

## 风电场监测变量数据分析助手操作手册

1 风机健康状态与海缆可靠性分析.....	1
1.1 助手主界面.....	1
1.2 更新配置信息.....	2
2 数据库工具.....	3
2.1 数据库连接配置.....	3
2.2 数据库备份配置.....	3
2.3 数据库备份.....	4
3 风机健康状态分析.....	5
3.1 风机健康状态定时分析功能设置.....	5
3.2 基于人工免疫的风机健康状态分析.....	6
3.2.1 人工免疫算法模型参数配置.....	6
3.2.2 基于人工免疫的风机健康状态中心训练.....	7
3.2. 基于人工免疫的风机健康状态中心查看.....	7
3.3 风机数据查看.....	8
3.3.1 风机原始监测数据查询.....	8
3.3.2 风机健康状态分析工况配置信息查看.....	8
3.3.3 风机健康状态分析模型训练结果查看.....	9
3.3.4 风机分析结果查看.....	10
3.3.4.1 整机异常率查询（按天统计）.....	10
3.3.4.2 分析变量异常率查看（按天统计）.....	10
3.3.4.3 分析变量异常率查看（逐点统计）.....	11
3.3.4.4 风机监测数据判异结果查看（逐点统计）.....	11
4 海缆可靠性分析.....	12
4.1 海缆数据分析功能配置.....	12
4.2 海缆数据分析主界面.....	12
4.2.1 海缆数据多维度查询.....	14
4.2.2 海缆可靠性分析与数据判异.....	15

1 风机健康状态与海缆可靠性分析

1.1 助手主界面



功能说明:

- ① 浏览：找到目标配置文件
- ② 打开配置文件：根据选定的配置文件地址，打开配置信息
- ③ 导入配置信息：将选定的配置文件信息导入数据库，配置信息格式如下：

TurbineID	VariableID	WorkingCondition	WorkingConditionRange
27	ActivePowerMean	WindSpeedMean	[5;10;15]
27	MainBearingSpeedMean	WindSpeedMean	[5;10;15]
27	GeneratorSpeedMean	ActivePowerMean	[1000;2000;3000]
27	GearboxDEBearingTempMean	NacelleTempMean	[25;30]
27	GearboxDEBearingTempMean	ActivePowerMean	[500;1000;2000;3000]
27	GearboxDEBearingTempMean	GearboxOilSumpTempMean	[30;35;40]
27	GearboxNDEBearingTempMean	NacelleTempMean	[25;30]
27	GearboxNDEBearingTempMean	ActivePowerMean	[500;1000;2000;3000]
27	GearboxNDEBearingTempMean	GearboxOilSumpTempMean	[30;35;40]
27	GearboxOilSumpTempMean	ActivePowerMean	[1000]
27	GeneratorWindingTempUMean	ActivePowerMean	[3000]
27	GeneratorWindingTempVMean	ActivePowerMean	[3000]
27	GeneratorWindingTempWMean	ActivePowerMean	[3000]
27	GeneratorTorqueMean	ActivePowerMean	[1000;2000;3000;4000]

TurbineID: 风机 ID

VariableID: 分析变量名称

WorkingCondition: 工况变量名称

WorkingConditionRange: 工况变量区间（注意：中间以分号分割），助手会自动解析为界面中下表样式

- ④ 一键训练：根据配置信息、配置的训练数据源、配置的风机状态范围和训练数据时间跨度，自动训练不同风机、不同分析变量的分析模型（两个模型：1 是统计模型，包括阈值中心，方差；2 是人工免疫模型）
- ⑤ 一键分析：根据训练得到的分析模型、自定义的时间跨度对不同风机的不同不同分析变

量逐点进行判异、自动计算每一天的分析变量异常率和整机异常率；

## 1.2 更新配置信息

修改配置信息

配置信息

风机编号

27

分析变量

GeneratorSpeedMean

工况变量

ActivePowerMean

工况区间

[1000;2000;3000]

示例: [5;10;15]

提交

操作信息提示

i

请确认要删除该条配置信息吗?

风机:27

分析变量:GearboxDEBearingTempMean

工况变量:NacelleTempMean

确定

取消

## 2 数据库工具

### 2.1 数据库连接配置



**基础信息配置**

数据库信息

服务名: localhost

数据库端口: 3306

数据库名称: tpri\_wind\_power

用户名: root

密码: root

模型训练数据表: dap\_tenmindata\_7\_202101

清空 测试 提交

功能说明:

- ① 清空: 清除文本框中的所有信息
- ② 测试: 测试数据库配置信息的连通性
- ③ 提交: 将自定义的配置信息写入系统配置文件并保存, 提交后立即生效

服务名: mysql 数据库地址

数据库端口: mysql 数据库端口

数据库名称: mysql 数据库名称

用户名: mysql 数据库用户名

密码: mysql 数据库密码

模型训练数据表: 用于分析模型训练的数据表名称

### 2.2 数据库备份配置



**数据备份配置**

可选数据表

dap\_tenmindata\_7\_202101  
fault\_point  
fault\_turbine  
fault\_variable  
turbine\_conf  
turbine\_fault\_rate  
turbine\_point  
turbine\_train  
turbine\_train\_model  
turbine\_var  
turbine\_var\_point

->>

<<-

已选数据表

turbine\_conf  
turbine\_train

提交

功能说明:

左侧显示数据库中所有可以备份的数据表名称列表

右侧显示已经选定的需要备份的数据表名称列表

- ① ->: 增加要备份的数据表
- ② <-: 删除要备份的数据表
- ③ 提交: 将自定义的配置信息写入系统配置文件并保存, 提交后立即生效

## 2.3 数据库备份



功能说明:

上框显示配置的备份数据表列表

下框显示备份过程信息

- ① 一键备份: 对选定的数据表进行备份, 存储格式: 数据表名\_yyyyMMddHHmmss

### 3 风机健康状态分析

#### 3.1 风机健康状态定时分析功能设置



自动分析功能配置

计时器设置

自动分析开关 ☒ 打开自动分析 ☐ 关闭自动分析

自动分析时间 2 点钟

提交

功能说明：

对风机健康状态自动分析功能进行配置

①提交：在选定时间（如 2:00）进行前一天检测数据的自动分析

## 3.2 基于人工免疫的风机健康状态分析

### 3.2.1 人工免疫算法模型参数配置

人工免疫算法模型参数配置

模型参数

抗体种群数量	50	例50，一般50左右为宜
克隆抗体数量	30	例30，一般为种群数量60%为宜
最大进化代数	600	例600，一般1000以内即可收敛
变异因子	80	例80，则变异率为1/80
抗体清除阈值	0.2	例0.2，亲和度小于该值的抗体被删除
克隆选择阈值	0.01	例0.01，克隆选择平均误差阈值
抗体多样性比例	0.5	例0.5，为保证多样性增加的抗体比例
寻优下限	0.0	例0.0，寻优的最低边界
寻优上限	1.0	例1.0，寻优的最高边界

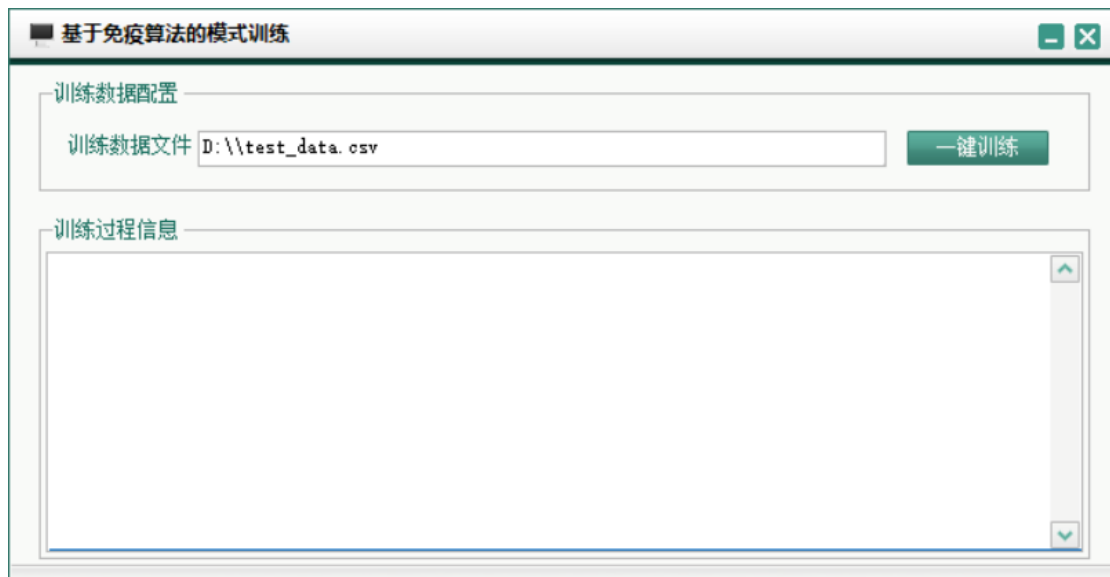
提交

功能说明：

对人工免疫模型中所有需要的参数进行自动以配置

- ① 提交：将自定义的配置信息写入系统配置文件并保存，提交后立即生效  
各参数的说明和示例值，已在助手中进行了说明和举例

### 3.2.2 基于人工免疫的风机健康状态中心训练



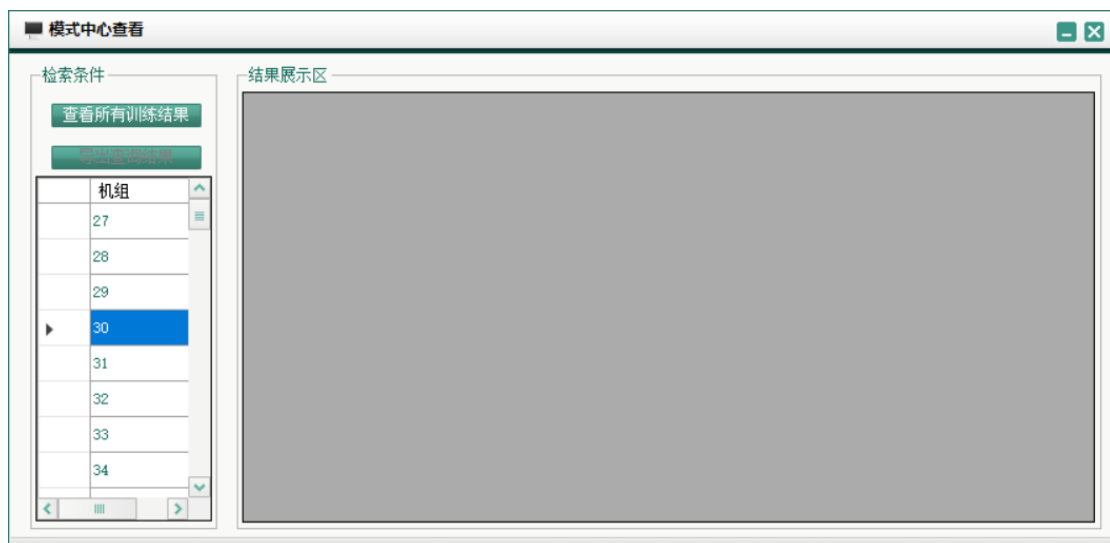
功能说明：

根据配置的模型参数和选定的训练数据进行基于人工免疫的模型训练

下框显示训练过程信息

①一键训练：选定数据文件，并调用人工免疫模型，对不同机组、不同状态的模型进行训练

### 3.2. 基于人工免疫的风机健康状态中心查看



功能说明：

查看已经训练好的模式信息：

左侧显示所有的机组列表（根据配置信息获取，只显示分析的机组）

右侧显示不同机组的训练结果

① 查看所有训练结果：显示所有机组、所有配置状态的训练结果

② 导出查询结果：将右侧的查询结果导出为 csv

③左侧框右键：查询选定机组的模型训练结果



### 3.3 风机数据查看

#### 3.3.1 风机原始监测数据查询

机组	数据量	DateTime	TurbineID	Status	WindSpeedMean	indDirectionMean	ActivePowerMean	sActivePowerMean	indBearingSpeedMean	generatorSpeedMean	bearingTempFront
27	24443	2021/6/17 9:...	29	2	3.54391	105.382	156.894	55.4511	5.69966	679.56	45.7303
28	22954	2021/6/17 2:...	29	2	5.05618	120.934	423.274	152.928	7.39966	886.38	45.0529
29	21885	2021/6/17 2:...	29	2	5.74957	124.603	743.947	248.044	8.66234	1038.38	45.0899
30	22010	2021/6/17 3:...	29	2	5.11942	133.079	469.252	190.672	7.63328	909.922	45.0899
31	22974	2021/6/17 3:...	29	2	5.08154	135.222	526.748	193.591	7.81117	940.305	45.0899
32	21572	2021/6/17 3:...	29	2	5.95477	130.368	800.502	200.312	8.89623	1064.45	45.0899
33	19224	2021/6/17 5:...	29	2	5.64251	143.016	616.795	181.188	8.27131	985.622	45.1998
34	24677	2021/6/17 5:...	29	2	6.72127	147.203	1142.65	203.109	10.0122	1186.82	45.4702
35	28780	2021/6/17 6:...	29	2	6.44078	146.428	1052.97	183.411	9.71027	1158.49	45.5256
36	41565	2021/6/17 6:...	29	2	6.37661	150.097	992.934	195.129	9.53843	1137.65	45.5397
37	40388	2021/6/17 6:...	29	2	5.93292	149.815	828.111	187.794	8.99442	1076.2	45.4912
38	41878	2021/6/17 7:...	29	2	6.09899	149.456	760.825	280.538	8.77562	1049.64	45.8101
39	22732	2021/6/17 7:...	29	2	5.90812	153.446	770.246	281.097	8.74014	1049.88	45.8101
40	40674	2021/6/17 7:...	29	2	6.13015	155.733	856.708	303.154	9.02728	1086.15	45.8101
41	26150	2021/6/17 7:...	29	2	6.35434	150.742	945.547	317.598	9.37451	1120.96	45.837
42	25575	2021/6/17 8:...	29	2	5.88082	138.606	765.819	282.308	8.84062	1049.12	45.9101
43	26036	2021/6/17 8:...	29	2	5.36274	146.562	561.492	219.157	7.88404	959.813	45.9101

功能说明:

查看风机原始健康状态监测数据:

左侧显示所有的机组列表 (根据配置信息获取, 只显示分析的机组)

右侧显示不同机组的训练结果

- ① 查看所有训练结果: 显示所有机组的原始监测数据
- ② 导出查询结果: 将右侧的查询结果导出为 csv
- ③ 左侧框右键: 查询选定机组的原始数据

#### 3.3.2 风机健康状态分析工况配置信息查看

编号	风机	分析变量	工况变量	工况区间
15	28	ActivePowerMean	WindSpeedMean	[5;10;15]
16	28	MainBearingSpe...	WindSpeedMean	[5;10;15]
17	28	GeneratorSpeed...	ActivePowerMean	[1000;2000;3000]
18	28	GearboxDEBearing...	NacelleTempMean	[25;30]
19	28	GearboxDEBearing...	ActivePowerMean	[500;1000;2000...]
20	28	GearboxDEBearing...	GearboxOilSump...	[30;35;40]
21	28	GearboxNDBearing...	NacelleTempMean	[25;30]
22	28	GearboxNDBearing...	ActivePowerMean	[500;1000;2000...]
23	28	GearboxNDBearing...	GearboxOilSump...	[30;35;40]
24	28	GearboxOilSump...	ActivePowerMean	[1000]
25	28	GeneratorWindi...	ActivePowerMean	[3000]

功能说明:

查看风机分析配置信息:

左侧显示所有的机组列表 (根据配置信息获取, 只显示分析的机组)

右侧显示不同机组的配置信息

- ① 查看所有训练结果: 显示所有机组的配置信息

- ② 导出查询结果：将右侧的查询结果导出为 csv
- ② 左侧框右键：查询选定机组的配置信息

3.3.3 风机健康状态分析模型训练结果查看

模型训练结果查看

检索条件

查看所有训练结果

导出查询结果

机组

27

28

▶ 29

30

31

32

33

34

结果展示区

	编号	风机	状态	分析变量	工况变量	工况区间	中心值	标准差
▶	581	29	2	ActivePo...	:WindSpe...	[-inf, 5]	221.449	136.917
	582	29	4	ActivePo...	:WindSpe...	[-inf, 5]	277.65	206.194
	583	29	2	ActivePo...	:WindSpe...	[5, 10]	1253.27	786.763
	584	29	4	ActivePo...	:WindSpe...	[5, 10]	2181.07	1145.04
	585	29	2	ActivePo...	:WindSpe...	[10, 15]	4155.17	198.019
	586	29	4	ActivePo...	:WindSpe...	[10, 15]	3702.54	664.95
	587	29	2	ActivePo...	:WindSpe...	[15, inf]	4190.15	82.7972
	588	29	4	ActivePo...	:WindSpe...	[15, inf]	3728.26	795.364
	589	29	2	GearboxD...	:Nacelle...	[-inf, 25...	33.8782	3.28675
	590	29	4	GearboxD...	:Nacelle...	[-inf, 25...	0	0
	591	29	2	GearboxD...	:Nacelle...	[-inf, 25...	39.5092	3.78493

功能说明：

查看风机原始健康状态分析模型：

左侧显示所有的机组列表（根据配置信息获取，只显示分析的机组）

右侧显示不同机组的训练结果

- ① 查看所有训练结果：显示所有机组的分析模型（中心值、标准差）
- ② 导出查询结果：将右侧的查询结果导出为 csv
- ③ 左侧框右键：查询选定机组的分析模型（中心值、标准差）

9

3.3.4 风机分析结果查看

3.3.4.1 整机异常率查询（按天统计）



功能说明：

查看风机整机异常率：

左侧显示所有的机组列表（根据配置信息获取，只显示分析的机组）

右侧显示不同机组的整机异常率

- ① 查看所有训练结果：显示所有机组的整机异常率
- ② 导出查询结果：将右侧的查询结果导出为 csv
- ③ 左侧框右键：查询选定机组的整机异常率

3.3.4.2 分析变量异常率查看（按天统计）



功能说明：

查看风机分析变量异常率：

左侧显示所有的机组列表（根据配置信息获取，只显示分析的机组）

右侧显示不同机组的分析变量异常率

- ① 查看所有训练结果：显示所有机组的分析变量异常率
- ② 导出查询结果：将右侧的查询结果导出为 csv
- ③ 左侧框右键：查询选定机组的分析变量异常率

### 3.3.4.3 分析变量异常率查看（逐点统计）



功能说明：

查看风机分析变量异常率查看（逐点统计）：

左侧显示所有的机组列表（根据配置信息获取，只显示分析的机组）

右侧显示不同机组的分析变量异常率查看（逐点统计）

- ① 查看所有训练结果：显示所有机组的分析变量异常率查看（逐点统计）
- ② 导出查询结果：将右侧的查询结果导出为 csv
- ③ 左侧框右键：查询选定机组的分析变量异常率查看（逐点统计）

### 3.3.4.4 风机监测数据判异结果查看（逐点统计）



功能说明：

查看风机监测数据判异结果查看（逐点统计）：

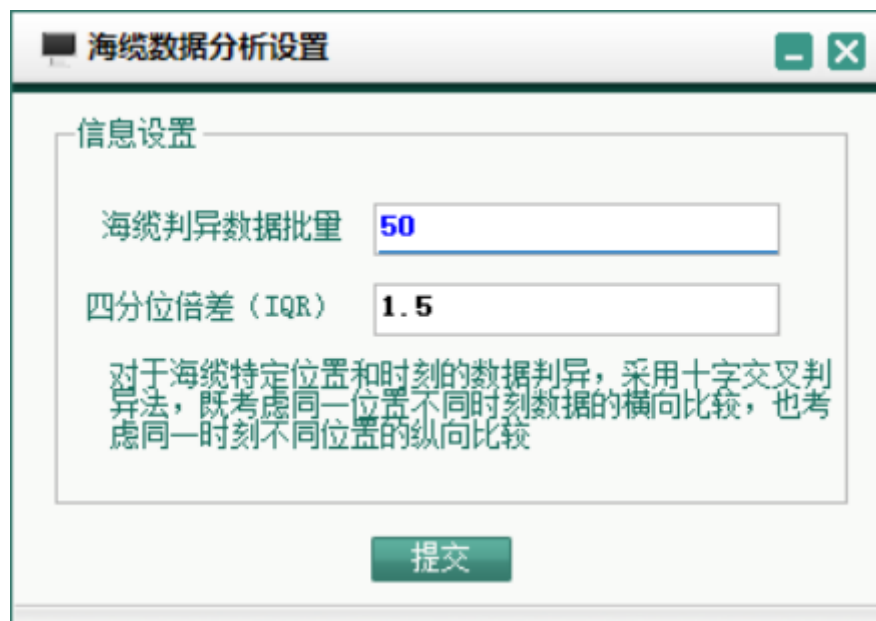
左侧显示所有的机组列表（根据配置信息获取，只显示分析的机组）

右侧显示不同机组的监测数据判异结果查看（逐点统计）

- ① 查看所有训练结果：显示所有机组的监测数据判异结果查看（逐点统计）
- ② 导出查询结果：将右侧的查询结果导出为 csv
- ③ 左侧框右键：查询选定机组的监测数据判异结果查看（逐点统计）

## 4 海缆可靠性分析

### 4.1 海缆数据分析功能配置



**海缆数据分析设置**

**信息设置**

海缆判异数据批量

四分位倍差 (IQR)

对于海缆特定位置和时刻的数据判异，采用十字交叉判异法，既考虑同一位置不同时刻数据的横向比较，也考虑同一时刻不同位置的纵向比较

**提交**

功能说明：

配置海缆可靠性分析的自定义参数

- ① 提交：将自定义的配置信息写入系统配置文件并保存，提交后立即生效
- 各参数的说明和示例值，已在助手中进行了说明和举例

### 4.2 海缆数据分析主界面



功能说明：











海缆数据的整理、解析和拼接以及自定义查询

① 解析数据：将原始数据按照温度和压力进行按时间点解析与规范化，解析后的格式如下：

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
location	2021-04-30 16:12:42	2021-04-30 16:12:42	2021-04-30 16:12:42	2021-04-30 16:12:42	2021-04-30 16:12:42	2021-04-30 16:12:42	2021-04-30 16:12:42	2021-04-30 16:12:42	2021-04-30 16:12:42	2021-04-30 16:12:42	2021-04-30 16:12:42
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	16.42	16.52	16.6	16.47	16.49	16.43	16.62	16.43	16.34	16.46	16.52
2	16.01	16.13	16.19	16.04	16.07	16.03	16.2	16.01	15.94	16.09	16.1
3	16.14	16.24	16.28	16.14	16.15	16.17	16.31	16.12	16.02	16.21	16.17
4	16.62	16.65	16.71	16.59	16.53	16.67	16.75	16.6	16.45	16.65	16.58
5	17.26	17.19	17.32	17.22	17.07	17.33	17.37	17.27	17.06	17.22	17.19
6	17.93	17.79	17.93	17.88	17.64	18	18	17.96	17.71	17.78	17.84
7	18.49	18.34	18.45	18.45	18.2	18.58	18.54	18.56	18.31	18.29	18.42
8	18.94	18.73	18.85	18.87	18.66	19.01	18.96	18.99	18.79	18.69	18.83
9	19.25	19	19.13	19.17	18.99	19.3	19.25	19.28	19.14	18.99	19.08
10	19.44	19.2	19.3	19.39	19.23	19.48	19.46	19.49	19.36	19.2	19.23
11	19.56	19.37	19.42	19.54	19.41	19.6	19.59	19.64	19.5	19.34	19.35
12	19.64	19.5	19.55	19.66	19.55	19.69	19.66	19.73	19.6	19.45	19.47
13	19.71	19.58	19.74	19.76	19.67	19.81	19.75	19.82	19.68	19.57	19.63
14	19.84	19.71	20	19.92	19.84	19.98	19.91	19.94	19.82	19.77	19.84
15	20.15	20.01	20.39	20.28	20.15	20.29	20.28	20.22	20.14	20.14	20.2
16	20.85	20.67	21.11	21.03	20.83	20.96	21.08	20.86	20.83	20.87	20.91
17	22.33	22.07	22.53	22.54	22.28	22.4	22.64	22.26	22.3	22.31	22.36
18	25.14	24.89	25.26	25.39	25.1	25.23	25.53	25.01	25.16	25.05	25.15
19	29.47	29.36	29.51	29.74	29.51	29.67	29.83	29.34	29.56	29.31	29.46
20	33.68	33.66	33.66	33.88	33.75	33.87	33.86	33.49	33.72	33.53	33.64
21	36.32	36.28	36.28	36.42	36.36	36.43	36.35	36.08	36.28	36.19	36.29
22	37.66	37.58	37.63	37.72	37.67	37.71	37.63	37.45	37.6	37.52	37.65
23	38.25	38.16	38.25	38.32	38.25	38.26	38.21	38.13	38.21	38.1	38.27
24	38.45	38.39	38.49	38.55	38.48	38.47	38.44	38.46	38.44	38.31	38.53
25	38.52	38.48	38.56	38.62	38.56	38.53	38.53	38.61	38.54	38.37	38.6
26	38.55	38.52	38.59	38.63	38.62	38.57	38.59	38.69	38.6	38.4	38.64
27	38.58	38.53	38.63	38.64	38.67	38.61	38.65	38.7	38.65	38.45	38.68
28	38.6	38.56	38.67	38.67	38.74	38.66	38.73	38.68	38.68	38.52	38.72

② 拼接数据：将不同时刻的监测数据按照位置进行拼接，拼接后的格式如下：

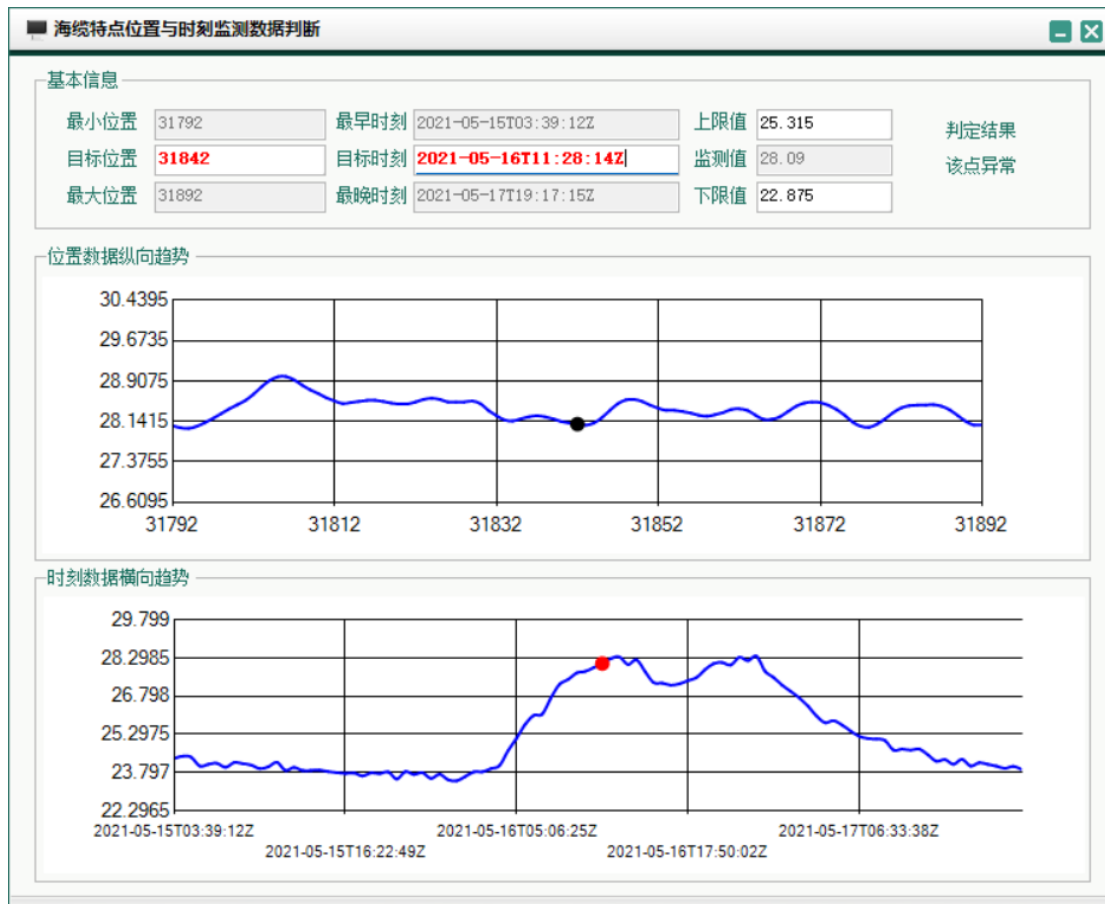
名称

-  20230112220815\_CobinedData\_2021-04-30-16-12-42\_2021-05-31-05-16-34\_Temperature\_1.csv
-  20230112220815\_CobinedData\_2021-04-30-16-12-42\_2021-05-31-05-16-34\_Temperature\_2.csv
-  20230112220815\_CobinedData\_2021-04-30-16-12-42\_2021-05-31-05-16-34\_Temperature\_3.csv
-  20230112220815\_CobinedData\_2021-04-30-16-12-42\_2021-05-31-05-16-34\_Temperature\_4.csv
-  20230112220815\_CobinedData\_2021-04-30-16-12-42\_2021-05-31-05-16-34\_Temperature\_5.csv
-  20230112220815\_CobinedData\_2021-04-30-16-12-42\_2021-05-31-05-16-34\_Temperature\_6.csv
-  20230112220815\_CobinedData\_2021-04-30-16-12-42\_2021-05-31-05-16-34\_Temperature\_7.csv
-  20230112220815\_CobinedData\_2021-04-30-16-12-42\_2021-05-31-05-16-34\_Temperature\_8.csv
-  20230112220815\_CobinedData\_2021-04-30-16-12-42\_2021-05-31-05-16-34\_Temperature\_9.csv
-  20230112220815\_CobinedData\_2021-04-30-16-12-42\_2021-05-31-05-16-34\_Temperature\_10.csv





## 4.2.2 海缆可靠性分析与数据判异



功能说明：

根据配置信息和选定的分析对象，对可靠性数据进行自动判异（红色为异常，绿色为正常）