

绿色青草般的磷氯铅矿

□ 文图 / 马志飞

作者简介 马志飞, 高级工程师, 从事地质勘查与地球物理勘探研究, 业余从事地学科普工作, 著有《石头记》等。



> 白铅矿



> 钒铅矿之一

赏心悦目磷氯铅矿

铅, 是我们生活中最常见的一种金属原材料, 它以自身柔软、致密的物理性质, 被广泛应用于生活中的各个方面, 比如人们用它来制造硬币、水管、装饰品等。中世纪的炼金术甚至认为铅可以变成黄金, 当然, 炼金术士从来没有达到他们的目的。

人类使用铅的历史至少超过了 7 000 年, 目前全世界铅的年产量超过 1 000 万吨, 已知的含铅矿物大约有 60 多种, 其中最重要的是方铅矿, 其它还有白铅矿、角铅矿、钼铅矿、铬铅矿、砷铅矿、钒铅矿、青铅矿、铅矾, 等等。

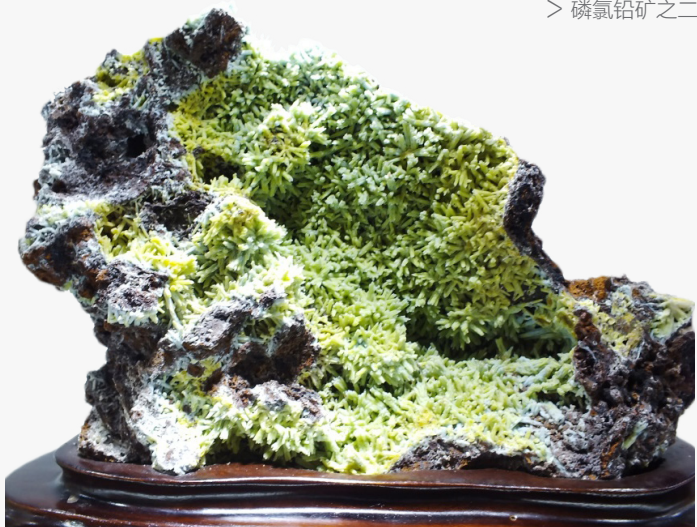
Pyromorphite 一词源自于希腊语中的“pyros”和“morphos”, 意思分别为“火”和“形状”, 因为当这种矿物熔化成为水珠状之后, 再次冷凝时会形成晶体。的确如此, 磷氯铅矿不仅颜色十分特别, 透明至半透明, 树脂光泽至金刚光泽, 而且晶型与众不同, 通常为顶部凹陷甚至中空的六方柱状, 但多为晶簇状矿物集合体, 这使得它具有一定的观赏价值, 得到许多矿晶收藏家的青睐。1992 年, 第 38 届美国图桑宝



＞ 磷氯铅矿之一（此产于广西桂林恭城瑶族自治县，中国地质博物馆标本。其颜色多样而且非常明亮，具有一定的观赏价值）



＞ 磷氯铅矿之二



＞ 磷氯铅矿之三

石矿物委员会将其作为主题矿物，磷氯铅矿几乎在一夜之间成为世界知名的观赏矿物。

绿色成因之谜

当然，并非所有的磷氯铅矿都会成为抢手货。要成为炙手可热的观赏石，通常要求矿物标本的晶体粗大，光泽较强，具有一定的透明度，没有裂痕以及其他缺陷，最重要的是色彩鲜艳，通常深绿色或草绿色的磷氯铅矿晶体比黄色、褐色、白色的更具有观赏和收藏价值。

磷氯铅矿独特的颜色究竟是如何形成的呢？我们先来分析一下它的矿物成分。它是由地表中所含磷酸与原生含铅矿物（如方铅矿）作用的产物，所以这



> 砷铅矿



> 钒铅矿之二

种矿物主要产于铅矿床的氧化带，常与其他含铅矿物共生，比如白铅矿、铅矾、钼铅矿、铬铅矿、砷铅矿、钒铅矿等，特别是砷铅矿和钒铅矿。

上述含铅矿物的晶体结构相似，磷酸根、砷酸根和钒酸根阴离子具有相同的电荷，所以在矿物结构中它们通常可以相互替代。但随着所含磷、砷和钒数量的变化，其颜色、密度也会逐渐发生变化，但晶型变化不大。所以，磷氯铅矿并不是只有绿色，还会有黄色、褐色、橙色、灰色、白色等多种颜色。

根据经验来判断，微量元素往往是矿物晶体的致色元素，比如孔雀石的绿色、蓝铜矿的蓝色都是铜离子所致；二价铁离子会形成黄色或者黄褐色；三价铁离子会形成红色；含有铬会变成红橙色，等等。由此判断，磷氯铅矿的绿色应该也与铜离子有关。但是我国学者马红艳、崔大安等对磷氯铅矿晶体进行X射线衍射光谱分析时发现，它们的着色元素是以铁离子为主，而铜离子含量很少，比铁离子少了一个数量级，这也就意味着，磷氯铅矿的颜色主要是铁离子在起作用，至于是否因为铜离子的原因或者还可能还有其他因素才导致磷氯铅矿出现绿色，还需要进一步研究。

古人的白色颜料

正因为磷氯铅矿与方铅矿有密切关系，所以地质工作者通常可以把它们作为铅矿的找矿标志，如果在储量足够大的情况下还可以直接作为铅矿使用。加拿大魁北克省的圣希莱尔山、美国爱达荷州的科达伦地区、墨西哥的奇瓦瓦州、德国莱茵兰普法尔茨州的巴特埃姆斯、法国利穆赞大区的莱法吉矿山等都是比较著名的产地。我国的一些博物馆内也有相关藏品，主要产自于广西，晶体通常小于1厘米。1992年有学者在广西阳朔发现过少量矿物，但晶型和颜色较差。2001年又在广西恭城县发现坪铅锌矿，质地优良，形态精美，成为很受欢迎的观赏标本。



> 磷氯铅矿之四



> 磷氯铅矿之五

然而，根据考古学家的研究，我国古人似乎在很早的时候就对磷氯铅矿进行了研究。位于甘肃省天水市东南约 35 千米处的麦积山石窟，是我国四大石窟之一，始建于后秦（384 ~ 417 年），保存有大量洞窟、泥塑、石雕、壁画等，被誉为“东方雕塑馆”，迄今已有 1 600 多年历史。在这些



> 钼铅矿

珍贵的文物中，学者周国信发现了大量矿物制作的颜料，包括红色颜料辰砂、蓝色颜料青金石、绿色颜料石绿等，而且还发现了使用磷氯铅矿作为白色颜料的情况。在麦积山，后秦、北魏、北周、宋、明等各个朝代的石窟中均发现了含这类矿物颜料的样品。而在出土的嘉峪关魏晋时期七号墓，壁画颜料中也出现了磷氯铅矿，但它的黄色色调较重，可能与其杂质含量较高有关。

从现代科学的角度分析，磷氯铅矿之所以能作为颜料，原因在于它的条痕色是白色并略带黄色。所谓的条痕，是指矿物在无釉白色瓷板上摩擦时所留下的粉末痕迹，当矿物擦碎成粉末后，可以消除或减弱其他因素的影响，颜色较为固定，如果颜色鲜艳的话，可以作为颜料来使用。而且，这种条痕色对于矿物而言具有重要的鉴定意义。📖

作者单位 / 北京市地质研究所