



2010-2011

*Report on Advances in Pulp and
Paper Science and Technology*

中国科学技术协会 主编
中国造纸学会 编著

制浆造纸科学技术
学科发展报告

中国科学技术出版社





2010-2011

制浆造纸科学技术 学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN PULP AND PAPER SCIENCE AND TECHNOLOGY

中国科学技术协会 主编

中国造纸学会 编著

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

2010—2011 制浆造纸科学技术学科发展报告/中国科学技术协会主编;
中国造纸学会编著. —北京:中国科学技术出版社,2011.4
(中国科协学科发展研究系列报告)
ISBN 978-7-5046-5813-5

I. ①2… II. ①中…②中… III. ①制浆造纸工业-技术发展-研究
报告-中国-2010—2011 IV. ①TS7-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 040475 号

本社图书贴有防伪标志,未贴为盗版

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62173865 传真:010-62179148

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京凯鑫彩色印刷有限公司印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:10.5 字数:252 千字

2011 年 4 月第 1 版 2011 年 4 月第 1 次印刷

印数:1—2000 册 定价:33.00 元

ISBN 978-7-5046-5813-5/TS·39

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

2010—2011
制浆造纸科学技术学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN PULP AND PAPER SCIENCE AND TECHNOLOGY

首席科学家 曹振雷

顾	问	李忠正	黄运基	胡楠	谭国民	林乔元
专	家					
	组	邝仕均				
	组长					
	副组长	曹春昱	詹怀宇	侯庆喜	张辉	沈一丁
	成员	(按姓氏笔画排序)				
		王进	王淑梅	付时雨	冯文英	李海龙
		张勇	张洪杰	费贵强	程金兰	樊永明

学术秘书 杜荣荣 雷煌

序

当前,诸多学科发展迅速,学科分化、交叉和融合愈加明显,新的学科不断涌现。开展学科发展研究,探索和总结学科发展规律,明确学科发展方向,有利于促进学科内部、学科之间的交叉和融合,汇聚优势学术资源,推动学科交叉创新平台的建立。

开拓和持续推进学科发展研究,促进学术发展,是中国科协作为科学共同体的优势所在。中国科协自 2006 年开始启动学科发展研究及发布活动,至今已经编辑出版“学科发展研究系列报告”108 卷,并且每年定期发布。从初创到形成规模和特色,“学科发展研究系列报告”逐渐显现出重要的社会影响力,越来越受到科技界、学术团体和政府部门的重视以及国外主要学术机构和团体的关注。

2010 年,中国科协继续组织了中国化学会等 22 个全国学会分别对化学、心理学、机械工程、农业工程、制冷及低温工程、控制科学与工程、航空科学技术、兵器科学技术、纺织科学与技术、制浆造纸科学技术、食品科学技术、粮油科学与技术、照明科学与技术、动力机械工程、农业科学、土壤学、植物保护、药学、生理学、药理学、麻风病学、毒理学 22 个学科进行学科发展研究,完成了近 800 万字、22 卷学科发展研究系列报告以及《2010—2011 学科发展报告综合卷》。

本次出版的学科发展研究系列报告,汇集了有关学科最新的重要研究成果、发展动态,包括基础理论方面的新观点、新学说,应用技术方面的新创造、新突破,科技成果产业化转移的新实践、新推进等。一些学科发展报告还提出了学科建设的对策和建议。从这些学科发展报告中可以看出,近年来,学科研究课题更加重视服务国家战略,更加重视与民生关系密切的社会需求,更加重视成果的产业化转移;学科间的交叉融合更加明显,理论创新与技术突破的联系结合更加紧密。

参与本次学科发展研究和报告编写的专家学者有 1000 余人。他们认真探索,深入研究,披沙拣金,凝练文字,在较短的时间里完成了研究课题。这些工作亦是对学科建设不可忽略的贡献。

在本次“学科发展研究系列报告”付梓之际,我由衷地希望中国科协及其所属全国学会不断创新思路,坚持不懈地推进学科建设和学术交流,以学科发展研究以及相应的发布活动带动各个学科整体水平的提升,在增强国家自主创新能力中发挥强有力的作用,以推进我国经济持续增长和加快转变经济发展方式。

A stylized, handwritten signature in black ink, likely belonging to Chen Yong, the Vice President of the Chinese Academy of Sciences.

2011 年 3 月

前 言

为贯彻落实党的十七大、全国科技大会、《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020)》和中国科协七大精神,推动学科发展和学术建设,促进学科交融,提升我国科技原始创新能力,在中国科协的组织领导下,中国造纸学会承担了“制浆造纸科学技术学科发展”的研究和研究报告的编写工作。

制浆造纸工业是国民经济的重要基础原材料工业,是凸显循环经济特点的产业。现代制浆造纸工业是技术密集、学科交叉的现代化工业,制浆造纸科学技术学科的发展进步为现代化制浆造纸工业的高速发展提供了重要的技术支撑。开展制浆造纸科学技术学科发展研究对推动制浆造纸科学技术的学科发展和学术建设、提升制浆造纸科技原始创新能力、促进制浆造纸工业技术进步有重要意义。

根据中国科协部署,中国造纸学会 2010 年 3 月 23 日在北京召开了制浆造纸科学技术学科发展研究项目的启动会议,2010 年 11 月 23 日在北京召开学科发展研讨会。业内著名专家、教授和有关领导出席了会议,就学科发展情况、学科发展国内外对比、学科发展存在问题及发展方向进行深入讨论,并对《2010—2011 制浆造纸科学技术学科发展报告》(以下简称报告)初稿提出修改、补充意见。

本报告包括综合报告和制浆科学技术发展研究、造纸科学技术发展研究、制浆造纸装备科学技术发展研究、制浆造纸化学品科学技术发展研究和制浆造纸污染治理科学技术发展研究 5 个专题报告。综述了近几年来制浆造纸科学技术学科的研究成果和技术进步,分析比较了国内外学科发展情况,提出学科发展存在的问题及发展对策。希望本报告能对关心制浆造纸科学技术发展的社会各界人士较全面地了解本学科发展情况有所帮助。

报告的编写工作承蒙中国制浆造纸研究院、华南理工大学、天津科技大学、南京林业大学和陕西科技大学等单位的大力支持,使编写工作能如期完成。参加编写、审定工作的专家、学者和本项目的全体工作人员为了完成报告付出了辛勤的劳动,在此一并表示谢意。由于时间和经验所限,报告肯定还存在诸多不足之处,敬请业内外专家、读者批评指正。

中国造纸学会
2011 年 1 月

目 录

序	韩启德
前言	中国造纸学会

综合报告

制浆造纸科学技术学科发展现状与展望	(3)
一、引言	(3)
二、本学科发展概况	(5)
三、本学科国内主要进展	(12)
四、本学科国内外研究进展比较	(22)
五、本学科发展趋势和研究方向建议	(31)
参考文献	(36)

专题报告

制浆科学技术发展研究	(39)
造纸科学技术发展研究	(57)
制浆造纸装备科学技术发展研究	(79)
制浆造纸化学品科学技术发展研究	(100)
制浆造纸污染治理科学技术发展研究	(126)

ABSTRACTS IN ENGLISH

Comprehensive Report

Advances in Pulp and Paper Science and Technology	(147)
---	-------

Reports on Special Topics

Advances in Pulp Science and Technology	(151)
Advances in Paper Science and Technology	(152)

Advances in Pulp and Paper Equipment Science and Technology (154)

Advances in the Science and Technology of Chemicals Used in the
Paper Industry (156)

Advances in Pulp and Paper Pollution Control Science and
Technology (156)

综合报告

制浆造纸科学技术学科发展现状与展望

一、引言

制浆造纸产业是与国民经济和社会事业发展关系密切的重要基础原材料产业,纸及纸板的消费水平是衡量一个国家现代化水平和文明程度的标志。当今,不仅经济发达国家(如美国、加拿大、日本、芬兰、瑞典)拥有发达的造纸工业,该行业成为国民经济十大制造业之一,而且在发展中国家,造纸工业也迅速崛起,对经济发展起到重要作用。

制浆造纸产业具有资金技术密集、规模效益显著的特点,其产业关联度强,市场容量大,是拉动林业、农业、印刷、包装、机械制造等产业发展的重要力量,已成为国民经济发展的新的增长点。制浆造纸产业以木材、竹、芦苇等原生植物纤维和废纸等可再生纤维为原料,可部分替代塑料、钢铁、有色金属等不可再生资源,是国民经济中具有可持续发展特点的重要产业。105 年,东汉蔡伦所开创的造纸术被誉为中国古代四大发明之一,奠定了当代造纸业的基础。1000 多年来,造纸技术为推动人类文明进步以及世界文化、科学和信息的传播起到了极其重要的作用。

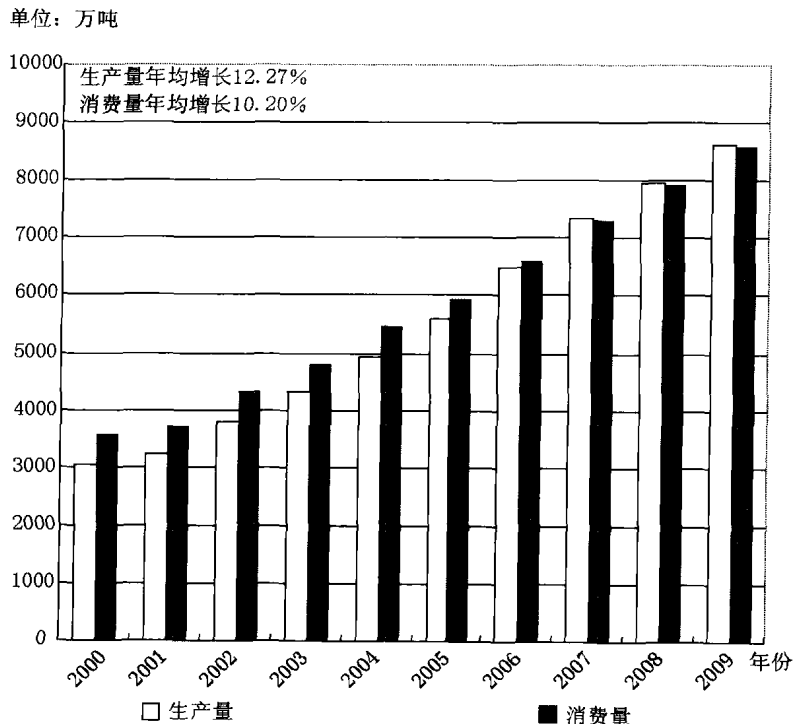


图1 2001~2009 年中国造纸生产量与消费量

18 世纪末期, 欧洲的工业革命使造纸业由手工生产逐渐发展为机器生产。我国机制纸的生产始于 1884 年, 在此后的半个多世纪内, 中国造纸工业发展缓慢, 技术水平低下, 产量很低且品种稀少, 只能生产普通的书写印刷纸、生活用纸、包装用纸和纸板。虽然自第一家机制纸厂(上海华章纸厂)建成至今已有百余年历史, 但现代化的中国造纸工业是在近 30 年快速发展形成的, 我国的造纸工业终于迎来了一个高速增长阶段。

表 1 2009 年造纸生产量和消费量分布

单位: 万吨

品种	生产量	消费量
总量	8640	8569
新闻纸	480	461
未涂布印刷书写纸	1510	1497
涂布印刷纸	590	463
其中: 铜版纸	500	399
生活用纸	580	529
包装用纸	575	587
白纸板	1150	1160
其中: 涂布白纸板	1100	1110
箱纸板	1730	1809
瓦楞原纸	1715	1758
特种纸及纸板	150	144
其他纸及纸板	160	161

2009 年, 我国造纸工业纸和纸板生产企业约有 3700 家, 总产量为 8640 万 t, 消费量为 8569 万 t, 人均年消费量为 64kg。工业总产值(当年价)4660 亿元, 利税总额约 382 亿元, 从业人员 71.10 万人。2000~2009 年, 纸及纸板生产量年均增长 12.27%, 消费量年均增长 10.20%。

目前, 我国已经成为世界制浆造纸工业最重要的发展与消费中心, 占有越来越重要的经济地位。从 2009 年起, 我国纸和纸板产量和消费量已超越美国居世界第一位, 拥有世界上产量最大的制浆设备和幅宽最宽、车速最高和自动化水平最先进的造纸机, 许多国际知名的造纸装备、化学品、造纸织物和商贸服务等公司的业务都主要集中在中国, 很多国际性的造纸业跨国公司已在中国建立自己的生产基地和技术研发中心。我国造纸企业的总数逐年减少, 但纸和纸板产量却快速增长。近年来, 在产业结构、产业布局、原料结构、装备技术水平、污染治理、环境保护和可持续发展方面取得了长足进步, 生产工艺和产品质量得到稳步提升。造纸工业发生的巨大变化得益于制浆造纸科学技术的进步。

我国造纸工业在高速、持续增长的过程中也面临愈来愈严峻的压力和障碍: 纤维资源短缺、水资源匮乏、污染排放负荷高、产品结构低端化、重大技术装备依赖进口。这些问题是产业进一步发展必须解决的问题, 也是制浆造纸科学技术今后发展的重点方向。

本报告主要论述制浆造纸科学技术学科近年来各领域的发展概况、最新进展、与国外先进技术水平的差距、未来的发展趋势等, 并提出了我国制浆造纸科学技术学科的研究方向建议。

二、本学科发展概况

制浆造纸工程是以化学、化工、植物化学为理论基础,集化工、物理、机械、电子、生物、环保等技术为一体的多学科交叉的应用技术学科。

(一)学科建设概况

根据国务院学位委员会颁布的学科目录,制浆造纸工程学科隶属于工学门类一级学科,轻工技术与工程中的二级学科,具有相对独立、自成体系的理论和知识基础构成。目前,制浆造纸工程学科已形成了一个以制浆工艺、造纸工艺、机械装备、化学品、环境保护技术为核心领域的现代化应用科学技术体系。

1. 学科科研机构 and 科技资源概况

目前,我国从事造纸技术研究开发的主体是行业相关科研教育机构和企业技术研发部门。科研机构按设置方式、活动性质和业务重点可分为以下三类。

1)专业科研机构:全国性或地方性专业科研、设计机构。一般是具有独立法人资格的公司,主要面向国内或区域内的制浆造纸企业提供技术支持和服务。技术研发重点是新工艺、新产品的产业化。

2)教育科研机构:设置在高等院校内的制浆造纸技术中心或实验室。一般是依托于所在院系的造纸专业学科或相关专业学科,主要从事专业人才培养和专业基础理论技术研究,近年来也开始注重工程技术和产品的开发。

3)企业技术中心:设置在大中型制浆造纸企业的研究中心或实验室。一般是独立化运行或与企业技术开发部门相结合,主要根据企业发展需求从事技术研究开发并进行生产应用实施。

三类科研机构作为行业技术创新和开发应用的主体,与机械、化工、印刷、非金属矿等其他国内外相关行业的科研机构密切合作,共同推动中国造纸工业的技术水平的快速发展。

据不完全调查与统计,目前造纸行业内具有较高影响力的主要科研机构(不包括其他涉及造纸技术但不以制浆造纸技术为重点的相关行业科研机构)有 73 家。其中,行业性专业科研院/所和工程设计院/公司有 29 家,设有制浆造纸专业的高等院校 24 家,国家和省级政府部门认定的制浆造纸企业技术中心约 20 家。

大中型制浆造纸企业内部一般设有技术开发部或技术中心,造纸设备制造企业或造纸化学品生产企业往往也设置有相应的技术开发或服务机构,其规模和数量不详。此外,与制浆造纸行业相关的技术学科的研发机构,如林业、化工、印刷、机械等行业研发机构,也针对造纸行业技术需求进行研究开发,形成学科间的融合与交叉,共同推动着制浆造纸技术的发展。

2. 学科教育与人才培养

根据 1998 年教育部学科设置规定,制浆造纸工程方向人才培养分属于轻化工程和林

产化工两个专业。目前,华南理工大学、天津科技大学、陕西科技大学、南京林业大学等院校设有制浆造纸工程博士点。

据不完全统计,目前国内进行制浆造纸专业高等教育的本科大学有 20 所、大专 4 所、研究院所两个。我国制浆造纸工程领域已形成大专—本科—硕士—博士—博士后流动站的完整人才培养体系,是我国制浆造纸学科高层次人才的最重要来源,目前可满足制浆造纸工业的人才需求。2009 年,在校学生共 7582 人,其中,博士生 138 人,硕士生 693 人,本科生 5812 人,专科生 939 人。

目前,我国轻化工程专业制浆造纸工程方向现有专任教师 444 人,其中,教授 120 人,副教授 180 人,讲师 119 人。

3. 学科创新机构和研究平台

表 2 是国内在造纸行业技术研发中具有一定代表性的部分学科科研机构名称,这些机构的科研活动和主要业务信息可在其网站中查询了解。

表 2 部分代表性学科科研机构

机构名称	机构网页和地理位置	依托单位
国家设立的专业科研机构		
制浆造纸工程国家重点实验室 http://www.ppeskl.labs.gov.cn	广东省广州市五山路 381 号	华南理工大学
制浆造纸国家工程实验室 http://www.cnppri.com.cn	北京市朝阳区光华路 12 号	中国制浆造纸研究院
造纸与污染控制国家工程研究中心 http://www.pperc.com.cn	广东省广州市五山路 381 号	华南理工大学
部分行业性科研/设计机构		
中国制浆造纸研究院 http://www.cnppri.com.cn	北京市朝阳区光华路 12 号	
中国中轻国际工程有限公司 http://www.bcel-cn.com/cn	北京市朝阳区白家庄东里 42 号	
山东省造纸工业研究设计院	山东省济南市历城区工业南路 101 号	
中国轻工业长沙工程有限公司 http://www.cccchina.com	湖南省长沙市中意一路 67 号	
广东省造纸研究所 http://www.gdzaozhisuo.com	广州市新港西路 154 号	
中国林科院林产化学工业研究所 http://www.forinchem.com	江苏省南京市锁金五村 16 号	
轻工业杭州机电设计研究院 http://www.hmei.com.cn	浙江省杭州市体育场路 71 号	

机构名称	机构网页和地理位置	依托单位
部分设有制浆造纸专业的高等院校		
华南理工大学轻工与食品学院 http://www.scut.edu.cn	广东省广州市五山路 381 号	华南理工大学
天津科技大学材料科学与化学工程学院 http://www.tust.edu.cn	天津市河西区大沽南路 1038 号	天津科技大学
陕西科技大学造纸工程学院 http://www.sust.edu.cn	陕西省西安市北郊未央大学园区	陕西科技大学
南京林业大学轻工科学与工程学院 http://www.njfu.edu.cn	南京市龙蟠路 159 号	南京林业大学
山东轻工业学院轻化与环境工程学院 http://www.sdili.edu.cn	山东省济南市西部新城大学科技园	山东轻工业学院
国家认定的企业技术中心		
山东晨鸣纸业集团企业技术中心 http://www.chenmingpaper.com	山东省寿光市圣城路 403 号	山东晨鸣纸业集团股份有限公司
华泰集团有限公司企业技术中心 http://www.huatai.com	山东省东营市广饶县大王镇	华泰集团有限公司
湖南泰格林纸集团企业技术中心 http://www.tigerfp.com	湖南省长沙经济技术开发区东升路 48 号	湖南泰格林纸集团有限责任公司
山东泉林集团企业技术中心 http://www.tralin.com	山东省高唐县光明东路 15 号	山东泉林纸业有限责任公司
山东太阳纸业股份有限公司企业技术中心 http://www.sunpapergroup.com	山东省兖州市友谊路 1 号	山东太阳纸业股份有限公司
中冶纸业银河有限公司企业技术中心 http://www.mccyinhe.com	中国山东省临清市西门里街 297 号	中冶纸业银河有限公司
福建恒安集团有限公司企业技术中心 http://www.hengan.com	福建省晋江市安海镇恒安工业城	福建恒安集团有限公司

(二) 学科发展知识产权分析

1. 研究论文

通过对中国知网(CNKI)和万方数据(WANFANG DATA)中制浆造纸中文科技文献资料进行粗略统计分析,可以看出,1985 年以来我国造纸领域学术论文的发表数量逐年递增,并出现阶段性跃升。特别是在 1994 年以后,学术论文的发表数量急剧增长,说明随着中国造纸工业规模与水平的提高,与造纸相关的科学研究步入快速发展的轨道。

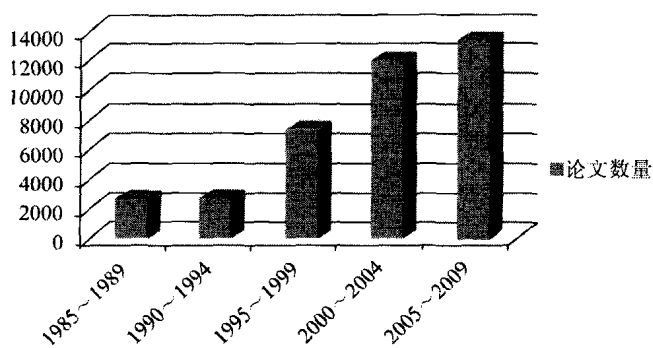


图 2 1985~2009 年中国制浆造纸学科领域论文发表情况(篇)

近 5 年(2005~2009 年),中国制浆造纸学科领域的学术论文发表数量处于较高水平。根据按技术领域进行统计分类,除其他类的综述性和行业分析类论文外,主要的研究方向集中在制浆技术、环保技术和造纸装备领域,这三个研究方向发表论文数量为 6205 篇,占总的研究性学术论文数量的 71.0%;特种纸技术领域由于其本身的特殊性和保密性,公开发表论文数量明显较少(444 篇),占研究性论文数量的 5.1%。

表 3 2005~2009 年中国制浆造纸学科领域论文发表情况

研究领域	论文数量
制浆技术	1906
造纸技术	1007
涂布技术	1088
环保技术	2066
造纸装备	2233
特种纸技术	444
其他(行业综述或分析)	4626
合计	13370

2. 技术专利

在学科技术发展的同时,我国制浆造纸专利技术也呈现出持续强化的趋势。自 1985 年《专利法》实施后国家知识产权局开展专利申报、公开及授权工作以来,中国制浆造纸领域专利的申报和公开数量逐年递增。

发明专利和实用新型分别由从 1985~1989 年的 149 项和 62 项迅速递增至 2005~2009 年的 5442 项和 1027 项。2005~2009 年申报和公开的专利是 2005 年以前专利总和的两倍多,这种现象的发生首先是由于中国制浆造纸行业在“十一五”期间开始注重自主技术知识产权体系的建设,其次是受到 2008 年《国家知识产权战略纲要》政策颁布的推动。今后,中国制浆造纸技术领域的专利数量和质量水平必将进一步显著提升,以符合产