

陶瓷支柱的制造 和 使 用

U133.724

M774

煤炭工业出版社

1052

陶瓷支柱的制造和使用

*

煤炭工业出版社編輯、出版(社址:北京東長安街45號工業部)

北京市書刊出版業營業許可證出字第081号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华书店发行

*

開本 787×1092 公厘 $\frac{1}{32}$ 印張 $\frac{5}{8}$ 字數11,000

1958年12月北京第1版 1958年12月北京第1次印刷

統一書号: 15035-755 庫藏: 00,001-10,000册 定价: 0.10元

編者的話

1958年11月16—19日，煤炭工業部在河南省禹縣官山煤礦召開了推廣陶瓷支柱現場會議，會上介紹了官山煤礦一年多來製造和使用陶瓷支柱的經驗，組織了技術小組對陶瓷支柱進行力學試驗和化學分析，並且作出了技術鑑定。本書是根據這個技術鑑定和官山煤礦的經驗總結整理的，比較系統地介紹了陶瓷支柱的製造方法和使用情況，提出了改進和推廣使用的意見。

煤炭工業部決定推廣這種陶瓷支柱來代替坑木，這本書為各礦進行試制和使用提供了經驗資料。各礦還應該根據實際情況進一步創造和提高。例如，關於原料的選擇和配合比問題，必須就地取材，摸索試驗。又如，關於這種支柱的使用方法問題，官山煤礦是兩架瓷柱棚，一架木棚相間使用的，而魯山梁窪煤礦曾在一段巷道中全部使用。有人認為，前者的優點是，瓷柱的抗彎強度較少，與木棚混合使用，可以避免瓷柱突然折斷引起巷道驟然垮陷的危險，它的缺點是，瓷柱沒有可縮性，木柱壓縮後，兩種支架受力不平衡而增加瓷柱的壓力；後者的優缺點恰恰相反。這兩種方法在使用中都沒有發生過事故，但究竟那一種方法好，要按不同地質條件進一步研究。我們希望，各礦在推廣過程中，創造性地運用，把這個經驗更加豐富和完善起來，讓陶瓷支柱在全國開花結果。

目 录

編者的話

引言..... 3

陶瓷支柱的制造..... 3

陶瓷支柱的使用.....10

耐压試驗和技术經濟比較.....11

結語.....13

附录: 双石滾粉碎机的构造图.....15

引 言

随着煤炭工业的蓬勃发展，坑木供应已更显得紧张。为此，通过各种途径积极创造并且大力推行坑木代用品，是当前煤炭工业生产中的关键问题。

河南官山煤矿从1956年开始，经过试验，创造了以陶瓷制造支柱的先进经验。几年来实践证明：这种陶瓷支柱在一般巷道压力稳定地区可以作为棚腿使用，不仅保证安全生产，大大降低成本，而且在坑木代用这一课题上指出了一条新的、易行的途径，也是用土办法解决生产中的大问题的一个例子。因此，大力推行这一经验，在现在基础上把这个经验进一步丰富和发展，对于煤炭工业的安全生产和节约国家木材都具有十分重大的意义。

陶瓷支柱的优点很多：第一，原料来源丰富方便，就地取材，不用钢铁，不用洋灰，全国各地都能制造。第二，就地制造，就地使用，减少长途运输，减少运输费用。第三，设备简单，制造容易，成本低廉，造价仅为同体积木柱的35%左右。第四，防水、耐温，有很强的抗腐蚀性能，不会产生有害气体，不致污秽矿井空气，改善井下环境卫生。因此，在煤矿中推广是有广泛前途的。

陶瓷支柱的制造

原料选择及配合比

制造陶瓷支柱的原料，是矿区附近表土以下的风化岩

石(俗称干子土)，埋藏深度一般均在1~2公尺之間。按顏色不同，有紅干子土、白干子土、青干子土、黃干子土等，經定性分析，其主要化学成分如表1(按百分比)：

表 1

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
青干子土		38.81	1.59	9.75	4.69
黃干子土	54.7	39.9	0.422	5.69	4.69
紅干子土	57.6	29.01	1.59	8.15	2.91
白干子土	55.3	34.2	0.503	8.97	1.745
混合料 (比例見后)	53.6	35.9	1.19	7.34	4.69

上述成分，除氧化鈣含量稍嫌高外，其他成分是适宜于做陶瓷原料的。

根据官山煤矿的經驗，这些干子土的物理特性，大致如下：

白干子土——質底松軟，成型后可以抗裂。

青干子土——質底堅硬，成型后可以抗弯。

紅干子土——質底松軟，有粘性。

黃干子土——粘性好。

上述三种干子土，由于各有特点，故須混合使用。配合比大致是：白干子土——35%；青干子土——30%；紅干子土——35%。

适当的配比，对增加陶瓷支柱强度和消除裂縫、保持良好質量等起着重要的作用，在制造过程中，因配比不当，曾发生过废品多、質底不好等缺点。例如：曾采用黃

干子土代替过青干子土，以增加其粘結性能。但在成型时，由于含水分多，过于柔软，发生破裂、断开、变形等缺点。

为了增加结构的抗裂性能，試制中也曾掺过头发、猪毛等纖維，以便减少破裂，增加强度，但由于瓷柱要在高温下进行烧制，上述纖維未起作用。

根据制造耐火砖的经验，如果原料过于柔软，在烧結后容易收缩变形时，可在原料中掺以7%左右的石碱，官山煤矿曾经采用，收效良好。

粉 碎

原料采集后，要事先晒干或用其他办法干燥，以便于粉碎。官山煤矿是采用双石滚連續破碎原料的。即利用地形的高低差，将石滚輪和碾盘設在高处，粉碎过的原料从高处落下，自动通过篩子。

大于篩孔的粒度仍繼續投入碾盘粉碎。碾輪系花崗岩做成，规格为圓径1.0公尺，长0.33公尺，重量約1000公斤。用14瓩的电动机传动。篩孔每平方公分为82孔（图1）。



图1 篩 子

为了便于参考和仿造，将双石滚粉碎机的主要零件图和装配图附录于卷末。需要說明，这个装配图是示意图，詳細尺寸可参考零件图。官山煤矿用这种粉碎机，提高了

效率，整日運轉，可粉碎20噸干子土。它的缺点是碎粉台安裝的太高，石滾重量太小，可適當改進。

制 泥 坯

成型是陶瓷支柱製造過程中極其重要的一環，它必須具備一定的強度和技术規範。因此，對原料濕度的控制、搗制、干燥等過程都應有嚴格的要求。

干子土粉碎後，將粉末狀原料集中在成型車間，按比例配制，摻勻後，摻水攪拌，使全部原料都達到預計要求的濕度後，平鋪於 $4.0 \times 2.0 \times 0.2$ 公尺的活動木制方框中，待其濕度均勻後（一般的要平放潮潤三天），再用腳頭捶打，使其硬結便於成型，捶打至少6—7遍，越多越好，直到泥很粘，很柔、不硬、不粘腳頭為宜。在原料潮潤期間，要用草袋或其他物品覆蓋，必要時，可洒水，以保持原料經常處於潮潤狀態，並且保持濕度均勻。

按照官山的經驗，原料摻水以12—13%為宜。如水分過多，干燥、硬結不易；水分過少，原料不易粘結。因此，適宜的水分對增加陶瓷支柱的強度和縮短干燥過程都是很重要的。

原料搗制完了，濕度均勻並達到預計的硬度後，即可用刀大致切成陶瓷支柱的大小，放在模型中，反復搗制，注意使各部分都受到捶打，以便增強硬度。脫模後，將泥坯放在約厚度5公分的水板上，及時的豎立在通風良好的地方，讓它干潤。

泥坯在干燥階段，如果溫度驟然變化，可能發生裂

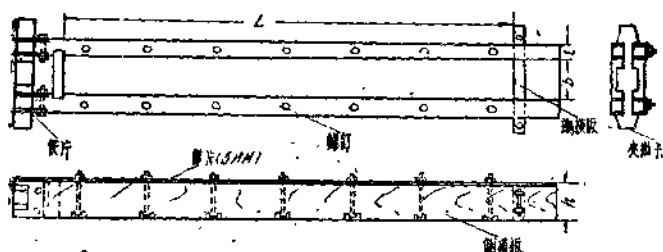


图 2 泥坯成型模具

縫，影响它的質量。泥坯的放置方法曾作过多种試驗，但以豎立效果较好。因为豎立时，泥坯四面通风，干燥均匀。泥坯成型模具如图 2，陶瓷支柱的形状如图 3。

泥坯烧成后，一般都要收缩，約 7 % 至 12 %，因此，泥坯要比支柱长一些。

建窑和装窑

窑的构造形状和大小，对于制造陶瓷支柱的質量、数量以及成本等都有密切的关系。官山煤矿目前使用的长方形低型窑的形状规格如下：

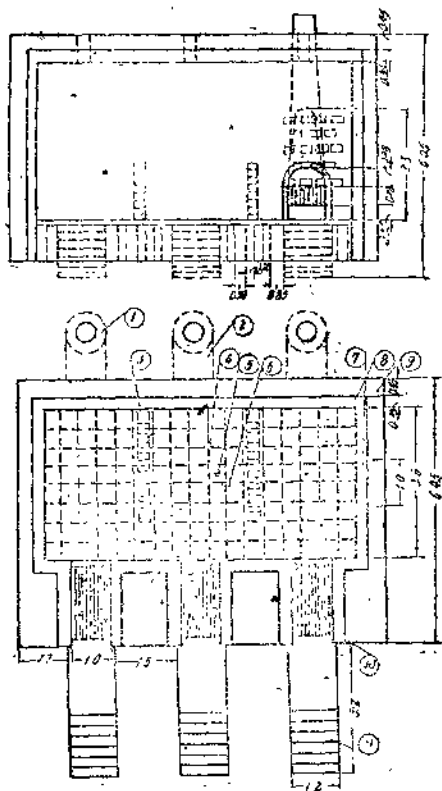
內长 8 公尺，寬 3.66 公尺；高 3.66 公尺（其中平作 2 公尺，上掬圈 1.66 公尺）。窑底是空的，窑台高 0.8 公尺。靠上前墙有火池三个，每个长 2 公尺，寬 1.03 公尺，爐渣坑长 4.03 公尺，深 1.8 公尺；爐条长 1.66 公尺成 32 度的坡度；靠后墙有烟囱三



图 3 陶瓷支柱的形状

个，每个底面直径1.2公尺，高7.3公尺，上口径0.33公尺。

窑体系用耐火砖和青砖分层砌筑的，窑内部用耐火砖，外部用青砖，中间有0.3公尺厚的耐火土相隔。共需耐火砖约20000块，青砖约15000块，全部投资约2500元。



这种窑的特点是：容量较大，每次可装长2公尺的瓷柱600根，但耗煤较多（每烧一次需20吨），尚需进一步研究改进。

窑内构造如图4。

泥坯在室内阴干后即行装窑，装窑时柱坯立放，棚口对火池（官山经验每 40×40 公分内竖立四根）。大型柱只装一层，薄煤层用的1.3公尺以下的小型瓷柱可装二层，每

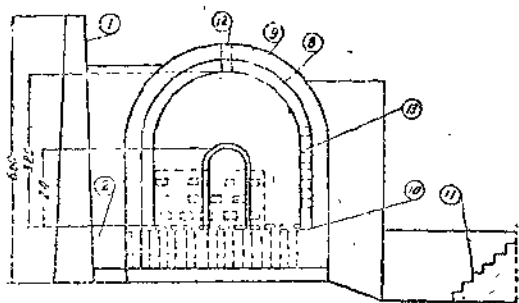


图4 窑的构造

- 1—烟囱（直径上0.5，下1公尺）；2—烟道（长1公尺）；
3—分墙；4—方砖（ 0.45×0.45 公尺）；5—火口；6—砖（支持方砖）；7—门；8—耐火砖（厚0.25公尺）；9—青砖（厚0.25公尺）；10—横条（长2公尺）；11—台阶；12—天管（直径0.5公尺）；13—火道（ 0.2×0.20 公尺）

根隔离2—3公分火鍵，并用楔子卡紧，以免烧倒或烧弯。

烧制时掌握火候是保证质量的重要关键，官山的經驗是，先用小火（約100—200°C）把坯烧干，（烧制約三天，第一、二天烧出坯内水分，第三天烧干烧熟，上边天眼先不盖，这段起干燥作用）；再用中火把坯烧成紫紅色，（約两天，第四天烧成紫色，第五天烧成紫紅色）；然后放大火烧成（約三天，第六天烧紅白色，第七天烧成上部白黃色，第八天全部烧成白黃色）。如火太小，烧不透，影响强度不够；如放大火太早，容易烧炸，发生破裂或断开。停火时，在火門堵住以后，要防止窑内进入冷风。因此須在停火一天以内，才能将窑的天眼揭开，让它慢慢冷却。出窑时要把添火門、装窑門打开，以免在沒有凉透前进入冷风，影响瓷柱强度。

陶瓷支柱的使用

官山煤矿在陶瓷支柱制造成功之后，已在压力較小、較稳定、但煤質松软，頂板不很完整，高度在2公尺以下的巷道中作为棚腿与木支柱混合使用，即陶瓷支柱和木支架間隔使用。据不完全统计，截至11月中旬，全矿已使用了陶瓷支柱12500根，代用了坑木450立方公尺（占使用坑木量的10%），对緩和坑木的供应紧张，保证安全生产，降低成本，都取得显著效果。

在压力稳定，側压力較小的巷道中，因为陶瓷支柱具有抗腐耐酸的性能，使用時間均在一年左右，因此还减少

了巷道維修的工作量。

由于陶瓷支柱抗弯較差，柱腿中部容易受到側压力而折斷，因此官山煤矿在陶瓷支柱的架設上，也曾采用了松帮整棚的方法，实践証明：这种方法可以延长陶瓷支柱使用的時間，一般可延长6至8个月，特別在側压較大的地区，用这种办法避免瓷柱中部集中受压折斷，是有作用的。

韌性差，脆性大，是陶瓷支柱的最大缺点。因此并未作为棚梁使用。

陶瓷支柱比木支柱笨重，搬运不便，在使用上要注意这点，官山煤矿曾經采用了下列几个措施：第一，对工人进行政治思想教育，明确使用陶瓷支柱对節約坑木的重大政治意义和經濟意义；第二，加强劳动保护，降低陶瓷支柱支架定額；第三，目前正在創造空心瓷柱，以減輕重量。

陶瓷支柱的支架方法和梯形木支架相同，作为棚腿时，要应山，要端正，接口要严，因为瓷柱支承側压能力小，两帮不能过紧。无論如何，支架时不能敲打瓷柱。

耐压試驗和技术經濟比較

为了确定陶瓷支柱的强度，曾作了固定荷載的抗弯試驗，其結果如表2。

上述試驗：抗弯破坏强度差別很大；这說明它的質量优劣不同，因此，提高陶瓷支柱的質量，增加强度，是比較重要的問題。

表 2

編號	跨度 公尺	断面($h \times b$) 公分	加 載 方 式	破斷載荷	附 註
1	1.58	17×13.5		591.5	燒不透，除表面深不到2公分外，均為黑色
2	1.58	165×135	同 上	1000.5	
3	1.58	16×13	同 上	1247.0	
4	1.625	155×155		1411.5	瓷柱燒的較透黃色，略呈拱形
5	1.258	16×13.5		2437.0	

陶瓷支柱和木支柱、鋼筋混凝土支柱比較，其主要技術經濟指標如表3。

表 3

項 目 類 別	規格(公厘) 長×寬×高	重量 (公斤)	最大 荷重 (公斤)	單價 元/根	成本比較 +，- %	備 註
陶瓷支柱	2000×150 ×160	75—90	2137	1.25	100	二支点集中荷載(四根平均數)
太山花崗岩	200×160 ×220	165	6500— 8900	6.50	+420	新汶礦務局資料
鋼筋混凝土	2100×140 ×180	150	3000 以上	11.80	+840	
松 木	2000×180 (直徑)	30—40	10000 以上	5.80	+350	

上表表明，陶瓷支柱與花崗岩、鋼筋混凝土比較，除抗壓(側壓)能力較小外，重量和成本都較後三者為小。

結 語

官山煤矿使用陶瓷支柱的經驗証明：用陶瓷支柱代替坑木是完全可能的，并且是有广泛前途的，但由于过去在使用中沒有作过細致的、有目的的現場观测和記錄，經驗還不是很全面的。今后仍有待进一步提高和发展，目前主要从以下两方面努力：

第一，提高質量。上述荷載試驗表明，几次試驗的抗压强度相差很大，質量不一，这就不容易掌握使用，从有些試驗单支点的破折荷重达到1411.5公斤，双支点的破折荷重达到2437公斤看来，集中荷重达到1400公斤左右是完全可能的。这必須从制造工艺中改进。例如：

(1) 正确掌握原料的配合比。目前官山煤矿烧出的陶瓷支柱，吸水率还較大，尚未燒結，可以加入少許易溶粘土或长石，这样，它的气孔率和吸水率都可以减少，增加强度。

(2) 用炼泥机代替人工炼泥。因为用人工加工，不能使軟泥碾的均匀，需要劳动也大，改用1至2台真空炼泥机，可以改变上述缺点，造价也不高。

(3) 成型改用机械化。人工成型，即用刀將軟泥切成瓷柱形状，套入模子，用錘头加压。由于受力不均匀，有些地方压的較紧，有的地方压的較松，軟松的地方抗压强度就小，容易折断。这是影响質量的关键所在，因此成型时采用机械方法还是十分必要的。

(4) 保証良好干燥。利用自然通风時間长，在冬天更加困难，官山煤矿在烧制时先用小火烧干，这是干燥作用，可以改为火炕干烧。在装窑前保証良好干燥，既能保証質量，也可以縮短烧制時間。干燥室最好离成型地方近些，这样可以設法利用窑中余热，設备并不复杂。

(5) 烧成火度要均匀。这是提高質量的重要关键，目前質量不一，原因之一是烧成火度不一，現在掌握火度完全凭經驗，凭視觉，是不准确的，最好能装置高温溫度計，如果有困难，可用三角錐代替，便于控制溫度。

(6) 支柱形状要适当。矩形柱的高寬比控制在2.5以內較為适宜，可以考虑将柱形断面由矩形改为空心圓形，空心方形，空心砖形，正梯形，槽形等；并且在受拉区用鋼筋、竹片等受拉强度較大的材料加固，以增加抗弯强度，减少重量。

(7) 原料粒度可以粗一些，但亦不宜过細。

第二，有計劃的扩大使用范围，以便充分地、尽可能地广泛使用。建議通过試驗，在下列地点，逐步推广：

(1) 地压較稳定，頂板較完整的永久性、半永久性岩巷、煤巷、半煤巷等。

(2) 側压、底鼓較小的运输大巷，通风大巷，上下山等。

(3) 回采后經過三至六个月，頂板沉陷比較稳定的采区附近巷道。

双石滚粉碎机的构造图

附录

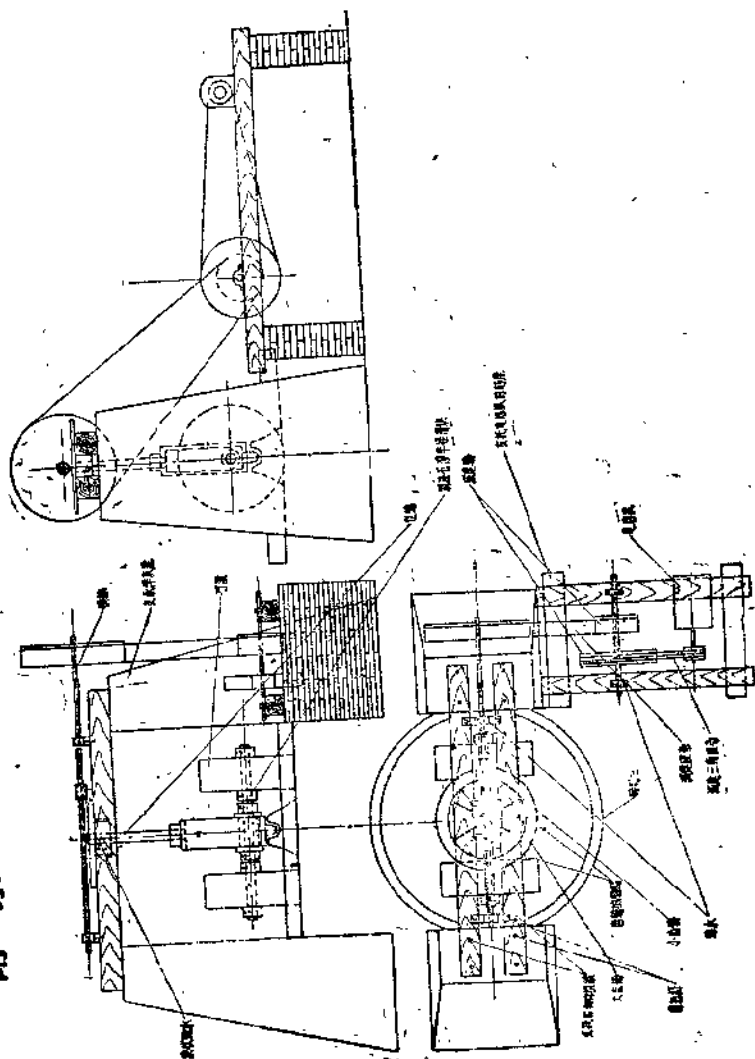


图 1 装置示意图