



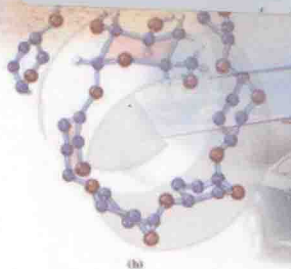
中国科协学会学术部 编

新

观点新学说学术沙龙文集

65

生物质精炼技术与 传统制浆造纸工业



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⑥5

生物质精炼技术与 传统制浆造纸工业

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

生物质精炼技术与传统的制浆造纸工业/中国科协学会学术部编.
—北京:中国科学技术出版社,2013.4
(新观点新学说学术沙龙文集:65)
ISBN 978-7-5046-6334-4

I. ①生… II. ①中… III. ①生物材料-应用-制浆造纸工业
IV. ①TS7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 077997 号

选题策划 赵 晖
责任编辑 赵 晖 夏凤金
责任校对 赵丽英
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 <http://www.cspbooks.com.cn>

开 本 787mm×1092mm 1/16
字 数 250 千字
印 张 9.25
版 次 2013 年 5 月第 1 版
印 次 2013 年 5 月第 1 次印刷
印 刷 北京长宁印刷有限公司

书 号 ISBN 978-7-5046-6334-4/TS·63
定 价 18.00 元

(凡购买本社图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

序

当今世界面临许多的挑战,其中化石资源的日益枯竭和气候变暖对人类未来的生存和环境都将带来严重的影响。因此,近年来,以生物质开发利用为宗旨的绿色低碳发展理念不断深入人心,也正在不断地改变着人们的消费心理和行为。

生物质精炼技术是备受世人瞩目的新的研究开发领域。它以生物质为原料,研究开发出既能够代替化石资源,又能满足人们生活需求的生物质能源、材料和制品等。近年来,国内外科技工作者都在这一领域进行了非常集中的研究和探索。

制浆造纸工业是以生物质为原料,生产出工业原料和生活用品的传统产业。在人们日益注重生物质开发利用的前提下,如何转变发展方式,利用生物质精炼技术,改造和提升这一传统产业是一个十分重要的课题。

2012年10月25~26日,由中国科协主办,中国造纸学会承办的第65期新观点新学说学术沙龙以“生物质精炼技术与传统制浆造纸工业”为主题,在北京召开。本期沙龙邀请了27位行业专家学者就有关生物质精炼技术的最新进展、生物质精炼技术与传统制浆造纸工业的结合等相关学术问题进行了广泛而热烈的讨论。还有30多位专家代表旁听了本次研讨。

专家学者们围绕以下几方面交流了他们对生物质精炼和传统制浆造纸相结合的看法,对结合现有制浆造纸企业开发生物精炼产业的看法;适合中国国情的中长期制浆造纸工业技术发展方向;木材及非木材生物质高附加值利用设想;制浆前半纤维素提取、利用的技术经济可行性及纤维素在造纸以外的应用;木素产品链及木素利用的产业化展望;生物质乙醇及生物质燃料(汽油)研发的进展及前景;黑液气化与传统碱回收等。

各位专家学者本着中国科协学术沙龙倡导的“敢于质疑、勇于创新、宽容失败”、“倡导自由探究,鼓励学术争鸣”的原则,科学求实,对会上提出的一些新

观点、新学说展开质疑与热烈的讨论,现场气氛十分活跃。与会专家学者在自由宽松的氛围中,各抒己见,在讨论和争鸣中提高了认识。

生物质精炼技术仍然处于快速发展时期,造纸界的专家学者有对生物质化学较深的理论基础。目前又正值传统的制浆造纸工业进入转型时期,积极参与生物质精炼技术的研究与开发,密切结合制浆造纸工业的实际,促进生物质精炼技术与制浆造纸工业的结合有着十分广阔的前景。在这一过程中需要有更多的新发明和新思路来推动人类社会的绿色低碳可持续发展。

作为本期沙龙的领衔科学家,我在此文集出版之际,衷心地感谢中国科协学会学术部的大力支持和帮助,也感谢各位专家学者的积极参与和贡献。



2012 年 10 月

目 录

生物质精炼基础研究进展及其重点	孙润仓(2)
纤维资源高值化利用	曹朴芳(9)
生物质精炼和传统制浆造纸工业的生物能源开发问题 ...	陈德海(12)
制浆造纸工业与生物精炼的可能结合点	房桂干(17)
制浆造纸工业的综合利用与生物质精炼异曲同工	冯文英(23)
棕榈叶鞘细胞酶解糖化性能的研究	付时雨(28)
生物精炼技术与传统制浆造纸工业的结合	惠岚峰(35)
利用草浆厂备料废弃物生产生物质乙醇	金永灿(39)
制浆造纸是最大规模化的生物质综合利用工业	曹振雷(45)
从工程的视角看生物质精炼技术与传统制浆造纸工业 的结合	靳福明(50)
生物质精炼与制浆造纸行业结合的思考	孔凡功(54)
制浆造纸工业与生物质精炼	邝仕均(58)
对于制浆造纸生物质精炼几种主要模式的评价	李忠正(64)
乙醇法处理木质纤维原料是可行的生物质精炼 方法之一	刘 忠(68)
木素提取联合碱回收的黑液处理方法	农光再(73)
生物质精炼技术融入制浆过程中的几个切入点	武书彬(75)
生物质精炼对中国造纸工业的影响及两者融合的方式 ...	曹春昱(81)
太阳纸业生物质精炼模式产业化应用实践	张 伟(87)

溶解浆生产及废液综合利用	黄运基(91)
木质纤维素生物质燃料生产及前景	谭国民(94)
半纤维素高值化利用途径浅谈	彭 锋(99)
生物质高值化利用基础研究新技术、新观点	许 凤(102)
非木材的综合利用——纸浆、低聚木糖及能源	徐 明(106)
自由基制浆法	杨懋暹(109)
适应中国造纸行业国情的生物质资源综合利用	张凤山(113)
制浆前半纤维素提取的可行性及现有技术特点	张素凤(116)
木质纤维素资源的高值化利用途径	张 勇(119)
 专家简介	 (123)
部分媒体报道	(135)



会议时间

2012 年 10 月 25 日上午

会议地点

北京中轻大厦二层会议室

主持人

曹振雷

当今,生物质精炼技术这一新的研究开发领域备受瞩目,中国造纸学会继 2010 年成功举办第 41 期新观点新学说学术沙龙——无污染制浆新技术之后,再次获得中国科协的支持,成功申报了第 65 期新观点新学说学术沙龙——生物质精炼与传统制浆造纸工业。今天,希望各位专家、学者积极踊跃发言,在学术范畴内进行讨论、质疑,产生新的思想火花,进行新的思想碰撞。



生物质精炼基础研究进展及其重点

◎孙润仓

今天想就我们这几年来在“973”项目“生物质精炼”方面的研究进展情况简要地与大家交流。我们课题组的这个项目是2009年立项的,主要是侧重生物质精炼方面的基础研究,就当前我国在生物质精炼基础研究方面的情况给大家做一些简要介绍。同时,也就我个人的理解谈谈生物质精炼基础研究的重点。

就目前国际大环境来讲,生物质精炼被很多国家和地区的科研单位提上了日程,并作为重点开发方向。而且不只造纸行业的研究单位涉猎,精细化工、绿色化学方面的科研团队都在研究,但是我认为造纸学科专业人士做生物质精炼最有优势。因为制浆造纸过程本身就是生物质炼制,不同的是制浆造纸过程是将植物纤维原料中的半纤维素和木质素除去,将纤维素作为残渣留下,然后用来造纸、做纸基材料。同时,在这个过程中,木质素被回收,用活性较好的做一些初级的材料和填料,大部分被直接焚烧,用作能源物质。现在生物质精炼一般要做三大产品,分别为生物质能源、化学品和材料。在2000~2005年,特别是2005年左右,生物质能源叫得特别响,但到2008年以后就明显改变了。2012年国家统计,用生物质做能源只占生物质用量的1%~2%,化学品占10%左右,其他的生物质将近90%都作为材料。

从国家层面来讲,现在对外宣传是生物质能源放在第一位,但是从目前经济和产业化方面考虑,比较普遍的是生物质材料。因为企业的生存之道是经济效益,企业要有经济效益首先就是开发生物质材料,目前用生物质开发材料起码不会亏本,并且能带来盈利。其次才是生物质化学品,最后才是生物质能源。生物质能源包括两个方面:第一个是生物乙醇,第二个就是生物油。从最近几年立项的“973”计划项目来讲,其中有两个生物乙醇研究项目,最早是中国科学院过程工程研究所的陈洪章研究员主持的“秸秆资源高值化关键过程的基础



研究”,然后是2010年山东大学生命科学院院长曲音波教授主持的“木质纤维素资源高效生物降解转化中的关键科学问题研究”。两个生物油研究项目,第一个是浙江大学骆仲泱教授主持的“生物质转化为高品位燃料的基础问题研究”,由华南理工大学的武书彬教授牵头其中的一个课题;第二个是2011年中国科学院广州能源研究所承担的“草本能源植物培育及化学催化制备先进液体燃料的基础研究”,研究生物气化液化做生物油的。

还有4个研究材料的“973”计划项目,最早的是南京工业大学欧阳平凯院士申报的“生物催化和生物转化中关键问题的基础研究”,是通过生物工程做生物材料和化学品。另外,还有4个研究关于化学品和材料方面的“973”计划项目。2011年浙江大学杨立荣教授又立项了一个研究材料和化学品“973”计划项目。加上2009年我承担的“973”项目,总共有6个“973”项目都是与做材料相关的。

起初在这方面的立项也不是那么一帆风顺,像武书彬老师参与的那个“973”项目,当时是骆仲泱教授和中国科技大学朱清时校长联合申请的,就是因为最后一轮讨论的时候,专家对生物质能源,生物油、生物乙醇都还有不同的争议。但是,近两年随着国际上的潮流大趋势向材料发展,生物质高值转化首选材料,其次是化学品,然后才是生物质能源。生物质能源就是生物乙醇和生物油两类,当然咱们国家对生物油技术投入最多,进度也是最快。虽然瑞典的生物质能源已经做得非常先进,但是可能因为他们的生物质能源设备在当地加工费比较高,我国的能源所就已经把气化设备卖到了瑞典。另外就是工业化,生物油和生物气方面,无论是小型还是中型,在国内已经做的很多了。

在生物乙醇方面国内也建了很多企业,目前最大产量为每年30万吨。我看过三家企业,他们如果单独做生物乙醇肯定没有经济效益,一是生物乙醇本身的经济效益问题,不能与石油基产品媲美;二是预处理的技术路线问题,现在规模比较大的是河南天冠集团,还有东北的两家企业。众所周知,生物乙醇的关键问题是在原料的前期预处理和酶的成本,也就是怎么廉价、高效地破除细胞壁的抗降解屏障,只有这样,葡萄糖的产率才会提高。只要这一步的问题解决了,后面的发酵基本和淀粉发酵原理一样,都已经是成熟工艺,所以生物乙醇的关键在于预处理。现在国内用的预处理技术都是国外普遍采用的技术,无论



是木材还是非木材,像秸秆、蔗渣,国外都是采用先蒸汽爆破,然后再将蒸汽爆破的残渣进行酶水解,再发酵水解的单糖做乙醇,国内建的这几家企业都遵循了这个路线。

我个人认为,对于木材用蒸汽爆破的方法去做生物乙醇的路线今后可能行得通,但是对非木材来说成本太高。因为非木材的结构中存在阿魏酸和对香豆酸,导致它的木质素和半纤维素的连接也不一样。对木材来说,木质素和半纤维素直接连接到一块,但是非木材一部分是通过阿魏酸作为桥梁把木质素和半纤维素连接起来。所以对于非木材,最大的特点就是木质素和半纤维素容易分离,特别是在稀碱溶液当中,但是用稀碱溶液处理木材,就不容易把半纤维素和木质素分离出来。所以我个人的观点是,如果要用预处理的办法做生物乙醇,对非木材原料,我觉得用蒸汽爆破不划算,而且根本没有必要,因为在低温稀碱处理下就可以把三大组分分离出来,这样我们可以将分离的半纤维素和木质素进行深度开发,做成高附加值产品,总体上达到生物质精炼的目标。另一方面,目前在生物质炼制方面,如果单独做生物乙醇而不注重下游高附加值产品的开发,成本瓶颈很难突破。所以,目前虽然建了不少示范工厂,无论 10 万吨还是 30 万吨,但是由于各种原因都在停产,等着国家的补贴。国家对玉米淀粉有补贴,但是对生物乙醇现在虽然制定政策了,只是还没有实行。这类企业现在也有一个观念,国内、国外也都达成了共识。单独利用纤维素做生物乙醇,而不利用半纤维素和木质素,总体达不到目标效益,因为木质素大概占 15% ~ 25%,半纤维素 35%,非木材中纤维素也占不到 40%。只利用了 40%,而 60% 还没有利用起来,所以从这个角度来看,生物质精炼确实是客观要求。

2009 年安徽格义清洁能源技术有限公司的负责人给我打电话,他们是几个退伍军人成立的私营企业,想要贷款投资 2000 万元做生物质能源企业。当时我就不赞成这个观点,因为现在做生物乙醇绝对赚不到钱,而且都是自己贷款,风险太大。他们这个企业原来的规模是每年 3000 吨,主要原料是玉米秸秆,我建议可以把纤维素做生物乙醇,但是木质素和半纤维素要全利用起来企业才能见到效益。当时他们觉得半纤维素和木质素找不到出路,主要想把纤维素做生物乙醇,目的是想做示范工程。后来南京林业大学张齐生院士接了这个项目,现在规模也很大,2012 年年底就改成年处理 1 万吨玉米秸秆了,方法主要



也是分离出木质素、半纤维素和纤维素,然后再分别利用,这样企业才能见到效益。现在国内有两个大企业,其中河南天冠集团原来是用蒸汽爆破,现在也要改变这个方法,蒸汽爆破 10 万吨玉米秸秆、小麦秸秆能量巨大,而且蒸汽爆破以后半纤维素没有了,变成了单糖或者己聚糖、糠醛,但是这些没有利用起来。还有安徽丰原集团有限公司,我们合作比较早,他们在半纤维素这方面做得非常好,利用酶处理的办法把半纤维素水解以后,先把半纤维素分离出来变成单糖和己聚糖,然后再分离阿拉伯糖,纯度可以达到 90% 以上。阿拉伯糖 2012 年的销路是最不好的,现在每吨 5 万元,2011 年以前每吨 25 万元,所以,2009 ~ 2011 年阿拉伯糖的销售对丰原集团的经济贡献很大。他们把木糖利用来做木糖醇,还有糠醛,特别是做低聚木糖。然后把木质素提取出来,最后再用纤维素做生物乙醇,当然这对丰原集团来说也是全组分利用了。河南天冠集团现在也要改掉原来蒸汽爆破的方法,我建议玉米秸秆不用蒸汽爆破也能分离,而且蒸汽爆破后半纤维素都变成了糠醛,若用稀碱或者热水预处理的办法,就完全可以把半纤维素分离出来,再加一步碱处理去除木质素,得到纯的纤维素去做生物乙醇,60% 以上的半纤维素和木质素,带来的效益要占将近 2/3 的效益。据我所知,国内的天冠集团和丰原集团都改成稀碱分离的方法了。

当然预处理的方法也有很多种。在国外,包括瑞典、美国和加拿大,流行的都是蒸汽爆破的办法,因为那些搞生物质精炼的研究人员并不是造纸专业出身,以前不是生物专业就是化学专业,他们对生物质当中具体的微观结构还不太了解,所以都先通过蒸汽爆破的方法,但是没有想到蒸汽爆破带来不利的方面也很多。所以我个人建议,目前生物质精炼的关键在于预处理,从我个人带的学生做预处理的实验来看,水热处理是一个很好的可行办法,不加任何化学试剂,在 140℃ ~ 160℃ 之间,把半纤维素都降解成单糖、木糖或者低聚木糖,然后可以把这些糖浓缩做成纯的低聚糖。你可以改变条件控制木糖的碳,3 个或 4 个,可以根据不同的要求控制压力和温度。低聚木糖目前在医院上用途很广,而且如果纯度能够大于 90%,销路会很好,价格也很高。对于水热处理,美国几个州立大学研究的最早,最多一些。

另外,对非木材可以用稀碱的办法,就是最早李忠正教授做的碱法制浆,这是咱们传统的造纸工艺。对非木材来说,完全可以除去大部分的木质素和半纤



纤维素,然后纤维素可以做生物乙醇等。

最后,谈一谈最近几年发展的半纤维素酶。最早,半纤维素酶和纤维素酶价格很高,最近几年发展了几个公司,还有中国农业大学李里特教授的研究团队也做半纤维素酶,而且他现在也成立了好几个公司,也市场化了。他的这个半纤维素酶效果相当好,目前在甘肃已经建了一个造纸厂,把小麦秸秆直接用半纤维素酶处理,然后就剩木质素和纤维素生产纸板纸。半纤维素酶加进去以后变成了木糖或者低聚木糖,因为低聚木糖非常容易沉淀,浓缩以后这个高附加值的产品还在液体里,固体还可以做纤维素材料、溶解浆或者造纸。

武书彬:

刚才孙老师讲得很好,但是有几个数字我不太同意,你刚才讲的生物质能源占的比例是1%~2%,实际上应该是超过1%~2%,虽然生物质转化为材料的量目前占生物质总利用量的比例是第一。但是,现在生物质转化为能源所占比例肯定是超过化学品的,应毫无疑问。按照生物质能源的发展计划,咱们国家“十二五”规划中生物质能源规划了1000万吨生物质成型燃料。

曹振雷:

木质素也应该算。

武书彬:

木质素也算那就更多了。就是不算木质素,纯粹拿草本或者木本植物纤维来气化或者直燃发电,生物质做能源利用量就更大了。刚才说今后生物质炼制,造纸工业是很好的平台,这点我完全赞同。因为咱们现在的化学制浆过程,尤其像现在的溶解浆,如果制浆过程在造纸这个平台上再进一步改进,可以研究怎么样把半纤维素、预水解技术,用现在新的技术手段,加入到现在溶解浆生产过程中,把半纤维素作为低聚糖利用起来。现在还有很多半纤维素和木质素是烧掉了。目前,木质素的量非常大,一天几十万吨,还转化为材料或化学品,没有稳定的出路不行,如果今天卖3吨明天卖5吨是没用的,一定要一天消耗



几千吨、几百吨,市场的产业链还没有完全成熟,所以我觉得要考虑在造纸这个大平台上把相应的技术融入到里面。

你刚才讲的比例,生物质做材料,咱们生产的商品木浆就是原材料,研究材料的林业背景的人相对来说多一点。我个人观点,生物质做材料的技术门槛和设备门槛很宽但是低,可以做模塑材料,还有改性以后木素用作复合材料、纤维改性做材料等。技术门槛最高的应该是生物质转化为化学品的分离技术、规模化技术和综合利用,我认为现在还远远没有达到产业化阶段,但是有很好的方向。目前,耗费人力或者研究力量投入最多的是生物质化学品。生物质能源主要是搞热工,因为能源也是一个工程领域,为什么在能源里面生物质能源占的比例最小?我也一直参与生物质能源的会议,现在我国能源领域的主流是煤炭和石油,搞煤炭和石油的人看不上生物质能,因为它占的比例太小了,我们国家一年消费5亿多吨原油,生物质在能源占比方面的贡献比较小,即便7亿吨秸秆有一半用于生物质能源,生物质能源在能源消耗方面所占的比例也是比较小的。所以,可再生能源方面,太阳能、风能排前面,而生物质能排第三位。但是生物质有可再生性,是唯一能转化为液体燃料的可再生能源原料,研究开发的意义很大。我认为多联产——能源、化学品和材料多联产,才能有较好的技术经济效益。生物质精炼的企业可以根据各自特点形成自己的主导产品,走多联产的道路。基于传统制浆平台的生物质转化为各具特色的纤维原料、能源和化学品,实现多联产技术是未来将逐步发展起来的生物质精炼技术融入制浆造纸过程的可行路线。

付时雨:

孙老师讲了很多企业是等待国家政策要拿补贴,我觉得国家应该把这个补贴取消,完全取消。这样大家不得不开发新技术,没有新技术出来,产品成本也降低不了。所以说,如果把用于补贴的钱拿来搞科研、搞新技术,新技术搞出来后成本自然就低了。靠申请补贴,就用老技术,不革新,这种态度我觉得应该否定,采用发展新技术的思路才能根本解决企业的出路。还有,很多“973”计划的研究项目是滚动资助,我觉得这个政策也不对。对于这种重大课题滚动资助,那就是沿着老路走了。国家应该鼓励新的观点、新的课题,这样才能百家



争鸣。

曹振雷:

我也看到一个非常好的苗头,近几年自然科学基金的项目对这个领域支持还是挺多的,今天在座的各位专家可能都是这个领域的积极参与者,这对新观点的出现确实有很大帮助。刚才几位教授都谈到了生物质综合利用,大家谈到经济性,我个人也认为经济性是重要的,但是同时要考虑到开发生物质能源的初衷是要减少碳排放。现在是烧了更多的化石碳去做微乎其微的生物质能源,还不如直接烧化石碳呢,化石能源可能比它排得还少。所以,确实要有新技术,这个很重要,这就是我们今天开这个会的初衷。

农光再:

刚才听了孙老师和几位专家的讲话,深受鼓舞。我主要从事黑液处理研究,现在应用一种新的技术,把黑液处理和碱回收联合起来,碱回收能够达到80%~90%,木素回收为30%~50%,效果较好。但是存在一个比较大的问题,就是刚才几位专家讲的市场问题,生产出来的木质素用在哪里?现在还没有销路。我又从孙老师的讲话中获得启发,现在半纤维素酶已经比较便宜了,黑液提取木质素以后,剩下酸化滤液,我们能否把其中的有机质进一步发酵生产乙醇,值得研究。



纤维资源高值化利用

◎曹朴芳

对于纤维资源高值化利用,我从下面五个方面谈谈自己的看法。

第一,生物质精炼技术发展与应用是对传统制浆造纸产业转变发展方式的变革与创新,对行业可持续发展具有战略意义。在绿色可持续发展理念形成国际共识的前提下,目前生物质精炼技术与生物技术的应用和产业化实践已成为国内外制浆造纸工业科技研究的新热点。其目的是拟将传统单一的制浆造纸过程转化为能够生产纸浆和纸、生物基的材料、生物化工产品 and 生物质能源的复合型生物质精炼的过程。通过生物质精炼跟造纸工业的结合,实现制浆造纸过程低消耗、低排放、可再生、综合高值化利用资源、增效益,使造纸行业真正步入循环发展和低碳发展的模式,使未来的制浆造纸企业能够成为一个生物质精炼厂。生物技术的发展应用和产业化,对改革和创新传统制浆工业是极大的挑战,但未来生物技术将渗透到制浆造纸过程的诸多方面,对改造传统制浆造纸工业技术应该有广阔的应用前景。

第二,近期国家和行业的相关产业政策已明确对生物技术研发与应用提出了指导意见,从政策层面上予以鼓励和支持。①《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》、《国家“十二五”科学和技术发展规划》、《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》,中国轻工业联合会制定的《轻工业技术进步“十二五”发展指导意见》中专栏1“前沿技术研究”;专栏2“共性关键技术研究及产业化”;专栏3“清洁生产与节能减排技术”;专栏4“重点推广技术”;专栏6“轻工业新兴产业技术”,均涉及造纸工业中研发与应用的生物科技内容。②《轻工业“十二五”发展规划》中提出“采用节能型打浆技术”,“推广应用高得率、低污染、低能耗制浆工艺”,“厌氧处理废水、沼气发电”等内容。③《造纸工业发展“十二五”规划》中提出“重点研发低消耗、少污染、高质量、高效率制



浆造纸技术”,包括“造纸纤维资源综合利用技术”和“制浆造纸生物技术”以及实施清洁生产和资源化利用重点工程,包括“生物质制气技术”,“厌氧技术处理高浓度造纸废水”,“沼气发电或其他资源化利用技术”。④《造纸工业技术进步“十二五”指导意见》中在“重点技术方向”章节中的“(一)造纸工业基础理论;(二)造纸工业前沿技术;(三)造纸工业共性关键技术;⑤造纸工业新技术、新工艺应用与新产品研发”等几部分均突出了生物质精炼技术与生物技术的研发与应用相关内容。

第三,多元化的造纸原料存在差异性,制浆方法也不同,生物质精炼及其新产品的研发应针对性地优选适用技术。针对我国主要几种造纸原料的使用情况,并结合生物质精炼技术研发,要达到高效预处理,半纤维素有效分离和高效利用及木质素的高值化利用,充分合理利用纤维素、半纤维素和木质素三大组分的目的,应注重研发减量化、再利用和资源化新技术,为制浆造纸产业实现循环经济提供适用先进技术支撑。根据原料特征与制浆方法,化学木浆和溶解浆生物质精炼技术应作为研究重点。

第四,制浆造纸工业具备实现生物质精炼与研发应用生物技术的基本优势条件。制浆造纸工业是制造业中唯一一个大規模利用生物质原料的工业,本身就是一个典型的生产生物质产品的行业,并具有发展生物质精炼与研发生物质多元化产品的优势与空间。制浆造纸工业在延伸的产业链中,应力求从纸浆及纸以外生物质产品获得更大的经济效益和社会效益。生物质精炼研发的重点应注重木质素的高值化利用技术研发,根据木质素的结构特征(复杂的芳香族聚合物),有效地利用木质素这个再生资源,开发如同石油一样的能源物资和重要的化工原料替代化石原料,木质素可用做基础化学品开发精炼成用途广泛的生物质再生产品。生物技术研发与应用应受到重视,采用生物技术应用到制浆造纸工业的市场广泛,如基因重组改良造纸原料、生物预处理制浆、生物化学制浆、生物高得率制浆、纸浆生物助漂、废纸的酶法脱墨与纤维酶改性、废纸回用过程胶黏物的生物控制、废液生物处理、酶处理和改善浆料性能等。

第五,完善和延伸现有传统制浆造纸企业产业链,是一个复杂的系统工程。可考虑在研发取得成果的基础上,优选较成熟的技术应用于生物质精炼技术和工业生物技术产业化的示范生产线,并通过实践验证所采用工艺技术的先进