

陈 翔, 邓存华, 李 雷, 等. 2014年新不列颠地区 M_s 6.2 地震的震相特征分析[J]. 华南地震, 2016, 36 (1): 7-15. [CHEN Xiang, DENG Cunhua, LI Lei, et al. The Seismic Characteristics Analysis of the 2014 M_s 6.2 New Britain Earthquake[J]. South china journal of seismology, 2016, 36(1): 7-15.]

2014年新不列颠地区 M_s 6.2 地震的震相特征分析

陈 翔, 邓存华, 李 雷, 沈道康

(云南省地震局昆明基准地震台, 昆明 650204)

摘要: 对勐腊地震台数字地震仪记录到的 2014 年 11 月 7 日新不列颠地区 M_s 6.2 地震的震相进行了分析, 并将其与昆明、中甸地震台的记录进行对比, 提出了新不列颠地区地震的记录特征、分析难点和注意点, 以及这类地震的 PKPPKP 震相的特征, 避免将一个地震的 PKPPKP 震相误分成另一个地震的 P 震相。

关键词: 新不列颠地震; 数字记录; 分析对比

中图分类号: P315.7

文献标志码: A

文章编号: 1001-8662 (2016) 01-0007-09

DOI: 10.13512/j.hndz.2016.01.002

The Seismic Characteristics Analysis of the 2014 M_s 6.2 New Britain Earthquake

CHEN Xiang, DENG Cunhua, LI Lei, SHEN Daokang

(Kunming Seismic Station, Earthquake Administration of Yunnan Province, Kunming 650204, China)

Abstract: This paper analyzed the seismic characteristics of the M_s 6.2 New Britain earthquake, which occurred on November 7th, 2014 and were recorded by the Mengla seismic station. By comparing these with the records of the Kunming seismic station and the Zhongdian seismic station, the paper concluded the properties of the waveforms of the New Britain earthquakes, and proposed the key points in analysis, especially the way of recognizing the PKPPKP-phases of this kind of earthquake, to avoid recognizing the PKPPKP-phase of an earthquake incorrectly as P-phase of another.

Keywords: The New Britain earthquake; Digital recording; Comparing analysis

0 引言

在震相分析方面的研究中, 有涉及到影区地震方面的文章^[1]、也有涉及到震相疑难震相 SKS 和 Pdif 的文章^[2-3]; 而涉及到震相 PKPPKP, 有专著认

为 PKPPKP 是稀少但发育良好的复合核震相, 在 70° 附近震相很明显, 但是并非所有的理论距离内都是清晰可见的^[4]。因此, 本研究选取 2014 年 11 月 7 日新不列颠地区 M_s 6.2 地震, 试图通过对勐腊、昆明、中甸地震台的记录进行对比分析, 总

收稿日期: 2015-03-16

基金项目: 地震行业科研专项 (201208118)

作者简介: 陈 翔(1960-), 男, 高级工程师, 主要从事地震观测与分析预报工作

E-mail: 410665826@qq.com.

结本次新不列颠地区地震的记录特征，特别是 PKPPKP 震相的特征，以避免将一个地震的 PKPPKP 震相误分成另一个地震的 P 震相。

1 资料说明

据中国地震台网测定，2014 年 11 月 7 日 03 时 33 分 55.1 秒 (UTC) 新不列颠地区 (5.95°S 、 148.25°E) 发生 M_s 6.2 地震，震源深度为 50 km。笔者利用勐腊地震台的宽频带数字地震仪记录资料，分析了该地震的震相特征，并与同属国家测震台的昆明、中甸地震台的记录作为分析对比资料。台站基本信息见表 1。

表 1 台站基本信息

Table 1 Basic information about the seismic stations

台站名称	震中距/ $^{\circ}$	方位角/ $^{\circ}$	地震计	分析软件	采用时间
勐腊	53.4	115.5	VBBS	Dimas	国际时
昆明	54.1	118.8	STS-1	Dimas	国际时
中甸	57.7	118.2	KS2000	Dimas	国际时

(WWSSN-SP)记录上，可以判读出 pP 震相。由于 S 与 P 的到时差为 7min 28.2 s，大于 1min 43 s，又由于 pP 与 P 的到时差为 12 s，所以确认本次地震为浅源远震。确定了 P、pP 与 S 这三个震相后，利用 Dimas 分析软件提供的理论震相到时、或查地震走时表进行检验，可以进一步在仿真 WWSSN-SP 记录上判读出 sP 震相，在仿真 KIRNOS 记录上判读出 sS、SS 和 SSS 震相。在仿真 WWSSN-SP 记录上距 P 震相 30 min 13.6 s 的地方，有一 P 性质的波列记录，很像另一个地震的 P 头，但实际上它是本次地震的 PKPPKP 震相，通过局部放大图它还可以细分为 PKPPKPdf、PKPPKPbc、PKPPKPab 震相。至此，本次新不列颠地区 M_s 6.2 地震，勐腊台的记录可分析出 P、pP、sP、S、sS、SS、SSS、PKPPKPdf、PKPPKPbc、PKPPKPab 震相。分析结果见图 1。

通过上述分析，得出本次地震的发震时刻为 03 时 33 分 55.9 秒，震中距为 53.2° ，震源深度为 42.5 km，与美国国家地质调查局公布的结果只有微小的差别，说明了以上分析的正确性。

2.2 波形记录特点

本地震勐腊台的记录从图 1a 可以看出，在宽频带记录上 P、S、sS、SS、SSS 等震相一目了然能

2 勐腊台震相分析

2.1 分析方法

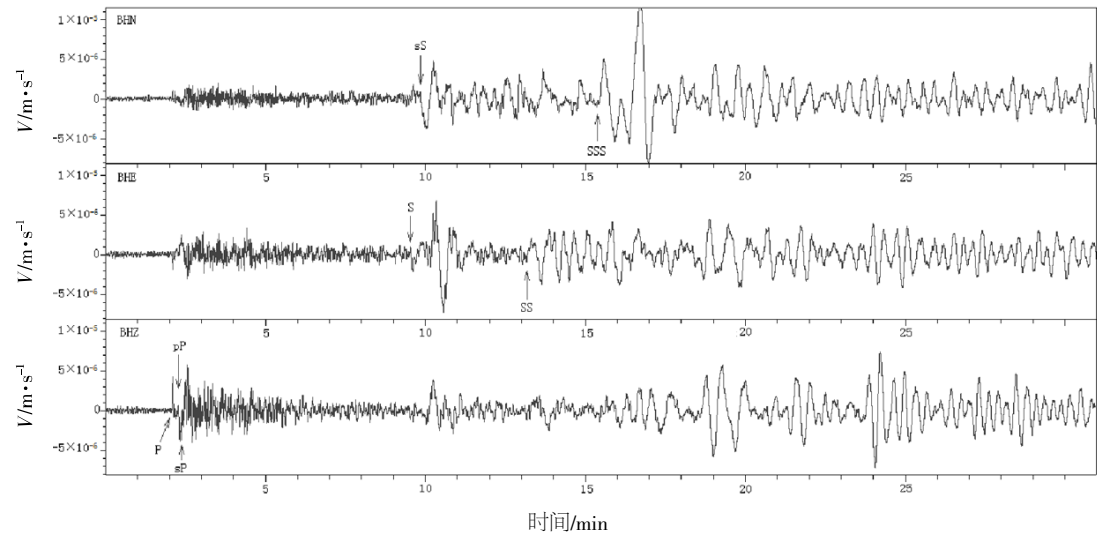
利用单台识别震相的方法^[9]，通过仿真、判断地震的性质、找出标志震相、利用到时差这四个步骤，来得出本次新不列颠地区 M_s 6.2 地震的震相分析结果，在此将我们的分析方法叙述如下。

对于本次地震，不论是在宽频带记录，还是在仿真基尔诺斯 (KIRNOS) 地震仪记录、仿真世界标准台网长周期 (WWSSN-LP) 地震仪记录上，我们都可以判读出特征比较明显的 P 震相和 S 震相，而在宽频带记录和仿真世界标准台网短周期

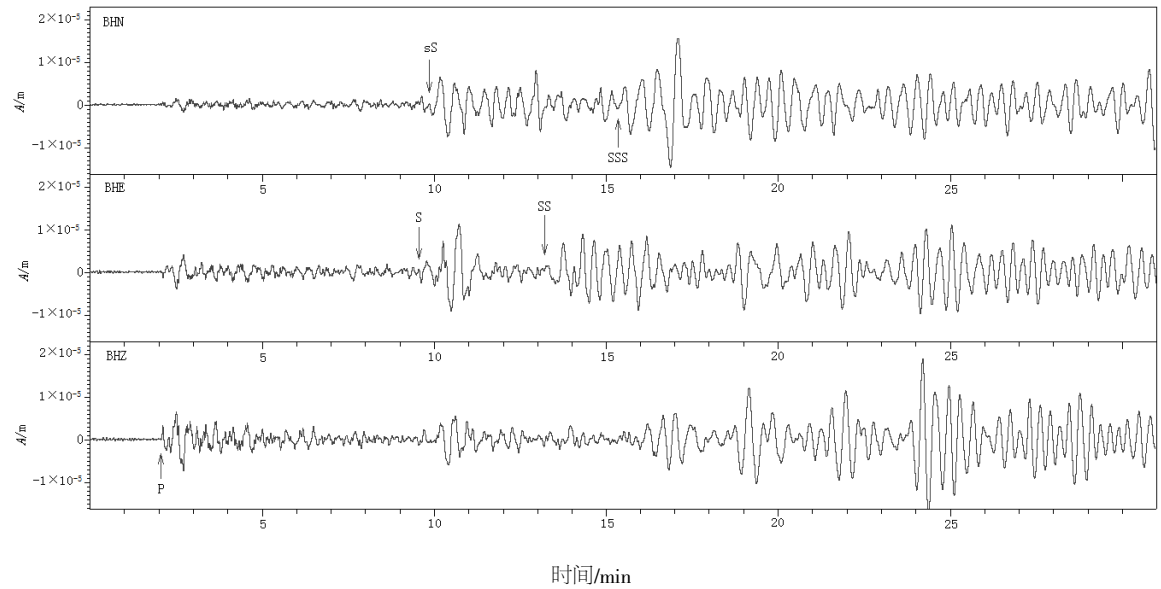
够直接识别；pP 和 sP 虽然受到它们前面波形的干扰，但 pP 和 sP 震相仍然可以识别，对记录波形进行局部放大后 pP 和 sP 震相更易辨认 (如图 2 所示)；PKPPKP 由于叠加在面波之上，在宽频带记录上不好识别。从图 1b、1c 可以看出，P 和 S 由于未受到干扰，在仿真 KIRNOS 记录和仿真 WWSSN-LP 记录上都比较清晰，SS 在东西分向上比较容易识别，而 sS 和 SSS 在北南分向上容易辨认。从图 1d 可以看出，在仿真 WWSSN-SP 记录上，P 由于受前面的背景噪声干扰不大，所以比较好辨认，而 pP 由于受前面 P 的干扰、sP 受前面 pP 的干扰，要对记录波形进行局部放大才能将 pP 和 sP 辨认出来，PKPPKP 虽然在仿真 WWSSN-SP 记录的全貌图上一眼就能看出来，但由于它距离本地震的 P 头有 30 min 13.6 s，很容易将它误认为是另一个地震的 P 头，通过局部放大还能细分出 PKPPKPdf、PKPPKPbc、PKPPKPab (如图 2 所示)。

3 其他台站的波形记录特点

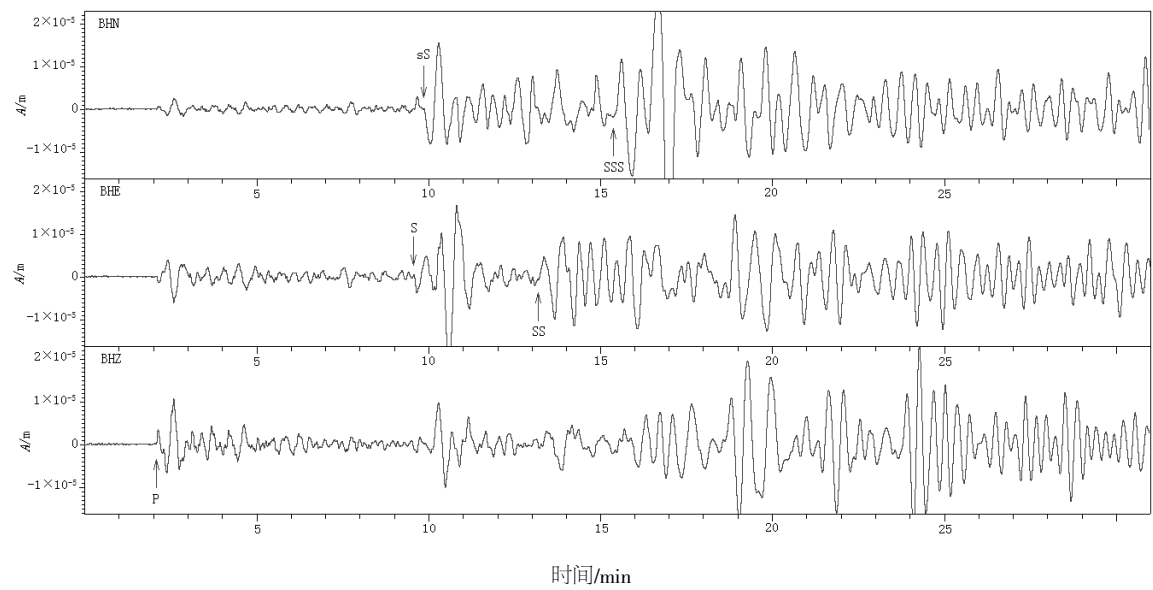
由于本研究属于单台震相分析，不论是勐腊台，或是昆明、中甸台，识别震相的方法都相同，因此、对于昆明和中甸台，对本次新不列颠地区 M_s 6.2 地震记录的震相分析就不再赘述，只把昆明



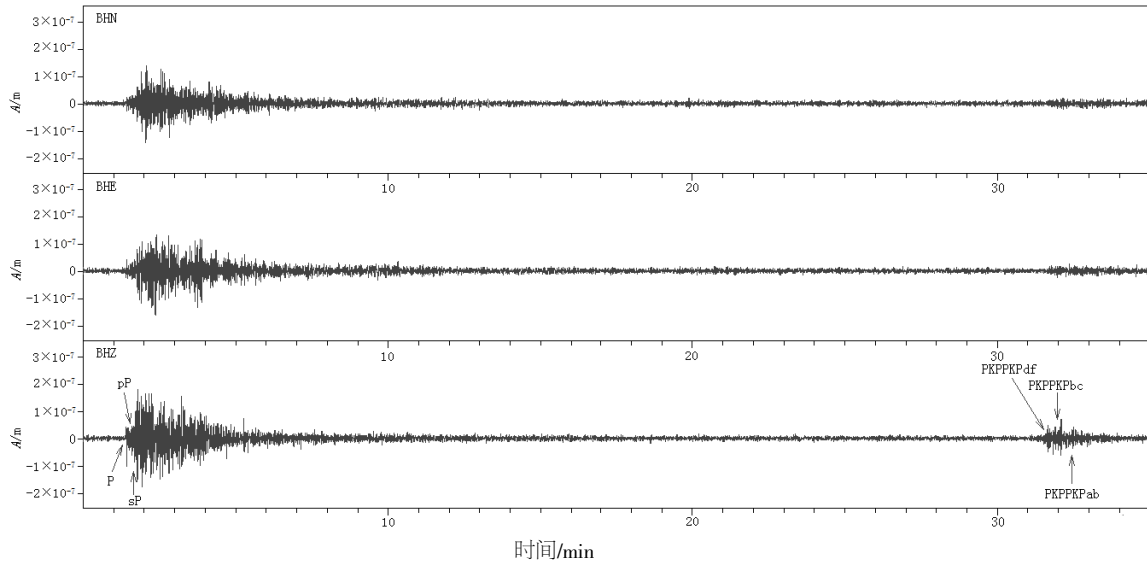
(a)宽频带记录



(b)仿真 KIRNOS 记录



(c)仿真 WWSSN-LP 记录



(d) 仿真 WWSSN-SP 记录

图 1 勐腊台的分析结果

Fig.1 Results of Mengla seismic station

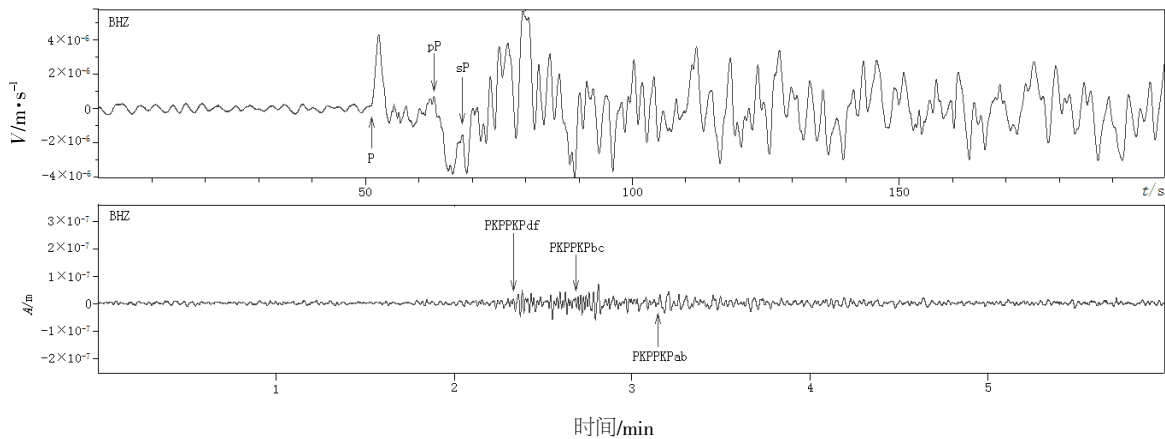


图 2 勐腊台的局部放大图

Fig.2 The enlarged view of Mengla seismic station

和中甸台的记录情况，与勐腊台的记录进行对比，来总结本次地震的波形记录特征。

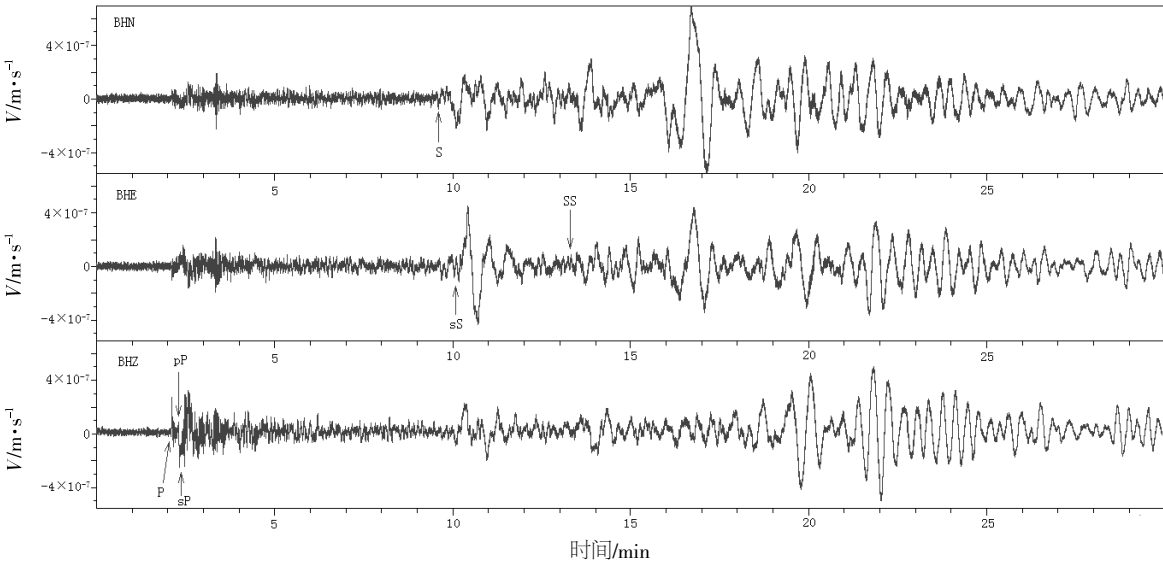
3.1 昆明台波形记录特点

本地震昆明台的记录从图 3a 可以看出，在宽频带记录上，P 和 pP 的记录都比较清晰；sP、S、sS 和 SS 虽然受到它们前面震波（包括背景噪声）的干扰，但 sP、S、sS、SS 等震相仍然可以识别；而通过局部放大后，如图 3e 所示，pP 和 sP 震相更易辨认。从图 3b 可以看出，在仿真 KIRNOS 记录上，记录比较清楚的震相为 P、S 和 sS，SS 在东西方向上较容易识别。在仿真 WWSSN-LP 记录上，P、S 和 SS 记录比较清晰，如图 3c 所示。从图 3d 可以看出，在仿真 WWSSN-SP 记录上，P 由

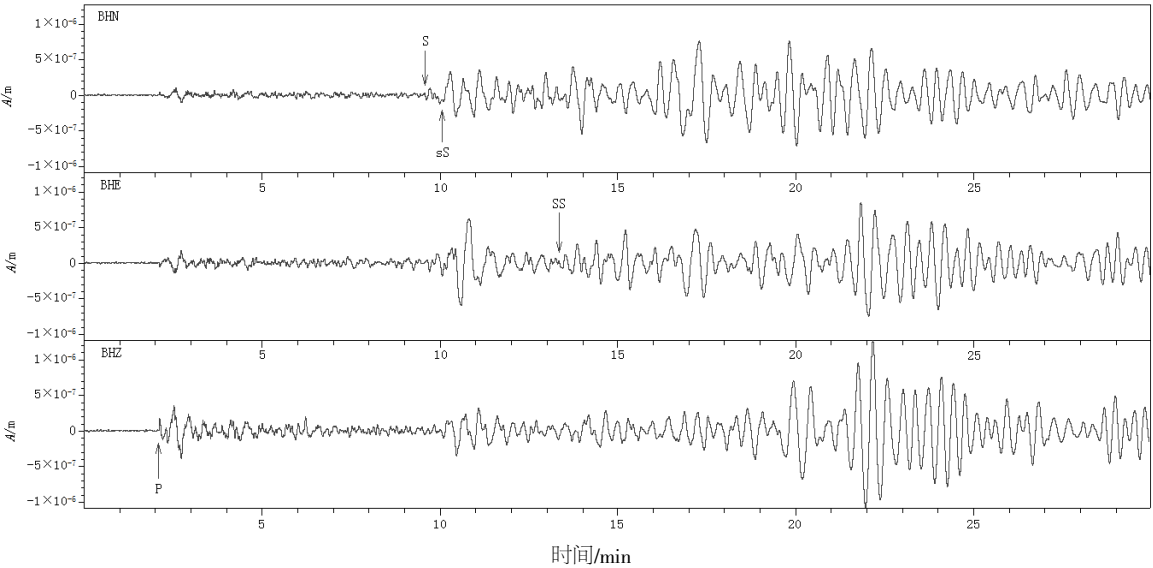
于受前面的背景噪声干扰不大，所以比较好辨认，而 pP 由于受前面 P 的干扰、sP 受前面 pP 的干扰，要对记录波形进行局部放大才能将 pP 和 sP 辨认出来(局部放大图略)；从仿真 WWSSN-SP 记录的局部放大图图 3e 可以看出，PKPPKPdf 由于受背景噪声的干扰而显得模糊，而 PKPPKPbc 和 PKPPKPab 记录清楚。

3.2 中甸台波形记录特点

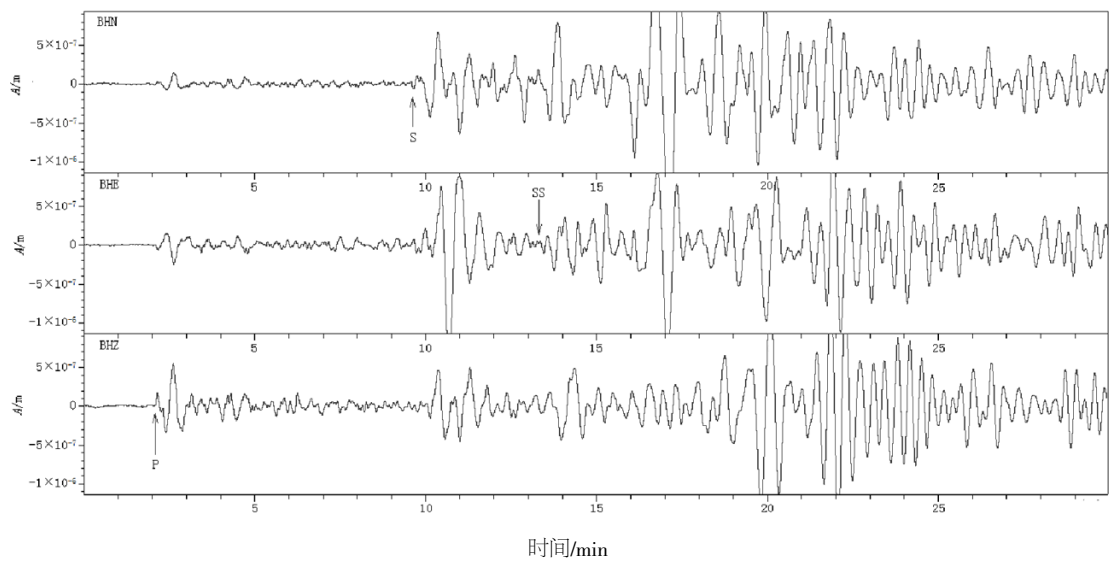
本地震中甸台的记录从图 4a 可以看出，在宽频带记录上，P、pP、S、SS 的记录都比较清晰；而 sP、sS 和 SSS 虽然受到它们前面震波的干扰，但 sP、SS、SSS 等震相仍然可以识别；从宽频带记录的局部放大图图 4e 可以看出，pP 和 sP 震相更



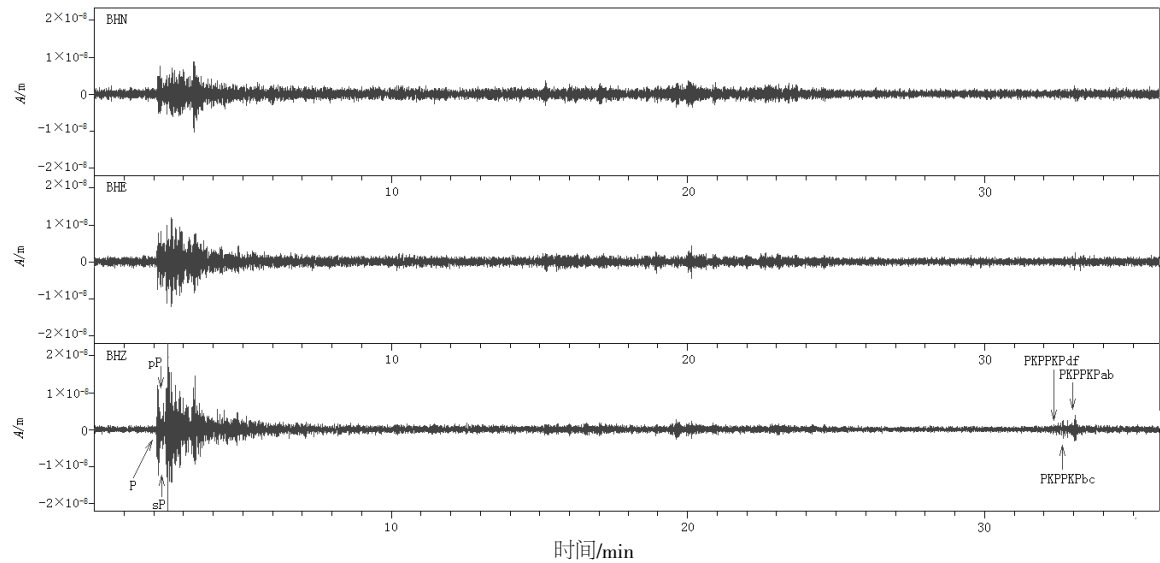
(a) 宽频带记录



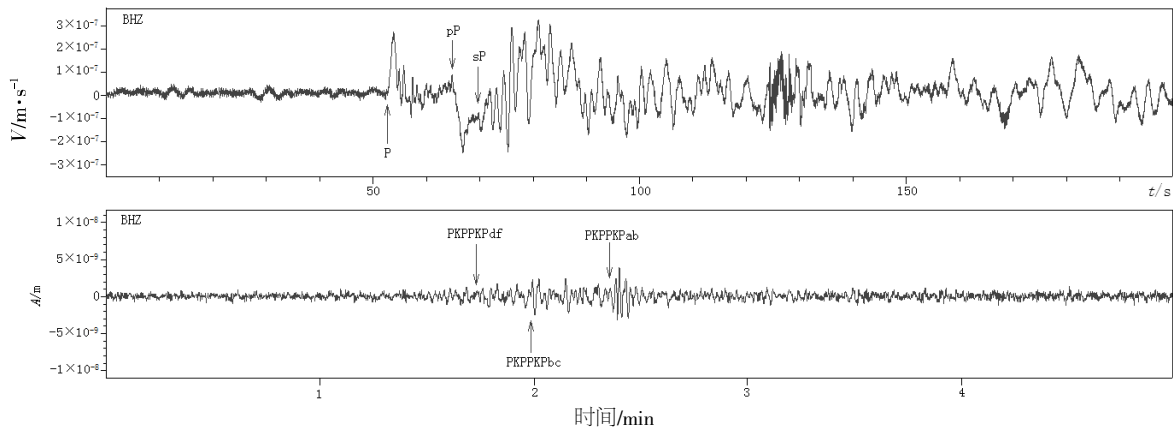
(b) 仿真 KIRNOS 记录



(c) 仿真 WSSN-LP 记录



(d) 仿真 WWSSN-SP 记录



(e) 局部放大图

图 3 昆明台的分析结果

Fig.3 Results of Kunming seismic station

易辨认。在仿真 KIRNOS 记录上,记录比较清楚的震相为 P、S 和 sS,SS 在东西分向上较容易识别 SS,而 SSS 在北南分向上可以辨认,如图 4b 所示。从图 4c 可以看出,在仿真 WWSSN-LP 记录上,P、S 记录比较清晰,sS、SS 和 SSS 可以辨认。从图 4d 可以看出,在仿真 WWSSN-SP 记录上,P 由于受前面的背景噪声干扰不大,所以比较好辨认,而 pP 由于受前面 P 的干扰、sP 受前面 pP 的干扰,要对记录波形进行局部放大才能将 pP 和 sP 辨认出来;从仿真 WWSSN-SP 记录的局部放大图图 4e 可以看出,通过局部放大可将 PKPPKPdf、PKPPKPbc、PKPPKPab 区分出来。

从表 2 可以看出,本次新不列颠地区 M_s 6.2 地震波形,除了有 P、pP、sP、S、sS、SS、SSS 等为标志性震相以外,在仿真 WWSSN-SP 记录上,

在 $53.4^\circ \sim 57.7^\circ$ 范围 PKPPKP 也有较好的纪录,并且通过局部放大后还可将 PKPPKP 细分为 PKPPKPdf、PKPPKPbc 和 PKPPKPab。

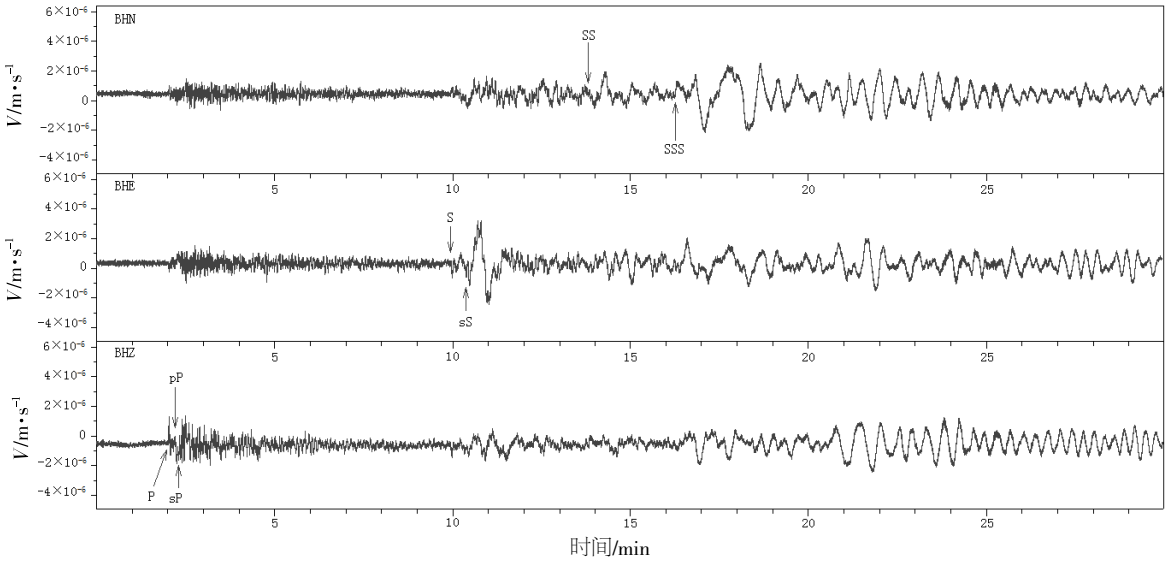
4 结语

本震例说明即便震中距下延至 53.4° ,PKPPKP 震相的记录仍然十分清晰。

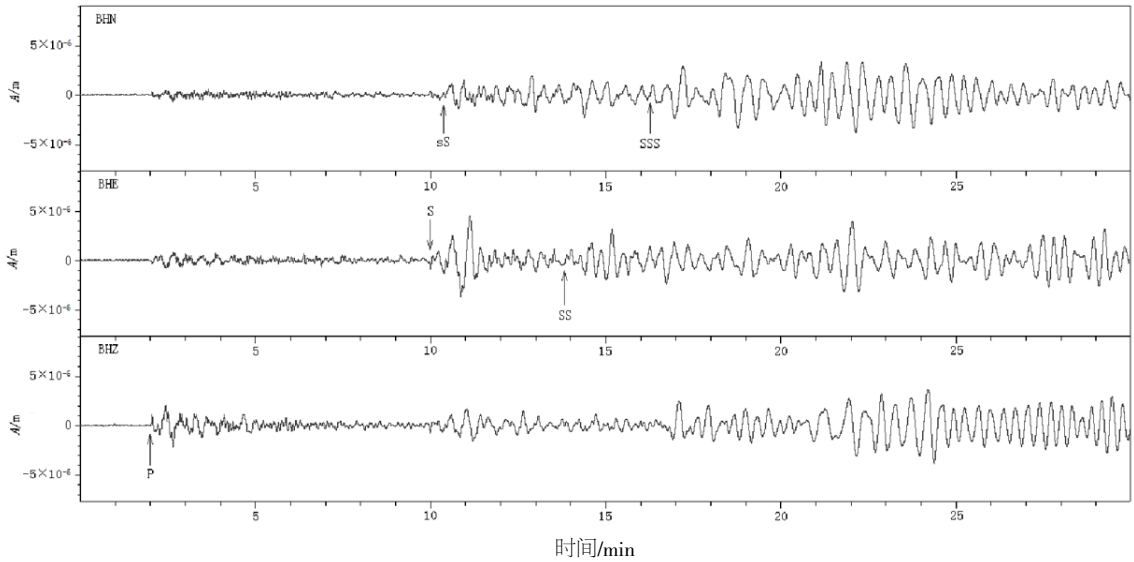
PKPPKP 由于是 P 性质的波,因此,在仿真短周期仪器的垂直向上记录比较清晰。

PKPPKP 容易受到本地震事件面波的干扰,因此,在仿真中长周期仪器的记录上不能将它识别出来。

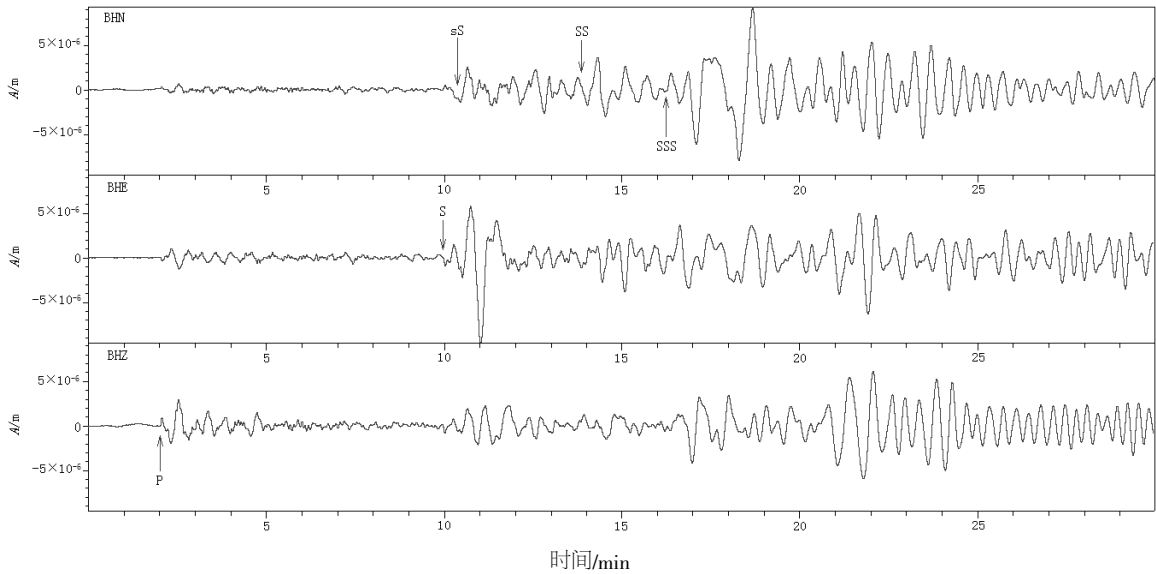
一个地震事件的 PKPPKP 震相,如果在它的到时之前有其它事件(地震事件或干扰事件)发生,这个地震事件的 PKPPKP 波就会受到其它事



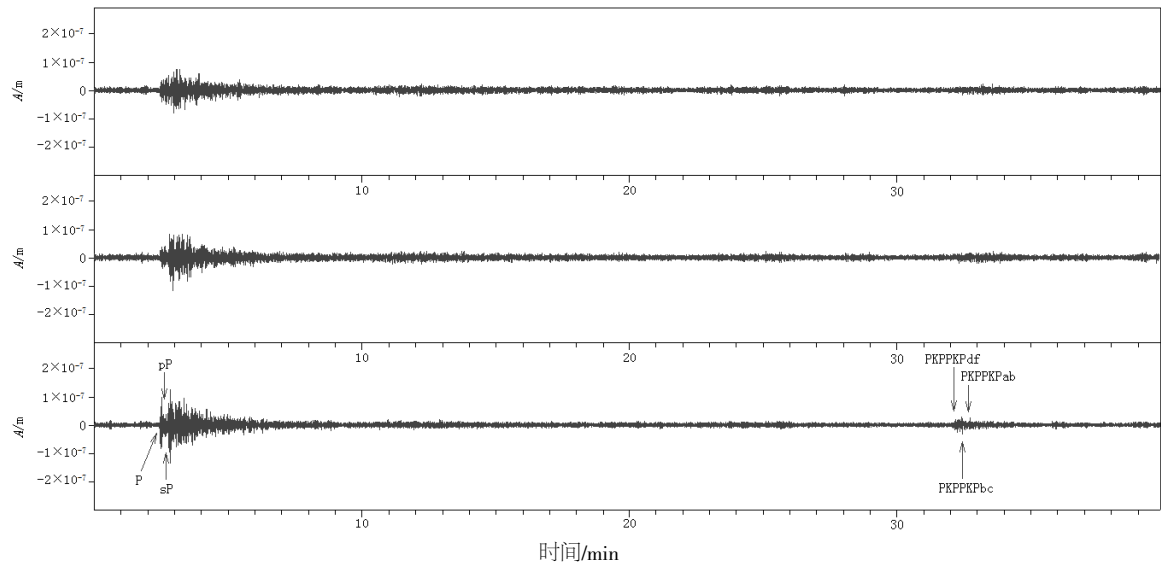
(a)宽频带记录



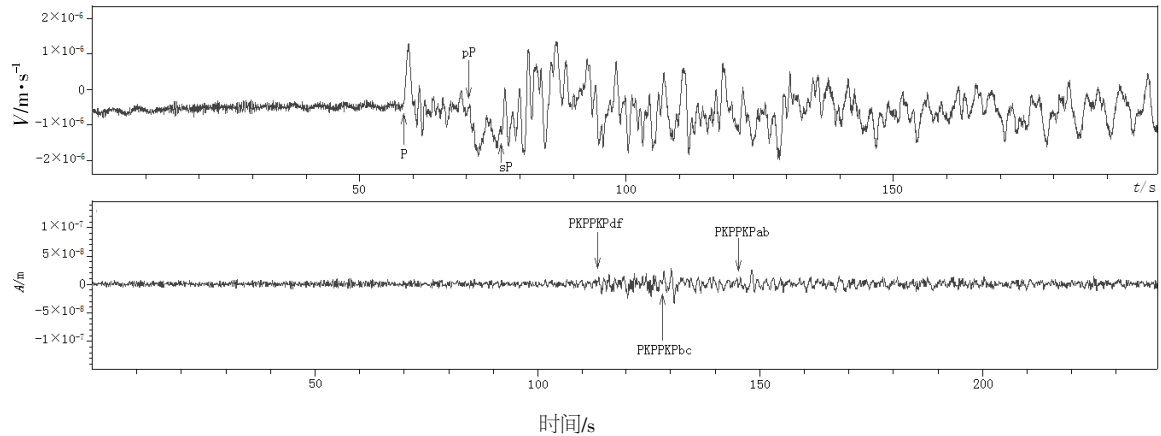
(b)仿真 KIRNOS 记录



(c)仿真 WWSSN-LP 记录



(d)仿真 WWSSN-SP 记录



(e)局部放大图

图 4 中甸台的分析结果

Fig.4 Results of Zhongdian seismic station

表 2 各个台震相的分析对比

Table 2 Comparison of the same seismic phases on the seismograms from the selected stations

台站名称	震中距/ $^{\circ}$	记录到的震相	记录说明
勐腊	53.4	P、pP、sP、S、sS、SS、SSS、PKPPKPdf、PKPPKPbc、PKPPKPab	在宽频带记录上，通过局部放大后较好辨认 pP 和 sP；在仿真 WWSSN-SP 记录上，通过局部放大后可区分出 PKPPKPdf、PKPPKPbc 和 PKPPKPab。
昆明	54.1	P、pP、sP、S、sS、SS、PKPPKPdf、PKPPKPbc、PKPPKPab	在宽频带记录上，通过局部放大后较好辨认 pP 和 sP；在仿真 WWSSN-SP 记录上，通过局部放大后可区分出 PKPPKPdf、PKPPKPbc 和 PKPPKPab。
中甸	57.7	P、pP、sP、S、sS、SS、SSS、PKPPKPdf、PKPPKPbc、PKPPKPab	在宽频带记录上，通过局部放大后较好辨认 pP 和 sP；在仿真 WWSSN-SP 记录上，通过局部放大后可区分出 PKPPKPdf、PKPPKPbc 和 PKPPKPab。

件波的干扰,这时即便是在仿真短周期仪器的垂直向上,这个地震事件的 PKPPKP 震相也无法辨认。

PKPPKP 震相是在本地震事件 P 震相之后二十几分钟才出现,如果不注意这一点,就特别容易将一个地震事件的 PKPPKP 震相误认为是另一个地震的 P 震相,而得出错误的分析结果。因此,在分析这类地震时应特别注意。

本震例还说明,在原始宽频带记录上,由于本震例的 P、pP、sP、S、sS、SS、SSS 等震相的幅度都比噪声背景(具有较小的周期)大,因此都能有较好的记录,但其震相上叠加有较小周期的成分(有毛刺),而本震例的 PKPPKP 由于幅度较小又叠加在面波之上,所以在宽频带记录上不好识别;P、pP、sP 在垂直分相上清楚,S、sS、SS、SSS 在水平分相上清楚。

参考文献:

- [1] 李宗芬,潘志宏.用昆明地震台数字资料探讨影区地震 S 波[J].地震研究,2008,31 (1): 27-31.
- [2] 陈翔,沈道康,夏丽红,等.2009 年汤加 M_s 7.7 地震的震相特征分析[J].地震研究,2011,34 (2): 173-177.
- [3] 陈翔,邓存华,余庆坤,等.2010 年智利 M_s 8.8 地震震相特征分析[J].地震地磁观测与研究,2012,33 (5/6): 35-39.
- [4] 彼得.鲍曼.新地震观测实践手册[M].北京:地震出版社,2006.
- [5] 刘瑞丰,陈翔,沈道康,等.宽频带数字地震记录震相分析[M].北京:地震出版社,2014.