

职业技能鉴定培训用书  
——造纸行业

# 制浆造纸分析检验

李与文 王慧丽 编 ●



化学工业出版社

职业技能鉴定培训用书——造纸行业

# 制浆造纸分析检验

李与文 王慧丽 编



化学工业出版社

·北京·

1708031  
(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

制浆造纸分析检验/李与文,王慧丽编. —北京:化学工业出版社, 2004.12

职业技能鉴定培训用书——造纸行业

ISBN 7-5025-6368-7

I. 制… II. ①李…②王… III. ①制浆-化学分析-职业技能鉴定-自学参考资料②造纸-化学分析-职业技能鉴定-自学参考资料 IV. TS71

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 123567 号

---

职业技能鉴定培训用书——造纸行业

制浆造纸分析检验

李与文 王慧丽 编

责任编辑:王秀鸾 陈丽

文字编辑:李姿娇

责任校对:李林 崔世芳

封面设计:蒋艳君

\*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话:(010) 64982530

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

\*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 15 $\frac{1}{4}$  字数 410 千字

2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6368-7/O·82

定 价: 36.00 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

# 前 言

制浆造纸工业在我国国民经济中占有重要地位。近年来随着科学技术的进步和发展，我国制浆造纸工业整体水平有了较大的提高。先进的工艺、技术与设备，要求工人有较高的文化素质及操作水平。为了适应和配合这种形势的发展，我们编写了《制浆造纸分析检验》一书。编写中注意突出了以下特点。

突出实验原理及不同实验方法的比较。每个实验除介绍实验原理外，还介绍了不同实验方法的特点和相互比较，并附思考题。

更新实验内容，增加现代测试技术的介绍。同时还介绍了生产中常见纸病处理的内容，对于读者的工作有一定的参考。

全书由李与文、王慧丽编，由谢益民教授主审，谨此表示衷心的感谢。

本书可作为造纸工业制浆造纸专业高级职工培训教材以及制浆造纸工业职工自学参考书。由于作者水平有限，疏漏和错误之处在所难免，敬请专家、读者批评指正。

编 者

2004年12月

## 内 容 提 要

本书根据制浆造纸分析与检验任务的实际需要，全面系统地介绍了分析化学在造纸工业中的广泛应用。全书共八章，首先简要介绍了化学分析的基础知识；而后重点从造纸工业中涉及到的化工原料、生产过程、产品性能等各个方面，详尽介绍了植物纤维原料的分析与检验，纸浆造纸生产过程的分析与检验，化学纸浆、纸与纸板的化学分析，纸和纸板物理性能的检验，制浆造纸化工原料的分析；并从制浆造纸工业中存在的环境污染问题出发，介绍了相关的水及气体的分析、环境保护的监测等内容。

本书在扼要介绍分析化学理论知识的基础上，突出实际应用，注重解决制浆造纸工业中遇到的具体分析问题。因此，本书既可作为高等院校相关专业学生的专业教材，也可作为造纸企业制浆造纸专业高级职工培训教材以及职工的自学参考书。

# 目 录

<b>第一章 化学分析的基础知识</b> .....	1
一、分析化学方法的分类 .....	2
二、试剂常识 .....	2
三、制浆造纸厂常用基准溶液、标准溶液的配制 .....	3
<b>第二章 植物纤维原料的分析与检验</b> .....	6
第一节 试样的采取 .....	6
一、采样方法 .....	6
二、取样方法 .....	7
第二节 纤维原料的分析与化验 .....	9
一、水分的测定 .....	9
二、灰分的测定 .....	10
三、抽出物的测定 .....	13
四、纤维素的测定 .....	19
五、木素的测定 .....	23
六、多戊糖的测定 .....	27
七、植物纤维的显微镜检验 .....	34
思考题 .....	51
<b>第三章 制浆造纸生产过程的分析与检验</b> .....	53
第一节 备料的生产检查 .....	53
一、纤维原料合格率的测定 .....	54
二、纤维原料水分的测定 .....	56
第二节 蒸煮的生产检查 .....	57
一、碱法蒸煮液的分析 .....	58
二、亚硫酸盐法蒸煮液的分析 .....	64
三、碱法蒸煮废液的分析 .....	70

四、酸法蒸煮废液的分析 .....	80
五、纸浆硬度的测定 .....	91
六、纸浆蒸煮得率的测定 .....	97
七、纸浆蒸解率的测定 .....	98
八、纸浆尘埃度的测定 .....	99
第三节 漂白的生产检查 .....	101
一、次氯酸盐漂白液中有效氯含量的分析 .....	102
二、二氧化氯漂白液的分析 .....	103
三、过氧化氢漂白液的分析 .....	104
四、纸浆漂白后白度的测定 .....	105
五、漂白后残余漂白剂的分析 .....	105
第四节 打浆的生产检查 .....	109
一、纸浆浓度的测定 .....	109
二、打浆度的测定 .....	113
三、裂断长的测定 .....	117
四、纸浆的筛分析 .....	117
五、湿强度的测定 .....	121
六、保水值的测定 .....	124
七、水化度的测定 .....	125
八、纤维湿重的测定 .....	125
九、纤维平均长度的测定和形态的观察 .....	127
第五节 松香胶及其乳液的分析 .....	127
一、松香胶的分析 .....	127
二、松香胶乳液的分析 .....	130
第六节 打浆机容积的测定 .....	132
一、测定原理 .....	132
二、取样方法 .....	132
三、测定方法 .....	132
四、计算方法 .....	133
第七节 抄纸的生产检查 .....	133

一、上网浆料浓度的测定	133
二、上网浆料 pH 值的测定	134
三、纸中填料留着率的测定	134
四、白水中纤维和填料含量的测定	136
五、造纸机纤维流失的测定	138
思考题	140
<b>第四章 化学纸浆、纸与纸板的化学分析</b>	<b>143</b>
<b>第一节 试样的采取</b>	<b>143</b>
一、试样的采取	143
二、化学浆平均试样的采取	149
三、纸与纸板平均试样的采取方法	150
<b>第二节 化学成分的分析及性能的测定</b>	<b>151</b>
一、水分的测定	151
二、灰分的测定	152
三、化学纸浆灰分中二氧化硅的测定	154
四、化学纸浆乙醚抽出物的测定	155
五、化学纸浆 $\alpha$ -纤维素的测定	156
六、多戊糖的测定	160
七、化学浆木素的测定	160
八、化学纸浆铜价的测定	167
九、铁含量、铜含量的测定	170
十、黏度的测定	176
十一、水溶性氯化物的测定	184
十二、水抽出液酸碱度和 pH 值的测定	186
十三、水抽提液电导率的测定	190
十四、水溶性硫酸盐的测定	191
思考题	194
<b>第五章 纸和纸板物理性能的检验</b>	<b>195</b>
<b>第一节 试样的采取及处理</b>	<b>195</b>
一、试样的采取	195



二、试样的大气处理	196
第二节 纸和纸板物理性能的检验	198
一、纸和纸板的规格检验	198
二、纸和纸板的纵横向和正反面的测定	200
三、定量的测定	201
四、厚度及紧度的测定	202
五、伸缩性的测定	206
六、拉伸强度的测定	207
七、湿强度的测定	212
八、伸长率和拉伸能量吸收值的测定	213
九、纸和纸板耐破度的测定	215
十、纸和纸板耐折度的测定	218
十一、纸和纸板撕裂度的测定	223
十二、纸的柔软度的测定	226
十三、纸板挺度的测定	229
十四、戳穿强度的测定	232
十五、环压强度的测定	235
十六、瓦楞纸板的平压、边压及黏合强度的测定	238
十七、透气度的测定	242
十八、透湿度和折痕透湿度的测定	247
十九、吸收性能的测定	250
二十、表面性能和印刷性能	256
二十一、光学性能的测定	264
第三节 纸和纸板外观性能的外观检查	273
一、外观纸病检查的意义	273
二、外观纸病检查的项目	274
三、外观纸病的检查方法	283
思考题	284
<b>第六章 制浆造纸化工原料的分析</b>	<b>287</b>
第一节 试样的采取	287

一、化工原料采样的规则	288
二、固体试样的采取	290
三、液体试样的采样	291
四、实验室样品的制备	291
第二节 制浆造纸化工原料的分析	293
一、烧碱的分析	293
二、硫化钠的分析	296
三、碳酸钠的分析	298
四、漂白粉的分析	301
五、保险粉的分析	302
六、生石灰的分析	304
七、松香的分析	306
八、硫酸铝的分析	309
九、硫酸钠的分析	313
十、硫磺的分析	317
十一、硫铁矿的分析	318
十二、石灰石、白云石、苦土的分析	321
十三、造纸填料的测定	325
十四、双氧水的测定	327
第三节 制浆造纸化学助剂的分析	328
一、蒽醌 (AQ) 的测定	329
二、羧甲基纤维素 (CMC) 的测定	335
三、淀粉及其衍生物的测定	339
四、聚丙烯酰胺 (PAM) 的测定	346
五、聚乙烯醇 (PVA) 的测定	356
六、聚合氯化铝 (PAC) 的测定	364
思考题	370
<b>第七章 水及气体的分析</b>	<b>373</b>
第一节 水的分析	373
一、取样方法	375

二、测定项目 .....	376
第二节 气体的分析 .....	400
思考题 .....	405
<b>第八章 环境保护的监测</b> .....	<b>407</b>
第一节 概述 .....	407
第二节 废水的分析 .....	411
一、试样的采取 .....	411
二、水样保存 .....	412
三、测定项目 .....	413
第三节 大气中有害物质的测定 .....	433
一、大气样品的采集 .....	433
二、测定项目 .....	436
第四节 噪声的测定 .....	444
思考题 .....	450
<b>附录</b> .....	<b>452</b>
一、标准溶液的配制和标定 .....	452
二、指示剂及一般试剂的配制 .....	464
三、不同 pH 值缓冲溶液的配制 .....	466
<b>参考文献</b> .....	<b>471</b>

# 第一章 化学分析的基础知识

分析化学在制浆造纸工业中应用十分广泛，是必不可少的。它是生产的“眼睛”。原料、中间产品和出厂产品的质量检查，生产过程的控制和管理都需要这双“眼睛”；新技术、新工艺的探索和推广，也常以分析化学结果作为重要依据之一。

分析化学在造纸工业中的任务是检查及监督各种原材料的质量，检查生产过程中各工段的半成品质量，最后根据国家标准鉴定成品的等级。另外造纸用水的分析也很重要，特别是某些浆和纸，如人造丝浆、电容器纸等，对水质要求很高，如果水的质量达不到要求的标准，任何工艺上的改进，都难以生产出合格产品。造纸工业废水中含有大量污染物，必须严格监测以达到排放标准。

根据制浆造纸分析与检验任务的需要，造纸厂通常设置有厂部中心化验室和车间化验室。中心化验室一般负责化工原料、纤维原料的分析检验，成品纸的检验，同时负责配制标准溶液和一般试剂。车间化验室一般设置在生产车间，进行生产流程中半成品的化验，以便于取样和及时传达信息，起到对生产的督导作用。

分析化学是实践性很强的学科。通过分析化学和分析化学实验的学习，运用定量分析的基本原理和方法，掌握制浆造纸厂的原材料、半成品、成品的分析检验原理与操作技术，并培养科研能力及严谨细致的工作作风和实事求是的科学态度。

近年来仪器分析在我国造纸工业中的使用日益广泛，因为仪器分析法比一般化学分析法迅速，尤其是对微量组分的分析，更有其独特的优点。例如测定纸浆或纸张灰分中的铜、铁等离子的含量时，应用光电比色法或分光光度法效果较好。又如测定碱法蒸煮黑液中的碱木素以及酸法蒸煮红液中的各种可利用的糖及木素磺酸盐等，采用气相色谱分析法就具有操作简单、分析速度快、分离效率

高和灵敏度高等优点。随着国内外仪器生产的不断发展，目前造纸工业的仪器分析已向着自动化的器械分析方向发展。

## 一、分析化学方法的分类

分析化学方法有很多种分类，目前主要分为化学分析法和仪器分析法两大类。

### (一) 化学分析法

以物质的化学反应为基础的分析方法称为化学分析法，主要包括重量分析法和容量分析法。

化学分析法历史悠久，又称经典化学分析法，是分析化学的基础。经典化学分析法准确度较高，主要用于含量高于1%的高含量和中等含量组分的测定。

### (二) 仪器分析法

这是一类以物质的物理性质或化学性质为基础的分析方法，由于此类分析方法均需用特殊的仪器，故称为仪器分析法。

常用的仪器分析法有：光学分析法、电化学分析法、色谱分析法、质谱分析法和放射化学分析法等。仪器分析法灵敏度较高，常用于低含量组分和微量试样的分析。

## 二、试剂常识

物质的组成和含量往往需要利用化学反应来测定。将一种（或一种以上）已知物质加到待测的物质中去，所加的这种物质称为试剂。而测定的准确程度与试剂的纯度、保管情况有着密切的关系，因此对于所使用的试剂要有足够的认识。这是我们做好分析工作、避免浪费的重要条件。

试剂的品种很多，性质各不相同。根据我国出品的试剂的规格及其应用范围，试剂可分为四级。

### (一) 一级品

保证试剂 (G. R.) 又称优级纯。这种试剂杂质含量最少，纯度最高，适用于最精确的分析化验和研究工作，一般用绿色标签。

### (二) 二级品

分析试剂 (A. R.) 又称分析纯。这种试剂的纯度也较高，仅

次于一级品，适用于准确度较高的分析化验和研究工作，是化验室中常用的一种试剂规格，一般用红色标签。

### (三) 三级品

纯试剂 (C. P.) 又称化学纯。这种试剂的杂质含量比以上两种试剂高些，适用于一般的分析化验，也是化验室中常用的一种试剂规格，一般用蓝色标签。

### (四) 四级品

工业用试剂 (L. R.) 又称实验试剂。这种试剂杂质含量高，纯度差，适用于普通实验及制备，化验室中一般不用此试剂，常用黄色或蓝色标签。

除上述四个等级外，还有基准试剂、光谱试剂、色谱试剂等。

基准试剂：它的纯度相当于或高于一级品，但它有比一级品更为严格的要求。选用基准试剂作为容量分析中的基准物质是非常方便的，它是一种标定标准溶液的基准物，也可用来直接配制标准溶液而不需要标定。

光谱试剂：它的杂质含量用光谱分析法已测不出或者杂质的含量低于某一限度。这种试剂主要用来作为光谱分析中的标准物质。

色谱试剂则用来作为色谱分析中的标准物质。

## 三、制浆造纸厂常用基准溶液、标准溶液的配制

### (一) 基准物的选择及常用的基准物

#### 1. 基准物的选择

能够作为基准物的试剂必须是纯度为分析纯或高于分析纯的试剂，而且具有稳定、无结晶水、不易吸潮等性质。

#### 2. 常用的基准物

(1) 中和法常用的基准物 标定酸溶液的基准物有：无水碳酸钠、硼砂、无水碳酸钾、标准碱液、碳酸氢钠、碳酸钙、碘酸钾、草酸钠等。标定碱溶液的基准物有：邻苯二甲酸氢钾、草酸、恒沸点盐酸、苯甲酸、琥珀酸、标准酸溶液等。

(2) 高锰酸钾法常用的基准物 标定高锰酸钾溶液的基准物

有：草酸钠、草酸、草酸铵、三氧化二砷、硫酸铁、硫酸亚铁铵等。

(3) 容量沉淀法常用的基准物 标定硝酸银的基准物有：氯化钠。

(4) 重铬酸钾法常用的基准物 标定硫代硫酸钠的基准物有：重铬酸钾、碘酸钾、溴酸钾、铁氰化钾、纯铜等。

(5) 碘法常用的基准物 标定碘的基准物有：硫代硫酸钠标准溶液、三氧化二砷等。

(6) 络合滴定法常用的基准物 标定 EDTA 的基准物有：氧化锌、锌、氯化钙等。

## (二) 基准溶液、标准溶液的配制及计算

1. 由固体基准物配制基准溶液、标准溶液（初配）

欲配制浓度为  $c(\text{mol/L})$ 、体积为  $V(\text{mL})$  的基准溶液（或标准溶液），应称取固体基准物  $m(\text{g})$ ，其计算式如下：

$$m = \frac{cVM}{1000} \quad (1-1)$$

式中  $M$ ——基准物或标准物的摩尔质量， $\text{g/mol}$ 。

2. 由液体标准物配制标准溶液（初配）

欲配制浓度为  $c(\text{mol/L})$ 、体积为  $V(\text{mL})$  的标准溶液，应量取密度为  $d(\text{g/mL})$ 、质量分数为  $w$  的液体标准物  $V'(\text{mL})$ ，其计算式如下：

$$V' = \frac{cVM}{1000dw} \quad (1-2)$$

另外，由表 1-1 中原瓶装商品液体试剂的各项参数也可求出  $V'$ 。

表 1-1 原瓶装商品液体试剂的各项参数

试剂名称	浓度/(mol/L)	相对密度	质量分数/%
HCl	12	1.18~1.19	36~38
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	18	1.84	95~98
HNO <sub>3</sub>	16	1.40~1.42	65~68
HAc·2H <sub>2</sub> O	17	1.05	99.0~99.8

例：欲配制 1000mL  $c(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4)=2\text{mol/L}$  的硫酸溶液，应取相对密度为 1.84 的原瓶装浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  多少毫升？

解：对于药品配制可用公式： $c_1V_1=c_2V_2$

$$2 \times 1000 = 18V$$

$$V = 2 \times 1000 / 18 = 111.1 \text{ (mL)}$$

或 
$$V = \frac{2 \times 1000 \times 98}{1000 \times 1.84 \times 96} = 112 \text{ (mL)}$$

### 3. 基准溶液浓度的计算

以基准物  $m(\text{g})$  (分析天平精确称量而得) 配制准确体积为  $V$  (mL) 的基准溶液，则基准溶液的浓度  $c(\text{mol/L})$  计算式如下。

$$c = \frac{1000m}{MV} \quad (1-3)$$

### (三) 标准溶液的标定计算

1. 以已知准确浓度的基准溶液 S (或标准溶液 S) 标定标准溶液 B，则待定标准溶液 B 的浓度  $c_B(\text{mol/L})$  的计算如下：

设  $sS + bB = gG + hH$  刚好反应完全，则

$$c_S V_S / s = c_B V_B / b \text{ 或 } c_S V_S = c_B V_B s / b$$

式中  $c_S$ ——基准溶液 (或已知标准溶液) 的浓度，mol/L；

$V_S$ ——基准溶液 (或已知标准溶液) 的移取体积，mL；

$V_B$ ——待标定的标准溶液的滴定体积，mL；

$s$ 、 $b$ ——化学反应系数。

2. 以固体基准物  $m_S$  ( $m_S$  需用分析天平精确称量，单位为 g) 来标定标准溶液 B，则标准溶液 B 的浓度  $c_B(\text{mol/L})$  计算式如下：

$$c_B = \frac{1000m_S}{M_S V_B} \times \frac{b}{s} \quad (1-4)$$

式中  $M_S$ ——基准物 S 的摩尔质量，g/mol。

### (四) 标准溶液的配制和标定

见附录。



## 第二章 植物纤维原料的分析与检验

植物纤维原料的元素组成主要是碳、氢、氧、氮等元素。这些元素构成植物纤维原料的化学组成主要是纤维素、半纤维素和木素，此外尚含有少量的水抽出物、有机溶剂抽出物及灰分等。对植物纤维原料的化学组成进行分析、对纤维形态进行检验的目的，就是帮助我们合理选择利用纤维原料和制定正确的生产工艺条件。例如已知纤维素含量，可以预测制浆得率；已知木素含量，可以测算化学药品用量；半纤维素含量的大小可以影响纸的白度与透明度；灰分过高就不适合生产电气绝缘纸，并给碱回收带来困难等。

由于造纸原料种类很多，组成差别很大，因此，为了合理地使用纤维原料，就必须分析其化学组成，并据此制定生产工艺条件。适合造纸的原料较多，一般要求纤维素含量高、木素含量低。同时也要考虑产量丰富，收集、运输便利，不破坏生态环境，价格合理等因素。

### 第一节 试样的采取

造纸原料的化学成分因品种不同而异，即使同一品种也会因生长条件（如气候、土壤等）、生长年限以及试样采取的部位不同而有差异。为使分析结果准确可靠，就必须按照标准方法采取试样，并将其研磨成细粉，采用40~60目细度的试样，以供分析用。

#### 一、采样方法

##### （一）木材原料试样的采取

采取同一产地、同一树种的原木3~4棵，标明原木的树种、树龄、产地、砍伐年月、外观品级。用剥皮刀将所取得的原木表皮全部剥尽。