



*Theory and Practice of
Expansive Soil Treatment Technology*

膨胀土处治 理论、技术与实践

◎ 郑健龙 杨和平 主编



人民交通出版社

China Communications Press

Theory and Practice of Expansive Soil Treatment Technology

膨胀土处治理论、技术与实践

郑健龙 杨和平 主 编



人民交通出版社

内 容 简 介

本书收录了“全国膨胀土学术研讨会”学术交流的论文 58 篇,反映了我国膨胀土尤其是公路膨胀土工程处治技术研究的现状、研究热点、发展趋势和取得的一些最新成果。主要内容包括膨胀土的定义、判别和分类;膨胀土的基本特性和规律;膨胀土边坡及其防护和加固技术;膨胀土填筑路堤技术;典型膨胀土工程灾害实例和研究;膨胀土土质改良的理论和方法;膨胀土室内外试验研究的新技术和新方法;非饱和土理论、试验及工程应用;膨胀土地区工程建设引起的环境问题及对策等。研究论文涉及膨胀土处治技术的理论、试验、工程实践等各个方面,内容丰富,实用性强,可供从事土木工程勘察、设计、施工、管理、规划、科研的科技人员和大专院校有关师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

膨胀土处治理论、技术与实践/郑健龙, 杨和平主编.
北京: 人民交通出版社, 2004.12
ISBN 7-114-05374-6

I. 膨... II. ①郑...②杨... III. 膨胀土地基: 公路路基—处理—学术会议—文集 IV. U416.1-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 125110 号

书 名: 膨胀土处治理论、技术与实践

主 编: 郑健龙 杨和平

责任编辑: 张 斌 孙 玺

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 28.25

字 数: 694 千

版 次: 2004 年 12 月第 1 版

印 次: 2004 年 12 月第 1 版 第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-114-05374-6

印 数: 0001—1200 册

定 价: 68.00 元

(如有印刷、装订质量问题, 由本社负责调换)

全国膨胀土学术研讨会

学术委员会

顾问:郑颖人 沈珠江 包承纲 李生林 殷宗泽 陈正汉 曲永新 杨世基

主任:凤懋润

副主任:陈国靖 郑健龙 梁军林

秘书长:杨和平

委员:(按姓氏笔画顺序排列)

凤懋润 李卫庆 陈国靖 吴万平 张世俊

杨和平 郑健龙 章为民 梁军林

组织委员会

主任:孙国庆

副主任:陈国靖 郑健龙 李尚炎 李卫庆

秘书长:刘朝晖

委员:(按姓氏笔画顺序排列)

马绍昆 方庆民 孙国庆 李卫庆 李尚炎 刘朝晖 杨和平 陈国靖

吴绪浩 郑明德 郑健龙 赵之忠 周文 梁军林 程平 廉向东

膨胀土处治理论、技术与实践

编委会

主任:郑健龙

副主任:陈国靖 李尚炎 李卫庆 杨和平

编委:马绍昆 方庆民 李卫庆 李尚炎 杨和平 吴万平

陈国靖 张世俊 郑健龙 章为民 梁军林 程平

主编:郑健龙

副主编:杨和平

编辑统筹:杜颖 刘朝晖

序

世纪之交,我国开展了全球最大规模的公路基础设施建设,15年里新增公路近80万公里,特别是实现了高速公路“零的突破”,已建成3万余公里。2003年底,全国公路总里程达到181万公里,二级及以上高等级公路占总里程的15%。公路交通运输适应了国民经济快速发展的需求。

新世纪头20年,为全面建设小康社会提供交通保障,“五纵七横”国道主干线和西部八条大通道建设计划将在第一个十年内完成。新的国家高速公路网建设计划也将展开。随着高等级公路向山区、向西部地区延伸,公路建设面对着各种复杂的地质问题的严峻挑战,其中膨胀土地质环境中的工程建设就是技术挑战之一。

膨胀土是一种多裂隙并具有显著胀缩性的地质体,对各种浅表层轻型结构工程建设具有极大的危害,全世界每年因膨胀土造成的经济损失高达150亿美元以上。其中,我国是受灾最严重的国家之一。我国的膨胀土分布广泛,遍布广西、云南、湖北、河南等20多个省、区,对我国的工程建设造成了极为严重的经济损失和生态环境破坏。因此,膨胀土问题受到了国内岩土工程界的普遍关注,许多专家、学者和工程师为此投入了大量的精力,进行了不懈的努力。自1990年我国召开首届膨胀土科学研讨会以来,无论是基础理论,还是工程处治措施方面均取得了一批有价值的研究成果。

为解决公路建设中的膨胀土问题,道路工程领域分别就膨胀土改性和膨胀土边坡防护与加固等课题做了大量研究工作,交通部于2002年就公路膨胀土问题作为西部交通建设重大课题立项,从膨胀土的分类分级、膨胀土的改性、边坡的加固与防治、地基的处理到水土保持与环境保护等方面展开了系统研究,希望获得膨胀土地区公路修筑成套技术。

本次“全国膨胀土学术研讨会”是继1990年“首届全国膨胀土科学研讨会”以来的第二次全国性学术会议。会议共收到学术论文86篇,通过评审从中选出58篇,编辑出版了这本《膨胀土处治理论、技术与实践》。此书较系统地总结了我国近年来膨胀土地区公路、铁路、水利、建筑等建设领域的工程实践经验和理论研究成果,集中反映了当前我国膨胀土问题研究的学术水平,对于提高膨胀土地区工程的建设质量,推动我国膨胀土理论与应用技术的深入研究将起到重要作用。

凤懋润

交通部总工程师

2004年12月

前 言

膨胀土是自然地质形成过程中产生的一种多裂隙并具有显著胀缩性的地质体,分布十分广泛,对各类浅表层轻型工程建设具有特殊的危害作用。膨胀土问题是世界性的技术难题,许多国家和地区在公路、铁路、机场、房建、水利工程建设和维护中都遇到过膨胀土的工程问题,并造成巨大的经济损失。中国的膨胀土及其工程问题具有以下显著特点:1.分布广,先后已有20多个省区发现膨胀土;2.类型多,各种成因类型的膨胀土如沉积类、残积类、岩溶侵蚀类都有;3.性质复杂,膨胀土工程问题不仅与土的成因、时代和演化历史有关,而且与气候环境(干旱、半干旱的热带、亚热带气候)、工程与膨胀土相互作用密切相关。因此,膨胀土及其工程问题引起了国内外工程地质学家和工程技术人员的极大关注。

20世纪40年代中期,西方工业发达国家开始对膨胀土问题进行专门性研究,我国对膨胀土工程问题研究的历史也有40余年,1990年召开全国首届膨胀土科学研讨会,至今已经取得不少的研究成果,但膨胀土问题并没有得到真正解决,工程建设中因膨胀土引起的工程问题时有发生。改革开放尤其近10年来,随着我国经济建设的迅猛发展,基础设施特别是高速公路建设的力度不断加大,膨胀土对工程建设的危害和破坏日渐增多,越来越多的工程师和研究者投入到膨胀土基础理论及工程问题的研究中,膨胀土尤其是公路膨胀土工程问题处治技术得到很大提高,积累了丰富的资料,总结并提出了不少理论成果,取得了许多成功经验。

为系统总结在膨胀土地区进行公路、铁路、水利、建筑等工程建设的工程实践经验,加强对膨胀土研究成果的学术交流和探讨,提高对膨胀土进一步研究的水平,从而促进我国基础设施建设和经济的发展,长沙理工大学、广西交通厅、交通部西部交通建设科技项目管理中心定于2004年12月在广西南宁举办“全国膨胀土学术研讨会”。会议共收到学术论文86篇,优选了58篇编入《膨胀土处治理论、技术与实践》一书,并由人民交通出版社出版。

本书论文内容涉及膨胀土处治技术的理论、试验、工程实践等各个方面,包括:膨胀土的定义、判别、分类、基本特性和规律;膨胀土边坡防护和加固技术;膨胀土填筑路堤技术;典型膨胀土工程灾害实例和研究;膨胀土土质改良的理论和方法;膨胀土室内外试验研究的新技术和新方法;非饱和土理论、试验及工程应用。大部分论文密切结合工程实践,或具有较高的理论意义,或是大量试验研究成果,反映了我国近期膨胀土研究的进展。该书的出版一定能够有效地提高学术研讨会的交流与研讨效果,有力地推动我国膨胀土处治技术研究的开展,并将其提高到一个更新的水平。

本书的出版过程中,得到了交通部西部交通建设科技项目管理中心陈国靖主任、广西交通厅郑皆连院士、长沙理工大学科技处以及其他有关人员的大力支持,人民交通出版社在短期内编辑出版该书付出了辛勤劳动,在此一并表示感谢。

编 者

2004年11月28日

Preface

Expansive soil, which is distributed widely, is a natural geological body with lots of fissuring and distinguishable swelling-shrinkage characteristics. It can take special hazards to all kinds of light engineering construction projects which are located on earth surface in expansive soil regions. The problem of expansive soil is a worldwide technical bottleneck which needs to be solved urgently, because it has caused great economic lost and has been baffling many countries and areas where highway, railway, air-field, building and hydraulic engineering projects are under construction or maintenances. There are some obvious characteristics of expansive soil and its engineering problems in China. 1. Wide distribution. Till now, it has been successively discovered in more than 20 provinces and regions. 2. Diversified type. There are diversified origin types of expansive soil, such as sedimentary type, eluvial type, Karst erosion type. 3. Complex characteristics. The problem of expansive soil is not only related to the origin, era and the evolution history of soil, but also affected by the climate environment (arid, semi-arid tropical and sub-tropical climate), and the interaction of expansive soil and engineering construction. Thus, expansive soil and its engineering problem have been absorbing many eyes and great attentions of geologists and engineering technicians at home and abroad.

In the mid-40s of last century, western developed countries began to undertake specific researches on expansive soil. Researchers of our country have been studying expansive soil related problems for over 40 years. The First National Conference on Expansive Soil was held in the year of 1990. Till now many research findings have been achieved. But the problem of expansive soil hasn't been solved. Engineering problems caused by expansive soil are still occurring in construction projects of varied countries. Since our country began to carry the Reform and Open Policy, especially in the near 10 years, national economy and the infrastructure constructions especially expressway construction have gained rapid developments. At the same time, the hazards and damages of engineering construction caused by expansive soil are also increasing. More and more engineers and researchers have taken part in the studies of related basic theory and engineering problem. They have made great progress on expansive soil especially highway engineering expansive soil treatment techniques, accumulated abundant related information, summarized and put forward many related theories and achieved many successes.

In order to systematically summarize engineering practical experiences of highway, railway, building and hydraulic constructions in the expansive soil area, strengthen academic exchanges and communications on expansive soil studies, further improve the level of researches on expansive soil and promote the development of infrastructure construction and national economy, Changsha University of Science and

Technology, Guangxi Communications Department, Western Traffic Construction Technology Project Managing Center of Ministry of Communications, PRC, hold the National Academic Conference on Expansive Soil on December 2004 in Nanning, Guangxi Province. The conference received altogether 86 pieces of academic paper and selected out 58 pieces to be edited as a book called Theory and Practice of Expansive Soil Treatment Technology, which was published by China Communications Press.

Contents of papers in this book include various aspects of theory, test, engineering practice on expansive soil treatment technique, such as definition, identification, classification, basic characteristics and rules of expansive soil; side slope protection and strengthening techniques of expansive soil; filling techniques on expansive soil embankment; typical cases of engineering hazards caused by expansive soil and their analysis; the improvement theory and method of expansive soil; new techniques and methods of laboratory and field tests about expansive soil; the theory, test and engineering application of unsaturated soil. Most of the papers are based on the engineer practices. Some are good at theory analysis, while others are results of abundant tests. All these reflect latest findings about expansive soil. This book can certainly promote the academic exchanges and communications among all the researchers, put forward the undertaking of the study of expansive soil treatment and push the research state to a higher level.

During the publishing course of this book, Chen Guojing - the head of Western Traffic Construction Technology Project Managing Center, Zheng Jielian - Academician of Chinese Academy of Engineering, Science and Technology Department of Changsha University of Science and Technology have given great supports and help. The editors of Renming Communications Press have worked hard to publish this book in short time. Here, authors want to extend their special acknowledgements to all people who have made contributions for the publishing of the book.

2004.11.28

目 录

第1篇 综 述

中国公路膨胀土工程问题、研究现状及展望	郑健龙 杨和平(3)
膨胀土裂隙性研究	包承纲(24)
非饱和土与特殊土研究的最新进展	陈正汉 孙树国 方祥位 卢再华(36)
膨胀土掺灰改良的微观监测与改良机理的分析	李生林(50)
膨胀土边坡的稳定性分析	殷宗泽 吕擎峰 袁俊平(61)

第2篇 理论计算与分析

非饱和土简化固结理论的应用实例	沈珠江 陈铁林 邓 刚 孙大伟(73)
膨胀土抗剪强度理论探讨	丁振洲 郑颖人 李利晟(82)
非饱和膨胀土中水土相互作用及其对边坡稳定的影响	詹良通 吴宏伟 包承纲(88)
南友路宁明段膨胀土土性研究	杨和平 曲永新 郑健龙(97)
膨胀土的判别与分类的新方法	吴万平 程 平(108)
非饱和膨胀土的弹塑性本构模型研究	曹雪山(117)
膨胀土边坡稳定性计算模型和计算方法研究	刘龙武 林育梁 安彦勇 严利娥(124)
湖南省几种典型膨胀土工程特性研究	杨果林 王永和(132)
南—邓高速公路膨胀土边坡稳定性的三维数值模拟分析	刘义高 郑健龙(141)
残积型膨胀性岩土路堑滑坡与宏观结构面空间关系的研究	周桂成 刘龙武 郑健龙(149)
基于集对分析的膨胀土路堤设计方案评价研究	黄仕高 杨和平 周盛丰(155)
膨胀土(岩)的工程特性对路堑边坡稳定性的影响	黎新蓉 韦秉旭 廉向东(162)
南友路膨胀土堑坡滑坍的灰色聚类预测	郑 鹏 杨和平 覃滨海(169)
广西某膨胀土的分形及结构特征研究	杨 洋 姚海林 陈守义(175)
非饱和土中的温度效应	高燕希 谢来发 蒲 华(181)
南友路膨胀土路堑边坡滑坍的地质调查与思考	杨和平 谭 波 郑 鹏(186)

第3篇 试验研究

用常规直剪试验方法确定非饱和膨胀土强度的探讨·····	杨和平	毛云程	张 锐(197)
合安高速公路沿线地区膨胀土最优掺灰率试验研究·····	查甫生	崔可锐	韦 杰(204)
常张高速公路膨胀土路基在填筑过程中的沉降试验结果分析 ·····	乔运峰	杨果林	刘义虎(209)
石灰改良膨胀土的基本特性·····	石名磊	于 华	(215)
膨胀土 CBR 膨胀特性的试验研究 ·····	陈爱军	吴绪浩	杨和平(221)
广西南友路改良膨胀土的试验研究·····	王 芳	严丽雪	顾春媛(226)
宁明非饱和膨胀土三轴试验研究·····	张 锐	杨和平	吴 晓(235)
某机场膨胀土填料室内试验研究·····	杨明亮	姚海林	(241)
广西南友路膨胀土的试验研究·····	王 芳	严丽雪	顾春媛(248)
膨胀土的微观结构对其物理力学性质影响的试验研究·····	彭 娟	潘志宏	刘龙武(253)
干湿循环效应对宁明膨胀土强度特性的影响·····	肖 夺	杨和平	黄雄伟(259)
南友路膨胀土胀缩变形特性研究 ·····	李康全	周玉峰	周志刚(265)
膨胀土工程特性试验研究综述·····			王年香(270)

第4篇 工程实践与处治技术

南水北调中线工程中的膨胀土问题及其工程措施探讨·····	龚壁卫	周晓文	(277)
长荆线土工合成材料应用示范工程·····		周先才	(284)
膨胀岩边坡防护和加固工程措施·····		李 敏	(292)
石灰处置膨胀土的强度及胀缩特性研究·····	程 平	吴万平	姚海林(297)
膨胀土土质改良与路基病害整治技术研究·····		韩会增	邹开学(303)
南友路膨胀土(岩)路堑边坡加固防护方法探讨·····	韦秉旭	颜 春	郑健龙
用封闭法填筑弱膨胀土路堤技术·····		武 明	严 园(316)
机场膨胀土土基处理方法研究·····		林晓峰	王观虎(325)
高液限土路基填料的选用与改良方法·····		王年香	章为民(329)
膨胀土地区构造物地基基础的设计与施工·····		丁加明	杨果林(334)
四川地区公路膨胀土地基处理方法研究·····	杨雪莲	周永江	何思明(339)
石灰改良膨胀土在高等级路堤填筑中的应用·····	蓝日彦	莫红艳	阮志新(346)
南友路膨胀土(岩)路堑边坡滑坡规律与特征·····	韦秉旭	廉向东	吴绪浩
西岭雪山隧道病害原因分析·····		文江泉	王向东(357)
支撑渗沟在膨胀土路堑边坡处治中的应用·····		颜 春	韦秉旭(363)
膨胀土地区公路建设引起的水土流失及防治 ·····	廉向东	黄仕高	杨和平(369)
膨胀土地区路基水损害作用机理及防治对策·····	刘义虎	彭 立	黄向京
膨胀土路基不均匀收缩对路面结构的影响分析 ·····		周玉峰	李康全
膨胀土地区路基病害分析及防治对策 ·····	梁勇智	刘果三	高雪山(387)

第5篇 其 他

云南和广西膨胀土地区公路沿线植物多样性调查与研究·····	刘克明	龙春林	刘怡涛(399)
筛选本土植物应用于云南膨胀土地区路域的生态环境恢复与生物防护			
·····	刘怡涛	龙春林	张世俊 马绍昆(407)
云南安楚高速公路膨胀土边坡生态防护			
·····	张世俊	马绍昆	王 晖 龙春林 刘怡涛(418)
路域条件对公路植被恢复的影响(坡度与土壤硬度)·····		龙春林	王 云(425)
膨胀土地区公路建设对环境的影响及对策·····	马绍昆	张世俊	王 晖(432)

CONTENTS

Part One Keynote Lectures

- Engineering Problems, Current Research State and Future Prospect of Highway
Expansive Soil in China Zheng Jianlong, Yang Heping (3)
Fissuring Property Study of Expansive Soils Bao Chenggang (24)
Recent advances of unsaturated and special soils
..... Chen Zhenhan, Sun Shuguo, Fang Xiangwei, Lu Zaihua (36)
Analysis of Micro-monitoring Mixing Lime to Expansive Soil and Soil
Improvement Mechanism Li Shenglin (50)
Slop Stability Analysis of Expansive Soil Yin Zongze, Lv Qingfeng, Yuan Junping (61)

Part Two Theory Calculation and Analysis

- Applications of Simplified Consolidation Theory of Unsaturated Soils
..... Shen Zhujiang, Chen Tielin, Deng Gang, Sun Daiwei (73)
Probe into the Theory of Expansive Soil Shear Strength
..... Ding Zhenzhou, Zhen Yingren, Li Lishen (82)
The Soil-Water Interaction in Unsaturated Expansive Soil and
Its Effects to Slope Stability Zhan Liangtong, Wu Hongwei, Bao Chenggang (88)
Experimental Research on Properties of Ning-ming Expansive Soil
on Nan-you Expressway in Nanning Yang Heping, Qu Yongxin, Zheng Jianlong (97)
The New Method of Identification and Classification of Expansive Soils
..... Wu Wanping, Cheng Ping (108)
An Elastoplastic Constitutive Model of Unsaturated Expansive Soils Cao Xueshan (117)
The Research of Calculating Models and Methods for the Stability of Swelling Soil Slopes
..... Liu Longwu, Lin Yuliang, An Yanyong, Yan Lie (124)
Test Study on Engineering Properties of Some Typical Expansive Soils in Hunan
..... Yang Guolin, Wang Yonghe (132)
The 3D Simulation of the Stability of Expansive Soil Slope in Nan-Deng Highway

.....	<i>Liu Yigao , Zheng Jianlong</i> (141)
Probe into The Spatial Relationship Between Landslides of Expansive Residual Cut Slope and Controlling Macroscopic Structure Plane	<i>Zhou Guicheng , Liu Longwu , Zheng Jianlong</i> (149)
The analysis of the treatment schemes of the expansive soil embankment based on Set Pair Analysis	<i>Huang Shigao , Yang Heping , Zhou Shengfeng</i> (155)
Effect of Engineering Behaviour of Expansive Soil on the Stability of Cutting Slope	<i>Li Xinrong , Wei Bingxu , Lian Xiangdong</i> (162)
The forecast of the Expansive Soil Cut Slope with Gray System Theory in Nanning-YouYiGuan Highway	<i>Zheng Peng , Yang Heping , Qin Binhai</i> (169)
Study on the fractal and structural characteristics of GuangXi expansive soil	<i>Yang Yang , Yao Hailin , Chen Shouyi</i> (175)
Temperature Effect in Unsaturated Soils	<i>Gao Yanxi , Xie Laifa , Pu Hua</i> (181)
The geological investigation and thought of the expansive soil cut slope for Nanning-You YiGuan Highway	<i>Yang Heping , TanBo , Zheng Peng</i> (186)

Part Three Testing Researches

Probe into Conventional Direct Shear Approach to Determine the Strength of Unsaturated Expansive Soil	<i>Yang Heping , Mao Yuncheng , Zhang Rui</i> (197)
Experimental Study on Optimum lime mixing ratio of Expansive Soil Alongside HeAn Expressway	<i>Zha Pusheng , Cui Kerui , Weijie</i> (204)
Analysis to Sedimentation Experiment Results of Chang-Zhang Highway Expansive soil Subgrade under Construction ...	<i>Qiao Yunfeng , Yang Guolin , Liu Yihu</i> (209)
Basic Characteristic of Lime-treated Expansive Soils	<i>Shi Minglei , Yu Hua</i> (215)
Experimental Study on CBR Swelling Characteristics of Expansive Soil	<i>Chen Aijun , Wu Xuhao , Yang Heping</i> (221)
Experimental Study on Improvement of Expansive Soil of Guangxi Nanyou Highway	<i>Wang Fang , Yan Lixue , Gu Chunyuan</i> (226)
Tri-axial Test Research on Unsaturated Expansive Soil of Ningming Highway	<i>Zhang Rui , Yang Heping , Wu Xiao</i> (235)
Laboratory experimental research on expansive soil filling in a airfield	<i>Yang Mingliang , Yao Hailin</i> (241)
Experimental Study on Expansive Soil of Guangxi Nanyou Highway	<i>Wang Fang , Yan Lixue , Gu Chunyuan</i> (248)
Laboratory Study on the effect of Microstructure of expansive soil on it's Physical mechanical properties	<i>Peng Juan , Pan Zhihong , Liu Longwu</i> (253)
The Influence Of Dry-wet Circulating Effect For The Strength characteristic of NingMing Expansive Soil	<i>Xiao Duo , YANG Heping , Huang Xiongwei</i> (259)

- A Study on Expansive and Shrinkage Deformation Characteristic
of Expansive Soils of NanYou Expressway *Li Kangquan, Zhou Yufeng, Zhou Zhigang* (265)
- A Research Summary of Engineering Behaviour Test of Expansive Soil *Wang Nianxiang* (270)

Part Four Engineering Practices and Treatment Techniques

- Research on Expansive Soils Encountered in Middle Route Project of South-to-north
Water Transfer Canal *B. W. Gong, X. W. Zhou* (277)
- Demonstration Project of Geosynthetic Application in Changjiangbu-Jingmen Railway
..... *Zhou Xiancai* (284)
- Protection and Strengthen Engineering Measures of Expansive Rock Slope *Li Min* (292)
- Study of Strength, Swelling and shrinkage Characteristics of Lime-Treated expansive Soils
..... *Cheng Ping, Wu Wanping, Yao Hailin* (297)
- Study on the Improvement of Expansive Soil and the
Treatment Technology of Subgrade Diseases *Han Huizeng, Zhou Kaixue* (303)
- The investigations on the reinforcement and protection approaches of the expansive soil cutting
slope for Nanning-YouYiGuan Highway ... *Wei Bingxu, Yan Chun, Zheng Jianlong, Li Xinrong* (310)
- Technology of Using Sealing Methods to Construct Weak Expansive Soil Embankment
..... *Wu Ming, Yan Yuan* (316)
- Research on Method of Expansive Soil Subgrade Treatment in Airfield
..... *Lin Xiaofeng, Wang guanhui* (325)
- Application and Stabilization of HLL Soil for Roadbed *Wang Nianxiang, Zhang Weimin* (329)
- Design and Construction of structure Subgrade and Foundation in Expansive Soil Region
..... *Ding Jiaming, Yang Guolin* (334)
- Treatments research on the expressway swelling clay foundation in Sichuan area
..... *Yang Xuelian, Zhou Yongjiang, He Siming* (339)
- Application of Lime-modified Expansive Soil in High type
Highway Embankment Construction *Lan Riyan, Mo Hongyan, Ruan Zhixin* (346)
- Laws and Characteristics of Slide of Cut Slope in Nanning-YouYiGuan High way
..... *Wei Bingxu, Lian Xiangdong, Wu Xuhao, Li Xinrong* (352)
- Causes of the Disease in Xiling Snow Mountain Tunnel *Wen Jiangquan, Wang Xiangdong* (357)
- Application of Sustain-underdrain in Swelling-Soil Cut Slope Treatment
..... *Yan Chun, Wei Bingxu* (363)
- Soil erosion caused by highway construction in expansive soil
areas and its prevention countermeasures *Lian Xiangdong, Huang Shigao, Yang Heping* (369)
- Mechanism and treatment measures of water damage on expansive soil roadbed
..... *Liu Yihu, Peng Li, Huang Xiangjing, Li Hongquan* (376)
- Analysis of influence in pavement structure due to unformed shrinkage of swelling subgrade

第 **1** 篇

综 述

