

当传统技艺遇上 化学魔法

探秘白族扎染

作者：许芳萍，卢小军，卢果；Email: 275429805@qq.com

白族扎染技艺是云南大理的国家级非遗，以天然植物为染料，兼具持久美观与环保健康。本文通过生动讲述其工序与化学原理，旨在普及和传承这一传统技艺，唤起大众对祖国非遗文化的热爱。

白族年青人霞郎和蝶妹（取自《蝴蝶泉》中的主人公的名字）来到大理的苍山，他们发现这里有很多板蓝根，霞郎说：“听说板蓝根是植物王国里的妙手神医，消炎和治感冒都是非常了得。我们将板蓝根做成中药，拿到集市上去卖，这样我们就可以开始新生活了。”

于是，霞郎和蝶妹开始采集很多板蓝根，割着，割着，蝶妹发现裙子上、袖口上和膝盖上都染上了星星点点的绿色汁液，美丽的白族服装也变得不干净了。“这可怎么办才好？”蝶妹一脸苦恼。这时，一个声音响起：这些是板蓝根里的一种化学物质染成的颜色。霞郎故作镇定地问：是谁在说话？原来是生活在板蓝根里的蓝精灵！

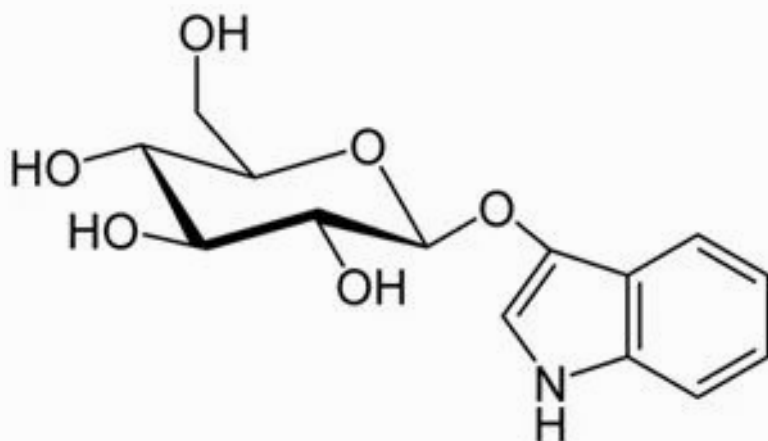
1. 发酵魔法蓝精灵解密

板蓝根（图 1）的叶子中含有一种叫做靛苷（图 2）^[1] 的化学物质。靛苷本身无色透明，可溶于水，所以刚沾上板蓝的汁液是看不到蓝色的。

将板蓝叶浸泡在加入石灰（CaO）等碱性物质的染缸中进行发酵。在微生物作用下，靛苷会从细胞中释放出来，同时靛苷上的糖基被水解从而得到 3-羟基吲哚。在碱性环境下，不稳定



❶【图 1】板蓝根的实物图（图片来源于豆包 AI 合成）



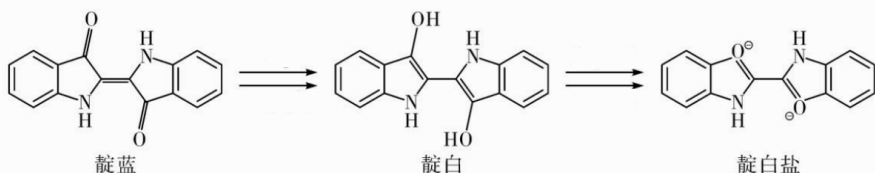
❷【图 2】靛苷的分子结构图^[1]

的 3-羟基吲哚基团被氧化为 3-吲哚酮并发生缩合反应形成靛蓝。此时我们会发现：蓝色的沉淀物出现了。靛蓝在再次发酵的作用下发生还原反应变成另一种重要物质靛白。靛白和靛蓝都难溶于水，但靛白易溶于碱性水

溶液并使溶液呈现黄绿色。这时只需要石灰再次出场与靛白发生反应，让后者变成可溶于水的靛白盐——这正是染液呈现的状态（图 3）^[2]！这个过程本质上是一个微生物发酵和化学还原的过程（图 4）^[3]。



① 【图3】染液呈现的状态图^[2]



① 【图4】微生物发酵和化学还原过程图^[3]

蝶妹听后，惊叹道：“如果将白布浸入这种染液中，白布会不会有不一样的美呢？”

2. 点“布”成蓝魔法

蝶妹点“布”成蓝：氧化定色的密码

将白色棉布（主要成分是纤维素）浸入黄绿色的靛白染液中（图5）^[4]，浸染一段时间后拿去晾晒（图6），神奇的一幕发生了——一块古朴典雅的蓝布就做成了。

蓝精灵解密：

浸染过程：靛白分子较小，能够渗透到纤维内部，并通过分子间作用力（如氢键、范德华力）吸附在纤维素分子链上。

晾晒过程：空气的氧化作用！将布料从染缸中取出，暴露在空气中。吸附在纤维上的靛白遇到氧气，迅速被氧化，重新变回不溶于水的靛蓝固体微粒被“锁”在了纤维内部或表面，从而实现牢固着色。如此反复浸染、滤水、晾晒，每浸一次色深一层，最终呈现出美丽的蓝色，即“青出于蓝”^[5]。

“可是白布都变成蓝布是不是有些单调呢？”霞郎若有所思地问。“是呀！那可怎么办呢？”蝶妹也有些苦恼。

3. 蓝白相间魔法

霞郎扎结，实现蓝白相间。

霞郎将白色棉布用结、系、捆和绑等方法扎成一定形状，再用大头针一针一线地缝合，将其扎紧缝严，让布料变成一个凹凹凸凸的布疙瘩。将扎成的布疙瘩



① 【图5】白布的浸染过程图^[4]



① 【图6】蓝布的晾晒过程图（图片来源于豆包 AI 合成）

再一次浸到染缸中，布疙瘩在靛白染液中反复浸染，再经过蒸煮和晾干，最后，经过拆线、漂洗和碾布，一块块蓝白相间的花布做成了。

蓝精灵解密：

物理防染：被紧密扎结的部分，染液（靛白溶液）难以有效渗透进去。

化学阻断：即使有少量染液渗入，在后续暴露空气氧化的过程中，由于扎结部分内部氧气流通过不畅，氧化反应无法充分进行，导致靛白无法有效转化为靛蓝，或者转化程度很低^[6]。

被扎紧的部分保留了布料的原始白色（或非常浅的蓝色），而未被扎结的部分则充分染色，形成深蓝色。解开扎结后，精美的白色图案便跃然于蓝底之上（图7）^[6]！

4. 缤纷色彩魔法

蓝精灵给蝶妹和霞郎又变了一个色彩缤纷的魔法：神奇的媒染剂。蓝精灵将蓝布和不同颜色的植物染料混合经过特殊处理后呈现出绿、红、黄等其他色调。

蓝精灵解密：

植物染料是从天然植物中提取的，取用不同的植物即可获得

不同的颜色。比如红花、茜草和苏木是提取红色染料的植物，它们含有红色素，可以染出从浅红到深红的多种色彩。栀子、槐米和姜黄，特别是槐米（未开放的花蕾），含有黄色素，可以染出明亮的黄色。而特殊处理则是使用了天然媒染剂。常用的天然媒染剂有酒糟、草木灰水、乌梅醋、石灰水、豆浆、牛乳、明矾和绿矾（使用时注意控制用量）（表1）等。媒染剂通过化学键合、配位作用及环境调节，实现染料与纤维的牢固结合，从而达到固色效果^[7]。



⑦【图7】各种扎染技艺展示图^[6]

表 1 常用的天然媒染剂的种类和作用

天然媒染剂	天然媒染剂来源	天然媒染剂的作用
酸性媒染剂	酒糟、乌梅醋	增加色素上染效果，提高织物色泽
碱性媒染剂	草木灰水、石灰水	对织物起到发色、固色的作用，适用于染深色系棉麻织物
蛋白媒染剂	豆浆、牛乳	棉、麻织物的染前处理，用于提高色牢度
金属离子媒染剂	明矾 ($KAl(SO_4)_2$)、绿矾 ($FeSO_4$)	提高织物色泽，改善明度，提升固色效果

蝶妹经过一次又一次尝试，掌握了红、黄、蓝三原色的基本染料之后，经过相互套染，在天然媒染剂的帮助下，做出了色彩缤纷的印花布（图 8）。霞郎看着这些漂亮的印花布，脑中出现了一个想法：用这种技术用在头巾、披肩和衣裙上，甚至可以是窗帘、桌布上，一定非常好看！蝶妹，我们给这种技术取个名吧？因为最复杂的环节是扎花，最耗时的环节是浸染，因此，蝶妹给这种技艺起了一个名字，叫作扎染。后来，扎染的技艺就慢慢传开了。

苍山脚下的白族人家每到十月份就开始“打蓝”，家家户户的门前，都放置了扎染的染缸。



【图 8】彩色扎染图（图片来源于豆包 AI 合成）

巧手的白族人家，还研究出了更 | 丰富多彩的扎染图案。什么苍山

云彩呀、蝴蝶飞舞呀、洱海浪花呀，各种有创意的扎染图案层出不穷。人们对生活的美好愿望，都扎染到了这一方小小的蓝布上，随风飘扬。扎染纯净的蓝色，不仅带来平和宁静的心情，还带着淡淡的草木芳香。

亲爱的朋友，如果你来到大理的街道，请记住一定要来扎染体验馆感受一下，自己动手做一块美丽的蓝色印花布。当你欣赏这幅精美的扎染作品时，不要忘了那些在染缸中“变身”的靛蓝分子，以及发酵（生物催

化）、氧化还原（靛蓝 - 靛白转换）、络合反应（媒染）等化学原理。——这正是化学之美在传统文化中绽放的璀璨光芒！白族扎染，这穿越千年的蓝白交响，不仅流淌着浓郁的民族风情，更蕴藏着精妙的化学智慧^[8]。

参考文献

- [1] 张梦彩, 何俊男, 晏瑾. 大理非遗文化融入中学化学教学的探索[J]. 化学教与学, 2025(2): 59-62.
- [2] 郑燕娴, 李梅, 钱扬义. STEAM教育理念下传统文化与化学教学的融合——以融入扎染工艺的“化学反应速率”教学为例[J]. 化学教育（中英文）, 2024(3): 81-83.
- [3] 梁莹莹, 黎泓波, 卢章辉, 等. 传统文化融入中学化学教学“非遗印染技艺”的教学资源开发[J]. 化学教育（中英文）, 2023(3): 92-99.
- [4] 李尚书, 石珮锦, 杨婷, 等. 白族扎染技艺的特点、价值与传承[J]. 武汉纺织大学学报, 2017, 30(5): 16-21.
- [5] 大理市非物质文化遗产保护管理所. 白族扎染技艺[M]. 昆明：云南美术出版社, 2016. 58.
- [6] 沈国, 印昊, 沈灿, 等. 大理白族扎染“非遗”的传承与发展[J]. 艺术与设计（电子版）, 2024(1): 26-28.
- [7] 赖璐, 郭嘉怡, 杜红静, 等. 棉针织物的苏木色素混合媒染剂多色染色[J]. 印染, 2024, 50(8): 25-29.
- [8] 胡妍. 习近平关于非物质文化遗产重要论述的核心要义与价值意蕴[J]. 安康学院学报, 2024(1): 16.