

渤海与黄河三角洲地震活动性差异初探

尤少燕, 吴孔兵

(胜利石油管理局地震台, 山东 东营 257000)

摘要:黄河三角洲地区地震强度小, 频度低, 但与之相毗邻的渤海地区却是华北地区强震多发区之一, 地震强度大、频度高, 成为影响黄河三角洲地区地震危害性最大最严重的区域。从地震地质角度出发, 通过对深部地球物理场、构造应力场、地温场及断裂活动性等方面的研究, 发现渤海强震构造区与黄河三角洲在这些方面存在明显的差异, 这些差异造成了两个地区在地震活动性方面的差别, 渤海更具备发生强震的条件。

关键词:地震活动; 构造区; 断裂带; 地质特征; 黄河三角洲; 渤海

中图分类号: P315.2

文献标识码: A

1 渤海强震构造区地震地质特征

渤海强震构造区位于郯庐断裂带和燕山-渤海断裂带的交汇部位, 是邻近黄河三角洲地区地震活动最强的区域。渤海地区(主要是中部)是华北地区强震多发区之一, 中生代末-古近纪初在 NE 向大型断裂的分割控制下, 分化出隆起、拗陷次级构造单元, 隆起、拗陷内部又被次级断裂分成更小的凸起、凹陷构造单元。晚期 NW 向断裂活动使它们普遍遭受改造。1548 年, 1597 年, 1888 年和 1969 年先后发生 4 次 7 级以上的地震。

1.1 断裂活动特征

新的物探资料表明, NNE 向郯庐断裂带在渤海内部被一系列 NWW 向左旋断裂多处错断。NWW 向断裂由一系列大致平行的断裂组成, 其中规模最大、活动性最强的是渤海中部的 NWW 向断裂。渤海内部的构造格架主要由这组断裂组成, 它们控制着渤海的现代构造及地震活动。郯庐断裂带在渤海内部被 NWW 向断裂分割成 3 段: 北段活动性相对较弱; 南段地震活动较北段强; 中段由于受到一系列的 NWW 向断裂的切割, 结构十分复杂。渤海地区有 3 次 7~7.5 级地震和 3 次 6~6.5 级地震均发生

在中段。因此, 中段是渤海内部地震活动性最高的地区。

1.2 新生代地堑系深部扩张与强震活动的关系

渤海地区绝大部分 ML 5 级地震, 特别是 ML 6 级的地震大多发生在地堑内和地堑边缘, 表明强震活动与地堑活动关系密切。区内发生的地震都属浅源地震, 震源深度为 10~30 km, 深度超过 30 km 的仅占总数 10% 左右。多数地震震源深度超过地堑破裂深度, 说明地震的发生是断裂向下发展的结果, 就是说这些地震可能在一定程度上反映了新的扩张作用。研究结果表明: 渤海地区广泛发育的地堑地垒系是深部扩张的结果。

2 黄河三角洲地震地质构造活动特征

黄河三角洲所在的济阳拗陷是一个新构造运动相对稳定的区域, 虽发育一系列次级断裂和受断裂控制的凸起和凹陷, 但这些构造的活动性一般较弱, 对地震的控制作用也不明显。黄河三角洲地区历史上遭受的地震破坏主要来自于邻区强震活动和近场区及周围中强地震活动的影响, 其中对区域影响最大的是郯庐强震带中段 7 级以上地震。黄河三角洲区域历史上遭受的最大地震影响烈度为 Ⅴ 度。

收稿日期: 2004-09-27; 修订日期: 2005-03-12; 编辑: 孟舞平

作者简介: 尤少燕(1964-), 女, 山东文登人, 工程师, 从事地震监测预报工作。

国家地震局地球物理研究所、山东省地震局、胜利油田部分地区地震小区划报告, 1991。

2.1 地震带划分

地震在空间上的分布是不均匀的,主要表现在强震沿活动断裂呈条带状展布,根据地震空间与地质构造分布特征,大致可以划分为郯庐地震带、燕山-渤海地震带和河北平原地震带 3 个主要地震活动带,黄河三角洲位于郯庐地震带内(图 1)。

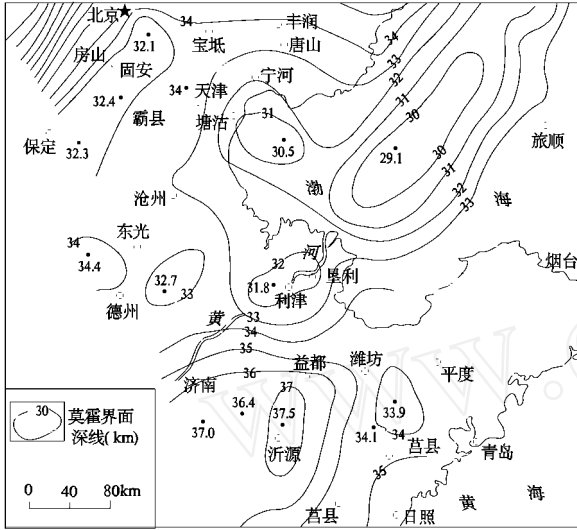


图 1 地震带划分示意图

2.2 黄河三角洲地震活动时一空分布

黄河三角洲位于郯庐地震带内,与燕山渤海地震带和河北平原地震带东北部相邻。黄河三角洲内部(北纬 36.9°—38.25°,东经 117.9°—119.1°)历史上没有强震记载。1970 年以来,现代小震活动主要分布在渤海南缘和胜北断裂附近,并且沿胜北断裂具有东段小震多(永安乡附近)、成团分布,西段小震少的特点。1970 年以来,该区共发生 ML 2.0 级地震 62 次,其中 2.0~2.9 级地震 51 次,3.0~3.9 级地震 10 次,4.0 级以上地震 1 次,最大为 ML 4.4 级。

地震活动的频度和强度随时间分布是不均匀的,主要表现在地震活动具有平静期与活动期相间分布的周期性特征。以 6 级地震相对密集的程度进行分期,华北地震区自公元 1000 年以来,大体经历了 4 个地震活跃期:第 1 地震活跃期可能是从公元 1000 年以前的某个时间开始至 1068 年;1209—1368 年是第 2 地震活跃期;1484—1730 年是第 3 地震活跃期;1815—现在为第 4 地震活跃期。今后华

北地区将处于本地震活跃期的后期,地震活动的强度将会低于 1966—1976 年的大释放期。

3 渤海强震区与黄河三角洲地震地质特征差异

渤海地区是一个强震频发区,自公元 1548 年以来,共发生 7 级以上地震 4 次,6~7 级地震 5 次。黄河三角洲地区濒临渤海强震区,但地震活动水平却很低,历史上发生最大的地震为 1588 年 7 月 2 日垦利南部的 5 级地震。

3.1 地壳深部构造差异

渤海中部是 NE 向的上地幔隆起区,莫霍界面最浅处理深约为 29 km,向两侧逐渐加深达 32~33 km。黄河三角洲地区莫霍面深 32~33 km,在中部有一小型上地幔隆起,莫霍界面最浅 31.8 km。

地壳上地幔界面构造变化与地震活动有一定的相关性,强烈地震多发生在地壳为薄壳区和厚壳区之间的变异带上。地壳厚度变异带是莫霍界面构造极为复杂的地区,或者是莫霍界面等深线方向发生急剧变化,或者是存在深度突变带以及深达上地幔的深大断裂。地壳深部的这种复杂构造在受到各种应力联合作用下,便容易发生地震。华北地区(包括渤海海域)的地震大多都发生在地幔隆起的边缘部位,原因是上地幔的起伏与地壳中的质量分布密切相关。根据均衡原理,质量分布不均匀的结果是产生垂直方向的作用力,引起上地幔的上隆或下沉。自古近系以来渤海地区不断下沉,在重力均衡的调整过程中,上地幔隆起的部位,地壳逐渐的被拉薄,迫使地壳中物质不断向四周推移,而这种推移过程以地壳上部(10~20 km)为最强烈,当这种推移遇到断层或复杂构造阻挡时,就会引起形变和能量的积累而发生地震;另一方面由于地幔的缓慢上隆,在其周围的地壳中,特别是上部地壳附加了一种张应力,降低了断层面的抗剪强度,这样就容易使地下储存的侧向挤压能量以地震的方式释放出来。因而渤海与黄河三角洲地区比较,渤海具备发生强震的深部构造条件^[1]。

3.2 地壳与上地幔高导层分布差异

地壳内与易震层大体相当的壳内高导层是发生强烈地震的重要因素之一。大地电磁测深结果表明,地震与上地幔高导层的分布有着密切的关系。地壳中存在高导层,而上地幔高导层埋深较浅的地

区是强烈地震容易发生的地方,反之地壳中缺失高导层,而上地幔高导层埋深又较深的地区,地震很少发生。根据平均大地热流值计算的上地幔高导层埋深,渤海中部为 45~50 km,黄河三角洲地区埋深为 50~65 km,渤海较黄河三角洲地区上地幔高导层埋深较浅。

一般认为,上地幔高导层是部分熔融的高温软流层。因此在上地幔高导层的隆起部位,其介质与周围的介质存在着温度差异,这种温度的差异可以产生附加加热运动,在隆起部位侧面顶部的张应力和剪应力都最大,是最容易破坏和发生地震的地区^[2]。

3.3 深部磁场及重力场差异

华北地区历史地震震中分布多与磁异常低值带一致,也就是说,地震一般都发生在负的磁异常带内。但也并非负磁异常带一定会发生地震,将负磁异常带与布格重力异常作对比分析,发现地震多发生在负磁异常与正重力异常边部重叠的部位,此部位反映近期构造活动强烈。负磁异常带反映地壳深部物质破裂、脆性、易于应力集中。相邻的磁异常高的块体,相对比较坚硬,整体性强,应力在此不易集中。

渤海地区是一个负的磁异常和正重力异常区,而黄河三角洲地区是一个正磁异常和正重力异常区。渤海和黄河三角洲地区深部磁场、重力场的差异性与地震活动水平的差异是相吻合的。

3.4 地热场差异

渤海及其邻近地区大地热流值的测定和研究表明,渤海内部地段为一明显的高地热异常带。华北平原周围山区大地热流值一般小于 $4.19 \text{ mW/cm}^3 \cdot \text{s}$;渤海凹陷中热流值高达 $9.88 \text{ mW/cm}^3 \cdot \text{s}$ 。据资料推测渤海中部的热流值更高,地温梯度、等深温度和大地热流值由南、西北向渤海中部逐步增高^[3]。

渤海地区较高的热流值,反映了该地区的新构造运动强烈。上地幔热流上溢,壳内热流值温度较高,使得刚性地壳岩石软化而“流动”,传递动能过程中受阻情况不同,致使局部应变积累。同时由于热膨胀作用,对周围岩石施加压力而产生剪应力。因而,上地幔热流上涌和壳内热流值偏高一方面产生

热应力,另一方面亦为地震发生提供了能源。

3.5 构造应力场差异

对华北一系列强震的地面形变组合和 40 多年震源机制研究表明,黄河三角洲和渤海地区与华北地区区域应力场基本一致。

渤海地区强震发生多与 NEE—SWW 向挤压力应力场有关,在这个应力场作用时,往往迁就固有的 NE 和 NW 向断裂形成两组剪切力偶,一是 NE 向右旋剪切,二是 NW 向左旋剪切。在这 2 组剪切力偶的作用下,断裂产生走向滑动而发生地震,而原有断裂的走向和理论剪切破裂面方向之间的偏差往往是震源错动兼具张性正断或压性逆断性质的运动。华北强震多发生在 NE 或 NW 向断裂上,从这些断裂面与压应力轴之间的交角大小来看,断裂面的位置多数接近岩石破裂实验中的最大剪应力面位置,所以是最易发生断裂的构造部位。而黄河三角洲地区主要断裂构造多为近 EW 向延伸,断裂与主压应力轴的交角近于平行,断裂面接近于岩石破裂实验中最小剪应力面位置,因而不易发生走向滑动。黄河三角洲地区断裂上地震分布极少,原因可能就在于此。

4 结论

区域地震活动性表明,黄河三角洲地区历史上曾遭受的地震破坏主要来自邻区强震活动和近场区及周围中强地震活动的影响,其中对区域影响最大的是庐阜强震带中段 7 级以上地震。渤海强震构造区与黄河三角洲在深部地球物理场、构造应力场、地温场及断裂活动性等方面存在明显的差异,从而造成了两个地区在地震活动性方面的差别。

参考文献:

- [1] 史志宏. 华北地区地壳深部结构与地震活动[M]. 北京:地震科学研究, 1993.
- [2] 国家地震局. 中国地壳上地幔地球物理探测成果[M]. 北京:地震出版社, 1986.
- [3] 吴乾藩, 谢毅真, 祖金华, 等. 华北地热场研究[J]. 中国地震, 1988, 4(4): 1-15.

Primary Study on Earthquake Movement Difference in Bohai and Yellow River Delta Area

YOU Shao - yan , WU Kong - bing

(Earthquake Station of Shengli Oil Managing Bureau , Shandong Dongying 257000 , China)

Abstract : Earthquake in Huanghe delta area has small strength and low frequency , while earthquake happened frequently in Bohai area with large strength and high frequency , which is the largest and strongest area to effect Huanghe delta area. From the geological aspect of earthquake , and through study on geophysical field , tectonic stress field , geothermal field and fault movement , it is found that high - degree earthquake tectonic area in Bohai area has evident difference with it in Huanghe delta area. These differences caused differences in earthquake movement , and Bohai has better condition for happening high - degree earthquake.

Key words : Earthquake movement ; tectonic area ; fault belt ; geological characteristics ; Huanghe delta area ; Bohai sea

(上接第 52 页)

种改革、创新和扬弃,对过去的会计核算体系、方法等绝不是推倒重来或一概否定,特别是在实施新的绿色会计核算和环境财务管理的初期及试点阶段,还必然会有一个新旧两种会计体系同时运行、转型的过渡期或两种会计核算运行的磨合阶段。因此,推行绿色会计既要继承传统会计核算基础、法规和有关制度,又要设计和开发新的环境财务管理和绿色会计核算体系,尤其要在逐步改进、完善和更新传统财务会计核算指标与口径的同时,尽快出台绿色会计核算应用指南和完整的环境与生态业绩考核指标,选择石油、石化等有代表性的企业做好试点工作,及时总结他们运用绿色会计核算和环境财务管理的经验教训,从理论到实践,多次反复,不断完善和发展。在试点成功的基础上逐步加以推广,最终确立绿色会计核算体系的主导地位。

3.3 加强对绿色会计宣传教育

建立实施中国绿色会计不仅是一个会计问题,同样是一个复杂的环境问题和社会问题,是一个系统工程,涉及面广,内容复杂,对经济社会可持续发展意义重大。为此建议从现在开始就要加强全国人

民的环保意识教育,加强学校环保基础知识教育,在中小学增设环保常识课,在大中专学校增设绿色会计、审计专业课。要加强在职会计人员的绿色会计培训工作,尽快筹办中国绿色会计刊物,以加大绿色会计宣传力度。

4 重视绿色会计的信息披露工作

在传统会计报表的基础上,增添有关绿色会计核算资料,再辅之以报表附注,文字说明等,客观揭示企业生产活动所消耗的资源、环境污染的程度及所造成的社会责任成本、罚款等情况。同时,还应反映企业采取环保措施发生的支出和收益情况及其对未来环境的影响,企业治理环境的长远目标及行动等。这样,使企业的会计报表不仅能反映企业的财务信息,而且能更充分地反映绿色会计信息,以此满足社会各方面的需要,最终实现会计的绿色革命。

总之,中国要实现经济持续、快速、健康发展,建立、健全符合现代社会发展需要的会计核算系统,在不断的探索实践中发展绿色会计已势在必行。