



渠道衬砌冻胀破坏力学模型 及防冻胀结构

◎ 李甲林 王正中 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



渠道衬砌冻胀破坏力学模型 及防冻胀结构

© 李甲林 王正中 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书系统地分析了梯形、弧底梯形、U形等不同断面形式的混凝土衬砌渠道冻胀破坏特征及冻胀破坏机理,在此基础上提出了不同断面的渠道冻胀破坏力学模型;建立了渠道冻胀土体水分场、温度场及应力场三场耦合模型并给出有限元计算方法;利用该数值模拟技术进行混凝土衬砌渠道抗冻胀措施研究;针对高地下水情况,分析研究了滤透式刚柔耦合衬砌结构的抗冻胀效果;引入正交实验设计进行渠道抗冻胀技术优化研究。

本书内容翔实,基础与实践兼顾,适合于渠道工程设计、施工、冻胀试验研究人员,高等院校本科生、研究生,有关研究院(所)科研人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

渠道衬砌冻胀破坏力学模型及防冻胀结构 / 李甲林, 王正中著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2013. 8
ISBN 978-7-5170-1171-2

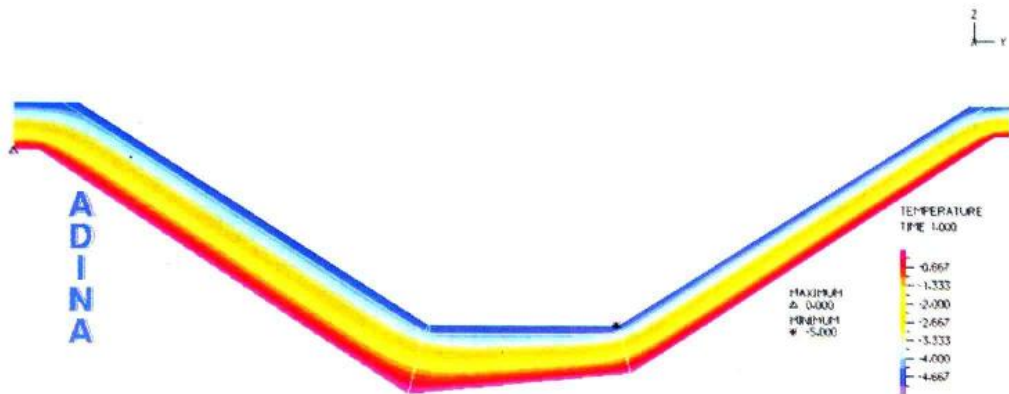
I. ①渠… II. ①李… ②王… III. ①渠道—衬砌—冻胀—力学模型②渠道—衬砌—防冻 IV. ①U61

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第191355号

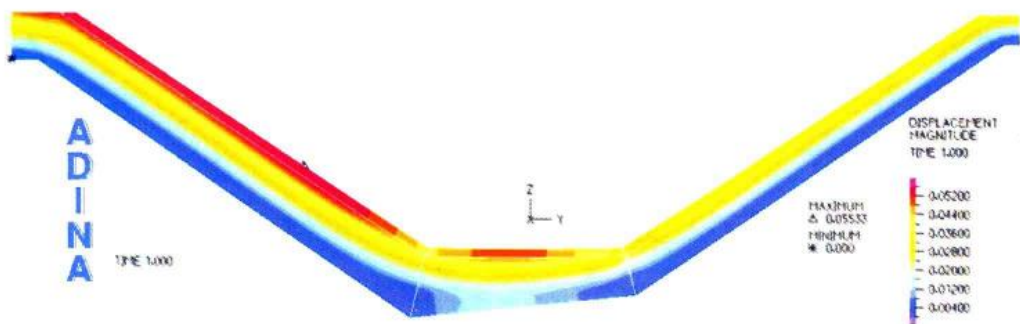
书 名	渠道衬砌冻胀破坏力学模型及防冻胀结构
作 者	李甲林 王正中 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京嘉恒彩色印刷责任有限公司
规 格	170mm×240mm 16开本 10.25印张 209千字 6插页
版 次	2013年8月第1版 2013年8月第1次印刷
印 数	001—800册
定 价	40.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究



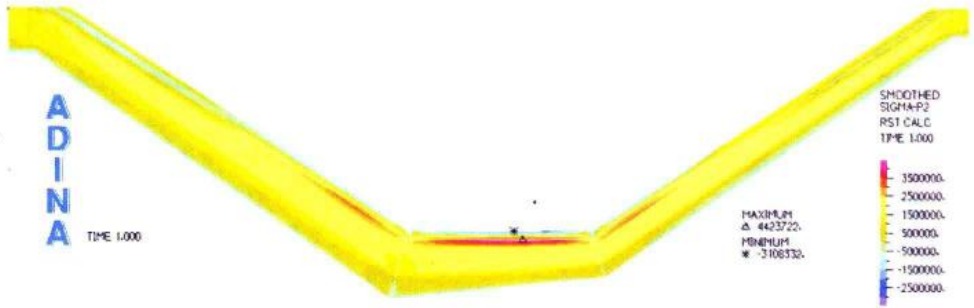
彩图 1 温度场云图 (单位: °C)



彩图 2 位移场云图 (单位: cm)



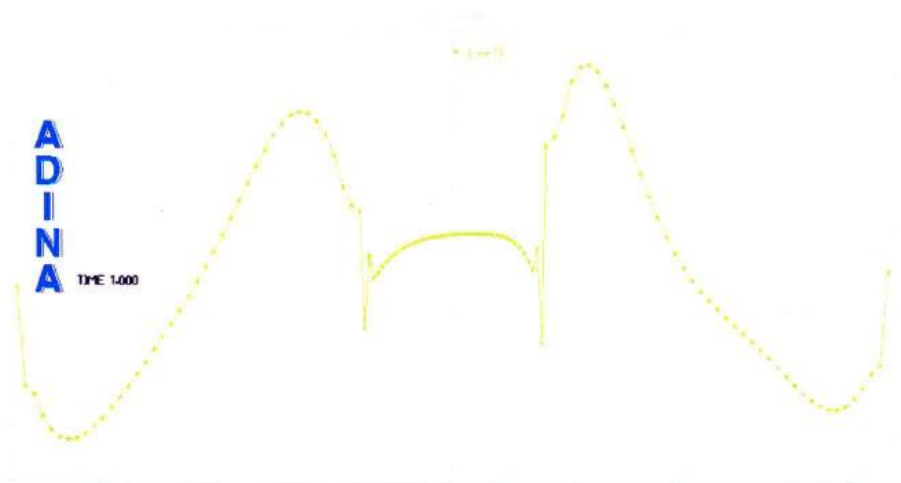
彩图 3 梯形渠道变位数值模拟值展开图 (单位: m)



彩图 4 主应力云图 (单位: Pa)



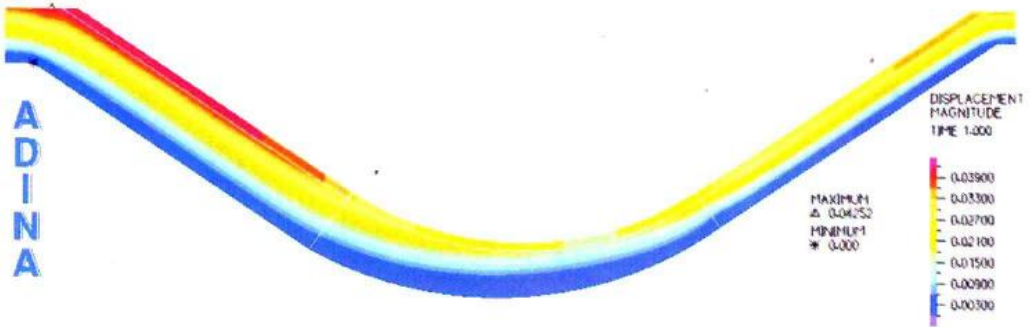
彩图 5 梯形渠道法向冻胀力模拟值展开图 (单位: Pa)



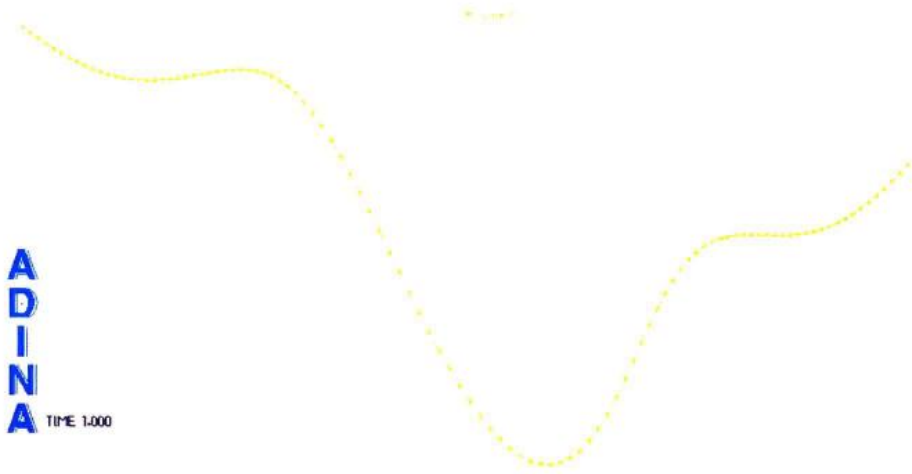
彩图 6 梯形渠道切向冻胀力模拟值展开图 (单位: Pa)



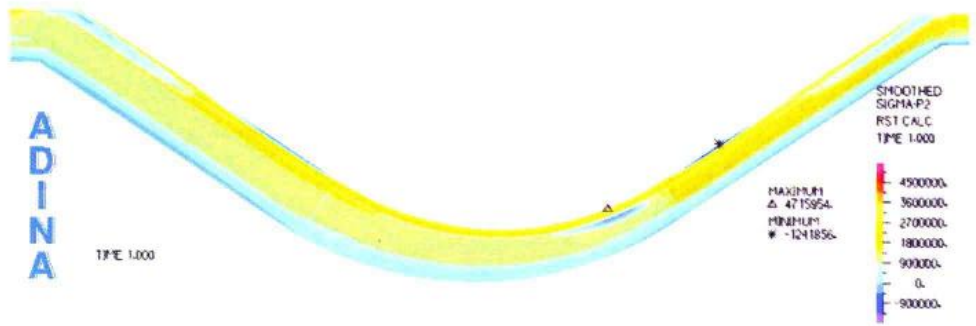
彩图 7 渠道温度场云图 (单位: °C)



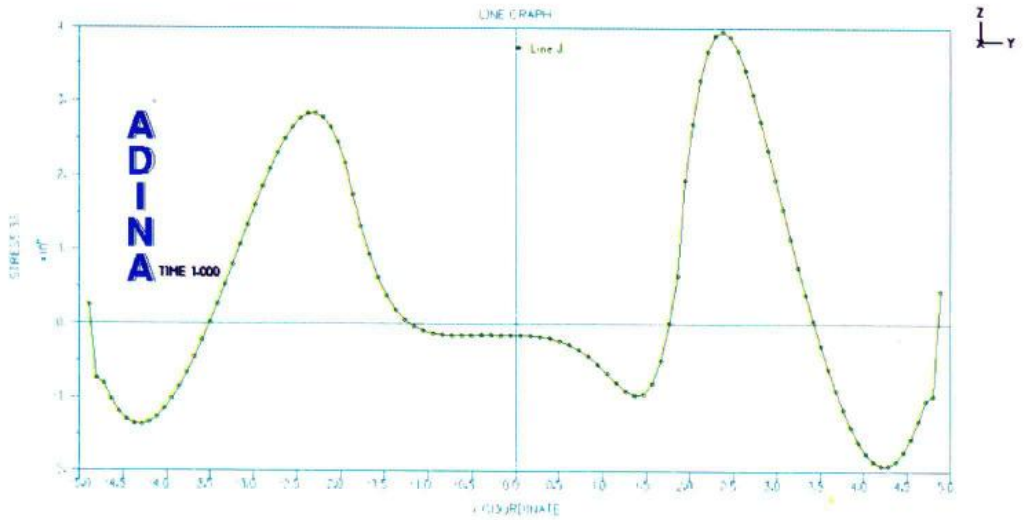
彩图 8 渠道位移场图 (单位: m)



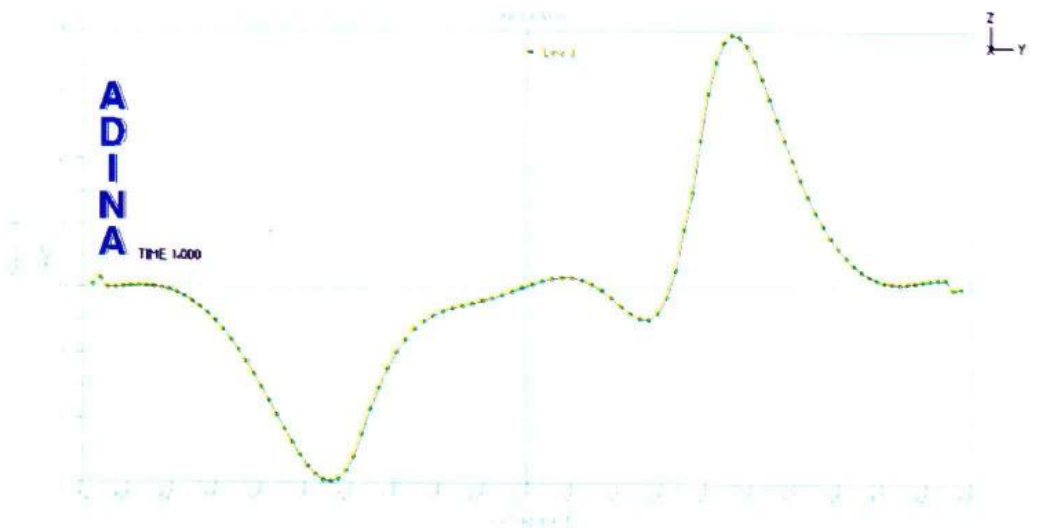
彩图 9 弧底梯形渠道变位数值模拟值展开图 (单位: m)



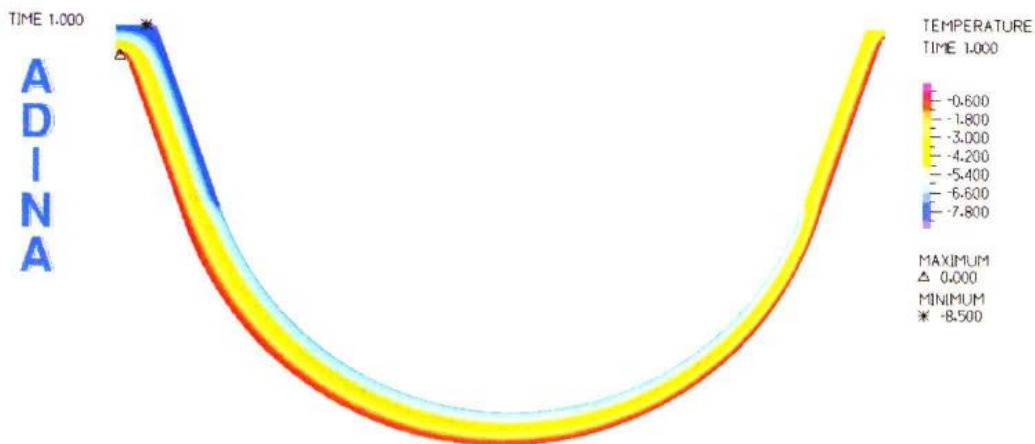
彩图 10 主应力云图 (单位: Pa)



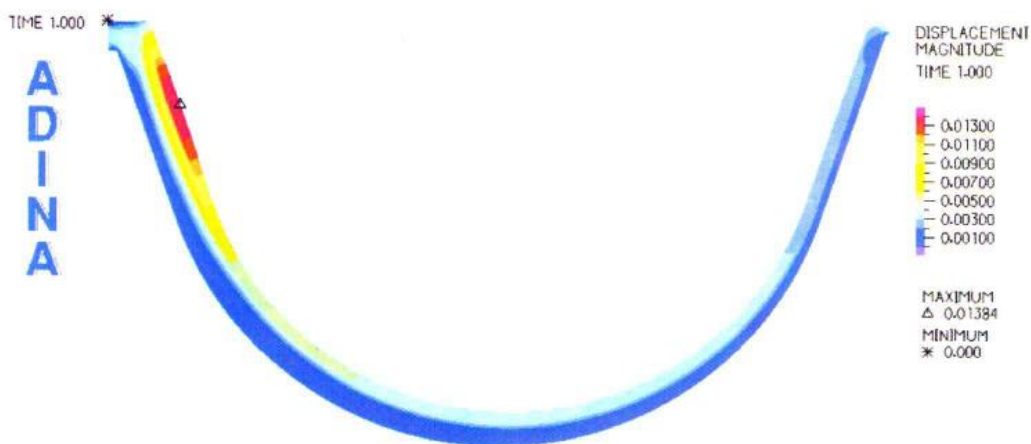
彩图 11 弧底梯形渠道法向冻胀力模拟值展开图 (单位: Pa)



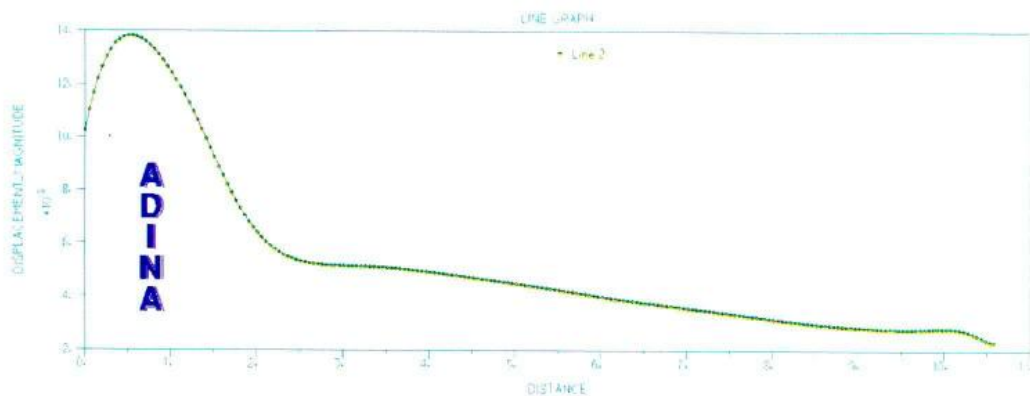
彩图 12 弧底梯形渠道切向冻胀力模拟值展开图 (单位: Pa)



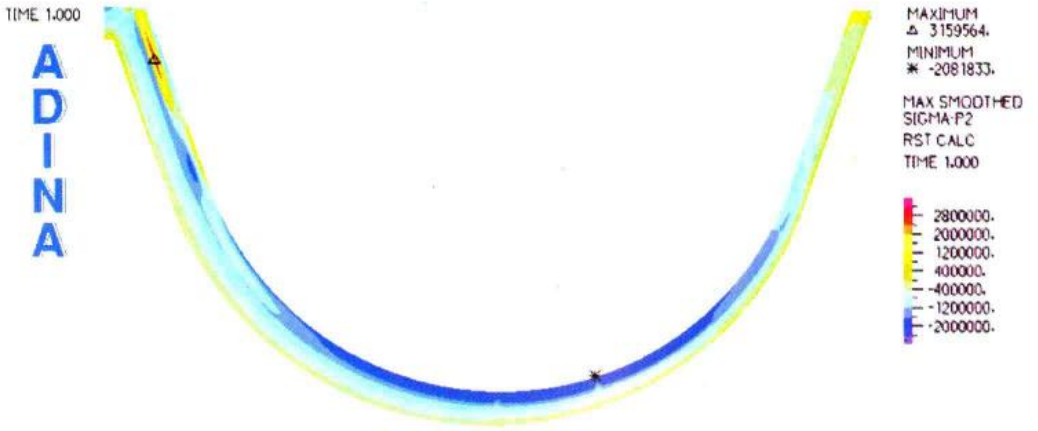
彩图 13 温度场分布云图 (单位:°C)



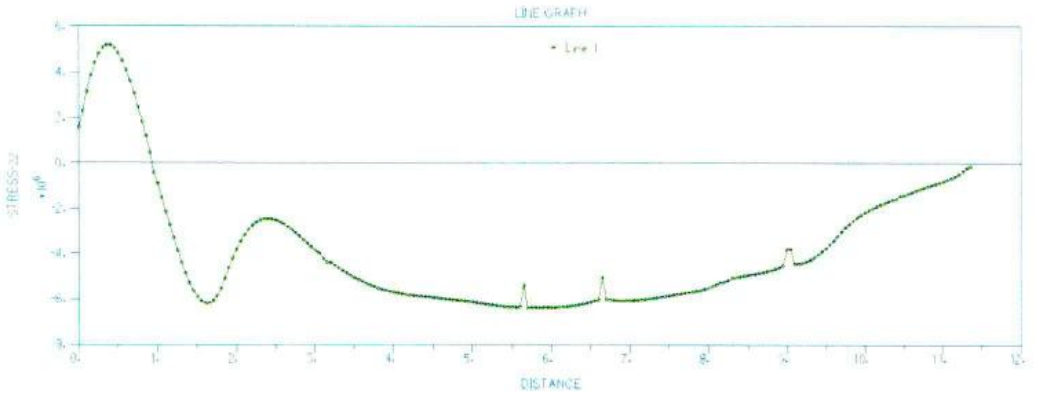
彩图 14 渠道冻胀位移场云图



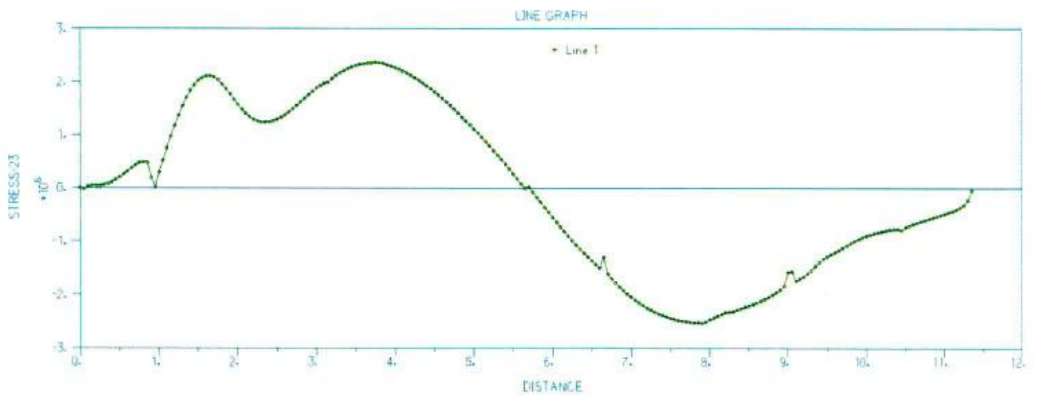
彩图 15 沿衬砌板长的冻胀量展开图



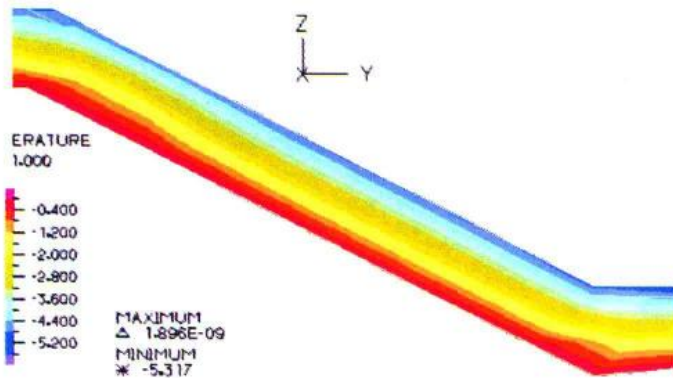
彩图 16 主应力云图



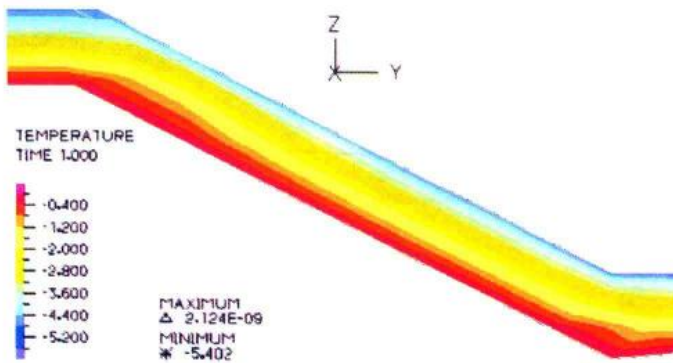
彩图 17 渠道法向冻胀力模拟值展开图 (单位: Pa)



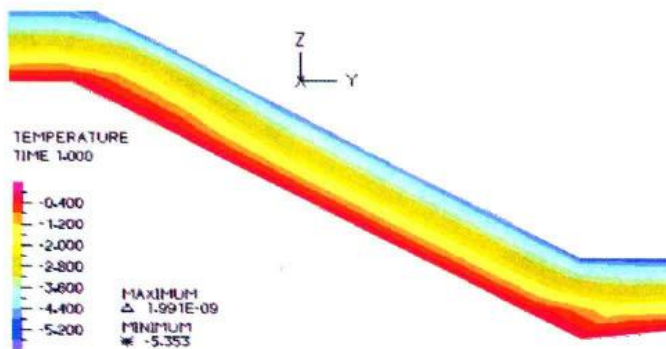
彩图 18 渠道切向冻胀力模拟值展开图 (单位: Pa)



(a) 普通混凝土



(b) 沥青混凝土



(c) 柔性增强涂层材料

彩图 19 冻土与衬砌板温度场分布 (单位: °C)

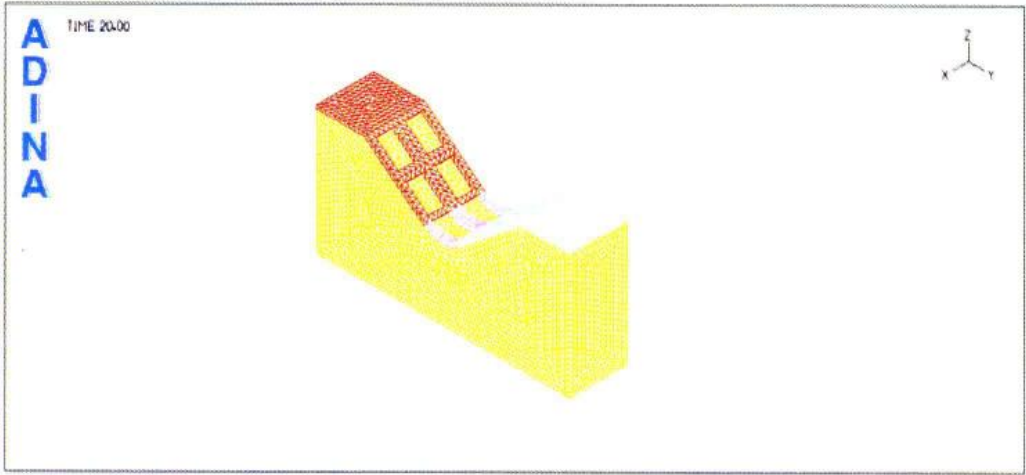


(a) 衬砌前

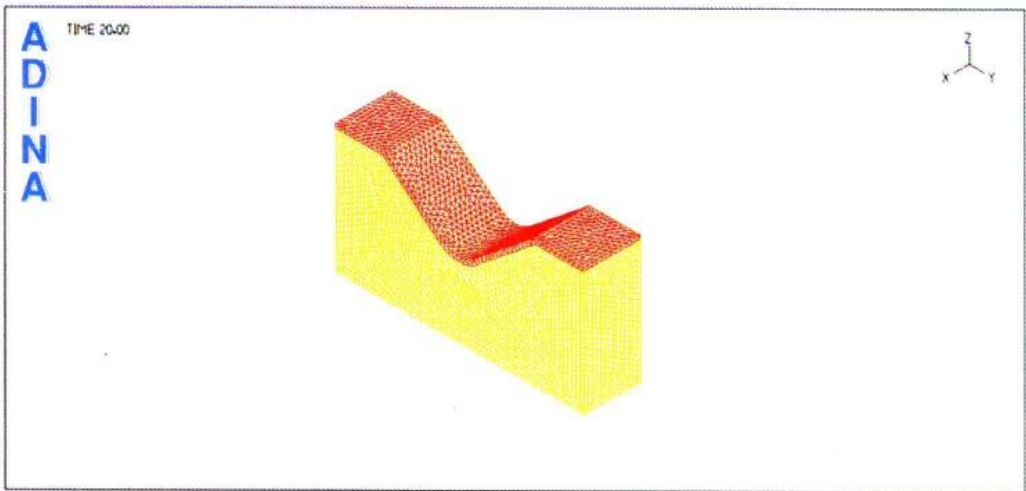


(b) 衬砌后

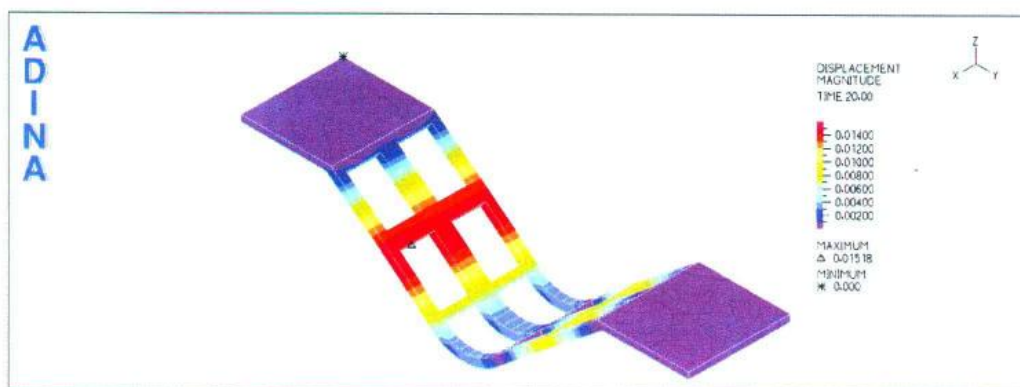
彩图 20 东坪电灌工程渠道



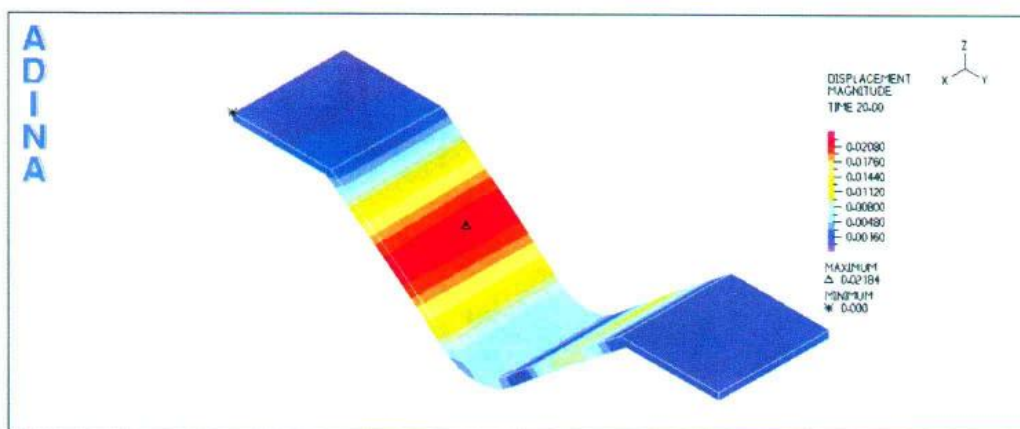
彩图 21 滤透式刚柔耦合衬砌渠道有限元模型



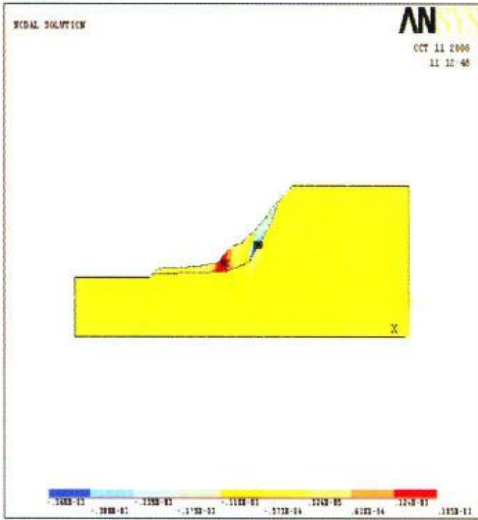
彩图 22 全断面衬砌渠道有限元模型



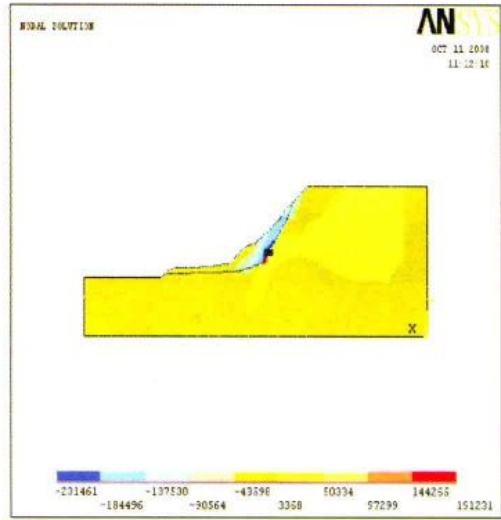
彩图 23 滤透式刚柔耦合衬砌渠道位移场云图 (单位: m)



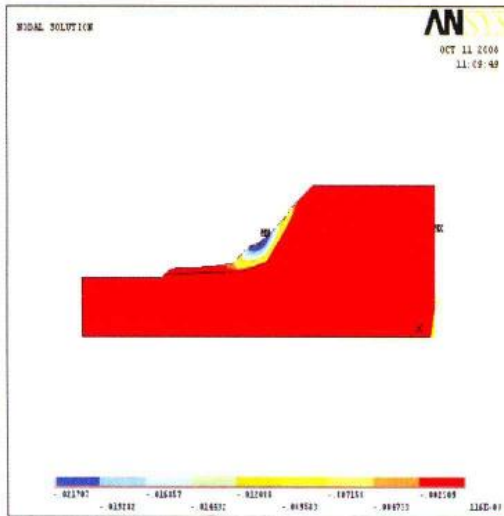
彩图 24 全断面衬砌渠道位移场云图 (单位: m)



(a)初始边坡饱水状态下的剪应变增量

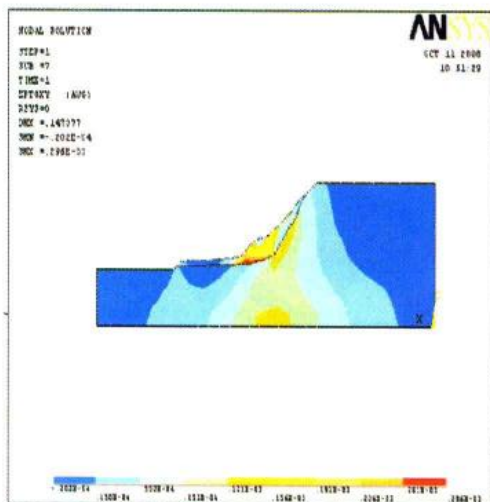


(b)初始边坡饱水状态下的剪应力增量(单位:Pa)

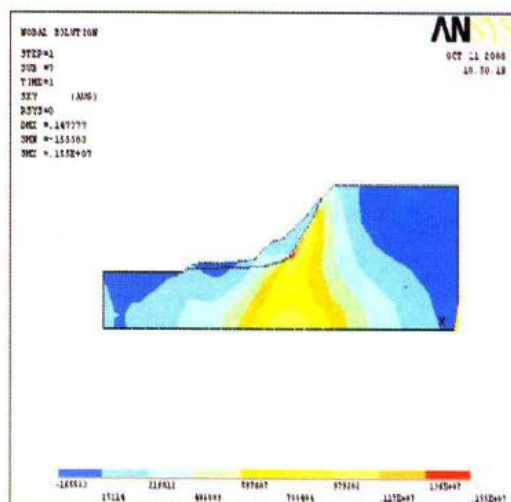


(c)初始边坡饱水状态下的位移增量(单位:cm)

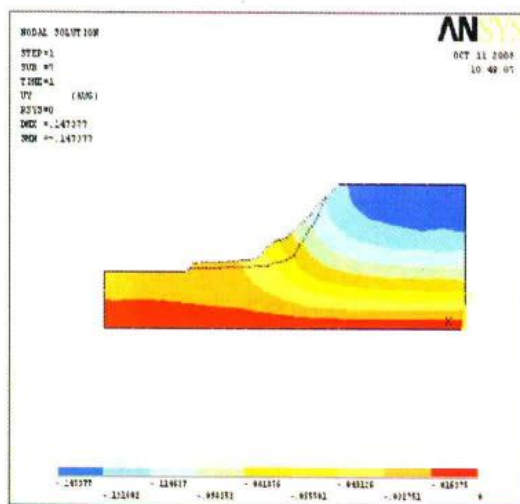
彩图 25 渠道全断面衬砌下边坡剪应变、剪应力以及位移增量



(a)灌排渠道滤透式结构衬护状态下的剪应变云图



(b)灌排渠道滤透式结构衬护状态下的剪应力云图(单位:Pa)



(c)灌排渠道滤透式结构衬护状态下的位移场(单位:cm)

彩图 26 灌排渠道滤透式结构衬护状态下边坡的剪应变、剪应力以及位移增量

致 谢

在本书成果的研究、撰写和出版过程中得到了以下项目的资助，作者谨致谢忱。

- 水利科技专著译著出版基金项目
- 国家自然科学基金项目 (51279168)
- 冻土工程国家重点实验室基金项目 (SKLFSE201105)
- 国家科技支撑计划项目 (2012BAD10B02)
- 陕西水利科技专项 (SXSL2011 - 03)
- 陕西农业科技创新项目 (2011NXC01 - 20)

前 言

自 20 世纪初，日本、美国及苏联就土体冻胀机理进行研究以来，冻胀问题的研究已有近百年历史。关于渠道冻害机理及防治研究开始于 20 世纪中期，从初期的简单试验分析发展到目前内容丰富的理论与实践相结合的研究，从经验处理发展到现阶段具有坚实理论基础的物理力学模拟研究，走过了坎坷的发展道路。

随着经济社会的快速发展，农业节水不仅是可持续发展的必然要求，也是我国水资源短缺、水土资源配置失衡等严峻形势所决定的。但在北方地区节水农业生产实践中，普遍存在渠道工程冻害及老化失修等问题，严重影响工程效益正常发挥，目前因渠道冻害机理十分复杂，影响因素难以彻底改变或消除，该问题还不能完全解决。因此，进一步开展衬砌渠道冻胀破坏模型和抗冻胀结构及技术等关键问题的研究是加强农田水利（渠道衬砌约占 50%~60% 的投资）建设的重要任务，对于北方旱寒灌区建设和粮食安全及经济发展具有重要的社会效益及现实意义。

我国从 20 世纪 70 年代末期到现在是水利工程中冻土和冻害防治研究迅速发展时期。1977 年成立了包括我国东北、西北 10 余个省、市、自治区 30 余个水利设计、科研、管理单位和院校参加的水工建筑物抗冻科研协作组，现已发展到有几十个单位参加的全国水工建筑物抗冻技术情报网。正是这种广泛的科研协作，使得渠道冻害防治研究比过去更加深入和广泛。现已在水工建筑物冻胀破坏机制、冻胀力学模型和冻害防治措施等方面取得了大量成果和技术经验，其中不少研究成果和技术经验已经在工程设计中得到了应用，并取得了良好效果。

作者所在团队多年来一直从事水工程安全评价与灾害防治理论与技术研究，本书是在系统分析国内外资料的基础上，针对旱寒灌