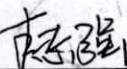
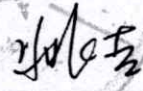
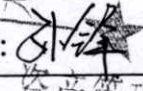

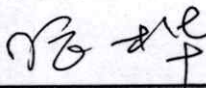


支出类经济合同会签表

需求部门	新能源系（盖章）	经办人	刘通
合同名称	光热储能发电实验中心项目	对方单位	百吉瑞（天津）新能源有限公司
合同金额	3460000 元（人民币）	开支指标	600701010301
付款方式	<input type="checkbox"/> 首付（40%） <input type="checkbox"/> 验收后付款（60%） <input type="checkbox"/> 余款（ %）	采购方式	<input checked="" type="checkbox"/> 政府采购 <input type="checkbox"/> 自主采购 <input type="checkbox"/> 自主询价 <input type="checkbox"/> 自行招标 <input type="checkbox"/> 对外委托采购 <input type="checkbox"/> 其它
合同条款 逐项审核	<input type="checkbox"/> 附合同明细并针对内容或技术配置逐项核对 <input type="checkbox"/> 双方责任和权益 <input type="checkbox"/> 服务条款完整而明确		
需求部门 项目负责人	审核意见：合同 P1-P6 页及合同附件内容已审核无误。 签字：  日期：		
需求部门 负责人	审核意见：合同 P1-P6 页及合同附件内容已审核无误。 签字（盖章）：  日期：		
经办部门 负责人	审核意见： 签字（盖章）：  日期：		
财务部门 负责人	审核意见（政府采购项目除外）： 签字（盖章）： 日期：		
审计部门 负责人	审核意见（政府采购项目除外）： 签字（盖章）： 日期：		
经办部门 分管校领导	审核意见： 签字：  日期：		
法律顾问	50 万元以上重大经济事项（政府采购项目除外），对外投资、融资、合资、协作（含联合办学）等特殊经济事项；意见可附页 签字： 日期：		
校长 (20 万元以上)	审核意见或授权意见： 兹授权 _____ 同志全权处理本合同签订事宜，该同志签署的合同文本具有与法人代表签字同等的法律效力。 签字：  日期：		

合同条款

项目编号：PYGP-2017-A-0421

合同编号：PYGP-2017-A-0421-1

需方：天津中德应用技术大学（以下简称需方）

供方：百吉瑞（天津）新能源有限公司（以下简称供方）

签订地点：天津中德应用技术大学

签订时间：2017年12月07日

招标方式：公开招标

开标日期：2017年12月07日

需、供双方根据天津中德应用技术大学新能源系光热储能发电实验中心项目（项目编号：PYGP-2017-A-0421）的采购结果和采购文件的要求，并经双方协商一致，达成本合同：

第一条 项目基本情况

项目名称	采购内容	中标金额/元
天津中德应用技术大学新能源系光热储能发电实验中心项目	光热储能发电实验中心	3460000
合计人民币金额（大写）：叁佰肆拾陆万元整		

第二条 货物明细

货物名称	型号	制造商	数量	单价	总价	备注
太阳能集热系统	详见附件1 供货规格明 细	百吉瑞	1	1265000	1265000	

熔盐储能系统	详见附件1 供货规格明 细	百吉瑞	1	295000	295000	
蒸汽发生系统	详见附件1 供货规格明 细	百吉瑞	1	286800	286800	
汽轮机热力发电系统	详见附件1 供货规格明 细	百吉瑞	1	298000	298000	
数采、传输及软件控制系统	详见附件1 供货规格明 细	百吉瑞	1	337600	337600	
集控中心监控及显示系统	详见附件1 供货规格明 细	百吉瑞	1	289000	289000	
辅助系统	详见附件1 供货规格明 细	百吉瑞	1	590000	590000	
实验室电力系统改造、隔断及地面处理	详见附件1 供货规格明 细	百吉瑞	1	98600	98600	

合计	3460000
合计人民币金额(大写): : 叁佰肆拾陆万元整	

第三条 交货地点、时间

交货地点：需方指定地点。

交货时间：合同签订后，于 2018 年 4 月 30 日 之前将所供货物在需方或需方指定处交付。

安装时间：合同签订后，于 2018 年 7 月 30 日 之前完成安装、调试工作。

货物运送产生的费用由供方负责。

验收及相关费用由供方负责。

第四条 报价要求

1. 投标报价以人民币填列。

2. 投标人的报价应包括：设备费、运输费、运输保险费、装卸费、安装调试费及其他应有的费用并分别单列。供方所报价格为项目完成之后的最终优惠价格。

3. 验收及相关费用由投标人负责。

第五条 质量要求

1. 货物具体技术指标见附件 1 供货规格明细。

2. 供方提供的货物必须是全新（包括零部件）的，货物必须符合国家标准、行业标准以及企业标准。

供方承诺所供货物与中标所示货物完全一致，不存在任何偏差。如出现不一致，供方将承担违约责任。投标人所投及交付产品中如涉及软件，应为正版软件。

3. 需方验收合格后，供方需将货物包装进行打包清理，做好现场的清理工作。

4. 自需方验收合格之日起，供方对所提供的货物提供 3 年免费维修保质期（详见附件 4 质保方案），并负责终身维护。保质期内非因需方的人为因素而出现的质量问题，由供方负责。供方负责保修、包换或者包退，并承担修理、调换或退货以及由此给需方造成的实际费用。供方不能修理和不能调换，按不能交

货处理。

5. 供方应随货物向需方交付货物的使用说明书及与货物相关的资料：

(1) 配套的辅助设备、技术资料不少于 10 套（包括电子版+纸质版）；内容主要包括操作手册、使用指南、维修指南或服务手册等说明书（或手册、指南）所涉及内容应完全覆盖整套系统；说明书纸质版需正式胶印成册；如果所提交文件是外文的，供方有义务为需方提供中文或译成中文文件；

(2) 系统、设备运行、维护及检修所使用的工具与仪表 1 套；

(3) 系统所必需的备品备件 1 套。货物的使用说明书装订成册，一式三份。

第六条 付款方式

1. 本合同以人民币进行结算。

2. 签定合同后 15 个工作日内预付合同总额的 40%，货到现场安装、调试完毕，所有设备使用无质量问题，验收合格后 15 个工作日内支付合同总额的 60%（根据验收完成情况，可分批次进行结算，特殊情况以合同为准）。

3. 关于交货期，特殊情况下（如因需方设备安置场地准备等原因），需待需方确认具体时间后（具体交货日期需方需提前 3 个月通知供方），供方可按照最终确定的时间将货物运送到采购人指定地点，并进行安装、调试及相关工作。如无特殊情况，交货期按照合同时间为准。合同约定的交货期或验收期届满，需方仍由于不具备现场条件导致供方无法安装和验收，合同顺延，延期 30 日以上，需方应按约定支付货款，如在实际验收过程中出现问题，另行商定；需方无故推迟验收或拒不验收的，则视同“验收合格”并向供方付款，但合同中与验收有关的其他条款以合同实际履行后的验收为准。需方具备现场条件，供方应积极做好验收工作。余款应在验收合格之日起一年后 15 日内支付，如有设备质量或其他问题需延期支付余款的，需方应在验收合格之日起一年内书面函告供方和天津馨宇招标有限公司，否则视同同意支付余款。

4. 如所提供服务出现任何问题，需方在付款期内随时有权停止付款，待供方对该服务直至满意后再行付款。付款的时间则相应顺延。

第七条 违约责任

需方无正当理由拒收货物的，需方向供方偿付货款总值 30%的违约金。

需方逾期支付货款的，需方向供方每日偿付欠款总额 5‰的违约金。

供方所交的货物品种、型号、规格、产地及制造商、质量不符合合同规定标准的，需方有权拒收，供方向需方偿付货款总值 30%的违约金。

供方不能交付货物的，供方向需方支付货款总值 30%的违约金。

供方逾期交付货物的，供方向需方每日偿付货款总额 5‰的违约金。

第八条 供方责任

1.供方提供的货物必须符合国家标准、行业标准以及企业标准。供方承诺的服务条款必须与投标时提供的完全一致，不存在任何偏差。如出现不一致，供方将承担违约责任。

2.供方所提供的货物必须具有合法手续及相关文件。如涉及知识产权则必须是自己拥有或合法使用的。

第九条 合同争议的解决方式

因货物的质量问题发生争议，依据国家标准，由天津市市场和质量管理委员会或其指定的技术单位进行质量鉴定，该鉴定结论是终局的，供需双方应当接受，质量鉴定期间所发生的相关费用由货物质量责任方承担。

由于供需双方在履行本合同过程中出现问题，由双方当事人协商解决；也可由有关部门调解；协商或调解不成的，按下列第（2）种方式解决。

（1）提交仲裁委员会仲裁；

（2）依法向人民法院起诉。

第十条 其他约定事项

本次供方的投标文件属于本合同一部分与本合同具有同等法律效应。本合同未作明示约定，而又有相关法律、法规规定的，从其规定。本合同发生争议产生的诉讼，由合同履行所在地人民法院管辖。

本合同一式八份，供方持一份，需方持五份，代理机构持二份，均具同等效力，签字盖章后生效。

第十一条 合同特殊条款

合同特殊条款是合同一般条款的补充和修改。如果两者之间有抵触，应以特殊条款为准。

合同特殊条款由中标单位和需求方根据项目的具体情况协商拟订。

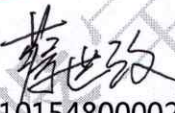
第十二条 合同附件

附件 1：供货规格明细表

附件 2：价格组成表

附件 3：技术方案书

附件 4：质保方案

供方（章）：百吉瑞（天津）新能源有限公司 地址及电话：天津市自贸试验区（空港经济区）西四道 168 号融和广场 5-2-804 室 022-88956628 委托代理人：蔡世政  开户银行及账号：77110154800002626 邮政编码：300300 合同签订日期：2017年12月7日	需方（章）：天津中德应用技术大学 地址及电话： 委托代理人： 开户银行及账号： 邮政编码： 合同签订日期： 年 月 日
--	--

监制部门：天津磐宇招标有限公司

印制单位：天津磐宇招标有限公司

附件 1：供货规格明细表

供货规格明细表

序号	设备名称	详细配置及技术标准	数量	单位	厂家
1	熔盐	熔点：115℃，分解点：565℃	4.3	吨	辽宁瑞阜华
2	高温熔盐罐	Φ1.5*1.4m，材质 347H	1	台	山东北辰 沈阳东荣
3	低温熔盐罐	Φ1.5*1.4m，材质 Q345R	1	台	山东北辰 沈阳东荣
4	熔盐电加热器	功率：90kW，电压 380V，高温罐内	1	台	江苏众众 江苏凯博 镇江三维 镇江裕太
5	防凝电加热器	功率：4kW，电压 380V，低温罐内	1	台	江苏众众 江苏凯博 镇江三维 镇江裕太
6	高温熔盐泵	带变频器的长轴液下泵，流量：2.3m³/h，液下深度：1.4m，扬程 15m，电源 AC380V，绝缘等级为 F，防护等级为 IP55	2	台	金麟 华威 飞跃 龙岗

7	低温熔盐泵	带变频器的长轴液下泵，流量：10m ³ /h，液下深度：1.4m，扬程 20m，电源 AC380V，绝缘等级为 F，防护等级为 IP55	1	台	金麟 华威 飞跃 龙岗
8	蒸汽发生器	管壳式换热器，换热量 336kW	1	台	哈汽辅机 山东北辰
9	预热器	管壳式换热器，换热量 25kW	1	台	哈汽辅机 山东北辰
10	过热器	管壳式换热器，换热量 15kW	1	台	哈汽辅机 山东北辰
11	给水加热器	换热量 71kW	1	台	哈汽辅机 山东北辰
12	凝汽式汽轮机	额定转速为 3000r/min，转速范围为 80%~105%	1	台	淄博莱诺 淄博成航 洛阳中重发电
13	发电机	功率：10kW，额定电压 380V，频率 50Hz	1	台	淄博莱诺 淄博成航 洛阳中重发电
14	空冷器	流量 1m ³ /h	1	台	百吉瑞集成
15	反射镜	RP3 型，平均反射率≥94%，焦点偏差 FD _x ≤8mm，	407	m ²	武汉圣普 浙江大明 成都禅德

					台玻
16	槽式集热器 钢结构	扭矩框结构，热浸锌处理，运行风速 10.5m/s， 生存 28m/s	6	套	包头液压 哈汽辅机 深圳安泰科 成都博昱
17	常规支柱		6	套	包头液压 哈汽辅机 深圳安泰科 成都博昱
18	驱动支柱	可旋转角度为-27~180度，防护等级为 IP65	2	套	包头液压 哈汽辅机 深圳安泰科 成都博昱
19	旋转接头	适合-35°C~550°C的温度变化	4	套	包头液压 哈汽辅机 深圳安泰科 成都博昱
20	高温熔盐集 热管	长度 4060mm，直径 70±0.35mm，厚度 3± 0.225mm	18	支	天瑞星 有色院 金太阳 常州龙腾 陕西宝光

21	倾角传感器	精度为±0.01 度	2	个	百吉瑞集成
22	蓄能器		2	套	天津欧曼
23	限位开关		2	个	百吉瑞集成
24	LOC 本地控制系统		1	套	百吉瑞集成
25	管路支架		1	套	百吉瑞集成
26	楼顶框架钢结构		40	吨	百吉瑞集成
28	温度传感器	精度为±1°C	1	批	百吉瑞集成
29	流量计		1	个	百吉瑞集成
30	软化水装置	0.5t/h, 单阀双罐	1	套	百吉瑞集成
31	水箱	0.5m ³ , 1X0.5X1m	1	台	百吉瑞集成
32	给水泵	流量 : 0.65m ³ /h, 扬程 170m	1	台	百吉瑞集成
33	凝结水泵	流量 : 0.65m ³ /h, 扬程 10m	1	台	百吉瑞集成
34	管道及管件	盐管、水管、蒸汽管	1	套	百吉瑞集成
35	保温	硅酸铝, 岩棉	1	套	百吉瑞集成
36	电伴热系统	HMI 电缆	1	套	百吉瑞集成
37	配电系统	实验室电力改造, 设置分支线及地槽	1	套	百吉瑞集成
38	控制系统	控制终端 :Apple 一体式台式机, 屏幕 27 英寸, 处理器为 I5, 主频 3.4GHz, 独立显卡 8G, 硬盘容量 1T, 5K 触摸屏, 有线网卡 1 个, 无线网	1	套	百吉瑞集成

		卡 1 个。 拼接屏 9 块不小于 46 英寸的高清三星显示屏， 亮度 $\geq 700\text{cd}/\text{m}^2$ ，分辨率 $\geq 1920*1080$ ，对比 度 $\geq 3000 : 1$			
39	阀门	安全阀、截止阀、排空阀、爆破阀等	1	套	百吉瑞集成
40	法兰	满足 HG/T20615 标准	1	套	百吉瑞集成
41	避雷装置		1	套	百吉瑞集成
42	陶瓷防静电 地板	厚度不小于 30mm，板块间隙宽度偏差不大于 1mm，表面平整度偏差不大于 2mm	200	m^2	百吉瑞集成

供方（公章）：百吉瑞（天津）新能源有限公司



日期：_____

供方（公章）：百吉瑞（天津）新能源有限公司

附件 2：价格组成表

价格组成表

序号	系统	费用名称	金额	总价
1	太阳能集热系统	设备费	956000	1265000
		运输费	0	
		保险费	0	
		装卸费	0	
		安装费	309000	
2	熔盐储能系统	设备费	275600	295000
		运输费	0	
		保险费	0	
		装卸费	0	
		安装费	19400	
3	蒸汽发生系统	设备费	262000	286800
		运输费	0	
		保险费	0	
		装卸费	0	
		安装费	24800	
4	汽轮机热力发电系统	设备费	276000	298000
		运输费	0	
		保险费	0	
		装卸费	0	
		安装费	22000	
5	数采、传输及软件控制系统	设备费	286000	337600
		运输费	0	
		保险费	0	
		装卸费	0	
		安装费	51600	
6	集控中心监控及显示系统	设备费	254000	289000
		运输费	0	
		保险费	0	
		装卸费	0	
		安装费	35000	
7	辅助系统	设备费	532000	590000

		运输费	0	
		保险费	0	
		装卸费	0	
		安装费	58000	
8	实验室电力系统改造、隔断及地面处理	设备费	77800	98600
		运输费	0	
		保险费	0	
		装卸费	0	
		安装费	20800	
		总价	3460000	

供方(公章): 百吉瑞(天津)新能源有限公司

日期: _____



附件 3：技术方案书

天津中德应用技术大学
新能源系光热储能发电实验中心项目
技术方案



百吉瑞（天津）新能源有限公司



4.3	土建工程.....	39
5	系统运行模式.....	39
5.1	正常运行模式.....	39
5.1.1	启动模式.....	39
5.1.2	循环储热模式.....	40
5.1.3	发电模式.....	40
5.1.4	停机模式.....	40
5.2	防凝模式.....	40
5.2.1	常规防凝.....	40
5.2.2	长期防凝.....	40
5.3	假期模式.....	41
5.4	恶劣天气模式.....	41
5.4.1	短时云遮模式.....	41
5.4.2	雨雪大风模式.....	41
5.5	故障模式.....	41
5.5.1	局部集热场故障.....	41
5.5.2	蒸汽发生系统故障.....	41
6	系统控制.....	42
6.1	集热镜场.....	42
6.2	储能系统温度控制.....	42
6.3	蒸汽发生系统.....	42
6.4	汽轮机热力系统.....	43

9.7	钢支撑.....	54
9.8	水泵.....	54
10	安装、调试、培训.....	54
10.1	安装.....	54
10.2	调试.....	55
10.3	热调试流程.....	55
10.4	培训.....	55
10.5	验收.....	56
10.6	项目计划.....	56
二、	系统性能保证表.....	58

表 1-1 天津市各地区风向风速平均值

站名	平均风速	最多风向	最多风向的频率
蓟县	1.9m/s	ENE	11%
市台	2.3m/s	SSW	9%
武清	2.7m/s	SW	8%
宝坻	2.4m/s	NW	10%
东丽	3.1m/s	SSW, SW	9%
西青	2.7m/s	SSW	8%
北辰	2.4m/s	SSW	9%
宁河	3.1m/s	SSE, NW	8%
汉沽	3.6m/s	SSE	11%
汉盐	4.3m/s	SSE, NW	9%
静海	2.7m/s	SSW	9%
津南	3.0m/s	SSW	10%
塘沽	4.3m/s	NW	8%
大港	4.1m/s	SSW	11%

据天津市气象档案馆记载,天津市区 1979 年 2 月 16 日出现 28.0 米/秒的最大风速。天津中德技术应用大学位于天津市津南区。

GB 50009-2012 《建筑结构荷载规范》附录 E 如表 1-2, 规定天津市 50 年重现期的基本风压值 $\omega_0=0.50\text{kN/m}^2$, 塘沽区 50 年重现期的基本风压值 $\omega_0=0.55\text{kN/m}^2$ 。

表 1-2 全国各城市的雪压、风压和基本气温

省市名	城市名	海拔	风压 (kN/m^2)	雪压 (kN/m^2)	基本气温 ($^{\circ}\text{C}$)	雪荷
-----	-----	----	------------------------	------------------------	-----------------------------	----

《火电工程限额设计参考造价指标》	(2014 年水平)
《槽式太阳能光热发电站设计规范》	(送审稿)
《小型火力发电厂设计规范》	GB50049-2011
《火力发电厂与变电所设计防火规范》	GB50229-2006
《综合布线系统工程设计规范》	GB50311-2007
《石油天然气工程设计防火规范》	GB50183-2004
《建筑灭火器配置设计规范》	GB50140-2005
《火灾自动报警系统设计规范》	GB50116-2013
《建筑设计防火规范》	GB50016-2014

2 太阳能资源

2.1 法向直接辐射强度 DNI 的选取

Direct Normal Irradiation, 年法向直接辐射辐照量, kWh/m²/year。

Direct Normal Irradiance, 法向直接辐射辐照强度, W/m²。

中国气象辐射观测站网国家级业务观测站中有 17 个一级站 (包含 DNI 测量, 2013 年), 在天津项目附近没有设立一级站。

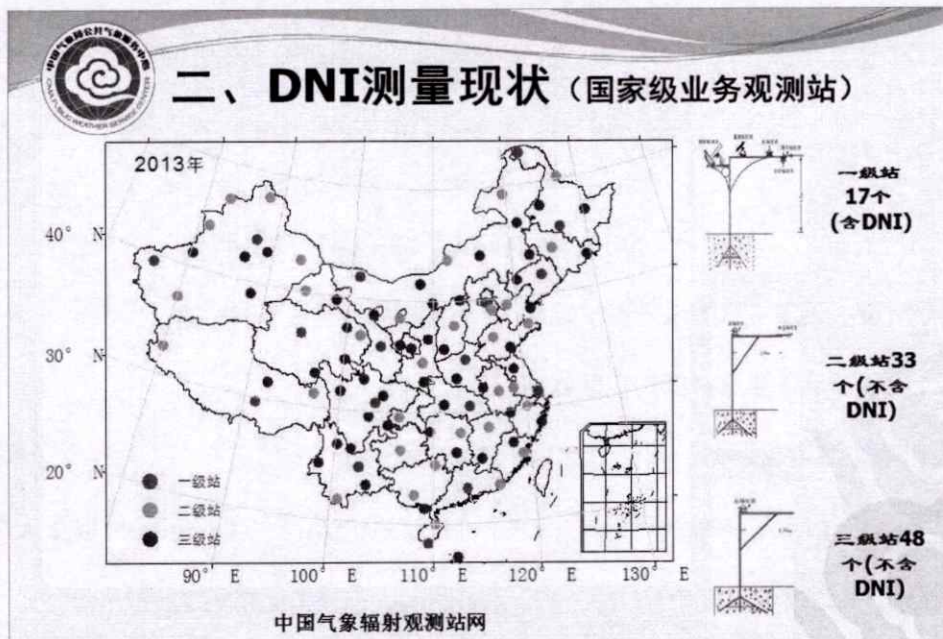


图 2-1 中国气象辐射观测站网

2.2 集热器的余弦系数

集热器安装在实验室 E2#楼顶, E2#楼的长轴方向为南偏西。南偏西 60°集热器的夏至日余弦系数

见下图:

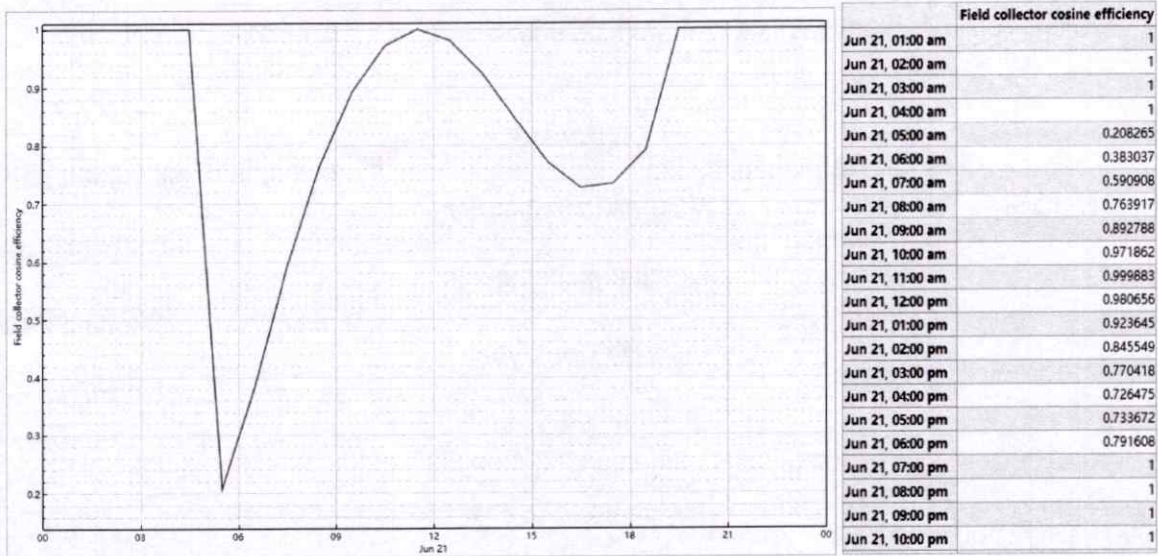


图 2-4 南偏西 60°集热器的夏至日余弦系数

南偏西 60°集热器的余弦系数月平均值见下图:

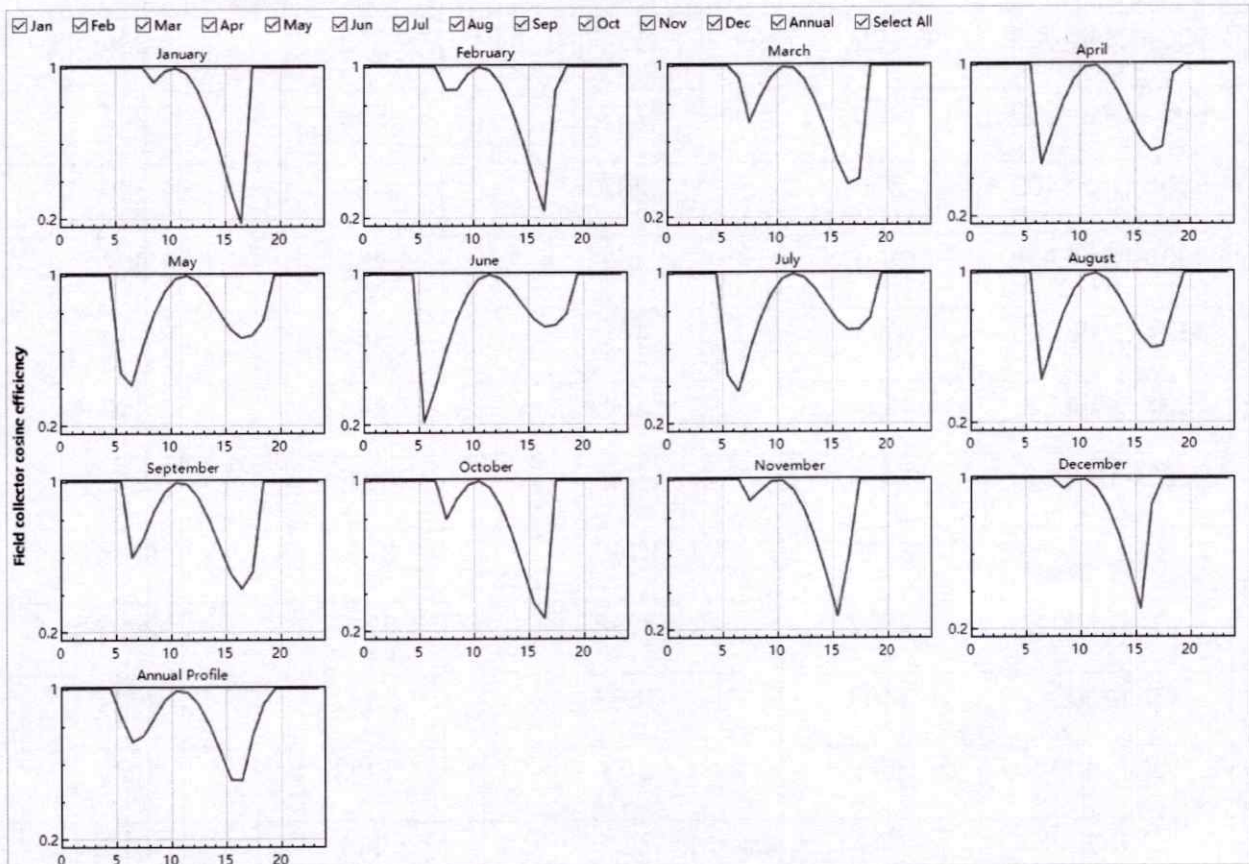


图 2-5 南偏西 60°集热器的夏至日余弦系数

DNI 区间	meteonorm 7 软件 天津数据		SAM 软件 北京数据	
	DNI瞬时值小时数 hour/year	$DNI \cdot \cos(\theta)$ 瞬时值乘以集热器 60° 方位角的余弦系数后的 小时数 hour/year	DNI 瞬时值小时数 hour/year	$DNI \cdot \cos(\theta)$ 瞬时值乘以集热器 60°方位角的余弦 系数后的小时数 hour/year
	直接辐射辐照量, Wh/m ² /year	逐时辐照强度乘以集热器 0°方位角的逐时余弦系数后的年总法向直接辐射辐照量, kWh/m ² /year	直接辐射辐照量, kWh/m ² /year	逐时辐照强度乘以集热器 0°方位角的逐时余弦系数后的年总法向直接辐射辐照量, kWh/m ² /year
DNI ≥ 0	939,199	772,319	1,189,350	964,484
DNI ≥ 120	879,447	699,795	1,134,754	898,340
DNI ≥ 300	698,640	505,967	950,001	694,475
DNI ≥ 400	555,402	381,044	791,752	552,216
DNI ≥ 500	396,776	252,811	589,085	378,697

每天的 DNI 瞬时值乘以集热器 60°方位角余弦系数后的日辐照量 $DNI_{day,cos}$ 见下表：

表 2-2 集热器实际日辐射量

$DNI_{day,cos}$ DNI 瞬时值乘以集热器 60°方位 角的余弦系数后的日辐照量, Wh/m ² .day	meteonorm 7 软件 天津数据		AM 软件 北京数据	
	天数	占比%	天数	占比%
$7000 > DNI_{day} \cdot \cos(\theta) \geq 6000$	4	1.1%	0	0%
$6000 > DNI_{day} \cdot \cos(\theta) \geq 5000$	9	2.5%	17	4.7%

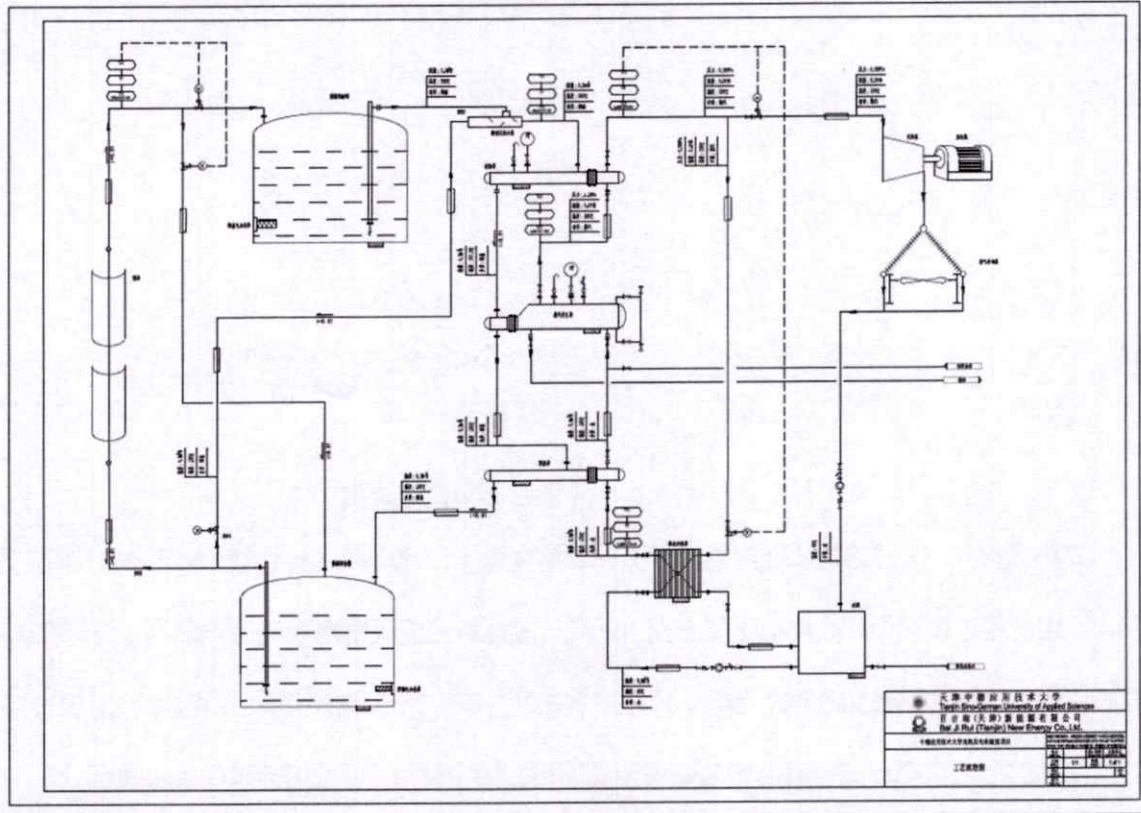


图 3-1 工艺系统流程图

3.2 集热系统

3.2.1 系统描述

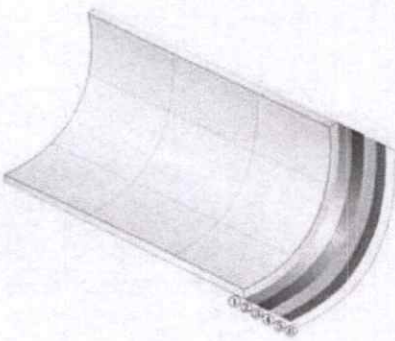
集热系统是槽式太阳能热发电站的关键部分，多个聚光集热器单元 (SCE) 串联成太阳能集热器组合 (SCA)，多个集热器组合串联成集热器回路 (LOOP)，集热器回路与熔盐高、低温管道相连，构成太阳能聚光集热场。

本项目由于镜场的场地所限，单个 SCE 的结构长度为 12m，开口宽度为 5.77m；由 3 个 SCE 串联成一个太阳能集热器组合 (SCA)；由 2 个 SCA 串联成一个集热器回路 (LOOP)。整个回路总长为 72m，有效开口面积为 407.16m²，回路的行间距为 16m。

由于楼顶不能承重，项目实施过程中需要在楼顶立柱上做钢架支撑，然后将集热器单元安装在钢架支撑上。

根据槽式太阳能热发电技术集热器布置形式及跟踪特点，每个时刻被槽式太阳能集热器有效吸收的太阳能能量除了与太阳能辐射有关外，还与槽式集热器余弦效率相关。

根据现场实际情况，抛物面槽式集热器采用北偏东 60°轴向安装，南偏西 60°单轴跟踪方式。集热器布置示意图如图 3-2 所示。

		(直边长度小于标准值 1700)		
RP3 型抛物面槽式反射镜 技术参数				
技术参数	技术要求			备注
平均反射率	≥94.0%			空气质量 AM1.5 , 波长 300~2500nm
焦点偏差 FDx 平均值	≤8.0mm			QDec 测试数据
拦截率 IC70(激光)	≥99.95%			QDec 测试数据
抗老化性能	通过抗老化试验检测			
产品使用寿命	> 25 年			
RP3 型抛物面槽式反射镜 银镜结构与保护层参数				
玻璃基层	4mm			 <p>① 玻璃层 ② 银层 ③ 铜层 ④ 底漆 ⑤ 中漆 ⑥ 面漆</p>
银反射层	≥1200 mg/m ²			
铜保护层	≥400 mg/m ²			
底漆涂层	35±10 μm			
中间涂层	45±10 μm			
白色面漆涂层	45±10 μm			

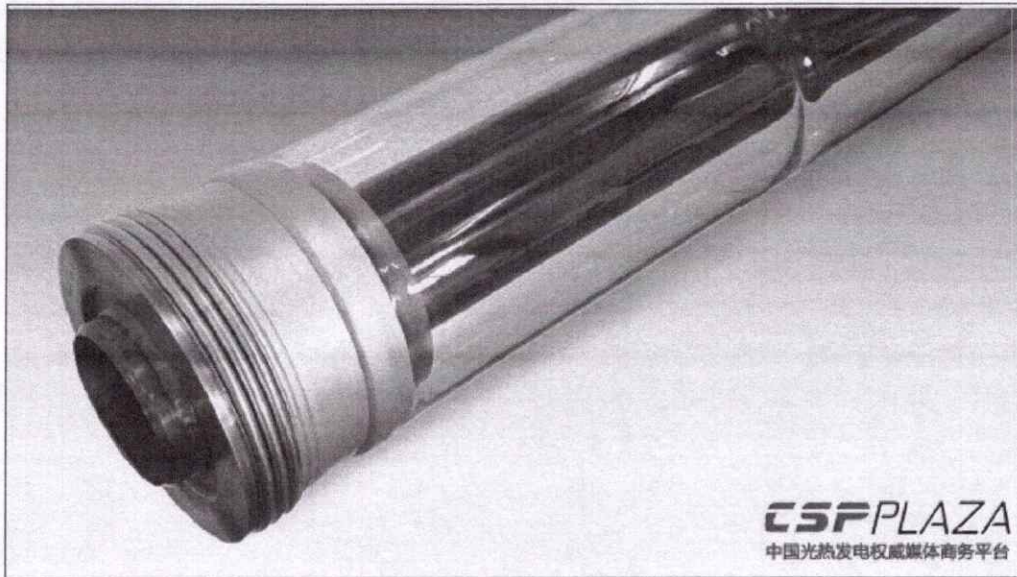


图 3-5 典型的熔盐集热管外形图

集热管的主要规格参数如表 3-2 所示。

表 3-2 集热管主要规格参数

序号	类型	规格参数
1	金属内管尺寸	@20°C , 长度 4060mm , 直径 70 ± 0.35 mm , 厚度 3 ± 0.225 mm
2	有效工作长度	$L_{abs}/L_{HCE(nominal)} = 0.961$
3	金属内管表面处理	平均粗糙度 $Ra < 0.2 \mu m$
4	玻璃外管尺寸	@20°C , 长度 3900 ± 3 mm , 直径 125 ± 1.5 mm , 厚度 3 ± 0.4 mm
5	玻璃外管材料	高硼硅玻璃
6	玻璃外管原管透光率 (无 AR 涂层)	91.9 ± 0.2 %
7	玻璃外管透光率 (带减 反射 AR 涂层)	96.9 ± 0.2 %
8	预期寿命	25 年

3.2.2.3 旋转接头

序号	参数内容	范围	数据
5	损坏风速	m/s	28
6	抗震设防烈度	度	8
7	环境空气温度范围	°C	-30~50
8	电压	V	AC380
9	功率	kW	≤0.56
10	驱动方式		双液压缸
11	使用寿命	年	25
12	液压油适用环境温度	°C	-30~50

3.2.2.5 集热器钢结构支架、常规支柱和驱动支柱

抛物面槽式集热器钢结构支架，有以下 3 种常用结构类型：

- ◇ 扭矩框式——焊接量大，现场安装需要较多调节；是大量使用的结构。
- ◇ 扭矩管式——需要工厂严格制造，现场少量调节；是大量使用的结构。
- ◇ 空间框架式。

本项目选用扭矩框式钢结构支架。

槽式集热器钢结构支架采用常规支柱和驱动支柱进行支撑和驱动。

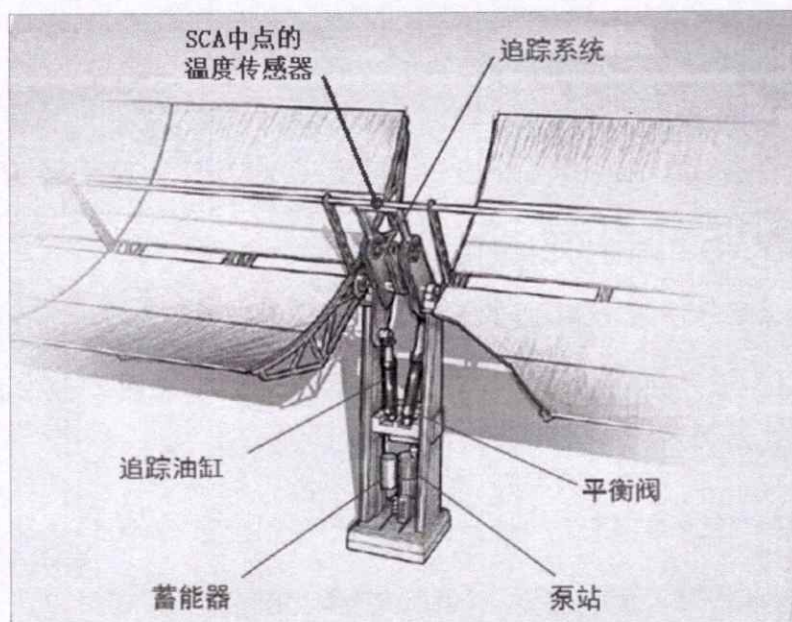


图 3-7 集热器驱动支柱和驱动元件示意图（1套/SCA）

- ◇ LOC 本地控制系统：每个回路安装 1 个。
- ◇ 跟踪精度为 $\pm 0.1^\circ$ 。

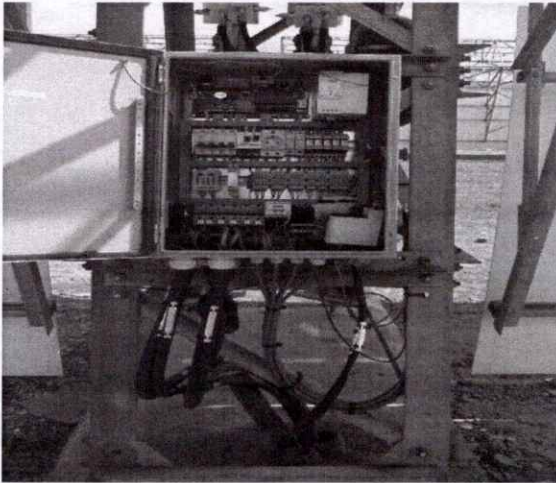


图 3-10 集热器本地跟踪控制系统

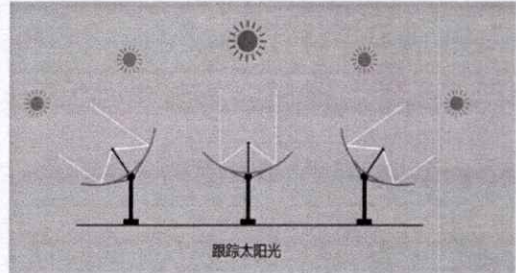


图 3-11 集热器跟踪示意图

3.2.2.7 温度监测

温度控制点的实际数量以最终版 P&ID 为准。

3.2.2.8 流量测量

- ◇ 每个回路进口安装 1 组控制阀组
- ◇ 每个回路出口安装 1 组截止阀组
- ◇ 每个回路出口安装 1 组安全阀组
- ◇ 进口管安装熔盐流量计

流量控制点的实际数量以最终 P&ID 为准。

3.2.2.9 试验回路集热场参数

名词缩写解释：

SCE：单个集热器单元

SCA：单个集热器装配阵列，由 3 个 SCE 串联组成，由同一公共单元驱动和跟踪。

Loop：集热器回路，由 2 个 SCA 串联组成。

- ◇ 反射镜类型：RP3 型抛物面槽式反射镜
- ◇ 钢结构型式：扭矩框悬臂式
- ◇ 集热器开口宽度：5774 mm

表 3-4 集热器循环参数表

熔盐进口 190℃，出口 390℃，DNI=700W/m ² 时，采用 10 组循环达到集热温度的各循环参数 摘要												
项目	计算效率	单位	循环 1/10	循环 2/10	循环 3/10	循环 4/10	循环 5/10	循环 6/10	循环 7/10	循环 8/10	循环 9/10	循环
熔盐回路进口温度 T1		℃	190.00	210.22	230.39	250.51	270.58	290.60	310.57	330.50	350.38	370.21
熔盐回路出口温度 T2		℃	210.22	230.39	250.51	270.58	290.60	310.57	330.50	350.38	370.21	390.00
平均温度比热的质量流量	夏至点效率	kg/s	5.255	5.255	5.255	5.255	5.256	5.256	5.254	5.254	5.255	5.253
平均温度比热的质量流量	年平均效率	kg/s	4.343	4.343	4.343	4.343	4.344	4.344	4.342	4.343	4.343	4.342
熔盐回路进出口平均温度的流速	年平均效率	m/s	0.659	0.664	0.669	0.675	0.680	0.686	0.691	0.697	0.702	0.708
$V_{average}$												
熔盐回路进口流速 V_{in}	年平均效率	m/s	0.656	0.661	0.667	0.672	0.677	0.683	0.688	0.694	0.700	0.705
熔盐回路出口流速 V_{out}	年平均效率	m/s	0.661	0.667	0.672	0.677	0.683	0.688	0.694	0.699	0.705	0.711
熔盐回路进出口平均温度的雷诺数	年平均效率	---	15880	18257	21010	24178	27784	31826	36245	40992	45905	50769
$Re_{average}$												
熔盐回路进口雷诺数 Re_{in}	年平均效率	---	14821	17025	19585	22542	25928	29754	33984	38592	43444	48348
熔盐回路出口雷诺数 Re_{out}	年平均效率	---	17025	19585	22541	25926	29752	33999	38587	43438	48363	53130

表 3-5(b) 循环 2 的主要循环参数

循环 2/10	平均温 度比热 的流量	平均温 度比热 的流量	平均温 度 的流速	进口温 度 的流速	出口温 度 的流速	平均温 度 的雷诺 数	进口温 度 的雷诺 数	进口温 度 的雷诺 数
DNI	WF	WF	$V_{average}$	V_{in}	V_{out}	$Re_{average}$	Re_{in}	Re_{out}
W/m^2	kg/s	kg/h	m/s	m/s	m/s	---	---	---
950	5.894	21219	0.901	0.898	0.905	24,778	23,106	26,580
900	5.584	20102	0.854	0.850	0.857	23,473	21,890	25,181
850	5.274	18986	0.806	0.803	0.810	22,169	20,674	23,782
800	4.964	17869	0.759	0.756	0.762	20,865	19,457	22,383
750	4.653	16752	0.712	0.709	0.714	19,561	18,241	20,984
700	4.343	15635	0.664	0.661	0.667	18,257	17,025	19,585
650	4.033	14518	0.617	0.614	0.619	16,953	15,809	18,186
600	3.723	13402	0.569	0.567	0.571	15,649	14,593	16,787
550	3.412	12285	0.522	0.520	0.524	14,345	13,377	15,388
500	3.102	11168	0.474	0.472	0.476	13,041	12,161	13,989
450	2.792	10051	0.427	0.425	0.429	11,737	10,945	12,590
400	2.482	8934	0.379	0.378	0.381	10,433	9,729	11,191
350	2.172	7818	0.332	0.331	0.333	9,129	8,513	9,792
300	1.861	6701	0.285	0.283	0.286	7,824	7,297	8,394
250	1.551	5584	0.237	0.236	0.238	6,520	6,080	6,995
200	1.241	4467	0.190	0.189	0.190	5,216	4,864	5,596
150	0.931	3350	0.142	0.142	0.143	3,912	3,648	4,197
120	0.745	2680	0.114	0.113	0.114	3,130	2,919	3,357

表 3-5(d) 循环 4 的主要循环参数

循环 4/10	平均温 度比热 的流量	平均温 度比热 的流量	平均温 度 的流速	进口温 度 的流速	出口温 度 的流速	平均温 度 的雷诺 数	进口温 度 的雷诺 数	进口温 度 的雷诺 数
DNI	WF	WF	$V_{average}$	V_{in}	V_{out}	$Re_{average}$	Re_{in}	Re_{out}
W/m^2	kg/s	kg/h	m/s	m/s	m/s	---	---	---
950	5.895	21221	0.916	0.912	0.919	32,813	30,593	35,185
900	5.584	20104	0.868	0.864	0.871	31,086	28,983	33,333
850	5.274	18987	0.819	0.816	0.823	29,359	27,373	31,481
800	4.964	17870	0.771	0.768	0.774	27,632	25,763	29,630
750	4.654	16753	0.723	0.720	0.726	25,905	24,152	27,778
700	4.343	15636	0.675	0.672	0.677	24,178	22,542	25,926
650	4.033	14519	0.627	0.624	0.629	22,451	20,932	24,074
600	3.723	13402	0.578	0.576	0.581	20,724	19,322	22,222
550	3.413	12286	0.530	0.528	0.532	18,997	17,712	20,370
500	3.102	11169	0.482	0.480	0.484	17,270	16,102	18,519
450	2.792	10052	0.434	0.432	0.435	15,543	14,491	16,667
400	2.482	8935	0.386	0.384	0.387	13,816	12,881	14,815
350	2.172	7818	0.337	0.336	0.339	12,089	11,271	12,963
300	1.861	6701	0.289	0.288	0.290	10,362	9,661	11,111
250	1.551	5584	0.241	0.240	0.242	8,635	8,051	9,259
200	1.241	4467	0.193	0.192	0.194	6,908	6,441	7,407
150	0.931	3351	0.145	0.144	0.145	5,181	4,830	5,556
120	0.745	2680	0.116	0.115	0.116	4,145	3,864	4,444

表 3-5(f) 循环 6 的主要循环参数

循环 6/10	平均温 度比热 的流量	平均温 度比热 的流量	平均温 度 的流速	进口温 度 的流速	出口温 度 的流速	平均温 度 的雷诺 数	进口温 度 的雷诺 数	进口温 度 的雷诺 数
DNI	WF	WF	$V_{average}$	V_{in}	V_{out}	$Re_{average}$	Re_{in}	Re_{out}
W/m^2	kg/s	kg/h	m/s	m/s	m/s	---	---	---
950	5.896	21224	0.931	0.927	0.934	43,192	40,381	46,142
900	5.585	20107	0.882	0.878	0.885	40,919	38,256	43,713
850	5.275	18990	0.833	0.829	0.836	38,645	36,130	41,285
800	4.965	17873	0.784	0.781	0.787	36,372	34,005	38,856
750	4.654	16756	0.735	0.732	0.737	34,099	31,880	36,428
700	4.344	15639	0.686	0.683	0.688	31,826	29,754	33,999
650	4.034	14522	0.637	0.634	0.639	29,552	27,629	31,571
600	3.724	13405	0.588	0.585	0.590	27,279	25,504	29,142
550	3.413	12288	0.539	0.537	0.541	25,006	23,378	26,714
500	3.103	11171	0.490	0.488	0.492	22,733	21,253	24,285
450	2.793	10054	0.441	0.439	0.442	20,459	19,128	21,857
400	2.482	8937	0.392	0.390	0.393	18,186	17,002	19,428
350	2.172	7819	0.343	0.342	0.344	15,913	14,877	17,000
300	1.862	6702	0.294	0.293	0.295	13,640	12,752	14,571
250	1.551	5585	0.245	0.244	0.246	11,366	10,627	12,143
200	1.241	4468	0.196	0.195	0.197	9,093	8,501	9,714
150	0.931	3351	0.147	0.146	0.147	6,820	6,376	7,286
120	0.745	2681	0.118	0.117	0.118	5,456	5,101	5,828

表 3-5(h) 循环 8 的主要循环参数

循环 8/10	平均温 度比热 的流量	平均温 度比热 的流量	平均温 度 的流速	进口温 度 的流速	出口温 度 的流速	平均温 度 的雷诺 数	进口温 度 的雷诺 数	进口温 度 的雷诺 数
DNI	WF	WF	$V_{average}$	V_{in}	V_{out}	$Re_{average}$	Re_{in}	Re_{out}
W/m ²	kg/s	kg/h	m/s	m/s	m/s	---	---	---
950	5.894	21217	0.945	0.941	0.949	55,633	52,374	58,952
900	5.583	20100	0.896	0.892	0.899	52,705	49,618	55,849
850	5.273	18984	0.846	0.842	0.849	49,777	46,861	52,746
800	4.963	17867	0.796	0.793	0.799	46,849	44,105	49,643
750	4.653	16750	0.746	0.743	0.749	43,920	41,348	46,541
700	4.343	15634	0.697	0.694	0.699	40,992	38,592	43,438
650	4.032	14517	0.647	0.644	0.649	38,064	35,835	40,335
600	3.722	13400	0.597	0.595	0.600	35,136	33,078	37,233
550	3.412	12284	0.547	0.545	0.550	32,208	30,322	34,130
500	3.102	11167	0.498	0.495	0.500	29,280	27,565	31,027
450	2.792	10050	0.448	0.446	0.450	26,352	24,809	27,924
400	2.482	8933	0.398	0.396	0.400	23,424	22,052	24,822
350	2.171	7817	0.348	0.347	0.350	20,496	19,296	21,719
300	1.861	6700	0.299	0.297	0.300	17,568	16,539	18,616
250	1.551	5583	0.249	0.248	0.250	14,640	13,783	15,514
200	1.241	4467	0.199	0.198	0.200	11,712	11,026	12,411
150	0.931	3350	0.149	0.149	0.150	8,784	8,270	9,308
120	0.744	2680	0.119	0.119	0.120	7,027	6,616	7,447

表 3-5(j) 循环 10 的主要循环参数

循环 10/10	平均温 度比热 的流量	平均温 度比热 的流量	平均温 度 的流速	进口温 度 的流速	出口温 度 的流速	平均温 度 的雷诺 数	进口温 度 的雷诺 数	进口温 度 的雷诺 数
DNI	WF	WF	$V_{average}$	V_{in}	V_{out}	$Re_{average}$	Re_{in}	Re_{out}
W/m^2	kg/s	kg/h	m/s	m/s	m/s	---	---	---
950	5.893	21213	0.961	0.957	0.965	68,901	65,616	72,105
900	5.582	20097	0.910	0.907	0.914	65,274	62,162	68,310
850	5.272	18980	0.860	0.856	0.863	61,648	58,709	64,515
800	4.962	17864	0.809	0.806	0.812	58,022	55,255	60,720
750	4.652	16747	0.759	0.756	0.762	54,395	51,802	56,925
700	4.342	15631	0.708	0.705	0.711	50,769	48,348	53,130
650	4.032	14514	0.658	0.655	0.660	47,143	44,895	49,335
600	3.722	13398	0.607	0.604	0.609	43,516	41,441	45,540
550	3.412	12281	0.556	0.554	0.558	39,890	37,988	41,745
500	3.101	11165	0.506	0.504	0.508	36,264	34,534	37,950
450	2.791	10048	0.455	0.453	0.457	32,637	31,081	34,155
400	2.481	8932	0.405	0.403	0.406	29,011	27,628	30,360
350	2.171	7815	0.354	0.353	0.355	25,384	24,174	26,565
300	1.861	6699	0.303	0.302	0.305	21,758	20,721	22,770
250	1.551	5582	0.253	0.252	0.254	18,132	17,267	18,975
200	1.241	4466	0.202	0.201	0.203	14,505	13,814	15,180
150	0.930	3349	0.152	0.151	0.152	10,879	10,360	11,385
120	0.744	2680	0.121	0.121	0.122	8,703	8,288	9,108

熔盐凝固，储能系统在储罐内壁设置多个温度测点，温度控制精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

3.3.2.1 熔盐罐

在储热系统中，低温熔盐罐中的熔盐通过镜场吸热循环后进入高温熔盐罐进行储热。低温熔盐罐内熔盐温度为 190°C ，高温熔盐罐内熔盐温度为 390°C ，低温熔盐罐和高温熔盐罐大小相同，熔盐罐外表面采用岩棉和硅酸铝纤维毯绝热。

考虑熔盐罐的大小、熔盐罐安放位置及液下熔盐泵的吊装空间等因素，本项目中的高低温熔盐罐均选用立式熔盐罐，外形尺寸均为 $\phi 1.5 \times 1.4\text{m}$ ，高温罐材质不锈钢 347H，低温罐材质 Q345R，设计使用年限 25 年。熔盐罐底部架空，使空气在罐底能够进行流动带走储罐底部保温层外的热量，防止热量堆积破坏楼顶原有结构。

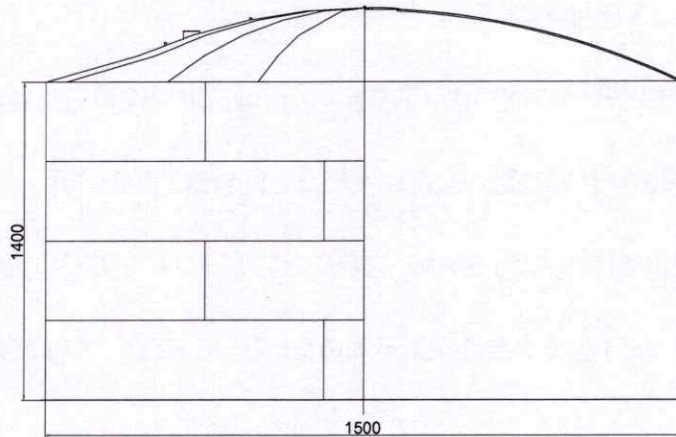


图 3-12 熔盐罐结构简图

3.3.2.2 熔盐泵

储热系统中熔盐泵采用长轴液下泵，长轴液下泵是输送高温熔盐介质的液下式离心泵。熔盐泵位于熔盐罐上方，泵轴伸入熔盐罐的底部将熔盐泵出。根据熔盐罐内熔盐介质温度的差异，设置有高温熔盐泵和低温熔盐泵。高温熔盐泵的流量为 $2.3\text{m}^3/\text{h}$ ，液下深度 1.4m ；低温熔盐泵的流量为 $10\text{m}^3/\text{h}$ ，液下深度 1.4m 。所有熔盐泵均设有变频装置，通过变频装置来控制泵的流量，电源 AC380V，绝缘等级为 F，防护等级不小于 IP55。

3.4 蒸汽发生系统

3.4.1 系统描述

蒸汽发生系统一般由给水加热器、预热器、蒸汽发生器和过热器等设备组成。将熔盐存储的热量传递给给水，产生与汽轮机相匹配的高品质蒸汽，以驱动汽轮发电机组产生电能，高温熔盐经换热后变为低温熔盐流回低温熔盐罐。所有换热设备接管法兰采用 HG/T20615，阀门厂家具有 ISO9001 质量认证书。

3.4.2 蒸汽发生系统主要设备

3.4.2.1 给水加热器

从水箱来的 60℃ 给水经给水加热器由来自蒸汽管道的蒸汽加热至 150℃ 后进入到预热器，过热蒸汽变为凝结水回到水箱。给水加热器设计使用年限为 25 年。

3.4.2.2 预热器

150℃ 的给水经过预热器内熔盐加热升温至 184℃ 后进入蒸汽发生器入口，熔盐将热量传递给水后温度由 195℃ 降温至 190℃ 流回低温熔盐罐。预热器设计使用年限为 25 年。

3.4.2.3 蒸汽发生器

预热器来的给水在蒸汽发生器中经熔盐加热后产生的饱和蒸汽，饱和蒸汽再进入到过热器。蒸汽发生器中的水位由给水泵按照水位和压力要求进行调节。蒸汽发生器入口处熔盐温度为 257.5℃，出口温度为 195℃。蒸汽发生器设计使用年限为 25 年。

蒸汽发生系统盐侧出口管路设有爆破阀，防止蒸汽发生器超压泄露。

3.4.2.4 过热器

蒸汽发生器来的饱和蒸汽在过热器中由熔盐进行加热后产生流量为 0.6 t/h，1.2MPa，220℃ 的过热蒸汽；熔盐流入过热器，在过热器内经换热后熔盐温度降至 257.5℃，以 6.5m³/h 的流量流入蒸汽发生器入口。从过热器出来的过热蒸汽一部分以 0.5t/h 的流量流

表 3-6 汽轮机本体技术参数

序号	项目	技术参数	备注
1	汽轮机型号	N0.01-1.2	
2	额定功率	10 kW	
3	额定转速	3000r/min	
4	汽耗量	0.5t/h	
5	进汽压力	1.2MPa	绝压
6	进汽温度	220℃	
7	排汽压力额定负荷	0.1MPa	绝压
8	布置形式	单层	
9	转子结构	1P	
10	汽机与发电机联接形式	直连	
11	汽轮机噪声 dB	≤80	

3.4.4 主蒸汽系统

蒸汽发生系统出口产生额定参数的蒸汽，经蒸汽管道送至汽轮机做功，主蒸汽参数为 220℃，1.2MPa，主蒸汽流量为 0.5t/h。

蒸汽管道上设有疏水系统，以保证机组在启动暖管时及时排放疏水以加快暖管升温，并在低负荷或故障条件下能及时疏尽管道中的冷凝水，防止汽轮机进水事故的发生。

3.4.5 冷却系统

采用直接空冷对汽轮机乏汽进行冷却。汽轮机的排汽通过排汽管道送到空气冷却器的翅片管束中，冷空气通过空气冷却器内轴流风机的输送，在翅片管外流动，将管内流动的汽轮机排汽冷却、凝结，凝结水经凝结水泵再打入水箱。

4.2 设备布置

本工程的集热系统、储能系统和蒸汽发生系统布置在工业中心 E2 楼五楼楼顶，主要设备有高低温熔盐罐、高低温熔盐泵、电加热器、给水加热器、预热器、蒸汽发生器、过热器、水箱、空气冷却器等设备。本工程的汽轮机热力系统和集控系统布置在工业中心 E2 楼五楼，主要设备有汽轮机、发电机、液晶显示屏等设备。具体设备布置图详见下图：

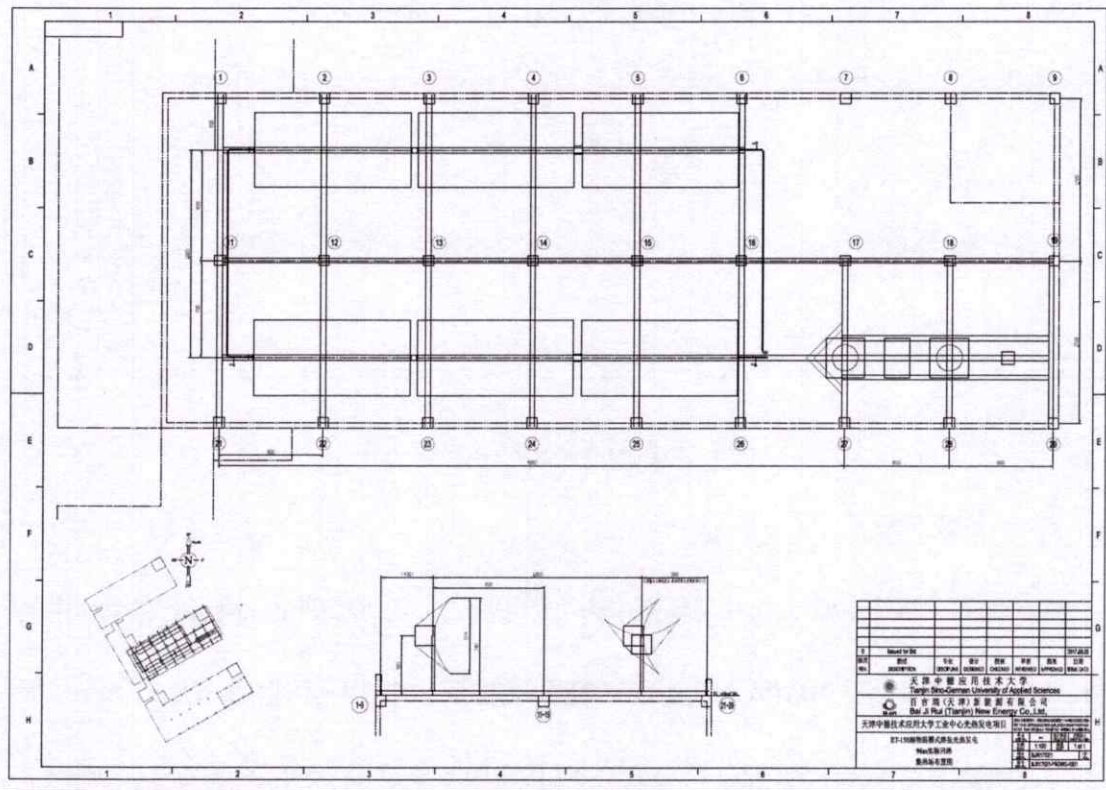


图 4-1 镜场设备布置

流向低温熔盐罐，建立集热场和低温熔盐罐之间的循环，逐步投运太阳能集热系统，集热器开始跟踪太阳，吸收太阳能，熔盐开始预热。给水系统开机预热。

5.1.2 循环储热模式

随着 DNI 增大，逐渐增加低温熔盐泵流量，低温熔盐罐中的熔盐进入镜场吸收热量，熔盐温度上升。镜场设置温度测量装置，当温度高于 390℃时，镜场散焦，保证镜场出口熔盐温度不高于 390℃。当熔盐温度不足 390℃时，切换电动阀使熔盐流入低温熔盐罐；当熔盐温度等于 390℃时，切换电动阀使熔盐流入低温熔盐罐。

5.1.3 发电模式

发电时，高温熔盐泵开启，高温熔盐罐中的熔盐依次流入过热器、蒸汽发生器和预热器，温度下降至 190℃后流入低温熔盐罐。软化水依次进入给水加热器、预热器、蒸汽发生器和过热器，产生 1.2MPa，220℃的过热蒸汽，进入汽轮机发电，发电后蒸汽进入空气冷却器，冷凝水进入软化水箱继续循环。

5.1.4 停机模式

每天傍晚当 DNI 过低以及低温熔盐罐内的熔盐达到防凝要求时，逐步降低负荷运行，逐步关闭太阳能集热系统，集热器停止跟踪太阳，集热场中的熔盐全部回流至储罐中储存。集热场彻底关闭后，低温熔盐罐中的熔盐不低于最低液位。

5.2 防凝模式

5.2.1 常规防凝

在防凝模式中，高温熔盐罐内的熔盐电加热器开启，维持罐内熔盐温度为 390℃；低温熔盐罐内温度低于 160℃时，开启罐内防凝电加热器，温度到达 190℃时，停止加热。

5.2.2 长期防凝

当系统处于长时间停机时，关闭发电系统，将镜场中的熔盐泵入低温熔盐罐；当罐内熔

6 系统控制

本项目采用镜场、储热系统、蒸汽发生系统、汽轮机组集中控制方式，整个系统设置一个集中控制室，以实现控制的一体化。

6.1 集热镜场

镜场本地控制采用 LOC 控制。根据实时的太阳方位角，通过与倾角传感器对比，进而控制驱动装置，实现镜场的逐日聚焦。每个 SCA 设置可编程控制器，由 LOC 命令。所有的 LOC 由光场通信 SFC 控制，SFC 与 LOC 之间采用光纤通信。SFC 传递信号至集中控制室中，实现数据的交换和传递。

当集热镜场与高温熔盐罐之间的温度控制阀监测熔盐温度低于 390°C 时，则调节高温熔盐罐入口处的电动阀，熔盐流入低温熔盐罐并再次进入集热镜场加热升温；当监测到熔盐温度为 390°C 时，开启高温熔盐罐入口处的电动阀，熔盐进入高温熔盐罐；当监测到熔盐温度高于 390°C 时，则集热镜场散焦，控制中心将此信号传递至光场，通过控制驱动装置，改变入射角大小从而实现镜面的散焦。

6.2 储能系统温度控制

发电模式时，当高温熔盐罐内熔盐温度低于 390°C 时，开启高温熔盐罐内电加热器，直至罐内熔盐温度恢复至工作温度。

防凝模式时，当高温罐内熔盐温度低于 160°C 时，开启高温罐防凝电加热器加热罐内熔盐，待熔盐温度恢复至工作温度时关闭高温罐防凝电加热器。

当低温熔盐罐内熔盐温度低于 160°C 时，开启低温罐防凝电加热器加热罐内熔盐，待熔盐温度恢复至工作温度时关闭低温罐防凝电加热器。

6.3 蒸汽发生系统

当蒸汽出口压力高于正常工作压力时，减小高温熔盐泵流量；当出口蒸汽温度低于 190°C

个点位，其中弱线布置满足每个工位至局域网交换设备的双向千兆速率链路连接，局域网以太网线使用六类网线，并且网线布线采用金属线槽；强电电源线规格满足投标方要求，每一点设置备用电源。

实验室电源控制箱改造：为实现与实验室原电源控制箱的友好连接，需对原控制柜进行改造，在保证实验室用电需求的情况下提供空开断路器及保险，能够确保单路空开满足正常用电及瞬时冲击；

7 数据采集与集控平台

7.1 数据采集

7.1.1 数据采集接口及位置

本系统设置多个数据采集接口位置方便系统的运行监控及教学和科研需求，具体如下：

（1）集热系统：包括但不限于视频监控系统、避雷针、环境温度、熔盐管路温度及压力、进出口流量、预留吹扫孔及可拆卸的直管测试段（测量表面热通量，电伴热功率及科研和教学中所需其他参数）

（2）储能系统：包括但不限于熔盐罐进出口温度及表面温度、熔盐温度及液位、蒸汽温度、蒸汽压力、阀门、弯头处温度、回路最高点和最低点温度、沿程管道壁面温度及保温层外壁温度。

7.1.2 数据传输及控制

本系统中由采集接口采集到的集热系统及储热系统中的相关数据统一传输到终端控制室，显示在控制屏幕上，控制终端采用一体式台式机。本系统中的开放式软件可提供数据输出接口，通讯协议等，通过软件系统与终端一体机的连接，整套控制系统可实现对此光热发电实验项目的精确控制，操作人员可通过此控制终端屏实现对各部分系统参数的设置，并根据系统运行状况实现控制切换等，保证系统的全部参数都能被监测，确保系统安全稳定运行。

制及画面显示功能；

（6）具有自动、手动、远程控制方式可供切换使用，可实现远程数据传输功能，并设置窗口锁定功能，防止操作不当影响画面的监测；

（7）具有信息共享、自由拼接功能，且物理拼缝不大于 1.8mm，实现对所有视频图像集中管理；

（8）大屏幕控制软件与原系统兼容，不影响原来各种应用系统的运行，且可与客户端实现同步显示；

（9）大屏幕具有同时显示视频信号、VGA 信号、计算机信号的功能；

（10）在不影响当前显示方案的前提下，整个监测中心可在后台编辑显示预案，在预览模式下对整个显示布局进行调整。

8 安全与运维

8.1 系统安全保障

本项目所用的蒸汽发生系统和汽轮机发电系统相关技术在国内外已经广泛应用，技术成熟可靠，安全保证性高。下文将重点从熔盐的运行安全进行说明。

熔盐由于其具有高密度、高比热、高稳定性和对环境友好无污染的特性被广泛用作储热介质。随着光热行业的不断发展，熔盐在储热过程中的安全性也引起了广泛的关注，现就以下可能存在的问题对熔盐的安全性、稳定性及易维护等特性进行说明。

（1）燃烧危险性

经检测熔盐高温热表面不燃烧，熔盐不属于易燃物质，无爆炸和燃烧的风险，即使在运行温度高达 565℃时，熔盐相对惰性的化学属性比发电等工业领域其它储能介质都相对安全。

（2）腐蚀性

高温熔盐产品对金属基本没有腐蚀性，可以保证熔盐罐 30 年的使用寿命，熔盐对金属

压力等参数的监测，可以有效快速的判断熔盐的运行状态，保证整个系统的安全运行。

8.2 系统运维

本光热发电实验平台采用数据采集及集控平台对整个系统进行实时监测，操作人员可方便快捷的从显示屏幕上看到整个系统的运行状态。有故障报警时，系统可立即锁定报警信号，便于操作人员及时排查处理故障，整个系统的操作简单、快捷。

整个实验平台除操作方便快捷外，相关设备也需要一定的维护保养，与常规电站类似，需要进行日常维护、定期检修，以保证其性能。除太阳能集热场外，大多数设备和常规电站的维护要求是一致的。良好的运行和维护工作能够有效地减少设备故障的发生。

电站每年进行的维护包括：日常维护、定期维修、不定期维护和大修等。定期的维护包括：一般维护、维修、预见性和预防性的维护，如镜面清洗和少数故障设备维修。不定期维护包括设备如集热器、换热器、泵、阀门等设备的非计划损耗。年终大修一般安排在冬季进行。在电站中操作人员需经过专业的培训，熟悉电站相关技术方可开展维护检修工作。

整个电站的日常维修保养的内容详细如下：

（1）检查润滑油，寻找可能出现的泄漏、异常声音、松动的或损坏的零件及设备出现的任何变化。

（2）检查机组运行时，温度压力等仪表是否正常。

（3）机组在运行时，观察是否有异常声音及异常震动。

（4）所用电气控制柜要防雨防尘。

（5）定期观察设备焊缝有无变形、开裂或其它异常情况；定期观察设备螺栓等紧固件有无松动及脱落现象，定期检查线路，确保线路没有被鼠类等小动物破坏。一旦发现有泄漏，立即查明泄漏位置。

（6）检修或维护保养时应确保电源已切断，并在电源合闸手柄上挂上禁止合闸标志，

3	清理或更换进、出口
4	清理罐内沉淀物
5	检查修理搅拌器
6	检查修理防雷等装置
7	修补防腐和绝热保温层
8	对外部有检查中出现的其他问题进行处理
大修	
序号	检修内容
1	包括中修所有项目
2	检查修理熔盐储罐内件
3	对发现有裂纹、严重腐蚀等部位，相应进行修补
4	根据内外部检验的要求，以及经过修补或更换筒节后须进行的试漏或液压试验
5	全面除锈防腐、保温
6	对熔盐储罐内外部检验中发现的其他问题进行处理

8.5 换热器

为了保证换热器长久正常运行，必须对设备进行维护与检修，以保证换热器连续运转，减少事故的发生。换热器的检修可分为不定期检修和定期检修。不定期检修是由于某种原因导致的临时性检修。定期检修根据生产装置的特点、换热介质的性质、腐蚀速率及运行周期等情况分为中修和大修。中修周期一般为1年，大修周期一般为3~6年，周期可因使用情况而自由调整。

(1) 日常检查

在日常检查过程中，主要是通过目视外观检查来弄清是否有异状，其要点如下：

- 2、修理或更换新换热器管束与壳体；
- 3、检查修理设备基础；
- 4、整体防腐、保温。

8.6 汽轮机

在汽轮机的运行期间，对于运行人员来说，充分了解汽轮机的操作极限、预防措施和运行程序是至关重要的，而且运行人员还要密切关注汽轮机的运行状况，防止汽轮机偏离正常的运行，引发不必要的故障。对于运行人员，最重要的就是要做到防止漏水、漏油、漏汽以及保温层的松脱等状况的发生，一些潜在的危险一经查明，立即做出处理，避免造成严重的事故。汽轮机组需进行定期的检查以及必要的维护保养。

（1）定期检查

汽轮机可按照国家有关规定进行定期小修和大修及日常修理和维护保养工作。

（2）停机维护工作

汽轮机停机后日常的维护保养工作主要包括以下几项：

- 1、汽轮机的润滑以及油系统的维护
- 2、对汽轮机内部密封油等系统做好维护
- 3、汽轮机在冬季的防冻工作，保持轴的正常运转才能使得汽轮机能够正常运行，保持持续的动力。
- 4、做好汽轮机停机后防腐的维护，防止汽缸内残留水蒸气对汽缸造成腐蚀，影响汽轮机的金属强度，进行影响到汽轮机的安全运行；排尽汽缸内残余空气，除湿干燥。

8.7 发电机

发电机的日常检查与维护保养包括以下内容：

- 1、检查各旋转件联接螺栓是否松动，及时拧紧；

9.4 软化水装置

水系统中的水采用软化水，通过全自动软化水装置对市政自来水进行水处理，经处理后的水进入软化水箱中备用，当系统内需要补水时通过补给水泵为系统补水。

9.5 避雷系统

由于实验现场在教学楼楼顶，在施工阶段可能会破坏现场的避雷系统，后期应恢复相应的避雷系统，防止雷击。

9.6 管件及阀门

实验系统中需安装相应的阀门与管道、管件，按照设计方案选用相关阀门口径、材质，管道材料及口径。

9.7 钢支撑

由于此实验回路放置在实验楼楼顶，楼板称重受限，故镜场、储罐、换热设备需要采用钢支撑来承担设备重量。

9.8 水泵

系统采用给水泵、凝结水泵、补水泵作为水路系统的动力来源，水泵材质为不锈钢。水泵接线线路的连接有详细的图纸，可保证设备的正常运行。

10 安装、调试、培训

10.1 安装

由投标方派遣有经验的技术工程师到现场按照设备工艺平面布置图及安装施工图、基础图、设备轮廓尺寸以及相互间距等要求划线定位，组织基础施工及设备搬运就位。在设计设备工艺平面布置图时，对设备定位需考虑以下因素：

- 1) 应适应工艺流程的需要
- 2) 应便于于工件的存放、运输和现场的清理

本项目提供专业的技术培训,培训服务包括但不限于由承包商提供的成套设备和特殊设备。本培训内容由经验丰富的专业工程师对运行、维护工程师、技术人员和操作员进行针对性培训。通过培训课程,不仅要使受训人员掌握正常情况下的新设备操作,还要使他们学会应对紧急情况的方法,要能够找出问题,并予以解决(故障排除),从而保证运行和维护工作的安全、高效。主要培训内容如下:

1. 理论知识培训:本项培训拟采用报告的形式对镜场集热系统、储能系统、蒸汽发生系统、发电系统的组成进行系统的解释,对熔盐物性及熔盐的注意事项做重点声明;对整个系统的工作原理进行详细阐明;
2. 操作培训:本项培训内容采用现场参观加实际操作演示的方法对培训人员进行系统启停状态操作、镜场集热运行调试及操作、发电过程的操作及系统在不同工作模式下的运行操作;

10.5 验收

本项目需对各系统设备进行工厂检验和试验、现场检验和试验、性能验收试验,确保所提供的设备符合项目的技术要求,具体检测项目包含以下内容:

- 1、外观检验:到货产品的外观检查;
- 2、设备出厂资料验收;
- 3、安装后运转验收;
- 4、竣工验收。

经招投标双方检验认可后,签署验收报告,产品保修期自签订验收报告之日起算,由投标人提供产品保修文件。

10.6 项目计划

本项目具有明晰的里程碑节点进度计划,具体的安装到货计划见下表:

二、系统性能保证表

序号	招标要求	性能保证	备注
1	反射镜：抛物面槽式反射镜，平均反射率 $\geq 94\%$ 。焦点偏差 FDx 平均值 $\leq 8.0\text{mm}$ 。产品使用寿命 > 20 年。	我方提供产品平均反射率 $\geq 94\%$ ，焦点偏差 FDx 平均值 $\leq 8.0\text{mm}$ 。满足招标要求产品使用寿命 25 年	
2	集热器钢结构：扭矩框或扭矩管式钢结构支架，热浸锌处理。钢结构支架设计最大风速：运行（归位）不小于 10m/s ，生存不小于 28m/s 。	我方提供的集热器钢结构采用扭矩框结构，热浸锌处理，风速运行（归位） 10.5m/s ，生存 28m/s	
3	集热管：高温熔盐专用集热管。预期寿命不少于 25 年。	我方提供的集热管为高温熔盐专用集热管，设计寿命为 25 年	
4	本地跟踪系统：反射镜可旋转角度范围： $-27\sim 180$ 度。跟踪精度： ± 0.1 度。 倾角传感器，每个 SCA 安装 3 个倾角传感器。倾角传感器精度： ± 0.01 度。 驱动方式：双油缸液压驱动+泵站+蓄能器+控制器	我方提供的反射镜旋转角度为 $-27\sim 180$ 度，跟踪精度 ± 0.1 度；在楼顶每个 SCA 安装 1 个传感器可满足要求，精度 ± 0.01 度；驱动方式采用双油缸液压驱动同时配置泵站、蓄能器和控制器。	
5	温度传感器：每个 SCA 中安装一个温度传感器，回路出口至少一个温度传感器。	我方提供的集热系统中在每个 SCA 的进口、出口各安装一个温度传感器。	
6	阀门的伴热应根据所选阀门的结构形式及工艺流程，确定高温伴热带的使用，确保系统在开停过程及正常	我方提供的阀门伴热方案均根据系统中各阀门位置及功能分	

序号	招标要求	性能保证	备注
	工作时，能确保系统正常工作，保证整个系统，尤其是阀门部位不出现盐结晶。	别进行了伴热设计，可确保熔盐不结晶，确保系统正常工作。	
7	驱动装置电气及控制设备的防护等级不低于 IP65。 熔盐管道需要配备测量管道内流量的流量计。	我方设计集热系统中的驱动装置电气及控制设备防护等级为 IP65，熔盐进口管处安装熔盐流量计。	
8	储能系统应包括高、低温熔盐罐及高、低温熔盐泵。	我方设计的储能系统包括高低温熔盐罐各一个和高低温熔盐泵。	
9	熔盐：熔点低于 120℃，上限温度大于 420℃；	我方提供的熔盐熔点 115℃，分解点 565℃。	
10	熔盐罐：设计温度 550℃，满足当前选用熔盐和后续教学实验中更换熔盐的潜在需要。壁厚满足安全要求；	高温罐材质采用 347H，保证设计温度达到 550℃。	
11	熔盐泵：长轴液下泵，液下深度小于 1.7m,具有变频调节功能，满足在 190℃-550℃温度区间熔盐介质环境下稳定工作，电源 AC380V，绝缘等级为 F，防护等级不小于 IP55	我方提供的熔盐泵液下深度 1.4m，满足 550℃的工作条件，电源 AC380V，绝缘等级为 F，防护等级为 IP55。	
12	熔盐电加热器：满足熔盐初熔、维温及凝固后再熔化的功能；	我方设计的高低温熔盐储罐内均设置熔盐电加热器，满足系统运行过程中不同工作模式下的需求。	
13	温度传感器：系统内设置多个温度测点，可测量储热系统的温度，温度控制精度应在±1℃。	我方设计的储罐内壁均设有多个温度传感器，控制精度在±	

序号	招标要求	性能保证	备注
		1°C。	
14	蒸汽发生系统应包含给水加热器、预热器、蒸发器和过热器等其它必须设备；	我方提供的蒸汽发生系统包含给水加热器、预热器、蒸发器、过热器及相应的连接法兰及阀门	
15	蒸发器处需安装爆破阀，过热器处安装防护装置，保证设备的安全运行。	我方设计的蒸发器熔盐侧出口管路设有爆破阀，过热器上安装安全阀，防止蒸发系统超压，保证系统安全运行。	
16	系统配置能保证换热过程中熔盐流程管路无死点，不冻堵；	我方设计的熔盐管路有坡度、无死点，在熔盐相关管道、阀门处除设置保温外，均设置电伴热，保证熔盐不产生冻堵。	
17	设备接管法兰标准：HG/T20615；阀门厂家：有ISO9001质量认证书。	我方设计的所有设备接管法兰均采用HG/T20615标准，采用的阀门厂家具有ISO9001质量认证书。	
18	温度传感器：系统内设置多个温度测点，可测量系统各个设备的进出口温度，温度控制精度应在±1°C。	我方设计的蒸汽发生系统中的给水加热器、预热器、蒸发器和过热器进出口均设置温度测点，温度精度控制在±1°C。	
19	发电机：额定电压 380V，频率 50Hz，额定功率≥10kW	我方提供的发电机功率 10kW，额定电压 380V，频率 50Hz 满足招标要求	

序号	招标要求	性能保证	备注
20	汽轮机额定转速为 3000r/min，转速范围 80%-105%；	我方提供汽轮机性能如下：额定转速为 3000r/min，转速范围 80%-105%	
21	系统包含空气冷却器，冷却方式为空冷；	我方提供的冷却系统采用直接空冷对汽轮机乏汽进行冷却。	
22	发电机控制系统需具备自动/手动运行、并网控制系统及失速、过流、差动、失磁等相关保护系统。	为保证汽轮发电机组的正常运行，我方设计的发电机组可进行自动/手动并行，同时带有并网控制系统及失速、过流、差动、失磁等相关保护系统。	
23	控制终端为一体台式机，品牌选择应为 Apple、联想、DELL 之一；屏幕不小于 27 英寸，处理器为 I5 或以上、主频不小于 3.4GHz，独立显卡不小于 8G，硬盘容量不小于 1TB，5K 触摸屏，有线网卡≥1，无线网卡≥1。	我方提供的终端机为 Apple 一体台式机，屏幕 27 英寸，处理器为 I5、主频 3.4GHz，独立显卡 8G，硬盘容量 1TB，5K 触摸屏，有线网卡 1 个，无线网卡 1 个	
24	软件系统为开放式系统（提供数据输出接口，包括通讯协议），可实现对系统精确控制，提供中文操作管理界面	我方采用的软件系统为开放式控制软件，可实现中文操作、可视化管理界面，便于操作者的管理与使用。	
25	触摸屏具备主要参数及设备状态实施显示和历史数据查询，具备系统启停、参数设定、控制方式切换等功能；	我方提供的数据传输系统具有实时显示数据及查询历史数据功能，并可在触摸屏上实现启停设备、设定温度和时间等参数，	

序号	招标要求	性能保证	备注
		切换控制方式。	
26	客户端还应包括手机 APP 系统 (显示、控制和查询功能)。	本系统设有手机 APP 对整套系统实现精确控制和数据采集。	
27	采用 9 块不小于 46 英寸的高清、高亮 LED 显示器， 支架支撑安装，具体参数要求如下： 品牌选择：微鲸、LG、三星之一 物理拼缝：不大于 1.8mm 亮度：不小于 700cd/m ² 分辨率：不小于 1920x1080 对比度：不小于 3000:1	我方采用的集控平台超大屏幕由 9 块不小于 46 英寸的高清、高亮 LED 显示器物理拼缝而成，支架支撑安装，接缝不大于 1.8mm，提供清晰的画面监测，亮度 $\geq 700 \text{ cd/m}^2$ ，分辨率 $\geq 1920 \times 1080$ ，对比度 $\geq 3000:1$ ，品牌采用三星	
28	可实现自动侦测和信号源实时显示：可同时显示视频信号、VGA、计算机信号；	我方提供的集控平台超大屏幕具有同时显示视频信号、VGA 信号、计算机信号的功能。	
29	内容可与客户端实现同步显示；	我方采用的集控平台大屏幕控制软件与原系统兼容，不影响原来各种应用系统的运行，且可与客户端实现同步显示。	
30	可与云终端管理器级联，云图系统处理时间： $<0.2\text{S}$ ；	我方采用的集控平台大屏幕与终端管理器关联，信息反馈快，画面系统处理时间小于 0.2S，及时将整个系统的监测参数显示在屏幕上。	
31	达到分屏及整屏集中和分管控制；具备单屏、整屏或	我方采用的集控平台大屏幕可	

序号	招标要求	性能保证	备注
	组合画面显示的功能；	实现分屏、整屏的集中和分管控制及画面显示功能。	
32	具备信号智能自动追踪系统和节能模式；	我方采用的集控平台系统中设置信号智能自动追踪系统及节能模式，根据追踪信号自动进入不同的工作模式。	
33	可通过以太网控制；	我方采用的集中控制系统通过以太网控制。	
34	支持远程客户端通过用户名和登录密码访问，支持远程数据传输；	我方采用的集中控制系统具有自动、手动、远程控制方式可供切换使用，可实现远程数据传输功能。	
35	大屏幕对角色的分级、分设备、分功能等权限的角色管理；具有防止误操作的窗口锁定功能；	我方采用的集中控制系统可实现对不同系统、不同功能等权限的分区管理并设置窗口锁定功能，防止操作不当影响画面的监测。	
36	可在预览模式下对显示布局进行调整，可在后台编辑预案，不影响当前显示方案。	我方采用的集控系统可在后台编辑显示预案，在预览模式下可对整个显示布局进行调整。	
37	包括：碳钢材质的全自动软化水装置（控制逻辑符合系统要求）；	满足全自动软化水装置材质要求。	
38	补水泵、给水泵、循环水泵均为黄铜或不锈钢材质离心泵；	我方提供的水泵为不锈钢材质。	

序号	招标要求	性能保证	备注
39	泵体系统有显示屏,提供电气系统连接可保证在所有模式下正常运行;	各泵的工作参数均由数据采集系统采集,反馈到集控平台显示,中标后可提供电气接线原理图,保证整个系统正常运行。	
40	熔盐回路设备外表面应设置保温装置;	我方设计的熔盐管路和设备均设有保温装置,防止熔盐冻堵。	
41	熔盐管路具备防止熔盐冻堵的伴热系统;	我方设计的熔盐管路设有电伴热,伴热形式为 HMI 电缆。	
42	屋外装置需安装避雷系统。	本系统设有避雷系统,防止雷击。	
43	实验室面积 400 m ² ;	保证面积达到 400 m ²	
44	弱电布线:≥38 点位,满足每个工位至局域网交换设备的双向千兆速率链路连接,局域网以太网线使用六类网线,网线布放使用金属线槽;	我方根据系统的弱电用电设备需求,设置弱电点位≥38,布线连接满足招标要求。	
45	强电布线:≥38 点位,使用电源线规格须满足每一点设备用电需求,投标时提供设计依据;	我方根据系统的强电用电设备需求及 GB50311-2007《综合布线系统工程设计规范》的设计要求,设置强电点位≥38,布线连接满足招标要求。	
46	实验室电源控制箱改造:按照实训室用电需求提供空开断路器及保险,能够确保单路空开使用满足正常用电及瞬时冲击;	控制箱改造后能与原电源控制箱友好连接,满足正常实训室用电及瞬时冲击。	
47	集控中心机房防静电地板铺设:陶瓷防静电地板,面积≥200 m ² , (厚度不小于 30mm,含金属支架及铜	本方案在集控中心机房设计有大于 200 m ² 的陶瓷防静电地板,	

序号	招标要求	性能保证	备注
	带接地,表面平整度允许偏差 $\leq 2\text{mm}$,板块间隙宽度偏差 $\leq 1\text{mm}$);	地板规格及施工要求满足招标要求。	
48	教学环境氛围建设:提供展板 ≥ 6 块,亚克力材质,尺寸不小于 $1500*1000\text{mm}$,内容及设计符合用户要求;	提供招标要求尺寸的亚克力材质展板6块,满足教学要求。	
49	结合设备摆放,提供实验室整体布局设计图(保护隔断设计),隔断材质为铝合金+钢化玻璃,隔断设计应充分考虑设备运行噪音不能影响正常教学,隔断具体尺寸应结合实验室整体布局进行设计(乙方中标后,在实验室施工前应和需求方进行详细沟通,提供详细施工图纸,并经需求方签字确认后方可进行施工)。	中标后与招标方进行详细沟通并提供设备平面布置图、隔断方案等一系列方案,保证教学的正常进行。	
50	发电机离网显示装置	具备离网实验功能,在实验中心机房内设有离网负载屏,负载可调,负载可为多个光源,可组成一定的字或者图形,当系统开始发电时,汽轮机所发电电流流经展板上的光源发光,同时负载屏应配置发电机电压、电流、功率等主要参量的显示仪表,方便教学过程中观测和计算。	
51	并网控制装置	汽轮发电机组带有并网控制柜	

序号	招标要求	性能保证	备注
		(同期屏), 具备上网条件, 如条件具备, 可进行并网实验。	

需方(公章): 百吉瑞(天津)新能源有限公司

日期: _____



附件 4：售后服务方案

售后服务方案

1. 服务内容

百吉瑞针对本项目提供全套的售后服务支持主要包含以下方面：

1) 免费质保期

在项目竣工后，百吉瑞为项目提供 3 年质保，提供 3 次的免费维护（主要内容包括系统的设备保养，关键部件性能检测，易损件的免费维护、更换和按照设计标准对系统进行整体动态检测），对所提供的设备在质保期内实行无偿修复（非人为损坏）和零部件免费更换；若因人为操作不当造成设备损坏，需方需承担相关费用，我方进行维修、安装及调试；

2) 保修期外

百吉瑞将以优惠的价格为本项目提供维修保养，并以优惠的价格提供设备维修服务及各种配件的供应。

2. 免费培训服务

产品交付验收后，百吉瑞在需方约定的时间安排技术支持人员到需方所在地进行现场操作培训；供方对需方进行不少于 3 次的免费现场技术培训，每次培训前，供方结合需方的需求，提供详细的培训计划，具体参训人员由需方确定（培训应不少于 10 人/次）；

百吉瑞对需方的相关技术和管理人员进行不少于 5 人/次的第三方（供方其它成熟已竣工工程现场）免费培训，供方负责解决需方参加第三方现场培训的食宿费用，往返第三方所在地的交通费由需方自理。每次培训前，结合需方的需求，供方应提供详细的培训计划，参训人员由需方确定。

3. 动态质量跟踪

我公司工程人员将定期，派技术人员对设备进行常规检查维护及跟踪服务。

4. 响应时间

公司提供 7×24 小时的技术响应时间，工程师将在 8 小时内到达现场进行相关技术与维修服务。

5. 团队人员配置

公司针对本项目组建专门的技术服务团队，提供更加优质的售后服务，专项团队将作为应急预案的一部分，在特殊情况下最大程度保障项目的正常运行，减少损失。团队组成如下：

姓名	部门	职位	工作年限
刘宝君	工程部	工程部副部长	20 年
贾亚晴	工程部	工程部部长助理	3 年
刘建宇	工程部	工程部专责技术员	3 年

此外，公司将根据现场具体情况，单独指派相应专业领域的技术人员加入工作组，负责相应的技术服务与支持。

6. 特别响应预案

公司将针对项目整体进行评估，建立特别响应预案，包括但不限于一下方面：

- 第一时间掌握现场情况，判定问题原因，工程师将于 8 小时内达到现场进行技术服务。
- 加强维保流程管理，建立项目维保档案，减少问题发生的可能性。
- 针对项目运行情况进行实时跟踪，定期交流系统的运转情况，提前排除事故风险。

合同 P-16 附件(共5页)附件2(共2页)

附件3 P-166 附件4(共2页)

均已确认无误

杨强 4/10/20

供方(公章):百吉瑞(天津)新能源有限公司

日期: _____

