

福建泉州市区域稳定性的探讨^①

何耀堂

(福建省泉州市水电工程勘察院,福建泉州 362011)

摘要:本文对泉州市区域地壳结构、地质构造、构造应力场和地震活动性进行了综合分析。结果表明,泉州市在第四纪中新世之前位于环太平洋中、新生代构造—岩浆活动带中,地壳运动频繁而又强烈,地质构造复杂;现代处于菲律宾海板块对欧亚板块挤压形成的“台湾动力触角”影响区,但区内的断裂不具全新世活动性,新构造运动不强烈,有史以来未见 ≥ 5.0 级地震记载,属于地壳相对稳定区,未来遭遇 6.0 级地震的危险性不大,其地震破坏性影响主要来自周边孕震区,特别是东部海域,与“台湾动力触角”的作用和滨海断裂带的活动有关。

关键词:福建泉州;地壳结构;地质构造;构造应力场;地震活动性;相对稳定区

中图分类号:P642

文献标识码:A

1 引言

泉州市城区位于晋江下游两岸,濒临泉州湾。此次研究以泉州市老城区为主,包括周边地带,是一个由 2 条北东向断裂和 2 条北西向断裂包围的区域,呈不规则的长方形,北西走向,其北东、南西分别以清源山山前、紫帽山山前为界,北西至南安市丰州—大霞美一线,南东至泉州湾西岸,面积约 120 km²(图 1)。

近年来,泉州市城区的工程建设发展十分迅速,大规模的旧城改造、开发区建设及高层建筑、桥梁、港口、堤防、滞洪排涝、拦江取水等大型工程项目日益增多。为此,有必要分析研究其区域稳定性,以探索地壳活动规律、地震活动性及其对工程安全的影响,为重要的大型工程和生命线工程的选址、安全性评价、地质灾害评估、工程勘察和地基基础设计提供背景资料。

区域地壳稳定性与区域地壳结构、区域地质构造及构造应力场紧密相关,表现为上部地壳的形变、地震活动等。

2 区域地壳结构

① 收稿日期:2007-12-18

作者简介:何耀堂(1951~)男,福建泉州人,泉州市水电工程勘察院院长兼总工程师,教授级高级工程师、国家注册土木工程师(岩土)。

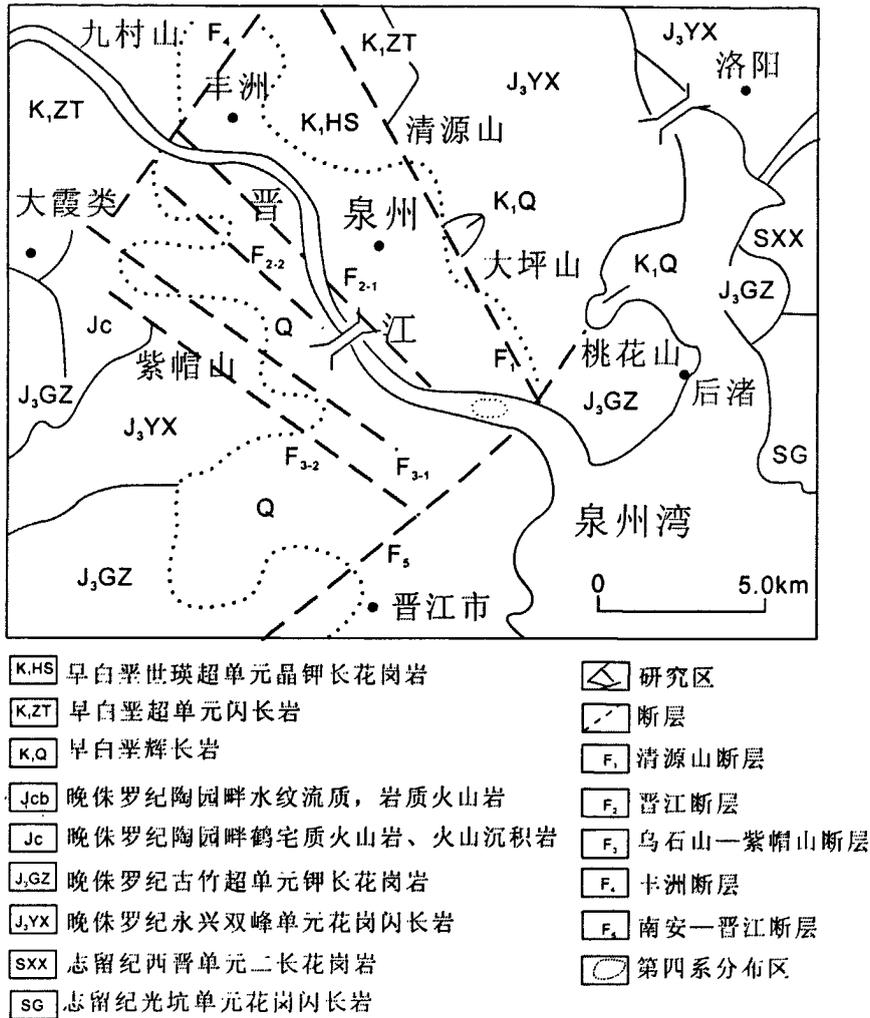


图1 泉州市中心城区及其邻区地质图(据地矿部福建地质矿产勘查局,1998^[1],何耀堂,2006^[2])

Fig. 1 Schematic geological map of downtown of Quanzhou City and its neighbouring areas

2.1 地壳结构分层

根据地震深反射南安—泉州剖面资料(中国地震局地质研究所,2005)和福州—泉州—汕头剖面资料显示^[3],泉州市城区的地壳结构可分为上、中、下三部分。

上地壳由第四系松散沉积层、白垩纪花岗岩、侏罗纪火山岩与花岗岩、志留纪花岗岩、前泥盆纪变质岩和结晶基底组成,其底界面(C1界面)深度在11.0 km~11.5 km。浅部发育有北西向断裂,向深部呈铲式归并到C1界面上。

中地壳可分为上、下两层。上层为低速层,厚度5.5 km~7.0 km,以部分熔融的花岗岩为主,存在大量的高温流体和熔融体,为强的韧性变形层,底界面(C2界面)深度17.5 km~19.0 km;下层为古老的地壳物质,底界面(C3界面)深度21.0 km~21.5 km。总之,中地壳厚度表现为东北厚、西南薄:东北部的清源山之下为7.0 km(深度11.5 km~18.5 km),西南部的紫帽山—磁灶镇之下为5.5 km(深度15.5 km~21.0 km)。

下地壳由角闪岩相变质岩、麻粒岩及其它基性、超基性岩类物质组成,为刚性地壳结构,

其底界面即为莫霍面(M界面),深度29.5 km~31.0 km。下地壳下层在泉州城区以北厚度约7.0 km,表现为梯度层,速度从6.80 km/s 递增到7.21 km/s;以南厚度约4.0 km,表现为均匀层,速度为7.10 km/s。

该区以西的永安—永春一线呈现为东倾的辐差达30 km的岩石圈不连续带,以东的滨海断裂带为地壳及其分层厚度、界面深度均表现陡变的梯度带。泉州市城区位于二者之间的过渡区,岩石圈底面(地幔与软流圈界面)深度约160 km^[4]。

2.2 地壳物性参数

泉州市的地壳上部岩土层波速测试成果见表1,地壳结构物性参数见表2。

表1 泉州地壳上部岩土层波速测试结果

Table 1 Test results of wave velocity in the rock and soil layers from the upper part of the crust in Quanzhou City

岩土层	V _s			V _p			
	样本数(孔)	范围值(m/s)	均值(m/s)	样本数(孔)	范围值(m/s)	均值(m/s)	
淤泥、淤泥质土	239	72~126	107	13	122~209	144	
粘土、粉质粘土	134	131~281	207	13	146~230	181	
细砂、中砂	89	133~262	173	12	152~293	219	
中粗砂	38	188~355	276	12	199~389	278	
砂砾卵石	69	269~416	363	13	284~505	414	
坡积残土	372	168~358	268	13	187~389	310	
强风化花岗岩	砂土状	57	356~467	394	9	398~702	506
	碎块状	63	437~584	551	11	593~823	756
中等风化花岗岩	35	502~757	676	10	854~1 563	1 223	
微风化花岗岩	29	765~992	878	8	993~1 748	1 506	

注:据泉州市水电工程勘察院,1989~2006。

表2 泉州及其邻区地壳结构物性参数

Table 2 Physical parameters of the crustal structures in Quanzhou City and its neighbouring areas

序号	地壳分层	底界面	平均深度(m)	V _p (km/s)	V _s (km/s)	ρ(g/cm ³)	品质因子Q	弹性模量(Pa)	泊松比	密度(kg/m ³)	沾滞系数l(Pa·s)
1	第四系上层	Q2	10	0.25	0.14	1.1					
2	第四系下层	Q1	40	0.48	0.21	1.2					
3	结晶基底	G	4 000	5.6	3.23	2.5	500	7 × 10 ¹¹	0.25	2 650	2 × 10 ²⁴
4	上地壳	C1	12 000	6.2	3.58	2.7	1 000	8 × 10 ¹¹	0.25	1 750	1 × 10 ²⁶
5	低速层	C2	18 000	5.6	3.23	2.6	1 500	5 × 10 ¹⁰	0.30	2 750	1 × 10 ²⁴
6	中地壳	C3	25 000	6.7	3.87	2.8	1 500	9 × 10 ¹¹	0.25	2 850	8 × 10 ²⁵
7	下地壳	M	30 000	6.9	3.98	2.9	1 500	10 × 10 ¹¹	0.25	2 950	4 × 10 ²⁵

注:据中国地震局地质研究所,2005。

3 区域地质构造

3.1 大地构造背景

泉州市城区位于我国东南沿海,在大地构造上处于欧亚大陆板块的东南缘,濒临太平洋板块,是大陆地壳向海洋地壳的过渡地带,为环太平洋中、新生代构造—岩浆活动带的一部分,是全球构造—岩浆—地震活动最活跃的地区之一,地质构造复杂^[1,5]。

呈北东向展布于福建东南部的滨海断隆带经过该区,其西界大致在福清—莆田—南安—龙海—云霄一线,该界线以西为闽东火山断拗带,为中生代火山喷发区;东南部被海水

淹没,东界为滨海断裂带;宽度大于40 km,是一个集断隆作用、断裂活动(长乐—诏安断裂带)、动力变质(东南沿海中生代动力变质带)和岩浆活动四位一体的构造活动带,可视为福建与台湾两个更高一级的构造单元之间的构造过渡带;其断隆作用发生在晚三叠—早侏罗世,向南东逆冲作用主要发生于中侏罗世至晚侏罗世末^[1]。张庆龙等^[6]则认为该断隆带属闽东南地体,形成于寒武—奥陶纪,三叠纪晚期拼贴到闽东地体,初步形成福建东南部陆海格局,之后于晚侏罗世和早白垩世期间断裂强烈活动,于早白垩世末活动停止。

晚白垩世至第三纪,福建全境基本处于整体隆升、剥蚀夷平状态,第四纪早期地壳活动重新活跃。该区处在上述构造背景下,于第四纪早期受到晋江—永安断裂带在地壳上部生成的北西向断裂和拉张环境的作用^[2],发生断陷并经历了断陷盆地—海湾—平原的演变过程。

3.2 断裂构造

该区的断裂构造主要为北东向断裂和北西向断裂。北东向断裂为滨海断裂带、长乐—诏安断裂带;北西向断裂为晋江—永安断裂带。

3.2.1 滨海断裂带

展布于泉州海外40 m~50 m等深线处,与海岸线近于平行。新生代时,台湾海峡是一个巨型沉降带,滨海断裂带是其西侧的边界断裂,在福建沿海普遍具有右旋走滑—逆倾滑性质,形成于新生代末期,具有较强烈的全新世活动性^[7],对该区第四纪以来的区域构造应力场及所受的地震影响有密切的联系。

3.2.2 长乐—诏安断裂带

该断裂带又称平潭—东山断裂带^[1],其地理位置、分布范围和活动时间与前述的滨海断隆带一致。沿该断裂带分布的前泥盆纪地层、志留纪花岗岩和侏罗纪花岗岩、火山岩均遭受不同程度的动力变质,变质时代为晚侏罗世火山喷发之后,早白垩世石帽山群形成之前(变质岩Rb—Sr全岩等时线年龄为167 Ma~176 Ma,K—Ar年龄为90 Ma~110 Ma)^[1]。该断裂带主要活动时期为更新世之前,目前,尚未发现有力的全新世活动证据^[8]。

在时间上,该断裂带可分为3个主要活动阶段:第一阶段(早—中侏罗世)形成北东东向断裂,具脆性右旋性质,向南东逆冲;第二阶段(晚侏罗世)形成北东向断裂,具强烈的韧性左旋剪切性质,向南东逆冲、推覆;第三阶段(晚侏罗世末期至中更新世)形成北北东向断裂,具脆性左旋剪切性质,向北西逆冲,其活动强度远不如第一、二阶段^[1]。

在空间分布上,该断裂带活动强度和动力变质作用由沿海向内陆逐渐减弱,表现为热流影响渐低,应力影响渐强;韧性变形减弱,脆性变形增强;由动力热流变质向低温动力变质过渡(福建省区域地质调查队,1977)。

该区位于长乐—诏安断裂带中,其次一级构造丰州断裂(F4)、惠安—晋江断裂(F5),为晚侏罗世末期至中更新世活动的断裂,是该区北西、南东两侧的边界断裂^[2],热动力变质作用处于由强变弱的过渡地带。

3.2.3 晋江—永安断裂带

该断裂带东南起自台湾海峡澎湖列岛以北,向北西经泉州市城区、安溪、永安,断续延伸至清流、宁化。深部走向310°~320°,倾向南西,倾角80°左右,影响宽度约2 km,表现为韧性变形为主的走滑断层,切穿莫霍面和中、下地壳,但未切穿上地壳,于12.0 km~16.0 km

深度的低速层终止,被上地壳的刚性岩层覆盖;在浅部表现为一组走向近于平行的北西向断裂,以正断层为主,兼有左旋性质,影响宽度约12 km,其中清源山断裂(F1)、乌石山—紫帽山断裂(F3-1、F3-2)为该区北东、南西两侧的边界断裂;寺角—晋江断裂(F2-1、F2-2)沿晋江河道及其两岸展布,是晋江—永安断裂带主体断裂,为泉州盆地和古海湾沉降中心^[2]。这些断裂在上地壳均呈铲式,向深部归并到深度为10.0 km~11.5 km的中、上地壳分界面上(中国地震局地质研究所,2005)。

该带在印支运动时(三叠纪)已开始活动(福建省区域地质调查队,1965),在该区为第四纪早期活动断裂,全新世以来未见活动^[2](中国地震局地质研究所,2005)。

3.3 岩浆活动

该区及其外围的岩浆活动以花岗岩类侵入岩及酸性、中酸性火山喷出岩为主,少数基性侵入岩^[1](图1)。其中,志留纪花岗岩分布于该区以东地区;晚侏罗世花岗岩分布于中部、东部基底及该区南、北邻区(清源山、大坪山、紫帽山等地);早白垩世花岗岩分布于该区西部基底及其以西邻区(乌石山、九日山等地),早白垩世基性辉长岩仅见于该区北侧桃花山等地;晚侏罗世酸性为主的火山岩分布于该区以西地区。

不同时期花岗岩的分布特征,反映岩浆活动随着地质时代由老到新,有自东向西迁移的趋势。晚侏罗世花岗岩和火山岩的分布均呈北东向,表明这一时期的岩浆活动受控于长乐—诏安断裂带;白垩世花岗岩和辉长岩多见于北西向断裂与长乐—诏安断裂带交汇部位,与北西向断裂带活动有关。

3.4 泉州古海湾和泉州平原

该区第四纪更新世、全新世受长乐—诏安断裂带次一级的丰州断裂、惠安—晋江断裂及晋江—永安断裂带在地壳浅部产生的清源山断裂、寺角—晋江断裂和乌石山—紫帽山断裂等共同控制(图1),发生断陷作用,形成断陷盆地^[2],之后海水入侵,形成海湾,是为泉州古海湾,接受了厚度10.0 m~40.0 m的海相和海陆交互沉积。晚全新世后,泉州古海湾随着区域地壳抬升,海水退出,转为陆地,出现了至今尚存的泉州平原。

4 新构造运动

新构造运动指新第三纪以来的构造运动,该区主要是在燕山运动(侏罗—白垩纪)基础上发展的,以继承性断裂活动和断块缓慢差异运动为特征,但总的活动趋势以稳定的间歇性上升为主,其表现形式主要有断裂构造的活化、地块的升降、海岸的变迁、阶地的发育及众多的温泉等。

4.1 新构造分区

泉州地区大致以北东向的南安尾楼、梅山、英都一线为界,西北部为幅度较大的持续上升区,以剥蚀、侵蚀中低山地形为主,海拔500 m~1 000 m,山脉走向以北东向、北北东向为主,河谷深切,多为“V”型;东南部为断裂差异间歇上升区,以侵蚀丘陵、红土地和堆积平原为主,河流开阔,第四系发育,更新世早期至今呈振荡性的升降变化,至少有两次以上较大的升降运动,但以缓慢上升为总趋势(福建省区域地质调查队,1977)。

泉州市城区位于上述的东南部新构造分区。

4.2 地块差异性升降及海岸变迁

泉州沿海普遍见有3~4级海蚀阶地,晋江祥芝百年前的古码头和防波堤,至今已高出

海面 5 m ~ 8 m。泉州一带的地形变测量成果表明,1965 年比 1953 年最大上升值为 21.5 mm,1970 年比 1965 年最大下降值为 25 mm,1972 年比 1970 年上升 14 mm (福建省区域地质调查队,1977);1972 年 ~ 1980 年泉州湾地壳垂直上升速率约 4 mm/a(刘百灵等,2004);80 年代末至 1993 年泉州地区地表上升速率为(2 ~ 3)mm/a^[9](胡惠民等,1993)。泉州沿海的深沪湾、崇武西沙湾全新世早期(距今约 7 000 年)以来,海岸相对下降大于 4.0 m,海进相对距离大于 60.0 m^[10],为地壳上升区域中的局部沉降区。

中全新世全球高海平面时期至宋、元时期,泉州湾的海岸线大致在惠安张板、东园、洛阳—南安九日山—泉州浮桥—晋江青阳—石狮一线,现已后退最大距离 5 km 以上^[9];晋江石狮的宝盖山顶宋代“姑嫂塔”,原为海岸航海标志,现已远离海岸 4 km ~ 5 km (福建省区域地质调查队,1977);泉州湾后渚港区 1996 年的遥感解译资料与 70 年代的地形图相比较,原来 10 m 等深线已消失,现在的 2 m 等深线取代了原来的 5 m 等深线位置,岸线位置也向海域方向推进了 210 m,平均每年推进 20 m (刘百灵等,2004;林军,2004)。海岸变迁除了淤积和海平面下降的影响外,主要反映这一时期该区的区域地壳总体表现为缓慢上升。

4.3 温泉

温泉主要分布于该区以西的永春华岩、桃东,安溪汤头、洋中、汤浦、魁斗、寮山、上汤和南安新汤、罗溪、田洋、黄山等地,温泉水温一般为 38°C ~ 85°C,涌水量 0.40 L/S ~ 4.0 L/S,与北东向断裂、北西向断裂关系较为密切(福建省区域地质调查队,1977)。

该区内未见温泉出露。

5 构造应力场

构造应力场是与地质构造运动有关的,通常指导致构造运动或由于构造运动而产生的地应力场。

5.1 早期构造应力场

该区处于欧亚大陆与太平洋板块交接地带,由于海洋扩张,自三叠纪至早白垩世,海洋板块不断地与大陆发生碰撞、拼贴,产生由南东向北西水平挤压的构造应力场;在这统一构造应力场下,形成一系列以北东向为主的断裂带、岩浆活动带和动力变质带,与挤压方向近于平行的具有拉张性质,兼具左旋走滑特征的北西向断裂(如:松溪—宁德、顺昌—闽清、晋江—永安、上杭—云霄等断裂)相伴而生,共同构成福建东南沿海地质构造格局;随着时间推移,应力方向发生改变,造成自早侏罗世至中更新世,断裂的走向由北东东转变为北东向和北北东向,并具有左旋为主的滑动性质^[1]。

5.2 现代构造应力场

新构造运动特征表明,该区新第三纪以来仍处于太平洋板块向欧亚板块挤压的应力环境中。但由于菲律宾板块现今在台湾中、北部的花莲及其以东地区,已转为向北俯冲到琉球海沟之下,而不是直接向西或北西推进,对大陆东南沿海的推挤作用主要是由此产生的“台湾动力触角”影响,其影响范围大致为花莲—台北—福州—三明—线与汕头至吕宋岛一线组成的三角区,强烈挤压区位于泉州—厦门—汕头—线,挤压方向为南东向北西(闻学泽,2003)。

该区虽处于“台湾动力触角”影响区内,但现代的构造应力作用表现较弱,属于应力相

对平稳区,经采用地形变资料反演和三维有限单元正演等方法计算获知,该区现代构造应力场特征,最小主应力为垂直方向,显示重力作用为主,对应的变形为断块差异升降;主压应力轴的优势为北西西至近东西向,与区域构造应力场相一致;晋江—永安断裂带主体断裂为左旋、正断层运动方式,平均滑动速率为 $1.54 \text{ mm/a}^{[11-12]}$ (中国地震局地震研究所,2005)。

6 地震活动性分析

6.1 历史地震活动情况

该区位于华南沿海地震带上,华南沿海地震带是华南地震区地震活动性较强的地震带。自公元963年至今,兴化湾至厦门海外共发生 ≥ 4.75 级地震16次:4.75级~4.9级地震5次,5.0级~5.9级地震9次,6.0级~6.9级地震1次,7.0级~8.0级地震1次(福建省地震历史资料组,1979;国家地震局震害防御司,1995,1999;袁定强等,1998)。其中,发生于泉州区域及泉州海外的 ≥ 4.75 级地震12次(4.75级~4.9级地震5次,5.0级~5.9级地震6次,7.0级~7.9级地震1次);发生在泉州海外的有7次,陆上5次。但历史以来,未发现泉州城区有 ≥ 4.75 级地震记载。

6.2 现代小震活动

根据《福建地震台网地震目录》,1971年1月至2002年5月,泉州地区共发生 ≥ 2.0 级小震7次,其中2.0级~2.9级4次,3.0级~3.9级3次,主要分布于石狮、晋江近海地区和海域;据《福建年鉴(2005)》,福建及其近海地区2004年共发生有 ≥ 3.0 级小震9次,多分布于厦门至东山一带近海,仅1次发生于晋江海域。

泉州市城区未见现代 > 2.0 级小震记录。

6.3 地震活动的时空分布特征

泉州地区地震活动时空分布特征与华南沿海地震带基本一致(中国地震局地质研究所,2005)。时间上,自1400年以来存在2个地震活动期,第一活动期为1400年~1696年,第二活动期为1696年至今,目前已进入第二个地震活动高峰期后的调整阶段;空间上,多呈条带状分布,为近海和海域的北东向条带及安溪至泉州海外的北西向条带。

6.4 地震地质环境

由于欧亚板块、太平洋板块和菲律宾海板块的相互作用形成“台湾动力触角”,东南沿海及华南地区的大部分 ≥ 6.0 级强震和绝大部分中小地震主要发生在“台湾动力触角”强烈影响的三角区中(闻学泽,2003),受区域性北东向滨海断裂带、长乐—诏安断裂带和北西向晋江—永安断裂带的控制,大多数分布在北东向断裂带与北西向断裂带的交汇部位,并呈现自沿海向内陆、自东南向西北逐渐减弱的趋势。

位于泉州东部海域的滨海断裂带处于“台湾动力触角”强烈挤压区,形成于新生代,为全新世以来活动断裂,具有发生中强、强震的区域构造动力学背景(闻学泽,2003),仅公元1600年以来该断裂带就发生过3次 ≥ 7 级地震,其中最强烈的为1604年泉州海外7.5级大地震^[8](汪一鹏等,2000)。

长乐—诏安断裂带晚更新世以来活动强度大为减弱^[8],其历史地震活动无论是在空间分布的密度上,还是在强度和频度上,均比滨海断裂带弱得多,近500年来,沿该断裂带中强地震和强震(5.75级~6.25级)只发生在汕头、漳州和晋江安海等地,最大地震强度未超过

6.25级(闻学泽,2003)。

历史地震资料表明晋江—永安断裂带与北东向断裂交汇部位具有中强、强震发震构造背景,如1604年在与滨海断裂带交汇部位发生的海外7.5级地震,1934年在长乐—诏安断裂带交汇部位发生的安溪5.57级中强地震;该断裂带在永安附近,历史上发生多次中小震,近年在永安一带发生若干呈北西向分布的小震群,其震源深度较浅,一般在10 km左右^[3](闻学泽,2003;中国地震局地质研究所,2005)。

邻区历史上曾经发生过的地震,对该区影响最大的是1604年泉州海外7.5级地震,其影响烈度达Ⅷ度;其次是1607年8月泉州湾5.25级地震、1906年3月厦门海外6.2级地震和1907年10月泉州湾5.0级地震,影响烈度为Ⅵ~Ⅶ度;其余地震的影响烈度均小于Ⅵ度。

6.5 地震危险性分析

晋江—永安断裂带在该区浅部形成的北西向断裂,经研究认为主体断裂寺角—晋江断裂,更新世晚期活动,全新世以来未见活动,是该区相对危险断裂,其潜在地震最大震级为6.0级;清源山断裂和乌石山—紫帽山断裂为一般断裂,第四纪早期活动,晚更新世以来未见活动,其潜在的最大震级为5.5级(国家地震局地球物理研究所等,1994;中国地震局地质研究所,2005)。

利用入仓—三宅经验关系、WC经验关系和能量—震级经验公式及采用有限元数值模拟、数理统计和区划计算等获知,该区域上地壳和中地壳均存在孕震区,上地壳孕震区能量积累很缓慢,中地壳由于受深部晋江—永安断裂带的影响,孕震能力较强,地震能量积累也较快;在该区域上潜在震级上限为6.0级,其平均复发周期为928年~1753年,在上地壳重复发生的时间间隔为1500年~2000年,中地壳间隔时间为300年~650年;7.0级地震在中地壳复发间隔为9524年(国家地震局地球物理研究所等,1994;中国地震局地质研究所,2005)。

7 结论

对泉州市城区的地壳结构、地质构造、新构造运动、构造应力场及地震活动性进行综合分析后表明,尽管该区在第四纪中更新世之前地壳运动和岩浆活动强烈,地质构造复杂,现代位于菲律宾海板块对欧亚板块挤压形成的“台湾动力触角”影响范围内,但属于相对地壳稳定区,处于构造应力平稳状态;新构造运动相对于周边地区表现不强烈,未发现全新世活动断裂;历史上未见有 ≥ 5.0 级的地震记载,地震活动性不强;潜在震级上限为6.0级,未来遭遇6.0级地震的危险性不大,其破坏性的地震影响来自周边地区,强震危险性主要来自东部海域,与“台湾动力触角”的作用和滨海断裂带的活动有关。因此,在该区的城乡规划、工程建设仍应加强防震抗震工作。

福建省泉州市水电工程勘察院任君梅、蒋惠明二位工程师参与本文部份工作,福建省地质矿产勘查开发局总工程师陶建华教授级高级工程师对本文提出了宝贵意见,在此一并表示感谢。

参考文献

[1] 地矿部福建地质矿产勘查开发局.福建省地质图(1:500000)说明书[M].福州:福建省地图出版社,1998.

- [2] 何耀堂. 晋江—永安断裂带在泉州盆地的表现特征及其对工程建设的影响[J]. 福建建筑, 2006, 98(2).
- [3] 廖其林, 王振明, 王屏路, 等. 福州—泉州—汕头地区地壳结构的爆炸地震研究[J]. 地球物理学报, 1988, 31(3).
- [4] 王培宗, 陈跃安, 等. 福建省地壳上地幔结构及深部构造背景研究[J]. 福建地质, 1993, 12(2).
- [5] 郭令智, 施央申, 马瑞士. 西太平洋中、新生代大陆边缘和岛弧构造的形成与演化[J]. 地质学报, 1983, 37(1).
- [6] 张庆龙, 陈金水, 谢承涛, 等. 福建省地体构造及其演化[M]. 福州: 福建省地图出版社, 2004.
- [7] 丁祥焕, 王耀东, 叶盛基, 等. 福建东南沿海活动断裂与地震[M]. 福州: 福建省科学出版社, 1999.
- [8] 林锦华. 长乐—诏安断裂带活动特征与继承活动[J]. 华南地震, 1999, 19(2).
- [9] 何耀堂. 泉州湾工程地质条件及港口规划建设的探讨[J]. 福建地质, 2005, 24(4).
- [10] 何耀堂. 泉州沿海全新世钙质碎屑岩特征及其成因的初步认识[J]. 福建地质, 2006, 25(1).
- [11] 林纪曾, 梁国昭, 赵毅, 等. 东南沿海地区的震源机制与构造应力场[J]. 地震学报, 1980, 2(3).
- [12] 魏柏林, 徐辉龙, 谢明富. 东南沿海地震区的现代构造应力场[J]. 华南地震, 1996, 16(4).

Stability analysis of regional crustal structures in the downtown of Quanzhou City, Fujian Province

HE Yao-tang

(*Quanzhou Institute of Hydroelectric Engineering Exploration, Quanzhou 362011, China*)

Abstract

Based on the previous geological data, the author made a comprehensive analysis of the regional crustal structures, regional tectonics, neotectonic movement, regional tectonic stress field and regional seismic activity in the downtown of Quanzhou City. The results show that before the middle Pleistocene epoch of Quaternary the downtown of Quanzhou City was situated at the Mesozoic and Cenozoic tectonic-magmatic activity belt of the circum - Pacific belt, where the crustal movement was frequent and intense and the regional geological structure was complicated. At the present time, it is situated in the influence area of "Taiwan dynamic tentacle" formed by compression of the Philippines sea plate against the Eurasian plate. In the studied area the fractures are not active, the neotectonic movement is not intense and there are no records of earthquakes with seismicity ≥ 5.0 in throughout history of Quanzhou City. Therefore, the city belongs to a relatively stabilized zone of the crust. In the future it is impossible to suffer the earthquake with seismicity of 6.0, and the influence of earthquake damage will mainly come from the seismogenic zones of its peripheral areas, especially the eastern sea area, which is inferred to be related with the effect of "Taiwan dynamics tentacle" and the movement of offshore fracture zones.

Key words: Quanzhou City, Fujian Province; crustal structure; regional tectonics; tectonic stress field; seismic activity; relative stabilized zone