

“十五”国家重点图书 新领域精细化工丛书

造纸化学品

XINLINGYU JINGXI HUAGONG CONGSHU

胡惠仁 徐立新 董荣业 编著

化学工业出版社

精细化工出版中心



“十五”国家重点图书

新领域精细化工丛书

造纸化学品

胡惠仁 徐立新 董荣业 编著

化学工业出版社
精细化工出版中心
·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

造纸化学品/胡惠仁, 徐立新, 董荣业编著. —北京:
化学工业出版社, 2002.1
(新领域精细化工丛书)
ISBN 7-5025-3280-3

I. 造… II. ①胡…②徐…③董… III. 造纸-
化工产品 IV. TS727

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 037500 号

新领域精细化工丛书

造纸化学品

胡惠仁 徐立新 董荣业 编著

责任编辑: 裴桂芬

责任校对: 凌亚男

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社 出版发行
精细化工出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64918013

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市燕山印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 14³/₄ 字数 401 千字

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—5000

ISBN 7-5025-3280-3/TQ · 1376

定 价: 30.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版者的话

精细化工，特别是那些尚未形成行业的新领域精细化工具有门类广、产品品种繁多、技术密集程度高、附加价值高、保密性强、市场竞争激烈等特点；它能为国民经济各部门及人民生活提供多品种、高质量、专用或多功能的精细化学品，已成为一个国家综合技术水平的重要标志之一，并成为国内外竞相发展的重点。

经过“六五”、“七五”、“八五”、“九五”四个五年计划的实施，精细化工在中国已初具规模。“十五”期间，中国将进一步加快精细化工，特别是新领域精细化工的发展。调整现有企业产业结构和产品结构，提高精细化率，提高经济效益是我们共同的目标。

为了配合我国精细化工的迅速发展，推动新领域精细化工尽快形成行业，加快普及这方面的生产和应用知识，推广精细化学品制造和应用技术，我社在中国化学学会精细化工专业委员会的大力支持下，组织国内各行业专家编写了一套《新领域精细化工丛书》。丛书共 18 本，将陆续出版。

食品添加剂	饲料添加剂	生物化工产品
水处理化学品	造纸化学品	油田化学品
电子化学品	胶粘剂	皮革化学品
信息记录材料	纤维素衍生物	工业杀菌剂
缓蚀剂	混凝土外加剂	气雾剂
高分子合成助剂	有机颜料	印染助剂

本丛书分别按行业或门类介绍国内外精细化工最新技术和产品及发展趋势；同时，也结合国情反映我国精细化工研究开发、生产和应用的成果。全书内容技术含量高、实用性强。希望本丛书能对精细化工行业的广大从业人员有所帮助。

化学工业出版社

2001 年 1 月

前 言

造纸工业在我国的国民经济中具有重要作用，近些年来我国的造纸工业持续迅速发展，纸和纸板的产量已位居世界第三位。国内外的实践经验已经表明，为了提高纸的质量和生产效率、降低生产成本、增加纸的使用功能和开发纸的新产品，采用化学助剂具有举足轻重的作用。国外有许多生产造纸化学品（造纸化学助剂）的著名公司和厂家，而且目前还在不断重组和联合，它们不仅具有众多著名的系列品牌，而且掌握丰富的应用技术。国内在这方面虽然起步较晚，但是随着人们认识的不断提高也正在朝这个方向努力，造纸企业对造纸助剂的应用与日俱增。

本书按制浆造纸的生产过程对造纸化学品的功能特点、作用机理、应用技术等进行了较为详实的阐述，内容涉及国内外常用的及新型的造纸化学助剂。本书力求以实用性为主，兼顾理论性。

全书内容基本包括三部分，第一部分为制浆化学品，除了对蒸煮和漂白化学助剂进行了较详细的介绍外，针对再生纤维用量不断增加的特点，重点论述了废纸脱墨化学品。第二部分为抄纸化学品，主要针对造纸正在由酸性逐步转变为中碱性以及再生纤维利用和纸机封闭循环程度的增加所带来的一系列新问题，并参考国内外最新研究成果和实践经验，对湿部化学助剂特别是一些新型助剂的功能特点、应用技术、影响因素、控制策略等进行了详细的论述，并从湿部化学的角度进行了科学的分析。第三部分为纸加工化学品，除了对传统的涂料印刷纸用化学品进行了介绍，还对信息用纸和特种纸用功能化学品进行了比较详细的论述。

本书第1章、第2章和第3章的8、9、10部分由徐立新编写，第3章的其余部分由胡惠仁编写，第4章由董荣业编写。在编写过

程中还得到许多同仁的鼎力协助，在此表示衷心的感谢。

由于时间紧迫和作者的水平所限，书中可能会有错误之处，敬请读者批评指正。

编者

2001.10

内 容 提 要

本书按制浆造纸的生产过程对造纸化学品的功能特性，作用机理及应用技术进行了系统全面的论述。内容涉及国内外常用的和新型造纸化学助剂。本书理论联系实际，实用性较强。

全书内容主要包括三部分：① 制浆化学助剂，介绍蒸煮和漂白化学助剂及废纸脱墨化学品；② 造纸化学助剂，重点介绍湿部化学助剂尤其是新型助剂的功能特性、影响因素和应用技术等内容；③ 纸加工化学品，除对传统涂料印刷纸用化学品作了介绍外，还对情报信息用纸及特种用纸功能化学品作了比较详细的论述。

本书可供从事造纸行业的科研单位、生产企业的技术人员阅读参考，也可作为大专院校造纸专业师生教学参考书。

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 制浆造纸的主要程序	1
1.1.1 制浆	1
1.1.2 造纸	2
1.1.3 纸的加工	3
1.2 制浆造纸工业的现状和发展趋势	4
1.2.1 世界制浆造纸工业现状	4
1.2.2 我国制浆造纸的现状及存在问题	4
1.2.3 制浆造纸工业发展趋势	6
1.3 造纸化学品的分类和主要功能	7
1.3.1 造纸化学品的分类	8
1.3.2 造纸化学品的主要功能	9
1.4 造纸化学品的现状及发展趋势	9
1.4.1 造纸化学品的现状	9
1.4.2 我国造纸化学品发展趋势	11
第 2 章 制浆化学品	12
2.1 蒸煮助剂	12
2.1.1 主要蒸煮方法及作用原理	12
2.1.2 蒽醌及其衍生物	15
2.1.3 多硫化钠	19
2.1.4 亚硫酸钠	21
2.1.5 羟胺	21
2.1.6 硼氢化钠和连二亚硫酸钠	22
2.1.7 绿氧	22
2.1.8 渗透剂	23
2.2 漂白助剂	23
2.2.1 主要漂白方法及作用原理	23

2.2.2 漂白助剂	26
2.3 废纸脱墨剂	44
2.3.1 废纸回收利用的意义和现状	44
2.3.2 废纸脱墨的原理与方法	46
2.3.3 脱墨剂	50
2.4 其他制浆助剂	66
2.4.1 树脂控制剂	66
2.4.2 防腐剂	80
参考文献	85
第3章 抄纸化学品	86
3.1 造纸湿部化学	86
3.1.1 湿部化学的研究范围	87
3.1.2 湿部化学对纸张性能和纸机运行的影响	89
3.1.3 湿部化学助剂	93
3.1.4 湿部化学的发展趋势	99
3.1.5 湿部化学过程控制和测量	101
3.2 纸张增干强剂	107
3.2.1 纸的强度性质	107
3.2.2 打浆对纸张强度的作用	108
3.2.3 增干强剂	110
3.3 纸张增湿强剂	142
3.3.1 引言	142
3.3.2 湿强纸的定义和应用	143
3.3.3 常用的湿强树脂	143
3.3.4 甲醛树脂	145
3.3.5 聚酰胺多胺-表氯醇树脂 (PAE)	152
3.3.6 特殊湿强剂	158
3.3.7 增湿强机理	159
3.3.8 影响湿强树脂效能的因素	160
3.3.9 各类湿强树脂的比较	165
3.3.10 有关环境和健康问题	166
3.4 铝化合物在造纸中的重要作用	167
3.4.1 引言	167

3.4.2	造纸明矾	168
3.4.3	用聚合氯化铝 (PAC) 作为造纸的铝源	183
3.4.4	用铝酸钠作为造纸的铝源	185
3.5	纸的内部施胶	186
3.5.1	引言	186
3.5.2	润湿和渗透	187
3.5.3	施胶度的测定	193
3.5.4	松香在酸性条件下施胶	195
3.5.5	中-碱性造纸和中-碱性施胶	207
3.5.6	松香中性施胶	209
3.5.7	烯基琥珀酸酐中-碱性施胶	211
3.5.8	烷基烯酮二聚体 (AKD) 中-碱性施胶	216
3.6	填料	233
3.6.1	填料的性质	233
3.6.2	填料的类型	237
3.6.3	填料对纸张性能的影响	247
3.6.4	填料的分散和处理	254
3.6.5	填料的选择	255
3.7	助留助滤剂	256
3.7.1	细小组分的留着方式	256
3.7.2	助留剂	257
3.7.3	助留剂的作用机理	261
3.7.4	造纸常用的助留体系	266
3.7.5	影响留着效率的因素	274
3.7.6	助滤剂	277
3.7.7	助滤作用机理	278
3.8	造纸用色料	282
3.8.1	引言	282
3.8.2	染料的种类和特性	282
3.8.3	染料的应用及影响因素	289
3.8.4	荧光增白剂	291
3.9	其他造纸助剂	298
3.9.1	纤维分散剂	298

3.9.2	消泡剂	300
3.9.3	毛毯清洗剂	308
3.9.4	水处理絮凝剂	309
3.10	表面施胶剂	312
3.10.1	表面施胶对改善纸张性能的作用	312
3.10.2	表面施胶方法	313
3.10.3	表面施胶剂的分类及其作用	315
3.10.4	常用的表面施胶剂	316
3.10.5	其他表面施胶剂	332
	参考文献	332
第4章	纸加工化学品	335
4.1	颜料涂布纸加工化学品	335
4.1.1	常用涂布颜料	336
4.1.2	胶粘剂	348
4.1.3	添加剂	379
4.2	信息记录纸加工化学品	391
4.2.1	光敏材料	391
4.2.2	隐色染料与显色剂	408
4.2.3	无碳复写纸与微胶囊	414
4.2.4	磁性材料	419
4.2.5	光电感应材料	421
4.3	变性纸加工化学品	430
4.3.1	植物羊皮纸	431
4.3.2	钢纸	435
4.4	防护类纸加工化学品	439
4.4.1	防锈剂	439
4.4.2	阻燃剂	446
4.5	粘合类纸加工化学品	449
4.5.1	引言	449
4.5.2	压敏胶	450
4.5.3	防粘剂	454
	参考文献	459

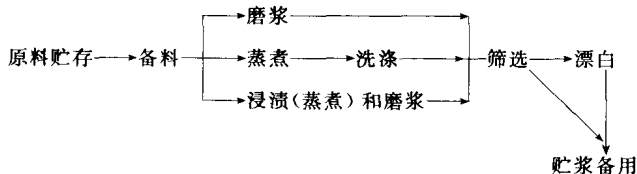
第 1 章 概 述

1.1 制浆造纸的主要程序

使用植物纤维原料生产纸和纸板，通常需要经过制浆和抄纸两大工序；有时，为使纸具有某些特殊性质，还需要对纸进行再加工，由此制得的纸称为加工纸。

1.1.1 制浆

造纸的原料主要是植物纤维，植物纤维原料是由各种不同类型的细胞构成的，其中，形状细而长的细胞称为植物纤维，非纤维形状的细胞则不利于造纸。植物体内的细胞间有一层粘结物质（主要为木素），把细胞彼此粘结在一起，构成植物体，制浆就是通过化学方法、机械方法或化学机械相结合的方法去除或克服细胞间的粘结作用，使细胞彼此分离而成为纸浆。然后再对纸浆进行洗涤、筛选和漂白，其基本生产过程如下：



以上生产过程的各工序中，蒸煮是最关键的工序。除上述基本生产过程外，制浆还包括一些辅助工序。

1.1.1.1 蒸煮

蒸煮是以化学法（或辅助）使植物原料离解成浆的过程。目前，世界上制浆工业中所使用的蒸煮方法很多，但概括起来主要分为如下两类。

（1）碱法 在碱法蒸煮中，使用碱液处理植物原料。根据所用

的碱料不同，又分为石灰法、烧碱法和硫酸盐法三种。石灰法蒸煮液的成分主要为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，烧碱法蒸煮液的成分主要为 NaOH ，而硫酸盐法蒸煮液的成分主要为 NaOH 和 Na_2S 。石灰法和烧碱法主要适用于草类原料，硫酸盐法既可蒸煮草类原料也可蒸煮木材原料。目前，在世界制浆工业中，硫酸盐法占主导地位。

(2) 亚硫酸盐法 亚硫酸盐法使用亚硫酸盐药液蒸煮植物原料。根据蒸煮液 pH 值的不同，此法又分为酸性亚硫酸盐法 ($\text{pH}1.5\sim2$)、亚硫酸氢盐法 ($\text{pH}4\sim5$)、中性和碱性亚硫酸盐法 ($\text{pH}10\sim13.5$) 几种。经过一个时期的发展停滞，近期此种方法（主要是中性和碱性亚硫酸盐法）有了较快发展，形成了与硫酸盐法竞争的局面。

1.1.1.2 纸浆的洗涤

蒸煮后的蒸煮液中，含有木素、糖类降解产物以及残余化学药品，含有这些成分的蒸煮废液必须与纸浆分离开，从而得到洁净的纸浆，以利于以后的筛选和漂白。另一方面，也要尽量提高废液的提取率，以便药品的回收和减少排放水对环境的污染。

1.1.1.3 漂白

为生产出洁白的纸张，必须对纸浆进行漂白处理。通过加入漂白剂，进一步除去残留在浆中的有色物质（主要是木素）或改变其发色基团的化学结构，而获得具有一定白度和适当物理和化学性能的纸浆。

1.1.2 造纸

由制浆工段制备的浆料生产纸和纸板，需经过打浆、加填、施胶、显白、净化和筛选等工序的处理，然后再在造纸机上抄造成纸张或纸板产品。

1.1.2.1 打浆

由制浆工段送来的浆料，还不能直接用来抄纸，而必须根据所生产纸的质量要求，用物理机械方法对纸浆进行处理，对纤维进行切断、压溃、润胀或细纤维化，从而使纤维的某些物理形态和性质发生变化，以适合生产所要求的纸张。所以，打浆对纸张的质量影响很大。

1.1.2.2 施胶

施胶是对纸浆、纸张或纸板进行处理，使其获得抗拒流体（主要是水）渗透的性能。施胶的程度和方式，根据纸和纸板的质量要求不同而不同。大多数纸和纸板是经过施胶的，也有些纸和纸板并不需要施胶。施胶方法分为内部施胶（或浆内施胶）和表面施胶两种方法，内部施胶是将施胶剂加入浆中，表面施胶则是在抄纸工序中，将施胶剂施加于纸和纸板的表面。

1.1.2.3 加填

加填是在浆料中加入无机填料（如滑石粉、高岭土、碳酸钙、钛白粉等）或有机高分子助剂，以降低生产成本和赋予纸张某些性质（如不透明度、亮度、平滑度和柔软度等）。填料的种类和加入量依纸张的质量要求而定。

1.1.2.4 染色

纸浆中的植物纤维总是略呈黄色至灰白色，即使是经过漂白处理也是如此，为了改善人对纸张的视觉或使纸张具有所要求的颜色，则需对植物纤维进行染色，即在浆或纸张中加入某种色料，使其有选择地吸收可见光中大部分光谱，未被吸收而被反射回来的光谱，即为所需颜色。色料分颜料和染料，但主要还是使用染料。

1.1.2.5 抄纸

抄纸即使是使纸浆成为纸张的过程。抄纸方法分为干法和湿法两类，目前，绝大多数均采用湿法抄纸。湿法抄纸是以水为介质，将纸浆制成均匀的浆水悬浮液（使纤维均匀分散在水中），再在造纸机上经过滤网脱去水分，纤维则存留在网上形成一交织均匀的薄层，经进一步脱水、干燥等处理最终成为纸张产品。干法造纸是以空气为介质生产纸张，因纤维间交织情况不好、产量低等原因，只用于某些特种纸的制造。

1.1.3 纸的加工

纸的加工即是对所抄制的原纸进行再加工，获得原纸所没有的某些特性的纸张称为加工纸。根据加工方法不同，加工纸又分为涂布加工纸、变性加工纸、复合加工纸、成型加工纸等。

1.2 制浆造纸工业的现状和发展趋势

1.2.1 世界制浆造纸工业现状

自发明造纸术以来,纸张在人类社会的文化交流和发展中发挥了极其重要的作用,随着社会的进步和人类生活水平的提高,对纸和纸板的需求量不断增加,应用范围也日益广泛,已涉及到文化、科学、工业、农业以及人们的日常生活消费等各个领域,纸已成为当今世界人类生活及社会发展中不可缺少的产品。

当今的造纸工业,是技术、人才、资金密集及资源消耗量大的产业。现代化的造纸企业是规模大、技术与设备复杂、自动化程度高的连续化大型生产企业。需要林业、化学、化工、机械、电子、热工等多方面人才和多学科的合作。当今世界制浆造纸工业发达的国家主要有美国、加拿大、日本以及北欧的一些经济发达国家,这些国家有先进的制浆造纸技术。近20年来,制浆造纸技术及设备得到了迅速地发展。化学浆的蒸煮方法进一步的发展,出现了快速置换加热(RDH)蒸煮,改良连续蒸煮(MCC),深度脱木素改良连续蒸煮(EMCC)和低固形物蒸煮等新方法,使化学浆的质量及漂白性能得到改进;为了节约和充分利用植物纤维原料资源和减少污染,超高得率(80%以上)的化学机械浆的生产和研究也有了较快发展;生物预处理机械浆(BioMP)、蒸汽爆破机械浆(SEP)和碱性过氧化氢化机浆(APMP)等化机浆新技术投入了生产或正在进行研究;二次纤维的利用及废纸脱墨技术有了较大发展;为进一步减少纸浆漂白对环境的污染和出于对纸和纸板卫生的要求,无元素氯漂白(ECF)和全无氯漂白(TCF)技术得到了全面推广和应用。在抄纸方面,纸机的压榨和干燥装置也有了一些更新和改进,使脱水和干燥效率更高。此外,各种制浆造纸助剂的开发和利用,不仅对改进纸浆和纸的质量,而且对改进制浆和抄纸生产过程都起到了积极的作用,已引起了造纸界的高度重视。

1.2.2 我国制浆造纸的现状存在问题

我国是造纸技术的发明国,但我国与世界造纸工业发达的国家

相比仍有很大差距,存在着一些亟待解决的问题。

首先,我国所用的造纸植物原料结构不合理,草类原料所占比重过大,约占 65%,木材原料不足 10%;而世界上造纸工业发达国家的造纸植物原料中,木材占 90%以上。草类原料比重过大,不利于造纸工业的大规模生产,也影响产品质量的提高。

我国造纸工业废水污染严重。据全国第二次污染防治工作会议公布的资料,1992 年造纸工业废水排放量占全国废水排放量的 1/8,废水中 COD 占全国排放量的 1/3,污染如此严重的原因是由于草浆生产小厂的工业废水至今没有理想的处理方法。

企业规模小,经济效益低。我国万吨以下小厂的纸和纸板产量占全国总产量的 60%以上,这些小造纸厂的平均规模不足 10kt/a,而世界浆厂平均规模为 150kt/a,造纸厂平均规模 60kt/a,一些发达国家浆厂平均规模可达 300kt/a,造纸厂平均规模也达 100kt/a 以上。

技术装备水平低,产品档次低,质量差,品种少。我国目前虽有少数先进的造纸企业建成并投产,但多数企业的设备水平与国际水平相差甚远,能耗高,生产率低,由于原料结构不合理及设备水平低,又造成我国纸产品质量差,档次低,品种少,每年需进口数百万吨的国内短缺产品,以补充我国国内市场的需求。

另一方面,20 世纪 80 年代以来,我国造纸行业发生了很大变化。

造纸植物原料结构正在朝着降低草类原料比重、逐步增加木材比重的方向调整。近年来,草浆比重有所下降,废纸的比重有较大增加;在我国推行的林纸一体化进程中,一些企业已经和正在建立自己的林业基地,外商也纷纷进入我国南部投资林业,截至 1999 年底,我国造纸企业已拥有造纸林基地共 39.51hm²,林木积蓄量 1487 万 m³。经过多年不懈努力,相信会使我国造纸原料结构的调整有较大进展。

产品和企业结构调整有了明显改进。一些高档和优等产品比重有所增加,中高档产品比重已由以前的 30%增加到 40%以上。企业

结构调整在“九五”期间已初见成效，关停了一批规模小、污染严重、技术落后的企业；一批规模大、技术先进的新型造纸企业已经建成。例如，位于江苏镇江的金东纸业年产 700kt 的高级文化用纸生产线，位于浙江宁波的中华纸业年产 400kt 的涂布白板纸、白卡纸生产线，位于广东东莞的东莞玖龙纸业年产 600kt 高级箱板纸生产线，位于江苏常熟的亚太资源纸业年产 350kt 高级文化用纸生产线等。此外，我国造纸企业所有制形式已形成了国有、三资和集体企业并存互补的新格局。

在造纸工业环境保护方面，在“九五”期间得到了国家的支持和企业的重视，环境治理力度不断加大，除了关闭了一批污染严重的小企业外，现存的企业也加大了对废水的治理，COD 的排放量明显减少。例如，1997 年每个造纸企业 COD 的排放量就比 1996 年减少了 46%。

由此可见，我国的造纸工业近年来无论在产品的质量、数量、品种和企业的结构方面，还是在生产技术和经济效益方面，都取得了明显的进步。1999 年，我国纸和纸板的年产量达到 29000kt，居世界第三位，同期纸和纸板的消耗量 35220kt，居世界第二位。

1.2.3 制浆造纸工业发展趋势

随着世界经济的不断发展，纸张品种和产量将进一步增长。虽然信息传递方式发生了巨大的变化，但信息革命并不会减少纸张的总体消耗量，据联合国粮农组织（FAO）估计，在今后相当长一段时间内，造纸工业都是一个增长的工业，世界纸和纸板的产量会以 2.5%~3.0% 的平均增长率发展，纸和纸板的种类也将由现在的数千种增加至数万种，以适应未来市场的要求。

环境保护工作将会进一步加强。随着世界各国对环境保护意识的不断增强和对环保要求的日益严格，对造纸工业这个对环境污染严重的产业将会提出更严格的要求，造纸工业也必然要为此进行一系列的技术开发和变革，包括进一步推动清洁制浆技术的研究开发和实施，进一步加强提高对造纸工业废水治理技术的研究和投资，使