# SimArk AI Builder 不确定量化仿真软件 V1.0

# 使用手册

## 一、 软件介绍

SimArk AI Builder 不确定性量化仿真软件是一种重要的工程工具，用于评估不确定性对系统性能和可靠性的影响。其关键技术涉及多个方面，包括建模与参数化、随机过程建模、蒙特卡洛方法、灵敏度分析、不确定性传播、以及结果解释与可视化等。功能介绍如下。

**1. 建模与参数化**

能够对工程系统进行建模，并对系统中的各种参数和条件进行参数化，以便在仿真中进行变化和分析。

**2. 随机过程建模**

能够对系统中的随机过程进行建模，描述各种参数和条件的随机变化规律，如高斯过程、泊松过程等。

**3. 蒙特卡洛仿真**

能够通过蒙特卡洛方法对系统的参数和条件进行随机抽样，并通过大量的仿真运算来估计系统的性能和可靠性。

**4. 灵敏度分析**

能够对系统的性能指标进行灵敏度分析，评估系统性能对参数变化的敏感程度，帮助确定系统设计的关键参数和条件。

**5. 不确定性传播**

能够对不确定性从输入传播到输出的过程进行分析，考虑参数之间的相关性和影响，以准确地评估系统的整体不确定性。

**6. 优化与决策支持：**

能够通过分析仿真结果，为工程系统的设计优化和决策提供可靠的数据支持，降低项目风险，提高系统性能和可靠性。

具体用户操作界面执行过程及功能模块分类可以分为：

**1. Data（数据处理过程）**

1.1 导入数据文件

导入 csv 文件数据进行可视化分析。

1.2 DOE

能使用（Latin Hypercube Design）拉丁超立方、（Monto Carlo Sampling）蒙特卡洛采样等算法生成数据文件。

**2. Surrogated（代理过程）**

能采用 Polynomical Chaos Expansion 代理模型对输入数据进行混沌多项式展开，得到代理模型计算得出的数据。

**3. Validate（验证过程）**

能使用 Surrogate Validation 进行数据验证。

**4. Calibrate（校准过程）**

**5. Analytics（分析过程）**

能使用 Sensitivity Analysis（敏感性分析）、Uncertrainly Propagation（不确定性量化）对数据进行分析。

**6. Automate（自动化过程）**

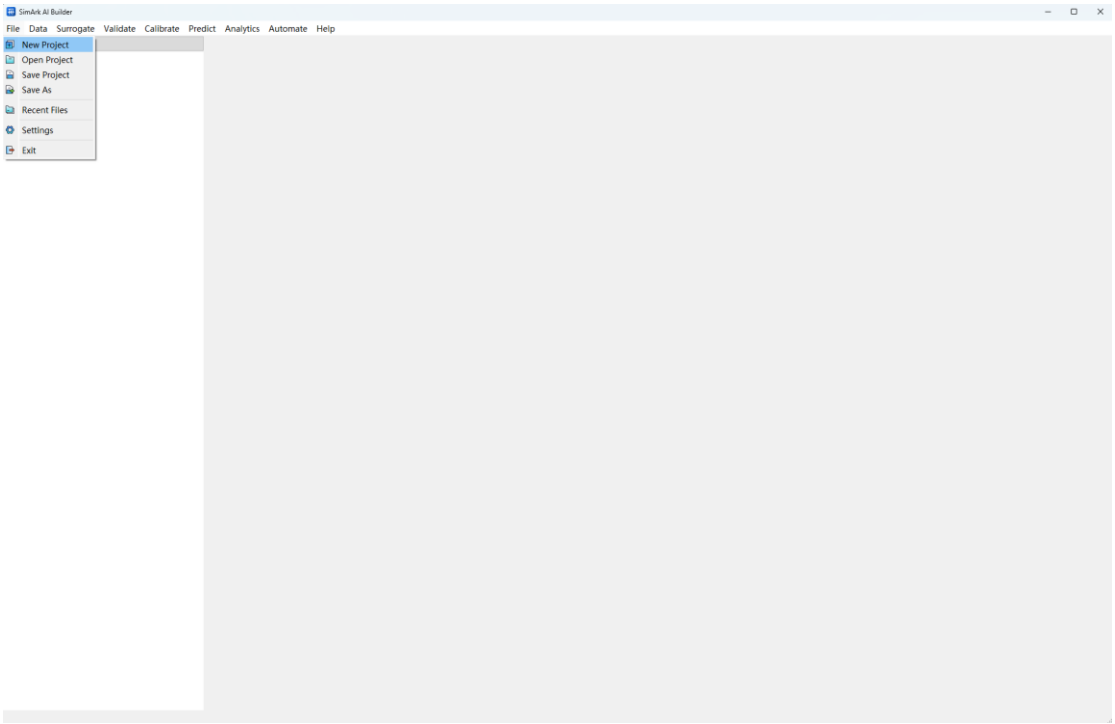
能够使用 Integration 集成工具，对不同模型的求解器进行自动化求解。

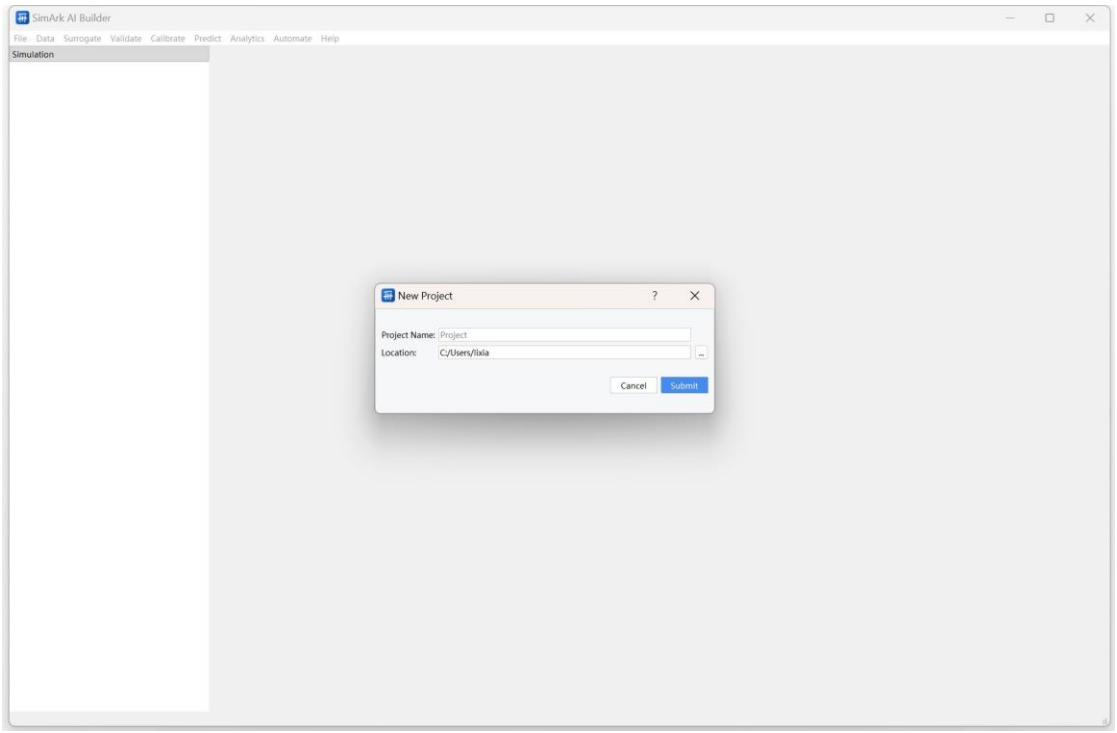
## 二、 软件使用指南

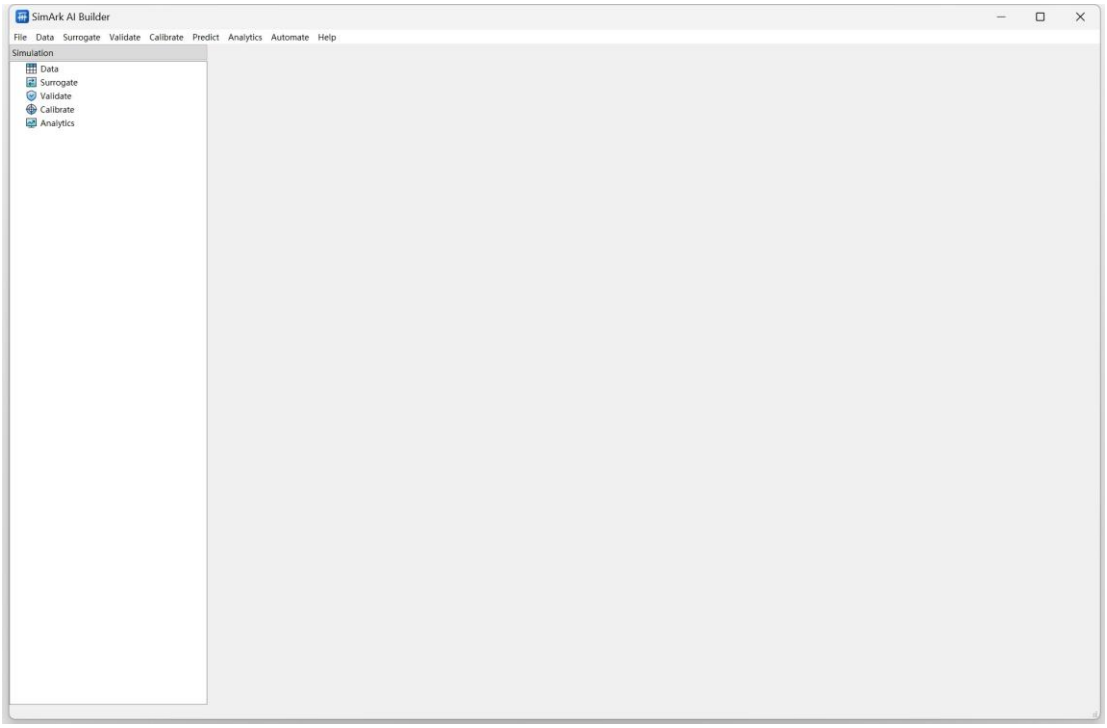
软件安装成功之后，桌面会有相应的快捷方式。双击打开该软件，可以打开软件主界面：

### 1. Data（数据处理过程）

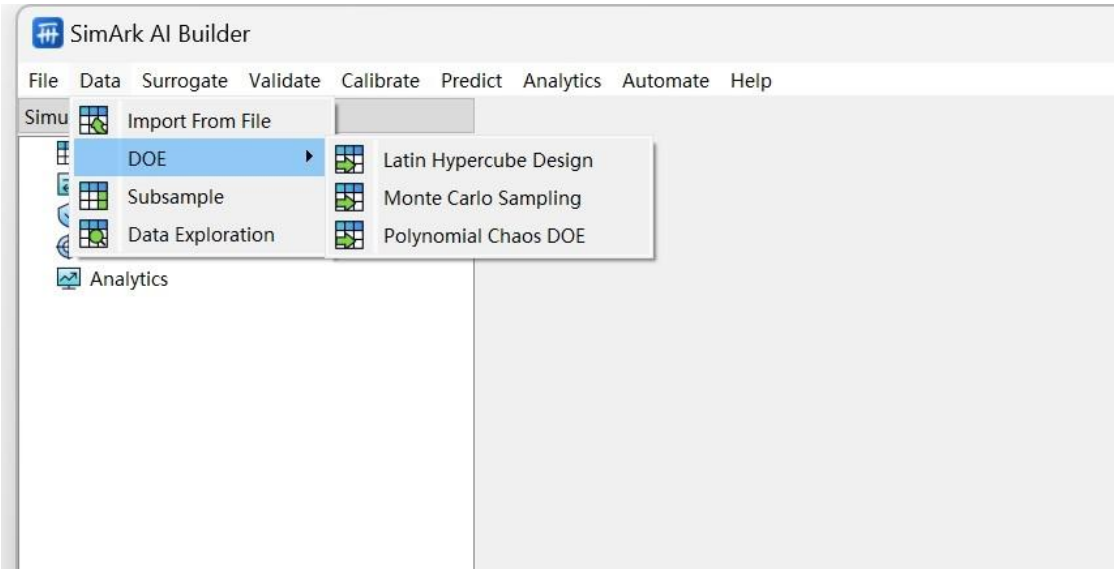
鼠标点击 File，点击 New Project 菜单，新建工程，如下图。



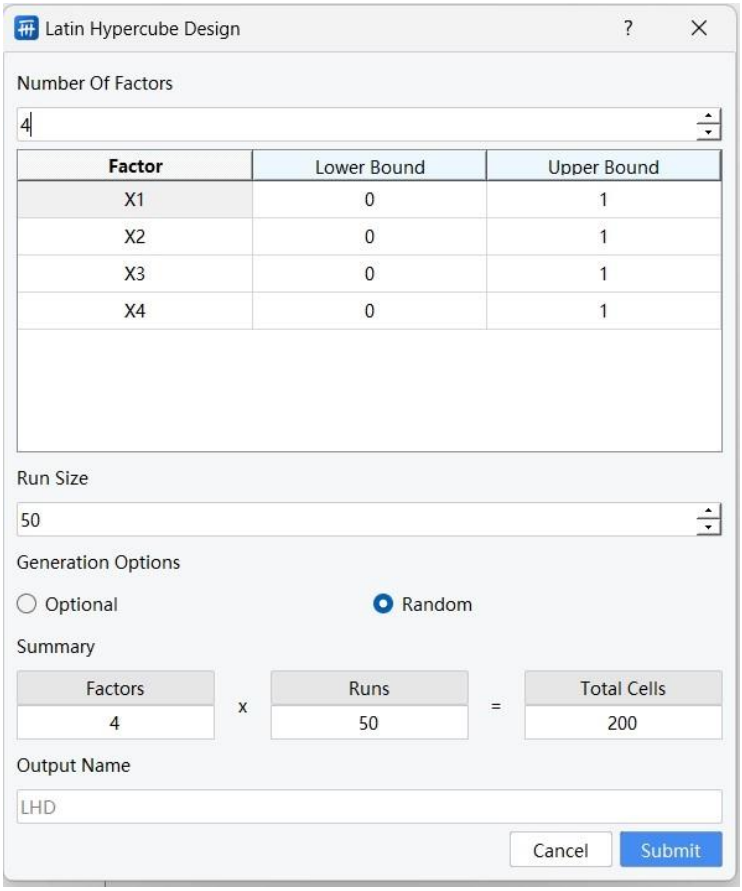


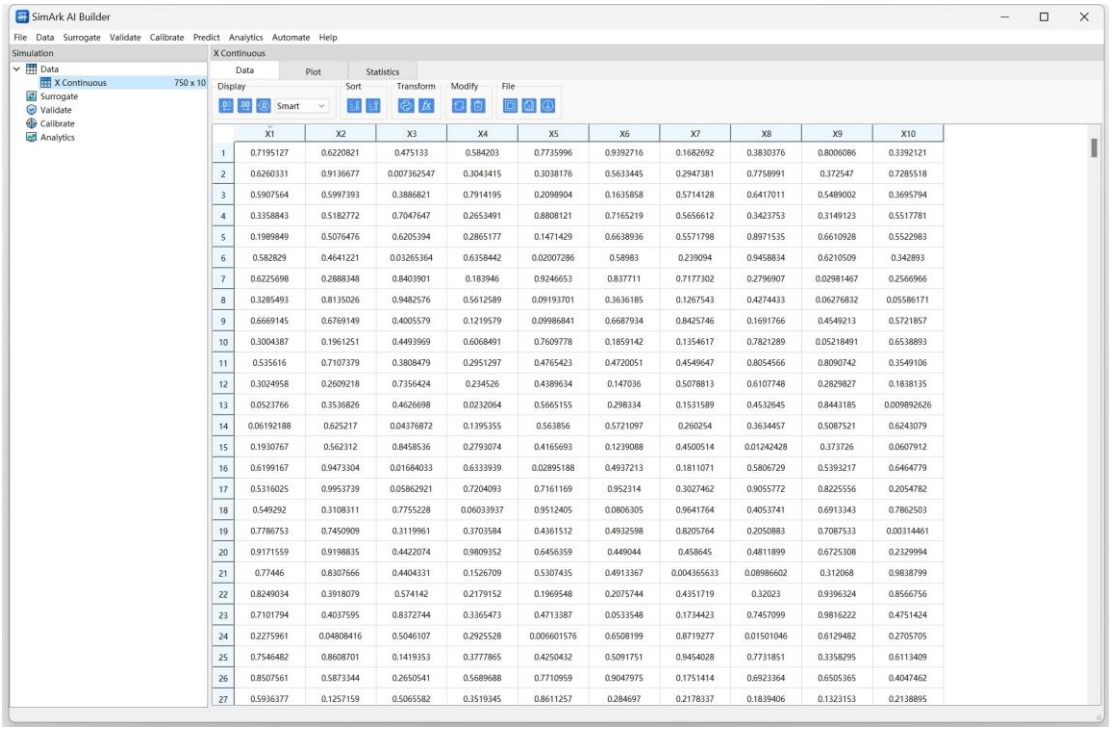

在 Data 菜单栏，导入或者生成特定算法数据，如下图。




点击 Latin Hypercube Design 使用拉丁超立方生成数据，如下图：

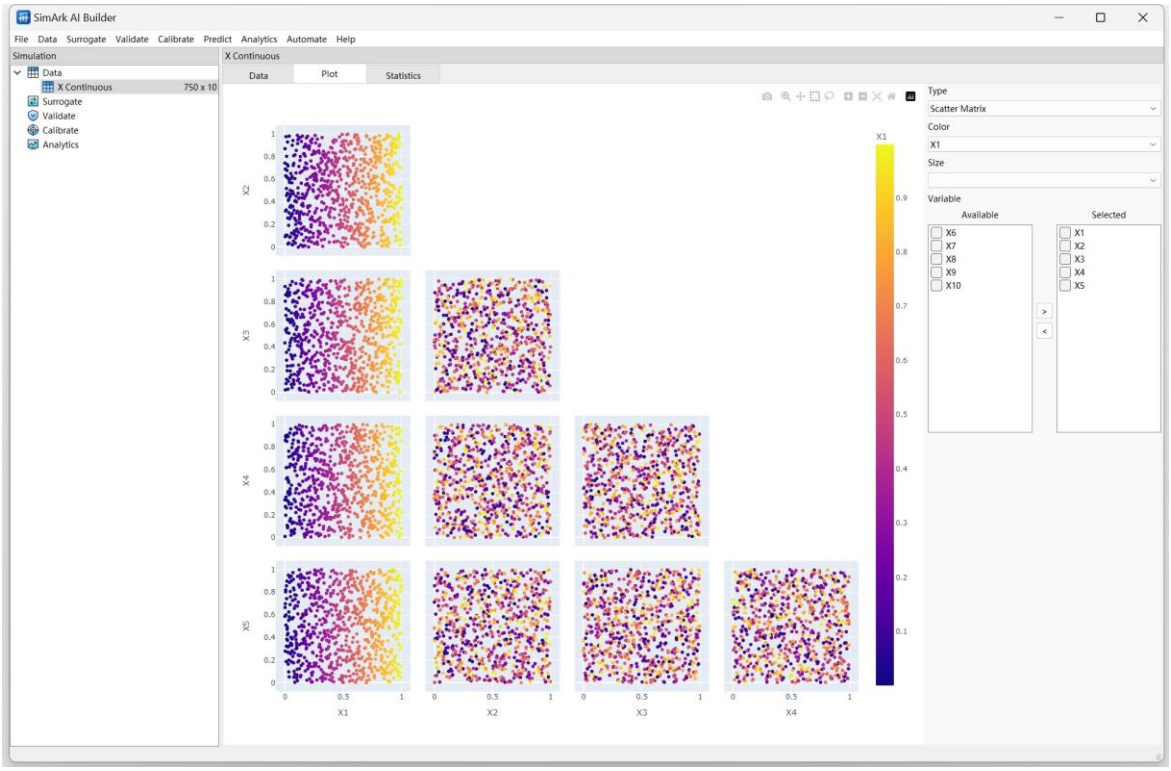


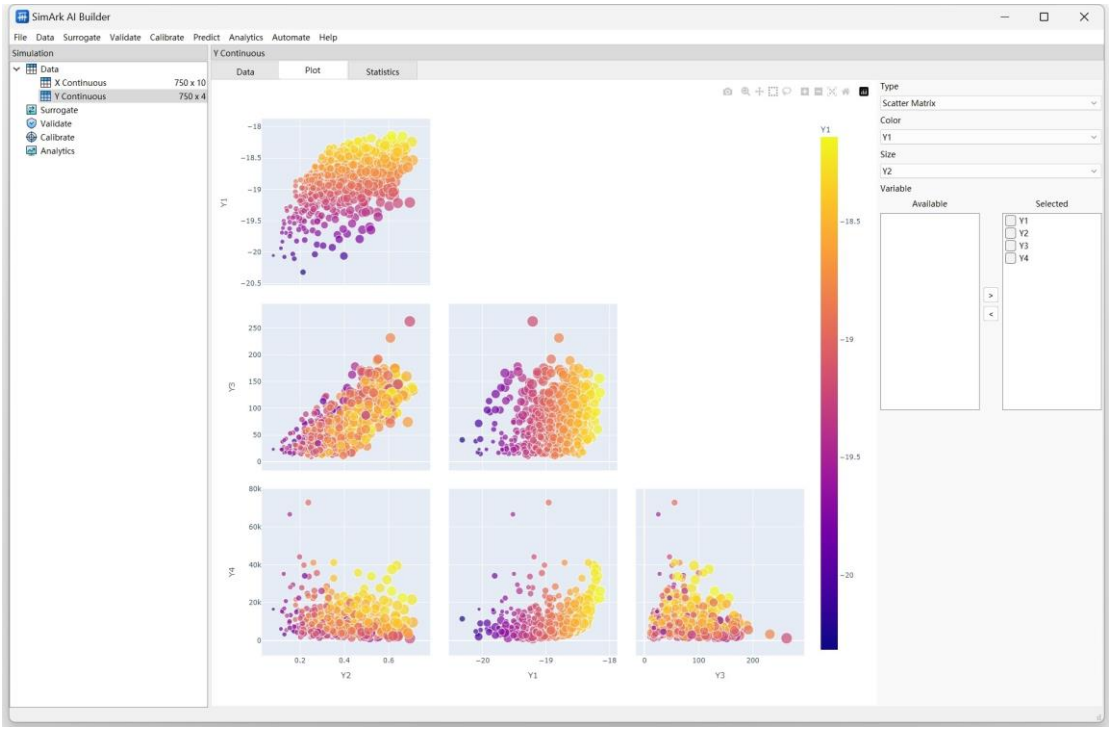

或直接导入数据，得到可视化界面如下图：



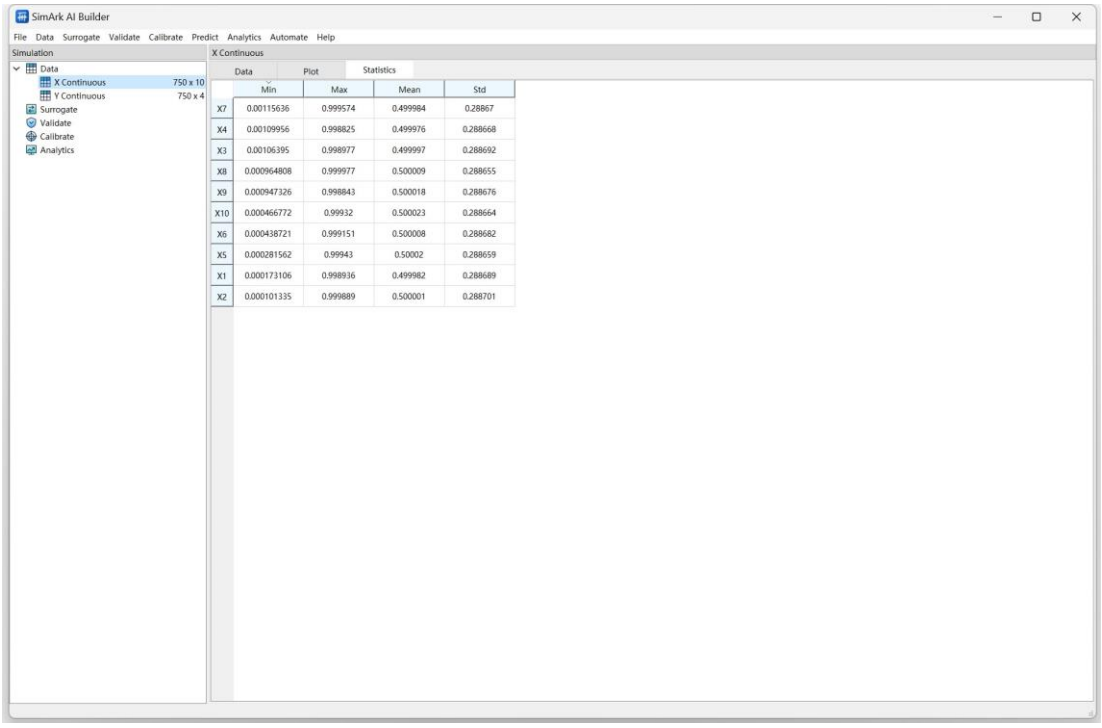

| | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 | X8 | X9 | X10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.7195127 | 0.6220821 | 0.475133 | 0.584203 | 0.7735996 | 0.9392716 | 0.1682692 | 0.3830376 | 0.8006086 | 0.3392121 |
| 2 | 0.6260331 | 0.9136677 | 0.007362547 | 0.3043415 | 0.3038176 | 0.5633445 | 0.2947381 | 0.7758991 | 0.372547 | 0.7285518 |
| 3 | 0.5907564 | 0.5997393 | 0.3886821 | 0.7914195 | 0.2098904 | 0.1635858 | 0.5714128 | 0.6417011 | 0.5489002 | 0.3695794 |
| 4 | 0.3358843 | 0.5182772 | 0.7047647 | 0.2653491 | 0.8808121 | 0.7165219 | 0.5656612 | 0.3423753 | 0.3149123 | 0.5517781 |
| 5 | 0.1989849 | 0.5076476 | 0.6205394 | 0.2865177 | 0.1471429 | 0.6638936 | 0.5571798 | 0.8971535 | 0.6610928 | 0.5522983 |
| 6 | 0.582829 | 0.4641221 | 0.03265364 | 0.6358442 | 0.02007286 | 0.58983 | 0.239094 | 0.9458834 | 0.6210509 | 0.342893 |
| 7 | 0.6225698 | 0.2888348 | 0.8403901 | 0.183946 | 0.9246653 | 0.837711 | 0.7177302 | 0.2796907 | 0.02981467 | 0.2566966 |
| 8 | 0.3285493 | 0.8135026 | 0.9482576 | 0.5612589 | 0.09193701 | 0.3636185 | 0.1267543 | 0.4274433 | 0.06276832 | 0.05586171 |
| 9 | 0.6669145 | 0.6769149 | 0.4005579 | 0.1219579 | 0.09986841 | 0.6687934 | 0.8425746 | 0.1691766 | 0.4549213 | 0.5721857 |
| 10 | 0.3004387 | 0.1961251 | 0.4493969 | 0.6068491 | 0.7609778 | 0.1859142 | 0.1354617 | 0.7821289 | 0.05218491 | 0.6538893 |
| 11 | 0.535616 | 0.7107379 | 0.3808479 | 0.2951297 | 0.4765423 | 0.4720051 | 0.4549647 | 0.8054566 | 0.8090742 | 0.3549106 |
| 12 | 0.3024958 | 0.2609218 | 0.7356424 | 0.234526 | 0.4389634 | 0.147036 | 0.5078813 | 0.6107748 | 0.2829827 | 0.1838135 |
| 13 | 0.0523766 | 0.3536826 | 0.4626698 | 0.0232064 | 0.5665155 | 0.298334 | 0.1531589 | 0.4532645 | 0.8443185 | 0.009892626 |
| 14 | 0.06192188 | 0.625217 | 0.04376872 | 0.1395355 | 0.563856 | 0.5721097 | 0.260254 | 0.3634457 | 0.5087521 | 0.6243079 |
| 15 | 0.1930767 | 0.562312 | 0.8458536 | 0.2793074 | 0.4165693 | 0.1239088 | 0.4500514 | 0.01242428 | 0.373726 | 0.0607912 |
| 16 | 0.6199167 | 0.9473304 | 0.01684033 | 0.6333939 | 0.02895188 | 0.4937213 | 0.1811071 | 0.5806729 | 0.5393217 | 0.6464779 |
| 17 | 0.5316025 | 0.9953739 | 0.05862921 | 0.7204093 | 0.7161169 | 0.952314 | 0.3027462 | 0.9055772 | 0.8225556 | 0.2054782 |
| 18 | 0.549292 | 0.3108311 | 0.7755228 | 0.06033937 | 0.9512405 | 0.0806305 | 0.9641764 | 0.4053741 | 0.6913343 | 0.7862503 |
| 19 | 0.7786753 | 0.7450909 | 0.3119961 | 0.3703584 | 0.4361512 | 0.4932598 | 0.8205764 | 0.2050883 | 0.7087533 | 0.00314461 |
| 20 | 0.9171559 | 0.9198835 | 0.4422074 | 0.9809352 | 0.6456359 | 0.449044 | 0.458645 | 0.4811899 | 0.6725308 | 0.2329994 |
| 21 | 0.77446 | 0.8307666 | 0.4404331 | 0.1526709 | 0.5307435 | 0.4913367 | 0.004365633 | 0.08986602 | 0.312068 | 0.9838799 |
| 22 | 0.8249034 | 0.3918079 | 0.574142 | 0.2179152 | 0.1969548 | 0.2075744 | 0.4351719 | 0.32023 | 0.9396324 | 0.8566756 |
| 23 | 0.7101794 | 0.4037595 | 0.8372744 | 0.3365473 | 0.4713387 | 0.0533548 | 0.1734423 | 0.7457099 | 0.9816222 | 0.4751424 |
| 24 | 0.2275961 | 0.04808416 | 0.5046107 | 0.2925528 | 0.006601576 | 0.6508199 | 0.8719277 | 0.01501046 | 0.6129482 | 0.2705705 |
| 25 | 0.7546482 | 0.8608701 | 0.1419353 | 0.3777865 | 0.4250432 | 0.5091751 | 0.9454028 | 0.7731851 | 0.3358295 | 0.6113409 |
| 26 | 0.8507561 | 0.5873344 | 0.2650541 | 0.5689688 | 0.7710959 | 0.9047975 | 0.1751414 | 0.6923364 | 0.6505365 | 0.4047462 |
| 27 | 0.5936377 | 0.1257159 | 0.5065582 | 0.3519345 | 0.8611257 | 0.284697 | 0.2178337 | 0.1839406 | 0.1323153 | 0.2138895 |

点击右侧 Plot 视图可以切换数据视图界面，如下图：





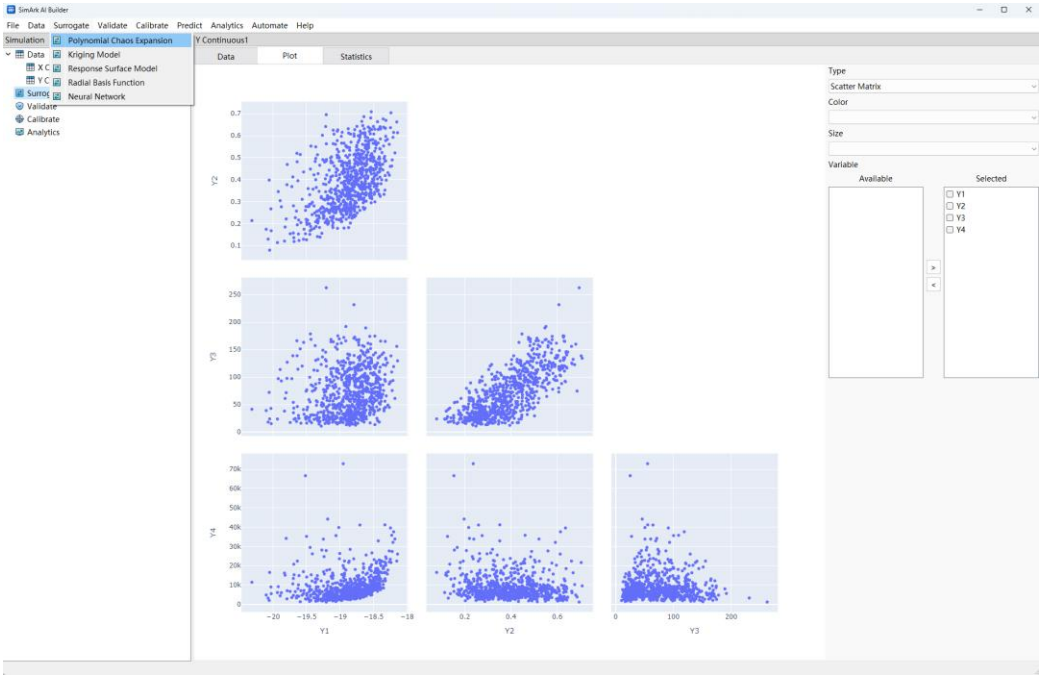

点击右侧 Statistics 视图可以切换为数据基本分析视图，该视图包含了一些基本的数据分析如最值、平均值等，如下图：

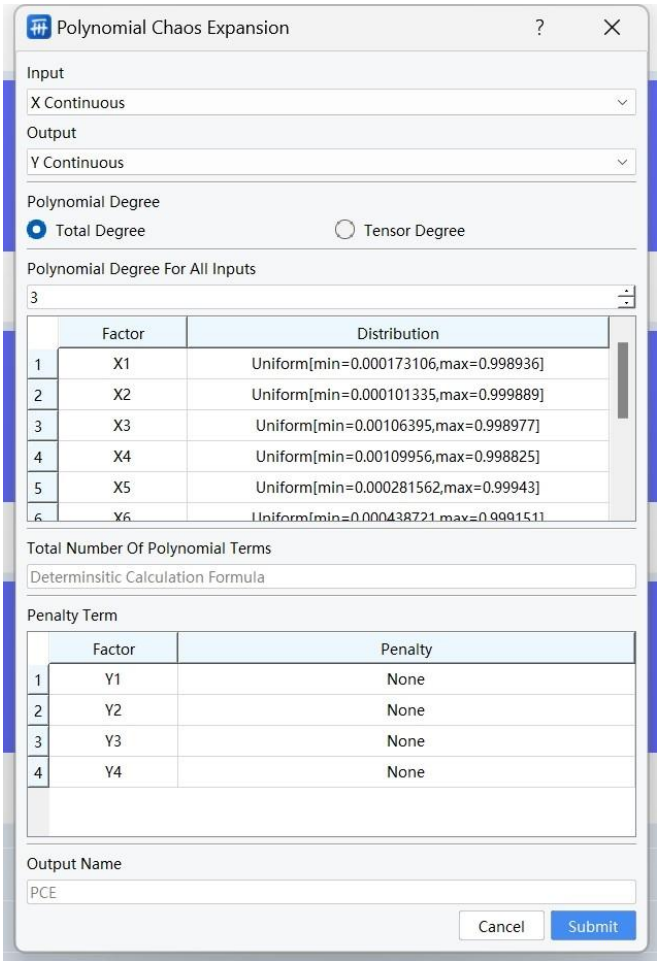



| | Min | Max | Mean | Std |
|---|---|---|---|---|
| X7 | 0.00115636 | 0.999574 | 0.499984 | 0.28867 |
| X4 | 0.00109956 | 0.998825 | 0.499976 | 0.288668 |
| X3 | 0.00106395 | 0.998977 | 0.499997 | 0.288692 |
| X8 | 0.000964808 | 0.999977 | 0.500009 | 0.288655 |
| X9 | 0.000947326 | 0.998843 | 0.500018 | 0.288676 |
| X10 | 0.000466772 | 0.99932 | 0.500023 | 0.288664 |
| X6 | 0.000438721 | 0.999151 | 0.500008 | 0.288682 |
| X5 | 0.000281562 | 0.99943 | 0.50002 | 0.288659 |
| X1 | 0.000173106 | 0.998936 | 0.499982 | 0.288689 |
| X2 | 0.000101335 | 0.999889 | 0.500001 | 0.288701 |

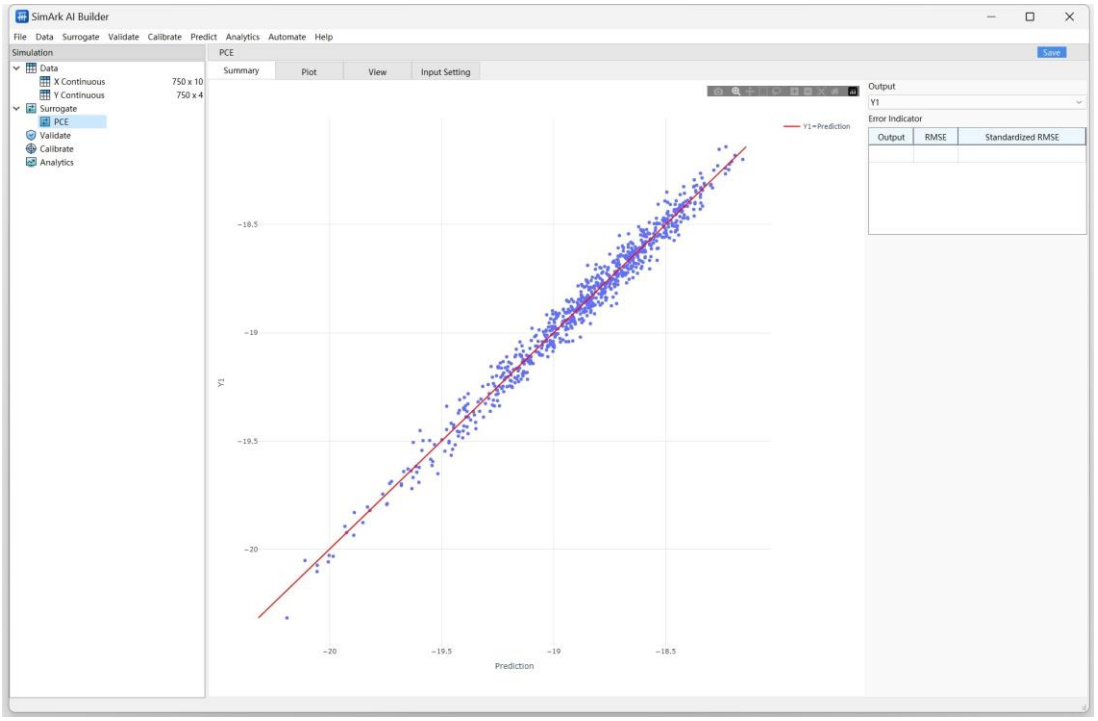
### 2. Surrogated（代理过程）

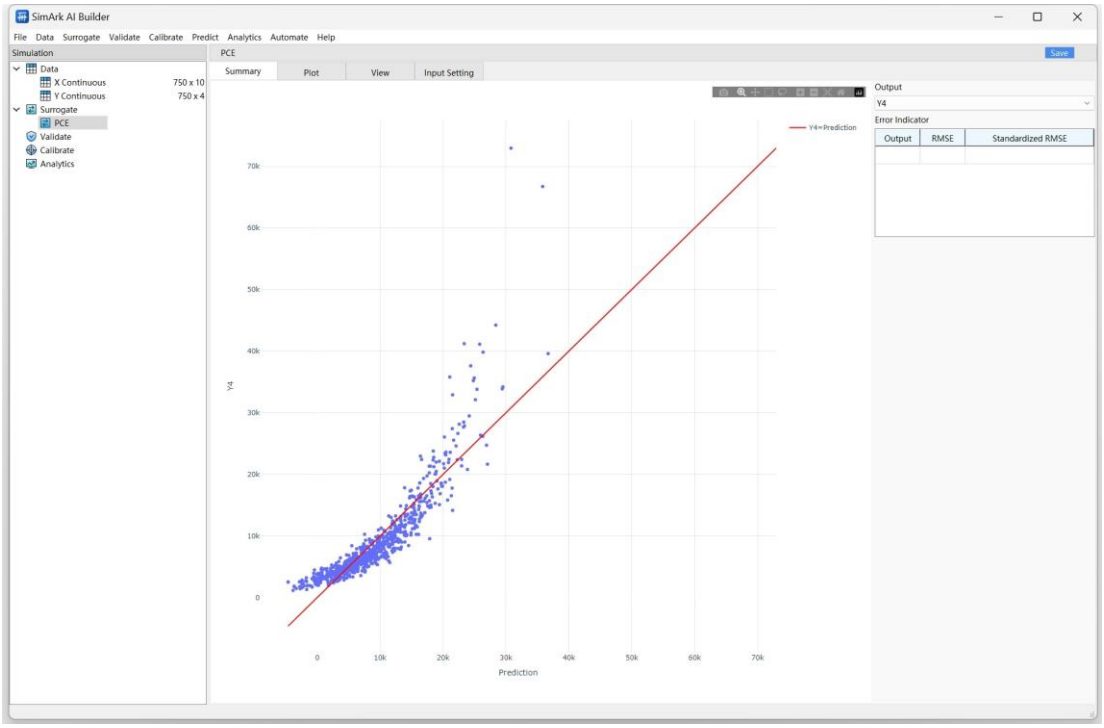
鼠标左键点击菜单栏 Surrogate 节点，选择 Polynomial Chaos Expansion，创建 PCE 代理模型，如下图：



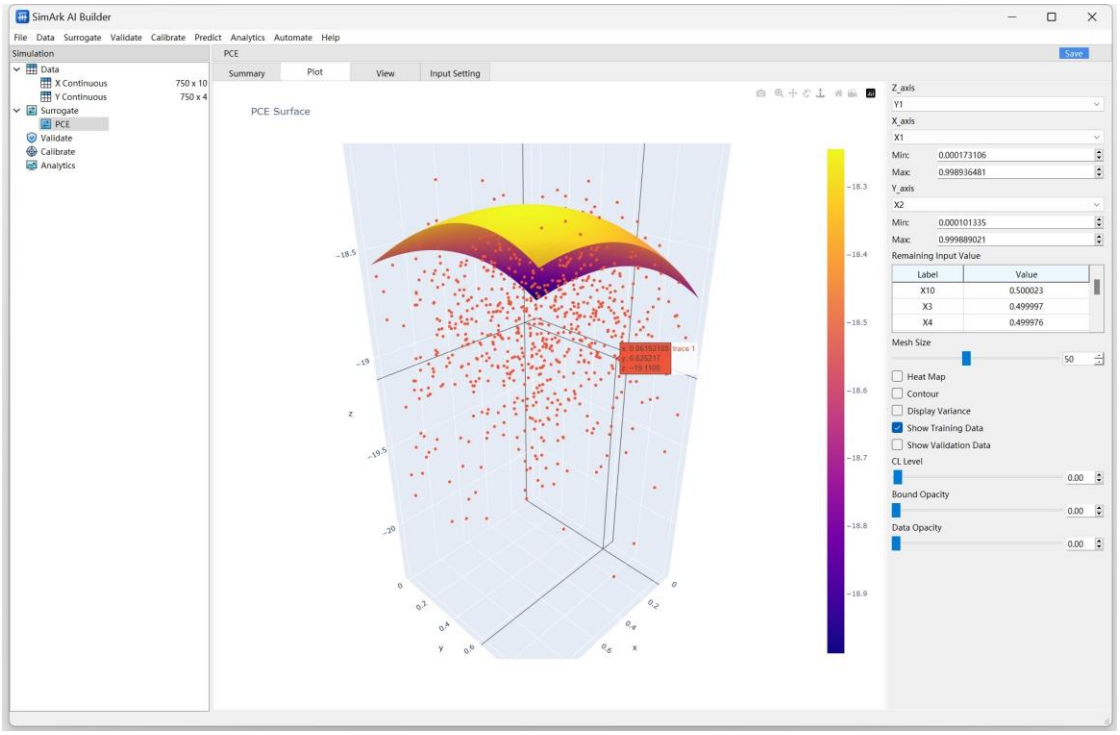



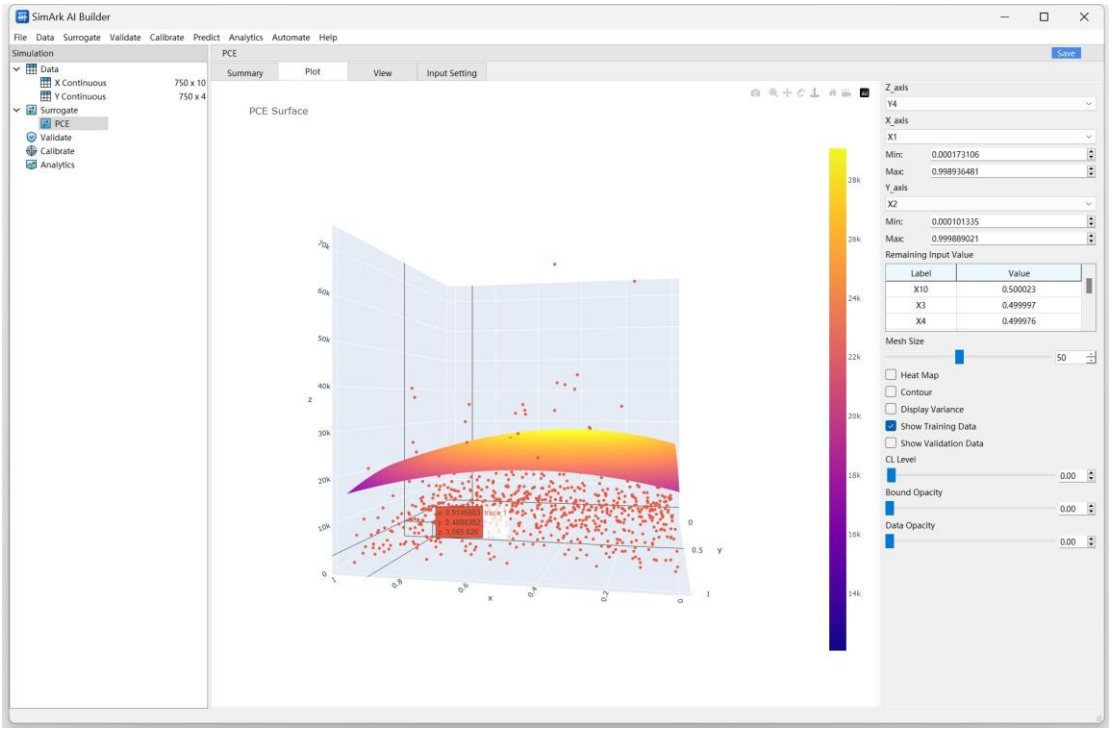
通过 PCE 代理模型计算得出的数据可视化如下图，可通过右侧控制栏视图选择节点、控制输入的参数来查看想要的视图：



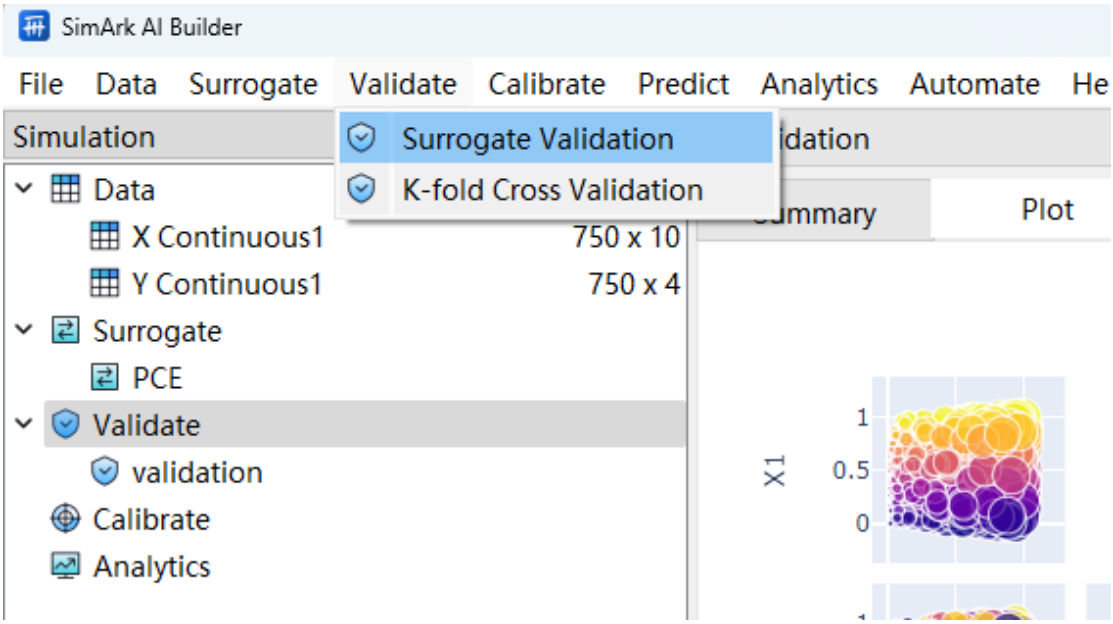

点击右侧 PCE Plot 节点视图，根据最右侧参数控制栏的输入情况，可以计算得到不同的数据视图，如下：



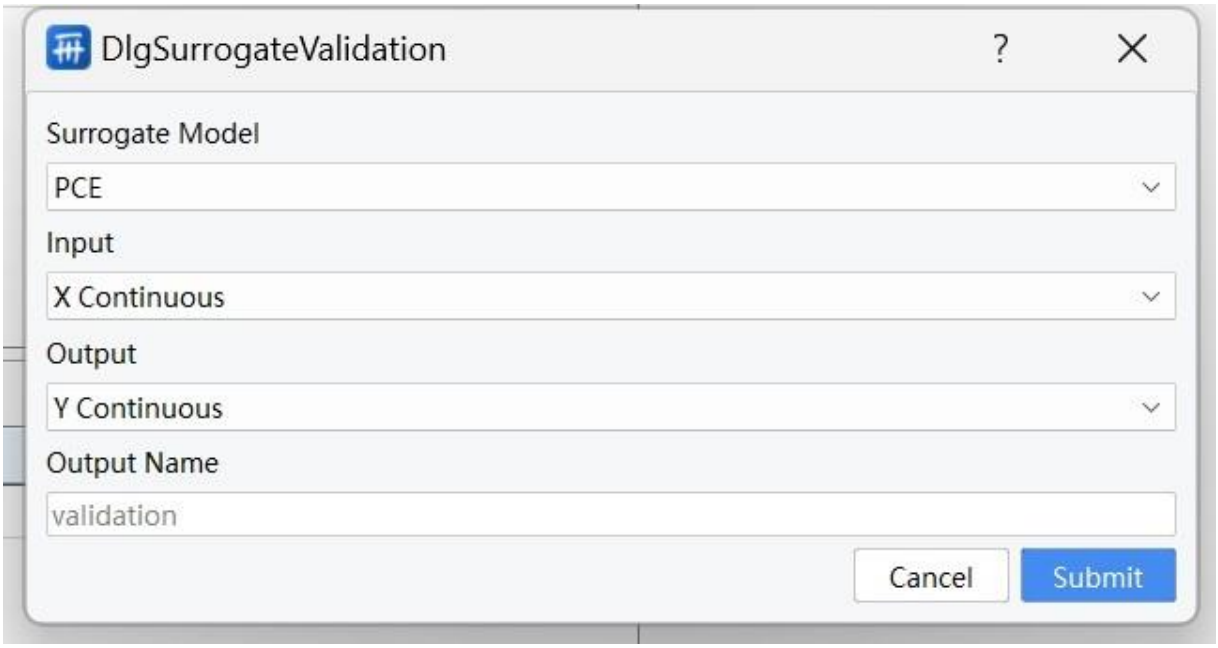




### 3. Validate（验证过程）

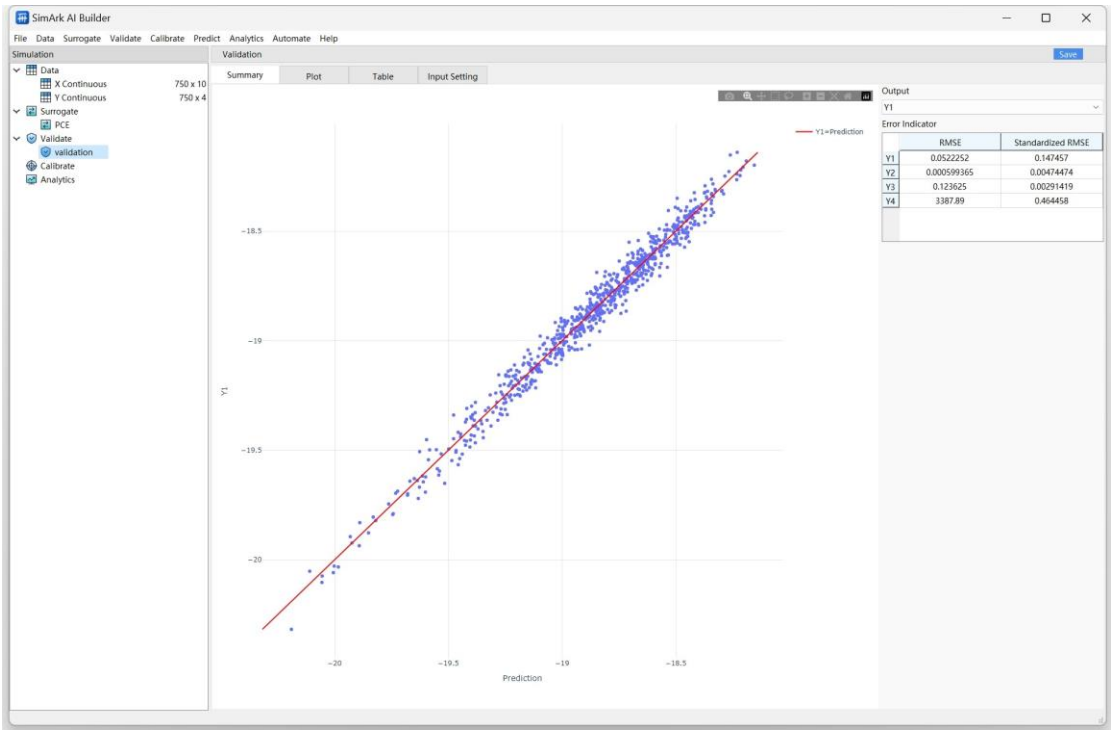
鼠标点击菜单栏的 Validate 节点，选择点击 Surrogate Validation，选择输入输出数据文件，如下图：



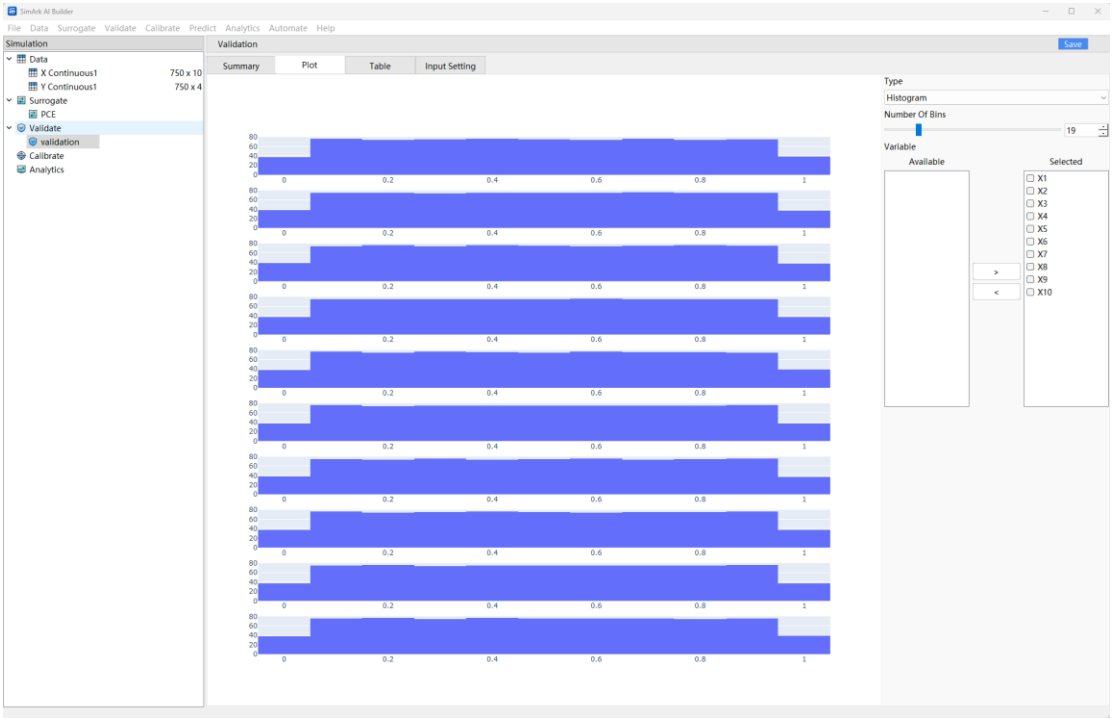

点击 Submit 进行计算，如下图：

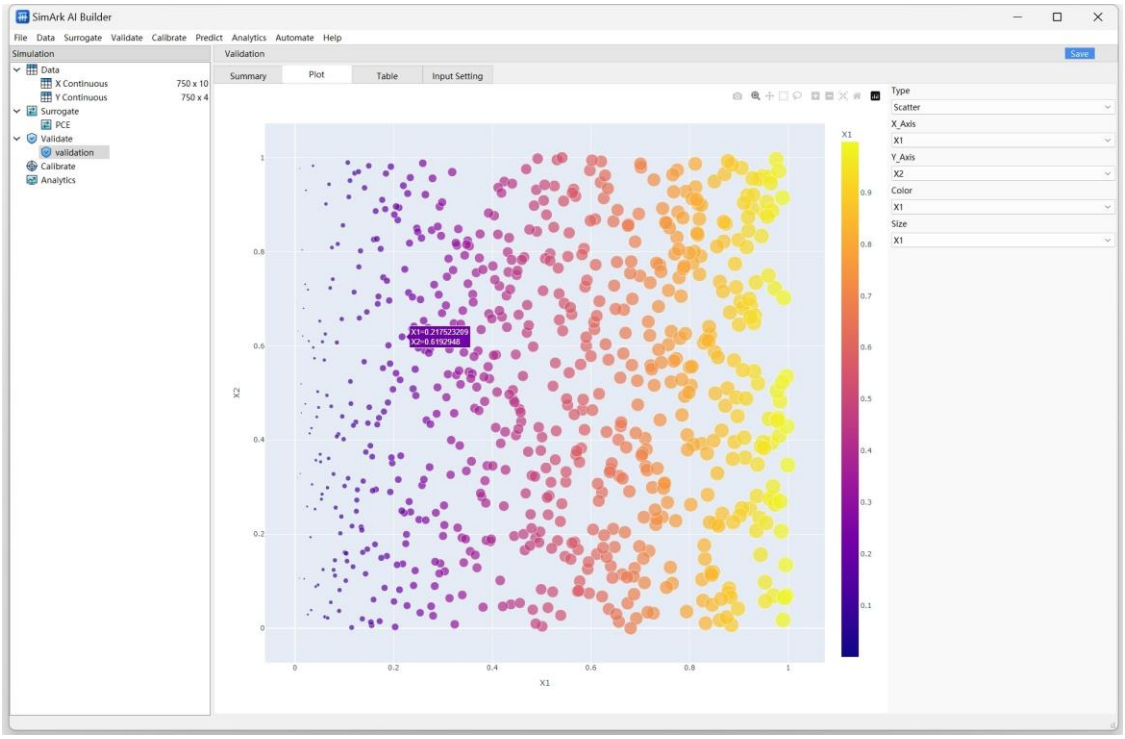



经过 validate 的计算过程，可以输出数据如下图：


SimArk AI Builder
File Data Surrogate Validate Calibrate Predict Analytics Automate Help
Simulation
Data
X Continuous 750 x 10
Y Continuous 750 x 4
Surrogate
PCE
Validate
validation
Calibrate
Analytics
Validation
Save
Summary
Plot
Table
Input Setting
Y1=Prediction
Output
Y1
Error Indicator
RMSE
Standardized RMSE
Y1 0.0522252 0.147457
Y2 0.000599365 0.00474474
Y3 0.123625 0.00291419
Y4 3387.89 0.464458
Y1
Prediction

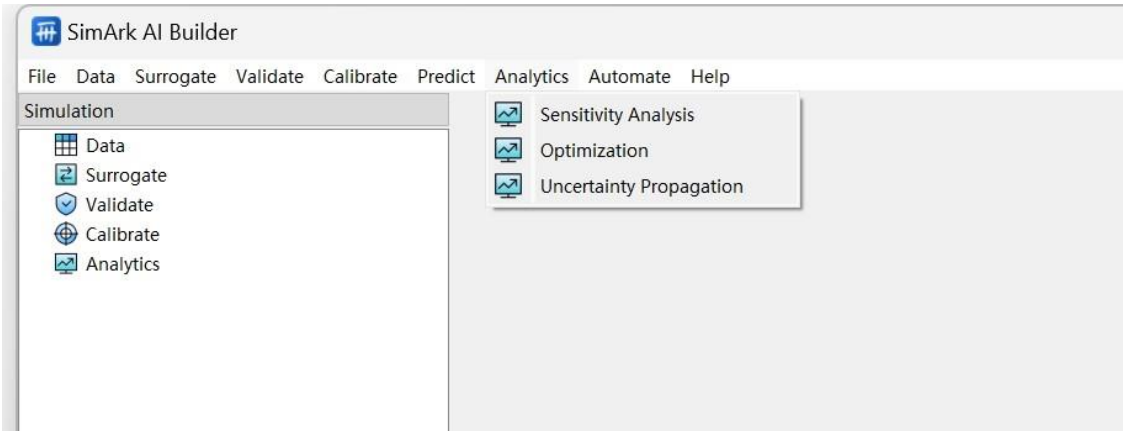
切换视图：

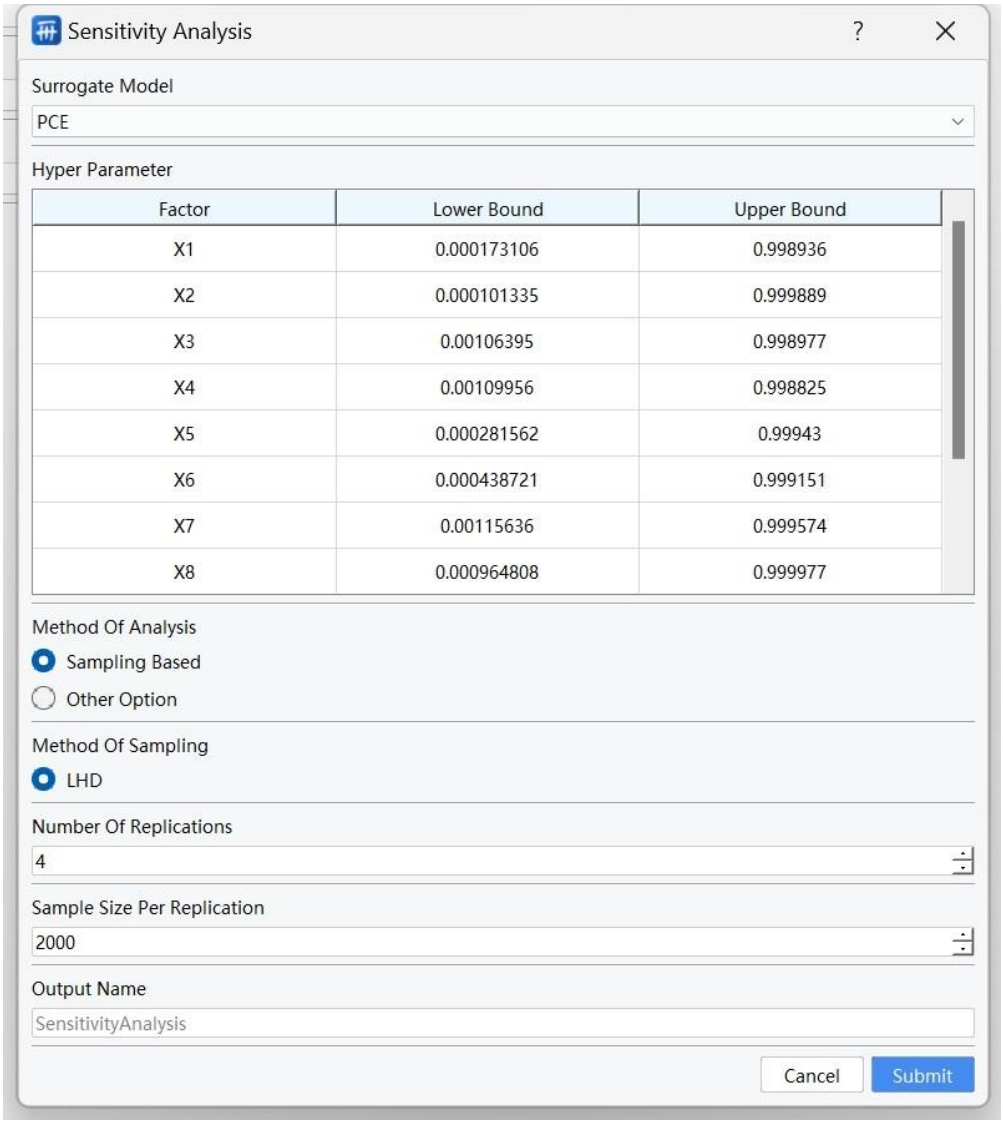

Simulation
Validation
Save
Summary
Plot
Table
Input Setting
Type
Histogram
Number Of Bins
Variable
Available
Selected
X1
X2
X3
X4
X5
X6
X7
X8
X9
X10



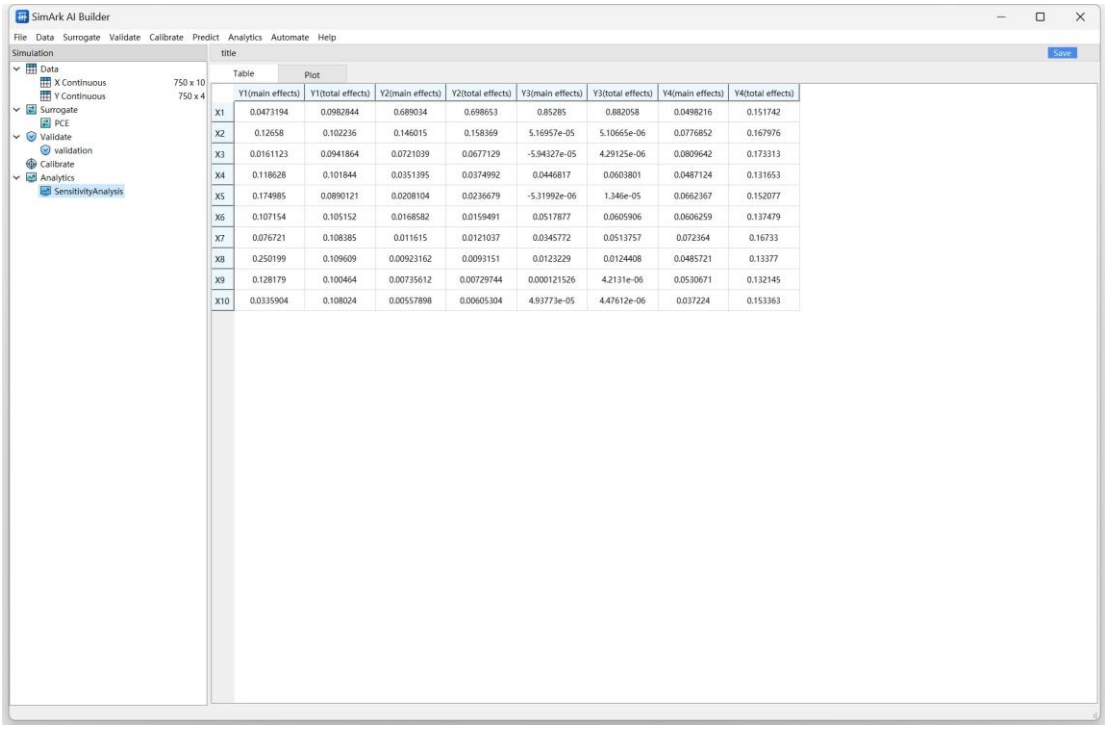

**4. Analytics（分析过程）**

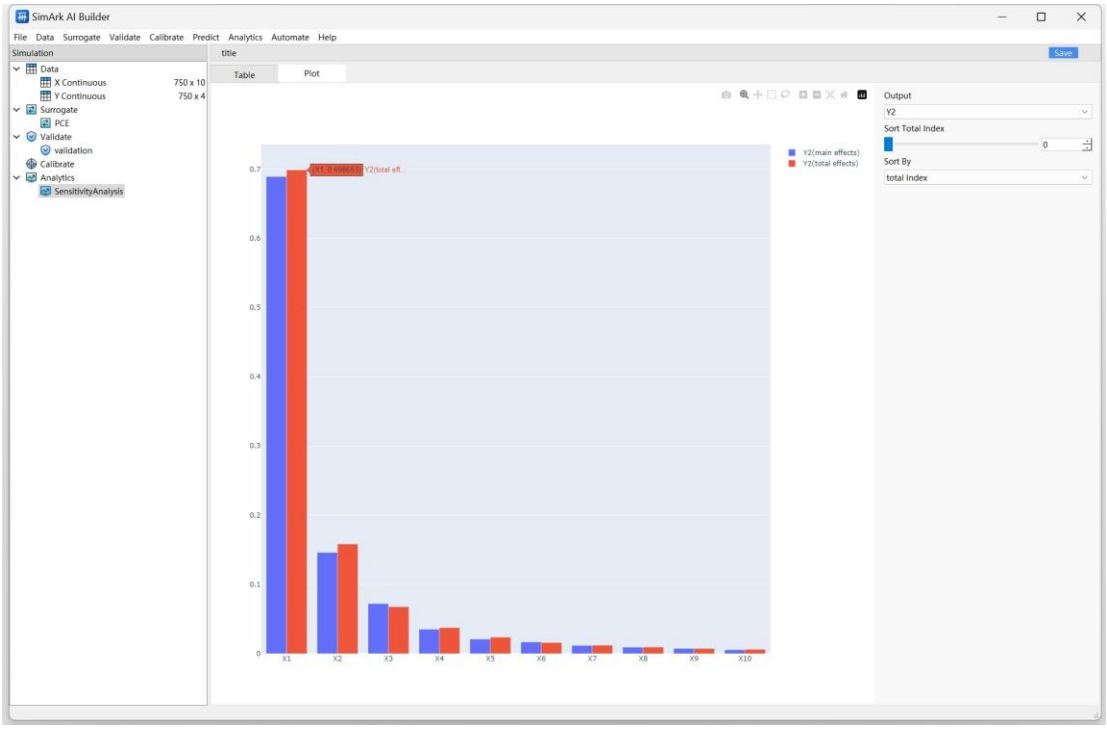
鼠标点击 Analytic 节点，点击 Sensitivity Analysis，进入敏感性分析，如下图：



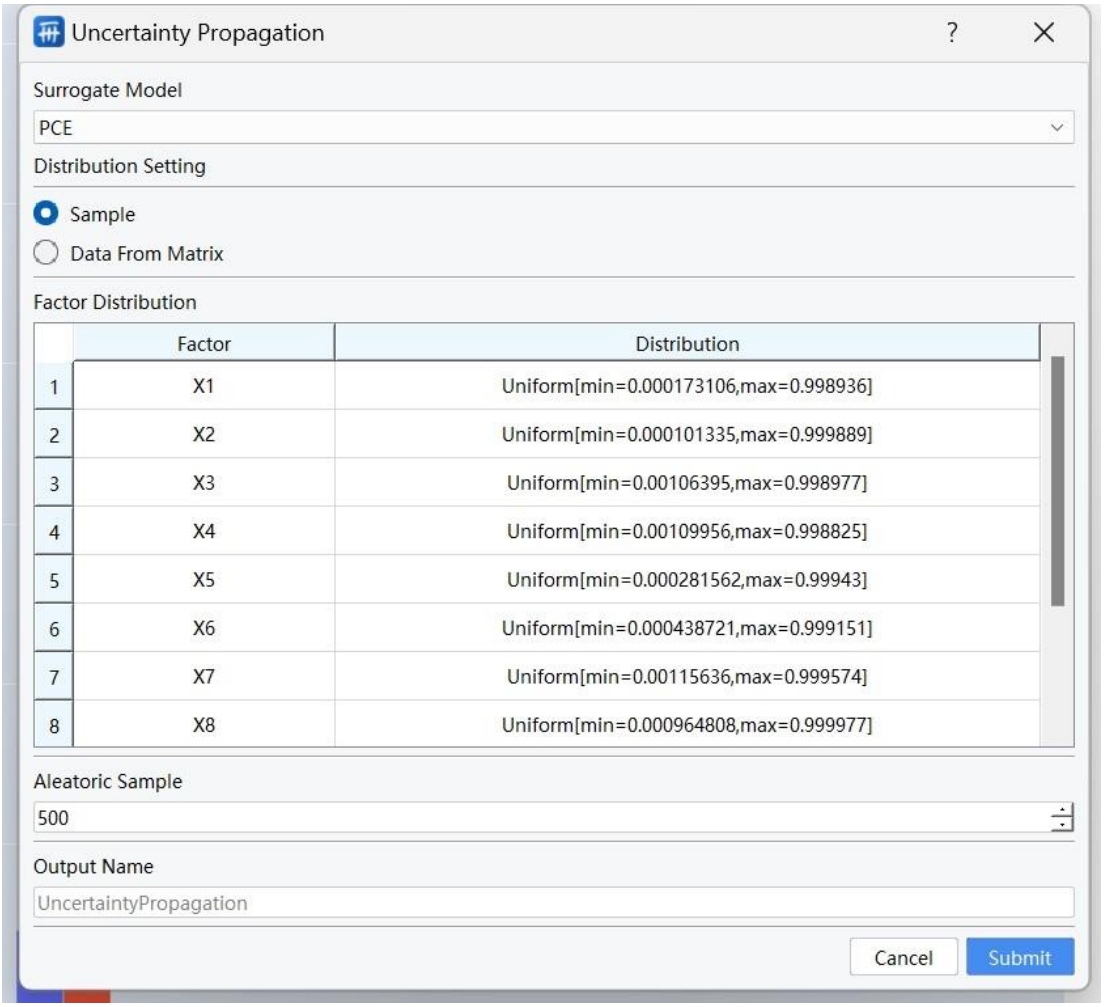



选择 Surrogate Model 为 PCE，分析方法点击 Sampling Based 基于采样分析，选择 Number Of Replications 个数和 Sample Size Per Replication 样本大小，点击 Submit 进行计算，结果如下图：

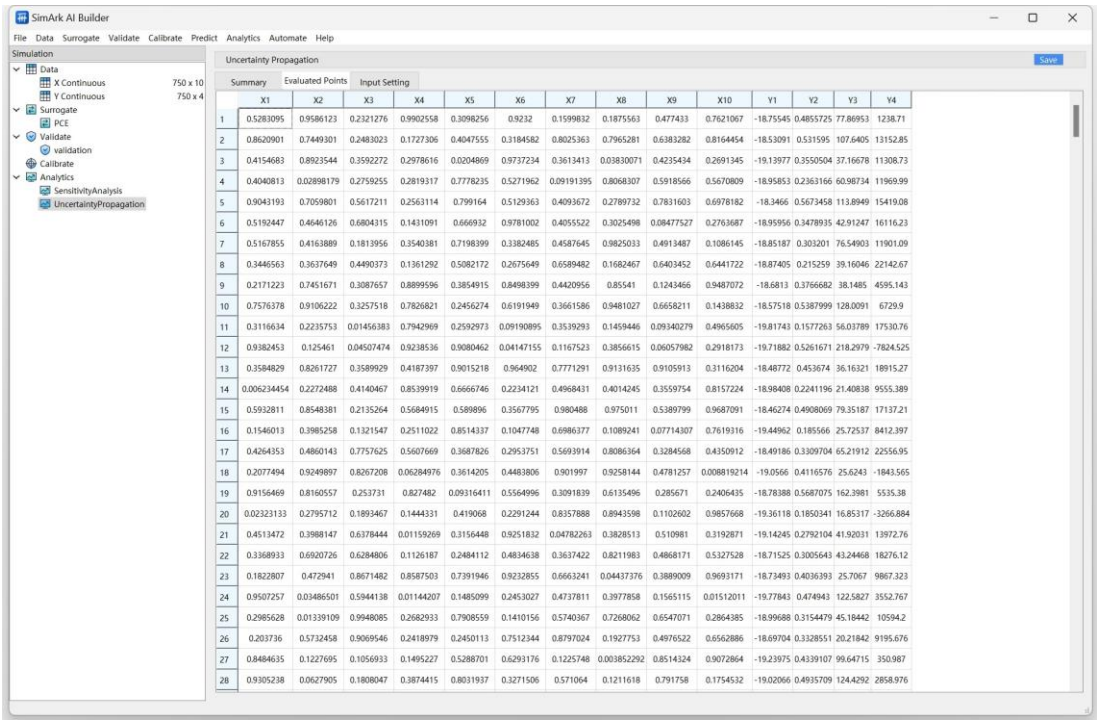


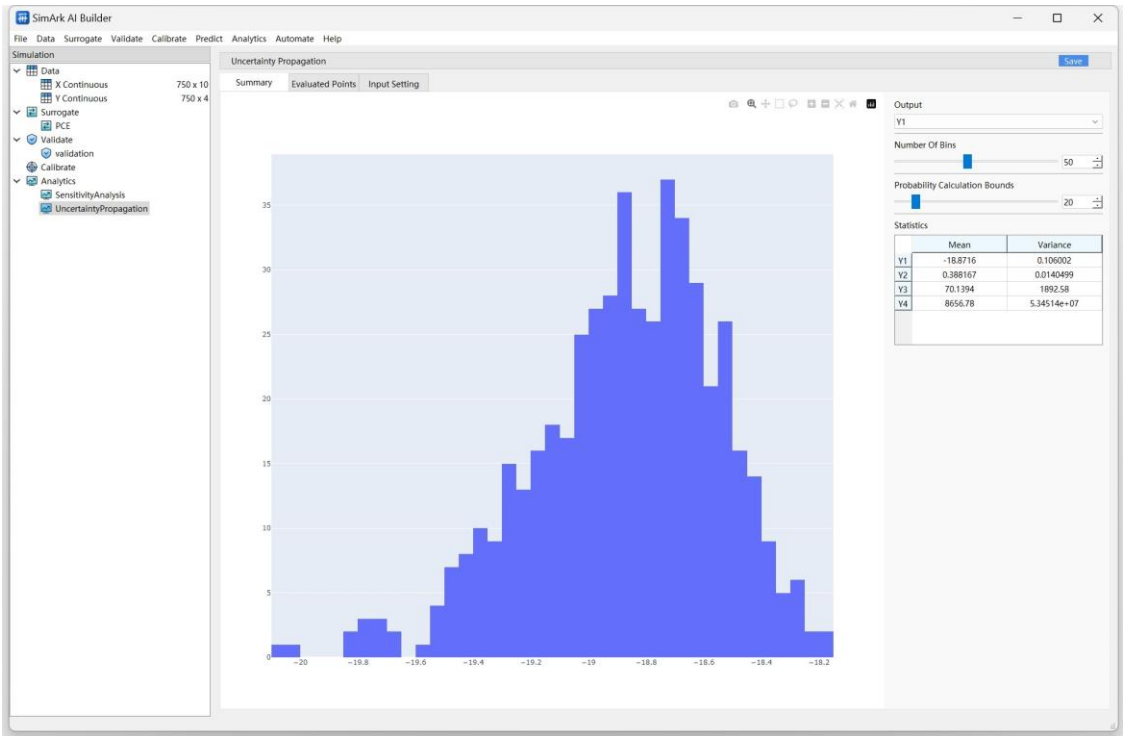




鼠标点击 Analytic 节点，点击 Uncertainly Propagation，进入不确定性量化，如下图：



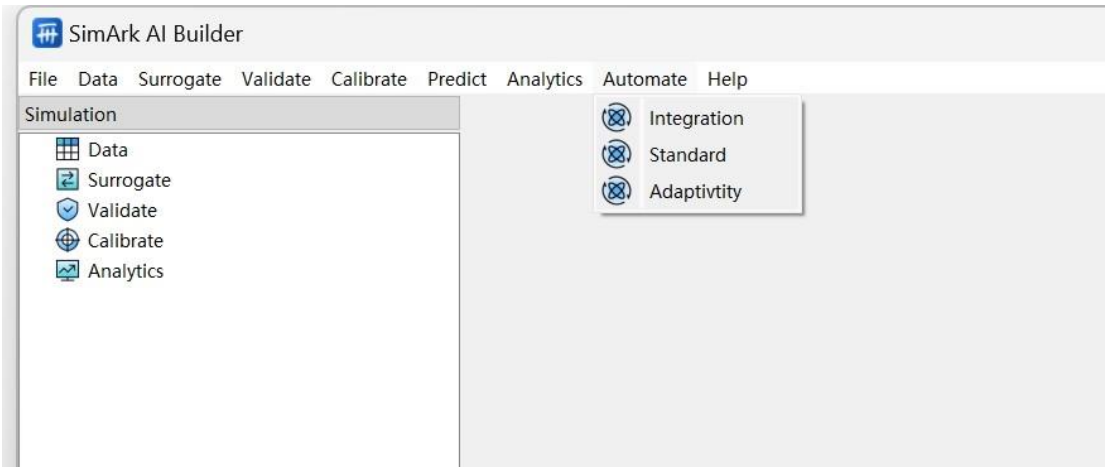

设定好参数后点击 Submit，得到结果如下图：

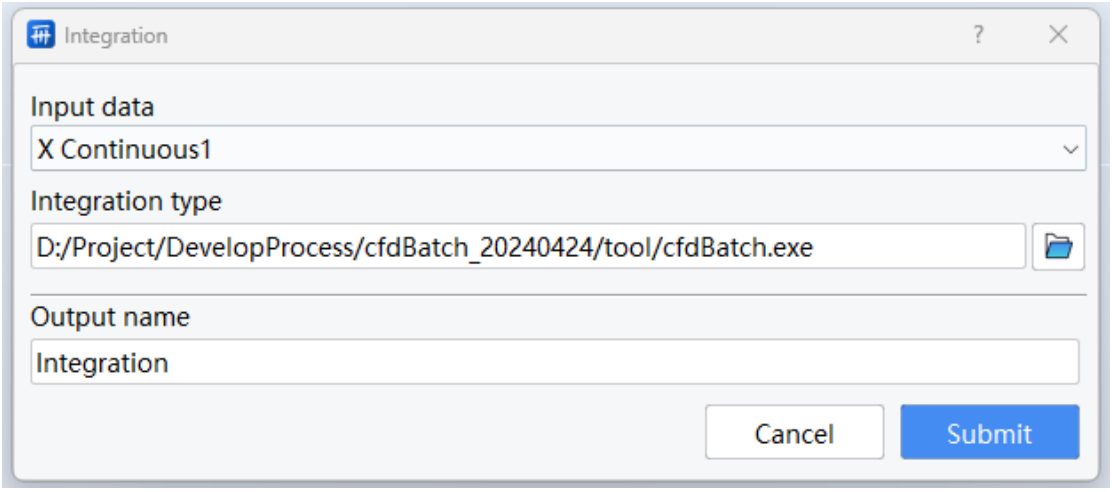



### 5. Automate（自动化过程）

鼠标点击菜单栏 Automate 节点，点击 Integration 集成工具，选择需要的求解器，如下图：




点击 Submit 按钮，求解过程会后台运行，后台运行完后会更新到左侧的 Data 节点里，如下图：