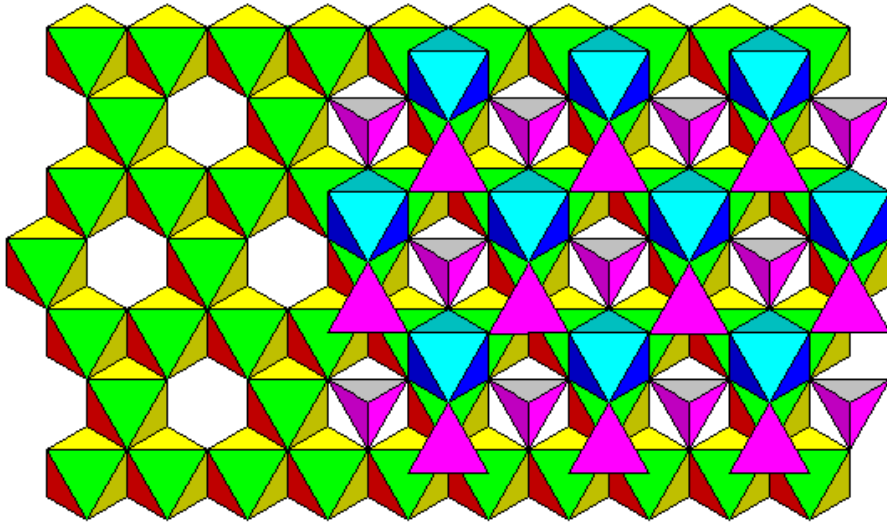


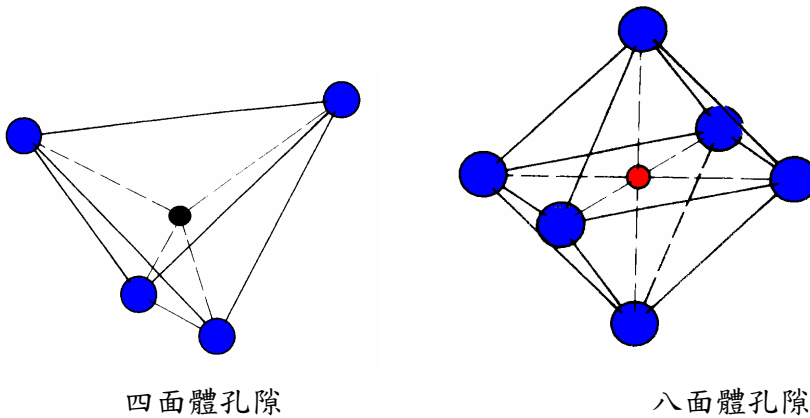
尖晶石群 (spinel group)

尖晶石群礦物的化學式通式為 XY_2O_4 ，X 為+2 價的陽離子，Y 是+3 價的陽離子，而氧原子在(111)的面上以立方緊密堆積 (cubic close packing, CCP; or face-centered close packing, FCC) 排列 (圖一)，X 和 Y 則分別位在氧所構成的四面體或八面體的孔隙中 (圖二和圖三)。

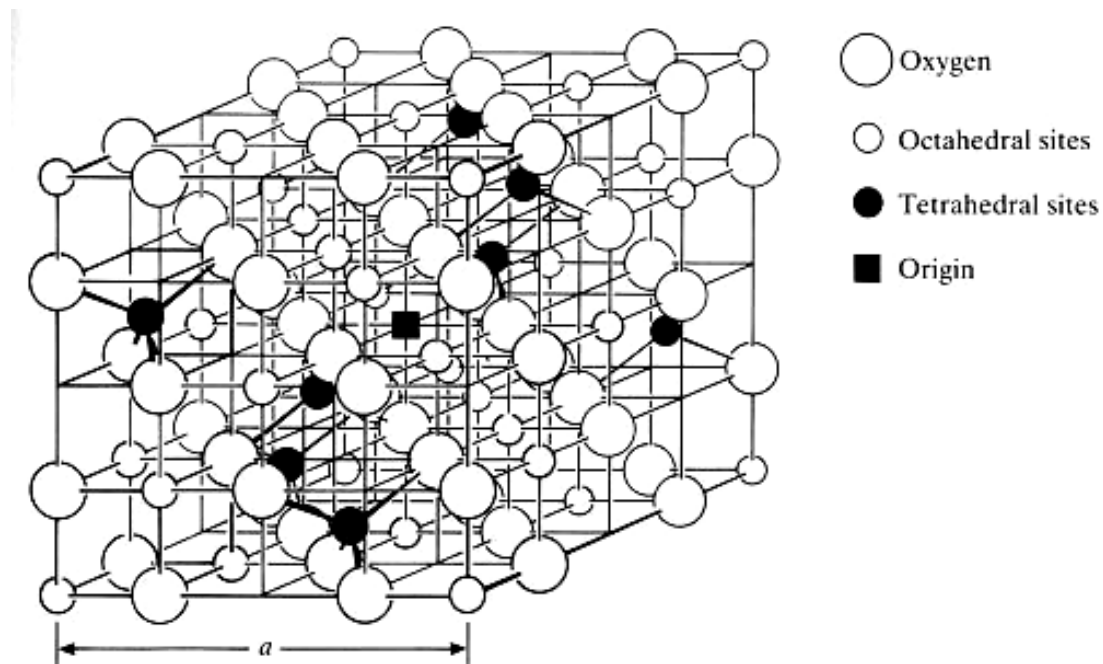


圖一、以多面體相連接所呈現之尖晶石結構圖，尖晶石 [111] 方向垂直頁面。若以尖晶石群中的尖晶石 ($MgAl_2O_4$) 來說， Mg^{2+} (X)係佔據粉紅色的四面體孔隙， Al^{3+} (Y)則是位於藍色的八面體孔隙。(圖片出處：

<http://www.uwgb.edu/DutchS/PETROLOGY/Spinel%20Structure.HTM>)



圖二、配位數為 4 的四面體孔隙 (tetrahedral site) 與配位數為 6 的八面體孔隙 (octahedral site)



圖三、尖晶石之單位晶胞圖，顯示出氧原子、八面體孔隙、和四面體孔隙的位置。每一單位晶胞包含了 56 個原子，即 8 單位的尖晶石化學式 XY_2O_4

正尖晶石 (normal spinel) 結構與反尖晶石 (inverse spinel) 結構

尖晶石結構中被陽離子填滿八面體孔隙是被填滿四面體孔隙的兩倍，尖晶石的化學式是 XY_2O_4 ，其一種可能是全部的 $Y(+3)$ 填入八面體孔隙與全部 $X(+2)$ 填入四面體孔隙，稱之為正尖晶石結構。另一種可能是用 $X(+2)$ 填入八面體孔隙，並用一半的 $Y(+3)$ 填入四面體孔隙，剩下的一半的仍然填入八面體孔隙，這樣產生的結構稱為反尖晶石，正尖晶石結構和反尖晶石結構的尖晶石群礦物請參見表一。

尖晶石群礦物依成份可分為三個不同的尖晶石系列，以下為各系列之礦物名稱和化學式：

Spinel series (尖晶石系列)

- | | |
|---------------------|------------------|
| 1. Spinel (尖晶石) | $MgAl_2O_4$ |
| 2. Hercynite (鐵尖晶石) | $Fe^{2+}Al_2O_4$ |
| 3. Gahnite (鋅尖晶石) | $ZnAl_2O_4$ |
| 4. Galaxite (錳尖晶石) | $MnAl_2O_4$ |

Magnetite series (磁鐵礦系列)

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| 1. Magnesioferrite (鎂鐵礦) | $MgFe^{3+}_2O_4$ |
| 2. Magnetite (磁鐵礦) | $Fe^{2+}Fe^{3+}_2O_4$ |

- | | |
|------------------------|-------------------------------------|
| 3. Maghemite (磁赤鐵礦) | $\gamma\text{-Fe}^{3+}_2\text{O}_3$ |
| 4. Ulvöspinel (鈦鐵尖晶石) | $\text{Fe}^{2+}_2\text{TiO}_4$ |
| 5. Franklinite (鋅鐵尖晶石) | $\text{ZnFe}^{3+}_2\text{O}_4$ |
| 6. Jacobsite (錳鐵礦) | $\text{MnFe}^{3+}_2\text{O}_4$ |
| 7. Trevorite (鎳磁鐵礦) | $\text{NiFe}^{3+}_2\text{O}_4$ |

Chromite series (鉻鐵礦系列)

- | | |
|----------------------------|---------------------------------------|
| 1. Magnesiochromite (鎂鉻鐵礦) | MgCr_2O_4 |
| 2. Chromite (鉻鐵礦) | $\text{Fe}^{2+}\text{Cr}_2\text{O}_4$ |

表一：正尖晶石結構和反尖晶石結構之尖晶石群礦物

尖晶石群	
正尖晶石結構 (normal spinel structure)	反尖晶石結構 (inverse spinel structure)
Spinel (尖晶石)	Magnetite (磁鐵礦)
Hercynite (鐵尖晶石)	Magnesioferrite (鎂鐵礦)
Gahnite (鋅尖晶石)	Jacobsite (錳鐵礦)
Galaxite (錳尖晶石)	Ulvöspinel (鈦鐵尖晶石)
Franklinite (鋅鐵尖晶石)	
Chromite (鉻鐵礦)	
Magnesiochromite (鎂鉻尖晶石)	

參考資料：

1. <http://www.uwgb.edu/DutchS/PETROLOGY/Spinel%20Structure.HTM>
2. Deer, W. A., Howie, R. A., and Zussman, J. (1992) *An Introduction to the Rock-forming Minerals*, 2nd ed., p. 558-569.