

JSNT-S用户手册(v1.0)

编写：程汤培

校对：魏军侠

审核：邓力

北京应用物理与计算数学研究所

2015年3月

目 录

第 1 章 前言.....	1
1.1 程序简介.....	1
1.2 运行环境.....	1
1.3 程序安装.....	1
1.3.1 安装 JASMIN 框架.....	1
1.3.2 编译 JSNT-S.....	2
1.4 程序运行.....	2
第 2 章 输入输出数据说明.....	4
2.1 FIDOS 格式输入卡.....	4
2.2 GIP 格式宏观截面.....	4
2.3 JASMIN 程序输入文件.....	4
2.4 程序输出.....	7
第 3 章 测试检验.....	8
3.1 测试例题一：TORT K_{eff} 计算例题.....	8
3.2 测试例题二：TORT 固定源计算例题.....	9
3.3 测试例题三：Kobayashi 国际基准题.....	10
3.4 测试例题四：Takeda 国际基准题.....	11

第 1 章 前言

1.1 程序简介

JSNT-S 软件是一款主要针对反应堆屏蔽计算的三维结构网格中子/光子输运 Sn 模拟软件。当前，JSNT-S 软件主要支持计算固定源、临界本征值及伴随输运问题。在几何方面可支持二维、三维的直角几何、柱几何；数值格式方面支持加权差分格式；加速算法方面支持多种内外迭代加速算法；输入输出方面支持 FIDOS 格式输入卡以及 GIP 格式宏观截面输入，支持 K_{eff} 值、迭代收敛信息、材料、网格和通量等物理量的输出。此外，JSNT-S 还支持一些常用商业软件（比如 TORT）所不具备的功能，包括大规模并行计算以及后处理可视化分析等。在后续的版本中我们将逐步添加可视化建模等功能。

1.2 运行环境

程序名称: JSNT-S

版本号: 1.0

编程语言: C++, FORTRAN 77

适用机型: 笔记本, PC 机, 服务器, 工作站, 高性能计算机

操作系统: Linux 系统(如 Fedora, Redhat, Cent OS 等)

研制单位: 中物院高性能数值模拟软件中心

研制人员: JPTS 团队

1.3 程序安装

1.3.1 安装第三方库

JSNT-S 程序基于 JASMIN 框架研发，并采用 Teravap 进行后处理可视化。

因此，JSNT-S 安装前需要先安装 JASMIN 框架的第三方依赖库。下面以 64 位的 Centos-6.4 系统为例，对其安装过程进行简要说明。以普通用户身份登陆系统，进入第三方库安装文件 `jsnt-s-1.0.0-r44-dbg-A-centos-6.4-x86_64.sh` 所在目录，输入如下所示的命令：

```
sh jsnt-s-thirdparty-1.0.1-centos-6.4-x86_64.sh --prefix=/home/user/jsnt-s/
```

其中 `--prefix` 为用户指定的安装目录，要求当前用户具有该目录的读写权限。第三方库安装成功后，将在用户指定的目录下（例如 `/home/user/jsnt-s/`）生成如下子目录：`fftw-3.3.3`，`boost_1_55_0`，`hdf5-1.6.10`，`hypr-2.6.0b`，`sundials-2.3.0`，`jxpamg-1.1`，`mpich2-1.5`。

1.3.2 安装 JSNT-S

进入 JSNT-S 安装文件 `jsnt-s-1.0.0-r44-dbg-A-centos-6.4-x86_64.sh` 所在目录，输入如下所示的命令：

```
sh jsnt-s-1.0.0-r44-dbg-A-centos-6.4-x86_64.sh --prefix=/home/user/jsnt-s/
```

其中 `--prefix` 为用户指定的安装目录，要求当前用户具有该目录的读写权限。JSNT-S-v1.0 安装成功后，将在用户指定的下生成如下子目录：

- `bin`: 执行程序 JSNT-S-v1.0 生成目录；
- `docs`: 用户使用手册；
- `examples`: 示例模型。

`examples` 目录下又包含了多个子目录：

- `fixed-source`: 外源问题示例模型。
- `k-eigenvalue`: 临界问题示例模型。
- `adjoint`: 伴随问题示例模型。

1.4 程序运行

打开 JASMIN 输入文件 `JSNT-S-Input.input`，修改模型输入卡等文件相对于可执行程序的路径（见第二章的 2.3 节），并在执行程序目录下以终端方式运行

JSNT-S 软件。

```
jasminrun -np 进程数 ./JSNT-S-v1.0
```

第 2 章 输入输出数据说明

2.1 FIDOS 格式输入卡

JSNT-S 程序支持 FIDOS 格式的输入卡。关于 FIDOS 格式和输入卡参数的详细介绍，请参见 TORT 参考手册 ORNL/TM-13221。

下面以 TORT 自带例题 p1_1 为例，给出输入卡内容。

```
"3x3x3 xyz core + reflector; k search from distributed source start
61$$ 0 1 4 0 -3 e /flux to 1; source scr to 3; c.s. on 4
62$$ 5 2 0 0 0000 e /iteration limits; print control
63$$ 3 3 3 1 0 1 0 1 0 00 2 0 12 2 e /geom
64$$ 2 4 1 3 5 e /2 gp c.s.
66** 1-5 1-3 1-3 a12 .9 e /tight converg, theta
62$$ a9 1 a19 1 e /k-search, minblk=1
t
t
81** 0 2r.125 3q3 82** -.8165 -.57735 m1 3q3 83** 6r-.57735 g6 t
2** 2i0 3 3** 2i0 3 4** 2i0 3
15** 8 1 17** 8 1 19** 8 1 8$$ 2 1 9$$ 3 1
/ 1=scatterer, 2=absorber, 3=half-scatterer, 4=near-void
1** 1 f0 6** 1 f0 t
96** 1 f0 t
```

2.2 GIP 格式宏观截面

JSNT-S 程序完全支持 GIP 格式的二进制宏观截面输入。关于 GIP 格式的介绍，请参见 TORT 参考手册 ORNL/TM-13221。

2.3 JASMIN 程序输入文件

JSNT-S 的 JASMIN 程序输入文件主要包括几何、计算区域、输入输出文件以及并行计算相关参数的设置等。用户需修改的位置主要包括三处，用三个惊叹号表示并分别给出相应说明(必须修改的部分已用红色加粗标出)。下面以 TORT

自带例题 p1_1 为例，具体说明用户需修改的三个部分。

1. 修改计算区域范围

```
DeformingGridGeometry{
  domain_boxes = [(0,0,0),(2,2,2)] // 计算区域最粗网格层的索引空间.
}
```

p1_1 模型的网格剖分数为 $3 \times 3 \times 3$ (即 tort 63 卡 im,jm,km)，因此其索引空间范围为图 1 中左下的(0,0,0)到右上的(2,2,2)。这里，框架索引空间范围从 0 开始计数。

2. 设置几何类型

```
// (1)geometry
inggeom = 0 // 0= x-y-z geometry; 1= r-theta-z; 10= x-z; 11= r-z; 20=x-y; 21=r-theta
```

p1_1 模型采用的是三维直角几何，(即 tort 63 卡 inggeom)，因此这里设置成 0。

3. 设置 TORT 输入卡和输出文件的路径

```
// (3)input and (4)out file path
infilepath = "p1_1"
outfilepath = "p1_1.out"
```

p1_1 为 TORT 输入卡，p1_1.out 为 TORT 结果文件。

c

图 1 TORT 例题 p1_1 模型网格剖分

下面列出了自带例题 p1_1 的 JASMIN 程序输入文件全部内容。关于 JASMIN 程序输入文件参数的详细介绍，请参见 JASMIN 《用户指南》。

```
Main{
  log_file_name      = "JSNT-S.log"
  log_all_nodes      = FALSE
  viz_dump_interval  = 1
  viz_dump_dirname   = "viz_JSNT-S"
  viz_number_procs_per_file = 1
  restart_write_dirname = "restart_JSNT-S"
  restart_interval   = 1000
  steady_model       = TRUE
}

JavisViewScale
{
  x_scale = 1.0
```

```

    y_scale = 1.0
    z_scale = 1.0
}

!!!! 此处参数用户需根据问题类型进行修改.计算区域范围.
DeformingGridGeometry{
    domain_boxes = [(0,0,0),(2,2,2)] // 计算区域最粗网格层的索引空间.
}

PTORT {
!!!! Params 中的参数用户需根据问题类型进行修改. 主要包括三个参数:
// (1)几何类型 (2)输入文件路径 (3)输出文件路径
    Params{

// (1)geometry
    ingeom = 0 //0= x-y-z geometry; 1= r-theta-z; 10= x-z; 11= r-z; 20=x-y; 21=r-theta

// (2)input and (4)out file path
    infilepath = "p1_1"
    outfilepath = "p1_1.out"
    }
}

PTORTLevelIntegrator{
!!!! 扫描性能优化参数, 用户可根据问题网格规模进行修改, 默认可不填.
// max_num_cells_swept = 100
}

HierarchyTimeIntegrator{
    start_time          = 0.0
    end_time            = 1.0
    max_integrator_steps = 1
    max_dt              = 1.e0
    use_nonuniform_workload = FALSE // 是否采用非均匀负载模型
    load_balancing_threshold = 0.95 // 负载平衡阈值
    print_balance_efficiency = FALSE // 是否输出负载平衡相关的统计数据

    GriddingAlgorithm{
        max_levels = 1 // 网格片层次结构中的最大网格层数.
    }
}

TimerManager{
    timer_list = ".*:.*:.*"
}

```



```
print_summed          = TRUE
print_max             = TRUE
//track_memory_use    = TRUE
}
```

2.4 程序输出

JSNT-S 程序输出主要包括四部分：

(1) TORT 文本输出。其输出内容包括输入卡信息、截面信息、迭代收敛信息、 K_{eff} 值以及通量等。该文件名由 JSNT-S-Input.input 文件中的 outfilepath 参数指定，例如“outfilepath = p1_1.out”。

(2) 迭代收敛信息输出 convergeinfo.out。

(3) JASMIN 输出日志 JSNT-S.log。其输出内容包括 JASMIN 输入参数、程序各部分执行时间以及内存占用等，主要用于输入参数检测和性能分析。

(4) Teravap 可视化输出。其输出目录由 JSNT-S-Input.input 文件的 viz_dump_dirname 参数指定，主要用于几何可视化与后处理可视分析。以终端命令行方式进入输出目录文件夹（例如 viz_JSNT-S），输入

Teravap

然后点击 Open 按钮并选择 dump.javis。在 Time 面板上将时间步调至 000001。点击 Add 按钮来进行相关物理量的绘制。例如绘制 PTORT 输出的标通量计算结果，可选择 Pseudocolor 中的 PTORT Scalar Flux。选择完毕后，点击 Draw 进行绘制。需要注意的是，对于柱几何来说，应在此基础上选择 operator 操作将柱坐标系(r,theta,z)转换为直角坐标系(x,y,z)。关于后处理可视化的详细说明，请参见《TeraVAP 可视分析平台用户手册》。

第3章 测试检验

3.1 测试例题一：TORT K_{eff} 计算例题

测试模型一来自 TORT 测试例题 Prob1-1 和 Prob2-1, 具体模型情况如表 1 所示, 用以检验 JSNT-S 临界计算功能的正确性。

表 1 临界模型参数

	Prob1-1	Prob2-1
几何类型	XYZ	RZ
网格剖分	3×3×3	10×1×5
网格尺寸 (cm)	1×1×1	1×1×1
I 方向边界条件	左: 反射, 右: 真空	左: 反射, 右: 真空
J 方向边界条件	左: 反射, 右: 真空	
K 方向边界条件	左: 反射, 右: 真空	左: 反射, 右: 真空
群数	2	3
展开阶数	P1	P3
方向数	12	12
材料数	2	3

计算输入文件来源于 TORT 程序例题, 截面文件来源于 GIP 程序输出文件。计算结果与 TORT 结果进行对比, 要求 K_{eff} 绝对偏差小于 0.00001。确认 JSNT-S 能够正确读取和解析 FIDOS 格式的输入卡和 GIP 程序输出的截面数据。

表 2 给出了 JSNT-S 与 TORT 计算得到的 K_{eff} 结果。表中结果显示, JSNT-S 计算结果与 TORT 结果相比, K_{eff} 绝对偏差小于 0.00001, 满足验收要求。计算结果还表明, JSNT 支持 FIDOS 格式的输入卡和 GIP 程序输出的截面数据格式。

表 2 临界模型 K_{eff} 计算结果

	JSNT-S	TORT	K_{eff} 绝对偏差
Prob1-1	0.129090	0.129090	0
Prob2-1	0.205895	0.205895	0

3.2 测试例题二：TORT 固定源计算例题

测试模型二来自 TORT 测试例题 Prob1-3、Prob1-4 和 Prob1-5，具体模型情况如表 3 所示，用以检验 JSNT-S 固定源计算功能的正确性。

表 3 固定源模型参数

	Prob1-3	Prob1-4	Prob1-5
几何类型	XZ	XY	XYZ
网格剖分	3×1×3	8×8×1	8×8×8
网格尺寸 (cm)	1×1×1	1×1×1	1×1×1
I 方向边界条件	左: 反射, 右: 真空	左: 反射, 右: 真空	左: 反射, 右: 真空
J 方向边界条件		左: 反射, 右: 真空	左: 反射, 右: 真空
K 方向边界条件	左: 反射, 右: 真空		左: 反射, 右: 真空
群数	1	1	1
展开阶数	P1	P1	P1
方向数	12	12	12
材料数	2	2	2

计算输入文件来源于 TORT 程序例题，截面文件来源于 GIP 程序输出文件。JSNT-S 计算结果与 TORT 结果进行对比，要求各网格通量计算结果绝对偏差小于 0.0001。对于固定源问题，保证 JSNT-S 能够进行通量可视化输出。

表 4 给出了 JSNT-S 与 TORT 计算通量结果的最大和最小绝对偏差。表中结果显示，中子通量分布绝对偏差小于 0.0001，满足验收要求。

表 4 固定源模型通量计算结果的最大和最小绝对偏差

	最小偏差	最大偏差
Prob1-3	1.87e-09	6.08e-08
Prob1-4	2.69e-07	3.96e-05
Prob1-5	1.86e-11	6.70e-06

3.3 测试例题三：Kobayashi 国际基准题

测试模型三来自 Kobayashi 国际基准题，具体模型情况如表 5 所示，用以进一步验证 JSNT-S 固定源计算功能的正确性。

表 5 Kobayashi 基准题模型参数

几何类型	XYZ
网格剖分	50×50×50
网格尺寸 (cm)	2×2×2
I 方向边界条件	左: 反射, 右: 真空
J 方向边界条件	左: 反射, 右: 真空
K 方向边界条件	左: 反射, 右: 真空
群数	1
展开阶数	P0
方向数	320 (S_{16})
材料数	3

输入卡和截面文件的数据均来源于 Kobayashi 基准题文献。JSNT-S 计算结果与 TORT 结果进行对比，要求各网格通量计算结果绝对偏差小于 0.0001。

通过对比 JSNT-S 与 TORT 计算通量结果发现，其最大绝对误差为 $7.18e-06$ ，满足验收要求。图 1 给出了采用 JSNT-S 计算所得的 Kobayashi 基准题材料区、网格剖分以及标通量分布结果。

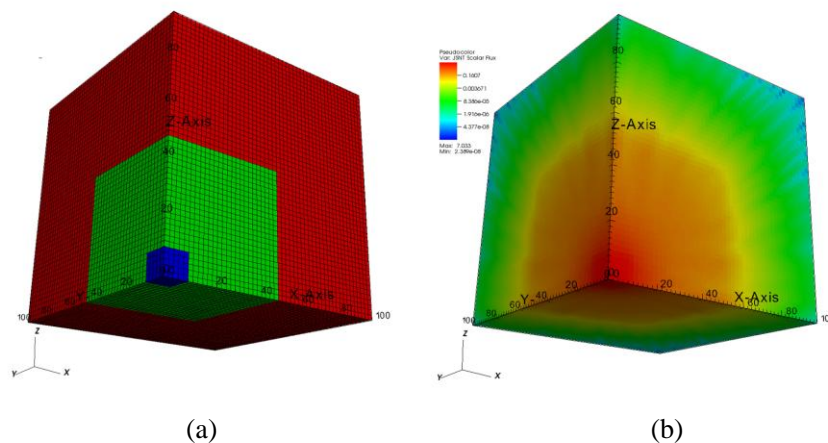


图 1 Kobayashi 基准题(a)材料区、网格剖分以及(b)标通量分布计算结果

3.4 测试例题四：Takeda 国际基准题

测试模型四来自 Takeda 国际基准题，具体模型情况如表 6 所示，用以进一步验证 JSNT-S 临界计算功能的正确性。

表 6 Takeda 基准题模型参数

几何类型	XYZ
网格剖分	25×25×25
网格尺寸 (cm)	1×1×1
I 方向边界条件	左: 反射, 右: 真空
J 方向边界条件	左: 反射, 右: 真空
K 方向边界条件	左: 反射, 右: 真空
群数	2
展开阶数	P0
材料数	3

输入卡和截面文件的数据均来源于 Takeda 基准题文献。JSNT-S 计算结果与 TORT 结果进行对比，要求各网格通量计算结果绝对偏差小于 0.0001。

表 7 给出了 JSNT-S 与 TORT 程序计算所得的 Takeda 基准题 K_{eff} 结果以及文献参考值。与 TORT 计算结果相比， K_{eff} 值的绝对偏差小于 0.00001，并与文献给出的参考值符合较好，满足验收要求。图 2 给出了采用 JSNT-S 计算所得的 Takeda 基准题材料区、网格剖分以及标通量分布结果。

表 7 Takeda 基准题 K_{eff} 串并行计算结果比较

方向数	JSNT-S K_{eff}	TORT 程序 K_{eff}	K_{eff} 绝对偏差	文献 K_{eff} 参考值
S4	0.976764	0.976762	0.00002	0.9766+/-0.0002
S8	0.976734	0.976734	0	0.9772+/-0.0001

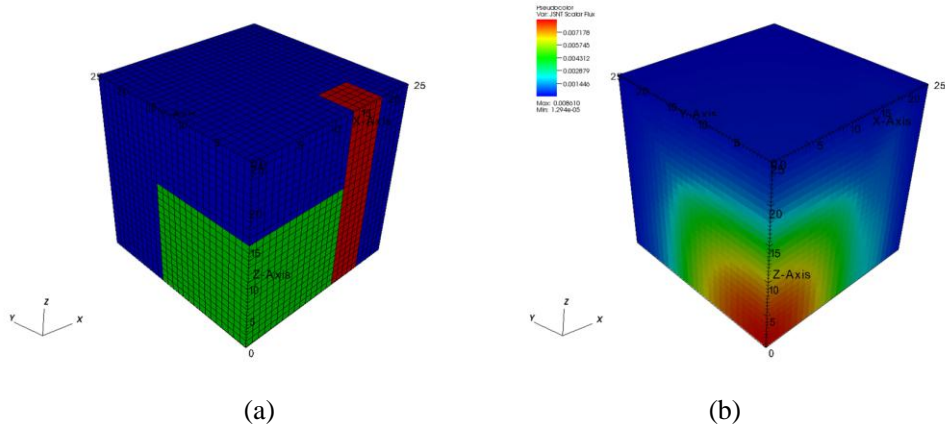


图 2 Takeda 基准题(a)材料区、网格剖分以及(b)标通量分布计算结果