

礦物的磁性、及磁力分離的工具与方法

宋天銳 孫素英

礦物的磁力分離，是按照礦物所具有的不同磁性，用一定的工具（詳見後述）把它們分離開。這種工作好像很簡單，但是，礦物磁力分離的結果，却在地質研究工作中，起着一定的重要作用；例如：在砂礦研究和重砂分析工作中，礦物的磁力分離已經成為不可缺少的一個步驟。經過磁力分離後，不僅能便於礦物種類的鑑定，而且對於砂礦的來源問題，亦提供了比較可靠的資料。如我國某錫礦區的砂礦中，磁性礦物（包括強磁和弱磁的）含量佔到59%以上，而錫石的含量，平均只有千分之幾。因此，如果不經過礦物的磁力分離，就很難求得砂礦中的錫石質量，甚至不易找到幾顆錫石，但因為錫石是無磁性的礦物，所以，磁力分離以後，再求其中的錫石含量就方便多了。在沉積岩石的研究工作中，礦物的磁力分離亦是很重要的。我們可以根据礦物磁性的不同，和礦物的種類及相對含量等等數字，推測沉積物質的來源及搬運條件，而且，礦物磁力分離的結果，對於沉積環境和古地理的研究，亦有很大的幫助（例如沉積赤鐵礦是在氧化環境下形成，菱鐵礦則是在還原環境下生成，而兩者都屬於磁性的礦物）。當研究各種金屬礦床的鐵帽時，利用礦物的磁力分離，求得原生礦物的種類和數量，就可以推測金屬礦床的氧化程度和氧化條件，並間接地對礦床的遠景評價，提供了值得參考的資料。此外，用顯微鏡鑑定，化學分析和用鑒琴綫研究單體礦物的時候，礦物的磁力分離往往亦是必經的途徑；因此，我們對於礦物的磁性，礦物磁力分離的工具和方法的了解，是完全必要的。

一、礦物的磁性

人類歷史上，最早發現磁性礦物的是我們的祖先，那時還不可能像我們今天這樣，對礦物的磁性有足够的了解，但是，他們已經能利用磁性礦物，製造成指南針來應用了。我們很容易想到，他們那時所能利用的礦物，不外是磁鐵礦或磁黃鐵礦，因為這兩種是磁性礦物中最普遍的，亦是我們最熟習的礦物。但是，帶有磁性的礦物並不僅僅限於這兩種，在自然界中，很多礦物都具有不同強度的磁性，現在事實已經証明了。礦物的磁性是由於它的化學成分中含有磁性

元素才產生的，如鐵、鈷、鎳、鉻等。同時，礦物的磁性和它的原子排列亦有着密切的關係。然而常常是那些含磁性元素比例大的礦物，即具有比較強的磁性，所以，通常在考慮礦物磁性大小時，首先是从其中所含元素的比例推測。我們都知道，強磁性的礦物是可以被馬蹄鐵吸引起來的，但是弱磁性的礦物，利用普通馬蹄形磁鐵就不能吸引，需要更強的磁力才能吸引起來。戴維斯（Davis）按照礦物被磁力吸引的不同情況，測得了若干礦物的相對磁引率，他是以標準鐵的相對磁引率最高定為100，然後與其他磁性礦物在同等磁力下比較其相對被吸引的差別。

根據作者實際研究的結果，認為戴維斯的測定值中，有數種礦物的真正磁性，是與其相對磁引率不相符合，例如他把赤鐵礦的相對磁引率定為24.70，列入強磁性礦物類；菱鐵礦的相對磁引率定為1.82；赤鐵礦和褐鐵礦則定為1.32和1.84；但作者試驗的結果純的赤鐵礦是不能被普通永久磁鐵（磁強在16,000奧斯特以下的永久磁鐵）吸引，應列為弱磁性礦物；而赤鐵礦和褐鐵礦被磁力吸引的力量，是明顯地超過菱鐵礦被吸引的力量。戴維斯又把石膏、剛玉等礦物亦與赤鐵礦、褐鐵礦並列為弱磁性礦物，而且，剛玉比褐鐵礦的相對磁引率只差0.01；甚至使石膏的相對磁引率還超過褐鐵礦1.17。但事實上，純的石膏和剛玉，都不能列為弱磁性礦物的類別中，而是屬於無磁性礦物類的。

戴維斯測定值的這些明顯的錯誤，推其原因不外以下兩點：第1.測定的樣品不純；根據孟憲民先生和作者研究的結果，我國箇舊的砂礦中，在無磁性的錫石表面上，常常包著一層鉄質氧化物的薄膜，用電磁儀分離時，就可以被吸到弱磁性礦物中，混淆不分。但是把這些錫石用鹽酸處理以後，就復原為無磁性的錫石了。由此可見戴維斯測定值的誤差，可能是由於處理手續不夠完全而引起的。第2.戴維斯採用測定的礦物標本，其代表性不夠全面，因此，測定出來的相對磁引率值亦就很片面。以磁黃鉄礦為例，雖然有一些標本是屬於弱磁性礦物類，但是大部分還是屬於強磁性礦物類的，然而，戴維斯測定磁黃鉄礦的相對磁引率是6.69，比赤鉄礦還小21.01，这就使人十分不

能相信了。此外，再如石榴石礦物，並不是只有一個種類，有鈣鋁石榴石、鈣鎂石榴石，並且亦有鈣鐵石榴石和鈣錳石榴石，當然，它們的相對磁引率是不應該一致的，但是戴維斯却不管這些，冒然把石榴石放在無磁性礦物類中，事實上鈣鐵石榴石無疑地應該屬於弱磁性礦物類，所以，戴維斯的所謂“相對磁引率”測定值，是值得我們繼續批判的。

近代已經有很多方法，可以把礦物的磁性準確地測量出來，最普通的是利用電磁天平（圖1），電磁

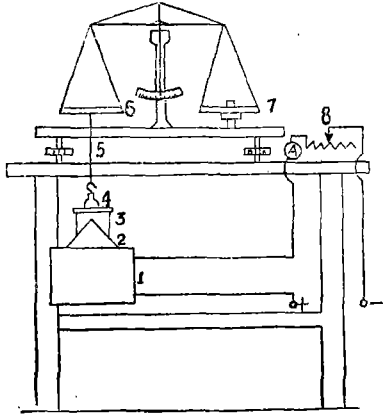


圖 1. 電磁天平

- 1-電磁鐵；2-電磁鐵的磁極；3-非磁性底座；
4-樣品瓶；5-綫綫；6-天平盤；7-砝碼盤；8-滑動電阻

天平和普通天平相像，不同的是在樣品盤的下面還裝有一個磁性很强的電磁鐵，當測定的時候，將礦物放在盤下吊着的樣品瓶裏，如礦物帶有磁性，就會受到電磁鐵磁力的吸引，因此，在另外一個盤子裏，所放進的砝碼一定要超過礦物本身的重量，才能使天平保持平衡，而砝碼超過礦物原重量的多少，是根據礦物受電磁鐵吸引力的大小而決定的。因此，我們可以依據砝碼超過礦物原重量的數目，去區別礦物不同的磁性。為了測定方便起見，應該先選擇幾個已知磁化率的礦物進行測定，然後就可以推算未知礦物的磁化率了。

苏联机械选矿研究所，已經測定了下面若干礦物的磁化率，對我們進行礦物的磁力分離，是很有參考價值的。

表 1

礦物名稱①	所測顆粒直徑(公厘)	磁化率
磁鐵礦	0.83—0	80.000×10^{-6}
磁黃鐵礦	0.83—0	5.400×10^{-6}
鈦鐵礦	0.13—0	399×10^{-6}
	0.83—0	113×10^{-6}
雲母鈦礦	1—0	292×10^{-6}
赤鐵礦	0.43—0	290×10^{-6}
褐鐵礦	0.83—0	80×10^{-6}

菱鐵礦	0.83—0	47×10^{-6}
水錳礦	0.13—0	51×10^{-6}
	0.83—0	28×10^{-6}
錳土	0.83—0	75×10^{-6}
軟錳礦	0.83—0	27×10^{-6}
褐錳礦	0.83—0	120×10^{-6}
錳錳鈦礦	0.13—0	66×10^{-6}
鈣鈦石榴石	0.83—0	63×10^{-6}
黑雲母	0.83—0	40×10^{-6}
斑銅礦	0.13—0	14×10^{-6}
藍銅礦	0.83—0	19×10^{-6}
黃銅礦	0.83—0	75×10^{-7}
剛玉	0.13—0	10×10^{-6}
磷灰石	0.13—0	18×10^{-6}
菱錳礦	0.13—0	15×10^{-6}
石英	0.13—0	10×10^{-6}
螢石	0.83—0	48×10^{-7}
石膏	0.83—0	43×10^{-7}
毒砂	0.83—0	33×10^{-7}
輝鉬礦	0.83—0	85×10^{-7}
閃鋅礦	0.83—0	90×10^{-7}
紅砷鐵礦	0.83—0	38×10^{-7}
矽孔雀石	0.83—0	38×10^{-7}
菱錳礦	0.83—0	14×10^{-7}

礦物的磁性類別，根據我們地質工作者的要求來劃分是比較概括的，由於我們在野外或是一般室內實驗室工作時，不可能很精確地把礦物的磁化率測出來，所以，在一般的地質應用上，就把礦物的磁性，分成了強磁性礦物、弱磁性礦物和無磁性礦物等三大類別。強磁性礦物是指用普通永久磁鐵能吸引的礦物，弱磁性礦物是指用普通永久磁鐵不能吸引，而可以用電磁儀吸引的礦物，無磁性礦物則是指那些用電磁儀亦不能吸引的礦物。

苏联礦物界又把弱磁性礦物分成了三個不同的級別：第一級是弱磁性礦物中磁性較強的；第二級是磁性中等的；第三級是磁性最弱的；下面列舉數種重砂礦物的磁性劃分：

表 2

強磁性礦物類

自然鐵、磁性白金、磁性金、磁黃鐵礦、方黃銅礦、磁鐵礦、鈦磁鐵礦。

弱磁性礦物類

第一級：赤鐵礦、鈦鐵礦、褐鐵礦。

第二級：菱鐵礦、柎榴石、重晶石、角閃石、十字石、輝石、橄欖石、日光榴石、綠簾石、褐簾石。

第三級：鈣鈦礦、軟錳礦、硬錳礦、獨居石、柎石、磁鐵礦、尖晶石、錳鐵礦、星葉石、葉閃石、藍銅礦、燒綠石、淡紅色矽酸鹽類。

除了上述的礦物以外，苏联的其他重砂分析書籍中，亦有不少關於礦物磁性的論述，最近由東北地質學院地質勘探系和牟維國同志合譯的“重砂礦物分析”一書已經出版了，那本書是柯普欽諾娃著的，其中有很多有關礦物的磁性和磁力分離的材料，請讀者們參看，這裏不再多介紹了（待續）。