

概念——是山地沟槽或河谷在暂时性急水流与其流域内大量土石互相作用形成的洪流过程和现象。

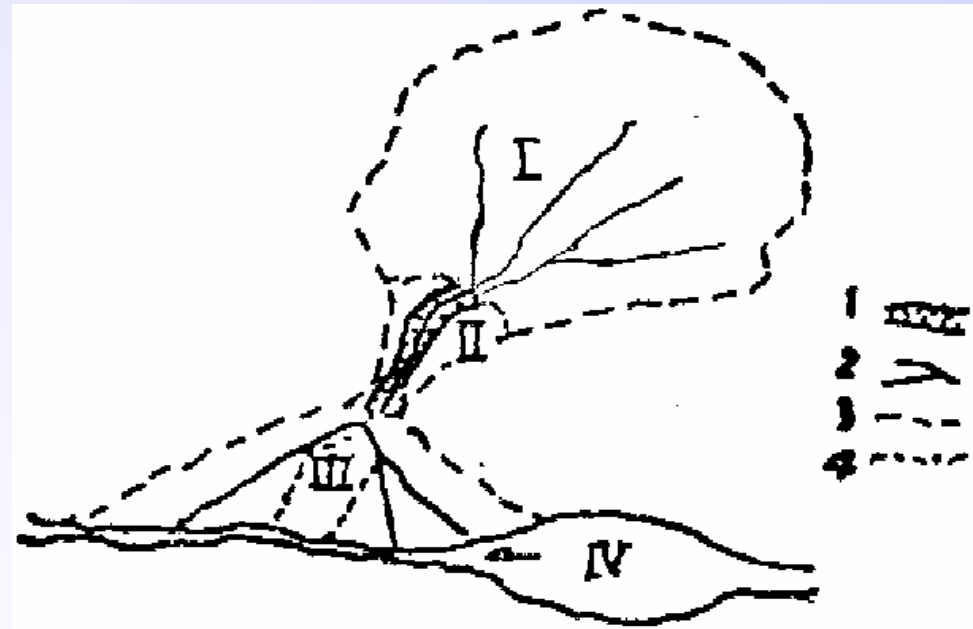
特点——过程短暂，发生突然，结束迅速，复发频。

组成——由固体土石与液体水组成，固体物质含量有时超过水体量。

形态—— I (供给) 形成区

II 搬运区

III 停积区



泥石流的形成条件

13.1.1 地形地貌条件

上游有广阔的盆地式汇水面积，而其周围山坡陡，有利于大量水流迅速汇聚而产生强大的冲刷力；

中游纵坡降 $0.05 \sim 0.06$ 或更大，可作为搬运流通沟槽；

下游坡度急速变缓，约 $0.05 \sim 0.02$ ，且有开阔缓坡作为泥石流的停积场所。

13.1.2 地质环境条件

在汇流区内，必须是各种天然或人工松散土石堆积层发育；或其为区域大断裂破碎带、强烈构造揉皱带以及各种易风化岩层的风化破碎带，分布广、厚度大。

13.1.3 水文气象条件

有短期暴雨或冰雪突然溶化水汇流，具有强大的冲刷能力。在干旱或半干旱的山区往往具备上述水文气象条件，极易形成泥石流。

13.2 泥石流的主要特征

13.2.1 泥石流地质地貌特征（例举：）

形成区及类别：山区 - 粘滞的(结构)

汇水区特征：具有粘土质岩石和以蒙脱石为代表的粘土，此外还有能造成巨大山麓堆积和坚硬的石灰岩、片岩及火成岩等不易破碎的岩块。

重度：1.9 - 1.6

组成：粘土组分不大于固体部分的25 ~ 30%；其余的为砂、小碎石、砾石、巨砾，水是泥石流组成的部分之一。泥石流保持着直线运动的方向作整体运动，在静止时固结，各组成部分不分散。

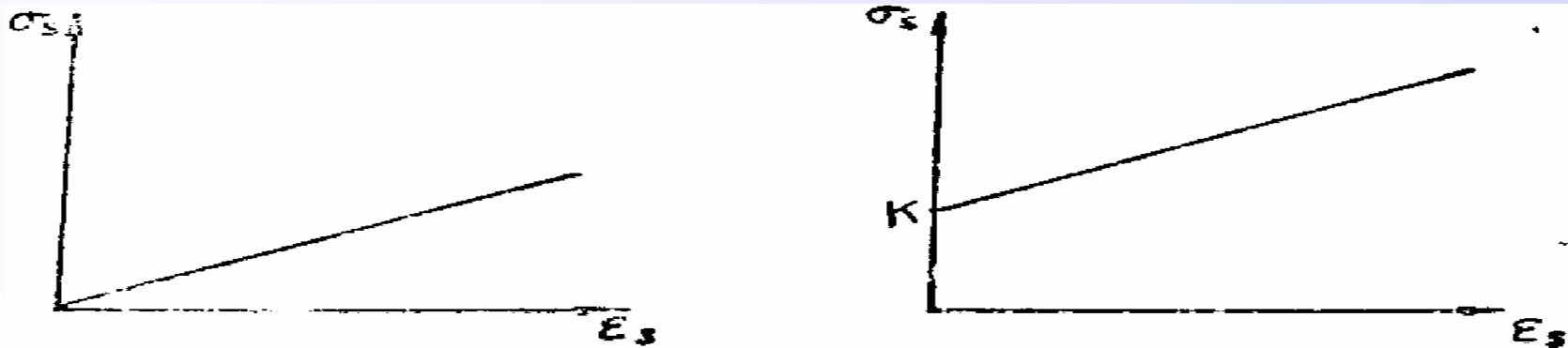
破坏：位于山洪泥流经道路上的建筑物及在石流横向上的防护物受破坏，顺河床方向及坡度为0.05 ~ 0.06的冲积锥底部将被沉积物(泥石流凝固岩)所覆盖。

13.2.2 泥石流的流态特征(例举模式)

泥石流流态的土力学理论根据是库仑粘滞模式，约翰逊(1970)提出的此种模式用剪应力和剪应变率关系方程及图 $\sigma_s = c + \sigma_n \tan\phi + \mu \varepsilon_s$ 式中的粘聚力 c 和内摩擦力 $\sigma_n \tan\phi$ 可用屈服强度 K 代替，而呈准宾汉塑性模式：

$$\sigma_s = K + \mu_b \varepsilon_s$$

宾汉塑流体的 σ_s 和 ε_s 之间呈线性关系。泥石流运动的产生必须克服初始屈服强度； μ_b 、 ε_s 值不能低于抗剪强度初始值而为零。



流体的流动曲线

(a) 牛顿流体

(b) 宾汉流体

σ_s —剪应力； ε_s —剪应变率； μ —粘度，流动曲线的斜率； K —初始屈服强度

13.2.3 泥石流流体的结构特征:

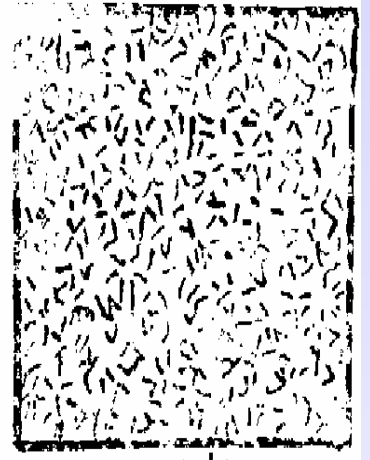
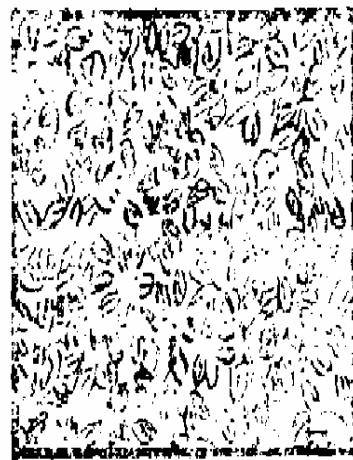
概念: 其流体内粒状土石 (其最大石块直径为最小颗粒直径的 10^{10} 倍) 与水体的结合形式。

稀性

过渡性

粘性

塑性细粒



13.2.4 泥石流的动力及运动学特征

按粘性泥石流和非粘性泥石流分别讨论：

1. 粘性泥石流的流体动力学状态

- (1) 弹性变形状态；
- (2) 结构破坏状态或结构恢复状态；
- (3) 粘性流动状态。

2. 非粘性泥石流运动机制

13.3 泥石流的形成机制

13.3.1 泥石流分类

泥石流分类是泥石流基本理论问题之一，它应该反映出泥石流形成机制和各类泥石流之间的关系、泥石流形成运动过程、影响因素以及其激发活动的有关力的作用模式等。

类型

从物质成分：水石质、泥石质及泥质。

从水体补给方式：雨水型、冰川型两类

暴发起因：融雪型泥石流、溃决型泥石流、地震型泥石流及火山型泥石流

受力性质：

土力型（滑坡型和崩塌型两种）

水力型（坡面侵蚀型及河床侵蚀型）

综合分类:

四组指标作为泥石流的分类基础:

- (1) 泥石流形成特点(暴发起因)分两个亚组:
 - ★ 水体补给;
 - ★ 固体物补给。
- (2) 泥石流结构, 流变类型;
- (3) 泥石流的物质成分类型;
- (4) 泥石流的规模和破坏力。

13.3.2 泥石流形成机制

即特定的地表水流在其流域内与各种松散土石固体物质互相作用，并形成固液两相流体，在一定的沟槽河谷中运动，并最终堆积的全部的过程以及各个阶段中内外力的作用方式。

要讨论的内容：形成、发展以及消亡的全部过程以及力的作用方式。

有关重要参数:

- ◆ 形成泥石流根源区的临界含水量
- ◆ 冰雪临界消融量
- ◆ 消融历时
- ◆ 松散堆积物聚积量
- ◆ 河床冲刷量
- ◆ 洪流可能潜在方量、流量
- ◆ 泥石流物理力学特征值等等。

—— 对泥石流形成机制主要为侵蚀作用的流域以及主要为土体失去平衡而产生运动来说是必不可少的。

泥石流的形成机制

根据侵蚀、搬运、滑移过程，提出了侵蚀—搬运型泥石流形成机制；

侵蚀滑移型泥石流形成机制；

滑移(滑坡)型泥石流形成机制；

根据“膨胀现象”及“跃移现象”论证了河床型高浓度水流(即稀性紊流型泥石流)的形成运动机制；

滑坡型泥石流形成机制；

从斜坡稳定分析观点和颗粒流理论论证泥石流形成机制。

13.4 泥石流的防治原则

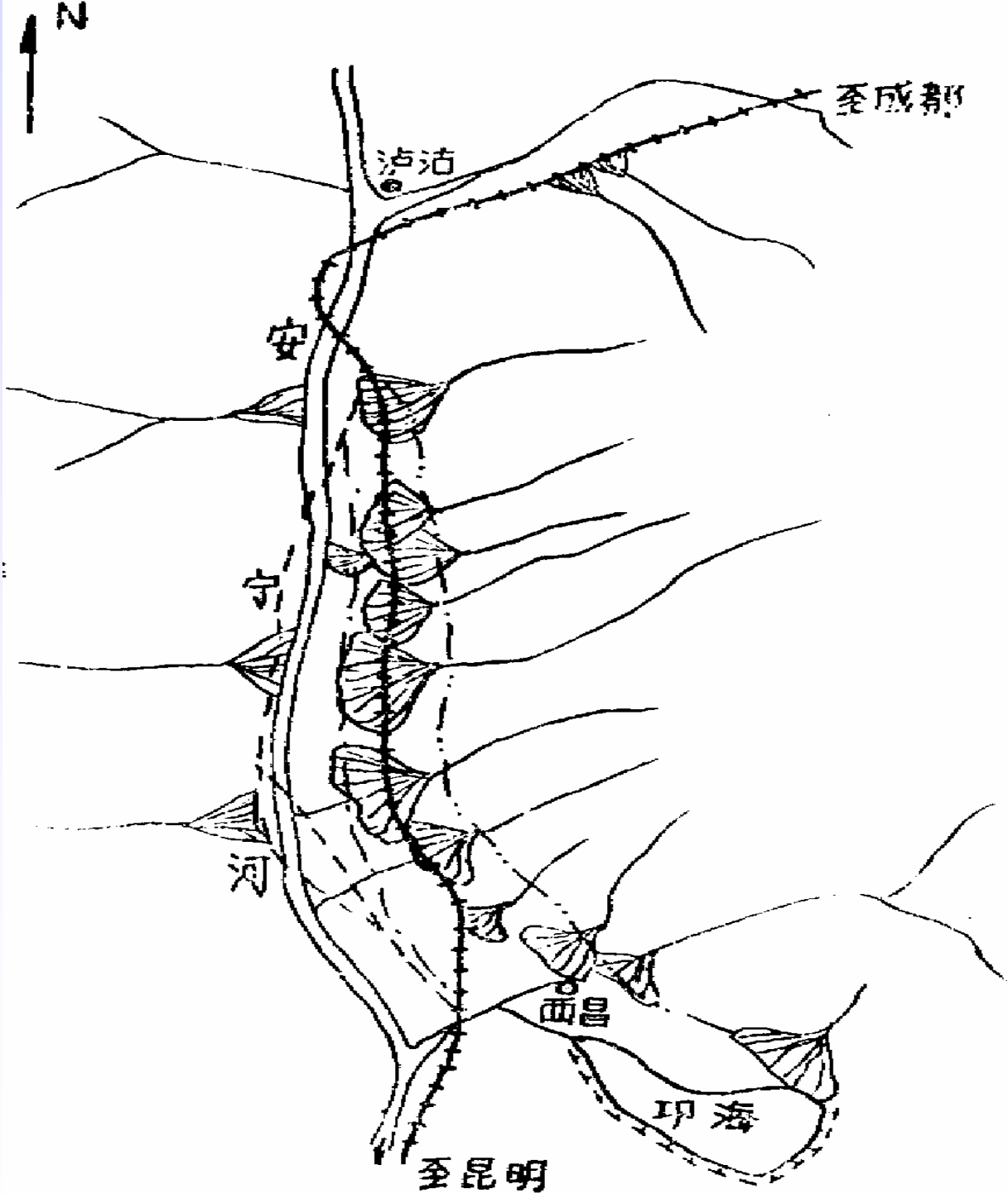
针对其形成条件及形成机制以及不同性质的泥石流类型分别对待。

尽可能保持水土不产生流失，上游沟谷两岸的斜坡予以稳定；保

中游以拦挡为主，同时减缓沟床纵坡；挡

下游以疏导为主，尽可能减少淤积。导

安宁河断裂带上的泥石流地区铁路选线



泥石流的防治措施

工农业基本建设，以**避开为宜**。尽可能做到合理布局，以少受泥石流龙头直接威胁为宜，

交通线路的通过方案：**扇前避让，扇后避让及扇身通过几种可能性加以比较，选择较优方案。**

不论采取何种工程措施，事先应对泥石流**流速、流量**以及予以**拦挡导流建筑的尺寸**予以充分调查与计算，计算必须选用或建立适当的公式。