

# 冲击波形振动控制系统

## **K2** **K2Sprint**

## **SHOCK** 使用说明书

### K2Sprint/SHOCK 限制事项

- 可以使用的输入通道的最大数是『2』。

文 书 名

使用说明书

适合系统

K2/K2Sprint  
软件 <SHOCK>

Version 13.4.0 以后

## 版 历

版本号	年 月 日	内 容
1.0.0	2004.02.27	初版
1.0.1	2004.04.02	排版错误的订正
1.1.0	2004.04.24	SRS 分析功能的追加
1.2.0	2004.06.22	SRS/SHOCK 功能的追加
2.0.0	2004.08.10	简单定义，量级计划表功能的追加
4.0.0	2005.03.31	动态信号及动作设定的[传递率表示单位]和[试验结束时自动保存数据]，与操作相关补充的控制运行数据相关项目，版本升级时的注意点的补充叙述
4.1.0	2005.09.22	带有 MEGA POINT 可选项的目标波形最大长的修改
4.2.0	2006.03.13	排版错误的订正
5.0.0	2006.03.25	在典型冲击波形的补偿波形中追加了类型 4
5.1.0	2007.11.07	伴随通道感度的 csv 读取功能追加的相关记叙的追加
5.1.1	2008.03.04	排版错误的订正
5.1.1	2007.09.05	排版错误的订正
5.1.2	2008.01.18	排版错误的订正
5.1.3	2008.03.04	排版错误的订正
5.1.4	2010.08.23	驱动编辑功能、计时器停止功能的追加、反复加振的记叙的追加
5.2.0	2010.08.23	在 Classical Shock 波形的公差种类中追加 MIL-STD-810F 和 NDS-Y8113
6.0.0	2010.11.01	Windows7 对应
10.0.0	2013.08.09	画面的更新、分析谱线的上限变更、试验文件的记叙变更、输入通道的记叙变更、在典型冲击的公差中追加数值指定、速度·位移的计算处理的自动设定记叙变更、动作设定（可指定超过 100%的分析量级执行时的画面配置）的记叙追加
10.2.0	2014.03.08	在量级计划表中追加极性和反复间隔，追加版本升级时的注意事项
10.2.1	2015.10.30	排版错误的订正
10.4.0	2017.06.16	追加通过定义模式导入传递函数的方法、追加记述动作设定（误差计算方法、驱动更新）、排版错误的订正





# 目 录

第 1 章 系统概述.....	1-1
1.1 标准 .....	1-1
1.1.1 SHOCK .....	1-1
1.1.2 SRS (可选项) .....	1-2
1.1.3 LONG WAVEFORM (可选项) .....	1-2
1.1.4 MEGA POINT (可选项) .....	1-2
1.2 版本升级时的注意点 .....	1-3
1.2.1 升级到版本 4.2.0.0 .....	1-3
1.2.2 升级到版本 5.0.3.0.....	1-3
1.2.3 升级到版本 11.0.3.0.....	1-4
第 2 章 K2 应用程序的操作体系.....	2-1
2.1 概要 .....	2-1
2.2 试验文件 .....	2-2
2.3 试验类别 .....	2-2
第 3 章 基本操作.....	3-1
3.1 SHOCK 试验 .....	3-1
3.2 简单定义 .....	3-21
3.3 SRS SHOCK 试验.....	3-37
第 4 章 试验的定义.....	4-1
4.1 概要 .....	4-1
4.2 目标波形 .....	4-2
4.3 控制条件 .....	4-2
4.3.1 分析谱线 .....	4-2
4.3.2 控制频率 .....	4-3
4.3.3 最高参考频率 .....	4-4
4.3.4 环检 .....	4-4
4.3.5 初始量级 .....	4-5
4.4 试验系统设定 .....	4-6
4.4.1 指定初始输出电压 .....	4-6
4.4.2 传递函数 测定时输出量级.....	4-6
4.5 输入通道 .....	4-8
4.5.1 概要 .....	4-8
4.5.2 输入通道 .....	4-8
4.5.3 输入感度读取 .....	4-9
4.6 SRS 分析条件 (SRS 可选项) .....	4-11
4.6.1 分析最大频率.....	4-12
4.6.2 分析最小频率 .....	4-12
4.6.3 分析频率间隔 .....	4-12
4.6.4 SDOF 系统衰减率.....	4-13
4.6.5 分析类别 .....	4-13

4.6.6	脉冲最小持续时间.....	4-13
4.6.7	分析精度.....	4-13
4.6.8	衰减率追加.....	4-14
4.7	量级计划表.....	4-15
4.7.1	量级.....	4-16
4.7.2	试验次数.....	4-16
4.7.3	试验间隔（反复间隔）.....	4-17
4.7.4	极性.....	4-17
4.7.5	运行反复处理.....	4-17
4.7.5.1	最大反复次数.....	4-17
4.7.5.2	循环处理失败时停止计划表.....	4-17
4.7.6	暂停计划表.....	4-17
4.8	同步信号.....	4-18
4.8.1	概要.....	4-18
4.8.2	基本操作例.....	4-18
4.9	驱动更新.....	4-22
4.9.1	概要.....	4-22
4.9.2	基本操作例.....	4-22
4.10	传递函数更新.....	4-23
4.10.1	概要.....	4-23
4.10.2	基本操作例.....	4-23
4.11	驱动编辑.....	4-25
4.11.1	概要.....	4-25
4.11.2	指定频率权重因子的场合.....	4-25
4.11.3	指定 PSD 水准的场合.....	4-30
第 5 章	目标波形的定义.....	5-1
5.1	目标波形.....	5-1
5.2	典型冲击波形.....	5-2
5.2.1	波形类别.....	5-5
5.2.2	峰值.....	5-5
5.2.3	上升时间、下降时间.....	5-6
5.2.4	时间参数.....	5-6
5.2.4.1	自动设定采样频率及数据点数.....	5-6
5.2.4.2	采样频率.....	5-6
5.2.4.3	数据点数.....	5-7
5.2.4.4	脉冲宽度.....	5-7
5.2.4.5	辅助时间参数.....	5-7
5.2.4.5.1	脉冲位置.....	5-8
5.2.4.5.2	剩余时间.....	5-8
5.2.5	容差.....	5-8
5.2.5.1	容差类别.....	5-8
5.2.6	补偿波参数.....	5-12

5.2.6.1	补偿波的对称性	5-12
5.2.6.2	补偿波的形状	5-13
5.2.6.3	最优化度	5-14
5.2.6.4	补偿波的峰值量级	5-15
5.3	测试波形定义	5-17
5.3.1	数据文件格式	5-19
5.3.1.1	CSV 数据文件	5-19
5.3.2	数据的读入	5-20
5.3.2.1	数据文件的选择	5-20
5.3.2.2	数据单位和采样频率的指定	5-21
5.3.3	数据的编辑	5-22
5.3.3.1	滤波处理	5-22
5.3.3.1.1	滤波类别	5-22
5.3.3.1.2	滤波特性	5-23
5.3.3.1.3	频率分辨率	5-23
5.3.3.1.4	截止频率	5-23
5.3.3.1.5	滤波的次数	5-23
5.3.3.1.6	滤波的斜率	5-24
5.3.3.2	始端、终端处理	5-24
5.3.3.2.1	边缘处理宽度	5-24
5.3.3.2.2	峰值量级	5-24
5.3.3.3	频率变换	5-25
5.3.3.3.1	信号频率的变换	5-25
5.3.3.3.1.1	信号频率变换倍率	5-26
5.3.3.3.2	采样频率的变换	5-26
5.3.3.3.2.1	自动设定	5-26
5.3.3.3.2.2	不进行滤波处理	5-26
5.3.3.3.2.3	采样频率	5-27
5.3.3.4	数值演算	5-29
5.3.3.4.1	计算类别	5-29
5.3.3.4.2	演算值	5-29
5.3.3.4.3	指定方法	5-29
5.3.3.5	数据点数修改	5-31
5.3.3.5.1	处理类别	5-31
5.3.3.5.2	数据点数	5-32
5.3.3.5.3	数据位置	5-32
5.3.3.5.4	对象领域指定	5-33
5.3.3.6	补偿波附加	5-33
5.3.3.6.1	补偿波类别	5-34
5.3.3.6.2	根据半正弦波的补偿波附加	5-34
5.3.3.6.2.1	补偿波附加前零区间	5-35
5.3.3.6.2.2	补偿波附加方法	5-35

5.3.3.6.2.3 位移最大值.....	5-35
5.3.3.6.2.4 补偿波量级.....	5-35
5.3.3.6.2.5 补偿波开始位置.....	5-36
5.3.3.6.2.6 补偿波幅.....	5-36
5.3.3.6.3 根据最优补偿的补偿波附加 .....	5-37
5.3.3.6.3.1 速度变化量的限制领域.....	5-38
5.3.3.6.3.2 位移最大值 .....	5-38
5.4 正弦脉冲波/正弦冲击波 .....	5-39
5.4.1 波形类别.....	5-41
5.4.2 物理量.....	5-42
5.4.3 振幅.....	5-42
5.4.4 采样频率/自动设定采样频率 .....	5-42
5.4.5 频率.....	5-42
5.4.6 波数.....	5-42
5.4.7 帧数.....	5-43
5.4.8 终止时间 .....	5-43
5.5 对称补偿型定义波形.....	5-44
5.5.1 波形的种类（波形类别） .....	5-47
5.5.2 峰值 .....	5-48
5.5.3 峰值位置.....	5-48
5.5.4 采样频率/自动设定采样频率.....	5-48
5.5.5 脉冲宽度.....	5-49
5.5.6 脉冲前零区间 .....	5-49
5.5.7 脉冲间零区间 .....	5-49
5.5.8 脉冲后零区间 .....	5-49
5.5.9 在主脉冲前后附加补偿波 .....	5-49
5.6 衰减正弦波 .....	5-50
5.6.1 合成波类别.....	5-52
5.6.2 采样频率 .....	5-54
5.6.3 数据点数.....	5-55
5.6.4 补偿波频率.....	5-55
5.6.5 补偿波衰减率 .....	5-55
5.6.6 要素波（衰减正弦波）的设置.....	5-55
5.6.6.1 频率.....	5-55
5.6.6.2 振幅.....	5-55
5.6.6.3 衰减率 .....	5-56
5.6.6.4 调幅正弦波波数 .....	5-56
5.6.6.5 延迟时间.....	5-56
第6章 操作关联补充 .....	6-1
6.1 典型冲击波形以外的 SHOCK 试验的容差检测 .....	6-1
6.2 试验量级的修改 .....	6-2
6.3 目标波形的极性的修改 .....	6-4

6.4	反复试验的运行	6-6
6.4.1	反复加振的运行	6-6
6.4.2	按最大值进行监测	6-8
6.5	动作设定	6-10
6.5.1	容差	6-11
6.5.2	速度·位移的算出处理	6-11
6.5.3	传递率表示单位	6-12
6.5.4	试验结束时自动保存数据	6-12
6.5.5	可指定超过 100%的试验量级	6-12
6.5.6	执行时的画面配置	6-12
6.5.7	误差计算方法	6-12
6.5.8	驱动更新	6-12
6.6	目标波形类别的修改	6-14
6.7	系统额定检测	6-16
6.8	误差比例	6-17
6.9	量级计划表的运行	6-18
6.10	控制运行数据的读入和删除	6-22
6.10.1	控制运行数据的读入	6-23
6.10.1.1	试验结束时导入的方法	6-23
6.10.1.2	定义模式中导入的方法	6-25
6.10.2	传递函数数据的删除	6-28
6.11	传递函数测定的略过(使用读入到试验中的传递函数)	6-29
6.12	传递函数的继续测定	6-32
6.13	使用试验中已读入的驱动波形	6-36
6.14	SRS SHOCK 试验的容差检测	6-39
6.15	(本节为空白。)	6-40
6.16	(本节为空白。)	6-40
6.17	(本节为空白。)	6-40
6.18	加振停止计时器	6-41
6.18.1	加振停止计时器的概要	6-41
6.18.2	指定时间的步骤	6-41
6.18.3	指定时刻的步骤	6-44
第7章	SRS SHOCK(可选项)理论篇	7-1
7.1	冲击响应频谱 (SRS)	7-1
7.1.1	SRS 的概念	7-1
7.1.2	SRS 的用语	7-2
7.2	S D O F 滤波器的构成	7-5
7.2.1	概要	7-5
7.2.2	SDOF 系统的叙述和 SDOF 系滤波器的构成	7-5
7.2.3	Interpolation 和 Decimation	7-7
7.2.4	S D O F 系统滤波器群的匹配	7-10
7.3	具有目标 SRS 的波形的合成	7-12

7.3.1 概要.....	7-12
7.3.2 目标 S R S .....	7-12
7.3.3 合成要素波初始值的重要性.....	7-12
7.3.4 S R S 匹配计算.....	7-13
第 8 章 SRS SHOCK(可选项)定义篇 .....	8-1
8.1 SRS SHOCK 试验定义的概要.....	8-1
8.2 目标 SRS.....	8-2
8.2.1 S R S 分析条件.....	8-7
8.2.1.1 采样频率.....	8-7
8.2.1.2 数据点数.....	8-7
8.2.1.3 分析最大频率.....	8-7
8.2.1.4 分析最小频率.....	8-8
8.2.1.5 分析频率间隔.....	8-8
8.2.1.6 SDOF 系统衰减率.....	8-8
8.2.1.7 分析类别.....	8-8
8.2.1.8 脉冲最小持续时间.....	8-9
8.2.1.9 分析精度.....	8-9
8.2.1.10 衰减率追加.....	8-9
8.2.2 目标 SRS 条件 .....	8-10
8.2.2.1 交越点的设定.....	8-12
8.2.2.2 根据 CSV 文件进行交越点的设定.....	8-14
8.2.3 波形合成条件.....	8-16
8.2.3.1 概要.....	8-16
8.2.3.2 采样频率 $f_s$ .....	8-17
8.2.3.3 数据点数 $N$ .....	8-17
8.2.3.4 控制对象.....	8-17
8.2.3.5 合成波类别.....	8-17
8.2.3.6 补偿波频率.....	8-18
8.2.3.7 补偿波衰减率.....	8-18
8.2.3.8 要素定义.....	8-18
8.2.3.8.1 要素波指定方法 .....	8-19
8.2.3.8.2 要素波的自动设定 .....	8-20
8.2.3.8.2.1 要素波自动设定参数.....	8-21
8.2.3.8.2.1.1 要素波最大频率.....	8-21
8.2.3.8.2.1.2 要素波最小频率.....	8-21
8.2.3.8.2.1.3 要素波略过数 .....	8-21
8.2.3.8.2.1.4 振幅值极性样式.....	8-22
8.2.3.8.2.1.5 衰减率 最小值/最大值.....	8-22
8.2.3.8.2.1.6 波数 最小值/最大值 .....	8-22
8.2.3.8.2.1.7 要素波持续时间.....	8-22
8.2.3.8.2.1.8 延迟时间初始值 .....	8-23

8.2.3.8.2.1.9 延迟时间增加率.....	8-23
8.2.3.8.3 要素波的手动设定.....	8-24
8.2.4 SRS匹配计算的运行.....	8-26

# 第1章 系统概述

## 1.1 标准

### 1.1.1 SHOCK

- (1) 控制方式: 根据前馈方式的有限长波形控制。
- (2) 控制频率范围  $f_{max}$ : 最大 20kHz (但是根据使用条件有限制)
- (3) 分析谱线 L: 最大 25 600 线
- (4) 采样频率  $f_s$ :  $2.56 \cdot f_{max}$
- (5) 控制动态范围: 84 dB 以上
- (6) 目标波形最大长: 16K 点 (标准式样)  
200K 点 (带 LONG WAVEFORM 选项)  
5000K 点 (带 MEGA POINT 选项)  
(但是, 根据使用条件有限制)
- (7) 输入通道
  - 1) 通道数: 最大 64ch. (但是, 控制通道是 1 个)  
(但是, 根据使用条件可以有限制)
  - 2) 通道类别: 控制通道 / 监测通道
- (8) 输出通道
  - 1) 驱动通道 1
  - 2) 其他的输出通道 1 (可以使用动态输出)
- (9) 目标波形类别
  - 典型冲击波形 (半正弦、钟形波、锯齿波、三角波、梯形波)
  - 正弦脉冲波、正弦冲击波
  - 测试波形 (对应的读取波形格式: CSV 格式、TSW 格式 (本公司控制系统 F2 的标准格式、UFF 格式 (dataset58)、MTS 格式 (RPCIII))
  - 对称补偿型定义波形
  - 衰减正弦波 (包含补偿波的衰减正弦波、自我补偿型衰减正弦波、调频正弦波)
- (10) 分析显示数据
  - 1) 目标、控制响应波形及其频谱
  - 2) 各输入通道的响应波形与频谱
  - 3) 驱动波形及其频谱
  - 4) 传递率:
    - 控制系统传递函数、相干性
    - 输入通道间传递率 (振幅、相位)
    - 目标波形响应波形间传递函数
- (11) 数据的保存: 各种数据的保存
- (12) 可选项 SRS、LONG WAVEFORM、MEGA POINT



### 1.1.2 SRS (可选项)

- (1) 功能: 试验的要求与评价, 不是根据波形本身, 而是可以运行基于其波形的 SRS(目标 SRS)进行的试验。  
另外, 通常的冲击试验的试验后所得到的控制响应或监测响应的加速度波形数据的 SRS 分析在采样之后就运行, 可以与试验结果相独立作为 SRS 分析结果来表示。
- (2) SDOF 过滤器数 最大 256
- (3) 分析类别 绝对加速度, 相对位移
- (4) 分析显示数据 目标分析  
控制响应分析  
监测分析

### 1.1.3 LONG WAVEFORM (可选项)

- (1) 功能 通常的 SHOCK 中可以使用的目标波形长最大为 16K 点, 但附加本可选项后, 可以将更长波形数据作为目标波形来使用。
- (2) 目标波形最大长 200K 点

### 1.1.4 MEGA POINT (可选项)

- (1) 功能 附加了 LONG WAVEFORM 可选项的 SHOCK 中可以使用的目标波形长最大为 200K, 但在 LONG WAVEFORM 可选项中附加了本选项后, 可以将更长的波形数据作为目标波形来使用。  
MEGA POINT 可选项中必须要有 LONG WAVEFORM 可选项。
- (2) 目标波形最大长 5000K 点

## 1.2 版本升级时的注意点

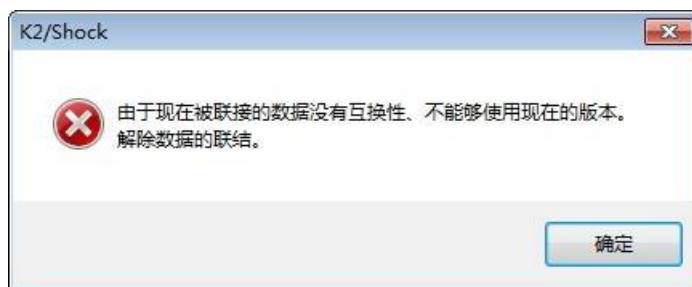
### 1.2.1 升级到版本 4.2.0.0

升级到版本 4.2.0.0 后，用过去的版本生成的试验中，附加有控制运行数据时，有可能所附加的控制运行数据(传递函数数据及驱动数据)不能够使用。

满足以下条件时，控制运行数据不能够使用。

- 采样频率在 819.2 Hz 以下(含 819.2 Hz)。

满足上述的条件时，试验文件读入时，将显示如下图的确认消息，并自动解除所附加的控制运行数据。



之后，作为没有附加控制运行数据的试验来动作。

### 1.2.2 升级到版本 5.0.3.0

版本 5.0.3.0 中，典型冲击波形的时间参数的自动化处理与过去的版本不同。升级到版本 5.0.3.0 后，当为过去的版本生成的测试，目标波形为典型冲击波形并且采样频率为自动设定时，进行以下的操作时采样频率与数据点数有可能会发生改变。

打开目标波形定义设定画面，按下「OK」按钮。



### 1.2.3 升级到版本 11.0.3.0

要从 10.0.0.0~11.0.2.0 版本的 SHOCK 升级到 11.0.3.0 以上的 SHOCK 版本时，用以前版本制作的传达函数数据以及驱动数据可能无法使用。

满足以下条件时控制运行数据将无法使用。

- 采样频率为 128Hz 以下，控制线数为 100 时（含 128Hz）。
- 采样频率为 81.92Hz，控制线数为 200 时。

附加有传达函数数据以及驱动数据的试验满足上述条件时，处理与“1.2.1 升级到版本 4.2.0.0”相同。

## 第2章 K2 应用程序的操作体系

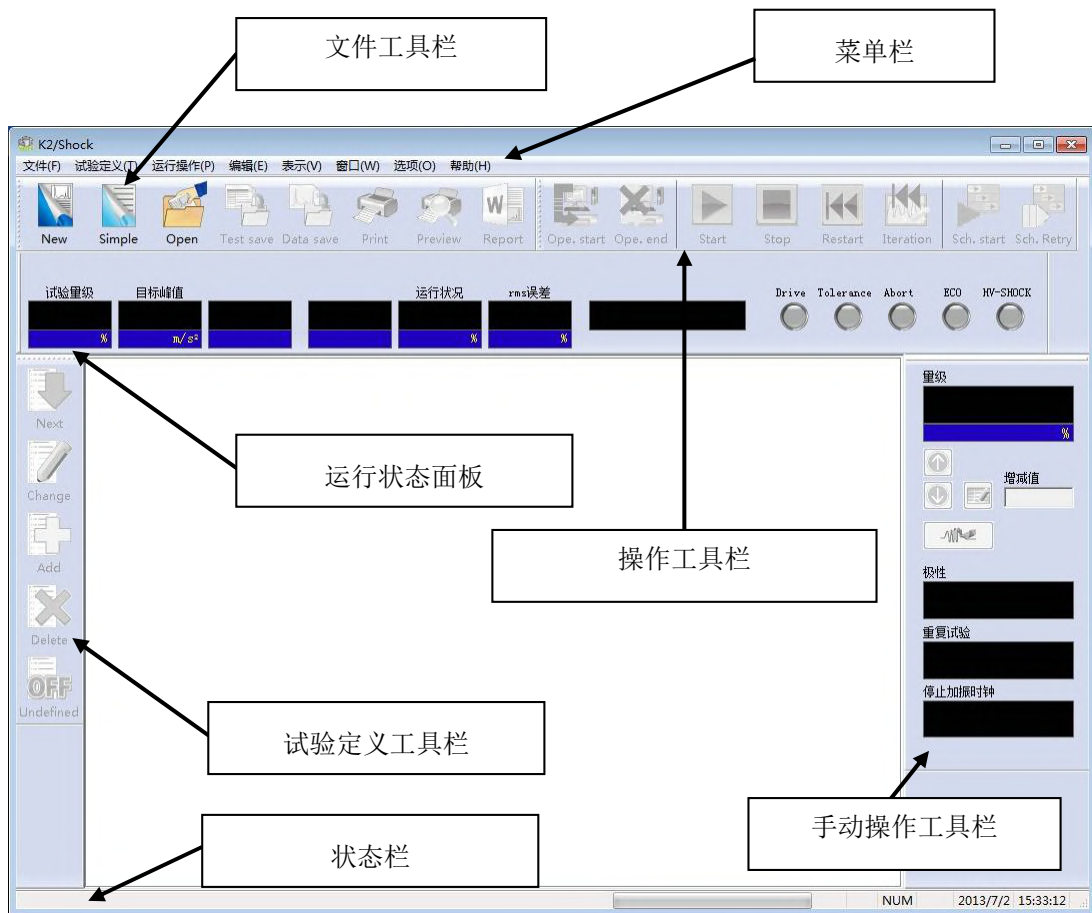
### 2.1 概要

K2 应用程序启动后的操作，采用键盘，鼠标来进行。启动本应用程序后，将打开如下图所示窗口。菜单栏中，表示有本应用程序的全部的菜单名。点击各菜单名后下级菜单将打开，表示出可以使用的命令列表。

各工具栏中，表示有菜单中经常使用的命令图标。点击图标后将运行相应命令，并打开与命令相对应的对话框。

状态栏中，表示有 K2 控制器的动作状况。

运行状态面板中，表示有运行试验中的状况。



K2 应用程序的窗口

## 2.2 试验文件

K2 应用程序，将运行试验所必要的信息存放在被称为「试验文件」的既定的文件中。  
试验文件，有以下类别。

### 必须使用试验文件

- 试验定义文件 : Ver10.0.0.0 之后创建的文件  
K2SHOCK (\*.sho2, \*.srs2)  
Ver10.0.0.0 之前创建的文件  
K2SHOCK (\*.sho, \*.srs)
- 图表数据文件 : Ver10.0.0.0 之后创建的文件 (\*.vdf2)  
Ver10.0.0.0 之前创建的文件 (\*.vdf)
- 环境设定文件  
(I/O 模块构成信息, 试验系统信息, 输入通道信息): SystemInfo.Dat2  
备注 1) 输入频道信息被保存在; 系统盘\IMV\K2\_2nd, 禁止删除。  
在 Ver10.0.0.0 之前的 K2 被保存在系统盘的\IMV\K2 文件夹。  
在 Ver6.0.0.0 之前的 K2 被保存在 Windows 文件夹。  
备注 2) 从 Ver10.0.0.0 之前的 K2 升级到 Ver10.0.0.0 之后的 K2 时, 在安装时环境设定文件自动变换到 Ver10.0.0.0 之后用的格式。

## 2.3 试验类别

K2SHOCK 可以进行以下的试验。

(1) 将以数字形式给出的有限长的任意的目标波形作为控制目标值, 在控制点处再现的冲击试验。

例) 典型冲击波形

正弦冲击波

测试波形再现试验

(2) SRS 冲击试验 (要 SRS 可选项)

生成具有给定的目标 SRS 的目标波形数据, 运行所生成波形的再现试验, 通过 SRS 分析来评估

其结果的冲击试验

(3) 反复以上步骤的耐久试验

# 第3章 基本操作

## 3.1 SHOCK 试验

<例题>

考虑进行以下的冲击试验。

[目标波形]

- 波形类别                                  半正弦
  - 峰值    200m/s<sup>2</sup>
  - 脉冲宽度                                  11ms
  - 容差类别                                  MIL-STD-810C
- (自动设定采样频率)

[控制条件]

- 分析谱线                                  400 线
- 初始试验量级                              30%
- 传递函数测定                              自动设定

[使用的传感器等信息]

使用 2 个压电型的加速度传感器，一个用于控制，另一个用作监测。

ch1.: 灵敏度 3pC/(m/s<sup>2</sup>)                  (控制用)

ch2.: 灵敏度 3pC/(m/s<sup>2</sup>)                  (监测用)

但是，假定这些信息已经被设置到输入通道信息中(此例是「SysInp1」)。

假定试验系统的额定值等信息也已经被设置到试验系统信息中(此例是「System1」)。

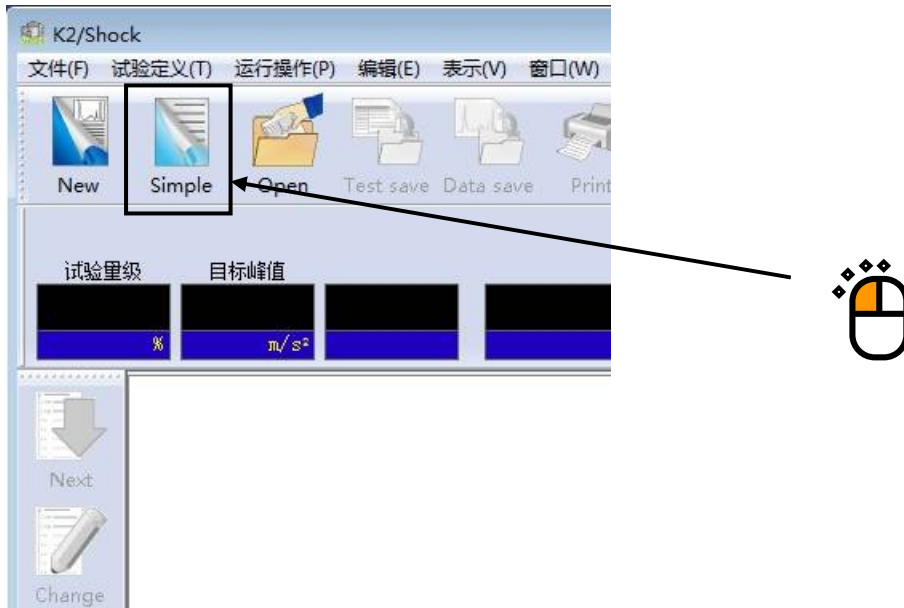
[试验步骤]

- (1) 进行试验量级=30%的试验。
- (2) 运行驱动更新。
- (3) 进行试验量级=100%的试验。

<操作步骤>

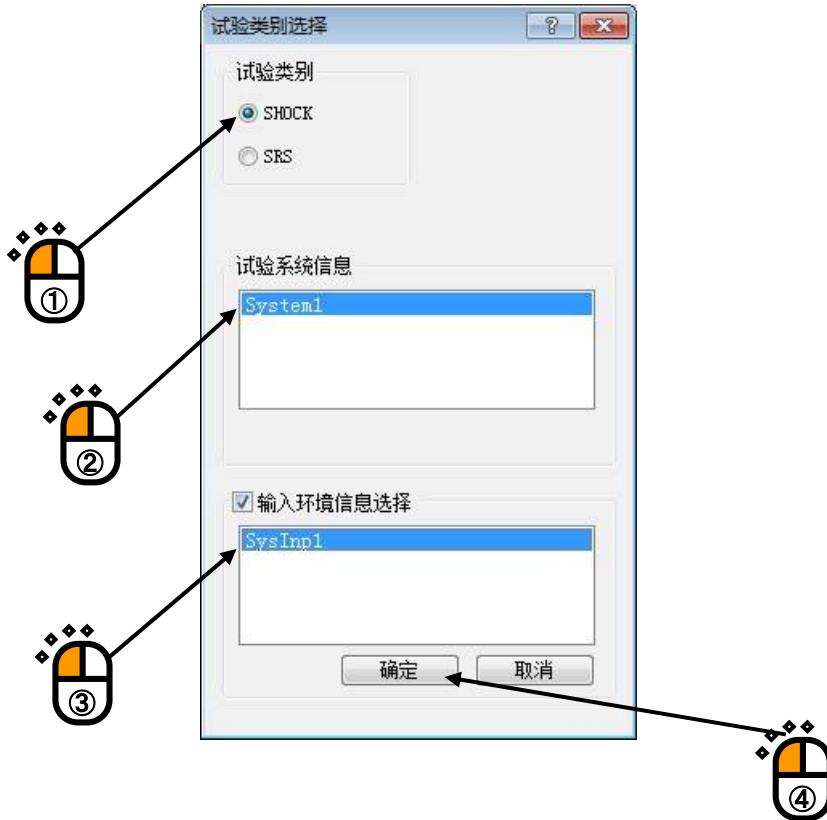
<Step1>

按下「新建」按钮。



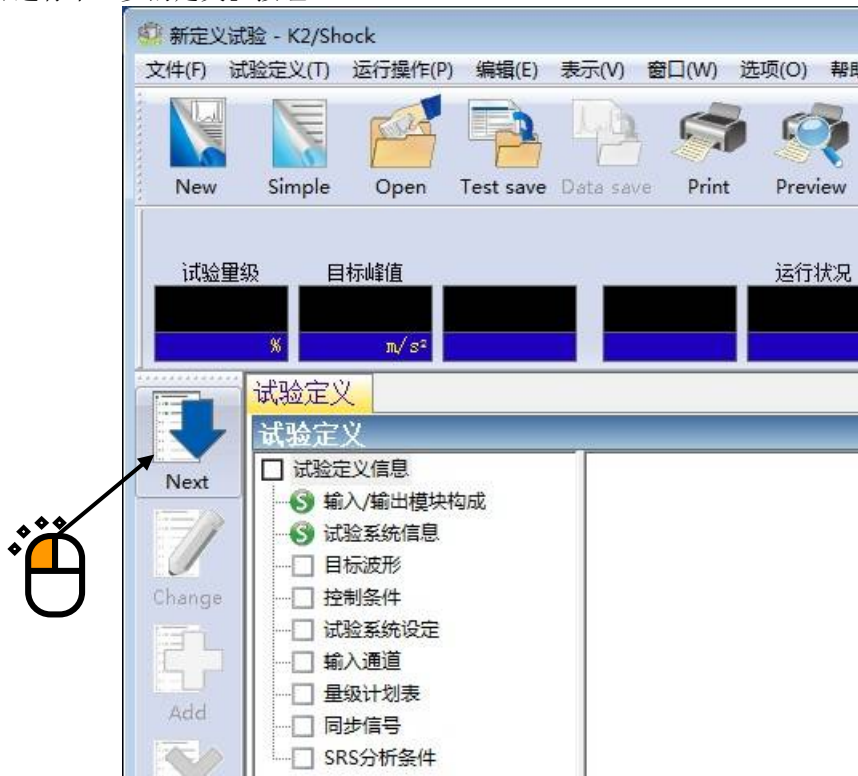
<Step2>

选择试验类别为「Shock」，选择「试验系统信息」和「输入环境信息选择」。



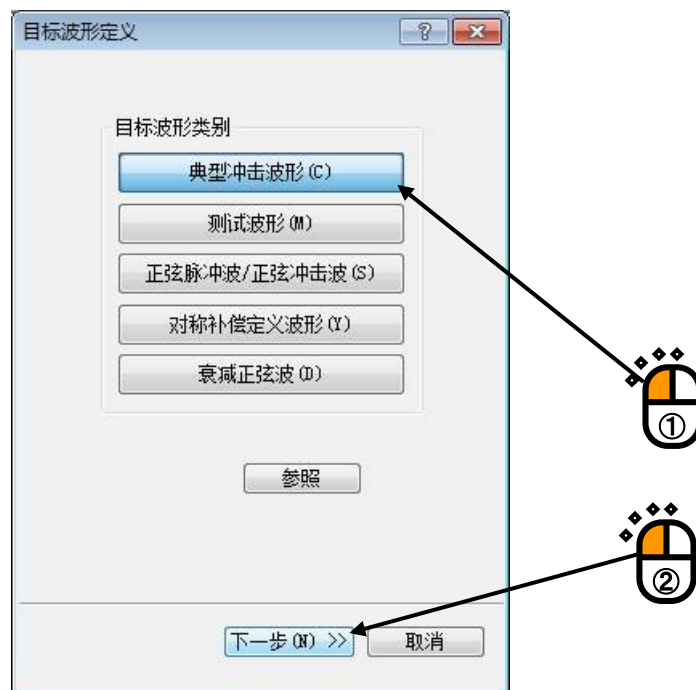
<Step3>

按下「进行下一步的定义」按钮。



<Step4>

选择「典型冲击波形」、按下「下一步」按钮。





<Step5>

在最初的设定界面中，输入[波形类别]，「峰值」及「脉冲宽度」。  
输入结束后，按下[下一步]。



<Step6>

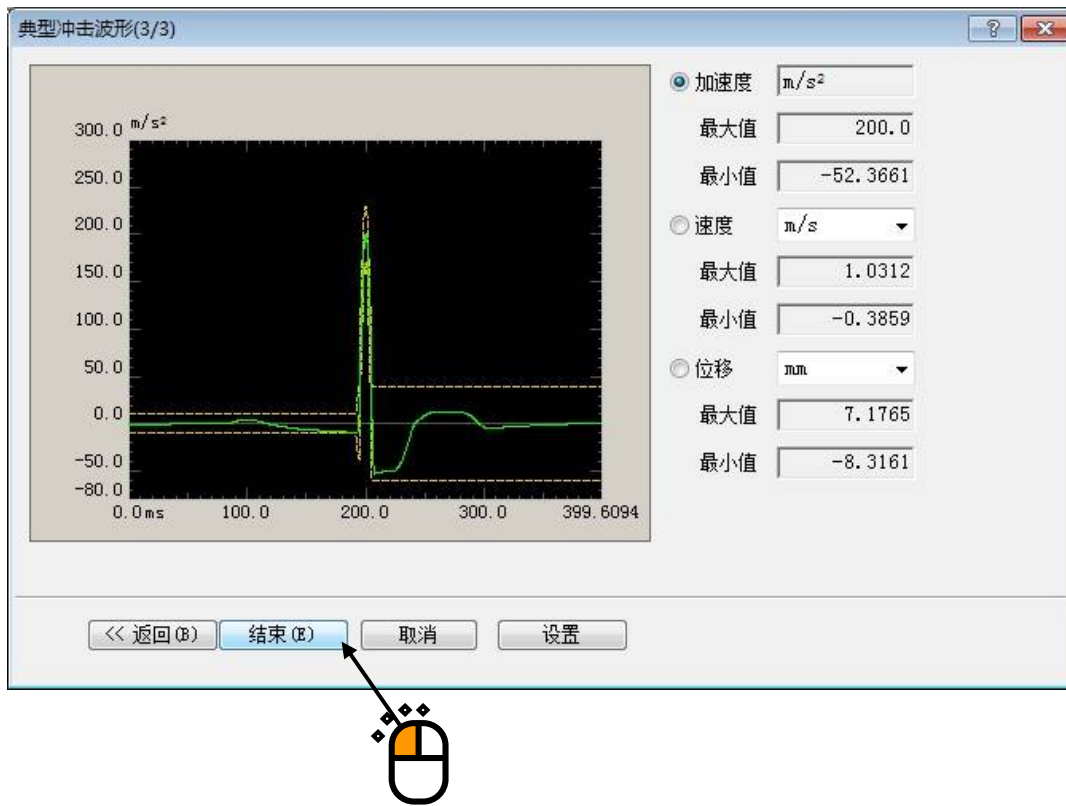
在第 2 页的目标波形设定画面中，进行「容差类别」的设定。。  
输入结束后，按下[下一步]。



<Step7>

至此，目标波形的定义结束。

将表示如下图所示的生成的目标波形，请按下[结束]按钮。



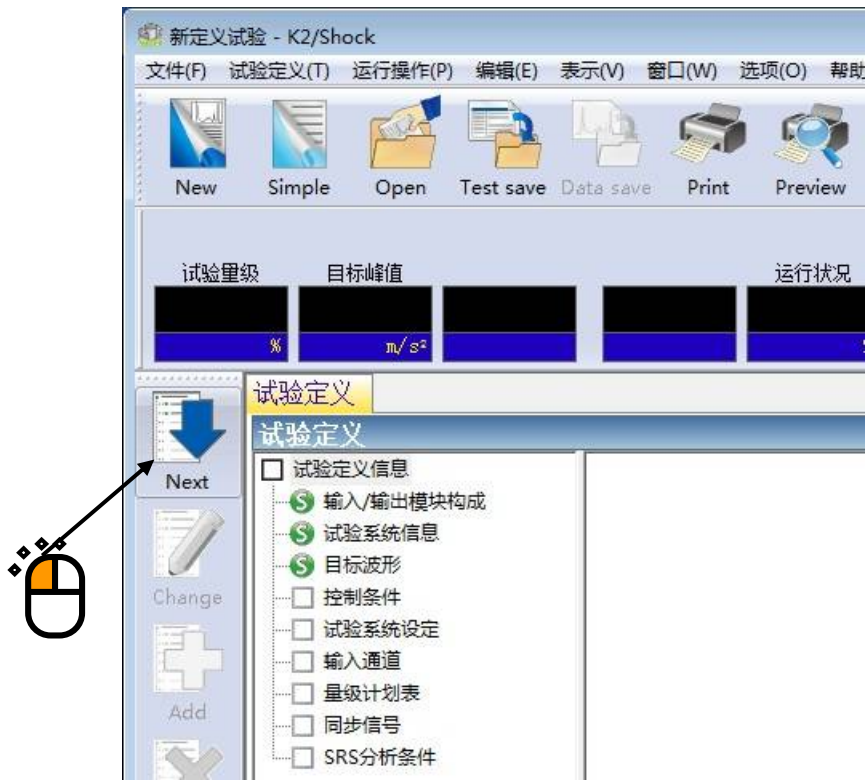
(不收敛时 [目标波形不收敛于公差内时] )

请返回最初的设定画面 (1/3 页)，将采样频率、数据点数改为任意设定，变更数据点数及采样频率。

根据目标波形的条件不，收敛的情况也是存在的，请认识到这一点。

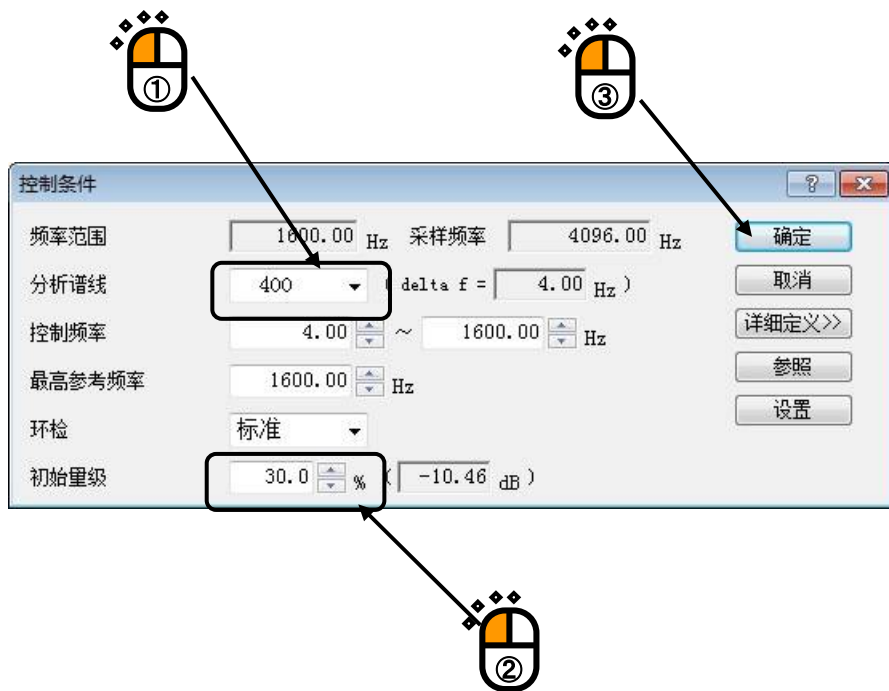
<Step8>

按下「进行下一步的定义」按钮。



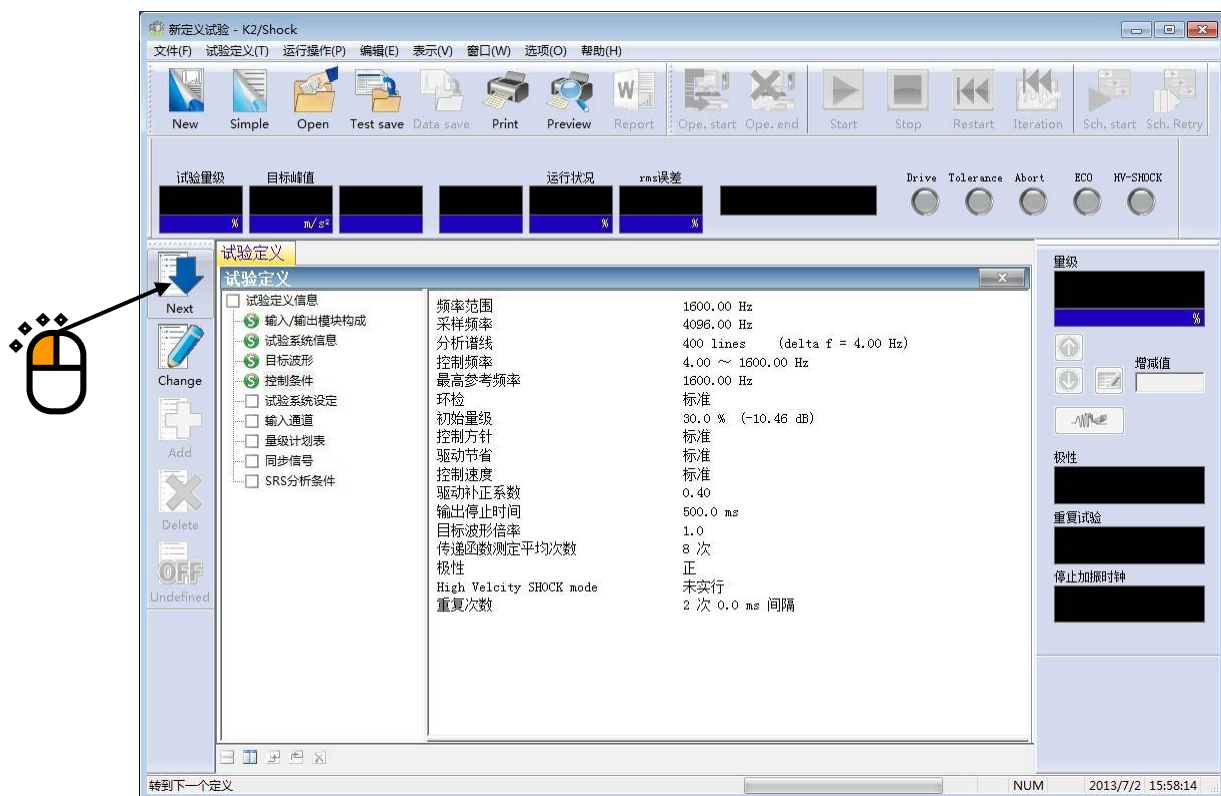
<Step9>

设定分析谱线为「400」、初始量级为「30%」、按下「确定」按钮。



<Step10>

按下「进行下一步的定义」按钮。



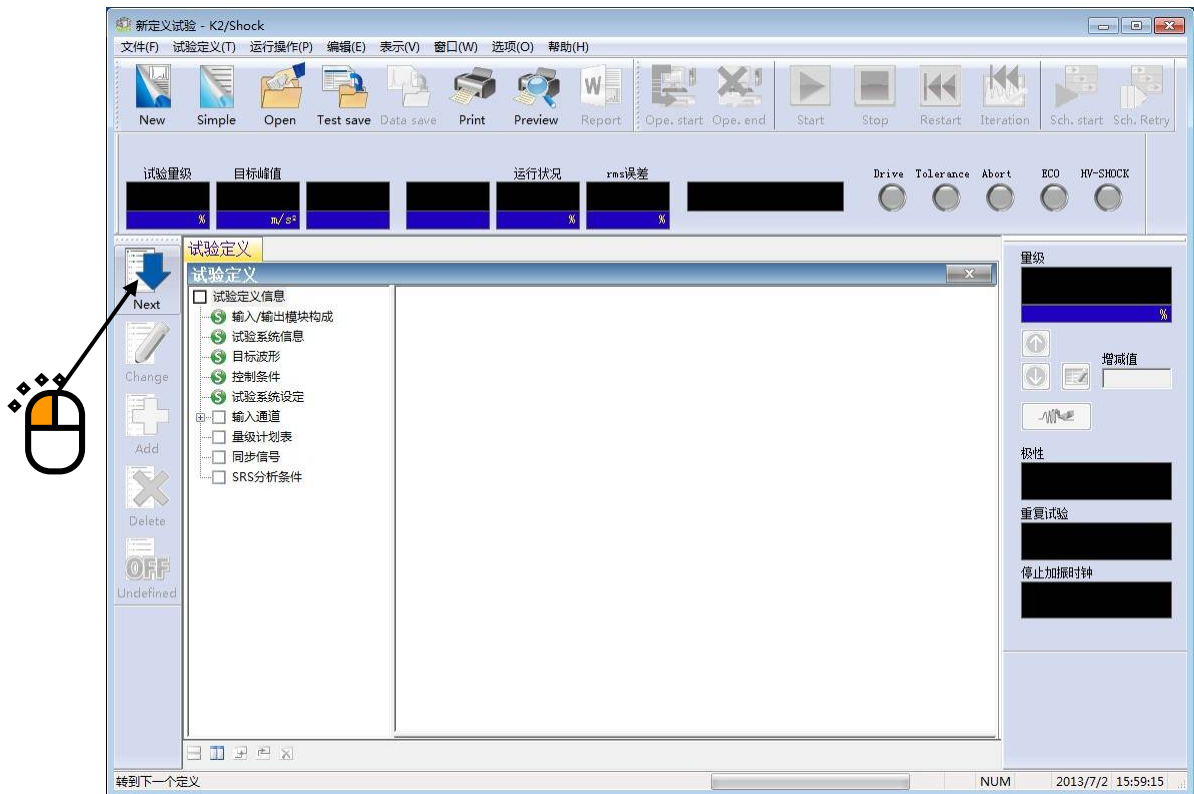
<Step11>

按下[确定]按钮



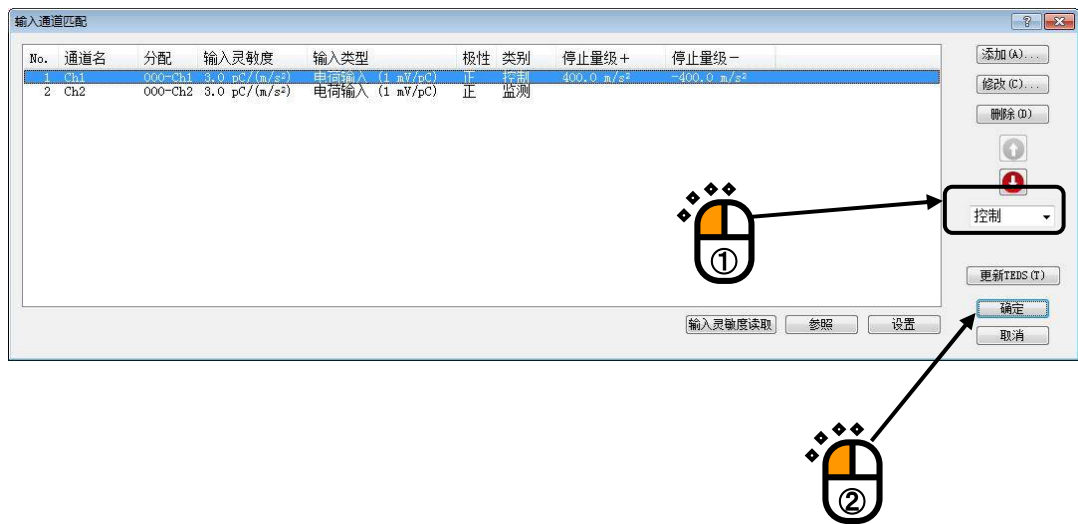
<Step12>

按下「进行下一步的定义」按钮。



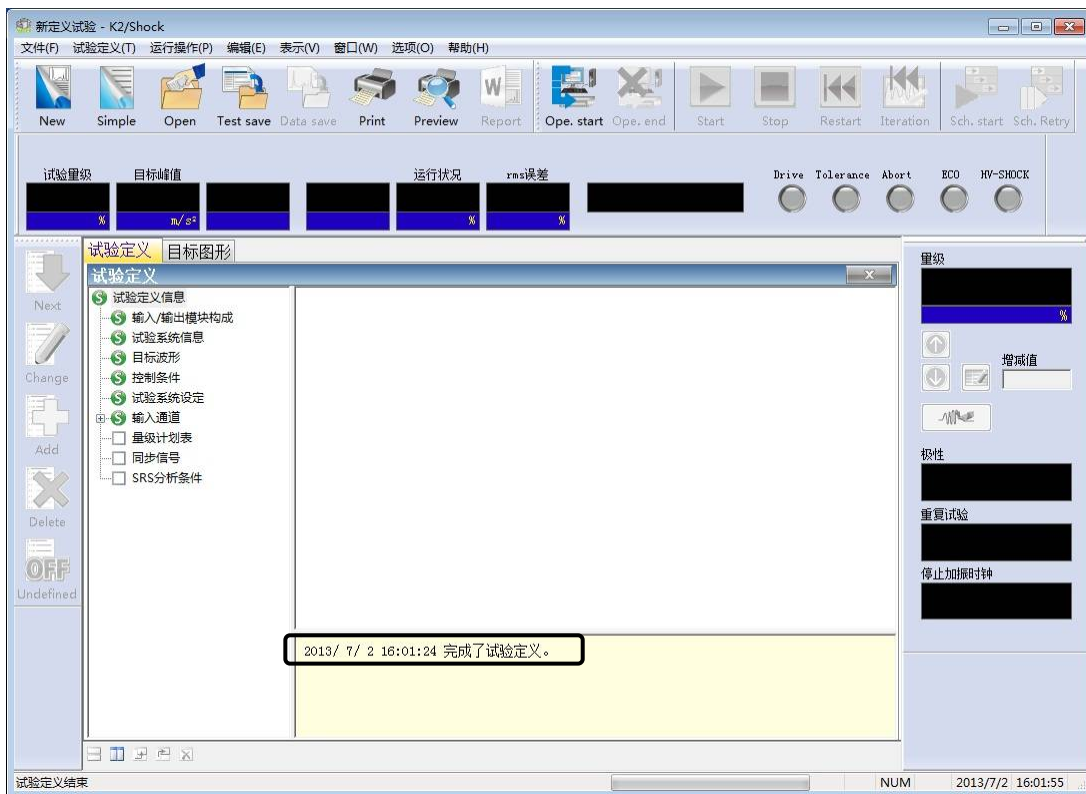
<Step13>

选择「ch1」并设定为「控制」，选择「ch2」并设定为「监测」，按下「确定」按钮。



<Step14>

至此定义结束。



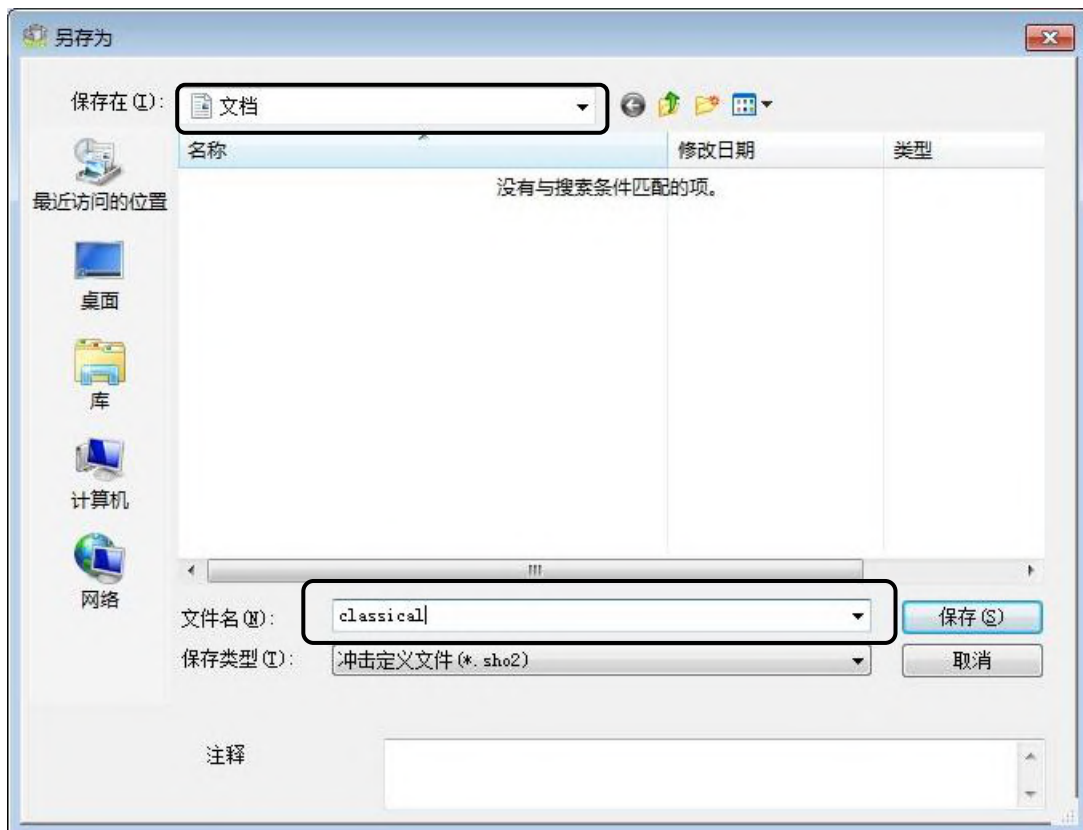
<Step15>

将定义后的试验信息保存到试验文件里



请点击[试验保存]按钮。

将出现下面的对话框，请指定任意的保存场所并输入文件名。

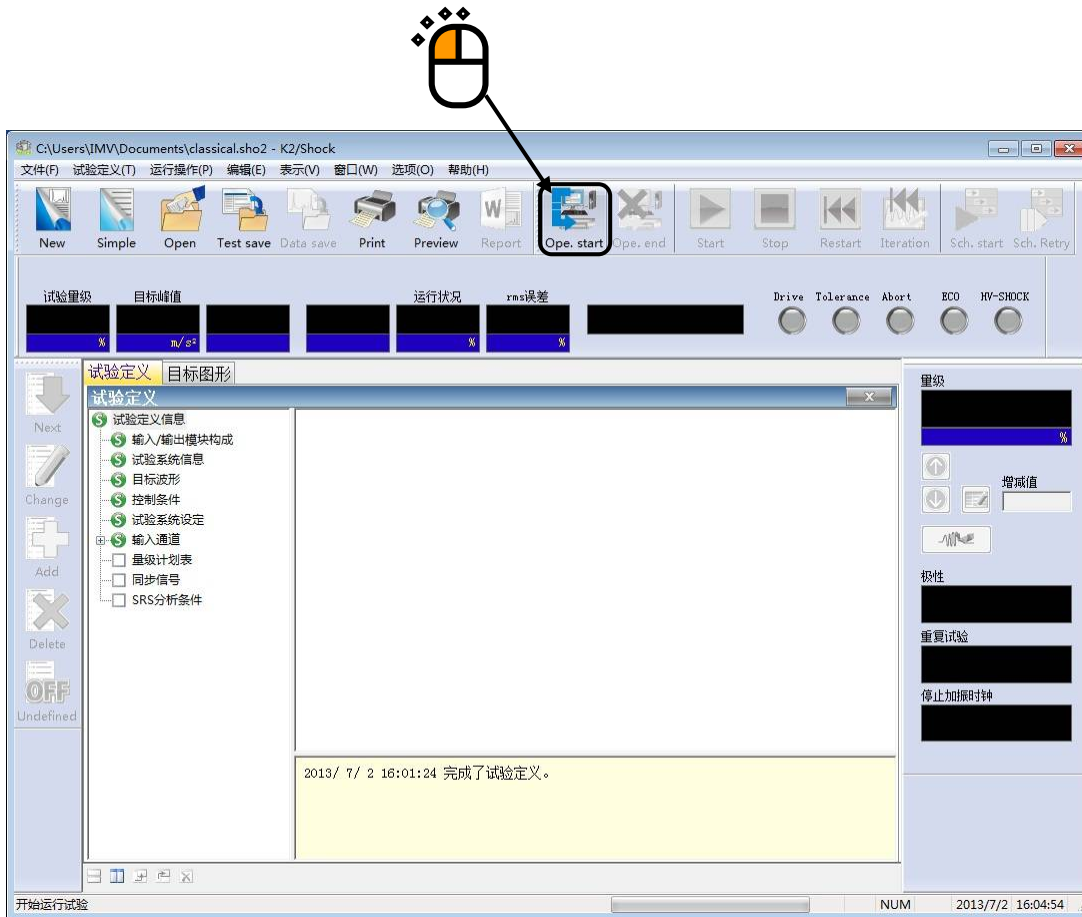




<试验的运行>

<Step1>

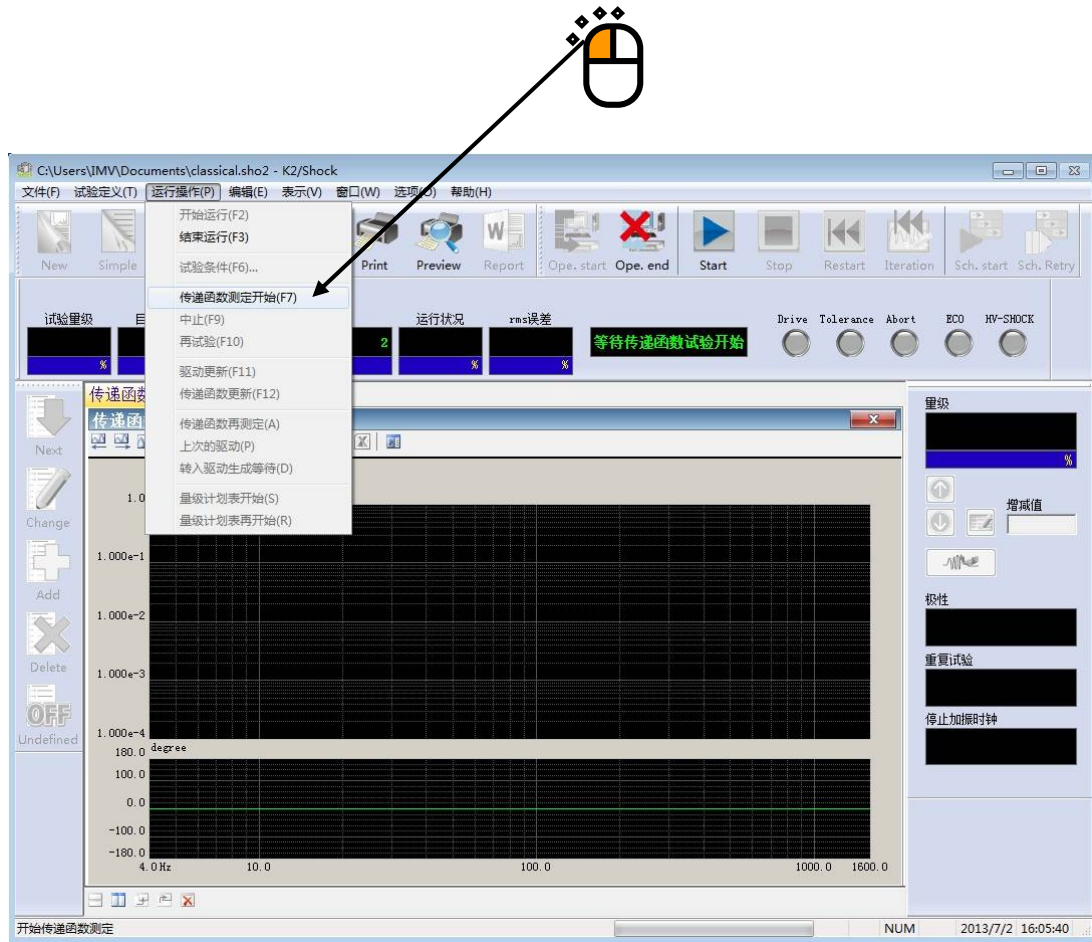
按下[运行开始]按钮。



<Step2>

测定控制系统的传递函数。

从菜单栏的运行操作中选择[传递函数测定开始]。

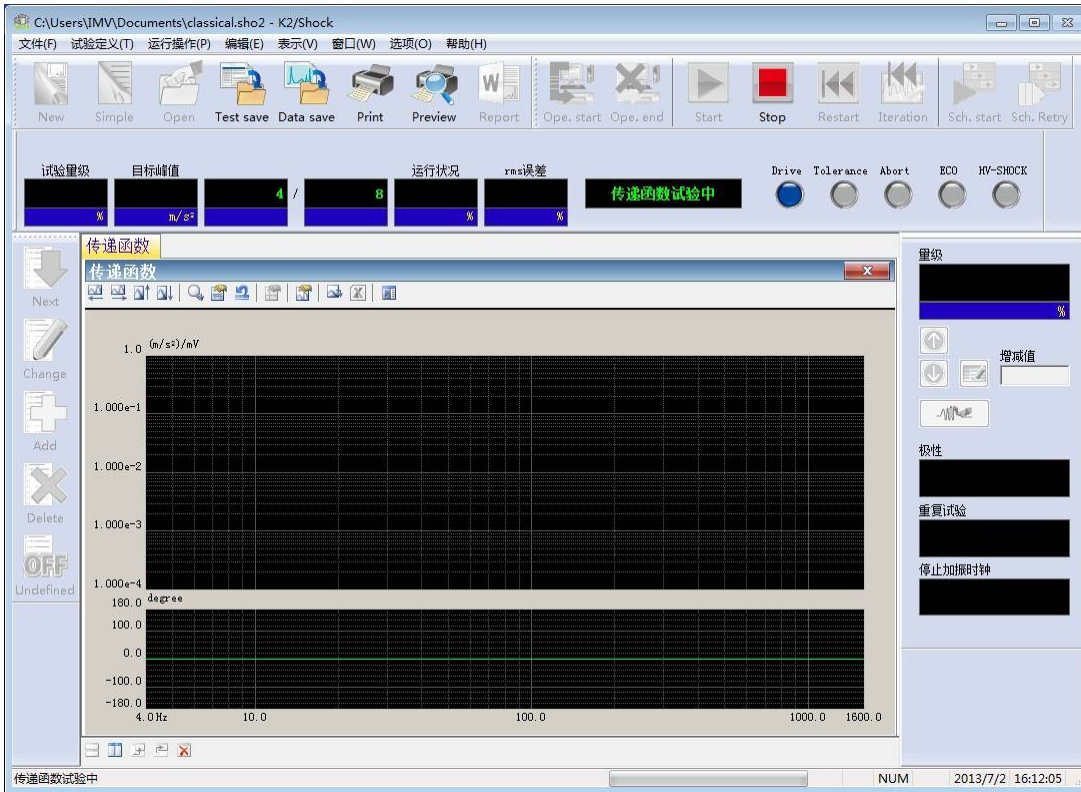


<Step3>

进行环检和传递函数测定。

传递函数测定结束后，自动进入驱动生成等待状态。

另外，如果想在途中中止传递函数测定时，请按下[中止]按钮。

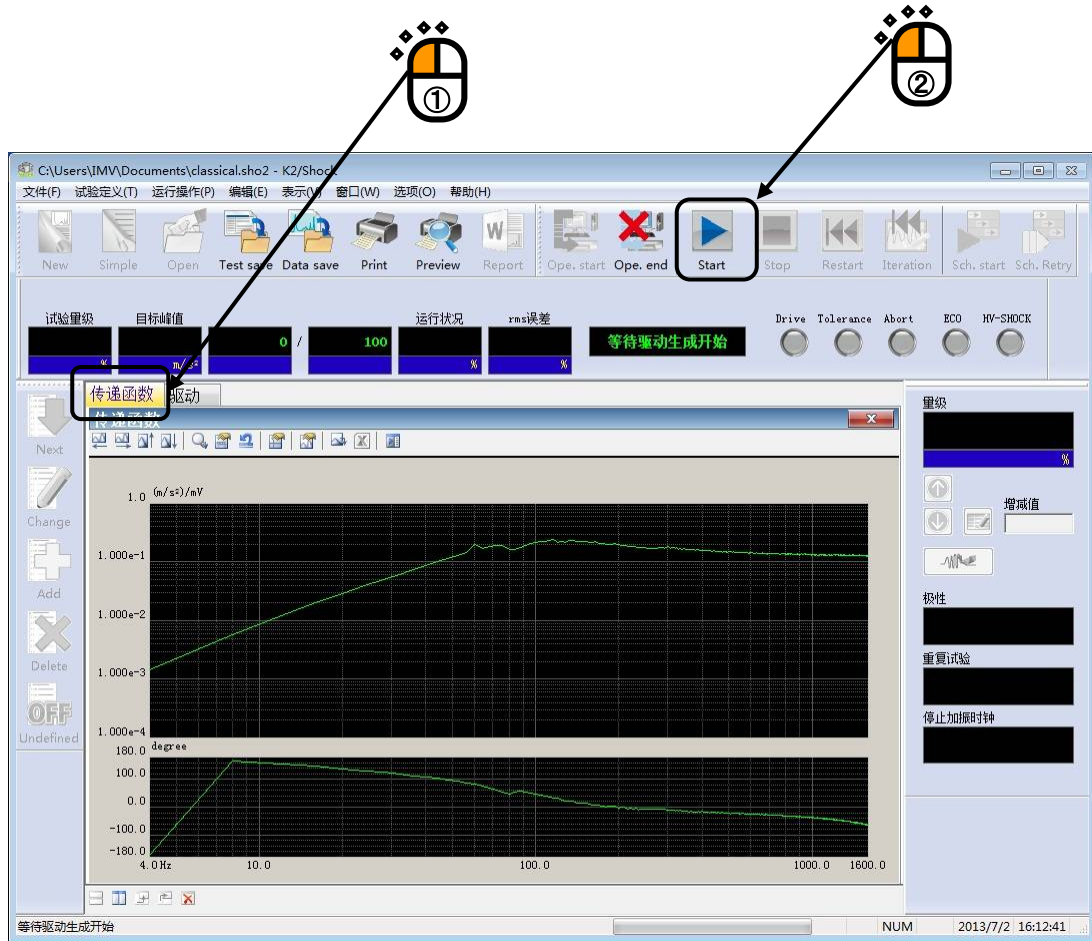


<Step4>

传递函数测定结束后，将表示传递函数图形。

确认传递函数正常后，生成驱动电压。

按下[驱动生成]按钮。



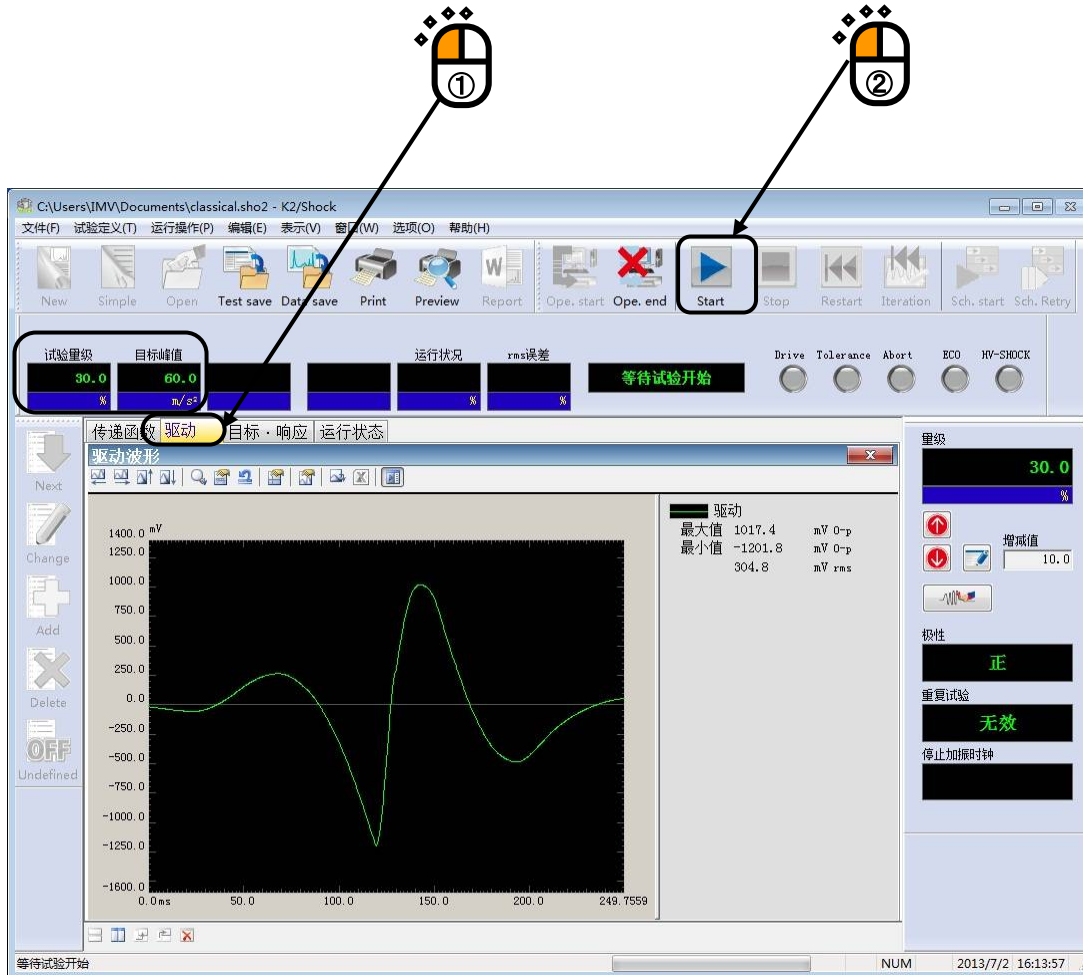
### <Step5>

驱动生成结束后，进入试验可能状态。

在运行状态界面里，表示有试验量级和目标波形的峰值量级。

此例，最初进行 30%的试验，由于初始量级设定在 30%，所以没有必要进行修改。

确认了驱动波形和试验量级以后，按下[试验开始]按钮，开始试验。



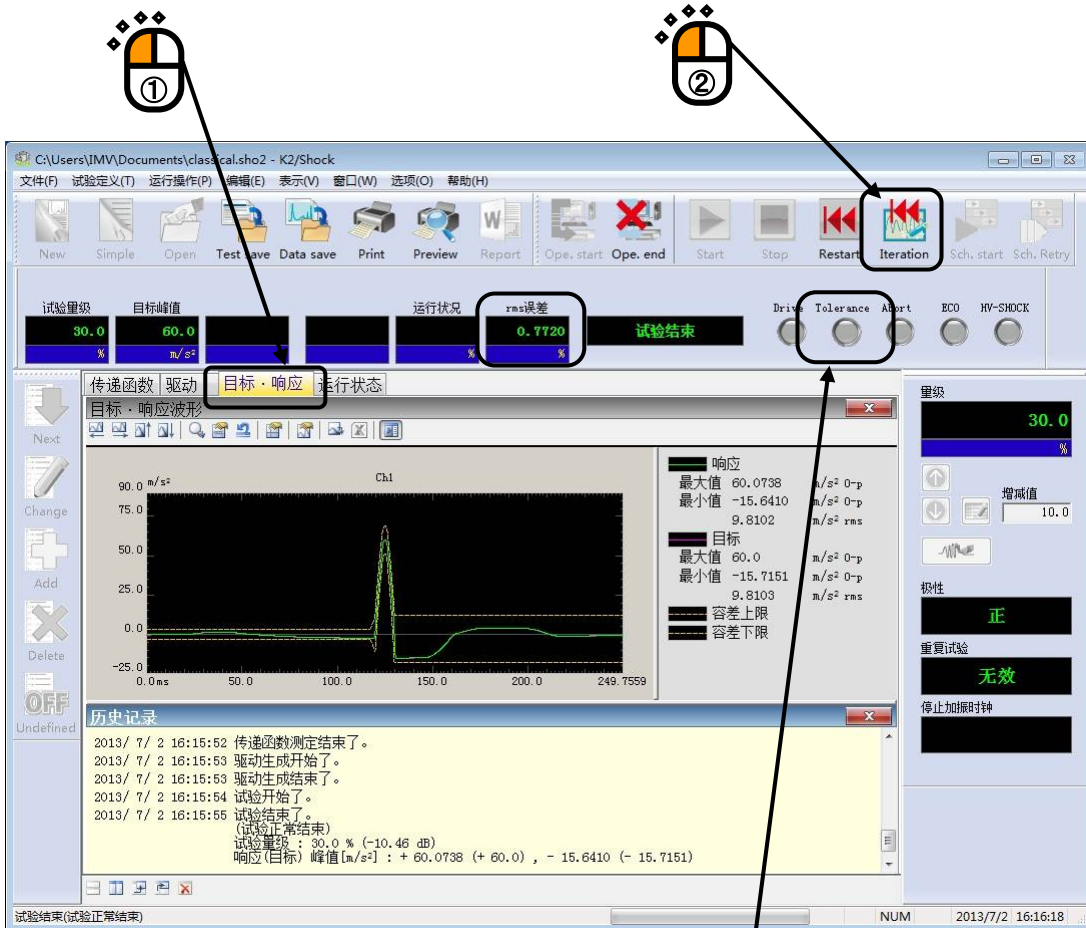
<Step6>

试验结束后，进入试验结束状态。

运行状态界面中，表示有控制误差和容差检测的结果。

进行响应波形的确认，如果没有什么异常，根据试验结果进行驱动电压的修正。

请按[驱动更新]。

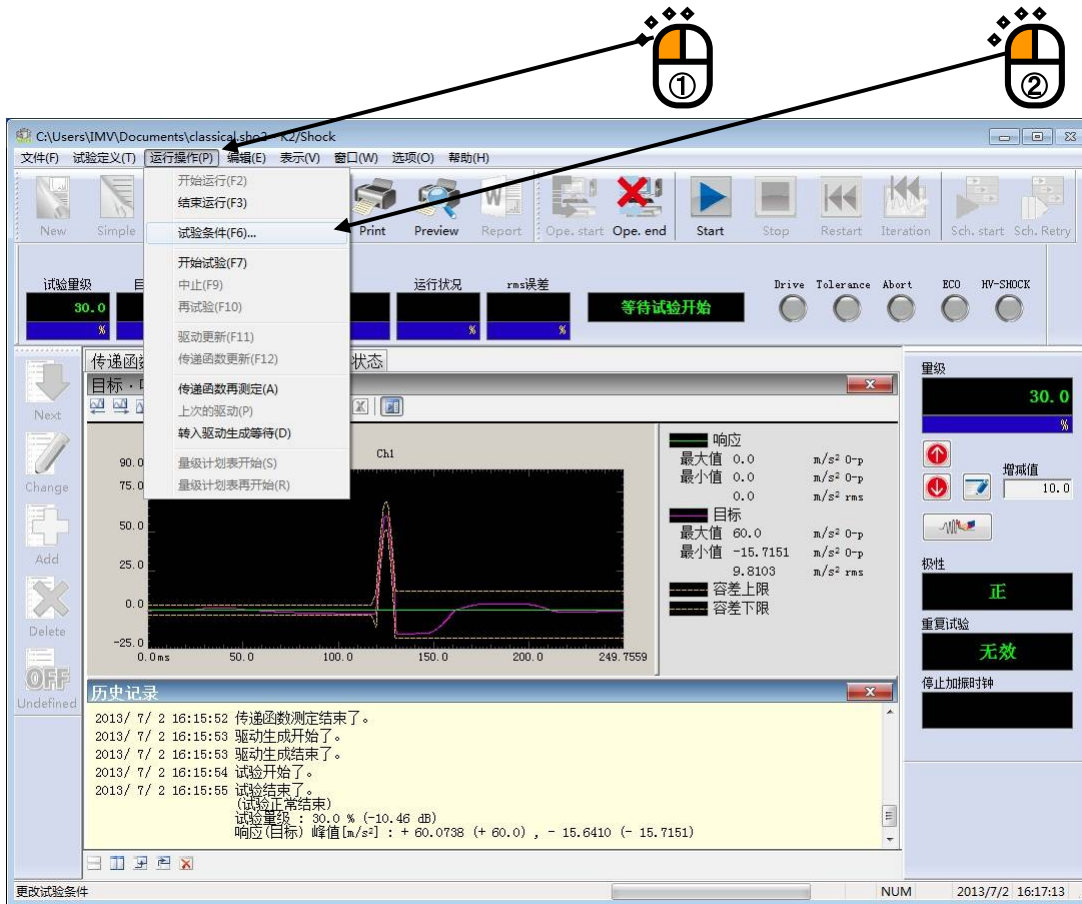


容差检测的结果不通过时，黄灯亮。



<Step7>

确认驱动波形后，修改试验量级到 100%。  
请从菜单栏的运行操作中选择[试验条件]。



<Step8>

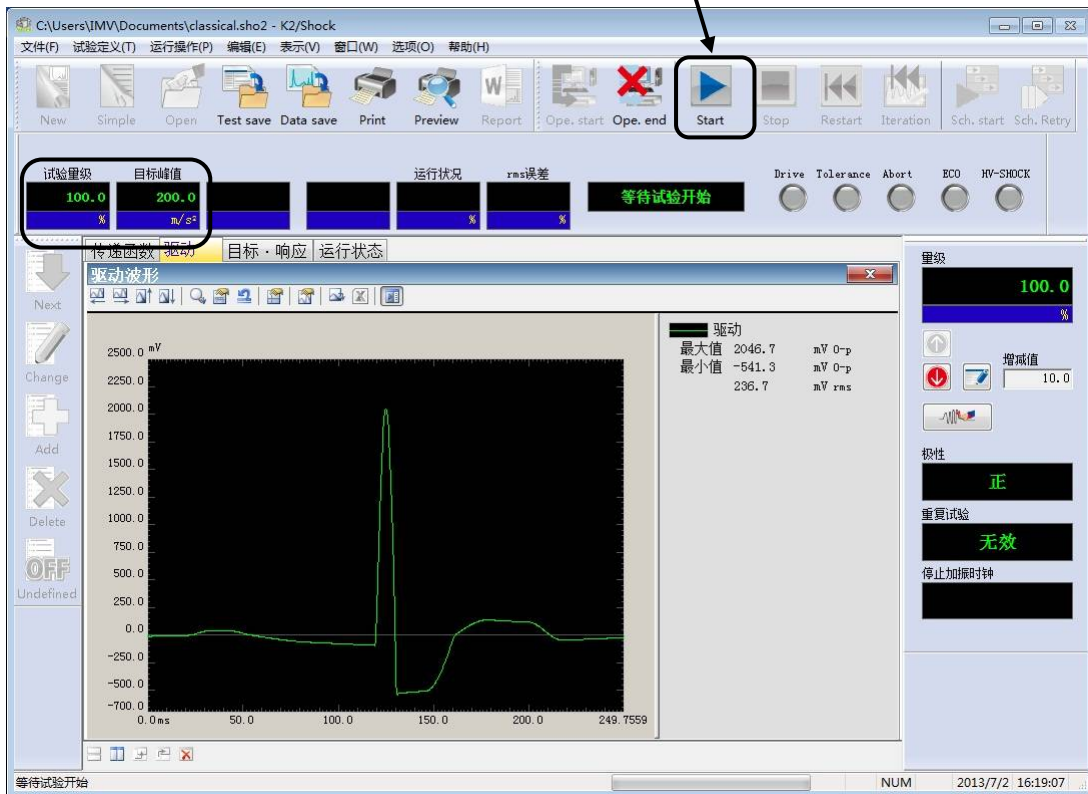
设定[试验量级]为 100%，按下[确定]按钮。



<Step9>

试验量级的修改结束后，运行状态界面中的试验量级和目标波形的峰值量级被改写。驱动波形也根据量级相应的被修改。

确认了驱动波形和试验量级之后，按下[试验开始]按钮，开始试验。



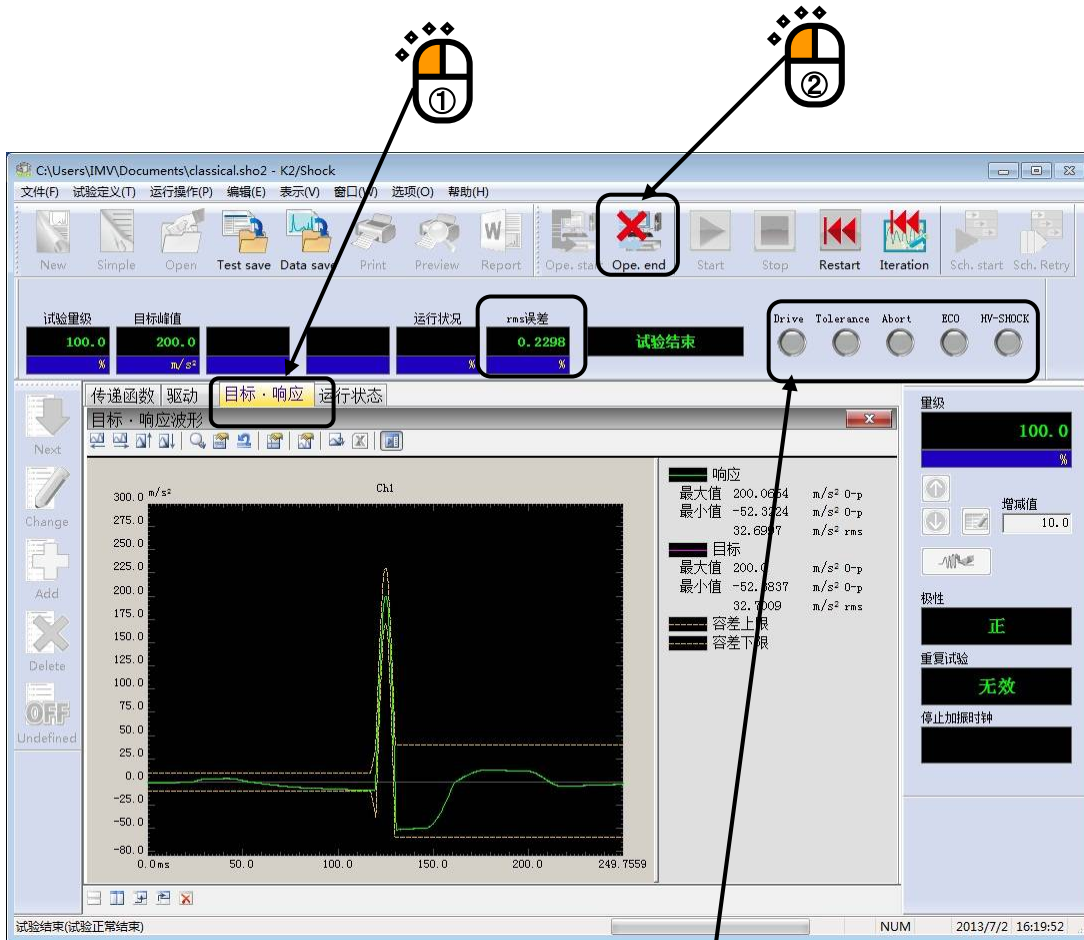


<Step10>

试验结束后测试结束。

运行状态界面中，将表示控制误差和容差检测的结果。

按下[运行结束]按钮后，返回试验定义模式。



容差检测的结果 OK 时，显示灯不会点亮。

## 3.2 简单定义

简单定义模式是将典型冲击试验更简单地定义的模式。

<例题>

请考虑进行以下的冲击试验。

[目标波形]

- |              |                     |
|--------------|---------------------|
| · 波形类别       | 半正弦                 |
| · 峰值         | 200m/s <sup>2</sup> |
| · 脉冲宽度       | 11ms                |
| · 容差类别       | MIL-STD-810C        |
| · (自动设定采样频率) |                     |

[控制条件]

- |          |       |
|----------|-------|
| · 分析谱线   | 400 线 |
| · 初始试验量级 | 30%   |
| · 传递函数测定 | 自动设定  |

[所使用传感器等的信息]

使用 1 个压电型的加速度传感器。

所使用的 K2 硬件的输入终端：模块 ID 0 的 Ch1

通道名：ch1.、 灵敏度：3pC/(m/s<sup>2</sup>)、

另外，假定试验系统的额定值等信息已经全部设置在试验系统信息里(此例是「System1」)。

[试验步骤]

- (1) 进行试验量级=30%的试验。
- (2) 运行驱动更新。
- (3) 进行试验量级=100%的试验。

<操作步骤>

<Step1>

按下[简单定义]按钮。



<Step2>

在最初的设定界面里，输入「波形类别」、「峰值」及「脉冲宽度」。

输入结束后，按「下一步」按钮。



<Step3>

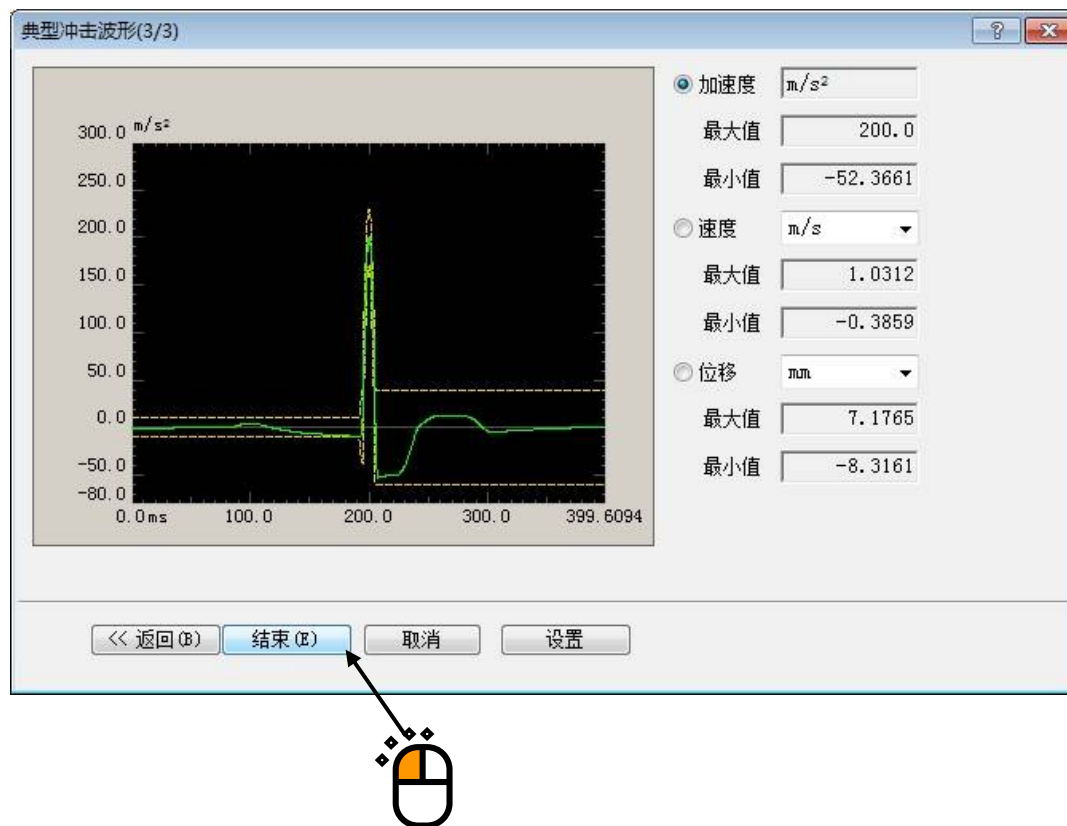
在第 2 页的目标波形设定界面中，进行[容差]的设定。  
输入结束后，按下[下一步]按钮。



#### <Step4>

至此，目标波形的定义结束。

此时将生成如下图所示的目标波形，请按下[结束]按钮。



(不收敛时 [目标波形不收敛于公差内时])

请返回最初的设定画面 (1/3 页)，将采样频率、数据点数改为任意设定，变更数据点数及采样频率。

根据目标波形的条件，不收敛的情况也是存在有的，请认识到这一点。

<Step5>

选择「试验系统信息：System1」，按下输入通道的「追加」按钮。

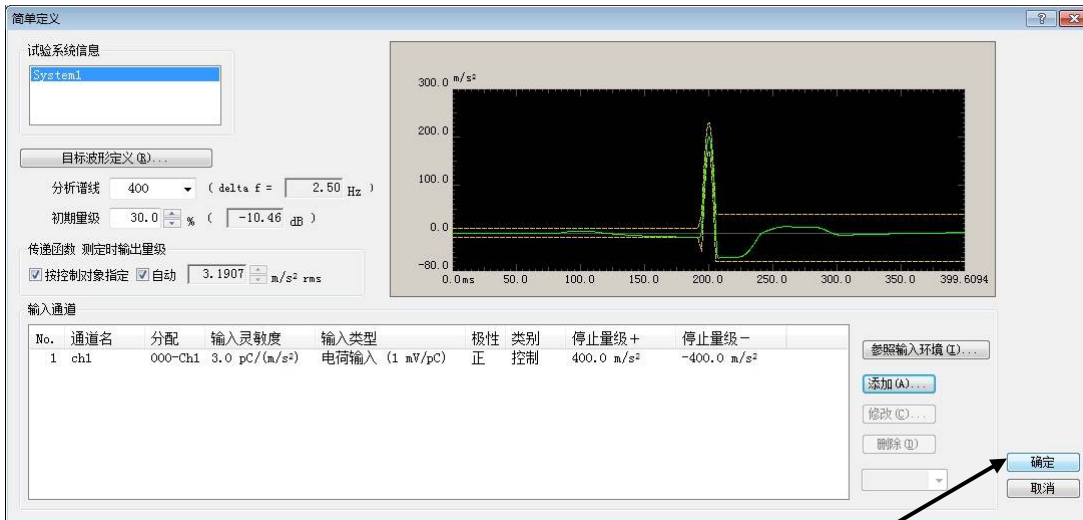
<Step6>

进行如下的设定，按下[确定]按钮。

- 「通道名：ch1」、「模块 ID：000」、「Ch：Ch1」、
- 「输入灵敏度：3.0pC/(m/s<sup>2</sup>)」、「输入通道类型：控制」

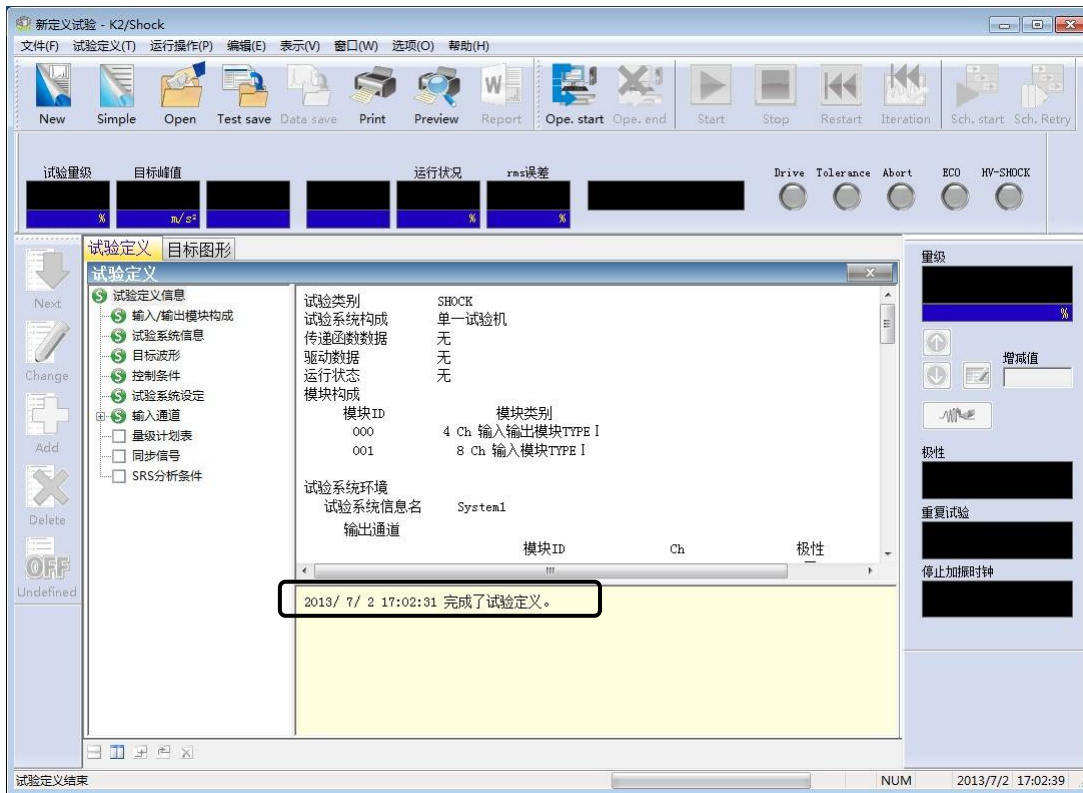
<Step7>

按下[确定]按钮。



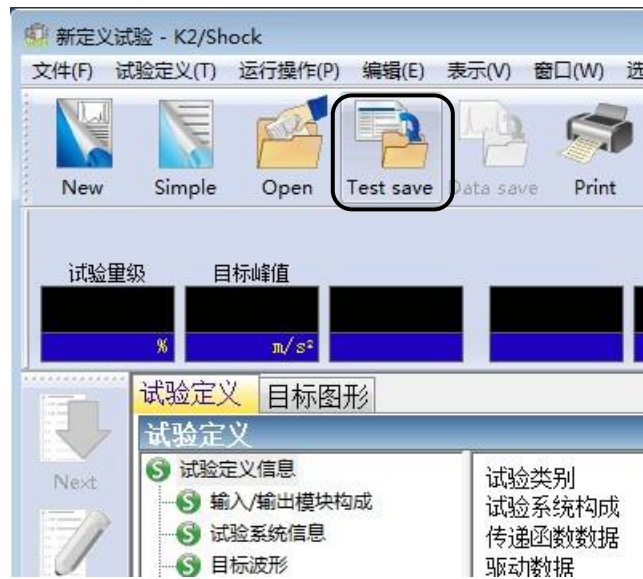
<Step8>

至此定义结束。



<Step9>

将定义后的试验信息保存到试验文件中。



请点击[试验保存]按钮。

将表示如下的对话框，请指定任意的保存场所并输入文件名。

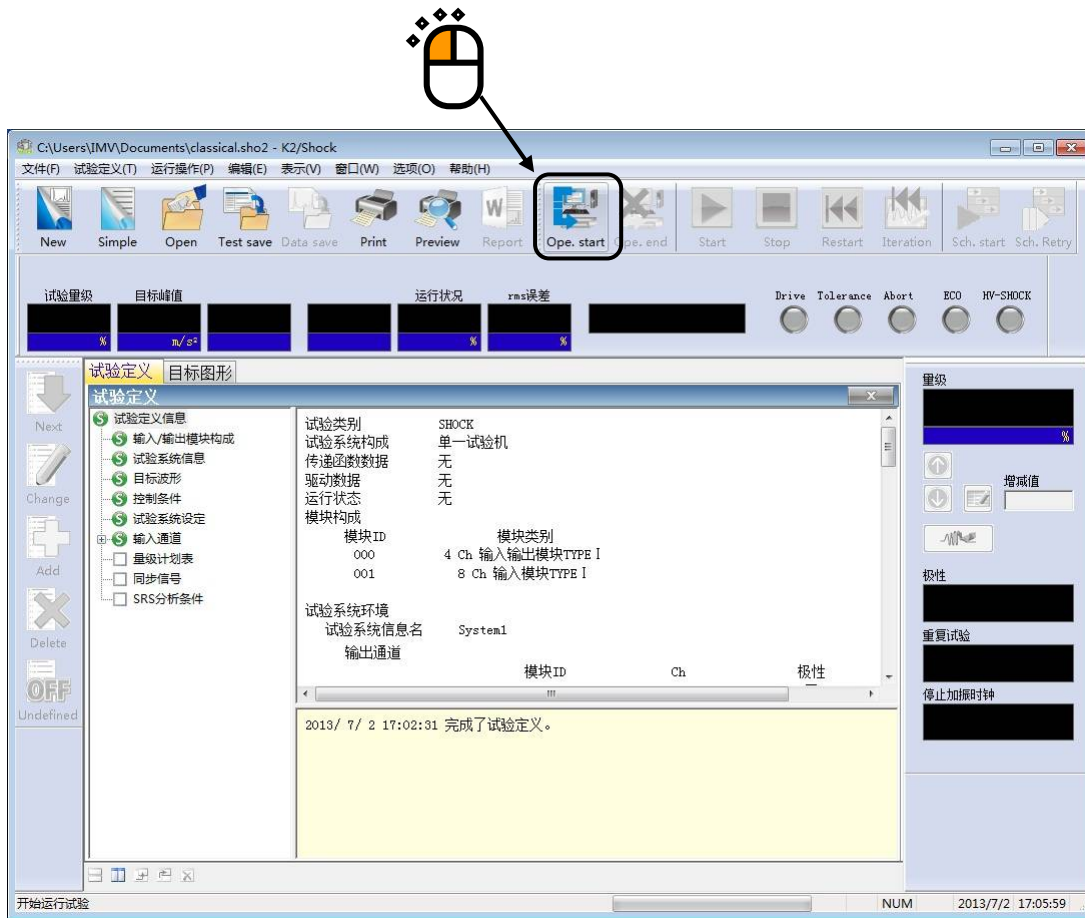




<试验的运行>

<Step1>

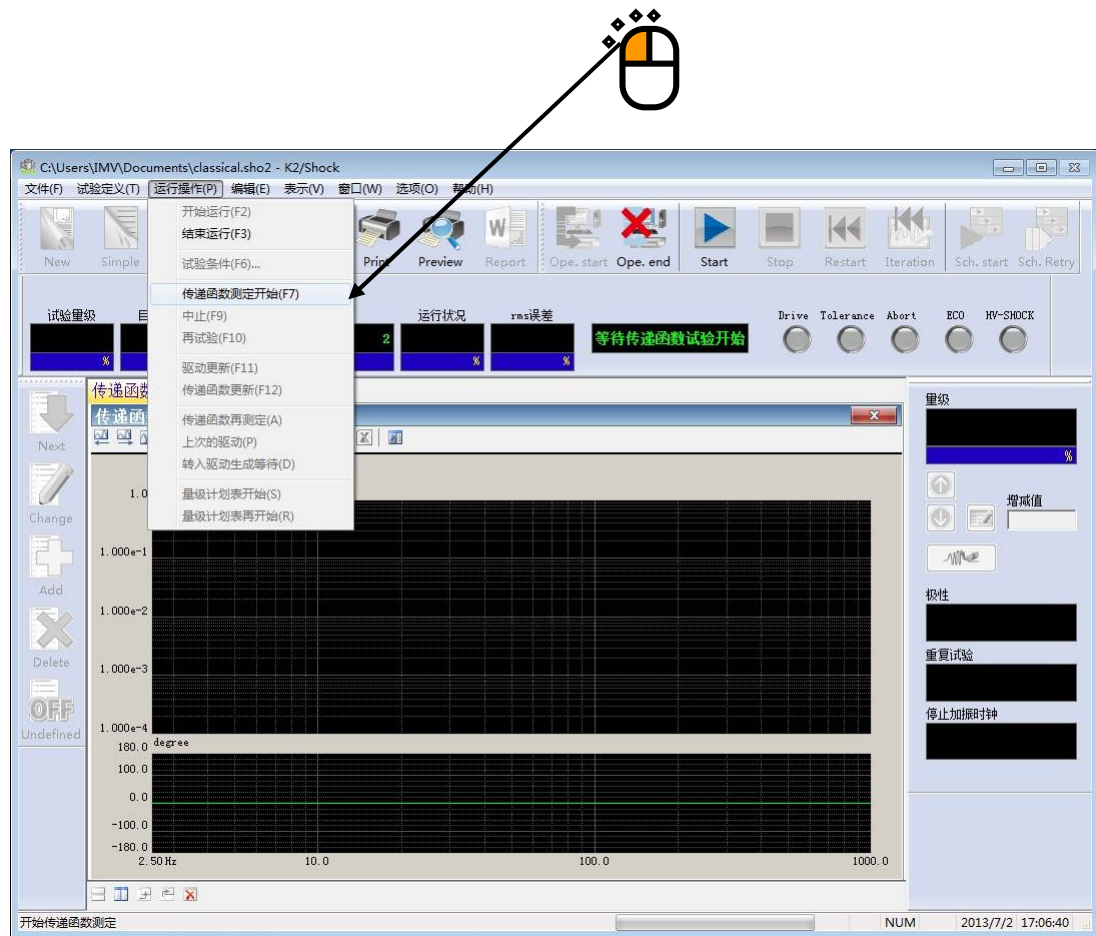
按下[运行开始]按钮。



<Step2>

测定控制系统的传递函数。

从菜单栏的运行操作中选择[传递函数测定开始]。

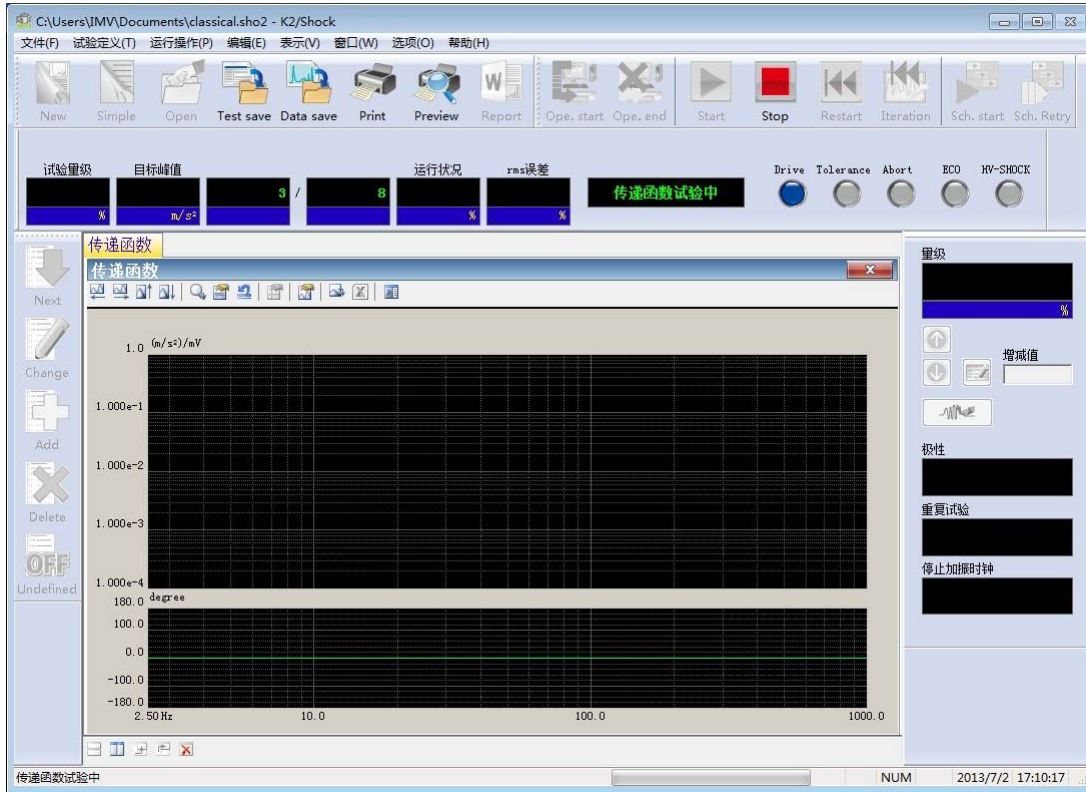


<Step3>

进行环检和传递函数测定。

传递函数测定结束后，自动进入驱动生成等待状态。

另外，想中途中止传递函数测定时，请按下[中止]按钮。

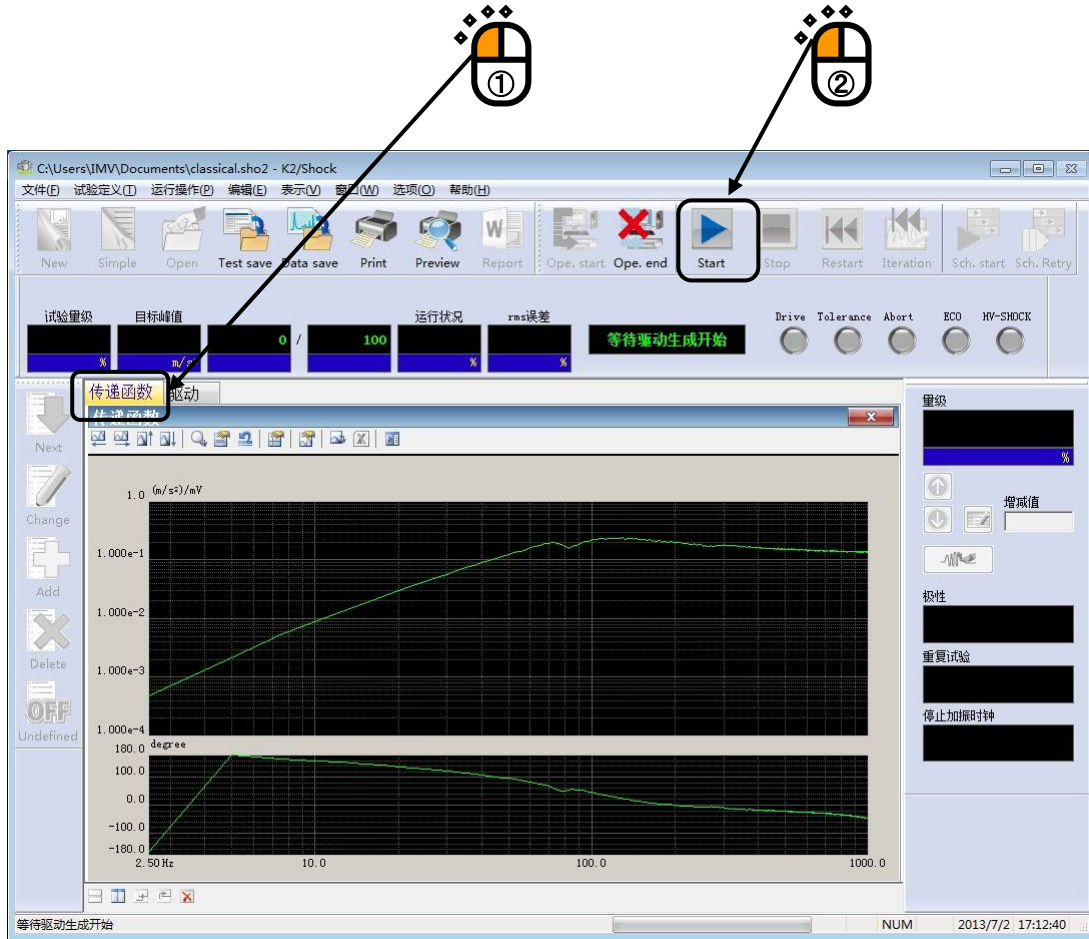


<Step4>

传递函数测定结束后，传递函数图形将被表示。

确认传递函数正常后，生成驱动电压。

请按下[驱动生成]按钮。



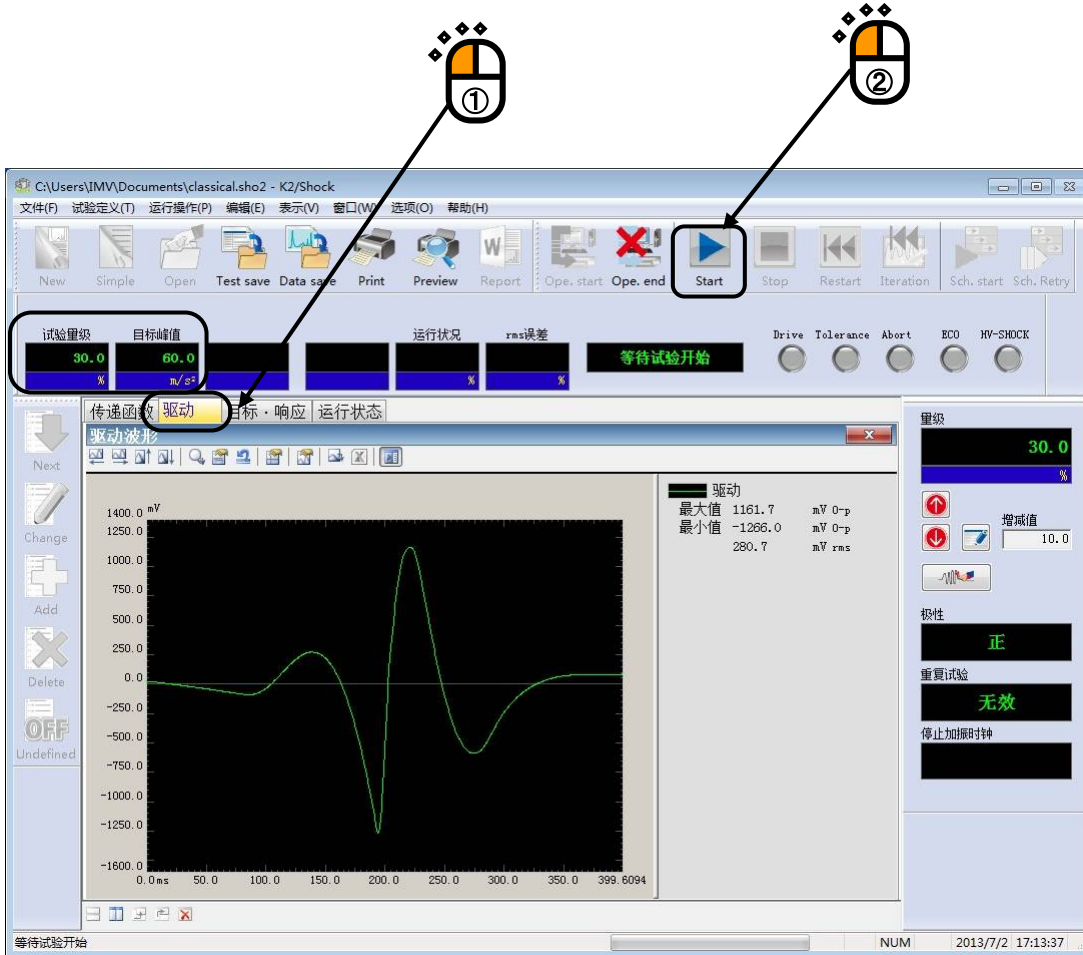
<Step5>

驱动生成结束后，进入试验可能状态。

在运行状态界面中，试验量级和目标波形的峰值量级将被表示。

此例中，最初进行 30% 试验，由于初始量级设定在 30%，所以没有必要进行修改。

确定驱动波形和试验量级以后，按下[试验开始]按钮，开始试验。



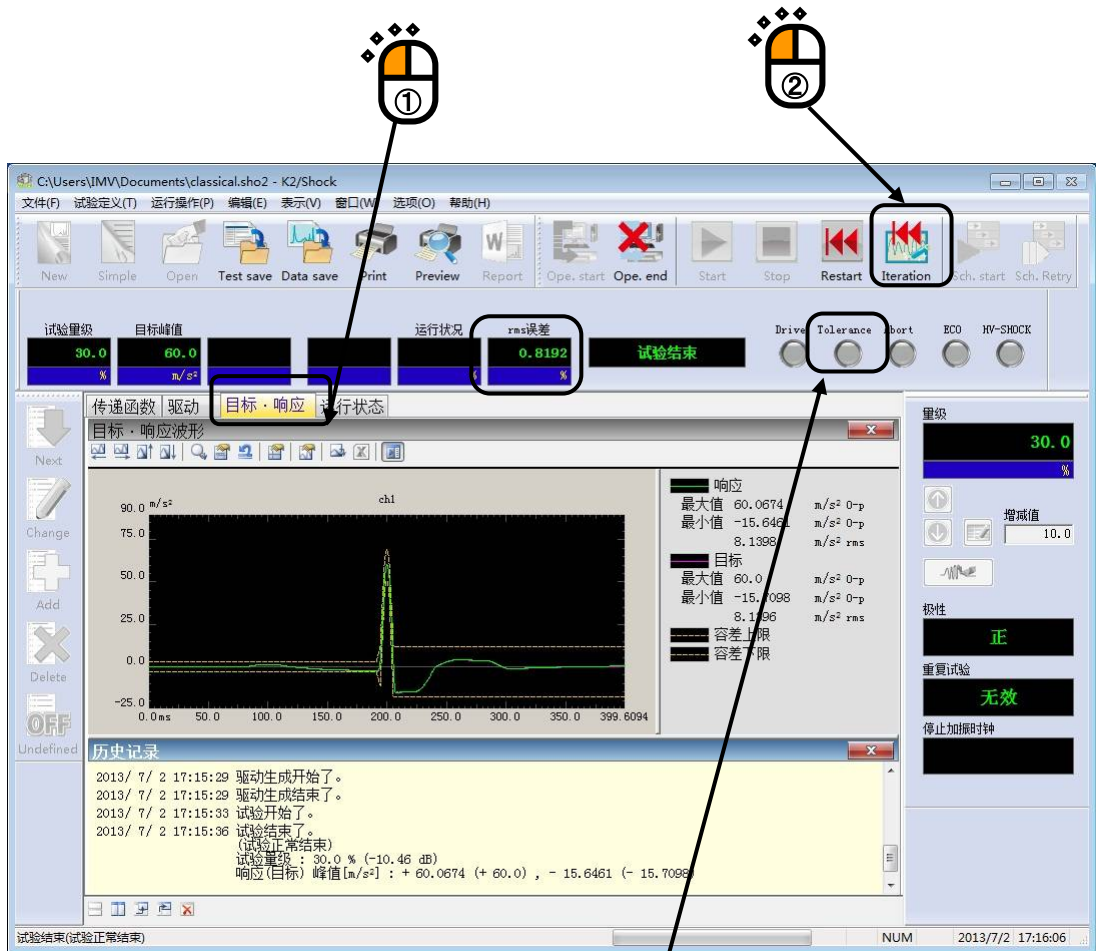
<Step6>

试验结束后，进入试验结束状态。

在运行状态界面中，控制误差和容差检测的结果将被表示。

进行响应波形的确认，如果没有异常，则根据试验结果进行驱动电压的修正。

请按下[驱动更新]。

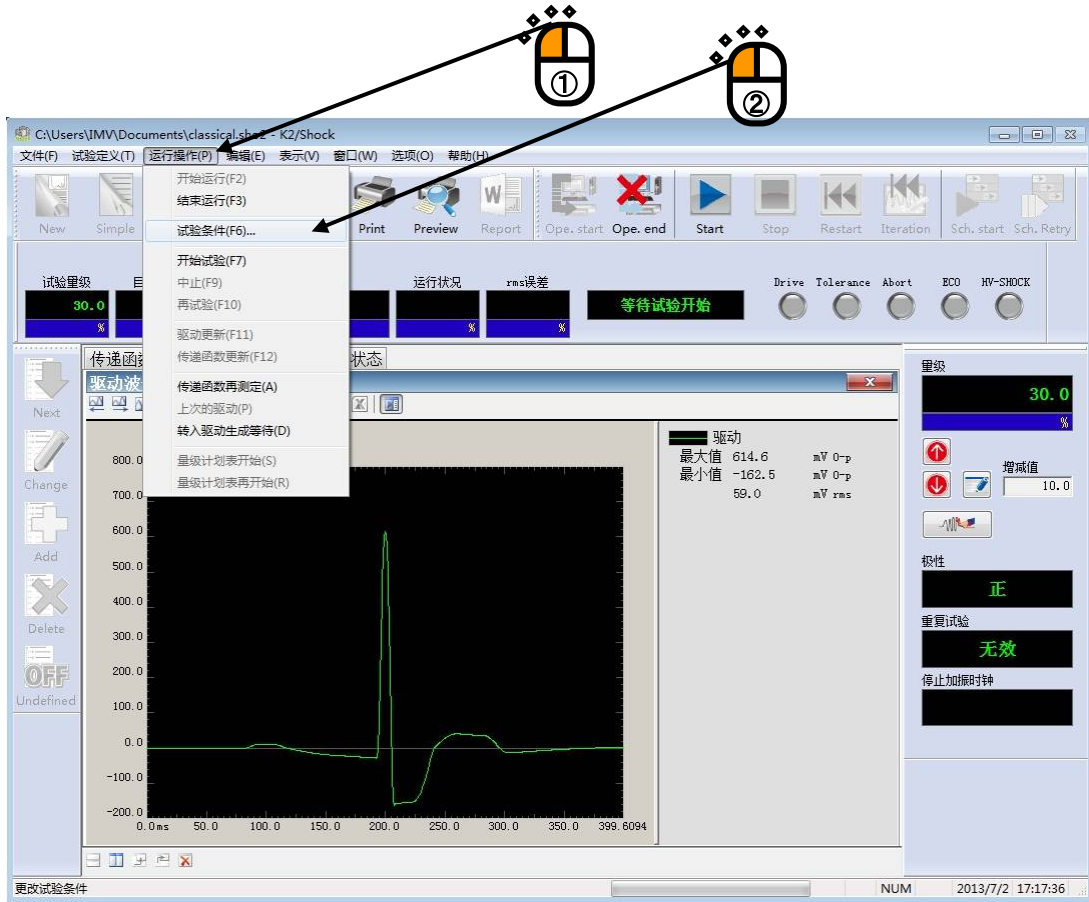


容差检测的结果不通过时，黄灯亮。



<Step7>

确认驱动波形，将试验量级修改为 100%。  
请从菜单栏的运行操作中选择[试验条件]。



<Step8>

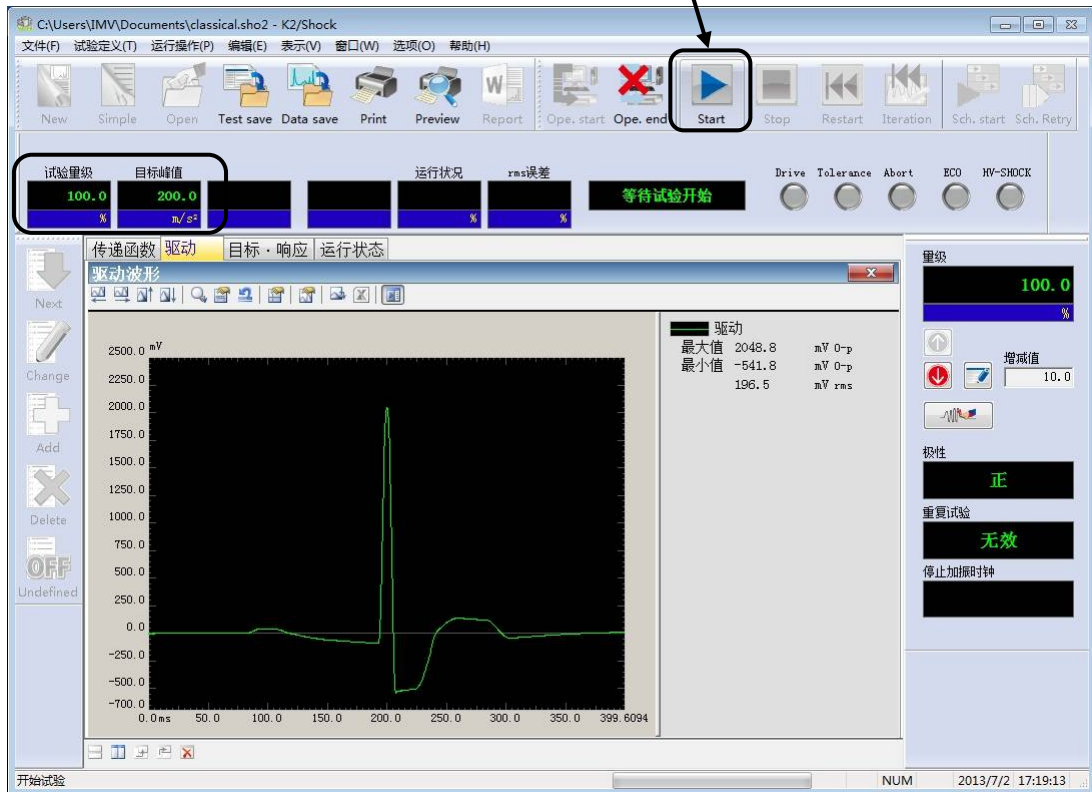
设定[试验量级]为 100%，按下[确定]按钮。



<Step9>

试验量级的修改结束后，运行状态界面的试验量级和目标波形的峰值量级将被改写。驱动波形根据量级进行相应的修改。

确认了驱动波形和试验量级之后，按下[试验开始]按钮，开始试验。



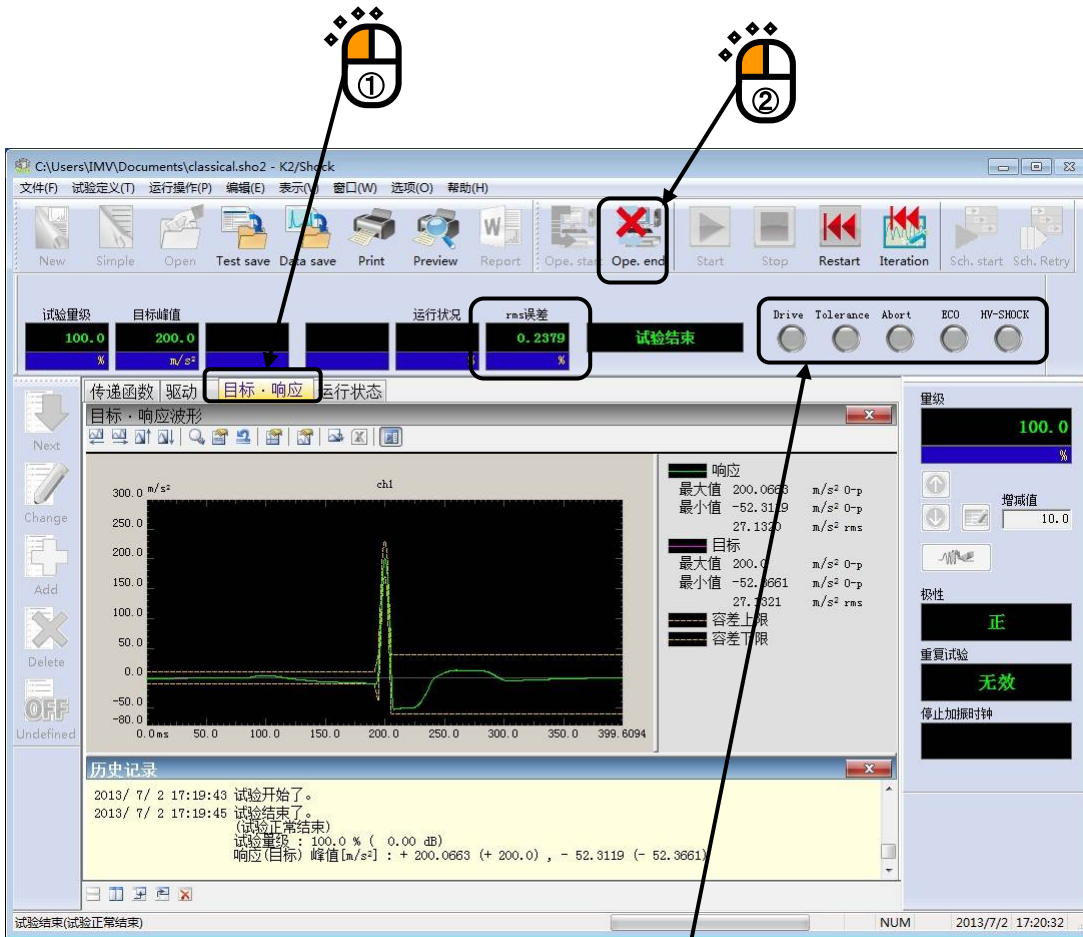


<Step10>

试验结束后测试结束。

在运行状态界面中，控制误差和容差检测的结果将被表示。

按下[运行结束]按钮，返回试验定义模式。



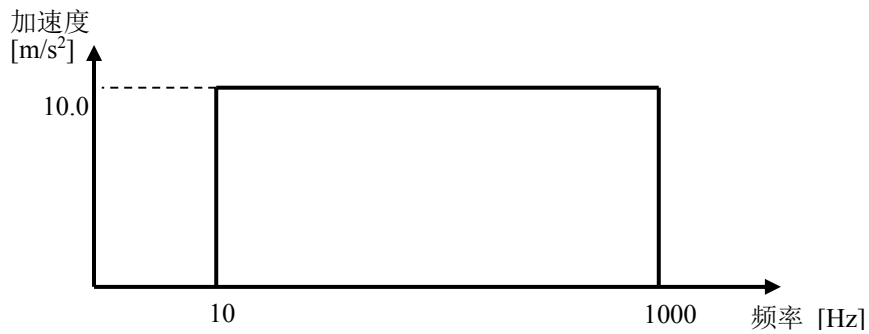
容差检测的结果 OK 时，显示灯不会亮。

### 3.3 SRS SHOCK 试验

<例题>

考虑进行以下的冲击试验。

[目标 SRS]



[SRS 分析条件]

- 采样频率 8192Hz
- 数据点数 4096 点

采样频率为了正确的进行 SRS 分析，设定为较高的值。

[波形合成条件]

- 合成波类别 调幅正弦波

[控制条件]

- 线数 800

[所使用的传感器等信息]

使用 2 个压电型的加速度传感器，一个用作控制，另一个用作监测。

ch1.: 灵敏度  $3\text{pC}/(\text{m/s}^2)$  (控制用)

ch2.: 灵敏度  $3\text{pC}/(\text{m/s}^2)$  (监测用)

但是，假定这些信息已被设置到输入环境信息中(此例是「输入通道 01」)。

假定试验系统的额定值等信息也被已经存储到试验系统信息中(此例是「试验系统 01」)。

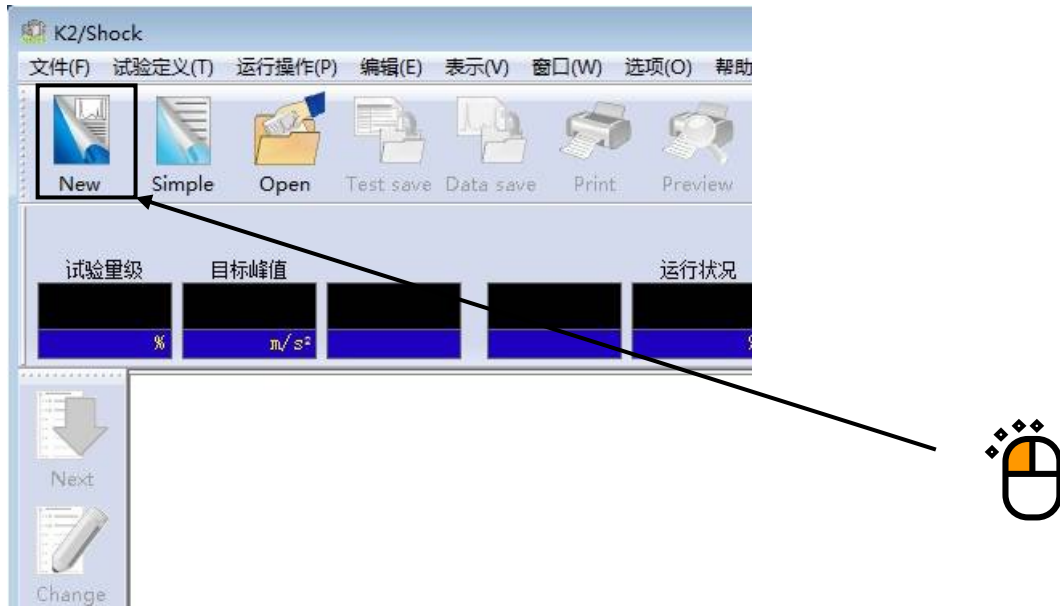
[试验步骤]

- (1) 进行试验量级=30%的试验。
- (2) 运行驱动更新。
- (3) 进行试验量级=100%的试验。

<操作步骤>

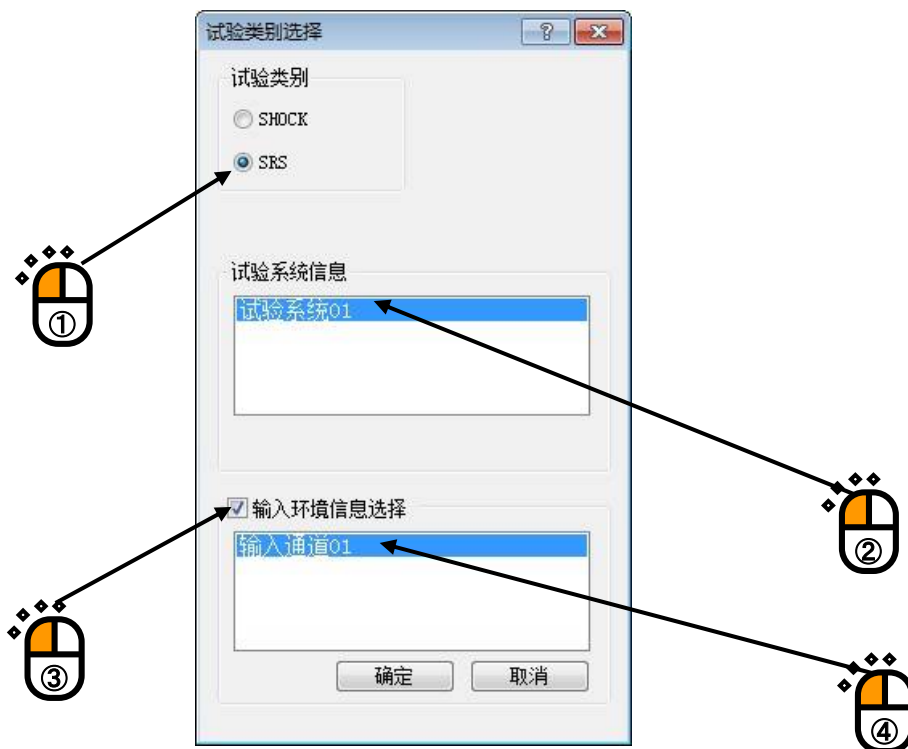
<Step1>

按下「新建」按钮。



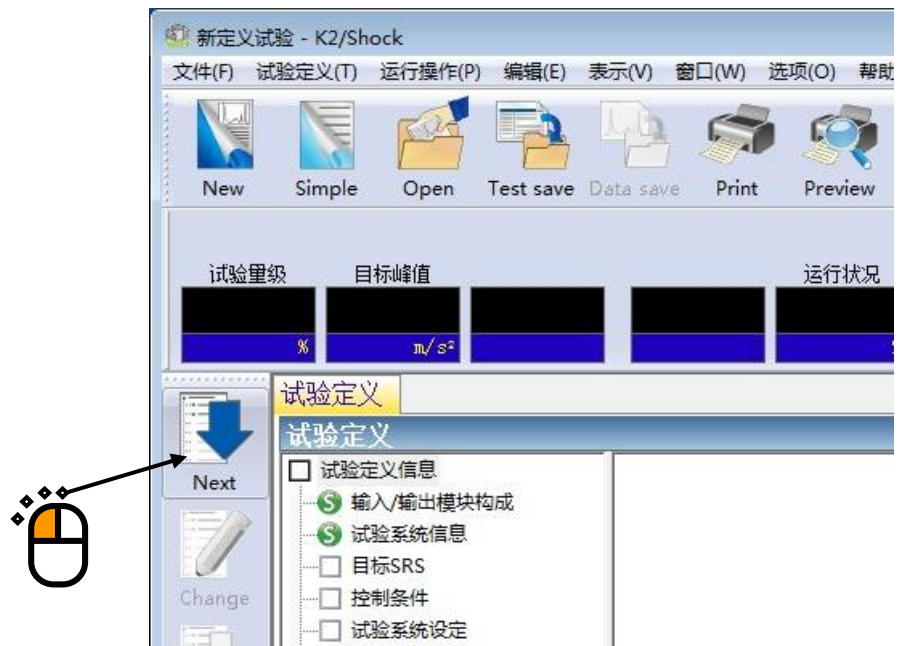
<Step2>

试验类别设定为「SRS」，选择「试验系统信息」和「输入环境信息选择」。



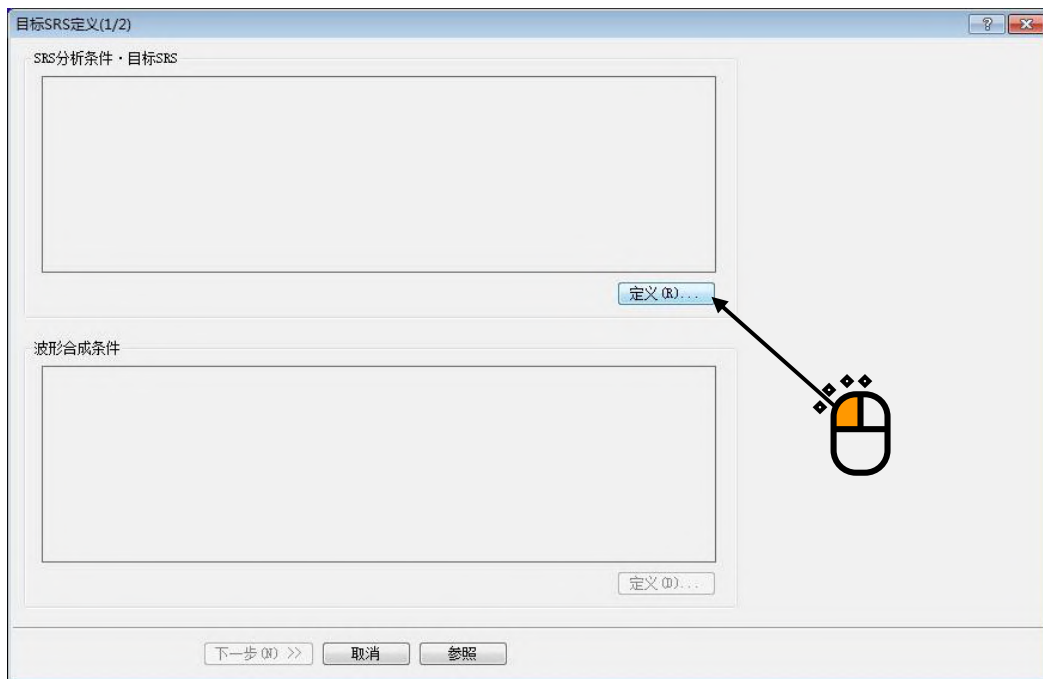
<Step3>

按下「进行下一步的定义」按钮。



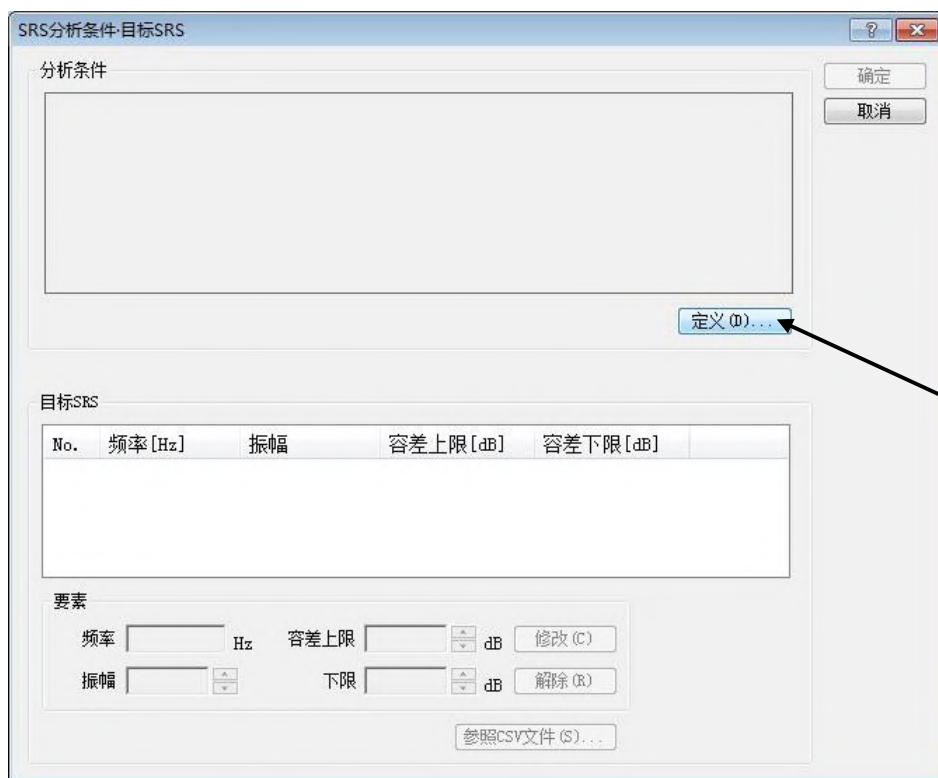
<Step4>

按下[定义]按钮。



<Step5>

按下[定义]按钮。



<Step6>

设定 SRS 分析条件。

设定如下的条件，按下[确定]按钮。

- 采样频率 : 8192Hz
- 数据点数 : 4096
- 分析最大频率 : 1000Hz
- 分析最小频率 : 10Hz

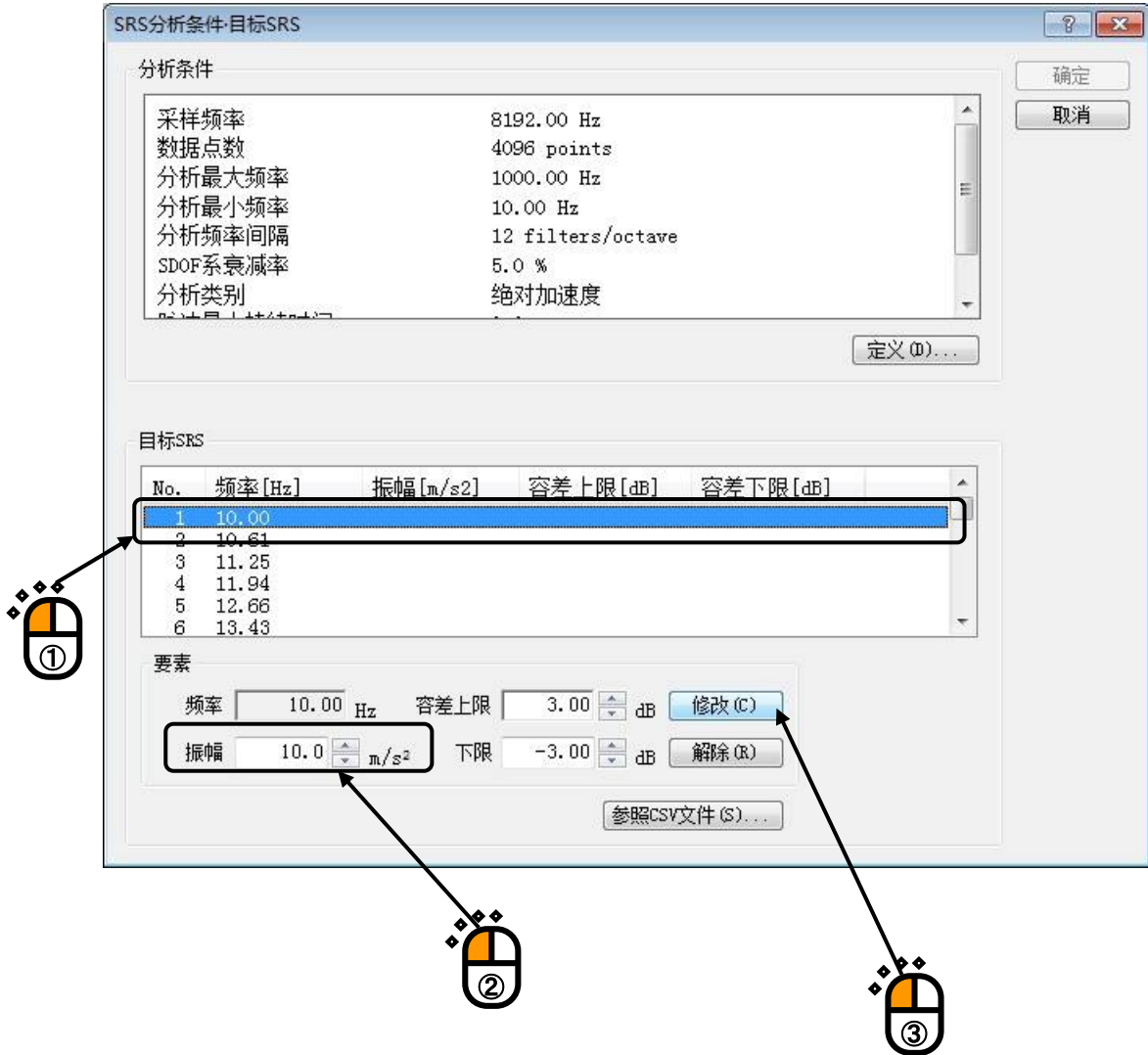


<Step7>

设定目标 SRS。

设定最初的交越点。

从频率列表中选择[10Hz]，输入振幅值[10m/s<sup>2</sup>]，按下[修改]按钮。

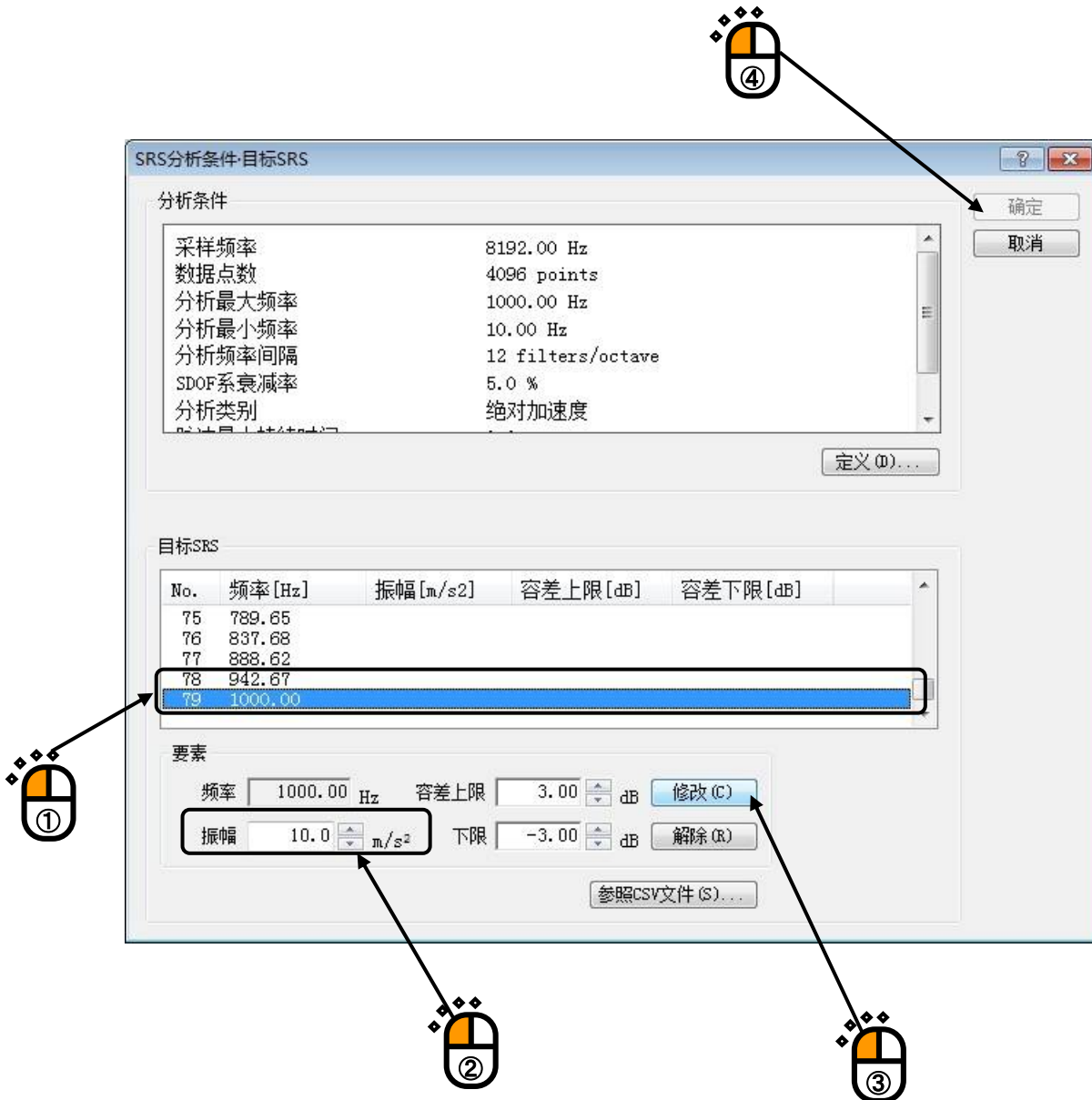


<Step8>

设定下一个交越点

从频率列表中选择[1000Hz]，输入振幅值[10m/s<sup>2</sup>]，按下[修改]按钮。

交越点的设定结束后，按下[确定]按钮。



<Step9>

设定波形合成条件。

确认合成波类别是否为[调幅正弦波]，按下[确定]按钮。



<Step10>

按下[下一步]按钮。





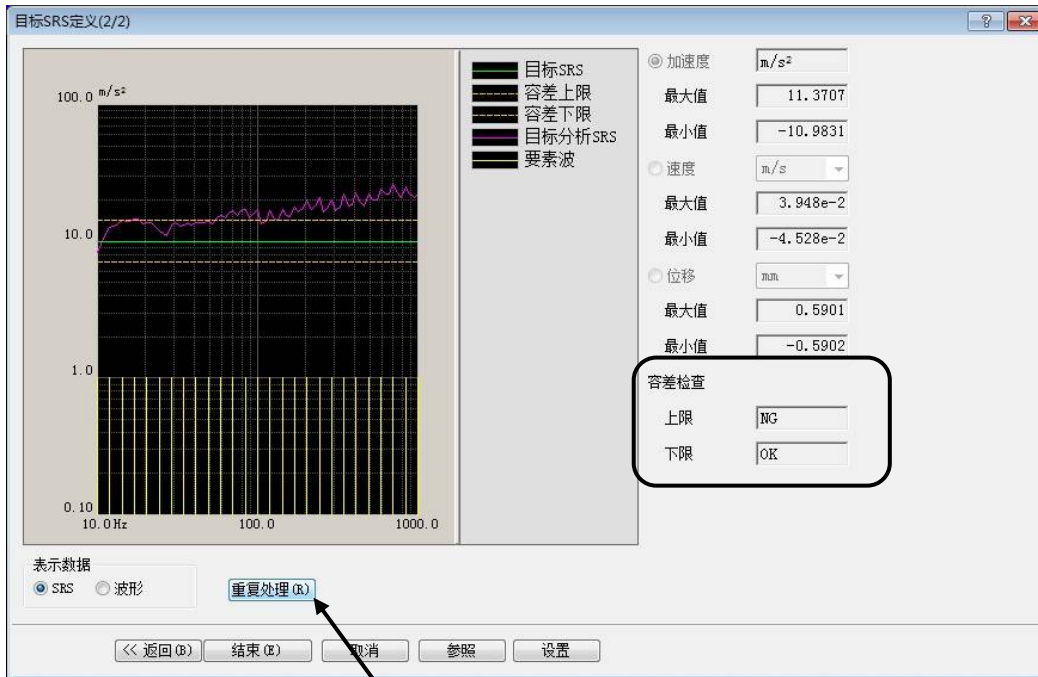
### <Step11>

至此，目标 SRS 的定义结束。

但是，如下图所示生成的目标波形的 SRS 分析的结果，没有处在指定的容差内，容差检测不通过。

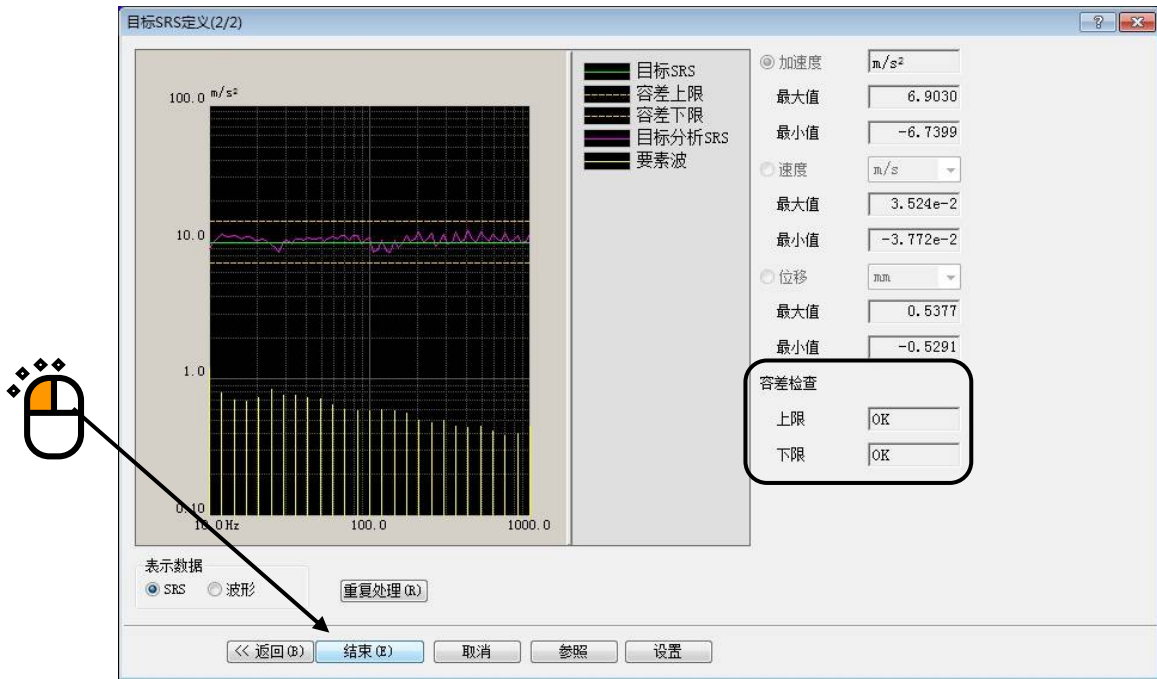
这里，为了使目标分析 SRS 收敛在容差内，通过反复处理进行 SRS 匹配计算。

运行反复处理时，按下[反复处理]按钮。



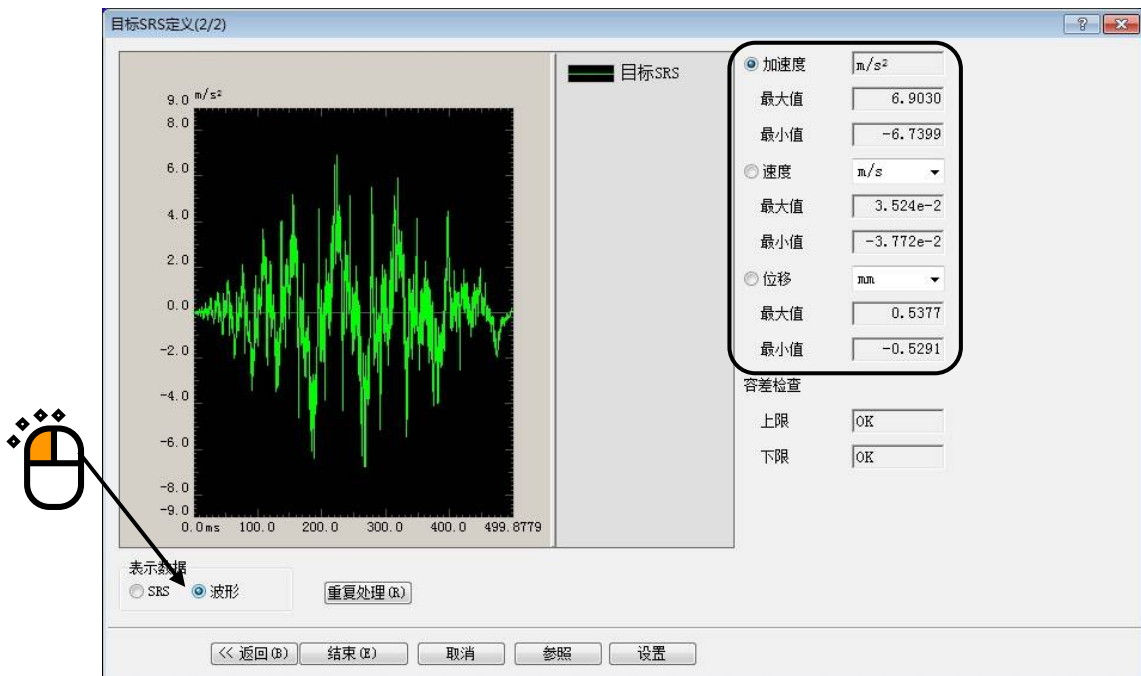
<Step12>

由于目标分析 SRS 收敛在容差内，容差检查 OK，按下[结束]按钮，结束目标 SRS 的定义。



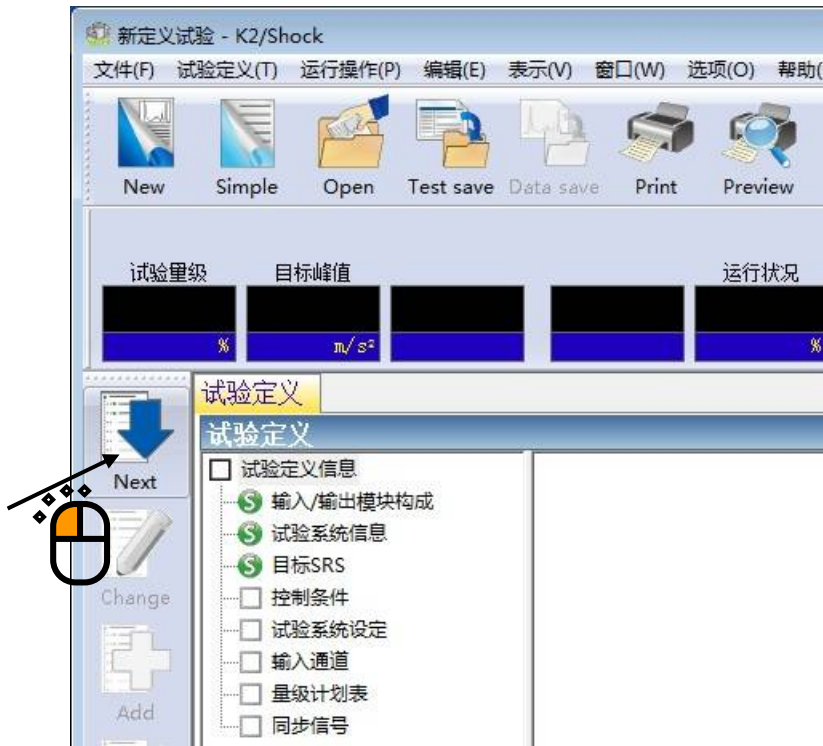
(补充)

在目标 SRS 的定义界面中，表示有目标波形的加速度、速度、位移的最大值和最小值。  
表示数据设定为[波形]时，目标波形将被表示。



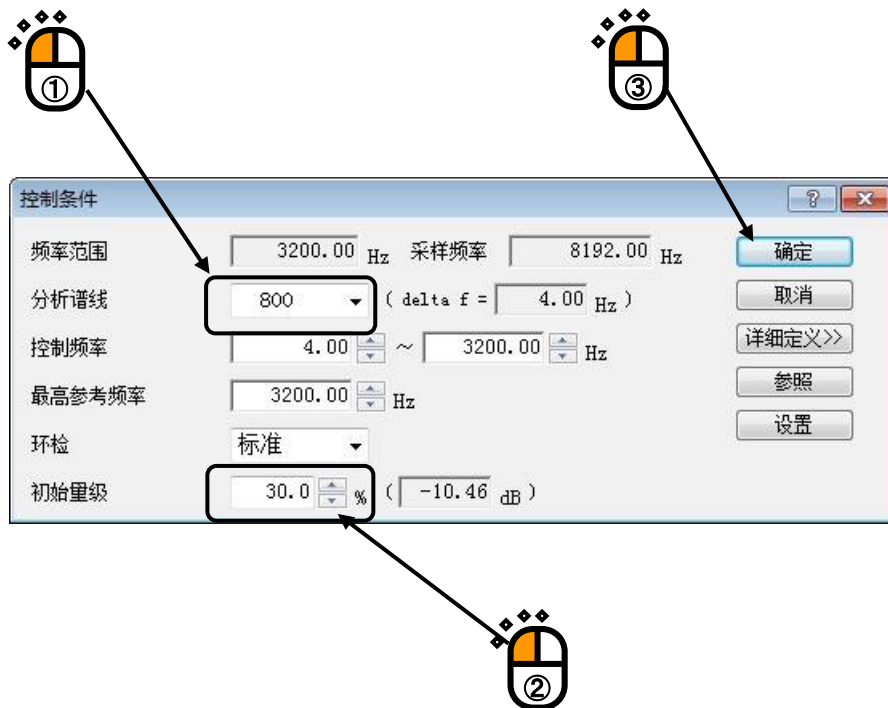
<Step13>

按下[进行下一个定义]按钮。



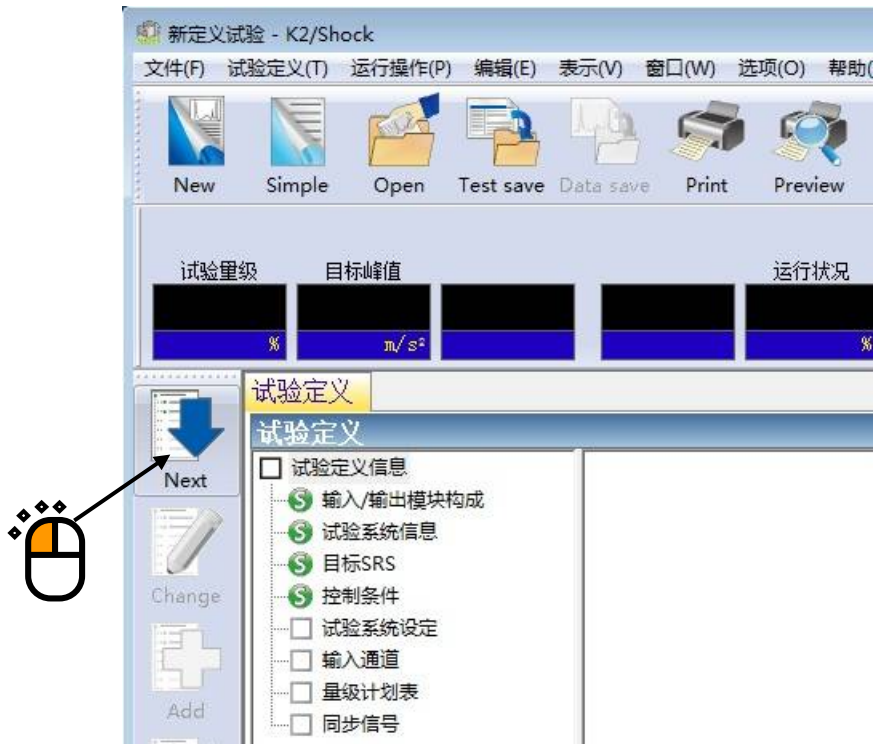
<Step14>

设定分析谱线为[800]，初始量级为[30%]，按下[确定]按钮。



<Step15>

按下[进行下一个定义]按钮。



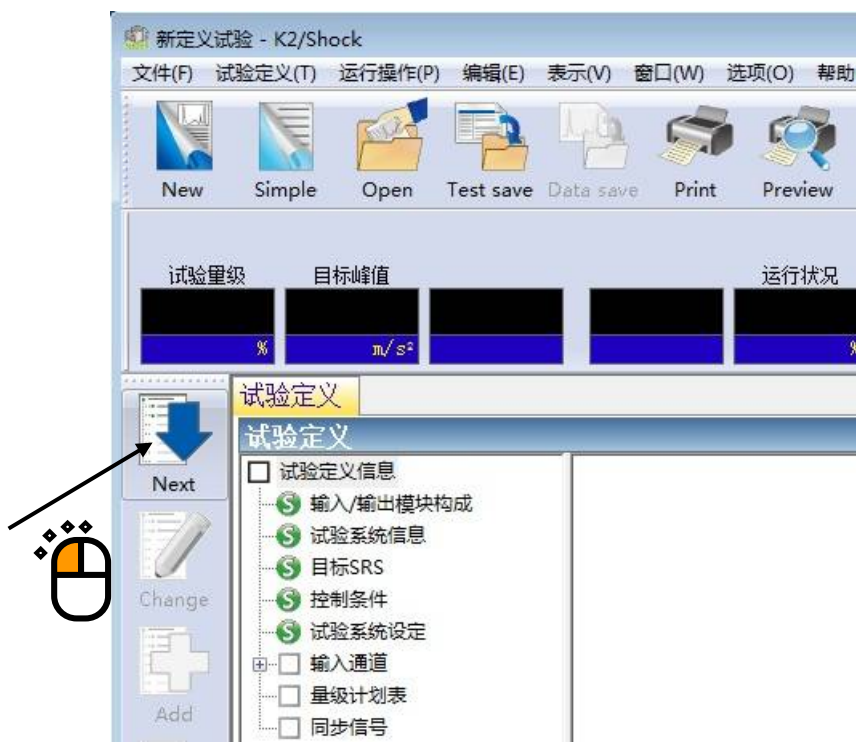
<Step16>

按下[确定]按钮。



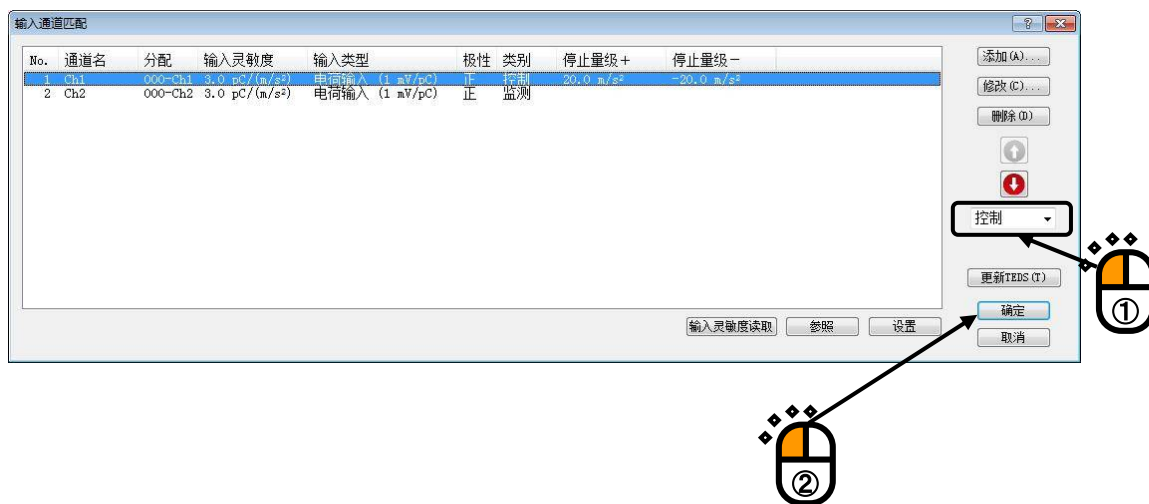
<Step17>

按下[进行下一个定义]按钮。



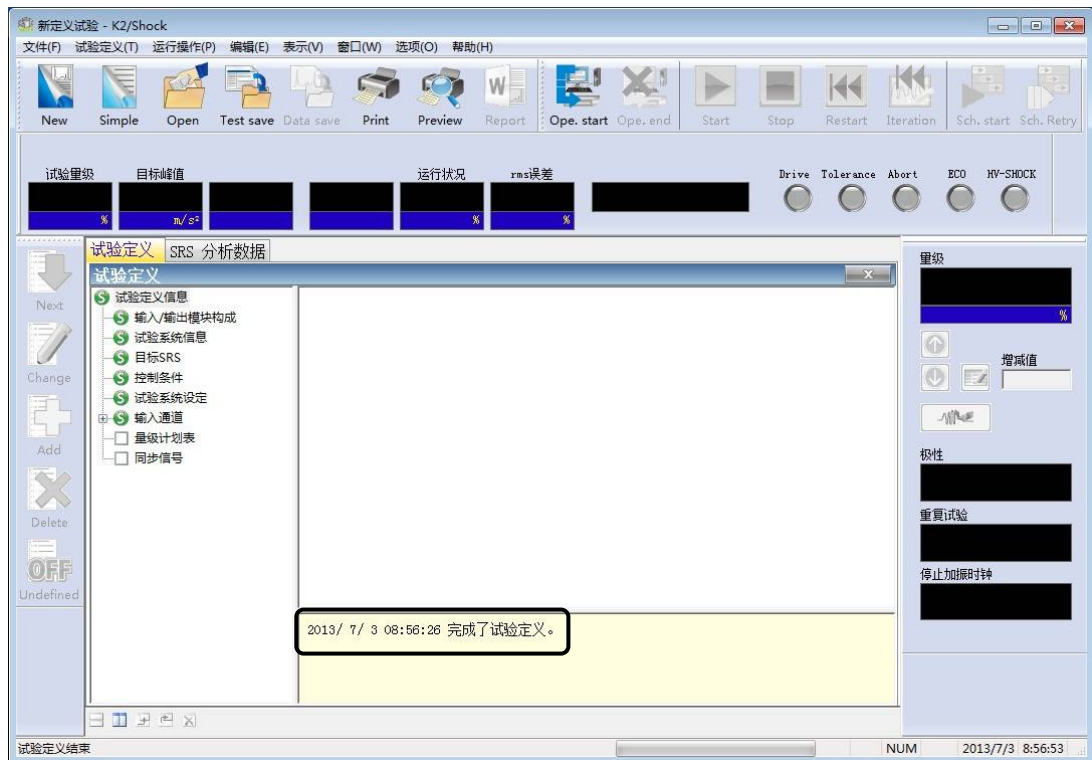
<Step18>

选择[ch1]，选择[控制]，选择[ch2]，选择[监测]。按下[确定]按钮。



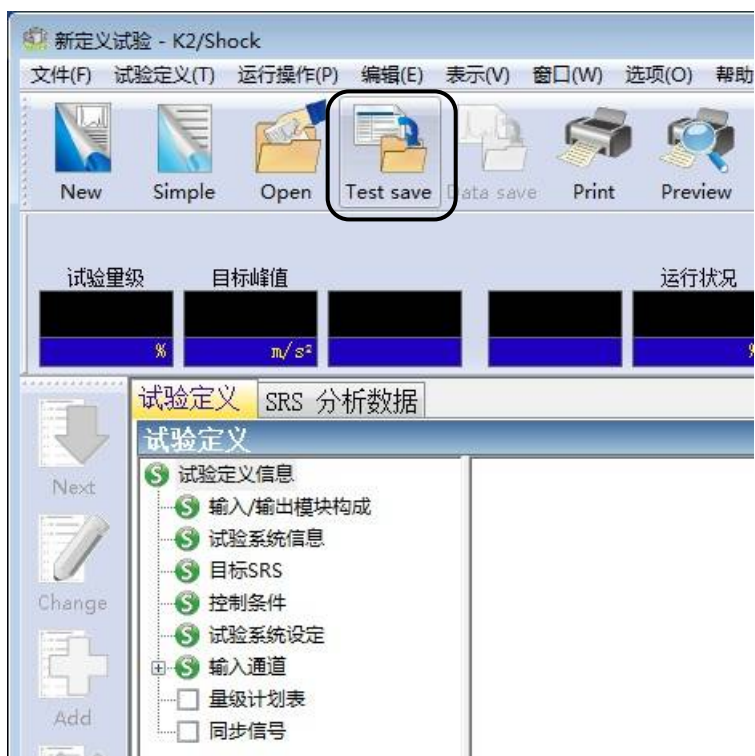
<Step19>

至此定义结束。



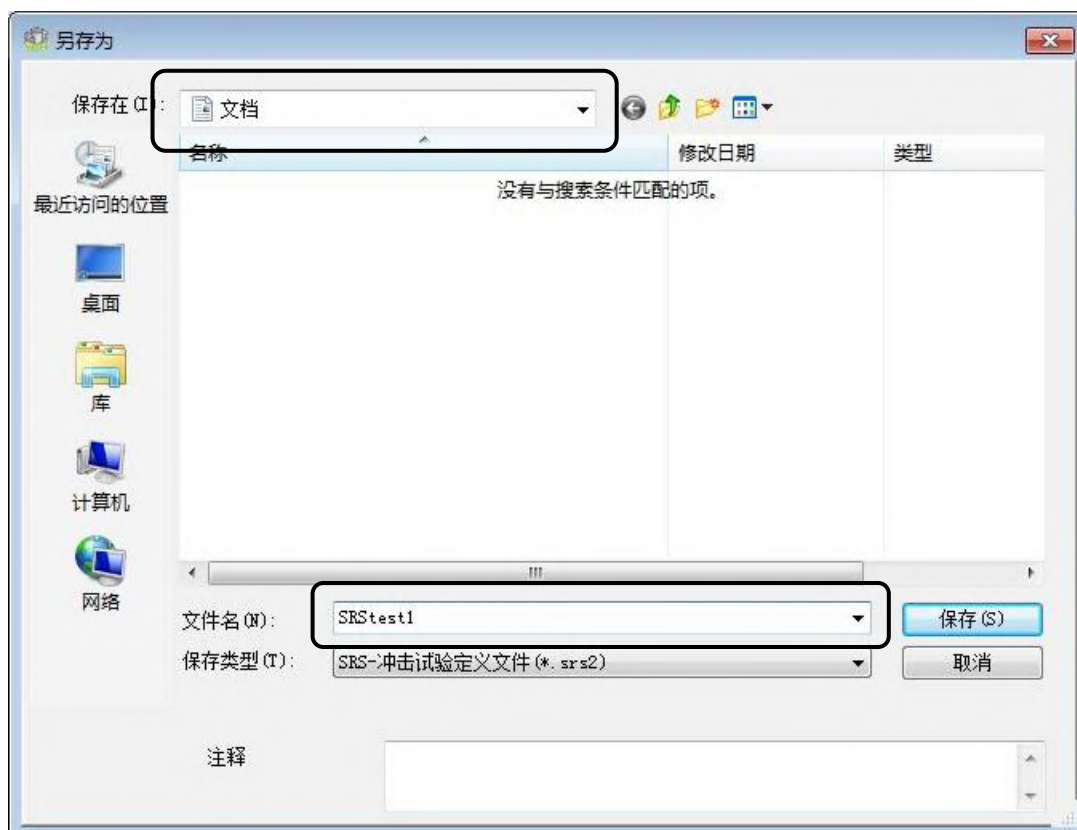
<Step20>

将定义后的试验信息保存到试验文件中。



请点击[试验保存]按钮。

将表示如下的对话框，请指定任意的保存场所并输入文件名。

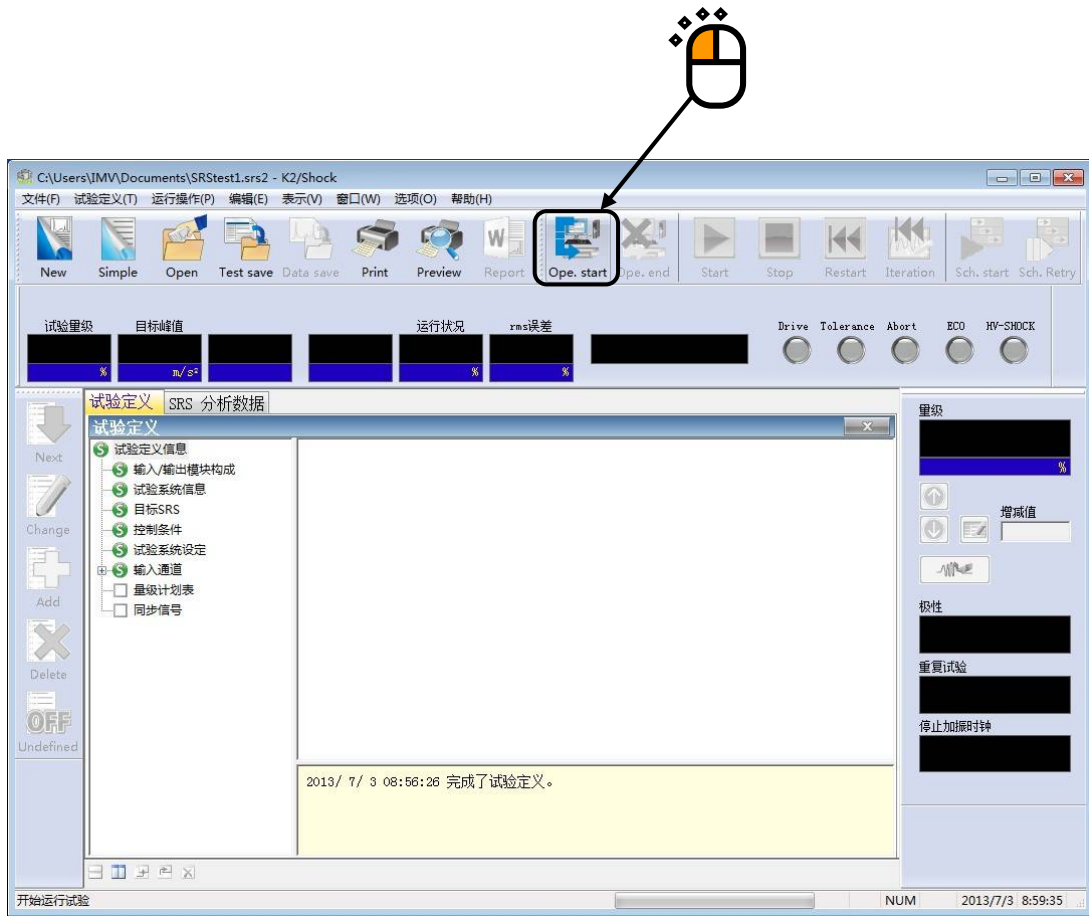




< 试验的运行 >

< Step1 >

按下[运行开始]按钮。

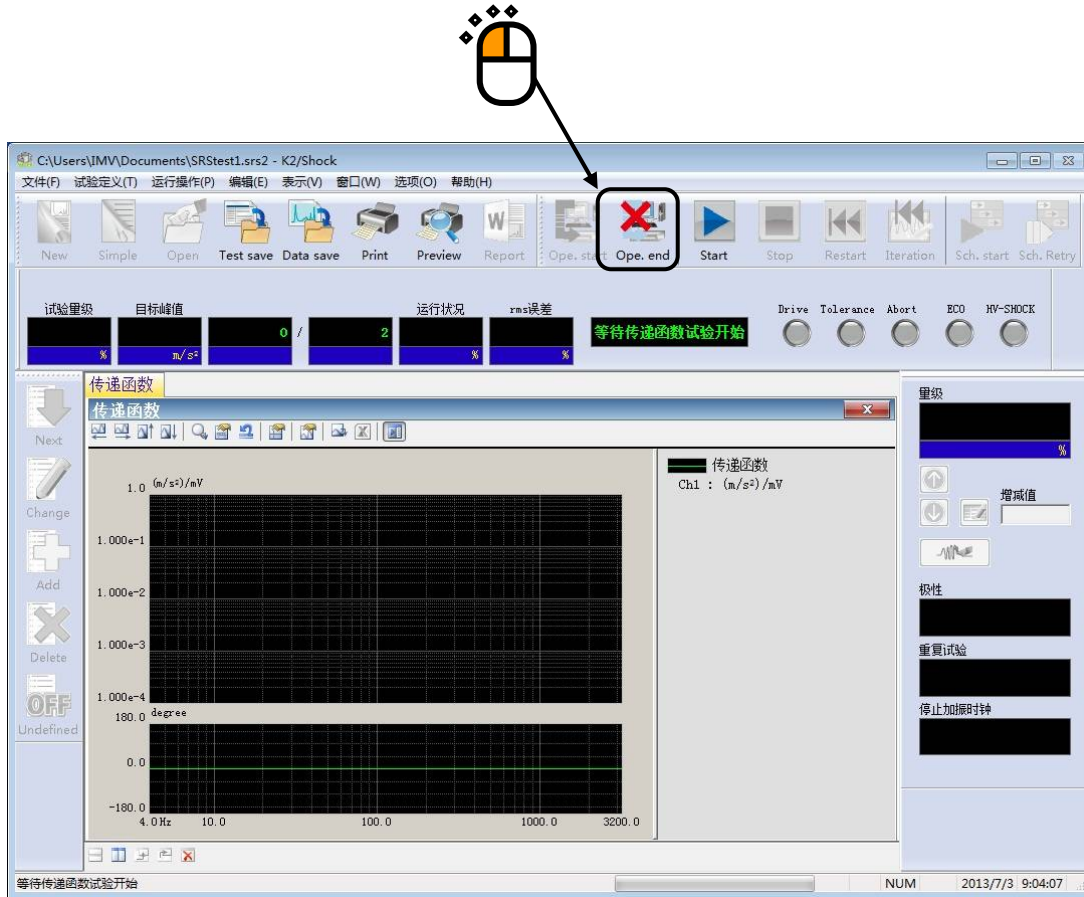




<Step2>

测定控制系统的传递函数。

按下[传递函数测定]按钮。

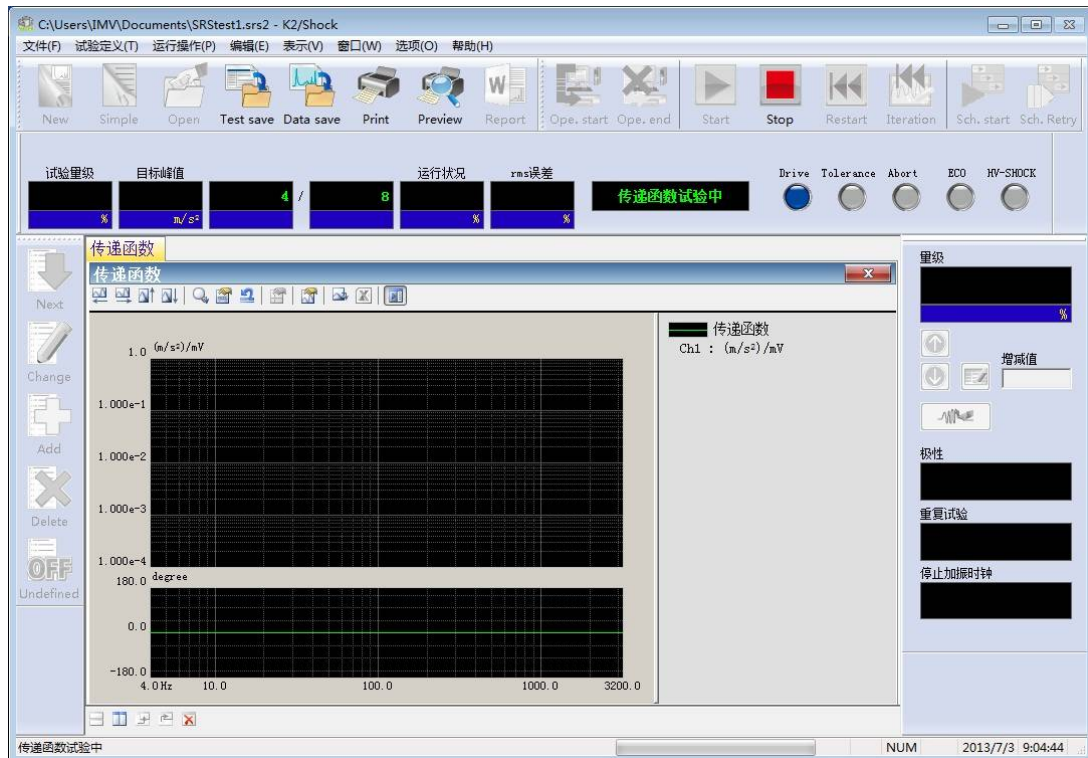


<Step3>

进行环检和传递函数测定。

传递函数测定结束后，自动进入驱动生成等待状态。

另外，想中途中止传递函数测定时，请按下[中止]按钮。

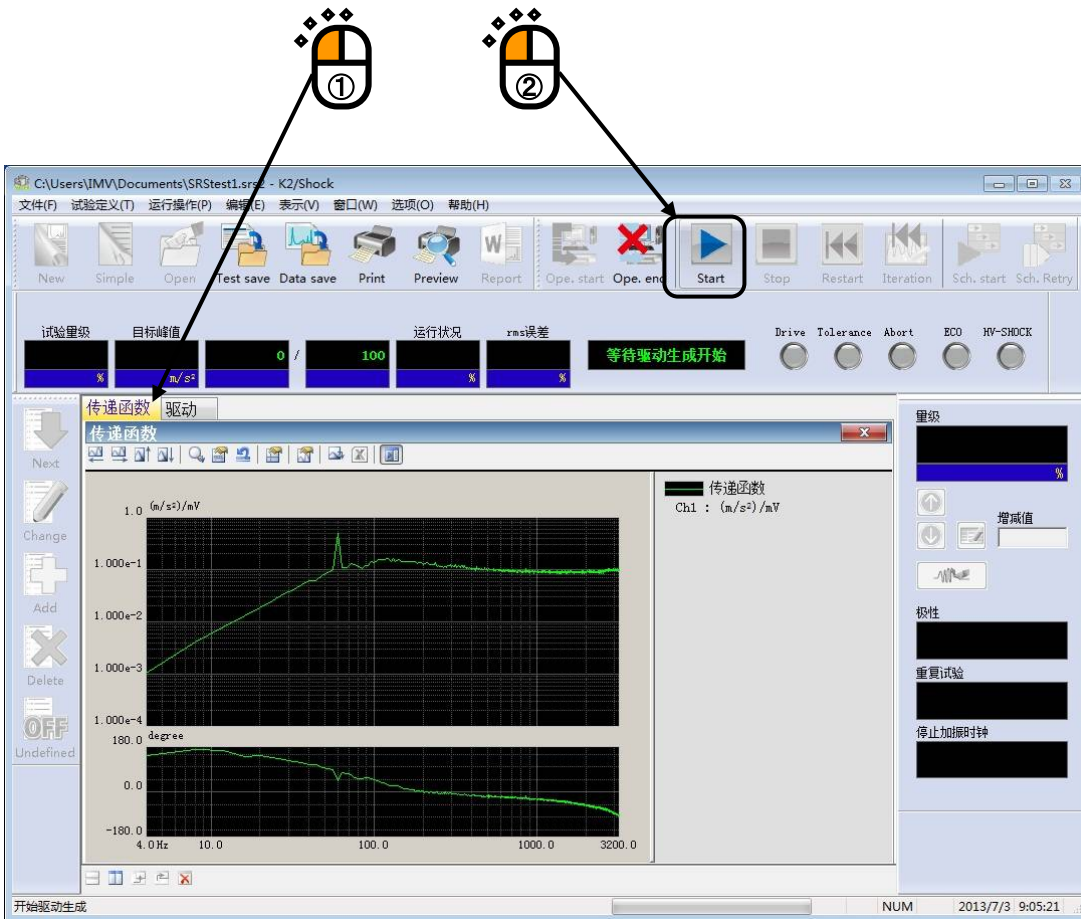


<Step4>

传递函数测定结束后，传递函数图形将被表示。

确认传递函数正常后，生成驱动波形。

按下[驱动生成]按钮。



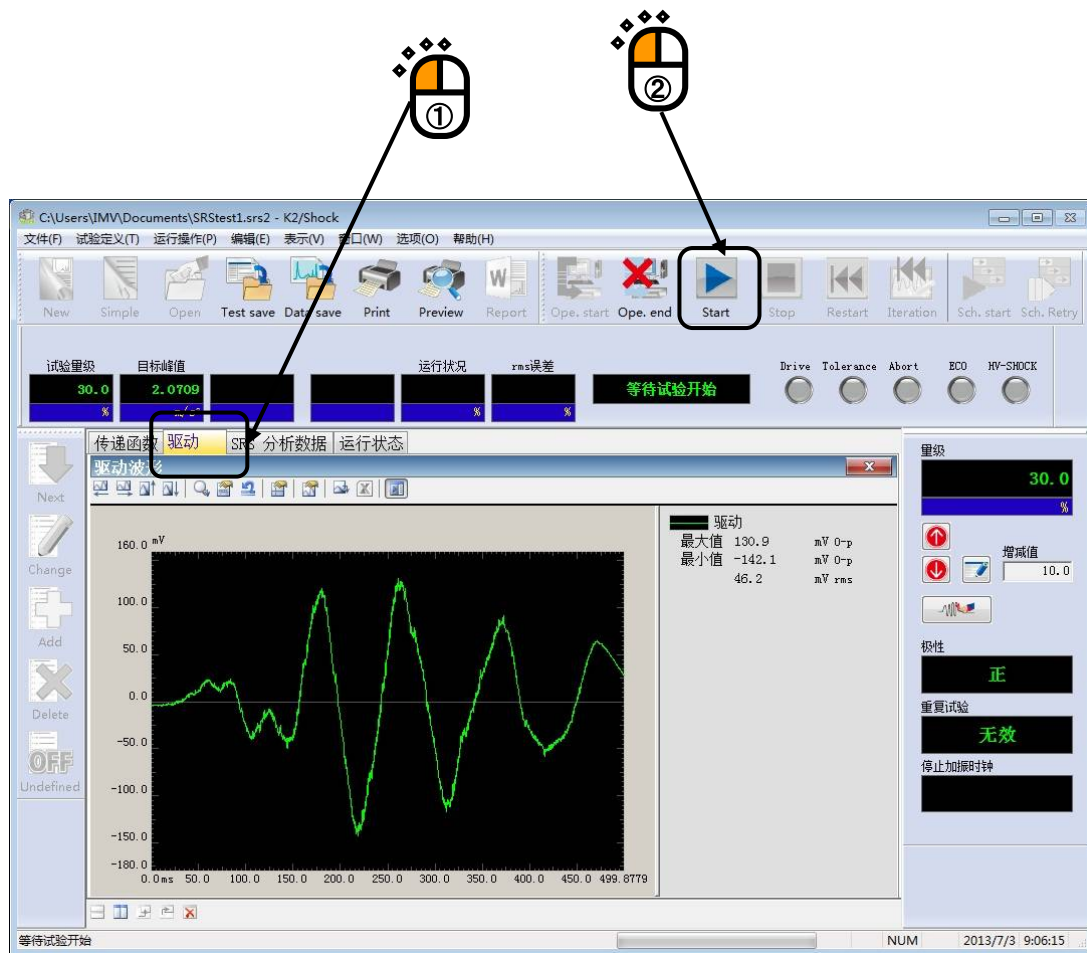
### <Step5>

驱动生成结束后，进入试验可能状态。

在运行状态界面中，将表示试验量级和目标波形的峰值量级。

此例中，最初进行 30% 试验，由于初始量级设定在 30%，所以没有必要进行修改。

确定了驱动波形和试验量级以后，按下[试验开始]按钮，开始试验。



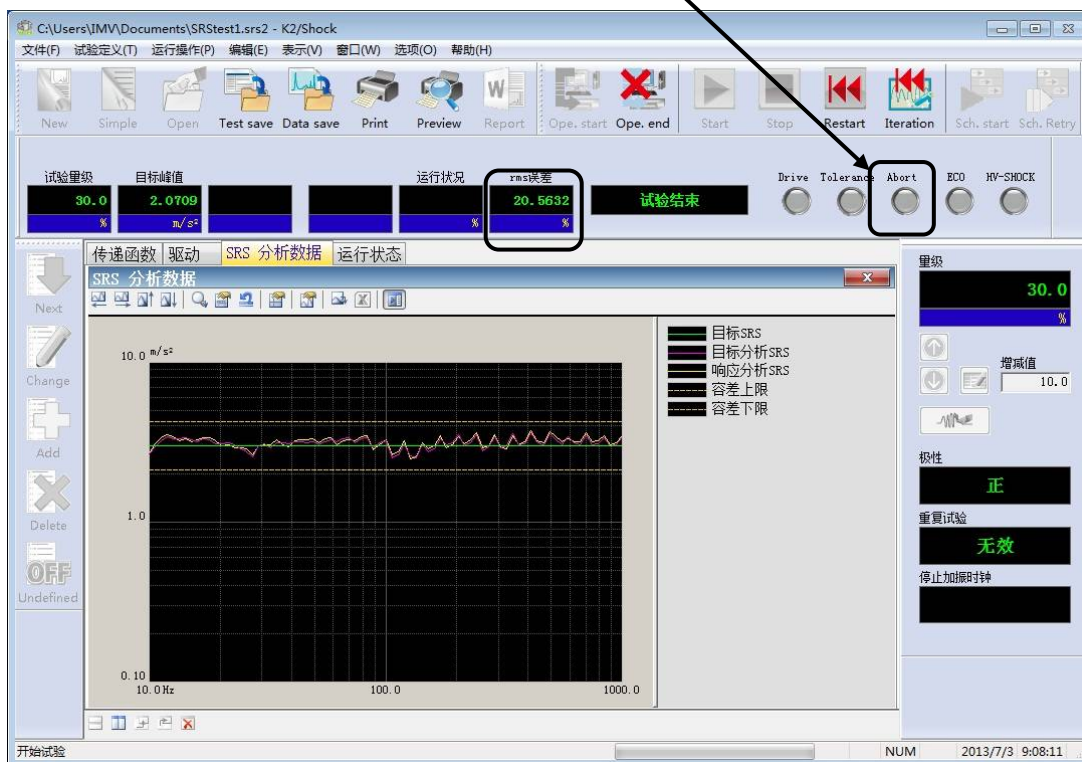
<Step6>

试验结束后，进入试验结束状态。

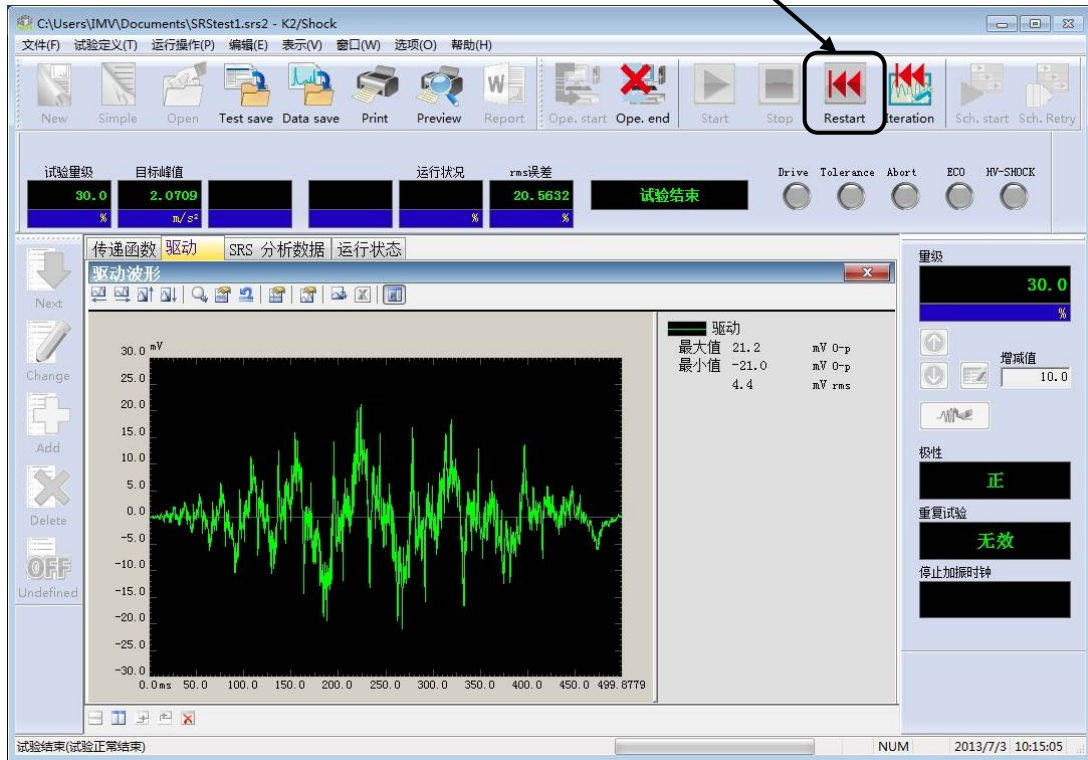
在运行状态界面中，将表示控制误差 rms 和容差检测的结果。

在 SRS SHOCK 试验中的容差检测，以响应分析 SRS（控制响应波形的 SRS 分析结果）进行判断。

容差检测的结果不通过时，红灯亮。



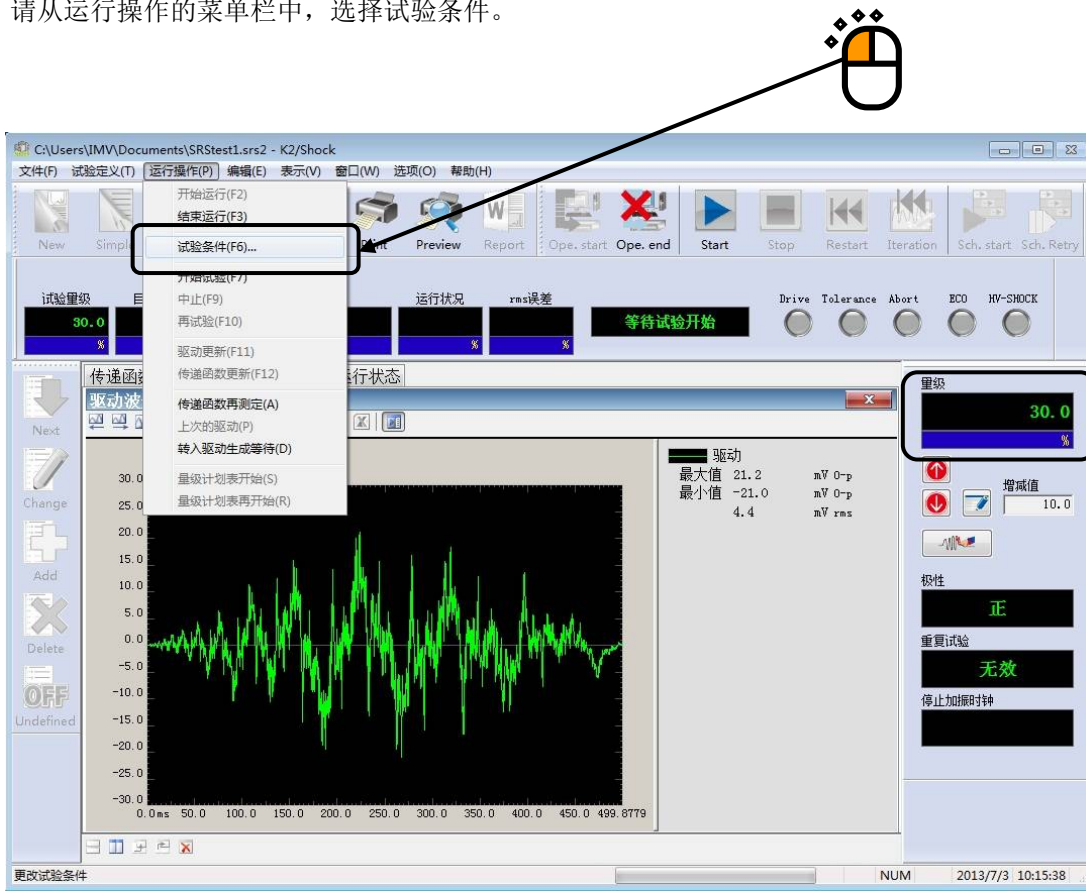
进行响应波形的确认，没有异常时，根据试验结果进行驱动波形的修正。  
请按下[驱动更新]按钮。





<Step7>

确认驱动波形后，将试验量级修改为 100%。  
请从运行操作的菜单栏中，选择试验条件。



<Step8>

设定[试验量级]为 100%，然后按下[确定]按钮。



<Step9>

试验量级的修改结束后，运行状态界面的试验量级和目标波形的峰值量级将被改写。驱动波形也根据量级进行相应的修改。

确认了驱动波形和试验量级之后，按下[试验开始]按钮，开始试验。



The screenshot displays the software interface for a shock test. The main window title is "CAUsers\JMVA\Documents\SRStest1.srs2 - K2/Shock". The menu bar includes "文件(F)", "试验定义(T)", "运行操作(P)", "编辑(E)", "表示(V)", "窗口(W)", "选项(O)", and "帮助(H)". The toolbar contains buttons for "New", "Simple", "Open", "Test save", "Data save", "Print", "Preview", "Report", "Ope. start", "Ope. end", "Start", "Stop", "Restart", "Iteration", "Sch. start", and "Sch. Retry". The "Start" button is highlighted with a red circle and a mouse cursor icon. Below the toolbar, there are several status indicators: "试验量级" (100.0), "目标峰值" (6.9030), "运行状况" (等待试验开始), and "rms误差". The "驱动波形" window is open, showing a green waveform on a black background. The waveform is labeled "驱动" and has the following statistics: "最大值 70.7 mV 0-p", "最小值 -69.8 mV 0-p", and "14.8 mV rms". The x-axis is labeled "0.0ms 50.0 100.0 150.0 200.0 250.0 300.0 350.0 400.0 450.0 499.8779". The y-axis is labeled "100.0 mV". The right side of the interface shows a "量级" (Level) control with a value of "100.0" and a "增减值" (Change Value) of "10.0". The "极性" (Polarity) is set to "正" (Positive), and "重复试验" (Repeat Test) is set to "无效" (Invalid). The "停止加振时钟" (Stop Vibration Clock) is also visible. The bottom status bar shows "开始试验", "NUM", and the date/time "2013/7/3 10:17:28".

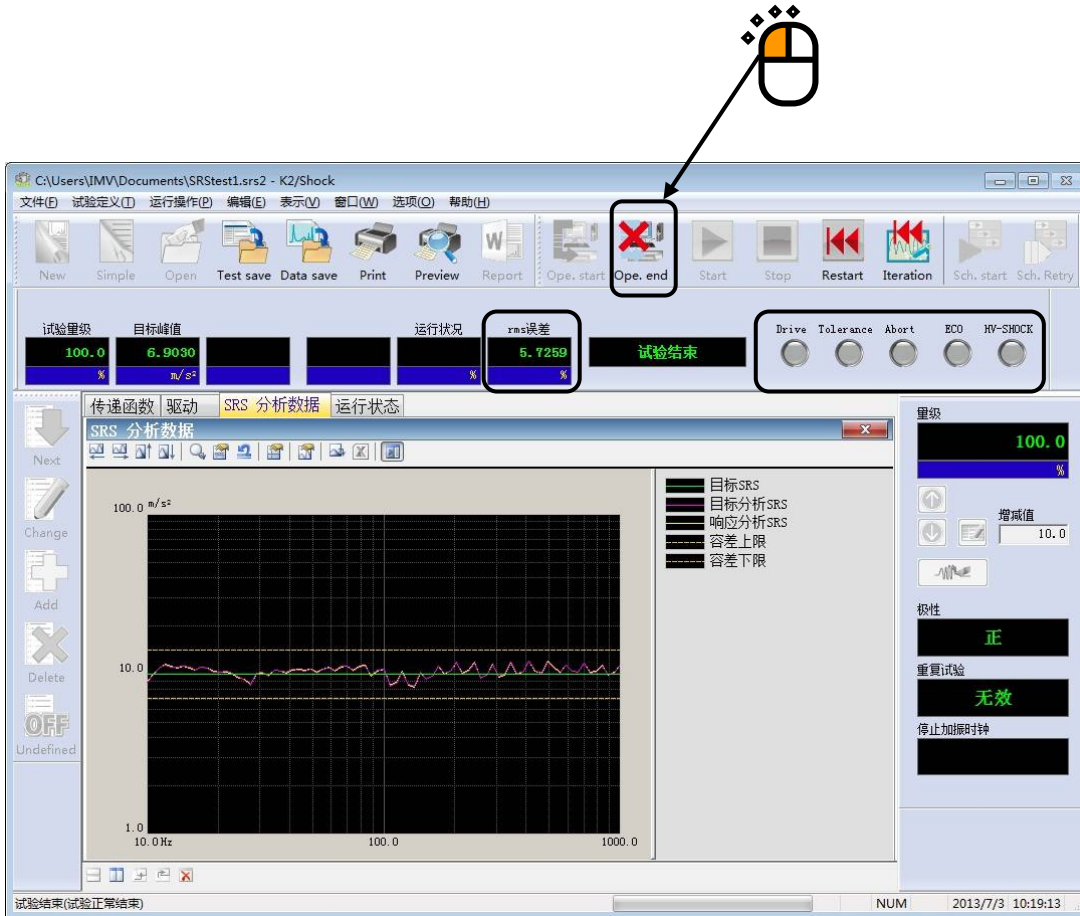


<Step10>

试验结束后进入试验结束状态。

在运行状态界面中，将表示控制误差 rms 和容差检测的结果。

按下[运行结束]按钮后，结束试验，返回试验定义模式。



## 第4章 试验的定义

### 4.1 概要

在本系统中，将运行某试验所必需的一组信息称为[试验]。

在进行某试验时，首先有必要对运行此试验的[试验]进行定义。

在本章中，将针对这个[试验]的定义的各个项目进行说明。

「试验」定义的实质就是对每种试验类别按Table4-1的信息依次进行设定。

Table.4-1 定义信息

设定信息	
(1) I/O模块构成	○
(2) 试验系统信息	○
(3) 目标波形	○
(4) 控制条件	○
(5) 试验系统设定	○
(6) 输入通道	○
(7) 量级计划表	△
(8) 同步信号	△
(9) S R S 分析条件 <sup>※</sup>	△

○：必须进行设定的信息

△：根据需要进行设定的信息

※ S R S 是可选项。

完成定义的[试验]的一组信息，可以作为既定形式的文件「试验文件」来保存。

一旦定义过的[试验]的信息作为[试验文件]保存在某处，只要加载此文件，就可以运行试验。

## 4.2 目标波形

生成目标波形。

据此决定作为试验的目标的波形。

详细信息，请参考[第5章 目标波形的定义]。

## 4.3 控制条件

设定关于控制的参数。

另外，在这些参数中有一个重要参数就是采样频率 $f_s$ 。由于已经在「目标波形」中指定，不必要在控制条件中指定。

此外，表示控制可能的最大频率的频率范围 $f_{max}$ 和采样频率 $f_s$ 有如下的关系：

$$f_{max} = f_s / 2.56$$

因此，频率范围也是在采样频率确定了时被自动决定的，没有必要在控制条件中指定。



### 4.3.1 分析谱线

#### (1) 意义

对1个帧长的波形数据(N点份)进行FFT分析时，能得到频率领域中的N/2线份的复数频谱数据，但「分析谱线」是指，将到其中的(低频率侧开始)第几条线为止的数据作为控制运行上的有效数据。

分析谱线L和FFT的点数N之间有如下的关系：

$$L = N / 2.56$$

通过指定[分析谱线]，用于表示频率坐标上的控制的粗细的 $\Delta f$ 频率分辨率将被决定。对此有如下的关系：

$$\Delta f = f_{max} / L (= f_s / N)$$

此外，帧时间T(波形数据N点的时间)和频率分辨率 $\Delta f$ 之间有如下的关系。

$$T = 1 / \Delta f \quad [\text{sec}]$$

#### <线数的选择基准>

线数的选择，请与所需控制的控制系统的传递特性结合起来选择。

要使控制成功，需要控制系统的脉冲响应的大部分处在设定的控制帧中。

控制的效果不令人满意时，请将线数的设定增加1个量级再进行尝试。

然而，没有必要的大线数设定是没有任何好处的。

环检及传递函数测定时的试验时，由于至少需要1个帧时间的试验，如果频率分辨率太细，所需要的时间也会变得过多。

另外，当试验定义中指定了[传递函数文件]的使用和[驱动数据文件]的使用时，因为有必要保持与这些数据的统一，禁止进行本项目的修改。

### 4.3.2 控制频率

#### (1) 意义

本系统的控制计算处理，一般是在频率领域中运行的，本项目是对作为控制对象的频率带宽施加了限制的。这是稍微特殊的功能，由于根据不同状况有时是不可缺少的功能，所以请在充分理解的基础上进行适当的使用。

通常，运行控制的频率带宽是  $[\Delta f, f_{\max}]$  (DC控制时是  $[0, f_{\max}]$ )，但是对此频率带宽进行限制后有时可以得到较好的控制结果。

例如，[目标波形数据中含有的频率成分中，比  $f_{\max}$  低得多的成分占大部分时，为了满足波形再现的要求，控制到  $f_{\max}/2$  为止的成分也就足够了]的时候，不将高频率段作为控制对象可以得到较好的结果

特别是因为本系统采用的驱动修正的算法对非线性的响应(本来目标波形中未含有的频率成分，在响应中出现)有效力且敏感，虽具有较好的分辨能力，反过来有时会被噪声所干扰。因此说「对于无关的频率带域，不如最初就不去看它为好」。

同样， $\Delta f$  过小时，从所使用的传感器的特性来考虑，有时将那些超低频域从控制对象中排除掉比较好。

在低频领域中对观测误差控制的不良影响，有可能伴随大位移的发生而带来极大麻烦。在这种情况下，合理进行本项目的设定是非常重要的。

作为控制对象的频率带宽，通过指定其上下限值来决定。然而，将其下限值记为  $f_1$ ，上限值记为  $f_2$  时，必须与频率范围  $f_{\max}$  有以下的大小关系：

$$0 \leq f_1 < f_2 \leq f_{\max}$$

实际上，频域的数据只存在于控制线中，所以指定的  $f_1, f_2$  的值不能被  $\Delta f$  整除时，通过四舍五入决定相应的线编号。

使用通常的压电型加速器传感器时，请将  $f_1$  的值设定在 1~2 Hz 左右。

### 4.3.3 最高参考频率

#### (1) 意义

指定对采样的波形所施加的低通滤波的截止频率。

本项目的设定值，通常与控制频率范围 $f_{max}$ 的设定值相一致，出于某种目的想设定比  $f_{max}$  小的值时，在一定的范围内，这样的设定就是可能的。

在给定的频率范围 $f_{max}$ 内的波段中进行正确的信号处理时，为了防止出现混淆 (aliasing)，有必要通过LPF来运行对输入信号的必要的波段限制，在本系统中是通过高性能的模拟处理和数字滤波器来处理。

此时，将低通滤波器的截至频率设定为与 $f_{max}$ 相匹配的值是合理的，例如目标波形数据中所含有的频率成分被限定为比 $f_{max}$ 低很多的成分时，在响应数据的观测中也是一开始就除去了比那频率成分高的成分时，可以有效的利用此功能。

现在将最高参考频率记为 $f_{obs}$ 时， $f_{obs}$ 的可能的设定值如下所示：

$$f_2 \leq f_{obs} \leq f_{max}$$

这里 $f_2$ 是前面项目里所指定的控制对象的上限频率。

另外，这个滤波处理是数字方式的。

### 4.3.4 环检

#### (1) 意义

用于确认控制器的从输出到输入的系统是否正常连接。

环检是，在传递函数测定之前，运行通过输出试验系统设定的[初始输出电压]中所指定量级的白噪声来检查控制环是否有异常。

本项目中，环检运行时的异常检知的判断标准，从以下的3个量级中选择设定：

1. 严格               ： 设定最严格的判断基准。  
                          线性较好的试件时可以使用。
2. 标准               ： 设定允许通常可以预想到的非线性的判断基准。
3. 宽松               ： 设定允许较大的非线性的判断基准。  
                          使用'标准' 设定时无论如何也通不过环检时，请使用此设定。

#### 4.3.5 初始量级

##### (1) 意义

运行根据所指定的目标波形的试验前，以较低的试验量级来实现与目标波形相似的波形，对试件和试验系统进行[情况观察]有时候是有必要的。

此时，将作为最初的实现的目标的低量级的试验量级称为[初始量级]。

本项目，就是对此初始量级进行设定。

初始量级的指定，通过指定以目标波形的量级作为基准(100% [0dB])时的百分率的形式来运行的。

试验量级的设定修改(100%以下)，在实际试验的试验运行中可以随时进行，但是如果在本项目中预先设定了必要的值时，可以防止「不留神从100%开始试验」的错误。除了这个fool-proof(保险)的意思(因为试验量级随时都可以修改的)以外，本项目没有太大的意义。

## 4.4 试验系统设定

设定与试验·输出系统相关的控制内容。



### 4.4.1 指定初始输出电压

#### (1) 意义

指定在试验前的环检运行时的输出电压。

设定值，以[mV]为单位根据rms值来设定电压值。不指定初始输出电压时，自动设定为试验系统信息中已存储的初始输出电压值(Vrms)。

注) 初始输出电压，请设定为与所使用试验器相适合的值。

### 4.4.2 传递函数 测定时输出量级

#### (1) 意义

传递函数测定时的试验量级的指定，可以按下面的2种情况进行选择。

1. 根据输出电压进行指定
2. 根据控制对象（响应量级）进行指定

根据输出电压指定时，进行传递函数测定的试验时，指定加给试验器的驱动信号的电压量级（按rms值）。

根据控制对象指定时，指定传递函数测定的试验量级（按rms值）。

传递函数测定试验时，运行一定的试验控制，驱动输出均衡化随机波信号，以使响应测定点的响应频率成分具有较平坦的特性。本项是用于指定此驱动电压波形的量级的。

根据控制对象指定时，从环检得到的系统的增益和指定的响应量级来算出输出电压量级。

根据控制对象指定的情况下，还可以把试验量级设定为[自动]。

自动设定后，试验量级将作为目标波形峰值函数，被本系统自动决定。

这个决定试验量级的逻辑，是以用所需最小限度的低量级进行传递函数测定的方针来作成的。具体的说，试验量级(rms值)以目标波形的峰值的-20 ~ -40dB左右的大小来决定。以下给出典型例子；

目标波形的峰值振幅	传递函数测定加振量级 (rms 值)
1m/s <sup>2</sup>	0.1 m/s <sup>2</sup>
10m/s <sup>2</sup>	0.46 m/s <sup>2</sup>
50m/s <sup>2</sup>	1.36 m/s <sup>2</sup>
100m/s <sup>2</sup>	2.15 m/s <sup>2</sup>
500m/s <sup>2</sup>	6.3m/s <sup>2</sup>
1000m/s <sup>2</sup>	10m/s <sup>2</sup>

将驱动输出的频率成分，而非响应的频率成分，设定为平稳的特性时，请在「使用白噪声加振」栏内打勾。该设定在对传递函数测定时输出量进行电压指定的情况下（「以控制单位进行指定」栏内未打勾的情况下）生效。



## 4.5 输入通道

### 4.5.1 概要

本系统的输入通道有以下2种类型：

- 控制通道
- 监测通道

本系统中所使用的所有输入通道均作为监测通道来定义。因此，控制通道也能具有监测通道的功能。

控制通道是将其响应输入与预先给定的控制目标相一致作为本系统的动作目的的重要的通道。同时，可以指定的控制通道数是1个。

作为控制通道的控制对象的物理量，必须与控制量具有同样的对象。

### 4.5.2 输入通道

在输入通道的对话框里进行输入通道的设定。

设定输入通道的方法，有针对每个试验定义进行输入通道的设定方法和进行输入通道信息设定的方法。



- [追加] 增加新通道。
- [修改] 修改所选择通道的设定内容。
- [删除] 从设置信息中删除所选择的通道。
- [↑] [↓] 修改所选择的输入通道的设置顺序。  
设置顺序仅与图中表示顺序有关系。
- [未使用] 未作为控制、监测通道使用。
- [控制] 作为控制通道使用。
- [监测] 作为监测通道使用。
- [TEDS更新] 从所连接的TEDS对应IEPE传感器获得输入灵敏度，并自动设定。本功能在TYPE II的硬件有效。
- [参照] 参照保存在文件的「输入通道的定义内容」，读取该条件。
- [注册] 将所创建的「输入通道的定义内容」保存到文件并注册。

### 4.5.3 输入感度读取

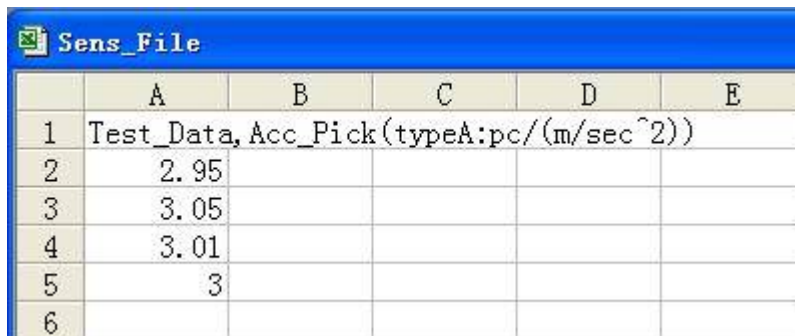
可以通过使用输入通道配置画面的输入感度读取按钮，直接从csv格式的感度数据文件中读取感度数据。

文件的格式：读取文件的格式如下。

第1行：注释行

第2行以后：感度数据

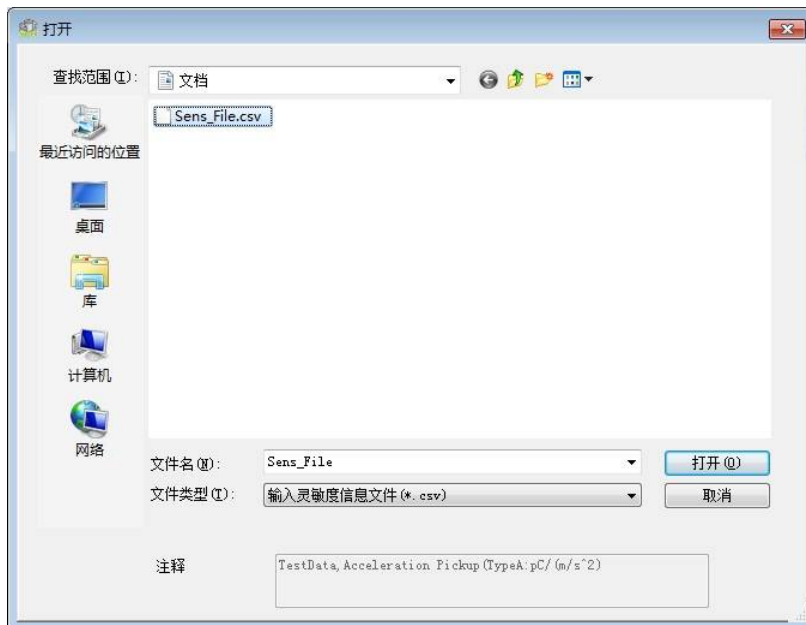
例如有如下的n行1列的数据。



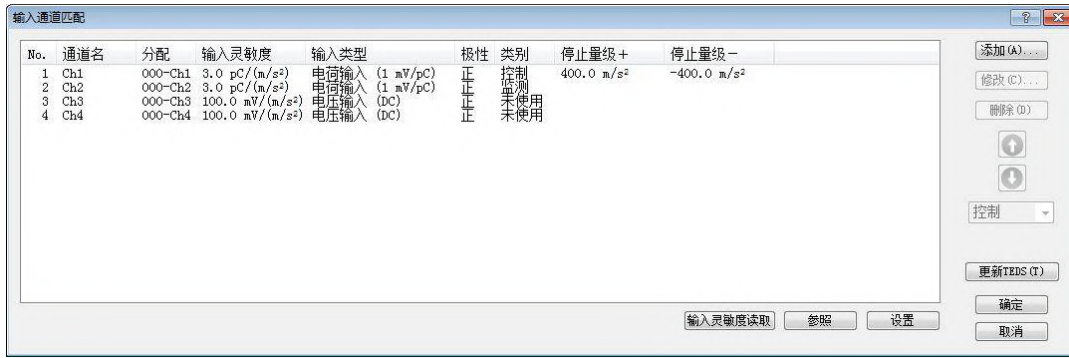
	A	B	C	D	E
1	Test_Data, Acc_Pick(typeA:pc/(m/sec^2))				
2	2.95				
3	3.05				
4	3.01				
5	3				
6					

实际的操作如下所示。

按下输入通道配置画面的输入感度读取按钮后，表示出以下的对话框。



选择文件并按下「打开」按钮后，感度信息被读入。



备注)

输入感度数据直接按照数组的顺序依次被分配到通道中。因此，如果感度数据比通道数少，超过输入感度数据个数的通道的输入感度与读取前没有变化。还有，与此相反时，当通道用完后分配就结束了。

输入感度数据文件在读取时请一定要注意关闭。处于打开状态时不能够进行读取。

## 4.6 SRS分析条件 (SRS 可选项)

如果试验类别是SRS\_SHOCK以外的试验，在SRS分析监测响应时设定其分析条件。

另外，试验类别是SRS\_SHOCK的试验时，可以进行SRS分析，此时的分析条件与目标SRS的定义中所设定的条件相同。

<操作步骤>

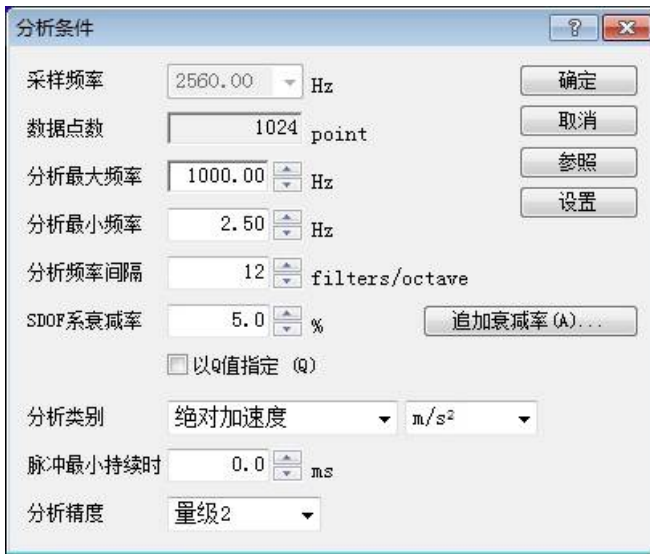
<Step1>

选择[SRS 分析条件]，按下[定义]按钮。



<Step2>

定义[SRS分析条件]。



另外，因为采样频率 $f_s$ 和数据点数已经在[目标波形]中被指定了，不必要在SRS分析条件中指定。

#### 4.6.1 分析最大频率

(1) 意义

指定运行SRS分析时的频率领域的最大值。

下一项目里指定的分析最小频率和分析最大频率的区域内对每个分析频率间隔进行SDOF的匹配，算出各系统的响应来求SRS。

#### 4.6.2 分析最小频率

(1) 意义

指定运行SRS分析时的频率领域的最小值。

分析最小频率和前一项目指定的分析最大频率的区域内，对下一项目指定的每个分析频率间隔进行SDOF的匹配，算出各系统的响应来求SRS。

#### 4.6.3 分析频率间隔

(1) 意义

指定为运行SRS分析而准备的SDOF共振系统滤波器群匹配的密度。

也就是说，本项目是指定在1个倍频中将设定的SDOF滤波器的个数(filters/octave)。

SDOF滤波器的总数，是根据本项目的指定值和分析最小频率/分析最大频率的指定值来决定，其总数的最大值是256。

#### 4.6.4 SDOF 系统衰减率

(1) 意义

是为SRS分析运行而准备的SDOF共振滤波器群的衰减率，对全部滤波器设定共通的值。

$$\zeta = \frac{C}{C_c}$$

这里、 $C_c$ 是SDOF系的临界衰减系数；

$$C_c = 2\sqrt{mk}$$

一般来说Q值和衰减率 $\zeta$ 之间有如下的关系。

$$Q = \frac{1}{2\zeta}$$

#### 4.6.5 分析类别

(1) 意义

定义SDOF的类别，即指定算出的输出波形的类别。

可以选择

- a. 绝对加速度输出波形
- b. 相对位移输出波形

其中的任何一项。

#### 4.6.6 脉冲最小持续时间

(1) 意义

是指输入波形的实质性的结束时刻，是在SRS分析运行的过程中，单个脉冲信号的持续时间。

因此，本项目的指定，会对获得的SRS数据带来较大的影响，不过，**maxima SRS不会受到本项目的**  
**影响。**

#### 4.6.7 分析精度

(1) 意义

在算出来自SDOF的输出波形时，选择模拟演算实行的精度。

可以从「量级1」到「量级5」的5个量级中选择，量级的数字越大，精度就越提高，为此运算时间就会(大体上是指数函数的)增加。

interpolation运行的计划表，结合各SDOF的谐振频率，自动的决定。

衰减率<10%的通常情况下，以'量级2'就可以获取充分的精度。

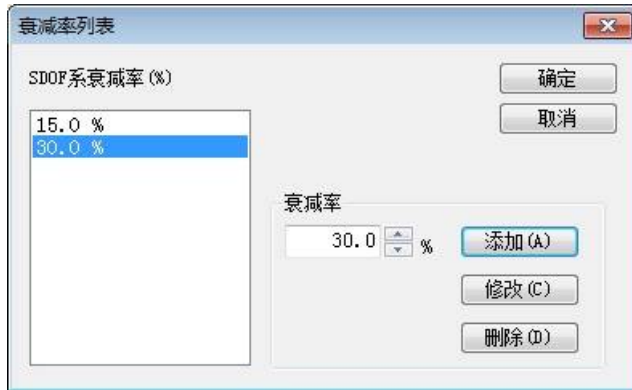
#### 4.6.8 衰减率追加

(1) 意义

以“4.6.4 SDOF衰减率”中指定的衰减率以外的复数的衰减率来同时进行SRS分析。但是，复数的衰减率的SRS分析中仅进行**maxima SRS**分析。

想指定复数的SDOF衰减率时，请按下[衰减率追加]按钮。

按下[衰减率追加]按钮后，会表示以下的对话框，请按下[追加]按钮并输入SDOF衰减率。



## 4.7 量级计划表

对试验量级计划表化后进行试验。

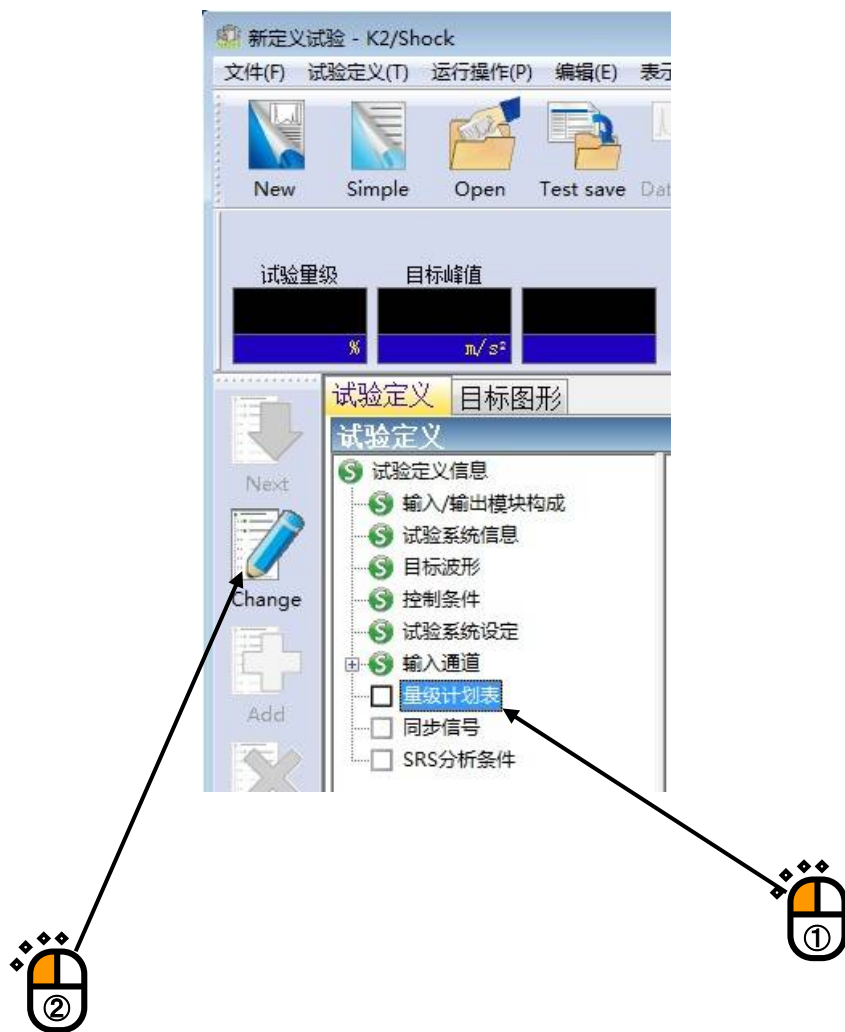
在量级计划表的各计划表项目中，设定试验量级/试验次数/反复等条件。

试验开始时，由于要选择是按通常操作进行试验还是按量级计划表进行试验，所以即使定义了量级计划表，也有可能按通常操作进行试验。

<操作步骤（定义）>

<Step1>

选择[量级计划表]，按下[定义]按钮。





<Step2>

定义[量级计划表]。



通过使用以下的按钮，进行计划表项目的设置。

[ 追加 ]： 设置新的计划表项目。

进行量级和试验次数等的设定，按下本按钮后，在框内表示相应的值，计划表项目被设置。

[ 修改 ]： 修改已经设置过的计划表项目的内容。

(用鼠标等)选择作为修改对象的计划表项目，进行对象处的修改，按下本按钮。

[ 删除 ]： 删除已经设置过的计划表项目。

(用鼠标等)选择作为删除对象的计划表项目，按下本按钮。

#### 4.7.1 量级

(1)意义

指定试验量级。

#### 4.7.2 试验次数

(1)意义

指定试验次数（反复试验的次数）。

计划表运行后，运行本项目中所定义的次数的反复试验。

另外，试验次数中不包括反复处理的试验次数。

#### 4.7.3 试验间隔（反复间隔）

(1) 意义

指定反复加振的时间间隔。

#### 4.7.4 极性

(1) 意义

指定加振的极性（加振方向）。

#### 4.7.5 运行反复处理

(1) 意义

运行在试验次数中指定的次数的反复试验前，指定是否导入容差检测和反复处理。

选择了本项目时，运行反复试验前，进行容差检测，容差检测不通过时，运行反复处理。

容差检测通过时，结束反复处理，运行反复试验。

##### 4.7.5.1 最大反复次数

(1) 意义

运行反复处理时，指定其最大次数。

##### 4.7.5.2 循环处理失败时停止计划表。

(1) 意义

即使按最大反复次数运行了反复处理，容差检测仍不通过时（循环处理失败时），指定计划表处理是否停止。

选择了本项目时，反复处理失败时，停止计划表进入试验结束状态。

没有选择本项目时，即使反复处理失败，也不停止计划表，而是转到反复试验的阶段。

#### 4.7.6 暂停计划表

(1) 意义

在该计划表项目的试验(反复试验)结束时，指定是否自动的进入到下一个计划表项目。

选择了本项目时，该计划表项目的试验结束后，计划表暂停，进入等待操作员指令状态。

## 4.8 同步信号

### 4.8.1 概要

利用外部机器从本系统输出某种同步信号。

使用同步信号，与控制用驱动信号（目标波形信号）同步，可以以特定的时刻输出一定的DC电压。

做为同步信号输出通道的数目是1个，可以指定控制用输出通道以外的任意的输出通道。

### 4.8.2 基本操作例

<例题>

与目标波形同步，输出100ms~200ms范围的，5V的同步信号。同步信号用输出通道使用Ch2。

<操作步骤>

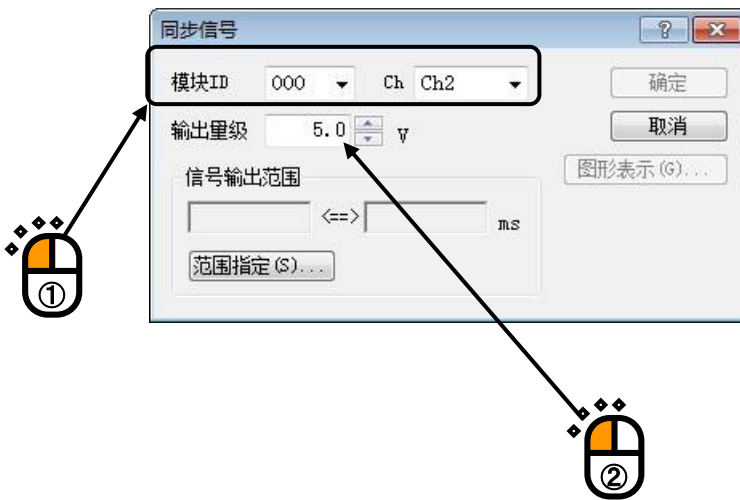
<Step1>

选择[同步信号]，按下[定义]按钮。



<Step2>

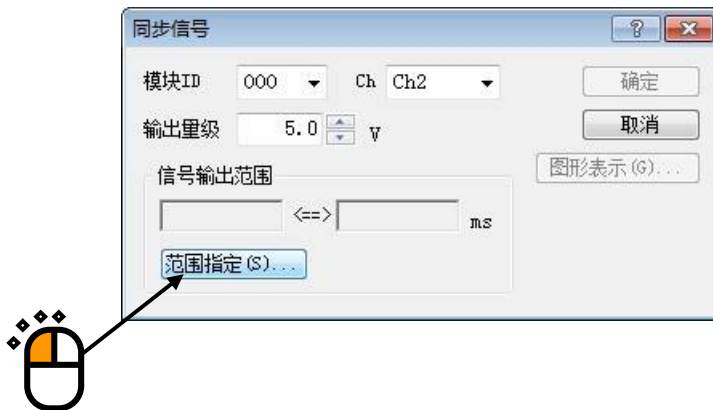
设定输入「模块ID」和输出通道「Ch2」，设定输出量级为「5V」。



<Step3>

按下[范围指定]按钮指定输出范围。

按下[范围指定]按钮后，范围指定的画面会表示出来。

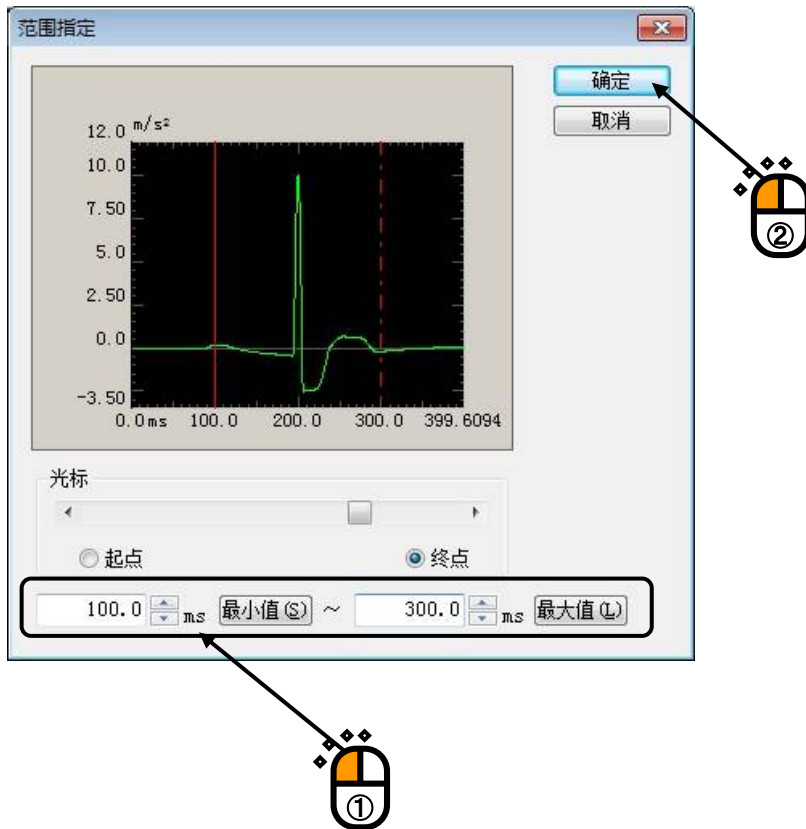


<Step4>

输入始点为[100ms]，终点为[300ms]，按下[确定]按钮。

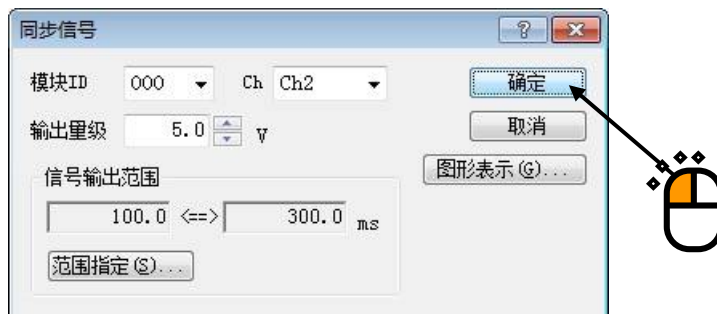
但是，由于实际的信号输出的时间间隔由采样频率来决定，这里所指定的值，会被取整为最接近的实际输出时间。

按下[确定]按钮，返回同步信号的定义界面。

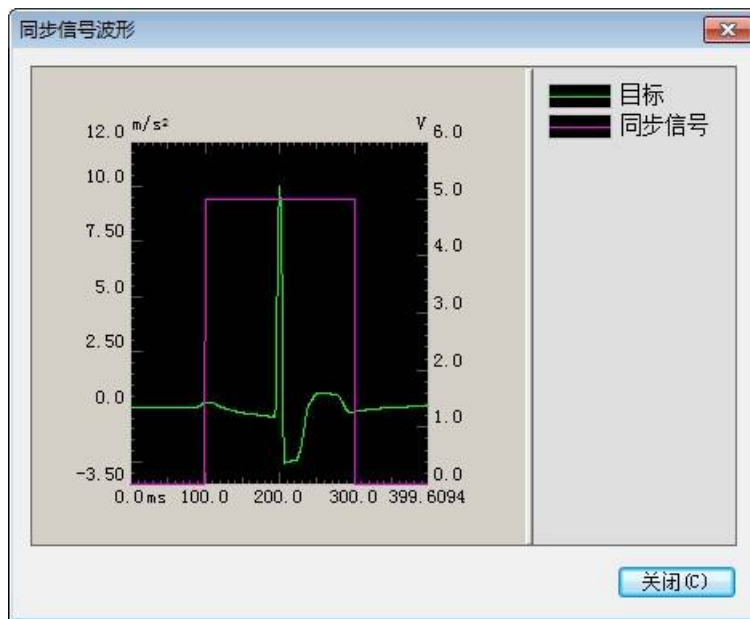
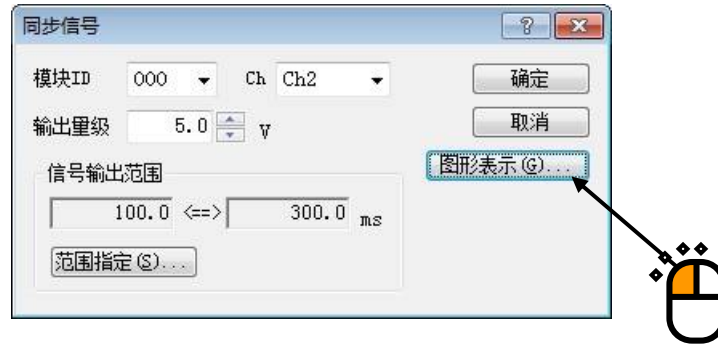


<Step5>

按下[确定]按钮。



这里，按下[图形表示]按钮后，会表示定义的同步信号和目标波形。



## 4.9 驱动更新

### 4.9.1 概要

驱动更新，是在加振完成的状态下，希望实现控制精度更佳的加振时实行的，它就目标波形数据和控制响应数据进行比较，并为减小两者间的差值而对驱动波形数据进行校正。

### 4.9.2 基本操作例

<操作步骤>

在加振完成状态下，按下「驱动更新」按钮。



## 4.10 传递函数更新

### 4.10.1 概要

传递函数更新，是在加振完成的状态下，希望实现控制精度更佳再加振时而实行的，是从实际的驱动波形与响应波形再生成传递函数。在实行传递函数更新之后，根据是否实行驱动数据的再生成而分为2种模式。

- 实行再生成：

由更新后的传递函数和目标数据，生成新的驱动数据。从加振完成状态切换为加振等待状态。

- 不实行再生成：

仅实行传递函数的更新，返回至加振完成状态。如果在此实行驱动更新（参照4.9），则可使用更新后的传递函数实行驱动数据的更新。

### 4.10.2 基本操作例

<操作步骤>

<Step1>

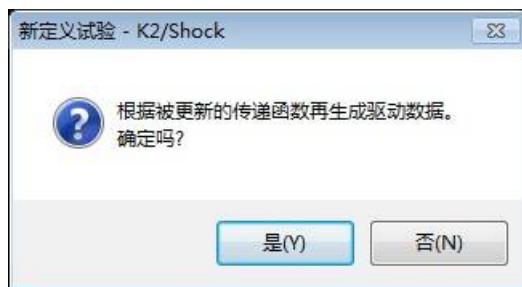
在加振完成状态下，从「运行操作」菜单下选择“传递函数更新”。





<Step2>

选择是否进行驱动数据的再生成。



- 再生成驱动数据的情况下  
以新制成的传递函数为基础制作驱动，并且返回至加振开始等待状态。
- 不实行再生成驱动数据的情况下  
仅实施传递函数的更新，返回加振完成状态。之后的处理请参照「4.9 驱动更新」。

## 4.11 驱动编辑

该功能是一种直接编辑使振动试验机驱动的驱动信号的功能。因此，根据编辑内容之不同，有可能导致控制结果不佳，故请在编辑时加以注意。

### 4.11.1 概要

驱动编辑是一种将已有的驱动变更特定的频率带域的成分量级，并且以其波谱数据为基础编辑驱动波形的功能。在运行编辑时有如下2种模式：

- 制作每个具有适当量级的频率的权重式样（取0~1的数值），并且将该权重作为滤波器而生成波形的场合。此外，该频率权重可适用于任何时间区间。
- 直接指定特定频率的PSD水准，生成波形的场合。

该编辑功能可在加振开始等待状态时实行。

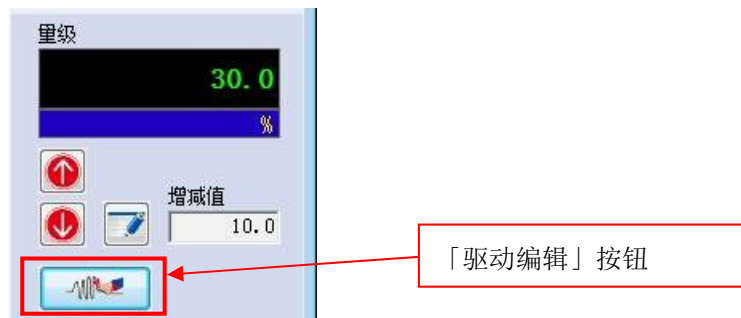
- \* 1) 任一场合均不可指定超过原频率成分的量级值。
- \* 2) 由于是使用 FFT 进行演算，所以会出现所适用的时间区间与设定的区间不同的情况。

### 4.11.2 指定频率权重因子的场合

<操作步骤>

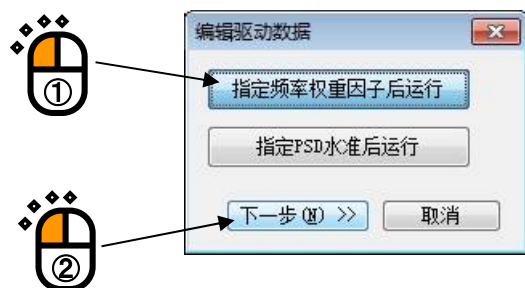
<Step1>

将手动操作面板的「驱动编辑」按钮设为处于有效状态。



<Step2>

按下手动操作面板的「驱动编辑」按钮，将会显示如下对话框。在此选择「指定频率权重因子后运行」，然后按「下一步」按钮。



<Step3>

显示驱动编辑画面，设定必要的项目。步骤如下，

①设定频率权重及其适用区间。

- 指定中心频率、量级、带宽、以及斜坡宽度，并设定频率权重。
- 决定起点和终点，并设定适用区间。

②按下适用按钮。

(根据需要重复①②的操作。)

驱动编辑(指定频率权重因子)

数据名

驱动

250.0 mV

0.0

-250.0

0.0 sec 5.0 9.9988

波形线

原波形

PSD

10000.0 mV<sup>2</sup>/Hz

100.0

1.0

1.000e-2

1.000e-4

1.000e-6

0.80 Hz 10.0 100.0 320.0

光标

起点

终点

0.0 ms 最小值(S) ~ 9998.779 ms 最大值(L)

频率(Hz) 水准 带宽(%) 斜坡宽度(%)

删除(D)

设定量纪

中心频率 Hz

量纪

带宽 %

斜坡宽度 %

添加(A)

修改(R)

水准

1.20

1.0

0.50

0.0

0.80 Hz 10.0 100.0 320.0

适用

上一步 还原到初始值 确定 取消

①适用区间的设定

①频率权重的设定

2

<Step4>

举例而言，对于数据名为“Out1”、且以10[Hz]和50[Hz]的正弦波所构成的驱动信号，在3~7[sec]的区间进行去除10[Hz]的正弦波的处理。

①设定适用区间。

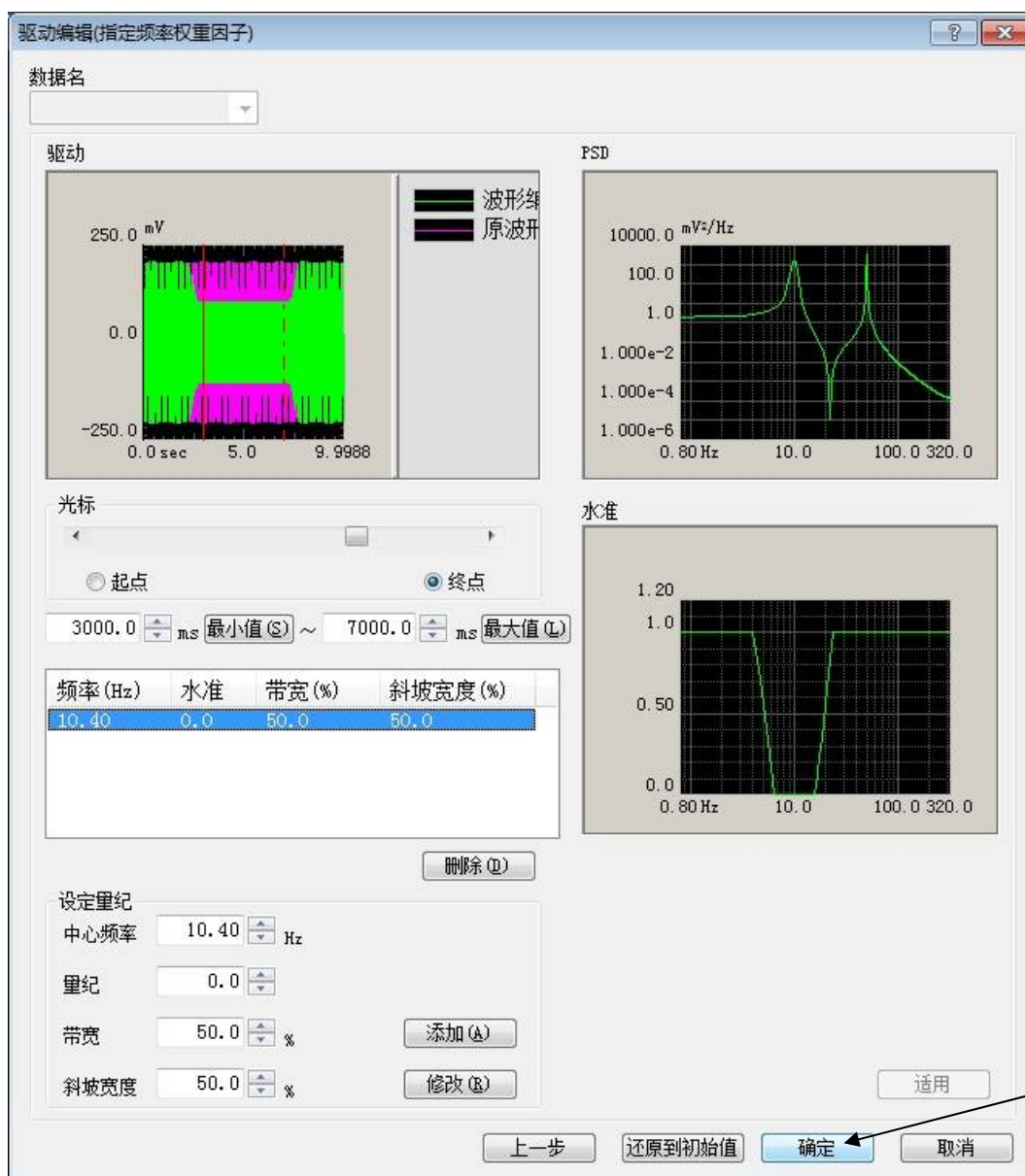
在「起点」输入3000[ms]、「终点」输入7000[ms]。

②设定频率权重。

在「中心频率」输入10[Hz]、「量级」输入0、「带宽」输入50[%]、「斜坡宽度」输入50[%]，然后按下「追加」按钮。

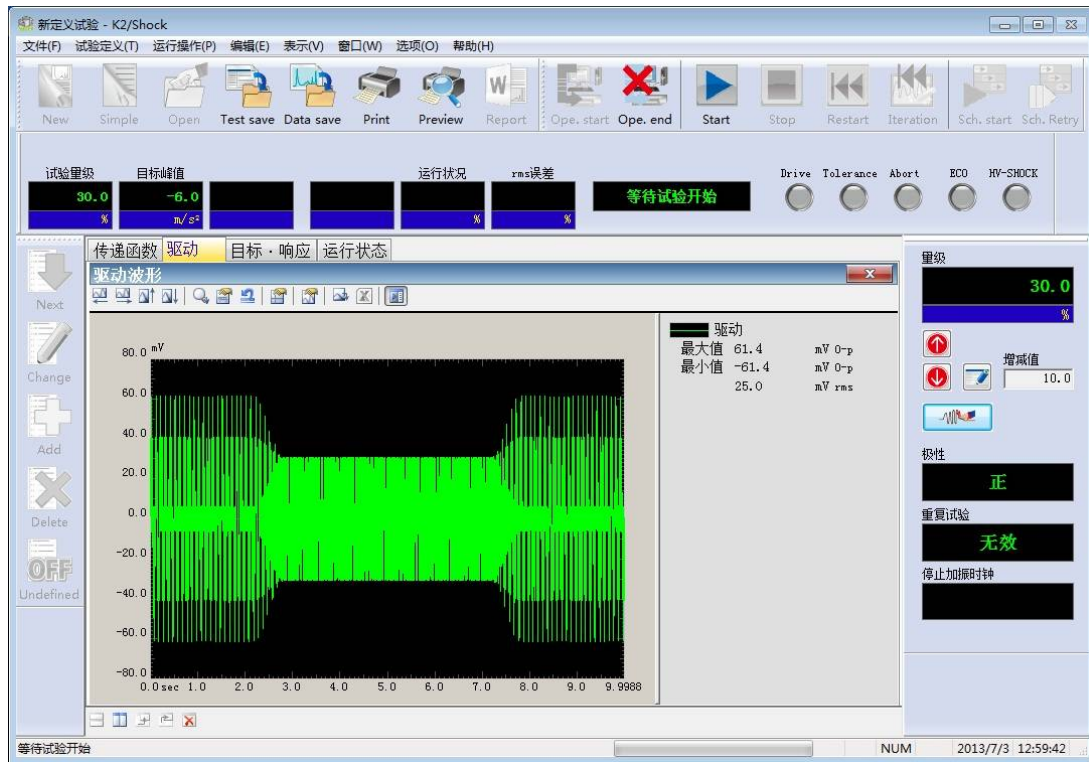
③按下「适用」按钮。

按下适用按钮之后就会以制作好的式样为基础生成波形，确认编辑后的驱动波形和PSD，如果没有问题，就按下「确定」按钮。



<Step5>

- 在加振等待状态下进行编辑的场合  
在驱动信号的图表中显示编辑后的数据，可确认已发生更改。



### 4. 11. 3 指定 PSD 水准の場合

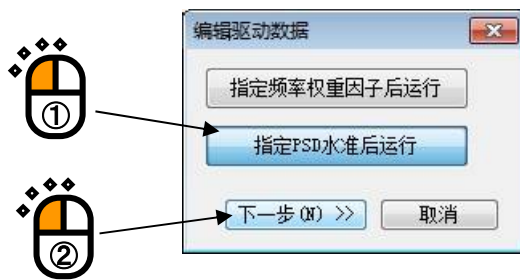
<操作步骤>

<Step1>

与前项的「指定频率权重因子的场合」相同，本项目也可在加振等待状态下进行编辑。

<Step2>

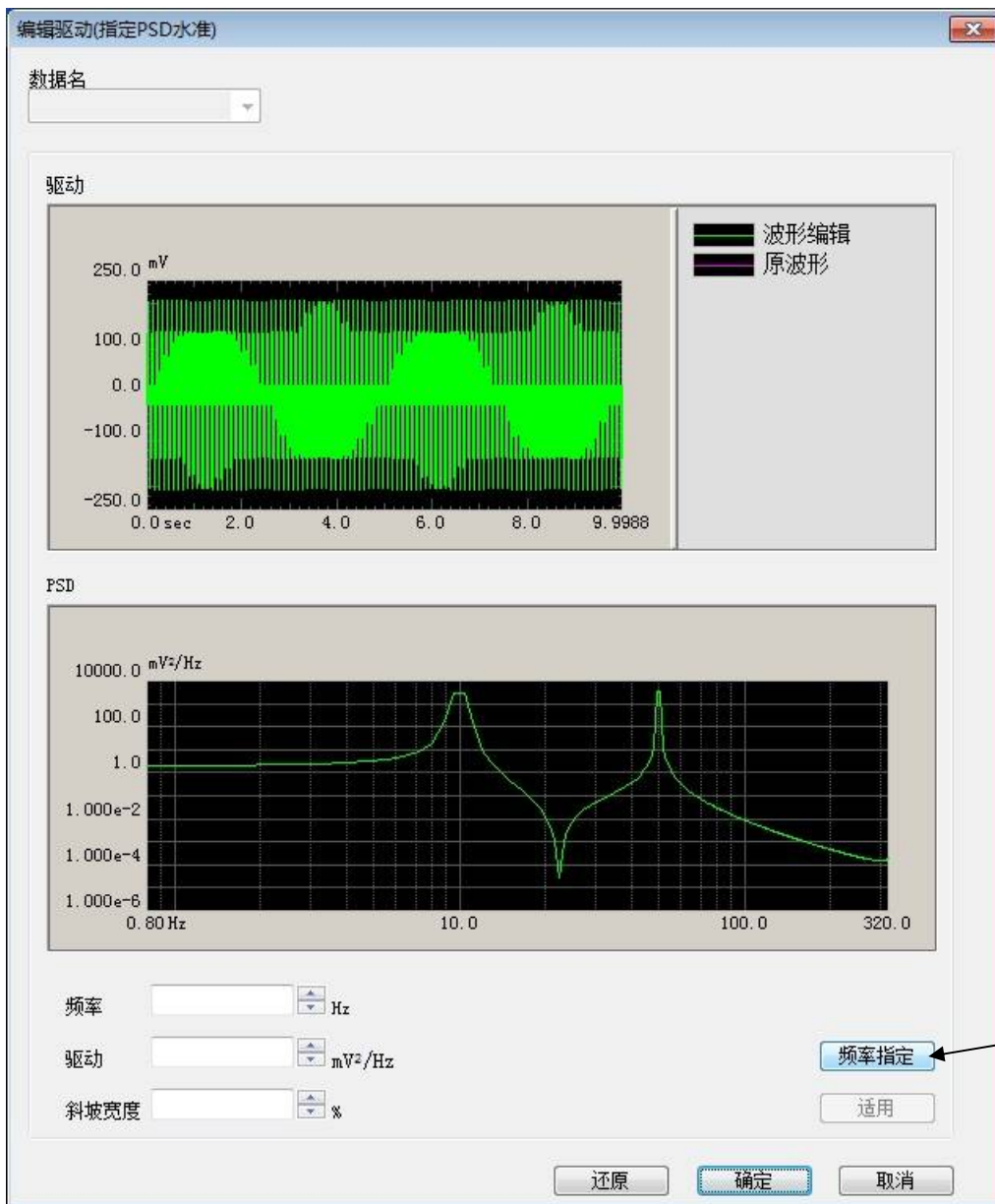
按下手动操作面板的「驱动编辑」按钮，就会显示如下对话框。在此选择「指定PSD水准后运行」，然后按「下一步」按钮。



<Step3>

显示驱动编辑画面，设定必要的项目。

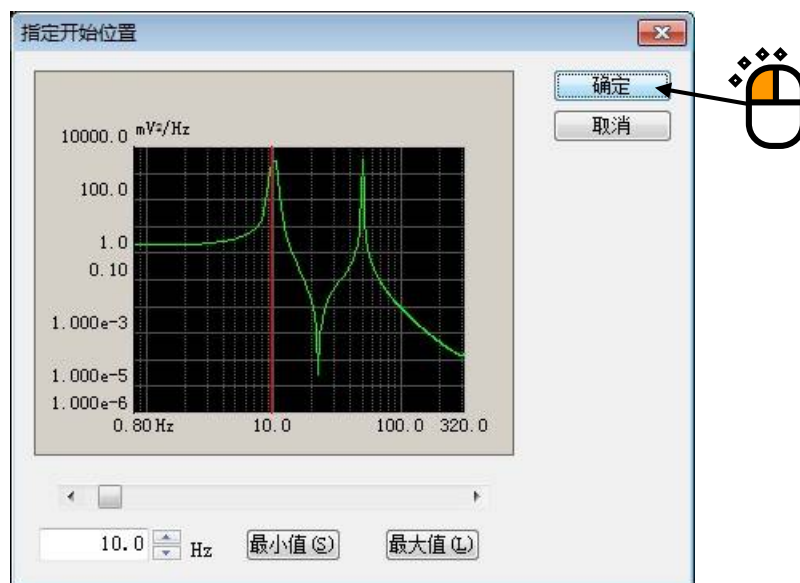
①按下频率指定按钮。





<Step4>

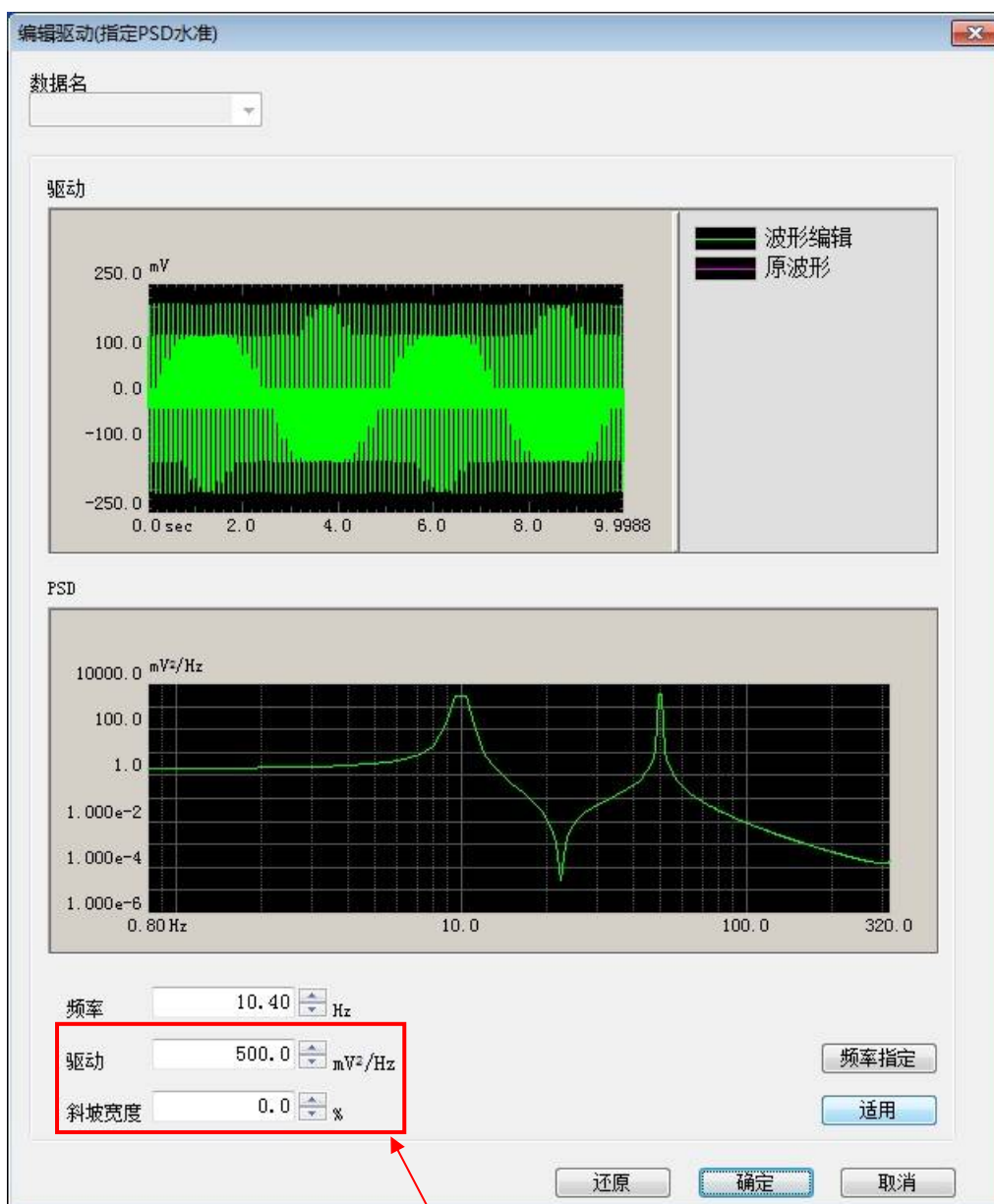
移动光标，选择想要指定的频率，并按下「确定」按钮。



<Step5>

在「驱动」处显示10Hz的PSD值，将小于该值的数值输入驱动处。不仅是在以「频率」指定之处，在使其前后的频率缓缓变化的情况下，还要在「斜坡」输入大于0[%]的值。在所指定的频率倍率发生变更时，请在「斜坡」输入0[%]。

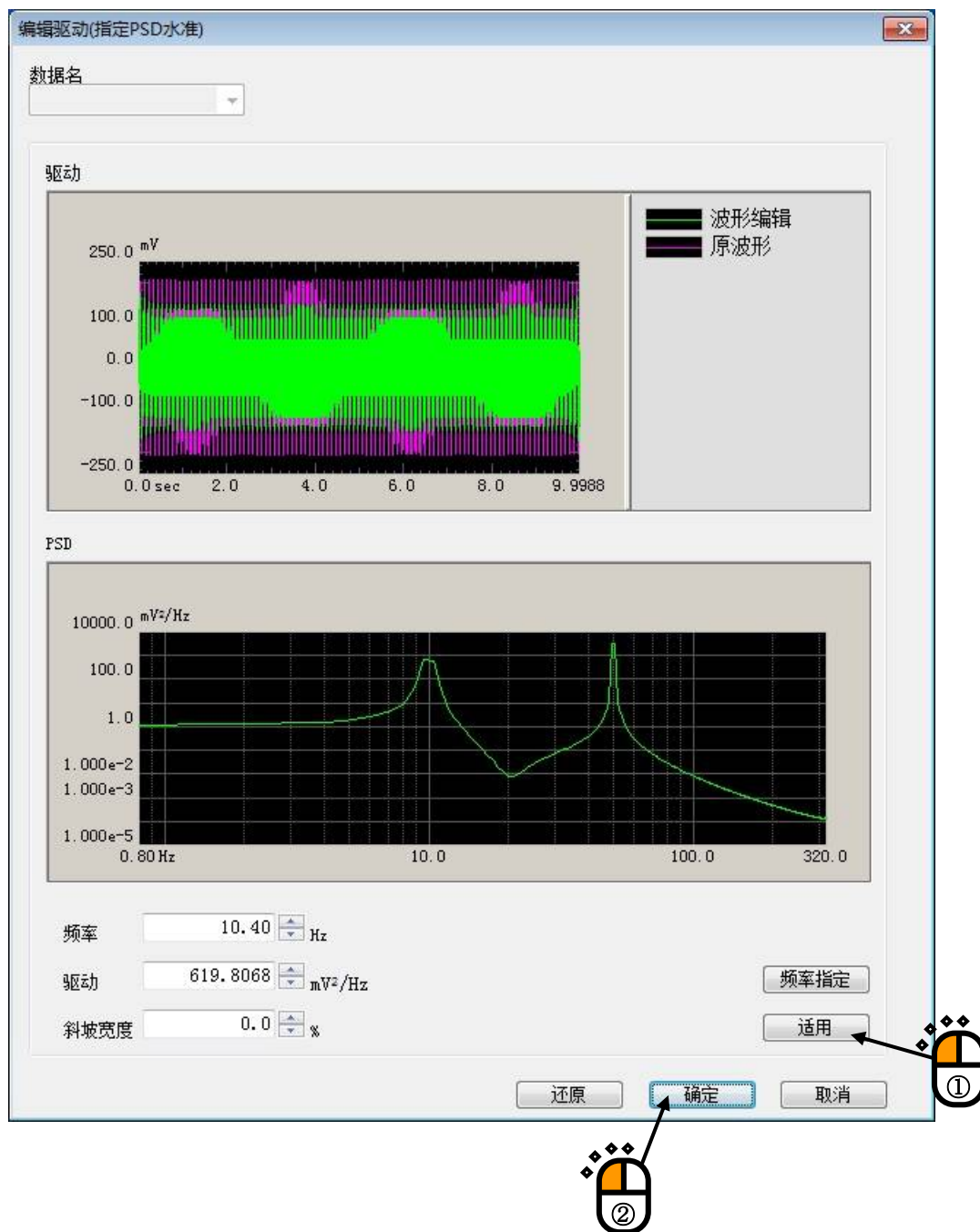
\* ) 由于演算处理的原因，不会与「驱动」中所输入的值完全一致。如果斜坡值的数值设定得较大，会获得更为接近的结果。



输入驱动的值和斜坡宽度。

<Step6>

输入各项数值后，按下适用按钮则会显示反映有PSD的水准变更的波形，如果没有问题，就按下「确定」按钮。



<Step7>

驱动信号的图表中会显示编辑后的数据，可确认已发生更改。

## 第5章 目标波形的定义

### 5.1 目标波形

生成目标波形。

作为试验的目标波形

可以定义的目标波形类别，如下所示：

- 典型冲击波形
- 测试波形
- 正弦脉冲波/正弦冲击波
- 对称补偿型定义波形

在下图的目标波形类别选择画面中，选择想定义的目标波形类别，按下「下一步」按钮后，根据各种类别表示相应定义画面。



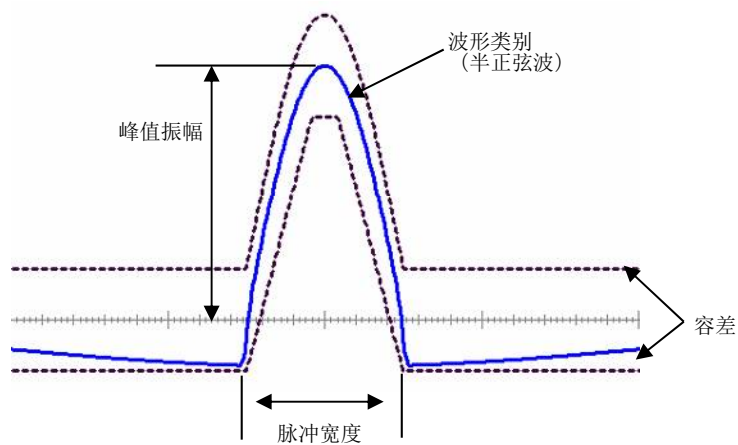
## 5.2 典型冲击波形

生成基于各种冲击试验标准所定要求的加速度波形数据。

控制量的对象限定为‘加速度’。

典型冲击 波形，是如下图的加速度波形，规定波形的形状的主要项目如下所示。

- 波形类别（半正弦波、锯齿波、梯形波等）是什么？
- 峰值振幅（峰值加速度）是多少？
- 脉冲宽度是多少？
- 容差[试验标准]（IEC-68-2-27、MIL-STD-810C等）是什么？



典型冲击波形，由3个定义画面构成。

选择典型冲击 波形后，决定

- 波形类别
- 峰值
- 脉冲宽度等的时间参数

的定义画面（1/3）被表示。

典型冲击波形(1/3)

波形类别 半正弦波

峰值 200.0 m/s<sup>2</sup>

时间参数

自动设定采样频率及数据点数(A)

采样频率

数据点数 ( 11.0 ms )

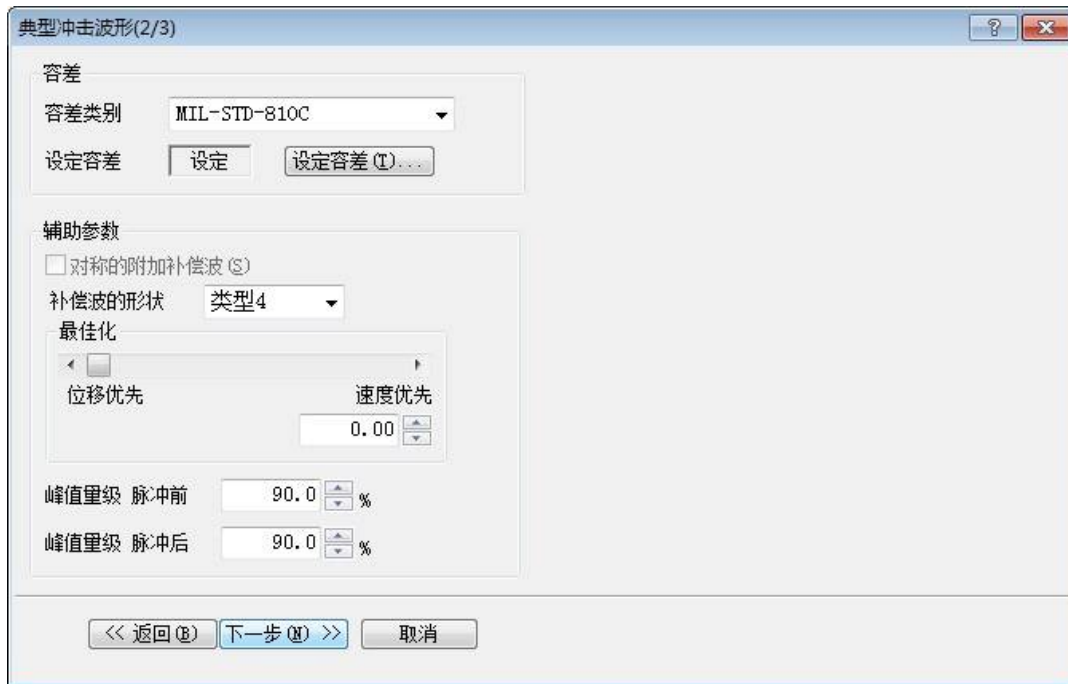
脉冲宽度 11.0 ms

辅助时间参数(P)...

<< 返回(B) 下一步(N) >> 取消

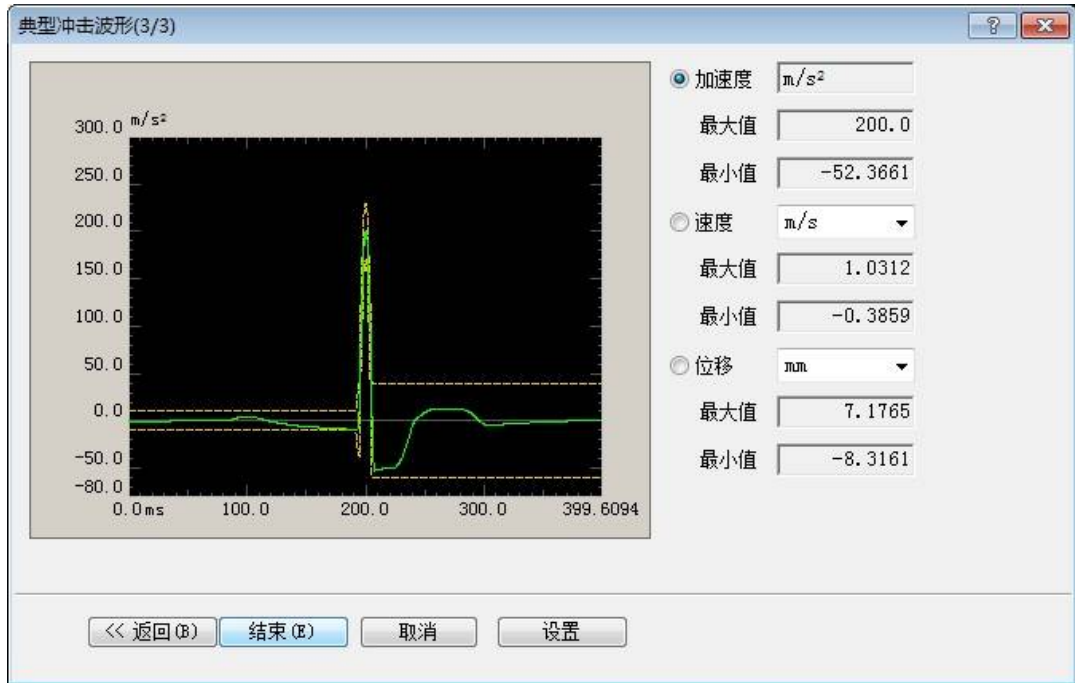
这些项目的设定结束后，按下[下一步]按钮。

定义画面 (1/3) 定义结束后, 决定  
· 容差  
的定义画面 (2/3) 被表示。



确定了容差后, 典型冲击 波形的定义结束。  
按下[下一步]按钮后, 将表示生成的加速度波形。  
按下[返回]按钮后, 返回定义画面 (1/3) 。

定义画面（2/3）的定义结束后，表示出定义画面（3/3），生成的加速度波形被表示。  
按下[返回]按钮后，返回定义画面（2/3）。  
按下[结束]按钮后，目标波形的定义结束。



### 5.2.1 波形类别

#### (1) 意义

指定生成波形数据的类别。

1. 半正弦波
2. 锯齿波
3. 梯形波
4. 三角波
5. 自定义梯形波
6. 钟形波

只在选择了'自定义梯形波'时，进行下一个项目中的「上升时间」及「下降时间」指定。

### 5.2.2 峰值

#### (1) 意义

通过峰值指定生成波形数据。

请将本项目的值设定为低于所使用试验系统的最大额定值。

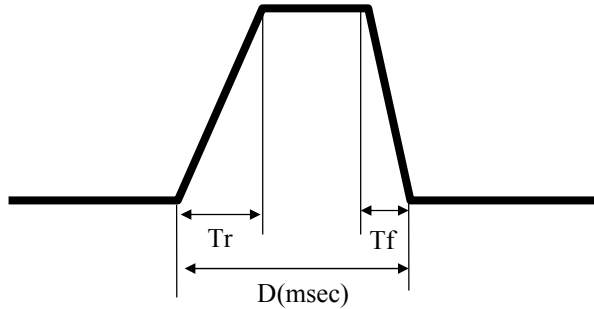


### 5.2.3 上升时间、下降时间

#### (1) 意义

仅在目标波形类别为‘自定义梯形波’时，指定本项目的两个值。

上升时间 $T_r$ 和下降时间 $T_f$ 的指定，是以后面指定的目标波形数据的[脉冲宽度D]的百分率形式来指定的。



### 5.2.4 时间参数

定义与波形数据的时间相关的参数。

#### <定义时注意>

如果试验标准所决定的目标波形的定义不能实现时，请适当修改「采样频率」与「数据点数」的值。

#### 5.2.4.1 自动设定采样频率及数据点数

##### (1) 意义

选中“自动设定采样频率及数据点数”后，根据指定的脉冲宽度自动的选择合适的采样频率及数据点数。

#### 5.2.4.2 采样频率

##### (1) 意义

指定模拟数据向数字数据转换时的采样频率  $f_s$ 。

用于表示测量控制可能的频率上限的频率范围  $f_{\max}$  与采样频率  $f_s$  有如下的关系；

$$f_{\max} = f_s / 2.56$$

采样频率，请按照可以测量的所需频率来选择。

例如，当试验规格要求观测到 2000 [Hz] 为止时， $f_{\max}$  的值至少请设定为 2000 [Hz] 以上。

还有，可以实现的脉冲宽度，受到采样频率的限制。

由于根据波形种类及其他条件不同，不能一概而论，一般来讲在选择采样频率  $f_s$  时，请使得脉冲宽度内的数据点数大约为30点以上。

当脉冲宽度为 $D[\text{ms}]$ 时，脉冲宽度内的数据点数 $N_d$ 可按下式计算。

$$N_d = D \times f_s / 1000$$

### 5.2.4.3 数据点数

#### (1) 意义

指定生成加速度波形的数据点数 $N_a$ 。

目标波形数据的时间长 $T_a$ [sec]，根据采样频率 $f_s$ 和数据点数 $N_a$ ，按下式来决定。

$$T_a = N_a / f_s$$

可以实现的脉冲宽度，根据目标波形数据的时间长  $T_a$ 进行限制。

根据波形类别和其他的条件不同不能一概而论，数据点数，请根据目标波形数据的时间长大概是脉冲宽度的20倍以上作为标准进行选择。

### 5.2.4.4 脉冲宽度

#### (1) 意义

以[ms]作为单位，指定生成的波形的半个周期的脉冲宽度(持续时间) $D_w$ 。

<关于可能设定值的范围的注意>

本项目的设定范围，将直接影响所设定的目标波形数据的时间长 $T_a$  的长度。

本项目的设定值与[采样频率]及[数据点数]的设定值有密切的关系 (∵  $T_a=N_a/f_s$ )。

因此，如果大幅度的修改脉冲宽度，「采样频率」及「数据点数」有时也有需要进行修改。

### 5.2.4.5 辅助时间参数

辅助时间参数，是为非常特别的目的地而准备的。以缺省值来设定通常没有问题。

另外，请注意，在自动设定采样频率时，不能修改辅助时间参数。

按下[辅助时间参数]按钮后，以下的定义画面被表示。

辅助时间参数	
脉冲位置	0.0 %
剩余时间 脉冲前	0.0 ms
剩余时间 脉冲后	0.0 ms

#### 5.2.4.5.1 脉冲位置

##### (1) 意义

指定设定目标波形的的位置。

通常，请设定为缺省值('0%'表示「中间」)。

实际的定义方法，按目标波形的中心位置为基准点的目标波形长  $Tl$ [ms]的百分率来指定，在目标波形全长方向设定波形的中央点的相对位置。

例如，当本小项目设定值设为 10% 时，波形的中央点以目标波形的开始点作为基点被设定在  $0.6Tl$ [ms]处。

如果，指定为-10%，则是  $0.4Tl$ [ms]的点。

#### 5.2.4.5.2 剩余时间

##### (1) 意义

本系统，具备在目标波形脉冲前后确保'加速度'为零的领域的功能(也就是说，补偿波在其领域外侧进行附加)，这个指定强制确保加速度为零的领域的参数被称为「剩余时间」。

剩余时间在波形的前侧和后侧中可进行各自独立的指定。

剩余时间的设定，如实的增加要求位移量。没有必要时，请将「前侧」，「后侧」均设定为缺省值 0 [ms]。

#### 5.2.5 容差

##### 5.2.5.1 容差类别

###### (1) 意义

各试验标准，针对响应波形与目标波形的一致程度，制定了一定的允许范围，称为「容差(允许界限)」。

本项目，选择设定的容差的类别。

<支持的试验标准>

本系统，对于有代表性的试验标准，具备对各标准的规定容差进行自动设定的功能。这些标准有如下内容。

###### ① 半正弦波时

'MIL-STD-810C', 'MIL-STD-810B', 'MIL-STD-202F', 'IEC 68-2-27(JIS C 60068-2-27)', 'DIN 40 046', 'NDS-Y8113', '用户定义', '数值指定'

###### ② 锯齿波时

'MIL-STD-810C/D/E', 'MIL-STD-810B', 'MIL-STD-202F', 'IEC 68-2-27(JIS C 60068-2-27)', 'DIN 40 046', 'NDS-Y8113', '用户定义', '数值指定'

###### ③ 梯形波时

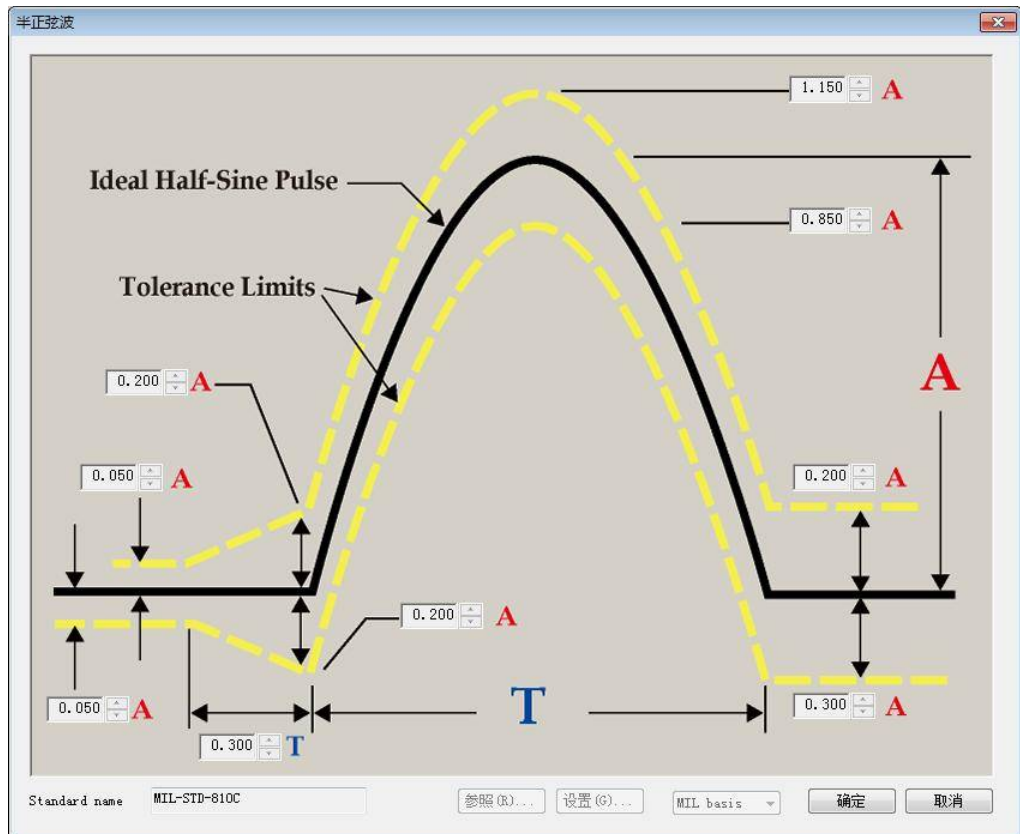
MIL-STD-810D/E', 'IEC 68-2-27(JIS C 60068-2-27)', 'DIN 40 046', 'NDS-Y8113', '用户定义', '数值指定'

④三角波 或 一般梯形波或钟形波的时候  
仅有'用户定义'

### <规格试验>

选择预先准备的'MIL-STD-810C'等规格试验时,规格所规定的公差被自动设定。

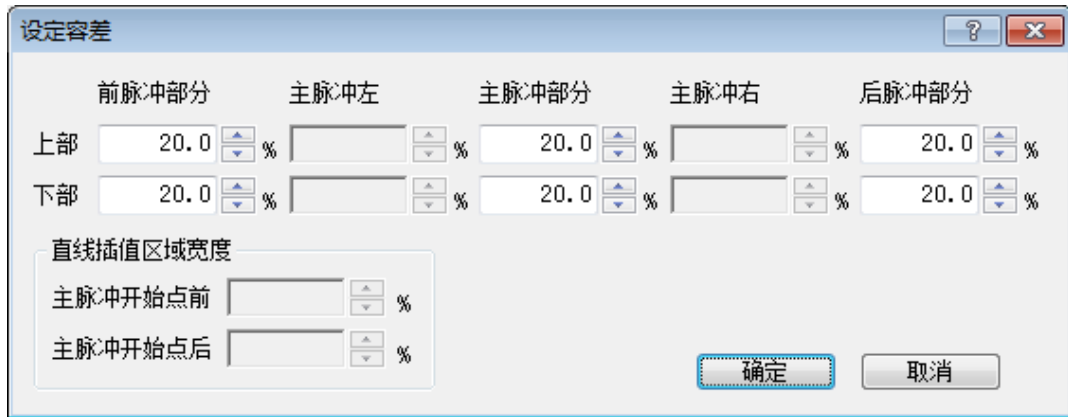
按下「设定公差...」按钮后,则显示可确认所选择的规格试验公差的形状和参数画面。



<用户定义>

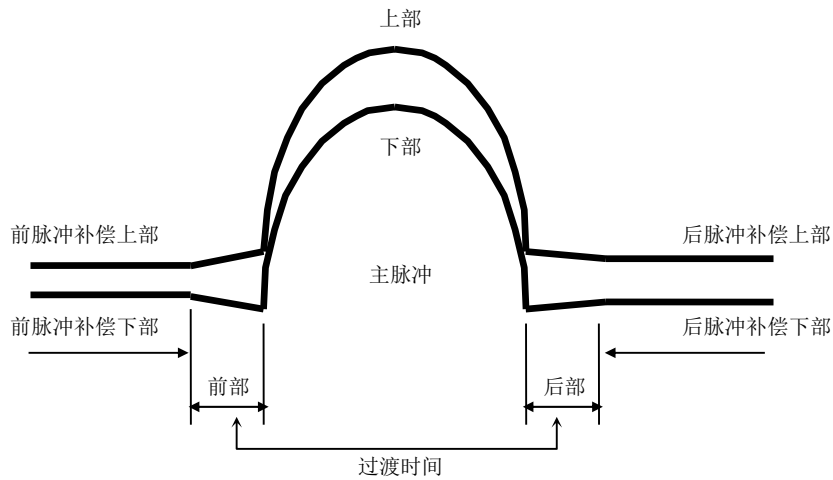
将容差类别设为 '用户定义' 时，可以自行设定容差。

将公差类别设定为 '用户定义'，按下「设定公差...」按钮后，则显示以下的定义画面。



'用户定义' 中，容差分为目标波形存在的「主脉冲」部，其前面的「脉冲前置」部及其后面的「脉冲后置」部的3部分，根据目标波形的峰值振幅的百分率进行各部分的上限及下限值设定。

另外，根据必要，按目标波形的脉冲宽度的百分率来指定主脉冲部和其他二者间的过渡部分(直线插值领域)的长度，可以指定其过渡部分与主脉冲部的连接点的上下限值。

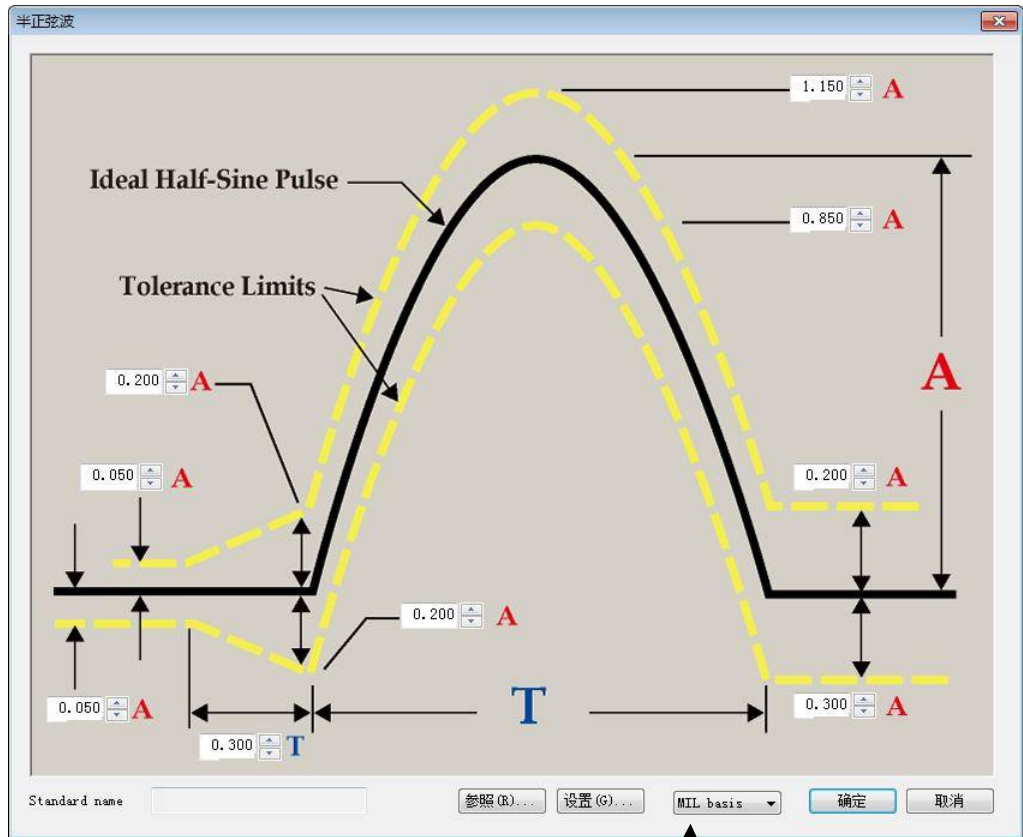


但是，能够定义过渡领域的，仅限于脉冲前(后)置部的百分比的指定值小于主脉冲部时。也就是说，不满足此条件的一侧(两侧都不满足时为两侧)的过渡领域不能定义。

<数值指定>

将公差类别设定为 '数值指定'，则可单独指定在试验规格所定义的公差参数。

将公差类别设定为 '数值指定'，按下「设定公差...」按钮后，则显示以下的定义画面。



成为基准的试验规格

<操作步骤>

<Step1>

选择作为基准的试验规格。

根据所选择的试验规格，公差形状不同。

<Step2>

变更公差参数。

<Step3>

按下「注册」按钮，在所设定的公差中加上名称注册。

<Step4>

按下「OK」按钮，确定公差。

需重新利用所注册的公差时，按下「参照」按钮选择公差条件。

## 5.2.6 补偿波参数

本项目是，为了生成实现上述的各项目所指定条件下的冲击试验的目标波形，指定有必要附加给目标波形的补偿波的附加条件。

本项目由指定以下内容的各个小项目组成：

- ① 指定补偿波的对称性
- ② 指定补偿波的形状
- ③ 补偿波为'类型4'时，指定最优化度
- ④ 指定补偿波的上限值和下限值

### 5.2.6.1 补偿波的对称性

#### (1) 意义

指定给予附加的补偿波的对称性。

请按以下指南，进行选择：

容差的前脉冲补偿和后脉冲补偿的形状相同时

设为‘对称’

上述以外的情况（没有需要特别注意时）

设为‘非对称’

更准确说，「对称性」的判断，请仅根据容差的纵方向的大小进行。具体说，请将前脉冲补偿和后脉冲补偿的容差上/下限值各自相等时，判断为[对称的]。

因此，「对称的」容差，即使目标波形的脉冲位置从帧时间的中央点错开，也还是「对称的」（这时，把帧时间中央点做为坐标的话，容差明显地变成左右不对称，不过，我们仅着眼于前置/后置部的上/下限值）。

如果故意将「不对称的」的容差，设定为‘对称’的话，会发生如下情况：

补偿波，与不对称性的容差的前置/后置部中的较小的一方相匹配进行「对称的」附加。

这个结果，生成的目标波形的试验系统的位移要求量，与普通设定的‘不对称’时相比较，实际要变大了。

设定为‘对称’时，选中「对称性的附加补偿波」选择框。

## 5.2.6.2 补偿波的形状

### (1) 意义

指定用于补偿波附加作业的补偿波的形状。

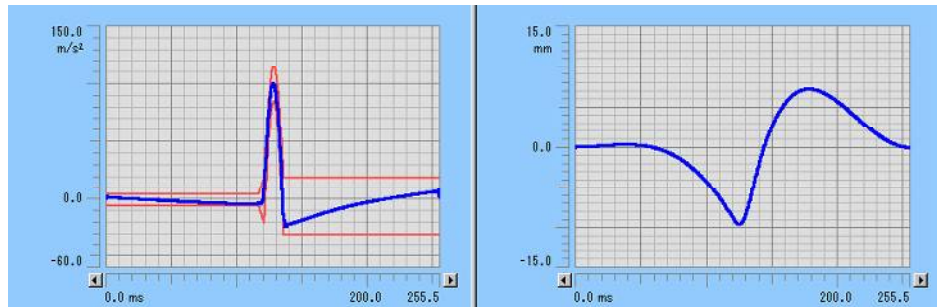
补偿波的形状，可以从以下的3种中选择；

类型 1 : 附加最平滑的形状的补偿波。要求位移在 3 种中为最大。

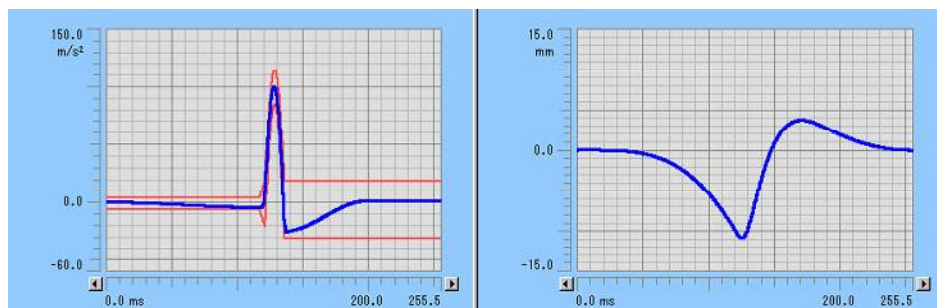
类型 2 : 权衡形状的平滑度和要求位移削减率的两方面，附加均衡性较好的补偿波。  
不能使用类型 4 时，请使用以下形状的补偿波。

类型 3 : 附加要求位移最小就行的补偿波。作为代价，补偿波的样子并不优美。

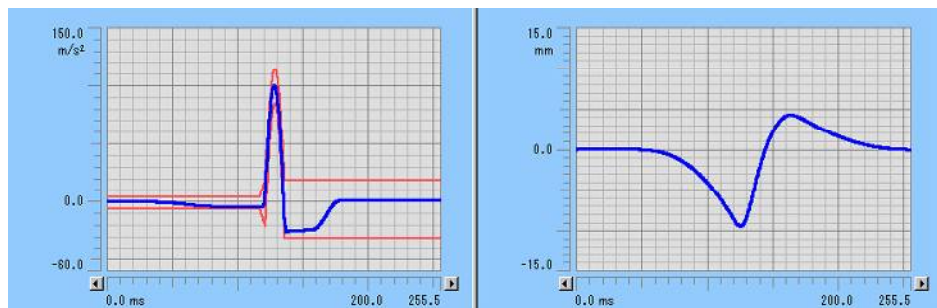
类型 4 : 指定位移与速度以谁为优先来减小附加补偿波。位移优先时，附加 4 种类型中要求位移最小就可以了的补偿波。通常，请使用这种形状的补偿波。但是，当公差类别为 '用户定义' 时不能够使用。



补偿波的形状 (类型1)



补偿波的形状 (类型2)



补偿波的形状 (类型3)

极端地说，补偿波的形状和要求位移之间有如下关系；

**补偿波越集中于主脉冲附近，要求位移较少就行。**



目标波形，表示试验系统的振动台上产生的运动的加速度波形。位移波形，因为是对其进行2次时间的积分所得到的形状，粗略地说，加速度波形的不为零的成分，对于位移波形而言起到了与时间的平方成比例的作用。

也就是说，例如即使产生同样的速度变化，在短时间内加上大的加速度和在长时间内加上小加速度，其之间产生的位置的变化量(位移)是完全不同的，前者只要少得多的位移就可以达到。也就是说，「不给振动台移动的空闲(时间)」是缩短位移的秘诀，上述的内容就是指这个。

所谓补偿波，具有不需要就不要附加，不得已才进行附加的特性。在试验系统的最大位移额定值充分大并有富余时，使用象 '类型1'那样具有较小的加速度值的长的领域的形状，可以说更接近「理想」。

另一方面，想要定义的试验的要求位移较大，最大位移额定值几乎没有什么富余时，即使牺牲「完美性」也要最大限度活用给定容差的自由度来最小化位移，可以发挥具有不管怎样想办法收敛在容差中的[合理地]类型4'的特性的威力。

号码越大，要求位移就可以越小。

通常，请使用默认值的 '类型4'。

### 5.2.6.3 最优化度

#### (1) 意义

补偿波的形状设定为 '类型4' 时有效。

一般来讲，减小要求位移时要求速度会变大，减小要求速度时要求位移会变大。

最优化度是指，根据要求位移最小，还是要求速度最小的程度来指定0~1之间的值。越接近0减小位移越优先，越接近1减小速度最优先来生成补偿波。

通常，请使用默认设定 '0 (位移优先)'。

例如，试验的要求速度较大，到最大位移额定值还有余地时，请将最优化度设定为速度优先来使用。

#### 5.2.6.4 补偿波的峰值量级

##### (1) 意义

按容差的大小为基准的相对值(百分率)来指定补偿波附加作业中生成的补偿波的最大/最小值的大小。

指定对前脉冲补偿和后脉冲补偿分别运行。

可以这样指定是出于以下的目的：

A：参照控制误差的富余，把补偿波作成在容差内侧。

B：指定「仅根据前脉冲补偿进行补偿」或「仅根据后脉冲补偿进行补偿」的特殊的补偿方法。

本系统中本小项目的缺省值，出于A的目的，设定在'90%'。通常请使用这个值。

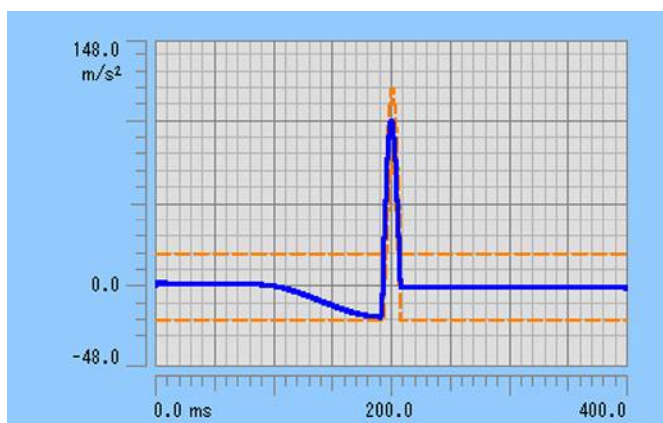
下面对B进行说明。

「仅根据前脉冲补偿进行补偿」是指，换句话说就是「后脉冲补偿的补偿波为零」。同样，「仅根据后脉冲补偿进行补偿」是指，换句话说就是与「前脉冲补偿的补偿波为零」是一个意思。

因此，指定这些时请按照下面进行：

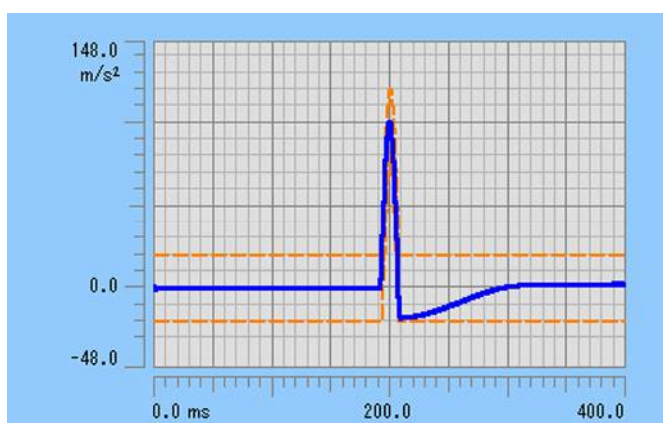
「仅根据前脉冲补偿进行补偿」

请将本小项目的'脉冲后'的指定值指定为'0%'。



「仅根据后脉冲补偿进行补偿」

请将本小项目的'脉冲前'的指定值指定为'0%'。



但是，敬请留意下面的事情；

进行上述指定，实际生成目标波形后，生成的波形数据的相应部分的值不正好为零，而是具有目标波形的峰值的 0.5% 左右的值。

这是由于进行为了补偿波的附加的演算处理的过程（「补偿波最优化程序」）中不可避免产生的现象。

### 5.3 测试波形定义

将数字化过的波形数据作为目标波形。

可以采用的数据文件为CSV格式、TSW格式（本公司控制系统F2的标准格式、UFF格式（dataset58）、MTS格式（RPCIII）的数据文件。

- CSV数据文件

K2系统所规定的CSV数据文件的格式来记述的。

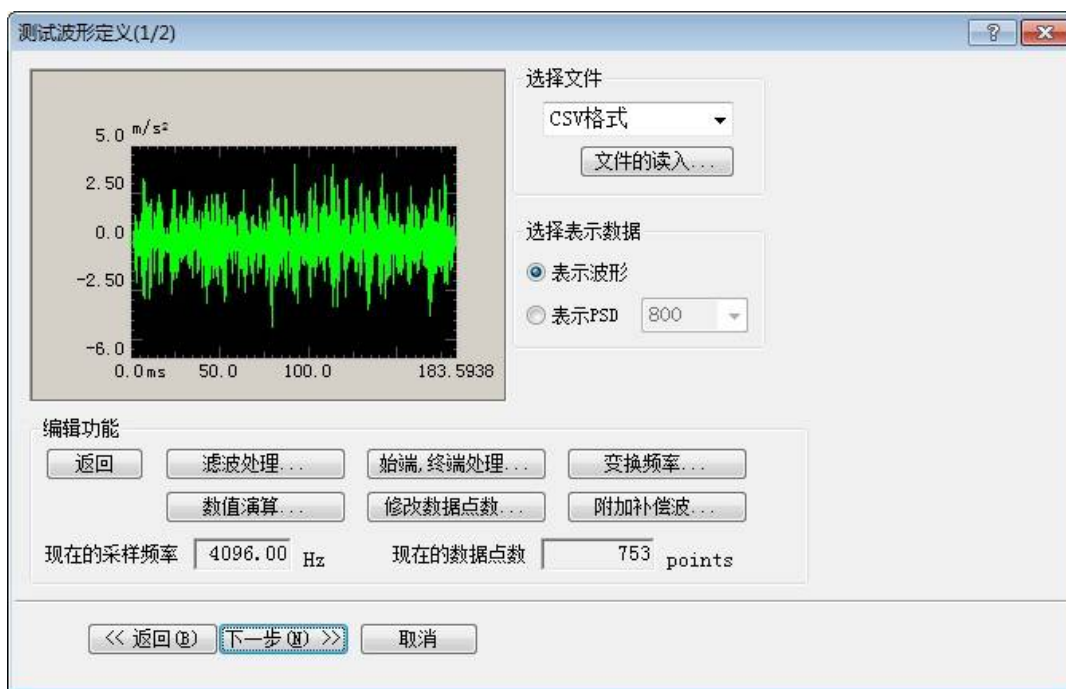
使用可能的波形数据的最大数据点数，根据可选项而不同。

标准可选项中，最大数据点数是**16384**点。

选择测试波形后，进行

- 数据文件的指定
- 各种编辑处理

的定义画面（1/2）被表示。



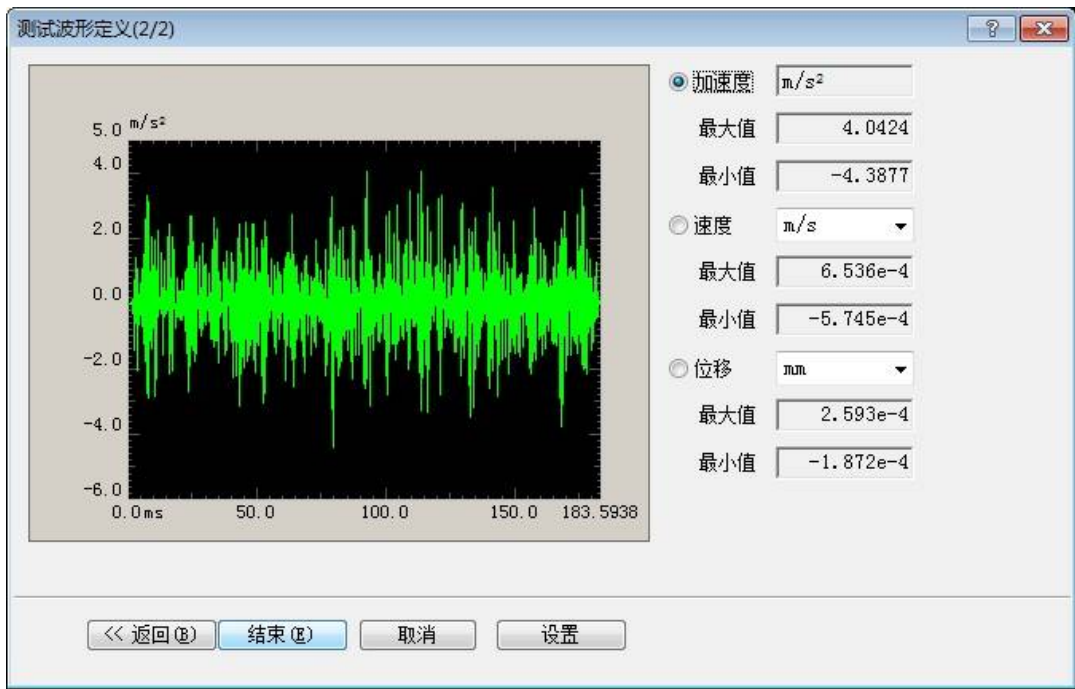
这些项目的设定结束后，按下[下一步]按钮。

按下[下一步]按钮后，表示生成的加速度波形。

（注意）当不满足[采样频率是K2可以使用的]和[波形数据的数据点数不超过最大数据点数]时，不能按下[下一步]按钮。不满足这些时，请进行[频率变换]或[数据点数修改]的编辑。

采样频率发生错误时[现在的采样频率]中表示为“\*\*\*”符号。或者，数据点数发生错误时[现在的数据点数]中表示为“\*\*\*”符号。

定义画面(1/2)结束后，表示出定义画面（2/2），生成的加速度波形被表示。  
按下[返回]按钮，返回定义画面（1/2）。  
按下[结束]按钮，目标波形的定义结束。



### 5.3.1 数据文件格式

#### 5.3.1.1 CSV 数据文件

##### (1) 文件格式

文本文件（MS-DOS 格式）

##### (2) 数据的记述格式

按时间的顺序，如下进行采样时刻的数据的记述：

	第 1 列	第 2 列	第 3 列		
第 1 行	<i>Time(ms)</i> ,	数据名 1,	数据名 2,	数据名 3,	.....
第 2 行	0.0,	***.***,	***.**,	***.**,	.....
第 3 行	$\Delta t$ ,	***.***,	***.**,	***.**,	.....
	$2 \Delta t$ ,	***.***,	***.**,	***.**,	.....
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	T,	***.***,	***.***,	***.**,	.....

第 1 行的字符串数据不指定也可以。

- 各数据（列）的顺序，没有特别的规定。
- 时间数据不指定也可以。

##### (3) 数据的单位

记述的数据的单位是在数据文件选择后进行指定。

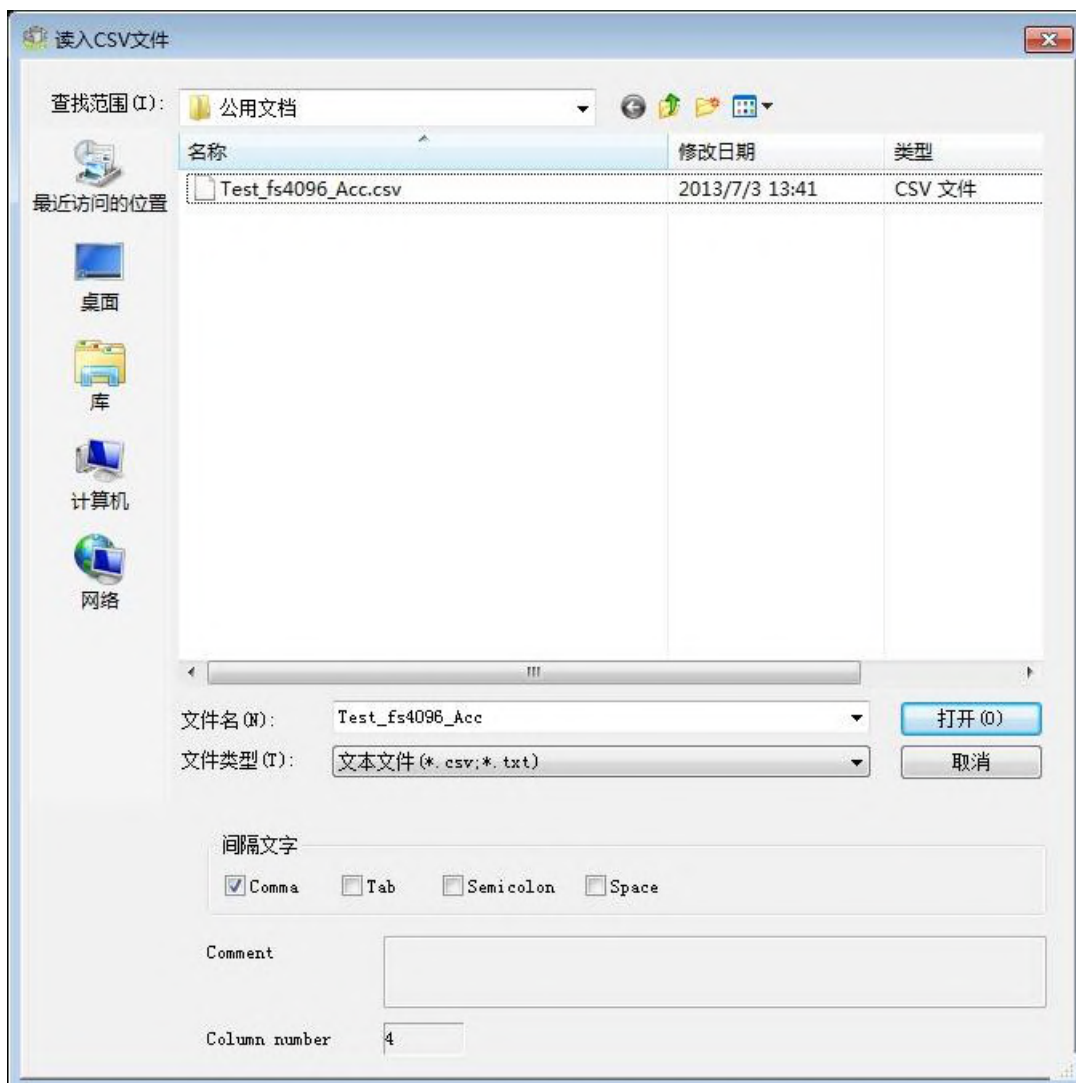
##### (4) 采样频率

记述的数据的采样频率是在数据文件选择后进行指定。存在时间数据时，按时间数据自动算出采样频率也是可能的。

## 5.3.2 数据的读入

### 5.3.2.1 数据文件的选择

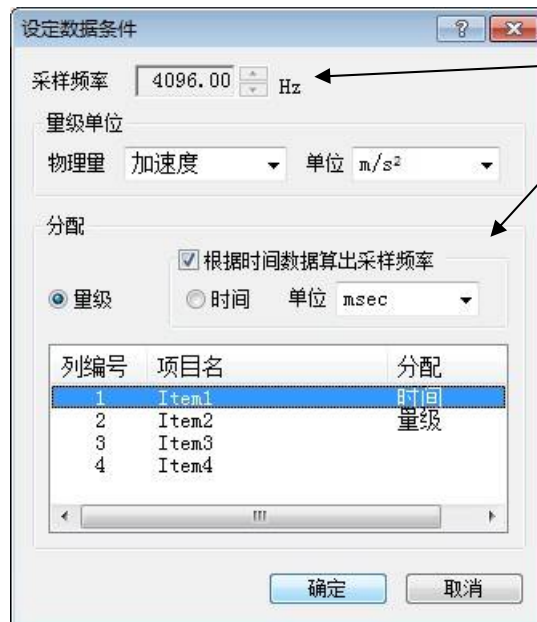
在定义画面（1/2）中，按下[文件的读入…]按钮后，以下的文件选择画面被表示。  
选择作为数据文件的对象。



### 5.3.2.2 数据单位和采样频率的指定

确定对象的文件后，将表示以下的画面。

这里，数据单位和采样频率的指定结束了的话，按指定条件读入数据。



数据文件中有时间数据时，可以从此时间数据算出采样频率。取消“从时间数据算出采样频率”选择框的选择时，可以直接指定采样频率。



### 5.3.3 数据的编辑

进行「剪切不要的频域」，「将采样频率转换为K2可以使用的采样频率」等的数据的编辑。可以进行下面的编辑处理。

- 滤波处理
- 始端，终端处理
- 频率变换
- 数值间演算
- 数据点数修改
- 补偿波附加

另外，按下[返回原先状态]按钮，返回前一步的状态。

#### 5.3.3.1 滤波处理

对已读入了的波形数据，进行滤波处理。

定义画面（1/2）中，按下[滤波处理...]按钮后，将表示如下所示的滤波处理定义画面。



##### 5.3.3.1.1 滤波类别

###### (1) 意义

指定滤波的类别。

- 低通滤波  
低频域通过的滤波。
- 高通滤波  
高频域通过的滤波。

### 5.3.3.1.2 滤波特性

#### (1) 意义

指定滤波特性。通常请使用直线相位。

- 巴特沃斯

是 N 次巴氏 (Butterworth) 滤波器，其次数 N 在下面项目以后进行设定。

- 直线相位

对输入信号不给予任何非线性的相位变化的滤波，本系统中对于全部的频率成分都不完全给予相位变化，采用可以指定衰减域的斜率的方法。

- TRUNCATE

将指定的截止频率  $f_c$  作为界线，将滤波处理对象频率领域的特性截短为零。同时，关于相位特性与前一项目的「直线相位」滤波器相同。

### 5.3.3.1.3 频率分辨率

#### (1) 意义

本系统，在进行波形数据的滤波处理时，进行采用 FFT 的傅立叶变换及逆变换，指定那时的频率分辨率。

因而，本项目确定后，下一项目中指定的截止频率  $f_c$  的输入下限值也就决定了。

### 5.3.3.1.4 截止频率

#### (1) 意义

输入运行滤波处理时的截止频率  $f_c$ 。

本项目的输入下限值  $f_{c\_min}$ ，根据滤波处理对象波形数据的采样频率  $f_s$  及前一项目的频率分辨率  $L$  如下来决定。

$$f_{c\_min} = \Delta f [\text{Hz}] \quad \Delta f = f_{max}/L, \quad f_{max} = f_s/2.56$$

### 5.3.3.1.5 滤波的次数

#### (1) 意义

本项目是仅对滤波特性为「巴特沃斯」时的输入项目，输入表示滤波的隔断特性的次数  $N$ 。

### 5.3.3.1.6 滤波的斜率

#### (1) 意义

本项目是仅对滤波特性为‘直线相位’时的输入项目，输入相当于滤波的次数的隔断特性的斜率 S[dB/decade]。

本项目确定后，在滤波处理对象领域中，运行遵照下式的滤波处理。

$$A'(f) \begin{cases} = A(f) & \Delta f \leq f < fc \\ = A(f)/(f / fc)^{S/20} & fc \leq f \leq f \max \end{cases}$$

A(f) 振幅值

### 5.3.3.2 始端、终端处理

对已被读入的波形数据，运行使始端和终端平滑为零的边缘处理。这个处理使用半周期汉宁窗。

定义画面（1/2）中，按下[始端、终端处理...]按钮后，将表示下面的始端、终端处理画面。



#### 5.3.3.2.1 边缘处理宽度

##### (1) 意义

指定运行边缘的处理时间Te。

对始端和终端的时间的数据运行根据半周期汉宁窗的窗处理。

#### 5.3.3.2.2 峰值量级

##### (1) 意义

指定所使用的半周期汉宁窗的峰值量级。

通常请设定为“1”。

### 5.3.3.3 频率变换

对读入了的波形数据运行频率变换处理。

频率的变换有2种类型；

①变换波形数据的信号频率本身。

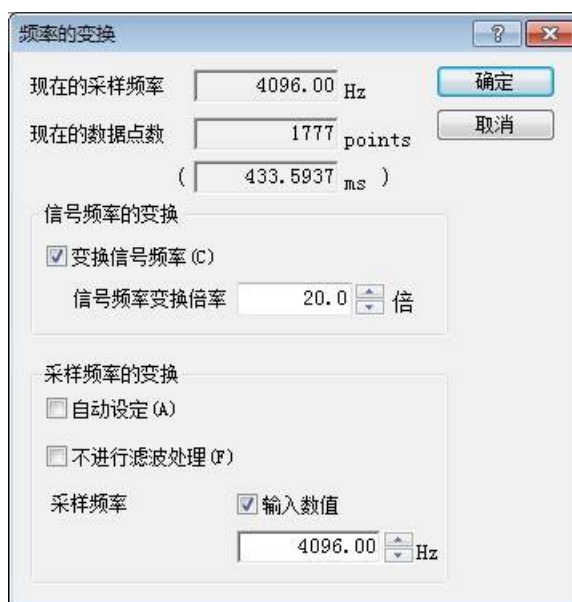
打算使用模型来模拟性的再现振动试验时，由于原封不动地使用测试波形数据是不恰当的，要变换其信号频率。

②变换波形数据的采样频率。

由于波形数据的测量条件与 K2 应用软件的测量条件不相符，给予波形数据一定的修改生成相符合的数据。

**波形数据的采样频率，必须是「K2可以使用的」。如果在不满足时，请进行②的处理来修改采样频率。**

定义画面(1/2)中，按下「频率变换...」按钮后，表示下面的频率变换定义画面。



#### 5.3.3.3.1 信号频率的变换

进行波形数据信号频率本身的变换(①的处理)。

与此同时，也有进行采样频率变换的必要(②的处理)。

运行本功能时请选中「变换信号频率」选择框。

#### 5.3.3.3.1.1 信号频率变换倍率

##### (1) 意义

指定波形数据的信号频率变换倍率。

同时，随着信号频率的变换，会产生采样频率的变换操作的必要，关于其操作在后面进行叙述。

#### 5.3.3.3.2 采样频率的变换

变换波形数据的采样频率（②的处理）。

##### 5.3.3.3.2.1 自动设定

##### (1) 意义

本项目是，只在进行信号频率的变换操作时设定的项目。

如上所述，进行波形数据的信号频率的变换操作时，会产生采样频率的变换的必要，不过在本项目中，与信号频率的设定值结合起来自动地设定采样频率。

此时，按以下规则来决定采样频率；

①根据信号频率倍率计算临时的采样频率  $fs'$ 。

$$fs' = b \cdot fs \quad b : \text{信号频率变换倍率}$$

②决定最接近  $fs'$  并为  $fs'$  以上的 K2 应用软件中使用可能的采样频率  $fs''$  的。

##### 5.3.3.3.2.2 不进行滤波处理

##### (1) 意义

在采样频率的变换操作时，本系统，通过下一项中叙述的 Decimation/Interpolation 的必要的组合进行一连串的数字处理，此时，按照 Decimation/Interpolation 的处理方法，在处理的各阶段进行低通滤波处理。

这个低通滤波处理，是一般地处理采用按合理的方法采集的模拟信号的波形数据时，完全正统合理的处理方法。

另一方面，少数情况，波形数据完全由数字化生成时，这个低通滤波处理有可能成为「障碍」。

本项目是，为那样的情况所准备的，本项目有效时，频率变换处理不采用正统的 Decimation/Interpolation，单纯根据直线插值的处理来运行。

同时，运行本项目(不进行滤波器处理)时，不能进行信号频率的变换操作。

### 5.3.3.3.2.3 采样频率

(1) 意义

指定新的采样频率  $fs'$ 。

「K2 中可以使用的采样频率」按以下的操作进行选择。

<操作步骤>

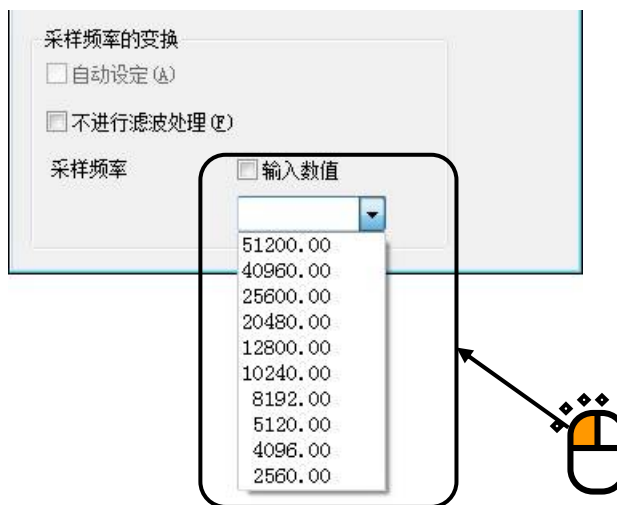
<Step1>

取消「数值输入」选择框的选择，按下「采样频率」的输入区域的下拉按钮。



<Step2>

「K2 中可以使用的采样频率」的一览将被表示，从其中选择恰当的采样频率。



使用本功能时，帧时间( $T = R / fs$ ) 保持原来的值，生成  $fs$  被修改的波形数据（即数据点数  $R$  也受到与  $fs$  同样的变化）。

采样时间间隔  $\Delta t$  按  $fs$  的变化的反比例来增减。

$$\Delta t' = 1 / fs'$$

在此叙述运行 1/2 倍及 2 倍时的处理；

1/2 倍的时候  $\Delta t$  变为 2 倍，新生成相当于用更粗的数据采集条件及同样的时间长采样的数据。

也就是说，旧数据的采样点中 2 个中 1 不要了，不过只是单纯的抽掉数据就太没有价值了。

本系统中，这个处理是根据 Decimator 进行数字处理，只生成具有新的  $f_{\max}$  ( $f_{\max}' = f_s'/2.56$ ) 以下的频率的新的波形数据（即将从新的  $f_{\max}$  到旧的  $f_{\max}$  的波段中存在的频率成分除去）。

2 倍的时候  $\Delta t$  变为 1/2 倍，新生成相当于用更细的数据采集条件及同样的时间长采样的数据。

也就是说，旧数据的相邻的采样点中间需要再有 1 个采样点，不过就出现了原来不存在的数据如何适当的生成的问题。

本系统中，这个处理是根据 Interpolator 进行数字处理，以新的采样频率  $f_s'$ ，生成仅具有旧的  $f_{\max}$  以下的频率成分的新的波形数据（即，不在旧的  $f_{\max}$  到新的  $f_{\max}$  的波段中追加某种频率成分。另一方面，不必费这样的工夫，进行从两点数据的直线插值生成中间点的数据等的处理系统，在这个波段中，原先的测量中不会观测到的高频成分，也会不加拒绝的被附加）。

以上就是关于前一项的指定为「进行滤波处理」设定的处理时的叙述，前项的指定为「不进行滤波处理」设定时，根据单纯的直线插值的逻辑，进行频率变换处理。

另外，当变换后的数据点数  $R'$  超过使用可能的最大数据数时，请进行「数据点数的修改」的编辑。

### 5.3.3.4 数值演算

对读入了的波形数据运行数值演算。

在定义画面（1/2）中，按下[数值演算...]按钮后，表示下面的数值演算定义画面。



#### 5.3.3.4.1 计算类别

(1) 意义

选择波形数据和数值之间进行演算的类别。

- 加法

给现在的波形数据，一律加上指定量的值。

- 乘法

仅对指定的变换倍率，进行波形数据的值的比例变换。

- 替换

将现在的波形数据，置换成指定的值。

#### 5.3.3.4.2 演算值

(1) 意义

指定进行演算的数值。

演算类别是'乘法'的时，变为无单位值。

演算类别为'加法'，'置换'的时候，单位与现在的波形数据的单位一样。

#### 5.3.3.4.3 指定方法

(1) 意义

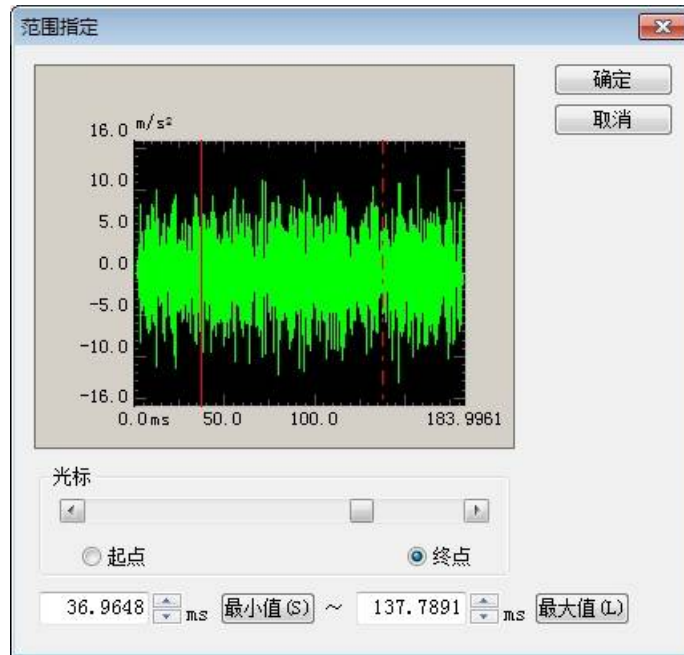
指定进行数值演算的对象范围。

- 领域指定

通过指定开始点和结束点的2点进行数值演算的对象范围的指定。



选中指定方法的“领域指定”，按下「对象领域指定...」按钮后，表示下画面，指定作为数值演算对象的起点和终点。

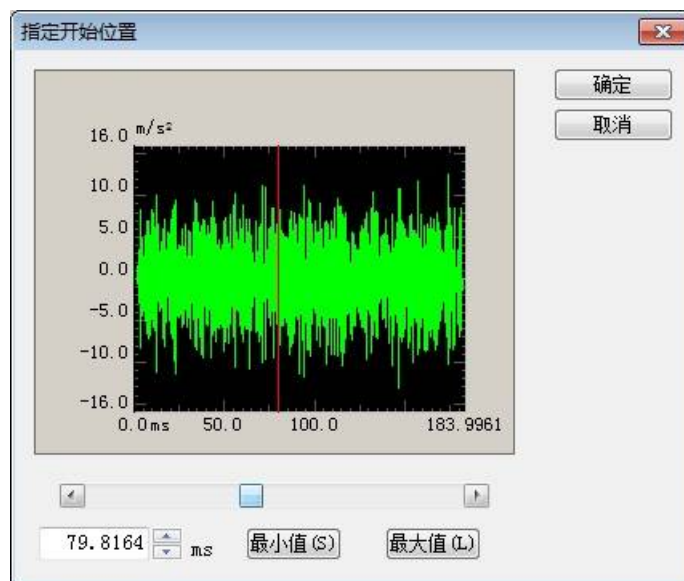


• 位置指定

只把指定的时间位置的数据作为数值演算的对象数据。

也就是说，本指定方法，只对指定的时间坐标上的 1点 的数据运行数值演算操作。

选中指定方法的“位置指定”，按下「对象位置指定...」按钮后，表示下画面，指定作为数值演算对象的位置。



### 5.3.3.5 数据点数修改

修改读入的波形数据点数。

**波形数据的数据点数，不可以超过使用可能的最大数据点数。如果这个条件不满足时，请除去不要部分的数据，以减少数据点数。**

在定义画面(1/2)中，按下「数据点数修改...」按钮后，表示下面数据点数修改定义画面。



#### 5.3.3.5.1 处理类别

##### (1) 意义

选择用怎样的方法修改波形数据的数据点数。

##### • 数据点数的修改

输入想从现在的数据点数修改到的数据点数的值。

修改后的数据点数，可以相对于现在的数据点数增加或减少。

##### • 除去指定的领域内的数据

从处理对象的波形数据中除去指定的范围的数据部分，仅将剩余时间的部分作为新的波形数据。

本处理类别的修改后的数据点数，只能相对于现在的数据点数来减少。

##### • 抽出指定领域内的数据

从处理对象的波形数据抽出指定范围的数据部分，将抽出的部分作为新的波形数据。

本处理类别修改后的数据点数，只能相对于现在的数据点数来减少。

### 5.3.3.5.2 数据点数

#### (1)意义

本项目，只有在前一项目的「处理类别」是'数据点数的修改'时有必要输入，输入新的数据点数R'。

使用此功能，采样频率fs 保持原来的值，生成数据点数修改了的波形数据。

也就是说，帧时间T 根据数据点数的变化按比例进行增减。

$$T = R' / f_s [s] \quad R' : \text{新的数据点数}$$

- 旧数据点数R > 新数据点数R' 时

帧时间T减少的部分，旧数据的一部分也被删除(进行删除的地方，根据后述的'数据位置'的指定而不同)。

- 旧数据点数R < 新数据点数R' 时

帧时间T增加的部分需要进行数据的追加，那时将附加零数据(进行附加的地方，根据后述的'数据位置'的指定而不同)。

### 5.3.3.5.3 数据位置

#### (1)意义

只有在「处理类别」为'数据点数的修改'时有选择的必要，伴随波形数据点数的修改进行数据修改时，指定基准位置

- 居中

把旧数据中心做为基点进行数据的增减。

左端右端均等的进行数据的附加，删除。

- 左对齐

固定旧数据的左端进行数据的增减。

从旧数据的右端的数据开始进行数据的附加，删除。

- 右对齐

固定旧数据的右端进行数据的增减。

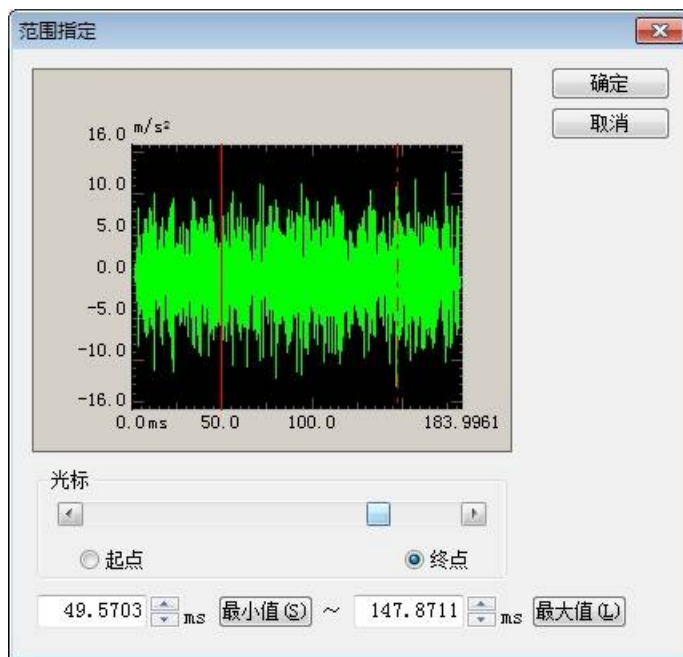
从旧数据的左端的数据开始进行数据的附加，删除。

### 5.3.3.5.4 对象领域指定

#### (1) 意义

只有在「处理类别」为“切除指定领域内的数据”及“抽出指定领域内的数据”时有效。

按下「对象领域指定..」按钮，范围指定对话框被表示，指定对称范围。



### 5.3.3.6 补偿波附加

对读入的波形数据，有必要的话，可以附加「补偿波」。

另外，可以附加的「补偿波」的波形数据的物理量的对象，只限于「加速度」。

在定义画面(1/2)中，按下「补偿波附加...」按钮，表示下面的补偿波附加定义画面。



### 5.3.3.6.1 补偿波类别

#### (1) 意义

关于补偿波附加，支持以下的 2 种方式。

- 半正弦波

在输入的各种参数的条件下，将为了把最终速度变为零的半正弦形的补偿波，附加在读入的波形数据后侧。

一般不满足「最终位移零」的条件。

- 最优补偿

在几个限制条件(最终速度零，最终位移零，指定领域内的速度变化量不变)下，自动进行最佳化的(使要求位移最小)补偿波的计算，附加。

但，根据最优补偿进行补偿，可以实行的数据点数最大为 16384 点。

### 5.3.3.6.2 根据半正弦波的补偿波附加

在补偿波附加定义画面中，把「补偿波类别」设置为“半正弦波”，按下「补偿波参数定义」按钮后，下图为半正弦补偿波定义画面。

按半正弦补偿

补偿波附加前零区间 0.0 ms

手动附加[指定补偿波开始位置] (M)

补偿波开始位置 183.9961 ms 指定开始位置 (B)...

补偿波幅 30.0 ms

确定 取消

按半正弦补偿

补偿波附加前零区间 0.0 ms

手动附加[指定补偿波开始位置] (M)

位移最大值 100.0 mm 指定开始位置 (B)...

补偿波里级 100.0 m/s<sup>2</sup>

确定 取消

#### 5.3.3.6.2.1 补偿波附加前零区间

##### (1) 意义

指定波形数据和补偿波数据之间附加的零数据的区间。

#### 5.3.3.6.2.2 补偿波附加方法

##### (1) 意义

补偿波附加有 2 种方法（自动，手动），[手动附加]的时候，指定补偿波的开始位置。

「自动附加」：不选中「手动附加(指定补偿波的开始位置)」的选择框。

「手动附加」：选中「手动附加(指定补偿波的开始位置)」的选择框。

根据本项目的设定，以后输入的项目有所不同。

- 「自动附加」时
  - 位移最大值
  - 补偿波量级
- 「手动附加」时
  - 补偿波开始位置
  - 补偿波幅

#### 5.3.3.6.2.3 位移最大值

##### (1) 意义

只有在[自动附加]时有效。

决定生成的补偿波附加目标波形的最大位移量。

本项目的设定值，请设定为使用的试验器的最大位移以下的值。

#### 5.3.3.6.2.4 补偿波量级

##### (1) 意义

只有在[自动附加]时有效。

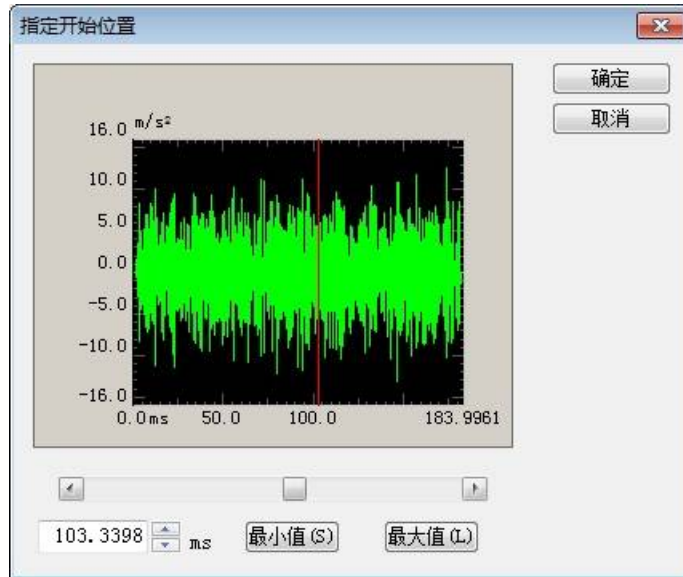
指定附加的补偿波(半正弦波)的峰值(0-p)。

### 5.3.3.6.2.5 补偿波开始位置

#### (1) 意义

只有在[手动附加]时有效。

在根据半正弦波的补偿定义画面中，按下「开始位置指定...」按钮，表示如下图所示的指定开始位置的对话框。



另外，由于本项目的设定值会影响波形数据的要求最大位移，所以请设定为恰当的值。

### 5.3.3.6.2.6 补偿波幅

#### (1) 意义

只有在[手动附加]时有效。

输入相当于正弦波半周期（半正弦波）的补偿波幅。

另外，由于本项目的设定值会影响波形数据的要求最大位移，所以请设定为恰当的值。

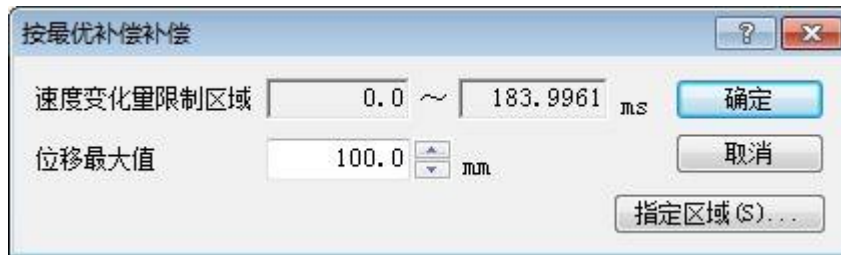
### 5.3.3.6.3 根据最优补偿的补偿波附加

‘最优补偿’意味着「附加最优化的补偿波」方式。

本系统，使用本公司开发的针对冲击波形的补偿波最优化处理，运行典型冲击波形的补偿波附加时，本处理是将其适用到测试波形数据。

（作为典型冲击波形的强限制条件的「容差」，在测试波形时不被考虑的点会有所不同）

在补偿波附加定义画面中，把「补偿波类别」设定为“最优补偿”，按下「补偿波参数定义」按钮，下图的根据最优补偿 的补偿定义画面被表示。



但是，根据最优补偿的补偿可能的波形数据，数据点数最大到 16384 点。



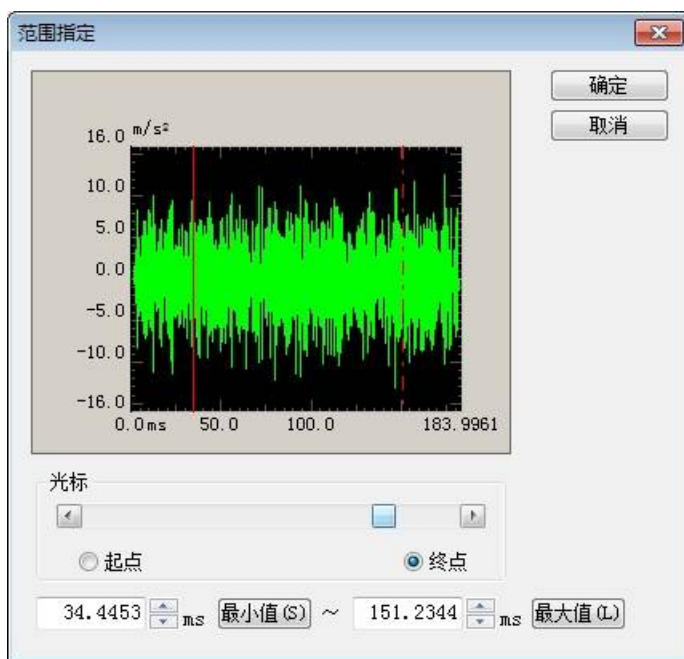
### 5.3.3.6.3.1 速度变化量的限制领域

#### (1) 意义

在最优化处理过程(此处理为了补偿波附加,使波形数据产生某种变化)中,指定必须保持速度变化量的区间。

通过指定区间的开始位置和结束位置,请指定不想对这个部分的波形数据给予大的变化的区间。

在最优化补偿的补偿定义画面中,按下「领域指定..」按钮,请指定速度变化量限制领域的开始位置和结束位置。



### 5.3.3.6.3.2 位移最大值

#### (1) 意义

指定经过最优化处理过程生成的目标波形位移量的允许上限值。

本项目的值越小,必要位移就越小,相反加给原波形的变形会变大。

本项目的值,请设定为使用的试验系统的最大位移以下的值。

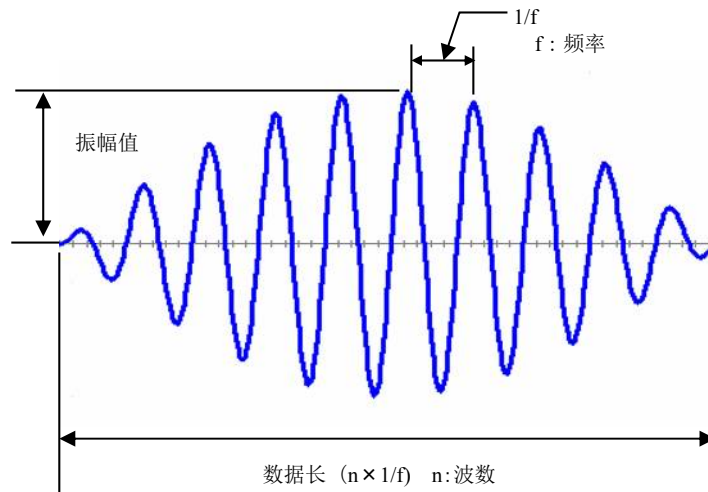
## 5.4 正弦脉冲波/正弦冲击波

生成正弦脉冲波或正弦冲击波的加速度波形数据。

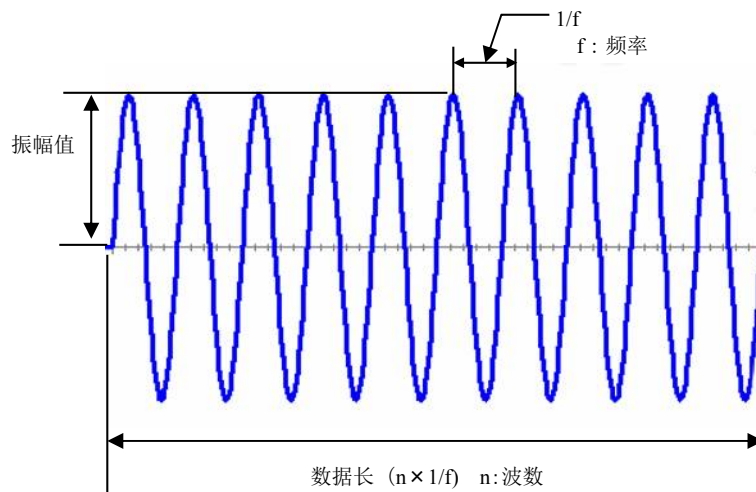
控制量的对象被限定为'加速度'。

正弦冲击波和正弦脉冲波，正如下图所示的加速度波形，规定波形形状的主要项目如下所示。

- 振幅值是多少？
- 生成的正弦波的频率是多少？
- 生成的数据的长度（波数）是多少？



正弦脉冲波



正弦冲击波

选择正弦冲击波/正弦脉冲波后，规定

- 波形类别
- 振幅值
- 生成的正弦波的频率
- 生成的数据的长度（波数）

等波形的形状的定义画面（1/2）被表示。

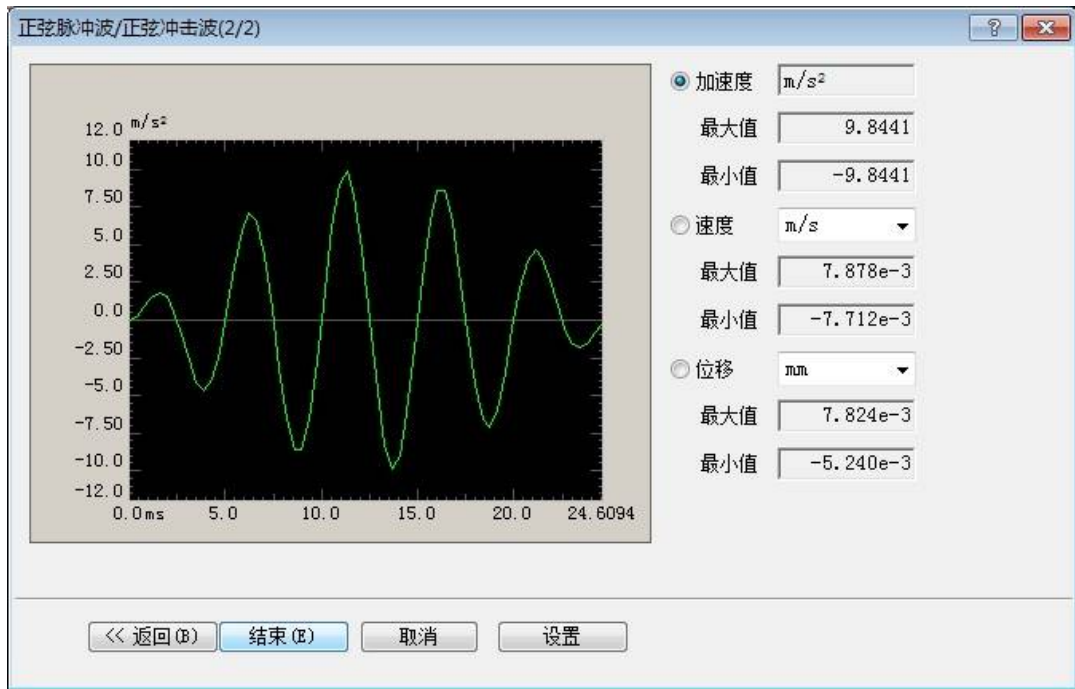
这些项目的设定结束后，按下[下一步]按钮。

按下[下一步]按钮后，生成的加速度波形被表示。

定义画面(1/2)结束后, 定义画面(2/2)被表示, 表示生成了的加速度波形。

按下「返回」按钮, 返回定义画面(1/2)。

按下「完成」按钮, 目标波形的定义结束。



#### 5.4.1 波形类别

##### (1) 意义

指定正弦波脉冲的类别。

##### 1. 正弦脉冲波

正弦脉冲波特定的主要的参数有峰振幅值A, 频率f以及波数n3个。

本系统里正弦脉冲波用下式进行表示;

$$A1(t) = A \cdot \sin(2\pi ft) \cdot \sin(2\pi ft/p)$$

p : 是由频率 f 和调制频率 fm 决定的比率, 本系统里采用 p=2n。

这个波形, 例外的是, 具有只需要目标波形本身就能成为目标波形的性质。也就是说, 其积分值的速度波形, 位移波形, 均在没有补偿波时满足最终条件。

##### 2. 正弦冲击波

相当于正弦波正数波长的脉冲波。

正弦冲击波特定的主要的参数有峰值A, 频率f以及波数n3个。

#### 5.4.2 物理量

##### (1) 意义

从 [加速度] [速度] [位移] [力] 中选择生成的波形数据的物理量。

#### 5.4.3 振幅

##### (1) 意义

根据峰值指定生成的波形数据的振幅 (0-p)。

本项目的值请设定为使用的试验系统的最大额定值以下的值。

#### 5.4.4 采样频率/自动设定采样频率

##### (1) 意义

指定从模拟数据向数字化数据转换时的采样频率  $f_s$ 。

表示测量控制可能的频率上限的频率范围  $f_{max}$ ，和采样频率  $f_s$  有下面的关系：

$$f_{max} = f_s / 2.56$$

请选择，能够测量所需要的频率的采样频率。

譬如，要求观测到2000 [Hz] 为止时， $f_{max}$ 的值请至少设定在2000 [Hz]以上。

因此，能生成的正弦波的频率，受到采样频率的限制。

根据条件的不同不能一概而论，不过请将生成的正弦波的频率的大概15倍以上作为采样频率 $f_s$ 的选择标准。

采样频率选中“自动设定”选择框，将自动的根据指定的正弦波的频率选择适当的采样频率。

#### 5.4.5 频率

##### (1) 意义

输入生成的正弦波的频率。

#### 5.4.6 波数

##### (1) 意义

指定生成几个波(几个周期)的指定了频率的正弦波脉冲。

#### 5.4.7 帧数

##### (1) 意义

所谓帧，就是从频率和波数中生成的正弦冲击波/正弦脉冲波的个数的单位。  
这里，指定从频率和波数中生成的正弦冲击波/正弦脉冲波的重复次数。

#### 5.4.8 终止时间

##### (1) 意义

指定复数的帧时，指定帧之间的终止时间。  
在各帧之间，插入所指定时间的零目标。

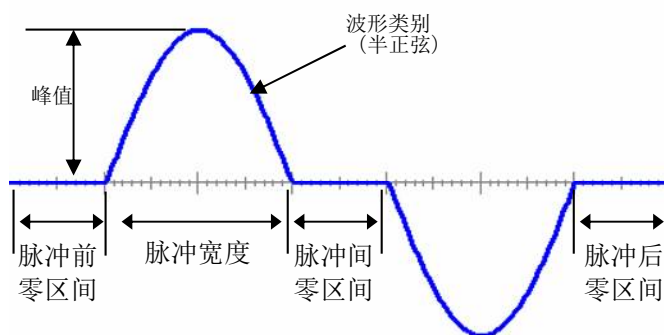
## 5.5 对称补偿型定义波形

本项的功能是，生成各种波形脉冲和与其极性相反的脉冲所形成的波形数据。

控制量的对象限定为‘加速度’。

对称补偿型定义波形，是如下图所示的加速度波形，规定波形的形状的主要内容。

- 波形类别是什么？
- 峰值是多少？
- 脉冲宽度是多少？
- 脉冲前零区间是多少？
- 脉冲间零区间是多少？
- 脉冲后零区间是多少？



## <关于补偿波>

本波形的补偿方法，是把最终速度变为零。

关于最终位移，根据补偿波的附加方法结果不相同。

(在主脉冲后附加补偿波时)

是通常的方式。

如上图所示，与主脉冲的脉冲宽度及振幅相同，极性相反的补偿波被附加到主脉冲之后。

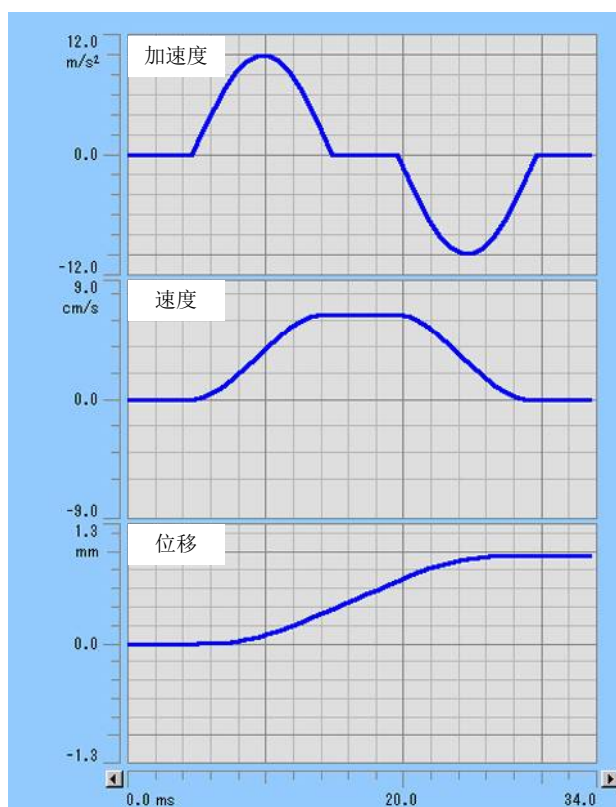
此时，最终位移不为零。

(在主脉冲前后附加补偿波时)

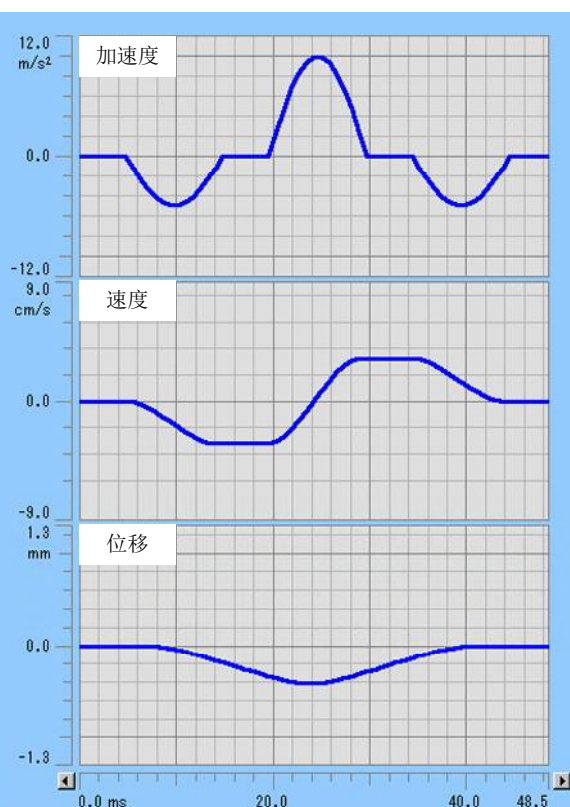
与主脉冲的脉冲宽度相同振幅是1/2，极性相反的补偿波被附加主脉冲前后。

此时，最终位移变为零。

在主脉冲后附加补偿波时



在前后附加补偿波时





选择对称补偿型定义波形后，规定

- 波形的种类（波形类别）
- 峰值
- 脉冲宽度
- 脉冲前零区间
- 脉冲间零区间
- 脉冲后零区间

等的波形形状的定义画面（1/2）会被表示。



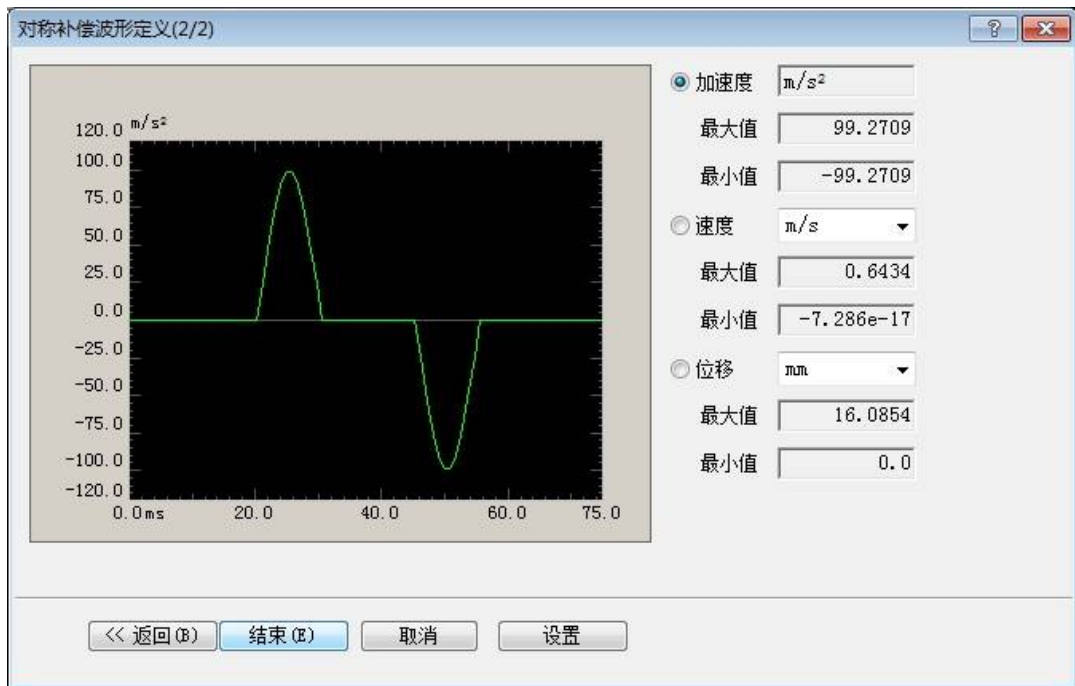
这些项目设定结束后，按下「下一步」按钮。

按下「下一步」按钮后，表示生成的加速度波形。

定义画面(1/2)结束后, 定义画面(2/2)被表示, 表示生成的加速度波形。

按下[返回]按钮, 返回定义画面(1/2)。

按下[完成]按钮, 目标波形的定义结束。



### 5.5.1 波形的种类 (波形类别)

#### (1) 意义

选择生成的波形数据的类别。

- 半正弦波

相当于正弦波半周期的脉冲波。

- 钟形波

相当于以汉宁函数表现的波形的 1 个波形的脉冲波。

- 三角波

相当于三角波半周期的脉冲波。

实际上, 本项目中指定类别的脉冲波一个和与其同种类而极性相反的脉冲波作为一对被生成 (相反极性的脉冲波起到补偿波的作用)。

### 5.5.2 峰值

(1) 意义

根据峰值指定生成的波形数据的量级 (0-p)。

本项目的值请设定在试验系统的最大额定值以下。

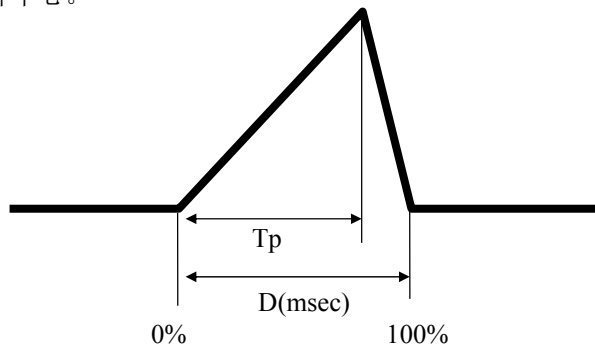
### 5.5.3 峰值位置

(1) 意义

只有在目标波形类别为'三角波'时, 指定此值。

峰值位置 $T_p$ 的指定以随后指定的「脉冲宽度D」的百分率形式来指定。

50%是脉冲中心。



### 5.5.4 采样频率/自动设定采样频率

(1) 意思

指定模拟数据向数字化数据转换时的采样频率  $f_s$ 。

表示测量控制可能的频率上限的频率范围  $f_{max}$  , 和采样频率  $f_s$  有下面的关系:

$$f_{max} = f_s / 2.56$$

请选择能够对所需要的频率进行测量的采样频率。

譬如, 要求观测到2000 [Hz] 为止时, 请至少将 $f_{max}$ 的值设定在2000 [Hz]以上。

还有, 可以实现的脉冲宽度, 受到采样频率的限制。

由于根据波形类别和其他条件不同不能一概而论, 不过请将脉冲宽度内的数据点数大概在15点左右作为选择采样频率  $f_s$ 的标准。

将脉冲宽度记为D[ms]时, 脉冲宽度内的数据点数 $N_d$ 可以按下式来计算。

$$N_d = D \times f_s / 1000$$

采样频率选中“自动设定”选择框, 从指定的脉冲宽度自动选择认为是妥当的采样频率。

### 5.5.5 脉冲宽度

#### (1) 意义

输入生成波形数据的半个周期的脉冲宽度。

### 5.5.6 脉冲前零区间

#### (1) 意义

在主脉冲波形前附加零数据时，指定其长度。

0[ms]作为初始值被设定。

### 5.5.7 脉冲间零区间

#### (1) 意义

主脉冲波形和相反极性补偿波之间设定零数据区间时，指定其长度。

0[ms]作为初始值被设定。

输入0[ms]时相反极性的半周期脉冲会马上继续，结果生成1个周期的波形数据。

另外，请注意设置了本区间时要求位移量必然会增加。

### 5.5.8 脉冲后零区间

#### (1) 意义

在相反极性的半周期脉冲信号结束后设置零数据区间时，指定其长度。

0[ms]作为初始值被设定。

### 5.5.9 在主脉冲前后附加补偿波

#### (1) 意义

通常，补偿波(相反极性的半周期脉冲信号)在主脉冲之后进行附加，但这里在主脉冲前后附加补偿波。

此时，与主脉冲的脉冲宽度相同振幅为1/2的补偿波被附加到主脉冲前后。同时，最终速度和最终位移均变成零。

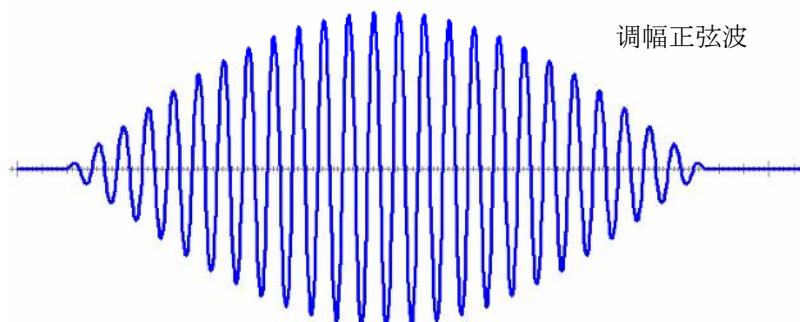
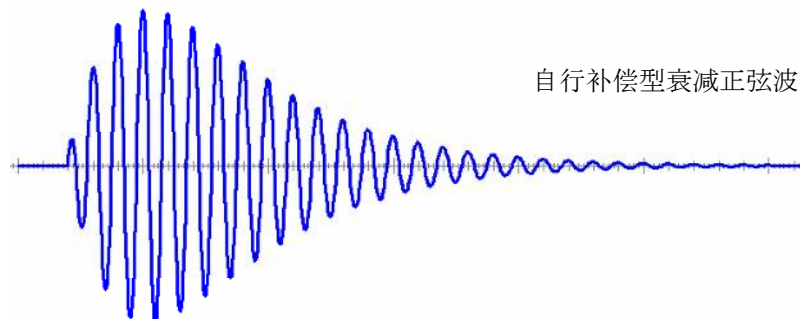
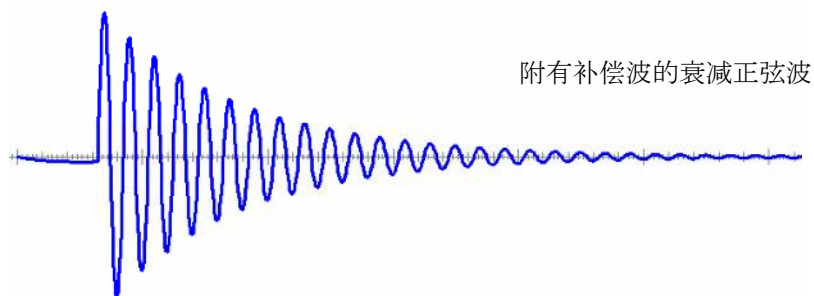
## 5.6 衰减正弦波

生成衰减正弦波的加速度波形数据。

控制量的对象被限定为'加速度'。

衰减正弦波，是如下图所示的加速度波形，规定波形的形状的主要的项目如下所示。

- 衰减正弦波的类别（合成波形类别）是什么？
- 衰减正弦波的振幅值是多少？
- 衰减正弦波的频率是多少？
- 衰减正弦波的衰减率是多少？
- 采样频率时多少？
- 数据的长度（数据点数）是多少？



同时，可以生成组合了复数个这样的衰减正弦波的合成波。

另外，本系统所生成的衰减正弦波，满足以下的条件。

初速度=终速度=0

初位移=终位移=0

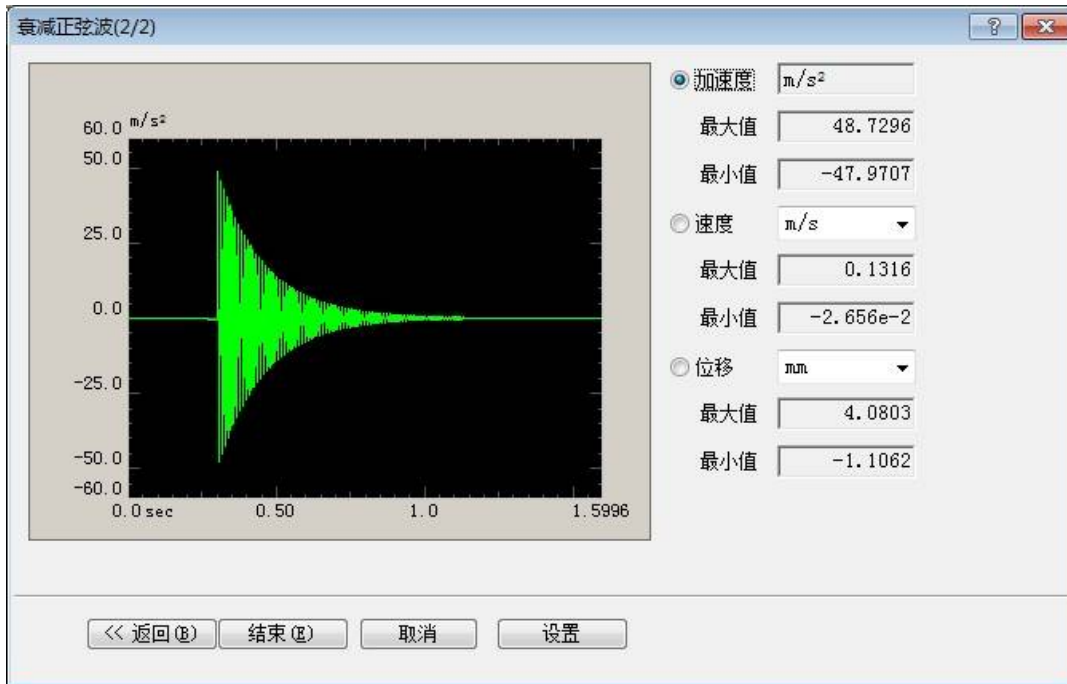
选择衰减正弦波、规定

- 合成波类别
- 各要素波（衰减正弦波）的振幅值
- 各要素波（衰减正弦波）的频率
- 各要素波（衰减正弦波）的衰减率
- 采样频率
- 数据点数

等波形的形状的合成波定义画面被表示。

No.	频率 [Hz]	振幅 [m/s <sup>2</sup> ]	衰减率 [%]	延迟 [ms]
1	100.00	50.0	1.0	300.0

这些项目的设定结束，按下[下一步]按钮。



合成波定义画面结束后，表示衰减正弦波画面(2/2)，生成的加速度波形被表示。

按下「衰减正弦波(1/2)」切换面板，返回合成波定义。

按下[确定]按钮，目标波形的定义结束。

### 5.6.1 合成波类别

#### (1) 意义

指定生成波形数据的类别。

#### ①带补偿波的衰减正弦波(C E D S\*2)

本波形源于D.O.Smallwood的研究\*1。

生成重叠了衰减正弦波的合成波 $\ddot{x}(t)$ ;

$$\ddot{x}(t) = \sum_{i=1}^n U(t - \tau_i) A_i \exp\{-\zeta_i \omega_i(t - \tau_i)\} \sin \omega_i(t - \tau_i) \quad (5-6-1)$$

可是，由于没有附加补偿波成分，再附加一个多余的衰减正弦波成分 $\omega_m$ 、生成

$$\begin{aligned} \ddot{x}(t) = & \sum_i^n U(t - \tau_i) A_i \exp\{-\zeta_i \omega_i(t - \tau_i)\} \sin \omega_i(t - \tau_i) \\ & + U(t + \tau_m) A_m \exp\{-\zeta_m \omega_m(t + \tau_m)\} \sin \omega_m(t - \tau_m) \end{aligned} \quad (5-6-2)$$

的形式的合成波。这里U(t)是Heaviside 的阶段函数。

问题是如何决定补偿波项，Smallwood 通过拉普拉斯变换的方法求出(5-6-2)的速度及位移表现，作为变量 $\omega_m$  和  $\tau_m$  的函数，来决定 $A_m$  和  $\tau_m$ 。也就是说，补偿波的频率和衰减率作为用户定义量给出，从这些量( $A_i, \zeta_i, \omega_i, \tau_i$ )来求 $A_m$  和  $\tau_m$ 。

根据被指定的 $\omega_i$  和  $\zeta_i$  的组合的不同，在设定的帧时间内不能产生充分衰减，会不满足收敛条件。因此，本程序首先指定 $\omega_i$ ，针对指定的 $\omega_i$  算出在帧时间内(准确地说是进一步从中减去下述的延迟时间的时间内)为了产生充分衰减的衰减率下限值，系统只接受那个值以上的指定值。

延迟时间的时间原点是帧时间的开始点。将这作为起点所指定的时间后产生波形数据，生成附加了必要的补偿波形式的数据。

但请注意，有时程序会强制修改延迟时间。

\*1) 文献 D.O.Smallwood

"Matching Shock Spectra with Sums of Decaying Sinusoids Compensated for Shaker Velocity and Displacement Limitation."

Shock and Vibration Bulletin. 44(3) : 43~56

\*2) Compensated Exponentially Decaying Sinusoid

②自行补偿型衰减正弦波 (ZERD)

与CEDS方式不同的，衰减正弦波施加补偿的方法，由D.K.Fisher 和 M.R.Posehn所提出。

他们所命名的这个ZERD波(Zero Residual Displacement) 和接下来叙述的WAVSYN波一样，是在衰减正弦波本身中设计了包含补偿波的效果的波形，衰减正弦波按下面的函数进行定义：

$$\ddot{x}(t) = A \exp(-\zeta \omega t) [\sin \omega t - \omega t \cos(\omega t + \psi)], t \geq 0$$

$$\psi = \tan^{-1} \left( \frac{-2\zeta}{\zeta^2 - 1} \right) \quad (5-6-3)$$

也就是，在波形定义中所指定的量有A,  $\omega$ ,  $\zeta$ ，另外本程序也支持延迟时间 $\tau$ 的指定。

与CEDS一样，与指定的 $\omega$ 所对应的 $\zeta$ 的最小值(为了满足收敛条件)被本程序所管理。另外， $\zeta$ 的最大值为99%。

这个波形，具有特征包络线。



\*3)文献 Christian Lalanne

"Mechanical Vibration & Shock Mechanical Shock Volume II " : 253~258

Hermes Penton Science

③调幅正弦波(W A V S Y N)

生成如下式所表述的波形<sup>\*4</sup>。

$$\ddot{x}(t) = A \sin(kt) \sin(\omega t) \quad 0 \leq t \leq T$$

$$0 \quad \text{其他的 } t$$

$$k = \omega/m$$

$$T = m \pi / \omega$$

$$m = 3, 5, 7, 9, \dots \quad (5-6-4)$$

这里，m是以半个波长的波为单位来计算时的波的数目，称为「波数」。

这个波数，作为调幅正弦波其本身满足补偿波的效果被采用，不过因此波数必须为3以上的奇数。

波数，相当于其他合成波时的衰减率。但是，波数和衰减率有互相倒数的关系。也就是说大的波数相当于小的衰减率。

W A V S Y N的各指定参数有A,  $\omega$ , m 及延迟时间  $\tau$ ，与指定的  $\omega$  相对应的m的最大值被程序所管理，此值不满3时，指定的  $\omega$  不被接受（此时，请加大  $\omega$ ，或为可以设定更大的帧时间来加大数据点数N，）。

\*4) 文献 R.C.Yang

"Safeguard BMD System - Developement of a Waveform Synthesis Technique "

SAF-64 (New York : Ralph M Parsons Co, Aug. 28, 1970 )

## 5.6.2 采样频率

(1) 意义

选择生成的波形数据的采样频率 $f_s$ 。

根据本项目的设定，波形控制程序使用本数据时的「频率范围 $f_{max}$ 」将变为确定的。

另外，频率范围 $f_{max}$ ，与采样频率 $f_s$  有下面的关系：

$$f_{max} = f_s / 2.56 \text{ [Hz]}$$

### 5.6.3 数据点数

#### (1) 意义

指使用几个采用前一项的采样频率采样的数据点数来表现波形数据时的个数。

波形数据的全长T [s]，通过下式决定：

$$T = N / f_s [s] \quad N : \text{数据点数}$$

### 5.6.4 补偿波频率

#### (1) 意义

是合成波形类别为CEDDS时的必要的定义项目，是指对于按指定衰减正弦波群叠加起来的加速度波形，进行使「最终速度零，最终位移零」的补偿的补偿波(这也是衰减正弦波)的频率

通常，是比其他要素波群中的最小频率更小的值。

### 5.6.5 补偿波衰减率

#### (1) 意义

指给予前一项CEDDS的补偿波的衰减率。

通常认为设置为「100%」是妥当的。

### 5.6.6 要素波（衰减正弦波）的设置

使用以下按钮进行合成波的定义。

「追加...」：进行衰减正弦波的设置。

「修改...」：修改已设置的衰减正弦波的内容。

选择对象的编号，按下本按钮后，相应的参数会被表示，请进行参数的修改。

「删除」：删除已设置的衰减正弦波。

选择对象的编号，按下本按钮。

#### 5.6.6.1 频率

##### (1) 意义

是三种特殊波形CEDDS，ZERD，WAVSYN共同的定义项目，指给予各成分的频率。

#### 5.6.6.2 振幅

##### (1) 意义

是三种特殊波形CEDDS，ZERD，WAVSYN共同的定义项目，指给予各成分的初始振幅值A<sub>i</sub>。

另外，用本程序生成的特殊波形数据，全部是加速度量。

### 5.6.6.3 衰减率

#### (1) 意义

是 C E D S 和 Z E R D 共同的定义项目，指给予各成分的衰减率  $\zeta_i$ 。

#### <下限值>

本项目的定义可能下限值，根据程序有如下规定：

将使定义的特殊波形的振幅，在生成数据的终端，衰减到初期振幅值  $A_i$  的 1/100 以下的  $\zeta_i$  作为下限值。

也就是说，在设定数据长(用  $f_s$  和  $N$  进行决定)以内，将保证各波形的充分衰减作为条件，进行下限值的设定。

因此，下限值太大时，请做如下处理：

- 将数据长设定大。
- 减小延迟时间。

#### <上限值>

C E D S 时	999.99%
Z E R D 时	99 %

被设定。

### 5.6.6.4 调幅正弦波波数

#### (1) 意义

是 W A V S Y N 时的定义项目，与 C E D S, Z E R D 中的衰减率相对应。

应该注意的是，大的波数与小的衰减率相对应。

#### <下限值>

根据 W A V S Y N 的定义，是 3。

#### <上限值>

定义的波形，作为设定的数据长中可以容纳的最大波数被程序所决定。

### 5.6.6.5 延迟时间

#### (1) 意义

是三种特殊波形 C E D S, Z E R D, W A V S Y N 的共通的定义项目，指给予各成分的延迟时间  $\tau_i$ 。也就是说，根据本项目来决定各波形的时间起点。

例如，如果  $\tau_i = 10\text{ms}$  时，其波形作为从数据生成开始点开始测量经过 10ms 后的开始的波来生成。

## 第6章 操作关联补充

### 6.1 典型冲击波形以外的 SHOCK 试验的容差检测

SHOCK试验的容差的设定，在典型冲击波形中包含目标波形的定义，但其他类别的目标波形则与目标波形的定义(试验定义)是独立进行。

另外，由于容差是控制结果的判断标准，对控制性能不会带来影响。

典型冲击波形以外的目标波形的容差，不包含在各试验文件的定义文件中，在每次试验实行时进行设定。容差按以下的项目进行规定。

- 容差幅度（按对目标波形的峰值的百分率进行指定）

另外，容差幅度的初始值在「动作设定」中指定。详细请参照动作设定的「6.5.1 容差」。

## 6.2 试验量级的修改

试验量级的修改，按以下步骤在[试验条件]中进行。

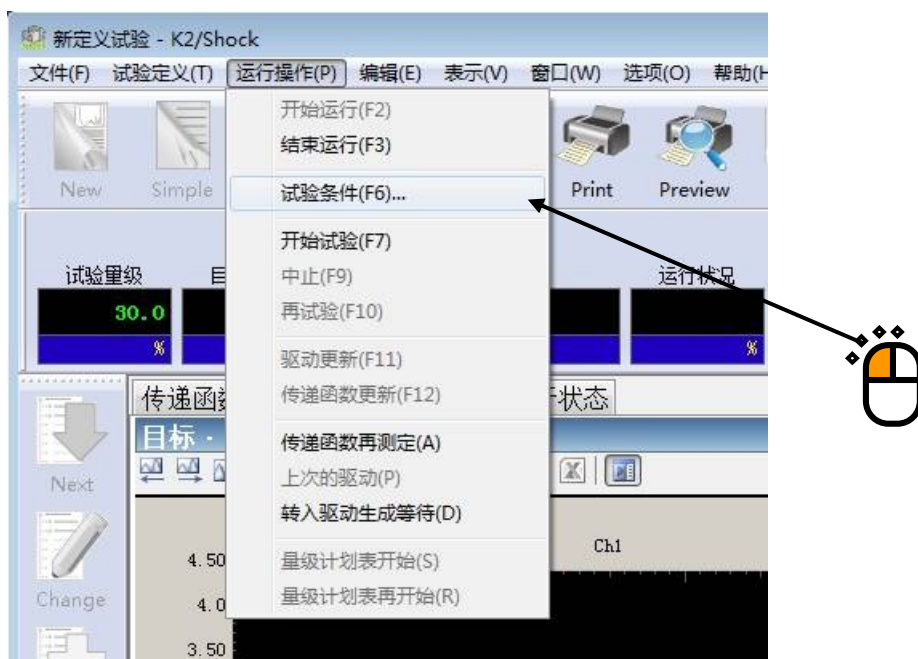
[试验条件]的内容，在试验开始前的状态中修改可能的。

另外，试验量级的初始值，是在「控制条件」定义的「初始量级」中进行指定。

<操作步骤>

<Step1>

从菜单栏的运行操作中选择[试验条件]。



<Step2>

指定[试验量级]。

初始值，被设定为[控制条件]定义的[初始量级]中所指定的值。

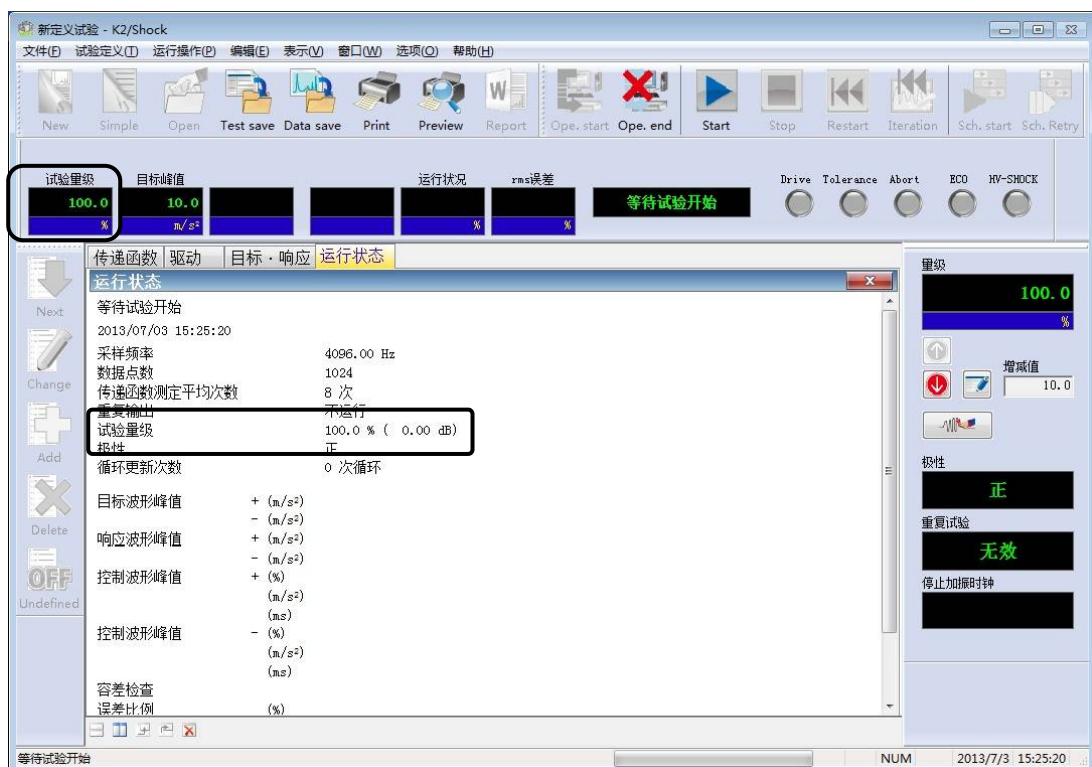
这里，作为例子，设定试验量级为「100%」。



<Step3>

设定试验量级为指定的值。

按下[试验开始]按钮后，进行指定试验量级的试验。



### 6.3 目标波形的极性的修改

目标波形的极性的修改，按以下步骤在「试验条件」中进行。

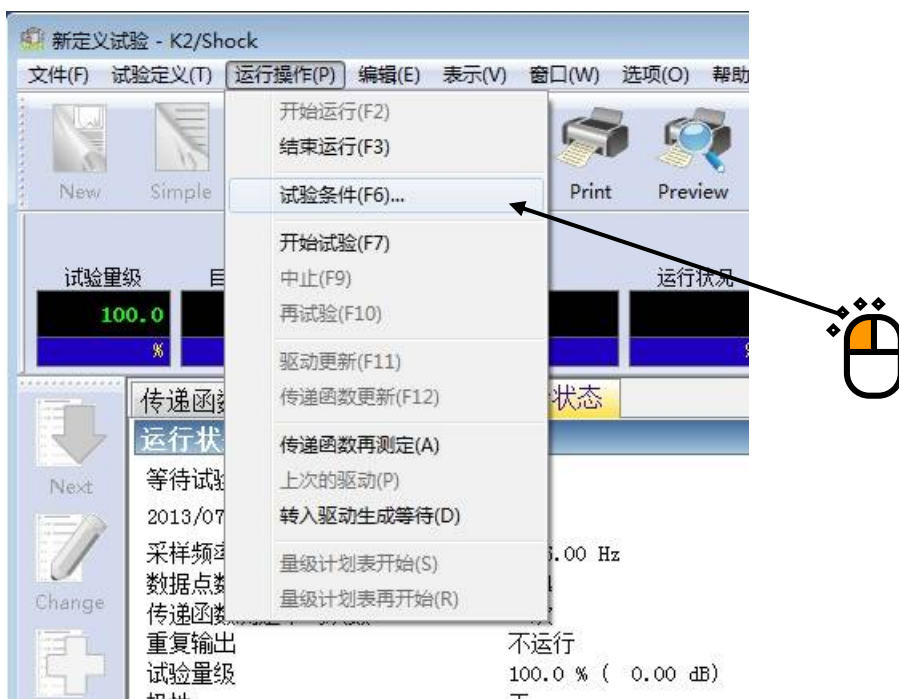
[试验条件]的内容，在试验开始前的状态中成为修改可能的。

另外，目标波形极性的初始值，在[控制条件]定义（详细定义）的[极性]中进行指定。

<操作步骤>

<Step1>

从菜单栏的运行操作中选择[试验条件]。



<Step2>

选择[极性]。

初始值，设定为[控制条件]定义的[极性]中所指定的值。

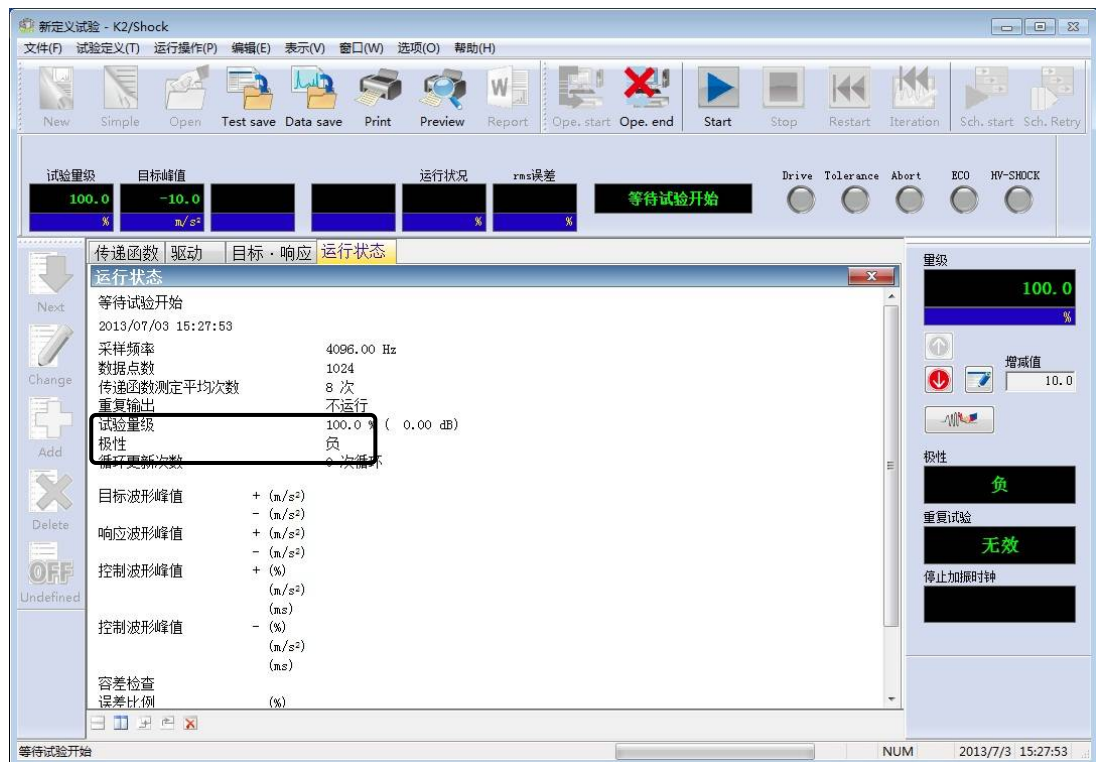
这里，作为例子，设定极性为「负」。



<Step3>

设定指定的极性。

按下[试验开始]按钮，按指定的极性进行试验。





## 6.4 反复试验的运行

### 6.4.1 反复加振的运行

反复试验的运行，按以下的步骤在[试验条件]中设定。

[试验条件]的内容，在试验开始前的状态中成为修改可能的。

反复试验的条件，根据下面的2个项目进行规定。

- 反复次数
- 反复间隔

另外，反复试验的条件的初始值，在[控制条件]定义（详细定义）的[反复试验]中进行指定。

<操作步骤>

<Step1>

从菜单栏的运行操作中选择[试验条件]。



<Step2>

选中反复试验的[运行]选择框。

没有指定次数时选中[无限次]。指定次数时，取消[无限次]选择框的选择，在[反复次数]中输入次数并指定反复间隔。

初始值，设定为[控制条件]定义的[反复试验]中所指定的条件。

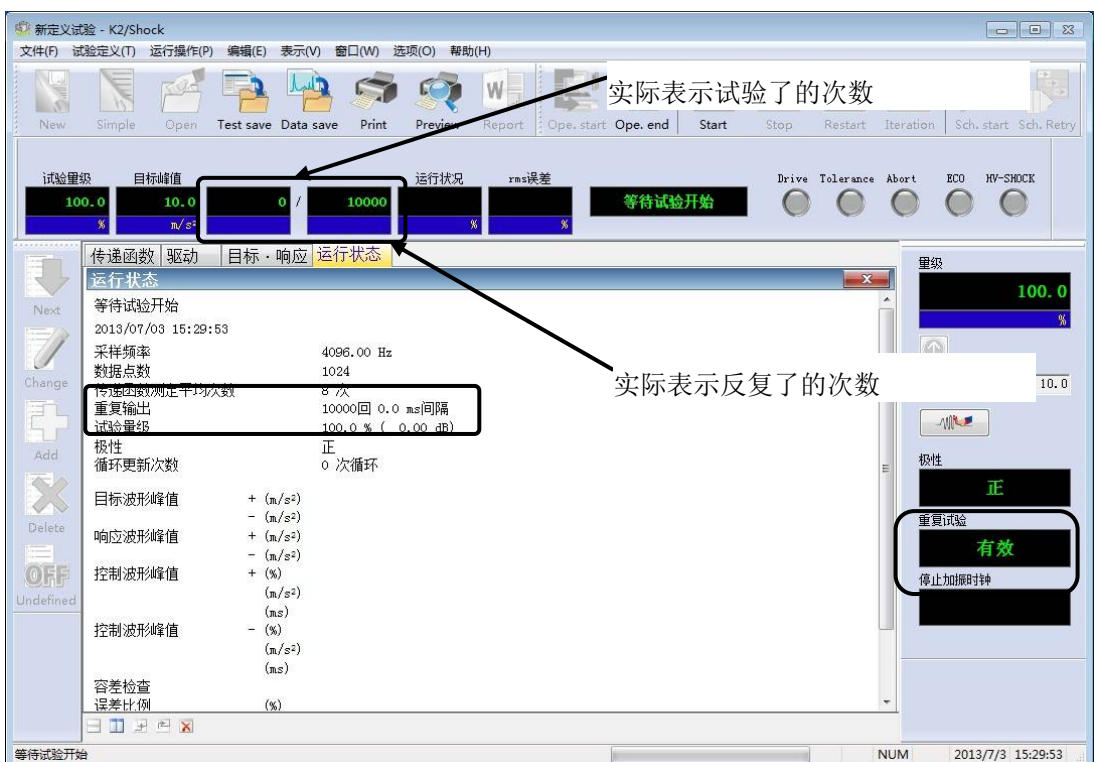
这里，作为例子，设定[反复次数：10000次]，[反复间隔：0ms]。



<Step3>

是指定的反复试验的条件。

按下[试验开始]按钮后，按指定的反复试验的条件进行反复试验。



#### 6.4.2 按最大值进行监测

在反复加振中，在加振器或传感器发生异常等时，希望中断加振的情况下设定。将第1次的加振响应的峰值与第2次以后的加振响应的峰值加以比较，并在超过指定的比率（中断变化比率）时中断加振。

<操作步骤>

<Step1>

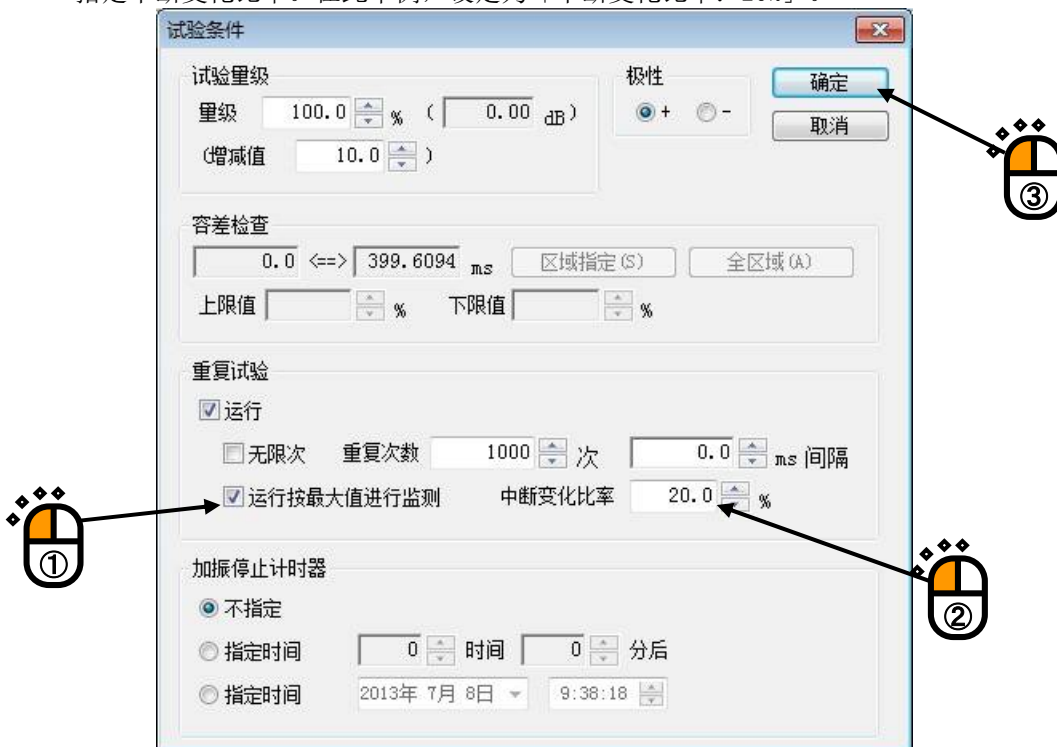
设定前项的反复加振。



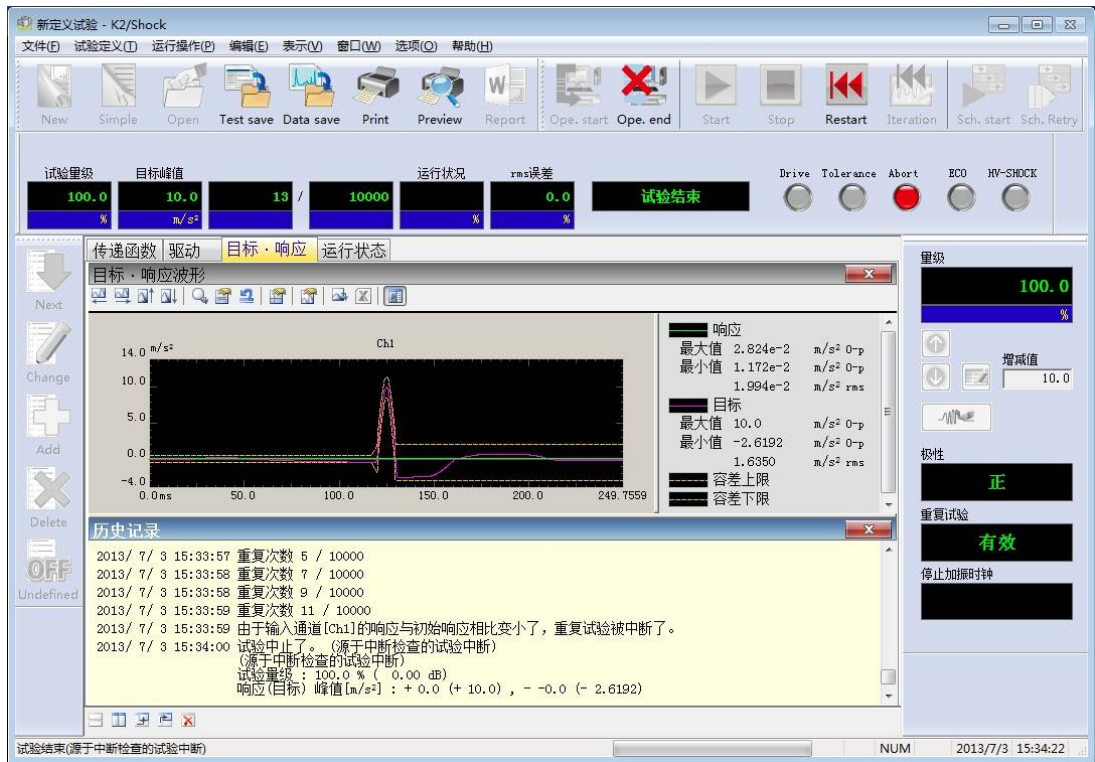
<Step2>

在「运行按最大值进行监测」栏内打勾。

指定中断变化比率。在此举例，设定为「中断变化比率：20%」。



以下所示的是反复加振时响应变小时的例子。



如果响应变小, 将会在历史记录中显示反复加振中断的消息, 并且停止加振。

## 6.5 动作设定

关于动作设定进行说明。

表示动作设定的画面时，选择菜单的[选项] → [动作设定]。



### 6.5.1 容差

设定[试验条件]的容差幅度的初始值。

这里，按对目标波形的峰值的百分率来指定容差幅度的上限值和下限值。

### 6.5.2 速度·位移的算出处理

指定速度·位移的算出处理的方法。

只有在控制量是加速度时有效。

根据定积分的特性和加速度数据的低频率区域的可靠性，单纯的以积分速度波形及位移波形进行系统额定检测时，目标波形的过大位移或过大速度会产生错误，使得试验本身有可能不能继续。本功能，就是避免这个现象，进行修正处理使得可以获取妥当的速度波形及位移波形。

但是，由于存在过大位移或过大速度有时是事实上所允许的，请在利用时充分注意。

请意识到从加速度波形获取的速度波形及位移波形仅仅只能作为参考值。如果想得到正确的响应位移波形，请使用位移传感器。

#### <自动设定>

· 目标波形类别为「测试波形」和「正弦冲击波形」时

· 速度的DC截止处理：处理

· 高通滤波处理：处理

截止频率： $\max[2\Delta f, \text{控制下限频率}]$ 、次数：1

· 其他情况时

· 速度的DC截止处理：不处理

· 高通滤波处理：不处理

#### <手动设定>

用以下处理的组合进行修正处理。

· 进行速度波形的DC切割处理

算出速度波形时减去DC成分。

· 进行高通滤波处理

对位移波形进行高通滤波处理（巴氏滤波），修正位移波形。在“进行高通滤波器处理”时，指定滤波的「截止频率」和「次数」。截止频率越大，算出的位移就变得越小。同时，次数越大滤波器的斜率变得越陡。

请切除加速传感器的使用可能的频带以外的低频信号。因为通过积分处理后低频段的信号成分会被放大，所以有预先除去的必要。

### 6.5.3 传递率表示单位

选择传递率图形的振幅值的表示单位。

本指定，只在计算传递率的2个数据单位相同的传递率图形时有效。

计算传递率的2个数据的单位不同的传递率图形时，振幅值的表示单位总是为「单位/单位」。

### 6.5.4 试验结束时自动保存数据

试验结束时自动保存数据文件。

生成的数据文件的文件名如下。

试验文件名XXX.vdf

XXX：每次在试验结束时添加连续号码。反复试验时只保存最后的试验的数据。

### 6.5.5 可指定超过 100%的试验量级

试验时可设定100%以上的试验量级。上限为200%。

**请充分理解危险性后再使用本功能。如果错误使用，则系统可能破损。需进行100%以上的试验时，强烈建议勿使用本功能，而是把目标波形本身的量级变大。**

定义时的额定检测用100%执行。所以，可否进行100%以上的试验，在定时结束时无法知道。但是，由于在每次试验前进行额定检测，「无法进行额定以上的试验」的安全功能启动。

### 6.5.6 执行时的画面配置

- 「保持」复选框

在保持试验执行时的画面配置时选择。画面配置保存在各测试类别。如果保持画面配置，则在下次试验执行时，显示与上次相同设定的图表等。

如果未选择「保持」，则不保存之后所变更的画面配置。

- 「初始化」复选框

将画面配置返回初始状态时选择。

### 6.5.7 误差计算方法

目标与响应的误差计算方法可以通过动作设定的“误差计算方法”来进行切换。

- r m s 基准：

以百分率来表示误差波形的 r m s 值相对于目标波形的 r m s 值的比率。

$$\text{误差比率}[\%] = \frac{\text{误差波形的 r m s 值}}{\text{目标波形的 r m s 值}} \times 100$$

- 峰值基准：

以百分率来表示误差波形的峰值相对于目标波形的峰值一峰值的比率。

$$\text{误差比率}[\%] = \frac{\text{误差波形的峰值}}{\text{目标波形的p-p值}} \times 100$$

### 6.5.8 驱动更新

驱动更新之后，目标波形的区域外有可能产生不需要的响应。这种情况下，请使用本功能。

- “仅以目标波形长度为对象”复选框

通过驱动更新排除目标波形区域外误差波形的影响。但是，由于会强制性地忽视目标波形区域外的误差波形，因此目标波形区域前后的驱动波形可能产生不需要的成分。所以，通常请选择下

一个项目的“使用汉宁窗”。

- “使用汉宁窗”复选框

驱动更新时考虑到误差波形的连续性，会无视目标波形区域外的误差。但是，目标波形最初与最后区域的响应波形的误差收敛将变差。



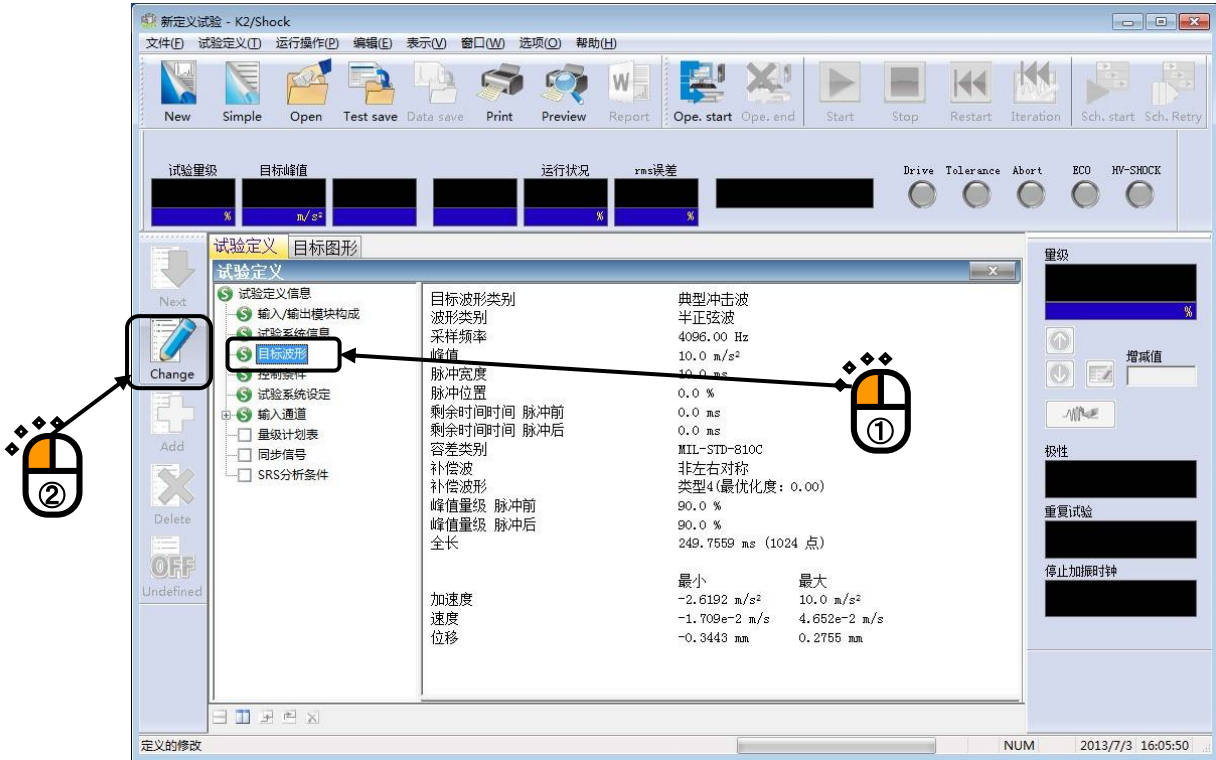
## 6.6 目标波形类别的修改

说明修改已定义的目标波形的类别的步骤。

<操作步骤>

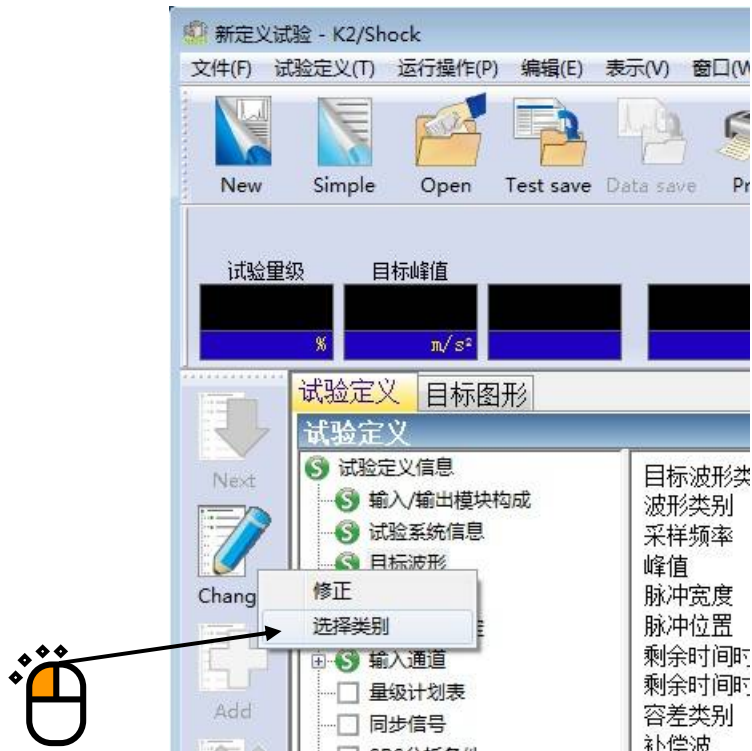
<Step1>

选择试验定义的目标波形的项目，按下定义修改的按钮。



<Step2>

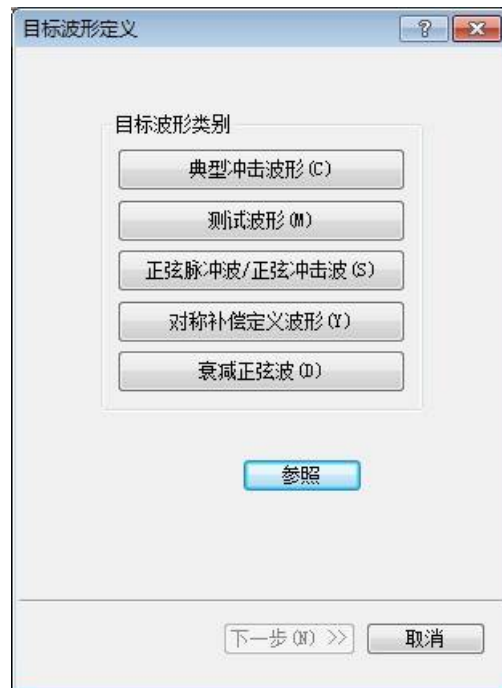
按下修改按钮后，指定「修正」还是「类别选择」的菜单将被表示，选择「类别选择」。



<Step3>

在目标波形类别选择画面中，选择想定义的目标波形类别，按下[下一步]按钮。

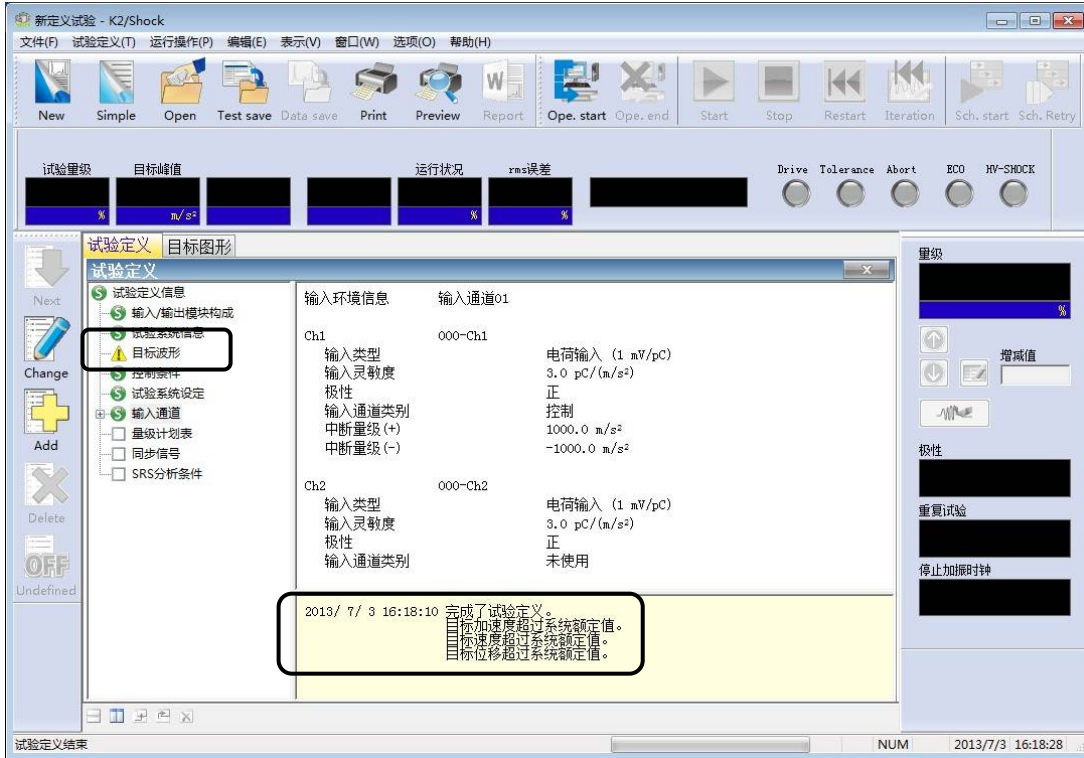
表示按各种类别进行定义的画面。此后的有关各类别的定义，请参照[目标波形的定义]。



## 6.7 系统额定检测

目标波形是加速度时，作为安全功能，求出目标波形的位移波形和速度波形，与系统额定值进行比较检测。

如果那些值超过系统额定值时，输出错误信息或警告信息。



关于位移波形和速度波形的算出，请参照「6.5.2 速度・位移的算出处理」。

## 6.8 误差比例

试验结束后，表示容差检测的结果和误差比例等试验结果。

显示的误差比率通过“6.5.7误差计算方法”所指定的方法来计算。

试验量级	目标峰值	运行状况	rms误差
10.0 %	-0.8681 m/s <sup>2</sup>	运行正常结束	5.956e-2 %

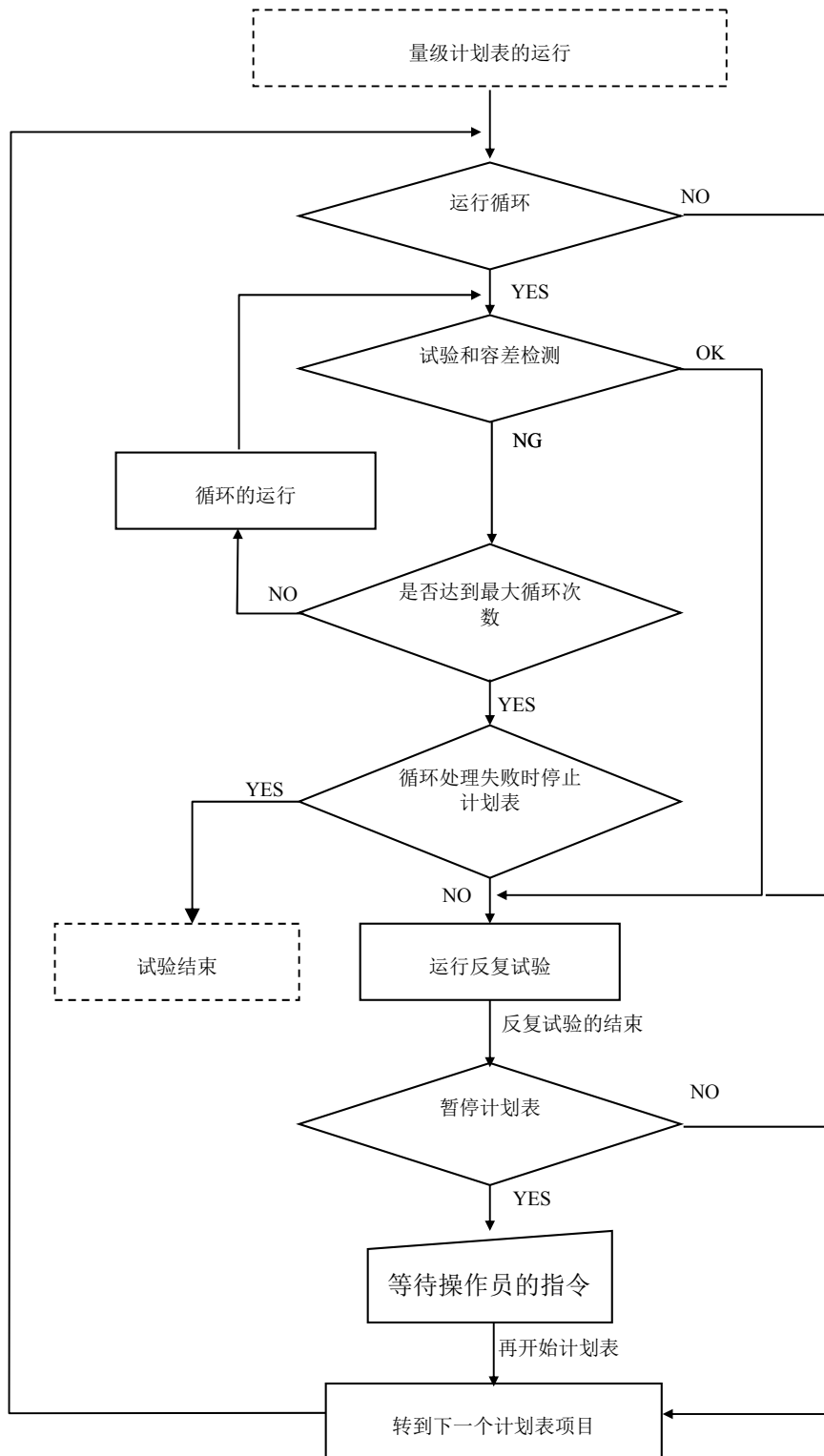
  

传递函数	驱动	目标·响应	运行状态
运行状态			
试验结束 (试验正常结束)			
2017/06/15 17:20:57			
采样频率		409.60 Hz	
数据点数		8192	
传递函数测定平均次数		8 次	
重复输出		不运行	
试验量级		10.0 % (-20.00 dB)	
极性		正	
循环更新次数		0 次循环	
目标波形峰值	+ (m/s <sup>2</sup> )	0.7356	
	- (m/s <sup>2</sup> )	-0.8681	
响应波形峰值	+ (m/s <sup>2</sup> )	0.7356	
	- (m/s <sup>2</sup> )	-0.8682	
控制波形峰值	+ (%)	0.2357	
	(m/s <sup>2</sup> )	3.323e-4	
	(ms)	1.585e+4	
控制波形峰值	- (%)	-0.2265	
	(m/s <sup>2</sup> )	-3.194e-4	
	(ms)	1.154e+4	
容差检查		OK	
误差比例	(%)	5.956e-2	

## 6.9 量级计划表的运行

定义量级计划表后，就可以运行量级计划表。

量级计划表的处理流程的概要如下图所示。



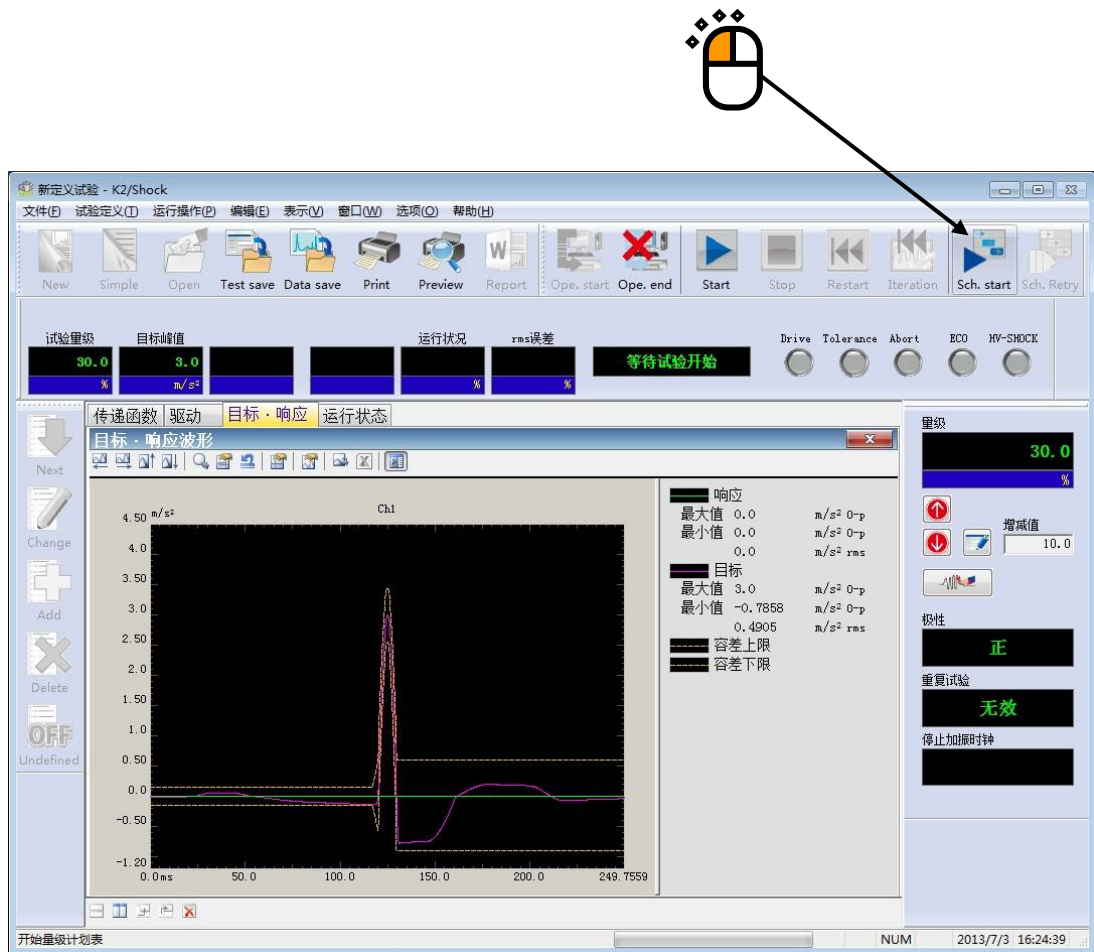
量级计划表的运行，按照以下的步骤运行。

<操作步骤>

<Step1>

按已定义试验文件运行量级计划表后，在试验开始等待状态中「量级计划表开始」按钮变得有效。

开始量级计划表时，按下[量级计划表开始]按钮。



另外，进行通常的试验操作时，按下[试验]按钮。

<Step2>

①[运行循环] 计划表项目时

运行反复试验前，容差检测不通过时运行循环。

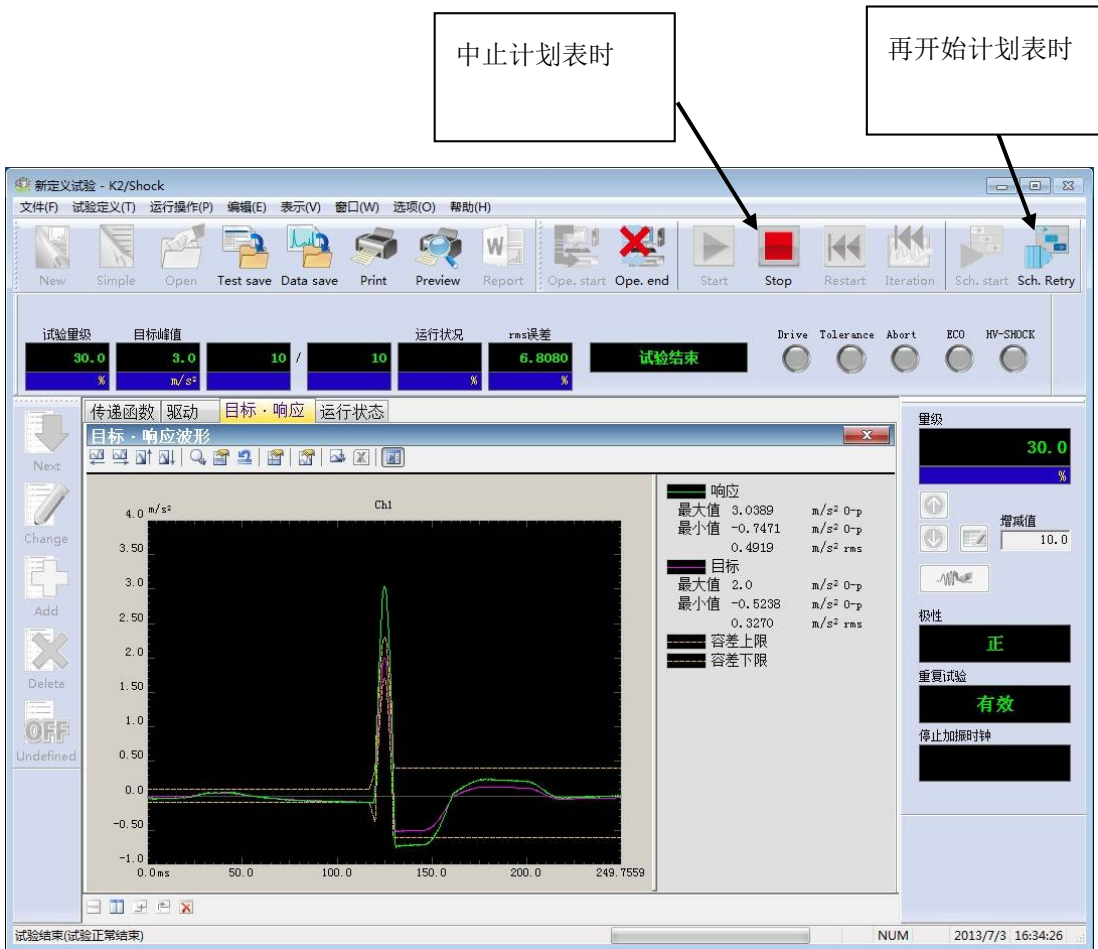
[循环处理失败时停止计划表]时，运行完最大循环次数的循环时容差检测也不通过时，中断试验，转到试验结束状态。

②[计划表暂停]时

相应计划表项目的试验停止后暂停计划表，进入等待自操作员的指令的状态。

再开始计划表时，按下[量级计划表再开始]按钮。

中止计划表的时候，按下[中止]按钮。



③[不暂停计划表]时

相应的计划表项目的试验结束后，自动转到下一个计划表项目。

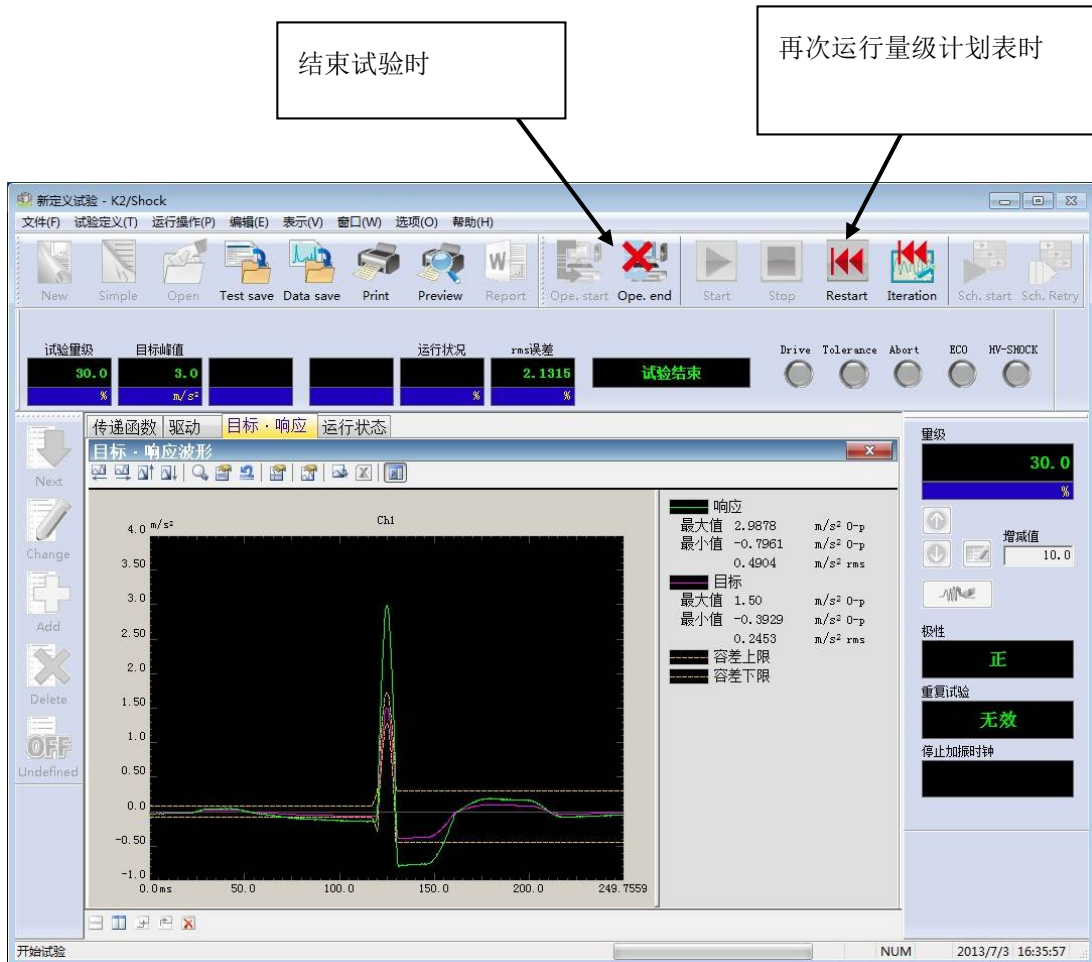


<Step3>

量级计划表结束后，进入试验结束状态。

再次运行量级计划表时，请按「再运行」按钮。按下「再运行」按钮后，返回到<Step1>的试验开始等待状态。

结束试验时，按下「运行结束」按钮。





## 6.10 控制运行数据的读入和删除

试验中断（结束）时的状态（试验中必要的的数据），通过试验结束状态时保存的试验定义文件，可以被读入。

称这些数据为控制运行数据。

控制运行数据中有如下内容

- 传递函数
- 驱动波形

将控制运行数据读入并保存到试验定义文件中时，有如下优缺点。

### [优点]

#### <传递函数的读入>

已运行过试验的传递函数可以在下一个试验中使用（能略过传递函数的测定）。

但是，传感器和提供试样等的系统匹配和条件不同时，是非常危险的，请注意。此时，和通常的试验一样，请重新进行传递函数的测定。

#### <驱动波形的读入>

已运行过试验的驱动波形可以在下一个试验中使用。传感器和提供试样等的系统匹配和条件一样的话，可以以同样控制精度再现以前运行过的试验。

但是，传感器和提供试样的系统匹配和条件不同时，是非常危险的，请注意。此时，请和通常的试验一样，在新的环境中测定传递函数，生成新的驱动。

### [缺点]

如果不消去控制运行数据，试验定义内容的一部分不能修改。

## 6.10.1 控制运行数据的读入

控制运行数据在试验结束的状态中可以读入。

### 6.10.1.1 试验结束时导入的方法

<操作步骤>

<Step1>

保存试验文件。

文件保存时，会表示是否将现在的状态附加到定义文件中的确认信息，选择「是」。



<Step2>

保存可选项被表示，选择「向定义中读入控制运行数据」，按下「确定」按钮。



- 传递函数  
如果在传递函数测定后，可以与定义相关联。
- 驱动波形  
如果在驱动波形生成后，可以与定义相关联

<Step3>

追加表示与试验定义相关联的数据项目。



### 6.10.1.2 定义模式中导入的方法

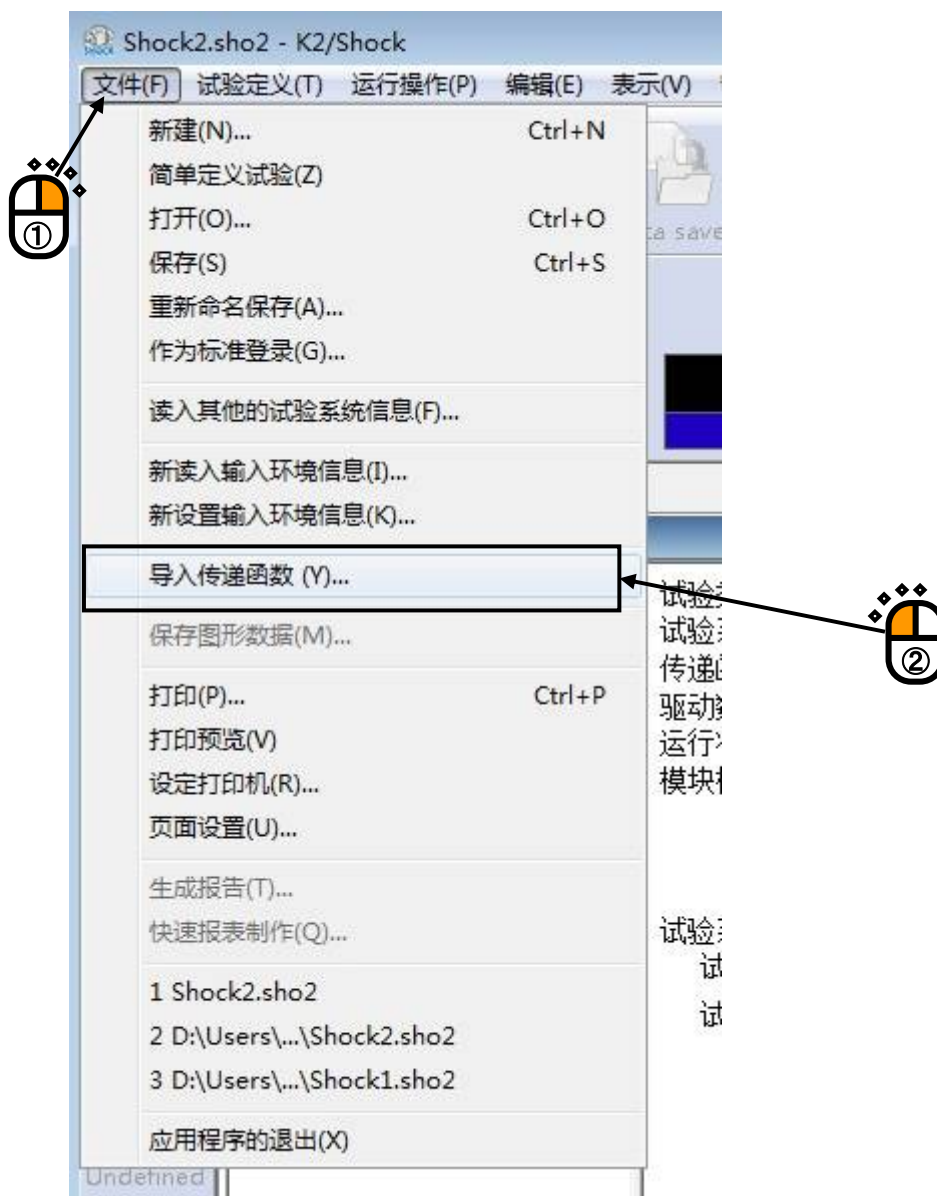
<操作步骤>

<Step1>

在定义模式中通过进行以下操作，可以将“传递函数”导入试验定义文件。

“传递函数”可以从数据文件导入。

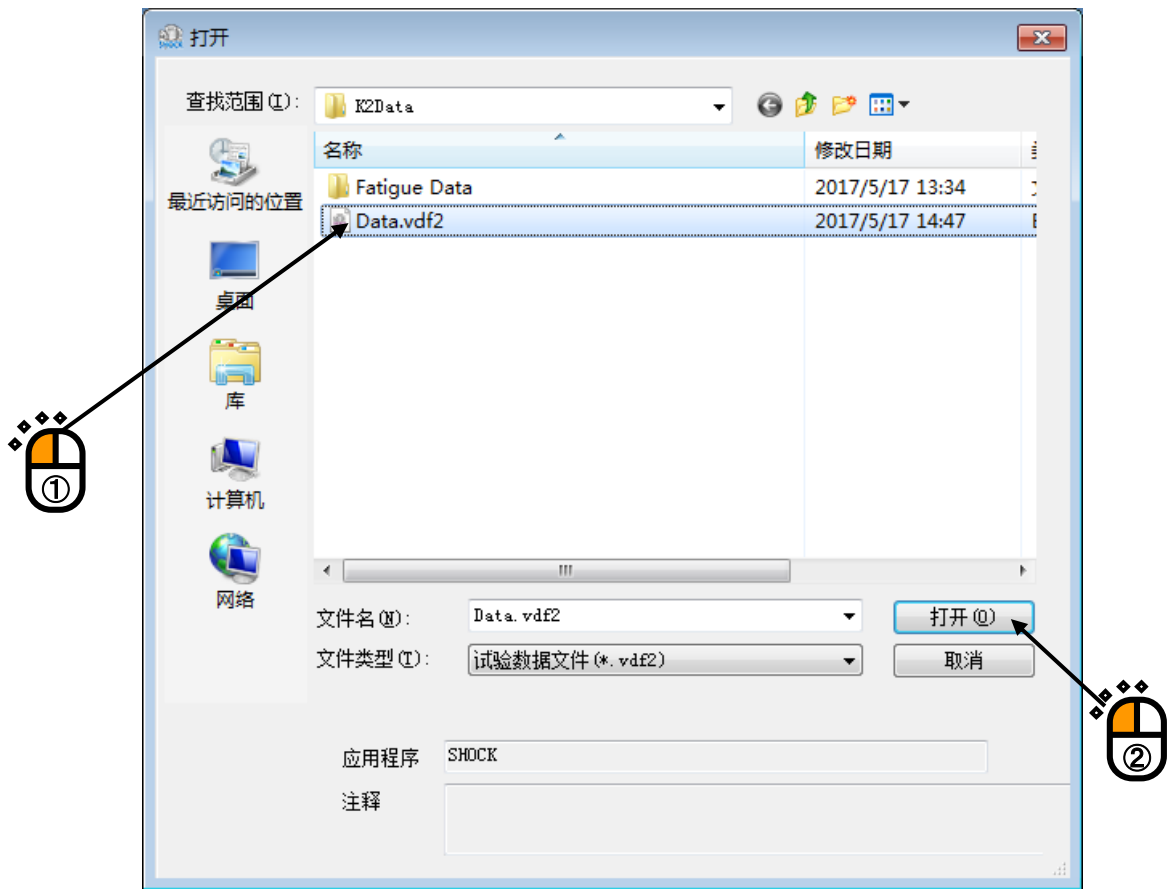
请从菜单栏的“文件”选择“导入传递函数”。



<Step2>

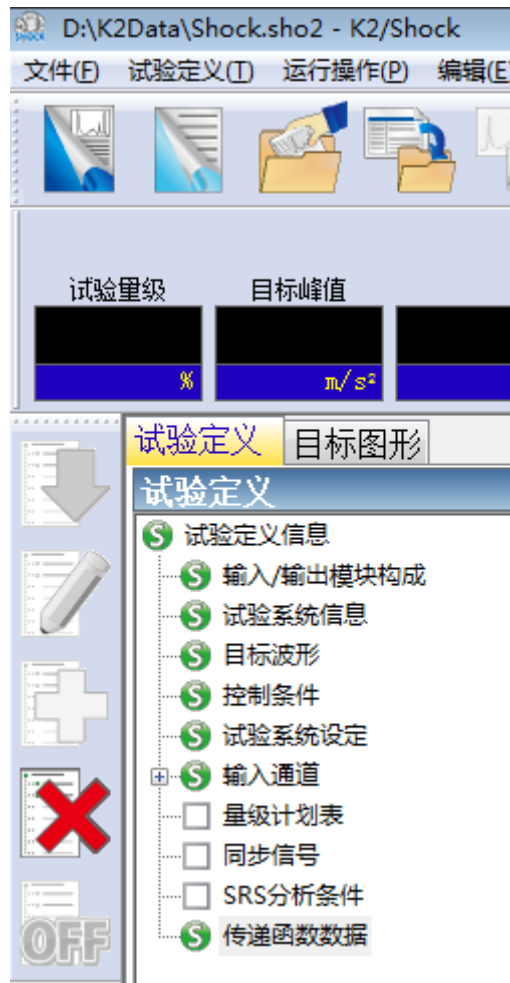
请选择想要导入的数据文件。然后，点击“打开”。

另外，采样频率等各项条件必须与试验定义一致、并且必须是试验定义中可以使用的数据，否则本项目无效。



<Step3>

追加显示在试验定义中关联的数据项目。



## 6.10.2 传递函数数据的删除

删除[控制运行数据]时，进行以下的操作步骤。

<操作步骤>

<Step1>

选择要删除的传递函数数据，按下[定义的删除]按钮。



<Step2>

会表示出确认信息，按下[是]按钮。



## 6.11 传递函数测定的略过（使用读入到试验中的传递函数）

读入了传递函数的试验文件，略过传递函数的测定，可以在试验中使用读入的传递函数。

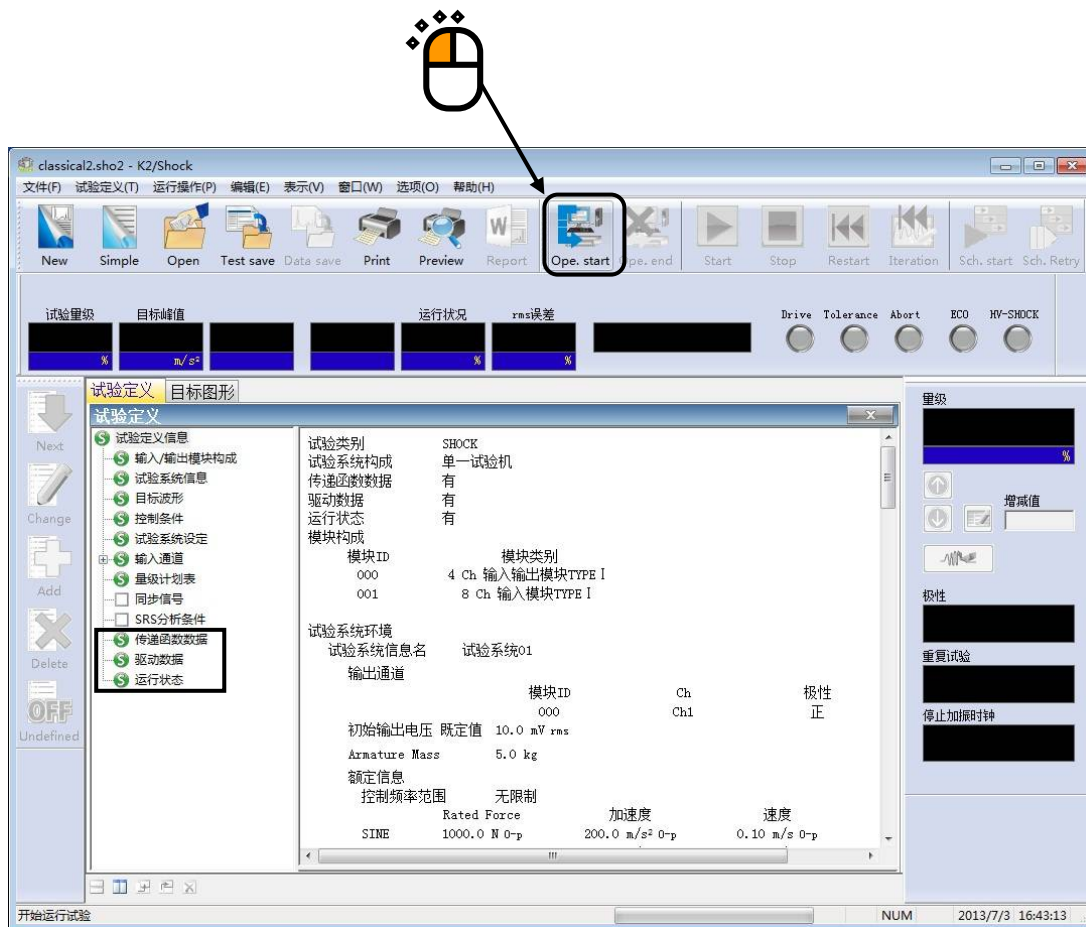
但是，传感器和提供试样等的系统构成和条件不一样时，是非常危险的，请注意。此时，和通常的试验一样，请重新测定传递函数。

关于传递函数的读入，请参照[控制运行数据的加载和删除]。

<操作步骤>

<Step1>

读入已读入传递函数的试验文件，按下[运行开始]按钮。

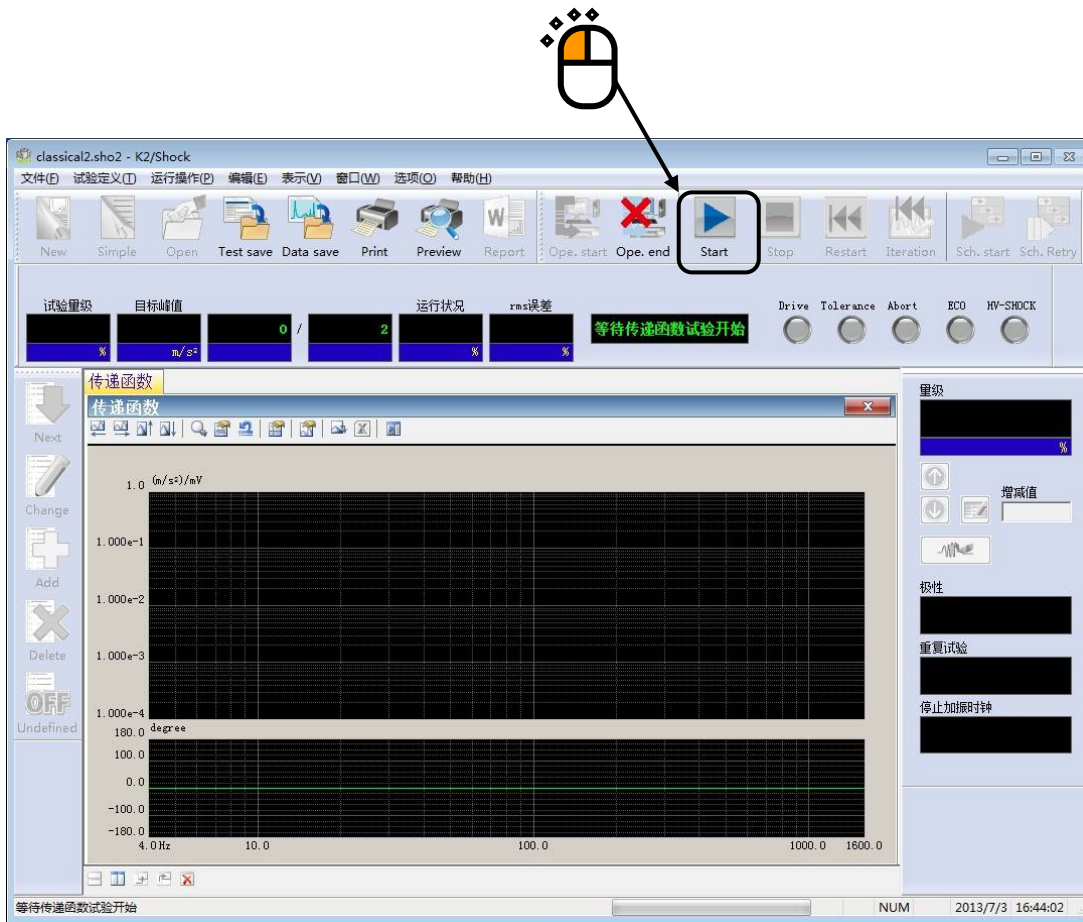




<Step2>

测定控制系统的传递函数。

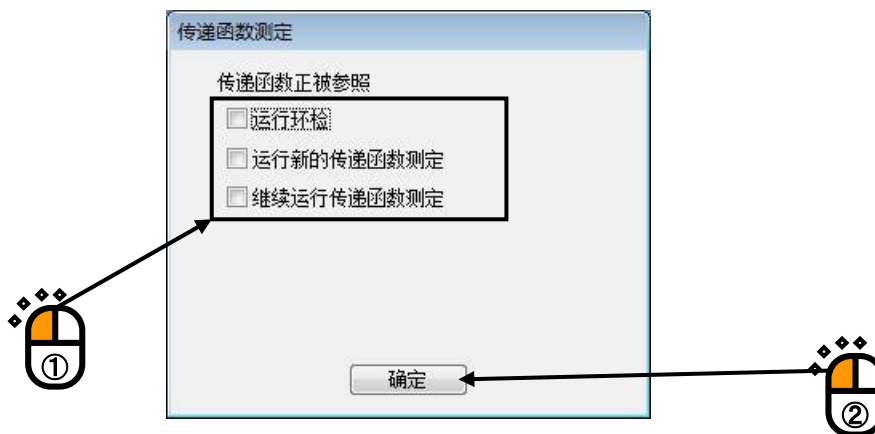
按下[传递函数测定开始]按钮。



### <Step3>

读入了传递函数的试验时，表示选择是否略过传递函数测定的画面。

略过环检和传递函数时，取消全部的选择框的选择，按下[确定]按钮。按下[确定]按钮后，读入的传递函数被读入，进入驱动生成等待状态。



传递函数测定的面板，由[环检]和[传递函数测定]2个组成。新建[传递函数测定]时[环检]是必须要的。这里选项，有下面4个。

- 1) 略过[环检]和[传递函数测定]（上面的内容）。
- 2) 仅运行[环检]，略过[传递函数测定]（只确认没有配线错误，控制系统是否全部连接在一起）。
- 3) 再进行测定[传递函数测定]。[传递函数测定]前必定运行[环检]。
- 4) 继续进行测定[传递函数的测定]（参考下一项）。运行传递函数测定，追加到现在的传递函数中（增加传递函数的平均化次数）。不运行[环检]。

## 6.12 传递函数的继续测定

继续测定传递函数，追加到现在的传递函数中。

测定传递函数结束后，想增加传递函数的平均化次数时使用。

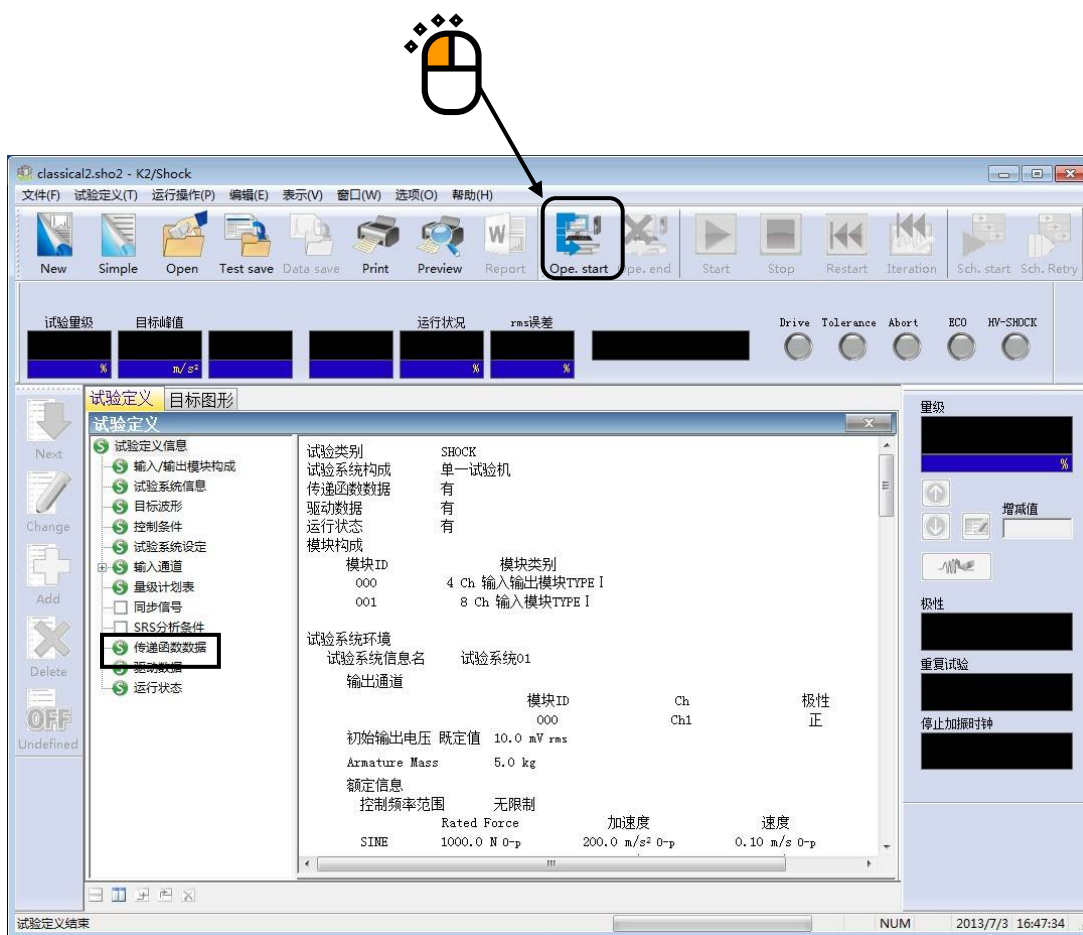
按下面条件进行传递函数的继续测定。

- 不运行[环检]。
- 传递函数测定时的驱动波形，以追加对象的传递函数为基础来计算，成为具有控制响应的频率成分几乎平坦的特性的被均衡化了的随机波形。

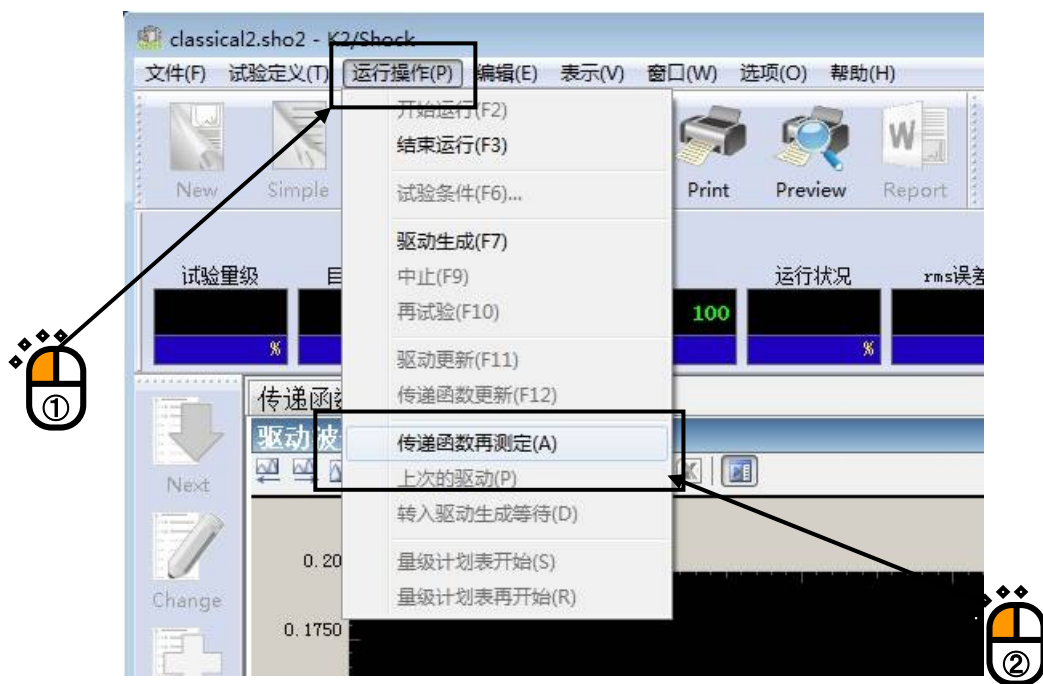
<操作步骤>

<Step1>

读入已读入了传递函数的试验文件，按下[运行开始]按钮。

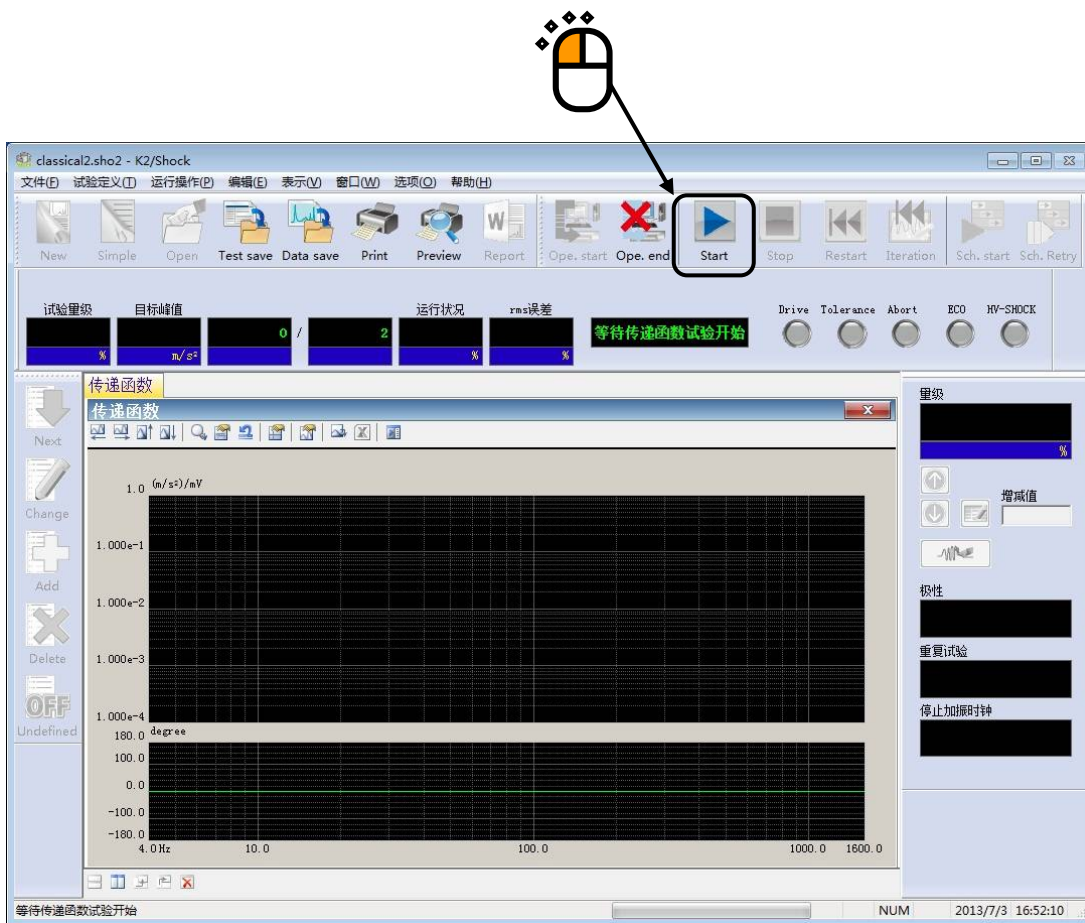


或者，在传递函数的测定结束的时刻，选择菜单栏的「运行操作」，并选择「传递函数再测定」。确认消息被表示时，选择「是」。



<Step2>

按下[传递函数测定开始]按钮。



<Step3>

表示指定传递函数的测定方法的画面。

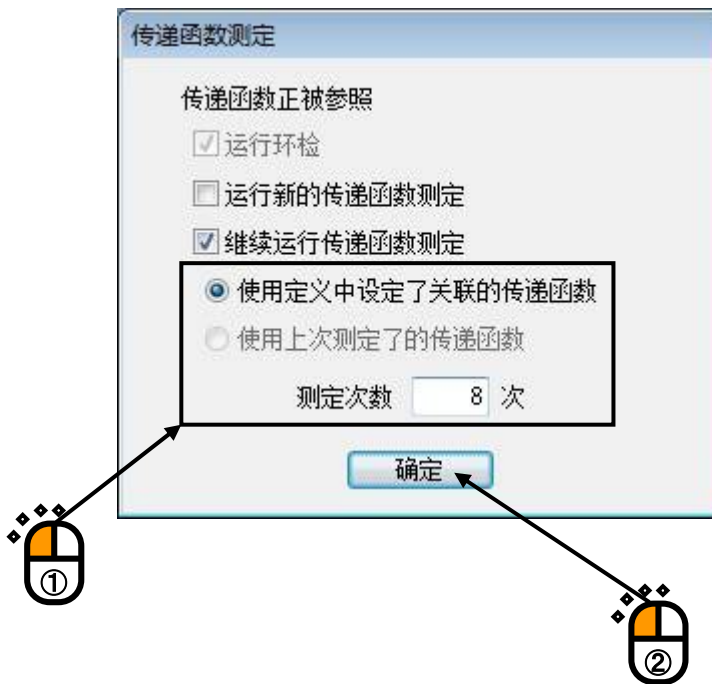
选中[继续运行传递函数测定]，进行以下的指定。按下[确定]按钮后，运行传递函数的继续测定。

• 追加对象的传递函数的指定

使用试验文件中读入的传递函数时，选择「使用与定义相关联的传递函数」，在使用现在的传递函数时，选择「使用上次测定的传递函数」。

• 平均化次数的指定

在测定次数中输入继续测定的次数。



### 6.13 使用试验中已读入的驱动波形

读入了驱动波形的试验文件，略过驱动生成，可以在试验中使用读入的驱动波形。

如果使用读入的驱动波形，并且传感器和提供试样等的系统构成及条件同样时，可以以同样的控制精度再现以前运行过的试验。

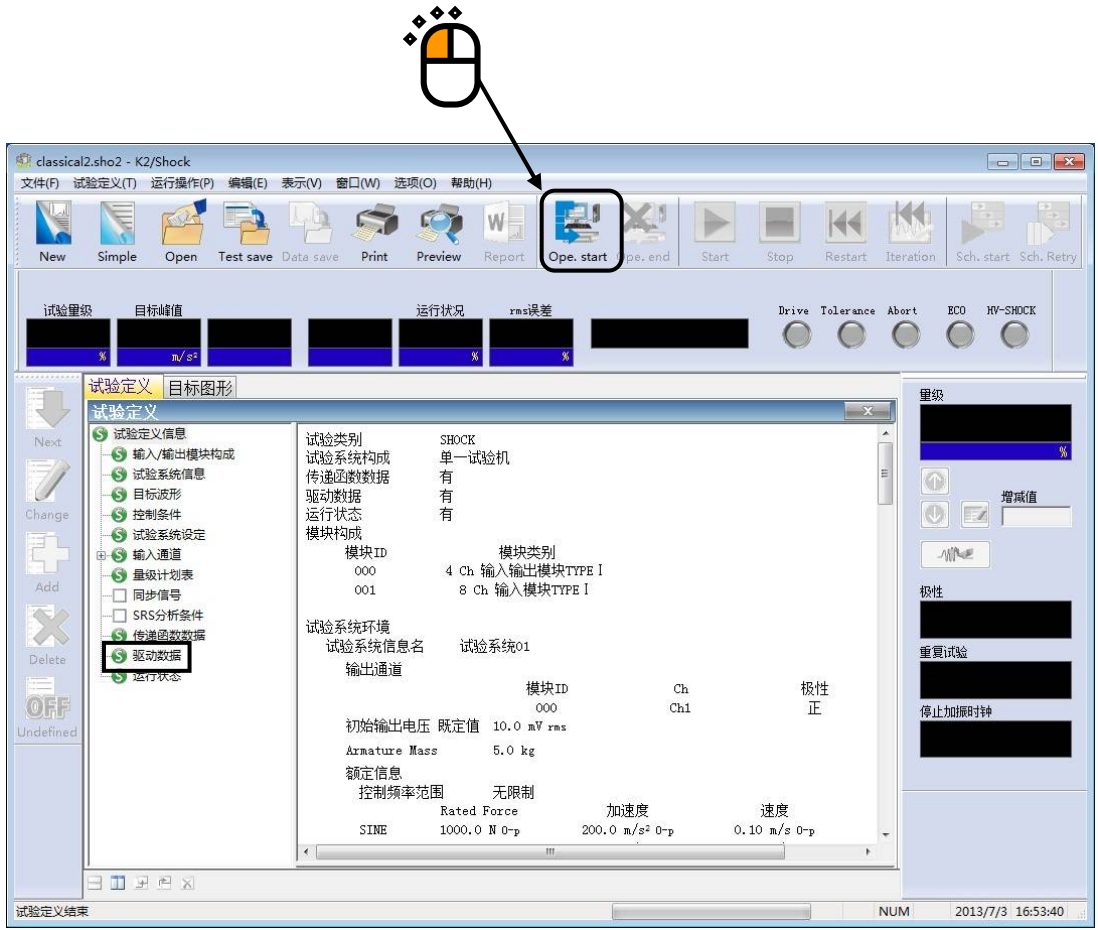
但是，当传感器和提供试样等的系统构成和条件不同时，是非常危险的，请注意。此时，和通常的试验一样，请新的环境中测定传递函数，生成新的驱动。

有关驱动波形的读入，请参考[控制运行数据的读入和删除]。

<操作步骤>

<Step1>

读入已读入驱动波形的试验文件，按下[运行开始]按钮。

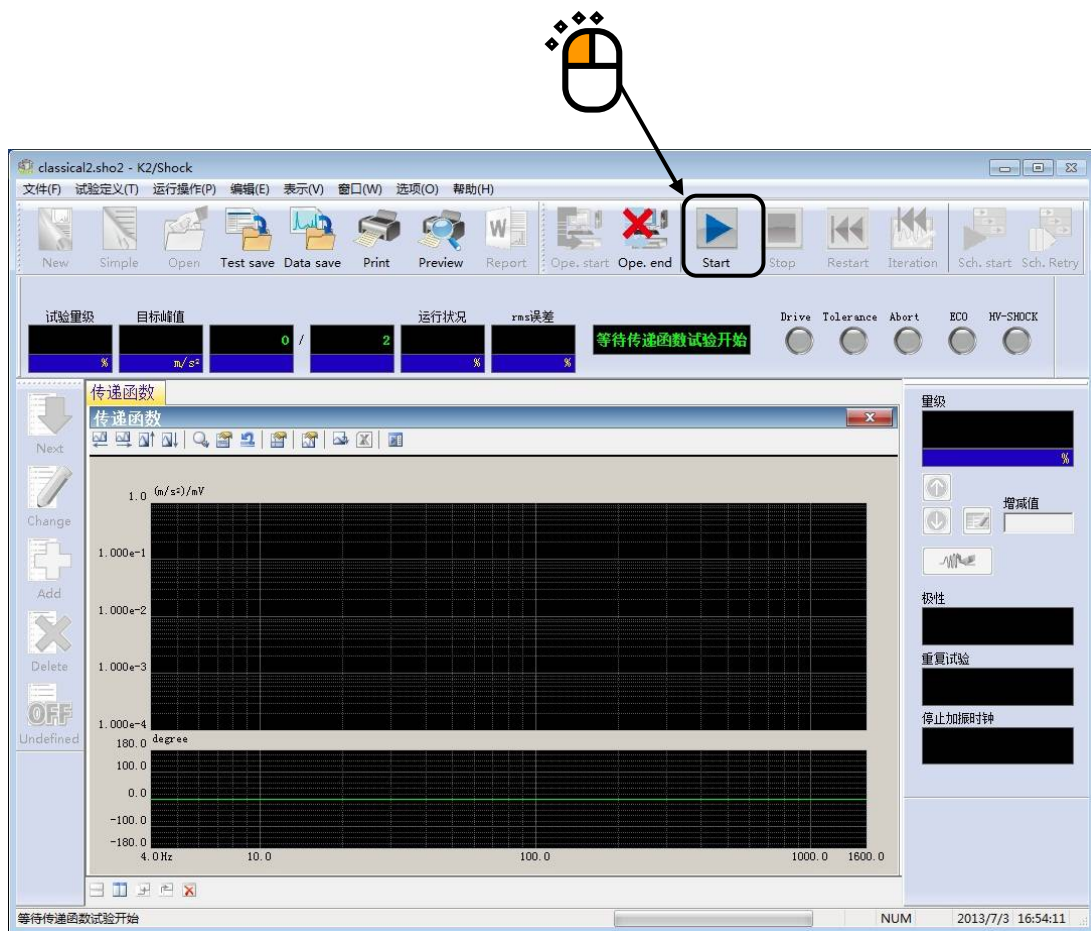




<Step2>

测定控制系统的传递函数。

按下[传递函数测定开始]按钮。

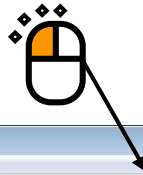




<Step3>

传递函数测定结束后，自动进入驱动生成等待状态。

按下[驱动生成]按钮。



classical2.sho2 - K2/Shock

文件(F) 试验定义(D) 运行操作(O) 编辑(E) 表示(V) 窗口(W) 选项(O) 帮助(H)

New Simple Open Test save Data save Print Preview Report Ope.start Ope.end Start Stop Restart Iteration Sch.start Sch.Retry

试验等级 目标峰值 运行状况 rasi误差

% mV/e² 0 / 100 % %

等待驱动生成开始 Drive Tolerance Abort ECO HV-SHOCK

传递函数 驱动

驱动波形

0.20 mV

0.1750

0.150

0.1250

0.10

7.500e-2

5.000e-2

2.500e-2

0.0

0.0 ms 50.0 100.0 150.0 200.0 249.7559

驱动

最大值	0.0	mV 0-p
最小值	0.0	mV 0-p
	0.0	mV rms

等级

增减值

极性

重复试验

停止加振时钟

等待驱动生成开始 NUM 2013/7/3 16:54:55

<Step4>

读入了驱动波形的试验时，略过驱动生成，表示出是否在试验中使用读入的驱动波形的选择画面。

使用读入的驱动波形时，按下[是]按钮。按下[是]按钮后，读入的驱动波形将被读入，并进入试验开始等待状态。



选择[否]按钮，和通常的试验一样，从目标波形和传递函数开始生成新的驱动。

#### 6.14 SRS SHOCK 试验的容差检测

容差检测，在典型冲击等的SHOCK试验中通过控制响应波形进行，而在SRS SHOCK试验中通过响应分析 S R S（控制响应波形的 S R S 分析结果）进行。

即使在SRS SHOCK中的控制，也和SHOCK试验中进行同样的波形控制，如果目标分析SRS（目标波形的SRS分析结果）的容差检测不通过时，即使完美地进行了控制，但试验结果的容差检测没有通过，所以也要加以注意。

另外，关于SRS SHOCK试验的 r m s 误差，和SHOCK试验一样，通过误差波形的 r m s 值和目标波形的 r m s 值来算出。

6.15 (本节为空白。)

6.16 (本节为空白。)

6.17 (本节为空白。)

## 6.18 加振停止计时器

### 6.18.1 加振停止计时器的概要

是一种通过设定好的时间或时刻使加振停止的功能。加振停止计时器的设定，按照以下步骤，通过「加振条件」进行设定。

「加振条件」的内容，可在加振开始前的状态下进行变更。

加振停止计时器的停止条件，可通过以下2个项目加以规定。

- 指定时间：从加振开始计算，如果超过所指定的时间则停止加振。
- 指定时刻：如果到了所指定的时刻（日期和时间）则停止加振。

另外，停止时的运行与按下中止按钮时所发生的运行相同，会立即执行加振的停止处理。在实行反复加振时，被停止时的加振将不被计算入反复次数。

### 6.18.2 指定时间的步骤

<操作步骤>

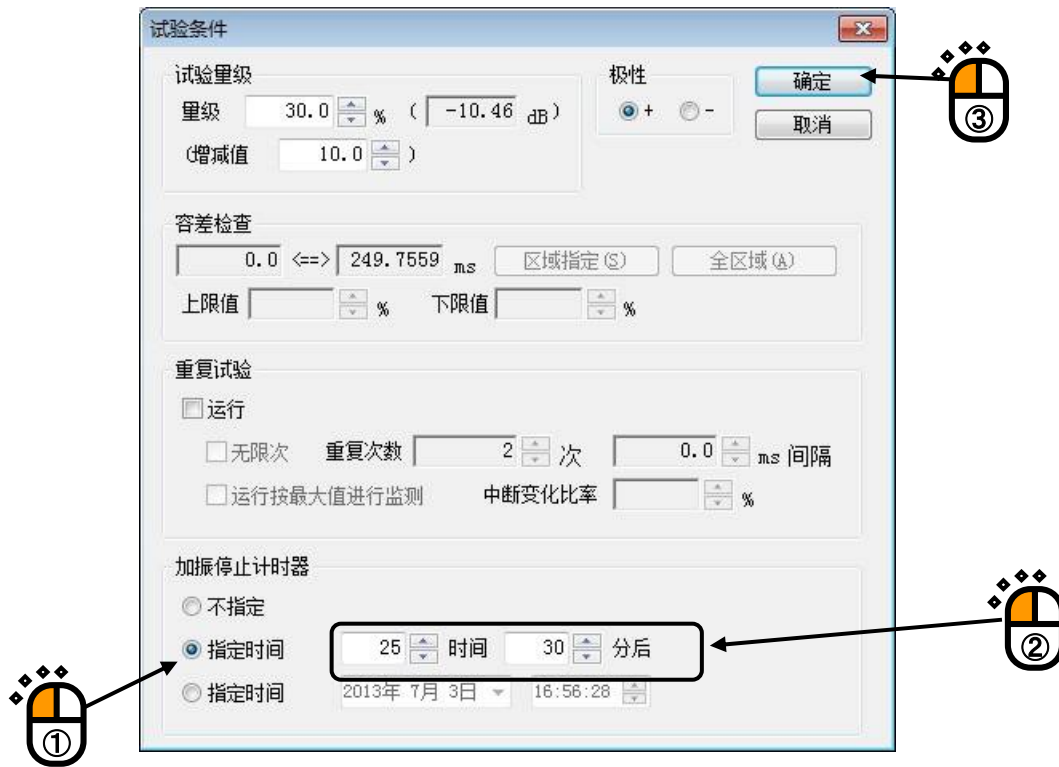
<Step1>

从菜单栏的运行操作中选择「加振条件」，或者如下图所示按下手动操作面板的「加振条件」按钮，打开「加振条件」对话框。



<Step2>

在「指定时间」栏内打勾，输入从开始到希望加振停止的时间。该时间的设定可以「小时」和「分钟」进行指定。在此举例，设定在25小时30分钟后停止。设定好时间之后，按下「确定」按钮，则完成设定。



「小时」最大可设定为999小时、「分钟」最大可设定为59分钟。

<Step3>

设定完成后，会如下图所示，在「手动操作面板」的「停止加振时钟」处显示剩余时间。由于该状态发生在加振开始前，因此显示有设定时间。



<Step4>

一旦开始加振，计时器则启动，剩余时间开始减少。

如果此时按下「中止」按钮等，使加振停止的话，则计时器的剩余时间将被重置，计时器的设定内容也将被初始化。



### 6.18.3 指定时刻的步骤

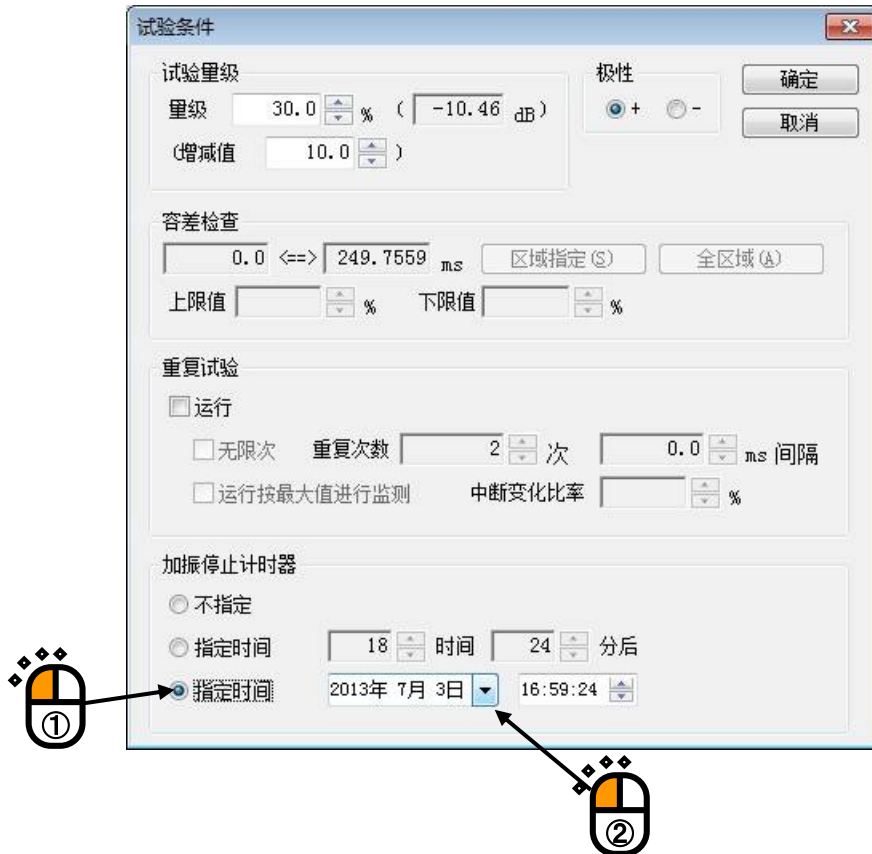
<操作步骤>

<Step1>

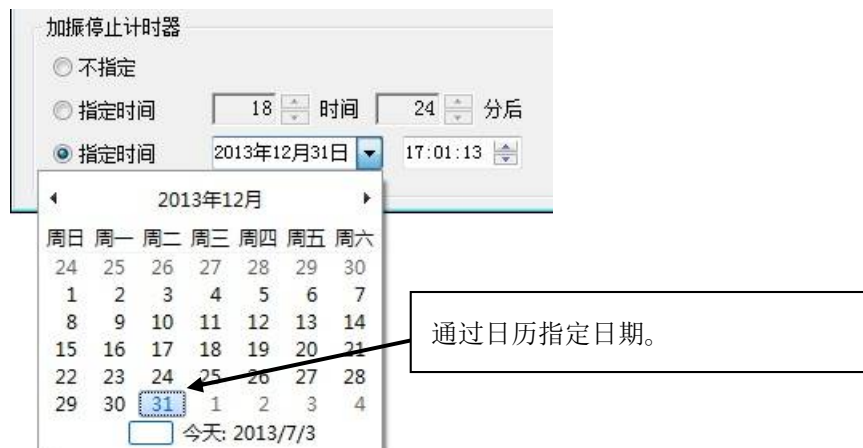
与指定时间的情况相同，从菜单栏的运行操作中选择「加振条件」，或者如下图所示按下手动操作面板的「加振条件」按钮，打开「加振条件」对话框。

<Step2>

在「指定时刻」栏内打勾，设定希望停止加振的时刻。时刻的设定可通过「日期」和「时刻」进行指定。在此举例，设定在2010年12月31日、18时30分停止。

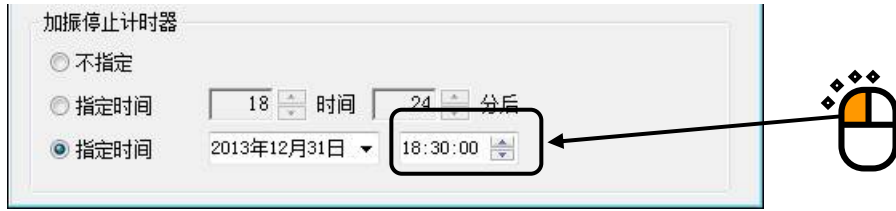


指定「日期」时，请按上图所示按下「▼」按钮。将会显示如下所示的日历，可设定希望使之停止的日期。此处指定为2010年12月31日。



<Step3>

指定希望停止加振的「时刻」。此处设定为18时30分。  
时刻的输入完成后，请按下确定按钮完成设定。



<Step4>

设定完成后，会如下图所示，在「手动操作面板」的「停止加振时钟」处显示完成时间。一旦到达加振中所设定的完成时间，加振就会被停止。



与「时间指定」的情形相同，如果按下「中止」按钮等，使加振停止的话，则计时器的完成时间将被重置，计时器的设定内容也将被初始化。此外，如果在「加振等待状态」下未进行加振而过了完成时间，则完成时间将被重置、设定内容也将被初始化。



## 第7章 SRS SHOCK(可选项)理论篇

### 7.1 冲击响应频谱 (SRS)

#### 7.1.1 SRS 的概念

冲击响应频谱的概念, 在20世纪30年代 由M. A. Biot创始。Biot在处理建筑物的耐震性问题时, 认为讨论地震波形本身还不如对地震可能带来的效果进行研究, 从这个观点出发提出了SRS概念。

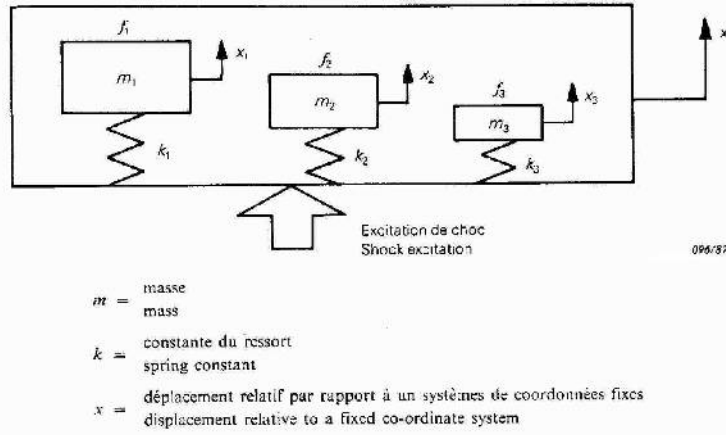
也就是说, (为了满足同一性, 将建筑物的共振特性抽象化) 考虑单自由度系统的集合, 当有以某种波形的输入时, 算出各自单自由度系统(SDOF系统) 响应输出波形, 把其峰值看作那个共振系统的最大响应。其后, 这些最大响应作为SDOF系统的谐振频率的函数依次算出, 并以频谱图形式描图, 这个频谱形式的图就称之为输入波形的SRS。

在耐震性的问题中, 作为结果, 重要的是响应的最大值 (例如不知道地震和建筑物会产生最大几mm的相对位移的话, 将不能运行强度设计)。在SRS的概念中, 特别是特征性的「取最大值」的操作, 可以认为正是有这样的必要性而是正当的。

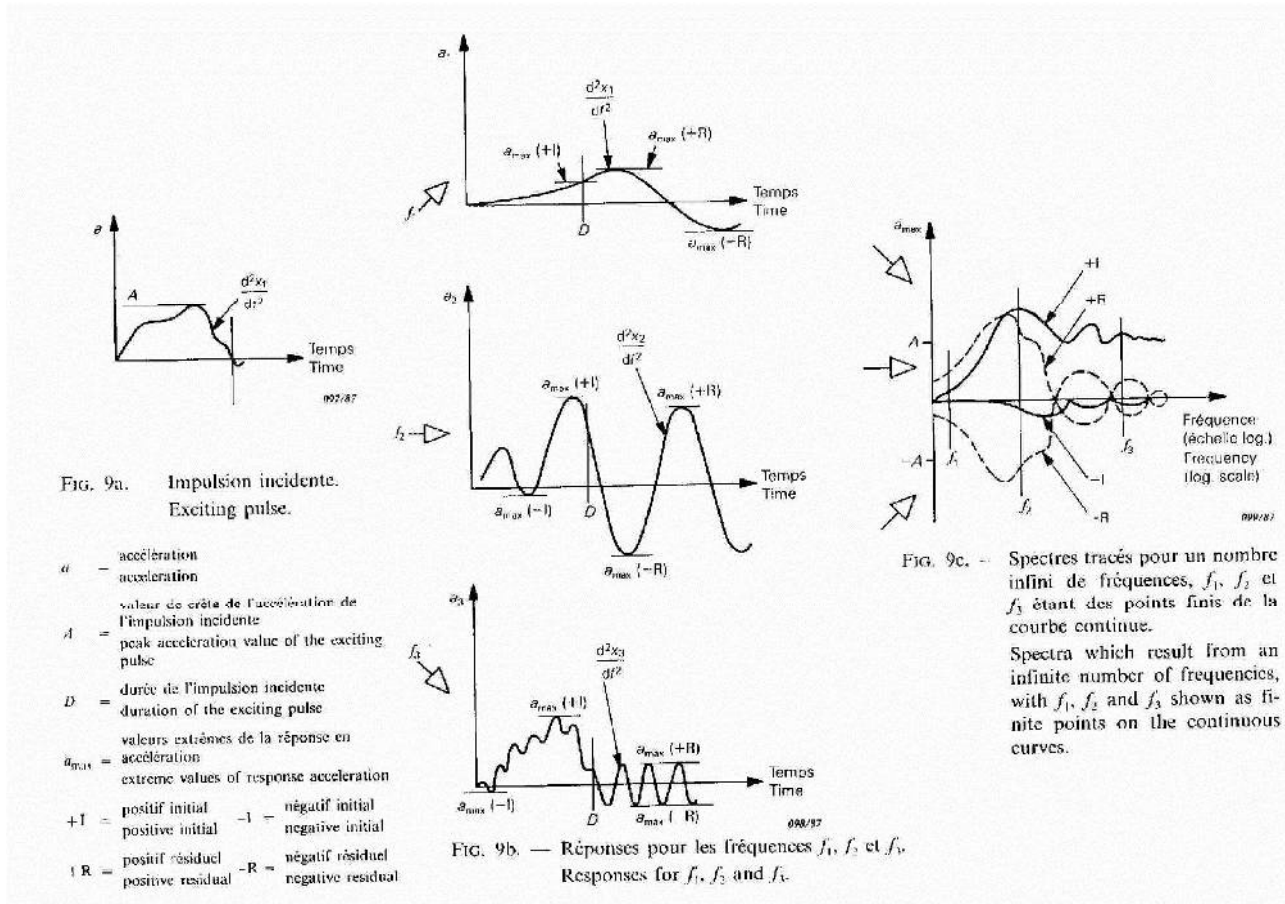
这样做, 就可以将输入波形带来的效果, 用SRS这个量来表示。实际的构造物的特性各有不同, 将其替换为「谐振频率按顺序的稠密的排列着的无限个SDOF系统的集合」。通过这样的一元化操作, 可以说将「各波形带来的效果」作为与波形本身相对应的概念来把握, 这就是SRS。这里应该注意的是波形和SRS的关系不是一对一的。可以认为与波形对应的SRS是一个, 不过反过来不能保证与SRS对应的波形只有一个 (这是由于SRS算出是通过复杂的算法, 特别是「只取最大值」的操作, 其他所有波形信息都被丢掉了, 这样考虑的话就很明显)。

SRS是从耐震性的问题产生的概念, 不过, 其有用性并没有仅停留在地震的领域。对于一般的「冲击」响应的问题, SRS的概念应该也是有效的, 我们的冲击试验也不例外。冲击试验在很长一段时间是以半正弦波为代表的极其抽象化的波形 (即所谓的「典型冲击波」, 这些从标准决定的容易性来说方便性还不错, 但另一方面, 具有不现实性) 来运行的, 随着控制器的进步, 根据「测试波形」试验的重要性越来越被认识到。而且今后, 不是以波形本身, 而是有必要考虑以「冲击带来的损坏」来制定和运行试验, 可以认为SRS概念的重要性将越来越增强。

### 7.1.2 SRS 的用语



SDOF 共振系模型 (非衰减系)



输入加速度波形

各自的共振系的输出波形

SRS 分析结果

选择各自的共振系的输出波形的峰值，将其作为共振系谐振频率的函数以频谱形式作出的图形就是 SRS。

Fig.7-1-1 SRS 的概念说明图

(引自 IEC Pub. 68-2-27)

## (1) S D O F 系的定义

如上所述，以「无限个的SDOF系」作为媒介定义了SRS、在计算机上算出它时，有必要将其置换为「有限个的SDOF系」。因此，通过定义下面的各个量来进行：

- ① 分析最大频率  $f_{max}$
- ② 分析最小频率  $f_{min}$
- ③ 分析频率间隔

即，在 $[f_{min}, f_{max}]$ 的区间中以指定的间隔匹配SDOF系，通过算出来自各系的响应求出SRS。此时，频率间隔的指定用对数方法进行是合理的，习惯上采用指定一个倍频(Octave)内的匹配数的方法，本系统也采用这个方式。根据以上做法匹配的SDOF系的个数和各系的谐振频率就被决定了。

- ④ S D O F 系衰减率

图Fig.7-1-1中表示的IEC的标准中SDOF系被认为是非衰减系，将其一般化把SDOF系作为衰减系，指定其衰减率为 $\zeta$ 。这里， $\zeta$ 是针对整个S D O F系的共通值。

## (2) S R S 的类别

- ⑤ 脉冲最小持续时间

如Fig.7-1-1所示，SRS中有初始响应SRS和残留响应SRS的区别。再将其加上正负的区别，用+I, -I, +R, -R来表示。所谓「初始响应」是指输入波形还为零时产生的响应，所谓「残留响应」是指输入波形已经结束后的时点产生的SDOF系输出。

那么，将哪里看作输入波形结束的边界，例如象半正弦波时可以明了的判断，不过在一般波形时不能保证真正的成为是零，结果就成了计算执行者自己应该进行定义。因此，本软件在一般波形时，规定由操作者定义。

如上所述，在S R S中有+I和-R这样的种类。并且，这个I和R根据边界的设定方法，必然会受到影响。因此通常，为避开这样的麻烦，使用作为「从+I, -I, +R, -R取得的最大值」定义的「maxima SRS」是普遍的。本来的SRS是最大值的集合，由于「其最大值」的意义而被命名。I和R根据边界选择方法发生变化，不过，如果是maximax，就可以一义性地决定。本系统，除了上述以外，还有表示+I和-I的绝对值的最大值absI，以及对+R和-R的绝对值的最大值absR，也在标准范围内。

总结起来，本软件表示下列的SRS。

- +I : 初期响应里的正的最大值
- I : 初期响应里的负的最大值 (作为绝对值)
- absI : 初期响应里的作为绝对值的最大值
- +R : 残留响应里的正的最大值
- R : 残留响应里的负的最大值 (作为绝对值)
- absR : 残留响应里的作为绝对值的最大值
- Maximax : 全响应中作为绝对值的最大值

### (3) 绝对加速度 SRS 和相对位移 SRS

向SDOF系的输入是加速度波形，不过作为其输出，可有加速度波形和位移波形两种情况。

输出位移波形时，比对「初始」和SDOF系的相对位移，相对位移计算之后，求出其最大值并算出SRS。

另一方面，对于加速度波形而言，例如 因为源于加速度的破坏不是以与「基础」的相对加速度而是被SDOF系对惯性基准系所具有的加速度（这个特别被强调，习惯上称其为「绝对加速度」）所左右，所以计算之，求出最大值并算出SRS。

关于这些具体的计算方法，在下一节中进行叙述。

## 7.2 SDOF滤波器的构成

### 7.2.1 概要

概览前节，可以知道形成SRS分析的核心部分是针对输入波形的SDOF系统输出波形的演算。本系统，通过构成IIR型数字滤波器运行此演算(波形通过SDOF系传递的仿真)，本节中关于这个手法进行概述。

同时，针对为确保上述仿真演算的精度所必须的插值/抽选(Interpolation/Decimation)演算的运行进行说明。

另外，本系统根据数字滤波技术，通过直接计算波形数据来求SRS，关于对几个古典的波形的解析手法的使用，在本章结束的文献(3)中记载。文献(3)是给出关于SRS的基本知识的好文献。

### 7.2.2 SDOF系统的叙述和SDOF系滤波器的构成

右图所示的是一个SDOF系统。这里的问题是，向系统输入的基础加速度波形是 $\ddot{x}(t)$ ，按绝对加速度SRS计算时的系统的输出为 $\ddot{y}(t)$ ，求相对位移时是 $Z(t)$ 。

描述此系统的运动方程如下：

$$m \ddot{y} + c \dot{y} + ky = c \dot{x} + kx \quad (7-1)$$

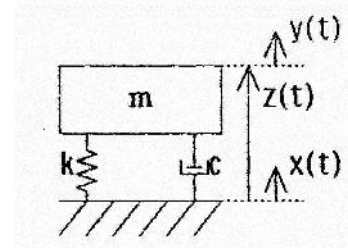


Fig.7-2-1

为形成仿真此力学系的数字滤波器，首先求这个系的传递函数。根据拉普拉斯变换法改写(7-1)，

$$(s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2) Y(s) = (2\zeta\omega_n s + \omega_n^2) X(s) \quad (7-2)$$

这里

$$\omega_n = \sqrt{k/m}$$

$$\zeta = c/Cc$$

$$Cc = 2\sqrt{mk}$$

$Cc$ 是系统的临界衰减系数。

根据(7-2)，关于绝对加速度的传递函数是、

$$H_{acc}(s) = \frac{s^2 Y(s)}{s^2 X(s)} = \frac{2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \quad (7-3)$$

可以立即求得。

另一方面，关于相对位移的传递函数 $H_{rd}(s)$ ，可以用

$$H_{rd}(s) = \frac{Z(s)}{s^2 X(s)} \quad (7-4)$$

进行计算，注意到

$$z(t) = y(t) - x(t) \quad (7-5)$$

用 $x(t)$ 和 $z(t)$ 表示(7-1)后、

$$m \ddot{z}(t) + c \dot{z}(t) + k z(t) = -m \ddot{x}(t) \quad (7-6)$$

因此，

$$(s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2) Z(s) = -s^2 X(s) \quad (7-7)$$

据此，(7-4)用

$$H_{rd}(s) = \frac{-1}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \quad (7-8)$$

求得。

根据以上所述，作为目的系统的传递函数就知道了。其次就应该是设计具有这样的传递函数的IIR型数字滤波器。关于这个手法不进行详细叙述，有兴趣的，请阅读文献(4)。

通过将(7-3)，(7-8)置换为(7-9)的形式的z变换，IIR型滤波器的系数可以按以下求得：

$$H(z) = \frac{a_0 + a_1 z^{-1}}{1 - b_1 z^{-1} - b_2 z^{-2}} \quad (7-9)$$

绝对加速度时

$$\begin{aligned} a_0 &= 2\zeta\omega_n / fs \\ a_1 &= a_0 \exp(-\zeta\omega_n / fs) \left[ \frac{1-2\zeta^2}{2\zeta\sqrt{1-\zeta^2}} \sin(\sqrt{1-\zeta^2}\omega_n / fs) - \cos(\zeta\sqrt{1-\zeta^2}\omega_n / fs) \right] \\ b_1 &= 2 \exp(-\zeta\omega_n / fs) \cos(\sqrt{1-\zeta^2}\omega_n / fs) \\ b_2 &= -\exp(-2\zeta\omega_n / fs) \end{aligned} \quad (7-10)$$

相对位移时

$$\begin{aligned} a_0 &= 0 \\ a_1 &= \frac{-\exp(\zeta\omega_n / fs) \sin(\sqrt{1-\zeta^2}\omega_n / fs) / fs}{\sqrt{1-\zeta^2}\omega_n} \\ b_1 &= \left. \begin{aligned} & \\ & \end{aligned} \right\} \text{和绝对加速度一样} \\ b_2 &= \left. \begin{aligned} & \\ & \end{aligned} \right\} \end{aligned} \quad (7-11)$$

### 7.2.3 Interpolation 和 Decimation

<Interpolation的必要性>

如果在上述的IIR型滤波器中输入波形数据，就能通过运算求出任意的SDOF系统的输出波形。然而，毫无防备的运行的话，会遇到预想不到的计算误差的发生。在Fig.7-2-2里表示了例子。这是以 $f_s=8192\text{Hz}$ 采样的 $11\text{ms}$ ,  $1\text{m/s}^2$ 的半正弦波「无防备的」通过上述SDOF系所求得的结果，高频域侧明显具有计算误差(请与表示了以正确的处理获得的结果的Fig.7-2-3进行比较)。

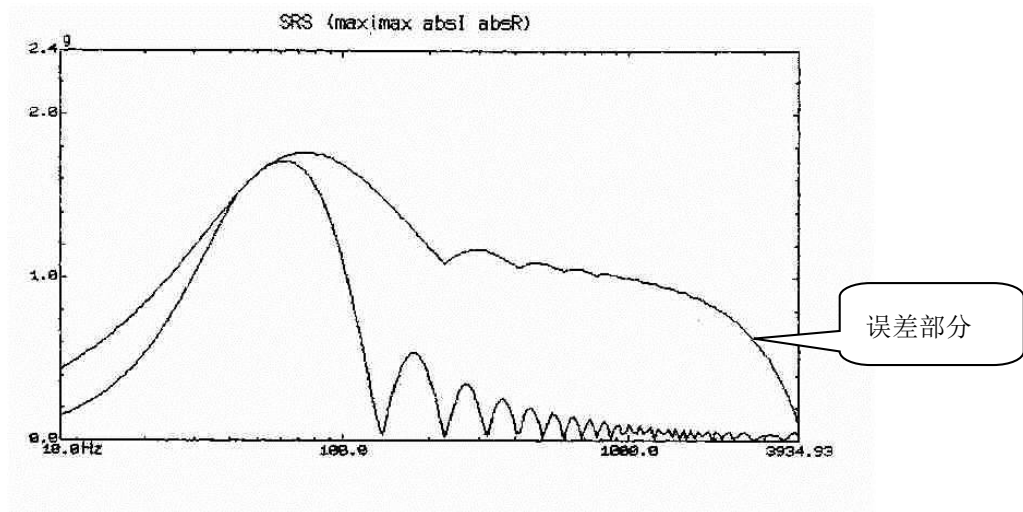


Fig.7-2-2 SRS计算误差的例子

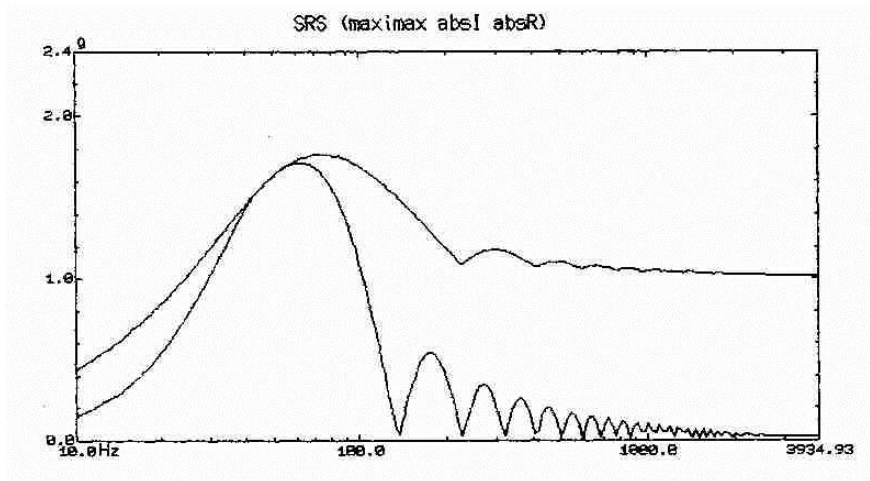


Fig.7-2-3 正确的计算结果

为何会发生这样的事呢？以8192Hz采样的11ms的半正弦波的主脉冲部以90个(=8192Hz×0.011s)的数据点来表现。这样的输入数据被输入到SDOF系中，我们计算这个输出时，SDOF系的谐振频率变得越高，与此相对应的表现输出波形的数据点数就越不足。例如，1000Hz共振系时，输出波形中1000Hz的成分较多，而现在，表现1000Hz成分的数据点数每1周期仅只有8个(=8192Hz×1/1000Hz)。这个结果，使得算出输出波形数据的数字滤波器的动作变得不正常，计算结果变得不可信。SRS是SDOF系输出波形的峰值的集合，这种情况下就不能保证算出及捕捉到正确的峰值。也就是说，要求获得正确的SRS，为了捕捉正确的峰值，必须保证有充分的表示1周期的数据点数(1周期相当的数据点数)的状况下，进行滤波演算。

#### <Interpolation>

在有这样的必要时一般使用的方法，是Interpolation(插值)计算。上面的例子，就是说1000Hz中产生的现象，是采样频率8192Hz过小。因此，以给出的数据为基础，具有实际效果的提高采样频率的方法是Interpolation。当然，不进行准备是不能完成这些的。不附加原来数据中不含有的成分，Interpolation的方法就好像用了「魔术」能够获取好像存在的以高于实际的频率采样了的数据(其要点就在于，使用了原理上完全不发生相位畸变的FIR型滤波器。关于Interpolation手法，请阅读例如文献(5))。

Fig.7-2-3 的数据就是，进行了这样的处理，在保证了检出正确的峰值的状况下求得的。本系统，与分析频域转移到高频侧时相应地，自动地依次进行插值处理，以可以获得正确结果的计算算法进行SRS分析。

#### <Interpolation运行的难点>

但是，正如想象的那样，Interpolation是非常奢侈的处理。如将采样频率到提高2倍，数据点数也将成为2倍。为保证正确的结果，根据情况1个周期的波形，有必要用256左右的数据点数来表现。

$f_s=8192\text{Hz}$ 时，原理上的分析可能的上限频率(Nyquist频率)是4096Hz，不过此时，原来数据仅用2点数据表现1周期波形。因此，这个情况，有必要将采样频率设定为128倍(=256/2)，其结果是，数据量也成为128倍。如果，原来的数据是4K点的话，Interpolation的结果是，获取的数据成为512K点。

在这样的情况下，我们开发的用于Interpolation的新的算法，能求出正确的SRS。事实上，如后所述的，在「量级5」的计算指定时，实行保持了1周期表现点数在256点以上的SRS算出。然而，事实上，随着Interpolation次数的增加计算量也会增加，得到结果的时间也就变长。

#### <Decimation>

与Interpolation相反，实际效果是降低采样频率，减少表现数据点数的处理是Decimation(抽选)计算。在Decimation中也使用FIR滤波技术，就像运行一种「魔术」。

需要Decimation时，是与Interpolation相反在低频率段中表现数据点数变得过多，IIR滤波器(这是伴随有反馈的演算)变得不稳定时。数值滤波器的稳定性，很大地依存于数据的计算位数。本软件，滤波计算本身以双精度实数运行，基本上没有这种不稳定的问题。但是，Decimation处理是在保证各频带的计算精度一致的前提下进行。



<大衰减率的SDOF系统的Interpolation的必要性>

滤波器不稳定性问题，倒不如说设定了大衰减率 $\zeta$ 的SDOF系时发生。为此，以前的系统 $\zeta$ 的值被限制在最多10%左右，但本系统即使在 $\zeta=90\%$ 时使用「量级5」方式进行计算，也可进行正确的SRS演算。

<计算精度指定>

如上所述，要提高计算精度，需要增加Interpolation次数，可是那样的话需要大量的计算时间。

因此本系统，设置计算精度指定机能，可以按目的进行有效的使用。

量级1 : 将1周期波形表现数据点数的最小数设为16。

量级2 : 将上面的最小数设为32。请将其作为标准的精度。

$\zeta < 10\%$ 的通常情况可以得到充分精度。。

量级3 : 将上面的最小数设为64。

量级4 : 将上面的最小数设为128。

量级5 : 将上面的最小数设为256。

另一方面，作为规定Decimation运行的量「1周期波形表现最大数」各量级共通是512。

<关于穿过SDOF共振系统波形的算出模式>

模拟单一的SDOF滤波器穿过，表示其输出波形本身的上述模式中也运行Interpolation。(否则，不能得到正确的结果)。但在这个情况下，因为图形能表示的数据点数有限制，虽然计算算出了全部点，但图形表示时运行数据抽选处理。

以Fig.7-2-4 和Fig.7-2-5为例，明显的可以认识到为何Interpolation是必要的。

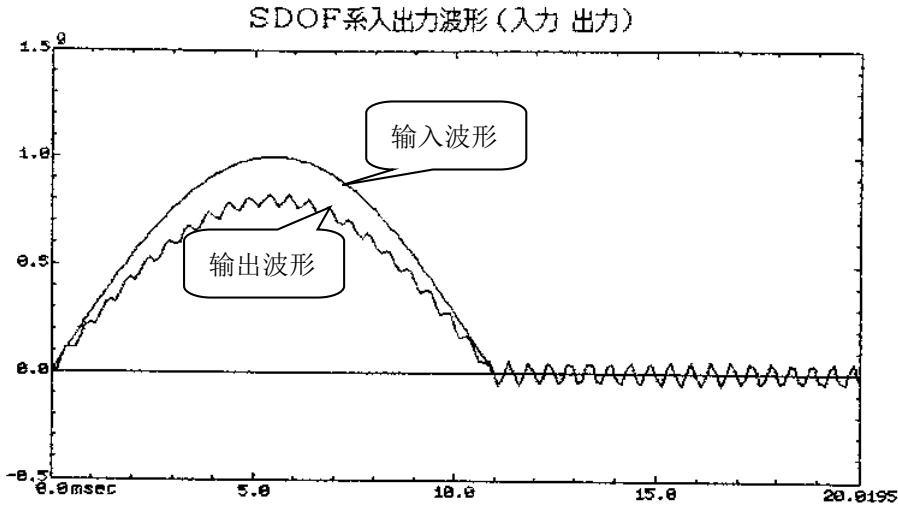


Fig.7-2-4 Interpolation 不足的 SDOF 系输出波形计算例

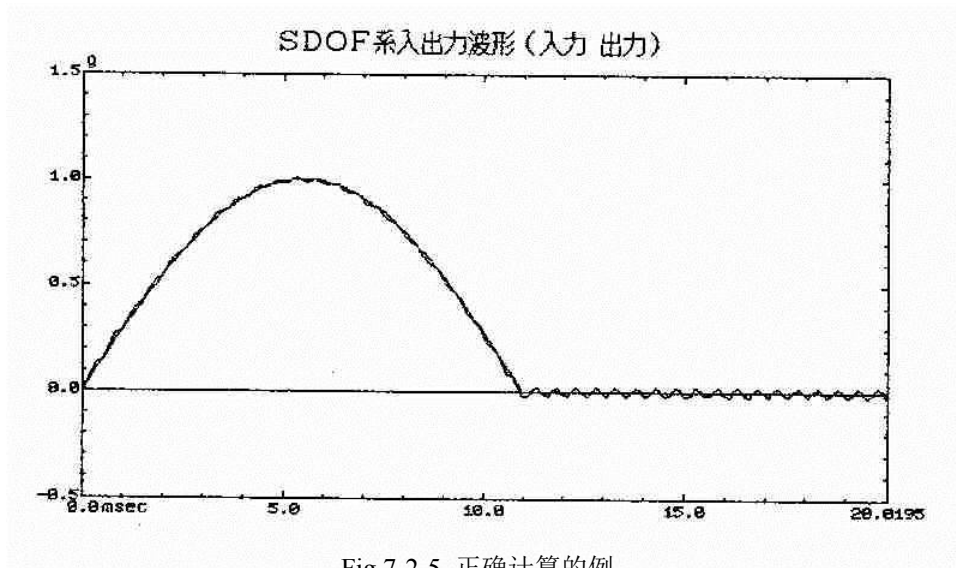


Fig.7-2-5 正确计算的例

#### 7.2.4 SDOF系统滤波器群的匹配

在SRS分析中，上述的SDOF系滤波器群，根据指定的SRS分析条件来构筑，叙述那时的滤波器的匹配实际如何运行。

决定滤波器匹配的要素，有分析最大频率 $f_{max}$ ，分析最小频率 $f_{min}$ 及分析频率间隔3个。

(1) octave→到decade的读法变换

分析频率间隔，根据惯例以每个倍频里相当的滤波器数(filters/octave)进行定义。

一方面，希望实际上匹配滤波器的频率值含有区分较好的100[Hz]和1000[Hz]，实际上，例如在音响的领域进行1/3音阶(octave)分析时的滤波器频率就是那样规定。可是，即使老老实实的使用根据音阶的定义，仍难以实现。

作为解决这个问题的方法，本系统中，将指定的分析频率间隔 $m$ [filters/octave]变换为十进制波段单位的 $m'$ [filters/decade]，以此值为基准的每个10的幂次方决定实际滤波器频率。(也就是说，实际的滤波器频率的决定，仅是以十进制波段进行运行)。

但是，这个时候 $m \rightarrow m'$ 的变换，由于是从整数 $m$ 计算整数 $m'$ ，仅有此产生的取整误差，与按音阶波段(octave band)法计算的频率不同的频率被选择。(确实因为这个，例如把1[Hz]作为基准时，不是1024[Hz]而是区分更好的值1000[Hz]被选择)。

(2) 关于最大/最小频率

指定的 $f_{max}$ ,  $f_{min}$ 的值，与如上计算的滤波器频率的值正好一致当然没有问题，不过不是那样时，形成的滤波器群的频率 $f_i$ ，作为不超过这些值的上/下限值进行设定。即具有满足

$$f_{min} \leq f_i \leq f_{max}$$

的 $f_i$ 的系列的SDOF系滤波器群会被形成。

## 7.3 具有目标 SRS 的波形的合成

### 7.3.1 概要

具有目标SRS的波形的合成 —— S R S 匹配 —— 实行方法的说明。

S R S 匹配的过程，有如下3个阶段：

第一阶段	目标SRS的定义
第二阶段	合成要素波初始值的设定
第三阶段	S R S 匹配计算的运行

下面，关于这些各阶段的主要概念进行说明。

### 7.3.2 目标 S R S

进行 S R S 匹配时的目标 —— 与合成的波形的SRS应该一致的意义上的目标 —— SRS。

- (1) 目标SRS，可以指定绝对加速度和相对位移的任意一方。
- (2) 目标SRS，共同定义允许界限(Tolerance)(dB单位)。
- (3) 目标SRS，可以用下面的2种中的任一方法进行定义：
  - A. 根据交越点定义
  - B. 读入 S R S 数据文件进行定义

以上是要点，不过在目标SRS中，具有其指定内容决定进行SRS匹配的「平台」本身的基本的作用。也就是说、以后的为SRS匹配进行的处理是基于结合了全目标SRS设定参数（分析最高/最小频率，分析频率间隔等）的设定被运行；要素波作为具有与根据目标SRS决定的SDOF系滤波器谐振频率一致的频率的波形被指定(其本质也不过是出于了方便而采取的)、据此合成的合成波的SRS分析，与目标SRS在同样条件下被运行(当然应该是这样)。

### 7.3.3 合成要素波初始值的重要性

本系统中作为SRS匹配的合成波可以从3种中进行选择。

根据被选择的合成波类别，给各要素波参数赋予初始值，按照那个初始值合成波形，对那个波形进行SRS分析并与目标SRS相比较，修正应该与此相符的要素波参数，根据反复法(iteration) 尽可能求出具有与目标SRS一致性较高的SRS的合成波，这就是SRS匹配的工作。

这里应该注意的是，上述的反复并不保证一定成功。也就是说，无论进行多少iteration，合成波的SRS也不收敛在目标SRS的附近是完全有可能的。

这样的情况，被认为可以再分为以下的两类。即用一定的办法使得能收敛于目标SRS的情况，和从开始起就不应该期待会收敛的情况。

在上述的前者中重要的东西，正是成为本节主题的，最初给予合成要素波的值（初始值）。也就是说，在SRS匹配这样复杂（奇怪？）的过程中，用一般性的处理目标的收敛的条件，被认为无论如何也是困难的，在给予了有利的初始值的一些的情况时，被认为收敛可以达成。

给予有这样的定义的初始值的方法，下面的任意一种都可以：

A. 手动(全部由操作者进行指定)

B. 自动

具我们所知，用A的手法来很好地完成收敛时，需要相当熟练的技能，不预先考察就去操作，首先就不会造成收敛。

因此，以想办法自动地解决这个问题作为目标而制作了的是B的功能。正如多次重申过，SRS匹配的问题是复杂的，本功能也不能完全保证收敛。但是，多数情况被认为与「手动」相比要有效得多。

以上，对初始值的重要性进行了很长的阐述，初始值设定中最重要的是赋予要素波的频率——即从可能的频率中，选出哪个来准备要素波。这个选择不好的话，收敛就完全没有希望。

#### 7.3.4 SRS匹配计算

在为SRS匹配的反复法的运行中，本系统所采用的算法极为简单：

现在，将与第*i*个的频率分量(SDOF滤波器谐振频率)相对应的要素波的振幅记作 $\text{amp}[i]$ 时，根据

$$\text{amp}[i] = \text{amp}[i] \frac{\text{refsrs}[i]}{\text{synsrs}[i]} \quad (7-12)$$

的计算，决定下一次的要素波振幅。这里， $\text{refsrs}[i]$ 是目标SRS的第*i*个成分， $\text{synsrs}[i]$ 是合成波SRS的第*i*个成分。

这个方法的特点如下：

(1)  $\text{synsrs}[i]$ 完全不是只根据 $\text{amp}[i]$ 来决定。倒不如说，源于第*i*个以外的成分的贡献也是确实存在的，不能保证根据(7-12)式会收敛(变为 $\text{synsrs}[i]=\text{refsrs}[i]$ )。

然而，采用(7-12)是因为没有找到其他简单的好方法。

(2) 也就是说，对要素波以外的参数完全不进行「控制」。如进行的话，有可能得到好结果，但在实现可能的时间内进行运行的话，将需要具有一般电脑的数十倍以上的计算速度的处理器。

<文 献>

- (1)J.S.ベンダット/A.G.ピアソル 著  
「ランダムデータの統計的処理」 培風館
- (2)柳井晴夫/竹内啓 著  
「射影行列 一般逆行列 特異値分解」 東京大学出版会
- (3)R.S.Ayre "Transient Response to Step and Pulse Functions"  
Shock and Vibration Handbook 2nd Edition Chapter. 8, McGraw-Hill
- (4)Oppenheim / Schafer  
「デジタル信号処理」 コロナ社
- (5) R.E.Crochiere/L.R.Rabiner  
"Optimum FIR Digital Filter Implementations for Decimation,  
Interpolation, and Narrow-Band Filtering."  
IEEE Transactions, Vol:ASSP-23 No.5:444~456

## 第8章 SRS SHOCK(可选项)定义篇

### 8.1 SRS SHOCK 试验定义的概要

SRS SHOCK的试验定义，和通常的SHOCK的试验定义基本上一样，只有目标定义的方法不同。

SRS SHOCK的[试验定义]的实际内容，根据Table.8-1的信息按顺序进行设定。

Table.8-1 定义的信息

设定信息	
(1) I/O模块构成	○
(2) 试验系统信息	○
(3) 目标SRS	○
(4) 控制条件	○
(5) 试验系统设定	○
(6) 输入通道	○
(7) 量级计划表	△
(8) 同步信号	△

○：必须进行设定的信息

△：根据需要进行设定的信息

定义结束的「试验」的一套信息，可以保存为既定形式的文件「试验文件」。

一旦定义的「试验」的信息作为「试验文件」保存了时，只需加载那个文件，就可以运行试验。

另外，监测波形的SRS分析条件成为在目标SRS中定义的分析条件。

下一节以后，针对目标SRS的定义进行说明。

关于其他项目的定义，因为与通常的SHOCK的试验定义一样，请参照“第4章 试验的定义”的相关部分。

## 8.2 目标 SRS

SRS\_SHOCK试验中，控制是进行波形控制，用户作为目标给予的成为目标SRS。其控制结果的判断也在SRS中进行。

另外，控制量的对象限制为‘加速度’。

目标SRS，按顺序设定下面信息进行确定。

### (1) SRS分析条件

指定SRS分析条件。

这里定义的主要项目，有以下一些内容。

- 采样频率是多少？
- 目标波形的长度（数据点数）是多少？
- 怎样进行 SRS 分析的频率范围和频率分割刻度(SDOF 谐振频率群)的设定？
- SRS分析的衰减率是多少？
- SRS分析的种类是什么？

### (2) 目标SRS条件

目标SRS条件，作为1个交越点指定「频率，振幅值，容差」。

频率系列，因为已经由“SRS分析条件”决定了，实际上是，选择作为对象的「频率」，指定在那个频率时的「振幅值，容差」。

### (3) 波形合成条件

指定作成满足“目标SRS条件”的合成波的条件。

合成波是由复数个要素波合成的。要素波以衰减正弦波进行定义。有关衰减正弦波，请参照[5.6衰减正弦波]。

这里定义的主要项目如下。

- 合成波的种类使用什么？
- 是自动设定合成波的各要素还是手动进行设定？
- 自动设定要素波时，其自动设定条件（频率范围和频率分割刻度等）是什么样的？
- 手动设定要素波时，各要素波的频率和振幅是多少？



(4) SRS匹配计算的运行

由“波形合成条件”生成的合成波作为目标波形。

这个合成波按满足“目标SRS条件”进行生成，不过一般的合成波的初期设定就满足“目标SRS条件”是困难的。

因此，为使得目标波形(合成波)的SRS分析(目标分析SRS)，收敛在按“目标SRS条件”设定的容差内，进行合成波的各要素波的修正工作。

① 目标 SRS 定义画面



目标 SRS 定义的结束

(2) 目标 SRS 条件的设定

② SRS 分析条件 · 目标 SRS 定义画面



③ SRS 分析条件定义画面



(3) 波形合成条件的设定

④ 合成波定义画面

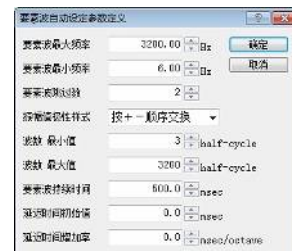


⑤ 要素波定义画面

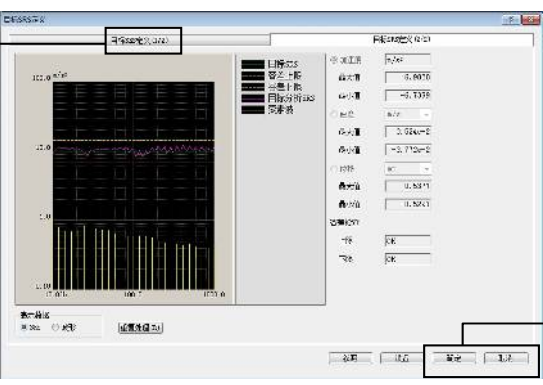


(4) SRS 匹配计算的运行

⑥ 要素波自动设定参数定义画面



⑦ 目标 SRS 的确认画面



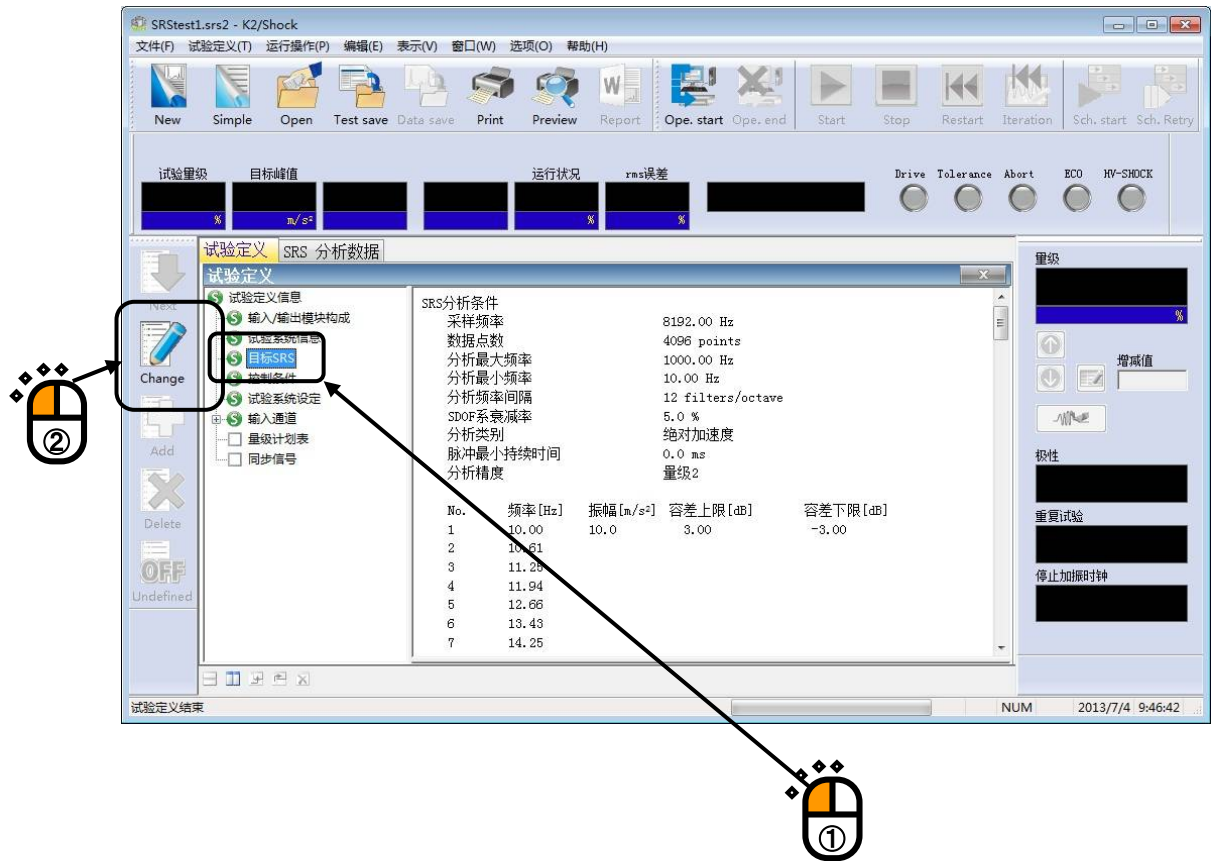
目标 SRS 定义的结束

前一页中，表示了目标SRS的定义画面的流程图与必须定义的信息的关系。

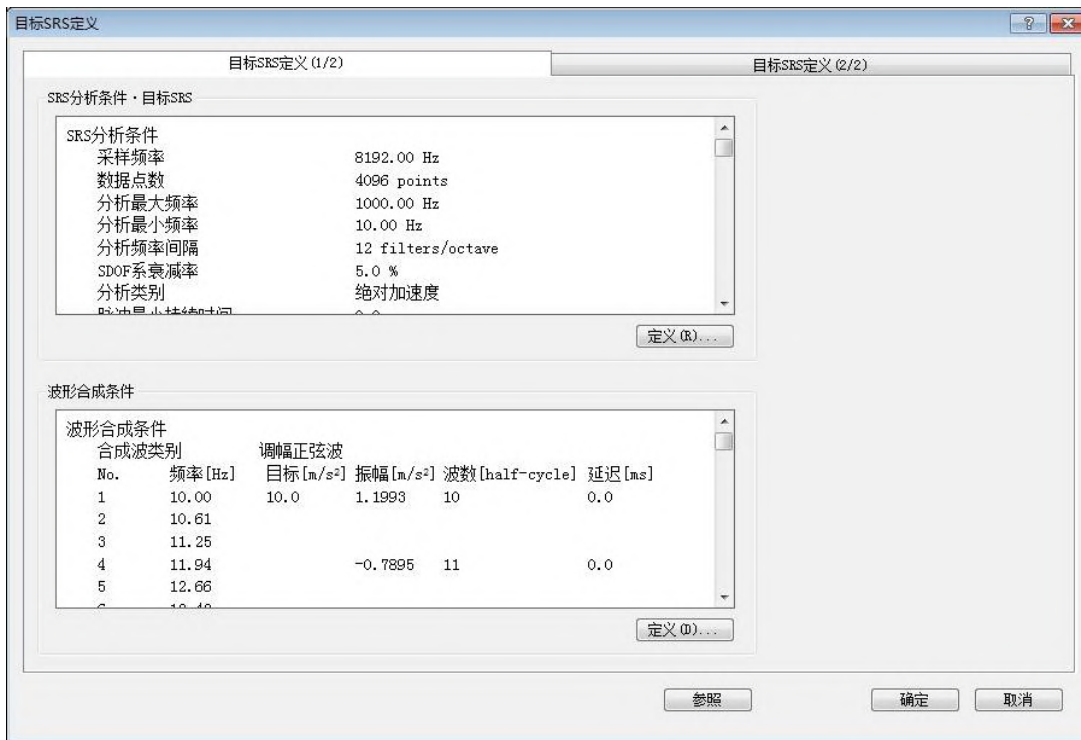
但是，在新建试验时，按照必须定义的信息的顺序，表示如下的定义画面。

- ③ S R S 分析条件定义画面 : ( 1 ) S R S 分析条件的定义
- ↓
- ② S R S 分析条件 · 目标 S R S 定义画面 : ( 2 ) 目标 S R S 条件的定义
- ↓
- ④ 合成波定义画面 : ( 3 ) 波形合成条件的定义
- ↓
- ① 目标 S R S 定义画面
- ↓
- ⑦ 目标 S R S 的确认画面 : ( 4 ) S R S 匹配计算的运行

想修改已定义的试验的目标SRS时，请选择试验定义的目标SRS的项目，按下「修正」按钮。或双击目标SRS也会表示定义画面。



按下[修正]按钮后，表示出目标SRS定义画面。



### 8.2.1 SRS分析条件

在分析条件定义画面中，设定SRS分析的条件。

各参数的设定结束，在分析条件定义画面中按下[定义]按钮后，表示SRS分析条件·目标SRS定义画面

分析条件

采样频率 8192.00 Hz

数据点数 4096 point

分析最大频率 1000.00 Hz

分析最小频率 10.00 Hz

分析频率间隔 12 filters/octave

SDOF系衰减率 5.0 %

以Q值指定 (Q)

分析类别 绝对加速度 m/s<sup>2</sup>

脉冲最小持续时 0.0 ms

分析精度 量级2

确定 取消 参照 设置 追加衰减率(A)...

#### 8.2.1.1 采样频率

##### (1) 意义

选择生成波形数据的采样频率 $f_s$ 。

根据本项的设定，波形控制程序使用本数据时的[频率范围 $f_{max}$ ]就确定了。

另外，频率范围 $f_{max}$ ，和采样频率 $f_s$ 有如下的关系：

$$f_{max} = f_s / 2.56 \text{ [Hz]}$$

#### 8.2.1.2 数据点数

##### (1) 意义

指使用多少个前一项的采样频率采样到的数据点数来表现波形数据的个数。

波形数据的全长 $T$  [s]，用下式进行决定：

$$T = N / f_s \text{ [s]} \quad N : \text{数据点数}$$

#### 8.2.1.3 分析最大频率

##### (1) 意义

指定运行SRS分析时的频率领域的最大值。

在下面项目指定的分析最小频率和分析最大频率的区间里面，按每个分析频率间隔匹配SDOF系，通过算出各系的响应来求SRS。

#### 8.2.1.4 分析最小频率

##### (1) 意义

指定运行SRS分析时的频率领域的最小值。

在分析最小频率和在前一项目指定的分析最大频率的区间里面，按每个分析频率间隔匹配SDOF系，通过算出各自系的响应来求SRS。

#### 8.2.1.5 分析频率间隔

##### (1) 意义

指定为SRS分析运行所准备的SDOF共振系过滤器群匹配的「密度」。

也就是说，本项目指的是每1倍频(octave)设定几个SDOF系的数目(filters/octave)。

构成的SDOF过滤器的总数，根据本项目的指定值和分析最小频率/分析最大频率的指定值来决定，这个总数的最大值是256。

#### 8.2.1.6 SDOF 系统衰减率

##### (1) 意义

是为SRS分析运行所准备的SDOF共振系过滤器群的衰减率，对全部过滤器设定共通的值。

$$\zeta = \frac{C}{C_c}$$

这里， $C_c$ 是SDOF系统的临界衰减系数；

$$C_c = 2\sqrt{mk}$$

一般的，值Q和衰减率 $\zeta$ 之间有如下关系。

$$Q = \frac{1}{2\zeta}$$

#### 8.2.1.7 分析类别

##### (1) 意义

指定定义SDOF系的类别，即算出的输出波形的类别。可以从

- a. 绝对加速度输出波形
- b. 相对位移输出波形

中任意选择一个。

### 8.2.1.8 脉冲最小持续时间

#### (1) 意义

是指输入波形的实质上的结束时刻，在SRS分析运行的过程中，是成为初始响应SRS(+I, -I, absI)和残留响应SRS(+R, -R, absR)的算出基础（定义「初始」和「残留」区分）的数据。。

因此，本项目的指定，给获得的SRS数据造成大的影响，但maximax SRS不受本项目的影  
响。

### 8.2.1.9 分析精度

#### (1) 意义

在算出SDOF系的输出波形时，选择模拟计算实行的精度。

可以从「量级1」到「量级5」的5量级中进行选择，不过量级数越大，精度越高，但运算时间(差不多是指数函数的)就越长。

interpolation实行的计划表，是与各SDOF系的谐振频率结合，自动被决定。

衰减率<10%的通常情况下，认为以'量级2'就可以获得充分的精度。

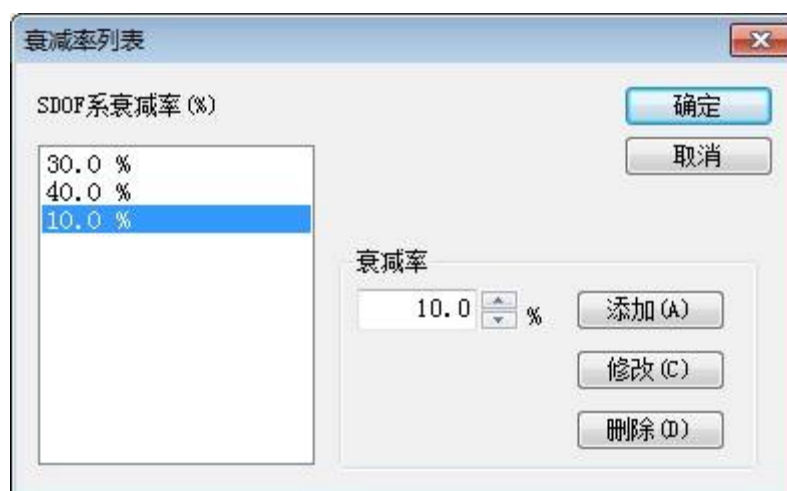
### 8.2.1.10 衰减率追加

#### (1) 意义

同时进行在“SDOF系衰减率”中指定的衰减率以外的复数的衰减率下的SRS分析。但是，在复数的衰减率下的SRS分析只有maxima SRS分析。

想指定复数的SDOF系衰减率时，请按「衰减率追加」按钮。

按下「衰减率追加」按钮，将表示下面的对话框，请按下「追加」按钮并输入SDOF系衰减率。



## 8.2.2 目标 SRS 条件

在SRS分析条件・目标SRS定义画面中设定目标SRS的条件。

各参数的设定结束，在SRS分析条件・目标SRS定义画面按下「确定」按钮后，

- ・新建试验定义时 : 合成波定义画面被表示。
- ・已有的试验定义的修正时 : 目标SRS定义画面被表示。

所定义的 SRS 分析条件的内容被表示

No.	频率 [Hz]	振幅 [m/s <sup>2</sup> ]	容差上限 [dB]	容差下限 [dB]
1	10.00	10.0	3.00	-3.00
2	10.61			
3	11.25			
4	11.94			
5	12.66			
6	13.43			

修改 SRS 分析条件时按下「定义」按钮。

定义目标 SRS 条件。

这里，定义作为SRS匹配时的目标(是应该与合成的波形的SRS一致的目标)的SRS。

- (1) 目标SRS，可以指定绝对加速度和相对位移中的任意一个。

只是这个设定，在“8.2.1 SRS分析条件”的「分析类别」中进行确定。

- (2) 在交越点处定义目标SRS。

只是这个交越点的频率系列，与SRS分析的频率系列相同，由于在“8.2.1 SRS分析条件”的「分析最大频率」「分析最小频率」及「分析频率间隔」中确定了，所以只进行振幅的设定。



(3) 定义目标SRS的容差（允许界限）。

SRS分析条件的定义，如刚才所述已经完成，如上图的定义内容被表示。

如果想修改SRS分析条件时，请按下分析条件的「定义」按钮。

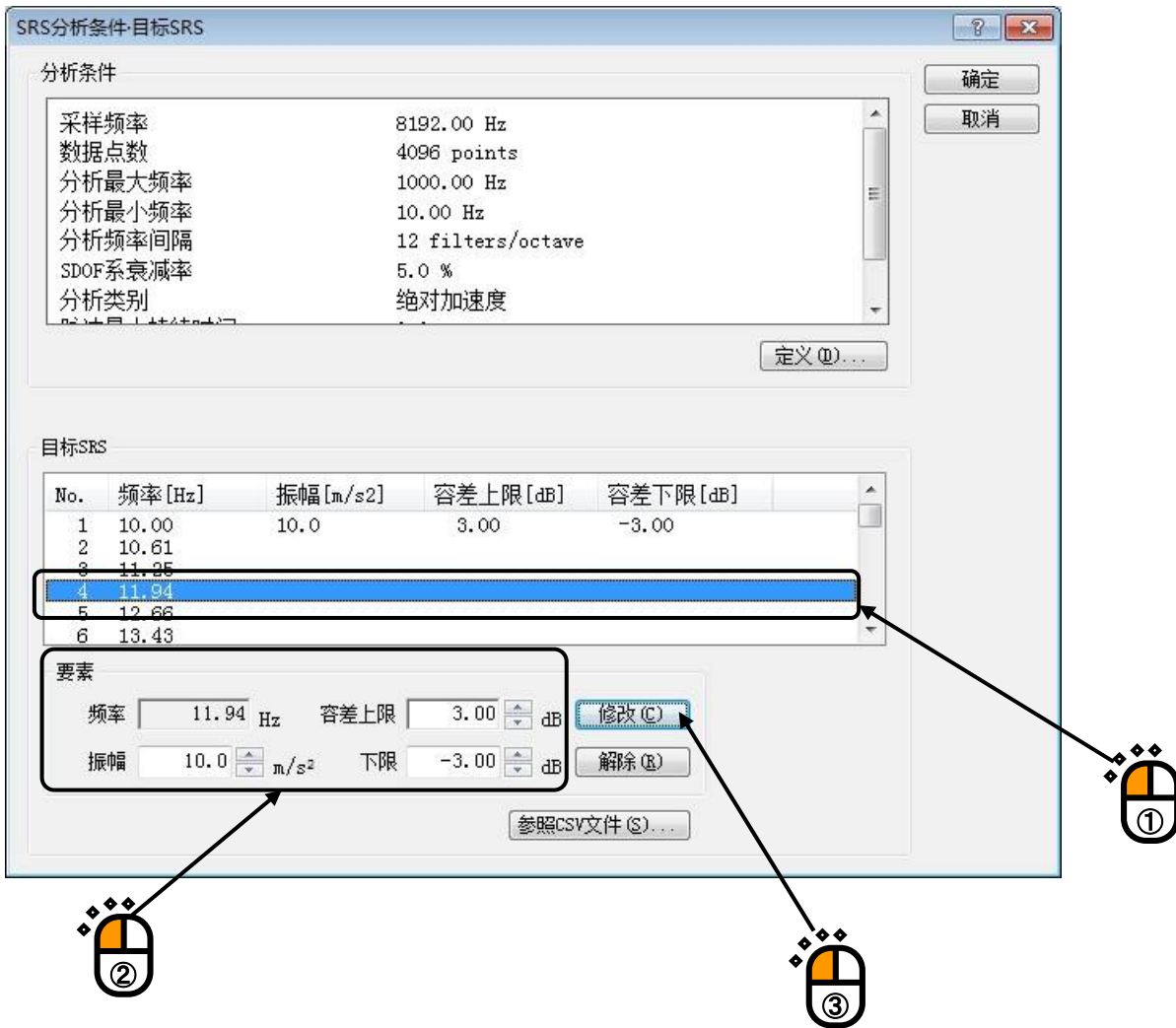
### 8.2.2.1 交越点的设定

#### (1) 意义

手动设定交越点时，请按以下步骤进行操作。

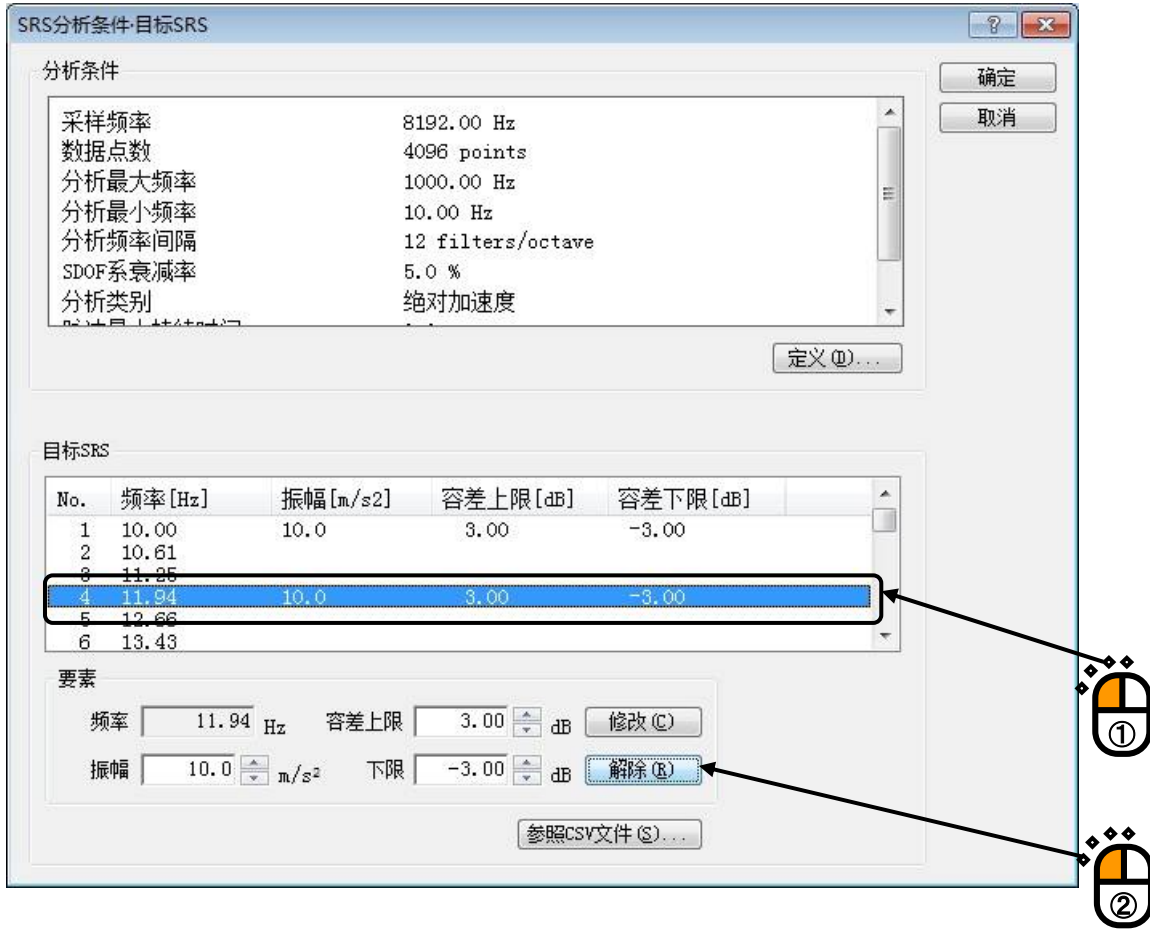
- ①从频率列表中选择想设定交越点的频率。
- ③输入振幅值和容差（允许界限值）。
- ④按下[修改]按钮。

交越点的设定，请对认为有必要的频率进行。



废除已设定的交越点时，请按以下的步骤进行操作。

- ① 从频率列表中选择想要设定要素波的频率。
- ② 按下[解除]按钮。



另外，关于在本项目中没有设定振幅值的频率，根据条件由系统如下设定。

当有f1,f2,f3,f4,f5,f6,f7 的频率数据、其中f2,f5由操作员赋予了振幅值

f3,f4 : 赋予从f2,f5振幅值中以直线近似求的振幅值。

f1,f6,f7 : 给振幅值赋予零。

### 8.2.2.2 根据 CSV 文件进行交越点的设定

通过选择「CSV文件参照」按钮，读入文件中所记录的各项频率中的振幅值及允许界限的数据，可以作为交越点数据使用。

可以读入的文件格式，如下所示：

#### (1) CSV文件

如以下格式的，各值用逗号隔开的 CSV 格式文件

频率值[Hz], 振幅值, 容差上限值[dB], 容差下限值[dB]
------------------------------------

另外，振幅值的单位，在 CSV 文件中不规定。振幅值的单位，使用由分析条件规定的单位。

还有，容差可以省略。在省略了容差时，缺省值被设定。

下面，表示了记叙例(从左面开始依次是频率[Hz]，振幅值，允许界限上限值[dB]，允许界限下限值[dB])。

5.689,10,6,-6 CR
8.612,20,6,-6 CR
11.56,20,6,-6 CR

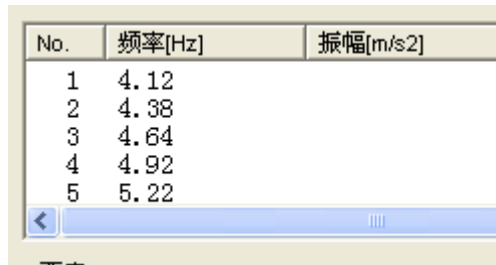
(CR :改行)

(关于文件参照时近似的频率的代入)

参照文件中所记述的频率系列，与「分析条件」的频率系列不一样时，本系统将自动地代入近似的频率。

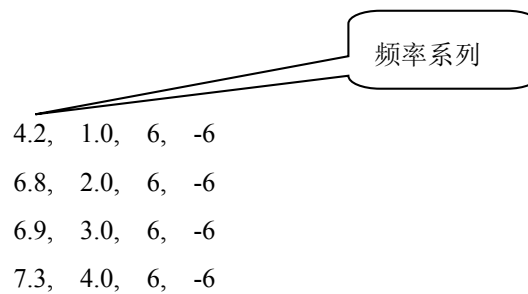
读入 CSV 文件，在 Fig.8-2-1, Fig.8-2-2 及 Fig.8-2-3 中表示了近似的频率代入例。

Fig.8-2-2 的 4.2Hz 的值，在 Fig.8-2-1 的「分析条件」的频率系列中没有包含，不过象 Fig.8-2-3 那样，读入时作为近似值的 4.12Hz 的数据被代入。



No.	频率[Hz]	振幅[m/s2]
1	4.12	
2	4.38	
3	4.64	
4	4.92	
5	5.22	

Fig.8-2-1 「分析条件」的频率系列例



频率系列

4.2,	1.0,	6,	-6
6.8,	2.0,	6,	-6
6.9,	3.0,	6,	-6
7.3,	4.0,	6,	-6

Fig.8-2-2 读入对象的 CSV 文件例



No.	频率[Hz]	振幅[m/s2]
8	6.24	
9	6.61	2.0
10	7.02	3.0
11	7.44	4.0
12	7.90	

Fig.8-2-3 上述的 CSV 文件读入后

## 8.2.3 波形合成条件

### 8.2.3.1 概要

在合成波定义画面，设定合成波的生成条件。

各参数的设定结束，在合成波定义画面中按下「确定」按钮后，将表示目标SRS定义画面。



这里，给予在SRS匹配中使用的合成要素波参数初始值。

合成要素波参数的设定即用于波形合成的初始值设定，可以有

- a. 自动设定
- b. 手动设定

2个选择。此时，请注意以下内容。

- (1) 无论a, b中的哪一个，仅有以非零的振幅值作为初始值给出的成分，成为以后的根据SRS匹配计算的「控制」的对象。也就是说，没给定初始值的成分，无论进行多少次反复也总是零，将必要的成分作为初始值给出是有必要的。
- (2) 可以选择的成分频率，为了和根据先前指定的SRS分析条件所决定的SDOF系过滤器谐振频率群一致，由系统来管理。

这个不是无论如何都得这样的必然性的选择，但据此使得系统可以提供频率数据，操作也就简化了。

### 8.2.3.2 采样频率 $f_s$

#### (1) 意义

指合成波形的采样频率。

本项的值，因为在时间参数的控制最高频率 $f_{max}$ 中已经确定，这里仅仅是表示而已。

### 8.2.3.3 数据点数 $N$

#### (1) 意义

指合成波的长度。

本项也和采样频率一样，在时间参数的分析谱线 $L$ 中也已经确定，这里仅仅是表示而已。

另外，合成波形的全长 $T$  [s]，通过下式决定：

$$T = L / f_{max} \text{ [s]}$$

$L$  : 分析谱线

$f_{max}$  : 控制最高频率

### 8.2.3.4 控制对象

#### (1) 意义

指定控制对象。

控制对象的对象是‘加速度’。

控制对象只在SRS分析条件的分析类别是‘相对位移’时可以选择。

SRS分析条件的分析类别是‘绝对加速度’时，SRS分析条件的分析类别的单位被设定，不能修改。

### 8.2.3.5 合成波类别

#### (1) 意义

指定作为合成波形生成的波形类别。

支持下面3种类型。

1. 附有补偿波的衰减正弦波(CEDS)
2. 自行补偿型衰减正弦波(ZERD)
3. 调幅正弦波(WAVSYN)

关于这些波形的详细，请参照第2章 2.4 衰减正弦波。

### 8.2.3.6 补偿波频率

#### (1) 意义

合成波形类别是CEDDS 时所必要的定义项目，是指针对指定的衰减正弦波群的叠加的加速度波形，进行使「最终速度零，最终位移零」的补偿的补偿波(这也是衰减正弦波)的频率。

通常，是比其他的要素波群中的最小频率更小的值。

### 8.2.3.7 补偿波衰减率

#### (1) 意义

指赋予前一项的CEDDS的补偿波的衰减率。

通常，认为「100%」是适当的。

### 8.2.3.8 要素定义

设定合成波的各要素波的参数。

在合成波定义画面中，按下「要素定义..」按钮后，将表示要素波定义画面，进行各种设定。

按下要素波定义画面的[确定]按钮，确定要素波的定义内容，返回合成波定义画面。

No.	频率 [Hz]	目标 [m/s <sup>2</sup> ]	振幅 [m/s <sup>2</sup> ]	波数 [half-cycle]	延迟 [msec]
1	10.00	10.0	1.0	10	0.0
2	10.61				
3	11.25				
4	11.94		-1.0	11	0.0
5	12.66				
6	13.43				



### 8.2.3.8.1 要素波指定方法

#### (1) 意义

要素波在最初时赋予的值(初始值)，存在以下的方法：

- A. 手动(全部由操作员指定)
- B. 自动

只是，要用 A 方法很好地使之收敛时，需要相当熟练的技术，不做预先的考察就随便进行的话，首先不能期望会收敛。

因此，以想办法自动解决这个问题作为目标制作了 B 的功能。

SRS 匹配的问题非常复杂，本功能也不能保证会收敛。但是，多数情况，比起[手动]来效果就好得多。

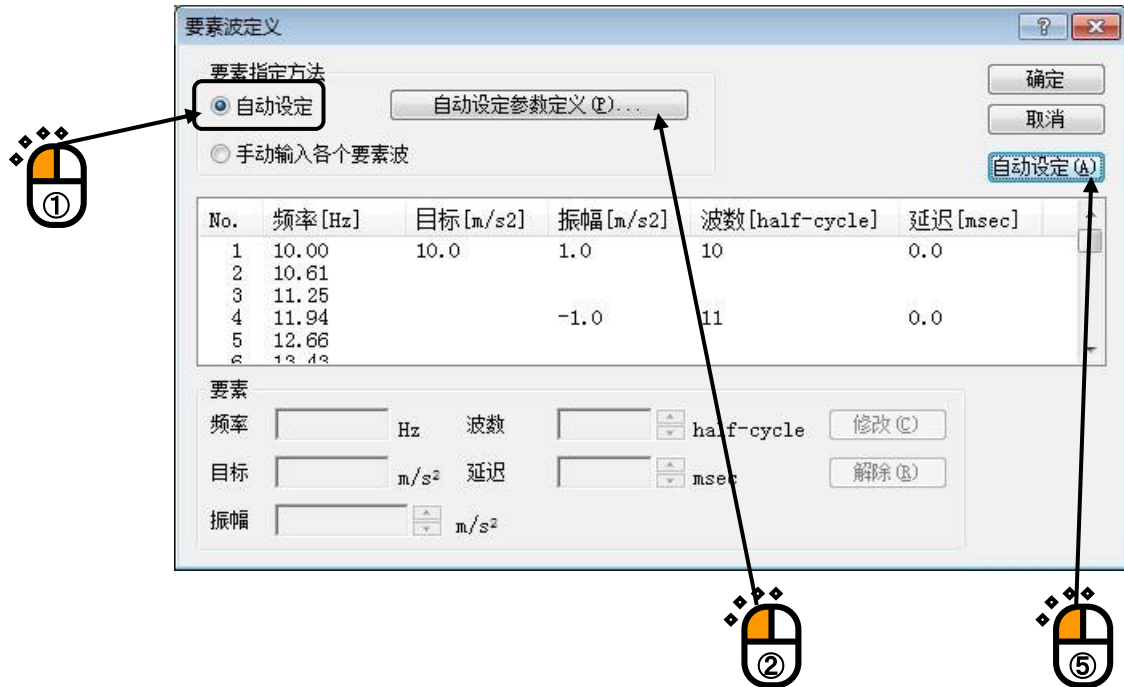
选择'自动'时，按下要素波定义画面的「自动设定参数定义..」按钮，进行用于自动设定的各种参数的设定。

另一方面，选择了'手动输入各要素波'时，在要素波定义画面的频率表中，选择进行初始值设定的频率，设定参数。

### 8.2.3.8.2 要素波的自动设定

自动设定要素波时，请按下面步骤进行操作。

- ① 在要素波定义画面中选择“自动设定”。
- ② 按下「自动设定参数定义」按钮。
- ③ 将表示要素波自动设定参数定义画面，设定必要的参数。
- ④ 按下要素波自动设定参数定义画面的[确定]按钮。
- ⑤ 将返回要素定义画面，按下「自动设定」按钮。根据自动设定参数进行要素波参数的设定。



### 8.2.3.8.2.1 要素波自动设定参数



#### 8.2.3.8.2.1.1 要素波最大频率

##### (1) 意义

因在波形合成中自动设定初始值，设定这种情况下的进行自动设定的频率最大值。

因而，在 SDOF 过滤器频率群列表中存在在本项目指定的值以上的频率数据时，那里将不被进行初始值的自动设定。

通常，认为输入输入可能的最大值较好。

#### 8.2.3.8.2.1.2 要素波最小频率

##### (1) 意义

因在波形合成中自动设定初始值，设定这种情况下的进行自动设定的频率最小值。

因而，在 SDOF 过滤器频率群列表中存在用本项目指定的值以下的频率数据时，那里将不被进行初始值的自动设定。

通常，认为输入输入可能的最小值较好。

#### 8.2.3.8.2.1.3 要素波略过数

##### (1) 意义

要素波自动设定时，可以说对目标 SRS 中存在的全部的频率给予要素波成分，对于 SRS 匹配目的来说是不合适的。那是因为各要素波对应的 SRS 互相「干涉」，可能会阻碍收敛。此时，[略过]要素波的设定，即设置一定间隔，对收敛来说比较有效。

本项目中，指定上述的略过数。例如，略过数是 1 时，对 SDOF 过滤器频率群，每隔 1 个进行设定。

另外，缺省值是，每 1/2 octave 设定 1 个要素波。

#### 8.2.3.8.2.1.4 振幅值极性样式

##### (1) 意义

要素波自动设定时，设定各要素波的振幅值  $A_i$  时，将全部的振幅的极性统一后，要素波成分间叠加的结果（特别是延迟全部为零的时候），会发生极大的峰值，可能会不合适。

因此，例如，有时将上述极性设定为+-交替会有效，本项目就是用来指定那个极性样式的。

#### 8.2.3.8.2.1.5 衰减率 最小值/最大值

##### (1) 意义

本项目，只在合成波类别为'CEDDS'或'ZERD'时输入，以最小值和最大值指定赋予各要素波成分的衰减率  $\zeta_i$  由系统自动设定时的设定可能范围。

基本上，衰减率的最小值，按以下来规定：

要素波的振幅，在帧时间的终端时，衰减为初始振幅值  $A_i$  的 1/100 以下时的大小  $\zeta_i$  作为下限值。

也就是说，在设定数据长(由  $f_s$  和  $N$  决定)里，以保证各波形能充分地衰减为条件指定下限值。

但是，实际上，在帧时间终端的各要素波的衰减率中，必然产生的复数个要素波的叠加是被考虑到的。

要素波自动设定时，赋予各成分要素波的  $\zeta_i$ ，根据本系统所定的方式算出并被自动设定，但算出的  $\zeta_i$  低于/高于本项目的设定值时， $\zeta_i$  将被本项目指定值所置换(剪切)。即应该设定被限定在本项目所指定的最小值和最大值之间的值  $\zeta_i$ ，适当的进行这样处理，对实现目标 SRS 的收敛是决定性的重要。

另外，作为本项目的设定值的适当的标准值，在用缺省值设定了要素波略过数时，大概是下面的值。

CEDDS 时：最小值 20% 最大值 40%

ZERD 时：最小值 30% 最大值 60%

#### 8.2.3.8.2.1.6 波数 最小值/最大值

##### (1) 意义

本项目，只在合成波类别是'WAVSYN'的时输入，赋予各要素波成分的波数由系统自动设定时，用最小值最大值来指定设定可能范围。

波数的意义是，与 CEDDS, ZERD 的衰减率相对应。

应该注意的是，大的波数与小的衰减率相对应。

同时，将与前一项叙述相同的剪切效果，影响到自动设定时，这对 SRS 的收敛来说有重要的意义。

#### 8.2.3.8.2.1.7 要素波持续时间

##### (1) 意义

各成分要素波，充分得到衰减的时间，即将实效意义的要素波的有效长度称为要素波持续时间。

本项目，是在要素波自动设定时对各成分要素波共通指定这个持续时间的。即以本项指定值为基础，和本系统各成分要素波的频率相结合，自动设定实现本项目指定的衰减率(CEDS, ZERD)或波数(WAVSYN)。

只是，算出的值，如前前项及前项叙述的那样受到剪切。

#### 8.2.3.8.2.1.8 延迟时间初始值

##### (1) 意义

要素波自动设定时，指共通的赋予全部成分要素波的延迟时间。即，本项目的指定值具有移动合成波的时间原点(从帧时间始端开始)的功能。

#### 8.2.3.8.2.1.9 延迟时间增加率

##### (1) 意义

要素波自动设定时，有作为频率的函数给出赋予各成分要素波延迟时间的功能，本项目指定作为其系数的增加率。

本项目的单位是[ms/octave]，指定频率比1个倍频相当的延迟时间的增加率。

本项目的设定范围，根据前一项(延迟时间初始值)的指定值而受到影响。例如，在给出延迟时间初始值不是零时，本项目的值也能取负值(相对频率的对数减少的延迟)。

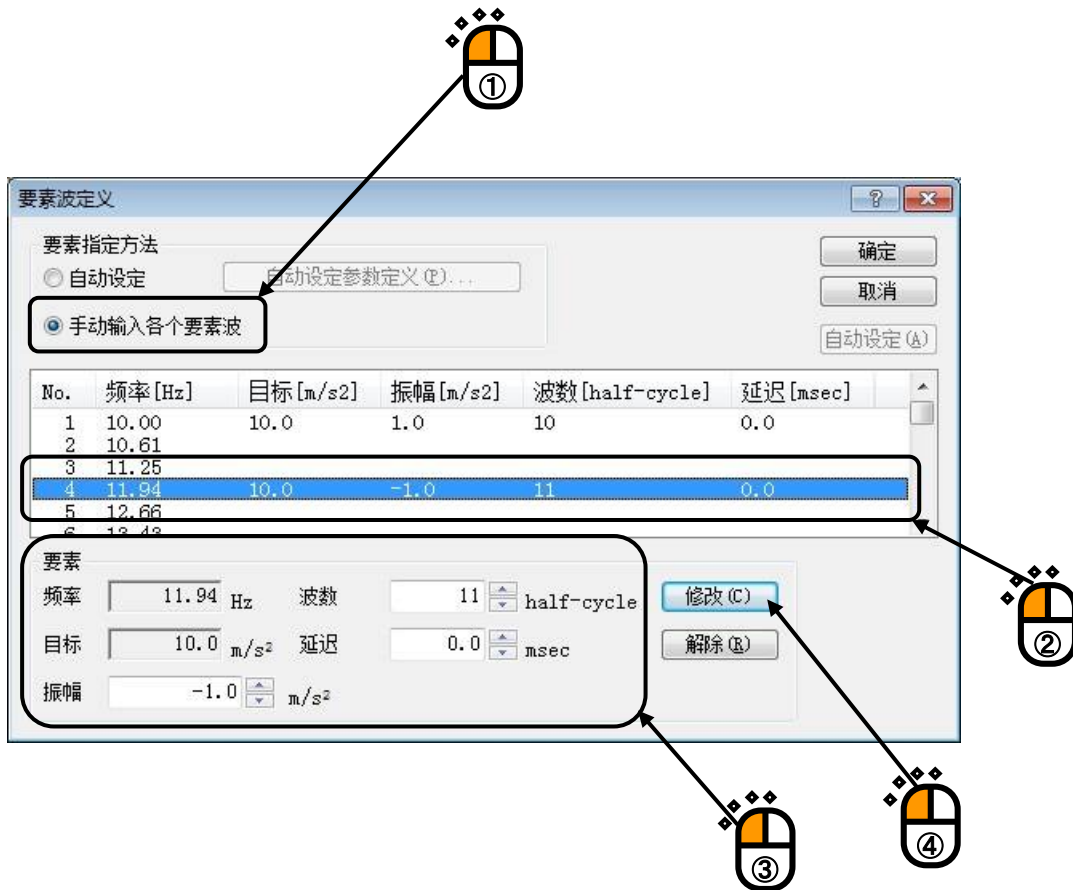
本项目的非零值设定的意义是，在某一实现过程的模拟(例如具有响应是从低频率领域开始产生的构造的平台等)之外，象想要如7.4.3.12中所叙述那样避开要素波之间的干涉时(例如因试验系统的加速度限制)等可以考虑。

### 8.2.3.8.3 要素波的手动设定

手动设定要素波时，请按下面的步骤进行操作。

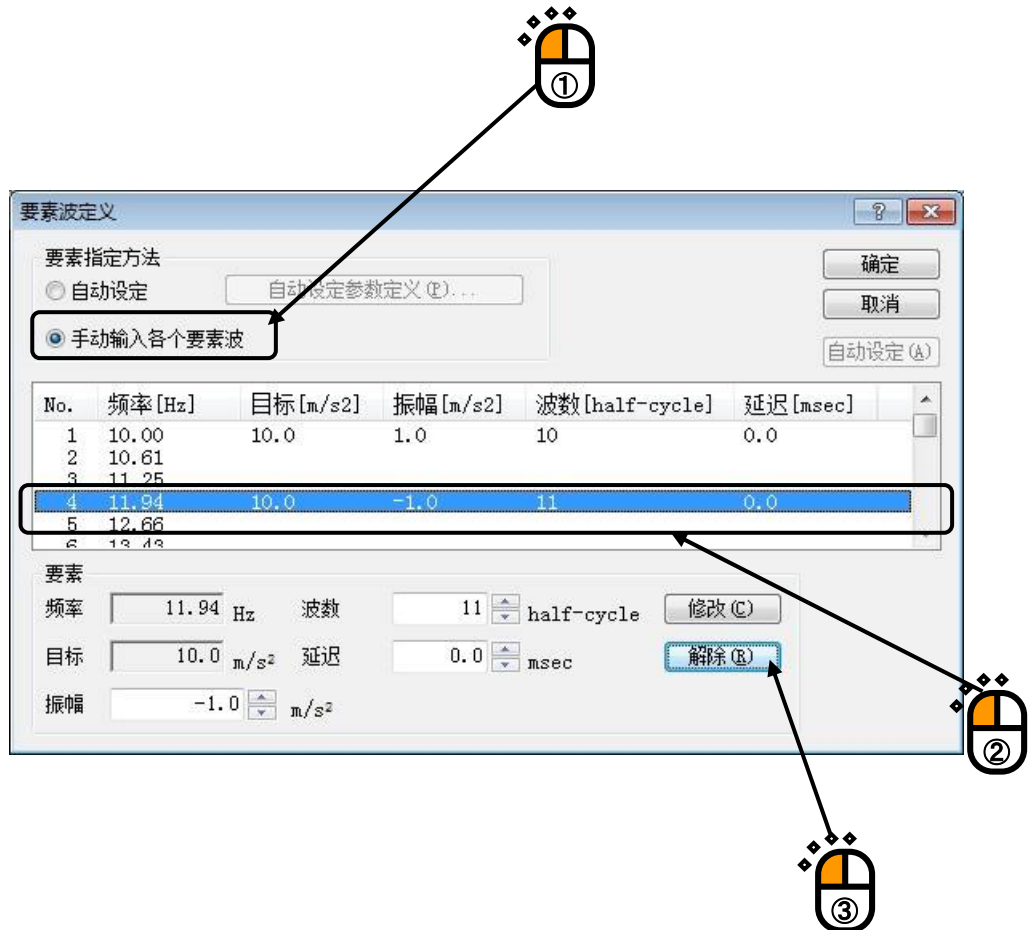
- ① 在要素波定义画面中，选择“手动输入各要素波”。
- ② 从频率列表中选择想要设定要素波的频率。
- ③ 输入要素波的振幅值，衰减率等必要的值。
- ④ 按下[修改]按钮。

要素成分的设定，请对认为需要的频率进行。



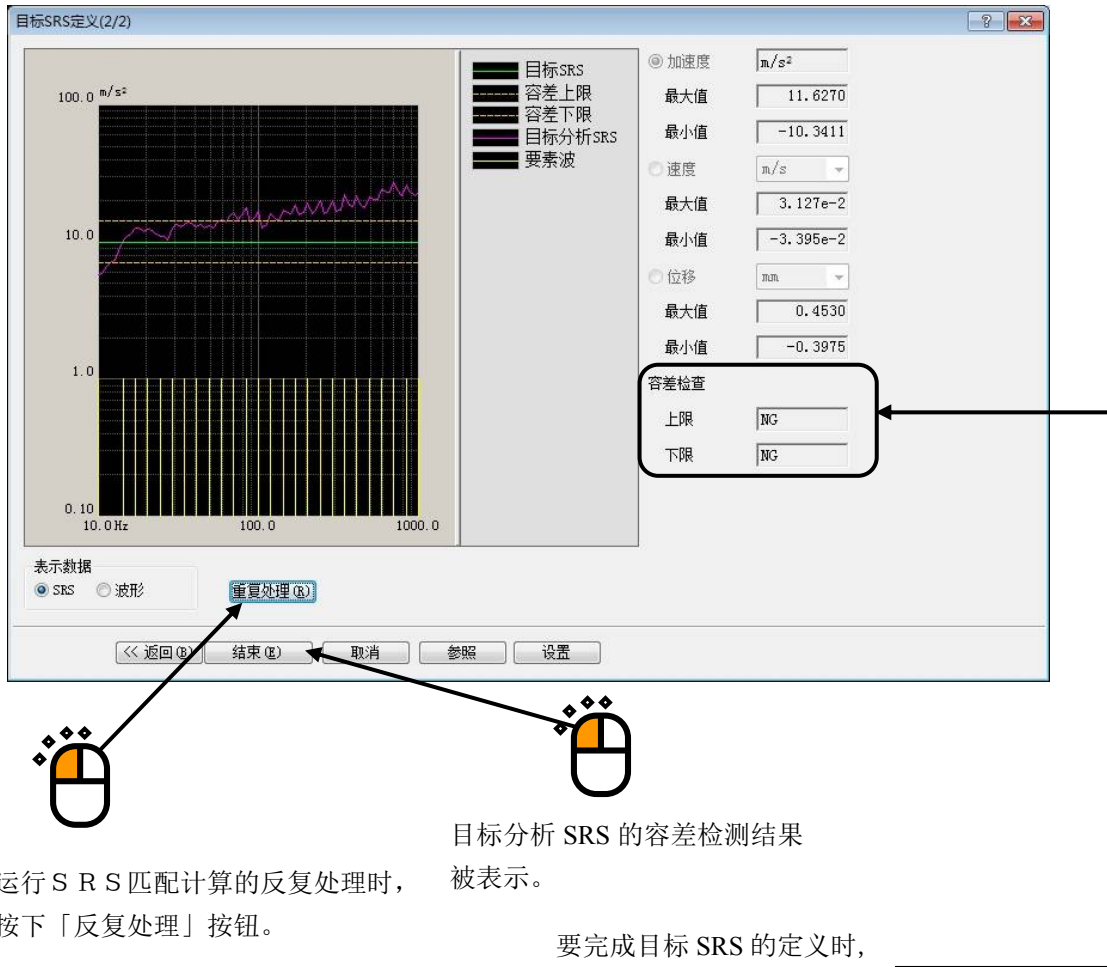
要解除已设定的要素成分时，请按以下的步骤进行操纵。

- ① 在要素波定义画面中，选择“手动输入各要素波”。
- ② 从频率列表中选择想要设定要素波的频率。
- ③ 按下[解除]按钮。



### 8.2.4 SRS匹配计算的运行

「SRS分析条件」，「目标SRS条件」，「波形合成条件」的定义结束后，按下[目标SRS定义(2/2)]切换面板后，表示以指定的参数开始计算的SRS计算结果的一致度的目标SRS的确认画面被表示。

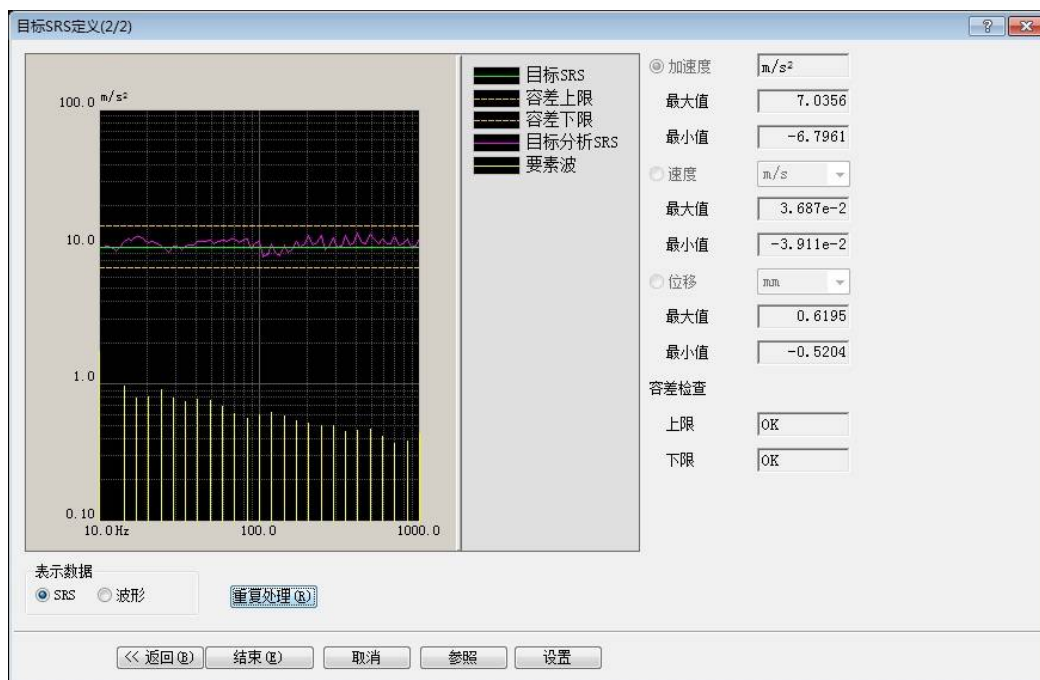


上图是第1次的处理结果，此例中，目标分析SRS(目标波形的SRS分析结果)很大地偏离了容差领域，容差检测为不通过。

在这里，试着运行根据反复处理的SRS匹配计算。  
运行反复处理时，在目标SRS的确认画面中选择「反复处理」按钮。



下图中，表现了几次反复处理后的结果。此例中，(目标)分析SRS，在全部领域中都收敛在容差范围内，容差检测也就通过了。



当然，不能保证在所有的情况都收敛，不过一般认为最初的1~2次的效果是非常大。

## INDEX

### A

按最大值进行监测 ..... 6-8

### B

边缘处理宽度 ..... 5-24

波形合成 ..... 3-37, 3-43, 8-2, 8-3, 8-5, 8-16, 8-21, 8-26

波形类别 3-1, 3-4, 3-21, 3-22, 5-2, 5-3, 5-5, 5-6, 5-7, 5-40, 5-41, 5-44, 5-46, 5-47, 5-48, 8-17

补偿波参数 ..... 5-12, 5-34, 5-37

补偿波的对称性 ..... 5-12

补偿波的峰值级别 ..... 5-15

补偿波的形状 ..... 5-12, 5-13, 5-14

补偿波幅 ..... 5-35, 5-36

补偿波附加 ..... 5-13, 5-15, 5-22, 5-33, 5-34, 5-35, 5-37, 5-38

补偿波附加前零区间 ..... 5-35

补偿波级别 ..... 5-35

补偿波开始位置 ..... 5-35, 5-36

补偿波类别 ..... 5-34, 5-37

补偿波频率 ..... 5-55, 8-18

补偿波衰减率 ..... 5-55, 8-18

### C

采样频率的变换 ..... 5-26

C E D S ..... 5-52, 5-56

传递函数测定 .. 3-1, 3-13, 3-14, 3-15, 3-21, 3-29, 3-30, 3-31, 3-52, 3-53, 3-54, 4-3, 4-4, 4-6, 4-7, 6-23, 6-29, 6-30, 6-31, 6-32, 6-34, 6-35, 6-37, 6-38

传递函数的继续测定 ..... 6-32, 6-35

传递函数更新 ..... 4-23

传递函数再测定 ..... 6-33

传递率表示单位 ..... 6-12

处理类别 ..... 5-31, 5-32, 5-33

初始/残留边界 ..... 4-13, 7-3, 8-9

初始级别 ..... 3-7, 3-16, 3-32, 3-46, 3-55, 4-5, 6-2, 6-3

初始输出电压 ..... 4-4, 4-6

Classical Shock 波形 ..... 5-1, 5-2, 5-3, 5-4

### D

动作设定 ..... 6-1, 6-10

对称补偿型定义波形 ..... 1-1, 5-1, 5-44, 5-46

对应的读取波形格式 ..... 1-1

### F

反复加振 ..... 4-16, 4-17, 6-6, 6-7, 6-8, 6-12, 6-20

峰值级别 .....	3-16, 3-19, 3-32, 3-35, 3-55, 3-59
峰值基准 .....	6-12
峰值位置 .....	5-48
峰值 .....	3-4
峰值振幅值 .....	5-3
峰值振幅值 .....	5-5
峰值振幅值 .....	5-44
峰值振幅值 .....	5-46
峰值振幅值 .....	5-48
分析精度 .....	4-13, 8-9
分析类别 .....	1-2, 4-13, 8-8, 8-10, 8-17
分析频率间隔 .....	4-12, 7-3, 7-10, 7-11, 7-12, 8-7, 8-8, 8-10
分析最大频率 .....	3-40, 4-12, 7-3, 7-10, 8-7, 8-8, 8-10
分析最小频率 .....	3-40, 4-12, 7-3, 7-10, 8-7, 8-8, 8-10
附有补偿波的衰减正弦波 .....	8-17
辅助时间参数 .....	5-7

## G

根据半正弦波的补偿波附加 .....	5-34
根据 OPTIMIZE 的补偿波附加 .....	5-37
公差 3-23, 3-44, 3-45, 5-2, 5-4, 5-8, 5-10, 5-12, 5-14, 5-15, 5-37, 6-1, 6-11, 8-2, 8-3, 8-11, 8-12, 8-14, 8-26, 8-27	
容差类别 .....	3-1, 3-5, 3-21
公差检测 .... 3-17, 3-20, 3-33, 3-36, 3-44, 3-56, 3-60, 4-17, 6-1, 6-17, 6-20, 6-39, 8-26, 8-27	
公差类别 .....	5-8, 5-10, 5-11

## H

合成波 . 3-37, 3-43, 5-50, 5-51, 5-52, 5-53, 5-54, 5-55, 7-12, 7-13, 8-2, 8-3, 8-5, 8-10, 8-16, 8-17, 8-18, 8-22, 8-23	
---	--

## J

简单定义 .....	3-21, 3-22
加振级别 3-1, 3-16, 3-18, 3-19, 3-21, 3-32, 3-34, 3-35, 3-37, 3-55, 3-58, 3-59, 4-5, 4-6, 4-15, 4-16, 6-2, 6-3	
加振结束时自动保存数据 .....	6-12
加振停止计时器 .....	6-41
加振系统设定 .....	4-1, 4-4, 8-1
试验系统设定 .....	4-6
加振系统信息 .....	2-2, 3-1, 3-2, 3-21, 3-25, 3-37, 3-38, 4-1, 4-6, 8-1
级别日程 .....	4-1, 4-15, 6-18, 6-19, 6-20, 6-21, 8-1
截止频率 .....	4-4, 5-23, 6-11
计算精度 .....	7-8, 7-9
计算类别 .....	5-29

## K

可指定超过 100%的试验量级.....	6-12
控制频率.....	1-1, 4-3, 4-4
控制条件.....	3-1, 3-21, 3-37, 4-1, 4-2, 6-2, 6-3, 6-4, 6-5, 6-6, 6-7, 8-1
控制线数.....	1-1, 3-1, 3-7, 3-21, 3-46, 4-2, 8-17
控制运行数据.....	1-3, 6-22, 6-23, 6-28, 6-29, 6-36

## L

滤波处理.....	4-4, 5-22, 5-23, 5-24, 5-26, 5-28, 6-11
滤波的次数.....	5-23, 5-24
滤波的斜率.....	5-24
滤波类别.....	5-22
滤波特性.....	5-23, 5-24

## M

脉冲后零区间.....	5-44, 5-46, 5-49
脉冲间零区间.....	5-44, 5-46, 5-49
脉冲宽度.....	3-1, 3-4, 3-21, 3-22, 5-2, 5-3, 5-6, 5-7, 5-10, 5-44, 5-45, 5-46, 5-48, 5-49
脉冲前零区间.....	5-44, 5-46, 5-49
脉冲位置.....	5-8, 5-12
目标波形的极性.....	6-4
目标波形类别.....	1-1, 5-1, 6-14, 6-15
目标分析 SRS.....	3-44, 3-45, 6-39, 8-3, 8-26
目标 SRS1-2, 2-2, 3-37, 3-41, 3-44, 3-45, 4-11, 7-12, 7-13, 8-1, 8-2, 8-3, 8-5, 8-6, 8-7, 8-10, 8-11, 8-16, 8-21, 8-22, 8-26	

## P

频率变换.....	5-17, 5-22, 5-25, 5-26, 5-28
频率范围.....	4-2, 4-3, 4-4, 5-6, 5-42, 5-48, 5-54, 8-2, 8-7
频率分辨率.....	4-2, 4-3, 5-23

## Q

驱动编辑.....	4-25
驱动编辑画面.....	4-27, 4-31
驱动波形 1-1, 3-16, 3-18, 3-19, 3-32, 3-34, 3-35, 3-54, 3-55, 3-57, 3-58, 3-59, 6-22, 6-23, 6-32, 6-36, 6-39	
驱动更新.....	4-22
Q 值.....	4-13

## R

r m s 基准.....	6-12
---------------	------

## S

上升时间.....	5-5, 5-6
实测波形.....	2-2, 5-1, 5-17, 5-25, 5-37, 7-1
测试波形.....	1-1

始端，终端处理 .....	5-22
时间参数 .....	5-3, 5-6, 8-17
使用白噪声加振 .....	4-7
衰减率 4-13, 4-14, 5-50, 5-51, 5-53, 5-54, 5-55, 5-56, 7-3, 7-9, 8-2, 8-8, 8-9, 8-18, 8-22, 8-23, 8-24	
衰减正弦波 .....	1-1, 5-50, 5-51, 5-52, 5-53, 5-55, 8-2, 8-17, 8-18
数据单位 .....	5-21, 6-12
数据的编辑 .....	5-22
数据点数变更 .....	5-17, 5-22, 5-31, 5-32
数据文件格式 .....	5-19
输入感度读取 .....	4-9
输入频道 .....	1-1, 3-25, 3-37, 4-1, 4-8, 8-1
输入频道信息 .....	2-2, 3-1, 4-8
数值间演算 .....	5-22
S R S 分析 .....	6-39, 8-2
S R S 分析条件 .....	4-1, 4-11, 8-2, 8-5, 8-7
S R S 匹配 .....	7-12, 7-13, 8-3, 8-5, 8-26
速度·位移的算出处理 .....	6-11
T	
调幅正弦波 .....	3-37, 3-43, 5-54, 5-56, 8-17
同步信号 .....	4-1, 4-18, 4-20, 4-21, 8-1
W	
W A V S Y N .....	5-54, 5-56
位移最大值 .....	5-35, 5-38
误差计算方法 .....	6-12
X	
下降时间 .....	5-5, 5-6
线数 .....	3-37, 4-3
信号频率的变换 .....	5-25, 5-26
系统额定检测 .....	6-11, 6-16
休止时间 .....	5-43
循环检测 .....	3-14, 3-30, 3-53, 4-3, 4-4, 4-6, 6-31, 6-32
Y	
延迟时间 .....	5-53, 5-54, 5-56, 8-23
Z	
再生成驱动数据 .....	4-24
Z E R D .....	5-53, 5-56
正弦冲击波 .....	1-1, 5-1, 5-39, 5-40, 5-41, 5-43
正弦脉冲波 .....	1-1, 5-1, 5-39, 5-40, 5-41, 5-43
指定时间 .....	6-41

指定时刻.....	6-41, 6-44
执行时的画面配置.....	6-12
最优化度.....	5-14
自动设定采样频率.....	3-1, 3-21, 5-7, 5-42, 5-48
自动设定采样频率及数据点数.....	5-6
自行补偿型衰减正弦波.....	5-53, 8-17
最大数据点数.....	5-17, 5-31
最高观测频率.....	4-4