

OS-0533

频次分析・疲劳寿命推定

使用说明书

- 本说明书内容如有改动，恕不另行通知。
- 禁止擅自转载或更改本说明书的部分或全部内容。
- 本说明书的内容在编写时力求准确全面，但若有不明之处或错误及其他疑点，请与上海小野测器测量技术有限公司（Ono Sokki Shanghai Technology Co., Ltd.）联系。
- 对于使用本产品带来的一切后果，包括但不限于前述内容，本公司均不承担任何责任，敬请谅解。
- 本说明书中记载的公司名称、产品名称为各公司的商标或注册商标。

本产品及本书受《著作权法》保护。因此，禁止擅自誊写、复制、转载、改编。

Copyright © ONO SOKKI CO., LTD. 2026 All rights reserved.

软件使用许可协议

本软件使用许可协议包含作为终端用户的购买方与作为本产品（包括软件）生产方的（株）小野测器之间与本产品使用权的许可、软件相关保修等事宜相关的内容，敬请注意阅读。

购买方使用本产品后，即可认为购买方自动同意接受本使用许可协议的条款约束，且已在购买方与（株）小野测器之间订立本使用许可协议。

如果购买方不同意本使用许可协议的条款，则请勿使用本产品，应立即将本产品原本包含的所有内容（主机及 CD-ROM、使用说明书等本产品包含的所有物件）退还至售出产品的经销点，接受原额退款。

■ 与使用权许可相关的条款

（株）小野测器仅许可本产品的购买方，在 1 台计算机上使用本软件的权利。

本产品（软件）不能同时在多台计算机（办公室、家庭、膝上型计算机等）上使用。

另外，保护密钥类型的软件采用浮动许可方式，可以安装在多台计算机上，但同时可以使用的仅限于使用保护密钥的计算机。

■ 与转让相关的条款

购买方不持有本产品的包装内容物的任何复制物，全部转让给第三方时，适用本使用许可协议的各项条款，视作受让人受此约束，已获得受让人的同意，无法获得同意时，购买方不得将主体等本产品包装的内容物及复制品连同使用许可权一起转让给第三方。

■ 与著作权相关的条款

本产品的软件著作权归（株）小野测器所有。因此，购买方必须将本产品及软件与其他产生著作权的作品（如书籍、杂志）同等对待。

如前所述，除《著作权法》中规定的情况以外，购买方不得制作本产品及软件的复制品。此外，除《著作权法》中规定的情况以外，也不得复制本软件包内配套的任何附属文件资料。

■ 其他限制事项

购买方不能进行本产品的租赁、租借或使用许可权的许可。

不能对本产品的软件进行逆向工程、反编译、反汇编等，也不能通过这些行为得到的信息制作任何创作物。

■ 保修和责任的范围

本产品的保修限定在自产品购买日起算的 1 年内。

关于本使用说明书中记载的内容，（株）小野测器不为明示或暗示的质量、性能、商品价值或针对某种特定使用目的的适应性提供保障。

因此，本产品是依照实物的当前状况进行销售的产品。购买方需承担所有与本产品的质量及性能相关的责任。

包括已经告知有可能产生相应损害的情况在内，（株）小野测器不对本产品或本使用说明书的缺陷所造成的直接、间接、特殊、偶然或必然的损害承担任何责任。同时，（株）小野测器不承担本产品及软件的程序或数据恢复所要求的任何责任。并且，包括产品及软件的程序或数据的恢复所需费用或重制所需费用在内，（株）小野测器不对自身产品内保存或使用的本产品及软件的程序承担任何责任。

（株）小野测器的经销商、经销点及其员工无权对该责任事项进行任何修改、放大或追加。

■ 关于出口本公司产品或将其携带至国外时的注意事项

出口本公司产品（包括服务）或将其携带至日本国外时，根据日本的外汇法（外汇及外国贸易法）的规定，如果是列表中限制出口的产品，则需要日本经济产业大臣发行的出口许可证。

即使不是列表中限制出口的产品，只要该产品属于全面出口管制措施范围内的产品，也需要日本经济产业大臣发行的出口许可证。想要获取本公司产品的 **Non-applicable Certificate**（非限制出口产品证明）时，请从本公司网站上的非限制出口产品证明申请页面来获取。如有疑问，请咨询售出产品的经销商或附近的本公司营业网点。

■ 关于开放源代码软件的信息

OS-0533 使用了开放源代码软件（OSS）。

关于本产品中使用的开放源代码软件的信息，请参阅本软件包中包含的“OSS_Licenses”文件夹中的文件。

使用说明书的使用方法

如何看标志

使用说明书使用了以下标志。请在阅读前确认。

标记	含义
 One Point	记载事先了解可方便使用的事项。请在设置测量和分析的条件时使用。
 Memo	记载操作或设置条件时的补充说明或限制事项。操作或设置条件时请确认。
 Attention	记载操作或设置条件时需要遵守的重要事项。操作或设置条件时请务必阅读一遍。

目录

1.	概要	1
1.1	关于频次分析	1
1.2	频次分析方法	2
1.2.1	极值法	2
1.2.2	极大值法	2
1.2.3	极小值法	3
1.2.4	最大最小值法	3
1.2.5	雨流计数法	4
1.2.6	振幅法	5
1.3	关于 S-N 图	6
1.3.1	概念	6
1.3.2	插补方法	6
1.4	线性累积损伤法则（Miner 准则与修正 Miner 准则）	7
1.4.1	线性累积损伤法则	7
1.4.2	疲劳极限以下的处理（Miner 准则与修正 Miner 准则）	7
1.5	寿命推测的运算步骤	9
1.5.1	步骤 1：按应力的绝对值换算频次	9
1.5.2	步骤 2：获取各应力振幅下的断裂寿命 N_i	9
1.5.3	步骤 3：每单位循环的损伤量 d_i 的计算	9
1.5.4	步骤 4：总损伤度 D 的计算	9
1.5.5	步骤 5：寿命（反复次数或时间）的推测	9
1.6	计算示例	10
2.	软件的基本操作	11
2.1	ks2/ks3 文件导入程序	11
2.1.1	导入 ks2/ks3 文件	11
2.2	进行频次分析、疲劳寿命推定的设置	16
2.2.1	Item 设置	16
2.2.2	S-N 图设置	20
2.2.3	文件输出设置	23
2.3	频次分析图表窗口	24
2.3.1	显示频次分析图表	24

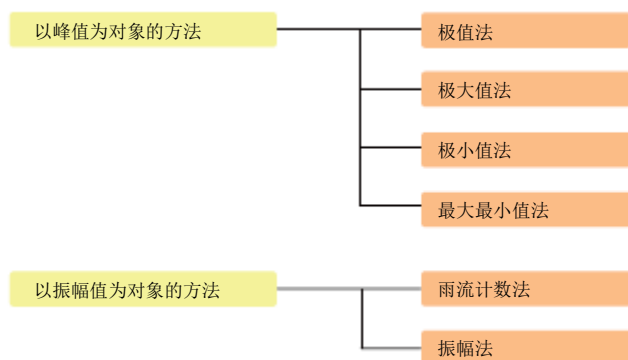
2.3.2	频次分析图表的构成	26
3.	频次分析、疲劳寿命推定的步骤	35
3.1	导入应变数据	35
3.2	将应变转换为应力	36
3.3	执行频次分析	38
3.4	确认结果（图表显示）	42
3.5	确认结果（文件输出）	43

1. 概要

1.1 关于频次分析

汽车、机械、结构体等会承受不规则变化的变动载荷。为了准确捕捉这种随时间变化的应力、振动等现象，必须掌握频次分布和相关关系。当希望掌握应力、振动等随时间变化的现象在长时间内具有怎样的关系，或者在这段时间内以多大的量、以何种比例发生时，通常会采用频次分析。

频次分析通过极值、振幅等各种处理方法来表现概率分布图。关于频次分析的算法，已经提出了如下多种方法。



这些方法各有优缺点，但一般认为，极值法对疲劳损伤的评价过大，振幅法则评价过小。介于两者之间的是最大最小值法和雨流计数法。

对于不规则随机信号，按预测疲劳损伤时损伤由大到小的顺序为：极值法 > 极大值法/极小值法 > 最大最小值法 > 雨流计数法 > 振幅法。

1.2 频次分析方法

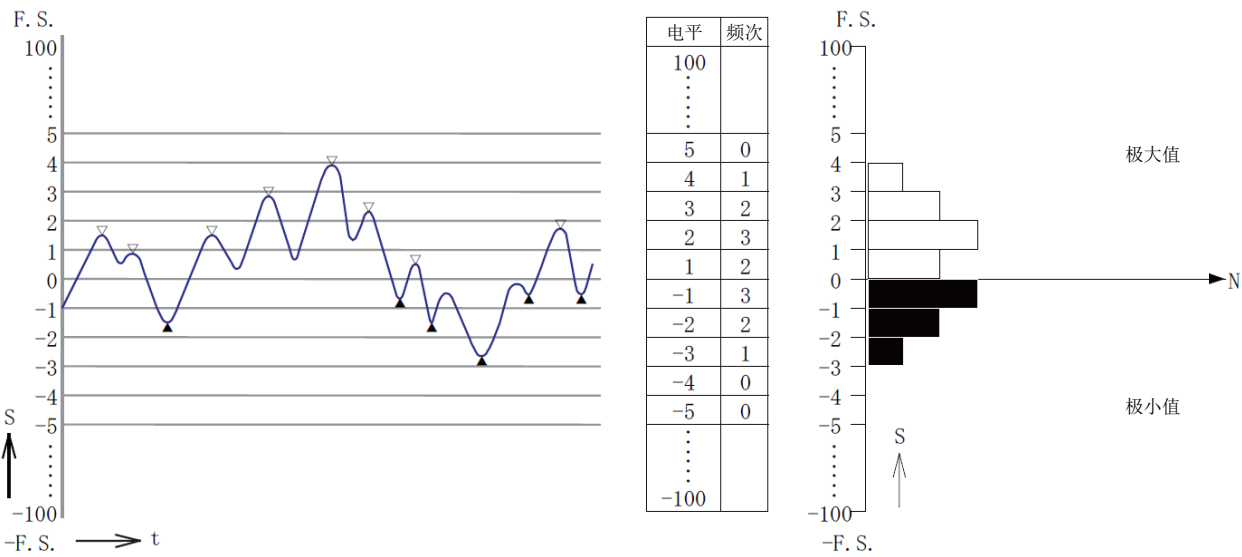
在[频次分析、疲劳寿命推定]对话框中，可选择以下频次分析方法。

- 图中的“频次”表示计数值。

1.2.1 极值法

以输入信号的零电平为中心，正侧仅对极大值（▽标记）进行计数，负侧仅对极小值（▲标记）进行计数。

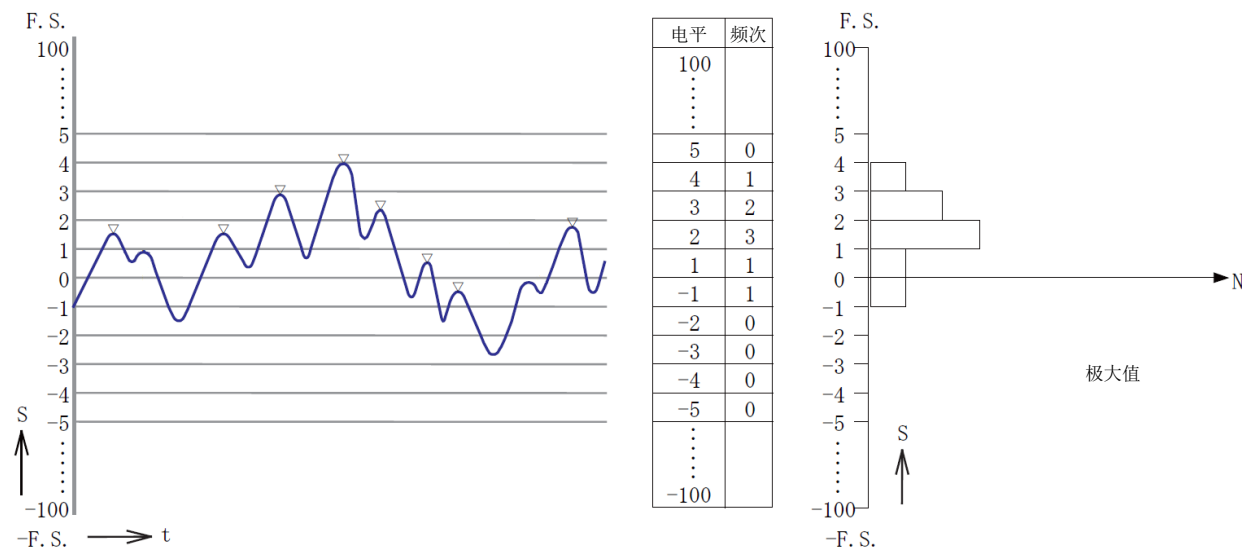
图为将限制电平的分割数设为 200 时的示例。



1.2.2 极大值法

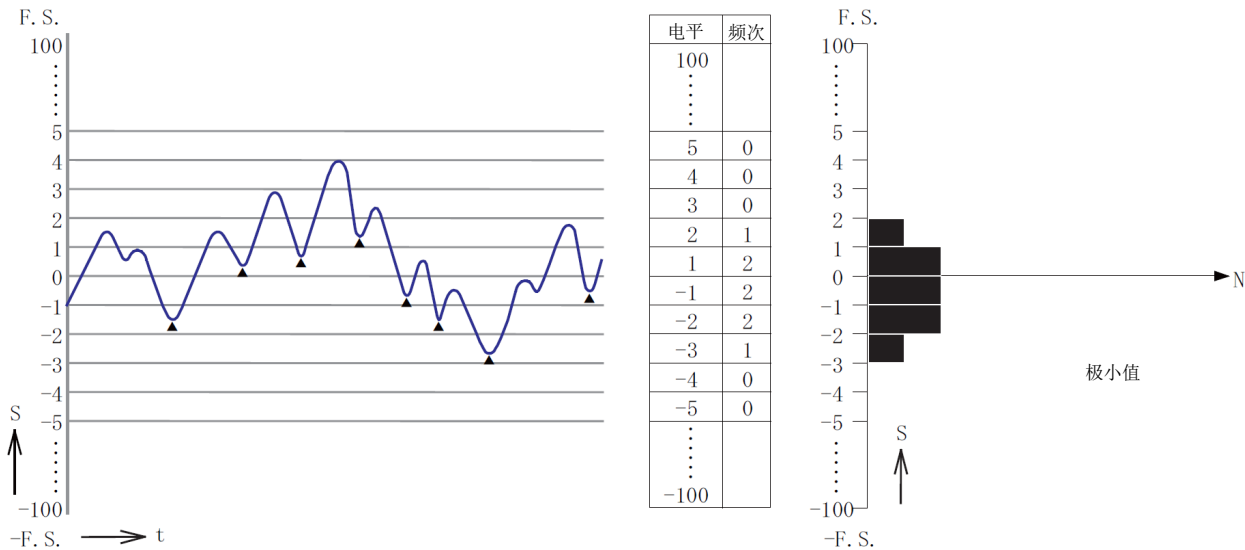
对输入信号从正斜率变化为负斜率的峰值（极大值▽标记）全部进行计数。

图为将限制电平的分割数设为 200 时的示例。



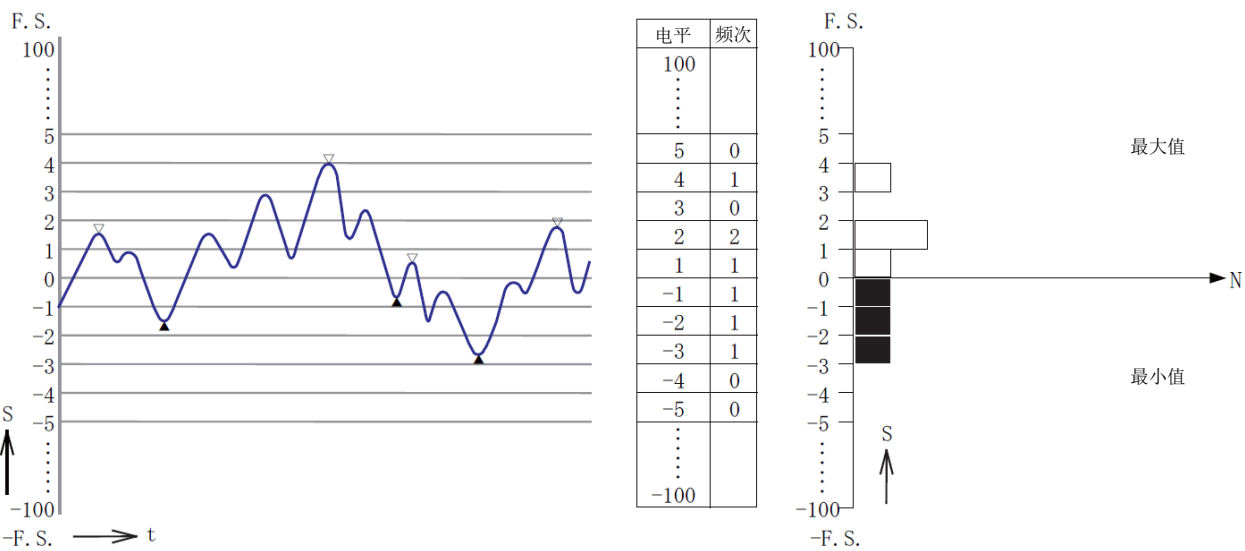
1.2.3 极小值法

对输入信号从负斜率变化为正斜率的峰值（极小值▲标记）全部进行计数。
图为将限制电平的分割数设为 200 时的示例。



1.2.4 最大最小值法

输入信号穿过零电平后，直到下一次穿过零电平为止，若该输入信号处于正侧，则对该区间内输入信号的最大值（▽标记）进行计数，若处于负侧，则对该区间内输入信号的最小值（▲标记）进行计数。
图为将限制电平的分割数设为 200 时的示例。



1.2.5 雨流计数法

图中应变波形的振幅值 r_i 、 r_{i+1} 、 r_{i+2} 存在如下函数时，

$$r_{i+1} < r_i$$

$$r_{i+1} \leq r_{i+2}$$

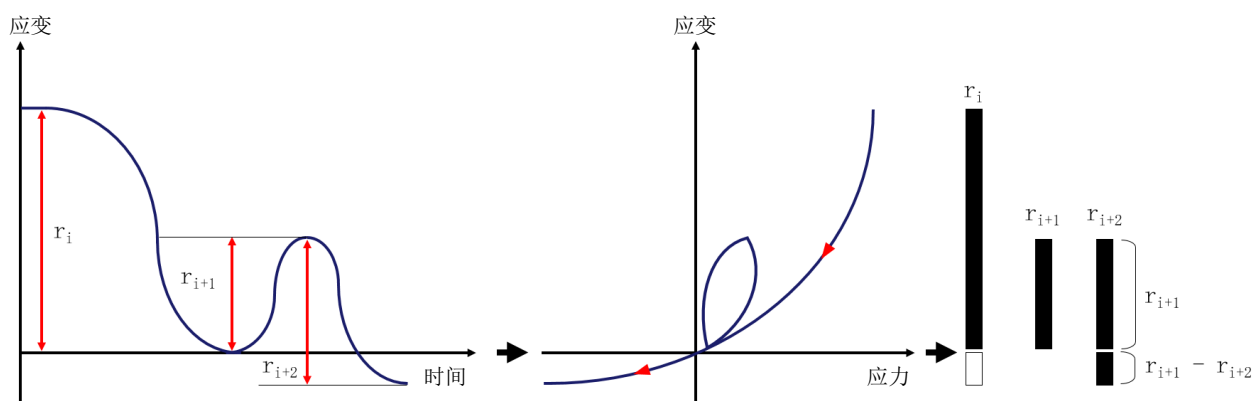
在雨流计数法中，振幅值及其频次如下所示：

r_{i+1} …计数 2 次

$r_i + (r_{i+2} - r_{i+1})$ …计数 1 次

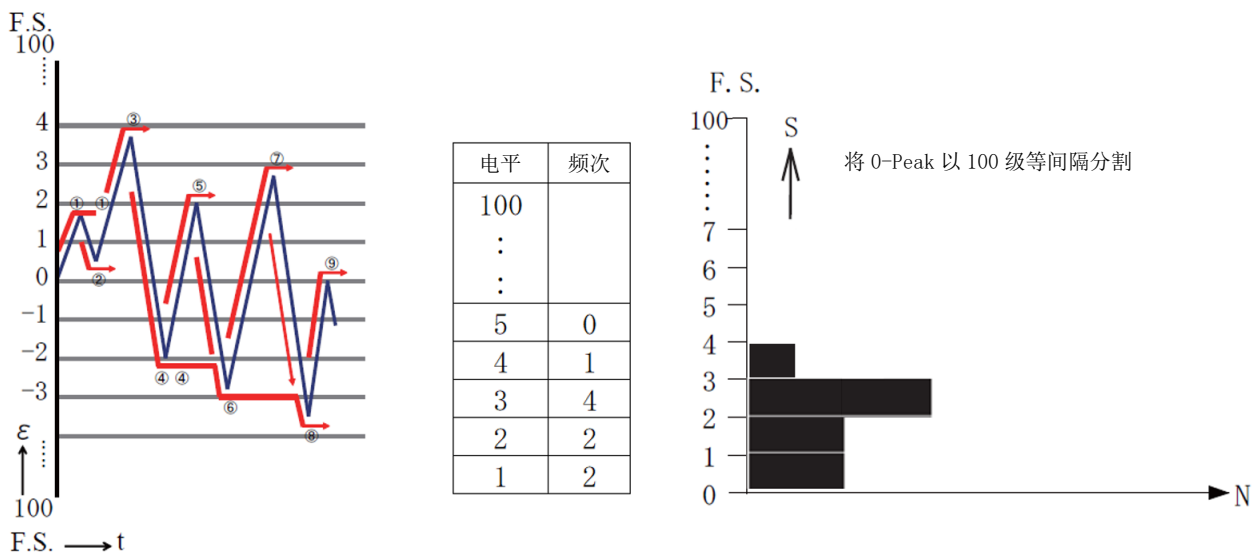
此处形成环路的（ r_{i+1} ）被计数为 2 次。

如上所述，雨流计数法将波形分解为滞后回线。



将上图的应变信号用雨流计数法进行波形分解后，从 0 到③、从①到②、从②到①、从③到⑧、从④到⑤、从⑤到④、从⑥到⑦、从⑦到⑥、从⑧到⑨的各振幅值（其 1/2 的值）分别计数 1 次，从而求得如下右图所示的分布。

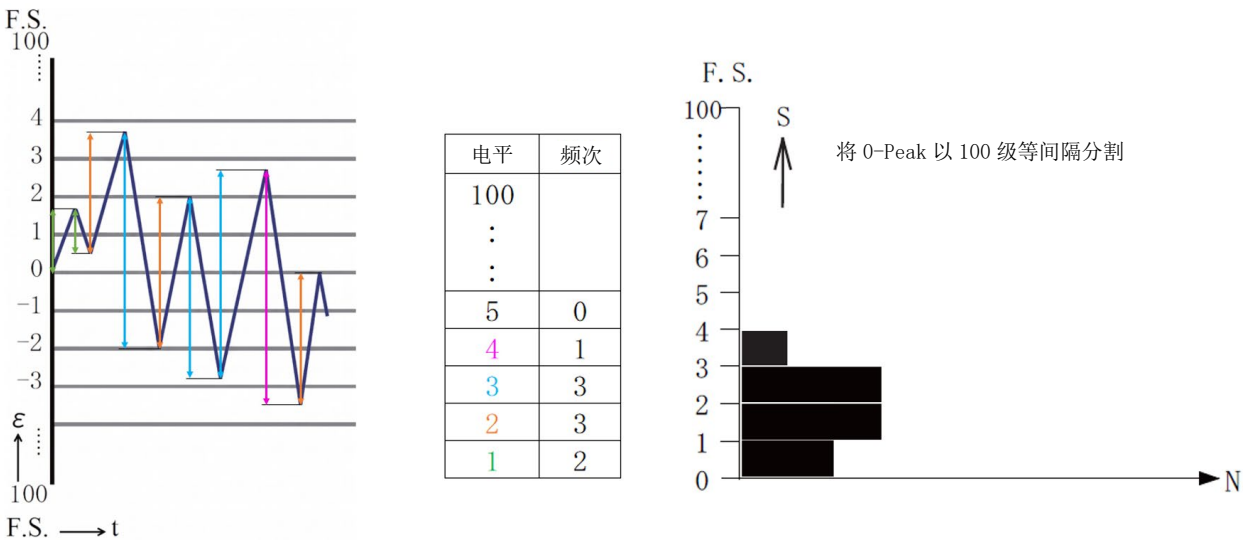
图为将限制电平的分割数设为 100 时的示例。



1.2.6 振幅法

将输入信号相邻的极大值与极小值之差的 1/2 作为振幅值进行计数。

图为将限制电平的分割数为 100 时的示例。



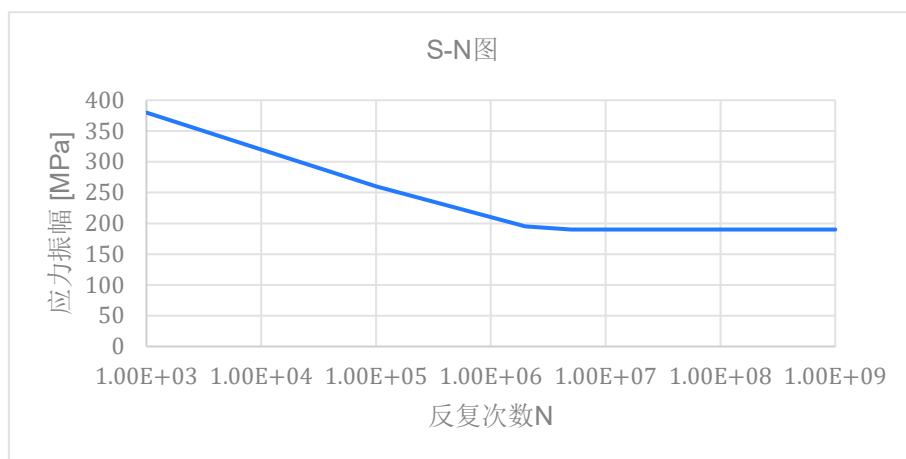
1.3 关于 S-N 图

1.3.1 概念

S-N 图（Stress-Number curve）是指表示材料疲劳强度特性的图表。

它是根据试验数据描绘出反复施加恒定的应力振幅（S）时经过多少次（N）会断裂的曲线图。

通常，应力越低，直至断裂的反复次数越多。



1.3.2 插补方法

由于实测数据是离散的点，因此在运算时对各点之间进行插补。本软件可选择以下 2 种。

- **双对数插补（Log-Log）：**

$\log S$ 与 $\log N$ 的关系假定为线性。适用于多数金属材料的疲劳特性（Basquin 公式）。

$$N \cdot S^m = C$$

（m、C 为材料常数）

- **单对数插补（Semi-Log）：**

S 与 $\log N$ 的关系假定为线性。用于特定材料或应力范围内的近似。

1.4 线性累积损伤法则（Miner 准则与修正 Miner 准则）

作用于对象物的应力并非恒定。把通过雨流计数法等提取的“各种大小的应力”所造成的损伤加以合计，这种思路即为“线性累积损伤法则”。

1.4.1 线性累积损伤法则

该方法是将各应力水平下的“寿命消耗比例（损伤度）”单纯相加。

当总损伤度D达到 1 时，判定为发生断裂。

$$D = \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{N_i}$$

n_i : 应力振幅 S_i 发生的次数

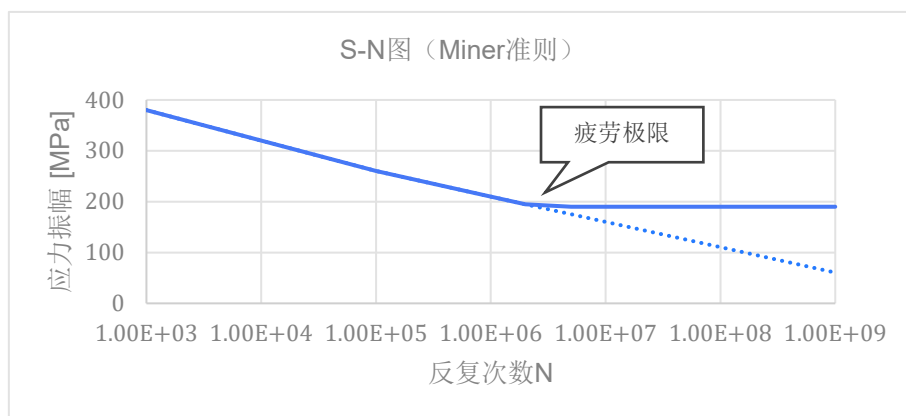
N_i : 应力振幅 S_i 下直至断裂的反复次数（由 S-N 图算出）

1.4.2 疲劳极限以下的处理（Miner 准则与修正 Miner 准则）

材料中存在着一种“疲劳极限（持久极限）”，据称只要应力值在某一数值以下，无论反复多少次都不会发生断裂。该区域的处理方式不同，计算结果会有很大差异。

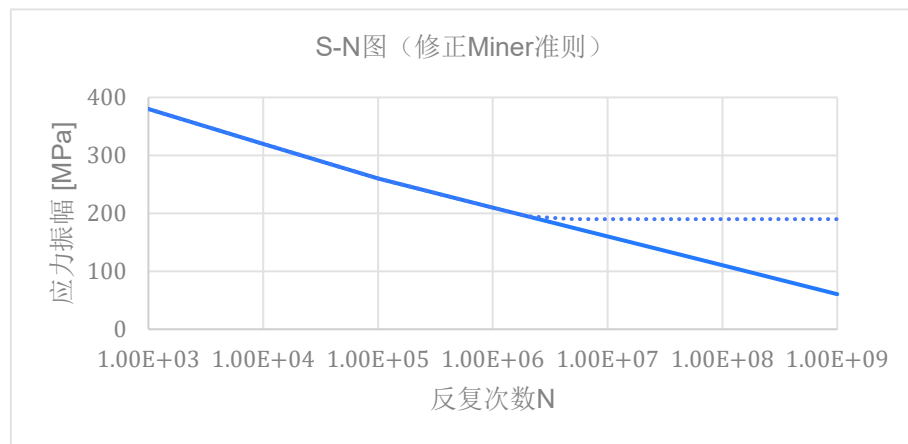
■ Miner 准则

将疲劳极限以下的应力所造成的损伤视为 0（零）。



■ 修正 Miner 准则

认为即使是疲劳极限以下的微小应力，通过与其他较大应力组合，也会累积损伤。保持 **S-N** 图的斜率不变，直接延长后用于计算。通常，会得到更为保守（安全侧）的寿命推测。



1.5 寿命推测的运算步骤

根据通过极值法得到的“应力振幅的频次列表”，计算最终寿命的步骤如下。

1.5.1 步骤 1：按应力的绝对值换算频次

使用极值法、极大值法、极小值法、最大最小值法计算频次时，将输出拉伸侧应力（正）与压缩侧应力（负）各自峰值所对应的发生频次。

但是，作为疲劳寿命计算基准的 **S-N** 图表示的是相对于“应力振幅（变动大小=绝对值）”的寿命。

因此，作为运算的第一步，进行将负应力值转换为绝对值并累加至相同大小的正应力频次中的预处理。

1.5.2 步骤 2：获取各应力振幅下的断裂寿命 N_i

针对频次列表中的各应力振幅 S_i ，根据所设定的插补形式（双对数或单对数），从 **S-N** 图求出对应的寿命 N_i 。

选择修正 **Miner** 准则时，将 **S-N** 图也延长至疲劳极限以下，求出寿命 N_i 。

1.5.3 步骤 3：每单位循环的损伤量 d_i 的计算

分别计算各应力水平下的损伤。

$$d_i = \frac{n_i}{N_i}$$

1.5.4 步骤 4：总损伤度 D 的计算

合计所有应力水平的损伤。

$$D_{total} = d_1 + d_2 + \cdots + d_k$$

1.5.5 步骤 5：寿命（反复次数或时间）的推测

输入的应力波形数据为“1 个数据块（例：1 次行驶量、1 天运行量）”时，至断裂为止可能的数据块数（寿命） L 如下所示。

$$L = \frac{1}{D_{total}} \text{ [blocks]}$$

1.6 计算示例

假设通过频次分析获得了以下结果。

条件 A: 应力 100 MPa→发生 10 次

条件 B: 应力 50 MPa→发生 100 次

此外, 假设从 S-N 图获得了以下条件。

条件 A: 应力 100 MPa→断裂寿命 $N = 1000$ 次

条件 B: 应力 50 MPa→断裂寿命 $N = 10000$ 次

总损伤度 D :

$$D = \frac{10}{1000} + \frac{100}{10000} = 0.01 + 0.01 = 0.02$$

推测寿命:

$$L = \frac{1}{0.02} = 50 \text{ 次 (数据块)}$$

据推测, 将该应力组重复 50 次后即达到断裂。

2. 软件的基本操作

2.1 ks2/ks3 文件导入程序

“ks2/ks3 文件导入程序”是用于将使用株式会社共和电业制造的记录仪测量的应变数据 (*.ks2/*.ks3) 直接导入 O-Solution 的文件导入功能。

O-Solution 通过导入记录数据，可以进行波形分析、信号处理等操作。

此外，还可将导入的 ks2/ks3 文件转换为 CSV 文件等其他格式后输出。

在这里，对数据的导入进行说明。

2.1.1 导入 ks2/ks3 文件

在这里，对数据文件的导入步骤进行说明。

■ 可导入的数据类型

文件的类型	扩展名	说明
ks2/ks3 文件	ks2	使用株式会社共和电业制造的记录仪采集的标准格式文件  Attention ・ 支持版本 1.00～版本 1.06 的文件。
	ks3	使用株式会社共和电业制造的记录仪记录的标准格式文件

■ 关于许可证

即使没有 O-Solution 的 OS-0533 频次分析・疲劳寿命推定选项，也可使用 ks2/ks3 文件导入程序。

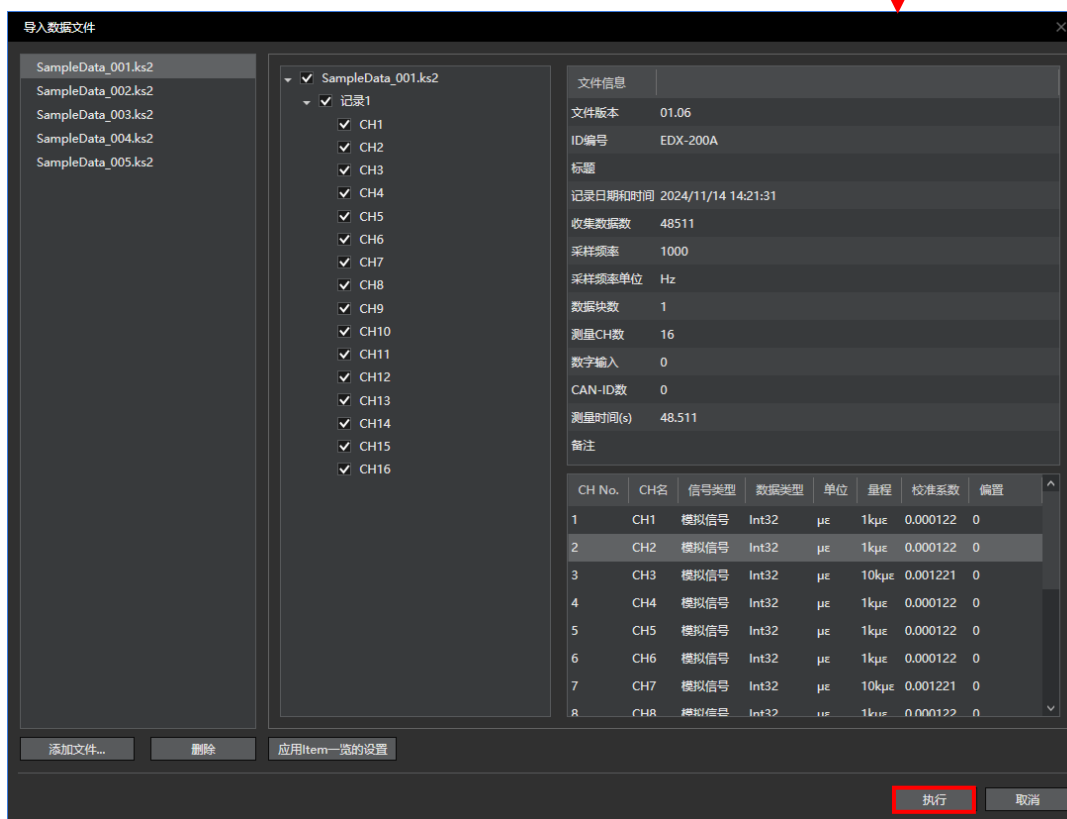
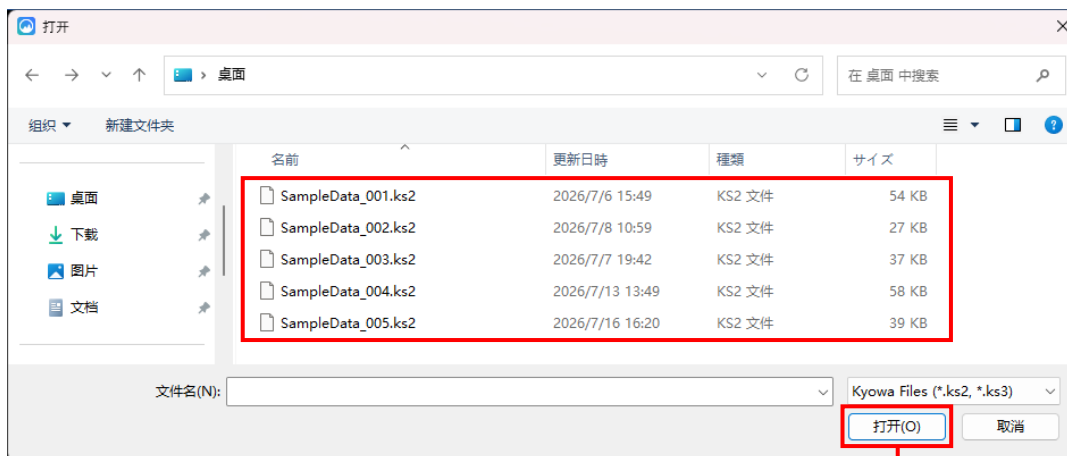


Memo

- ・ 即使在浏览器许可证下，也可使用 ks2/ks3 文件导入程序。
-

■ 文件导入

导入文件时，按以下步骤进行操作。



1. 选择要导入的数据文件。

点击[文件]菜单，选择[导入数据文件]后，将显示[打开]对话框。可以选择多个数据文件。

在[打开]对话框中选择数据文件，点击[打开]按钮。

将显示[导入数据文件]对话框。

2. 注册要导入的数据文件。

在[导入数据文件]对话框中，选择要进行详细设置的文件。

在这里，将显示与选择的文件类型相应的项目信息和导入设置。

请分别设置条件。

3. 执行导入。

在[导入数据文件]对话框中点击[执行]按钮。

开始导入选择的文件。

导入完成后，导入对象的数据将在时序数据管理器中显示。



- 可以同时拖放多个文件。
- 也可以点击[添加文件]按钮，选择并添加文件。
- 若要删除添加的文件，选择文件并点击[删除]按钮。

■ 时序数据的导入条件设置

ks2/ks3 文件的时序数据设置项目如下所示。

SampleData_001.ks2
SampleData_002.ks2
SampleData_003.ks2
SampleData_004.ks2
SampleData_005.ks2

SampleData_001.ks2

记录1

CH1

CH2

CH3

CH4

CH5

CH6

CH7

CH8

CH9

CH10

CH11

CH12

CH13

CH14

CH15

CH16

A

文件信息

文件版本 01.06

ID编号 EDX-200A

标题

记录日期和时间 2024/11/14 14:21:31

收集数据数 48511

采样频率 1000

采样频率单位 Hz

数据块数 1

测量CH数 16

数字输入 0

CAN-ID数 0

测量时间(s) 48.511

备注

CH No.	CH名	信号类型	数据类型	单位	量程	校准系数	偏差
1	CH1	模拟信号	Int32	μe	1kμe	0.000122	0
2	CH2	模拟信号	Int32	μe	1kμe	0.000122	0
3	CH3	模拟信号	Int32	μe	10kμe	0.001221	0
4	CH4	模拟信号	Int32	μe	1kμe	0.000122	0
5	CH5	模拟信号	Int32	μe	1kμe	0.000122	0
	CH6	模拟信号	Int32	μe	1kμe	0.000122	0
	CH7	模拟信号	Int32	μe	10kμe	0.001221	0
	CH8	模拟信号	Int32	μe	1kμe	0.000122	0

C

添加文件...

删除

应用Item一览的设置

执行

取消

	项目名称	说明
A	项目一览	一览显示文件中包含的项目。 勾选要导入的项目。
B	文件信息	显示文件中包含的以下信息。 • 文件版本 • ID 编号 • 标题 • 记录日期和时间 • 收集数据数 • 采样频率 • 采样频率单位 • 数据块数 • 测量 CH 数 • 数字输入 • CAN-ID 数 • 测量时间 (s) • 备注
C	项目信息	显示文件中包含的以下项目信息。 • CH No. • CH 名 • 信号类型 • 数据类型 • 单位 • 量程 • 校准系数  Memo • 校准系数中显示的信息，将作为导入后时序数据的“Gain”写入。 • 导入后时序数据的 EU 值为 1。 • 偏置  Memo • 将从 ks2/ks3 文件读取的偏置信息，作为导入后时序数据的“偏置”写入。

■ 错误时的动作

如果注册了无法导入的文件，则会显示如下内容。



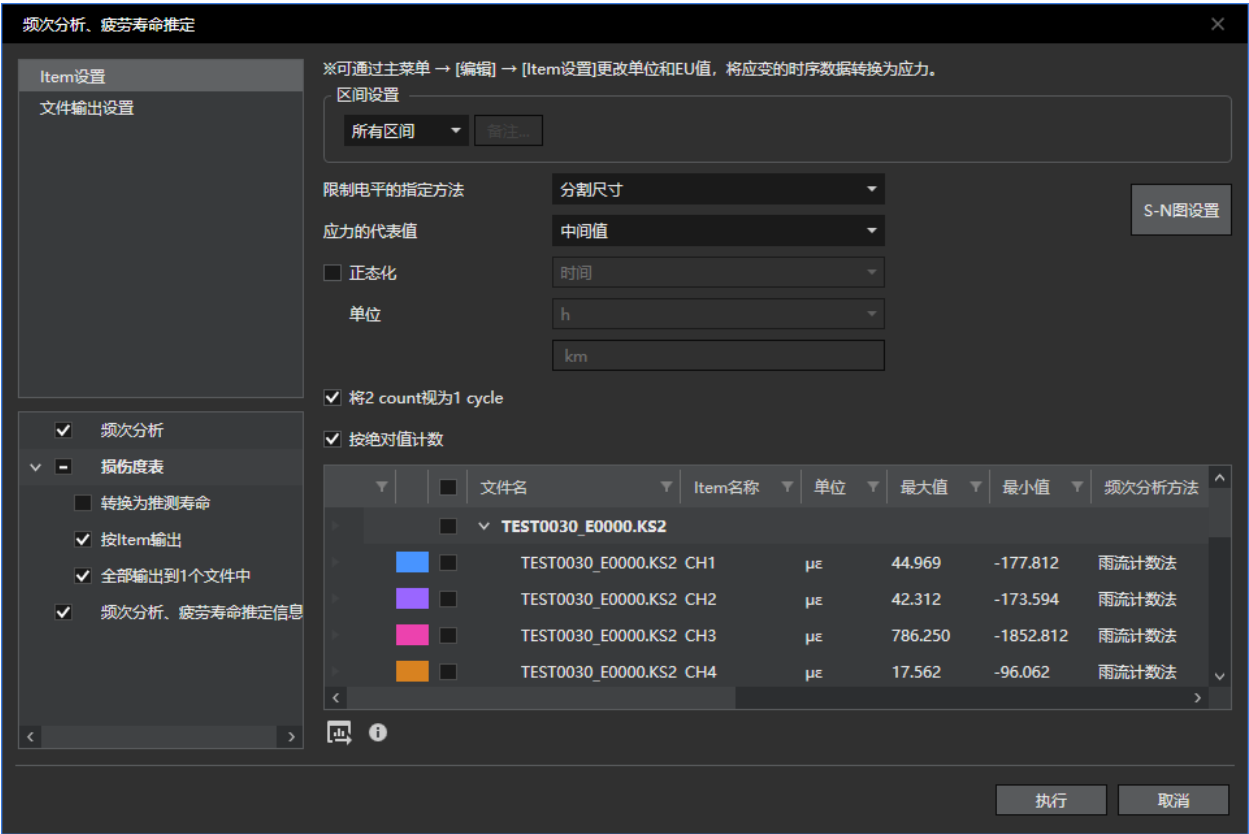
2.2 进行频次分析、疲劳寿命推定的设置

2.2.1 Item 设置

在[频次分析、疲劳寿命推定]对话框中选择[Item 设置]选项卡后，可设置每个数据的分析项目。在这里选择执行分析的数据，以及对每个数据设置频次分析方法等。

在显示[频次分析、疲劳寿命推定]对话框之前，若预先在示波器窗口中选择要分析的范围，则会反映到[区间设置]中。

[Item 设置]选项卡中可设置的项目如下。



项目名称	说明
区间设置	从以下当中选择分析区间。 - 所有区间：以所有的区间为对象。 - 时间指定：选择[时间指定]，点击[备注]按钮后，就会显示以时间设置处理范围的[详细设置 时间]对话框。 - 标记：选择[标记]，然后点击[备注]按钮，就会显示[标记列表]对话框，该对话框中显示用标记设置的范围。
限制电平的指定方法	选择限制电平的指定方法。 - 分割尺寸 - 分割数

项目名称	说明	
应力的代表值	选择应力的代表值。 • 中间值 • 最小值 • 最大值	
正态化	对数据进行正态化时勾选。	
	勾选[正态化]后即可选择要进行正态化的维度。 • 时间 • 任意	
单位	勾选[正态化]后，根据所选的维度，上层或下层将变为有效。	
	上层	以时间进行正态化时，选择单位。 • s • min • h • d
	下层	以任意进行正态化时，任意输入单位。
将 2 count 视为 1 cycle	将应力的频次换算为 1/2，并将单位从“count”更改为“cycle”时，勾选此项。	
按绝对值计数	不区分应力的正负而按绝对值计数时，勾选此项。	
S-N 图设置	打开[S-N 图设置]对话框。（参阅《2.2.2 S-N 图设置》）	
进度条	从[区间设置]更改区间后，在更新时序数据的最大值和最小值期间会显示进度条。 点击[取消]按钮后，处理将中断。未处理项目的最大值和最小值显示为“NaN”，表示该值未知。	
时序数据管理器	将显示已注册到时序数据管理器中的时序数据。 可以按文件/项目设置。	
文件名	显示可用于分析的文件一览。勾选要分析的文件。	
Item 名称	显示项目名。	
单位	显示单位。	
最大值	显示时序数据的最大值。	
最小值	显示时序数据的最小值。	
频次分析方法	从以下当中选择频次分析方法。 • 雨流计数法 • 最大最小法 • 极值法 • 极大值法 • 极小值法 • 振幅法	
分割尺寸	设置限制电平的分割尺寸。 在[限制电平的指定方法]中选择[分割尺寸]时可以设置。	

项目名称	说明
分割数	设置限制电平的分割数。 在[限制电平的指定方法]中选择[分割数]时可以设置。
限制电平 - 上限	设置限制电平的上限值。 请参考同一画面的 Item 一览中显示的[最大值]、[最小值]的值进行设置。 在[限制电平的指定方法]中选择[分割数]时可以设置。 分析区间的最大值超过限制电平的上限值时，无法进行分析。
限制电平 - 下限	设置限制电平的下限值。 请参考同一画面的 Item 一览中显示的[最大值]、[最小值]的值进行设置。 在[限制电平的指定方法]中选择[分割数]时可以设置。 分析区间的最小值低于限制电平的下限值时，无法进行分析。
正态化基准值	设置正态化基准值。 在[正态化]的维度中选择[任意]时可进行设置。 选择[时间]时，将根据时序数据的时间长度自动进行设置。 对于根据各通道的时序数据计算出的频次计数值，将其除以设置的正态化基准值后所得的值，将作为频次分析结果输出。
S-N 图设置	从已注册的 S-N 图中，选择用于计算各通道损伤度的 S-N 图。 未选择时，无法输出损伤度表（按 Item）和损伤度表（累积）。
累积损伤法则	从下面选择线性累积损伤法则。 • Miner 准则 • 修正 Miner 准则
保存频次分析、疲劳寿命推定信息	将[Item 设置]选项卡中时序数据的设置值以文本格式保存。 点击后，将显示 Windows 默认的文件保存对话框。
输出数据	从以下当中选择要输出的数据。 • 频次分析 • 损伤度表 选择[损伤度表]后，可选择以下输出数据。 • 转换为推测寿命 • 按 Item 输出 • 全部输出到 1 个文件中  Memo • 关于输出数据的详细信息，请参阅《 输出数据》。

■ 输出数据

● 频次分析文件

每个项目输出 1 个文件。

可确认各 CH 每个限制电平的应力频次。

此外，导入到频次分析图表后，可显示图表。

● 损伤度表文件：按 Item 输出时

可确认各 CH 的以下数据。

- S-N 图
- 损伤度一览
 - 各应力的频次
 - 各应力的断裂反复次数（根据 S-N 图的拟合曲线计算）
 - 各应力的损伤度（推测寿命）
 - Total 的损伤度（推测寿命）



Memo

- 勾选[转换为推测寿命]后，损伤度将取倒数并作为推测寿命输出。

● 损伤度表文件：全部输出到 1 个文件中时

将损伤度的累计汇总到 1 个表中输出。

以文件名、正态化基准值、单位为纵轴，以 Item 名称为横轴。

可轻松进行相同项目之间的比较以及各项目的损伤度确认。



Memo

- 勾选[转换为推测寿命]后，损伤度将取倒数并作为推测寿命输出。

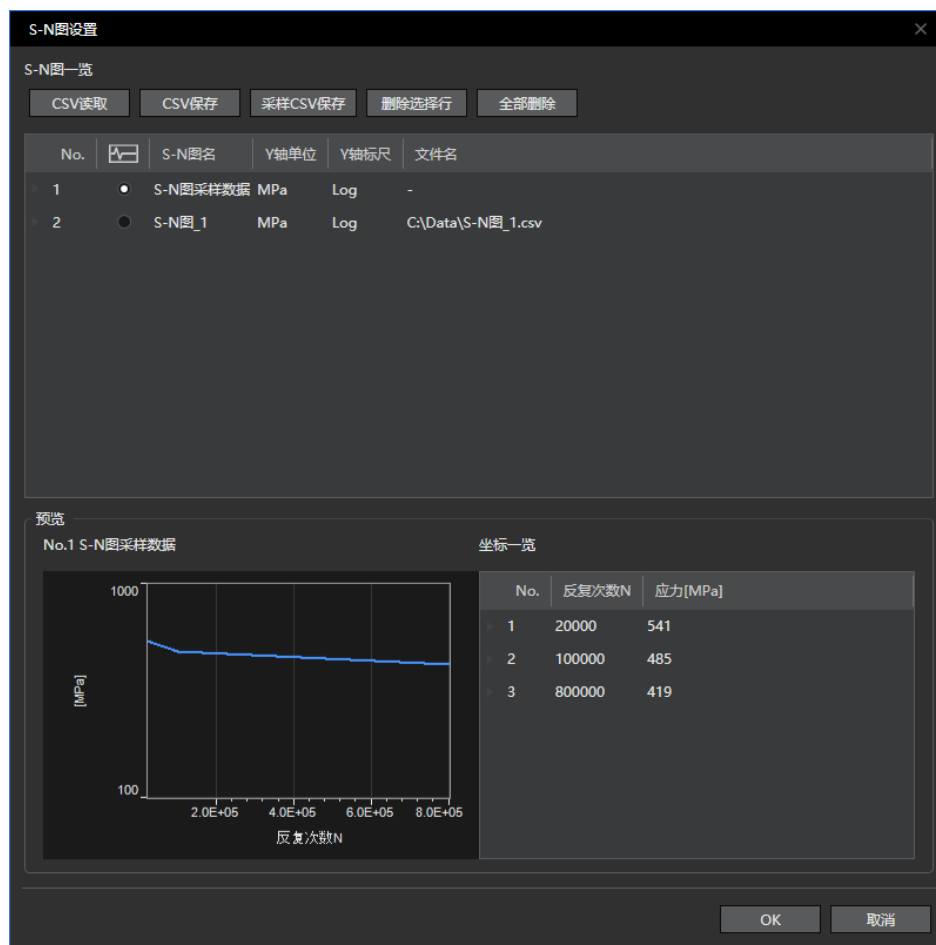
● 频次分析、疲劳寿命推定信息

可设置在执行分析时是否保存通过[Item 设置]选项卡的[保存频次分析、疲劳寿命推定信息]功能所保存的文本文件。

执行分析后，在需要恢复设置时可作为复制源使用。

2.2.2 S-N 图设置

点击[频次分析、疲劳寿命推定]对话框的[S-N 图设置]按钮后，将显示[S-N 图设置]对话框。可添加、删除 S-N 图。



● 创建 S-N 图

1. 保存模板文件。

点击[采样 CSV 保存]按钮，或从 S-N 图一览中选择数据后点击[CSV 保存]按钮。

显示[选择文件夹]对话框，可保存 S-N 图的 CSV 文件。

2. 创建 S-N 图文件。

打开已保存的 CSV 文件，输入用于创建 S-N 图的坐标（反复次数 N、应力[MPa]）、Y 轴（应力[MPa]）的标尺（Lin/Log）以及 Y 轴的单位，然后覆盖保存。

设置疲劳极限时，在[Item 设置]选项卡的[累积损伤法则]中选择[Miner 准则]，并为输入的最后一个 Y 坐标设置作为疲劳极限的值。



Memo

- 对于已设置坐标的外侧，以紧邻其前的倾斜进行插补。

3. 添加到 S-N 图一览中。

点击[S-N 图设置]对话框的[CSV 读取]后，将显示文件选择对话框。

选择已编辑的 S-N 图文件后，数据将被添加到 S-N 图一览中。

点击[OK]按钮后，将反映到频次分析画面中。

● 确认 S-N 图

1. 显示在预览画面中。

从 S-N 图一览中选择[预览]单选按钮后，图表将更新，可确认数据。（更新项目：图表名称、图表、坐标一览）

项目名称		说明
[CSV 读取]按钮		可向 S-N 图一览添加数据。 仅可读取满足以下条件的文件。 - 指定格式的 CSV 文件 - 坐标数据为 2 点以上的文件 - X 坐标（反复次数 N）大于前一个坐标 - X 坐标、Y 坐标各自的值大于 0 且在 $1.7E+19$ 以下 - Y 轴标尺为 Lin 或 Log  Memo - 对于存在 11 点以上坐标的文件，将读取 1~10 点。
[CSV 保存]按钮		将选择的 S-N 图保存为 CSV 文件。
[采样 CSV 保存]按钮		保存用于 S-N 图设置的采样文件。
[删除选择行]按钮		从 S-N 图一览中删除数据。  Memo 原数据不会被删除。
[全部删除]按钮		删除 S-N 图一览中已注册的所有数据。  Memo 原数据不会被删除。
S-N 图一览		将显示用于频次分析的 S-N 图文件一览。
	No.	显示 S-N 图的数据编号。
	单选按钮	选择单选按钮后，将在预览中显示所选行的数据。
	S-N 图名	设置 S-N 图名。
	Y 轴单位	显示 S-N 图 Y 轴的单位信息。
	Y 轴标尺	显示 S-N 图 Y 轴标尺的设置信息。
	文件名	显示导入 S-N 图文件时的文件名（含文件路径）。
预览		显示已保存数据的预览。
	图表	显示 S-N 图的图表。
	坐标一览	显示正在预览显示的 S-N 图的坐标。
[OK]按钮		保存当前的 S-N 图一览，并关闭[S-N 图设置]对话框。
[取消]按钮		不反映更改，关闭[S-N 图设置]对话框。

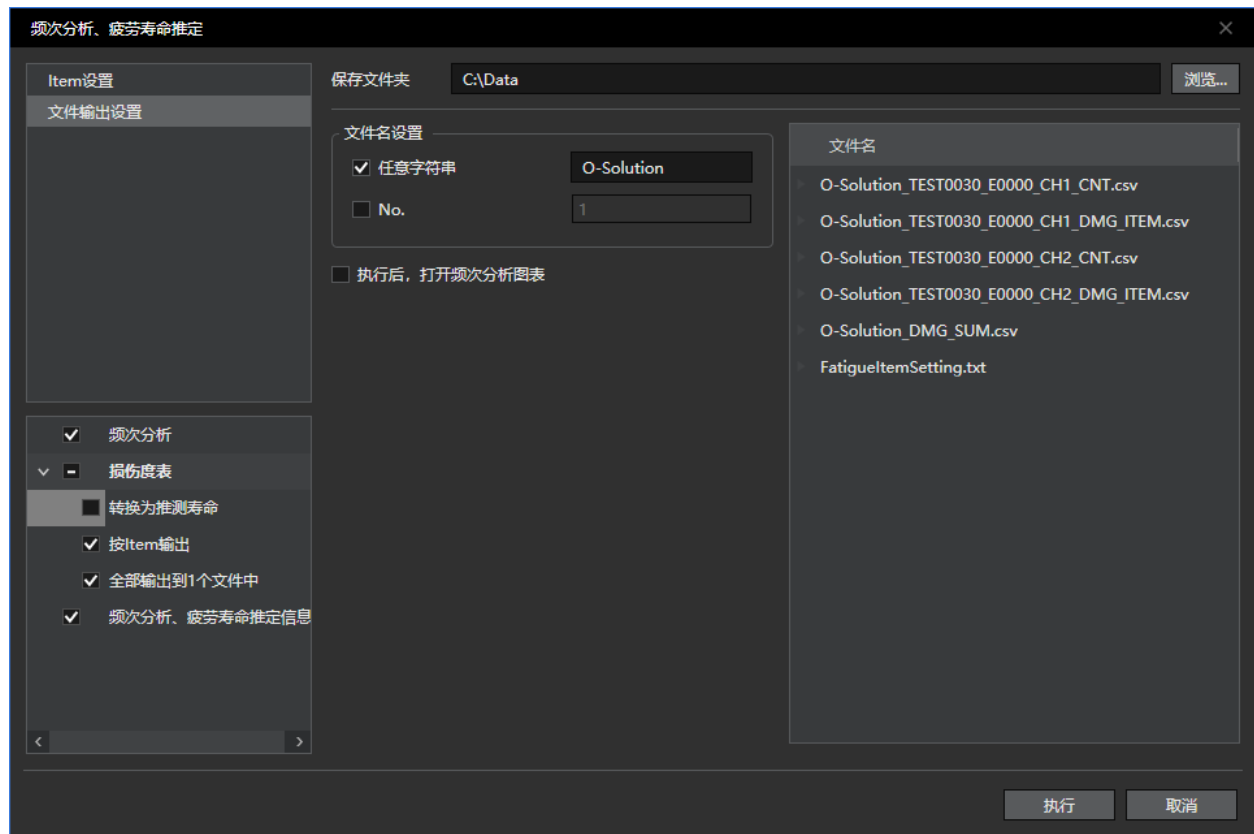
 Memo

- [S-N 图设置]对话框为模态对话框。显示期间，无法操作其他画面。
 - 新建项目时，若勾选[反映设置文件]，则会继承 S-N 图数据。
-

2.2.3 文件输出设置

在[频次分析、疲劳寿命推定]对话框中选择[文件输出设置]选项卡后，可设置与分析结果文件输出相关的项目。

[文件输出设置]选项卡中可设置的项目如下。



项目		说明
保存文件夹		设置保存输出文件的文件夹。 点击[浏览]按钮后，可以选择文件夹。
文件名设置		可以进行与要输出的文件的文件名相关的设置。
	任意字符串	若要在输出的文件名上添加任意字符串，勾选此项，并设置字符串。
	No.	在输出的文件名上加编号时勾选，并设置编号。
文件名		一览显示要输出的文件。
执行后，打开频次分析图表		在输出数据中选择了[频次分析（按Item）]时，可进行设置。 若勾选，则执行分析后会新显示[频次分析图表]窗口，所有频次分析结果均以重叠描绘方式绘制。
[执行]按钮		执行分析，并关闭[频次分析、疲劳寿命推定]对话框。
[取消]按钮		不执行分析，关闭[频次分析、疲劳寿命推定]对话框。

2.3 频次分析图表窗口

2.3.1 显示频次分析图表

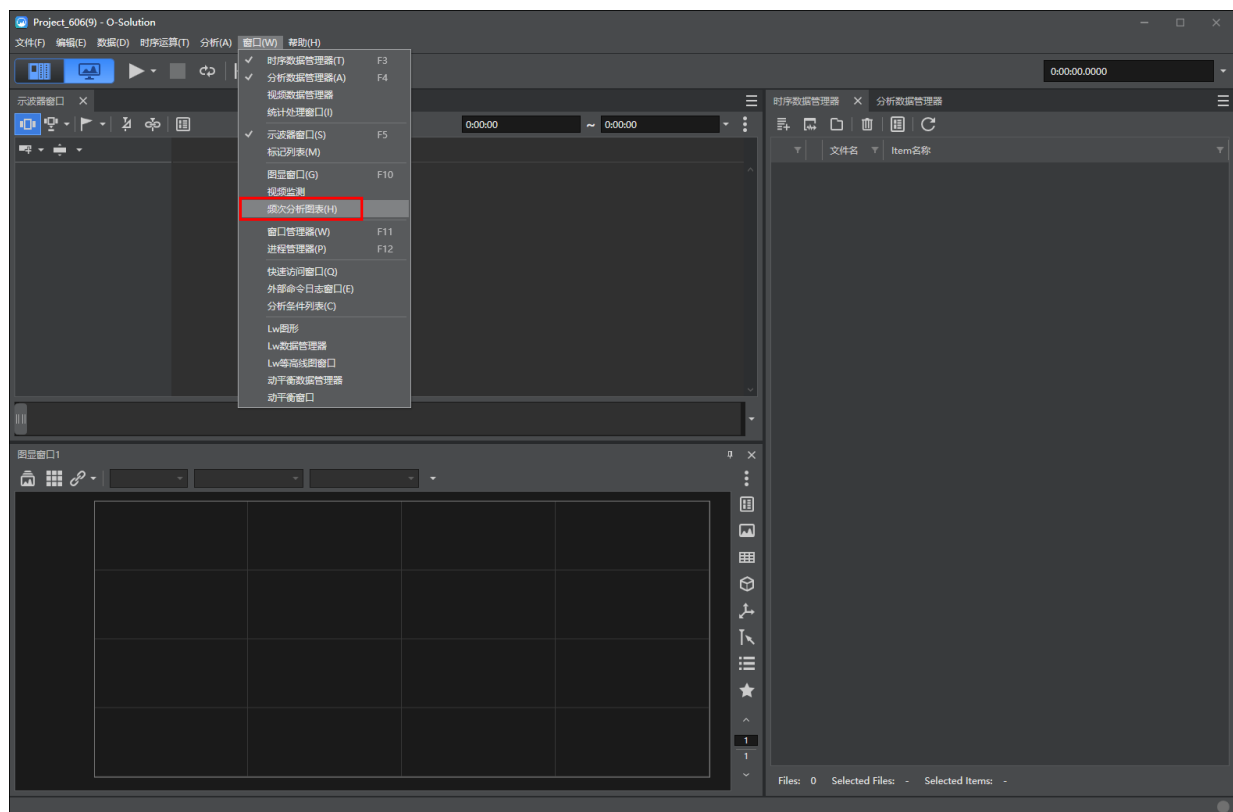
在频次分析图表中，导入频次分析文件后，可显示分析结果的图表。



- 可导入频次分析图表的文件仅限 O-Solution 的频次分析文件。
以下文件无法导入。
 - 损伤度表文件
 - 频次分析、疲劳寿命推定信息
 - S-N 图文件

■ 显示新的频次分析图表

如需显示新的频次分析图表，请在分析模式下点击[窗口]菜单，并选择[频次分析图表]。



- 可以通过停靠来固定频次分析图表，或者停靠多个图显窗口，使之变为选项卡形式。
- 可显示多个频次分析图表。各图显窗口中将显示编号（“频次分析图表 1”、“频次分析图表 2”等）。



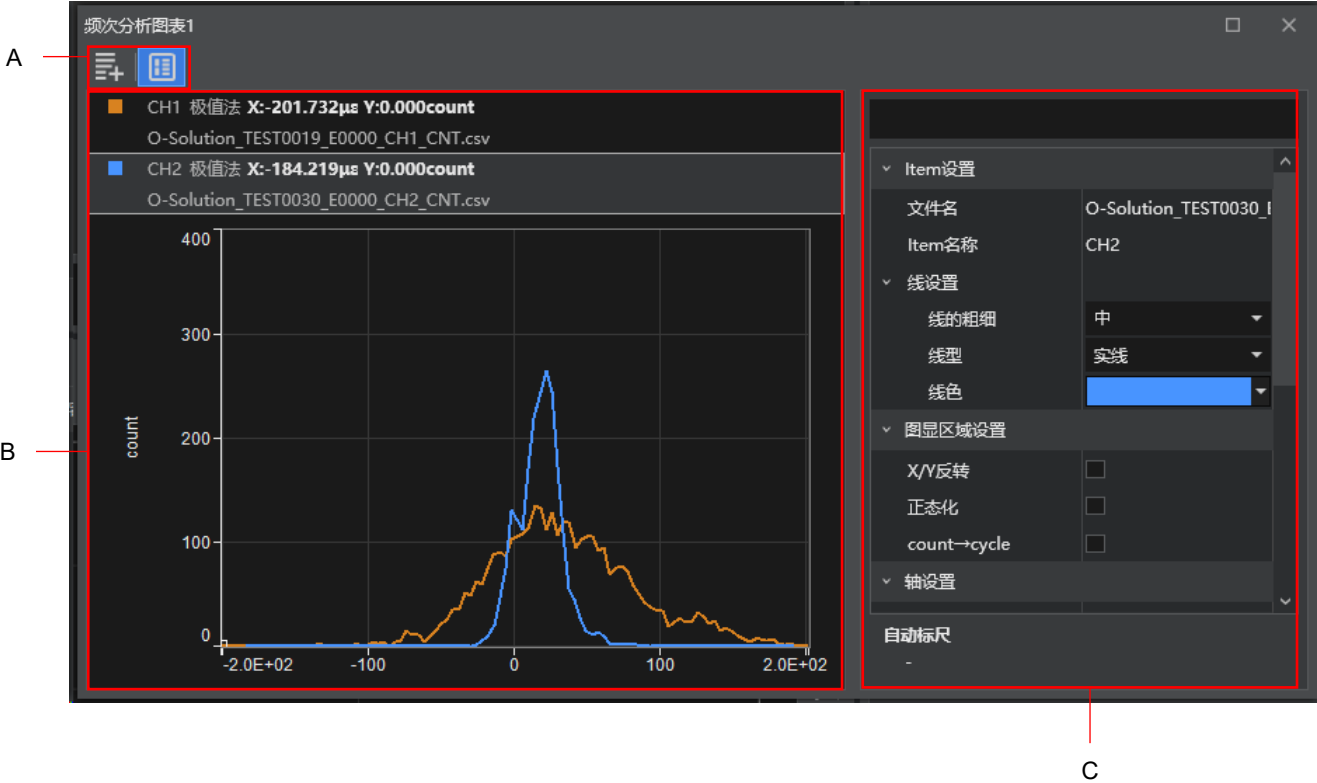
- 重新启动项目时，或勾选[反映设置文件]并新建项目时，将恢复窗口的显示状态以及所显示图表的内容。

■ 执行频次分析时显示频次分析图表

在[文件输出设置]选项卡中，勾选[执行后，打开频次分析图表]后执行频次分析、疲劳寿命推定，将显示新的[频次分析图表]窗口。导入并显示所有已输出的频次分析文件。

2.3.2 频次分析图表的构成

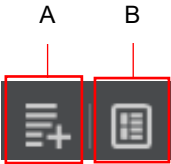
频次分析图表的构成如下。



	项目名称	说明
A	工具栏	配置了用于操作频次分析图表的按钮的栏。
B	图显区域	注册频次分析文件并显示折线图。 当注册了多个频次分析文件时，将对图表进行重叠描绘。 图显区域的颜色遵循环境设置。
C	属性区域	显示图表的属性。

■ 频次分析图表的工具栏

频次分析图表的工具栏的构成如下。

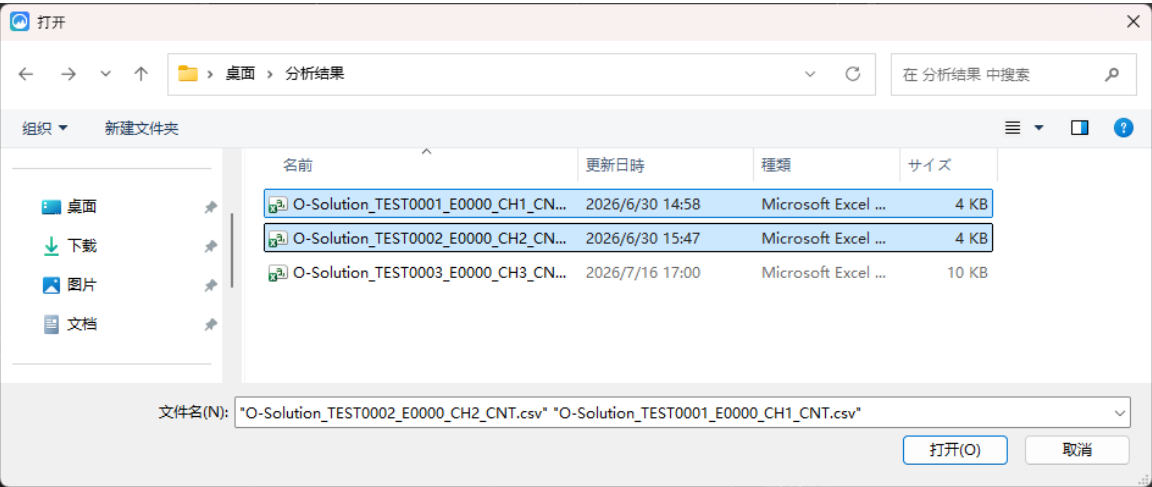


	项目名称	说明
A	[导入]按钮	注册频次分析文件并显示折线图。 当注册了多个频次分析文件时，将以重叠描绘的方式显示图表。
B	[属性]按钮	切换属性区域的显示/隐藏。

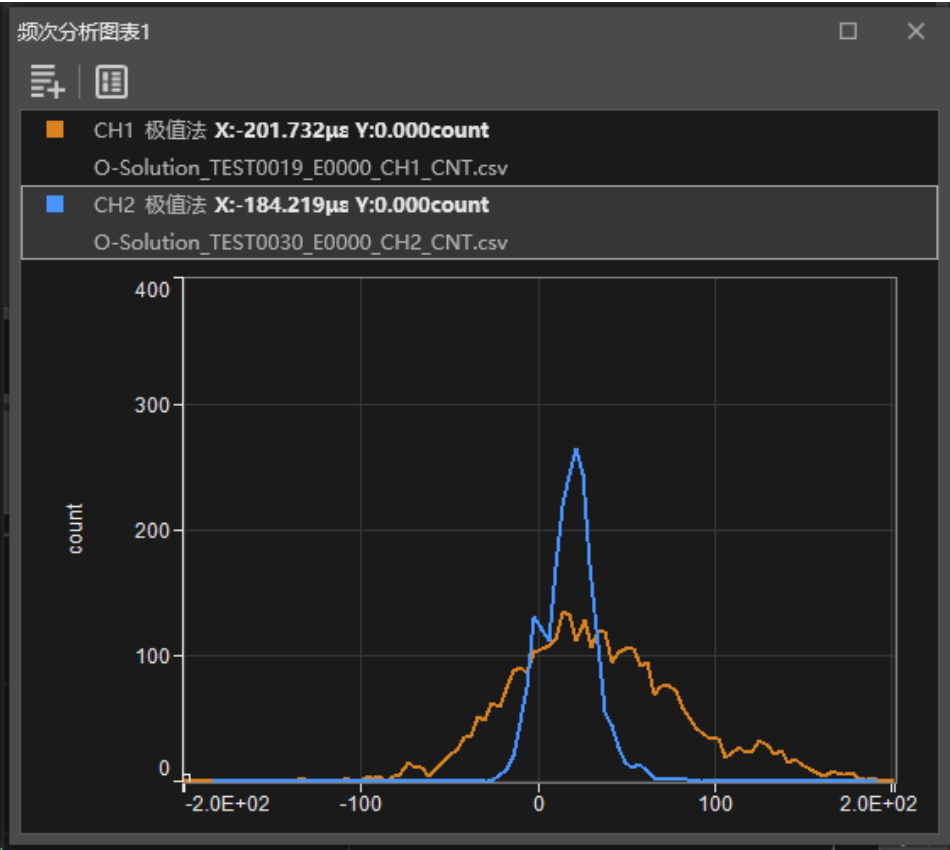
● 频次分析文件导入

1. 点击[导入]按钮（）后，显示[打开]对话框。

在对话框中选择要导入的频次分析文件（*.csv），点击[打开]按钮。



2. 显示频次分析图表。

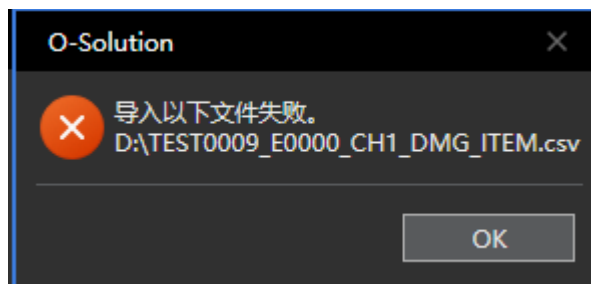


Memo

- 将频次分析文件拖放到频次分析图表的窗口上，也可以导入频次分析文件。

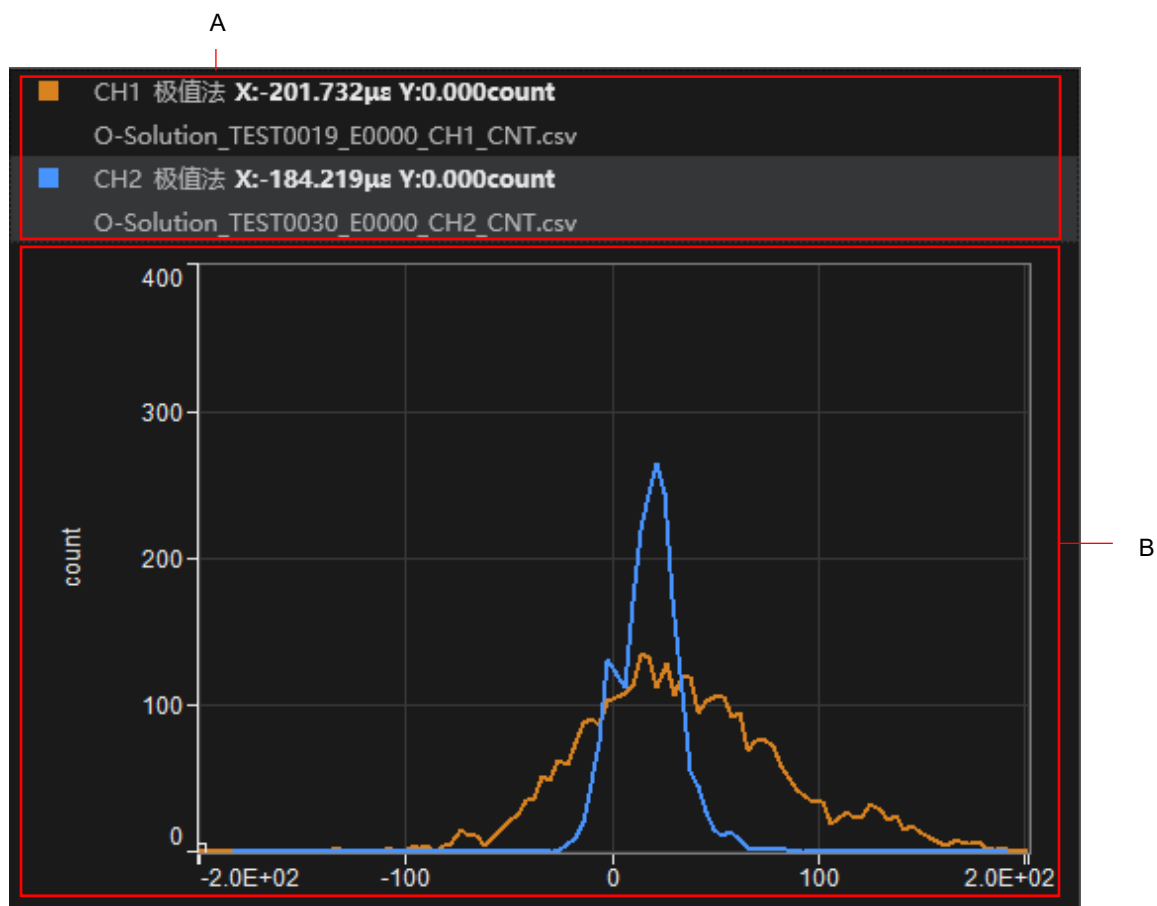
Attention

- 当尝试导入频次分析文件以外的文件时，将显示无法导入的文件的路径。



■ 频次分析图表的图显区域

频次分析图表的图显区域的构成如下。



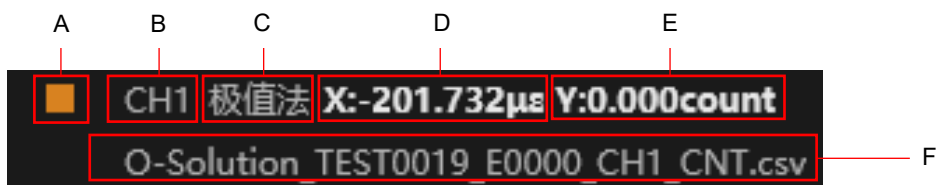
	项目名称	说明
A	光标值一览	显示所显示图表的信息和图表上光标位置的 X 轴和 Y 轴的值。
B	图表	显示读取的频次分析结果的折线图。 折线上各描绘点的坐标如下。 • X 轴: 各电平下的应力的代表值 (反映执行频次分析、疲劳寿命推定时的[应力的代表值]设置。) • Y 轴: 各电平下的应力的频次



Memo

- 可通过左键点击光标值一览, 或使用 ↑ 键或 ↓ 键来选择项目。
- 通过与 Shift 键、Ctrl 键组合, 可以选择多个 Item。
- 选择项目后点击 Delete 键, 即可删除所选项目的图表。当选择了多个项目时, 将一并删除。

光标值一览中显示导入的频次分析文件的信息。显示内容由以下 2 行构成。



	项目名称	说明
A	线色	显示图表的线色。
B	Item 名称	显示作为频次分析、疲劳寿命推定对象的项目名称。
C	频次分析方法	显示创建频次分析结果文件时所使用的频次分析方法。
D	X 轴的光标值	显示光标位置的 X 轴值。 应用 B 中显示的项目的单位。
E	Y 轴的光标值	显示光标位置的 Y 轴值。 取消勾选属性区域中显示的[图显区域设置]的[count→cycle]时, 单位显示为[count]; 勾选时则显示为[cycle]。
F	频次分析文件名	显示频次分析文件名。

● 图显区域的上下文菜单

在图显区域上右键点击后，将显示上下文菜单。

可在上下文菜单中执行的功能如下。

项目名称	说明
复制图表	复制右键点击的图表，并显示在新的[频次分析图表]窗口中。
删除图表	删除所有图表。
删除图表及显示设置	删除所有图表及图表的显示设置。
将 XY 值复制到剪贴板	将所显示图表的 XY 值复制到剪贴板。 重叠描绘的多个 Item 的分割尺寸相同时，数据排列如下。 (X 值第 1 个数据)，(Item1 的 Y 值第 1 个数据)，(Item2 的 Y 值第 1 个数据) (X 值第 2 个数据)，(Item1 的 Y 值第 2 个数据)，(Item2 的 Y 值第 2 个数据) (X 值第 3 个数据) ...
将 X 值复制到剪贴板	将所显示图表的 X 值复制到剪贴板。
将 Y 值复制到剪贴板	将所显示图表的 Y 值复制到剪贴板。 重叠描绘的多个 Item 的分割尺寸相同时，数据排列如下。 (Item1 的 Y 值第 1 个数据)(Item2 的 Y 值第 1 个数据) (Item1 的 Y 值第 2 个数据)(Item2 的 Y 值第 2 个数据) (Item1 的 Y 值第 3 个数据) ...
将画面复制到剪贴板	将所显示图表的图像复制到剪贴板。

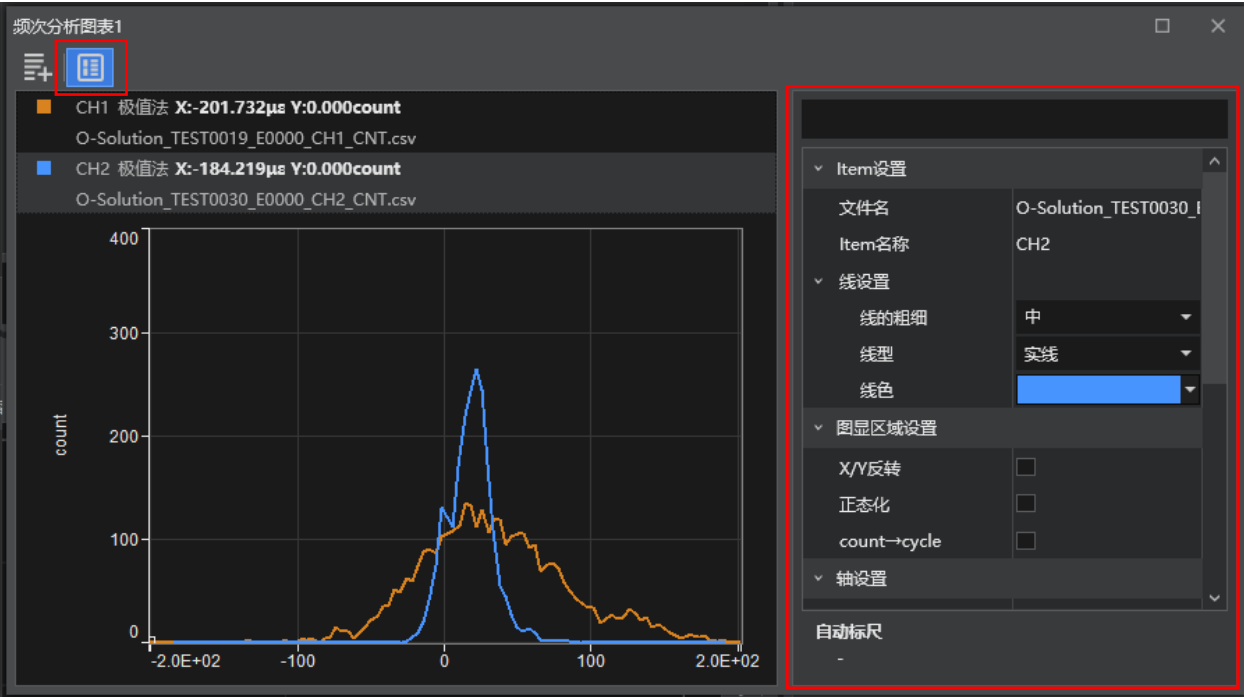
● 图显区域的鼠标手势

在图显区域上可使用的鼠标操作如下。

鼠标手势		说明
图表描绘区域内的手势		
	从左向右拖动	放大显示拖动的范围。
	从右向左拖动	执行 X 轴的自动标尺。
	双击	执行 Y 轴的自动标尺。
轴区域的手势		
	双击 X 轴	打开属性区域的 X 轴设置。
	在 X 轴上拖动	靠近拖动起点的轴端会放大或缩小。
	Shift 键+在 X 轴上拖动	在保持显示标尺的情况下，将 X 轴向拖动方向平移。
	双击 Y 轴	打开属性区域的 Y 轴设置。
	在 Y 轴上拖动	靠近拖动起点的轴端会放大或缩小。
	Shift 键+在 Y 轴上拖动	在保持显示标尺的情况下，将 Y 轴向拖动方向平移。

■ 频次分析图表的属性

点击频次分析图表工具栏的[属性]按钮后，将在图显区域右侧显示属性。



● Item 设置

可对图显区域中显示的项目的显示方法进行设置。

项目名称		说明
文件名		显示选择的项目文件名。
Item 名称		显示选择的项目 Item 名称。
线设置		对图显区域中所选项目的图表上显示的波形的颜色和线进行设置。
	线的粗细	从下面选择线的粗细。 - 粗 - 中 - 细
	线型	从下面选择线型。 - 实线 - 虚线 - 波浪线 - 单点划线 - 双点划线

项目名称		说明
	线色	设置线色。 初始显示的线色是保存在频次分析文件中的执行分析时的项目颜色。 • Current Color 显示当前的线色。 • Current Color Palette/Derived Color Palettes 从预设颜色（基本颜色/派生颜色）选择线色。 • Advanced 在[Advanced]对话框中创建您喜欢的颜色。选择颜色模型（RGB/HSL/CMYK），调整颜色，然后点击[OK]按钮。



Memo

- 多选项目并在属性区域中更改线设置后，设置变更将应用于所有选择的项目。

● 图显区域设置

可对图显区域的显示方法进行设置。

项目名称	说明
X/Y 反转	反转显示 X 轴和 Y 轴时勾选。 勾选后，以下设置内容将分别互换。 • X 轴设置-上限 ⇄ Y 轴设置-上限 • X 轴设置-下限 ⇄ Y 轴设置-下限 • X 轴设置-显示标尺 ⇄ Y 轴设置-显示标尺 • X 轴设置-刻度间隔 ⇄ Y 轴设置-刻度间隔 • 光标值的显示类型-X 轴 ⇄ 光标值的显示类型-Y 轴 • 光标值的小数点显示位数-X 轴 ⇄ 光标值的小数点显示位数-Y 轴
正态化	需要将在进行频次分析、疲劳寿命推定时所设置的正态化基准值设为有效时进行勾选。
count→cycle	将频次（count）值乘以 1/2 并转换为循环（cycle）数时勾选。

● 轴设置

可以对图表的 X 轴、Y 轴进行设置。

项目名称		说明
X 轴设置		可以进行与 X 轴的标尺相关的设置。
	上限	输入 X 轴的上限。
	下限	输入 X 轴的下限。
	显示标尺	从下面选择 X 轴的显示标尺。 • Lin • Log
	刻度间隔	输入 X 轴的刻度间隔。 轴刻度数超过 100 时将自动调整。
	自动标尺	点击[执行]按钮后，将自动调整 X 轴的标尺。
Y 轴设置		可以进行与 Y 轴的标尺相关的设置。
	上限	输入 Y 轴的上限。
	下限	输入 Y 轴的下限。
	显示标尺	从下面选择 Y 轴的显示标尺。 • Lin • Log
	刻度间隔	输入 Y 轴的刻度间隔。 轴刻度数超过 100 时将自动调整。
	自动标尺	点击[执行]按钮后，将自动调整 Y 轴的标尺。

● 光标设置

可以对图表的光标进行设置。

项目名称		说明
光标&光标值显示		在图表上显示光标与光标值时勾选。
最大显示 Item 数		设置在光标值一览中显示的光标值的最大数。 当注册的项目超过最大显示 Item 数时，光标值一览的右端会显示滚动条。 设置为“0”时，不显示光标值一览。  Memo 输入超过上限值或下限值的值时，将恢复为上一个设定值。
光标值的显示类型		可以设置 X 轴、Y 轴的光标值的显示类型。
	X 轴	从下面选择各轴的光标值的显示类型。 - 标准 - 指数
	Y 轴	
光标值的小数点显示位数		可以设置 X 轴/Y 轴的光标值的小数点显示位数。
	X 轴	以 0~7 的数值设置各轴的光标值的小数点位数。  Memo 输入超过上限值或下限值的值时，将恢复为上一个设定值。
	Y 轴	

3. 频次分析、疲劳寿命推定的步骤

3.1 导入应变数据

将记录的应变数据导入 O-Solution。



Memo

• 关于文件导入步骤，请参阅《2.1 ks2/ks3 文件导入程序》。

3.2 将应变转换为应力

导入应变数据后，数据的单位多为（ ϵ ）或（ $\mu\epsilon$ ），为了进行频次分析，需要将该应变数据的单位转换为应力（ σ ）。应变和应力的关系如下。

$$\text{应力}(\sigma) = E \epsilon$$

E：纵向弹性系数（杨氏模量）

纵向弹性系数的值因测量对象物的材质而异。

这里以钢（纵向弹性系数：206 [GPa]）为例进行说明。

当测量对象物的材质为钢时，如下式所示，将应变（ $\mu\epsilon$ ）转换为应力（MPa）。

$$\begin{aligned}\text{应力}(\sigma) &= 206 [\text{GPa}] \times 10^9 \times \text{应变数据} [\mu\epsilon] \times 10^{-6} \\ &= 206000 [\text{Pa}] \times \text{应变数据} [\epsilon] \\ &= 0.206 [\text{MPa}] \times \text{应变数据} [\epsilon]\end{aligned}$$

要将导入到 O-Solution 的应变数据转换为应力，请在[Item 设置]对话框中进行设置。
设置步骤如下。

1. 将应变数据导入 O-Solution 后，切换到分析模式。

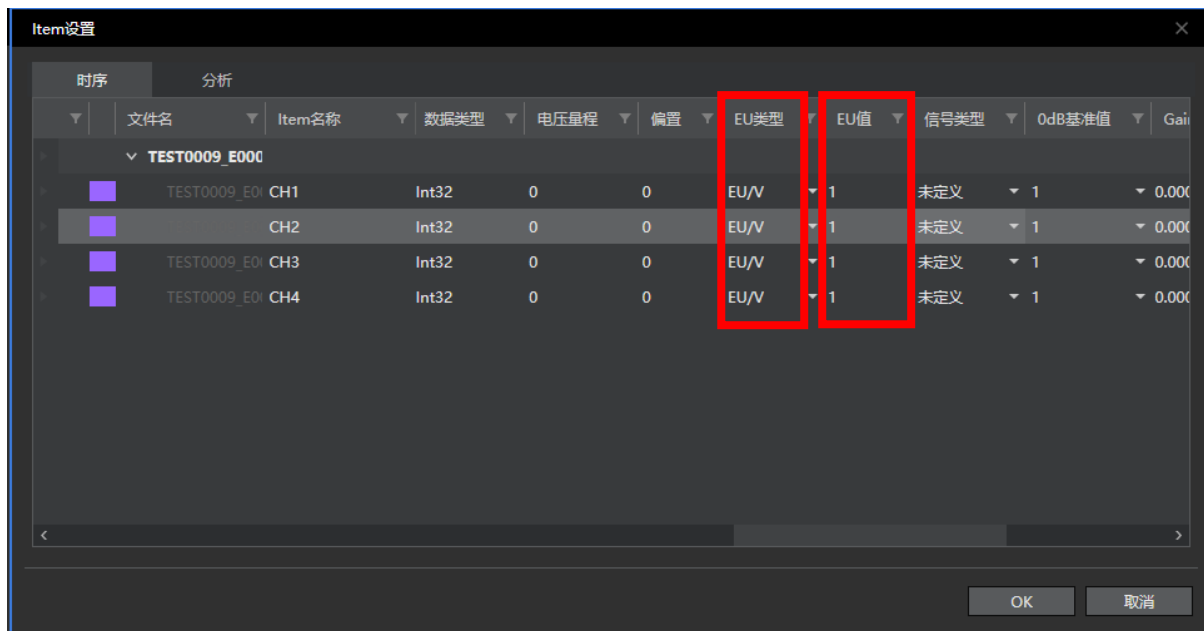


2. 点击[数据]菜单，选择[Item 设置]。

显示[Item 设置]对话框。



3. 在[Item 设置]对话框中，在对象数据的 EU 值中输入“0.206”，将 EU 类型设置为[EU/V]。



4. 在[Item 设置]对话框中，将对象数据的信号类型更改为[应力]。



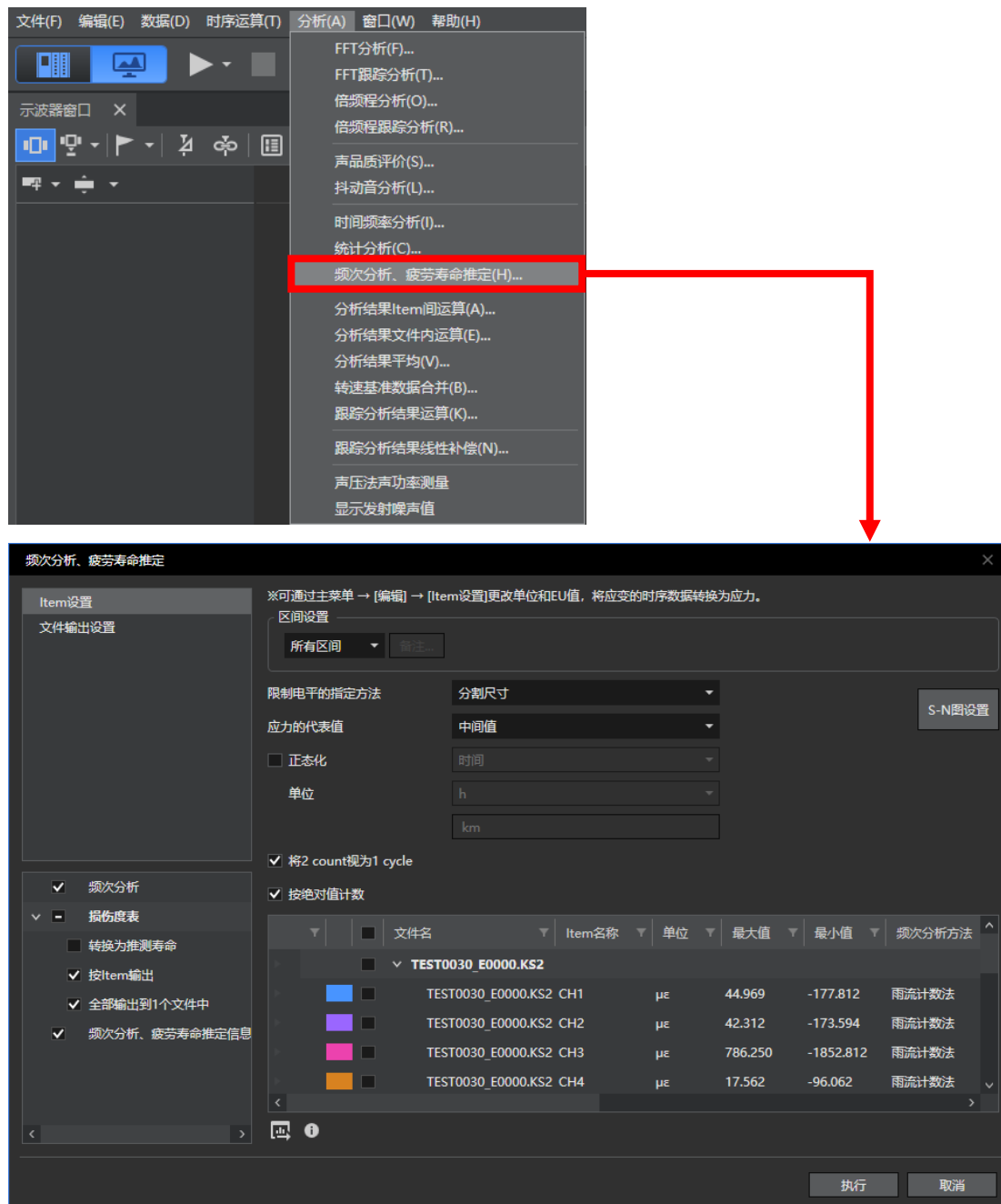
- 为多个项目设置相同的 EU 值/EU 类型/信号类型时，可将值复制并粘贴到对象项目，从而轻松完成多个项目的设置。

3.3 执行频次分析

频次分析、疲劳寿命推定的执行步骤如下。

1. 在分析模式下点击[分析]菜单，然后选择[频次分析、疲劳寿命推定]。

显示[频次分析、疲劳寿命推定]对话框（模态对话框）。显示期间，无法操作其他画面。



2. In the [Item Settings] tab, set the execution analysis interval in the [Interval Settings].

3. In the [Item Settings] tab, select the analysis target item.

4. 进行 S-N 图设置。

进行疲劳寿命推定时需要 S-N 图，因此请预先注册 S-N 图。

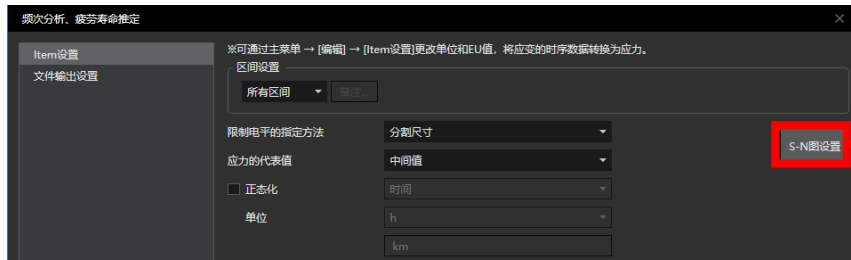
点击[Item 设置]选项卡的[S-N 图设置]按钮。

在显示的[S-N 图设置]对话框中，读取预先准备好的 S-N 图文件 (*.csv)。

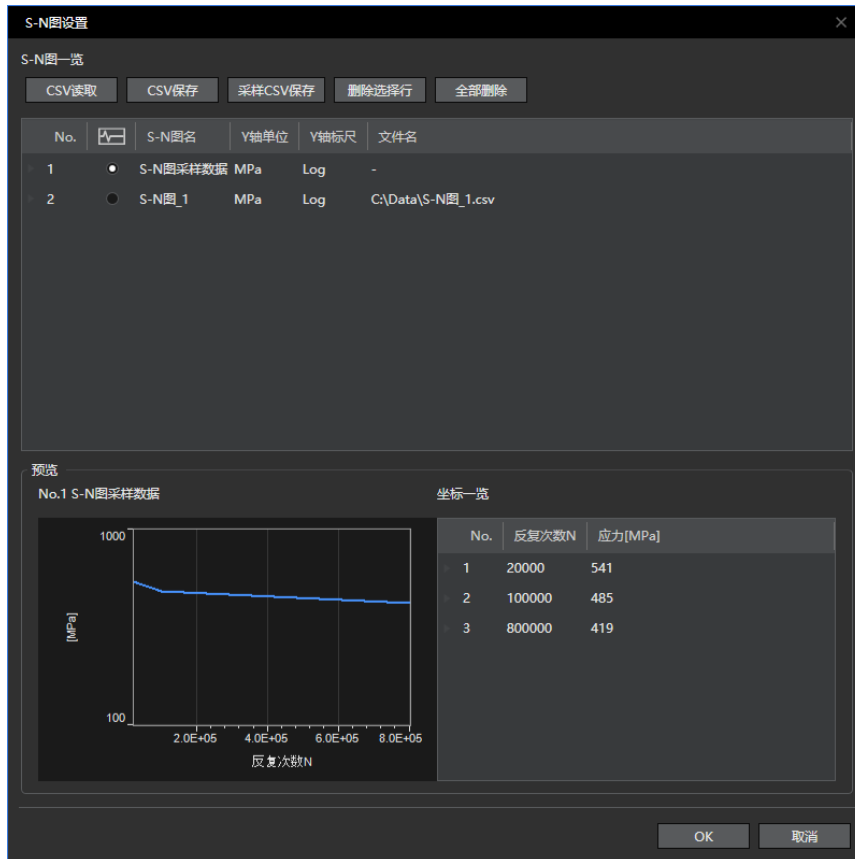
点击[OK]按钮，关闭[S-N 图设置]对话框。



• [S-N 图设置]对话框的详细内容，请参阅《2.2.2 S-N 图设置》。



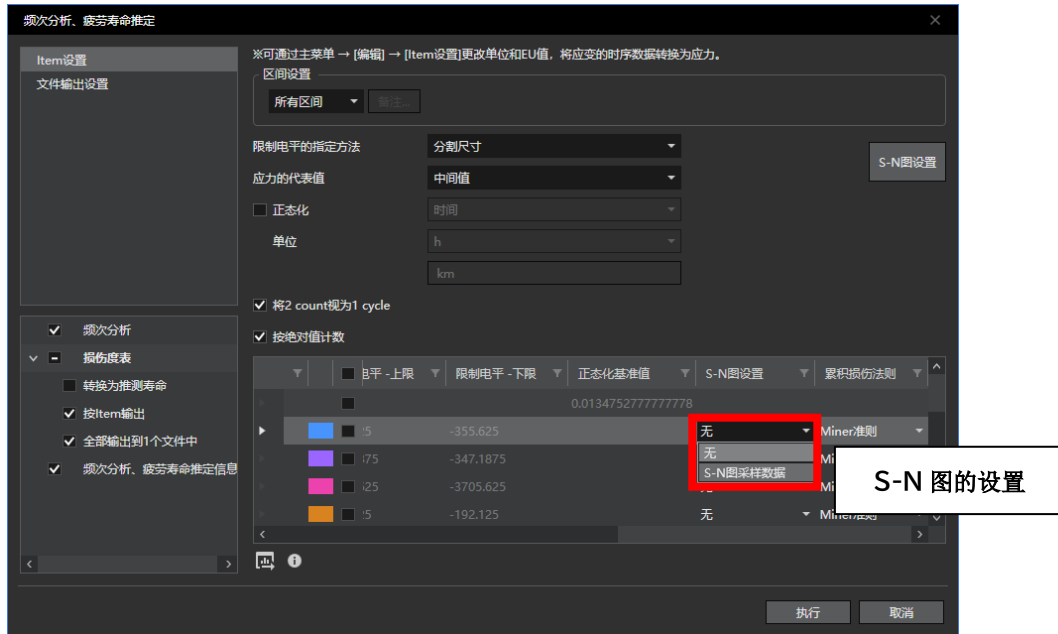
点击



5. 设置分析对象项目的频次分析、疲劳寿命推定所需的频次分析方法和分割尺寸等。
同时设置分析对象项目执行分析时使用的 S-N 图。



• 关于各设置项目的详细内容，请参阅《2.2.1 Item 设置》。



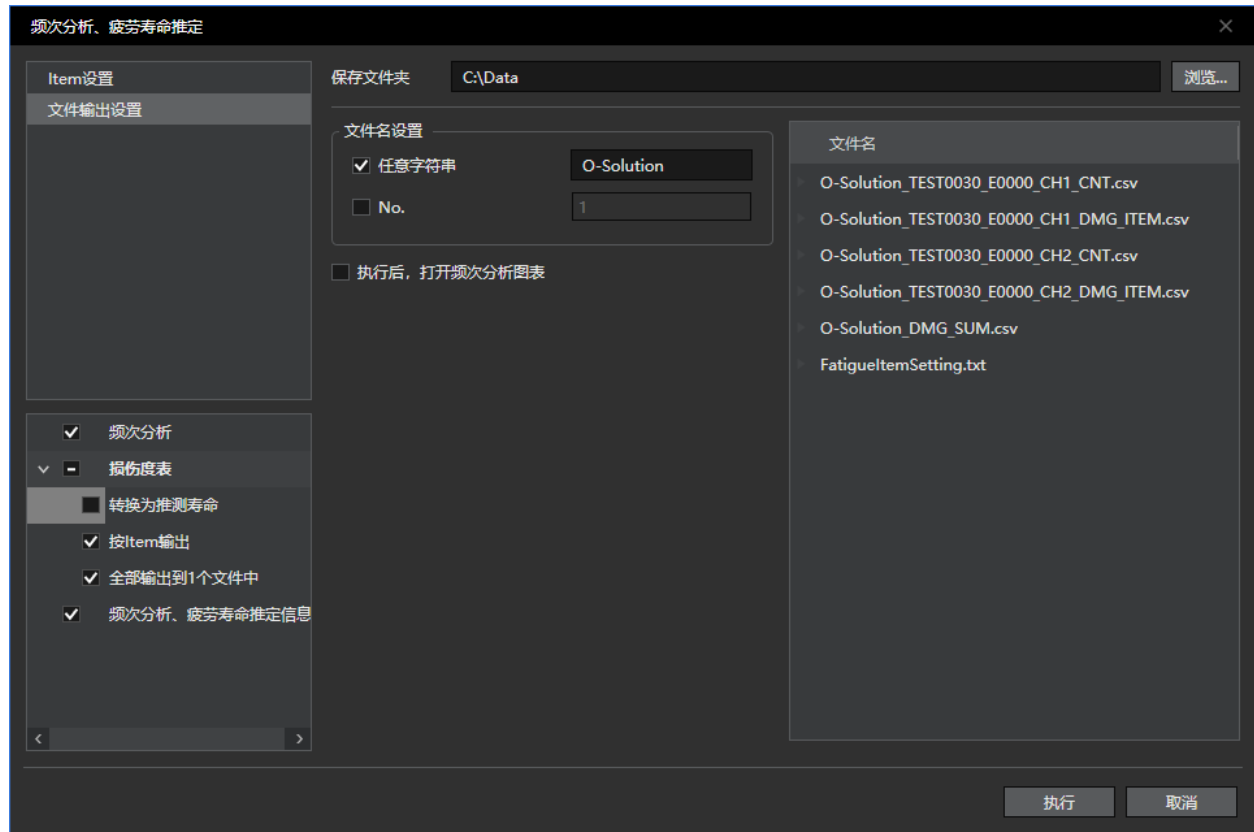
6. 设置文件的输出目标。

选择[文件输出设置]选项卡，设置[频次分析、疲劳寿命推定]的分析结果文件的输出目标。

设置文件的输出目标和输出文件的种类后，输出文件将以一览形式显示。



- 关于各设置项目的详细内容，请参阅《2.2.3 文件输出设置》。



7. 点击[执行]按钮。

在设置的文件输出目标中，将输出频次分析、疲劳寿命推定结果的文件。



- 频次分析、疲劳寿命推定执行后，如果想立即通过图表确认频次分析结果，勾选[执行后，打开频次分析图表]后执行。
在新的[频次分析图表]窗口中，将显示输出的频次分析结果。

3.4 确认结果（图表显示）

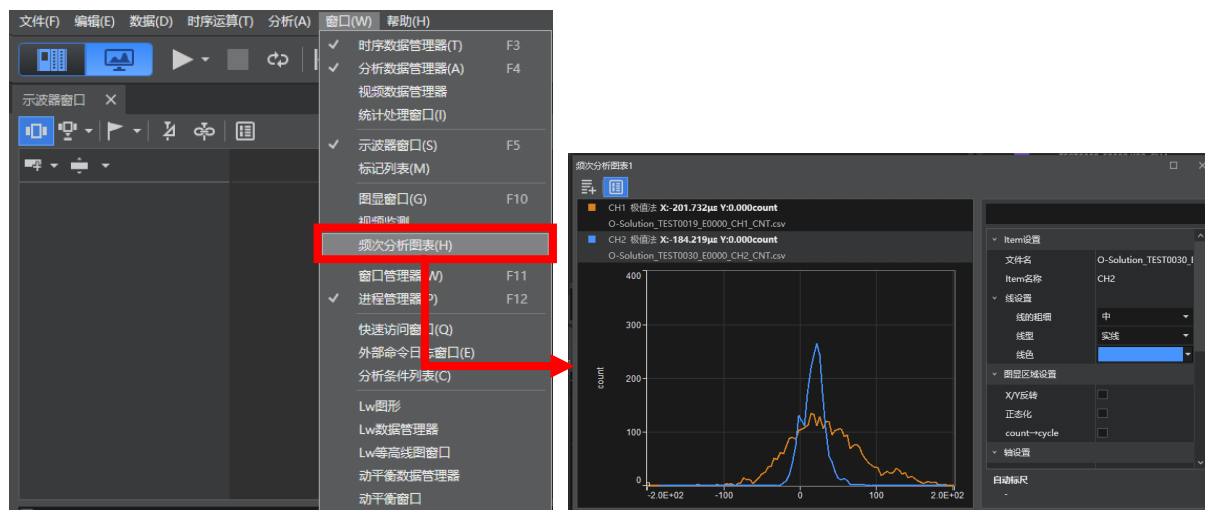
如需显示[频次分析图表]窗口，请在分析模式下点击[窗口]菜单，并选择[频次分析图表]。

在[频次分析图表]窗口中导入频次分析文件后，即可通过图表确认频次分析结果。



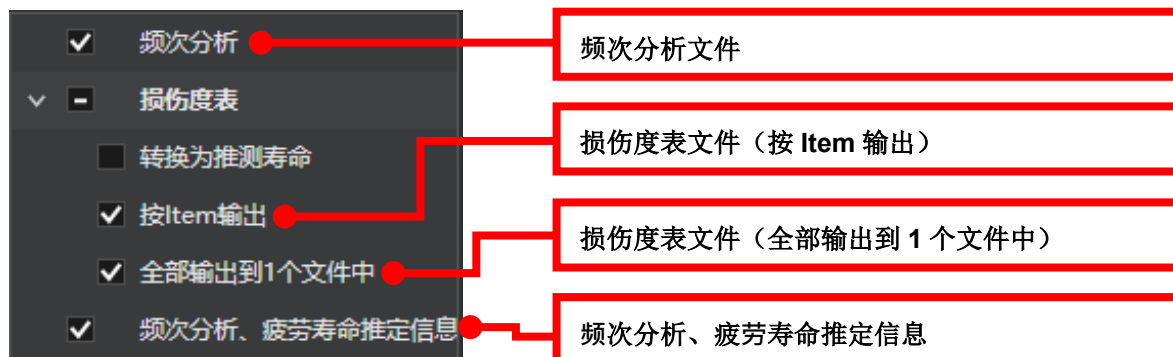
Memo

· [频次分析图表]窗口的详细内容，请参阅《2.3 频次分析图表窗口》。



3.5 确认结果（文件输出）

频次分析、疲劳寿命推定执行分析时输出的文件如下所示。



类型	扩展名	后缀	说明
频次分析文件	*.csv	_CNT	每个项目输出 1 个文件。 可确认各 CH 每个限制电平的应力频次。 此外，导入到频次分析图表后，可显示图表。
损伤度表文件 (按 Item 输出)	*.csv	_DMG_ITEM	每个项目会写入以下信息。 • S-N 图 • 损伤度一览 - 各应力的频次 - 各应力的断裂反复次数（根据 S-N 图的拟合曲线计算） - 各应力的损伤度（推测寿命） - Total 的损伤度（推测寿命）  Memo • 勾选[转换为推测寿命]后，损伤度将取倒数并作为推测寿命输出。
损伤度表文件 (全部输出到 1 个文件中)	*.csv	_DMG_SUM	将损伤度的累计汇总到 1 个表中输出。 以文件名、正态化基准值、单位为纵轴，以 Item 名称为横轴。 可轻松进行相同项目之间的比较以及各项目的损伤度确认。  Memo • 勾选[转换为推测寿命]后，损伤度将取倒数并作为推测寿命输出。
频次分析、疲劳寿命推定信息	*.txt	无	这是通过[保存频次分析、疲劳寿命推定信息]功能保存的文本文件。 执行分析后，在需要恢复设置时可作为复制源使用。



上海小野测器测量技术有限公司
中国上海市杨浦区政益路47号506室
邮政编号：200433
电话：+86-21-6503-2656
传真：+86-21-6506-0327
网页：<https://shonosokki.com>
邮址：admin@shonosokki.com

株式会社小野测器 海外营业部
220-0012
日本神奈川県横浜市西区未来港3丁目3番3号
横滨Connect Square12楼
电话：+81-45-514-2603
传真：+81-45-935-3808
网页：<https://www.onosokki.com/zh/>
邮址：overseas@onosokki.co.jp