



麦草浆漂白新工艺的研究

刘 哲, 刘 忠

(天津市制浆造纸重点实验室, 天津科技大学材料科学与化学工程学院, 天津 300457)

摘 要: 在传统的麦草 CEH 漂白制浆过程中, 污染物的排放量是非常高的. 本实验的目的是建立麦草浆氧气漂白新漂程, 旨在充分利用廉价的氧气, 减少传统 CEH 漂白过程中烧碱及氯水的用量, 降低高白度草浆制备过程中的成本及污染物排放量, 从而获得一种更为廉价、清洁的漂白工艺. 实验以麦草浆为浆料, 采用 COH 漂程, 即在传统的 CEH 漂程中的氯化段 (C 段) 之后, 以氧脱木素段 (O 段) 替代传统的碱处理段 (E 段), 实现降低漂白过程中氢氧化钠的消耗及污染物的排放量. 同时, 用相同的原料进行传统的 CEH 漂白作为比较, 测定所得漂白浆的黏度、白度等各项物理性能. 结果表明, 采用 COH 漂白能够获得高白度、低卡伯值、物理性能较好的纸浆, 并可降低化学药品用量, 实现廉价、清洁漂白的目标.

关键词: 麦草浆; CEH 三段漂; COH 三段漂

中图分类号: TS745 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-6510 (2008) 04-0006-03

Study on New Bleaching Technic of Wheat Straw Pulp

LIU Zhe, LIU Zhong

(Tianjin Key Laboratory of Pulp and Paper, College of Material Science and Chemical Engineering, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China)

Abstract: Traditionally, the emissions of pollutants from CEH bleaching were relatively huge. In this paper the new bleaching process of wheat straw with O₂ was studied, to make fully use of O₂ to obtain high brightness wheat straw pulps. Wheat straw pulps were used as brown pulp and three-stage bleaching of COH were adopted, in which the O stage was used to replace the E stage of traditional CEH bleaching. CEH bleaching was also carried out as comparison. Finally the brightness, viscosity and other mechanical properties of bleached pulps were measured. The results show that wheat straw pulp with high brightness, low kappa number and good physical properties can be obtained through COH bleaching process.

Keywords: wheat straw pulp; three-stage bleaching of CEH; three-stage bleaching of COH

小麦是我国主要粮食作物之一, 麦草产量每年约 7 000 万吨, 可生产纸浆 3 000 万吨. 麦草资源在我国极为丰富, 小麦产区是天然的麦草原料基地. 麦草作为农业废弃物用于造纸, 在我国已有悠久的历史, 并积累了成功的经验. 尽管存在这样那样的问题, 但在我国木材纤维资源十分匮乏的情况下, 只要科学合理的利用, 在一定时期内, 麦草仍不失为一种可利用的非木材纤维原料^[1]. 因此, 研究麦草浆的漂白是十分必要的.

1 原料与方法

所用原料为烧碱-蒽醌及烧碱-蒽醌/氧碱两段蒸煮所得浆料. 漂白程序分别采用 CEH 及 COH 两种漂程以作对比. 具体各段条件如表 1 所示.

漂白过程中 C、E、H 段均在塑料袋中进行, 采用恒温水浴加热. O 段在 3 L 电热旋转蒸煮锅进行. 漂白浆制成定量约为 200 g/m² 浆片, 并风干, 采用温州

仪器仪表有限公司生产的 SBD-1 型色度白度计进行白度测定. 特性黏度、白度及漂白所得浆料物理性能的检测均按照国家标准进行^[2].

表 1 各段漂白条件

Tab. 1 Condition of each bleaching stage

| 条件 | 浆浓/% | 温度/℃ | 反应时间/min |
|-----|------|-------|----------|
| C 段 | 4 | 25~30 | 30 |
| E 段 | 10 | 60 | 60 |
| O 段 | 12 | 90 | 20 |
| H 段 | 4~8 | 38~40 | 120 |

注:有效氯用量,C段:H段为6:4;NaOH用量3%;MgSO₄用量0.5%,氧压0.5MPa,NaOH用量2%;H段起始pH11,终点pH8.5.

2 结果与讨论

纸浆的平均聚合度是浆料中纤维分子链的平均长度的反应,也直接影响纸浆黏度的大小^[3]. 纤维素在各种环境下都会发生不同程度的降解,而对于制浆过程来说,为了获得高得率,并保持纤维的各种物理

和机械性能,纤维素和半纤维素的降解都是要尽量避免的^[4]. 而纸浆的黏度可用以表示纤维素在制浆过程中被破坏的程度^[5].

2.1 CEH 漂白

CEH 漂白结果见表 2. 由表 2 可知,白度随有效氯用量的增加而提高,黏度则随有效氯用量的增加而降低;H 段有效氯的利用率随有效氯用量的增加而降低;CE 段后 Ka 值除 1 号浆外都在 2.5~3 的范围内,相差不大. 这说明经 CE 段后浆料中的残留木素量已经很低,因此,尽管在 H 段的有效氯用量不同,但是漂后浆料白度相差不大. 由于次氯酸盐对于纸浆黏度的影响较大^[6],所以尽管所得浆料的白度相差不多,但是,由于 H 段有效氯用量的不同使得最终纸浆黏度存在较大差异. 2 号浆样和 3 号浆样与 1 号浆样不同,由于 2、3 号浆样在 CEH 漂白前,进行了氧漂,从而使得最终所漂浆的白度比 1 号浆高,但保持了相对高的黏度. 由此可见,采用 OCEH 漂程比 CEH 更有利于在保持较高黏度条件下提高白度.

表 2 CEH 漂白结果

Tab. 2 Results of CEH bleaching

| 浆样编号 | 1 | | | 2 | | 3 | |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 有效氯用量/% | 4 | 6 | 8 | 4 | 6 | 4 | 6 |
| H 段起始 pH | 10.5 | 10.5 | 10.3 | 10.7 | 10.6 | 10.9 | 10.7 |
| H 段终点 pH | 8.54 | 8.41 | 8.32 | 8.64 | 8.56 | 8.45 | 8.29 |
| H 段氯消耗量/% | 91.13 | 88.96 | 89.93 | 85.63 | 85.00 | 85.16 | 83.58 |
| 起始 Ka 值 | 16 | 16 | 16 | 8.1 | 8.1 | 8.0 | 8.0 |
| CE 段后 Ka 值 | 7.0 | 6.0 | 5.3 | 2.9 | 2.7 | 2.8 | 2.6 |
| 最终白度/% | 79.8 | 80.8 | 81.5 | 83.7 | 84.1 | 84.1 | 84.3 |
| 起始特性黏度/(mL·g ⁻¹) | - | - | - | 903 | 903 | 897 | 897 |
| 最终特性黏度/(mL·g ⁻¹) | 1 009 | 918 | 885 | 889 | 851 | 873 | 831 |

注:1号浆,未经氧碱蒸煮的浆料;2号浆,在漂白前经氧碱蒸煮的浆料,且用碱量为2%;3号浆,在漂白前经氧碱蒸煮的浆料,且用碱量为2.5%,其皆由烧碱-蒽醌蒸煮所得 Ka 值为 16.

2.2 COH 漂白

COH 漂白结果如表 3 所示. 由表 3 可知,CO 段后 Ka 值除 1 号浆外大部分在 2.0~2.5 的范围内,变化趋势与 CEH 漂程相似,但漂白效果明显优于 CEH 漂程. 这表明 O 段替代 E 段能有效脱除木质素,使纸浆白度提高,同时获得相对高的黏度. 这主要是由于 COH 漂程与 CEH 漂程中的 O 段与 E 段的作用有着本质的不同. E 段只加入氢氧化钠,作用是进一步溶出在氯化(C)段部分难于溶出的缩合的氯化木质素,由于氯化木质素只有一部分能溶于氯化时形成的酸性溶液. 而 O 段则不然,由于在该段除加入氢氧化钠

外,还要加入具有氧化作用的氧气及其他化学品,这样,该段的作用除溶出在氯化段部分难于溶出的缩合的氯化木质素外,由于氧气的存在可以起到脱除木质素的作用,从而使所漂浆的白度提高. 另外,尽管氧气对碳水化合物也有氧化作用,但由于保护剂硫酸镁的加入,使得碳水化合物受到的破坏不大,从而使纸浆保持了相对高的黏度.

2.3 CEH 漂白与 COH 漂白的比较

由表 2 和表 3 的比较可见,CO 段 Ka 值均低于 CE 段 Ka 值,即 CO 段脱除木质素的效果均好于 CE 段,因此,在相同的 H 段条件下,COH 漂白所得浆料

的白度要高于 CEH 漂白所得浆料的白度. 而且由于 O 段与 E 段相比, 能够很好地保护纤维素^[7], 因此, 在相同的条件下 COH 漂白所得浆料的黏度较高.

COH 漂白与 CEH 漂白相比较能够获得高白度、高黏度的浆料.

表 3 COH漂白结果
Tab. 3 Results of COH bleaching

| 浆样编号 | 1 | | | 2 | | 3 | |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 4 | 6 | 8 | 4 | 6 | 4 | 6 |
| 有效氯用量/% | 10.6 | 10.5 | 10.4 | 10.7 | 10.6 | 10.9 | 10.7 |
| H 段起始 pH | 8.61 | 8.57 | 8.52 | 8.64 | 8.55 | 8.45 | 8.31 |
| H 段终点 pH | 86.63 | 86.35 | 86.23 | 84.79 | 83.89 | 84.64 | 83.42 |
| H 段氯消耗量/% | 16 | 16 | 16 | 8.1 | 8.1 | 8.0 | 8.0 |
| 起始 Ka 值 | 3.2 | 3.1 | 2.8 | 2.2 | 2.1 | 2.0 | 2.0 |
| CO 段后 Ka 值 | 82.3 | 83.2 | 83.6 | 86.8 | 87.2 | 87.1 | 87.3 |
| 最终白度/% | - | - | - | 903 | 903 | 897 | 897 |
| 起始特性黏度/(mL · g ⁻¹) | 1 050 | 965 | 919 | 893 | 883 | 886 | 845 |
| 最终特性黏度/(mL · g ⁻¹) | | | | | | | |

表 4 及表 5 分别为 CEH 及 COH 漂白所得浆料的物理性能检测结果. 对比表 4、表 5 可以发现, COH 漂白所得浆料的抗张指数、撕裂指数和耐破指数均略优于 CEH 漂白所得浆料. 这主要归功于 O 段

对于纤维素的保护^[8]. 而且 O 段与 E 段相比较, 氧气的成本远低于氢氧化钠的成本. 所以, 以 O 段来替代 E 段还能降低生产成本. 由此可见, COH 漂白比 CEH 漂白效果更佳, 成本更低, 环境更友好.

表 4 CEH 漂白所得浆手抄片物理性能检测结果
Tab. 4 Test results of physical properties of handsheets with CEH pulp

| 浆样编号 | 1 | | | 2 | | 3 | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 4 | 6 | 8 | 4 | 6 | 4 | 6 |
| 有效氯用量/% | 0.69 | 0.69 | 0.69 | 0.69 | 0.69 | 0.69 | 0.69 |
| 紧度/(g · cm ⁻³) | 60.15 | 60.31 | 60.57 | 60.25 | 60.36 | 60.16 | 60.37 |
| 定量/(g · m ⁻²) | 84.79 | 82.57 | 79.41 | 78.17 | 76.21 | 78.13 | 74.37 |
| 抗张指数/(N · m · g ⁻¹) | 4.21 | 4.17 | 4.10 | 4.09 | 4.02 | 3.93 | 3.93 |
| 撕裂指数/(kPa · m ² · g ⁻¹) | 4.85 | 4.58 | 4.07 | 4.68 | 3.91 | 4.51 | 3.54 |
| 耐破指数/(mN · m ² · g ⁻¹) | | | | | | | |

注:打浆度为 30 °SR.

表 5 COH 漂白所得浆手抄片物理性能检测结果
Tab. 5 Test results of physical properties of handsheets with COH pulp

| 浆样编号 | 1 | | | 2 | | 3 | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 4 | 6 | 8 | 4 | 6 | 4 | 6 |
| 有效氯用量/% | 0.69 | 0.69 | 0.69 | 0.69 | 0.69 | 0.69 | 0.68 |
| 紧度/(g · cm ⁻³) | 60.20 | 60.19 | 60.27 | 60.07 | 60.24 | 60.28 | 60.16 |
| 定量/(g · m ⁻²) | 85.22 | 83.24 | 79.97 | 78.91 | 76.53 | 78.63 | 74.97 |
| 抗张指数/(N · m · g ⁻¹) | 4.22 | 4.20 | 4.15 | 4.14 | 4.04 | 3.96 | 3.96 |
| 撕裂指数/(kPa · m ² · g ⁻¹) | 4.87 | 4.61 | 4.11 | 4.72 | 3.94 | 4.53 | 3.56 |
| 耐破指数/(mN · m ² · g ⁻¹) | | | | | | | |

注:打浆度为 30 °SR.

(下转第 13 页)