



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

隧道工程地质环境及围岩分级

## 围岩分级方法

主讲：贾晓云

## 1. 以岩石强度为基础的分级方法

单纯以岩石强度为依据。例如我国解放前及解放初期的土石分级法以及日本的“国铁铁石分级法”。



红岩



黄土

## 2. 以岩石的物性指标为代表的分级方法

这种分级方法中具有代表性的是前苏联的“普氏分级法”。“ $f$ ”值是一个综合的物性指标值，表示岩石在采矿中各方面的相对坚固性。

$$f_{\text{岩石}} = (1/100 \sim 1/150) R_c。$$

## 3. 以岩体构造、岩性特征为代表的分级方法

### (1) 泰沙基分级法

围岩分成九类，每类都有一个相应的地压范围值和支护措施建议。

### (2) 以岩体综合物性为指标的分级方法

60年代提出，1975年经修正后正式作为铁路隧道围岩分级方法，后来多次修订后列入我国现行的《铁路隧道设计规范》。

## 4. 与地质勘探手段相联系的分级方法

### 4.1 按弹性波速度的分级方法

围岩弹性波速度是判断岩性、岩体结构的综合指标，它既可反映岩石软硬，又可表达岩体结构的破碎程度。我国从1986年起，也开始将围岩弹性波(纵波)速度引入我国围岩分级法中。

## 4. 与地质勘探手段相联系的分级方法

### 4.2 RQD分级方法

岩石质量指标RQD是指钻探时岩芯复原率，或称岩芯采取率。岩芯复原率即单位长度钻孔中10cm以上的岩芯占有的比例。

$$RQD = \frac{\text{10cm以上岩芯累计长度}}{\text{单位钻孔长度}} \times 100\%$$

## 5. 岩体质量 $Q$ 分级法

把表明岩体质量的六个地质参数之间的关系表达为：

$$Q = \frac{RQD}{J_h} \cdot \frac{J_r}{J_a} \cdot \frac{J_w}{SRF}$$

式中， $RQD$ 为岩石质量指标； $J_n$ 为节理组数目； $J_r$ 为节理粗糙度； $J_a$ 为节理蚀变值； $J_w$ 为节理含水折减系数； $SRF$ 为初始应力折减系数。

## 5. 岩体质量 $Q$ 分级法

$$Q = \frac{RQD}{J_h} \cdot \frac{J_r}{J_a} \cdot \frac{J_w}{SRF}$$

$RQD/J_h$ 表示岩块的大小； $J_r/J_a$ 表示岩块间的抗剪强度； $J_w/SRF$ 表示作用应力。所以岩体质量值 $Q$ 实质上是岩块尺寸、抗剪强度和作用力的复合指标。



## 6. 我国铁路隧道围岩分级方法

我国铁路隧道是以围岩稳定性为基础进行围岩分级。



## 6.1 围岩的基本分级

围岩基本分级由岩石坚硬程度和岩体完整程度两个因素确定。

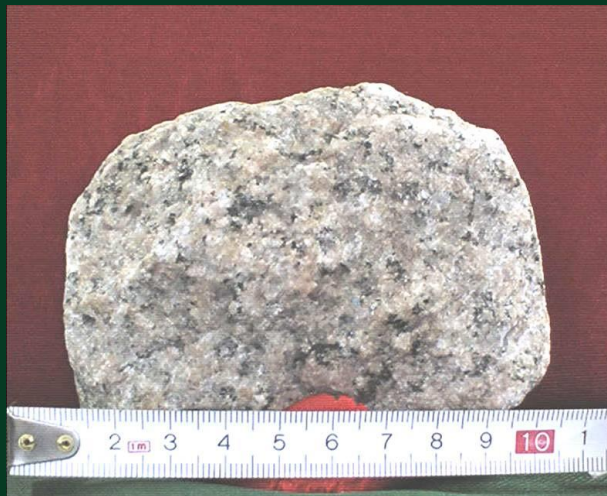
# 围岩分级方法

## (1) 岩石坚硬程度

岩石类别		单轴饱和抗压强度 $R_c$ /MPa	代表性岩石
硬 质 岩	极硬岩	>60	花岗岩、闪长岩、玄武岩等岩浆岩； 硅岩、钙质胶结的砾岩及砂岩、石灰岩、白云岩等沉积岩； 片麻岩、石英岩、大理岩、板岩、片岩等变质岩
	硬岩	30~60	
软 质 岩	较软岩	15~30	凝灰岩等喷出岩； 砂砾岩、泥质砂岩、泥质页岩、灰质页岩、泥灰岩、泥岩、煤 等沉积岩； 云母片岩或千枚岩等变质岩
	软岩	5~15	
	极软岩	<5	

# 围岩分级方法

## (1) 岩石坚硬程度



花岗岩(硬岩)



泥灰岩(软岩)

## (2) 岩体的完整程度

这一指标主要是指围岩被各种结构面切割成单元体的特征及其被切割后的块度大小。它是评价围岩稳定程度最直接、最重要的指标。

## (2) 岩体的完整程度

表 岩体完整程度的划分

完整程度	结构面状态	结构类型	岩体完整性指数
完整	结构面 1~2 组，以构造型节理或层面为主，密闭性	巨块状整体结构	$>0.75$
较完整	结构面 2~3 组，以构造型节理、层面为主，裂隙多呈密闭型，部分为微张型，少有充填物	块状结构	0.55~0.75
较破碎	结构面一般为 3 组，以节理及风化裂隙为主，在断层附近受构造作用影响较大，裂隙以微张型和张开型为主，多有充填物	层状结构、块石碎石结构	0.35~0.55
破碎	结构面大于 3 组，多以风化型裂隙为主，在断层附近受构造作用影响大，裂隙宽度以张开型为主，多有充填物	碎石角砾状结构	0.15~0.35
极破碎	结构面杂乱无序，在断层附近受断层作用影响大，宽张裂隙全为泥质或泥夹岩屑充填，充填物厚度大	散体状结构	$\leq 0.15$

## 6.1 围岩的基本分级

根据以上分级因素及指标，给出各级围岩的主要工程地质特征、结构特征和完整性及围岩弹性纵波速度等要素。《铁路隧道设计规范》将单、双线铁路隧道的围岩划分为六级，见教材表2-4-3。

## 6.2 围岩级别的修正

在基本分级的基础上，结合隧道工程的特点，考虑地下水状态、初始地应力状态等必要的因素进行修正。



## (1) 地下水影响修正

地下水可软化围岩、软化结构面，影响围岩稳定性。

表 地下水状态的分级

级别	状态	渗水量(l/(min · 10m))
I	干燥或湿润	<10
II	偶有渗水	10~25
III	经常渗水	25~125

## (2)初始地应力状态影响的修正

表 初始地应力影响的修正

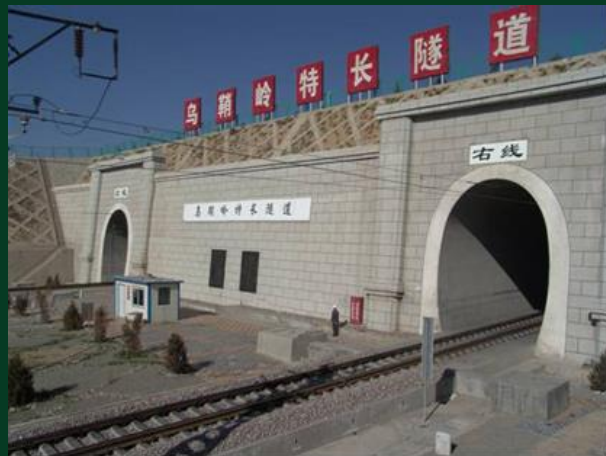
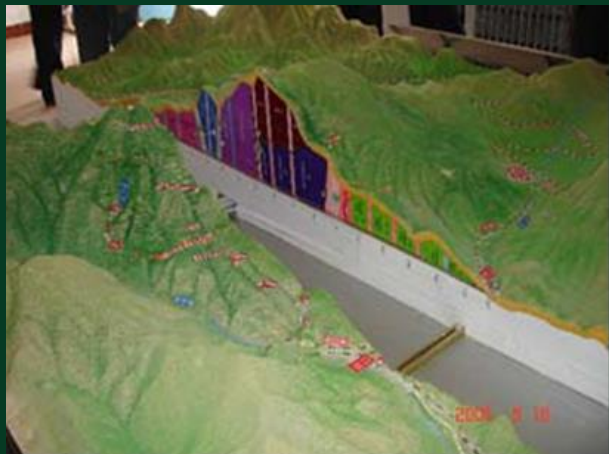
初始地应力 状态	围岩级别				
	I	II	III	IV	V
极高应力	I	II	III或IV*	V	VI
高应力	I	II	III	IV或V**	VI

注：\*围岩岩体为较破碎的极硬岩、较完整的硬岩时，定为III级；围岩岩体为完整的较软岩、较完整的软硬互层时，定为IV级。

\*\*围岩岩体为破碎的极硬岩、较破碎或破碎的硬岩时，定为IV级；围岩岩体为完整及较完整软岩、较完整及较破碎软岩时，定为V级。

# 围岩分级方法

## (2) 初始地应力状态影响的修正



乌鞘岭隧道高地应力地质

## (3) 风化作用的影响

隧道埋深较浅，应根据围岩受地表的影响情况进行围岩级别修正。当围岩为风化层时应按风化层的围岩基本分级考虑。围岩仅受地表影响时，应较相应围岩降低1~2级。



厦门翔安隧道风化槽

## 6.3 施工阶段围岩级别的最终确定

在隧道施工过程中，根据对隧道围岩的直接观察、量测和试验结果，可进一步核定岩层构造、岩性及地下水等情况，从而可以判断围岩的稳定程度。当发现设计文件与实际情况不相符合时，应及时修改围岩级别，并变更支护设计。

# 小结

---



在线开放课程

介绍了围岩的分级方法。

