

# 煤矿围岩控制与检测-采场顶板控



采场顶板控制及监测—控顶设计实例

---

# 某矿2-2煤层高产高效工作面 控顶设计

A stylized silhouette of a mountain range in shades of brown and grey, positioned at the bottom of the slide against a blue gradient background.

# 采场顶板控制及监测—控顶设计实例

## □ 2<sup>-2</sup>煤层煤系岩层与矿压观测资料

- ✓ 2<sup>-2</sup>煤层为近水平厚煤层，煤质好，埋存浅，而且稳定。
- ✓ 为掌握2<sup>-2</sup>煤层顶板活动规律，寻求合理的控顶方法，现场与有关单位对C202普采工作面、20601综采工作面以及20604高产高效工作面进行了矿压观测。
- ✓ C202工作面埋深平均65m，煤层平均厚度3.8m，煤系典型地层见序自上而下：工作面顶板砂岩、中厚砂岩、煤、砂岩、中厚砂岩、砂岩、部垮落法管理顶板。直接顶初次垮落步距17m，老顶初次来压步距24 m。工作面推进143.6m才开始进行矿压观测，自1990年3月14日至4月30日，历时48天，经历6次老顶周期来压，来压步距6m~9.6m。来压时支柱最大载荷达到450KN/根，顶板台阶下沉量达350~600mm。

表1-1 C202工作面煤系典型地层

层序	岩性	厚度 (m)
1	风积砂, 砾石, 风化层	25.0
2	1 <sup>-2</sup> 煤层火烧区	7.4
3	泥岩, 岩质泥岩, 煤线	1.1
4	较松散块状粉砂岩	14.8
5	煤线	0.1
6	粉-中粒砂岩	4.2
7	砂质泥岩	4.5
8	粉砂岩	2.4
9	砂质泥岩	0.3
10	细砂岩	1.5
11	砂质泥岩, 泥岩, 煤线	4.4
12	2 <sup>-2</sup> 煤层	4.0
13	砂质泥岩	1.8

# 采场顶板控制及监测—控顶设计实例

## □ 20601工作面煤系岩层与矿压观测资料

✓ 20601综采工作面埋深80~120m(一般在95m左右),煤层平均厚度4.28m,煤系典型地层见表1-2。工作面长度220m,采高4.0m。工作面装备有美国6LS-03滚筒采煤机,英国LX(2A)-2000/1000刮板输送机和德国WS1.7-210/450掩护式液压支架(顶梁长度4030mm,架宽1750mm,额定初撑力4908KN/架,额定工作阻力6708KN/架)130架。自2019年8月至9月,进行了矿压观测,历经老顶初次来压及5次老顶周期来压,老顶初次来压老顶距工作面末压

大工作阻力达7300KN/架,没有出现顶板台阶下沉。支架初撑力在4730KN/架上下,约为额定初撑力的96%。

表1-2 20601工作面煤系典型地层

层序	岩性	厚度 (m)
1	风积沙, 含水层	6.5
2	粘土层, 隔水层	17.0
3	粗砂砾岩, 含水层	14.0
4	砂岩风化层	5.0
5	粉砂岩, 砂质泥岩	1.0
6	粉砂岩, 砂质泥岩	3.0
7	2 <sup>-2</sup> 煤层	4.3
8	砂质泥岩	2.2

# 采场顶板控制及监测—控顶设计实例

## □ 20604工作面煤系岩层与矿压观测资料

✓ 20604高产高效工作面埋深80~110m，煤厚4.5m，煤系典型地层见表1-3。工作面长度220m，采高4.3m。工作面装备有美国6LS-03滚筒采煤机（循序进尺0.8m）和德国WS1.7型掩护式液压支架（额定初撑力4908KN/架，额定工作阻力6708KN/架）130架。2019年2月8日投产，随即进行矿压观测，观测工作历经近五个月。直接顶初次垮落步距24m。2月14日老顶初次来压，来压步距54.2m，来压时工作面中部支架工作阻力达6708KN/架，顶板台阶下沉量为

顶板台阶下沉量一般在100mm以内。支架初撑力当推进速度较慢（少于每天15个循环）时，平均为4446KN/架；当推进速度较快时，由于支架采用3秒钟自动升架，平均为2886KN/架。

# 采场顶板控制及监测—控顶设计实例

✓此外，据4至7月的连续记录数据分析，当工作面推进不正常（时停时采）时，支架循环平均工作阻力为5453KN/架，来压时工作面中部大部分支架达到额定工作阻力，并出现微小台阶下沉；当工作面连续推进速度达20循环/d以上时，支架循环平均载荷为4674KN/架，来压时工作面中部仍有大量支架安全阀开启，支架最大载荷达7100KN/架，顶板存在100~200mm的台阶下沉。还有，在2月至7月1500m推进过程中，周期来压步距存在大小周期，小周期9~14m，大周期17~24m，工作面连续快速推进时周期来压步



表1-3 20604工作面煤系典型地层

层序	岩性	厚度(m)
1	粉细砂岩	6.3
2	亚粘土，沙土层	32.8
3	沙砾石层，含水层	18.1
4	粉砂岩，细砂岩	5.4
5	粉砂岩，下含1#煤层	2.6
6	粉砂岩，细砂岩	1.0
7	粉砂岩，细砂岩	1.0
8	中细粒砂岩，岩性稳定	28.2
9	砂岩及砂质泥岩	4.0
10	2 <sup>-2</sup> 煤层	4.5
11	泥岩，粉砂岩	

2-2煤层采动后，顶板岩层活动很快就会反映到地表；而且老顶岩层在其断裂，旋转，下沉及触矸过程中，岩块间不能互相挤紧，从而不能形成能承受载荷并把自身及附加岩层的重量施加到采空空间周围的岩体及冒矸之上的平衡结构。



# 采场顶板控制及监测—控顶设计实例

## □ 2<sup>号</sup>煤层高产高效工作面控顶设计

### ✓ 煤层顶板

工作面顶板为砂质泥岩，层厚1.5~2.0m，层理较发育，节理裂隙发育，层间胶结较差，易发生层间离层，且层间胶结较差，易发生层间离层，且层间胶结较差，易发生层间离层，且层间胶结较差，易发生层间离层。

### ✓ 采高

20601面采高是4.0m，20604面采高是4.3m。本设计工作面采高是4.0~4.3m。当采高比4.0m略小时，本设计的结果还可以用，更小时则可能导致垮落带老顶分层数减小，本设计的结果不能用。当采高大于4.3m时也应重新设计。

设计中考虑垮落带高度时，采高应采用4.3m。

# 采场顶板控制及监测—控顶设计实例

## □ 2<sup>3</sup>煤层高产高效工作面控顶设计

### ✓ 垮落带高度

由于本矿采区顶板下部为致密砂岩层，因而应按垮落后能填满采空空间的准则来确定垮落带高度。

### ✓ 有关参数分析



大达到600kN/架，可见，该矿用支架的额定工作阻力（600kN/架）是合适的。

#### → 支架初撑力

20601面支架平均初撑力为4728kN/架，来压时没有出现顶板台阶下沉。  
20604面支架平均初撑力，慢速推进时为4446kN/架，来压时工作面中部出现微小（90mm）以内顶板台阶下沉；快速推进时为2886kN/架，来压时工作面中部出现100~200mm的顶板台阶下沉。

# 采场顶板控制及监测—控顶设计实例

## □ 2<sup>号</sup>煤层高产高效工作面控顶设计

### → 老顶来压

由上所述，联系到支架的工作阻力，可见支架初撑力愈大，支架工作阻力也愈大。而顶板会陷下或顶板会崩落，必须在相同条件下才有意义，而20601面与20604面顶板设计相同，支架初撑力、工作阻力、支护强度等，却相差甚远，这说明了顶板来压的规律，顶板来压的规律是：老顶来压时，顶板会陷下或顶板会崩落。

### →

### → 直接顶最大分层厚度

直接顶岩层也是按分层由下而上逐层垮落的，4.0~5.0m直接顶不可能一下子都垮下来，充其量最大分层厚度不能超过3m。

### → 老顶初次来压步距

20601面为25.4m（35.7m），20604面为54.2m。

同一煤层，采高类似，用的又是同一型号的支架，为什么会有如此大的差异，很是费解。



# 采场顶板控制及监测—控顶设计实例

## □ 2<sup>2</sup>煤层高产高效工作面控顶设计

### → 工作面初次来压步距

从资料看，2000m<sup>2</sup>工作面初次来压步距规定为400m也是可以的，但是它与54.2m的步距相差较大，若要两个面的此数据趋于接近，除非是54.2m的数据是异常的。

但即使步距取为400m，在这种情况下，工作面不必考虑工作面支架的初撑力问题了。



### → 工作面顶板岩层

工作面顶板岩层为砂页岩，其岩层厚度为24m，岩层容重为24kN/m<sup>3</sup>。

工作面顶板岩层为砂页岩，其岩层厚度为24m，岩层容重为24kN/m<sup>3</sup>。

工作面顶板岩层为砂页岩，其岩层厚度为24m，岩层容重为24kN/m<sup>3</sup>。

工作面顶板岩层为砂页岩，其岩层厚度为24m，岩层容重为24kN/m<sup>3</sup>。

工作面顶板岩层为砂页岩，其岩层厚度为24m，岩层容重为24kN/m<sup>3</sup>。

工作面顶板岩层为砂页岩，其岩层厚度为24m，岩层容重为24kN/m<sup>3</sup>。

工作面顶板岩层为砂页岩，其岩层厚度为24m，岩层容重为24kN/m<sup>3</sup>。

工作面顶板岩层为砂页岩，其岩层厚度为24m，岩层容重为24kN/m<sup>3</sup>。

工作面顶板岩层为砂页岩，其岩层厚度为24m，岩层容重为24kN/m<sup>3</sup>。

工作面顶板岩层为砂页岩，其岩层厚度为24m，岩层容重为24kN/m<sup>3</sup>。

工作面顶板岩层为砂页岩，其岩层厚度为24m，岩层容重为24kN/m<sup>3</sup>。

工作面顶板岩层为砂页岩，其岩层厚度为24m，岩层容重为24kN/m<sup>3</sup>。

分段岩层长度取为24m。

### → 岩层平均容重

为简化计算，各岩层均取为24kN/m<sup>3</sup>。

### → 其它参数

设计中还需要老顶第一、二段岩的岩块长度，以及直接顶岩层在支架后的极限悬顶距等，这些只能凭经验确定。

# 采场顶板控制及监测—控顶设计实例

---

## □ 2<sup>-2</sup>煤层高产高效工作面控顶设计

### →其它参数

至于支架的顶梁长度（设计为4.2m），立柱与顶梁铰点至支架顶梁末端距离（预计为1.2m），由于设计时支架未选定，也只能先预计，等支架选定后再按照实际数据反复计算。

此外，顶梁端面距取0.34m，顶板下沉系数 $\eta$ 暂定为0.025。

# 采场顶板控制及监测—控顶设计实例

## □ 工作面控顶设计

确定支架架型、支架工作阻力与初撑力，以及支架高度等。

### ➤ 防漏

考虑到煤层有直接顶，而且有伪顶，同时要实现高产高效，因此应选用双柱掩护式液压支架。

为防止发生端面冒落，端面距应不超过340mm。生产过程中如果出现有端面冒高超过300mm的情况，应提高支架的实际初撑力至 $P_0$ 以消除之。

### ➤ 防压



$$P = \frac{L_a \left( \gamma h L_z' + \sum_1^i \gamma_{li} h_{li} L_{lki} \right) \cos \alpha}{\eta'}$$

$P$ —支架工作阻力



# 采场顶板控制及监测—控顶设计实例

## □ 工作面控顶设计

式中：

$L_a$ —每架支架所控制的工作面长度，1.75m/架；

$\gamma$ —垮落带直接顶岩层平均容重，22kN/m<sup>3</sup>；

$h$ —垮落带直接顶厚度，5.0 m；

$L_1$ —直接顶岩梁长度，即0.34m+4.20m+2.0m(经验)，6.54m；

$\gamma_i$ —垮落带中第*i*层老顶及其附加岩层的平均容重，22kN/m<sup>3</sup>；

$h_i$ —垮落带中第*i*层老顶及其附加岩层的厚度， $h_1=1.8\text{m}$ ， $h_2=2.4\text{m}$ ， $h_3=4.5\text{m}$ ；

$L_i$ —垮落带中第*i*层老顶及其附加岩层的梁长度， $L_1=7\text{m}$ ， $L_2=10\text{m}$ ， $L_3=24\text{m}$ 。

$$P = [1.75(22 \times 5 \times 6.54 + 22 \times 1.8 \times 7 + 22 \times 2.4 \times 10 + 22 \times 4.5 \times 24) \times 1] \div 0.9 = 7585$$

(kN/架)

$$= (1.75 \times 22 \times 5 \times 6.54 \times 1) \div 0.9 = 1399$$

## 采场顶板控制及监测—控顶设计实例

### □ 工作面控顶设计

◆ 支架的初撑力 $P_0''$ 应能保证直接顶与老顶之间不离层。

→ 平衡直接顶岩梁重量所需的支架初撑力为 $P_{01}''$

$$P_{01}'' = \frac{L_a \gamma h L_z' \cos \alpha}{\eta'} = (1.75 \times 22 \times 5 \times 6.54 \times 1) \div 0.9 = 1399 \quad (\text{kN/架})$$

→ 使直接顶岩梁不产生力矩（对煤壁）所需的支架初撑力为 $P_{03}''$

$$P_{03}'' = \frac{L_a \gamma h L_z'^2 \cos \alpha}{2(L_z - l_0) \eta'} \quad P_{03}'' = \frac{1.75 \times 22 \times 5 \times 6.54^2 \times 1}{2(4.54 - 1.2) \times 0.9} = 1370$$

$L_z$ —直接顶岩梁长度， $L_z = L_d + L_h = 4.54\text{m}$ ；

$l_0$ — $P_{03}''$ 作用点距顶梁后端的距离，1.2m(预计)；

则支架所需初撑力 $P_0''$ 应是 $P_{01}''$ 与 $P_{03}''$ 中的大值，即 $P_0'' = 1399 \text{ kN/架}$ ；

## 采场顶板控制及监测—控顶设计实例

### □ 工作面控顶设计

◆ 支架的可缩量应能适应裂隙带老顶的下沉。

→ 由于裂隙带岩层与垮落带岩层之间已无自由空间， $\Delta h$ 可用经验公式求得

$$\Delta h = \eta M L_D' \quad (\text{m})$$

式中： $\eta$ ——经验系数， $\eta = 0.025$ ；  
 $M$ ——采高， $M = 4.3$ ；  
 $L_D'$ ——采场顶板垮落带岩层厚度， $L_D' = 5.34$ 。

$$\Delta h = 0.025 \times 4.3 \times 5.34 = 0.6 \quad (\text{m})$$

所需支架最大高度为 $H_{max}$ ，则

$$H_{max} = M_{max} = 4.3 \quad (\text{m})$$

# 采场顶板控制及监测—控顶设计实例

## □ 工作面控顶设计

所需支架最小高度为 $H_{min}$ ，则

$$H_{min} = M_{min} - \Delta h - a = 4 - 0.6 - 0.05 = 3.35 \quad (\text{m})$$

式中：

$M_{max}$ —煤层最大采高，4.3m；

$M_{min}$ —煤层最小采高，4.0m；

$\Delta h$ —采高控制高度，0.6m；

$a$ —采高控制高度，0.05m。

# 采场顶板控制及监测—控顶设计实例

---

## □ 工作面控顶设计

### ➤ 防推

在近水平煤层中，可以不用考虑用支架初撑力 $P_0''$ 防推。

支架所需初撑力 $P_0$ 应是 $P_0'$ 、 $P_0''$ 、 $P_0'''$ 中的大值，由于 $P_0'$ 只能在日常观测中才能得到，控顶设计时暂由 $P_0''$ 、 $P_0'''$ 中取大值；本例中 $P_0'''$ 可以不考虑，即设计的 $P_0$ 值就是 $P_0''$ ，即  $P_0 = 1399\text{KN/架}$ 。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/706221101135010103>