

中国科学院地质研究所
工程地质力学开放研究实验室

工程勘察中的新构造

—优势面分析原理

罗国煜 吴浩 著

地质出版社

工程勘察中的新构造

—优势面分析原理

罗国煜 著
吴 浩

地 质 出 版 社

内 容 提 要

全书共分六章，分别阐述了新构造分析在工程勘察中的意义和作用，区域稳定性、边坡稳定性、地基及围岩稳定性、Rn污染等主要工程地质问题的新构造—优势面分析方法，并介绍了新构造—优势面分析的专家系统。本书可供水电、城建、冶金、交通、环保等部门工程地质或岩土工程等专业人员阅读，也可供大专院校工程地质专业师生的参考书。

工程勘察中的新构造—优势面分析原理

罗国煜 吴浩 著

责任编辑：高天平

地质出版社 出版发行

(北京和平里)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所经销

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：9.75 字数：225000
1991年6月北京第一版 1991年6月北京第一次印刷
印数：1—1700册 国内定价：5.70元

ISBN 7-116-00840-3/P·722

前 言

本书为《新构造分析及其在地下水勘察中的应用》一书的姊妹篇。新构造分析作为一个学术思想，不仅可以用之解决地下水勘察问题，亦可在工程地质研究中发挥作用。当然，新构造分析也需要在实践中不断吸收新的观点、充实新的内涵而向前发展。

作者在运用新构造分析观点研究工程地质问题时，根据新构造控水论和结构控制论的基本思想，创导提出了两类优势面概念，并逐步形成了优势面分析理论与方法的系统学术思路，在边坡、区域稳定性评价、裂隙水探寻、Rn污染的预测与防治等方面的应用中取得了显著进展。优势面分析以新构造分析为出发点，强调具有多方面综合优势的优势面或优势断裂控制工程稳定性，进而发展为一个新的包括研究方法和评价原理的学术思路。本书主要从新构造分析—优势面分析的角度简要研讨了几类主要工程地质问题。关于岩坡等课题的优势面理论分析将在其它书中进行。本书是在罗国煜教授的研究生专题课讲稿基础上，由罗国煜、吴浩加工整理成的。王培清、陈征宙在岩坡方面，阎长虹、杨卫东在专家系统方面，胡明岳、刘松玉在区域稳定性方面也参加了本书的部分工作。

优势面理论研究得到了校系领导的支持和有关研究、勘测部门的帮助。中科院工程地质力学开放实验室对本书出版给予了资助，肖楠森教授也对本书出版给予了鼓励和指导，在此谨表衷心感谢！

作 者

1989.5.于南京大学

目 录

前言

第一章 新构造分析在工程勘察中的意义和作用	1
§ 1 新构造分析基本观点与概念	1
一、地球、地壳与板块运动	1
二、构造运动与新构造运动	3
三、新构造分析观点的提出	4
§ 2 新构造分析在工程勘察中的作用	6
一、工程地质的基本任务	6
二、工程地质学的基本课题	7
三、从新构造分析到优势面分析	8
§ 3 工程地质优势面分析的几个基本观点和概念	9
一、关于两个稳定性和三类构造划分的概念	9
二、二类褶皱与断裂三要素	10
三、优势面分析	11
第二章 区域稳定性的优势面分析	13
§ 1 基本观点与思路	13
一、区域稳定性概念	13
二、基本观点与研究思路	13
§ 2 活动性断裂的研究与评价	15
一、活动性断裂	15
二、活动性断裂研究及确定方法	17
§ 3 区域稳定性评价	28
一、评价原则与方法	28
二、区域优势活动断裂的评价——地震影响评价	32
三、场区活动性断裂的评价——断裂再活动性评价	49
四、地震效应——波动场效应问题	51
五、区域稳定性分区及场区小区划	52
第三章 边坡稳定性的优势面分析概述	55
§ 1 新构造断裂及其对边坡稳定性的控制作用	55
一、边坡稳定性的影响因素	55
二、新构造断裂的方向性	56
三、新构造断裂对边坡稳定性的控制作用	57
四、新构造分析与边坡稳定性评价	57
§ 2 边坡优势面分析中的AB线原理	59
一、边坡优势面分析的基本思路	59
二、AB线原理	60
三、AB线原理示例	61

第四章 地基与围岩稳定性的优势面分析	64
§ 1 城市地基工程地质研究(以南京为例)	64
一、南京地区地质地貌特征	64
二、红层盖层构造与新断裂	65
三、南京市工程地质图	70
§ 2 地下工程的优势面分析	70
一、地下工程的主要问题	70
二、围岩稳定性分析	74
三、围岩稳定性分类——静态专家系统	81
§ 3 水电地基的优势面分析	82
一、新构造运动特征的探讨	82
二、水库诱发地震	101
三、库岸稳定性简述	102
第五章 Rn污染问题的分析	104
§ 1 引论	104
§ 2 Rn的地球化学特性及其环境污染问题	104
一、Rn的地球化学特性	104
二、新构造断裂带——富Rn优势面的部位	107
三、Rn气污染及其危害	108
§ 3 Rn污染的防护与对策及工程地质研究新课题	109
§ 4 测量Rn异常的方法	110
一、Rn异常测量的原理	110
二、Rn异常的测量方法	111
§ 5 结论	113
第六章 优势面分析专家系统问题	114
§ 1 引论	114
§ 2 GEOTOX 专家系统	115
一、设计思想	115
二、系统的开发步骤	116
三、知识库结构与推断机制	116
§ 3 关于优势面分析专家系统	118
§ 4 两个优势面专家系统实例	119
一、岩坡优势面分析专家系统ROPP	119
二、区域稳定性优势面分析专家系统REPP	124
参考文献	138
关键词	140

PRINCIPLE OF NEOTECTONIC- PREFERRED PLANE ANA- LYSIS ON GEOTECHNICAL INVESTIGATION

Contents

PREFACE

CHAPTER 1	The Significance of Neotectonic Analysis on Geotechnical Investigation and Surveying	1
1.1	Basic concept and idea of neotectonic analysis.....	1
1.2	Role of neotectonic analysis in geotechnical investigation surveying	6
1.3	Basic concepts and ideas of preferred plane analysis for engineering geology	9
CHAPTER 2	Preferred Plane Analysis for Regional Stability	13
2.1	Basic concept and idea.....	13
2.2	Research and evaluating for activity fault	15
2.3	Evaluating for regional stability	28
CHAPTER 3	Outline of the Preferred Plane Analysis for Slope Stability	55
3.1	Characteristic of neotectonic fault and its controlling role to slope stability	55
3.2	A and B line principle of preferred plane for slope	59
CHAPTER 4	Preferred Plane Analysis for Foundation and surrounding Rock Stability	64
4.1	Research for engineering geology of city foundation ..	64
4.2	Preferred plane analysis for underground construction...	70
4.3	Preferred plane analysis for hydropower foundation.....	82
CHAPTER 5	Analysis of the Problem of Radon Contamination	104
5.1	Introduction	104
5.2	Geochemical property of radon and its pollution of the environment	104

5.3	Protection and countermeasure for radon contamination and its new problem for engineering geology.....	109
5.4	Methods of surveying the radon abnormal	110
5.5	Conclusion	113
CHAPTER 6	Expert Systems of Preferred Plane Analysis	114
6.1	Outline.....	114
6.2	GEOTOX expert systems	115
6.3	Preferred plane expert systems	118
6.4	Examples of two preferred plane expert systems —ROPP and REPP system	119
REFERNCES	138
Key Words	140

第一章 新构造分析在工程勘察中的意义和作用

在研究“新构造分析”在工程勘察中的运用以前，先简要地介绍这一分析观点的来源、地壳运动的总体概念和一些基本观点，以便有一个较共同的认识。这对于问题的分析和理解可能是有益的。

§1 新构造分析基本观点与概念

一、地球、地壳与板块运动

地球是大约 5×10^9 a 前由围绕初期太阳旋转的尘团聚集形成的，细小物质碎片的增积作用逐步形成现在规模的行星（图1-1）。

漫长的地质历史中地球一直在不断地运动、变化着。地球内部的放射性物质在衰变过程中产生内热，这种内热大约在 1×10^9 a 内或不到 1×10^9 a 内使温度达到铁的熔点。熔化的铁沉入地心，而较轻的物质向上浮起，形成外层而成为大陆；脱气作用则产生大洋和原始大气圈。这样，地球就构成了不同化学成分的分带——地质地核、铁镁硅酸盐质地幔和富

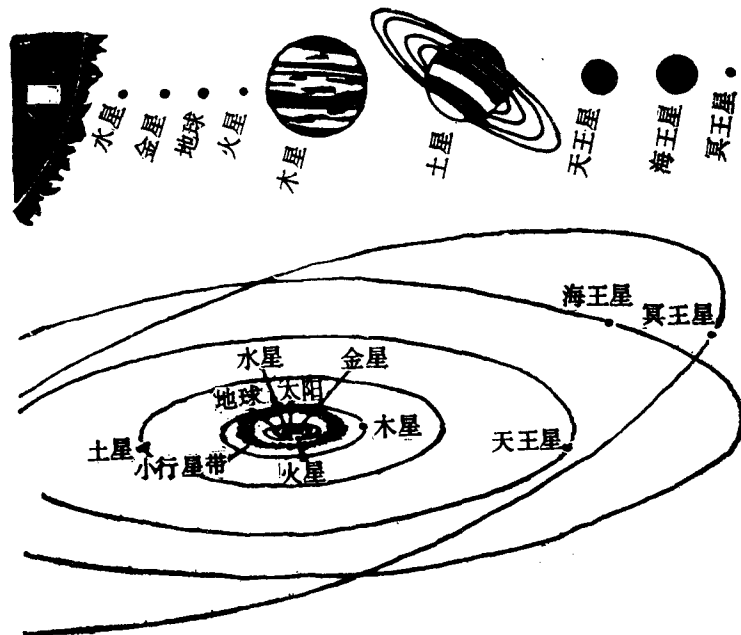


图 1-1 太阳系及其行星的图示

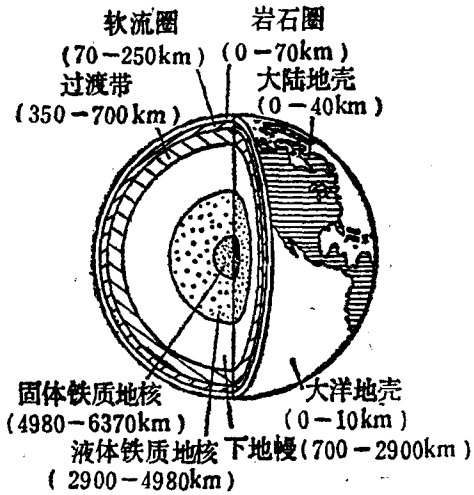


图 1-2 地球内部结构

而相互分离，使海底扩张增长（图1-3），裂谷中发育有火山和地震。当裂谷变宽和新的海底增长时，后退的大陆后缘接受了内陆来的剥蚀碎屑物。它呈厚层的沉积楔堆积下来。

板块沿汇聚的接合带相对挤压和俯冲，在那里生成褶皱山脉、深海沟、火山和浅源及深源地震（图1-4）。

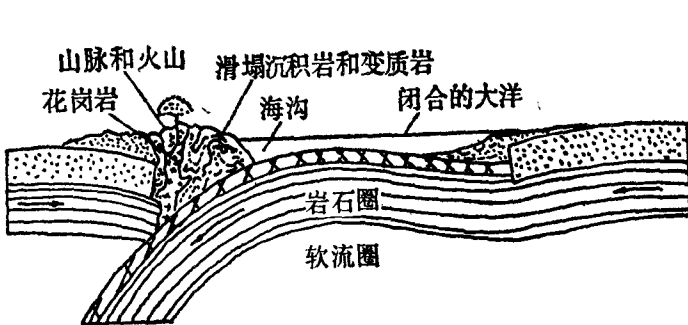


图 1-4 板块汇聚区的地质现象

板块还会沿转换断层边界相互滑动（图1-5）。美国加州圣安德烈斯断层就是一个这样的边界。这种边界二侧的地质特征不同。1906年破坏旧金山的浅源大地震就是这种边界活动的典型事例。

含O、Si、Al、Ca、Na及放射性元素的地壳（图1-2）。

地球的最外层圈层——岩石圈，破裂成十来个巨大的刚性板块，漂浮在软弱的、部分熔融的软流圈上。它们各自运动、相互推挤。这些板块的边界成为强烈的活动带。这就是板块构造理论对地壳结构和运动的认识模式。这种模式表明，每一板块呈不同单元进行运动。许多大规模的地质作用和现象与这种板块之间的边界有关。这一理论能够较好地解释岩石的分布及历史、火山、山脉、地震带、深海沟和大洋盆地的位置和特征。

板块沿着离散的接合带——洋中脊裂谷

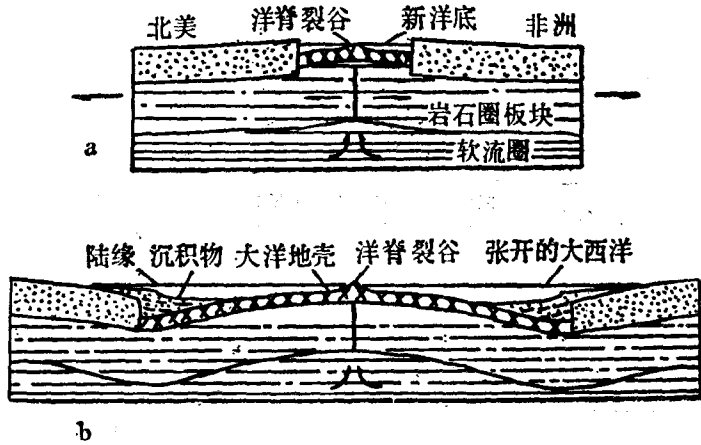


图 1-3 海底扩张作用

a—裂谷变宽和新的海底增长；b—剥蚀碎屑物呈厚层的沉积楔堆积

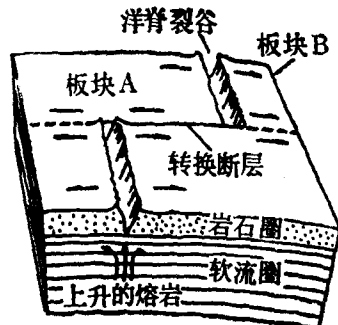


图 1-5 转换断层与洋脊裂谷

二、构造运动与新构造运动

构造运动是指地壳的区域性运动。使岩层强烈褶皱断裂的构造运动，一般称之为造山运动。在板块构造的格局中，造山运动主要发生在碰撞板块的边界，可以诱发出岩浆活动和火山喷发。使地壳升降的构造运动，称之为造陆运动。造陆运动通常涉及面积大，一般不伴有广泛的岩层褶皱和断层作用。地壳上升后受太阳供给地表的外热作用引起山脉剥蚀，岩层转化为沉积物；地壳下降的典型产物，就是盆地，即接受沉积物的洼地。

构造运动在地质历史上是呈周期性、有规律地发生的，在全球沉积岩中留下了升降变化和褶皱旋回的记录（表1-1）。

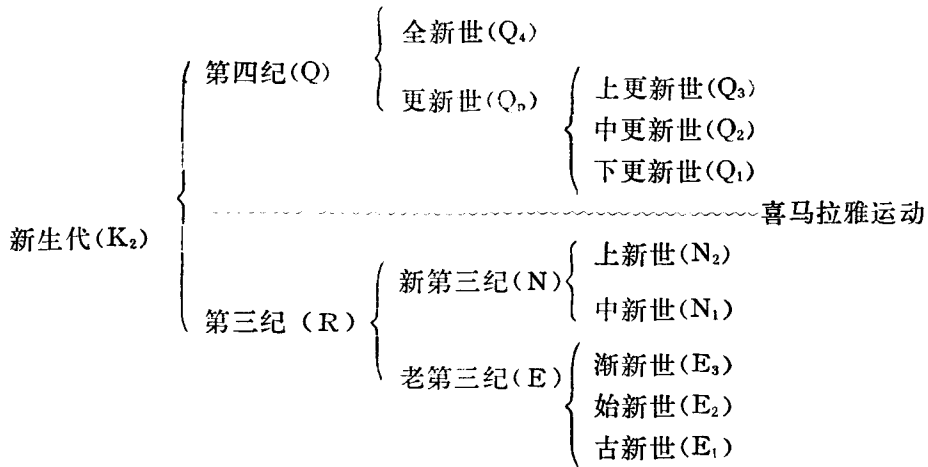


表 1-1 中国造山旋回划分

(据中科院地矿所, 1978)

地质时代		同位素年龄(Ma)	中国造山旋回划分	欧洲造山旋回
新生代	第四纪	1.5	喜马拉雅	阿尔卑斯
	第三纪			
中生代	白垩纪	67	燕山	斯米里
	侏罗纪	137	印支	华力西
	三叠纪	190		
	二叠纪	230		
古生代	后炭纪	280	加里东	加里东
	泥盆纪	350		
	志留纪	405		
	奥陶纪	440		
	寒武纪	500		
	震旦纪	670		
元古代	震旦纪	700	扬子	瑞芬
		1700	中条	白海
		2500	东平	
太古代				

由表1-1可知，喜马拉雅运动是地质历史上比较新的一次地壳构造运动，有如下之关系：

第四纪是人类产生和发展的时代，第四纪地质环境是人类赖以生存和繁衍的环境。所以，人们对喜山运动及其以后的构造运动的研究更有兴趣。苏联B·A·奥布鲁契夫于1948年首次提出了新构造运动的研究问题。40余年来，新构造学研究不断地取得了进展，它的成果已涉及地质学的各个领域。

那么，什么是新构造运动呢？有趣的是，对这个词义国内外至今还未取得统一的认识。对此，本书的姊妹篇《新构造分析及其在地下水勘察中的应用》中已作简介。关于新构造运动的时限有如下几种：（1）新生代以来；（2）第三纪末至第四纪前期；（3）新第三纪至今；（4）第四纪以来的构造运动。其时限由 7×10^7 a至300多万年，可谓大矣。

要解决这个问题，需要占有大量详实的资料，这是新构造学家的课题。从应用的角度来讲，我们引用了新构造专门研究者对喜马拉雅运动期的划分，并谈一点看法。

刘东生（1974）划分珠峰地区喜马拉雅期为：

- 第一幕 晚白垩世（同位素年龄79Ma）；
- 第二幕 早渐新世（同位素年龄34Ma）；
- 第三幕 中新世（同位素年龄10—20Ma）；
- 第四幕 第四纪（4Ma以来）。

任纪舜（1980）划分喜马拉雅期（西部地区）为：

- 第一幕 晚始新世——渐新世初期；
- 第二幕 中新世初期——中新世中期；
- 第三幕 上新世末——早更新世。

丁国瑜也指出新构造运动是距今3.3Ma以来的构造运动。由此看来，新构造期划分的时限都比较新——新第三纪末以来或第四纪以来。

因此，可以说喜马拉雅运动产生喜山期构造，新构造运动则产生新构造期构造。由于喜马拉雅构造旋回是一个基本连续的构造旋回，无论取自那一个时限段，新构造期（新第三纪以来或第四纪以来）这一构造发育阶段，实际上都是喜马拉雅运动的最新阶段。喜马拉雅构造对新构造影响很大，新构造是喜山期构造的继承和发展。从喜山期构造中划分出新构造期构造，对水文地质工程地质有着极其重要的实际意义。将新生代以来喜山期构造完全等同于新构造，对工程地质而言，其时限稍稍过长；时限取为新第三纪晚期以来或第四纪以来，则是可取的。不过，这一问题的最后解决，有待于积累资料作进一步研究。

三、新构造分析观点的提出

新构造分析观点在我国地质界的提出，首推李四光先生。他从地质力学上“暂时用晚近、近古、中古、上古、太古等仅仅具有概括性的名称来指出各个构造体系发展到成熟阶段所属的时代”（1955）。

晚近期构造相当于作者谓之的新构造，其时间为第三纪末期至今。

肖楠森先生在我国水文地质工程地质领域中首先提出了新构造分析观点。在《新构造分析及其在地下水勘察中的应用》一书中，我们可以看到，肖楠森于1953年在南京大学基建施工中注意到下蜀土（ Q_{2+3} ）中的新构造裂隙；其后，在淮河流域考察中观察到新构造断

裂与地下水活动的关系，并于1956年正式提出了“新构造控制地下水活动”的观点，引起国内学术界同仁的关注。

肖楠森在淮河流域考察和南京的一些工程勘察中提出了新构造分析在工程地质中应用的观点与方法。他指出，在中国东部地区，近SN与近EW向的新构造断裂控制着场地地基的工程地质条件。自50年代末以来，作者长期学习与运用肖楠森系统的新构造分析观点和方法，并在他的指导下于60年代对南京长江大桥和三峡工程作了具体研究，并注重了大量的统计研究。“宜昌附近地区新构造运动的初步探讨”一文是最早公开发表的新构造分析在工程勘察中应用的论文。该文至今仍具有其学术价值，并为有关单位引用。该文明确提出了我国东部地区新构造断裂表现为 $N20^{\circ}E$ 和 $N70^{\circ}W$ 二组方向。这是通过上述二个重大工程统计得出的结果。

1984年，肖楠森、罗国煜署名的“新构造控水理论研究情况汇报”（呈报国家科委等部门，并于1985年获国家科学技术进步二等奖），是作者对肖楠森先生新构造分析的基本观点——“新构造控水理论要点”的简要概括。主要有：

1. 新构造断裂（于中国东部表现为 $N20^{\circ}E$ 与 $N70^{\circ}W$ ）形成时间新、胶结不好，所以导水、富水，为地下水的主要赋存断裂；寻找地下水的键，是找出新构造断裂，有了新构造断裂就可以得到一定数量的基岩裂隙水。

2. 新构造断裂在其形成发展演化过程中，在垂直方向上地下水的赋存可划分为三个带：（1）入渗带（深度为60m以内）；（2）径流带（深度为100—200m）；（3）滞流带（深度大于200m）。而地下水主要赋存于径流带内，这样就解决了地下水开采深度的问题。

3. 根据地下水流运移方向的不同，发现断裂上盘来水时开采井的深度可不必穿过断裂带；下盘来水则要使开采井穿过断裂带，从而可以获得较为有利的涌水量。

4. 成井工艺必须遵循相应的规则，其关键在于取水井的结构和满足洗井要求。

5. 突出主要断裂，兼顾多种对地下水开采有利的因素布井是提高成井率的指导原则（此点为作者所补充）。

1985年7月，在北京地矿部专家评审会上，作者即依据以上各点代表肖楠森教授就新构造分析在地下水开发中的应用之科研成果进行了报告和答辩。以肖楠森为首的找水研究组30a来的研究成果荣获了1985年全国科技进步二等奖，新构造分析之观点与研究方法得到了国家肯定。

60年代后期以来，肖楠森先生以裂隙探寻为主要研究方向，新构造分析在工程地质中的应用问题则由罗国煜教授负责承担。由李四光、肖楠森等创导的新构造分析思想，因其观点正确，在科研与生产中得以广泛应用，从而具有很强的生命力。作者通过三峡、南京长江大桥、南京基岩工程地质特性、黄河水利工程及苏南核电站等一系列工程实践，已取得较快的进展，主要表现为：

1. 提出了区域稳定和地基稳定两个稳定性概念，并论证了它们之间的辩证关系；

2. 划分出老、新、活三类断裂构造和基底与盖层二类褶皱类型，分析了它们各自不同的工程地质意义；

3. 由以方向为主的观点与方法到由体系的观点分析新断裂构造，建立了断裂三要素（走向、动向、破碎带特性）的概念，发现并强调了NNW构造体系；

4. 由定性的单因素分析向量化多因素综合评价发展,使新构造分析观点在工程地质研究中发展为系统的优势面分析观点和理论,并在边坡稳定、区域稳定、裂隙水探寻和Rn污染的预测和防治上形成体系;

5. 在城市建设、地下工程和水电工程研究中,新构造分析及优势面分析观点都有较好的应用和发展。

应该指出,当我们讨论某一工程地质问题而谈到优势面或优势断裂分析时,实际上它们是新构造分析的同义语,是新构造分析在工程勘察中应用的进一步深化和发展。二者有着基本相同的出发点,只是工程地质问题比起水文地质问题来,要考虑更多的相关因素。

§ 2 新构造分析在工程勘察中的作用

一、工程地质的基本任务

中国科学院孙广忠教授形象地表述了地质科学的两大任务: 1. 找宝(资源与能源); 2. 防灾。他将防灾作为工程地质学的主要任务,颇有道理。工程地质学于本世纪30年代作为一门正式学科进入众多学科之列。但是,其真正的发展则在第二次世界大战以后。随着战后大规模工程建设的开展,工程地质问题的研究越来越显示出其重要性。为了保证工程的稳定性,首先必须了解地基条件,以进行相应的建筑物结构设计;不同的工程地质条件对各类工程又会产生不同的工程地质问题,需要进行专门的研究,以保证工程建设的安全性、经济性和正常运行;人类的工程和经济活动规模越来越大,引起地壳岩石圈自然平衡的破坏,形成灾害性地质作用,危及人类的安全与生活环境,使得人们不但要关心工程本身的稳定性,还须注意工程对环境地质的影响。故此,工程地质学研究的内容和范围是在不断扩大着的。它不仅要为保证建筑物的兴建和持久稳定性提供地质科学依据,而且已成为研究人类工程活动与其周围地质环境相互作用和影响的科学。以认识论的观点而言,工程地质学已由条件工程地质学(研究工程地质条件)、问题工程地质学(研究工程地质问题),向环境与灾害工程地质学转化与发展,研究的视域无论从广度上和深度上都在快速地扩展。

我国工程地质学可以说基本上是在建国初期从苏联引进的。但是,经过30多年来的努力,随着大规模社会主义建设的发展,我国已拥有一支基本能适应国家建设需要,并开始走向世界的工程地质工作者队伍,同时形成与发展了具有我国特色的学科体系。

治淮工程、南京长江大桥工程、葛洲坝水电枢纽工程、大瑶山14km铁路隧道、采深达400—500m的大型露天矿、开滦煤矿超千米深度的采煤井巷、苏南和广东核电站及各大城市超高层建筑等一系列大型工程的兴建,都显示了我国工程地质勘测工作的水平。

任何大型工程所需研究的工程地质问题,归纳起来,我们认为主要包括三个方面的内容,即区域稳定性、地基稳定性和环境影响评价。

区域稳定性主要指内力作用引起的构造活动,特别是断裂活动、地表活动对工程建设地区稳定性的影响。地基稳定性则指地基好不好,用地基的坚实性做评价标准。

环境影响评价是研究人类工程活动对环境造成的影响,为合理利用和保护环境提供工程地质依据。它是从环境安全角度着眼,从广阔的区域研究入手进行综合性研究,对环境

变化作时间、空间和规模上定性定量的预测预报以寻求相应的对策，要求是很高的。

现今，为实现到2000年工农业总产值翻两番的宏伟战略目标，要大力发展电力、煤炭、石油、钢铁工业和交通运输业，相应地要加固已有国防工程和兴建新的军事工程，工程地质任务会更加艰巨和光荣，对工程地质人才的需求会保持稳定增长的趋势。

二、工程地质学的基本课题

经济建设必须依靠科学技术，科学技术必须面向经济建设。作为一门应用性很强的学科，在讨论其面临的基本任务和课题时，显然必须密切联系国家建设的形势和需要。

国民经济发展到2000年，工农业总产值要翻两番。这将涉及能源、城市、矿产资源、交通和城镇建设等一系列工程的兴建，也为工程地质提出了相应的研究任务和课题。

1. 能源

(1) 水电建设 我国水能资源居世界首位，但已开发利用的水力能源仅占总量的4%，而世界上工业发达国家水利能源开发已达40%，有的高达90%。兴建大型水电工程，下列几个主要工程地质问题显得非常突出和重要：区域地壳稳定性、坝基稳定性、大跨度高边坡地下厂房围岩稳定性、库岸稳定性和环境地质影响问题。

三峡工程的研究充分说明了工程地质研究的复杂性及其重要地位。

三峡勘测工作除建国前所作工作外，自1955年开始。50年代至60年代作基础地质工作，选出三斗坪坝址；70年代作补充工作；1983年完成可行性报告审查；1985年重新论证三个重要问题：区域稳定性、水库诱发地震和库岸稳定性。

(2) 核电建设 世界石油现有蕴藏量在2000年后仅够开采几十年，世界能源结构正进入由以石油为主向非石油能源过渡的时期。核能利用，特别是在缺少能源地区发展核电是解决能源问题的重要途径之一。由于多以岩基为地基，近地表水体为水源地，因而核电对水文地质工程地质研究的要求多集中在区域稳定性、核废料储存（暂存和长期存放条件）和环境污染评价方面。例如，苏南核电站研究了厂址周围300km²范围内活动断层特性和分布规律，并结合深部地壳结构特征提出抗震设计的动力参数（加速度、周期、地基持续时间）以及核废料暂存洞室的封闭和渗透条件等基本问题和资料。

(3) 煤炭与石油开发 煤、气体是我国主要能源（占70%），采煤露天矿采掘比已达1:6，采掘深度向四五百米深部发展。这种高边坡坡角变化，其经济效益一度可达1000万美元。输煤管道可能通过不同地质条件的区域；井巷采煤深达千米，长壁采煤作业跨度达140m，都会遇到高地应力（岩爆）、高地温、软岩井巷变形、坚硬岩石顶板破坏、突水淹井等问题，地面上还可能引起地面塌陷。石油构成了14%的能源，一口千米采油井耗资30万元，而井损事故率较高，有的油田一天高达1.5口。目前，石油开发已逐步向海洋发展。我国近海陆架区面积为2×10⁶km²。其中，水深小于200m的沉积盆地面积为8.6×10⁵km²。现已发现了7个大型含油气盆地（渤海、南黄海、东海、台湾南浅滩、珠江口、北部湾和莺歌海盆地）和12个含油气构造（1988.1.15，中国地质报）。完成这些开发工作，必须建立海上平台、输油海港码头、铺设海底电缆管道，故海洋工程地质急待加强和发展。

2. 城镇建设

社会的进步和国家的工业化必然带来城镇人口的增长。因此，世界人口都市化以及城市建设向高空和地下发展已成为一个自然的趋向。随着中小城市的加速形成，大城市的建设向高空发展，即兴建超高层建筑；也向地下发展，即修建地铁和地下街道及公共设施。

因此,使原本只是对一般地基土勘测的城市工程地质工作极大地复杂化了。高、重、大的建筑,一般每层可增加荷重12—15kPa (1.2—1.5t/m²),还须考虑风力、地震力等水平荷载,其抗震要求势必增高。如南京金陵饭店(37层,105m高)采用桩基础,其单桩承载力约400t。地铁建设中最重要的是围岩失稳和水害。为了解决这两大问题,选择线路方案,特别是确定理想通过地层是非常重要的。这个工作做好了,施工和运行就不会对环境造成严重影响,不会出现大的问题。

3. 矿产资源和国防工程建设

矿产资源和国防工程建设中的工程地质问题与能源建设项目的问题大致相似,以地下工程居多,需要评价地下工程和坑道的围岩稳定性。军事上有时需选取地下一定深度内的无水区作试验坑道和抗爆良好的工程点,例如苏联超加固的导弹发射井已能够承受 3.448×10^6 Pa的爆炸超压。在这方面我国应该加快研究步伐。

4. 交通运输建设

交通先行,动力紧跟,然后方为厂址选择。所以,交通工程地位的重要性不言而喻,铁路与公路的桥梁隧道,河、海运输的码头工程在其中占居重要地位。例如,成昆铁路全长1000余km,隧道长占总程的50%,曾遇到各种不同的地质灾害,做了大量的工程地质工作。

如上所述,国家建设为工程地质提出了繁重的工作任务,但基本课题仍为如下三个:

(1) 区域稳定性; (2) 地基稳定性(坝基、建筑地基、坡基、洞基-洞室围岩); (3) 环境工程地质评价(库岸稳定性、抽水地面沉降、矿山地震、水库诱发地震、地面塌陷、废弃物污染等)。

三、从新构造分析到优势面分析

我国面临的工程建设任务,可以说地面建筑正向高、重、大方面发展,地下工程则正向长、大、深、群发展。因此,对上述三个基本课题的解决要求亦越来越高了。大量工程实践告诉我们,三个基本问题无不与新构造分析——优势面分析有关。

运用新构造分析观点、优势面分析观点和其它新理论、新概念、新见解,已为加速我国工程地质学发展形势所必需。

国内外研究者认为,岩体结构(结构面、结构体)控制着岩体特性,这就是结构控制论思想;李四光、肖楠森则强调新构造,特别是新构造断裂的作用——“新构造控制论”;作者的优势面理论,是新构造分析在工程地质中运用的结晶,它是建立在上述两个理论基础之上的,因而具有坚实的基础,故生命力颇强。

所谓优势面是指对区域稳定性和岩体稳定性起控制作用的结构面以及对气液介质具有控制性的结构面。优势面理论首先强调结构面在形成时间上较新,认为时间因素是确定优势面的主导因素;它还根据不同工程问题的不同优势因素指标作综合判定,所以它在概念上较之新构造分析有所发展。

优势面观点认为,优势面控制地壳及岩体变形的边界;优势面的组合构成岩体变形的破坏模式和气液介质的通道网络。优势面的确定及其组合模式的判别,可通过地质的、系统工程的一套系统方法求出。根据所求出的物理模型可建立相应的数学力学模型进行评价。对于那些不易用严密数学模型描述的作用过程或复杂问题,不回避或不作无根据的抽象化的数学求解,而是借助专家系统做逻辑推理解决,这是优势面分析在解决上述工程地

质三个问题方面的思路。

在区域稳定性问题研究中，就是找区域优势活动性断裂和场区优势活动断裂；在地基稳定性问题上就是找导致边坡失稳的真正优势面、洞室变形破坏之优势面及其优势面组合——优势分离体；对城市和水电地基以及环境地质问题则认为其基本工程地质条件由地区新构造运动升降特征和新构造断裂控制。

在以后的有关章节中，我们将具体进行分析和讨论。

§ 3 工程地质优势面分析的几个基本观点和概念

一、关于两个稳定性和三类构造划分的概念

(一) 两个稳定性的概念

工程地质是从岩体和土体的稳定性的角度来研究工程建筑物的稳定性的，包括区域稳定性和地基稳定性两类稳定性问题。

形象化的说法，区域稳定性主要是指地基不动；地基稳定性则指地基好不好。区域稳定性和地基稳定性是两个不同的而又密切相关的概念。在区域稳定性良好的情况下，其主要任务则是研究地基稳定性问题；在区域稳定性不利的情况下，则找寻工程地质条件相对好的地基，以求改善建筑物稳定条件。

地基的区域稳定性问题，我们认为应以活动性断层的研究和评价为基础。断层的活动性，既可以地震活动的形式表现出来，又可以断层的蠕动和小错动的形式出现。前者通过确定地震烈度反映其影响；后者研究不多，对其实际意义还无法做出恰当的估计。一些研究者将区域性的工程动力地质作用也列为区域稳定性研究的一部分，如地面沉降、泥石流、砂土液化等。

地基稳定性则以地基的坚实性作为评价标准。构造破碎带、几组软弱结构面所组成的不稳定岩体、软弱岩石、淤泥质软土等，都以其强度不够易于变形而构成地基稳定性问题。

人类的工程活动，又会使地质环境的自然平衡遭到破坏从而会危害人们的生活，这就出现了环境工程地质问题，主要是地面沉降和塌陷、诱发地震、滑坡、泥石流、水库坍岸、水土流失等。摸清地质环境特征，进行合理的开发和利用，预测其演化趋势以充分发挥资源的优势和潜力，并为采取立法、经济和科技等手段保护地质环境提供依据，是工程地质工作者将会日益增多的新任务。主要的环境工程地质问题，如诱发地震、地面塌陷、坍岸与滑坡直接受控于地质构造，特别是新构造。

(二) 三类构造的划分

划分三类构造，可以明确活动性断层的概念和意义。

活动性断层讨论对于地基区域稳定性评价至关重要。什么是活动性断层呢？这个问题尚未得到明确的公认的定义，因而在实践中出现了一些问题。有些学者认为到处都是活动性构造，给工程设计出了难题；有些学者则不管什么活动不活动，不予认真研究，结果一旦发现问题，就感到十分被动，也延误了工期。所以，对这一问题须给予明确的概念，并应认真总结30多年来我国工程实践的经验。

我们通过长期的实践和研究，并参照国内外研究观点和一些工程处理事例，初步认为