

德国主要脱酸工艺介绍

张铭

德国既有令人瞩目的现代工业文明，也有令人赞叹的人文底蕴，历史上不仅出现了马克思、恩格斯、康德、黑格尔等影响世界的哲学家，也有歌德、席勒等伟大诗人，还有巴赫、贝多芬、舒伯特等伟大的音乐家。早在公元 15-18 世纪法兰克福和莱比锡就成为欧洲著名的文化出版中心。

德国境内共有 1900 个公共图书馆，3000 多个服务网点（分馆），以德国国家图书馆为例，各类别馆藏文献资源超过 2800 万册（件），每年新增馆藏出版物近 4000 种。与数量巨大的馆藏资源相对应的是，图书酸化问题也很严峻¹。据报道，“德国各图书馆的 2 亿多册馆藏图书中，约有 1.6 亿册受到不同程度的酸侵蚀。其中部分古籍处于濒危状态，发黄变脆，只要轻轻翻动，变质的纸张就像酥皮一样随即变成碎片”²。

得益于完备的现代工业体系基础，德国是世界上较早的开展工业化大规模脱酸工作的国家，早在 1994 年德国就成功研制出世界上第一套大型纸质文献脱酸设备。自 1996 年开始，德国德意志联邦档案馆、汉堡国家档案局、斯图加特符腾堡州州立图书馆、慕尼黑当代历史研究所、黑尔福德市档案馆等多家纸质文献收藏单位陆续开始了文献脱酸项目³。

目前德国的脱酸工艺主要有两种，一种是有机相脱酸工艺，代表公司有 Zentrum für Bucherhaltung GmbH 公司（简称 ZFB 公司），使用这种脱酸工艺的单位有德国国家图书馆、德国的 Schempp 公司等；另一种是水相相脱酸工艺，代表公司是 The GSK mbH 公司（简称 GSK 公司），使用这种脱酸工艺的单位有德国西部档案中心、德国联邦档案馆等。

一、ZFB 公司脱酸工艺

Zentrum für Bucherhaltung GmbH（简称 ZFB 公司）成立于 1997 年，是德国境内最大的纸张保护服务提供商之一，提供大规模脱酸系统、脆化纸张分离系统、

¹田周玲：《国外纸质文献批量脱酸工艺进展》，《中华纸业》2013 年第 14 期。

²胡东等：《德国公共图书馆可持续发展动力探析》，《图书馆研究与工作》2018 年第 11 期。

³徐健晖：《《德国国家图书馆 2017—2020 优先战略》的解读与启示》，《图书馆》2018 年第 10 期。

冷冻干燥系统以及修复处理以及保护方案建议等服务，其总部位于莱比锡市区东部，落成于 2011 年，建筑物分为修复车间、大规模纸张脱酸车间、除霉清洁工作台、冷冻干燥设备、数字化设备、检测实验室以及办公室等区域，大约有 30 名员工在此从事书籍、档案资料、报纸、地图等各类文献的保护工作。该公司先后参与了德意莱比锡图书馆的图书脱酸项目、2002 年德国萨克森州水灾、2004 年德国魏玛图书馆大火以及 2011 年泰国曼谷水灾后纸质文献的抢救性保护工作¹。

ZFB 公司的脱酸工艺共经历了三个发展阶段：第一阶段是 1997 年—2005 年，其收购了当时德国第一个大规模脱酸技术的研发者巴特尔工程有限公司（Battelle Ingenieurtechnik GmbH）及其脱酸技术 Batelle 法，并在此基础上开发出 Papersave 工艺。Papersave 工艺采用乙醇钛镁盐为碱性物质，六溴甲基二硅氧烷为溶剂，脱酸处理后纸张 pH 值可提高到 8-9，碱残留量可达 1-2%，但是存在脱酸后纸张强度有所降低，老化后脱酸效果不明显，部分文献出现了纸张变色、有白色沉淀物、牛顿环、字迹的褪色和扩散等问题；第二阶段是 2005 年—2012 年，其研发了新的脱酸工艺 ZFB- I；并在此基础上于 2012 年开发出了 ZFB- II 脱酸工艺，根据公开资料，其主要成分是以微纳米尺寸的氧化镁和碳酸钙作为碱性物质，以庚烷为溶剂，通过两者混合形成悬浮液。脱酸处理后图书 pH 值能提高到 7-9.5，碱储量为 0.5-3.5%，其具体处理效果受图书原始酸化程度和具体工艺配方两方面因素影响。

ZFB- II 脱酸工艺主要分为五个步骤：第一步，接收清点待处理图书，并进行登记编号。第二步，清洁处理，即对待处理图书进行除尘除霉等清洁处理，去除粉尘霉菌，从而防止污染脱酸溶液。第三步，脱酸处理，这是脱酸工艺的主要阶段，将图书批量放入特制书框中，再放入脱酸罐；密闭脱酸罐，抽去罐内空气使罐内呈负压，并降低图书含水量；注入脱酸液进行脱酸处理，处理时间为 5~10 分钟，之后回收脱酸液，再通过真空加热方式干燥图书，处理过程中脱酸罐内温度不超过 30℃。第四步，干燥 24 小时后，取出干



ZFB 公司脱酸设备

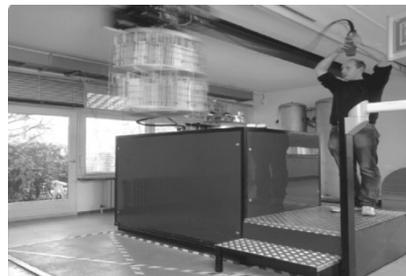
¹<https://www.zfb.com/de/wir-retten> (2019.4.4 检索)。

燥的图书，并通过擦拭的方法人工去除图书表面沉积的白色粉末。第五步，整理已处理图书，并做好交接工作。该工艺整套设备主要包括试剂储存设备、脱酸处理设备、回收设备以及配套的操作监控设备和相应连接管路，所需场地、人员、资金等建造成本主要依据设计处理量而定。以年处理图书 200 吨为例，所需建设费用约为 550 万欧元，配备专职工作人员 20 名，从生产、选址、组装、建设等安装周期需要 2 年时间。

二、GSK 公司脱酸工艺

The GSK mbH 公司是葛兰素史克公司的全资子公司，于 2009 年 6 月收购了德国 Neschen 档案中心及其单页脱酸和缩微胶片技术，公司总部位于布劳韦勒，第二个档案中心位于德国联邦档案馆（GSK-柏林档案中心）。

目前该公司提供两种脱酸工艺：第一种是针对单页纸张脱酸、报纸脱酸采用的 Bückeberg 工艺。该工艺使用碳酸氢镁和甲基纤维素的水溶液进行脱酸加固处理，每年在布劳韦勒和柏林的工厂可以对 1100 万页纸张的处理。在进行单页纸张脱酸时，其工作流程是，首先和客户确定处理标准，所需执行的步骤需要得到客户的认可，纸张处理条件要尽量温和；其次清理文档，去除装订金属和粘合物等；之后对所有单页进行编号排序，以便处理完成后复原；最后，单页纸张进入脱酸罐进行脱酸处理并干燥。第二种脱酸工艺是对图书脱酸采用的 book conservation process 工艺（简称 Book CP 工艺），其主要脱酸成分为十氟戊烷、氧化镁和碳酸镁，在对图书进行脱酸处理时第一步工作也是和客户确定处理标准，所需执行的步骤也要得到客户的认可，纸张处理条件要尽量温和；其次对装订材料进行检查，以确定是否可以进行工业化脱酸处理。图书中的皮革装订、照片或



GSK 公司脱酸设备（左为单张纸脱酸设备，右为图书脱酸设备）

艺术品印刷品等特殊材料要分门别类处理。严重损坏的材料可以在单张水溶液工

艺中机械或手动去酸。之后，将图书打开大约十度，放在一个圆柱形的产品载体上固定，进行干燥处理，最后在脱酸设备中进行脱酸处理，并使纸张恢复自然湿度水平¹。

大规模图书脱酸工作是一个系统的工程，需对酸化图书进行充分调研，并对酸化原理、脱酸技术等基础课题进行充分研究，才能针对不同的酸化情况采用恰当的脱酸工艺，同时还要对相应的基础设施进行升级改造，并培养专业的操作人员。德国开展工业化大规模脱酸工作较早，积累了很好的工作经验，他山之石，可以攻玉，通过借鉴他国的经验教训可以对我国的大规模图书脱酸工作有所裨益。

¹http://www.gsk-conservation.de/en_index.html (2019.4.4 检索)