



21st CENTURY
实用规划教材

21世纪全国应用型本科**土木建筑系列**实用规划教材

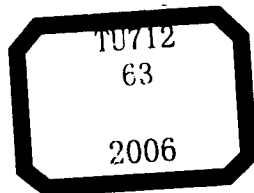


工程事故 分析与工程安全

主 编 谢征勋 罗 章
副主编 李文盛 李晓目
主 审 郭志恭



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS



21 世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材

工程事故分析与工程安全

主 编	谢征勋	罗 章
副主编	李文盛	李晓目
参 编	陈卫华	郭献忠
主 审	郭志恭	



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书为应用型大学本科土木水利建筑类各专业的适用教材,以工程事故分析的理论与技巧为主要讲述内容。全书共 22 章,除绪论与结束语各一章外,有事故机理分析 8 章,事故实例分析 4 章,事故防治方法 8 章。从工程坍塌机理、结构裂损机理入手,并结合大量工程实例,着重介绍了结构荷载应力控制、温度应力控制、结构变形控制、结构抗裂技术、工程抢险技术、建筑物纠倾技术、整楼平移技术、工程改造加固技术等特种技术。为培养工程事故防范与事故控制专业人才的必修课程,也是广大从事工程设计、施工和质量检测、工程监理、质量监督岗位工作上的工程师们有益的参考资料。还可作为从事“工程事故分析与工程安全”课题研究的硕士研究生的辅助读物。

图书在版编目(CIP)数据

工程事故分析与工程安全/谢征勋,罗章主编. —北京:北京大学出版社,2006.1

(21 世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材)

ISBN 7-301-10447-2

I. 工… II. ①谢… ②罗… III. ①建筑工程—工程事故—事故分析—高等学校—教材 ②建筑工程—工程施工—安全管理—高等学校—教材 IV. TU712

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 160566 号

书 名: 工程事故分析与工程安全

著作责任者: 谢征勋 罗 章 主编

策 划 编 辑: 吴 迪 李昱涛

责 任 编 辑: 徐 凡

标 准 书 号: ISBN 7-301-10447-2/TU · 0024

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://cbs.pku.edu.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667

电 子 信 箱: pup_6@163.com

排 版 者: 北京东方人华北大彩印中心 电话: 62754190

印 刷 者: 三河市新世纪印务有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15.5 印张 345 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 22.00 元

《21 世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材》

专家编审委员会

主 任 彭少民

副主任 (按拼音顺序排名)

陈伯望 金康宁 李 忱 李 杰

罗迎社 彭 刚 许成祥 杨 勤

俞 晓 袁海庆 周先雁

委 员 (按拼音顺序排名)

邓寿昌 付晓灵 何放龙 何培玲

李晓目 李学罡 刘 杰 刘建军

刘文生 罗 章 石建军 许 明

严 兵 张泽平 张仲先

丛书总序

我国高等教育发展迅速,全日制高等学校每年招生人数至2004年已达到420万人,毛入学率19%,步入国际公认的高等教育“大众化”阶段。面临这大规模的扩招,教育事业的发展与改革坚持以人为本的两个主体:一是学生,一是教师。教学质量的提高是在这两个主体上的反映,教材则是两个主体的媒介,属于教学的载体。

教育部曾在第三次新建本科院校教学工作研讨会上指出:“一些高校办学定位不明,盲目追求上层次、上规格,导致人才培养规格盲目拔高,培养模式趋同。高校学生中‘升本热’、‘考硕热’、‘考博热’持续升温,应试学习倾向仍然比较普遍,导致各层次人才培养目标难于全面实现,大学生知识结构不够合理,动手能力弱,实际工作能力不强。”而作为知识传承载体的教材,在高等教育的发展过程中起着至关重要的作用,但目前教材建设却远远滞后于应用型人才培养的步伐,许多应用型本科院校一直沿用偏重于研究型的教材,缺乏针对性强的实用教材。

近年来,我国房地产行业已经成为国民经济的支柱产业之一,随着本世纪我国城市化的大趋势,土木建筑行业对实用型人才的需求还将持续增加。为了满足相关应用型本科院校培养应用型人才的教学需求,从2004年10月北京大学出版社第六事业部就开始策划本套丛书,并派出10多位编辑分赴全国近30个省份调研了二百多所院校的课程改革与教材建设的情况。在此基础上,规划出了涵盖“大土建”六个专业——土木工程、工程管理、建筑学、城市规划、给排水、建筑环境与设备工程的基础课程及专业主干课程的系列教材。通过2005年1月份在湖南大学的组稿会和2005年4月份在三峡大学的审纲会,在来自全国各地几十所高校的知名专家、教授的共同努力下,不但成立了本丛书的编审委员会,还规划出了首批包括土木工程、工程管理及建筑环境与设备工程等专业方向的40多个选题,再经过各位主编老师和参编老师的艰苦努力,并在北京大学出版社各级领导的关心和第六事业部的各位编辑辛勤劳动下,首批教材终于2006年春季学期前夕陆续出版发行了。

在首批教材的编写出版过程中,得到了越来越多的来自全国各地相关兄弟院校的领导和专家的大力支持。于是,在顺利运作第一批土建教材的鼓舞下,北京大学出版社联合全国七十多家开设有土木建筑相关专业的高校,于2005年11月26日在长沙中南林学院召开了《21世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材》(第二批)组稿会,规划了①建筑学专业;②城市规划专业;③建筑环境与设备工程专业;④给排水工程专业;⑤土木工程专业道路、桥梁、地下、岩土、矿山课群组近60多个选题。至此,北京大学出版社规划的“大土木建筑系列教材”已经涵盖了“大土建”的6个专业,是近年来全国高等教育出版界唯一一套完全覆盖“大土建”六个专业方向的系列教材,并将于2007年全部出版发行。

我国高等学校土木建筑专业的教育,在国家教育部和建设部的指导下,经土木建筑专业指导委员会六年来的研讨,已经形成了宽口径“大土建”的专业发展模式,明确了土木建筑专业教育的培养目标、培养方案和毕业生基本规格,从宽口径的视角,要求毕业生能从事土木工程的设计、施工与管理工作。业务范围涉及房屋建筑、隧道与地下建筑、公路

与城市道路、铁道工程与桥梁、矿山建筑等，并且制定一整套课程教学大纲。本系列教材就是根据最新的培养方案和课程教学大纲，由一批长期在教学第一线从事教学并有多年工程经验和丰富教学经验的教师担任主编，以定位“应用型人才培养”为目标而编撰，具有以下特点：

(1) 按照宽口径土木工程专业培养方案，注重提高学生综合素质和创新能力，注重加强学生专业基础知识和优化基本理论知识结构，不刻意追求理论研究型教材深度，内容取舍少而精，向培养土木工程师从事设计、施工与管理的应用方向拓展。

(2) 在理解土木工程相关学科的基础上，深入研究各课程之间的相互关系，各课程教材既要反映本学科发展水平，保证教材自身体系的完整性，又要尽量避免内容的重复。

(3) 培养学生，单靠专门的设计技巧训练和运用现成的方法，要取得专门实践的成功是不够的，因为这些方法随科学技术的发展经常在改变。为了了解并和这些迅速发展同步，教材的编撰侧重培养学生透彻理解教材中的基本理论、基本特性和性能，又同时熟悉现行设计方法的理论依据和工程背景，以不变应万变，这是本系列教材力图涵盖的两个方面。

(4) 我国颁发的现行有关土木工程类的规范及规程，系 1999~2002 年完成的修订，内容有较大的取舍和更新，反映了我国土木工程设计与施工技术的发展。作为应用型教材，为培养学生毕业后获得注册执业资格，在内容上涉及不少相关规范条文和算例。但并不是规范条文的释义。

(5) 当代土木工程设计，越来越多地使用计算机程序或采用通用性的商业软件，有些结构特殊要求，则由工程师自行编写程序。本系列的相关工程结构课程的教材中，在阐述真实结构、简化计算模型、数学表达式之间的关系的基础上，给出了设计方法的详细步骤，这些步骤均可容易地转换成工程结构的流程图，有助于培养学生编写计算机程序。

(6) 按照科学发展观，从可持续发展的观念，根据课程特点，反映学科现代新理论、新技术、新材料、新工艺，以社会发展和科技进步的新近成果充实、更新教材内容，尽最大可能在教材中增加了这方面的信息量。同时考虑开发音像、电子、网络等多媒体教学形式，以提高教学效果和效率。

衷心感谢本套系列教材的各位编著者，没有他们在教学第一线的教改和工程第一线的辛勤实践，要出版如此规模的系列实用教材是不可能的。同时感谢北京大学出版社为我们广大编著者提供了广阔的平台，为我们进一步提高本专业领域的教学质量和教学水平提供了很好的条件。

我们真诚希望使用本系列教材的教师和学生，不吝指正，随时给我们提出宝贵的意见，以期进一步对本系列教材进行修订、完善。

本系列教材配套的 PPT 电子教案在出版社相关网站上提供下载。

《21 世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材》

专家编审委员会

2006 年 1 月

前 言

在以《工程师塑造可持续发展未来》为主题的首届世界工程大师大会上，以中、英、美、法、韩等五国工程院院长为代表的来自全世界的工程师们一致呼吁，工科大学应面向社会需要，大量培养实践应用型人才。这是时代的声音，是世界的潮流。北京大学出版社秉承北大的传统与优势，率先站到了为应用型高等院校培养应用型人才开路奠基——应用型教材组编、出版工作的最前列，令人十分敬佩！在北京大学出版社李昱涛老师、南京工程学院建工系主任何培玲老师的鼓励下，在湖南工程学院罗章老师、长江大学李文盛老师、孝感学院李晓目老师、江西科技师院陈卫华老师、贵州大学郭献忠老师等人的互相激励下，共同鼓足勇气承担了《工程事故分析与工程安全》教材的编写工作，极感荣幸。

《工程事故分析与工程安全》学科的最大特点是要求理论与实践相结合。只有理论与实践高度结合，才有可能洞窥到《工程事故分析与工程安全》这一课题的奥秘。庶几在实际的工作中有所作为。因此，深知编写这一教材工作的艰巨性。愿以兢兢业业、如履薄冰的精神来执行这一任务。

本教材以结构裂损机理与工程坍塌机理的研讨为重点，并辅以工程事故防范与工程事故处理等技术知识的介绍。相信只要掌握了基本的机理分析理论与方法，事故防范与事故处理方面的问题也就可以迎刃而解。正像医生治病，只要有了确诊病症的本领，至于处方、配药、动刀、去癌等手上功夫完全可以在长期的实践中磨炼出来。因此，在课时不足的情况下，可以酌情删节。

本教材共分 22 章，第 1 至第 7 章、第 11、22 章由谢征勋执笔，第 8、9 章由李晓目执笔，第 10 章由陈卫华执笔，第 12、13 章由罗章、谢征勋共同执笔，第 14 章由罗章执笔，第 18、19 章由李文盛执笔，第 15、16 章由陈卫华、谢征勋共同执笔，第 17、20、21 章由郭献忠、谢征勋共同执笔。全书由谢征勋统稿，由西安交通大学郭志恭教授主审。

本书部分内容取材于多年来在工程质量检测、工程质量监督、科研、设计与施工岗位上的一些工作手记，部分内容曾在国内外期刊或学术会议上发表过，也曾由国家建设部人才培训中心前些年在海南岛举办的工程坍塌事故专题讲座上试讲过，还在海南省建设教育协会历次举办的在岗工程师技术培训班、工程项目经理培训班、注册结构师继续教育进修班、工程建设标准强制性条文学习班、道路、桥梁工程师进修班作为辅助教材试讲过。因此，在内容上可能更适合于工程监理、质量监督、质量检测、结构加固岗位上的工程师参考。本书的另一部分内容则直接取材于多年来由在大学教学岗位上教师广泛搜集用于教学的典型案例。显然，其内容要更加注重科学性、实用性与通用性三原则，符合应用型大学本科对《工程事故分析与工程安全》这一学科设置的直接要求，并适合于用作土木水利建筑专业大学本科的教材。

由于在接受本教材编写任务之前，已承担了其他出版社一些相近的编写任务。一来时间紧迫，二来深恐在内容上难免有互相雷同，甚至是互相径庭之处。只能在此先向广大读者深表歉意。但愿有机会在今后再作弥补，敬请广大读者和专家教授们多予批评指正，深表谢忱，谨此致意。

谢征勋谨识于南京工程学院

2005 年 12 月

目 录

第 1 章 学科简介(绪论)	1	2.6 结构加固的可行性	13
1.1 工程事故分析课题及其时代背景	1	2.7 结构加固的经济性	13
1.1.1 工程事故定义	1	2.8 坍塌事故案例	13
1.1.2 课题时代背景	2	2.8.1 鞍钢砖混结构厂房坍塌事故	14
1.2 工程事故分析课题的研究范畴与 研究目的	2	2.8.2 北京矿业学院教学楼坍塌事故	14
1.2.1 研究范畴	2	2.8.3 大跨度网架坍塌事故	14
1.2.2 研究目的	3	2.8.4 桥梁坍塌事故	14
1.3 工程事故分析工作流程图	4	2.8.5 江西某商住楼坍塌事故	15
1.4 工程事故分析工作的守则	4	2.8.6 武汉某 18 层大楼倾斜事故	15
1.4.1 坚持客观、准确、公正 三原则	5	2.8.7 三亚物资大厦损毁事故	15
1.4.2 不被政治权力干预, 不受 经济利益驱使	5	2.8.8 衡阳火灾塌楼伤亡惨案	15
1.5 工程事故分析工作的历史和现状	5	2.8.9 台湾高淳丰源中学礼堂坍塌事故	15
1.5.1 国际	5	2.8.10 韩国汉城百货大楼倒塌事故	15
1.5.2 国内	6	2.8.11 马来西亚吉隆坡半山公寓 坍塌事故	15
第 2 章 建筑物坍塌机理	8	2.8.12 新加坡新世界大酒店坍塌 事故	16
2.1 建筑物坍塌事故概述	8	第 3 章 结构裂损(缝)机理	17
2.1.1 工程坍塌事故定义	8	3.1 结构裂缝与工程事故之间的关系	17
2.1.2 坍塌事故不容多见	8	3.1.1 体温失常和结构裂缝	17
2.1.3 倒塌事故不应多见	8	3.1.2 疾病诊断和裂缝检测	17
2.1.4 倒塌事故不会少见	9	3.1.3 结构裂缝与工程事故	17
2.1.5 小康社会与安居工程	9	3.2 结构裂缝定义及其研究范围	18
2.2 建筑物坍塌事故机理研究	9	3.2.1 定义	18
2.2.1 整体坍塌	9	3.2.2 范围	18
2.2.2 裂损坍塌	10	3.3 结构裂缝机理	18
2.2.3 局部坍塌	11	3.3.1 裂缝部位	18
2.3 坍塌事故与自然灾害	11	3.3.2 裂缝产状	19
2.4 坍塌事故防范	12	3.3.3 裂缝走向	20
2.5 坍塌事故抢救	12		
2.5.1 千钧一发之际的紧急抢救	12		
2.5.2 一片废墟之下的生死搏斗	13		

3.3.4 裂缝倾角.....	20	5.1.2 地基的压缩性能	35
3.3.5 裂缝尺度.....	20	5.1.3 地基的抗压强度与抗剪能力 ...	37
3.3.6 裂缝年龄.....	20	5.1.4 地基的稳定条件	37
3.4 结构裂缝分类	20	5.2 地基破坏	38
3.4.1 按裂缝所在的结构部位 分类.....	21	5.2.1 沉降失控破坏	38
3.4.2 按裂缝成因分类.....	21	5.2.2 地基土体冲剪下陷破坏	38
3.5 结构裂缝检测、鉴定、封闭与 加固	26	5.3 上部建筑与地基基础共同工作	38
第 4 章 荷载超限裂缝机理	27	5.3.1 刚度差别	38
4.1 荷载状态	27	5.3.2 变形协调	39
4.1.1 荷载标准和安全水准.....	27	5.3.3 整体倾斜与冲剪下陷事故的 控制	39
4.1.2 承载力极限状态.....	27	5.3.4 变形趋势与沉降曲线的研讨 ...	40
4.1.3 正常使用极限状态.....	28	5.4 下凹沉降曲线上的结构裂缝	40
4.1.4 超载状态.....	28	5.4.1 下凹沉降曲线也称锅底状 沉降曲线	40
4.1.5 非常状态.....	28	5.4.2 相向倾斜的墙面裂缝走向	40
4.2 应力状态	28	5.5 上凸沉降曲线上的背斜裂缝	41
4.2.1 内力图形.....	28	5.5.1 上凸沉降曲线也称两端下垂 的扁担形沉降曲线	41
4.2.2 主拉应力状态.....	29	5.5.2 背斜裂缝的走向	42
4.2.3 压应力状态.....	30	5.6 一面坡或两面坡沉降裂缝	42
4.2.4 屋(桁)架节点内的应力状态.....	31	5.7 局部地基陷落与基础破坏和墙面 裂缝.....	42
4.2.5 应力合成与应力叠加.....	31	5.8 沉降裂缝的稳定、封闭与加固	43
4.3 裂缝状态	32	第 6 章 温湿胀缩变形裂损机理	44
4.3.1 冲剪裂缝.....	32	6.1 温湿胀缩与自然环境	44
4.3.2 剪压裂缝.....	32	6.1.1 温度与湿度	44
4.3.3 剪拉裂缝.....	33	6.1.2 胀缩现象的危害性	44
4.3.4 剪胀或挤胀裂缝.....	33	6.2 干湿胀缩与当量温差	44
4.3.5 脆性碎损.....	33	6.2.1 干湿胀缩现象的影响因素	44
4.3.6 杂交裂缝.....	34	6.2.2 干缩当量温差	45
4.3.7 其他裂缝.....	34	6.3 胀缩变形与结构裂缝	45
4.4 安全评估	34	6.3.1 三个条件	45
4.4.1 评估问题的提出.....	34	6.3.2 胀缩应变计算	46
4.4.2 安全评估的内容.....	34	6.4 裂缝机理分类	46
第 5 章 地基变形裂损机理	35	6.4.1 冷缩裂缝	46
5.1 地基的特性	35	6.4.2 热胀裂缝	47
5.1.1 工程地质变化与地基 土体构造.....	35	6.4.3 板(梁)面热胀与冷缩应力	

的理论计算公式.....48	7.6.8 地基变形控制的水准偏低59
6.5 裂缝处理49	7.6.9 从三代规范的对比分析中 可以认定现行规范的变形 控制水准偏低60
6.6 关于伸缩缝间距问题的讨论49	7.7 地基沉降、温湿胀缩、荷载应力 等综合原因引起的结构变形 失调裂缝.....60
6.6.1 “放”的麻烦性50	7.8 变形失调现象与仿生学原理64
6.6.2 “放”的有效性50	
6.6.3 “抗”的代价51	
6.6.4 留置后浇带是抑制裂缝的 最好方法.....52	
第 7 章 变形失调裂损机理.....53	第 8 章 混凝土早期裂缝机理65
7.1 传统的结构设计方法与异常的 结构裂缝现象.....53	8.1 混凝土早期自生裂缝65
7.1.1 国外情况.....53	8.1.1 混凝土结构成型阶段65
7.1.2 国内情况.....54	8.1.2 混凝土早期裂缝和早期自生 裂缝66
7.2 本构关系的合理化与结构裂缝 现象的严重性.....54	8.2 高性能混凝土的早期自生裂缝67
7.3 医学上的富贵病与工程上的 多裂缝症.....54	8.2.1 高性能混凝土的定义67
7.3.1 医学上的富贵病.....54	8.2.2 高性能混凝土的早期自生 裂缝机理68
7.3.2 工程上的多裂症.....55	8.3 混凝土的早期塑性分离裂缝70
7.4 变形失调现象与结构裂损机理55	8.3.1 混凝土的流动性与其吸附 分离作用70
7.4.1 非变形失调原因引起的结构 裂缝.....55	8.3.2 混凝土的吸附分离量和 干缩冷缩量70
7.4.2 变形失调原因引起的 结构裂缝.....55	8.3.3 吸附分离裂缝的危害性70
7.5 结构变形协调原理56	8.3.4 工程实例70
7.6 现行规范对设计安全水准的设置 和结构变形的限制.....56	8.4 混凝土的早期塑性沉落阻滞裂缝71
7.6.1 对受弯构件允许挠度的 控制.....57	8.4.1 混凝土的沉落密实过程71
7.6.2 对钢筋混凝土构件裂缝宽度 的限制.....57	8.4.2 混凝土的塑性沉落量71
7.6.3 对高层建筑层间位移和 顶点位移的控制.....57	8.4.3 混凝土的沉落阻滞条件72
7.6.4 对建筑物地基变形的控制.....58	8.4.4 沉落阻滞裂缝的危害性72
7.6.5 结构裂缝控制水准偏低.....59	8.4.5 预防沉落阻滞裂缝的措施72
7.6.6 梁的挠度控制水准偏低.....59	8.4.6 工程实例72
7.6.7 高层或多层建筑的层间位移 或顶点位移控制水准偏低.....59	8.5 混凝土的正常干缩裂缝73
	8.5.1 正常干缩裂缝产生的原因73
	8.5.2 影响正常干缩裂缝的 主要因素74
	第 9 章 建筑结构腐蚀破坏76
	9.1 概述76

9.2 腐蚀分类及材料损伤机理	77	裂缝	98
9.3 建筑结构腐蚀破坏实例	81	10.3.6 砖混结构墙体上的树杈形 杂乱裂缝	98
9.3.1 实例一 混凝土输水管道 腐蚀破坏及自愈	81	第 11 章 地下室上浮、复位损毁事故 分析实例	99
9.3.2 实例二 国内某冶金工厂 酸洗车间建筑物腐蚀破坏	81	11.1 基本情况	99
9.3.3 实例三 美国佛罗里达某公寓 阳台的腐蚀破坏	82	11.2 事故原因	99
9.3.4 实例四 水工建筑物的钢筋 锈蚀	82	11.3 事故性质述评	100
9.4 被腐蚀建筑结构的修复	82	11.4 处理方案	101
第 10 章 砖混结构裂缝分析实例	84	11.4.1 封闭止浮	101
10.1 砖混结构裂缝的普遍性与严重性	84	11.4.2 抓斗打捞	101
10.1.1 设计方面主要原因	84	11.4.3 牵引归位	102
10.1.2 施工方面原因	84	11.4.4 软着陆	102
10.2 典型砖混结构裂缝调查六例	85	11.4.5 注浆固底	102
10.2.1 砖砌体因承载力不足造成的 质量事故	85	11.4.6 结构补强	102
10.2.2 一起偶然的设计失误引起的 反思	86	11.4.7 人身安全	103
10.2.3 砖砌体结构整体失稳引发的 坍塌事故	88	11.5 实际行动	103
10.2.4 砖柱组砌工艺不规范引起 房屋倒塌	89	11.6 一点反思	103
10.2.5 温度应力造成砌体结构 倒塌事故	89	第 12 章 框架结构裂缝分析实例	105
10.2.6 地基土冻胀引起砌体结构 开裂事故	91	12.1 地基基础原因引起的框架结构 裂缝事故三例	105
10.3 砖混结构裂缝的特征及产生原因	91	12.1.1 黏土地基膨胀导致桩身 倾斜引起的结构裂缝事故 ...	105
10.3.1 砖混结构墙体上的正八字型 裂缝	91	12.1.2 土质不均、沉降不均引起的 框架结构裂缝事故	109
10.3.2 砖混结构墙体上的倒八字型 裂缝	92	12.1.3 由于结构平面复杂由地应力 扩散和沉降量叠加引起的 地基不均匀沉降导致的 框架结构裂缝事故	111
10.3.3 砖混结构墙体上的垂直 裂缝	93	12.2 施工质量原因引起的框架结构 裂缝事故两例	113
10.3.4 砖混结构墙体上的水平 裂缝	95	12.2.1 某大酒店工程严重的施工 质量事故	113
10.3.5 砖混结构墙体上的交叉		12.2.2 某大粮库工程钢筋混凝土 刚架柱施工质量事故	114
		12.3 设计原因引起的框架结构裂缝 事故四例	116

12.3.1 强梁弱柱事故一例.....	116	措施	134
12.3.2 强柱弱梁事故一例.....	118	13.7.3 基于“逃避”思想的防治	
12.3.3 强架弱板二例.....	118	措施	134
12.4 其他原因引起的框架结构裂损		13.7.4 基于“驯服”理念的防治	
事故.....	120	措施	134
第 13 章 膨胀土地基上的建筑物裂缝		13.8 工程实例	135
分析实例	121	13.8.1 膨胀土地基上的建筑群	
13.1 膨胀土对建筑物的危害	121	裂损灾害	135
13.2 膨胀土的特征	122	13.8.2 难于治理的高干住宅群	
13.2.1 野外特征.....	122	裂缝与渗漏现象	135
13.2.2 矿物成分.....	122	13.8.3 罕见的高级公寓楼结构裂缝	
13.2.3 物理力学特性.....	122	与墙、板渗漏灾害	136
13.2.4 胀缩变形的因素.....	123	13.8.4 强化设计的高级公寓群	
13.2.5 工程地质分类.....	123	框架结构裂缝现象	136
13.3 膨胀土的工程特性指标	124	第 14 章 工程结构裂缝处理方法	137
13.3.1 自由体积膨胀率 δ_{ef}	124	14.1 钢筋混凝土结构裂缝处理方法	137
13.3.2 相对线性膨胀率 δ_{ep}	124	14.2 用化学灌浆法处理结构裂缝	138
13.3.3 收缩系数 λ_s	125	14.2.1 灌浆材料的选用及配方	138
13.3.4 膨胀力 P_e	125	14.2.2 灌浆方法及设备	139
13.4 膨胀土场地与地基评价	125	14.2.3 安全技术及注意事项	140
13.4.1 膨胀土判别.....	125	14.3 用喷射混凝土处理结构裂缝	141
13.4.2 膨胀土的膨胀潜势.....	125	14.3.1 适用范围及特点	141
13.4.3 膨胀土的建筑场地.....	125	14.3.2 施工工艺及技术要求	142
13.4.4 膨胀土地基的胀缩等级.....	126	14.4 钢筋混凝土结构裂缝处理工程	
13.5 膨胀土地基计算	126	实例.....	143
13.5.1 地基土的膨胀变形量 s_e	126	14.4.1 实例一	143
13.5.2 地基土的收缩变形量 s_s	126	14.4.2 实例二	144
13.5.3 地基土的胀缩变形量 s_c	127	第 15 章 工程结构温度应力	
13.5.4 膨胀土地基承载力.....	128	计算方法	146
13.5.5 胀土地基变形量.....	128	15.1 砖混结构温度应力实用计算方法 ...	146
13.6 膨胀土地基上的建筑结构裂损		15.1.1 砖混结构温度应力计算中	
机理	129	存在的问题	146
13.6.1 地基膨胀破坏机理的		15.1.2 温度应力实用计算方法	147
复杂性.....	129	15.1.3 温度应力计算实例	152
13.6.2 结构裂损机理的复杂性.....	130	15.1.4 结语	153
13.7 膨胀土地基的工程处理措施	133	15.2 钢筋混凝土结构温度应力理论	
13.7.1 针对性最强的处理措施.....	134	计算方法	154
13.7.2 基于“对抗”理念的防治			

15.2.1 板面温差张拉应力计算方法.....154	加固技术.....169
15.2.2 梁板的轴向冷缩应力计算方法.....155	17.2 现行钢筋混凝土结构加固技术简介.....169
15.2.3 不同构件比如梁和板在各自存在着不同温度、形成不同胀缩效应时接触界面上产生的剪切应力计算方法.....156	17.2.1 传统加固技术方法.....170
15.2.4 强柱弱梁情况下的柱顶水平推力与柱身作用弯矩计算方法.....156	17.2.2 先进加固技术方法.....170
15.2.5 强梁弱柱条件下的柱顶水平推力计算方法.....157	17.3 各种加固技术的优缺点及其适用性.....170
15.2.6 大体积混凝土表面冷缩张拉应力计算方法.....157	17.3.1 加大截面法.....170
15.3 结语.....157	17.3.2 外包钢套法.....171
第 16 章 工程抢险三例——厂房滑移、大厦失稳与楼房失火.....159	17.3.3 预应力法.....171
16.1 厂房滑移抢救方案的选择.....159	17.3.4 改变结构传力路径法.....171
16.1.1 情况掌握.....159	17.3.5 粘钢法.....171
16.1.2 原因分析.....160	17.3.6 碳纤维加固法.....172
16.1.3 风险评估.....160	17.3.7 玻璃钢(纤维加强塑料)板加固法.....172
16.1.4 方案选择.....160	17.4 三例工程事故的结构加固方案论证.....172
16.1.5 工程实例.....160	17.4.1 某大酒店工程结构加固方案论证.....172
16.2 大厦失稳抢险方案选择.....162	17.4.2 某大粮库刚架加固方案论证.....173
16.2.1 原因分析.....162	17.4.3 某大会堂舞台屋面梁加固方案论证.....174
16.2.2 风险评估.....162	17.5 一个原则和几项建议.....175
16.2.3 方案选择.....162	17.5.1 内外并举加固构件断面技术.....175
16.2.4 工程实例.....163	17.5.2 软硬兼施加固梁柱节点法.....176
16.3 大楼失火抢救方案选择.....166	17.5.3 梁板加固原则.....177
16.3.1 火灾损害.....166	17.5.4 关于柱身错位或歪斜问题的处理.....177
16.3.2 坍塌风险.....167	第 18 章 房屋整体平移.....179
16.3.3 抢救方案.....167	18.1 概述.....179
16.4 关于衡阳火灾抢救过程中塌楼事件述评.....167	18.1.1 整体平移技术的发展现状.....179
第 17 章 结构加固——整浇钢筋混凝土结构加固方案论证三例.....169	18.1.2 整体平移技术的优越性.....180
17.1 结构加固市场呼唤新的结构	18.1.3 房屋整体平移的基本原理.....180
	18.1.4 房屋整体平移分类.....181

18.2 房屋整体平移的关键技术	182	20.5.2 养护用热(冷)源的补给	212
18.2.1 基础处理	182	20.5.3 养护温度自动调控技术	212
18.2.2 行走体系	184	20.6 结语	213
18.3 平移实例	186	第 21 章 大面积薄板混凝土养护温度自动调控抗裂技术——冷养技术	214
18.3.1 多层砖混结构纵向平移	186	21.1 课题背景	214
18.3.2 多层框架结构横向平移	189	21.1.1 从冬天剥葱得到的启发	214
第 19 章 建筑物纠倾	194	21.1.2 从北方人和南方人的体格对比说起	214
19.1 概述	194	21.1.3 从混凝土的蒸汽养护到冷汽养护	214
19.1.1 事故原因	194	21.2 研究范围	215
19.1.2 处理途径	195	21.2.1 工程范围	215
19.2 纠倾技术简介	195	21.2.2 冷养时效	215
19.2.1 迫降纠倾技术	195	21.3 板面裂损症状	215
19.2.2 顶升纠倾技术	200	21.4 冷养措施	216
19.3 纠倾技术发展现状及方向	202	21.4.1 先期降温措施与习惯采用的大体积混凝土先期降温措施完全相同	216
19.3.1 纠倾技术的发展现状	202	21.4.2 水化升温期降温措施	216
19.3.2 纠倾技术的发展方向	203	21.4.3 后期冷养措施	217
第 20 章 大体积混凝土养护温度自动调控热养抗裂技术——热养技术	205	21.4.4 充分利用低温条件施工	217
20.1 定义与特性	205	21.4.5 测温技术	217
20.1.1 定义	205	21.5 质量监控	217
20.1.2 特性	205	21.6 经济效益	217
20.2 开裂机理	206	21.7 结语	218
20.2.1 大块度基础开裂机理	206	第 22 章 结束语——土木建筑工程的市场前景和土木建筑工程师的岗位选择	219
20.2.2 长厚墙开裂机理	208	22.1 从工程事故分析工作中看工程建设过程中存在的问题	219
20.2.3 大坝开裂机理	209	22.1.1 关于工程建设标准与工程质量问题	219
20.3 裂缝的危险性	210	22.1.2 关于工程建设的可持续发展问题	220
20.3.1 反应堆安全壳裂缝的危害性	210	22.2 从社会的转型和经济的发展看土木	
20.3.2 地下室外墙或剪力墙外墙面裂缝的危害性	211		
20.3.3 大基础大坝体裂缝的危害性	211		
20.4 一般防裂措施	211		
20.5 自动调控混凝土养护温度抗裂技术	211		
20.5.1 水化热源的有效利用	212		

建筑市场的发展前景.....	221	22.4 从土木建筑工程的市场前景讨论	
22.2.1 “三农”问题和城镇建设.....	221	土木建筑工程师的岗位选择.....	225
22.2.2 人口结构和居住水平.....	221	22.4.1 土木建筑工程市场的饱和	
22.3 从工程的安全性及耐久性看土木		极限.....	225
建筑市场的发展前景.....	223	22.4.2 土木建筑技术的发展	
22.3.1 建筑工程的安全性及耐久性		空间.....	225
及其维修、改造、加固建筑物		22.4.3 土木建筑工程师的岗位	
的市场.....	223	选择.....	225
22.3.2 基础设施工程的安全性及		22.5 向国际维修、改造、加固的市场	
耐久性及其维修、改造、		进军.....	227
加固建筑物的市场.....	223	参考文献.....	228
22.3.3 新的建设环境条件, 对结构			
维修、改造、加固市场提出			
新的要求.....	224		

第1章 学科简介(绪论)

教学提示:一切事物的发生发展都有其一定的历史规律。“工程事故分析与工程安全”这一工作应该如何推进,可以从历史回顾中得到启示,同时也应该有一个主观努力的方向和明确的目标。

教学要求:要求学生以工程师的神圣职责去面对工程事故,用乐观积极的心态去迎接工程安全。首先要从培养学生对本学科有浓厚的兴趣入手。

在工程设计、施工与管理的实践道路上勤奋耕耘,孜孜不息的追求者,莫不希望在这条航道上一帆风顺,远离事故。要确保工程安全,就必须确实掌握工程事故分析的理论 with 技巧,这就是开设本课程的宗旨,从而也就直接规定了其具体内容。

在工程实践中一旦遭遇工程事故,必将造成重大损失,给人们的生命财产带来严重伤害。因此,希望学生通过学习这门课程能吸取一些经验与教训。

1.1 工程事故分析课题及其时代背景

1.1.1 工程事故定义

要研究和分析工程事故,首先必须对工程事故的定义有一个明确的界定。什么是正常?什么是事故?正像人体一样,什么是健康,什么是病态,两者混淆不清,就必然无法对症下药。但是,健康与病态之间绝没有一条明显的界限,两种状态是在一种动态演变过程中呈现的。正常现象与工程事故之间的关系也如此,所以才更有必要对两种状态进行适当的界定。现在姑且把“工程事故”定义为工程的“三个不正常、两个不满足”。

所谓“三个不正常”,按《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)的规定,凡出现不正常设计、不正常施工、不正常使用情况时,可以定义为工程事故。因为正常工程,指的是必须在规范约定范围内,在规范强制性条文指导下,进行正常设计、正常施工、正常使用的工程。逾越了这一范畴,就必然形成工程事故。

所谓“两个不满足”,是指按建筑结构可靠度设计统一标准,工程结构必须满足以下两个条件:一是承载力极限状态条件;二是正常使用极限状态条件。工程不能满足以上两个极限状态条件时,也必然形成事故。以上两个条件的不满足,也可以称为工程安全性与耐久性两个条件的不满足。

必须指出,时代在不断前进,技术在不断进步,规范规程在不断完善。在规范规程难免存在某些不足的情况下,即使完全满足了当前的以上全部条件,也仍有可能形成事故。那是特殊情况,几率极低,似可界定为不可抗拒灾害。也就是由于人们暂时认识不足,或能力不够而产生的不可抗拒的灾害。