

金辉映世

——从金属矿产到财富象征的华丽蜕变

□ 文图 / 时凌峰 孔春雨 孙坚石 李 丹 田 超 冯彦超

第一作者简介 时凌峰，
工程师，主要从事自然资源
调查与科普工作。

古埃及法老陵墓中的黄金，象征着权力与神性；中国古代皇家园林中的御用黄金，象征着至高无上的尊贵；在古希腊神话中，黄金是神的恩赐；在殖民者眼中，新大陆的黄金是财富和荣耀……无论是东方的金碧辉煌，还是西方的金光闪闪，黄金都以其璀璨夺目的光泽和无与伦比的价值，成为人类社会共同追求的对象。

穿越时空长河，黄金的吸引

力从未减退。在现代，黄金映衬着人类文明的辉煌，它不仅是金融市场上的避险资产，也是时尚界的宠儿，无论是作为投资品还是装饰品，黄金都以其独特的魅力，吸引着世界各国的人们。对黄金的迷恋，成为了一种穿越历史、跨越文化和地域的普遍情感。

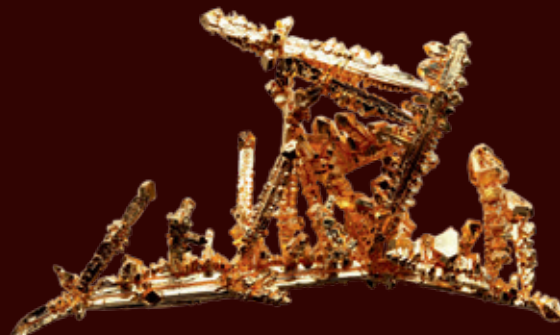
解金：黄为长兮久埋衣不生 百炼不轻兮从革随形

我们能从“金”的说文解字中窥见古人对这种金属的认知。“金”字最早见于金文，也就是商周时期铸刻在青铜器上的铭文，起初金指的是本赤金，即铜，引申为金属总称，后词义缩小指黄金。

《说文解字》中，金是五种颜色金属的总称，五种金属分别是白金（银）、青金（铅）、赤金（铜）、黑金（铁）和黄金，黄金为五金之首，最为珍贵。《说文解字》也指出了黄金优良的特性：久埋地下也不会生锈或腐蚀，多次熔炼也不会减轻其重量或改变其本质，能顺从变形而不背本性。在五行之中，金代表西方的属性。古人认为金是土生出来的，字形采用“土”作底；“土”的左右两点，像金沙埋在土层中的样子；“今”作为声符，表示读音。

金

五色金也。黄为之长。久埋不生衣，百炼不轻，从革不远。西方之行。生于土，从土；左右注，象金在土中形；今声。凡金之属皆从金。



＞“金”字说文解字（参考维基百科图片重新裁剪设计）

· 古埃及·图坦卡蒙黄金面具 ·



- 古埃及法老图坦卡蒙死后所戴面具
- 英国考古学家霍华德·卡特在埃及帝王谷发现了图坦卡蒙的陵墓。

由纯金制成，重达 11 千克。

黄金板塑造整体形状，并通过精细的手工技艺打磨和装饰表面。

镶嵌青金石、绿松石等多种珍贵宝石，眼睛部分使用透明石英和黑曜石镶嵌，以模拟真实的眼晴。

黄金面具代表了法老的神圣性和权力，同时也是图坦卡蒙死后通往来世的指引。

＞图坦卡蒙黄金面具（参考网络图片重新裁剪设计）

· 明·金丝翼善冠 ·



- 明代万历皇帝的皇冠
- 发掘于北京明十三陵定陵

皇冠由 518 根直径仅有 0.2 毫米的金丝焊接而成，金丝之间空隙细小，肉眼难以看到接头，无任何断丝。

皇冠分前屋、后山、折角三个部分，正面有“双龙戏珠”图案，帽体由累丝工艺制成，龙首、龙爪采用锤揲、錾刻工艺，火焰填丝而成，工艺复杂，仅冠上龙鳞就有 8 400 多片，体现了当时匠人的高超技艺。

通高
24 厘米
冠高
14.7 厘米
重量
826 克

后山高
22 厘米
冠口径
20.5 厘米



＞明金丝翼善冠（参考网络图片重新裁剪设计）

金的英语“gold”和化学符号 Au(来自拉丁语“aurum”)词源则都与金的色彩有关,源于闪光、发光、黎明等词汇。

爱金：熠熠生辉不改色 柔韧延展任锤凿

金之所以备受喜爱,首先是满足了人们的“好色”需求。黄金颜色鲜艳,色泽明亮,浓郁纯净,给人一种阳光般的温暖,在许多文化中都被视为太阳的象征,同时自带奢华高贵的气质。不仅如此,黄金还可以通过掺入其他金属变幻出更丰富的颜色,如白色、蓝色、紫色和玫瑰金色等,这些颜色多用于黄金首饰。黄金饰品改变纯度,就可以得到的更丰富的颜色。

黄金被人钟爱的第二个原因是其延展性好。仅 1 克金(体积大概相当于半粒米)就可以拉长成直径 0.00434 毫米,长 3 500 米的细丝,现代技术甚至能把黄金压成 0.00001 毫米厚的薄膜(中国期货业协会,2010)。再加上黄金硬度不高,可以成为柔软而又易于加工的材料。因此,黄金可打造成任何形状,制作成金箔,用于塑像、建筑、工艺品的贴金。

人们喜爱黄金还因为它稳定的化学性质。黄金便于长期保存,耐腐蚀性强,抗强酸、强碱、化学药品。在空气中不被氧化,不会变色,在酸碱溶液中都极为稳定,具有极佳的抗变色性和抗化学腐蚀能力。远古墓葬中出土的黄金随葬品,至今依然保存完好,经数千年其金属光泽不减。

黄金的物理特性决定了它便于被设计和制成各种形状的饰品,还可与其他宝石结合使用制作成珠宝首饰,高贵美观且耐用。同时,黄金导电性良好,可以用来制作连接器和印刷电路板。黄金还被用于宇航服和卫星上的涂层,以保护内部设备免受极端温度的影响。在医学上,黄金也有广泛应用,由于其良好的生物相容性和耐腐蚀性,黄金合金在牙科领域被广泛用于制作牙冠。

当人们对黄金的喜爱变成一种共识,黄金对人类社会的影响就越来越广泛,在人类的精神文化领域和经济社会运行中扮演着非常重要的角色。

黄金不仅仅是一种物质财富的象征,更承载着深厚的文化内涵和精神价值。在不同的文化和历史时期,黄金以其独特的光泽与稳定性,成为人们心中对于美好事物、权力、财富乃至神圣追求的集中体现。

在古代文明中,黄金被视为尊贵与力量的标志。法老的面具、帝王的冠冕、贵族的饰品,无不闪耀着黄金的光辉,向世人昭示着拥有者的显赫身份与非凡地位。这些黄金制品不仅是个人荣誉的象征,更是国家权力和社会秩序的物质化表现;在宗教领域里,黄金同样占据着举足轻重的地位。无论是作为供奉神灵的祭器,还是作为传达信仰的艺术品,黄金都被赋予了超越物质层面的意义;在日常生活中,黄金同样是美好时刻不可或缺的一部分。婚礼上的金戒指、节日庆典中的金饰,都是人们传递祝福、分享喜悦的重要媒介。赠送黄金制品,意味着将好运、幸福与繁荣一同赠予对方,这份心意远比黄金本身更为珍贵;文学艺术中,黄金更是被赋予了丰富的象征意义。它不仅是财富的代名词,更是高尚品德与纯洁爱情的象征。“金口玉言”,意味着言语的宝贵与真实;“金玉良缘”,则寓意着美满婚姻的珍贵。这些美丽的词汇,不仅是语言的表达,更是人们对理想生活状态的向往与赞美。无论是在历史长河中还是现代社会里,黄金都以其独特的魅力,连接着过去与未来,成为跨越时空界限的文化遗产。

黄金的独特属性决定了它在经济体系中不可或缺的作用,黄金依然是连接过去与未来的桥梁,在维护经济秩序方面发挥着关键作用。

马克思在《资本论》中提到“金银天然不是货币,但货币天然金银”,黄金在人类经济史上的重要身份是货币。最初出现在市场上时,金只是一种被人喜欢的普通物品。当商品交换发展到一定历史阶段,金便于分割、价值统一、外形美观的特点使它被人们自发地“选”为一般等价物,能够代表其他所有商品的价值。人类历史上使用的货币形式多种多样,从最初的物物交换,到金属货币的出现,再到纸币及现代电子支付系统的普及,每一阶段都是人类社会进步的重要里程碑。在这个过程中,黄金在很长一段时间内扮演了货币体系基石的角色。各国中央银行曾经采用过金本位制,即货币的价值直接与一定量的黄金挂钩,这保证了货币价值的稳定性和可兑换性。

随着金融体系的复杂化和技术的进步,金本位早已成为过去式,传统的货币形态正在经历深刻的变革。尽管如此,黄金依然保持着其作为价值储存手段的重要地位。在不确定的经济环境

下,黄金因其稀缺性、流动性强,以及与大多数其他资产相关性较低的特点而受到青睐。当股票市场波动加剧、通货膨胀上升或是地缘政治紧张局势升级时,投资者往往会转向黄金,将其视为抵御风险的“避风港”。在国家层面,黄金储备作为一国金融实力的象征,发挥着不可替代的作用。中央银行持有黄金不仅可以增强国际信誉,还能在必要时用于平衡国际收支、维持汇率稳定等。尤其是在金融危机或战争等极端情况下,黄金作为全球公认的硬通货,能够迅速恢复市场信心,并为政府提供额外的财政灵活性。

溯金：恒星心火铸辉煌 地球舞动黄金藏

点石成金的传说无疑充满了浪漫主义色彩,但在科学视角下已经被证明是一种不切实际的幻想。

金元素在太阳系形成之前就已经存在了,并且数量稀少。50 亿年前,包含更早超新星碎片的旋转气体云不断聚集,逐渐在自身重力的作用下收缩,其温度和压力不断升高,氢原子开始发生核聚变反应,释放出巨大的能量,从而形成我们现在所知的太阳。太阳占据了整个太阳系总质量的 99.86%,其余 0.14% 的物质通过聚集和固化形成了行星、小行星、彗星等天体(蒲济林 等,2016)。从元素上说,氢和氦共占据了太阳系 98% 的质量,氧元素占 0.9%,其他元素仅占 1.1%,金元素比例太少,我们只能拿数量类比:当太阳系中每出现 3.5 亿个氧原子才会有 3 个金原子(约翰·格里宾,2020)。

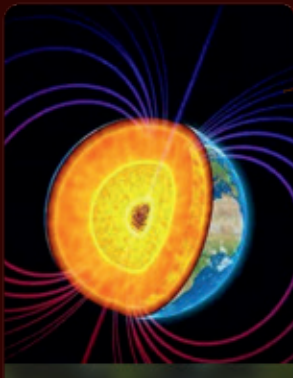
当然,其中的一部分黄金散落在地球上。

从现有的物理和化学知识、实验、对其他天体的观测以及计算机模拟来推断,在地球形成过程中,来自彗星和陨石的撞击、放射性同位素的衰变,早期形成的地球至少有一半都被融化,早期地球中铁、镍、金等密度大的金属几乎都已沉入地核。规模最大的一次撞击来自一颗火星大小的物体,被炸飞的碎片形成了月球,41 亿~38 亿年前的持续猛击,即“晚期重轰炸”时期,地核里的金才得以重新出现在地壳和地幔。不过黄金在地壳的含量每吨不超过 0.004 克,分布广泛但含量极少。后期板块、岩浆活动不断地作用于地壳,岩石熔融、冷却、沉积,各种矿物成分组成发生迁移,各种地质作用使金富集,才形成了今天的金矿床。

我国地域辽阔,江河水系发育,金矿成矿地质条件优越,这离不



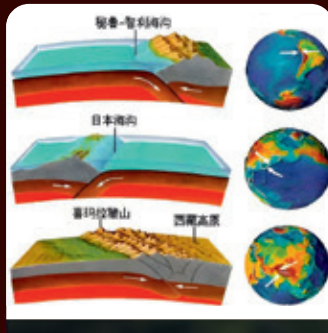
晚期重轰炸时期



地球内部圈层



岩浆活动



板块运动

＞ 塑造地球的各种力量（参考网络图片重新裁剪设计）

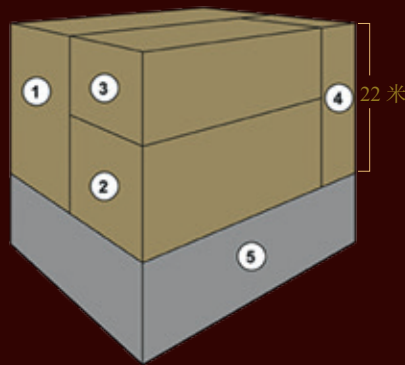
开我国独特的地球动力学环境和构造演化史。

地质历史上的燕山期和喜马拉雅期，是地球各圈层物质运动和相互作用最为剧烈的时期之一。2 亿～1.3 亿年前的燕山期，太平洋板块与欧亚板块的碰撞引发了大规模的岩浆活动和构造变动，促进了金属成矿作用的发生。7 000 万～3 00 万年前的喜马拉雅期，则是印度板块与欧亚板块的碰撞，导致了喜马拉雅山脉的隆起，并

进一步激发了一系列构造和岩浆事件，为成矿提供了有利条件。中、新生代因此成为中国及其邻近地区最重要的构造-岩浆-成矿阶段。这一时期的构造活动不仅塑造了中国独特的地貌特征，还孕育了丰富的矿产资源。岩浆活动为金矿的形成提供了必要的热液流体，而构造变动则为这些流体提供了运移和聚集的空间，最终形成了丰富的金矿床。

寻金：掘石破岩寻金脉 千锤百炼始得真

据统计，至 2023 年年底，世界上开采出的黄金有 212 582 吨（世界黄金协会，2024），用这些黄金去铺平一个标准 400 米田径场的话，厚度仅 72.83 厘米；而一个边长 22 米的立方体建筑就可以把人类拥有的所有黄金装起来。



截至 2023 年年底，黄金地上存量总计：212 582 吨

1. 金饰：约 96 487 吨，占 45.39%
2. 金条与金币（包括黄金 ETF）：约 47 454 吨，占 22.32%
3. 官方部门（央行）：约 36 699 吨，占 17.26%
4. 其他：约 31 943 吨，占 15.03%
5. 地下储藏量：约 59 000 吨

＞ 黄金存量（世界黄金协会，2024 年）

金作为一种矿产，从体积上看总量不多，却是人类较早利用的金属之一，因为金在自然界中通常以单质形式出现。尤其在石器时代，金属非常少见，并且只有铜和金能自然存在而不需要从矿石中提炼。

金矿可分为砂金和岩金。含金的地质体经历了风化、剥蚀、搬运，呈粒状或微观粒子形式出现，细微如砂，最后在河流中富集形成了砂金。岩金则是矿山开采出的含金矿石。

砂金：千淘万漉虽辛苦 吹尽狂沙始到金

砂金的开采相对容易，其开采历史也最为悠久。我国是世界上较早开发和使用黄金的国家之一，黄金生产开采始于砂金，



＞ 砂金（图片来源：维基百科）

这也是为什么古人认为“金生丽水，玉出昆冈”的原因。丽水是古称，现在我们称之为“金沙江”，金沙江一名来源便与其携带的黄色沙土和丰富的砂金矿藏有关。

根据砂金颗粒密度大的特点，使用淘洗盘直接分选就能得到金矿。河流自然重砂取样法是最原始的砂金找矿法，单人只用一把铁锹和一个淘洗盘即可开展工作。随着自然界砂金数量的减少，人们首先要实现找矿方法的改进，其次就是利用新的工具。除了直接取样调查，还可以利用大型器械穿透松散沉积层采样了解深部含金情况；或者通过间接的方式，如地质地貌调查、地球物理勘探甚至航空技术，通过更系统的分析和调查研究来推断砂金成矿情况。

岩金：千山万水探金踪 踏破铁鞋无觅处

相对而言，产于矿山的矿物金被称为岩金，也就是藏在岩石矿脉中的金，它可以以自然元素的形式存在，即纯金的状态；也可以存在于天然合金中，比如金银合金。此外，它还可能以金属硫化物的形式赋存，或是存在于硫化物、碲化物、锑化物和硒化物之中。

人类拥有的黄金大部分都是在 1950 年之后开采的（世界黄金协会，2024），金矿的勘探与科技发展进步有着密切的联系。自然界容易被发现和开采而出的黄金越来越少，就需要依靠更科学的勘探方法和采矿手段。发现并勘探金矿一直是一项充满挑战的任务，其工作重点是高效精准地寻找金矿分布位置，评估金矿储量和了解矿体形态，在开采以后总结金矿的来源、形成环境，为未来找矿积累宝贵的经验。

想要研究岩金的特点，就要了解岩金都有哪些类型。但金矿床的分类分歧很大，不同的地质学家有不同的视角。有的以成矿地质作用划分，有的以成矿物质来源作为分类依据，还有的按照矿体形态、矿化类型分类。

2020 年开始实施的《矿产地质勘查规范 岩金》（DZ/T 0205—2020）将我国金矿床分为破碎带蚀变岩型、含金石英脉型、斑岩型、矽卡岩型、角砾岩型、硅质岩层中的含金铁建造型、含金火山岩型、微细粒浸染型 8 种金矿床工业类型，这种分类的基础是成矿地质特征、矿物共生组合、

围岩蚀变、矿体形状、规模及品位等，代替了 2002 年《岩金矿地质勘查规范》(DZ/T 0205—2002) 金矿床按照成因类型分类。

岩金的开采程序复杂，随着黄金价格的飙升，技术的进步和经济的发展，岩金矿的工业指标也会发生变化，使之能适应目前及今后一段时期内的市场要求。在 2002 年《岩金矿地质勘查规范》中，我国推荐的岩金矿一般工业指标有边界品位、最低工业品位、矿床平均品位、最小可采厚度、最小夹石剔除厚度、最小无矿段剔除长度，露天开采须确定剥采比。2020 年以后，这些工业指标不再考虑矿床平均品位，只考虑边界品位、最低工业品位、最小可采厚度、最小夹石剔除厚度、最小无矿段剔除长度，且标准都有所降低。按照我国最新的《矿产地质勘查规范 岩金》来说，原生矿最低工业品位达到 1.6 克 / 吨以上。

当然，衡量采矿的可行性还需要考虑矿石的赋存条件、矿物成分、外部建设条件等。

大型地下采矿业属于资本密集型产业，机械化程度和技术含量高。全世界 60% 的开采活动在地表进行，容易开采的、成熟的金矿资源已近告罄。在未来随着技术的进步，那些目前因开采成本过高而被认为是不可行的矿石资源可能会转变为有价值的储备。大数据、人工智能以

及智能数字采矿技术的应用，有助于显著降低开采成本，提高资源利用效率。例如，大数据技术可以帮助矿企更好地了解地质结构和矿体分布，从而提高勘探的准确性；人工智能可以通过优化开采流程来减少浪费并提高安全性；智能数字采矿技术则能实现远程操作和自动化管理，减少人力成本并提高工作效率。目前，机器人已经在采矿活动中扮演着越来越重要的角色，从勘探到开采再到运输，机器人的参与使得采矿作业变得更加高效和安全。预计在未来，机器人采矿将成为行业标准做法，进一步推动采矿业向智能化和自动化方向发展。

炼金：黄金熔炉淬真金 烈火去杂质光新

古人加工冶炼黄金经历了破碎与筛选、冶炼、精炼的过程。

古人使用工具将金矿石破碎成较小的颗粒，这一步是先将矿石放入水碓，通过水力作用将大块的矿石粉碎，然后用石磨磨成粉末，再用水淘洗使黄金颗粒与其他杂质分离。将满足要求的黄金颗粒进行冶炼，以提取纯金。黄金的熔点为 1 064.18℃，在古代生产条件下，人们很难将火焰温度提高到这一点以上，所以有“真金不怕火炼”这一说法。正是利用了这一点，黄金冶炼方法最常见的是火法冶炼。火法冶炼是将金矿石放入炉子中加热，使其中的低熔点金属熔化，流入模具中，冷却后形成金块或金錠。火法冶炼得到的产品难免还含有一些杂质需要进一步的精炼处理。常用的精炼方法包括汞齐化和电解。汞齐化是将金块与汞混合形成汞齐合金，利用汞对金的强亲和力去除杂质。电解法则通过电流作用，使金离子在阴极还原为纯金，从而提高黄金纯度。

现代黄金冶炼流程与古人之法大同小异，一般为预处理、浸取、回收、精炼。但现代技术使用更为先进的机械和化学方法，以保证更有效地从矿石中提取黄金和处理更为复杂的矿石类型，制备的黄金制品更接近理论纯度，品质更优。

我国作为产金大国，《矿产地质勘查规范 岩金》将金

矿物颗粒划分为五级，金的粒度在很大程度上取决于磨矿细度和选别方法。在矿石磨碎过程中，巨粒金（> 0.295 毫米）和粗粒金（0.074 ~ 0.295 毫米）几乎全部可以分离成单体，适合使用重选法回收。重选法通过分析黄金与脉石之间密度的差异，按照重力进行提取，这是冶炼黄金较为传统与古老的方法之一。中粒金（0.074 ~ 0.037 毫米）在磨矿过程中大都能单体解离，少部分呈暴露连生体或被硫化物包裹，细粒金（0.01 ~ 0.037 毫米）和微粒金（≤ 0.01 毫米）用浮选法、氰化法都有好的效果。浮选法是一种常用的矿物加工技术，尤其在处理细粒度和低品位矿石时非常有效。浮选法基于不同矿物表面性质的差异来进行分离。具体来说，它利用了矿物对水的不同亲疏性（即疏水性和亲水性）。在浮选过程中，疏水性的金颗粒会附着在气泡上并浮到液面形成泡沫，而亲水性的颗粒则留在水中。氰化法利用了黄金与氰化物之间的特殊化学反应。在有氧气的情况下，黄金可以与氰化物（通常是氰化钠 NaCN）溶液发生反应，形成一种可溶于水的络合物——金氰化物 [Au(CN)₂]。这种络合物可以被进一步处理，从而提取出纯金。

金精炼后的最终产品通常是高纯度的黄金，如金条、金币、金錠、金粉、金片等。截至 2023 年，45% 的黄金被制成珠宝首饰，22% 被制成金条和金币，17% 存在各国中央银行（世界黄金协会，2024）。

身边的金：众里寻金千百度 其在触手可及处

需要提到的一点是，人们已经在月球上、大洋底、海水中、南极大陆都发现了黄金，然而这些地方的黄金目前还不具备开采价值。我们日常使用的电子产品，尤其是手机，实际上是一种隐藏在身边的“金矿”。手机及其它多种电子产品中含有一定量的黄金，以及其他有价值的金属。主板中很多元器件都含有黄金，如主板线路、芯片、接口、处理器的插座，等等，常覆盖着微米级别厚度的黄金层，我们使用的 SIM 卡中也含有黄金。虽然单个设备中的黄金含量很少，但如果考虑到全球每年废弃的大量电子产品，这些微量黄金的累积总量就相当可观了，理论上，100 万部手机可以产出 34 千克黄金（Biacsa Nogrady，

2016）。除了黄金以外，手机中还含有铜、锡、银、铝等多种金属。鉴于这些废旧电子产品蕴藏的可观价值，回收和再利用这些资源已成为一个蓬勃发展的产业。通过专业回收处理，不仅可以从废旧手机中提取黄金，还可以回收其他有价值的材料，从而减少对原材料的需求，并减轻对环境的压力。随着公众环保意识的提升和技术的进步，电子产品回收正逐渐成为一个既有益于环境保护又能创造经济效益的重要领域。

从地球科学的角度来看，从埋藏在地壳深处的金属矿产到成为权力与财富的象征，人类对黄金的认识与利用经历了漫长的旅程。尽管人类与黄金的相遇是一系列小概率事件的集合，但黄金在人类的历史长河中被赋予了特别的意义，影响着我们的历史、文化和经济结构，成为了我们生活中不可或缺的一部分。

第一作者单位 / 中国地质调查局
廊坊自然资源综合调查中心

（本文编辑：何陈临秋）