

陈睿、闫俊岗、郁军建等, 2016, 利用接收函数研究河南及邻区的地壳深部构造特征, 中国地震, 32(4), 618~626。

利用接收函数研究河南 及邻区的地壳深部构造特征

陈睿¹⁾ 闫俊岗²⁾ 郁军建¹⁾

1) 河南省地震局, 郑州市郑东新区正光路 10 号 450016

2) 邯郸中心地震台, 河北邯郸 056006

摘要 本文利用接收函数反演了河南及邻区 26 个宽频带地震台站下方的地壳厚度和波速比。研究结果表明: 河南省地壳厚度及泊松比分布与地质构造密切相关。主要表现为: ①太行山断块, 地壳厚度由东向西逐渐递增, 地壳深度范围为 31.8~40.2km, 区域东北部永年台及附近台站泊松比为 0.23~0.25, 与较大范围的花岗岩分布有关, 主要是石英、长石含量高, 焦作台、涉县台、浚县台泊松比为 0.26~0.27, 表明铁镁质和长英质成分含量相当。②东部黄淮海平原块地, 地壳厚度为 28~34km, 其中驻马店台、尖山台和浚县台, 地壳厚度分别为 30.5km、34.9km 和 31.8km, 该地区泊松比变化范围比较稳定, 数值在 0.24~0.25 之间。③在秦岭地块断裂活动强烈, 卢氏台下方的地壳厚度为 38.4km、泊松比为 0.23, 反映出燕山运动使该地区地壳盖层产生了褶皱台隆和地幔酸性岩浆的侵入活动。南阳盆地北部地壳厚度反演结果为 28.8km, 泊松比为 0.29, 泊松比升高, 表明以中性、基性岩石为主, 地壳岩石中铁镁质成分明显增加, 是由于地幔物质深度侵入改变了部分地区的岩石性质。④大别山地块位于苏鲁-大别超高压变质带, 由大别山北部的商城台向南至大别山地块内的金寨台存在地壳厚度梯度带, 地壳厚度从 31.8km 增加至 35.8km, 而泊松比由 0.27 下降到 0.24, 反映出陆相褶皱带内的逆冲推覆构造的显著特征。

关键词: 河南及邻区 接收函数 地壳厚度 泊松比

[文章编号] 1001-4683(2016)04-0618-09

[中图分类号] P315

[文献标识码] A

0 引言

河南省处于华北断块、太行山断块、秦岭断块和大别山断块的交接部位。燕山运动第三和第四两个构造幕, 使中朝中地台盖层发生褶皱和断裂, 形成台褶断陷和菱形断块构造格局 (河南省地质矿产局, 1989)。燕山运动还造成本省大规模的酸性岩浆上侵和喷溢, 形成一定规模的中酸性火山岩系和大量的各种花岗岩体的金属矿产, 致使原先稳定的中朝准地台开始转变为比较活动的构造单元, 而比较活动的秦岭褶皱系则趋于稳定。自燕山运动第四幕以后, 本省地壳活动出现了新的变化, 即开始发生东西分异: 西部和南部边缘急剧隆起, 东部大幅度陷落, 华北坳陷及西部山间断(拗)陷盆地开始形成。

这种近 SN 向展布的西隆东拗构造格局和西高东低的现代地貌形态与地壳的深部结构

引起了很多学者的关注,并利用人工地震、重、磁资料的反演结果进行了地壳深度的研究,取得了丰富的研究成果,但重力资料的解释结果与人工地震资料对比,在某些局部起伏较大的地段,深度误差较大(邹雪雁等,1995)。与其它地球物理学方法相比,接收函数方法具有较高的横向分辨率,因此成为地壳上地幔结构研究领域的一个非常重要的手段。它不仅可以用于壳幔分层速度反演(Langston,1979;吴庆举等,1998;Ai et al,2005;李永华等,2009)、泊松比估算(张洪双等,2009;楼海等 2010;Wang,2010),还可以用于壳幔结构成像研究(Wu et al,1998;Tian et al,2005)。

地壳厚度和泊松比是描述地壳结构和物质成分的 2 个重要参数,研究地幔过渡带的厚度变化可以为地震的孕震机制研究和揭示地壳深处的地质演化提供深部动力过程约束(徐强等,2009)。地壳陡变带的深部大多存在成束的断裂或多条近平行断裂,频繁的地震活动也与此密切相关;地壳厚度及泊松比梯度带的分布位置和两者之间的正、负相关性特征,反映出区域地质构造类型是逆冲推覆、正断或拆离滑脱构造。这对于研究太行山地块和大别山地块内的板块运动、断裂带的构造性质及地震活动特征具有重要意义。

本文利用接收函数对河南及邻区数字地震台网的 26 个宽频带地震台站记录的远震资料,采用 Zhu 等(2000)的接收函数 $H-\kappa$ 方法计算每个台站下方地壳厚度和泊松比,结合前人的研究成果分析和探讨河南及邻区的地壳结构、岩石性质及各主要块体的活动关系。

1 方法和原理

接收函数方法最早由 Phinney(1964)提出,目的是用远震体波来研究台站下方的地壳及上地幔结构。其方法为在频率域将远震记录的垂向分量与水平分量进行反叠积,从而提取远震 P 波在速度间断面上的转换 S 波及其多次波信息。由于波速比 κ 对于地壳纵波速度变化不敏感,因此在假设台站下方 P 波速度情况下,理论上可以根据 P 波和 S 波的到时差来计算地壳平均厚度与横波速度,以获得纵横波速比,Zhu 等(2000)等对频率域内提取接收函数的方法进行了改进,其通过在地壳厚度域和波速比域搜索转换 S 波(P_s)及多次地震震相转换波(P_pP_s 、 $P_pP_p+P_pP_s$)的叠加振幅最大值,同时获得 2 个参数的估计平均值($H-\kappa$ 叠加法),频率域内提取接收函数的方法可表示为

$$r(t) = (1 + c) \int \frac{R(\omega)S^*(\omega)}{|S(\omega)|^2 + c\sigma_0^2} e^{-\frac{\omega^2}{4\alpha^2}} e^{i\omega t} d\omega \quad (1)$$

该方法有效地避免了因震相识别和走时拾取所产生的人为误差,具有较高的可信度。

Zhu 等(2000)综合利用莫霍面一次转换震相 P_s 及多次转换震相(P_pP_s 、 $P_sP_s+P_pP_s$)叠加搜索能量最大值的方法确定地壳厚度(H)和纵横波速比(κ),具体公式为

$$s(H, \kappa) = \frac{1}{N} \sum \omega_1 r(t_1) + \omega_2 r(t_2) - \omega_3 r(t_3)$$

其中, $r(t)$ 为径向接收函数的振幅, t_1 、 t_2 、 t_3 分别表示 P_s 、 P_pP_s 、 $P_sP_s+P_pP_s$ 震相在预测地壳厚度 H 和 $\frac{V_p}{V_s}$ 条件下对应的到时。 ω_i 为 P_s 、 P_pP_s 、 $P_sP_s+P_pP_s$ 震相的权重系数,且有 $\sum \omega_i = 1$ 。

利用网格搜索方法可以确定函数 $r(H, \kappa)$ 的最大值以及相应的地壳厚度 H 和平均的地壳介质的波速比 κ , 通过下式,可获得相应的平均地壳介质泊松比 σ

$$\sigma = 0.5(\kappa^2 - 2)/(\kappa^2 - 1) \tag{2}$$

H - κ 搜索法的误差可以用

$$\sigma_H^2 = 2\sigma_s / \frac{\partial^2 S}{\partial H^2}$$

$$\sigma_\kappa^2 = 2\sigma_s / \frac{\partial^2 S}{\partial \kappa^2} \tag{3}$$

估计,这里, σ_H 和 σ_κ 分别为地壳厚度 H 和波速比 k 的估计均方差, σ_s 为叠加函数 S 的均方。

大部分台站的接收函数显示出比较清晰的多次波,地壳厚度叠加过程中,地壳厚度 H 的范围取 25~45km, κ 的范围取 1.5~3.0。

2 数据的选取和处理

河南省数字地震台网于 2008 年正式运行,全省数字化台站有 23 个,其中安装宽频带数字地震仪的台站有 13 个。为了更详细地反映河南省地壳结构的全貌,我们补充了邻近的河北、山西、安徽、山东、湖北、陕西等省 13 个台站的资料,本文共用河南省及邻区 26 个台站的宽频带地震仪记录的地震资料(图 1,表 1),数字地震仪的频带宽度 60s,采样率 100 次/s。从河南省数字地震台网的波形数据中选取了 2009 年 1 月~2012 年 9 月、震中距在 30°~90°、 $M \geq 5.5$ 、P 波初动清晰的地震事件 695 件,然后筛选出均匀分布于研究区方位 0°~360°的地震事件 95 个(图 2),进行反演计算,大量的不同方位均匀分布的地震事件为获得稳定、可靠的分析结果提供了保证。

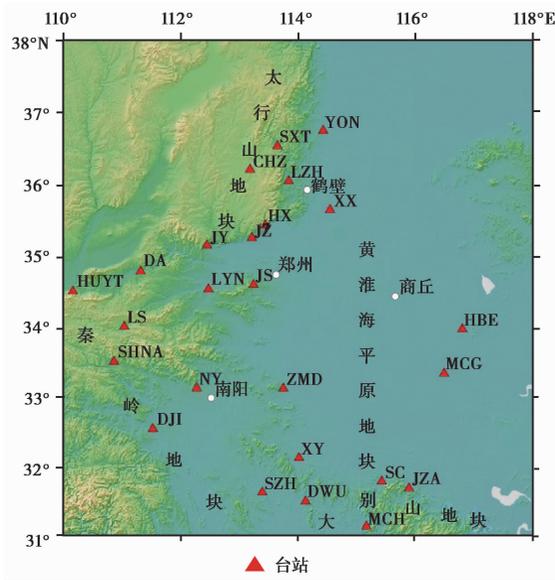


图 1 地震台站分布图

根据以上资料进行接收函数提取,首先对原始波形记录做去均值、去斜坡和去除仪器响应等处理,再进行时间域迭代反叠积 (Ammon, 1990; 吴庆举等, 2003) 得到径向接收函数,使用系数为 2.5 的高斯滤波器对接收函数作低通滤波,然后挑选出相关性好、转换波和多次波

表 1 地震台下方地壳厚度和波速比结果

序号	台站	代码	莫霍面深度/km	V_p/V_s	泊松比 σ
1	商城	SC	31.8±1.01	1.78±0.035	0.27
2	信阳	XY	29.8±1.25	1.80±0.067	0.28
3	驻马店	ZMD	30.5±1.64	1.74±0.030	0.25
4	南阳	NY	28.8±1.11	1.83±0.036	0.29
5	卢氏	LS	38.4±1.08	1.68±0.045	0.23
6	洛阳	LYN	33.3±1.15	1.74±0.033	0.25
7	尖山	JS	34.9±1.63	1.73±0.021	0.25
8	大安	DA	33.6±1.54	1.84±0.036	0.29
9	济源	JY	33.7±1.27	1.78±0.031	0.27
10	焦作	JZ	32.5±1.34	1.78±0.047	0.27
11	辉县	HX	35.1±1.01	1.73±0.026	0.25
12	浚县	XX	31.8±1.17	1.75±0.034	0.26
13	林州	LZH	33.1±1.39	1.73±0.037	0.25
14	麻城	MCH	32.2±1.55	1.74±0.029	0.25
15	大悟	DWU	35.3±1.43	1.70±0.043	0.24
16	随州	SZH	32.2±1.19	1.84±0.023	0.29
17	金寨	JZA	35.8±1.28	1.71±0.037	0.24
18	蒙城	MCG	32.4±1.41	1.71±0.032	0.24
19	商南	SHNA	35.5±1.37	1.71±0.037	0.24
20	淮北	HBE	34.7±1.24	1.79±0.028	0.27
21	华阴	HUYT	33.9±1.21	1.74±0.035	0.25
22	长治	CHZ	40.2±1.36	1.74±0.031	0.25
23	涉县	SXT	33.7±1.23	1.75±0.017	0.26
24	永年	YON	32.3±1.46	1.68±0.034	0.23

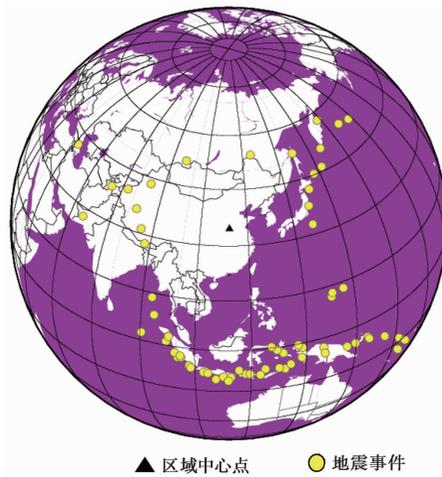


图 2 地震事件分布图

清晰的接收函数用于下一步的接收函数 $H-\kappa$ 分析,共得到接收函数 2367 个。

3 反演结果

用 $H-\kappa$ 叠加方法所获得 26 个地震台站下方的地壳厚度 H 及波速比 κ 结果(表 1)。图 3 为台站接收函数波形及 $H-\kappa$ 叠加结果,叠加的振幅为正振幅,信噪比高的地震记录可以清楚的识别出直达波震相、莫霍面的转换 S 波震相 P_s 和多次波震相 P_pPs ,其对应的叠加振幅谱形态简单、 P_s 和 P_pPs 震相叠加振幅的线性趋势明显,所获得的地壳厚度和波速比值比较可靠。

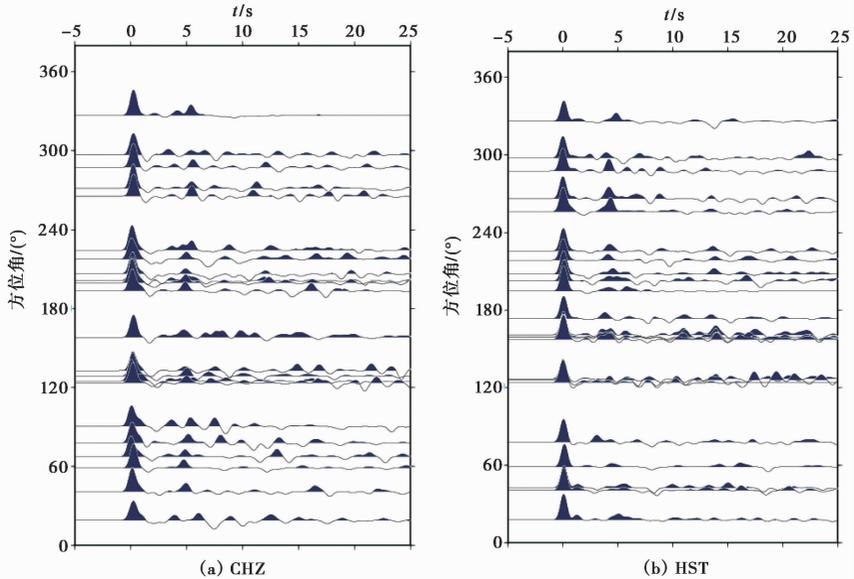


图 3 CHZ、HST 地震台下方的接收函数

反演结果显示,河南省地壳厚度的分布具有明显的块体特征,总体上东薄西厚。华北平原地块地壳厚度为 30~33km,横向变化不大;太行山地块地壳由东向西逐渐变厚,地壳厚度为 33~40km;秦岭地块的地壳厚度为 33~38km;东南部的大别山地块的地壳厚度为 32~35km。泊松比数值范围为 0.23~0.29,太行山地块的泊松比为 0.25~0.27,华北平原地块泊松比为 0.23~0.25,秦岭-大别山地块的泊松比变化较大,为 0.24~0.29。其中在随州台附近出现局部高值,达 0.29 左右,在金寨台、卢氏台附近出现局部低值(0.24 左右)(图 5)。

4 分析与讨论

河南省地壳厚度及泊松比分布与地质构造存在密切关系。主要分为 4 个区域进行阐述:

(1) 太行山断块位于河南省北部,该地区地壳厚度分布总体趋势是西部较厚,东部较薄,莫霍面总体呈小角度向西倾斜,与地表地貌互为镜像(刘尧兴等,2000)。西部长治盆地地壳最厚为 40.2km,东部平原地区地壳较薄为 31.8km,地壳变化落差约 9km。根据接受函数反演地壳深度的结果显示,林州盆地底部地壳厚度相对较薄(33.1km),盆地边缘地壳逐渐变

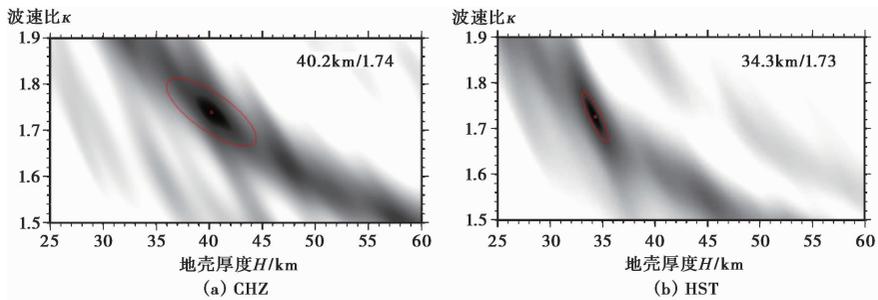


图 4 CHZ/HST 地震台站 $H-\kappa$ 反演结果

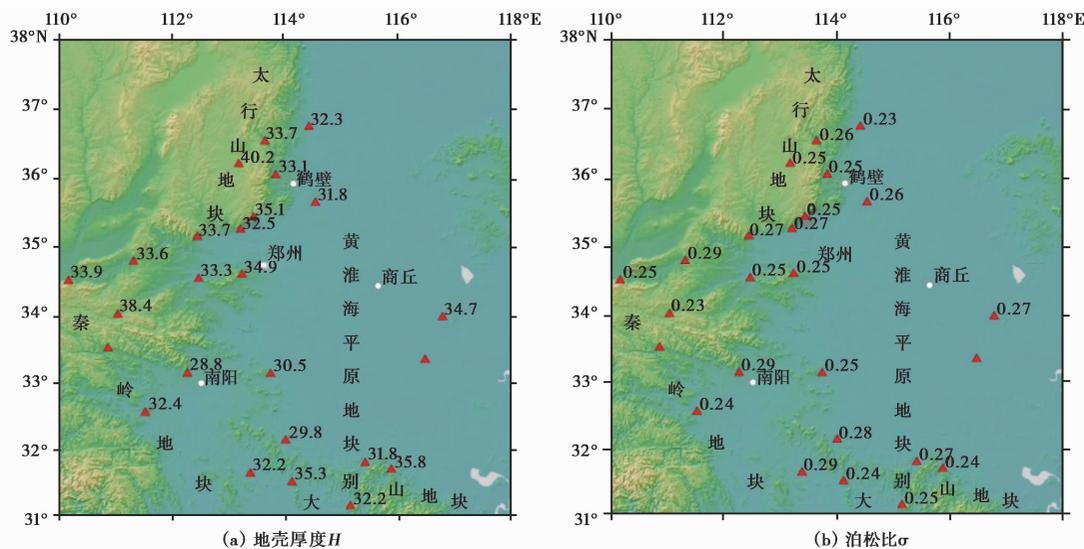


图 5 地壳厚度与泊松比分布

厚,东部边缘地壳深度变化较小(34.3km),向西莫霍面快速变陡;区域内泊松比值变化不大, $\sigma=0.23\sim 0.27$,表明这一地区主要由中酸性岩组成。区域东北部永年台(YON)及多数台站的 $\sigma=0.23\sim 0.25$,与较大范围的花岗岩分布有关,主要是石英、长石含量高。焦作台(JZ)、涉县台(SXT)、浚县台(XX)的 $\sigma=0.26\sim 0.27$,表明长英质和铁镁质成分含量相当。

(2) 东部黄淮海平原地块,包括黄淮海凹陷南部。该区域安装宽频带地震仪的台站主要分布在黄淮海平原的北、西、南面的平原与丘陵过渡区,如驻马店台、尖山台和浚县台,其地壳厚度分别为 30.5km、34.9km 和 31.8km。平原中部及东部为第四沉积层,放置的是短周期的井下摆,由于利用其波形资料反演的结果不太准确,在分析讨论时暂时不予采用。根据前人在黄淮海平原使用重、磁等方法的研究资料,结合本文的研究成果,综合认为该区域地壳厚度为 28~34km,开封凹陷是地壳最薄的区域为 28km;该地区的泊松比变化比较稳定,泊松比为 0.24~0.25。华北平原地区的地壳较薄主要是由于软流圈物质的上涌激活了华北地区岩石圈,稳定的克拉通地壳发生了褶皱变形,地壳变薄、岩浆活动活跃、地面发生沉降等(袁学成,2007)。该区域最近的一次破坏性地震是 2010 年 10 月 24 日的河南太康 $M4.7$ 地震,

其发生在周口凹陷的北部,周口凹陷在新近纪前后发生了多次地质作用,形成了隆起与凹陷交替出现,以凹陷为主的地貌特征。

(3)秦岭地块位于河南省的西南部,南邻扬子地块,东接大别山地块,强烈的晋宁运动使秦岭地槽再次全面褶皱,北秦岭、桐柏-大别地区变为褶皱带隆起,南秦岭地区转变为冒地槽,由于断裂活动强烈,形成了规模较大的断陷盆地(河南省地质矿产局,1989)。伏牛隆起区地壳中有大量侵入岩体,主要包括王屋山期中酸性、晋宁期基岩、酸性正长斑岩-粗面岩、加里东期和燕山期中酸性的侵入岩,其中花岗岩的含量占80%(河南省地质矿产局,1989),反演卢氏台下方的地壳厚度为38.4km、泊松比为0.23,反映出燕山运动使该地区地壳盖层产生了褶皱台隆和地幔酸性岩浆的侵入活动。

南阳-襄樊拗陷是断裂强烈活动形成的褶皱拗陷,与秦岭褶皱系原是统一的整体,自燕山回旋开始,周围地区继续上升隆起,该区域继续下降,与周围地区分开,成为叠置在秦岭褶皱系上的断(拗)陷盆地(河南省地质矿产局,1989)。盆地北部的南阳台反演地壳厚度为28km,泊松比为0.29,说明该地区地壳主要以中性、基性岩石为主,部分地区受到地幔物质强烈上隆影响,地壳岩石中铁镁质成分明显增加导致泊松比升高。其东部的信阳台位于信阳盆地与桐柏-大别弱隆起的交接部位,接收函数反演地壳厚度为29.8km,泊松比为0.28,反映出其构造形成、地壳岩性与南阳-襄樊拗陷的构造特征具有一致性。

(4)大别山地块位于河南、安徽、湖北的交界部位,扬子板块和华北地块的陆陆碰撞形成了大别造山带,扬子板块向华北板块下方俯冲、折返并上隆形成了苏鲁-大别超高压变质带(王椿镛等,1997;徐纪人等,2004;徐佩芬等,2000),华北地块地壳较薄,大别山北部的商城台地壳厚度为31.8km,向南至大别山地块内的金寨台地壳厚度迅速到达了35.8km,而泊松比却从0.27下降到0.24,这是由于陆相褶皱带内的逆冲推覆构造作用,使长英质的上地壳岩石更容易在挤压环境下缩短增厚,造成了地壳泊松比随地壳厚度增加而明显降低(黄海波,2014)。随州台下地壳的泊松比局部升高,可能是位于地壳深部的震群活动引起的破碎带和流体作用导致。

5)地壳深部构造与近期的地震活动。河南省东部的黄淮海平原地区由于受到上地幔软流圈物质的上涌,地壳变薄,地震活动趋强,如2010年10月24日在河南太康发生 $M_{4.7}$ 地震是河南省近30年来发生的最大地震;河南省东南部商城-金寨泊松比过渡带附近,在2014年10月22日~2014年12月5日发生50次1.1~3.4级震群活动。近期的一系列地震事件的发生表明河南省东部及南部地震活动的明显增强,推测可能是岩石圈上地幔的蘑菇云构造运动增强了华北地区的扩张应力场及扩张构造运动(袁学诚,2007),造成了华北地块内部及边缘地壳应力的中小规模释放。

5 结语

河南省有关地壳深部结构研究的成果很多,如1:20万航磁图说明书及1:50万区域重力调查报告。除了在石油和煤田矿区开展了面上的浅层地震外,河南省还有两条深大地震大剖面。但重力资料的解释结果与人工地震资料对比,在某些局部起伏较大的地段,其深度结果的误差较大;接收函数方法对于横向介质的高度敏感,使其具有其他地球物理方法所不具备的优势,在地壳上地幔结构研究领域具有十分重要的作用,利用P波接收函数反演地壳

深部结构不仅是对该区域地壳结构研究方法的补充, 由于其反演结果的精度较高, 还可对已有的研究结果进行校正。

致谢: 作者感谢朱元清教授、王俊斐老师等给予了指导和帮助!

参考文献

- 河南省地矿厅, 1989, 河南省区域地质志, 629~631, 633~634, 646~647。
- 黄海波、郭兴伟、夏少红等, 2014, 华南沿海地区地壳厚度与泊松比研究, *地球物理学报*, **57**(12), 3897~3906。
- 李永华、吴庆举、田小波等, 2009, 用接收函数方法研究云南及其邻区地壳上地幔结构, *地球物理学报*, **52**(1), 67~80。
- 楼海、王椿镛、姚志祥等, 2010, 龙门山断裂带深部构造和物性分布的分段特征, *地质前缘*, **17**(5), 128~141。
- 邹雪雁、李进先, 1995, 河南省地壳结构和深断裂简述, *河南地质*, **13**(2), 126~131。
- 王椿镛、张先康、陈步云等, 1997, 大别山造山带地壳结构研究, *中国科学(D辑)*, **27**(3), 221~226。
- 吴庆举、曾融生, 1998, 用宽频带远震接收函数研究青藏高原的地壳结构, *地球物理学报*, **41**, 669~679。
- 吴庆举、田小波、张乃铃等, 2003, 计算台站接收函数的最大熵谱反褶积方法, *地震学报*, **25**(4), 382~389。
- 徐强、赵俊猛、崔仲雄等, 2009, 利用接收函数研究青藏高原东南缘的地壳上地幔结构, *地球物理学报*, **52**(12), 300~3008。
- 徐佩芬、刘福田、王清晨等, 2000, 大别-苏鲁碰撞造山带的地震层析成像研究: 岩石圈三维速度结构, *地球物理学报*, **3**(31), 377~385。
- 徐纪人、赵志新, 2004, 苏鲁造山带区域地壳山根结构特征, *岩石学报*, **20**(1), 149~156。
- 袁学诚, 2007, 再论岩石圈地幔蘑菇云构造及其深部成因, *中国地质*, **34**(5), 737~758。
- 张洪双、田小波、滕吉文, 2009, 接收函数方法估计 Moho 倾斜地区的地壳速度比, *地球物理学报*, **52**(5), 1243~1252。
- Ammon C J, 1990, Randall G E, Zandt G, On the nonuniqueness of receiver function inversions, *J Geophys Res*, **5**(B10), 15303~15318。
- Ai Y S, Zhao D P, Gao X, et al, 2005, The crust and uppermantle discontinuity structure beneath Alaska inferred from receiver functions, *Phys, Earth Planet, Inter*, **150**(4), 339~350。
- Langston C A, 1979, Structure under Mount Rainier, Washington, Inferred from teleseismic body waves, *J Geophys Res*, **84**(B9), 4749~4762。
- Phinney R A, 1964, Structure of the Earth's crust from spectral behavior of long period body waves, *J Geophys Res*, **84**, 4749~4762。
- Tian X B, Wu Q J, Zhang Z J, et al, 2005, Identification of multiple reflected phases from migration receiver function profile: An example for the INDEPTH-III passive teleseismic P waveform data, *Geophysical Research Letters*, **32**, 1, 08301, doi: 10.1029/2004GL 021885。
- Wang C Y, Zhu L P, Lou H, et al, 2010, Crustal thicknesses and Poisson's ratios in the eastern Tibetan Plateau and their tectonic implications, *J Geophys Res*, **115**, 1301, doi: 10.1029/2010JB007527。
- Wu Q J, Zeng R S, 1998, The crustal structure of Qinghai-Xizang Plateau inferred from broadband teleseismic waveform, *Chinese J Geophys (in Chinese)*, **41**(5), 669~679。
- Zhu L P, Kanamori H, 2000, Moho depth variation in southern California from teleseismic receiver functions, *J Geophys Res*, **105**(132), 2969~2980, doi: 10.1029/1999JB90322。

Study on the structural characteristics of the deep crust in Henan Province and its adjacent areas by using the receiver function

Chen Rui¹⁾ Yan Jungang²⁾ Yu Junjian¹⁾

1) Earthquake Administration of Henan Province, Zhengzhou 450016, China

2) Handan Seismic Station, Handan 056006, Hebei, China

Abstract This paper uses the method of receiving function to inverse crustal thickness and wave velocity ratio of 26 wide frequency seismic stations in Henan and its adjacent areas. The research results show that: The distribution of crust thickness and Poisson's ratio in Henan Province is closely related to the geological structure, which demonstrates itself in: (1) In the Taihang Mountains fault block, the crustal depths range from 31.8km to 40.2km and crustal thickness is gradually increasing from east to west. At Yongnian station and the majority of the stations in the northeast, the Poisson ratio is from 0.23 to 0.25 for a larger range of granite distribution here, mainly high content of quartz and feldspar. At Jiaozuo station, Shexian station and Xunxian station, the Poisson's ratio is from 0.26 to 0.27, which shows that the felsic and Iron, mafic composition contents are equal in amount. (2) In the eastern block of Huanghuaihai Plain, the crustal thickness is from 28km to 34km. At Zhumadian station, Jianshan station and Xunxian station, the crustal thickness is 30.5km, 34.9km and 31.8km respectively, The Poisson's ratio in the region is relatively stable, and the data is between 0.24 and 0.25. (3) Qinling Mountains block has strong fault activities, the thickness of the crust beneath Lushi station is 38.4km and the poisson's ratio is 0.23. This reflects that the Yanshan movement helps the crust in the area produce uplift folds and mantle acid magma intrusion activities. The crustal thickness in northern part of the Nanyang Basin is 28.8km, and Poisson's ratio is 0.29. It indicates that the crustal lithology is mostly neutral and basic rock. In crustal rocks iron and magnesium composition increases significantly, because the mantle material deep intrusion changes the rock properties in some areas. (4) Dabie Mountain's block is located in the Su-Lu (Jiangsu-Shandong)-Dabie ultrahigh pressure metamorphic belt. There is a crustal thickness gradient belt between Shangcheng station in the northern part of the Dabie Mountain and Jinzai station in the Dabie Mountain. The crustal thickness is from 31.8km to 35.8km, but Poisson's ratios show negative growth and fall from 0.27 to 0.24. This reflects the prominent features of thrust nappe structure in the continental fold belts.

Key words: Henan Province and its adjacent areas; Receiver function; Crustal structure; Poisson's ratio