

尖晶石 Spinel

旭日東昇的寶石



來自緬甸的紅色尖晶石。
©M.S. Krzemnicki, SSEF



圖文：SSEF瑞士寶石研究所Dr. Michael, Krzemnicki麥可欽尼斯基博士
譯者：杜雨潔

尖晶石一直以來是名列在最美麗且極具價值的寶石行列中。最近，我們觀察到在高檔珠寶首飾的一個新趨勢，正因為尖晶石一般沒有優化處理的問題，並具有廣泛的豐富色彩，從色度飽和的紅色到粉紅色，紫羅蘭色（紫色）到薰衣草色（淡紫色），以及淺藍色到鈷藍色（深藍色），不僅如此，這些寶石淨度往往相當高。

礦物尖晶石

礦物學中，尖晶石併屬在一個複合氧化物的大家族裡（同晶質體），也稱為尖晶石群。這是一個大的群礦物，化學式為 AB_2O_4 ，A為+2價陽離子有鎂 Mg^{2+} 、鐵 Fe^{2+} 、錳 Mn^{2+} 、鋅 Zn^{2+} 、鎳 Ni^{2+} ，以及B的+3價陽離子有鋁 Al^{3+} 、鐵 Fe^{3+} 、鉻 Cr^{3+} 。這個同構群礦物的成員包括尖晶石spinel（鎂鋁氧化物 $MgAl_2O_4$ ）、鐵尖晶石hercynite（鐵鋁氧化物 $FeAl_2O_4$ ）、鋅尖晶石gahnite（鋅鋁氧化物 $ZnAl_2O_4$ ）、磁鐵礦magnetite（ Fe_3O_4 ）、鉻鐵礦chromite（ $FeCr_2O_4$ ）及其他，其中許多化學混合的中間物亦可能表現出強烈的化學作用反應。

純的尖晶石化學組合鎂鋁氧化物（ $MgAl_2O_4$ ）是無色的，然而，微量或少量的致色元素如鉻產生粉色和紅色寶石，鈾、鐵及罕見的鈷（艷藍色）寶石，皆常見於天然尖晶石中，因此尖晶石具有一系列的豐富色彩。粉紅到紅色、橙紅色、紫紅色和紫色，淺藍到鮮明的藍色，綠色到綠藍色、藍灰色，甚至黑色不透明的寶石品種。

尖晶石的結構為立方晶體，這讓晶體能具有完美八面體的形狀（類似於雙金字塔）。通常，尖晶石沿著八面體有孿晶現象，從而形成引人注目的完美六邊星形狀的品種。其美麗的八面體，傳統的緬甸珠寶商常依著整個晶體來作設計，就算是具有歷史性的首飾，經常能見到十分具有“現代感”的作品。



刻有阿拉伯字的塔吉克斯坦尖晶石珠子。©H.A. Hänni, SSEF

尖晶石的歷史背景

尖晶石被用作寶石已有數個世紀。尖晶石Spinel這個字至今尚未明確其由來，可能是與古希臘的用語spinos（σπίνος）有關，意為“閃閃發光”，指的是尖晶石明亮與熠熠生輝外觀；或是也可能起源於拉丁字的“spina”，意為“小的刺”來形容八面體晶體的錐狀部位。古時，尖晶石其實沒有被分類出來，在中亞和波斯的重要歷史中，巴拉斯紅寶Balas Rubies也是到後來才被鑑定為礦物學裡的尖晶石。“巴拉斯Balas”一詞源自巴達赫尚Badakhshan古域，現為阿富汗東北部及塔吉克斯坦Tadjikistan東南部帕米爾Pamir 高原山脈中的一處，古時就曾開採出了美麗的尖晶石。這些尺寸又大又美的尖晶石，往往只做些微的拋光和雕刻，然後就開始流傳於中亞、波斯或印度的國王們之間，並且只在幾位歐洲的旅行冒險家如馬可波羅和塔維尼耶等人在遊記中簡單提及。其中一個最好的例子是一顆重約140克拉被稱為黑王子的“紅寶石Ruby”，其實本尊正是產自巴達赫尚Badakhshan的尖晶石，現在鑲在英國國王的皇冠上。

尖晶石的來源



經過SSEF鑑定，110克拉來自塔吉克斯坦Tadjikistan的尖晶石。
©M.S. Krzemnicki, SSEF

尖晶石在幾處歷史有名的產地被發現，包括塔吉克斯坦、緬甸的莫谷寶石產區和錫蘭（斯里蘭卡）。帕米爾高原產出的尖晶石一般為桃紅色到古典粉紅色，同時有些出現極高的淨度和令人

驚艷的尺寸。SSEF鑑定過許多這些傑出的珠寶，既有具歷史意義的雕刻件以及最近一顆重達110克拉的刻面寶石。雖然帕米爾高原裡Kuh-i-Lal這個礦開採已有數個世紀，不過至今仍然持續地產出品質極佳的材料供應於寶石市場。

產自緬甸的尖晶石有各式各樣的顏色，包括粉紅、

紫、橙、灰藍色的淡彩柔和色調，其中最引人熱烈關注和重視的特色，因為其微量元素具有恰到好處的均衡組合，讓緬甸的尖晶石有一種濃郁的深紅色，並成為莫谷尖晶石的典型特徵；錫蘭的尖晶石，經常具有柔和的桃紅色、深藍色的，還有挺罕見濃彩的鈷藍色寶石。



38克拉鮮紅色來自坦桑尼亞·馬亨格Mahenge, Tanzania的尖晶石。©M.S. Krzemnicki, SSEF



來自馬達加斯加Madagascar, 重84克拉的藍色尖晶石。©SSEF

的服務。知曉地質背景和開採礦脈的情況，才得以了解寶石所在地的風土特徵性質，掌握這些關鍵也才能確認產地來源。2009年10月，筆者有機會參觀了近坦桑尼亞中部，馬亨格一帶的Ipanko尖晶石的礦層。礦產資源開發區的Ipanko沿伸至山谷向南傾斜的馬亨格斷層地塊，含有尖晶石的石灰岩大理石的狹窄地層，從南北方向沿著一條小山谷蔓延過去，地形是一個敏感性侵蝕地質地下層差異的結果，這意味著可挖通道通過較軟的石灰岩層，比從周圍的片麻岩進去容易，這種結果能見到數個平行於南北走向的小山谷。雖然有部分直接從大理石層開採，然而大多數晶體，其中包括2007年發現的52公斤的巨大尖晶石，是由聚累在岩溶石灰岩礦穴的殘積礫石中開採出來。在我們參觀礦區時，一些開挖的礦脈正露出地面。



尖晶石礦脈沿著白色石灰岩層，從坦桑尼亞馬亨格區附近的Ipanko露頭。©M.S. Krzemnicki, SSEF

擁有礦權的不同礦主和聯盟基地沿著旁邊的小河邊列行而去，我們參觀礦坑

時，很快地被礦工們包圍，紛紛向我們展示大大小小的尖晶石晶體。麥可博士和瑞士寶石鑑定士沃特巴梅爾因而收集到了大量的尖晶石樣品，連同其他一些礦物質，如磷灰石、韭角閃石、粒矽鎂石，還有從附近礦脈露出的方解石大理石裡少數半透明的紅寶石。

終於在2010年6月，一個從馬亨格礦區開採出來的大顆優質尖晶石（來自Hatik寶石收藏公司）送至SSEF進行鑑定測試。對照SSEF直接從礦井採集到的參考樣品，這些尖晶石為我們更增添了具有價值的研究信息，也因為寶石的豐富色彩與美麗，在進行研究的同時，令人心曠神怡。◆



Hatik收藏的尖晶石。©M.S. Krzemnicki, SSEF

除了這些經典的產地來源，最近寶石級尖晶石在越南，馬達加斯加和東非等地相繼被發現。越南路克彥的水溶石灰岩地質產區，該處經常出現嬌貴的粉紅到淡紫色和淡藍色寶石，尺寸通常不大，是那粉嫩的淡色彩吸引人，偶爾還能發現艷彩鈷藍色的尖晶石。馬達加斯加發現的尖晶石主要分佈在二次沖積礦床，許多方面和錫蘭的礦相似。坦桑尼亞最吸引人的尖晶石，是在中部莫羅戈羅省Morogoro馬亨格Mahenge附近發現的。這些鮮豔的紅色到淺桃紅色尖晶石，2007年在該區域發現一顆重達52公斤的巨型尖晶石晶體，從中就切磨出令人印象深刻的尺寸和淨度的寶石。另外還在Matombo（坦桑尼亞中央區域）和南方的Tundururu亦發現礦脈。



來自越南路克彥的尖晶石。©M.S. Krzemnicki, SSEF

在SSEF測定尖晶石的產地來源

隨著在市場上熱門起來並備受看好的優質寶石，尖晶石的價格，尤其是紅色是明顯調增了。這也可能基於尖晶石通常未經處理的事實，這更體現了真正的財富寶藏乃出於自然純真。由於最近的這個趨勢，我們在實驗室中看到越來越多碩大優質的尖晶石。和紅寶石與藍寶石一樣地，尤其是從那些經典的尖晶石礦源，市場交易時要求出示寶石的產地報告書。

多年來，類似於其他寶石的鑑定，總是有些侷限性，唯有從顯微鏡、化學分析、光譜分析等，從寶石中能找到足夠的證據時，才能為我們的客戶提供產地鑑定