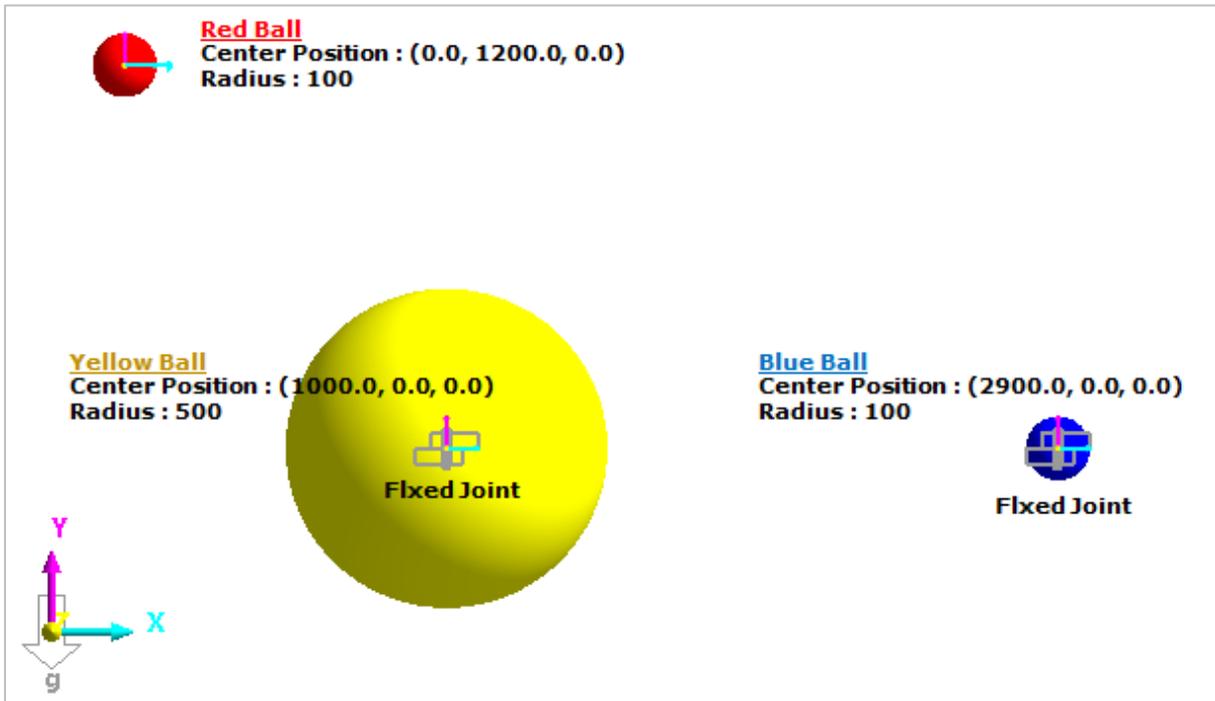




三球接触教程 (AutoDesign)



Copyright © 2017 FunctionBay, Inc. All rights reserved

User and training documentation from FunctionBay, Inc. is subjected to the copyright laws of the Republic of Korea and other countries and is provided under a license agreement that restricts copying, disclosure, and use of such documentation. FunctionBay, Inc. hereby grants to the licensed user the right to make copies in printed form of this documentation if provided on software media, but only for internal/personal use and in accordance with the license agreement under which the applicable software is licensed. Any copy made shall include the FunctionBay, Inc. copyright notice and any other proprietary notice provided by FunctionBay, Inc. This documentation may not be disclosed, transferred, modified, or reduced to any form, including electronic media, or transmitted or made publicly available by any means without the prior written consent of FunctionBay, Inc. and no authorization is granted to make copies for such purpose.

Information described herein is furnished for general information only, is subjected to change without notice, and should not be construed as a warranty or commitment by FunctionBay, Inc. FunctionBay, Inc. assumes no responsibility or liability for any errors or inaccuracies that may appear in this document.

The software described in this document is provided under written license agreement, contains valuable trade secrets and proprietary information, and is protected by the copyright laws of the Republic of Korea and other countries. UNAUTHORIZED USE OF SOFTWARE OR ITS DOCUMENTATION CAN RESULT IN CIVIL DAMAGES AND CRIMINAL PROSECUTION.

Registered Trademarks of FunctionBay, Inc. or Subsidiary

RecurDyn[™] is a registered trademark of FunctionBay, Inc.

RecurDyn[™]/SOLVER, *RecurDyn*[™]/MODELER, *RecurDyn*[™]/PROCESSNET, *RecurDyn*[™]/AUTODESIGN, *RecurDyn*[™]/COLINK, *RecurDyn*[™]/DURABILITY, *RecurDyn*[™]/FFLEX, *RecurDyn*[™]/RFLEX, *RecurDyn*[™]/RFLEXGEN, *RecurDyn*[™]/LINEAR, *RecurDyn*[™]/EHD(Styer), *RecurDyn*[™]/ECFD_EHD, *RecurDyn*[™]/CONTROL, *RecurDyn*[™]/MESHINTERFACE, *RecurDyn*[™]/PARTICLES, *RecurDyn*[™]/PARTICLEWORKS, *RecurDyn*[™]/ETEMPLATE, *RecurDyn*[™]/BEARING, *RecurDyn*[™]/SPRING, *RecurDyn*[™]/TIRE, *RecurDyn*[™]/TRACK_HM, *RecurDyn*[™]/TRACK_LM, *RecurDyn*[™]/CHAIN, *RecurDyn*[™]/MIT2D, *RecurDyn*[™]/MIT3D, *RecurDyn*[™]/BELT, *RecurDyn*[™]/R2R2D, *RecurDyn*[™]/HAT, *RecurDyn*[™]/曲柄, *RecurDyn*[™]/PISTON, *RecurDyn*[™]/VALVE, *RecurDyn*[™]/TIMINGCHAIN, *RecurDyn*[™]/ENGINE, *RecurDyn*[™]/GEAR are trademarks of FunctionBay, Inc.

Third-Party Trademarks

Windows and Windows NT are registered trademarks of Microsoft Corporation.

ProENGINEER and ProMECHANICA are registered trademarks of PTC Corp. Unigraphics and I-DEAS are registered trademark of UGS Corp. SolidWorks is a registered trademark of SolidWorks Corp. AutoCAD is a registered trademark of Autodesk, Inc.

CADAM and CATIA are registered trademark of Dassault Systems. FLEX/m is a registered trademark of GLOBEtrouter Software, Inc. All other brand or product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders.

Edition Note

These documents describe the release information of *RecurDyn*[™] V9R1.

目录

教程Sample A概要	4
三球接触问题	5
定义模型	6
定义设计参数	7
定义分析响应	10
设计研究	13
Design Study的基本步骤	14
效果分析	16
筛选变量	18
相关性分析	21
设计优化	22
改进设计优化	27

教程 Sample A 概要

模型	描述
Sample_A	<p>三球接触问题： 此问题解释了从创建分析模型到设计优化的过程，从而帮助初学者更好地学习在 AutoDesign 中设计优化处理。</p> <p>关键点： 从优化的角度，学习表示接触现象的设计公式。</p>

注意：

在 **RecurDynV8** 中，求解器只编译 **IF (IntelFortran)** 11.0。因此，优化结果可能与老版本有差别。



三球接触问题

通过解决一个简单的设计问题，介绍 **AutoDesign** 的基础功能。设计模型包括三个球。黄色和蓝色球被固定在地面。给一个初始速度，将红球掷下。通过优化模型参数，使得红球会与黄球接触，并尽可能接近蓝球。

1. 定义模型
2. 定义设计参数
3. 定义分析响应
4. 设计研究
5. 设计优化

接下来改进优化以便找到更精确的结果。本设计使用仿真结果解决前面的设计问题。

6. 改进设计公式

打开 Sample-A 中的相关文件	
Sample	<安装路径>\Help\Tutorial\AutoDesign\ThreeBallContact\Examples\Sample_A.rdyn
Solution	<安装路径>\Help\Tutorial\AutoDesign\ThreeBallContact\Solutions\Sample_A.rdyn

注意：如果修改文件存储路径，文件可以放在任何指定文件夹中。

Chapter

1

定义模型

定义红球和黄球之间的接触。因为蓝球是目标球，所以不定义红球和蓝球之间的接触。设计变量一个是沿 X 方向的红球的初速度，另一个是红球和黄球之间接触力的刚度系数。现在要使红球尽量接近蓝球中心，应该如何定义设计目标和约束？

设计模型如下所示：

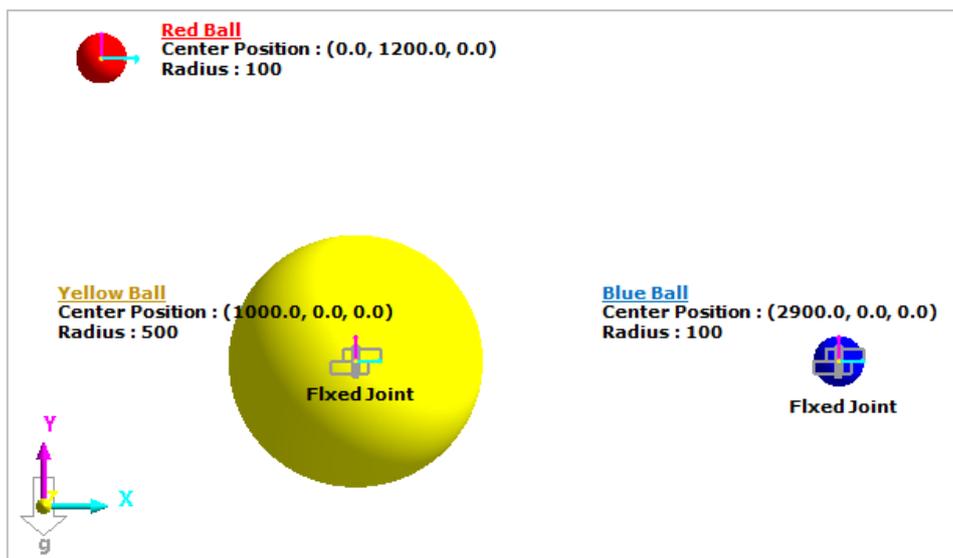


图 A-1-1 球接触设计问题的多体动力学模型

下面是定义图 A-1-1 中球、运动副和接触力的步骤



1. 使用物体组件中的 **Ellipsoid** 图标，创造如图所示的三个球。



2. 使用运动副组件中的 **Fixed** 固定副，将黄球和蓝球固定在地面。



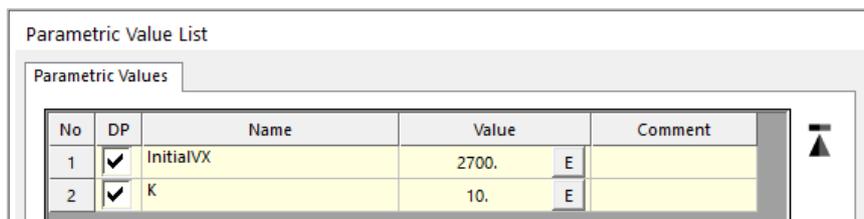
3. 使用接触组件中的 **Sphere To Sphere** 接触，定义红球和黄球之间的接触力。

定义设计参数

下面学习定义设计参数的步骤:

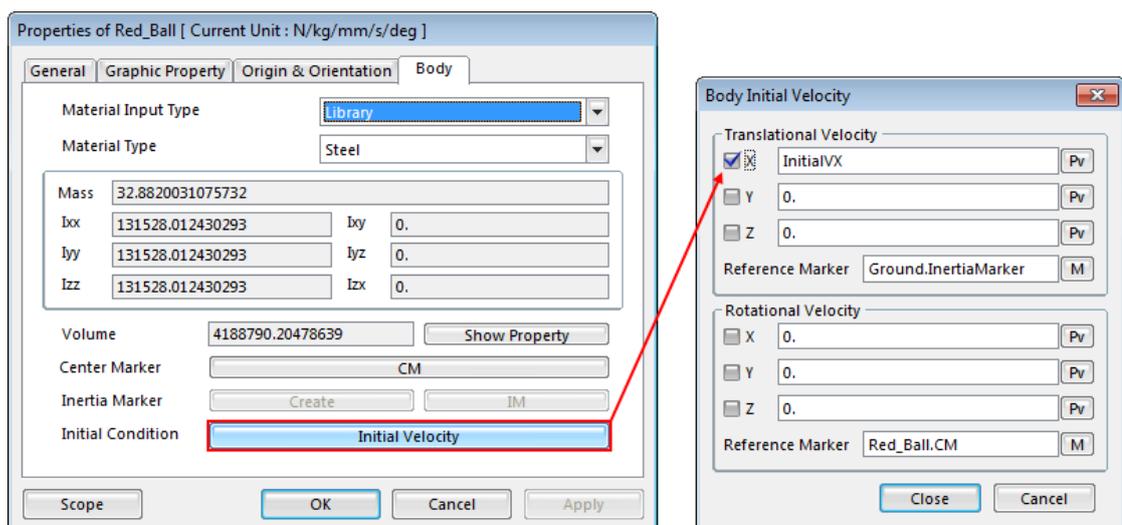
α
PV

1. 定义图 A-2-1 中的参数值。



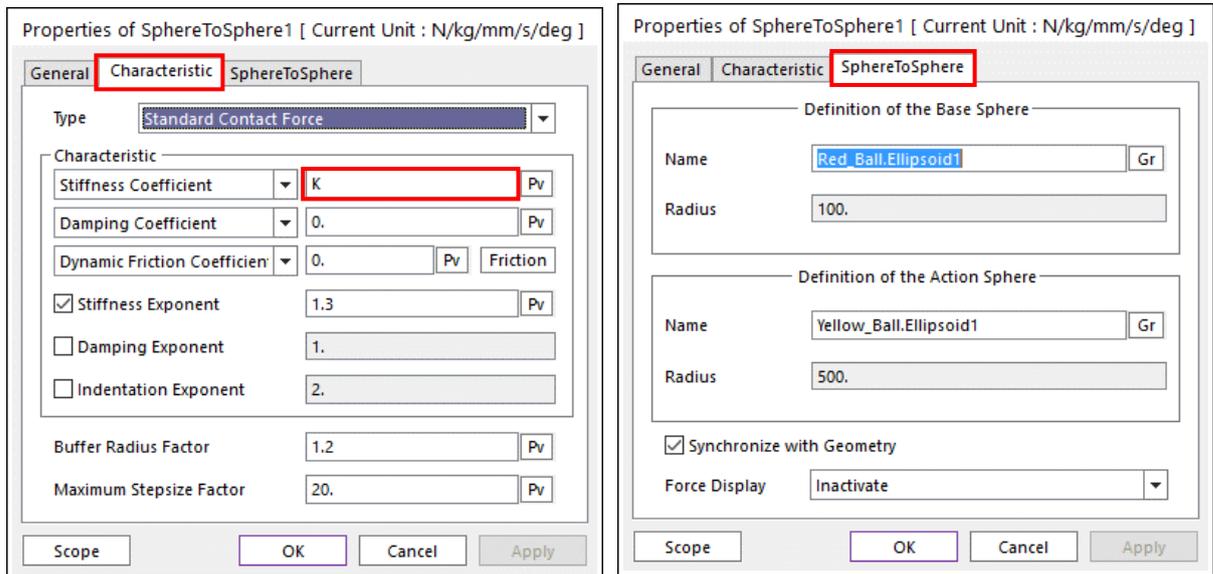
图A-2-1 定义参数值

2. 将图 A-2-2 中红球在 X 方向的初速度, 与 InitialVX 进行链接。



图A-2-2 链接InitialVX

3. 将图 A-2-3 中红球和黄球之间接触力的刚度系数，与 **K** 链接。



图A-2-3 链接刚度K



4. 使用图 A-2-4 和图 A-2-5 中 **AutoDesign** 工具包下的 **Design Parameter**，定义设计参数。首先，点击 **Create** 按钮，定义设计参数，如图 A-2-4 所示。在图 A-2-5，将设计参数与图 A-2-1 中定义的参数链接。初始值是图 A-2-1 中定义的值。定义设计变量的最小和最大值。这表示在优化过程中，设计变量应该在变量范围内变化。创建设计参数后，勾选 **DV** 以激活本设计问题的设计参数。

N.	Name	Type	Prop.	Descripti...	Curr...	LB	UB	Design Cost...	DP Form	DV
1	DP1	Direct		Initial VX	2700.	15...	50...	0.	Value	<input checked="" type="checkbox"/>
2	DP2	Direct		Stiffness K	10.	1.	20.	0.	Value	<input checked="" type="checkbox"/>

设计参数后，勾选 **DV** 以激活本设计问题的设计参数。

图A-2-4 勾选DV复选框

Direct Relation

Name:

Parametric Value: Pv

Current Value: R

Lower Bound:

Upper Bound:

Description:

DP Form:

Direct Relation

Name:

Parametric Value: Pv

Current Value: R

Lower Bound:

Upper Bound:

Description:

DP Form:

图A-2-5 定义DP1和DP2

Chapter

3

定义分析响应

设计目标是：红球的中心尽可能接近蓝球中心（目标点）。解决此优化问题，首先需要定义性能指标。在 **AutoDesign** 中，性能指标是设计优化中的目标和约束，由分析响应组成。那么，定义性能指标首先需定义分析响应。定义分析响应的步骤如下：



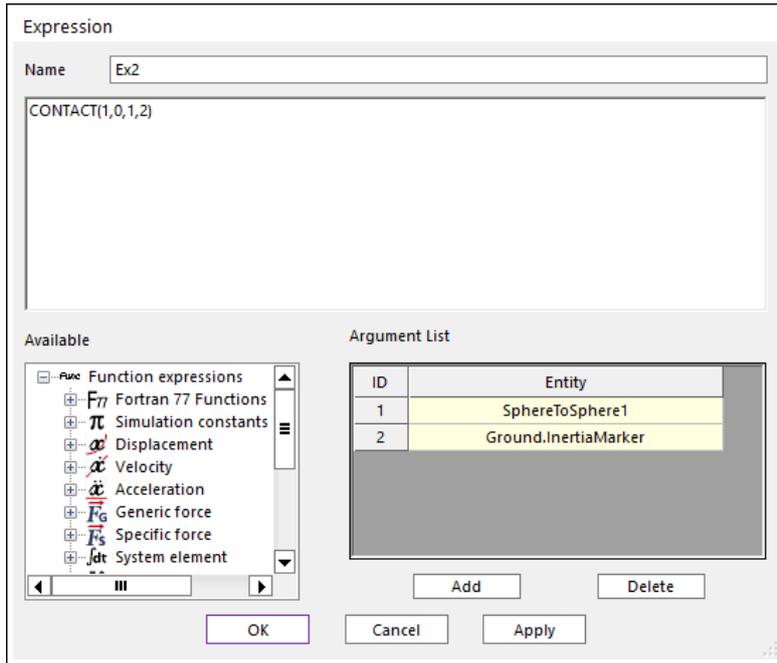
定义图 A-3-1 中所有的表达式。每个表达式依次如图 A-3-2，A-3-3，A-3-4 所示。

No	Name	Expression	Value	Comment
1	Ex1	DM(1,2)	E 3138.47	
2	Ex2	CONTACT(1,0,1,2)	E 0	
3	Ex3	DM(1,2)-600	E 962.05	

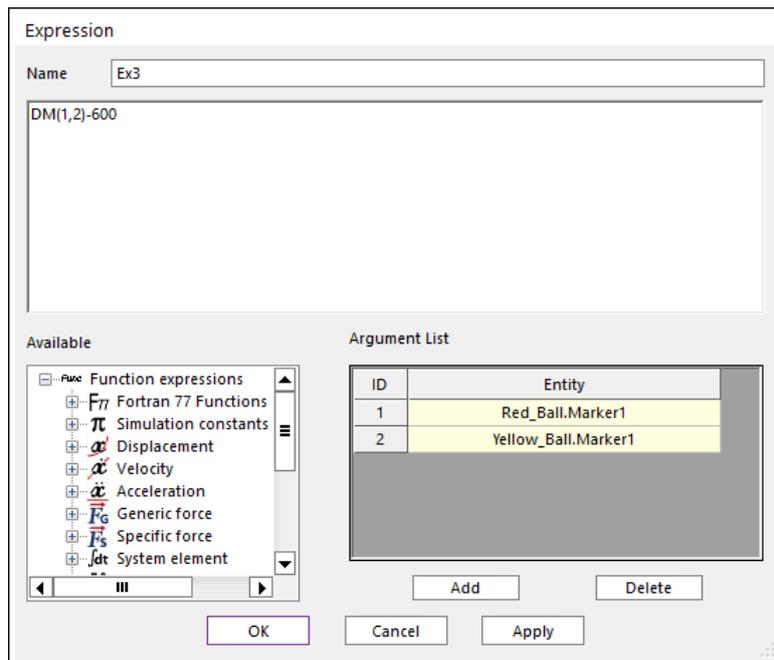
图A-3-1 表达式列表

Name	Ex1						
DM(1,2)							
Available	Argument List						
<ul style="list-style-type: none"> Function expressions Fortran 77 Functions Simulation constants Displacement Velocity Acceleration Generic force Specific force System element 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>Entity</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Red_Ball.Marker1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Blue_Ball.Marker2</td> </tr> </tbody> </table>	ID	Entity	1	Red_Ball.Marker1	2	Blue_Ball.Marker2
ID	Entity						
1	Red_Ball.Marker1						
2	Blue_Ball.Marker2						
OK	Cancel Apply						

图A-3-2 表达式Ex1的具体定义



图A-3-3 表达式Ex2的具体定义



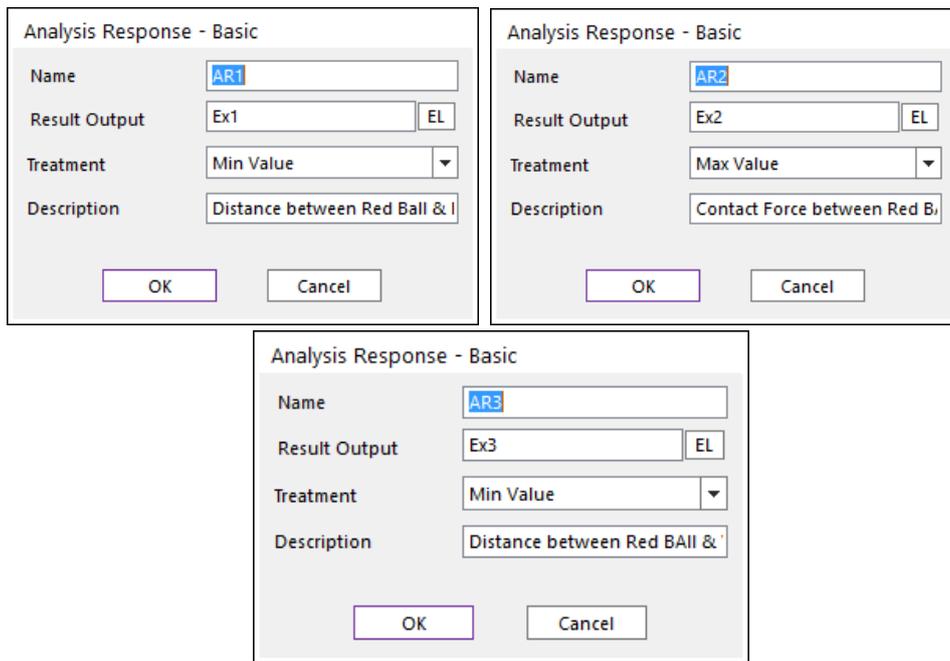
图A-3-4 表达式Ex2的具体定义



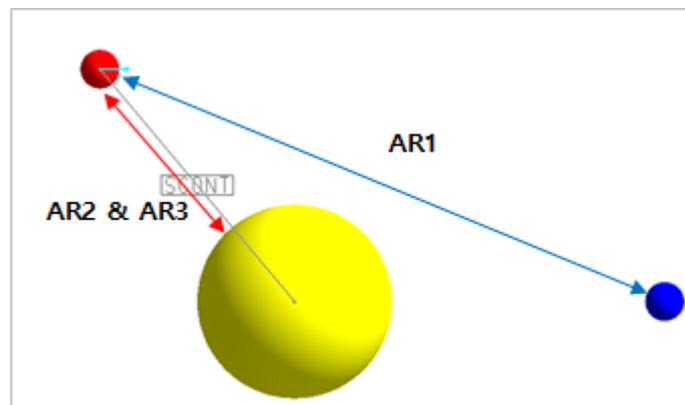
定义如图 A-3-5 中分析响应的表达式。其它图表示每个分析响应。每个表达式的具体信息如图 A-3-6 所示。同时，它们的物理关系如图 A-3-7 所示。

No	Name	Type	Pr...	Description	Treatment	PI
1	AR1	Basic		Distance between Red Ball & ...	Min Value	<input checked="" type="checkbox"/>
2	AR2	Basic		Contact Force between Red B...	Max Value	<input checked="" type="checkbox"/>
3	AR3	Basic		Distance between Red BALL &...	Min Value	<input checked="" type="checkbox"/>

图A-3-5 分析响应列表



图A-3-6 三个分析响应的具体信息



图A-3-7 模型中的三个分析响应

Chapter

4

设计研究

在开始解决这个优化问题之前，需要了解设计变量和分析响应（或分析响应之间的相关性）之间的关系。获得这样的信息，需要对试验设计做效果分析。**AutoDesign** 在 **Design Study** 菜单中，提供效果分析、相关性分析和设计变量筛选的功能。**Design Study** 包括如表 A-4-1 所示的 6 个子菜单。

表A-4-1 **Design Study**中的子菜单描述

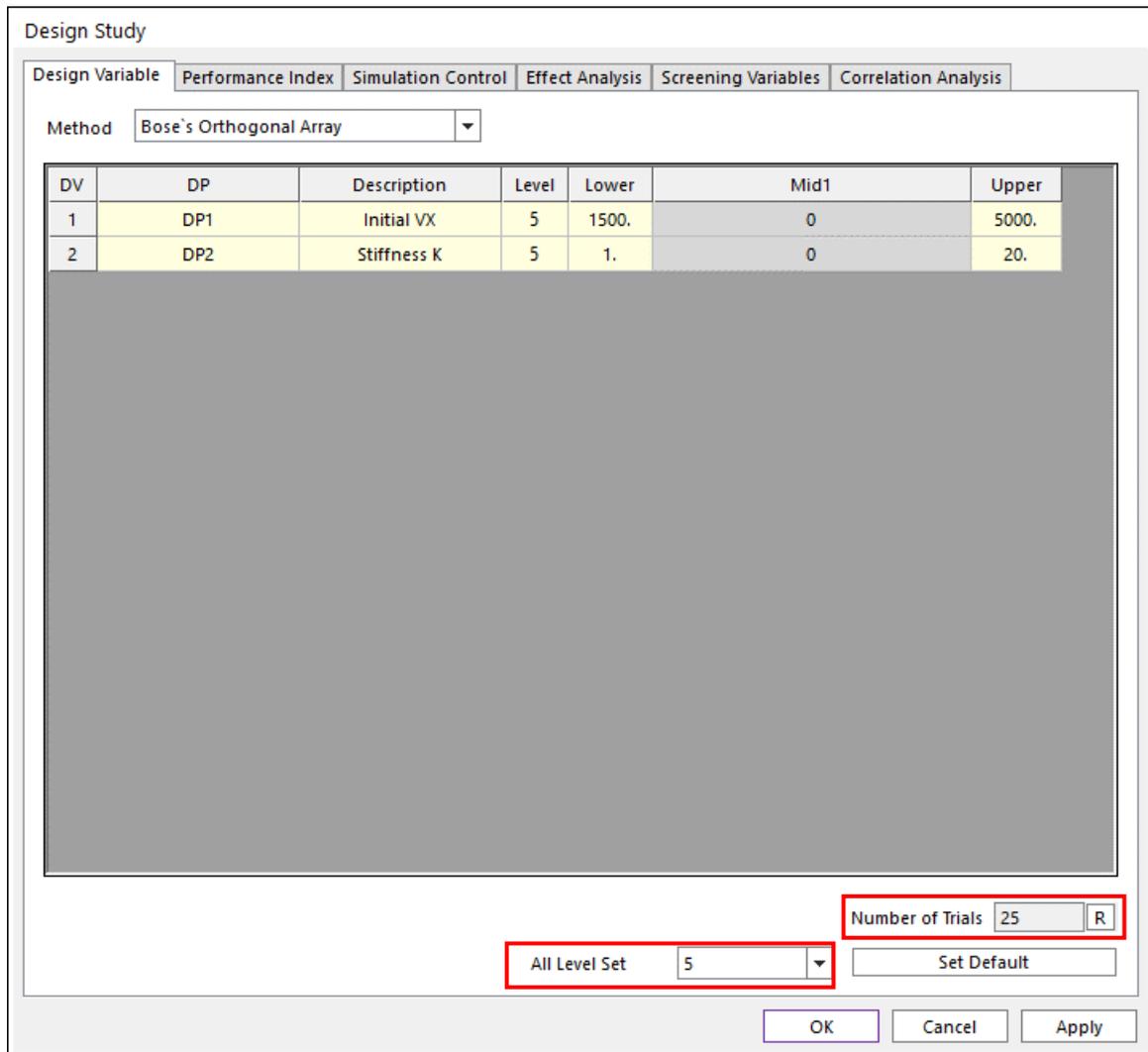
Design Variables	选择 DOE 方法，并定义变量水平
Performance Index	在分析响应菜单中，显示被勾选的 AR
Simulation Control	定义 RecurDyn 求解器的求解选项
Effect Analysis	从分析结果中进行效果分析
Screening Variables	从效果分析结果中，筛选步骤
Correlation Analysis	从分析结果中，进行相关性分析

Design Study 的基本步骤

进行设计研究效应分析、筛选变量和相关性分析，需选择 **DOE** 方法，并定义每个变量的水平，进行 **RecurDyn** 仿真。首先，这些步骤如下：



1. 在设计变量的子菜单中，选择 **DOE** 方法中的 **Bose's Orthogonal Array**，并设置研究水平为 5。然后，定义运行次数为 25。方法使用 **strength-II orthogonal array design**。更多的信息请参考 **AutoDesign** 的理论手册。



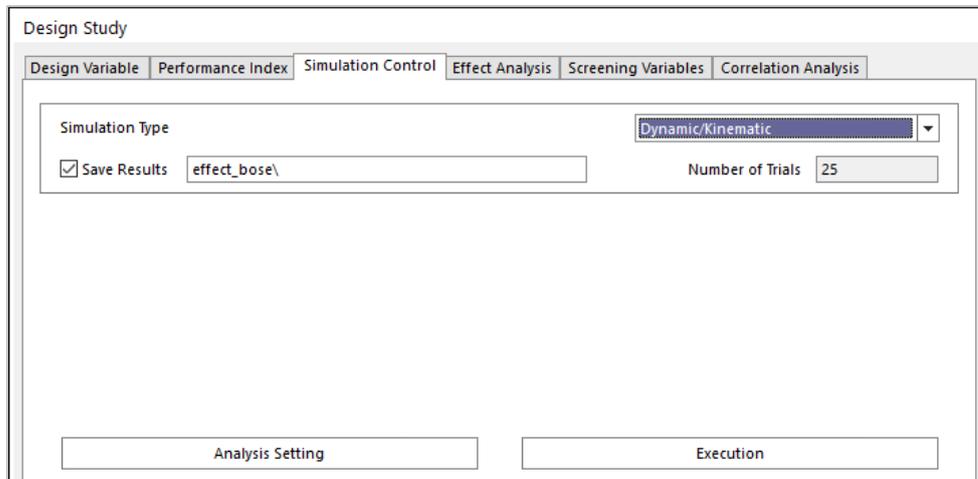
图A-4-1 定义设计研究的DOE方法

2. 在分析响应中，点击 **Performance index**。

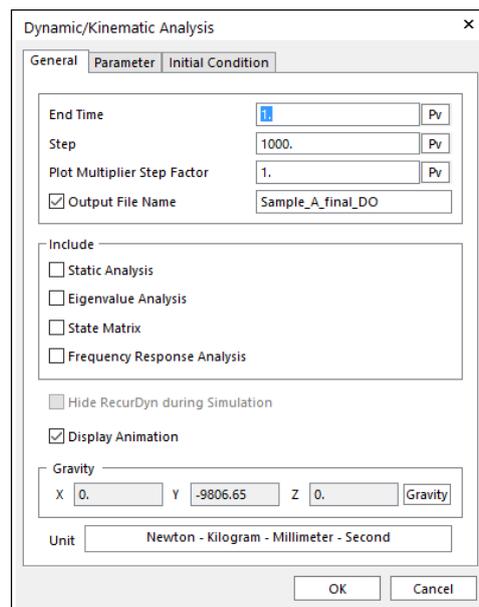
Design Study		
Design Variable	Performance Index	Simulation Control
PI	AR	Description
1	AR1	Distance between Red Ball & Blue Ball
2	AR2	Contact Force between Red BALL & Yellow Ball
3	AR3	Distance between Red BALL & Yellow Ball

图A-4-2 设计研究选择的性能指标清单

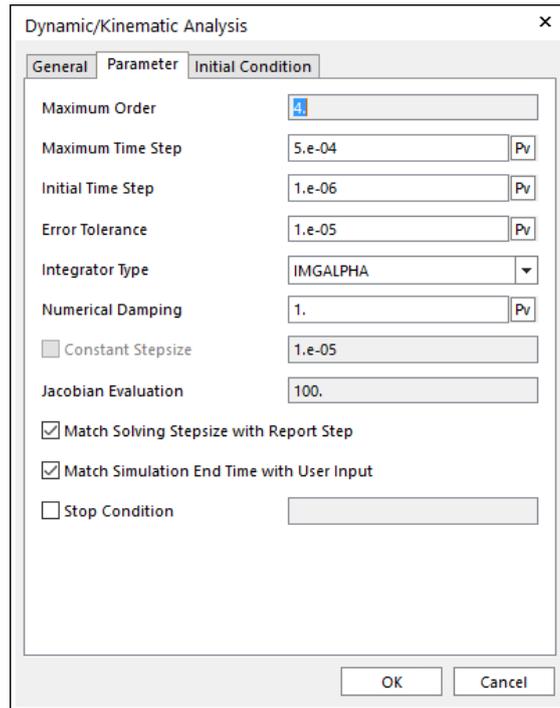
3. 在仿真控制的子菜单，定义如图 A-4-4 和图 A-4-5 所示的分析设置。这里的设置与 RD 分析中相同。如果要增加效果分析和优化结果的精确性，建议设置 **plot multiplier factor** 为 1.0，并增加步数。完成设置后，点击 **OK**。然后，**RecurDyn** 对给定的试验次数，进行分析。



图A-4-3 仿真控制项



图A-4-4 基本分析设置



图A-4-5 集成参数设置

4. 分析完成后，可以选择效果分析，相关性分析和筛选设计变量。
5. 下面，选择效果分析菜单，效果分析给出性能指标和所有设计变量之间的关系。

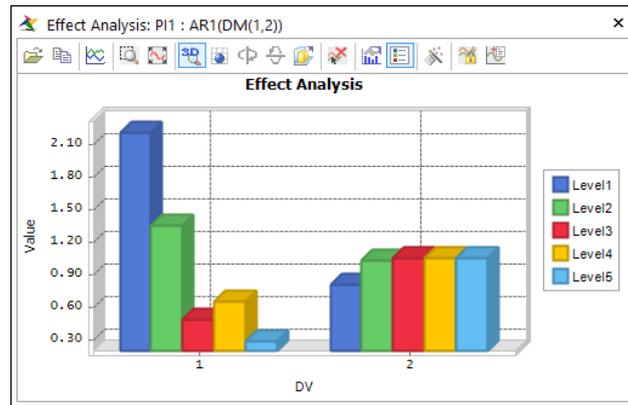
效果分析

图 A-4-6 显示效果分析菜单，学习效果分析的步骤。

在 **PI** 行，选择 **performance index**。然后勾选设计变量，查看已选择的 **PI** 的效果分析。然后，点击 **DRAW** 按钮。图 A-4-7 显示了 **PI_1** 和设计变量之间的效果分析。可以看出对于红球和蓝球之间的距离，**DV1** 比 **DV2** 有更大的影响力。

DV	Level1	Level2	Level3	Level4	Level5	Variation	Effect Value
1	2.208152655...	1.358839406...	0.487655979...	0.652289790...	0.293062168...	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	0.808903863...	1.036337385...	1.051277050...	1.052378731...	1.051102968...	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

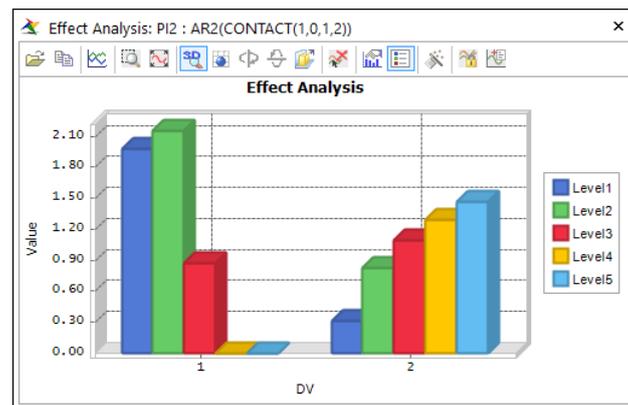
图A-4-6 效果分析的子菜单



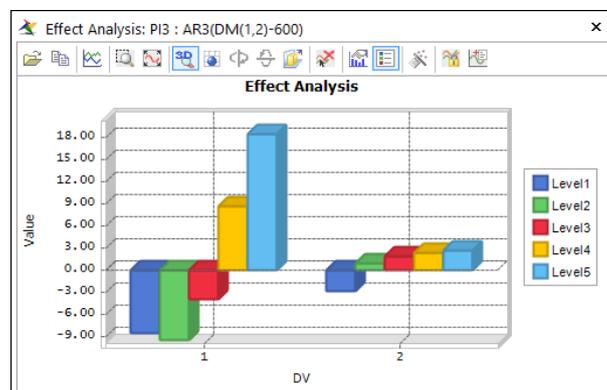
图A-4-7 第一个PI的效果分析结果

类似地，可以看到 AR2 的效果分析，如图 A-4-8. 对于 DV1 的第 4 和第 5 个值，恒定力为 0。这表示两个球没有接触。注意，这种不连续使元模型的精确性变差。

图A-4-8 第二PI的效果分析结果



最后，可以看到 AR3 的效果分析，如图 A-4-9 所示。这表示红球和黄球之间的距离。不同于图 A-4-8，图形显示了连续的结果，尽管两个球在 DV1 的第 4 和第 5 个值没有接触。因此，在设计优化中，AR3 适用于定义接触约束。



图A-4-9 PI_3的效果分析结果

现在已完成效果分析。然而对最小还是最大组合存疑，如图 A-4-10 所示。

Minimization Combination		Draw
DV1(DP1)	DV2(DP2)	
2375.	1.	

Maximization Combination		Draw
DV1(DP1)	DV2(DP2)	
5000.	20.	

Simulation

Min Combination Max Combination

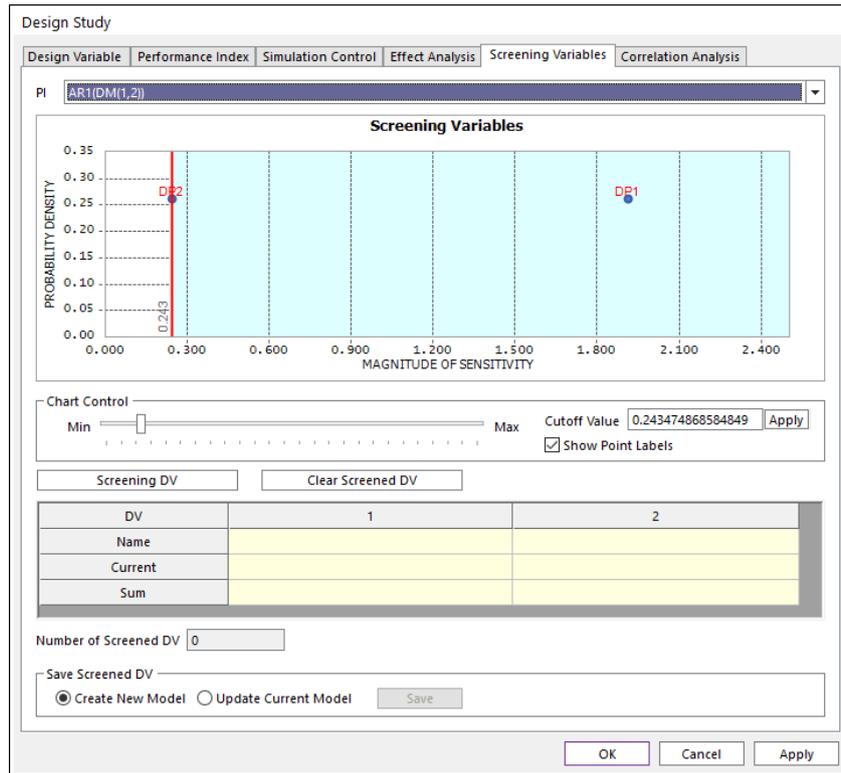
图A-4-10 最小和最大组合的选择

假如选择了 AR3。效果分析如图 A-4-9 所示。然后，图 A-4-10 显示了使得 AR3 最小和最大的设计变量组合。如果需要确认最小或最大的组合，选择其中一个，并点击 **simulation** 按钮，如图 A-4-10。

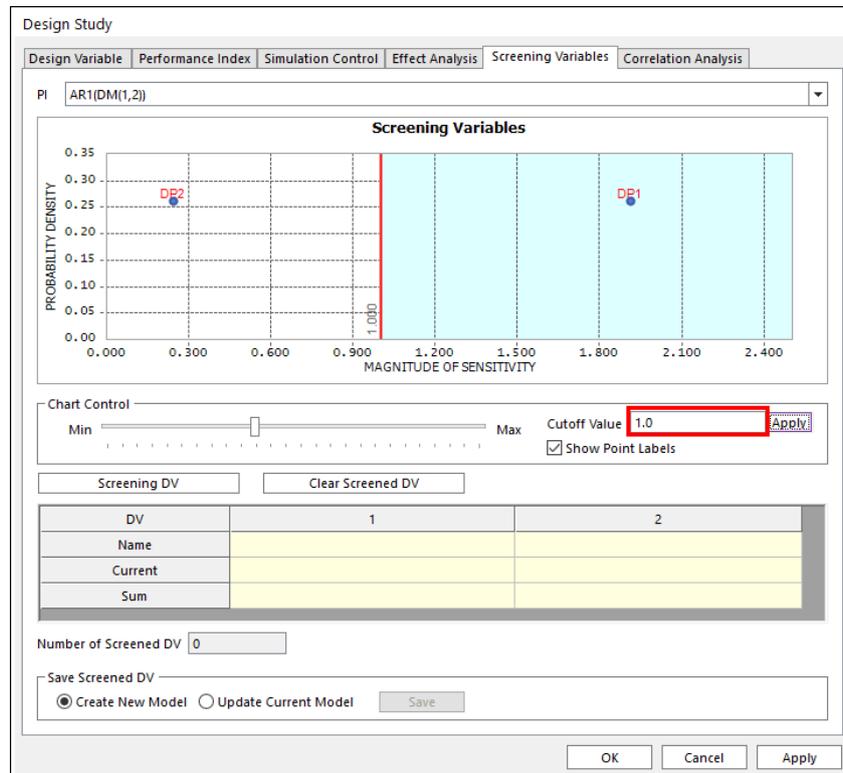
筛选变量

图 A-4-11 显示筛选变量的菜单。首先，可以看到散布点。这表示设计变量。这个问题中，只有两个设计变量。因此，不需要进行变量筛选，我们只研究筛选变量方法。

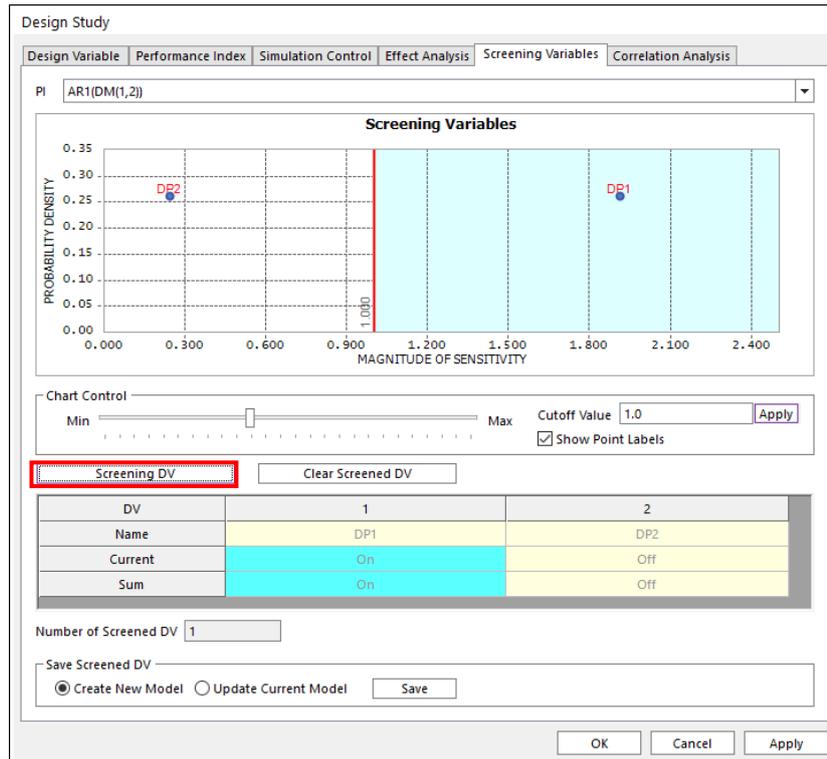
1. 首先，选择性能指标 AR1。图 A-4-11 显示两个设计变量有非常不同的效果。现在需要了解哪个变量对 PI_1 是有效的。
2. 定义临界值为 1.0，并点击 **Apply** 按钮。可以看到如图 A-4-12。然后，点击 **Screening DV** 按钮。图 A-4-13 显示筛选结果。这显示设计变量 DV1（或 DP1）比 DV2 更有效。



图A-4-11 筛选变量的子菜单

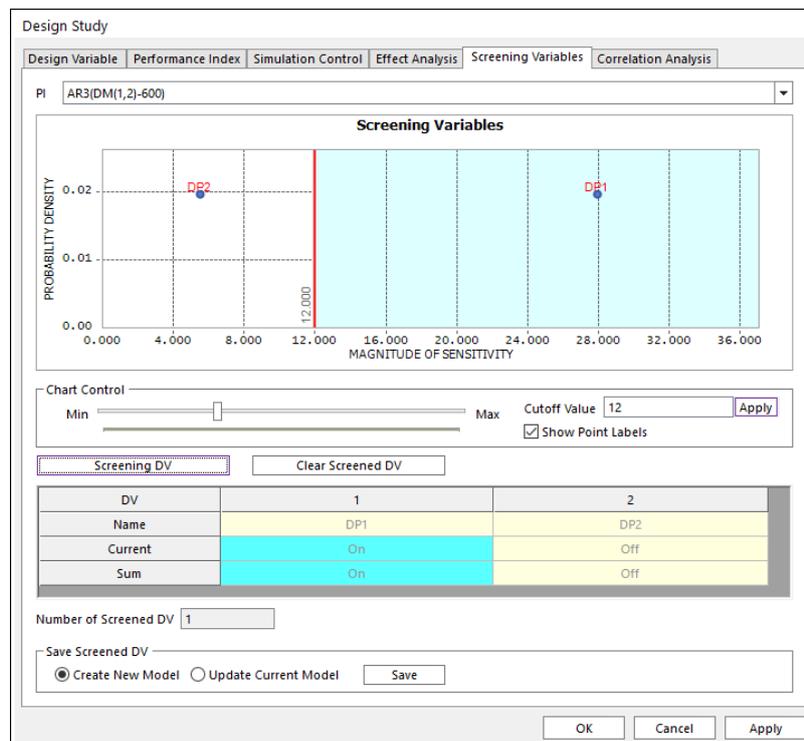


图A-4-12 定义筛选变量的临界值



图A-4-13 对第一个PI，筛选的结果

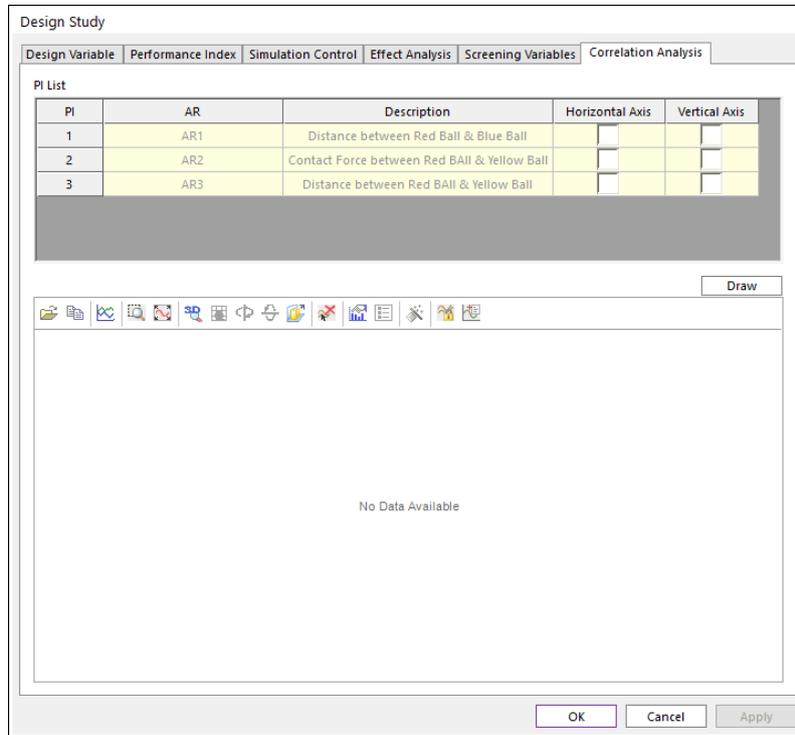
- 下一步，改变性能指标为AR3。然后定义临界值为12。点击 **Screening DV** 按钮，图A-4-14中显示结果。图中，**Current** 表示AR3的筛选结果。**Total** 表示AR1和AR3筛选结果的联合。如果点击 **Save** 按钮，只有激活的设计变量（标记为on）保留在 **New Model** 或 **Current Model** 中



图A-4-14对第三个PI，筛选的结果

相关性分析

图 A-4-15 显示相关性分析的菜单。这显示分析结果中两个选择的 ARs 的关系。如果查看第一个 PI 和第三个 PI 之间的关系，勾选 PI_1 的 **Horizontal Axis** 和 PI_3 的 **Vertical Axis**，点击 **Draw** 按钮。然后，可以看到图 A-4-16 中的相关性结果。图 A-4-16 显示，它们没有趋势或略有扭转趋势。



图A-4-15 相关性分析的子菜单

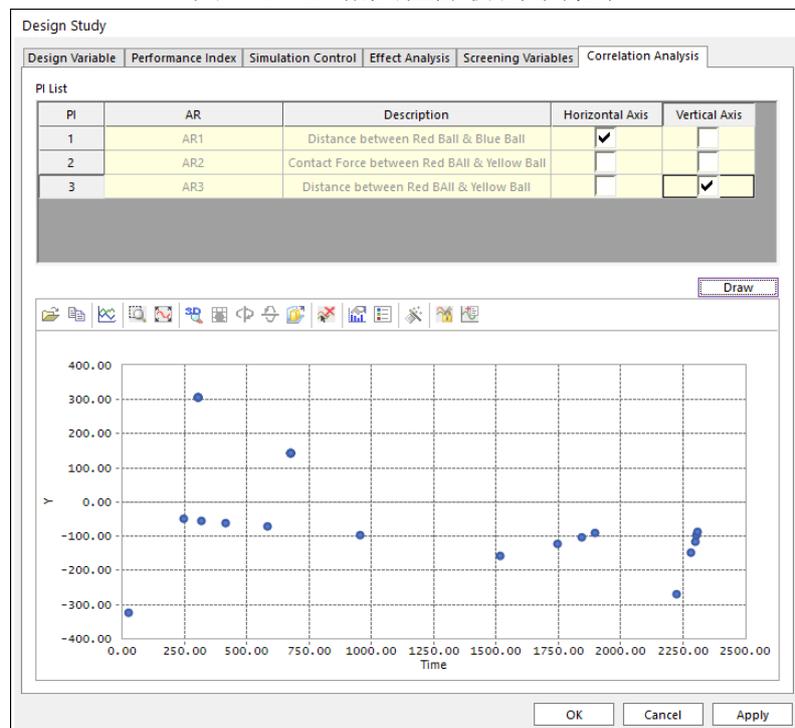


图 A-4-16 PI_1 和 PI_3 之间的相关性结果

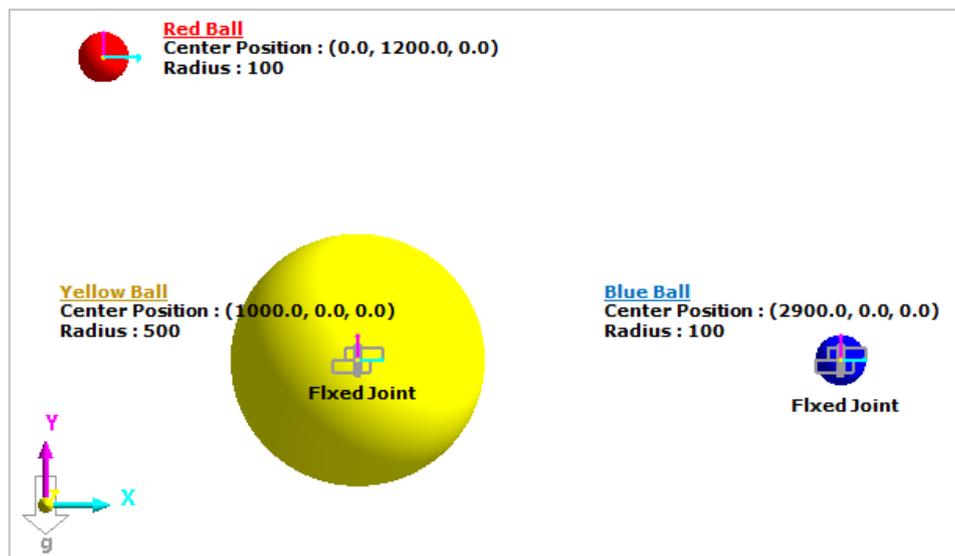
Chapter

5

设计优化

重新回顾下面的设计问题：

为了红球撞击黄球后能够撞到篮球，找到红球 X 方向的初始速度、红球和黄球之间的接触刚度。



下面定义设计选项，并执行优化分析。第一步是定义如图 A-5-1 所示的设计变量。使用 **Auto Design** 工具包的 **DesignOptimization** 命令。



1. 在 **Design Variable** 菜单，选中的 **DPs** 如列表所示。在优化进程中，**DP** 可以是设计变量或定量。如果定义 **DP** 为定量，需要输入 **DP** 的值。

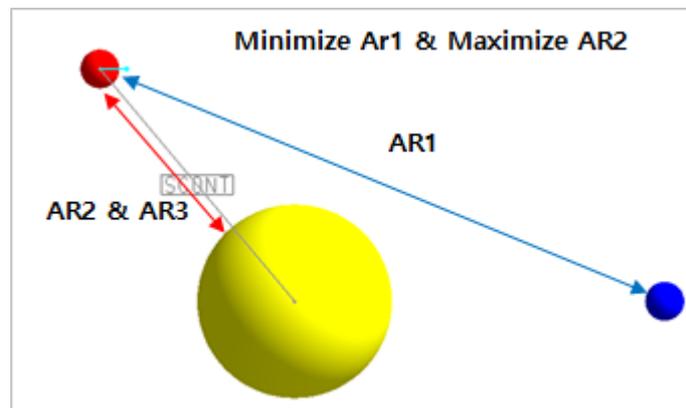
Design Optimization							
Design Variable							
DV	DP	Description	Current	LB	UB	Type	Value
1	DP1	Initial VX	2700.	1500.	5000.	Variable	0.
2	DP2	Stiffness K	10.	1.	20.	Variable	0.

图A-5-1 设计变量的定义

2. 下一步定义如图 A-5-2 中的性能指标，即图 A-5-1 对话框中 **performance index**。**Performance Index** 是设计优化公式的部分。图 A-5-3 显示设计优化的数学定义。讨论图 A-5-2 中的优化公式。在第一个 **performance index**，选择 **AR1**，并定义为目标。同时，选择设计目标定义为最小化，同时定义它的权重系数为 1.0。在第二个 **performance index**，选择 **AR2**，并定义为目标。不同于 **AR1**，设计目标定义为最大化，定义它的权重系数为 1.5。

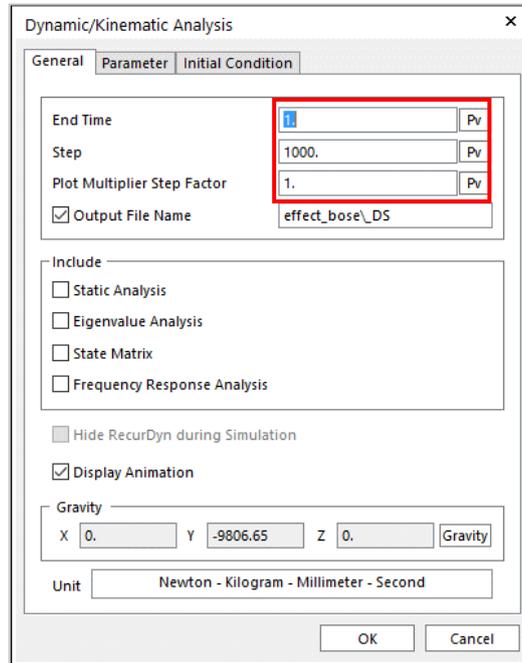
Design Optimization							
Performance Index							
PI	Use	AR	Description	Definition	Goal	Weight/Limit Value	
1	<input checked="" type="checkbox"/>	AR1	Distance between R...	Objective	MIN	1.	
2	<input checked="" type="checkbox"/>	AR2	Contact Force betw...	Objective	MAX	1.5	

图A-5-2 performance indexes的定义

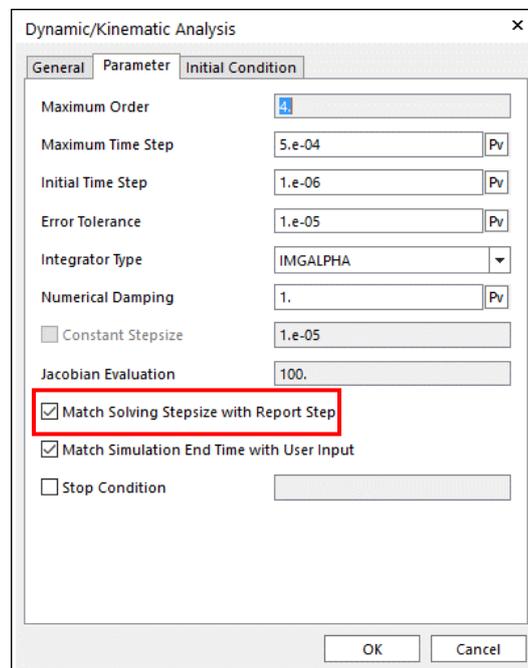


图A-5-3 设计优化公式

3. 点击 **Analysis Setting** 按钮，进行分析设置。为减小数值误差，增加时间步数。如果想增加优化的分辨率，那就增加步数。如果改进设计优化，通过增加该值可以显示更精确的设计。



4. 点击 **Parameter** 标签，然后，勾选 **Match Solving Stepsize with Report Step**。



5. 定义图 A-5-4 的优化控制选项，并进行分析。分析设置与 **Design Study** 中相同。最后，点击 **Execution** 按钮，可以看到图 A-5-5 所示的设计优化公式的概要。然后，检查公式。如果看到错误，点击 **Cancel** 按钮，并纠正错误。否则，点击 **OK** 按钮。**AutoDesign** 运行，直至满足收敛残差或达到最大迭代步数。优化进程中，可以在 **Simulation History** 菜单下，查看分析结果。

The image shows the 'Design Optimization' dialog box with several tabs: 'Design Variable', 'Performance Index', 'Optimization Control', 'Result Sheet', and 'Summary Sheet'. The 'Optimization Control' tab is active. It contains the following settings:

- DOE Meta Modeling Methods: Methods
- Convergence Tolerance:
 - Objective Change Rate in Consecutive Iterations: 5.e-02
 - Equality Constraints: 1.e-03
 - Inequality Constraints: 1.e-03
 - Maximum Iteration of SAO: 30.
 - Convergence Relaxation Control: OFF
- Simulation Type: Dynamic/Kinematic
- Save Results: (case2)
- Number of Trials: 5

At the bottom, there are two buttons: 'Analysis Setting' and 'Execution'. The 'Execution' button is highlighted with a red border. At the very bottom of the dialog are 'OK', 'Cancel', and 'Apply' buttons.

图A-5-4 优化和分析的控制选项定义

The image shows the 'Execution' dialog box with a 'Summary for Execution' section. It contains three tables:

Design Variables

No	DV	Description	Current	LB	UB	Type	Value
1	DP1	Initial VX	2700.	1500.	5000.	Variable	0.
2	DP2	Stiffness K	10.	1.	20.	Variable	0.

Performance Indexes

No	AR	Description	Definition	Goal	Weight/Limit Value
1	AR1	Distance between Red Ball ...	Objective	MIN	1.
2	AR2	Contact Force between Red...	Objective	MAX	1.5

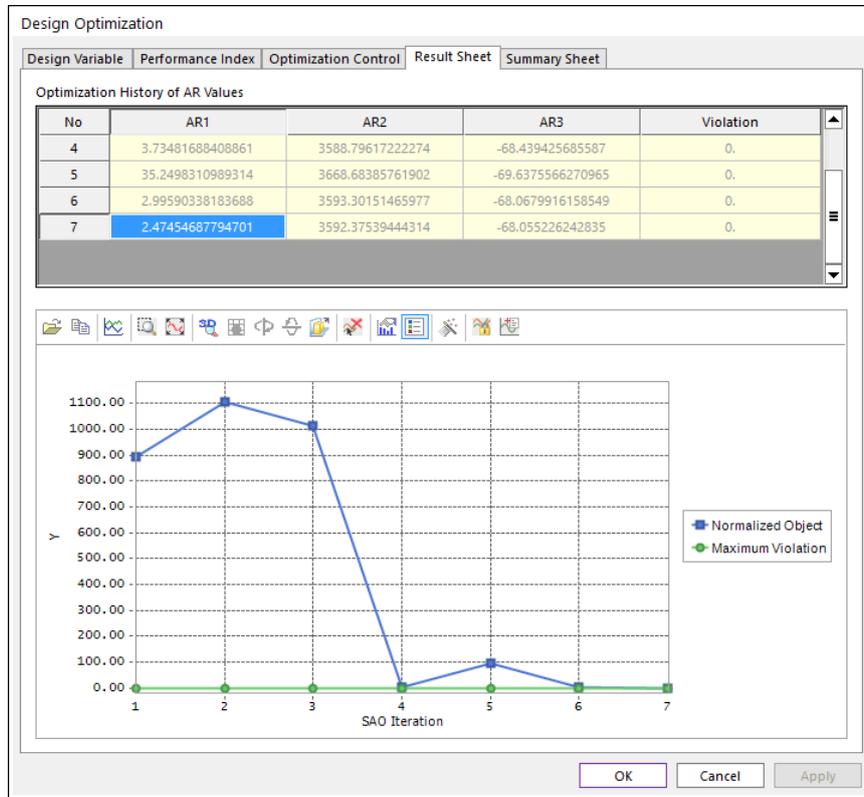
Meta - Model

Initial DOE Method	Incomplete Small Composite Design -2
Meta-Model Method	Radial Basis Functions Model(Multi-Quadratic)
Polynomial Type	Auto
Trial No	5

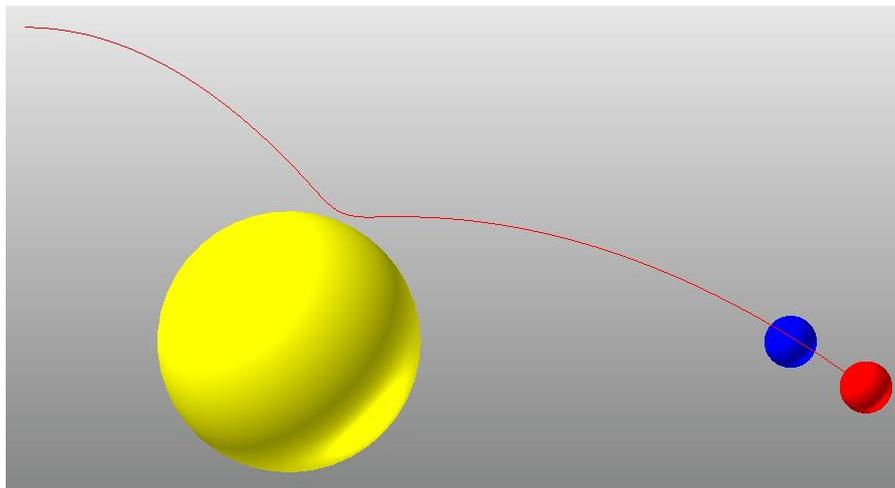
At the bottom of the dialog are 'OK' and 'Cancel' buttons.

图A-5-5 设计优化公式概要

6. 如果 AutoDesign 完成，可以在 Result Sheet 中，看到收敛结果。图 A-5-6 显示优化结果。在 RecurDyn 中，在 7 个迭代步后，AR1 的最后值是 2.474 (mm)。



图A-5-6 收敛性



图A-5-7 最后设计的动画

Chapter

6

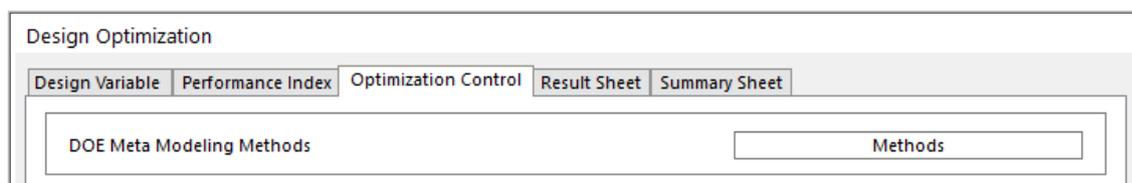
改进设计优化

优化结果表明：红球和蓝球之间的距离差为 2.47 (mm)。所以 **AutoDesign** 给出了很好的优化结果。现在，我们通过使用 **Simulation History**，尝试重新优化寻找更精确的方案。通过增加 **AR2**，保证红球和黄球之间的接触。因此，我们增加一个不等式约束，如 $AR1 \leq 2.0$ ，这表示新设计应该比当前优化设计更好。图 A-6-1 给出了改进的方案。

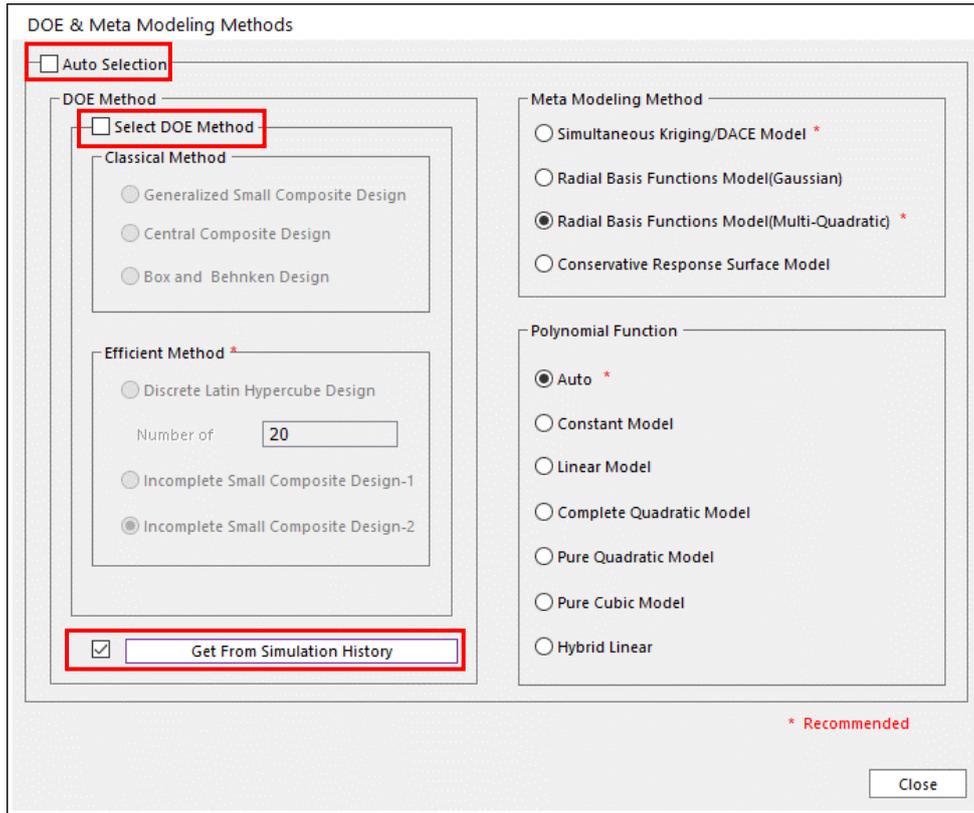
图A-6-1 优化方案的修正

Design Optimization							
Design Variable		Performance Index	Optimization Control	Result Sheet	Summary Sheet		
PI	Use	AR	Description	Definition	Goal	Weight/Limit Value	
1	<input checked="" type="checkbox"/>	AR1	Distance between R...	Objective	MIN	1.	
2	<input checked="" type="checkbox"/>	AR2	Contact Force betw...	Objective	MAX	1.5	
3	<input checked="" type="checkbox"/>	AR1	Distance between R...	Constraint	LE	2.	

所有新的设计问题使用同样的设计变量和 **ARs**，我们可以使用上一章中使用到的仿真结果。因此，在 **DOEMeta Modeling Methods** 中，点击 **Methods**，不勾选 **Select DOE Method**，勾选 **Get From Simulation History**，如图 A-6-3。然后，仿真历史窗口如图 A-6-4 所示。通过勾选 **Get** 对话框，可以定义导入结果。然后点击 **OK** 按钮。再次选择元模型方法的 **RBF (Multi-Quadtatics)**。



图A-6-2选择DOE，再次优化



图A-6-3 选择DOE，再次优化

Simulation History

No	Plot	Get	Update	Export	Design Cost	Description of Si...	Success/Fail...	Violation	AR1	AR2	AR3	DV1	DV2
1		✓			0.	Initial Run Block1 ...	Success	-	303.245...	0.	307.117...	5000.	1.
2		✓			0.	Initial Run Block1 ...	Success	-	303.245...	0.	307.117...	5000.	20.
3		✓			0.	Initial Run Block1 ...	Success	-	2310.76...	6580.50...	-86.3634...	1500.	20.
4		✓			0.	Initial Run Block1 ...	Success	-	2224.36...	1439.93...	-268.840...	1500.	1.
5		✓			0.	Initial Run Block1 ...	Success	-	576.446...	4441.42...	-108.781...	2700.	10.
6		✓			0.	DSAO1	Success	0.	303.245...	0.	307.117...	5000.	4.4954789...
7		✓			0.	DSAO1	Success	0.	375.763...	0.	279.441...	4816.95...	4.4962029...
8		✓			0.	DSAO1	Success	0.	344.325...	4237.07...	-85.5791...	2906.66...	13.031305...
9		✓			0.	DSAO1	Success	0.	3.73481...	3588.79...	-68.4394...	3094.20...	14.758782...
10		✓			0.	DSAO1	Success	0.	35.2498...	3668.68...	-69.6375...	3079.05...	14.750736...
11		✓			0.	DSAO1	Success	0.	2.99590...	3593.30...	-68.0679...	3096.29...	14.882224...
12		✓			0.	DSAO1	Success	0.	2.47454...	3592.37...	-68.0552...	3096.45...	14.882016...

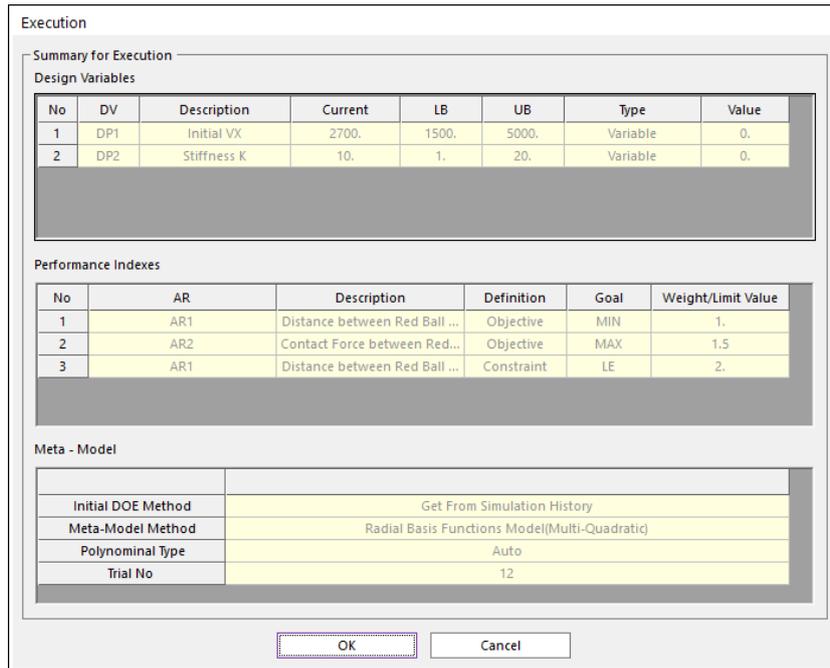
Update Model: New Model Current Model

Select Target:
 From: To:

Plot Factor:

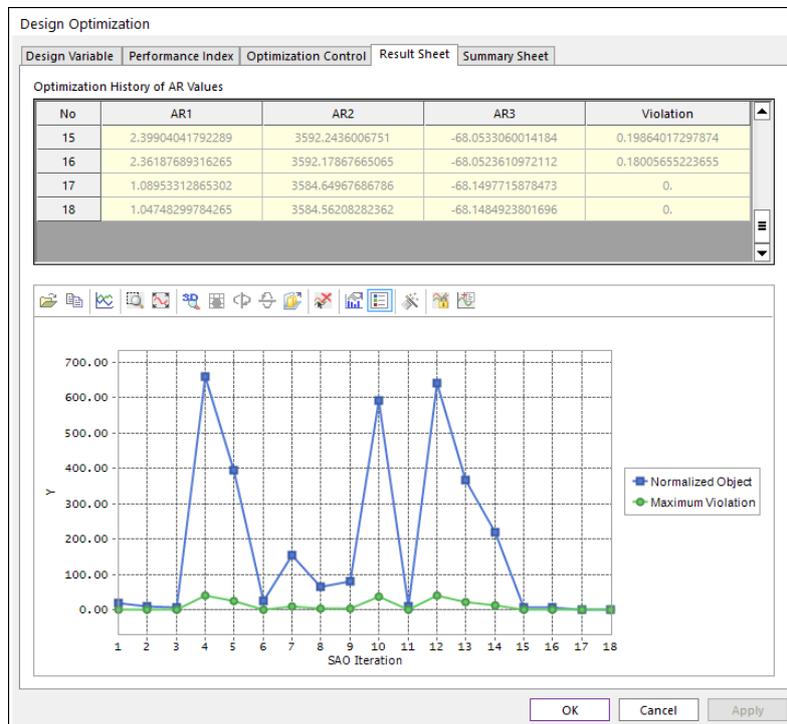
图A-6-4 仿真历史

在优化控制窗口，所有的收敛残差与上一章相同。然后点击 **Execution** 按钮。优化方案概要如图 A-6-5 所示。



图A-6-5 再次优化方案概要

再次优化在第一个迭代内收敛。图 A-6-6 给出了再次优化的结果。AR1 的改进值是 1.047 (mm)。在概要清单中，新的设计量是 {3096.52, 14.8}。



图A-6-6 收敛历史

感谢学习本教程!