



中国科协学会学术部 编

新

观点新学说学术沙龙文集

85

新概念造纸技术与纸基功能材料



中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

新观点新学说学术沙龙文集 ⑧5

新概念造纸技术与纸基功能材料

中国科协学会学术部 编

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

新概念造纸技术与纸基功能材料 / 中国科协学会学术部编. -- 北京: 中国科学技术出版社, 2014.12
(新观点新学说学术沙龙文集; 85)
ISBN 978-7-5046-6765-6

I. ①新… II. ①中… III. ①造纸 IV. ① TS75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 280756 号

选题策划 赵 晖
责任编辑 赵 晖 夏凤金
封面设计 照 心
责任校对 何士如
责任印制 张建农

出 版 中国科学技术出版社
发 行 科学普及出版社发行部
地 址 北京市海淀区中关村南大街 16 号
邮 编 100081
发行电话 010-62173865
传 真 010-62179148
投稿电话 010-62103182
网 址 www.cspbooks.com.cn

开 本 787mm×1092mm 1/16
字 数 150 千字
印 张 6.5
印 数 1-2000 册
印 次 2014 年 12 月第 1 版
版 次 2014 年 12 月第 1 次印刷
印 刷 北京长宁印刷有限公司

书 号 ISBN 978-7-5046-6765-6/TS·71
定 价 18.00 元

如有缺页、倒页、脱页, 请与本社发行部联系调换。

序

造纸技术起源于中国，作为中国古代四大发明之一的造纸术是世界造纸产业的技术源头，欧洲人在 1000 年后才通过阿拉伯人学习到造纸方法。但是，现代造纸技术的发展是由西方主导的，中国的现代造纸技术则从 1884 年上海华章造纸厂的建立才开始形成。

改革开放后，中国现代造纸技术的发展迅猛，极大推动了中国造纸工业的发展，过去 30 多年造纸产业可大体分为两个技术发展阶段：① 20 世纪 80-90 年代，连续蒸煮、多段漂白、黑液提取、碱回收、中性施胶、涂布加工等先进技术的广泛应用，极大提高了生产效率，纸和纸板的产量从 1979 年的 493 万吨增长至 1999 年的 2900 万吨，产品品种与质量逐步满足市场需求。② 21 世纪初 10 年（2000-2009 年），通过引进国际先进或领先水平的高效制浆生产线、宽幅高速纸机和涂布加工技术装备，结合清洁漂白、废水达标排放处理、热电联产、造纸化学品等先进技术的应用，整体产业技术水平接近发达国家水平，纸和纸板产量达到 9270 万吨，产销量均位居世界第一位，与此同时，10 年间在产量增长 183% 的基础上，COD 排放总量减少 62%。产业技术的提升有效缓解了资源、环境的约束，明显推动了行业经济和环境效益的改善。

国家“十二五”期间，中国造纸工业基于循环经济、低碳经济理念，开始向可持续发展模式转型升级，面对资源和环境制约愈加严厉的现状，制浆造纸过程如何进一步清洁化？单位能耗和污染排放如何进一步降低？原料资源利用效率如何进一步改善？纸和纸板产品如何更加多种化和功能化？这是行业科技工作者发挥才智的机遇，更是企业节能减排降耗方面关键技术升级的需求。

技术创新与进步是产业转型升级可持续发展的支撑力量，产业发展源自创新，技术的突破往往来自于创新思维，因此，剖析产业现有技术潜力，研讨新兴技术前景，构思产业技术方向，是造纸学术界重点关注的课题。

2013 年 10 月在四川成都召开的第 85 期新观点新学说学术沙龙，主题为新概念造纸技术与纸基功能材料，来自国内造纸及相关行业的受邀科学家和企业家 30 余人，围绕新概念造纸技术、高填料纸技术和纸基功能材料研发与应用领域展开了深层次的

观念碰撞和技术交流，与会专家从不同的角度表述了各自的看法和建议。

会议讨论和争鸣的学术问题主要包括：

- (1) 现行技术的发展潜力和新概念造纸技术的发展方向。
- (2) 新环境下企业自主核心技术发展障碍与可行模式。
- (3) 高填料纸技术的需求和利弊。
- (4) 新原料、新技术、新产品对造纸产业的各种影响。
- (5) 废弃物资源化利用及纤维素衍生产品技术的发展问题。
- (6) 纸基功能材料行业发展模式及需要解决的关键问题。

会议通过对学术观念的讨论与质疑，相互启发、拓展或引发了更多的创新性想法，必定会给造纸技术的重大变革点燃一些火种，引发一些有价值的新思路、新发明。

未来，产业技术将加速革新。在政策引导下，在生产要素约束下，在市场竞争逼迫下，现代生物技术、生物质精炼技术、膜材料技术、能源管理技术、IT 技术将越来越多地改变传统技术模式，形成崭新的现代造纸技术体系。

未来，造纸产品也将从印刷、包装、书写和生活用品等传统应用领域，越来越多地拓展到航空航天、汽车运输、电子电气、新型建筑、现代农业等高新技术领域，为国民经济提供越来越多的高性能纸基功能材料产品。

作为本期沙龙的领衔专家代表，值此沙龙文集出版之际，衷心地感谢中国科学技术协会学会学术部对本次会议的支持与帮助，感谢各位专家学者的积极参与和贡献，也感谢中国造纸学会对沙龙会议的精心筹备与组织。



2013 年 10 月

目 录

造纸技术的新挑战及纸基功能材料的发展趋势	陈 港 (2)
从造纸工业的循环经济特点谈高填料纸和纸基功能材料 ...	靳福明 (10)
改变行业传统思维模式 做好前期文化植入	
开发绿色环保产品 促进造纸行业发展	李劲松 (14)
特种纸行业技术发展存在的非技术问题	李义民 (16)
互联网时代造纸业的思考	李 臻 (21)
高性能纸基功能材料研发面临的几个小问题	陆赵情 (24)
合成硅酸钙加填轻型纸的研究	彭建军 (26)
行业需要颠覆性新技术支撑可持续发展	曹春昱 (32)
全面创新 共同努力 促进行业发展	刘 文 (39)
纤维工程开创浆纸产业未来	钱学仁 (43)
新形势下的低能耗、低碳造纸	陶劲松 (45)
造纸技术与功能材料的结合及其产业化	王海松 (49)
交叉技术形成新纸基功能材料	吴立群 (51)
对特种纸现状及发展的思考	杨祥建 (53)
谈谈对开发高填料纸的一些认识与思考	张美云 (57)
行业的规范与发展	李进轩 (64)
产品质量提高和创新的一些思考	杨 旭 (67)

对特种纸制备过程中学科交叉现象的认识.....	张素风 (70)
特种纤维纸制品的研究与发展	赵传山 (72)
特种纸产业的延伸	周小凡 (75)
中国造纸工业的困境和出路.....	庄金凤 (79)
专家简介	(83)
部分媒体报道	(95)

会议时间

2013年10月16日上午9:00-12:00

会议地点

四川成都

主持人

曹春昱

曹春昱：

各位专家，大家上午好！今天我们在这里召开中国科协第85期新观点新学说学术沙龙，主题为“新概念造纸技术与纸基功能材料”。我们将围绕新概念造纸技术、高填料纸技术和纸基功能材料研发与应用领域展开深层次的观念讨论及技术交流。技术的突破往往来自于创新思维，希望大家通过学术观念的讨论与质疑，相互启发、共同构建更多的创新性想法，促进行业技术的转型升级。

造纸技术的新挑战及纸基功能材料的发展趋势

◎陈 港

我今天主要是围绕 3 个方面来谈谈一些有关新概念造纸技术的个人观点，第一个就是当前产业形势对造纸技术的挑战；第二个是关于特种纸及功能材料；第三个是纳米纤维素。我发言的脉络大概是从宏观到微观，再到具体方向性的内容。

第一部分，关于国内造纸工业的形势。

大家知道这半年来，甚至从 2008、2009 年开始造纸工业的产业形势就面临很大挑战。一方面市场需求，受宏观经济的影响，纸及纸板需求在减缓，无论是国内还是国际上的一些数据统计都表明，2008、2009 年次贷危机以后需求大幅度下降，虽然 2013 年上半年国内的产量同比有 2% 左右的增长，但是需求是减缓的。这几年造纸产业成本不断递增，特别是能源成本、人工成本，但是中高档产品的市场销售没有提高，因此企业效益在不断压缩，从微利走向亏损的越来越多，这是我们面临的一个挑战。

另外，造纸行业要执行新的环保标准，这使得在环保治理上的成本不断提高。现在大家都提出来企业要转型，实际上转型比较难，因为转型没有方向。造成的这种情况因素，我觉得除了宏观经济的影响是一个比较大的因素外，与造纸行业本身的发展模式也有很大关系。2007 年是我国造纸行业的一个拐点，就是产能开始大于消费量，也有企业认为我国对纸品的需求量大，虽然产能大于需求但是还是有机会发展，所以一直以来大家都说要在更大规模上去竞争。关于造纸行业将来发展的模式我是这样看的，之所以提出生物质精炼这个概念，我看到的最早的报道是美国华尔街投行专家提出对造纸行业营利模式的思考，过去大家都采用以纸浆或者纸张作为单一产品的生产模式，美国在 20 世纪 70 年代有原料和技术优势，但近年来市场竞争力下降，投资回报率明显恶化。因此，除了单一的产品模式以外，造纸企业是否还能做除了纸和纸浆以外的产品，特别是制浆过程的化

学品等，这更多是从企业效率和回报角度提出的模式变更。

大多数企业一直以来的发展模式都是追求产能，靠规模的竞争，这种模式面临竞争力下降，需求减缓等问题，导致很多企业出现亏损。下面从技术角度和技术层面谈一谈普通造纸企业面临技术挑战：

第一个方面就是我们希望不断增加纸张里填料的含量。过去我们关注纸张强度的变化，随着填料含量的提高，目的要降低成本、改善光学性能，但是往往会带来很多主要性能的劣变。一直以来高加填的造纸技术是造纸行业面临的一个比较大的挑战，比如有些生产双胶纸的企业希望进一步提高纸页灰分含量，双胶纸常规灰分含量为 22%~23%，如果提高 1% 的灰分可能成本会降下来，但是增加过多就会带来负面影响。装饰纸的填料的含量可以高到 40%，这跟其他纸张要求不一样，所以对造纸企业来讲尽可能提高纸张的填料含量同时保持纸张性能，是比较大的技术挑战。

第二个方面就是纸张的定量，即低定量化的应用，对企业来讲什么时候都面临这个问题。无论是用来包装还是印刷，低量化都会带来一些纸张主要性能的变化，也会对关键工艺技术提出新的要求。

第三个方面是白水封闭循环。现在我们都认为纸机越大、速度越快，效率就越好。希望通过工艺技术手段和先进装备，还有化学品应用来优化造纸过程。当水的循环利用率越来越高（造 1 吨纸用 5~6 吨的水，这时纸机用水封闭循环已经很高了），现有的化学品的应用会面临很大的挑战，过去用 20 千克化学品就可以了，现在用 50 千克还可能不行。这个也是未来对造纸技术的一个挑战。

第四个方面，大家都在考虑尽可能用回收浆替代原生浆，用短纤维替代长纤维，像文化用纸。无论是北美、欧洲还是中国，全球纸浆的供应量非常充足，为什么提出这个问题？主要是成本问题，在欧洲很多大型纸机依然使用 100% 的全木浆造高档纸张，配比可能还用 20% 的长纤维，我们国内企业用大部分回收浆料去替代原生浆料生产高级纸张，这方面面临的的可能不单单是纸张强度问题，还可能导致纸页的其他性能下降，这也是我们需要面对的障碍。

第五个方面，对传统的造纸工业来讲，无论是“十二五”时期还是将来，造纸工业都要面对节能减排任务。节能也是很重要的，美国、欧洲的造纸工业发展的技术路线认为，提高纸页干度未来也是一个挑战，从技术角度来讲，纸页压榨

部的干度通常在 45%~50%，现在美国和欧洲提出未来压榨脱水部干度的目标是 55%~58%，从而达到降低干燥能耗的目的。

第六个方面就是关于造纸工业的下游产业。印刷、包装业是我们的下游，很多纸张需要做包装、印刷，印刷技术的发展对纸张性能提出了新的要求，特别是吸墨性这个关键指标带来挑战，我们不能用传统指标评价新的印刷技术发展带来的一些纸张性能指标的变化。

第二部分，关于特种纸及功能材料。

特种纸一般指的是有特殊功能或者特殊用途的纸张，它的这种功能可以通过造纸工艺或者后加工的工艺来实现，产品形态往往是薄片或者单张。纸基功能材料的概念更宽广，从材料角度更能体现纸张的应用，因此它也可能有多层的。拿纸作为基础材料加工变成密封材料，使它具有更强的材料特性及功能。有人统计，特种纸或者纸基功能材料有 1 万多种，也有人说几千种，品种非常多，技术差异性也很大，所以从这个角度讲，特种纸或者纸基功能材料所采用的技术差异性或者涉及学科的门类交叉非常丰富，因此，这方面要讨论的话题是非常多的。经常有人问我如何从普通造纸企业转向做特种纸产业，一方面纸张的应用有它的专门性，从另外一个角度，我觉得要转型或者往这方面发展最大的一个壁垒可能是市场，市场壁垒比技术壁垒更难以跨越，因此，应用和市场壁垒可能是首先要考虑的，并且往往比技术层面要求更放在前一点。

第一个方面，关于特种纸基功能材料的应用，大家看到过一些有关纸张的统计数据，很多纸张品种的产量在不断下降，但是包装用纸还是在平缓增长，也就是说很多企业在做包装类纸张。现在包装的概念越来越宽，我们原来讲纸张应用于印刷、包装，但是新的包装领域还没有涉及。我们经常谈如何在包装领域寻找特种纸的机遇，纸张材料与塑料材料相比原料来源比较丰富，但是纸基材料和塑料材料相比在某些性能方面有劣势，比如说纸张的阻隔性，假如说把纸张能够做成封闭的，无论是防水还是防油，这些阻隔功能的性能提高，在很多不同的领域，纸张的应用会更广。

第二个方面，我们现在要将纸张的应用范围拓宽，其中有一个性能指标要求是通过现有技术手段提高纸张的平滑度，而我们面临的挑战是当平滑度到一定程

度,现有的技术手段难以突破,当前国际上公认的纸基功能材料的一项突破性技术,就是怎么样把粗糙度 PPS 从 0.5 微米降到 0.1 微米甚至 0.05 微米,如果能够实现,这种纸张会在很多现有纸张不可能运用的领域得到广泛的采用,特别是在功能性包装领域前景广阔。

第三个部分,关于纳米纤维素。

我个人认为,造纸行业近几年最热点的研究内容是纳米纤维素,材料到了纳米级以后,无论是结构还是性能都与一般的相比有很大的差异。为什么采用植物纤维作为纳米纤维材料?主要是因为植物纤维原料来源比其他的要丰富,所以当前在这一领域国际上大的造纸企业或者主要研究机构,包括美国原来不从事此领域的院校都纷纷加入有关研究计划,如 APP、斯道拉思索、日本三菱株式会社、日本王子制纸株式会社等企业。对于这种材料,我个人觉得需要突破的第一个技术就是如何高效率大规模的生产纳米纤维素,目前的制备方法有化学的,机械的,还有化学机械相结合的方法,以及生物技术、化学、机械相结合的方法,我们在这方面做了很多研究。其次,要解决的关键技术问题就是,怎样和传统的造纸技术结合,这个对我们来说还是有比较好的切入点。我们课题组有一个学生在国外大学进行合作研究纳米纸,已经从第一代的纳米纸,改进到了第三代纳米纸。纳米纸的制备,其大部分的原料不一定是纳米纤维素,但是也可以做到需要的性能。我个人觉得将来纳米纤维素可以在纸张涂布材料、生物医学、电子器件等方面得到发展和应用,当前国外的很多研究报告反映了纳米纤维素在电子器件领域作为一种新材料的进展非常迅速,尽管在某些性能方面还有局限。

刘 文:

我个人觉得纳米纤维素的生产成本是一个问题,但更主要的是应用研究。我们单位在纳米纤维素制备方面也进行了一些研究,但还没有开发出很有价值的应用领域;在纸张增强上进行了一些实验,效果也不是很明显,没有显示出特殊的优势。前两天,同美国林产实验室的朱教授也进行了这方面的交流,他们也说不怎么用。我觉得要考虑它哪方面有突出优异的性能,分析其能发挥其特性的应用领域,开展这方面的研究更迫切。

陈 港:

实际上从这个概念讲我是这样看,有些材料制备是制备出来了,但是成本很高,反过来对它的应用也是一个障碍。方法大家都有,关键是怎么大规模来把制备成本降低,可能要从制备工艺、装备方面考虑。现在国际上几乎每天都有关于纳米纤维素的制备及应用的论文,关键是如何降低它的成本。

李劲松:

一个材料的应用和开发涉及一个很重要的问题,就是能否为客户带来价值,主要有三方面:一是可为客户降低生产成本;二是可为客户提高产品质量;三是使用该技术或材料可开发出具有附加值较高的新产品。通常成本低、质量好、性能优异的产品好推广和应用;有的产品是成本高、质量好、性能优异,这就要看是什么原因造成的成本高,是原辅材料成本高?还是工艺不合理、得率低?或者是生产批量小、浪费大、消耗高、管理费用高?如果你开发的产品理论测算是可以盈利的且使用性能良好,那么你就要测算一下产量多大时能盈利,市场是否有足够大的消化能力,按现实售价多长时间能收回成本,如果你分析判断你的产品技术先进能为客户带来较大价值,因此决定开发,那么你就应该承受前期的亏损。事实上这种判断较难,因为你的前期生产工艺和原辅料选择并不一定是最优的,因为在具体生产过程中进行改进、磨合,还能够进一步降低生产成本。但是如果你不去规模生产和大规模应用,你永远也不知道它的制造成本能达到什么状态,正所谓科研投资是风险投资。我很赞同刘文的观点,我们的研发要有目的性和方向性,不仅要研究如何制造,更要研究怎么用、用在哪里,用了才有可能通过技术改进降低成本,不用就无法达到这一效果。

还有一种方法就是找地方用。有的东西已经开发出来,有很突出的特点和优异的性能,但用在附加值较低的产品上无法产生效益,我们需要看看在别的高附加值产品上有没有推广和使用价值,有时在本行业价格无法承受但在其他行业有可能就是质优价廉的产品。学科交叉很重要,事实上作为大专院校、科研院所,我不赞成研发一些降低成本的产品,要创新、要革命、要在项目前期和进行中多方向市场宣传引导顾客来买你的技术和产品,并开发出与众不同的新东西来,才

能创造出较高的商品价值，往大了说才能推动社会的技术进步。

李义民：

我觉得刘文教授、陈教授说得都对，有的东西可能研究的时候的确不知道做什么，研究出来想用也没有地方用。企业是追求利润，研究的时候就要想到将来可以在什么地方应用，投入多少可以有回报。高校的研发成本低，所以我建议，以后是不是做一下分工，高校做一些基础性的研究，还没有明确特殊用途的时候先做研发，研究出来以后的工作再交给企业做。

陶劲松：

关于纳米纤维素的应用陈教授也提出了一些观点，我讲一下我的看法。刚才刘文讲不知道这项技术怎么用，在造纸行业的应用有两个方面：第一个加填增强剂；第二个就是低定量的涂布，因为纳米纤维在纳米化后强度会提高很多。其实纳米纤维除了在造纸方面的应用，更广阔的应用是在其他的化工领域或者电子领域。在化工领域，纳米化后会形成一种胶乳状的东西，看起来就和奶油差不多，但是热量远远低于奶油，所以就作为减肥食品应用。第二，纳米纤维素作为胶黏剂。

我个人认为它以后可以更广泛地应用于电子领域，比如电子领域使用的 PET 板有一个缺陷，强度低，不容易弯曲。我们仔细看看现在电子领域的发展趋势，一个是高密度化，二是弯曲，但是 PET 板弯曲处理时容易开裂，会使电子元件变形，而纳米纤维素强度很高，又便于回收，比 PET 板有容易弯曲的趋势。

三星公司最近推出了一款电子设备叫作智能手表，谷歌也在开发，这属于可穿戴设备。电子设备不是平板的，而是可以弯曲的，有良好的强度、柔软度，纳米纤维素确实可以满足这样的需求。所以，从这几个方面来看，我认为不是说它没有地方用，而是怎么样降低它的生产成本，怎么样能够大范围地推广，肯定是有用的地方。之前在欧洲参观考察的时候，多伦多大学就有一个很大的项目，把纳米纤维素加入塑料中做复合材料，奔驰汽车已经走在前面，他们在这方面做得比较成功。

周小凡:

首先,我今天带过来几个样品给大家看一下,这也是我们最近开发的一个项目(图略)。这是一个100%用纸张处理过的样品,具有非常好的延展性,我们实验室可以做到100%以上,这个样品延展60%~70%没有问题。这个也是纳米纤维素做的,制造工艺和现有的纳米纤维素制造方法不一样,作为纸张来说最重要的用途是做薄膜状的材料。把纸经过处理直接用现有的溶解体系,之后再经过处理完全可以做到这样的效果,唯一的缺点就是它现在没有非常好的韧性,但因为这是纸质材料,从这个角度出发,考虑用它来替代塑料薄膜有非常好的应用前景。

第二,造纸行业往纳米技术延伸不应该只盯在造纸行业,应该往其他行业发展。其实,现在印刷也在走下坡路,铜版纸也好,胶版纸也好,其实都在走下坡路,那么我们可以做什么呢?皮革行业就有极大的应用潜力,如皮革行业近年开发的超级纤维合成皮革,技术非常成熟,而且已经替代了原有的皮革。但是有两个缺点,第一个是透视性能不好,第二个是染色性不好。如果使用造纸植物纤维,这两个方面肯定没有问题,所以我们取了一个名字叫纳米纤维素合成革,现在的结果是:手感上已经有皮革的迹象,甚至弹性都靠近皮革。所以,我们应该盯着新材料、新技术。

大家都知道,现在用纳米纤维素做出来的材料本身强度非常好,我们曾经在实验室做过,这张纸在没有处理过的情况下紧度大概是1.3~1.4,这在普通造纸技术上是做不出来的。那么,1.3~1.4的紧度用作什么方面较合适呢?我们大家知道,绝缘材料的绝缘性要求紧度越高越好,从这个角度出发,用纳米纤维素做绝缘材料是非常好的方向。

另外,怎么去用纳米纤维素材料开发产品?我现在做的纳米纤维素在没有干燥前有非常好的特性,这张纸的吸水性大概是原有8倍,而且湿强度非常好,比原湿强度高40%以上,可以用作血液透析材料,因为它既是纸张化的又是薄膜化的,同时又有很好的吸水性能,对做膜过滤来说是非常好的。

陈教授提到的高填料纸张,以前我们叫它合成纸,它的最大缺点是不环保,不能循环再利用。假如把合成纸环保的问题解决掉,我们完全有可能做出不含纤

维的纸，就加一些化学品，使得产品具有内部孔隙，具有纸张特性的同时又不同于传统的纸张产品。

张素凤：

关于合成纸不环保的问题不能一概而论，根据我们跟企业的合作来看，他们目前对某些合成纸的产品开发非常迫切。他们说，如果纸的性能以及应用性能都非常好的话，环保方面是可以不去考虑的。

王海松：

大家谈了很多关于纳米纤维素的制备和应用的问题，其实我觉得这两个问题不能完全分隔开，用机械法制备、化学法制备还有生物法制备，其生产出来的纳米纤维素的性能是不一样的，所以要根据制备方法确定制备出的纳米纤维素的用途。纤维素纤维到达纳米尺度确实体现出与常规纤维不同的强度性能、光学性能等，但分散性、热稳定性还需改善，所以企业要根据纳米纤维素的特征扩大其应用范围，研究机构也要根据企业的需求不断改进纳米纤维的制备方法及性能，从而适应企业的应用需求。

关于造纸工业的转型，一个重要的方面是降低成本，用石头部分代替纤维就是一种方式，也就是我们所说的高填料，但高填料情况的纸张强度问题需要注意；还有一种方式就是降低纸张的定量，日本的印刷纸都是按面积卖的，这样企业自己就会考虑怎样降低定量从而降低成本，而咱们都是按重量卖的，这也是我们需要改变的。

从造纸工业的循环经济特点谈高填料纸和纸基功能材料

◎靳福明

先说一下造纸工业循环经济的特点。造纸工业原料来源于可再生的植物资源,纸产品在生产、消费的整个过程中的循环特点表现在以下几个方面:其一是林浆纸一体化,林促浆、纸、浆、纸养林,制浆剩余物可以进行生物质能源利用,并且生物质纤维造纸后起到固碳作用,实现绿色大循环;其二是纸和纸板销售和消费后的回收再利用和多次利用,实现浆纸生产—纸品销售—废纸回收—废纸经营—浆纸生产的社会大循环;其三是生产过程多渠道、多回路的化学品回收、水的回收和能源的回收,这是在生产过程内部的循环;最后是生产系统的废弃物资源化再利用,如备料的树皮、筛选碎屑等作为生物质燃料,浆渣的利用,其他固体废弃物的资源化利用等。所以在行业上认同的是造纸工业具有显著的循环经济特点。

第二点,纤维原料的生命周期问题。纤维原料的生命周期是由纤维来源、生产的产品、可回收成分和回收次数等决定的,指纤维从生长到消亡的整个时间段。分为如下几个阶段,先是纤维原料的产生,纤维原料包括木材加工或农业剩余物、浆材林砍伐和回收废纸;再是在制浆造纸厂用原生纤维生产纸浆或用回收废纸生产纸浆;然后是纸和纸板或其他纸产品的生产;再到纸和纸板或其他纸产品的消费,不同用途纸种在消费后有不同的回用特点,有部分是不可回收纸种,如卫生纸、档案资料等;再后就是回收纸贸易,回收后废纸可回用于纸浆生产,也有的填埋或焚烧,如采用焚烧,其中有机纤维在焚烧过程仍可进行能源生产。在整个的循环过程中,纤维可以循环4~9次,好的纤维可能循环的次数更多。有一个研究,研究对象是北欧30年和60年的松木,结论是60年松木更成熟,变成细小纤维消亡的时间比30年松木纤维更长,循环次数更多,研究结论主张不要砍伐30年的松木。所以,从纤维的回收和多次循环来说,纤维回收次数越多,循环经济的特点表现得越好,更有利于环保。