

纸张湿抗张强度检测方法的研究

曾强¹, 朱红艳¹, 朱小利¹, 刘念¹, 吴胜军¹, 王丹¹, 王磊², 王鹏²

(1.武汉红金龙印务股份有限公司, 武汉 430056; 2.湖北工业大学, 武汉 430068)

摘要: **目的** 研究提高纸张湿抗张强度检测结果准确度的方法。**方法** 选择某湿强纸为样本, 通过改变作用于浸湿后样品的擦拭力及其作用时间, 测定擦拭后样品的湿抗张力和水分含量, 并将最佳擦拭力和擦拭力作用时间下的测试结果与标准方法测得的检测结果作对比。**结果** 当砝码质量为 500 g, 作用时间为 15 s 时, 测得纸张湿抗张强度标准偏差由 0.4 降低为 0.1, 变异系数由 7.18% 降低为 1.86%, 大大提高了纸张湿抗张强度检测结果的准确度。**结论** 为了减少人为因素对纸张湿抗张强度检测结果准确度的影响, 可在标准中规定擦拭力和擦拭力作用时间。

关键词: 纸张; 湿抗张强度; 检测; 准确度

中图分类号: TB484.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)19-0048-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.19.009

Testing Method of Paper Wet Tensile Strength

ZENG Qiang¹, ZHU Hong-yan¹, ZHU Xiao-li¹, LIU Nian¹, WU Sheng-jun¹,
WANG Dan¹, WANG Lei², WANG Peng²

(1.Wuhan Hongjinlong Printing Co., Ltd., Wuhan 430056, China;

2.Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China)

ABSTRACT: The work aims to investigate the method of improving the determination results accuracy of paper wet tensile strength. A kind of wet strength paper was selected as a sample. Wet tensile strength and moisture content of the immersed sample were determined through altering wiping force and its action time after paper was immersed in water, respectively. In addition, the determination results in the best wiping force and action time were compared with the test results obtained by the standard method. The standard deviation of wet tensile strength was reduced from 0.4 to 0.1, and the coefficient of variation was reduced from 7.18% to 1.86% when the wiped farmar quality was 500 g and the action time was 15 s. The determination results show that the accuracy of paper wet tensile strength was greatly improved. In order to reduce the influence of human factors on the accuracy of the paper wet strength test results, wiping force and its action time can be specified in the standard.

KEY WORDS: paper; wet tensile strength; testing methods; accuracy

纸张的湿抗张强度是指干燥后的纸张再次被水润湿完全饱和后所具有的强度^[1-2]。对于生活用纸、包装用纸、纸板以及一些特殊用纸(如:照相原纸、海图纸、医用膏药纸、钞票纸等)来说,需要纸张在接触汗水、浸水或经雨淋后仍能保持完整、不变形、并具有原纸所要求的使用性能^[3],因此,湿抗张强度是纸张一项重要的质量指标^[4]。

目前测定纸张湿抗张强度的方法主要有 GB/T

465.2—2008《纸和纸板 浸水后抗张强度的测定》^[5]和 TAPPI (T 456 om)《纸和纸板湿抗张强度的测定》^[6]。GB/T 465.2—2008 中规定,根据产品标准的规定确定浸水时间,一般为 1 h 或 2 h;然后将试样浸渍于符合 GB/T 10739 规定的水中,待浸渍达到规定时间后,将试样从盘中取出,用滤纸或吸墨纸轻轻吸去试样表面的水。TAPPI (T 456 om) 标准中规定的样品浸湿后的处理程序是:当试样完全浸湿后,小

收稿日期: 2018-03-28

基金项目: 国家自然科学基金(31300494); 湖北工业大学博士启动金项目(BSQD12037)

作者简介: 曾强(1980—), 男, 工程师, 主要研究方向为纸张性能及印刷适性。

通信作者: 王鹏(1979—), 男, 湖北工业大学副教授, 主要研究方向为植物纤维化学及植物纤维基复合材料。

心地取出试样,将其平放在一张滤纸上,轻轻地拉直,将一叠滤纸覆盖在试样上,轻轻地挤压来吸取试样表面多余的水分。标准中还说明,应该避免在挤压试样水分时过度用力,只能适当地用力来防止试样水分的流失,过度用力会导致临近手掌作用力的纸张长纤维发生断裂,用力过小则会导致其滑落,或者超出力作用范围的试样部分显示出一个突然中断的负荷延长线。通过分析和实践操作可以发现,在对测试样品进行浸湿后擦干处理时,不同实验者的手掌作用力和作用时间不同,会造成样品测试结果有一定的偏差,进而影响测试结果的准确度。目前,对于纸张湿抗张强度的研究主要集中于纸张抗张强度模型的建立^[7]及纸张干/湿抗张强度的提高^[8-13],也有人对无碳复写原纸的浸水时间^[14]和纸巾纸湿抗张强度的检测进行了相关研究^[15],但对于湿抗张强度测试过程中样品浸湿后擦干处理中人为因素对检测结果影响的研究却很少。

实验选择某湿强纸为样本,通过改变作用于浸湿后样品的擦拭力及其作用时间,测定擦拭后样品的湿抗张力和水分含量,并将最佳擦拭力及其作用时间下的测试结果与标准方法测得的检测结果作对比,对纸张湿抗张强度的测定方法进行初步的探讨。

1 实验

1.1 原料

实验原料主要有某湿强纸、滤纸、蒸馏水。

1.2 仪器

实验仪器主要有抗张强度测定仪、切纸机、电子天平、砝码、直尺、秒表、水槽。

1.3 实验流程

1.3.1 试样和滤纸条的采取

按 GB/T 450 切取试样,湿强纸尺寸为 15 mm×220 mm,滤纸尺寸为 40 mm×500 mm。

1.3.2 湿抗张力的测定

试样湿抗张力按照 GB/T 465.2—2008《纸和纸板浸水后抗张强度的测定》进行测定。

1.3.3 浸湿后试样水分含量的测定

试样浸湿经擦拭后的水分含量按照 GB/T 462—2008《纸和纸板水分的测定》进行测定。

1.3.4 湿强纸浸泡时间的确定

将试样分别浸泡 5, 10, 15, 20, 25, 30 min 后,用滤纸吸干试样表面多余的水分,迅速测定试样浸湿后的抗张力和质量。

1.3.5 擦拭力对湿抗张力的影响

擦拭方法:浸湿后试样表面水分的擦拭方法见图 1,擦拭时试样上下各垫 4 张滤纸,并通过改变作用于试样的砝码质量来改变擦拭力的大小,擦拭后迅速测定其抗张力和质量,确定适宜的擦拭力,即砝码质量。

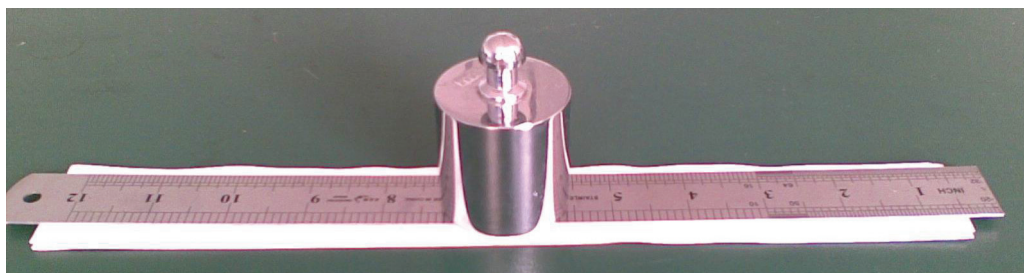


图 1 试样浸湿后表面水分的擦拭方法

Fig.1 Surface moisture wiping method of immersed sample

擦拭力对湿抗张力的影响:首先对试样进行编号,然后按照间隔 2 min 的顺序依次将试样浸泡 1.3.4 节中确定的时间,取出后按照图 1 的方法擦拭试样表面水分,迅速测定试样的抗张力和增加的含水率。擦拭力的大小通过改变砝码质量来实现,砝码质量为 200, 400, 600, 800, 1000 g,作用时间为 10 s。

1.3.6 擦拭力作用时间对湿抗张强度的影响

将试样按照间隔 2 min 的顺序依次浸泡 1.3.4 节中确定的时间,取出后在 1.3.5 节中选择的合适擦拭力作用下,改变擦拭力作用时间,确定适宜的

擦拭力作用时间。作用时间为 10, 15, 20, 25, 30 s。

1.3.7 按照改进后的方案测定湿强纸的湿抗张强度

将湿强纸浸泡 25 min 后取出,按实验确定方案测定其湿抗张强度,其中砝码质量为 500 g,作用时间 15 s。

2 结果与讨论

2.1 湿强纸浸泡时间的确定

从图 2 和图 3 可以看出,随着浸泡时间的延长,试样水分含量会增加,湿抗张力会下降。当浸泡时间

超过 15 min 后, 试样的湿抗张力开始趋于平稳, 为了便于操作, 将实验的浸泡时间设置为 25 min。

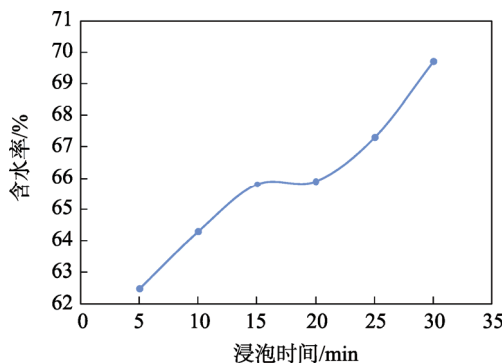


图2 浸泡时间对湿强纸水分含量的影响

Fig.2 Influence of immersed time on sample moisture content

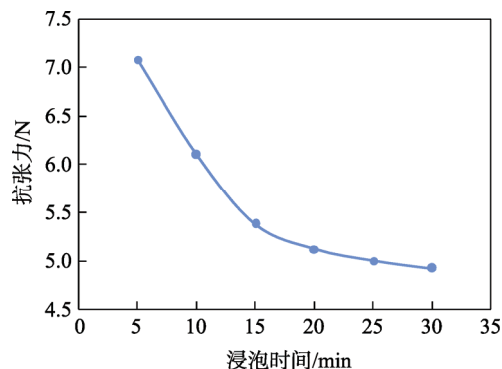


图3 浸泡时间对湿强纸抗张力的影响

Fig.3 Influence of immersed time on sample wet tensile strength

2.2 按 GB/T 465.2—2008 测定湿强纸的湿抗张力

将湿强纸浸泡 25 min 后, 用滤纸将湿强纸表面多余的水分吸干, 迅速测定其湿抗张力, 测试的结果见表 1。由表 1 可知, 按照 GB/T 465.2—2008 测定湿强纸湿抗张力的标准偏差和变异系数都较大, 说明实验结果不确定度高, 误差较大。

分析实验过程可以发现, 产生误差的原因主要出现在将浸泡后的试样取出用滤纸擦拭的环节中。由于是人为对滤纸施加挤压力, 每次挤压力的大小和作用时间很难保持一致。挤压力不同, 试样水分含量也有差别, 最终导致湿强纸湿抗张力的变动范围较大。

2.3 湿强纸湿抗张力测试方法的改进

2.3.1 擦拭力大小对浸湿后试样水分含量和湿抗张力的影响

由图 4 和图 5 可以看出, 湿强纸试样水分含量随擦拭力的增大而逐渐减少, 湿抗张力随擦拭力的增大而增大。擦拭力越大, 对去除试样表面多余水分的效果越好, 但擦拭力不宜过大, 以避免纸张被压溃, 损伤纤维, 因此应选择一个适宜的擦拭力来对纸张施压。为了便于操作, 实验选择的砝码质量为 500 g。

表 1 按标准方法测定的湿强纸的湿抗张力和试样浸湿后的水分含量

Tab.1 Wet tensile strength tested by standard method and moisture content

编号	含水率/%	湿抗张力/N
1	76.0	4.6
2	69.9	5.0
3	68.0	5.2
4	68.8	5.3
5	69.6	4.9
6	64.9	5.5
7	68.8	5.3
8	76.4	4.5
9	65.9	5.6
10	74.3	4.9
平均值	70.2	5.1
标准偏差	4.0	0.4
变异系数/%	5.71	7.18

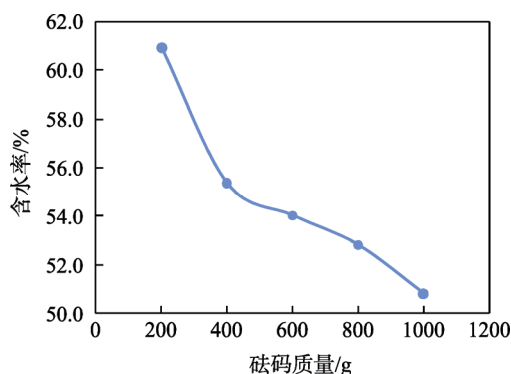


图4 擦拭力大小对浸湿后试样水分含量的影响

Fig.4 Influence of wiping force on sample moisture content

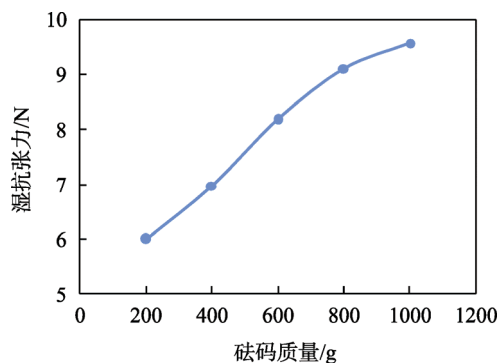


图5 擦拭力大小对试样湿抗张力的影响

Fig.5 Influence of wiping force on sample wet tensile strength

2.3.2 擦拭力作用时间对浸湿后试样水分含量和湿抗张力的影响

从图 6 和图 7 可以看出, 经浸湿和擦拭处理后湿强纸水分含量随擦拭力作用时间的增加逐渐降低, 而湿强纸的湿抗张力随擦拭力作用时间的增加而升高。

可见擦拭力作用时间越长,对去除湿强纸表面多余水分的效果越好。擦拭力作用时间不宜过长,以避免纸张被压溃,损伤纤维,而且时间过长容易造成纸张水分流失得较多,影响实验的准确性,因此应根据已选的擦拭力适当选择一个较小的作用时间。为了便于操作,实验选择擦拭力作用时间为 15 s。

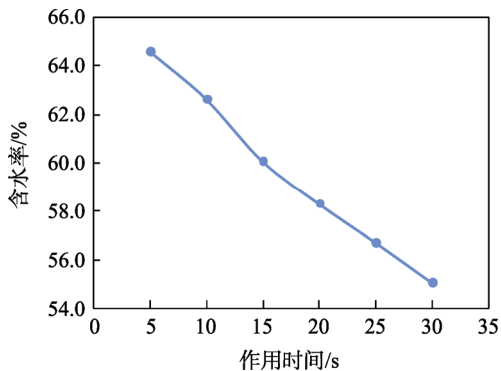


图 6 擦拭力作用时间对浸湿后试样水分含量的影响
Fig.6 Influence of action time on sample moisture content

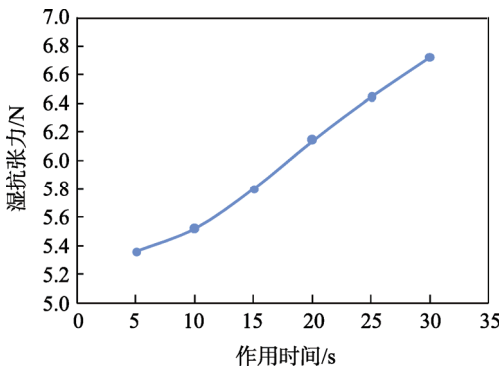


图 7 擦拭力作用时间对试样湿抗张力的影响
Fig.7 Influence of action time on sample wet tensile strength

2.4 按改进后方案测定的湿强纸的湿抗张力

由表 2 可以看出,改进后实验方案测定出的湿强

表 2 改进方案测定的湿强纸试样的水分含量和湿抗张力
Tab.2 Wet tensile strength and moisture content tested by improved scheme

编号	含水率/%	湿抗张力/N
1	64.3	6.5
2	64.4	6.5
3	64.8	6.3
4	65.3	6.4
5	64.2	6.5
6	64.9	6.3
7	64.8	6.2
8	64.7	6.3
9	64.7	6.3
10	65.0	6.2
平均值	64.7	6.4
标准偏差	0.4	0.1
变异系数/%	0.55	1.86

纸试样的湿抗张力的标准偏差和变异系数都比较小。与国家标准相比,该方法测出的实验结果更准确,重复性和复现性更高。

3 结语

在试样浸泡时间为 25 min,砝码质量为 500 g,作用时间为 15 s 的测试条件下,测试样含水率的标准偏差由 4.0 降低为 0.4,变异系数由 5.71%降低为 0.55%,均降低为原来的 10%左右;湿抗张力的标准偏差由 0.4 降低为 0.1,变异系数由 7.18%降低为 1.86%,均降低为原来的 30%左右。由此可以看出,改进后的方法可以大大提高检测结果的准确度。

为了减少人为误差,提高检测结果的准确度、重复性和复现性,应在相关产品标准中规定详细的试样浸湿后的擦拭方法。

参考文献:

[1] 石淑兰,何福望.制浆造纸分析与检测[M].北京:中国轻工业出版社,2009.
SHI Shu-lan, HE Fu-wang. Analysis and Test of Pulp-ing and Papermaking[M]. Beijing: China Light In-dustry Press, 2009.

[2] MORSY F A, SHERBINY S E. Mechanical Properties of Coated Paper: Influence of Coating Properties and Pigment Blends[J]. Journal of Materials Science, 2004, 39(24): 7327—7332.

[3] 沈一丁,刘艳,费贵强,等.高固含量改性 PAE 湿强剂的制备及性能研究[J].陕西科技大学学报,2016, 34(1): 95—101.
SHEN Yi-ding, LIU Yan, FEI Gui-qiang, et al. Study on Preparation and Properties of Modified Wet Strength Agent PAE with High Solid Content[J]. Jour-nal of Shaanxi University of Science & Technology, 2016, 34(1): 95—101.

[4] 何北海,张美云.造纸原理与工程[M].北京:中国轻工业出版社,2010.
HE Bei-hai, ZHANG Mei-yun. Principle and Engi-neering of Papermaking[M]. Beijing: China Light In-dustry Press, 2009.

[5] GB/T 465.2—2008, 纸和纸板 浸水后抗张强度的测定[S].
GB/T 465.2—2008, Paper and Board-determination of Tensile Strength after Immersion in Water[S].

[6] TAPPI T 456 om-03, Tensile Breaking Strength of Water-saturated Paper and Paperboard (Wet Tensile Strength)[S].

[7] 李远华,刘焕彬,陶劲松,等.纸张抗张强度模型的研究进展[J].中国造纸,2014, 33(1): 65—69.
LI Yuan-hua, LIU Huan-bin, TAO Jin-song, et al. Re-search Progress of Paper Tensile Strength Models[J]. China Pulp & Paper, 2014, 33(1): 92—93.

[8] YANG Y, REDDY N. Biothermoplastics from

- Soyproteins by Steaming[J]. *Industrial Crops and Products*, 2012, 36(1): 116—121.
- [9] QIN C Q, LI H R, XIAO Q, et al. Water-solubility of Chitosan and Its Antimicrobial Activity[J]. *Carbohydrate Polymers*, 2006, 63(4): 367—374.
- [10] OBOKATA T, ISOGAI A. ^1H and ^{13}C -NMR Analyses of Aqueous Poly-amideamine-epichlorohydrin Resin Solutions[J]. *Journal of Applied Polymer Science*, 2004, 92(3): 1847—1854.
- [11] HIDEAKI I, YUKA H, MISAKI M, et al. Ionic Liquid Treatment for Increasing the Wet Strength of Cellulose Paper[J]. *Cellulose*, 2017, 24(8): 3469—3477.
- [12] SUN B, HOU Q, LIU Z, et al. Sodium Periodate Oxidation of Cellulose Nanocrystal and Its Application as a Paper Wet Strength Additive[J]. *Cellulose*, 2015, 22(2): 1135—1146.
- [13] REBECCA H, VERÓNICA L D, LARSSON P A. Chemically Modified Cellulose Micro-and Nanofibrils as Paper-strength Additives[J]. *Cellulose*, 2017, 24(9): 3883—3899.
- [14] 吴翀岚. 对国家标准中无碳复写纸原纸浸水时间的商榷[J]. *纸和造纸*, 2004(4): 92—93.
WU Chong-lan. Discussion on the Soakage Time of Carbonless Copy Base Paper in National Standard[J]. *Paper and Paper Making*, 2004(4): 92—93.
- [15] 胡芬. 纸巾纸湿抗张强度的测定[J]. *造纸科学与技术*, 2008, 27(5): 49—50.
HU Fen. Wet Tensile Strength Determination of Facial Tissue[J]. *Paper Science & Technology*, 2008, 27(5): 49—50.