

# 走近铜矿资源

□文 / 张超 郝彧

**第一作者简介** 张超，地质矿产工程师，主要从事地质矿产、地质科普研究，以及博物馆展览工作。

铜，是一种过渡金属元素。在日常生活中，常见的铜是一种紫红色金属，其实它的新鲜面为红橙色。铜延展性好、导热性和导电性强、具有抗磁性等，这些优良特性使其用途广泛，再加上开采便利性，都是铜成为最常见金属的重要原因。铜是人类较早发现并广泛利用的金属之一，其应用伴随着人类历史的发展进程，古人对于铜矿的采冶、提炼、应用全流程十分成熟，最重要的表现就是商周青铜器。

现代科技发展日新月异，铜在新领域的应用也在不断拓展，已经有不少国家将铜矿资源列为战略性资源。尤其在电子信息领域，伴随着铜在半导体芯片、智能终端及装备、高铁、新能源车、航空航天等方面的普遍应用，以及铜矿生产工艺的降碳改造升级，铜在全球绿色低碳能源转型和绿色经济发展中将扮演更加重要的角色。因此，如何利用好、开发好、回收好现有的铜矿资源愈发重要，而要想充分利用铜矿资源，必须先摸清家底，认识铜矿资源的分布和特点。

## 铜矿资源 不容小觑

全世界铜矿资源分布相对集中，已探明铜矿储量约 8.9 亿吨（2022 年），储量最多的国家是智利，其次是澳大利亚、秘鲁、俄罗斯、墨西哥，这 5 个国家的铜矿储量约占世界总储量的一半以上，随后为美国、波兰、刚果（金）、中国、赞比亚等国。

我国铜资源贫矿多、富矿少，资源禀赋不佳，接替资源不足，新增资源多在西藏等高寒、高海拔地区。我国已探明铜矿储量约 3 495 万吨（数据截至 2021 年年底），其中以西藏自治区最为丰富，其已探明铜矿储量占全国总储量的 31%，西藏多龙矿区则是我国首个单一矿体超过千万吨级的铜矿，是世界十大超级铜矿之一；其次为江西和云南，占全国已探明总储量的 19% 和 13%；排名前十的省份铜矿储量合计占比达 91%。

近年来，我国通过积极实施“走出去”战略，在海外铜资源开发中取得了显著成效。中国铝业集团有限公司、中国五矿集团有限公司、紫金矿业集团股份有限公司、中国有色矿业集团有限公司等企业逐渐成为全球重要的铜矿生产商，为国内铜资源保障能力的提升提供了坚强支撑。

根据国际铜研究小组（ICSG）统计数据显示，2022 年全球铜矿产能为 2 731 万吨，铜矿产量 2 121 万吨，其中铜精矿产量 1 772 万吨。从产量分布情况来看，全球铜产量排名前十的国家合计产量占全球总产量的 79.7%，智利和秘鲁两国是最主要的铜矿生产国，2022 年全年合计产量占全世界产量的 35.6%；中国以年产量 190 万吨，位居第四。

2022 年，我国铜精矿产量为 187 万吨，主要集中在西藏、云南、江西、黑龙江、陕西、甘肃、新疆、安徽、内蒙古和福建等省（自治区），上述 10 个省（自治区）合计产量占全国总产量的 85%。2022 年，我国铜精矿进口量

达到 2 527 万吨（实物量），而铜精矿出口量极其微小，与进口量相比可忽略不计。

按照用量统计，我国铜消费主要集中在电力、空调制冷、交通运输、电子信息、建筑等终端行业。根据中国有色金属工业协会统计数据显示，2021 年，我国铜消费量在电力领域为 605 万吨，占比 40.70%；在日用消费品领域为 226 万吨，占比 15.20%；在电子通信领域为 225 万吨，占比 15.15%；在交通运输领域为 127 万吨，占比 8.55%。

随着国内经济结构的转型与调整，我国铜消费结构也在发生变化，传统领域的消耗占比在下降，新能源相关领域的消耗占比在提升。

我国铜矿消费需求在持续增长，但全方位进口格局难以改变，需要进一步加快产业链本土化进程，推进新一轮找矿突破战略行动，提升产业链供应链韧性和安全水平。

独特的颜色在收藏和赏石领域占据一席之地。

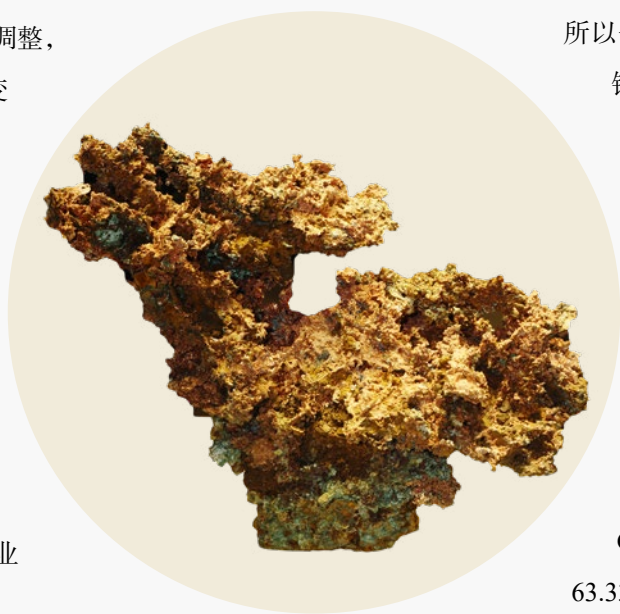
按照矿物类型划分，含铜矿物可分为四大类：自然铜；硫化物（如黄铜矿、斑铜矿和辉铜矿等）；氧化物（如赤铜矿）；盐类矿物（如碳酸盐类的蓝铜矿、孔雀石，以及磷酸盐类的绿松石等）。这些矿物有的金光闪闪，有的状似花朵，还有的五彩斑斓，无一不散发着巨大的魅力。

黄铜矿是一种铜铁硫化物，化学式为  $\text{CuFeS}_2$ 。虽其成分中含铜量只有不到 35%，然其分布广泛，

所以也是重要的炼铜矿物。黄铜矿多为铜黄色，风化面可以表现为斑状铜色。

黄铜矿可形成于多种多样的环境中，主要成因是岩浆作用、接触交代作用、成矿热液作用。

斑铜矿为铜铁硫化物矿物，化学式为  $\text{Cu}_3\text{FeS}_4$ ，理论含铜量为 63.33%。正如其名表述的一样，



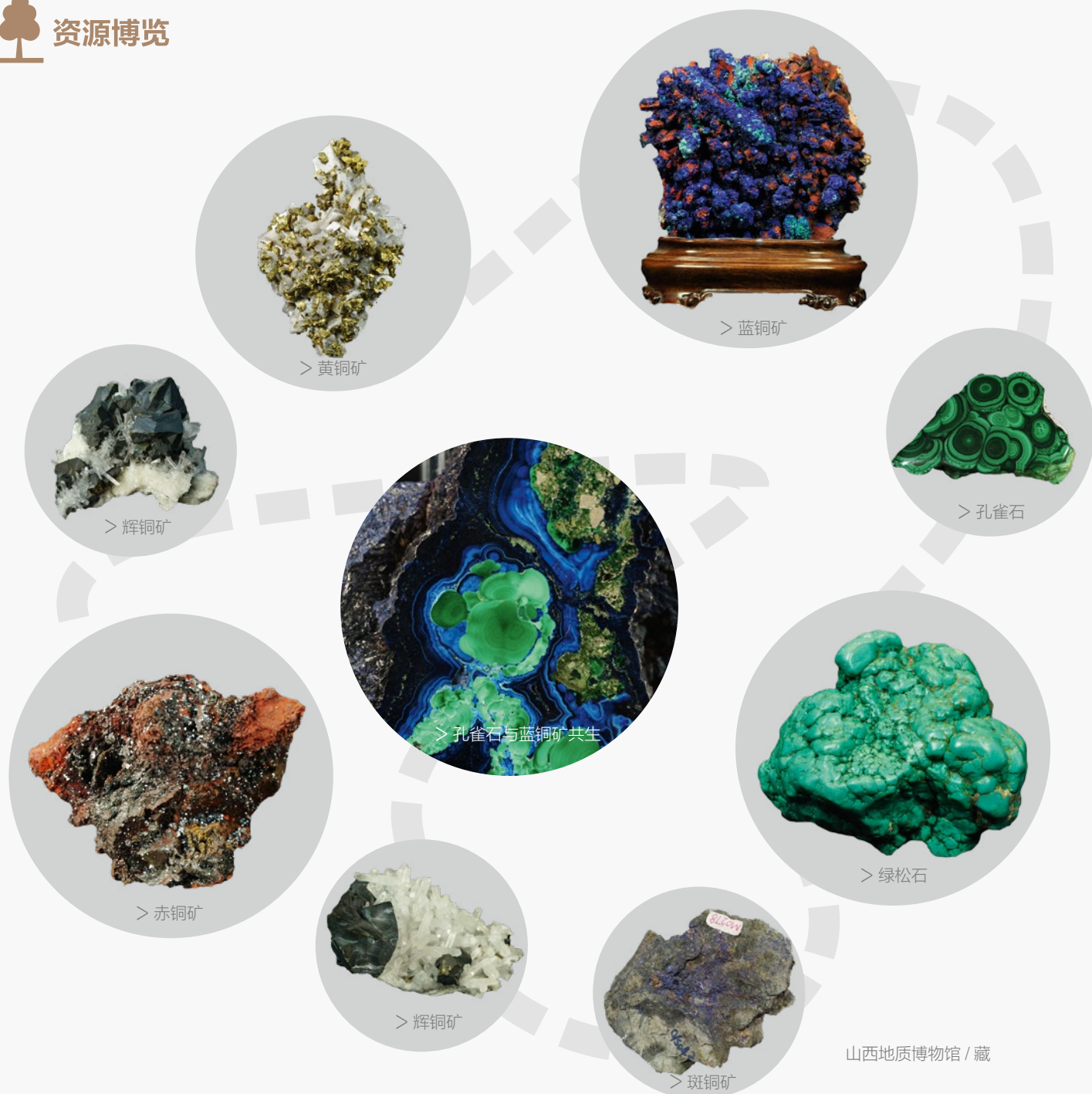
> 自然铜 山西地质博物馆 / 藏 斑铜矿是大自然中色彩最丰富的矿物之一，它的新鲜面为暗红色，我们常见的颜色是其氧化色，表现为蓝、紫、红斑状的铜色，有人称其为“孔雀矿”。斑铜矿主要产于热液矿脉中，常与石英、黄铜矿、黄铁矿等硫化物共生。可在铜硫化物矿床及其次生矿床、矽卡岩矿床中富集。斑铜矿在氧化环境下，容易分解形成孔雀石、蓝铜矿、褐铁矿等铜铁氧化物。

## 含铜矿物 琳琅满目

冶炼铜一般都是通过矿石，而铜矿石的种类非常多。铜矿是可以利用的含铜自然矿物的集合体总称，铜矿石一般是铜的硫化物或氧化物与其他矿物组成的集合体。世界上已发现的含铜矿物有 280 多种，主要常见矿物只有 16 种。其中可工业利用的矿物有：自然铜、黄铜矿、辉铜矿、黝铜矿、蓝铜矿、孔雀石，等等。我国开采的主要是黄铜矿，其次是斑铜矿和辉铜矿。除了这些矿物还有一些外形精美、颜色艳丽的矿物，例如毛赤铜矿、绿铜矿、绿松石，等等。这些含铜矿物一方面被广泛应用于电气、轻工、建筑、机械制造、国防工业等领域，另一方面也凭借

独特的颜色在收藏和赏石领域占据一席之地。

辉铜矿化学式为  $\text{Cu}_2\text{S}$ ，理论含铜量达 79.86%，是最重要的炼铜矿石。新鲜面颜色为铅灰色，风化后会变黑，并带有铜色，容易污手。硬度较小，一般小于小刀的硬度。辉铜矿有两种成因类型，一种是内生热液成因，多见于热液成因的铜矿床中，可与黄铜矿、斑铜矿及其他硫化物共生。另一种是外



山西地质博物馆 / 藏

生成因，是由铜的原生硫化矿床被氧化后，再次经过还原作用形成的，常见于铜的硫化物矿床氧化带之下的位置。辉铜矿在地表易风化成赤铜矿或孔雀石、蓝铜矿。

黝铜矿是一种硫盐矿物，化学式为  $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ ，通常与含铜、铅、锌、银等金属的矿物共生，成分中会有这些元素的混入物，理论含铜量为 45.77%。黝铜矿常常含有一些砷，当砷的含量完全替代锑，就变为砷黝铜矿 ( $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ )。黝铜矿是一种重要

的铜矿，当其中银的含量达到一定比例时，还可以作为银矿开采。

赤铜矿化学式为  $\text{Cu}_2\text{O}$ ，理论含铜量为 88.8%，也是一种重要的铜矿，但就分布及利用而言是一种次要矿物。新鲜面为洋红色，长时间光照下会变为暗红色，条痕褐红。赤铜矿通常形成于外生作用，主要见于含铜硫化物氧化带。与自然铜、孔雀石、蓝铜矿、褐铁矿等共生。

蓝铜矿的化学式为  $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ ，理

论含铜量在 55% 左右，它是一种碱式碳酸铜。在我国古代是一种蓝色颜料，称为石青。蓝铜矿是一种天蓝到深蓝色的矿物，主要产于铜矿氧化带及围岩的孔洞裂隙中，是一种次生矿物，由其他铜矿在碳酸水溶液作用下形成，常与孔雀石共生。蓝铜矿可作为炼铜矿石，也用作蓝色颜料。中国湖北是优质蓝铜矿的著名矿产地之一。

孔雀石化学式为  $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ ，与蓝铜矿相同也是一种碱式碳酸盐，理论含铜量在 57.4% 左右。孔雀石是人类历史上重要的矿石之一，在古埃及时期就被用作化妆品和颜料。孔雀石因形态和色彩与孔雀羽毛的花纹相似而得名。多产于铜矿氧化带中，常与蓝铜矿共生。

氯铜矿是一种碱式氯化铜，化学式为  $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ ，属于卤化物，是一种较为稀少的次生矿物，理论含铜量有 59.5%。颜色为鲜绿色到黑绿色。氯铜矿的英文名 *atacamite* 来自其发现地智利的阿塔卡玛沙漠（Atacama），这也表示了其形成原因主要是在干旱条件下由其他的含铜矿物氧化而成；也可以形成于火山口周围，由蒸气浓缩而形成。

绿铜矿又称翠铜矿，是一种硅酸盐，化学式为  $\text{CuSiO}_2(\text{OH})_2$ ，理论含铜量大约为 40.5%。其颜色为祖母绿色到蓝绿色，透明到半透明，玻璃光泽，常表现为柱状。其色彩和形态与祖母绿相似，但是绿铜矿质地柔软、容易解理。透明度非常好者称为“透视石”。精美的绿铜矿是一种非常罕见的有色

宝石矿物，常与方解石晶簇共生。一般形成于铜矿脉氧化带及周围裂隙。最好的晶体标本来自中亚哈萨克斯坦、非洲等地。

绿松石是一种含水的铜铝磷酸盐矿物，化学式为  $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ，理论含铜量只有约 7.7%，而且自然界中产出的绿松石成分与理论成分有非常大的差别。绿松石通常以蔚蓝色最为典型，常会因所含离子差异而呈现出浅蓝色、

蓝绿色、绿色，等等。我国是绿

松石的主要产出国之一，

得益于大量的铜矿床，在湖北省、安徽省、陕西省、新疆维吾尔自治区等地都有绿松石产出，在业内和收藏界享有盛名。

铜，作为常见的金属元素，从铜矿石到铜制品，从青铜时代到电气时代，在

人们的生活中占据着重要而不可或缺的地位。我国铜矿资源，

不论是资源储量还是使用量都位居世界前列，但也应认识到我国铜矿资源分布不均、大多分布在西藏地区、开发难度大的现状；同时我国八成以上铜依赖进口，对外依存度高。面对不断增长的需求，未来我们一方面要继续研发提升勘探开采技术，寻找可替代资源，另一方面要继续增加废铜的回收利用率，促进铜资源更高效更经济地循环利用。■



乳钉纹四耳簋 宝鸡青铜器博物院 / 藏 信连勇 / 摄

作者单位 / 山西地质博物馆

（本文编辑：何陈临秋）