

# 烟气污染治理产业技术创新战略联盟

## 工作简报

2015年第3期  
(总第10期)

烟气污染治理产业技术创新战略联盟秘书处编印

2015年12月18日

---

---

### 本期导读

- ◆ 第四届烟气污染治理技术与产业论坛在盐城隆重召开 (P2)
- ◆ 联盟二届二次理事会会议在盐城召开 (P5)
- ◆ 联盟与盐城环保科技城签订战略合作框架协议 (P7)
- ◆ 专家委员会添新军 十一家单位喜加盟 (P9)
- ◆ 烟气污染治理技术介绍 (P11)

## 联盟简介

烟气污染治理产业技术创新战略联盟（以下简称“联盟”），成立于2010年1月，原名“烟气脱硝产业技术创新战略联盟”。联盟是在科技部等国家部委的指导下，由国内11家从事烟气污染治理的高新技术环保企业、脱硝相关产品生产制造企业、从事相关技术研发的国家级研究机构及知名高校发起组建的开放性团体。

联盟是科技部认定的唯一一家专注于大气环保的联盟，致力于建设以环保企业为主体、产学研相结合的创新平台，解决烟气治理产业重大技术问题，加快先进技术的应用与推广，为国家制定产业发展规划提供支持和服务，提高我国烟气治理产业的整体技术水平和创新能力。联盟现有46家单位，涵盖了烟气治理产业链的各个环节。

联盟积极承担了包括国家863计划、国家科技支撑计划等在内的六十余项国家、地方科技项目，编制了国家行业标准10项，取得了核心技术成果10项，在烟气污染物治理技术领域共申请获得了专利64项，建成了烟气脱硝催化剂中试装置等示范工程20项，共享了100余台测试装置与科研仪器。

以联盟为依托，多家成员单位共同承担实施了国家863计划“高效低成本燃煤电站烟气SCR脱硝催化剂开发与示范”项目。已开发出了具有自主知识产权的脱硝催化剂专用钛钨粉制备工艺，建成了年产1000吨以上的超精细钛钨粉的工业生产线，形成了具有自主知识产权的国产催化剂的配方，实现了催化剂关键原材料的国产化，节约催化剂成本30%左右。

## 第四届烟气污染治理技术与产业论坛 在盐城隆重召开

2015年12月10日-11日，由烟气污染治理产业技术创新战略联盟主办，江苏盐城环保科技城承办的“第四届烟气污染治理技术与产业论坛”在江苏盐城隆重召开。中国工程院院士、烟气治理联盟专家委员会主任、副理事长郝吉明，环保部污染物排放总量控制司严刚处长，工信部节能与综合利用司高东峰，国家电投集团公司科技管理部主任范霁红、火电部副主任徐国生、高新产业部副主任程林生，中电投远达环保（集团）股份有限公司董事长刘艺、总经理田钧，中共盐城市亭湖区委书记李东成，中共亭湖区政府区长张宏春，以及盐城环科城管委会领导、环保产业协会代表等嘉宾出席论坛。本次论坛吸引了行业企业、科研院所和高校等近200位代表参加。论坛由烟气治理联盟专家委员会秘书长、清华大学环境学院李俊华教授主持。





中电投远达环保（集团）股份有限公司总经理助理、烟气治理联盟理事长杜云贵首先向各位来宾介绍了烟气治理联盟及本届论坛的相关情况。他指出，

烟气治理联盟是以环保企业为主体、产学研相结合的创新平台，致力于解决行业重大技术问题，提高我国烟气治理产业的整体技术水平和创新能力，为国家环保产业的政策、标准及技术路线图的制定提供智力支持。目前，联盟共有包括环保企业、知名高校和科研院所在内的成员 35 家。在科技部等相关部委的指导下，联盟将通过加强自身能力建设，充分发挥产业、人才、技术等优势，积极组织行业关键技术攻关，加快环保先进技术的应用和推广，推动产业整体升级，并结合国家“十三五”烟气污染治理的政策走向和技术发展方向，依托自身现有优势，逐步完善联盟在“产学研”方面的发展，积极服务于国家烟气治理产业的发展规划。

环保部污染物排放总量控制司严刚处长在致辞中讲到，大气污染治理任重道远，短期内环境质量很难得到大幅度改善，大气污染治理的核心工作为烟气治理技术和产业发展问题，有以下两个要素需重点考虑：1) 根据污染行业的排污特征，选择污染治理的技术路线；



2) 治理成本问题。“十三五”期间，我国将全面实施燃煤电厂超低排放和节能改造工作，东部地区 100MW 以上机组于 2017 年以前全部



完成超低排放改造，中部地区 300MW 以上机组于 2018 年以前完成超低排放改造，西部地区 300MW 以上机组将于 2020 年以前全部完成超低排放改造。下一步，烟气治理技术与产业发展需重点关注以下几个方面：W 型火焰炉低氮燃烧、循环流化床锅炉、西南地区高硫煤问题、非电行业治理、小机组治理成本问题、VOCs 治理技术与产业发展等。



国家电投集团公司科技管理部主任范霁红对论坛的成功举办给予了充分肯定，他在讲话中指出，联盟是国家实施大气污染防治战略的重要载体，致力于解决烟气治理行业重大关键技术问题，加快先进烟气污染治理技术的应用与推广，这对促进烟气治理技术与产业的发展具有重要的意义。他希望联盟能够继续为烟气治理产业的发展提供支持和服务，进一步推进烟气治理产业的产学研合作。

学术论坛上，来自企业、高校院所的 23 位专家围绕我国燃煤烟气污染物治理技术最新研究进展、脱硝催化剂研究进展、废弃催化剂再生技术与回收利用技术研究、超低排放技术及应用、工业 VOCs 治理技术与工程案例分析等方面作了精彩的学术演讲。

在论坛的互动讨论环节，各位代表围绕烟气污染治理产业的当前热点、前沿问题进行了深入探讨，并交流分享成功经验。本次论坛是一次学术界和产业界互动的盛会，为我国烟气治理技术的研发、应用及推广发挥了积极的促进作用。

## 联盟二届二次理事会会议 在盐城召开

2015年12月10日,烟气污染治理产业技术创新战略联盟二届二次理事会会议在盐城召开。来自各家理事单位的9位理事及专家委员会委员、会员单位代表共26人参加了会议。本次会议由联盟专家委员会秘书长李俊华主持。



会上,联盟理事长杜云贵作了理事会工作报告。报告回顾总结了联盟自成立以来以来的主要工作并提出了下一阶段的工作目标任务。“十二五”期间联盟开展的主要工作包括:一是积极承担国家项目,为行业发展做贡献;二是创新产业链的技术与工艺,提升联盟核心竞争力;三是重视行业标准制定,规范烟气治理环境;四是完善联盟自身建设,促进联盟发展壮大;五是加强联盟内外宣传,扩大联盟产业影响。



对于联盟下一阶段的工作，杜云贵理事长指出：一是把握“政策红利”时期，积极争取重大项目；二是整合联盟优势资源，确保信息资讯互通；三是借鉴优秀联盟经验，完善联盟工作机制；四是加强联盟宣传力度，提升联盟外影响力；五是要吸纳优势成员单位，拓展联盟产业领域。

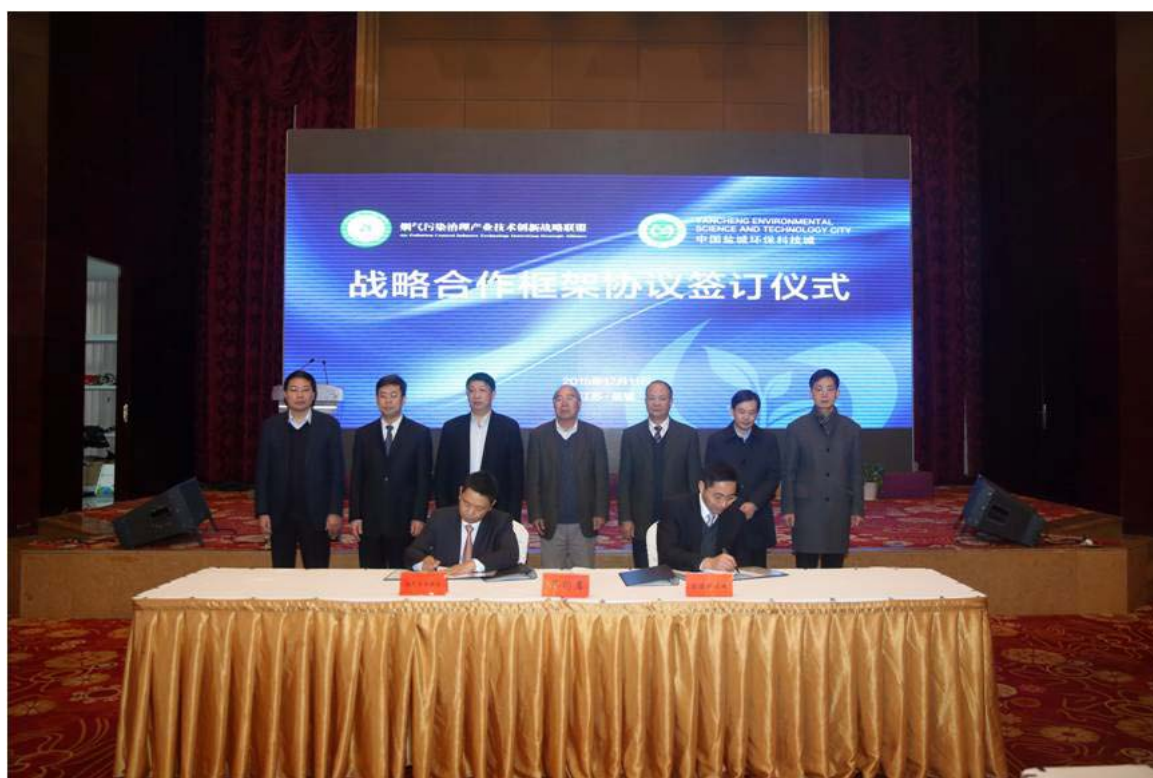
联盟秘书长王聆燕向与会人员介绍了秘书处 2015 年所开展的相关工作，详细介绍了论坛的筹办、联盟与环科城战略合作的筹备、秘书处参加澳门展会情况等。在听取了介绍后，大家对秘书处工作给予了充分肯定，并认为联盟要继续推进政产学研用合作，攻克行业关键共性核心技术，提升联盟整体创新能力；努力服务烟气治理行业发展，为国家决策提供咨询建议；扩大联盟内外交流宣传，提升联盟影响力，打造成为具有国际影响力的行业创新型组织。

本次会议审议并通过了《关于联盟与江苏盐城环保科技城签订战略框架合作协议的议案》、《关于修改〈联盟章程〉的议案》等 4 项议案。



## 联盟与盐城环保科技城签订战略合作框架协议

2015年12月11日，烟气污染治理产业技术创新战略联盟与江苏盐城环保科技城签订战略合作框架协议。在中国工程院院士、烟气治理联盟专家委员会主任、副理事长郝吉明，中电投远达环保（集团）股份有限公司董事长刘艺、总经理田钧，中共盐城市亭湖区委书记李东成，中共亭湖区政府区长张宏春，北京国电龙源环保工程有限公司技术创新中心副总经理、烟气治理联盟专家委员会副主任路光杰等嘉宾的见证下，烟气污染治理产业技术创新战略联盟理事长杜云贵与江苏盐城环保科技城主任阳平坚分别代表联盟与环科城签订战略合作框架协议。





中共盐城市亭湖区委书记李东成在致辞中对此次战略合作框架协议签订给予了高度认可和支持。这是环科城首次与国家级产业联盟签订合作协议，协议的签订是为了共同推动中国烟气污染治理产业发展，加快环保产业优化升级，实现绿色发展。联盟与环科城本着互利互惠、合作共赢的原则，决定在成员单位合作、共建合作基地、环保产业招商、会议论坛支持、专业智库服务等方面建立战略合作伙伴关系。

江苏盐城环保科技城是江苏省重点打造的国家级专业环保产业科技新城，荣获“中国首家环保产业集聚区”、“国家大气污染防治装备高新技术产业化基地”、“中国新型工业产业化基地”等 23 项省级以上荣誉称号。环科城坚持“产业化方向、市场化机制、国际化眼光、资本化运作”的发展路径，突出主攻环保领域的烟气治理、水处理、固废综合利用和新型材料四大产业，在全国除尘、脱硫脱销等烟气综合治理领域形成领先地位。走出了创新驱动、特色赶超的跨越发展之路，已成为国内发展速度最快、领军企业集聚最多、产业特色最为明显的环保综合型技术城区。



## 专家委员会添新军 十一家单位喜加盟

2015年12月10日,烟气污染治理产业技术创新战略联盟二届二次理事会会议审议并通过了《关于聘请朱天乐同志、朱廷钰同志为联盟专家委员会委员的议案》、《关于吸收江苏盐城环保科技城为联盟理事单位的议案》、《关于吸收成都锐思环保技术股份有限公司等10家单位为联盟会员单位的议案》,至此,联盟专家委员会专家增加至17人,联盟理事成员单位增至46家。新增的1家理事单位为:江苏盐城环保科技城。新增的10家会员单位为:成都锐思环保技术股份有限公司、河北工业大学、重庆智慧思特环保大数据有限公司、日东(青岛)研究院有限公司、山东天璨环保科技有限公司、南京大学、浙江浙能催化剂技术有限公司、天津大学、北京航空航天大学、山东爱亿普环保科技有限公司。

此次聘请加入联盟专家委员会的2位专家在烟气治理领域均有深入研究,得到了行业内的认可。新加盟的11家单位囊括了烟气治理技术的基础研究、高效催化剂研究、催化剂产品生产与制造等一系列的烟气治理产业链。联盟新成员的加入,增强了联盟的活力和实力,将进一步巩固和提高联盟在烟气治理行业中的技术引领地位,为全面提升我国烟气治理产业的核心竞争力,并继续推动产业持续健康发展积极贡献力量。

# 烟气污染治理产业技术创新战略联盟

## 理事成员单位

**理事长单位：**中电投远达环保工程有限公司

**副理事长单位：**清华大学 北京国电龙源环保工程有限公司

### 理事单位：

浙江大学 中国科学院过程工程研究所

西安热工研究院 中国标准化研究院

蓝天环保设备工程有限公司 南京理工大学

上海交通大学 重庆大学

上海碧科清洁能源技术有限公司 江苏盐城环保科技城

### 成员单位：

重庆远达催化剂制造有限公司 山东大学

四川华铁钒钛科技股份有限公司 北京化工大学

浙江天蓝环保技术股份有限公司 北京工业大学

北京方信立华科技有限公司 大连理工大学

成都东方凯特瑞环保催化剂有限责任公司 华南理工大学

大唐南京环保科技有限责任公司 南开大学

江苏科行环保集团有限公司 华北电力大学

江苏龙源催化剂有限公司 河北工业大学

中节能六合天融环保科技有限公司 天津大学

北京国电清新环保技术股份有限公司 南京大学

涿州西热环保催化剂有限公司 北京航空航天大学

中国科学院山西煤炭化学研究所 中国环境科学研究院

中国科学院长春应用化学研究所 西北化工研究院

环境保护部华南环境科学研究所 山东天璨环保科技有限公司

成都锐思环保技术股份有限公司 日东（青岛）研究院有限公司

重庆智慧思特环保大数据有限公司 浙江浙能催化剂技术有限公司

山东爱亿普环保科技有限公司

## 烟气污染治理技术介绍

2015年12月10日-11日，在“第四届烟气污染治理技术与产业论坛”上，来自企业、知名高校和科研院所的专家围绕我国燃煤烟气污染治理技术最新研究进展、脱硝催化剂研究进展、废弃催化剂再生技术与回收利用技术研究、超低排放技术及应用、工业VOCs治理技术与工程案例等方面作了精彩的学术演讲。

### ■ 烟气污染治理技术的研究及应用进展

#### 一. 大气灰霾前体物NO<sub>x</sub>和VOCs催化净化技术原理与应用



清华大学环境学院李俊华教授的报告题目是“大气灰霾前体物NO<sub>x</sub>和VOCs催化净化技术原理与应用”。氮氧化物（NO<sub>x</sub>）和挥发性有机物（VOCs）是大气灰霾中PM<sub>2.5</sub>和O<sub>3</sub>等重要前体物，NO<sub>x</sub>和VOCs减排是城市空气质量改善的关键。报告重点介绍燃煤烟气和机动车尾气中NO<sub>x</sub>和VOCs污染控制原理及关键减排技术及应用进展。



## 二. 远达环保超低排放技术及应用



中电投远达环保工程有限公司总工程师聂华的报告题目是“远达环保超低排放技术及应用”。对于中低硫煤的二氧化硫和氮氧化物超低排放要求，远达环保工程公司认为其技术难度不大，二氧化硫的脱除主要通过新型高效湿法脱硫技术来实现；氮氧化物主要通过低氮燃烧结合 SCR 脱硝来实现达标排放；但对于粉尘来说，要满足  $5 \text{ mg/Nm}^3$  以下的排放要求，目前主要有两种方式，一是通过在湿法脱硫之后增加湿式电除尘器（WESP）装置来实现；二是不设置 WESP，基于干式除尘+湿法脱硫深度改造的烟尘超低排放技术来实现。远达环保工程公司基于工程投资、运行成本、维护方便等诸多因素的考虑，提出了不设置 WESP 来控制烟尘达到超低排放的思路，创新开发了沸腾式泡沫脱硫除尘一体化技术，其技术路线为：低氮燃烧+SCR 脱硝+烟气余热回收系统+干式除尘+沸腾式泡沫脱硫除尘一体化技术。

## 三. 焦化烟气脱硫脱硝技术探讨

上海交通大学环境科学与工程学院晏乃强教授的报告题目是“焦化烟气脱硫脱硝技术探讨”。从焦化烟气脱硫其资源化角度讲，利用焦化工艺所产生的氨进行脱硫最为方便，而且大部分焦化厂都配有硫酸铵回收系统。但是，由于采用直接氨法的氨逃逸问题较为突出，



限制了其工程应用。为此，建议采用了镁-氨组合的间接氨法脱硫工艺，且该方法即将应用到该领域的脱硫中。在焦化烟气脱硝方面，由于焦化烟气温度较低，加之含有部分易导致催化剂中毒组分，导致催化还原方法难以能够独立达到高效脱硝作用。为此，对于中小型焦化炉（单台 $\leq 80$ 万 t/a），推荐采用以臭氧-双氧水组合吸收与镁-氨法脱硫相结合的集成技术工艺。脱硝所产生的硝酸铵可与硫酸铵一起回收。而对于大型焦化炉，由于其氮氧化物浓度高、烟气量大，则应将焦化炉低氮焦化改造、贫氨 SCR 技术作为预脱硝，再与上述组合氧化及脱硫技术相结合，最大限度地节省投资和运行费用，实现深度脱硫脱硝目的。

#### 四. 烟气脱硫脱硝捕碳新技术研究



南京理工大学钟秦教授的报告题目是“烟气脱硫脱硝捕碳新技术研究”。伴随我国大气环境依然严峻的形势，催化反应技术、先进材料合成与制备技术的研究更显重要，非传统治理工艺与设备技术研发更加热门。近年来，围绕大气污染控制的

的脱硫脱硝脱碳问题，团队在中低温烟气脱硝、 $\text{CO}_2$  吸附及利用技术研究以及耐硫固体氧化物燃料电池等方面开展了研究与应用工作，获得了一些有突破性的成果。

#### 五. 单塔一体化脱硫除尘深度净化技术介绍

北京清新环境技术股份有限公司高级工程师王永红的报告题目是“单塔一体化脱硫除尘深度净化技术介绍”。SPC-3D 单塔一体化脱

硫除尘深度净化技术由清新环境自主研发，在一个塔内实现了以较低能耗完成燃煤烟气 SO<sub>2</sub> 和粉尘的超低排放。该一体化技术集成了旋汇耦合技术、高效喷淋技术和离心式管束除尘除雾技术，对于脱硫和除尘的脱除效果是相互耦合和叠加的，优化的设计组合保证了最终污染物的超低排放。

## 六. 炼化 VOCs 控制技术



中国石化抚顺石油化工研究院方向晨院长的报告题目是“炼化 VOCs 控制技术”。炼化 VOCs 减排技术有挥发性有机液体浮顶罐减排技术、气柜减排技术平衡气技术设备和管阀件泄漏检维修程序 (LDAR) 等。VOCs 治理技术可分为回收法和破坏法。回收法有吸附、吸收、冷凝、膜分离等；破坏法主要是燃烧 (氧化) 法，又分为直接燃烧、热力燃烧、催化燃烧、蓄热燃烧 (RTO) 等。一般废气中 VOC 浓度小于 10000 ~ 50000mg/m<sup>3</sup>，采用破坏法处理；而大于该浓度，宜先回收处理，再用破坏法处理。如果要求净化气非甲烷总烃小于 120mg/m<sup>3</sup>，推荐最终采用催化氧化装置、蓄热燃烧装置、加热炉、焚烧炉、锅炉等破坏法处理。抚顺院从 1980 年代即开始 VOCs 控制治理研究，先后完成数十项科研课题和攻关项目，主要技术有：低温柴油吸收技术；-70℃低温冷凝技术；活性炭吸附技术；催化燃烧 (氧化) 技术；蓄热燃烧技术；加热炉、焚烧炉焚烧技术；设备和管阀件泄漏检维修 (LDAR) 技术，等等。主要应用业绩有：PO/SM 装置有机物废气催化氧化处理；橡胶装置尾气催化氧化处理；污水场隔油池、气浮池等臭气催化燃烧处理；芳烃储



罐呼吸气催化氧化处理；氧化脱硫醇尾气冷凝-蓄热燃烧处理；酸性水罐区、污油罐和中间罐区、高温蜡油罐区、沥青罐区、氧化脱硫醇尾气等低温柴油吸收处理；汽油和石脑油装车、装船油气回收处理等。

## 七. 工业挥发性有机物生物控制技术的难点与解决方案



清华大学环境学院席劲瑛的报告题目是“工业挥发性有机物生物控制技术的难点与解决方案”。报告在大量开展文献调研和现场调研的基础上，获得了国内外433个VOCs污染源案例和771个VOCs控制工程案例，涉及的行业包括化工、制药、设备制造、食品、印刷等26个行业

大类。深入调查分析了工业VOCs污染源排放特征和控制技术应用状况，提出了不同VOCs控制技术的适用范围。

在此基础上，针对VOCs生物控制技术，介绍了生物控制技术的原理与工艺流程，并重点研究分析了生物技术应用过程中存在的难点问题，包括生物过滤填料层堵塞、装置占地大和难生物降解VOCs去除率低等。针对这些问题，介绍了相应的解决方法 and 研究成果。最后，针对工程机械制造、生物制药、包装印刷、家具制造等行业的VOCs气体，介绍了生物控制技术应用工程案例和中试实验结果，并对生物控制技术应用用于VOCs气体治理的技术经济可行性进行了分析，提出了工业VOCs污染控制的有关建议。



## ■ 脱硝催化剂研究进展

### 一. 废弃脱硝催化剂再生技术研究



江苏龙源催化剂有限公司副总工程师肖雨亭的报告题目是“废弃脱硝催化剂再生技术研究”。SCR 脱硝催化剂在运行中的化学中毒、机械寿命的损坏，导致国内催化剂的更换周期缩短，不但

造成燃煤电厂锅炉烟气脱硝系统运营成本较高，而且致使大量废弃或失活脱硝催化剂无法妥善处理，成为困扰环保领域的重大难题。将失活 SCR 脱硝催化剂施以物理、化学方法处理，恢复脱硝活性，重新回用到脱硝系统中，即脱硝催化剂再生，是缓解废弃脱硝催化剂二次污染问题的有效手段，目前成为了目前国内环保领域的研究热点。江苏龙源催化剂有限公司在承担国家 863 课题与北京市科委重大课题的基础上，自主创新研发了脱硝催化剂再生技术工艺并付诸工程实施。

### 二. 低温 SCR 催化剂最新研究进展和工程应用



北京工业大学何洪教授的报告题目是“低温 SCR 催化剂最新研究进展和工程应用”。非电力行业（包括自备电站）的 NO<sub>x</sub> 排放控制遭遇到了极大的困难，尤其焦炉烟气和日用玻璃窑炉烟气因排烟温度低和其复杂的烟气条件导致无法

适用常规主流脱硝技术进行治理，NO<sub>x</sub> 排放控制面临技术空白，加快

研究  $\text{NO}_x$  的高效治理技术势在必行。北京工业大学、北京方信立华科技有限公司以何洪教授为代表的技术团队，以解决非电力行业脱硝问题为出发点，以低温 SCR 催化材料为突破口，开发的具有自主知识产权、脱硝效率高达 90%、工程造价和运行成本远低于中高温 SCR 催化脱硝技术的低温 SCR 工业脱硝技术成功应用于各行业十余套脱硝装置且运行良好。

### 三. 脱硝还原剂制备系统安全及节能改造技术研究与应用

成都锐思环保技术股份有限公司总经理高燎的报告题目是“脱硝还原剂制备系统安全及节能改造技术研究与应用”。尿素制氨技术有尿素热解制氨和尿素水解制氨二种技术。尿素热解制氨技术是在 SNCR 技术上发展而来，其能耗较高，增加了电厂的运行成本。尿素水解制氨技术以电厂辅汽作为能源，是近年来发展起来的一种新型的尿素制氨技术，在国内已有约 80 套装置运行。尿素水解制氨技术以其安全性和运行经济性受到了电力企业的关注，逐渐有原液氨蒸发系统和尿素热解制氨系统采用尿素水解制氨技术进行安全或节能改造。如  $2 \times 600\text{MW}$  机组将尿素热解制氨系统改造为尿素水解制氨系统后，年运行费用可节省约 500 万元。

### 四. 环境友好型非钒脱硝催化剂的研究

北京化工大学化工资源有效利用国家重点实验室刘志明教授的报告题目是“环境友好型非钒脱硝催化剂的研究”。目前用于  $\text{NH}_3\text{-SCR}$  的传统  $\text{V}_2\text{O}_5\text{-WO}_3(\text{MoO}_3)/\text{TiO}_2$  催化剂仍存在一些问题，如钒具有毒性，反应温度窗口窄等。因此，开发新型的非钒  $\text{NH}_3\text{-SCR}$  脱硝催化剂来取代传统的钒基催化剂引起国内外研究者的高度关注。本工作对

具有双氧化-还原循环的非钒脱硝催化剂及低温脱硝催化剂进行了研究，通过催化剂的结构表征，揭示了非钒脱硝催化剂结构与性能间关系。通过水热法合成了一系列 Cu-Ce-Ti、Mn-Ce-Ti 及 Mn-Ce 等复合氧化物催化剂，催化剂性能测试采用固定床反应器，反应器入口和出口浓度用 NO/NO<sub>2</sub> 气体分析仪 (Thermal Scientific, model 42i-HL) 和 GASMET DX-4000 检测。通过 XRD, Raman 及 XPS 等表征手段，发现 Cu-Ce-Ti 和 Mn-Ce-Ti 催化剂均具有双氧化-还原循环。 ( $\text{Cu}^{2+} + \text{Ce}^{3+} \leftrightarrow \text{Cu}^+ + \text{Ce}^{4+}$ ,  $\text{Cu}^{2+} + \text{Ti}^{3+} \leftrightarrow \text{Cu}^+ + \text{Ti}^{4+}$ ) 和 ( $\text{Mn}^{4+} + \text{Ce}^{3+} \leftrightarrow \text{Mn}^{3+} + \text{Ce}^{4+}$ ,  $\text{Mn}^{4+} + \text{Ti}^{3+} \leftrightarrow \text{Mn}^{3+} + \text{Ti}^{4+}$ ) 双氧化-还原循环的存在，促进了 NO<sub>x</sub> 和 NH<sub>3</sub> 的吸附与活化，使催化剂显示出良好的催化性能，活性温度窗口宽，N<sub>2</sub> 选择性高，并具有良好的抗水和抗硫性能。Mn-Ce 复合氧化物催化剂具有良好的低温脱硝性能，特别是模板剂法制备的催化剂，显示出高的抗水和抗硫性能。

(此页无正文)

---

主送：联盟专家委员会主任郝吉明院士、杜云贵理事长、刘汉强副理事长、陈振宇副理事长、理事、专家委员会副主任、专家委员会委员

抄送：国务院办公厅秘书三局、科技部创新发展司、科技部社会发展科技司、科技部办公厅、科技部中国 21 世纪议程管理中心、国家发改委高技术产业化司、国家发改委资源节约和环境保护司、工信部节能与综合利用司、环保部污染物排放总量控制司、环保部科技标准司、环保部污染防治司、环保部办公厅、产业技术创新战略联盟联络组

---

主办：烟气污染治理产业技术创新战略联盟秘书处

地址：北京丰台区南四环西路 188 号总部基地 3 区 2 号楼 邮编：100070

编辑：王永政

核稿：王聆燕

签发：杜云贵

电话：010-63701116-880

传真：010-63702106

网址：[www.chinaapca.com](http://www.chinaapca.com)

邮箱：[chinadta@163.com](mailto:chinadta@163.com)