

北京新闻出版局批准号: 京内资准字2006—Ly0077号
《工程力学》刊号: ISSN 1000-4750 CN11-2595/O3

第15届 全国结构工程学术会议 论文集

第 I 册

PROCEEDINGS OF THE FIFTEENTH NATIONAL
CONFERENCE ON STRUCTURAL ENGINEERING

No. I

主编: 崔京浩

《工程力学》杂志社

2006.8

郑重承诺

全国结构工程学术会议每年召开一届，并出版由北京新闻出版局批准文号的论文集。为了扩大影响，确保作者论文能够得到广泛交流和宣传，便于同行学者及知识产权查新部门随时查阅、检索和引用，《工程力学》杂志社每届均作如下两项工作：

1. 会议论文集向全国 70 多个省市（包括港澳台地区）200 多所高等学校图书馆和情报部门免费赠送，总数有 300 多套
2. 会议论文集被中国多个学术期刊光盘版全文收录。

序

第 15 届全国结构工程学术会议在焦作市河南理工大学召开。

河南理工大学是一所历史悠久的学校，它可以一直追溯到 1909 年成立的焦作路矿学堂，随着岁月的变迁和形势的发展，今天已经成为一所以理工为主，理、工、文、管、经、法等多学科的综合性大学，再有三年，即将步入我国少数几所百年学府的行列。

历史是一所学校的财富和贡献，近百年来河南理工大学为国家培养了约十万学子，不少人成为各条战线的栋梁之才，他们不无自豪地用“百年沧桑、十万芬芳”来赞誉培育他们的母校。

本次会议出版的论文集是经北京市新闻出版局正式批准的，共收录论文 274 篇，总计 1409 页，分装成三册，内容涵盖了国民经济各行各业与结构工程有关的技术研究成果和工程实践总结，具有重要的参考价值。

焦作市，北依太行，南滨黄河，风景秀丽，交通方便，我国第一批被联合国批准的世界地质公园——云台山就在近郊，为我们结构工程行业的技术人员提供了一个良好的工程地质学习的现场。为此会后将组织云台山考察，欢迎广大与会代表参加。

崔京浩



2006 年 8 月

第 15 届全国结构工程学术会议论文集

本次会议论文集收录论文 274 篇，共计 1409 页，分装成 3 册，每册独立编页。第 I 册载入全套论文集的总目录，第 II、III 册则只载本册目录。

第 I 册论文 69 篇（共 459 页），包括：特邀报告；1. 力学分析与计算的基本方法

第 II 册论文 99 篇（共 463 页），包括：2. 土木工程学科：2.1 钢与钢筋混凝土材料、构件与结构；2.2 岩土工程与地基基础；2.3 隧道与地下工程；2.4 水工、港工

第 III 册论文 106 篇（共 487 页），包括：2. 土木工程学科：2.5 铁路、公路、道路、桥梁、机场及市政设施 2.6 结构抗震与抗爆；2.7 特种结构如电视塔、大跨、索膜结构、体育场馆、网架、贮液池等；2.8 监控、鉴定、健康监测；2.9 事故分析、维修与加固；2.10 其他；3. 交叉学科及其他

第 15 届

全国结构工程学术会议

中国 焦作
JIAOZUO CHIAN
10.13 ~ 10.17, 2006

主办单位 中国力学学会结构工程专业委员会
河南理工大学土木工程学院
中国力学学会《工程力学》编委会
清华大学土木工程系

学术委员会

主 席： 龙驭球 袁 驷

委 员： (按姓氏拼音为序)

陈兴冲 陈兴义 陈永灿 陈云敏 陈肇元 崔京浩 董石麟 顿志林 范 重 房贞政
扶名福 龚耀清 桂国庆 韩大建 韩林海 胡和平 景 瑞 孔留安 李 斌 李 慧
李爱群 李国强 梁 波 刘德富 刘光栋 刘希亮 聂建国 欧进萍 秦 荣 茹继平
沈凤生 石永久 宋二祥 苏先樾 隋允康 王怀忠 韦树英 吴 恒 夏 禾 夏亨熹
辛克贵 徐麟祥 燕柳斌 杨秀敏 尹双增 余锡平 袁明武 曾宪桃 张建民 张有才
赵国景 郑照北 周福霖 周绪红

组织委员会

主 席： 孔留安

常务副主席： 崔京浩

副 主 席： 李书民、曾宪桃

委 员： (按姓氏拼音为序)

曹万林 陈景宝 陈以一 陈永灿 杜守军 段敬民 顾莉珠 黄丽艳 黄醒春 李 珠
李桂林 李庆斌 李正良 李志鹏 李忠献 刘洪玉 刘希亮 钱稼茹 苏是媚 王晓纯
王有凯 王志浩 吴胜兴 徐礼华 杨 强 叶康生 叶列平 张建平 张素梅 张有才
郑建岚 钟宏志 周新刚

秘 书 处

秘书长： 曾宪桃 (兼)

副 秘 书 长： 欧阳文峰

秘 书 组： (按姓氏拼音为序)

陈昌禄 陈景宝 程建华 顾莉珠 黄丽艳 李 艳 李志鹏 李壮文 梁为民 刘剑飞
孟海平 秦莞臻 孙现军 王 辉 王 焯 王光勇 王开林 王文华 王一新 叶亚齐
张敏霞 张素华 郑艳平

第 15 届全国结构工程学术会议论文集目录

第 I 册目录

特 邀 报 告

灾害的严重性及土木工程在防灾减灾中的重要性	崔京浩 (001)
桥梁风工程研究的若干新进展	陈政清 刘光栋 (031)
智能隔震: 基于能量响应和可靠度的前景分析	杜永峰 李 慧 (055)
国家体育场大跨度结构设计中的新技术	范 重 (065)
建筑节能与墙体保温	顾天舒 谢连玉 陈 革 (072)
大比例模型结构-桩-土动力相互作用试验研究与理论分析	尚守平 卢华喜 王海东 余 俊 刘方成 (097)
约束石砌体承重结构的抗震可靠性分析	施养杭 (111)
大空间钢结构防火性能化设计与关键技术研究	石永久 白 音 王元清 (119)
大型浮体水弹性作用的频域分析	滕 斌 (127)
钢-混凝土组合扁梁的承载性能研究及工程应用	王元清 杨 璐 石永久 施 刚 (145)
建筑结构检测与加固方法	徐镇凯 袁志军 胡济群 (156)
混凝土结构抗震非线性分析模型、方法及算例	叶列平 陆新征 马千里 汪训流 缪志伟 (173)
求解杆系结构自由振动问题的力法	袁 骊 叶康生 王 珂 F. W. Williams D. Kennedy (184)
内嵌预应力碳纤维增强塑料钢筋混凝土梁正截面承载力计算	曾宪桃 段敬民 丁亚红 (190)
垃圾土的强度与变形特性	张丙印 介玉新 (198)
工程灾害防护技术在广东科学中心建设中的研究与应用	张季超 朱立宏 周 云 周孝清 童华炜 许 勇 陈人宾 王 阁 曾华健 郭曼丽 (208)

1 力学分析与计算的基本方法

关于高层建筑楼板刚度的若干问题	包忠有 (218)
高性能混凝土热学性能有限元分析	晁鹏飞 郑建岚 罗素蓉 (222)
圆弧法之公式计算法中的滑面几何参数的解析解的改进	陈富坚 谭景和 景天虎 刘均利 (226)
基于响应面的结构有限元模型修正	陈华斌 任伟新 (230)
Levy 型索穹顶结构静动力性能参数分析	陈联盟 董石麟 袁行飞 叶 军 (234)
飞机撞击混凝土平板的动力学分析	陈仰光 周 羽 (239)
一种压杆稳定计算的通用算法	崔清洋 郭少春 (244)
基于随机场理论的散体材料桩复合地基承载力可靠度研究	丁继辉 郭 静 徐成杰 (249)
粘贴钢板加固 RC 梁非线性有限元模型	杜 青 李晓会 (255)
基于面积坐标的四边形 4 结点平面膜元解析刚度矩阵式研究	杜 宇 岑 松 (260)
薄壁箱形构件翘曲效应研究	范 重 杨欢欢 范学伟 (267)

超弹性物质有限变形的力学行为	龚良贵 陈良森 (273)
弹性地基上超高层建筑空间巨型框架受任意确定性动力作用的半解析分析	龚耀清 孙洪鑫 (277)
铝合金单层球面网壳的非线性稳定分析	桂国庆 王玉娥 (287)
圆弧拱形钢管由水平荷载引起水平位移在竖向荷载作用下对支座产生的附加力矩	郭天木 王水华 (292)
基桩声波透射法检测新技术及其应用	韩 亮 (297)
筒中筒结构协同分析新方法	胡启平 卢 明 (302)
固结计算中接触面渗流问题的模拟	介玉新 许延春 李广信 (306)
基于有限元分析技术的筏形基础的拓扑优化设计	兰 倩 杜永峰 李 慧 (311)
抗滑桩设计参数的敏感性分析	李 斌 王 舟 罗培聚 陈富强 (315)
高塔型烟气脱硫吸收塔结构动力特性分析	李 天 孙永胜 王剑利 (320)
广义图乘法对称型公式的应用	刘光好 杜 青 刘金春 周建宾 杜 闯 刘春元 (324)
充气膜结构非线性有限元找形计算方法	刘建明 吴明儿 张其林 (328)
受土体约束的框架结构计算方法	刘书智 (332)
结构多点激励时程分析方法研究	刘文华 杨庆山 (336)
考虑土-结构相互作用时高层建筑的横、顺风振响应分析	吕 鹏 水 涛 范存新 宋 辉 (341)
柱体弹塑性自由扭转数值模拟的一种新方法	罗 成 傅向荣 剧锦三 岑 松 (345)
半刚性框架的实验应力分析	孟德亮 陈英杰 王明义 李 磊 (349)
复合材料层合板的非线性屈曲问题	龚良贵 熊拥军 (353)
考虑叶根制造误差和失调影响的叶片一轮盘系统固有频率分析	秦 飞 陈立明 (357)
钢筋混凝土板火灾温度场参数化分析	邵 军 牟 锋 项宗方 (361)
特殊环境下结构应力应变测量技术及其应用	沈观林 (365)
颗粒填充复合材料细观力学行为的数值分析	史平安 胡文军 黄 鹏 (369)
四边形面积坐标膜元模拟曲边网格的策略	宋德坡 岑 松 陈晓明 (376)
复合材料正交铺设脱层层合梁弯曲时的能量释放率	孙鲁原 雷建平 (381)
反对称层合板屈曲性态分析	孙云普 王云飞 (385)
厦门海底隧道可靠性分析	王大力 谢 楠 (389)
扁球面网壳混沌运动的探讨	王 钢 王新志 韩明君 丁雪兴 (394)
基于解析试函数及引入泡状位移的厚薄板三角形单元	王 丽 周志敏 龙志飞 (398)
具有半刚性连接结构的内力计算	王书报 杨家录 (402)
高层建筑横向风荷载模拟及响应分析	王天元 水 涛 范存新 李海波 (406)
二维平面桁架的拓扑优化	王小娟 周进雄 赵 群 (410)
聚丙烯纤维活性粉末混凝土的受拉力学性能试验研究	吴炎海 周凯敏 林 清 (414)
鲁棒优化设计方法在结构动力学中的应用	肖方豪 蹇开林 (419)
弹性圆板自由振动的等参元分析	谢洪阳 (425)
沥青混合料高温稳定性试验研究	谢永亮 季 凯 卢玉松 (429)
机械应力引起的扰动磁场研究	秦 飞 闫冬梅 (432)
混凝土疲劳强度的试验研究概况	王禾稼 雷建平 (436)
预紧双层环的粘弹性效应分析	杨 敏 潘亦苏 黎启胜 (439)
求简单超静定等直梁的比拟法	喻晓今 (443)
基于无网格方法的结构优化设计	赵 群 周进雄 王小娟 (447)
掺钢纤维活性粉末混凝土劈拉力学性能试验研究	周凯敏 吴炎海 林 清 (451)
混凝土受拉损伤本构关系研究	谢永亮 卢玉松 李 媛 (456)

第Ⅱ册目录

2 土木工程学科

2.1 钢与钢筋混凝土材料、构件与结构

三轴应力下钢纤维混凝土的破坏准则	白二雷 许金余 吕晓聪 (001)
受盐腐蚀混凝土抗压强度的试验研究	陈元素 李 昕 范颖芳 (005)
外贴 FRP 片材加固混凝土梁二次受力下承载力分析	丁亚红 王兴国 曾宪桃 成香莉 (011)
水胶比对加固砂浆界面剂粘结强度的影响	董 军 季 韬 林旭健 何国忠 (015)
型钢混凝土剪力墙抗震性能试验研究	董宇光 吕西林 (019)
塌陷区地表房屋抗采动结构体系及其加固技术	段敬民 钱永久 曾宪桃 (026)
受腐蚀钢筋混凝土双筋截面梁延性研究	范颖芳 胡志强 (030)
聚丙烯腈纤维白密实混凝土早期抗裂性能的研究	李 豪 郑建岚 (039)
碳纤维片材抗弯加固钢筋混凝土梁端部剥离界面剪应力分析	李 艳 胡春红 刘泽军 (043)
双层钢管混凝土短柱轴心受压承载力的试验研究	李国祥 程文灏 (049)
型钢混凝土构件的受力性能和设计研究	李晋春 宋彦琦 宛光辉 (054)
基于性能的高层钢—混凝土混合结构住宅设计	李丕宁 秦 荣 (058)
非预应力混凝土空心板梁桥日照温度效应分析	李勇生 李思明 (067)
屈服强度 550MPa 高强钢材冷弯薄壁型钢结构轴压构件承载力设计方法研究	李元齐 王 磊 沈祖炎 王彦敏 徐宏伟 (072)
双向偏心受压异形柱计算机辅助配筋计算	连 星 叶献国 (076)
高性能混凝土在大跨度预应力混凝土连续梁中的应用	连俊英 华 渊 周太全 (080)
FRP 钢与混凝土预应力组合梁承载力计算公式	刘 莉 杨 佳 王连广 (084)
受损混凝土梁受力性能试验研究	刘 中 郑玉庆 (088)
已破损非预应力钢筋混凝土吊车梁的试验研究	刘海生 武智超 于无私 马军利 雷 军 顾 敏 (092)
高性能混凝土配合比正交试验法	刘宏伟 庄惠平 (096)
矿区构筑物耐久性影响因素分析	刘剑飞 陈维红 (100)
白密实混凝土力学性能的影响因素	刘志超 罗素蓉 (105)
H 型截面有约束钢柱火灾行为的试验研究	吕俊利 董毓利 李晓东 马 萍 (109)
半刚接钢框架的几何非线性有限元分析	栾焕强 (113)
无量纲表格法计算 T 形梁正截面配筋	罗强军 周东华 (118)
混凝土结构裂缝的预防与处理	马焕然 (124)
钢骨混凝土结构的技术经济分析	慕光波 王连广 朱淼岩 (128)
梁振动问题的非局部效应理论研究	宋彦琦 (132)
基于统一强度理论的圆钢管混凝土轴压长柱的极限承载力分析	田宏伟 赵均海 刘丽芬 李巧燕 (136)
带肋薄壁方钢管混凝土轴压短柱延性的试验研究	王冬晔 陶 忠 韩林海 (144)
混凝土结构早龄期开裂的概率分析	王甲春 阎培渝 余红发 (148)
无梁楼板的直接计算分析方法	王雪琴 (153)
高层建筑基础裂缝的成因及控制	王亚宁 (157)

耐久性退化后钢筋混凝土抗弯承载力计算公式	王连广 哈 娜 霍君华 (161)
混凝土耐久性的影响因素及措施研究	魏亚兵 蔡 路 (165)
基于材料本构关系的钢筋混凝土矩形截面梁抗弯刚度计算	吴二军 王秀哲 (169)
轻骨料混凝土复合梁受力性能的数值模拟	吴平安 闫文斌 高洪生 (174)
长期荷载作用下轻骨料混凝土梁的变形试验研究	夏春红 许 勤 (179)
高层建筑及其裙房结构整体设计抗震性能的动力分析	许 波 (184)
混凝土材料性质对其碳化的影响	许 超 黄慎江 (189)
基于“双重”非线性钢结构的 ANSYS 稳定设计方法研究	薛晓敏 张 陵 (193)
腐蚀后钢筋混凝土梁正截面承载力的计算	阎西康 赵少伟 王铁成 (197)
暗钢梁板柱-核心筒混合结构节点试验研究	阎兴华 朱清峰 苏志宏 张 彬 (201)
纤维高强粉煤灰混凝土早龄期强度试验研究	杨启斌 罗素蓉 (205)
钢管再生混凝土纯弯构件力学性能研究	叶 欣 杨有福 (209)
预应力 FRP 布钢筋混凝土抗弯承载力计算公式	王连广 时 光 吕 月 (213)
FRP 筋粘结性能的试验研究及理论分析	张 鹏 薛伟辰 李 冰 邓 宇 (217)
基于挠度的体外预应力 RC 梁极限承载力分析	张立峰 程绍革 卢晋福 (222)
水泥土疲劳损伤的实时在线监测	张敏霞 简文彬 徐 平 (226)
现浇混凝土蜂窝式空心板的试验研究	张仟朋 程文灏 党 纪 程远兵 (231)
原材料对混凝土裂缝的影响及控制	张增运 许金余 杨计发 (236)
圆钢管再生混凝土柱力学性能初步研究	张 波 杨有福 (240)
混凝土构件安全性模糊综合评判	郑新锋 程才渊 宋 辉 (244)
矩形截面 FRP 约束混凝土轴压性能的试验研究	钟远志 陶 忠 于 清 (249)
聚丙烯纤维混凝土动力性能实验分析	庄惠平 杨 明 (253)

2.2 岩土工程与地基基础

预应力管桩在某行政办公楼中的应用	蔡北海 张季超 曾华健 (257)
青康公路冻土路基变形、强度特性的数值试验研究	陈飞熊 李 宁 宋战平 (261)
面向对象三维非线性有限元程序设计	邓安福 魏艳军 邓 璞 郑 冰 (265)
横观各向同性地基 Cerruti 问题的解析解	李 婕 顿志林 张学民 高雪冰 (270)
膨胀型软岩变形机理与特种控制技术	李国富 殷惠光 (274)
自平衡试桩测试研究与应用	李恒太 (280)
湿陷性黄土的动力固结特性	李志飞 李赞成 王亚军 (285)
双荷载箱自平衡测试技术在工程中的巧妙应用	卢 波 龚维明 戴国亮 (289)
软土路基沉降变形规律现场试验及 FLAC 模拟研究	毛巨省 秦杏春 唐筱慧 贺维庚 李 涛 高 涛 (294)
基于粘弹性模型的土层动、静力参数关系研究	秦莞臻 王开林 (299)
阴山北部地表土层冻融特性分析	中向东 刘铁军 王丽萍 何 梁 (303)
应用无单元法模拟岩体水力劈裂	沈 明 胡云进 毛根海 (307)
压弯荷载作用下圆截面混凝土桩的损伤分析	司文静 王 成 (312)
提高预应力混凝土管桩单桩承载力的新思路	宋志慧 牛志荣 (316)
双面加筋挡土墙受力特性的试验研究	苏 骏 余天庆 (321)
高岩石边坡加固风险决策研究	田 斌 张 萍 刘德富 (326)
用非经典振型分解法计算混凝土房屋及其顶上钢塔的地震响应	王依群 王华明 (332)
直角坐标系下层状地基理计算中的传递矩阵技术	王有凯 牛婷婷 (336)

聚氨酯发泡快速稳定路基回填料的试验研究..... 韦灼彬 彭全敏 王铁成 高 屹 (340)

人工挖孔大直径灌注桩基桩检测分析..... 杨秀花 苏长吉 (344)

加筋土挡墙的破坏机理及稳定性分析研究..... 杨正权 邹德高 孔宪京 (350)

锁口桩围圈在大型基坑支护中的应用..... 叶 松 李彦武 龙永高 江栋材 (356)

高地下水位下的深基坑土钉支护与降排水措施..... 张卫民 王平乐 项林凤 (360)

基坑开挖过程中支护桩土拱效应探讨..... 张云军 宰金珉 王旭东 (364)

薄壁混凝土沉井围堰的施工技术..... 赵振宇 (368)

简单土坡稳定最大失效概率滑动面的分析方法..... 邹传仁 张俊芝 (372)

2.3 隧道与地下工程

高地应力地下工程仿围岩自然崩落外廓特征的洞形结构模拟试验研究..... 范广勤 张千里 (377)

岩溶隧道岩层垮塌机理及隧道底板最小厚度分析..... 宋战平 李 宁 邓良胜 (385)

特大断面黄土隧道有限元分析..... 苏新民 (390)

高填方涵洞不同顶板结构的设计对比..... 王桂林 彭 跃 郭 超 张永兴 (394)

隧道复合衬砌运营期可靠性评价方法..... 谢 楠 王大力 张 弥 朱尔玉 王 勇 (398)

某地下室裂缝原因分析..... 余通州 沈 凡 周海浪 (403)

锦屏电站左岸导流洞局部洞段围岩失稳成因及支护措施研究..... 张恩宝 张建海 周 钟 唐朝阳 王仁坤 (406)

砂土地基盾构隧道作用松弛土压力数值分析..... 钟小春 韩月旺 加 瑞 (412)

2.4 水工、港工

水泥混凝土道面板缝破损机理研究..... 冯道德 庄惠平 (417)

模糊聚类分析在抽风机故障诊断中应用..... 扶名福 谢明祥 饶 泓 (421)

水电站重力坝段坝踵应力分析..... 黄文威 蓝文武 谢开仲 (428)

高土石坝加筋抗震措施的快速拉格朗日差分分析..... 刘莹光 孔宪京 邹德高 (432)

某双曲拱坝应力稳定分析..... 吴冬梅 燕柳斌 梁金福 (437)

锦屏电站左岸导流洞局部围岩失稳有限元分析..... 吴数伟 张建海 张雪晶 张恩宝 唐朝阳 王仁坤 (441)

矩形断面有压管道汇流口流场数值计算..... 相 鹏 茅泽育 罗 昇 (447)

应用 Ansys 求解碾压混凝土坝渗流场..... 徐卫超 田 斌 邓凤铭 (451)

园满贯拱坝温度荷载影响及诱导缝作用..... 张雪晶 张建海 陈卫平 吴数伟 张恩宝 (455)

水泥混凝土道面板缝破损防治措施..... 庄惠平 韩 凯 (460)

第III册目录

2 土木工程学科

2.5 铁路、公路、道路、桥梁、机场及市政设施

参数识别在赣江特大桥施工控制中的应用..... 白玉川 任伟新 (001)

碳纤维加固桥梁结构设计计算..... 方水平 宋固全 (005)

机场盖被施工中的道面板处理方法..... 冯道德 庄惠平 (009)

碎石预应力混凝土梁在中小桥梁中的简便应用..... 甘 敢 (013)

五跨钢筋混凝土连拱桥的动力特性.....	高铭霖 夏樟华 宗周红 (017)
连续梁桥横向影响线的研究.....	姜震宇 王克海 叶英华 (022)
预应力混凝土连续刚构桥 0# 块空间应力分析.....	李 俊 朱宏平 郭小川 (026)
高速铁路系杆拱桥结构体系设计参数研究.....	李小珍 何庚徐 刘德军 陈 列 (030)
车道荷载作用下无伸缩缝桥的受力分析.....	廖海亮 宋固全 谢莹莹 (035)
基于静动力测试的钢筋混凝土箱拱桥承载力评估.....	刘蔚晓 林传金 宗周红 (039)
大跨度斜拉拱组合桥非线性分析.....	吕建根 王连华 周海兵 赵跃宇 (046)
整体式桥台的曲线梁桥汽车荷载弯矩的横向分布研究.....	罗朝专 林志平 彭人文 (051)
应用改性聚脂纤维混凝土改善机场道面结构品质.....	罗昭俊 邓毅凌 田艳凤 (056)
边界转动约束面内弹性支承矩形板屈曲分析.....	毛 佳 蒋志刚 胡 平 易光湘 (060)
预应力混凝土箱梁腹板裂缝成因与防治.....	施 颖 吴鸽平 姚 君 (065)
酉水二桥缆索吊系统布置和检算.....	苏 举 (071)
服役钢筋混凝土桥梁动态可靠度分析.....	孙晓燕 王海龙 黄承逵 赵国藩 (076)
强夯法施工中应注意的问题.....	滕桃居 丁菊芬 余 玲 郑建军 (082)
波形钢腹板 PC 箱梁桥的结构特点与施工.....	万 水 蒋正国 孟文节 (086)
关于预应力筋张拉控制的探讨.....	王秋山 吕 虎 (090)
水泥混凝土加铺沥青混凝土面层技术研究.....	徐永强 陈 亮 高艳青 罗军洪 (094)
大跨径单箱单室刚构桥箱梁的空间有限元分析.....	饶 舒 王克海 叶英华 (097)
高速铁路下承式系杆拱桥桥面型式的研究.....	刘德军 李小珍 朱 艳 陈 列 (101)
后张法预应力混凝土空心板张拉施工控制.....	晏致涛 李正良 王继成 (106)
钢箱梁桥面铺装体系超载敏感性静力学分析.....	杨建军 周志刚 (110)
几何缺陷对拱桥自振频率的影响.....	易壮鹏 金怡新 王连华 赵跃宇 (115)
SMA 在山东公路建设中的应用.....	袁有煌 杨永顺 (121)
带抗弯弹簧铰梁的自由振动分析.....	詹 豪 蒋志刚 胡 平 易光湘 (125)
斜拉桥拉索风雨振动试验新装置.....	詹 胜 徐幼麟 沈其民 周海俊 (129)
悬链线无铰拱的挠度计算.....	张 玥 (135)
连续刚构桥构造形式浅谈.....	赵树森 朱爱生 (139)
双跨 118m 钢筋砼箱型拱桥缆索吊装施工技术.....	苏 举 (144)

2.6 结构抗震与抗爆

三控制型核心筒部分悬挂结构振动台试验研究.....	曹万林 卢智成 常卫华 (148)
考虑竖向荷载时排架柱内力研究.....	刘 香 马 伟 陈 泽 郝铭科 (154)
土层软化与液化效应的现场测试结果分析.....	刘利艳 潘 健 (159)
不同地震动对单层框架动力稳定性的影响.....	刘迎春 张文福 计 静 (165)
锥头弹侵彻金属薄靶板变形功的一种计算方法.....	卢广州 何 煌 曾首义 (169)
带阻尼器高层方钢管混凝土框架结构振动台试验研究和计算分析.....	孟春光 吕西林 (174)
风灾及风振控制.....	尹智勇 熊 博 (180)
大跨度斜拉拱桥抗震性能分析.....	彭河星 王连华 赵跃宇 康厚军 (185)
PC 机群环境下结构动力响应的并行算法研究.....	茹忠亮 叶亚齐 李 艳 胡文亮 (189)
带巨柱的钢框架-核心筒结构参数分析.....	王堂根 李青宁 (193)
钢筋混凝土桥墩的弹塑性地震反应分析.....	夏修身 陈兴冲 (197)
地震作用下冷弯型钢对角支撑剪力墙非线性分析的探讨.....	肖启仁 樊 江 (201)
钢-混凝土混合结构板柱-筒模型抗震性能试验研究.....	阎兴华 苏志宏 朱清峰 马洪旭 (206)

浅液矩形 TLD 制振原理和制振力的研究 尹智勇 熊 博 季 凯 刘永康 (210)

消能减震结构的损伤集中分布研究 赵光伟 裴星洙 李 鹏 刘正伟 (214)

2.7 特种结构如电视塔、大跨、索膜结构、体育场馆、网架、贮液池等

壳体结构的有限元数值计算 米 源 桑宝岩 胡功笠 (219)

大跨索网结构风速时程数值模拟 李杰超 魏德敏 (222)

国际索膜结构设计规范和技术措施与我国规范的比较与展望 唐 钊 吴 清 那向谦 (228)

点式玻璃幕墙组合式柔性支承结构风致响应研究 毛文俊 刘锡良 (233)

佛山世纪莲体育场大跨度索膜结构的风振响应分析 孙文波 王剑文 (238)

双椭圆弦支穹顶张拉成形模型试验研究 王泽强 陈佳男 李耿伟 里瑞林 武建勋 (244)

结构沉降控制及其自动化实现 张有才 张明军 (248)

ETFE 膜面材料与气袋膜在屋面工程中的应用 吴 清 唐 钊 那向谦 (254)

大跨度张弦梁结构抗震性能研究 朱向前 王跃威 李 栋 林 峰 武建勋 (260)

2.8 监控、鉴定、健康监测

多跨连续梁桥的损伤程度评估 杜 青 李晓会 (264)

混凝土结构火灾损伤检测技术研究进展 杜红秀 (268)

基于脉动数据的结构模态参数识别前处理分析 黄朝俊 秦 权 (273)

斜拉桥主桥的线型监控 李彦武 孙 凯 叶 松 (278)

模糊综合评判法在建筑工程质量评定中的应用 谢永亮 侯治宁 卢玉松 秦晨光 (282)

量测模态数量对结构损伤识别影响数值模拟研究 袁旭东 高 潮 高少霞 (286)

结构模型修正方法的研究与发展 张瑞云 曹双寅 (291)

2.9 事故分析、维修与加固

钢筋混凝土矩形断面双肋拱桥的结构补强 樊增彬 (296)

结构鲁棒性与突发损伤后的风险控制 方召欣 李惠强 (300)

砌体结构裂缝成因与加固措施 顾 辉 程才渊 (304)

刚架拱桥的结构补强 官世平 任维新 (309)

古城墙稳定性分析 李 刚 陈英杰 王 健 刘立权 (313)

CFRP 板加固预应力空心板受弯性能的试验研究 ... 莫测先 张 鹏 於永和 李 冰 韦永乐 韦树英 (317)

混凝土桥梁病害治理及防护 孙国钧 (322)

某车间倾斜事故的检测分析与加固 田瑞华 赵荣欣 赵丽萍 (327)

FRP 加固火灾后钢管混凝土的轴压性能的试验研究 王玲玲 陶 忠 于 清 (331)

CFRP 加固砌体结构的试验研究 韦吕芹 周新刚 (335)

某教学楼条形毛石基础植筋锚固技术的应用 徐建新 刘英利 (340)

搅拌桩-土钉支护结构内部稳定性分析方法 张 凡 夏逸平 华 雪 (343)

洞库塌方常见类型及处理技术研究 张 伟 厉 帅 陈 磊 张海波 (347)

平遥古城墙的损伤与处理建议 张文革 朱丽华 席向东 李永录 (351)

外贴 GFRP 加固 RC 双向板静载受弯性能分析 周布奎 王安宝 杨秀敏 汪忠新 (357)

2.10 其 他

隔震建筑的经济性分析 党 育 杜永峰 毕长松 (362)

点式玻璃幕墙破裂原因分析与控制措施 侯君毅 余晓青 方维凤 (367)

三维数值模拟方法在计算风工程学中的应用 李元齐 晏 琴 王 磊 (371)

《安装工程施工工艺标准》要点解析 王景明 (375)

高层建筑三维气动结构耦合设计优化 王婧超 李立州 岳珠峰 (379)

木桁架齿板连接极限承载力的试验研究 徐建新 王建娥 苏幼坡 (385)

有动质量旋转柔性梁的响应分析 闫安志 滕 军 徐 晖 鲁志雄 (390)

广州既有城市地下空间结构类型的调查研究 张季超 王 阁 陈 燃 许 勇 (394)

3 交叉科学及其他

DD8 单晶合金定向粗化有限元分析 吴文平 郭雅芳 (399)

某重型战机结构损伤的复合材料微波快速抢修 许陆文 董 露 (403)

砂土液化与管土相互作用 任艳荣 (408)

轴力作用下 TT 管节点应力集中系数的参数公式 邵永波 (411)

超高压缸的壁厚设计分析 王 红 (415)

改善某缩套超高压缸应力分布的最佳化设计方法 张丁贤 (418)

水中悬浮隧道在均匀来流作用下的动力响应 惠 磊 葛 斐 洪友士 (422)

楔环连接结构静强度可靠性的数值模拟 尹益辉 徐 兵 刘光勇 (427)

弹体侵彻素混凝土靶破坏效应的理论分析 陈 亮 徐永强 王晓晖 何 勇 (431)

对 Bernard 岩体侵彻深度计算公式的讨论 龚白明 方 秦 (436)

防护工程遮弹层研究综述 何江华 王 浩 桑宝岩 陈太林 (445)

应用 ANSYS/LS-DYNA 进行侵彻研究初探 侯治宁 谢永亮 (449)

量纲法在弹丸垂直侵彻介质靶体中的应用 胡功笠 桑宝岩 米 源 (453)

穿甲子弹偏心入射陶瓷复合靶板数值模拟分析 申志强 曾首义 蒋志刚 (457)

常规爆炸荷载下地下浅埋结构毁伤预测 田艳凤 邓毅凌 梁济丰 (462)

柔性防弹材料抗侵彻机理分析 夏逸平 张 凡 (466)

长杆弹在岩石介质材料中侵彻爆炸试验研究 左 魁 曾宪明 李世民 李 林 王晓翠 (469)

冲击载荷作用下混凝土材料的本构关系 桑宝岩 米 源 何江华 梁 雷 胡功笠 (476)

基于 PLC 控制的数字化预应力智能张拉仪 贾敏智 郝志红 (480)

S-P 混杂纤维混凝土抗冲击试验 梁济丰 邓毅凌 王亚军 田艳凤 (484)

灾害的严重性及土木工程在防灾减灾中的重要性^①

—第 15 届全国结构工程学术会议特邀报告—

崔京浩

(清华大学土木系 北京 100084)

摘 要: 灾害呈日益增长的趋势,是一个全球关注的热点。本文分 4 部分进行了详细的讨论: 1. 灾害的定义,分类与分级; 2. 灾害的属性和全球灾害的严重性; 3. 中国是一个多灾害的国家; 4. 土木工程在防灾减灾中的重要性,每一部份均有详实的资料和深入的阐述。

关键词: 灾害; 人为灾害; 防灾减灾; 生态失衡; 土木工程

SEVERITY OF DISASTERS AND THE IMPORTANCE OF CIVIL ENGINEERING IN DISASTER PREVENTION AND MITIGATION

Cui Jing-hao

(Department of Civil Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: The occurrence of disasters is increasing and has become one of the spot lights of today's world. Four problems are detailedly discussed in this paper, including: 1. definition, categorization, and gradation of disasters; 2. characteristics of disasters and the severity of disasters in the world; 3. disasters in China; 4. role of civil engineering in disaster prevention and mitigation. Detail documents and in-depth discussion accompany the four sections.

Key words: disaster; human-induced disaster; disaster prevention and mitigation; ecological balance; civil engineering

国务院学位委员会把“防灾减灾”隶属于土木工程这个一级学科以下的一个二级学科。这种设置是科学的,是土木工程这个学科的属性所决定的,突出地表现为土木工程在防灾减灾中具有无可比拟的积极主动性和不可替代性。

灾害的损失是很严重的,全球每年因各类灾害损失多达数千上万亿美元,2005 年 8 月下旬,卡特里娜飓风对美国南部的袭击,媒体报导损失 2000 亿美元,美国总统布什多次向国会争取增拨救灾款,已逐步增至 1500,可望最终增至 2000 亿美元。

中国处于全球灾害多发区,2003 年初中国民政部副部长发布,中国在 2002 年各类自然灾害损失总计 1500 亿人民币。2003 年统计又上升为 2800 亿,2005 年降为 1991.4 亿,但死亡人数高达 1855 人,失踪 458 人(北京青年报 2005.11.26)。这还仅指自然灾害,尚不包括矿难等发展中的安全事故和无序开发的生态失衡。

灾害损失占国民经济的比重,因地域和发达程度而异,大约美国为 0.06%,日本 0.08%,而中国则没有权威的统计,按上述 2003 年损失 2800 亿而当年 GDP 11 万亿计,则为 2.5%。相对于发达国家,我国灾害损失是很大的。

防灾减灾是全球的任务,中国尤其需要给予高度重视。

1 灾害的定义、分类与分级

1.1 灾害的定义

世界卫生组织将灾害定义为:“任何能引起设施破坏、经济严重受损、人员伤亡、健康状况恶化的事

^① 本文资料除参考文献外其余主要取自作者近年来在 10 余所高等院校讲学的讲稿,以及清华大学 1995 年 8 月选编的讲义《灾害及对策》
作者简介:崔京浩,副博士,博士后,教授,《工程力学》主编,从事结构工程地下工程的教学与研究。享受国务院有突出贡献的特殊津贴

件，如其规模已超出事件发生社区的承受能力而不得不向社区外部寻求专门援助时，应可称其为灾害。”

联合国 1989 年成立国际减灾 10 年(1990~2000)委员会，该委员会的专家组将灾害定义为：“灾害是指自然发生或人为产生的，对人类和人类社会具有危害后果的事件与现象。灾害是一种超出受影响社区现有资源承受能力的人类生态环境的破坏。”

这两个定义表述不同，但都包含两个基本概念：① 灾害是破坏严重、损失巨大的事件；② 这种事件已超出社区本身的承受能力。后者还强调了“灾害是自然发生或人为产生的”概念

1.2 灾害的分类

灾害按人类分自然灾害和人为灾害两种，如：地质灾害(地震、火山爆发、地下毒气、海啸)，地貌灾害(山崩、滑坡、泥石流、沙漠化、水土流失)，气象灾害(暴雨、洪涝、热带气旋、冰雹、雷电、龙卷风、干旱、低温冷害)，生物灾害(病害、虫害、有害动物)，天文灾害(天体撞击、太阳活动与宇宙射线异常)等，这些均属自然灾害。而生态灾害(自然资源衰竭、环境污染、人口过剩)，工程经济灾害(工程塌方、爆炸、有害物质失控)，社会生活灾害(火灾、战争、社会暴力与动乱、恐怖袭击)，均属人为灾害。

1.3 灾害的分级

灾害缺乏统一的度量方法，一般来说，地震和台风以释放的能量计算。

地震的震级 M 分 9 级，一说为 10 级，每一级的能量大约相当于前一级的 30 倍，它是根据里氏地震仪在距震中 100km 记录到的最大地震动位移 A 的对数值来度量的，即 $M=\log_{10}A$ (当测定位置不在震中 100km 处时，A 值可通过修正求得)。图 1 给出了各级地震大致分界，一般来说 5 级以下多为小震而 5 级以上则为大震，迄今为止所测到的最大的地震是 1960 年智利大地震，震级 9.5 级，见图 1。表 1 则给出了全球近 50 年来测到的 8.9 级以上的 5 次地震。

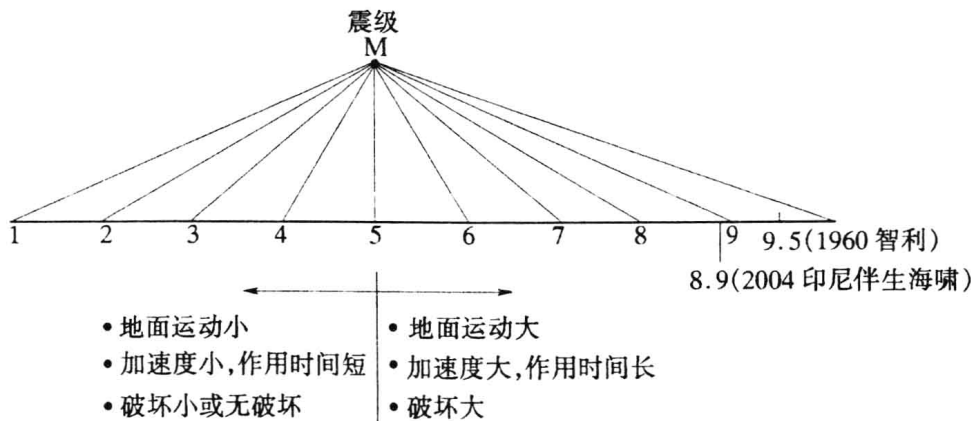


图 1 地震震级示意图

Fig.1 Illustration of earthquake grades

与地震有关的还有一个度量叫“烈度”，它是判定地震灾害破坏程度的指标。同级地震仅表示它释放的能量是相同的，但由于震源处于不同的深度和不同的位置(见图 2)，震中周围的繁华程度以及伴生灾害的轻重，同一次地震不同区域它的破坏程度是不同的，从表 1 序号 2 和序号 3 美国两次阿拉斯加的地震，震级都在 9 级以上，但那里荒凉人少，其破坏程度也低。因此还应该有一个破坏程度的指标，称作“烈度”。这个指标对于土木建设部门尤其重要，是城市建设及各种基本建设最重要的设计指标和依据。表 2 是我国建设部和地震局颁布的中国地震烈度表。

工程设计中常用的有两项烈度指标分别为地震基本烈度和设防烈度。基本烈度是某地区在今后一段时间内，在一般场地条件下可能遭受的最大烈度。它确定的标准按历史上的地震情况、地区地质条件、离强震区远近等因素综合判定。现行《中国地震烈度区划图》是国家地震局 1992 年 5 月颁布的。

表 1 近 50 年来全球超过 8.9 级以上的地震

Table 1 Earthquakes stronger than M8.9 in the world during the last 50 years

序号	年份	地点	里氏震级
1	1960	智利	9.5
2	1964	美国阿拉斯加威廉王子湾	9.2
3	1957	美国阿拉斯加安得列亚诺夫群岛	9.1
4	1952	俄罗斯勘察加半岛	9.0
5	2004	印尼苏门答腊北侧海域	8.9

表 2 中国地震烈度表(1980)(选录)
Table 2 Table of earthquake intensity in China (1980) (excerpt)

烈度	人的感觉	一般房屋		其它现象	参考物理指标	
		大多数房屋 震害程度	平均震 害指数		加速度(水平 向)/(cm/s ²)	速度(水平 向)/(cm/s)
6	惊慌失措,有人惶惶逃出	损坏一个别砖瓦掉落、墙体微细裂缝	0~0.1	河岸和松软土上出现裂缝。地面上有的砖烟囱轻度裂缝掉头	63(45~89)	6(5~9)
7	大多数人惶惶逃出	轻度破坏—局部破坏、开裂,但不妨碍使用	0.11~0.30	河岸出现塌方,饱和砂层常见喷砂冒水,松软土地裂缝较多,大多数砖烟囱中等破坏	125(90~177)	13(10~18)
8	摇晃颠簸,行走困难	中等破坏—结构受损,需要修理	0.31~0.50	干硬土上亦有裂缝,大多数砖烟囱严重破坏	250(178~353)	25(19~35)
9	坐立不稳,行动的人可能摔跤	严重破坏—墙体龟裂,局部倒塌,修复困难	0.51~0.70	干硬土上有许多地方出现裂缝。基岩上可能出现裂缝。滑坡塌方常见,砖烟囱出现倒塌	500(354~707)	50(36~71)
10	骑自行车的人会摔倒,处不稳状态的人会摔出几尺远,有抛起感	倒塌—大部倒塌,不堪修复	0.71~0.90	山崩和地震断裂出现,基岩上的拱桥破坏,大多数砖烟囱从根部破坏或倒塌	1000(708~1414)	100(72~141)

注:烈度与震级不同,一次地震中,不同地区有不同地震烈度。一般情况下,震级越大,震中距越近,则烈度越高。影响烈度的重要因素还有场地条件等。

设防烈度是按国家批准权限审定的作为某一地区抗震设防依据的地震烈度。抗震设防一方面要依据某个地区一定概率水平的地震大小;一方面又要根据国家的财力、物力及该地区的人口、经济、社会政治影响确定。一般情况下设防烈度直接取为基本烈度。但有的地区(如人口稀少等)则略低于基本烈度。目前,我国《建筑抗震设计规范》(GB50011)规定设防烈度为 6 度及 6 度以上时必须进行抗震设计(5 度以下的不予设防),我国处于全球地震多发区,其中≥7 度的设防地区约为国土面积的 32%。北京设防烈度 8 度。

风灾又称热带气旋,过去一直沿用英国人蒲福(Beaufort)于 1805 年拟定的“蒲福风力等级”自 0~12,共分 13 个等级(1946 年扩为 18 个等级),小于 7 级的风不构成破坏,表 3a 给出了 7 级以上风的征象及参数。2005 年 9 月卡特里娜飓风形成于大西洋,进入墨西哥湾直袭美国的新奥尔良,造成 1000 多人死亡,可算近年来全球一次相当大的风灾了。

表 3a 7 级以上风的征象及参数
Table 3a Symptoms and parameters of wind stronger than Grade 7

风力等级	陆地地面征象	自由海面浪高/m	距地 10m 高处风速/(m/s)
7	全树摇动,迎风步行感觉不便	4.0(5.5)	13.9~17.1(50~61km/h)
8	微枝折毁,人向前行感觉阻力甚大	5.5(7.5)	17.2~20.7(62~74km/h)
9	建筑物有小损(烟囱顶部及平屋顶摇动)	7.0(10.0)	20.8~24.4(75~88km/h)
10	陆上少见,见时可将树木拔起或使房屋损坏较重	9.0(12.5)	24.5~28.4(89~102km/h)
11	陆上很少见,有则必有广泛损坏	11.5(16.0)	28.5~32.6(103~117km/h)
12	陆地绝少见,摧毁力极大	14.0	32.7~36.9(118~133km/h)

表 3b 热带气旋等级划分表
Table 3b Scale of tropical cyclone

热带气旋等级	底层中心附近最大平均风速/(m/s)	底层中心附近最大风力(级)
热带低压(TD)	10.8~17.1(39~62km/h)	6~7
热带风暴(TS)	17.2~24.4(62~88 km/h)	8~9
强热带风暴(STS)	24.5~32.6(88~117km/h)	10~11
台风(TY)	32.7~41.4(117~149km/h)	12~13
强台风(STY)	41.5~50.9(149~183km/h)	14~15
超强台风(SuperTY)	≥51.0(≥183km/h)	16 或以上

据中国气象报 2006.6.3

2006 年 6 月 2 日,中国气象局与国家标准化管理委员会在北京联合举行新闻发布会将热带气旋定义为:生成于热带或副热带洋面上,具有有组织的对流和确定气旋性环流的非锋面性涡流的统称,包括热带低压、

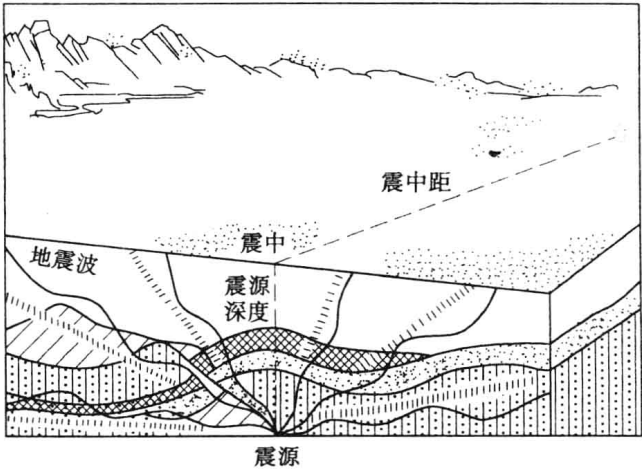


图 2 震源、震中、震中距示意图
Fig.2 Source, epic center and epicentral distance in earthquake

热带风暴、强热带风暴、台风、强台风和超强台风，并给出了热带气旋等级划分表，详见表 3b(中国气象报 2006.6.3)风速在 32.7m/s~41.4m/s 才称为台风。

《灾难医学》(北京医科大学中国协和医科大学联合出版社,1993)根据我国国情，参考人口的直接死亡数和经济损失数，将灾害划分为五个等级。分别为：

- E 级：死亡<10 人，或损失<10 万元人民币——微灾；
- D 级：死亡 10~100 人，或损失 10~100 万元人民币——小灾；
- C 级：死亡 100~1000 人，或损失 100~1000 万元人民币——中灾；
- B 级：死亡 1000~1 万人，或损失 1000 万~1 亿元人民币——大灾；
- A 级：死亡万人以上，或损失>亿元人民币——巨灾；

中国国务院安全生产监督管理局及公安部消防局常常把死亡 10 人以上事故称为特大事故，如煤矿瓦斯爆炸及火灾事故等；上述的医学分级可能更适用于瘟疫流行病，如 2003 年春季那场可怕的 SARS 瘟疫，从 3 月初至世界卫生组织于 6 月 24 日宣布北京撤消旅游警告为止，这场遍及全球的瘟疫共死亡 798 人，按照上述《灾难医学》分级，可以列入 C 级。

2 灾害的属性和全球灾害的严重性

2.1 灾害的属性

在天地生整个系统中，灾害几乎是与生俱来的。准确地说从宇宙诞生的那一天起就伴随着灾害，可以说“只要有物质的运动和运动的物质，就一定有灾害”。

灾害具有下述的 7 个属性：

- ① 灾害的普遍性和永恒性。表现为灾种、性质、时间地点、……它遍及宇宙且与宇宙同在
- ② 灾害的多样性与差异性。表现为复杂、模糊、起源不同、轻重不同……
- ③ 灾害的全球性与区域性。总体上是全球的，不同区域灾种和程度不同。
- ④ 灾害的随机性和预测的困难性。表现为时间、地点、强度、范围、都是随机的。所有随机事件，预测都具有一定的难度如地震，但随着人类社会的进步，其预测的准确度会日益提高，如近代台风预报已经比较准确。
- ⑤ 灾害的突发性与缓慢性。地震、火山等是突发的，沙漠化、水土流失等则是缓慢的。
- ⑥ 灾害的迁移性、滞后性与重现性：加拿大酸雨来自美国的污染，是空气流动造成的迁移；人口膨胀，生态失衡则表现为滞后；至于重现性则更多了，单单是台风我国几乎每年都要面对这个现实，有的年份多达 20 多次。
- ⑦ 灾害的相互联系性和伴生性。暴雨引发洪水继而引发溃坝和瘟疫，爆炸大都伴生火灾等。
- ⑧ 灾害的人为性和可预防性。灾害的人为性，既表现为自觉主动的施加灾害，如恐怖主义；又表现为随着社会发展人类认识上的局限性和滞后性导致的被动灾害，如生态失衡、核泄露、交通事故、燃气爆炸……；这些灾害虽在一定程度上可以预防但又是不可避免的。

承认并正确认识和对待这 8 条灾害的属性是非常重要的，它在本质上在哲学层次上是一个认识论和世界观问题。如果你承认世界是物质的，物质又是运动的，那么就必然得承认灾害的普遍性和永恒性。有人认为随着人类社会的进步、科学的发达，灾害可以减轻甚至消灭，这是很天真的。我们不否认科技的进步和发达，有些灾害特别是自然灾害由于预测和救助措施的先进，可以在一定程度上得到减轻，但却不能消灭，至少目前我们还看不到消灭地震的前景。我们更应该引起警觉的是科学发达的同时，一些人为性强的灾害反而产生并多起来了。如汽车多了道路交通事故就多起来，据统计，自汽车问世以来(约 100 多年)全世界死于各种交通事故(包括火车、航运)的总人数达 3000~4000 万人，2003 年统计全球因交通事故死亡 50 余万人，伤残 1000 多万。美国虽然国土大，但人口密度不大，1899~1975 年，75 年间仅汽车事故死亡 200 多万人，超过美国建国以来战争死亡人数的总和。核能的利用就有可能出现核泄露，化肥、杀虫剂的发明在大幅度提高粮食产量的同时也带来食物中的某些对人类不利的成份。最能说明问题的是抗生素的发明，