

第三版

第一卷

制浆造纸 化学工艺学

[美] J. P. 凯西 主编

轻工业出版社

制浆造纸化学工艺学

第三版 第一卷

【美】J.P.凯西 主编

王菊华 张春龄 张玉范 钱 任 罗慕天

朱圣光 洪长根 龙 琪 邹志鹗 沈秀琴

屠恒忠 卢永兴 唐其铮 单乃礼

合 译

张玉范 华宁熙 林一亭 李民安 朱尹策 校

轻工业出版社

PULP AND PAPER
Chemistry and Chemical Technology

Third Edition, Volume 1
JAMES P. CASEY

Awiley-Interscience Publication, 1980

制浆造纸化学工艺学

第三版 第一卷

【美】J. P. 凯西 主编

王菊华 张春龄 张玉范 钱 任 罗慕天

朱圣光 **洪长根** 龙 琪 邹志鹏 沈秀琴

屠恒忠 卢永兴 唐其铮 单乃礼

合 译

张玉范 华宁熙 林一亭 李民安 朱尹策 校

*

轻工业出版社出版

(北京广安门南滨河路25号)

国防科工委印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

850×1168毫米1/32 印张:27¹²/₃₂ 字数:694千字

1988年3月 第1版第一次印刷

印数:1—6,500 定价:9.50元

ISBN7-5019-0355-7/T50231

内 容 提 要

本书的作者遵循前两版的方针编写了这次的第三版。在本书中，作者运用胶体化学和物理化学的基本原理，系统地论述了制浆造纸的原料和生产过程。同时，努力沟通纯理论与纯经验之间的联系，以便在这个基础上使制浆造纸工艺技术的许多方面出现新的改进和创造。

全书共分四卷：第一卷主要介绍造纸原料和制浆；第二卷讨论纸的抄造和防治污染；第三卷论述施胶、加填、补强和染色，以及纸的性质；第四卷介绍涂布、加工和印刷等。本书是第一卷，其内容包括以下章节：纤维素和半纤维素，木素，制浆原材，几种机械浆（普通磨石磨木浆、盘磨机械浆、预热法机械浆）的制浆方法，半化学法、亚硫酸盐法及硫酸盐法制浆，非木材植物纤维制浆，二次纤维制浆，纸浆的漂白等。

本书可供制浆造纸技术人员、科研人员和其他科技工作者参考，并适合用作造纸专业院校的教学参考书。

序 言

1951年首次出版的《浆与纸》一书，是把已知的制浆造纸的科学和工艺汇集在书中，并且把注意力集中在造纸工业的科学和工艺技术之间的联系上。

这次出版的第三版，采用与前两版相同的编辑方针，试图达到更新知识的目的。但它与前两版又有一些不同。首先，第一、第二版由一人单独编写，而第三版是由许多作者编写的，这些作者都是他们所从事的各个方面的专家。此外，本书的卷数也增加了。第三版《浆与纸》共有四卷，这是由于有关制浆造纸生产的技术知识大量增加而必须作出的改变。

另一个不很明显的不同之处，是重点有所转移，这是由于有一些问题的重要性增加，并且急需解决而引起的。

这些问题是众所周知的，即压缩投资，降低化学药品、能源和水的消耗，减少环境污染，降低操作费用，提高自动化程度，更有效地利用天然纤维，更多地利用二次纤维，以及综合利用木材，不但作为造纸纤维的来源，而且作为能源和化学制品的来源。

基础科学与过去一样仍然重要。为了改善纤维化作用，了解纤维-水的相互关系（干法造纸尚未成功），以及寻找新的方法以改进纸的特殊性能，仍然需要更多的基础知识。当今比过去更加需要基本的理解能力、有创造力的思想以及创新的方法。许多问题既深又广，要求将科学、工程以及经济学的规律结合起来，才能得到完整的解决办法。

J.P.凯西

1979年11月

第一版序言

造纸原理可以分为化学的及属于工程学范畴的两个方面。本书则主要讨论有关化学方面的内容。

造纸实质上是一种化学过程，可是由于造纸工业在工程方面的显著成就，常使这一事实模糊不清。现代化造纸工厂中所需错综复杂的机械操作引起的迷惑，至少使那些不了解情况的观察者难以领会到，所有这些工作的最终目的，都是为了造纸纤维的改性和重新组织。我们应该认识到，这些复杂的机器仅仅是生产纸张所需各种化学操作赖以实现的工具。这种思想方法会日益普及，因为，今后的重要发展看来可能是在应用化学方面。

造纸工业与其他许多化学工业不同，它的起源是很古的。造纸的知识和方法只传给经过选择的少数人，以便尽可能地保守秘密，这种习惯一直保留到现在。因此，我们的知识提高得很慢，当今所用的许多方法与中世纪的方法比较起来，很少改变。然而，最近三十年来，情况发生了显著的变化。保密已经被学术交流方面的合作所代替了。这种变化是由于有不少在著名的学院，如纽约州立大学森林学院、造纸化学学院、缅因大学和麻省理工学院等受过训练的科学工作者参加了造纸研究工作的缘故。另一重要因素是制浆造纸工业技术协会的成长，该协会通过各种刊物和其他活动，促进了研究工作和学术交流。同时，做了大量工作，使造纸厂的化学工作者可获得很有用处的技术实情、数据和标准。目前，已经有好几本论述纸的制造和应用工艺的好书，而且在文献中发表了很多有关的文章。

但是，作者认为，对于纸及其制造和应用的基本化学强调得不够。本书则试图介绍关于纸的这些基本知识，并且是从胶体化

学和物理化学家的观点来研究造纸原料及造纸过程。虽然大家公认，科学的全部意义是相同的，但是，将各门科学分开来，并进而将化学这门科学分成几个分支来进行研究，还是比较方便而有用的。只要这种划分是合乎需要的，用胶体化学和物理化学的特殊概念和工具来研究造纸就是合理的。胶体化学作为化学的一个分支，所研究的是以表面为最重要因素的一些系统。造纸过程中的一些现象有的就是一种胶体现象，其中包括纤维在打浆及交织时表面间的调整和相互作用。染色、施胶、加填和涂布都是胶体化学过程，所用的物料几乎无例外地都是胶体。胶体化学的概念，对于理解造纸过程来讲是非常重要的，同时也是一般造纸厂化学工作者所最少了解的。

作者致力于运用基本观点来介绍这些资料，并沟通纯理论与纯经验之间的联系。这个领域是可供新思想成长起来的肥沃园地，这些新思想最终可能成为有价值的理论；作者努力把这本书的内容保持在这个范围之内。关于纤维素和木素的新概念，以及许多新的施胶剂、涂料、粘合剂、填料等，都值得造纸厂化学工作者深入研究。对于这些新物料以及一些比较熟悉的旧物料，在化学方面的彻底理解，会在这个领域产生新的创造。本书就是根据这种思想来写的。

作者认为，编写一本造纸书籍，必须使纸厂的机器操作者和管理者都能看懂的日子已经过去了。化学工作者已经在造纸厂中占据恰当的地位。他受过专门的训练，并且有时间把精力放在过程的发展、改进和控制等方面；而管理者则往往没有受过这种训练，并且过分忙于日常的生产事务，以致顾不到这些。化学工作者们的努力是有成绩的，这可由造纸工业的许多最新发展来证明，例如，造纸用木材品种的扩大，制浆和漂白方法的改进，湿强纸、防水纸、纸基塑料、涂布纸等的发展，所有这些都是造纸工业化学工作者合作努力的结果。本书是为那些一直对造纸工业有兴趣的化学工作者写的。希望本书不仅对高年级学生（四年级

生及研究生)，而且对那些已经在造纸及有关工业工作着的化学工作者们都有价值。本书可用作教科书，亦可用作参考书。

最后，作者想要指出，虽然本书最初的原稿是本人自己写的，但最终的著作则是造纸工业许多专家提出了很多有益意见的结果。作者在着手独自写作本书时就认识到，靠个人的力量来把握范围如此广阔的造纸工业是不可能的。另一方面，也要注意集体写作的缺点，特别是往往发生的缺乏连贯性。因此，尽力做到将本书的每一节，最少送一位能胜任的专家审查。作者对所有这些专家致以谢意。

J.P.凯西

1951年6月

第二版书言

任何技术书籍出版 10 年以后可能就过时了。这对于《浆与纸》一书的第一版来说无疑是适用的。

如前所述,《浆与纸》这本书试图从基本观点方面介绍造纸工艺。人们大概认为这样一来就会使这本书具有持久性了;然而,看来这本《浆与纸》的第一版似乎比一本仅仅是介绍造纸工艺的实用技术的书显得更为陈旧。显然,在造纸工业中,理论比实践变化得更快。这是一个好现象,因为这不但体现了造纸生产在实际操作方面的稳定性,而且也体现了造纸工业界对技术变革不断增长的兴趣。这并不意味着以前书中所引用的旧事实都错了,而是说明当代有那么多过去未被发现的新事实,以致 10 年前能够令人满意的书现在已经远远落后于时代了。

过去 10 年中造纸工艺上的最大发展出现在制浆、纸页成形和涂布几个方面。在造纸工艺的这几个主要方面进行了大量研究,显示了工程技术人员们正全力以赴,决心揭示为造纸生产过程的重要环节奠定基础的基本原理。

尤其是在纸页成形方面,新的知识正在不断被发现,其速度之快,使人们很难掌握这些新知识将会对今后的纸机产生什么影响。在可预见的将来,造纸过程仍将是利用转动的造纸网把纤维从水中分离出来而实现的。但是,将来的造纸技术,将来可能达到的车速,以及未来的纸会具有什么样的性能,则是我们目前的知识所无法回答的。毫无疑问,现有的基本原理将促使在未来 10 年里出现若干工艺变革,正象 10 年前那些导致发明伸性纸的基本原理一样。

这次《浆与纸》的修订版,遵循原来的基本方针,对目前造纸

工艺的基本知识做了介绍，这些知识是作者在力所能及的范围内收集到的。这些基本知识将有助于解决日常技术问题，并且通过富有才干的工程技术人员们的努力，可以导致各种技术革新，而这些革新将会改变利用纤维造纸的操作。

J.P. 凯西

1960年 6 月

目 录

第一章 纤维素和半纤维素	1
第一节 历史上的发展.....	1
第二节 纤维素和半纤维素的分离.....	4
第三节 纤维素的分子结构.....	5
第四节 纤维素的细胞状结构.....	8
第五节 微细纤维.....	10
第六节 结晶的和无定形的纤维素.....	14
第七节 细胞壁聚糖的生源说.....	18
第八节 纤维素的吸附、润胀和溶解.....	22
第九节 纤维素的降解.....	24
第十节 纤维素衍生物.....	31
第十一节 半纤维素.....	36
半纤维素的结构和性质.....	37
第二章 木素	47
第一节 木化作用：木材中木素的形成.....	47
木素形成的生物学的和生物化学的观点.....	48
木素形成的化学观点.....	50
木素的结构和性质.....	63
第二节 脱木素作用：由木质组织和纤维中分离.....	73
实验室分离.....	75
工业分离.....	78
第三节 木素分析.....	97
定性分析.....	98
定量分析.....	99

结构分析·····	100
第四节 木素的利用·····	110
含木素纤维·····	111
用木素制造低分子量的化学制品·····	112
用木素制造的聚合物产品·····	113
第三章 纸浆原材 ·····	128
第一节 引言·····	128
第二节 伐木及制取木片·····	131
第三节 运输·····	140
第四节 原木及木片的贮存·····	144
第五节 剥皮·····	149
第六节 削片·····	151
第七节 木材及木片的测量法·····	155
第八节 木片质量·····	160
第九节 木材与纸张质量之间的关系·····	167
第十节 木材的解剖·····	171
第十一节 非木材植物纤维·····	177
第四章 制浆 ·····	187
第一节 制浆引言·····	187
制浆方法的类型·····	188
制浆领域中的进展和趋向·····	189
第二节 磨石磨木浆·····	194
磨石磨木制浆法·····	196
磨木机的种类·····	200
磨木理论·····	203
磨木制浆法的各种变数·····	204
磨木浆的特性·····	223
木材预处理的磨木浆·····	225
第三节 盘磨机械法及预热机械法制浆·····	229

盘磨机械法制浆	230
预热机械法制浆	234
机械浆筛渣的再磨	270
预热机械法制浆对环境的影响	274
机械浆的后磨	275
化学机械法制浆	280
化学预热机械法制浆	285
预热机械浆造纸	290
爆破法制浆	294
第四节 半化学浆：中性亚硫酸盐半化学	
法或NSSC法	295
半化学法的种类	295
不同于中性亚硫酸盐法(NSSC)的半化学法	296
中性亚硫酸盐半化学法(NSSC)	301
NSSC半化学浆的性质	332
第五节 亚硫酸盐法制浆	338
关于亚硫酸盐制浆法的概述	338
亚硫酸盐药液的制备	360
亚硫酸盐法蒸煮	369
亚硫酸盐法蒸煮中的主要因素	376
亚硫酸盐法蒸煮的化学反应	401
亚硫酸盐浆的特性	411
未漂浆的加工处理	418
亚硫酸盐法制浆的回收方法	420
从亚硫酸盐法废液中回收副产品	429
第六节 碱法制浆	434
碱法制浆概述	434
碱法蒸煮	442
碱法蒸煮中的化学反应	485

碱法纸浆的特性·····	497
未漂浆的洗涤和筛选·····	503
碱法制浆中的药液回收·····	517
硫酸盐浆厂散发的气味·····	535
黑液氧化·····	541
副产品回收·····	552
第七节 木材化学制品·····	559
木材和树皮化学成分·····	560
木材和树皮的初级化学制品·····	561
用特殊方法从木材制得的化学制品·····	564
制浆副产物木材化学制品·····	567
树叶化学制品·····	571
第八节 非木材纤维制浆和漂白·····	572
制浆方法·····	573
化学回收系统·····	584
非木材原料碱法浆厂的设计·····	589
谷草制浆·····	591
蔗渣制浆·····	602
竹子制浆·····	616
芦苇制浆·····	622
西班牙草制浆·····	623
印度草 (Sabai) 制浆·····	628
大麻制浆·····	628
亚麻制浆·····	631
黄麻制浆·····	633
红麻制浆·····	633
其它纤维原料制浆·····	636
第九节 二次纤维制浆·····	636
二次纤维制浆系统·····	640

废纸脱墨	647
脱墨流程的洗涤阶段	656
脱墨浆料的漂白	664
第十节 破布和棉短绒制浆	666
破布用于造纸	666
棉短绒用于造纸	670
破布浆和棉短绒浆的特性	673
第五章 漂白	708
第一节 引言	708
漂白的历史	708
漂白的目的	709
漂白过程中光学性能的变化	710
第二节 机械浆的漂白	714
木材的白度	714
贮存过程中木材颜色的变化	715
木材白度与纸浆白度的关系	718
机械浆的漂白方法	719
机械浆的氧化漂白	727
两段或两段以上的机械浆漂白	735
第三节 半化学浆和化学机械浆的漂白	736
用亚硫酸盐处理制备的半化学浆和化学	
机械浆的漂白	737
碱处理制备的化学机械浆的漂白	739
第四节 化学浆的漂白	740
可漂性的测定	741
氯-水体系的组成与性状	743
化学浆的多段漂白	746
在氯化 and 碱处理中的反应	755
与次氯酸盐的反应	761

与二氧化氯和亚氯酸盐的反应·····	763
化学浆过氧化物漂白中的反应·····	765
化学浆的氧气漂白·····	766
用于化学浆的其它漂白剂·····	773
化学浆多段漂所用的漂白顺序·····	774
化学浆厂使用的漂白方法·····	775
第五节 漂白过程的控制方法·····	782
一般过程的控制方法·····	782
氯化中的过程控制·····	784
碱处理段和终漂段的过程控制·····	785
氧漂中的过程控制·····	786
试验室的控制方法·····	786
计算机的控制方法·····	786
产品控制·····	787
第六节 漂白浆的回色·····	790
回色的测定·····	791
机械浆的回色·····	793
机械浆在光感应回色中的化学反应·····	795
机械浆的光稳定性·····	797
机械浆热感应回色中的化学反应·····	798
化学浆的回色·····	799
化学浆的光感应回色·····	799
化学浆的热感应回色·····	801
制浆方法对化学浆回色的影响·····	801
木素对化学浆回色的影响·····	801
树脂对化学浆回色的影响·····	801
氧化的碳水化合物对化学浆回色的影响·····	802
阳离子对化学浆回色的影响·····	803
过程变化对回色的影响·····	803

化学浆回色中的化学反应·····	804
第七节 漂白的环境保护问题·····	806
漂白对大气的排放·····	806
漂白对水的排放·····	807
漂白车间废水的毒性·····	808
消除漂白车间的污染·····	810
漂白废水的净化·····	811
漂白车间的逆流洗涤·····	813
漂白车间废水中氯化物的清除和回收·····	815
机械浆的漂白废水·····	817
第八节 漂白化学药品的制造·····	818
附录 测量单位和换算系数·····	851