

第一编

档案保护技术学基础理论

第一章 档案保护技术学概述

档案保护技术学是档案学的重要分支学科之一，是一门综合性的应用学科。随着科学技术的发展和档案管理现代化程度的提高，档案保护技术学的内容也日趋丰富。

第一节 档案保护技术学的基本内容和发展状况

一、档案保护技术学研究的对象和任务

档案保护技术学是研究档案制成材料的特性、损毁规律以及保护档案的技术和方法的一门学科。它的任务是最大限度地延长档案的寿命。

档案制成材料是承受并反映档案内容的物质材料。它是由承受档案内容的载体材料和反映档案内容的记录材料组成。档案载体材料种类很多，在古代，中国有龟甲、兽骨、金石、缣帛、竹简、木牍；外国有羊皮、纸莎草、棕榈叶、白桦皮等。中国造纸术发明以后，就有了用纸张材料形成的档案。近现代又出现了新的档案载体材料，如图纸、照片、胶片、胶带、金属等。反映档案内容的记录材料，古代有墨、印泥等，近现代有墨水、油墨、复写纸、圆珠笔、铅笔、印台油以及感光材料、磁性材料等。今后随着科学技术和生产的发展，还将会出现新的档案制成材料。

档案保护技术学研究的基本内容有三个部分：一、档案制成材料的特性；二、档案制成材料损毁规律；三、保护档案的技术方法。

研究档案制成材料的特性是为研究档案制成材料的损毁规律和保护档案的技术方法提供理论依据。不了解档案制成材料的特性，也就无法研究它的损毁规律及其保护的技术方法。档案制成材料特性的研究主要有：档案制成材料的结构、组成、主要化学成分、理化性能以及档案制成材料的演变情况等。

档案制成材料的损毁有内因和外因两个方面。内因在于档案制成材料本身的耐久性，它取决于档案制成材料原料的质量、性质与生产工艺等。研究档案制成材料耐久性的目的，是为了制定各种档案制成材料的质量标准，促进生产部门改进产品质量；同时，也是为了确定保护条件，修复破损档案。外因是指档案保护的环境因素，即影响档案制成材料的耐久性的各种自然因素，如温度、湿度、光线、大气污染物、有害生物、水、火等；同时还与档案的整理、

保管、转移、利用等过程有关。实际上，外因是指档案形成后各个阶段的存放环境及人的活动，这些因素对档案的破坏作用是客观存在的。各类材料几乎都不可能永存，内因是档案制成材料损毁的决定因素，外因是条件；在档案已经形成的情况下，人们对档案保护环境因素的控制，对于保护档案、延长档案寿命具有决定性的作用。

研究档案制成材料的特性和损毁规律不是档案保护技术学研究的最终目的，还必须进一步研究科学地保护档案的技术方法。保护档案技术方法的内容很多，归纳起来主要有两个方面：

第一，防的技术。防的技术实际上就是改善档案的保护条件，防止或减缓自然环境中各种不利因素对档案制成材料的破坏作用。它的基本内容包括：库房温湿度的调节与控制，防光、防有害气体与灰尘，防有害生物的损害，防人为因素的损坏，档案信息转移技术，管理的技术措施和库房建筑等。其中，建造合乎要求的库房建筑是改善档案保护条件的前提。

第二，治的技术。治的技术是对已经损坏或受到不利因素影响的档案进行处理，修复已遭损坏的档案，尽力恢复其历史原貌，增强其抵抗外界不利因素的能力。它的基本内容包括：去污，去酸，去除有害生物，加固，档案信息的再现与转移，档案修裱与恢复等技术。其中档案信息转移技术属于对档案的再生性保护措施，其他技术属于对档案的延缓性保护措施。

二、档案保护技术学的产生与发展

档案保护技术应当说很早以前就有了。档案是人类实践活动的记录，产生于社会各个方面，它对当时的政治、经济、文化各方面的活动产生过作用；作为人类历史文化遗产，为后人总结历史经验，创造未来也是不可多得的镜鉴。因此，我国历代统治阶级对档案和档案的保护都极为重视；延长档案的寿命是人们的愿望，要使这些珍贵的历史记录得以世代相传，“贻鉴将来”。怎样保存这些重要和珍贵的大量档案，使之不致遭受损毁，就成为一个极其迫切而又必须解决的问题。事实上，档案制成材料无论是质地坚硬，或是质地柔软，都可能面临天灾人祸或自然损毁的威胁。战争、水患、火灾，都可能造成档案的损毁；光线、灰尘、有害气体、高温、高湿、有害生物等都是损毁档案的因素。几千年来，人们为了抵御这些外来因素对档案的侵袭，延长档案的寿命，做过种种努力，采取了形式多样的保护措施。这些措施的实施就是档案保护的方法和技能，也就是我们所说的档案保护技术。

我国古代的档案保护技术较为发达，内容也颇为丰富，在档案制成材料制作技术、档案库房建筑技术、档案装具制作技术、防治有害生物技术、档案修裱技术等方面都积累了许多经验。早在商周时期，我国就有了保护档案的技术

方法，当时甲骨档案和金文档案的材料选择、制作都有严格的要求，并且有了档案的保管制度和场所。随着档案种类、数量的不断增加，档案保护技术也不断发展。两汉时期设有石渠阁、东观、兰台等专门保管档案的机构设施；唐代以后有甲库、史馆、架阁库；明代档案库规模宏大，有后湖黄册库、内阁大库、皇史成等。其中，被称为“石室金匱”的皇史成，在防光、防盗、温湿度控制等方面均有较周密的设计，成为我国档案库的典范。我国对有害生物的防治历史悠久，先秦就有简策防蠹措施，据《周礼·秋官》记载，如有蠹虫，则“以攻菴攻之，以莽草熏之”，采用薰除、晾晒等方法保护档案。造纸术发明不久，人们就用黄檗染纸法、雌黄染纸法、香气驱避法等避蠹技术来防止虫害对档案的侵蚀；南宋出现“以椒染纸”的椒纸防蠹法；明代曾流行“万年红”防蠹纸。修裱技术的出现和发展，是魏晋南北朝时期在典籍保护技术上的一项重大突破。修裱对浆糊的制作、防腐、用纸的选择以及除污、修补、染潢等就很讲究；修裱技术以后逐步发展成为裱褙和装饰书画、碑帖、经卷、图籍、档案等的一项独特的传统技艺，一直流传使用至今，成为保护、抢救和加固档案的一项不可或缺的传统技术。

但我国古代档案保护的经验和、技术是零散的、片断的，还没有经过系统整理形成一门学科。中华人民共和国成立后，发展了档案教育，在教学和科研实践中总结了我国档案保护的实践经验，吸取了国外档案保护的先进技术和方法，从对档案制成材料变化规律的认识中和档案保护技术方法的实践中，逐渐明确了档案保护技术学研究的对象和任务，建立起了档案保护技术学的学科体系。

1954年首次把档案保护技术学作为一门课程列入档案学专业的必修课，1955年中国人民大学档案教研室编写了《文件保管技术学》讲义。其后历经五年的摸索充实，于1961年出版了我国档案保护技术学学科第一部教材——《档案保管技术学》，它在档案保护技术学学科建设史上成了一块名副其实的奠基石。至此，档案保护技术学作为一门学科在我国正式创立。20世纪70年代末以来，档案保护技术学学科建设进入了一个全面发展的新阶段。一是档案保护技术学的教学、科研机构 and 学术团体得以全面恢复和发展。二是档案学术刊物与科研成果开始大量涌现，中国人民大学出版社1980年公开出版了《档案保管技术学》教材，1984年公开出版了《档案保护技术学》教材，此后各种版本的档案保护技术学教材、专著和学术论文出版，使档案保护技术学学科建设达到了初步完善的水平。三是现代化的设备与技术在档案保护技术领域逐步得到应用，为完善学科建设提供了新技术、新方法。四是档案保护技术理论与方法的研究开始由定性研究向定量、或定量与定性相结合的研究方向转变，并在一系列重大理论与技术方法的研究上有了突破性进展，进一步促进了档案保

护技术学的发展与内容的充实。

档案保护技术学主要以研究档案的物质材料为依据，并通过研究物质材料的特性和损毁规律进一步研究科学地保护档案的技术方法，以延长档案的寿命，因此，档案保护技术学的学科性质是以自然科学为主的综合性科学。

第二节 档案保护技术学研究方法

一、以防为主，防治结合

无论是进行档案保护技术研究工作还是实际工作，都必须贯彻“以防为主，防治结合”的思想。这个思想为许多行业所采用，对档案保护更具有特殊意义。档案是历史的真实记录，保证档案的完整与安全，是档案保护技术中的一项重要任务。目前保存的档案大部分是完好的，保证大量完好无损的档案的安全与完整，应该是首要任务。因此，档案保护技术贵在预防，只有抓住了“防”，才是抓住了档案保护技术的根本，才能减少“治”的任务；只注意“治”不注意防，其结果必然是治不胜治。此外，档案的制成材料、信息内容都是历史的痕迹，一旦遭到破坏，即使花大力气进行修复，也是很难恢复原貌的。可见，档案本身的特点，就决定了档案保护技术工作必须贯彻以防为主的思想，但又必须防治结合。如果只重视防而忽视治的工作，必然会造成已经损坏的档案损毁程度加剧，范围扩大，以至无法恢复原貌乃至信息遗失，造成无法挽回的损失。档案在利用和保存过程中，档案制成材料会逐步衰变，所以在保护档案的技术方法中“治”的任务是永远存在的。在档案保护技术工作中，不仅要注意“防”，而且要注意“治”，“防”和“治”是档案保护技术方法中不可缺少的两个方面。

二、现代技术与传统经验相结合

现代技术正在不断地兴起，档案保护技术要直接吸收现代技术的成果，进而使自己发生深刻的变化。但这一切都必须与传统技术相结合。

我国古代劳动人民为保存浩如烟海的文化遗产积累了丰富的经验，这些经验往往是实验室中难以取得的，其中必定寓有深刻的科学道理，必须用现代化科学技术方法来总结它、提高它、发扬它。纵观我国档案保护技术的发展史，现代人对档案制成材料耐久性、库房管理、档案馆建筑和修复技术等研究，无不从历史的足迹中汲取了有益的借鉴。如现代库房管理中强调通风与密闭相结合，或现代设备与密闭相结合，以此为存放档案创造一个干燥清洁的环境，这与我国古代文献保护中的“阴、凉、干、结、通”的经验几乎是一脉相承

的。关于修复技术，明代周嘉胄的《装潢志》及清代周二学的《尝延素心录》至今仍是文献修裱技术的最佳著作，很值得研究总结。历史的经验，传统的技术是宝贵的，但也要看到，由于历史的局限性，不可能完美无缺，必须正确对待，应当在运用现代科学技术对传统技术进行系统研究总结的基础上，对传统技术进行科学的装备和改造，要善于从看似不合理的做法当中，寻找它合理的内核，从而使其提高、发扬，成为取之不尽，用之不竭的财富。

总之，对我国传统的档案保护技术必须给予足够的重视。要学习和运用现代科学技术，继承我国传统经验，创造出适合于我国国情的保护档案的科学方法。

三、加强学科间的横向联系，积极建立与开展符合档案保护技术要求的研究工作

档案保护技术学是一门综合性的应用学科，其研究与应用技术范围必然要涉及到多学科领域。其中，有的问题没有必要去进行重复劳动，有的问题完全靠档案部门自身的力量是难以解决的，因此，在档案保护技术研究的实际工作中，必须注意学习和吸取相关学科的成果。如研究档案纸张的耐久性，应当吸取植物纤维化学、造纸学方面的成果；研究档案字迹材料的耐久性，应当吸取染料化学方面的成果；研究档案保护环境条件，应当吸取环境保护学、气象学、库房建筑学等方面的成果；研究档案有害生物防治，可以吸取微生物学、昆虫学、药剂学等方面的成果；研究档案信息转移的技术方法，可以吸取物理学、光学方面的成果等等。此外，档案保护还可以吸取粮食保管、商品保养、图书文物保护等方面的科技成果。但不论吸取哪个方面的科技成果，都要防止生搬硬套。相关学科的科技成果，在吸取时，必须结合档案保护的特点和要求进行试验研究，切不可盲目从事。

档案部门应主动地加强同相关学科部门的合作，共同开展档案保护技术研究工作，开拓档案保护技术研究的广度和深度，为学科建设带来活力。在合作研究过程中，要牢牢地把握住档案的特点，把档案保护的要求贯穿于研究的始终；同时，也要虚心学习相关学科的先进科学技术与经验，博采众长，用更多的新技术、新设备来装备档案保护技术，丰富和发展档案保护技术学。

四、理论建设与实践工作相结合

按照马克思主义的观点，科学的理论是在社会实践的基础上产生的，是对客观事物本质的反映。档案保护技术学同其他学科一样，也来自社会实践，受社会实践活动的检验，转过来又指导实践活动。

档案保护技术学已经形成了比较完善的理论体系和技术方法体系。为了使

它更加深入地发展，一要加强本学科及其专门技术的理论研究，丰富和发展档案保护技术学的内涵；二要注重技术开发，将新技术应用于实践，实践是研究和发 展学科理论最深厚的源泉和基础。真正做到理论联系实际，档案保护技术工作就会迈上一个新台阶。

五、定量研究与定性研究相结合

任何事物都有量的规律。量积累达到一定的程度必然发生质的变化。根据量的规律，揭示事物的性质，是对事物认识的深化；遵循量的规律，应用数学的方法求解答案，可以增加认识和处理事物的准确度。马克思关于“一种科学只有成功地应用数字，才能达到真正完善的地步”的名言，其含义也在于此。档案保护技术学当然也不例外，它在工作方案的选择和论证，工作成果的检查 和评价，工作规律的揭示和阐述，直至各个具体工作环节的处理等方面都可以而且必须进行定量分析，否则就不能使这门学科达到“完善的地步”。

在强调定量分析的同时，决不能忽视定性分析。这是因为：第一，定量分析的最终目的，是为了提高定性分析的准确度，也就是为了准确判断事物的属性或其所处的发展阶段。第二，定量分析有时要以定性分析为基础，定性分析不准确，必然导致定量分析的错误。第三，任何事物虽然都有量的规律，但不都是量的规律，否则就会陷入“凡物皆数”的错误观念。因此，在档案保护技术学研究中也不能排斥定性分析，而应把定量分析与定性分析密切地结合起来。

第三节 档案制成材料的演变

我们伟大的祖国有丰富璀璨的文化典籍，其中档案文献浩瀚瑰丽。自从进入 历史文明时期以来，甲骨金石、简牍缣帛、铁券金册、纸墨文书、磁带光盘，多姿多彩。从中国档案信息资源的总体说来，其年代之久远，数量之庞大，内容之广泛，价值之珍贵，实为举世所罕见。几千年来，由于社会生活日新月异，档案制成材料也不断地发展变化。

一、甲骨档案

甲骨是龟甲和兽骨的总称。龟甲是乌龟的腹甲和背甲；兽骨主要是牛脾骨，也有少数其他动物的骨头。殷商时期，甲骨既是一种占卜工具，也是一种书写材料。甲骨档案是我国迄今所见的最早的档案。

甲骨档案，从其载体材料和记录方式来研究，可以了解当时社会发展的水平。从出土的甲骨档案可以看出，一篇完整的甲骨档案的制作大体分为取材、

铜削、刮磨、钻凿、灼兆、刻辞、书辞、涂辞、刻兆等九道工序。甲骨档案的文字多数是用铜刀或石刀刻在坚硬的龟甲兽骨上，其文字大者径逾半寸，小者细如芝麻。甲骨文也偶有用笔写的字。所以，甲骨文字是用刀笔刻写或毛笔书写的。

二、金石档案

“金，钟鼎也；石，丰碑也。”金石档案是金文档案和石刻档案的总称，是继甲骨档案后我国历史上出现的又一珍贵的历史档案。

（一）金文档案

古人称铜为金，金文一般指冶铸在青铜器上的文字。金文档案指冶铸在青铜器（包括铁鼎类）上具有备考作用的原始历史记录。

青铜作为档案载体是商朝后期出现的，到了西周时期数量逐渐增多。青铜是铜与锡的合金，铜是其中的主要成分，颜色青灰。最初的青铜器是供人们作物件使用，为了美观，往往在器物上雕刻一些图案或文字。西周以后，青铜器的冶铸常常是为了记事，以至作为“法律上的契约”，这时的金文才具有档案性质。金文档案的鼎盛时期在于西周；东周以后，由于其他记录材料的使用，更因社会信息量的增加，钟鼎金文一般已不适应，因而逐渐衰微。

承载金文的钟鼎器，质地坚硬，铭铸技术精巧，历尽沧桑，经几千年的磨损仍保持基本面貌。这些金文档案丰富了我国历史档案的宝库，为古代社会以及许多方面的研究提供了珍贵的史料。

（二）石刻档案

在世界范围内许多民族都曾有过石刻档案。我国秦朝是石刻档案的盛行时期。这些石刻档案，既有帝王出巡、狩猎、宣扬功德、生产活动、社会重要事件的记述，也有颁发政令、规定法纪的文告等等，内容极其丰富。其目的是“记功述事，昭示方来”，因而具有明显的档案性质。

石刻档案的形式多种多样。摩崖，将文字直接刻在山岩上；碑，专立一块长方形石头，并在其上刻文字；碣，也是一种长方形的刻石，头上是圆形的。这些作为书写材料的石头不仅取材方便，镌刻也比较容易。石刻档案传知范围广，又有利于长久地留传，因而从春秋时期直到民国时期的石刻档案时有所见。

三、简牍档案

金石档案虽然坚固耐久，但其载体非常笨重，制造铭刻费工费力，且不利于传递。因此，自商周直至东晋时期，特别是从周代到汉代一千余年间，多用竹片和木板撰写文书与记录档案，通常称作“简策”、“简牍”、“简书”等等。

竹木资源丰富，取材和书写比较容易，编连篇幅比较灵活，也较便于保存和传递。但是对普通的竹木材料，也需要进行一番加工制作。对新竹先要经过烘干“杀青”，也叫“汗青”处理，即“以火炙简令汗，取其青易书，复不蠹”，这样既便于书写又能防腐。我们现在还能得见古代大量的简册，这和当时的技术处理不无关系。

简牍上的文字是用毛笔蘸墨书写的，如果书写有错，用刀刮削后再写。所以，用竹木书写时，刀笔是同时使用的。笔、墨何时开始用于书写已无从考证。我国现存最早的笔是 1954 年在长沙古墓中发现的战国笔，笔长 21cm，带套后 23.5cm，笔管及笔套均为竹制，笔头为兔毛。我国古代的墨主要是以松木燃烧所得的松烟为原料制成，其耐久性非常好。

四、缣帛档案

与简牍几乎同时产生的还有缣书、帛书。从考古挖掘的材料得知，商代织物除了麻布以外，还有丝织品的绮和刺绣，这为使用丝质载体的文书和档案提供了可能性。春秋战国之际，纺织业较前更为发达，丝帛麻葛逐渐遍布城乡，既可供衣着，又可作书写绘画材料。秦汉以后，一些重要文书一般要用丝织的缣帛书写，缣帛档案的数量逐渐增加。到了晋代，随着纸张的普遍使用，缣帛档案的数量才逐渐减少。

帛为丝织品的总称，缣是双丝的细绢。帛书的制作与简书有许多相似之处。帛书抄写前，先用朱砂划出竖格，其行宽与一根竹简的宽度相似。帛书是用笔书写的，字体墨黑，竖格红色，阅读起来清楚醒目。缣帛较容易腐烂，难以长期保存，加之作为档案载体材料价格较贵，应用不如竹木普遍，所以缣帛档案发现较少。

缣帛作为文书和档案的载体材料，比竹木简牍显然更为进化。竹木简牍虽然价廉易得，制作方便，但它笨重，携带不便，而且每根简容纳的信息量有限，编简成册后一旦散乱，给读、藏带来麻烦。缣帛轻软平滑，面幅宽阔，易于着墨，剪裁灵活，传递保管方便，是一种较好的档案制成材料。

五、纸质档案

自汉代造纸术发明以后，纸的价格低廉、质地轻软、易于书写的性能日渐得到体现，人们开始使用纸张作为档案载体材料。从考古发掘的大量实物分析，公元 2~3 世纪为纸张的初期使用阶段，此时，简、帛、纸三者并用；以后，纸张档案逐渐增加，到了公元 5 世纪，纸张最终取代了其他的档案材料，并且一直沿用至今。由于纸的制作原料不同和造纸技术的不断改进，各个时代的纸有着显著的差异。宋代以前一般用麻制纸，宋末到元代用楮纸，明代以后

用棉制纸，明末到清乾隆年间用竹纸，现代造纸技术已能够用一般纤维原料造出优质纸。随着现代造纸技术的发展，纸张的数量和种类也不断增加，既有历史悠久的手工纸，又有机械生产的普通纸。纸张被应用到社会生活的各个领域，成为现代人类文化交流和知识传播的主要媒介。

纸张书写方便，记录在纸张中的字迹材料多种多样。目前常用的、常见的字迹材料有墨、墨汁、油墨、墨水、复写纸、圆珠笔、铅笔、印台油、印泥、科技蓝图线条等。

造纸术的发明是中国古代科学技术发展的一项伟大成就。纸的出现为人类提供了方便价廉的书写材料，使文书、档案和其他文献的载体、记录方式、传播方式等发生了空前的变革，对当时及后来的档案工作产生了深刻的影响。

目前，纸质档案是现存档案中的主体成分，并在今后相当长的一段时间里仍然是档案的主要成分。所以，研究纸质档案制成材料的特性对保护档案具有重大的现实意义，这也是档案保护技术学研究的重点。

六、新型载体档案

随着科学技术的发展和现代化技术的广泛应用，自 20 世纪 20 年代以来，一大批具有光、电、磁特性的唱片、胶片、磁带、磁盘、光盘等新型载体档案相继问世，这些新型载体档案的制成材料需要提供特殊的保管条件和方法，因而给传统的档案保护技术工作带来了新的课题。

新型载体档案的历史并不长，但由于它们具有记录速度快，记录范围广，记录密度高，记录信息形式多样，易于检索、拷贝、传递等特点，发展很快。新型载体档案按记录原理大致可分成四类：一是机械录音档案，如唱片的金属模版、唱片；二是磁记录档案，如磁带、磁盘、磁鼓、磁泡、磁卡等；三是感光记录档案，如银盐感光胶片、照片、重氮片、微泡片；四是激光记录档案，如光盘、光磁盘。根据载体材料的不同，可将新型载体档案分为唱片档案、胶片档案、磁性载体档案、光盘档案四种。根据记录手段和读取方式的不同，新型载体档案可分为声像型档案、缩微型档案、机读型档案三类。

新型载体档案与纸质档案相比不仅类型繁多，而且载体成分复杂；随着社会的发展及科学技术的进步，将会有越来越多的新型载体档案产生。为了科学地管理好这些档案，必须研究新型载体档案的耐久性及其保护方法。

第二章 档案保护基础知识

第一节 温 湿 度

一、温 度

温度是物质分子、原子无规则运动的宏观表现，是用来衡量物体冷热程度的状态参数。空气的温度，就是空气的冷热程度，简称气温，符号为 t 。在档案库房管理工作中，经常使用的库内温度、库外温度，是指库房内外空气的温度。

为了标示温度的高低和保证温度测量的准确一致，就要规定一个衡量温度高低的标准尺子，称为温度标尺，简称温标。它规定了温度的起点（零点）和测量温度的单位。目前国际上常用的温标有摄氏温标、华氏温标和绝对温标。

摄氏温标规定在一个标准大气压下，纯水开始结冰时的温度（冰点）为 0 摄氏度，纯水沸腾时的温度（沸点）为 100 摄氏度。在 0 摄氏度和 100 摄氏度之间划分 100 等分，每一等分就是 1 摄氏度。摄氏温度用 t 表示，单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。

华氏温标规定在一个标准大气压下，纯水的冰点温度为 32 华氏度，纯水的沸点为 212 华氏度，在这中间划分为 180 等分，每一等分为 1 华氏度。华氏温度用 t_F 表示，单位为 $^{\circ}\text{F}$ 。

绝对温标又叫国际实用温标，也叫热力学温标，是目前国际上通用的一种温标。它规定在一个标准大气压下，纯水的三相点温度为 273.15 K，纯水的沸点为 373.15 K，在冰点和沸点之间划分 100 等分，每一等分就是 1 K。热力学温度以 T 表示，单位为 K，中文称“开”。

我国习惯于用摄氏温标，欧美国家常用华氏温标。它们之间的换算关系是：

$$\frac{t_F}{^{\circ}\text{F}} = \frac{t}{^{\circ}\text{C}} \cdot 1.8 + 32$$

$$\frac{t}{^{\circ}\text{C}} = \frac{t_F / ^{\circ}\text{F} - 32}{1.8}$$

$$T = 273.15 + t$$

二、湿度

一般物质的湿度用含水量表示，指一克物质所含水分重量。空气的湿度一般用来表示空气潮湿和干燥的程度，它有不同的表示方法，如绝对湿度、相对湿度、饱和湿度等。

(一) 绝对湿度

绝对湿度是指单位体积空气中实际所含的水蒸气的量，通常用 1 米^3 空气中实际所含的水蒸气的质量，单位是克 / 米³ (g/m^3)，用 Z 表示。

由于地球表面海洋、江河、湖泊的面积约占 70%，不断有水分向空气中蒸发变为水蒸气，所以空气或多或少含有一定量的水蒸气。自然界不含水蒸气的绝对干空气实际是不存在的，而空气实际含有水蒸气的量，就是空气的绝对湿度。

绝对湿度也可以用水蒸气压力表示。水蒸气分子在空气中不停地作不规则运动，分子与分子之间互相碰撞，也向四周冲撞。如果把水蒸气放在密闭容器中，分子运动的结果，便会因不断撞击器壁而产生对器壁的压力，就像雨点打击雨伞产生的压力一样。水蒸气所产生的压力叫水蒸气压力，简称蒸气压。空气中的水蒸气含量愈多，密度就愈大，水蒸气压力也愈大，因此，可以用水蒸气压力的大小来表示绝对湿度的高低。水蒸气压力的大小等于大气压与干空气压力之差，单位是帕，气象部门用毫巴表示。

(二) 饱和湿度

空气具有吸收和容纳水蒸气的能力，但它容纳水蒸气的量不是无限制的，而是有一定限度的。空气所能含的最大限度的水蒸气的量就是饱和量，用 Z_b 表示。饱和量与温度有关。温度越高，饱和量越大；温度越低，饱和量越小，见表 2-1。

空气达到饱和状态时的湿度称为饱和湿度。空气处于饱和湿度时，水蒸气分子蒸发速度与凝聚速度相等，蒸发的分子数与凝聚的分子数相等，蒸发过程与凝聚过程处于动态平衡。这个平衡受温度的影响而发生变化。饱和湿度实际上是相对湿度达到 100% 时的一种湿度表示方法。在一定温度下，如果空气中水蒸气超过了饱和量，超过部分的水蒸气就会凝结成雾或水珠。例如，在炉子上烧开水，水开时，从壶嘴冒出一团团白热气。其原因是当水开时，从壶嘴冒出的水蒸气超过了壶嘴周围空气容纳水蒸气的饱和量，超过的部分水蒸气凝成雾状细小水珠，即白热气。

(三) 相对湿度

相对湿度是指一立方米空气实际所含水蒸气的重量与同温下饱和状态所含水蒸气重量的百分比，用 φ 表示。其公式为

表 2-1 不同温度时空气中水蒸气的饱和量

(以 1m^3 空气含水蒸气的饱和量计算)

温度/℃	空气的饱和量/g	温度/℃	空气的饱和量/g	温度/℃	空气的饱和量/g
-1	4.47	13	11.4	27	25.8
0	4.84	14	12.1	28	27.2
1	5.22	15	12.8	29	28.7
2	5.60	16	13.6	30	30.3
3	5.98	17	14.5	31	32.1
4	6.40	18	15.4	32	33.9
5	6.84	19	16.3	33	35.7
6	7.3	20	17.3	34	37.6
7	7.8	21	18.3	35	39.6
8	8.3	22	19.4	36	41.8
9	8.8	23	20.6	37	44.0
10	9.4	24	21.8	38	46.3
11	10.0	25	23.0	39	48.7
12	10.7	26	24.2	40	51.2

$$\begin{aligned}\text{相对湿度} &= \frac{\text{实际水蒸气重量}}{\text{同温度下饱和状态时水蒸气重量}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{绝对湿度}}{\text{同温度下的饱和量}} \times 100\%\end{aligned}$$

即：

$$\varphi = \frac{Z}{Z_b} \times 100\%$$

【例】某空气在 10°C 时含水蒸气的量为 $4.7\text{g}/\text{m}^3$ ，其相对湿度为多少？

查出 10°C 时空气的饱和含水量为 $9.4\text{g}/\text{m}^3$ ，代入公式：

$$\varphi = \frac{Z}{Z_b} \times 100\% = \frac{4.7}{9.4} \times 100\% = 50\%$$

此时，空气的相对湿度为 50%。

相对湿度反映了含水蒸气量距离饱和量的程度。如果空气含有水蒸气的量距饱和量越近，相对湿度的百分数越大，说明空气越潮湿。如果空气含有水蒸气的量距饱和量越远，相对湿度的百分数越小，说明空气越干燥。因此，相对湿度概念可以说明空气是潮湿还是干燥。

如果不用相对湿度，而是用绝对温度来表示库房的湿度，便不能看出纸张中水分的变化。例如，库房绝对湿度大（即空气实际含水蒸气量大），但库房温度高，水蒸气的饱和量大，虽然绝对湿度大，却仍与饱和量有很大差距，库房呈干燥状态，纸张中的水分仍然被蒸发。相反，库房绝对湿度小（即实际含

水蒸气量小)，但库房温度低，水蒸气饱和量小，虽然绝对湿度小，却与饱和量接近，空气中已不能容纳更多的水分。所以，表示库内外湿度时要用相对湿度。相对湿度简称为湿度，可以通过湿度计直接测量。

（四）露点温度

露点温度是指空气在含湿量不变的条件下达到饱和状态时的温度。当空气在含湿量和压力不变时，环境温度与相对湿度之间有着密切的关系。当环境温度降低到某一阈值时，环境的相对湿度会达到 100%，这时空气的相对湿度达到饱和湿度。如果温度继续下降，空气中的水蒸气就会凝聚成水珠，这种现象叫结露。可见，在结露之前，一定有一个温度是空气结露的临界温度，这个临界温度称为露点温度。档案库房结露与否不仅取决于库房的实际含水量，而且和库房的当前温度、当前湿度直接相关。温度越高、湿度越低时，越难以结露；温度越低、湿度越高时，越容易结露。

结露现象在实际应用时很重要。在夏季高温高湿季节，如果库外热湿空气袭入库内，可能会因为突然遇到库内的低温环境而结露，引起库内湿度增大。因此，库房管理在夏季要避免热湿空气袭入库内。在库房管理过程中，通过检查地面及库房墙壁下半部有无小水珠产生来判断库房是否产生结露现象。在高温高湿地区进行库房的温湿度调控时，应先降湿，后降温，以免由于增加了库房湿度而产生结露现象。

三、不适宜的温湿度对档案的影响

（一）不适宜的温度对档案的影响

1. 温度作用于档案的机理

温度主要是通过以下两条途径影响档案制成材料的。

（1）促使档案制成材料大分子相转变

档案制成材料是由很多原子和原子团组成的大分子构成，大分子无时无刻不处在振动之中，振动频率与环境温度密切相关。环境温度升高，大分子振动频率加大，振幅越强。当温度升高到一定程度时，档案制成材料可以发生旁侧官能团的分离、解聚作用以及主链裂解。结果，由于大分子物质结构的变化，其性能也相应地发生了变化。

（2）改变化学反应活化能

纸张的主要成分可以发生氧化、水解、剥离等多种反应。各种反应能否发生以及发生的程度取决于参加反应的物质的活化能的大小。活化能是指活化状态分子与反应物状态分子各自平均能量的差值，是一个依赖于温度的量。随着温度的升高，活化分子数增加，导致有效碰撞次数增多，反应速度加快。温度与反应速度之间的这种关系可以定量表达为：

$$\lg K = -\frac{E_a}{2.303RT} + \lg A$$

或

$$K = A10^{-\frac{E_a}{2.303RT}} = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$$

式中， K 为速度常数， E_a 为反应活化能， A 为特征常数， R 为 $8.314\text{J/mol}\cdot\text{K}$ ， T 为热力学温度。一般可将 E_a 看成常数。这样， K 值随着温度的升高而增加是显见的。从化学反应的原理可知，温度是影响化学反应速度的重要因素。对一般化学反应而言，温度越高，化学反应速度越快；温度越低，化学反应速度越慢。

2. 温度作用于档案的表现

温度不仅可以作用于纸质档案，对胶片档案、磁性载体及光盘等新型档案也有影响。

设温度为 25°C 、相对湿度为 50% 下纸的标准寿命为 1 。在相对湿度不变的情况下，将纸样分别置于 15°C 、 25°C 、 35°C 条件下老化，那么，在 35°C 下纸的寿命为标准寿命的 19% ，在 15°C 下纸的寿命为标准寿命的 581% 。前苏联 D.M. 斯乌克的试验表明，在相对湿度为 65% 的条件下，将纸张存放条件从 15°C 升至 25°C ，纸张的撕裂度平均降低 2.8% ，耐折度平均降低 13.1% ，抗张力平均降低 5.5% ，耐破度平均降低 2.8% ，见表 2-2。

表 2-2 纸张存放温度从 15°C 升至 25°C 时强度变化百分率（%）

项 目 纸 种	撕裂度		耐折度		抗张力		耐破度
	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	
图表纸	-5.1	-2.9	-23.5	-29.4	-8.6	-3.9	-3.4
字典纸	1.5	-1.8	-11.0	0	-4.2	-5.0	0
石版印刷纸	-3.7	-4.2	0	-12.5	-4.8	-3.5	-6.8
机器印刷纸	-2.0	-4.4	-14.2	-14.2	-8.7	-5.6	-1.1

高温加速各种有害化学物质、有害生物对档案纸张的破坏作用。巴罗 (W.J. Barrow) 于 20 世纪 60 年代对纸张进行的热老化实验表明，在 $38\sim 98^\circ\text{C}$ 的范围内，每升高 15°C ，纸张老化速度平均增加到原来的 4.8 倍，相当于每升高 10°C 时，老化速度增加 1.8 倍。温度每升高 10°C ，硝酸纤维素片基的老化速度增加 2.45 倍。持续高于 40°C 的温度作用可以永久降低某些片基和带基的柔韧性。

高温使耐热性差的字迹材料发生油渗扩散现象，如复写纸、印泥、圆珠笔字迹等。复写纸字迹材料的色素是盐基品蓝、盐基青莲、油溶黑、立索尔红等油性染料或染料，圆珠笔的字迹材料是用曙红培司、品蓝培司、青莲培司等

有机油溶性染料作为色素，印泥中的色素成分红粉是溶解在蓖麻油和牛油中的。作为颜色溶剂的油和蜡的熔点一般都不高，字迹在高温下长期保存会出现油渗现象，字迹逐渐扩散。严重时字迹模糊不清，无法阅读。高温会促进氧气和其他有害气体对银影像的破坏而造成微斑。

低温通常有利于档案的耐久性，但这并不是说库房温度越低越好。温度过低，档案制成材料中的水易结冰，内部结构遭到破坏，不利于它的耐久性。

（二）不适宜的湿度对档案的影响

湿度对档案制成材料有着直接和间接两个方面的影响。

1. 湿度作用于档案的机理

湿度主要是通过以下两条途径影响档案制成材料的。

（1）直接途径

档案制成材料在不同的湿度环境中表现为吸湿和解吸。在一定温度下，环境湿度大，档案制成材料含水量增大，表现为吸湿。当吸湿的档案转移到中、低湿环境中时，档案制成材料含水量将减少，表现为解吸。这样，湿度的变化直接引起档案制成材料结构的变化，必然导致其性质发生变化。

（2）间接途径

随着环境湿度的增大，档案的吸湿性增强，环境中的有害气体（尤其是酸性有害气体）对档案制成材料破坏作用增强。以二氧化硫为例，它可以溶于水生成亚硫酸，后者在一定的催化剂作用下与空气中的氧进一步作用生成硫酸。这两种酸性物质可以离解出氢离子，为档案制成材料的酸性水解提供了条件，这在纸质档案中表现得尤为明显。

2. 湿度作用于档案的表现

高湿使纸张含水量增大，空气中的有害物质会直接或间接地引起纤维素发生化学反应。如酸性有害气体可以和水结合生成酸，直接催化纤维素水解；氧化性有害气体可以促进纤维素氧化，从而导致纸质档案载体的损毁。

高湿有利于有害生物的生长繁殖。微生物机体含 75% ~ 90% 的水分，新陈代谢也必须有水分参加。档案害虫体内含水量一般为体重的 44% ~ 67%，其生理活动也离不开水。有害生物机体水分的获得与保持，同它们所处的环境条件密切相关。危害档案有害生物水分的重要来源是档案制成材料，而档案制成材料的水分又随着储存环境湿度的变化而变化。当环境湿度大时，档案制成材料含水量增加，有害生物通过危害档案所获取的水分就越多，对其生长繁殖越有利，对档案造成的破坏越大。反之，则对其生长繁殖不利，对档案的破坏较小。

高湿引起纸张纤维的润胀，使其吸湿性增强、抗张强度下降。如果相对湿度经常变化，会引起纸张的反复膨胀和收缩，使纸张纤维受到损伤。长时间将