

On Seismicity in Songyuan Region and the Hunchun Seismic Cone Tectonic in Jilin Province, China

Lijun Chen*

Research Center of Earthquake Prevention and Disaster Reduction Engineering of Hunan Province, Changsha Hunan

Email: seisman@foxmail.com

Received: Sep. 5th, 2019; accepted: Sep. 20th, 2019; published: Sep. 27th, 2019

Abstract

In this paper, collecting and according to the data of related earthquake catalogues, using the Seismo-Geothermic theory and its methods, it discussed the surface images, three-dimensional structure, and primary model of mini seismic cone tectonics in Hunchun Seismic Cone Tectonic region and its relations with intracrustal strong earthquake activity and volcanic activity in northeast China and north China regions, and differentiated the relationship of intracrustal medium-strong earthquake with its subcrustal earthquakes in Songyuan region in Jilin province, so that it is thought to be worthwhile to concern the activity of Songyuan region, which may be one of the important marks for Hunchun seismic cone tectonic that will definitely come to. On this basis, a recommendation and an instruction about improving the focal depth measurement technology and resolution of intracrustal earthquakes and subcrustal earthquakes are also written in this paper.

Keywords

Seismo-Geothermic Theory, Hunchun Seismic Cone Tectonic, Intracrustal Strong Earthquake, Subcrustal Earthquake, Volcano

吉林松原地震活动与珲春地震柱构造

陈立军*

湖南省防震减灾工程研究中心, 湖南 长沙

Email: seisman@foxmail.com

收稿日期: 2019年9月5日; 录用日期: 2019年9月20日; 发布日期: 2019年9月27日

*本文为作者退休后的自主研究项目: 地震地热说。

摘要

本文根据相关地震目录资料的收集整理,采用地震地热说的原理和方法,讨论了珲春地震柱构造的地表图像、三维立体结构和地震子柱构造的初级模型以及该地震柱与我国东北地区和华北地区的壳内强震与火山活动的关系,并对吉林松原地区的中强地震活动与壳下地震的关系做出辨析,认为松原地区的地震活动值得极为关注,有可能成为判断珲春地震柱构造是否会完全苏醒的重要标志之一。文章还就改善震源深度测定技术、提高对壳内地震与壳下地震分辨率的重要性做出建议和说明。

关键词

地震地热说,珲春地震柱构造,壳内强震,壳下地震,火山

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

本文运用作者(陈立军, 2012)所提出的地震地热说原理与工作方法[1] [2] [3] [4], 研究吉林松原的中强地震活动与中国珲春地震柱构造的关系。地震地热说原理认为, 全球 90% 以上的壳内强震与火山活动, 都是源于地球深部的热能沿着地震柱构造自下而上逐层积累、逐层驱动所致, 而非非地表构造运动碰撞的结果。地震柱构造是依据高精度地震目录(比如美国的 ANSS, 地中海的 EMSC 和日本的 JMA 等具有可比性的地震目录)的震源深度资料所划分的 24 个倒立的直下型圆锥体, 最大深度 200~650 km, 是地震地热说的物质基础和能源平台。中国珲春地震柱构造为第 08 号(图 1), 目前处于潜伏状态, 2005 年开始的吉林省松原地区中强地震活动, 似乎给珲春地震柱构造带来了重大的构造活动信息。

壳内强震指发生在壳内的 6.5 或 7 级以上地震, 几乎涵盖所有造成 1000 人以上死亡的地震(图 1), 其成因解释五花八门。作者运用地震地热说原理与工作方法, 广泛研究了全球一些重要的壳内强震与火山活动的成因及其前兆信息[5]-[14], 也做过一些地震预测的试验与设想[15] [16] [17] [18], 似乎可以为人类的地震预测事业展现丝丝曙光。

2. 资料整理与分析处理方法

2.1. 地震目录的选取

地震地热说的研究原理与方法, 完全依赖于具有高精度震源深度资料的地震目录。为此, 本文采用从公网上获取并整理的 3 套地震目录[19]。其中包括:

CEDC 统一地震目录, 来自中国国家地震科学数据共享中心(China Earthquake Data Center), 网址 http://data.earthquake.cn/data/datashare_tym1_query.jsp, 时段 1965~2019.5, 包含-0.1 级以上共 860,581 条中国及周边地震记录。

ANSS (Advanced National Seismic System)复合地震目录(ComCat), 来自北加利福尼亚地震数据中心(Northern California Earthquake Data Center), 时段 1963~2019.5, 共计包括全球 4 级以上地震记录 456,888 条。网址包括

<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>和 <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/#site-sectionnav>。

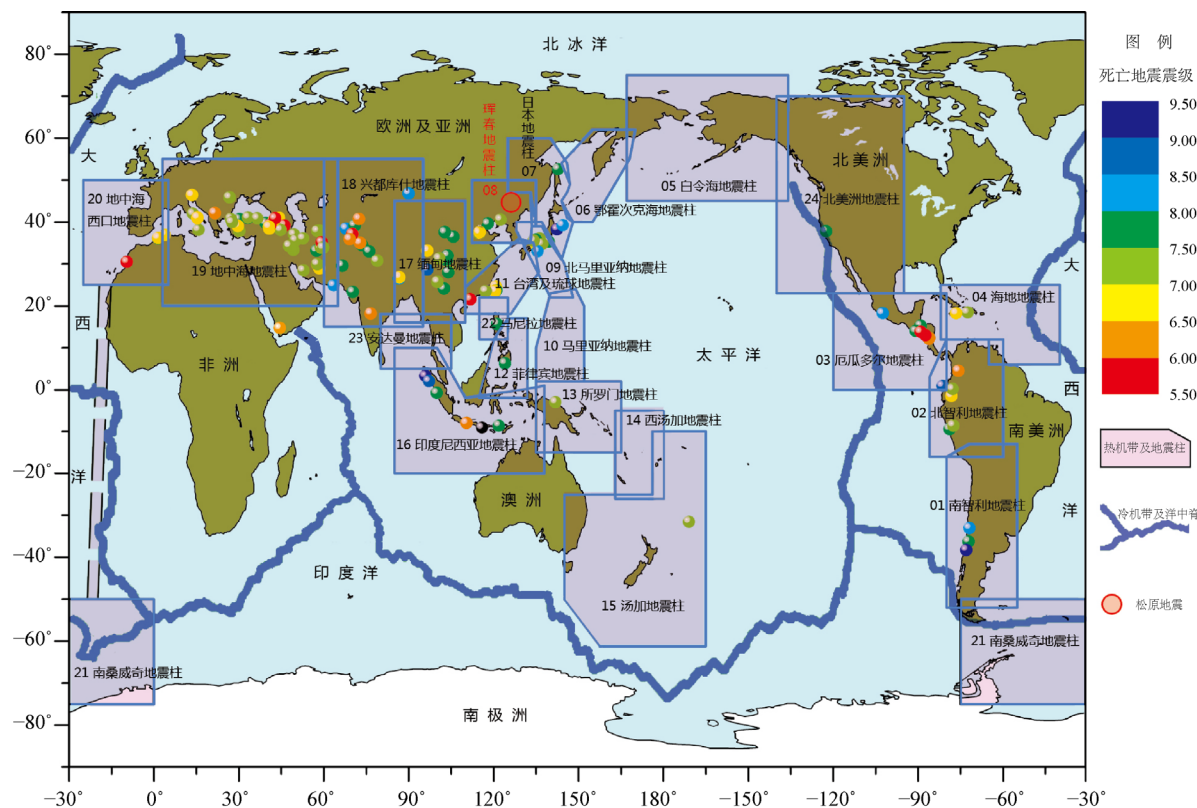


Figure 1. The drawing of Songyuan earthquake and Hunchun Seismic Cone Tectonic

图 1. 松原地震与珲春地震柱构造位置图

JMA 地震目录, 来自日本气象厅(Japan Meteorological Agency), 时段 1997.10~2017.12, 包含-0.1 级以上日本及周边地区 2,955,365 条地震记录。网址 <http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/bulletin/eqdoc.html>。

2.2. 关于震源深度

关于地震震源深度的精度, 可以从 ANSS 和 JMA 两个地震目录获得(图 2)。这两个目录的深度测定误差具有很好的一致性。ANSS 目录包含全球 4 级以上地震, 大量地震的深度测定误差均在几公里的量级, 个别偏远地区的深部地震误差可达 20 多公里。JMA 目录的深度误差均在几公里的量级。

2.3. 地震目录的适用性分析

珲春地震柱构造位于 $114^{\circ}\sim 135^{\circ}\text{E}$, $35^{\circ}\sim 55^{\circ}\text{N}$ 地区, 由不同地震目录所采集的地震数分档统计如表 1 所示。由表 1 可见:

(1) 三个地震目录所描述的深源地震基本一致, 最大深度约为 600 km。

(2) ANSS 目录的 4 级以上地震数量偏少, JMA 目录明显偏置, 只宜参考。

(3) 鉴于目前地震目录的科技水平, 地震地热说当前最为关注的是未来壳内强震活动的时间和地点, 暂不考虑能量关系, 因此不对相关地震集的震级-频度关系做过分要求。

2.4. 资料分析处理方法

地震地热说的分析方法, 首先按照地震柱构造定义选取研究区的地震目录, 然后采用地震与火山活动的平面分布、三维立体分布和震源深度时序分布分别研究地震柱构造的总体活动特征以及区内可分离

的地震子柱构造的活动特征，总结以往事件的前兆信息并为后续事件的预测提供工作方法与经验。在原始数据同等精度的前提下，本方法的工作结果是唯一的，可重复的。

From ANSS comcat						
time	latitude	longitude	mag	magType	depth	depthError
20190131140111	-7.0919	124.9296	4.4	mb	534.46	1.7
20190131143357	-24.3375	-179.8253	5.5	mww	499.95	4.7
20190131143614	-24.4592	-179.91	4.7	mb	489.87	1.9
20190131144917	14.0144	144.579	4	mb	148.71	10.2
20190131163252	-33.7054	78.3505	5	mb	10	9.4
20190131163414	-18.3244	-178.0712	4.5	mb	589.6	6.6
20190131172052	15.5211	-94.8359	4.3	mb	25.55	7
20190131174508	-17.762	-178.7414	4.3	mb	501.9	7.1

From JMA cat (JST)														
DATE		ORIGIN	TIME		LAT.			LON.			DEP		MAGNITUDE	
D	H M S		+/-	D	M	+/-	D	M	+/-	KM	+/-	1	2	
199712	181914	31.1	0.4	44	18.9	1.1	141	41.1	1.8	244	4	2.8	V	
199712	241452	02.6	0.4	43	39.6	1.3	141	02.1	2.5	214	5	2.7	V	
199712	260343	18.3	0.3	37	13.1	1.0	137	08.0	1.2	264	4	2.7	V	
199712	262132	25.0	0.2	31	09.0	0.7	130	01.0	1.5	219	2	3.0	V	
199712	270938	18.4	0.1	35	21.8	1.1	135	29.2	0.8	367	2	4.1	V	
199712	292356	12.0	0.4	36	10.5	2.4	137	03.5	1.8	280	4	2.5	V	
199712	300535	00.5	0.1	36	23.3	0.4	138	33.4	0.6	159	1	2.4	V	
199712	311259	02.8	0.4	44	27.3	1.2	140	50.7	1.9	259	4	3.0	V	

Figure 2. A depth measurement precision instance

图 2. 震源深度测定精度实例

Table 1. The earthquake statistics of Hunchun Seismic Cone Tectonic collected by different earthquake catalogue

表 1. 由不同地震目录所采集的珲春地震柱构造地震统计表

地震目录	震级下限 Mmin	震级上限 Mmax	频次	最大震源深度 Hmax (km)
CEDC 目录	1	7.9	64364	597
	2		32126	597
	3		7036	597
	4		1862	597
	5		227	597
	6		30	589
	7		7	589
ANSS 目录	4	7.9	797	590
	5		167	588
	6		29	588
	7		7	566
JMA 目录	1	7.3 (不含 1997 年以前的地震)	30021	681
	2		6128	681
	3		1280	681
	4		184	681
	5		49	681
	6		11	644
	7		3	633

3. 珲春地震柱构造的一般性描述

作者曾于 2011 年讨论过中国珲春地震柱构造, 提供了地震层析图像依据, 并展示了太平洋西北部地震柱构造林立的图像[20]。本文在此基础上作进一步的阐述。

3.1. 珲春地震柱构造的地震与火山分布

珲春地震柱构造的地震活动与火山活动分布见图 3。由图可见, 深源强震投影到地表位于吉林珲春地区, 其深度为 600 km 左右, 最大强度 7 级以上。3 个地震目录基本一致。

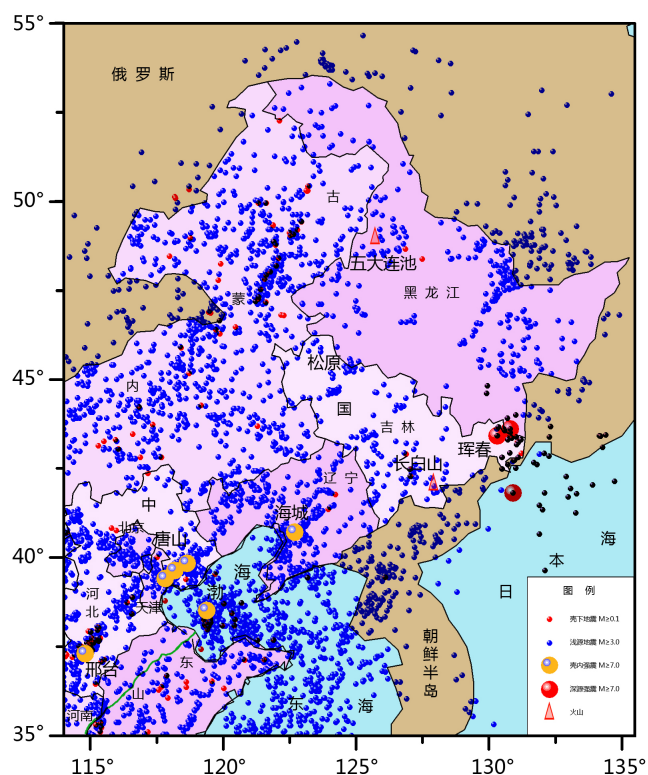
震源深度 35 km 以内的壳内强震, 发生在由珲春向西南方向延伸的一个直线条带上, 包括海城(1975 年 7.4 级)、唐山(1976 年 7.9 级)、邢台(1966 年 6.8 级)和渤海(1969 年 7.3 级)。无独有偶, 长白山火山(最晚喷发于 1903 年[21])也在同一条带之内。

由珲春向西北方向, 则有黑龙江五大连池的火山(最晚喷发于 1776 年[21])和近几年吉林松原地区的中强地震活动。

按照地震地热说的原理, 壳内强震与火山喷发是地震柱构造释放机械能(地震)和热能(火山)的两种不同方式, 是一对孪生兄弟。2016 年日本九州的熊本 7.3 级地震后, 紧接着就是两个火山喷发, 算是将这个原理说得一清二楚了。因此, 搞地震研究的人们拒绝谈火山, 是一个天大的误会。

如此, 一个珲春地震柱构造, 便将整个东北与华北地区的壳内强震活动及火山活动全部串联起来了。

图中的壳下地震, 指震源深度在 35 km 以上的地震。



1965~2019.5, 壳内地震 $M \geq 3.0$, 壳下地震 $M \geq 0$, 据 CEDC 地震目录。

Figure 3. Earthquakes and volcanoes in Hunchun Seismic Cone Tectonic

图 3. 珲春地震柱构造的地震与火山分布

3.2. 珲春地震柱构造的三维立体图像

由 3 个地震目录所产生的珲春地震柱构造三维立体图像分别见图 4、图 5 和图 6。由图可见，3 张图在 600 km 深度图像极为相似，也都缺少 200~500 km 深度内的地震活动，因此作者曾经将其定义为潜在的地震柱构造。但是从上一节可以看到，该地震柱构造实际上仍在控制着近代的强震与火山活动，尤其深部地震比较活跃，因此应该处于半苏醒的状态。一旦完全苏醒了，火山也可能会回来。

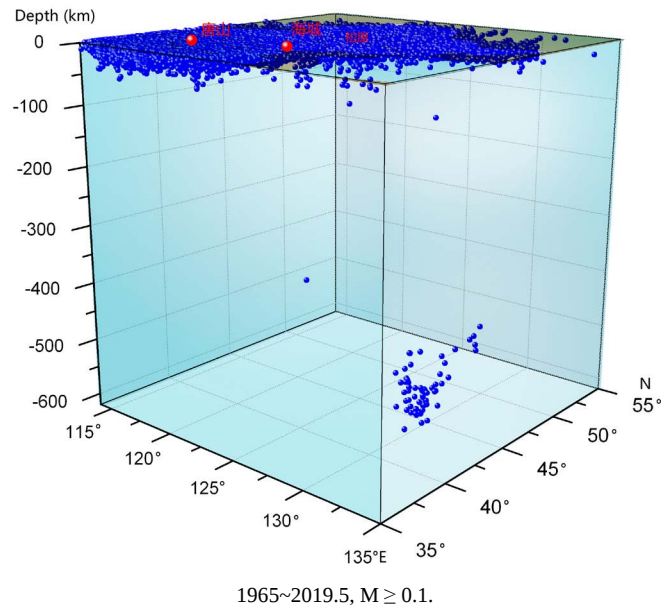


Figure 4. The three-dimensional image of Hunchun Seismic Cone by CEDC catalogue
图 4. 依据 CEDC 地震目录的珲春地震柱构造三维立体图像

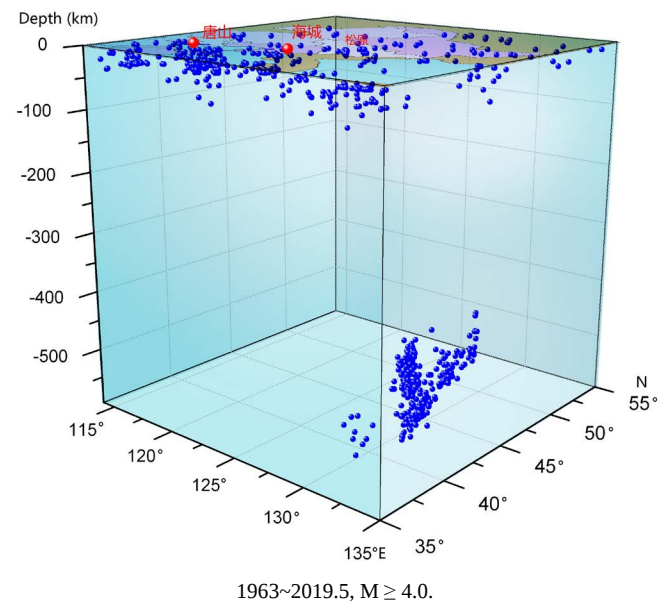


Figure 5. The three-dimensional image of Hunchun Seismic Cone by ANSS catalogue
图 5. 依据 ANSS 地震目录的珲春地震柱构造三维立体图像

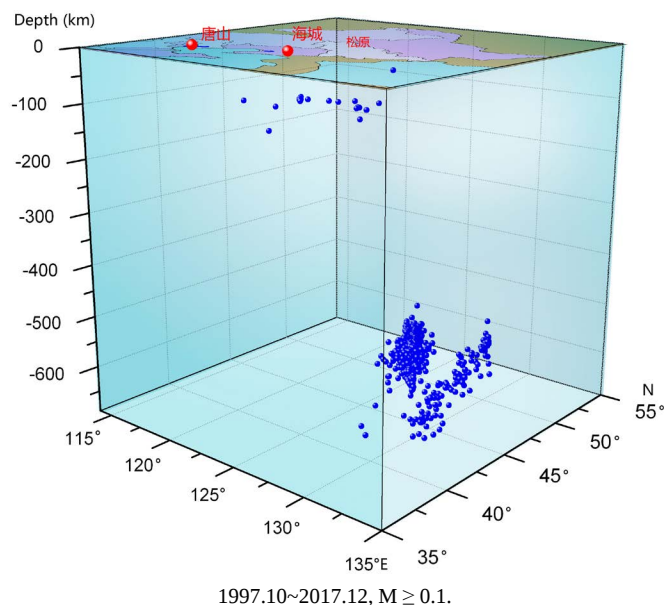


Figure 6. The three-dimensional image of Hunchun Seismic Cone by JMA catalogue

图 6. 依据 JMA 地震目录的珲春地震柱构造三维立体图像

由图还可以见到，珲春地震柱构造从地表到深部明显呈由大陆倾向大洋的态势。因此，珲春地震柱构造的活动与板块的俯冲之说无关。

3 个地震目录的区别在于 0 到 100 km 左右深度的地震。图 5 和图 6 均可以见到 100 km 左右深度的地震，而图 4 则止于几十公里之内，而且深度在 35 km 以上的地震极少，说明 CEDC 目录对于壳内地震与壳下地震的分辨率是偏低的。

我们所需要得到的并非是震源的绝对深度，而是要从理论和方法上将 0~600 km 深度的地震活动合理地离散开来。这样才是好的地震目录。在这方面，欧洲 - 地中海地震中心与日本气象厅在监测能力所及的范围内做得非常好[7] [8]，国内新疆地震局也做得很好[22] [23]。美国的 ANSS 地震目录，2004 年也经历过一次改造，尽管前后深度分布趋势基本一致，但明显提高了对于壳内地震与壳下地震的分辨率。这一切表明，全球不少地方的震源深度测定技术已经日臻完善。

对于珲春地震柱的完整描述，只能依靠我们自己，国外的地震目录都是鞭长莫及。我们要学习这些好的经验，加强震源深度测定的理论与技术研究。

3.3. 珲春地震柱构造的地震子柱构造

由 CEDC 地震目录所得到的环渤海地区和松原地区地震子柱构造的三维立体图像如图 7 和图 8 所示。

由图 7 可见，环渤海地区似乎包含邢台、唐山、渤海和海城等 4 个地震子柱构造。该图 1.0 级以上地震的最大深度 68 km，而 ANSS 地震目录 4 级以上地震的最大深度达 95 km。

图 8 显示目前松原子柱构造并不能成型，只有壳内的中强地震活动，几无壳下地震活动。

因此，这 2 张图还只能是这 5 个地震子柱构造的初级模型。

4. 松原中强地震活动辨析

吉林松原地区(122°~127°E, 43°~48°N)自 2005 年起，屡发 5 级左右的中强地震(图 9)，引起了地震地热说的关注。

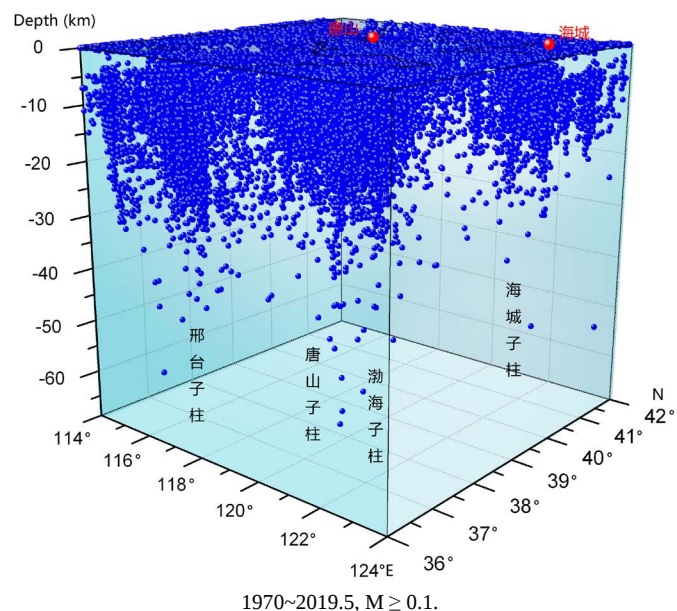


Figure 7. The primary model of Mini Seismic Cone in Bohai Sea region by CEDC catalogue

图 7. 依据 CEDC 地震目录的渤海地区地震子柱构造初级模型

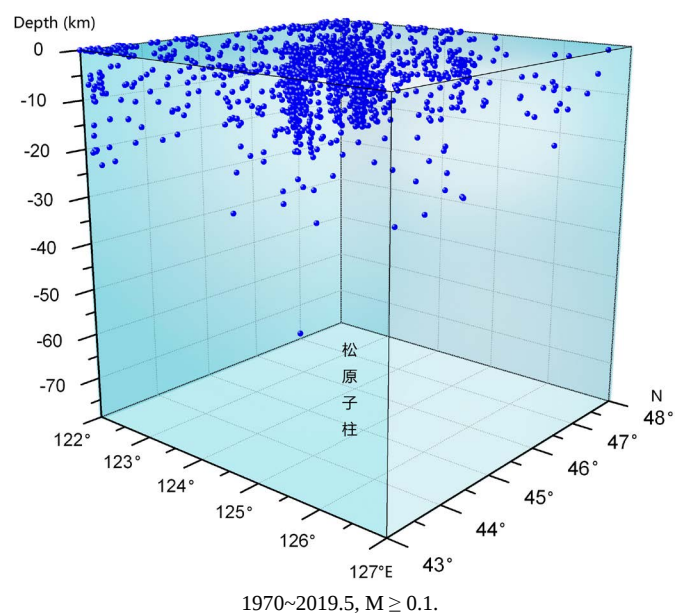


Figure 8. The primary model of Songyuan Mini Seismic Cone by CEDC catalogue

图 8. 依据 CEDC 地震目录的松原地震子柱构造初级模型

松原地区的 0 级以上地震深度时序图如图 9 所示。图 9(a)将地壳底线(图中绿色直线) 取在地壳平均厚度 35 km 处, 图面上几乎没有壳下地震可言, 图 9(b)假定将地壳底线向上移动到深度 20 km 处, 壳下地震与中强地震活动的关系就变得一目了然了。

上面说到我们的目录对壳内地震与壳下地震的分辨率偏低, 这里就是明证。图 9 表现为震源深度测定的系统偏差。系统偏差就是方法性问题, 是可以改进的[22] [23]。

值得指出的是, 图 9(b) 从 2014 年开始的壳下地震活动过程似乎并没有完结, 需要引起有关方面的关注。松原地区靠近五大连池火山的方向, 根据图 5 和图 6 推测, 该地区的壳下地震活动可能是珲春地震柱构造柱体地震活动的重要组成部分, 可能成为判断珲春地震柱构造是否会完全苏醒的重要标志之一。该构造一旦苏醒, 或许会重塑历史上的辉煌。

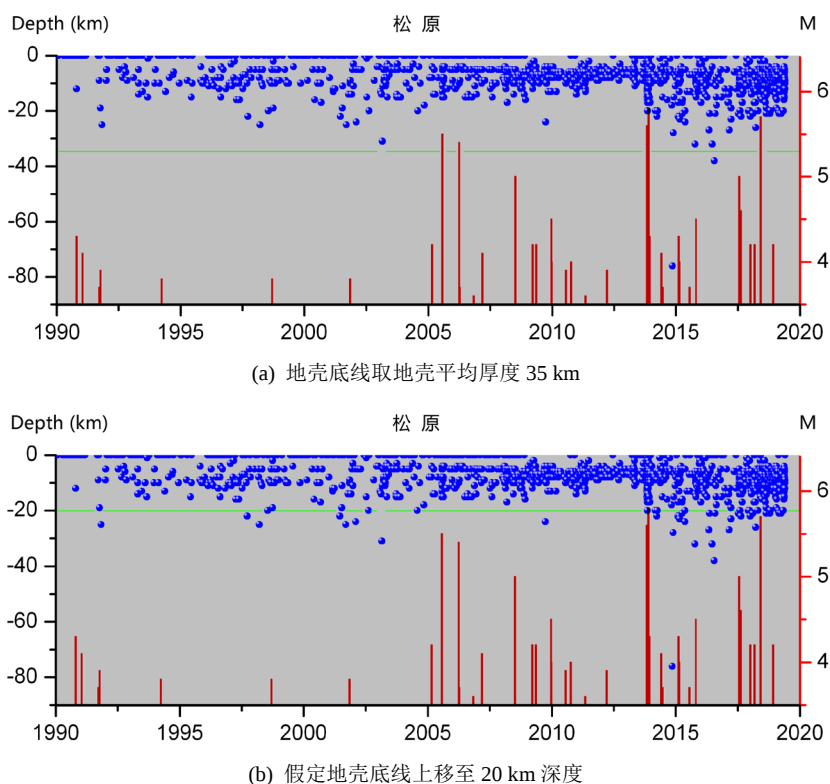


Figure 9. The seismic sequence diagram in Songyuan region (1990-2019.5, $M \geq 0.1$, by CEDC catalogue)

图 9. 松原地区地震活动时序图(1990~2019.5, $M \geq 0.1$, 据 CEDC 地震目录)

5. 结论

本文根据 CEDC、ANSS 和 JMA 等地震目录资料的收集整理, 采用地震地热说的原理和方法, 对珲春地震柱构造的地表图像、三维立体结构和地震子柱构造的初级模型以及该地震柱与我国东北地区和华北地区的壳内强震与火山活动的关系进行了讨论, 并对吉林松原地区的中强地震活动与壳下地震的关系做出了辨析, 认为松原地区的地震活动值得极为关注, 可能与珲春地震柱构造本体的地震活动有关, 也有可能成为判断珲春地震柱构造是否会完全苏醒的重要标志之一。文章还就改善震源深度测定技术、提高对壳内地震与壳下地震分辨率的重要性提出建议与说明, 希望能引起人们的关注。

致 谢

感谢中国国家地震科学数据共享中心(<http://data.earthquake.cn/>)、美国北加利福尼亚地震数据中心(Northern California Earthquake Data Center)、日本气象厅(Japan Meteorological Agency)、Smithson Institution 以及全国图书馆参考咨询联盟(<http://jour.ucdrs.superlib.net/>)提供的数据与资料支撑。地震目录编辑中, 黎品忠高级工程师提供了双字节数据文件的读取方法, 谨此特别鸣谢!

参考文献

- [1] 陈立军. 中国地震震源深度与强震活动状态研究[J]. 地震地质, 2000, 22(4): 360-370.
- [2] 陈立军. 地震地热说原理与应用[J]. 内陆地震, 2012, 26(2): 108-122.
- [3] 陈立军. 地震柱的概念及其基本特征[J]. 华南地震, 2013, 33(1): 1-14.
- [4] 陈立军, 胡奉湘, 陈晓逢. 全球地震柱的地震层析成像证据[J]. 华南地震, 2013, 33(4): 1-10.
- [5] 陈立军. 2013 年巴基斯坦 7.7 级地震与兴都库什的地震构造[J]. 内陆地震, 2015, 29(1): 15-27.
- [6] 陈立军. 青藏高原的地震构造与地震活动[J]. 地震研究, 2013, 36(1): 123-131.
- [7] Chen, L.J. (2016) Study on the Seismogenic Mechanism of the Earthquake Mw6.9 in 2014 in the Aegean Sea Seismic Cone. *International Journal of Geosciences*, 7, 669-684. <https://doi.org/10.4236/ijg.2016.75052>
- [8] 陈立军. 西北太平洋滨海地区的地震活动与地震柱构造[Z]. 2016.
- [9] 陈立军. 中天山地区强震活动成因探讨——以 2012 年 6 月 30 日新源 6.6 级地震为例[Z]. <http://blog.sciencenet.cn/blog-552558-829373.html>, 2014.
- [10] 陈立军. 内蒙古阿拉善左旗 5.8 级地震的前兆现象[Z]. <http://blog.sciencenet.cn/blog-552558-882681.html>, 2015.
- [11] 陈立军. 印尼 9 级地震的成因分析[Z]. <http://blog.sciencenet.cn/blog-552558-571677.html>, 2012.
- [12] 陈立军. 缅甸 7.2 级地震成因的探讨[Z]. <http://blog.sciencenet.cn/blog-552558-426720.html>, 2011.
- [13] 陈立军. 对日本 9.0 级地震成因的新解说[Z]. <http://blog.sciencenet.cn/blog-552558-422577.html>, 2011-03-15.
- [14] 陈立军. 日本 9 级地震与碰撞和俯冲无关[Z]. <http://blog.sciencenet.cn/blog-552558-565201.html>, 2012.
- [15] 陈立军. 2012 年 0419 预测卡片(3 年期)的试验总结-地震地热说的壳内强震与火山预测方法介绍[J]. 自然科学, 2015, 3(4): 147-164.
- [16] Chen, L.J., Chen, X.F. and Shao, L. (2015) Method Research of Earthquake Prediction and Volcano Prediction in Italy. *International Journal of Geosciences*, 6, 963-971. <https://doi.org/10.4236/ijg.2015.69076> <http://blog.sciencenet.cn/blog-552558-920796.html>
- [17] 陈立军. 全球热机带和冷机带火山活动的比较研究——兼论对热机带火山预测研究思路的改进[J]. 地球科学前沿, 2015(5): 334-357.
- [18] 陈立军. 厄瓜多尔地震柱的构造与地震和火山的预测研究[Z]. 2016.
- [19] 陈立军. 2008 年汶川 8 级地震成因的地震地热说解释[Z]. <http://blog.sciencenet.cn/blog-552558-1185193.html>, 2019.
- [20] 陈立军. 中国珙县地震柱的地震层析图像依据[Z]. <http://blog.sciencenet.cn/blog-552558-506157.html>, 2011.
- [21] Smithsonian Institution (2015) Global Volcanism Program. <http://volcano.si.edu/index.cfm>
- [22] 王海涛, 李志海, 赵翠萍, 曲延军. 新疆北天山地区 $M_s \geq 2.0$ 地震震源参数的重新测定[J]. 中国地震, 2007, 23(1): 47-55.
- [23] 曲延军, 李志海. 北天山地区部分中强震前小震震源深度变化特征[J]. 地震, 2006, 26(4): 76-81.