

# 微地震差分演化法定位软件V1.0 使用说明

软件著作权登记号：2013SR049716

刘劲松 中国科学院地质与地球物理研究所

## 1.功能简介

本软件采用差分演化全局最优化方法，利用地震波走时对微地震进行定位。软件包含 2 个模块，mdeloc 模块根据震相走时数据对微地震进行定位；phsop 模块是对地震定位结果进行比较分析、对走时震相数据进行格式转换和筛选等操作的辅助工具。软件采用非线性全局最优化方法，可同时利用纵波和横波走时进行反演定位，具有稳定可靠，适应性广的特点。

## 2. 模块用法详解

### 2.1 mdeloc 模块

mdeloc 模块根据地震波走时，采用差分演化全局搜索法对微地震进行定位。其输入数据为震相走时数据和速度模型数据。模块通过命令行变量输入参数，无变量执行 mdeloc 会显示程序帮助信息，内容如下：

```
*****
*   Local event Differential Evolution location.
*       Version 2009.6.22
*****
* mdeloc tfn sta= [m=] [ms=] [nth=] [stcf=] [o=] [-udeg|-ukm|-um] [-odt] [-v]
*       [sr=] [sw=] [-tn] [-v] [istr=] [gmax=] [refr=] [np=] [f=] [cr=] [seed=]
*   tfn           phase data file(hypodd phase format)
*   m=            velocity model file(for Vp & Vs)
*   ms=          Vs velocity model file.
*   nth=3,4      threshold of station number & record number.
*               events with sta&rec num less than the values are not located.
*   o=           traveltime output file name(default output to stdout)
*   -udeg        using latitude/longitude/depth(km) coordinates system(default)
*   -ukm         using x/y/z(depth) coordinates system,all in km
*   -um          using x/y/z(depth) coordinates system,all in meters
*   -odt         compute dt and then output
*   sta=         specify station file name, elevation correction is computed
* stcf=1/Vp,sele station correction factors,slowness of P(s/m) and
*               standard(averaged) elevation.default 0,0
*   istr=1       strategy number,1-8
```

```

*   gmax=200    max generation number.
*   refr=1      display tmp results every refr iteration.
*   np=30       population size.
*   f=0.9       Constant F.
*   cr=1.       crossing over factor
*   seed=33     random seed
*   sr=dl,dd,t0 search radius for lat/ion,depth,t0,default 10,100,100
*   sw=0.5      S phase weight.
*   -v          verbose mode
*   -tn         target function:
*               -t0    residual^2,default.
*               -t1    fabs(residual)
*               -t2    fabs(residual/trt)
*               -t3    sams
*               -t4    sams+fabs(residual)*
*****

```

以下详细解释每个命令行变量的意义：

Tfn            震相走时数据文件名。  
sta=            台站数据文件。  
m=             速度模型文件。  
ms=            横波速度文件。  
nth=3,4        台站数和记录数最小值，小于该值的事件不做定位处理。  
stcf=1/Vp,sele 台站高程校正参数，慢度和基准面高程。缺省 0,0  
o=             指定走时数据输出文件名。  
-udeg          采用经纬度坐标，深度单位 km  
-ukm           采用直角坐标，单位 km  
-um            采用直角坐标，单位 m  
-odt           计算残差并输出。  
sr=dl,dd,dt0   水平方向、深度方向及发震时刻的搜索半径。  
sw=0.5         横波走时权重因子。  
-tn            指定优化目标函数。  
              n=0 残差平方，缺省选项  
              n=1 残差绝对值。  
              n=2 残差与走时之比的绝对值。  
              n=3 sams 准则。

。

## 2.2 phsop 模块

phsop 模块对不同的定位结果进行比较统计，对震相数据进行格式转换、筛选、排序等操作。模块通过命令行变量输入参数，无变量执行 phsop 会显示程序帮助信息，内容如下：

```

*****
*   phase data operation.
*   Version 2010.2.18

```

```

*****
* phsop pfn [eid=] [rep=reP=] [cmp=|cmP=|Cmp] [nth=] [ddr=] [-ps] [-fa]
*          [-oid] [ll=] [-oao stn=fn]
*   pfn          phase data file(in hypodd phase format)
*   eid=efn      event id list file name,output events in id list.
*   rep=relocfn  replace epi-info in pfn using info in relocfn.
*                relocfn is in hypodd reloc file format.
*   reP=phsfn    replace epi-info in pfn using info in phsfn.
*                phsfn is in hypodd phase file format.
*   cmp=relocfn  compare epi-info in pfn to info in relocfn.
*                relocfn is in hypodd reloc file format.
*   cmP=phsfn    compare epi-info in pfn to info in phsfn.
*                phsfn is in hypodd phase file format.
*   Cmp=esdefn   compare epi-info in pfn to info in esdefn.
*                esdefn is in esde format.
*   nth=ns,nr    threshold of num of sta & num of phase rec.
*                default (0,0).
*   ll=lat1,lat2,lon1,lon2  for -oid option only,output events and sta within
*   ddr=-1       threshold delta/depth ratio. -1 means no check for ddr
*   -os          sort each record by delta,then output the fareset record
*   -ps          only output station records which both have P & S phases
*   -fa          only output first P & first S phases,delete duplicate phases
*   -oid         output the phase data in (eid stcode phase) format
*   -oao         output data in asco format, station conversion file stn=fn should be
specified.
*   stn=fn       station list for transform, each line in the following format:
*                n1 n2 lat lon height(m) stncode note
*****

```

以下详细解释每个命令行参数的意义:

pfn 震相数据文件名, hypodd 格式

eid= 指定事件 id 列表文件, 仅输出列表中的事件。

rep=relocfn 用指定文件中的震源参数替换 pfn 中的参数, relocfn 数据格式为 hypodd 重定位数据格式。

reP=phsfn 用指定文件中的震源参数替换 pfn 中的参数, phsfn 数据格式为 hypodd 震相数据格式。

cmp=relocfn 比较 pfn 和 relocfn 数据(hypodd reloc 格式)文件中的震源参数, 输出统计结果。

cmP=phsfn 比较 pfn 和 phsfn 数据文件中的震源参数, 输出统计结果。

Cmp=esdefn 比较 pfn 和 esdefn 数据(ESDE 格式)文件中的震源参数, 输出统计结果。

nth=0,0 台站数和记录数最小值, 用于筛选数据。

ddr=-1 指定震中距与深度之比的阈值, -1 表示不做该项限制。

-os 将每条记录按震中距排序, 输出最大震中距的记录。

-ps 仅输出同时有 P 和 S 震相的台站记录。

-fa 仅输出初至震相，同时删除后续重复震相。  
 -oid 按照 (eid stcode phase) 的格式输出数据。  
 -oao 将数据转换为 asco 格式，须指定 stn=选项  
 stn= 台站转换列表，格式为：  
       n1 n2 lat lon height(m) stncode note

### 3. 数据格式说明

震相数据格式类似于 hypodd 软件的震相格式，每个地震的数据以#号打头的行开始，第 1 行为震源参数，前 6 个参数依次为发震时刻的年月日时分秒，第 7-9 个浮点数为震源的维度、经度坐标(Y、X)和震源深度，第 10 个数为震级，最后一个整数为事件 id。接下来的每一行为一个震相记录，依次为台站代码、走时、加权因子、震相名、震中距、走时残差。下面是两个实际微地震震相数据：

```
# 2004 10 23 11 7 50.752 38.323444 90.868019 2.583 -0.2 0.0 0.0. 1
IG01 1.168 1.0 P 3.283 -0.028
IG01 2.084 1.0 S 3.283 -0.109
IG02 1.640 1.0 P 5.928 0.034
IG02 2.964 1.0 S 5.928 -0.065
IG03 0.904 1.0 P 1.760 -0.028
IG03 1.600 1.0 S 1.760 -0.082
IG04 1.520 1.0 P 4.967 -0.043
IG04 2.520 1.0 S 4.967 0.038
IG05 2.344 1.0 S 4.004 -0.124
IG06 3.176 1.0 S 6.305 -0.142
IG08 1.696 1.0 P 5.932 -0.022
IG08 2.958 1.0 S 5.932 -0.058
# 2004 10 24 18 10 26.892 38.295921 90.921112 1.480 -0.0 0.0 0.0. 2
IG01 1.384 1.0 P 4.466 0.007
IG01 2.448 1.0 S 4.466 -0.039
IG02 1.336 1.0 P 4.178 -0.012
IG02 2.272 1.0 S 4.178 0.021
IG03 1.360 1.0 P 4.084 -0.058
IG03 2.416 1.0 S 4.084 -0.161
IG04 1.144 1.0 P 3.296 -0.026
IG04 1.984 1.0 S 3.296 -0.048
IG05 0.804 1.0 P 1.617 -0.087
IG05 1.312 1.0 S 1.617 -0.071
IG06 0.880 1.0 P 1.980 -0.078
IG06 1.616 1.0 S 1.980 -0.228
```

软件可分别输入纵波和横波速度模型。当只通过 m=选项输入速度模型时，横波速度根据纵波速度和纵横波速比计算，当出现 ms=选项时，横波速度由该选项指定的文件读入。速度模型数据格式如下所示，第 1 行两个参数为层位数和纵横波速比，后续各行为每层的深度和波速。

```
18 1.732
0.0000 2.1935
0.1391 2.4052
0.2550 2.5421
0.3246 2.8036
```

---

0.3941	2.9780
0.8501	3.3889
1.1669	3.7375
1.3679	4.0115
1.5379	4.2854
1.7543	4.5220
1.9320	4.6964
2.3029	4.8209
3.0139	4.9952
3.8485	5.1446
4.1731	5.1820
15.000	5.5
25.000	6.5
45.000	7.8