

发明了造纸术的中国人

—— 蔡 伦



现代人类的日常生活离不开纸，纸早已是人类社会生活中的必需品，造纸工业已是许多国家的重要企业，一个国家纸的产量和消费量是衡量其文化发展水平的一种尺度。文化水平越高，纸的消费量越大。当人们享受着纸的好处和方便时，都不会忘记一千八百多年前，中国的一个伟大

发明家——蔡伦。是他发明了造纸术。

在没有发明纸以前，人们想出许多办法来记录文字和传播文明，如利用树叶、树皮、麻布、兽皮、岩石等记录文字和图画。在中国古代，我们的祖先也曾用龟甲、兽骨、石碑、石鼓、竹简、木牍、缣帛、铜、铁等材料来刻写和铸造文字。但这些记录文字的材料使用起来都有一定的局限性和无法避免的缺点，使知识和文化的传播受到很大的限制。就拿古代使用最普遍的竹简来

说吧，在竹简上刻字，是一项浩大的工程，为了能够长久保存，刻完后必须用火烤出水分，叫做“煞青”。然后还要用麻绳或牛皮绳一片片串起来，一长串的竹简卷起来存放，称为一“卷”或一“册”，阅读时从一头展开。不过，那时一卷书的信息量比起现在的一卷书可差远了，因为一卷书要适合人们拿在手中阅读，太重了不方便，所以一部字数有限的书，刻在竹简上就要分好多卷。古时的书可是庞然大物，战国时的思想家惠施外出游学，随身携带的书就装了五车，故有“学富五年”的典故。汉代的思想家东方朔写了一篇文章献给汉武帝，用了三千多片竹简，进呈时，由两个身材高大的太监吃力地抬进宫去。汉武帝每晚阅读时，命太监搬上来一堆竹简在龙书案上展开。这些竹简和木牍用绳子串起来，天长日久，绳子磨断了，简片就会散乱；几部不同的书堆在一起，一旦散开，整理起来也非常麻烦。

缣帛当然比竹简木牍便于携带和保存，但这种以蚕丝为原料的东西过于昂贵，一般读书人根本用不起。

汉王朝是我国古代社会经济文化空前发展，空前繁荣的时代之一，涌现出一批名留青史的科学巨匠，如张衡、华佗、司马迁、张仲景、董仲舒等。在这样一个科学文化大发展的年代，竹简、木牍早已满足不了记录和传播文化知识的需要，全社会都在呼唤着一种物美价廉、使用方便的新型材料的诞生。

蔡伦正是为了满足社会的这一强烈需求而发明了

纸。造纸术的发明和推广，使得蔡伦的名字进入了科学巨匠之列。纸的出现和传播，迅速替代了传统的书写材料，使知识得到迅速而广泛的传播，文明获得空前的发展；所以说纸的发明，是人类文化史上一件了不起的大事。纸，对于世界文化的贡献是无法估量的。

蔡伦（？—公元 121），字敬仲，湖南耒阳县人。东汉明帝永平末年（约公元 75 年前后）蔡伦开始在洛阳京城皇宫内当差。和帝刘肇即位后（公元 89 年）蔡伦做了中常侍，实际上就是皇帝的侍从宦官，传达诏令，掌管文书，有时也参与国家的军政机密大事。他聪明能干，很有才学，敦厚正直。以后又担任高方令，掌管和监督制造皇宫用的刀剑及各种器械。蔡伦认真负责，精益求精，他监造的刀剑器械无不精良、坚固，为后世仿效。

蔡伦是个爱动脑筋肯钻研问题的人，他注意到用竹简、木牍记载文字太不方便，就下决心研制一种新型的书写材料。据说，有一次地方官向宫中进献荔枝，蔡伦望着包荔枝的“絮纸”出了神。事后，他深入民间了解到，这种包果品的“絮纸”是一种自然成型的丝质薄纸，是制造丝棉的下脚料。在养蚕区，质量高的蚕茧用来抽丝纺织，质量差的蚕茧用来制取丝棉。制丝棉采用漂絮法，工匠们将煮过的蚕茧放在透水容器中，浸泡在水里反复捶打，将茧打烂使蚕丝连成片状，摊在竹席上晾干后揭下，就制成了丝棉。丝棉作为寒衣的填充物，穿起来又轻又暖。取下丝棉后，一般竹席上还会粘有薄

薄的一层短纤维，工匠们称为敝棉（或恶絮），干燥后揭下，就是那种包装果品的“絮纸”。

后来，蔡伦又考察了加工麻的过程。在棉花未传入我国的时候，达官贵人穿的绫罗绸缎是丝织品，而普通百姓穿的布衣则是用麻制成的。要想将麻的茎皮加工成可供纺织的纤维，需要将麻放在池塘中沤制。阳光使不流动的塘水温度升高，而那些以麻中的果胶为食物的真菌就会繁殖起来，果胶被真菌吃光后，就剩下可作纺织材料的纤维缕，这就是“沤麻”。

考察漂絮和沤麻的过程，使蔡伦受到很大启发，他决心造出一种价格便宜，方便书写的纸来。他考虑到丝棉和麻价格太贵，不能作为造纸原料。要想造出一般平民百姓都用得起的纸，必须找到价格便宜，料源充足的造纸原料。经过反复试验，蔡伦选用破布、破鱼网、烂绳头等为原料，粉碎捣烂成浆糊状，再把浆状物捞在细竹帘上，漏去水分，留在帘子上的纤维薄片定型干燥后便成了纸。这种纸质地坚韧，书写方便，价格便宜，很受人们欢迎。为了扩大造纸原料来源，蔡伦大胆地在原料中加入树皮，而树皮是木质韧皮纤维，不同于麻类的草本纤维，要离解木质韧皮纤维，工艺技术上要复杂得多，困难得多。经过深入研究，反复试验，蔡伦发明了加入石灰等碱性物质高温烹煮的办法。这是一项了不起的发明，它使造纸的制浆工艺从沤麻这一生物过程中脱胎出来，变为碱液制浆的化学过程。起初的雏形纸是自

然成型的，纤维交织不紧密，干燥后会皱起来，无法书写。为了解决这一难题，蔡伦还首创了竹帘抄纸和定型干燥的技术，逐渐形成一套完整的工艺，使雏形的纸产生了质的飞跃，成为物美价廉的可供书写用的纸。有志者事竟成。蔡伦虚心向劳动人民学习，总结了制雏形纸的零散经验，经过自己创造性的劳动，终于发明了一整套系统的、具有重大生产和实用价值的造纸技术，完成了人类文明史上的一项勋业。

公元 105 年，蔡伦把自己造出的纸呈献给汉和帝，和帝很重视，赞许了他的才能，下令推广他的造纸法。公元 114 年，蔡伦被封为龙亭侯。他利用自己的地位，借助政府的力量，使造纸术和纸张的使用在全国普及，受到人们，特别是读书人的广泛欢迎。世人怀着对蔡伦的景仰之情，将这种纸称为“蔡侯纸”。

蔡伦在宫廷中当太监长达四五十年，难免不被卷入宫廷内部政治斗争的漩涡，以致在建光元年（公元 121 年），已经年过花甲的蔡伦被迫服毒自尽了。一个伟大的发明家就这样成了封建皇权斗争的牺牲品。蔡伦死后，汉安帝取消了他生前的一切官职和封号。

蔡伦虽然死去了，但他发明的造纸术却受到世界上其他国家和民族的广泛欢迎。它首先传到朝鲜，又由朝鲜传到日本。往西传到中亚的撒马尔罕，后来又传到巴格达、大马士革、埃及与摩洛哥。

公元 1150 年，阿拉伯人统治下的西班牙建起了欧洲

第一个造纸厂。这时离蔡伦造纸术的发明已经一千多年了。直到 18 世纪末，世界各地的造纸工艺几乎全和蔡伦发明的造纸术差不多。现代造纸工业已改用机器打浆和抄纸，但其基本原理，仍不出中国旧法。造纸原料绝大部分已为木浆，但造高级印刷纸、卷烟纸、宣纸等仍大多采用蔡伦造纸的那些原料。

造纸术的发明，利在天下，蔡伦因此受到人们永久的纪念。民间的造纸作坊都要供奉蔡伦为祖师。在他的故乡耒阳县城的东南，有一座幽静古朴的蔡侯祠，那是公元 1300 年，耒阳知州陈宗义在民间募捐修建的。在蔡伦的墓地，陕西省洋县龙亭铺，也有一座蔡伦庙，1986 年得到政府重修，并在此举办蔡伦及造纸史文物陈列。在世界各地，蔡伦受到不同种族、不同肤色的人们的敬仰：在美国的博物馆里，有蔡伦发明造纸术的事迹展览；在法国建有蔡伦纪念馆；在日本有蔡伦宫……人们永远怀念和尊敬这位伟大的发明家。

中国古代杰出的炼丹家 和医药学家

—— 葛 洪



中国古代的炼丹术有着悠久的历史，早在二千四百多年前的春秋战国时代，就有了关于访求“长生不老之药”的记载。秦始皇曾派遣徐福带领数百人出海寻找仙人以求不老之术；汉武帝也曾广招方士，以求永生之药。此后，炼丹的风气在历代封

建帝王的追求和扶植下逐渐盛行起来。炼丹和服用丹药的本意是指望借金石之精气使人长生不老，得道成仙。长生不老的仙丹当然是炼不出来的，但在长期的炼丹实践活动中，一些炼丹家积累了大量的关于物质变化的知识，逐渐认识到物质的运动变化是自然界的普遍规律，他们成了研究化学变化的先驱。中国古代炼丹家葛洪就是其中的杰出代表。

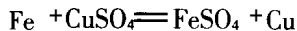
葛洪(281—361)，字稚川，号抱朴子。公元281年，在东晋王朝统治下的丹阳句容（今江苏句容县）一个没落的官宦家庭中诞生了一个男孩子，父亲给他取名葛洪。葛洪的祖父和父亲都做过三国时代吴国的大官，后来吴国被晋国所灭，他们都投降了晋国，家道逐渐没落下来。当葛洪长到13岁时，不幸父亲病亡，家境也更加困难了。葛洪从小就有着强烈的求知欲，读书很用功；家里没钱买笔墨，他就用木炭当笔在地上练习写字；没钱买书，就到处向别人借书来读；凡能借到和找到的书，无论是经书、史书和杂书，他都认真地阅读。经过长期孜孜不倦地刻苦自学，葛洪终于成了一个学识渊博的人。

魏晋时代，连年战乱，到处爆发农民起义。作为仕家子弟，年轻的葛洪也曾参与镇压农民起义，但战事结束后却被上司冒功领赏，自己被排挤下去了。忿忿不平又无可奈何的葛洪在仕途找不到出路，逐渐地把兴趣转向炼丹。后来他拜广东南海的鲍玄为师，一生的大部分时间都在罗浮山中修炼学道，过着“神仙丹鼎”的炼丹生活。

据史书记载，葛洪的学识之渊博，在当时的江南是无人可比的，他的著作比班固和司马迁还多。《晋书》中列举葛洪的著作有数十种，多达310卷，可以想象他是一个多么勤奋的人。可惜的是这些著作大多散失，流传下来的书中最著名的一部叫做《抱朴子》，分为内外

两篇，内篇有 20 卷，其中的《金丹》卷和《黄白》卷专论炼丹的理论和方法，是研究古代炼丹术的主要资料；《仙药》卷主要是谈植物药及其用法。从他留下来的著作中，我们可以看到，当时的葛洪已经具有了相当丰富的化学知识。

首先，值得注意的是，葛洪已经发现并仔细观察到铁和铜盐的置换反应。《抱朴子》中这样记载：“以曾青涂铁，铁赤色如铜”。曾青，就是胆矾（ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ）用曾青的水溶液涂在铁的表面，因为铁的金属活泼性大于铜，所以铁可以置换出硫酸铜中的铜，用化学方程式表示就是：

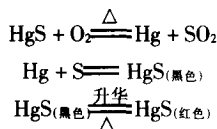


由于这个反应只在铁的表面进行，反应是有限度的，所以葛洪在下面又谈到“外变而内不化”。可见对于这一金属置换反应，他是作了仔细研究并认真观察和记录实验现象的。

其次，葛洪还观察并记录了金属的氧化还原反应。

《黄白》卷中说：“铅性白也，而赤之以为丹；丹性赤也，而白之以为铅。”这就是说，铅可以变为铅白，即碱式碳酸铅；铅白又可以变成赤色的铅丹，即四氧化三铅；铅丹又可以变回到铅白，最后回复为铅。这表明葛洪对铅的化学变化做过比较系统的实验研究，对铅的化学性能已有较为全面的认识，对铅白的制备方法，也很在行。

此外，葛洪还注意并研究了硫化汞加热后所发生的化学变化。他在《抱朴子》一书中有这样的记载：“凡草木，烧之即烬；而丹砂烧之成水银，积变又还成丹砂。”丹砂，就是朱砂，即结晶态的硫化汞。将其在空气中加热，和氧气发生反应即分解出汞，冷凝而成液态的水银。汞与硫磺化合，又生成非晶状的黑色硫化汞；如在密闭的容器中控制到适当温度，黑色的非晶态的硫化汞就会慢慢升华成红色的晶态硫化汞。化学方程式如下：



应该注意的是，葛洪在这里所用的“积变”二字，具有极其重要的意义。采用硫化汞制水银，我国古代劳动人民早在公元前 2 世纪就已知道，而葛洪却是最早详细记录这一反应的人。

《抱朴子》比以前的炼丹著作内容要丰富全面得多，其中记载了硫、汞、丹砂、石胆（硫酸铜）、硝石（硝酸钾）、石青、白矾、曾青（五水硫酸铜）、云母、雄黄等二十多种炼丹原料的物理性质和化学性质。一般人都知道金的化学性质稳定，不容易发生化学变化；可是在《抱朴子》中就有能够溶解金的“金液方”。“金液方”的成分中有水银和含氢氰酸的覆盆子。现代化学知识表明，黄金确实可以在一定程度上溶于水银和氢氰酸

中。在炼丹方法上，葛洪当时已有效地掌握和使用了升华技术和蒸馏技术；从他的著作分析，他可能曾制得外表像黄金白银的几种合金，内含不同比例的铜、铅、汞、镍等元素。在近代科学技术诞生一千多年以前，葛洪能有如此丰富的化学知识是非常难能可贵的。

在古代，炼丹同医学有着密切的联系，许多炼丹家同时也是医药学家。葛洪不但精于炼丹，而且对医药学也有很大的贡献。据史料记载，葛洪曾著有好几部医药学的著作，其中有一部叫做《金匱药方》，长达 100 卷，可惜已经失传，流传下来的只有一部《肘后备急方》。所谓“肘后”，就是居家出行常备和袖珍的意思。这部书共有 8 卷，内容包括急性传染病、各脏器急慢性病、外科、儿科、眼科等，甚至包括涉及六畜病的兽医内容。其突出特点是，具有较强的系统性和科学性，对每种疾病，都讲到病状、病源、治法和药方。在配药方面，特别注意简便易得，为普通百姓着想。

特别值得指出的是，在当时，葛洪对天花、结核病、狂犬病均有独到的见解和比较正确、科学的认识。例如，《肘后备急方》卷二对天花病有这样的记载：“此岁有病时行，仍发疮头面及身，须臾周匝，状如火疮，皆载白浆，随决随生；不即治，剧者多死。治得差后，疮瘢紫黑，弥岁方灭。此恶毒之气。……”对天花症有如此详细的记载，并认为是“时行”病（即传染病）在世界上是最早的。

在治疗狂犬病方面，葛洪发明的用狂犬的大脑捣烂敷在被狂犬咬伤的病人伤口上的治疗方法，已经含有免疫学的思想萌芽，这比法国的巴斯德要早一千多年。

葛洪把恙虫病称为“沙虱毒”。现代医学已经查明，恙虫病是由一种叫“立克次氏体”的病原体引起的。有一种比米粒还小的小虫叫沙虱，它在吸入血时就将病原体注入人的体内，人就会发烧得病。在我国，仅有广东、福建一带有这种病流行，其他地方极为罕见。葛洪久居罗浮山中，通过艰苦深入的实践活动，不但发现了沙虱，还弄清楚它是传染这种病的媒介，该是多么不容易。他的记载比美国医生帕姆在 1878 年的记载要早一千五百多年。

葛洪集魏晋时代炼丹术之大成，是我国古代炼丹术发展史中承前启后的关键人物，在我国科学史上占有重要地位。他的力作《抱朴子》对化学和医药学的发展有不可磨灭的贡献，同时也是后人研究中国炼丹史的重要文献。他在长期的炼丹实践中积累了大量的原始化学知识。英国著名科学史家李约瑟曾说：“整个化学最重要的根源之一（即使不是唯一最重要的根源），是地地道道从中国传出去的。”同时，葛洪对我国古代医药学的发展也作出了巨大贡献，李时珍在编写医药学巨著《本草纲目》时，曾大量参阅葛洪的著作。所以我们说，葛洪是我国古代著名的炼丹家和杰出的医药学家。

近代化学的奠基人

—— 波 义 耳



罗伯特·波义耳 Robert Boyle, 1627—1691) 是英国著名化学家，世界近代化学的奠基人。他对世界化学界的重大贡献是，用实验事实科学地阐明了化学元素的本质，把化学确立为一门科学，使化学走上了科学的道路。波义耳之所以能成长为一位著名的化学家，对人类科学事业作出了重大贡献，有他独特的成长道路和经历。

酷爱科学的少年

波义耳生长在英国大资产阶级工业革命爆发时期。工业革命的蓬勃发展，对近代科学技术的发展和社会的进步起到了不可估量的推动作用，工业革命的浪潮波及到英国全社会。

1627 年 1 月 27 日，波义耳诞生在爱尔兰西南的利兹莫镇一个富裕的贵族家庭。父亲查理·波义耳是爱尔兰首府科克郡的伯爵，是个有名的大富翁，有 15 个孩子和大片的庄园。波义耳在这些子女中排行最小。波义耳的父亲很重视对孩子的教育。因此，波义耳幼年就接受了启蒙教育，智力得到了较早的开发。在他很小时，就表现出记忆力和语言方面的才能，有“神童”之称。

波义耳 8 岁那年，进入贵族子弟学校——伊顿公学读书，那时他已经能用希腊文和拉丁文讲话了。波义耳学习勤奋刻苦，成绩优秀，尤其是对自然科学产生了极浓的兴趣。

波义耳的父亲是个尊重孩子，又不娇惯孩子的人，看到波义耳自幼酷爱科学，作为父亲，他表现出极大的关注和支持。他常常勉励波义耳要勤奋刻苦地学习，将来成为一名科学家，对人类的科学事业作出贡献。因此他还为波义耳请来了优秀的家庭教师。

波义耳 12 岁时，在家庭教师的陪同下，到欧洲作长期旅行。他们去了法国、意大利、瑞士等国。在意大利，他废寝忘食地阅读了许多著名科学家的著作。广泛的阅读为他以后进行科研工作开阔了眼界，奠定了一定的理论基础。

五年后，17 岁的波义耳回到英国。不幸的消息正等着他：他的父亲在战争中死去了。临终前给波义耳留下一笔供他生活的遗产。父亲去世后，波义耳的生活由他

姐姐照顾。

几年的异国游学，波义耳眼界大开，他对自然科学的兴趣越来越强烈，他深感自己还很年轻，渴望与当时著名的科学家交流、沟通、学习，共同探讨当时的学术热点，以拓宽自己的思路，增长自己的知识和才干。

与著名学者的交流

波义耳从国外回到伦敦住在他姐姐家里。他姐姐雷尼拉夫人对波义耳酷爱自然科学，给予了热情的支持。在他姐姐家里，经常有一些著名学者、科学家、文学家、哲学家在此聚会，讨论一些学术问题。波义耳自然也就成了这个聚会的参加者。

法国著名数学家和哲学家勒内·笛卡尔，是雷尼拉夫人家的座上客。他经常参加这种聚会，久而久之就成为波义耳的交谈对象。笛卡儿在数学方面的贡献是创立了解析几何，在哲学方面的建树是写出了著名论文《科学中的正确运用理性和追求真理的方法论》（简称《方法论》）。《方法论》片面强调科学和理性，反对经院哲学和实验。

波义耳对这一片面的观点提出了自己的反对意见。他向这位著名科学家阐述说，把理性放在高于一切的位置是不对的，科学应该是实验科学，理性应来自实验。

波义耳很早就是美国哲学家培根的忠实信徒。他比

较赞同培根的观点，即“真正的知识应该建立在实验研究方法的基础上。”“一个哲学家，不应该像蜘蛛一样，把理性花在搞阴谋诡计上；他应该像蜜蜂一样，搜集事实，靠思维把它们酿成蜜。”

波义耳和笛卡尔的学术思想交流，一连进行了好几天。波义耳从中受到很大启迪，内心感到异常兴奋。他们的学术交流话题很多、很广，涉及了不少当时流行的学术热点。

比如，物质组成问题。对于这一问题的讨论，当时有“四元素说”和“三元素说”等观点。“四元素说”是以毕达哥拉斯为代表的，他主张物质是由火、水、气和土四种元素所组成的。“三元素说”是以帕拉塞斯为代表的，他主张物质是由硫、汞、盐三种元素所组成的。这两种说法到底哪个正确？波义耳对此产生了疑问。他认为要想得出正确的结论，解决这一科学难点问题，只有靠实验，实验是解决一切问题的办法，空谈无济于事。波义耳萌生了一个强烈的愿望，要有一个实验室，要建立起自己的实验室，尽快开展实验研究。

豪华住宅改建的实验室

年轻的波义耳为了建立实验室想了许多办法，他不敢向姐姐请求在物质上的帮助，他想到了斯泰尔桥庄园，这是他父亲留给他的遗产，那里有一所豪华的住

宅。他决定把住宅改建成自己需要的实验室。自己的生活起居、图书馆也建在这里。经过一段紧张的施工建设，波义耳的实验室于 1645 年竣工，开始交付使用。

波义耳又花了一笔钱，为实验室配备了相当好的实验设备仪器，并聘请了几位有水平的实验技术员。波义耳在实验室里进行了大量的物理、化学方面的实验。为了吸引社会上志同道合的朋友，波义耳把自己的实验室对外开放，当时社会上对化学和物理具有浓厚兴趣的朋友，都前来参加这里的实验研究。不久，波义耳的实验室成了一个具有特色并颇受科学界关注的实验研究中心。

元素概念的确立

波义耳的化学实验研究中心，对物质的组成最为感兴趣，研究非常深入，成果显著。波义耳经过十几年的努力奋斗，于 1661 年出版了他的化学名著《怀疑派化学家》。这是他对物质组成的科学论著，是近代化学史上的重要文献。

全书摹仿科学名著《新科学对话》的风格，用对话体写成，对当时占统治地位的元素说进行了全面的批判。

书中共有四位人物，一位是逍遥派化学家，他代表了“四元素”说的观点；一位是医药派化学家，他是