



U.S.-CHINA CLEAN
ENERGY RESEARCH CENTER
中美清洁能源联合研究中心

能源与水联盟

中美能源与水联盟
中方联盟主任

中国石油勘探研究院
副总工
刘合博士

中美能源与水联盟
美方联盟主任

加州大学伯克利分校
土木与环境工程教授
阿肖克·卡吉尔博士



U.S.-CHINA CLEAN
ENERGY RESEARCH CENTER
中美清洁能源联合研究中心

能源与水联盟



能源与水联盟第一次对接会议
2015年12月9-10日，北京中国石油勘探研究院

宗旨：中美清洁能源研究中心能源与水联盟的宗旨是，建立知识、技术、人类能力和关系的基础，在全球气候变化条件和有限的能源和水资源下，使中美两国未来能够继续繁荣发展。



能源与水联盟将通过开展以下四项工作达成我们的目标:

- 组建最好的研究人员团队
- 实施积极的项目管理方式
- 与产品和产出的终端使用者建立强有力的联系
- 保留不可预见的创新空间



U.S.-CHINA CLEAN
ENERGY RESEARCH CENTER
中美清洁能源联合研究中心

美方研究团队

美方总经费：5年总计3900万美金，其中1250万美金来自美国能源部。

美方团队

加州大学伯克利分校

加州大学戴维斯分校

加州大学欧文分校

加州大学洛杉矶分校

加州大学默塞德分校



Lawrence Berkeley
National Laboratory





中方总经费：5年总计3000万美金，其中1250万美金来自美国能源部。

中方团队

研究机构

中国石油勘探开发研究院

中国水利水电科学研究院

国电新能源技术研究院

中国科学院工程热物理研究所

国家海洋局天津海水淡化研究所

中国气象局国家气候中心

研究机构

国家发改委能源研究所

中国科学院大气物理研究所

中国气象科学研究院

武汉区域气候中心

国际应用能源创新研究院

大学

清华大学

北京师范大学

东北石油大学

北京大学



U.S.-CHINA CLEAN
ENERGY RESEARCH CENTER
中美清洁能源联合研究中心

美方联盟资助机构



California Energy Commission





U.S.-CHINA CLEAN
ENERGY RESEARCH CENTER
中美清洁能源联合研究中心

中方联盟资助机构



中国石油



中国国电
CHINA GUODIAN



雅砻江流域水电开发有限公司
YALONG RIVER HYDROPOWER DEVELOPMENT COMPANY, LTD.



丹诺(北京)石油技术服务有限公司
Dano(Beijing)Oilfield Services Co.,Ltd



中国石油吉林油田公司
PETROCHINA JILIN OILFIELD COMPANY



五个研究议题

- 议题一：火电厂水资源减量利用

美方负责人: Per Peterson, (UC Berkeley) / 中方负责人: 郭桦 (CGDG GNETI)

- 议题二：非传统水资源处理与管理

美方负责人: David Sedlak, (UC Berkeley) / 中方负责人: 杨清海 (RIPED)

- 议题三：可持续水电设计和运行的改进

美方负责人: Soroosh Sorooshian, (UC Irvine) / 中方负责人: 王东胜 (NRC SHD)

- 议题四：能源和水系统的气候影响建模、方法和科学

美方负责人: Alan DiVittorio, (LBNL) / 中方负责人: 肖潺 (NMC)

- 议题五：规划、政策及其它决策的支撑数据与分析技术

美方负责人: Nan Zhou, (LBNL) / 中方负责人: 王建华 (IWHR)



美方合作伙伴

通用电气公司
美国南加州煤气公司
南加州艾迪森公司
冰川技术公司
华特迪士尼幻想工程研发公司
杜克大学
能源基金会

中方合作伙伴

中国石油天然气集团公司
中国国电集团
雅砻江流域水电开发公司
中国石油吉林油田分公司
丹诺（北京）石油技术服务有限公司
中国长江三峡集团公司



研究目标

通过在干冷、非传统能量转换、二氧化碳捕集和燃料高效利用等领域取得突破性技术成果，以满足尤其缺水地区的电厂需求。



美方研究内容

- **1.1: 基于纳米材料的干式二氧化碳捕集**
Rebecca L. Siegelman and Jeffrey Long, (UC Berkeley)
- **1.2: 再热空气联合循环**
Per Peterson, (UC Berkeley)
- **1.3: 煤气化燃料电池联合循环电厂**
Scott Samuelsen, (UC Irvine)
- **1.4: 干冷式冷凝技术**
Yanbao Ma; (UC Merced)
- **1.5: 柔性低温热电转换材料的合成**
Jeffrey Urban, (LBNL)
- **1.6: 纳米结构表面强化的喷雾冷却系统**
Van Carey, (UC Berkeley)



Per Peterson教授和博士生James Kendrick在研究熔融盐对流传热现象的CIET试验设备前



中方研究内容

- **1.1: 高效低成本脱硫废水处理系统及材料**
郭桦（国电新能源技术研究院）
- **1.2: 褐煤不可逆脱水技术**
郭桦（国电新能源技术研究院）
- **1.3: 火电厂水热回用和石膏雨治理协同技术**
郭桦（国电新能源技术研究院）；
路源（中国科学院工程热物理研究所）
- **1.4: 高效节水的煤气化联合发电系统/煤气化燃料电池联合发电系统**
赵丽凤（中国科学院工程热物理研究所）



位于四川的国电集团所属电厂脱硫废水处理系统中试装置



议题一：项目示例

美方项目

1.2 28万千瓦级燃气轮机再热空气循环系统

提高能量转换效率，减少用水量，热源可以来自高温反应堆和聚光太阳能。



改造后适用非化石能源热源的GE 7FB型号
燃气轮机

中方项目

1.1 高效低成本脱硫废水处理系统及设备材料的研究

通过对火电厂全厂废水的梯级利用以及脱硫废水处理工艺的研究，开发火电厂废水零排放技术，实现废水回用并降低火电厂水耗。选择耐腐蚀低成本的材料，优化运行参数和条件，并通过在60万千瓦以上规模机组完成示范工程建设，取得推广应用效果。



两套不同脱硫废水处理工艺的中试装置
(6-8吨/小时处理量)



研究目标

- 非传统水资源处理与利用
- 建立新的综合性方法解决盐管理和环境保护问题
- 开发新技术对油气生产中产生的废水进行处理



美方研究内容

- **2.1: 苦咸水电容去离子**
Ashok Gadgil, (UC Berkeley/LBNL)
- **2.2: 选择性去除二价阳离子的石墨烯膜**
Baoxia Mi, (UC Berkeley)
- **2.3: 用于正渗透的离子液体**
Robert Kosteki, (LBNL)
- **2.4: 脱盐卤水的强化管理**
David Sedlak, (UC Berkeley)
- **2.5: 非传统水管理的系统性分析**
Diego Rosso, (UC Irvine)
- **2.6: 非传统水管理的地球化学方法**
William Stringfellow, (LBNL)
- **2.7: 高回收率的非传统水源脱盐**
Eric Hoek and Richard Kaner, (UCLA)
- **2.8: CO₂干法压裂（特别关联项目）**
George Mordis, (LBNL)



Ashok Gadgil 教授与博士后研究人员Chinmayee Subban 在测试一种商业的电容去离子（CDI）单元以建立基准性能，从而评估他们的新型苦咸水脱盐技术。



中方研究内容

- **2.1: CO₂干法压裂**

孟思炜（中石油勘探开发研究院）；许建国（吉林油田）

- **2.2: 先进水处理技术与材料**

张雨山（国家海洋局天津海水淡化与综合利用研究所）

- **2.3: 油田水系统评估与最优调控技术**

杨清海&贾德利（中石油勘探开发研究院）；
姜民政（东北石油大学）



刘合教授讨论CO₂无水压裂工具



美方项目

2.1 苦咸水电容去离子

电容去离子（CDI）技术使用外加电场吸引离子约束其在带有相反电荷的电极表面上。表面饱和后电压反转，离子浓缩排出。CDI 技术对低离子强度 (溶解固体 $<10\text{ g/L}$) 的非传统水处理尤其有效。该技术不存在膜污染，且在常温常压下操作。因此，它是对现有技术的极具吸引力的替代技术。尽管CDI已经越来越普及，它仍旧需要技术创新去提升其性能并进一步渗透市场。



中方项目

2.1 CO₂ 干法压裂

CO₂干法压裂使用液态CO₂（LCO₂）压开储层，为油气提供高导流通道。项目旨在通过明确该技术增产机理，优化工艺流程，提高配套技术如LCO₂稠化和装备技术水平，从而提升其工艺水平。





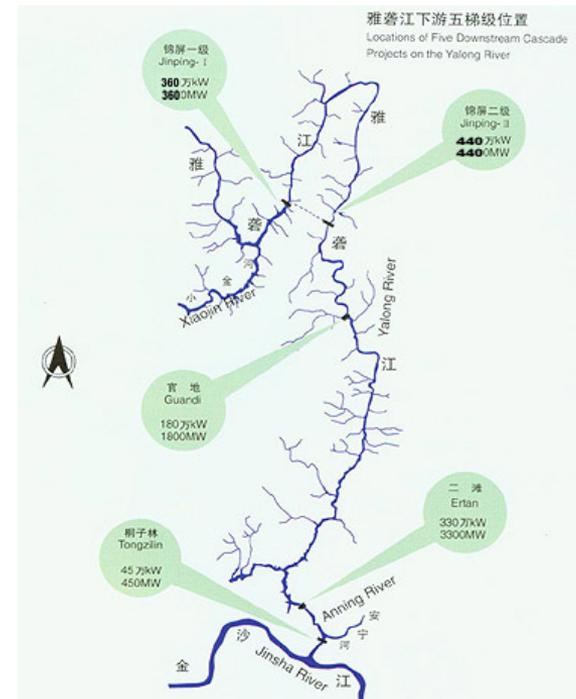
研究目标

- 优化水电站运行，融合维持水温和生态系统功能的环境目标
- 评估气候变化对最优水电设计和高精度短期降水预报数据的影响
- 开发水文气象和气候预测系统用以支持水电设施优化操作



中方研究内容

- **3.1 水电开发对下游水温情势影响模式研究**
彭期冬（中国水利水电科学研究院）
- **3.2 水电运行生态环保措施效果评估**
王东胜（中国水利水电科学研究院）
- **3.3 引入降水预报信息的水电站入库径流预报**
杨明祥（中国水利水电科学研究院）
缪驰远（北京师范大学）

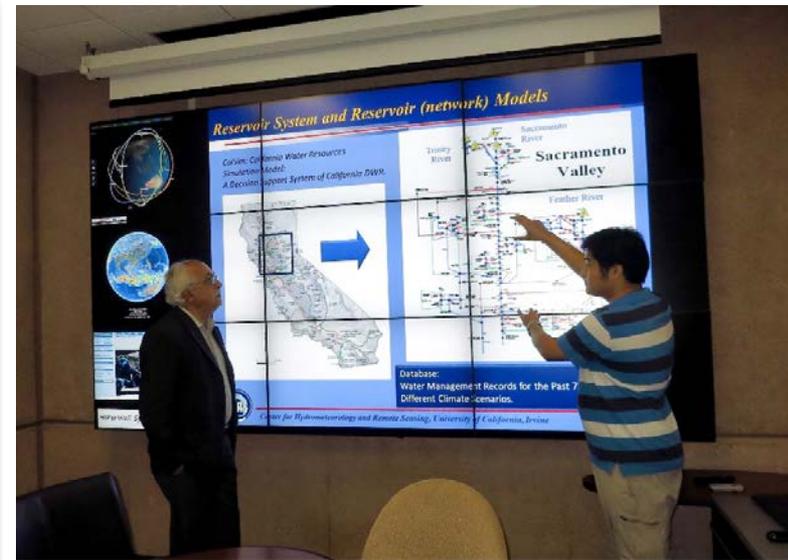


中方计划开展研究的区域示意图：
雅砻江下游五梯级位置



美方研究内容

- **3.1:** 维持水温和生态系统功能的水电优化调度
Joshua Viers (UC Merced); Jay Lund (UC Davis)
- **3.2:** 评估气候变化对最优水力设计和投资策略的影响
Soroosh Sorooshian (UC Irvine); Jay Lund (UC Davis)
- **3.3:** 支持短期水电调度的水文气象和气候预测
Soroosh Sorooshian, Koulin Hsu, Xiaogang Gao and Amiir Aghakouchak (UC Irvine)
- **3.4:** 电网可靠性和气候变化影响下水电对温室气体作用
Scott Samuelsen (UC Irvine)



Soroosh教授（左）和一位博士后杨天天（右）讨论北加州水库系统的复杂性。大部分水力发电厂都位于北加州。



研究目标

- 为区域决策者和工业提供基于水文变化预测的气候模式产品
- 生成中美区域上历史极端时间集
- 确定水文输入单元的改变对水电和水的影响



中方研究内容

- 4.1 基于气候模式与水文模式耦合的区域水文模拟
容新尧（中国气象科学研究院）
- 4.2 气候变化未来情景预估
辛晓歌（国家气候中心）
- 4.3 气候变化对水资源、水电能源和能源需求的响应
肖伟华（中国水利水电科学研究院）
- 4.4 关键区域高影响气候事件对水资源和水能的综合影响评估
肖潺，许红梅（国家气候中心）
- 4.5 气候变化对地下水影响评估
肖伟华（中国水利水电科学研究院）



CERC-WET团队国家气候中心参加人员在淮河流域就水资源管理和评估进行调研



美方研究内容

•4.1: 区域水文多尺度预测的伸缩技术

Alan DiVittorio (LBNL)

•4.2: 气候变化对电网资源可用性的影响

Jack Brouwer (UC Irvine)

•4.3: 特征, 可视化, 通信对参数的敏感性

Soroosh Sorooshian, (UC Irvine); Xiaogong Gao (UC Irvine)

•4.4: 极端事件的模拟和分析

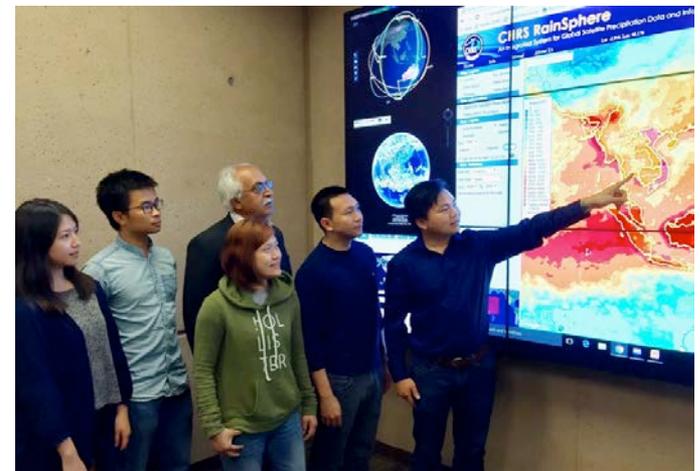
Kuolin Hsu, (UC Irvine); Soroosh Sorooshian, (UC Irvine)

•4.5: 地下水的持续开采带来的能源响应

Graham Fogg, (UC Davis)

•4.6: 为水和能源管理部门改进加州雪盖表征

Steve Margulis, (UCLA)



阮福和博士后（右）正在向Soroosh教授和学生介绍一个基于新开发数据库的可视化极端降水事件预报平台-CHRS RainSphere。



研究目标

- 识别有效的水和能源技术，最大限度降低成本，并最大限度提高水/能源效率和减少温室气体排放
 - 突出气候对中国和美国西部重点地区未来能源发展路径和水环境的影响
 - 能源与水生命周期评估和模拟的技术创新
 - 能源与水政策分析，为两者未来关系管理决策和优化协同发展提供的见解和建议



中方研究内容

5.1 国家尺度水资源与能源系统模拟及其政策分析

王建华(中国水利水电科学研究院)

5.2 区域尺度水资源与能源耦合模拟及其决策支持

5.2.1 西南地区储水量变化的水能影响及其政策响应

洪杨(清华大学)

5.2.2 西北地区水资源与能源协同发展调控方案

赵勇(中国水利水电科学研究院)

5.3 典型区水资源与能源系统管理及技术集成

5.3.1 城市水能系统规划管理政策

刘杰(北京大学)

5.3.2 风能太阳能水利应用研究与示范

吴永忠(中国水利水电科学研究院)



中国水科院王建华教授参加2014年联合国全球人居论坛，并获得绿色技术奖。



美方研究内容

- **5.1:水与能源过程和技术全生命周期系统分析**
Arpad Horvath, (UC Berkeley)
- **5.2:国家及区域尺度长期能源发展对水资源的影响**
Nan Zhou, (UC Berkeley)
- **5.3:水与能源复杂系统建模**
Annette Huber-Lee, (Stockholm Environment Institute)
- **5.4:电力生产中循环水情景研究**
JR Deshazo, (UCLA)
- **5.5:加利福尼亚非常规水市场特征**
Arpad Horvath, (UC Berkeley), David Sedlak, (UB Berkeley)



David Sedlak及其博士后学生使用液相色谱跟踪水化学污染物



U.S.-CHINA CLEAN
ENERGY RESEARCH CENTER
中美清洁能源联合研究中心

能源与水联盟