

国家太阳能光热产业技术创新战略联盟

CHINA NATIONAL SOLAR THERMAL ENERGY ALLIANCE

国际太阳能热发电高级培训班课程表

第一期 工程技术课程 (40 学时)

第一天

08:30-10:00

太阳能热发电当前国际发展形势

- 发展历程
- 当前趋势
- 各国项目
- 产业链

10:00-11:00

1. 总体介绍

1.1 类型

- 太阳能热发电站形式
- 太阳能热发电站总图
- 混合电站：生物质，天然气联合循环(ISCC) ...

11:00-12:30

1.2 太阳能热发电站设计步骤

- 概念工程设计
- 基础工程设计
- 详细工程设计

12:30-13:50 午餐

14:00-16:00

1.3 设计软件

- 镜场计算
- 设备尺寸
- 3D
- 管道热应力计算
- 电气设计
- 土木工程与建筑

16:00-18:00

1.4 太阳能资源

- 太阳辐射评价
- 太阳辐射测量
- 公共数据库-优点与缺点

18:30 晚餐

第二天

08:30-11:00

2. 抛物面槽式太阳能热发电站的镜场

2.1 导热油系统的主要特点

- 导热油系统总图
- 主泵与循环泵
- 管道热应力 – 原因
- 膨胀罐尺寸计算
- 管道保温
- 辅助 (填充,过滤与清洗, 损耗,防冻,氮封, ...)
- 膨胀罐和溢流管
- 换热器
- 导热油系统常见问题
- 导热油物性 (数据表)

- 环境影响 (泄漏, 回收利用, ...)

11:00-12:30

2.2 镜场部件

- 聚光器和吸热管
- 镜场设计: 最少回路
- 镜场土建
- 集热器倾角优化
- 基础选型
- 仪器仪表与控制
- 风沙防护

12:30-13:50 午餐

14:00-16:00

2.3 镜场设计

- 设计要求- 关键点
- 循环回路
- 回路的特征参数
- 回路的热功率计算
- 镜场大小与结构

16:00-18:00

2.4 储热系统

2.5 施工中的注意事项

- 管校准
- 法兰盘与焊接接头
- 泵

18:30 晚餐

第三天

08:30-11:00

3. 塔式太阳能热发电站中的定日镜场及吸热器子系统

3.1. 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.....

11:00-12:30

3.2 镜场部件

- 定日镜
- 镜场土建
- 基础选型
- 仪器仪表与控制
- 风沙防护

12:30-13:50 午餐

14:00-16:00

3.3 吸热器子系统

- 吸热塔 (单塔和多塔)
- 传热流体 (熔融盐, 水蒸汽, 空气,)
- 吸热器(类型, 吸热管, 联箱, 列管, 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,)
- 熔融盐特性 (数据表)

16:00-18:00

3.4 储热系统

3.5 施工中的注意事项

- 定日镜组装车间
- 吸热塔相关

18:30 晚餐

第四天

08:30-12:30

4. 线性菲涅尔太阳能热发电站中的镜场

4.1 传热流体系统的主要特点

- 传热流体 (饱和/ 过热蒸汽, 熔融盐,)
- 泵与阀门
- 膨胀节

4.2 镜场部件

- 线镜阵列与跟踪系统
- 吸热管 (二次聚光器, 列管, 吸热管类型,)
- 镜场设计 – 最少回路
- 镜场土建
- 仪器仪表与控制

12:30-13:50 午餐

14:00-18:00

5. 水蒸汽循环和电站配套设施系统

5.1 蒸汽发生系统和整体热平衡

- 基本参数
- 太阳能热发电站与常规电站区别
- 蒸汽发生的基本理论
- 太阳能热发电站流程图

5.2 主要部件

- 省煤器
- 蒸发器

- 过热器
- 脱气罐
- 主汽凝汽器和密封蒸汽冷凝器
- 给水循环
- 控制系统

18:30 晚餐

第五天

08:30-12:30

5.3 发电模块布置

- 设备位置总体位置与布局优化

5.4 蒸汽发生器

- 设备选型
- 蒸汽发生循环常见问题
- 商业选项

5.5 水蒸汽循环

- 能量平衡
- 给水泵 -选型
- 蒸汽疏水阀, 旁通阀.....
- 冷凝器 (清洗和真空系统)
- 冷却方式 (湿冷, 干冷, 混合冷却.....)

5.6 汽轮机

- 选择标准

5.7 优化选择

- 成本, 质量, 执行和运维优化

12:30-13:50 午餐

14:00-18:00

6. 太阳能热发电站仿真实践 (抛物面槽式太阳能热发电站, 50 MW)

18:30 晚餐

第二期 电站调试和运维课程 (40 学时)

第一天

08:30-12:30

试运行阶段

- 预验收测试
- 接收系统
- 预调试或冷试车
- 热试车
- 验收测试
- PAC: 临时验收证书
- 优化和保证
- FAC: 最终验收证书

12:30-13:50 午餐

14:00-18:00

调试人员

主系统调试

- 电站通电
- 气体连接
- 给水连接
- 制冷系统调试
- 辅助锅炉调试
- 压缩空气系统
- 消防系统

18:30 晚餐

第二天

08:30-12:30

镜场调试

导热油系统调试

熔融盐系统调试

水蒸汽循环系统调试

12:30-13:50 午餐

14:00-16:00

汽轮机调试

试验

- 性能试验
- 可靠性试验
- 年度保证
- 定期检测
- ASME PTCs (美国机械工程师协会规范)

16:00-18:00

最终验收

调试过程中的常见问题

18:30 晚餐

第三天

08:30-12:30

太阳能热发电站运行

- 高效运行
- 工作人员
- 运营者责任
- 太阳能热发电站运行模式
- 能量平衡

12:30-13:50 午餐

14:00-18:00

仿真机实践经验

18:30 晚餐

第四天

08:30-12:30

程序维护

- 电站维护策略
- 维护人员
- 维护计划
- 实践经验：一个太阳能热发电站的维护计划/规程

12:30-13:50 午餐

14:00-18:00

预知维修

- 振动分析:
 - 泵
 - 汽轮机
 - 发电机
- 红外热像:
 - 电力系统(单元,变压器, 电缆)
 - 镜场
 - 导热油系统
 - 水蒸汽循环
 - 蒸汽发生器
 - 汽轮机
- Boroscopy 检查:
 - 蒸汽发生器
 - 导热油泵站
 - 汽轮机

- 高频测试:
 - 检漏
 - 轴承分析
 - 厚度分析
- 热流体分析:
 - 导热油
 - 润滑油
 - 油冷变压器

法律维护

18:30 晚餐

第五天

08:30-12:30

常见故障

- 导热油系统
- 蒸汽发生器
- 汽轮机
- 电力系统与并网
- 电站配套设施
- 高压系统
- 失效分析

备件和工具

12:30-13:50 午餐

14:00-18:00

技术工具

信息政策

- CMMS
- 定期报告

- 指标和保证参数
- 可用性, 发电和特定消费
- 其他指标

18:30 晚餐

国家太阳能光热产业技术创新战略联盟



2016年2月15日