

2014 中国矿业大学（北京）采矿工程

《矿山压力及其控制》考研冲刺模拟题（二）

来源：育明教育

一、名词解释（30 分）

1、原岩应力；2、碎胀性；3、RQD 指标；4、端面距；5、巷道稳定性指数；6、端面破碎度；7、支护系统刚度；8、岩体；9、老顶；10、岩石强度理论

二、运用莫尔—库仑强度曲线推导出以极限主应力 σ_1 和 σ_3 表示的莫尔—库仑强度准则（15 分）。

三、试述采区巷道矿山压力显现的基本规律。（15 分）

四、预防冲击地压的基本途径是什么？（15 分）

五、论述顶板压力估算的常用方法。（15 分）

六、试述两侧采空煤柱的弹塑性变形区及铅直应力分布规律。（10 分）

七、简述煤层开采后岩层移动引起的采动损害。（15 分）

八、假设岩体为各向同性均质连续的弹性体，岩体的泊松比 $\mu=0.2$ ，试估算埋深 300m 处岩体的自重应力大小。（10 分）

九、简述巷道围岩注浆加固机理。（10 分）

十、试述锚杆支护常用的支护理论及适用条件。（15 分）

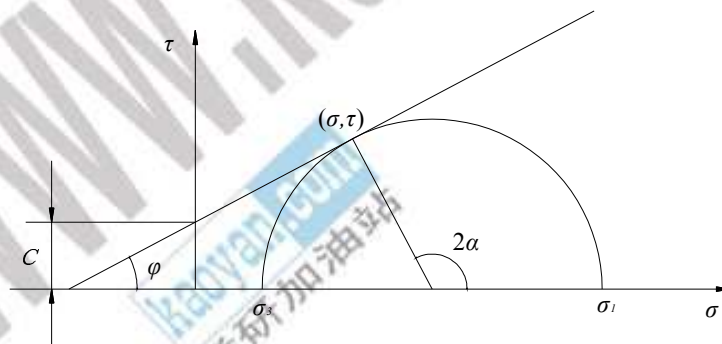
《矿山压力及其控制》考研冲刺模拟题（二）参考答案

来源：育明教育

一、名词解释（30 分）

- 1、原岩应力：存在于地层中未受工程扰动的天然应力。
- 2、碎胀性：岩石破碎后的体积比破碎前的体积增大的性质。
- 3、RQD 指标：钻孔中直接获取的岩心总长度 L ，扣除破碎岩心和软弱夹泥长度后的总长度 l ，与钻孔总进尺之比。
- 4、端面距：架端到煤壁的距离，即液压支架的无支护工作空间。
- 5、巷道稳定性指数：巷道开掘前所处位置的最大主应力与巷道围岩，岩石单向抗压强度的比值。
- 6、端面破碎度：支架前梁端部到煤壁面顶板破碎的程度。
- 7、支护系统刚度：单位顶底板移近量所对应的支柱工作阻力增量（kN/mm）。；
- 8、岩体：自然界中由各种岩性和各种结构特征的岩石所形成的集合体。在工程实际中也可以把岩体看作是有结构面和它所包围的结构体共同组成。
- 9、老顶：通常把位于直接顶之上（有时直接位于煤层之上）对采场矿山压力直接造成影响的厚而坚硬的岩层称为老顶。
- 10、岩石强度理论：研究岩石在复杂应力状态下的破坏原因、规律及强度条件的理论。

二、运用莫尔—库仑强度曲线推导出以极限主应力 σ_1 和 σ_3 表示的莫尔—库仑强度准则（15 分）。



莫尔—库仑强度准则认为当压力不大时（一般 $\sigma < 10\text{MPa}$ ），可用斜直线强度曲线推导出其强度准则的表达式： $\tau = C + \sigma \tan \varphi$ ，式中 C 、 φ 为岩石的内聚力和内摩擦角。

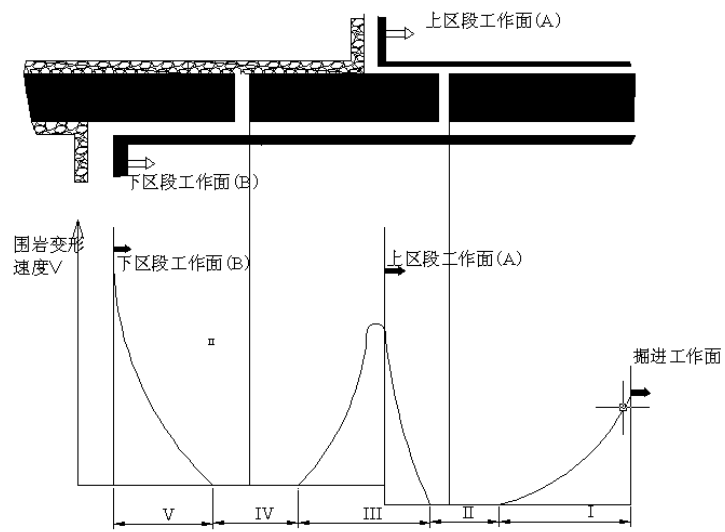
根据上图中的直角三角关系，经过换算，可得：

$$\sigma_1 = 2C \sqrt{\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi}} + \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \sigma_3$$

上式就是以极限主应力 σ_1 和 σ_3 表示的莫尔—库仑强度准则，也称为极限平

衡条件。

三、试述采区巷道矿山压力显现的基本规律。(15 分)



巷道掘进阶段 (I): 由于巷道的掘进, 顶底板移近量瞬时产生, 但由于巷道掘进时对小部分岩体进行扰动, 所以矿山压力显现弱, 并很快接近平衡。

无采动影响阶段 (II): 由于此阶段采动对其步影响, 主要是围岩由于流变而产生的移动, 此阶段基本上是平衡的。

采动影响阶段 (III): 由于采动的影响, 顶底板移近量增大, 此阶段矿山压力显现最强烈, 一般超前工作面 10~20 米到 40~50 米不等, 峰值区一般在 5~2 米内; 此阶段在工作面采动影响下, 容易产生顶板破坏, 支架支护困难, 是巷道支护最困难的阶段。

采动影响稳定阶段 (IV): 由于采动对其影响已经过去, 巷道接近稳定; 一般在工作面后 40~60 米, 有时从 100~120 米开始。

二次采动影响阶段(V): 与一次采动影响基本相似, 但矿压显现更加强烈。

四、预防冲击地压的基本途径是什么?(15 分)

1、合理的开拓布置和开采方式

合理的开拓布置和开采方式对于避免应力集中和叠加, 防止冲击矿压关系极大。大量实例证明, 多数冲击地压是由于开采技术不合理造成的。合理的开拓布置和开采方式是防治冲击矿压的根本性措施, 其主要原则是:

- (1) 开采煤层群时, 开拓布置应有利于解放层开采;
- (2) 划分采区时, 应保证合理的开采顺序, 最大限度地避免形成煤柱等应力集中区;
- (3) 采区或盘区的采面应朝一个方向推进, 避免相向开采, 以免应力叠加;
- (4) 在地质构造等特殊部位, 应采取能避免或减缓应力集中和叠加的开采程序;
- (5) 有冲击危险的煤层的开拓或准备巷道、永久硐室、主要上(下)山、主要溜煤巷和回风巷应布置在底板岩层或无冲击危险的煤层中, 以利于维护和减小冲击危险;

- (6) 开采有冲击危险的煤层, 应采用不留煤柱垮落法管理顶板, 回采线尽

量是直线且有规律的推进;

(7) 顶板管理采用全部垮落法, 工作面支架采用具有整体性和防护能力的可缩性支架。

2、开采解放层

开采解放层是防治冲击矿压的有效和带有根本性的区域性防范措施。一个煤层(或分层)先采, 能使临近煤层得到一定时间的卸载, 这种卸载开采称为开采解放层。先采的解放层必须根据煤层赋存条件选择无冲击倾向或弱冲击倾向的煤层。实施时必须保证开采的时间和空间的有效性。对于下部煤层, 由于受到解放层开采时的前、后支承压力产生的加载和卸载交替作用, 在很大程度上改变了下部煤层的结构和层间岩石的性质, 特别是改变了它们的裂隙度和透气性, 改变了煤岩结构和属性, 释放了潜在的弹性能, 消除或减缓了冲击矿压危险。

五、论述顶板压力估算的常用方法。(15 分)

1、经验估算法

支架受力, 一是直接顶的载荷, 二是老顶通过直接顶作用于支架的载荷。

直接顶重量 Q_1 : $Q_1 = \sum h \cdot L_1 \cdot \gamma (\text{kN/m})$, 式中 h 为直接顶厚度, L_1 为悬顶距, γ 为体积力。

其载荷为: $q_1 = \sum h \cdot \gamma (\text{kPa})$

以直接顶载荷的倍数估算老顶载荷, 这在一般情况下是可行的, 可得下述关系: $p = q_1 + q_2 = n \cdot \sum h \cdot \gamma$, 式中 p 为考虑直接顶及老顶来压时的支护强度, kPa ; n 为增载系数, 取 2。

取 $\sum h = \frac{M}{K-1}$, 式中 M 为采高, K 为碎胀系数, 取 1.25~1.5, 因而可得:

$p = 2(2 \sim 4)M \cdot \gamma = (4 \sim 8)M \cdot \gamma$, 即顶板压力相当于采高 4~8 倍岩柱重量

2、从老顶形成结构的平衡关系估算

认为直接顶的载荷应由支架全部承受, 而老顶岩层由于能形成结构, 支架所承受的载荷仅是当老顶岩层结构失稳时所形成。

①从老顶结构的滑落失稳估算顶板压力。老顶滑落失稳时支架受力:

$$F = Q_{A+B} - \frac{L_{i0} Q_{i0}}{2(H-\delta)} \tan(\varphi - \theta), \text{ kN}$$

②由老顶破断岩块的变形失稳估算顶板压力。很多学者认为老顶的位移量与对支架形成的载荷呈双曲线关系, 因而提出 P 与 ΔL (位移量) 的乘积是常数的概念。为此, 老顶对支架的作用载荷为: $P_{Ei} = K_0 \cdot \frac{\Delta h_0}{\Delta h_i}$, 式中 Δh_0 为实测工作面顶板

下沉量; Δh_i 为要求控制的工作面顶板下沉量; K_0 为老顶岩梁在控顶距范围的作用力。

3、威尔逊估算法

英国学者威尔逊在估算顶板压力时只考虑直接顶的形状和载荷, 鉴于载荷作用力的位置与支架可能形成的最大反力的作用位置不一定一致, 从而引出由于支架与围岩相互平衡而产生的附加力的概念。

六、试述两侧采空煤柱的弹塑性变形区及铅直应力分布规律。(10 分)

两侧均已采空的煤柱, 其应力分布状态主要取决于回采引起的支承压力影响距离 L 及煤柱宽度 B , 主要有三种类型:

① $B > 2L$ 时, 煤柱中央的载荷为均匀分布, 且为原岩应力 γH 。由于煤柱边缘应力集中, 煤柱从边缘到中央, 一般仍为破裂区、塑性区、弹性区以及原岩应力区。

② $2L > B > L$ 时, 在煤柱中央由于支承压力的叠加, 应力大于 γH , 沿煤柱宽度方向应力呈马鞍形分布。

③ $B < L$ 时, 两侧边缘的支承压力峰值将重叠在一起, 煤柱中部的载荷急剧增大, 应力趋向于均匀分布。受两侧采空影响时, K 值可达到 4~5 以上, 在煤柱中央可能因长期处于塑性流动状态而遭到严重破坏。

七、简述煤层开采后岩层移动引起的采动损害。(15 分)

煤层开采后必然引起岩体向采空区内移动, 岩层移动将造成采动损害及相关问题, 主要表现为:

1、形成矿山压力显现, 引起采场和巷道顶板的下沉、垮落和来压, 甚至引发冲击地压等强烈的矿压显现, 危及井下人员和设备的安全, 需要采取适当的支护措施维护采场的生产安全。

2、形成采动裂隙, 引起周围煤体中水与瓦斯的流动, 导致井下瓦斯事故与突水事故, 需要对此进行控制和利用。

3、岩层移动发展到地表引起地表沉陷, 导致农田、建筑设施的毁坏, 当地面潜水位较高时, 地表沉陷盆地内大量积水, 农田无法耕种, 村庄被迫搬迁, 引发了一系列环境、经济和社会问题。

八、假设岩体为各向同性均质连续的弹性体, 岩体的泊松比 $\mu=0.2$, 试估算埋深 300m 处岩体的自重应力大小。(10 分)

解: 岩层平均体积力 γ 可近似取为: 25kN/m^3 ,

则自重应力场内铅直应力 σ_z :

$$\sigma_z = \gamma h = 25 \times 300 = 7500 \text{kN/m}^2 = 7.5 \text{ (MPa)}$$

又代入泊松比值可得侧压系数 λ :

$$\lambda = \mu / (1 - \mu) = 0.2 / 0.8 = 0.25$$

于是可得自重应力场内水平应力 σ_x :

$$\sigma_x = \lambda \sigma_z = 0.25 \times 7.5 = 1.875 \text{ (MPa)}$$

九、简述巷道围岩注浆加固机理。(10 分)

1、提高岩体强度

利用压力把浆液充压到围岩体的各种裂隙中去, 改善弱面的力学性能, 提高裂隙的粘聚力和内摩擦角, 增大岩体内部岩块间相对位移的阻力, 从而提高围岩的整体稳定性。

2、形成承载结构

对巷道的破裂松散围岩实施注浆加固,可以使破碎岩块重新胶结成整体,形成承载结构,充分发挥围岩的自稳能力,与巷道支架共同作用,减轻支架承担的载荷。

3、改善围岩赋存环境

巷道破碎围岩注浆后,浆液固结体封闭裂隙,阻止水、气侵入岩体内部,防止水害和风化,保持围岩体力学性质长期稳定。同时,注浆后围岩体的渗透性也大大降低。

十、试述锚杆支护常用的支理论及适用条件。(15分)

1、悬吊理论。认为锚杆支护的作用是将巷道顶板较软弱岩层悬吊在上部稳定岩层上,增强较软弱岩层的稳定性。对于坚硬、软弱顶板均适用。

2、组合梁理论。如果顶板岩层中存在若干分层,组合梁理论认为锚杆的作用一方面提供锚固力增加各岩层间的摩擦力,阻止岩层沿层面继续滑动,避免出现离层现象;另一方面锚杆杆体可增加岩层间的抗剪强度,阻止岩层间的水平错动,从而将巷道顶板锚固范围内的几个薄岩层锁成一个较厚的岩层。

3、组合拱理论。认为在拱形巷道围岩的破裂区中安装预应力锚杆,从杆体两端起形成圆锥形分布的压应力区,如果锚杆间距足够小,各个锚杆形成的压应力圆锥体相互交错,在岩体中形成一个均匀的压缩带,即压缩拱。压缩拱内岩石径向、切向均受压,处于三向应力状态,围岩强度得到提高,支承能力相应增大。

4、最大水平应力理论。认为水平应力通常大于铅直应力,巷道顶底板的稳定性主要受水平应力的影响。铅直应力的影响主要显现于两帮,导致两帮的破坏;水平应力的影响主要作用于顶底板岩层。锚杆的主要作用是沿锚杆轴向约束岩层膨胀和在垂直锚杆轴向方向约束岩层剪切错动。

5、围岩强度强化理论。①巷道锚杆支护的实质是锚杆和锚固区域的岩体相互作用形成统一的承载结构;②巷道锚杆支护可提高锚固体的力学参数,改善被锚固岩体的力学性能;③锚杆支护使巷道围岩特别是处于峰后区围岩强度得到强化,提高峰值强度和残余强度;④煤巷锚杆支护可以改变围岩的应力状态,增加围压,提高围岩的承载能力;⑤巷道围岩锚固体强度提高以后,可减少巷道周围破碎区、塑性区的范围和巷道的表面位移,控制围岩破碎区、塑性区的发展,从而有利于保持巷道围岩的稳定。