

陕西省造纸技术及特种纸品开发重点实验室 “十一五”回顾及“十二五”展望

张安龙



张安龙
陕西科技大学造纸工程学院副院长、教授

陕西省造纸技术及特种纸品开发重点实验室（以下简称“重点实验室”）由陕西省教育委员会、陕西省科学技术委员会和陕西省计划委员会批准，于1999年12月7日成立，依托于陕西科技大学。

一、重点实验室研究方向

在陕西科技大学制浆造纸项目学科50年科学研究积淀的基础上，“陕西省造纸技术及特种纸品开发重点实验室”成立10年来，经过对实验室研究方向的进一步凝练，重点实验室目前已经形成了制浆造纸机理、造纸化学品与湿部化学、低污染制浆及环境保护、制浆造纸过程控制及新型装备等4个特色鲜明的研究方向。

二、重点实验室“十一五”期间取得的研究成果

由于装备水平和人才队伍的壮大，重点实验室争取和承担国家级科研项目的能力进一步增强。“十一五”期间，成功申请发改委国家重大产业技术开发专项项目2项，成功申请“十一五”国家科技支撑计划项目3项，承担国家自然科学基金项目5项；另外，承担了教育部、科技部以及省部级项目47项，并承担了大量企业委托项目以及科研成果转化项目；获得发明专利15项；在国内外学术核心期刊上发表论文583篇，其中SCI收录16篇，EI收录52篇。

1. 重大科研项目简介

(1) 竹材制浆深度脱木素蒸煮和清洁漂白技术

该项目为国家重大产业技术开发专项项目，由陕西科技大学与四川永丰纸业有限公司共同承担，主要研究内容如下。

(a) 竹子间歇式置换蒸煮技术研发。研究内容包括：对竹子除硅工艺进行基础研究、竹子间歇式置换蒸煮深度脱木素技术的研发。

(b) 竹浆全无氯（TCF）漂白技术研发。研究内容包括：增加漂白段数，拟由过去的TCF漂白OQP三段增加成OQP₁P₂四段；优化高温过氧化氢漂白工艺及辅助添加剂；氧

漂工艺的进一步探索。

(2) 粉煤灰提取氧化硅生产高填料文化用纸技术

该项目为国家“863”计划项目。

该项目进行的是从高炉燃烧的粉煤灰废渣中提取活性硅酸钙，再以硅酸钙粉为填料生产文化用纸的研究。研究采用浆内加填、表面涂布的方法使活性硅酸钙在纸张中的填加量达到50%以上，从而减少植物纤维的用量，因节约木浆而产生了环保效益，属真正的固废综合利用、低碳经济生产项目。高填料纸以30%~50%的植物纤维原料为骨架，以50%~70%高炉粉煤灰矿渣即活性硅酸钙微粉为填料，用水溶性高分子多元聚合物作增强剂，利用造纸工艺方法生产成纸张或纸板，也可经耐水胶乳浸涂布使纸张具备较高的强度和一定的防水性。与现在常用的纸张相比，高填料纸具有伸长率低、无污染、可降解、可回收、成本低的优点，特别是在节约纸浆纤维方面具有明显优势。该项目2011年1月通过国家科技部专家评审，被列为国家“863”计划项目，现正在实施当中。

(3) 节能环保型置换蒸煮关键技术与设备的合作研究

该项目为国际科技合作项目。

当前，制约着我国造纸工业发展的主要因素有二：一是我国缺乏优质纤维原料，木（竹）浆比例低，对



外依存度高；二是工艺和设备落后，致使整个行业能耗高、污染重。为此国家大力推进林（竹）浆纸一体化战略，推动造纸行业改善原料结构。同时，大力倡导提升造纸工艺和设备的创新能力，改变高能耗、高污染的局面。在我国《轻工业技术进步和技术改造投资方向（2009—2011年）》的有关要求中提出：不断“提高行业总体技术水平”，把“采用深度脱木素技术和全自动控制系统”作为重要目标。该项目课题从工艺、设备和自动控制等方面，全方位地将国际先进的置换蒸煮技术国产化。这样不仅可以使我国制浆工业大幅度地降低能耗，还将实现制浆深度脱木素，大大降低污染负荷，尽快结束置换蒸煮关键设备和技术长时间重复引进的局面，有力促进我国制浆工业总体技术水平的提高。

该项目的主要研究内容有：①在对国际先进的间歇式置换蒸煮技术进行消化、吸收的基础上，合作研发适用于我国竹子、杨木、桉木等原料的置换蒸煮制浆工艺技术，取得自主知识产权。②消化置换蒸煮关键设备（如槽区槽罐、锅盖阀、放料阀）的设计制造技术，实现其设计和制造的国产化。③引进国外先进的置换蒸煮过程控制核心技术，完成对生产过程顺序控制、配方控制和连锁控制软件包的设计，运用模糊和解耦等高级算法，对槽罐液位、蒸煮锅温度一致性、放锅时防堵等操作的重点和难点进行有效控制，运用软测量技术对H-因子进行在线测量和优化，实现置换蒸煮过程的全集成自动化。④以四川一制浆厂为成果产业化示范基地，将其原竹浆生产线进行升级改造，结合我国中小型制浆企业的特点，对置换蒸煮技术进行全面突破，并实现研究成果的产业化，打破国外公司在该领域

的市场垄断。

（4）速生材高得率浆的高效利用技术的研发与产业化应用示范

该项目属“十一五”国家科技支撑计划课题。

造纸原料是造纸工业发展的基础。在我国造纸工业持续、快速发展过程中，造纸纤维原料的供应始终是困扰造纸行业的瓶颈。我国是世界上高得率商品浆最大的消费国，所需高得率浆主要从加拿大和北欧进口。与化学浆相比，化机浆的纸浆得率高达85%~95%，其原料形式可以是原木，也可以是木片，特别是林区次、小、薪材和木材加工剩余物，甚至全树混合木片都可用于化机浆生产，做到了木材资源的高效利用。大力发展化机浆造纸可高效利用木材资源，解决造纸原料的短缺问题。陕西科技大学主要承担的研究内容如下。

（a）应用于涂布白卡纸的原料研究。研究适用于A级涂布白卡纸的树种及木材高得率浆种、研究适用于A级涂布白卡纸的自产速生材高得率浆处理工艺、制订适用于A级涂布白卡纸的自产速生材高得率浆质量标准、研究自产速生材高得率浆在A级涂布白卡纸中的合理配抄比例、研究使用自产速生材高得率浆A级涂布白卡纸的湿部化学特性。

（b）应用于超级压光纸（SC纸）的原料研究。研究适用于SC-A纸的树种及木材高得率浆种、研究适用于SC-A纸的自产速生材高得率浆处理工艺、制订适用于SC-A纸的自产速生材高得率浆质量标准、研究自产速生材高得率浆在SC-A纸中的合理配抄比例、研究填料及添加剂的使用工艺、研究使用自产速生材高得率浆SC-A纸的湿部化学特性。

目前，以上项目已进入滚动实

施阶段，进展情况良好。该项目的实施，将有效缓解我国造纸原材料短缺问题，节约资源，降低造纸生产成本，为企业带来良好的经济效益，同时，具有良好的社会效益。

（5）非木材纤维无害化乙醇法制浆机理及工艺研究

我国制浆造纸用针叶木资源极其匮乏，西部地区尤其严重。但是，西部地区非木材原料特别是麦草、芦苇、荻、龙须草等资源非常丰富。所以，本课题重点研究了非木材纤维原料，特别是麦草、芦苇、荻、龙须草等草类原料纤维生物结构和化学组成特征及其制浆造纸机理；揭示了草类原料不同于针叶木的制浆特性；确立了草类纤维无害化乙醇法制浆的理论。本课题研究对非木材原料的综合利用，降低制浆过程污染具有重要的理论和实际意义。该课题获得了国家自然科学基金的支持。

（6）“十一五”期间承担的其他项目

“十一五”期间，陕西科技大学参与的国家科技支撑计划项目有：“速生材高得率化机浆制浆污染物发生量及废液特性的研究”、“无污染无残毒高白度漂白和生物酶处理改性纸浆性能研究”、“年产10万t高得率化机浆关键设备的研究”等。

“十一五”期间承担的主要纵向科研项目如表1所示。

2. 科技成果产业化应用推广成绩显著

陕西科技大学纵向课题研究的多项重要成果在企业获得成功应用和推广，取得了良好的社会效益和经济效益。例如，“新型高档育果袋纸技术”的产业化成绩突出，该技术已转让给陕西、山西、河南、山东等地多家企业，有3家企业正式生产，已实

表1 陕西科技大学“十一五”期间承担的主要制浆造纸纵向科研项目

项目名称	项目类型
果品高值化环保型育果袋纸成套技术的研究与示范	陕西省科技计划项目
利用互穿网络优化化机浆成纸松厚度与强度性能的机理研究	国家自然科学基金项目
基于源车间处理的纤维回收塔式集成装置与技术研发	陕西省科技计划项目
造纸行业次氯酸钠和元素氯漂白工艺二恶英排放评估	国务院其他部门科技项目
苹果渣用于造纸工业的资源化开发研究	陕西省教育厅重点实验室项目
竹材制浆深度脱木素蒸煮和清洁漂白技术	国家重大产业技术开发专项
芳纶纤维/浆粕结构及界面与成纸特性相关性研究	国家自然科学基金项目
速生材高得率浆在高档纸板中的应用技术	国家“十一五”科技支撑计划
无石棉橡胶密封材料造纸法连续化生产技术研究	陕西省科技计划项目
第一次全国污染源普查轻工行业产排污系数核算——制浆造纸工业产排污系数核算	国务院其他部门科技项目
秸秆无污染分解高值化利用技术	陕西省科技计划项目
非木材纤维非过程元素转移抑制及留着机理的研究	国家自然科学基金项目
环保型高性能芳纶纸基摩擦材料生产技术的开发与	温州市科技项目
草浆洗涤过程两步神经网络建模及集成优化	国家自然科学基金项目
秸秆无污染分解高值化利用技术	陕西省“13115”科技创新项目重大科技专项项目
高得率浆木素醌型发色基团与过氧化氢的反应特性及效率提高机理假设的研究	国家自然科学基金项目

现年产值2870万元,年利税620万元,效果显著。在生长过程中采用育果袋纸套袋后,果品品质提高,可扩大出口,增加果农收入。育果袋纸生产线可利用中小纸厂的圆网纸机,社会效益显著。“射流曝气改良氧化沟工艺与技术”已在包括草浆中段废水、石灰法半化学制浆废水、废纸制浆废水等造纸工业废水,以及果汁工业废水、化纤浆粕废水等有机工业废水处理中得到应用,应用厂家达到80余家,其中陕西省内企业达到20家,为陕西省造纸企业的废水治理做出了突出贡献。“黑液碱回收优化控制系统”可以使碱回收吨碱成本低于1400元,已在3家纸厂的碱回收项目中得以实施,最近又与多家纸厂签订了碱回收优化控制的合同。“气垫式流浆箱”是新一代纸机的关键设备,该技术已经迅速在全国推广应用。一些纸机生产厂家都应用了该技术。3年来,在国内外已有的100余台纸机流浆箱上

使用了该控制系统,形成了产业化,目前还在进一步扩大应用规模。阳离子丙烯酸酯无皂乳液中性施胶剂适用于铜版纸、涂布邮票纸、白板纸及原纸、涂布卡纸、涂布箱纸板、地图纸、海图纸等印刷书写纸、复印纸和生活用纸。该技术已经实现产业化,在多家造纸企业得到应用,取得了良好的经济效益。

重点实验室还在全国范围内广泛开展技术咨询与服务,把实用技术带到企业,为企业解决了大量技术难题,赢得了企业的信任。尤其是配合陕西省环保行动,为政府出谋划策,参加省、市政府召开的论证会10人次,与陕西省科协、陕西省环保局共同成功举办了“陕西省造纸废水治理研讨会”,为企业提供服务,得到陕西省有关领导的好评。

三、实验平台建设

“十一五”期间,重点实验室新

增加万元以上仪器设备36台套,包括斜网中试纸机、APMP浆实验机、好氧内循环生物反应器、保尔筛分仪等等,投入经费共计427万多元。

这些仪器设备的购置进一步提高了重点实验室的科研装备水平。重点实验室新购置的仪器设备都发挥了明显的作用,取得了显著的效益。

1. 斜网中试纸机

斜网中试纸机是近3年重点实验室建设的重点,从2006年9月开始投资建设,2007年5月建成,投资合计100多万元。斜网中试纸机的建成,弥补了重点实验室研究开发中缺少的中试环节。以前,研究开发一个新纸种、新工艺或新化学品时,实验室开发只能停留在小试阶段,无法在实验室进行模拟生产实验,而小试结果与生产应用往往还有一段距离。同时,某些造纸厂或由于怕影响生产或怕承担风险,往往不愿提供中试机会。自重点实验室建成



斜网中试纸机



APMP 实验机



好氧内循环生物反应器



油密封检测仪



保尔筛分仪

此中试纸机后，完全可以在学校内完成小试和中试工作，可以把成熟的产品和工艺推向市场。因此，斜网中试纸机的建成对于学校科研成果的转让具有重要和深远意义。

截至目前，重点实验室充分有效地利用斜网中试纸机进行多项中试，如芳纶纤维纸的试制、橡胶密封纸板的试制、微粒助留体系的试用等。

2. APMP 实验机

由于重点实验室2006年新增了APMP实验机，具备了研究APMP的条件，因此2007年重点实验室争取到了国家“十一五”科技支撑计划项目“速生材高得率浆的高效利用技术的研发与产业化应用示范”。这些仪器设备在研究中发挥了关键作用，使该项目得以顺利进行，取得了较好的阶段性成果。

3. 好氧内循环生物反应器

重点实验室自主设计的好氧内循环生物反应器是一种高效的悬浮载体生物膜反应器，有效地结合了化学工业中的流化技术与废水生物处理中的生物技术，是一种能强化生物处理、提高微生物降解有机物能力的高

效工艺。与传统的生物法相比，好氧内循环生物反应器大大提高了反应器内的生物量和生物活性，增强了有机废水的处理效果。日本已经实现了好氧内循环生物反应器造纸废水工业化。目前，国内还没有运用该反应器处理中段废水的实验报道。通过研究内循环好氧三相流化床处理中段废水的可行性，为我国中段废水的处理提供了一条切实可行的方案。

四、“十二五”发展目标和规划

1. 加强重点实验室硬件和软件建设。进一步提高重点实验室的装备水平和管理水平，提高重点实验室的科研能力，力争在“十二五”期间多出成果，研发出更具特色和影响力的成果，如侧重固体废弃物资源化利用、废水处理及回用、节能降耗新技术、清洁生产等方面的研究。

2. 人才培养。大力培养青年科技人才，充分利用重点实验室平台，让更多的青年科研人员进入重点实验室工作，承担各类科研项目。重点实验室项目优先选择年轻科研人员承担，使青年科研人员在重点实

验室得到锻炼，以尽快成为青年科技人才。

3. 进一步凝练学科方向，力争多出高水平的科研成果。“十二五”期间将重点加强固体废弃物资源化利用、废水处理及回用、节能降耗新技术、清洁生产等方面的研究工作，促进行业技术进步。

4. 加强重点实验室对外交流和开放程度。将通过各种途径申请和筹措资金，积极申请陕西省教育厅的访问学者经费，把科研人员请进来派出去，积极参加各种国内、国外的学术会议，并努力争取主办国内和国际学术会议的机会，通过加强对外交流和增加开放程度来促进重点实验室研究水平、科研成果水平、知名度和运作效率的提高。

5. 重点实验室的科学管理。在目前重点实验室管理的基础上，进一步提高实验室的科学管理水平。提高仪器设备的使用效率，努力建立和健全规章制度。在“十二五”期间，对现有实验室管理委员会和学术委员会进行人员补充和调整，把国内国际造纸行业有影响的著名专家、学者引入重点实验室管理或专家委员会。■