

# 国家太阳能光热产业技术创新战略联盟文件

光热联盟发〔2018〕1号

## 关于举办太阳能热发电站工程和建设 培训班的通知

各相关单位：

目前太阳能热发电在我国还处于商业化发展的起步阶段，为服务于太阳能热发电产业发展，国家太阳能光热产业技术创新战略联盟拟定于2018年3月中旬举行太阳能热发电站工程和建设培训班。现将有关事项通知如下：

1、培训时间：3月12日-16日（5天，40学时）

2、培训地点：中国科学院电工研究所（东门）1号楼7层705室（北京市海淀区中关村北二条6号）

3、授课老师：西班牙知名太阳能热发电培训机构的技术总监 Santiago GARCIA GARRIDO。学员评价其为“真正的老师”，水平高、懂得多，知无不言，无私传授和分享。

4、培训形式：小班授课，学员人数上限25人。

5、培训费用：光热联盟成员单位费用10,000元/人，非联盟成员单位费用13,000元/人，学费包含专家费、场地费、资料费、翻译费、午餐费、茶歇、培训证书等。

学员交通和住宿费用自理。

6、培训语言：英语。培训班聘请行业内资深技术翻译。

7、培训内容：见附件。

8、培训证书：西班牙培训机构和光热联盟将分别为学员签发培训证书。

因名额有限，如贵单位计划参加本次培训班，请最晚于2018年3月1日前将报名回执表和汇款凭证返回至光热联盟邮箱：cnste@vip.126.com。如人数超出限制，将以付款凭证所示日期排序。汇款请务必注明：工程建设培训班报名费、付款单位和付款人姓名。

账户名称：中关村光源太阳能热利用技术服务中心

账 号：11050163990000000225

开 户 行：中国建设银行股份有限公司北京保福寺支行

如您有任何疑问，欢迎随时向光热联盟秘书处咨询。

联系人：洪松，18311092363

电话：010-82547214，邮箱：cnste@vip.126.com。

特此通知

附：1、培训内容

2、培训老师简历

3、报名表

国家太阳能光热产业技术创新战略联盟



附件 1:

# 太阳能热发电站工程和建设培训班 (3 月 12 日-16 日, 40 学时) 培训内容

## 单元 1. 太阳辐射

### ✓ 太阳几何学

- 太阳辐射
- 太阳的位置和定义的角度
- 接收到的太阳辐射
- 太阳辐照度和太阳辐射值
- 直接辐射、散射辐射和反射辐射
- 全年太阳角变化

### ✓ 可发电量预测

- 辐照度和辐射值概念
- 公共数据库中收集数据
- 现场数据
- 太阳年类型获得
- 太阳辐射研究中的常见缺陷
- 发电量估算

## 单元 2. 太阳能热发电技术

### ✓ 槽式太阳能热发电站

- 传热流体

- 聚光场
- 蒸汽发生系统
- 汽轮机
- 蒸汽冷凝
- 发电机
- 高压系统

#### ✓ 带储热的槽式太阳能热发电站

- 发电的可管理性：发电和需求
- 在太阳能热发电站中储存能量的可能性
- 储热系统构成

#### ✓ 线性菲涅尔系统

- 菲涅尔技术原理
- 菲涅尔技术和槽式技术的主要区别

#### ✓ 抛物碟+斯特林机

- 模块化概念
- 占地需求
- 碟式电站的未来

#### ✓ 以水为介质的塔式电站

- 定日镜
- 太阳场配置
- 吸热器
- 和槽式电站的对比

#### ✓ 以无机熔融盐为介质的塔式电站

- 运行方案
- 带储热塔式系统的优势
- 缺点
- ✓ 和化石燃料锅炉混合
  - 需求确认
  - 辅助锅炉可以产生的能量
- ✓ 和生物质锅炉混合
  - 与生物质混合的优势
  - 混合电站案例
- ✓ 与联合循环电站混合
  - 与联合循环混合的技术论证
  - 与传统太阳能热发电站的主要区别
- ✓ 优化和安全运维的设计准则

### **单元 3. 太阳能热发电融资**

- 可行性研究
- 建设成本
- 运行和维护成本
- 财务建模
- 工程总承包（EPC）合同

### **单元 4. 抛物面槽式太阳能热发电系统**

- ✓ 聚光模块
  - 吸热管
  - 反射镜

- 支架

#### ✓ 集热器 (SCA)

- 对模块安装的要求
- 东西向面向南北向
- 朝向机制
- 太阳定位

#### ✓ 槽式镜场

- 回路数量
- 一些实际电站中的回路数量
- 子镜场分开术
- 导热油主管道的配置
- 子镜场入口和出口阀门
- 防风
- 行间间隙
- 液压平衡
- 聚光场的仪器
- 聚光场控制
- 特征参数概述
- 模块清洗

#### ✓ 槽式电站中的回路

- 什么是回路？
- 回路电力
- 一个回路中集热器的数量

- 基础
  - 场平和布置
  - 入口和出口阀门
  - 交叉或闭环
  - 回路仪表
  - 回路控制
- ✓ 聚光场效率
- 入射角损失
  - 光学性能
  - 热性能
  - 聚光场总体性能计算
- ✓ 施工中的注意事项
- 吸热管校准
  - 法兰盘与焊接接头
  - 泵

## **单元 5. 熔融盐储热系统**

- ✓ 储热系统
- 设计要求：关键点
  - 参数与设备
  - 计算
  - 熔盐系统：特征
  - 与液态钠的比较
  - 方案

- 约计成本
- 熔盐类型
- 共晶混合盐特性：硝酸钾+硝酸钠
- 储热罐
- 储热罐材料
- 保温
- 冷热盐存储
- 内件
- 换热器
- 排盐系统
- 关注点

#### ✓ 储热系统运维

- 操作原则
- 主要组成
- 运行模式
- 储热系统维护

## **单元 6. 无机熔融盐塔式系统**

- 定日镜
- 镜场土建
- 基础选型
- 仪器仪表与控制
- 风沙及暴风雨防护

#### ✓ 定日镜场设计



- 概述
- 设计点定义
- 镜场尺寸
- 与熔盐储热系统集成
- 带储热系统的设计

#### ✓ 定日镜场部件

- 定日镜组件
- 反射镜
- 驱动装置
- 仪器和控制
- 基础和基座
- 防风、防风暴

#### ✓ 吸热器

- 吸热塔 (单塔和多塔)
- 技术类型(腔体式, 半腔体式, 列管, 外置圆柱式)
- 传热流体 (熔融盐, 水蒸汽, 空气, 钠... ..)
- 熔融盐吸热器(吸热管, 联箱, 管束, 循环流动... ..)
- 阀门和管道 (排空问题)
- 陶瓷防护
- 仪器仪表与控制(温度, 压力, 质量流量, 辐射... ..)
- 效率

#### ✓ 定日镜场-吸热塔-吸热器参数优化

- 设计要求 – 关键点

- 镜场布局（定日镜尺寸，形状和质量）
- 吸热塔高度
- 吸热器（结构和尺寸）
- 纬度，地形，典型气象年，电站和储热系统规模，定日镜特征，吸热器类型，最大许用能流，跟踪策略.....

## 单元 7. 导热油系统

### ✓ 工业热流体

### ✓ 有机合成流体

- 传热流体（HTF）
- 传热流体主要特征

### ✓ HTF 系统总图

- 导热油系统总图
- 抽油系统
- 冷热油收集管
- 膨胀罐
- 氮气惰化系统
- 辅助锅炉
- 降解产品去除系统
- 电力区块总体方案

### ✓ 聚光场和导热油系统

- 聚光场内的 HTF 集热管
- 聚光场内的热绝缘管
- 管道和阀门配置

- 运行方案

### ✓ 泵送系统

- 泵送系统功能
- 属于泵送系统的泵
- 泵的类型
- 离心泵的特性参数
- 密封：密封系统
- 机械密封类型
- 密封的冷却系统
- 润滑和冷却方案
- 机械密封的选择
- HTF 主要驱动泵
- 再循环的泵
- 锅炉的泵
- 膨胀罐的泵
- 排放泵
- 净化系统的泵

### ✓ 膨胀罐

- 膨胀罐要求
- 膨胀罐尺寸计算
- 一般配置
- 挡土墙
- 罐的追踪

- 储罐增压和惰化系统

#### ✓ 导热油净化系统

- 导热油降解
- 净化系统功能
- 过滤
- 蒸馏提纯
- 最有效的净化系统

#### ✓ 天然气辅助锅炉

- 需求确认
- 辅助锅炉的参数和规格

#### ✓ 导热油系统的仪表和控制

- 流量测量
- 温度测量
- 压力测量
- 液位测量
- 导热油系统的控制

### **单元 8. 蒸汽发生系统**

- 朗肯循环
- 蒸汽发生系统组成
- 流体分布
- 套管换热器
- 分类
- 省煤器

- 蒸发器
- 过热器
- 再热器
- 蒸汽发生系统总图

## **单元 9. 发电模块和平衡系统 ( BOP )**

- 水蒸气循环
- 蒸汽轮机
- 发电机
- 高压系统
- 辅助系统 (BOP)