

深圳市区域稳定性评价

地质矿产部水文地质工程地质司

随着深圳市经济特区建设的加速发展,罗湖区断裂活动性问题日益受到外商和各级领导的关注和重视。为此1984年地质矿产部水文地质工程地质司组织有关技术人员进行实地踏勘,并召开了专家论证会。于1985—1986年组织广东省地质矿产局、中国地质科学院城市与工程场地稳定性研究中心、地质力学研究所、地质矿产部水文地质工程地质技术方法研究队、成都地质学院以及深圳地矿局等科研、生产、教学单位协作攻关,经费投资近200万元。通过三年来多学科多手段监测研究,获得了大量数据资料,查明了断裂空同展布及其现今活动状态和特征,认为深圳市地壳比较稳定,罗湖区断裂短期内不会发生较大的突发性活动。1988年5月由地质矿产部和深圳市人民政府共同主持对《深圳市区域稳定评价报告》进行评审,到会专家和香港同行一致认为报告内容丰富,观点明确、结论可靠,不仅对深圳城市规划建设和经济发展具有现实和战略意义,而且对我国沿海地区的同类工作也具有借鉴作用。

深圳市区域稳定性评价

对深圳区域地壳稳定性评价,是以地壳构造稳定性为主,同时考虑了作为建筑物持力层的岩体、土体的稳定性以及诸如岩溶,崩塌等地面稳定性。全区稳定性可以分为:稳定、较稳定和基本稳定三个等级。如图1以羊台山岩体为中心的西部地区稳定性最好,划分为稳定区;深圳断裂带通过的中部地区相对活动,但活动量甚微,划分基本稳定区;其两侧稳定性介于二者之间,划分为较稳定区。应该指出,在深圳西部沿海,包括深圳湾沿岸,普遍分布有软土,工程地质条件较差;大鹏半岛大部属稳定区和较稳定区。现将稳定性评价因素分述如下:

一、构造稳定区

1. 从广东省区域地质构造背景及其现今活动情况分析,深圳市不具备发生中强地震的构造条件。

据广东省境内近年来地壳形变,历史地震,地应力等方面资料综合分析表明:主要震构造为北东向断

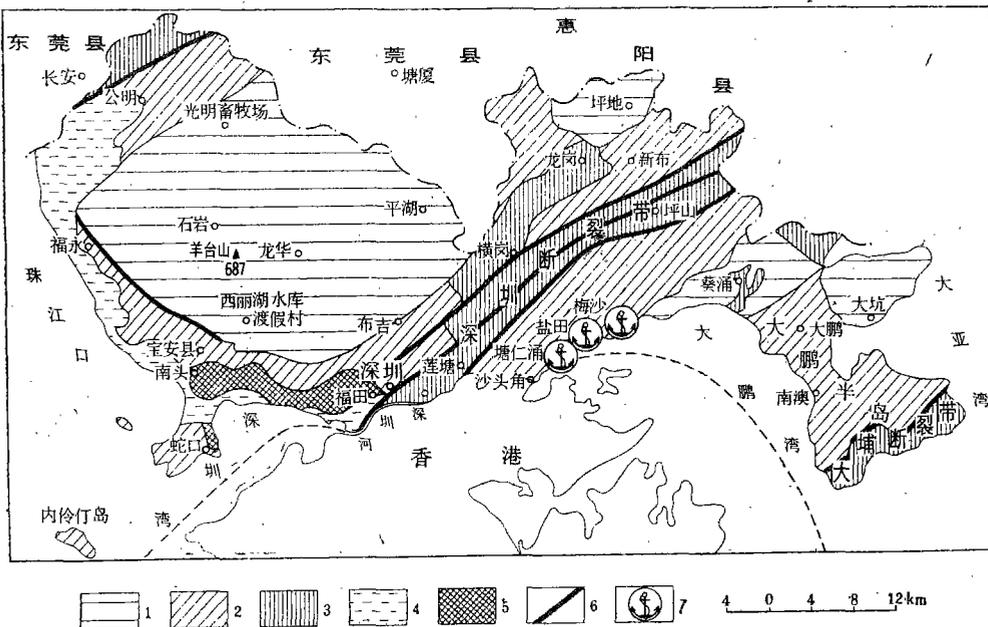


图1 深圳市区域地壳稳定性分区略图

1—稳定区; 2—较稳定区; 3—基本稳定区; 4—软土覆盖区; 5—建议城市建设优先开发的地区; 6—主要断裂;
7—建议优先开发的港口码头

裂带；其次为北西向断裂带，东西向深断裂带为控震构造。上述断裂带交会部位，往往是历史上中强地震所在部位，同时也是未来发生中强地震及大震的危险地段。北东向深圳断裂带斜贯深圳市中部，它与东西向深断裂带交会部位，北距深圳市中心约60km；西距北西向珠江口活动断裂带也在60km以外，因此可以认为本市不具备发生中强地震的构造背景。

莲花山断裂带（包括深圳断裂带在内的断裂带总称）活动性低于省内同方向其它断裂带，历史上只发生过中强地震。它可分为两支，东南支大铺—海丰断裂带的活动性相对较强，地震活动水平也相对较高；西北支五华—深圳断裂带活动性相对较弱，地震活动水平也相对较低。深圳市处于后者西南段活动性更弱的部位，也表明这里不具备发生中强地震的构造背景。

2. 深圳市范围内，深圳断裂带的活动性中生代以来，随着时间的推移，自东北往西南作趋势性减弱。

物探、勘探揭示该断裂带规模自东北往西南逐渐变小，深度变浅。通过野外观察和室内变形岩石显微结构分析，该断裂带的热动力变质作用、破碎程度、有限应变强度，以及差应力值等均沿走向往西南逐渐减弱，亦即往市中心渐趋稳定。

晚近地质时期，本区以间歇性缓慢升降运动为主，通过调查、勘探和最新年龄测定表明：个别断裂距今26万年前和十万年前有过活动，以后断裂活动逐渐减弱，以致断裂上覆的晚更新世晚期以来的新地层中，尚未发现肉眼可见的明显形变。

利用各种仪器监测所得结果，一致表明深圳市构造现今活动性较弱。

(1) 据广东省1960—1975年的构造地形变图显示，整个莲花山断裂带地形变程度中等，深圳市位于其中相对较弱地段。

(2) 经过微地震台网监测，结合历史地震资料分析，深圳市地震活动的震级低，频次弱。地震影响场的研究也表明，深圳市地震基本烈度一般不超过六度。

(3) 根据压磁法和水压致裂法地应力测量结果，最大主压应力值和最大剪切应力值都比较小，同时有沿深圳断裂带的走向，自东北往西南，即往市中心，有减弱的趋势。显示推动构造现今活动的地应力作用微弱。

(4) 由各种物理模拟实验和有限元计算得出的本区现今应力场与邻区相比较其应力值、能量、安全度一致显示深圳地区比较稳定，不具备发生中强地震的应力集中条件。

二、岩体土体稳定性

深圳市主要属低山、丘陵、谷地和滨海平原区。

在低山、丘陵区基岩大片裸露，除少数断裂带附近均以整体块状及层状岩为主。低台地及河流冲积平原土体稳定性较好，包括卵砾层、硬塑—坚硬的粘土、亚粘土以及均匀风化土等，它们均可作为中低层建筑物的天然地基。滨海平原区广布软土；局部分布饱和的粉细砂，厚度较小，上下常有较稳定的土体，但含水量高，孔隙比大，渗透性低，允许承载力低，容易发生触变、流变，引起地基变形失稳。此外，如龙岗、红岗等少数地段发育覆盖岩溶，稳定性也较差。总体来说区内岩体、土体的稳定性还是比较好的。

三、地面稳定性

深圳市一般地面坡度较缓，植被较为发育。外动力地质作用相对较弱，除局部地段有水土流失，小规模崩塌外，地面比较稳定。

综上所述，可以认为深圳市构造现今活动较弱，地壳稳定性较好。

罗湖区断裂稳定性评价

罗湖区是市内最繁华地区，高层建筑林立。深圳断裂带由此经过进入香港地区。经过系统研究，认为罗湖区断裂现今活动性较弱，地壳基本稳定，不会发生较大的突发性活动。理由如下：

1. 深圳断裂带进入罗湖区以后，构造活动呈减弱趋势，主要表现为：①断裂规模变小变浅，单条断裂数量增多，呈束状分散散开；②中生代以来有限应变强度及差应力值逐渐减弱。

2. 深圳河呈蛇曲状穿越深圳断裂带，未见显示断裂活动的地貌现象，黄贝岭断裂 F_1 切穿网状红土，年龄约距今20万年前。但断层面上覆的晚更新世晚期地层无明显的形变迹象，说明晚更新世晚期以来，未再发生较强烈的活动。

3. 横跨黄贝岭断层短期位移测量结果，没有显示值得注意的位移活动。

4. 罗湖区经过一年多来微震台网监测，尚未发现微震。省地震台的16年监测仅记录到1次微震。400多年来的历史地震无有感地震记载。同时罗湖区附近地震活动也较弱，这些都表明该区断裂现今活动性较弱。

5. 实测地应力值小，物理模拟和有限元计算所得罗湖区最大剪应力和能量分布很均匀，没有明显的应力集中现象，因此不会导致断裂的急剧突发性活动。

6. 在罗湖区内，穿越深圳水库大坝的深圳断裂带内的主干断裂 F_2 ，自1959年建坝近30年来，尚未发现任何影响大坝的安全的活动迹象。此外，直接座落在断裂上或其附近的6幢高层建筑，经过实测，大都作小幅度整体均匀下沉，属正常沉降范围，与断裂现今活动没有明显关系。

三峡工程移民规划应重视库岸稳定性的影响

在水利水电建设中,传统的移民数量统计和移民搬迁、移民投资的规划,基本上只考虑水库迳水线以下受淹的部分,这是不够全面的。三峡工程可行性研究中,移民规则也未超出这一传统方法,而且还有就地土移后靠的搬迁方案。我们认为,移民中还应重视地质环境,这里仅讨论库岸稳定性对移民的影响。

一、初步掌握的库岸稳定性现状

三峡水库地区是川、鄂两省的降雨中心之一,降雨充沛,夏季多暴雨,库区长江及其支流,谷窄坡陡,尤以三峡地区更甚。奉节以下库段,广泛分布三叠系及其以前的碳酸盐岩夹砂岩、页岩,两岸以中高山为主;奉节以上库段,广泛分布侏罗系砂岩、泥岩,两岸以低山丘陵为主。褶皱较发育,断裂构造在不同地段发育程度不同,近期地壳运动主要为间歇性隆起。

有利的自然环境和地质环境,加上各种内、外动力地质作用和人类的工程经济活动,崩塌、滑坡等斜坡岩土块体运动较为发育。据地矿部所属单位的专门调查,在总长690km(岸线长为1360km)的长江干流两岸,已发现大、小崩(塌)滑(坡)体263处(支流正在调查中),崩滑体的总体积约为18亿 m^3 ,其中

体积大于1000万 m^3 的大型崩滑体34处。平均线变形破坏密度——单位岸线长度内的崩滑体个数为0.2个/公里;平均线变形破坏模数——单位岸线长度内的变形破坏体积为116 m^3/km 。初步分析认为,稳定性差的岸段有6段,即链子崖段、新滩段、大坪—东渡口段、向家湾—石鼓段、老鼠错—鸭浅湾段、宝塔—会仙桥段,合计长20.5km,占岸线总长的1.48%;稳定性较差的岸段有11段,合计长103km,占岸线总长的7.46%。在大型崩滑体中,有9处处于潜在不稳定状态。

二、在稳定性较差的崩滑体或地段的移民不应受迳水淹没线限制的移民

已知崩滑体在库水的长期浸泡等水力效应作用下,若再度变形失稳,必然危及其上居民生命、财产的安全,这就不能以迳水淹没线为界线来确定移民了。在已知稳定性较差的崩滑体或地段,迳水淹没线以上的居民和建筑物也应迁出。地矿部所属单位在1984年仅调查了水库迳水后有可能变形失稳的崩滑体中的28处崩滑体,迳水线以上的居民已达1433户共7110人,这仅仅是水库正常移民数以外额外移民数的一小部分。欲把水库移民的数字搞准,应在库岸稳定要加强防治,加以保护:①被第四系覆盖的深圳断裂束展布地区,浅部常形成槽状风化土石体,工程地质条件复杂,建筑物应尽量避免,更不要横跨在主断裂上;②西部前海湾和中部深圳湾海岸淤积较为严重,海岸外移速度快,海滩多为淤泥,对蛇口附近的妈湾、赤湾港口码头建设有很大威胁,应引起足够重视,并需采取相应整治措施;③区内不良地基主要有软土,饱和粉细砂以及不均匀风化土等,前者不宜作为建筑地基,后者则应注意防止将风化残留的巨砾误认作基岩,以免引起地基不均匀沉降;④以西丽湖周围及大沙河中游地区,冲沟发育,水土流失严重,如不及时防治,将不断发展和扩大,应增加植被覆盖采取护坡等防治措施。

通过这次深圳工作,可以看出城市区域稳定评价是现代化城市规划建设必不可少的先期地质服务工作,具有重大的社会效益,如果忽视,将可能造成巨大损失,甚至带来灾难。因此,建议对我国发展迅速,具有不稳定隐患的大中城市和重大工程建设场地,及时开展区域稳定性评价工作,以免造成失误。

对深圳城市建设规划的建议

根据地质环境合理利用的原则,对城建规划和地质环境治理提出如下建议:

1、今后深圳经济特区城建用地,以西南部南头—福田的低台地区较为理想(见图1)。台面标高10—25m,坡度平缓,均为较稳定的土体覆盖,下部为稳定的岩体,前者可作中低层建筑地基,后者是高层建筑地基的理想持力层。其南部滨海平原软土广布,一般不宜作为工程建筑优先开发区。

特区东部山地,岩体稳定,但山高坡陡沟谷发育,不宜作为城建用地,而适合兴建别墅、水库和地下工程等。西北部丘陵宜于兴建山塘水库,发展林牧业。

2、深圳市港口码头建设,以大鹏湾建港工程地质条件为最好。它三面环陆,向南开口,口宽10km,南北长约30km,水深超过20m,湾内水深16m以上,属深水海湾,且淤积缓慢,据历史海图对比分析,1898—1966年近70年间,18.5m等深线仅外移300—500m。适合建港的地点有梅沙、盐田及塘仁涌等处。

3、尽管本区地质环境较好,但仍有以下问题需