

淮南矿区伪倾斜柔性掩护支架采煤法



淮南矿区 伪倾斜柔性 掩护支架采煤法

D823.21

淮南矿务局生产技术处 编著 · 煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书介绍了淮南矿区在急倾斜煤层中广泛采用的伪倾斜柔性掩护支架采煤法。全书共分七章，全面地叙述了这种采煤法的基本概念、支架下放的有关参数、巷道布置、支架结构与计算、回采工艺。此外，还介绍了该采煤法在特殊条件下的应用、各项技术经济指标、劳动组织以及改进方向等问题。书中既有理论分析，又有计算实例。本书是淮南矿区多年来应用该采煤法的经验总结。为方便读者，书中还绘制了一些图表，供有关单位参阅。

本书可供从事煤矿生产、科研、设计等单位的干部、工程技术人员以及矿业院校的有关师生学习参考。

淮南矿区伪倾斜柔性掩护支架采煤法

淮南矿务局生产技术处 编著

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 5

字数 107 千字 印数 1—1,700

1980年12月第1版 1980年12月第1次印刷

书号15035·2345 定价0.55元

前 言

我国急倾斜煤层储量丰富，分布较广。急倾斜煤层的产量也占有相当比重。因此，不断地改善我国急倾斜煤层的采煤方法，提高煤炭的资源回收，增加急倾斜煤层回采工作面的单产，解放笨重体力劳动，降低材料消耗，实现大面积高产，发挥现有采煤工作面的能力，具有重要的现实意义。

淮南矿务局大通煤矿首先试验成功的伪倾斜柔性掩护支架采煤法，是我国改革急倾斜煤层采煤方法的一个创举。由于该采煤法具有产量大、效率高、材料消耗少、工序简单、操作方便和安全等优点，所以，在我国一些煤矿中迅速得到了推广。在使用过程中，各局、矿又创造了不少好的经验，使这种采煤方法的单产不断提高，掩护支架结构更趋完善，使用范围不断扩大。为了便于交流经验，我们编写了《淮南矿区伪倾斜柔性掩护支架采煤法》一书。

在编写过程中,淮南大通矿、孔集矿、李郢孜一矿和二矿、李咀孜矿以及九龙岗矿等提供了大量资料和宝贵意见,并得到煤炭工业部生产司技术处的大力支持。由于水平所限,书中缺点和错误在所难免,望读者批评指正。

本书由邹寅笙同志执笔。

编 著 者 1979.10.

目 录

前 言	
绪 论	1
第 一 章 概 述	3
第一节 伪倾斜柔性掩护支架	
采煤法的基本概念	3
第二节 支架下放有关参数	8
第 二 章 巷 道 布 置	18
第一节 采区参数	18
第二节 采区上山	19
第三节 开切眼和收作眼的布置方式	20
第四节 伪倾斜掩护支架工作面分段方式	24
第五节 近距离煤层的巷道布置方式	26
第六节 巷道在煤层中的位置	28
第 三 章 掩 护 支 架 结 构	29
第一节 支架组成	29
第二节 支架结构形式	32
第三节 支架结构形式的选择和比较	40
第 四 章 回 采 工 艺	42
第一节 扩巷	42
第二节 支架安装	45
第三节 支架下放	48
第四节 支架拆除	71

第五节	掩护支架宽度的确定	73
第六节	几个特殊技术问题	81
第七节	掩护支架在生产中出现 的问题和解决办法	87
第五章	掩护支架强度计算	96
第一节	掩护支架受力分析	96
第二节	掩护支架钢梁强度计算	109
第三节	掩护支架钢丝绳强度计算	122
第六章	柔性掩护支架在特殊条件下的应用	130
第一节	利用掩护支架分层同时开采含有夹 石的特厚煤层	130
第二节	利用掩护支架开采倾角 47° 的厚 煤层下分层	136
第七章	其他	139
第一节	技术经济指标和劳动组织	139
第二节	伪倾斜柔性掩护支架 采煤法的改进方向	145
第三节	计算图制作	148

绪 论

淮南矿区现有十对生产矿井，其中五对矿井有急倾斜煤层开采。过去，开采急倾斜煤层一直沿用水平分层、斜切分层、倒台阶、沿煤层真倾斜下放的水平掩护支架和部分落垛式等采煤方法。但这些方法一般都存在着劳动强度大、安全性差、材料消耗多、效率低、回采掘进率高等缺点。1965年，我局大通煤矿针对上述采煤方法的缺点，提出了伪倾斜柔性掩护支架采煤法的方案。经过反复试验，获得成功，并在淮南矿区得到迅速推广，成为我局开采急倾斜煤层最主要的采煤方法。1978年全局掩护支架采煤法年产量达到 143 万 3 千多吨，比1973年增长二倍，全局急倾斜煤层工作面平均单产提高33%，回采工效率提高34%。

大通煤矿在试验成功伪倾斜柔性掩护支架采煤法后，使用范围不断扩大，掩护支架采煤法产量占全矿总产量的比重逐年提高，到1974年即达90%以上，并使全矿实现了月月高产稳产。在大通煤矿的带动下，我局其他各矿也先后推广应用了掩护支架采煤方法。

李郢孜一矿于1974年在倾角 45° 左右的中厚煤层中，试验成功了单腿支撑掩护支架，从而扩大了这种采煤方法在煤层倾角方面的使用范围。

孔集煤矿从1975年开始大力进行采煤方法的改革，解决了1.3米和7.2米宽的支架结构、操作管理等问题，从而扩大了掩护支架采煤法在煤层厚度方面的使用范围。到1976年即实现了采煤方法掩护支架化（掩护支架采煤法产量占回采总产

量的93.8%), 全矿单产比采煤方法改革前最高的 1973 年提高23.4%, 其他各项技术经济指标也获得了全面好转 (见下表)。

技 术 经 济 指 标	日 期		
	1976年	1975年 7~12月	1973年
煤层生产率 (吨/米 ²)	3.308	3.231	3.476
单产 (吨/月/个)	8115	6649	6572
回采工效率 (吨/工)	2.996	2.271	1.970
回采坑木耗 (米 ³ /万吨)	27.61	42.39	

李咀孜煤矿于1975年10月~1976年 3 月在倾角 47° 的厚煤层下分层中,使用单腿支撑掩护支架获得成功;李郢孜二矿于1976年10月~1977年 12 月在倾角75~90°, 含有夹石的特厚煤层里, 利用掩护支架分层同时开采获得成功, 从而为伪倾斜柔性掩护支架采煤法在特厚煤层中的应用开辟了新的途径。

目前, 伪倾斜柔性掩护支架采煤法在淮南矿区的适用条件是: 煤层赋存比较稳定,煤层倾角45~90°,煤层厚度1.5~8.7米。

生产实践表明, 煤层倾角的大小对使用伪倾斜柔性掩护支架采煤法有很大的影响。当煤层倾角小于 60° 时, 必须在支架结构、回采工艺等方面采取一些特殊措施,才能保证支架顺利下放。因此,在本书以下有关内容中, 将对60°以上和60°以下两类急倾斜煤层分别加以叙述。

第一章 概 述

第一节 伪倾斜柔性掩护支架 采煤法的基本概念

伪倾斜柔性掩护支架采煤法是在沿煤层真倾斜下放的水平掩护支架采煤法基础上发展起来的。

水平掩护支架采煤法的实质是：在采区内沿煤层走向划分为若干条长24米左右的采煤带，采煤带内设有一种特殊结构的支架（掩护支架）工人在这种支架掩护下的地沟内进行采煤（图1-1），掩护支架随着煤炭的采出而沿煤层真倾斜方向从小阶段回风巷逐步下放到小阶段运输巷，最后拆除支架，即完成一个采煤带的回采工作。

从图1-1可以清楚地看出，掩护支架的作用是隔离采空区，把采煤工作空间（地沟）遮护起来，支架在自重和上部垮落岩石压力的推动下随工作面向下移动。

水平掩护支架采煤法的巷道布置如图1-2所示。在每个采煤带内，沿煤层走向每隔6米向上掘一溜煤小眼，但两个

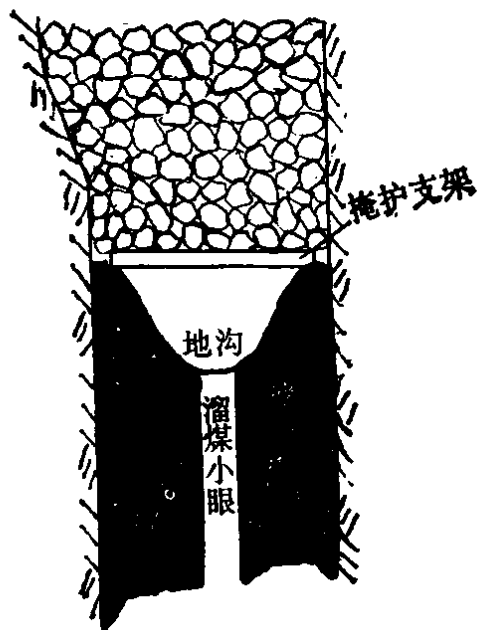


图 1-1 掩护支架采煤

相邻采煤带之间的溜煤小眼间距为 8 米，并用联络巷连通，作为回风和行人用。工作面采下的煤炭经溜煤小眼至小阶段运输巷外运。通风系统如图中箭头所示。一个采煤带正在回采时，另一个采煤带可以安装掩护支架。带与带之间留有 2 米隔离煤柱。

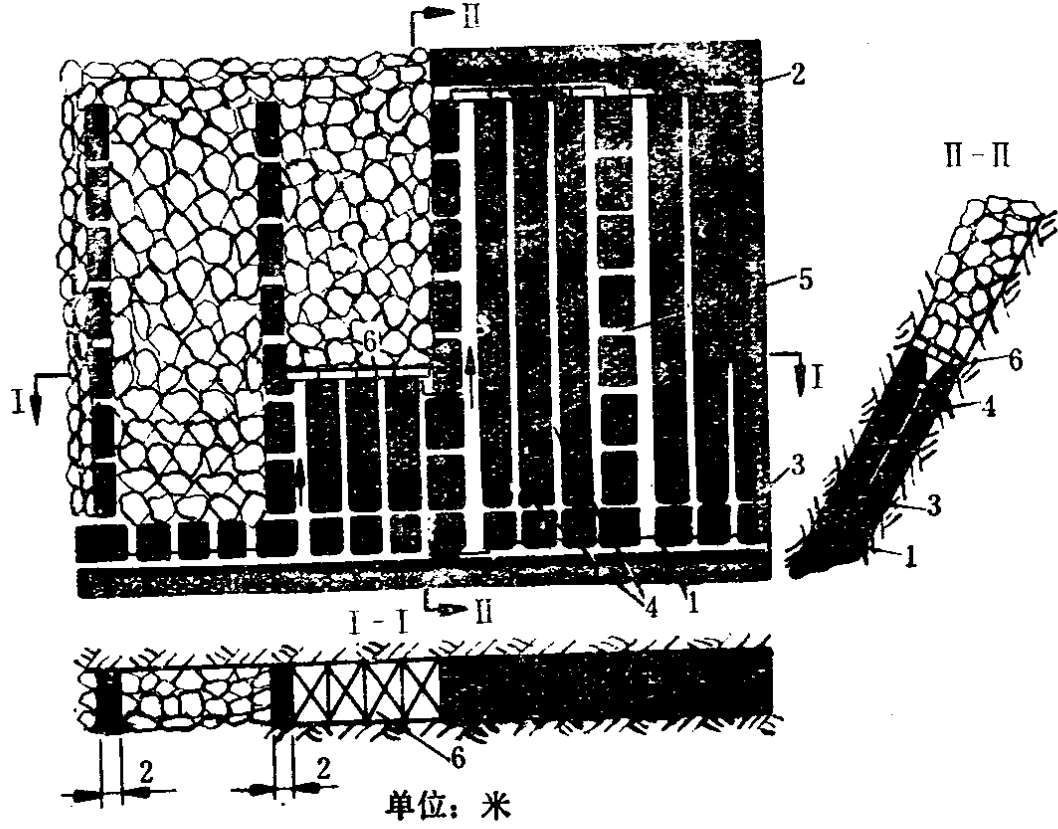


图 1-2 水平掩护支架采煤法

1—小阶段运输巷；2—小阶段回风巷；3—小平巷；4—溜煤小眼；
5—联络巷；6—掩护支架

该法的优点是：消除了其他急倾斜煤层采煤方法繁重复杂的采场支护和顶板管理工作，工序简单，生产较为安全，坑木消耗较低，产量、效率较高。缺点是：人工攉煤量大，回采掘进率高（需要掘很多溜煤小眼和联络巷），工作面通风状况较差，由于需要留设带间隔离煤柱降低了回采率，坑木消耗及产量、效率等项指标尚不够理想。

伪倾斜柔性掩护支架采煤法与水平掩护支架采煤法一样，也是利用掩护支架隔离采空区，支架在自重和上部垮落岩石压力的推动下移动，但由于这种采煤法是把掩护支架由沿煤层真倾斜下放改为沿煤层伪倾斜下放，工作面由水平沿倾斜向下推进改为伪倾斜沿走向推进，倾角一般为 $25\sim 30^\circ$ ，煤能沿着伪倾斜工作面上铺设的搪瓷溜槽自溜，从而克服了水平掩护支架采煤法的缺点，使工作更安全，掩护支架结构更简单，并为实现机械化采煤创造了有利条件。

该采煤法的工作面布置如图 1-3 所示。图中表示采区一翼的工作面情况，走向长 $200\sim 300$ 米，沿倾斜划分为三个小阶段回采，第一小阶段已回采完毕，第二小阶段正在回采，第三小阶段的运输巷正在掘进。

准备工作面时，从采区上山（采区上山有两种基本形式，见第二章第二节）开始掘进小阶段运输巷和回风巷，当小阶段运输巷掘至采区边界后，即向上掘开切眼（开切眼布置方式见第二章第三节）和小阶段回风巷贯通，在回风巷中安装掩护支架后，即可进行回采。

开始回采时，利用开切眼使水平状态的掩护支架逐步调整下放成带 $25\sim 30^\circ$ 的倾角，以形成伪倾斜工作面，然后使工作面经常保持这一倾角沿煤层走向向采区上山方向推进。到收作位置后，利用收作眼（收作眼布置方式见第二章第三节）将掩护支架由 $25\sim 30^\circ$ 的倾角调整下放成水平状态。拆除支架后，即完成一个工作面的回采工作。在回采过程中，要不断在小阶段回风巷中加长支架，同时在工作面下端要不断拆除支架。为了溜煤、行人、进风和运料的需要，在小阶段运输巷内，沿煤层走向每5米左右要向上掘一长 $2\sim 5$ 米的小眼。煤炭运输和通风系统如图中箭头所示。工作面采下

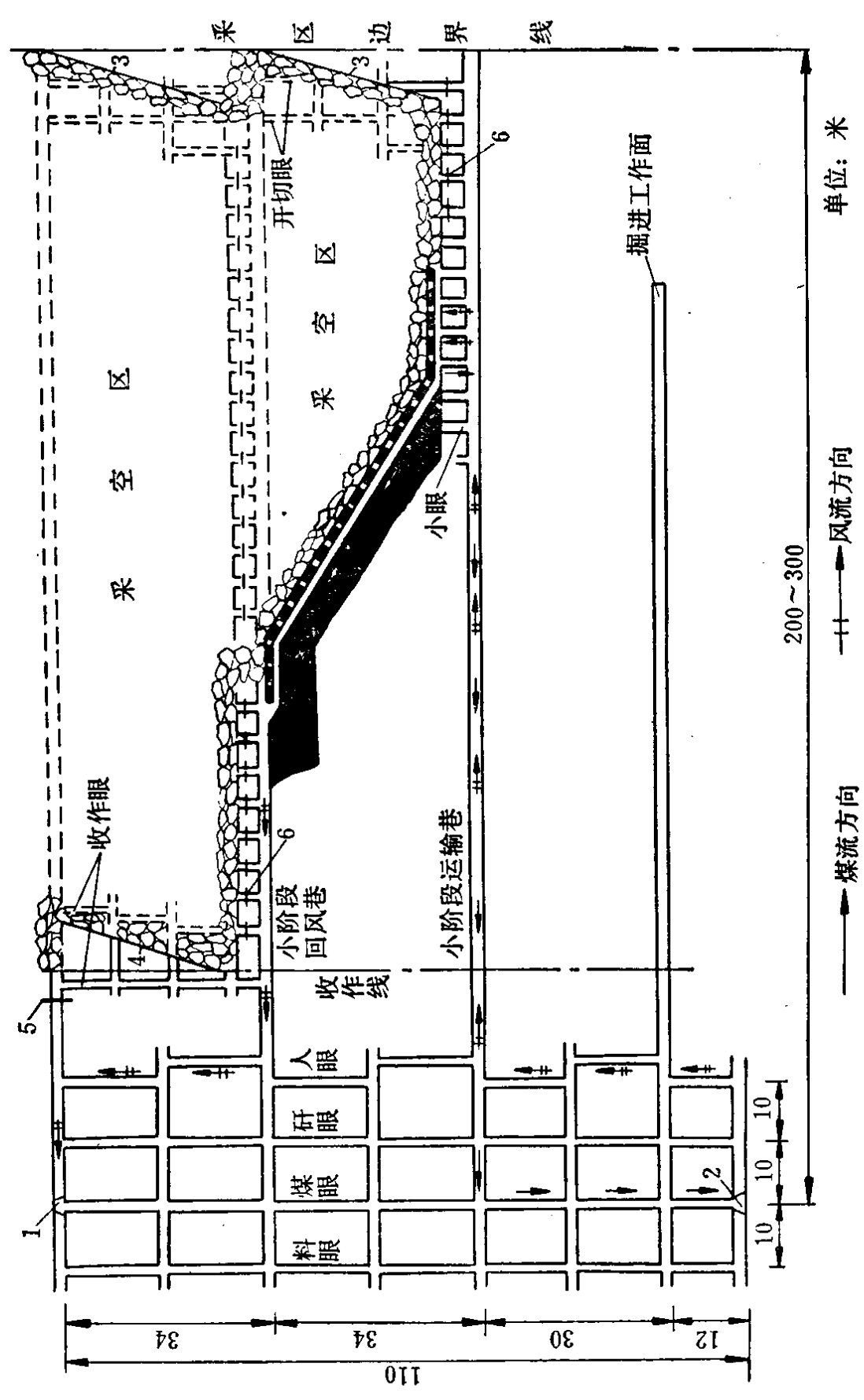


图 1-3 伪倾斜柔性掩护支架采煤法

1—采区回风石门; 2—采区运输石门; 3—架尾移动轨迹线; 4—架头移动轨迹线; 5—永久封闭墙; 6—小眼临时密闭

的煤炭，经铺设的搪瓷溜槽自溜至工作面下口的小眼，经小阶段运输巷外运至采区上山的溜煤眼。新鲜风流从采区运输石门进入，经行人眼(必要时材料眼也可上风)至小阶段运输巷，再经小眼到回采工作面；乏风从工作面经小阶段回风巷至行人眼(必要时材料眼也可回风)，由采区回风石门排出。

伪倾斜柔性掩护支架采煤法的支架下放全部过程可分为三个阶段，即初次下放、正常下放和结束下放（图1-4）。

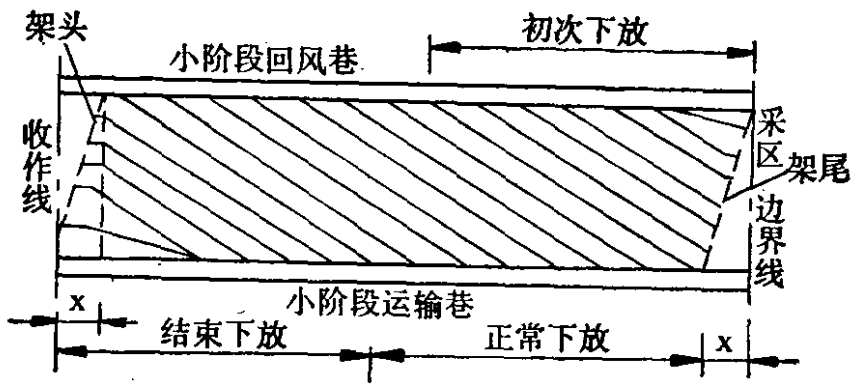


图 1-4 支架下放过程

初次下放阶段是指掩护支架在回风巷内呈水平状态安装后，将开始安装的10~15米支架逐步调整下放成 $25^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 的倾角，并随着支架向前加长，继续以同样的倾角将架尾下放到预定拆卸位置。

正常下放阶段是指初次下放结束后，随着支架继续向前加长，掩护支架工作面仍以 $25^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 的倾角沿煤层走向方向推进，直至支架停止加长，架头开始下放以前为止。

结束下放阶段是指架头开始下放到小阶段回风巷以下，直至将掩护支架工作面放成水平状态。结束下放初期，工作面仍保持 $25^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 的倾角，随着支架下放，伪倾斜工作面长度不断缩短；结束下放后期，当工作面长度缩短到15~20米

时，才呈扇形下放至水平。

在掩护支架整个下放过程中，为防止支架在斜面上下滑，工作面上端必须保持有一定长度的平架子和压实碴距离（图1-5）。

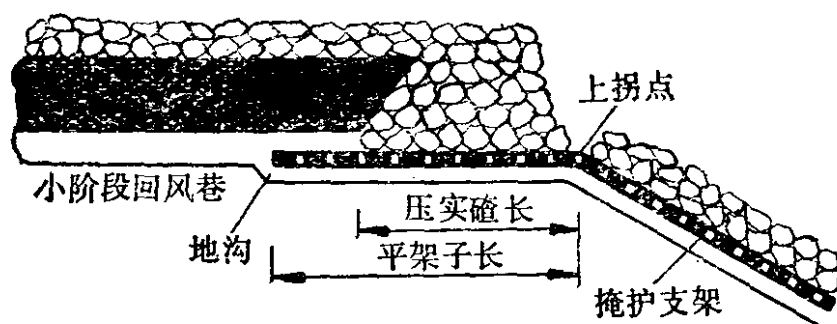


图 1-5 工作面上端平架子

第二节 支架下放有关参数

伪倾斜柔性掩护支架采煤法的支架下放有关参数是伪倾斜工作面的倾角 θ ，支架下放移动角 δ ，方向角 γ ，以及内、外错距离 x 。通过支架下放有关参数计算公式的推导，可进一步加深对这种采煤方法的认识。这些公式将在本书以下各章中有关回采工作面开切眼、收作眼的布置，伪倾斜工作面的分段，支架初次下放和结束下放时出现的三角煤量计算，煤层真倾角和伪倾角的换算，支架宽度选择等方面得到实际应用。

要推导出上述参数的计算公式，必须先研究支架下放移动轨迹。由于影响支架下放移动轨迹的因素很多，情况很复杂，为使问题简化，便于研究，我们假设：伪倾斜掩护支架始终保持相同的倾角 θ 下放；柔性掩护支架在伪斜面上成一直线，长度不变；支架在伪斜面上不发生下滑。

如图1-6所示，ABCD为一水平面，CDEF为一垂直面，

ABFE为煤层层面。O点是H点在水平面上的投影，HG垂直于煤层走向线AB，因此 α 角为煤层倾角。KH代表伪倾斜柔性掩护支架工作面，因此 θ 角为工作面的倾角。 ω 角是 θ 角在垂直面上的投影，称为立面角。 β 角是 θ 角在煤层层面上的投影，称为层面角。E点可看作是掩护支架工作面安装的第一根支架料，EK是以H为圆心，HE为半径所作弧的弦，EK即为E点下放到K点的移动轨迹线（代表初次下放），所以 δ 角为支架下放移动角。同样，H点可看作是掩护支架工作面安装的最后一根或工作面中任意一根支架料，HB是以K为圆心，KH为半径所作弧的弦，HB即为H点下放到B点的移动轨迹线（代表结束下放或正常下放），显然它的移动角也为 δ 。 γ 角为支架下放移动轨迹线在水平面上的投影和煤层走向线之间的夹角，称为方向角。AK和GB分别代表初次下放和结束下放时的内错和外错距离 x ，显然它们是相等的。

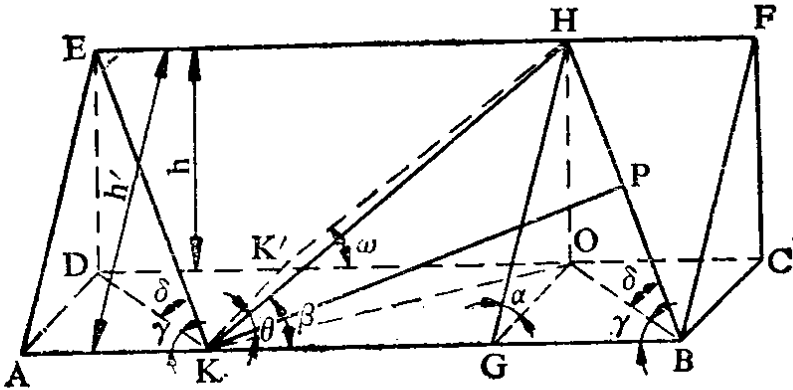


图 1-6 伪倾斜柔性掩护支架工作面空间关系图

α —煤层倾角； θ —伪倾斜掩护支架工作面的倾角； ω —立面角； β —层面角； δ —支架下放移动角； γ —方向角；AK—内错距离；GB—外错距离

在已知 α 角（ $40\sim 90^\circ$ ，以下同）和 θ 角（ $25\sim 35^\circ$ ，以下同）的条件下，根据图1-6可推导出 δ 角和 γ 角的计算公式。

在直角三角形HOK中

$$\sin\theta = \frac{OH}{KH}$$

在直角三角形GOH中

$$\sin\alpha = \frac{OH}{GH}$$

在直角三角形HGK中

$$\sin\beta = \frac{GH}{KH}$$

$$\therefore \sin\beta = \frac{\sin\theta}{\sin\alpha} \quad (1-1)$$

在等腰三角形BKH中，过K点作BH的垂直平分线KP，则直角三角形BPK和直角三角形BGH为相似三角形。

$$\therefore \angle BHG = \angle BKP = \frac{1}{2}\beta$$

在直角三角形BOH中

$$\sin\delta = \frac{OH}{BH}$$

在直角三角形GOH中

$$\sin\alpha = \frac{OH}{GH}$$

在直角三角形BGH中

$$\cos\frac{\beta}{2} = \frac{GH}{BH}$$

$$\therefore \sin\delta = \sin\alpha \cdot \cos\frac{\beta}{2} \quad (1-2)$$

在直角三角形OGB中

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{OG}{BG}$$

在直角三角形GOH中

$$\cos \alpha = \frac{OG}{HG}$$

在直角三角形BGH中

$$\operatorname{ctg} \frac{\beta}{2} = \frac{HG}{BG}$$

$$\therefore \operatorname{tg} \gamma = \cos \alpha \cdot \operatorname{ctg} \frac{\beta}{2} \quad (1-3)$$

在已知 α 角、 θ 角和 h (支架下放垂高, 米) 的条件下, 根据图1-6可推导出内错、外错距离 x 的计算公式。

在直角三角形GOH中

$$GH = \frac{OH}{\sin \alpha}$$

$$\text{即} \quad h' = \frac{h}{\sin \alpha} \quad (1-4)$$

在直角三角形BGH中

$$BG = GH \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$$

$$\text{即} \quad x = h' \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \quad (1-5)$$

式中 h' ——支架下放斜高, 米。

显然, 用上述公式计算 δ 角、 γ 角和 x 比较麻烦, 易出差错。为了更快地得出计算结果和便于看出各因素间的相互关系, 可以使用图1-7、图1-8和图1-9所示的计算图, 按这几个图计算出来的结果, 其精度完全可以满足现场生产的需要。