

2023 一级造价工程师《建设工程技术与计量（土木建筑工程）》知识点精讲

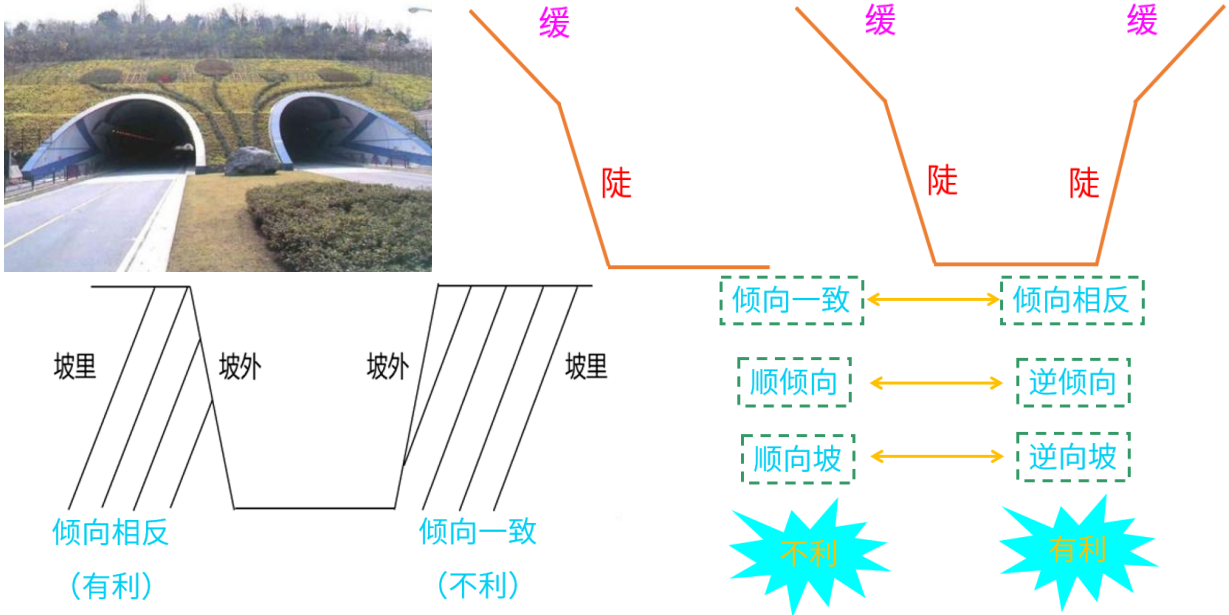
【知识点】围岩稳定

(一) 地下工程位置选择的影响因素

地下工程位置的选择，除取决于工程目的要求外，还需要考虑**区域稳定**、**山体稳定**及**地形**、**岩性**、**地质构造**、**地下水**及**地应力**等因素的影响。

(1) 地形条件

在地形上要求**山体完整**，地下工程周围包括洞顶及傍山侧应有足够的山体厚度。如选择隧洞位置时，隧洞**进出口地段**的边坡应**下陡上缓**，**无滑坡、崩塌**等现象存在。洞口岩石应直接出露或坡积层薄，岩层最好**倾向山里**以保证洞口坡的安全。



(2) 岩性条件

一般在**坚硬完整岩层**中开挖，围岩稳定、进度快、造价低。在软弱、破碎、松散岩层中开挖，顶板易坍塌，边墙及底板易产生鼓胀挤出变形等事故，且需边开挖边支护或超前支护，进而影响工程造价和工期。

岩浆岩、厚层坚硬的沉积岩及变质岩	适于修建大型的地下工程
凝灰岩、黏土岩、页岩、胶结不好的砂砾岩、千枚岩及某些片岩	不宜建大型地下工程
松散及破碎的岩石	选址时应尽量避开

(3) 地质构造条件

褶皱的影响	①在 背斜核部 ，岩层呈 上拱形 ， 有利于洞顶的稳定 。 向斜核部 岩层呈倒拱形，顶部被张裂隙切割的岩块 上窄下宽，易于塌落 。 【理论而言：背斜核部较向斜优越】 ②布置地下工程时，原则上应 避开褶皱核部 。若必须在褶皱岩层地段修建地下工程，可以将地下工程放在 褶皱的两侧 。
断裂的影响	①地下工程开挖如遇较大规模的断层，基本上都会产生 塌方甚至冒顶 （洞顶大规模突然坍塌破坏）。 ②应 避免地下工程轴线沿断层带布置 。而地下工程轴线垂直或近于垂直断裂带，所需穿越的不稳定地段较短，但也可能产生塌方。在选址时应 尽量避开大断层 。
岩层产状的影响	①地下工程轴线与岩层走向 垂直 的情况，围岩的 稳定性较好 ，特别是对边墙稳定有利。 ②地下工程走向与岩层走向 平行 的情况。 a. 在 水平岩层 中布置地下工程时，应尽量使地下工程位于 均质厚层的坚硬岩层 中。当地下工程必须通过软硬不同的岩层组合时，应将 坚硬岩层作为顶板 ， 避免将软弱岩层或软弱夹层置于顶部 ，否则易于造成顶板悬垂或坍塌。软弱岩层位于地下工程 两侧或底部也不利 ，容易引起边墙或底板鼓胀变形或被挤出。 b. 在 倾斜岩层 中，一般也是不利的。 顺倾向 一侧的围岩易于变形或滑动，造成很大的偏压。 逆倾向 一侧围岩侧压力小，有利于稳定。



(4) 地下水

在选址时最好选在**地下水位以上**的干燥岩体内，或地下水量不大、无高压含水层的岩体内。

(5) 地应力

初始应力状态是决定围岩应力重分布的主要因素。

【例题·单选】隧道选线时，应优先布置在（ ）。【2018】

- A. 褶皱两侧
- B. 向斜核部
- C. 背斜核部
- D. 断层带

【答案】A

【解析】从理论而言，背斜核部较向斜优越，但实际上由于背斜核部外缘受拉伸处于张力带，内缘受挤压，加上风化作用，岩层往往很破碎。因此，在布置地下工程时，原则上应避免褶皱核部。若必须在褶皱岩层地段修建地下工程，可以将地下工程放在褶皱的两侧。

【例题·单选】隧道选线尤其应该注意避开褶皱构造的（ ）。【2019】

【2014 隧道选线应尽可能避开（ ）】

- A. 向斜核部
- B. 背斜核部
- C. 向斜翼部
- D. 背斜翼部

【答案】A

【解析】在背斜核部，岩层呈上拱形，虽岩层破碎，然犹如石砌的拱形结构，能将上覆岩层的荷重传递至两侧岩体中去，所以有利于洞顶的稳定。向斜核部岩层呈倒拱形，顶部被张裂隙切割的岩块上窄下宽，易于塌落。从理论而言，背斜核部较向斜优越。

(二) 围岩的工程地质分析（稳定性分析）

脆性破裂	经常产生于 高地应力 地区，它是储存有很大 弹性应变能 的岩体，在开挖卸荷后，能量突然释放形成的。与 岩石性质、地应力积聚水平及地下工程断面形状 等因素有关。
块体滑移	是 块状结构围岩常见的破坏形式 。常以结构面交汇切割组合成不同形状的块体滑移、塌落等形式出现。
岩层的弯曲折断	层状围岩变形失稳的主要形式 。 ①在 水平层状 围岩中：当岩层很薄或软硬相间时，顶板容易下沉弯曲折断。 ②在倾斜层状围岩中 (2019 改) a. 顺倾向 一侧边墙或顶拱易 滑落掉块 。 b. 逆倾向 一侧拱脚以上部分岩层易 弯曲折断 。 ③在 陡倾或直立 岩层中：因洞周的切向应力与边墙岩层近于平行，所以边墙容易 凸邦弯曲 。
碎裂结构岩体	①在 张力和振动力 作用下容易松动、解脱，在洞顶则产生 崩落 ，在边墙上则表现为 滑塌或碎块的坍塌 。 ②当结构面间 夹泥 时，往往会产生 大规模的塌方 ，如不及时支护，将越演越烈，直至 冒顶 。
强烈 风化、 强烈 构造破碎或新近堆积的土体	在重力、围岩应力和地下水作用下常产生 冒落及塑性变形 。常见的塑性变形和破坏形式有 边墙挤入、底鼓及洞径收缩 等。

【例题·多选】围岩变形与破坏的形式多种多样，主要形式及其状况是（ ）。【2017】

- A. 脆性破裂，常在储存有很大塑性应变能的岩体开挖后发生
- B. 块体滑移，常以结构面交汇切割组合成不同形状的块体滑移形式出现
- C. 岩层的弯曲折断，是层状围岩应力重分布的主要形式
- D. 碎裂结构岩体在洞顶产生崩落，是由于张力和振动力的作用
- E. 风化、构造破碎，在重力、围岩应力作用下产生冒落及塑性变形

【答案】BD



【解析】脆性破裂它是储存有很大弹性应变能的岩体，在开挖卸荷后，能量突然释放形成的。块体滑移，是块状结构围岩常见的破坏形式，常以结构面交汇切割组合成不同形状的块体滑移、塌落等形式出现。岩层的弯曲折断是层状围岩变形失稳的主要形式。碎裂结构岩体在张力和振动力作用下容易松动、解脱，在洞顶则产生崩落，在边墙上则表现为滑塌或碎块的坍塌。一般强烈风化、强烈构造破碎或新近堆积的土体，在重力、围岩应力和地下水作用下常产生冒落及塑性变形。

【例题·单选】当隧道顶部围岩中有缓倾夹泥结构面存在时，要特别警惕（ ）。【2013】

- A. 碎块崩落
- B. 碎块坍塌
- C. 墙体滑塌
- D. 岩体塌方

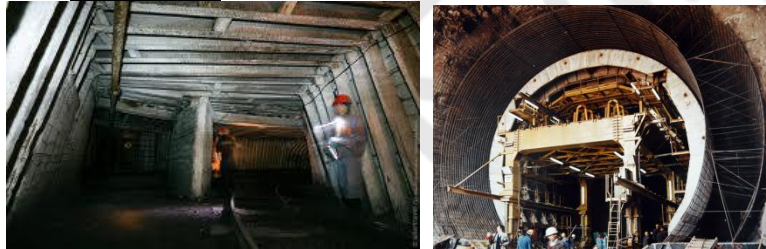
【答案】D

【解析】碎裂结构岩体在张力和振动力作用下容易松动、解脱，在洞顶则产生崩落，在边墙上则表现为滑塌或碎块的坍塌。当结构面间夹泥时，往往会产生大规模的塌方，如不及时支护，将越演越烈，直至冒顶。

(三) 提高围岩稳定性的措施

(1) 支撑与衬砌

- ①支撑是在地下工程开挖过程中用以稳定围岩的**临时性措施**。
- ②衬砌是加固围岩的**永久性结构**。



(2) 喷锚支护

喷锚支护是在地下工程开挖后，及时地向围岩表面喷一薄层混凝土（一般厚度为**5~20cm**），有时再增加一些锚杆。如果**喷混凝土再配合锚杆加固围岩，则会更有效地提高围岩自身的承载力和稳定性**。



1) 喷混凝土具备以下几方面的作用：

- ①**能紧跟工作面，速度快**，缩短了开挖与支护的间隔时间，及时地**填补了围岩表面的裂缝和缺损，阻止裂隙切割的碎块脱落松动，使围岩的应力状态得到改善**。
- ②浆液能充填张开的裂隙，起着加固岩体的作用，提高了岩体**整体性**。
- ③喷层与围岩紧密结合，有较高的黏结力和抗剪强度，能在结合面上传递各种应力，可以起到**承载拱**的作用。

2) 为了防止锚杆之间的碎块塌落，可采用**喷层和钢丝网**来配合。

【例题·单选】为提高围岩自身的承载力和稳定性，最有效的措施是（ ）。【2017】

- A. 锚杆支护
- B. 钢筋混凝土衬砌
- C. 喷层+钢丝网
- D. 喷层+锚杆

【答案】D

【解析】如果喷混凝土再配合锚杆加固围岩，则会更有效地提高围岩自身的承载力和稳定性。



【例题·单选】对新开挖围岩面及时喷混凝土的目的是（ ）。【2018】

- A. 提高围岩抗压强度
- B. 防止碎块脱落改善应力状态
- C. 防止围岩渗水
- D. 防止围岩变形

【答案】B

【解析】喷混凝土能紧跟工作面，速度快，因而缩短了开挖与支护的间隔时间，及时地填补了围岩表面的裂缝和缺损，阻止裂隙切割的碎块脱落松动，使围岩的应力状态得到改善。

【例题·多选】对于软弱、破碎围岩中的隧洞开挖后喷混凝土的主要作用在于（ ）。【2014】

- A. 及时填补裂缝阻止碎块松动
- B. 防止地下水渗入隧洞
- C. 改善开挖面的平整度
- D. 与围岩紧密结合形成承载拱
- E. 防止开挖面风化

【答案】AD

【解析】喷混凝土能紧跟工作面，速度快，因而缩短了开挖与支护的间隔时间，及时地填补了围岩表面的裂缝和缺损，阻止裂隙切割的碎块脱落松动，使围岩的应力状态得到改善。喷层与围岩紧密结合，有较高的黏结力和抗剪强度，能在结合面上传递各种应力，可以起到承载拱的作用。

【例题·单选】爆破后对地下工程围岩面及时喷混凝土，对围岩稳定的首要和内在本质作用是（ ）。【2020】

- A. 阻止碎块松动脱落引起应力恶化
- B. 充填裂隙增加岩体的整体性
- C. 与围岩紧密结合提高围岩抗剪强度
- D. 与围岩紧密结合提高围岩抗拉强度

【答案】B

【解析】喷混凝土具备以下几方面的作用：①能紧跟工作面，速度快，缩短了开挖与支护的间隔时间，及时地填补了围岩表面的裂缝和缺损，阻止裂隙切割的碎块脱落松动，使围岩的应力状态得到改善。②浆液能充填张开的裂隙，起着加固岩体的作用，提高了岩体整体性。③可以起到承载拱的作用。

（四）各类围岩的具体处理方法

坚硬的整体围岩	喷混凝土的作用主要是防止围岩表面风化，消除开挖后表面的凹凸不平及防止个别岩块掉落，其喷层厚度一般为 3~5cm。当地下工程围岩中出现拉应力区时，应采用锚杆稳定围岩。
块状围岩	坍塌总是从个别石块—“危石”掉落开始，喷混凝土支护即可，但对于边墙部分岩块可能沿某一结构面出现滑动时，应该用锚杆加固。
层状围岩	以锚杆为主要的支护手段。
软弱围岩	地下工程开挖后一般都不能自稳，必须立即喷射混凝土，有时还要加钢筋网，然后打锚杆才能稳定围岩。

【例题·单选】对地下工程围岩出现的拉应力区多采用的加固措施是（ ）。【2014】

- A. 混凝土支撑
- B. 锚杆支护
- C. 喷混凝土
- D. 挂网喷混凝土

【答案】B

【解析】当地下工程围岩中出现拉应力区时，应采用锚杆稳定围岩。

【例题·单选】为了防止坚硬整体围岩开挖后表面风化，喷混凝土护壁的厚度一般为（ ）。【2022】

- A. 1~3cm
- B. 3~5cm
- C. 5~7cm
- D. 7~9cm



【答案】B

【解析】对于坚硬的整体围岩，岩块强度高，整体性好，在地下工程开挖后自身稳定性好，基本上不存在支护问题。这种情况下喷混凝土的作用主要是防止围岩表面风化，消除开挖后表面的凹凸不平及防止个别岩块掉落，其喷层厚度一般为3~5cm。

【例题·单选】地下工程开挖后，对于软弱围岩优先选用的支护方式为（ ）。【2018】

- A. 锚索支护
- B. 锚杆支护
- C. 喷射混凝土支护
- D. 喷锚支护

【答案】D

【解析】对于软弱围岩，相当于围岩分类中的IV类和V类围岩，一般强度低、成岩不牢固的软岩，破碎及强烈风化的岩石。该类围岩在地下工程开挖后一般都不能自稳，所以必须立即喷射混凝土，有时还要加钢筋网，然后打锚杆才能稳定围岩。

