

〔苏〕Д·И·弗里雅捷 著

陈有庆 石淑兰 陈佩蓉 苏宗元 苏求风 译
单乃礼 陈有庆 校

纸的性能

轻工业出版社

纸 的 性 能

〔苏〕Д.И. 弗里雅捷 著

陈有庆 石淑兰 陈佩蓉 译
苏宗元 苏求风

单乃礼 陈有庆 校

轻工业出版社

内 容 简 介

本书论述了各种纸张的主要性能,如纸的各项强度、湿强度、耐久性、吸湿性、湿变形和永久变形、光学性质、印刷性能、电气绝缘性能等;叙述了赋予纸张几种特殊性能的方法,详细分析了用于造纸的各种纸浆的纸页成形性质,以及造纸生产过程(打浆、施胶、加填、抄造、压榨、干燥、整理、表面施胶等)对成纸性能的影响。最后还分析了常见纸病产生的原因,并指出了克服的办法。

本书可供造纸工业科研机构和工厂技术人员、造纸专业院校师生,以及印刷工业、食品工业、电气和无线电工业、化学工业、图书和技术档案等有关单位人员参考。

СВОЙСТВА БУМАГИ

Д.И.ФЛЯТИЕ

(根据苏联森林工业出版社1976版本译出)

纸 的 性 能

〔苏〕Д.И. 弗里雅捷 著

陈有庆 石淑兰 陈佩蓉

苏宗元 苏求风

单乃礼 陈有庆

译
校

轻工业出版社出版

(北京阜成路8号)

轻工业出版社印刷厂印刷

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, 21 字数, 534千字

1985年7月 第一版第一次印刷

印数: 1—5,750 定价, 5.10元

统一书号: 15042·1901

译 者 的 话

造纸工业是国民经济中一个重要的工业部门，造纸工业生产的纸和纸板，在我国的工农业生产、文化教育、科学研究和国防建设、交通运输、商业贸易、医药卫生等各个领域，发挥着越来越大的作用。

纸在国民经济各部门之所以获得广泛的应用，原因之一是它具有或可以赋予它各式各样的性能，以满足使用的要求。了解这些性能不只是造纸工作者为生产出适合各种用途的纸张所需要，而且也是纸的消费者更好地使用纸张所需要。

Л.И. 弗里雅捷著《纸的性能》一书，是近年来出版的系统介绍纸的各种性能的专著。此书论述了各种纸浆的纸页成形性质和造纸生产各过程对纸的性能的影响，从纤维原料和生产工艺两方面提供了使纸获得不同性能的理论 and 实践依据。此外，本书作者根据纸是一种有弹塑性的多毛细孔隙胶体物料，分析了由其结构特点所决定的各种性能，并根据近代理论讨论了纸的机械强度和变形、纸的吸湿性、光学性质、印刷性能、电气绝缘性能和其它一些特殊性能。深入了解这些性能，对造纸工作者和纸的消费者都是十分必要的。为此，我们译出此书，以供有关同志参阅。

参加本书翻译的有：石淑兰（第一章），陈佩蓉、苏宗元（第二、三章），陈有庆（绪论、第四～八章）和苏求风（第九章）等同志。单乃礼和陈有庆负责校稿。

本书译稿承隆言泉教授审阅，特致谢忱。

译者

1962-10

作 者 序 言

本书为1970年出版的《纸的性能》一书的第二版，全书各章节几乎都根据纸的性能方面的近代观点作了修改和补充，全书结构也作了改变，共分九章，章下还分节和款。

作者在补充关于纸的性能和制取方法的新材料时，除了最新的文献资料和本人的研究成果之外，还包括了在作者指导下由学生和研究生所完成的一些研究资料。他们是：М.Г.布兰克，З.М.波布罗娃，Н.Ю.班达连柯，Ф.Е.格洛布斯，Ю.Б.格鲁宁，Е.П.叶勒金娜，Г.А.伊万诺娃，Е.С.伊黑尔松，М.Р.卡甘，В.И.科马洛夫，Н.Г.尼柯尔斯基，Н.А.诺维柯娃，Л.А.波鲁欣娜，Е.А.斯米尔诺娃，Г.Э.芬克尔什坦，Г.И.齐若夫等。

像本书第一版一样，第二版也不是造纸工艺学的系统教材。所以，读者在书中找不到造纸生产过程和所用设备的系统介绍。书中列举的生产过程，以及一些新工艺和新设备，也只是从它们对于成纸主要性能影响的角度加以说明。

尽管在此版中作了补充，但本书并未打算对纸的性能作详尽无遗的阐述，因为很明显，纸的每一类性能（如电气绝缘性能，光学性质，印刷性能等等），都可以单独写一本书。有关纸张这些和那些性能的更详细材料，读者可查阅书末所列的有关文献资料。

作者认为本书将有助于提高造纸工作者的理论水平，也会帮助高等院校师生正确理解纸张作为多毛细孔隙的弹塑性胶体材料的性能。本书还会帮助制浆造纸工业工程技术人员和技术革新者，自觉地研究制订造纸工艺过程和规程，以便应用先进的工艺，选择最适宜的纸浆品种，制造符合使用要求的纸张。

作者期望本书还能帮助纸的广大消费者（印刷、食品、电

工、无线电技术、化学和其它工业部门的工作人员，以及书籍和文献保管修复工作者、设计单位工作者等)，更好地理解纸的主要性能，合理地使用纸张。

在修改和补充本书的第一版时，作者尽量考虑了两次读者座谈会（一次在中央造纸工业科学研究所，一次在马利斯基造纸厂）许多参加者的意见，还考虑了造纸、印刷和其它许多工业部门知名专家的宝贵意见。他们不辞辛劳，仔细地阅读了本书，并提出了批评和建议，作者谨向他们致以深切的谢意。

作者对本书将提出批评和意见的读者预致感谢之意。所有的意见和要求请寄：列宁格勒学院街基洛夫林学院制浆造纸教研室（194018）。

绪 论

世界造纸工业正在高速发展，实际上纸和纸板产量每十五年就翻一番。

当前，全世界按人口平均，纸和纸板的年消费量超过40公斤。按各个国家来说，这项指标差别很大：某些工业不发达国家，按人口平均，纸和纸板年消费量只1公斤多；而另一些国家却超过150公斤，甚至达250公斤。

按纸和纸板的产量，苏联居于世界前五名之列。苏联的造纸生产，立足于本国化学浆厂和磨木浆厂强大的生产能力的基礎上。最近十年来，发展尤为迅速，纸的品种年年增加，质量也在提高。根据1976~1980年苏联国民经济发展纲要，在第十个五年计划期间，将加速发展印刷纸、信息自动化处理用纸、食品和工业产品包装和分装用纸和纸板的生產。

当前，在一些发达的资本主义国家，制浆造纸工业的发展速度要比许多其它工业部门快得多。美国在采伐的制造用材总量中，约三分之一用于制浆造纸。美国按人口平均每年的纸张消费量很高，在一定程度上说明使用上的浪费。如美国一些报纸的版面，有时达140~160页，刊登的主要是宣传广告。包装用纸也有浪费。关于这个问题，在1963年出版的《美国未来的资源》一书中，已经谈到。1965年由进步出版社出版的此书俄译本前言中，科学院院士A.A.阿尔祖马年（A.A.Арзущанян）在评述纸和纸板消费预测的真实性时指出：美国按人口平均纸和纸板消费量的增长，将持续到1980年，在此之后，新闻纸、印刷纸、卫生纸和纸板的消耗量在按人口平均消费量不变的情况下，将基本上只决定于人口的增长^[1]。据美国俄亥俄州研究中心预测，

1980年世界纸和纸板的消费量将达21,400万吨/年,美国按人口平均达300公斤^[2]。据别的资料报道^[3]:到2072年,美国按人口平均纸和纸板的消费量将达590公斤。为了满足纸和纸板的需要,每年约需3亿吨产量。这就必须扩大林业占地面积,培植森林,生产中广泛利用废纸、合成纤维和矿物纤维等原料。

在现代条件下,造纸工业的发展不仅依靠建设装备有高效新设备的大型综合工厂,而且也依靠对现有企业的改造,使企业现有的设备现代化。现代纸机的特点是:生产效率高,车速快,自动化。现代化的新闻纸纸机机宽达10米。在试验用夹网纸机上抄造新闻纸,车速已达1036米/分^[5],预计在最新式纸机上,可在1500米/分车速下抄造新闻纸。可以预期^[6]:到2000年,新闻纸纸机车速可达1500~1700米/分,卫生纸纸机车速达1800~2000米/分,纸板机的车速达500~600米/分。

现在在加拿大,已在1600米/分车速下用针叶木亚硫酸盐纸浆和阔叶木硫酸盐纸浆混合浆,抄造薄型卫生纸,这样的车速,相当于每小时96公里,即已超过许多快速火车的速度。最近还预计将此车速提高到1700米/分^[7]。在德意志联邦共和国正设计一台Duoformer T型造纸机,预定在2000米/分以上的车速下生产薄型卫生纸。

近代的纸板机也在高速下运行,生产能力每昼夜达1000吨。为了把这样一台纸板机每日的产品运出,需要给工厂调拨60节以上的车皮。

世界制浆造纸工业的迅速发展,至少有两个主要原因:一是民众和各工业部门对各式各样纸和纸板巨大的和不断增长的需要;二是制浆造纸是利用木材的各种方法中经济上最合理的一种方法,因为对消耗的木材来说,制浆造纸的成品得率达90~93%。X.И.加里洛夫(X.И.Джалилов)指出^[8]:每消耗价值1卢布的木材,可以得到价值2.5~5卢布的制浆造纸产品,但只能得到价值1.7~2卢布的家俱,或1.1~1.2卢布的建筑构件。

据А. Л. 克诺波夫 (А. Л. Кнопов) 资料^[9]：在对木材进行机械加工时，会产生或是完全未予利用，或是利用得极不合理的大量废料。如制做家具时，为了制做相当于1米³木材的制品，需要在林场采伐5米³木材，而在加工的各个阶段就有4米³变为废料。制做1米³的普通纱管，平均需消耗25米³木材。

在我们这个制浆造纸工业迅速发展的时代，特别令人信服伟大的俄罗斯科学家Д. И. 门捷列夫的预言：“人们现今生活的时代，可以说是纸的时代”^[10]。的确，纸——这就是教科书、练习本、书籍、报纸和杂志；就是电报纸带、壁纸、地图和照片；就是钞票、文件、乐谱、图画和图纸。只是因为有了纸，伟大的学者、作家、诗人和音乐家的著作，才得以留传于世，成为人民的财富。乌兹别克诗人米尔姆赫欣 (Мирмухсин) 写道^[11]：“在东方，从古代人们就把纸看成神圣的东西，对它就像对某些生物一样地崇敬。只是因为有了纸，天才的阿里谢-拉沃依 (Алишер Навои) 的诗篇，多少世纪都没有凋谢；伟大的阿布·阿里·欣 (Абу Али ибн Син) 的《医学法典》成了人类的财富。就是在我们的时代，纸也是宝贵的精神食粮。人们读了书，才了解作家的优秀创作。就是作家本人，没有纸也像鸟无翅膀一样，他就不能倾吐心中的隐秘，就不能创造出任何一部著作”。

甚至拿破仑也认为：作为传播政治思想的物质基础的纸，具有极为重要的意义。他这么说：“谁也不能随便信赖印刷厂，因为这是装备了火器的兵工厂”^[12]。

在技术方面纸也具有巨大的意义。现代自动记录仪器在纸上甚至记录下人们心脏跳动的脉搏，记录下周围空气的压力和温度的变化，在纸上已经拍下了月球背面的照片。

В. 林茨 (В. Линц) 写道^[13]：“……可以肯定，很早以前就形成了明确使用界限的纸还具有一种功能，它在张力传感器、光学活性塑料及其它用于测量应力和力的材料和设备中，占有

自己的位置”。

在电子和无线电技术工业部门中，纸被广泛地用于制造电缆、电容器、无线电扩音器、电阻、电视机和收音机外壳。同云母、石棉、清漆、树脂等配合，纸还用于制造各种电气绝缘材料（云母带、纸质电木、钢纸、石棉纸等）。

在化学工业中，在实验室和生产中人们用纸过滤各种液体。当用色谱法和电泳法来进行复杂的化学分析，直至分离蛋白质时，纸作为不可替代的材料，具有愈加重要的意义。各种工业部门广泛使用纸基多层塑料作为装饰。目前在很多情况下，已用纸来代替工业纺织品。在这一方面，将来会有很好的前景，因为正如在作者参加下进行的研究结果表明：纸“无纺布物”在制造过滤材料、人造皮革、充皮布、医用胶布、油漆布，特别是强韧描图纸和其它通常用纺织品制做的材料时，可以成功地用来代替纺织品。

纸和纸板用于包装各式各样的工业产品、化学药品、食品、水泥和化肥。用纸板包装代替木材包装，每年能节约几千万立方米木材，并能降低包装成本 $5/7 \sim 4/5$ 。此外，纸板箱比相当的木箱重量轻，体积小，更卫生，并能减轻冲击。纸板箱的生产更易于实现机械化和自动化。

在制造保健卫生和生活用品方面，纸的作用日益增长。如医疗包扎材料、餐巾、面巾、台布、手帕、抹布、小孩包布和涎巾、理发师和铁路列车员的纸衬衫、纸餐具（碟子、杯子、勺等）、化妆纸、衬领、硬袖口、胸衣、浴衣、帽子、装有纸浆棉的暖纸被及其它纸制品等^[14]。

在医院中越来越多地使用纸容器，除了节省服务人员的时间之外，使用那些用完就丢弃的容器，会大大降低传染疾病的机会。根据同样的理由，在医院中使用消毒纸毛巾、纸枕套和纸罩衫，是极为适宜的^[15]。

从文献资料得知^[16]，在美国造纸工作者的一次会议上，展

出了一种用纸做的极为雅致的运动短外衣，这种外衣能经受多次化学洗涤，而外观与一般用纺织品制做的没有区别。还知道，现在在美国广泛利用由纸做的各种短期穿用的衣服。如诊疗所的医生、护士和其他服务人员使用的纸外套、纸围裙、纸帽子等；接触放射性物质的工作人员，以及在实验室、餐厅、食堂、地下交通运输线上工作的各类人员，也穿用纸衣服。用纺织材料制做的工作服，很容易吸附不易洗去的放射线物质，所以，这些穿用过的衣服有危险，应予销毁。在这种情况下，最好用纸做的衣服，这种衣服便宜、实惠，不需清洗，用一次就换新的。也使用只穿用2~3次印有或画有花样的纸做连衣裙。

当前，世界造纸工业生产600多种具有不同性质的、在许多情况下性质完全相反的纸和纸板：高度透明的和几乎完全不透明的；导电的和电绝缘的；厚4~5微米（即比人的头发丝还细 $\frac{9}{10}$ $\frac{14}{15}$ ）的薄纸和厚纸板；很容易吸水的和防水的；强度大的和强度小的；平滑的和粗糙的；防潮、隔气和防油的等等。

各种纸的紧度在0.4~1.35克/厘米²之间变动，裂断长从小于1000米到高达16000米，耐折度少至2~3次，高达几千次，有些甚至高达几万次。纸的热容量通常为1.21~1.32千焦耳/公斤·°K。电气绝缘类绝干纸的比容电阻为10~100兆欧姆·米。取决于纸的品种，介电常数为2.2~5。

上面已经指出世界造纸工业生产600多种纸和纸板。应当指出，这个数字是在说明纸和纸板的种类时文献中提到的最小数字。问题在于到目前为止，纸张产品还没有明确的分类，因而常常把定量或别的某个特点不同的同一类纸（如凸版纸），也划为另一种纸。这就常常把纸的种类和等级两个概念弄混淆了，虽然等级通常是指同一种纸的不同质量（例如1号或2号新闻纸）的产品。这两个概念定义不确切，这就可以说明，为什么在当今世

界造纸工业生产的纸和纸板种类的数目方面，存在相互矛盾的数据。如在一篇文章中报道^[17]，美国一家公司就生产5600种以上的包装纸和装饰纸。显然，该文的作者是把颜色或图案不同的纸看作是一个新的种类或品种了。在另外的文献中还提到^[18]：全世界生产7000种以上不同用途和定量的各种纸。

纸和纸板的概念之间，没有精确的区分。大体上认为：定量大于250克/米²、厚度大于0.5毫米的产品叫纸板。但是，这样的定义不能认为是确切的。例如，在纺织工业中使用的、按全苏国家标准命名的纱管纸的定量便达400克/米²，厚度0.6毫米；而在此同时却把某些定量为110~120克/米²、厚度为0.1毫米的纸，叫电气绝缘纸板。

按照苏联标准 (ГОСТ 17586-72)，把纸分为十类：

1. 印刷用纸 (新闻纸、凸版纸、胶版印刷纸、活版印刷纸、凹版印刷纸等)；
2. 书写纸、打字纸、绘图纸、图画纸类 (书写纸、信封纸、练习本纸、绘图纸、图画纸、描图纸等)；
3. 电工用纸 (电缆纸、电容器纸、电话纸、浸渍纸、卷缠纸等)；
4. 包装纸 (纸袋纸、防锈纸、邮封纸、羊皮纸、仿羊皮纸、包装纸等)；
5. 感光纸和复印纸 (重氮化纸、重氮化描图纸、衬胶复印纸等)；
6. 香烟纸和卷烟纸 (香烟纸、卷烟纸、烟嘴纸等)；
7. 吸收性纸 (吸墨纸、过滤纸、纸上色谱和电泳用纸等)；
8. 各种用途的工业技术用纸 (压光辊纸、弹筒纸、纱管纸、灯罩纸等)；
9. 原纸 (铜版原纸、复写原纸、羊皮纸原纸、钢纸原纸、照相原纸、照相描图原纸等)；
10. 装饰纸 (天鹅绒纸、彩色有光纸、珠母纸、皱纹纸等)。

表 1 各种纸的性质主要指标名称

指标名称	新闻纸	凸版印刷纸	印版印刷纸	胶版印刷纸	石版印刷纸	凹版印刷纸	四版印刷纸	地图纸	纸袋纸	电气绝缘纸	绘图纸	描图纸	铜版纸	卷烟纸	滤纸	包装纸	照相原纸
厚度或紧度	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
灰分	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
施胶度	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
平滑度	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
白度	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
透明度	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
抗张强度	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
耐折度	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
耐破度	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
撕裂度	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
伸长率	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
表面强度	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
湿强度	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
湿变形或永久变形	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
卷曲性	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
吸收能力	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
透气度	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
电气强度指标	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
金属杂质含量	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
水抽出液pH值	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

注：+规定了要求的指标 - 不规定要求的指标 × 不是在所有情况下都规定要求

表 1 列出了各种纸的质量的主要指标。

由于造纸工艺基础科学研究方面所取得的成就，已经能够制造品种广泛、具有这种或那种性质、或兼有几种性质的纸张产品。不久以前还认为，制造某些种纸是造纸师傅的手艺（通常要有丰富的经验才能有这种手艺），现今“纯粹的手艺”已愈来愈为精确的科学知识所代替。当代的造纸工艺人员，应该是受过高等教育的人，他们不仅应该深刻理解造纸工艺，而且还应通晓纤维素化学、物理化学和胶体化学、水力学、热工、以及许多其它相近学科的定律。如果把纸看成是一种多毛细孔隙的胶体物料，纸的性质就容易说明了。

通常用下述方法来使纸和纸板获得不同的性能：选择造纸原料半成品，即按不同浆种配料；改变一个或几个造纸主要生产过程（如打浆、抄造、干燥等）的工艺规程；在纸料中加入各种添加剂（矿物填料、染料、分散剂、施胶剂及其它等物料）；纸的整饰，包括压光、起绉、起楞、压印、强化等等；使用化学药品进行表面处理（如表面施胶、浸渍、染色、涂布、塑化、涂漆等）。

这样，为了使纸获得这些或那些性质，造纸工艺人员可以采用不同的措施。而为了获得要求的性能，往往并不只用某一种固定的方法，而是用不同的方法。在每种情况下，造纸工艺人员应选择最简单、最经济和最方便的办法。

下面，在本书的相应章节中，将论述纸的主要性能（机械强度、弹塑性能、毛细的和吸湿的性能、光学性质、印刷性能、电气绝缘性能和其它一些性能），指出获得这些或那些性能的方法，说明可变参数，包括造纸各个生产过程对这些性质的影响。亦将论述某些纸病及其产生的原因。

目 录

绪论	(1)
第一章 各种纤维原料的纸页成形性质	(1)
1.1 纸页成形性质的一般概念	(1)
1.1.1 概述	(1)
1.1.2 工业纸浆的化学成分与其纸页成形性质的关系	(8)
1.1.3 纤维素改性的新方法	(15)
1.2 纸浆的性质与纸的性质之间的关系	(19)
1.2.1 各种纸浆的纸页成形性质	(19)
1.2.2 阔叶木浆纸页成形性质	(30)
1.2.3 磨木浆的纸页成形性质	(36)
1.2.4 草浆与苇浆的纸页成形性质	(44)
1.2.5 破布浆的纸页成形性质	(49)
1.2.6 废纸纤维的纸页成形性质	(50)
1.2.7 有机合成纤维的纸页成形性质	(57)
1.2.8 无机纤维的纸页成形性质	(67)
第二章 纸张生产过程对纸主要性质的影响	(70)
2.1 打浆	(70)
2.1.1 概述	(70)
2.1.2 纤维的润胀	(71)
2.1.3 打浆过程的参变数和打浆方法	(80)
2.1.4 添加助剂	(89)
2.2 加填	(92)
2.2.1 概述	(92)
2.2.2 纸中填料留着率	(100)
2.3 施胶	(107)

2.3.1	概述	(107)
2.3.2	施胶对纸张性质的影响和施胶 的参变数	(112)
2.3.3	施胶的方法	(122)
2.4	纸的抄造	(129)
2.4.1	概述	(129)
2.4.2	抄纸时纤维的絮聚	(136)
2.4.3	抄造过程的改进	(148)
2.4.4	纸页成型的新方法	(156)
2.5	压榨	(167)
2.5.1	概述	(167)
2.5.2	压榨对纸张性质的影响	(169)
2.5.3	纸的压榨过程的强化	(172)
2.6	干燥	(179)
2.6.1	概述	(179)
2.6.2	干燥对纸张性质的影响	(184)
2.6.3	纸张干燥过程的强化	(206)
2.7	纸的整理	(213)
2.7.1	概述	(213)
2.7.2	压光对纸张性质的影响	(215)
2.7.3	其它整饰作业对纸张性质的影响	(223)
2.8	干法造纸	(226)
2.9	纸的表面加工	(231)
2.9.1	概述	(231)
2.9.2	纸张在施胶压榨上的表面加工	(235)
2.9.3	关于用合成物质处理过的纸张性 质的补充说明	(240)
第三章	纸的结构与机械性质	(245)
3.1	纸的结构	(245)

3.1.1	概述	(245)
3.1.2	研究纸张结构的几种方法	(247)
3.1.3	纸张结构的形成	(249)
3.1.4	纸的孔隙率	(252)
3.1.5	纸的过滤性能与孔隙率的关系	(261)
3.1.6	纸的比表面积	(264)
3.1.7	纸的匀度	(268)
3.1.8	纸的表面结构	(270)
3.2	纸的机械强度	(273)
3.2.1	概述	(273)
3.2.2	植物纤维的强度及其长度	(278)
3.2.3	纸中纤维结合的理论	(282)
3.2.4	抗张强度	(292)
3.2.5	耐折度	(295)
3.2.6	耐破度	(301)
3.2.7	边抗撕力和撕裂度	(303)
3.2.8	耐磨强度	(310)
3.2.9	湿强度	(313)
3.3	纸的变形性质	(334)
3.3.1	关于纸的弹塑性的基本概念	(334)
3.3.2	纸的伸长率	(352)
3.3.3	刚度	(360)
3.3.4	纸的塑化	(369)
3.3.5	纸的润湿变形和永久变形	(374)
第四章	纸的毛细性质和吸湿性	(385)
4.1	概述	(385)
4.2	养生和调态	(393)
4.3	吸收性能	(396)
第五章	纸的光学性能	(403)