

化学世界之谜



前 言

大千世界，变化万千。

翩然走进化学的殿堂，不禁惊讶不已，变化无穷的化学世界是那样的奇妙。

化学是一门研究物质的组成、结构、性质以及变化规律的自然科学，它与人类进步和社会发展的关系非常密切。我们通过化学知识的学习能进一步认识自然、适应自然、改造自然、保护自然。

世界是由物质组成的，化学则是人类用以认识和改造物质世界的主要方法和手段之一，它是一门历史悠久而又富有活力的学科，它的成就是社会文明的重要标志。

从开始用火的原始社会，到使用各种人造物质的现代社会，人类都在享用化学成果。人类的生活能够不断提高和改善，化学的贡献在其中占据了重要的地位。

化学是重要的基础科学之一，在与物理学、生物学、自然地理学、天文学等学科的相互渗透中，推动了其他学科和技术的发展。例如，核酸化学的研究成果使今天的生物学从细胞水平提高到分子水平，建立了分子生物学；对地球、月球和其他星体的化学成分的分析，得出了元素分布的规律，发现了星际空间有简单化合物的存在，为天体演化和现代宇宙学提供了实验数据，还丰富了自然辩证法的内容。



我们的衣、食、住、行、医疗药物和家庭用品等基本需要，无一不与化学有关。

1) 衣服方面，如人造纤维、尼龙、的确凉等衣料大部分都是石油提炼成的化学品制成。

2) 食物方面，如化学杀虫剂和肥料的发明，增加了粮食的产量；把一些化学剂加进食品里，可改善食物的味道和气味；煮食用的燃料如石油气和煤气均是石油工业提炼成的副产品。

3) 住屋方面，建筑材料如三合土（水泥）、钢筋、瓷砖、玻璃、铝和塑胶等均来自化学工业的制成品。

4) 交通方面，如飞机、轮船和汽车等交通工具所用的燃料均是石油工业提炼成的副产品；飞机机身是由特殊的合金制造的。

5) 医疗药物方面，用化学方法制成的药物，增强了我们抵抗疾病的能力，令全球因疾病致死的死亡率降低，使人类的平均寿命增长。

6) 家庭用品方面，塑胶用具均是利用石油工业提炼成的副产品加工制成；煮食锅和刀叉等金属用具均是利用化学方法从地壳内的矿石提取出来的金属经加工而成的；漂白水 and 清洁剂等家居化学品均来自化学工业的制成品。

凡事有利也有弊，化学给我们带来益处的同时也带给我们一定的负面影响，诸如环境污染、大气酸化等。

如何让化学为我们服务，化不利为有利是个值得探索的问题，那么，现在就让我们进入化学世界寻找问题的答案吧！



离奇神秘事件之谜

敦煌艺术品为何鲜艳依旧

1

敦煌石窟以其壁画、塑像闻名于世，而颜料使得石窟艺术更加绚丽多彩。敦煌石窟不仅是世界上伟大的艺术宝库，还是一座丰富的颜料标本博物馆。丰富多彩的敦煌石窟艺术宝库中，为我们保存了古代千百年间十余个朝代的大量彩绘艺术的颜料样品，是研究我国古代颜料发展史的重要资料。敦煌石窟的壁画在世界上是独一无二的。这些经历了千百年的壁画，至今仍然光彩鲜艳，金碧辉煌。各种颜料历经千百年自然演变的情况在画面上得到了真实的反映。它们的耐光、耐磨、耐久等性能在这座特殊的天然实验室中得到了经久的考验。可是为什么时间漫漫，颜色却鲜艳依旧？

面对这样的谜题，也为了让更多的艺术美流传下去，许多学者开始了艰辛的寻觅之旅。



敦煌壁画中的千手观音



根据国内外对敦煌石窟艺术所用颜料的分析可知，这里的颜料大体可分为无机颜料、有机颜料和非颜料物质 3 种类型。无机颜料中的红色有朱砂、铅丹、雄黄、绛矾；黄色有雌黄、密陀僧；绿色有石绿、铜绿；蓝色有青金石、群青、蓝铜矿；白色有铅粉、白垩、石膏、熟石膏（又称半水石膏）氧化锌、云母；黑色主要是墨。此外，壁画、彩塑上还应用了金箔、金粉。有机颜料红色有胭脂（红花提取物）；黄色有藤黄；蓝色有有机蓝（靛蓝）。非颜料的矿物质以白色为多，如高岭石、滑石、石英、白云石，还有碳酸钙镁石、角铅矿、氯铅矿、硫酸铅矿等，都是古代富有经验的民间画工因地制宜挑选来做颜料代用品的。其中滑石是含镁的水合硅酸盐，叶蛇纹石是一种镁的含水硅酸盐，化学成分是 $(\text{Mg} [(\text{OH}) \text{SiO} (\text{OH})])$ 或 $[\text{MgSiO} (\text{OH})]$ 。敦煌石窟主要颜料的应用比阿富汗著名的巴米羊石窟，印度的阿旃陀石窟，中国新疆库车的克孜尔石窟、吐鲁番的伯孜克里克石窟，甘肃炳灵寺、麦积山石窟，山西大同云冈石窟等大量石窟寺庙彩绘艺术所用颜料都多。比同时期的全国各地的墓室壁画、画像砖所用的颜料更多。比中国古代绘画论著记载、绘画作品使用的颜料更丰富。



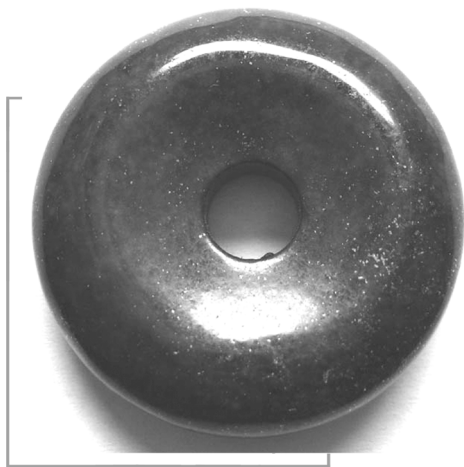
可用作颜料的硅



在所应用的 30 多种颜料中，其中个别颜料在绘画中是很早就使用的，并且史料没有记载。例如：青金石、密陀僧、绛矾、铜绿、雌黄、雄黄、云母粉、叶蛇纹石、石膏等颜料的使用等等。所有这些都反映出我国古代在化学工艺方面长期居于世界领先地位。

青金石

青金石是中国古老的传统玉石之一。青金石因其“色相如天”（亦称“帝青色”或“宝青色”），很受中外帝王的器重。所以，在中国古代多被用来制作皇室的各种玉器工艺品。由于青金石具有美丽的天蓝色，所以，我国古代很早就把它作为彩绘用的蓝色颜料。而敦煌石窟是应用青金石颜料时间最长、用量最多的地点之一。在北朝至元的石窟壁画、彩塑艺术中都应用了



青金石颜料

青金石颜料。世界上只有阿富汗等几个国家出产青金石，截至目前，在中国还没发现有青金石的矿产资源。

绿盐和铜绿

我国史书中记载了 2 种含铜化合物：绿盐和铜绿，其化学成分是氯化铜（ $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ），绿盐又名盐绿，最早是西北新疆等地少数民族的地方特产。较早记载绿盐制备方法的是唐代医学家苏敬的《新修本草》。五代李珣的《海药本草》曰：“绿盐，出波斯国，生石上，舶上将来谓之石绿，装色久而不变。中国以铜、醋造者，不堪入药，色也不久”。由于古代文献中“绿盐”、“盐绿”常与矿物颜料相关，而且形状、颜色的描述都以扁青、空青为例，甚至干脆称为“石绿”，所以，古代“绿盐”、“盐绿”除了作为医药、炼丹药物等外，也作为彩绘绿色颜料应用。



据目前的科学分析结果可知，以氯铜矿、水氯铜矿作为绿色颜料的使用以我国西北地区为最早，应用最广泛的是甘肃河西走廊各地石窟和墓室彩绘壁画。敦煌石窟（包括莫高窟、西千佛洞、安西榆林窟、东千佛洞等）应用的时间最长，用量最多。从北凉（397~439 年）到元代千余年间一直应用。

黄 丹

古代所利用的铅化合物中有两种叫做“黄丹”的铅氧化物，那就是红色的 Pb_3O_4 （四氧化三铅）和黄色的 PbO （氧化铅）。在古代的炼丹、医药本草及其他著作中还有“密陀僧”等不同的名称。唐代著名炼丹家张九垓《金石灵砂论》中最早明确了密陀僧与铅的关系：“铅者黑铅也，……可作黄丹、胡粉、密陀僧。”经对莫高窟最早的 7 个北凉时期的洞窟颜料进行分析，其中在北凉 268、272 的 4 个颜料样品中分析出 PbO ，而且这 4 个样品都是单一的 PbO ，没有 Pb_3O_4 及其他红色颜料混入。由此可知，我国黄丹作为壁画颜料的应用，最迟不会晚于 3 世纪。到了唐代，密陀僧作为绘画颜料已很普遍。在敦煌莫高窟盛唐 205 窟壁画中也发现有此颜料。我国古代有近 30 种文献记载了关于敦煌一带（瓜、沙二州）出产黄矾、绿矾、绛矾、金星矾（铁矾）的情况。绛矾可由绿矾焙烧制得。绿矾在空气中经大火焙烧，析出结晶水的同时会被空气氧化成为红色，驱尽其中水分后，即成为棕红色犹如黄丹的粉末，古时称为绛矾，北宋苏颂编撰的《图经本草》记载了鉴别绿矾的方法。绛矾不仅是名贵的药品、炼丹的原料，而且也是自唐以来在敦煌石窟壁画、彩塑中使用的红色颜料。

云 母

在敦煌石窟壁画中所用的颜料中，云母也是值得一提的。敦煌莫高窟中唐 112 窟，是个仅几平方米的方型小窟，著名的“反弹琵琶”壁画就绘于此窟南壁。这个窟不仅在绘画艺术上显现了唐代敦煌壁画的一流水平，而且颜料的应用上也达到了绝妙的程度。这个洞窟所用的银白色颜料闪光



敦煌壁画“反弹琵琶”

发亮，经 X 射线衍射分析得知，这种银光闪烁的白色颜料是很纯的天然片状白云母，细碎的鳞片在画面上显色效果极佳。莫高窟晚唐 12 窟壁画中也有银白色云母颜料，但杂质含量较高，粒子粗，显色效果差，此外，在其他一些洞窟中也有云母作白色颜料的。敦煌鸣沙山和莫高窟的崖岩砂石中常可见到云母，莫高窟南面不远处水沟坡中还有天然云母矿，古代民间画工是就地取材加工使用的。从史料可知，我国古代炼丹大师在汉代已有制取云母粉的先进方法。东汉、隋、唐炼丹著作中，都有关于制云母粉方法的记载。在敦煌一带也有人制备云母粉，由于这种技术当时还掌握在少数炼丹家手中，他们保守严密，使这一先进制作方法未能很好地推广和流传，所以云母粉在莫高窟 112 窟的出现只能是昙花一显，很快就消失了。而一般加工的云母粉作颜料效果不好，所以唐代之后壁画中不再应用。



黑兽口湖献“宝”之谜

在俄罗斯里海附近的沙漠中，有一个名字很奇特的湖——黑兽口湖。人们怎么会给它起这么个怪名字呢？原来，这个湖与里海之间有一条狭窄的通道相连，每天不断地吞饮着里海的海水。多少年过去了，它却总喝不饱，真好像神话中说的“无底洞”一样。随着狭窄的通道，鱼也进入湖中。奇怪的是，鱼一到湖中，就会翻过肚皮，不断挣扎着被波浪涌上湖岸。谁也说不清楚这是怎么回事。

不过，黑兽口湖对人却很“仁慈”，尤其是对那些不会游泳的人。在这里，会游泳的和不会游泳的，它都一律对待，决不会吞没你，尽可放心大胆地跳进湖中，用你所喜欢的任何一种姿式游泳。假如你游累了，还可躺在湖面上休息，甚至可以躺在上面看书呢。但是，如果你要想潜到湖下去，却十分困难，湖水总要把你托上湖面，好像怕你潜入湖底偷走它的珍宝似的。

湖中确实有宝，得到它也不困难，你只要冬天来就行了。那时，湖水会通过波浪将宝奉献，令你装不胜装。而你如果在夏天来，则什么也得不到，只好空手而归。

湖中的宝贝是什么呢？它是一种白色固体，样子跟食盐差不多。但你若是真的把它当作食盐放到菜里，那可就糟了。吃菜的人不仅会叫苦不迭，而且还会腹泻不止，就像吃了过量的泻药。其实，这种东西本身就是一种泻药，它的名字叫“芒



芒硝组图



硝”，化学名称叫“十水硫酸钠”，分子式 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 。在中药中，它又叫朴硝或皮硝，虽不是正牌的泻盐（西药中泻盐为七水硫酸镁 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ），却是与泻盐同属“盐类泻药”，而且是“资格”更老的泻剂和解毒剂。

黑兽口湖在很长的历史时期中，是俄罗斯的一个重要芒硝产地，它的三个怪脾气（1. 不断喝水；2. 鱼在湖中不能生存，而人却能浮在水面上；3. 每年冬天献宝），完全是它特殊的地质地理条件所造成的。你能根据你所学过的地理和化学知识，来解开黑兽口湖的这三个谜吗？

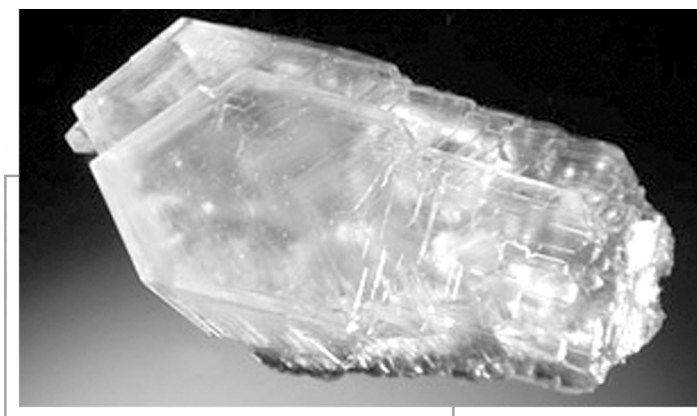
提示：

1. 黑兽口湖周围都是沙漠，湖水很浅但湖面辽阔，日照充分。
2. 这里冬夏两季温差很大，冬季水温 5°C 左右。
3. 食盐和芒硝溶解度（克）数据为：

	NaCl	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
0°C	35.7	5
20°C	36	19.4
30°C	36.3	40.8

答案：

1. 因湖被沙漠包围，水浅而面广，在强烈的日照条件下蒸发很快，所以要不断从里海吞水来补充。



芒 硝



2. 湖水不断蒸发，使湖水中含盐量提高，浓度增大，使鱼类无法适应而死亡；正因为浓度大，密度高，所以人在湖中不容易下沉。

3. 夏天，湖水温度较高，食盐和芒硝溶解度都大，所以不会从湖水中析出；冬天，水温下降，食盐溶解度变化极小，故食盐不能析出，而芒硝溶解度则急剧变小，从而使芒硝大量析出，献出“宝”来。

百慕大杀手是谁

在美国南部佛罗里达半岛东面的大西洋中，有一百慕大群岛。它与南方的古巴、牙买加和波多黎各连接起来，组成一个边长约 2000 千米的巨大三角形海区，这就是著名的百慕大三角。几十多年来，进入海区的轮船以及飞入上方的飞机都神秘失踪。杀手是谁，成为世界之谜。原来在几百万年的地球进化史，使百慕大三角区海床积有大量动植物尸体和沉船遗物等有机物质，这些有机物质不可避免要腐烂、变质、发酵，形成大面积的甲烷气体，在深海兼高压条件下，结晶形成“可燃冰”。在海底“可燃冰”溶



百慕大海区



化释放大量甲烷气的过程中，可导致其所在海域的海水不断翻腾，形成巨大面积的气泡阵，而这些气泡窜腾升空后有会形成这一海域上空巨大云雾状气团。当轮船经过这种一阵阵间歇不定变化的海域时，就注定了其将“死无葬身之地的命运”。因为这时海水中充满了甲烷气泡，从而使其密度下降，导致海水无法产生足够的浮力去承载船体重量，船只便注定了无法逃脱迅速下沉的悲惨结局。而飞机飞过此海域上空时，由于飞机机尾排出的灼热尾气引燃了不断喷涌上升的甲烷气，结果也导致了飞机难逃被烧毁焚灭的悲惨厄运。

[问答题] “可燃冰”又称“天然气水合物”，它是在海底的高压、低温条件下形成的，外观像冰。1 体积“可燃冰”可贮载 100~200 体积的天然气。下面关于“可燃冰”的叙述不正确的是（ ）

- A. “可燃冰”有可能成为人类未来的重要能源；
- B. “可燃冰”是一种比较洁净的能源；
- C. “可燃冰”提供了水可能变成油的例证；
- D. “可燃冰”的主要可燃成分是甲烷。

[答案] C

埃及金字塔杀人之谜

在埃及，大大小小的金字塔有七八十座之多，其中最大的一座是胡夫金字塔。该塔高约 146.5 米，共用了 230 万块巨石。人们一直存在种种疑问，这些石块是怎样开采、运送的，又是怎样堆砌的呢？科学家还发现，金字塔似乎具有一种神秘的力量，它作用于人体或其他物体，会产生某些奇异的效应。

最初发现金字塔具有一种神秘力量的是法国人鲍比，他进入大金字塔里考察时，发现塔内温度较高，但残留于塔内的生物遗体却不腐烂，反而脱水变干，保存久远。因此，鲍比推测塔内可能有某种不可思议的力量在起作用。鲍比的发现引起许多学者的兴趣，美国加州大学派出科研人员前



去考察。进入塔内之后，他们发现所携带的各种电子仪器几乎都失灵了。因此，他们推测塔内某处可能藏有巨大的磁石。意大利学者还发现长时间在塔内停留，会使人神经失调、意识模糊，甚至死亡。

[判断题] 据报道，某些建筑材料会产生放射性同位素氡-222⁸⁶Rn，从而对人

体产生伤害。“金字塔”杀人之谜据科学家初步探查，认为很可能是因为其中几乎全部充满了这种气体。该同位素原子的中子数和质子数之差是（ ）

- A. 136 B. 50 C. 86 D. 222

[解释] 质量数-质子数=中子数，中子数=222-86=136，中子数与质子数只差即136-86，得数50，故选B。

[答案] B



胡夫金字塔



古埃及金字塔全图



“哥伦比亚”号航天飞机为何失事

2003 年 1 月 16 日，美国“哥伦比亚”号航天飞机从佛罗里达州肯尼迪航天中心发射升空，作为期 16 天的飞行。飞机在 2 月 1 日返回地面，“哥伦比亚”号完成它的第 28 次飞行，这也是美国航天飞机 22 年来的第 113 次飞行。因起飞时隔热泡沫塑料脱落撞坏机翼，返回地球时在天空中解体，7 名宇航员在胜利前夕悲剧性殉职。“哥伦比亚”号在发射后不久，外部燃料箱一块绝缘泡沫碎块就曾发生脱落，这一直被猜测是造成航天飞机解体坠毁的“罪魁祸首”。

11



“哥伦比亚”号航天飞机

[问答题] 2003 年 1 月 16 日，美国“哥伦比亚”号航天飞机发射升空，2 月 1 日在返回地面前 16 分钟时与地面控制中心失去联系，后在德克萨斯



州中北部地区上空解体坠毁，机上 7 名宇航员全部遇难，这一事件引起世界人民的广泛关注。事后调查表明这一事可能与“哥伦比亚”号上的隔热板脱落有关，已知航天飞机中用于抗高温的隔热板是由二氧化硅制成的。请回答下列问题：

(1) 下列有关二氧化硅晶体的叙述正确的是

- A. 属原子晶体 B. 属分子晶体 C. 属离子晶体
D. 导热性差 E. 化学性质稳定 F. 是良好的电的良导体

(2) SiO_2 (氧化硅) 与 NaOH (氢氧化钠) 溶液反应可生成 Na_2SiO_3 。向 Na_2SiO_3 溶液中通入足量的 CO_2 ，有白色浑浊产生，写出 Na_2SiO_3 溶液与过量的 CO_2 反应的化学方程式。

[答案] (1) A, D, E (2) $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{NaHCO}_3$

美国 9.11 事件后的化学污染之谜

美国“9·11”事件爆发后数周内，纽约曼哈顿的空气中一直弥漫着一种刺鼻的味道，让人难以忍受。然而，仍然有大量的办公人员在恐怖袭击后数周内，就回到了曼哈顿开始重新工作。在 2001 年年底，纽约的医生在检查时突然发现，曾参与世贸大楼消防工作的 1200 人中有 500 多人血液中重金属含量超标。有人认为，世贸大楼在装修的时候使用了大量含汞灯泡。双子塔的灯泡数量至少有 100 万只。世贸倒塌后，这些汞流了出来，造成大量污染。

与此同时，纽约市在 2002 年初突然出现近千人患上哮喘。而受害者还包括大量恢复上课的学生。远在世贸大楼 5 个街区之外的史蒂文森特中学内，许多老师和学生们也出现了眼部和呼吸道的疾病。在学校最初组织的集体医疗检查中，一些学生说：“眼睛很蛰，老流泪，就好像切洋葱的感觉，有时咳嗽得很厉害。”医生认为，学生的这些疾病与曼哈顿空气中的粉尘含量过高有直接关系。



[问答题] 美国“9·11”恐怖袭击事件给纽约带来了一场严重的环境灾难——石棉污染，使吸入石棉纤维者易患肺癌。已知石棉是硅酸盐矿物，某种石棉的化学式可表示为： $\text{Ca}_2\text{MgXSiYO}_{22}(\text{OH})_2$ ，X，Y 的值分别为（ ）

A 8，3 B 5，8 C 3，8 D 5，5

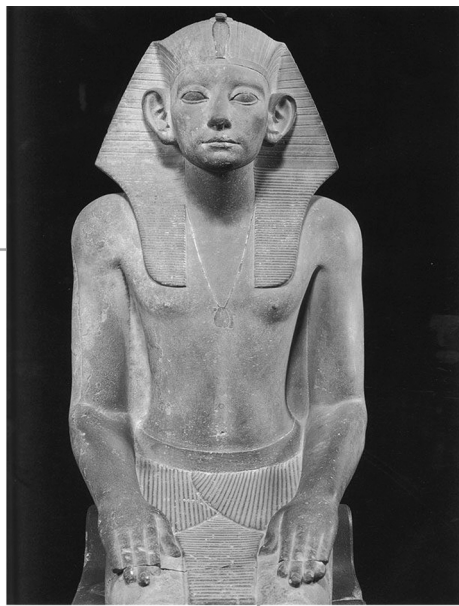
[答案] B

木乃伊千年不腐之谜

利用天然化合物保存下来的人类遗迹木乃伊，是当时化学能力超凡的一种象征。古埃及人谨慎严密地守着这种木乃伊化学技术的秘密，除了希腊、罗马历史学家的二手报告外，没有任何有关此技术的手稿留存下来；而由于法律将木乃伊视为稀有历史文物、人类遗迹进行保护，以至于任何有关其技术的研究资讯也非常罕见。

此前，《自然》期刊刊出了一项木乃伊的新研究成果——英国布里斯托（Bristol）大学的 Stephen Buckley 及 Richard Evershed 两位科学家首度利用气相层析及质谱仪这种现代分析化学对不同年代的木乃伊们进行研究，他们表示法老王的后人是以大量的油、蜂蜡、松酯作为防腐的材料。

这两个科学家研究了 13 具西元前 1985 年（第 12 埃及王朝）到西元前 30 年（罗马时代）的木乃伊，以追踪防腐剂种类的变迁。他们发现许多会风干的油，且这种油



埃及法老的木乃伊真身像



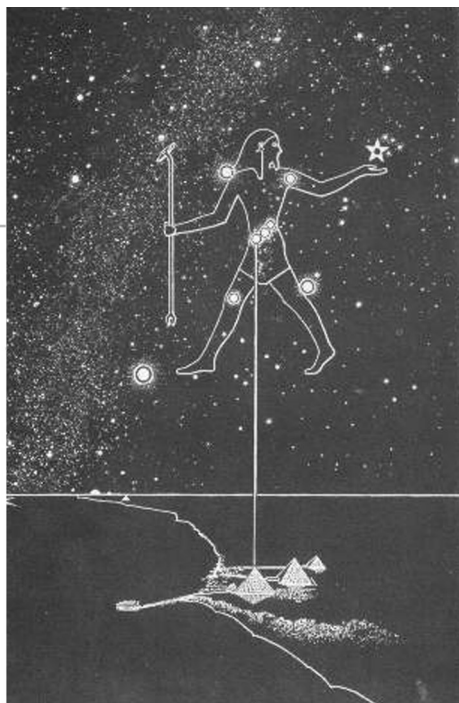
胡夫金字塔前的狮身人面像

剂。而蜂蜡只出现在晚期的木乃伊身上，在它的抗菌能力被看中之时，它可能也更加频繁被运用上，同时它也能做为密封剂，而这可能不只是个巧合，因为“蜡”在古埃及语中就是“沉默”的意思。

防腐材料的变异可能是经济状况造成的结果（材料的取得及花费）、时尚风气的改变或特别的防腐指导方针。美国伊利诺州大学的考古学家 Sarah Wisseman 说，如同现今的情况，丧葬时的一切手续都得循着家族的章法，防腐剂混合涂料的变异能提供我们关于古埃及人经济状况的重要资讯，而随时代变迁而变的防腐技术可能也可以反

的使用是非常普遍的；在使用时它是液体状，过一段时间后就自行聚合、硬化。防腐物质似乎就是利用这些油作为密封剂，以避免水气渗入。藉由这些防水的包覆，就能保护处在地面下的木乃伊免受潮湿侵袭。

另外，他们也发现松酯、蜂蜡的重要性与日俱增。研究发现了珍贵松酯的踪迹，虽然松酯大概也包含了一些精神上或宗教、文化上的重要性，但现在知道它能减缓微生物的分解作用，具有天然抗菌剂的功能，所以它最有可能作为防腐



神秘的金字塔