



## 透明剂的浸渍与浆内添加对纸页透明度及强度的影响

孙世杰, 高玉杰, 马晓博, 王 伟

(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:** 为了改善纸页的透明性, 使用合成的丙烯酸酯类透明剂, 分别采用纸页浸渍和浆内添加的方法对改善纸页透明效果的实验条件进行研究. 研究表明, 二种方法皆可在一定的透明剂用量、干燥温度、干燥时间下提高纸页的透明度; 采用浆内添加法可取得较好的纸页透明度, 但用量和成本较高.

**关键词:** 透明剂; 浸渍; 浆内添加; 透明度

中图分类号: TS761.2

文献标志码: A

文章编号: 1672-6510(2013)02-0041-05

### Effect of Dipping and Addition of Transparent Agent in Pulp on Transparency and Strength of Paper

SUN Shijie, GAO Yujie, MA Xiaobo, WANG Wei

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

**Abstract:** In order to improve the transparency of paper, two methods including dipping and addition in pulp were adopted with acrylate polymer as the transparent agent. The results showed that both methods can improve the transparency under certain conditions such as the dosage of transparent agent, drying temperature and time. Higher transparency can be obtained with the method of addition in pulp, but it needs higher dosage and the cost is more as well.

**Key words:** transparent agent; dipping; addition in pulp; transparency

透明或半透明纸正以更广阔的用途进入社会生活中. 要得到透明度高的纸, 一般需要更高的打浆度来达到要求, 造成能耗增大. 采用纸页透明剂生产透明纸用来代替高打浆度法生产透明纸, 可以降低能耗, 节约生产成本<sup>[1-2]</sup>. 作为一种造纸助剂, 对纸页透明剂的研究越来越引起人们的重视, 开发效果好、成本低的纸页透明剂, 将具有重大的理论和实际意义.

本文分别从透明剂的浸渍和浆内添加对纸页透明度及强度的影响 2 个方面进行研究, 考察了自制丙烯酸酯类透明剂应用条件对纸页透明性质及强度性能的影响并取得透明剂的最佳使用条件.

### 1 材料与方法

#### 1.1 原料

针叶木漂白硫酸盐浆、阔叶木漂白硫酸盐浆、自

制丙烯酸酯类透明剂<sup>[3-4]</sup>.

#### 1.2 实验方法

##### 1.2.1 原纸抄造

漂白针叶木浆板或阔叶木浆板经浸泡、打散, 用 970154 型纤维疏解机疏解后, 浓缩至浆浓为 10%, 在 PFI 磨中打至要求的打浆度; 将针叶木硫酸盐浆和阔叶木硫酸盐浆按 7 : 3 的质量比(相对于绝干浆)混合均匀, 调节 pH = 7.5; 加入相关助剂. 在 Rapid-K6then 型纸页成形器上抄制 35 g/m<sup>2</sup> 手抄片, 用作浸涂原纸备用.

##### 1.2.2 浸渍

将原纸平放在盛满透明剂乳液的玻璃皿中, 浸渍一定时间后取出, 刮除纸面多余的透明剂, 然后在鼓式干燥器中干燥后测定纸页透明度及强度.

##### 1.2.3 浆内添加

将针叶木硫酸盐浆和阔叶木硫酸盐浆按照 7 : 3

的质量比(相对于绝干浆)混合均匀,加入一定用量的透明剂乳液及相关助剂,混合均匀后在抄片器上抄制 35 g/m<sup>2</sup>手抄片,测定纸页透明度及强度.

## 2 结果与讨论

### 2.1 透明剂浸渍处理条件的确定

#### 2.1.1 透明剂乳液固含量对纸页透明度的影响

按一定的配方制备特定的丙烯酸酯类透明剂样品.透明剂经合成后,固含量约为 40%.为寻找对纸页处理的最佳乳液浓度,将透明剂乳液调配成不同的固含量,在固定其他条件(温度 40℃,相同液位高度,浸渍时间 60 s)下浸渍纸页,考察乳液固含量对纸页透明度及定量的影响,结果见图 1、表 1.

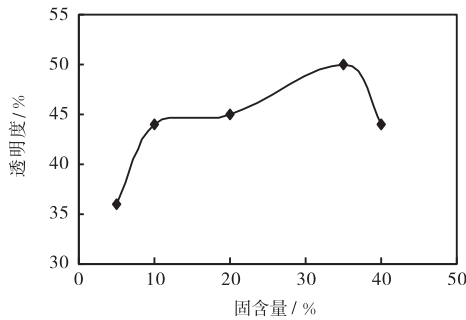


图 1 不同固含量对纸页透明度的影响

Fig. 1 Effect of different solid content on the transparency of paper

表 1 不同固含量透明剂浸渍处理前后纸页的定量

Tab. 1 Paper basis weight changes after dipping treatment with transparent agent of different solid content

固含量/%	原纸定量/(g·m <sup>-2</sup> )	浸渍后定量/(g·m <sup>-2</sup> )
10	35.2	35.7
20	35.7	36.4
40	35.4	35.7
50	35.8	36.0

实验结果表明,在一定范围内,随着透明剂乳液固含量的提高,浸渍后纸页透明度也随之提高.在透明剂乳液固含量高于 20%以后,透明度上升趋势变缓,当透明剂乳液固含量高于 35%以后,纸页透明度又会降低.这是因为固含量太高,透明剂乳液黏度升高,进入纸页的透明剂的量减少,导致纸页透明度有所降低,此点可从表 1 的定量变化得到证明.浸渍纸页的透明剂乳液固含量以 35%为宜,在此固含量下透明剂样品可取得较高的透明度.

#### 2.1.2 浸渍时间对纸页透明度的影响

透明剂对纸页的浸渍时间将会影响纸页的最终

透明度.在 40℃、透明剂乳液固含量为 35%情况下处理纸页,考察浸渍时间对纸页透明度的影响,实验结果如图 2 所示.

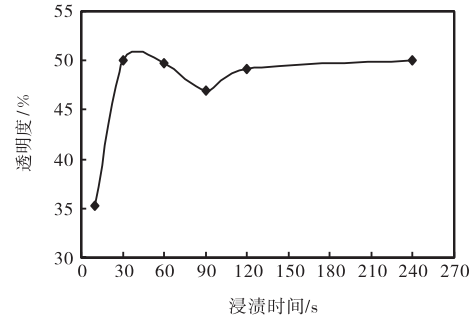


图 2 不同浸渍时间对纸页透明度的影响

Fig. 2 Effect of dipping time on the transparency of paper

由图 2 可知,较适宜的浸渍时间为 30 s,此时可取得较高的纸页透明度,继续延长浸渍时间,纸页透明度没有提高.在适宜的浸渍温度下,透明剂以较快速度浸入到纸页内部,充填纸页中的孔隙,形成光学性质更均一的介质层<sup>[5]</sup>,使纸页的透明度得以提高.然而,当透明剂浸透到纸页中的孔隙基本达到饱和时,再继续延长浸渍时间,纸页所吸附的透明剂量没有太大的变化.

#### 2.1.3 浸渍温度对纸页透明度的影响

纸页在透明剂乳液固含量为 35%情况下,采用不同的浸渍温度处理纸样 30 s,纸页透明度随浸渍温度的变化情况如图 3 所示.

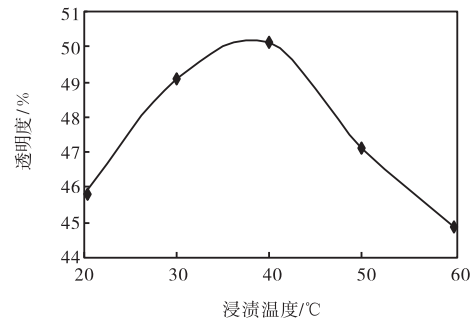


图 3 不同浸渍温度对纸页透明度的影响

Fig. 3 Effect of dipping temperature on the transparency of paper

结果表明:在 40℃之前,随着浸渍温度的提高,浸渍后纸页的透明度不断提高;在温度为 40℃左右时,纸页透明度达到极大值;随后继续提高温度,纸页透明度有所降低.当浸渍温度超过 50℃或更高时,实验发现在浸渍用的乳液表面有少许固化现象,固化形成一层透明的膜或透明的块状物,会使得浸到

纸中的透明剂乳液中的有效物含量相对降低,乳液中的有效成分的减少会影响到浸渍后纸页的透明度.所以确定本透明剂处理纸页较适宜的浸渍温度为40℃.

#### 2.1.4 干燥条件对纸页透明度的影响

用固含量35%的丙烯酸酯类透明剂处理原纸,在浸渍时间30s、浸渍温度40℃的条件下,考察干燥条件对纸页透明度的影响.干燥条件设为A(50℃,30min)、B(70℃,20min)、C(90℃,10min)、D(110℃,5min).干燥条件对纸页透明度的影响如图4所示.实验结果表明,当干燥温度为90℃、干燥时间为10min时,干燥后纸页透明度最高.实验中发现干燥温度较低、时间较长时,透明剂有向纸页表面迁移现象,纸页表面有一定的黏性,不利于纸页的使用和储存;而干燥温度过高,透明剂固化速度快,致使透明度较低,同时纸页较脆.

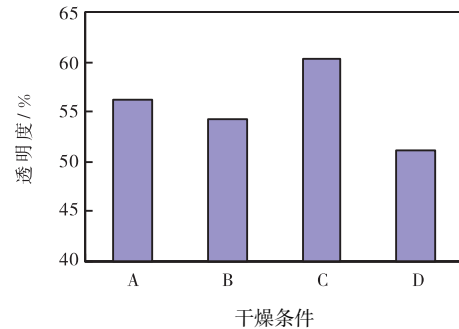


图4 干燥条件对纸页透明度的影响

Fig. 4 Effect of drying conditions on the transparency of paper

#### 2.2 透明剂浸渍处理对纸页强度性质的影响

用固含量35%的丙烯酸酯类透明剂处理原纸,浸渍温度40℃,浸渍时间为30s,纸样干燥温度和时间分别为90℃和10min,考察丙烯酸酯类透明剂对纸页强度性质的影响,结果见表2.

表2 透明剂浸渍处理对纸页强度性质的影响

Tab. 2 Effect of transparent agent on the strength of paper

样品	湿抗张指数/(N·m·g <sup>-1</sup> )		干抗张指数/(N·m·g <sup>-1</sup> )		耐破指数/(kPa·m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )		撕裂指数/(mN·m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )	
	横向	纵向	横向	纵向	正面	反面	横向	纵向
原纸	23.7	32.7	66.9	87.9	4.57	4.92	4.58	4.95
成纸	33.1	38.5	61.2	80.9	5.34	5.49	4.23	4.38

注:原纸抄造时PAE添加量1%,CMC添加量0.1%.

纸页经透明剂处理后,其干抗张指数有所降低.一方面是由于浸渍纸页时,透明剂附着在纤维网络中,经干燥固化后其本身强度大大低于纤维结构强度;另一方面,虽然经浸渍后纸页的绝对干抗张力有所提高或仍维持在相当的水平,但是,因为经浸渍后纸页的总体定量有所增大,造成了纸页干抗张指数的降低.需要指出的是,由于实验条件的限制,使得透明剂的涂布量相对偏大,一部分透明剂存留在纸页表面,既降低了纸页强度又增加了透明剂的消耗,若采用适宜的浸涂设备,会进一步改善透明剂的使用效果.

经透明剂处理后,纸页的湿强度明显增大.浸渍纸页时,透明剂浸入到纸页内部,同纤维结合在一起,并填充了纤维之间的孔隙,有利于降低纸页吸水的毛细管作用;此外,纸页表面附着的透明剂膜对水进入纸页内部有一定的阻碍作用.在这些因素的共同作用下,使水对纸页内部纤维结构的破坏作用减小,从而提高了纸页被润湿后的机械强度.

#### 2.3 浆内添加透明剂的效果

##### 2.3.1 透明剂乳液固含量及用量对纸页透明度的影响

浆内添加时透明剂乳液固含量及用量对纸页透明度有很大影响,透明剂乳液固含量及用量小,透明

剂在纸页中留着率低,达不到填充纸页空隙的目的;随着透明剂乳液固含量及用量的增加,纤维间的空隙被填充,透明度升高.但透明剂乳液固含量及用量过大,在抄造过程中会影响滤水,使纤维分布不均匀,而且透明剂出现少许絮聚,纸页的匀度稍差,则纸页透明度有所下降.实验中固定乳液固含量为35%,固定干燥时间及干燥温度分别为10min和90℃,考察了不同透明剂绝干用量(相对于绝干浆)对纸页透明度的影响,结果如图5所示.实验结果表明,透明剂绝干用量为4%时可取得较高的纸页透明度.

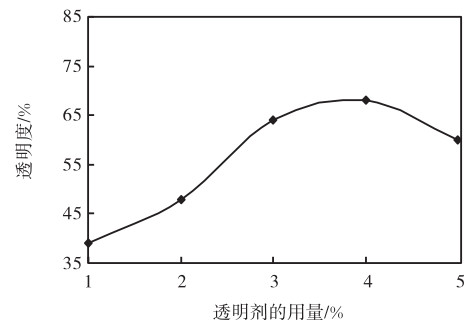


图5 透明剂用量对纸页透明度的影响

Fig. 5 Effect of the dosage of transparent agent on the transparency of paper

同时,将不同固含量的丙烯酸酯透明剂加入配比好的纸浆中(用量为 4%),固定干燥时间及干燥温度分别为 10 min 和 90 °C,固含量对纸页透明度的影响如图 6 所示.

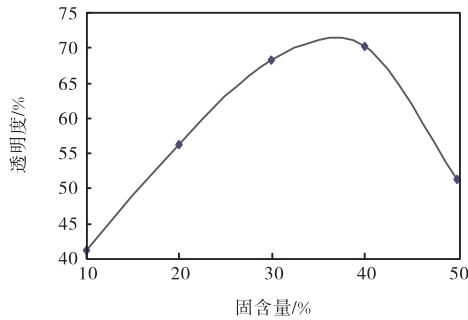


图 6 透明剂固含量对纸页透明度的影响

Fig. 6 Effect of the latex's consistency on the transparency of paper

实验结果表明,在一定范围内,纸页透明度随透明剂乳液固含量的增加而增加,当增加到 30%以后,透明度升高趋势不太明显,当透明剂乳液固含量达到 40%以后,纸页透明度又出现较明显的下降. 固含量较低时,在纸页抄造过程中,透明剂在纸页中的量不足,纤维之间还存在较多的空隙,透明度提高不明显. 透明剂固含量较大时,使纸页在抄造时滤水困难,造成纤维分布不均,影响透明度的提高. 综合分析,采用本透明剂进行浆内添加时,其固含量以 35% 较适宜,绝干用量为 4%(相对绝干浆).

### 2.3.2 干燥温度对纸页透明度的影响

干燥温度影响透明剂的固化效率并且影响其与纤维的结合,从而在一定程度上影响纸页的最终透明度. 在配比好的浆内添加用量为 4%(相对绝干浆)、固含量为 35%的透明剂,固定干燥时间均为 10 min,考察不同干燥温度对纸页透明度的影响,结果如图 7 所示.

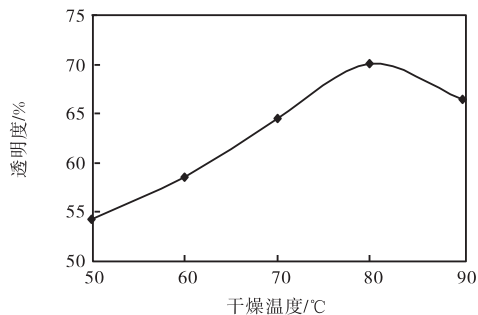


图 7 干燥温度对纸页透明度的影响

Fig. 7 Effect of the drying temperature on the transparency of paper

在相同的干燥时间内,不同干燥温度对纸页透明度产生一定的影响. 对于丙烯酸酯类透明剂,浆内添加时,干燥温度为 80 °C 时可使纸页达到较高透明度,过高或过低的干燥温度均会对纸页透明度产生不利的影响.

### 2.3.3 干燥时间对纸页透明度的影响

干燥时间将影响透明剂乳液在纸页中的固化,乳液固化的快慢又会影响透明剂与纤维之间的分布与结合,从而影响纸页内部的均一性. 实验中将固含量为 35%丙烯酸酯类透明剂加入配比好的浆中(用量为 4%),固定干燥温度为 80 °C,考察干燥时间对纸页透明度的影响,如图 8 所示.

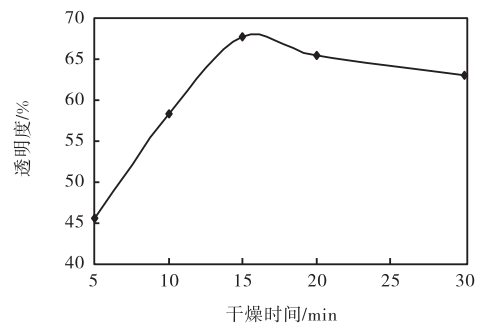


图 8 干燥时间对纸页透明度的影响

Fig. 8 Effect of the drying time on the transparency of paper

在干燥温度一定时,随着干燥时间的延长,透明剂乳液逐渐固化,纸页透明度也逐渐提高,当干燥到一定时间后,透明剂已完全固化,再延长干燥时间,纸页透明度不会有明显上升. 从图 8 可以看出,该透明剂在 15 min 时已经固化完全,并取得较高的纸页透明度. 当然,针对实际生产来说,透明剂的干燥固化时间应当越短越好. 今后的工作将针对这一指标,进一步改进配方,完善制备工艺,提高透明剂的应用性能.

### 2.4 浆内添加透明剂对纸页强度性质的影响

采用透明剂对纸页进行浸渍处理时,由于原纸性质、透明剂黏度、浸透速度等诸多方面因素的影响,不可避免会使一定比例的透明剂存留在纸页表面而没有真正进入到纸页内部,从而减少了其对纸页透明性的贡献. 而浆内添加透明剂可以使透明剂更均匀地分布于纸页内部而使纸页的透明性质得到改善,但在实际抄造过程中会有较大的透明剂网下流失. 浆内添加不同用量的透明剂对纸页强度的影响见表 3. 实验结果表明,浆内添加透明剂后抄成的纸页,随着透明剂用量的提高,纸页的干抗张指数、湿

抗张指数、耐破指数等均随透明剂添加量的增加而有所增大,撕裂指数有一定的降低.透明剂本身具有较好的柔韧性和一定的强度,此外,这种树脂类透明剂具有一定的憎水性,使水分不容易进入纸页,从而可有效提高纸页的湿强度.实验结果表明,浆内添加透

明剂时,由于透明剂的加入可使纤维之间结合强度有一定程度的增大,有利于提高纸页的抗张强度及耐破强度等.浆内添加透明剂后对纸页撕裂强度的不利影响,今后将进一步进行改善.

表3 浆内添加透明剂对纸页强度的影响

Tab. 3 Effect of transparent agent on the strength of paper

透明剂 添加量/%	湿抗张指数/(N·m·g <sup>-1</sup> )		干抗张指数/(N·m·g <sup>-1</sup> )		耐破指数/(kPa·m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )		撕裂指数/(mN·m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )	
	横向	纵向	横向	纵向	正面	反面	横向	纵向
0	25.3	31.5	65.4	85.6	4.59	4.86	4.72	4.85
1	30.1	35.1	65.8	86.2	4.60	4.79	4.63	4.75
2	32.6	34.6	68.7	86.3	4.59	4.89	4.49	4.61
3	35.1	36.8	67.4	89.1	4.63	4.95	4.45	4.51
4	36.2	36.9	71.2	87.6	4.65	5.01	4.41	4.52
5	39.7	41.5	73.6	90.1	4.62	5.23	4.26	4.31

注:原纸抄造时 PAE 添加量 1%, CMC 添加量 0.1%.

### 3 结论

(1)采用丙烯酸酯类透明剂处理纸页,浸渍处理的\*\*佳条件为:透明剂乳液固含量 35%,浸渍时间 30 s,浸渍温度 40 ℃,干燥温度 90 ℃,干燥时间 10 min.该条件下处理后纸页透明度为 60%左右.原纸经透明剂浸渍处理后,纸页的湿强度、耐破强度有一定的改善,但干抗张强度和撕裂强度有一定的降低.

(2)丙烯酸酯类透明剂浆内添加的\*\*佳条件为:透明剂乳液固含量 35%,透明剂绝干用量 4%(相对绝干浆),透明剂干燥温度 80 ℃,干燥时间 15 min.该条件下得到的纸页透明度为 70%左右.纸页的湿强度、干抗张强度、耐破强度等有一定程度的提高,撕裂强度有一定的降低.

(3)采用透明剂浸渍处理或浆内添加的方法均可有效地提高纸页透明度,但改善效果与透明剂质量、

原纸性质、处理条件等密切相关.在纸页定量相当的情况下,虽然浆内添加透明剂可以取得较高的纸页透明度,但添加量较大,流失多,成本高.本论文仍倾向于发展浸渍处理法,通过进一步改进透明剂配方,改善透明剂质量,完善工艺,当会有所突破.

### 参考文献:

- [1] 甘孟瑜,谈尊燕.聚氨酯-丙烯酸酯复合乳液的合成条件研究[J].上海涂料,2006,44(1):9-11.
- [2] 陆伟.纸用透明剂[J].造纸化学品,1997,9(3):17-19.
- [3] 李维盈,凌爱莲,桑鸿勋,等.丙烯酸酯乳液影响因素的研究[J].北京工业大学学报,2002,28(2):150-154.
- [4] 李魁伟.纸页透明剂的研究[D].天津:天津科技大学,2009.
- [5] 许育辉,周志慧.光的散封、吸收与纸的不透明度[J].纸和造纸,1997,16(5):45-46.

责任编辑:周建军