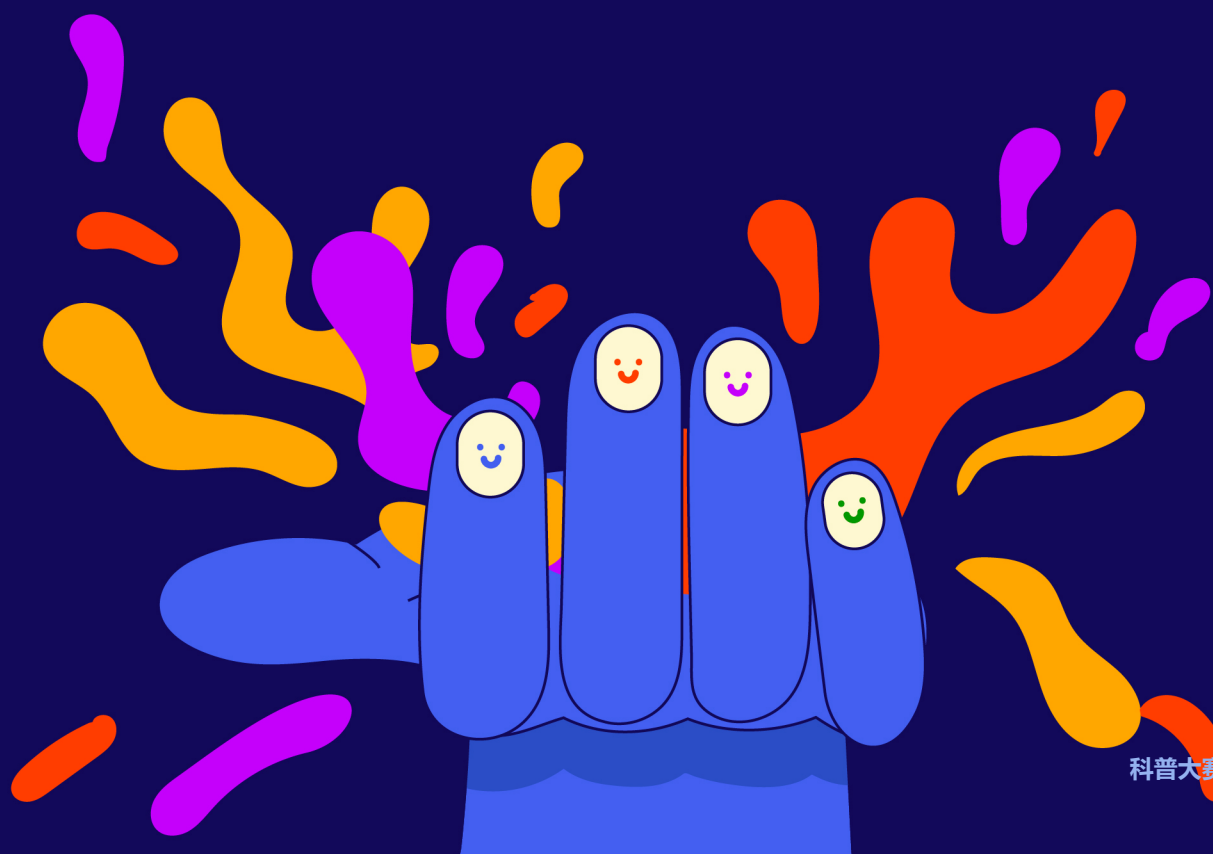


一场穿越千年的显色反应

漆梦密语

当漆酚遇见 Fe^{3+}

作者：冀楠，李明华，杨柳；Email: jinanky@fmmu.edu.cn



引言：化学，刻写在时间里的密码

人类的历史，不仅记录于竹简帛书、碑碣钟鼎之上，也以另一种更隐秘的方式，书写在分子与原子的微观世界里。化学，这门研究物质变化的科学，往往是时代最敏锐的注脚，一种古老的化合物，或许就承载着一段被遗忘的文明密码。

大漆，这种从漆树皮层采集的粘稠汁液，是东方文明引以为傲的独特遗产。它被涂刷成庙堂宫殿的朱柱，雕琢成皇家贵胄的珍器，以其历千年而不腐、越时光愈温润的特性，被誉为“涂料之王”^[1]，而那些历经千年仍光彩照人的古代漆器，更是展现了大漆不朽的魅力^[2]。在其华美瑰丽的物理属性之下，隐藏着精妙的化学灵魂——漆酚^[3]。正是这类带有特殊结构（如邻苯二酚或烯醇式结构）的化合物，赋予了

大漆坚固耐久的特性，也让它拥有了一种近乎“魔法”的能力：当它与特定的金属离子（如 Fe^{3+} ）相遇时，便会触发一场剧烈的显色反应，瞬间由无色变为深沉持久的黑褐色，其与 Fe^{3+} 的反应过程示意图如图 1 所示。从现代化学视角看，这一变化的本质是漆酚分子中的邻苯二酚结构单元与 Fe^{3+} 发生了高效的配位反应，生成了结构稳定的黑褐色络合物。这种络合作用不仅速度快，而且显色产物性质稳定，能够在很大程度上抵御光照和空气的“侵蚀”，这正是其能作为密码的化学基石^[4]。

这一反应并非现代科学的独家发现。早在千百年前，古代的工匠与智者或许已在实践中懵懂地感知并利用了这种特性。历史学家与化学家们一直在推测，这种无需复杂设备，仅凭天然物料即可实现的显色现象，是否曾超

越器物制作的范畴，被应用于更神秘的领域？信息加密便是其中一个极富吸引力的猜想。在一个密写术多依赖于淀粉、明矾等简单物质的时代，漆酚与铁盐之间的反应，其隐蔽性、可靠性和难以破解的特性，无疑构成了一种近乎“降维打击”的保密技术。它是否曾作为一项绝密的“黑科技”，在波澜壮阔的历史事件中传递过决定命运的信息？正史对此缄默不语，但这片空白，恰恰为想象与科学探索留下了无尽的空间。

本文即将展开的故事，正是根植于这片浪漫而严谨的土壤。当现代课堂上的化学公式与古代战场上的紧迫需求发生碰撞，当漆酚遇见 Fe^{3+} ，它所点燃的将不仅是一场显色反应，更是一场跨越千年的时空穿梭，一次科学与历史、现实与幻想交织的密语奇旅。

科学原理：带有烯醇式结构的化合物与三氯化铁络合发生显色反应



意义：鉴别出酚类或者其它具有烯醇式结构的化合物

①【图 1】漆酚与 Fe^{3+} 的反应过程示意

课堂上的困意

林小川揉了揉眼睛，讲台上，化学老师周教授正兴致勃勃地讲解着大漆的化学成分。

“漆酚，一种带有烯醇式结构的化合物，遇到 Fe^{3+} 会显色……”周教授的声音在温暖的教室里显得格格外催眠。林小川努力想集中注意力，但午后的阳光透过窗户洒在课桌上，眼皮越来越沉。

“……在古代，这种反应甚至可能被用于密写术……”

周教授的话音未落，林小川的脑袋已经重重地垂了下去。

梦回大唐

恍惚间，林小川感觉一阵天旋地转，再睁眼时，周围已不再是熟悉的教室，而是一片陌生的荒野。远处，烽火连天，战马嘶鸣。

“喂！愣着干什么？快跟上！”一个身穿铠甲的士兵朝她吼道。

林小川低头一看，自己不知何时也换上了一身粗布麻衣，腰间还挂着一个皮质水囊，在水囊口处还有一行小字——“三氯化铁溶液”。正当她感觉奇怪的时候，身旁的士兵又开始了催促，她只能茫然地跟着士兵跑进一座军营，营帐内，几位将军正围着一张地图争论

不休。

“吐蕃人已经截获了我们所有的密信，米汤显影的法子他们全知道了！”一位参军焦急地说道。

“难道西域都护府真的要失守了吗？”主将重重地捶了下桌子。

林小川突然想起了周教授的话，一个大胆的想法冒了出来。

“将军！我有办法！”她鼓起勇气喊道。

隐形墨水

将军狐疑地看着这个突然冒出来的年轻人。

“你能有什么办法？”

“我……我知道一种新的密写术，吐蕃人绝对破解不了！”林小川硬着头皮说道。

她想起大漆溶于乙醇后可以隐形书写，而三价铁离子溶液可以显影。但在这个时代，乙醇和三氯化铁都不容易获取，她低头看了看手中的皮质水囊，灵机一动。

“我需要一些漆树的汁液，还有……酒，越烈的越好！”

将军虽然半信半疑，但形势危急，还是命人取来了林小川要的东西。

林小川将大漆溶解在高度蒸馏的酒中，用毛笔蘸取，在绢布上画出了详细的城防图。待液体挥发后，绢布上果然干干净净，看不出任何痕迹。

“这……真的能行？”参军瞪大了眼睛。

“只要用特制的药水涂抹，字迹就会显现。”林小川举着自己的水囊信心满满地说，而她的目光已然凝视在空白的绢布上，心中仿佛看到了隐藏其上的墨色城郭：“漆酚已随酒精潜入绢素，无形无迹；只待那‘铁笔’一挥，它们便会从沉睡中苏醒，显形为坚固的防线。”（图2）

危机重重

林小川带着密信，伪装成商队的一员向长安进发。然而，吐蕃的巡逻队无处不在。

一天夜里，商队遭遇了袭击。混乱中，一个吐蕃武士抢走了林小川的包袱，里面装着那个跟她一起“过来”装有三氯化铁溶液的皮质水囊。

“完了！”林小川绝望地看着水囊被吐蕃士兵踩破在地上。

她拼命逃出包围，但失去了显影剂，密信就等于一张白绢。

古代化学

走投无路之际，林小川突然想起， Fe^{3+} 并非只能通过现代化学制剂获得。

“绿矾……和醋！”她兴奋地跳了起来。

唐代的炼丹术士早就掌握了绿矾（硫酸亚铁）的制法，而醋更是常见的调味品。林小川找到了一家药铺，用身上仅剩的铜钱买到了绿矾，又向店家讨了一碗醋（图 3）。

她将绿矾溶于醋中，加热后得到了一种浑浊的液体。虽然不如实验室的试剂纯净，但应该足够让漆酚显色。林小川知道，醋提供的酸性环境能促进反应，而加热则能加速溶液中的亚铁离子（ Fe^{2+} ）被空气氧化为所需的 Fe^{3+} ，这个看似简陋的制备过程，实则蕴含了氧化还原反应的朴素原理^[5]。

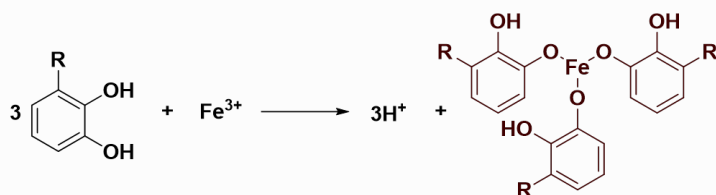
长安显影

历尽千辛万苦，林小川终于抵达长安。她直奔兵部，将密信呈上。

兵部的官员们看着空白的绢布，面面相觑。

“这就是你说的密信？”

将大漆溶解在乙醇（白酒）中书写且当乙醇挥发后，其会呈现透明状态，纸上“空无一字”



当“干”了的“字迹”遇到三氯化铁时，会形成络合物从而从“透明”变为“黑褐色”

①【图 2】林小川脑海里想到的密写与显影原理



①【图 3】林小川通过绿矾和醋制备“显影剂”

林小川没有解释，直接取出了自制的显影剂。当液体涂抹在绢布上的瞬间，褐色的线条逐渐浮现，清晰的城防图展现在众人面前（图 4）。

“神乎其技！”兵部尚书惊叹道。

梦醒时分

课堂上，周教授正深入浅出地剖析着漆酚显色反应背后的奥

秘：“……所以我们说，这不仅仅是一个简单的颜色变化。从微观上看，漆酚分子中邻苯二酚结构上的两个相邻酚羟基，会像一双灵巧的手，参与‘抓住’ Fe^{3+} 。每个这样的结合都形成一个稳定的五元环，而一个 Fe^{3+} 需要三双这样的‘手’才能将其牢牢固定，形成一个完整的螯合物。这种特定的配位模式，改变了整个分子体系的电子云分布，使得其最大吸收波



【图 4】“漆酚- Fe^{3+} 密写术”的显色效果

长落在了可见光区域，因此在我们眼中便呈现出深邃的黑褐色。而且，这个反应从动力学方面来说速率很快，几乎是瞬间完成，其高效率和专一性，正是它在古代密码学中展现出巨大潜力的根本原因……”

周教授一边讲解，一边在教室里踱步。当她走到林小川的课桌旁时，话语不由得一顿。林小川正睡得香甜，而她的笔记本上，除了那些像是化学方程式的奇怪符号外，还潦草地写满了“唐朝”、“西域”、“密信”、“绿矾与醋”等字样。

周教授不禁莞尔，用指节轻轻敲了敲课桌：“林小川！上课

睡觉还流口水！”

课堂上的声音将林小川从千年前的战场猛地拉回。她一个机灵抬起头，发现全班同学的目光都聚焦在自己身上，正掩口窃笑。

“我……我刚才……”林小川慌忙抹了下嘴角，果然湿漉漉的。

周教授拿起她那本写满“穿越证据”的笔记本，展示了一下，风趣地对全班说：“看来我的课讲得太精彩了，都把我们林同学‘讲’到唐朝去送了一趟密信。”

在同学们善意的轻笑声中，林小川红着脸低下头，心脏却仍在为刚才那个无比真实的梦而剧烈跳动。

现实与幻想的交织

下课后，林小川鬼使神差地留了下来。

“周教授，您相信……平行世界吗？”她犹豫地问道。

周教授推了推眼镜，意味深长地笑了。

“科学的意义，就在于探索一切可能性。就像漆酚的显色反应，看似简单，却有可能连接古今。”

他拿出一瓶三氯化铁溶液，滴在林小川的笔记本上。那些奇怪的符号下竟然显现出了清晰的笔迹——

“西域安好，勿念。”

参考文献

- [1] 汤志义. 中华大漆艺术[J]. 西北美术, 2025(3): 6-7.
- [2] 故宫博物院数字文物库. <https://digicol.dpm.org.cn/list?category=9&k=%E6%BC%86&f=1>.
- [3] 陈诗莹, 潘清, 林晨婷, 等. 高中有机化学微项目设计——“化”笔绘漆扇[J]. 化学教学, 2025(2): 51-55.
- [4] 王映贤, 苏田野, 沈利苗, 等. “化”说国漆——普漆中化学, 传漆艺非遗[J]. 大学化学, 2024, 39(5): 371-379.
- [5] 黄怡婷, 钱扬义, 王敏琪. 三价铁离子和二价铁离子的鉴别与转化的绘画实验[J]. 化学教育(中英文), 2022, 43(23): 84-92.