

· 观测分析 ·

文章编号:1000-6265(2010)03-0010-04

谈远震特别区域震相记录特征与震相识别

——以大同国家测震台观测资料为例

高存英^{1,2}, 王焱^{1,2}

(1. 山西省地震局大同中心地震台, 山西 大同 037008;

2. 太原大陆裂谷动力学国家野外科学观测研究站, 山西 太原 030025)

摘要: 以大同国家测震台观测资料为例, 总结了震中距 $10^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 范围内特别区域地震震相特征和震相识别的方法, 对震相识别的难点进行了说明, 以图例的形式为判读震相提供了依据。

关键词: 震相; 震相识别; 远震

中图分类号: P315.63

文献标志码: A

0 引言

迄今为止, 在测震台站观测工作中, 对地震震相记录特征的掌握和震相的识别是资料分析和数据处理的基础。地震波从震源发出直到被记录下来, 其携带着大量地球内部的各种信息及震源信息, 这些信息反映在地震记录图上, 其最主要的部分即是震相。本文以大同国家测震台数字观测资料为例, 以超过日常处理量80%的远震分析数据为切入点, 结合地震波的传播规律和走时规律, 总结该台 $10^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 范围内特别区域远震的震相记录特征, 进而为该区远震的分析处理积累经验, 同时也为相关研究奠定基础。

大同国家测震台是全国“十五”数字化改造新建台站。2006年8月建成, 2008年1月投入正式运行。建设场地位于大同地震台上皇庄测点, 台基岩性为灰岩。采用KS-2000M-120地震计及SMATR-24R数据采集器观测设备, 6通道(三分向速度与三分向加速度计)记录, 频带宽度120 s-50 Hz, SDH信道传输方式; 数据处理采用广东省智源工程抗震科技公司“JOPENS-SeismicMix 2.0 数字地震台站单台数据处理系统”。具有传输频带宽、动态范围大的数字地震观测优势。

1 远震震相分析的基本方法

1) 波形仿真

对大多数测震台而言, 目前的数字记录是速度记录, 因此分析P、AP、XP、PcP、ScP、PcS、ScS波时要仿

真成短周期仪器位移记录波形, 分析S、XS、PP、SS及面波时要仿真成中长周期或长周期仪器记录。通过波形仿真, 对具有不同频率特征的各类地震波进行震相识别和分析。

2) 震相识别模式

地震发生后, 首先根据各种不同种类地震记录图的记录形态、振动持续时间等, 大致判断出地震的类型。如果确认是远震, 则依据各类波的走时规律和振幅确定第一震相P、第二震相S及深震相AP、XP、XS、PcP、ScP、PcS、ScS等, 然后根据走时表再确定其他后续震相^[1]。

2 特别区域远震震相的识别^[2]

理论上将震中距为 $10^{\circ} \sim 105^{\circ}$ 的地震称之为远震。在这一范围内, 客观上存在着几个较特别的区域。在这些区域发生的地震, 既有与其他远震相同的共性, 又有其特性。

1) “影区”地震

在震中距 $10^{\circ} \sim 16^{\circ}$ 范围内, 由于地幔折射波P、S波处在上地幔低速层的干扰之下, 导致地震波射线卷向地心而无法出射地表, 从而形成P、S波的“影区”。

在大同国家测震台的记录中, 四川江油地震(震中距 11° 左右, 见图1)和青海海西地震(震中距 13.5° ; 见图2)均处于P、S波的“影区”, P波记录较微弱, S波几乎分辨不出来。但短周期面波比较明显, 尤其Lg波较显著。

在对该“影区”地震进行震相识别时, 应注意的是

收稿日期: 2010-04-06; 修回日期: 2010-04-28

第一作者简介: 高存英(1970—), 女, 山西省定襄人。2008年毕业于中国科学技术大学地球物理专业, 助理工程师。

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

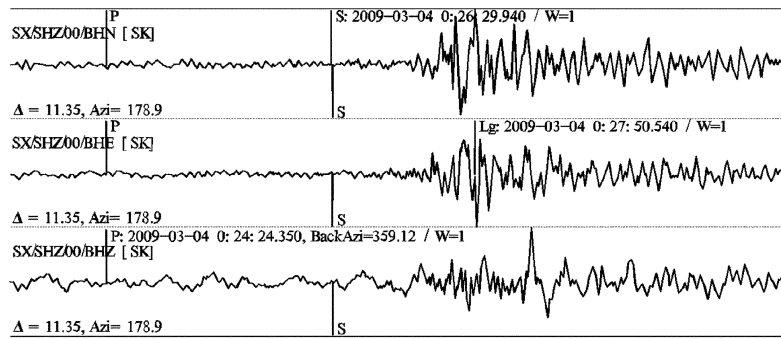


图1 2009年3月4日四川江油M4.2地震震相图

Fig. 1 Seismic phases of the Mar. 4, 2009 Jiangyou earthquake of M4.2 in Sichuan

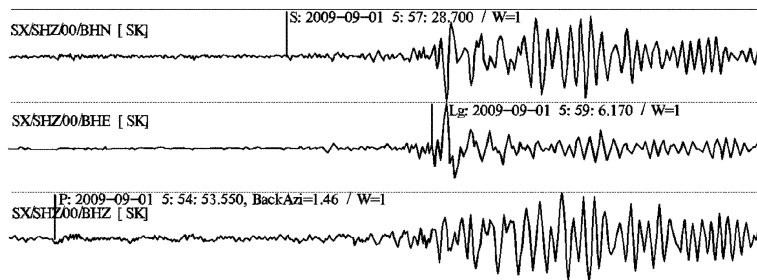


图2 2009年9月1日青海海西M5.3地震震相图

Fig. 2 Seismic phases of the Sep. 1, 2009 Haixi earthquake of M5.3 in Qinghai

初动P波不在大振幅处,而在其之前。此时由于Lg波较清晰,可利用Lg波推出S波的位置。

2) 16°~30°区地震

该范围已跨出地震影区,P、S震相清晰,振幅较大,周期较长,较易识别。其地表反射波PP、SS随着震

中距的增大开始出现,并成为体波的突出震相。

图3是2009年9月3日日本九州M6.2地震(震中距16.5°),由于刚出P、S波“影区”,P、S震相明显,但此时并未出现地表反射波PP、SS波。而震中距为27°的菲律宾地震,则记录到清晰的PP、SS波(见图4)。

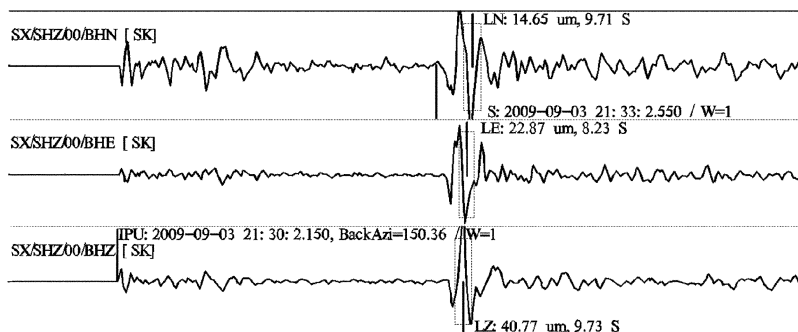


图3 2009年9月3日日本九州M6.2地震震相图

Fig. 3 Seismic phases of the Sep. 3, 2009 Kyushu earthquake of M6.2 in Japan

3) 交替区地震

在震中距30°~50°范围内,面波较发育,P、S波很清楚,同时,随着震中距的增大,其振幅衰减,但周期不变。这一范围内震相的分析重点在交替区地震。在39°~42°及45°左右有一些波的交替点,在这些点的前后区域,发生着一些波的交替现象。

(1) 39°~42° PcS波与S波发生交替

PcS波称之为核面反射波,它是P波经核面反射后转换为横波S波而出射地表的波。在39°~42°范围内,由于核面反射能力的增强,原滞后于S波的PcS波超前于前者而出射地表,形成了在该范围内的波的交替。

在震中距为39.1°的印尼马鲁古海M5.7地震记录图上(见图5),S波超前PcS波出现;而在震中距为42°

的印尼苏门答腊 $M7.6$ 地震记录中(见图 6), PcS 波超前 S 波约 30 s 。

同理, PcP 波亦称之为核面反射波, 其 P 波经核面反射后以原波性出射地表。在 45° 左右, 与 PP 波发生交替。

(2) 45° 左右 PcP 与 PP 波交替

图 7 是震中距为 43° 的印尼苏门答腊 $M7.0$ 地震波

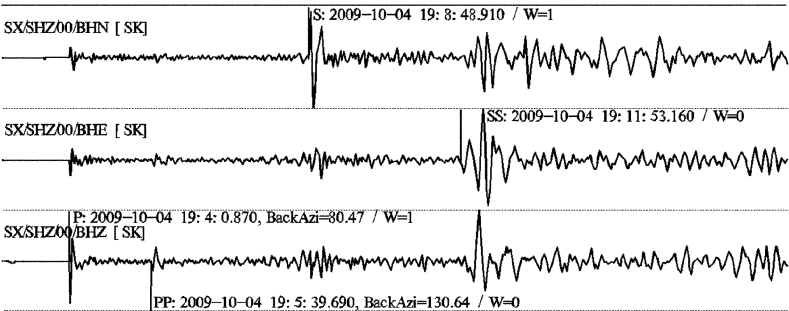


图 4 2009 年 10 月 4 日菲律宾 $M6.6$ 地震震相图
Fig 4 Seismic phases of the Oct. 4, 2009 Philippine earthquake of $M6.6$

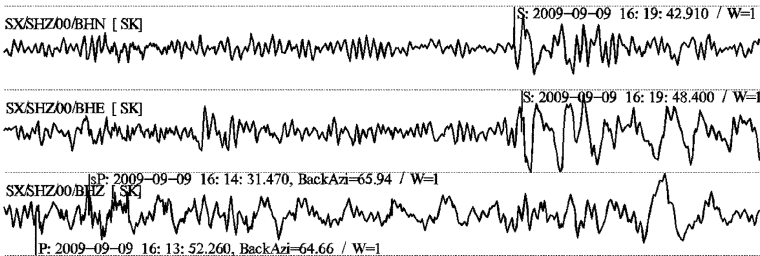


图 5 2009 年 9 月 9 日印尼马鲁古海 $M5.7$ 地震震相图
Fig 5 Seismic phases of the Sep. 9, 2009 Maluku sea earthquake of $M5.7$ in Indonesia

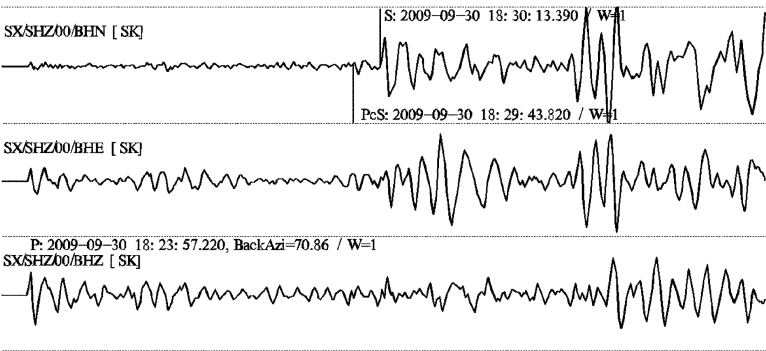


图 6 2009 年 9 月 30 日印尼苏门答腊 $M7.6$ 地震震相图
Fig 6 Seismic phases of the Sep. 30, 2009 Sumatra earthquake of $M7.6$ in Indonesia

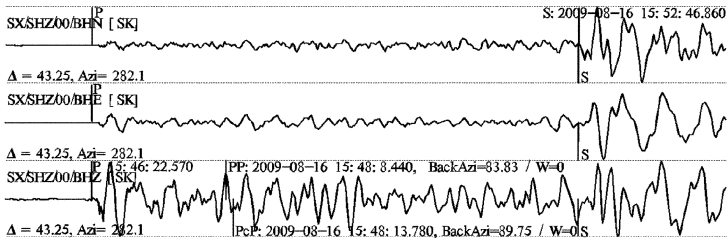


图 7 2009 年 8 月 16 日印尼苏门答腊 $M7.0$ 地震震相图
Fig 7 Seismic phases of the Aug. 16, 2009 Sumatra earthquake of $M7.0$ in Indonesia

形图,PP 波超前 PcP 波;而在震中距为 48 的印尼爪哇 $M7.0$ 地震记录中(见图 8),PcP 超前 PP 波出现。

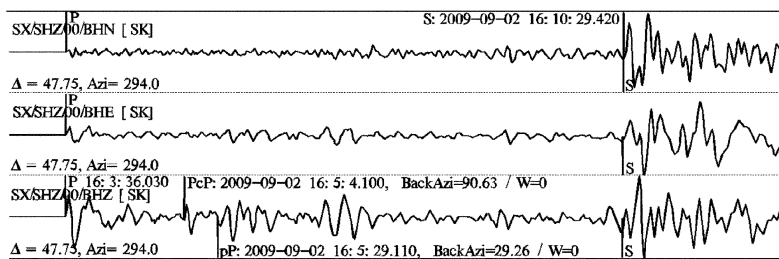


图 8 2009 年 9 月 2 日印尼爪哇 $M7.0$ 地震震相图
Fig 8 Seismic phases of the Sep. 2, 2009 Java earthquake of $M7.0$ in Indonesia

4) 中、深源地震
从大同国家测震台记录到的日本千岛群岛地震($h=132.5\text{ km}$, 见图 9) 和印尼苏拉威西岛($h=582.8\text{ km}$, 见图 10) 等多次中、深源地震分析可知,此类地震震相记录出现的规律除与浅源地震有相同之处外,还具有如下

特征:一是初动震相尖锐,往往可达到本组波的最大振幅,而且波形清晰,衰减快;二是面波不发育,当深度大于 300 km 时,面波不出现;三是震源越深,震相越清晰、突出,P、S 波的影区就越小;四是各核面反射波清晰突出,形成尖脉冲。

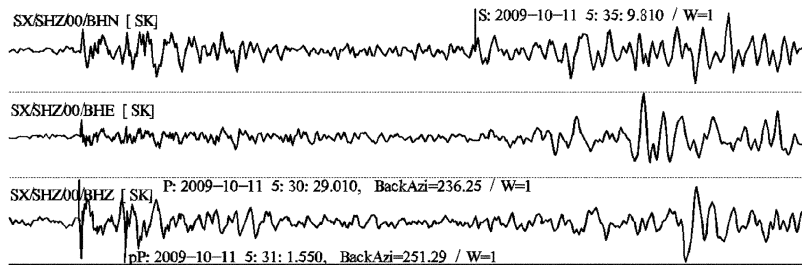


图 9 2009 年 10 月 11 日日本千岛群岛 $M5.8$ 地震震相图($h:132.5\text{ km}$)
Fig 9 Seismic phases of the Oct. 11, 2009 Kuril Islands earthquake of $M5.8$ in Japan ($h:132.5\text{ km}$)

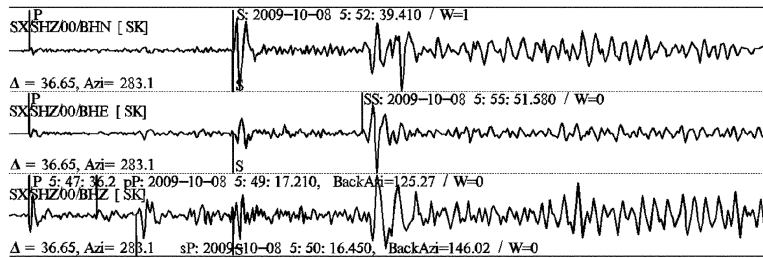


图 10 2009 年 10 月 8 日印尼苏拉威西岛 $M6.7$ 地震震相图($h:582.8\text{ km}$)
Fig 10 Seismic phases of the Oct. 8, 2009 Sulawesi earthquake of $M6.7$ in Indonesia ($h:582.8\text{ km}$)

3 结语

本文对震中距 $10^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 范围内特别区域远震震相特征和震相识别的方法进行了总结,正确识别这些区域的远震震相,对于数据处理及资料应用具有十分重要的意义,同时对其他远震的分析处理亦有借鉴作用。但由于目前我们对远震震相的认识还十分有限,许多问题还有待于在今后的实际工作中不断探索和解决。

参考文献:

[1] 孟晓春.地震信息分析技术[M].北京:地震出版社,2005.25-42.
[2] B.L.N. Kennett, 陈培善. IASPEI1991 地震走时表[M].北京:地震出版社,1993.

(英文摘要见第 17 页)

少,这充分说明山西大地电场在日变化幅度小的 D 季节,更容易受到各种干扰的影响,导致日变化的消失。

5 结论及建议

通过分析山西5个地电场观测台站2008年、2009年的分钟值数据,结合各台每天的日变统计情况,以及一系列对比试验,并参考有关文献^[3-6],对山西大地电场弱日变的原因取得如下认识和结论:

1) 山西大地电场弱日变或完全没有日变化与电极的稳定性密切相关。电极稳定时,数据稳定,日变化较明显;电极不稳定时,数据大幅突跳,日变化几乎没有。代县台、临汾台、夏县台大地电场比较明显。为此,建议研究人员进一步提高固体不极化电极的稳定性和使用寿命。

2) 山西大地电场弱日变与背景噪声影响密切相关。大同台和太原台大地电场背景噪声较大,是弱日变化的主要原因。

3) 山西大地电场弱日变和地下电性结构密切相关。山西5个大地电场观测台中只有代县台大地电场在高阻层上,电场的场强较大,因此日变化是连续和明

显的,其余4个台都在低阻层上,场强较弱,容易受到各种因素干扰,日变化较弱。

4) 山西大地电场弱日变与季节有关,按地磁学中惯用的劳埃德天文季节,在日变化幅度大的 J 季节和 E 季节,也就是3月到10月弱日变天数较多,在日变化幅度小的 D 季节,11、12、1、2月份弱日变天数较少,这充分说明山西大地电场在日变化幅度小的 D 季节,更容易受到各种干扰的影响,导致日变化的消失。

参考文献:

- [1] 杜学彬,叶青,赵杰,等.地电场日变化研究[J].地震,2007,27(增刊):121-129.
- [2] 徐文耀.地磁学[M].北京:地震出版社,2003:448.
- [3] 傅承义,陈运泰,祁贵仲.固体地球物理概论[M].北京:地震出版社,1985:203-254.
- [4] 孙正江,王华俊.地电概论[M].北京:地震出版社,1990:3-90.
- [5] 叶青,杜学彬,周克昌,等.大地电场变化的频谱特征[J].地震学报,2007,29(4):382-390.
- [6] 陆阳泉,梁子斌,刘建毅.固体不极化电极的研制及其使用效果[J].物探与化探,1999,23:64-65.

Analysis on Weak Daily Variation in Geoelectric Field in Shanxi

YIN Zhi-gang^{1,3}, SONG Mei-ping^{1,3}, CHEN Chang-jun^{2,3}, ZHANG Wen-hui^{1,3}

(¹ Datong Central Seismological Station of Earthquake Administration of Shanxi Province, Datong 037006, China;

² Taiyuan Reference Seismological Station of Earthquake Administration of Shanxi Province, Taiyuan 030025, China;

³ National Continental Rift Valley Dynamics Observatory of Taiyuan, Taiyuan 030025, China)

Abstract: Through analysis on weak daily variation in geoelectric field of 5 observation stations in Shanxi, we conclude that this phenomenon is closely related to the electrode stability, which behaves obviously especially in the geoelectric field of Daixian, Linfeng and Xiaxian stations. The strong background noise is another main reason resulting in weak daily variation in Shanxi, especially for geoelectric field of Datong and Taiyuan stations. In addition, the weak daily variation in geoelectric field in Shanxi is also closely related to underground electric structure of each station, season changes and other factors.

Key words: Shanxi; geoelectric field; daily variation

(上接第13页)

Seismic Phase Recording Characteristics and Seismic Phase Identification for Distant Earthquakes in Special Distance Range: Taking the Observation Data of Datong National Seismic Station as an Example

GAO Cun-ying^{1,2}, WANG Yan^{1,2}

(¹ Datong Central Seismological Station of Earthquake Administration of Shanxi Province, Datong 037008, China;

² National Continental Rift Valley Dynamics Observatory of Taiyuan, Taiyuan 030025, China)

Abstract: Taking the observation data of Datong national seismic station as an example, the seismic phase characteristics and seismic phase identification methods of earthquakes occurred in special distance range of $10^{\circ} \sim 50^{\circ}$ away epicenters are summarized, and the difficulties for seismic phase identification are also explained by illustration, which can be taken as references for identifying seismic phases.

Key words: seismic phase; identification of seismic phase; teleseism