

碳酸鹽类 造岩矿物的 鑑定方法

苏联 B·B·达达尔斯基著

石油工業出版社

內 容 提 要

本書介紹四種主要的鑑定鈣鎂質碳酸鹽礦物的方法。

書內包括不少新的資料，對研究沉積岩礦物成份很有幫助。

本書的主要讀者對象是地質實驗室的分析人員及沉積岩的研究者，並可供其他地質人員及高等學校的學生參考。

В. Б. ТАТАРСКИЙ

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

ПОРОДОБРАЗУЮЩИХ КАРБОНАТНЫХ МИНЕРАЛОВ

根據蘇聯國立石油地質技術出版社(ДОСТОПТЕХИЗДАТ)

1957年列寧格勒版翻譯

統一書號 15037.250

碳酸鹽類造岩礦物的鑑定方法

孫潤臣譯

石油工業出版社出版(地址：北京六鋪炕石油工業部十號樓)

北京市書刊出版營業證出字第083號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 印張1 $\frac{1}{2}$ * 34千字 * 印1—5,100冊

1957年4月北京第1版第1次印刷

定價(10)0.28元

目 录

引 言	1
油浸法	5
文石的油浸法鑑定	10
染色法	14
硝酸銅反应	21
腐蝕光片	22
区分白云石和菱鎂矿的反应	24
差热分析	26
碳酸鹽分解的溫度	31
白云石与高嶺土混合物的热譜	38
差热分析时文石的性狀	41
碳酸鹽矿物樂琴射綫鑑定法	42
所述方法的結論	49
参考文献	51

前 言

很早以前，~~俄國學者~~就已開始碳酸鹽類岩石學的探討。從舊俄時代的文獻中，我們可以找到出色的岩石學方面的著作。這些著作即便以現代科學觀點來看也并不落後。如 M. Э. 諾英斯基所著“薩馬拉河弓形地帶的白云岩”一書（文獻18）即是。該書的岩石部份在敘述關於實際材料的標本整理工作和利用所有岩礦資料及一般地質資料做綜合工作方面，均遠遠勝過當代外國學者的同類著作。例如 M. Э. 諾英斯基發現了脫白云作用，並確定了在所研究的白云岩層中有一些至少是原生的，而不是像過去所想像的那樣，都只是石灰岩交代變質而成。

此外，必須指出，到目前為止碳酸鹽類岩石學，尤其是白云岩研究得還很不够。如果說，我們對白云岩的生成條件和轉變過程了解不够全面和經常可能不確切，則主要的原因是由于對碳酸鹽類岩石的物質成份及其組成礦物之間的結構關係的鑑定方法缺乏足夠的注意所致。

沉積岩的主要碳酸鹽類礦物——方解石和白云石（鐵質碳酸鹽類礦物除外），甚至菱鎂礦（如為數很少），用簡單的光性方法來鑑定其岩石薄片是無法區分的。在一般的岩石學教程里，有的承認這一事實，有的指出一些區分的標誌（如方解石具有復雙晶，白云石具有菱形自形晶體等）。但對大部份沉積岩來講，都是沒有代表性的，同時也不是普遍的。

野外鑑別方解石和白云石的方法人人皆知，方解石

稀鹽酸發泡很劇烈，而白雲石不發泡。但是，這些書籍并未特別指出細粒白雲石也發泡，雖然不太劇烈。因此，在野外經常把這種岩石錯認為泥灰岩，并解釋說，其與鹽酸起反應弱是由于有泥質存在的緣故。白雲岩類岩石不但可能發泡，而且還相當強烈，只要它們含有很少量的均勻分佈的方解石，特別是含有未受白雲石化的微動物化石等。

白雲岩的分佈比石灰岩少的概念，大概就是在野外研究時，根據白雲岩的這種性狀解說出來的。雖然早在1940年Л. Б. 普斯托瓦洛夫就曾指出過這種概念的不正確性(文獻20, Ⅱ部份, 254頁), 并根據1148個不同年代不同地區的碳酸鹽類岩石樣品的分析結果，統計得出：50%屬於含10%的白雲石混入物的石灰岩；33%為含10%的方解石混入物的白雲岩，剩余的17%屬於中間成份的岩石，而這種認識至今仍未擺脫。

K. B. 安東諾夫(全蘇石油地質勘探科學研究所)在整理歐洲俄羅斯中部中、下石炭紀的地層綜合剖面中的2608個樣本分析資料時也得出了近似的結論。

所以，只能說白雲岩的分佈僅稍次於石灰岩。

白雲岩相對稀少的概念和在多數情況下用薄片觀察難以區分白雲石和方解石的看法都是使得在不久以前經常把白雲岩描述成石灰岩的原因，甚至在岩石資料整理方面也是這樣。自從地質學家們意識到不僅僅要確切地認識火成岩和變質岩的物質成份，同時也要確切地認識沉積岩的物質成份的重要性時起，情況才有了些改變。但是目前用化學分析或差熱分析測定出的碳酸鹽類岩石的礦物成份都還經常不能與岩石的結構聯繫起來和取得在成因上應有的解釋。

油浸法、染色分析或腐蝕反應、差熱分析和熾琴射綫分析均可用來直接鑑定碳酸鹽類礦物。但這些方法並未得到同樣廣泛的採用。可惜人們對這種或那種方法的聲譽還未能與其相應的優缺點聯繫起來看。因此，在研究碳酸鹽類岩石的工作中經常見到對某些方法過於偏重，而對另一些方法則採取了不應有的忽視態度。

“基準井資料室內整理須知”(文獻9)一書就是這類情況的例子。但蘇聯許多石油及地質工作單位均以此須知為工作指南。在該書中介紹了差熱分析法，它須要有很複雜的設備和專門的熟練的工作人員。因此，正如下面提及的總是得不到可靠的結果。在須知中對碳酸鹽類的油浸法鑑定和染色法鑑定却干脆未提。染色法是俄國創造的，它僅需要一些極簡單的試劑，並不要求工作人員有專門的熟練技巧。它不但能鑑定碳酸鹽類礦物，同時還可以用來確定方解石和白云石在結構上的相互關係。這一點對岩礦研究很重要，而且是用其他方法所做不到的。

М. Э. 諾英斯基(1913)、Б. П. 克洛托夫(1925)、Г. И. 捷歐多洛維奇(1949, 1950和這以前)、全蘇石油地質勘探科學研究所的工作人員——Е. П. 亞力山大和В. А. 塞爾芒金(30年代)及許多其他研究者均廣泛地應用過染色法，而且得到了非常良好的結果。但在指導性的書籍中這一方法並未加以充分的闡述。

碳酸鹽類鑑定雖然已是沉積岩研究工作中的薄弱環節，而且其鑑定方法在沉積岩石學的書籍中不是根本不予以研究，就是膚淺地提一提，而且還常常有錯誤。

4

在众所周知的 Л. В. 普斯托瓦洛夫(文献20)的著作中对矿物鑑定問題也未进行研究。在 М. С. 什維佐夫(文献35)所著的“沉积岩石学”一書中仅提出了一个染色法, 而且鑑定的程序还写得不完全正确。难怪因此而做出了过于悲觀的結論——“准确地鑑定薄片中的单独顆粒……, 恐怕用目前已知的方法是做不到的”。碳酸鹽类的其他一些鑑定方法仅概略地提到一些。出版較早的書籍, 如 Г. В. 密利涅尔的譯著(文献16)和 В. П. 巴圖林的“参考指南”(文献2), 在叙述这个問題上均很典型地帶有同样的缺点。

因此, 可以認為簡述最主要的碳酸鹽类矿物的鑑定方法, 评价其可靠性, 使用范围 and 指出其可能發生的錯誤是不会沒有益处的。

在下面的論述中, 除部份被人們忘記的或以后做了錯誤评价的参考資料外, 主要是利用多年来在碳酸鹽类鑑定的实际工作中所获得的資料。在这部份資料中有些研究結果已經發表过, 其余一部份則是在这里第一次提出。

本書是在荣膺列宁勳章的国立列宁格勒日丹諾夫大学写成, 主要材料是油矿区的碳酸鹽类岩石, 这些材料是我們在执行全苏石油地質勘探科学研究所的任务时整理出来的。

油 浸 法

方解石、白云石和菱鎂矿为一軸晶矿物，負光性、重屈折很强。其折光率如下：

	n_o	n_e
方解石.....	1.658	1.486
白云石.....	1.681	1.500
菱鎂矿.....	1.700	1.515

用油浸法鑑定該类矿物主要是以一軸晶矿物的折光率(n_o)对常光来講在各个切面上均具有同样数值的性質为基础。因此，可以在任意顆粒中进行測定，而不受定向的影响。

方法虽然極其簡單，并且在大多数情况下都是絕對可靠的。但迄今該方法在岩矿工作人員中間仍未得到应有的推广，而是沒有充分根据用那些相当复杂、昂貴、而且不太可靠的方法来加以代替。这种現象之所以产生，我們認為，是由于多数工作人員沒有足够地了解油浸法的理論基础和操作方法，因此，对这一方法的准确性做了不正确的估价（与其他方法相比）。所以，有必要在这里研究一下这些問題。

若碳酸鹽类在所研究的岩石中是由單一矿物組成，則可以从岩石碎塊中取任意顆粒进行鑑定。把体积为0.5—1.0立方厘米的岩石碎塊研碎成直徑为0.20—0.05厘米的顆粒，而細粒和微粒岩石則必須研碎到更小的程度。因为須要使所研究的顆粒变成單晶顆粒，而不是集晶的結合体。

在載物玻璃片上滴一滴折光率等于方解石的 n_o 的浸油(2-單溴萘)。先把實驗針尖浸入油滴，而后用此針沾少量所要研究的物質置于油滴中。然后用盖玻璃盖上。

鑑定可用任意一个不太厚的稜面清楚的顆粒来做。把顆粒置于十字絲中間，根据粒度的大小确定使用高倍鏡或中倍鏡。待顆粒置于消光位置后，拉出上偏光鏡，調节光圈，进行观察貝克光帶。然后，把上偏光鏡推入，轉晶粒到第二消光位置，再观察貝克光帶。在这兩個位置之一顆粒的折光率小于浸油的折光率，有时相差很大。这个位置符合于非常光的波动方向。在第二个位置上顆粒的折光率等于或大于浸油的折光率。如折光率相等，則所鑑定的矿物为方解石。

如矿物的折光率大于浸油的折光率，則以折光率等于白云石的 n_o 的浸油(單溴萘与碘甲烷的混合物)重制一片，即可說明所研究的矿物是否为白云石。如矿物折光率 n_o 仍較高，則繼續进行研究，直到确定其数值为止。

当 n_o 大于1.681，但小于1.700时，則矿物为鉄質白云石(鉄白云石異質同形类第一組矿物中的一个变种)。折光率为1.700时，則是菱鎂矿，但在鉄白云石类中有一矿物也可能具有同样的折光率。因此，在这种情况下，为了鑑別所研究的矿物是菱鎂矿或是鉄白云石，除光性鑑定外，还必須做一些補助鑑定。

最后，当折光率大于1.700，但小于1.755时，則其結果也有兩種可能：即这样的折光率既能出現于鉄白云石类中，也能出現于異質同形类——菱鎂矿(隕鉄)中(关于最后一类矿物在沉积岩中的分佈資料現在还很缺乏)。

当然，也可用另外一种研究程序。例如，第一个薄片可

用折光率为1.681的浸油来做。用这一种浸油既可鑑定方解石($n_o < 1.681$)，也可鑑定白云石($n_o = 1.681$)。只有当 $n_o > 1.681$ 时才須要做補助薄片。

这时，鑑定所用的浸油具有較强的分光性。因此，当折光率近于相等时，貝克白光帶可能被兩個呈相对方向运动的色光帶所代替。在过去發表的文章里，我們曾經指出过：在这种情况下要达到实际上要求的准确度，不見得必定要用單色光。这时只須注意這兩种光帶那个比較活动，而后根据那个比較活动的光帶來确定矿物的折光率，因为該光帶的一般性狀同貝克光帶（当提升鏡筒时，光帶向折光率較高的物質方向移动）。如果兩個光帶的活动性大致相同时，則矿物和介質的折光率可認為是相等的（文献28，30）。

顆粒越厚，則当顆粒和浸油的折光率相差很大时越易出現色光帶；因此，为便于研究，最好选較細的顆粒。

能够見到貝克光帶的顆粒，其稜面应当是干淨的，未受塵埃和包裹物影响的。因为顆粒和浸油的折光率相差越小，則外来的在顆粒稜面上的質点越易干扰觀察。如顆粒不大，同时其厚度与其直徑相比不过于薄，則在移动鏡筒时，除貝克光帶外，还可見到这样現象：即光帶移向顆粒时，整个顆粒变亮，而当光帶离去时，則变暗（与正置于焦点时相比）。这种現象在碳酸鹽細小菱面体的顆粒中經常表現得比貝克光帶还清楚。当顆粒和浸油的折光率很近似时，則当提升鏡筒时顆粒光帶的中間部份呈黃色，而当下降鏡筒时則呈藍色。

用油浸法鑑定顆粒很細的碳酸鹽类（粒度 $1-2\mu$ ）也不会引起什么特殊的困难，不过須要把矿物研得細一些，接物鏡的倍数也要大一些。因此，我們很早就提出过：可用油浸法

折光率的最小顆粒粒度为0.5 μ 左右(文献31)。

顆粒大小超出显微鏡鑑定能力極限时(一微米或更小),則准确的焦点不易确定。用以确定顆粒折光率大于或小于浸油液折光率的现象在这里有些改变:当顆粒相当小时,虽对上焦点,但顆粒仅能在很短的时间內呈现出暗色。如果顆粒的折光率(n)大于浸油的(n_1),則在提升鏡筒时,整个顆粒会因此变明。而当下降鏡筒时,則出现明亮的边圈。該边圈从顆粒的边緣向浸油移动;这时,暗色顆粒似乎变小些。

当顆粒的 n 小于浸油的 n_1 时,則相反,在下降鏡筒时,暗色顆粒变明。而当提升鏡筒时,則出现明亮的边圈。这种情况簡單地表示于圖1中。

当顆粒为0.3 μ 左右时,在白光中用任何倍数鏡頭都已不能进行鑑定了。因为在定焦点时,只在一定时间內顆粒完全变暗。在这种情况下提升或下降鏡筒所得的结果是一样的:即顆粒变明并显现出顆粒的輪廓。

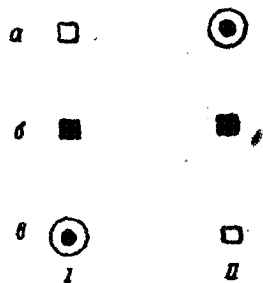


圖1 I—顆粒 n 大于油液的 n_1
II—顆粒 n 小于油液的 n_1
a, b, c, —鏡筒下降时,顆粒形狀的改變。

大致,这就是我們能对其单独顆粒的折光率进行鑑定的最小粒度了。因为此时顆粒的粒度已等于光波平均長度的一半。

單溴萘(折光率为1.658的浸油)是相当稳定的,其折光率經長期保存亦不会發生变化。折光率更高的浸油液由單溴萘和易揮發的碘甲烷($n=1.745$)混合而成。由于碘甲烷具有揮

發性，这种混合液在保存时其折光率有降低的可能。当沒有折光仪定期檢查浸油的折光率时，为了获得准确的結果，須要有校准矿物。如大家共知的白云石和方解石均能檢查浸油的折光率，借助于此即可进行鑑定。

这里所談的油浸法操作技术，在已出版的書籍中已有过系統的研究(文献29，第二部)。

*

*

*

当确信在岩石中碳酸鹽类是由單一矿物組成时，才能以任意顆粒来做这一矿物的鑑定。但在实际工作中这种确信的把握是很少的。因此，在研究时就必須鑑定一系列的顆粒，同时对其形狀和大小也要加以注意。能否發現共生的二种碳酸鹽类矿物則决定于其数量的比例。如果其中有一种碳酸鹽矿物在岩石中呈微量的混合物状态存在，則只能当其顆粒在晶形上或粒度上与石基中的碳酸鹽矿物顆粒有显著的区分时，才易于鑑別出来。

通常，在矿物鑑定前要做薄片鑑定，并根据鑑定結果，來說明該岩石中之碳酸鹽类在結構上是否相同，或在石基中是否見有能按某些標誌可与石基区分开来的顆粒。如果有这样的顆粒，則在浸油薄片中应当找到，并測定其折光率。

在同一岩石成份中，各种碳酸鹽类在数量上的比例关系單用油浸法研究，則仅能得出很粗略的数值。

以上所述可归納成下列几点：

1. 油浸法可以准确地鑑定出方解石和白云石，并把它們与其他矿物区分开来。

2. 如果在岩石中沒有与菱鎂矿的折光率相同的鉄質白云石，則也能准确地鑑定出菱鎂矿。

3. 如果鉄白云石的折光率大于菱鎂矿的折光率，則其与異質同形类的矿物——菱鎂矿——不能根据光性区分开来。若最后这种情况不存在，則根据折光率的大小，可以确定出鉄白云石分子成份中的鉄含量（有关資料在参考書中有所叙述）。如折光率小于菱鎂矿，則仍属于鉄質白云石类矿物。

但必須指出，这种鑑定是有某些局限性的。因为，在鉄白云石中除鉄而外还見有錳（一般含量不多）。在油浸法鑑定时，这种情况常被忽略。

4. 折光率与物質結構有关，是用單体晶粒求得的，它不受物質分散程度及岩石中外来混入物的影响。因此，用細顆粒（到 0.5μ ）或粗顆粒測定折光率都同样可靠。甚至被包裹着的顆粒也是可以測定的。

5. 用油浸法在岩石中确定出的碳酸鹽类矿物都是确切可靠的。但有的碳酸鹽类矿物因其含量过少也可能不被發現。因此，当已确定了該类岩石是由方解石組成时，也不應該断言說：在該类岩石中就不存在有少量的白云石，反之亦是如此。

关于組成此类岩石的碳酸鹽类矿物在数量上的比例关系，根据油浸法鑑定資料，仅能粗略地确定。

6. 岩石中碳酸鹽类矿物在結構上的相互关系，只有用薄片鑑定和油浸法鑑定相互配合的方法，并要在这些碳酸鹽类的顆粒在晶形上有显著区分的条件下才能确定。

文石的油浸法鑑定

鑑定文石，除非其晶形很大或其集晶体很完整时，一般

是很困难的，其原因是缺少一个可靠而方便的鑑定方法。

众所週知的硝酸鉍染色反应(Мейгена 反应)也不能看作是很可靠的，尤其当文石的含量很少并与方解石或其他碳酸鹽类相混合时更是如此(文献 35, 360 頁; 7, 129 頁)。

在薄片中文石能与方解石組碳酸鹽类区分开来的主要標誌是它为二軸晶，但因其光軸角太小($2V = 18^\circ$)，故至少得有一个光軸位于聚光鏡的視域中才能發現其为二軸晶。

B. П. 巴圖林(文献16, 308 頁, 編輯附录 33 期)对薄片中文石具有微弱的多种顏色的干涉色給予很大的注意，說它与方解石的均匀的金黃色不同。但这一見解并未得到证实。因为所研究之矿物在重屈折上彼此区分不大(方解石为 0.172, 文石为 0.155)，不足以引起干涉色的显著差别。根据顆粒的排列位置和薄片厚度的变化，这种或那种矿物可能呈现出珍珠色澤或高色序的白色。不过，作者本人并不認為指出的標誌就是完整無缺了，而希望找到能够發現文石二軸晶的切面。

文石的折光率： $n_o = 1.530$; $n_m = 1.680$; $n_g = 1.685$ 。因此，任意切面上的最大折光率都不应超过 1.680—1.685 的范围。由此可见，用油浸法能够很容易地把文石与方解石区分开来。方解石的最大折光率为 1.658。但只用这一点还不能鑑定文石，因为方解石按其最大折光率来講，又与白云石無区别。

所述情况充分說明，人們对文石在碳酸鹽岩石中的分佈規律还是了解得很不够的。虽然也知道它經常存在于碳酸鹽岩石中，特别是在白云岩中，無論作者本人或其他研究者都

曾多次地見到过良好的文石晶体。

* * *

如果能用沿解理劈开的碎屑的形状和定向位置做標誌，則不必測定折光率，即可在油浸片中把文石与白云石甚至与方解石区分开来。

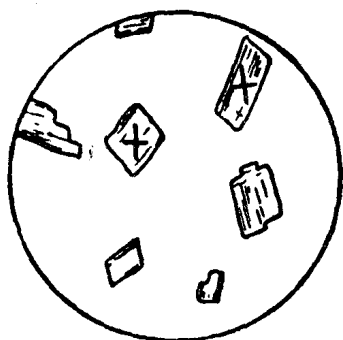


圖 2 方解石組矿物沿解理劈开的碎屑的形状。十字号表示折光摆动的方向

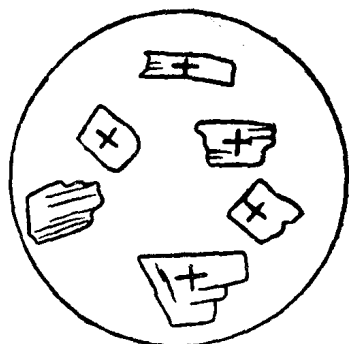


圖 3 文石組矿物沿解理劈开的碎屑的形状。十字号表示折光摆动的方向

可惜下面提出的方法仅适用于可以做进一步破碎的、單晶相当大的顆粒(0.4—0.5公厘)。尽管如此，在碳酸鹽岩石中仍可选出很多的文石。

用放大鏡把要研究的矿物从岩石塊中选取出来，磨成粒度为 0.05—0.10 公厘的粉末。嗣后用該粉末做成薄片。

正像我們过去所指出的(文献27, 29)，在研碎了的晶粒粉末中，如碎屑的形状很規則且其与光率体之光轴有一定的方位关系，則不难看出解理的特性。在这里，通常在薄片中间不到解理裂隙。

方解石組矿物沿菱面体均具有很完全的解理。所以，几乎全部碎屑的形状都很規則。在正交偏光下，它們均呈现出

对称或近乎对称消光(圖2)。因此,絕大多數的碎屑在載物台上呈菱形狀,而在聚光鏡下則顯示出一軸晶礦物微斜切面的相似的干涉像。

文石的解理一般是很不清楚的。因此,在薄片,有半數的文石碎屑沒有規則的形狀。而規則的晶粒所表現的又與菱形體的碳酸鹽類的情況不同:偶而見有近似對稱的消光;大多數的顆粒為平行消光或近乎平行消光(圖3)。

這些標誌即足以確定所研究的碳酸鹽屬於文石組。如果再用聚光鏡檢查一下,則可見到大部份顆粒具有垂直於鈍角等分綫的切面或斜切面的干涉像。

* * *

在用碎末制成的薄片,所觀察到的文石性狀決定於解理的特性和與其解理面相應的光率體的方位。

順便提一下,在礦物學手冊和一些參考書籍中關於鑑定文石的解理還沒有一個統一的見解。例如,在5本書中我們找出下列各自不同的數據:沿110解理不清楚(17);沿011和110解理不完全(21);沿010解理清楚(11),沿010解理清楚,甚至沿110解理也清楚(7);沿110和010解理不清楚(12)。

這種分歧不僅見於文石的鑑定中,而且也見於許多其他礦物的鑑定中。這是因為在鑑定解理所採用的方法上,有主觀性和片面性,而帶有這種缺點的方法且從礦物學作為記述科學出現時起,就一直原封不動地被保持下來。

我們曾用油浸法對一系列礦物的解理進行過研究和統計,並獲得了很良好的效果。此外,該法能夠對比各個方向上之解理的完整程度。對此法的闡述已越出當前工作的需要範圍。該法在正準備出版的

一篇單獨文章中將有專門的論述。

国立列宁格勒日丹諾夫大学地質系学生 A. 日力索夫和 C. 木尔节夫应用此法發現了沿 010 和 110 排列的文石解理。第一組解理要比第二組解理完整得多。此外，还有一組解理，但很不清楚。

文石之 010 晶面垂直于銳角等分綫；110 晶面平行于銳角等分綫，斜交于鈍角等分綫和 z 軸。在該面上的顆粒呈錐光干涉像，很像一軸晶晶体的斜切面。在 010 和 110 晶面上的沿解理劈开的碎屑呈長方石塊形状(формаудлиненного бруска)平行消光，負延長。

以上所述是說明在油浸薄片中文石与方解石和白云石的不同情况。

第三組解理的完整程度最低，其特征不明，不平行于銳角等分綫。这种解理如与 110 晶面的解理結合在一起时，則碎屑近似对称消光，上面已經提过，这种碎屑有时在文石中也可見到。

染色法

在薄片用染色反应来辨别方解石和白云石的方法已得到广泛的应用。該法是以方解石与白云石相比具有較活躍的化学性質为基础。在岩石薄片的表面上加以某种試剂，与碳酸鹽發生作用时，很易于产生有色沉淀。选用的試剂濃度和反应時間要能使方解石得到充分的反应，而白云石却尚不致开始反应为最适宜。結果，方解石顆粒被染色，而白云石仍为無色。

最初，这类反应是在前一世紀的 70—80 年代由俄国学者——捷尔普特大学教授 И. И. 列姆別尔格提出来的。列姆別尔