

卷筒纸印刷中张力与套准关系的研究

郭献军

(广州日报报业经营有限公司, 广州 510121)

摘要: **目的** 通过在不同张力条件下,对四色印刷的纸张横向变形量和纵向变形量进行分析研究,获得卷筒纸印刷中张力与套准偏差的关系,进而得到实际印刷中最佳的印刷张力范围,指导印刷实践。**方法** 在实际印刷生产中,在各色印版上指定位置设定多个纸张变形量检测图标,在不同的印刷张力进行印刷,利用 CCD 成像和图像处理技术对印刷到纸上的各色图标进行信号采集、图像处理和数据分析,获得各色印刷中各个位置图标的横向扩散、纵向扩散与印刷张力的关系曲线。**结果** 实验获得数据及关系曲线与理论分析基本吻合,该实验过程和研究方法可作为生产质量管理的有效手段。**结论** 卷筒纸印刷中,张力较小时,纸张的横向和纵向套准偏差与张力变化保持线性关系,随着张力的增加,纸张横向变形将减小并趋于左右均衡,图文纵向位置将趋于稳定,纵向套准波动减小。张力超过某一临界值后,张力变化对套准偏差的影响很小,适于进行印刷套准的补偿和控制。

关键词: 卷筒纸印刷; 印刷张力; 套准; 纸张变形

中图分类号: TS892

文献标识码: A

文章编号: 1001-3563(2014)07-0133-06

The Relationship between Tension and Register in Web Printing

GUO Xian-jun

(Guangzhou Daily Newspaper Business Co., Ltd., Guangzhou 510121, China)

ABSTRACT: **Objective** Under different tensions, the paper lateral and vertical diffusions of the 4-color printing were analyzed. The relationships between the printing tension and the register offset were obtained. Then the best printing tension range in printing practice was obtained, which can guide the actual printing. **Methods** The register marks were set in the specified position of the 4-color plates to detect the paper deformation. The printing process was operated under different tensions. Using CCD camera and image processing techniques, the image of register marks on the printed paper was picked, processed and analyzed to obtain the relationship curves between the lateral diffusions, vertical diffusions and printing tensions. **Results** The experimental results and curves were matched with the theoretical analysis. The experiment and research methods can be used as an effective method of production and quality management. **Conclusion** In web printing, when the tension was small, the lateral and vertical register offsets maintained a linear relationship with the tension. As the tension increased, the lateral diffusion and the vertical position tended to decrease and then became stable. When the tension exceeded a critical value, the effect of the tension change on the register offset was smaller, which is suitable for printing offset compensation and control.

KEY WORDS: web offset printing; printing tension; register; paper deformation

套印的准确程度是影响彩色印刷质量的重要因素之一,影响套准的因素有很多,如印刷方法、原版的精度、版基厚度差、印刷机构的精准度、橡皮布的

绷紧度、版面水分大小、纸张的质量及其变形量等^[1]。其中,在卷筒纸报纸印刷中,印刷张力的大小将影响纸张的变形量,从而对套准精度产生影

响^[2]。在实际印刷中,由张力引起纸张变形最终导致套印不准的问题是较难控制和消除的,一般按照经验进行调整^[3]。

在参考文献[4]中,笔者提出了一种在实际印刷条件下进行纸张变形量测量的方法,经过初步验证,该实验的检测结果与理论分析基本吻合。文中在此基础上对不同张力下卷筒纸的变形量进行测量,经数据处理,分析获得张力、纸张变形量和套准精度等三者的关系,进而对实际生产工艺起到指导作用。

1 印刷张力与套准偏差关系实验测量条件

实验设备为十滚筒的卫星式卷筒纸印报机,印刷色序为青—品—黄—黑,其中青品共用一个压印滚筒,经纸路传输后,进入黄黑共用的压印滚筒单元,纸张张力的调节机构^[5]位于纸张进入正面印刷的青色单元之前。具体结构见图 1,报纸的反面印刷与此结构相同,但无张力调节机构。

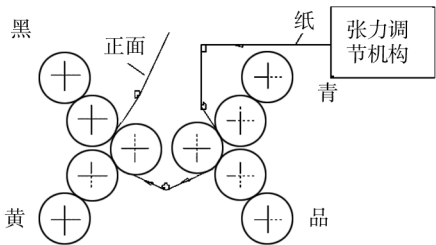


图 1 印刷单元纸路

Fig. 1 Diagram of the paper path in printing units

实验采用卷筒纸印刷,在纸宽方向上 2 个对开印张并排印刷,靠近印刷机驱动面的印张定义为 S II 印张,靠近操作面的印张定义为 S I 印张。测量纸张变形量所用色标见图 2,该色标沿纸带宽度方向设置 14 个编号为 1~14 的测点,S II 印张包括 1~7 号和 S I 印张包括 14~8 号,7 号和 8 号位于印版中线的两侧,详图参见文献[4]。

实验中,在印刷速度为 74 000 份/时、张力为 400 N/m 的条件下,将四色套准偏差调节到正常范围之内。印刷过程中,在 180~400 N/m 张力范围内,以 20 N/m 为间隔逐次下调张力,并抽取报样。获得每份报样上 14 个测点的图像,用 Matlab 编写程序对图像进行分析测量,提取其套准偏差,并计算纸张的变形量,作为分析的依据^[6-9]。

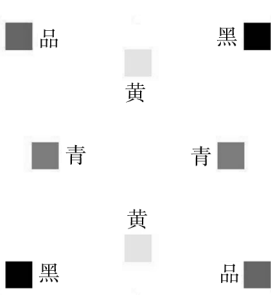


图 2 检测色标

Fig. 2 Diagram of detected color marks

2 实验数据及其分析

张力对套准精度的影响主要体现在纸张变形,纸张变形包括横向纸张变形和纵向纸张变形。横向纸张变形主要由纸张纤维吸水膨胀而造成,该膨胀特性与印刷张力也有一定的关系;纵向纸张变形主要是由印刷张力作用而导致纸张拉伸变形^[10-13]。

2.1 横向套准偏差与纸张横向变形

印刷过程中,前色图像到达后色印刷之前,因纸张吸湿扩张而横向变宽,会因张力拉伸而横向缩窄,导致横向套准偏差。如果色序为青品黄黑,黑色印刷后各色图像的相对位置便已固定,故套准偏差的测量均参考黑色。

纸带上 2 个印张各用一套印版,14 个横向变形测点,7 个为一组,分布在 2 套印版上,各个测点的套准偏差包括印版定位偏差和纸张变形偏差。原则上印版定位误差固定不变,而纸张变形偏差则随横向位置不同而变化。理论上纸带横向变形从中心向两侧扩散,S II 和 S I 印张上紧靠纸带中心的 7,8 号测点处纸张变形接近于 0,其套准偏差全部是印版定位偏差,以其作为各自印张的基准点。各测点套准偏差减去基准点的套准偏差,即可消除印版定位偏差。可推导出:单个测点中某种颜色的套准偏差,与对应基准点中该颜色的套准偏差的差值,即为该色图像在该测点处相对于基准点的横向变形。

实验获取了不同张力下各色图标各测点的变形量,几组代表性的数据见图 3—4。图 3a,b,c 分别表示印刷压力为 180,300,400 N/m 时,各测点处各色图像的横向变形,每条线代表一种颜色;图 4a,b,c 分别表示不同张力下各测点青、品、黄图文相对于黑色的横向变形,每条线代表一个测点。变形量大于 0,代

表向 SII 方向变形;小于 0,代表向 SI 方向变形。

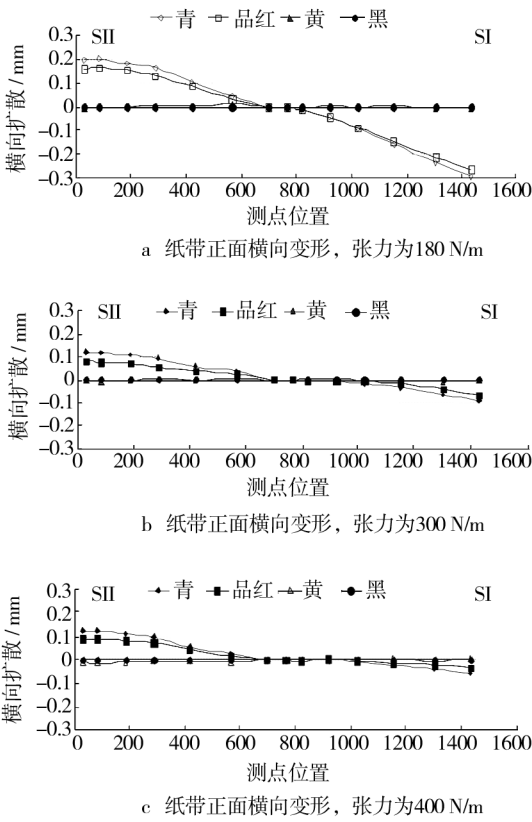


图3 不同张力下各色图像横向扩散与测点位置的关系
Fig. 3 Relationship between the lateral diffusion of image and tensions

从实验数据可以看出,新闻纸横向扩散导致印刷图像宽度变形较大,是横向套准偏差的主要构成之一,特点如下所述。

- 1) 青品黄黑的印刷色序下,黄品青三色至黑色印刷的时间间隔递增。由图 3 可知,青色印刷最早,横向变形量最大,品红次之,黄色更小,纸张横向变形具有时间累加效应。
- 2) 从横向变形量较大的青和品红数据来看,横向变形从纸张中心向两侧线性增加,在 1473 mm 范围内累计变形量可达 0.5 mm,具有空间累加效应,见图 3a。
- 3) 横向变形随张力增加而减小,显示出弹性力学特性。不同张力下缩窄量在 1473 mm 范围内最大可达 0.32 mm,见图 4a,b。
- 4) 张力变化对青品的横向变形影响较大,如图 4a,b,对黄色影响较小,如图 4c。
- 5) 在 180 ~ 260 N/m 的低张力阶段,张力对横向扩散的影响较明显,当张力达到 260 N/m 后,张力的

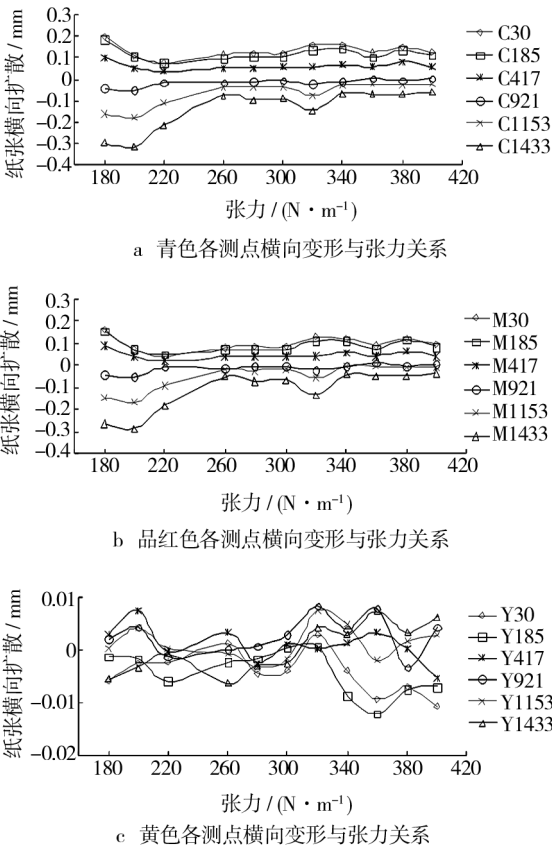


图4 纸张横向扩散与印刷张力的关系
Fig. 4 Relationship between the lateral diffusion and the printing tensions

增加对横向扩散的影响不大,见图 4a,b。

2.2 纵向套准偏差与纸张纵向变形

在后色图像印刷前,前色图像在张力和润湿作用下会纵向伸长,造成前后色图像长度的差异。同时,前色图像到达后色印刷的时间也会出现差异,产生图像相对位置的变化。故纵向套准误差包含纵向图像位置偏差和纵向图像长度偏差。

实验中,在印张的首、尾端各布置一个四色色标,每色图像首、尾色标点之间的距离,即为该色印刷图像的长度,如无纸张变形,各色图像长度相同。套准偏差测量仍以黑色为基准,可以推导出:单个色标中各色的套准偏差,反映的是两色图像的位置偏差;首尾色标中,每种颜色的套准偏差之差,即为每色图像的长度偏差。

测量纵向套准误差的实验以张力为 400 N/m 时的套准状态为套准基点,实验数据绘制在坐标系中见图 5,其中 5a,b,c 三图分别显示青、品红和黄三色不

同测点处的纵向图像位置偏差和张力的关系,图 5 中显示了测点,每条曲线代表一个测点某一颜色的纵向

图像位置随张力变化,5d 图显示图像长度偏差和张力的关系。从图 5 中可以得出如下结果。

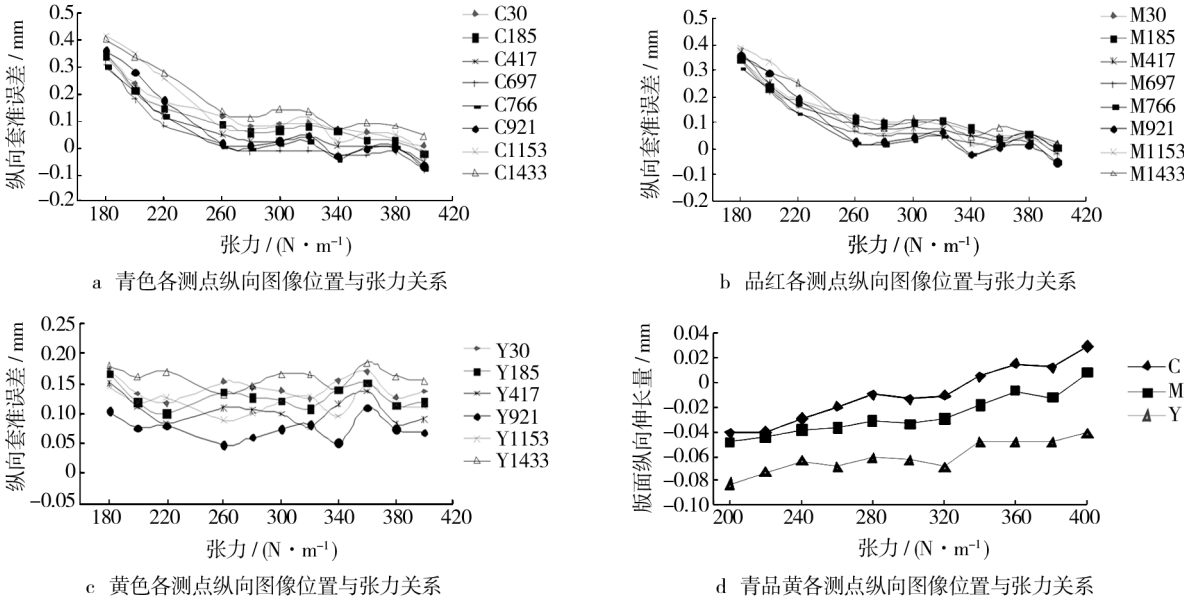


图 5 纸张纵向套准误差与张力的关系

Fig. 5 Relationship between the vertical register offset and the printing tension

1) 张力在 180 ~ 400 N/m 之间变化时,青、品两色图像的纵向位置偏差随张力增加而减小,其变化量在 0.32 ~ 0.43 mm 之间,见图 5a 和图 5b。黄色图像的纵向位置偏差基本不受张力变化的影响,在 0.049 ~ 0.083 mm 之间变化,见图 5c。

2) 各色版面的纵向伸长量与张力大小成正比,符合正常的纸张拉伸变形规律。在张力为 200 ~ 400 N/m 时,各色版面的纵向伸长量约为 0.04 ~ 0.08 mm,见图 5d。

3) 版面纵向伸长量仅为图文纵向位置误差的 20% 左右,且变化趋势相反,纵向套准的主要影响因素是纵向位置变化引起的偏差。

3 印刷张力对纸张变形和套准影响的机理分析

3.1 纸张纵横向变形的机理分析

自然状态下,纸带内的纤维处于卷曲状态并与其他纤维发生交联,各方向的纤维通过交联点构成立体网格结构,网格中间为填料和空隙。纸张所受张力较低时,纵向纤维从卷曲状态被逐渐拉直,与之交联的横向和斜向纤维将随着交联点的纵向移位也受到拉伸,使横向和斜向纤维受拉张紧。交联点的受力可分

解为纵向和横向,纵向力与张力相反,对抗纵向拉伸变形;横向力将纵向纤维之间的距离拉近,宏观表现为纸张缩窄^[15-17]。这一阶段的变形表现为纤维从卷曲逐渐拉直,纤维之间相对错位移动形成变形,张力越大,横向收缩量越大。由此,张力为 180 ~ 260 N/m 时,各测点的横向变形随张力的增加呈现线性减小。当张力达到一定程度后,纸张内纵横纤维全部达到拉直状态,纸张的纵向变形改为纤维伸直后自身的拉伸,抗张强度增加;纤维之间的交联点全部进入受力拉紧状态,所产生的横向收缩力与纤维之间填料的支撑力以及纸张厚度方向纤维的拉力达到平衡,由张力引起的横向收缩变形基本停止。由此,张力为 260 ~ 400 N/m 时,横向变形基本维持不变,见图 4a,b。

从图 1 可以看出,青品两色印刷间,纸张是贴附在压印滚筒上,而品和黄色印刷之间纸张为悬空行走,纸张横向变形差异很大,其关系有待进一步研究。

3.2 纵向图像位置偏差的机理分析

纸张纵向伸长在实验张力范围内基本遵循弹性规律,绝对量较小,对套准影响有限,文中着重分析纵向图像位置偏差。

在张力为 400 N/m 时设定套准,之后套准设定不再改变,故各色印版的相对位置未曾改变,故图像纵

向位置变化的原因可能是张力变化时,各色印刷之间纸路长度发生变化,造成前色图像到达后续各色印刷单元的印刷起始位置发生变化,形成前后色图像纵向位置的差异。图像伸长变化量仅为图像位置变化量的20%左右,且变化趋势相反,其影响暂忽略。

纸带离开压印区时,在张力作用下从橡皮滚筒表面剥离,并贴附于压印滚筒继续转动。卫星式印刷机压印过程中,纸张印刷面与带有油墨和润版液的橡皮滚筒的柔软表面产生的粘合力,要远大于非印刷面与压印滚筒的光滑干燥硬表面的结合力。可以推测,从压印区结束点开始,橡皮滚筒会将纸张从压印滚筒表面拉起,形成一个“鼓包”,见图6。

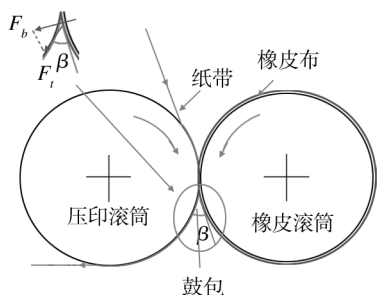


图6 压印区出口纸路“鼓包”示意

Fig.6 'Bulb' behind printing nip

在纸带与橡皮滚筒的分离点,纸带与橡皮滚筒表面切线间的夹角为纸张与橡皮滚筒的分离角 β ,在纸带张力 F_t 作用下,将产生垂直于分离点表面的剥离力 F_b ,将纸张从橡皮滚筒表面拉开,三者的关系为 $F_b = F_t \cdot \sin \beta$ 。由于压印区的存在,可以导出剥离角有一个最小值 β_0 ,限于篇幅这里不做详述。

在纸张、水墨条件和印刷速度不变的条件下,纸张脱离橡皮滚筒表面所需的剥离力 F_b 是固定的,纸带张力 F_t 越大,剥离角 β 就越小,鼓包就变小,鼓包占用的纸带长度也缩短;反之,鼓包占用的纸路变长。当纸带张力超过一定限度时,剥离角减小为 β_0 ,此时鼓包消失,继续增加张力,纸路长度不再发生变化。实验数据显示,在低张力阶段(张力小于260 N/m),纵向位置的变化较快,表明此时鼓包较大,纸路长度变化较大;随着张力的增加,纵向位置变化趋于平缓,表明鼓包缩小,纸路长度缩短量逐渐变小。该试验中由于要保证正常生产,张力无法继续加大,但可以预见,随着张力继续增加,纵向位置偏差的变化将趋于稳定。

以上分析可知,纸带张力增大,鼓包鼓起程度减

小,色组间纸路变短;张力减小,鼓包鼓起程度变大,色组间纸路变长,引起各色图像之间相对位置的变动,从而造成纵向套准偏差。

4 结语

卷筒纸印刷中,纸张横向不均匀变形是导致横向套准偏差的主要因素,随着张力的增加,纸张横向变形将减小并趋于左右均衡;纵向套准偏差主要影响因素是各色图像的纵向位置偏差,印刷中橡皮布产生“鼓包”是纵向图像位置变化的主要原因之一,张力达到一定的临界值后将减少“鼓包”影响,从而减少纵向套准波动。

实验表明,张力小于260 N/m时,纸张的横向和纵向套准偏差与张力变化保持线性关系;张力超过260 N/m后,张力变化对套准偏差的影响很小,此时适于进行印刷套准的补偿和控制。

参考文献:

- [1] 李明. 彩报印刷套准精度的调整和掌握方面的经验[J]. 今日印刷, 1999(6): 74—76.
LI Ming. Experience of the Register Accuracy Adjustment and Control in Color Newspaper Printing[J]. Print Today, 1999(6): 74—76.
- [2] 孙玉秋. 卷筒纸印刷机张力系统的检测[J]. 包装工程, 2008, 29(1): 78—80.
SUN Yu-qiu. Tension Detection System of Web Printing Press[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(1): 78—80.
- [3] 于丽杰, 李德胜. 彩色印刷套准识别方法研究[J]. 计算机工程与应用, 2011, 47(5): 163—165.
YU Li-jie, LI De-sheng. Study on Identifying Register State of Color Printing[J]. Computer Engineering and Applications, 2011, 47(5): 163—165.
- [4] 郭献军. 卷筒纸印刷纸张变形测量方法的研究[J]. 包装工程, 2012, 33(23): 120—123.
GUO Xian-jun. Investigation of Printing Web Deformation Measurement[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(23): 120—123.
- [5] 王凯, 马春敏, 康存锋, 等. 无轴印刷张力控制系统的研究[J]. 机械设计与制造, 2010(4): 106—108.
WANG Kai, MA Chun-min, KANG Cun-feng, et al. Research on Sheffield Printing Tension Control System[J]. Machinery Design & Manufacture, 2010(4): 106—108.
- [6] 张颖. 关于计算机图像处理技术的应用的研究[J]. 计算机光盘软件与应用, 2011(20): 161.

- ZHANG Ying. The Application of Computer Image Processing Technology Research[J]. Computer CD Software and Applications, 2011(20):161.
- [7] HOLLY M. MATLAB for Engineers (Third Edition) [M]. Newjersey: Prentice Hall, 2011.
- [8] 马晓路. MATLAB 图像处理从入门到精通[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2013.
- MA Xiao-lu. MATLAB Image Processing from Entry to the Master[M]. Beijing: China Railway Press, 2013.
- [9] RAFAEL C G, RICHARD E. Digital Image Processing (Third Edition) [M]. Newjersey: Prentice Hall, 2007.
- [10] 孙玉秋. 卷筒纸印刷机张力控制研究[J]. 包装工程, 2008, 29(3): 90—92.
- SUN Yu-qiu. Research of Web Press Tension Control[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(3): 90—92.
- [11] LEE Jang-won, LEE Chang-won, SHIN Kee-hyun. Tension Estimation by Using Register Error in Roll to Roll e-Printing System[J]. 17th IFAC World Congress, 2008: 11889—11894.
- [12] PATROVA A. Investigation of Stress-strain Behaviour of Wet Paper Sheets[D]. Sweden: Lulea University of Technology, 2010.
- [13] 黎妹红, 杜晔, 刘吉强. 一种用于卷筒纸印刷的智能套准系统[J]. 计算机工程, 2011, 37(22): 287—289.
- LI Mei-hong, DU Ye, LIU Ji-qiang. Intelligent Register System for Web-press[J]. Computer Engineering, 2011, 37(22): 287—289.
- [14] 赵晨飞. 包装印刷用纸的吸墨性对印品质量的影响[J]. 包装工程, 2008, 29(9): 47—49.
- ZHAO Chen-fei. Analysis of the Effect of Papers Ink Receptivity on the Quality of Printed Product[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(9): 47—49.
- [15] 王尚义. 最新印刷纸实用知识手册[M]. 北京: 印刷工业出版社, 1997.
- WANG Shang-yi. Practical Knowledge of the Latest Printing Paper Manual[M]. Beijing: Graphic Communications Press, 1997.
- [16] 杨婷婷. 纤维特征对纸张结构和性能的影响[J]. 广西轻工, 2007(10): 15—18.
- YANG Ting-ting. The Effect of Fiber Characteristics on the Structure and Properties of the Paper[J]. Guangxi Journal of Light Industry, 2007(10): 15—18.
- [17] TURRADO S J, et al. Fiber Properties and Their Influence on Paper Structure[J]. SPIE, 1999, 1(3227): 45—55.
- ~~~~~
- (上接第 65 页)
- [15] SUSANNA F D. Convenience of Immobilized Bacillus Licheniformis α -amylase as TTI[J]. Chem Tech Biotechnol, 1994, 59: 193—199.
- [16] THOMAS H M. A Renewed Interest in Immobilized Enzymes[J]. Science, 1984, 4635(223): 474—476.
- [17] SUSANNA F D. Immobilized α -amylase from Bacillus Licheniformis: A Potential Enzymatic Time-temperature Integrator for Thermal Processing[J]. International Journal of Food Science and Technology, 1992, 6(27): 661—673.
- [18] 韩志萍, 叶剑芝, 罗荣琼. 固定化酶的方法及其在食品中的应用研究进展[J]. 保鲜与加工, 2012, 12(5): 48—53.
- HAN Zhi-ping, YE Jian-zhi, LUO Rong-qiong. Research Progress of Immobilized Enzyme and Its Application in Food[J]. Preservation and Processing, 2012, 12(5): 48—53.
- [19] 黄玲. 琼脂包埋法固定化 α 淀粉酶特性的研究[J]. 化学与生物工程, 2007, 24(8): 56—58.
- HUANG Lin. Study on the Characteristics of Agar Immobilization of Amylase[J]. Chemical and Biological Engineering, 2007, 24(8): 56—58.
- [20] 陈雄. 固定化糖化酶的研究[J]. 中国酿造, 2001(2): 19—20.
- CHEN Xiong. Studies on the Immobilization of Glucoamylase[J]. China Brewing, 2001(2): 19—20.
- [21] GB 8276—2006, 食品添加剂糖化酶制剂[S].
- GB 8276—2006, Food Additives Glucoamylase Preparation[S].
- [22] 郑光临. 基于淀粉酶的时间-温度指示器的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2013.
- ZHENG Guang-lin. Study on Time Temperature Indicator Based on Amylase[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2013.