

2010年辽宁工程勘察与岩土工程学术会议论文集

岩土工程创新与实践

主编 朱浮声



東北大學出版社
Northeastern University Press

2010 年辽宁工程勘察与岩土工程学术会议论文集

岩土工程创新与实践

主 编 朱浮声

东北大学出版社

• 沈 阳 •

© 朱浮声 2014

图书在版编目 (CIP) 数据

岩土工程创新与实践 / 朱浮声主编. — 沈阳: 东北大学出版社, 2014.7
ISBN 978-7-5517-0700-8

I. ①岩… II. ①朱… III. ①岩土工程—文集 IV. ①TU4-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 160370 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024—83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph @ neupress.com

http: // www. neupress. com

印 刷 者: 廊坊市文峰档案印务有限公司

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 184mm×260mm

印 张: 14.5

字 数: 371 千字

出版时间: 2014 年 9 月第 1 版

印刷时间: 2014 年 9 月第 1 次印刷

责任编辑: 王延霞 王兆元

责任校对: 郎 坤

封面设计: 唯 美

责任出版: 唐敏志

ISBN 978-7-5517-0700-8

定 价: 42.00 元

《岩土工程创新与实践》编委会

主 编 朱浮声

副主编 王家伟

编 委 (以姓氏笔画为序)

王敏权 孙首印 张丙吉 张海东

前 言

近几年来，我省的岩土工程技术取得了长足进展，为大规模城乡建设提供了可靠技术支持和保证。成功的工程经验需要总结，新的技术成果需要交流，加强学术交流，鼓励技术创新和工程创优是提高我省岩土工程技术水平的重要途径。为此，由辽宁省土木建筑学会工程勘察及岩土分会举办的岩土工程学术交流会搭建了一个平台，为我省岩土工程界同仁提供一个进行学术交流的机会。本论文集就是献给我省岩土工程界学术交流会的礼物。

本论文集收集的 51 篇论文是经编委会挑选编入的，在不同侧面反映了我省岩土工程技术的进步。论文集共分五个部分，分别介绍了水文与工程地质，工程勘察，地基与地基处理技术，基础工程，以及边坡、基坑和地下工程等方面的经验和技术进步。

希望通过此次学术交流，能够进一步促进新技术、好经验和新方法在我省的推广应用，并希望我省岩土工程界有更多的年轻科技工作者关注科技进步，活跃学术思想，加强学术交流，推动我省基本建设事业更快、更好、更健康地发展。

预祝 2010 年辽宁工程勘察与岩土工程学术会议圆满成功！

辽宁省土木建筑学会工程勘察及岩土工程分会

2014 年 4 月

目 录

地质·勘察

糜棱岩裂隙电学谱纹特征实验研究	陈耕野 秦桂云 葛文春 朱浮声 (1)
沈阳市区“泥包砾”层成因分析	臧秀玲 刘忠昌 李 颖 刘 旭 董家丰 (6)
黄土湿陷性试验方法探讨	沈 蓉 刘 军 张丽惠 (10)
本钢露天矿庙儿沟排土场第四纪地层岩土工程性质研究	孟 杰 (13)
铁岭市地貌及岩土工程地质特性	张 伟 张 涛 王铁丽 (19)
场地条件变化对其抗震性能的影响分析	杨彦明 孙 兵 (23)
铁岭地区填土工程勘察问题的探讨	王铁丽 曾庆广 张 伟 (26)

地基·地基处理

岩土工程实践若干问题探讨	张海东 (30)
地基承载力修正和变形计算中压缩模量运用	孙 静 赵 琦 蔡 宇 邓子林 (35)
黏性土地基浅基础承载力的宽度修正试验研究	刘忠昌 徐国娣 鞠 珊 (39)
橡胶混凝土桩复合地基的竖向载荷性能	王凤池 史富民 张国联 朱浮声 (45)
橡胶混凝土桩复合地基的水平载荷性能	王凤池 刘统广 张国联 朱浮声 (50)
压实填土检测方法在实际工程中的应用	曾庆广 张 伟 张 涛 (54)
压实填土地基在高层建筑中的应用	刘 军 沈 蓉 贺 琦 刘天书 (57)
后压浆工艺在沈阳某工程中的应用	刘天书 臧秀玲 崔 嵬 李洪鹏 付国宾 (60)
花管注浆法在砂土层中的应用	臧秀玲 刘天书 崔 嵬 徐香君 (67)
CFG 桩复合地基沉降有限元分析	马 荣 周科平 胡建华 伍佑伦 (73)
灰土挤密桩法处理湿陷性黄土地基的应用研究	解 磊 赵志勇 (78)
沈阳及周边地区地基处理方法探讨	王雪娇 张海燕 (82)
新型软土复合地基的固结沉降有限元分析	李 伟 高 飞 赵 晨 张晓铭 (85)
某住宅小区因地基引起的质量问题原因分析	孙 兵 杨彦明 (89)

基础工程

软土地基桩基水平承载力验算	邓子林 付彦彬 孙 静 邓 华 戴武奎 (92)
大直径旋挖桩竖向承载力试验研究	于国太 舒昭然 刘忠昌 (96)

预应力混凝土管桩承载力的确定方法	尹 刚	苏志元	胡东春	邓子林	(105)
抗拔预应力混凝土管桩设计与应用	柳 松	毕喜刚	岑 奇	高达志	邓子林 (107)
载体桩在铁岭东北物流城工程中的应用	张 涛	曾庆广	王铁丽		(110)
钻孔灌注桩质量问题分析	赵 祥	曾庆辉	宋宪松	苏艳军	(114)
旋挖桩在抚顺地区的应用				蒋伟明	(117)

基坑·边坡·地下工程

土体冻胀对基坑支护的影响分析	张丙吉	戴武奎			(122)
深坑支护设计施工的几点建议	邓子林	杨树民	蔡 宇	贺清云	曾庆辉 (127)
基坑工程的可靠度控制	姜 闯	张广超	刘宝柱		(130)
预应力锚杆(索)在基坑支护工程中的应用	陈立敏	姜 闯	刘宝柱		(136)
铁岭某高层建筑深基坑支护事故的分析	王铁丽	王铁钧			(141)
边坡工程中的两种支护形式及其应用	戴武奎	张春明	朱元斌		(145)
新建“兰渝线”龙家湾滑坡的治理方案选择	张 剑	孙振华	楚 颖		(150)
某船厂干船坞围堰止水工程动态设计与施工	宋文生	王洪伟	王维平	李 巍	(153)
边坡治理中的防排水措施	王玉丰	王 勇	王 岩	张名中	(157)
沈阳地铁暗挖区间衬砌设计计算方法比较	朱 榆	赵 瑾			(161)
沈阳地铁二号线会一世区间联络通道施工技术		高 照			(166)
沈阳地铁二号线会一世区间盾构选型	徐 岩	赵 文	黄龙光	高 照	(171)
沈阳地铁盾构施工引起的地表沉降规律分析	吴 迪	徐 岩			(177)
甲类人民防空地下室围护结构受力分析		艾厚英			(183)
基于地层结构法的明挖隧道受力分析	陈 晨	刘大为			(188)

其 他

某煤筒仓沉降变形的数值分析	王 勇	王玉丰	马 可		(193)
桥梁外观检测与评价	张爱国	汪智慧			(195)
“产品实现”过程在岩土工程施工中的实施	蒋伟明	李福奎			(200)
钢渣路基路面一体化可行性初步探讨	李 伟	王力野	孙鹏翔	张春晓	(207)
浅谈北方地区的建筑节能		陈慧颖			(211)
辽宁省环境工程地质问题及其防治对策		苑雪峰			(214)
污水处理厂设计中的两个重要问题	姚 勇	刁士民	许元抚		(217)
预应力钢-混凝土连续组合梁的非线性分析	张卫红	许惟国			(221)

糜棱岩裂隙电学谱纹特征实验研究

陈耕野¹ 秦桂云¹ 葛文春² 朱浮声¹

(1. 东北大学资源与土木工程学院, 沈阳 110004; 2. 吉林大学地质调查研究院, 长春 130061)

摘 要 针对岩石微裂隙构造电学特征, 建立具有变频功能的岩石裂隙电学参数测试系统, 实现了无极化电阻测试。依据岩石孔隙含水导电性质, 研究测试提取岩石裂隙电学谱纹方法。结果表明: 含水糜棱片岩和糜棱千枚岩裂隙电阻随着频率增大而减小, 相同岩石、相同部位取样岩石, 其电学谱纹的形态基本相同。同一试件的电学谱纹形状与测线的长度和方位无关, 而与岩石微构造、微裂隙特征有关。

关键词 糜棱岩; 裂隙; 电阻; 谱纹

1. 引 言

岩体中广泛分布着形态各异的裂隙, 导致其非连续性和力学性能的各向异性, 降低强度和工程稳定性。而作为地下流体的主要通道, 裂隙的几何形态、发育程度以及空间结构特征, 影响和控制着地下流体的流动与运移、油气储集层的发育与分布、放射性核元素的扩散等。因而, 对岩石裂隙物性特征的研究显得尤为重要。近年来, 国内外采用多种方法对岩石裂隙进行测试和分析研究。利用地质类比、岩心观察和镜下统计方法直接识别裂隙^[1-2]; 根据岩体裂隙分布规律的自相似性和分维值大小, 综合反映裂隙长度、方向、间距和裂隙数目^[3]; 运用频谱检测技术, 通过时域波形的频谱变换, 将岩心传播的时域波形转化为频域的波谱, 得到含有岩心节理、层理、夹层、微裂隙分布特性的丰富信息^[4]; 以及利用图像分析法获取岩体裂隙^[5-6]。本文借助岩石裂隙含水提供的离子电荷传导条件, 进行裂隙的电学谱纹测试, 对岩石裂隙固有的电学特征和识别方法进行研究。

2. 岩石试样与测试系统

(1) 岩样制作与微构造特征

糜棱岩片岩和糜棱岩千枚岩试样分别如图 1 和图 2 所示, 试样为圆柱形。在试样端部用合金钻头钻电极小孔, 孔径 $\Phi 3\text{mm}$, 深度 3.5mm 。孔内填入铜粉导电胶, 装置直径为 2mm 铜柱作为岩石电极。一端布有 1 个测试电极, 位于中心; 另一端布有 5 个。然后, 将岩石试样浸入盐水中 3 天使之饱和。为阻止水分蒸发, 将其放入融化蜡液密封。共采集制作 3 个糜棱岩化绢英片岩试样, 编号为 HL-2, HL-3 和 HL-4, 以及 2 个糜棱岩化绢云千枚岩试样, 编号为 QM-1₁ 和 QM-1₂。

图 3 和图 4 分别为糜棱岩化绢英片岩和糜棱岩化绢云千枚岩电镜照片, 反映出岩石的结构构造、矿物成分和微结构片理特征。

如图 3 所示, 糜棱岩化绢英片岩结构构造为: 岩石具有鳞片粒状变晶结构。岩石矿物成



图1 糜棱岩化绢英片岩



图2 糜棱岩化绢云千枚岩

分：石英，塔形，粒状，粒度为 $0.04\sim 1.6\text{mm}$ ，约含70%；绢云母，绿色，半自形，片状，具定向排列，粒度为 $0.04\sim 0.8\text{mm}$ ，约含28%；绿泥石，绿色，片状，具异常干涉色，约含2%。微结构片理呈层状。

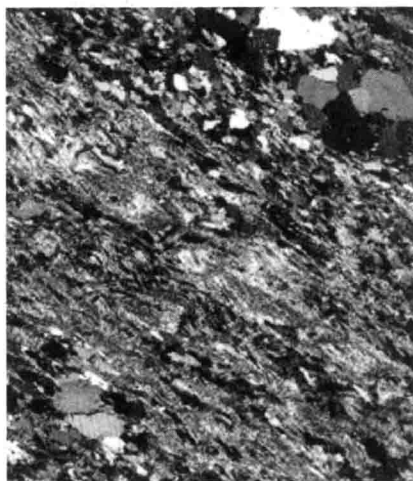


图3 糜棱岩化绢英片岩电镜照片



图4 糜棱岩化绢云千枚岩电镜照片

如图4所示，糜棱岩化绢云千枚岩岩石具有鳞片粒状变晶结构。岩石矿物成分：石英，棱角状，粒度为 $0.02\sim 0.2\text{mm}$ ，约含35%；斜长石，棱角状，粒度为 $0.02\sim 0.2\text{mm}$ ，约含5%；绢云母，褐色，半自形，片状，具定向排列，约含60%。微结构片理呈层状。

(2) 测试系统与方法

测试系统如图5所示，主要由频率信号发生器、数字示波器、标准电阻和岩石试样几部分组成。

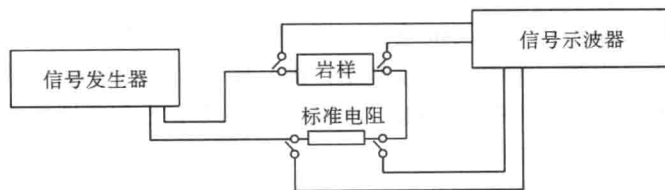


图5 岩石试件电学谱纹测试系统

信号发生器、标准电阻和岩石试样构成串联回路。测试时，在图 6 和图 7 所示的测试电极与测线布置中，选择其中一条测线，如不同端面之间中-中、中-1、中-2、中-3 和中-4，以及同一直线内中-1、中-2、中-3 和中-4，由信号发生器向岩样和标准电阻提供正弦波测试电压，并依次改变测试频率（50~800kHz）。使用示波器分别读取试件两端测试电极之间的电压和标准电阻电压，计算出不同频率下回路电流和岩石试件电阻。按频率将各条测线的岩石电阻在频域上进行展开，得到一组电学谱线簇或谱纹，如图 8 至图 12 所示。

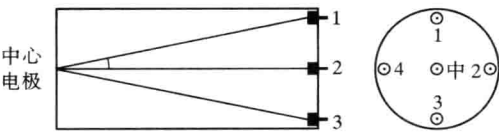


图 6 圆柱体试件测试电极与测线布置

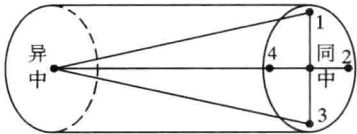
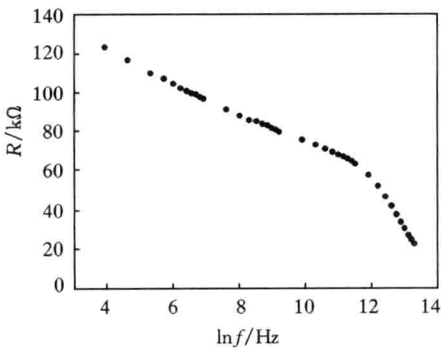


图 7 圆柱体试件测线方位图

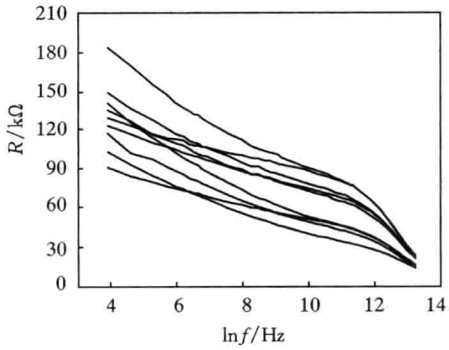
3. 实验结果与分析

(1) 糜棱岩化绢英片岩

糜棱岩化绢英片岩 HL-2, HL-3 和 HL-4 电学谱纹测试数据分别如图 8、图 9 和图 10 所示。

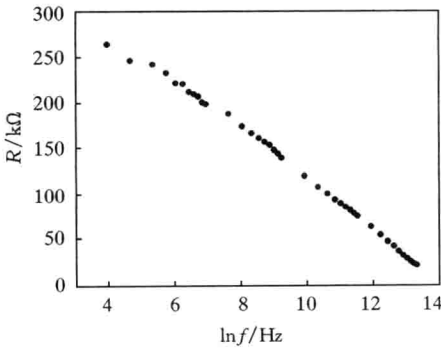


(a) 岩石电阻-对数频率谱线(中-中)

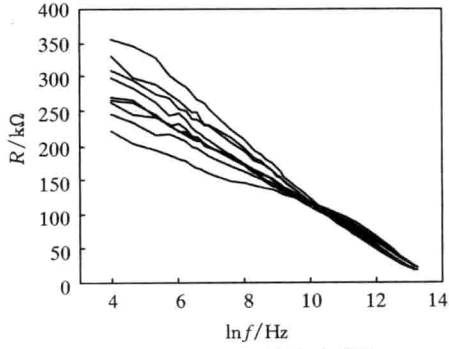


(b) 岩石电阻-对数频率谱族

图 8 糜棱片岩试件(HL-2)电学谱纹测试数据



(a) 岩石电阻-对数频率谱线(中-中)



(b) 岩石电阻-对数频率谱族

图 9 糜棱片岩试件(HL-3)电学谱纹测试数据

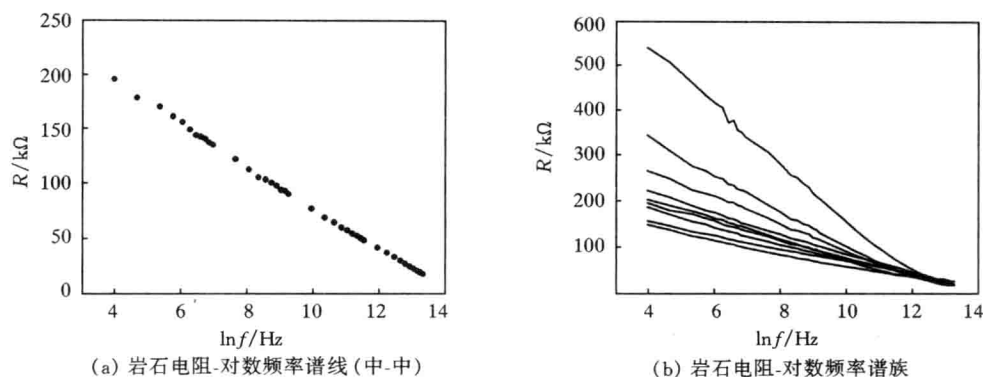


图 10 糜棱片岩试件(HL-4)电学谱纹测试数据

图 8(a)表示沿圆柱试件一个端面中心对另一个端面中心测线,随频率逐渐增大,进行岩石电阻测试得到的一条数据谱线。图 8(b)则为沿不同端面之间中-中、中-1、中-2、中-3 和中-4,以及同一端面内中-1、中-2、中-3 和中-4,共 9 条测线,进行岩石电阻测试得到的一簇数据谱线或谱纹。同理,获得图 9 和图 10 所示数据结果。

由图 8(b)、图 9(b)和图 10(b)所示糜棱片岩试件电阻-对数频率数据可知,每个糜棱岩化绢英片岩试件的各条测线,其电阻值 R 都是随着对数频率 f 的增大呈现减小趋势,其下降斜率有一定差别。

虽然试件所布电极位置不同,测试方位也有差别,但依据电学谱纹图,由各条测线得到的谱线也不重合,但谱线的变化趋势却基本一致,仅为电阻值大小的差异。并且,表现出在低频段各条测线的电阻值相差较大,随着频率的增大,各条测线的电阻值大小差别逐渐减小,最后基本重合的特点。

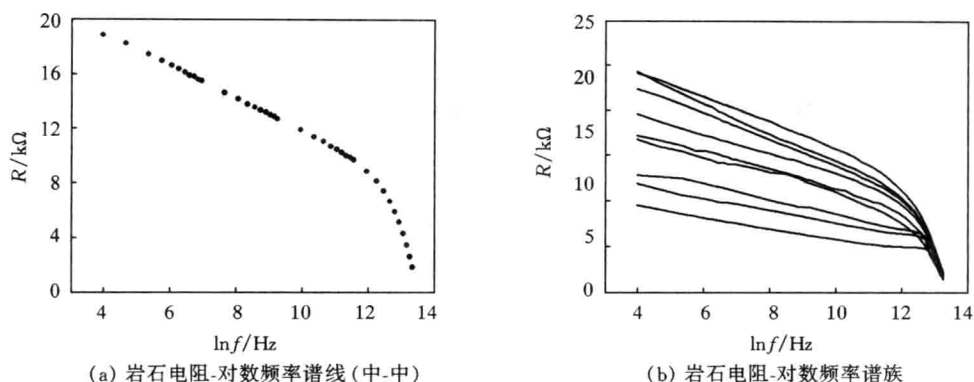
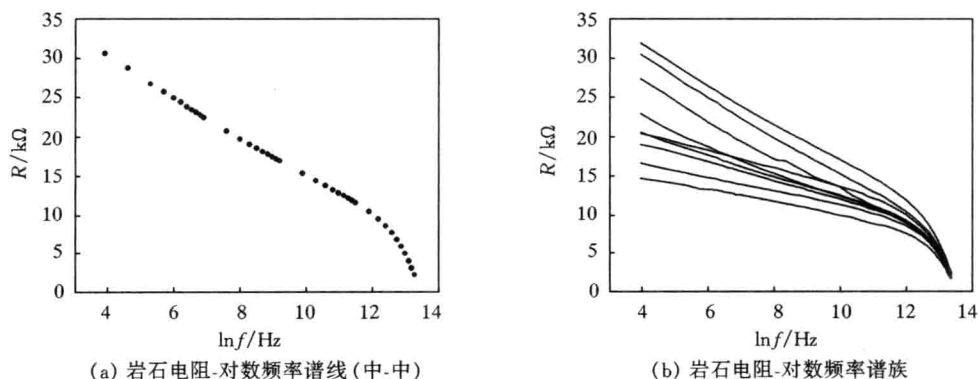
由于该 3 个试件为同一块岩石取心,且测试条件相同,故它们的电学谱纹形态相似。由矿物鉴定和扫描电镜分析可知(如图 3 所示),其主要矿物成分为片状,定向排列,且微结构片理呈层状。为此,受微构造、微裂隙和微孔隙形成的含水导电条件影响,试件各条电学谱线也呈一定方向排列。

(2) 糜棱岩化绢云千枚岩

糜棱岩化绢云千枚岩试件 QM-1₁ 和 QM-1₂ 的电学谱纹测试数据如图 11 和图 12 所示,岩心取自同一块岩石。图 11(a)表示沿圆柱试件一个端面中心对另一个端面中心测线,随频率逐渐增大,进行岩石电阻测试得到的一条数据谱线。图 11(b)则为沿不同端面之间中-中、中-1、中-2、中-3 和中-4,以及同一端面内中-1、中-2、中-3 和中-4,共 9 条测线,进行岩石电阻测试得到的一簇数据谱线或谱纹。同理,获得图 12 所示的数据结果。

由这 2 个试件的电阻-对数频率谱图 11(b)和图 12(b)可以看出:每个试件每条测线的电阻值 R 都是随着对数频率 f 的增大而减小,减小斜率以及阻值大小有不同,但都在较高频段,电阻值下降速度加快。

与糜棱片岩相同,虽然,糜棱千枚岩测试电极位置不同,测试方位也有差别,由各条测线得到的谱纹曲线也不重合,但各条谱线的变化趋势基本一致,一定方向排列较为明显,具有相似的谱线形态。由矿物鉴定和扫描电镜分析可知(如图 4 所示),其主要矿物成分为片状,定向排列,且微结构片理呈层状。为此,试件各条电学谱线也呈一定方向排列,与微构


 图 11 糜棱千枚岩试件(QM-1₁)电学谱纹测试数据

 图 12 糜棱千枚岩试件(QM-1₂)电学谱纹测试数据

造、微裂隙分布特征有密切的对应关系。

4. 结 论

(1) 针对辨认微裂隙构造特征的需要,建立了具有变频功能的岩石裂隙电学参数测试系统,实现了无极化电阻测试,测试提取到岩石裂隙电学谱纹。

(2) 含水糜棱片岩和糜棱千枚岩裂隙电阻随着频率的增大呈有规律的减小趋势,相同岩石、相同部位取样获得的岩石,其电学谱纹的形态基本相同。

(3) 同一试件的电学谱纹形状与测线的长度和方位无关,而与岩石微构造、微裂隙特征有关。微结构片理呈层状,矿物为片状,且定向排列的岩石,其各条谱线也呈现一定的倾向形态。

参考文献

- [1] 姚光庆,蔡忠贤.油气储层地质学原理与方法[M].北京:中国地质大学出版社,2005: 156-164.
- [2] 李辉,肖克,伍友佳,等.裂缝研究方法综述[J].内蒙古石油化工,2006 (7): 80-82.
- [3] 邢占利.岩体裂隙的分形研究[J].矿业快报,2005(11): 8-10.
- [4] 李铭,李艳华,楚泽涵.声频谱测井方法研究进展[J].地球物理学进展,2003,18(2):229-233.
- [5] 王川婴,葛修润,白世伟.数字式全景钻孔摄像系统研究[J].岩石力学与工程学报,2002,21(3):398-403.
- [6] 吴志勇.数码图像的解析在野外岩体裂隙统计上的应用[J].成都理工学院学报,2002,21(3): 294-298.

沈阳市区“泥包砾”层成因分析

臧秀玲 刘忠昌 李颖 刘旭 董家丰

(辽宁省建筑设计研究院岩土工程公司, 沈阳 110005)

摘要 本文对沈阳市区“泥包砾”层与第四纪沉积物地层进行对比分析。测年数据资料显示该层大多属于中更新世 Q_2 期沉积, 从物质组成上看, 颗粒有一定磨圆, 呈强一中风化状态, 黏性土与圆砾呈半胶结状态, 局部见有砂层及黏性土层透镜体, 可视为第四纪冰期冲洪积形成的具有泥石流特征的洪积物。

关键词 “泥包砾”; 含黏性土圆砾; 地层年代; 第四纪地层

1. 前言

沈阳市位于辽宁省中部, 其东部边缘属辽东山地, 是长白山系哈达岭和千山山脉的西延部分, 西部大部分地区则属于下辽河平原。市区则处于辽东山地向下辽河平原过渡地带, 第四纪地层广泛发育, 且厚度变化较大, 从小于 10m 到大于 100m 不等, 并存在由东向西逐渐增厚的趋势。根据相关岩土工程勘察钻孔资料显示: 市区自然地面下 30m 以下存在厚度较大的含黏性土圆砾层, 俗称“泥包砾”。该层处于冲洪积砂土、碎石土与下伏基岩之间, 呈棕黄色—褐黄色, 骨架颗粒由结晶岩组成, 磨圆较好, 大多呈亚圆形, 颗粒直径一般在 20~100mm, 最大粒径 300mm, 孔隙间由大量黏性土充填, 黏土含量为 30%~50%, 多呈半胶结状态, 强度较高, 土中含灰黑色条纹, 局部被铁质渲染而呈锈红色。

关于该层的成因及定名目前说法不一, 归纳起来主要有以下几种。①成因方面: 冰碛物、半成岩、洪积物、冲积物。②定名方面: 泥包砾、全风化砂砾岩、泥砾岩、圆砾、泥砾、细粒混合土。

随着经济和科学技术的快速发展, 城市高层建筑和智能化建筑日渐增多, 对于地下空间的扩展需求也越来越大, 设有 3~4 层地下室的建筑已屡见不鲜, 相应地, 工程勘察钻孔深度也在不断加深, 考虑到“泥包砾”层在市区内分布的广泛性及重要性, 有必要对该层的成因及定名大体上统一起来, 以便勘察成果的使用和共享。

2. 沈阳城区第四纪地层及年代划分

沈阳市区第四纪地层分布一般以“塔湾—辽宁大学—北塔—毛君屯—后陵前堡”一线为界, 以北地区第四纪地层主要为中更新统冰水堆积层和上更新统冲洪积、坡洪积层, 与之相应的地貌单元为残留冰碛台地、山前坡洪积倾斜平原和老冲洪积扇等, 该地区地势较高, 地形起伏舒缓, 第四纪岩性分布具有一定的横向和纵向差异性; 以南地区第四纪地层主要为全新统、上更新统冲积、冲洪积层, 其相应的地貌单元为浑河河床、河漫滩、冲积一级阶地和新冲洪积扇等, 地势较低, 地形比较平坦, 在每一地貌单元内第四纪地层的岩性分布具有横

向均匀性和纵向差异性。根据第四纪地层的地貌单元、成因类型、岩性组分及其沉积旋回,土层自上而下可分为全新统、上更新统、中更新统和下更新统。

①全新统 Q_4 : 主要是浑河河漫滩冲积层, 分布于浑河流域及其他河流两侧, 地层自上而下由填土、粉质黏土、中粗砂和砾砂组成, 厚度 0~12.0m, 以冲积物为主, 沉积环境稳定, 测年数据 0.55 万~1.1 万年。

②上更新统 Q_3 : 由冲积层和洪积层组成, 以粉质黏土、中粗砂、砾砂和圆砾为主, 沉积层理近水平, 沉积环境较稳定, 厚度 12.0~58.0m, 测年数据 1.1 万~11.1 万年。

③中更新统 Q_2 : 为残积层、冰积层和冲洪积层, 上部为灰黄色、黄褐色砾质黏土层, 下部为黄褐色、灰黄色砾石、圆砾、卵石层, 砾、卵石层多呈次棱角状, 有一定磨圆, 地层厚度 10.0~30.0m, 测年结果一般大于 11.1 万年。

④下更新统 Q_1 : 为冰水堆积层, 不整合于太古宇混合花岗岩之上, 在东部丘陵区局限分布, 为棕黄、灰白色的粗砂夹砂、砾石层, 并夹有灰白色的黏土层, 内含灰白色的冰碛黏土冻囊。分布有小型粗砂透镜体, 具交错层理。砾石原岩成分以花岗岩、石英岩、辉绿岩等为主, 次棱角状至棱角状, 黏土具滑腻感, 黏性大, 整套地层分选性差, 地层厚度小于 5m。

3. “泥包砾” 岩性特征

(1) 物质组成

该层主要由圆砾及黏性土组成, 圆砾被黏土、粉质黏土包裹, 俗称“泥包砾”, 呈半胶结状态, 强度较高。骨架颗粒由结晶岩组成, 磨圆较好, 大多呈亚圆形, 颗粒直径一般为 20~100mm, 最大粒径 300mm, 孔隙间由大量黏性土充填, 含量为 30%~50%, 局部可见砂层及黏性土层透镜体, 因水的搬运作用颗粒的圆化程度较好。

(2) 地层年代

根据中国地震研究所对沈阳市第四纪沉积物所做的热释光测年结果分析, 沈阳市区上部第四纪全新统 Q_4 地层分布范围较小, 主要分布在浑河流域, 其下土层具有明显二元结构, 大概以绝对标高 3.0~17.0m 分界, 其上土层由粉质黏土、粉砂、中粗砂和砾砂组成, 测年数据 1.98 万~8.96 万年, 属于上更新统 Q_3 ; 其下土层主要为“泥包砾”, 测年数据 11.1 万±0.89 万~17.4 万±1.39 万年, 属于中更新统 Q_2 。勘探孔热释光法测年成果如表 1 至表 3 所示。

表 1 沈阳北部四台子沈阳师范大学附近 SYZ5(孔口标高 40.00m)钻孔地层样品采集与测试

序 号	样品编号	采样深度/m	土层性状	测年方法	测试结果/ $\times 10^3$ 年	地质年代
1	SYZ5-9	6.0	粉质黏土	TL	45.0±2.3	上更新统 Q_3
2	SYZ5-21	12.0	粉质黏土	TL	46.0±2.3	
3	SYZ5-36	19.5	粉质黏土	TL	59.4±2.9	
4	SYZ5-42	23.0	中 砂	TL	62.0±3.1	
5	SYZ5-48	27.0	粉质黏土	TL	66.5±3.4	
6	SYZ5-55	30.5	砾 砂	TL	66.7±3.4	
7	SYZ5-57	31.8	粗 砂	TL	67.4±3.4	
8	SYZ5-60	37.2	中 砂	TL	68.6±3.4	
9	SYZ5-66	49.0	泥包砾	TL	116.0±6.9	中更新统 Q_2
10	SYZ5-70	57.0	泥包砾	TL	125.0±8.7	
11	SYZ5-72	60.5	泥包砾	TL	119.5±7.2	

表 2 于洪区前丁香屯附近 SYZ3(孔口标高 39.98m)钻孔地层样品采集与测试

序 号	样品编号	采样深度/m	土层性状	测年方法	测试结果/ $\times 10^3$ 年	地质年代
1	SYZ3-3	6.0	粗 砂	TL	19.8 ± 9.9	上更新统 Q_3
2	SYZ3-7	12.0	粉 砂	TL	20.1 ± 1.0	
3	SYZ3-10	16.0	中 砂	TL	27.2 ± 1.4	
4	SYZ3-12	18.3	粉质黏土	TL	34.0 ± 1.7	
5	SYZ3-14	26.0	粗 砂	TL	42.1 ± 2.1	
6	SYZ3-16	27.5	粉 砂	TL	44.0 ± 2.2	
7	SYZ3-18	29.0	粉质黏土	TL	53.3 ± 2.7	
8	SYZ3-20	32.0	中粗砂	TL	54.8 ± 3.3	
9	SYZ3-21	33.0	粉质黏土	TL	53.9 ± 2.7	
10	SYZ3-23	37.0	泥包砾	TL	111.0 ± 8.9	中更新统 Q_2
11	SYZ3-26	45.0	泥包砾	TL	135.0 ± 7.7	
12	SYZ3-31	60.0	泥包砾	TL	174.0 ± 13.9	

表 3 和平区沈水湾公园北新世界花园地区 SYZ13(孔口标高 40.21m)钻孔地层样品采集与测试

序 号	样品编号	采样深度/m	土层性状	测年方法	测试结果/ $\times 10^3$ 年	地质年代
1	SYZ13-4	5.7	中粗砂含砾卵石	TL	22.6 ± 1.4	上更新统 Q_3
2	SYZ13-6	7.2	中粗砂含砾卵石	TL	25.6 ± 1.5	
3	SYZ13-8	8.3	中粗砂砾砂含卵石	TL	31.1 ± 1.9	
4	SYZ13-14	11.2	中粗砂砾砂含卵石	TL	35.8 ± 1.8	
5	SYZ13-19	15.2	中粗砂砾砂含卵石	TL	59.3 ± 2.9	
6	SYZ13-23	19.2	中粗砂砾砂含卵石	TL	63.0 ± 3.1	
7	SYZ13-25	23.0	中粗砂砾砂含卵石	TL	89.6 ± 5.4	
8	SYZ13-27	28.0	泥包砾	TL	119.5 ± 5.9	中更新统 Q_2
9	SYZ13-29	31.5	泥包砾	TL	126.5 ± 7.5	
10	SYZ13-33	39.8	泥包砾	TL	114.0 ± 5.7	
11	SYZ13-36	49.0	泥包砾	TL	118.9 ± 5.9	
12	SYZ13-37	54.0	泥包砾	TL	132.0 ± 9.7	
13	SYZ13-38	57.0	泥包砾	TL	134.0 ± 6.7	

因此，沈阳市区上部的“泥包砾”基本上为 Q_2 期沉积，下部的土层可能为 Q_1 期，但不会超出第四纪。

(3) 该层现场原位测试(重型动力触探试验)结果

平均每 10cm 的触探实测击数均大于 50 击，单孔法平均剪切波速为 400~500m/s,属于中硬土—坚硬土。

(4) 成因类型

曾有人认为该“泥包砾”层为冰水堆积物。虽然第四纪经历了几次冰期，但考虑到沈阳及上游地区无较高山脉，不具备形成冰川作用的条件，且多年来在该地区及周边低山丘陵区的地质研究中也并没有发现冰川擦痕，因此，该地层不应是冰川作用形成的冰水堆积物。该地层上部为冲积、冲洪积层，岩性构成相对简单，主要为中粗砂、砾砂、圆砾等，下部为基岩。从物质组成上看，颗粒有一定磨圆，呈强—中风化状态，黏性土与圆砾呈半胶结状态，该层中局部见有砂层及黏性土层透镜体，可视为第四纪间冰期冲洪积形成的具有泥石流特征的洪积物。

(5) 定 名

关于该层的定名目前有“泥包砾”“全风化砂砾岩”“泥砾岩”“圆砾”“泥砾”等。沉积

岩形成的最后一道过程为压密成岩，水被排出沉积物之外，使结构变得致密，黏结变得更牢固；半成岩的压密状态则介于土层与正常的岩石之间，硬度也很大。该层土虽然强度较高，但是黏性土与圆砾仅呈半胶结状态，土的含水量达到 15%~25%，岩性特征仍然属于土，应为沉积物，不应定为岩石或半成岩。而单纯地定为圆砾或泥砾又不能表现其含有大量黏性土的特征。综合考虑上述因素，认为把该层土定为“含黏性土圆砾”比较适合。

4. 结 论

沈阳市区内俗称的“泥包砾”层成因类型可视为具有泥石流特征的洪积物，测年数据 $11.1 \text{ 万} \pm 0.89 \text{ 万} \sim 17.4 \text{ 万} \pm 1.39 \text{ 万年}$ ，地质年代大多属于中更新统 Q_2 时期。鉴于目前对于该层的命名比较混乱，最好能将其名称统一起来，以便勘察成果的使用和技术人员之间的沟通，笔者认为用“含黏性土圆砾”定义该层比较适合。

黄土湿陷性试验方法探讨

沈 蓉 刘 军 张丽惠

(辽宁省建筑设计研究院岩土工程公司, 沈阳 110005)

摘 要 测定黄土湿陷性的试验分为室内压缩试验、现场静载荷试验和现场试坑浸水试验3种。本文针对现行《土工试验方法标准》中黄土湿陷试验方法, 结合多年来土工实践中的应用经验, 提出一些问题和解决办法, 共同探讨。

关键词 黄土; 湿陷系数; 湿陷起始压力; 单线法; 双线法; 修正比例因子

1. 试验方法与原理

(1) 测定湿陷系数

测定湿陷系数应符合下列要求。

① 分级加荷至试样的规定压力, 下沉稳定后, 试样浸水饱和, 附加下沉稳定, 试验终止。

② 在0~200kPa压力以内, 每级增量宜为50kPa; 大于200kPa压力时, 每级增量宜为100kPa。

③ 湿陷系数 δ_s , 应按下式计算:

$$\delta_s = \frac{h_p - h_p'}{h_0} \quad (1)$$

式中: h_p ——保持天然湿度和结构的试样, 加至一定压力时, 下沉稳定后的高度, mm;

h_p' ——上述加压稳定后的试样, 在浸水(饱和)作用下, 附加下沉稳定后的高度, mm;

h_0 ——试样的原始高度, mm。

(2) 测定湿陷系数的试验压力

测定湿陷系数的试验压力, 应自基础底面算起, 还应注意以下几点。

① 基底下10m以内的土层应用200kPa, 10m以下至非湿陷性黄土层顶面, 应用其上覆土的饱和自重压力(当大于300kPa压力时, 仍应用300kPa)。

② 当基底压力大于300kPa时, 宜用实际压力。

③ 对压缩性较高的新近堆积黄土, 基底下5m以内的土层宜用100~150kPa压力, 5~10m和10m以下至非湿陷性黄土层顶面, 应分别用200kPa和上覆土的饱和自重压力。

(3) 测定湿陷起始压力

测定湿陷起始压力包括单线法和双线法压缩试验。

① 单线法。

• 从同一土样中所取的环刀试样, 其密度差值不得大于0.03g/cm³。

• 在0~150kPa压力范围内, 每级增量宜为25~50kPa; 大于150kPa压力时, 每级增