

从现代造纸生产工艺看蔡伦发明造纸术

文 华 玫 廖福龙

耒阳市蔡伦纪念馆

蔡伦发明的造纸术，以其原创性和首创性享誉世界。

《后汉书·蔡伦传》记载：自古书契多编以竹简，其用缣帛者谓之纸。缣贵而简重，并不便于人。伦乃造意，用树肤、麻头及敝布、鱼网以为纸。元兴元年奏上之，帝善其能，自是莫不从用焉，故天下咸称“蔡侯纸”。

造纸术的发明有两个含义：一是指造纸的工艺流程；二是指其产品，即植物纤维纸。

蔡伦发明的造纸工艺流程是：原料—沤—煮—漂洗—切—舂捣—打浆—加入纸药—抄—捞—压榨—水—分—纸—烘—晒干燥—整成纸捆。从这个工艺流程来看，蔡伦的发明具体分析共有以下七项。

一是造纸原料。过去的“幡纸”是蚕丝纺织品。当时丝织品的价值确实很贵，据现在出土的流沙墜筒记载：“任城国亢父缣一匹值钱六百十八。”据东汉许慎《说文解字》“匹”字下“帛价约十匹等于金一斤，钱一万”，而当时奴婢每人仅值钱五万（见《后汉书·朱晖传》注）。有的奴婢仅值钱一万伍仟（瞿宣颖《中国社会史料丛钞》第308页），可见丝织物价格昂贵，一般人是用不起的。竹简、木牍的制造使用和保存都很费力且不方便。蔡伦发明的造纸术使用的原料是随处可得的“树肤、麻头、敝布及旧鱼网”，树肤即树皮（这种材料在西汉时是没有用过的，属于开发的新材料），敝布是废旧的破布，旧鱼网还有加工麻的下脚料。这些东西可说是废物利用，取之不尽，用之不竭，从这一点，足见蔡伦的伟大，他在发明造纸术之初就考虑到了纸张的大量生产和普通百姓的使用。

二是发明了沤、煮原料。麻（东汉时的布均是各种麻纤维织成，鱼网亦是麻线织成）和树皮等植物除

含纤维素外，尚含有木质素、果胶等物质。木质素及果胶使纤维胶结，硬直，只有通过用水沤、发酵水煮的方法，才能使木质素及果胶分解，植物纤维的化学属性发生了变化，再经过漂洗去掉木质素及果胶等物质，从而使纤维变软散开，便于造纸。

三是切、舂。切、舂的作用是使纤维变短，纤维短了，才便于舂化加工，并且纤维短了，更易于舂捣。

四是舂捣。舂捣，现代造纸术语称之为打浆，它的作用是使经过沤、煮、切短了的纤维变得开裂、溃变，也就是现在造纸工艺所说的纤维分丝帚化，使纤维在水中形成有较大表面积的丝絮状，抄捞去水后，纤维之间结合得更紧密。

五是打浆。打浆是区别纸和其他类纸物的关键。就是将舂捣后的植物纤维加水稀释的过程。我们说沤



丝絮在平面上结合形成的丝片和经过水沅后再加高压的麻片，样子像纸，甚至也可以写字。但这些丝片、麻片没有经过打浆工序，不能叫做纸。

六是纸药。纸药，又名“滑水”，它是将新鲜植物捣的叶、藤、根直接加水浸泡或经火熬煮的稠滑液汁。将纸药加入稀释了的纸浆中，其作用是使纤维悬浮均匀，不沉淀结絮团并且使抄捞出的湿纸可以重叠，压榨去水后可以一张张分开。

七是纸帘抄纸。加工后的纸浆稀释后怎样成纸？纸帘的发明是很重要的，用纸帘捞出纸浆中的纤维，水从帘隙漏去，帘上分布均匀的植物纤维结合紧密，干燥后就是一张纸。纸帘是蔡伦发明的，从许慎的《说文解字》一书对“纸”字的解释可以证明，许慎说：“纸，絮一苦也，从系、氏声”。“苦”盖也，从，占声，“苦”即草帘。蔡伦是耒阳人，在北方造纸用草帘，在南方用竹帘，这是很自然的。《说文解字》成书于公元100年，许冲（慎之子）献书于公元121年，其间，许慎肯定是看到过造纸的，自然应该见过纸帘抄纸。

蔡伦发明的造纸术已经是非常完整和系统的工艺流程了。直到现在，全世界都在使用和延续着蔡伦发明的这套造纸工艺流程。

蔡伦发明的“蔡侯纸”是植物纤维纸。蔡伦于公元105年发明了区别于当时丝织物的植物纤维纸及造纸术，并奏报了朝廷，用的材料是价廉易得的麻（敝布、鱼网皆是麻作，当时中国没有棉花）和树皮，这些植物纤维完全不同于蚕丝，是一种全新的书写记事载体，于是当时又产生了一个新的、用来区别丝织物的“帛”字，后被三国魏博张揖编写的《古今字诂》一书收入，其书云：“帛，今纸也，其字从巾，古之素帛，依书长短，随事裁绢，数重沓，名幡纸，字从系，此形声也。后汉和帝元兴中，中常侍蔡伦以故布捣挫造纸，故字从巾，是其声虽同，系、巾则殊，不得言古纸为今纸也。”唐徐坚等撰《初学记》卷二十一纸部叙：“古者以缣帛依书长短，随事裁之，名曰幡纸，故其字从系……至后汉和帝元兴，中常侍蔡伦剉故布捣抄造纸。又其字从巾。”

《后汉书·蔡伦传》说：因“缣贵而简重，并不便人”，蔡伦才“造意用树肤、麻头、敝布及鱼网以为

纸”。用缣帛当纸书写文字，一般的人——包括下级士大夫阶层都因价格太昂贵而用不起，用简牍书写文字，无论制作、书写、搬运、储藏保管，都因其笨重而极为不便。这两种书写材料都不方便，蔡伦首先考虑的是为了“便于人”才发明用树皮、麻来造纸的。“伦乃造意”的“乃”字就是“才”“於是”“然后”“就”的意思；“造”是“初始”“建、为”的意思；“造意”有“初始立意”和“首先创造”的意思。由此可见，蔡伦发明的造纸术是具有原创性的，他的初衷就是为了适用于书写、方便于人，这种发明创造的精神，今天仍有积极意义。所以说造纸术是蔡伦发明的是有充分的科学依据的，蔡伦就是发明造纸第一人。

蔡伦发明造纸的伟大，不仅仅在于他首先发明了“纸”，更在于他从一开始就考虑到“纸”的大众使用和批量生产，不管是原料的选择（价廉易得的树皮和麻）还是工艺流程，都极具创造性。

纸的发明，方便了记事、文化传播，促进了科技和教育事业的发展；纸的发明对中华文明的发展做出了巨大贡献，使中国的文明与科技领先世界一千多年。造纸术传到世界各地后，同样也促进了世界文明与科技进步。无论从哪一方面看，纸的发明都具有划时代意义。这是中华民族对人类的伟大贡献，这一贡献当然要归功于蔡伦。蔡伦造纸术传遍全球，美国教授卡特曾说：“在世界中占首席的伟大人物为蔡伦——纸的发明家，在促进世界文化和教育事业中，具有卓越的地位。……如果没有蔡伦就没有纸，我们很难想象今天的世界将会是什么状况。”法国安贝尔市蔡伦馆展出文字说：“蔡伦的杰出贡献和中国古代造纸术的发明，为人类揭开了新的篇章。”美国《芝加哥论坛报》曾载文说：“中国为发明造纸所做的探索，可以同美国把人类送上月球的目标相提并论……蔡伦在公元105年发明了一套造纸方法，这一发明，在一千多年以后传到欧州，在那里，它同样发挥了令人震惊的作用。”这充分说明蔡伦发明造纸术给全人类带来恩泽，蔡伦确是功泽全球。

两千年来，蔡伦的造纸术传遍全世界，促进了世界文明与进步，对人类做出了伟大贡献，这是中华民族的骄傲和光荣。我们必须尊重历史、尊重科学，决不可否定蔡伦发明造纸术这一历史事实。■