# 说明

目录

[说明 1](#_Toc153544959)

[使用方法 3](#_Toc153544960)

[多粒子模型 3](#_Toc153544961)

[元件 3](#_Toc153544962)

[场模型元件 3](#_Toc153544963)

[矩阵模型元件 4](#_Toc153544964)

[命令 4](#_Toc153544965)

[误差分析 4](#_Toc153544966)

[叠加场 8](#_Toc153544967)

[lattice起点 9](#_Toc153544968)

[Lattice终点 9](#_Toc153544969)

[输入文件的说明 9](#_Toc153544970)

[input.txt 9](#_Toc153544971)

[Lattice\_mulp.txt 10](#_Toc153544972)

[scanData.txt 10](#_Toc153544973)

[输出文件 11](#_Toc153544974)

[inData.dst 11](#_Toc153544975)

[outData\_x.dst 11](#_Toc153544976)

[DataSet.txt 11](#_Toc153544977)

[Phase.txt 11](#_Toc153544978)

[synParticle.txt 12](#_Toc153544979)

[DynamicErrorData.txt 12](#_Toc153544980)

[包络模型 12](#_Toc153544981)

[元件 12](#_Toc153544982)

[命令 13](#_Toc153544983)

[Match相关命令 13](#_Toc153544984)

[优化目标相关命令 13](#_Toc153544985)

[参数约束相关命令 13](#_Toc153544986)

[定义周期节的命令 14](#_Toc153544987)

[周期匹配的相关命令 14](#_Toc153544988)

[约束相关命令 14](#_Toc153544989)

[输入文件 15](#_Toc153544990)

[Input.txt 15](#_Toc153544991)

[beam.txt 15](#_Toc153544992)

[lattice\_env 15](#_Toc153544993)

[输出文件 16](#_Toc153544994)

[beam\_out.txt 16](#_Toc153544995)

[Tr\_M.txt 16](#_Toc153544996)

# 使用方法

1. 导入或创建项目

注意：

项目所有的文件都放在inputfile 和outputfile中，

**beam页面**手动填写初始分布后，需要点解refresh 里的beam，才会计算和展示相关参数

**lattice多粒子情况写在lattice页面，包络情况写在lattice\_env.**

**input界面，space-chage step只对包络模型起效，目前只能用m作为单位，不能使用,同时包络模型只有space-chage step和space charge 2个选项起作用。**

1. 设置束流参数，lattice, 模拟参数
2. 在function页面选择程序运行的类型

# 多粒子模型

## 元件

场模型元件

用户给出元件的电磁场分布文件，在场模型元件中AVAS采用t-code进行模拟。

Drift 长度（m） 半径（m） 0

Field 长度（m） 半径（m） 0 类型 频率 同步相位 Ke Kb 场文件名

类型有两种 1：高频场 3：静磁场。对于静磁场不存在的参数写0即可。

例：

start

drift 0.0835 0.02 0

!静磁场

field 0.1 0.02 0 3 0 0 1 0.677098 sol\_1

!高频场

field 0.1 0.02 0 1 162.5e6 -33 3 -1.36 hwr010b

end

### 矩阵模型元件

用户给出元件的对应参数，在矩阵模型元件中AVAS采用z-code进行模拟。

Quad 长度（m）半径（m） 0 磁场梯度（T/m）

Solenoid 长度（m）半径（m） 0 磁场（T）

Bend （m） 半径（m） 0 偏转角 曲率半径 四极场指数 方向(0/1)

\*二极铁的长度默认等于。方向：横向(x)偏转为0，纵向(y)偏转为1

Steerer 0 半径（m） 0 Bx/Ey(T or V/m) By/Ey 类型 最大值

\*矫正铁长度必须为0，长度默认为下个元件的长度并位于下个元件的中间。类型：磁场校正铁为0，电场校正铁为1.

多粒子模型第一个和最后一个元件避免使用矩阵模型元件，可以加超级短的drift避免这个问题.

## 命令

### 误差分析

当添加误差后，模拟的结果将放在outputFile文件夹下的error\_output文件夹下。相关命令如下：

err\_step a b

a为分组数， b为每组运行多少次

#### 动态误差

err\_beam\_dyn r

(mm) () (mrad) (MeV) (%) (%) (mA)

\*用于设定初始束团的误差，不需要写满参数，后续空置参数默认不设置误差。

err\_quad\_ncpl\_dyn N r

(mm) () (%) (mm)

\*用于设定静磁元件的误差，不需要写满参数，后续空置参数默认不设置误差。

err\_cav\_ncpl\_dyn N r

(mm) () (%) () (mm)

\*用于设定射频腔的误差，不需要写满参数，后续空置参数默认不设置误差。

#### 静态误差

err\_beam\_stat 0

(mm) () (mrad) (MeV) (%) (%) (mA)

\*用于设定初始束团的误差，不需要写满参数，后续空置参数默认不设置误差。

err\_quad\_ncpl\_stat N r

(mm) () (%) (mm)

\*用于设定静磁元件的误差，不需要写满参数，后续空置参数默认不设置误差。

err\_cav\_ncpl\_stat N r

(mm) () (%) () (mm)

\*用于设定射频腔的误差，不需要写满参数，后续空置参数默认不设置误差。

参数解释:

N: 作用于命令下面元件的数量， 想做用于所有元件，可以填写一个较大值

R：误差类型

r=0：固定值误差

r=1: 均匀分布的误差

r=-1: 高斯分布的误差

r = 2：等步长误差

例：

err\_step 2 2

err\_cav\_stat\_on 1 0 0 0 0 0 0

err\_cav\_ncpl\_stat 10 r 2 0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

以上面的为例：

当r为1，那么第一组为[-1, +1]之间的误差，第二组为[-2, +2]之间的误差

当r为-1，那么第一组为标准差为1的高斯分布误差，第二组为标准差为2的高斯分布误差

当r为2，那么第一组误差为1，第二组为2

#### 误差开启

err\_beam\_dyn\_on

err\_quad\_dyn\_on

err\_cav\_dyn\_on

err\_beam\_stat\_on

err\_quad\_stat\_on

err\_cav\_stat\_on

\*上面三条命令用于启用相应误差，参数顺序与对应命令一致，每个参数只能写0或1，0表示关闭对应误差，1代表开启对应误差。

例：

start

err\_step 2 2

err\_cav\_stat\_on 1 0 0 0 0 0 0

err\_cav\_ncpl\_stat 10 1 2 0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

err\_cav\_dyn\_on 1 0 0 0 0 0 0

err\_cav\_ncpl\_dyn 10 1 2 0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

drift 0.0835 0.02 0

field 0.1 0.02 0 3 0 0 1 0.677098 sol\_1

field 0.1 0.02 0 3 0 0 1 0.677098 sol\_1

field 0.21 0.02 0 1 162.5e6 -33 3 -1.36 hwr010b

field 0.21 0.02 0 1 162.5e6 -33 3 -1.36 hwr010b

end

#### 静态误差校正

Adjust N, v, n, min, max, first\_step

N：目前无意义，写0即可

v: 修改下面元件的第v个参数

n:具有相同n的元件参数，他们矫正时具有相同的值

min:参数的最小值

max: 参数的最大值

first\_step：是否使用元件的初值作为梯度下降的初始值，0 不使用， 1使用

#### 束诊命令

DIAG\_ENERGY N w dw

N: 无意义 填写0即可

W：目标能量（MeV）

Dw：无意义 填写0即可

DIAG\_SIZE 0 sx sy 0

Sx: x方向包络（mm）

Sy：y方向包络（mm）

DIAG\_position 0 x y 0

x: x方向中心位置（mm）

y：y方向中心位置（mm）

例：

start

err\_step 1 1

err\_cav\_stat\_on 1 0 0 0 0 0 0

err\_cav\_ncpl\_stat 5 1 2 0 0 0 0 0 0

drift 0.0835 0.02 0

field 0.1 0.02 0 3 0 0 1 0.677098 sol\_1

adjust 1 7 5 0 3 0

!修改第七个值，也就是ke

field 0.21 0.02 0 1 162.5e6 -3 3 -1.36 hwr010b

drift 0.0835 0.02 0

DIAG\_ENERGY 1 5 0

drift 0.000001 0.02 0

end

### 叠加场

Superpose

Superposeend

Superposeout

\* 1、第一条Superpose命令后面的参数必须全为0，以提供其他Superpose命令的零点。

2、Superpose（Superposeout）后面的6个参数给出该命令之后一个元件的入口平面（转换平面）相对于第一条Superpose命令后元件的入口平面的位置和角度。

3、在一段叠加场结束后需要添加Superposeend或者Superposeout命令来结束叠加场，并且只有以Superposeout命令结束时，Superpose命令后以外的参数才会生效，即以Superposeend命令结束时，元件只会在纵向位置上叠加。

4、一组叠加场中只能存在小于等于一个射频腔。

5、在一段叠加场中，每个元件前要有且只有一个Superpose命令。

例：

start

drift 0.085 0.02 0

superpose 0 0 0 0 0 0

field 0.35 0.02 0 3 0 0 1 0.531 sol\_yuan

superpose 0.345 0 0 0 0 0 0

field 0.21 0.02 0 1 162.5e6 -33 1.36 -1.36 hwr010

superposeend

end

### lattice起点

**lattice n1 n2**

n1：每个基础lattice的元件数量

n2: 写为1.

### Lattice终点

**lattice\_end**

Lattice结束.

## 输入文件的说明

该程序的输入主要包括三个部分：input.txt、beam.txt、lattice.txt

input.txt 用于设置程序功能及算法信息，beam.txt 用于输入束团信息，lattice.txt 用于输入加速器元件信息。输入文件中!开头的行代表注释，注释内容不生效。关键字不区分大小写。

### input.txt

input.txt中大部分关键字在程序中存在默认参数，不设置也可以正常模拟。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **关键词** | **可用参数** | **意义** |
| **MultiThreading** | 0/1 | 关闭/启用 并行 |
| **StepPerCycle** | i | 推进步长 |
| **ScanPhase** | 0/1/2 | 不扫相/扫相/读取相位 |
| **SpaceCharge** | 0/1 | 不计算/计算 空间电荷效应 |
| **SCMethod** | FFT/PICNIC | 不同的空间电荷效应求解器 |
| **numofgrid** | i i i | Nx Ny Nz 空间网格点数（必须偶数） |
| **MeshRms** | d d d | 空间网格大小=d\*束团对应方向RMS尺寸\*2 |

**beam.txt**

ReadParticleDistribution 初始输入束团文件名

\*当存在ReadParticleDistribution时，beam.txt中除numOfCharge（参数意义为粒子电荷量为元电荷的多少倍，即使导入初始束团仍需要正确设置粒子电荷量）外的设置均不生效，会直接读取输入的束团分布作为初始束团。

\*不存在ReadParticleDistribution时，将由程序生成初始束团，以下设置生效。

numOfCharge 粒子电荷量(e)

ParticleRestMass 粒子静止质量(MeV)

ParticleNumber 宏粒子数

distribution 分别为横向和纵向的束团分布，包括WB、PB、GS、KV四种分布

Twissx alpha beta(mm/Pi.mrad) emittance(Pi\*mm\*mrad)

Twissy alpha beta(mm/Pi.mrad) emittance(Pi\*mm\*mrad)

Twissz alpha beta(mm/Pi.mrad) emittance(Pi\*mm\*mrad)

frequency 束团频率(Hz)

Current 束团流强(mA)

KneticEnergy 束团动能(MeV)

### Lattice\_mulp.txt

第一个start之后到第一个end之前的内容为有效内容，程序会模拟第一个start之后到第一个end之前的元件。

### scanData.txt

用于记录AVAS扫相结果或手动设置射频场相位，文件的每一行分别为一个射频腔的 入口相位（角度）、入口时间（s）。射频场在lattice中的排列顺序即为数据的排列顺序。

## 输出文件

### inData.dst

记录了模拟中使用的初始束团分布。

### outData\_x.dst

输出了指定平面上的束团分布，x为输出平面的位置，为二进制文件。

### DataSet.txt

记录了模拟过程中的束团参数（s坐标系下），每一行为一组束团参数，每一行的格式为：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **20** | **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **30** | **31** | **32** | **33** | **34** | **35** | **36** | **37** | **38** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

\*sign==0：这组束团数据处于直线段。sign==1：这组束团数据处于曲线段。sign==2:这组数据无效，处理时跳过这组数据。当存在束流轨迹包含曲线时从DataSet.txt中读取有效数据的代码如下：

### Phase.txt

每两行输出1个射频腔入口及出口处的信息。具体格式如下：

射频腔序号 射频腔入口时间(s) 射频腔入口位置(m) 同步粒子在射频腔入口处能量(MeV)

射频腔序号 射频腔出口时间(s) 射频腔出口位置(m) 同步粒子在射频腔出口处能量(MeV)

### synParticle.txt

记录了同步粒子在传输中的相关信息。具体格式如下：

\*T：现实时间。dir==0：同步粒子沿z方向飞行；dir==1:同步粒子向x方向偏转；dir==2:同步粒子向y方向偏转。：偏转角度（rad）。

### DynamicErrorData.txt

当存在误差时，会生成该文件，这个文件中记录了初始束团和每个元件的具体误差。第一行是初始束团的误差，从第二行开始每一行是一个元件的具体误差。

# 包络模型

## 元件



## 命令

### Match相关命令

MATCH n1 n2 n3 n4 str1

参数解释：

**!!!!都从1开始**

n1:组编号（目前并未引入,写1就好）期望功能是实现不同的优化

n2:第几个参数需要修改（从1开始）

n3:下界

n4:上界

str1:给当前变量命名，如果不写 则默认命名

### 优化目标相关命令

SETTWISS n1 n alpha\_x beta\_x alpha\_y beta\_y

n1 组编号

n2 模式命令

0 严格的Twiss 匹配

1. 只进行x方向的匹配
2. 只进行y方向的匹配
3. 进行两个方向的包络大小匹配(beta）
4. 只进行x方向的包络大小匹配(beta)
5. 只进行y 方向的包络大小匹配(beta)

### 参数约束相关命令

MATCH\_LINK n1 str1 n2 k b

n1 组编号

str1 表明需要修改的参数与名字为str1的参数关联

n1 第几个参数需要修改

k b; 当前参数与关联参数的关系，即当前参数=k\*str1+b，若省略，则表明当前参数与关联参数值一致

MATCH\_CONSTRAINTS N mm1 n1 str1 n2 str2 …… n{m} str{m} b

N 组编号

mm1 表示约束类型

如果写0 为等式约束

如果写1 为不等式约束 <=

（目前只支持线性约束）

### 定义周期节的命令

周期节开始命令

LATTICE n1 n2 n3

n1 组数，用于与周期匹配功能进行对应

n2 有多少个周期节

n3 每个周期节有多少个元件

结束命令

LATIICE\_END

在LATTICE命令前 需要给定CIRCLE\_MATCH 命令

### 周期匹配的相关命令

CIRCLE\_MATCH n1 n2 n3

n1 组数，用于与周期匹配功能进行对应

n2 0<n2<周期数 用于实现指定有几个周期需要参与匹配

n3 功能标识符

0 横向匹配

1 纵向匹配

### 约束相关命令

例子

CIRCLE\_MATCH 1 2 0

LATTICE 1 4 5

;cell1

DRIFT 1 0 0

SOLENOID 1 0 0

DRIFT 1 0 0

RF\_GAP 100 90 162.5E6

DRIFT 1 0 0

;cell2

DRIFT 1 0 0

SOLENOID 1 0 0

DRIFT 1 0 0

RF\_GAP 100 90 162.5E6

DRIFT 1 0 0

;cell3

DRIFT 1 0 0

SOLENOID 1 0 0

DRIFT 1 0 0

RF\_GAP 100 90 162.5E6

DRIFT 1 0 0

;cell4

DRIFT 1 0 0

SOLENOID 1 0 0

DRIFT 1 0 0

RF\_GAP 100 90 162.5E6

DRIFT 1 0 0

LATTICE\_END

## 输入文件

### Input.txt

ISSPACECHARGE //是否启用空间电荷效应计算 0 不启用 1 启用

SPACECHARGETYPE //空间电荷效应切片方式 0 （单位m） 1 (单位𝛽𝜆)

SPACECHARGELONG //切片长度 （多少m或者多少𝛽𝜆）

### beam.txt

同AVAS软件 beam文件格式

多的参数

IsCW 0 表示是直流束 1 表示为均匀分布的近似束团

### lattice\_env

包络模型的相关命令

## 输出文件

### beam\_out.txt

会输出整个运算过程中的全部信息

每一行按照顺序包含以下信息：position\_z（纵向位置），beta（速度） gamma（洛伦兹因子） alpha\_x beta\_x emitance\_x alpha\_y beta\_y emitance\_y alpha\_z beta\_z emitance\_z

### Tr\_M.txt

会输出每个元件的6\*6传输矩阵

每个元件之间使用空行隔开