煤量、一次热风阀门开度、一次冷风阀门开度、密封风机阀门开度、磨盘转速调节、粗粉分离器频率、

优化目标：实现磨煤机单位制粉耗电量越低越好。

优化约束条件：在煤粉品质满足锅炉燃烧需求的前提下。

本场景流程：

1、设置瞬时给煤量、一次热风阀门开度、一次冷风阀门开度、密封风机阀门开度、磨盘转速调节、粗粉分离器频率的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：煤粉颗粒在设定的上下限内。

4、设置应急触发条件：（“无安全问题，不需要”）

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取瞬时给煤量、一次热风阀门开度、一次冷风阀门开度、密封风机阀门开度、磨盘转速调节、粗粉分离器频率的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离约束条件，如果达到隔离约束条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 81：锅炉效率控制

应用于锅炉效率优化的场景中，该场景的流程为：

风粉混合物通过燃烧器进入炉膛燃烧，燃烧过程产生的热量通过换热传递给水管中的水产生饱和蒸汽，再通过过热器变成过热蒸汽输送到汽轮机。炉膛燃烧产生的烟气会通过省煤器进空预器最后经处理排除大气，产生的灰渣会通过冲灰水进行处理排出。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：给煤量、发热量、煤粉粗细度、各层一次风粉管流速、风煤混合物温度、各空预器出口二次热风压力、各空预器出口二次热风流量、各空预器出口二次热风温度、给水温度、负荷情况、汽包水位、锅炉出口主蒸汽流量；

操作数据：各层二次调节风门控制、各层煤燃烧器二次调节风门控制、摆动火嘴控制；

优化目标：实现锅炉效率越高越好。

优化约束条件：在满足设备安全运行的前提下。

本场景流程：

1、设置各层二次调节风门控制、各层煤燃烧器二次调节风门控制、摆动火嘴控制的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：炉膛不灭火、不结焦、设备运行功率在设定的上下限内。

4、设置应急触发条件：（“无安全问题，不需要”）

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取各层二次调节风门控制、各层煤燃烧器二次调节风门控制、摆动火嘴控制的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离约束条件，如果达到隔离约束条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 82：风量控制

应用于风量控制的场景中，该场景的流程为：

要保证燃料在锅炉中正常运输，必须将燃料燃烧所需要的空气源源不断地送入到锅炉的炉膛中，同时必须及时地排走燃烧产物，锅炉产生的烟气经过空预器、电除尘后进入到引风机，引风机将其送入到脱硫系统或直接排入到烟囱。引风机是将锅炉的烟气抽出，维持锅炉负压的作用。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：送风量、送风机功率、炉膛负压、锅炉本体阻力、省煤器阻力、预热器阻力、除尘器阻力、脱硫装置阻力、烟囱阻力、烟道阻力、

操作数据：各引风机功率、各引风机的风量、各引风机的风压

优化目标：实现引风机总能耗越来越低。

优化约束条件：在保证锅炉机组正常运行的前提下。

本场景流程：

- 1、设置各引风机功率、各引风机的风量、各引风机的风压的上下限，即安全区间；
- 2、设置反应时长；
- 3、设置隔离限制条件：风机设备运行功率、锅炉燃烧效率在设定的上下限内。
- 4、设置应急触发条件：（“无安全问题，不需要”）
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取各引风机功率、各引风机的风量、各引风机的风压的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离约束条件，如果达到隔离约束条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 83：余热锅炉控制

应用于余热锅炉节能优化的场景中，该场景的流程为：

余热锅炉由进口烟道、炉体、汽包、烟囱组成，主要是用锅炉余热的烟气热量来产生蒸汽。在炉体内有密集的管道，给水泵将要加热的水压进这些管道，通过锅炉高温烟气将管道

内的水加热成蒸汽，再驱动汽轮机带动发电机发电。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：环境温度、进口烟气温度、进口烟气压力、热端温差、节点温差、接近点温差、给水泵进水温度、过热蒸汽压力、过热蒸汽温度、出口烟气温度、汽包水位、汽包压力。

操作数据：进口烟气阀门开度、高温加热器阀门开度。

优化目标：实现余热锅炉的余热利用率最优。

优化约束条件：在满足余热锅炉安全运行的前提下。

本场景流程：

- 1、设置进口烟气阀门开度、高温加热器阀门开度的上下限，即安全区间；
- 2、设置反应时长；
- 3、设置隔离限制条件：余热锅炉设备运行功率在设定的上下限内。
- 4、设置应急触发条件：（“无安全问题，不需要”）
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取进口烟气阀门开度、高温加热器阀门开度的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离约束条件，如果达到隔离约束条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 84：余热汽机的节能控制

应用于余热汽机节能优化的场景中，该场景的流程为：

水在余热锅炉中被加热成蒸汽，经过热器进一步加热后变成过热的蒸汽，再通过主蒸汽管道进入汽轮机。由于蒸汽不断膨胀，高速流动的蒸汽推动汽轮机的叶片转动从而带动发电机。在这个过程中，进口蒸汽温度、进口蒸汽流量、汽轮机转速和振幅等会发生变化，使得余热汽机的汽耗率不能达到最优，可通过调节装置各阀门开度来降低余热汽机的汽耗率。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：进口蒸汽压力、进口蒸汽温度、进口蒸汽流量、冷却倍率、抽汽压力、抽汽温度、漏气损失、调节级汽室压力、汽轮机转速、汽轮机振幅。

操作数据：汽门开度、冷却水温度调节、抽汽压力阀门调节。

优化目标：实现汽轮机汽耗率最优。

优化约束条件：在发电量满足需求、蒸汽满足用户需求的前提下。

本场景流程：

- 1、设置汽门开度、冷却水温度调节、抽汽压力阀门调节的上下限，即安全区间；
- 2、设置反应时长；
- 3、设置隔离限制条件：发电量、用户蒸汽量在设定的上下限内。
- 4、设置应急触发条件：（“无安全问题，不需要”）
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取汽门开度、冷却水温度调节、抽汽压力阀门调节的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离约束条件，如果达到隔离约束条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 85：汽机再热汽温控制

应用于汽机再热汽温控制的场景中，该场景的流程为：

煤粉锅炉产生的主蒸汽在汽轮机高压缸内膨胀做功后，引入锅炉的再热器中重新加热，提高蒸汽温度，然后再引回汽轮机的中、低压缸内继续做功，最后的乏汽排入凝汽器的过程。

该场景主要有以下属性情况：

基础工况：汽轮机高压缸出口温度、再热蒸汽进口温度、再热蒸汽出口压力、流经再热器侧的烟气流量、流经再热器侧的烟气温度、汽轮机排气湿度。

操作数据：汽轮机各出口调节阀、汽轮机高压缸出口负压、汽轮机高压缸出口增压、再热器减温水量。

优化目标：实现单位热量做功越高越好。

优化约束条件：在保证汽机再热汽温不偏离额定值的前提下。

本场景流程：

- 1、设置汽轮机各出口调节阀、汽轮机高压缸出口负压、汽轮机高压缸出口增压、再热器减温水量的上下限，即安全区间；
- 2、设置反应时长；

- 3、设置隔离限制条件：汽机再热汽温在设定的上下限内。
- 4、设置应急触发条件：（“无安全问题，不需要”）
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取汽轮机各出口调节阀、汽轮机高压缸出口负压、汽轮机高压缸出口增压、再热器减温水量的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离约束条件，如果达到隔离约束条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 86：脱硝设备运行控制

应用于脱硝设备运行优化的场景中，该场景的流程为：

液态氨经蒸发器蒸发成氨气，氨气与稀释风机来的空气在氨/空混合器内充分混合。混合气体进入位于烟道内的喷氨格栅，通过喷氨格栅喷入氨气与烟道中的烟气充分混合，然后进入 SCR（选择性催化还原技术）反应器，在催化剂的作用下，氨与氧化氮反应生成氮气和水。反应生成水和氮气随烟气进入空气预热器。

基础工况：锅炉负荷、原烟气 NO_x 浓度、原烟气流量、原烟气温度、原烟气 O₂ 含量、

操作数据：总管喷氨量、分支管喷氨量、

优化目标：脱单位 NO_x 消耗的氨量越少越好。

优化约束条件：净烟气中 NO_x 浓度满足国家排放标准、氨逃逸量低于设定值；

本场景的流程：

- 1、设置总管喷氨量、分支管喷氨量的上下限，即安全区间；
- 2、设置反应时长；
- 3、设置隔离限制条件：净烟气中 NO_x 浓度、氨逃逸量在设定的上下限内。
- 4、设置应急触发条件：（“无安全问题，不需要”）
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取总管喷氨量、分支管喷氨量的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离约束条件，如果达到隔离约束条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 87：电除尘设备运行控制

应用于电除尘设备优化场景/系统中，该场景的流程为：

锅炉燃烧过程产生的烟气经过电除尘，在电除尘器的正负极通上高压直流电源，在两极间维持一个足以使气体分离的静电场，利用强电场电晕放电，使气体电离产生大量自由电子和离子，并吸附在通过电场的粉尘颗粒上，使烟气中的粉尘颗粒荷电，并在电厂库仑力的作用下，使带电尘粒向极性相反的电极移动，沉积在电极上，从而将尘粒从含尘气体中分离出来，然后通过周期性振打电极的方法使尘粒降落在除尘器的集灰斗内，净化的空气经出气烟箱排出。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：锅炉负荷、烟气入口粉尘浓度、烟气流速、热回收器出口烟温、；

操作数据：干电除尘器各电磁场的二次电压、二次电流、供电方式、脉冲供电毫秒数、脉冲断电毫秒数；湿电除尘器各电磁场二次电压、二次电流、供电方式、脉冲供电毫秒数、脉冲断电毫秒数；

优化目标：实现各电磁场总能耗越低越好。

优化约束条件：净烟气的粉尘浓度符合国家排放标准。

本场景的流程：

1、设置干电除尘器各电磁场的二次电压、二次电流、供电方式、脉冲供电毫秒数、脉冲断电毫秒数；湿电除尘器各电磁场二次电压、二次电流、供电方式、脉冲供电毫秒数、脉冲断电毫秒数的上下限，即安全区间；

2、设置反应时长；

3、设置隔离限制条件：净烟气的粉尘浓度在设定的上下限内。

4、设置应急触发条件：（“无安全问题，不需要”）

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取干电除尘器各电磁场的二次电压、二次电流、供电方式、脉冲供电毫秒数、脉冲

断电毫秒数；湿电除尘器各电磁场二次电压、二次电流、供电方式、脉冲供电毫秒数、脉冲断电毫秒数的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离约束条件，如果达到隔离约束条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 88：漂白控制

应用于漂白控制的最优化操作方案中，该场景的流程请结合图 10：

漂白是用漂白剂与纸浆中的木素和色素作用使之变成可溶解物，除去纸浆中的有色物质或改变其化学成分使之脱色。纸浆漂白的白度是制浆过程重要的质量指标，漂白过程与纸浆和成纸的质量、物料和能量消耗及环境的影响密切相关。工作人员凭借经验在一定纸浆浓度和流速下配比加入二氧化氯和氯气漂白，为了保证白度，常常加入过量的二氧化氯和氯气，一方面降低了纸浆的得率，另一方面加重了废水处理压力。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：漂白塔前和静态混合器后测的残氯值、白度值、纸张规格；

操作数据：纸浆流速，二氧化氯和氯气流量，漂白塔蒸汽流量，静态混合器蒸汽流量；

优化目标：实现纸浆漂白剂单位耗量越低越好。

优化约束条件：在满足纸浆卡伯值小于配置值，纸浆浓度、漂白塔温度，静态混合器温度在指定范围内的情况下。

本场景的流程：

1、设置纸浆流速，二氧化氯和氯气流量调节，漂白塔蒸汽流量，静态混合器蒸汽流量的上下限，即安全区间。

2、设置反应时长。

3、设置隔离限制条件：漂白塔温度，静态混合器温度在设定的上下限内。

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要。

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置。

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7、获取纸浆流速，二氧化氯和氯气流量调节，漂白塔蒸汽流量，静态混合器蒸汽流量的当前值，即获取当前操作数据；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束，期间检测隔离限制条件；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。

10、检查是否有符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7；

实施例 89：黑液蒸发控制

应用于黑液蒸发控制的最优化操作方案中，该场景的流程请结合图 11：

制浆黑液是指植物纤维原料经过碱法制浆处理后所得的废液，因颜色偏褐色，故称黑液。制浆造纸企业所产生的黑液如未经任何处理直接外排，不仅严重污染水源，而且会造成资源浪费。

黑液蒸发的目的是提高黑液的浓度，使黑液浓度达到适合燃烧要求的浓度。人工对进效稀黑液的浓度，进效黑液流量，进效蒸汽压力，进效蒸汽量进行控制，常常一次蒸煮无法达到满意效果，需要多次进行蒸煮，导致蒸发能耗高。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：黑液成分、黑液液位（各效蒸发器、闪蒸罐、黑液槽以及自蒸发器的液位）、各效黑液浓度，蒸发设备各效的有效总压差；

操作数据：进效稀黑液的浓度、进效黑液流量、进效蒸汽压力、进效蒸汽量；

优化目标：实现黑液蒸发总蒸汽单位耗量越低越好。

优化约束条件：在满足出效黑液浓度大于或等于配置值的情况下。

本场景的流程：

1、设置进效稀黑液的浓度、进效黑液流量、进效蒸汽压力、进效蒸汽量的上下限，即安全区间。

2、设置反应时长。

3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置。

6、设置试探结束条件：实现蒸汽节能降耗最优控制。

7、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9、根据等待时长等待反应结束；

10、检查是否有符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7；

实施例 90：黑液燃烧控制

应用于黑液燃烧控制的最优化操作方案中，该场景的流程请结合图 12：

经过蒸煮后形成的稀黑液在蒸发器内加热浓缩后喷入碱回收锅炉通过燃烧获取热能，黑液中的未燃尽碳和无机盐落入底部焦床，在高温下进行还原反应，反应过程中大部分 Na_2SO 将被还原为 Na_2S ，之后熔融物从熔融喷口流出锅炉，形成绿液，绿液经过苛化后形成白液用于制浆。

碱回收炉作为燃烧系统的主要设备，工艺对象和运行机理复杂，在手工操作和模拟仪表调节喷枪数，喷枪液流量，一次风、二次风、三次风开度，给水流量，重油流量数据时，很难达到理想的运行工况，同时建立一个碱回收炉的初期投入非常大，使得它往往成为制约制浆厂生产效率进一步提高的瓶颈，提高碱回收炉的燃烧性能，使燃烧具有最高的还原率和最高热效率，对提高整个纸厂的经济效益和社会效益显得十分重要。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：黑液浓度，黑液流量，空预器出口一次、二次风的压力、流量及温度，三次风流量及压力，给水温度、给水压力，汽包水位；

操作数据：喷枪数，喷枪液流量，一次风、二次风、三次风开度，给水流量，重油流量；

优化目标：实现碱回收炉燃烧热效率越高越好。

计算公式：

热效率=有效利用热量/燃料所能放出的全部热量*100%

＝锅炉蒸发量*（蒸汽焓－给水焓）/燃料消耗量*燃料低位发热量*100%

＝蒸汽量*（蒸汽焓－给水焓）/燃料消耗量*燃料低位发热量*100%

优化约束条件：在满足锅炉总风量、汽包水位、汽包上下壁温偏差、碱回收炉振动值，炉膛负压小于配置值的情况下。

本场景的流程：

1、设置喷枪数，喷枪液流量，一次风、二次风、三次风开度，给水流量，重油流量的上下限，即安全区间。

2、设置反应时长。

3、设置隔离限制条件：锅炉总风量、汽包水位、汽包上下壁温偏差、碱回收炉振动值、炉膛负压在设定的上下限内。

4、这是应急触发条件：无安全问题，不需要

- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置。
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取喷枪数，喷枪液流量，一次风、二次风、三次风开度，给水流量，重油流量的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测隔离限制条件，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。
- 10、检查是否有符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 91：铝电解控制

应用于铝电解控制，该场景的流程请结合图 13：

流程：氧化铝溶解在熔融冰晶石熔体中，形成具有良好导电性的均匀熔体，采用碳素材料做阴阳两极，当通入直流电后，即在两极上发生电化学反应。在阳极上产生阳极气体，阴极上析出液态铝，用真空抬包周期性从电解槽吸出，送铸造分厂铸重熔用铝锭。电解槽正常加工由槽控机根据氧化铝浓度控制下料间隔和下料量，在实际生产过程中因设备等外界因素往往需要人工对加料间隔进行调整以满足生产需要。铝电解过程受强非线性性和受多种不可预测因素影响较大，电解槽内的氧化铝浓度不易测量，同时电解槽在不同的槽状态下实际可控制的氧化铝浓度范围不同，因此很难对电解槽中氧化铝浓度进行精确控制。我国目前大型预焙铝电解槽选择氧化铝浓度的控制范围为 1.5%~3.5%。电解过程若氧化铝浓度过高，会造成槽底沉淀、铝液层不稳定、增加电阻等问题；浓度过低时，又容易发生阳极效应，使电流效率降低。因此，需要综合考虑电压、氧化铝下料量、氧化铝下料间隔、电解槽温、电解质分子比、极距、铝水平、电解质水平、保温料厚度等因素，通过人工智能系统应用，实现铝电解电能消耗量越低越好。

该场景主要有以下属性情况：

基础工况：电解槽工位、槽平均电压、氧化铝成分（含水量、含钠量等）、氧化铝形态（沙状、粉末状）、保温料厚度。

操作数据：电压、氧化铝下料量、氧化铝下料间隔、电解槽温、电解质分子比、极距、铝水平、电解质水平。

优化目标：实现铝电解电能消耗量越低越好。

优化约束条件：在满足电流强度、电解槽磁场分布、出铝量处于配置区间的条件下。

本场景流程：

- 1、设置电压、氧化铝下料量、氧化铝下料间隔、电解槽温、电解质分子比、极距、铝水平、电解质水平的上下限，即安全区间。
- 2、设置反应时长。
- 3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要。
- 4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要。
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置。
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果。
- 7、获取电压、氧化铝下料量、氧化铝下料间隔、电解槽温、电解质分子比、极距、铝水平、电解质水平的当前值，即获取当前操作数据。
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项。
- 9、根据等待时长等待反应结束。
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 92：铝合金熔炼加热控制

应用于铝合金熔炼加热控制中，该场景的流程为：

流程：铝合金备料（熔化炉中）→配料计算→熔化过程控制（温控合金加入）→合金熔化→电磁搅拌。

铝合金熔炼过程中，熔炼温度、熔炼时间、加热速度等因素对氧化烧损有很大影响。熔炼温度过高，可加剧合金氧化；加热速度越快，可缩短熔炼时间，减少合金氧化烧损。因此铝合金熔炼加热条件的选择，实际上是围绕熔炼过程中如何把握减少与氧在高温条件下作用时间的问题。因此，需要综合考虑装料顺序、熔炼温度、熔炼时间、油压、油量、燃油比、助燃风流量、覆盖剂用量等因素，通过人工智能系统应用，实现铝熔炼过程精准控制，减少铝合金氧化烧损。

该场景主要有以下属性情况：

基础工况：铝料品种、炉膛压力、炉膛温度、铝料熔化速度。

操作数据：装料顺序、熔炼时间、油压、油量、助燃风流量、覆盖剂用量。

优化目标：实现铝熔炼过程精准控制。

优化约束条件：在满足熔炼炉升温速度、熔炼温度、加热速度、燃油比处于配置区间的情况下。

本场景的流程：

- 1、设置装料顺序、熔炼时间、油压、油量、助燃风流量、覆盖剂用量的上下限，即安全区间。
- 2、设置反应时长。
- 3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要。
- 4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要。
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置。
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果。
- 7、获取装料顺序、熔炼时间、油压、油量、助燃风流量、覆盖剂用量的当前值，即获取当前操作数据。
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项。
- 9、根据等待时长等待反应结束。
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 93：铝合金精炼操作控制

应用于铝合金精炼操作控制，该场景的流程为：

流程：熔体导入保温炉→加入合金→除氢→除渣精炼→扒渣覆盖→静置（15~30 分）→熔体成分检查化验→调整合金成分→调整温度→合格的铝合金熔体→浇注准备。

铝合金精炼的主要是清除熔液内的气体和非金属夹杂物、均匀合金成分。精炼是熔炼中极为重要的一个工艺过程。精炼应正确选用精炼剂、控制好加入量（合金质量的 0.5%-0.7%）及把握好精炼温度（700-720℃）。在精炼的过程中，用钟罩将精炼剂分批压入熔液面下约 2/3 处，均匀缓慢做顺时针转动，速度要缓、动作要平稳，避免金属液大幅度搅动，以防增加含氢量和卷入夹杂。因此，需要综合考虑精炼温度、精炼时间、氮气压力、氮气用量、炉前通氮时间、炉后通氮时间、精炼剂用量、送粉速度等因素，通过人工智能系统应用，减少精炼剂使用量，实现铝熔体含气量越低越好。

该场景主要有以下属性情况：

基础工况：铝液温度、铝液成分（Fe、Si、Ti、CO、CO₂、H₂ 等）、氮气压力。

操作数据：精炼时间、氮气流量、炉前通氮时间、炉后通氮时间、精炼剂用量、精炼剂送粉速度。

优化目标：减少精炼剂使用量，实现铝熔体含气量越低越好。

优化约束条件：在满足精炼剂使用量小于配置值的情况下。

本场景的流程：

1、设置精炼时间、氮气流量、炉前通氮时间、炉后通氮时间、精炼剂用量、精炼剂送粉速度的上下限，即安全区间。

2、设置反应时长。

3、设置隔离限制条件：无安全问题，不需要。

4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要。

5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置。

6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果。

7、获取精炼时间、氮气流量、炉前通氮时间、炉后通氮时间、精炼剂用量、精炼剂送粉速度的当前值，即获取当前操作数据。

8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项。

9、根据等待时长等待反应结束。

10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 94：垃圾焚烧设备的控制

应用于垃圾焚烧的控制方案中，该场景的流程为：

垃圾车将垃圾运送到垃圾贮坑内，经过 3-5 天的发酵后，通过抓料斗抓取垃圾喂到給料斗里，进入溜槽，通过推料器的向前运送将溜槽里的垃圾推到炉排，炉排分为干燥区、燃烧区、燃烬区，由于炉排之间的交错运动，将垃圾向下方推动，垃圾依次通过炉排上的各个区域，直至燃烬排出炉膛。根据垃圾组分、干燥情况、垃圾在各炉排的时间不同，当其他条件保持不变时，停留时间越长，焚烧效果越好，但停留时间过长会使焚烧炉的处理量减少，停留时间过短会引起垃圾燃烧不完全，所以，停留时间的长短应由具体情况来定。燃烧空气通炉排下部进入与垃圾混合，垃圾焚烧所需的一次风是经过蒸汽空气加热器和烟气空气加热器后才进入锅炉的，二次送风通过焚烧炉专用管道输送新风。垃圾经焚烧炉燃烧后的烟气通过锅炉的受热面产生热蒸汽，蒸汽带动汽轮发电机进行发电，而同时被冷却的烟气通过净化处理排出，蒸汽流量越大，垃圾焚烧量越大。

总流程图请参阅图 14：

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：垃圾贮坑气温和湿度、炉膛负压、湍流度、层料厚度、锅炉水位、焚烧炉内

CO 浓度、O₂ 浓度、焚烧炉内温度、过热蒸汽压力、过热蒸汽温度、锅炉给水温度、锅筒工作压力、热空气温度、排烟温度、喷温喷水量、锅筒水位

操作数据：垃圾在贮坑发酵的时间、給料时间点、喂料器停留时间、喂料器行程、垃圾在各炉排停留时间、各炉排运动速度、一次送风的时间点、风压、风温和风量；垃圾在燃烧炉内的停留时间、焚烧炉内设置温度；

优化目标：实现锅炉蒸流量越大越好。

优化约束条件：烟气中 CO 浓度低于 60mg/m³，火焰颜色中心位置在配置区域。

本场景的流程：

1. 设置垃圾在贮坑发酵的时间、給料时间点、喂料器停留时间、喂料器行程、垃圾在各炉排停留时间、各炉排运动速度、一次送风的时间点、风压、风温和风量；垃圾在燃烧炉内的停留时间、焚烧炉内设置温度的上下限，即安全区间。

2. 设置反应时长。

3. 设置隔离限制条件：锅炉给水水位在设定的上下限内。

4. 设置应急触发条件：无安全问题，不需要

5. 设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

6. 设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

7. 获取垃圾在贮坑发酵的时间、給料时间点、喂料器停留时间、喂料器行程、垃圾在各炉排停留时间、各炉排运动速度、一次送风的时间点、风压、风温和风量；垃圾在燃烧炉内的停留时间、焚烧炉内设置温度的当前值，即获取当前操作数据；

8. 在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

9. 根据等待时长等待反应结束，期间检测锅炉给水水位，如果锅炉给水水位不在设定范围之内，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。

10. 检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 95：交通隧道照明控制

应用于交通隧道照明系统管理中，该场景的流程为：

交通隧道的能耗主要集中在照明设施、通风设施和隧道监控设施等方面，尤其是在长隧道、特长隧道以及隧道群的运营管理中，隧道照明与通风设施的能耗量约占交通隧道总能耗的 90% 左右。

隧道照明系统是隧道运营中耗能耗资较高的系统，隧道照明通常分为入口照明，内部照

明和出口照明，其中对入口照明的要求更加严格。隧道照明设备可控制的参数有电路电压、各照明灯具的使用功率，优化目标是交通隧道照明设备日电耗越低越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：隧道外光强度、车流量；

操作数据：电路电压、各照明灯具的使用功率；

优化目标：交通隧道照明设备日电耗越低越好；

优化约束条件：隧道照明亮度满足配置值、隧道照明均匀度满足配置值。

本场景的流程：

11、设置电路电压、各照明灯具的使用功率的上下限，即安全区间。

12、设置反应时长。

13、设置隔离限制条件：隧道照明亮度、隧道照明均匀度在设定的上下限内；

14、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；

15、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；

16、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 5 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果；

17、获取电路电压、各照明灯具的使用功率的当前值，即获取当前操作数据；

18、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；

19、根据等待时长等待反应结束，期间检测隔离限制条件，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；

20、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 96：楼宇照明控制

应用于楼宇照明管理中，该场景的流程为：

楼宇的公共区域照明一般由管理方统一控制，为了确保楼宇公共区域照明情况正常，需要根据多项因素对照明设备进行调整控制。楼宇照明设备可控制的参数有照明灯具使用数量、各照明灯具的开关，优化目标是楼宇照明设备的日电耗量越低越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：楼宇内光强度；

操作数据：照明灯具使用数量、各照明灯具的开关；

优化目标：楼宇照明设备的日电耗量越低越好；

优化约束条件：控制区域照明亮度满足配置值。

本场景的流程：

- 1、设置照明灯具使用数量、各照明灯具的开关的上下限，即安全区间。
- 2、设置反应时长。
- 3、设置隔离限制条件：控制区域照明亮度在设定的上下限内；
- 4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要；
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 10 次试探结果都低于当前最优操作

知识的结果；

- 7、获取照明灯具使用数量、各照明灯具的开关的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测隔离限制条件，如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 97：超大空间建筑空调节能

应用于超大空间建筑空调节能场景/系统中，该场景的流程为：

通过建筑能耗分析，空调系统能耗占整个建筑能耗的 45%，在综合办公楼等超大空间表现更加明显，传统的环境控制及气流组织设计不仅耗能巨大，且无法精确满足工作区的舒适度要求。对于建筑楼宇而言，不同功能用途的建筑、同一建筑内不同区域对于环境舒适度的要求不同，因而对建筑的空调系统的冷热负荷、新风量的要求差异大，不合理的运行方式将造成空调系统的耗电量较大、舒适性较差等问题。基于此，在保障舒适度的前提下实现空调系统能耗越来越低，可以助力建筑楼宇的绿色、节能、舒适目标的实现。

图 15 为空调的主体结构

图 16 为空调制冷工作原理

图 17 空调制热工作原理

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：外界环境温度、外界环境湿度、区域设定温度、热回收水箱温度、空调进水

温度、室内 CO_2 浓度、当前月份；

操作数据：主机设定温度、风机开关状态、风机档位、进风模式、进风口风速；

优化目标：实现单位区域范围内空调耗电量越低越好。

优化约束条件：部署在人员区的传感器获取的温度、湿度、PM2.5 浓度、风速在配置值范围内。

本场景的流程：

- 1、设置主机设定温度、风机开关状态、风机档位、进风模式、进风口风速的上下限，即安全区间；
- 2、设置反应时长；
- 3、设置隔离限制条件：部署在人员区的传感器获取的温度、湿度、PM2.5 浓度、风速在设定的上下限内；
- 4、设置应急触发条件：无安全问题，不需要。
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 N 次试探结果都低于当前最优操作知识的结果。
- 7、获取外界环境温度、外界环境湿度、区域设定温度、热回收水箱温度、空调进水温度、室内 CO_2 浓度、当前月份的当前值，即获取当前基础工况；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值。
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

实施例 98：煤炭直接液化控制

应用于煤炭直接液化流程中，该场景的流程为：

煤炭液化是把固态状态的煤炭通过化学加工，使其转化为液体产品（液态烃类燃料，如汽油、柴油等产品或化工原料）的技术。煤炭液化分为直接液化和间接液化。这两种液化方法对煤炭质量的要求各不相同。

煤的直接液化是指煤在氢气和催化剂作用下，通过加氢裂化转变为液体燃料的过程，裂化是一种使烃类分子分裂为几个较小分子的反应过程。因为煤的直接液化过程主要采用加氢手段，故又称煤的加氢液化法。煤炭直接液化过程可控制的参数有加氢量、反应温度、反应压力、催化剂用量、气/液比、循环氢浓度，优化目标是液化转化效率越高越好。

该场景主要有以下属性情况。

基础工况：煤种、煤炭含水量、煤质（煤的反应性、挥发分、灰熔点、结渣性等）、煤炭粒度、催化剂性质；

操作数据：加氢量、反应温度、反应压力、催化剂用量、气/液比、循环氢浓度；

优化目标：液化转化效率越高越好；

优化约束条件：液化产出物质量参数满足配置值；

本场景的流程：

- 1、设置加氢量、反应温度、反应压力、催化剂用量、气/液比、循环氢浓度的上下限，即安全区间。
- 2、设置反应时长。
- 3、设置隔离限制条件：液化产出物质量参数在设定的上下限内。
- 4、设置应急触发条件：反应器运行参数均在设定的上下限内。
- 5、设置应急方案：发出报警，结合实际情况作出处置；
- 6、设置试探结束条件：同种基础工况条件下，连续 10 次试探结果都高于当前最优操作知识的结果；
- 7、获取加氢量、反应温度、反应压力、催化剂用量、气/液比、循环氢浓度的当前值，即获取当前操作数据；
- 8、在操作数据中，随机选择一个操作项，在该操作项的安全区间内随机生成一个新操作项，写入控制系统，设备自动执行新操作项；
- 9、根据等待时长等待反应结束，期间检测应急触发条件和隔离限制条件，如果达到应急触发条件，启动应急响应方案；如果达到隔离限制条件，则通过反控机制使试探数据项退回到上一个值；
- 10、检查是否符合结束条件，不符合则跳转到步骤 7。

由上述对本发明的描述可知，和现有技术相比，本发明提出的操作行为记录管理的机器试探式学习方法、系统和设备具有如下优点：

- 1、本发明解决了自动化产线、无人值守设备的操作经验积累问题，为操作行为记录管理方法、系统和设备在这些领域应用提供了增强技术支持；
- 2、本发明还解决了操作行为记录管理方法、系统和设备的操作行为记录创新问题，使操作行为记录管理方法、系统和设备突破历史数据的限制，向更高级的自操作自学习方向优化演进。

上面结合实施例对本发明进行了示例性描述，显然本发明具体实现并不受上述方式的限制，只要采用了本发明的方法构思和技术方案进行的各种非实质性的改进，或未经改进将本

发明的构思和技术方案直接应用于其它场合的，均在本发明的保护范围之内。

权利要求书

1、操作行为记录管理的机器试探式学习方法，其特征在于，所述方法包括：

建立操作数据的安全区间；

设置约束条件和试探结束条件；对所述约束条件，设置应急方案；

试探流程：获取当前基础工况数据、操作数据和应急方案，所述操作数据包括至少一个操作数据维度；如果没有应急方案只需获取操作数据；通过随机算法选择所述操作数据中的至少一个操作数据维度，在所选操作数据维度的安全区间内，随机产生一个值，形成所选操作数据维度的新操作数据，设备自动执行新操作数据，进入试探式工作状态；

检查约束条件，如果不符合约束条件且设置有应急方案的，启动应急方案；

工况稳定后，如果试探式工作状态未改变，对基础工况数据、新操作数据及其评价数据进行自学习，产生新操作行为记录；

如果未触发试探结束条件，则进入下一次试探流程；如果触发试探结束条件，则结束试探式自学习状态。

2、根据权利要求1所述的操作行为记录管理的机器试探式学习方法，其特征在于，所述约束条件包括优化目标的前提条件、合规约束、操作数据的负面清单；

所述优化目标的前提条件是指在保障前提条件的情况下实现优化目标；

所述合规约束是指由基础工况数据和操作数据引起的各种结果评价数据中，出现违反国家标准、影响产品质量达标、对后续工艺流程有不良影响的情况；

所述操作数据的负面清单是指因设备安全、人员安全原因应该禁止的、危险的操作行为。

3、根据权利要求1所述的操作行为记录管理的机器试探式学习方法，其特征在于，设置隔离条件，所述隔离条件比约束条件更加严格；当进入试探式工作状态，且触发隔离条件时，则操作退回到上一个操作。

4、根据权利要求1所述的操作行为记录管理的机器试探式学习方法，其特征在于，所述应急方案包括操作数据的预设值和报警方式；当启动所述应急方案时，所述操作数据改为预设值，并触发报警。

5、根据权利要求1所述的操作行为记录管理的机器试探式学习方法，其特征在于，所述试探结束条件包括基础工况覆盖率达到预定比例。

6、根据权利要求1所述的操作行为记录管理的机器试探式学习方法，其特征在于，由基础工况数据和操作数据产出的评价数据，所述评价数据包括优化目标值或具有约束作用的结果值。

7、根据权利要求6所述的操作行为记录管理的机器试探式学习方法，其特征在于，所述评价数据比记录中同一基础工况下其它操作数据对应的的评价数据较优，则对操作行为记录

集更新。

8、操作行为记录管理的机器试探式学习系统，其特征在于，采用权利要求 1 到 7 任一项所述的操作行为记录管理的机器试探式学习方法，包括：基础工况数据采集模块、操作数据采集模块、评价数据采集模块和数据分析模块；

所述基础工况数据采集模块采集基础工况数据，并传送到所述数据分析模块；

所述操作数据采集模块采集操作数据，并传送到所述数据分析模块；

所述评价数据采集模块采集或者计算评价数据，并传送到所述数据分析模块；

所述数据分析模块预存有：对应的基础工况数据、操作数据、评价数据和应急方案；约束条件、隔离条件和试探结束条件；操作数据的安全区间；

所述数据分析模块在操作数据的安全区间内随机生成新的操作数据，并进入试探式工作状态；通过检查约束条件，如果不符合约束条件且设置有应急方案的，启动应急方案；工况稳定后，如果试探式工作状态未改变，对基础工况数据、新操作数据及其评价数据进行自学习，产生新操作行为记录；如果未触发试探结束条件，则进入下一次试探流程；如果触发试探结束条件，则结束试探式自学习状态。

9、操作行为记录管理的机器试探式学习设备，其特征在于，采用权利要求 1 到 7 任一项所述的操作行为记录管理的机器试探式学习方法，包括基础工况数据采集装置、操作数据采集装置、评价数据采集装置和数据分析装置；

所述基础工况数据采集装置采集基础工况数据，并传送到所述数据分析装置；

所述操作数据采集装置采集操作数据，并传送到所述数据分析装置；

所述评价数据采集装置采集或者计算评价数据，并传送到所述数据分析装置；

所述数据分析装置预存有：对应的基础工况数据、操作数据、评价数据和应急方案；约束条件、隔离条件和试探结束条件；操作数据的安全区间；

所述数据分析装置在操作数据的安全区间内随机生成新的操作数据，并进入试探式工作状态；通过检查约束条件，如果不符合约束条件且设置有应急方案的，启动应急方案；工况稳定后，如果试探式工作状态未改变，对基础工况数据、新操作数据及其评价数据进行自学习，产生新操作行为记录；如果未触发试探结束条件，则进入下一次试探流程；如果触发试探结束条件，则结束试探式自学习状态。