

冶金工人技术丛书

矿山支柱工读本

冶金工业出版社

25553

工人技術叢書

矿山支柱工讀本

冶金工业出版社

145433

本書是供矿山支柱工人学习用的讀本，因此采取了由浅入深的講述方法。首先介紹支柱工人必須知道的一般常識，接着就水平巷道支柱、采矿场支柱、天井支柱和豎井支柱講述了具体操作方法，也介紹了各种支柱的材料选择和加工等問題。对于支柱工作的安全技术，也进行了詳細論述。

过去在这方面出过翻譯書，但是由于我国矿山工人的文化水平較低，加上譯文生硬难懂，不能滿足我国广大讀者的需要。这本书便是根据矿山工人同志們的要求編写的。

本書除了可以作为矿山支柱工人的学习讀本而外，还可以供矿山管理人員学习采矿基本知識时参考。

矿山支柱工讀本

編輯：崔蔭宇

設計：魯芝芳 赵香苓

責任校对：吳研琪

1953年9月第一版 1953年9月北京第一次印刷5,000册

757×1032·1/32·58,800字·印张 $2\frac{28}{32}$ ·定价(10) 0.42元

冶金工业出版社印刷厂印

新华書店发行

書号 0887

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市書刊出版业营业許可証出字第093号

目 录

前言.....	5
---------	---

第一章 一般常識

一、岩石压力与支柱的关系.....	7
二、岩石的主要物理机械性质及其分类.....	9
三、支柱材料的种类及其特点.....	12
四、支柱木材的种类及其使用范围.....	15
五、支柱木材防止腐朽的方法.....	17
六、支柱工使用的工具.....	20

第二章 水平巷道支柱

一、棚子.....	23
二、棚子的连接.....	29
三、架设顺序与检查方法.....	36
四、棚子的更换与修理.....	38
五、冒顶地区支柱.....	41

第三章 采矿场支柱

一、顶柱.....	47
二、并列支柱.....	49

三、橫撐支柱·····	50
四、木垛·····	52
五、方框支柱·····	55

第四章 天井支柱

第五章 豎井支柱

第六章 支柱工作的安全技术

一、頂板的檢查及处理·····	76
二、架設各种支柱应注意事項·····	79
三、支柱的修理与更換·····	81
四、支柱工具与安全操作·····	82
五、支柱木材的選擇及木材的節約·····	83

前 言

支柱工作是矿山生产中的一项很重要的工作，必須做好支柱工作才能保証正规作业、安全生产和充分地采出地下有用的矿物，並能按期完成与超額完成生产計劃，提高劳动生产率。如果支柱工作作得不好，在采掘工作中就容易发生事故，因而不能正常生产和按期完成生产計劃，並严重影响劳动生产率的提高。所以支柱工作是采矿作业中的主要工作之一，它負有非常重大的責任。必須有可靠的支柱，才能在井下安全作业。

要想做好支柱工作，每个从事支柱工作的工人同志，必須加强技术学习提高技术水平。为了帮助支柱工人学习本行技术，进一步做好支柱工作，因而編写了这本支柱工讀本。由于目前在我国有色金屬矿山中还普遍利用木材作为主要支柱材料，所以这本书主要介紹了在不同的工作面（如水平巷道、采矿场、天井、豎井、冒頂地区支柱和巷道支柱修理等）分別采用不同的木材支柱方法。在編写时还吸取了苏联在木材支柱方面的先进經驗及国内有色金屬矿山普遍采用的木材支柱方法。並簡單地介紹了岩石压力与支柱的关系、岩石的主要物理机械性質及其分类、支柱材料的种类及其特点、支柱木材的种类及其使用范围、支柱木材防腐方法、支柱工使用的工具和支柱工安全技术工作等的一般常識。

为了更好地帮助支柱工同志们学习技术起见，在这本书中多采用插图并用通俗文字加以说明（其中有些技术术语大部分采用东北有色金属矿山一般通用的术语），以便很快地熟悉与提高本行技术水平。

第一章 一般常識

一、岩石压力与支柱的关系

在地下一定深处的岩石，由于受到上部岩石重量的影响就产生了压力。虽然存在这种压力，但在掘进巷道及将矿体采空之前，下面以同等力量向上抗，这时岩石保持应力平衡状态。经过掘进巷道及采出矿石之后，形成了许多巷道空间，就破坏了压力的平衡。凡是物体失去平衡后就要求得力量的平衡，因之压力往下压，巷道上部的岩石就变形了，在变形之后可能变成穹形，压力再大，岩石就产生裂缝塌下去。使岩石变形的力量就叫做岩石压力。

根据岩石的物理机械性质和巷道距地表的深度、横断面的形状和暴露面积的大小，产生的压力也不同。随着岩石压力的增大，巷道周围的岩石起先是微微弯曲，然后岩石中逐渐出现细小的裂缝（但在稳固性很大的坚硬岩石中也可能长时期不发生裂缝），这些裂缝不断扩大并造成新的裂缝，这时就使岩石块离开岩石整体开始塌落，最后发生冒顶和片帮的情况。尤其在采矿场采矿时，由于采出矿石之后造成了空洞，扩大了暴露面，所以岩石压力也就增大，更容易发生岩石块的冒落或塌陷现象。

为了维护巷道和采空区安全作业，避免岩石压力所引起的岩石变形与破坏，以防止发生冒落起见，必须及时地用各种支柱加以支护。而由支柱来承受从周围岩石方面来的压力。

顶板压力 掘进巷道以后如不及时进行支柱，顶板就要冒落成拱状。若在坚硬而稳固的岩石中掘进巷道，冒落拱状的宽度相当巷道的宽度；若在松软的岩石中掘进巷道，冒落的拱状就比巷道宽些，如图 1：

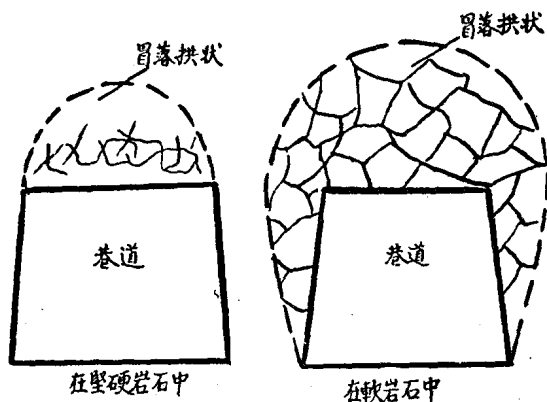


图 1

侧面压力 主要是由于顶板上已经形成了自然平衡拱，把压力传布到巷道两帮，因而两帮就处在更坏的条件下了。如果两帮的岩石很松软，这时就要开始裂缝，並往巷道里边塌落或者片落，在这时巷道中如没有架设支柱，顶板上的拱就要扩大，因而两帮就更加容易发生塌落和片落了。

底板压力 底板压力主要表现在底板岩石有时发生凸出

(隆起) 的现象，尤其对于特别松软的岩石或者黏土质岩石，这种情况是比较多的。但是这种凸出现象，不一定完全发生在松软岩石中，有时在坚硬的岩石中也可能发生。

假如在掘进巷道时，发现底板有凸出现象而不及及时进行支柱，巷道断面就要逐渐地缩小，甚至经过很短的时期之后，就可能被岩石完全充填满了。

二、岩石的主要物理机械性质及其分类

岩石有着不同的物理机械性质，其中对矿床开采最有意义的是岩石硬度，也就是岩石对机械作用的抗力。

在开采有用矿物的矿床时，除了硬度外，下列几种性质也有重大的意义，即：裂隙性、韧性、层理、可缩性及含水性，这些性质在很大程度上决定着巷道支撑及地压控制方法的选择。

岩石的裂隙，是在造山过程的影响下或由于采掘工作的结果所形成的。

水成岩成层埋藏的性质叫做岩石的层理，在某些情况下，这些分层相互之间很少联系甚至完全没有联系。

从岩石上将某些部分分离时，能表现出对分离的抵抗力，这种岩石性质称为韧性。

岩石改变了自己的形状而仍能保持固定的体积的性质叫做可塑性，硬岩在一般条件下没有可塑性。可塑性出现于粘土、矿腊中，有时出现于页岩和某些含粘土粒较多的岩石中。

岩石能吸入和保持某些水量的性質叫做岩石的含水性，与岩石的含水性相联系的现象为巷道底板的隆起和产生流砂（当細砂和軟泥为水所完全飽和时即形成流砂）。

岩石的硬度就是岩石对尖銳工具侵入其中的抵抗力，与它相反的概念是岩石的柔弱性。

由于岩石的物理机械性質不同，所以岩石互相之間有着显著的区别，为了便于进行各种岩石的比較，而将岩石分成若干不同的等級。

苏联 M.M. 普罗托吉雅柯諾夫 教授根据各种岩石的抗压强度进行了岩石分类。他的分类是以岩石极限抗压强度的百分之一的抽象数值，作为硬度系数，每一級硬度的单位相当于 100 公斤/平方公分。例如尺寸为 $5 \times 5 \times 5$ 公分的岩石样品，当作压力試驗时，如果在压力为 1200 公斤/公分² 时开始破坏，那么岩石用硬度系数来評定等于 12。

普氏等級所取的标准是由軟岩开始的，分別試驗各种岩石，經過多次試驗确定其抗压力大小再定系数。为了避免評定岩石相对硬度中的錯誤，求硬度系数时，要尽可能多用些样品作試驗求其平均值。

普氏岩石分类是世界上第一个具有科学根据的分类，到现在为止在苏联一般矿山仍多采用这种岩石分类，因为它对决定支柱上的岩石压力、計算劳动生产率以及决定岩石可采性等等都是很有用处的。

茲将苏联 M.M. 普罗托吉雅柯諾夫教授的岩石硬度系数表列下：

M.M. 普罗托吉雅柯諾夫教授的岩石分类

級 別	岩石硬度	岩 石	硬度系数
1	极硬岩石	最硬、最致密和韌性最大的石英岩，其他极硬的岩石	20
2	很硬岩石	很硬的花崗岩类、石英斑岩、很硬的花崗岩、砂質片岩、較之上項岩石硬度小的石英岩，最硬的砂岩和石灰岩，很硬的鉄矿石	15
3	硬 岩 石	花崗岩（致密的）和花崗質岩、很硬的砂岩和石灰岩、石英矿脉、硬砾岩、硬石英、硬鉄矿	10
3a	同上	石灰岩（硬的），不硬的花崗岩，坚硬的砂岩，坚硬的大理石、白云石，黄鉄矿	8
4	相当硬的岩石	帶有裂縫的石英岩，普通砂岩，鉄矿石（中等硬度的）	6
4a	同上	砂質片岩、片状砂岩	5
5	中硬岩石	硬泥質頁岩，不硬的砂岩和石灰岩，軟砾岩	4
5a	同上	各种頁岩（不硬的），致密的泥灰岩（有裂縫的石英岩和易裂的石英岩），不硬的鉄矿石	3
6	相当軟的岩石	軟頁岩，很軟的石灰岩、白堊、岩盐、石膏，冻土和无烟煤，普通泥灰岩，压碎的砂岩，胶結的砾石和混石土	2
6a	相当軟的岩石	碎石土，压碎的頁岩、結塊的砾石和碎石、硬的烟煤、硬化黏土、軟的石英岩、軟而濕的鉄矿石（蓝色矿石）	1.5
7	軟 岩 石	粘土（致密的）、軟烟煤、硬表土——黏土質土壤	1.0
7a	同上	軟的砂質黏土、黃土、很軟的石英岩，軟而干的鉄矿石（蓝色矿石）	0.8
8	土状岩石	腐植土、泥煤、輕壤土、湿砂	0.6
9	松散岩石	砂、岩屑、小砾石、堆积土、采出的煤	0.5
10	流动性岩石	流砂、沼泽土、稀黄土和其他稀土	0.2

三、支柱材料的种类及其特点

根据坑内巷道、竖井、斜井的用途，采矿场暴露面的大小，岩石性质和使用年限，应适当地选择支柱材料。

在选择支柱材料时，除了应根据岩石性质保证巷道的使用年限外，还应具有费用不大、容易架设、占的地方小、不阻碍工作面进行作业和不阻碍巷道空气流通的优点。

支柱材料主要分为：木材支柱、金属支柱、混凝土支柱、石材支柱等。这几种支柱材料都各有各的优缺点，其比较如下表。

各种支柱材料之优缺点比较表

(И.М. 齐姆巴列维契制订)

支 柱	相 对 强 度		厚度的比较	中等条件下的 使用期限，年	备 注
	抗弯强度	抗压强度			
木支柱	1	1	1	3—5	压力与木纹方向垂直中等强度的石材
天然石材支柱	—	1.5	1.5—2.5	20及20以上	
砖支柱	—	0.8	1.5—2.5	20	
混凝土支柱	—	2.0	1.0—2.0	20及20以上	
钢筋混凝土支柱	10	2.3	0.8—1.5	同上	
铸铁支柱	—	50.0	—	同上	
压延钢支柱	12	50.0	0.3—0.5	10—15	

木 材 支 柱

目前在我国有色金属矿山中，木材支柱仍是主要的支撑材料，无论在水平巷道、采矿场、竖井和斜井都是采用木材

支柱。就是在黑色金屬矿山和煤矿工业，也大部分是使用木材支柱做为主要支撑材料。因为木材支柱較之其他支柱材料有一定的优点。木材費用不大可以降低成本，而且比較輕便，同时加工及架設修理都比較容易。木材支柱还有更大的优点，就是因为它有可縮性，在压力大时有稍微压縮的性能，並在承受过大压力开始断裂时能够发出噼啪的响声，可以使人們預先得到岩石有冒落危险的警号。

但是木材支柱也有很多的缺点，如不能抵抗較大的岩石压力，沒有耐火性能，並且容易腐朽，使用期限不长。

金屬支柱

它是一种现代化的支柱材料，也是比較高級的支柱材料。在苏联金屬支柱逐漸地在广泛使用。在我国煤矿工业方面也有部分矿山在使用，但在有色金屬各矿山，目前尚未使用这种支柱材料。

金屬支柱的优点是：能抵抗較强的岩石压力，使用的期限很长，架設容易，有耐火性能，可以多次利用，並且占用掘进断面比較小，所以說金屬支柱是最完善的支柱材料。

金屬支柱也有一些缺点，如最初需要很大費用，修理时也很难困，並且在坑内湿气大的情况下很容易生銹。

混凝土支柱

由水泥、砂子、砾石或碎石构成的混凝土，是一种人工造成的建筑材料。

为了增强混凝土的抗张力，把鋼筋安置在混凝土支柱中，就叫做鋼筋混凝土支柱。因为混凝土抗压力大，而鋼的抗张力大，用它們构成一种支柱，这样就大大地提高了支柱强度。

在建筑工程中使用混凝土已經达到很高的水平，在煤矿系統目前已在推行鋼筋混凝土支柱，但在金屬矿山坑內支柱方面，使用混凝土的技术水平现在还是比较低的，一般在支柱結構中只用在抗压部分，尙未能广泛使用。

石 材 支 柱

天然石材支柱，适用于使用年限比較长的巷道中，主要是用它来砌筑人造石、混凝土和鋼筋混凝土支柱下面的基础。

天然石有时需要加工，先制成平板或平行六面体之后，再用做支柱材料。

天然石有时用来在頂板压力較大的采矿场中砌成石垛，或者在巷道砌牆方面做为支柱材料。

天然石用在巷道支柱上，是有很多好处的。因为在掘进巷道时，产生很多石料，如把它用在巷道支柱上，可以节省很多运費，並且它的强度也很大。

但是这种材料目前很少用来做为支柱材料。

石材支柱的特点是：能抵抗大的岩石压力，使用期限很长，一般能大于巷道的使用期限，有耐火性能。它的缺点就是最初費用高，而且用石材支柱所占用的巷道断面比用木材支柱所占用的巷道断面要大一些。

四、支柱木材的种类及其使用范围

木材的种类很多，总共不下二百余种，但用在坑内支柱方面的木材一般只有十几种，如松木、橡木（柞木）、槲木、檣木、枫木、杉木、柳木、胡桃木、水曲柳等。每种木材还有不同的分类，如松木中有油松、落叶松、红松、银松等。在这十几种木材中最好的支柱材料就是落叶松、油松、红松和橡木。

松木比其它木材用做支柱的较多，因为松木容易加工，并且一般是直干、少榫。松木越致密越坚固，而树脂也就越多、防腐力也越强。使用干燥的松木支柱时，不但抗压力强，同时因上面压力增大开始断裂时，还可以发出噼啪的响声，这能给人们一个预告危险的信号。

落叶松是很好的支柱材料，甚至可代替橡木。它的木质呈红色，比其它松木致密，强度也超过其他松木。在潮湿、不通风的巷道和在水中抗腐力强，这主要是因为它含的树脂比其它木材的树脂多些。

橡木也是很好的支柱材料，它的木质很坚固，在潮湿或不通风的巷道中，不容易腐朽，能保存很久。橡木能抗腐朽的原因，主要是它里面有抗腐质（橡树汁）。橡木支柱的缺点是重量大、价高、加工比较困难，并且在迅速干燥时容易裂开。

松木和橡木不但能耐腐朽，并且也经得起水的浸蚀。多

把它們用在使用期限长的主要巷道和压力較大的巷道中。所以在有色金屬矿山中，豎井、斜井、天井和漏斗等大部分使用松木（落叶松、紅松、油松等）和橡木支撑。

枫木、水曲柳等也是很好的支柱材料，木質坚硬，抗压力强，一般用来作水平巷道的棚子、巷道枕木及豎井罐道。

櫟木、杉木、柳木、胡桃木等也完全适用于坑內支柱材料，可用它們分別做为水平巷道、天井和漏斗支柱材料，也可作为坑道枕木。

縱木和銀松的坚固性比較其他松木差些，因为它里面含脂少，容易腐朽。所以在矿山作支柱用的很少，一般只在岩石压力不大、使用期限不长的巷道有时采用。

其他楊木和樺木的坚固性更差些，木質脆弱容易腐朽和折断，支持力很差，所以在坑內支柱时，在可能范围内不使用楊、樺木做为支柱材料。

支柱抵抗岩石压力的能力叫做强度，强度达到能够破坏支柱材料的程度时叫做强度极限（有时叫做临界强度），各种木类对岩石的压力都有不同的抵抗力，並且有不同的极限强度。强度指数由一平方公分断面积上荷重的公斤数决定。为了便于支柱工人知道一些普遍使用的木材强度，以便根据岩石压力的大小而能适当地选择支柱木材，茲将常用的木材强度列表如下：