

Geoenvironmental
Engineering

环境岩土工程



周 健
刘文白 编著
贾敏才



人民交通出版社

China Communications Press

环境岩土工程



周 健
刘文白 编著
贾敏才



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

环境岩土工程是岩土力学与环境科学密切结合的一门新兴学科。本书系统介绍了环境岩土工程在理论与实践方面的主要研究内容、研究方法及新进展。全书分八章:绪论、振动与环境岩土工程、垃圾土的工程性质、垃圾填埋场的设计与施工、考虑施工作用影响的土体环境理论与控制、地下水位与环境岩土工程、地质环境与软土地下工程、区域性特殊土与环境岩土工程。本书内容丰富,取材新颖,尤其注重了垃圾土的设计与施工、特殊土的环境岩土工程问题的理论与实践。

本书可作为高等院校土木、水利、港工、交通、地质和环境工程等专业的研究生教材,本科生的补充教材和教师参考书,也可供土木、水利、港工、交通、地质和环境工程各部门的勘察、设计、施工和科研技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

环境岩土工程/周健,刘文白,贾敏才编著. —北京:
人民交通出版社, 2004.8
ISBN 7-114-05139-5

I. 环… II. ①周… ②刘… ③贾… III. 环境工
程: 岩土工程 IV.TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 063638 号

书 名: 环境岩土工程
著 作 者: 周 健 刘文白 贾敏才
责任编辑: 刘 涛
出版发行: 人民交通出版社
地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号
网 址: <http://www.ccpres.com.cn>
销售电话: (010) 85285656, 85285838, 85285995
总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京明十三陵印刷厂
开 本: 787×1092 1/16
印 张: 27
字 数: 473 千
版 次: 2004 年 9 月第 1 版
印 次: 2004 年 9 月第 1 版第 1 次印刷
书 号: ISBN7-114-05139-5
印 数: 0001~3000 册
定 价: 36.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

环境岩土工程是岩土力学与环境科学密切结合的一门新学科,它主要是应用岩土力学的观点、技术、方法去研究和解决与环境有关的岩土工程问题,为治理和保护环境服务。

地球的生态环境正在受到来自自然和人为的日益严重的影响和污染,环境保护事业正面临着日趋严峻的任务,环境保护需要工程界的关注并下大力气进行研究。日益增长的环境保护要求加速了环境岩土工程的发展。环境岩土工程目前主要涉及两大类问题:①人类与自然环境之间的共同作用问题。这类问题主要是由自然灾害引起的,如温室效应、振动影响、土壤退化、洪水灾害、水位变化、区域性特殊土的工程影响等;②人类的生活、生产和工程活动引起的与环境之间的共同作用问题。这类问题主要是由人类自身引起的,例如城市生活垃圾及工业生产中的废水、废液、废渣等有毒有害废弃物对生态环境的危害;工程建设活动如打桩、强夯、基坑开挖等对周围环境的影响;过量抽取地下水引起的地面沉降等。

根据环境岩土工程学科发展的要求,为适应工程建设的需要,通过学习和总结国内外有关这方面的理论研究和工程实践,本书介绍了环境岩土工程的主要研究内容、方法及其最新进展,并提出了编著者的最新研究成果和创见。

本书共分八章:第一章绪论;第二章振动与环境岩土工程;第三章垃圾土的工程性质;第四章垃圾填埋场的设计与施工;第五章考虑施工作用影响的土体环境理论与控制;第六章地下水位与环境岩土工程;第七章地质环境与软土地下工程;第八章区域性特殊土与环境岩土工程。

本书由周健、刘文白、贾敏才编著,其中第一章由周健、刘文白编著,第二章由周健、刘文白和叶建忠编著,第三章由周健、贾敏才编著,第四章由刘文白、周健、贾敏才和张刚编著,第五章由周健、贾敏才和徐建平编著,第六

章由周健、屠洪权、张刚编著,第七章由周健、徐建平和董鹏编著,第八章由刘文白、贾敏才编著。

感谢张虎平、张刚、叶建忠、秦天等在本书编排过程中所付出的辛勤劳动。本书的部分成果属上海市教育委员会科学技术项目(03IK30)资助研究内容。书中引用了许多科研和工程单位、高校及其研究人员的研究成果,在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,书中难免有错误和不当之处,敬请读者批评指正。

编著者

2004年3月于同济大学

目 录

第一章 绪论

第一节 环境岩土工程的形成与发展	1
第二节 环境岩土工程的研究内容与分类	2
第三节 自然灾变诱发的环境岩土工程问题	3
一、地震灾害	3
二、土壤退化	7
三、洪水灾害	10
四、温室效应	11
五、水土流失	12
六、海岸灾害及岸坡防护	14
第四节 人类活动引起的环境岩土工程问题	16
一、人类生产活动引起的若干环境岩土工程问题	16
二、人类工程活动引起的若干环境岩土工程问题	17
参考文献	18

第二章 振动与环境岩土工程

第一节 动荷载下的土体液化	22
一、土液化概念的演变	22
二、液化的机理	24
三、影响土体液化的主要因素	27
四、土体液化引起的灾害	33
五、防止土体液化破坏的对策	34
第二节 震动引起的地基震陷	36
一、震陷产生的机理	37

二、震陷研究现状简述	38
三、震陷对环境的影响	39
第三节 磁浮列车引起的环境振动及其与高速轮轨列车的对比分析	40
一、磁浮列车产生振动衰减的实用计算	40
二、磁浮振动测试及结果分析	44
三、高速轮轨列车引起地面振动	47
四、磁浮与高速轮轨列车引起的地面振动对比分析	50
参考文献	51

第三章 垃圾土的工程性质

第一节 概述	54
第二节 垃圾土的基本性质	56
一、垃圾土的组成与成分	57
二、垃圾土的基本性质指标	62
第三节 垃圾土的压缩性	69
一、垃圾土的压缩机理	70
二、垃圾土的压缩性指标	71
第四节 垃圾土的强度特性	75
一、垃圾土的强度机理和抗剪强度指标	75
二、垃圾土抗剪强度指标的确定方法	76
三、垃圾土的抗剪强度特性及其影响因素	78
第五节 垃圾土的动力特性	84
一、试验方法	85
二、动压缩模量	86
三、轴向残余应变	87
四、总结	88
参考文献	89

第四章 垃圾填埋场的设计与施工

第一节 垃圾填埋场的选址与勘察设计	94
一、垃圾填埋场选址和场地勘察技术方法	94
二、垃圾填埋场体系的组成与设计原则	103

第二节 垃圾填埋场污染物隔离体系与衬垫系统的	
设计与施工	117
一、垃圾填埋场淋滤液的处理方法	117
二、地下连续墙隔离屏障的构造及其施工方法	118
三、污染物隔离工程实例	123
四、几种衬垫系统的设计方法与特点	125
第三节 顶部覆盖层形式与入渗及最终覆盖的设计	141
一、顶部覆盖层形式与入渗	141
二、最终覆盖系统	145
第四节 饱和表层流与淋滤液排水层的设计	155
一、饱和表层流	155
二、淋滤液收集系统的组成与设计	164
第五节 防渗层上的渗流与防渗层渗漏	172
一、防渗层结构与渗流运动模式	172
二、不透水防渗层上的渗流运动	175
三、微渗透土工膜渗漏	190
四、破损土工膜渗漏	193
五、压实粘土防渗层渗漏	195
第六节 集液系统和集气系统的分析与设计	197
一、集液管流分析	197
二、气体收集系统的设计	202
第七节 垃圾填埋场的沉降计算及稳定分析	211
一、填埋场的沉降计算	211
二、填埋场的稳定分析	219
参考文献	228

第五章 考虑施工作用影响的土体环境理论与控制

第一节 典型施工作用下的土体性质变异研究	231
第二节 基坑开挖工程的环境土工问题	240
一、软土深、大基坑工程及其环境土工问题	240
二、深基坑周围地表沉降分析	243
三、深基坑开挖引起临近地下管线的位移分析	245
第三节 打桩对周围土工环境扰动影响的特性研究	247
一、打桩挤土效应的理论分析	248

二、沉桩挤土效应的模型试验研究	249
三、沉桩挤土效应的数值模拟	255
第四节 强夯作用下的土体环境理论与控制	258
一、强夯施工的扰动区域划分	258
二、强夯扰动所引起的环境影响	259
第五节 盾构掘进对环境土工公害的理论及预测	264
一、盾构掘进的扰动机理	265
二、土体受盾构掘进扰动的特点	267
三、盾构掘进对土体的影响范围	269
四、盾构掘进对土体扰动的变形控制	271
参考文献	274

第六章 地下水位与环境岩土工程

第一节 环境对地下水位的影响	277
一、温室效应引起的地下水位变化	277
二、人为开采引起的地下水位降低	278
第二节 地下水位变化引起的岩土工程问题	279
一、地下水位上升引起的岩土工程问题	279
二、地下水位下降引起的岩土工程问题	281
第三节 地下水位与地面沉降	282
一、地面沉降及其影响因素	282
二、人工回灌与地面回弹	282
三、地面沉降计算实例	286
四、控制地面沉降的措施	289
第四节 地下水位上升对砂土液化的影响	291
一、地下水位上升引起的砂土液化势变化分析	291
二、地下水位上升引起的砂土液化的变化规律	294
第五节 地下水位上升对震陷影响的分析	296
参考文献	298

第七章 地质环境与软土地下工程

第一节 城市地下工程及其施工方法	301
一、城市地下空间、地下设施及地下工程	301

二、城市地下工程的主要施工方法	303
第二节 城市地下工程的主要工程地质问题	304
一、城市地下隧道工程的工程地质问题	305
二、大型地下洞室的工程地质问题	306
三、地下停车场的工程地质问题	306
四、地下工程运营期间的工程地质问题	306
第三节 地下工程施工中地下水影响的计算与评价	307
一、地下水对地下工程的主要影响作用	307
二、地下水影响的预测分析	310
三、地下工程施工中的防水措施和堵漏技术	313
第四节 地下工程建设中的地质环境变异性影响评价	314
一、地下开挖与地层变形规律	314
二、地下工程施工对地基稳定性的影响	316
三、工程保护	316
第五节 地下工程施工中的地质灾害预测、预报及防治	319
一、地质灾害的预测、预报	319
二、地质灾害的工程防治措施	319
三、城市地下工程的信息化设计施工	320
四、地下工程信息化设计施工实例	321
第六节 城市地下空间与地下工程的可持续发展	322
一、城市地下工程可持续发展的概念	322
二、城市发展与地下工程、地质环境的关系	323
三、城市地下工程建造技术及防灾技术	323
参考文献	325

第八章 区域性特殊土与环境岩土工程

第一节 风砂土与环境岩土工程	327
一、风砂土概述	327
二、风砂土的基本性质	328
三、风砂土的环境岩土工程问题	333
第二节 盐渍土与环境岩土工程	337
一、盐渍土概述	337
二、我国盐渍土的分布及其成因分析	338
三、盐渍土的分类	340

四、盐渍土的工程特性	343
五、盐渍土的工程危害及其工程评价	347
第三节 冻土与环境岩土工程	353
一、冻土的物理力学性质	353
二、冻土的工程分类	358
三、冻土的环境岩土工程问题	363
第四节 岸边和海洋土与环境岩土工程	374
一、岸边地貌	374
二、沿海软土和海洋土的基本性质和细观结构	382
三、江河海岸的淤积冲刷及其防护	389
四、海洋土工程与海底土层稳定	396
第五节 黄土与环境岩土工程	398
一、黄土概述	398
二、湿陷性黄土的环境岩土工程问题	404
第六节 膨胀土和分散性土与环境岩土工程	413
一、膨胀土的特征与评价	413
二、分散性土简介	417
参考文献	418

第一章

·绪 论·

第一节 环境岩土工程的形成与发展

环境岩土工程是一门新兴学科。它既是一门应用性的工程学,又是一门社会学。它是技术和经济、政治、文化相结合的跨学科的新型学科,它的产生是社会发展的必然结果。

人类进入近代社会后,对工程活动的评价标准已经从追求局部利益的阶段发展到了追求整体利益、全球利益的阶段。现代社会对人类工程活动的评价标准已经冲破了国界线,要求全人类共同增强环境意识,共同思考人类赖以生存的地球状况,让世界各国人民携手保护环境。

当今世界的十大环境问题可归纳为:①大气污染;②温室效应加剧;③地球臭氧层减少;④土壤退化和荒漠化;⑤水资源短缺、污染严重;⑥海洋环境恶化;⑦“绿色屏障”锐减;⑧生物种类不断减少;⑨垃圾成灾;⑩人口增长过快。

环境条件的变化,使人类意识到自我毁灭的危险,人类活动的评价标准随之不断扩展,所以新的学科就不断地出现,老的学科不断地组合。环境岩土工程就是在这样的背景下发展起来的。

大约在 20 世纪 70 年代,美国、欧洲核电工业垃圾废物的安全处置问题和纽约 Love 河的污染问题引起了人们的强烈关注,而岩土工程师们在处理这些问题时起到了决定性作用。

到了 20 世纪 80 年代,随着社会的发展,人们都感觉到原来的土力学与

基础工程这门学科范围已不能满足社会的要求,随着各种各样地基处理手段的出现,土力学与基础工程领域有所扩大,形成了岩土工程新学科。

进入 20 世纪 90 年代,设计者考虑的问题不单单是工程本身的技术问题,而是把环境作为主要制约条件。例如大型水利建设中必须考虑到上下游生态环境的变化、上游边坡的坍塌、地震的诱发等等;又如采矿和冶炼工业的尾矿库,它的淋滤液有可能造成地下水的污染,引起人畜和动植物的中毒。大量工业及生活废弃物的处置、城市的改造、人们居住环境的改善等等,需要考虑的问题不再是孤立的,而是综合的;不再是局部的而是全面的。因此,岩土工程师面对的不仅是解决工程本身的技术问题,还必须考虑到工程对环境的影响问题,所以它必然要吸收其他学科,如化学、土壤学、生物学、气象学、水文学等学科中的许多内容来充实自己,使之成为一门综合性和适应性更强的学科。这就是环境岩土工程新学科形成与发展的前提。

人类赖以生存的地球的生态环境所受到的污染日益严重,环境保护事业正面临着日趋严峻的任务。这种日益增长的环境保护要求,对环境岩土工程学科的发展起到了促进作用。环境岩土工程学科已经从原来作为岩土工程学科的一个分支,逐步发展成为了一个研究内容不断丰富、独立的学科。

第二节 环境岩土工程的研究内容与分类

环境岩土工程是岩土力学与环境科学密切结合的一门新学科,它主要是应用岩土力学的观点、技术和方法为治理和保护环境服务。目前,国外对环境岩土工程的研究主要集中于垃圾土、污染土的性质、理论与控制等方面;而国内则在此基础上有较大的扩展,就目前涉及到的问题来分,可以归纳为两大类^[1]:

第一类是人类与自然环境之间的共同作用问题。这类问题主要是由自然灾害引起的,如地震灾害、土壤退化、洪水灾害、温室效应、水土流失和海岸灾害等等。

第二类是人类的生活、生产和工程活动与环境之间的共同作用问题。这类问题主要是由人类自身引起的。例如城市垃圾及工业生产中的废水、废液、废渣等有毒有害废弃物对生态环境的危害,工程建设活动如打桩、强夯、基坑开挖等对周围环境的影响,过量抽汲地下水引起的地面沉降等等。

表 1-1 具体列出了环境岩土工程的主要研究内容及分类。从表中可以看出,自然灾害诱发的环境岩土工程问题与人类活动引起的环境岩土工程问题相互之间是有联系的。例如自然灾害导致的土壤退化、洪水灾害、温室效应等问题,也可能是由于人类不负责任的生产和工程活动,破坏了生态环

境造成的;人类的水利建设也可能会诱发地震等等。

环境岩土工程的主要研究内容及分类

表 1-1

研究内容	分类	成因	主要研究问题
环境岩土工程	自然灾变诱发的环境问题	内成的	地震灾害,火山灾害
		外成的	1.土壤退化; 2.洪水灾害; 3.温室效应; 4.水土流失; 5.海岸灾害等
	人类活动引起的环境问题	生活、生产活动引起的	1.过量抽汲地下水引起的地面沉降; 2.生活垃圾、工业有毒有害废弃物污染等
		工程活动引起的	1.基坑开挖对周围环境的影响; 2.在密集建筑群中打桩造成的挤土、振动和噪声对环境的影响; 3.强夯施工等的振动、噪声对周围环境的影响; 4.城市地铁隧道盾构施工对环境的影响等

第三节 自然灾变诱发的环境岩土工程问题

自然灾变诱发的环境岩土工程问题主要是指人与自然之间的共同作用问题。多年来,人们在用岩土工程技术和方法来抵御自然灾变所造成的对人类的危害方面已经积累了丰富的经验。

一、地震灾害

地震是由于地球内动力作用而发生在地壳表层岩石圈内的一种快速颤动现象,它是当前地壳运动的一种特殊形式。在地球内力作用下,组成地壳的岩石产生构造运动而引起弹性应变,当这种弹性应变超过岩体弹性变形极限强度时,岩体就会发生剪切破坏或沿原有的破裂带(面)而重新发生错

动(滑移),这时积蓄的应变能突然释放,并以弹性波的形式传播出去而引起地震。弹性波在地层内传播(主波和次波);与此同时,主波和次波混合着沿地表传播,称为面波。面波对建筑物更具破坏作用。

地震是一种危害性很大的自然灾害。由于地震的作用,不仅地表产生一系列地质灾害现象,如地表隆起、山崩滑坡等;而且还引起各类工程结构物的破坏,如房屋开裂倒塌、桥孔掉梁、墩台倾斜歪倒等。

此外,还有由于人类活动引起的地震,如水库蓄水、大级量的爆破和深井注水等引起的地震。这种诱发地震一般影响区域较小,震级不高,因而其破坏性也较自然地震小。

地震的危害包括一次影响和二次影响两部分。

一次影响是由地震直接引起的。如由地裂引起的猛烈的地面运动,有可能产生很大的永久位移。1906年美国旧金山地震,地面出现5m的水平位移。猛烈的运动使地面的加速度突然增加,大树被折断或连根拔起,建筑物、大坝、桥梁、隧道、管线等被剪断。

二次影响如砂土的液化、滑坡、火灾、海啸、洪水、区域性地面下沉或隆起以及地下水位变化等。1920年12月16日,宁夏的海原地震,震级8.5级,震中烈度高达XII度,波及了甘、陕、晋、冀、鄂、川等十二个省区,地震时六盘山地区的村镇悉数被淹没,地面或成高陵或陷深谷,山崩地裂,地下水涌,海原、固原等四城镇全毁,全区因地震死亡者达20余万。

地震及其伴随的灾害对人类的危害是相当严重的,特别是一些大地震对人类生命财产所造成的损失是非常惊人的。地震对人类生命财产的危害,主要是由于房屋倒塌、大型建筑物或构筑物破坏、大规模崩塌滑坡等造成的。因而,地震已成为许多科学工作者的研究对象,他们正致力于研究如何来预测地震和减少由此造成的损失。其研究重点主要包括作为防震设计依据的地震烈度的研究、工程地质条件对地震烈度的影响、不同地震烈度下建筑场地的选择以及地震对各类工程建筑物的影响等,从而能够为不同地震烈度区的建筑物规划及防震设计提供依据。

1. 地震对建筑物的影响

(1) 地震效应

在地震影响范围内,地壳表层出现的各种震害及破坏现象称为地震效应。对于工程建筑物来说,地震效应大致可分为地表破坏效应和振动破坏效应两个方面,它与场地条件、震级大小和距震中距离等因素有关。

① 地表破坏效应

地表破坏效应按其形成条件和破坏规模,可分为断裂效应、斜坡效应和地基效应等三个基本类型。由于类型不同,对建筑物破坏的影响也不相同。

a. 断裂效应

地震导致岩土体直接出现断裂或地裂,引起附近或跨越断裂的建筑物产生位移或破坏,称为断裂效应。断裂构造或断裂的发生把地层切割成各种形状的结构体,它对工程建筑物的影响是显而易见的。一座桥梁或一条隧道经常会遇到一组或几组断裂,设计者应认真考虑地震时断裂活动或新产生的断裂对工程的影响。

b. 斜坡效应

地震导致斜坡岩土体失去稳定,产生各种斜坡变形破坏,引起斜坡地段所设置的建筑物产生位移或破坏,如崩塌、滑坡等,称为斜坡效应。斜坡效应不但对斜坡上建筑物造成破坏,有时还会破坏斜坡下方的道路以及其他各种建筑物。

c. 地基效应

地震使基底岩土体产生振动压密、下沉、振动液化及疏松地层发生塑流变形,使地基失效而建筑物产生位移或破坏,称为地基效应。

② 振动破坏效应

振动破坏效应是指由地震直接引起建筑物破坏的现象,一般包括建筑物的水平滑动、晃动及共振等造成的倾倒、破坏。这是地震效应中的主要震害。

(2) 饱和砂土的地震液化

饱和砂土在反复的地震力和其他动荷载作用下,由于孔隙水压力的升高,其抗剪强度或抵抗剪切变形能力丧失的现象,称之为砂土液化。

① 砂土液化的危害

现场震害调查表明,在疏松而饱和的粉、细砂土地区,在地震时,大量产生地滑、边坡坍滑、建筑物的沉陷倾斜甚至倒塌,并在地面周围常常发生喷砂冒水现象。在这方面,国内外的震例甚多。在国内,1975年2月4日,辽宁海城发生了7.3级大地震,在营口、盘锦地区发生了大面积的砂土液化所造成的破坏;1976年7月28日,唐山丰南地区发生了7.8级强烈地震,在滦县、天津、塘沽、乐亭一带,在极大的范围内发生喷砂冒水,出现了大面积的砂土液化现象。在国外,1976年危地马拉7.6级地震、1977年阿根廷7.4级地震和1978年日本 Miyagiken-oki 7.4级地震,给这些地区造成了大面积砂土液化,使许多建筑物发生严重破坏。

液化多半发生于疏松饱和的粉细砂土,然而,目前已有许多证据表明,粘粒含量不高的粘性土(地基基础规范称之为粉土)也会在地震中发生液化。例如,前面所说的1975年海城地震,其中就有大量粉土地基发生了大面积的液化;1976年唐山地震中,天津等沿海地区也出现了类似的现象。

②影响砂土液化的主要因素

饱和砂土的液化是砂土的类型、密度、饱和度等本身特性以及地震强度、初始静应力、地震历时、地下水位变化等外部作用的变化这两方面的因素综合作用的结果。

③砂土液化的判定方法

饱和砂土地基上的建筑结构抗震设计的首要任务,就是要进行砂土液化可能性的判定。现今常用及新近出现的评价砂土液化的方法,主要是动剪应力对比法、规范判别法和剪切波判定法。

(3)饱和软土地基的震陷

震陷,就是饱和软土等土层在地震力等往返荷载作用下产生的附加沉降。

①震陷的危害

震陷所引起的震害,在某些范围内是相当严重的。震陷可发生在多数地基土中,尤其在软粘土和饱和不排水砂土地基中更为严重。如唐山地震时,天津塘沽新港等沿海区域造成了软土地基上建筑物的普遍震陷,震陷量达 30cm 左右,有的建筑物发生了显著的倾斜;由通坨上行线咎各庄至坨子头的一段铁路,由于沂河故道砂层震后普遍液化,路面产生波状不均匀震陷,震陷量最大达 2m;汉沽富庄村震前地形十分平坦,震后整个村几乎整体性震陷下沉,震陷量达 2.8m 左右,震陷面积达 $1 \sim 1.5(\text{km})^2$ 。又如 1964 年新泻地震时,新泻城内大约有 340 幢建筑物遭到震陷破坏,最大震陷量达 3.8m,建筑物普遍发生沉陷和倾斜。

②震陷的计算分析法

震陷计算分析方法主要包括软化模式、残余变形模式以及简化法等。这些方法大多是建立在理论与试验结果相结合的基础上的。

2. 地震的工程地质研究

地震的工程地质研究的任务是,查明地区的地震地质条件,确定地区的地震烈度,对建筑场地进行工程地质评价,比选抗震性能最好的建筑场地,预测地震对该场地地震效应的类型和特点,对砂土液化和饱和软土地基震陷问题作出评价和分析并提出防治措施。

(1)研究内容

①构造体系的分析。从区域地质研究入手,弄清场区所属构造单元和体系及其与其他构造体系的关系,主要分析判断所研究的地区有无活动性断裂及其规模和特点。由于断块运动往往造成接触地带的挤压、应力集中而成为地震活动带,因而应注意活动性断裂中的端点、拐点、交叉点、错裂点和最新活动性大的地段等。它们往往是震中的位置。据统计,活动性断裂