

倾斜矿体采矿方法

刘维华编

昆明工学院资源开发工程系

一九八九年二月

目 录

第一章 空场采矿法	1
第一节 全面采矿法	1
第二节 溜矿全面采矿法	9
第三节 房柱采矿法	16
第四节 沿矿体走向布置采场的房柱法	24
第五节 伪倾斜布置采场的房柱采矿法	30
第六节 分段空场法	31
第七节 爆力运矿	45
第八节 采场水力运搬	61
第二章 充填采矿法在倾斜矿体中的应用	67
第一节 充填法在开采倾斜薄矿脉中的应用	68
第二节 上向分层充填采矿法	82
第三节 点柱式上向分层充填采矿法	89
第四节 分段充填采矿法	97
第三章 崩落采矿法	105
第一节 单分层崩落采矿法	105
第二节 分层崩落采矿法	112
第三节 无底柱分段崩落采矿法	120
第四节 有底柱分段崩落采矿法	131
参考文献	142

第一章 空场采矿法

第一节 全面采矿法

一、概述

在《金属矿床地下开采》教材中，我们学过全面法，该法着重介绍了在薄和中厚、矿石和围岩均稳固的缓倾斜矿体应用的情况。其特点是工作面沿矿体走向或倾斜推进，在回采过程中将矿体中的夹石或贫矿留下，呈不规则的矿柱，以维护采空区，这些矿柱作永久矿柱而不进行回采。仅仅在矿石品位高，贵至高价矿石时，用人工支柱代替矿石柱支撑顶板。

对于缓倾斜矿体，倾角小于 30° ，人员在采场底板上行走，作业尚还可以，用电耙耙矿石时，矿石不会产生大范围的滚动，安全基本上能得到保证。但是，当矿体倾角大于 30° ，甚至变化在 $30^\circ \sim 55^\circ$ 的倾斜矿体，人员在采场中间上行走，工作就极其困难了。采场矿石既不会自动落入漏斗，而使用电耙耙矿时，矿石又会产生滚动，影响作业安全。没有一定措施，更不能使用自行设备来回采矿石。因此，就不能用常规的沿走向长壁式推进的全面采矿法，而应进行改进。

二、倾斜矿体开采的全面采矿法

1. 采场结构要素

阶段高度：10～25米；

采场沿走向长度：20～30～50米。

采场斜长：30～50米

顶柱厚：2～3米

底柱厚：2～4米

连续间柱宽 2~3 米, 不连续间柱 2~3 × 2~3 米。

2. 采准切割工程

1) 阶段运输平巷。矿体薄, 品位低, 赋存稳定, 底板不起伏, 阶段运输平巷在矿体中沿走向方向掘进。矿石贵重, 矿体中厚, 矿石稳固性比下盘岩石差, 底板起伏大, 可将阶段运输平巷布置在下盘岩石之中。

2) 采场上山。采场上山可以掘进在矿块中央, 如图 1-1 所示。也可以掘进在矿块的一侧或两侧, 如图 1-2 所示, 取决于回采工作面的形式与推进方向。上山布置在采场一侧时, 可以紧靠间柱掘进, 也可以掘进在间柱中央, 这时每隔 5 米应掘进一条联络道通向采场, 上山在间柱中, 方便间柱矿石的回采。

3) 切割平巷。回采工作面由上向下推进时, 切割平巷掘进在顶柱下沿。回采工作面由下向上推进时, 切割平巷掘进在底柱上部。回采工作面以扇形方式展开, 在底柱的上部掘一条切

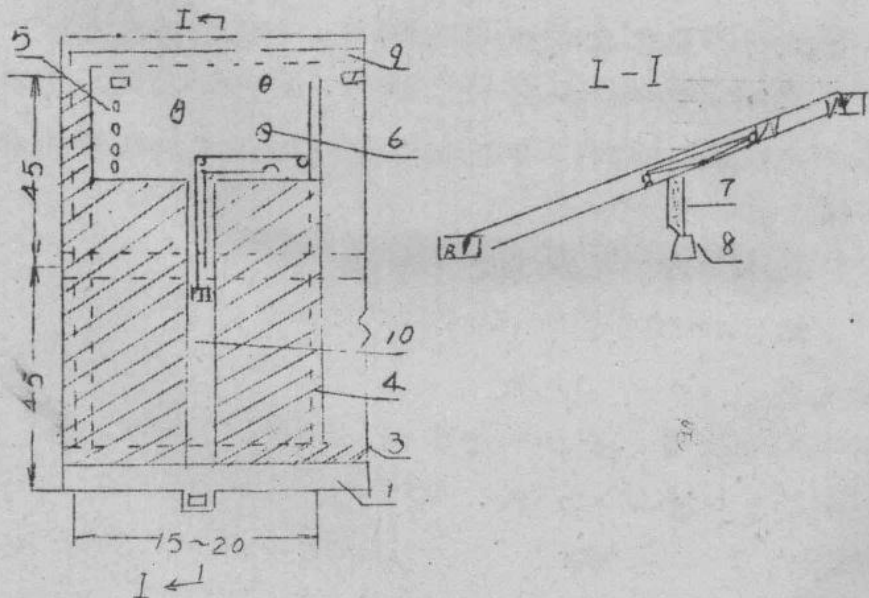


图 1-1 峪耳崖金矿全面采矿法

割平巷，或者不掘切割平巷只沿上山拉开回采工作面并逐渐形成扇形工作面，如图 1-3。

1, 8—阶段运输平巷；2—耙绞车，3—底柱，4—间柱，5—安全道，6—不规则矿柱，7—溜矿井，9—切割平巷，10—上山。

割平巷，或者不掘切割平巷只沿上山拉开回采工作面并逐渐形成扇形工作面，如图 1-3。

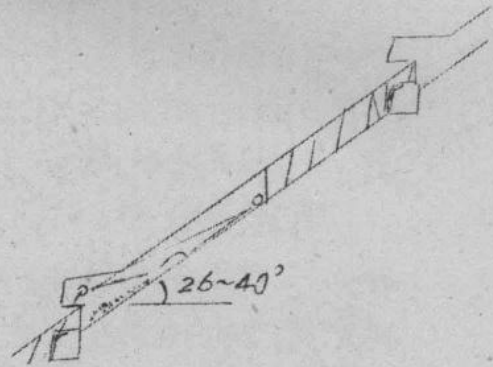
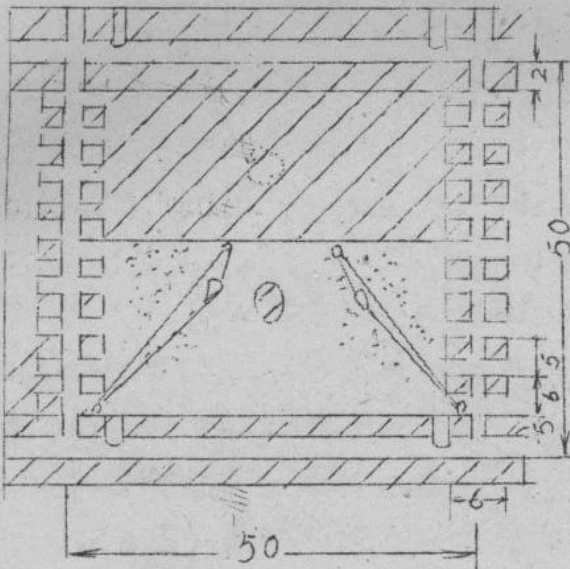


图 1-2, 新冶铜矿全面采矿法

4) 装矿漏斗，根据回采工作面推进方向而确定装矿漏斗的位置与数目。上山在采场中央的下向推进的回采工作面，只需在上山脚安装一个装矿漏斗。上山在采场两侧，或者是上向推进的工作面，则在采场两侧各开掘一个装矿漏斗。沿走向直线或伪倾斜推进的回采工作面，由巷道安在切割平巷中耙矿，可以沿

运输平巷每隔 6~8 米布置若干个装矿漏斗。

3. 采场回采作业

1) 回采工作面形式

回采工作面形式，按其工作面长度和推进方向分常有：

- 沿走向直线推进的壁式工作面，
- 沿走向直线推进的短壁式工作面，
- 沿走向的倾斜推进及扇形工作面，
- 由上向下推进的直线式工作面，
- 由下向上推进的直线式工作面，
- 由下向上推进的梯段工作面，

当矿体倾角在 30° 左右，矿石爆破性好，大块少，可采用沿走向直线推进的回采工作面，其优点是工作线长，运矿方便，出矿率高，缺点是人员在倾斜面上行走，工作不方便，劳动强度大，作业安全性差。

湘西金砂西安矿区主矿体倾角 30° ，矿体厚 1~3.5 米，顶板岩石中等稳固的情况下，使用了沿走向推进的壁式全面法。其特点是沿采场斜长之半推进一条分段平巷，将矿块按 30 米斜长分成上、下两个分段，上分段超前下分段 6~8 米沿走向按壁式工作面先行回采。矿石经两段耙运至采场漏斗，如图 1-3 所示。短壁式的特点是将长壁再次划小为短壁工作面，其它回采方式与长壁工作面相同。

扇形推进的工作面，从上山开始以扇形的方式由上山顶端开始起前向矿房的另一边展开，如图 1-4 所示，主要优点是爆破矿石集中，并且是一次耙矿，耙矿效率高，人员行走方便，下侧是采矿作业条件好。适用于顶板岩石稳固性很好的采场。

由上向下推进的回采工作面，人员从上山进入采场，工作面

保持水平，行走、操作方便，作业条件有时改善，爆破矿石能比

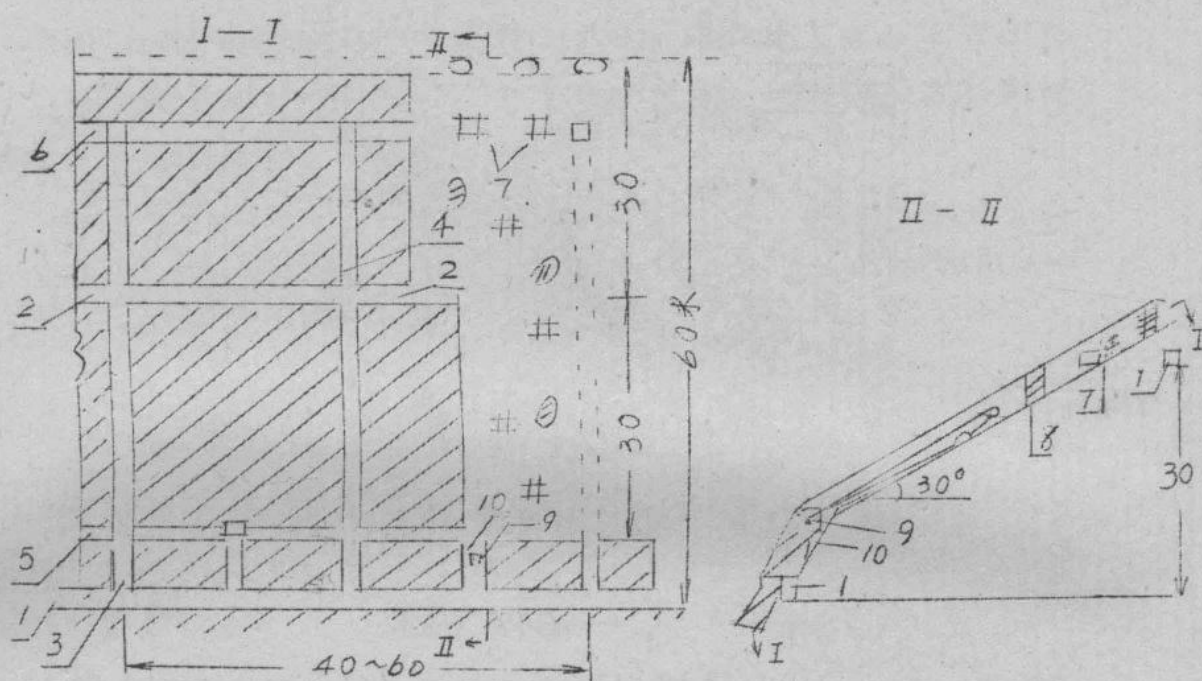


图 1-3 沿走向推进的壁式全面法

- 1—阶段运输平巷， 2—分段平巷， 3—采场上山
 4—探矿上山， 5—切割平巷， 6—上阶段平巷
 7—水泥砾， 8—矿柱， 9—电耙绞车，
 10—漏斗。

较集中地堆放在工作面上。但是崩落的矿石需要两次耙运，或者拐角耙矿，出矿效率低。适用于倾角大的倾斜矿体，但要求顶板相当稳固，生产中不冒顶的采场。

由下而上直线推进的工作面，人员从上中段经过上山下到回

采工作面，工作面呈水平直线方向，在未采矿石下作业，作业较

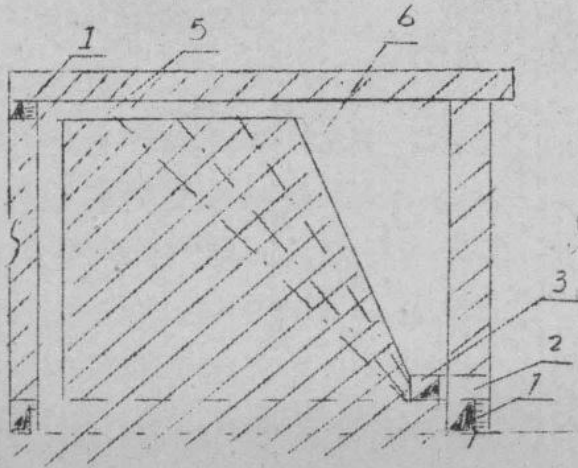


图 1—4 扇形工作面回采示意图

- | | | |
|---------|-----------|---------|
| 1 — 人行井 | 2 — 电耙 硐室 | 3 — 漏斗 |
| 4 — 上山 | 5 — 安全出口 | 6 — 回采线 |

安全，爆破矿石可借助于自重滑动一定距离以及自重流动，所以，电耙运省电且效率高，但是矿石在采场中分散于整个采空区全线上，电耙尾滑轮移动频繁，工作面下部是采空区，有不安全因素特别是滚石威胁。要求顶板围岩稳固，在回采过程中不冒顶，倘若冒落围岩堵塞采空区，则会造成矿石损失与贫化，同时影响采场正常出矿。

2) 凿岩爆破

一般使用 YT-25 型和 7655 型凿岩机打浅眼，孔径 40 毫米，孔深 1.5~2 米，排距 1.2 米，孔间距 0.8~1 米，炮孔排列方式按矿体厚度分别采用“之”字形，“梅花形”，或“棋盘式”，用普通硝铵炸药或铵油炸药，火雷管起爆，略耳

崖金矿在全面法采场中也使用导爆管依次起爆。

3) 采场出矿

在倾斜矿体中应用全面法回采，多用电耙出矿。向上推进的工作面，可借助于爆力将矿石抛向下面一段距离，然后用电耙出矿。整个采场回采结束后，要认真清理底板上的残存矿石和粉矿，以减少矿石损失量。

常用电耙规格是14—28匹的电耙绞车，耙斗容积0.2—0.3米³，有的矿山采用箱式耙斗，以适应在倾斜底板上运行时翻转的应变能力。

4) 采场支护

采场中的支护作业是保证在空场下安全作业的重要措施，采场支护视其顶板稳固情况和矿石品位变化情况，而采用凿矿石矿柱、人工矿柱（包括木垛、混凝土垛、石垛，立柱）或各种形式的杆柱支护。

当采场回采结束后，还可以用充填材料充填采空区。也可以放顶充填采空区。

5) 采场通风

全面法通风条件很好，风从运输平巷进入上山或人行天井，通过工作面后经过采空区或上山回到上中段回风平巷。

4. 评价

倾斜薄矿脉在矿岩稳固的情况下，使用全面法回收率高，效率高，采场出矿能力大，采准切割工程小，回采作业简单，采矿成本低。但存在着在倾斜的底板工作，有安全上的威胁，劳动强度大。

本法适用于矿岩稳固或中等稳固的薄矿体，矿石价值不高，凿矿柱支护效果更好，矿体倾角最好在35°—40°以内。

5. 主要技术经济指标

在倾斜矿体中, 使用全面采矿法的国内矿山获得的主要技术经济指标如表1-1所示。

表1-1. 倾斜矿体全面采矿法主要技术经济指标

矿山名称 指标	岷耳崖 金矿	坪坑 钨矿	新冶 铜矿	湘西金矿 西安矿区	
矿块生产能力(日)		70~80	67	40~80	
采掘比(米/吨)		68.4	22~47	25~30	
损失率 (%)	8~10	11	8.66~12.46	3~5	
贫化率 (%)	25~32	57	9.9~21.7	4~6	
掌子面工效(吨/人班)		5.7		5~6.5	
每吨矿石材料消耗					
炸药(公斤)	0.38~0.45	0.81	0.25~0.35	0.32	
雷管(个)		0.95	0.35~0.6	0.41	
导火线(米)				0.7	
钎子钢(公斤)		0.087	0.054~0.13	0.03	
硬质合金(克)		5.23	1.4~1.5	0.02(个)	
木材(米 ³ /万吨)	20	57	8.6~15.2		

第二节 凿矿全面采矿法

一. 概述

对于倾斜矿体，采用全面法回采在采场中进出作业都有不方便之感，特别是矿体倾角大于 $35^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 以上尤感突出。为了解决此问题，提出了凿矿全面法。

特点：凿矿全面法是具有凿矿法回采方式又具有全面法的回采及运输方式的组合式采矿方法。其特点是：在采场中自下而上全面回采（或以伪倾斜工作面，包括扇形工作面回采），将每分度爆下矿石的三分之一运出，其余暂存在采空区，作为工作台，待矿房全部采完后，用运搬设备进行最终出矿。根据矿岩情况，可凿规则或不规则矿柱支护顶板岩石。

二. 采场构成要素

阶段高度：20 ~ 30米

矿块长：30 ~ 60米

矿块斜长：30 ~ 60米

顶柱宽度：2 ~ 3米

底柱宽度：2 ~ 5米

间柱宽度：4 ~ 8米

有的矿山根据其矿体厚度、顶板稳固程度和矿石品位高低等因素，在贫矿段凿矿石顶底柱，采用脉外运输平巷布置时，一般顶底柱合一，即为阶段矿柱。文峪金矿采用混凝土顶柱代替了矿石顶柱。哈图金矿使用了人工混凝土假底和混凝土间柱，采场中不规则矿柱尺寸常取 $2 \times 2 \sim 3 \times 3$ 米²的圆形或方形矿柱，其数易视采场具体地质条件而定。

三. 采准切割

1. 脉内阶段运输平巷。适用于小矿山或低品位矿脉；或已掘进的探矿坑道被作为阶段运输平巷者，采用沿脉内采准。

下盘岩脉阶段运输平巷，矿石品位高，矿体厚度大，走向长，形态不规则时，阶段运输平巷宜采用脉外布置，脉外平巷可以减少矿柱浪费、保证阶段运输巷道平直，提高运输效率。

青城子铅矿为了该采场矿堆平巷，提高出矿效率，保持良好的作业条件，靠间柱两侧沿采场倾斜方向布置了三条采场天井，所以采用了运输平巷加穿脉探矿平巷的采准方式，如图 1-5 所示。

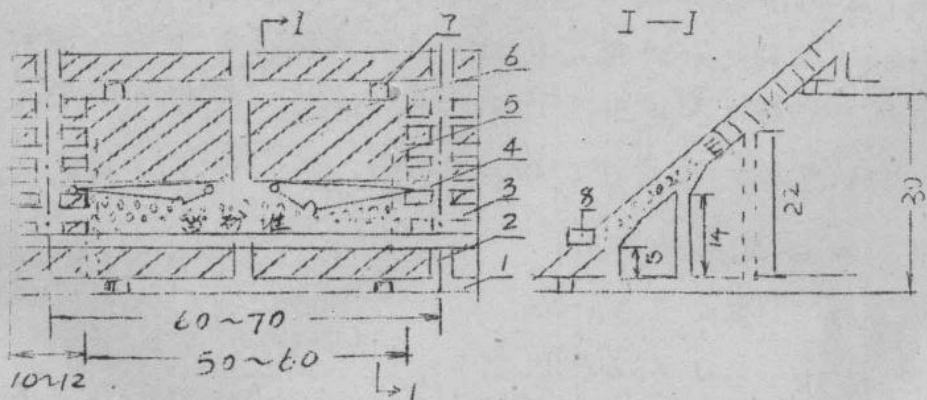


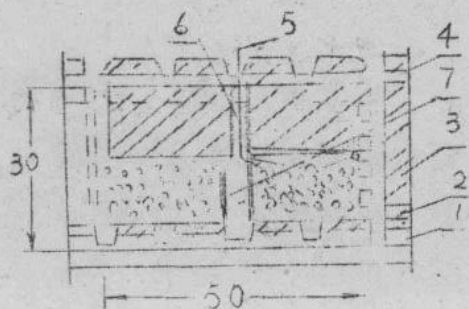
图 1-5 青城子铅矿采矿全面法

- | | | |
|-----------|------------|--------|
| 1—沿脉运输平巷， | 2—行人天井， | 3—联络平巷 |
| 4—电耙绞车， | 5—溜矿井， | 6—中央天井 |
| 7—装矿横巷 | 8—沿脉天井耙矿硐室 | |

2. 采场天井。一般布置在旁间矿柱中，天井规格 $2 \times 1.5 \sim 2$ 米²，沿天井每隔 4~5 米掘进断面为 2×2 米² 的联络平巷，为了加强采场通风，在采场中央掘进一条通风天井，如

图 1-6 所示:

通化铜矿, 除在采场两边靠间柱掘进天井外, 还在采场中央



- 1—运输平巷
- 2—切割平巷
- 3—端部天井
- 4—阶段回风平巷
- 5—电耙绞车
- 6—中央天井
- 7—放矿天井

图 1-6 通化铜矿
凿矿全面法

掘进天井, 其下段作为耙矿天井, 上段作为回风天井, 如图 1-6 所示。

3. 采场漏斗. 采场漏斗及耙矿口视矿体倾角和出矿方式决定其数量, 倾角陡, 矿石可以自溜时, 漏斗间距 5~8 米。不能自溜时, 一般在采场两端或采场中央布置电耙上山及上山底部布置漏斗。前面已述, 青城子铅矿沿采场倾斜底板布置了三个放矿溜子, 在溜子上口按 55° 倾角扩帮刷掉部分下盘岩石, 以最大限度实现上一层爆破矿石一次耙运到溜口后, 通过溜井自溜装矿。

4. 切割平巷. 在矿房底部沿矿体走向掘进拉底平巷, 若矿体厚度大, 则将平巷扩火到矿体全厚。

四. 回采作业.

凿矿全面采矿法的回采方式与凿矿法基本相同。回采工作面有逆倾斜直线工作面和伪倾斜直线工作面两种基本形式和回采方法。

1. 逆倾斜直线工作面回采。

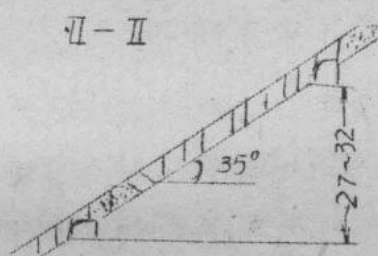
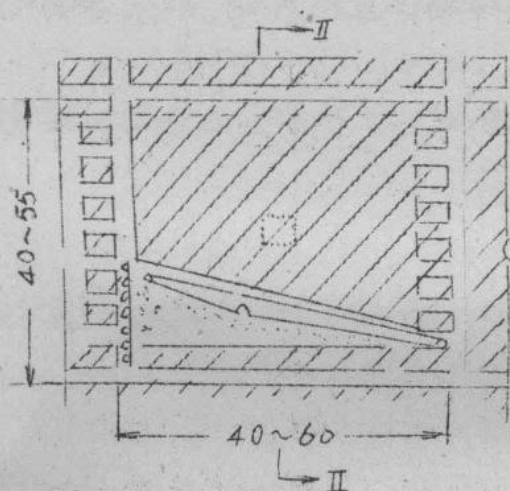
自拉底水平逆倾斜分层向上回采，分层高一般为1.5~2米。常用YT-25、YT-30或7655轻型凿岩机打水平眼压顶崩矿，孔径38毫米，孔深1.5~2.2米，最小抵抗线0.5~1米或排距1米，孔距0.6~0.7米，炮孔呈梅花形或平行排列。凿岩及爆破可以从采场的一侧开始向另一侧推进，也有从矿山从采场中央天井向矿房两边推进。用01~45上向式凿岩机打上向眼崩矿时，可以将分层矿石一次打完炮眼，一次爆破下来。

采场运搬常用电耙完成，电耙绞车可以安放在天井联络道中，矿石耙向靠间柱一侧的漏斗上面，矿体倾角大，矿石有自流条件时，能实现自动装车，矿石不具备自流条件时，则采用两段耙矿或表青城子铅矿那样，沿采场倾斜方向增加溜子载运，所谓两段耙矿，即是沿采场水平耙矿，再沿采场倾斜方向耙矿直至装入矿车。在采场中水平耙矿石，应使采场工作面平整，保持有2~2.5米高的空间，方便各回采作业的顺利进行。值得注意的是，电耙硐室应选择安装在不受耙矿过程中产生的滚石威胁，提高作业的安全性。采用凿井采矿方式操作简单，采场直线运搬，效率高，安全性好，能缩短采场回采周期。主要缺点是掘溜井的数较多，采准工程量大。

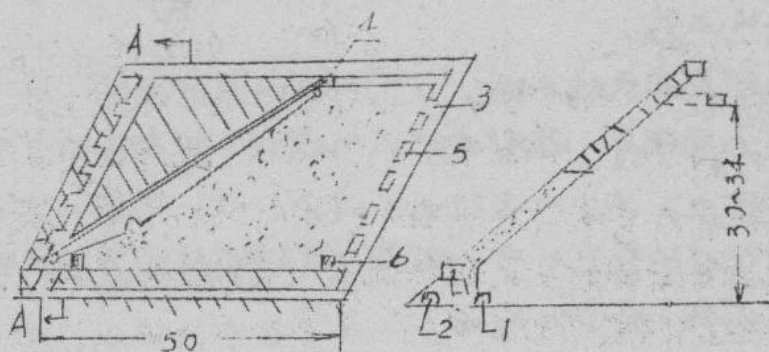
2. 伪倾斜工作面回采

为了克服逆倾斜直线工作面采场运搬为缺点，强化采矿系统，在生产实践中，发展成了伪倾斜回采工作面，如图1-7所示，伪倾斜工作面形成的方式有：

第一种方式是在拉底平巷的一端，先行回采几个短的分层，以形成伪倾斜工作面，然后再以扇形方式向上逐渐回采，如铜罗井锰矿和香花岭锡矿所使用的曲矿全面法，见图1-7. a所示。



a. 香花岭锡矿曲矿全面法



b. 伪倾斜曲矿采矿法示意图

图1-7 伪倾斜曲矿全面采矿法工作面形状

- | | | |
|--------|----------|--------|
| 1—运输平巷 | 2—沿脉探矿平巷 | 3—沿脉上山 |
| 4—安全出口 | 5—间柱 | 6—放矿漏斗 |

第二种方式是在采场划分时，将采场按菱形划分，采场间柱按小于 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 的内倾斜方向布置，在采场一侧沿间柱掘进上山，在采场下部掘进切割平巷，为了减少电耙移动，将电耙安在采场一侧，自切割平巷另一端先采成倾斜工作面，然后沿走向推进回采。为了进入采场方便，在形成倾斜工作面时，人员皆由相邻的下一采场上山通过联络道出入。

为了提高倾斜工作面采场出矿效率，在采场下部也可以布置两个或多个漏斗。

3. 采场通风

采场通风路线从运输平巷经人行天井到回采工作面，然后经回风天井到上阶段回风平巷。

4. 采场支护

采场除当规则或不规则的矿柱支护外，还可以使用混凝土填木垛、杆柱支护。要加强对断层、节理、裂隙发育带的支护。

5. 最终出矿

整个矿房矿石回采结束后，应立即进行最终出矿，减少矿石积压，提高资金周转率。最终出矿采用倾斜工作面出矿方式，可以利用自重下滑力，减少二次耙运，提高效率，倾斜工作面出矿，电耙滑轮沿顶柱移动直到矿房一角后，再沿间柱而下，这样可以不进入采空区作业，安全性好。

采场长度大，也可以一面回采，另一面组织最终放矿，为了回采工作面的安全，采场中应保留足够长度的出矿堆，使两个倾斜不相交。

五、评价

1. 适用条件

- 1) 以倾斜矿体为主，也适应缓倾斜矿体。
- 2) 薄至中厚矿体，以薄矿体为主。
- 3) 矿石和顶板岩石稳固，中等稳固时应加强对顶板的管理。
- 4) 矿石不结块，不自然。

2, 优点. 该法适应性强, 适合倾斜及缓倾斜倾角大于 15° 以上的矿体。容易实现探采结合, 采柱工程简单, 采切工作易小。浅眼回采, 回采工艺简单, 工人易掌握。劳动生产率高, 采场出矿能力大。

3, 缺点, 电耙出矿, 电耙绞车移动频繁且耗费工时多, 特别是逆倾斜工作面回采。在顶板不够稳固的情况下, 因矿房回采需4~5个月, 到最终出矿时若顶板冒落或局部冒落, 都会给出矿带来安全威胁, 甚或造成矿石损失与贫化。回采期间, 矿柱受压力较大, 所以, 对顶柱, 间柱、残柱回采较困难。

六、主要技术经济指标

当矿全面按主要技术经济指标如表1-2所示。