

锚杆支架的应用

煤炭工业出版社

1128

锚杆支架的应用

沈 影 洪志光編著

*

煤炭工业出版社出版(社址:北京东长安街煤炭工业部)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 081 号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华书店发行

*

开本 787×1092 公厘 $\frac{1}{32}$ 印张 $2\frac{2}{8}$ 字数46,000

1959年5月北京第1版 1959年5月北京第1次印刷

统一书号:15035·823 印数:0,601—5,000册 定价:0.27元

前 言

从国内外試用的結果来看，錨杆支架的确是一种在技术上先进、在經濟上合理、在安全上可靠的新型支架。这种支架对于节约大量坑木、减少通风阻力和頂板事故、提高工作效率以及改善水力化矿井的材料运输，展示了矿井支护的一个新方向；特别是在我国經濟建設飞跃发展的时期，鋼鉄和木材供不应求，这就更具有特別重大的經濟意义。

但是，我国对于錨杆支架的使用仅是开始，經驗不多，而且还有一些問題尚待研究解决，因此特別需要总结交流和推广。本書是根据淮南矿务局使用錨杆的經驗和国内外的一些有关資料編写成的，可供矿山工程技术人员在采用錨杆支架时的参考。

由于我們的实际經驗不足，写作水平不高，加上写作時間短促，内容难免沒有錯誤，希讀者及时指正。

目 錄

前言

第一章 概述	3
第1节 錨杆支架的发展	3
第2节 錨杆支架的优缺点	4
第二章 錨杆支架的基本原理	6
第3节 錨杆支架的錨牢力和鎖住力	6
第4节 錨杆支架工作原理	7
第三章 錨杆支架的使用条件	10
第5节 一般条件	10
第6节 錨杆支架要求的地質条件	11
第四章 錨杆支架的类型	15
第7节 錨杆支架的类型及其比較	15
第8节 錨杆的制造	24
第9节 錨杆的加工处理	26
第五章 錨杆支架的試驗	28
第10节 試驗的目的	28
第11节 錨杆支架的試驗方法	29
第12节 影响錨杆支架效果的因素	37
第13节 錨杆支架观测	45
第14节 錨杆支架在矿山应用中的参数	48
第六章 施工	57
第15节 打眼工作	57
第16节 安設錨杆	61
第17节 管理頂板及帮	64
第18节 劳动組織及循环	66
第七章 錨杆支架的技术安全问题	70
第19节 錨杆支架頂板冒落的几个因素	70
第20节 錨杆支架的伤亡事故	72
第21节 錨杆支架的技术安全	74

第一章 概 述

第1节 锚杆支架的发展

远在1912年，德国一个矿区曾采用过锚杆支架，因效果不好，没有得到发展。

到1927年，美国个别矿进行了锚杆支架的试验，获得了较好的效果，因此得到进一步发展。到1940年，就有200个矿采用这种支架。开始时，锚杆支架大部分用在金属矿里，直到第二次世界大战以后才在煤矿里开始大量采用。

美国“谭矿”在1945年曾采用了木锚杆，而且使用的效果很好，1956年西佛吉尼亚大学对木锚杆进行了一些性能试验，认为木锚杆可以在煤矿里进一步发展。

1951年德国开始在鲁尔矿区进行试验，近年来也有发展。

英国采用锚杆支架比较晚，但当他们把锚杆应用在长壁工作面影响以内的压力较大的平巷里时，也得到了较好的效果。1952年英国“阿肯盖伊赫”矿用锚杆支架所支护的一段巷道，在回采工作面推进期间，并未发生冒顶现象，而在同一地点的其他支架都被压垮了。

此外在波兰、捷克、匈牙利、加拿大、比利时和挪威等国也都进行过工业性试验，并应用了这种支架。

1947到1948年苏联首先在顿巴斯马基也夫煤矿安全科

学研究院試驗井及其他矿井，对錨杆支架进行了工业性試驗，他們詳細觀察了錨杆支架在准备巷道、充填回采工作面的使用效果。以后許多矿在进一步試驗錨杆支架的同时，設計院建議在油母頁岩矿里采用錨杆支架。爱沙尼亚油母頁岩矿管理局和庫茲巴斯都进行了規模較大的試驗和应用。

苏联在进行大規模的工业性試驗和应用的同时，科学家們也对錨杆支架进行了多方面的理論研究，如B. H. 斯維夫斯基著的“錨杆支架”，E. R. 馬赫欧和 B. H. 謝梅夫斯基所提出的許多論点，都大大地充实了錨杆支架的理論基础。

我国使用錨杆支架比較晚，但在采矿技术突飞猛进的今天，已經很快地开始研究和采用了这种支架。自1956年起，我国北京、唐山等煤炭科学研究院，分別組織了錨杆支架研究組，在淮南、开灤、京西和淄博等煤矿都进行了錨杆支架的工业性試驗，在研究机关与現場的配合下，这些試驗已經获得良好的效果，目前正在进一步研究和广泛地应用这种支架。

第2节 錨杆支架的优缺点

錨杆支架与其他型式的支架比較，有以下优点：

1. 錨杆支架可以大量节约坑木和鋼材。木錨杆支架所需要的坑木为木棚支架的10%；金屬錨杆所需要的鋼材仅为洋灰支架的六分之一。

2. 降低成本。根据淮南制造的錨杆成本与其他支架比

較結果見表 1。

表 1

指 標 支 架 名 稱		支 架 材 料 成 本	支 架 總 成 本 (元)	維 護 年 限	每 年 折 舊 費 (元)	每 年 維 護 費 (元)	回 收 成 本 (元)
瓦石砌碯		81.68元/公尺	94.44元/公尺	20	4.52	0	—
洋灰支架		116.85元/公尺	124元/公尺	20	6.21	0	—
木棚支架		30.33元/公尺	33.36元/公尺	1.5	22.4	22.4	0
木鐵杆支架		5.1元/公尺	5.7元/公尺	2.0	2.8	0	0
金屬 鐵杆 支架	漲圈式	24元/公尺	24.6元/公尺	20	0.43	0	18元/公尺
	楔鍵式	21元/公尺	21.6元/公尺	20	1.2	0	3元/公尺

3. 工作安全，冒頂事故少。

4. 可以降低通风阻力。在准备巷道里使用鐵杆支架，通风阻力可以比木棚支架降低60%。

5. 与木棚支架比較，可以提高20—30%断面利用系数，大大减少了掘进工作量和炸藥消耗。

6. 鐵杆支架与木棚支架、洋灰支架比較，可以使棚距加大10—30%，从而减少了支架工作量，加大了掘进速度。

7. 鐵杆支架完全可以采用机械操作，使工人擺脫笨重的体力劳动。

8. 与其他支架比較，鐵杆支架可以减少支架材料的运输費和儲存場地。

9. 消除由于放炮崩倒棚子事故。

但是锚杆支架也有以下缺点：对地质条件的要求较严格；对于某些暴露以后很快就会冒落的顶板和在断层、褶曲等地质变化地带并不适宜采用；锚杆支架操作技术较高；检查和维护困难。

第二章 锚杆支架的基本原理

第3节 锚杆支架的锚牢力和锁住力

在锚根部分所产生的一种阻止锚杆下滑的力量，为锚牢力。在锚杆下端，通过托板和托梁用以阻止顶板下沉的力量，为锁住力。效果好的锚杆支架必须在它的锚根部分获得较大的锚牢力量，同时在锁口部分（锚杆和托板的结合处）产生相应的锁住力。

除混凝土锚杆以外，一般锚杆支架的锚牢力由以下两种力量组成：

- 1) 锚杆给孔壁的壓力所产生的摩擦力如图1中的 N_f ；
- 2) 锚杆上部切入孔壁，当下部拉伸锚杆时孔壁岩石给予锚杆的反作用力，如图1中的 S 。

各种类型的锚杆的锚牢力量的产生都不一致。如木质锚杆不能切入孔壁，因此只能由上述第一种力量来产生，如图8。楔紧式金属锚杆能包含两种力量，而涨圈式锚杆则以第二种力量为主，如图2。

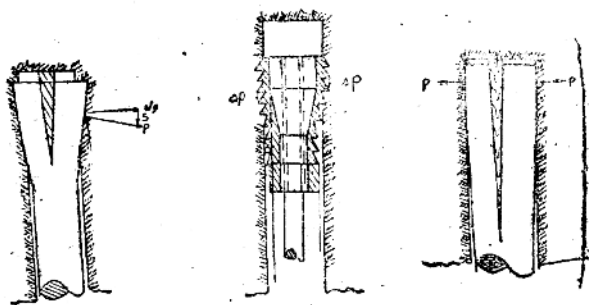


图 1 楔式应力 图 2 金属锚杆锁住力 图 3 木锚杆锁住力
 N —横推力; f —摩擦力。

金属锚杆的锁住力是依靠螺帽来使托板紧压顶板而产生的。木锚杆的锁住力由托板给顶板的阻力和下部锚杆与孔壁压紧产生摩擦力等两部分组成。

锁住力的作用是要把锚牢力量传给锚住层（锚杆所锚定的顶板）的顶板，以防止顶板的下沉。锁住力和锚牢力在顶板尚未下沉以前互相作用的结果，就产生预应力。关于预应力，后面将有叙述。

第 4 节 锚杆支架工作原理

锚杆支架的工作原理与木棚支架、洋灰支架和金属支架都不相同。它不是利用本身的力量来直接支撑顶板的，而是通过锚杆的预应力（锚杆预先给予顶板加的压缩应力），把锚住层的各个薄层岩石组成一个组合梁，这个组

合梁能够克服自重和来自上方的地压。

冒顶是由于顶板在暴露以后开始和上部岩层分离而形成的，在成层顶板的巷道里，顶板冒落的过程如图4。

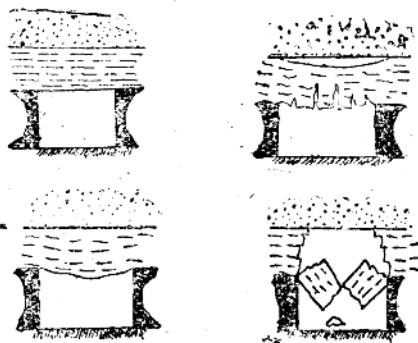


图4

顶板之间的分离越是明显，顶板的下沉越大，顶板的抗弯曲力量也愈小。因此，利用锚杆支架把各个薄层顶板锚在一起，组成一个较大的组合梁，则可以大大提高顶板的抗弯曲力量。按照计算如图5a所示，没有利用锚杆组合的顶板，其抗弯曲力量为：



图5

$$W_1 = [\sigma]_{cr} \frac{bnh^3}{6}, \quad (1)$$

式中 W_1 ——没有锚定过的巷道顶板抗弯曲力量；

$[\sigma]_{\text{cr}}$ ——頂板岩石許用張应力；

n ——組合梁的頂板分层数目；

b ——巷道頂板的寬度。

在錨定（用錨杆支架把頂板粘在一起的作用）以后的巷道里，各个薄层頂板被組成一个整体的岩石梁，这时頂板的抗弯曲力量(图 56)为：

$$W_2 = [\sigma]_{\text{cr}} \frac{b(nh)^2}{6} = [\sigma]_{\text{cr}} \frac{bn^2h^2}{6}, \quad (2)$$

由(1)与(2)比較得：

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{[\sigma]_{\text{cr}} \frac{bn^2h^2}{6}}{[\sigma]_{\text{cr}} \frac{bnh^2}{6}} = n.$$

$$W_2 = W \cdot n. \quad (3)$$

組合梁的抗弯曲力量將比单独梁大 n 倍，这个值由錨住层頂板的分层数目确定。

以上是在直接頂較厚的情況下的錨杆支架組合梁原理。

第二种情况是当直接頂板上面有一层坚硬的砂岩，在技术允許利用錨杆支架把直接頂板懸吊在坚硬的老頂上，由老頂来挂住直接頂，見图 6。这是錨杆支架的吊桥式工作原理。

第三种情况是在頂板为层理节理均不发达的条件下，利用錨杆支架的預应力，把巷道周围的岩石粘結起来，組成一个石拱，利用这个石拱的平衡力，来消除巷道周围的

地压。见图7。这是旋拱原理。

锚杆支架可以使巷道各个分层之间的粘结力大大提高。根据普罗吉也柯夫教授的理论，顶板粘结力与巷道的拱形高度成反比，因此，锚杆支架的巷道拱形高度很小，或者没有。

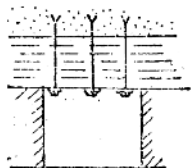


图 6

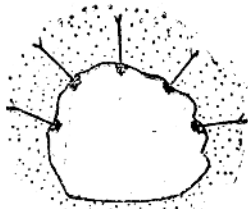


图 7

第三章 锚杆支架的使用条件

第5节 一般条件

在各种条件下，采用各种型式的锚杆时，要保证工作的最大安全、经济的合理和理想的技术指标。

到目前为止，锚杆支架已经广泛地用在井底洞室、运输大巷、石门、风巷、采区链板机巷、上下山、人行道、工作面切割眼和联络眼等，这些巷道包括在长壁工作面和短壁工作面内。

锚杆支架已广泛地用在回采工作面上。一般仓房式回采工作面使用较多，在水沙充填、带状矸石充填长壁工作面也获得较好的效果。全部陷落回采工作面也可用锚杆作

单柱，配合密集支柱进行回采。

锚杆支架的维护期限很长，从几个月甚至到几十年，因此，在绝大多数情况下，均可满足使用要求。楔缝式锚杆成本较高，但其锚牢力大，可以用于五年以上的维护期较长的巷道里。涨圈式锚杆需要钢材较少，而且可以回收复用，因此可应用在三年以上的巷道里。木锚杆成本最低，象维护时间在三年以下、顶压力不大、巷道垮度较小的情况下，采用木锚杆是十分合理的。

巷道宽度对使用锚杆支架的限制程度，必须根据顶板岩石性质和锚杆长度来确定。根据国外的经验，用在5公尺宽的巷道里是相当成功的。由于木锚杆不能过长，因此支撑的巷道宽度一般应在8公尺以内。

在贯穿石门采用锚杆要慎重选择：在顶板倾角较小、层理极不发达的地点可以采用锚杆支架，但锚杆方向和层理面的关系必须按照图8所示。

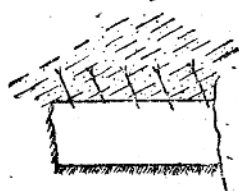


图 8

第6节 锚杆支架要求的地质条件

1. 顶底板及两帮的性质：使用锚杆支架来控制的顶板，其直接顶可以较厚，也可以较薄；层理可以很发达或不发达。但是露在巷道里的顶板必须是完整的，在没有安装锚杆前，顶板应没有冒落和裂开的现象。

在锚根（锚杆上端插入孔底的部分）部位，最好有一

层厚度不小于80公厘的較硬的砂頁岩或頁岩。

一般能够采用其他支架的底板，均能采用錨杆支架，而且在一些采用其他支架时底鼓现象特別严重的地区，也可以利用錨杆支架来控制底鼓。

用錨杆支架的巷道的两帮一般不予支撑，利用其自然平衡来保持。为了达到这个目的，必須注意帮的性質和外形，严重的片帮将会使組合梁的垮度增加，影响頂板原有的稳定性。

片帮一般由以下三个因素造成：1)由于巷道頂板下沉給予两帮的集中压力；2)橫向側压力；3)帮的自重。第一个因素影响最大，由于錨杆支架所支护的頂板，其下沉量較其他支架均少，因此集中压力是比較小的，实际观察証明，这些巷道帮压很小，片帮现象并不严重。

2. 地質变化地带：如在断层褶曲和露头风化带等，由于这些变化的結果，往往破坏了頂底板原有的完整性和减少頂底的硬度。

由于頂板失去原有的完整性而变成破碎的頂板时，錨杆支架很难起到应有的作用，或者所用的錨杆参数达到的限度最小，收不到良好的經濟效果。

經驗証明，錨根部分要有一层硬度不小于普氏2—3度的岩层暴露于巷道的頂板，在尚未安設完錨杆前，要求不发生自行冒落的現象。

但也有这样的情况，虽然頂板受到上述地質变化的影响，但并未失去原有的硬度，在小的断层面上又已产生新的粘結力，仍然可以采用錨杆支架。

3. 淋水：錨杆支架要求頂板沒有較大的淋水和經常性的淋水現象，淋水對錨杆支架有如下影響：

(1) 風化頂板：使頂板失去原有的硬度。

(2) 對錨根起潤滑作用，使錨杆削弱了原有的錨牢力量。在淋水不大或淋水時間很短的情況下，完全可以採用錨杆支架。近年來還有用於淋水較大地點的特殊形式的錨杆。

4. 傾角與錨杆支架的關係：已經證明，錨杆支架可以用於各種傾角的回采工作面和掘進巷道里。在回采工作面上傾角必須與采煤方法相適應。

(1) 傾斜和急傾斜：一般採用倉房式、台階等采煤法配合錨杆支架。

(2) 在緩傾斜煤层里利用錨杆支架的采煤法一般有：房柱式、長壁式（其中包括水沙充填、帶狀充填、及全部陷落頂板管理法）等。

在巷道里採用錨杆支架以不破壞頂板的完整性為原則，因此，除上下山以外，必須選擇平巷的斷面和形狀。

(1) 傾角在 10° 以內時，一般採用矩形斷面（圖9），如煤質特別松軟，仍可將幫向外擴張。

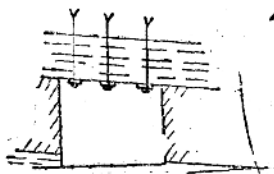


圖 9

(2) 傾角在 $10-25^\circ$ 之間，錨杆支架平巷應採用倒梯形的斷面（圖10），但煤質較硬的地

點仍可使幫直立，以減少頂板的暴露面積。由於傾角較

大，上帮的高度往往很大，比傾角小的巷道，片帮的可能性也大，所以要采用倒梯形断面。

(3) 傾角在 25° — 45° 的傾斜煤层，錨杆支架的平巷，一定要采取破頂的形式，破頂的地点应采用整体托梁（图11）。

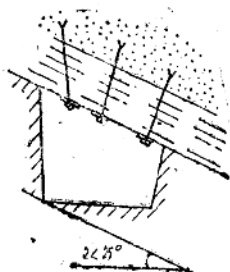


图 10

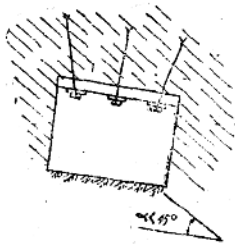


图 11

(4) 在 45° 以上的急傾斜煤层里，平巷仍然可以采用錨杆支架，这时的巷道和錨杆的断面关系如图12。

(5) 在測压力較大薄煤层平巷里，为了控制帮的压力，可以采用如图13的断面。

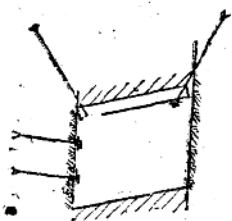


图 12

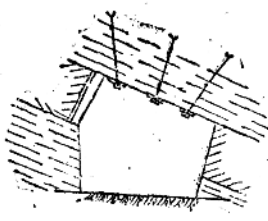


图 13

第四章 錨杆支架的类型

第7节 錨杆支架的类型及其比較

到目前为止，世界各国設計和制造的錨杆类型有几十种，常用的錨杆按其材料来分，有以下三类：1. 金屬錨杆；2. 木錨杆；3. 混凝土錨杆。

一、金屬錨杆 按其是否可以回收来分，有可以回收錨杆和不能回收錨杆。

主要的金屬錨杆有以下类型：

1. 楔縫式金屬錨杆：这类使用較广，美国約占錨杆的50%以上。

(1) 构造：如图14，由杆身1、楔子2、墊板3、螺帽4等构成。



图 14

杆身上端有一道寬約2~3公厘的楔縫，縫長150~200公厘，配有18~22公厘的鉄楔。杆的直径約为22~25公厘，长为1.2~2.5公尺，下端帶有100公厘长螺紋。

墊板由厚为9公厘的鉄板做成，墊板的大小根据頂板性質而定，在比較破碎的頂板下，墊板的长度和寬度要求