

郭焱嘉,常亮,毛国良,等. 河北 2015 地壳速度模型在台网编目与速报中的应用[J]. 华北地震科学, 2018, 36(3): 66-74.

河北 2015 地壳速度模型在台网编目与速报中的应用

郭焱嘉,常亮,毛国良,王莉婵,王宁

(河北省地震局,石家庄 050021)

摘要:河北 2015 地壳速度模型是根据河北省 2009—2014 年数字化震相资料以及河北省地质情况建立的区域地壳双层速度模型(简称 2015 模型)。为提高地震速报及编目质量,在 ISDP 和 MSDP 软件中应用 2015 模型、华南模型、华北模型,并通过单纯型、hyposat、盖格法对 2009—2016 年 90 条较显著地震进行定位分析。从定位残差、震中偏差、震级偏差 3 方面分析对比各模型,结果表明,2015 模型与其他 2 个模型在各方面相差不大,符合地震速报及编目工作要求,也更适合河北区域地震的定位分析,为 2015 模型在河北测震台网的实际应用提供依据。

关键词:河北 2015 模型;地震编目;地震速报;地震定位

中图分类号:P315.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1003-1375(2018)03-0066-09

doi:10.3969/j.issn.1003-1375.2018.03.010

0 引言

河北省数字测震台网目前使用的地壳速度模型有华南速度模型与华北速度模型(简称旧模型),其中前者主要用于地震编目工作,后者用于河北省地震速报工作。华南速度模型是范玉兰等^[1]1990 年利用华南地区大量的天然地震和人工爆破资料研究出的双层平均地壳模型,与河北地质情况有区域性差异。华北速度模型主要是依据唐山和邢台老震区地震资料计算所得,它反映的是两个老震区小区域的地壳平均速度结构^[2]。由于河北北部山区与南部平原地区地壳厚度存在差异,大部分学者针对不同的区域开展相应的研究,如:于利民等^[3]、张学民等^[4]均基于深源远震体波资料并利用 Haskell 矩阵传递方法计算理论地震图;张成科等^[5]利用地震测深剖面资料,进行射线追踪走时拟合计算,得到了文安、蔚县等地的一维速度模型;赵博等^[6]利用双差定位方法分析华北地区的地震活动过程中,针对华北东、西部分别给出了 2 个不同的速度模型。以上各种速度模型结果为区域性速度结构或三维速度结构,不能直接应用到河北测震台网的实际工作中。2014 年中国地震局监测预报司组织了“全国区域一维速度模型建设及推广使用工作”项目,河北省地震局搜集 2009—2014 年期间发生在河北省的地震资

料,利用线性拟合、折合走时、Hyposat 批处理等方法建立了河北地区的新模型——河北 2015 模型^[3-5,7-11](简称新模型),并利用 PTD 软件对典型地震及爆破资料的新旧模型定位结果进行对比分析等方法对新模型进行验证,取得了较好的效果。本文拟进一步利用 2009—2016 年河北省数字测震台网速报的地震数据,在 ISDP 中利用盖革法及新一旧模型对速报地震进行定位对比分析。在 MSDP 中利用 hyposat 定位法和单纯型定位法,以及新一旧模型分别对编目地震数据进行定位对比分析,为河北 2015 模型在河北台网的实际应用提供依据。

1 地质概况及方法资料简述

1.1 地质概况

河北省地质构造较为复杂,地势由西北向东南逐渐降低。西部为太行山脉,北部为阴山—燕山隆起,多为高原与山脉,海拔大多高于 1 000 m,最高可达 2 000 m 以上;东临渤海,为平原地区,大部分海拔低于 50 m,东西高差最大可达 2 800 m^[6]。河北省地区地貌类型较多,包括高原、平原、山地、丘陵等。河北地区位于华北地震带北部,省内断裂发育主要分为近 EW 向、NNE 向或 NE 向、NW 向等 3 类活动断裂^[12],其中 NNE 或 NE 向断裂活动性最强,特殊的地质构造决定了河北省为大震多发区,中

小地震更是相当频繁,密集度高。

1.2 定位方法的选取

ISDP 是一个适用于区域地震台网的交互处理软件,地震定位采用盖革法,该方法适用于地方震和近震。MSDP 地震交互分析处理软件是“十五”期间中国地震局推广应用的软件,使用 Java 语言开发,具有平台无关性、多线程、可靠安全的特点^[13]。MSDP 软件中,常用的定位方法有单纯型定位法、Hyposat 定位法和 HYP2000 定位法。单纯型定位是在 n 维空间中,用 $n+1$ 个顶点构成一个多面体,依据单纯型运算规则,计算各顶点的函数值,然后进行比较,确定顶点的优劣;接着计算新点,用好的顶点代替坏的顶点,这样不断地改变顶点,使单纯型朝着目标函数最小方向移动,最终获得准确解。单纯型定位法主要用于近震(包括地方震)。Hyposat 是外挂地震定位程序,采用了传统的 Geiger 法的基本思路,即将非线性方程线性化,并采用最小二乘法原理求解。Hyposat 不仅适用于近震,对远震甚至极远震定位也有相对好的效果^[14]。

1.3 数据资料的处理

选取河北测震台网自 2009—2016 年速报过的 $M_L \geq 3.0$ 的 90 条地震事件,其中网缘地震记录 22 条。在 ISDP 中利用新模型针对 90 条地震记录进行定位,将河北 2015 模型结果与华北速度模型产出的结果进行对比,分析 2 次产出结果的一致性。选取 2009—2016 年 $M_L \geq 3.0$ 的 16 次地震事件,在 MSDP 中运用单纯型定位法和 Hyposat 定位法对地震事件进行定位,将新模型定位结果与台网编目产出结果进行对比,分析基于河北 2015 模型的定位结果与华南模型定位结果的一致性。

2 定位结果分析

2.1 震中位置对比分析

震中是震源在地表水平面上的垂直投影,用经纬度表示,震中并非一个点,而是一个区域。

2.1.1 河北 2015 模型与华北模型在 ISDP 速报地震震中定位结果对比

为对比速报地震震中位置,在 ISDP 中利用河北 2015 模型定位的震中与华北模型定位结果进行对比(图 1)。

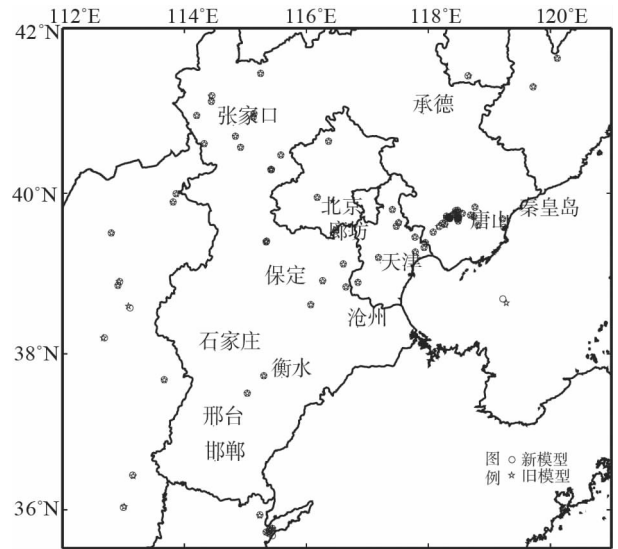


图 1 河北省及周边地区 ISDP 软件定位的震中分布图
震中位置差计算公式如下:

$$\Delta = 111.199 \{ (\varphi_1 - \varphi_2)^2 + (\lambda_1 - \lambda_2)^2 \cos^2 [(\varphi_1 + \varphi_2) / 2] \}^{1/2} \quad (1)$$

式中: Δ 是震中差,单位 km; (φ_1, λ_1) 、 (φ_2, λ_2) 分别为新旧模型定位震中位置。计算出河北新模型与华北模型震中位置差如表 1 所示。

表 1 ISDP 定位震中位置差

发震时刻 年-月-日 时:分:秒	新纬度/ (°N)	新经度/ (°E)	震中位置	旧纬度/ (°N)	旧经度/ (°E)	震中位置 差/km	震级差
2016-11-04 03:41:08	37.670	113.670	山西平定	37.669	113.666	0.4	0
2016-10-29 02:58:12	41.294	119.718	辽宁喀喇沁左翼	41.297	119.723	0.5	0
2016-10-29 02:35:36	39.743	118.417	河北唐山	39.744	118.416	0.1	0
2016-10-05 23:27:40	39.693	118.354	河北唐山	39.694	118.353	0.1	0
2016-09-21 21:57:55	39.692	118.344	河北唐山	39.693	118.343	0.1	0
2016-09-10 18:19:16	39.691	118.356	河北唐山	39.692	118.354	0.2	0
2016-09-10 18:09:38	36.692	118.344	河北唐山	36.693	118.343	0.1	0
2016-08-27 15:50:36	39.693	118.299	河北唐山	39.694	118.298	0.1	0
2016-08-22 15:15:29	39.712	118.353	河北唐山	39.713	118.352	0.1	0
2016-08-22 04:07:30	39.707	118.332	河北唐山	39.706	118.332	0.1	0

续表 1

发震时刻 年-月-日 时:分:秒	新纬度/ (°N)	新经度/ (°E)	震中位置	旧纬度/ (°N)	旧经度/ (°E)	震中位置 差/km	震级差
2016-08-21 17:15:35	39.702	118.334	河北唐山	39.701	118.334	0.1	0
2016-07-04 14:28:08	39.695	118.339	河北唐山	39.698	118.338	0.3	0
2016-06-23 08:37:34	40.954	114.194	河北尚义	40.954	114.191	0.3	0
2016-05-22 17:08:06	41.639	120.117	辽宁朝阳	41.637	120.110	0.6	0
2016-05-16 07:34:51	39.629	118.232	河北唐山	39.629	118.234	0.1	0
2016-05-01 14:12:45	39.205	117.231	天津北辰	39.206	117.228	0.3	0.01
2016-04-07 04:49:48	38.870	112.883	山西原平	38.865	112.864	1.7	0
2016-03-18 22:21:31	40.931	115.129	河北崇礼	40.931	115.130	0.1	0
2016-03-14 22:55:35	38.689	119.220	河北乐亭附近海域	38.639	119.275	7.4	0
2016-03-14 10:56:27	39.387	117.935	河北丰南	39.386	117.947	1.0	0
2016-01-23 21:00:38	41.430	118.650	内蒙古宁城	41.430	118.664	1.2	0
2016-01-20 09:05:00	35.663	115.444	河南范县	35.660	115.447	0.4	0
2016-01-10 02:25:48	40.483	115.570	河北怀来	40.486	115.570	0.3	0
2015-11-28 02:10:38	39.332	117.933	河北丰南	39.333	117.933	0.1	0
2015-11-24 09:21:15	35.934	115.240	河南清丰	35.927	115.234	0.9	0
2015-11-18 06:36:51	40.607	114.325	河北怀安	40.606	114.322	0.3	0
2015-11-15 23:21:07	39.755	118.557	河北滦县	39.754	118.556	0.1	0.01
2015-07-05 06:02:21	40.291	115.416	河北涿鹿	40.292	115.415	0.1	0
2015-06-12 14:40:33	41.120	114.443	河北张北	41.121	114.442	0.1	0
2015-04-19 18:21:47	38.920	116.269	河北文安	38.911	116.266	1.0	0
2015-03-05 14:05:51	38.897	116.846	天津静海	38.898	116.845	0.1	0
2015-02-28 11:20:50	39.126	116.606	河北霸州	39.125	116.605	0.1	0
2015-01-31 16:26:46	39.538	116.479	河北廊坊	39.538	116.480	0.1	0
2015-01-18 11:01:24	35.693	115.387	河南范县	35.694	115.385	0.2	0
2015-01-11 20:34:11	39.830	118.766	河北滦县	39.833	118.765	0.3	0
2014-12-29 11:48:03	39.712	118.749	河北滦县	39.712	118.748	0.1	0
2014-12-25 19:45:08	38.618	116.071	河北任丘	38.616	116.073	0.3	0.10
2014-10-14 17:27:29	39.730	118.694	河北滦县	39.731	118.693	0.1	0
2014-09-06 18:37:41	40.291	115.429	河北涿鹿	40.293	115.429	0.2	0
2014-01-14 01:40:07	39.735	118.399	河北唐山	39.735	118.397	0.2	0
2013-11-27 05:15:37	40.563	114.924	河北宣化	40.563	114.922	0.1	0
2013-10-27 03:32:28	39.717	118.298	河北唐山	39.717	118.297	0.1	0
2013-08-03 17:29:18	39.792	118.481	河北滦县	39.790	118.480	0.1	0
2013-07-09 18:39:14	38.577	113.110	山西定襄	38.600	113.078	3.8	0
2013-02-22 12:02:04	39.893	113.814	山西大同	39.891	113.810	0.4	0
2013-01-11 07:55:02	39.606	118.817	河北滦南	39.601	118.822	0.7	0
2013-01-08 02:11:47	39.684	119.217	河北昌黎	39.684	119.216	0.1	0
2012-11-20 16:14:01	41.458	115.251	河北张北	41.456	115.249	0.3	0
2012-08-30 00:14:01	40.697	114.836	河北宣化	40.699	114.836	0.2	0
2012-08-26 07:13:34	39.594	117.473	天津宝坻	39.594	117.473	0	0
2012-06-18 03:05:15	39.637	117.511	天津宝坻	39.641	117.514	0.5	0
2012-05-29 05:00:42	39.770	118.488	河北唐山	39.769	118.487	0.1	0

续表 1

发震时刻 年-月-日 时:分:秒	新纬度/ (°N)	新经度/ (°E)	震中位置	旧纬度/ (°N)	旧经度/ (°E)	震中位置 差/km	震级差
2012-05-28 10:22:52	39.760	118.457	河北唐山	39.760	118.458	0.1	0
2012-05-03 15:26:38	42.766	116.699	内蒙古克什克腾旗	42.762	116.695	0.6	0
2012-05-03 03:22:46	42.755	116.698	内蒙古克什克腾旗	42.760	116.708	1.0	0
2012-05-03 03:18:27	42.759	116.698	内蒙古克什克腾旗	42.755	116.700	0.5	0.10
2012-03-05 03:38:43	41.188	114.449	河北张北	41.185	114.438	1.0	0
2011-12-24 14:20:23	39.511	112.802	山西山阴	39.511	112.804	0.2	0
2011-12-23 07:06:32	38.839	116.650	河北大城	38.838	116.649	0.1	0
2011-12-12 09:42:35	39.590	118.180	河北唐山	39.590	118.170	0.9	0
2011-10-13 12:27:53	35.762	115.443	河南范县	35.761	115.443	0.1	0
2011-10-12 16:40:20	39.951	116.177	北京石景山	39.951	116.178	0.1	0
2011-09-30 08:07:56	36.448	113.153	山西潞城	36.442	113.158	0.8	0
2011-09-05 08:04:10	39.620	118.27	河北唐山	39.610	118.280	1.4	0
2011-09-01 16:41:41	37.717	115.301	河北辛集	37.716	115.299	0.2	0
2011-04-21 00:15:57	36.034	113.003	山西长治	36.035	113.008	0.5	0.01
2011-02-06 06:23:52	39.773	117.413	天津蓟县	39.773	117.411	0.2	0
2011-01-24 01:08:19	39.663	118.490	河北滦县	39.662	118.489	0.1	0
2010-10-28 01:02:21	39.554	119.233	河北昌黎	39.559	119.224	1.0	0
2010-10-24 16:58:56	34.106	114.593	河南太康	34.124	114.594	2.0	0
2010-07-30 22:42:48	39.409	115.351	河北易县	39.400	115.341	1.3	0
2010-07-30 22:21:14	39.402	115.335	河北易县	39.405	115.337	0.4	0
2010-06-05 20:58:12	38.198	112.688	山西阳曲	38.195	112.669	1.7	0
2010-04-30 02:36:31	37.501	115.032	河北宁晋	37.501	115.034	0.2	0
2010-04-09 18:52:01	39.521	118.078	河北丰南	39.522	118.077	0.1	0
2010-04-04 21:46:44	39.995	113.864	山西阳高	39.992	113.867	0.4	0
2010-03-25 04:21:15	35.742	115.403	河南范县	35.744	115.402	0.2	0.01
2010-03-22 02:52:28	39.785	118.449	河北唐山	39.785	118.448	0.1	0
2010-03-06 19:51:26	39.685	118.471	河北滦县	39.684	118.470	0.1	0
2010-03-06 17:56:18	39.692	118.492	河北滦县	39.691	118.490	0.2	0
2010-03-06 11:00:47	39.690	118.494	河北滦县	39.69	118.493	0.1	0
2010-03-06 10:49:45	39.696	118.482	河北滦县	39.696	118.482	0	0
2010-03-01 17:11:52	40.636	116.365	北京延庆	40.637	116.366	0.1	0
2010-02-15 00:03:24	39.701	118.500	河北滦县	39.700	118.499	0.1	0
2010-01-15 17:16:43	35.711	115.341	河南濮阳	35.712	115.341	0.1	0
2009-11-22 17:09:56	39.460	117.782	天津宁河	39.462	117.780	0.3	0
2009-10-30 03:02:22	39.276	117.788	天津滨海新区	39.276	117.781	0.6	0.01
2009-10-27 08:06:50	35.721	115.394	河南濮阳	35.723	115.384	0.9	0
2009-09-25 07:42:09	39.290	117.769	天津滨海新区	39.286	117.763	0.7	0
2009-03-28 19:11:19	38.907	112.941	山西原平	38.908	112.927	1.2	0

由表 1 可知,90 条地震记录中,震中位置差小于 5 km 的有 89 条,满足 I 类精度(震中误差 ≤ 5 km)共占比 98.9%;达到 II 类精度(5 km $<$ 震中

误差 ≤ 15 km)的仅 1 条,占比 1.1%。由此可见,河北 2015 模型的定位结果震中位置差基本满足地震速报定位的相关要求。

2.1.2 单纯型和 Hyposat 定位法的定位结果对比

在 MSDP 中运用单纯型和 Hyposat 定位法在河北 2015 模型下进行定位,所得震中与河北台网编

目对比的结果见图 2,用公式(1)计算出 2 种定位方法与编目对比的结果见表 2~3。

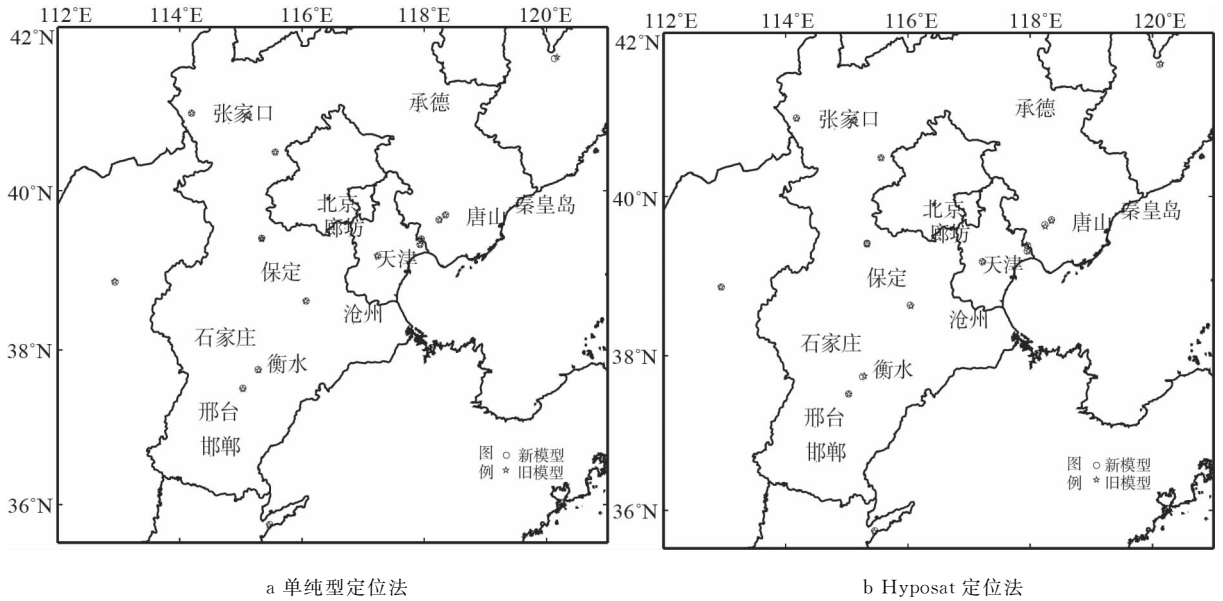


图 2 MSDP 定位震中分布图

表 2 单纯型定位法震中位置差

发震时刻 年-月-日 时:分:秒	新纬度/ (°N)	新经度/ (°E)	震中位置	旧纬度/ (°N)	旧经度/ (°E)	震中位置 差/km	震级差
2016-06-23 08:37:34	40.964	114.190	河北尚义	40.960	114.187	0.5	0
2016-05-22 17:08:06	41.623	120.133	辽宁朝阳	41.638	120.167	3.3	0.1
2016-05-16 07:34:51	39.638	118.243	河北唐山	39.636	118.246	0.3	0.1
2016-05-01 14:12:46	39.192	117.237	天津东丽	39.192	117.233	0.3	0
2016-04-07 04:49:48	38.862	112.941	山西原平	38.866	112.928	1.2	0
2016-03-18 22:21:31	40.929	115.117	河北崇礼	40.930	115.114	0.3	0
2016-03-14 20:56:27	39.399	117.943	河北丰南	39.401	117.949	0.6	0
2016-01-20 09:05:00	35.739	115.465	河南范县	35.730	115.456	1.3	0
2016-01-10 02:25:48	40.478	115.563	河北怀来	40.483	115.559	0.7	0
2015-11-28 02:10:38	39.330	117.932	河北丰南	39.327	117.931	0.3	0
2016-08-21 17:15:35	39.702	118.347	河北唐山	39.699	118.344	0.4	0
2014-12-25 19:45:08	38.623	116.072	河北任丘	38.625	116.062	0.9	0
2011-09-01 16:41:41	37.742	115.283	河北辛集	37.748	115.292	1.0	0
2010-07-30 22:21:14	39.407	115.343	河北易县	39.402	115.345	0.6	0
2010-07-30 22:42:48	39.409	115.341	河北易县	39.407	115.342	0.2	0
2010-04-30 02:36:31	37.511	115.032	河北宁晋	37.503	115.034	0.9	0

表 3 hyposat 定位法震中位置差

发震时刻 年-月-日 时:分:秒	新纬度/ (°N)	新经度/ (°E)	震中位置	旧纬度/ (°N)	旧经度/ (°E)	震中位置 差/km	震级差
2016-06-23 08:37:34	40.965	114.187	河北尚义	40.966	114.180	0.6	0
2016-05-22 17:08:06	41.627	120.124	辽宁朝阳	41.633	120.154	2.6	0
2016-05-16 07:34:51	39.635	118.243	河北唐山	39.631	118.249	0.7	0.1
2016-05-01 14:12:46	39.200	117.244	天津东丽	39.200	117.240	0.3	0
2016-04-07 04:49:48	38.867	112.948	山西原平	38.865	112.935	1.1	0
2016-03-18 22:21:31	40.932	115.116	河北崇礼	40.931	115.116	0.1	0
2016-03-14 20:56:27	39.392	117.968	河北丰南	39.392	117.969	0.1	0
2016-01-20 09:05:00	35.741	115.456	河南范县	35.727	115.463	1.7	0
2016-01-10 02:25:48	40.482	115.562	河北怀来	40.483	115.562	0.1	0
2015-11-28 02:10:38	39.321	117.960	河北丰南	39.323	117.954	0.6	0
2016-08-21 17:15:35	39.709	118.348	河北唐山	39.711	118.344	0.4	0
2014-12-25 19:45:08	38.623	116.050	河北任丘	38.630	116.052	0.8	0
2011-09-01 16:41:41	37.742	115.280	河北辛集	37.744	115.291	1.0	0
2010-07-30 22:21:14	39.406	115.324	河北易县	39.405	115.320	0.4	0
2010-07-30 22:42:48	39.412	115.328	河北易县	39.411	115.324	0.4	0
2010-04-30 02:36:31	37.509	115.032	河北宁晋	37.508	115.035	0.3	0

由表 2~3 所列 16 条编目地震的震中位置差数据,以地震编目结果的震中为原点,做 2 种定位方法在新模型震中与旧模型震中差的矢量分布(图 3),发现存

在偏差的震中在各方向上分布较均匀,新旧模型震中位置差最大的为 4 km,满足 I 类精度。由此可知,河北 2015 模型定位结果满足地震编目定位的相关要求。

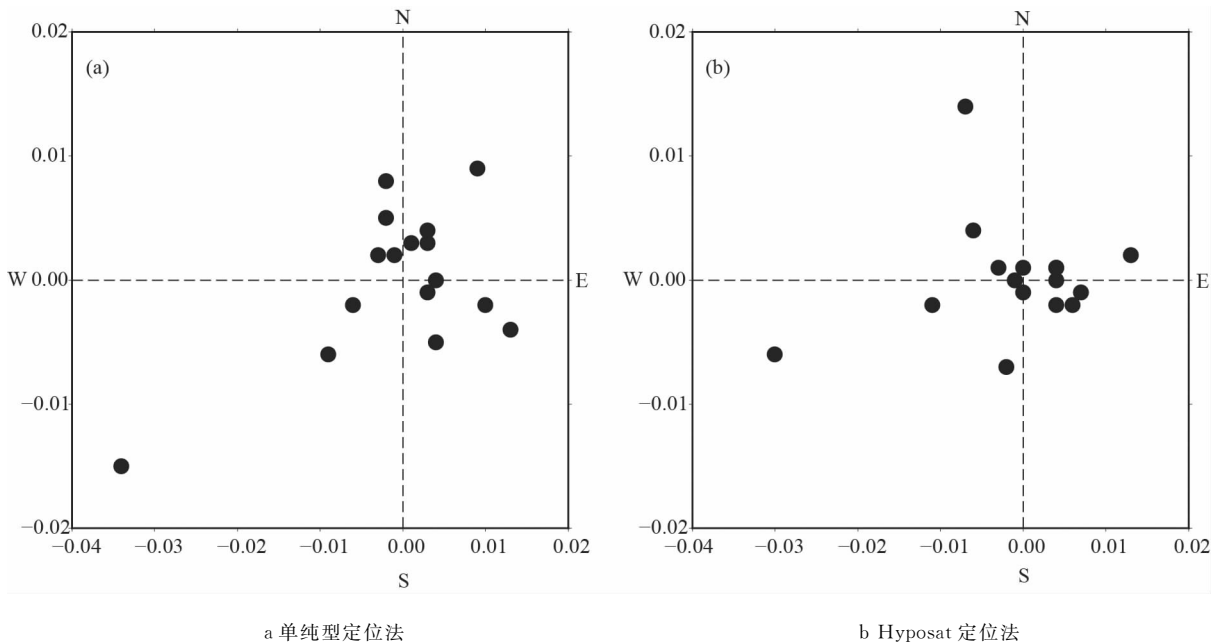


图 3 新模型结果与原定位结果的震中偏差矢量方位分布图

2.2 震级对比分析

地震震级是表征地震强弱的量度,是地震的基

本参数之一,本文主要对比的是近震震级 M_L 。在 ISDP 中利用河北 2015 模型与华北速度模型进行震

级对比(图 4)。中国地震台网中心速报震级差要求控制在 $-0.3 \sim 0.3$ 之间,从图 4 可知,在 ISDP 中新旧模型定位震级是比较一致的,震级差最大的为 0.1,没有超过台网速报震级差的范围。

由图 5 可知,在 MSDP 中,河北 2015 模型定位震级与华南模型定位震级基本持平,最大偏差为 0.1,满足地震编目的要求。

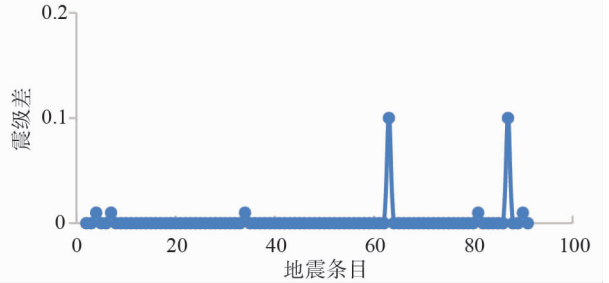
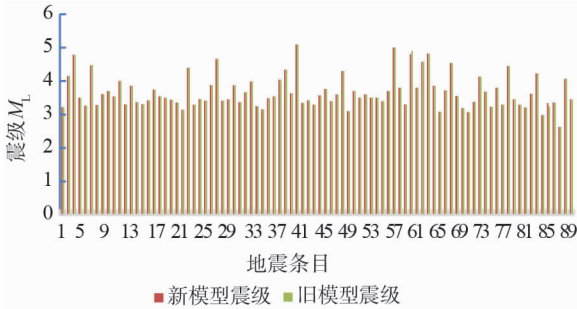
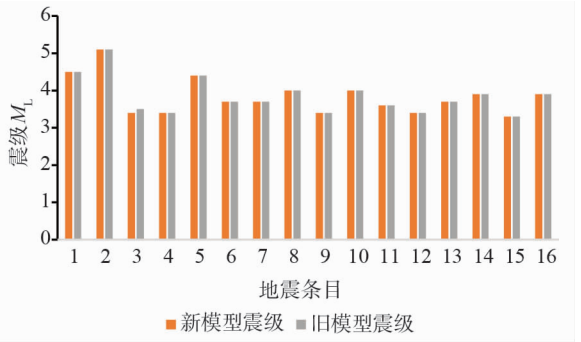
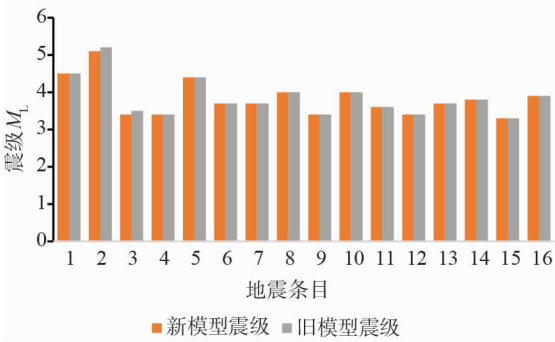


图 4 ISDP 新旧模型速报地震震级对比图



a 单纯型定位法

b Hyposat 定位法

图 5 MSDP 新旧模型编目地震震级对比统计柱状图

2.3 残差分析

无论是几何法定位还是计算法定位,误差是不可避免的,因此,在给出定位结果的同时,应该对定位结果进行误差估计。一些定位方法给出的误差包括水平误差、垂直误差、走时残差等,而另一些则只给出走时残差。但不管怎样,在进行定位时,都应注意消除系统误差,给出随机误差,这样,定位结果才有实际的意义。引起地震定位误差的因素有很多,主要因素有震源参数之间的互不独立、速度模型误差、台站分布和震相读取误差等^[15]。

由图 6 可知,ISDP 定位结果中,河北 2015 模型定位残差值总体低于华北模型定位残差值,新模型残差值较低,基本全部低于 0.5,只有一条地震记录残差较大,为 0.71。该地震位于山西省忻州市定襄县, $M_L 3.6$,由于该地震震中位于河北省界边缘,参与定位台站的最大空隙角为 305° ,震中包围不好引

起残差偏大。

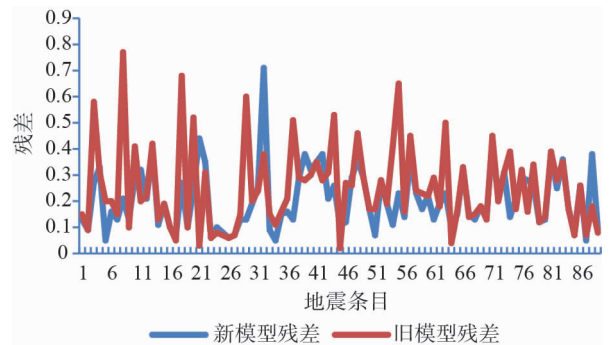


图 6 ISDP 速报地震残差分布

由图 7 可知,单纯型定位法残差值比较稳定,河北 2015 模型残差值总体比华南模型残差值小。而 Hyposat 定位法中,新模型与旧模型残差值各有高低,但总体新模型残差值比旧模型小的占多数,说明河北 2015 模型更适于河北区域地震的定位分析。

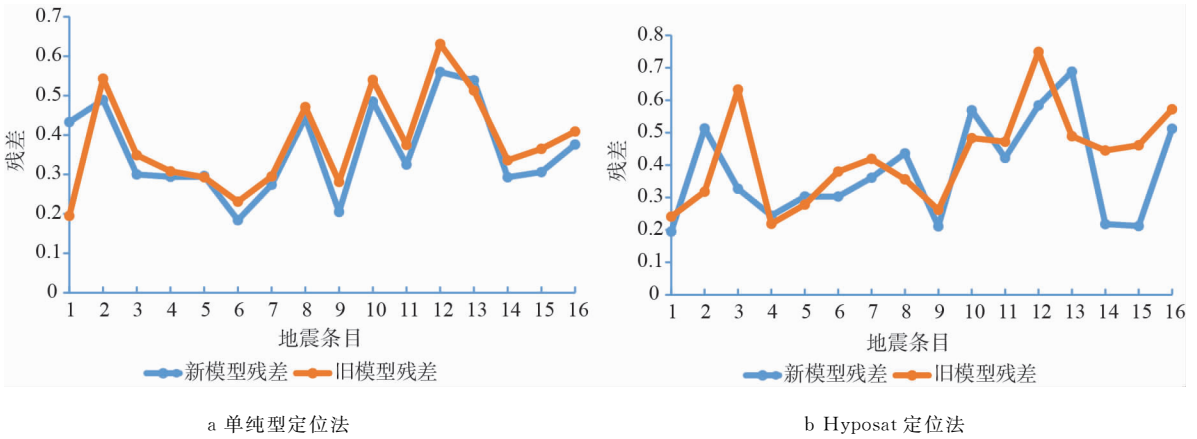


图 7 MSDP 编目地震残差分布

3 结论与讨论

在 ISDP 和 MSDP 中配置河北 2015 模型,对 2009—2016 年期间河北台网速报、编目中较显著地震进行定位,将其结果与旧模型结果进行对比分析得出:

1)在 ISDP 中,从震中位置、震级及残差 3 方面综合分析得出:河北 2015 模型对地震事件的定位结果符合省级测震台网地震速报评比要求^[16],与华北模型相比,满足 I 类精度(震中误差≤5 km)共占比 98.9%,震级最大偏差为 0.1,残差大部分低于 0.5,其中新模型比旧模型残差小或相等的占比 70%;

2)在 MSDP 中,从震中位置、震级及残差等方面综合分析,河北 2015 模型对地震事件的定位结果符合省级测震台网地震编目评比的相关要求,单纯型定位法和 Hyposat 定位法结果全部满足 I 类精度

(震中误差≤5 km),震级最大偏差为 0.1,单纯型定位法和 Hyposat 定位法中,新模型残差比旧模型小的分别为 10 条和 13 条,占比为 62.5%和 81.2%;

经对比分析,2015 模型更适用于河北数字测震台网的实际需求,这可能与 2015 模型是利用了数字化资料化后,震相拾取精度提高有关。由于深度方向没有台站,在地震定位程序中使用不合适的速度模型,会对震源参数的准确测定产生较大影响。

在 ISDP 与 MSDP 中震中位置、震级、残差 3 方面偏差较大的地震事件主要分布于省界边缘,主要是由于记录该地震事件的台站对震中的包围程度不好所致。尽管测震台站受周围地质条件、仪器自噪声、场地衰减等因素影响,但将基于河北实际地质条件建立的河北 2015 模型应用到 ISDP 和 MSDP 的地震定位处理结果基本满足地震速报及编目的相关要求。

参考文献:

[1] 范玉兰,林纪曾,胡瑞贺,等. 华南地区近震走时表的研制[J]. 华南地震, 1990, 10(2): 1-16.

[2] 王莉婵,朱元清,李雪英,等. 河北地区地壳一维速度模型的新近研究[J]. 华北地震科学, 2016, 34(4): 1-10.

[3] 于利民,刁桂玲,李钦祖,等. 由深源远震体波记录反演华北北部地壳上地幔速度结构[J]. 华北地震科学, 1995, 13(3): 11-20.

[4] 张学民,束沛镛,刁桂苓,等. 利用数字地震记录研究唐山震区台下的 P、S 波速度结构[J]. 华北地震科学, 2001, 19(1): 10-17.

[5] 张成科,张先康,盖玉杰,等. 文安—蔚县—察右中旗剖面地壳上地幔速度结构与构造研究[J]. 华北地震科学, 1997, 15(3): 18-28.

[6] 赵博,高原,石玉涛. 用双差定位结果分析华北地区的地震活动[J]. 地震, 2013, 33(1): 12-21.

[7] 李强,王椿镛,刘瑞丰,等. 应用层析成像技术研究华北地壳速度结构[J]. 地震地磁观测与研究, 1999, 20(5): 88-97.

[8] 于湘伟,陈运泰,王培德. 京津唐地区中上地壳三维 P 波速度结构[J]. 地震学报, 2003, 25(1): 1-14.

[9] 王志铄,王椿镛,曾融生,等. 华北及邻区地壳上地幔三维速度结构的地震走时层析成像[J]. CT 理论与研究应用, 2008, 17(2): 15-27.

[10] 王帅军,张先康,刘宝峰,等. 张渤地震构造带中西段及邻区深部构造探测[J]. 大地测量与地球动力学, 2005, 25(3): 110-115.

[11] 田晓峰,张先康,嘉世旭,等. 华北北部不同构造单元地壳速度模型—均匀分层介质反射波走时反演的结果[J]. 华北地震科学, 2006, 24(3): 1-5.

[12] 胡幸平,崔效锋. 华北地区中部地震精定位与构造应力场研究[J]. 震害防御技术, 2013, 8(4): 351-360.

[13] 翁少林. 地震交互分析软件 MSDP-DM 和 EDSP-IAS 的对比分析[J]. 中国西部科技, 2007(11): 87-90.

[14] 马建新,陈继锋,万玉杰. LocSAT 与 Hyposat 方法在青海地区地震定位结果的对比分析[J]. 高原地震, 2015, 27(1): 42-46.

[15] 中国地震局监测预报司. 测震学原理与方法[M]. 北京:地震出版社北京发行部, 2015: 362-395.

[16] 中国地震局. 中震测发[2015]051 关于印发《地震速报技术管理规定(2015年修订版)》的通知[Z]. 2015-10-13.

Application of Hebei 2015 Crustal Velocity Model in Hebei Seismic Network For Cataloging and Quick Report

GUO Yao-jia, CHANG liang, MAO Guo-liang, WANG Li-chan, WANG Ning
(Hebei Earthquake Agency, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract: Hebei 2015 crustal velocity model (hereinafter referred to as the new model) is a regional crustal double-layer velocity model, which was established based on the digital seismic data of Hebei province from 2009 to 2014 and geological conditions of Hebei province. To improve the quality of seismic quick report and cataloging, the simplex, Hyposat and Geiger methods were used to locate 90 significant earthquakes from 2009 to 2016 in ISDP and MSDP with the new model and old model. Through analyzing the location residuals, epicenter deviation and magnitude, it revealed that the location result from the new model is not far from the other two models. The differences between of them are meeting the specification of earthquake quick report and cataloging, and also more suitable for the location analysis of Hebei regional earthquake. All of the above works provided the reliability for the practical application of the new model in Hebei province.

Key words: Hebei 2015 model; earthquake cataloging; earthquake quick report; earthquake location

(上接第 58 页)

A Preliminary Study of Seismic Hazard Zoning Evaluation Based on GIS

ZHANG Wen-peng

(Earthquake Administration of Tianjin Municipality, Tianjin 300201, China)

Abstract: In this paper, a GIS-based method for seismic risk zoning evaluation is established. The paper selected five evaluation factors, such as earthquake magnitude, seismic frequency, fault length, fracture age and fracture properties, and put forward corresponding quantitative processing methods for these elements according to the characteristics of them, and finally, obtained evaluation results by overlay analysis according to the weight of evaluation elements. In this paper, this method is used to evaluate the seismic hazard zonation in Xigaze region. The results show that the high-risk areas in the Xigaze area are mainly distributed in the Xietongmen-Lazi area and the northeastern part of Nanmulin, the seismic hazard areas are mainly distributed in the outer edge of high-risk areas, Xigaze urban area and a small area of Nanmulin County, other regions are sub-safe, medium-level safe or safe areas, which can provide reference for land planning in Xigaze area.

Key words: GIS; Xigaze; seismic hazard; zoning evaluation