

# 《结构力学》求解器使用说明

## 一、简介

结构力学求解器 (SM Solver for Windows) 是一个面向教师、学生以及工程技术人员的计算机辅助分析计算软件, 其求解内容包括了二维平面结构 (体系) 的几何组成、静定、超静定、位移、内力、影响线、自由振动、弹性稳定、极限荷载等经典结构力学课程中所涉及的所有问题, 全部采用精确算法给出精确解答。本软件界面方便友好、内容体系完整、功能完备通用, 可供教师拟题、改题、演练, 供学生作题、解题、研习, 供工程技术人员设计、计算、验算之用, 可望在 21 世纪的教学改革中发挥其特有的作用。

## 二、求解功能

求解功能分为自动求解和智能求解两类:

### 1. 自动求解功能

(1) 平面体系的几何组成分析, 对于可变体系可静态或动画显示机构模态;

(2) 平面静定结构和超静定结构的内力计算和位移计算, 并绘制内力图 and 位移图;

(3) 平面结构的自由振动和弹性稳定分析, 计算前若干阶频率和屈曲荷载, 并静态或动

画显示各阶振型和失稳模态;

(4) 平面结构的极限分析, 求解极限荷载, 并可静态或动画显示单向机构运动模态;

(5) 平面结构的影响线分析, 并绘制影响线图。

### 2. 智能求解功能

(1) 平面体系的几何构造分析: 按两刚片或三刚片法则求解, 给出求解步骤;

(2) 平面桁架的截面法: 找出使指定杆成为截面单杆的所有截面;

(3) 平面组合结构的求解: 按三种模式 (所有杆件内力、作弯矩图所需的所

有内力、指定杆件内力)求解;以文字形式或图文形式给出求解方法步骤。

### 三、技术性能

#### 1. 运行环境

一般 PC, Windows98/Me/NT/2000/2003/XP, 32MB 内存, 10MB 硬盘空间(工程版求解大问题时需更多的内外存储空间)。

#### 2. 版本区别

目前有两个版本:学生版和工程版。学生版解题规模有限制,最多 80 个单元。工程版解题规模无此限制,可以求解更大规模的工程问题。

### 四、装机与运行

在 Windows 环境下,解压求解器,在自动播放弹出的菜单中,直接运行 Starter.exe 文件即可。

### 五、使用帮助

用户可以用以下几种方式获得使用帮助:建议事先观看《结构力学》视频帮助中的快速入门,可以很快上手。

建议第一次运行时,先调入“入门向导.inp”数据文件,做法如下:依次选菜单:“文件”、“打开”,找到“入门向导.inp”文件,确定后打开。该文件中包含了两个例题以及创建该例题的详细操作步骤。第一个例题包含了由几何组成分析一直到极限荷载各类问题的所有数据,第二个例题是一个几何可变体系的例子,用以展示可变体系的动画效果。

可随时调用联机帮助而获得其他有关的说明和帮助信息。

### 六、命令指南

使用求解器时,需要用户在编辑器中输入命令用以定义要求解的问题。对于一般用户来讲,建议采用对话框的方式来输入和修改命令,这样可不必关心命令格式。但由于本书中几乎所有用求解器求解的例题都是用命令文档的形式来描述和定义的,因此为了用户参阅的方便,这里给出求解器中输入命令的语法和格式。

## 1. 格式说明

1) 命令集在功能上分为两类：分析求解命令和辅助显示命令。分析求解命令对于求解问题是必需的，如结点、单元定义等；而辅助显示命令只是对浏览器的显示增加一些功能，与问题求解无关，如尺寸线标注等。以下将两类命令一并列出。

2) 为了简化键入命令，很多命令设置了可缺省项。可缺省项用[···]标出。

3) 每一条命令都以关键词为先导，关键词允许为英文字符或中文汉字。以下用中文关键词作标题，而在命令格式中采用英文字符关键词。因此，若要采用中文关键词，只需将中文标题代替命令行中的关键词即可，如：“n, 1, 0, 0”和“结点, 1, 0, 0”是完全等效的。

4) 中英文关键词对照表中给出。英文关键词可用大写字母，也可用小写字母。

5) 变量定义只定义实型变量，输入时格式很宽松，如：5、5.0、5.0E0 都是等效的，还可以直接引用已经定义了的变量名。

6) 凡是需要输入实型数的（如坐标值，荷载值等），都可以输入变量名，但该变量必须已经定义并赋值。

7) 命令集将随着求解器的升级而不断更新，若发现与此处不符的命令，务请查看光盘上联机帮助中的最新版本。

## 2. 命令格式

命令行

注释

问题标题

TITLE, Ttext

Ttext, 标题文本(小于 75 个字符)。

注释

C Ctext

Ctext, 注释文本(小于 75 个字符)。

注：C 后应留一空格，或加一个逗号。

变量定义

LET, VarName=Formula, VarName=Formula[, ...]

VarName, 变量名；

Formula, 算术表达式（按 Fortran 语言语法）。

## 结点

N, Nnode, x, y

Nnode , 结点编码;

x , 结点的 x 坐标;

y , 结点的 y 坐标。

## 结点填充

FILL[, N1, N2[, Nfill, Nstart, Nincr]]

N1,N2 , 定义填充范围的两个结点码 ( $N1 < N2$ ), 缺省值为最新定义的两个结点码;

Nfill , 要填充的结点数, 缺省值= $N2 - N1 - 1$ ;

Nstart , 填充结点的起始编码, 缺省值= $N1+1$ ;

Nincr , 填充结点的编码增量, 缺省值=1。

## 结点生成

NGEN, Ngen, Nincr, N1, N2, N12incr, Dx, Dy

Ngen , 结点生成的操作次数;

Nincr , 每次生成的结点码增量;

N1, N2, 基础结点范围;

N12incr , 基础结点的编码增量;

Dx, Dy, 生成结点的 x, y 坐标增量。

## 单元 (两种格式)

E, N1, N2[, DOF11, DOF12, DOF13, DOF21, DOF22, DOF23]

N1, N2, 单元两端的结点码;

以下连接方式: 1 为连接, 0 为不连接:

DOF11, 单元在杆端 1 处的 x 方向自由度的连接方式, 缺省值=1;

DOF12, 单元在杆端 1 处的 y 方向自由度的连接方式, 缺省值=1;

DOF13, 单元在杆端 1 处的转角方向自由度的连接方式, 缺省值=0;

DOF21, 单元在杆端 2 处的 x 方向自由度的连接方式, 缺省值=1;

DOF22, 单元在杆端 2 处的 y 方向自由度的连接方式, 缺省值=1;

DOF23, 单元在杆端 2 处的转角方向自由度的连接方式, 缺省值=0。

E, N1, N2[, NType1[, Alpha1], NType2[, Alpha2]]

N1, N2, 单元两端的结点码;

NType1, 单元在杆端 1 处的连接类型, 缺省值=2; NType1=2, 铰结;

NType1=3, 固结;

NType1=4, 自由;

NType1=5, 竖向自由;

NType1=6, 横向自由;

NType1=7, 斜向自由;

NType1=8, 斜向连结;

Alpha1 , 当 NType1=7 或 8 时, 斜向连结 (或自由) 的倾斜角;

NType2 , 杆端 2 处的连接类型, 缺省值=2;

Alpha2 , 当 NType2=7 或 8 时, 斜向连结 (或自由) 的倾斜角。

注: 以上两单元定义命令可混合使用, 例如采用如下格式:

E, N1, N2, NType1[,Alpha1], DOF21, DOF22, DOF23

E, N1, N2, DOF11, DOF12, DOF13, NType2[,Alpha2]

#### 单元生成

EGEN, Ngen, E1, E2, Nincr

Ngen , 生成次数;

E1, E2 , 基础单元范围;

Nincr , 生成中单元两端点对应的结点码增量;

注: 生成后的单元刚度、质量和极限弯矩等均同基础单元。

#### 结点支承

NSUPT, Sn, Stype, Sdir[, Sdisx, Sdisy, SdixR]

Sn, 支承的结点码;

Stype, 支承类型, 参见求解器“支座约束”窗口中的图示;

Sdir, 支承方向, 以图示方向为零, 绕结点逆时针旋转为正;

Sdisx, x 方向的支座位移, 缺省值=0;

Sdisy, y 方向的支座位移, 缺省值=0;

SdisR, 转角方向的支座位移, 缺省值=0。

#### 杆端支承

ESUPT, Selem, SelemEnd, Stype [ [, Sdir] , Sdisx [ , Sdisy [ , SdixR ] ] ]

Selem, 单元编码;  
SelemEnd, 单元杆端;  
Stype, 单元杆端约束类型;  
    Stype=1, x 方向;  
    Stype=2, y 方向;  
    Stype=3, 转角方向;  
    Stype=4, x 方向、y 方向和转角方向;  
    Stype=5, 斜向;  
Sdir, 支座方向, 仅当 Stype=5 时需输入;  
Sdisx, x 方向的支座位移, 缺省值=0;  
Sdisy, y 方向的支座位移, 缺省值=0;  
SdisR, 转角方向的支座位移, 缺省值=0。

#### 结点弹簧

NSPR, Sn, Stype, Sdir[, Stiffx [, Stiffy [, StiffR] ] ]

Sn, 支承的结点码;  
Stype, 支承类型, 参见求解器“支座约束”窗口中的图示;  
Sdir, 支承方向, 以图示方向为零, 绕结点逆时针旋转为正;  
Stiffx, x 方向弹簧刚度;  
Stiffy, y 方向弹簧刚度;  
StiffR, 转角方向弹簧刚度 (暂不支持此功能)。  
注: 弹簧支承仅支持线弹簧, 暂不支持转动弹簧。

#### 杆端弹簧

ESPR, Selem, SelemEnd, Stype [ [, Sdir] ,Stiffx [, Stiffy [, StiffR] ] ]

Selem, 单元编码;  
SelemEnd, 单元杆端;  
Stype, 单元杆端弹簧类型;  
    Stype=1, x 方向;  
    Stype=2, y 方向;  
    Stype=3, 转角方向;  
    Stype=4, x 方向、y 方向和转角方向;

Stype=5, 斜向;

Sdir, 弹簧支承方向, 仅当 Stype=5 时需输入;

Stiffx, x 方向的弹簧刚度;

Stiffy, y 方向的弹簧刚度;

StiffR, 转角方向的弹簧刚度 (暂不支持功能)。

注: 弹簧支承仅支持线弹簧, 暂不支持转动弹簧。

#### 结点荷载

NLOAD, Ln, Ltype, Lsize[, Ldir]

Ln, 荷载作用的结点码;

Ltype, 荷载类型;

Ltype= 1 (-1), 集中荷载, 指向 (背离) 结点;

Ltype= 2 (-2), 逆时 (顺时) 针方向的集中力矩;

Lsize, 荷载大小;

Ldir, 荷载方向 (度), 仅当 Ltype=1 或-1 时输入, 缺省值=0。

#### 单元荷载

ELOAD, Ln, Ltype, Lsize1[, Lsize2[, Lpos1[, Lpos2[,Ldir]]]]

Ln, 荷载作用的单元码;

Ltype, 荷载类型;

Ltype=1 (-1), 集中荷载, 指向 (背离) 单元;

Ltype=2 (-2), 集中力矩, 逆时 (顺时) 针方向;

Ltype=3 (-3), 均布荷载, 指向 (背离) 单元;

Ltype=4 (-4), 均布力矩, 逆时 (顺时) 针方向;

Ltype=5 (-5), 线性荷载, 指向 (背离) 单元;

Ltype=6 (-6), 线性力矩, 逆时 (顺时) 针方向;

Lsize1, Lsize2, 荷载大小;

当 Ltype=1, -1, 2, -2, 3, -3, 4, -4 时, 输入 Lsize1 ;

当 Ltype=5, -5, 6, -6 时, 输入 Lsize1 及 Lsize2 ;

Lsize1, 荷载起点的大小;

Lsize2, 荷载终点的大小;

Lpos1, 荷载起点至单元杆端 1 的距离与单元杆长的比值, 缺省值=0;

Lpos2 , 荷载起点至单元杆端 1 的距离与单元杆长的比值, 缺省值=1;  
Ldir , 荷载方向 (度), 仅当 Ltype=1, 3, 5 或-1, -3, -5 时输入,  
缺省值=0。

#### 单元材料性质

ECHAR, ElemStart, ElemEnd, EA, EI, m, Mu, GA

ElemStart, 单元起始码;

ElemEnd , 单元结束码;

EA , 单元抗拉刚度;

EA=0, 抗拉刚度未定义;

EA= -1, 抗拉刚度无穷大;

EI , 单元抗弯刚度;

EI=0, 抗弯刚度未定义;

EI= -1, 抗弯刚度无穷大;

m, 单元的均布质量;

m=0, 均布质量未定义; m= -1, 均布质量无穷大;

Mu, 单元的极限弯矩;

Mu =0, 极限弯矩未定义;

Mu = -1, 极限弯矩无穷大;

GA, 单元的抗剪刚度;

GA= - 1, 不考虑剪切变形, 等效于抗剪刚度无穷大。

#### 集中质量

NMASS, N1, N2, MassValue

N1, N2, 起始结点码和终止结点码;

MassValue , 集中质量值。

#### 单元温度改变

ETL0D, ElemStart, ElemEnd, T0, dT, Talpha, Height

ElemStart, 单元起始码;

ElemEnd, 单元结束码;

T0, 单元杆件中性层的温度改变;

dT, 单元杆件上下表面温差: T 上表面-T 下表面;



上表面为局部坐标  $y > 0$  的一侧；

Talpha, 线膨胀系数；

Height, 截面的高度（仅限矩形截面）。

#### 自振频率参数

FREQ, Nfreq, FreqStart, Tol

Nfreq, 欲求的频率数目；

FreqStart, 频率起始阶数；

Tol, 精度误差限。

#### 屈曲荷载参数

CRIT, Ncrit, CritStart, Tol

Ncrit, 欲求的屈曲荷载数目；

CritStart, 屈曲荷载起始阶数；

Tol, 精度误差限。

#### 极限荷载参数

LIMIT, Tol

Tol, 精度误差限。

#### 影响线参数

IL, LoadDOF, En, pos, Fdof

LoadDOF, 单位荷载的方向（整体坐标）：1 为水平，2 为竖直，3 为转角；

En, 单元码；

pos, 单元上的截面位置：距杆端 1 的距离与杆长 L 之比；

Fdof, 欲求影响线的内力自由度（局部坐标）：1 为轴力，2 为剪力，3 为弯矩。

#### 定制结点码

NNUM, Nn1, Label1[, Nn2, Label2, . . . ]

Nn1, Nn2, . . . 结点编码；

Label1, Label2, . . . 用户定制的结点名（可为字符串）。

#### 定制单元码

ENUM, En1, Label1[, En2, Label2, . . . ]

En1 , En2 , . . . 单元编码;  
Label1, Label2, . . . 用户定制的单元名 (可为字符串)。

#### 尺寸线

DIM, Pos, a1, a2, italic, bold , FontSize , x1,y1 , Label1, x2,y2 [, Label2, x3,y3  
[, ...] ]

Pos , 标注位置: 1 在线之上, 2 在线之下;  
a1, a2, 上、下引线长;  
italic, bold, 是否斜体、粗体, 1 为是、0 为否;  
FontSize, 字体大小 (磅);  
x1,y1 , x2,y2 ,... 尺寸线起始和终止 (整体) 坐标;  
Label1, Label2, ... 尺寸线标注字符串。

#### 文本

TXT, x,y , String, italic, bold, FontSize  
x , y , 文本左上角的位置 (整体) 坐标;  
String, 文本字符串;  
italic, bold , 是否斜体、粗体, 是为 1, 否为 0;  
FontSize, 字体大小 (磅)。

#### 结束问题

END

结束当前问题 (开始下一个问题)。

## 七、致谢

本使用说明参阅国家自然科学基金、国家杰出青年科学基金、教育部面向 21 世纪力学系列课程内容体系改革的研究与实践项目、教育部 96-750 项目、高等教育出版社以及清华大学等单位文献, 在此致谢!

## 中英文关键词对照表

英文关键词	中文关键词
TITLE	(问题标题, 暂无中文关键词)
C	(注释, 暂无中文关键词)
END	(结束问题, 暂无中文关键词)
LET	变量定义
N	结点
FILL	结点填充
NGEN	结点生成
E	单元
EGEN	单元生成
NSUPT	结点支承
ESUPT	杆端支承
NSPR	结点弹簧
ESPR	杆端弹簧
NLOAD	结点荷载
ELOAD	单元荷载
ETLOD	单元温度改变
ECHAR	单元材料性质
FREQ	自振频率参数
CRIT	屈曲荷载参数
LIMIT	极限荷载参数
IL	影响线参数
NNUM	定制结点码
ENUM	定制单元码
TXT	文本
DIM	尺寸线

注：英文关键词大小写均可。