

国外工程地质新技术

第三届中国国际工程地质大会论文选译



中国建筑工业出版社

国外工程地质新技术

第三届国际工程地质大会论文选译

中国建筑科学研究院勘察技术研究所 编选

中国建筑工业出版社

本书选自第三届国际工程地质大会 (International Association of Engineering Geology(IAEG) III International Congress)会议录, 原会议录共有246篇论文, 内容相当广泛。本书选译其中的26篇(区域规划方面的2篇, 土、岩石和岩体性质方面的5篇, 专门工程的场址评价及工程地质问题方面的4篇, 工程地质勘察技术的发展方面的10篇, 专题论文中有关电子计算机在工程地质中的应用5篇), 大体上反映了近年来国际上工程地质这门学科在理论、技术应用及方法等研究上的一些新发展与新动向。这对发展我国工程地质科学技术有一定的借鉴作用。书中除对所选的26篇论文全文译出外, 并将大会246篇论文的题目全部译出, 以英汉(或法汉)对照作为附录, 供读者查阅。

国外工程地质新技术

第三届国际工程地质大会论文选译

中国建筑科学研究院勘察技术研究所 编选

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

河北省香河县印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 17 字数: 414 千字

1981年12月第一版 1981年12月第一次印刷

印数: 1—3,000册 定价: 2.60元

统一书号: 15040·4008

目 录

前言

澳大利亚首都直辖区城市和区域发展规划中的工程地质评价.....	[澳大利亚] G.JACOBSON (1)
城市工业区和采矿区地基条件的变化对局部地震效应的影响.....	[南斯拉夫] MILOS MANOJLOVIC ILIC KONSTANTIN (11)
风化作用对曼谷软粘土工程特性的影响.....	[泰国] A.S.BALASUBRAMANIAM [泰国] UDDIN WAHEED [泰国] CHANA TOWAN [中国] HWANG ZUE-MIN (15)
按“软化”特性对软岩体的岩土工程评价.....	[日本] KEIJI KOJIMA (33)
马德里砂土地基的湿陷现象.....	[西班牙] A.M.LOPEZ CORRAL (43)
用数字图象处理技术对岩体结构及裂隙进行微观定量分析.....	[西班牙] M.MONTOTO A.BEL-LAN L.MONTOTO (53)
颗粒结构键作为粘性土工程地质分类的基础.....	[苏联] V.I.OSIPOV (64)
蓄水水库边坡稳定性分析.....	[苏联] ERAST G.GAZIEV (70)
威斯康星州沃特卢(WATERLOO)电能储存洞室工程勘察.....	[美国] B.C.HAIMSON M.O'DONNELL M.S,MA N.K.REN (76)
裂隙岩体中地下洞室的稳定性分析.....	[南斯拉夫] SLOBODAN CORIC (88)
西班牙核电站的调节因素及其地震构造的研究.....	[西班牙] O.SAENZ RIDRUEJO M.ARENILLAS J.M.LOPEZ MARINAS (91)
自动钻进及原位测定土的特性.....	[法国] S.AMAR R.FRANK F.BAGUELIN J.F.JEZEQUEL (110)
辅助地基勘察的仪表化钻进.....	[英国] E.T.BROWN M.V.BARR (120)
贯入测井技术在测定土的工程地质特征和岩性方面的应用.....	

前 言

这本选译文集是由1978年9月在西班牙首都马德里召开的第三届国际工程地质大会 (IAEG III International Congress) 会议录选译而成。该会议录包括五部分共九分册, 计246篇论文。第一部分“区域规划中的工程地质问题”; 第二部分“土、岩石和岩体性质”; 第三部分“专门工程的场址勘察及其工程地质问题”; 第四部分“工程地质勘察技术的发展”; 第五部分“专题分组会议论文”。从这些论文中可以看到, 这次国际会议与前两届相比有着一些明显的特点, 即: 进一步加强了与工程实际问题的结合; 更多地反映了一些新理论、新技术, 特别是工程地质勘察的新技术; 在研究方法方面更加重视了定性与定量相结合; 在总的发展方向上, 突出体现了工程地质、土力学与岩体力学在工程实践中的三位一体关系。

鉴于这次会议的上述特点, 并根据我国社会主义四化建设的需要和国内有关方面的意见, 我们特选译了部分论文, 编译成此册, 以希向读者介绍近年来工程地质这门学科的理论、方法和手段等方面在国际上的新发展, 作为发展我国工程地质工作的借鉴。然而, 限于编译水平和本书篇幅, 所选的内容未必能反映其概要, 某些新技术概念与术语也不一定能通过翻译准确地表达出来, 有失文意之处, 尚希读者指正。在本书出版之前, 曾有些兄弟单位以节译或综述的形式发表, 可供读者对照。

本选译文集, 由王鍾琦、方鴻琪同志担任主编。在组织翻译过程中, 为了尽量统一文辞术语确切表达原意, 由林在贯、严人觉等同志对译文进行了复校。许如宽同志负责全部图稿及部分文稿的清校工作。在本书选译过程中, 得到了建筑工程勘察科技情报网、中南地区勘察科技情报站湖北分站、同济大学、北京勘察处、前水利电力部规划设计管理局、西北电力设计院、纺织工业部纺织设计院、冶金部勘察公司研究所、中国科学院计算所等单位及全体译、校者的大力协助与支持, 在此一并致谢。

中国建筑科学研究院勘察技术研究所

一九八〇年四月

目 录

前言

澳大利亚首都直辖区城市和区域发展规划中的工程地质评价.....	[澳大利亚] G.JACOBSON (1)
城市工业区和采矿区地基条件的变化对局部地震效应的影响.....	[南斯拉夫] MILOS MANOJLOVIC ILIC KONSTANTIN (11)
风化作用对曼谷软粘土工程特性的影响.....	[泰国] A.S.BALASUBRAMANIAM [泰国] UDDIN WAHEED [泰国] CHANA TOWAN [中国] HWANG ZUE-MIN (15)
按“软化”特性对软岩体的岩土工程评价.....	[日本] KEIJI KOJIMA (33)
马德里砂土地基的湿陷现象.....	[西班牙] A.M.LOPEZ CORRAL (43)
用数字图象处理技术对岩体结构及裂隙进行微观定量分析.....	[西班牙] M.MONTOTO A.BEL-LAN L.MONTOTO (53)
颗粒结构键作为粘性土工程地质分类的基础.....	[苏联] V.I.OSIPOV (64)
蓄水水库边坡稳定性分析.....	[苏联] ERAST G.GAZIEV (70)
威斯康星州沃特卢(WATERLOO)电能储存洞室工程勘察.....	[美国] B.C.HAIMSON M.O'DONNELL M.S,MA N.K.REN (76)
裂隙岩体中地下洞室的稳定性分析.....	[南斯拉夫] SLOBODAN CORIC (88)
西班牙核电站的调节因素及其地震构造的研究.....	[西班牙] O.SAENZ RIDRUEJO M.ARENILLAS J.M.LOPEZ MARINAS (91)
自动钻进及原位测定土的特性.....	[法国] S.AMAR R.FRANK F.BAGUELIN J.F.JEZEQUEL (110)
辅助地基勘察的仪表化钻进.....	[英国] E.T.BROWN M.V.BARR (120)
贯入测井技术在测定土的工程地质特征和岩性方面的应用.....	

..... [苏联] T.A.GRIAZNOV V.I.FERRONSKY (130)	
横压试验判释的进展	
..... [比利时] A.VAN WAMBEKE J.d'HEMRICOURT (139)	
剪切波波速法原位测试技术	
..... [葡萄牙] L.FIALHO RODRIGUES (148)	
温度测井的应用	
..... [西班牙] A.GARCIA YAGÜE J.A.DELGADO NAVARRO (156)	
超微震(微声)技术在工程地质及其他有关方面的应用	
..... [印度] P.D.GOSAVI J.G.PADALE A.V.BAPAT S.K.GUHA (161)	
浅层地震勘探的时间延迟法与多次覆盖法	
..... [西班牙] A.LUCENA J.C.LUCENA (172)	
用概率论方法对勘察工作进行经济评价	
..... [英国] P.B.ATTEWELL J.P.WOODMAN J.C.CRIPPS (182)	
用简单伺服控制装置测定岩石矿物的膨胀压力	
..... [巴西] E.B.FRAZÃO J.E.S.FARJALLAT N.PALM (189)	
巴黎城岩土技术资料编档规划——初步研究——使用原理——信息系统选择—— 试验	
..... [法国] M.ARNOULD G.MONOT M.DEVEUGHELE R.SANEJOUAND (194)	
为城镇建设和工程应用的岩土技术的数据处理新系统: GEOTEC	
..... [法国] A.THOMAS J.L.MALLET B.JEANDEL N.HOUPERT (204)	
城市岩土工程资料银行	
..... [南非] J.H.DE BEER D.C.BIGGS (220)	
城市建设中岩土工程资料的电子计算机处理	
..... [英国] J.C.CRIPPS (229)	
用电子计算机评价建筑工程中的地下水条件与预测地下水位	
..... [匈牙利] JANOS GYORFFY (239)	
[附录]第三届国际工程地质大会论文总目录[英汉(或法汉)对照]	(244)

澳大利亚首都直辖区城市和区域发展规划 中的工程地质评价

[澳大利亚] G. JACOBSON

【提 要】 在澳大利亚首都直辖区，地质评价多年来已汇集于堪培拉及其卫星城镇的城市与区域发展规划中。在计划发展的新区中，地质的制约因素是根据初步测绘、地球物理勘探、钻探以及由此编成的 1:25000 比例尺地质、土和地基条件、水文地质及资源等专门图件来评价的。一些关键地区的测绘与勘察，例如城镇的中心或一些有地基问题的地方，是用大比例尺来完成的。对于需要进行供水工程、运输线路及工程建筑的设计的地区，还进行更为详细的工程勘察。工程地质资料偶尔也纳入将要出版的 1:10000 比例尺的城市地质图中。

更为有效的发展规划是由地质制约因素的早期鉴定而产生的，这些制约因素包括山坡脚下塌积覆盖层的地下水渗出问题，以及对开挖和地基造成局部困难的基岩的差异风化作用。另一个需要考虑的是地下水及地面水的污染控制，以及对填倒垃圾地区的妥善选址。建筑材料的供应如制砖粘土、砂、砾石及碎石等在将土地转作其它用途之前必须予以考虑，并使居住环境的质量和建筑工业的需要两者得到均衡的考虑。

引 言

建设澳大利亚首都的协定是 1901 年制定提出的，几年以后直到 1909 年，澳大利亚首都选择在新南威尔士地区，这一地区占有 2350 平方公里面积，而其大半则属小丘及森林田野，主要供作拦截水流和游览之用。

澳大利亚首都堪培拉的基本设计是美国建筑师 W. B. Griffin 在 1912 年作出的。他将地形做为支配要素，利用周围的山峦景色做为城市的背景。这座城市位于海拔大约 600 米的一个平原上，周围的山峦高于平原约 200 米，而更远的山脉最高达 1900 米。Griffin 的设计将许多公共建筑和作为国家首都所有的其它职能机关结合成一体。这一设计虽在细节上有所变动，但总的还是被遵循下来。建设工作始于 1913 年，一直缓慢地进行到 1957 年，当时的人口只有 36000 人。近二十年来人口已增长到 210000 人，每年增长率大约为 5%。目前堪培拉已因合并了一系列新的卫星城镇，而使其基本规划得到了增长与发展（图 1）。

堪培拉曾是澳大利亚有计划地发展中心中的第一个城市，而且是目前除了各州府以外唯一进行发展规划的大城市；它也是澳大利亚最大的内陆城市和政府保留土地所有权的唯一城市。这一切使它有可能进行长远的规划及发展，而与传统的私人占有者的利益以及象其它澳大利亚城市发展的环境质量不相冲突。

自 1957 年以来，堪培拉的规划与发展已经成为联邦首都发展委员会（NCDC）的职

责，委员会1970年城市发展规划的方针是自堪培拉内部，沿着缓缓倾斜的山谷和起伏的田野，呈“Y”形扩张一个新的城镇系列(图1)。在山与山之间，城镇间的丘陵和山脊的自然状态尽可能的被保存着，一个发展为50万人口的建筑群规划已经制定出来。

自1949年以后，为发展规划与建设服务的地质、地球物理工作，已由矿产资源地质与地球物理局组织进行。从事这项工作的地质科学工作者已由1960年的3人增至1975年的14人，目前则有8人。

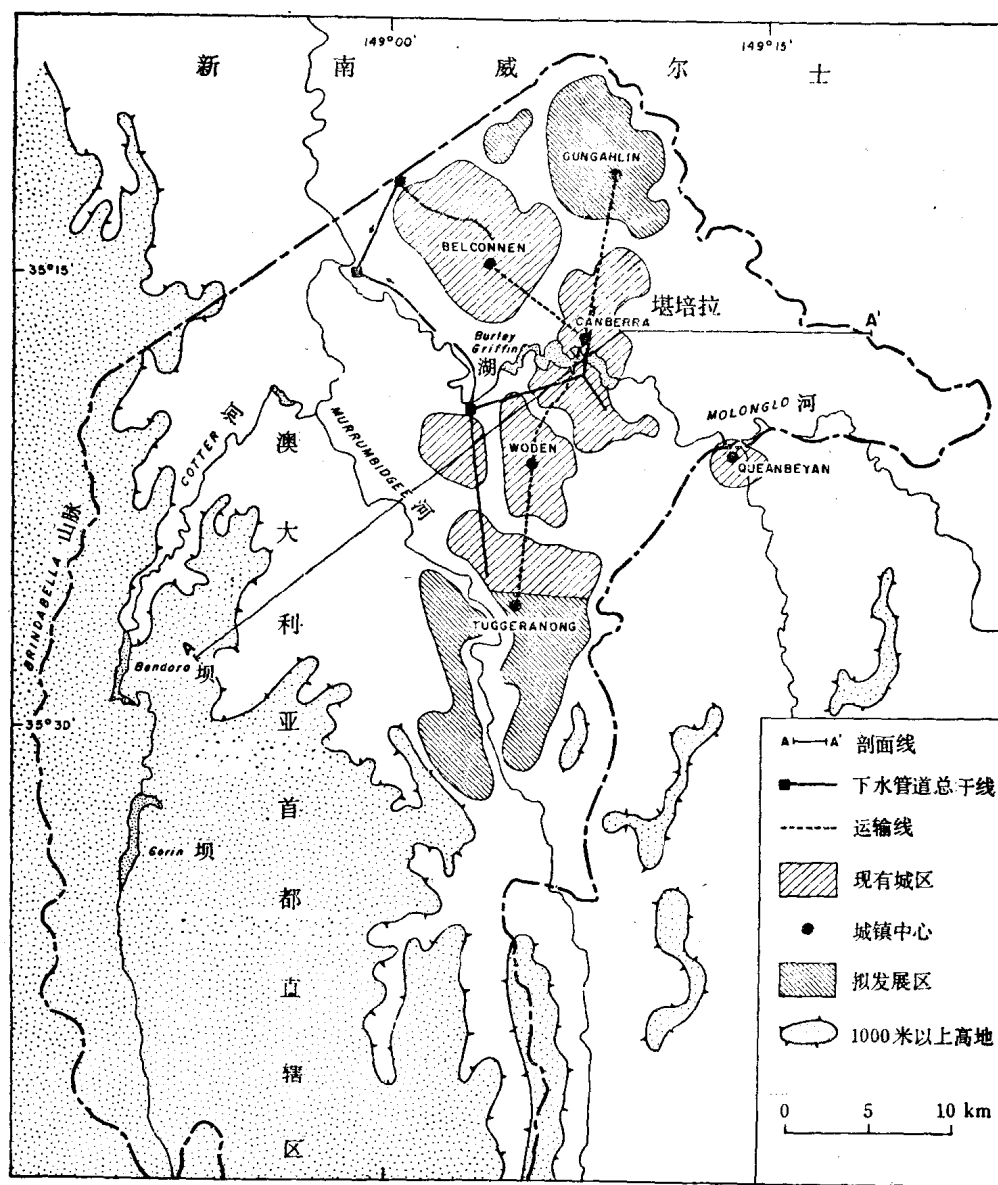


图1 澳大利亚首都直辖区

地质环境

作为对规划起主要自然制约作用的首都地区的景观,是侵蚀作用所造成的,它表现为处于不同高程的若干单独平原 (Van Dijk 1959), 在澳大利亚首都直辖区 Australian Capital Territory简称 (A.C.T) 多山的西部地区,有海拔标高为1900米的 Brindabella 及 Tidbinbella 山脉,它们以Cotter地垒这一名字为人所知,系志留系花岗岩及奥陶系、志留系沉积岩组成的上升地块的一部分 (Strusz, 1971)。在堪培拉以东海拔1100米的山地,是一个被称为Cullarin地垒的,由奥陶系、志留系沉积岩组成的上升地块。在地貌上堪培拉位于两个地垒间的地堑区 (图2), 这一地区由高度在550~600的平原和高度在800~900米的浑圆的低山和山脊组成。

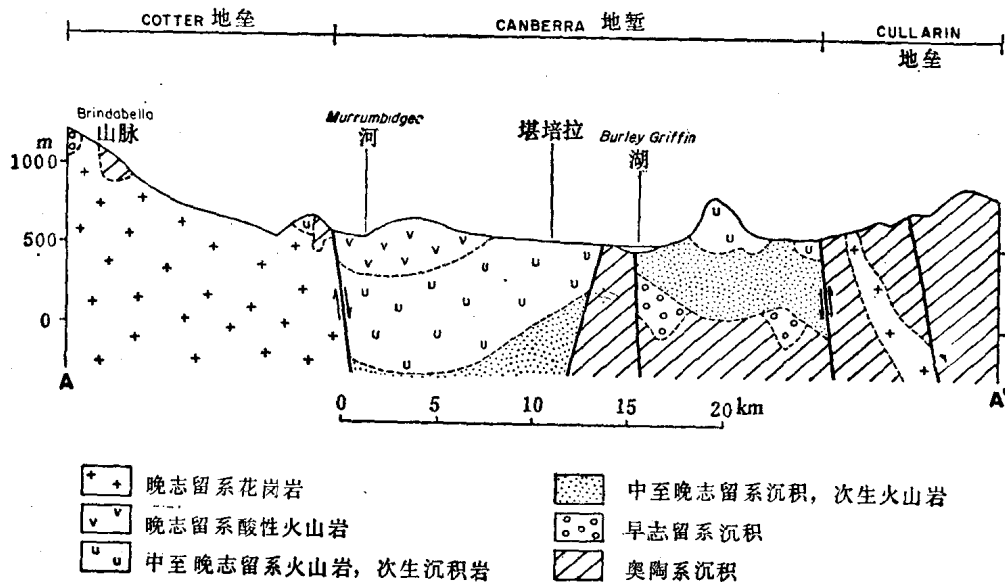


图2 A-A'地质剖面图

堪培拉地堑的基岩,包括有紧密褶皱和错断的奥陶系沉积岩和志留系沉积岩、酸性火山岩及侵入岩。在此地层系列中的沉积岩,主要为胶结砂岩和页岩,夹透镜状的石灰岩。基岩上部为新生界的冲积层和重力堆积层,其中包含有一系列的古土壤。

为了土地利用规划,已经完成1:50000比例尺的地质图及地层学、岩石学方面的研究 (Opik, 1958; Strusz与Henderson, 1971), 以将其作为更详细的地质评价的基础。虽然1976年Grant的土体分类评价系统已经在最近编制的1:100000图中得到应用,但由于基岩地质的复杂性,工程地质编图一般都采用不小于1:25000的比例尺。

土地 (TERRAIN) 的地质评价

为澳大利亚首都直辖区所进行的城市与区域规划的地质评价是按阶段进行的,其所获的信息 (成果) 以各种不同比例尺图件表示。在一般情况下,城市规划的各阶段与相应的

岩土工程勘察工作，二者的关系如表 1 所示，其目的是为发展规划提供与之相同比例尺的基本图件。

规划阶段与相应的岩土工程勘察工作 表 1

规 划 阶 段	岩 土 工 程 勘 察 工 作
数据汇总与分析 土地利用规划 优选最佳组构规划 发展规划 城市主体单元——道路、水、排污的可行性与设计 签定合同规定	新城镇初步地质、水文与岩土调查 绘制岩土工程方面的制约因素图 有问题的地区的详细地质与地球物理勘察 城镇中心区及个别郊区的地质勘察 工程项目的地质与地球物理勘察 投标文件中的岩土工程资料

新 城 镇 规 划 地 质

在Tuggeranong和Gungahlin新城镇设计的最初阶段，有关的地质与土壤图件，是用彩色航空照片按1:25000比例尺绘制的。勘察工作包括：主要地区的螺纹钻探以确定土层剖面 and 风化特性，以及在某些地区作地震勘探剖面以进一步获得有关地下情况的资料。这种成果为规划人员提供了这一地区的1:25000比例尺的各种专门图件，包括地质、土壤、地基以及开挖条件、水文地质、地貌及可开采资源等图件。除了上述图件外，另外还有一种图件，它以便于规划中使用的形式，表达了对发展的各种地质的制约条件（Hohnen, 1974, Jacobson, Vanden Broek & Kellett, 1976）。

有问题地区的调查

继新城市地区的初步调查工作之后，对所发现有问题的地区需有更多的资料，如地下水渗出地段、石灰岩洞穴、因坚硬岩石接近地表而开挖困难的地区，或含有价值资源的地区。这些地区的勘察要求作详细的地质编图、钻探、地球物理及土层与含水层试验，所编图的比例尺通常采用1:10000或1:5000, 这些成果用以考虑和选择最佳的城市发展组构规划。

为规划而进行的详细勘察

在这一阶段，详细的岩土勘察工作的任务是为某些地区的规划需要做出评价，如必须弄清在拟议中的城市中心区对设置大型建筑的地质上的制约条件，以及拟用于工业建设的地带等。对于个别城郊的勘察，也要求在发展规划制定以前进行。基础图件比例尺为1:5000或1:2500，按其性质用于进行详细地质编图、地球物理勘探及钻探工作。

项 目 勘 察

在较晚阶段，虽然有时在时间上与前述工作是并行的，工程地质调查是为配合专门的

发展项目而进行的，如下水干道、供水水坝和管网、公路，以及垃圾弃置场地位置。主要的工程包括下水管道主干系统（见图1），其建设涉及大约30公里长的坚硬岩石隧道的掘进，这些下水系统的大部分系用管道接至在Mologlo河上的大型污水处理厂。在Cotter河与Queanbeyan河上建设了大型供水水坝。

表2为Tuggeranong新城镇早期发展时所承担的主要勘察工作。在一些郊区，为了有问题地区的开挖之需，在土地出租履行合同之前，可能要进行进一步的详细地质勘察。对单个大型建筑场地的勘察，通常是由顾问公司进行的，然而在许多地区，为了确保用于拟议建设工程地区的适宜性，还要先进行初步地质调查。

Tuggeranong: 地质勘察与城市发展

表 2

ISABELLA 平原		排水问题						
勘 察		降 水						
		LANYON						
		排水问题						
		勘 察						
		市 中 心						
岩土工程勘察		建筑场地、坝址勘察等						
主要下水道								
隧洞勘察		构 造						
		其它下水干线						
		线路勘察						
		构 造						
		垃 圾 场 地						
		评 价						
		场 地 勘 察						
		输 水 管 线						
		线路勘察						
		构 造						
		水 库						
		场 地 勘 察						
		公 路						
		线路评价, 桥址评价等						
1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	
总 体		土地利		首批居	详细规划与		人 口	
规 划		用开始		民进入	工程勘察		15000	

地质资料的编制

在堪培拉，已经采纳的基本的地质资料是1:10000比例尺的工程地质图系，这些图件目前正首先在较早发展起来的地区编制，这里于发展早期没有地质评价，而在各项目的建设过程中则已记载了岩土工程资料。图系中的第一张图现已出版（Henderson 整理），其它若干张已进入编制的后期。为了利用1:10000的图系，已经研究制定了一种记载着所有参考材料的资料索引系统，包括岩土工程资料，例如开挖和钻井记录。可以预计

1:10000比例尺的工程地质图将为堪培拉近郊的改建提供适当的岩土工程资料。

岩土工程勘察的投资与效果

通过合理地安排地质研究并用于规划发展中，获得了可观的投资效益。表3表明，由于通过规划勘察而摸清地质上的制约条件的结果，使资金的使用得到更高的效益。在堪培拉的一些较老的、在发展时未进行地质评价鉴定的地区，已经遭受到排水以及地基问题，从而被迫采取了昂贵的补救措施。如果在规划阶段有充分的岩土工程资料，建筑物就可选得更好，某些额外费用就可避免。

勘察工作的投资效果

表 3

勘察地点	大致的投资 (澳元\$A)	大致的勘察费用 (澳元\$A)	投资效果
新城市	10~20亿	10万	通过鉴定出主要的地质制约条件，可进行更有效的规划，使现有资金得到更有效的使用
城市中心	2~4亿	3万	通过鉴定出低劣的或困难的地基条件，例如断层带或石灰岩洞穴，能因改选较好的建筑场地而节省数百万澳元资金
单个市郊	3000~5000万	1万	通过鉴定出一个排水问题或开挖条件困难的地区，如果勘察资料能被承包者所利用，且建筑业对地质上的意见予以信任，就能节省1百万澳元
单个大型建筑	1000~2000万	5万	如能选择有利的场地，可节约50~100万澳元的基础处理费用
若干公里长的下水隧洞	1000万	10万	如果包商信任提供给投标者的岩土工程勘察报告，可指望在投标价格中缩减100~200万澳元

土地是发展的制约条件

澳大利亚首都直辖区的土地本身就是对发展的一项首要制约条件。通常，仅在Murrumbidgee河东部的800平方公里土地对于城市发展是适宜的，而河的西部1550平方公里的较高地区，不是斜坡度太大，就是岩石裸露而不利于经济地进行开发。因此，未来城市的增长可能向澳大利亚首都直辖区的东部与北部边缘以外扩展。

发展中的地质制约条件

在澳大利亚首都直辖区，对发展起制约作用的地质条件包括：与高的水头压力有关联的地下水渗出问题；在构造复杂且风化程度不一的岩石中（包括洞穴化的石灰岩）建造基础；适于垃圾填弃的场地有限；以及建筑材料的现有分布将会造成较长的运输和带来较高的收费。

地下水渗出问题

上部滞水层通常出现在山坡重力堆积层与浅的盆地 (pediplain basin) 中, 它所造成的地下水的渗出, 影响着住宅建筑的发展。更困难的问题是碰见下部破碎岩层的含水层, 它有一个高的压力面并排出于覆盖层 (图 3)。这个压力面在堪培拉南部大致一直保持在地面以上 3 米左右, 使这一地区的道路需要经常维护和重建。在堪培拉一些旧有部分, 由于对这些条件没有认识, 所以至今采取的唯一有效的补救措施是用钻孔从下部破碎的基岩含水层中定时抽水 (Hohnan 1977)。在 Tuggeranong 新城镇, 通过规划阶段的水文地质勘察工作, 鉴定了三个主要有排水问题的地区共 15 平方公里。在其中之一 Isabella 平原, 这一问题是通过在城市发展之前兴建深的排水渠和降水而解决的。在 Lanyon 地区, 已研制了一个计算机模拟设施, 以根据水力学和气象学参数计算出最佳的排水渠道间距, 预期它可为 6 平方公里受影响的范围提供更经济、更有效的排水设施。

为了提供地下水渗出对城市发展的影响等方面的资料, 保留了一个地下水长期观测孔网。

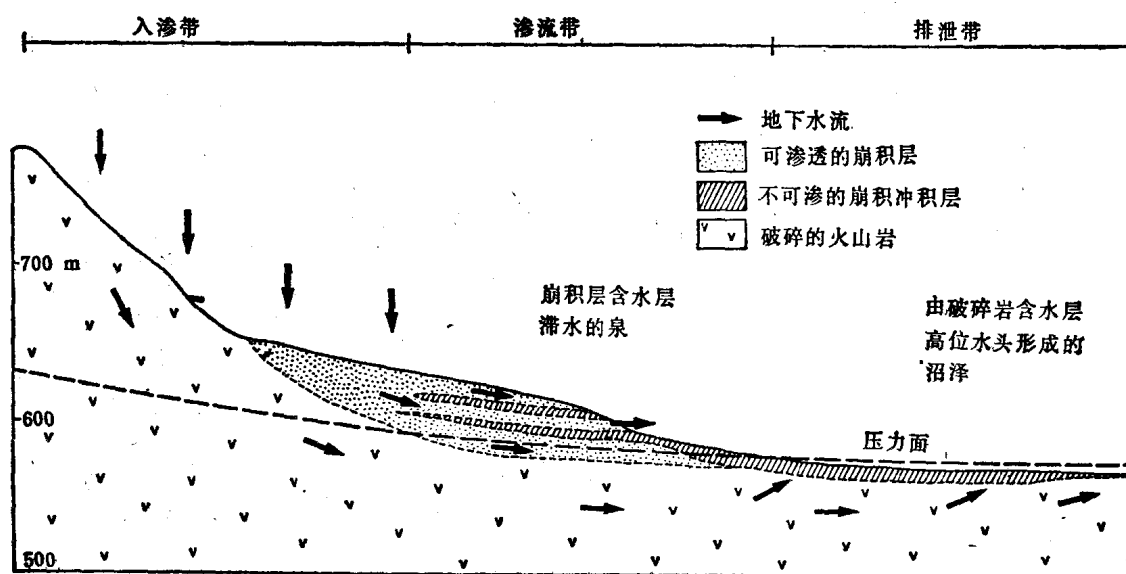


图 3 地下水渗出问题对城市发展的影响

建筑物基础

堪培拉的大型建筑物的选址、定址中的主要问题是: 有些地点的高压水位; 大部分已洞穴化的石灰岩透镜体; 与很多错断和剪切带有关的、深的、不规则的风化带。对所有以上情况要进行详细地基勘察, 以利重要建筑物的基础设计。

通过堪培拉城一个重要的办公大楼场地的勘察, 圈定了一个与宽 200 米的断层带有关的, 深度达 75 米的剧烈风化岩带 (图 4)。建筑设计时所遇的问题是块体基础的不均匀沉降及有关桩基、筏基的经费估算。结果重新进行选址, 把建筑物移到破碎带以外, 在那里

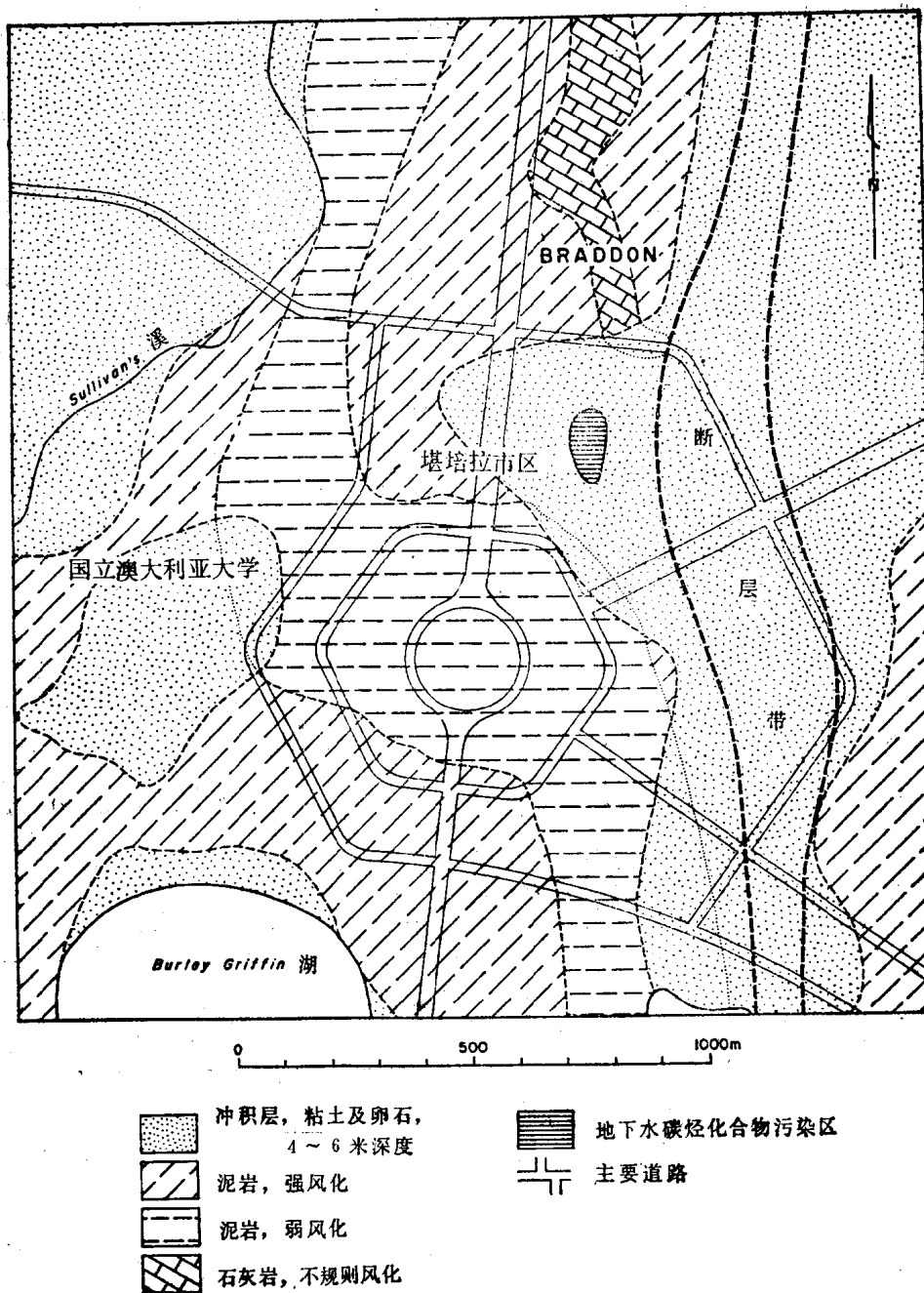


图 4 堪培拉工程地质图

均匀的地基条件占优势。

对于建造于石灰岩上面的有些大型建筑物，由于对一些问题未能预见到或这些问题的性质只是在施工阶段才显现清楚，因而曾不得不采用筏基或桩基。

由于基岩地质的复杂性，在规划有大型建筑物的地区，地质勘察工作是在场地的最终确定之前进行的。

水的污染和废物处理

堪培拉位于一个内陆水文系统，因而为了保护水的质量，已经采取了特殊的措施。在澳大利亚首都直辖区以下河段的Murrumbidgee河的河水，在供水和灌溉方面得到了充分利用。所以，全部污水被送至污水处理厂，并且只有高质量的、经过处理的废水方许可排入河流。堪培拉上游60公里 Molonglo 河上的“船长洼地”（Captains Flat）的矿山，为了终止被锌污染了的河水进入 Burley Griffin 湖，已从此迁移重建。为这套全面的污水系统和污染控制项目而作的土木工程，要求地质工作的广泛支持。

近年，由于炼制石油产品引起的地下水污染，已在堪培拉城发生，现调查研究工作正在进行，以对污染范围及补救措施作出估计。

固体废物是通过符合卫生标准的填弃方式进行处理，而为了开挖方便和控制污染，根据地质的准则在本区选择好的回填场地，并不是轻而易举的（Wilson, 1975）。场地评价要求进行钻探和地震勘探剖面工作。现有一个最大弃场是1960年建立的，经监测表明，地下水的污染前锋（plume）已扩展了400米。为了控制污染并将填满了的场地进行工业上的重新利用，对新建的填弃场进行了精细的设计。老的垃圾填弃场地如回填不紧密，将使重新发展规划选择受到限制。

建筑材料

地质评价与建设所用材料的鉴定有关。当有价值的资源位于其他用途而不是为工业采掘的目的的地区时，土地的竞争就会发生。在地质填图过程中发现的材料有Gungahlin的制砖页岩和Tuggeranong的冲积与风积砂土。如果材料的采掘场地能够适宜于其它用途，多种的土地利用规划就可实行。

在接近城市居住地区进行材料采掘是不适宜的，然而也应考虑到从远距离材料源地进行运输，费用就会增加，因此两者应平衡比较。例如在堪培拉一些有价值的、未开发的冲积砂层位于Burley Griffin湖的东端；其它可供选择的砂子来源距堪培拉大约50公里，若将其开采，意味着增加消费用户的费用以及大功率拖车对乡间道路的损坏。

结 论

在澳大利亚首都直辖区已经证明，正确地安排和付诸实施的地质研究，对城市和区域规划是重要的。在城市发展和有关主要工程项目的可行性研究、设计和施工各阶段，通过对地质上的制约条件的早期发现，能实现更有效率的规划和实在的投资效益。

参 考 文 献

GRANT, K. (1976) - Terrain classification and evaluation for engineering purposes of the Canberra area, Australian Capital Territory and New South Wales. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Australia - Division of Applied Geomechanics Technical Paper 22.

HENDERSON, G.A.M. (in preparation) - Coppins Crossing, ACT, 1:10 000 Engineering Geology Series. Bureau of Mineral Resources, Australia.

HOHNEN, P.D. (1974) - Engineering geology of Gungahlin urban area, ACT. Bureau of Mineral Resources, Australia - Record 1974/186. /

HOHNEN, P.D. (1977) - The control of groundwater seepage by pumping from a bore at Torres Street, Red Hill, Australian Capital Territory. Bureau of Mineral Resources, Australia - Record 1977/51.

JACOBSON, G., VANDEN BROEK, P.H., & KELLETT, J.R. (1976) - Environmental geology for urban development, Tuggeranong, Australian Capital Territory. BMR Journal of Australian Geology and Geophysics 1, 175-196.

NATIONAL CAPITAL DEVELOPMENT COMMISSION (1970) TOMORROW'S CANBERRA. Australian National University Press, Canberra.

OPIK, A.A. (1958) - The geology of the Canberra City district. Bureau of Mineral Resources, Australia - Bulletin 32.

STRUSZ, D.L. (1977) - Canberra, Australian Capital Territory and New South Wales - 1:250 000 Geological Series. Bureau of Mineral Resource Australia - Explanatory Notes SI/55-16.

STRUSZ, D.L. & HENDERSON, G.A.M. (1971) - Canberra City, ACT 1:50 000 Map and Explanatory Notes. Bureau of Mineral Resources, Australia.

WILSON, E.G. (1975) - The influence of geology and hydrogeology on landfill disposal of solid waste, and its application in Canberra, ACT. Bureau of Mineral Resources, Australia - Record 1975/99.

VAN DIJK, D.C. (1959) - Soil features in relation to erosional history in the vicinity of Canberra. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia - Soil Publication 13.

方鸿琪 译 林在贯 校