



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

与工程活动有关的地质作用

崩塌

主讲：陈祥军

- 崩塌的形成条件
- 崩塌的影响因素
- 崩塌的防治原则
- 崩塌的防治措施



- 岩土类型、地质构造、地形地貌条件是形成崩塌的三个基本条件。
- ①岩土类型：硬岩(如厚层石灰岩、花岗岩、砂岩、石英岩、玄武岩等)有较大强度和抗风化能力，能形成高峻斜坡，容易产生大规模崩塌现象。软硬互层(如砂页岩互层、石灰岩与泥灰岩互层、石英岩与千枚岩互层等)构成的陡峻斜坡，差异风化使斜坡外形凹凸不平，容易产生崩塌。

- ② 地质构造：软弱面（岩层的层面、裂隙面、断层面、软弱夹层或其它的软弱岩性带）倾向临空面，倾角较陡时，可能沿着这些软弱面发生崩塌。坡体中裂隙越发育，越易产生崩塌，与坡体延伸方向近于平行的陡倾构造面，最有利于崩塌的形成。

- ③ 地形地貌：斜坡高、陡是形成崩塌的必要条件，规模较大的崩塌，一般多产生在高度大于30m、坡度大于 $45^{\circ}$  (大多数介于 $45^{\circ}$  ~  $75^{\circ}$  之间)的陡峻斜坡上。
- 斜坡的外部形状，对崩塌的形成也有一定的影响。一般在上缓下陡的凸坡和凹凸不平的陡坡上易于发生崩塌，孤立山嘴或凹形陡坡均为崩塌形成的有利地形。

- 能够诱发崩塌的外界因素主要有：
  - ① 振动：地震、人工爆破和列车行进时产生的振动都可能诱发崩塌。

•② 水：地表水体冲刷坡脚或浸泡坡脚、削弱坡体支撑或软化岩土体，降低坡体强度，能诱发崩塌。充满裂隙的地下水软化裂隙充填物，对潜在崩落体产生浮托力，降低了潜在崩塌体与稳定岩体之间的抗拉强度。雨季地下水和地表水的联合作用，使潜在崩塌体更易于失稳。

•③不合理的人类活动：开挖路堑改变了斜坡外形，使斜坡变陡，软弱构造面暴露，可能引起崩塌；此外地下采空、水库蓄水等改变坡体原始平衡状态，都会诱发崩塌活动；开挖爆破使边坡岩体因受到振动破坏而发生崩塌。还有一些因素如冻胀、昼夜温差变化等，也会诱发崩塌。



# 崩塌的防治原则



在线开放课程

- 崩塌发生得突然而猛烈，治理困难，采用以防为主的原则。
- ①在选址或选线时，对有可能发生大中型崩塌的地段，优先采用绕避方案。绕避有困难时可调整路线位置，离开崩塌影响范围一定距离，尽量减少防治工程，或考虑其它通过方案(如隧道、明洞等)，确保行车安全。

- ②对可能发生小型崩塌或落石的地段，应进行经济比较，确定绕避还是设置防护工程通过。如拟通过，路线应尽量争取设在崩塌停积区范围之外。如有困难，也应使路线离坡脚有适当距离，以便设置防护工程。

- ③在设计和施工中，避免使用不合理的高陡边坡，避免大挖大切，以维持山体的平衡。在岩体松散或构造破碎地段，不宜使用大爆破施工，以免由于工程技术上的错误而引起崩塌。

- 常见的防治崩塌的工程措施主要有：
  - ① 遮挡：采用修建明硐、棚硐等工程遮挡斜坡上部的崩塌落石。常用于中小型崩塌或人工边坡崩塌防治。
  - ② 拦截：对于小型崩塌的地段，在坡脚或半坡上设置拦截构筑物，如设置落石平台以停积崩塌物质；修建挡石墙以拦坠石；编制纲轨或钢钎栅栏来拦截落石。

- ③支挡：在岩石突出或不稳定的大孤石下面，修建支柱、支挡墙或用废钢轨支撑，用石砌或用混凝土作支垛、护壁、支柱、支墙等以增加斜坡的稳定性。
- ④护墙、护坡：在易风化剥落的边坡地段修建护墙，对缓坡进行坡面喷浆、抹面、砌石铺盖、水泥护坡等以防治软弱岩层进一步风化。

- ⑤镶补沟缝：用片石填补空洞，水泥沙浆沟缝等以防止裂隙和洞的进一步发展。
- ⑥刷坡：在危石、孤石突出的山嘴以及坡体风化破碎的地段，刷坡放缓边坡。
- ⑦排水：布置排水构筑物进行拦截疏导，调整水流。如修筑截水沟、堵塞裂隙、封底加固附近的灌溉引水与排水沟渠等，防止水流大量渗入岩体而恶化斜坡的稳定性。

•⑧SNS技术： SNS系统是利用钢绳网作为主要构成部分来防护崩塌落石危害的柔性安全网防护系统，它与传统刚性结构防治方法的主要差别在于该系统本身具有的柔性和高强度，更能适应于抗击集中荷载和（或）高冲击荷载。当崩塌落石能量高且坡度较陡时，SNS钢绳网系统不失为一种十分理想的防护方法。

- 岩土类型、地质构造、地形地貌条件是形成崩塌的三个基本条件。
- 诱发崩塌的外界因素主要有：振动、水、不合理的人类活动
- 崩塌的防治原则：以防为主、防治结合。
- 崩塌的防治措施：遮挡、拦截、支挡、护墙、护坡、镶补沟缝、刷坡、排水、SNS