

基本館藏

269339

# 岩石及其钻进时 有效破碎条件

Н.И. 柳比莫夫 著



6  
0724

地质出版社

# 岩石及其钻进时 有效破碎条件

Н. И. 柳比莫夫 著

地质出版社

1960·北京

ГОРНЫЕ ПОРОДЫ.  
И УСЛОВИЯ ИХ ЭФФЕКТИВНОГО РАЗРУШЕНИЯ  
ПРИ РАЗВЕДОЧНОМ БУРЕНИИ  
Н. И. ЛЮБИМОВ

本書是苏联专家 Н. И. 柳比莫夫应地質部勘探技术研究所的邀請所写的报告，講述岩石物理机械性質和可鑽性問題。內容包括：岩石物理机械性質的數值和確定它們的合理方法，岩石成分和結構对岩石物理机械性質和可鑽性的影响，各种岩石的破碎条件和提高鑽进效率的途径，以及各类型鑽头和研磨材料的合理使用范围。

本文是作者于1951—1956年在全苏矿物原料研究所勘探技术室研究的成果。文中試驗材料充分，并加以理論分析，对于研究岩石破碎原理和提高鑽岩和鑽进效率有很大帮助。适于鑽探工程技术人员和研究人员閱讀。

本文由单基源、崔福魁、馬香兰、陈云兰譯。

岩石及其鑽进时有效破碎条件

著者	Н. И. 柳比莫夫
譯者	单基源等
出版者	地質出版社
	北京西四單市大街地質部內
	北京市書刊出版業營業許可証出字第060号
发行者	新华書店科技发行所
經售者	各地新华書店
印刷者	地質出版社印刷厂

北京安定門外六鋪炕40号

印数(京)1-2300册	1960年3月北京第1版
开本850×1168 <sup>1</sup> / <sub>32</sub>	1960年3月第1次印刷
字数74,000	印张2 3/4 插頁
定价(10) 0.46元	統一書号: 15038.828

## 前 言

本報告是應中華人民共和國地質部勘探技術研究所的邀請編寫的。它包括全蘇礦物原料研究所勘探技術室於1951—1956年在作者的領導下所完成的岩石物理機械性質和可鑽性的試驗研究工作結果。

參加岩石物理機械性質和可鑽性的研究工作的有下面幾位同志：高級科學研究員 О. А. 索可娃，高級科學研究員 П. Е. 魁夫曼，鑽機試驗台領導人 В. И. 莫洛佐夫，化驗員：Е. В. 瓦爾發洛米也娃，М. В. 羅金，Д. Н. 馬斯連尼可娃，岩石的岩相鑑定工作主要是由 З. М. 米卡諾克和 А. С. 納茲洛沃依進行的。

# 目 录

前言.....	3
序言.....	5
一、岩石物理机械性质的数值和确定它们的合理方法.....	8
二、岩石结构和物质成分对岩石机械性质和可钻性的影响.....	30
1. 岩石结构对岩石机械性质的影响.....	30
2. 岩石成分和结构对岩石物理机械性质和可钻性的影响.....	33
三、岩石和急剧提高钻进效率的条件.....	65
1. 各种结构的钻头和研磨材料的合理使用范围的确定.....	65
2. 采用高转速和大轴心压力的钻进.....	68
3. 采用拉碎、剪切以及由于岩石疲劳而产生的岩石结构破碎的钻进方法.....	80
结 语.....	82
参考文献.....	87

## 序 言

鑽探工艺技术方面的成就，取决于我們对岩石的成分和岩石物理机械性質認識的程度。我們对岩石研究的越透彻越精确，在鑽进技术方面的成就就会越大，也就是說，勘探鑽孔的鑽进工艺和技术将随着我們对岩石的認識和研究的进展情况而不断地提高。虽然这是不容置疑的道理，但人們往往把勘探技术与岩石特性分别考虑，或者把岩石按缺乏科学根据的可鑽性粗略的加以分級。产生这种现象的原因是：作为矿山工业和地質勘探事业的破碎对象——岩石——的研究工作目前做的还很不够，因此現在还没有关于岩石或仅是有代表性岩石的物理机械性質系統性完备的参考資料。技术岩石学的发展还不快。根据岩石成分研究岩石的物理机械性質还很少。虽然确定岩石硬度和机械强度的方法是各种各样的，但是都需要批判性的評价和进一步的研究。

为了滿足矿山工业和地質事业的需要，必須有能够在生产条件下和地質勘探队的条件下，确定綜合硬度的方法。

某些科学家們有这样的意見：随着鑽进技术的发展，我們研究物理机械性質的意义已逐漸减小。这种意見在原則上可能是正确的，但是它完全不适合目前情况。現在还需要創造高效率的鑽进技术，并进行經濟評价和对比。

現在为了制定有科学根据的岩石分級，必須从事岩石成分和物理机械性質的研究，以便能够更好地掌握生产过程的技术和工艺，創造生产效率最高的机械，以代替比較不完善的旧机械。

如果生活本身要求我們去認識岩石物理机械性質，那么怎么能够貶低認識它們的意义呢。例如，大家知道，在非常坚硬而脆的岩石中，爆破方法是破碎岩石的最有效的方法。但是在泥灰岩中爆破方法完全不适合。問題在于这类岩石具有残留应变，因此

采用一般迴轉鑽進方法，破碎這類岩石是比較合理的，使用孔底發動機如渦輪鑽和電鑽破碎岩石時，能獲得更好的效果。

如果談到硬質合金、鐵砂和鋼粒鑽進，也就是利用這些研磨材料鑽進的對比資料，沒有關於岩石性質的知識，那末就更難確定它們的合理使用範圍和最佳鑽進技術條件。

在鑽進時知道岩石的硬度，機械強度和摩擦性是重要的。因為這些主要性質是采用切削具或研磨材料以及鑽進規範的控制因素。在後面我們將要討論以下三個問題。

1. 岩石物理機械性質的數值和確定它們的合理方法。
2. 岩石成分和結構對岩石物理機械性質和可鑽性的影響。
3. 岩石及急劇提高鑽進效率的條件。

在第一章內列舉許多數據和資料供參考。從這些資料中可以看出，各種不同岩相的岩石具有不同硬度、機械強度和可鑽性，以及這些數值的變化範圍很大。根據這些資料可以判斷岩石的均一性和不均一性，從而可以再根據報告的其它兩章內容確定各種岩石的合理鑽進方法和規範。

第二章包括很多種岩石的岩相成分的实际研究資料，它們與岩石的物理機械性質和可鑽性的試驗結果有密切的關係。在這一章里着重論述測定方法。這里面反映出分析和查明可鑽性與岩石成分和物理機械性質的關係的方式和方法，有關的問題雖然復雜，但第二章的論述在方法上具有指導意義。

可鑽性主要是自磨式鑽頭測定的。這種鑽頭的特性是保持切削具具有參數經久不變，而且較其他鑽頭耐磨，因此可以利用一個鑽頭（磨損前）在數個試驗過程中進行鑽進而保證不影響試驗的質量。

根據這種方法可以研究其它類型的鑽頭和各種研磨材料的可鑽性關係。從事這樣研究，可以找到沖擊法、沖擊迴轉法、超聲波法、振動法和爆破法破碎岩石的可鑽性與岩石成分和物理機械性質的關係。這樣可以豐富我們岩石破碎力學的知識，從而確定新的更合理的各種岩石破碎方法的使用範圍和鑽進技術參數。

7

报告的第三章再度强调了各种类型的鑽头和研磨材料的合理使用范围以及最优和合理的鑽进规范对提高鑽探效率的巨大意义。

本章中列証了一些作者和全苏矿物原料研究所其他研究員关于鑽进工艺的研究資料。这些資料的大多数已經譯成中文。因此在这里只提出沒有公布的和在提高鑽进劳动生产效率方面具有明显作用的一些資料。

本章也包括另一非常重要問題，即基于交变負荷而产生拉碎和剪切的破碎和这种破碎岩石机理对岩石鑽进方法的意义。

除了中国勘探技术研究所所进行的液压冲击回轉鑽具的某些鑽进試驗以外，目前尚沒有說明这一問題的足够的实际資料，甚为遺憾。但这并不是說这些資料將不会出現。

这些資料在不久的将来就会有的。随着急剧提高鑽进效率的液压冲击回轉鑽具的出現，勘探技术研究所必須进一步研究、試制和試驗，然后在鑽进工作中再逐步研究风动冲击迴轉鑽和振动鑽型式的孔底发动机。其次應該研究采用爆破法，再其次是超声波破碎岩石方法。

目前研究上述破碎岩石方法的效率为什么能高于現有方法的原因是非常重要的。了解这些原因就是需要研究岩石的物理机械性質及用各种方法破碎岩石时不同的特質。

这些原因有一部分已在报告中談到，还有很多需要勘探技术研究所在今后加以确定，尤其是岩石在交变負荷的作用下所产生的疲劳特性。

这些資料对于了解利用振动和超声波法破碎岩石的机理以及应用这些鑽进方法的科学基础將是非常重要的。



## 一、岩石物理机械性質的数值 和确定它們的合理方法

上面已經談到，由于对岩石物理机械性質的研究注意不够，因而現在还没有关于岩石或者即便是代表性岩石的物理机械性質的系統的參考資料。

目前有可能根据具有实际意义的一些方法，获得关于硬度、机械强度和摩擦性数值的概念。

下面列出几种岩石的数据，它們是于1950—1956年在全苏矿物原料研究所研究确定的。

确定岩石的硬度，机械强度和摩擦性的方法已記載在B.M. 沃滋得維仁斯基等人著作中<sup>(1)</sup>。

### 岩 石 硬 度

任何固体硬度的概念都有某些相对的性質和不同的量度。因此，除了指出标志硬度的数字，还必定指出测定岩石硬度的方法，例如，按布氏法，肖氏法和研磨法测硬度等。

必須指出，对于任何一种岩石，按某一种方法确定的硬度；可能与按其他方法确定的硬度不能相比，因为不同的方法可能与被测物体的不同物理性質和因素有关。在苏联进行鑽探工作的科学机关和单位鑑定岩石硬度时，应用最广泛的方法是研磨法、压模压入法、肖氏法、刻划和阻尼摆动法。茲将根据这些方法确定的某些岩石的常数列在下面。

按研磨法測定的岩石硬度 (Наст)①

表 1

順序号	岩石名称	測量的岩石种类数	硬度的平均值	变化范围
1	2	3	4	5
1	泥灰岩	4	7	13—4
2	燧石石灰岩	5	189	367—90
3	石灰岩	44	30	83—1
4	白云岩	8	31	83—2
5	石英質砂岩	4	1749	2883—858
6	砂岩	55	168	400—7
7	花崗質砂岩	2	181	285—77
8	砾岩	2	92	112—72
9	粉砂岩	5	15	34—5
10	菱鐵岩	3	40	47—36
11	磷灰石	2	111	164—58
12	石膏	1	64	64
13	輝銀矿	1	4	4
14	輝石	7	346	482—122
15	輝长閃岩	1	195	195
16	輝长岩	19	480	675—350
17	角閃石岩	3	291	482—176
18	角岩化玢岩, 砂化岩	14	590	852—327
19	玢岩	13	392	524—272
20	玄武岩	5	320	442—202
21	輝綠岩	7	348	488—171
22	細碧岩	4	327	408—195
23	安山岩	2	233	241—226
24	黑色迸发岩	2	23	24—21

① 研磨硬度单位是 1/厘米, 实际这是相对值。

續表 1

順序号	岩石名称	測量的岩石种类数	硬度的平均值	变化范围
1	2	3	4	5
25	拉长石岩	5	565	762—366
26	鈉长岩	7	527	865—203
27	正长岩	4	257	292—218
28	正长斑岩	5	349	381—277
29	正长閃长岩	1	114	114
30	閃长岩	3	313	434—182
31	閃长斑岩	3	243	245—167
32	花崗岩	21	731	1215—400
33	花崗閃长岩	13	549	697—244
34	流紋岩	15	276	550—126
35	粗面流紋岩	5	230	340—55
36	鈉长斑岩	9	442	680—215
37	花崗正长岩	4	437	524—361
38	角斑岩	9	568	932—292
39	石英	3	1256	1315—1183
40	燧石	2	2442	3143—1741
40	伟晶岩	2	693	720—633
41	大理岩	5	22	57—3
42	粘土頁岩	3	29	61—8
43	結晶片岩	12	69	96—6
44	閃石磁鉄片岩	3	305	393—203
45	角岩化片岩	8	823	1764—333
46	矿石砂化砂页岩	11	651	1036—310
47	矿石砂页岩	19	316	777—106
48	霏石角岩	2	1285	1368—1295

續表 1

順序号	岩 石 名 称	測量的岩 石种类数	硬度的平均值	变 化 范 围
1	2	3	4	5
49	磁鉄角岩, 閃石	3	367	411—340
50	亞鉄角岩	16	1104	3143—334
51	石英石	25	1452	3717—899
52	碧玉鉄質岩	10	1430	2520—457
53	碧玉岩	2	1037	1791—323
54	蛇紋石	2	37	54—13
55	閃岩	4	412	460—346
56	蛇紋岩	3	46	89—24
57	砂华	2	483	551—420
58	凝灰角砾岩	5	30	108—4
59	凝灰岩	14	95	233—9
60	磁鉄矿	10	131	280—8
61	赤鉄矿	4	494	831—285
62	黄鉄矿	8	180	698—8

按压模法測定的岩石硬度和塑性岩石根据硬度分級 表2

等 級	1	2	3	4	5
硬度, 公斤/毫米 <sup>2</sup>	5	3—10	10—23	25—50	50—100
等級	6	7	8	9	10
硬度, 公斤/毫米 <sup>2</sup>	100—150	150—200	200—250	250—300	300—400
等級	11	12	13	14	15
硬度, 公斤/毫米 <sup>2</sup>	400—500	500—600	600—1000	1000—800	800



岩石根据可塑性等级分布表

表4

岩 石	等 级					
	1	2	3	4	5	6
石灰岩						
粗粒白云岩						
细粒未风化的白云岩						
细粒风化白云岩						
硬石膏						
石 膏						
砂 岩						
粉砂岩						
粘土页岩						

按肖氏方法测定的岩石硬度

表5

编号	岩 石	测定不同 岩石的数量	平 均 值 (h)	范 围 (h)
1	2	3	4	5
1	泥灰岩	4	21	27-16
2	石灰岩	21	44	76-17
3	硬質石灰岩	2	65	68-62
4	白云岩	5	43	52-32
5	砂岩	41	51	66-34
6	石英砂岩	2	83	90-75
7	粉砂岩	2	47	56-37
8	輝岩	7	57	73-33
9	輝长岩	12	75	89-57
10	角閃岩	2	68	68-68
11	玢岩	6	62	79-68
12	石英岩質角岩化粉岩	12	78	83-61

續表 5

編號	岩 石	測定不同 岩石的數 量	平 均 值 (h)	范 圍 (h)
1	2	3	4	5
13	玄武岩	4	72	77—67
14	輝綠岩	5	68	71—62
15	細碧岩	3	66	74—61
16	安山岩	1	50	50
17	拉長石岩	2	71	80—62
18	鈉長石岩	4	72	81—68
19	正長岩	2	63	65—61
20	正長斑岩	3	81	85—73
21	閃長岩	2	74	76—73
22	閃長斑岩	3	60	73—53
23	花崗岩	13	78	90—71
24	花崗閃長岩	9	76	86—53
25	流紋岩	10	76	90—56
26	粗面流紋岩	5	70	82—50
27	鈉長斑岩	9	75	91—64
28	花崗正長岩	3	75	82—70
29	角斑岩	3	76	84—71
30	石英	3	87	89—86
31	大理岩	3	51	52—49
32	結晶片岩	9	48	73—30
33	磁鐵角閃片岩	2	79	80—79
34	砂質角閃角岩化片岩	5	79	90—73
35	砂巖	14	73	76—89
36	砂質砂岩	4	74	78—69
37	角岩	11	84	95

續表5

编号	岩 石	測定不同 岩石的数 量	平 均 值 (h)	范 围 (h)
1	2	3	4	5
38	石英岩	16	89	95—83
39	碧玉鉄質岩	9	89	92—88
40	碧石	2	87	88—85
41	蛇紋岩	3	39	49—33
42	凝灰岩	10	41	58—8
43	磁鉄矿	5	59	76—55
44	赤鉄矿	3	73	89—57
45	黄鉄矿	4	48	64—32
46	燧石	2	85	85—85

## 按刻划和阻尼摆动法測定岩石硬度

上述岩石物理机械性質的数值實質上是用實驗室方法确定的。

为了在野外队鑑定岩石的相对硬度，全苏矿物原料研究所研究出一些方法和測定仪器，其中有借助使用鋼針和錐形針的摆式仪器的刻划和阻尼摆动法及借助測力仪的压模法<sup>①</sup>。

采用刻划和阻尼摆动法測定的岩石硬度 (N) 表6

编号	岩 石	測定不同 岩石的数 量	平 均 值 (N)	范 围 (N)
1	2	3	4	5
1	泥灰岩	10	11	13—8
2	石灰岩	36	16	27—11

①在1957年第2期科学技术新聞簡报中詳細叙述了測定方法（地質保矿科技出版社）。



續表 6

編號	岩 石	測定不同 岩石的數 量	平 均 值 (N)	范 圍 (N)
1	2	3	4	5
3	砂質石灰岩	4	33	36—31
4	白云岩	5	19	24—15
5	砂岩	47	25	36—13
6	花崗質砂岩	2	25	28—23
7	石英砂岩	4	45	57—36
8	細粒砂岩	5	17	26—8
9	菱鐵礦	3	23	23—22
10	磷灰石	2	22	26—19
11	輝 岩	7	34	41—23
12	輝長岩	13	42	49—36
13	角閃岩	3	29	34—26
14	玢 岩	7	35	39—29
15	砂化角閃玢岩	13	42	49—36
16	玄武岩	5	35	39—23
17	輝綠岩	6	38	47—26
18	細碧岩	3	36	39—31
19	安山岩	2	28	28—27
20	鈣鈉斜長岩	5	41	45—38
21	鈉長石岩	4	44	47—40
22	正長岩	3	33	47—31
23	正長玢岩	5	38	43—34
24	閃長岩	3	41	42—32
25	閃長玢岩	4	32	36—30
26	花崗岩	16	42	49—31
27	花崗閃長岩	11	41	45—32