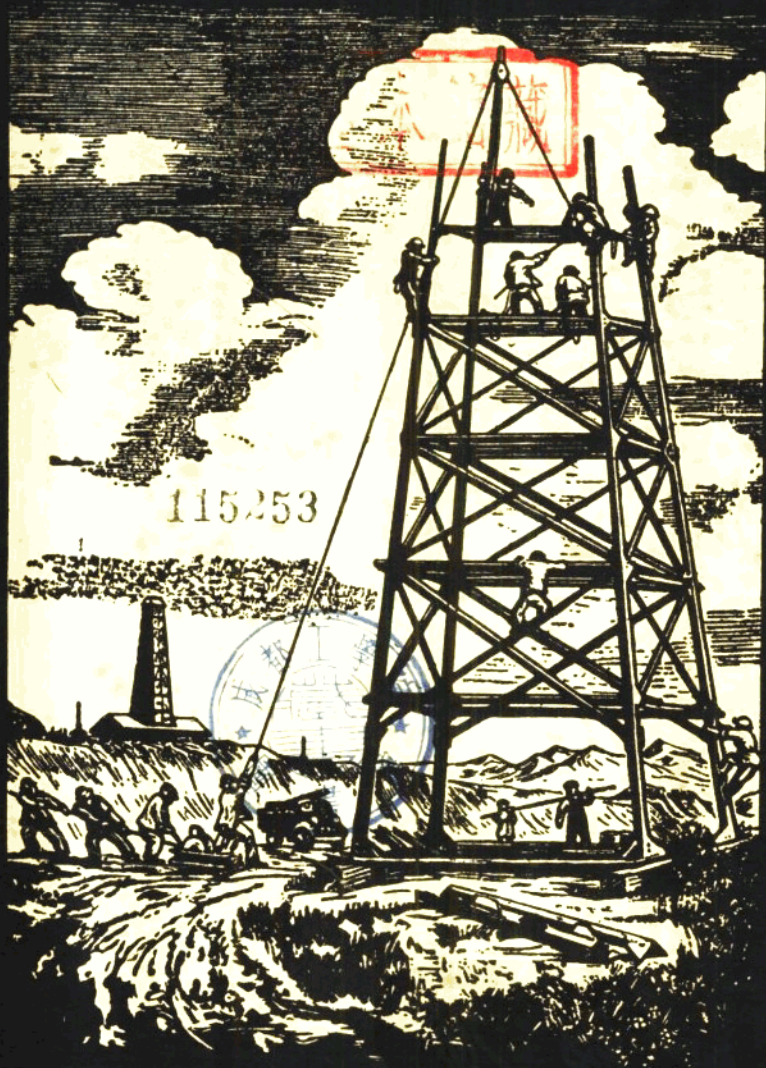




煤田钻探技术

煤田鑽探技術

苏联 愛·菲·愛普什傑英著
高博彥 朱孟傑譯

煤炭工業出版社

本書深入浅出地講述有关煤田鑽探的各种理論問題和实际操作問題，主要內容包括：岩石的基本性質，岩石破坏的規律性，迴轉鑽進時鑽管的工作情况，預防鑽管断裂用的繼电器保护装置，泥漿的应用和处理，煤样的采取等。

本書可供从事地質鑽探的工作人員参考。

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ РАЗВЕДочНЫХ СКВАЖИН НА УГОЛЬ

苏联 Е.Ф. ЭПШТЕЙН 著

根据苏联国立煤矿技术書籍出版社(УГЛЕТЕХИЗДАТ)

1953年哈尔科夫第1版譯

528

煤田鑽探技术

高博彦 朱孟傑譯

煤炭工業出版社出版(地址：北京東長安街煤炭工業部)

北京市書刊出版業營業許可證出字第081号

北京市印刷一厂排印 新华書店發行

开本78.7×109.2公分 1/32 * 印張7 1/2 * 字数154,000

1957年3月北京第1版

1957年3月北京第1次印刷

統一書号：15035·311 印数：0,001—4,550册 定价：(10)1.80元

目 录

序 言	3
第一章 岩石的基本物理性質和鑽进时破碎岩石的方法	4
第 1 节 岩石的地質条件和物理性質	4
第 2 节 确定岩石可鑽性的岩石的主要物理性質	6
第 3 节 磨擦系数与磨損系数	8
第 4 节 岩石硬度	18
第 5 节 鑽进时破碎岩石的方法	21
第 6 节 介質对破碎岩石的影响	25
第二章 孔底鑽具	31
第 7 节 硬合金	31
第 8 节 用粉末狀硬合金修整旋轉鑽进用的鑽头	36
第 9 节 鑽刀的鉚接和斂縫	38
第 10 节 鑽刀的修磨	40
第 11 节 嵌有硬合金的鑽头結構要素	44
第三章 迴轉鑽进时鑽管的工作	56
第 12 节 鑽管中的应力	56
第 13 节 功率、扭轉力矩和扭轉应力	63
第 14 节 弯曲应力的計算	68
第 15 节 鑽机傳动功率和鑽管柱上部力矩的計算	70
第四章 鑽管工作的檢查, 給进力的調整与測定	83
第 16 节 扭轉力矩的測定	83
第 17 节 給进力的調整与測定	91
第五章 防止鑽管折断用的繼电器保护裝置	114

第 18 节	緒論	114
第 19 节	繼电器的概念	116
第 20 节	岩心鑽探保护装置的一般特征	117
第 21 节	信号保护装置	120
第 22 节	信号自动装置	126
第 23 节	計算繼电器动作电流的实用方法	132
第六章	鑽孔弯曲的預防及弯曲鑽孔的投影作圖法	137
第 24 节	鑽孔弯曲的原因及預防弯曲的方法	137
第 25 节	弯曲鑽孔作圖法	143
第七章	鑽具旋轉速度、給进力、鑽进時間及鑽刃 数量对鑽进速度的影响	143
第 26 节	用磨鈍鑽具鑽进的最大可能時間及最适宜的 時間	146
第 27 节	个别因素对硬合金鑽头迴轉鑽进速度的影响	157
第 28 节	冲击迴轉式鑽进法	164
第 29 节	鑽粒鑽进	163
第八章	泥漿	177
第 30 节	分散系的物理化学性質	177
第 31 节	泥漿質量的指标及其測定方法	184
第 32 节	泥漿的制造及其化学处理	196
第 33 节	各种鑽进条件下的鑽孔冲洗工作	203
第 34 节	泥漿質量的檢查及鑽进过程中泥漿性質的 調節	210
第 35 节	深探煤鑽孔的構造	214
第 36 节	泥漿的淨化	216
第九章	鑽探过程中的煤样采取工作	228
第 37 节	煤的性質	228
第 38 节	煤心管及其在煤層中的鑽进方法	230

序 言

为了滿足国民經济对原料和燃料資源日益增長的需要，在苏联共产党第十九次代表大会对苏联發展第五个五年計劃（1951—1955 年）的指示中，規定了进一步發展矿藏的勘探工作，查清矿产，首先是查清有色金屬、稀有金屬、煉焦煤、鋁原料、石油、富鉄矿及其它各种工業原料的儲藏。

地質勘探工作，尤其是探煤工作的重要方法之一是岩心鑽探。近几年来，苏联的鑽探技术因裝备了国产的各种新型鑽机而丰富起来了。打探煤鑽孔的技术和方法也大大地改进了。

鑽探技术的进一步完善和先进鑽探方法的推广，与煤炭工業地質部門鑽探干部業務的提高是分不开的。

本書研究了打探煤鑽孔的鑽探技术的主要問題和在岩心鑽探中采用繼电保护裝置以防止鑽管断裂的方法。繼电保护裝置系統是著者在頓巴斯与 Г. П. 彼得連柯同志（德涅伯彼得洛夫斯克矿业学院）、Ф. П. 舍夫欽柯同志（阿尔契姆煤矿鑽探公司舍格洛夫地質勘探队）共同拟定的，并进行过試驗。此外，書中也闡明了与采取煤样、轉数对鑽进速度影响的有关問題，也敘述了各种地質条件所用的泥漿的化学处理方法。

本書在提高業務水平或执行鑽探工作而研究鑽探技术的主要問題上，对地質鑽探队的工作人員是有帮助的。

第八章的主要部分（第 30—34 节和第 36 节的一部）是由 Л. В. 克尔查金講師編写的。

本書有些章节經 H. A. 达維金克講師及 E. B. 西洛欽克講師校閱过，并提出了宝貴的意見，著者謹此致謝。

對本書的一切意見和希望，請寄交德涅泊尔彼德洛夫斯克市阿尔切姆礦業学院鑽探系。

第一章 岩石的基本物理性質和鑽进时

破碎岩石的方法

第 1 节 岩石的地質条件和物理性質

煤产地蘊藏在沉积岩中。在沉积岩生成时：它或多或少地都受了变化(变質)。

沉积岩的变質程度，一般是决定于它的年代、埋藏深度和形成时及形成后蘊藏在地下时的地質条件。

表 1

紀	最 大	最 小	平 均
	以 百 万 年 計		
第四紀	1	1.5	1.25
第三紀	54	63.5	58.75
白堊紀	65	85.0	75.00
侏罗紀	35	45.0	40.00
三疊紀	35	45.0	40.00
二疊紀	25	40.0	32.50
石炭紀	65	80.0	72.50
泥盆紀	50	50.0	50.00
志留紀	130	170.0	150.00
寒武紀	70	110.0	90.00
計	530	690.0	610.00

判断岩石的绝对年龄，是根据岩石属于那一紀的沉积来进行。地球各紀的延續時間列入表 1 中。

很多学者曾根据放射分解作用的研究結果确定岩石的绝对年代。

从煤田的岩石生成和生成后所处的条件来看，这些岩石可分为三类，各类岩石均具有該类型含煤岩層的独特性質。这三种类型是：地槽型、地台型和中間帶型(由地槽轉变为地台的过渡类型)。

地壳特別活动的地帶称为地槽 (гeосинклиналь, геo是指地球, синклиналь 是指压力)，在这地帶，由于錯动(破坏最初的产狀)就發生了褶皺山脈，并形成能被海洋淹沒的凹地。在这些凹地中便开始沉积岩的沉积。

相反的运动——隆起，迟早会开始的，在地槽中形成高于海面的褶皺山脈。后来，由于岩石遭到冲刷和風化，發生了地表的削平作用。

地台，与地槽相比，它是地壳在一定地質时代中比較稳定的区域。

地槽类型的沉积岩石是異常坚固的。

煤層遭受变質較大的地区，也是全部岩石遭受变質較甚的地区。

鑑別煤变質程度的主要特征是揮發分的含量。

表 2 列举了頓巴斯的煤的分类和揮發分 (V^r) 在可燃物中所佔的百分比。

無烟煤的揮發分含量为 2—8 %。

煤的变質程度越高，揮發分就越低。因为煤層及其圍岩的变化(变質)是同时發生的，所以在煤層具有低揮發分的地

表 2

煤 的 牌 号	揮 發 分 %
Д	大于42
Г	35—44
ПЖ	26—35
К	18—26
ПС	12—18
Т	小于17

区内，岩石是最坚硬的。

因此，煤層圍岩可鑽性的最好指标是該岩系中煤的揮發分。例如，在頓巴斯無烟煤区域内，同一岩系的岩石（地質年代相同）較其他具有較高揮發分的煤層地区內鑽进要困难些。

煤田的岩石在物理性質上決定于很多地質条件，其中以沉积类型具有特別重要的意义。

例如，地台类型的沉积岩石常常是松軟的或膠結性弱的。莫斯科近郊煤田可能是这种类型的实例。

第 2 节 确定岩石可鑽性的岩石的主要物理性質

將一立方体岩石压碎，測定將岩石压碎的力以及該立方体垂直于作用力方向的断面面积。

岩石的韌性可以用压碎立方体岩石所需的力 F 除以垂直于作用力方向的立方体的断面面积 S 来表示。

$$\frac{F}{S} = \sigma$$

σ 叫做应力，在这应力下岩石發生破碎时这应力称为極限强度。在这种情况下，力 F 是沿軸綫(沿一个方向)作用的，因此，破碎立方体的应力是表示單軸压縮的極限强度。極限强度同应力一样，是以一平方公分面积上的公斤数值来測定的(公斤/平方公分)。如果立方体岩石的四面都承压，不像單軸压縮时是兩面承压，那末，就需要較大的应力来压碎立方体。

从四面加压所产生的破坏立方体的应力叫做双軸压縮極限强度，因为这里的力是沿兩個方向(双軸)作用的。双軸压縮时的極限强度比單軸压縮时大。

在立体压縮(三軸)时，压碎岩石所需要的应力比双軸压縮时大得多。

鑽进时，工作鑽具(鑽头、冲击鑽头)的鑽刃切入一面露出于孔底而其余各面被挤紧的岩石內。因此，岩石的应力或岩石抵抗鑽刃切入时的阻力的性質，跟以前所述的应力是不相同的。

一种固体(例如岩石)抵抗另一种固体(例如鑽刃)切入的阻力叫做硬度。

硬度与应力一样，是以公斤(單位压力)除以平方公分(單位面积)来表示。

岩石是由單独的矿物顆粒組成的，这些矿物顆粒或多或少地被較坚韌的矿物膠結物膠結起来。顆粒与膠結物的韌性及硬度，在大多数情况下是各不相同的。

岩石的可鑽性是根據岩石的硬度和單独的顆粒及膠結物的硬度来决定的，例如，顆粒間膠結坚固的砂岩具有較大的抵抗鑽刃的阻力，因此，就要比顆粒的矿物成分相同但膠結

物松軟的砂岩鑽得慢些。

众所周知，有一种比較易于（迅速）鑽进的岩石，但在
这种岩石中鑽进时，不能鑽得太久，因为鑽刃磨鈍得很
快。

岩石在磨擦时磨損鑽刃的性質叫做磨擦性或耐磨性。

如果与岩石磨擦时，鑽刃很快的磨損，則这种岩石是强
耐磨的，反之，如果鑽刃磨損得很慢，則为弱耐磨的。

众所周知，有一种坚硬的岩石，可以用一种慢速度長时
間地在这种岩石中鑽进，而且这时鑽刃磨鈍得很慢。

应当指出的，鑽刃磨損不仅取决于岩石性質，而且取决
于鑽刃的材料。

第 3 节 磨擦系数与磨損系数

鑽进时，傳动鑽具是依靠平行于鑽孔中心綫的力的作
用，此种力称为給进力，其單位为公斤或吨。有时，不正确
地將給进力称为孔底压力。給进力的这种定义是不正确的，
因为对于压力应了解为不是总的加压，而是單位面积的压力。
例如，如果鑽刃与岩石的接触面积为 0.5 平方公分，而
在一个鑽刃上的給进力等于 200 公斤，那末，压力則为

$$\frac{200}{0.5} = 400 \text{ 公斤/平方公分,}$$

給进力总是沿垂直于工作面的方向作用的，这种力叫做
垂直力。

为了旋轉受垂直力 F 的紧压于孔底的鑽刃，必須以水平
压力加在鑽头圓周(在打垂直鑽孔时)上。此种压力的数值决
定于岩石抵抗鑽刃运动的阻力。而此种阻力則等于三种力量

的总合：錯动(切割、切断)鑽刃前面岩石所必需的力；在鑽刃唇口部分的磨擦力及在鑽刃側稜面上所發生的磨擦力(对岩心、孔壁岩石及岩粉的磨擦)。

設鑽刃唇口部分的磨擦力为 T ，磨擦力与垂直压力的比为 μ ，則

$$\frac{T}{F} = \mu \text{ 和 } T = F \cdot \mu. \quad (1)$$

磨擦力与垂直力之比称为磨擦系数。磨擦力等于垂直力和磨擦系数的乘积。茲將某些岩石的磨擦系数的平均值(根据 BK-8 号硬合金的磨擦結果和作者的試驗)列入表 3 內。

表 3

岩 石 名 称	磨 擦 系 数
砂 岩	0.55 — 0.70
花 崗 岩	0.60 — 0.75
泥 質 頁 岩	0.30 — 0.50
砂 質 頁 岩	0.40 — 0.60

磨擦系数数值决定于岩石的性質和鑽刃的材料。

鑽刃切入岩石顆粒間越深，則磨擦系数越大。

磨擦系数在一般情况下是决定于旋轉速度和單位面积上的垂直压力。

只有在很少的情况下，磨擦系数可以認為不决定于压力和旋轉速度。使靜止状态的物体运动时所需要的力比运动时使其繼續运动所加的力为大，因此，靜磨擦系数比动磨擦系

数大。

表 4 列举了鋼与一些岩石磨擦的磨擦系数平均值(由 B. A. 左斯可夫等人确定)。

表 4

岩 石	磨 擦 系 数	
	靜 止	运 动
無 烟 煤	0.7—0.8	0.3—0.4
石 灰 岩	0.8—1.0	0.4—0.5
泥 質 頁 岩	0.4—0.5	0.3—0.4
粗 粒 砂 岩	0.9—1.0	0.6—0.7

磨擦系数之值同样也决定于介質中發生磨擦时該介質的性質。在磨擦面中若有滑潤層时，磨擦力則減少。

表面滑潤时所需的磨擦力比在磨擦干燥物体时小。为了証实这一点，特將 B. C. 費多罗夫关于“波別吉特”(победит)硬合金与一些岩石磨擦时的磨擦系数的資料列入表 5 內。

表 5

岩 石 性 質	磨 擦 系 数	
	未 湿 潤 的	在 泥 漿 中
軟質砂岩，尖稜狀顆粒	0.22	0.14
軟質砂岩，圓狀顆粒	0.20	0.18
硬質砂岩，尖稜狀顆粒	0.24	0.16
泥灰岩	0.14	0.13
粘土	0.10	0.04

如上所述，磨擦系数是决定于压力和运动的速度。

用硬合金制造的鑽刃鑽進時，單位壓力（即施于單位面積的力）在鑽進開始時較大，以後則隨着鑽刃的磨鈍程度而減小。例如，假設加于鑽刃上的給進力為 200 公斤，鑽刃和岩石的接觸面積（磨擦面積）在鑽進開始時為 0.05 平方公分，但在鑽進終結時，由於鑽刃的磨鈍而達到 0.4 平方公分，因而在鑽進開始時單位壓力為

$$\frac{200}{0.05} = 4000 \text{ 公斤/平方公分,}$$

而在鑽進終結時為

$$\frac{200}{0.4} = 500 \text{ 公斤/平方公分.}$$

在這種壓力變化頗大的情況下，磨擦系数的数值是不固定的。專門進行的實驗工作指出，磨擦硬合金鑽刃時，隨着它的磨損程度，即隨着鑽刃施壓面積的增大，磨擦系数最初是增長的，以後則減小（圖 1、I），最後，在個別情況下又繼續增長（圖 1、II）。



圖 1 鑽刃材料沿岩石運動的磨擦系数與鑽刃磨鈍关系圖

這種关系表示于圖 1 中，圖 1 的垂直軸（縱座標軸）系表

示磨擦系数的数值，横轴(横坐标轴)为鑽刃唇口部分和岩石的接触面积。

鑽刃的磨損是与其与岩石的磨擦程度来决定的。磨損是以物体(此时为鑽刃材料)与岩石磨擦时被磨損部分的体积来测定的。磨損程度可大可小，这是以多大的垂直力，何种旋轉速度以及沿某种岩石磨擦时經過多久时间来决定的。因此，仅利用鑽刃磨損体积的数值鑑定岩石的磨擦性和鑽刃材料耐磨性是不够的。

岩石磨擦性与鑽刃材料耐磨性最正确的指标是鑽刃材料已磨損的数量与磨損此种数量时所消耗的磨擦岩石的功的比值。

設此数值为 ω ，并將其称为鑽刃材料磨損系数，若消耗磨擦功 A (公斤公分) 时，鑽刃材料磨損了 V (立方公分)，

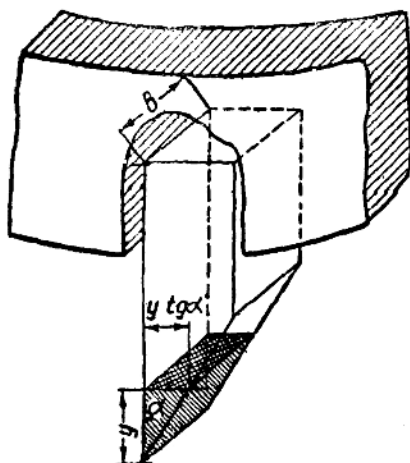


圖 2 鑽進時鑽刃磨損示意圖

那么

$$\omega = \frac{V}{A} \text{ 立方公分/公斤公分} \quad (2)$$

因此, ω 值是作一公斤公分的磨擦功时鑽刃材料的磨損数值(立方公分)。功是力与距离的乘积, 可用公斤公尺或公斤公分来表示。根据公式(1), 磨擦力为 $F\mu$ 。在这里, μ 是鑽刃材料与岩石磨擦的磨擦系数, F 是垂直力, 此时, 则为加于一个鑽刃上的給进力。如果鑽进經過了 t 分鐘, 并且旋轉速度为 v 公分/分鐘, 則在全部時間 t 內, 鑽刃所行的距离为

$$vt \text{ 公分.}$$

在 t 時間內, 即經過路程 vt 后, 所作的磨擦功为

$$A = F \cdot \mu \cdot vt \text{ 公斤公分.} \quad (3)$$

如果經過此种功的作用, 鑽刃(圖2)磨擦的高度为 Y 吋, 鑽刃磨損部分的体积(圖上系以斜綫表示)則为

$$V = \frac{Y \cdot Y \cdot \operatorname{tg} \alpha}{2} \cdot b = \frac{Y^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}{2} \cdot b \text{ 立方公分,} \quad (4)$$

式中 b ——鑽头壁厚, 这厚度等于鑽头的内外直徑之差,

將 A 和 V 代入公式(2), 則得

$$\omega = \frac{Y^2 \cdot b \cdot \operatorname{tg} \alpha}{2 \cdot F \cdot \mu \cdot vt} \text{ 立方公分/公斤公分.} \quad (5)$$

从圖2可以看出, 鑽刃的形狀在磨損后就不完整了, 这是因为在前刃面过渡到下刃面的稜角地方, 总是会变鈍的(即使变圓程度很小)。

求出磨損系数 ω 与磨擦系数 μ , 將其乘积表示磨損和磨擦的統一过程是比較方便的。

此时

$$\omega\mu = \frac{Y^2 \cdot b \cdot \operatorname{tg} \alpha}{2F \cdot vt} \quad (6)$$

茲將頓巴斯、庫茲巴斯和克利維羅卡区内一些岩石与BK-8号硬合金磨擦时，所得 $\omega\mu$ 值与 10^{-11} 的乘积列入表6中。

表 6

煤田和岩石名称	区 域	$\omega\mu \cdot 10^{-11}$ 平方公分/公斤公分
頓巴斯 砂質頁岩	里西昌斯基区	2.0—8.0
	斯大林諾-馬可也夫斯基区	1.5—8.0
	阿尔馬茲南斯基区	5.0—10.0
	沙赫特安德拉茨斯基区	15.0—25.0
頓巴斯 泥質頁岩	里西昌斯基区	0.5—1.2
	斯大林諾-馬可也夫斯基区	1.0—5.0
	阿尔馬茲南斯基区	3.2—7.2
	沙赫特安德拉茨斯基区	6.1—8.7
頓巴斯 石灰岩	里西昌斯基区	0.05—3.0
	斯大林諾-馬可也夫斯基区	0.05—5.0
	阿尔馬茲南斯基区	0.20—5.0
頓巴斯 某些砂岩，	里西昌斯基区	15—30.0
	斯大林諾-馬可也夫斯基区	10—45.0
	阿尔馬茲南斯基区	10—45.0
克利涅洛格煤田極堅 硬及耐磨砂岩， 庫茲巴斯Ⅱ—Ⅲ級岩 石	—	200—300
	列宁区	5—15.0

表6中所列的 $\omega\mu$ 值是以鑽探煤層时常用的旋轉速度和給进力来决定的。研究結果表明， $\omega\mu$ 值視压力和旋轉速度而定。