



中国科学院广州能源研究所

Guangzhou Institute of Energy Conversion, Chinese Academy of Sciences

技术成果汇编



2016

中国科学院广州能源研究所（以下简称广州能源所）成立于1978年，前身为1973年成立的广东省地热研究室。1998年4月原中国科学院广州人造卫星观测站并入广州能源所。

广州能源所定位是新能源与可再生能源领域的研究与开发利用，主要从事清洁能源工程科学领域的高技术研究，并以后续能源中的新能源与可再生能源为主要研究方向，兼顾发展节能与能源环境技术，发挥能源战略的重要支撑作用。近期目标：在生物质能源高值化转化与规模化利用，分布式可再生能源独立系统应用示范2个方向实现重大突破；在天然气水合物成藏理论与开发研究，海洋能深层地热规模化发电关键技术，太阳能直接利用功能材料及关键技术，低碳发展及能源战略研究4个方向重点培育方向取得重大进展。

建所来已取得重要科研成果百余件，申请国家专利913件、PCT19件，已授权发明专利300余件。近几年在生物质能源、固体废弃物资源化利用、天然气水合物等方面成果突出，获国家科技进步二等奖2项、国家专利优秀奖1项、广东省科学奖一等奖4项等，是国家能源生物燃料研发中心、中国科学院可再生能源重点实验室、中国科学院天然气水合物重点实验室、广东省新能源和可再生能源研究开发与应用重点实验室、中国科学院广州天然气水合物研究中心等研发平台的依托单位。博士生培养点2个、博士后流动站1个、硕士生培养点7个，主办《新能源进展》学术期刊。

在国际合作方面，建有国家可再生能源综合技术国际研发中心，与美国、日本、意大利、韩国、瑞典、德国、丹麦、南非、澳大利亚、巴西、香港等20余个国家和地区的知名高校及研究机构建立了良好的学术交流与合作关系。



技术成果汇编目录

| | |
|-------------------------------|----|
| 一. 生物质能 | 1 |
| 1. 生物质气化热电气联供技术..... | 1 |
| 2. 生物质气化燃气替代化石燃料技术..... | 2 |
| 3. 秸秆制备生物燃气发电技术..... | 3 |
| 4. 中等规模稻壳灰高值综合利用技术..... | 5 |
| 5. 混合原理高浓度厌氧发酵制备生物燃气关键技术..... | 6 |
| 6. 生物柴油..... | 7 |
| 7. 生物汽油..... | 9 |
| 8. 生物丁醇..... | 10 |
| 9. 木质纤维素生物质原理合成生物航空燃料..... | 11 |
| 10. 木质纤维素制备生物基多元醇..... | 12 |
| 11. 生物质基合成气制备高碳醇..... | 13 |
| 12. 有机废弃物热法制取低碳醇液体燃料..... | 14 |
| 13. 废气塑料热裂解制备润滑油基础油..... | 15 |
| 14. 微生物油脂..... | 16 |
| 15. 环氧植物油油脂增塑剂..... | 16 |
| 16. 废润滑油再生方法的研究..... | 17 |
| 17. 糖酯表面活性剂..... | 18 |
| 18. 细菌纤维素..... | 19 |
| 19. 凹凸棒土基石蜡相变复合材料..... | 20 |
| 20. 非金属矿（凹凸棒土）的高值化利用..... | 21 |
| 21. 粘土基有机废水脱色吸附剂..... | 22 |
| 二. 太阳能、地热能、微电网及综合利用..... | 23 |
| 22. 太阳能中温集热系统..... | 23 |
| 23. 热管式真空集热器..... | 25 |
| 24. 地源热泵供热供冷技术推广应用..... | 25 |
| 25. 中低温地热双工质发电系统的应用..... | 28 |

| | |
|--------------------------------|-----------|
| 26. 地热综合利用..... | 29 |
| 27. 新能源在建筑上的综合利用..... | 31 |
| 28. 多能互补分布式微电网技术..... | 33 |
| 28.1 双向变流器技术..... | 35 |
| 28.2 高频并网光伏逆变器..... | 35 |
| 28.3 智能远程监控管理系统..... | 37 |
| 三. 海洋能 | 38 |
| 29. 水合冷冻法海水淡化系统..... | 38 |
| 30. 风光互补发电-反渗透海水淡化系统..... | 39 |
| 31. 千瓦-百千瓦级鹰式波浪能发电装置..... | 39 |
| 32. BD102G 型航标灯用波力发电装置..... | 40 |
| 33. 航标灯用机械式波力发电装置..... | 41 |
| 34. 漂浮直驱式波力发电装置..... | 42 |
| 35. 海岛可再生独立能源系统..... | 42 |
| 四. 新材料及产品 | 44 |
| 36. 高效杂元素碳-纳米硅复合锂离子电池负极材料..... | 44 |
| 37. 自动调光高效节能镀膜玻璃..... | 45 |
| 38. 智能隔热节能涂料和贴膜..... | 46 |
| 39. 环保节能增透膜节能液..... | 47 |
| 40. 利用工业废渣制取双面复合增强保温节能墙板..... | 48 |
| 五. 节能减排 | 50 |
| 41. 动态冰蓄冷技术..... | 50 |
| 42. 工厂能源管理系统..... | 51 |
| 43. 中央空调系统分散水泵节能技术..... | 52 |
| 44. 高耗能行业中低温余热发电..... | 52 |
| 45. 园林绿化垃圾高温好氧堆肥系统..... | 54 |
| 46. 生物炭制备及碳基缓释肥制备技术..... | 55 |
| 47. 可燃固体废弃物两段式热解旋流燃烧技术..... | 55 |
| 48. 生活垃圾自动分选技术..... | 56 |
| 49. 生活垃圾资源-能源化利用系统..... | 57 |
| 50. 高可靠性热管换热器..... | 58 |



| | |
|---------------------------|-----------|
| 51. 低热值燃气燃烧技术及烧嘴..... | 59 |
| 52. 连续式蓄热燃烧技术..... | 60 |
| 53. 液排渣煤粉低尘燃烧技术及系统..... | 61 |
| 54. 智能电网大规模电池储能技术..... | 62 |
| 55. 大功率 LED 灯具高效散热技术..... | 63 |
| 中科院广州能源所企业介绍..... | 64 |

一. 生物质能

1. 生物质气化热电气联供技术

项目简介:

生物质气化发电、供气、供热,即热电气三联供,是以生物质气化产生的可燃气为燃料,一方面通过内燃机或燃气轮机等热工转换设备燃烧发电,同时利用烟气回收的余热向热用户供热,另一方面向燃气用户提供生产生活用气。生物质气化热电气联供技术符合我国生物质能资源分布分散的特点,在生物质气化发电的同时可根据当地情况进行供热和供气的综合利用,有利于降低发电成本,提高生物质发电的综合效益,是一项充分利用生物质燃料潜在热能的技术。

“十二五”期间,在国家科技支撑计划的支持下,广州能源研究所围绕生物质能综合利用的目标,以木屑、秸秆、树皮等生物质为原料,以中小企业用电用热及居民生活用能为对象,研制开发出适合我国国情的先进生物质气化热电气联供成套技术和设备,建成了 2MW 生物质气化发电及热气联供系统示范工程,包括 2.5t/h 的生物质气化系统、4500Nm³/h 的燃气净化系统、2MW 的燃气发电机组、1.5t/h 的余热设备、0.5t/h 的制冷系统、1000Nm³/h 的燃气燃烧试验窑炉等。生物质原料于混流式固定床气化炉内产生燃气,经净化系统除尘除焦和冷却后,再经储气柜及燃气管道输送至发电机组发电,电力除自用电外,多余电力上网或直接供给附近企业生产;燃气发电后产生的高温烟气通过余热锅炉产生蒸汽,对于北方地区可对外提供蒸汽供热,对于南方地区可用于溴化锂制冷提供冷气;燃气经管道输送至示范基地食堂或附近饭店,或为附近居民提供生活燃气。

主要技术性能与指标:

广州能源研究所已研制了不同规格的生物质气化发电系统,1-3 MWe 的气化炉-内燃机系统的发电效率为 17%-20%,4-6MWe 的内燃机-蒸汽轮机联合循环系统发电效率达到 28%,技术与国外先进的同类技术相当,而且设备全部实现国产化,在国内外应用了 20 多套,成为国际上应用最多的中小型生物质气化发电系统。建成的 2MW 生物质气化发电及热气联供示范系统发电效率 25.5%,系统余热回收热效率 26.8%,示范系统热电联供综合热效率 52.3%。

经济效益:

在发展中小型生物质气化发电技术的同时,需发挥其灵活性好的特点,利用热电联供或气电联供的办法,提高综合利用率,降低发电成本,提高技术的市场竞争力。

在原料价格(500元/吨)、电力(0.75元/kWh)和燃气价格(0.48元/m³,按天然气价格3.5元/m³时等热量计算)都不变的情况下,运行模式对生物质气化发电及热气联供系统经济性

起决定性的作用：

(1) 在纯发电而没有热气联供的情况下，2MW生物质气化发电系统投资约1500万元，满负荷运行收益990万元/年，而运行成本（主要决定于生物质原料价格和运行负荷）1036万元/年，此时没有投资价值；若原料降至450元/吨可实现盈亏平衡。

(2) 增加余热利用的2MW气化发电及热电联供系统投资约1700万元，在平均运行负荷1.5MW、用户蒸汽需求大于15000吨/年时盈亏平衡；在2MW满负荷运行下余热蒸汽供应量达到20000吨/年，毛利达到500万元/年左右，此时在不考虑税负的情况下，投资回收期约4年。因此，在有余热利用的条件下（如项目在工业园区、蒸汽用户附件等），生物质气化发电及余热利用系统具有一定的投资价值。

(3) 将气化燃气全部用于供热或供气的情况下，如全部用于集中供气代替天然气，或集中供热（用于燃煤或天然气锅炉，供热蒸汽价格约280元/吨），2MW气化供热/供气系统投资约885万元，毛利约为400万元/年（假设生物质燃气和天然气燃烧效率相同，则生物质燃气用于供气或供热的收益是等值的），项目投资回收期大约3年，经济效益显著。

可见，生物质气化发电系统投资较高（平均7000-8000元/kW左右），发电的效益不明显；而余热系统投资不大，但效益明显（如2MW余热收入占总收入的1/3）。所以在有条件时，利用生物质燃气用于供热/供气而不是发电，生物质气化项目的经济性将更有显著。

适用范围及应用条件：

在目前生物质价格条件下：

- (1) 简单的小规模气化发电没有应用推广价值；
- (2) 推广小型气化发电项目的前提是当地有供热需求（如供应园区、采暖等）；
- (3) 气化供热供气系统比气化发电或热电联供系统具有更好经济性，目前在大部分地区已具备了推广生物质气化供热/供气的条件。

成果转化方式：

股权投资，技术转让，合作开发。

2. 生物质气化燃气替代化石燃料技术

项目简介：

随着社会对能源需求的日益增长，作为主要能源来源的化石燃料却迅速地减少。目前，我国工业锅炉主要使用燃煤或重油等化石能源作为燃料，能源成本占产品加工成本的比例较高，同时燃煤和重油等化石能源属高污染燃料，尾气含有较高比例硫的成分，采取简单的烟气脱硫设备已不能满足日益提高的环保要求。因此，寻找一种可再生的替代能源，成为社会普遍关注的焦点。

广州能源所集成生物燃气工业控制技术、工业生物燃气锅炉热力系统技术、生物燃料工程技术及工业生物燃气替代石化能源价值工程技术，形成系统、完整、高效的工业生物燃气系统，替代工业企业传统石化能源热力系统，实现工业节能减排，清洁生产，可大幅度降低工业的热力成本，并有效减轻温室效应。

生物质气化燃气锅炉新增与改造的系统由原料储存、上料设备、气化系统、灰渣处理装置、燃气输送、锅炉燃烧器、锅炉烟风系统及主辅设备控制系统构成，使生物质燃料在高温条件下发生链裂解变成 CO 、 H_2 、 CH_4 等可燃性气体，利用效率较高，用途广泛，具有可观的经济和社会效益。

主要技术性能及指标：

生物质成型燃料的平均热值为 $4000\sim 4500 \text{ kCal/kg}$ ，在相同的条件下，每吨生物质成型燃料大约相当于 0.5 吨标煤、0.4 吨重油、0.3 吨柴油或天然气。生物质成型燃料系统的特点为：

- (1) 生物质气化炉流化性能好，运行工况稳定，气化效率高；
- (2) 有效解决生物质加料不稳定问题；
- (3) 燃气质量稳定，热值高；
- (4) 产能大，飞灰量小，焦油含量低；
- (5) 原料来源广泛，系统的应用范围广，适用性强。
- (6) 每替代 1 吨标准煤，在不考虑脱硫设施的情况下，可以实现 SO_2 减排量约 20 kg，减排 CO_2 约 2.5 吨。

适用范围及应用条件：

- (1) 作为燃油锅炉的原料，代替重油、柴油、煤、水煤浆、天然气等；
- (2) 作为工业窑炉的燃料，代替各种燃料。

成果转化方式：

合同能源管理。

3. 秸秆制备生物燃气发电技术

项目简介：

利用农业废弃物等生物质产生能源已经有多项研究，秸秆厌氧发酵产沼气在我国应用较广泛，农作物废弃物厌氧发酵产沼气具有清洁、实用性强、方便管理等诸多优势：研究表明，每千克农作物废弃物干物质可产沼气 $0.5\sim 0.7 \text{ m}^3$ 。厌氧发酵产生的沼气是一种清洁的可再生资源，不但可提供能源，而且对保护森林资源、净化生态环境也有很大作用。厌氧发酵后

的农作物还可做鱼饵料和牲畜饲料添加剂，具有提高禽畜免疫力，增加体重的功能。产气后的沼渣、沼液腐殖酸含量高，氮、磷、钾和微量元素齐全，是高效的有机肥料。

传统的厌氧微生物法虽然反应条件温和、设备简单，但是由于微生物的木质纤维素降解能力较弱，导致农作物废弃物的水解过程缓慢，水解程度低，使农作物废弃物的厌氧消化时间长、消化率低、产气量少、投入产出效益差等问题限制了农作物废弃物大规模应用于厌氧发酵。此外农作物废弃物不具有流动性，密度小，体积大，进出料困难，固体浓度高，在消化开始阶段容易产生酸消耗不平衡，引起酸积累，造成酸中毒现象，影响正常运行。此外，由于固体浓度高，反应器内传热传质不均匀，物料与接种物接触不充分，消化条件不易控制，而且高固体浓度给搅拌装置的选择和动力的配置等带来了困难。

技术特点：

本技术通过采用能源化工实验室建立的农作物秸秆微分式渗滤床低酸水解工艺和双循环高效厌氧反应器解决了这两个技术难题，创新性地提出了农作物废弃物水解并厌氧发酵高效产沼气发电的新思路，即通过水解技术把固态的生物质转化为富含可发酵有机物的生物质水解液，进而利用厌氧活性污泥（富含产沼气细菌）高效发酵产沼气，最后利用沼气进行绿色发电。该工艺可同时处理大量的固体生物质，厌氧发酵后的醪液循环回到预处理系统，少量的残渣可以作为固体燃料或肥料，整个过程无废水排放。该技术设备占地少，同时发酵周期短、处理效率高，为大规模农作物废弃物制备生物燃气和生物燃气发电奠定了基础，具有巨大的产业化前景。

适用范围：

本技术应用范围广，根据用户不同需要，发电规模可大可小。根据地区产秸秆及生活垃圾等原料的数量建设50 KW~1 MW 规模的发电厂，可用各种农作物秸秆或厨余、生活垃圾作为原料。同时，由于该项目属于环保技术，对减少秸秆焚烧污染，减少CO₂排放有重要意义，可享受国家政府的相关优惠政策，有很好的市场前景和巨大的推广潜力。

已具备的推广应用条件：

本工程已建成一套10万kWh/年的秸秆制备生物燃气发电中试装置，验证了秸秆等木质纤维素类生物质通过秸秆水解、水解液厌氧发酵产沼气及沼气发电的技术工艺路线以及技术装备。

达到以下经济指标：其投资仅为目前常规的秸秆直燃发电的50%以下。1公斤秸秆可以产0.5~0.7m³的沼气，可发电1 kWh（目前市场上沼气发电机效率约为1 m³的沼气发电2.2-2.6 kWh），每kWh电成本仅约0.40元，按上网价0.5元/kWh，1公斤秸秆通过生物方法制备生物燃气发电，每度电差价约0.10元，加上国家农作物废弃物发电0.257元的补贴，每度电毛利约0.35元。

成果转化方式:

技术服务, 许可使用, 合作开发。

4. 中等规模稻壳灰高值综合利用技术

项目简介:

我国是世界上最大的稻谷生产国, 每年有数千万吨的稻壳需要被消化处理。稻壳是大米加工的主要副产物, 约占稻谷重量的 20%。稻壳中含有 15%~20% 的无定形水合二氧化硅, 其它成分主要为碳氢化合物, 是一种量大面广的可再生资源。随着生物质综合利用技术的发展, 燃烧产热及发电已成为我国常见的稻壳利用方式。但该技术在燃烧高灰分生物质获取洁净能源的同时, 也会产生大量有毒的灰渣废弃物。这些灰渣废弃物大部分没有经任何处理就直接被丢弃, 既没有得到有效治理和充分利用, 又给周围环境造成一定污染。

近年来, 随着生物质综合利用技术的发展, 出现了利用稻壳灰制备活性炭材料和硅基化工品等高附加值产品的高效利用技术。在前人工作的基础上, 本项目开发了一种稻壳灰高值清洁利用的新工艺, 利用稻壳灰废弃物联产分子筛、活性炭和生物基钾肥。首先, 在高温水热条件下, 用较低浓度的碱液将灰渣中的 SiO_2 快速溶解出来, 同时制备出较高品位的活性炭; 其次, 利用溶解出的硅溶胶制备不同型号的分子筛产品; 最后, 利用烟道气或无机酸中和和剩余的碱性溶液, 生产生物基钾肥。该生产工艺的特点是原料来源广泛, 整个系统在一个闭循环下操作, 几乎没有污染物和温室气体排放, 产品种类丰富且灵活多变; 工艺流程简便, 整个生产过程安全无毒, 在常压下进行, 操作简单, 适合工业化生产。

适用范围及应用条件:

稻壳灰高值综合利用技术应用范围广, 灵活性好, 根据用户不同需要, 生产规模可选择稻壳灰处理量为 1000~10000 吨/年之间。原料既可以选用气化燃烧的稻壳灰, 也可以选用直接燃烧的稻壳灰。对中大型的稻谷加工企业, 也可利用成熟的生物质气化技术(自有技术), 先利用稻壳气化发电或供热, 再将稻壳灰进行高值化综合利用。同时, 由于该项目属于节能环保技术, 对消除污染, 减少 CO_2 的排放有重要的意义, 有条件享受国家政府的相关优惠政策, 有很好的市场前景和巨大的推广潜力。

主要技术性能及指标:

稻壳灰高值综合利用技术通过生物质废弃灰渣中碳源和硅源的高效分离, 把生物质灰渣废弃物(包括稻壳灰、麦壳灰、麦秆灰等含硅灰渣)中的碳源转换为不同品质的活性炭, 硅源转化为不同型号的分子筛粉末或分子筛催化剂, 残余废液可通过酸中和制备生物基钾肥或工业级纯碱, 从而极大地提高了产品的附加值。

该技术主要特点如下:

(1) 所用制备的活性炭产品, 既可为比表面积 $\geq 650 \text{ m}^2/\text{g}$ 的工业级活性炭, 也可为比表面积 $\geq 2000 \text{ m}^2/\text{g}$ 的特种活性炭材料。

(2) 所用制备的分子筛产品, 既可为 ZSM-5、Beta 和 MCM-41 等高硅分子筛粉末, 也可为以高硅分子筛为基体的各类分子筛催化剂。

(3) 生产工艺灵活多变, 适应性较强; 既可采用 KOH 体系, 副产生物基钾肥, 也可采用 NaOH 体系, 副产工业级纯碱。

这些特点保证了稻壳灰高值综合利用系统的综合性能稳定可靠, 单位投资和运行成本都较低的特点, 系统达到以下技术经济指标:

以气化稻壳灰联产工业级活性炭、ZSM-5 分子筛粉末和生物基钾肥的生产模式为例, 按照原料价格 300 元/吨和年运转 6000 小时计, 年处理稻壳灰 2200 吨, 计算该技术的经济效益, 结果如下:

单位投资: 7000~8000 元/吨; 每吨稻壳灰的产能约为: 300 kg 工业级活性炭、450 kg 分子筛粉末、550 kg 生物基钾肥; 系统运营成本: 8600 元/吨; 总产值: >16800 元/吨; 年利润: >8200 元/吨。

已具备的推广应用条件:

- (1) 已建成稻壳灰处理量为 100-150 吨/年的小型中试线一套;
- (2) 具备全套的生物基材料各项指标分析设备;
- (3) 可提供活性炭、分子筛催化剂和生物基肥料等产品的展示;
- (4) 拥有全套独立的自主知识产权。

成果转化方式:

股权投资, 技术转让, 合作开发。

5. 混合原理高浓度厌氧发酵制备生物燃气关键技术

项目简介:

本技术重点利用易腐有机废弃物(如养殖场粪污、工业加工废弃物、生活垃圾、能源草等原料)制备生物燃气。采用的成套生物燃气制备工艺, 具有较高的有机负荷和容积产气率, 且运行稳定, 有效减少了设备投资和生产成本, 生物燃气经净化提纯后形成高品质的能源产品, 有效提高了产品的价值。

对于大型沼气工程, 主要以热电联产、提纯制备天然气和制备车用压缩天然气形式运营。发酵容积 10000 立方米的热电联产工程, 总投资大约为 2000-2500 万元; 车用压缩燃气工程大约为 2200-2800 万元。目前生物质能源发电上网电价为 0.75 元/kw·h, 提纯后的生物天然气与当地天然气价格相当, 有机肥 100-300 元/吨, 叶面肥 300 元/吨。热电联产投资回收期



通常为 6-8 年，车用压缩燃气通常为 4-6 年。

对于中小型沼气工程，主要以发电自用或集中供气形式运营。发电自用型沼气工程主要是解决业主废弃物排放问题的同时节省电费；集中供气型主要是在小范围村落或集镇提供燃气。发酵容积为 2000 立方米的沼气工程，总投资约为 800-1000 万元。因此，与国内普遍采用的传统发酵相比，本技术在效益及市场竞争力方面均具有很大的优势。

已具备的推广应用条件：

通过技术应用及推广，已完成各类生物燃气示范工程 10 余项。建设了 50000m³/d 车用燃气示范工程和 70000m³/d 高品质生物燃气示范工程，推进沼气工程向多元化发展。经广东省科技厅组织的科技成果鉴定，由鉴定专家委员会一致审定为“国际先进”水平，获得广东省科技进步奖一等奖。

成果转化方式：

股权投资，技术转让，技术服务，合作开发。

6. 生物柴油

项目简介：

生物柴油，是由甲醇与动植物油脂中的游离脂肪酸、甘油三酯成分发生酯化、酯交换反应，生成的脂肪酸甲酯（主要成分是棕榈酸甲酯、油酸甲酯、亚油酸甲酯和亚麻酸甲酯等），反应过程降低油料的粘度，改善油料流动性和汽化性能，达到作为燃料使用的要求。由于可再生，无污染，生物柴油是典型“绿色能源”。其性能与 0#柴油相近，可以替代 0#柴油，用于各种型号的拖拉机、内河船及车用柴油机。生物柴油的热值约 1 kcal · kg⁻¹，能直接使用或以任意比例与 0#柴油混合，且无需对现有柴油机进行改动。

广州能源所自 2003 年开始进行生物柴油相关技术的研发，先后承担国家科技攻关项目、国家“863 项目”、中国科学院知识创新项目、广东省粤港招标项目等国家/省市项目 20 余项。研发了生物柴油固体酸催化剂，生物柴油静态混合活塞流反应器连续生产，甲醇/水高效分离膜，粗生物柴油干洗技术，模块化工艺等技术的研发。取得生物柴油授权专利 16 件，其中发明 10 项，实用新型 5 项，外观设计 1 项，发表论文 70 余篇。在生物柴油技术领域积累了深厚的基础，在佛山三水建有年产 5000 吨生物柴油中试基地。鉴定“地沟油清洁生产生物柴油关键技术”及“年产 1 万吨生物柴油关键技术及示范”等成果 2 项，获得“生物柴油固体催化连续绿色生产关键技术与产业化应用”等省部级奖励 3 项，生物柴油整体研究和开发水平经 2011 年广东省科技厅鉴定已达国际先进水平。

技术特色：

(1) 采用固体催化剂代替液体催化剂

研制和采用阳离子交换树脂固体酸催化剂及 CaO 基固体碱催化剂用于代替液体酸碱生产生物柴油，有效避免了液体酸碱对设备的腐蚀及后续工艺的分离等问题，且可提高产品收率及品质。

(2) 生物柴油/甘油低能耗连续分离

设计了生物柴油/甘油波纹板连续分离装置，可低能耗、连续将粗产物生柴油/甘油分离，分离效率及纯度达到 95%以上。

(3) 以干洗代替水洗实现生物柴油的净化

本项目开发出生物柴油干洗纯化工艺代替传统水洗方式净化粗生物柴油产品，可以在除去极性物质的同时，有效改善生物柴油的外观品质。

(4) 设备模块化

本系统将整个工艺流程分为不同模块，每个模块安装于 1-2 个货柜架上，每个货柜架与主管道通过物料管、冷热介质管、真空管等接驳。设备小巧，高效率，移动便捷，方便组装及运输。

主要技术性能及指标：

(1) 反应器及连续化生产方面

该工艺采用固定床与静态混合活塞流反应器耦合工艺，实现连续化生产，为国内外较创新应用。

(2) 催化剂

该工艺采用阳离子交换树脂固体酸催化剂，及 CaO 基固体碱催化剂。

(3) 生物柴油净化

该工艺采用无水纯化技术对粗生物柴油进行净化处理。

(4) 产品质量

本项目采用甘油连续分离及干洗技术，产品色泽浅，质量高。对于废动植物油脂，产品质量可达到国家 BD100 标准。

(5) 甲醇回收利用率及纯度

甲醇回收采用无机/有机复合膜实时分离，甲醇回收利用率及纯度>99%，为同行业的最高水平。

(6) 生物柴油生产成本

生物柴油吨生产成本低于 1000 元，低于国内外同行水平 10%左右。

适用范围及应用条件：

原料：植物油及各种低品质、低价位的废油脂，包括：煎炸油、泔水油、地沟油及酸化油等。设备耐腐蚀要求低，工艺简单可靠，满足国家三废排放要求。

已具备的推广应用条件：

- (1) 具备全套的生物柴油各项指标分析仪器；
- (2) 已完成年产 5000-10000 吨模块化生物柴油生产线一条；
- (3) 已完成年产 1 万吨及年产 3 万吨生产线各一条。

成果转化方式：

技术服务、技术入股、合作开发等。

7. 生物汽油

项目简介：

生物质是可再生能源中唯一可以生产液体燃料的碳资源，通过对生物质进行高效水解和催化重整可以制取以C5-烃类为主要成分的生物汽油，其性质与商用汽油相近，可以替代汽油或与汽油掺混用于汽车发动机。利用水相催化重整制取生物汽油的合成技术于2006 年在国际上展开，但对生物质高效水解制取生物汽油的工艺目前尚未见报道。

广州能源所在世界上首先实现了在150吨/年生物汽油中试装置上水相催化重整生物质水解液合成生物汽油的连续运行。该项目以玉米芯、生物秸秆等木质纤维素生物质为原料，通过水解处理生物质形成含木糖和葡萄糖的水解液，对水解液中的糖进行低温加氢转变成相应多元醇，继而采用高性能的水相重整催化剂进行多元醇加氢-脱水-加氢-异构反应，生成以C5-烃类为主的生物汽油。将该技术进行产业化推广可以解决缓解国家和广东省能源短缺的形势，且生物汽油是一种清洁燃料，不含硫分，生产过程CO₂零排放，因此具有十分广阔的应用前景。

主要技术性能及指标：

每吨干基生物质生产0.125吨生物汽油；总碳转化率 $\geq 80\%$ ；C5-烃类选择性为80-90%。

适用范围及应用条件：

适用于生物质资源丰富的地区。

已具备的推广应用条件：

小试技术已经成熟，年产150吨生物汽油的木质纤维素生物质水相重整合成液体燃料系统已经在辽宁建成，中试系统采用玉米芯的水解液为原料，生成的生物汽油可与传统汽油以任意比例混合。

成果转化方式：

技术服务，合作开发。

8. 生物丁醇

项目简介:

丁醇是重要的化工原料,大量用于生产 PVC 增塑剂、丙烯酸丁酯、苯甲酸丁酯、乙酸丁酯等;丁醇也是重要的溶剂,大量用于脲醛树脂、纤维素树脂、醇酸树脂和涂料等的生产中,还可作香料、萃取用溶剂、色素稀释剂;丁醇还是很有应用前景的醇类燃料,与源自石油炼制的运输燃料相比具有显著的环境效益,能减低温室气体的环境排放。生物丁醇的蒸汽压力低、热值高,与汽油以任意比例混合混合,适合在现有燃料供应和分销系统中使用。同时,丁醇燃烧后生成的 SO₂ 和 NO_x 以及灰尘排放量比化石燃料要小得多,更具有显著的环境效益。

目前国内外丁醇价格比较高,其作为液体燃料的前景虽然光明,却因生产成本低而受到限制:传统发酵法生产的丁醇来源于粮食(如小麦、玉米等),原料成本约占发酵总成本的 60%,且存在着“与民争粮”的问题;采用化学法生产的丁醇来源于日益紧缺的石油资源,生产成本受制于飞速上涨的石油价格;我国丁醇市场长期存在供应缺口。经综合预测,到 2016 年我国正丁醇需求量为 100~110 万吨,生产能力为 85~90 万吨,供需缺口达 20 万吨。供需矛盾严重影响了下游产品发展。

本项目采用成本低廉的农林废弃物(玉米芯、秸秆、稻草、芦苇、麦秸和能源草等)为原料通过水解、脱毒、发酵、蒸馏生产生物丁醇,不仅会降低成本、缓和“与民争粮”的矛盾,而且原料均是可再生的,既解决了秸秆弃置、焚烧造成的环境污染问题,也可提高农民收入减少碳排放,同时也为生物质能源在化工品加工领域的应用开创了新途径,将在很大程度上缓解能源危机和环境污染。

项目实例:

本工程以农林废弃物玉米芯、玉米杆、小麦秸秆等为原料,将其中的纤维素、半纤维素水解成含可发酵性糖的水解液,经配料、高温蒸煮、连续发酵、双粗塔差压蒸馏制得丁醇、丙酮、乙醇溶剂。总溶剂中丁醇、丙酮、乙醇的比例为 62:33:5,总体规划 5 万吨/年生产规模,分两期实施,一期 1.5 万吨/年,二期 3.5 万吨/年。

项目产品质量标准:正丁醇(GB/T6027-1998)

| 项目 | 指标 | | |
|----------------------------|-------------|-----|-------------|
| | 优等品 | 一等品 | 合格品 |
| 色度, Hazen 单位(铂-钴号) ≤ | 10 | | 15 |
| 密度(20℃), g/cm ³ | 0.809~0.811 | | 0.808~0.812 |

| | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|
| 沸程 0℃, 760mmHg ≤ | 1.0 | 2.0 | 3.0 |
| 蒸发残渣, % (m/m) ≤ | 0.003 | 0.005 | 0.01 |
| 酸度 (以乙酸计) % (m/m) ≤ | 0.003 | 0.005 | 0.01 |
| 硫酸显色试验 (铂-钴号) ≤ | 20 | 40 | - |
| 水分, % (m/m) ≤ | 0.030 | 0.040 | 0.060 |
| 纯度, % (m/m) ≥ | 99.5 | 99.0 | 98.0 |

已具备的推广应用条件:

年产 5 万吨总溶剂: 主要原料是玉米芯、玉米杆、小麦秆等, 年需求量约为 42.5 万吨/年, 秸秆储备量约 3.5 万吨左右, 拟与当地农民签订全年定期供应合同。

燃料动力: 本项目主要动力来源为蒸汽。满足生产规模, 需要蒸汽 80 万吨/年。以本项目的水解残渣和部分沼气为燃料, 由业主生物质锅炉生产蒸汽供本项目生产, 锅炉灰渣经简单加工即成为农业肥料。

成果转化方式:

技术转让, 许可使用, 合作开发。

9. 木质纤维素生物质原理合成生物航空燃料

项目简介:

航空煤油是由直馏馏分、加氢裂化和加氢精制等组分及必要的添加剂调和而成的一种透明液体, 分子通式为 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{CH}_3$ (n 为8-16), 主要应用于喷气式飞机或飞行器的燃油供给。全球航空运输业每年消耗的航空煤油约为15-17 亿桶, 且主要来自石油炼制。由于原油资源的日益枯竭, 而生物质是最具前景的清洁液体燃料生产原料, 因此, 发展木质纤维素生物质水相合成生物航空燃油新生产工艺是技术发展的必然趋势, 可以缓解能源危机, 保障我国航空燃料安全。

本项目主要通过将木质纤维素类生物质高效催化转化成糠醛、HMF及乙酰丙酸等平台化合物混合体系, 并在该体系中引入羟醛缩合反应, 通过低碳数的醛、乙酰丙酸物种在催化剂上的缩合, 实现碳数在8-15之间的中间产物, 经脱水-氢化-异构反应可生成以C8-C15正构及异构液体烷烃为主要成分的生物航空燃油, 其组成与普通航空煤油相近, 且在纯度、发热值、密度和低温性能等方面均高于普通航空煤油, 可以直接用于喷气式飞机或飞行器的供给燃油。该工艺可显著提升生物液体燃料的品质, 具有反应温和、效率高、工艺简单、清洁无污染等优点, 可克服腐蚀性有害物质的去除工艺的技术障碍和工艺能耗太大的瓶颈问题, 实现生物质原料的高端利用。

主要技术性能及指标:

每吨干基生物质生产0.125吨生物航空燃料（与生物质原料中纤维素、半纤维素含量正相关）；C8-C15正构及异构烷烃选择性达85%以上。

适用范围及应用条件:

适用于生物质资源丰富的地区。

已具备的推广应用条件:

小试技术已经成熟，并完成了百吨级规模的生物航空燃料生产验证，航油产品质量达到ASTM7566国际标准。目前正在规划筹建年产千吨级规模的木质纤维素类生物质原料合成航空燃料中试示范系统。

成果转化方式:

技术服务，合作开发。

10. 木质纤维素制备生物基多元醇

项目简介:

多元醇是制备聚氨酯材料重要的原料之一，随着石油资源的日益枯竭，寻找能有效替代来源于石油的多元醇的低成本可再生新资源是关键，发展以木质纤维素为原料的生物基多元醇技术将是现实可行的最佳途径。

木质纤维素是地球上储量最大的可循环再生的有机资源，中国作为一个农业大国，农作物秸秆资源异常丰富。目前，大部分秸秆作为燃料直接燃烧掉，不仅利用效率很低，还会对环境造成污染。微生物油脂是酵母、霉菌和藻类等产油微生物在一定条件下将碳水化合物转化并储存在菌体内的油脂，主要是由不饱和脂肪酸组成的甘油三酸酯，在脂肪酸组成上与植物油如菜籽油、棕榈油、大豆油等相似，是以C16和C18为主的脂肪酸。微生物油脂具有较高的不饱和度，通过对其中的不饱和双键和酯键进行改性，可将其转变为具有活性羟基的生物基多元醇。本项目主要以木质纤维素为原料，首先通过水解液化处理将其转变为含糖量较高的木质纤维素水解液；其次，以水解液为原料通过发酵制备微生物油脂；最后，利用化学改性方法对微生物油脂进行改性制备出适用于工业应用的生物基多元醇。该工艺原料来源丰富多样，可连续生产，可规模化利用自然界中丰富的木质纤维素资源，不存在传统植物油脂“与人争粮”的问题，不仅可以使大量的农业废弃物秸秆资源增值和高效利用，降低对环境的污染，而且可以减少对化石能源的消耗与依赖，节省大量的地球资源。

主要技术性能及指标:

半纤维素水解率达 90%以上, 纤维素水解率达 85%以上, 水解液中糖浓度达 30~60g/L; 油脂发酵总糖转化率 \geq 85%; 采用浸出法提取油脂, 油脂提取率达到 85%以上; 微生物油脂化学改性后得到的生物基多元醇的羟值达 85~300 mg KOH/g。

适用范围及应用条件:

适用于木质纤维素资源丰富的地区。

已具备的推广应用条件:

小试技术已经成熟, 目前已经完成年产千吨级木质纤维素类生物质水解、连续发酵制备微生物油脂、化学合成生物基多元醇示范系统。

成果转化方式:

技术服务, 合作开发。

11. 生物质基合成气制备高碳醇

项目简介:

高碳醇指含有六个碳原子以上的一元醇。通常把 C6~C10 醇称为增塑剂醇, C12+醇称为洗涤剂醇。它们是合成表面活性剂、洗涤剂、增塑剂及其它多种精细化工产品的重要精细化工原料, 具有重要的工业应用价值。依据生产原料的不同, 高碳醇可分为天然醇和合成醇两大类。天然醇是以动、植物油脂为原料; 合成醇按工艺路线的不同可分为以丙烯为原料生产的增塑剂醇, 以乙烯为原料生产的齐格勒醇, 高碳烯烃氢甲酰化制备的洗涤剂醇和以正构烷烃为原料的合成脂肪酸加氢醇等。

高碳烯烃氢甲酰化制高碳醇的工业生产主要分布在西欧、北美和日本, 我国仅中国石油抚顺石化公司有一套以煤油脱氢的直链内烯烃为原料, 用美国 Shell 公司的 Co/磷催化工艺合成 C12~C14 表面活性剂醇的装置, 而增塑剂醇仅有丙烯氢甲酰化制得的 2-乙基己醇一个品种, 分布在齐鲁、大庆和北京等地。采用齐格勒法生产高碳醇, 国内只有吉林石化公司 10 万吨/年的生产装置, 主要生产 C2~C20 或更高的偶数碳原子直链伯醇, 产品醇分布宽、流程长、技术复杂、成本为合成醇中最高的, 开发难度较大。南非 Sasol 化工公司采用 Davy 工艺技术公司的低压羰基合成工艺从费-托合成的 C11~C13 烯烃经铑基催化剂生产 12 万吨/年的 C12~C14 高碳醇装置已经开工, 这是首次利用合成气通过费托合成和羰基合成技术采用两步法生产 C12~C14 高碳醇。

我国现有的高碳醇工业基础薄弱, 技术落后, 产量低。但增塑剂醇、洗涤剂醇的市场需求量大, 潜在用量更大, 每年需耗大量外汇进口, 仍然满足不了需求, 严重影响相关工业的发展。目前, 高碳醇主要以不可再生的石油为原料进行生产。随着石油资源的不断消耗、能

源问题的日益加剧，研究和开发新的以可再生资源为原料通过改良 F-T 合成生产高附加值液体产品迫在眉睫。

本项目以成本低廉的农林废弃物（玉米芯、秸秆、稻草、木屑、树枝等）或它们热裂解得到的生物油为原料经气化得到合成气，合成气经净化、重整后压缩进入固定床反应器，在双功能催化剂作用下通过一步法合成高碳醇。

主要技术性能及指标：

采用一步法工艺合成，每吨干基生物质可生产高碳醇 0.25 吨；总醇选择性达到 40%以上，所得醇产物中高碳醇所占比例为 50%以上。

适用范围及应用条件：

适用于生物质资源丰富的地区。

成果转化方式：

技术服务，合作开发。

12. 有机废弃物热法制取低碳醇液体燃料

项目简介：

低碳混合醇（简称低碳醇）是指由 C1-C5 醇构成的液体混合物。低碳醇主要用途是作为洁净汽油添加剂，有望取代污染严重的甲基叔丁基醚（MTBE）；其次，低碳醇可以替代石油单独用作发动机新一代低污染的清洁燃料，并且可以在不改变现有发动机结构的情况下使用。低碳醇已被证实是高辛烷值、低污染的车用燃料添加剂，可与汽油混合配成醇-油混合动力燃料，也可直接单独使用。另外，低碳醇还可以作为新的化工原料，经分离得到经济价值较高的乙醇、丙醇、丁醇和戊醇。目前，无论是能源工业还是化学工业的基本原料，都主要来自石油，为了改变这种状况，开发和生产来源于石油以外的基础化工原料具有重要意义，利用有机废弃物热法制备低碳醇便是其中很有价值的途径。

本项目以农林有机废弃物（包括各种农作物生产与加工废弃物、林业生产与加工废弃物、城市垃圾等）热裂解得到的生物油和废弃烃类液体燃料（包括废弃的煤油、汽油、柴油、润滑油、石脑油及液化石油气等液态燃料）为原料通过加入一定量的乳化剂和水进行乳化，并按一定比例混合后于固定床或流化床中进行非催化部分氧化气化得到由 H₂、CO、CO₂、CH₄ 等组分构成的合成气，经气体脱水、脱硫、干燥后压缩进入低碳醇合成反应器，在催化剂作用下合成低碳醇。该工艺通过生物油与乳化废弃烃类液体燃料的混合来改变气化原料组成，不必配置单独的气体重整反应器即可实现所得合成气中 H₂/CO 比的有效调节，减少合成气中的 CO₂ 含量，从而实现后续低碳醇的高效合成。

主要技术性能及指标：

通过生物油与废弃烃类液体燃料的混合气化，可实现所得合成气中 H₂/CO 高达 4.0，有机废弃物的总碳转化率达 99%以上；低碳醇选择性达到 75%以上。

适用范围及应用条件：

适用于生物质资源及废弃烃类液体燃料丰富的地区。

成果转化方式：

技术服务，合作开发。

13. 废气塑料热裂解制备润滑油基础油

项目简介：

由于塑料具有质轻、价廉强度高和容易加工等优良性能，在生产生活中得到了非常广泛的应用。然而由于塑料的使用周期较短且在自然条件下难以降解，对环境的污染也日益严重，对人们的生产生活带来了严重的影响。此外，塑料是以石油等不可再生资源为原料合成的，在自然资源匮乏的今天，大量废旧塑料的遗弃，无疑是对地球资源的极大浪费。因此，废弃塑料的合理处理不仅是保持环境的需要，同时也是资源合理再利用的迫切要求。

常用的废弃塑料处理方法有填埋法和焚烧法。这两种方法不能从根本上来解决废弃塑料的污染问题，处理过程中易产生二次污染。从化学结构上来说，塑料是一种具有较高聚合度的高分子材料，其中的化学键在热能的作用下能够发生断裂，生成链长、结构无一定规律的低分子化合物，在适当的温度、压力和催化剂等条件下，可以使用其中特定数目链长的产物的生成量大大增加，从而可以获得具有较高附加值的化工产品。

本项目以聚乙烯、聚丙烯以及混合聚烯烃为原料，首先通过反应釜的低温热裂解制备了一系列的裂解蜡；其次，以长链烯烃和裂解蜡为原料，利用能源化工实验室自行研制的催化剂对其进行催化加氢异构反应，得到具有较高附加值的石油化工产品。

主要技术性能及指标：

反应温度小于 500℃，产物组成为：汽油 27.1%，柴油 23.5%，润滑油 15.3%。柴油的凝点和润滑油的倾点分别为 -31 和 14℃，润滑油的粘度指数为 167，达到 API III 类润滑油基础油的粘度指数要求。

已具备的推广应用条件：

小试技术已经成熟，目前正在设计筹建年处理千吨级废弃塑料热裂解生物高附加值石油产品中试系统。

成果转化方式：

技术服务，合作开发。

14. 微生物油脂

项目简介：

微生物油脂是指由微生物在一定条件下合成并储存在菌体内的甘油酯，其脂肪酸组成与一般的植物油脂相似。与植物产油脂相比，微生物产油脂具有占地面积小，不受场地限制，不受气候、季节影响，能连续大规模生产，比农业生产油脂所需劳动力少的优势。作为食品的植物油脂市场价格较高，而微生物油脂一般不饱和脂肪酸比例较高，其食用与医疗保健价值比植物油脂更高。而且提取微生物油脂后，微生物菌体内还残余富多糖等高附加值产品的微生物菌体，其经济价值较高。目前限制微生物油脂产业化的瓶颈在于其培养基成本，因而微生物油脂的产业化进程比较缓慢。

广州能源所能源化工实验室的授权专利技术微分式渗滤床稀酸水解液法可以提供高效油脂发酵所需的廉价底物，从而大大降低微生物油脂的生产成本。目前能源化工实验室拥有能高效利用木质纤维素水解液生产微生物油脂的菌株10余株，已完成油脂发酵的中试实验，其糖油脂转化率处于国际领先水平，所生产出来的微生物油脂结构与组成可以调控，能满足食品轻工、医疗保健以及能源化工上的各类用途。

主要技术性能和指标：

- (1) 中试规模发酵罐批次油脂发酵生物量大于20 g/L，油脂含量大于50%，单位糖油脂转化率大于25%，单位糖菌体转化率大于45%；非油菌体转化率多糖含量大于60%；
- (2) 木质纤维素原料半纤维素水解率达85~90%，纤维素水解率达80%以上；水解液中糖浓度达30~60 g/L；
- (3) 采用浸出法提取油脂，油脂提取率达到85%以上。

适用范围及应用条件：

适用于秸秆等生物质资源丰富地区；适用于植物油脂资源贫乏地区。设备耐腐蚀要求低，工艺简单可靠，满足国家三废排放要求。

成果转化方式：

技术服务，合作开发。

15. 环氧植物油油脂增塑剂

项目简介：

环氧大豆油作为一种无毒、环保型增塑剂，在塑料、涂料、新型高分子材料、橡胶等工业领域中有广泛的应用。环氧大豆油产品具有相容性好、挥发性小、无毒，可赋予制品优良

的光稳定性、热稳定性、耐水性、耐油性等许多特点，在许多国家被允许用于食品及医药的包装材料，是美国药物管理局批准的唯一可用于食品包装材料的环氧增塑剂。目前，合成环氧大豆油的方法通常分为有溶剂和无溶剂法。溶剂法由于工艺生产流程长且复杂，设备多，生产成本低，三废处理量大，因此基本上已被淘汰。无溶剂法可分为强酸催化和非强酸催化。强酸催化一般以硫酸、硝酸等作为催化剂，存在设备腐蚀和环境污染等问题，后处理工艺比较复杂，而且生成的过氧酸不稳定，容易发生爆炸。

为了发展绿色环氧化工工艺，单独以双氧水作为氧化剂，以固体酸为催化剂的环氧化工艺成为植物油脂环氧化的重要研究方向。该工艺具有无酸性水排放、固体酸可回收、重复利用等优点，环氧化反应时间更短，更加安全。

本项目通过合成一种高效的固体酸催化剂，然后将其用于大豆油等植物油脂的环氧化反应。该催化剂对大豆油等植物油脂具有较高的环氧化效率和选择性，反应完成后催化剂可利用简单的过滤方法进行回收，催化剂可反复使用仍能保持较高的催化性能。该工艺具有反应温和、环氧效率高、工艺简单、清洁无污染等优点，可克服传统强酸催化剂腐蚀性有害物质的去除工艺的技术障碍和工艺能耗太大的瓶颈问题，实现植物油脂的高端利用。

主要技术性能及指标:

- (1) 大豆油的转化率为 95.28%;
- (2) 环氧化收率为 85.15%
- (3) 催化剂的环氧化选择性达到 89.37%。
- (4) 环氧大豆油的环氧值为 6.45%，残留碘值<6%。

适用范围及应用条件:

适用于植物油脂资源丰富的地区。

已具备的推广应用条件:

小试技术已经成熟，目前正在设计筹建年产千吨级植物油脂化学改性制备环氧化植物油脂中试系统。

成果转化方式:

技术服务，合作开发。

16. 废润滑油再生方法的研究

项目简介:

润滑油是从石油中提炼出来且具有高附加值的产品，我国润滑油产量占石油产品总量的百分之二左右。在使用过程中，润滑油高温下自身氧化和添加剂消耗会产生大量的氧化物、

胶质、沥青质等，机械磨损产生金属粉末，环境中带来灰尘、水份等杂质，从而使润滑油降低甚至失去了减少摩擦、冷却降温、密封隔离、减轻振动等功效。所以润滑油在用过一定时间，变质达到一定程度之后，必须更换。由于人们对废润滑油缺乏正确的认识，废润滑油被用为燃料直接燃烧或直接丢弃到环境中，这样不但浪费了宝贵的能源且将造成严重的环境污染，而回收再生废润滑油则能带来巨大的经济效益。国内外对废润滑油再生方法进行了大量的研究，国外废润滑油再生方法主要是加氢精制技术，其再生的处理条件比较苛刻；而我国废润滑油再生方法仍处于相对落后状态，以传统技术路线为主，但该再生方法腐蚀设备、污染环境。目前，国内对废润滑油传统技术进行改进的再生方法主要包括沉降 - 蒸馏 - 酸洗 - 钙土精制、白土高温接触无酸再生、蒸馏 - 乙醇抽提 - 白土精制、蒸馏 - 糠醛精制 - 白土精制工艺、沉降 - 絮凝 - 白土精制等，各再生方法均有其优势和不足之处。在节约资源以及人们对环保要求日益严格的条件下，如何得到高效率、低成本、少污染的废润滑油再生方法已受到广泛的重视，其对社会的经济和社会的可持续发展亦具有其重要的意义。本实验于克服现有技术存在的问题，得到了一种适合于所有类型废润滑油的再生方法，其主要步骤：氧化漂白、酸中和氧化、絮凝、破乳、沉降、过滤、减压蒸馏、白土精制和过滤。

适用范围及应用条件：

作为润滑油的再生基础油，可代替天然基础油

主要技术性能及指标：

再生设备投资少、再生方法简单、再生周期短、运行成本低、操作方便安全，具有经济效益和社会效益。

成果转化方式：

技术转让，技术服务，合作开发。

17. 糖酯表面活性剂

项目简介：

糖酯是由碳水化合物作为亲水基团，脂肪酸作为疏水基团的非离子表面活性剂，除具有优良的表面活性外，还具有良好的生物相容性、生物可降解性以及无毒、对环境友好等优点，这使得它们在去污剂、清洁剂和化妆品行业中的应用日益广泛，而且在食品、制药、生物化学和生物医学方面有着潜在的应用前景。糖酯的合成有生物法以及化学法两种，其各有优势：化学法步骤简单，周期较短，底物转化率高，但对于复杂的糖酯产品选择性不高，合成效率

低；生物法周期较长、底物转化率较低，但通过生化转化，可以积累化学法不能合成的糖酯产品。单纯的生物法或者化学法合成糖酯表面活性剂均不能满足市场的要求。

广州能源所能源化工实验室以各类秸秆水解液为亲水性原料，微生物油脂或其它廉价油脂为疏水性原料，建立了生物法联合化学法制备糖酯表面活性剂的工艺路线，其所产糖酯表面活性剂结构与组成可以调控，可以满足工业上的不同需求。

主要技术性能和指标：

(1) 基于秸秆水解液以及微生物油脂生物发酵法产槐糖脂生产工艺，槐糖脂产量达 40 g/L 以上，糖/产物转化率达 50%以上；

(2) 基于秸秆水解液以及微生物油脂化学催化法产糖酯表面活性剂生产工艺，其中底物转化率达 80%以上，糖酯得率达 60 g/L 以上。

适用范围及应用条件：

适用于秸秆等生物质资源丰富地区，设备耐腐蚀要求低，工艺简单可靠，满足国家三废排放要求。

成果转化方式：

技术服务，合作开发。

18. 细菌纤维素

项目简介：

细菌纤维素(Bacterial cellulose, BC)是由部分细菌合成的一类高分子化合物，与植物纤维素不同，细菌纤维素并非细胞壁的结构成分，而是细菌分泌到胞外的产物，属于菌表多糖的一种，其呈独立的丝状纤维形态，且不掺杂木质素、半纤维素等其它杂质。与植物纤维素相比，BC 具有许多独特的理化性质和机械性能，包括了超细性(纳米级)、高结晶度、高纯度；具有非常一致的分子取向，以单一纤维形式存在；高抗张强度、高杨氏模量和极佳的形状维持能力；极强的持水能力，能吸收 50-700 倍其干重的水分；较高的生物适应性；形状及性能具有可调控性等。基于其独特的理化性质和机械性能，BC 在许多方面均有重要用途：通过杂化细菌纤维素纳米纤维可以制备各类高性能催化剂，各类功能性细菌纤维素膜可实现在医疗、音响、导电、渗透汽化上的多种功效，此外，BC 还能作为硝化纤维素、吸附剂、增强材料、可降解塑料、纤维素纺丝、纤维素液晶材料、生物医学材料(人造血管、人造皮肤、人造骨骼)等被广泛应用于环保、造纸轻工、食品、高分子、医疗等领域。

广州能源所能源化工实验室的授权专利技术微分式渗滤床稀酸水解液法可以提供高效细菌纤维素发酵所需的廉价底物，从而大大降低细菌纤维素的生产成本。除此之外，我们也开发了利用水果原料、非金属矿土无机凝胶、有机废水产细菌纤维素的相关工艺，可合成满足食品、轻工、医疗、环境所需的各种细菌纤维素产品。

主要技术性能和指标：

- (1) 发酵醪液细菌纤维素大于 6 g/L;
- (2) BC 吸水率达 100 g/g 以上。

适用范围及应用条件:

适用于秸秆等生物质资源丰富、或者蔬果资源与非金属矿资源丰富地区,设备耐腐蚀要求低,工艺简单可靠,满足国家三废排放要求。

成果转化方式:

技术服务,合作开发。

19. 凹凸棒土基石蜡相变复合材料

项目简介:

随着我国经济的高速发展,能源供需矛盾越来越突出。在大规模地开发常规能源以及寻找新型替代能源的同时,节能技术的研究势在必行。利用相变材料的相变潜热来储存热能在诸多领域具有广阔的应用前景。将相变材料引入到建筑围护结构中,可以降低建筑室内温度波动,使室内温度控制在人体舒适温度范围内,从而降低建筑能耗,实现建筑节能。

相变材料(PCMs)是指在一定温度范围内物理状态或分子结构发生转变的一类材料。它们在物理状态或分子结构转变过程中保持温度不变,同时伴随着大量热量吸收或释放,是一种理想的能量储存和时空转移材料。石蜡作为提炼石油的副产品之一,具有可调的相变温度、较高的相变潜热、无过冷及析出现象、性能稳定、无毒无腐蚀性、价格便宜等优点。凹凸棒土是一种多孔性链层状含水富镁铝硅酸盐矿物,其比表面积 $>150\text{ m}^2/\text{g}$,孔体积 $>0.3\text{ cm}^3/\text{g}$,远远大于高岭石、蒙脱土等矿物,因此,通过物理吸附作用,就可以使一定尺寸的有机分子直接被吸附进凹土的孔隙中。石蜡的相变温度范围($5\sim 60^\circ\text{C}$)和人们实际生产生活的温度范围十分吻合,有利于其在生产生活中的推广应用。

本项目结合凹凸棒土对有机物的良好吸附性能,开展以凹凸棒土为吸附介质、相变蜡为吸附对象,研制开发储能性能良好的凹凸棒土基石蜡建筑节能复合相变储能材料。自主开发高效、廉价、持续、稳定的可用于制备凹凸棒土基复合相变材料的生产工艺,开辟凹土在建筑保温材料领域新的应用范围,加快凹凸棒土产业的转型升级,具有较好的经济效益与社会环境效益。

主要技术性能和指标:

- (1) 凹凸棒土对相变蜡的吸附率 $>120\text{ wt}\%$;
- (2) 导热系数 $>0.20\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{k})$;
- (3) 相变潜热 $>110\text{ J/g}$;
- (4) 相变温度为 $15\sim 30^\circ\text{C}$;

(5) 经过 50 次凝固—融化循环后质量损失率小于 10%。

适用范围及应用条件:

可广泛应用于建筑围护结构、调温涂料、聚氨酯保温材料等领域。设备耐腐蚀要求低, 工艺简单可靠, 满足国家三废排放要求。

成果转化方式:

技术服务, 合作开发。

20. 非金属矿(凹凸棒土)的高值化利用

项目简介:

凹凸棒土(简称凹土)是一种多孔性链层状含水富镁铝硅酸盐矿物, 其理想化学分子式为: $Mg_5[Al](Si_8O_{20})(OH)_2(OH_2)_4 \cdot H_2O$ 。我国的凹凸棒土资源丰富, 主要分布在江苏、安徽、甘肃等地, 其中江苏省盱眙县的凹凸棒土储量高达 2.72×10^8 吨, 占全球凹凸棒土总储量的近 50%。凹凸棒土的主要成份是二氧化硅、氧化镁和三氧化二铝, 在矿物学上隶属于海泡石族, 具有较大的比表面积、较强的吸附性能、良好的流变性能及催化负载性能等。

该技术以产自江苏省盱眙县的凹凸棒石黏土为原料, 通过对其进行活化处理和有机改性处理等系列的工艺路线, 开发出不同的凹凸棒土基产品, 主要有: (1) 用于润滑油基础油精制的凹凸棒土基复合吸附剂: 主要用于吸附润滑油基础油的中含氮化合物、含硫化合物等影定润滑油基础油安定性的杂质; (2) 用于大豆油绿色环氧化工艺的凹凸棒土基固体酸催化剂: 将固体酸负载在凹凸棒土中, 用于大豆油的环氧化催化反应, 催化剂可重复使用; (3) 凹凸棒土基有机无机聚合高分子材料: 主要有凹凸棒土改性的纤维素类阳离子絮凝剂, 用于废水的絮凝处理, 可对废水中固体絮凝的同时吸附废水中的有机污染物。

主要技术性能及指标:

(1) 用于润滑油基础油精制的凹凸棒土基复合吸附剂: 建立了一整套低成本的凹凸棒土提纯、活化、有机改性工艺及以凹凸棒土吸附剂的润滑油基础油吸附精制工艺。精制后润滑油基础油的质量达到国家规定的润滑油基础油质量标准的要求, 油品得率 > 90%;

(2) 用于大豆油绿色环氧化工艺的凹凸棒土基固体酸催化剂: 催化剂对大豆油的转化率 > 90%, 环氧化收率大于 80%, 催化剂的环氧化选择性 > 85%。反应得到的环氧大豆油的环氧值 > 6%, 残留碘值 < 6%;

(3) 凹凸棒土基有机无机聚合高分子材料: 建立了一整套以秸秆为原料, 通过酸水解制备细菌纤维素、以分子设计思想合成具有反应活性的凹土功能性单体及以凹土功能性单体、丙烯酰胺和纤维素共聚制备一种环境友好型纤维素基阳离子絮凝剂的技术工艺路线; 所得到

的阳离子絮凝剂对 1%高岭土模拟废水溶液处理后达到透光率 $\geq 70\%$ ，浊度去除率 $\geq 70\%$ ，沉降率 $\geq 85\%$ 。

适用范围及应用条件:

适用于石化、城市废水处理、植物油脂环氧化等领域。

已具备的推广应用条件:

已经完成年产 500 吨凹凸棒石黏土改性制备润滑油基础油精制剂示范系统。目前，正在设计筹建千吨级凹凸棒石改性阳离子絮凝剂中试系统。

成果转化方式:

技术服务，合作开发。

21. 粘土基有机废水脱色吸附剂

项目简介:

活性白土是用粘土（主要是膨润土）为原料，经无机酸化处理，再经水漂洗、干燥制成的吸附剂，外观为乳白色粉末。活性白土是无毒、无臭、无味的多孔性物质，具有脱色、吸附、催化等功能，是一种重要的石油化工、日用化工原料。由于活性白土具有优良的脱色、吸附、催化及离子交换等性质，适用于油脂、脂肪酸的脱色、脱毒；能够脱掉花生油中的黄曲霉毒素等，在石油精炼过程中起脱色净化、催化裂变、脱除芳烃等作用，又是医药、化肥、塑料、橡胶、油漆、涂料、酿造及无碳复写纸的主要填料及载体，应用非常广泛。颗粒白土是以活性白土为主要原料，经科学配方，化学处理而成的，它比活性白土有更高的比表面积，具有很高的吸附能力，广泛用于石化行业芳烃提纯，航空煤油精炼，也用于润滑油、基础油、柴油等油品的精制，脱除油品中残余的烯烃、胶质、沥青、碱性氮化物等杂质。

我国活性白土 2000 年产销量已达到 24.5 万吨。2004 年，较具规模的活性白土生产厂家约有 40 家，年产销量约 42 万吨。活性白土的产地主要集中在东北、华北、华东等地区，产量占全国的 70%以上。目前国内活性白土行业生产工艺落后，环保设施不配套，每年向外排放的污水中不仅含酸量较高而且带走大量的白土悬浮颗粒，造成了大量浪费，而且我国活性白土企业较小，不仅难以形成规模效益，而且产品品种单一，质量不佳，脱色力低，过滤速度慢且带油率高，市场竞争力差。国内颗粒白土主要是替代美国 TONSIL 颗粒白土，用于芳烃联合装置中的烯烃脱除，航空煤油、溶剂油精炼等，纯苯精制，起到脱除少量氮化物、胶质、色素等作用。颗粒白土有时也叫滤油硅胶，使用滤油硅胶可以很好去除酸质和油泥、生物胶体、绝缘材料的浸出物，可除去水份、杂质和色谱分析烃类气体，可用于污水处理和有毒气体的过滤及石化工业催化裂化，但其脱色率明显不如活性白土高。

目前，活性白土和颗粒白土主要应用于油性体系的脱色，而水性体系脱色主要以活性炭作为脱色剂，但其成本较高，再生困难。本项目技术针对当前活性白土和颗粒白土产品单一，质量不佳，脱色力低等问题，分别以活性白土和颗粒白土为原料，经水漂洗、酸化、单一或复配有机改性等过程制备成本低、脱色率高的粘土基有机废水脱色吸附剂，使其能广泛应用于工业有色废水的脱色处理。并通过循环有机改性使该技术的生产成本大大降低，同时有效减少废水排放对环境的影响。

主要技术性能及指标：

| 有机活性白土 | | 有机颗粒白土 | |
|--------|----------|-----------------------|----------|
| 项目 | 指标 | 项目 | 指标 |
| 脱色率 | ≥ 90% | 脱色率 | ≥ 80% |
| 脱色力 | ≥ 150 | 含水量 | ≤ 4% |
| 颜色 | 灰白色 | 颜色 | 浅粉色、灰白色 |
| 游离酸 硫酸 | ≤ 0.2% | 游离酸 硫酸 | ≤ 0.2% |
| 粒度 | 10-200 目 | 粒度 | 40-100 目 |
| 水份 | ≤ 9 | 堆密度 g/cm ³ | 0.5±1 |
| 机械杂质 | 无 | 机械杂质 | ≤ 0.2% |
| | | 抗压碎强度（牛顿/颗） | ≥ 0.5 |

适用范围及应用条件：

适用于凹凸棒土、澎润土等粘土资源丰富的地区。

已具备的推广应用条件：

已完成实验室 500mL 小试、50 L 和 500L 反应釜中试放大试验研究。采用制备的有机活性白土为原料，对 1000 吨生物丁醇工艺的秸秆木质纤维素水解液进行脱色处理，其脱色率高达 90%。此外，该产品对磺化废水、焦油废水、染料废水等均表现出较好的脱色能力。

成果转化方式：

技术服务，合作开发。

二. 太阳能、地热能、微电网及综合利用

22. 太阳能中温集热系统

项目简介：

普通的太阳能集热器采用平板型吸热面，这种集热器由于吸热面与外界存在热对流等损失，难以满足 150℃ 以上中高温范围热利用要求。广州能源研究所太阳能实验室研制成功一

种聚光真空管型新型太阳能集热器，该集热器采用非成像低倍率聚光镜、高反射比反光材料和高效集热管，构成一个中高温集热系统。该系统集热效率高，工质温度可达 150~200℃，而且制造、安装和运行管理都很方便，造价低于其他集热器，属国内首创。这一研究成果在工农业领域具有广阔的应用前景。

主要技术性能及指标：

- (1) 工作温度：真空管集热器最大 160℃；
- (2) 吸热翅片镀层：“蓝膜”；
- (3) 太阳吸收比 α (AM1.5)： 0.96；
- (4) 空晒性能参数 $Y(m \cdot ^\circ C/kW)$ ： 320；
- (5) 平均热损系数 $ULT(W/(m \cdot ^\circ C))$ ： ≤ 0.51 。

适用范围及应用条件：

太阳能中温热利用技术是太阳能光热利用技术的发展趋势，太阳能中温热利用广泛地应用于日常饮水，蒸汽，采暖，空调，发电，纺织，印染，造纸，橡胶，海水淡化，畜牧养殖，食品加工等各种需要热水和热蒸汽的生产和生活领域。

成果转化方式：

产品销售，技术转让，技术入股，合作开发。

23. 热管式真空集热器

项目简介:

热管式真空集热管太阳能热水器主要由热管、吸热板、玻璃管、金属端盖和消气剂等部件组成,使用不受安装条件的限制,无论是在对于平房用户还是高层楼房用户,均可安装使用。采用玻璃与金属熔封技术,使管内不走水,并处于完全真空状态,依靠管内的铜铝复合条带与热水器的水箱相连接,从而达到热能传导的目的。

热管式真空管综合应用了真空技术、热管技术、玻璃-金属熔封技术和磁控溅射涂层技术,不仅使太阳能集热器能够全年运行,而且提高了工作温度、承压能力和系统可靠性,使太阳能热利用进入中高温领域。

主要技术性能及指标:

- (1) 热管式真空集热管尺寸:总长度 1885mm,玻璃管直径 70mm,热管冷凝段直径 14mm;
- (2) 吸热翅片:吸收率大于 0.93,发射率小于 0.08;
- (3) 1000w/m²光照强度下空晒最高温度:260℃。

适用范围及应用条件:

热管式真空集热管太阳能热水器的使用广泛,不受安装条件的限制,无论是在对于平房用户还是高层楼房用户,均可安装使用。逐步成为太阳能行业的主打品牌。

成果转化方式:

产品销售,技术转让,技术入股,合作开发。

24. 地源热泵供热供冷技术推广应用

项目简介:

地源热泵系统是以岩土体、地下水或地表水为低温热源,由水源热泵机组、地热能交换系统、建筑物内系统组成的供热空调系统。地源热泵系统是利用浅层地能进行供热制冷的新型能源利用技术的环保能源利用系统。地源热泵系统通常是转移地下土壤中热量或者冷量到所需要的地方,还利用了地下土壤巨大的蓄热蓄冷能力,冬季地源把热量从地下土壤中转移到建筑物内,夏季再把地下的冷量转移到建筑物内,一个年度形成一个冷热循环系统,实现节能减排的功能。

地源热泵三联供是一种利用地源能(包括土壤、地下水、地表水、河水、海水、湖水等),同时实现建筑采暖、制冷和全年供应生活热水三联供的高效节能空调技术。地源热泵三联供

通过输入少量的高品位能源（如电能），系统以水为载体，夏季制冷季时从室内吸收热量通过载体将热量释放到地下土壤中储存起来，同时载体得到冷却，从而实现对室内进行降温、除湿，该系统每消耗 1 kW 的电能，可以得到 4~5 kW 的冷量，同时所得生活热水为完全免费获得；冬季采暖时系统从地下土壤中吸收热量通过载体将热量释放到室内，满足室内供热与采暖的需求；系统进行能量的转换利用，节能环保，所利用的是地球所储藏的太阳能资源作为冷热源，是清洁的可再生能源，取之不尽、用之不竭。

本项目采用高效环保的热泵机组，全年提供生活热水和全年空调、采暖负荷，夏天制热水的同时能提供免费冷冻水，综合能效比可到达 3.5，比常规锅炉系统节能 50% 以上。在岭南地区酒店推广应用，具有良好的市场前景和经济环保效益。

项目实例性能及指标：

一、国家科技攻关项目：高温地源热泵采暖、空调、热水联供示范系统

（1）地源综合利用系统示范项目：

制冷功率：750 kW

制热功率：870 kW

日供生活热水：80 吨

空调及采暖面积：8500 m²

全年节约运行费用：>35%（与制冷机+燃油锅炉系统比较）

（2）地源热泵性能指标：

地热（源）温度：15-40℃

制冷温度：7℃

制热温度：70℃（用于采暖或供热，与室内暖气设备配套）

制冷、制热效率：≥3.2

二、奥运科技项目：奥运村及奥运场馆太阳能热泵中央热水系统示范研究

（1）太阳能直流式真空管集热器效率：截距>0.72，斜率<3.2 W/(m²·℃)；

（2）太阳能辅助热泵系统在环境温度为 10℃，输出 50℃ 热水时 COP≥3.0；

（3）热水能源消耗中太阳能（含空气热能）占 90%，电能消耗 10%。

适用范围及应用条件：

地源热泵系统可供暖、空调，还可供生活热水，一机多用，一套系统可以替换原来的锅炉加空调的两套装置或系统。地源热泵系统的能量来源于自然能源，它不向外界排放任何废气、废水、废渣、是一种理想的“绿色空调”，被认为是目前可使用的对环境最友好和最有效的供热、供冷系统；该系统无论严寒地区或热带地区均可应用，可广阔应用在办公楼、宾馆、学校、宿舍、医院、饭店、商场、别墅、住宅等领域。

（1）埋管式土壤源热泵系统



地下埋管的地源热泵系统：对于垂直式埋管系统，其优点有：较小的土地占用，管路及水泵用电少，其缺点是钻井费用较高；对于水平式埋管系统，其优点有：安装费用比垂直式埋管系统低，应用广泛，使用者易于掌握，其缺点有：占地面积大，受地面温度影响大，水泵耗电量大。另外，除了要有足够埋管区域，还要有比较适合的岩土体特性。坚硬的岩土体将增加施工难度及初投资，而松软岩土体的地质变形对地埋管换热器也会产生不利影响。为此，工程勘察完成后，应对地埋管换热系统实施的可行性及经济性进行评估。

(2) 地下水热泵系统

直接利用地下水式的地源热泵系统：其最大优点是非常经济，占地面积小，但要注意必须符合下列条件：水质良好；水量丰富；符合标准。此外，要有持续水源的保证，同时还要具备可靠的回灌能力。《地源热泵系统工程技术规范》GB50366-2005 中强制规定“地下水换热系统应根据水文地质勘察资料进行设计，并必须采取可靠回灌措施，确保置换冷量或热量后的地下水全部回灌到同一含水层，不得对地下水资源造成浪费及污染。系统投入运行后，应对抽水量、回灌量及其水质进行监测。

(3) 地表水热泵系统

对地表水系统，设计前应对地表水系统运行对水环境的影响进行评估；地表水换热系统设计方案应根据水面用途，地表水深度、面积，地表水水质、水位、水温情况综合确定。

地表水式：其优点有：在 10 m 或更深的湖中，可提供 10℃ 的直接制冷，比地下埋管系统投资要小，水泵能耗较低，可靠性高，维修要求低、运行费用少，在温暖地区，湖水可做热源，其缺点有：在浅水湖中，盘管容易被破坏，由于水温变化较大，会降低机组的效率。

已具备的推广应用条件：

广州能源所于 2001 年对中科院外国专家公寓原“锅炉+制冷机”系统进行了改造，于 2002 年承担了国家“十五”重点攻关项目—高温地源热泵与采暖、空调、热水联供示范系统，取得了很好的经济效益。此外，在北京，先后在中科院研究生院研究生宿舍楼、中国科学出版社、天普新能源示范楼等地建立了地源热泵示范工程；在广东地区，先后在广州能源所、肇庆皇朝酒店、珠海农业科学院、广东外商活动中心等地建立了地源热泵示范工程。目前在全国一些大城市共完成地源热泵工程已达到 50 项左右。

(1) 2003 年，外商活动中心热泵空调热水系统；

(2) 2003 年，肇庆皇朝酒店地源热泵供热供冷系统；

(3) 2004 年，珠海农科所太阳能地源热泵蓄能制冷、采暖、供热系统，太阳能热泵冷热联供系统；

(4) 2005 年，奥运村及奥运场馆太阳能热泵中央热水系统；

(5) 2005 年，五华县华城转水镇汤湖热矿泥山地源热泵空调系统；

(6) 2008 年，阳江市交通局大楼冷却塔地源热泵复合系统空调项目；

(7) 2012 年，东莞常平粮库地源复合冷却塔高效粮库降温空调系统。

已具备的推广应用条件：

目前,普通大众对于热泵技术及其相关产品还知之甚少。热泵产品想要在市场上大规模推广和应用,需要普通大众的广泛认知和支持。节能环保从来都不是一句空话,让人们了解后,才会成为一种影响普通人生活方式和思维方式的意识。在我们的生产和生活中隐含着许多可以利用的能量,新形势下政府主导提倡热泵技术应用和市场积极推广,热泵技术发展将是充满希望和有着广阔前景的行业。

热泵系统资金补助对象为热泵系统的投资建设主体,不包括使用热泵系统进行自采暖的个人。鼓励新建或改造的办公楼、工业厂房、医院、宾馆、学校、大型商场、商务楼等公共建筑以及居民住宅楼和农村集中建设的住宅采用热泵系统,鼓励燃煤、燃油锅炉改用热泵系统,市政府每年安排固定资产投资给予支持。

另外,在热泵技术研究领域:承担了国家科技攻关计划课题“高温地源热泵采暖、空调、热水联供示范系统”(2002-2005)和广东省科技计划成果推广项目“地源热泵技术推广”(2006-2007),系统采用地源热泵技术对原系统(制冷机+城市热网+燃油锅炉)进行改造,全面解决公寓的采暖、制冷空调及生活热水,每年节约公寓的能源费用 40%以上。地源热泵技术已实现产业化,近 5 年来承接相关工程达 60 项,工程总费用达 5000 万元。

成果转化方式:

技术服务、合作开发、股权投资。

25. 中低温地热双工质发电系统的应用

项目简介:

我国地热资源发电潜力巨大,其中常规地热资源发电潜力在 6700 MW,为世界第 3 位;油田伴生的地热资源发电潜力不低于 10000 MW;深层地热资源潜力更为巨大。而我国地热发电现状不容乐观,近 20 年几乎处于停滞,地热发电装机由上世纪 90 年代的 32 MW 减到目前的 24 MW,居世界第 18 位;而国际上地热发电装机每年均保持 10% 的增长,目前已达到 10 GW。我国在地热发电成套设备、规模化系统建设等关键技术研究相对薄弱,技术水平远远落后于世界先进国家。

开发利用地热资源,可有效地实现节能减排、节约资源和保护环境。据世界能源署(WEA)联合国世界能源评价报告统计,地热发电的世界平均利用效率可达 72%,地热资源的直接利用的利用效率为 27%。相比风能、太阳能等其他可再生能源,地热发电具有很高的利用效率。增加我国地热发电的额装机容量,既可以改善人民生活水平,促进经济发展,又可以在减排的国际谈判中争取话语权。

本项目结合我国中低温地热资源特点,开展中低温地热双工质发电系统及关键技术的研究,研制开发新型结构紧凑的发生器和冷凝器换热设备,自主研发开发 350 kW 级径向轴流涡轮膨胀机以及 350 kW 中低温地热双工质发电一体化机组,形成具有自主知识产权的中低

温地热双工质发电新技术,为我国中低温地热发电系统的研制开发提供理论基础和技术支持。

主要技术性能及指标:

- (1)热源温度为 100℃,冷源温度为 25℃,每吨地热水发电量不低于 2 kWh/t;
- (2)净输出功率 300 kW,输出电压 380 V, 3Ø, 50 Hz;
- (3)采用永磁发电机和径向轴流式涡轮膨胀机,额定转速 8000 r/min,能量转换效率高,变工况适应能力强,能在 10%-120%设计工况下稳定运行;
- (4)涡轮膨胀机和发电机同轴,即直连,没有减速此轮;
- (5)采用 R245fa 工质,全封闭循环,没有泄漏,真正实现零排放;
- (6)变速变载发电,不论热源温度流量如何变化,设备可以自行调节到稳定运行状态,总能输出 380 V, 50 HZ 的工频电;
- (7)模块化设计,体积小,安装和操作使用简单,设备实现全自动化,无人值守,整体撬装平台设计,移动和运输方便。

适用范围及应用条件:

适用于各种低品位能源领域如地热能、工业余热等,中低温地热双工质发电系统全年运行时间不低于7000小时,同时中低温地热资源的开发将带动温泉旅游、房地产、农产品加工、养殖等产业,实现显著的社会经济效益。

已具备的推广应用条件:

我国能源利用率仅为33%左右,比发达国家低约10%。我国地热资源总量十分丰富。目前高温地热已有成熟技术加以利用,但是中低温地热和余热还没有得到有效利用,目前正处于技术发展阶段。我国地热资源除滇藏及台湾地区外,其余大部分地区为60~120℃的对流型和传导型中低温地热资源,我国工业余热资源广泛存在于工业各行业生产过程中,余热资源约占其燃料消耗总量的17%~67%,其中可回收率达60%,余热利用率提升空间大,节能潜力巨大,中低温余热约占总余热量比例中的40%~50%左右。如果能够充分利用这些中低温地热和余热资源,将为当地带来巨大的社会和经济效益。本项目的实施,将形成新的经济增长点,并可在科技课题与市场接轨方面起到示范和桥梁作用。

成果转化方式:

技术服务、合作开发、股权投资、风险投资、技术转让。

26. 地热综合利用

项目简介:

地热资源具有热流密度大、容易收集和输送、参数稳定（流量、温度）、使用方便等优点，而且它是一种清洁可再生能源，不像化石燃料在获取能源和产生电力的同时，向环境排放 CO₂、SO₂ 和 NO_x 等有害气体。我国具有丰富的地热资源，全国主要地热盆地地热资源储量折合标准煤 8530 亿吨，在现有技术经济条件下，每年可利用热量相当于 6.4 亿吨标准煤，可减少排放二氧化碳等 13 亿吨。因此合理开发地热资源将丰富我国未来能源的保障手段，同时为节能减排做出突出贡献。

地热资源综合利用技术是广州能源所最早开展的新能源开发研究项目之一。通过多年研究成果的积累，形成“地热制冷—地热干燥—地热洗浴—地热热泵”为核心的四级梯级利用工艺流程的技术规范，掌握了相关关键装备的核心技术。通过四级梯级利用技术，可建立一套高效、实用的地热资源综合梯级利用技术集成系统，减少环境三废排放，改善大气环境。此外，本项目还可以促使旅游、房地产、农副产品加工、养殖等相关产业的发展，产生的社会经济价值更为可观。同时通过示范工程的带动效应，向全国进行推广，进而推动地热高效利用装备产业化和地热温泉旅游产业的高端化发展。

主要技术性能及指标：

- (1) 地热制冷效率 COP: 0.38-0.45;
- (2) 地热能综合利用率: $\geq 70\%$;
- (3) 系统使用寿命: 15 年。

项目实例：

广州能源所地热能研究中心在国家科技支撑计划项目基金的资助下，利用广东省梅州市丰顺县 70-80℃ 的地热水资源，结合温泉旅游业，建立了一套高效的地热综合梯级利用技术集成系统。该系统第一级地热（约 70-80℃）用来提供建筑夏季空调、兼顾冬季采暖；第二级地热（约 60-65℃）用来干燥农副产品、衣物等；第三级地热（约 45-50℃）用来提供周边宾馆酒店的洗浴热水；第四级地热（约 30-35℃）通过采用热泵技术提升温度返回到第三级，扩大供热需求；通过上述四级梯级利用，实现地热资源综合利用率达到 70% 以上。通过该实用型技术集成系统的示范运行，展示了地热能综合高效利用的相关新技术体系和应用范例，建立 70-80℃ 地热资源高效利用模式，推动了地热高效利用装备产业化和节能模式的地热温泉旅游产业的发展。

适用范围及应用条件：

本项目研究的科研成果适用于具有良好地热资源的地区，对于地热温度高于 70℃ 的温泉度假村，利用本技术综合规划，可以大大提高地热综合利用效率，有效节约自然资源。

成果转化方式：

技术服务、合作开发、股权投资。

27. 新能源在建筑上的综合利用

项目简介:

目前, 全球建筑能耗约是工业能耗的 1.5 倍, 占能源消耗总量的 32.9% 左右, 欧洲、北美等发达国家建筑能耗接近 40%, 到 2050 年, 使建筑物的能耗减少 60% 是实现全球气候目标的关键所在。我国每年大约 20 亿 m^2 的新建建筑面积, 接近全球每年建筑总量的一半, 但我国既有建筑中节能建筑不到 1%。预计到 2020 年底, 全国房屋建筑面积将新增 250 至 300 亿 m^2 。如果延续目前的建筑能耗状况, 每年将消耗 1.2 万亿度电和 4.1 亿吨标煤, 接近目前全国建筑能耗的 3 倍。加之建材的生产能耗 16.7%, 约占全社会总能耗的 46.7%。在“十二五”这一关键时间段内, 我国建筑能耗急速增长的趋势将非常明显, 该领域能耗势必会成为我国经济发展的重大制约因素。

本项目将太阳能光热、太阳能空调、地源热泵空调等技术成果与建筑有机结合、融为一体, 建成一个综合利用新能源的新颖建筑。通过降低建筑的耗能指标, 采用太阳能蓄热与地源热泵的联用技术实现采暖; 采用太阳能吸收式制冷技术与地源热泵联合实现制冷; 并集成其它新能源和节能技术。系统可大量节约电力和常规能源, 减少 SO_2 、 CO_2 、 NO_x 及粉尘的排放, 对改善城市大气环境有十分明显的效果, 因此有很好的社会环境效益。此外, 本项目还可以促使相关产业如建筑材料、热泵、太阳能设备等的发展, 对于促进社会经济增长具有重要意义。

项目实例性能及指标:

一、国家科技攻关奥运科技专项: 新能源综合利用建筑研究与示范

- (1) 新能源节能建筑, 面积 8000 m^2 ;
- (2) 地源热泵制冷量 391 kW, 制热量 448 kW, 性能系数 ≥ 3.5 ;
- (3) 太阳能集热器 $\geq 1200 \text{ m}^2$, 集热效率 ≥ 0.4 ;
- (4) 溴化锂制冷机 200 kW, 制冷系数 ≥ 0.65 ;
- (5) 外墙传热系数 $\leq 0.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, 外窗传热系数 $\leq 2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;
- (6) 建筑用能 80% 由太阳能和地能等可再生能源提供, 其余 20% 由电能供应。

二、广东省粤港关键领域重点突破项目: 南方建筑节能技术集成系统示范

- (1) 应用节能集成技术后建筑物节能 65%;
- (2) 太阳能光热转化效率 $\geq 50\%$, 热水温度 55°C ;
- (3) 太阳能光电转化效率 $\geq 12\%$, 发电功率 2 kW;
- (4) 地源热泵制冷性能系数 ≥ 3 , 供热性能系数 ≥ 3 ;
- (5) 围护结构: 外墙传热系数 $\leq 1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, 屋面传热系数 $\leq 1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, 门窗传热系数 $\leq 2.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, 遮阳系数 ≤ 0.4 。

适用范围及应用条件:

该技术的应用不受地域的限制,适用于各类新建建筑,既适用于办公楼等大型公共建筑,也适用于办公建筑,能有效降低建筑物的能源消耗,显著改善建筑环境质量,提高建筑品位。

已应用情况:

- (1)国家科技攻关项目:“高温地源热泵与采暖、空调、热水联供示范系统”,2002BA405B04,经费100万元,200-2005年,完成验收;
- (2)国家科技攻关奥运科技专项:“新能源综合利用建筑与示范”,2002BA904B08,经费200万元,2002-2005年,完成验收;
- (3)广东省粤港关键领域重点突破项目:“南方建筑节能技术集成系统示范”,20042C04,经费150万元,2005-2007,完成验收、鉴定;
- (4)广东省科技计划项目:“地源热泵技术推广”,2006B40101012,经费10万元,2006-2007,完成验收;
- (5)广东省科技计划项目:“循环经济型种植园新能源与环保技术的应用示范研究”,2006A37002002,经费40万元,2006-2007,完成验收;
- (6)广东省科技计划项目:“融合动态能耗模拟技术的南方建筑节能应用”,2009b050600007,经费20万,2009-2012,完成验收;
- (7)国家科技支撑计划项目:“港珠澳大桥跨海集群工程建设关键技术研究及示范”,2011BAG07B05,经费1385.7万,2011-2015,正在进行。

已具备的推广应用条件:

- (1)建筑节能研究领域:承担了国家科技攻关奥运科技专项“新能源综合利用建筑研究与示范”(2002-2005)、广东省粤港关键领域重点突破项目“南方建筑节能技术集成系统示范”(2005-2007),建筑采用包括地源热泵、太阳能空调、太阳能采暖、太阳能光伏发电、地下蓄热、围护结构隔热保温等技术在内的节能集成系统,新能源利用率达到80%以上。开展的建筑节能技术为上述地源热泵技术和太阳能技术的在建筑应用的集成技术,技术水平达到国内领先,获得2项省部级奖励和10余项专利技术;
- (2)热泵技术研究领域:承担了国家科技攻关计划课题“高温地源热泵采暖、空调、热水联供示范系统”(2002-2005)和广东省科技计划成果推广项目“地源热泵技术推广”(2006-2007),系统采用地源热泵技术对原系统(制冷机+城市热网+燃油锅炉)进行改造,全面解决公寓的采暖、制冷空调及生活热水,每年节约公寓的能源费用40%以上。地源热泵技术已实现产业化,近5年来承接相关工程达60项,工程总费用达5000万元。

成果转化方式:

技术服务、合作开发、股权投资。

28. 多能互补分布式微电网技术

项目简介：

利用太阳能、风能等可再生能源进行发电，是最具发展前景的可再生能源发电技术。但这类可再生能源具有间歇性、随机性、发电输出不可控的特点，在中国现有的电力网架结构下，其大规模应用受到较大限制。而采用分布式发电供能技术能够有效缓解可再生能源发电大规模集中应用的困难，能够因地制宜充分利用各地丰富的清洁与可再生能源，提高能源利用效率。基于可再生能源分布式发电技术的微电网由可再生能源微电源、负荷、储能系统和控制装置构成，它可以为用户提供清洁的电力、提供高品质的电能、带来可观的经济效益，并且能够节省电力基础设施投资，降低能耗，提高可再生能源结构比重，解决无电地区人口供电问题。

广州能源所紧密围绕分布式发电微电网供能系统安全高效运行的科学问题，开展基础理论与应用技术研究，开发的基于可再生能源的分布式发电的微电网技术（10kW~5MW）可以有效整合太阳能光伏、风能、海洋能、生物质能等可再生能源分布式发电、柴油发电、铅酸/锂电池储能装置、负荷等。该技术集成了监控和能量管理功能从而构成安全、可靠、经济高效的小型发电系统。该技术共申请国家发明专利11项，达到了同类技术的先进水平，已在多个示范应用项目和工程实际案例中得到应用。

主要技术性能及指标：

本技术为充分利用太阳能、风能等可再生能源，根据各地可再生能源资源情况合理配置可再生能源发电比例，根据用户负荷特点和电能质量要求进行个性化设计，采用分布式发电技术为用户提供稳定、可靠、经济、清洁的电力。涉及到的技术包括微电网规划设计技术、大功率电力电子变流技术、储能技术、监控技术以及能量管理技术。

该技术主要特点如下：

(1) 微电网规划设计技术

微电网规划设计包括微电网的网架结构设计、微电源匹配设计、微电源选址及其与建筑结合设计、运行模式设计、电能质量分析等。进行这些设计充分考虑微电源特点、当地用电需求、负荷特点、可再生能源发电建设利用地点和面积等因素，使可再生能源发电效率得到优化，实现负荷电能质量个性化定制，系统扩展能力强，与现有电力系统的兼容性强。

(2) 分布式微电网用百千瓦级双向变流器

研制的 100kVA 和 500kVA 双向变流器用于储能装置与电网能量双向交换，采用 DSP 数字控制技术、三相三桥臂 6 支管的主电路拓扑结构，可实现单机及多机并联运行，能够适应多种负荷情况，在平衡负载、不平衡负载、非线性负载下均能实现三相电压平衡输出。双向变

流器控制输出电流电压波形好、谐波少、容易实现，最大效率可达 95%以上，综合指标国内先进，指标符合国家标准 GB/T20321.2-2006，并具有接受集控系统远程调度控制的功能。

(3) 分布式发电微电网调度控制、能量管理系统

研究开发的 ZK2012 微电网智能调度集控系统具有监测计量、调度控制、电源保护、发电与负荷预测、潮流计算、储能装置管理、能量管理、历史数据处理等功能，能够实现微电网的安全、可靠、稳定、自动化运行。ZK2012 采用以太网、GPRS 无线通讯等网络实时监测各组件的运行状态，能对关键参量实时监控，对微电网的运行状态进行在线分析，具有故障诊断、预警、紧急情况处理功能。所有模块均用面向对象的程序设计方法，系统易于维护，扩展方便，支持 WINDOWSNT/2000/XP/2003 等多种操作平台，配置方便灵活。

适用范围及应用条件:

该技术应用范围广，可应用于无电网覆盖的海岛、偏远山区，以及城镇生态住宅小区、学校、大型公共建筑、企业厂区、农村等，能够为缺电地区供电、为有条件的城镇农村地区提供绿色电力。根据当地资源特点和用户不同需求，发电模式和规模（10kW~5MW）可灵活选择。该技术不单适用于多种可再生能源互补组成的微电网，还适用于仅具有单一可再生能源组成的微电网。同时，由于该项目属于环保技术，对消除污染、减少 CO₂ 的排放有重要意义，有条件享受国家的相关优惠补贴政策，有很好的市场前景和巨大的推广潜力。

已具备的推广应用条件:

在全面分析市场需求的情况下，成功开发了适用于海岛、工业厂房、城镇住宅小区、大型公共建筑的分布式发电微电网技术，提高了整个技术的成套性和实用性，为推广应用奠定了良好的基础。该技术已在珠海东澳岛、大万山岛、广州能源研究所佛山三水能源环境技术创新与育成中心等得到应用，建成了国内第一个 MW 级以多种可再生能源发电综合利用为主的分布式发电微电网和百千瓦级微电网实验平台。此外，该技术还在河源 10MW 光伏电站、广州美术馆光伏建筑一体化等项目中得到了应用。

该技术的推广应用对可再生能源发电利用具有重要的促进作用，也是分布式光伏发电的主要应用方式之一。当前，国家大力扶持发展太阳能光伏发电和风力发电，出台了众多政策支持其发展。以分布式光伏发电为例，当前光伏发电成本越来越低，光伏发电上网享有国家补贴（0.42 元/度），同时很多地方出台了当地的额外补贴政策，因此光伏发电投资回收年限不断下降，生命周期产生效益上升，市场潜力巨大。因此，基于太阳能光伏发电、风力发电的微电网技术具有很好的应用前景。

成果转化方式:

技术服务、合作开发、技术入股、技术转让。

28.1 双向变流器技术

项目简介:

微电网中微电源、储能装置、配电网的电压类型和电压等级均存在差异,作为它们互联的接口,双向变流器技术是微电网中各组成相互连接、能量相互交换的关键技术。

广州能源所研制了 100kVA 和 500kVA 两种功率等级的双向变流器,适用于储能装置与电网交换能量和微电源组网、并网等场合。根据应用场合不同,开发的变流器样机在主电路拓扑结构上分别采用三相三桥臂两电平拓扑和 I 型三电平拓扑,在控制上基于 DSP 数字控制采用包含输出电流环、输出功率环、均流环的多环控制技术,在保护上充分设置了完善的各种保护功能,保证了变流器的单机及多机并联可靠、稳定地运行。变流器样机可工作在并网模式或离网模式,并具有接受集控系统远程调度控制的功能。

主要技术性能及指标:

在离网模式下控制算法的优化设计使变流器样机能够适应多种负荷情况,变流器样机在平衡/不平衡的线性/非线性负载下均能实现三相电压平衡输出,输出电压 THD 小于 5%、最大效率达 95%。

在并网模式下,变流器样机的输出功率因数达 0.99 以上、输出电流 THD 达 3%、谐波含量少、最大效率达 95%以上。

变流器样机综合指标达国内先进水平,经质量计量部门检验符合国家标准 GB/T20321.2-2006。

适用范围及应用条件:

该技术可应用在百千瓦级或兆瓦级分布式光伏发电微电网的独立组网或并网。采用双向变流器技术可提高微电网组网的灵活性,作为接口装置,将蓄电池储能与光伏微源发电相结合,平衡微网的功率波动,提高光伏微网并网发电时的电能质量,提高光伏微电网的适用性。

成果转化方式:

技术服务、合作开发、技术入股、技术转让。

28.2 高频并网光伏逆变器

项目简介:

高频并网光伏逆变器是光伏并网发电系统的核心设备,主要作用是将光伏组件方阵输出的直流电能转化为与公共电网同频同相并且符合电压以及电能质量标准的交流电能,并能够

实现光伏组件的最大功率输出，以及一些保护功能，如过压、过流、短路保护、防孤岛效应等。

并网逆变器按功率等级一般分为集中式逆变器、组串式逆变器、微型逆变器。组串式逆变器对光伏组件的选型要求不严格，安装维护简单，在分布式光伏发电系统中得到广泛的应用。本技术研究对象为组串型单相光伏并网逆变器，硬件上采取了高频非隔离型双级功率电路结构。逆变器根据日照条件自动启停，能对光伏的最大功率点进行快速的跟踪，具备孤岛保护等功能。通过快速高效的控制算法设计，使并网电流谐波满足相关的标准。

主要技术性能及指标：

已完成的3kW单相高频并网光伏逆变器样机测试性能指标：

- (1) 直流输入电压：150~500V；
- (2) 电网电压：220V（180~276V）；
- (3) 电网频率：50±0.5 Hz；
- (4) MPPT电压：150~450V；
- (5) 额定功率：3000W；
- (6) 最大功率：3200W；
- (7) 整机效率：≥96.5%；
- (8) 电流畸变：满载≤3%，半载≤5%；
- (9) 功率因数：≥0.99；
- (10) 过压、过流、短路保护、防孤岛保护。

适用范围及应用条件：

适用于户用光伏并网系统、光伏农业并网系统、光伏建筑并网系统等中小功率并网光伏发电系统。

已具备的推广应用条件：

目前我们已经与相关企业建立起技术合作关系，针对3kW的光伏逆变器已完成了50台规模的小试生产，逐步形成产品的系列化和规模化。

成果转化方式：

技术服务、合作开发、技术入股、技术转让。

28.3 智能远程监控管理系统

项目简介:

智能远程监控管理技术是采用先进计算机技术、现代通信技术和测控技术,实现对电力系统、工业生产、生活等相关终端设备的“云”端智能化保护、监测和控制。它集智能化、信息化、现代化于一体,除了先进的设备保护、监控功能,还提供设备维护和运行的记录、故障记录以及额定参数等重要信息,能实现系统设备的集中管理。

广州能源所研制的智能远程监控管理系统由远程监控中心和远程监控终端构成,远程监控中心可以与互联网相连,可以使用PC端和手机端实现随时随地的监控管理,具有主动问询、数据显示、数据存储、数据查询、报警显示、生成曲线报表等多项功能;远程监控终端则通过通信网络,上传下达监控中心的指令,实现对设备数据检测、故障检测与智能控制等。本技术还包括集成先进的优化调度算法,能够实现设备的优化调度运行。智能远程监控管理系统具有良好的人机界面,它的使用可以显著提高系统设备的运行质量和效率,节省电能,降低运行成本和维护费用。

主要技术性能及指标:

- (1) 数据远程自动采集功能;
- (2) 数据处理功能:包括数据过滤、数据异常辨识、数据规整、数据修补;
- (3) 设备运行状态监测与报警功能,报警手段包括声音、图像、短消息等;
- (4) 基于大数据的数据挖掘与数据分析功能,使设备管理更加精准、高效、便利;
- (5) 丰富的曲线、图形和报表管理功能;
- (6) 基于Web的应用功能,实现PC端和手机端随时随地的监控管理。

适用范围及应用条件:

适用于电力系统(如发电厂、变电站、配电网、可再生能源分布式发电系统、微电网系统)、电力设备远程监控、大型工矿企业(如钢铁、冶金、化工)、大型机房动力环境监控等。

已具备的推广应用条件:

已完成多个系统的开发和应用,如分布式微电网调度控制和能量管理系统、智能光伏电站监控系统、电力UPS远程监控系统。其中微电网调度控制和能量管理技术在MW级海岛微电网、广州能源研究所佛山三水能源环境技术创新与育成中心等得到应用,该系统具有监测计量、调度控制、电源保护、发电与负荷预测、潮流计算、储能装置管理、能量管理、历史数据处理等功能,能够实现微电网的安全、可靠、稳定、自动化运行。UPS远程监控数据中心将全国范围的UPS设备运行数据采集至设备生产公司,进行统一管理,实现数据“云”存储,能够对这些设备进行有效管理,及时准确地监测设备的运行状态,当设备出现故障时,

做到比客户更早发现，更快速响应。以此提升客户体验、增强公司在行业中的竞争力，也可以通过云计算、进行数据深度挖掘，优化设备运行，为客户提供增值服务，提高设备附加值。

成果转化方式：

技术服务、合作开发、技术入股、技术转让。

三. 海洋能

29. 水合冷冻法海水淡化系统

项目简介：

水合冷冻法海水淡化主要利用较易生成水合物的小分子物质与海水中的水生成水合物晶体，固液分离后，分解水合物即可得到淡水。水合冷冻法海水淡化技术的最大优点是能耗低、设备简单、紧凑；在水或盐水中溶解度低；无毒，价廉易得，无爆炸危险。水合冷冻法海水淡化的基本流程是水合物在一个反应器中生成水合物浆，经过浓缩，然后用淡水冲洗，洗净后再进行分解得到淡水，海水淡化过程需要一定的冷能，但由于水合物可以在 0°C 以上生成，因此能耗低于制冰的冷冻法海水淡化工艺。广州能源所开发的水合冷冻法海水淡化技术不需要分离水合物和浓盐水，能量效率较高，如果能够利用 LNG 冷能，则可实现 LNG 冷能综合利用，如果直接提取低温海水则不需要冷能，经济性较好。

主要技术性能及指标：

海水利用率 50%以上，海水淡化能耗（电力）小于 8 kWh/m^3 ，若抽取低于 5°C 的低温海水则能耗（电力）小于 8 kWh/m^3 。

适用范围及应用条件：

可适用于船只、钻井平台、海岛、滨海城乡，LNG 接收站或北方海滨城乡更好。

市场前景：

全球海水淡化市场正以10%-30%的速度快速发展，每年海水淡化市场成交数十亿美元。全世界有130多个国家在进行海水淡化，淡化能力一半以上集中在中东海湾国家。世界淡化海水80%用于饮用水，解决了世界1/50人口的供水问题。我国目前建成淡化能力合计3.1万吨/日，仅占世界0.1%，但在建待建规模快速增长。我国幅员辽阔，北方冬天如果直接利用低温海水来生成水合物，则不需要冷能，仅需提供工质循环泵的能量，则可以大幅降低能耗。另外，水合冷冻法海水淡化技术也可为LNG冷能提供一条新的利用途径。因此，水合物海水

淡化技术的推广应用可改善我国的海水淡化领域对国外技术的依赖和减少LNG等利用过程中的能量浪费，将为我国传统的海水淡化产业带来新的变革。

成果转化方式：

合作研发、技术转让、联合共建示范基地等。

30. 风光互补发电-反渗透海水淡化系统

项目简介：

海岛生活的居民由于远离大陆，只能靠动力柴油发电机满足生活用电，利用简易的池子收集雨水作为生活用淡水。广州能源研究所太阳能实验室制造并成功稳定运行的一种风光互补发电-反渗透海水淡化系统，该系统利用海岛上丰富的太阳能和风能发电，所发的电给反渗透海水淡化设备提供动力，该系统一次性投入，长期免费得到生活淡水，还能提供生活用电。中国海岸线长，岛屿众多，此系统具有广阔的应用前景。

主要技术性能及指标：

淡化海水成本：5-6 元/吨；

反渗透海水淡化系统无故障率达 5000 小时以上；

风光互补发电系统使用寿命 20 年以上。

适用范围及应用条件：

太阳能和风能资源较为丰富的海岛地区。

成果转化方式：

产品销售，技术转让，技术入股，合作开发。

31. 千瓦-百千瓦级鹰式波浪能发电装置

项目简介：

中国科学院广州能源研究所于 2012 年成功研制出“一种具有半潜船特征的新型漂浮鹰式波浪能发电装置”，并在中、美、英、澳四国申请发明专利，已获中国和澳大利亚发明专利

利授权。鹰式波浪能发电装置巧妙地将半潜驳船与波浪能发电设备结合起来，形成了具有船舶特性的波浪能发电装置。装置吸波浮体外形经过特殊设计，可最大程度的吸收入射波和减小向后造波。波浪能吸收浮体和相关转换设备安装在半潜船上，该船一体多用，装置投放和回收时为拖行载体，工作时船体下潜到设定深度成为稳定装置的水下附体。鹰式波浪能转换技术在高效率、高可靠性、低成本方面优势明显。2012-2015年广州能源所连续研制出10kW、50kW、100kW三种型号的鹰式装置。其中100kW鹰式装置“万山号”配备了大容量蓄电池、逆变器、数据采集与监控设备、卫星传输设备，即可通过海底电缆向海岛供电，也可为搭载在其平台上的各种海上测量设备供电，并且可通过卫星天线实现海上设备与陆上控制中心的双向数据传输。欢迎有关涉海单位在鹰式装置“万山号”上搭载测量设备进行科学实验或工作。

主要技术性能及指标：

- (1) PCT 国际检索报告显示“一种具有半潜船特征的新型漂浮鹰式波浪能发电装置”具有新颖性、创造性和工业实用性；
- (2) 在中国海域可满足单机装机1KW—200kW；在欧洲海域可满足单机装机100kW—1MW；
- (3) 实海况条件下波浪能转换效率不低于15%；
- (4) 漂浮式装置投放与回收只需拖轮配合，不需要动用浮吊等大型海工船舶；
- (5) 即可设计为漂浮式装置，也可设计为固定式装置。

已具备的推广应用条件：

2012年12月28日10kW波浪能发电装置“鹰式一号”成功投放运行，装置单次无故障连续运行超过6个月，并经历了201330号台风“海燕”，装置在风暴中正常发电。“鹰式一号”的成功运行初步验证了鹰式波浪能发电技术具有良好的环境适应性、较高的效率和良好的稳定性。2014年广州能源所建造了50kW波浪能发电装置“鹰式二号”，2015年广州能源所建造了100kW鹰式装置“万山号”。

鹰式波浪能技术即可为海岛供电，也可向海上仪器、设施供电。鹰式装置可在洋面上提供电力、淡水和人类生活空间。

成果转化方式：

技术服务，股权投资。

32. BD102G 型航标灯用波力发电装置

项目简介：

该装置是广州能源所在BD102B型装置的基础上，进一步优化设计，专门为沿海航道导航灯浮标研制的新一代波力发电装置。它就地取能，以波浪为动力，发电供航标灯用，是一

种理想的航标长效电源。采用该装置可使航标灯灯光明亮稳定，大大改善助航条件，节省维修保养费用，降低航标工劳动强度，具有明显的经济效益和社会效益。

该装置采用可在双向交变气流作用下单向旋转做功的新型对称翼空气透平，无气流整流阀门，结构简单。转轮用 30% 玻璃纤维增强的高强度聚碳酸酯模压一次成型，形状准确，效率高，耐腐蚀。采用锶铁氧体永磁平式发电机，无铁耗，效率高。轴承用全不锈钢轴承或陶瓷球轴承，抗海水腐蚀。轴封为界面式立轴密封，非接触式密封，无功耗。外壳采用玻璃钢制成，抗腐蚀，耐候性好。帽上有 6 只 $\phi 30$ 气眼，气流更畅顺，检查转轮更方便，外型更生动。控制器采用新型优质电子元件、多层结构布置，大大缩小了体积，改善散热条件，提高了密封安全性。该装置外型美观，颜色大红。体积小，仅 $\phi 285 \times 190$ (mm) 比 BD102B 减少 45%；重量轻，仅 7 kg，比 BD102B 下降 36%；可靠性高；性能好，波高 0.25 m 即可发电满足航标灯用电需求，达到国际先进水平。

成果转化方式：

技术合作、技术转让。

33. 航标灯用机械式波力发电装置

项目简介：

航标灯用机械式波力发电装置可将波浪能转换成电能，为航标灯内的电池充电。机械式波力发电装置的原理是通过机械，将波浪的上下升沉运动转换成单向旋转运动，再驱动电机发电。航标灯用机械式波力发电装置转换效率高、工作时间长、可靠性好、免维护，可为位于珠江口及以外水域航标灯提供充足的电力。

主要技术性能及指标

适用于波高 0.2 m 至 1 m 的小浪，其机械能-电能的总转换效率达到 90% 左右。装置的额定功率为 100 W。

推广应用范围和前景：

小浪下的机械式波力发电装置可以为航标灯、军用浮标、潜标等小功率的军用和民用设施提供充足电力，因而具有较为广阔的应用前景。技术成熟后，该产品可以推广到亚洲、欧洲，占领国际市场。

成果转化方式：

技术合作、技术转让。

34. 漂浮直驱式波力发电装置

项目简介:

漂浮直驱式波力发电装置主要由振荡浮子、水下阻尼板、直线发电机和锚泊系统等构成,是一个钢结构体。该装置采用了直线发电技术、能量储存技术、电源整流技术、下潜抗浪技术、自振频率调节技术等,是转换环节最少的波力发电装置。采用直线发电方式转换环节少,结构简单,可靠性高,维护成本低,可工厂模块化生产;采用漂浮结构,可适应潮位变化,提高适应能力;采用下潜上浮,增强抗台风能力;采用点吸收,可适应来波方向的变化,提高有效工作时间。

主要技术性能及指标:

装机容量可从 1 kW 到 100 kW 不等,其最大俘获宽度比可达到 70%,直线发电机转换效率可达到 75%,可依据不同海况设计不同规格的装置。

推广应用范围和前景:

装机容量小的发电装置可以为航标灯、浮标、潜标等小功率的军用和民用海洋仪器提供充足电力;装机容量大的发电装置可形成发电装置群,为海上用电大户(海岛或工作平台)提供电能,特别是特有的稳定结构可把供电装置和稳定性要求高的测试仪器结合为一体。因而具有较为广阔的应用前景。技术成熟后,该产品可以推广到亚洲、欧洲,占领国际市场。

成果转化方式:

技术服务,股权投资。

35. 海岛可再生独立能源系统

项目简介:

我国海岛普遍存在用电用水困难,而海岛上具有较丰富的太阳能、风能和波浪能,充分利用这些可再生能源,为海岛用户提供清洁的电力,并利用多余的电力进行海水淡化,是解决海岛用电用水问题的有效方法。

本系统由发电部分、储能部分、耗能部分、控制部分组成。其中发电部分由风能、波浪能和太阳能发电装置以及备用柴油发电机组组成;储能部分由蓄电池组和蓄能稳压系统组成:前者储存电能,是主要的储能手段,目的是解决发电与用电功率上的不平衡,后者储存液压

能，目的是为了平稳波浪能输出；耗能部分由用户耗电和海水淡化耗电组成，前者是日常耗电量，后者是调节耗电量，专用于消耗多余能量；控制部分由最大功率跟踪系统和能量管理系统组成，前者是波浪能、风能、太阳能发电装置高效转换的基础，后者是系统安全、提高系统产出的重要保障。

本系统根据海岛的特殊条件设计，其风机和光伏发电装置具有强防腐性和抗台风的特点；波浪能发电装置具有高效率 and 可靠性，既能在小浪中正常发电，又能抗台风。

主要技术与经济指标：

- (1)总装机容量 30 kW 至 1 MW；
- (2)风力发电装置单机容量 10 kW 至 200 kW，波浪能发电单机容量 10 kW 至 100 kW；
- (3)蓄电池总容量 200 kWh 至 6000 kWh；
- (4)可再生能源年发电量达到 5 万至 150 万 kWh；
- (5)日产淡水量 60-200 吨。

推广应用范围和前景：

适用于日用电量 100 kWh 至 3000 kWh 的海岛用户，无须电网支持便可独立运行，发电质量达到市电标准，对解决边远海岛的电力和淡水供应具有重要意义，有利于我国海洋开发和海岛建设。

项目实例：

广州能源所承担的 863 项目“海岛可再生独立能源系统研建”于 2009 年在珠海市担杆岛开始发电，系统中 9 台 10 kW 风机全部并网，实现全天 24 小时供电，解决了岛上居民用电难的问题。

担杆岛上居民约 300 人。夏季日用电量约 700 kWh，其余季节约 400 kWh。日用电功率变化较大，在居民煮饭、或渔船起吊上岸时达到高峰，可超过 120 kW；而其它时间的功率约 20 kW。岛上原有柴油供电系统一套，每天供电 14 小时。因负载不均匀，油耗非常大。

本系统利用海岛的风能、波浪能、太阳能发电，为海岛居民供电，多余的电力用于海水淡化。该系统的可再生能源总发电容量为 105 kW，其中风能总装机容量 90 kW，波浪能 10 kW，太阳能 5 kW，备用柴油发电机 100 kW；海水淡化装置日产淡水 60 t。

从系统运行情况表明，该系统可以满足秋、冬、春三季担杆岛的用电；在夏季需要柴油机补充能源。系统年均发电量约 15 万 kWh。根据系统运行前后耗油量对比，该系统每年可以减少柴油消耗 42 吨，减少二氧化碳排放 130 吨，对海岛环境经济的发展和环境的改善起很大的作用。

成果转化方式：

技术服务，合作开发。

四. 新材料及产品

36. 高效杂元素碳-纳米硅复合锂离子电池负极材料

项目简介:

随着化石能源的日益枯竭以及地球气候的日趋恶化,开发新型清洁能源和加强节能减排成为世界各国的重点发展方向。近年来随着混合动力汽车和纯电动汽车以及新能源(太阳能、风电)并网发电站项目建设步伐加快,高性能动力(储能)电池成为大力发展的核心技术之一,目前锂离子电池因其高电压、大容量、循环性能佳、低污染等优点成为最有竞争力的电源解决方案。研发性能优异的负极材料是提高锂离子电池性能的关键之一。碳材料是最早在商业锂电池中得到广泛应用的负极材料,但是,电容量密度低、不可逆损失大、高温时安全性低、过充电时容易短路等缺点限制了碳负极材料的发展。因此,开发容量密度高、循环性能优良和安全性能优异的新型锂离子电池负极材料迫在眉睫。

在众多新型锂离子电池负极材料中,硅基负极材料具有其它负极材料无法匹敌的高容量优势($\text{Li}_{22}\text{Si}_5$, 理论储锂容量4200 mAh/g),是目前商业碳负极材料理论容量的11倍。锂嵌入硅的电位(低于0.5 V)低于一般溶剂分子的共嵌入电压,高于锂的析出电位。因此,硅基负极材料可以解决溶剂分子嵌入以及锂枝晶析出的问题。但是,硅基材料导电性差,同时其在嵌脱锂过程中存在严重的体积效应,体积变化率约为400%,会造成电极材料粉化以及电极材料与集流体分离。硅基材料的上述缺陷严重限制了其商业化的应用。为克服硅的体积效应,人们多采用制备纳米结构的硅基材料,硅薄膜材料,多孔硅材料和硅基复合材料来提高硅负极材料的循环性能,但是此类复合材料中的硅会裸露于电解液中,由于充放电过程中的体积效应,硅负极材料不断形成新鲜表面,因此持续消耗电解液以生成SEI膜,降低了电极材料的循环性能。因此,本项目通过研发导电性能优异的弹性载体(S掺杂C材料包覆Si纳米颗粒、S掺杂C材料纳米线三维导电网络、多孔碳包覆Si纳米颗粒)和寻找新型负载方式提高硅基材料的电化学性能,进而开发出高比容量、高充放电效率、长循环寿命的新型锂离子电池,推动锂离子电池产业的技术升级和新能源产业、电动汽车及混合电动车产业的发展。

主要技术性能及指标:

- (1) 首次库伦效率: >85%;
- (2) 循环性能: 1120mAh/g (105周, 400mA/g), 容量保持率为90%;
- (3) 倍率性能: 537mAh/g (10A/g), 库伦效率>99%。

适用范围及应用条件:

该技术适用于锂离子电池领域,包括3C、动力电池和储能电池方面的负极材料,能大幅提高电池的能量密度,同时显著改善锂离子电池的安全性,具有良好的经济社会效益。

已具备的推广应用条件:

国内已经涌现出多家在电极材料和电池生产方面的优秀企业,产业化基础十分雄厚。目前我国锂离子电池产量占全球的四分之一到三分之一,与日韩两国平分市场份额,但是在前沿的材料研发和技术工艺方面弱于这两个国家,目前随着电动汽车以及大规模储能应用的快速发展,对锂离子电池材料性能的要求越来越高。本项目技术申请发明专利4项(1项授权)和美国专利1项,鉴于上述背景和项目已有的技术条件,具备了应用推广的基础。

成果转化方式:

技术服务,合作开发,股权投资,技术转让。

37. 自动调光高效节能镀膜玻璃

项目简介:

二氧化钒调光玻璃是一种能随环境温度变化自动改变遮阳系数的高效节能镀膜玻璃,该镀膜玻璃主要功能材料是接近于室温条件具有相变特性的二氧化钒材料。经过光学优化设计,表现出优良的光学性能和节能效果。因自动调光特性使得它能够达到和超越 LOW-E 玻璃的节能效果。在冬天,全波段的太阳辐射(包括可见和红外)能够进入室内营造温暖的室内环境;在夏天,具有热效应的红外辐射波段被反射,从而遮挡太阳热辐射营造凉爽的室内环境。该镀膜玻璃可兼具多种功能,包含绝对的紫外阻隔、高的隔热保温特性、防静电和光触媒等等。

建筑节能目前是国家发改委启动的十大重点节能工程之一,国家正加大力度支持和推广建筑节能新技术和新产品。我国新出台的《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2005)明确规定:玻璃幕墙不能使用普通玻璃,必须使用节能玻璃。该镀膜玻璃属于建筑节能技术领域,市场前景十分巨大。

主要技术性能及指标:

该镀膜玻璃总体性能:随室温自动调光、隔热保温、多功能一体化;
光学性能指标达到:冬夏日射得热调节率不低于 30%, 可视透过率高于 50%, 热反射率高于 80%, 透射太阳能调节率高于 15%, 该镀膜玻璃无光污染、可调制多种外观反射颜色,如中性灰、蓝灰、天蓝色、金黄色、茶色等,能够满足幕墙玻璃节能与装饰性要求。

适用范围及应用条件:

可应用于建筑节能门窗、汽车节能窗、高速列车门窗等,尤其适用于高性能的节能玻璃幕墙、低能耗或零能耗的绿色建筑物。二氧化钒自动调光玻璃可以制备成夹层安全玻璃、单腔或多腔中空安全玻璃或复合型夹层中空玻璃。

已具备的推广应用条件:

二氧化钒自动调光玻璃可以制备成夹层安全玻璃、单腔或多腔中空安全玻璃或复合型夹层中空玻璃。可应用于建筑节能门窗、汽车节能窗、高速列车门窗等,尤其适用于高性能的节能玻璃幕墙、低能耗或零能耗的绿色建筑物。目前,此自动调光玻璃的研发已处于中试生产后端并迈向商业化生产。相关成果已建立相应的知识产权保护,其中申请国家发明专利 20 多件,其已获授权 10 件,同时获得行业相关节能产品认证评估。

经济效益分析:

(1) 该镀膜玻璃不含金属膜层,耐久、抗氧化、不含毒性成分,膜材丰富、低廉,成品价格预期在 180 元/平方米以下,批量生产性价比优势更为明显;(2) 全世界建筑节能门窗市场巨大,仅中国每年的新增建筑节能门窗或旧楼节能改造门窗不少于数亿平米的市场容量,其中高性能镀膜节能玻璃不少于 5000 万平米/年;(3) 因 LOW-E 镀膜玻璃同质化竞争加剧,尤其镀膜产能已相对性严重过剩,开发和生产二氧化钒自动调光玻璃实现产品升级,可提升企业市场竞争力和发挥生产产能,从而获得更大利润空间。

成果转化方式:

风险投资,合作开发。

38. 智能隔热节能涂料和贴膜

项目简介:

一种能随环境温度自动改变遮阳系数的智能隔热节能贴膜,通过对智能隔热粉体的尺寸优化,分散和涂覆,制备出光学性能优良,节能效果良好,价格低廉的智能隔热节能贴膜。在冬天,性能上接近Low-E 玻璃,全波段的太阳辐射(包括可见和红外)能够进入室内;在夏天,性能接近阳光控制玻璃,中等透明,红外高反射,能遮挡太阳热辐射。智能隔热节能贴膜不仅可以用于新建建筑的门窗,也可以用于已有建筑门窗的节能改造,此外,智能隔热节能涂料可以涂覆在任意需要涂覆之处,起到隔热保温作用,用途十分广泛。建筑节能目前是国家发改委启动的十大重点节能工程之一,国家正加大力度支持和推广建筑节能新技术和新产品。我国新出台的《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2005)明确规定:玻璃幕墙不能使用普通玻璃,必须使用节能玻璃。该智能隔热节能贴膜属于建筑节能技术领域,市场前景

十分看好。

主要技术性能及指标:

该镀膜玻璃总体性能: 随室温自动调光、隔热保温、多功能一体化;
光学性能指标达到: 冬夏日射得热调节率不低于30%, 可视透过率高于50%, 遮阳系数在0.24-0.88之间可调。反射颜色可为天蓝色、金黄色、茶色等等, 无光害。

适用范围及应用条件:

可应用于建筑物和车船的门窗等, 特别适用于高性能的节能玻璃幕墙。
该智能隔热节能贴膜和涂料不含金属粒子, 耐久、抗氧化、不含毒性成分, 成品价格预期在50 元/平方米以下。

成果转化方式:

风险投资, 合作开发。

39. 环保节能增透膜节能液

项目简介:

随着社会进步, 环保能源问题显得日益突出, 因而对太阳能的利用与依赖也日渐加深。光伏和光热等太阳能系统的封盖材料都存在反射太阳光和积尘等缺点, 降低了其效率。以封盖材料为基底沉积一层具有自清洁功能的减反射涂层(增透膜)对提高太阳能系统的性能和经济效益尤为重要。

减反增透技术得到了国家自然科学基金, 珠江科技新星专项和广东省战略性新兴产业关键技术公关等国家和省部级项目, 课题的支持。目前, 太阳能行业对增透涂膜液需求量很大。针对常用的增透膜涂膜液是以有机溶剂或有机-水体系为分散介质, 有机溶剂的存在会带来高成本、易挥发、易燃易爆致生产过程危险、对人体有害和对环境造成污染等缺点, 本研究采用水作为分散介质, 很好地克服了上述缺点, 以简单易于控制的工艺制备出具有廉价、无毒、环保等优点的增透膜涂膜液。该项技术已经成功应用于生产真空集热管的玻璃外管上和涂覆平板玻璃上。

主要技术性能与指标:

- (1) 具有自清洁性能, 表面具有疏水形貌, 接触角大于 90° ;
- (2) 水性增透液, 主要溶剂为水, 且可与水以任意比例相容;
- (3) 对透过率只有 90%左右的普通玻璃进行双面涂覆, 其透过率可提高到 98.5%以上, 若进行单面涂覆, 其透过率可达到 93.5%以上;
- (4) 硬度达到 8H, 附着力达到 5B;

(5) 耐高温 700℃，耐酸碱 PH: 1-10;

适用范围及应用条件:

适用于各类太阳能器件的封盖玻璃

已具备的推广应用条件:

小试技术已经成熟，中试正在进行，并取得了初步成果。

成果转化方式:

技术开发应用、股权投资、技术服务。

40. 利用工业废渣制取双面复合增强保温节能墙板

项目简介:

目前，我国 60%的墙体采用粘土砖，砖瓦企业 12 万个，年产实心砖 5200 多亿块，相当于毁坏耕地 120 万亩，直接和间接耗能约占全国总耗能的 15%以上，同时生产实心砖污染严重，仅烧砖一项，每年 CO₂ 排放量达到 1.7 亿吨。轻质保温节能墙板是一种新型节能墙体材料，它是由无害化磷石膏、轻质钢渣、粉煤灰等多种工业废渣组成，经蒸汽加压养护而成，具有节能降耗，绿色环保等特点。为了提高经济效益、节约合理利用资源、保护生态环境，走循环经济可持续发展产业化道路，近年来，政府高度重视轻质保温节能墙体材料革新工作，一直在努力倡导使用新型墙体材料，出台了一系列墙体材料革新政策，建设节约型社会和发展循环经济，生态建材必将成为建材的主导方向。轻质保温节能墙板墙体材料以其安全、舒适的优越性能正被人们逐渐接受，被认为是最好的墙体材料之一。

广州能源所开发的利用粉煤灰等工业废渣制取双面复合增强型保温节能墙板技术，采用合理的配方和先进工艺技术生产优质实心的墙体材料，为环保无公害新材料，具备重量轻、墙体薄、隔音、保暖、节能、抗震、利废、防火防潮、安装简便快捷等优点，解决了建筑业的一大难题——肥梁胖柱深基础湿作业的局面，从而大大节省了工程造价。

主要技术性能及指标:

(1) 产品规格尺寸 (GB/T23450-2009)

| 项目 | 80 系列 | 100 系列 | 120 系列 | 允许偏差 |
|---------|-----------|-----------|-----------|------|
| 参 考 重 量 | 85 | 102 | 123 | |
| 厚度 (mm) | 80 | 100 | 120 | ±1.5 |
| 宽度 (mm) | 600 | 600 | 600 | ±2 |
| 长度 (mm) | 2400-3200 | 2400-3200 | 2400-3200 | ±5 |

| | | | |
|-----|--|--|------|
| 平整度 | | | ±1.2 |
|-----|--|--|------|

(2) 物理力学性能 (GB/T23450-2009)

| 序号 | 项目 | 检验指标 |
|----|---|---------------------------|
| | | 100 系列 |
| 1 | 抗冲击性能 | 经 8 次抗冲击试验合后, 板面无裂纹 |
| 2 | 抗弯承载(板自重倍数) | 6.9 |
| 3 | 抗压强度(MPa) | 8.5 |
| 4 | 软化系数 | 0.85 |
| 5 | 面密度(kg/m ²) | |
| 6 | 含水率(%) | 8 |
| 7 | 干燥收缩值(mm/m) | 0.36 |
| 8 | 吊挂力 | 荷载 1000 N, 静置 24 h, 板面无裂缝 |
| 9 | 空气声计权隔声量(dB) | 45 |
| 10 | 耐火极限(h) | 3 |
| 11 | 燃烧性能 | A1 |
| 12 | 传热系数 ^① (W/m ² ·k) | 1.87 |

(3) 放射性核素检测 (GB/T23450-2009)

| 项目 | 检测指标 |
|------------------|------|
| I_{Ra} (内照射指数) | 0.1 |
| I_v (外照射指数) | 0.3 |

适用范围及应用条件:

广泛适用于商住楼、办公楼、学校、医院、工业厂房等工业与民用建筑建设用内隔墙板, 是预租房企业首选内墙墙体材料。

已具备的推广应用条件:

已完成双面复合增强型保温节能墙板生产工艺设计, 关键生产装备开发, 试制出系列产品; 完成了年产 12 万平方产品的试制生产线。

成果转化方式:

技术转让、合作开发。

五. 节能减排

41. 动态冰蓄冷技术

项目简介:

冰蓄冷的基本原理是利用夜间的低谷电力制冰，在白天用冷高峰期释放冷量，由此实现电力负荷的移峰填谷；

我国现有的冰蓄冷技术主要是冰球和盘管。这两种技术的主要缺陷在于：占地面积过大、蓄冷系统能效低、负荷响应速度低、初投资大。因此，急需研究开发一种占地面积小、系统能效高、初投资小的冰蓄冷技术，以此实现冰蓄冷技术在我国推广应用。

中国科学院广州能源研究所在科技部 863 计划重点项目的支持下，成功解决了热交换器过冷却堵塞防止、超声波促晶、以及冰浆输送等关键技术，研发成功具有国际领先水平的动态冰蓄冷技术，并实现全面产业化。该技术填补了国内空白，整体达到国际先进水平。目前为止，已建设大型动态冰蓄冷系统 20 多个，取得了显著地节能效果。

主要技术性能及指标:

与现有的冰球和盘管蓄冰技术相比，动态冰蓄冷具有如下突出优势：

(1) 冰浆的比表面积是冰球和盘管的 100 倍以上！融冰速度快、负荷响应灵敏，可满足任何建筑的负荷变动需求；

(2) 制冷剂蒸发温度高（ -5°C ），制冷机组 COP 大幅度提高，制冰能耗比冰球和盘管技术降低 15%；

(3) 蓄冰槽中无冰球和盘管，冰槽体积大幅度减小！可以利用现有的各种消防水槽、地下室、停车场、楼顶水槽；

(4) 现有的冰球和盘管技术需要特制的大型蓄冰槽，不仅占用很大面积、而且对空间高度有要求。而动态冰蓄冷则不需要，您现有的水槽、地下停车场、以及消防水池均可用来进行蓄冷；

(5) 冬天冰蓄冷在冬季可以蓄热，而盘管和冰球则无法蓄热。

适用范围:

大、中、小型中央空调系统；各种产业制冷系统（工业洁净厂房、恒温厂房等）；大型区域供冷（如大学城、珠江新城、全国地铁等）；工艺用冷系统（食品、商业、化工等）；大型混凝土工程（大坝、铁路、隧道、桥梁等）；冷藏保鲜（海鲜冷藏、食品保鲜等）；矿井降温（煤矿、金属矿）。

已应用情况:

以深圳富士康动态冰蓄冷项目为例进行节能效果说明，项目位于深圳市宝安区深圳市宝安区龙华东环二路二号，为动态冰蓄冷改造项目。该厂区建筑物面积 55000m²，项目需为整个 4 层建筑区域提供办公用冷。项目改造通过增加 1 台 600RT 的双工况冷水机组，将原有 600RT 主机移走实现。新增主机用于夜间冰蓄冷，白天放冷，不足的负荷由另外的基载主机来补充，冰蓄冷系统与空调制冷系统相互独立，互不影响；相互备用，从而提高了制冷系统的可靠性。

该项目使用常规空调系统时，其系统运行费用为 202.74 万元，采用动态冰蓄冷技术方案后，转移高峰电量 97.02 万 kW·h。和原系统相比较，每天节省运行费用约 2625 元，年节约运行费用 86.6 万元，年节省率 41.8%，静态回收期 2.86 年，20 年经济效益 1732 万。同时年 CO₂ 减排量达 846 吨，SO₂ 减排量达 65.8 吨。运行效果达到了预期的设计效果。

成果转化方式：

股权投资、风险投资、技术转让，许可技术等。

42. 工厂能源管理系统

项目简介：

能源管理系统（EMS）是采用自动化、信息化技术和集中管理模式，对企业能源系统的生产、输配和消耗环节实施集中扁平化的动态监控和数字化管理，改进和优化能源平衡，实现系统性节能降耗的管控一体化系统。其主要功能包括：

- （1）自动监视企业关键设备运行状况，实时掌握能耗情况；
- （2）提供各种能耗指标，对能耗数据进行计算，分析工艺流程的能耗水平；
- （3）对生产过程能源用量、能耗成本进行分摊，实现需求侧管理；
- （4）发现生产过程的能源浪费，为进一步实施节能工程提供数据支撑；
- （5）利用能源管理系统进行绩效考核。

由前端水、电、气等数字采集仪器将采集信号以有线或者无线的方式，通过通讯网关将数据传输至服务器，上层监控管理系统获取各类能源参数，对数据进行计算分析，从而实现生产过程的能源管理和优化调度，提高企业的能源管理水平和能源使用效率。

应用领域：

- （1）制造企业：电化学电镀、钢铁、车辆生产线、造纸厂、轮胎厂等高能耗生产企业的能源监控管理；
- （2）大型园区：工业园区、高新技术开发区等大型园区重点能耗企业的能源监控管理；
- （3）楼宇建筑：政府办公楼、大型写字楼、商场等建筑的能源监控管理。

成果转化方式：

技术服务。

43. 中央空调系统分散水泵节能技术

项目简介:

根据负荷集中程度进行分区处理;根据负荷要求提供最适合的流量和扬程;确保变负荷情况下,没有多余扬程。把原来集中泵组的设计思路改为分区分散配置水泵,有效降低中央空调冷冻水输送能耗。主要技术优势有:

- (1) 节能效果显著:比多泵并联系统节能 50~80%。
- (2) 成本低。水泵单机容量小很多,泵、变频器、阀规格均缩小,供应量大,可选择余地大,成本低。
- (3) 配电容量减少。

应用领域:

- (1) 区域供冷。例如广州大学城集中供冷、珠江新城集中供冷。
- (2) 大规模公共建筑。例如机场、火车站。
- (3) 具有明确分区的商业建筑、工业建筑。

44. 高耗能行业中低温余热发电

项目简介:

在钢铁、石油化工、水泥、玻璃、陶瓷、制糖等行业中,生产过程中产生大量的低品位余热,包括低品位烟气、蒸汽和热水等,这些热量品位低、数量大、分布散,基本不能为生产再利用。广州能源所在低温余热回收发电领域持续不断地进行积极的探索、研究,相继开发出了纯低温余热发电技术及相配套的汽轮机研发、设计、应用技术,可使发电机增加 25% 的发电量。该技术能够将企业中大量的低品位废热集中发电,进一步提高企业能源的利用率,为各种类型企业节能环保开辟了一条新路。

主要技术性能及指标:

- (1) 新型干法水泥窑无补燃锅炉的余热发电技术

新型干法水泥转窑生产过程中排放大量热烟气。一座日产 5000 吨熟料的转窑每小时排放 300℃ 以上的热空气与烟气超过 40 万 m³,这些热量发电装机容量可达 6000~7500 kW。水泥窑余热发电装置利用水泥窑烟气与空气余热,发电时不影响水泥熟料的生产,也不需要额外的补燃燃料,是可靠的余热发电技术。

- (2) 热水发电技术

石化企业或钢铁企业的生产过程中常有 70℃ 以上的热水生产,比如高炉的冲渣水温度可达 80~90℃,重油催化装置中有大流量的 120℃ 的热水产生。利用热水发电,取决于热水的温度,大约每吨热水可发电 1.5~4 度电。发电后降温的热水又可以回到生产流程中吸热,循环使用。热水发电技术对热水的水质要求不高,水中的硬度和杂质不影响发电装置的运行,

安全可靠，运行操作简单方便。

(3) 浮法玻璃线余热发电技术

目前，国内的平板玻璃行业大多采用浮法玻璃生产技术，一条 500 t/d 的浮法玻璃生产线的烟气余热一般可生产饱和蒸汽 7~8 t/h，目前这些余热蒸汽主要用于冬季采暖，除极少量蒸汽用来加热重油外，大量蒸汽直接对空排放，为此，广州能源所在多年研发饱和蒸汽发电技术的基础上，开发出适合浮法玻璃生产线用的余热发电技术，其经济效益和社会效益十分显著。

(4) 转炉电炉余热发电技术

转炉和电炉炼钢时产生大量余热蒸汽，但由于转炉和电炉是间歇生产，因而产生的蒸汽是不连续的，压力、温度和流量波动很大，利用难度大。针对这种情况，中国科学院广州能源所开发出转炉和电炉余热蒸汽发电技术。该发电装置投资约 5000~7000 元/kW。投资回收期约 2 年，经济效益和社会效益均十分好。

(5) 烧结矿显热回收技术

炼铁烧结机排出的废气温度可达 300~400℃，这部分废气所含显热占总热耗的 20%左右。从烧结机尾部卸出的烧结矿温度平均为 500~800℃，其显热占总热耗的 35%~45%，热烧结矿在冷却过程中其显热变为冷却废气显热。热烧结矿的显热和废气带走的显热约占总支出的 60%。因此，冷却机废气和机尾风箱废气是烧结余热回收的重点，烧结矿携带显热采用热交换技术，产生蒸汽发电，扣除设备运行耗能，可以降低烧结工序能耗 10Kgce/t。

适用范围及应用条件:

可在高耗能工业余热利用领域上推广应用，如建材（陶瓷、玻璃、水泥）、钢铁、有色金属、煤炭、电力、石油石化、化工、纺织及造纸等行业，具有良好的推广应用价值。

已应用情况:

(1) 丰顺 300 kW 地热试验电站，是中国第一座热水型地热发电试验电站，利用 90℃ 左右的地热水发电，已经成功运行 20 多年，是低温余热发电技术的保证和示范；

(2) 中国石油锦州石化分公司 4 MW 余热发电站，该装置是国内第一套同时利用热水及低压蒸汽两股热源发电的电站，该电站于 2005 年 10 月一次性开机调试运行成功；

(3) 济南钢铁集团总公司一炼钢转炉 4.5 MW 余热发电站，是中国第一座转炉烟道饱和蒸汽余热发电站，利用转炉汽化冷却产生蒸汽发电。

投资情况与社会经济效益分析:

本项目投资和社会经济效益根据余热资源的品位和规模确定，通常投资回收期为 2~3 年。

成果转化方式:

技术开发应用、股权投资、合同能源管理。

45. 园林绿化垃圾高温好氧堆肥系统

项目简介:

随着城镇化的发展,园林绿化面积不断地增加,城市绿化覆盖率已达 39%左右,随之而来的是园林垃圾也越来越多。目前,园林垃圾主要是混入市政生活垃圾,一同进入垃圾焚烧厂或填埋场,给市政清运和处理终端造成了较大的压力,造成了资源的浪费和二次污染问题。园林垃圾具有养分含量高,有害成分低的特点,是“城乡矿山”中优质的有机营养元素,通过高温好氧堆肥系统制取生物有机肥,取得了良好的资源化利用效果,尤其是就地资源化利用模式,具有更高的综合效益。

园林垃圾简单分类后,较大的枝块作为生物质燃料原料,小枝条与叶片类经过粉碎、调节 C/N、水分含量等前处理之后,通过高温好氧堆肥系统采用舱体式工艺或槽体式工艺,必要时通过太阳能等节能手段辅助加热,在控制温度、氧气、水分等条件下,利用好氧微生物的代谢活动,产生高温并快速降解有机质、纤维素和木质素等,降解成生物有机肥。

主要技术指标:

发酵高温期温度 55~65℃;

高温期时间≥5 天;

产品剂型:粉状;

产肥率约 38%;

有机质含量≥40%;

蛔虫卵死亡率≥95%;

pH 值: 6.0~8.0。

应用领域:

城区,高校校园,乡镇,农场,林场等

已具备的推广应用条件:

技术成熟,具有相关专利;系统集成度与自动化程度高,占地小;系统建设造价与运行成本较低;堆肥产品有巨大的市场需求;500 吨/年项目已在佛山投产,效果良好。

成果转化方式:

股权投资,技术服务,合作开发。

46. 生物炭制备及碳基缓释肥制备技术

项目简介:

生物炭是指各类生物质及其衍生物热解过程的固相产物,由于在土壤改良以及碳减排方面的显著作用,生物炭是近年来农业、环境及能源诸多研究领域关注的焦点。生物炭自身具有呈碱性、多孔性、丰富的碳含量、养分含量、稳定性良好的特点,因此生物炭可长期稳定存在于土壤环境,并具有改善土壤透气性、水分养分吸持能力、提高土壤有机质含量、养分含量、促进作物生长的作用。在科技部、省科技项目的支持下,课题组开发了热解气、热解油及生物炭联产技术,并开发了以生物炭为主要产物的专用热解设备(专利号:ZL2013102829039, 2013102711408),该设备以热解副产物热解气和热解油为主要热源,实现了生物炭的高效连续生产。在此基础上,以生物炭为基体,通过共热解、浸泡、包裹等方法实现养分元素在生物炭空隙中的吸持富集,制备为各种缓释肥。该技术以各种农林废弃物为生物炭制备原料,并进一步转化为各种高效缓释肥,实现了废弃物的高效资源化利用,具有良好的环境社会效益。

主要技术指标:

- (1) 生物炭产率为 30%-75%, 生物炭中碳含量为 20%-70%;
- (2) 生物炭比表面积不小于 100m²/g, N 富集系数不小于 0.3, P、K 富集系数在 1.1 之间;
- (3) 碳基缓释肥总养分不低于 30%, 初期养分释放率不高于 15%, 28 天累计释放率不高于 80%。

适用范围及应用条件:

本技术适用于秸秆、稻壳、园林废弃物、以及市政污泥、畜禽粪便等各类有机固体废弃物。

成果转化方式:

股权投资, 合作开发。

47. 可燃固体废弃物两段式热解旋流燃烧技术

项目简介:

固体废弃物是指人类在生产、消费、生活和其他活动中产生的固态、半固态废弃物。固体废弃物不仅污染环境,还危害人类健康,已发展成为一个全球性问题。传统的固体废弃

物处理技术主要有填埋、堆肥以及焚烧。焚烧已成为目前固体废弃物处理与处置的主要手段，但还存在许多问题。

针对可燃固体废弃物直接焚烧存在燃烧不充分、温度分布不均、易产生二次污染等问题，本项目开发了可燃固体废弃物两段式热解旋流燃烧技术，其原理是在无氧或缺氧条件下先将可燃固废中主要能量元素 C/H/O 转化为小分子可燃气，再将可燃气完全燃烧生成 H_2O 和 CO_2 ，并产生热能。该技术集成了热解气化技术和燃烧技术的特点，有效提高了可燃固体废弃物的利用效率、利用范围和经济性，有效阻止二次污染的生成，实现了可燃固体废弃物的无害化处置，并可以将其转化为热等清洁能源，可持续解决可燃固体废弃物出路问题，有效的改善环境。

主要技术性能及指标:

(1) 可燃固体废弃物热解气化过程是在贫氧或缺氧气氛下进行，从原理上减少了二噁英的生成，同时大部分的重金属等有害物质溶入灰渣，减少了粉尘的排放量；

(2) 在气相燃烧过程中，可燃固体废弃物生成的可燃气经内构件强制形成旋流燃烧，使得烟气停留时间 $>3s$ ，很大程度上抑制了二噁英等污染物的生成；

(3) 旋流燃烧的温度 $950\sim 1300^{\circ}C$ ，燃烧更充分，并产生大量的热能，可采用废热锅炉回收余热，具有较高的热效率。

适用范围及应用条件:

本技术适用于城市生活垃圾、可燃工业废弃物、医疗废物等有机固体废弃物的无害化处理。可燃固体废弃物两段式热解旋流燃烧技术结合车载技术，可实现随时随地进行可燃固体废弃物无害化处理并将其转化为热能等清洁能源，商业应用模式灵活。

成果转化方式:

股权投资，合作开发。

48. 生活垃圾自动分选技术

项目简介:

我国生活垃圾具有区域变化大、混杂程度高、尺度跨度大、季节性变化强等特征，直接利用十分困难。通过将破袋、磁选、风选、钩选等相关技术有机结合，采用钟摆式辊轮破袋分选技术，可实现垃圾复杂组分的有效及时分选。将城市生活垃圾分为可燃物，可腐物和玻璃，金属，轻质塑料等可回收物，为资源化利用提供支撑。

主要技术性能及指标:

- (1) 处理量 10-15 吨/小时;
- (2) 耗电量小于 10kwh/吨;
- (3) 无缠绕, 无堵塞。

适用范围及应用条件:

本技术可广泛应用于我国混杂生活垃圾的分选。

已应用情况:

已完成中试, 效果良好, 即将在广东省及全国各地推广。

成果转化方式:

股权投资, 合作开发。

49. 生活垃圾资源-能源化利用系统

项目简介:

据统计, 2014 年我国城市生活垃圾的年清运量约为 1.91 亿吨, 并以每年 8%-10% 的速度增长, 全国 667 座城市中, 有近三分之一的城市遭遇“垃圾包围城市”的局面, 全国城市生活垃圾的处理问题已成为影响我国城市化进程和可持续发展的重要因素之一。针对目前垃圾填埋场选址难, 垃圾焚烧厂受到民众抵制的现状, 开发生活垃圾资源-能源化利用系统。其具体过程是将生活垃圾通过自动分选设备分为可燃物, 可腐物与可回收物三类, 将可燃物制成垃圾衍生燃料 (RDF) 或压制成建筑用模板, 可腐物通过干式发酵转化为沼气和有机肥, 可回收物中玻璃, 金属回收, 轻质塑料用于炼制燃料油, 可在实现生活垃圾资源-能源化利用的同时达到“近零排放”。

主要技术性能及指标:

- (1) 吨投资成本 20-25 万元 (不含征地, 三通一平);
- (2) 无害化处理率 100%;
- (3) 减容、减重率 > 95%;
- (4) 干式发酵产气率达到 0.3m³/kgTS;
- (5) 有机肥符合国家标准, 可长期使用;
- (6) RDF 热值高于 2800kcal/kg, 燃烧达到《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014) 与《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB 18485-2014);
- (7) 建筑用模板不开裂, 不变形, 可反复使用;

(8) 燃料油质量达到国家标准。

适用范围及应用条件:

本技术针对我国生活垃圾的特点开发,可广泛应用于生活垃圾的处理。

已应用情况:

正在清远、南京等地建设示范工程,并正与国内多地洽谈合作。

成果转化方式:

股权投资,合作开发。

50. 高可靠性热管换热器

项目简介:

本技术发明的氧化除氢热管技术,可有效克服热管的钢水化学不相容现象,大大提高钢水热管工作可靠性。使用本技术可以制出世界上工作寿命最长,性能最稳定的钢水热管,目前已成功应用于六十多个项目上,并得到了用户的广泛好评。

主要技术性能及指标:

热管的工作寿命比普通热管延长一至二倍,耐磨寿命提高接近一倍。维护简单,装拆方便,易于更换。

适用范围及应用条件:

可应用于各种工业炉窑和电站锅炉的尾气利用、余热回收,节能降耗上,主要应用于空气预热器等设备上。

已应用情况:

目前,使用我们的氧化除氢技术的热管空气预热器已成功地应用于工业窑炉和电站锅炉上。如广州钢铁厂热风炉的热管空气预热器,海南木棉糖厂 20 T/h 锅炉的热管空气预热器,陕西户县电厂 170 T/h 锅炉的热管空气预热器,陕西略阳电厂 130 T/h 锅炉的空气预热器,宝鸡电厂 130 T/h 锅炉的热管空气预热器,四川建峰热电厂 75 T/h 的热管空气预热器等已经有六十多项。多年的实践证明,使用我们发明的氧化除氢技术的热管空气预热器具有最稳定的性能和最长的工作寿命,受到用户广泛赞扬和欢迎。

成果转化方式:

技术服务、合作开发。

51. 低热值燃气燃烧技术及烧嘴

项目简介:

本项目发明了一种结构简单、适用于多种类低热值燃气的自回热型旋流燃烧装置，有效克服了低热值燃气难以稳定燃烧的问题，减少了高热值辅助燃料的消耗，具有结构简单，燃烧效率高， NO_x 及CO排放浓度低等特点，对改善我国低热值燃气利用效率低，污染排放严重的现状有积极的意义。该技术可以应用于锅炉及各种热利用设备中。

主要技术性能及指标:

- (1) 适用燃气热值：4 MJ/m³ 以上；
- (2) 燃烧效率：大于 99%；
- (3) NO_x 排放浓度：小于 5 mg/m³；

适用范围及应用条件:

可以充分利用冶金、石油化工、生物质热解、垃圾气化处理等工业过程中产生的多种类燃气，有助于实现工业节能和扩大燃料利用范围。

已应用情况:

目前该技术已经完成小型示范装置。

已具备的推广应用条件:

本项目完成了处理量为 50 m³/h 的小型试验研究，燃烧装置可以充分燃烧热值 4 MJ/m³ 以上的多种低热值燃气，燃烧效率大于 99%， NO_x 排放均值小于 5 mg/m³，已具备推广应用的基础。

成果转化方式:

合作开发。

52. 连续式蓄热燃烧技术

项目简介:

连续式蓄热燃烧技术 (Continuous Regenerative Heat Combustion 简称 CRHC) 技术是一种先进的燃烧技术, 该技术通过高效蓄热体“极限”回收烟气中的余热用于加热助燃空气, 利用 HTAC 技术, 克服了火焰切换时造成的温度、压力的波动, 使燃烧效率显著提高, 并能降低氮氧化物的排放浓度。核心技术团队先后承担了省院合作项目 1 项, 省重大科技项目 1 项, 企业委托项目多项, 在关键技术突破的基础上实现了良好的节能效果。

主要技术性能及指标:

- (1) 采用金属蜂窝陶瓷作为蓄热材料, 温度效率高, 换热快, 寿命长;
- (2) 采用分级燃烧方式, 可实现单台燃烧器蓄热状态下连续燃烧, 炉膛内温度与压力波动小, 适合更多加热工艺;
- (3) 燃烧过程中, 燃气或燃油连续供给, 不会出现燃料管堵塞、结焦、断火等现象;
- (4) 可以实现冷态开始蓄热, 空气与燃气调节容易, 适合多种炉型。

适用范围及应用条件:

适用于冶金行业的各种热处理炉, 熔铝炉、玻璃炉窑、梭式窑等各种燃气和燃油的工业炉窑, 既可应用于新炉窑的设计, 也可应用于旧炉窑的改造。

已应用情况:

目前, 连续式蓄热燃烧技术已在日本、德国等成功应用, 取得良好节能效果。在国内, 该技术为空白。因此具有良好的推广应用前景。

已具备的推广应用条件:

广州能源所在“引进国外杰出人才”资金、所长创新基金、广东省重大节能专项资金的支持下, 对连续式蓄热燃烧技术进行了 3 年的科技攻关, 目前已成功解决了换向装置、燃烧器结构、蓄热材料等核心技术, 并建设了小型示范系统, 在梭式窑上进行了中试, 效果很好, 在熔铝炉、搪胶炉等高中低温炉窑进行了试用, 节能效果明显, 完全可以进入市场化推广。

成果转化方式:

股权投资, 风险投资, 技术转让。

53. 液排渣煤粉低尘燃烧技术及系统

项目简介:

该项目开发的煤粉低尘燃烧技术是在液态旋风排渣燃烧技术上发展的一项清洁燃烧技术,具有燃烧效率高,灰渣易于捕获,系统简单,NO_x排放浓度低等特点,对改善我国燃煤窑炉热效率低,污染严重的现状,实现工业窑炉的现代化生产有积极的意义。同时可在燃油气窑炉上实现以煤代油、气,缓解石油资源紧缺的状况。

主要技术性能及指标:

- (1) 燃烧效率: 大于 99%;
- (2) 捕渣率: 90%左右;
- (3) NO_x 排放浓度: 小于 250 mg/m³;
- (4) 实现两吨煤替代一吨重油。

适用范围及应用条件:

煤粉低尘燃烧器的主要用户为各种工业加热炉窑,在电炉炼钢、锻造、热处理、建材、陶瓷、玻璃、铝型材、有色金属、石油化工、机械、轻工以至酒店餐饮等行业,煤粉低尘燃烧技术均有广阔的市场。

已应用情况:

目前已经建立工业中试示范装置,正在实施陶瓷行业、耐火材料行业的窑炉改造。

已具备的推广应用条件:

本项目完成了煤粉低尘清洁燃烧技术的工业化实验研究,通过示范性煤粉低尘工业窑炉的研建,研制商业化实用型低尘燃烧器,进行连续、可调节煤粉输送技术改进研究,进一步改进燃烧器的负荷调节性能,燃烧器达到 90%捕渣率,实现高效低尘稳定燃烧,燃烧效率大于 99%;分级燃烧技术实现 NO_x 排放的可调控制,NO_x 排放均值小于 250 mg/m³,均达到了预定的技术指标,已具备的推广应用的基础。

成果转化方式:

合作开发。

54. 智能电网大规模电池储能技术

项目简介:

大规模储电技术是智能电网、新能源发电及并网、电力负荷移峰填谷的关键技术。锂离子电池由于其具有能量密度高、自放电率低、放电电压平稳、循环寿命长等优点在多个领域得到了广泛的应用,在大规模储电系统中的应用锂电池将成为技术发展的必然趋势。如何确保锂离子储能系统(Battery Energy Storage System, BESS)的高效、安全应用,必须对系统的各个组成部分进行集成和优化,并加以合理有效的管理和控制。

大规模储电电池体系的直流母线电压通常在 300V~900V,需要由上百个单体电池串并联组成,通常将单体电池先制作成标准的电池模块,然后多个模块串联扩展至所需的额定电压。

通过对 BESS 系统的电池管理技术及系统集成技术进行研发,可以提高电池体系的安全性、可靠性及使用寿命,推动大规模储电的推广应用。关键技术包括:(1)先进的电池管理技术;(2)温度监控及管理技术;(3)健康状态(SOH)监测技术;(4)系统集成技术。

技术优势:

- (1) 采用先进的电池管理技术,实现电池系统的高效运行;
- (2) 对电池体系的温度进行管理,保障储电系统的安全运行;
- (3) 采用功能完善的统监控平台管理软件,实现储能系统的稳定运行。

适用范围及应用条件:

对智能电网、调节电力负荷峰谷差、移动通信基站储电、防灾减灾储电,以及风能、太阳能、海洋能等新能源发电和并网的发展产生巨大的带动及支撑作用。

示范案例:

(1) 珠海担杆岛独立能源发电系统(运行中),风能 90KW,太阳能 5KW,蓄电池 440kwh,柴油发电机作为后备电源。

(2) 珠海大万山岛新能源独立电网示范工程(在建),太阳能 1000kW,波浪能 300kW,风能 200kW,蓄电池 1000kwh,柴油发电机 600kW 作为后备电源。

(3) 佛山三水育成中心微网系统(运行中),风能 30kW,太阳能 20kW,蓄电池 100kwh,柴油发电机 100kW 作为后备电源。

成果转化方式:

股权投资,风险投资,技术转让。

55. 大功率 LED 灯具高效散热技术

项目简介:

该项目开发的体式热管散热技术和灯杆散热技术利用了热管的高效散热原理,又摒弃了传统热管结构的束缚,特别适用于大功率 LED 灯具的散热,具有成本低、散热效率高等优点。能够大幅度提高大功率 LED 灯具的使用寿命,对半导体照明起到很好的推动作用。

主要技术性能及指标:

- (1) LED 结温温升不超过 30℃;
- (2) LED 灯具能够在 50℃ 高温下连续正常工作;
- (3) 灯具寿命大于 5 万小时。

适用范围及应用条件:

LED 路灯、隧道灯、广场灯、投光灯、射灯、工矿灯等等。

已具备的推广应用条件:

本项目完成了原理实验测试和几种样灯的设计,证实了散热原理的可行性,样灯经过反复测试和改进,均达到了满意的技术指标,已具备推广应用的基础。

成果转化方式:

合作开发。

中科院广州能源所企业介绍

佛山中科环能科技有限公司

一、公司简介

佛山中科环能科技有限公司是在佛山市人民政府、中国科学院的联合支持下,由中国科学院广州能源研究所投资成立的技术创新与企业育成机构,主要从事新能源与可再生能源、节能环保及减排技术的成果转化和市场推广。

本着以企业需求为主体、以市场为导向的宗旨,佛山中科环能科技有限公司在中国科学院与各级政府的领导下,立足于广东的产业优势,依靠中科院广州能源研究所以及中科院其他研究机构的相关研究领域,为广东的产业升级提供先进、实用的技术成果,为广东新能源、节能环保产业提供强大的技术支撑和保障作用。

二、功能定位

1、技术服务平台

根据广东地区的资源优势和产业需求,为企业提供新能源、工业节能、建筑节能、固废处理、废水处理、废气处理等方面的技术服务,重点包括以下技术:

- 生物质燃料清洁利用技术
- 连续蓄热燃烧技术
- 太阳能、空气源热泵集中供热技术
- 工业有机废气净化技术
- 余热利用技术
- 动态冰蓄冷技术

2、支撑服务中心

- 面向地方发展新能源和环保产业的需要,建立全社会共享的分析测试平台和高新项目产业化评估中心,建成高级骨干培养基地和技术人员培训基地,为发展新兴产业服务;
- 分析测试平台中心:为地方企业自主研发提供各种分析检测仪器设备、装置;
- 高新项目产业化评估中心:在地方政府的支持和授权下,承担或提供咨询服务工作,包括知识产权评估、资质认证、节能审计等方面的任务;
- 人才培养基地:通过与地方企业深层次人才合作,通过采用互相委派到对方单位工作、集中培训等手段,为地方企业输送高技术人才。

3、产业育成基地

- 建设新能源和环保创新技术中试基地,建设一系列新能源与节能环保技术应用示范工程,形成创新技术成果示范与展示作用的育成基地;
- 以高新技术吸引投资资金组建具有标杆性的新能源与环保高新技术企业,提升当地节能减排产业的整体形象,带动新兴产业的形成。

三、联系方式

地址:佛山市三水工业园区C区63号

联系人:王学伟

电话:0757-66899088

邮箱:wangxw@ms.giec.ac.cn

传真:0757-66899068



深圳碳中和生物燃气股份有限公司

深圳碳中和生物燃气股份有限公司是经中国科学院批准，由深圳燕鹏燃气集团（筹）和中国科学院广州能源研究所，联合其他相关投资者，在深圳共同投资设立的专注于生物能源产业化的国家级高新技术企业，是中国第一家以合同能源管理节能服务方式运行的生物燃气运营商。公司成立于2010年，注册资金2000万元，是国家高新技术企业、广东省资源综合利用企业、深圳市创新型中小微企业、深圳市上市培育办公室认定的拟上市重点培育企业（确认证书号GS0083），是深圳市燃气行业协会、深圳市高新技术产业协会、深圳市龙华新区环境保护产业协会会员单位。

深圳碳中和生物燃气股份有限公司核心专利——“一种非对称结构的内循环生物质流化床气化炉”发明专利（专利号：zl200410051078.2）于2008年1月获得国家知识产权局“中国专利优秀奖”。2009年12月环境保护部环发[2009]146号文将该技术列入《国家鼓励发展的环境保护技术目录》。2010年8月经广东省科技厅、财政厅粤科规划字[2010]126号文批准，公司《工业锅炉生物燃气替代石化能源技术集成区域性(深圳)示范项目》列入广东省重大科技专项，获得广东省及深圳市财政专项资金支持。2012年4月23日，深圳市财政委员会公布了“2011年深圳市地方特色产业中小企业发展资金拟资助项目”名单，公司“立国制药10T/h工业蒸汽锅炉生物燃气替代柴油节能减排环保项目”成功入选。2012年6月，“碳中和牌工业生物燃气新产品”通过专家认证并完成科技成果登记。公司作为起草单位之一参与制订的深圳市标准化指导性技术文件《生物质成型燃料及燃烧设备技术规范》（SZDB/Z 109—2014）正式发布，标志着公司已跻身国内一流生物能源供应商。2012年9月，深圳碳中和生物燃气股份有限公司被认定为“国家高新技术企业”。

公司自成立以来，始终坚持走“产学研”一体化道路，先后获得省、市、区各级科技扶持资金、产业发展扶持资金累计达785.13万元。公司投资建设的“工业生物燃气替代石化能源产业化EMC项目”，节能降耗效果突出，经济效益十分明显，获得社会各界广泛好评。

公司总部位于罗湖区国贸商圈中心繁华地带，办公环境优雅，交通便利。分支机构有紫金分公司、观澜项目部、燃料加工基地各1个。

联系方式：

地址：深圳市罗湖区人民南路佳宁娜友谊广场A座2004

联系人：张文斌

电话：0755-82300724 0755-82498163 传真：0755-82300724

邮箱：carbonneutral@sina.com 网址：www.szcbn.com

江苏中科宇泰光能科技有限公司

江苏中科宇泰光能科技有限公司,由上海联和投资有限公司、上海新泰新技术有限公司、中科院广州能源研究所和中科院上海高等研究院共同投资 7250 万元人民币,一期投资 1.5 亿元人民币创办的一家专注于 LED 半导体照明领域研发、具有年产值超 20 亿元的生产和销售的大型半导体照明高新技术企业。

公司技术研发中心针对行业竞争格局和市场特点,开发了七大系列、一百多种光电产品,尤其在 LED 高杆灯、路灯、隧道灯、日光灯、景观灯等产品的散热、光衰、配光、电源、防水防尘密封及灯具的兼容性等技术研发上,具有独特优势和实用性,并获得国家专利局 1 项发明专利、14 项实用新型技术专利和 6 项外观设计专利。产品通过了国家电光源质量监督检验中心的检验以及中国交通部、CE 等多种认证,并多次在国内半导体照明大赛中获奖。

中科宇泰以领先的科技实力,在国内 LED 照明行业中脱颖而出,相继承接了广州黄埔港港口高杆灯改造工程、安徽玉溪高架景观亮化工程、福建平潭岛项目等造价达千万元的项目。从 2011 年到 2014 年,承接南通市政高架道路项目的合同总金额为 5270 万元。通过 EMC 合同能源管理模式,承接了安徽省宁国市住房建设委员会合同能源管理采购项目,为期 10 年。

发展企业自主品牌、开创一流研发能力、提供快速贴心服务是中科宇泰的战略发展目标。企业通过了 ISO9001、ISO14001、职业健康安全管理体系认证,并相继获江苏省高新技术企业称号、南通市发改委颁发的 2012 年度“未来之星”企业称号、江苏省民营科技企业称号、AAA 级资信企业、创新中国理事单位、中国绿色照明 AAA 级信用企业、通过了“十城万盏”示范路道路照明及实验室数据测试等荣誉。

宇泰人将秉承“科技领先、持续创新”的企业精神,在 LED 照明领域不断进取,实现“共赢、满意、持续、品牌”的经营理念,塑造诚信、科技、服务完美的企业形象。

联系方式:

地址:江苏省南通市高新区朝霞路 198 号 联系人:梁志霞

电话:0513-68856048

传真:0513-68856039

邮箱:ytgd@yutai-led.com

网址:www.yutai-led.com

地址：广州市天河区五山能源路

邮编：510640

电话：(020)87057632

传真：(020)87057677

邮箱：web@ms.giec.ac.cn

网址：<http://www.giec.ac.cn>