

MEIKUANGQIYE

ANQUANSHENG

煤矿企业安全生产强制性标准 与现场作业安全操作规程

实用手册

CHANQIANGZHIXINGBIAOZHUNYUXIANCHAN

金版电子出版公司

TD-65
H-997
3

煤矿企业安全生产 强制性标准与现场作业 安全操作规程实用手册

胡振云 主编

(三)

本手册为《煤矿企业安全生产强制性标准与现场作业安全操作规程实用手册》
(CD-ROM)光盘配套使用说明及注解手册

金版电子出版公司

第四篇

煤矿企业生产现 场作业安全技术

第一章 煤矿企业采掘工现场作业安全技术

第一节 采掘工作作业安全技术

采区可以沿走向布置，也可以垂直走向布置，如图 1 所示。采区的长度方向与矿体的走向一致，叫做采区沿矿体走向布置，此时采区的宽度等于矿体的厚度，如图 1a 所示。采区的长度方向与矿体的走向垂直，叫做采区垂直矿体走向布置，此时矿体的厚度则是一个或一个以上采区的长度，如图 1b 和图 1c 所示。开采时，往往还要将采区或矿壁进一步划分为矿房和矿柱。

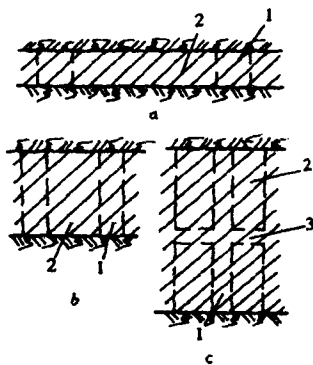


图 1 采区的布置

a—采区沿矿走向布置；b、c—采区垂直矿体走向布置

1—横向矿柱；2—矿房；3—纵向矿柱

一、采矿方法分类

合理的采矿方法应该与矿床的赋存条件、矿岩性质等条件相适应。由于开采条件复杂多变，因此采矿方法种类繁多。地压管理是决定采场能否安全生产、崩矿和出矿能否顺利进行的关键，地压又与采场结构密切相关。按照回采时地压管理的方法分类，可将采矿方法分为空场采矿法、充填采矿法和崩落采矿法三大类。

(一) 空场采矿法

空场采矿法一般适用于矿岩稳固的矿体。空场采矿法的特点是，除了应用于极薄及薄矿脉沿走向布置的一些房柱法外，在回采过程中，将采区划分为矿房和矿柱（如图2所示，注意该图只是示意图，并不表示采区的具体结构），先采矿房，矿房回采完毕后，再采矿柱。在回采矿房时，采场以敞空形式存在（空场法因此得名），并用矿柱和围岩本身的稳固性来维护。矿房采空后，要及时回采矿柱和处理采空区。在一般情况下，回采矿柱和处理采空区要同时进行，有时为改善矿柱的回采条件，可事先对矿房充填后，再用其它方法回采矿柱。

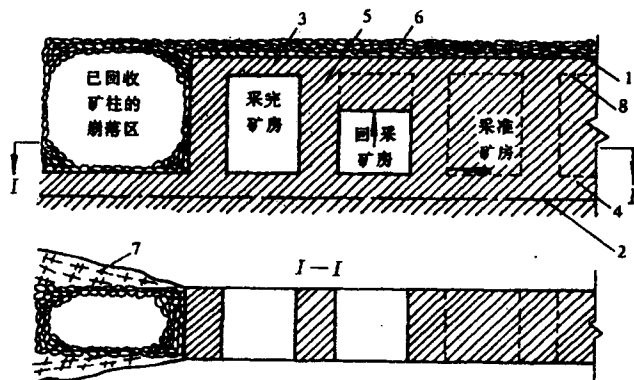


图2 矿房和矿柱的划分

1—上阶段水平；2—本阶段水平；3—顶柱；4—底柱；5—间柱；

6—上部崩落废石；7—崩落区；8—矿房矿柱界线

常用的空场采矿法有留矿采矿法、全面采矿法、房柱采矿法、阶段采矿法及分段矿房采矿法等。

(二) 充填采矿法

一般将采区划分为矿房和矿柱，先采矿房，后采矿柱，但在比较小的矿体中，往往可以作一个矿房回采，无需划分矿房和矿柱。随着回采工作面的推进，逐步用充填料充填采空区的采矿方法，叫做充填采矿法。

充填采空区的目的，主要是利用所形成的充填体进行地压管理，以控制围岩的崩落和地表的下沉，并为回采工作的正常进行和生产安全创造有利条件，有时也用来预防有自然性的矿床的内因火灾或其它火灾。

充填采矿法的优点是：采准切割工程量少，适应矿体形态变化的能力强，灵活性大，矿石损失、贫化率小，能够有效地维护围岩，减缓围岩的移动。对于极薄矿脉或多品种矿石的矿体，可进行选别回采，能够防止矿床开采时的内因火灾。其缺点为：多一道充填工序，回采工艺相对复杂，采矿成本较高，回采循环时间较长，生产能力相对较低。

根据所采用的充填料和输送方法的不同，充填采矿法分为：干式充填采矿法、水力充填采矿法和胶结充填采矿法。按照采场的结构分类，充填采矿法可分为上向分层充填法，下向分层充填法、上向进路充填法、点柱充填法、壁式充填法、分段充填法和阶段充填法等。

(三) 崩落采矿法

崩落采矿法的特点是，随着矿石的采出，有计划地强制或自然崩落矿体的覆盖岩石和上下盘岩石来充填采空区，以控制和管理地压。在充填采矿法中，回采矿石时不再划分矿房和矿柱，而是沿矿体的走向，依一定的回采顺序，按采区连续回采。在采区的回采中，除用凿岩爆破方法崩落矿石外，还可局部利用崩落围岩的压力和岩石自重来崩落矿石。

崩落采矿法的适用条件为：地表允许崩落，矿体上部无较大水体和流沙；一般为中等价值以下的矿石，品位不高，并允许一定的损失贫化；矿石不会结块自燃的中厚和厚矿体。

根据矿块在回采过程中的采空区处理方法和回采工作面垂直高度的不同，可分为单层崩落法和大量崩落法。前者又分为壁式崩落法和分层崩落法，后者分为分段崩落采矿法（包括无底柱分段崩落采矿法和有底柱分段崩落采矿法）和阶段崩落法。

二、回采工作的主要过程

回采工作的主要过程是落矿、矿石运搬和地压管理。

(一) 落矿

回采工作中,将矿石从矿体分离下来并破碎成一定块度的过程,称为落矿。凿岩爆破落矿,通常有浅孔、中孔、深孔以及硐室爆破等方法。采场爆破所采用的方法与选用的采矿方法、回采工艺以及矿体赋存条件有密切的关系。采场爆破多具有两个以上的自由面,一次爆破面积和爆破量远比井巷掘进爆破量大得多,采场爆破的要求是每米炮孔崩矿量大,回采强度大,贫化损失小,矿石块度均匀、大块率低和材料消耗少。

1. 矿石合格块度

爆破崩矿时,矿石破碎到适合放矿和运输条件的最大允许块度,叫做矿石合格块度。大于合格块度的大块矿石,要在采区内进行二次破碎。矿石合格块度决定于放矿巷道的断面,运搬、运输和提升矿石设备的类型和尺寸,提升前有无地下破碎装置等。崩矿时要合理确定爆破参数,尽量减少不合格大块矿石的产出率。

2. 采场浅孔爆破

浅孔爆破主要用于留矿法、充填法、浅孔空场法等采场崩矿中。

(1) 炮孔布置方式 在开采矿体厚度小于2.5~3m的缓倾斜矿体时,一般用单层回采,凿水平炮孔(图3a)。缓倾斜中厚矿体,则需分层回采,采用上向梯段或下向梯段工作面(图3b、图3c)。开采急倾斜矿体时,可采用下向分层回采(图3d)或上向分层回采(图3e)。前者一般用水平炮孔落矿,而后者可用水平炮孔或上向垂直炮孔落矿。水平炮孔落矿,爆破后工作面顶板较平整,但同时爆破的炮孔数量受限制,此法在矿石稳固性较差时应用较多。上向垂直炮孔落矿,凿岩工作线长,允许同时爆破孔数多,落矿量大,但矿石顶板不规整,易形成浮石,因此,这种落矿方式,在较稳固的矿石中才能采用。炮孔布置方向,应尽量与矿体层理和裂隙面垂直,以提高破碎质量,减少大块产出率。

(2) 爆破参数 炮孔的深度和直径,是影响落矿效果的重要因素,增加炮孔深度和直径,可减少每立方米矿石所需炮孔长度,增加爆破能的利用。在一定的矿床地质条件下,炮孔深度和直径有一个合理的范围。当矿体厚度小,围岩不稳固时,深孔大直径爆破,常使工作面不安全,而且增加矿石的损失与贫化,此时,采用小

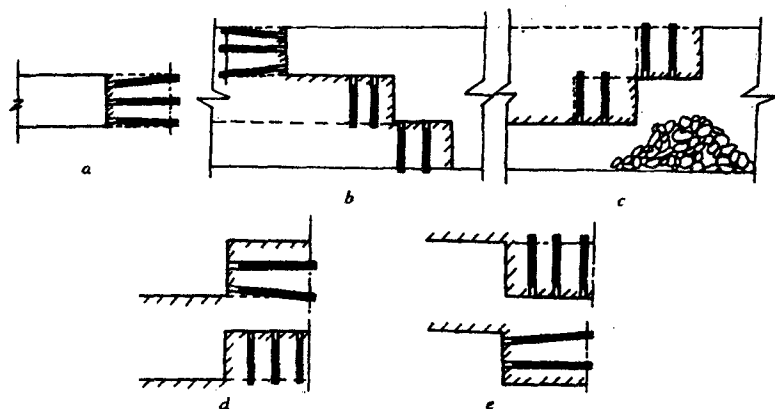


图3 浅孔落矿方式

a—单层回采水平炮孔；*b*、*c*—下向梯段和上向梯段工作面（横剖面图）；
d—下向分层回采（平面图）；*e*—上向分层回采（纵剖面图）

直径浅孔爆破，能获得良好的效果。目前浅孔爆破药卷直径多为 32mm，炮孔直径一般为 38~42mm。炮孔深度与矿体及围岩性质、厚度及赋存状态有关，一般孔深为 1.5~2.5m。

1) 炮孔间距和最小抵抗线。在图 4 中所示的最小抵抗线 W 、炮孔间距 a 和炮孔直径 d 之间，一般有以下关系式：

$$W = (25 \sim 30) d \quad a = (1 \sim 1.5) W$$

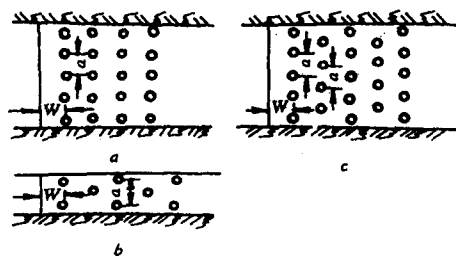


图4 炮孔布置参数

a—平行排列；*b*—窄幅交错排列；*c*—宽幅交错排列

2) 单位炸药消耗量。每爆破 1m 岩石或矿石所需要的炸药量称为单位炸药量。井下浅眼崩矿的单位炸药消耗量可参考硝铵炸药的经验数据，见表 1。

表1 硝铵炸药单位消耗量

岩石坚固系数 f	<8	8~10	10~15
单位消耗量 $k/\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	0.26~1.0	1.0~1.6	1.6~2.6

3) 总装药量。采场一次爆破总装药量可按下式计算:

$$Q = k \cdot m \cdot l \cdot L$$

式中, Q 为装药量 (kg), k 为单位炸药消耗量 (kg/m), m 为采幅宽度 (m), l 为炮眼平均深度 (m), L 为一次崩矿总长度 (m)。

(3) 安全注意事项 装药前应全面地检查顶板和暴露的矿体, 认真检查和处理浮石; 电力起爆时, 要按爆破设计进行连线, 对杂散电流要进行测量并采取预防措施; 开采硫化矿床时, 禁止用裸露药包爆破、明火起爆或导爆索起爆。

3. 采场深孔 (中深孔) 爆破

深孔 (中深孔) 崩矿主要用于回采中厚以上矿体, 具有劳动生产率高、回采强度大、作业安全、操作方便、采矿成本低和产尘少等优点。但如果钻孔及放矿管理不善时, 贫化损失较大, 大块率较高。深孔崩矿爆破的布孔方式有平行深孔、扇形深孔和束状深孔三种形式。图5所示为扇形深孔的布置形式。

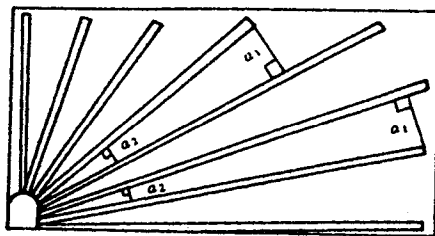


图5 扇形深孔布置形式

a_1 —孔底距, a_2 —孔口距

平行深孔炸药能量分布均匀, 矿石破碎质量好。而扇形炮孔则具有采准工程量少、炮孔布置灵活、钻机移动次数少等优点, 因此在生产中应用较广泛, 其中又以多层水平扇形孔及垂直扇形布孔为主。束状深孔一般只在回采矿柱、空区处理、边缘矿体及零星矿体回采时使用。

4. 采场挤压爆破

挤压爆破是指被爆破矿石向已崩落的矿石 (或废石) 方向挤压, 而不事先预留补偿空间的一种爆破方法, 如图6所示。

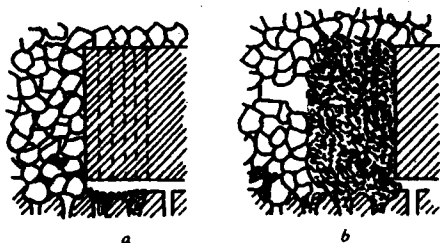


图6 挤压爆破

a—爆破前；*b*—爆破后

挤压爆破崩矿具有改善破碎质量、降低大块率，不必预留补偿空间，可实现一步骤回采等优点，因而得到广泛应用。挤压爆破一般采用微差起爆，从前往后依次起爆。一次爆破层厚约20m左右炮孔排距约为1.5m。

(二) 煤炭运搬

将回采崩落的煤炭，从工作面运搬到运输水平的过程，称为煤炭运搬。通常采用的运搬方法为重力运搬和机械运搬。机械运搬又分为电耙运搬、振动给矿机运搬和自行设备运搬等方法。

1. 矿石二次破碎

回采落矿后所产生的不合格大块，在矿石运搬过程中需要进行破碎，称为二次破碎。浅孔落矿时，通常在回采工作面和放矿闸门处进行二次破碎，而中深孔落矿时，一般都在二次破碎巷道和放矿漏斗中进行二次破碎。

矿石二次破碎，目前主要用覆土爆破法。覆土爆破法工作简单、迅速，但炸药消耗量大，并且在放矿巷道中产生大量有毒气体，破碎的矿石四处飞散，因此要做好安全警戒工作。

通常是将大块矿石推至采场一侧，在班中休息或班末时，集中进行爆破破碎。在放矿过程中有时大块矿石相互卡在放矿漏斗颈部，形成矿石堵塞，可用竹杆捆上药包塞入堵塞处，引爆药包排除堵塞，如图7所示。操作时要谨慎小心，防止堵塞中的矿石突然掉下伤人。如果卡塞高度过大时，可用火箭弹、土火箭炮进行处理。对于块度不是太大的矿石，也可用锤击法进行破碎。虽然劳动强度大，但危险性小，成本低。

2. 重力运搬

回采崩落的矿石在重力作用下，沿采场溜至矿块底部放矿巷道，直接装入运输

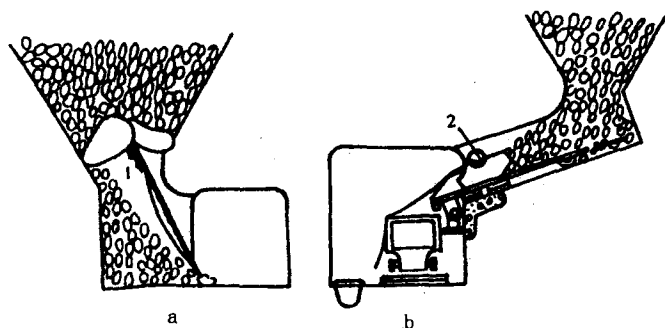


图7 二次破碎地点

a—用裸露药包1棒除漏斗堵塞；b—用覆土装药2在振动放矿机上破碎大块水平的矿车中，这种从落矿地点到运输巷道全程上的自重溜放矿石的方法，称为重力运搬。

重力运搬矿石方法，在开采急倾斜薄和极薄矿脉时应用非常广泛。此时，一般用浅孔落矿，崩落矿石大块较少，不设二次破碎巷道。少量不合格大块，在采场或漏斗闸门中进行破碎。崩落矿石沿采场借自重溜向矿块底部，经放矿漏斗和闸门装入矿车（如图8所示）或经人工架设的漏斗闸门装入矿车（如图9所示）。

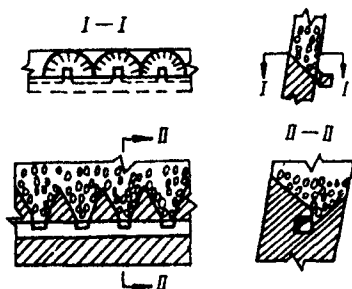


图8 普通放矿漏斗放矿

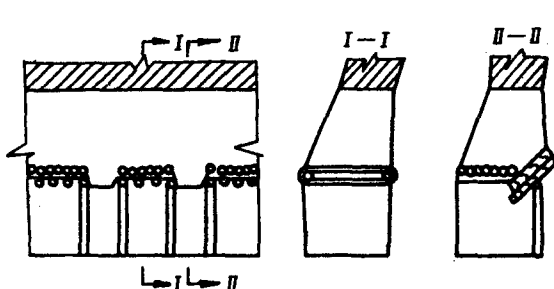


图9 人工底部结构放矿

经放矿漏斗和闸门放矿时，底柱高度一般为5~8m，漏斗间距从4~6m到6~8m，漏斗坡面角为 45° ~ 50° 。这种放矿结构简单，底柱矿量较少，但放矿能力较低，放矿闸门维修工作量大。人工构筑的放矿闸门，不留矿柱，可提高矿石回采率，简化底部结构，适用于围岩和矿石均稳固的急倾斜极薄矿脉。

3. 电耙运搬煤炭

电耙运搬煤炭是目前应用极为广泛的方法。电耙具有结构简单、设备费用少、

移动方便、坚固耐用、修理费用低和适用范围广的优点。用电耙运搬煤炭的缺点是运矿工作间断进行、钢丝绳磨损大、电能消耗多，煤炭容易粉碎，耙运距离增加时生产率急剧下降。

耙矿一般在水平或微倾斜的平面上进行。应用于采场时，多沿采场底板耙运直接装车或耙运至溜井中（图 8）。而在专门的耙矿巷道中，是将自重溜入巷道的煤炭耙至溜井中或经装车平台直接耙入矿车中（图 9）。

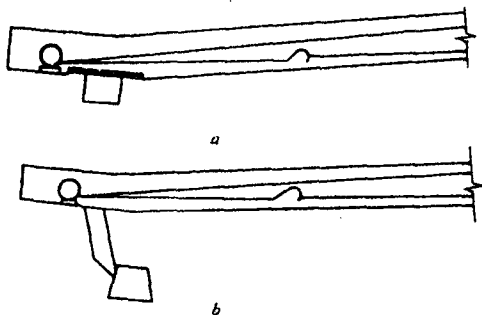


图 8 缓倾斜矿体电耙运搬煤炭

a—电耙运搬直接装车；b—电耙运搬至溜井后装车

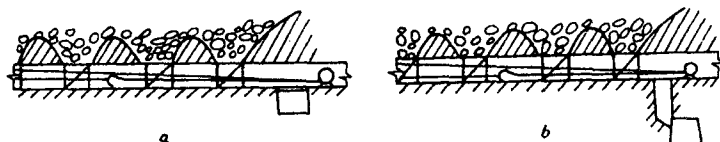


图 9 急倾斜矿体电耙运搬煤炭

a—电耙运搬直接装车；b—电耙运搬至溜井后装车

国产电耙绞车的功率为 5.5~55kW，小采场中可选用功率 14~28kW 的电耙绞车。一般用滑轮将电耙尾绳悬挂起来。常用的滑轮直径为 200~350mm，电耙用钢丝绳直径为 9~19mm。电耙耙矿的底部结构有三种形式，即漏斗式、堑沟式和平底式。

漏斗式如图 10 所示，底柱高度为 8~15m，漏斗间距为 6~7m。漏斗的细部尺寸如图 11 所示。在电耙巷道两侧布置漏斗时，可以对称布置或交错布置。

堑沟式如图 12 所示，它是将各漏斗纵向连通，形成一个 V 形槽。

平底式布置，其特点是拉底水平和电耙巷道在同一高度上。电耙巷道的位置，

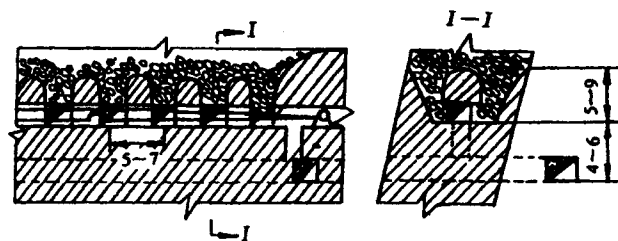


图 10 漏斗式受矿巷道

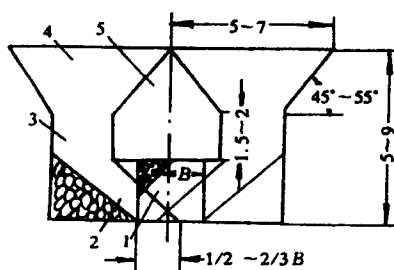


图 11 漏斗细部结构

1—电耙巷道；2—斗穿；3—漏斗颈；4—漏斗；5—桃形矿柱

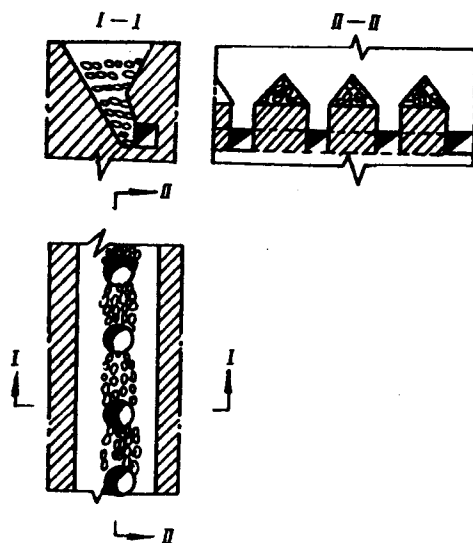


图 12 堑沟式受矿巷道

一般布置在运输巷道上部3~6m,电耙耙运煤炭流入溜井。乡镇小型矿山多采用人力推车运搬煤炭,也可以考虑采用在采场用电耙耙运煤炭,通过装车平台或通过溜井装入推车的运搬方法。

(三) 地压及采场顶板管理

所谓地压管理,是指为了避免或减少巷道和采场开挖后围岩变形、移动和破碎,给采矿生产带来的危害和破坏而采取有关的技术及管理措施,以保证安全生产。采场地压管理的基本方法有:

- (1) 利用矿岩本身的强度或留必要的支撑矿柱,以保持采场的稳定性;
- (2) 采用各种支护方法,支撑回采工作面,以维持其稳定性;
- (3) 充填采空区,支撑围岩并保持其稳定性;
- (4) 崩落围岩,使采场围岩应力降低,并使其重新分布,达到新的应力平衡。

开采时要根据煤炭和围岩的稳固程度、开采深度等因素确定采场合理的暴露面积。一般说来,坚硬致密的岩石允许有较大的暴露面积,而裂隙发育或松软的岩石,允许暴露的面积较小,有时还需要支护。

暴露面保持时间的长短,对稳定性也有重要的影响。在长时间的地压作用下,岩石由于蠕变,变形会不断增加,有时会使岩石遭到破坏。因此,应尽量提高开采强度,缩短开采空间的暴露时间。

留矿柱时,矿柱的尺寸要合理选定,要既能保证生产安全,又尽可能减少煤炭损失。当矿体和围岩不够稳固时,在采场内要进行支护。根据支护材料和支架种类,采场支护有木支护、锚杆支护、长锚索支护、喷射混凝土支护、支架支护、特殊支护及联合支护等方法。

例如,开采缓倾斜薄矿体时,可用立柱支护不稳固的顶板,采幅高度一般不大于2.5~3m,根据顶板稳固程度,采用带帽立柱或在立柱上加背板,如图13所示。开采厚度不大而地压较大的缓倾斜矿体时,可考虑使用木垛进行支护。

锚杆支护种类繁多,材料来源广泛,是采场主要支护形式之一。混凝土支护方法主要用于支护电耙道,而喷射混凝土支护应用广泛,常用于支护采矿巷道。喷射混凝土与锚杆的联合支护,能取得更好的支护效果。

对于工程地质复杂、有地压活动的矿山,应设立专门机构或专职人员负责地压管理工作,及时进行现场监测,做好预测、预报工作。发现大面积地压活动预兆,必须立即停止工作,将人员撤至安全地点。地表陷落区应设明显标志或栅栏,通往

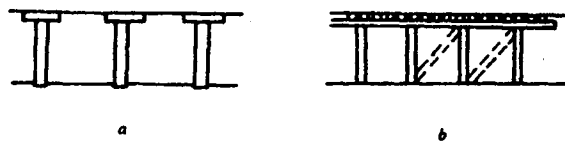


图 13 立柱支护

a—带帽立柱；b—立柱加背板

陷落区的井巷应封闭，人员不准进入陷落区和采空区。

(四) 有关注意事项

(1) 井下采矿生产，矿工们时刻在采场顶板下作业，要加强对采场顶板的管理工作，建立顶板管理制度，采取可靠措施，防止冒顶事故的发生。

(2) 在回采前必须事先处理顶板和两帮浮石，确认安全后方准进行回采作业，禁止在同一采场同时进行凿岩和处理浮石。

(3) 必须严格保持矿柱（含顶柱、底柱和间柱等）的尺寸、形状和直立度，应有专人检查和管理，以保证其在整个利用期间的稳定性。

(4) 禁止放空溜矿井。不合格的大块煤炭、废旧钢材、木材和钢丝绳等杂物，严禁放入井内，以防堵塞。溜井口不准有水流入。严禁人员直接站在溜井、漏斗的上方或进入溜井与漏斗内处理堵塞。采用特殊方法处理堵塞，须经主管矿长批准。

(5) 采场放矿作业出现悬拱或立槽时；严禁人员进入悬顶和立槽下方进行处理。采用特殊方法处理堵塞，须经主管矿长批准。

(6) 围岩松软不稳固的回采工作面、采准和切割巷道，须采取支护措施。因爆破或其他原因而遭受破坏的支护，必须及时修复，确认安全方准作业。

(7) 采用电耙绞车出矿，应有良好照明。绞车前部应设防断绳回甩的防护措施。绞车开动前，司机应发出信号。电耙运行时，禁止人员跨越钢丝绳。电耙停止运行时，应将钢丝绳松弛下来。

三、全面采矿法

全面采矿法可以将阶段划分成采区，也可以不划分采区。图 14 为全面采矿法的典型方案。回采工作一般沿走向在整个阶段的斜高上呈直线或梯段全面推进。随着回采工作的推进，将夹石或贫化矿留下作矿柱，有时也留下不规则的煤矿石作矿柱，支护采空区。

(一) 适用条件及优缺点

全面采矿法的适用条件为：一般要求矿岩中等稳固以上，顶板的暴露面积应大于 200~500m²；矿体倾角小于 30°；矿体厚度在 5~7m 以下，一般用于开采 1.5~3.0m 的矿体；矿体产状稳定；因为该法在采场内留有矿柱，因此最好在贫矿中应用。

(二) 采区构成要素

采区构成要素如图 35 所示。由于煤矿石与围岩均稳固，采区沿走向长度可达 50m 或更长。采区长度越大，则一个阶段布置的采区越少，因而切割天井的数目也减少；但回采工作面数目减少，将使矿山生产能力受到限制。因此，采区长度应结合年产量来确定，不能太大。阶段斜长一般受耙运距离限制，一般为 40~60m，阶段高度受矿块斜长的限制，一般为 20~30m。顶柱厚 2~3m，底柱高度为 2~3m，间柱宽度为 1.2~2.0m。

(三) 采准切割工作

以图 14 所示方案为例。在靠近下盘接触带掘进阶段平巷 1，将井田划分为阶段。从阶段平巷每隔一定的距离，沿下盘在矿体中掘进倾斜天井（切割天井）3，将阶段划分为采区。这个切割天井就是采区回采时的起始自由面。沿阶段平巷每隔 5~7m 掘进漏斗 4。在距阶段平巷上侧 3m 处，从倾斜天井，在矿体中掘进切割平巷 6。为了采区的通风和行人，在顶柱 12 及间柱 11 中掘进联络巷 7 和 8。

(四) 回采工作

回采工作自切割上山开始，回采工作面的形式呈直线形或梯段形，如图 14a 所示。当矿体小于 3m 时，全厚一次回采，当矿体厚度大于 3m 时，以阶梯工作面分层开采。此时，一般在矿体顶板下开出 2~2.5m 高的超前工作面，再用下向炮孔回采下部矿体。

打眼可用气腿手持式凿岩机，出矿多用电耙，采下的矿石用电耙 13 耙至漏斗 4，装入阶段平巷的矿车中。电耙绞车 5 一般安装在切割平巷内。新鲜风流从阶段平巷经未回采区段的漏斗口进入切割平巷，清洗工作面的污风，从联络巷 7 进入通风平巷 2，再从通风井排至地面。

在回采过程中，一般将夹石或贫矿留下来不采，作为不规则矿柱；若遇顶板局部不稳固，则留下部分矿石不采，作为矿柱进行支护。