

清华大学研究生课程——《灾害学》

地质灾害

陆新征
清华大学土木工程系
2006

1

清华大学研究生课程——《灾害学》

内容提要

- 地质灾害的概念、类型及分布
- 火山地质灾害
- 滑坡地质灾害及其防治
- **崩塌地质灾害及其防治**
- 泥石流地质灾害及其防治
- 地面沉降及其防治
- 岩土工程灾害

2

清华大学研究生课程——《灾害学》

崩塌灾害

- 岩块、土体顺坡猛烈下落，并堆积于坡底
- 下降速度快，发生突然
- 崩塌体脱离母岩运动
- 崩塌体的垂直位移大于水平位移
- 具有崩塌前兆的不稳定岩土体称为危岩体

3

清华大学研究生课程——《灾害学》

崩塌

4

清华大学研究生课程——《灾害学》

崩塌的类型

- 土崩：
 - 土体中的
- 岩崩：
 - 岩石中的
- 山崩：
 - 涉及到山体
- 岸崩：
 - 河流、湖泊、海洋岸边

5

清华大学研究生课程——《灾害学》

岳阳长江干堤崩岸

6

清华大学研究生课程——《灾害学》

岳阳长江干堤崩岸

长江干堤岳阳段部分河段却发生严重崩岸险情，其中华容县天字一号、君山区的洪水港、张家墩等几处河段崩岸尤为突出，严重威胁到长江干堤安全。



7

清华大学研究生课程——《灾害学》

岳阳长江干堤崩岸

- 险情最严重的是华容县境内的下荆江天字一号河段，自2001年洪道拓宽后，该河段洲滩便开始出现崩塌现象。今年2月以来，由于雨水较多，长江水位回升，流速加大，崩岸加剧。
- 以天字一号25+365处为例，2月22日崩岸至今，内岸线溃退了51米。目前崩岸最严重的长600米，最近处距长江干堤已不足60米，其河床较去年汛前，最大冲深达22.3米。

8

清华大学研究生课程——《灾害学》

岳阳长江干堤崩岸

- 站在长江大堤内的河滩上，江风挟着江水不断拍打已发生崩岸的河滩，不时将大块的泥土卷入江心，在离河岸约两米的河滩上，赫然有一条长长的裂缝，裂缝最宽处达5厘米。据预报最近几天又有降雨，险情如果加剧，将危及长江干堤外华容县三个乡镇以及岳阳县部分乡镇的人民生命财产安全。
- 君山区洪水港2004年开始出现崩岸险情，年均崩宽15米，目前滩岸距长江干堤最近处仅80米。君山区张家墩崩岸险情位于熊家洲汉河段，目前崩岸段距长江干堤堤脚最近处不到70米。

9

清华大学研究生课程——《灾害学》

与三峡蓄水等有关

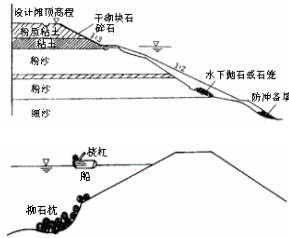
- 一是三峡工程初期蓄水后，清水下泄，下泄江水泥沙含量下降导致挟沙能力增强，下荆江河床冲刷严重；
- 二是监利河弯至天字一号河势调整变化较大，水流直接顶冲天字一号下段；
- 三是天字一号扩卡工程（即河道加宽工程，现在该段河道宽已由1969年的仅30米拓展到现在的800余米）削除表层粘土后，河岸抗冲能力减弱，崩岸加剧。
- 天字一号有部分堤段没有永久性护坡。有水泥护坡的河段大多安然无恙。

10

清华大学研究生课程——《灾害学》

崩岸的治理

- 抛石
 - 抛投石块应从险情最严重的部位开始，依次向两边展开。首先将石块抛入冲坑最深处，逐步从下层向上层，以形成稳定的阻滑体。在抛石过程中，要随时测量水下地形，掌握抛石位置，以达到稳定坡度（一般为1:1~1:1.5）为止

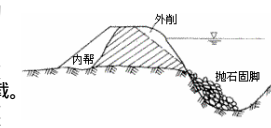


11

清华大学研究生课程——《灾害学》

崩岸的治理

- 减载加帮等其他措施
 - 为了抑制崩岸险情的继续扩大，维持尚未坍塌堤脚的稳定，应移走堤顶堆放的料物或拆除洪水位以上的堤岸。特别是坡度较陡的砌石堤岸，尽可能拆除，并将土坡削成1:1的坡度，以减轻荷载。因坍塌或削坡使堤身断面过小时，应在堤的背水坡抢筑后戗或培厚堤身。



12

清华大学研究生课程——《灾害学》

崩塌的类型

表 6-4 崩塌的类型及其主要特征
(据蒋鼎光, 1991, 修改)

类型	岩性	结构面	地貌形态	崩塌体形状	力学机制	失稳因素
倾倒式崩塌	黄土、灰岩等直立岩层	垂直节理、柱状节理、直立岩层面	峡谷、直立岸坡、悬崖等	板状、长柱状	倾倒	水压力、地震力、重力
滑移式崩塌	多为软硬相间的岩层	有倾向临空面的结构面	陡坡, 通常大于 45°	板状、楔形、圆柱状及其组合形状	滑移	重力、水压力、地震力
膨胀式崩塌	直立黄土、粘土或坚硬岩石	上部垂直节理、柱状节理, 下部为近水平结构面	陡坡	岩体高大	膨胀	重力、水的软化
拉裂式崩塌	多见于软硬相间的岩层	多为风化裂隙和重力拉张裂隙	上部突出的悬崖	上部硬岩层以悬臂梁形式突出	拉裂	重力
错断式崩塌	坚硬岩石、黄土	垂直裂隙发育, 无倾向临空面的结构面	大于 45° 的陡坡	多为板状、长柱状	错断	重力

13

清华大学研究生课程——《灾害学》

崩塌的形成条件

- 内部条件
 - 岩石类型
 - 坚硬的岩石会形成较大规模的崩塌
 - 松散岩石会形成小型坠落和剥落
 - 地质构造
 - 断层、节理、界面导致崩塌易于发生
 - 地形地貌
 - 大角度边坡, 孤立山嘴或凹形陡坡

14

清华大学研究生课程——《灾害学》

崩塌的形成条件

- 外部条件
 - 环境因素
 - 地震
 - 降雨降雪, 冻融
 - 地表水冲刷, 浸泡
 - 不合理的人类活动
 - 开掘矿产
 - 切割边坡
 - 水库蓄水
 - 堆砌矿渣
 - 剧烈振动

15

清华大学研究生课程——《灾害学》

容易发生崩塌的情况

- 降雨过后
- 强烈地震之中
- 开挖坡脚过程之中或者滞后一段时间
- 水库蓄水初期及河流洪峰期
- 强烈的机械振动或者大爆破之后

16

清华大学研究生课程——《灾害学》

我国主要的崩塌分布区域

- 西南地区
- 西北黄土高原的黄土崩塌
- 西藏、青海、黑龙江的冻融地区
- 秦岭 - 大巴山地区, 宝成铁路沿线

17

清华大学研究生课程——《灾害学》

崩塌和滑坡的区别

- 斜坡坡度
 - 崩塌坡度常大于 50°
- 运动本质
 - 崩塌: 倾倒、坠落, 滑坡: 切向位移
- 崩塌后崩塌体破碎凌乱, 滑坡体整体性好
- 崩塌脱离母体, 滑坡很少脱离母体

18

清华大学研究生课程——《灾害学》

崩塌照片

19

清华大学研究生课程——《灾害学》

崩塌照片

20

清华大学研究生课程——《灾害学》

崩塌照片

21

清华大学研究生课程——《灾害学》

崩塌照片

22

清华大学研究生课程——《灾害学》

崩塌灾害

23

清华大学研究生课程——《灾害学》

崩塌灾害的危害

位于城镇附近的崩塌常常砸埋房屋，伤亡人畜，毁坏田地，摧毁工厂、学校、机关单位等，并毁坏各种设施，造成停电、停水、停工，有时甚至毁灭整个城镇。例如，1987年9月17日凌晨四川巫溪县城龙头山发生崩塌，摧毁一栋6层的宿舍、两家康舍、居民房29余间，掩埋公路干线70余米，造成122人死亡，直接经济损失达270万元左右。

发生在工矿区的崩塌可摧毁矿山设施，伤亡职工，毁坏厂房，使矿山停工停产，常常造成重大损失。例如云南省威信县黑煤山区，分别于1948年、1984年、1987年8月、1987年12月、1988年1月发生较大崩塌。据不完全统计共毁坏民房157户，毁坏耕地824亩，损失粮食22万斤；摧毁煤矿通信井2处、回风巷800米、运输巷450米；损坏10万伏高压输电线路800米，造成煤矿停产的经济损失113万元。

又如，1980年6月3日湖北省远安县盐池河磷矿突然发生了一场巨大的岩石崩塌（岩崩，又称山崩）。山崩时，标高830m的鹰嘴崖部分山体从700m标高处俯冲到500m标高的谷地。在山谷中乱石块覆盖面积南北长560m，东西宽400m，石块加泥土厚度30m，崩塌堆积的体积共100万m³。最大的岩块约有2700t，顷刻之间，盐池河上筑起一座高达38m的堤坝，构成了一座天然湖泊。乱石块把磷矿的五层大楼掀倒、掩埋，死亡307人，还毁坏了该矿的设备和财产，损失十分惨重。

24

清华大学 清华大学研究生课程——《灾害学》

崩塌的防治

- 遮挡
- 拦截
- 支挡
- 护坡、护墙
- 镶补沟缝
- 削坡
- 排水

25

清华大学 清华大学研究生课程——《灾害学》

崩塌的防治

该图展示了多种崩塌防治工程措施的原理和结构。图中包含以下部分：

- 顶部文字：**介绍了崩塌防治工程措施的目的，即通过改变边坡的应力状态和破坏模式，提高边坡的稳定性。
- 中间部分：**展示了四种主要的防治措施：
 - (a) 嵌石平台：**在坡面设置平台，减小坡度，增加稳定性。
 - (b) 嵌石墙：**在坡脚设置挡土墙，防止土体滑移。
 - (c) 嵌石柱：**在坡体内部设置柱状结构，起到支挡作用。
 - (d) 嵌石梁：**在坡体内部设置梁状结构，起到支挡作用。
- 底部部分：**展示了其他防治措施：
 - (e) 削坡：**通过减小坡度来降低土体重量和破坏力。
 - (f) 护坡、护墙：**在坡面设置保护层，防止土体剥蚀。
 - (g) 排水沟、排水管：**通过排水降低土体含水量，减小孔隙水压力。

26