

中国地质学会工程地质专业委员会
中国科学院工程地质力学开放研究实验室

工程地质学新进展

—第六届国际工程地质大会论评

王思敬 主编

北京科学技术出版社

工
评/
91.1

工程地质学新进展

——第六届国际工程地质大会论评

王思敬 主编

北京科学技术出版社

内 容 提 要

本书为第六届国际工程地质大会中外学者的专题综述及论文选集，其中中国学者分专题撰写了十篇综述，外国学者论文共有21篇，反映了目前工程地质学发展的最新成果及发展趋向。论文涉及工程地质制图、海洋工程地质、滑坡崩塌泥石流、城市工程地质、海平面变化、环境地质、废物处理、岩体工程地质、地下工程、工程地震、地理信息系统、计算机应用、岩石圈生态等多方面的问题，是一部高水平的论著。

本书适合于水文地质工程地质专业及相关专业的研究人员、大专院校师生及工程技术人员参考。

(京)新登字207号

工程地质学新进展

——第六届国际工程地质大会论评

王思敬 主编

北京科学技术出版社出版

(北京西直门南大街16号)

邮政编码100035

责任编辑 李毓瑞 王传英 周国云

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经销

北京科普印刷厂

787×1092毫米 16开本 14.75 印张 368千字

1991年12月第一版 1991年12月第一次印刷

印数1—2000册

ISBN7-5304-1026-1/T·214 定价：7.80元

前言

——工程地质学的拓展与前景

1990年8月6日至10日在荷兰阿姆斯特丹举行的第六届工程地质大会堪称国际工程地质界的一次盛会。各国工程地质小组推荐了本国最新的研究成果，在会上作了报导。大会又邀请了一些专门问题研究深入的专家作了主题报告。此外，还举办了琳琅满目的图件和仪器的展览会。参加会议的代表们称赞大会展示了工程地质学研究的深入和拓展，前景喜人。

10年前工程地质界提出了环境保护及其合理利用的宣言，认为这是工程地质学家义不容辞的责任。现在已由方向性探讨发展到实质性研究。环境工程地质学开始向工程地质科学各领域渗透。环境工程地质学的基本观念，即人类工程活动可显著地影响环境，既可恶化环境，亦能改善环境，已成为许多论文的中心思想。人类工程活动作为环境演化的积极而活动的因素及工程与环境的密切关联性已成为许多论文的主题。相应地，工程地质图研编也增添了新的内容，除地质因素外，强调了动力地貌学、水文气象和植被生态的作用。在场地工程地质评价中增加了环境影响及环境限制的考虑。无疑，环境工程地质评价方法也在迅速进展。

工程岩土特性，勘测方法及各类工程建筑物的工程地质评价和工程措施研究仍占大会论文的主要篇幅，这些论文大都具有实例研究的特征。值得指出的是本界大会将水文—工程地质学列为一项专题进行讨论是有新意的。水文地质和工程地质本来是关系密切的，在工程地质评价中离不开地下水的评价。但是，由于水文地质学科及其工作方法已发展得很为完善，许多工程中的地下水问题直接由水文地质工作者去操办，因而工程与水文有脱节的现象。这次大会重申两者在工程领域中的结合。会议论文主要讨论了大坝、水库和地下开挖的地下水流、排水及止水方法，供水和地下水的环境影响等问题。水土（岩）的相互作用研究应该是解决这类问题的基础，也应是现代工程地质学的前沿课题之一。

大会列有四项讨论会，展示了工程地质学科领域的拓展，将工程地质学家带入了新的境界。第一是工程地质学中计算机的应用；第二是环境保护、污染和废物处置；第三是海岸带保护，侵蚀及海平面上升引起的工程和环境后果；第四是石油工业中的工程地质学。第一个讨论会讨论了利用现代计算机科学成果提高工程地质学评价和预测的效率，将使工程地质成果更快、更好地在工程中得到应用。第二、第三、四讨论会可以说是工程地质新兴领域，这些领域在我国虽非空白，但无疑是很薄弱的，有必要迎头赶上。

为了介绍国际工程地质学的发展动向，特请参加大会的代表分别撰写了专题综合评述，并选择了部分有代表性的论文，编辑成册，供我国工程地质工作者参阅。参加大会的中国论文数量较多，水平也很高，但在专题分布上还不平衡，有些领域显得比较薄弱。我们相信，随着我国现代化建设和我国工程地质工作者的团结奋斗，一定会使我国工程地质学科取得长足的进步，在若干主要领域内赶上世界的先进水平。

王 恩 敬

中国科学院地质研究所所长
第六届工程地质大会中国代表团团长

目 录

第一部分 专题综述

工程地质图研究的进展和趋势	王思敬 (1)
环境工程地质综述	刘玉海 (12)
海洋工程地质研究的新进展	王敦宁 (23)
与地下水有关的工程地质问题研究	胡瑞林 (27)
滑坡、崩塌和泥石流综述	张学年 (34)
人工边坡综述	王步云 (44)
基础工程综述	韩文峰 (51)
计算机在工程地质中的应用	肖 远 (58)
当今国际工程地质中的遥感与物探技术	孙建中 (63)
建筑材料综述	陈德基 (67)

第二部分 论文选辑

岩石圈生态问题	V.I.Osipov (76)
全新世海平面上升及其地质意义	L.Vander Valk (81)
城市地质学的最新进展	Ed.F.J.de Mulder (87)
地球化学工程	R.D.Schui Ling (92)
评价环境化学物质生态危险性的新方法	N.M.Van Straalen (97)
废物处置的若干岩土工程问题	H.L.Jessberger (103)
采用工程地质措施进行地下水污染治理的方法	H.M.C.Satijn等 (111)
主题报告: 与地下水流确定、补给及不渗透特性有关的工程地质	F.K.Ewert (118)
美国加利福尼亚死亡谷和南内华达区域地下水渗流系统三维计算模型设计	Kenneth E.Kolm等 (142)
帝国学院工程地质学中计算机辅助研究	C.P.Nathanail (147)
地质学中的地理信息系统G.I.S. 应用于工程地质编图	F.Brunori等 (152)
主题报告: 工程地震勘探进展	J.Robert J.Whiteley (157)
工程地质学在坝基修复中的作用	J.M.Pesson (167)
岩质边坡的块体崩落——数值模拟程序在某些实例中的应用	M.Fornaro等 (173)
主题报告: 地质结构对不连续岩体中地下开挖工程的影响	Richard Goodman (179)
应用土工资料系统的公路成本模拟	J.O.Akingede等 (196)
挪威在空气垫调压室方面的经验及其在压缩空气能量储存中的应用	David C.Goodall等 (204)
石油天然开采的工程地质学	Y.P.Zakharov (213)

北极区管道线路的工程地质研究	P. J. Kurfurst (216)
工程地质学在陆地与海上水工结构物设计过程中的作用评述	Willen J. Heijnen (223)
尼罗河三角洲东北部地区沉积作用和沉降性研究	Mohamed A. EL-Sohby等 (226)

工程地质图研究的进展和趋势

王 思 敬

(中国科学院地质研究所)

一、概 述

工程地质图的研究在历届工程地质大会上都列为重要议题讨论。工程地质图是工程地质工作全部成果的综合表达,所以它确实是工程地质工作的重点之一。工程地质图的质量标志着编图者对各种地质条件和自然因素相互关系认识的深度,也体现着编图者对工程地质问题的预测水平。工程地质图是工程地质学家提供规划、设计、施工和运行人员直接应用的主要资料,它对工程的布局、选址、设计及工程进展起到决定性的影响,也就是说工程地质学家对工程地质图的可靠性和质量负有重要的责任。工程地质图必须表达明确,而且使用方便,它的编制原则和方法应受到重视。

这就不难理解,英国纽卡斯尔大学Dearman教授以他对工程地质教育和工程地质图研究的卓越贡献,获得了1986—1990年度国际工程学会的Hans cloos奖章。

第六届工程地质大会上工程地质图问题列为第一个议题,收到论文36篇,但实际上在整个大会的论文中许多附有不同比例尺的工程地质图。为便于评述,现将本议题的论文分为五类。

- (1) 综合环境地质图7篇;
- (2) 城市规划工程地质图5篇;
- (3) 各类建筑物的工程地质图11篇;
- (4) 灾害地质图7篇;
- (5) 新技术在工程地质图中的应用6篇。

在本议题中有2篇是中国作者撰写的,评述者认为它们的质量很好,但与其它专题相比,中国论文的数量偏少。

二、综合环境和工程地质图

本类共发表7篇论文,从内容上看比较杂,从小比例尺的区域编图到具体地区规划图件的编制皆有所论述。关于环境工程地质图及环境地质图的编图原则尚未明确,缺乏规范,内容多种多样、各作者的理解颇不一致。但在这类论文中表现了工程地质图的最新发展。这种新的发展在于一方面考虑了更多的自然环境因素,诸如地表水、地形、植被等;另一方面考

虑了除工程建筑物以外更多的人类活动作用及其与自然的关系,因而具有更多的环境内容和社会经济内容,从而具有更高层次的综合性。

M. G. Culshaw等的论文介绍了英国的土地规划应用地质图,它属于综合环境地质图。在土地利用的规划中要解决人类利用土地建造房屋、工业设施、交通设施、采矿、废弃物处置、提供休养生息地区及其环境保护的需要。随人类知识、经验和对生活期望的增长,人们对可接受的环境变化的理解也在改变。因此,规划人员常常对代价和效益重新评估,并要求地质专家提供最新的信息。而且由于城市市区不断向不良地区扩展,使地质研究的意义变得更加明显了。

在英国进行土地规划地质图编制的主要机构为英国地质调查局。发达国家经济发展重点转向高技术服务工业和居民区的“城郊化”(Suburbanization),从而带来新的问题,并产生对土地规划地质图的需求。英国的格拉斯哥(Glasgow)、南辛普顿(Southampton)等许多大城市的重建和扩建提出了有关的地质问题。因此,英国从80年代初就开始了环境地质图(EGM)的编制,这种图在西班牙称为地学图,德国称为土地利用潜力图。Nicklass于1982年在苏格兰的Fife地区的Glenrothes作了 100km^2 的1:25000环境地质图,图上绘有基岩地层、岩性、表层沉积、岩石顶面标高等值线,工程特性、矿产资源及可开采区范围,地下水条件及滑坡潜在性等信息。

英国地质调查局正在进行1:10000环境地质图的测制和重绘,预期在下世纪初完成。对环境地质图的目标有以下几点:(1)在详细程度上能满足地方规划的有用信息;(2)在广度上能提供结构规划权策及其评价手段;(3)能提供考虑发展的建议书文义;(4)能帮助专业工程师和地质学家对收集到的基本资料进行快速评价。

环境地质图的基础资料是基于地层的传统的地质图。在编制环境地质图时可编制三种图件,即(1)基础资料图;(2)演绎图;(3)环境潜力图。在基础资料图上应示出岩土类型、基岩等值线、采矿区、竖井及平洞位置、钻孔位置、填土、滑坡及边坡角、工程特性及矿床、地下水资源等。演绎图可含有矿产资源、地基条件、设置地下贮存建筑物的潜力。它们的比例尺可以是1:10000, 1:25000或1:50000。由上述两种图件可进一步编制环境潜力图,它可示出与矿产、地下水和农业有关的开发资源问题,指导开发并指出建筑物不应复盖的地段或是不允许场地填土污染的地段、或其它限制,如不良地基、滑坡、塌陷敏感地段或洪涝敏感地段。图面的表达应尽量使非地质工作者易懂(图1)。这种图件的比例尺可等于或小于实际资料图,如1:80000或1:10000。

目前,英国环境地质图的测制已积累了相当的经验,在方法上也有相应的进步。测图工作作为全国的地质数据库提供了部分基础,作出了基岩地质图、第四纪地质图、填大和古采坑的分布图,并提供了矿产和建材的数据。水文地质学家和工程地质学家作出了地下水图件及岩土工程特性图,并在建立数据库和相应的评价系统。

E. Alonso等的西班牙Catabrian山区的环境地质图及评价一文,是为环境工程服务的代表性论文之一。该文的特点是工程地质资料同其它环境数据的灵活结合,以便于对人类活动中各类土地利用进行综合的评价。文中提出两个层次的编图和评价。第一层次是较大的分区,称地貌动力系统(morphodynamic system—MDS),其基础是地文、气候、地貌和岩组特征,通常以土地承载力或各种土地利用的适宜性来表征。第二层次是划分地貌动力单位(morphodynamic units—MDU)或地貌动力因子(morphodynamic elements—MDE),

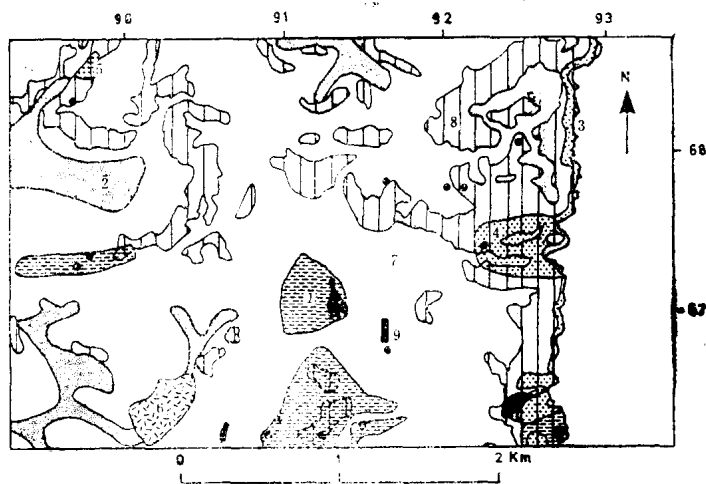


图 1 Torbay地区用于开发规划的土地特征图

1. 泥盆系灰岩, 有充填的或开放的溶蚀管道、洞穴、漏斗; 2. 低强度软土, 高压缩性、并有洪涝可能性;
3. 活动侵蚀海岸, 滑坡或岩崩; 4. 古海岸滑坡, 长期海岸不稳定性; 5. 古内陆滑坡, 现今稳定, 但有活化可能; 6. 人工填土; 7. 未发现严重物理限制的土地; 8. 陡坡 ($>11^\circ$, 1:5, 20%); 9. 以前采矿地段—陡立岩面或各种土充填

通常用作确定各类土地利用布局的建议。

第一层次分区的方法有两种。一种是在Esla地区采用的支流小区域分区 (SV)。另一种是在Nansa地区采用的地貌动力学方法。先根据气候和地文划分出地貌动力环境区 (morphodynamic environment), 然后根据岩组特征和地貌划分为地貌动力系统 (MDS)。为对SV进行适宜度分析, 先根据平均高程、平均坡度、河床纵向梯度、主要流向, 碳酸盐岩、硅酸盐岩、缺失土壤、准阿尔卑斯气候条件等因素划分不同等级。然后确定不同类型的土地利用, 如农业、牧场、木材采伐、造林、旅游、居住、封山护林、滑雪场等的适宜度指数 (suitability index)。

第二层次的划分是确定MDU及MDE, 其依据是基岩类型、地形、表土和植被类型。对每一个划分出来的MDU及MDE要作详细的非生物及生物的描述。在这一层次上地质构造和

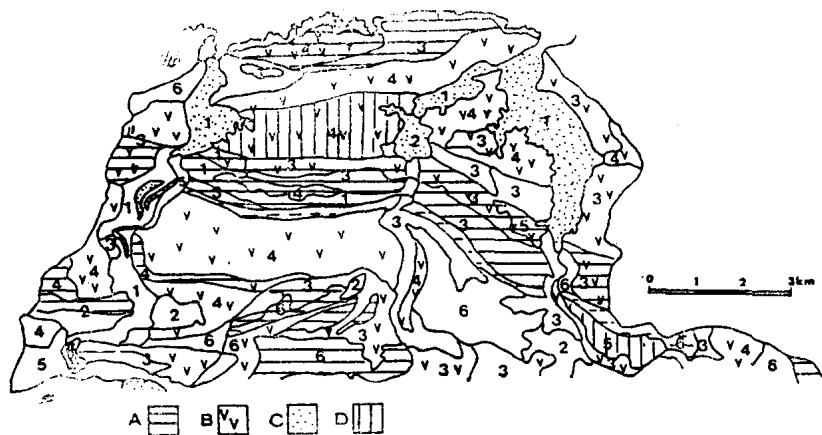


图 2 Nansa河下游土地利用推荐及局限图

1. 封山育林, 第一优先利用; 2. 封山育林, 第二优先利用; 3. 强化农业; 4. 日常耕植; 5. 保护性造林; 6. 生产性造林; A. 含水层敏感; B. 土壤敏感; C. 洪水灾害; D. 边坡失稳灾害

自然灾害要特别注明。MDU及MDE的主要为气候、地形、基岩、表土厚度、承载力、剥蚀性、易开挖度、渗透性、边坡稳定性、土壤种类、土壤性能、坡度、高度、塌陷灾害、洪涝灾害、边坡失稳破坏、地下水敏感性、现今植被、潜在植被、化石、景观质量、景观脆弱性、具有文物及科学意义的地址等，还要加上土地利用推荐及其局限性的资料。在上述MDU及MDE划分的基础上可以作出一系列图件，如未来植被图、土地利用推荐图等。图2所示为Nansa河下游的土地利用推荐图，图中以编号表示了优先土地利用方式，而用绿符号表示主要的灾害类型。

三、城市规划的工程地质图

城市建设的发展规划所要求的工程地质图件往往也具有综合环境评价特点，这是因为城市建筑物是多种多样的，而且是多种功能建筑设施的组合。在第六届国际工程地质大会上城市工程地质图件显示了城市工程地质研究取得了很大的进步。

李生林等人的论文介绍了城市环境工程地质图的编图原则，在基础图件的基础上提出了环境的人为改变图和合理利用图。

南非A·Van Schalkwyk和G·V·Price的论文讨论了发展中国家城市规划的工程地质测图，指出，由于发展中国家城市人口的快速增长，迫切需要扩大房屋建筑面积，公用设施及水源等。边坡失稳、排水不畅、岩溶塌陷、地基不稳可能引起严重损害，尤其是对于低造价建筑物缺乏足够经费进行勘测和特殊设计，问题更为突出。

论文作者提出场址评价系统，其目的在于向规划者提供不同地段作为不同土地利用的依据；向地方当局提供建筑物可能受害或需要采取预防措施的依据；向房产主或建筑者提供场址基本条件或需要补充勘查的信息。为此，首先分析已有资料，进行初步现场勘查，然后利用航空照片，勾划出地片，并进行土地分类。地片指景观的一部分，通常含有一定岩石或表土和一定的水土动态，且较均一和一致。典型的土地，如山脊、堆积边坡、冲沟、阶地、冲积扇等。

对于划出的地片单元按不良因素进行评分，分为三等：（1）有利（5分）；（2）稍微不利（2分）；（3）不利（1分）。作者对东Pretoria地区作出工程地质地片单元图（图3a），

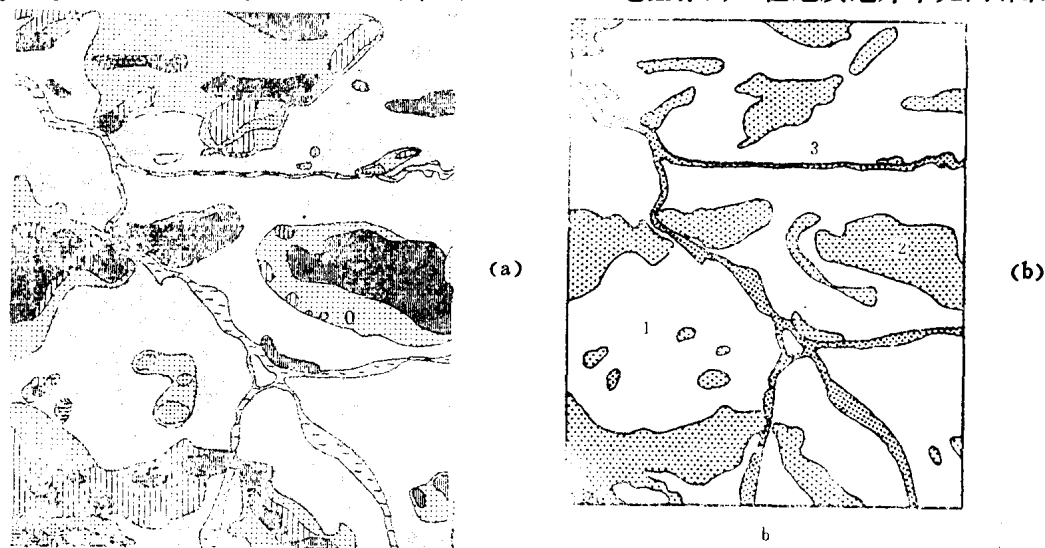


图3 东Pretoria地区场址分区图

a. 地质地片单元；b. 场址分类；1. 好场址；2. 中等场址；3. 差场址

然后再考虑地基土条件、排水性能、边坡稳定性、进行打分，并作出新的场地分区图(图3b)。

西班牙E·Frances, J·R·Diaz de Teran和A·Candreno等在西班牙北海岸地区城市和天然公园规划的环境图一文中也讨论了综合性的编图原则。其方法和前面已介绍的E·Alonso等一文很类似，也是划分并描述综合单元，并按后者转向预测或规划准则。在Oyambre地区作出1:10000的图、分为三级分区。第一级为动力地貌系统、表征岩性、地表沉积和地貌；第二级为动力地貌单元；第三级为动力地貌因子，主要按植被及其科教价值划分。

在城市规划中必需考虑居民生活和工业扩展中利用环境资源的最佳方案。巴西L·V·Zuguette和N·Gandlfi撰文讨论了城市工程地质图应提供合理的土地占用形式的信息。提出在考虑各种土地占用形式时应具有的资料(表1)，并在城市工程地质图上加以表示。

表 1 信息表征与土地占用形式的关系 (基本O, X次要)

信息表征	材料	剖面	水埋	岩面	地面	CEC	排水	高程	水碱度和	沉积物分	膨胀	潮陷和压	地形延伸	承载	距市中心
土地占用形式	类型	变化	深度	深度	坡度				侵蚀性	布	性	缩	尺	寸力	距 离
居民区	X	X	O	O	O		O	X			X	X	O		
道 路	O	X	O	O	O		O				O	O			
堤 坝	O		O				O				O	O			
地下水源	O		O						O	O					
基 础	O	O	O	O	X				X	O	O	O		O	
工业区	X	X	O	O	O		O				O	O	O		
建材区	O		X	O						O					O
洪涝区			O	X	O		O	O							
娱乐区			O		O		O								
危险区	O		O		O		O				O	O			
废料处置区	O	O	O	O	O	O	O			O	O	O	O		
建筑片区	X	X	O	O	O		O	X			O	O	O		
水 库								O							
地下建筑				O		O			O	O	O	O			
管道工程	O	O	O	O	O			X			O	O			

四、各类建筑物的工程地质图

针对各类工程建筑物设计和施工的工程地质图问题在这次会议上也作了讨论。论文涉及到的工程类型有核废料处置工程、隧道、水电工程（坝址、抽水蓄能）、机场等。

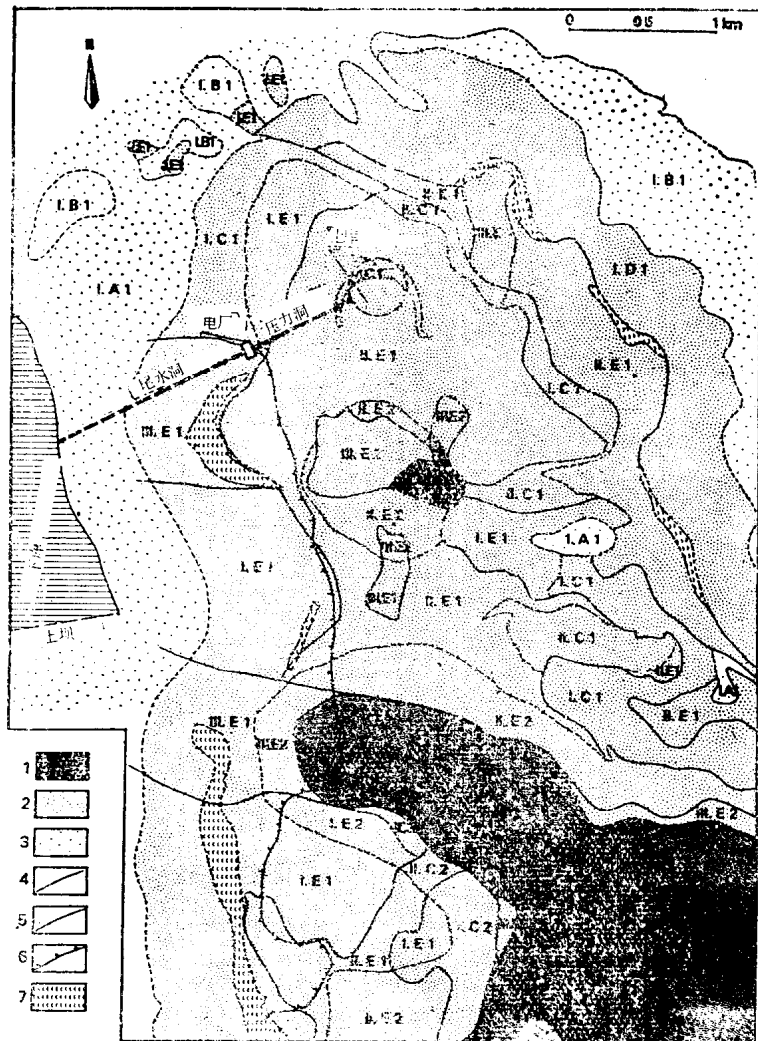
德国H·Albrecht, V·Hunsche, I·Plischke和O·Schulze在论文中介绍了盐丘力学性质图的作法。该图是为核废料在盐丘中永久贮放工程服务的。在图上分区中主要考虑的是长期的安全性。论文列举Gorleben盐丘工程地质图研究实例。对于不同岩性的盐丘进行了短期强度及蠕变试验,包括单轴压、三轴蠕变、真三轴强度等。根据这些试验划分均一区,提供设计使用。

印度V·D·Choubey和G·Dhawan的论文讨论了喜马拉雅地区隧道工程地质图的岩体分类途径。他们在断裂结构面测绘的基础上采用Q及RMR系统进行了岩体评价,并用于工程地质图上单元的划分。

H·L·Gunaratna在文中介绍了斯里兰卡的Samanalawewa坝址的工程地质图就施工揭露情况进行对比讨论。文中讨论了该工程的三个主要问题,即边坡稳定性,建基面高程和截水槽防渗帷幕深度。该坝为100m高堆石坝,设粘土心墙,长1.2km。地基为麻粒岩。在施工中发现左岸下部页理倾向河床、倾角 $15^{\circ}-45^{\circ}$,而原来估计比较陡的仅在高程发育,因而出现局部边坡失稳,边坡角设计作了修改。坝基开挖结果和预测相同。由于发现断层及岩溶化特

征,补充进行了灌浆处理。经验表明,渗透性问题及地下水测量从勘测到施工应得到重视。

R·Holzer和J·Vlôko在文中介绍了位于捷克Plesivska岩溶台地的抽水蓄能工程地质图的分区原则。主要考虑了构造、岩性和岩溶化程度,在图上标出了大的构造及深部推复构造变形及地面地质灾害(图4),可供抽水蓄能工程布局的参考。按构造分为三类:Ⅰ—构造简单;Ⅱ—构造断裂一般;Ⅲ—构造断裂发育;按岩性也分三类:A、B—含 $\text{CaO} < 50\%$; C、D—含 $\text{CaO} 30-50\%$ 为白云岩等, E—含 $\text{CaO} 50\%$ 灰岩等;按岩溶化又分三类:1. 岩溶化强度 10% ; 2. 岩溶化强度 $10-20\%$; 3. 岩溶化强度 20% 。按上述三因素将山体划分为若干小区,并标出不利于建设的地段。



阿尔及利亚Mimouni和I.Saidom介绍了Alger的Houari Boumediene机场的地质工程图,其主要特点是进行了大量土质和土力试验,然后结合岩性进行分区和评价。同样的方法用于Bab Ezzouar大学校址的测图。I.Hadzinakos, D.Rozos和E.Apostolidis也是用类似的方法根据土力学参数对希腊Thessloniki工业区场地进行工程地质制图的。

由上述一些论文来看,专门工程地质图的编制和传统的工程地质图相比仍是根据工程要求结合场地地质特征来进行的。但是,更多的岩土力学参数用于分级、分区,在定量评价上有进步。

五、灾害地质图

灾害地质图主要用于灾害的地质测绘和预测。在本届大会上这方面论文主要讨论了滑坡和边坡工程地质图、地震区工程地质图和湿陷性土地区工程地质图。在这些图中重点考虑的是决定这些动力地质过程的主要因素。

印度 V.D.Choubye 和 P.K.Litoria在文中介绍了Garhwal喜马拉雅地区的滑坡灾害分区(图5)。首先根据地质及地形将地块分为若干地片,然后按滑坡的危险概率将地块分为4类。在评价中考虑了地片距山脊距离、断层距离及河道距离、地片岩性、植被情况及边坡坡度等条件。

T.Y.Irfan和A.Cipullo在文中讨论了香港风化岩边坡稳定性评价的制图原理和方法。文中采用了风化壳6级划分方法。在分析已有大量挡土墙及边坡稳固措施和系统进行航空摄影的基础上,开展了取样试验、确定力学参数,并对地下水进行了监测。最后建立风化边坡模型和稳定性评价,提出治理的建议。

保加利亚A.Lakov和K.Anguelov在论文中探讨了自然边坡的工程地质图问题。作者采用反分析办法来评价在自然坡上修建建筑物的安全性及建筑物对边坡稳定性的影响。这样作出的图件可供建筑物布局设计参考。

苏联G.G.Strizhelchik在文中讨论了北阿尔明尼亚地区重大工程的适宜性评价。该地区属于高烈度地震区。图面上划分3个等级,即适宜区、相对适宜区和不适宜区。在分区中主要考虑到距活动断裂距离、边坡坡度、地下水埋藏深度、地面的土体中物理地质作用等因素。

R.L.Owens和K.M.Rollisn在文中讨论了美国犹他州沿wasatch山脉的湿陷土灾害图。该地区按潜在湿陷的程度分为很低、低、中等、高、很高5类。考虑的主要因素为地下



图5 滑坡灾害分区图

1. 很高概率危险区; 2. 中等概率危险区;
3. 低概率危险区; 4. 很低概率危险区; 5. 河道

水位、土质粒级级配、地面坡度、高程及排水条件、基岩岩性以及已有的灾害情况等。

上述这些灾害预测的工程地质图尚未形成一套系统的原则和方法，只反映了作者目前进行的工作，至于同灾害程度、经济损失和治理措施结合得更加不够。

六、工程地质图编图新技术

工程地质图是工程地质勘测工作所获取的信息的综合反映。由于工程地质勘测技术、地球物理及岩土力学测试手段的发展，工程地质信息量大，采集数据快，相应的工程化地质图的编制也就要加快速度。同时随着工程地质信息的不断增加就要求工程地质图件能不断很快的更新、修改和精细化。这些都要求工程地质编图采用新的技术手段。在本届工程地质大会上的论文主要进展反映了电子计算机在工程地质编图中的应用。GIS系统在工程地质中应用成为工程地质学编图和制图中一次引人瞩目的前沿课题。

荷兰N.Rengers、M.weri和J.W.Rösingh介绍了利用摄影测量方法进行陡立岩坡的测绘。采用斜向航空摄影或陆地摄影，然后再采用配有带高分辨率显示器的计算机和绘图仪，使光学方法变为自动制图的方法（图6）。近年来已生产一些价格低廉的设备用于地质，如Carto Instruments AP190和Adam Technology MPS—2等。摄影测量方法不仅用于测点三维坐标的确定，而且可方便地用来编制岩坡的平面图或铅直面图。图7为由一张采石场边坡陆地摄影照片转绘的壁面工程地质图。

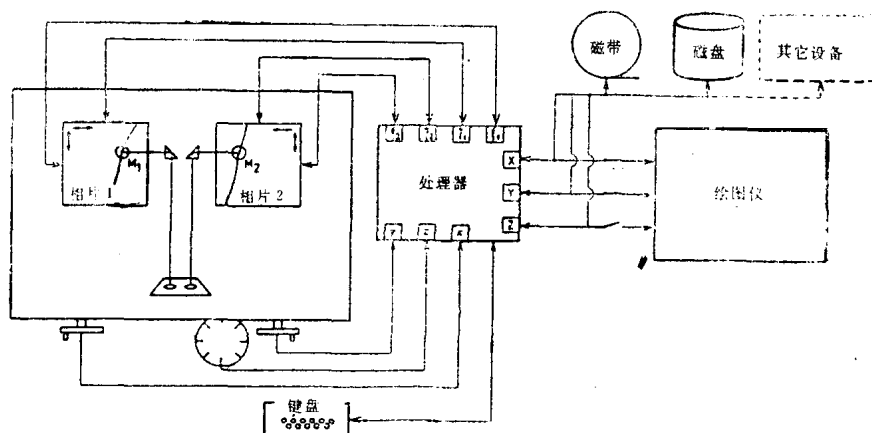


图 6 摄影测量分析原理图

意大利 F.Brunroi和 S.Moretti系统地介绍了GIS (Geographic Information System)在工程地质图中的应用。这一系统的出现是地形测量和专门地球科学调研结合的需要，以往大量繁杂费事费时的制图方法必须用计算机自动化方法去取代。GIS的应用使含有大量专题信息的数据库可直接用于制图，这不仅便利了制图，提高了图的精度和表达方式，而且也使图件更符合于读者的需要和图件的贮存、更新和复制。

作者介绍了在中意大利亚德里亚海边地区进行侵蚀灾害图编制中的应用。首先是收集资料、进行量化和图件表达，在计算机上形成基本图件和专题图件，如地质、水文地质、土地利用、边坡稳定、侵蚀敏感图等，在此基础上作出侵蚀区分布图。图8为其三维侧视图，阴影部分为侵蚀严重区。

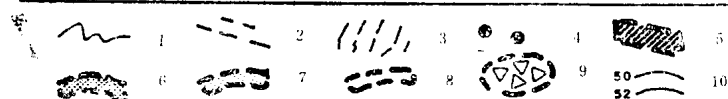
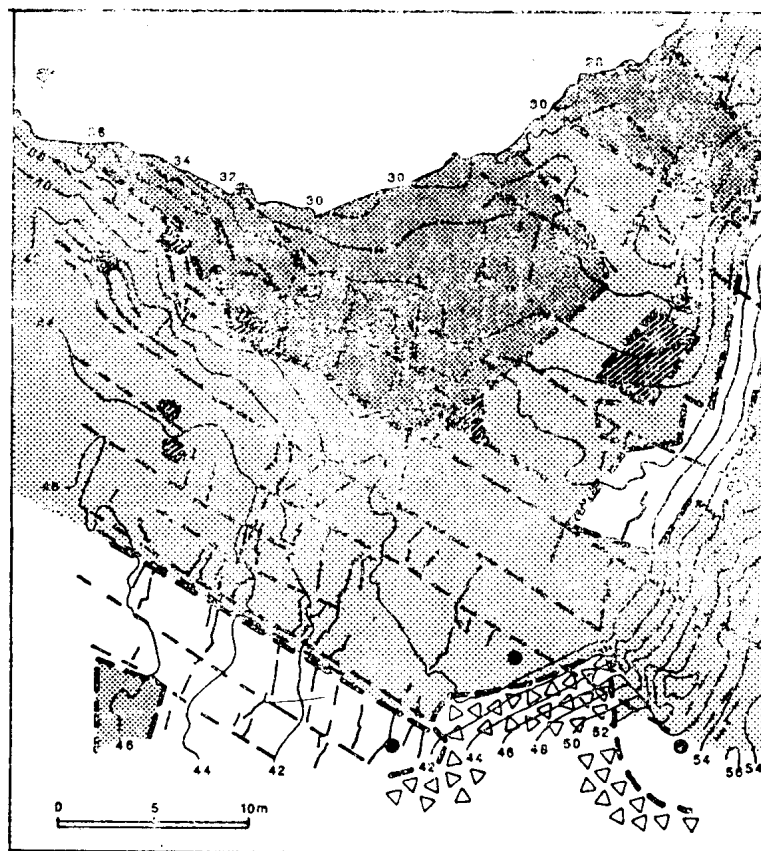


图 7 采石场岩坡壁面工程地质图 (采取铅直参考平面)

- | | | |
|-----------------------------|----------|----------------|
| 1. 岩坡山脊; | 2. 主要层面; | 3. 主要断裂; |
| 4. 控制点; | 5. 松动岩块; | 6. 高裂隙化岩体; |
| 7. 中等裂隙化岩体; | 8. 块状岩体; | 9. 岩石碎块 (屑) 堆; |
| 10. 等距线 (m)。注: 摄影基线在100.00m | | |

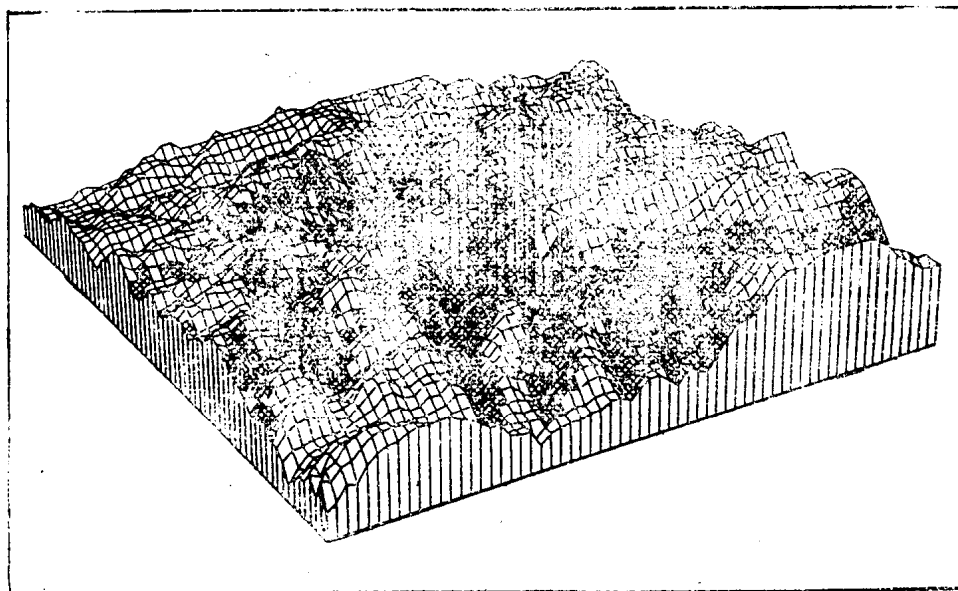


图 8 侵蚀严重区的三维侧视图

E.Conte, T.Farenga, P.Loiacono和M.Semeraro介绍了GIS在Apulia地区采石场规划中的应用。首先进行了该区的专业认知调查,然后作出交叉和比较图件,这些图件包括不同层次,并可在GIS系统中实现。

在采石场规划中主要目标是在区域尺度上识别最适宜采石的地区,以便在下十年中终止老采场,开辟新采场。在规划中要考虑石料供需情况、石料货源和地区的采石限制。为了作出适用的图件,必须将采集成组的数据纳入不同的信息层。数据的基本类型是图形和数字。图形信息包括面、线、点,如土壤使用分区、采石场位置;数字信息如采石场的产量、蕴藏量、人员数量、销散半径、石料物理、化学参数等等。应用GIS的任务是(1)信息搜集;(2)地图和数据库;(3)数据处理;(4)各种比例尺的专题图件的输出。

专题图件是GIS应用的目的。首先要作出基本图件,然后根据需要可作出中间层次的图件,例如禁止采石的地区分布图,采石场密度图等。主要的专题平面图是石料资源图和采石限制图。图9为Bari地区石料资源图。为了作这张图首先要作出地质岩性图。根据地面调查删除规模小、层薄或地貌原因不值得开采的露头。然后根据岩石的成分和特性数据,区分不同采石场的应用功能,最后是资料图的输出。应该指出,GIS不仅可提供规划所需图件的编制,而且还将为今后管理提供极大的方便。

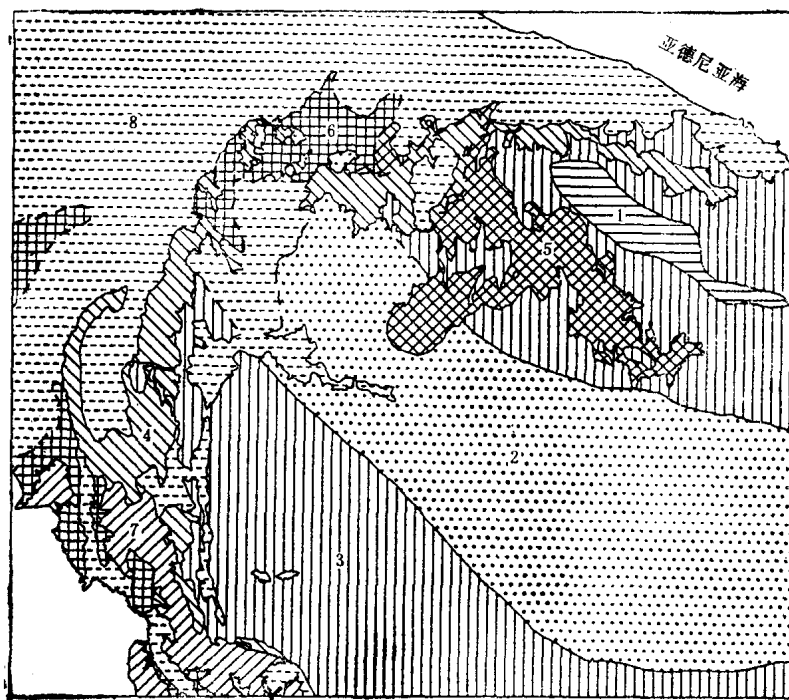


图 9 Bari省部分地区石料资源图

- | | |
|------------------|-----------------|
| 1. 用作骨料的白云岩; | 2. 用作骨料的灰岩和白云岩; |
| 3. 用作装饰的灰岩; | 4. 建筑用砂岩; |
| 5. 建筑用砂岩和粘土; | 6. 用作陶瓷的粘土; |
| 7. 用作骨料和砾岩、卵石和砂; | 8. 不能用作石料的岩类 |

C.J.Van Westen和J.B.Alzate Bonilla 在文中介绍以微机处理的GIS在山地灾害分析中的应用。这套程序为土地和分水岭综合开发的信息系统。在编制灾害敏感图时采用了5种图件的综合,包括岩石图、土性图、边坡坡度图和植被图以及剥蚀分布图。这些图件的交叉

