

中等学校轻工专业试用教材

制浆造纸分析与检验

轻工业部广州轻工业学校 编
湖南轻工业学校

轻工业出版社

中等专业学校轻工专业试用教材

制浆造纸分析与检验

轻工业部广州轻工业学校
湖南轻工业学校 编

轻工业出版社

中等专业学校轻工专业试用教材

制浆造纸分析与检验

轻工业部广州轻工业学校 编
湖南轻工业学校

*

轻工业出版社出版
(北京阜成路3号)

重庆新华印刷厂印刷
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: 11 12/32 字数: 287 千字

1983年1月第一版第一次印刷

1984年4月第一版第二次印刷

印数: 8,001—13,000

统一书号: 15042·1731 定价: 1.20元

前 言

本书是根据轻工业部教育司于1979年1月在轻工业部广州轻工业学校主持召开的中等专业学校教材会议的决定，由轻工业部广州轻工业学校主编，湖南轻工业学校参加，组成教材编写小组，共同商定本书的教学大纲后编写而成的。

本书编写时以有关的国家标准和轻工业部颁标准为主要依据，并选用了广东轻工业学院编的《制浆造纸厂化学管理》、《造纸工业产品试验方法标准汇编》、北京造纸研究所编的《造纸工业化学分析》、苏州华盛造纸厂编的《纸与纸板质量检验方法及仪器》等书中的部分内容。全书主要内容是：纤维原料、化工原料、制浆造纸生产过程、半成品、成品的分析原理和方法，另外还增加了有关环境保护监测方面的部分内容。本书着重于原理的阐述，并注意结合造纸工业的生产实际，适当地介绍了国内外简捷及准确的分析方法。

本书第一、二、五章，由湖南轻工业学校于维熙编写；绪论、第三、四、六、七章由轻工业部广州轻工业学校尹文彦编写；全书由尹文彦主编，广东省造纸研究所王仁宇负责主审，广州造纸厂卢仑参加审稿。

本书供中等专业学校制浆造纸专业教学使用，也可供造纸厂技术人员和工人同志参考。

由于编者水平所限，编写过程中难免存在缺点和错误，希望读者批评指正。

编 者

目 录

绪论	(1)
第一章 植物纤维原料的分析与检验	(3)
一、植物纤维原料分析的意义和作用	(3)
二、木材原料和非木材原料试样采取方法及注意事项	(3)
(一) 木材原料试样的采取	(5)
(二) 非木材原料试样的采取	(6)
三、纤维原料水分和灰分的测定原理和方法	(6)
(一) 水分的测定原理和方法	(6)
(二) 灰分的测定原理和方法	(7)
四、抽出物的测定原理和方法	(9)
(一) 冷、热水抽出物	(9)
(二) 1%氢氧化钠溶液抽出物	(10)
(三) 苯-乙醇抽出物	(12)
五、纤维素的测定原理和方法	(15)
(一) 氯化法	(17)
(二) 硝酸乙醇法	(20)
六、木素的测定原理和方法	(23)
七、多戊糖的测定原理和方法	(27)
(一) 二溴化法	(31)
(二) 四溴化法	(33)
八、植物纤维的显微镜检验	(34)
(一) 显微镜的结构	(34)

(二) 显微镜的使用方法	(37)
(三) 纤维长宽度的测定	(37)
(四) 纤维长度的快速测定	(40)
(五) 纤维的染色及鉴别	(45)
第二章 制浆造纸生产过程的分析与检验	(52)
一、备料的生产检查	(53)
(一) 草片合格率的测定	(53)
(二) 草片水分的测定	(54)
(三) 木片合格率的测定	(55)
(四) 木片水分的测定	(56)
二、蒸煮的生产检查	(56)
(一) 碱法蒸煮液的分析	(56)
(二) 亚硫酸盐法蒸煮液的分析	(63)
(三) 蒸煮废液的分析	(70)
(四) 纸浆硬度的测定	(90)
(五) 纸浆蒸煮得率的测定	(95)
三、漂白的生产检查	(95)
(一) 次氯酸盐漂白液有效氯含量的测定	(96)
(二) 漂白后残氯含量的测定	(97)
(三) 漂白后洗净度(清洁度)的测定	(97)
(四) 二氧化氯漂白液的分析	(99)
四、打浆的生产检查	(100)
(一) 机械浆的质量检查	(101)
(二) 化学浆的质量检查	(112)
五、松香胶及其乳液的分析	(115)
(一) 松香胶的分析	(115)
(二) 松香胶乳液的分析	(117)
六、打浆机容积的测定	(119)
七、抄纸的生产检查	(120)

(一) 上网浆料浓度的测定	(121)
(二) 上网浆料pH值的测定	(121)
(三) 纸中填料留着率的测定	(121)
(四) 白水中纤维和填料含量的测定	(123)
(五) 造纸机纤维流失的测定	(125)
第三章 化学纸浆、纸与纸板的化学分析	(128)
一、试样的采取	(128)
(一) 化学浆平均试样的采取方法	(129)
(二) 纸与纸板平均试样的采取方法	(130)
二、分析项目	(131)
(一) 水分	(131)
(二) 灰分	(132)
(三) 灰分中的二氧化硅	(133)
(四) 脂肪、蜡和树脂	(134)
(五) 甲种纤维素	(135)
(六) 多戊糖	(138)
(七) 木素	(139)
(八) 铜价	(145)
(九) 粘度	(147)
(十) 含铁量及含铜量	(155)
(十一) 水溶性氯化物	(158)
(十二) 水抽出液导电率	(161)
(十三) 水抽出液酸碱度和 pH 值	(162)
第四章 纸和纸板的检验	(165)
一、纸和纸板的物理性能检验	(166)
(一) 试样的采取及处理	(166)
(二) 纸张的规格检验	(170)
(三) 定量的测定	(172)
(四) 厚度及紧度的测定	(173)

(五) 抗张强度与伸长率的测定·····	(176)
(六) 纸与纸板耐破度和破裂功的测定·····	(181)
(七) 纸与纸板撕裂度的测定·····	(185)
(八) 纸与纸板耐折度的测定·····	(189)
(九) 纸张平滑度的测定·····	(192)
(十) 纸张透气度的测定·····	(196)
(十一) 纸张白度的测定·····	(198)
(十二) 纸张不透明度的测定·····	(202)
(十三) 纸张施胶度的测定·····	(202)
(十四) 纸与纸板尘埃度的测定·····	(204)
(十五) 纸张伸缩率的测定·····	(205)
(十六) 纸张吸收性的测定·····	(206)
(十七) 纸与纸板表面强度的测定·····	(208)
(十八) 纸板戳穿强度的测定·····	(211)
(十九) 纸板挺度的测定·····	(214)
(二十) 纸板环压强度的测定·····	(218)
二、纸与纸板的外观检验·····	(221)
(一) 外观纸病的检查意义·····	(221)
(二) 外观纸病的检查项目·····	(221)
(三) 外观纸病的检查方法·····	(224)
(四) 外观纸病与产品等级的关系·····	(225)
第五章 化工原料的分析 ·····	(226)
一、试样的采取·····	(227)
(一) 固体试样的采取·····	(227)
(二) 液体试样的采取·····	(228)
(三) 试验室试样的制备·····	(228)
二、烧碱·····	(229)
(一) 固体烧碱·····	(230)
(二) 液体烧碱·····	(231)

三、碳酸钠	(233)
四、硫化钠	(235)
五、硫酸钠	(238)
六、生石灰	(241)
七、硫铁矿	(242)
八、硫磺	(246)
九、石灰石、白云石、苦土	(247)
十、漂白粉	(251)
十一、松香	(253)
十二、硫酸铝	(256)
十三、滑石粉及高岭土	(261)
第六章 水、煤及气体分析	(263)
一、水的分析	(263)
二、煤的分析	(283)
三、气体的分析	(297)
第七章 环境保护的监测	(304)
一、概述	(304)
二、废水的分析原理和方法	(307)
(一) 试样的采取	(307)
(二) 水样保存	(308)
(三) 分析项目	(308)
三、大气中有害物质的测定方法	(325)
(一) 大气样品的采集	(325)
(二) 测定项目	(327)
附录	(332)

绪 论

制浆造纸厂的分析检验工作，是生产上的耳目，是生产技术管理不可缺少的重要环节。因此，我国各制浆造纸厂都设有化验室，以及各生产车间都设有化验站，其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的质量；最后根据国家质量标准以鉴定成品的等级。

纤维原料、化工原料、半成品及成品，其质量是否合乎要求，生产过程中如何准确计量，必须通过分析检验的手段才能掌握。例如，测定了造纸原料的水分和碱液浓度，就能准确计算装锅时绝干原料量和碱液用量；分析了松香的皂化值和纯碱的纯度，可以计算熬制松香胶时该用多少纯碱。又如，蒸煮后的浆料硬度，对原料的种类，漂白浆和本色浆有不同的要求；打浆（或磨浆）后纸浆的打浆度，也会随着纸张的品种不同而不同，纸张的物理性能指标，也和纸张的使用情况不同而有所侧重等。另外，造纸工业的“三废”所造成的污染也急待解决，因而对废水、废气、废渣等也要进行分析检验，便于合理利用蒸煮废液中的有用物质，化害为利，并力争在短时期内达到国家规定的排放标准。

综上所述，可以看出造纸企业的分析检验工作，对于控制生产工艺过程，保证产品的产量和质量，进行经济核算和制订生产计划等起着重要的作用。

《制浆造纸分析与检验》是实践性很强的一门课，必须以马列主义、毛泽东思想为指导，培养学生树立辩证唯物主义的观点，

运用定量分析的基本原理和方法，掌握制浆造纸厂的纤维原料、化工原料、半成品和成品的化学分析及检验的原理与操作技术，并培养学生对生产工艺过程进行生产查定以及科研的能力，以便在今后的工作中，更好地为我国的四化建设服务。

近年来仪器分析在我国造纸工业的使用日益广泛，因为仪器分析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，分离效果高和灵敏度高等优点。随着我国分析仪器生产的不断发展，今后造纸工业的仪器分析将向着自动化的器械分析方向发展，为生产出高质量、多品种的纸张，满足广大人民群众日益增长的物质生活和精神生活的需要服务。

第一章 植物纤维原料的分析与检验

一、植物纤维原料分析的意义和作用

植物纤维原料的化学组成主要是纤维素、半纤维素和木素。此外尚含有少量的树脂、蜡、果胶、单宁及灰分等。如何选择造纸用的植物纤维原料,除了根据植物的纤维形态和物理性质外,化学成分也是一个重要的决定因素。适合造纸的植物纤维原料,一般要求纤维素含量高,木素含量低,也要考虑产量丰富,收集方便,价格便宜等因素。

分析了解各种植物纤维原料的化学成分,可以帮助我们合理利用纤维原料和制订生产工艺条件,例如从原料纤维素含量的多少就可以测知它在制浆时的得率;从木素含量的高低,就可以估计蒸煮时所需的化学药品的用量;半纤维素的含量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。因此为了研究新的造纸原料,选择适合的制浆方法和采用适宜的生产工艺条件就必须对纤维原料进行化学成分分析。

二、木材原料和非木材原料试样采取方法及注意事项

造纸原料的化学成分,不仅因品种不同而异,即使同一品种也会因生长条件(气候、土壤等),生长的年龄,以及试样采取的

部位不同而有差异。

表 1-1 是芦苇的化学成分分析的结果, 说明造纸原料的化学成分虽是同一品种, 但因产地不同及各部位的不同而有区别。

表 1-1 芦苇的化学成分

苇种	咸水大苇		淡水大苇			淡水毛苇			淡水大苇
	盘山		江桥			东郭			宝应
产地									
部位	茎	鞘	茎	鞘	穗	节	膜	鞘	茎
灰分(%)	2.38	7.92	1.35	7.24	5.78	3.28	1.77	11.43	4.26
热水抽出物(%)	4.78	7.77	4.40	9.07	11.99	1.27	11.10	—	4.40
1%氢氧化钠抽出物(%)	29.82	45.05	29.29	49.74	54.55	33.70	24.30	—	35.23
乙醚抽出物(%)	0.57	1.21	0.62	1.60	3.30	3.25	3.89	3.87	1.76
多戊糖(%)	24.04	26.26	23.09	27.49	26.87	23.97	15.55	22.30	22.56
木素(%)	19.12*	18.58*	17.78*	14.98*	20.83*	23.92	4.55	27.42	18.79
克贝纤维素(%)	60.08*	47.12*	62.59	46.90*	9.22*	59.08	52.10	43.26	51.53
α -纤维素(%)	41.91*	32.68*	45.88*	33.15*	26.67*	—	—	23.35	42.01

* 系去除灰分后的数值。

在磨碎样品时, 还应注意粉粒大小对测定结果的影响, 特别是对抽出物及纤维素测定影响更大。表 1-2 系同一种原料细度不同所测得的结果。

从表 1-2 可看出两种不同细度的试样, 除木素含量近似外, 其它项目皆有差别。此外粉粒细度还会影响到试样与试剂间的作用, 过粗则由于试剂不能进入粉粒内部, 引起作用不完全; 过细则招致对其组分破坏过甚, 得不到正确结果。过细有时还会引起操作上的困难, 例如, 在氯化法(克劳斯-贝文法)测定纤维素时, 如试样过细就有可能造成氯化过度, 部分纤维遭受破坏从而造成过滤与洗涤的困难。

表 1-3 是采用不同细度麦草试样进行分析所得的结果。

从表 1-3 可看出非木材原料以采用 40~60 目细度为宜, 因为结

表 1-2

分 析 项 目	细 度	
	40~60 目	60~80 目
热水抽出物 (%)	3.65	4.25
1%氢氧化钠抽出物 (%)	12.58	13.30
灰 分 (%)	0.54	0.82
乙醚抽出物 (%)	0.20	0.34
苯醇抽出物 (%)	1.15	2.15
木 素 (%)	31.32	31.15
纤维素 (%)	56.23	55.18

表 1-3

分 析 项 目	试 样 细 度 (目)				
	20~40	40~60	60~80	80~100	平均值
苯醇抽出物 (%)	3.56	3.76	4.17	4.44	3.97
纤维素 (%)	43.28	42.86	42.92	43.36	43.11
多戊糖 (%)	25.66	25.91	25.78	26.00	25.84
木 素 (%)	19.17	18.86	17.42	16.80	16.06

果较接近平均值。木材原料也大都采用 40~60 目细度(试样粉粒 0.5~1.0 毫米)。

总之,要使分析结果准确可靠,应按照规定方法采取试样,并将其磨成一定细度以供分析用。

(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,记明原本的树种、树龄,产地、砍伐年月、外观品级等。用剥皮刀将所取得的原木表皮全部剥尽。

用手锯在每棵原木梢部、腰部、底部各锯 2~3 块厚约 2~3 厘米的原木,风干后,切成小薄片。充分混合,按四分法取得均

匀样品约 500 克。然后置入粉碎机中磨至全部能通过 40 目筛。过筛，截取能通过 40 目但不能通过 60 目筛的部分细末。风干，贮于具有磨口玻塞的广口瓶中，留供分析用。

(二) 非木材原料试样的采取

1. 无髓的草类原料

取能代表预备进行蒸煮的原料如稻草、麦草、芦苇等约 500 克，记录其草种、产地、采集年月、贮存年月、品质情况（变质情况及清洁程度等）。用切草刀切去原料的根及穗部。

将已去根及穗的原料全部切碎。风干后，置入粉碎机中磨碎至成为全部通过 40 目筛的细末，过筛，截取能通过 40 目筛，但不能通过 60 目筛的部分细末，贮于具有磨口玻塞的广口瓶中。

2. 有髓的草类原料

将已去根及穗的风干试样，送入粉碎机中（如无粉碎机则可用薄刀片将其劈成极细条，再用剪刀剪成细粉末），然后放入瓶中，振荡使分为皮及髓二层，然后将皮及髓分别称重，按比例取样。如混有铁屑，可用磁铁进行磁选。

三、纤维原料水分和灰分的测定原理和方法

(一) 水分的测定原理和方法

纤维原料中都含有水分，在测定纤维原料其它化学成分时，必须首先测定水分，然后才能计算出绝干试样中其它化学成分的相对含量。

测定原理是将试样在 $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，烘干至恒重，所失去的重量，即为水分。

测定方法

称取 3~5 克（称准至 0.0001 克）粉碎试样，于洁净的已烘

于恒重的扁形称量瓶中，置于烘箱，于 $105 \pm 3^\circ\text{C}$ 烘干 4 小时。将称量瓶移入干燥器中，冷却半小时，称重。再移入烘箱，继续烘干 1 小时，冷却称重。如此重复实行，直至恒重为止。

$$\text{水分}\% = \frac{G_1 - G_2}{G_1 - G} \times 100$$

式中： G —— 扁形称量瓶重（克）；

G_1 —— 扁形称量瓶与试样在烘干前的重（克）；

G_2 —— 扁形称量瓶与试样在烘干后的重（克）。

同样进行两份测定，取其算术平均值作为测定结果。数字要求准确到小数后第二位。两份测定计算值间误差不应超过 0.2%。

（二）灰分的测定原理和方法

测定原理是将试样灼烧，使其中有机物变成二氧化碳及水而挥发，剩下的矿物性残渣即为灰分。木材中所含灰分较少，很少有超过 1% 以上的。草类原料所含灰分较高，一般在 3% 左右，稻草的灰分最高，有高达 17% 左右的。灰分中主要成分是钾、钠、钙的盐类，草类中并含有较高的硅酸盐。纸浆中硅酸盐含量过高时能使纸质发脆，降低了使用价值。黑液中如硅酸盐含量过高时，会影响碱回收，使蒸发器管壁上附有硅酸盐锅垢，影响蒸发效果。绿液中含有硅酸盐则使苛化后的白液沉淀困难。

灼烧灰分时，要控制温度在 $575 \pm 25^\circ\text{C}$ ，过高过低都有影响。温度过高，则其中所含无机物如碱金属的氯化物和碳酸盐可能分解，碱土金属的碳酸盐亦可能部分分解，含二氧化硅较多的，还会结成熔块，妨碍炭质的燃烧。温度过低，则有机物不能全部烧尽。

应用试剂

醋酸镁乙醇溶液——溶解 4.054 克 $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 于 50 毫升蒸馏水中，加入 95% 化学纯乙醇稀释至成为 1000 毫升。

测定方法

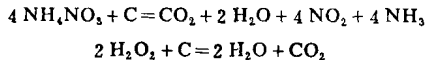
精确称取 2~3 克(称准至 0.0001 克)粉碎试样置入预先经灼烧并已经恒重的瓷坩锅中(同时另称取试样测定水分),先在电炉或煤气灯上仔细燃烧使其炭化。然后将坩锅移入高温炉中,在 $575 \pm 25^\circ\text{C}$ 的温度下,灼烧至灰渣中无黑色炭素,并恒重为止。

$$\text{灰分}\% = \frac{G \times 100}{G_1(100 - W)} \times 100$$

式中: G ——灰渣重(克);
 G_1 ——风干试样重(克);
 W ——试样水分(%)。

同时进行两份测定。取其算术平均值作为测定结果。数字要求准确到小数后第二位。两次测定计算值间误差,木材原料不应超过 0.05%,非木材原料不应超过 0.2%。

注:① 灰渣中黑色炭素不易烧尽时,可加入少量硝酸铵或 3% 过氧化氢溶液使残渣全部润湿,烘干后置入高温炉灼烧。如此可使炭素易于烧去,其反应如下:



② 有些草类原料灰分中二氧化硅含量较高。有时即使控制温度不高于 600°C ,亦会结成熔块。如遇此种情况,可以加入醋酸铵作为松化剂,用下述方法进行测定:

精确称取 2~3 克(称准至 0.0001 克)粉碎试样,置入预先经灼烧并已恒重的瓷坩锅中(同时另称取试样测定水分)。用移液管吸取 5 毫升醋酸铵乙醇溶液注入其中,用铂丝仔细搅和至样品全部被湿润,洗下铂丝上所沾着的样品,微火蒸干并炭化后,移入高温炉,在不超过 800°C 温度灼烧至灰渣中无黑色炭素为止。

同时做一空白试验,吸取 5 毫升醋酸铵乙醇溶液于另一已知重量的瓷坩锅中,微火蒸干后,移入高温炉,在不超过 800°C 温度灼烧至恒重。

$$\text{灰分}\% = \frac{(G - G_2) 100}{G_1(100 - W)} \times 100$$

式中: G_2 ——空白试验残渣重(克);
 G 、 G_1 、 W ——与上同。

附:灰分中的二氧化硅测定方法

将上述灼烧完的灰分(需用白金坩锅灼烧)加入 5 毫升氢氟酸及 1~2 滴浓硫酸,蒸发至干,再灼烧称其重量,损失的即为灰分