

基本館藏 28207

# 岩石樣品 物理性質測定指導

奧澤爾斯卡婭等著

512  
2731

地質出版社

3512  
572731

# 岩石樣品物理性質測定指導

奧澤爾斯卡婭等著

地質出版社

1955·北京

НАСТАВЛЕНИЕ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ  
ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД

ГОСТОПТЕХИЗДАТ

Москва 1953 Ленинград

本書是由蘇聯石油工業部地球物理和地球化學勘探總局，石油地球物理總局（Главнефтегеофизика）和地球物理和地球化學勘探科學研究所（НИИГГР）共同編定的。

本書內容是敘述岩石樣品各種物理性質的測定方法。這些方法是在地球物理和地球化學勘探科學研究所及石油地球物理總局各企業的工作經驗基礎上擬訂的。

本書可作為石油工業部地球物理和地球化學部門之工作指導。

第一章由奧澤爾斯卡婭（М. Л. Озерская）編寫；第二章和第三章由加里寧娜（Р. В. Калинина）編寫；第四章由奧澤爾斯卡婭及多爾吉諾維（С. Ш. Долгинов）編寫；第五章由澤琳斯卡婭（М. Л. Зелонская）編寫。主編是科學技術博士奧澤爾斯卡婭。

本書由厲始一、俞浩城兩同志譯出，由地質部編譯出版社張志誠同志校訂。

岩石樣品

書號0177 物理性質測定指導 50千字

著者 奧澤爾斯卡婭等

譯者 厲始一、俞浩城

出版者 地質出版社

北京宣武門外永光寺西街三號

北京市書刊出版業營業許可證出字第零四零號

發行者 新華書店

印刷者 地質印刷廠

北京廣安門內教子胡同甲12號

印數（京）1—1700冊 一九五五年七月北京第一版

定價（8）0.39元 一九五五年七月第一次印刷

開本31"×43" 1/32 印張2張 插頁

## 目 錄

緒 言

第一章 選擇岩石樣品及提出測定物理參數結果的一般要求	7
第二章 岩石密度的測定	11
體重的測定	12
重量濕度的測定	20
礦物密度的測定	22
總孔隙率的測定	24
第三章 近似彈性的測定	30
第四章 磁性的測定	37
第五章 天然放射性的測定	73

## 緒 言

組成地殼的岩石具有各种不同的物理性質。這許多性質與岩石的礦物成分及岩石的結構有關。岩石結構是由形成岩石的物理化學條件及岩石在形成以後所遭受的各種作用來決定的。岩石物理性質的差別是作為應用地球物理方法勘探礦產之根據。

隨着地球物理勘探法的迅速發展及對解釋勘探結果的要求的提高，就必須全面地來研究用地球物理所勘探地區中地質斷面的岩石物理性質。

組成各種地層岩石組合的岩石的物理性質的差別是劃分地質斷面中的標準層的根據，而這些標準層是設計地球物理勘探及合理佈置綜合勘探的根據。研究了各個地質層系物理性質及闡明了這些物理性質在所研究區域範圍內是穩定的或是易變的，就能使我們有根據地進行地球物理勘探數據的地質解釋。

在同樣的岩石狀況下及同樣的測量條件下所測定的岩石物理性質與在鑽孔對比中的測井圖有同樣的價值。

形成個別地層層位的岩石的物理性質的詳細研究，可以使一系列的地質問題得到解決。這些問題是與地殼的結構、地殼的發展、形成沉積的條件、以及在沉積岩中的次生過程等等有關。

以一定單位表示的岩石物理性質是客觀的定量特徵。這定量特徵可以用來比較在各種條件下由不同的勘測者所收集的岩石。

詳細研究岩石的物理性質，使我們得到與以下研究沉積岩主要方面有關的定量特徵：

- (1) 研究岩石成分及它們在地殼中的分佈規律；
- (2) 研究有規律的週期性的沉積發育；
- (3) 研究沉積岩與形成它們介質之間的關係。

與岩石特性有關的岩石物理性質的顯明的差別可以用物理參數來表示，其目的是為確定岩石的客觀特性及每一地層岩石層的分界面。岩石比重的變化意味着岩石內礦物成分的變化。放射性及磁性元素含量的變化即引起岩石磁化率及天然放射性的相應變化。因此，磁性岩石和放射性元素之存在基本上是與沉積岩中陸源沉積的存在有關。在碳酸質岩石內陸源沉積的含量就影響到相應的物理參數。岩石的結構是決定岩石密度及其彈性的主要因素。

物理性質與岩石成分的密切關係是用作追蹤相的水平變化，而這個變化是由古地理特徵沉積的條件來決定。與地殼升降運動有關的岩石的物理性質影響了沉積條件的垂直變化，可能用以查明追蹤形成沉積的規律，振動過程的強度及順序。

個別層位岩石物理性質的變化表示動力因素對岩石的影響。這些動力因素如：在上覆沉積層壓力作用下使物理性質隨深度而變的重力因素；當比較岩石密度和彈性與在褶皺形成過程中所產生的構造形態之間的關係時所能追蹤到的構造影響；在沉積層下降很深，由於重力和熱力的共同作用引起岩石物理性質變化的動力變質。

从露头, 坑道, 特别是从鑽孔中所採集的岩石樣品, 由於風化作用或在泥漿沖洗作用下極易變形。在實驗室中測定的物理性質, 特别是与濕度和層間水的成分有關的一系列的物理參數, 不能同岩石在天然蘊藏下的情形相一致。於是, 採用實驗室所測得的結果時, 必須考慮相应的校正係數, 使實驗室所獲得的性質接近於天然的性質。

在廣大的探勘區域內对岩石物理性質各种資料的分析, 祇有当將用所研究的岩石樣品保持同一個狀態並对各种參數的測量有相同的條件時才有可能。这种情况是擬訂岩石物理性質測量方法的依據。岩石特性測定結果的可靠性要看所測樣品与地質斷面的調查間隔是否相当及除去意外情形之外的測量質量如何來決定。

本書的內容是叙述以下各物理參數的測量方法及測量結果的整理:

- (1) 岩石密度, 及与密度有關的比重、總孔隙率及濕度,
- (2) 近似的彈性特徵;
- (3) 磁化率及剩餘磁化;
- (4) 天然放射性。

擬訂的各种參數的測量方法, 就可使之得到接近實際情況的岩石特性, 以供實際应用。

岩石電阻測量法, 彈性勢位測量法及開口孔隙率測量法不在本書範圍之內。

## 第一章 選擇岩石樣品及提出測定物 理參數結果的一般要求

爲了測定岩石的物理性質可以利用當鑽進時從坑道及天然露頭中所取出的標本，直接採集或從岩心儲藏室和其它各種蒐集地方所獲得的樣品。

樣品要在所研究的整個剖面或區域中均勻地選取。樣品應具有作爲所研究層位特徵的岩石學上的變種，並且儘可能具有未被破壞的結構。對於每一均勻岩層的岩石來說至少應當取三——四塊樣品。

岩心樣品的結構被破壞或充滿沖洗液的表層在測定物理參數之前應當除去。

自露頭處所取得的樣品應當儘可能地從深處取，以便除去表面風化的影響。

從鑽孔、露頭或坑道中所取出的樣品應當用蠟密封，以保持岩石的天然濕度。

用作研究所選取的樣品必須貼上標籤，在上面註明樣品編號、所取標本的地點和深度、樣品的岩石特徵及其選取地點的方位（南北方向、上下）。

最好用同一岩石樣品，逐次的來測定岩石的各種物理性質。

將岩石物理性質鑑定的結果按第一號格式綜合成一覽表。

岩石物理性質的測定數據，要用1:500的深度比例尺來作圖，並與地質剖面圖和電測圖相比較（圖1）。



所測出的值按照樣品的岩石特性用假定的符號填在所採取岩心柱狀剖面圖的相當位置上。

由於樣品物理性質的研究數據與地質剖面圖和電測圖相比較的結果，可將所研究的剖面分成數段，每段各有其各種參數平均值。

如果均勻地採取樣品，則可根據岩石的均勻間隔估計各別夾層的厚度和所測定的數值來求出岩石物理性質的平均值。

體重、礦物密度和孔隙度以及其他各種物理性質的平均值可用圖表求出（如果均勻採取岩心）或按下列公式計算之：

(a) 假定均勻的採取

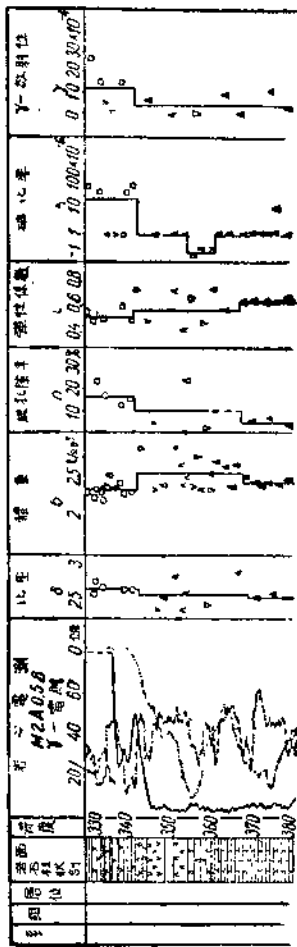
$$A_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n},$$

式中  $A_i$ ——分別測定的參數；  $n$ ——樣品測定數，  $A_{cp}$ ——任一間隔的參數平均值；

(6) 假定不均勻的採取

$$A_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i K_i}{\sum_{i=1}^n K_i}$$

式中  $A_i$ ——與個別夾層有關的參數值；  $K_i$ ——相應夾層的厚度；  $n$ ——在該間隔內的夾層數。



平均的測量數據

K/C 曲線  
 rho\_a 曲線  
 γ-電測曲線

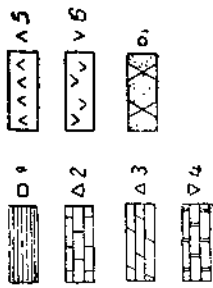


圖 1. 岩石物理性質與地質剖面、電測圖的比較圖

1—粘土, 泥質岩, 頁岩; 2—石灰岩; 3—泥灰岩; 4—白雲石;  
 5—硬石膏; 6—頁岩; 7—砂岩

被研究剖面岩石的物理性質的數據可以用來與其他鑽孔剖面作比較，根據個別參數來劃分標準層並按個別層位來作圖的比較。

在個別層位內岩石的物理性質可能顯示出沉積堆積的特徵，以及岩石成分變化的特點。這樣，岩石的比重直接與其礦物成分有關。在個別情況下根據比重的變化，可以判斷碳酸質岩石的白雲化程度及陸源岩石中重的部分和輕的部分的成分。

岩石的磁化率和放射性與其中黏土部分的含量有關。

具有同一岩石特徵及相同礦物密度的岩石的體重的差別證明出這些岩石有各種不同的結構，並且與沉積堆積的條件或以後的變化過程有關。

格式 1

岩石物理性質測定結果一覽表

地區：

鑽孔（露頭、坑道）

樣品編號	地層分類	岩石特徵	取樣深度(公尺)	體積 克/公分 <sup>3</sup>	礦物密度 克/公分 <sup>3</sup>	濕度 ①	總孔隙率(%)	彈回係數	磁化率	γ-放射性	其他定(石、定他分)其鑿果、岩調及種用法給學粒以各析)	附註

製表者：

審核者：

① 表內僅列出帶有天然濕度樣品的測定結果。

## 第二章 岩石密度的測定

在天然蘊藏條件下岩石單位體積的重量稱為岩石的密度或含天然濕度的體重。

為了正確地佈置和解釋重力勘探則必須知道岩石的體重，因為在垂直和水平方向研究岩石密度分佈的規律就能按其密度而劃分出沉積岩層的界限，並能解釋重力異常以及追蹤它們的分佈。

岩石的密度與其成分和結構有關。熟習這個性質可以幫助解決一系列的地質問題（如剖面的對比、岩石的成因等等）。

為了找出岩石密度分佈的規律，必須知道岩石的礦物密度或比重及其孔隙率。

岩石固相的重量與其體積之比稱為岩石的比重或礦物密度。

孔隙的體積與岩石總體積之比稱為岩石的孔隙率，以百分數表示之。

可以區分為開口孔隙率與總孔隙率或絕對孔隙率。

與岩石樣品表面有聯系的孔隙體積同該樣品體積之比稱為開口孔隙率。

孔隙總體積（與樣品表面不相通的和有聯系的）與其體積之比稱為總孔隙率或絕對孔隙率。

岩石體重與總孔隙率有關，所以本章專講總孔隙率的測定方法。

總孔隙率是根據礦物密度及絕對乾燥岩石的體重來計

算的。

絕對乾燥岩石的體重不僅用作計算孔隙率，同時由於不易測定含天然濕度的岩石體重，所以是一種最廣泛應用的岩石緻密程度的表示方法。

絕對乾燥岩石的體重應當換算成潮濕岩石的體重以便應用於重力測量中。對濕度的校正必須根據岩石在天然蘊藏條件下假定的最大吸水量，並且在數值上等於岩石的孔隙率，用分數表示之。

體重和礦物密度用克/公分<sup>3</sup>表示。

岩石飽和度用重量濕度來表示，重量濕度可按岩石中所含的水的重量同絕對乾燥樣品重量的比來測定，以百分數表之。

## 體重的測定

### 一、一般原理

1. 用作測定體重的樣品，其重量應為200—500克，並且不應有非代表性的包裹體和裂隙。
2. 岩石樣品的體重用密度計或工業用天秤來測定。
3. 如果塗過石蠟的樣品或在測定前不超過四小時而剛從鑽孔中所取出的樣品來測定體重時，那麼所得出的值便可認為是含有天然濕度的岩石體重。
4. 絕對乾燥岩石體重的測定，乃用在105—110°溫度下焙乾至固定重量的樣品來進行。

如果樣品在乾燥和潮濕的狀態下，其兩個重量之差不超過1%時，則該樣品可認為已烘乾至固定重量了。

5. 測定石膏之體重或劇烈石膏化的岩石之體重時，不需要將樣品烘乾，因為在  $60^{\circ}$  時，石膏也開始失去其結晶水。

6. 用來測定於絕對乾燥狀態下的體重之黏土，不需烘乾，因為黏土於烘乾時其體積會收縮，同時其孔隙率亦就減小。測定絕對乾燥黏土之體重，乃用計算方法來進行（參閱第二節“總孔隙率的測定”之公式）。

7. 密緻岩石（石灰岩、白雲岩、無水石膏等）體重之測定，可直接用密度計進行，而不需再用蠟封。用來在密度計上測定體重的樣品，其最小重量為50克，密度計秤桿上的最大容許荷重為300克。

8. 重量小於50克的、具有孔隙及風化的岩石樣品（預先經過蠟封）以及密緻岩石之樣品應以工業用天秤來測定。

9. 體重測定的準確程度可用重覆測量同一類樣品的方法來檢查。檢查測量乃用5%的樣品來進行，這5%的樣品應均勻地按所要調查的間隔分配。檢查測量的誤差不應有大於0.02克/公分<sup>3</sup>。

## 二、密度計之描述

測定變化範圍由1.2至7.5克/公分<sup>3</sup>的岩石體重，以及測定係數變化範圍由0至24%的濕度重量係數時，可用密度計（圖2）。

密度計的主要部分為秤桿(1)。秤桿軸與掛樣品和秤盤用的連桿不在一直線上。秤桿裝在滾珠軸承的鋼軸上，能依鋼軸轉動。

用掛鉤(3)把樣品掛在秤桿右臂下部連桿(2)上。秤桿

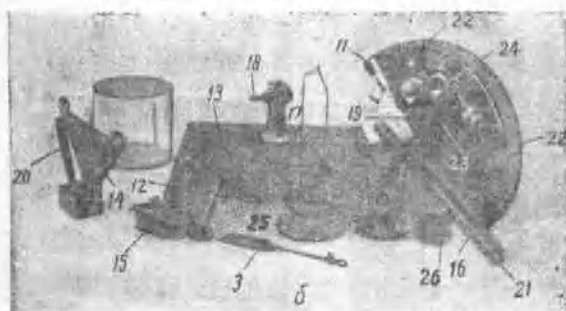
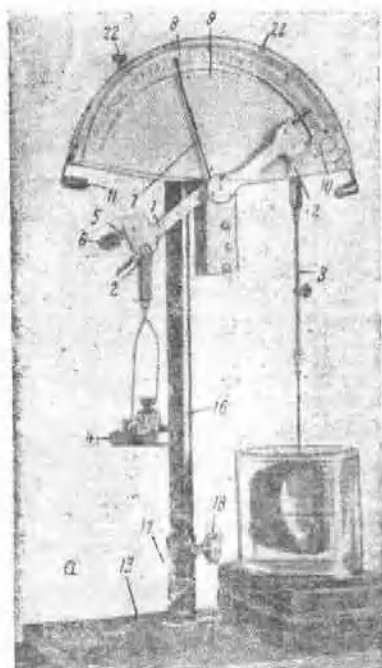


圖 2

a—支撐式密度計；б—拆散了的密度計，

左臂則掛秤盤(4)。

左臂上的掛釘(5)是掛平衡器(6)用的。其他所有裝於秤桿上的軸及掛釘都是作為平衡之用的。

指針(7)緊緊地安裝在秤桿上。在密度計上裝有兩個刻度：一為密度刻度(8)，其範圍是從 $\sigma=1.2$ 到 $\sigma=7.5$ 克/公分<sup>3</sup>；另一為濕度刻度(9)和密度指標(10)。附有一面放大鏡，以便正確讀出指針指在指標上的數值。密度計不使用時，可用掣動器(11)把秤桿(1)固定住。

秤桿左臂上的最大負荷不應大於300克。

用密度計來測定的岩石樣品，其重量最小應為50克。

### 三、密度計的安裝和調整

密度計可以靠支架(12)，用三隻螺釘固定於牆上(圖3)，或者就安裝於可移動的架子(13)上(參看圖2)。

座子(14)用螺釘(15)固定在支架(12)上。欲將密度計裝在木架子(13)上時，可把支桿(16)插入套管(17)內，而後把固定螺釘(18)擰緊。把座子(14)擰在支桿螺釘(21)上。其餘的裝配方法同壁掛式的一樣。密度計頭部用套筒(19)套在座子(14)的軸(20)上，並且恰好能使螺釘(22)同時落入座子(14)的螺孔中，而後把軸(20)用螺釘(23)擰住。

安裝好的密度計必須進行調整：調整密度計的安裝是否水平，檢查有無顯著的不平衡現象。

10. 最後用水準器(24)及定位螺釘(22)來完成密度計的安裝工作。安裝是否正確，可以檢查指針與密度計刻度(8)的單位是否相符。因而秤桿右臂不要掛東西，而在左臂上掛上秤盤，內放100克砝碼，此時若指針(7)不與刻度(8)的



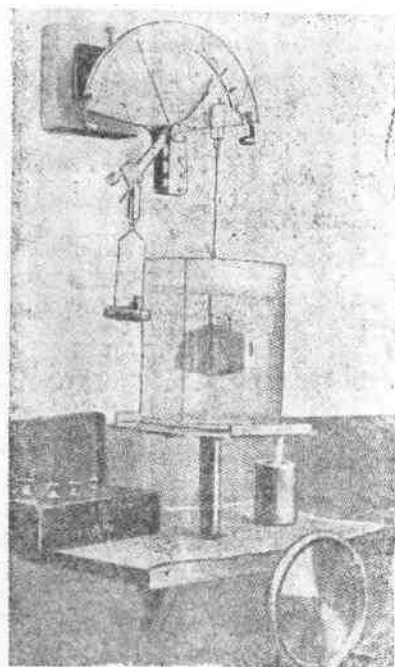


圖3. 壁掛式密度計

是互相平衡。

13. 依以下步驟測定體重：

- (1) 把樣品用綫縛住，掛在秤桿右臂的掛鈎(3)上；
- (2) 左臂掛以秤盤，內放砝碼，使指針指在密度刻度

指標上；

(3) 把樣品浸入盛有水的器皿內，於是可根據密度刻度計算出體重，其準確度到0.5分格，即0.01克/公分<sup>3</sup>（參看格式2）。

單位相符合，則旋動螺釘(22)，直到指針與刻度(8)的單位相符合為止。

11. 為了檢查有無顯著的不平衡現象，可將秤盤從秤桿左臂上卸下，而將掛樣品用的掛鈎(3)掛在右臂上。把平衡器(6)擰在左臂的上梢釘上，慢慢旋轉平衡器(6)，直到秤桿在不同位置上都能平衡為止。

#### 四、用密度計測定體重

12. 測定體重時，先把掛鈎(3)掛於秤桿右臂上，將秤盤(4)取下，此時，掛鈎與平衡器(6)應