

项目(技术)名称	CH ₄ -CO ₂ 重整制合成气关键装备及技术				
所有权人	太原理工大学、东南大学、太原重工股份有限公司	所属院系	煤科学与技术重点实验室		
联系人1	张永发	联系方式	6018740	邮箱	yongfaz@tyut.edu.cn
所属领域	<input type="checkbox"/> 矿山技术 <input checked="" type="checkbox"/> 化工 <input type="checkbox"/> 新能源 <input type="checkbox"/> 材料 <input type="checkbox"/> 节能环保 <input type="checkbox"/> 机械自动化 <input type="checkbox"/> 电子信息及网络应用 <input type="checkbox"/> 建筑工程 <input type="checkbox"/> 其他				
鉴定水平	<input type="checkbox"/> 国际领先 <input checked="" type="checkbox"/> 国际先进 <input type="checkbox"/> 国内领先 <input type="checkbox"/> 国内先进 <input type="checkbox"/> 未鉴定				
知识产权形式	<input type="checkbox"/> 未申请 <input type="checkbox"/> 申请未授权 <input checked="" type="checkbox"/> 发明专利 <input type="checkbox"/> 实用新型 <input type="checkbox"/> 外观设计 <input type="checkbox"/> 软件著作权 <input type="checkbox"/> 其它				
转化方式	<input checked="" type="checkbox"/> 技术服务 <input type="checkbox"/> 技术开发 <input checked="" type="checkbox"/> 技术合作 <input type="checkbox"/> 技术(成果)转让				
立项情况	<p>国家重点基础研究发展计划(973计划课题): 无变换焦炉煤气调H₂及CO₂减排基础研究 2005CB221202</p> <p>国家自然科学基金: CH₄/CO₂重整高抗积碳金属/炭材料催化剂的制备及机理研究 21006066</p> <p>山西省自然科学基金: CH₄-CO₂重整高抗积碳金属/炭材料催化剂的制备及机理研究 2011021009-2</p> <p>山西省自然科学基金: 焦炉煤气CH₄和CO₂在高温炭中转化为合成气动力学研究 20051020</p> <p>山西高校科技研究开发项目: H₂O-02辅助下焦炉煤气在高温焦炭体系中重整制合成气 200314</p>				
项目(技术)简介	<p>1、具体的技术内容、指标、用途;</p> <p>CH₄-CO₂重整制合成气研究被公认为催化乃至整个化学和能源研究领域最具挑战性的研究方向之一。自上世纪20年代, Fischer首先提出CH₄-CO₂重整反应以来, 世界范围内的研究者对CH₄-CO₂重整进行了大量研究, 但由于金属催化剂严重积炭和活性组分流失、易高温烧结和成本昂贵, 使研究陷入困境, 进展缓慢, 到目前未见产业化技术的报道。</p> <p>2003年本课题组在进行研究过程中取得重大发现, 即含有丰富含氧官能团的炭材料改性半焦对CH₄-CO₂重整具有显著的催化作用和抗积碳性能。基于这一发现课题组从CH₄-CO₂重整反应机理、动力学、高活性催化剂开发, 到重整转化装置和工艺中工程基础进行了详尽的研究, 主要发明理论和技术内容如下。</p> <p>1. 技术发明内容的理论研究: 1) 高温炭材料催化CH₄-CO₂重整本质: ①炭表面有丰富的酸酐和内酯结构中的含氧官能团是CH₄的重整提供活性位; ②发育的比表面积和孔结构使活性点增加; ③高温炭中的含氧官能团可以在CO₂/H₂O气化过程中生成。2) 重整转化机理: 重整甲烷分两段进行, 第一段在具有丰富的微孔和含氧官能团条件下甲烷和二氧化碳的快速重整转化, 随着反应的进行含氧官能团开始再生时重整转化率由下降进入恒定状态。</p> <p>2. 高效复合催化剂: 根据Hume-Rothery理论, 采用具有面心立方晶格的两种金属与炭材料进行改性, 开发出了高活性和抗积碳的Cu-Co/炭材料和碱金属/炭材料催化剂, CH₄和CO₂的转化率维持在97%以上。</p>				

3. CH₄-CO₂重整反应器/技术: 提出用结构和构件使氧化放热和还原吸热双反应的重整移动床反应器中气固流动、分配与接触强化、热量传递与反应动力学优化匹配的理念,发明了倒“T”型两段内腔连通结构、原料气及烧嘴两翼对称布置、加料机构和转化炉主体之间设有气封装置新结构,以及局部强氧化烧嘴等新结构,通过这些新结构的有机集成,形成了反应器内固体高温炭和转化原料气体的逆流接触及其气固浓度场与温度场的合理分布和灵活可控,形成了CH₄-CO₂重整工艺的核心装备技术。

4. 重整反应器工艺: 基于发明的两段移动床重整反应器与工艺中其他设备优化匹配、系统阻力和能耗最低化理念,开发出:为使高温炭增加催化剂活性点的水蒸气输入系统;以及高温合成气通过废热锅炉和原料气体气-气换热的装备和系统。这些装备和新结构有机集成了高效节能的干湿重整(CH₄-CO₂、CO₂-H₂O单独或混合重整)转化工艺。工艺产品气中甲烷的含量<1.5%,甲烷的转化率>95%;单台重整反应器 $\phi \geq 2.6$ m日产合成气20000Nm³。

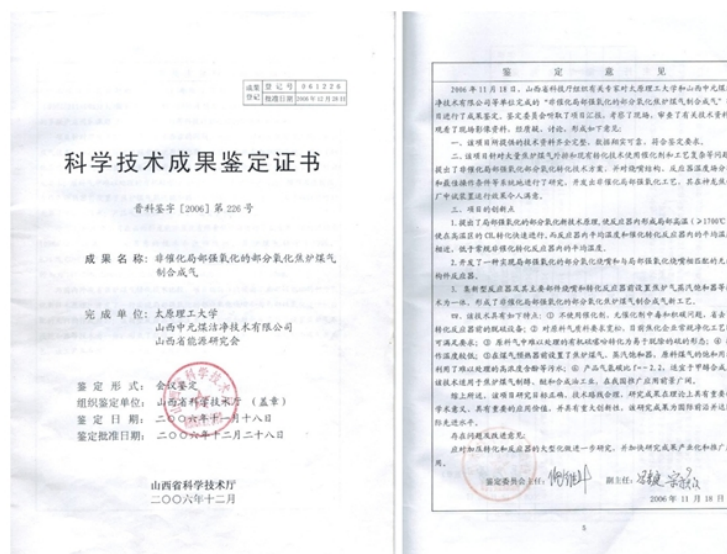
主要技术指标: 产品气中甲烷含量<3.0%,甲烷转化率>94%;重整反应器直径 $\phi \geq 2.6$ m,单台反应器日产合成气20000Nm³。

用途: 我国尤其是山西省有大量的煤层气、焦炉气、合成氨过程中产生的弛放气,以及气化煤气,其中的CH₄和CO₂资源都亟待进行高效转化利用。本技术为上述利用提供了新的有效途径。适用于现有相关企业的技术改造和新建企业的产业链延伸,本技术的推广实施可提高企业自有技术水平,可拓宽当地的经济发展方向,增加经济增长点,对发展多元的煤化工产品具有重要的意义,符合社会发展要求。

2、创新点;

1) 建立完整的工程基础理论; 2) 开发新型CH₄重整反应器,形成重整独立的炭催化CH₄重整反应器技术; 3) 研制与大型重整反应器相匹配的自控系统; 4) 建立和制定CH₄-CO₂重整工艺操作规程,研究开发重整工艺数据包。

3、鉴定证书检验报告奖励、专利等能说明科技水平的证明(图片)



	
<p>适用范围</p>	<p>该技术可实现 CH₄和 CO₂资源充分转化利用，是富含 CH₄、CO₂资源高效益利用的新技术。可应用于煤层气、焦炉煤气和气化煤气加工利用，以及合成氨及合成气生产行业。</p>
<p>效益分析或实例介绍</p>	<p>项目技术在山西临汾同世达煤化工集团有限公司、河北金万泰化肥有限责任公司和晋州市鑫海化工有限公司实施运行，工艺产品气中甲烷含量<2.0%，二氧化碳转化率>97%，经济技术指标国际先进。项目实施新增利润 1.118 亿元，新增税收 2005.3 万元，CO₂减排 1.05×10⁷Nm³，经济、环境和社会效益显著。</p>
<p>单位：太原理工大学</p>	<p>粉煤清洁高效制“球化结构”铸造型煤/焦关键技术和装备</p>

所有权人	太原理工大学、山西森特洁净煤技术研究设计院有限公司	所属院系	煤科学与技术重点实验室		
联系人 1	张永发	联系方式	6018740	邮箱	yongfaz@tyut.edu.cn
所属领域	<input type="checkbox"/> 矿山技术 <input checked="" type="checkbox"/> 化工 <input type="checkbox"/> 新能源 <input type="checkbox"/> 材料 <input type="checkbox"/> 节能环保 <input type="checkbox"/> 机械自动化 <input type="checkbox"/> 电子信息及网络应用 <input type="checkbox"/> 建筑工程 <input type="checkbox"/> 其他				
鉴定水平	<input type="checkbox"/> 国际领先 <input checked="" type="checkbox"/> 国际先进 <input type="checkbox"/> 国内领先 <input type="checkbox"/> 国内先进 <input type="checkbox"/> 未鉴定				
知识产权形式	<input type="checkbox"/> 未申请 <input type="checkbox"/> 申请未授权 <input checked="" type="checkbox"/> 发明专利 <input checked="" type="checkbox"/> 实用新型 <input type="checkbox"/> 外观设计 <input type="checkbox"/> 软件著作权 <input type="checkbox"/> 其它				
转化方式	<input checked="" type="checkbox"/> 技术服务 <input type="checkbox"/> 技术开发 <input checked="" type="checkbox"/> 技术合作 <input type="checkbox"/> 技术(成果)转让				
立项情况	国家科技支撑计划：粉煤高效清洁低温成型炭化转化关键技术研究开发与开发（2012BAA04B03） 国家自然科学基金：型煤“球化”炭化粘结机理和收缩动力学研究（51274147） 山西省自然科学基金：球化结构炭化型煤炭化机理和其中界面结合物特性研究（2010011014-1） 山西省回国留学人员基金：分段多环境煤热解研究和工艺开发（999018） 太原国家高新区创新基金：新一代洁净式炭化技术（09CXJJ-52）				
项目（技术）简介	<p>1、具体的技术内容、指标、用途；</p> <p>项目针对我国、特别是我省大量粉煤深加工转化的难题，在国家和省自然科学基金及国家“十二五”支撑计划支持下通过较系统的基础研究，开发出具有原创性自主知识产权的产业化技术，具体技术内容如下。</p> <p>1、基于自主创新提出的型煤“球化”炭化理念，建立了型煤炭化过程中“小球”生成规律模型，揭示了“球化”炭化的机理，形成了较系统的粉煤制具有“球化结构”的铸造型煤/焦的基础理论和技术依据。</p> <p>2、发明了一种球化剂和球化剂的生产方法。</p> <p>3、发明了粘结剂及其生产方法。</p> <p>4、发明了生产具有“球化结构”炭化型煤/焦的技术。</p> <p>5、发明了清洁高效捣固式热回收和底装底出生产“球化结构”型煤/焦的工业化装备。</p> <p>主要经济技术指标在国内外同类技术中占领领先地位：球化剂添加量<5%，吨产品费用增加<50元；产品质量，强度92~98，其它指标灰、硫和挥发分含量达国家特级和一级铸造型炭化型煤/焦指标；吨产品煤耗比其他炭化炉降低0.5%，入炉料烧损1.2~1.5%。生产过程对环境友好，无废水外排，项目企业获得全球环境基金、联合国开发计划署和联合国工业发展组织颁发的节能减排荣誉。</p> <p>用途：全球每年需铸造焦约1800万吨，国内需求约950万吨，铸造焦消耗大量宝贵的优质焦煤和肥煤资源，用高阶粉煤制“球化结构”铸造型炭化型煤，对满足精密铸造对原料的需求和保护稀缺宝贵的焦肥煤资源，都具有重大意义。</p>				

2、创新点；

本课题组研究首次发现：在粉煤原料中添加一种“球化剂”制成的型煤块炭化时，其中能生成大量的、非中间相惰性煤料聚集小球体，而且通过调整球化剂的粒度和添加量等参数，可调节小球体尺寸及其粘结等特性，进而可调节型煤块炭化时裂纹生成、收缩比表面孔结构、反应性、机械强度等化学和物理特性。基于这一发现，开发了“球化结构”炭化型煤技术，该技术的**主要创新及发明点在于：**

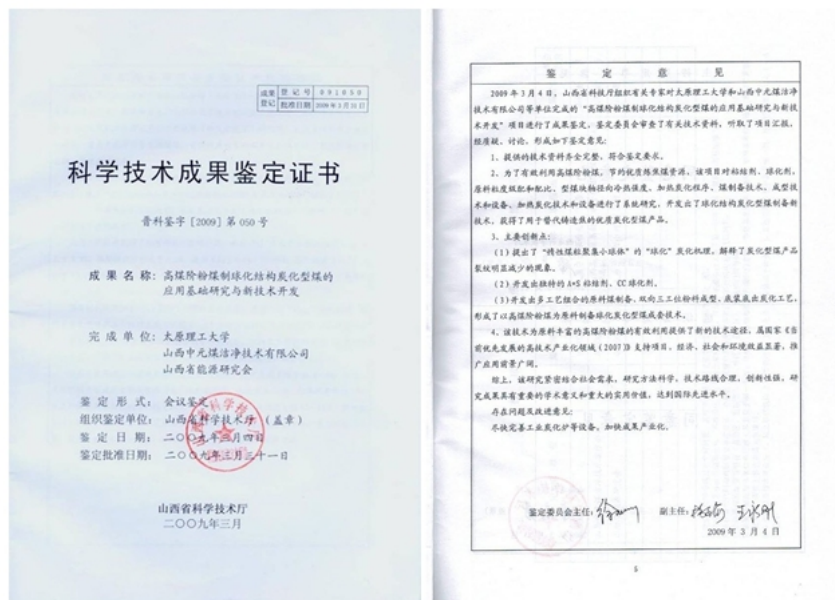
1、基于自主创新提出的型煤“球化”炭化理念，建立了型煤炭化过程中“小球”生成规律模型，揭示了“球化”炭化的机理，形成了较系统的粉煤制具有“球化结构”的铸造型煤/焦的理论基础和工程基础。

2、发明了一种球化剂及球化剂的生产方法；研制了粘结剂及其生产方法。

3、提出了“球化结构”炭化型煤优化的原料配比、原料粒度级配组合、粘结剂用量、型煤成型压力（或密度）和型煤/焦热受指标及GHMH加热炭化程序，形成了炭化型煤热解产物处理和加热工艺基础，发明了生产具有“球化结构”炭化型煤/焦的技术。

4、发明了一次进风分布器、多联S型火道、烟气互联孔、长短空气导管及喷嘴、顶部和四周封闭的底部装料出料结构、立火道隔墙底部设有跨越孔、炭化室和燃烧室隔墙顶部设有直通孔和炉体外壳内顶部设蓄热室等结构，以及集这些技术于一体的捣固式热回收和底装底出生产“球化结构”型煤/焦的工业化装备。

3、鉴定证书检验报告奖励、专利等能说明科技水平的证明（图片）



	
<p>适用范围</p>	<p>以无烟粉煤为原料洁净生产的球化结构炭化型煤/焦能全部替代铸造焦和部分替代冶金焦。采用这一技术可节约大量的、宝贵的优质焦煤和肥煤，不仅实现保护稀缺宝贵的焦肥煤资源，实现无烟粉煤的科学深加工，同时实现了环境友好。</p>
<p>效益分析或实例介绍</p>	<p>项目技术在山东日照焦电有限公司、山西利民煤炭气化有限公司和越南和发能源股份公司实施。近3年新增利税3.49亿元，新增税收4191.68万元，</p>

单位：太原理工大学科技处
 邮箱：88285058@qq.com

部门：产学研办公室

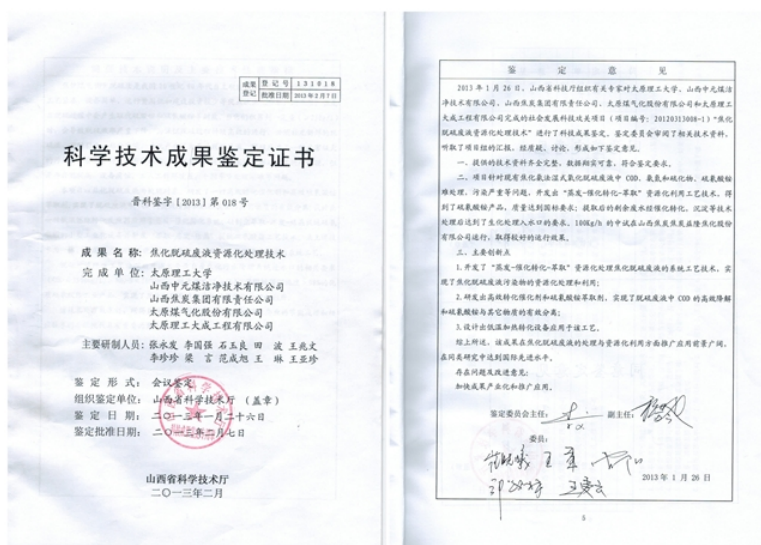
联系人：祁星耀 杨建伟 李飞
 电话：6018740

项目（技术）名称	焦化脱硫废液资源化处理技术				
所有权人	太原理工大学、 山西焦炭集团	所属院系	煤科学与技术重点实验室		
联系人 1	张永发	联系方式	6018740	邮箱	yongfaz@tyut.edu.cn
所属领域	<input type="checkbox"/> 矿山技术 <input checked="" type="checkbox"/> 化工 <input type="checkbox"/> 新能源 <input type="checkbox"/> 材料 <input checked="" type="checkbox"/> 节能环保 <input type="checkbox"/> 机械自动化 <input type="checkbox"/> 电子信息及网络应用 <input type="checkbox"/> 建筑工程 <input type="checkbox"/> 其他				
鉴定水平	<input type="checkbox"/> 国际领先 <input checked="" type="checkbox"/> 国际先进 <input type="checkbox"/> 国内领先 <input type="checkbox"/> 国内先进 <input type="checkbox"/> 未鉴定				
知识产权形式	<input type="checkbox"/> 未申请 <input type="checkbox"/> 申请未授权 <input checked="" type="checkbox"/> 发明专利 <input type="checkbox"/> 实用新型 <input type="checkbox"/> 外观设计 <input type="checkbox"/> 软件著作权 <input type="checkbox"/> 其它				
转化方式	<input checked="" type="checkbox"/> 技术服务 <input type="checkbox"/> 技术开发 <input checked="" type="checkbox"/> 技术合作 <input type="checkbox"/> 技术（成果）转让				
立项情况	山西省科技攻关：焦化脱硫废液资源化处理关键技术和核心设备中试研究 20120313008-1				
项目（技术）简介	<p>1、具体的技术内容、指标、用途；</p> <p>焦炉煤气 HPF 脱硫法是我国 20 世纪 90 年代自主研发的湿法氧化脱硫技术，它以工艺紧凑，设备简单，运行费用低和建设投资较少等优点被焦化企业广泛采用。但是在脱硫过程中会产生硫代硫酸铵和硫氰酸铵等副盐，当它们积累到一定量（$\geq 250\text{g/l}$）时，会导致脱硫效率严重下降，为保证脱硫过程持续高效的进行，必须补充新鲜的脱硫液，同时引出一部分废液，为此产生了大量的脱硫废液。脱硫废液是一种危害极大的污染物，含有多种有毒有害物质，目前企业广泛采用高温裂解法对其进行处理，但是存在能耗高，设备腐蚀，工人工作环境差，个别季节处理困难等问题。</p> <p>本项目以焦化脱硫废液为处理对象，主要技术内容如下：研发了一种高效转化催化剂和高效硫氰酸铵萃取剂，实现了脱硫废液中 COD 的高效降解和硫氰酸铵与其它物质的有效分离；设计出一种低温燃烧转化反应器应用于蒸发-催化转化系统；研制出萃取-蒸发-结晶提纯硫氰酸铵的小型工业化设备并形成‘萃取-蒸发-结晶’提纯硫氰酸铵工艺技术；焦上述技术为一体，形成了“蒸发-催化转化-萃取”资源化处理焦化脱硫废液的系统工艺。</p> <p>技术指标：脱硫废液经本工艺处理后，其中的 COD、硫化物和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 含量分别可 $\leq 3000\text{mg/l}$、$\leq 75\text{mg/l}$ 和 $\leq 300\text{mg/l}$，满足焦化厂生化处理入水口的标准，经生化进一步处理后可达到排放或焦化厂回用的标准，同时可获得纯度 $\geq 97\%$ 的硫氰酸铵（国标一级品），实现了污染物资源化利用。</p> <p>用途：我国是焦炭生产大国，2012 年焦炭产量在 4.43 亿吨左右，焦炉煤气在采用湿式氧化脱硫是产生的脱硫废液的有效处理是焦化企业的一大技术难题。对 100 万吨/年的焦化企业来说，年产脱硫废液约 1 万吨，估计全国的焦化企业年产脱硫废液约 300 万吨，因此，本技术主要用来处理焦化企业的脱硫废液。</p>				

2、 创新点；

针对目前焦化企业采用氨法脱硫时所产生的脱硫废液难以处理，严重污染环境的问题，本项目开发了蒸发-热解-吹脱处理脱硫废液的新工艺，其创新点主要体现在：1) 开发了一种高效热解催化剂和催化热解反应器；2) 开发了焦炉煤气吹脱氨氮技术和回收系统；3) 开发了一种高效萃取剂，并形成了脱色-萃取-结晶提纯硫氰酸铵新技术。

3、 鉴定证书检验报告奖励、专利等能说明科技水平的证明（图片）



适用范围

脱硫废液是一种严重污染环境的物质，但其中所含的硫氰酸铵是一种应用广、价值高的无机化工产品，回收硫氰酸铵会产生显著的经济效益。本技术可广泛用来处理焦化企业的脱硫废液。经济、社会和环境效益显著，推广价值巨大。

效益分析或实例介绍

以年产 100 万吨的焦化企业为例，采用该技术每年可减排脱硫废液 10000 吨，同时可提得国标优等品硫氰酸铵约 1000 吨/年以及含氮量不小于 19%硫酸铵 500 吨/年，为企业带来 800 万元/年的效益，其经济和社会效益显著，市场前景广阔，推广价值巨大。

单位：太原理工大学科技处

部门：产学研办公室

联系人：祁星耀 杨建伟 李飞

邮箱：88285058@qq.com

电话：6018740