

# 十一、新能源与节能技术

## 1. 海洋潮流能发电技术

### 项目概述

哈尔滨工程大学海洋潮流能利用技术的研究工作始于 1982 年。经过 20 多年的努力，形成了一支由船舶与海洋工程、流体力学、电控和机械等专业人员组成的学术队伍。分别于 2002 年 3 月和 2005 年 12 月在浙江省岱山县水道建造了我国第一台“万向 I”70kW 漂浮式潮流实验电站和“万向 II”40kW 座海底式潮流电站。

“万向 I”潮流电站为漂浮结构型式，包括船型载体、系泊系统、双转子水轮机、液压恒频发电与控制系统、发电机等部分，具有蓄电池充电控制、并网控制和保护功能。

“万向 II”潮流电站为座海底结构型式，发电系统可描述为座海底摩擦固定式双转子导流增强型潮流能独立发电系统。电站包括用于增强流速的导流箱型结构载体、双转子水轮机、机械增速系统、电控系统以及辅助装置。双转子轮辐式水轮机主轴支撑于导流罩上端浮箱和下端沉箱，沉箱下方由 8 条腿支撑。

两种电站都是独立的发电系统，属研究性的试验电站，可小范围供电。

目前，正在研制 150kw 级并网型潮流能发电技术示范和演示验证系统。该项目是目前世界装机容量最大的海上漂浮式潮流能发电原型示范机组，标志着我国的潮流电站系统集成设计能力和研制技术进入世界先进水平，同时为我国进行潮流能产业开发打造了成熟的基础实验平台。我国多数岛屿无电或缺电，潮流发电将对弥补能源短缺、缓解环境污染起到重要作用，潮流电站面对海岛和经济发达的沿海地区，有广阔的应用前景。

### 项目成熟情况

关键技术成熟，具有样品。

### 应用范围

海洋能源开发领域。

## 2. 垂直轴风力发电关键技术

### 项目概述

垂直轴风力发电机组具有很好的发展潜力,特别是在大型化发展方面比水平轴更具优势。然而,我国在垂直轴风电机组研制技术基本处于刚刚起步阶段。20世纪80年代,国内曾有单位试制过小型的垂直轴风机,单机容量仅有几千瓦,如中国气动力研究与发展中心在1984年设计了一座直径6米,额定功率2kW的试验风机,并进行了风洞测试。

2005年,国务院三峡办联合哈尔滨工程大学、中国机械科学院和哈尔滨电机集团等十多家单位,研制成功了我国第一台完全具有自主知识产权的50kW垂直轴风电机组小型试验机,该样机已在内蒙古化德县调试安装完毕并实现成功并网。本单位负责垂直轴Φ型叶轮气动性能和载荷数值预报方法的研究,垂直轴叶轮气动性能的研究,垂直轴叶轮、叶片和部件气动载荷的研究,功率调节器气动性能的研究以及垂直轴叶轮气动性能的优化设计。

目前我国,兆瓦级垂直轴风电机组技术还是空白,50kW试验机的研制和运行,为进一步研制兆瓦级垂直轴风机在技术和实践上奠定了基础。

### 项目成熟情况

技术成熟,国内领先。

### 应用范围

风力发电领域。

## 3. 海上浮式风力机平台及耦合运动研究/海上风能开发与利用技术

### 项目概述

风能是当前技术和经济上最具商业化规模开发条件的新能源。随着陆地风力发电技术的不断进步和发展,海上风能开发和利用的关键技术已经成为科研工作者和工程技术人员的开发热点。本项目以海上风力机的设计理论和设计方法为目标,采用理论和实验相结合的方法,研究海上风力机叶轮和支撑结构在风浪流环境下及运输吊装过程中的流体和结构特性,形成海上风力机的设计方法和设计标

准，最终为海上风力机的设计提供技术支持。

#### 性能分析：

海上风力机叶轮的流体与结构性能分析，基于粘性 CFD 方法和流管法自主开发“叶轮流体动力性能及载荷分析系统”，结合有限元方法，建立了风力机双向流固耦合分析方法；海上风力机基础结构设计和性能分析，设计了国内首例兆瓦级单桩式海上风力机基础结构，并给出工程适用图纸。探索了漂浮式海上风力机—平台—锚泊系统耦合运动的求解方法；海上风力发电模块安全性评估和应力监测，针对我国首座海上风电场的运输和吊装过程，研发了海上风电模块运输安全性评估方法，并进行了现场监测；海上风力机基础结构设计标准，编制适于我国海洋环境条件的海上风力机基础结构设计标准。

#### 技术特点：

首次采用流管法分析双层叶轮风力机的气动特性；解决了叶片主轴和轮辐等结构的气动损失问题；设计国内首例海上风力机单桩基础结构的详细方案，解决了海上风力机单桩基础设计的技术难点；开创性探索了漂浮式海上风力机—平台—锚泊系统耦合运动的求解方法；提出并现场应用了海上风电模块运输安全性评估方法和监测方法。

#### 技术水平：

目前全球海上风电产业发展迅速，而我国刚刚起步，在基础理论和建设经验方面存在严重不足，因此需要深入开展海上风能开发与利用技术方面的研究。本项目在流管法中考虑了主轴和轮辐的气动损失的修正模型，同时通过改进实现了双层叶轮垂直轴叶轮性能计算。对我国首座海上风力机运输和吊装过程中的运动和结构特性进行了预报和现场监测。针对我国渤海海域环境特点进行单桩基础结构性能分析，并提出海上风力机基础结构设计标准。上述特点目前在国外同类研究和技术中未见报道。本项目对于提高我国海上风电机组的自主研发能力，提升我国在风力发电市场的国际竞争力，都具有重要意义。

该项目填补了我国海上风电机组桩基础和相关附属设施的分析方法方面的空白，弥补了我国在海上风力机设计理论和海上风电模块运输领域的不足，制定了海上风力发电机桩基结构设计技术(企业)标准。本项目的研究成果整体上达到了国际先进水平。

主要技术指标:

研制出一套具有自主知识产权的垂直轴风电机组风轮气动性能设计方法;海上风力机单桩基础结构设合理、性能良好,达到发电要求;海上风电模块的压载方案,满足稳性规范和结构强度要求。海上风电模块运输和吊装过程中应力值的监测结果,能够反应动态作用的影响、船舶和塔架结构运动特征以及自振周期;编制完成海上风力机桩基础结构的设计标准以及条文说明,内容涵盖了载荷的确定组合、桩基础设计、钢结构设计、钢材料、结构分析计算、防腐处理、检验和检测、附属结构等。

项目所处阶段:

本项目研究成果对于缓解我国东部沿海地区电力紧张情况、促进经济发展和建设具有重要而深远的意义。同时,随着国家可持续发展战略的实施,海上风力发电对于弥补能源短缺、调整能源结构、缓解环境污染起到重要作用。由此而获得的经济效益和社会效益是不可估量的。目前我国已经在东南沿海地区开工建设多处海上风电场。因此海上风力发电机组开发利用技术具有广阔的应用前景。

#### 项目成熟情况

本项目技术成熟,应用性强,已经应用在在工程示范项目中。

#### 应用范围

本项目为我国首座海上风电场的运输和吊装过程提供了数值预报和模型试验结果,并进行了现场监测,该海上风力发电机组已于2007年成功并网发电,运行状况良好。还为我国首座自主知识产权的50kW垂直轴风电机组设计提供了准确的数值预报方法。本项目研发的风力机叶轮气动性能优化方法、塔架长期应力监测方法和浮式风力机耦合运动预报方法等成果都可以广泛用于陆上和海上风能开发,对于调整能源结构,开展节能减排具有重要意义。

## 4. 海上能源岛工程

#### 项目概述

岛礁工程受到地理位置、自然条件等限制,海岛开发、建设以及岛上居民的日常生活均存在能源短缺的问题,且单独海域内多种能源同时处于较低值几率较小。海上能源岛创新工程主要由平台支撑模块、能量转化模块、能量消纳模块和

智慧无人值守模块组成。利用液压双向铰连接相邻三角形半潜平台，并在平台上安装风能、光能、波浪能（振荡浮子式）和潮流能（竖轴式）发电装置；利用最佳桨叶角智能调控系统、智能阻尼控制系统、智能竖轴变桨系统和自适应倾角太阳能发电系统，实现各种能源最大限度的电能产出；基于并网微型电网系统，实现电能调配和输送，确保各种能源的稳定输出，并利用海洋牧场系统和制氢系统对过剩电能综合利用，实现海水养殖与绿色储能；最后，基于数字孪生系统，实现陆上综合管控中心、智能无人守护船和岛上中控系统闭环动态管理，辅助海上能源岛创新工程智能管理，完成全生命周期管控。

海上能源岛创新工程综合利用海洋能，并在不扩大装置规模、不额外单独占据海域的情况下，实现海洋结构物空间共享（风机/波浪能装置/潮流能装置/光伏板/海洋牧场），提高海域面积利用率，提高综合发电效率和综合利用，实现“海能海用”，降低发电成本，形成高效、稳定、可靠的海洋新能源技术与装备。

### 项目成熟情况

实验室验证阶段。

### 应用范围

（1）该系统一方面可以提供电力能源，有助于实现海水淡化工程，另一方面通过海洋牧场为岛礁提供海洋水产资源。

（2）为南海岛礁用电问题提供解决途径，有助行使南海行政管辖权，维护南海海洋权益。

（3）可为深远海水下海洋装备（水下潜器、机器人等）提供便捷电力资源。

## 5. 远海岛礁桩基式波浪能发电系统

### 项目概述

远海岛礁桩基式波浪能发电系统属于水利工程领域，波浪能装置受到安装难度和建造成本的制约，难以进行商业化推广。桩基式风机在波浪作用下受到波浪冲击荷载，给整体结构可靠性带来了极大的挑战。将海洋结构物与波浪能装置进行集成设计，可有效降低波浪能开发成本，实现海洋结构物功能多元化。该系统将桩基式风机与阵列式不同自振频率的楔形振荡浮子波浪能发电装置集成，以期覆盖真实海况下波浪条件，增大波浪能发电装置的总体能量转化效率。通过连杆

将风机桩柱与振荡浮子进行铰接连接，波浪作用下驱动浮动浮子绕连杆做转动，驱动液压发电系统工作，并将风机发电和波浪能发电并网，通过电缆系统，完成对近海或岛礁日常电能供给。

波浪能装置将部分波浪能转化为电能，可降低风机桩柱受到的波浪载荷，提高风机结构稳定性，同时风机基础为波浪能装置提供载体，提高波浪能发电系统的可靠性，将风机和波浪能发电装置集成可有效实现海工结构物的空间共享和成本共享。

### 项目成熟情况

实验室验证阶段。

### 应用范围

(1) 该系统可为近海岸城市供电、近海波浪能开发及其工程化应用提供解决途径，具备良好的技术储备和很好的市场开发利用前景；

(2) 可直接服务于海洋水下设备（如水下机器人、海洋牧场等）的能源供给；

(3) 可服务于深远海岛屿建设，提供电力支持、淡水资源、海洋水产等。

## 6. 梳式防波堤-波浪能装置集成系统

### 项目概述

面对岛礁工程电力缺乏的现状，考虑岛礁附近蕴含丰富的波浪能资源，针对现有波浪能转化装置转化效率偏低、生存性能低和发电成本高的不足，基于梳式防波堤结构收缩聚波效应有益提高聚波室内波高幅值，提出一种浮子式波能装置-梳式防波堤集成系统，系统主要包括：沉箱、翼板和振荡浮子。集成系统的主体为梳式防波堤，两相邻沉箱和翼板构成消浪室，振荡浮子布置于消浪室内，采用垂直导桩限制浮子的运动，使得浮子仅做垂荡运动，能量输出系统位于浮子的上部。在波浪的作用下振荡浮子做垂荡运动，进而驱动能量输出系统，实现波能捕获。集成系统在目标海域迎浪侧阵列布置，形成兼具防波堤功能的波浪能发电场。集成系统与海岛之间采用海底电缆连接，以保证对海岛的能量输出。

将浮子式波能装置置于聚波室内，提高波浪能转化效率，实现多功能海工结构物的空间共享和成本共享，并为波浪能转化装置提供庇护，提高波浪能转化装

置的生存性能，从而可促进波浪能开发的工程化应用，为岛礁工程解决电力匮乏等问题提供解决思路。

### 项目成熟情况

实验室验证阶段。

### 应用范围

(1) 该系统可应用于独立海岛开发、离岸水产养殖和海上作业等电力能源供给，可应用于中国海能流密度较低领域的波浪能开发，为沿海经济发展提供电能；

(2) 该系统可促进集成系统的波浪发电功能和防波堤功能可为偏远岛屿建设提供支持，为防波发电系统的设计规范的编写，提供基础数据支撑，从而更好服务于岛礁建设，促进国防事业的发展。

## 7. 藻类生物质为原料产生生物柴油技术

### 项目概述

利用选择性发酵法代替传统的物化预处理方法，将藻类中糖类、蛋白类、纤维素等难降解废弃物转化为挥发性脂肪酸（VFA）、氢气等清洁能源，同时通过发酵可对藻体进行前处理，提高剩余的供提取的脂类提取效率和成分价值，获得更廉价的生物柴油。

利用加热法、碱法、FP 技术、无预处理四种预处理方法对藻类进行发酵前处理。经过发酵后，97h 后脂肪酸总量都比发酵前有不同程度的下降，但是脂肪的提取值却都有所提高，尤其是 FP 和无预处理。此时，总量已接近原来的一半，但是提取效果却比原来有提高。

针对藻类做发酵预处理，采用选择性厌氧发酵对比试验法，通过高通量测序，选择最适接种菌种（图 18）。结果显示，接种好氧活性污泥的 VFA 产率最高，其次是产酸污泥，最差是产甲烷相的厌氧污泥。完全可以利用活性污泥厌氧发酵代替物理化学等高能耗手段，对藻类进行降解或预处理。既能解决藻体降解问题，又可以对提高藻体萃取产出脂类，还能通过发酵实现城市污泥减量与清洁能源氢气的产出。

### 项目成熟概况

小试成功，有待推广。

#### 应用范围

海洋工程、船舶工程等领域。

## 8. 海水温差与太阳能综合发电装置

#### 项目概述

海水温差能量量大，但是由于温差太小，造成发电设备效率较低，而且，单位发电量的设备比重量较大。因此，本项目提出利用海水温差与太阳能综合发电系统，实现两者的有机结合，利用冷海水的低温，通过太阳能加热提高温差，从而有效提高海水温差发电系统热效率。系统比功的提高，意味着发电设备的体积重量减少，设备成本和初始投资的降低。

本项目提出应用我们开发的异戊烷有机工质朗肯循环来实现热电高效转换。以异戊烷透平设计为核心技术的发电系统，可以充分利用温差资源实现高效率的能量转换。

海水温差与太阳能综合异戊烷透平发电装置是在海水温差发电闭式循环的基础上，综合太阳能热发电，结合异戊烷透平系统的新型发电装置。它大大的提高了系统循环效率，有效的利用了太阳能和海水温差能。

#### 项目成熟情况

现正申请海洋可再生能源专项资金支持。

#### 应用范围

海水温差能发电领域。

## 9. 利用微藻的深度净污技术及藻泥制氢系统

#### 项目概述

利用海洋微藻富含碳水化合物、蛋白质、粗纤维的特点，自主设计并制作了一体化除苔产氢系统，利用生物发酵制氢技术将浒苔转化为氢能，实现废物利用。该系统可以实现从进料—厌氧反应—产生氢气—电能转化和出水回收的完整运行，并且维持系统运行的大部分能量来自太阳能，采用闭式水循环方式，完全回收系统自身的排水。整个系统达到处理海洋污染和高效产生能源的双重目标。

系统具有以下特点：以富含氮磷的城市污水混合海水为微藻的生长基质，达到二级出水排海前水质深度净化的目的；微藻在生长过程中，通过光合作用，可以固定大气中的二氧化碳，从而达到降低碳排放的目的；选取藻泥为底物，或在浒苔爆发期，以粉碎的浒苔等生物质为底物，将厌氧发酵技术引入藻体生物质处理过程，设计一体化连续流反应器，能够对底物进行二次处理，最大程度的利用底物，提高产氢效率；实现循环回收的完整运行，同时系统运行的大部分能量来自太阳能和热泵节能系统，减少了电能消耗，水循环采用闭式循环方式，节约水资源。

#### 项目成熟情况

现正申请海洋可再生能源专项资金支持。

#### 应用范围

发酵法生物制氢工业化领域。

## 10. 船舶能耗分布及能效评价技术

#### 项目概述

以提高船舶能量利用效率、应对 2012 年即将执行的新船能效设计指数 (EEDI) 为目标，开展船舶总体能耗分布及能效评价技术研究，突破评价指标体系中影响因素确立、因素权重确立等关键技术，构建船舶能效评价体系及平台，形成船舶设计阶段能效评价的能力，缩短我国船舶行业同发达国家的差距，推动我国船舶行业的可持续发展。

主要研究内容：

- (1) 船舶能量消耗分布研究；
- (2) 船舶系统及设备节能潜力研究；
- (3) 船舶能源利用效率评价体系研究；
- (4) 船舶能源利用效率评价平台开发。

主要技术性能指标：

- (1) 建立三大主力船型能耗分布仿真模型，经实船试航数据验证主要性能参数计算误差 $\leq 10\%$ ，其它性能参数趋势合理；
- (2) 建立三大主力船型有用能计算模型，经实船试航数据验证主要性能参数计算误差 $\leq 10\%$ ，其它性能参数趋势合理；

(3) 初步开发船舶能源利用效率评价平台。实现船舶能耗分布计算、节能潜力及典型节能技术应用可行性分析、能效综合评价及船舶设计方案评估等功能，经设计单位使用及实船试航数据验证切实可行。

#### **项目成熟情况**

目前项目处于前期研发阶段，已经具备了能耗分布数学模型，正在开发船舶能源利用效率评价平台。

#### **应用范围**

船舶行业。

## **11. 余热发电异戊烷透平设备**

#### **项目概述**

节能技术和新能源开发是国家重点投入的技术领域。我国工业企业能源利用率很低，其中有大量的余热资源可以回收利用，因此，国家大力提倡节能技术。在国际能源资源紧张的大环境下，新能源开发也成为当务之急。本项目开发了可以用于工业余热发电的异戊烷透平，可以提高余热发电的能源品位，具有高效、节能的特点。

节能技术合新能源开发不仅我国非常重视，国际上也在大力开发节能和新能源技术。尤其是能源比较短缺的国家，例如：日本和以色列就开发了较为先进的地热等低温热源发电透平产品。本项目从技术指标来说，在同等温差和流量的条件下，达到了日本所设计产品的同样水平。本项目不仅实现了企业节能，而且提高了能源品位。工业余热量大面广，所以在节能领域，具有较好的前景。另外，新能源开发国家极其重视，制订了庞大的投资计划用于新能源开发。本产品适合于各种机械加工企业开发，不需要添加新设备，仅需要开发部分工装。

#### **项目成熟情况**

目前已经完成了整个产品的技术设计，具备开发生产的条件。

#### **应用范围**

可以用于海洋温差发电和地热资源发电。

## 12. 径流式汽轮机设计技术

### 项目概述

该项目开发了 20kW-10000kW 的中小型径流式汽轮机。该型式汽轮机具有效率高、结构简单、性能可靠等一系列优点。在中小型汽轮机在动力工程、电力工业以及作为各种工业流程驱动用原动机方面都有广泛应用,我国在这个功率范围的汽轮机还不齐全,性能也有待提高。所以,该项目提供了可以广泛应用的新机型。从设计技术和工作性能等方面来说,该系列汽轮机都达到了国内先进水平。可转让该型式汽轮机的设计技术。或者也可以直接提供汽轮机。

### 项目成熟情况

技术成熟,达到国内先进水平。

### 应用范围

可以作为热能动力工程、电力以及化工领域等各种工业流程驱动用汽轮机使用。

## 13. 具有脱硫功能的高温烟气余热回收综合利用技术

### 项目概述

本技术利用排放烟气加热循环水,使烟气中的水分在降温、结露的过程中与烟气中的硫化物充分溶合形成酸性液体,沉降集总后得以回收。可使烟气温度由 200℃左右降至 100℃以下,有效回收烟气余热,可节省燃料 10%左右;降温后采用节露法使水节露,烟气中硫化物溶于水形成酸,大部分被回收,小部分细小液滴被气液分离装置回收,总脱硫效率预计可达 80%。

针对该项目已经申请国家发明专利十余项,其中已获授权 4 项:

Z1200520021111.7

Z1200910071609.7

Z1200910071610.X

Z1200810077070.1

该技术可推广到各种应用燃油/燃油锅炉的工、矿企业单位,设备单位投资指标约为 20 万元/10000m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>(烟气排量),当年即可收回成本。随着社会对节

能和环保的日益重视，该项目实现产业化后，将会因其经济性和社会性两方面的因素而有广阔的市场前景，预计年均销售收入将超过 100 万元。

#### **项目成熟情况**

技术成熟，可使烟气温度下降到 100℃ 以下，可节省燃气 10% 左右；脱硫效率平均可达 80%；气液分离装置分离效率可达 85% 以上。

#### **应用范围**

可广泛推广至各燃油/燃气锅炉设备使用单位。

## **14. 储能装置能量优化管理系统**

#### **项目概述**

储能装置能量优化管理系统具备以下功能和特点：可以在储能装置充放电过程中，抑制超调和振荡、缩短调节时间，提升动态性能；实现储能装置内部的能量优化管理，提高剩余容量的利用效率；采用效率最优的储能装置内部负荷分配技术，减小不必要的损耗，提升能量的利用率；可以实现内部故障检测和故障后的自动重组功能，避免储能元件单体损坏对整体装置的影响，有效提升运行的可靠性和安全性。

#### **项目成熟情况**

已完成技术开发和实验验证。

#### **应用范围**

可再生能源发电、电动汽车、电力系统等。

## **15. 高功率密度电机设计技术**

#### **项目概述**

高功率密度电机设计技术，通过对电机定、转子磁路的创新性设计，利用传统电机电枢绕组端部形成的磁场产生额外的电磁转矩，进而提升电机电枢绕组的利用率，实现了电机的高功率密度设计。

#### **项目成熟情况**

已完永磁电机、开关磁阻电机、直线电机等电机的高功率密度设计技术开发。

#### **应用范围**

航空、航天、舰船、电动车等各种电力拖动领域。

## 16. 与储能相结合的模块化光伏电源

### 项目概述

与储能相结合的模块化光伏电源具有以下功能和特点：模块化光伏电源在为负载稳定供电的同时，可实现最大太阳能转化；多个模块化光伏电源可根据需求，灵活地串、并联运行，并且级联运行的多个模块化光伏电源间可自动实现优化的负荷分配控制；与现有的“光伏阵列+储能”使用形式相比，级联运行的模块化光伏电源阵列控制简单、运行可靠。

### 项目成熟情况

已完永磁电机、开关磁阻电机、直线电机等电机的高功率密度设计技术开发。

### 应用范围

可再生能源发电等领域。

## 17. 海水电池

### 项目概述

海水电池采用镁合金为阳极，碳纤维材料为阴极，直接利用海水做电解质，采用海水中溶解的氧气为氧化剂而工作的一种电池。工作时，需要海水连续流过电池的两极，以便为阴极不断地提供氧气和带走阳极生成的沉淀物，因此电池的结构是开放式的。由于电解质和氧气直接取自于电池周围的海水，唯一消耗的材料就是金属阳极，因此这种电池具有极高的能量密度，而且其结构十分简单，安全可靠，贮存时间无限长。但由于受海水中溶解氧气浓度的限制，其输出功率较小。因此特别适用于为长期在海下工作的小功率电子仪器及电器装置提供动力。可在完全无需维护的条件下持续工作若干年。

随着我国海洋研究、海洋资源开发利用、海防建设的快速发展，对海水电池的需求必将大大增加，本项目产品可满足小功率、长寿命、免维护、安全无污染海水电源的需求。

### 项目成熟情况

技术较完善，可提供 0.1W 到 1W 功率范围内的产品及其制备技术。可根据使

用要求制备不同功率和不同使用时间的产品。

### 应用范围

这类电池用于水声通讯设备、海洋监测系统、海下导航仪、海底地震监测仪、航标灯、海上应急和储备电源、及其它小功率海洋电子仪器设备。还可用于超长航程的 AUV 的动力电源。

## 18. 直接炭燃料电池阳极

### 项目概述

直接炭燃料电池 (DCFC) 技术为煤的洁净高效利用提供了一种新途径。与传统的燃煤发电和煤气化联合循环 (IGCC) 发电不同, DCFC 是通过炭在阳极的直接电氧化和氧气在阴极的电还原来实现发电。在这种煤到电的转换过程中, 无燃烧, 无热机, 无需对煤重整气化, 因此 DCFC 具有高效和环保的突出优点。DCFC 的理论效率达 100%, 实际电效率可达 80%。和燃煤发电相比, 用 DCFC 发电可将 CO<sub>2</sub> 的排放量减少 50%, 废气排放总量减少到十分之一, 且几乎无粉尘排放。作为 DCFC 燃料的固体炭资源丰富, 可由煤、生物质和有机垃圾等经热解或氢解获得, 副产的氢气等可用于氢氧燃料电池, 从而可实现最大限度地洁净高效的利用这些丰富的燃料。本项目针对 DCFC 阳极这一关键技术开展研究。针对炭粉在熔融碳酸盐中润湿性差问题提出了预润湿技术, 针对炭粉电氧化活性低的问题提出了酸碱处理脱灰造孔技术。

通过本项目的研究, 确定适合于 DCFC 阳极的炭燃料的规格参数 (来源、粒度、物性及组成)、控制炭完全氧化的反应条件 (温度、极化电势等), 并组装 DCFC 测试样机。

### 项目成熟情况

技术成熟, 已测试组装样机。

### 应用范围

直接炭燃料电池。

## 19. 亲水性超滤膜组件

### 项目概述

一种亲水性改性膜组件，采用相对价格低廉的聚氯乙烯为合成膜主料，使成本降低，且聚氯乙烯具有一定抑菌性，可以防止生物膜滋生，抵御膜的生物污染，尤其适合膜—生物联用工艺，如污水处理领域。

技术特点：

针对聚氯乙烯亲水性差，过滤阻力高的问题，采用亲水性纳米粒子对膜材料进行改性，使改性后的膜组件水过滤通量显著提高，抗污染能力增强。技术水平：该技术获国家发明专利，处于国内领先水平。主要技术指标：改性后膜水通量大于 300LMH，膜寿命提高大于 50%，强度提高大于 20%，抗污染能力优于同类产品。项目处于小规模生产阶段，投资 100 万可以进行产品规模生产，欲寻找合作伙伴，联合进行产品的规模化生产研究，或针对具体工艺开发特殊膜组件等。

这种膜组件能够用于给水及污水处理，截留有机污染物及细菌等，也可用于化工，食品领域的分离工艺，分离大分子有机物如药物、蛋白等。目前市场上，聚偏氟乙烯膜材料价格约为聚氯乙烯膜 4 倍，聚氯乙烯材料在我国研究比较成熟，价格低廉，通过对该材料进行改性，可以提高水通量和抗污染性能，该产品具有较高的性价比，可替代原有膜材料。

国内膜分离技术近年来发展迅速，对膜材料的需求急剧增长，产品的市场前景非常可观。同时，新型膜材料合成及改性技术是国家重点扶持的领域，这也为校企联合申请相关资助课题提供了机会。社会效益：膜分离技术属于绿色水处理技术，无副产物生成，有利于水回用或有用物质回收，具有显著的社会效益。

### 项目成熟情况

拥有自主知识产权，获国家发明专利（专利申请号 200910071483.3）。实验室研究已经证明该材料改性后的性能，目前膜丝已拉出，进入小批量生产阶段。

### 应用范围

该产品制成膜组件后可用于很多膜分离设备，如饮用水净化、船舶生活污水处理、船舶油污水处理、海水利用、采油废水处理设备等。

## 20. 零泄漏节流管调控式阀门

### 项目概述

阀门是需求量大、应用面广的重要工业产品，而阀门的密封性能是阀门质量

的关键所在。密封性能差会造成系统泄漏，污染环境，会危及人身和设备安全，所以“零泄漏”阀门是市场期盼的产品。

阀门因采用独特的节流管伺服调控和自能源驱动措施，从而完全改变了普通阀门的驱动方式。特点可归纳为：

(1) 不存在像一般阀门那样的沿运动机构产生外漏的通路，不需要复杂的密封技术即可做到零外泄漏；在相同的工作条件下，内密封为自紧方式，因此内密封性能也优于其他同类功能阀门；

(2) 阀门操作简便省力、开度精确可控；

(3) 不用外部辅助装置也可实现遥控操作，特别适合于在高温、高压、大流量和人无法接近或需要防爆遥控的危险环境中应用；

(4) 可用简单、小型的控制机构替代目前普遍应用在调节阀上的复杂、大型的阀门驱动装置；

(5) 易于形成智能化阀门集成模块，实现机电一体化；

(6) 新型阀门平均造价低于其它同功能阀门；

(7) 新型阀门与普通阀门结构上具有兼容性，有利于旧式阀门的改造。

现已开发出内导流手调式阀；外导流手调式阀；电磁脉冲调节阀；外导流电动阀；齿条式外导流手动-电动调节阀；变角度喷水调节阀；自能源驱动零外泄漏蝶阀；自能源驱动零外泄漏闸阀等产品，市场前景广阔。

### **项目成熟情况**

技术成熟,已在核能领域应用、具有自主知识产权。

### **应用范围**

主要应用于电力、石化、化工、供水、供热等工业过程的流体控制。