

化学品实用技术丛书

# 造纸 化学品

## 及其应用

ZAOZHIHUAXUEPIN  
JIQIYINGYONG

毕松林◎编著

# Chemicals



中国纺织出版社

化学品实用技术丛书 ■

# 造纸化学品

Zaozhihuaxuepin

## 及其应用

ji qi ying yong

毕松林 / 编著



中国纺织出版社

## 内 容 提 要

本书从造纸化学的角度,详细介绍了造纸生产过程广泛应用的填料/颜料、干强度添加剂、湿强树脂、造纸明矾、内施胶剂、助留/助滤剂、阴离子废料捕集剂以及表面施胶剂等主流产品的特性、应用原理和生产应用技术。书中也讨论了纸料中固体物料的湿部化学特性,并对我国造纸工业走循环经济道路,造纸化学品需要同步发展的趋势进行了讨论。

本书可供国内造纸业和造纸化学品业从业人员阅读参考,也可作大专院校相关专业师生的参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

造纸化学品及其应用/毕松林编著. 北京:中国纺织出版社, 2007.4

(化学品实用技术丛书)

ISBN 978-7-5064-4282-4

I. 造… II. 毕… III. ①造纸工业—助剂—配方 ②造纸工业—助剂—生产工艺 IV. TS727

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 019352 号

---

策划编辑:冯 静 责任编辑:邱红娟 责任校对:楼旭红

责任设计:何 建 责任印制:何 艳

---

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街6号 邮政编码:100027

邮购电话:010-64168110 传真:010-64168231

<http://www.c-textilep.com>

E-mail:faxing@c-textilep.com

中国纺织出版社印刷厂印刷 三河市永成装订厂装订

各地新华书店经销

2007年4月第1版第1次印刷

开本:880×1230 1/32 印张:13.25

字数:292千字 印数:1-4000 定价:30.00元

---

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社市场营销部调换

## 前言

现代造纸是一个很有发展前景的产业。造纸工业的发展和造纸技术的进步需要倚重造纸化学品的应用。

本书从造纸化学的角度,侧重讨论造纸生产过程中广泛应用的填料/颜料、干强度添加剂、湿强树脂、造纸明矾、纸和纸板的内施胶剂、助留/助滤剂、阴离子废料捕集剂等造纸化学品中主流产品的特性、湿部化学基本原理和应用技术。书中也讨论了纸料中固体物料的湿部化学特性和表面施胶剂,并对我国造纸工业走循环经济道路、造纸化学品需要同步发展的趋势以及麦草浆造纸湿部添加剂的应用进行了初步探讨。

由于造纸原料的多变性、造纸过程(特别是湿部)的复杂性、造纸产品和造纸添加剂的多样性,这就需要我们充分重视对湿部化学原理的学习和理解,它们是造纸添加剂最佳应用的基础和依据。同时,结合实际,进一步讨论了各种影响因素和生产应用技术。通过对这些内容的讨论,笔者希望能“授人以渔”、“知识共享”,希望能对造纸业和造纸化学品业的工作人员(包括未来的从业人员)有所裨益。

在编写过程中,参阅了这一领域多个国家的专著,作者们渊博的知识和卓越的见解,使笔者获益良多。同时,也参阅了国内外众多专业期刊和学术会议论文以及有关的产品信息和技术简报。正是这些文献作者们的杰出贡献,才使我们对湿部化学和添加剂的应用有了更深刻的认识。对文献作者们以及编辑、出版这些文献的专业人士表示敬意。

笔者衷心感谢中国纺织出版社给予的这个回报社会和再学习的机会,编写过程实际上也是再学习的过程,学无止境。

本书选用图的制作和复制工作得到了龚木荣博士的大力帮助,在此特致以由衷的谢意!

在编写过程中,得到南京林业大学化学工程学院和校图书馆老师们的大力支持,也得到了江苏省造纸学会的大力支持,在此一并致谢!

学海无涯。书中疏漏、欠妥之处,诚请读者批评指正,谢谢!

编著者

2006年9月

# 中国国际贸易促进委员会纺织行业分会

中国国际贸易促进委员会纺织行业分会成立于1988年,成立十多年来,致力于促进中国和世界各国(地区)纺织服装业的贸易往来和经济技术合作,立足为纺织行业服务,为企业服务,以我们高质量的工作促进纺织行业的不断发展。

## 简况

|                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------|
| ■ 每年举办(或参与)约20个国际展览会                                                       |
| 涵盖纺织服装完整产业链,在中国北京、上海和美国、欧洲、俄罗斯、东南亚、日本等地举办                                  |
| ■ 广泛的国际联络网                                                                 |
| 与全球近百家纺织服装界的协会和贸易商会保持联络                                                    |
| ■ 业内外会员单位2000多家                                                            |
| 涵盖纺织服装全行业,以外向型企业为主                                                         |
| ■ 纺织贸促网 <a href="http://www.ccpittex.com">www.ccpittex.com</a>             |
| 中英文,内容专业、全面,与几十家业内外网络链接                                                    |
| ■ 《纺织贸促》月刊                                                                 |
| 已创刊16年,内容以经贸信息、协助企业开拓市场为主线                                                 |
| ■ 中国纺织法律服务网 <a href="http://www.cntextilelaw.com">www.cntextilelaw.com</a> |
| 专业、高质量的服务                                                                  |

## 业务项目概览

|                                         |
|-----------------------------------------|
| ➤ 中国国际纺织机械展览会(每两年一届,逢双数年在北京举办)          |
| ➤ 中国国际纺织面料及辅料博览会(每年分春夏、秋冬两届,分别在北京、上海举办) |
| ➤ 中国国际家用纺织品及辅料博览会(每年举办一届)               |
| ➤ 中国国际服装服饰博览会(每年举办一届)                   |
| ➤ 中国国际产业用纺织品及非织造布展览会(每两年一届,逢双数年举办)      |
| ➤ 中国国际纺织纱线展览会(每年举办一届)                   |
| ➤ 中国纺织品服装贸易展览会(美国纽约)(每年6月份在美国纽约举办)      |
| ➤ 中国纺织品服装贸易展览会(德国)(每年在德国举办)             |
| ➤ 组织中国服装企业到美国、日本、欧洲及亚洲其他地区参加各种展览会       |
| ➤ 组织纺织服装行业的各种国际会议、研讨会                   |
| ➤ 纺织服装业国际贸易和投资环境研究、信息咨询服务               |
| ➤ 纺织服装业法律服务                             |

更多相关信息请点击[纺织贸促网](http://www.ccpittex.com) [www.ccpittex.com](http://www.ccpittex.com)

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 第一章 绪论 .....                     | 1  |
| 第一节 造纸化学品的应用 / 1                 |    |
| 第二节 湿部化学对添加剂应用的重要性 / 3           |    |
| 一、湿部纸料成分间的相互作用 / 4               |    |
| 二、湿部化学参数 / 4                     |    |
| 三、测量和优化控制湿部化学参数对添加剂应用的重要性 / 6    |    |
| 第三节 造纸工业的循环经济之路及造纸化学品的同步发展趋势 / 7 |    |
| 一、世界造纸工业的发展趋势 / 7                |    |
| 二、我国造纸工业的循环经济之路 / 7              |    |
| 三、造纸化学品的同步发展 / 10                |    |
| 参考文献 / 13                        |    |
| 第二章 纤维、纤维细料和填料的湿部化学特性 .....      | 15 |
| 第一节 木浆纤维和纤维细料的湿部化学特性 / 15        |    |
| 一、木材纤维 / 15                      |    |
| 二、纤维细料 / 17                      |    |
| 三、纤维和纤维细料湿部化学特性 / 18             |    |
| 第二节 麦草浆的湿部化学特性 / 24              |    |
| 一、麦草浆纤维筛分仪分级 / 24                |    |

- 二、纤维长度分布 / 26
- 三、麦草浆比表面积 / 27
- 四、羧基含量与表面电荷 / 28
- 五、胶体滴定比率 / 29
- 六、浆料的电导率 / 30

### 第三节 造纸填料的湿部化学特性 / 31

- 一、粒径 / 31
- 二、聚集的程度 / 32
- 三、粒子形状 / 32
- 四、比表面积 / 32
- 五、填料的表面电荷 / 33
- 六、填料的化学成分 / 34

### 第四节 固体物料表面对聚合物的吸附 / 34

- 一、一般机理 / 35
- 二、阳离子聚合物吸附的等温曲线 / 36
- 三、细小纤维含量对浆料吸附阳离子淀粉的影响 / 38

### 参考文献 / 38

## 第三章 造纸工业用填料/颜料 ..... 40

### 第一节 概述 / 40

### 第二节 填料的功能 / 41

- 一、降低生产成本 / 41
- 二、改善纸张性能 / 42

### 第三节 填料的主要特性 / 43

- 一、折射指数 / 43

二、粒径和粒径分布 / 45

三、粒子形态 / 47

四、比表面积 / 48

五、磨耗 / 48

#### 第四节 造纸工业常用填料类型 / 49

一、碳酸钙 / 49

二、高岭土 / 61

三、煅烧高岭土 / 65

四、滑石粉 / 73

五、二氧化钛 / 80

#### 第五节 不同纸种填料的用量与选择 / 84

#### 第六节 填料回收系统 / 85

#### 参考文献 / 86

### 第四章 干强度添加剂 ..... 91

#### 第一节 概述 / 91

一、干强度添加剂的要求和主要品种 / 91

二、干强度添加剂改善强度的机理 / 92

三、干强度添加剂应用的各种目的和场合 / 92

四、应用于干强度添加剂的重要性 / 93

#### 第二节 改性淀粉 / 93

一、淀粉的成分、性能与结构 / 94

二、淀粉的改性 / 97

三、改性淀粉增强的有效性与淀粉留着的关系 / 98

四、湿部阳离子淀粉 / 99

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| 五、湿部阴离子淀粉 / 117                      |  |
| 六、湿部两性淀粉 / 118                       |  |
| <b>第三节 聚丙烯酰胺 / 119</b>               |  |
| 一、概述 / 119                           |  |
| 二、阴离子聚丙烯酰胺(A-PAM) / 120              |  |
| 三、阳离子聚丙烯酰胺(C-PAM) / 121              |  |
| 四、聚丙烯酰胺干强度添加剂应用技术要点 / 121            |  |
| 五、两性聚丙烯酰胺(A <sub>m</sub> -PAM) / 123 |  |
| <b>参考文献 / 127</b>                    |  |

## 第五章 湿强树脂 ..... 131

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>第一节 概述 / 131</b>                 |  |
| 一、湿强度的常用表示方法 / 131                  |  |
| 二、湿强树脂的应用 / 132                     |  |
| <b>第二节 湿强树脂的基本要求和增湿强机理与过程 / 133</b> |  |
| 一、湿强树脂的基本要求 / 133                   |  |
| 二、湿强树脂增湿强机理与过程 / 133                |  |
| <b>第三节 湿强树脂的类型和特性 / 135</b>         |  |
| <b>第四节 造纸工业常用湿强树脂 / 136</b>         |  |
| 一、脲醛(UF)树脂 / 136                    |  |
| 二、三聚氰胺甲醛(MF)树脂 / 140                |  |
| 三、聚酰胺聚胺表氯醇(PPE 或 PAE)树脂 / 144       |  |
| <b>第五节 影响湿强树脂有效性的因素 / 150</b>       |  |
| 一、树脂用量与湿强度的关系 / 151                 |  |
| 二、纸浆对湿强树脂吸附的影响因素 / 152              |  |

|                           |  |
|---------------------------|--|
| 三、湿部化学环境对湿强树脂有效性的影响 / 155 |  |
| 四、纸机干燥条件对湿强树脂熟化的影响 / 162  |  |
| 第六节 常用湿强树脂的比较与选择 / 163    |  |
| 第七节 特殊湿强树脂 / 164          |  |
| 一、聚胺树脂 / 164              |  |
| 二、聚乙烯亚胺(PEI)树脂 / 165      |  |
| 三、聚丙烯酰胺—乙二醛树脂 / 166       |  |
| 参考文献 / 166                |  |

## 第六章 纸和纸板的内施胶 ..... 169

|                        |  |
|------------------------|--|
| 第一节 概述 / 169           |  |
| 一、施胶的目的和纸种 / 169       |  |
| 二、施胶剂的要求 / 170         |  |
| 三、国内外造纸工业施胶剂市场 / 172   |  |
| 第二节 润湿和渗透基础 / 174      |  |
| 一、润湿 / 174             |  |
| 二、渗透 / 175             |  |
| 第三节 施胶度的测定 / 177       |  |
| 第四节 造纸明矾—松香胶酸性施胶 / 179 |  |
| 一、造纸明矾和其他造纸铝源 / 179    |  |
| 二、松香和松香胶 / 195         |  |
| 三、皂化松香胶施胶 / 200        |  |
| 四、分散松香胶施胶 / 205        |  |
| 五、影响松香胶施胶有效性的因素 / 221  |  |
| 第五节 中/碱性施胶 / 225       |  |
| 一、中/碱性造纸的理由 / 225      |  |

- 二、松香胶中性施胶 / 230
- 三、烯基琥珀酸酐(ASA)施胶 / 232
- 四、烷基烯酮二聚体(AKD)施胶 / 245
- 五、中性造纸施胶剂 / 276

#### 第六节 常用施胶剂的比较与选择 / 277

- 一、皂化松香胶和分散松香胶的比较 / 277
- 二、酸性施胶系统和碱性施胶系统的比较 / 278
- 三、AKD 与 ASA 的比较 / 279
- 四、明矾-松香施胶系统与合成施胶系统施胶回应的比较 / 279

#### 参考文献 / 280

### 第七章 助留/助滤剂 ..... 287

#### 第一节 助留剂 / 287

- 一、概述 / 287
- 二、常用助留剂及其特性 / 292
- 三、细料留着机理 / 297
- 四、影响助留剂有效性的因素 / 306
- 五、不同助留系统在造纸生产中的应用 / 313
- 六、麦草浆细料助留试验研究 / 325

#### 第二节 助滤剂 / 327

- 一、纸幅中水分类型及其脱除过程 / 328
- 二、助滤剂的应用目的和助滤作用机理 / 329
- 三、常用助滤剂 / 330
- 四、成形区水分的脱除 / 332
- 五、真空区脱水 / 334

- 六、压榨部脱水 / 334
- 七、改善麦草浆滤水性能的试验研究 / 335
- 八、酶改善浆料滤水性能的试验 / 337

参考文献 / 337

## 第八章 阴离子干扰物质及其控制 ..... 341

### 第一节 阴离子干扰物质的来源 / 342

- 一、机械浆 / 342
- 二、化学浆 / 342
- 三、脱墨浆 / 343
- 四、填料 / 343
- 五、淀粉 / 343
- 六、其他化学添加剂 / 344
- 七、废纸 / 345
- 八、涂布损纸和涂布废纸 / 345
- 九、白水封闭循环 / 346
- 十、造纸过程用水 / 348

### 第二节 阴离子干扰物质对造纸的影响 / 349

### 第三节 溶解物质和胶体物质(DCS) / 351

### 第四节 阴离子干扰物质的控制 / 353

- 一、抑制、减少阴离子干扰物质的析出 / 353
- 二、阴离子废料捕集剂的选择与应用 / 354

参考文献 / 365

## 第九章 表面施胶和表面施胶剂 ..... 367

### 第一节 概述 / 367

|                   |       |
|-------------------|-------|
| <b>第二节 表面施胶装置</b> | / 369 |
| 一、传统的施胶压榨装置       | / 369 |
| 二、表面施胶装置的发展       | / 376 |
| <b>第三节 表面施胶剂</b>  | / 380 |
| 一、天然聚合物(含改性)      | / 381 |
| 二、合成聚合物           | / 392 |
| <b>参考文献</b>       | / 406 |

# 第一章

## 绪论

本章简要论述国内外造纸化学品在造纸工业中的应用,理解、测量和优化控制湿部化学的重要性以及随着造纸工业走循环经济之路,对造纸化学品的要求和相应的发展趋势。

### 第一节 造纸化学品的应用<sup>[1]</sup>

世界造纸工业原料结构中植物纤维原料约占 89%,其余如填料/颜料约占 8%,合成添加剂、硫酸铝、淀粉等化学品约占 3%(图 1-1)<sup>[2]</sup>。后两者国外称为非纤维添加剂(Nonfibrous Additives)<sup>[3,4]</sup>,或造纸化学品(Papermaking Chemicals)<sup>[4,5]</sup>,国内习惯称为造纸化学品。在造纸化学品中,填料/颜料用量占第一位,改性淀粉用

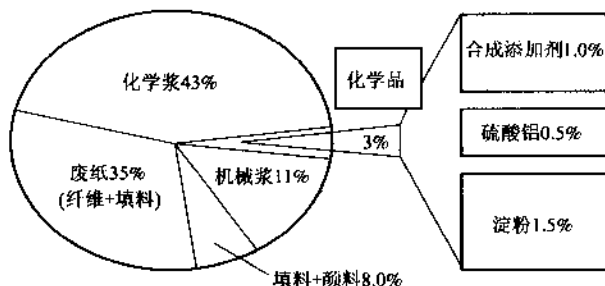


图 1-1 世界造纸工业原料结构

量占第二位,施胶剂用量占第三位。它们各自的市场份额将在相应的章节中予以介绍。

造纸化学品可用于不同工艺过程如制浆、造纸、涂布加工等,应用十分广泛。典型的纸料中含有水、纤维(如针叶木纤维、阔叶木纤维)、纤维细料、功能添加剂(如  $\text{TiO}_2$ 、PCC、GCC、阳离子淀粉、高岭土等)、化学过程助剂和干扰物质<sup>[6]</sup>,其尺寸如图 1-2 所示。

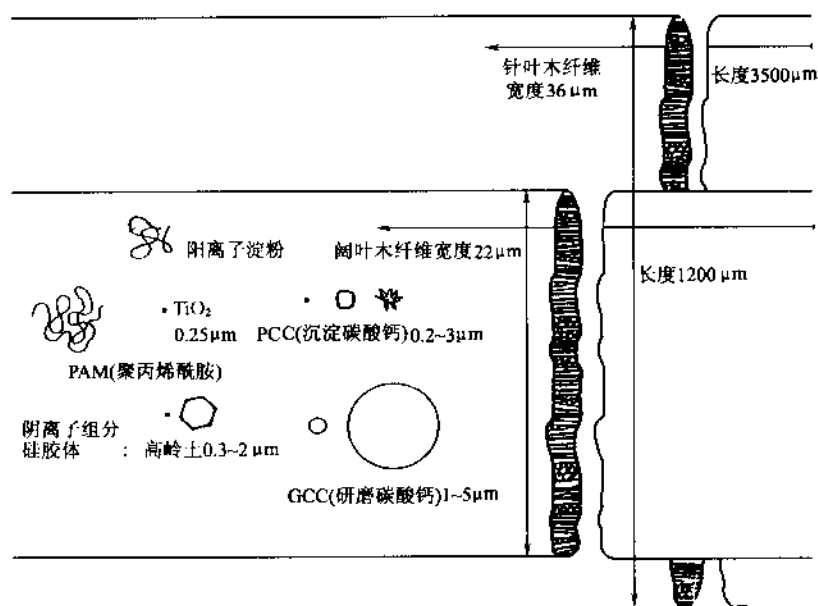


图 1-2 典型的造纸纸料及尺寸<sup>[7]</sup>

化学过程助剂主要用来影响或控制造纸过程的变化,用以改善或控制影响过程效率或引起过程问题的化学、物理、生物等因素。它们包括助留剂、助滤剂、再制浆和脱墨助剂、腐浆防治剂、树脂控制剂、消泡剂、毛毯清洁剂、污垢抑制剂、酸、碱、盐(包括造纸明矾和其他铝盐)等。O. W. May 称化学过程助剂为解决问题的添加剂<sup>[8]</sup>。

功能添加剂主要用来改善或控制所生产纸(或纸板)的性能或赋予某些功能。这一类添加剂主要包括填料/颜料、内施胶剂、表面施胶剂、干强度添加剂、湿强树脂、染料、光学增白剂、阻燃剂、松厚剂等<sup>[8]</sup>。

有时两类添加剂相互关联,有时某些添加剂起双重作用。

造纸工业的发展和造纸技术的进步,越来越倚重于造纸化学品的应用。充分运用新型高效造纸化学品是造纸业提高生产效率与产品质量、降低物料消耗与环境污染的重要环节,现代造纸工业的发展离不开新型高效造纸化学品的应用<sup>[9]</sup>。

最近几年,全世界制浆造纸工业年消费约 135 亿欧元的化学品。其中功能性化学品(包括淀粉、施胶剂、增白剂、湿强剂等)的年消费额 72 亿欧元,过程型化学品(包括造纸明矾、助留剂/助滤剂、沉积物控制剂、水处理化学品等)为 30 亿欧元,漂白化学品(包括二氧化氯、氧气、臭氧、过氧化物、连二亚硫酸盐等)为 28 亿欧元,基本化学品为 5 亿欧元。2003 年全球造纸专用化学品的销售额为 109.98 亿美元(其中美国、西欧和日本三地区的销售额为 87.46 亿美元,中国约为 3.4 亿美元)。随着造纸工业的规模化、纸机的高速化发展,预计对造纸化学品的需求每年将以 5% 的幅度增长。我国对制浆造纸化学品的需求将以年均 7.5% 的幅度增长<sup>[10]</sup>。

## 第二节 湿部化学对添加剂应用的重要性

造纸是一个复杂的物理、机械和化学过程,甚至还包括生物过程。以大型化、高速化和智能化为标志的现代造纸技术,要求建立相适应的湿部化学体系。由于造纸原料的多样性、造纸过程的复