

**《珠宝玉石鉴赏》**

**课程报告**

**题目： 磷灰石**

|  |  |
| --- | --- |
| 学院： | 信息科学与工程学部 |
| 专业： | 计算机科学与技术 |
| 班级： | 21级计算机类1班 |
| 姓名： | 陈岳阳 |
| 学号： | 21020007009 |
| 指导教师： | 王誉桦 |

**提交日期： 2022/12/31**

**目录**

[正文 2](#_Toc8886)

[1 概述 2](#_Toc21045)

[2 基本特征 3](#_Toc5393)

[2.1力学性质 3](#_Toc5094)

[2.1.1硬度 3](#_Toc20191)

[2.1.2相对密度 3](#_Toc3704)

[2.1.3解理 3](#_Toc31054)

[2.2光学性质 3](#_Toc2649)

[2.2.1颜色 3](#_Toc14145)

[2.2.2折射率和色散 3](#_Toc21089)

[2.2.3光泽和透明度 4](#_Toc5542)

[2.2.4 多色性 4](#_Toc24407)

[2.2.5吸收光谱 4](#_Toc4982)

[2.2.6光性特征 4](#_Toc8307)

[2.2.7猫眼效应 4](#_Toc9890)

[2.2.8磷光效应 4](#_Toc20753)

[3 主要种类以及评价 4](#_Toc3454)

[4 主要产地 4](#_Toc3323)

[5 相似宝石及区分方法 5](#_Toc30822)

[5.1碧玺 6](#_Toc8173)

[5.2绿柱石 6](#_Toc13748)

[5.3托帕石 6](#_Toc12859)

[5.4赛黄晶 7](#_Toc6720)

[6 如何保养磷灰石 7](#_Toc17358)

**正文**

1. **概述**

磷灰石，英文名称是Apatite，词源是希腊词语“apatein”，意思是“欺骗或误导”。之所以取这个名字，是因为磷灰石颜色繁多，与很多种价值更高的宝石相似，如碧玺、橄榄石、绿柱石、托帕石、赛黄晶等，可以欺骗观察者。磷灰石在矿物学中属于磷灰石族，是钙的磷灰岩矿物，在岩浆岩、沉积岩和变质岩中均广泛存在，但宝石级磷灰石则比较少见。磷灰石的化学式为Ca5(PO4)3(OH)，其中阴离子团PO43-常被一些络阴离子团取代，根据取代后附加离子的不同，可以分为氟磷灰石、氯磷灰石、羟基磷灰石等，其中氟磷灰石是宝石级磷灰石的主要种类。

磷灰石含有微量的稀土元素，如Ce、U、Th，因此用紫外荧光灯照射时，不同颜色的磷灰石会呈现不同颜色的荧光。磷灰石颜色多样也与其含有的稀土元素有关。磷灰石具有加热后发出磷光的功能，有说法古时又被称为“夜明珠”。古人认为佩戴磷灰石可以使心灵与神灵相通，因此人们喜爱磷灰石。

磷灰石分布广泛，在全球多地均有丰富的磷灰石矿藏，并有大量的磷灰石产出。低品质的磷灰石常用于制作肥料和颜料，或用于大量提取磷，但是大颗粒的宝石级磷灰石产出不多，超过一克拉的宝石更是罕见，价格也会很高。而且磷灰石通常会含有一些包裹体，很难找到干净的磷灰石。马达加斯加、斯里兰卡、莫桑比克等多国均有磷灰石矿藏。中国多个省内均有磷灰石矿藏，其中新疆和内蒙古产出的宝石级磷灰石品质最好。

由于磷灰石硬度较低，质地脆，平时要注意保养，避免磕碰。

1. **基本特征**

磷灰石的主要成分为Ca5(PO4)3(OH)，属于六方晶系，晶体通常呈六方柱状或板状。

2.1力学性质

2.1.1硬度

磷灰石的摩氏硬度为5，属于硬度较低的宝石，而空气中的灰尘主要成分为硬度为7.5的二氧化硅，因此长时间佩戴磷灰石饰品容易导致宝石出现磨损。此外，在制作刻面宝石时，切面处也会出现磨损。因此除非为了收藏，很少将磷灰石制成刻面宝石。

2.1.2相对密度

磷灰石的相对密度为3.13-3.23g/cm3，宝石级磷灰石密度常见实测值为3.18g/cm3，但是由于一些包裹体的存在，密度值也可能高于该值。例如斯里兰卡产出的稀土含量高的磷灰石，密度可达到3.35g/cm3。

2.1.3解理

磷灰石具有不完全解理，断口不平坦。

2.2光学性质

2.2.1颜色

磷灰石的颜色种类繁多，这与磷灰石含有的稀土元素的种类和含量密切相关。磷灰石常见的颜色有黄色、蓝色、绿色、蓝绿色、浅绿色、紫色、无色等。其中，蓝绿色的磷灰石色彩鲜艳，常用于仿制帕拉伊巴碧玺或当作其平替。黄色的磷灰石又称为“芦笋石”。这两种颜色的磷灰石是磷灰石中知名度最高的。

2.2.2折射率和色散

磷灰石的折射率为1.634-1.638，通常OH和Cl含量越高，磷灰石的折射率越高。磷灰石双折射率为0.002-0.008，通常为0.003-0.004，少量较高者如氟磷灰石可以达到0.008。磷灰石色散值为0.013，较低。磷灰石的双折射率是用于分辨磷灰石和碧玺的途径之一。

2.2.3光泽和透明度

磷灰石的光泽为玻璃光泽，断口呈现油脂光泽。磷灰石通常为透明，具有猫眼效应的磷灰石可呈半透明。

2.2.4 多色性

多色性指宝石在不同角度下观察，呈现出不同颜色的性质。磷灰石多具有多色性，但只有蓝色的磷灰石具有较强的多色性，为蓝色和无色。其它颜色的磷灰石多色性弱或极弱，从不同方向观察很难看出颜色变化。

2.2.5吸收光谱

通常，黄色和无色的磷灰石具有580nm的特征双吸收谱线，具有猫眼效应的磷灰石也有相同的吸收谱线。由于磷灰石含有稀土元素的缘故，蓝色和绿色的磷灰石通常显示出稀土元素的混合吸收光谱，例如512nm、491nm、464nm处的吸收带。可以通过红外光谱法判断宝石是否使用磷灰石仿制。

2.2.6光性特征

磷灰石是非均质体，一轴晶，具有负光性。

2.2.7猫眼效应

由于磷灰石内通常具有密集定向的缝隙，或是纤维状包裹体，因此具有猫眼效应。产自缅甸和斯里兰卡的蓝色磷灰石和产自巴西的磷灰石品种猫眼效应最佳。具有猫眼效应的磷灰石通常打磨成凸面状，以显示这种光学效应的效果。

2.2.8磷光效应

由于磷灰石含有磷元素，在加热后一段时间会发出磷光，古时被称为“夜明珠”（其实夜明珠主要是萤石），因此受到人们的喜爱。

1. **主要种类以及评价**

磷灰石的品种划分是根据其颜色和是否有猫眼等特殊光学效应划分的。主要品种有：蓝色磷灰石（有强二色性）、绿色磷灰石、黄色磷灰石、紫色磷灰石、磷灰石猫眼等。其中，以马达加斯加产出的天蓝色磷灰石最为名贵。

磷灰石的价值主要取决于其颜色和大小。颜色要尽可能均匀、纯正及鲜艳而且要有很好的净度和透明度，不能有明显裂纹或杂质等缺陷。此外，如同其它宝石，磷灰石的大小越大，其价值就越高。猫眼效应等特殊光学效应也对磷灰石的价值有影响。通常，蓝色和黄色的磷灰石价格要高于其它颜色的磷灰石。

1. **主要产地**

宝石级磷灰石通常与伟晶岩伴生，在世界多处地区有丰富的矿藏，如中国、缅甸、斯里兰卡、俄罗斯的科拉半岛、非洲东部、莫桑比克、美国、加拿大、瑞典、墨西哥、西班牙和马达加斯加。

蓝色磷灰石的主要产地有马达加斯加、缅甸和斯里兰卡。缅甸产出的蓝色磷灰石的二向色性通常较为强烈，从不同角度观察时呈现蓝色和无色。品质较高的霓虹蓝绿色，即“帕拉伊巴色”磷灰石，于20世界90年代发现于马达加斯加Diego Suarez港口的矿床，其颜色与帕拉伊巴碧玺很相似，且价格远低于帕拉伊巴碧玺，因此常用于仿制帕拉伊巴碧玺或作为替代品。要注意区分这两种宝石。

产于缅甸和斯里兰卡的蓝磷灰石多具有猫眼效应，可以凸面型切磨，以彰显宝石的猫眼效应。此外，巴西的绿色磷灰石和斯里兰卡、坦桑尼亚和中国某些矿区产出的黄色磷灰石也会带有猫眼效应。

西班牙出产的磷灰石以黄绿色居多，这里出产的磷灰石又被称为“芦笋石”，是磷灰石中较为名贵的品种之一。但这个说法在中国似乎并不常见。

捷克斯洛伐克、德国、美国出产紫色磷灰石，其中美国缅因州的磷灰石山中产出一种极为罕见的深紫色磷灰石。

中国也有很多不错的磷灰石矿区，其中内蒙古和新疆的磷灰石宝石质量最高。[[1]](#footnote-0)中国的磷灰石主要分布在安徽、山西、内蒙古、河北、甘肃、新疆等多个省份。安徽产出的磷灰石多为淡黄色，透明度高，但晶体自形程度较差。山西灵丘产出的磷灰石为灰绿色，透明度较高，自形程度较高，晶体表面光滑，但是磷灰石内部有黑色内含物，晶体破碎，影响商业价值。新疆花岗伟晶岩中可产出0.3-2cm的玫瑰红色磷灰石，或1cm左右的无色透明磷灰石。内蒙古花岗伟晶岩脉中也发现有宝石级磷灰石，磷灰石形成于伟晶岩阶段，与辉石、黑云母、长石等矿物伴生。

1. **相似宝石及区分方法**

由于磷灰石价值偏低，且颜色种类繁多，有很多相似宝石，且常用于仿制一些相似的高档宝石，主要使用蓝绿色磷灰石仿制帕拉伊巴碧玺。

磷灰石与相似宝石最大的区别是磷灰石的硬度仅有5，容易出现雾面，宝石刻面容易出现磨损，并且无法在玻璃上留下划痕，因此可以通过宝石硬度分辨磷灰石与其它宝石。此外，也可以在折射率和双折射率、相对密度、多色性、吸收光谱等方面进行鉴别。

5.1碧玺

蓝绿色磷灰石与帕拉伊巴碧玺颜色相近，一眼看上去很难分辨，且价格远低于帕拉伊巴碧玺，不到其十分之一。蓝绿色磷灰石常用于仿制帕拉伊巴碧玺，或者当作帕拉伊巴碧玺的平价替代物。

碧玺的折射率为1.62-1.65，和磷灰石的折射率很接近，因此无法使用测量折射率的方法区别磷灰石和碧玺，需要采用其它方法。区分磷灰石和帕拉伊巴碧玺的方法有下方几种：

可以通过双折射率区分磷灰石和帕拉伊巴碧玺。碧玺的双折射率较高，为0.018-0.040，而磷灰石的双折射率仅有0.002-0.008，最高为碳氟磷灰石的0.013，比碧玺的双折射率低很多，通过专业仪器可以轻易辨别出两种宝石的差异。或者通常放大镜从宝石的台面向下观察，碧玺的底棱会呈现明显的双影现象，而磷灰石就不会出现类似的现象，观察时影像清晰。

此外，碧玺的二色性较为明显，在转动宝石时，通常肉眼可以直接分辨出两种不同的颜色，而其它材质的仿制品不会有这样的现象。磷灰石的二色性较弱，直接使用肉眼观察，可能无法发现二色性。因此，对于没有镶嵌的宝石，可以尝试直接观察的方法进行判断。

从硬度上也可以分辨这两种宝石的区别。磷灰石的硬度仅有5，硬度较低，且具有天然脆性。因此磷灰石的切面很容易磨损。而碧玺的摩氏硬度为7-7.5，与磷灰石的硬度有较大差别，不容易磨损。如果宝石没有进行镶嵌，可以通关观察切面磨损情况的方法进行分辨。

最有效的方法还是通过红外光谱法进行测定。磷灰石具有的580nm双吸收谱线和稀土元素混合吸收谱线可以将其与其它宝石分辨开。

5.2绿柱石

绿柱石与磷灰石的差异较为明显。绿柱石的硬度为7.5，高于磷灰石。其密度为2.72g/cm3，低于磷灰石的3.20g/cm3。且绿柱石的折射率为1.577-1.583，与磷灰石有较明显的差别。以上三种特征都可以分辨绿柱石和磷灰石。当然，最准确的方法还是使用红外光谱法进行测量。

5.3托帕石

托帕石的折射率为1.629-1.637，与磷灰石接近，双折射率为0.008-0.010，高于磷灰石的双折射率，可以使用专业仪器区分。

此外，托帕石的密度为3.53g/cm3，高于磷灰石的密度3.20g/cm3。

托帕石的摩氏硬度为8，不会因为空气中的灰尘磨损，也可以在玻璃上留下划痕。而磷灰石的硬度只有5，宝石刻面容易出现磨损，且无法在玻璃上留下划痕，可以由此判断托帕石是否由磷灰石仿制。

在吸收光谱方面，托帕石没有特征吸收光谱，而磷灰石具有580nm等多个特征吸收谱线，可以通过专业仪器分辨两种宝石。

5.4赛黄晶

赛黄晶的相对密度为3.00g/cm3，通过比重3.06g/cm3的比重液，就可以将赛黄晶和磷灰石区分出来。当然，使用红外光谱法，检测磷灰石580nm的双吸收谱线也可以区分这两种宝石。

赛黄晶的折射率和双折射率均与磷灰石相近，因此不可以使用测量折射率和双折射率的方法分辨这两种宝石。

1. **如何保养磷灰石**

磷灰石的硬度仅有5，且质地脆，因此很容易被磨损，表面会有雾面。为了避免磷灰石出现损坏，平时因尽量减少对磷灰石的接触，在不佩戴磷灰石首饰时应该将其单独封存。此外，磷灰石对热、酸和冲击敏感，清洁时应使用温肥皂水而非珠宝清洁液，并使用软布擦拭，确保存放前水分已被除净。如果仅是收藏裸石，要注意存放时避免阳光直射，不要经常取出把玩。

**参考文献:**

1. 卡利·霍尔. 自然珍藏图鉴丛书：宝石[M].第2版.北京：中国友谊出版公司，2015：79
2. 李娅莉，薛秦芳，李立平，陈美华.宝石学教程[M].第2版.武汉：中国地质大学出版社，2011.
3. 磷灰石的晶系、色散值、光学性质，磷灰石鉴定参数[EB\OL].(2019-11-03)  
   <https://www.wengem.com/edu16409.html>
4. 科普|这个常常被人误解的磷灰石[EB\OL].(2018-10-13)
5. 涨知识啦，原来这是碧玺真假最简单的鉴别方法[EB\OL].(2018-05-03)  
   <https://zhuanlan.zhihu.com/p/36382998>
6. 磷灰石[EB\OL].(2015-03-30)  
   <https://www.docin.com/p-1112592902.html>
7. Yu X-Y, Long Z-Y, Zhang Y, 等. Overview of Gemstone Resources in China[J]. Crystals, MDPI AG, 2021, 11(10): 1189.

1. 原文如下：Apatite is distributed in many provinces in China, such as Anhui, Shanxi, Inner Mongolia, Hebei, Gansu, and Xinjiang. The Anhui apatite color is mostly light yellow with high transparency but usually presents a bad crystal shape. The apatite in Lingqiu, Shanxi province, is gray-green with good transparency. They have well-shaped and smooth crystal surfaces. However, black inclusions can be observed inside apatites, and the crystal is usually broken, affecting its commercial value. The granitic pegmatite in Xinjiang can produce rose-red apatite with a size between 0.3 and 2 cm or colorless transparent apatite with a size of about 1 cm. Apatite is also found in granitic pegmatite dikes in Inner Mongolia. Apatite formed in the pegmatite stage is associated with minerals such as pyroxene, biotite, and feldspar. [↑](#footnote-ref-0)