

双差算法的剖析及参数对定位的影响

郑 钰 杨建思

(中国北京 100081 中国地震局地球物理研究所)

摘要 分析了双差定位程序 hypoDD 实现的流程,对程序参数进行了研究和剖析,并且以 2007 年 6 月云南普洱地震为例,指出了在使用双差定位算法过程中需要注意的问题。

关键词 双差定位法;参数调整;普洱地震

中图分类号:P315.69 文献标识码:A 文章编号:1003-3246(2008)03-0085-09

引言

自从 Waldhauser 和 Ellsworth 于 2000 年提出双差定位法之后,我国的许多地震工作者已将之应用于具体工作,并证明是一种较有效的提高地震相对定位精度的方法。主要有:①用于局部区域的研究,如:杨智娴等(2003)将其用于我国中西部地区,李志海等(2004)用于北天山地区,朱艾澜等(2005)用于川西地区和首都圈地区;②对历史地震进行重新定位:杨智娴等(2004)用于 1998 年 1 月 10 日河北省张北-尚义地震;荣代璐等(2004)用于 2002 年 12 月 14 日玉门地震,王小平等(2005)用于 2002 年 6 月张家港地震;王新岭用于 2000 年 1 月 15 日云南姚安和 2001 年 10 月 27 日永胜地震;黄媛等(2006)用于 2003 年新疆巴楚-伽师地震;华卫等(2006)用于 2003 年 7 月 21 日、10 月 16 日云南大姚地震;李永红等(2006)用于 2003 年 6 月 5 日青岛震群和 1974 年以来潍坊地区发生的地震,李志海等(2006)用于新疆石河子 5.4 级地震,杨中书等(2007)应用于 2005 年江西九江-瑞昌地震。他们的工作明显提高了研究区地震的定位精度。

但是,合理有效地使用双差定位程序是得到较好和合理结果的关键。原始双差定位程序的使用比较繁琐,需要先设定一些参数,然后编译,修改参数文件,才可以执行。对于普通的计算机用户来说,在代码中修改参数,进行编译,这些要求未免太高了。为了推广双差定位法,中国地震局“十五”数字地震观测网络建设中的科学算法软件,已经列入双差定位法,而且将易用性放在了一个重要的位置。本文将剖析双差算法的结构,并对参数的物理意义以及怎样选取做出详细解释,以便大家深入理解并较快掌握该算法。

1 双差定位法简介

双差定位法是一种相对定位方法,基于如下的思想:如果两个地震震源之间的距离小于事

作者简介:郑钰(1979-03~),男,中国地震局地球物理研究所实习研究员,2001年毕业于西北工业大学,2005年在中国地震局地球物理研究所攻读硕士学位,现主要从事实时地震学方面的研究工作
中国地震局地球物理研究所论著编号:08AC2011
本文收到日期:2007-12-25

件到台站的距离和速度不均匀的尺度,那么震源区和这个台站之间的整个射线路径几乎相同。这时,在某个台站观测到的两个事件的走时差来自于事件之间的高精度的空间偏移。原因是,除了在震源附近小区域内射线的路径有差别之外,不同事件绝对误差的来源相同。

双差法不仅使用了地震观测报告得到的走时差,还使用了由波形互相关技术得到两两地震间的 P 波和 S 波走时差,通过调节地震对的两个震源位置的矢量差,使剩余残差(或双差)最小。在该算法中,定义两个地震事件之间观测和计算走时差的残差为双差

$$dt_k^{ij} = (t_k^i - t_k^j)^{obs} - (t_k^i - t_k^j)^{cal}$$

式中 t_k^i 和 t_k^j 是两个不同的事件在台站 k 的走时, $(t_k^i - t_k^j)^{obs}$ 指的是观测走时差, $(t_k^i - t_k^j)^{cal}$ 指的是理论计算走时差。具体的原理和方程解法可以参考 Waldhauser(2000) 发表的论文。

1.1 主要的术语

震相对:如果两个事件到同一个台站有相同震相的走时数据,那么对于这两个事件来说,这两个震相就是一个震相对。例如 A 和 B 两个事件,它们到台站 S 都有 Pg 的震相,A 的 Pg 和 B 的 Pg 就可以成为一个震相对。

事件对:两个事件有一定数目的震相对,并且震中之间的距离在一定的范围之内。

邻居:一对邻居是一对事件,它们震中之间的距离小于 MAXSEP,它们的震相对的数目大于 MINLNK(这两个参数的意义在本文 2.2 节中将有细致的解释)。

地震群:一系列互相联系的事件,每一个事件在地震群中至少有一个邻居。

震相数据:从地震观测报告提取出的走时数据。

互相关走时差:由波形互相关技术得到两两地震间的 P 波和 S 波走时差,也称为互相关数据。

1.2 程序结构和基本的使用步骤

双差定位法的程序包括两个部分:预处理程序 ph2dt 和双差定位程序 hypoDD。预处理程序 ph2dt 的主要功能是把地震事件组成事件对;定位程序 hypoDD 是由震相对的走时和互相关数据对地震进行重新定位。图 1 是使用时主要数据流的走向,可以看出,需要准备的数据是震相数据、台站信息和互相关数据(可选),震相的走时差是由 hypoDD 程序计算出来的。

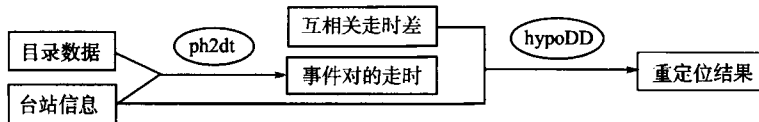


图 1 程序的结构和数据流

2 预处理程序 ph2dt 的参数和使用方法

2.1 用 ph2dt 进行预处理

ph2dt 程序的主要功能是把观测报告中的 P 和 S 波震相转换成 hypoDD 的输入,输入的数据是震相的到时数据,输出的数据是事件对的走时。

2.2 ph2dt 的参数

ph2dt 的输入文件中有 7 个参数,控制着事件对的建立。合理的事件对划分对于最后的定位结果有重要的影响。表 1 给出了预处理程序 ph2dt 的 7 个参数及其物理意义。

表 1 ph2dt 的参数

名称	意义
MINWGHT	震相的最小权值(0~1,1是最大),只选取权值大于 MINWGHT 的震相来组成震相对,而且,权值小于 10^{-5} 的震相是不考虑的
MAXDIST	给定事件对和台站之间的最大距离,单位 km,超过这个距离的震相对不予考虑
MAXSEP	给定事件对之间的最大距离,即在不超过 MAXSEP 的半径内搜索邻居,单位 km
MAXNGH	每一个事件的邻居的数目不能超过这个数,到达这个数目之后不再搜索邻居
MINLNK	定义一个邻居所需要的最小震相对的数目
MINOBS	事件对使用的最小震相对的数目
MAXOBS	事件对使用的最大震相对的数目

MAXDIST 和 MAXSEP 是确定两个事件是否可以成为邻居的重要参数。这两个参数的物理意义是:MAXSEP 是震源之间的距离,而 MAXDIST 是事件到台站之间的距离和速度不均匀的尺度。理论上要求震源之间的距离远小于事件到台站之间的距离和速度不均匀的尺度,就是通过这两个参数体现出来的。在 hypoDD 公布的前 3 个例子中,MAXDIST 的值都是 500,MAXSEP 的值分别为 10、15 和 3;在后 3 个例子中,MAXDIST 的值为 200,MAXSEP 的值为 10,即 $MAXDIST/MAXSEP > 10$ 就可以认为是“远小于”,可以理解为存在数量级的差别。在很多区域,搜索半径为 10 km 是一个合理的值,但是在地震破裂带较长的地方,这个值需要适当放大。

MAXNGH、MINLIK 这两个参数影响着邻居的数量,MAXNGH 越大,MINLIK 越小,邻居的数量越多;MAXNGH 越小,MINLIK 越大,邻居的数量越少。当事件之间的震相对大于 MINLIK,称这一对连接为强连接。只有“强”的邻近事件才会考虑,即至少有 MINLIK 个震相对的事件,而那些“弱”邻近事件,即震相对小于 MINLIK 个的邻近事件,会被选择,但不像强邻居一样参与计算。

MINOBS 和 MAXOBS 直接影响方程的规模,每一个震相对建立一个双差方程。通过限制事件对之间震相对的数量,可以影响方程的规模。对每一对地震,定义最小和最大数目的观测连接数(MINOBS 和 MAXOBS)。在大量的地震事件中,可以把 MINOBS 设为和 MINLIK 相同的值,这样只需考虑强连接事件。例如,对于上万个连接良好的事件,设置参数 $MAXNGH=8, MINLIK=8, MINOBS=8, MAXOBS=50$,ph2dt 一般会输出 1 000 000 个震相时($10\ 000 \times 8/2 = 40\ 000$ 个事件对,每对事件有 8~50 个震相对,总的震相对就有 320 000~2 000 000)。另一方面,对于小数目事件群,可以设 $MINOBS=1, MAXOBS=$ 台站数目, $MAXNGH=$ 事件的数目,这样可以用上所有的震相对。

3 双差定位程序 hypoDD 的参数及使用方法

3.1 hypoDD 的工作流程

hypoDD 程序的主要处理流程见图 2。其中比较核心的部分是“对地震群中的地震进行重新定位”,在这个部分中,需要进行很多次迭代,每一次迭代都要经过如下步骤:建立双差方程,解方程,重新计算权值,更新震源信息,计算残差。从这个主流程可以看出,双差法只对地震群中的事件进行重新定位,

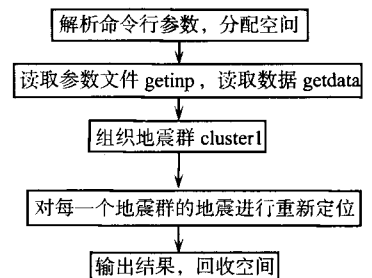


图 2 hypoDD 的主要处理流程

对孤立的事件不作定位。因此,如果要对输入的事件都进行定位,就必须组织为地震群。

3.2 震相的权值

hypoDD 的走时数据中,对震相走时赋予不同的权值,范围为 0~1,权值 0 是震相走时质量最差(双差定位程序中只考虑权值大于 0.00001 的震相),震相走时最可靠时权值为 1。如果必须使用某一个到时数据,就把权值赋为-1。在hypoDD带的例子中,各种权值(-1,0.1,0.2等)都出现了,要根据到时数据的质量赋予不同的权值。国内的应用一般 P 波赋权值为 1, S 波赋权值为 0.75(黄媛,2006)或 0.5(李志海,2004;杨智娴,2003;杨智娴,2004)。如果观测系统已经对到时数据的质量进行分类,最好能根据这些分类对震相赋予不同的权值。

3.3 hypoDD 的参数

hypoDD 的参数文件中,除了输入和输出文件的名称之外,还有许多参数,可以调整的参数及其含意列在表 2 中。

表 2 hypoDD 的参数

名称	意义
IDAT	数据类型,1=只有互相关数据,2=只有震相数据,3=互相关数据和震相数据都有
IPHA	震相类型,1=P波,2=S波,3=P和S波都有
DIST	地震群中心和台站之间的最大距离,单位 km
OBSCC OBSCT	将单个事件对联系在一起形成群所需要的最少的互相关或观测震相数。如果为 0,则不会形成地震群;如果 IDAT=3,OBSCC 和 OBSCT 使用它们的和代替
ISTART	地震定位初值,1=从地震群的中心开始,2=从台网目录给的值开始
ISOLV	算法选择,1=奇异值分解(SVD),2=共轭梯度法(LSQR)
NSET	迭代的组数
NITER	每一组迭代的迭代次数,例如,第一组迭代 5 次,第二组迭代 3 次
WTCCP WTCCS	互相关数据中 P 和 S 的权值,为-9 表示不用。WTCCP 指的是 P 波,WTCCS 指的是 S 波
WTCTP WTCTS	震相数据中 P 和 S 的权值,为-9 表示不用。WTCTP 指的是 P 波,WTCTS 指的是 S 波
WRCC WRCT	剔除数据的条件,如果值在 0~1 之间,表示截断值为秒;如果值 ≥ 1 ,表示以标准差的倍数为截断值;如果值为-9,不剔除数据。WRCC 指互相关数据,WRCT 指震相数据
WDCC WDCT	事件对之间的最大距离,单位 km。WDCC 指互相关数据,WDCT 指震相数据
DAMP	阻尼值,只有使用共轭梯度法(ISOLV=2)时才会起作用
NLAY	地球模型的层数,最多支持到 12 层
RATIO	P 和 S 波速度之比,一般为 1.73,需要根据具体的地球模型进行设置
TOP	每一层的深度
VEL	每一层的 P 波速度
CID	重新定位的地震群,如果是 0,表示所有的地震群重新定位。一般取值为 0
ID	重新定位的事件 ID,每行 8 个事件,这一行空着表示全部事件。一般空着,表示对所有的事件进行重新定位

下面对重要的参数进行分析。

IDAT 参数说明数据的类型,在 Waldhauser(2000)的论文中已经演示了用各种数据进行定位的差别。结论当然是使用全部的数据(包括震相数据和互相关数据)进行定位的结果最好,接下来是使用互相关数据,最后才是震相数据。有互相关数据参与定位固然很好,但在很多情况下,我们只能拿到震相数据。

OBSCC 和 OBSCT 这两个参数影响着事件群的建立和事件之间的连接强度。为了防止双差方程出现病态的情况,hypoDD 把事件组织成群以保证事件之间的连接,在每一个群中,任何一个事件到另一个事件都有一条连接链。这条链的强度定义为每一对事件之间的最小震相的数目(OBSCC, OBSCT 分别对应互相关数据和震相数据)。注意,如果 OBSCT 的值大

于 ph2dt 的 MAXOBS,那么 hypoDD 就无法找到地震群(例如,变成每个事件是一个单事件群)。hypoDD 的 OBSCT 的值一般要小于或等于 ph2dt 的 MINLNK,以保证临近的事件有足够强的连接。因此这两个参数必须满足的条件是 $OBSCT \leq MINLIK$ 、 $OBSCT < MAXOBS$ 。如果 OBSCT 和 OBSCT 值过大,地震群中地震的数目就可能会很小,地震群之外的事件就无法定位了。

ISTART 是地震位置初值的选取,可以使用震群的中心为每一个地震位置的初值,也可以使用目录数据的位置作为地震位置的初值。如果是一个小范围内的地震,建议用震群的中心作为初值,范围较大的地震,建议使用地震目录的位置的作为初值。

ISOLV 用于确定解方程的算法,在 hypoDD 的 6 个例子中,除了第一个例子因为规模较小(只有 16 个事件)而选择奇异值分解之外,其他的例子规模大(最小规模的是 308 个,最大规模的是 12 292 个),选用共轭梯度法。阻尼值 DAMP 在 LSQR 算法中有很重要的作用,范围在 1~100 之间比较合适。一般情况下,当地震数目大于 50 个时,建议用 LSQR 算法。

WTCCP、WTCCS、WTCTP、WTCTS 这 4 个参数是 P 和 S 波在迭代时的权值。WRCC、WRCT 是迭代之后剔除数据的条件,WDCC、WDCT 是事件对之间最大距离,超过这个距离的事件不具有连接性。WDCC、WDCT 这两个参数对地震定位结果的影响较大,它们控制着事件之间的关联性。因此,在实际的应用中要多次调整这两个值,以得到合理的结果。

NLAY、RATIO、TOP 和 VEL 这几个参数设置一维的水平层地壳模型。如果速度模型不合理,会造成部分事件定位在水平面之上。

3.4 分析输出结果

hypoDD 在屏幕输出每一次迭代的信息。

前两列(IT)是迭代的次数。第 1 列是迭代的次数,第 2 列是一共迭代成功了几次。

第 3 列(EV)是每一次迭代时,使用事件的百分比。在如下的两种情况下会把事件删除:与其他的事件失去联系或定位在地面之上。

第 4 列(CT)和第 5 列(CC)给出的每一次迭代时,使用震相数据和互相关数据的比例。

第 6 列(RMSCT)和第 7 列(RMSCC)是残差平方和(单位 ms)和对上次迭代之后数据改变的比例。

第 8 列(RMSST)显示台站的最大残差,单位是 ms,更多的信息在日志文件中。

第 9 列到第 12 列(DX,DY,DZ,DT)是每次迭代时对震源位置和发震时刻的修正量。如果采用的算法是 LSQR,改变量太大或者太小,说明给的阻尼值 DAMP 太大或太小了。

第 13 列(OS)说明重新定位之后的地震群相对初始地震群的偏移,只给出三分量中最大的分量。

第 14 列(AQ)是被删除的事件的数目。如果定位在海平面之上的地震太多,意味着阻尼值太小或速度模型不合理。

最后一列(CND)说明双差方程的情况。只有用 LSQR 算法时,这个值才有意义,一般情况下,值在 40~80 之间比较合理。

3.5 重定位结果

重新定位的结果在当前目录的数据文件中,文件的名称在 hypoDD 的参数文件中可以设置,一般是 hypoDD.reloc。文件中有几列需要注意:第 1 列是事件的 ID;第 2、3、4 列分别为定

位之后的纬度、经度和深度;第11列到16列是发震时刻;第22列和23列分别是互相关数据和震相数据的残差平方和。

4 使用双差法对云南普洱地震进行重定位

2007年6月3日,云南普洱发生了6.4级地震。据中国地震台网测定,主震位于(23.10°N, 101.1°E)。截至6月16日,南北地震带台网捕获了约88次余震。笔者以这些余震为例,说明双差定位算法中重要参数的选择。图3是初步定位的结果,五角星是主震的位置,圆点是余震的位置,断层的数据来自邓启东和张培震等(2003)。

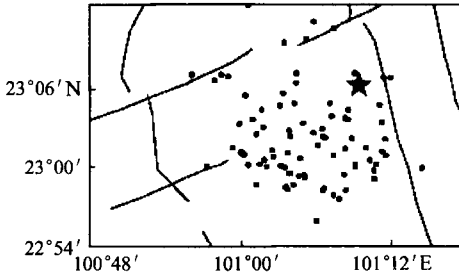


图3 初步定位的结果

4.1 S波的权值

双差法输入的震相文件中,P的权值一般赋为1,S波的权值可以赋为0.75或者0.5。在对云南普洱地震的重定位中,对两种权值都进行了实验。

S权值为0.75时,重定位83个事件,平均残差为0.038;S权值为0.5时,重定位84个事件,平均残差为0.025。

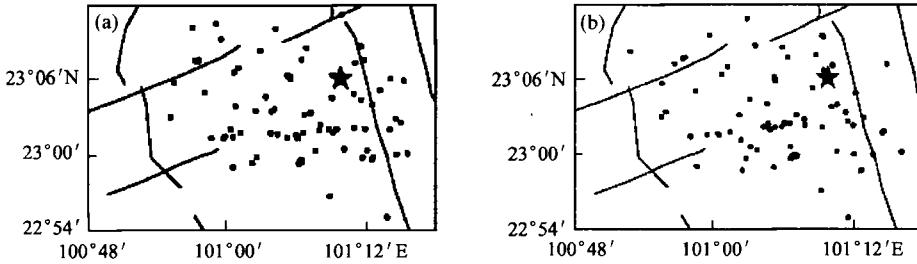


图4 S波权值不同情况下定位的结果

(a)S波权值为0.5;(b)S波权值为0.75

4.2 算法

在双差算法中,可以选择奇异值分解和共轭梯度法两种算法。对这88个地震重定位,用奇异值分解会很慢(在P4 1.8 G 256 M的机器上,迭代8次就运行了10 min),重定位给出的事件个数少(只重定位出12个事件),并且精度不高(残差平均值大于1)。因此,当定位的地震个数比较多,用奇异值分解感觉慢,就应该使用共轭梯度法。

4.3 速度模型的选择

云南地区可用的速度模型有王椿镛等(2002)反演的川滇地区的速度模型和杨智娴(2004)用于中国中西部地区的速度模型。可以选用的全球模型有PREM(Dziewonski and Anderson, 1981),ISAP91(Kennett and Engdahl, 1991)和AK315(Kennett et al, 1995),这里只采用了PREM和AK135模型(表3)。

表 3 试验中采用的速度模型

(A)川滇地区速度模型		(B)中西部地区速度模型		(C)PREM 速度模型		(D)AK135 速度模型	
深度/km	$v_p/\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$	深度/km	$v_p/\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$	深度/km	$v_p/\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$	深度/km	$v_p/\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$
1	5.89	0	5.75	0.0	1.45	0.00	1.45
10	5.88	7.5	5.88	3.0	5.80	3.00	1.65
30	6.45	12.0	5.93	15.0	6.80	3.30	5.80
50	7.75	16.0	5.95	24.4	8.11	10.0	6.80
65	7.80	20.0	6.30	71.0	8.08	18.00	8.035
85	8.00	30.0	6.60	80.0	8.20	43.00	8.0379
		50.0	7.65			80.00	8.04

表 4 是这 4 种不同速度模型下的定位结果,这 4 个结果,除了选用的速度模型不一样,其余参数相同。

图 5 是在各种不同速度模型下,用双差法重新定位的结果。从重定位事件的个数、平均残差的角度来考虑,PREM模型比较好。从重新定位之后地震的分布来看,川滇速度模型的结果相对较好,但采用川滇速度模型和西部速度模型可以重定位的地震较少;而 PREM 模型和 AK135 模型下重定位的事件比较多。

为什么在不同速度模型下重定位事件的个数有很大的差异?这是一个值得深入思考的问题。至少说明双差定位方法是和速度模型相关的。一个可能的原因是,双差定位方法与 PREM(地球表面有一层低速层)这一类的速度模型结合得比较好,而与其他速度模型结合不好。从 hypoDD 附带例子中的速度模型可以得到印证。

表 4 4 种速度模型重定位的结果

速度模型	事件个数	平均残差
川滇地区速度模型	63	0.505
中西部地区速度模型	53	0.398
PREM 速度模型	84	0.025
AK135 速度模型	80	0.075

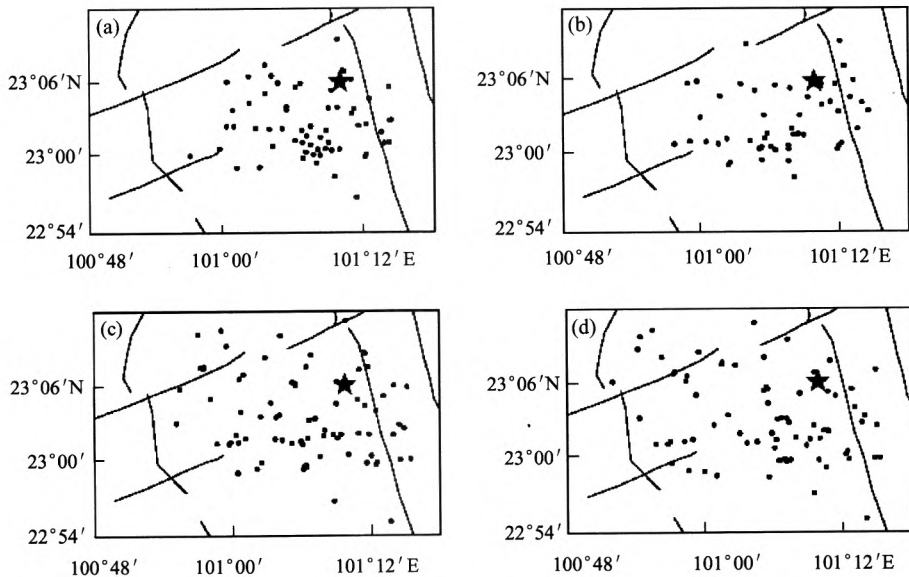


图 5 不同速度模型得到的定位结果

(a)川滇地区速度模型;(b)中西部地区速度模型;(c)PREM 速度模型;(d)AK135 速度模型

5 结束语

通过对2007年云南普尔6.4级地震序列的应用分析,可以看出:参数选择对定位结果有较大影响,而且速度模型对定位过程和结果也有影响。这也是与其他相对定位法所不同的。所以,在使用双差定位法时,要清楚每一个参数的物理意义和数据资料的基本情况,选择合适的速度模型,并通过一定的试验和定位结果分析和残差分析,最终选定合理的参数,从而提高地震的相对精度。

参考文献

- 邓启东,张培震,冉勇康等. 2003. 中国活动构造与地震活动[J]. 地学前缘, 10, 66~73
- 华卫,刘杰等. 2006. 2003年云南大姚6.2, 6.1级地震序列特征分析及地震触发研究[J]. 中国地震, 22(1):10~23
- 黄媛,杨建思,张天中. 2006. 2003年新疆巴楚-伽师地震序列的双差法重新定位研究[J]. 地球物理学报, 49(1):162~169
- 李永红,潘元生等. 2006. 双差定位方法在山东地区的应用[J]. 地震地磁观测与研究, 27(4):8~16
- 李志海,王海涛,赵翠萍,和锐. 2004. 双差地震定位法在北天山地区地震精确定位中的初步应用[J]. 内陆地震, 18(2):146~153
- 李志海,王海涛等. 2006. 2003年新疆石河子5.4级地震序列重新定位及发震断层与机制分析[J]. 地震研究, 29(2): 109~113
- 荣代璐,李亚荣. 2004. 基于“双差法”地震精确定位研究2002年12月14日玉门5.9级地震的发震断层和发震机制[J]. 西北地震学报, 26(4):223~227
- 王椿镛, Mooney W D, 王漠莉, 吴建平, 楼海, 王飞. 2002. 川滇地区地壳上地幔三维速度结构研究[J]. 地震学报, 24(1):1~16
- 王小平, 王燕织, 李慧民. 2005. 结合双差地震定位法及台阵技术对江苏张家港地震序列进行精确定位[J]. 内陆地震, 19(3): 257~263
- 王新岭, 刘杰, 张国民, 赵翠萍. 2005. 姚安地震序列与永胜地震序列的高精度定位[J]. 中国地震, 21(3):386~397
- 杨智娴, 陈运泰, 郑月军, 于湘伟. 2003. 双差地震定位法在我国中西部地区地震精确定位中的应用[J]. 中国科学(D辑), 33(B04):129~134
- 杨智娴, 陈运泰. 2004. 用双差地震定位法再次精确测定1998年张北-尚义地震序列的震源参数[J]. 地震学报, 26(2): 115~120
- 杨中书, 曾文敬. 2007. 利用双差法对2005年江西九江-瑞昌5.7级地震序列重新定位[J]. 地震地磁观测与研究, 28(2): 25~31
- 朱艾斓, 徐锡伟, 胡平, 周永胜, 林元武, 陈桂华, 甘卫军. 2005. 首都圈地区小震重新定位及其在地震构造研究中的应用[J]. 地质论评, 51(3):268~274
- 朱艾斓, 徐锡伟, 周永胜, 尹京苑, 甘卫军, 陈桂华. 2005. 川西地区小震重新定位及其活动构造意义[J]. 地球物理学报, 48(3):629~636
- Dziewonski A D, Anderson D L. 1981. Preliminary reference Earth model[J]. Phys Earth Planet Inter, 25, 297~356
- Kennett B L N and Engdahl E R. 1991. Travel times for global earthquake location and phase identification[J]. Geophys J Int, 105, 429~465
- Kennett B L N, Engdahl E R and Buland R. 1995. Constraints on seismic velocities in the Earth from travel times[J]. Geophys J Int, 122, 108~124
- Waldhauser F, Ellsworth W L. 2000. A double-difference earthquake location algorithm: method and application to the Northern Hayward Fault, California[J]. Bull Seism Soc Amer, 90, 1353~1368
- Waldhauser F. 2001. HYPODD-A program to compute double-difference hypocenter locations[R]. U. S. Geologic Survey Open-File Report
- Yang Zhixian, Yu Xiangwei, Zheng Yuejun, Chen Yuntai, Ni Xiaoxi, Winston Chan. 2004. Earthquake relocation and three-dimensional crustal structure of P wave velocity in central western China[J]. Acta Seismologica Sinica, 17(1): 20~30

Analysis of double-difference algorithm and the affect of its parameter in location

Zheng Yu and Yang Jiansi

(Institute of Geophysics, China Earthquake Administration, Beijing 100081, China)

Abstract

The workflow of double-difference algorithm and its relative parameters are studied and analyzed. The affect of parameters to the location result of hypoDD is also discussed by taking the June 2007 Pu'er earthquake as example. Some problem that should pay attention to during the usage of hypoDD program are pointed out.

Key words: double-difference algorithm, parameter adjustment, Pu'er earthquake