

矿山岩体力学

赵光明 教授

矿山岩体力学

教材

[1]赵光明.矿山岩石力学.徐州:中国矿业大学出版社,2015.(国家十二五规划教材)

[2]李通林.矿山岩石力学.重庆:重庆大学出版社,1982

[3]王作棠,周华强,谢耀社.矿山岩体力学.徐州:中国矿业大学出版社,2007

主要参考书

[1]徐芝纶.弹性力学简明教程(第三版).北京:高等教育出版社,2002

[2]蔡美峰,何满朝,刘东燕.岩石力学与工程.北京:科学出版社,2002

[3]谢和平,陈忠辉.岩石力学.北京:科学出版社,2004

第一章 绪论

- 1 岩石力学定义
- 2 岩石力学特点
- 3 岩石力学主要研究问题
- 4 岩石力学发展简史
- 5 岩石力学主要研究内容
- 6 岩石力学基本研究方法
- 7 本课程主要学习内容

1 岩石力学定义

■ Rock mechanics is the theoretical and applied science of the mechanical behavior of rock and rock masses; it is that branch of mechanics concerned with the response of rock and rock masses to the force fields of their physical environment. (美国岩石力学委员会, 1964, 1974)

■ 岩石力学是研究岩石的力学性状的一门理论和应用科学,它是力学的一个分支,是探讨岩石对周围物理环境中力场的反应。

为什么岩石力学能够成为一门学科?

- 岩石是一种天然地质体,是一种典型的**不连续介质**,不是固体力学中的一种材料。
- 岩石工程的变形和破坏是因为开挖引起的地应力(地质构造应力、重力)以**变形能形式释放**,不是外载荷作用。
- 无论岩体结构,还是其赋存状况、赋存条件均存在大量**不确定性**,不宜采用确定性研究方法。
- 工程岩体是**人地系统**,其行为与施工因素密切相关。

2 岩石力学特点

(1) 新兴学科:

1934: 第一部岩石力学专著问世(前苏联巴列维奇);

1952: 成立国际岩石力学学会(International Society for Rock Mechanics, ISRM);

1962: 出版“Rock Mechanics and Rock Engineering”杂志;

1966: 国际岩石力学学会开始召开四年一次的国际岩石力学大会;

1985: 中国岩石力学与工程学会成立。

2 岩石力学特点

(2) 多学科共同的应用基础：相关工程领域有

采矿工程
土木建筑
水利水电
铁道工程
公路工程
地质工程
地震工程
石油工程
地下工程
海洋工程。

3 岩石力学研究的主要问题 (采矿工程方面)

- (1) 露天采矿边坡设计及稳定加固；
- (2) 井工开采巷道和采场围岩控制，特别是软岩巷道和深部开采矿压控制；
- (3) 矿井突水预测与防治；
- (4) 冲击地压、煤与瓦斯突出防治；
- (5) 采空区处理与地表开采沉降控制；
- (6) 岩石破碎。

3 岩石力学研究的主要问题 (水利水电方面)

- (1) 坝基及坝肩稳定性、防渗加固理论与技术；
- (2) 有压和无压引水隧道设计、施工及加固理论技术；
- (3) 大跨度高边墙地下厂房的围岩稳定及加固技术；
- (4) 高速水流冲刷的岩石力学问题；
- (5) 水库诱发地震的预报问题；
- (6) 库岸稳定与加固方法。

3 岩石力学研究的主要问题 (铁道与公路方面)

- (1) 线路边坡稳定性分析；
- (2) 隧道设计和施工技术；
- (3) 隧道施工前的地质超前预报及处理；
- (4) 高地应力区的岩爆理论及处理；
- (5) 地铁施工技术；
- (6) 隧道入口施工技术及洞脸边坡角的确定与加固措施。

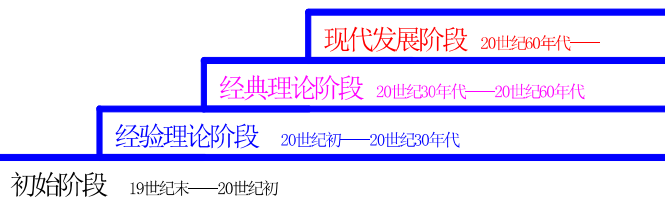
3 岩石力学研究的主要问题 (土木工程方面)

- (1) 高层建筑地基处理与加固技术；
- (2) 大型地下洞室、地下建筑空间设计、施工与加固措施；
- (3) 地面建造物沉降、倾斜控制和纠偏技术；
- (4) 山城或山坡及临坡建筑物基础滑坡监测预报与防治技术。

3 岩石力学研究的主要问题 (石油工程方面)

- (1) 岩石应力与岩石渗透性；
- (2) 岩石力学与地球物理勘探综合研究；
- (3) 钻探技术与井壁稳定性；
- (4) 岩石力学与采油技术（水压致裂、水平钻孔）；
- (5) 油层压缩与地表沉降；
- (6) 石油、天然气运输、储存工程及环境影响。

4 岩石力学的发展简史



岩石力学初始发展阶段特点

- (1) 静水压力理论（海姆，1912）；
- (2) 水平应力系数理论（朗金；金尼克）。

岩石力学经验理论发展阶段特点

- (1) 自然平衡拱理论（普罗托吉雅柯诺夫）；

岩石力学经典理论发展阶段特点

- (1) 萨文岩石工程围岩应力分布（利用无限大平板孔附近应力集中的弹性解分析）；
- (2) 芬纳公式；
- (3) 卡斯特纳公式；
- (4) 塞拉塔关于隧洞围岩的粘弹性分析；
- (5) 数值计算方法应用；
- (6) 奥地利学派（以斯梯尼、米勒为首）的新奥法。

岩石力学现代发展阶段特点

- (1) 系统论方法在岩石力学与工程中的应用；
- (2) 多种数值计算方法的发展与完善；
- (3) 三维信息系统、人工智能、神经网络、专家系统、工程决策支持系统迅速发展；
- (4) 非线性科学的应用（耗散结构论、协同论、分叉和混沌理论）；
- (5) 不确定性理论的应用（模糊数学、灰色理论）。

矿山岩体力学特点

- (1) 采深大
- (2) 采矿工程支护多为临时结构物
- (3) 采矿地下工程位置受矿物埋藏点限制
- (4) 采掘工作面不断移动
- (5) 煤矿开采煤岩经常受瓦斯气体作用与影响
- 💡 1969年顿巴斯加林煤矿，突出煤量14000 t，瓦斯25万m³。
- 💡 1975年四川天府三汇坝一矿，突出煤量12780 t，瓦斯140万m³。

5 岩石力学的基本研究内容1

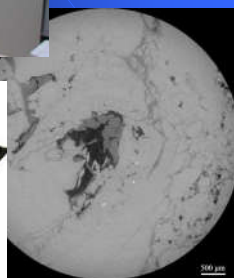
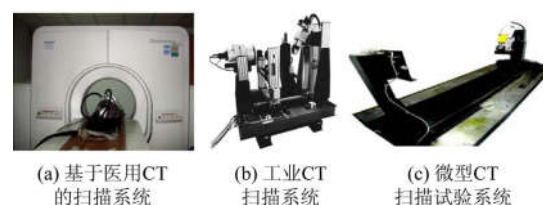
- (1) 岩石、岩体的地质特征：如，岩石物质组成和结构特征；结构面特征及其对岩体力学性质影响；岩体结构及其力学特征；岩体工程分类。
- (2) 岩石的物理、水理与热力学性质。
- (3) 岩石的基本力学性质：变形及强度特征以及力学指标；影响岩石力学性质的主要因素；岩石变形破坏机理及其破坏判据。
- (4) 结构面力学性质：结构面变形特征及其参数；结构面剪切强度特征及其测试技术和方法。

5 岩石力学的基本研究内容2

- (5) 岩体力学性质：变形与强度特征及其原位测试；岩体力学参数的弱化处理与经验估计；影响岩体力学性质的主要因素；岩体中地下水的赋存、运移规律及岩体的水力学特征。
- (6) 原岩应力分布规律及其测量理论与方法。
- (7) 工程岩体的稳定性。
- (8) 岩石工程稳定性维护技术。
- (9) 各种新技术、新方法和新理论在岩石力学中的应用。
- (10) 工程岩体的模型、模拟 试验与原位监测技术。

6 岩石力学的基本研究方法

- (1) 工程地质研究方法：
- (2) 科学实验研究方法：
包括岩石力学参数的测定；模型试验；现场岩体原位试验与监测技术。
- (3) 数学力学分析方法：力学模型分析方法、数值分析方法和模拟分析方法。
- (4) 整体综合分析方法：



计划购入真三轴相似材料
模拟系统，价值300万元

渗透率测定仪

WS工业自动分析仪

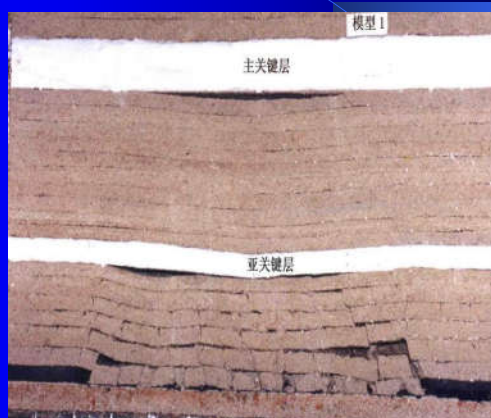


计划购入煤与瓦斯突出实
验装置，价值360万元

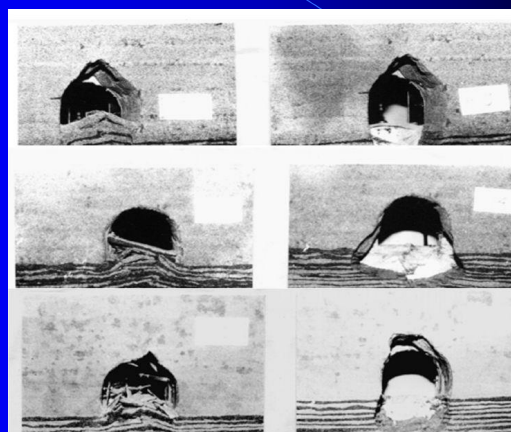


原子吸收分光光度计

采动上覆岩层移动模拟情况



巷道地压模拟情况



7 课程内容

- (1) 绪论
- (2) 应力与应变
- (3) 弹性力学基本理论与方法
- (4) 岩石的物理力学性质
- (5) 岩体的力学性质
- (6) 矿山岩体内应力的重新分布
- (7) 地应力测量原理与技术