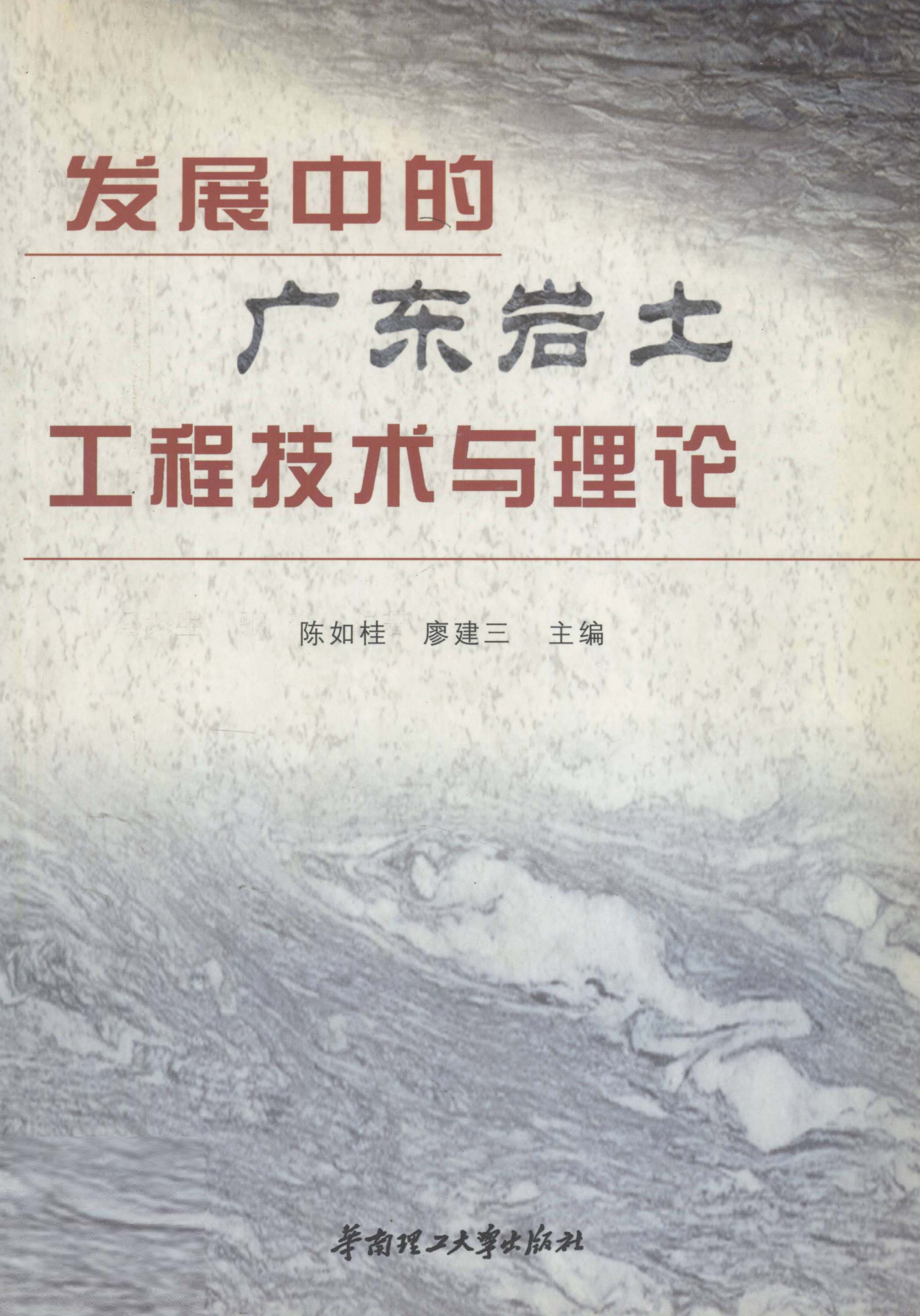




发展中的 广东岩土 工程技术与理论

马永生 陈如桂 廖建三 主编

华南理工大学出版社

发展中的广东岩土工程 技术与理论

陈如桂 廖建三 主编

华南理工大学出版社

·广州·

图书在版编目(CIP)数据

发展中的广东岩土工程技术与理论/陈如桂,廖建三主编. —广州:华南理工大学出版社,2001.10

ISBN 7-5623-1354-7

I. 发… II. ①陈…②廖… III. 岩土工程-广东省 IV. TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 065717 号

总发行:华南理工大学出版社(广州五山华南理工大学 17 号楼 邮编 510640)

发行电话:020-87113487 87111048(传真)

E-mail: scut202@scut.edu.cn <http://www2.scut.edu.cn/press>

责任编辑:王魁葵 欧建岸

印刷者:华南理工大学印刷厂

开本:787×1092 1/16 印张:23.125 字数:562 千

版次:2001 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1—550 册

定价:100.00 元

版权所有 盗版必究

发展中的广东岩土工程技术与理论

——广东省岩石力学与工程学会成立十五周年大会

顾问委员会：

容柏生 吴仁培 陆培炎 陈家辉

组织委员会：

主 任：陈如桂

副主任：曹 洪 霍启联

秘书长：廖建三

委 员(按姓氏笔画顺序排列)：

王 离 丘建金 邝健政 汤旋驹 吴裕锦

陈晓文 林本海 杨光华 周翠英 倪光乐

唐杰康 唐孟雄 莫海鸿 曹华先 曾昭炎

论文评审委员会(按姓氏笔画顺序排列)：

丘建金 邝健政 陈如桂 林本海 杨光华

房营光 周翠英 唐孟雄 莫海鸿 曹华先

曹 洪 廖建三

广东省岩石力学与工程学会历届领导人一览表

届 次	时 间	理事长	副理事长	秘书长
第一届 第二届	1986.7.16~1993.7.15	吴仁培	傅泽南 陆培炎	陆培炎(兼)
第三届	1993.7.15~1996.7.15	傅泽南	林培源 夏真光	李鸿钧
第四届	1996.7.16~2000.5.20	陆培炎	林培源 夏真光	李鸿钧
第五届	2000.5.20 至今	陈如桂	曹 洪 霍启联	曹 洪(兼)

广东省岩石力学与工程学会工作回顾与展望

(1986年7月16日~2001年7月16日)

广东省岩石力学与工程学会自1986年7月16日成立,到现在已走过了15年的历程。在这改革开放、经济建设蓬勃发展的不平凡的15年里,广东有许多工程项目在不断兴建,许多岩土工程技术难题在不断产生。这无疑给我们学会提供了大量的机遇和挑战,学会不断在广东经济建设的大舞台上频显身手,解决岩土工程技术难题,不断为广东的建设事业做出新贡献,同时也不断发展了自己。

广东省岩石力学与工程学会是一个跨行业的群众性的学术团体。现在,会员人数已由成立初期的120人发展到1324人。其中具有高级职称、中级职称的会员1244人,占会员总数的94%。香港、澳门会员有30多人。广东省大多数的岩土工程专家都是本学会会员,珠海、汕头、韶关等市还先后成立了岩石力学与工程学会分会。15年来,学会连续5次(两年评选一次)被评为省科协的先进学会,一次被中国科协评选为全国先进学会。学会不断在发展,学会的作用与影响也不断在扩大。在进入21世纪,庆祝学会成立15周年的今天,我们要认真地总结回顾一下过去,充满信心地去开创未来。

一、15年的发展历程回顾

学会自成立以来,在历届领导人卓有成效的领导下,为广东的经济建设和学科发展做了大量的工作,取得了许多突出的成绩,这些工作与成绩可总结为如下两方面。

(一)积极开展各种学术活动

学会的一个重要任务就是开展学术活动,目的在于提高全体会员的岩土工程理论与应用水平,为广东的现代化建设服务。

在此方面,学会的基本做法是,经常举办或承办各种大、中型学术报告会,接待中、外学者讲学,每年出版两期《动态》,召开会员大会,举办岩土工程技术讲座,与澳门工程师学会和香港工程师学会岩土工程委员会互派代表访问交流。通过开展这些活动,在广东岩土工程界营造了良好的学术氛围。开展的主要学术活动情况回顾如下:

1. 主办或承办了各种学术会议

(1)1989年12月承办了由中国岩石力学与工程学会主办的“第二次全国岩石力学与工程学术大会”,并出版了论文集;

(2)1989年12月主办了“高边坡学术会议”,并出版了论文集;

(3)1989年12月主办了“高层建筑与桥梁基础工程学术会议”,并出版了论文集,广州日报对此次会议作了新闻报道;

(4)1994年7月,学会与广东省水利水电科学研究所联合举办了“广东省深基坑开挖工程学术研讨会”,并出版了论文集;

(5)1996年7月为纪念学会成立十周年,举办了“岩土力学与工程新进展”学术研讨会,并出版了论文集;

(6)1997年7月与广东省国际文化交流中心、广东省水科所、香港工程师学会岩土工程

委员会、香港大学土木及结构工程系合作组织了“第二届中国岩土工程发展热点问题研讨会”，到会 400 人，并出版了论文集；

(7)1998 年 12 月主办了“广东省岩石力学与工程学会 1998 年会”，并出版了论文集；

(8)1999 年 11 月，学会的学术工作委员会、青年工作委员会与广东省水科所合作承办了由中国岩石力学与工程学会青年工作委员会主办的“第五届全国青年岩石力学与工程学术会议”，并出版了论文集；

(9)2000 年学会测试技术专业委员会承办了由中国岩石力学与工程学会测试技术专业委员会等单位主办的“测试技术专题研讨会”，并出版了论文集。

2.1989 年学会与省建委技术处联合举办了“桩基础非破损检测经验交流会”和“桩基础非破损检测技术专家论证会”

论证会的论文在广东省土木建筑学会与广东省建筑科研设计所的《广东土木与建筑》刊物上作为专辑出版。桩基础非破损检测技术当时在我省发展较快，方法较多，但技术尚未成熟，通过这次交流，推动了这些方法在技术上的进一步成熟。

3. 配合科技人员继续教育，举办了各种岩土工程技术系列讲座活动

学会多次组织知名的专家教授举办各种学术报告和讲座。如举办了“高级岩土工程学习班”、“岩土及基础工程专题讲座”及“桩基础施工质量控制技术培训班”等。共举办了 8 次不同程度，不同内容的学习班、培训班，不仅在广州举办这类活动，而且还到珠海、深圳、汕头、韶关、湛江、江门等地举办各种专题讲座，参加学习人员中有不少是高工、总工、经理等，参加学习人次达 500 人以上。由于讲座内容密切结合工程实际，很受欢迎。在韶关讲课时，韶关市电视台还进行了专题采访报道。讲课完毕后，报告人与听课者之间经常进行深入的切磋。这些活动对于提高我省岩土工程界的技术水平起到了明显的推动作用。

4. 国内外学术交流

(1)与港澳同行互访交流

广东毗邻港澳，利用这个特点，学会成立以来就一直与香港工程师学会岩土工程委员会有着较密切联系，还多次邀请其代表团到广州、深圳梧桐山隧道、深圳机场、九江大桥、三峡坝址等地参观访问。我会 40 多人分 4 批去香港参观了岩土及基础工程，香港来访的有 83 人次。1997 年底澳门工程师学会访问了广东省科协与本学会，1998 年 5 月，2001 年 6 月学会先后两次与广东省科协派出代表团前去澳门访问。

(2)邀请国内外知名学者作学术报告

为了进一步提高会员素质，学会成立以来十分注意邀请国内外一些知名学者来广东作有关岩土工程新的发展、新的技术或新的理论方面的学术报告。曾邀请了北京、南京、武汉等地的专家及美国、加拿大、英国、比利时、日本、新加坡、台湾、香港等国家和地区的专家来广州作学术报告。

例如，美国康奈尔大学教授、美国工程科学院士、台湾应用力学研究所所长鲍亦兴先生的“应用力学进展”，加拿大阿伯特大学土木工程系副教授陈鸿钧博士的“岩土力学分叉问题”，中国水利学会岩土工程委员会副主任、河海大学钱家欢教授的“强夯法加固软弱地基”等报告，给我们学会会员留下了深刻的印象。

另外，学会每年都举行一次庆祝学会成立周年暨学术年会活动，并向会员报告学会工作，倾听会员对学会工作提出的要求和批评建议。

学会还资助了参加全国夏令营活动的会员,探望了有特殊困难的生病的学会理事及专业委员会委员,对积极支持学会工作的各界人士给予奖励;积极支持各市成立岩石力学与工程学会。

这些工作的认真开展,有效地提高了会员的学术水平,加强了友谊,增强了凝聚力,提高了学会在社会上的声誉。

(二)广泛开展工程技术咨询工作

历年来学会学术活动的费用,几乎都来自学会技术咨询服务的收入。我们深刻地认识到,技术咨询工作是学会工作的一个极为重要的方面。技术咨询为学会取得了经济来源,更为国家建设作出了重要贡献,对学会各项工作的顺利开展起到了积极的推动作用和有利的保证作用。

15年来,学会完成了工程技术咨询项目百余项。这些技术咨询的课题来自广东大量工程建设中产生的岩土工程技术难题,如高难度的技术方案确定问题、设计方案的比较与选择问题、有争议的岩土工程施工技术问题及工程事故的处理问题等。通过技术咨询,既解决了工程建设难题,又提高了学会的知名度,增加了学会的向心力。

1. 学会开展技术咨询的有利条件

(1)本学会几乎集中了广东省岩土工程各方面的专家,有技术优势和权威性;

(2)学会专家如果碰到复杂、重要的技术问题,可以推荐给学会,通过集体的智慧解决;

(3)学会中的理事、常务理事及各专业工作委员会分布在各行各业,各单位在工程上碰到的各种难题,都可以委托学会来解决;

(4)学会中有一批骨干专家,能及时发现各地在工程建设中产生的技术难题,并提交学会来解决。

2. 技术咨询的工作方法

(1)由学会专家及若干工作人员先了解情况,进行地质勘察和计算分析,深入细致地做好一系列前期技术工作;

(2)召集专家研讨会议,先由项目具体工作者详细介绍全部资料或到现场观察,然后分析、讨论,最后提出咨询意见;

(3)根据专家会议得出的咨询意见写出咨询报告。

可见,咨询工作的过程是一个分析、研究与论证的过程,专家研究会议是一个学术会议,学会咨询工作的质量和权威性由此得到充分的保障。

3. 技术咨询工作的促进与成果的推广

考虑到参加咨询的专家与工作人员只是学会的少数人,为了使会员们都能了解到学会咨询工作的成果、内容与解决问题的方法,学会将有代表性的技术咨询报告刊登于学会每年两期的《动态》上。并对积极提供、参与咨询项目者予以鼓励,选派他们去香港或澳门参观岩土工程实例。在学会改选时,根据具体情况,推荐他们担任学会理事或学会专业委员会的委员工作。

4. 历年来技术咨询的社会效益与经济效益均较显著的项目

(1)广州华侨大厦新楼(43层)深基坑地下连续墙安全鉴定及加固处理。

(2)对广州东风开发小区地质断裂带的地震、地质、结构方面的鉴定(为设计提供了可靠的依据)。

(3)广州重点工程黄沙—芳村珠江水下隧道沉管槽开挖边坡稳定性分析。

(4)广州空军司令部老干宿舍群基础型式的建议。

(5)番禺华南橡胶有限公司子午轮胎厂基础设计及施工咨询。

(6)近年来的一系列技术咨询项目(见广东省岩石力学与工程学会 1998 年会论文集《广东岩土工程研究与实践》,华南理工大学出版社出版)。

二、新世纪广东省岩土工程技术展望

21 世纪是地下空间开发与利用的时代。可以预期,在新的世纪,广东省将迎来地下空间大量建设蓬勃发展的新时期,将有大量地下建筑、地下铁道、地下管道、基础工程投入建设。在广州,将有 7 条地铁线要建成,还将有大量市政、电力及宽带网地下管线工程有待建设与改造,广州市近年来每年的基建投资额达 400 多亿,其中地下工程所占的份额越来越大。广东地下工程建设规模的迅速发展势在必然,这对我广东的岩土工程科技工作者是新的挑战,也是千载难逢的好机遇。面对建设事业飞速发展的形势,做好学会工作意义重大,新一届的学会为了适应今后学科发展的需要,从组织机构设置及今后一段时期的工作重点问题均进行了深入的研究。

在今后一段时期,学会的工作重点及开展工作的思路是:进一步加强岩土工程理论与技术的交流,这对于提高我省岩土工程界的业务水平意义重大,学会要一如既往地切实抓好;积极开展重大工程问题的咨询与处理工作,积极为政府主管部门对岩土工程难点问题当好参谋,这是增强学会活力,提高学会声誉,取得学会活动经费的重要工作,要坚持不断积极推进;目前,与岩土工程相关的一系列规范均在开展修编工作,学会要注重进行这方面的介绍与讨论;结合我省当前岩土工程实践中的热点问题,如地铁隧道、非开挖施工、锚固注浆等工程热点问题,进行重点研究与探讨,对于解决工程实践中的难题,促进技术进步意义重大,应作为重点工作去做。

为了适应建设事业的飞速发展,为了更有效地推进学会今后的工作,本届学会在现有组织机构及其职能基本不变的前提下,对组织机构适当进行了如下调整:

(1)根据广东省工程建设发展的需要,地下工程专业委员会拆分为:① 隧道与非开挖专业委员会;② 基坑与数值方法专业委员会。

(2)增设环境岩土工程及锚固注浆专业委员会。

面向 21 世纪,广东的岩土工程学科应如何发展,大家都非常重视并提出了许多观点,并获得这样的共识:

1. 当前的问题与需求

(1)广东省的工程地质条件十分复杂,地质不均匀性相当突出,岩溶地区工程地质特性难以掌握,有些地区基岩埋深变化很大,建设工程基础设计施工遇到的难题很多,急需有重点地进行研究。特别是部分地区软土层较厚,土工特性相对特殊,研究有效的大面积软基处理技术方法是当务之急。

(2)今后城市建设的主题将是地下空间的综合开发利用,地铁建设、过街廊道施工、各种管网的铺设急需安全、快速、环保的配套设计施工技术,努力将先进适用的国内外相关技术本地化是值得着重研究的热点问题。

(3)随着城市建设事业的不断发展,开展环境岩土工程技术的研究开发是又一重要课

题。包括基础施工及基坑支护对环境的影响、边坡治理、地下水控制、既有建筑物的基础加固技术等。

2. 近期重点研究方向

- (1) 研究开发适合广东省各大城市岩土特性的、经济高效的、符合环保要求的桩基技术。
- (2) 对先进适用的地下空间开发与管网铺设非开挖技术的开发与应用。
- (3) 总结优化软基处理设计理论与施工技术。
- (4) 大力开发与推广应用先进的岩土工程质量检测、施工监控和工程效果监测等测试技术与分析技术。
- (5) 引进、推广、应用先进适用的基础工程机械施工设备,提高我省岩土工程与地基基础现代化施工水平。

3. 重点攻关研究的课题

- (1) 基坑支护的荷载确定方法与变形计算理论。
- (2) 土钉墙优化设计理论。
- (3) 城市岩土工程力学特性分区图解。
- (4) 软基处理技术指南、沉降变形控制设计方法。
- (5) 基坑支护应用实例汇编。
- (6) 基础与基坑工程事故抢险现代化技术与仪器设备。

4. 争取政府支持的工作

- (1) 组织推广现有嵌岩桩研究成果。
- (2) 建立各种岩土工程监测数据库,建立系统合理的监测制度。
- (3) 结合重大工程,积极开展新技术新材料新机具的开发与推广应用活动。
- (4) 科学合理地开展基坑工程方案的审查工作,并进一步推行市区挖孔桩、灰岩地区桩基础和大面积软基工程方案的审查制度。
- (5) 由政府委托专业部门开展环境岩土调查,特别是边坡工程问题、地下水位变化情况调查。
- (6) 建议和协助政府有关主管部门做好地下空间规划、分层功能使用调查。
- (7) 对阻碍工程技术健康发展的非正常事件,组织力量严肃处理。
- (8) 制定在市区合理限制使用锚杆的法规,组织推广应用克服当前锚杆对地下环境的不利影响的新技术。

本次大会,是步入新世纪后学会的第一次盛会,是总结成果面向未来的一次群英会。这次大会充分展示出我省岩土工程工作者勤奋进取、勇于开拓的精神面貌。可以预见,在 21 世纪,在充满机遇与挑战的年代里,我省岩土工程界的专家必将不负历史的重托,为祖国的建设,为科学技术的发展做出卓越的成就。让我们共同努力,充满信心,在新世纪建功立业!

广东省岩石力学与工程学会理事长 陈如桂

2001 年 6 月 14 日

目 录

第一部分 勘 察

广东地区岩、土变形模量取值探讨	赖琼华(1)
根据经验地基承载力反算土的强度和变形参数	杨光华(8)
岩土工程分析评价时应注意的几个问题	郑振云 彭卫平 梁志成(16)
旁压试验在广州市轨道交通三号线 A 标段花岗岩残积土勘察中的应用	伍四明 刘惠生 林本海(23)

第二部分 基坑支护

珠海口岸广场基坑监测结果分析	王友元 董志良(29)
组合式挡墙的基坑围护非线性的空间设计计算方法	陆瑞明 赵锡宏 马忠政 刘朝明(35)
双排桩结构在失稳基坑中的补强作用	林 鹏 许镇鸿 TSUI Y(47)
广州地铁纪念堂站北风机房深基坑支护优化设计与施工	王利军 王培义 李克林(52)
纪念堂车站北端断层破碎带处理技术	王培义 王利军 李克林(59)
基坑挡土桩侧土压力实测结果分析研究	陈 伟 吴裕锦(62)
滨江东路隧道支护结构及主体结构施工	余桂生 司海峰(67)
中山市岐江公园沿江软基挡土墙设计	吕建新 张 挺 陈小丹(75)
某基坑支护工程设计及测试结果分析	余 新 姜素婷(79)
水泥搅拌桩和树根桩联合支护结构在基坑支护中的应用	黄汉盛 林利城 袁广州(85)
广州塘罗涌住宅综合楼基坑喷锚网支护方法	赖伟文(91)
新型锚杆拔管技术在深基坑工程中的应用	邹燕鹏 曾广珞(94)
基坑内骑桩地下连续墙施工	张四忠 李 钦(98)

第三部分 地基处理

软土地基处理方法述评	丘建金 董志良(103)
软基变形的粘弹粘塑性流变分析	陈晓平(114)
珠江三角洲软粘土的微观结构类型与工程性质关系研究	周翠英 林春秀 李德福 李榴芬 马文广(118)
地铁二号线赤沙车辆段及综合基地软基处理监测实录	唐孟雄 陈如桂 廖建三 陈 伟 林泽耿(127)
真空预压对周边地质环境及建筑物的影响及其防护措施的研究	董志良 赵维军(136)
岩溶地区某高层建筑群地基处理方案分析	倪光乐 沈建华 杨文卫 梁 华 冯俊伟 张俊元(146)
深圳湾填海区各种软基处理方法浅析	黄汉盛 吴燕云(155)
珠江三角洲软土固结变形试验的尺寸效应研究	周翠英 曾 强 廖建三(161)
深层搅拌桩在某高挡土墙基础工程中的应用	王 路 骆以道 丘建金(167)

广州某工程水泥搅拌桩地基处理应用·····	毕德峰	蒋晓晃	陈斗勇	贺德志(173)
飞来峡水利枢纽河床段土坝基础振冲试验研究·····	黄书荣	蔡海瑜	(177)	
袖阀管注浆法在广州新白云国际机场场道地基处理中的应用 ·····	张德民	丁松年	刘更宁	李红兵(183)
用灰土换填法处理花岗岩残积土吸水软化的问题·····	雷玉剑	彭炎华	(188)	
原位测试在软基处理质量监测中的应用·····	张敏勇	肖兵	袁新	(191)
关于地基基础处理问题的一点意见·····	陈进	(195)		

第四部分 桩基础

广州地铁开挖引起桩的应力应变分析·····	陆培炎	史海欧	(199)
广东桩基应用概况及其发展趋势·····	王离		(222)
关于广东省标准《基桩和地下连续墙钻芯检验技术规程》的若干问题 ·····	吴裕锦	陈如桂	唐孟雄(233)
基桩倾斜回波法测试原理与方法探讨·····	邓业灿	李毅臻	鲁传恒(239)
试论桩基概率极限状态设计·····	韩建强	叶予	(250)
横向土运动作用下被动群桩的特性·····	茜平一	马远刚	(255)
华建苑静压管桩基础的分析与处理·····	宋荣	王离	(261)
复杂地质条件下钢管灌注桩施工技术·····	胡辉	娄吉宏	卢佐英(266)
人工挖孔桩施工中的排水及防渗处理实例·····	谢统荣	詹钦慧	潘建冯波(273)
管桩断桩的几种因素·····	李蓓	李亭	(276)
堤防水上冲孔灌注桩的施工·····	李哲辉	吴忠	王礼贵(279)
钻孔灌注桩施工的质量通病及防治对策·····		黄日良	(282)
滨海软土地基桩基实例分析·····	袁继雄	许燕生	吴晓丹
		吴以国	(286)

第五部分 综合

谈广州市开发地下空间实现可持续发展的几个问题	廖建三	陈如桂(291)
面向 21 世纪的环境岩土工程	董志良	娄仲连(298)
注浆技术的现状与发展趋势	葛家良	邝健政(310)
用有限元分析软件 ANSYS 解决岩土工程中的几个问题	美国 ANSYS 公司广州办事处技术部(320)	
水上钢结构平台的设计与施工	严振豪(326)	
深圳罗湖活动性断裂区主要建筑物变形智能监测系统	张可芒 肖 兵 袁 新 陈加红(330)	
某工程立交桥桥台倾斜及墙前裂缝开裂原因初步分析	陈 进(334)	
广州地铁二号线越秀公园站华侨楼基础托换施工技术	何 毅(338)	
汤溪水库溢洪道泄洪渠滑坡稳定分析与治理	朱云江(345)	
地下工程防水技术的探讨	吴 忠	邱礼聪(349)
基础施工的安全技术及预防措施	苏雪爱	黄炳钜(353)

第一部分 勘察

广东地区岩、土变形模量取值探讨

赖琼华

广东省水利水电科学研究所 广州 510610

摘 要 根据岩、土层的现场压板试验结果与地质资料提供的参数统计分析,提出了在岩、土工程沉降计算中经常使用的变形模量 E_0 参数的经验取值。

关键词 岩土变形模量 E_0 压板试验 标贯 N

1 引言

目前在岩土工程的数值分析计算中,经常要用到岩、土的变形模量 E_0 的参数,变形模量 E_0 在变形的分析计算或一些沉降的简化计算中对计算的准确度影响最大,起到举足轻重的作用,是最重要的参数之一。但岩、土的实际的变形模量不能从简单的岩样或土样的室内试验取得,必须通过现场的压板荷载试验求得。在很多的岩、土工程建设中不可能每个工程都进行现场试验,能否由常用的地质资料提供的土层的标贯击数 N 和岩石的单轴抗压强度 f_c 近似求得该岩、土层的变形模量 E_0 ? 下面就对这一问题进行探讨,由在广东较多的现场压板试验结果与岩、土常规参数的统计分析提出计算变形模量的简化公式。

2 基础持力层的压板荷载试验

2.1 压板荷载试验的方法及技术要求

图 1 为井下压板试验装置示意图。压板荷载试验的设备主要有:

(1)加载设备。千斤顶、刚性承压板、钢梁及荷载传递用的钢顶头、传力柱等;刚性承压板可以是圆形、方形,由试验边界条件确定。

(2)荷载、位移测试设备。荷载可用安装在千斤顶的精密压力表(或压力传感器)测定,位移测试,最简单的方法是采用安装在压板上对称位置的四个百分表测定,也可以由安装在千斤顶上面的荷重传感器测量荷载;但若是在挖孔桩桩底做试验,为了安全和取得可靠的试验数据,必须采用位移自动测试系统,它由四个 BWG 位移传感器(分辨率为 0.007 mm)和 A/D 转换及微机数据采集系统组成,可直接记录和打印荷载及四个位移传感器的数据。

(3)加载的反力。如果在开敞的场地或经大开挖后的地面做压板载荷试验,可在钢梁平台上堆重物或采用锚杆锚入地下而提供反力;在挖孔桩桩底或开挖试验井的情况下,则可由支承在孔两端的反力钢梁提供反力。

压板试验的加载方式,可根据建筑物基础的使用条件而定,一般采用单循环加载,荷载逐级递增直到破坏,然后分级卸载。在受动荷和重复荷载作用的基础持力层压板载荷试验,则要采用分级循环加载方式加载,即对每一级荷载进行重复加卸载循环。

压板载荷试验的方法及技术要求应严格按照建筑地基基础设计规范中的《地基土载荷试验要点》和《岩基载荷试验要点》的有关规定进行。

2.2 现场压板载荷试验的资料整理

现场岩土土的压板载荷试验可以得到压板沉降(S)与压板上作用的荷载(N)的关系, $p=N/A$ (式中 A 为压板面积)则为压板下的压应力,当压板上的荷载增加至使压板下持力层达到破坏,则可得出直径为 d 、无埋深条件下的压板的极限压力。压板试验资料整理主要为:确定试验的极限强度,计算岩土土的变形模量和根据岩土土的室内剪切试验和现场压板试验结果求出现场岩土土的抗剪强度指标 c 和 φ 。确定压板下持力层(岩土)的极限强度可以根据压板载荷试验规程规定的方法,当试验压力并未达到岩土土的极限强度的情况下,可根据 $p-S$ 曲线的变化趋势,选择合适的曲线拟合方程求出拟合曲线,从而可由试验规程规定的容许变形的条件求出近似的极限压力。

(1)持力层的变形模量(E_0)的计算用弹性力学公式

$$E_0 = \frac{p \cdot D(1 - \mu^2)\omega}{S} \quad (1)$$

式中 D 、 ω ——压板直径和压板形状系数,圆形 $\omega=0.79$,方形 $\omega=0.88$;

μ ——岩、土的泊松比;

S ——压板在压力 p 作用下的沉降。

由上式即可求出压板试验在各级荷载作用下变形模量 E_0 ,作出 E_0-p 曲线。

(2)现场岩、土的抗剪强度指标分析

由于室内试验结果的抗剪强度 c 、 φ 值,受试验条件、试样制备的扰动等影响,特别是现场岩体包括很多构造裂隙,而能加工成试样的岩样,一般是比较新鲜完整的,就土而言,由于取土的扰动及小试件等室内试验条件限制,室内试验结果的抗剪强度 c 、 φ 值与现场岩、土的抗剪强度有一定差异,要取得现场岩土土的抗剪强度 c 、 φ 值最好是做现场的剪切试验。但

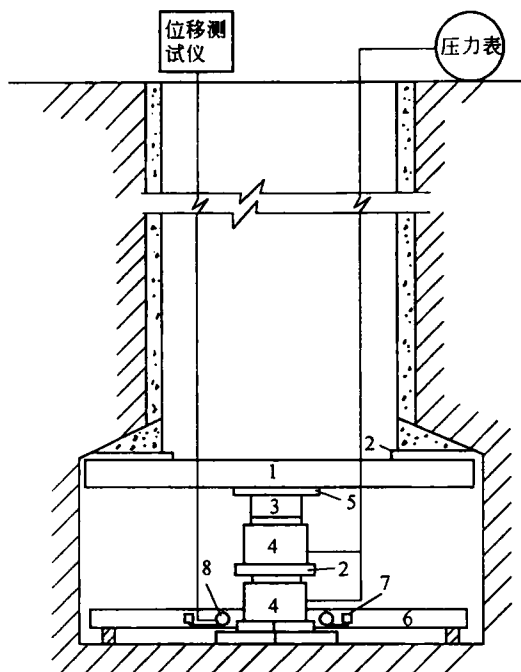


图1 井下压板试验装置示意图

- 1—反力钢梁;2—钢板;3—传力柱;
4—千斤顶;5—刚性承压板;6—测杆梁;
7—磁性表座;8—电感式位移计

由于现场剪切试验比较麻烦,根据岩体现场剪切试验与室内岩石的三轴剪切试验比较,发现岩体的摩擦角室内三轴试验与现场剪切试验较接近,所以可以利用室内岩石的三轴试验得到的内摩擦角 φ 和现场压板载荷试验得到的岩土极限强度 p_u ,反算出现场岩、土的内聚力 c 值。由于压板试验是小压板无埋深的载荷试验, c 值由弹塑性强度公式^[1]求出:

$$c = \frac{1}{D_{\lambda=1}}(p_u - A_{\lambda=1} \cdot d \cdot \gamma) \approx \frac{p_u}{D_{\lambda=1}} \tag{2}$$

式中 λ 、 A_λ 、 D_λ ——危险度和承载力计算参数,由危险度 λ 和岩、土的摩擦角 φ 查表^[1]求得, $\lambda=1$ 为极限强度情况;
 d 、 γ ——压板直径及持力层的重力密度。

3 变形模量 E_0 与 N 、 f_r 关系探讨

3.1 岩体的现场压板试验 E_0 与 f_r 关系

用上述压板试验结果的资料整理方法求出的小压板的岩、土的极限强度 p_u ,以及变形模量 E_0 。随压板下压应力的变化范围,压板试验压板下岩体的 c 、 φ 值的结果如表 1 所示。

表 1

工程名称	岩土名称	岩性简述	刚性承压板直径 $D(\text{cm})$	试验结果的 极限强度 $p_u(\text{MPa})$	变形模量 E_0 (MPa)	抗剪强度指标		统计 点数
						φ	c (MPa)	
南油珠江 帆影	泥质页岩	中风化泥质 页岩,裂隙发育	35.68	7.0	380~330	28	0.27	2
华侨糖厂	炭质页岩	强风化炭质 页岩	50.4	1.8	320~46	26	0.08	3
广州电信 局大楼	泥质粉砂 岩	强风化泥质 粉砂岩	43.7	2.5	220~105	28	0.08	2
" "	泥质粉砂 岩	中风化泥质 粉砂岩	43.7	15	4200~650	30	0.5	2
花园新村	砂质泥岩	强风化砂质 泥岩	43.7	5.2	780~220	30	0.16	4
" "	砂质泥岩	中风化砂质 泥岩	43.7	12.4	900~1070	30	0.41	2
广空天河 干休所	砂质泥岩	强风化砂质 泥岩	43.7	4.5	160~100	28	0.16	2
粤海大厦	泥质粉砂 岩	强风化泥质 粉砂岩	43.7	3.0	340~85	26	0.13	3
" "	泥质粉砂 岩	中风化泥质 粉砂岩	43.7	12	470~450	30	0.36	1
东莞华侨 大厦	泥质粉砂 岩	强风化泥质 粉砂岩	43.7	9.8	200~250	30	0.32	3
湖南大厦	砂质泥岩	强~中风化 砂质泥岩	43.7	12.0	900~800	30	0.4	1

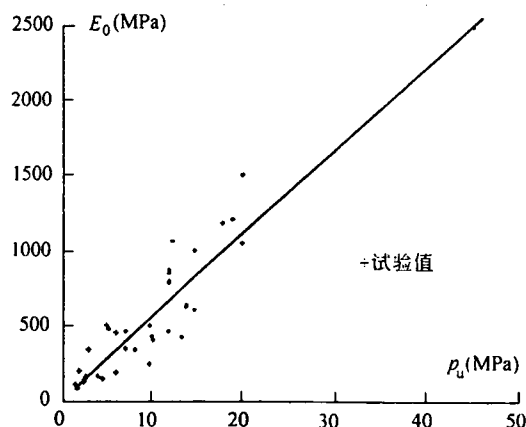
续表 1

工程名称	岩土名称	岩性简述	刚性承压 板直径 $D(\text{cm})$	试验结果的 极限强度 $p_u(\text{MPa})$	变形模量 E_0 (MPa)	抗剪强度指标		统计 点数
						φ	c (MPa)	
" "	砂砾岩	强风化砂砾岩	43.7	13	420~400	36	0.25	1
万宝科技楼	砂岩	微风化砂岩	35.68	>15	2000~4500	40	1.14	2
惠州麦科特大厦	泥质砂岩	中~微风化	35.68	19	2300~1420	36	0.37	2
惠州东江花园	砂砾岩	强风化砂砾岩	35.68	13.5	440~350	36	0.26	3
惠州地产大厦	砂砾岩	全~强风化砂砾岩	43.7	10.2	500~270	30	0.33	3
江门银行大厦	花岗片麻岩	强风化层	35.68	6	100~340	30	0.2	2
		中风化层	35.68	16.8	240~400	34	0.4	2
顺德富豪花苑	花岗片麻岩	强风化层,有水饱和状态	43.7	1.6	20~100	28	0.06	3
	花岗片麻岩	强风化层无水状态	50.5	2.8	25~130	28	0.10	3
顺德圣景花苑	泥质砂岩	强风化层	43.7	6.0	200~500	28	0.30	2
		中风化层	43.7	14.0	400~640	30	0.46	1
樟木头中心广场	凝灰质粉砂岩	强风化(土状)	50.5	1.8	25~130	28	0.06	3
惠州金麦花园	砾岩	中风化	35.68	35	700~2500	36	0.7	3
海珠广场花园	钙质泥岩	强风化层	43.7	2.7	100~800	28	0.1	3
" "	页岩	中风化层	35.68	12	500~1200	30	0.4	3
广州京光广场	泥质粉砂岩	微风化	35.68	44.6	2000~2600	32	1.25	1
" "	砾岩	中风化层	35.68	32	1200~1600	36	0.62	1

根据广东地区分布较广的白垩系泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩等(俗称红层)的软质岩石上的压板试验结果进行综合整理,对每个试验结果的小压板极限强度 p_u 与变形模量 E_0 ($\frac{p_u}{2}$ 压应力对应的值)的试验点关系值画在图 2 中。从图 2 中看到试验点的变化情况,可看出近似为线性变化的趋势,因此用线性拟合可求出 p_u-E_0 的经验公式为

$$E_0 = 56.46 p_u \quad (\text{MPa}) \quad (p_u \geq 1.8 \text{ MPa}) \quad (3)$$

一般工程的地质资料仅提供岩石的单轴抗压强度值,在做岩石三轴试验时,可提供岩

图 2 广东地区泥质粉砂岩 E_0-p_u 关系

石的 c 、 φ , 现场岩体的变形模量, 如何通过岩石室内的单轴、三轴试验的 f_r 、 c 、 φ 来取其近似值? 从广东地区大量的现场压板试验资料与现场地质勘察资料所提供的岩石的单轴抗压强度试验资料的综合整理, 发现岩体的小压板极限强度 p_u 与其岩石的单轴抗压强度和岩体的风化程度是密切相关的, 可以近似由下式表示:

$$\frac{p_u}{f_r} \approx K_r \cdot \frac{\sigma_1}{\sigma_3} = K_r \cdot \frac{\sigma_3 \tan^2\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) + 2c \tan\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)}{\sigma_2}$$

即
$$p_u = K_r \cdot f_r \cdot \left[\tan^2\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) + \frac{2c}{\sigma_3} \tan\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) \right]$$

由于压板试验为半无限体受荷载作用, 压板周围的围压很大, 实际工程的基础及桩的受力情况相似, σ_3 将接近 f_r 值时, 上式括号第二项的值很小, 由于是近似计算及数据统计, 为了简化计算, 把影响结果很小的括号第二项忽略不计, 则有:

$$p_u = K_r \cdot f_r \tan^2\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) \tag{4}$$

式中 K_r ——反映岩体风化程度有关的系数, 根据广东地区现场压板试验及岩石单轴抗压强度资料统计分析强风化岩取 0.5~0.65, 中风化岩取 0.65~0.80, 微风化岩取 0.8~0.95, 新鲜岩石 $K_r=1$ 。

f_r 、 φ ——岩石单轴抗压强度(MPa)及摩擦角。

由式(4)代入式(3)可得变形模量与单轴抗压强度的经验公式为:

$$E_0 = 56.46 K_r \cdot f_r \tan^2\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) \quad (f_r \geq 1.5 \text{MPa}) \tag{5}$$

从式(5)可知, 只要知道岩石的单轴抗压强度及摩擦角 φ 和岩体的风化程度系数 K_r , 就可很方便地近似计算出该岩体的变形模量值 E_0 。

3.2 土层上的现场压板试验结果的 E_0 与 N 的关系

用上述压板试验结果的资料整理方法, 同样可求出各种土层上的试验结果的变形模量 E_0 、 c 、 φ 及极限强度 p_u , 其结果如表 2 所示。同时广东很多小直径的锤击沉管灌注桩基础, 其持力层一般为第四系的残积土层(土质为粉质粘土及粘土), 把残积土层的压板试验结果 p_u 、 E_{50} 及现场标贯试验击数(N)三者的关系值绘在 p_u — N 、 E_{50} — p_u 的坐标图上(如图 3、4)。从图 3 的 p_u — N 的试验点的变化趋势可近似为线性变化关系, 可求出 p_u — N 关系的线性方程为:

$$p_u = 0.0734 N (\text{MPa}) \tag{6}$$

表 2

工程名称	土层名称	土质简述	压板直径 D (cm)	极限强度 p_u (MPa)	变形模量 E_0 (MPa)	压板试验反算的抗剪强度		室内试验抗剪强度	
						φ (°)	c (kPa)	φ (°)	c (kPa)
广州救捞局小洲基地	中、细砂 中、细砂	呈松散状态呈中密状态	80	0.42	30~10	34	0.6		
			80	0.65	50~25	36	0.2		