

绪 言

一、档案保护技术学历史发展过程

档案是有用的，人们为了长久利用档案，必然会自觉地保护档案。所以，可以说档案保护技术是随着档案的产生而出现，随档案管理水平的提高而发展的。至迟在公元前 13 世纪殷商武丁时期，我国就有了保护档案的技术方法，这一时期王朝的档案已经是集中保管了。1936 年，在河南安阳殷墟遗址中曾发现一座武丁时期的被认为是最早的档案库的坑，从中出土了 17000 多片甲骨档案，据考察，该坑壁较直，底部平坦，坑内铺有纯净黄土，甲骨层层迭放。西周时期，为保证档案文件的安全，王朝的重要档案都要珍藏在宗庙内神圣的档案库——天府和特制的金匱中。在秦统一六国前制定的《行书律》中就明确规定，不准把明火带进收藏档案的“书府”，并要委派官吏轮番值夜看守，这表明古人对档案保管中防火防盗等安全问题已有了较高的认识。

随着档案集中保管数量的增多，害虫问题已逐渐表现出来。早在春秋战国时期，古人就已经利用燃烧植物产生的烟薰蒸库房，以防治害虫。在秦始皇统一中国前，古人已经开始通过曝晒来驱蠹灭菌，到汉唐时，曝晒成为皇家档案的保管制度。从汉代起，档案害虫的防治方法又得到进一步发展，古人利用黄檗等具有防蠹性能的植物，提取其汁液染在纸张上，使纸张具有防蠹性能。政治、经济发展繁荣的两汉时代，王朝中央在宫廷内外修造了诸如石渠阁、麒麟阁、天禄阁、兰台、东观以及石室、宣明等多处殿阁，用以收储各种档案典籍。随着当时社会的发展，一些专业档案库房也相继出现，诸如收储户籍和谱牒的籍库，收藏僧尼身份证明的度牒库，保管官吏考绩材料的甲库等，并配备专职

人员负责管理。六朝至隋唐开始对档案文献采用卷轴装、经折装、旋风装等装帧形式进行保护。从魏晋开始，古人造纸时开始采用石灰、白垩等矿物质对纸张进行涂布加工，客观上使纸张呈弱碱性，有利于纸张的长期保存。

霉菌是危害档案的一大生物因素，早在唐代古人就在字迹材料中加入麝香、樟脑等珍贵药物进行防霉，以后又在易生霉的浆糊粘结剂中加入白矾、藜芦等防霉药物，以提高浆糊抗霉性。宋朝时期，朝廷在全国推广“千丈架阁法”，从而把中国古代档案库的建造向前推进了一大步。这一时期，椒纸防蠹也被广为使用。到了元、明、清时代，保护技术又有了新的发展，出现了不少有关档案修复和保护方法的论著，如元代的《秘书监志》、元末明初陶宗仪《辍耕录》、明代周嘉胄《装潢志》、明代文震亨《长物志，法糊》、清代周二学《尝延素心录》和清代孙从添《藏书记要》等。这一时期，档案库房的数量大增，有代表性的是明太祖朱元璋曾亲自参与了库房建造筹划的黄册库，以及在明代中叶为珍藏实录、圣训、玉牒等皇家档案而建造的皇史宬。明清时代，为利于黄册的长期保存，朝廷对册籍的用纸，装订、裱糊使用的材料，以及册籍的宽窄尺寸，储册架阁的制造都有极为严格的要求，体现出“预防在先”的保管思想。

直到清朝结束，中国对保护档案的技术方法的研究，更多的是局限于火烧、水淹、盗劫、虫蛀、生霉和鼠咬等档案材料的看得见摸得着的宏观变化上及对破损档案的托裱加固等；而对于纸张纤维素的水解、氧化、字迹色素结构的变化等每时每刻都在发生变化但又不易被发现的微观变化的研究涉足极少，与发达国家相比，在学科研究深度上存在一定差距。

1799 年，世界上出现了第一部造纸机，随之而出现的机制纸耐久性较差的问题受到了人们的关注。此后，自然科学技术开始逐步介入档案保护技术领域，英、法等国开始研究造纸过程与

纸张耐久性的关系,以及光、热、水蒸气 and 有害生物对档案制成材料的危害问题。第一次世界大战以后,档案保护技术问题在更大范围内引起了广泛的注意,英、法、德、美等国相继开展了光、热、水蒸气、有害生物、空气污染物,尤其是酸等环境因素对档案物质材料的影响等问题的研究,同时还进行去污试验、加膜试验、纸张快速老化试验、薰蒸法灭有害生物试验等。第二次世界大战后,随着国际档案理事会和国际博物馆理事会的相继成立,档案保护技术问题开始得到国际一级机构的重视,并组织进行相应的研究。与此同时,英、法、德、美和印度等国也开始有系统、有计划地对档案保护 ([1]) ([2]) ([3]) ([4]) ([5]) ([6]) ([7]) ([8]) ([9]) ([10]) ([11]) ([12]) ([13]) ([14]) ([15]) ([16]) ([17]) ([18]) ([19]) ([20]) ([21]) ([22]) ([23]) ([24]) ([25]) ([26]) ([27]) ([28]) ([29]) ([30]) ([31]) ([32]) ([33]) ([34]) ([35]) ([36]) ([37]) ([38]) ([39]) ([40]) ([41]) ([42]) ([43]) ([44]) ([45]) ([46]) ([47]) ([48]) ([49]) ([50]) ([51]) ([52]) ([53]) ([54]) ([55]) ([56]) ([57]) ([58]) ([59]) ([60]) ([61]) ([62]) ([63]) ([64]) ([65]) ([66]) ([67]) ([68]) ([69]) ([70]) ([71]) ([72]) ([73]) ([74]) ([75]) ([76]) ([77]) ([78]) ([79]) ([80]) ([81]) ([82]) ([83]) ([84]) ([85]) ([86]) ([87]) ([88]) ([89]) ([90]) ([91]) ([92]) ([93]) ([94]) ([95]) ([96]) ([97]) ([98]) ([99]) ([100]) ([101]) ([102]) ([103]) ([104]) ([105]) ([106]) ([107]) ([108]) ([109]) ([110]) ([111]) ([112]) ([113]) ([114]) ([115]) ([116]) ([117]) ([118]) ([119]) ([120]) ([121]) ([122]) ([123]) ([124]) ([125]) ([126]) ([127]) ([128]) ([129]) ([130]) ([131]) ([132]) ([133]) ([134]) ([135]) ([136]) ([137]) ([138]) ([139]) ([140]) ([141]) ([142]) ([143]) ([144]) ([145]) ([146]) ([147]) ([148]) ([149]) ([150]) ([151]) ([152]) ([153]) ([154]) ([155]) ([156]) ([157]) ([158]) ([159]) ([160]) ([161]) ([162]) ([163]) ([164]) ([165]) ([166]) ([167]) ([168]) ([169]) ([170]) ([171]) ([172]) ([173]) ([174]) ([175]) ([176]) ([177]) ([178]) ([179]) ([180]) ([181]) ([182]) ([183]) ([184]) ([185]) ([186]) ([187]) ([188]) ([189]) ([190]) ([191]) ([192]) ([193]) ([194]) ([195]) ([196]) ([197]) ([198]) ([199]) ([200]) ([201]) ([202]) ([203]) ([204]) ([205]) ([206]) ([207]) ([208]) ([209]) ([210]) ([211]) ([212]) ([213]) ([214]) ([215]) ([216]) ([217]) ([218]) ([219]) ([220]) ([221]) ([222]) ([223]) ([224]) ([225]) ([226]) ([227]) ([228]) ([229]) ([230]) ([231]) ([232]) ([233]) ([234]) ([235]) ([236]) ([237]) ([238]) ([239]) ([240]) ([241]) ([242]) ([243]) ([244]) ([245]) ([246]) ([247]) ([248]) ([249]) ([250]) ([251]) ([252]) ([253]) ([254]) ([255]) ([256]) ([257]) ([258]) ([259]) ([260]) ([261]) ([262]) ([263]) ([264]) ([265]) ([266]) ([267]) ([268]) ([269]) ([270]) ([271]) ([272]) ([273]) ([274]) ([275]) ([276]) ([277]) ([278]) ([279]) ([280]) ([281]) ([282]) ([283]) ([284]) ([285]) ([286]) ([287]) ([288]) ([289]) ([290]) ([291]) ([292]) ([293]) ([294]) ([295]) ([296]) ([297]) ([298]) ([299]) ([300]) ([301]) ([302]) ([303]) ([304]) ([305]) ([306]) ([307]) ([308]) ([309]) ([310]) ([311]) ([312]) ([313]) ([314]) ([315]) ([316]) ([317]) ([318]) ([319]) ([320]) ([321]) ([322]) ([323]) ([324]) ([325]) ([326]) ([327]) ([328]) ([329]) ([330]) ([331]) ([332]) ([333]) ([334]) ([335]) ([336]) ([337]) ([338]) ([339]) ([340]) ([341]) ([342]) ([343]) ([344]) ([345]) ([346]) ([347]) ([348]) ([349]) ([350]) ([351]) ([352]) ([353]) ([354]) ([355]) ([356]) ([357]) ([358]) ([359]) ([360]) ([361]) ([362]) ([363]) ([364]) ([365]) ([366]) ([367]) ([368]) ([369]) ([370]) ([371]) ([372]) ([373]) ([374]) ([375]) ([376]) ([377]) ([378]) ([379]) ([380]) ([381]) ([382]) ([383]) ([384]) ([385]) ([386]) ([387]) ([388]) ([389]) ([390]) ([391]) ([392]) ([393]) ([394]) ([395]) ([396]) ([397]) ([398]) ([399]) ([400]) ([401]) ([402]) ([403]) ([404]) ([405]) ([406]) ([407]) ([408]) ([409]) ([410]) ([411]) ([412]) ([413]) ([414]) ([415]) ([416]) ([417]) ([418]) ([419]) ([420]) ([421]) ([422]) ([423]) ([424]) ([425]) ([426]) ([427]) ([428]) ([429]) ([430]) ([431]) ([432]) ([433]) ([434]) ([435]) ([436]) ([437]) ([438]) ([439]) ([440]) ([441]) ([442]) ([443]) ([444]) ([445]) ([446]) ([447]) ([448]) ([449]) ([450]) ([451]) ([452]) ([453]) ([454]) ([455]) ([456]) ([457]) ([458]) ([459]) ([460]) ([461]) ([462]) ([463]) ([464]) ([465]) ([466]) ([467]) ([468]) ([469]) ([470]) ([471]) ([472]) ([473]) ([474]) ([475]) ([476]) ([477]) ([478]) ([479]) ([480]) ([481]) ([482]) ([483]) ([484]) ([485]) ([486]) ([487]) ([488]) ([489]) ([490]) ([491]) ([492]) ([493]) ([494]) ([495]) ([496]) ([497]) ([498]) ([499]) ([500]) ([501]) ([502]) ([503]) ([504]) ([505]) ([506]) ([507]) ([508]) ([509]) ([510]) ([511]) ([512]) ([513]) ([514]) ([515]) ([516]) ([517]) ([518]) ([519]) ([520]) ([521]) ([522]) ([523]) ([524]) ([525]) ([526]) ([527]) ([528]) ([529]) ([530]) ([531]) ([532]) ([533]) ([534]) ([535]) ([536]) ([537]) ([538]) ([539]) ([540]) ([541]) ([542]) ([543]) ([544]) ([545]) ([546]) ([547]) ([548]) ([549]) ([550]) ([551]) ([552]) ([553]) ([554]) ([555]) ([556]) ([557]) ([558]) ([559]) ([560]) ([561]) ([562]) ([563]) ([564]) ([565]) ([566]) ([567]) ([568]) ([569]) ([570]) ([571]) ([572]) ([573]) ([574]) ([575]) ([576]) ([577]) ([578]) ([579]) ([580]) ([581]) ([582]) ([583]) ([584]) ([585]) ([586]) ([587]) ([588]) ([589]) ([590]) ([591]) ([592]) ([593]) ([594]) ([595]) ([596]) ([597]) ([598]) ([599]) ([600]) ([601]) ([602]) ([603]) ([604]) ([605]) ([606]) ([607]) ([608]) ([609]) ([610]) ([611]) ([612]) ([613]) ([614]) ([615]) ([616]) ([617]) ([618]) ([619]) ([620]) ([621]) ([622]) ([623]) ([624]) ([625]) ([626]) ([627]) ([628]) ([629]) ([630]) ([631]) ([632]) ([633]) ([634]) ([635]) ([636]) ([637]) ([638]) ([639]) ([640]) ([641]) ([642]) ([643]) ([644]) ([645]) ([646]) ([647]) ([648]) ([649]) ([650]) ([651]) ([652]) ([653]) ([654]) ([655]) ([656]) ([657]) ([658]) ([659]) ([660]) ([661]) ([662]) ([663]) ([664]) ([665]) ([666]) ([667]) ([668]) ([669]) ([670]) ([671]) ([672]) ([673]) ([674]) ([675]) ([676]) ([677]) ([678]) ([679]) ([680]) ([681]) ([682]) ([683]) ([684]) ([685]) ([686]) ([687]) ([688]) ([689]) ([690]) ([691]) ([692]) ([693]) ([694]) ([695]) ([696]) ([697]) ([698]) ([699]) ([700]) ([701]) ([702]) ([703]) ([704]) ([705]) ([706]) ([707]) ([708]) ([709]) ([710]) ([711]) ([712]) ([713]) ([714]) ([715]) ([716]) ([717]) ([718]) ([719]) ([720]) ([721]) ([722]) ([723]) ([724]) ([725]) ([726]) ([727]) ([728]) ([729]) ([730]) ([731]) ([732]) ([733]) ([734]) ([735]) ([736]) ([737]) ([738]) ([739]) ([740]) ([741]) ([742]) ([743]) ([744]) ([745]) ([746]) ([747]) ([748]) ([749]) ([750]) ([751]) ([752]) ([753]) ([754]) ([755]) ([756]) ([757]) ([758]) ([759]) ([760]) ([761]) ([762]) ([763]) ([764]) ([765]) ([766]) ([767]) ([768]) ([769]) ([770]) ([771]) ([772]) ([773]) ([774]) ([775]) ([776]) ([777]) ([778]) ([779]) ([780]) ([781]) ([782]) ([783]) ([784]) ([785]) ([786]) ([787]) ([788]) ([789]) ([790]) ([791]) ([792]) ([793]) ([794]) ([795]) ([796]) ([797]) ([798]) ([799]) ([800]) ([801]) ([802]) ([803]) ([804]) ([805]) ([806]) ([807]) ([808]) ([809]) ([810]) ([81

从辛亥革命到中华人民共和国成立，由于战乱频仍，中国虽然对有关档案保护技术问题的研究没有完全停止，但还是处在较初级的层次上。中国由宏观向微观，由零散到系统，由自发到有计划有组织地对档案保护技术问题开展研究，是在中华人民共和国成立以后。尤其是十一届三中全会以来，党和政府从教育体系到科研机构、从保护设备到基础设施、从人力到财力，都采取了许多根本性措施给予大力发展和支持，使中国的档案保护技术进入了空前的发展时期。一批批研究成果相继问世，褪色字迹恢复技术等研究成果已处世界领先水平。这一切都进一步丰富和发展了档案保护技术学的理论与技术方法，使档案保护技术学逐步形成了一门较为独立而完整的学科。

二、档案保护技术学研究的对象与任务

档案是人们从事各种生产、工作活动的历史记录，也是一种重要的信息资源。它是查考工作、总结经验的依据，是发展经济、进行科学研究必不可少的重要材料。档案的这些价值是通过一定的物质材料体现出来的。虽然从宇宙整体来说，物质是不灭的，但对于具体的物质材料而言，它不是静止的，而是永远处于

不停地运动、发展和变化过程中的。物质的运动形式是多种多样，有物理的、化学的和生物的运动形式等。各种运动形式有着密切的联系，并在一定条件下可以相互转化。所以，自然界的一切物质在一定条件下会由一种存在形态转为另一种存在形态，由一种化学结构变为另一种化学结构。这样就产生了一个矛盾：一方面档案是有价值的，是有用的，其作用是长远的，因而具有长期或永久保存的价值；另一方面，体现档案内容的物质材料的形态、结构是会发生变化的，寿命是有限的。毛泽东在《矛盾论》中曾说过：“科学研究的区分，就是根据科学研究对象所具有的特殊矛盾性。因此，对于某一现象的领域所特有的某一矛盾的研究，就构成某一门学科的对象。”档案保护技术学正是以档案价值的长期性和永久性与档案制成材料寿命的有限性这一特殊矛盾为研究对象。对这一矛盾的研究和解决，构成了档案保护技术学的基本内容。解决矛盾的主要途径是延长档案的寿命。

档案保护技术学的根本任务就是最大限度地延长档案的寿命。承受并反映档案内容的物质材料称为档案制成材料。档案制成材料种类很多，常见的有纸张材料、书写材料、底基材料、感光材料、磁记录材料、光盘材料及其他材料等。档案制成材料寿命长短与其组成、结构、理化性质等内在因素，以及光、热、水分、空气污染物、有害化学杂质、有害生物等外在因素有关。在外界环境因素的作用下，根据组成、结构、理化性质的不同，档案制成材料会发生虫蛀、生霉、脆裂、褪色、扩散、水解、氧化、锈蚀、风化和机械磨损现象，对档案制成材料的寿命产生不利影响。通过研究档案制成材料的组成、结构、理化性质等方面的内在自然属性，在光、热、水分、空气污染物、有害化学杂质、有害生物等外界环境因素的作用下，发生变化的规律，从而认识、掌握和应用这些规律，积极采取各种有效的措施和科学的方法，控制外界环境因素对档案制成材料内在自然属性的影响，

创造出适宜于档案保存的环境条件；对即将损坏或已经损坏的档案进行修复、复制，以便于对损坏档案的利用及阻止损坏继续扩大；提高档案制成材料内在自然属性的稳定性，以增强档案制成材料自身对环境因素作用的抵抗能力，最终实现最大限度延长档案寿命的目标和任务。

三、理论研究与实际工作需要注意的问题

1. 注意贯彻“以防为主、防治结合”的指导思想

档案是历史的真实记录，保证其完整与安全、最大限度地延长其寿命，是档案工作者，尤其是档案保护工作者的职责。档案在保管和利用过程中，受外界因素的作用，会逐渐损坏，以致最终散失使用价值。我们可以将档案逐渐损坏的过程，看成是一个量变过程，当这一量变过程积累到一定程度，必然引起质变，即引起档案最终散失使用价值。延长量变过程所需的时间，就可以推迟质变发生的时间，即可延长档案的寿命。延长量变过程所需的时间主要有两条途径：一是尽可能阻止或减轻外界环境因素对档案制成材料内在自然属性的破坏作用；二是尽可能提高档案制成材料自身对外界因素破坏作用的抵抗能力。这两方面的措施都属于防的内容，它们是延长档案寿命的最根本的措施。尽管采取预防措施可以推迟质变的发生时间，但量变终归要引起质变。所以，档案最终散失使用价值是不可避免的，治理任务总是存在的。对发生一定程度损坏的档案，通过修复或转换载体保存等治理措施的处理，可以阻止损坏情况的继续扩大，同时，便于对损坏档案的继续利用。

以上分析说明，预防和治理是延长档案寿命不可缺少的两个方面，但其中预防是主要的，抓住了预防，就抓住了主要矛盾。这是因为：第一，加强预防保护，可以减少治理任务。只治理不预防，其结果必然是治不胜治；第二，档案一旦损坏，即使进行修复，也很难恢复原貌，其凭证作用必然会受到影 响。通过加强

预防保护，能够最大限度地保证大量完好无损的档案的安全和完整，从而最大限度地保证其凭证作用不受影响。

综上所述，不论是理论研究还是实际工作，都要围绕“以防为主、防治结合”的思想来进行。

2. 注意加强学科的横向联系

档案保护技术学是一门综合性应用技术学。它技术性强、涉及面广，在物理的、化学的和生物的外界因素影响下，档案制成材料会发生水解、氧化、褪色、扩散、虫蛀、生霉、锈蚀、风化、脆裂和机械磨损等现象。所以，档案保护技术学这门学科，与物理学、化学、生物学、制浆造纸工艺学、气象学和建筑学等有关学科有密切联系。至于图书文物保护、商品养护和粮食保管等学科更是与档案保护技术学相近。对这些相关学科的科技成果，有选择地引进、吸收和结合档案保护特点加以应用，是避免重复研究、加快档案保护技术学发展步伐的一条捷径。但是，不同学科的科技成果是应特定要求而产生的，有其特定的应有条件、应用对象和应用范围，在引进和吸收相关学科的科技成果时，切忌生搬硬套，要有选择地引进和吸收与档案保护技术学有共性的东西。同时，由于档案是历史的真实记录，是国家的宝贵财富，档案是不能再生产的，一旦遭到损失就无可挽回，因此，有关引进科技成果在实际应用前最好先实验一下，摸清情况，确有把握后再应用于实际。

以粮食保管中最常用、最简单的磷化铝片剂熏蒸为例，粮食部门用其熏蒸灭虫时，通常是把药片投进粮堆内部使用的。由于磷化铝吸水分解放出的磷化氢，在空气中达到一定浓度时有自燃现象，档案部门在借鉴使用磷化铝熏蒸灭虫时，为保证档案绝对安全，就不能将磷化铝放入档案装具中。投药时，投药点必须与档案保持一定距离，药片也不能投放在易燃的报纸等物品上，以免一旦发生磷化氢自燃现象时产生助燃作用，药片最好投放在不

燃性敞口容器中。

总之，无论是开展理论研究还是进行实际工作，都要注意加强与相关学科的横向联系，既要注意吸取相关学科的科技成果，又要注意考虑档案保护技术自身的特点。

3. 注意正确对待传统经验

我们的祖先创造了光辉灿烂的历史文化，积累了数量极其丰富的文献。大量珍贵历史文献延绵千古流传至今，与我国古代人民在长期实践中，反复筛选、积累和形成的丰富而有效的文献保护经验密切相关。这些经验是千百万古代人民智慧的结晶，其中蕴含着较深刻的科学道理，值得认真研究和总结。对待这些历史经验，既不能盲目肯定，也不能盲目加以否定。正确的做法应该是，利用现代科学手段和方法，寻找出历史经验中合理的成分，并使之由经验上升成理论，然后再用这些理论指导实践，并在实践中再接受检验，以使这些理论能进一步完善。这样，才是正确对待传统保护经验的态度。

第一章 档案制成材料概述

档案制成材料是承受并反映档案内容的物质材料。其种类很多，但大体上可分为纸张材料、书写材料、片基和带基材料、感光材料、磁记录材料、光盘材料以及金属质、陶瓷质、石质、植物质、动物质和织物质材料等。随着社会的发展和科学技术的进步，今后还将会出现新的档案制成材料。

第一节 纸张材料

一、纸张的生产过程

（一）原料

造纸原料有植物纤维、动物纤维、矿物纤维和合成纤维四大类。实际造纸以植物纤维原料为主，少量使用合成纤维。另外两类原料，由于工艺、成本等原因，几乎不用于造纸。

可供造纸使用的植物纤维原料，基本上可分为四大类：

1. 木材纤维

可分为针叶木与阔叶木两类，针叶木有松木、柏木、落叶松和云杉等；阔叶木有杨木、桦木和枫木等。

2. 种毛纤维

如棉花、木棉和短棉绒等。

3. 韧皮纤维

主要用植物韧皮部的纤维。韧皮纤维还可以再细分为草本和木本两种。草本如各种麻类，多为一年生植物；木本则绝大多数为多年生植物，如桑、楮、藤和青檀等。

4. 茎秆纤维

多属单子叶植物，造纸一般用其茎秆全部。茎秆纤维分为一年生和多年生两种，一年生如稻草、麦秆等；多年生主要为竹类植物。

在植物学中，“纤维”是指韧皮纤维及被子植物中两端呈纺锤状的细长型细胞。而在造纸学中则把植物中凡属于细长型的细胞统称为纤维，纤维是纸浆的主要成分。用不同的植物纤维原料抄造的纸，在强度上有很大的差别。用质量好的植物纤维原料，抄造出来的纸张强度大，耐久性好；反之，耐久性差。造纸植物纤维原料质量优劣与原料中植物纤维的长度、均一性、非纤维细胞的含量和植物纤维中纤维素的含量等因素有关。

一般说来，在造纸时长纤维比短纤维好、细纤维比粗纤维好。这就是说，各种纤维中的单个纤维平均长度越长越好，纤维的平均长宽比率越大越好。这是因为在打浆过程中，纤维要被切短，但长纤维打短后仍有一定长度，且两端帚化，成纸时组织紧密，纸的拉力强度大。细长纤维的比表面积大，交缠效果好。短纤维打短后，长度更小，两端虽然也能帚化，但因过短，使纸的拉力变小。故造纸纤维以细而长的为最佳。

植物纤维原料中有纤维细胞和杂细胞（或非纤维细胞）。杂细胞是指纤维细胞以外的所有各种细胞，如稻草与麦草原料中所有的锯齿形与螺旋形的表皮细胞和薄壁细胞等。由于杂细胞的细胞壁很薄，纤维素含量少，其细胞液中含有较多的蛋白质、铁、镁等元素和无机盐，且杂细胞的形态一般较短小，不利于交织。因此，造纸原料中杂细胞含量越少越好。

植物纤维细胞的主要化学成分是纤维素、半纤维素和木素。纸的主要成分是纤维素。纤维素较半纤维素和木素稳定，此外，木素和大部分半纤维素在造纸过程中需要除掉，使用纤维素含量高、木素含量低的原料，造纸过程中为了除去木素只需要少量化

学药品，这样纤维损伤少，成纸后纸张中纤维素含量高，纸张性能较稳定。故用纤维素含量高的植物纤维原料抄造出来的纸张耐久性较好。

综合有关造纸植物纤维原料形态和组分含量的数据以及上述三点，造纸原料中以种毛类质量最佳，麻类次之，树皮第三，木材第四，竹类第五，草类最差。

（二）生产过程

植物纤维纸是由纤维素主要借氢键缔合而成的薄片状物质。为了造出纸，就必须首先得到较纯的纤维素。但实际上，造纸用的植物纤维原料中除纤维素外，还有其他一些化学成分。根据化学分析，其主要成分是纤维素、半纤维素和木素，次要成分有果胶质、无机盐和蛋白质等。

半纤维素是由不同单糖基构成的，当其在纸张中含量过多时，会使纸的机械强度降低。

木素对纸张的危害最大。木素的存在会大大降低纸张的强度，也容易被氧化形成色素，使纸张变色。木素如不除尽，成纸后易变色发脆。

果胶是部分或完全甲氧基化的多半乳糖尾酸。存在果胶，会使纤维粗硬成束，不易帚化，同时耗费蒸煮碱液。所以，造纸时必须事先对纤维原料实行脱胶处理。

综上所述，将造纸植物纤维原料抄造成满足人们所需要的纸，生产上要经过一个十分复杂的过程。其主要工序有以下几个方面。

1、制 浆

制浆方法之一是采用化学试剂对植物原料进行化学处理。经过处理，可将原料中的油脂溶解或使之皂化，破坏天然色素，将单宁、蛋白质、淀粉等溶解掉，最重要的是用化学降解方法除去木素，最终得到较纯的纤维素。

2. 漂 白

化学处理后的杂质，仍留在黑褐色的煮液中，蒸煮处理后的原料需要反复洗涤和漂白，才可得到较白而纯的纤维素，这是造纸生产过程中的一个关键。

3. 打 浆

经蒸煮后的纤维原料，还有许多没有分散的纤维，即使是分散了的纤维也还存在着光硬的外壳，使纤维素分子中的羟基被束缚在内，不能充分暴露出来。这样，在抄纸时就会使纸张疏松、多孔、表面粗糙，因而使纸张的强度降低。为了造出匀细而紧密的纸，必须用机械力把纤维束及纤维细胞壁打碎，使之细纤维化，这就是打浆过程。

通过打浆，增强了纤维的柔软性和可塑性，使纤维外表产生许多绒毛，发生分丝帚化，提高了纤维的比表面，使纤维中纤维素上更多的极性羟基暴露出来，以便形成更多的氢键，提高纸张强度。

4. 施 胶

在微观形态下，我们可以把纸视为由大小和形状不规则的孔隙构成的毛细管体系。形象地说，在纸纤维之间充满无数的“小胡同”。这种纸如不经加工处理，下笔书写字时就会发生走墨渲染。在我国古代，为了改善纸的书写效果，采用了种种技术措施，最简单的方法是用光滑的细石将纸面研光，以阻塞部分毛细管及纤维间隙。现代字画装裱中的研光就是由此演变而来的。后来发明对纸进行施胶，以增加纸张对液体透过性的抗阻能力。

纸张施胶，分为表面施胶和内部施胶。

表面施胶是将施胶剂均匀涂布于纸的表面。这样一来，就在纸表面形成一层覆膜，再经研光，则书写运笔时流畅自如。缺点是年久之后覆膜易破裂，一片片脱落下来，伤害了字迹。

内部施胶可以避免这一缺点。通常在抄纸前，将动物胶或植

物胶，同作为胶的沉淀剂的明矾，添加到纸浆中搅匀，亦可将淀粉汁直接掺入纸浆中。抄成纸后，胶粒或淀粉粒就沉淀在纤维上，进入纤维间隙，从而提高了纸的不透水性。

5. 加 填

为了提高纸张的平滑度、白度、不透明度和均匀度，降低吸湿性，在纸浆内还需加入一定量的填料。填料一般用高岭土、滑石粉、烧石膏、白垩等。

6. 抄 纸

纤维素不溶于水，它与水形成的浆液，即纸浆，实际上是一种悬浮液。用筛状抄纸器从这种悬浮液中捞出纸浆，滤去部分水分后，就形成一层湿纸膜，这时在纤维素无数的分子间充满了水分子。干燥去水后，纤维素分子间形成氢键缔合，这就交结成纸张了。

为了增加纸的美观或改善纸的某种性能，还可用各种原料或染料染成不同色调的纸。

二、纸张的类别

(一)纸的分类

纸的种类很多，用途广泛，估计目前纸张的品种在 5000 种以上，除了印刷、书写、制图和包装等用量大的纸张外，还有种类繁多的用于工农业生产及国防上的科学技术用纸。由于档案来源广泛，因此，各种纸都有可能成为档案的载体材料。常见的档案用纸，按抄制方式不同，可分为机制纸和手工纸两大类。

机制纸的种类很多，其分类方法世界各国也不相同。根据其用途，机制纸张可概略地分为印刷纸、书写纸、包装纸、工业技术用纸、加工用原纸及其他用纸几类。

手工纸根据其原料不同可分为竹纸、皮纸、麻纸以及混合制浆纸等几类。

（二）档案常用纸张

档案常用纸张按抄制方式分为机制纸、涂布加工纸和手工纸三类。

1. 机制纸

机制纸在档案用纸中所占比重最大，常见的有凸版印刷纸、胶版印刷纸、书写纸、新闻纸、打字纸、有光纸、邮封纸和描图纸等。

2. 涂布加工纸

涂布加工纸原则上也属于机制纸，但其又有别于一般的机制纸。用一般的造纸工艺所生产的纸，满足不了某些特殊要求，为达到这些特殊要求，需要对纸张进行各种加工，以改善纸的性能和赋予纸某种特殊性。例如，纸本是不感光的，纸页上涂布了感光乳剂后即可具有感光性能。

涂布是指在纸和其他材料的表面，涂上其他物质。加工纸是根据需要对原纸进行某种方式加工后的纸种。纸张经过涂布加工后称为涂布加工纸。涂布加工纸品种繁多，应用广泛，它可分为涂布印刷纸和涂布技术用纸两大类。

涂布印刷纸也称为铜版纸，主要用于印刷美术图片、插图、海报及商标。它是以白色颜料、胶粘剂及其他辅助材料配制成的涂料，涂布于原纸表面，经超级压光整理而成。

涂布技术用纸又叫加工技术用纸，其用途广泛，发展迅速，品种繁多。可用作各种记录纸，如心电图纸、示波记录纸、电子扫描记录纸等；各种复印纸，如光敏复印纸、静电复印纸、热敏复印纸等；以及各种功能的防护纸，如防虫纸等。

3. 手工纸

手工纸广泛应用于古籍印刷、绘画、书法、书画装裱和档案修复等。按使用原料的不同，手工纸可分为麻纸、皮纸、竹纸及麻、竹、皮等各种原料混合制浆纸等几类。我国所保存的明清档

案，其用纸绝大多数是皮纸和竹纸。

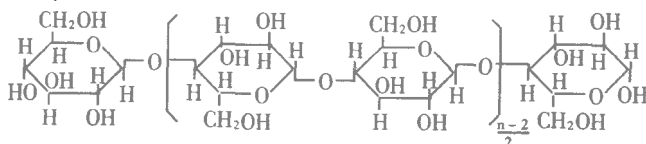
手工纸的生产过程是用碱法制浆，日光漂白，抄制过程中化学药品用量少，对纤维处理温和，洗涤干净。以四川夹江竹纸为例，其土法生产流程为：砍竹→水沤→捶竹→浆灰→蒸头锅→打竹→洗料→蒸二锅→洗料→发酵→捣料→淘料→漂白→打槽→捞纸→压水→掀纸→晒纸。以机制纸相比，手工纸具有明显的特点：制作中不用或少用胶料和填料；pH 值一般呈中性； α -纤维素含量高，纤维细长，纵横交织均匀，纸质柔韧耐折；适于长期保存，耐老化性能大大优于机制纸。此外，手工纸还具有疏松多孔而富有弹性的特点，湿变形小，所以特别适宜做档案的修复用纸，至今仍处于不可取代的地位。由于手工纸的生产周期长，劳动量大，产量有限，故早改用机制法生产。它以漂白化学浆为原料，但不施胶，经打浆在圆网机上用竹帘抄制。但在个别地区仍保留有少量用手工生产的手工纸。

三、植物纤维主要组分的结构

在实际造纸工业中，由于成本及工艺等原因，并不要求制取纯纤维素，而是用各种制浆方法，使植物纤维从原料中分离出来，成为纸浆。植物纤维经制浆处理后，主要成分是纤维素，还有一定量半纤维素和少量的木素及其他成分。所以纸张的耐久性与纤维素、半纤维素和木质素密切相关。

(一) 纤维素

纤维素是由葡萄糖基 ($C_6H_{10}O_5$) 组成、各个葡萄糖基由 1, 4- β 甙键联接，按照纤维二糖排列而成的一个长的直链状高分子聚合物，通常用下列结构式表示：



纤维素分子结构式

纤维素在结构上有以下特点：

1. 葡萄糖基是纤维素的单元，由 n 个葡萄糖基联接起来即构成链状的纤维素大分子。因此，纤维素是由许多葡萄糖基相互以 $1, 4-\beta$ 甙键联接而成的多糖。

2. 纤维素大分子中的每个基环均具有三个醇羟基，其中在 C_2 、 C_3 上的为仲醇羟基，而在 C_6 上的为伯醇羟基。这些羟基对纤维素的性质有决定性的影响。纤维素可以发生氧化等反应，分子间形成氢键，吸水及润胀等，均与大量羟基的存在有关。

3. 纤维素分子的两个末端基，性质是不同的，在一端的葡萄糖基中，第四碳原子上多一个仲醇羟基；在另一端的葡萄糖基中，则在第一碳原子上多一个羟基，此羟基上的氢原子易转位与碳环上的氧结合，使环式结构变为开链式结构，因此，第一碳原子便变成醛基，显还原性。由于纤维素的每一链分子只有一端有羟基，故整个大分子具有极性和方向性。由于纤维素大分子存在极性，就使得纸中纤维素分子间的作用力不仅具有色散力和诱导力，而且还有取向力。

4. 纤维素大分子的葡萄糖基间的联接都是 β -甙键联接。由于甙键的存在，使纤维素大分子对水解作用的稳定性降低。在酸与水的作用下，可使甙键破裂，导致纤维素大分子降解。

纤维素的分子式可以简单地表示为：



式中的 n 为葡萄糖基的数目，代表纤维素的链长，称为聚合度。纤维素是不同聚合度的分子混合物。按聚合度大小不同，纤维素可分为三种。20℃下在 17.5% 的氢氧化钠溶液中不溶解部分称为 α -纤维素，用醋酸中和溶液，沉淀部分称为 β -纤维素，不沉淀部分称为 γ -纤维素。 α -纤维素链分子大约有 200 个以上的葡萄糖基， β -纤维素具有 50~200 个葡萄糖基， γ -纤维素链分子大约有 50 个以下的葡萄糖基。

在同一纸张中，纤维素的聚合度具有不均一性，有的纤维素分子的链长些，有的短些。因此无法用实验的方法测定每个纤维素大分子的聚合度，而只能测得纤维素的平均聚合度，因此一般只能以平均聚合度来表示某一个纤维素试样的特征。聚合度的大小表示纤维素分子链的长短，聚合度越大，纤维素的分子链越长，纤维的强度也越大。造纸植物原料中的天然纤维素的平均聚合度一般都在 1000 以上，植物纤维原料经过制浆造纸成为纸张后，纸中纤维素的平均聚合度一般在 800~900。成纸中纤维素聚合度的大小与纸张的强度密切相关，纸张的撕裂度、耐折度、裂断长等机械强度均随聚合度的增加而增加。当纸中纤维素的聚合度降至 200 以下时，纸张常碎裂成粉末。纸中纤维素的聚合度大，除使纸张强度提高外，还能增加纤维素的化学稳定性，进而提高纸张对化学试剂的抵抗能力。

(二) 半纤维素

半纤维素是一群由两种或两种以上单糖基构成的往往具有支链的不均聚糖。半纤维素经水解后可得到葡萄糖、半乳糖、阿拉伯糖、木糖等单糖，因此说明半纤维素的化学成分是由聚己糖和聚戊糖所组成，故它和纤维素的性质相似。纸浆中含有一定量的半纤维素对于增加纸张产量，改进纸张的某些物理性能是必要的，但半纤维素含量过多又会引起纸张发脆和降低纸张的不透明度。

(三) 木素

木素主要是由碳、氢、氧三种元素组成的一种复杂的芳香族物质。木素具有很强的活性，所以木素的结构很容易发生变化。

木素是由若干苯基丙烷 -C-C-C-结构单元组成的立体网状高分子聚合物。其结构单元间的联接主要是醚键，其次是碳-碳键。木素分子中存在着多种功能基，如甲氧基

($-\text{OCH}_3$)、羟基($-\text{OH}$)、羰基($-\text{CO}$)等,此外,木素存在酚型、非酚型以及松柏醛型、松柏醇型结构等多种构型。

由于木素具有多种功能基、化学键,且存在多型结构,因此,木素的反应能力相当强,它能与多种试剂进行反应。由于松柏醛基的存在,导致木素和氯、硫化氢等许多化学物质作用后产生有色物质,如氯和木素作用生产黄色的氯化木素,木素在漂白过程中形成的无色结构基团,有可能受氧化而变成生色基团,这是含木素较多的纸张保存一定时间后泛黄的原因之一。

从档案需要长久保存的角度看,纸张中木素的存在是有害无益的,应尽可能除去。但是,由于各种原因,它在纸张中总是或多或少的有所存在。

四、纸张的性能

与耐久性有关的纸张性能有机械强度、吸收性能、变形性能、光学性能和稳定性能等几个方面。

(一)机械强度

1. 抗张强度

抗张强度是指纸张所能承受的最大张力。其值大小可分别用绝对抗张强度、裂断长及横断面抗张强度的大小等值表示。绝对抗张强度为一定温湿度和一定测试速度下,沿试样纵轴方向施加负荷,使其受力直至拉断时的最大负荷。

2. 耐折度

耐折度是指纸张在一定张力下,所能经受 180 度的往复折迭的次数,以往复迭的次数表示。纸张的耐折度主要与纤维的长度、柔韧性和强度有关。耐折度是衡量纸张性能的重要指标之一,是判定纸张老化程度较灵敏的指标之一。

3. 撕裂度

撕裂度是指裂断预先切口的试样至一定长度所需的力,以克或牛顿表示,其值大小与纤维的长度和强度有关。