

# COMPASS-RULES 计算机软件

## 用 户 手 册

轴系扭转振动计算（SRM09）

——传递矩阵法

二零零九年七月

# 解析法轴系扭转振动计算程序（SRM09）

## 目 录

1	概述.....	1
1.1	SRM09 程序和 SRM01 程序之间的关系 .....	1
1.2	适用范围 .....	1
1.3	主要功能 .....	1
1.4	注意 .....	2
2	计算原理.....	3
2.1	计算模型 .....	3
2.2	计算方法 .....	3
2.3	轴系模型质量号的排序方法 .....	3
3	程序流程说明 .....	4
3.1	程序流程图 .....	4
3.2	菜单层次图说明 .....	4
4	输入数据 .....	7
4.1	操作界面及布局 .....	7
4.2	输入数据 .....	9
4.3	数据打印说明 .....	20
4.4	计算结果保存 .....	21
5	保存数据文件 .....	21
6	计算结果输出说明 .....	21
6.1	屏幕输出 .....	21
6.2	帮助 .....	21
7	运行环境 .....	21

# 1 概述

## 1.1 SRM09 程序和 SRM01 程序之间的关系

- SRM01 程序采用的算法是放大系数法，放大系数法在轴系扭振计算中得到了广泛的应用，采用这种方法进行扭振计算一般可满足工程应用精度要求，但对下列情况有一定的局限性。
  - (1) 主机同时驱动发电机的PTO轴系；
  - (2) 多分支系统的轴系，例如双机并车的推进轴系；
  - (3) 大阻尼系统的轴系，例如轴系中有多个高弹性联轴器；
  - (4) 发火间隔角不等的高速V 型柴油机
  - (5) 对于非共振计算，尤其是靠近共振转速的非共振计算，计算精度比较差。
- 为了使扭振程序不仅能进行一般工况的扭振计算，还能进行上述工况的扭振计算，所以开发了采用传递矩阵法计算的 SRM09 程序。

## 1.2 适用范围

- 本计算程序是根据 CCS《钢质海船建造与入级规范》(2001 第 3 篇第 12 章“轴系振动及校中”和《船上振动选择指南》(2000) 第 6 章“轴系扭转振动”等有关内容进行计算。
- 本程序可对计算模型中总质量数不大于 60，分支点不大于 10 处，每个子分支的质量数不大于 40，轴系中弹性联轴器元件不大于 20 个，齿轮啮合数不大于 10，对不大于 2 个减振器的复杂轴系进行自由振动和强迫振动计算。
- 本程序适用下列柴油机动力装置在正常工况和任意一缸熄火工况下，以及考虑螺旋桨激励工况下的扭振特性计算：
  - (1) 船舶柴油机推进轴系，包括双机并车轴系、PTO 轴系、可调距螺旋桨轴系、空气螺旋桨轴系、垫升轴系和喷水推进轴系；
  - (2) 船舶柴油机发电机组轴系；
  - (3) 柴油机水力测功器轴系。
- 本程序也可用于燃气轮机推进轴系的自由振动计算。

## 1.3 主要功能

- 用解析法计算 (0.1~1.2) 额定转速范围内直到 16 次简谐的振动应力/扭矩和合成振动应力/扭矩。包括振动频率、振型和相对振幅矢量和、轴段扭振应力、齿轮啮

合扭矩及弹性联轴器的振动扭矩、发电机转子处的振动扭矩、发电机转子处电角等；

- 可进行双机并车、PTO、可调桨垫升轴系、多个弹性联轴器和齿轮箱、V 型柴油机不等间隔发火和一般轴系的扭振计算；
- 柴油机轴系扭振强迫振动计算，柴油机激励可选用 CCS 形式的激励系数（程序自动调用，不用用户输入参数），或调用 MAN B&W 公司提供的相应机型的激励系数或 NEW SULZER 公司提供的相应机型的激励系数，若程序数据库中没有所需要计算的机型激励系数，程序留有接口，用户可自己建立 B&W 或 SULZER 形式的激励系数数据文件，供程序调用，数据文件格式见附录（一）、附录（二）、附录（三）。
- 对于轴系阻尼，包括质量阻尼和轴段阻尼，程序可选用 CCS 形式阻尼（程序自动计算），或选用 B&W 形式，或 SULZER 形式，或绝对值形式的阻尼，程序提供相应的输入界面。一般阻尼与激励系数应匹配，即选用 CCS 形式激励则应选择 CCS，形式阻尼 B&W 激励配 B&W 形式阻尼，SULZER 激励配 SULZER 形式阻尼。
- 对于自由振动计算结果，程序输出频率小于  $14.4n_e$ （主机额定转速）的轴系固有频率，并以列表的形式输出各个模态下的各个质量的相对振幅、轴段的振动扭矩及相对振幅矢量和。
- 对于强迫振动计算结果，程序输出 1~16 谐次和合成计算的结果，以列表和图形曲线形式输出。曲轴应力可以全部输出也可指定某一曲轴输出。对于联轴器和齿轮，其振动扭矩可选择输出。对于螺旋桨轴系，程序自动输出螺旋桨轴的振动应力。对于轴系中有发电机（包括 PTO 轴系）程序自动输出发电机转子处振动扭矩和电角。以图形曲线方式输出以上振动应力或扭矩时，程序自动计算并显示 CCS 规范要求的相应许用曲线。对于强迫振动计算结果，已根据速比转换为实际值。对于应力与扭矩的输出，程序还各留有一接口，可指定任一轴段输出。
- 对于计算模型数据和程序计算结果数据，程序可保存在数据文件里，供以后调用，也可通过打印机输出，形成计算报告，打印内容可以选择。

## 1.4 注意

- 主机类型、额定功率、额定转速、主机列数、冲程数、气缸直径、活塞行程、曲臂回转半径、连杆长度、单缸往复质量、机械效率等数据属多分支模块公共数据，这些数据修改后会影响到其它模块的计算结果。

## 2 计算原理

### 2.1 计算模型

- SRM09 程序是把柴油机轴系简化为一个线性集总参数系统模型的当量，当量系统由只有转动惯量而无柔度的集中质量和只有柔度而无惯量的柔度组成当量。系统示意图，如图 2.1 所示。

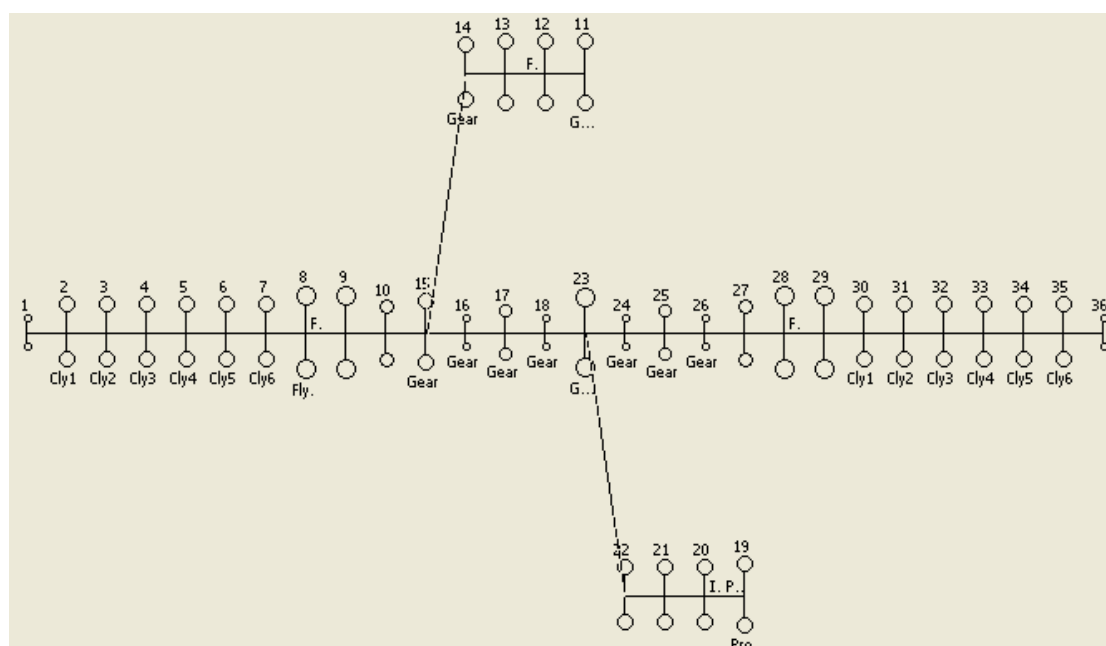


图 2.1

### 2.2 计算方法

- 本程序用综合运算法（传递矩阵法）进行自由振动和响应计算得到方程的精确解。

### 2.3 轴系模型质量号的排序方法

- 质量序号一般从主机自由端开始，向螺旋桨方向，由前到后排序，若轴系中存在分支，则分支中质量序号从分支点的前一质量序号跳到分支点自由端，依次向分支点方向排序，排序规则如图 2.1 所示。对于双机并车及可能存在分支与分支点以前的主支相对称的轴系，应尽量避免分支与主支相对称的排序情况。

### 3 程序流程说明

#### 3.1 程序流程图

- 程序流程图如图 3.1 所示。

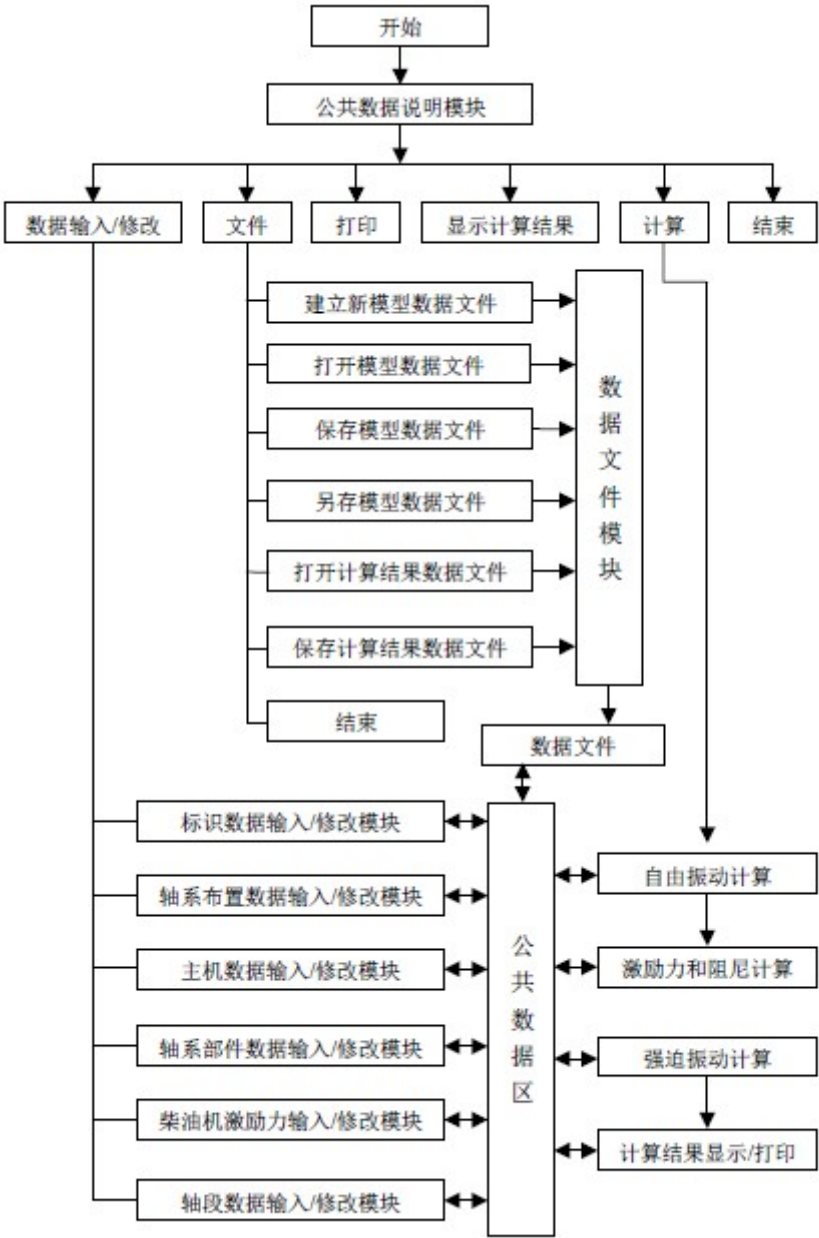


图3.1

#### 3.2 菜单层次图说明

- 运行程序后，显示如图 3.2 所示的主菜单，在主菜单有【数据】、【计算】、【显示】、

【语言】、【帮助】和【退出】等项，界面还有【存入】、【计算】、【计算报告】、【输入数据】、【帮助】和【退出】等快捷图标按钮，鼠标停留在图标按钮，将显示该图标按钮的内容提示各主菜单及相应子菜单的详细说明见下述。

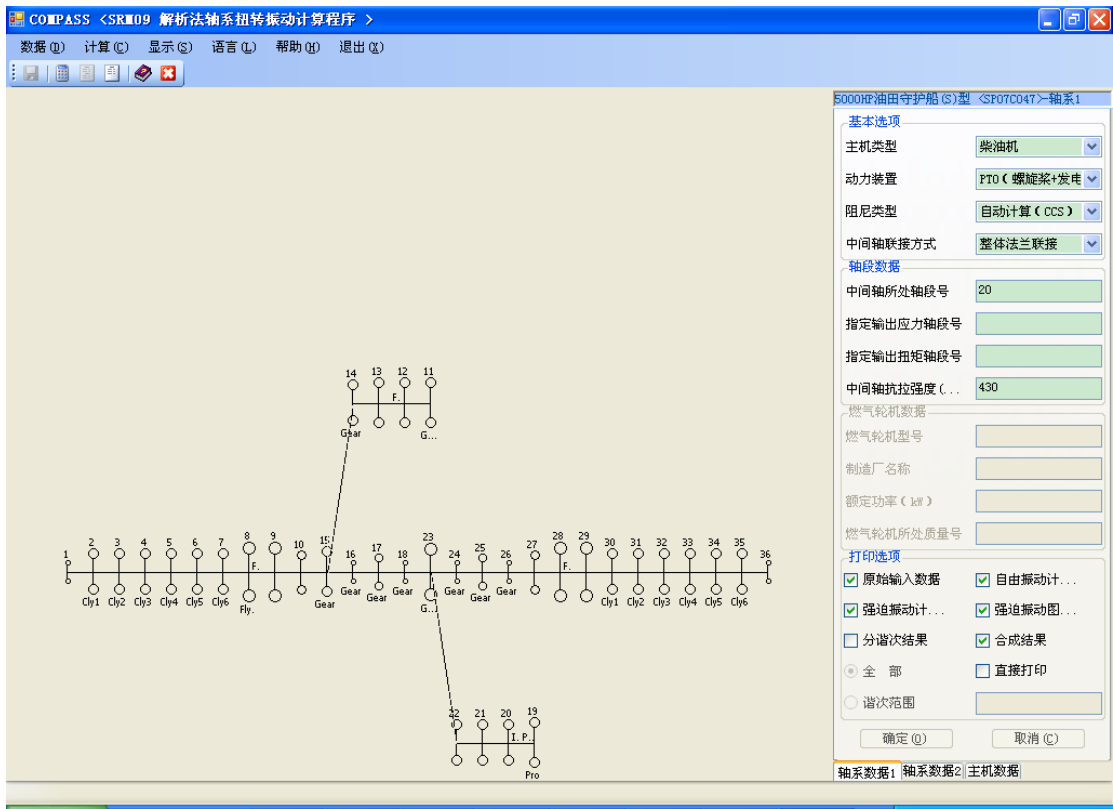


图 3.2

- 输入数据
  - ◆ 轴系数据1
    - ★ 基本选项
      - ◎ 主机类型
        - △ 柴油机
        - △ 燃气轮机
      - ◎ 动力装置
        - △ 螺旋桨
        - △ 发动机
        - △ PTO
        - △ 喷水推动器
        - △ 空气螺旋桨
        - △ 垫升风机
        - △ 水力测功器
        - △ 泵
        - △ 离合器脱排
        - △ 多种装置并存
      - ◎ 阻尼方式
        - △ Man B&W

- △ New Sulzer
  - △ 自动计算 (CCS)
  - △ 绝对阻尼值
  - ◎ 中间轴联接方式
    - △ 整体法兰联接
    - △ 过盈套合联轴器
    - △ 键槽
- ★ 轴段数据
  - ◎ 中间轴所处轴段号
  - ◎ 指定输出应力轴段号
  - ◎ 指定输出扭矩轴段号
  - ◎ 中间轴抗拉强度
- ★ 燃气轮机数据
  - △ 燃气轮机型号
  - △ 制造厂名称
  - △ 额定功率
  - △ 燃气轮机所处质量号
- ★ 打印选项
  - ◎ 原始输入数据
  - ◎ 自由振动计算结果
  - ◎ 强迫振动计算列表
  - ◎ 强迫振动图形结果
  - ◎ 合成结果
  - ◎ 分谐次结果
  - ◎ 直接打印
- ◆ 轴系数据2
  - ★ 轴段数据
    - ◎ 发电机数据
    - ◎ 螺旋桨数据
    - ◎ 垫升风机数据
    - ◎ 弹性联轴器数据
    - ◎ 减振器数据
    - ◎ 齿轮箱数据
    - ◎ 喷水推进器数据
    - ◎ 空气螺旋桨数据
    - ◎ 水力测功器数据
    - ◎ 泵数据
    - 分支数据
- ◆ 主机数据
  - ★ 主机数据
    - △ 柴油机型号
    - △ 汽缸排列方式
    - △ 冲程数
    - △ 柴油机工况



- △ 额定功率
- △ 额定转速
- △ 最低稳定转速
- △ 汽缸直径
- △ 回转半径
- △ 连杆长度
- △ 单杠往复质量
- △ 机械效率
- △ 柴油机第一气缸所处质量号
- △ 曲轴应力输出的轴段号
- △ 曲轴抗拉强度
- △ 汽缸间不连续质量号
- ★ 发火与激励
  - ◎ 气缸发火数据
  - △ 激励选择
  - △ 柴油机型号
  - ◎ 激励数据
- 计算
- 显示计算结果
- 打印模型数据和计算结果
- 中英文界面转换
- 帮助
  - ◆ 内容（本用户手册）
  - ◆ 关于 ... （本程序版权信息）
    - △ 版本序列号

## 4 输入数据

### 4.1 操作界面及布局

- 系统主界面中包括：标题栏、功能菜单、快捷功能按钮、数据显示与编辑区、轴系当量图区、轴系单元信息区、状态提示区，如图 4.1 所示。



图 4.1 SRM09 三级主界面

**标题栏：**位于窗口的顶端，显示当前工作的模块的名称。

**功能菜单：**位于标题栏下方，菜单项分别有【数据】、【计算】、【显示】、【语言】、【帮助】、【退出】等。

- 【数据】实现数据保存
- 【计算】计算并显示报告
- 【显示】内有显示输入的数据和计算报告子菜单项，其中输入的数据用于显示当前用户输入的数据；计算报告则用于显示计算后的结果
- 【语言】内有简体中文和英语两个菜单项，其中简体中文用于切换当前的界面为中文界面；英语则切换当前界面为英文界面

- **【帮助】**显示操作指南及版本信息
- **【退出】**退出三级界面，返回二级界面

**快捷功能按钮：**位于功能菜单下方，提供常用操作功能的快捷使用方式。

**数据显示与编辑区：**位于窗口中部的右半部，用于输入、修改和显示相关数据。数据区最上方显示当前的船名、控制号和轴系名称，当鼠标移到其上时，状态提示栏显示出当前操作的数据文件名。

**轴系当量图区：**位于窗口中部的左半部下方，主要用于显示轴系当量图，可对图形做一定的操作。

**轴系部件信息区：**位于窗口左半部下方，列出该轴系的各类部件所处单元号信息。

**状态提示栏：**显示操作状态或输入数据的限制条件。

## 4.2 输入数据

- 在窗口中部的右半部分为数据输入区域，共有**【轴系数据1】**、**【轴系数据2】**和**【主机数据】**三个部分。
- 用户输入数据时，可以按“TAB”键或“ENTER”键使光标从一个数据录入控件转入下一个数据录入控件。
- 在选择不同的计算时，界面中相应部分的控件会变得可用。如果不进行某项计算，则与其相关的栏目则会禁用，无需用户输入。

### 4.2.1 轴系数据 1

- 初始启动 SRM04 窗口时，系统自动定位在**【轴系数据 1】**页，在其中可以输入“基本选项”、“轴段数据”、“燃气轮机数据”基本信息，并可设置“打印选项”，如图 4.2 所示。
- “打印选项”可设置计算报告的内容及输入设备，计算时只按打钩的内容生成计算报告，报告可在屏幕上显示，也可直接打印，由“直接打印”选项确定。

1000吨级 I 型中国海监船 <SP036198>轴系1

**基本选项**

主机类型: 柴油机

动力装置: 螺旋桨

阻尼类型: 自动计算 (CCS)

中间轴联接方式: 整体法兰联接

**轴段数据**

中间轴所处轴段号: 22

指定输出应力轴段号: 23

指定输出扭矩轴段号:

中间轴抗拉强度 (M. Pa): 430

**燃气轮机数据**

燃气轮机型号:

制造厂名称:

额定功率 (kW):

燃气轮机所处质量号:

**打印选项**

☒ 原始输入数据 ☒ 自由振动计算结果

☒ 强迫振动计算列表 ☒ 强迫振动图形结果

☐ 分谐波结果 ☒ 合成结果

☒ 全部 ☐ 直接打印

☐ 谐波范围

确定 (O) 取消 (C)

轴系数据1 轴系数据2 主机数据

图 4.2 轴系数据 1 页

✧ “基本选项”中有“主机类型”、“动力装置”、“阻尼类型”和“中间轴联接方式”基本信息供选择。

- ◆ “主机类型”下拉列表，有柴油机和燃气轮机两项选择，默认项为柴油机。选择燃气轮机时，程序将只进行轴系模型的自由振动计算，此时强迫振动计算所要求的数据项将被屏蔽，输入操作无效。
- ◆ “动力装置”下拉列表，用于选择轴系的动力装置，共有 10 项选择，分别为螺旋桨、发电机、PTO、喷水推进器、空气螺旋桨、垫升风机、水力测功器、泵、离合器脱排和多种装置并存。默认项为螺旋桨。
- ◆ “阻尼类型”下拉列表，用于选择轴系进行强迫振动计算时，采用何种阻尼形式进行计算。共有四种选择，分别为 Man B&W、New Sulzer、自动计算 (CCS) 和阻尼绝对值。选择不同的阻尼形式，程序提供不同的阻尼输入界面。当选择 CCS 项时，轴系阻尼程序根据 CCS 的《船舶振动控制指南》中关于扭振阻尼计算公式自动计算。本下拉列表的默认项为 Man B&W。

- ◆ “中间轴联接方式”下拉列表，用于选择中间轴的连接方式，用于计算 CCS 规范对中间轴的许用应力值。共有三项，分别为整体法兰联接、过盈套合连轴器和键槽。
- ✧ “打印选择”用于选择轴系计算模式，选择“自由振动计算结果”项，程序只进行自由振动计算，选择“强迫振动计算结果”项，程序既进行自由振动计算又进行强迫振动计算。还有“分谐次结果”和“合成结果”选项，选择“分谐次结果”项，可以在文本框中输入“谐次范围”值。还可以将计算结果直接打印。
- ✧ “轴段数据”中，“指定输出应力轴段号”文本框用于输入指定某一轴段振动应力输出，“指定输出扭矩轴段号”文本框用于输入指定某一轴段振动扭矩输出。
- ✧ 如果在“主机类型”中选择了“燃气轮机”，则在“燃气轮机数据”下的文本框中填入相应的信息。

## 4.2.2 轴系数据 2

- 【轴系数据 2】页分成上下两个部分，上半部分是“轴段数据”，下半部分是一个轴段的部件信息，如图 4.3 所示。

1000吨级 I 型中国海监船 <SP036198>轴系1

**轴段数据**

单元号	惯量 (kg.m <sup>2</sup> )	柔度 (E-10 rad/N.m)	外径 (mm)	内径 (mm)	速比
17	1.24	1371.9	90.0	0.0	0.662
18	0.43	0	10...	0.0	0.662
19	1.02	498	155.0	0.0	1.0
20	0.73	0	10...	0.0	1.0
21	4.91	2288.3	234.0	0.0	3.833
22	0.63	110050	174.0	0.0	3.833
23	0.43	110380	174.0	0.0	3.833

**第 20 单元所含部件**

☒ 齿轮    ☐ 减震器    ☐ 喷水...    ☐ 水力...  
☐ 螺旋桨    ☐ 弹性...    ☐ 空气...    ☐ 垫升风机  
☐ 发电机    ☐ 泵    ☐ 无部件

☒ 有分支

**分支数据**    **齿轮数据**

第 1 分支点    分支点所处质量号 20  
设置该分支的数据：

No.	末端质量号	总质量数
1	15	5

确定 (O)    取消 (C)

轴系数据1    轴系数据2    主机数据

图 4.3 轴系数据 2 页

- 轴系单元表格数据可以直接用鼠标定位到要操作的行列，也可以用“↑”、“↓”、“←”、“→”光标键移动到要操作的行列；
- 当轴系单元表格数据中当前行变化时，轴系当量图的当前单元也对应同步变化，当量图中相应的单元获得焦点并且颜色变蓝。
- 反之，当用户单击轴系当量图中的一个单元时，在轴段数据表格编辑框中的相应记录行中的单元也将获得焦点。
- 选中任一个单元号，会显示该单元所含部件的信息，可以输入轴系各部件的数据，如图 4.4 所示。

5000HP油田守护船(S)型 <SP07C047>轴系1

轴段数据

单元号	惯量 I (kg.m <sup>2</sup> )	柔度 E (E-10 rad/N.m)	外径 D (mm)	内径 D (mm)	速比
11	100.916	690.4503...	125.0	0.0	0.6
12	5.391	34281.79...	999.0	0.0	0.6
13	24.472	559.8226...	125.0	0.0	0.6
14	2.361	0	1000.0	0.0	0.6
15	3.97	276.3430...	250.0	0.0	1.0
16	1.9	0	1000.0	0.0	1.0
17	2.8672	491.6058...	250.0	0.0	1...
18	0.7385	0	1000.0	0.0	1...
19	71.6	42337.00...	215.0	0.0	4...
20	0.416	127388.5...	195.0	0.0	4...

第 11 单元所含部件

☐ 齿轮
 ☐ 减震器
 ☐ 喷水...
 ☐ 水力...

☐ 螺旋桨
 ☐ 弹性...
 ☐ 空气...
 ☐ 垫升风机

☒ 发电机
 ☐ 泵
 ☐ 无部件

☐ 有分支

发电机数据

发电机所处质量号 11  
 发电机类型 AC  
 发电机型号  
 制造厂名称 Newage International  
 发电机额定功率 (kW) 100  
 发电机电极对数 (AC) 2

确定 (Q) 取消 (C)

轴系数据1 轴系数据2 主机数据

图 4.4 轴系部件数据

- ✧ 如图 4.5 所示，“第 19 单元所含部件”中“螺旋桨数据”的基本信息。
- ◆ 三个文本框分别用于输入“螺旋桨叶片数”、“螺旋桨所处的质量号”及“螺旋桨轴的抗拉强度”。
- ◆ “螺旋桨类型”单选按钮区，用于选择螺旋桨的类型，是定距桨还是可调桨。
- ◆ “螺距状况”单选按钮区，用于选择当前计算工况下螺旋桨的螺距状况，是零螺距还是满螺距。只有螺旋桨为可调桨时，该区才不会被屏蔽。
- ◆ “考虑螺旋桨激励”选择框，用于选择当前轴系的强迫振动计算是否考虑螺旋桨的激励。若选择了则程序在计算时，将考虑螺旋桨的激励。

图 4.5 螺旋桨数据

- ✧ 如果选中“有分支”选项，则可输入分支数据，如图 4.6 所示。

No.	末端质量号	总质量数
1	11	4

图 4.6 分支数据

- ✧ 如图 4.7 所示，“第 14 单元所含部件”中“齿轮”的基本信息。
- ◆ 三个文本框分别用于输入“被动轮所处质量号”、“输出扭矩齿轮质量号”和

“齿合齿轮速比”。当未输入要求输出扭矩的轴段号时，程序将不计算当前齿轮对的啮合振动扭矩。

图 4.7 齿轮数据

✧ 如图 4.8 所示，“第 10 单元所含部件”中“减振器”的基本信息。

- ◆ “减振器类型”下拉列表，用于选择当前减振器的类型。分别为 Normal(Absolute)、Normal (Relative)、Viscous Damper 和 MWM Damper。
- ◆ 三个文本框用于输入“减振器型号”、“制造厂名称”和“绝对阻尼值”。
- ◆ 对于 Viscous Damper 要求输入“惯性轮惯量”和“减振器外壳惯量”。
- ◆ 对于 MWM Damper 要求输入“刚度因子”和“阻尼因子”。

图 4.8 减振器数据



✧ 如图 4.9 所示，“第 10 单元所含部件”中“弹性联轴器”的基本信息。

- ◆ “联轴器类型”下拉列表，用于选择联轴器的类型。分别为 Normal(Absolute)、Normal (Relative) 和 Geislinger Coupling。
- ◆ 对于 Normal(Absolute)，要求输入“绝对阻尼值”、“持续许用扭矩”和“瞬时许用扭矩”。
- ◆ 对于 Normal(Relative)，要求输入“相对阻尼值”、“持续许用扭矩”和“瞬时许用扭矩”。
- ◆ 对于 Geislinger Coupling，要求输入“特征频率”、“额定扭矩”和“静态刚度”。

图 4.9 弹性联轴器数据

✧ 如图 4.10 所示，“第 10 单元所含部件”中“垫升风机”的基本信息。在跳出的窗口中输入垫升风机的数据。



图 4.10 垫长风机数据

✧ 如图 4.11 所示，“第 10 单元所含部件”中“发电机”的基本信息。

- ◆ “发电机型号”下拉列表，用于选择发电机的类别，是直流（DC）还是交流（AC）发电机。
- ◆ “发电机额定功率”文本框用于输入发电机的输出额定功率。当柴油机只带动发电机时，本文本框将被隐藏，不可见，此时发电机功率自动根据柴油机功率进行换算。
- ◆ 对于交流发电机，要求输入“发电机电对数”。



图 4.11 发电机数据

### 4.2.3 主机数据

- 【主机数据】页分成上下两个部分，上半部分为主机类型，下半部分为主机数据和发火与激励数据，如图 4.12 所示。

主机序号	主机类型
1	Diesel Engine

主机数据	
柴油机型号	6S60MC
汽缸排列方式	Single
冲程数	2 Stroke
柴油机工况	Normal
额定功率 (kW)	9021.00
额定转速	90.00
最低稳定转速	15.00
汽缸直径	600.00
回转半径	1146.00
连杆长度	2628.24
单缸往复质量	1111.4
机械效率	0.85
柴油机第一缸所处单元号	3
曲轴应力输出的轴段号	8
曲轴抗拉强度 (M. Pa)	600.0
汽缸间不连续质量单元号	

确定 (O)      取消 (C)

轴系数据1 轴系数据2 主机数据

图 4.12 主机数据页

- ✧ “主机数据”选项卡中显示了柴油机的数据输入界面。
  - ◆ “柴油机型号”文本框。
  - ◆ “汽缸排列方式”下拉列表用于选择柴油机是 Single 还是 V-Type。默认项为 Single。

- ◆ “冲程数”下拉列表用于选择柴油机的冲程数。默认项为 2 Stroke。
- ◆ “柴油机工况”下拉列表用于选择柴油机当前计算时的运行工况，是正常还是熄火。
- ◆ “最低稳定转速”文本框用于输入主机的最小稳定转速。
- ◆ “曲轴应力输出的轴段号” 文本框用于选择曲轴振动应力的输出。若输入曲轴的轴段号，则计算结果将只输出该曲轴的振动应力。若本文本框输入为 0 或空，则计算结果将输出本台柴油机所有曲轴的振动应力。
- ◆ 本界面正上方标签显示当前柴油机在模型中的“主机序号”及“主机类型”。

☆ “发火和激励”选项卡的内容，如图 4.13 所示。

1000吨级 I 型中国海监船 <SP036198>轴系1

主机序号	主机类型
1	Diesel Engine

主机数据

发火和激励

单列机

气缸号	发火角
1	0.00
2	80.00
3	640.00
4	160.00
5	560.00
6	240.00

激励选择

CCS (Auto)

柴油机型号

人工输入

激励序号	转速 (rpm)	压力 (bar)

确定 (O)

取消 (C)

轴系数据1

轴系数据2

主机数据

图 4.13 发火和激励数据

- ◆ “单列机”栏中显示了“汽缸号”和相应的“发火角”。

- ◆ “激励选择”下拉列表，用于选择激励方式。
- ◆ 选择相应的 B&W 柴油机机型，程序将自动调用本程序数据库的相应激励系数（激励系数由 B&W 提供）供强迫振动计算用。若下拉列表中没有所要求计算的柴油机型号，本程序已提供激励系数调用接口，用户可以根据附录（一）提供的数据文件格式，建立相应的数据文件。点击“柴油机型号”后的导入按钮，导入数据的窗口，如图 4.14 所示。
- ◆ 选择相应的 SULZER 柴油机机型，程序将自动调用本程序数据库的相应激励系数（激励系数由 SULZER 公司提供）供强迫振动计算用。若下拉列表中没有所要求计算的柴油机型号，本程序已提供激励系数调用接口，用户可以根据附录（二）提供的数据文件格式，建立相应的数据文件。
- ◆ 选择 CCS 菜单，程序将采用 CCS 形式的激励系数进行轴系的强迫振动计算。激励系数程序自动调用。
- ◆ 选择 other 菜单，程序将调用外部的激励系数数据文件，供强迫振动计算用。数据文件可由用户自行编写。此处输入的激励系数数据是“激励序号”、“转速”和“压力”。数据文件格式见附录（三）。



图 4.14 激励参数

- ☆ “激励参数”管理的操作
- ◆ 已有的激励参数的导入：分两步，1) 先点击右上“数据文件”框右边

的按钮，弹出对话框选择要导入的文件，“数据文件”框和“柴油机型号”框内分别会显示出文件名及柴油机型号；2）再点击“导入”按钮。导入后左上的“柴油机型号”列表内出现新导入的柴油机型号，并且下方激励数据浏览编辑框内显示相应的激励参数。

- ◆ 新增激励数据：分五步：1）先左上“激励方式”中选择要新增的激励数据的激励方式；2）再在右上“柴油机型号”框内输入要新增的激励数据的柴油机型号；3）再按中间的“<<增加”按钮，将新增的激励数据的柴油机型号加入到“柴油机型号”列表内；4）在下方设置激励数据的“行数”和“列数”，并击“<<设置”按钮；5）在下方激励数据浏览编辑框内输入激励数据。

### 4.3 数据打印说明

- 单击【计算】按钮后，程序进入计算状态，计算完毕后会在屏幕上显示如图 4.15 所示的打印预览界面。



图 4.15 打印预览界面

- 工具栏上有【打印】、【放大】、【缩小】和【关闭预览窗口】四个按钮。

单击【打印】按钮则可以进行打印操作。

单击【放大】按钮则可以放大当前视图中的页面。

单击【缩小】按钮则可以缩小当前视图中的页面。

单击【关闭预览窗口】则可以返回到数据输入界面。

## 4.4 计算结果保存

- 如果您需要保存结算结果，则可以安装 PDF 打印机，然后再如图 4.4 所示的界面中，单击【打印】按钮，在随后出现的“选择打印机”对话框中选择“Acrobat PDF Printer”打印机即可。
- 若在“轴系数据 1”页中的“打印选项”中选择了“直接打印”，则计算结果直接打印。

## 5 保存数据文件

- 单击主菜单中的【数据】菜单下的【保存】菜单项，便将当前轴系的数据存入磁盘中。

## 6 计算结果输出说明

### 6.1 屏幕输出

- 单击菜单栏上的【计算】项，程序即进行计算，计算完成后自动显示计算结果，或单击【显示】上的“计算报告”，也同样会显示计算结果。

### 6.2 帮助

- 在主菜单中选择【帮助】下的“内容”，则调用本程序“用户手册”。
- 在主菜单中选择【帮助】下的“关于”，则显示本程序的版权信息和版本序列号。

## 7 运行环境

- 程序可以运行在 Windows 9x、Windows NT、Windows 2000 以及 Windows XP、Vista

等版本。

- 桌面区域为 800X600 像素以上。
- 在英文 Windows 环境下，使用中文界面时，要求有中文平台。
- 打印机无特别限制。如果需要保存打印结果，则需要安装 PDF 打印机。