

项目名称：深地空间储热技术研发平台（一期）

项目编号：JSZC-320300-ZJZB-G2025-0059



采 购 人：深地科学与工程云龙湖实验室

中 标 人：山西新唐工程设计股份有限公司

合同签订日期：2025年 7月 6日





目 录

第一节 政府采购合同协议书.....	3
第二节 政府采购合同通用条款.....	9
第三节 政府采购合同专用条款.....	19
第四节 合同附件.....	21
合同附件 1: 技术规格和技术性能.....	22
合同附件 2: 售后服务.....	59
合同附件 3: 供货范围和价格清单.....	64
合同附件 4: 验收标准（验收要求、验收标准和程序）.....	67
合同附件 5: 采购需求.....	69
合同附件 6: 项目实施.....	74

第一节 政府采购合同协议书

甲方（全称）：深地科学与工程云龙湖实验室

乙方（全称）：山西新唐工程设计股份有限公司（供应商）

依据《中华人民共和国民法典》、《中华人民共和国政府采购法》等有关法律法规，以及本采购项目的招标/谈判文件等采购文件、乙方的《投标（响应）文件》及《中标（成交）通知书》，甲乙双方同意签订本合同。具体情况及要求如下：

1. 项目信息

(1) 采购项目名称：深地空间储热技术研发平台（一期）

采购项目编号：JSZC-320300-ZJZB-G2025-0059

(2) 采购计划编号：/

(3) 项目内容：

采购标的及数量（台/套/个/架/组等）：太阳能集热系统 1 项、高温热源制备及存储系统 1 项、高温热泵及储热系统 1 项、螺杆膨胀发电系统 1 项、数据采集及管控系统 1 项。（具体详见附件）

品牌：（具体详见附件） 规格型号：（具体详见附件）

采购标的的技术要求、商务要求具体见附件。

(4) 政府采购组织形式：☐政府集中采购 ☐部门集中采购 ☒分散采购

(5) 政府采购方式：☒公开招标 ☐邀请招标 ☐竞争性谈判 ☐竞争性磋商 ☐询价 ☐单一来源 ☐框架协议 ☐其他：

（注：在框架协议采购的第二阶段，可选择使用该合同文本）

(6) 中标（成交）采购标的制造商是否为中小企业：☐是 ☒否

本合同是否为专门面向中小企业的采购合同（中小企业预留合同）：☐是 ☒否

若本项目不专门面向中小企业采购，是否给予小微企业评审优惠：☒是 ☐否

中标（成交）采购标的制造商是否为残疾人福利性单位：☐是 ☒否

中标（成交）采购标的制造商是否为监狱企业：☐是 ☒否

(7) 合同是否分包：☐是 ☒否

分包主要内容：_____

分包供应商/制造商名称（如供应商和制造商不同，请分别填写）：_____

分包供应商/制造商类型（如果供应商和制造商不同，只填写制造商类型）：☐大型企业
☐中型企业 ☐小微企业 ☐残疾人福利性单位 ☐监狱企业 ☐其他

(8) 中标（成交）供应商是否为外商投资企业：☐是 ☒否

外商投资企业类型：☐全部由外国投资者投资 ☐部分由外国投资者投资

(9) 是否涉及进口产品：

☐是，《政府采购品目分类目录》底级品目名称：_____ 金额：_____ 国别：
品牌：_____ 规格型号：_____

☒否

(10) 是否涉及节能产品：

☒是，《节能产品政府采购品目清单》的底级品目名称：热水循环系统采用上海东方泵业（集团）有限公司 DFG40-100A/2 产品、空气源热泵循环系统采用上海东方泵业（集团）有限公司 DFG100-160B/2 产品、矿井水换热系统采用四平市巨元瀚洋板式换热器有限公司的 PH15B-1.6/135-91 产品。

☐强制采购 ☒优先采购

☐否

是否涉及环境标志产品：

☒是，《环境标志产品政府采购品目清单》的底级品目名称：平板太阳能采集系统采用太阳雨集团有限公司 P-G/0.6-TL/HM-1.86-100/1 产品。

☐强制采购 ☒优先采购

☐否

是否涉及绿色产品：

☐是，绿色产品政府采购相关政策确定的底级品目名称：_____

☐强制采购 ☐优先采购

☒否

(11) 涉及商品包装和快递包装的，是否参考《商品包装政府采购需求标准(试行)》、

《快递包装政府采购需求标准(试行)》明确产品及相关快递服务的具体包装要求:

☐是 ☐否 ☒不涉及

2. 合同金额

(1) 合同金额小写: ¥6025200.00 元

大写: 陆佰零贰万伍仟贰佰元整

(注: 固定单价合同应填写单价和最高限价)

(2) 合同定价方式(采用组合定价方式的, 可以勾选多项):

☒固定总价 ☐固定单价 ☐固定费率 ☐成本补偿 ☐绩效激励 ☐其他_____

(3) 付款方式(按项目实际勾选填写):

☐全额付款: (应明确一次性支付合同款项的条件)

☒分期付款: 本合同总金额为人民币大写金额 陆佰零贰万伍仟贰佰元整元 (小写金额: 6025200 元), 经双方协商一致, 选择以下第 (二) 种付款方式:

(一) 付款方式一: 提交预付款保函的

(1) 合同签订且乙方向甲方出具预付款保函后 10 个工作日内, 甲方应支付合同价款的百分之四十(40%), 小写¥ / 大写: 人民币 /。

乙方需提交的支付文件: 乙方出具的全额正式发票。

(2) 合同总价的百分之六十(60%)即¥ /, 大写: 人民币 / 元整, 合同标的全部交付并安装完毕验收后 10 日内, 由甲方办理政府采购资金结算手续, 经审核后支付给乙方。

乙方需提交的支付文件包括:

乙方出具的全额正式发票;

(二) 付款方式二: 不提交预付款保函的

合同价款的百分之五十(50%)即¥ 3012600.00, 大写: 叁佰零壹万贰仟陆佰人民币元整, 在双方签订合同后 10 个工作日内, 买方办理政府采购资金结算手续支付给卖方。

卖方需提交的支付文件包括:

卖方出具的合同价款的百分之五十(50%)增值税专用发票。

合同总价的百分之五十(50%)即¥ 3012600.00, 大写: 叁佰零壹万贰仟陆佰人民币元整, 合同标的全部交付并安装调试完毕、验收合格后 10 个工作日内, 由买方办理政府采购资金结算手续, 经审核后支付给卖方。

卖方需提交的支付文件包括:

- 1、卖方出具的合同价款的百分之五十(50%)增值税专用发票;
- 2、买方出具的验收合格记录

上述费用买方支付至卖方指定账户内。除卖方另行指定外,该指定账户信息为:

合同约定的卖方账户:山西新唐工程设计股份有限公司

开户银行:交通银行太原高新技术开发区支行

银行帐号:141000684018170056444

3. 合同履行

(1) 合同生效后, 180 天 将合同标的全部交付完毕。

(2) 履约地点: 徐州

(3) 履约担保:是否收取履约保证金: ☐是 ☒否

收取履约保证金形式: /

收取履约保证金金额: /

履约担保期限: /

(4) 分期履行要求: /

(5) 风险处置措施和替代方案: /

4. 合同验收

(1) 验收组织方式: ☒自行组织 ☐委托第三方组织

验收主体: 深地科学与工程云龙湖实验室

是否邀请本项目的其他供应商参加验收: ☒是 ☐否

是否邀请专家参加验收: ☒是 ☐否

是否邀请服务对象参加验收: ☒是 ☐否

是否邀请第三方检测机构参加验收: ☒是 ☐否

是否进行抽查检测: ☒是, 抽查比例: 按相关法律法规执行 ☐否

是否存在破坏性检测: ☐是, (应明确对被破坏的检测产品的处理方式)

☒否

验收组织的其他事项: 按云龙湖实验室平台验收管理办法执行

(2) 履约验收时间: 自标的物交付验收之日起七个工作日内组织验收。

(3) 履约验收方式: ☒ 一次性验收

☐ 分期/分项验收: (应明确分期/分项验收的工作安排)

(4) 履约验收程序: 按云龙湖实验室平台验收管理办法执行

(5) 履约验收的内容: 标的物符合我国最新颁布的与之相关的质量技术规范与标准,并同时满足招标文件要求、中标人所作承诺和采购人等部门的考核要求。低位热源提取与模拟装置制热功率大于 400kW, 其中高温空气源热泵 330 kW, 太阳能平板集热 64 kW; 储电装置输入电功率 90 kW, 制热功率 366 kW, 发电功率大于 37 kW; 矿井水储热装置输入热功率大于 350 kW。

(6) 履约验收标准: 满足《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》(GB50275-2010)等国家规范及江苏省、徐州市相应地方规范、采购文件的技术规范的有关要求。

(7) 是否以采购活动中供应商提供的样品作为参考: ☒ 是 ☐ 否

(8) 履约验收其他事项: 按云龙湖实验室平台验收管理办法执行

5. 组成合同的文件

本协议书与下列文件一起构成合同文件, 如下述文件之间有任何抵触、矛盾或歧义, 应按以下顺序解释:

- (1) 政府采购合同协议书及其变更、补充协议
- (2) 政府采购合同专用条款
- (3) 政府采购合同通用条款
- (4) 中标(成交)通知书
- (5) 投标(响应)文件
- (6) 采购文件
- (7) 有关技术文件, 图纸
- (8) 国家法律、行政法规和规章制度规定或合同约定的作为合同组成部分的其他文件

6. 合同生效

本合同自 双方法定代表人或授权委托人签字并加盖公章或合同章后 生效。

7. 合同份数

本合同一式 捌 份，甲方执 肆 份，乙方执 肆 份，均具有同等法律效力。

合同订立时间： 2025 年 7 月 6 日

合同订立地点： 徐州

附件：具体标的及其技术要求和商务要求、联合协议、分包意向协议等。

甲方（采购人、受采购人委托签订合同的单位或采购文件约定的合同甲方）		乙方（供应商）	
单位名称（公章或合同章）	深地科学与工程云龙湖实验室	单位名称（公章或合同章）	山西新唐工程设计股份有限公司
法定代表人或其委托代理人（签章）	李晓昭	法定代表人或其委托代理人（签章）	兵季印红
住 所	徐州市国家高新区大学生创业园 B 栋	拥有者性别	男
联 系 人	赵楠	联 系 人	吴永波
联系电话	15162132399	联系电话	13376069952
通信地址	徐州市国家高新区大学生创业园 B 栋	通信地址	山西综改示范区太原学府园区汽贸路 1 号智创城 3 号 17 层
邮政编码	221003	邮政编码	030032
电子邮箱	149953719@qq.com	电子邮箱	545133833@qq.com
统一社会信用代码	12320300MB1G79958H	统一社会信用代码	911401007701320698
		开户名称	山西新唐工程设计股份有限公司
		开户银行	交通银行太原高新技术开发区支行
		银行账号	141000684018170056444
		开户银行行号	301161000061
注：涉及联合体或其他合同主体的信息应按上表格式加列。			

第二节 政府采购合同通用条款

1. 定义

1.1 合同当事人

(1) 采购人（以下称甲方）是指使用财政性资金，通过政府采购方式向供应商购买货物及其相关服务的国家机关、事业单位、团体组织。

(2) 供应商（以下称乙方）是指参加政府采购活动并且中标（成交），向采购人提供合同约定的货物及其相关服务的法人、非法人组织或者自然人。

(3) 其他合同主体是指除采购人和供应商以外，依法参与合同缔结或履行，享有权利、承担义务的合同当事人。

1.2 本合同下列术语应解释为：

(1) “合同”系指合同当事人意思表示达成一致的任何协议，包括签署的政府采购合同协议书及其变更、补充协议，政府采购合同专用条款，政府采购合同通用条款，中标（成交）通知书，投标（响应）文件，采购文件，有关技术文件和图纸，以及国家法律、行政法规和规章制度规定或合同约定的作为合同组成部分的其他文件。

(2) “合同价款”系指根据本合同规定乙方在全面履行合同义务后甲方应支付给乙方的价款。

(3) “货物”系指乙方根据本合同规定须向甲方提供的各种形态和种类的物品，包括原材料、设备、产品（包括软件）及相关的其备品备件、工具、手册及其他技术资料 and 材料等。

(4) “相关服务”系指根据合同规定，乙方应提供的与货物有关的技术、管理和其他服务，包括但不限于：管理和质量保证、运输、保险、检验、现场准备、安装、集成、调试、培训、维修、废弃处置、技术支持等以及合同中规定乙方应承担的其他义务。

(5) “分包”系指中标（成交）供应商按采购文件、投标（响应）文件的规定，根据分包意向协议，将中标（成交）项目中的部分履约内容，分给具有相应资质条件的供应商履行合同的行为。

(6) “联合体”系指由两个以上的自然人、法人或者非法人组织组成，以一个供应商

的身份共同参加政府采购的主体。联合体各方应在签订合同协议书前向甲方提交联合协议，且明确牵头人及各成员单位的工作分工、权利、义务、责任，联合体各方应共同与甲方签订合同，就合同约定的事项对甲方承担连带责任。联合体具体要求见【政府采购合同专用条款】。

(7) 其他术语解释，见【政府采购合同专用条款】。

2. 合同标的及金额

2.1 合同标的及金额应与中标（成交）结果一致。乙方为履行本合同而发生的所有费用均应包含在合同价款中，甲方不再另行支付其他任何费用。

3. 履行合同的时间、地点和方式

3.1 乙方应当在约定的时间、地点，按照约定方式履行合同。

4. 甲方的权利和义务

4.1 签署合同后，甲方应确定项目负责人（或项目联系人），负责与本合同有关的事务。甲方有权对乙方的履约行为进行检查，并及时确认乙方提交的事项。甲方应当配合乙方完成相关项目实施工作。

4.2 甲方有权要求乙方按时提交各阶段有关安排计划，并有权定期对乙方提供货物数量、规格、质量等内容。甲方有权督促乙方工作并要求乙方更换不符合要求的货物。

4.3 甲方有权要求乙方对缺陷部分予以修复，并按合同约定享有货物保修及其他合同约定的权利。

4.4 甲方应当按照合同约定及时对交付的货物进行验收，未在【政府采购合同专用条款】约定的期限内对乙方履约提出任何异议或者向乙方作出任何说明的，视为验收通过。

4.5 甲方应当根据合同约定及时向乙方支付合同价款，不得以内部人员变更、履行内部付款流程等为由，拒绝或迟延支付。

4.6 国家法律法规规定及【政府采购合同专用条款】约定应由甲方承担的其他义务和责任。

5. 乙方的权利和义务

5.1 签署合同后，乙方应确定项目负责人（或项目联系人），负责与本合同有关的事

务。

5.2 乙方应按照合同要求履约，充分合理安排，确保提供的货物及相关服务符合合同有关要求。接受项目行业管理部门及政府有关部门的指导，配合甲方的履约检查及验收，并负责项目实施过程中的所有协调工作。

5.3 乙方有权根据合同约定向甲方收取合同价款。

5.4 国家法律法规规定及【政府采购合同专用条款】约定应由乙方承担的其他义务和责任。

6. 合同履行

6.1 甲乙双方应当按照【政府采购合同专用条款】约定顺序履行合同义务；如果没有先后顺序的，应当同时履行。

6.2 甲乙双方按照合同约定顺序履行合同义务时，应当先履行一方未履行的，后履行一方有权拒绝其履行请求。先履行一方履行不符合约定的，后履行一方有权拒绝其相应的履行请求。

7. 货物包装、运输、保险和交付要求

7.1 本合同涉及商品包装、快递包装的，除【政府采购合同专用条款】另有约定外，包装应适应远距离运输、防潮、防震、防锈和防野蛮装卸等要求，确保货物安全无损地运抵【政府采购合同专用条款】约定的指定现场。

7.2 除【政府采购合同专用条款】另有约定外，乙方负责办理将货物运抵本合同规定的交货地点，并装卸、交付至甲方的一切运输事项，相关费用应包含在合同价款中。

7.3 货物保险要求按【政府采购合同专用条款】规定执行。

7.4 除采购活动对商品包装、快递包装达成具体约定外，乙方提供产品及相关快递服务涉及到具体包装要求的，应不低于《商品包装政府采购需求标准（试行）》《快递包装政府采购需求标准（试行）》标准，并作为履约验收的内容，必要时甲方可以要求乙方在履约验收环节出具检测报告。

7.5 乙方在运输到达之前应提前通知甲方，并提示货物运输装卸的注意事项，甲方配合乙方做好货物的接收工作。

7.6 如因包装、运输问题导致货物损毁、丢失或者品质下降，甲方有权要求降价、换货、拒收部分或整批货物，由此产生的费用和损失，均由乙方承担。

8. 质量和保证

8.1 质量标准

(1) 本合同下提供的货物应符合合同约定的品牌、规格型号、技术性能、配置、质量、数量等要求。质量要求不明确的，按照强制性国家标准履行；没有强制性国家标准的，按照推荐性国家标准履行；没有推荐性国家标准的，按照行业标准履行；没有国家标准、行业标准的，按照通常标准或者符合合同目的的特定标准履行。

(2) 采用中华人民共和国法定计量单位。

(3) 乙方所提供的货物应符合国家有关安全、环保、卫生的规定。

(4) 乙方应向甲方提交所提供货物的技术文件，包括相应的中文技术文件，如：产品目录、图纸、操作手册、使用说明、维护手册或服务指南等。上述文件应包装好随货物一同发运。

8.2 保证

(1) 乙方应保证提供的货物完全符合合同规定的质量、规格和性能要求。乙方应保证货物在正确安装、正常使用和保养条件下，在其使用寿命期内具备合同约定的性能。存在质量保证期的，货物最终交付验收合格后在【政府采购合同专用条款】规定或乙方书面承诺（两者以较长的为准）的质量保证期内，本保证保持有效。

(2) 在质量保证期内所发现的缺陷，甲方应尽快以书面形式通知乙方。

(3) 乙方收到通知后，应在【政府采购合同专用条款】规定的响应时间内以合理的速度免费维修或更换有缺陷的货物或部件。

(4) 在质量保证期内，如果货物的质量或规格与合同不符，或证实货物是有缺陷的，包括潜在的缺陷或使用不符合要求的材料等，甲方可以根据本合同第 15.1 条规定以书面形式追究乙方的违约责任。

(5) 乙方在约定的时间内未能弥补缺陷，甲方可采取必要的补救措施，但其风险和费用将由乙方承担，甲方根据合同约定对乙方行使的其他权利不受影响。

9. 权利瑕疵担保

9.1 乙方保证对其出售的货物享有合法的权利。

9.2 乙方保证在交付的货物上不存在抵押权等担保物权。

9.3 如甲方使用上述货物构成对第三人侵权的，则由乙方承担全部责任。

10. 知识产权保护

10.1 乙方对其所销售的货物应当享有知识产权或经权利人合法授权，保证没有侵犯任何第三人的知识产权等权利。因违反前述约定对第三人构成侵权的，应当由乙方方向第三人承担法律责任；甲方依法向第三人赔偿后，有权向乙方追偿。甲方有其他损失的，乙方应当赔偿。

11. 保密义务

11.1 甲、乙双方对采购和合同履行过程中所获悉的国家秘密、工作秘密、商业秘密或者其他应当保密的信息，均有保密义务且不受合同有效期所限，直至该信息成为公开信息。泄露、不正当地使用国家秘密、工作秘密、商业秘密或者其他应当保密的信息，应当承担相应责任。其他应当保密的信息由双方在【政府采购合同专用条款】中约定。

12. 合同价款支付

12.1 合同价款支付按照国库集中支付制度及财政管理相关规定执行。

12.2 对于满足合同约定支付条件的，甲方原则上应当自收到发票后 10 个工作日内将资金支付到合同约定的乙方账户，不得以机构变动、人员更替、政策调整等为由迟延付款，不得将采购文件和合同中未规定的义务作为向乙方付款的条件。具体合同价款支付时间在【政府采购合同专用条款】中约定。

13. 履约保证金

13.1 乙方应当以支票、汇票、本票或者金融机构、担保机构出具的保函等非现金形式提交。

13.2 如果乙方出现【政府采购合同专用条款】约定情形的，履约保证金不予退还；如果乙方未能按合同约定全面履行义务，甲方有权从履约保证金中取得补偿或赔偿，且不影响

甲方要求乙方承担合同约定的超过履约保证金的违约责任的权利。

13.3 甲方在项目通过验收后按照【政府采购合同专用条款】规定的时间内将履约保证金退还乙方；逾期退还的，乙方可要求甲方支付违约金，违约金按照【政府采购合同专用条款】规定支付。

14. 售后服务

14.1 除项目不涉及或采购活动中明确约定无须承担外，乙方还应提供下列服务：

- (1) 货物的现场移动、安装、调试、启动监督及技术支持；
- (2) 提供货物组装和维修所需的专用工具和辅助材料；
- (3) 在【政府采购合同专用条款】约定的期限内对所有的货物实施运行监督、维修，但前提条件是该服务并不能免除乙方在质量保证期内所承担的义务；
- (4) 在制造商所在地或指定现场就货物的安装、启动、运营、维护、废弃处置等对甲方操作人员进行培训；
- (5) 依照法律、行政法规的规定或者按照【政府采购合同专用条款】约定，货物在有效使用年限届满后应予回收的，乙方负有自行或者委托第三人将货物予以回收的义务；
- (6) 【政府采购合同专用条款】规定由乙方提供的其他服务。

14.2 乙方提供的售后服务的费用已包含在合同价款中，甲方不再另行支付。

15. 违约责任

15.1 质量瑕疵的违约责任

乙方提供的产品不符合合同约定的质量标准或存在产品质量缺陷，甲方有权要求乙方根据【政府采购合同专用条款】要求及时修理、重作、更换，并承担由此给甲方造成的损失。

15.2 迟延交货的违约责任

(1) 乙方应按照本合同规定的时间、地点交货和提供相关服务。在履行合同过程中，如果乙方遇到可能影响按时交货和提供服务的情形时，应及时以书面形式将迟延的事实、可能迟延的期限和理由通知甲方。甲方在收到乙方通知后，应尽快对情况进行评价，并确定是否同意延长交货时间或延期提供服务。

(2) 如果乙方没有按照合同规定的时间交货和提供相关服务，甲方有权从货款中扣除

误期赔偿费而不影响合同项下的其他补救方法，赔偿费按【政府采购合同专用条款】规定执行。如果涉及公共利益，且赔偿金额无法弥补公共利益损失，甲方可要求继续履行或者采取其他补救措施。

15.3 迟延支付的违约责任

甲方存在迟延支付乙方合同款项的，应当承担【政府采购合同专用条款】规定的逾期付款利息。

15.4 其他违约责任根据项目实际需要按【政府采购合同专用条款】规定执行。

16. 合同变更、中止与终止

16.1 合同的变更

政府采购合同履行中，在不改变合同其他条款的前提下，甲方可以在合同价款 10% 的范围内追加与合同标的相同的货物，并就此与乙方协商一致后签订补充协议。

16.2 合同的中止

(1) 合同履行过程中因供应商就采购文件、采购过程或结果提起投诉的，甲方认为有必要的，可以中止合同的履行。

(2) 合同履行过程中，如果乙方出现以下情形之一的：1. 经营状况严重恶化；2. 转移财产、抽逃资金，以逃避债务；3. 丧失商业信誉；4. 有丧失或者可能丧失履约能力的其他情形，乙方有义务及时告知甲方。甲方有权以书面形式通知乙方中止合同并要求乙方在合理期限内消除相关情形或者提供适当担保。乙方提供适当担保的，合同继续履行；乙方在合理期限内未恢复履约能力且未提供适当担保的，视为拒绝继续履约，甲方有权解除合同并要求乙方承担由此给甲方造成的损失。

(3) 乙方分立、合并或者变更住所的，应当及时以书面形式告知甲方。乙方没有及时告知甲方，致使合同履行发生困难的，甲方可以中止合同履行并要求乙方承担由此给甲方造成的损失。

(4) 甲方不得以行政区划调整、政府换届、机构或者职能调整以及相关责任人更替为由中止合同。

16.3 合同的终止

(1) 合同因有效期限届满而终止；

(2) 乙方未按合同约定履行，构成根本性违约的，甲方有权终止合同，并追究乙方的违约责任。

16.4 涉及国家利益、社会公共利益的情形

政府采购合同继续履行将损害国家利益和社会公共利益的，双方当事人应当变更、中止或者终止合同。有过错的一方应当承担赔偿责任，双方都有过错的，各自承担相应的责任。

17. 合同分包

17.1 乙方不得将合同转包给其他供应商。涉及合同分包的，乙方应根据采购文件和投标（响应）文件规定进行合同分包。

17.2 乙方执行政府采购政策向中小企业依法分包的，乙方应当按采购文件和投标（响应）文件签订分包意向协议，分包意向协议属于本合同组成部分。

18. 不可抗力

18.1 不可抗力是指合同双方不能预见、不能避免且不能克服的客观情况。

18.2 任何一方对由于不可抗力造成的部分或全部不能履行合同不承担违约责任。但迟延履行后发生不可抗力的，不能免除责任。

18.3 遇有不可抗力的一方，应及时将事件情况以书面形式告知另一方，并在事件发生后及时向另一方提交合同不能履行或部分不能履行或需要延期履行的详细报告，以及证明不可抗力发生及其持续时间的证据。

19. 解决争议的方法

19.1 因本合同及合同有关事项发生的争议，由甲乙双方友好协商解决。协商不成时，可以向有关组织申请调解。合同一方或双方不愿调解或调解不成的，可以通过仲裁或诉讼的方式解决争议。

19.2 选择仲裁的，应在【**政府采购合同专用条款**】中明确仲裁机构及仲裁地；通过诉讼方式解决的，可以在【**政府采购合同专用条款**】中进一步约定选择与争议有实际联系的地点的人民法院管辖，但管辖法院的约定不得违反级别管辖和专属管辖的规定。

19.3 如甲乙双方有争议的事项不影响合同其他部分的履行，在争议解决期间，合同其他部分应当继续履行。

20. 政府采购政策

20.1 本合同应当按照规定执行政府采购政策。

20.2 本合同依法执行政府采购政策的方式和内容，属于合同履约验收的范围。甲乙双方未按规定要求执行政府采购政策造成损失的，有过错的一方应当承担赔偿责任，双方都有过错的，各自承担相应的责任。

20.3 对于为落实中小企业支持政策，通过采购项目整体预留、设置采购包专门预留、要求以联合体形式参加或者合同分包等措施签订的采购合同，应当明确标注本合同为中小企业预留合同。其中，要求以联合体形式参加采购活动或者合同分包的，须将联合协议或者分包意向协议作为采购合同的组成部分。

21. 法律适用

21.1 本合同的订立、生效、解释、履行及与本合同有关的争议解决，均适用法律、行政法规。

21.2 本合同条款与法律、行政法规的强制性规定不一致的，双方当事人应按照法律、行政法规的强制性规定修改本合同的相关条款。

22. 通知

22.1 本合同任何一方向对方发出的通知、信件、数据电文等，应当发送至本合同第一部分《政府采购合同协议书》所约定的通讯地址、联系人、联系电话或电子邮箱，该地址同样适用于司法送达。

22.2 一方当事人变更名称、住所、联系人、联系电话或电子邮箱等信息的，应当在变更后3日内及时书面通知对方，对方实际收到变更通知前的送达仍为有效送达。

22.3 本合同一方给另一方的通知均应采用书面形式，传真或快递送到本合同中规定的对方的地址和办理签收手续。

22.4 通知以送达之日或通知书中规定的生效之日起生效，两者中以较迟之日为准。

23. 合同未尽事项

23.1 合同未尽事项见【政府采购合同专用条款】。

23.2 合同附件与合同正文具有同等的法律效力。



第三节 政府采购合同专用条款

第二节 第 1.2 (6) 项	联合体具体要求	/
第二节 第 1.2 (7) 项	其他术语解释	/
第二节 第 4.4 款	履约验收中甲方提出异议或作出说明的期限	合同标的全部交付后, 乙方可向甲方书面提出验收要求, 甲方在接到书面要求后 7 日内进行验收。
第二节 第 4.6 款	约定甲方承担的其他义务和责任	/
第二节 第 5.4 款	约定乙方承担的其他义务和责任	/
第二节 第 6.1 款	履行合同义务的顺序	见第一节“2. 合同金额”中“(3) 付款方式”双方合同义务履行顺序
第二节 第 7.1 款	包装特殊要求	/
	指定现场	甲方指定收货地点____ 采购人指定地点____
第二节 第 7.2 款	运输特殊要求	/
第二节 第 7.3 款	保险要求	货物在通过甲方验收前的保险责任及费用由乙方承担。
第二节 第 8.2 (1) 项	质量保证期	从甲方验收合格之日起 2 年
第二节 第 8.2 (3) 项	货物质量缺陷响应时间	见乙方投标文件中售后服务内容
第二节 第 11.1 款	其他应当保密的信息	/
第二节 第 12.2 款	合同价款支付时间	见第一节“2. 合同金额”中“(3) 付款方式”
第二节 第 13.2 款	履约保证金不予退还的情形	无
第二节 第 13.3 款	履约保证金退还时间及逾期退还的违约金	无
第二节 第 14.1 (3) 项	运行监督、维修期限	同质量保证期

第二节 第 14.1 (5) 项	货物回收的约定	/
第二节 第 14.1 (6) 项	乙方提供的其他服务	见乙方投标文件中售后服务内容
第二节 第 15.1 款	修理、重作、更换 相关具体规定	见乙方投标文件中售后服务内容
第二节 第 15.2 (2) 项	迟延交货赔偿费	如果乙方未能按照合同规定的交货期限交货，乙方应按每天迟交合同标的金额的万分之一（0.001%）的比率支付违约金。违约金的总金额不超过合同总价的百分之十（10%），违约金的支付不能免除乙方继续交付相关合同标的的义务。 如果乙方在合同规定的交货期限后三十日内仍未能交付全部或部分标的，在不妨碍甲方采取其他救济手段的情况下，甲方可以向乙方发出书面违约通知从而全部或部分地终止合同。
第二节 第 15.3 款	逾期付款利息	/
第二节 第 15.4 款	其他违约责任	/
第二节 第 19.2 款	争议解决的方法	因本合同及合同有关事项发生的争议，按下列第 <u> 2 </u> 种方式解决： <u>（1）向甲方所在地仲裁委员会申请仲裁，仲裁地点为甲方所在地；</u> <u>（2）向甲方所在地人民法院起诉。</u>
第二节 第 23.1 款	其他专用条款	（1）乙方应当以支票、汇票、本票或者金融机构、担保机构出具的保函等非现金形式提交履约保证金，也可自愿使用履约保函（保险）代替缴纳履约保证金，具体详见《关于在全省政府采购领域推行电子履约保函（保险）的通知》（苏财购〔2023〕150 号）规定。 （2）合同其他未尽事宜及与招标文件有矛盾之处，以招标文件[项目编号：JSZC-320300-ZJZB-G2025-0059]为准。

第四节 合同附件

合同附件 1：技术规格和技术性能

（见乙方投标文件中《所投产品的技术规格》。）

合同附件 2：售后服务

（见乙方投标文件中《售后服务方案》。）

合同附件 3：供货范围和价格清单

（见乙方投标文件中《开标一览表》和《分项价格表》。）

合同附件 4：验收标准（验收要求、验收标准和程序）

（见招标文件第六章《采购需求》。）

合同附件 5：采购需求

（见招标文件第六章《采购需求》。）

合同附件 6：项目实施

（见乙方投标文件中《项目实施方案》。）

合同附件 1：技术规格和技术性能（见乙方投标文件中《所投产品的技术规格》。）

所投产品的技术参数（以最终设计、采购为准）：

1. 太阳能集热系统

主要功能为通过太阳能集热提供低碳热源，具体指标为：

1.1 平板太阳能采集系统

1.1.1 集热面积： $\geq 80 \text{ m}^2$ ；

1.1.2 集热效率： $\geq 60\%$ ；

1.1.3▲集热功率： $\geq 64 \text{ kW}$ ；

1.1.4 配套支架。

所投产品的技术参数满足要求，无偏离，采用太阳雨集团有限公司产品：

太阳雨集团有限公司平板太阳能采集系统产品选型报告	
型号	P-G/0.6-TL/HM-1.86-100/1
采光尺寸	1960×960 mm
采光面积	1.88 m^2
总面积尺寸	2000×1000 mm
总面积	2.00 m^2
数量	44 块
集热总面积	82.72 m^2
集热器采光面上总日射辐照度	800 W/m^2
集热功率	66.18 kW
集热效率	60 %

1.2 热水循环系统

1.2.1 流量: $\geq 5\text{m}^3/\text{h}$;

1.2.2 扬程: $\geq 10\text{mH}_2\text{O}$;

1.2.3 功率: $\leq 0.5\text{kW}$;

1.2.4 效率: $\geq 60\%$;

1.2.5 配套设备基础、阀门、管道等。

所投产品的技术参数满足要求, 无偏离, 采用上海东方泵业(集团)有限公司的 DFG40 - 100A /2

Y-DFG5.1D

east



单级泵系列

SINGLE STAGE PUMP SERIES

上海东方泵业(集团)有限公司

SHANGHAI EAST PUMP (GROUP) CO., LTD.

C 性能参数及安装尺寸

泵型号	流量	扬程	转速	电机功率	效率	汽蚀余量	安装尺寸						隔振器规格	
	(m³/h)	(m)	(r/min)	(kW)	(%)	(m)	L	B	H	A	B₁	C	Φd	规格 Spec
DFG25-100/2/0.37	2.1 3.4	15 12.5 10	2900	0.37	40.9 47.9 45.9	2.4 2.5 2.8	240	275	443	75	140	105	Φ12	SD41-0.5
DFG25-125/2/0.75	2.1 3.4	21 20 18	2900	0.75	33.9 40.9 39	2.4 2.5 2.8	280	275	441	75	140	105	Φ12	SD41-0.5
DFG25-160/2/1.1	2.1 3.4	34 32 30	2900	1.1	23.5 31.5 32.5	2.4 2.5 2.8	320	275	443	75	140	105	Φ12	SD41-0.5
DFG25-160A/2/0.75	1.8 2.6 3.3	29 28 24	2900	0.75	24 31 32	2.4 2.5 2.8	320	275	443	75	140	105	Φ12	SD41-0.5
DFG32-100/2/0.55	3.3 4.6 5.8	15 12.5 10	2900	0.55	47.4 51.4 52.4	2.4 2.5 2.8	270	275	441	75	140	105	Φ12	SD41-0.5
DFG32-125/2/0.75	3.3 4.6 5.8	20.5 20 18	2900	0.75	41.1 45.1 47.1	2.4 2.5 2.8	290	275	441	75	140	105	Φ12	SD41-0.5
DFG32-125A/2/0.55	3 4 5.2	17 16 13	2900	0.55	39 43 42	2.4 2.5 2.8	290	275	441	75	140	105	Φ12	SD41-0.5
DFG32-160/2/1.5	3.3 4.6 5.8	34 32 30	2900	1.5	34.2 37.2 38.2	2.4 2.5 2.8	310	280	441	75	140	105	Φ12	SD41-0.5
DFG32-160A/2/1.1	3 4 5.2	29 28 26	2900	1.1	32 35 38	2.4 2.5 2.8	310	280	441	75	140	105	Φ12	SD41-0.5
DFG32-200/2/3	3.3 4.6 5.8	52 50 48	2900	3	30 32 31	2.4 2.5 2.8	430	320	540	80	140	105	Φ12	SD41-0.5
DFG32-200A/2/2.2	3 4 5.2	45 44 42.5	2900	2.2	28 30 30	2.4 2.5 2.8	430	305	540	80	140	105	Φ12	SD41-0.5
DFG32-200B/2/1.5	2.45 3.5 4.55	40 38 33	2900	1.5	27 29 28	2.4 2.5 2.8	430	305	490	80	140	105	Φ12	SD41-0.5
DFG40-100/2/0.55	4.4 6.3 8.3	13.2 12.5 11.5	2900	0.55	49.9 55.9 54.9	2.4 2.5 2.8	260	275	453	85	150	115	Φ12	SD41-0.5
DFG40-100A/2/0.37	4 5.5 7	10.6 10 9	2900	0.37	57 60 62	2.4 2.5 2.8	260	275	455	85	150	115	Φ12	SD41-0.5
DFG40-125/2/1.1	4.4 6.3 8.3	20.5 20 18.5	2900	1.1	49.8 48.8	2.4 2.5 2.8	300	275	453	85	150	115	Φ12	SD41-0.5
DFG40-125A/2/0.75	4 5.5 7	16.3 16 15.6	2900	0.75	44 48 46.5	2.4 2.5 2.8	300	275	453	85	150	115	Φ12	SD41-0.5



180008220721



(2018)国认监认字(139)号

检 验 报 告

No: 202009047JD

产 品 名 称:	管道泵
受 检 单 位:	上海东方泵业集团南通有限公司
生 产 单 位:	上海东方泵业集团南通有限公司
委 托 单 位:	国家市场监督管理总局
检 验 类 别:	国家监督抽查

国家工业泵质量监督检验中心

国家工业泵质量监督检验中心 检 验 报 告

No:202009047JD

共 4 页 第 1 页

产品名称	管道泵	商标	EAST	规格型号	DFG65-160/2/4
生产日期/批号	2020/08				
受检单位名称、地址及联系电话	上海东方泵业集团南通有限公司 (18851326758) 江苏省南通市通州区凌霄路18号				
生产单位名称、地址及联系电话	上海东方泵业集团南通有限公司 (18851326758) 江苏省南通市通州区凌霄路18号				
任务来源	国家市场监督管理总局				
抽样单位	机械工业排灌机械产品质量检测中心(镇江)				
抽样日期	2020/8/27	样品数量	4台(2台检测, 2台备样)	样品到达日期	2020/9/3
样品等级	合格品	抽样单编号	01011300827111746	封样状态	包装完好,封条完整
检验依据	Q31/0113000030C008-2018《DFG管道泵》				
判定依据	《泵产品质量国家监督抽查实施细则》				
检验结论	<p>经抽样检验,所检项目符合Q31/0113000030C008-2018《DFG管道泵》标准,依据《泵产品质量国家监督抽查实施细则》,判定为合格。</p> <div style="text-align: right;">  (检验报告专用章) 签发日期: 2020年10月29日 </div>				
备注	1号样品编号: M200804171 2号样品编号: M200804174				

批准:



审核:



主检:



国家工业泵质量监督检验中心

检验报告

No: 202009047JD

共 4 页 第 2 页

一、样品情况

被检样品确认	核查内容	确认相关内容	
	包装、封条	包装完好、封条完整	
	样品外观	无缺陷	
	样品标称信息	有	
	样品描述	完好	
主要技术规格	项目	单位	规格
	额定流量	m ³ /h	25
	额定扬程	m	32
	绝缘材料或绝缘等级	/	
	额定转速	r/min	2900
	配套功率	kW	4
<p>样品照片 检验样： 外观、铭牌、和检验相关的标识等。 不合格照片（若有）</p> 			

国家工业泵质量监督检验中心 检验报告

No:202009047JD

共 4 页 第 3 页

一、样品情况

<p>样品照片 检验样： 外观、铭牌、和检 验相关的 标识等。 不合格照 片（若有）</p>	
--	---

二、检测概况

检测地点	国家工业泵质量监督检验中心实验室		
检测开始日期	2020/9/18	检测结束日期	2020/9/18
检测人员	刘兵、徐明龙		
主要检测	压力变送器、电磁流量计、智能流量转速测试仪、电参数测量仪、大气压力变送器、温湿度变送器、卷尺、测振仪、声级计等。		

国家工业泵质量监督检验中心

检验报告

No:202009047JD

共 4 页 第 4 页

三、检验结果

序号	检验项目	技术要求	检验结果		结果判定	
			1号样机	2号样机	1号样机	2号样机
1	规定点效率	泵效率: 63.00 % 泵效率容差: -3.15 %	64.66%	64.11%	合格	合格
2	规定点流量与扬程	1) 流量: 25.00 m ³ /h 流量容差: ±2.00 m ³ /h	25.00 m ³ /h	25.00 m ³ /h	合格	合格
		2) 扬程: 32.00 m 扬程容差: ±1.60 m	33.22m	33.05m		
		3) 泵的流量-扬程曲线应与容差的十字线相交或相切。	符合	符合		
3	汽蚀余量	≤ 3 m	2.93m	2.77m	合格	合格
4	振动	≤ 4.5 mm/s	1.8mm/s	1.5mm/s	合格	合格
5	噪声	≤ 85 dB(A)	77dB(A)	76dB(A)	合格	合格
以下空白						

2. 高温热源制备及存储系统

主要功能为构建多种能源形式的低碳热源模拟装置，实现低位能源的储集，具体技术指标为：

2.1 高温空气源热泵制热系统

2.1.1 ▲额定制热量： $\geq 110\text{kW}$ ；

2.1.2 额定进出水温度： $75/80^{\circ}\text{C}$ ；

2.1.3 阻力损失： $\leq 80\text{kPa}$ ；

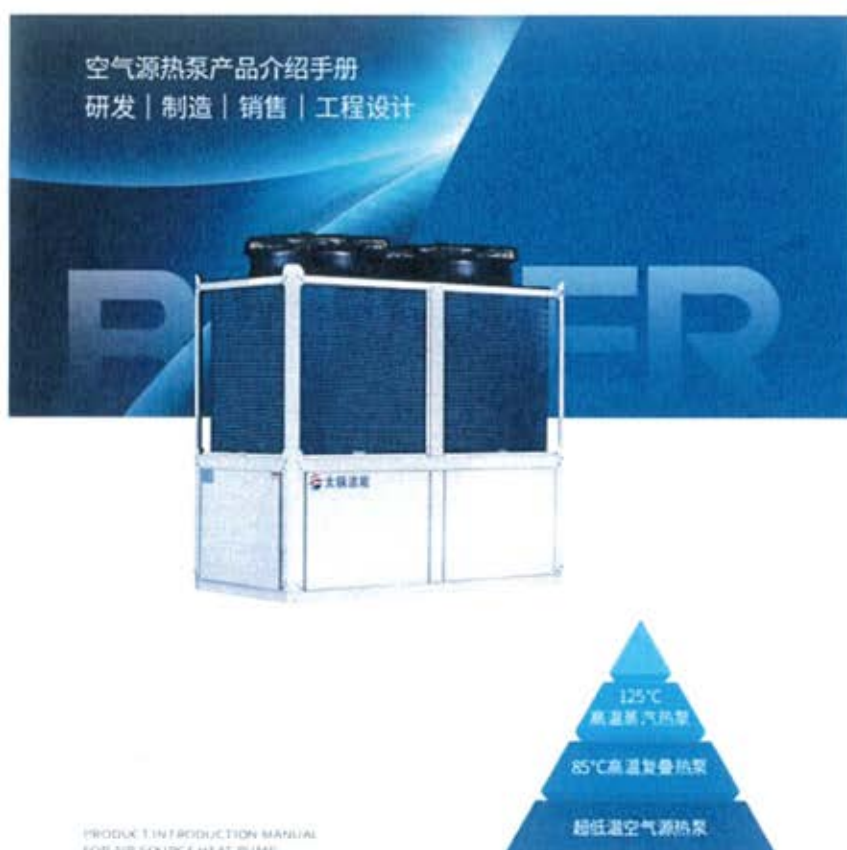
2.1.4 电功率： $\leq 45\text{kW}$ （环境温度 20°C ，湿度 $\leq 80\%$ ）；

2.1.5 ▲制热效率： ≥ 2.45 （环境温度 20°C ，湿度 $\leq 80\%$ ）；

2.1.6 承压能力： $\geq 1.0\text{Mpa}$ ；

2.1.7 配套设备基础、阀门、管道等。

所投产品的技术参数满足要求，无偏离，采用太原锅炉集团有限公司的高温复叠空气源热泵热水机组 TGRB-112-GW（60P，变频复叠）

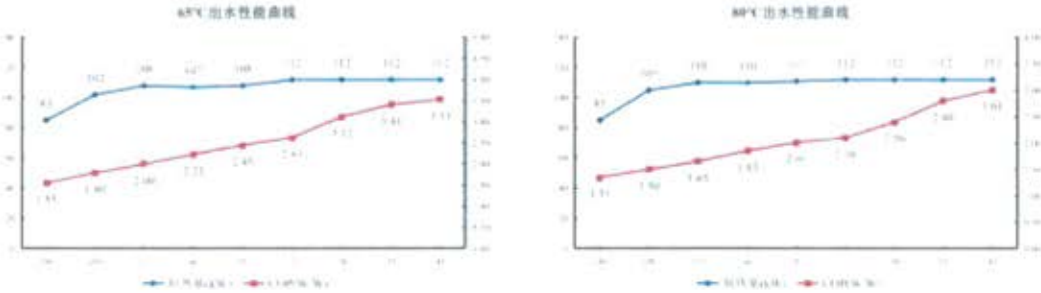


技术参数

主型机号		TGR8-112-GW
名义工况 (A20W80)	制热量 kW	112.00
	输入功率 kW	44.75
	COP	2.50
	电流 A	80.3
低温工况 (A7W80)	制热量 kW	112.00
	输入功率 kW	51.90
	COP	2.16
	电流 A	91.6
额定工况 (A-12W80)	制热量 kW	112.00
	输入功率 kW	67.87
	COP	1.65
	电流 A	114.8
最大输入功率 kW		71
最大输入电流 A		127.8
电源类型		380V/3N~/50Hz
额定出水温度℃		80
最高出水温度℃		85
噪声 dB (A)		69
防触电保护类别		I 类
防护等级		IPX4
制冷剂		R410A/R134a
水侧阻力 kPa		60
循环接管尺寸		DN65
外形尺寸 (长*宽*高) mm		2400*1200*2380
总质量 kg		1200
适用温度范围℃		-30℃~43℃

- 注:
- ◆ 本机组执行标准 JB/T 12840 空气源热泵高温热风、高温热水机组。
 - ◆ 名义工况: 室外干/湿球温度 20/15℃, 出水温度 80℃;
 - ◆ 低温工况: 室外干/湿球温度 7/6℃, 出水温度 80℃;
 - ◆ 额定工况: 室外干/湿球温度 -12/-14℃, 出水温度 80℃;
 - ◆ 若因产品优化发生规格参数改变, 则以铭牌参数为准。

性能曲线



■ 85℃变频复叠高温热泵热水机组

产品优势

额定出水温度 80℃，最高出水温度达到 85℃，环境温度 -30℃ 时仍可输出 85℃ 热水，环境温度 -16℃ 以上制热量无衰减，满足国内大部分区域的使用要求。

低环温 高水温

采用国内独创的直流变频复叠技术,在不同环境温度下可为高温侧提供稳定热源;根据环境温度调节运行频率,避免了传统复叠式热泵在高温情况下压缩机高压。

直流变频叠技术

节能高效

利用空气中低品位热量产生高温热水，全年运行 COP 大于 2.2，相比电锅炉省电 55% 以上。

环保冷媒

制冷剂为 R410A 和 R134A, 环保无污染, ODP 和可燃性为零。

智能除霜

全自动控制，异常工
况主动降额，除霜快，
避免频繁启停。

安全可靠

产品采用水、电分离的间接加热方式，无漏电隐患，具有高温保护、低温防冻功能，安全可靠。

自动化程度高

采用进程控制, 可以利用手机实现远程监控及报警, 确保故障及时解决, 保证了系统安全稳定运行。

系

No. (2025) TGRB-20250011

检 测 报 告

Test Report

产 品 名 称 : 高温复叠空气源热泵机组

Name of sample

委 托 单 位 : 太原锅炉集团洁能技术有限公司

Client

生 产 单 位 : 太原锅炉集团洁能技术有限公司

Manufacturer

检 测 类 别 : 抽样检测

Testing Type

太原锅炉集团洁能技术有限公司

热泵实验室

Heat pump laboratory

2025 年 2 月 21 日



太原锅炉集团洁能技术有限公司热泵实验室检测报告

NO. TGRB-20250011

共 4 页 第1页

样品编号 Sample Number	20250200401		
生产单位 Manufacturer	太原锅炉集团洁能技术有限公司	委托单位 Client	太原锅炉集团洁能技术有限公司
型号规格 Model	TGRB-112-GW	出厂编号 Factory ID	200425020029
送样日期 Sampling Date	2025 年 2 月 20 日	送样数量 Quantity of Samples	1 (台/套)
检测类别 Testing Type	委托检测	送样者 Sampling Person	赵国强
检测时间 Testing Date	2025 年 2 月 21 日	检测地点 Testing Location	热泵实验室
检验依据 Inspection Basis	JBT 12840-2016《空气源热泵高温热风、高温热水机组》		
检验项目 Inspection Items	1、名义制热量（干球温度 20℃，湿球温度 15℃，进水温度 72℃，出水温度 80℃）、名义制热消耗总电功率、名义制热 COP。 2、额定制热量（干球温度-12℃，进水温度 72℃，出水温度 80℃），额定制热消耗总电功率、额定制热 COP。		
检验结论 Inspection Conclusion	检验数据详见后页。 <div>（盖章） 签发日期：2025 年 2 月 24 日</div>		
备注 Remarks	/		

批准：

审核：

主检：

日期：2025. 2. 24

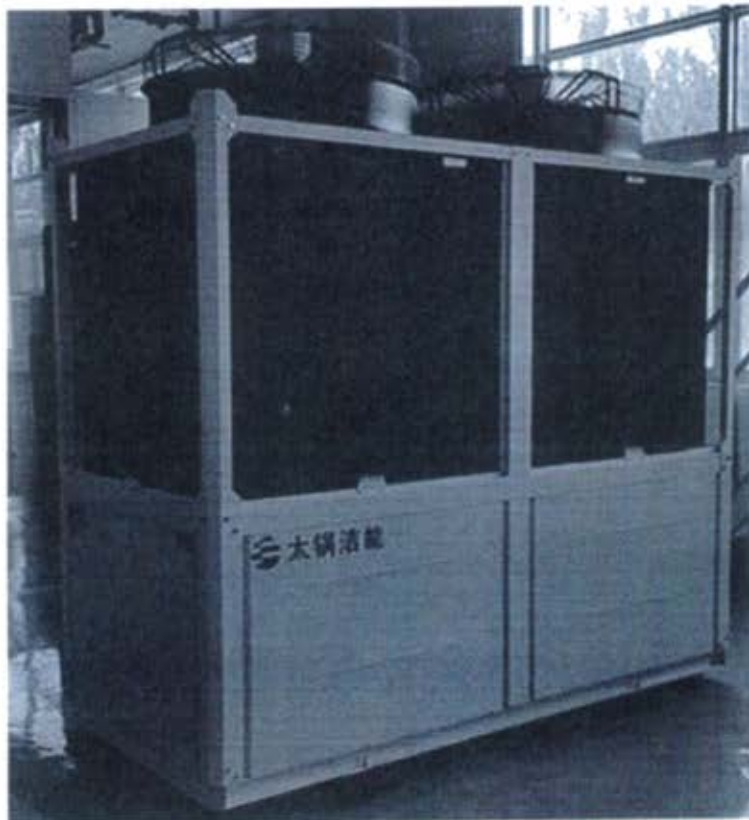
日期：2025. 2. 24

日期：2025. 2. 24

检验样品外观照片和铭牌：

Photo and Nameplate of the Inspected Sample:

机组照片：



检验样品外观照片和铭牌:

Photo and Nameplate of the Inspected Sample:

铭牌:

高温复叠空气源热泵机组			
型号	TGRB-112-GW	额定电压/频率	380V/3N~/50Hz
名义制热量(A20W80)	112kW	额定制热量(A-12W80)	112kW
名义制热输入功率/电流(A20W80)	44.75kW/80.3A	额定制热输入功率/电流(A-12W80)	67.87kW/114.8A
性能系数 COP (A20W80)	2.50	性能系数 COP (A-12W80)	1.65
额定出水温度	80°C	最大输入功率/电流	71kW/127.8A
最高出水温度	85°C	防触电保护类别	I类
循环接管尺寸	DN65	防护等级	IPX4
低/高压侧最大允许压力(低温侧)	1.5MPa/4.2MPa	制冷剂/充注量(低温侧)	R410A/(14.0 kg±2)
低/高压侧最大允许压力(高温侧)	1.0MPa/3.2MPa	制冷剂/充注量(高温侧)	R134a/(13.5 kg±2)
水侧设计压力	1.0MPa	水侧阻力	60kPa
循环水流量	12m³/h	噪声	69dB(A)
适用温度范围	-30°C~43°C	出厂编码/制造日期	见条形码
外形尺寸(长*宽*高)	2400x1200x2500mm	总质量	1200kg
执行标准: JB/T 12840-2016			
太原锅炉集团有限公司			
太原市钢园路73号太原不锈钢产业园区C区10号			

条形码



检验结果 Inspection Results

序号 NO.	检验项目 Inspection Item	技术要求 Technical Requirements	检验数据 Inspected Data	评价 Evaluation
1	制热性能(名义工况 A20/15, W72-80)	制热量 按 6.3.3 的方法试验时, 机组的实测制热量应不小于名义制热量明示值的 95%; $\geq 106.400\text{kW}$; 明示值: 112.000kW。	112.871 kW	合格
2		输入功率 按 6.3.4 的方法试验时, 机组的实测制热消耗功率应不大于名义制热消耗功率明示值的 110%; $\leq 49.225\text{kW}$; 明示值: 44.750kW。	44.913 kW	合格
3		性能系数 机组的制热性能系数不得小于明示值的 92%, 其值保留两位小数; $\geq 2.30\text{W/W}$; 明示值 2.50W/W。	2.51	合格
4	制热性能(额定工况 A-12, W72-80)	制热量 按 6.3.3 的方法试验时, 机组的实测制热量应不小于名义制热量明示值的 95%; $\geq 106.400\text{kW}$; 明示值: 112.000kW。	111.494	合格
5		输入功率 按 6.3.4 的方法试验时, 机组的实测制热消耗功率应不大于名义制热消耗功率明示值的 110%; $\leq 74.657\text{kW}$; 明示值: 67.870kW。	67.575	合格
6		性能系数 机组的制热性能系数不得小于明示值的 92%, 其值保留两位小数; $\geq 1.52\text{W/W}$; 明示值 1.65W/W。	1.65	合格

备注:

- 1、名义制热实测工况: 干球温度 20.04℃, 湿球温度 15.17℃, 进口水温 72.04℃, 出口水温 80.13℃, 水流量 12.00m³/h;
- 2、额定制热实测工况: 干球温度-12.02℃, 进口水温 71.98℃, 出口水温 79.97℃, 水流量 12.00m³/h;
- 3、本次试验机组为。该信息来源于机组《实验室检验委托单》。

以下空白

2.2 空气源热泵循环系统

2.2.1 流量: $\geq 60\text{m}^3/\text{h}$;

2.2.2 扬程: $\geq 22\text{mH}_2\text{O}$;

2.2.3 功率: $\leq 5.5\text{kW}$;

2.2.4 效率: $\geq 75\%$;

2.2.5 配套定压补水装置、软水装置、设备基础、阀门、管道等。

所投产品的技术参数满足要求, 无偏离, 采用上海东方泵业(集团)有限公司的 DFG100-160B/2

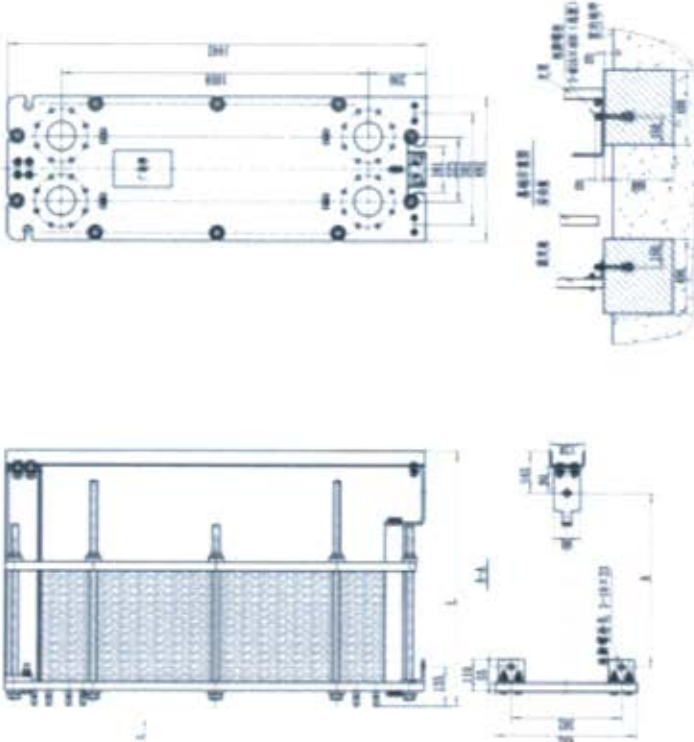
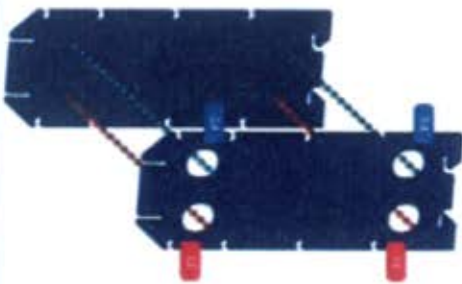

C 性能参数及安装尺寸

泵型号	流量	扬程	转速	电机功率	效率	汽蚀余量	安装尺寸						隔振器规格	
	m^3/h	m	r/min	kW	$\%$	m	单位: mm						Φd	规格 Spec
DFG80-200(I)/2/22	70 100 130	54 50 42	2950	22	72.4 78.4 77.4	4.4 4.5 4.7	500	465	872	135	220	185	$\Phi 20$	JG2-2
DFG80-200(I)A/2/18.5	64 88 112	47 44 39	2900	18.5	69 77 75	4.4 4.5 4.7	500	445	852	135	220	185	$\Phi 20$	JG2-2
DFG80-200(I)B/2/15	56 80 104	41 38 34	2900	15	68 75 74	4.4 4.5 4.7	500	445	820	135	220	185	$\Phi 20$	JG2-2
DFG80-250(I)/2/37	70 100 130	87 80 68	2950	37	67.2 74.2 73.2	4.4 4.5 4.7	550	555	1010	160	220	185	$\Phi 20$	JG3-1
DFG80-250(I)A/2/30	64 88 112	76 70 59	2950	30	67.2 74.2 73.2	4.4 4.5 4.7	550	555	1010	160	220	185	$\Phi 20$	JG3-1
DFG80-250(I)B/2/22	56 80 104	66 60 50	2950	22	66 73 72	4.4 4.5 4.7	550	465	903	160	220	185	$\Phi 20$	JG3-1
DFG100-100/2/5.5	70 100 130	13.4 12.5 11.3	2900	5.5	68.2 78.5 77.2	4.4 4.5 4.7	460	410	662	140	220	185	$\Phi 18$	SD61-0.5
DFG100-100A/2/4	64 88 112	11 10 8.5	2900	4	68.2 78.5 77.2	4.4 4.5 4.7	460	410	622	140	220	185	$\Phi 18$	SD61-0.5
DFG100-125/2/11	70 100 130	22.5 20 16	2900	11	74 80 74	4.4 4.5 4.7	440	445	822	140	220	185	$\Phi 18$	JG2-2
DFG100-125A/2/7.5	64 88 112	18 16 13	2900	7.5	70 78 72	4.4 4.5 4.7	440	410	662	140	220	185	$\Phi 18$	JG2-2
DFG100-125T/2/7.5	70 95 105	22 20 17	2900	7.5	74 80 75	4.4 4.5 4.7	440	363	692	140	220	185	$\Phi 18$	JG2-1
DFG100-125TA/2/5.5	64 85 95	18 16 13.5	2900	5.5	72 78 73	4.4 4.5 4.7	440	363	670	140	220	185	$\Phi 18$	JG2-1
DFG100-160/2/15	70 100 130	35.5 32 27	2900	15	74 80 79	4.4 4.5 4.7	500	445	832	150	220	185	$\Phi 18$	JG2-2
DFG100-160A/2/11	64 88 112	31 28 24	2900	11	73.5 79.5 78.2	4.4 4.5 4.7	500	445	832	150	220	185	$\Phi 18$	JG2-2
DFG100-160B/2/7.5	56 80 104	27 24 19	2900	5.5	72 78 77	4.4 4.5 4.7	500	410	680	150	220	185	$\Phi 18$	JG2-2
DFG100-200/2/22	70 100 130	54 50 42	2950	22	72.4 78.4 77.4	4.4 4.5 4.7	500	465	877	140	220	185	$\Phi 18$	JG2-2

- 2.3 矿井水换热系统
- 2.3.1▲换热量： $\geq 330\text{kW}$;
- 2.3.2 换热系数： $\geq 2500\text{W/m}^2\text{K}$;
- 2.3.3 对数换热温差： $\leq 2^\circ\text{C}$;
- 2.3.4 配套循环泵流量 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $15\text{mH}_2\text{O}$ ，功率 $\leq 5.5\text{kW}$ 。

所投产品的技术参数满足要求，无偏离，采用四平市巨元瀚洋板式换热器有限公司的 PH15B-1.6/135-91

板式热交换器工艺计算书		THT巨元	
01	用户名称	设计人	李强
02	项目名称 徐州深地空间储热技术研发平台	校核人	宗赫
03	编号 PH2025053067	日期时间	2025-05-30
04	设备号 330KW	版本	TXC11.04
05	型号: PH15B-1.6/135-91	更新	
06	设计参数		
07	单位	热侧	冷侧
08	流体名称	水	水
09	进口温度 / 出口温度	$80.00 / 75.00$	$73.00 / 78.00$
10	总流量	58.06	57.82
11	单台流量	58.06	57.82
12	密度	$972.01 / 975.13$	$976.33 / 973.28$
13	比热容	$4.212 / 4.209$	$4.207 / 4.211$
14	导热系数	$0.669 / 0.666$	$0.664 / 0.668$
15	粘度	$0.352 / 0.376$	$0.387 / 0.361$
16	潜热		
17	允许压降	50.0	50.0
18	工作压力		
19	设计压力 / 试验压力	$1.6 / 2.08$	$1.6 / 2.08$
20	设计温度	135	135
21	热负荷	330.00	
22	设计结果 (单台)		
23	换热面积	33.82	
24	换热系数 (运行)	4878.77	
25	平均温差 / 修正系数	$2.00 / 1.000$	
26	配套循环泵	采用上海东方泵业(集团)有限公司的 DFG100-160B/2, 流量 $80\text{m}^3/\text{h}$ 、扬程 $24\text{mH}_2\text{O}$ 、功率 5.5kW 。	
27	并联台数 / 串联台数	$1 / 1$	
28	板间流速	0.40	0.40
29	计算压降	48.08	47.79
30	流程数	1	1
31	板片数 (组合)	$91 (D91)$	
32	板片厚度	0.5	
33	净重 / 工作重量	$644 / 819$	
34	长 / 宽 / 高	详见简图	
35	板片材料	316L	
36	垫片材料 / 形式	EPDM / Glued Free	EPDM / Glued Free
37	框架材料	$Q235-B$	
38	设计标准	NB/T47004.1-2017	
39	接口标准	$\text{GB/T 9124.1-2019 II}$	$\text{GB/T 9124.1-2019 II}$
40	接口口径: 进口 / 出口	DN100 / DN100	DN100 / DN100
41	接口材料	316L Lined	316L Lined
42	设计余量: 50.58%		

																																																			
				<p>管口表 (法兰标准 GB/T 9124.1-2019 II)</p> <table><tr><th></th><th>单位</th><th>热侧</th><th>冷侧</th></tr><tr><td>进口位置</td><td></td><td>F1</td><td>F3</td></tr><tr><td>出口位置</td><td></td><td>F4</td><td>F2</td></tr><tr><td>进口口径</td><td></td><td>DN100</td><td>DN100</td></tr><tr><td>出口口径</td><td></td><td>DN100</td><td>DN100</td></tr><tr><td>法兰形式</td><td></td><td>PL/RF</td><td>PL/RF</td></tr><tr><td>法兰压力等级</td><td></td><td>PN16</td><td>PN16</td></tr><tr><td>流程数</td><td></td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>地脚尺寸 A</td><td>mm</td><td colspan="2">565</td></tr><tr><td>总长 L</td><td>mm</td><td colspan="2">843</td></tr><tr><td>总高</td><td>mm</td><td colspan="2">固定板高度</td></tr></table>					单位	热侧	冷侧	进口位置		F1	F3	出口位置		F4	F2	进口口径		DN100	DN100	出口口径		DN100	DN100	法兰形式		PL/RF	PL/RF	法兰压力等级		PN16	PN16	流程数		1	1	地脚尺寸 A	mm	565		总长 L	mm	843		总高	mm	固定板高度	
	单位	热侧	冷侧																																																
进口位置		F1	F3																																																
出口位置		F4	F2																																																
进口口径		DN100	DN100																																																
出口口径		DN100	DN100																																																
法兰形式		PL/RF	PL/RF																																																
法兰压力等级		PN16	PN16																																																
流程数		1	1																																																
地脚尺寸 A	mm	565																																																	
总长 L	mm	843																																																	
总高	mm	固定板高度																																																	
<table><tr><td>设计</td><td>李强</td><td>设备位号</td><td>3.30KW</td></tr><tr><td>校核</td><td>宗卿</td><td></td><td></td></tr><tr><td>审核</td><td></td><td>日期</td><td>2025-05-30</td></tr></table>				设计	李强	设备位号	3.30KW	校核	宗卿			审核		日期	2025-05-30	PH15B-1.6/135-91																																			
设计	李强	设备位号	3.30KW																																																
校核	宗卿																																																		
审核		日期	2025-05-30																																																
																																																			

2.4 相变储热系统

2.4.1 容积 $\geq 20\text{m}^3$;

2.4.2 ▲储热量 $\geq 330\text{kWh}$;

2.4.3 保温厚度 $\geq 50\text{mm}$;

2.4.4 释能循环泵流量 $60\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $15\text{mH}_2\text{O}$, 功率 $\leq 5.5\text{kW}$;

2.4.5 蓄能循环泵流量 $60\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $15\text{mH}_2\text{O}$, 功率 $\leq 5.5\text{KW}$;

2.4.6 配套 5kW 电辅热。

所投产品的技术参数满足要求, 无偏离, 采用山西新唐工程设计股份有限公司定制产品

山西新唐工程设计股份有限公司相变储热选型报告	
最大名义储热量	335 kWh
保温厚度	50mm
释能循环泵参数	流量 $60\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $15\text{mH}_2\text{O}$, 功率 $\leq 5.5\text{kW}$
蓄能循环泵参数	流量 $60\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $15\text{mH}_2\text{O}$, 功率 $\leq 5.5\text{KW}$
配套电辅热功率	5kW
计量单位	电量/热量
机组外形尺寸	$2800 \times 2800 \times 3000$
机组容积	23 m^3
运行重量	25000 kg

- 2.5 直埋管网输送系统
- 2.5.1 管道类型：成品直埋保温管；
- 2.5.2 管径：DN150；
- 2.5.3 长度：供回双管，400m；
- 2.5.4 道路、绿化破坏及修复。

所投产品的技术参数满足要求，无偏离，采用昊天股份有限公司的成品直埋保温管



第 1 页 共 7 页

检 验 检 测 报 告 INSPECTION AND TESTING REPORT

报 告 编 号：

LX2024283487

委 托 方：

昊天股份有限公司

样 品 名 称：

高密度聚乙烯外护管聚氨酯预制直埋保温管及管件



检测实验室名称：汕头联信检测有限公司检测中心 Shantou Lianxin Testing Co., Ltd.
 地址：广东省汕头市濠江区顺泰镇溪边村溪边三街四号A层
 Addy: No. 4, 3rd Floor, Xihuan (Xixian) St., Ating, Shantou City, Donghai District, Chaozhou, Guangdong, China 515044
 网站: http://www.lianxintesting.com 邮编: 515044

检验检测报告

INSPECTION AND TESTING REPORT



二维码报告

第 2 页 共 7 页

报告编号: LX2024283487

客 户 认 定 信 息	样品名称	高密度聚乙烯外护管聚氨酯预制直埋保温管及管件			样品数量	批次取样
	产品说明				型号/规格	DN50, DN250, DN600, DN1000
	物料名称				产品等级	合格品
	生产单位	吴天股份有限公司			商标	/
	生产单位地址	河北省沧州市经济开发区捷康科技园 8 号楼 801 房间			样品状态	完好
	客户提供成分					
委 托 方 信 息	委托单位	吴天股份有限公司				
	委托单位地址	河北省沧州市经济开发区捷康科技园 8 号楼 801 房间				
检 验 信 息	检验类别	委托检验	报样日期	2023 年 12 月 30 日	检测日期	2024 年 03 月 29 日
	判定依据	GB/T29040-2012 《城镇供热预制直埋保温管技术标准和检测方法》 GB/T29047-2012 《高密度聚乙烯外护管聚氨酯泡沫塑料预制直埋保温管及管件》				
	综合检验结论	来样所检项目符合标准要求。检验结果见报告附表。				
备 注						

签发日期:



批准: 吴胜明

吴胜明

审核: 罗永洪

罗永洪

编制: 陈楚燕

陈楚燕

检验检测报告

INSPECTION AND TESTING REPORT

报告编号: LX2024283487

第 1 页 共 7 页

序号	检测项目	单位	检测标准	检测结果	判定
管状绝热保温层数据					
1	密度	kg/m ³	≥60 (任意位置)	68.1	合格
2	导热系数	W/(m·K)	≤0.033(25℃)	0.032	合格
3	径向压缩强度	MPa	≥0.1	0.08	合格
4	吸水率	%	≤10	6.97	合格
5	闭孔率	%	≥90	91	合格
6	空隙	mm	≤1 (任意位置)	符合	合格
7	平均泡孔尺寸	mm	≤0.5	符合	合格
外护管性能数据					
8	外观		不应有沟槽、气泡、皱纹、凹痕、裂缝、杂质、颜色不均等	符合	合格
9	密度	kg/m ³	945~960	946.2	合格
10	拉伸屈服强度	MPa	≥19	19.6	合格
11	断裂伸长率	%	≥400	517	合格
12	纵向回缩率	%	≤5 (不应有侧裂)	1.20	合格
13	长期力学性能		2000h(90℃, 4.0MPa)	通过	合格
14	炭黑含量	%	2.5±0.5	2.6	合格
15	炭黑粒径	μm	≤100	符合	合格
16	熔体流动速率	g/10min	数值≤0.5	0.11	合格

联信检测

检验检测报告

INSPECTION AND TESTING REPORT

报告编号: LX2024283487

第 4 页 共 7 页

17	耐环境应力开裂	%	≥3000	通过	合格
18	导热系数	$W/m \cdot K$	5.0-13	12.30	合格
19	线膨胀系数	$1/^\circ C$	$5.1-6 \times 10^{-5}$	5.6×10^{-5}	合格
20	热稳定性	min	≥20	30	合格
21	表面电阻系数(电阻)	$10^9 \sim 10^{12} \Omega$	≥50	59	合格
22	最小壁厚	mm	4.5 ± 0.5	0.42 ± 0.25	合格
保丽普数据					
23	保丽普厚度	mm	5. ±10%	符合	合格
24	轴向偏心距	mm	≤3.0mm(无电化集气)	符合	合格
25	抗冲击性		不发可见裂纹	符合	合格
26	短期寿命与短期强度试验	kPa	120℃: 140kPa, ≥120(23℃) 110℃: 140kPa, ≥90(110℃)	100 114	合格 合格

检验检测报告

INSPECTION AND TESTING REPORT

报告编号: LX2024283487

第 5 页 共 7 页

样品名称: 高浓度聚乙烯外护套聚氨酯预制直埋保温管壳, 接头

序号	检测项目	技术要求	检测结果	备注/判定
1	保温管壳	应符合 GB 8801 的要求	符合	合格
	中心线偏差	应符合 GB 8801 的规定	符合	合格
	角度偏差	$\leq 2.5^\circ$	2.5°	合格
2	外护套	应符合 GB 15558.1 的要求	符合	合格
	厚度	应符合 GB 15558.1 的要求	符合	合格
	最小弯曲半径	应符合 GB 15558.1 的要求	符合	合格
3	接头与管壳的连接	接头与管壳的连接应符合 GB 15558.1 的要求	符合	合格
4	接头与管壳的连接	接头与管壳的连接应符合 GB 15558.1 的要求	符合	合格
5	管壳与管壳的连接	管壳与管壳的连接应符合 GB 15558.1 的要求	符合	合格
6	管壳与管壳的连接	管壳与管壳的连接应符合 GB 15558.1 的要求	符合	合格
7	保温管壳	应符合 GB 8801 的要求	符合	合格
	中心线偏差	应符合 GB 8801 的规定	符合	合格
	角度偏差	$\leq 2.5^\circ$	2.5°	合格
8	外护套	应符合 GB 15558.1 的要求	符合	合格
	厚度	应符合 GB 15558.1 的要求	符合	合格
	最小弯曲半径	应符合 GB 15558.1 的要求	符合	合格
9	接头与管壳的连接	接头与管壳的连接应符合 GB 15558.1 的要求	符合	合格
10	管壳与管壳的连接	管壳与管壳的连接应符合 GB 15558.1 的要求	符合	合格

检测实验室名称: 汕头市联信检测有限公司检测中心 Shantou Lianxin Testing Co., Ltd.
地址: 广东省汕头市濠江区顺泰工业园内联信检测中心 5 楼 505
Tel: 0754-33333333 Building: Industrial Area Yichuan, Tangjiazui, Shantou District, Shantou, Guangdong
官网: <http://www.lianxincn.com> 邮编: 515100

检 验 检 测 报 告

INSPECTION AND TESTING REPORT

报告编号: LX2024283487

第 4 页 共 7 页

样品名称: 高密度聚乙烯外护管聚酰胺66塑料预埋件埋设管
规格型号: 60A/125mm
试验日期: 2023年12月30日至2024年03月26日

1、试验条件

- 1.1 钢管公称直径 $D=50\text{mm}$, 外护管外径 $D_e=125\text{mm}$ 。
- 1.2 正式试验加载前, 试样应进行预热处理, 处理温度 $(140\pm 2)^\circ\text{C}$, 保持 1 周。
- 1.3 试样升温速度: 当温度小于 100°C 时, 为 25°C/h ; 当温度大于 100°C 时, 为 50°C/h 。
- 1.4 蠕变过程中:

外护管应暴露于 $(23\pm 2)^\circ\text{C}$, 相对湿度 $50\pm 5\%$ 状态中, 工作钢管应保持在要求的介质温度状态下。

试验介质(钢管)温度: $(140\pm 2)^\circ\text{C}$; 试验时间: 1000h。

钢管温度在试验过程中应连续记录, 温度控制偏差 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。

试验荷载: $1.30\pm 0.01\text{N}$, 且 2N 。

- 1.5 试验后试样自然降温至室温 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 。

- 1.6 试样个数为: 3 件试样长度为: 200mm , 其中试验段长度 100mm , 取 3 个试样测试结果的平均值作为测试结果。

2、试验记录

试验条件	技术指标	实测结果 (mm)				单项评定
		1	2	3	平均	
室温条件下的 径向蠕变量 $23\pm 2^\circ\text{C}$ $50\pm 5\%$ (100h)	$\leq 2.5\text{mm}$	2.4	2.0	1.8	1.9	合格
室温条件下的 径向蠕变量 $23\pm 2^\circ\text{C}$ $50\pm 5\%$ (1000h)	$\leq 4.0\text{mm}$	3.1	3.4	3.4	3.3	合格

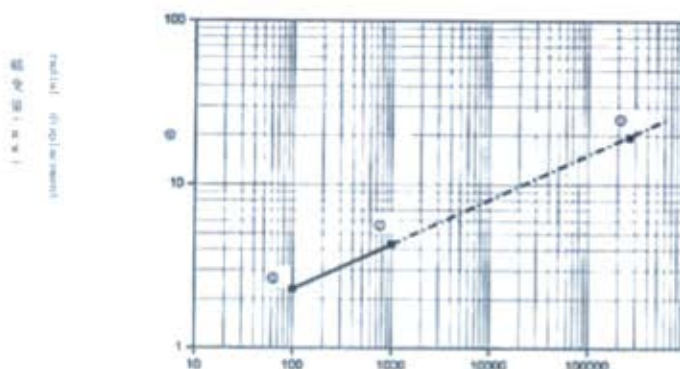
/ 合格 / 合格 /

检验检测报告

INSPECTION AND TESTING REPORT

报告编号: LX2024283487

第 7 页 共 7 页



100 h (240000) 蠕变变形量: $\Delta \varepsilon_{240000}$ / 4. 蠕变量 (mm)
 1000h 蠕变变形量: $\Delta \varepsilon_{1000}$ 3000h / h
 1000h 蠕变变形量: $\Delta \varepsilon_{1000}$

3. 试验结论

对以上规格为: (60, 3/125mm) 的高密度聚乙烯外护管聚氨酯硬质泡沫塑料预制直埋保温管进行蠕变试验将 $\Delta \varepsilon_{1000}$ 与 $\Delta \varepsilon_{10000}$ 两点间的连线在双对数坐标中按虚线外延至 30 年位置, 可推算出管道的预期蠕变变形量为 17.8 mm, 符合标准要求。

经检测该保温管蠕变试验结果为: **合格**。

报告结束

3. 高温热泵及储热系统

3.1 高温热泵制热系统

3.1.1 ▲额定制热量： $\geq 330\text{kW}$ ；

3.1.2 额定进出水温度： $115/120^{\circ}\text{C}$ ；

3.1.3 阻力损失： $\leq 80\text{kPa}$ ；

3.1.4 电功率： $\leq 90\text{kW}$ （热源温度 80°C ）；

3.1.5 ▲制热效率： ≥ 4.0 （热源温度 80°C ）；

3.1.6 承压能力： $\geq 1.0\text{Mpa}$ ；

3.1.7 高温热水循环泵流量 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $15\text{mH}_2\text{O}$ ，功率 $\leq 5.5\text{kW}$ （ 120°C ）；

3.1.8 配套定压补水装置、软水装置、设备基础、阀门、管道等。

所投产品的技术参数满足要求，无偏离，采用浙江柯茂节能环保工程设备有限公司（上海汉钟精机股份有限公司子公司）的 EMUS-A0350

文件编号：CCS0T20220313

公司关系证明

兹证明：

浙江柯茂节能环保工程设备有限公司系上海汉钟精机股份有限公司的控股子公司，子公司于 2020 年 6 月 15 日成立，注册资本为 10000 万元人民币。

上海柯茂机械有限公司系上海汉钟精机股份有限公司的全资子公司，子公司于 2009 年 7 月 23 日成立，注册资本为 5000 万元人民币。

特此证明！

上海汉钟精机股份有限公司

2025 年 2 月 8 日



机组型号		EMUS-A0350
冷媒		R1233zd
制热量	kW	359
输入功率	kW	87
满载效率COP	kW/kW	4.13
	kW/RT	0.85
冷凝器		
换热管材质		TP2
水流量	m ³ /h	62
水压降	kPa	37
进出水管接口	DN	100
蒸发器		
换热管材质		TP2
水流量	m ³ /h	58
水压降	kPa	37
进出水管接口	DN	100
外形尺寸		
A (长)	mm	3050
B (宽)	mm	1450
C (高)	mm	1950
安装尺寸		
D	mm	2320
E	mm	1100
运输重量	kg	3000
运转重量	kg	3200

说明:

- 1) 蒸发器 进水温度80℃, 出水温度76℃;
冷凝器 进水温度115℃, 出水温度120℃;
- 2) 适用电压等级: 3φ-380V-50Hz
- 3) 单位换算: 1RT (美制冷吨) = 3.517kW
- 4) 阻力损失: 80kPa
- 5) 蒸发器水侧承压1.0MPa, 冷凝器水侧承压1.0MPa
- 6) 蒸发器、冷凝器均为法兰连接
- 7) 污垢系数按照GB/T 18430.1-2007设计
- 8) 机组尺寸、重量仅供参考, 以后续订单为准
- 9) 制热量±5%, 输入功率±5%
- 10) 高温热水循环泵选用上海东方泵业(集团)有限公司的DFG100-160B/2
流量80m³/h, 扬程24mH₂O, 功率5.5kW (120℃)

3.2 高温相变储热系统

3.2.1 容积 $\geq 20\text{m}^3$;

3.2.2 ▲储热量 $\geq 330\text{kWh}$;

3.2.3 保温厚度 $\geq 50\text{mm}$;

3.2.4 释能循环泵流量 $60\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $15\text{mH}_2\text{O}$, 功率 $\leq 5.5\text{KW}$ (120°C);

3.2.5 储热温度: $\geq 110^\circ\text{C}$;

3.2.6 承压能力: $\geq 1.0\text{MPa}$ 。

所投产品的技术参数满足要求, 无偏离, 采用山西新唐工程设计股份有限公司定制产品

山西新唐工程设计股份有限公司高温相变储热选型报告	
最大名义储热量	335 kWh
保温厚度	50mm
释能循环泵参数	流量 $60\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $15\text{mH}_2\text{O}$, 功率 $\leq 5.5\text{KW}$ (120°C)
配套电辅热功率	5kW
计量单位	电量/热量
储热温度	115°C
承压能力	1.0MPa
机组外形尺寸	$2800 \times 2800 \times 3000$
机组容积	23 m^3
运行重量	25000 kg

- 4、螺杆膨胀发电系统
- 4.1 螺杆膨胀发电系统
- 4.1.1▲发电功率： $\geq 35\text{kW}$ （380V）；
- 4.1.2 额定进出水温度：120/115℃；
- 4.1.3 额定热水流量：60m³/h；
- 4.1.4▲毛热电效率 $\geq 10\%$ ；
- 4.1.5 阻力 $\leq 80\text{Kpa}$ 。

所投产品的技术参数满足要求，无偏离，采用浙江柯茂节能环保工程设备有限公司（上海汉钟精机股份有限公司子公司）的 ERGAX-40-W

文件编号：CCSOT20220313

公司关系证明

兹证明：

浙江柯茂节能环保工程设备有限公司系上海汉钟精机股份有限公司的控股子公司，子公司于 2020 年 6 月 15 日成立，注册资本为 10000 万元人民币。

上海柯茂机械有限公司系上海汉钟精机股份有限公司的全资子公司，子公司于 2009 年 7 月 23 日成立，注册资本为 5000 万元人民币。

特此证明！

上海汉钟精机股份有限公司

2025 年 2 月 8 日



ORC 发电机组参数

一、发电参数

发电功率 kw		35	
机组净发电功率 kw		30	
制冷剂	R245fa	机组台数	1
热水参数		冷却水参数	
流量, T/h	60	流量, T/h	55
入口温度, °C	120	入口温度, °C	20
出口温度, °C	115	出口温度, °C	25
水侧换热量, kw	348	换热量, kw	313

二、机组规格参数

型号		ERGAX-40-W
型式		半封闭式螺杆发电机组
工质		R245fa
毛发电量(kW)		35
电力输出		3 Φ 50Hz 380V
发电量范围(kW)		20~50
热电效率		10%
阻力		80Kpa
膨胀机	型式	双螺杆
	额定转速(rpm)	3000
发电机	型式	感应异步发电机
	额定转速(rpm)	3000
	容量(kW)	45
传动系统	型式	螺杆机及发电机同轴
	润滑系统	外置式油泵
蒸发器	型式	壳管式蒸发器
	换热管材质	304
	热源流量(T/h)	60
	热源连接形式	法兰
	热源连接尺寸	DN125 PN16 RF
冷凝器	型式	壳管式冷凝器
	换热管材质	TP2
	冷却水流量(T/h)	55
	冷源连接形式	法兰
	冷源连接尺寸	DN125 PN16 RF
机组尺寸	长 A(mm)	2800
	宽 B(mm)	1500
	高 C(mm)	2200
机组净重(kg)		4500

注：1. 机组尺寸、重量仅供参考，以订单为准。

- 4.2 发电冷却系统
- 4.2.1 冷却流量：60m³/h；
- 4.2.2 额定工况进出水温度：25/20℃；
- 4.2.3 配套循环泵量 60m³/h，扬程 20mH₂O，功率≤7.5kW；
- 4.2.4 含管网、设备基础等。

所投产品的技术参数满足要求，无偏离，采用江苏大洋冷却塔有限公司的方形横流式冷却塔 HLT-60-5



江苏大洋冷却塔有限公司
jiangsu dayang cooling tower co., ltd

技术参数总汇
HLT-60-5 型横流式冷却塔

项目		描述
概 述	塔类别	方形横流式玻璃钢冷却塔
	塔型号	HLT-60-5
	塔台数	1 台
设计 运行 条件	总循环水量	60m ³ /h
	单塔处理水量	60m ³ /h
	进塔水温	25℃
	出塔水温	20℃
	温差	5℃
	干球温度	31.5℃
	湿球温度	15℃
	大气压力	100.4kPa
结构 部分	飘滴损失（循环水量的%）	0.001%
	塔平面尺寸	3000mm×1600mm
	塔高度	2900mm
	塔台数	1 台
	每台塔风机数	1 台
设备 部件	检修爬梯	一侧有上塔爬梯
	面板	玻璃钢（F,R,P）
	风筒	碳钢(Q235-A)酸洗、热浸镀锌
	淋水槽	玻璃钢(F,R,P)
	集水盘	碳钢(Q235-A)酸洗、热浸镀锌
	填料材质	改性 PVC
	填料形式	点折波薄膜填料
	安装形式	穿插悬挂式
	填料支架	碳钢(Q235-A)酸洗、热浸镀锌
	百叶板	铝合金
	塔顶铺板	玻璃钢(F,R,P)
	爬梯	碳钢(Q235-A)酸洗、热浸镀锌
	钢架	碳钢(Q235-A)酸洗、热浸镀锌
	紧固件	镀锌件

公司地址：濮阳市新昌新兴中路 128 号 联系电话：0519—87101638 87101538
 公司网址：www.dayang-china.com 传 真：0519—87101168



序表一

项目		描述
机械 设备	1、风机	
	型号	LF12
	制造商	上虞百官电机制造有限公司
	直径	Φ 1200
	数量	1 台
	型式	轴流式
	驱动方式	直联传动
	风机材质	铝合金
	叶片数	4 片
	风量	6.5×10 ⁴ m ³ /h
	轮毂	铝合金
	2、电机	
	制造商	上虞百官电机制造有限公司
	数量	1 台
	功率	2.2kW
	防护/绝缘等级	IP55/F 级
	电力条件	380V50HZ3P
其它 参数	进水管径	DN65*2
	出水管径	DN100
	补水管径	DN40
	溢水管径	DN50
	排水管径	DN50
水泵	品牌	上海凯泉
	型号	80KQL70-20-5.5/2/P
	流量	60m ³ /h
	扬程	20m
	电机功率	5.5kw
	材质	铸铁

5. 数据采集及管控系统

5.1 数据测试及管控系统

测试系统需要具备以下功能且满足数字孪生平台全生命周期监测：

包含温度、压力、流量、热量、湿度、功率等采集设备，以及传输、存储设备。

监测点位>50。

管控系统需要具备下列功能：

低碳热源数字化模型、矿井储热数字化模型、热泵储电数字化模型、计算分析软件平台、展示平台等。

模型精度>90%，提供研究报告。

平台拓展能力支持二次开发。

技术参数满足要求，无偏离，选择山西新唐工程设计股份有限公司定制。



5.2 系统调试及试验

系统调试按照国家标准《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》(CB50275-2010)等执行。太阳能集热系统、高温热源制备及存储系统、高温热泵及储热系统、螺杆膨胀发电系统4种系统需完成各不少于5组工况的测试报告,包含调试及试验过程所需耗材。

技术参数满足要求,无偏离,选择山西新唐工程设计股份有限公司定制。



5.3 检验检测

包含系统性能第三方测试，第三方测试单位须具备 CNAS 认证资质。

所投产品的技术参数满足要求，无偏离，由第三方测试单位选择苏州立讯标准技术服务有限公司，具备 CNAS 认证资质。



中国合格评定国家认可委员会 实验室认可证书

(注册号: CNAS L16804)

兹证明:

苏州立讯标准技术服务有限公司

(法人: 苏州立讯标准技术服务有限公司)

江苏省苏州市漕湖街道周思墩路 16 号 4 号厂房, 215143

符合 ISO/IEC 17025: 2017《检测和校准实验室能力的通用要求》
(CNAS-CL01《检测和校准实验室能力认可准则》)的要求, 具备承担本
证书附件所列服务能力, 予以认可。

获认可的能力范围见标有相同认可注册号的证书附件, 证书附件是
本证书组成部分。

生效日期: 2022-08-03

截止日期: 2028-08-02



中国合格评定国家认可委员会授权人

中国合格评定国家认可委员会 (CNAS) 经国家认证认可监督管理委员会 (CNCA) 授权, 负责实施合格评定国家认可制度。
CNAS 是国际实验室认可合作组织 (ILAC) 和亚太认可合作组织 (APAC) 的互认协议成员。
本证书的有效性可登陆 www.cnas.org.cn 获认可的机构名录查询。

合同附件 2：售后服务(见乙方投标文件中《售后服务方案》。)

售后服务方案

一、售后服务概述

本项目涵盖太阳能集热系统、高温热源制备及存储系统、高温热泵及储热系统、螺杆膨胀发电系统、数据采集及管控系统的设备供应。这些系统运行较复杂，为保障其长期稳定、高效运行，特制定本全面售后服务方案。以“快速响应、专业修复、预防为主”为核心原则，结合分级服务体系与智能化管理手段，确保系统高效稳定运行。

二、售后服务团队

1、团队组建：汇聚具备机械、电气、自动化控制等多专业知识背景，且在太阳能、热能、发电及智能管控系统领域经验丰富的工程师，组成专业售后服务团队。成员均通过严格技术考核与服务意识培训，熟悉各类设备原理、构造及操作维护要点。

2、职责分工

技术支持工程师：解答客户技术疑问，提供远程或现场技术指导，参与复杂故障诊断与修复方案制定。

维修技术人员：负责设备现场维修、保养及零部件更换，确保设备正常运行。

客服专员：受理客户咨询、投诉与报修，跟踪服务进度，反馈客户意见，协调内部资源。

项目经理：统筹售后服务工作，制定服务计划，监督服务质量，处理重大问题与客户沟通协调。

三、售后服务内容

1、工程交付前的预留售后服务

在设备安装时为交付后投入使用可能需要的系统更新改造、预留外接管道阀门等提供持续性服务保障，将预留外接管道阀门点合理布置在方便后续系统改造的位置，并保证数量、规格等满足使用要求。

2、定期巡检

巡检周期：太阳能集热系统、高温热泵及储热系统每月巡检一次；高温热源制备及存

储系统、螺杆膨胀发电系统每季度巡检一次；数据采集及管控系统每周远程监测，每月现场巡检。

巡检内容：检查设备外观完整性，有无损坏、腐蚀、变形；查看各系统运行参数，如温度、压力、流量、发电量等是否正常；检测设备关键部件性能，如太阳能集热管热效率、热泵压缩机工作状态、发电系统输出稳定性；清洁设备表面及内部灰尘、杂物，保障散热与通风良好；检查数据采集及管控系统传感器准确性、数据传输稳定性和控制功能可靠性。

巡检报告：每次巡检完成后，详细记录巡检情况，包括设备运行状况、发现问题、处理措施及建议，形成巡检报告提交客户与公司存档。

3、维护保养

日常维护：指导客户进行设备日常清洁、简单检查与保养，如太阳能集热器表面擦拭、管道阀门开关灵活性检查等。

定期保养：根据设备使用情况和厂家要求，定期对设备进行深度保养。如为高温热泵及储热系统的压缩机更换润滑油、清洗过滤器；为螺杆膨胀发电系统的发电机进行绝缘检测、调整碳刷；对数据采集及管控系统的软件进行升级优化等。

季节性维护：在季节交替时，针对不同系统特点进行维护。如冬季来临前，对太阳能集热系统和管道进行防冻处理；夏季对高温热源制备及存储系统和高温热泵及储热系统加强散热措施。

4、技术支持与培训

技术咨询：设立 24 小时服务热线和在线客服平台，随时解答客户技术疑问，提供操作建议和技术指导。

培训服务：为客户提供免费操作与维护培训，包括系统原理、操作方法、日常维护要点、常见故障处理等内容。培训方式包括现场讲解、操作演示、视频教程和在线学习等，确保客户相关人员熟练掌握设备使用与维护技能。在系统运行过程中，根据客户需求或新技术应用，提供针对性的培训和技术交流。

5、备品备件供应：建立完善备品备件库，储备常用易损零部件，如太阳能集热管、热泵膨胀阀、发电系统熔断器、数据采集模块等，确保及时供应。与优质供应商建立长期合作关系，保障备品备件质量和供货及时性。对于特殊定制或紧急需求的备品备件，启动应急采购流程，确保最短时间内送达现场。提供备品备件价格清单和库存查询服务，方便客户了解和采购。

6、质保期满时，将提供咨询与全面技术支持，及时将有关设备的操作、故障检测、故障排除方法及一些新的技术发展及时通知采购人。提供长期优惠的有偿服务和技术支持，提供售后服务承诺书。对由于设计、工艺或材料的缺陷等原因而发生的任何不足或故障有设备厂家负责。

四、质保期服务

1、**质保期：**自项目整体验收合格之日起，提供**2年质保期**。质保期内，免费负责设备维修、保养、零部件更换（人为因素和不可抗力除外）。

2、**质保范围：**涵盖太阳能集热系统、高温热源制备及存储系统、高温热泵及储热系统、螺杆膨胀发电系统、数据采集及管控系统的所有设备、零部件及软件。

3、质保期内服务流程

故障报修：客户通过服务热线、在线客服或其他方式报修，客服专员详细记录故障信息，包括时间、地点、设备名称、故障现象等，并立即通知技术支持工程师。

故障诊断：技术支持工程师在4小时内响应，通过电话、远程监控或现场查看等方式初步诊断故障原因，制定维修方案。对于简单故障，指导客户现场解决；对于复杂故障，安排维修工程师前往现场处理。

现场维修：维修技术人员携带必要工具和备品备件在如24小时内到达现场，进行维修。维修过程中严格遵守操作规程和质量标准，确保维修质量。维修完成后，对设备进行测试和调试，确保设备恢复正常运行，并请客户签字确认。

维修记录：详细记录维修过程，包括故障原因、维修措施、更换零部件、维修时间等，存档备查。同时将维修情况反馈给客服专员，由客服专员跟踪回访客户，了解设备运行情况和客户满意度。

五、故障解决方案

1、故障分类

轻微故障：不影响设备正常运行或短暂影响但可自行恢复的故障，如个别传感器数据异常波动、小型阀门轻微漏水等。

一般故障：影响设备部分功能或性能，但通过简单维修或更换零部件可在较短时间（如4小时内）修复的故障，如太阳能集热管少量破裂、热泵风机故障等。

严重故障：导致设备停机或严重影响设备正常运行，需较长时间（如24小时以上）和复杂维修才能修复的故障，如高温热源制备及存储系统的压力容器泄漏、螺杆膨胀发电系统

的发电机烧毁等。

2、故障响应机制

轻微故障：客服专员接到报修后，通知技术支持工程师，技术支持工程师通过电话或远程监控指导客户处理，处理过程中保持沟通，确认故障解决。

一般故障：客服专员接到报修后，立即通知维修技术人员，技术人员在 24 小时内到达现场，进行维修。维修过程中，及时向客户反馈维修进度和情况，维修完成后进行测试和调试，确保设备恢复正常运行。

严重故障：客服专员接到报修后，第一时间通知项目经理和技术支持工程师，项目经理组织相关人员成立应急维修小组，制定维修方案，协调资源。维修技术人员在 24 小时内到达现场，进行紧急处理，采取临时措施确保设备安全。同时，加快备品备件采购和调配，尽快修复设备。维修过程中，定期向客户汇报维修进度和情况，争取客户理解和支持。

3、故障处理流程

故障报告：客户发现故障后，及时向售后服务团队报告。

故障确认：技术支持工程师通过多种方式确认故障现象和原因，必要时进行现场勘查。

方案制定：根据故障情况，制定维修方案，包括维修方法、所需工具和备品备件、维修时间等。对于复杂故障，组织专家进行论证和评估。

维修实施：维修工程师按照维修方案进行维修，严格遵守操作规程和质量标准，确保维修质量。在维修过程中，注意安全防护，避免造成二次损坏。

测试验收：维修完成后，对设备进行全面测试和调试，确保设备各项性能指标恢复正常。邀请客户参与验收，客户签字确认维修结果。

原因分析与预防措施：对故障原因进行深入分析，总结经验教训，提出预防措施和改进建议，避免类似故障再次发生。将故障处理过程和结果形成报告，存档备查。

六、售后服务响应时间

1、电话响应：24 小时服务热线随时接听客户电话，客服专员在 30 分钟内对客户问题做出初步回应和解答。

2、远程响应：对于客户通过电话、短信、视频等方式提出的问题和报修，在 2 小时内进行回复和处理。

3、现场响应：对于需要现场处理的故障，维修技术人员在接到通知后，24 小时内到达现场。

七、售后服务质量监督与考核

1、内部监督：建立售后服务质量监督小组，定期对售后服务工作进行检查和评估。检查内容包括服务响应时间、维修质量、客户满意度、服务记录等。对发现的问题及时提出整改意见，督促相关人员整改落实。

2、客户评价：定期通过电话回访、问卷调查、现场走访等方式收集客户对售后服务的评价和意见。客户评价结果作为售后服务人员绩效考核的重要依据，对于客户满意度高的人员给予表彰和奖励，对于客户满意度低的人员进行培训和考核，直至达到要求。

八、售后服务方案的优化与改进

1、数据分析：定期收集和分析售后服务数据，包括设备故障类型、故障频率、维修时间、客户投诉等，找出设备运行和售后服务中存在的问题和规律，为优化售后服务方案提供依据。

2、客户反馈：重视客户反馈意见和建议，将客户需求作为优化售后服务方案的重要参考。及时处理客户投诉和问题，总结经验教训，不断改进服务内容和方式。

3、技术创新：关注行业技术发展动态，积极引进新技术、新工艺、新设备，应用于售后服务工作中。提高服务效率和质量，降低服务成本，为客户提供更优质的服务。

4、定期评估与调整：定期对售后服务方案进行评估和调整，根据设备运行状况、客户需求变化、技术发展等因素，及时完善售后服务内容、流程和标准，确保售后服务方案的有效性和适应性。

九、综合评价

本售后服务方案从团队组建、服务内容、质保期服务、故障解决、响应时间、质量监督到优化改进，形成了一个完整、系统的体系。通过专业团队、全面服务内容、快速响应机制、合理费用策略、严格质量监督和持续优化改进，能够有效保障太阳能集热系统、高温热源制备及存储系统、高温热泵及储热系统、螺杆膨胀发电系统、数据采集及管控系统设备施工安装工程的长期稳定运行，满足客户需求。同时，在实际运行过程中，不断根据实际情况和客户反馈进行完善和优化，确保售后服务方案始终处于最佳状态，为项目的成功实施和客户的长期利益提供有力保障。

合同附件 3：供货范围和价格清单（见乙方投标文件中《开标一览表》和《分项价格表》。）

开标一览表

项目名称：深地空间储热技术研发平台（一期）

项目编号：JSZC-320300-ZJZB-G2025-0059

货币单位：人民币元

项目名称	项目内容	总价（小写）
深地空间储热技术研发平台（一期）	详见投标文件	6025200
总价（大写）：	陆佰零贰万伍仟贰佰元整	

分项价格表

项目名称：深地空间储热技术研发平台（一期）

项目编号：JSZC-320300-ZJZB-G2025-0059

货币单位：人民币元

序号	名称	品牌、规格、型号	产品制造企业名称名称（全称）	单位	数量	单价	总价
1	太阳能集热系统			项	1	291000	291000
1.1	平板太阳能采集系统	太阳雨、P-G/0.6-TL/HM-1.86-100/1	太阳雨集团有限公司	套	1	255000	255000
1.2	热水循环系统	东方、DFG40-100A/2	上海东方泵业（集团）有限公司	套	2	18000	36000
2	高温热源制备及存储系统			项	1	2085100	2085100
2.1	高温空气源热泵制热系统	太原锅炉、TGRB-112-GW（60P，变频复叠）	太原锅炉集团有限公司	套	3	223500	670500
2.2	空气源热泵循环系统	东方、DFG100-160B/2	上海东方泵业（集团）有限公司	套	1	23500	23500
2.3	矿井水换热系统	巨元、PH15B-1.6/135-91	四平市巨元瀚洋板式换热器有限公司	套	1	63000	63000
2.4	相变储热系统	山西新唐、定制类	山西新唐工程设计股份有限公司	套	1	564600	564600
2.5	直埋管网输送系统	昊天、DN150	昊天股份有限公司	套	3	254500	763500
3	高温热泵及储热系统			项	1	1252900	1252900
3.1	高温热泵制热系统	汉钟柯茂、EMUS-A0350	浙江柯茂节能环保工程设备有限公司（上海汉钟精机股份有限公司子公司）	套	1	625600	625600
3.2	高温相变储热系统	山西新唐、定制类	山西新唐工程设计股份有限公司	套	1	627300	627300
4	螺杆膨胀发电系统			项	1	1049800	1049800
4.1	螺杆膨胀发电系统	汉钟柯茂 ERGAX-40-W	浙江柯茂节能环保工程设备有限公司（上海汉钟精机股份有限公司子公司）	套	1	973800	973800
4.2	发电冷却系统	大洋、HLT-60-5	江苏大洋冷却塔有限公司	套	1	76000	76000

5	数据采集及管控系统			项	1	1346400	1346400
5.1	数据测试及管 控系统	定制类	山西新唐工程设计股 份有限公司	套	1	886400	886400
5.2	系统调试及试 验	定制服务类	山西新唐工程设计股 份有限公司	套	1	255000	255000
5.3	检验检测	定制服务类	苏州立讯标准技术服 务有限公司	次	1	205000	205000
总价合计（即《开标一览表》中的“总价”）				6025200			



合同附件 4：验收标准（验收要求、验收标准和程序）（见招标文件第六章《采购需求》。）

一、项目实施要求：

1. 项目实施质量必须严格按照国家规范及江苏省、徐州市相应地方规范、采购文件的技术规范的有关要求执行，如果在合同履行过程中有新的国家或行业（部）规范和标准出台的，则中标人应确保其合同标的物达到并符合新的国家或行业（部）规范和标准，因此而增加的费用及风险由中标人自行承担。

2. 中标人须在项目实施前把详细的实施方案报送采购人审批，经批准同意后方可组织实施。在项目实施期间中标人应遵守项目现场及采购人的各项规章制度。

3. 中标人在项目实施期间应无条件的接受采购人的监督管理，提出的质量问题要及时整改，整改完毕后通知采购人检查验收，合格后书面报送采购人备案。

4. 采购人使用中标人的货物、技术、资料、服务或其他任何一部分时，享有无偿使用权，并免受第三方提出的侵犯其专利权、著作权、商标权或其他知识产权的起诉。如果第三方提出侵权指控，中标人应承担由此而引起的一切法律责任和费用。

5. 与本次采购项目有关的质量、安全问题均由中标人负责，相关的人员、财产责任风险均由中标人承担。

6. 为保证本项目的顺利实施，投标人应结合各自产品特点，自行设计实施方案。

二、验收要求：

（1）标的物验收包括但不限于检查项目资料的完整性、中标人对本项目中提出的采购需求的实现情况及其一致性等。

（2）标的物符合我国最新颁布的与之相关的质量技术规范与标准，并同时满足招标文件要求、中标人所作承诺和采购人等部门的考核要求。在中标人完成全部采购内容并交付验收时，采购人应当自标的物交付验收之日起七个工作日内组织验收，并在验收通过后出具一份验收合格报告以作为采购人的验收依据。中标人须在其投标文件中提供一份验收办法，但此标准不得对抗相关部门的验收和招标文件中的验收要求，未提供验收办法的投标文件将被视为非实质性响应。中标人对货物或服务缺陷不予更正，采购人有权另请其他单位更正，所发生的费用由中标人承担。

合同附件 5：采购需求(见招标文件第六章《采购需求》。)

一、采购清单

序号	名称	单位	数量
1	太阳能集热系统	项	1
1.1	平板太阳能采集系统	套	1
1.2	热水循环系统	套	2
2	高温热源制备及存储系统	项	1
2.1	高温空气源热泵制热系统	套	3
2.2	空气源热泵循环系统	套	1
2.3	矿井水换热系统	套	1
2.4	相变储热系统	套	1
2.5	直埋管网输送系统	套	3
3	高温热泵及储热系统	项	1
3.1	高温热泵制热系统	套	1
3.2	高温相变储热系统	套	1
4	螺杆膨胀发电系统	项	1
4.1	螺杆膨胀发电系统	套	1
4.2	发电冷却系统	套	1
5	数据采集及管控系统	项	1
5.1	数据测试及管控系统	套	1
5.2	系统调试及试验	套	1
5.3	检验检测	次	1

注：包含以上清单中各系统功能实现所需的主材、辅材及其他不可预见设备材料的供货、安装、检测及测试；不含硐室热回收储热系统改造（人工水体及保温）、硐室实验系统改造（电力、给排水、消防、实验操作工作台、宣传展示屏）以及末端系统工程（基地采暖管道、地暖等）。

二、具体技术指标

主要技术指标包括：利用既有废弃矿井开展储热研究，低位热源提取与模拟装置制热功率大于 400kW，其中高温空气源热泵 330 kW，太阳能平板集热 64 kW；储电装置输入电功率 90 kW，制热功率 366 kW，发电功率大于 37 kW；矿井水储热装置输入热功率大于 350 kW。

1. 太阳能集热系统

主要功能为通过太阳能集热提供低碳热源，具体指标为：

1.1 平板太阳能采集系统

1.1.1 集热面积： $\geq 80 \text{ m}^2$ ；

1.1.2 集热效率： $\geq 60\%$ ；

1.1.3 ▲集热功率： $\geq 64 \text{ kW}$ ；

1.1.4 配套支架。

1.2 热水循环系统

1.2.1 流量： $\geq 5 \text{ m}^3/\text{h}$ ；

1.2.2 扬程： $\geq 10 \text{ mH}_2\text{O}$ ；

1.2.3 功率： $\leq 0.5 \text{ kW}$ ；

1.2.4 效率： $\geq 60\%$ ；

1.2.5 配套设备基础、阀门、管道等。

2. 高温热源制备及存储系统

主要功能为构建多种能源形式的低碳热源模拟装置，实现低位能源的储集，具体技术指标为：

2.1 高温空气源热泵制热系统

2.1.1 ▲额定制热量： $\geq 110 \text{ kW}$ ；

2.1.2 额定进出水温度：75/80℃；

2.1.3 阻力损失： $\leq 80 \text{ kPa}$ ；

2.1.4 电功率： $\leq 45 \text{ kW}$ （环境温度 20℃，湿度 $\leq 80\%$ ）；

2.1.5 ▲制热效率： ≥ 2.45 （环境温度 20℃，湿度 $\leq 80\%$ ）；

- 2.1.6 承压能力： $\geq 1.0\text{Mpa}$;
- 2.1.7 配套设备基础、阀门、管道等。
- 2.2 空气源热泵循环系统
- 2.2.1 流量： $\geq 60\text{m}^3/\text{h}$;
- 2.2.2 扬程： $\geq 22\text{mH}_2\text{O}$;
- 2.2.3 功率： $\leq 5.5\text{kW}$;
- 2.2.4 效率： $\geq 75\%$;
- 2.2.5 配套定压补水装置、软水装置、设备基础、阀门、管道等。
- 2.3 矿井水换热系统
- 2.3.1 ▲ 换热量： $\geq 330\text{kW}$;
- 2.3.2 换热系数： $\geq 2500\text{W}/\text{m}^2\text{K}$;
- 2.3.3 对数换热温差： $\leq 2^\circ\text{C}$;
- 2.3.4 配套循环泵流量 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $15\text{mH}_2\text{O}$ ，功率 $\leq 5.5\text{kW}$ 。
- 2.4 相变储热系统
- 2.4.1 容积 $\geq 20\text{m}^3$;
- 2.4.2 ▲ 储热量 $\geq 330\text{kWh}$;
- 2.4.3 保温厚度 $\geq 50\text{mm}$;
- 2.4.4 释能循环泵流量 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $15\text{mH}_2\text{O}$ ，功率 $\leq 5.5\text{kW}$;
- 2.4.5 蓄能循环泵流量 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $15\text{mH}_2\text{O}$ ，功率 $\leq 5.5\text{KW}$;
- 2.4.6 配套 5kW 电辅热。
- 2.5 直埋管网输送系统
- 2.5.1 管道类型：成品直埋保温管;
- 2.5.2 管径：DN150;
- 2.5.3 长度：供回双管， 400m ;
- 2.5.4 道路、绿化破坏及修复。
3. 高温热泵及储热系统

3.1 高温热泵制热系统

3.1.1▲额定制热量： $\geq 330\text{kW}$ ；

3.1.2 额定进出水温度： $115/120^{\circ}\text{C}$ ；

3.1.3 阻力损失： $\leq 80\text{kPa}$ ；

3.1.4 电功率： $\leq 90\text{kW}$ （热源温度 80°C ）；

3.1.5▲制热效率： ≥ 4.0 （热源温度 80°C ）；

3.1.6 承压能力： $\geq 1.0\text{MPa}$ ；

3.1.7 高温热水循环泵流量 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $15\text{mH}_2\text{O}$ ，功率 $\leq 5.5\text{kW}$ （ 120°C ）；

3.1.8 配套定压补水装置、软水装置、设备基础、阀门、管道等。

3.2 高温相变储热系统

3.2.1 容积 $\geq 20\text{m}^3$ ；

3.2.2▲储热量 $\geq 330\text{kWh}$ ；

3.2.3 保温厚度 $\geq 50\text{mm}$ ；

3.2.4 释能循环泵流量 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $15\text{mH}_2\text{O}$ ，功率 $\leq 5.5\text{KW}$ （ 120°C ）；

3.2.5 储热温度： $\geq 110^{\circ}\text{C}$ ；

3.2.6 承压能力： $\geq 1.0\text{MPa}$ 。

4、螺杆膨胀发电系统

4.1 螺杆膨胀发电系统

4.1.1▲发电功率： $\geq 35\text{kW}$ （ 380V ）；

4.1.2 额定进出水温度： $120/115^{\circ}\text{C}$ ；

4.1.3 额定热水流量： $60\text{m}^3/\text{h}$ ；

4.1.4▲毛热电效率 $\geq 10\%$ ；

4.1.5 阻力 $\leq 80\text{Kpa}$ 。

4.2 发电冷却系统

4.2.1 冷却流量： $60\text{m}^3/\text{h}$ ；

4.2.2 额定工况进出水温度： $25/20^{\circ}\text{C}$ ；

4.2.3 配套循环泵量 60m³/h, 扬程 20mH₂O, 功率≤7.5kW;

4.2.4 含管网、设备基础等。

5. 数据采集及管控系统

5.1 数据测试及管控系统

测试系统需要具备以下功能且满足数字孪生平台全生命周期监测:

包含温度、压力、流量、热量、湿度、功率等采集设备, 以及传输、存储设备。

监测点位>50。

管控系统需要具备下列功能:

低碳热源数字化模型、矿井储热数字化模型、热泵储电数字化模型、计算分析软件平台、展示平台等。

模型精度>90%, 提供研究报告。

平台拓展能力支持二次开发。

5.2 系统调试及试验

系统调试按照国家标准《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》(GB50275-2010)等执行。太阳能集热系统、高温热源制备及存储系统、高温热泵及储热系统、螺杆膨胀发电系统 4 种系统需完成各不少于 5 组工况的测试报告, 包含调试及试验过程所需耗材。

5.3 检验检测

包含系统性能第三方测试, 第三方测试单位须具备 CNAS 认证资质。

三、售后服务及培训要求:

1. 质保期及服务要求:

(1) 保修范围包括整机及其所有附件。保证产品为全新原厂设备, 保修期内, 提供免费的维修、更换损坏零部件及技术咨询服务; 在保修期结束后, 中标人负责提供长期优惠的有偿服务和技术支持。提供售后服务承诺书。

(2) 对由于设计、工艺或材料的缺陷等原因而发生的任何不足或故障有设备厂家负责。

(3) 所投产品提供 1 年的免费原厂质保, 所有设备需提供终身维修、维护, 软件终身维护。中标人接到保修请求, 应在 4 小时内响应, 24 小时内维修人员到达现场, 必要时应

向采购人提供应急备用设备。中标人应提供咨询与全面技术支持，及时将其发现并掌握的有关设备的操作、故障检测、故障排除方法及一些新的技术发展通知采购人。

2、培训要求：

（1）免费为使用单位操作及工程技术人员提供培训，保证操作及工程技术人员能够正常使用设备的各种功能；

（2）培训内容：主要培训内容为设备的硬件组成、安装，软件使用操作等，日常保养与维护，常见故障的排除，紧急情况的处理等。

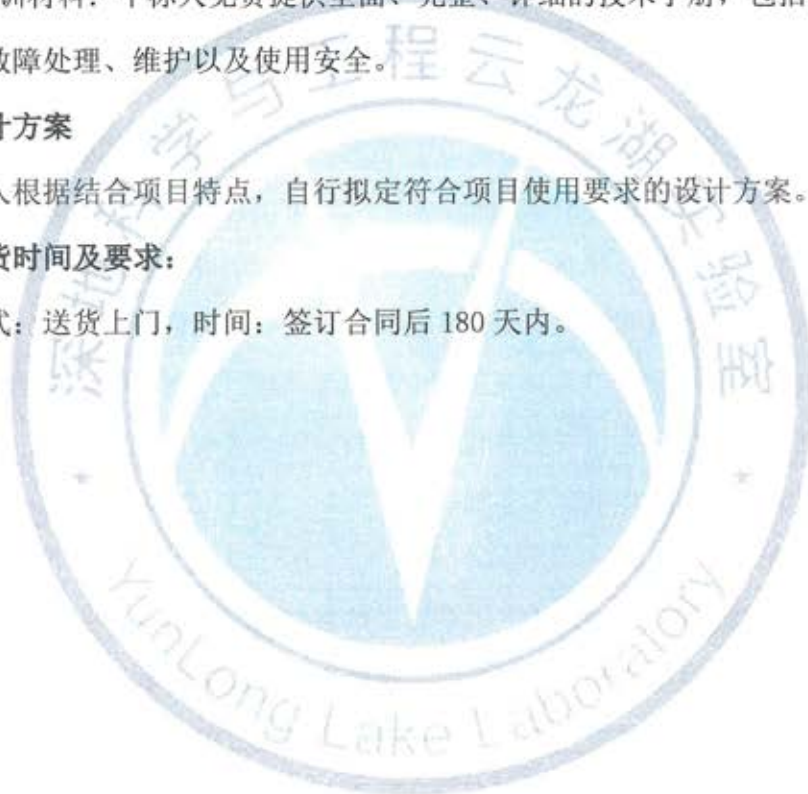
（3）培训材料：中标人免费提供全面、完整、详细的技术手册，包括介绍、现场安装、软件操作、故障处理、维护以及使用安全。

四、设计方案

各投标人根据结合项目特点，自行拟定符合项目使用要求的设计方案。

五、供货时间及要求：

供货方式：送货上门，时间：签订合同后 180 天内。



合同附件 6：项目实施（见乙方投标文件中《项目实施方案》。）

1、项目整体需求分析方案

1.1 平台建设背景

项目实施单位**深地科学与工程云龙湖实验室**，是徐州市深入实施创新驱动发展战略、抢抓深地领域国家科技战略、依托中国矿业大学等优势学科成立的重要科技创新平台，为独立法人事业单位。实验室瞄准国家战略，立足地方经济发展需求，围绕“深部地球科学与岩土力学、深地灾害防控与装备研发、深地空间利用和资源开发”三个研发方向，打造深地科学——工程技术——高端装备创新链和深地探测开发——地下空间利用——智能高端装备——防灾应急救援产业链，推进前沿基础研究、应用技术研究和产业化开发的有机互动与深度融合。

“**深地空间储热技术研发平台（一期）**”，聚焦深地空间热能的规模化、长时、高密度存储与高效转化利用，符合我国“双碳战略”、“关退矿山再利用”、“新型长时储能”等多个战略及政策，具有必要性。平台全面考虑了热泵储电和矿井水储热两种主要储能形式，利用太阳能和空气能平台提供模拟热源，大幅降低工况模拟的能耗与排放，同时由于近年高温热泵技术和装备的快速发展，为热泵储电中的高温热泵以及工况模拟中的高温空气源热泵奠定了基础。新型高密度相变材料和热化学储热材料在防辐射、强化传热、封装等方面的进展为实现规模化、高密度储能奠定了基础。

1.2 国内外研究现状

深地空间储热技术研发平台（一期）的核心是**热泵储电**（Pumped Thermal Electricity Storage, PTES）技术。热泵储电作为一种新型大规模中长时储能技术正在兴起，利用热泵将电能以热能的形式储存在储能罐中，利用热机将储存的能量转换回电能。与任何电化学电池存储一样，热泵储电系统也要经历一个充电-存储-放电的循环过程。然而，电能是以热能的形式存储的。基于这两个方面，这个系统在科学界被称为**卡诺电池**（Carnot Battery, CB）。

1.2.1 热泵+ORC 形式的热泵储电循环研究

国外研究现状：朗肯循环的运行温度一般较低（ $<200^{\circ}\text{C}$ ）。较低的循环温度可减少热损失，并可以耦合低品位余热，从而提高性能。基于朗肯循环的热泵储电系统最早由 ABB 公司提出并进行研究分析。由于使用布雷顿循环的热泵储电系统需要搭配大型高压存储罐，进而造成了系统成本较高。对此问题，ABB 公司提出了基于跨临界 CO_2 朗肯循环的热泵储电系统

解决方案, 该系统的最高储热温度为 123℃, 且系统循环效率达到 53%。在储能阶段, 热泵循环用于对储罐内的水进行加热, 进而加热后的水将在释能阶段为热机循环提供动力。在冷侧潜热通过低温冰盐水储存, 最终实现 60% 的往返效率和 177℃ 的储热温度。

基于朗肯循环热泵储电系统的研究更多地关注到优化系统构型和工作流体的筛选。Staub 等提出了一种的可逆热泵—有机朗肯循环 (HP-ORC) 系统, 并使用热水作为存储介质。研究发现焓损失的主要来源是涡轮机和换热器。他们采用同流换热器、压缩机和膨胀机的分流以及分级冷凝和蒸发的方式来优化 ORC 工艺布局。分级冷凝和蒸发可以减少热交换器的效率损失, 但优化的解决方案可能需要所有三种策略的组合。Jockenhöfer 等人介绍了一种以丁烯为工质的全热集成亚临界热泵储电系统, 研究发现当热源温度为 100℃ 和环境温度为 15℃ 时, 该系统可以达到 1.25 的净功率比。并且若在释电过程中同时提供热能和电能, 最大焓效率为 0.59; 在仅提供电能的情况下, 最大焓效率为 0.52。Eppinger 等人考虑到工作流体对于系统性能的影响, 搭建了基于显热和潜热两种储存方式的储电系统, 遴选基于有机朗肯循环的热泵储电系统的最佳工作流体。Frate 等对采用不同工质的 PTES 系统性能进行了简要介绍, 从高储能效率的角度出发, 无论在回热式还是非回热式构型中, 环戊烷-环戊烷都是最合适的工质对。在 HP 循环中使用相同的工质 (R1233zd(E)) 和在 ORC 中使用各种流体 ((R245fa、R1234ze(Z), R1336mzz(Z) 和 Butene) 的概念, 并被认为是优化系统的良好解决方案。

国内研究现状: 国内面向高功率-功率效率的热集成热泵储电系统的研究主要聚焦于三个方面。其一是采用多种 PTES 系统配置。Tian 等对四种具有不同热机循环的热泵储电系统, 即 ORC 和有机闪蒸循环 (OFC), 以及同一热泵循环进行了比较和热力学评估。结果表明, 采用基础有机朗肯循环的热泵储电系统比有机闪蒸循环具有更高的效率。为提高热泵储电系统的储能密度, Chen 等人提出了一种带补热型的热泵储电系统, 并且在该系统的基础上耦合有机朗肯系统。采用瞬态分析的方法对传统热泵储电、补热型的热泵储电、传统热泵储电+有机朗肯、补热型的热泵储电+有机朗肯、补热型的热泵储电+并联式有机朗肯五种系统进行仿真比较分析。该系统循环效率为 47.67%, 比补热型的压缩空气储能系统高出 5.68%。Hu 等人构建了热泵+有机朗肯循环的热力学和经济分析模型, 将具有各种热集成的热泵储电系统和当前主要储能技术进行经济对比分析。设计场景下的 LCOS 为 0.18\$/kWh, 地热井回注盐水的方案与理想场景有着相近的 LCOS, 但受地理条件的限制较高, 应用较为困难。利用工业余热是其中最为经济可行的方案, 其 LCOS 为 0.23\$/kWh, 并且较高余热温度和较低环境温度更有益于系统整体性能的提升。

大多数研究在 PTES 系统的 HP 循环和 ORC 中使用相同的工质, 例如, R245fa 和 R1233zd(E) 等。一些研究人员期望通过在充放电过程中使用不同的工质来研究热泵储电系统的可能性。其三是热泵储电系统的参数优化。Hu 等人研究了不同设计参数和附加热源场景下热泵储电系统的性能。此外, 许多工作致力于研究指定废热源下的系统, 其中包括地热能、太阳能、燃煤电厂等。

国内外研究表明, 基于热泵+ORC 形式的热泵储电系统对温度和压力条件的要求低, 集成余热能极大的提高储能效率, 解决了低品位余热利用问题, 具有良好的应用前景。然而, 该系统受热源、冷源和充放电要求约束, 通过回热、再热优化系统形式有望提高基础循环的往返效率, 通过温度、压力和速度三场协同理论优化有望进一步优化系统内多个换热器的设计, 同时寻找热力学过程的有限时间/有限尺寸运行方式下的系统性能普适极限尤为关键。

1.2.2 热泵储电的储热材料与部件研究

国外研究现状: 冷/热储罐是热泵储电系统的核心设备之一, 储罐对于系统的循环效率、能量储存密度、能量存储周期以及能量输出稳定性的影响较为关键。深入研究储罐的结构设计和运行性能是目前热泵储电系统的一个热点研究方向。学者们对储罐的内部结构、储能材料以及布置方式等进行研究。

热泵储电系统中消耗的电能以显热或者潜热的形式储存在两个储罐中。显热形式在储热技术中的成熟度最高、价格低廉, 已经形成大规模应用。因此热泵储电系统的模拟研究大多使用显热储存的储罐, 对于显热储存而言填充床是较为合适的储存单元。Ameen 等研究了一种具有更高层次的热分层的新型填充床。该新型填充床在基于温度控制的方案中性能表现优异, 仅在 3 次循环后便达到了平衡, 不仅减少了 64% 的压力损失且具有较窄的温跃层。Benato 等指出石灰石制成的填充床更适用于需要每日进行充放电循环的系统, 而对于每周或更长时间才进行充放电循环的系统, 氧化铝则为更佳介质。显热储存中通常选择廉价、无毒、导热性能好的储存介质, 如岩石、耐火砖、砂砾、金属等。

对于潜热储存更多的涉及到相变材料。使用相变材料能够大幅提高热泵储电系统的储能密度, 并且最大限度地延长高功率区的持续时间和减小功率前沿的宽度以延长系统的充电时间。选择相变温度与热泵储电系统工作温度相匹配的相变材料能够大幅提升系统的储能密度, 降低系统的换热过程的不可逆损失。水、具有共晶成分的水盐溶液、PCMs 等。

国内研究现状: 显热储热技术成熟、操作简单, 仍是目前应用最广泛的储热方式之一。显热储热按照材料的物态可分为固态和液态。常见的固态相变材料包含混凝土、镁砖、鹅卵石

石等。常见的液态显热材料包括水、导热油、液态金属和熔融盐等。其中水是低温应用领域中($<120^{\circ}\text{C}$)最常使用的显热材料。导热油、液态金属、熔盐等物质常常应用于中高温领域($>120^{\circ}\text{C}$)。太阳能光热发电(CSP)系统中最早使用的高温液态显热储热材料以导热油为主,包括 Caloria 和 TherminolVP-1。TherminolVP-1 相比于 Caloria 导热油具有更宽的温度操作范围,因此在后期的 SEGSII~IX 电站中得到了广泛应用。随着太阳能光热技术的发展,导热油难以满足更高的运行温度,这限制了朗肯(Rankine)循环发电效率,因此逐渐被熔融盐所取代。熔盐体系尤其是多元混合熔盐,价格适中,且高温时蒸气压较小。在 CSP 应用中较为成熟的熔融盐体系包括 Solarsalt 和 Hitec 等。近年来,熔融盐的工作温度迈向了更高,以三元氯化盐 $\text{MgCl}_2\text{-NaCl-KCl}$ (60%-20%-20%, 摩尔分数)为代表的高温氯化盐也成为了新的研究趋势。与此同时,开发低熔点、腐蚀性低、稳定性好、使用温度区间大、价格低廉的熔盐体系仍是优化太阳能光热发电技术的重要途径。

相变储热具有能量密度高、相变过程温度近似恒定的优点。目前,最常见的是固-液相变材料。根据相变材料的化学性质,可分为无机、有机及复合相变材料。无机相变材料包括熔融盐、水合盐、金属合金等。其中,水合盐比较适用于中低温储能,但相变时易出现过冷和相分离问题。金属合金比较适合中高温储能,但价格昂贵。熔融盐的价格经济,且具较大的储能密度。有机相变材料包括石蜡、脂肪酸、多元醇以及聚烯烃、聚多元醇等,其特点是无明显相分离及过冷现象(有机糖醇类除外)、腐蚀性小,但同时具有体积储热密度较小、热导率低、易燃烧等问题^[79]。圣力^[80]等人利用相变材料作为储能介质建立了 10MW/5h 的热泵储电系统的瞬态数值模型,模拟结果显示该系统的往返效率和功率密度分别达到了 63.1%和 175.8kW/m³,并且储能密度达到了 182.5kWh/m³,提升了 118.5%;单位能量储存成本为 768 人民币/kWh,节省了 12%的投资成本。

国内外研究表明,热泵储电系统的储热材料以显热存储材料和相变材料为主,供选择的材料种类繁多,可通过对现有材料的物性测试和系统模拟来比选储热材料。然而,现有的系统缺乏系统科学的材料定向设计方法,无法快速实现效率和成本之间的均衡。

1.2.3 热泵储电系统的调控及与电网的柔性互动研究

由于可再生能源发电存在波动性和间歇性导致热泵储电系统需要在必要的时候快速启动来维持电网的安全稳定。热泵储电系统从启动到稳定运行的动态过程研究尤为关键。路唱^[37,38]等人对系统从启动到稳定运行过程的控制策略和动态性能展开研究,研究表明转速升速率不影响系统在储能过程的启动时间;但在释能过程中,转速升速率不仅影响系统启动时间,

而且不合理的转速升速率设置会使系统运行产生较大的波动和超调量。同时以 1.5MW 的热泵储电系统为例,给出了转速升速率设置为 100r/min,储能过程和释能过程的压力分别设置为 4.45MPa 和 5MPa 的结论。

热泵储电系统不仅要发电侧的变化做出及时响应,同时还要对用户侧负载扰动做出及时调整。由于热惯性存在热泵储能系统输出效率和用户侧负载之间存在时滞性,因此需要一个控制策略适应用户侧负载快速变化以保障系统运行的安全稳定性。针对此问题 Yang 等对用户侧负载扰动对热机循环的影响进行了仿真并提出了一种工作流体的储存控制策略。在用户侧负荷变化的过程中系统在该策略的控制下各状态点的温度稳定,净输出功率能够在 132s 以内跟随用户侧负荷的变化趋势内波动控制在 2.6%以内。

综上,现有研究多集中于系统层面或储热部件,基于系统的准稳态特性以及对应储能能力和充放功率为指标进行设计和评价,缺乏系统在有限时间有限尺度下的最优设计、缺乏热泵储电材料的定向与反向设计,且未与源侧的低品位、可再生能源,以及负荷侧的用电用热特性进行耦合分析和优化。

1.3 政策符合性

自 2020 年以来,习近平总书记在多个国内外公开场合强调了我国为应对全球气候变化而努力提高国家自主贡献度的“30 达峰,60 中和”双碳目标。因此,顺利实现上述双碳目标是目前我国科技创新领域未来发展四个主导方向之一:面向国家重大需求的直接体现。其中,双碳领域与能源相关的碳排放占据了我国温室气体排放的主体。因此,本项目绿色高效超高/低温精准加载系统暨矿井水水源热泵系统的建设,面向国家重大需求,能够为能源领域脱碳-达峰-中和助力。

我国在“十四五”能源规划中提出,需大力发展非化石能源,加快发展风电、太阳能发电,全面推进风电和太阳能发电大规模开发和高质量发展。在“碳达峰、碳中和”目标驱动下,近年来以风电、光伏为代表的新能源发电呈现井喷式发展。在新能源相关发展政策的引导下,近年来江苏省新能源发电产业,特别是太阳能发电和风力发电呈持续增长趋势。在高比例新能源电力系统中,风电、光伏等发电方式受地域和气象条件的影响大,具有波动性和间歇性的特点。储能技术是解决风电、光伏等新能源间歇性、反调峰性的有效途径。

国家发展和改革委员会启动了对储能发展的整体规划部署,密集出台了一系列储能相关政策。2021 年 10 月,中共中央、国务院先后发布了《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》和《国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知》,首次将推动新型储能发展作为加快构建清洁低碳安全高效能源体系、建设新

型电力系统的重要布局 and 主要工作之一；并明确了到 2025 年，新型储能装机容量达到 3000 万千瓦以上的总体目标。2021 年 12 月，国家能源局正式颁布《电力并网运行管理规定》和《电力辅助服务管理办法》文件，明确将新型储能、虚拟电厂、负荷聚集商等作为辅助服务市场的新主体。2022 年 2 月，国家发展改革委、国家能源局印发的《“十四五”新型储能发展实施方案》提出，到 2025 年，新型储能由商业化初期步入规模化发展阶段、具备大规模商业化应用条件；到 2030 年，新型储能全面市场化发展，全面支撑能源领域碳达峰目标如期实现。因此，储能是实现可再生能源规模应用和构建以新能源为主体的新型电力系统、实现“双碳”目标的关键核心技术。

2021 年 7 月，国家发展改革委、国家能源局发布《关于加快推动新型储能发展的指导意见》，提出推动高安全、大容量、低成本、中长时储能技术。美国能源部于 2022 年斥资 11.6 亿美元资助长时、低成本储能技术研发与应用，目标在 10 年内实现新型储能比锂电池 2020 年成本降低 90%，储能时长延长至 10 小时。因此，探索不依赖地质条件、较长储能周期、高循环效率、高储能密度的大规模储能技术，是增强电网韧性、保障新能源电力持续高速发展的重要课题。

1.4 平台建设必要性

相对于欧美采矿业发达国家，我国对关闭/废弃煤矿地热资源开发利用的研究起步较晚，基础理论和关键技术薄弱，对该类型热储的定位(义)、开发潜能及可行性认识不足，有待理清其与传统地热资源“壳幔共生、同源异量、构造（采掘）控热”热源成因机制的同异性，相关配套技术、装备及先导示范工程缺乏等关键科学问题和瓶颈技术研究迫在眉睫。此外，结合地下空间场景，探索不依赖地质条件、较长储能周期、高循环效率、高储能密度的大规模储能技术，是实现废退矿井再利用、增强电网韧性、保障新能源电力持续高速发展的重要课题。

结合深地空间综合，基于科技创新因地制宜发展新质生产力的探索性研究与示范迫在眉睫。进一步开展大量有针对性的研究工作推进关退煤矿遗留设施的资源再生利用，加快形成关退煤矿转型发展新质生产力。近年来江苏省新能源发电产业，特别是太阳能发电和风力发电呈持续增长趋势。在高比例新能源电力系统中，风电、光伏等发电方式受地域和气象条件的影响大，具有波动性和间歇性的特点。储能技术是解决风电、光伏等新能源间歇性、反调峰性的有效途径。

面向国家重大需求，本设备建立一种深地空间储热技术研发平台，开发地下人工热储、跨季节储热系统、热电耦合系统，能够实现（1）地下人工水体长时、大规划储热；（2）电-热-电的高效存储与转换；（3）低品位热源的提质利用；（3）储热新材料研发。为大规模、低成本、长时储能提供新的途径，为我国新型能源系统建设做出积极贡献。



足较高的供热需求。因此，系统设计采取了一种更为高效的方案，即直接提取矿井水中的热量作为周边建筑物供热的主要热源。矿井水中通常含有相对稳定的温度，通过热交换设备，可以方便提取其中的热量用于供暖。当矿井水的热量不足以满足需求时，太阳能平板集热器和高温空气源热泵再次成为重要的补充手段。太阳能平板集热器可以在晴朗的日子里继续提供热能，而高温空气源热泵则在夜间或阴天时，通过空气中的低品位热能进行补充。

对于热泵储电装置，利用太阳能平板集热器模拟太阳能输入热源，利用储存在矿井水中的热量模拟地下热源，利用高温空气源热泵模拟工业余热。热泵储电技术（Pumped Thermal Electricity Storage, PTES）是一种基于动力循环和热能储存技术发展起来的电能存储技术。PTES 技术能够高效地将电能转换为热能并加以存储，再将存储的热能转换回电能，从而实现电能的高效存储和释放。

在储能阶段，PTES 系统首先消耗电能驱动逆向动力循环。太阳能平板集热器通过吸收太阳辐射，将其转化为热能，这部分热能用于预热系统。同时，高温空气源热泵从环境中提取低品位热能，通过压缩和提升，将其转换为高品位热能，这部分热能与太阳能平板集热器提供的热能一同存储在矿井水储热装置中。矿井水作为一种优良的热能载体，可以高效地存储大量热能。此外，矿井水中的自然热量也被视为一种重要的热源，通过热交换设备，可以方便地提取其中的热量进行存储。这样，PTES 系统不仅能够利用太阳能，还能利用矿井水和高温空气源热泵提供的热能，实现多能互补，从而提高了系统的总体效率。

在释能阶段，存储在矿井水中的高温热能和低温冷能被重新利用。系统通过正向动力循环，这些存储的高温热能和低温冷能被转换为机械能，驱动发电单元产生电能。具体来说，高温热能通过膨胀机转化为机械能，而低温冷能则通过制冷循环进行回收利用。两种能量形式的结合使得 PTES 系统能够在储能和释能之间实现高效转换，显著提高了整个系统的能量利用率。

2.2 太阳能集热系统设计

2.2.1 设计依据

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB 50736-2012）

《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）

《建筑给水排水设计规范》（GB 50015-2019）

《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》（GB 50242-2019）

《平板型太阳能集热器》（GB/T6424-2021）

《太阳能集热器热性能实验方法》（GB/T4271-2021）

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB55015-2021）

《清水离心泵能效限定值及节能评价值》（GB 19762-2007）

2.2.2 主要设计内容

太阳能集热系统主要功能为通过太阳能集热提供低碳热源，主要设计内容为：

（1）平板太阳能采集系统：集热面积： $\geq 80 \text{ m}^2$ ；集热效率： $\geq 60\%$ ；集热功率： $\geq 64 \text{ kW}$ ；配套支架。

（2）热水循环系统：流量： $\geq 5 \text{ m}^3/\text{h}$ ；扬程： $\geq 10 \text{ mH}_2\text{O}$ ；功率： $\leq 0.5 \text{ kW}$ ；效率： $\geq 60\%$ ；配套设备基础、阀门、管道等。

2.2.3 详细设计方案

（1）平板太阳能采集系统

深地空间储热技术研发平台（一期）太阳能集热系统，充分利用室外水源热泵换热站坡屋顶空间，在朝南方向铺设平板太阳能。水源热泵换热站屋顶情况如图 3、图 4、图 5 所示。

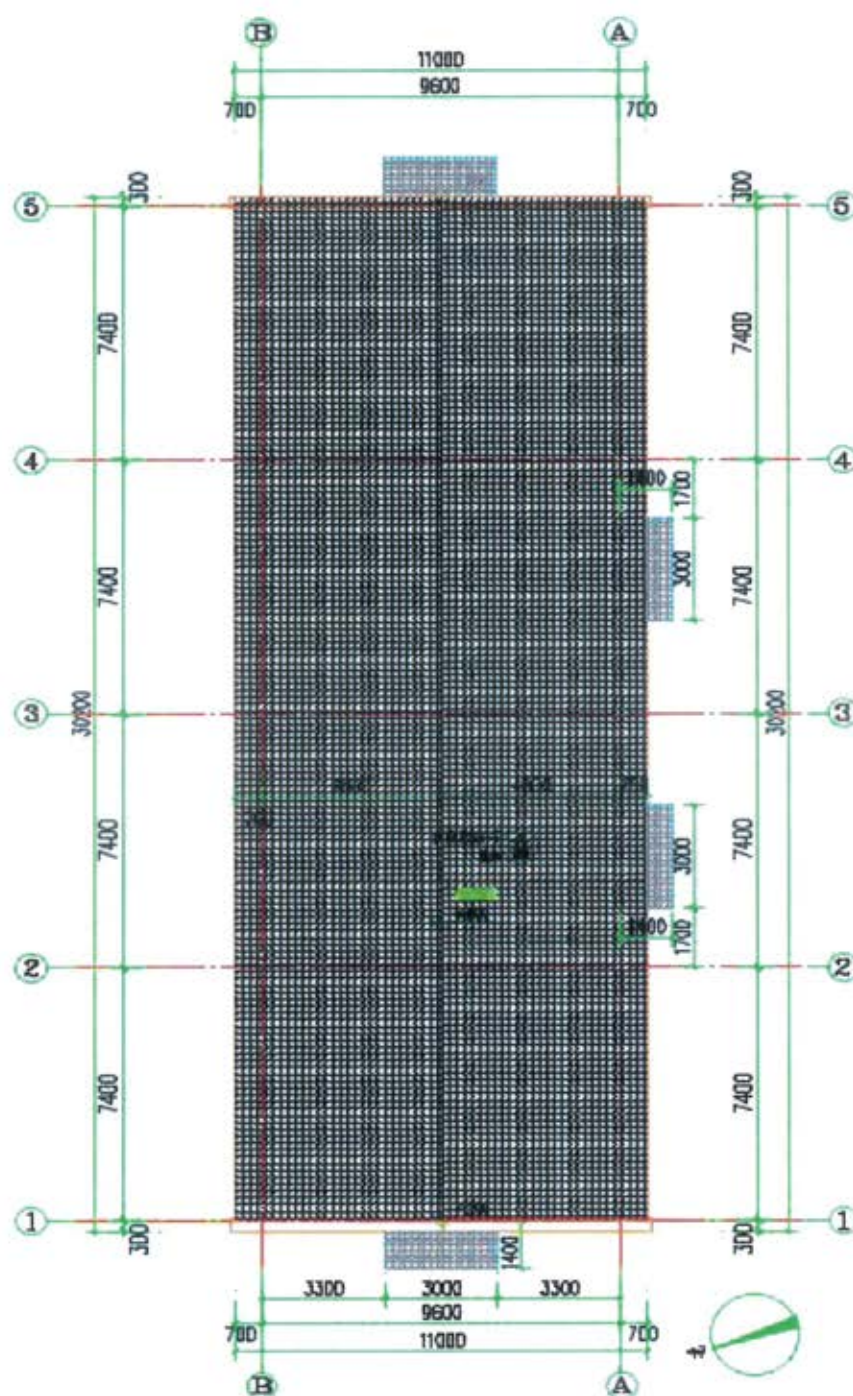


图 3 水源热泵换热站屋顶平面图

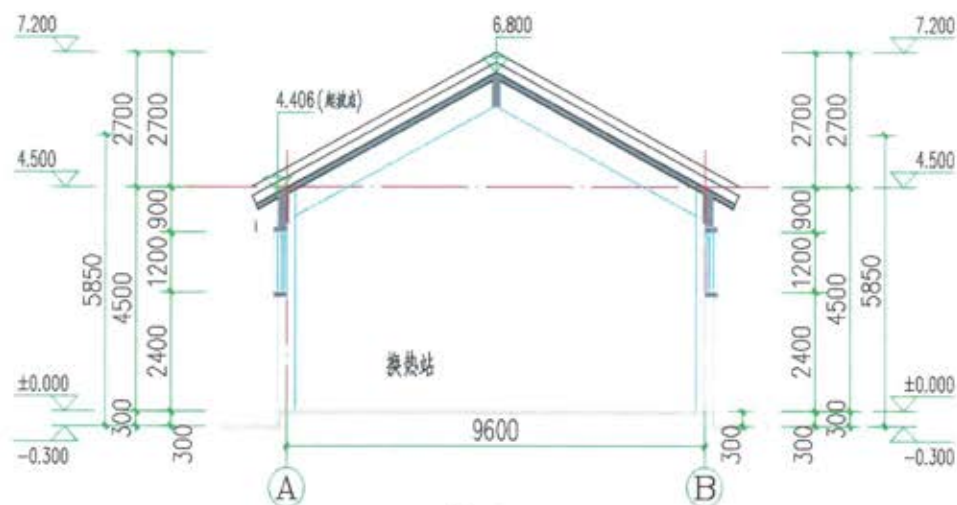


图 4 水源热泵换热站建筑剖面图



图 5 水源热泵换热站建筑南立面图

太阳能平板布置在换热站屋顶，南向屋面建筑面积约 100 平米，集热器布置有效面积约为 80 m²，每平米制热量为 800 W，总制热量约 64kW。采用单片 4 m² 的平板集热模块，总布置 20 组模块。太阳能平面布置如图 6、水管连接如图 7、集热模块如图 8、太阳能效果如图 9 所示。

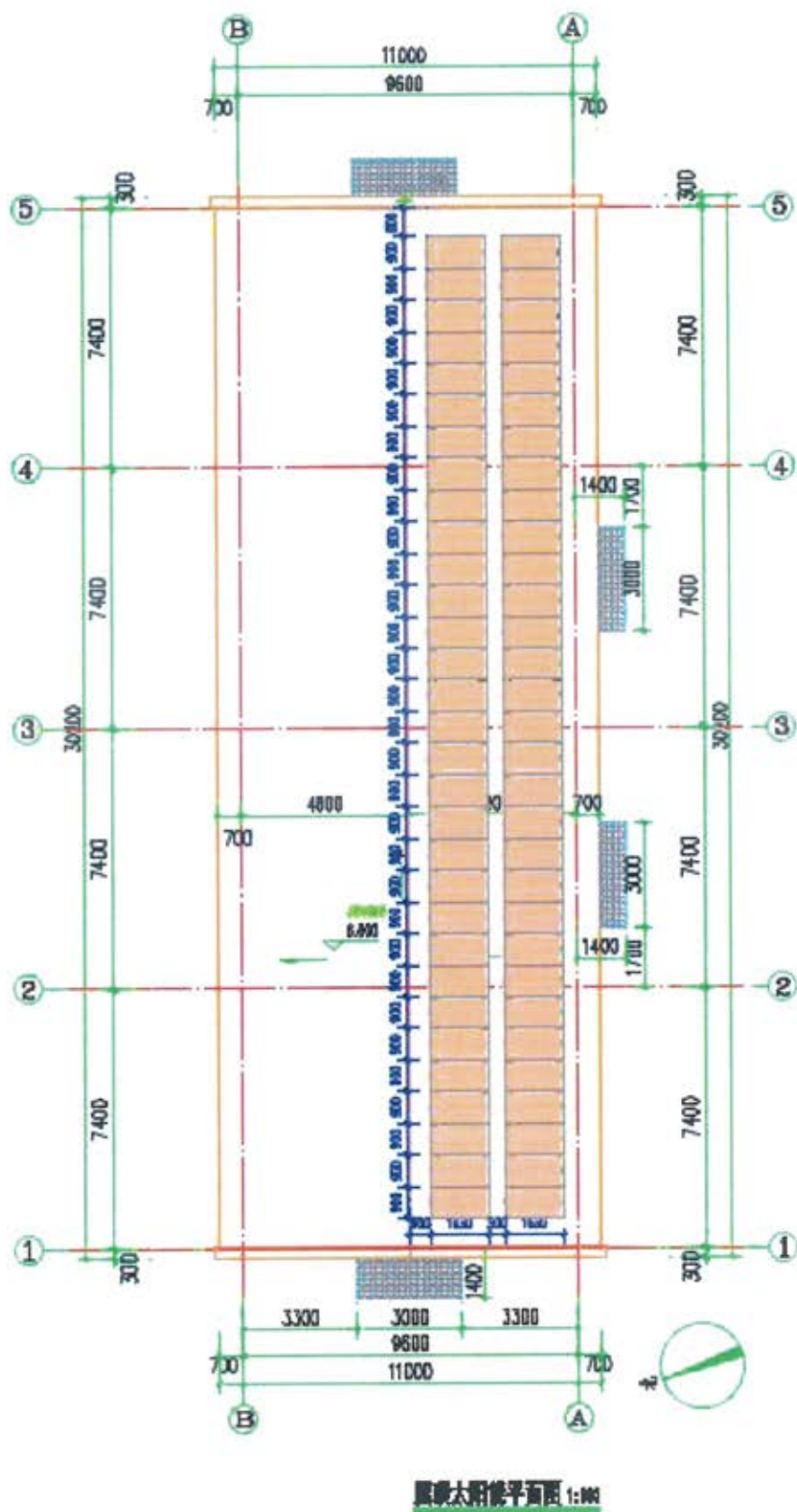


图 6 屋顶太阳能平面布置图

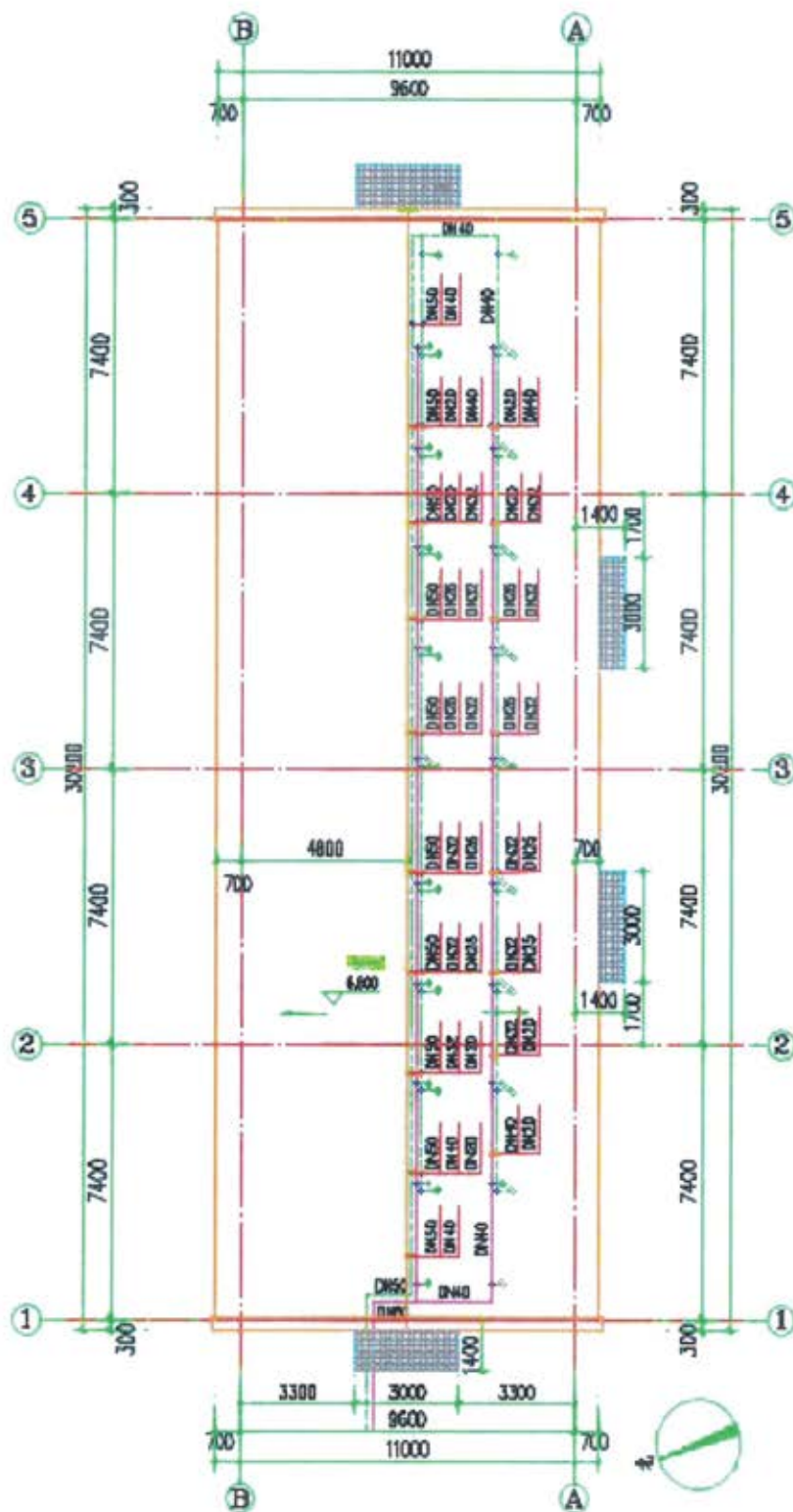


图 7 屋顶太阳能水管连接图

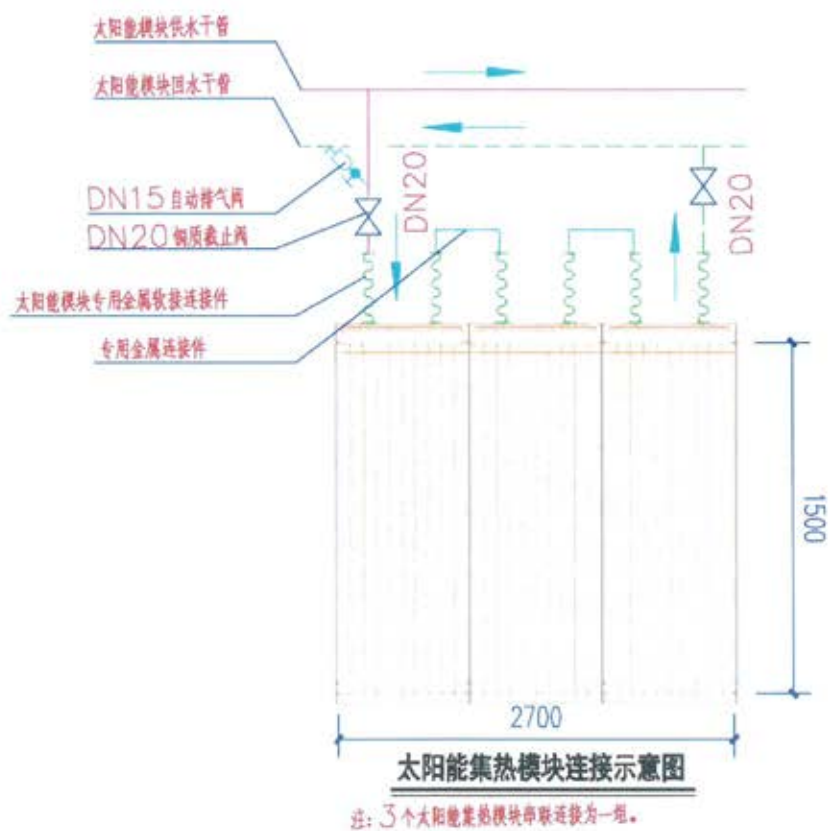


图8 太阳能集热模块连接示意图



图9 屋顶太阳能效果图

(2) 太阳能集热循环系统

太阳能集热循环系统采用 2 台流量 $5\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 10m 循环水泵强制循环，详细参数如下表所示。

设备名称	水泵形式	流量	扬程	供电要求		转速	承压	效率	数量
				功率	电压				
		m^3/h	m	kW	V	rpm	MPa	%	台
太阳能循环泵	立式端吸泵	5	10	0.3	380	1450	1.0	≥ 60	2

水系统配备的阀门、压力表、温度计等的承压均应不小于 1.0MPa 。循环管道采用镀锌钢管，螺纹连接，最大连接管径为 DN50。管道及附件均做保温，保温材料为橡塑保温管，保温层厚度为 50mm。热水循环温度低于 70°C 时，开启电动旁通阀门自循环，温度达到要求时关闭电动阀门。

水压试验应以清水作为介质，充水时应排尽管道及设备中的空气；太阳能侧工作压力为 0.6MPa ，试验压力为最大工作压力的 1.5 倍， 0.9MPa ；打压前，确认水压试验的试验压力表应位于系统或试验部分的最低部位，试压用的临时加固装置安装完毕，经确认安全方可打压。试验压力以最低点的压力为准，但最低点的压力不得超过管道与组成件的承受压力；压力升至试验压力后稳压 10min，压力降不得大于 0.02MPa ；再将系统压力降至工作压力，外观检查无渗漏为合格。

2.3 高温热源制备及存储系统设计

2.3.1 设计依据

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50736-2012）

《建筑给水排水设计规范》（GB50015-2003）（2009 版）

《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）

《地源热泵系统工程技术规范》（GB 50366-2009）

《建筑机电工程抗震设计规范》（GB50981-2014）

《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014）

《通风与空调工程施工质量验收规范》（GB50243-2016）

《工业设备及管道绝热工程设计规范》(GB50264-2013)

《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》(GB50242-2016)

《城镇供热管网设计规范》(CJJ34-2010)

《城镇供热直埋热水管道技术规程》(CJJ/T81-2013)

《室外排水设计规范》(GB50014-2006) (2011 年版)

《室外给水设计规范》(GB50013-2018)

《工业设备及管道绝热工程设计规范》(GB50264-2013)

其他有关国家和地方的现行规程、规范和标准

2.3.2 主要设计内容

高温热源制备及存储系统主要功能为构建多种能源形式的低碳热源模拟装置, 实现低位能源的储集, 具体方案设计内容为:

(1) 高温空气源热泵制热系统: 额定制热量: $\geq 110\text{kW}$; 额定进出水温度: $75/80^\circ\text{C}$; 阻力损失: $\leq 80\text{kPa}$; 电功率: $\leq 45\text{kW}$ (环境温度 20°C , 湿度 $\leq 80\%$); 制热效率: ≥ 2.45 (环境温度 20°C , 湿度 $\leq 80\%$); 承压能力: $\geq 1.0\text{Mpa}$; 配套设备基础、阀门、管道等。

(2) 空气源热泵循环系统: 流量: $\geq 60\text{m}^3/\text{h}$; 扬程: $\geq 22\text{mH}_2\text{O}$; 功率: $\leq 5.5\text{kW}$; 效率: $\geq 75\%$; 配套定压补水装置、软水装置、设备基础、阀门、管道等。

(3) 矿井水换热系统: 换热量: $\geq 330\text{kW}$; 换热系数: $\geq 2500\text{W}/\text{m}^2\text{K}$; 对数换热温差: $\leq 2^\circ\text{C}$; 配套循环泵流量 $60\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $15\text{mH}_2\text{O}$, 功率 $\leq 5.5\text{kW}$ 。

(4) 相变储热系统: 容积 $\geq 20\text{m}^3$; 储热量 $\geq 330\text{kWh}$; 保温厚度 $\geq 50\text{mm}$; 释能循环泵流量 $60\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $15\text{mH}_2\text{O}$, 功率 $\leq 5.5\text{kW}$; 蓄能循环泵流量 $60\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $15\text{mH}_2\text{O}$, 功率 $\leq 5.5\text{kW}$; 配套 5kW 电辅热。

(5) 直埋管网输送系统: 管道类型: 成品直埋保温管; 管径: $\text{DN}150$; 长度: 供回双管, 400m ; 道路、绿化破坏及修复。

2.3.3 详细设计方案

(1) 高温空气源热泵制热系统

高温空气源热泵制热系统拟选用 3 台高温空气源热泵, 布置在实验基地室外。单台设备额定制热量为 112 kW , 总制热量为 336 kW , 冷凝器侧流量 $20\text{ m}^3/\text{h}$, 阻力 60

kPa，承压 1.0 MPa，电压 380 V。设备在名义工况下（环境温度 20℃，湿度 80%，进出水温度分别为 75℃和 80℃），热泵制热性能系数为 2.50，电功率 44.75 kW，极端工况下电功率 67.87 kW。详细参数如下表所示。

设备名称	工况	制冷(热)量	蒸发器侧		冷凝器侧					供电要求		COP	数量
			环境温度	湿度	进水	出水	流量	阻力	承压	功率	电压		
		kW	℃	%	℃	℃	m ³ /h	kPa	MPa	kW	V		台
高温空气源热泵	名义工况	112	20	80	75	80	20	60	1.0	44.75	380	2.50	3
	低温工况	112	7	80	75	80	20	60	1.0	51.90		2.16	
	额定工况	112	-12	80	75	80	20	60	1.0	67.87		1.65	

单台空气源热泵尺寸约为 2256*1156*2367（mm），拟布置在室外配电房南侧，3 台空气源热泵室外平面布置如图 10 所示。图 11 为空气源热泵尺寸图，图 12 为空气源热泵设备基础示意图。



图 10 空气源热泵平面布置图

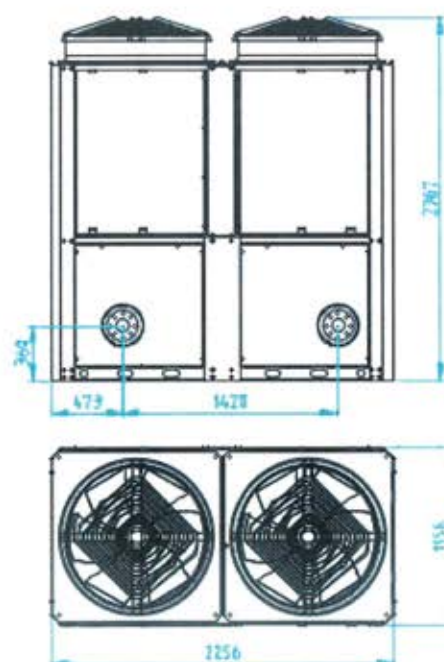


图 11 空气源热泵尺寸图

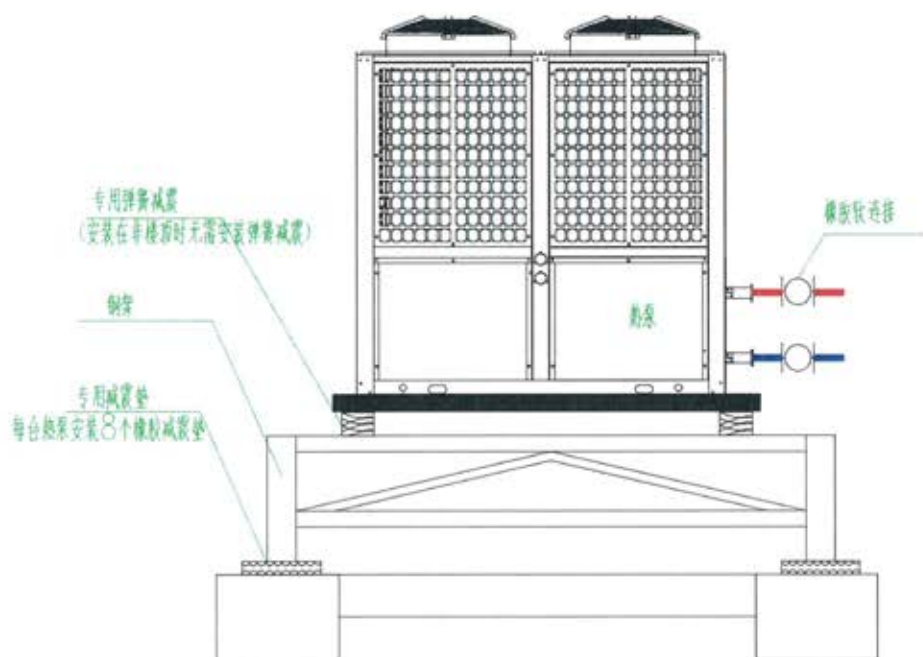


图 12 空气源热泵设备基础示意图

(2) 空气源热泵循环系统

空气源热泵循环系统采用 1 台流量 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 22m 循环水泵循环，详细参数如下表所示。

设备名称	水泵形式	流量	扬程	供电要求		转速	承压	效率	数量
				功率	电压				
		m^3/h	m	kW	V	rpm	MPa	%	台
热源循环泵	立式端吸泵	60	22	5.5	380	1450	1.0	≥ 75	1

系统配套一套定压补水及软水装置，设置在实验室内。软化水装置水处理量 $2\text{m}^3/\text{h}$ ，出水硬度 $\leq 0.03\text{mmol/L}$ ，定压补水水箱 0.5m^3 。

DN50 及以下循环管道采用镀锌钢管，螺纹连接；DN50 以上采用无缝钢管，焊接。阀门 DN<50 采用铜球阀，丝扣连接；DN \geq 50 采用优质铸钢蝶阀，法兰连接；阀件的公称压力为 1.6MPa，耐温 $\geq 100^\circ\text{C}$ 。

(3) 矿井水换热系统

选用 1 台地热井储热板式换热器 1 台，布置在水源热泵换热站内。当实验平台不工作时，可以利用空气源热泵，通过矿井水换热进行矿井跨季节储热研究实验。换热器在设计工况下，换热量为 336 kW，板式换热器一次侧进出水温度分别为 80°C 和 75°C ，板式换热器二次侧进出水温度分别为 65°C 和 70°C ，一次侧和二次侧压降均为 80 kPa，承压 1 Mpa，材质为 304 不锈钢，污垢系数 $0.017\text{ m}^2\text{C}/\text{kW}$ 。详细参数如下表所示。

设备名称	工况	换热量	板换一次侧	板换二次侧	板换一次侧	板换二次侧	承压	材质	污垢系数	数量
			进/出水水温	进/出水水温	压降值	压降值				
		kW	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	kPa	kPa	MPa		$\text{m}^2\text{C}/\text{kW}$	台
地热井储热板换	加热工况	336	80/75	65/70	≤ 80	≤ 80	1.0	304SS	0.017	1



图 13 水源井-卧牛山关闭煤矿井筒位置及现状

(4) 相变储热系统

采用新型高效复合相变材料进行热源存储。选用诱导成核技术提高相变材料的结晶速率，调控其结晶形态，保证其相变过程循环可逆，采用 MOF 等多孔介质与相变材料复合，构建三维网络结构强化传热。复合相变蓄热材料蓄能密度达 80kJ/kg 以上，蓄/释能循环寿命达 3000 次以上。同时在相变储热材料应用过程中，相变储热材料的封装单元以及换热流体通道对于整个相变储热系统的平稳高效运行有着至关重要的作用。相变储热材料与封装单元的换热效率低意味着相变储热系统储热和放热时间长，增加制热系统功耗，提高运行成本。本项目的封装单元与换热流体通道设计采用数值模拟的和实验测试相结合方法，对现有的相变储热材料模块化单元的几何形状进行传

热分析，对比不同封装单元的形狀、壳体材料、厚度、容量等对换热效率产生影响。最终选用具有传热效率高、结构稳定和经济实用的高热导率以及高蓄/释能特性的封装单元结构与换热流体通道。封装设备单位体积蓄冷量达 $200\text{MJ}/\text{m}^3$ 。

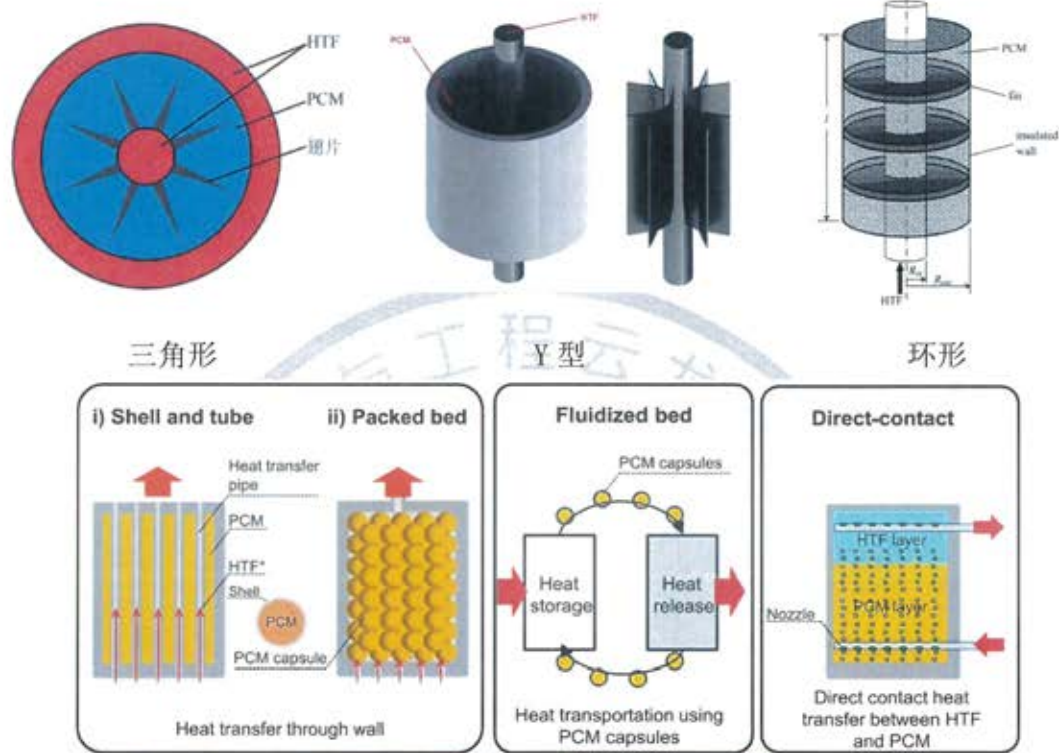


图 14 相变蓄热材料及封装结构

相变储热系统总容积 20m^3 ，储热量 $\geq 330\text{kWh}$ ，封装后的相变材料拟存储在深地空间储热技术研发平台（二期）储热池中，储热系统保温厚度 $\geq 50\text{mm}$ 。

在蓄热过程中，选用 1 台环泵流量 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $15\text{mH}_2\text{O}$ ，功率 5.5kW 的循环水泵；在释热过程中同样选用 1 台循环泵流量 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $15\text{mH}_2\text{O}$ ，功率 5.5kW 的循环水泵。水泵详细参数如下表所示。

设备名称	水泵形式	流量 m^3/h	扬程 m	供电要求		转速 rpm	承压 MPa	效率 $\%$	数量 台
				功率 kW	电压 V				
热源循环泵	立式端吸泵	60	22	5.5	380	1450	1.0	≥ 75	1
蓄能循环泵	立式端吸泵	60	15	3	380	1450	1.0	≥ 75	1
释能循环泵	立式端吸泵	60	15	3	380	1450	1.0	≥ 75	1

为确保实验系统的准确性，配套 5kW 电辅热对相变材料进行补热。

（5）直埋管网输送系统

深地空间储热技术研发平台（一期）的热泵储电实验系统设备设置在实验室硐室内，而冷却塔散热及空气源热泵热源营造系统设置在室外，中间连接管道室外部分拟采用直埋保温管埋地进行敷设。管径 DN150，供回双管总长约 400m。直埋保温管采用硬聚氨酯泡沫塑料预制保温管，预制保温管由工作管、保温层和保护层构成，其中：工作管选取钢管，保温层采用硬泡聚氨酯泡沫塑料，保温材料与供回水管道相对应，保护层采用高密度聚乙烯硬质塑料管。预制保温管道及管件均在工厂内预制，现场只进行接口施工。直埋管道的技术设计、施工做法等均按《城镇供热直埋热水管道技术规程》（CJJ/T81-2013）执行。硬聚氨酯泡沫塑料预制保温管的结构如下图所示：

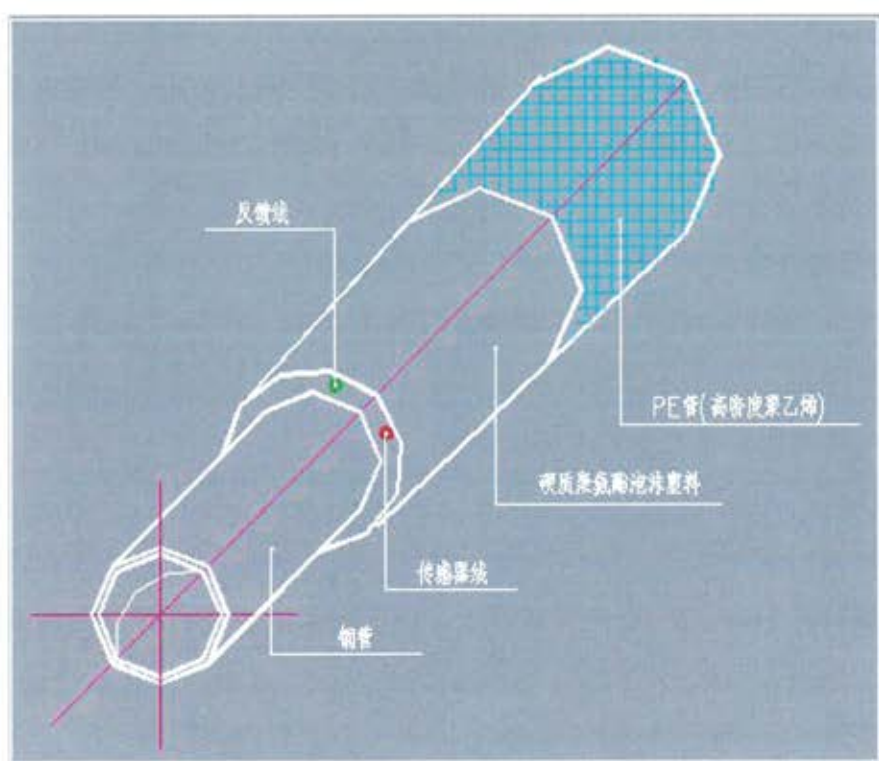


图 15 预制保温管道结构示意图

1) 工作管

工作管管材选取钢管，钢管材质为 Q235B，根据管道规格的不同，当 $DN \leq 100$ ，采用直缝管；当 $100 < DN \leq 200\text{mm}$ 时，采用无缝钢管。

管道壁厚选取如下表所示。

管道通径 (mm)	80	100	125	150	200
对应外径、壁厚 (mm)	89*4.0	108*4.0	133*4.0	159*4.5	219*6.0

2) 保温层

冷热水管道及其附件均需保温，保温的主要目的在于减少冷（热）媒在输送过程中的能量损失，保证操作人员安全，改善劳动条件；保证冷（热）媒的使用温度等。直埋敷设管道保温层采用硬聚氨酯泡沫塑料，管件保温材料与供回水管道相对应。保温泡沫应满足 CJ/T114-2000 标准，必须使用不含氟利昂的发泡剂。

保温层特性：闭孔率不小于 88%，抗压强度不小于 0.3MPa，密度不小于 60Kg/m³，导热系数小于 0.033W/(m.K)。保温层吸水性：在沸水中浸没 90 分钟后，体积吸水率不大于 10%。

3) 保护层

保护层采用高密度聚乙烯硬质塑料管。采用高密度聚乙烯硬质塑料管时，其要求的性能指标需满足国标 CJ/T114-2000 的要求：密度>944kg/m³；断裂伸长率>350%；屈服强度>19N/mm²；熔融指数 0.4~0.8G/min；机械强度 165h/80℃/4.6MPa；碳黑含量 2.5±0.25%（重量比）。

4) 阀门及附件材质

直埋管道上阀门选用保温焊接蝶阀，公称压力为 1.6MPa，允许工作温度不低于 80℃。直埋管道的三通均采用预制成品三通，部分小口径如放气、泄水用三通现场进行开口；拐弯处弯头采用 R=2.5DN 冲压弯头。

5) 管道连接

钢管的连接可采用焊接、法兰连接和螺纹联接。本系统管道连接方式采用焊接。保温管道两端留有 150~250mm 不保温管段，以便在施工中进行管道的焊接。在完成管道的焊接后，按照工程要求进行焊口的探伤保压试验，在确认合格后将进“补口”。在焊接完成之后，需要将焊口部位裸露的 30cm 左右钢管加保温层。

6) 管道的敷设及施工方式

本系统室外部分采用直埋敷设的形式，硏室内采用架空敷设方式。其中直埋敷设采用明挖沟槽的施工方式。明挖沟槽，其宽度应满足管道外壳至槽底边的距离不小于 100mm 的要求。开挖放坡按不小于 1:0.75 的坡比考虑。明挖段地基承载力须大于等于 120KN/m²；管道基础的地基承载力达不到要求时，应根据实际情况对地基进行加固处理。

7) 管道路由

管道路由由下图所示。

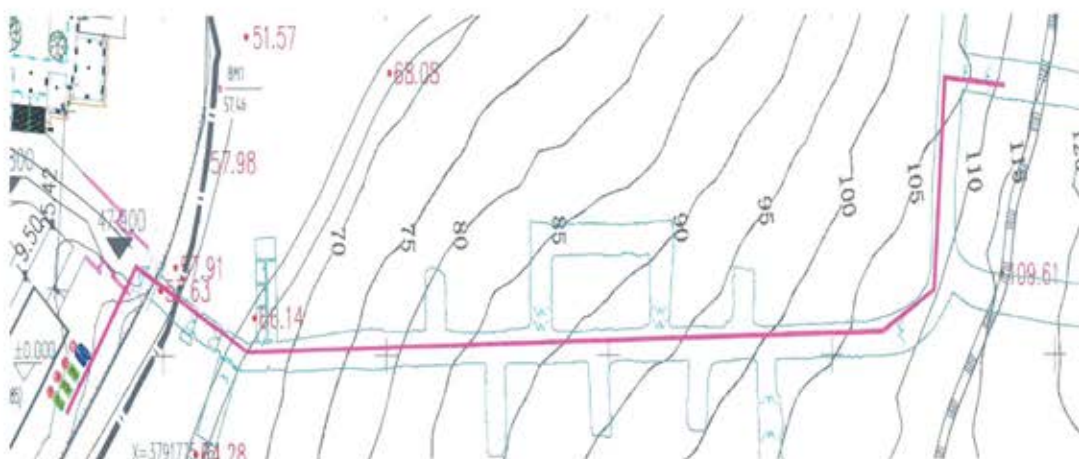


图 16 管道路由图

2.4 高温热泵及储热系统设计

2.4.1 设计依据

- 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50736-2012）
- 《建筑给水排水设计规范》（GB50015-2003）（2009 版）
- 《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）
- 《地源热泵系统工程技术规范》（GB 50366-2009 ）
- 《建筑机电工程抗震设计规范》（GB50981-2014）
- 《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014）
- 《通风与空调工程施工质量验收规范》（GB50243-2016）
- 《工业设备及管道绝热工程设计规范》（GB50264-2013）
- 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》（GB50242-2016）

2.4.2 主要设计内容

高温热泵制热系统是本实验平台的核心内容，其作用就是利用低谷电，将余热进行提质，转化为 120 度高温热水，以供后续 ORC 发电使用。具体设计内容为：

- （1）高温热泵制热系统：额定制热量： $\geq 330\text{kW}$ ；额定进出水温度：115/120℃；阻力损失： $\leq 80\text{kPa}$ ；电功率： $\leq 90\text{kW}$ （热源温度 80℃）；制热效率： ≥ 4.0 （热源温度 80℃）；承压能力： $\geq 1.0\text{Mpa}$ 。配套高温热水循环泵流量 60m³/h，扬程 15mH₂O，功率 $\leq 5.5\text{kW}$ （120℃）；以及配套定压补水装置、软水装置、设备基础、阀门、管道

等。

(2) 高温相变储热系统：容积 $\geq 20\text{m}^3$ ；储热量 $\geq 330\text{kWh}$ ；保温厚度 $\geq 50\text{mm}$ ；释能循环泵流量 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $15\text{mH}_2\text{O}$ ，功率 $\leq 5.5\text{KW}$ （ 120°C ）；储热温度： $\geq 110^\circ\text{C}$ ；承压能力： $\geq 1.0\text{MPa}$ 。

2.4.3 详细设计方案

(1) 高温热泵制热系统

高温热泵制热系统选用高温热泵机组 1 台，布置在实验室硐室内。设备在设计工况下，蒸发器进出水温度分别为 80°C 和 75°C ，流量 $50\text{ m}^3/\text{h}$ ，阻力 80 kPa ，承压 1.0 MPa ，冷凝器进出水温度分别为 120°C 和 115°C ，流量 $60\text{ m}^3/\text{h}$ ，阻力 80 kPa ，承压 1.0 MPa ，供电电压 380 V ，供电功率 90 kW ，设备额定制热量为 366 kW ，制热性能系数大于 4.05 。设备详细参数如下表所示。

设备名称	制热量	蒸发器侧					冷凝器侧					供电要求		COP	数量
		进水	出水	流量	阻力	承压	进水	出水	流量	阻力	承压	功率	电压		
	kW	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	m^3/h	kPa	MPa	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	m^3/h	kPa	MPa	kW	V		台
高温热泵机组	366	80	75	50	≤ 80	1.0	115	120	60	≤ 80	1.0	90	380	4.05	1

高温热泵拟采用螺杆压缩机，R245fa 高温冷媒，尺寸约为 $3500*2000*2500\text{ (mm)}$ ，机组重量 4000kg 。系统原理及平面布置如图 116、图 17 所示。

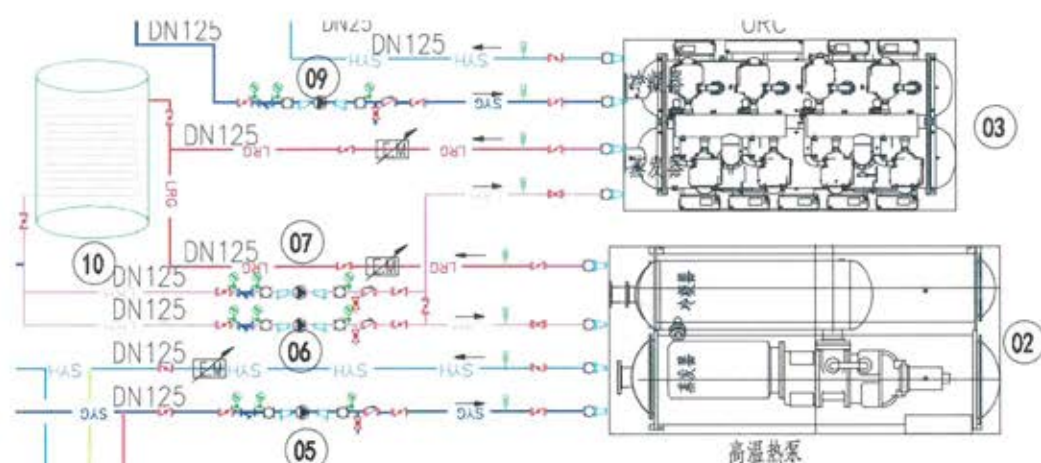


图 17 高温热泵系统原理图

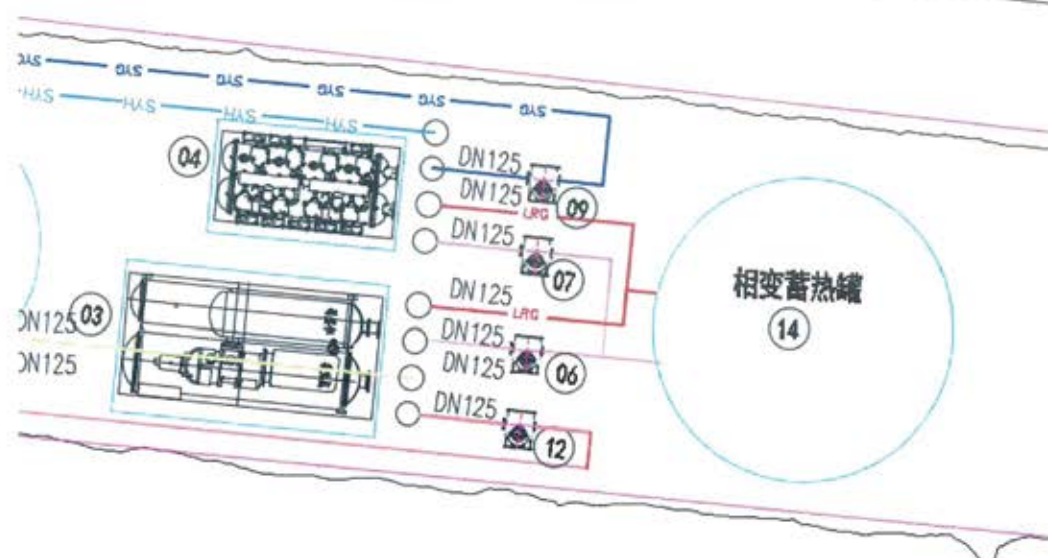


图 18 高温热泵平面布置图

高温热水循环泵选用 1 台专用耐高温 150℃ 循环泵，流量 60m³/h，扬程 15mH₂O，功率 5.5kW，工作温度 120℃。循环水泵详细参数如下表：

设备名称	水泵形式	流量 m ³ /h	扬程 m	供电要求		转速 rpm	承压 MPa	效率 %	数量 台
				功率 kW	电压 V				
高温热泵循环泵	立式端吸泵	60	15	5.5	380	1450	1.0	≥75	1

系统与空气源热泵共用一套定压补水及软水装置，独立接定压膨胀管道，设置在实验室内。软化水装置同样与空气源热泵系统共用一套，水处理量 2m³/h，出水硬度 ≤0.03mmol/L，定压补水水箱 0.5m³。

DN50 及以下循环管道采用镀锌钢管，螺纹连接；DN50 以上采用无缝钢管，焊接。

阀门 DN<50 采用铜球阀，丝扣连接；DN≥50 采用优质铸钢蝶阀，法兰连接；阀件的公称压力为 1.6MPa，工作温度 120℃，耐温≥150℃。

(2) 高温相变储热系统

高温相变储热系统同样采用新型高效复合相变材料进行高温热源存储。选用诱导成核技术提高相变材料的结晶速率，调控其结晶形态，保证其相变过程循环可逆，采用 MOF 等多孔介质与相变材料复合，构建三维网络结构强化传热。高温相变蓄热材料蓄能密度达 80kj/kg 以上，蓄/释能循环寿命达 3000 次以上。同时选用具有传热效率高、结构稳定和经济实用的高热导率以及高蓄/释能特性的封装单元结构与换热流体通道。封装设备单位体积蓄冷量达 200MJ/m³。

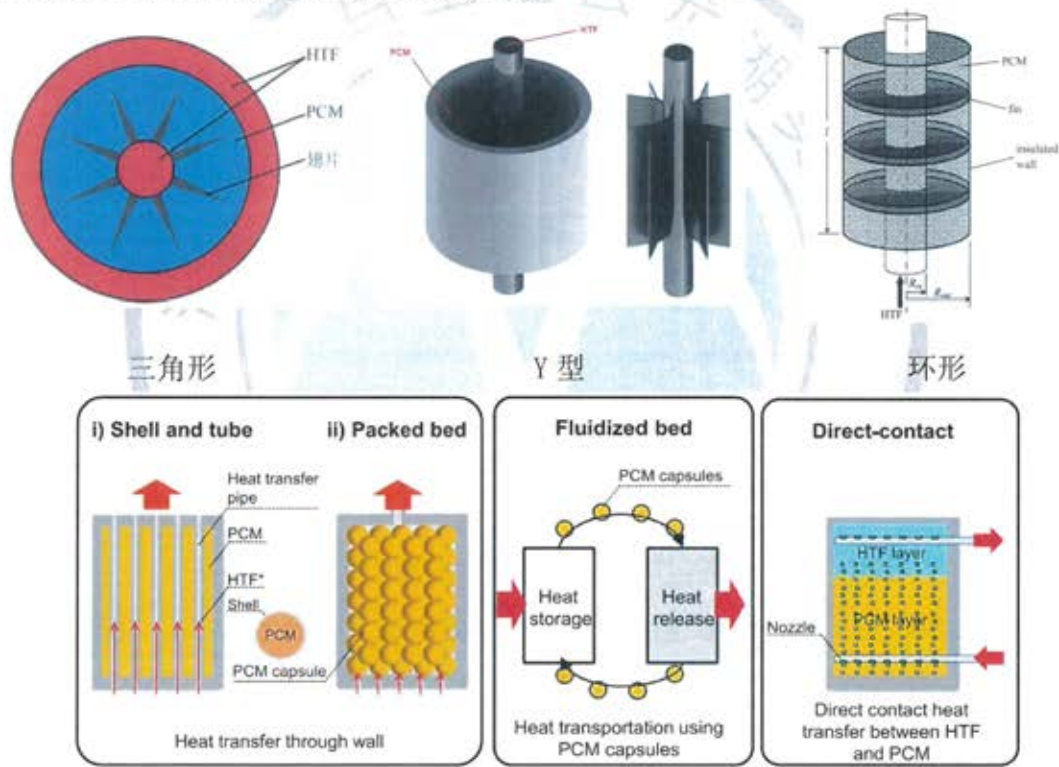


图 19 相变蓄热材料及封装结构

高温相变相变储热系统独立采用一套相变储热罐进行储热，总容积 20m³，储热量 ≥330kWh，储热罐保温厚度 ≥50mm。

在释热过程中选用 1 台循环泵流量 60m³/h，扬程 15mH2O，功率 5.5kW 的循环水泵，水泵工作温度 120℃，耐高温能力 150℃。水泵详细参数如下表所示。

设备	水泵形式	流量	扬程	供电要求	转速	承压	效率	数量
----	------	----	----	------	----	----	----	----

名称				功率	电压				
		m ³ /h	m	kW	V	rpm	MPa	%	台
释能循环泵	立式端吸泵	60	15	5.5	380	1450	1.0	≥75	1

2.5 螺杆膨胀发电系统设计

2.5.1 设计依据

《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）
《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）
《建筑照明设计标准》（GB50034-2013）
《民用建筑电气设计规范》（JGJ16-2014）
《低压配电设计规范》（GB50054-2011）
《电力工程电缆设计规范》（GB50217-2007）
《建筑物电子信息系统防雷技术规范》（GB50343-2012）
《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）
《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）

2.5.2 主要设计内容

螺杆膨胀发电系统是本实验平台的重点内容之一，其作用就是将 120 度高温热水进行膨胀发电。具体设计内容为：

（1）螺杆膨胀发电系统：发电功率：≥35kW（380V）；额定进出水温度：120/115℃；额定热水流量：60m³/h；毛热电效率≥10%；阻力≤80Kpa。

（2）发电冷却系统：冷却流量：60m³/h；额定工况进出水温度：25/20℃；配套循环泵量 60m³/h，扬程 20mH₂O，功率≤7.5kW；含管网、设备基础等。

2.5.3 详细设计方案

（1）螺杆膨胀发电系统

螺杆膨胀发电系统选用有机朗肯循环 ORC 发电机组 1 台，布置在实验室硐室内。设备在设计工况下，蒸发器进出水温度分别为 120℃和 115℃，流量 60 m³/h，阻力 80 kPa，承压 1.0 MPa，冷凝器进出水温度分别为 20℃和 25℃，流量 57 m³/h，阻力 80 kPa，承压 1.0 MPa，发电容量 50 kW，设计工况发电功率 37 kW，发电效率 10.14%。

发电机组详细发电参数如下表：

设备名称	工况	发电功率	蒸发器侧					冷凝器侧					供电要求		发电效率	数量
			进水	出水	流量	阻力	承压	进水	出水	流量	阻力	承压	容量	转速		
		kW	℃	℃	m ³ /h	kPa	MPa	℃	℃	m ³ /h	kPa	MPa	kW	rpm	%	台
ORC发电机组	发电工况	37	120	115	60	≤80	1.0	20	25	57	≤80	1.0	50	380	10.14	1

机组详细规格参数如下表：

型式		半封闭式螺杆发电机组
工质		R245fa
毛发电量(kW)		37
电力输出		3Φ 50Hz 380V
控制与操作方式		采用微电脑控制及中文屏幕显示与操作
发电量范围(kW)		20~45
安全及保护装置		电机过负荷/过热/超转、进温过高、高低压力、安全释放装置
膨胀机	型式	双螺杆
	额定转速(rpm)	3000
发电机	型式	感应异步发电机
	额定转速(rpm)	3000
	容量(kW)	40
传动系统	型式	螺杆机及发电机同轴
	润滑系统	外置式油泵
蒸发器	型式	壳管式蒸发器
	换热管材质	304
	热源流量(T/h)	55
	热源连接形式	法兰
	热源连接尺寸	DN150 PN16 RF
冷凝器	型式	壳管式冷凝器
	换热管材质	TP2
	冷却水流量(T/h)	57
	冷源连接形式	法兰
	冷源连接尺寸	DN150 PN16 RF
机组尺寸	长 A(mm)	2500
	宽 B(mm)	1500
	高 C(mm)	1800
机组净重(kg)		3000

螺杆膨胀发电系统原理及整体平面布置如图 20、图 21 所示。

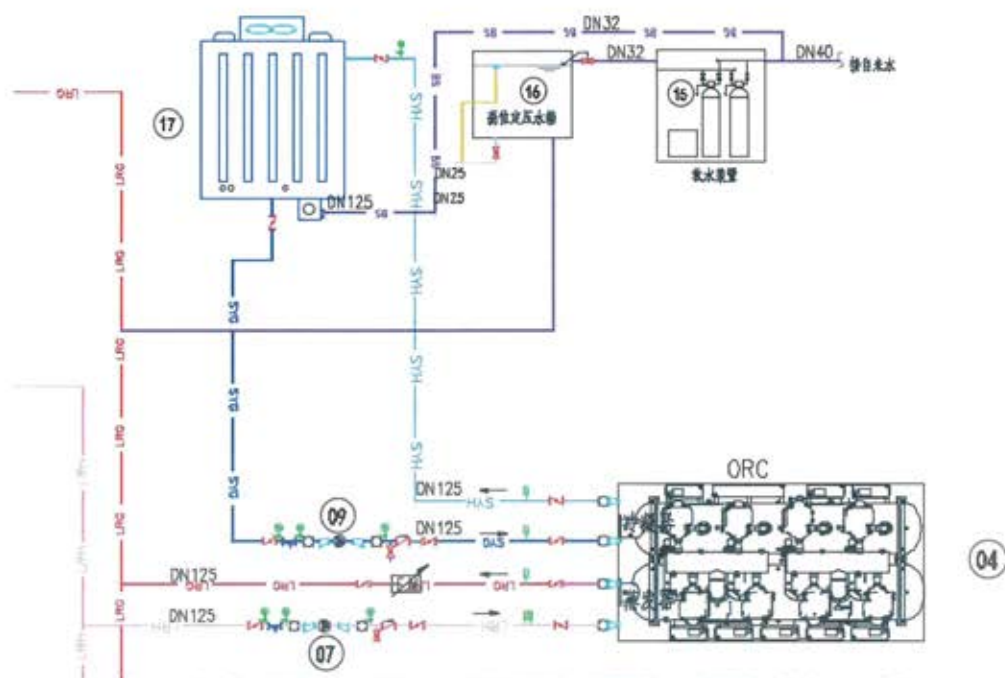


图 20 螺杆膨胀发电系统原理图

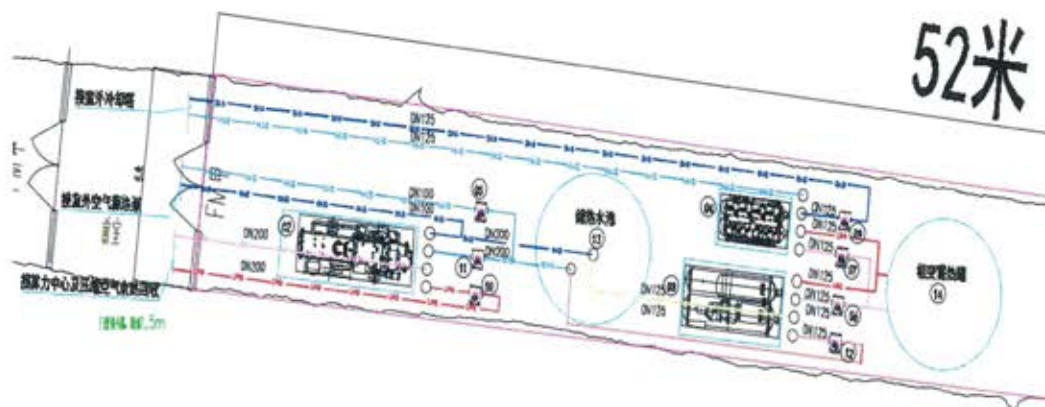


图 21 系统整体平面布置图

(2) 发电冷却系统

ORC 螺杆膨胀发电系统在发电过程中，需要低温冷却源进行冷却，本系统通过设置一套冷却塔进行发电冷却。冷却塔冷却流量： $60\text{m}^3/\text{h}$ ；额定工况进出水温度： $25/20^\circ\text{C}$ 。冷却塔设置在空气源热泵边，通过连接管道进实验室。冷却塔布置及冷却管网路由示意如图 22、图 23 所示。

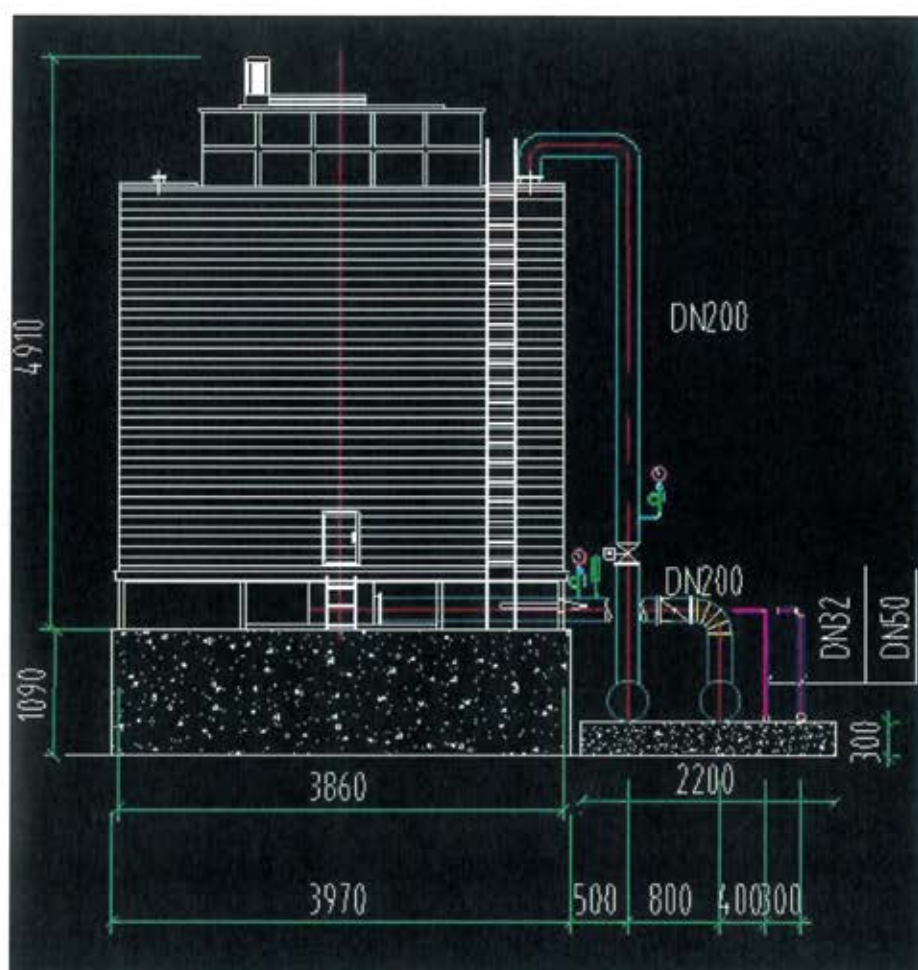


图 22 冷却塔布置图

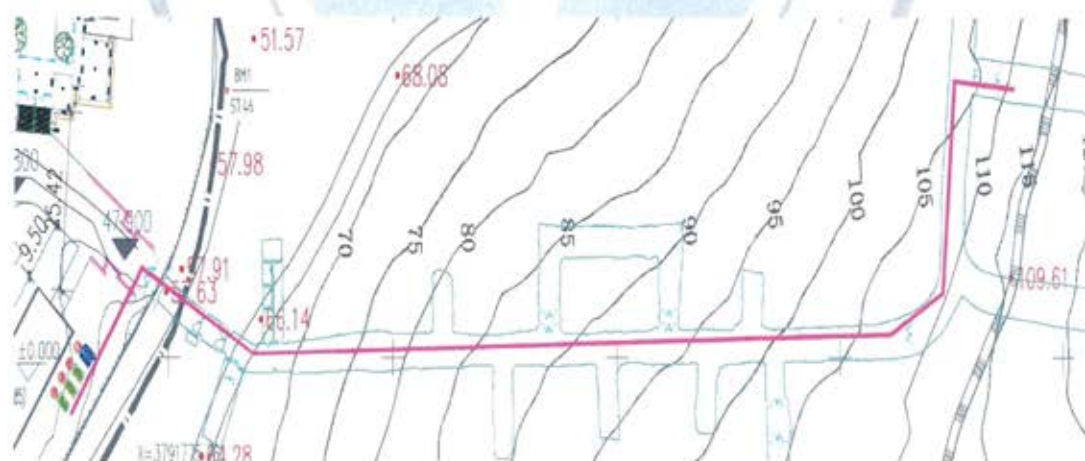


图 23 冷却管道路由图

发电冷却塔选用 1 台循环泵，流量 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $20\text{mH}_2\text{O}$ ，功率 7.5kW ，工作温度 $\leq 50^\circ\text{C}$ 。循环水泵详细参数如下表：

设备	水泵形式	流量	扬程	供电要求	转速	承压	效率	数量
----	------	----	----	------	----	----	----	----

名称				功率	电压				
		m ³ /h	m	kW	V	rpm	MPa	%	台
冷却塔循环泵	立式端吸泵	60	20	7.5	380	1450	1.0	≥75	1

(1) 冷却塔体

塔体采用镀锌钢，镀锌钢应适应潮湿的环境，保证不发生腐蚀反应，镀锌层的厚度应满足钢材表面（双面）的镀锌量不少于 700 克/m²。钢板和结构件在工厂组装完毕，当在现场安装时所引起的破损处均需涂有富锌化合物涂料进行修补。

(2) 风机

冷却塔的配套风机选择高效节能型冷却塔专用轴流风机。风机和电机必须安装于塔体内部，冷却塔风机与电动机应为皮带传动。选用的风机性能参数（风量及风压等）满足冷却塔对风量和风压的要求。传动皮带轮为铝合金材料。

(3) 布水系统

冷却塔为横流式，布水系统采用重力散水槽布水方式。散水槽采用重规镀锌钢材制作而成，喷头采用 PVC 材料。喷头孔径及喷头数量布置应确保散水槽的液位保持一致，保证散水均匀。布水系统应能克服系统压力变化均匀布水，使整个区域>90%的面积具有不超过平均值的 5%偏差。

(4) 淋水填料

淋水填料为薄膜式，符合 GB7190.2 规定。填料片材为耐高低温、阻燃型、耐腐蚀、亲水性改性 PVC。填料片及组装块满足下列要求：片材密度不大于 1.55g/cm³；平面拉伸强度不小于 40MPa；阻燃氧指数不低于 28；常温下填料块在简支条件下承受 2.94kN/m² 均布荷载 1 小时，支承面及加载面应无明显变形，卸载后应无明显残余变形，粘结点松脱率不应超过 10%。填料使用寿命不低于 5 年。

2.6 数据采集及管控系统设计

2.6.1 设计依据

《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2005）

《民用建筑能耗标准》（GB51161-2016）

《城镇供热系统评价标准》（GB/T 50627-2010）

《供热系统节能改造技术规范》（GB/T 50893-2013）
《智能建筑工程质量验收规范》（GB50339-2013）
《建筑电气工程施工质量验收规范》（GB50303-2002）
《自动化仪表工程施工及质量验收规范》（GB50093-2013）
《自动化仪表选型设计规定》（HG/T 20507-2000）
《分散型控制系统工程设计规定》（HG/T 20573-95）
《网络安全体系结构标准》（ISO7498-2N）
《TCP/IP 通信协议标准》（IAB, RFC793/791）
《以太网 10BASE-T 标准》（IEEE802.3）

2.6.3 主要设计内容

（1）数据测试及管控系统

测试系统需要具备以下功能且满足数字孪生平台全生命周期监测：包含温度、压力、流量、热量、湿度、功率等采集设备，以及传输、存储设备。监测点位>50。管控系统需要具备下列功能：低碳热源数字化模型、矿井储热数字化模型、热泵储电数字化模型、计算分析软件平台、展示平台等。模型精度>90%。平台拓展能力支持二次开发。

（2）系统调试及试验

系统调试按照国家标准《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》（GB50275-2010）等执行。太阳能集热系统、高温热源制备及存储系统、高温热泵及储热系统、螺杆膨胀发电系统4种系统需完成各不少于5组工况的测试报告，包含调试及试验过程所需耗材。

（3）检验检测

包含系统性能第三方测试，第三方测试单位须具备CNAS认证资质。

2.6.3 详细设计方案

本方案用于构建深地空间储热技术研发平台（一期）主要装备的数字化模型，包括模拟太阳能集热系统、高温热源制备及存储系统、高温热泵及储热系统、螺杆膨胀发电系统四大系统模块。首先，对于平台测试过程中的温度、压力、流量、功率等主要参数进行在线监测，对于系统的主要性能指标，包括供热量、储热量、电热-电转换

效率、热电综合利用效率等进行实时计算和显示。然后，利用实时监测数据，结合能源系统运行过程中的常见故障类型，构建一个涵盖复杂供能系统数据分析、故障诊断及优化调度所需大部分知识的知识图谱，再基于知识图谱中实际系统的信息，因地制宜地自组织变结构生成针对性的用于设备及系统故障诊断的贝叶斯网络算法，从而实现对平台运行过程中的故障诊断。最后，基于诊断结果，以在线仿真模型为内核，依据工况变化的监测数据，模拟得出多个故障解决方案，利用粒子群优化算法，对多目标进行优化分析，从而制定能源系统全过程最优运行调度方案，为运行调度人员提供决策依据。

(1) 平台系统运行数据监测设计

热泵储电系统测试平台的主要测试和数字化显示参数如图 24 所示。

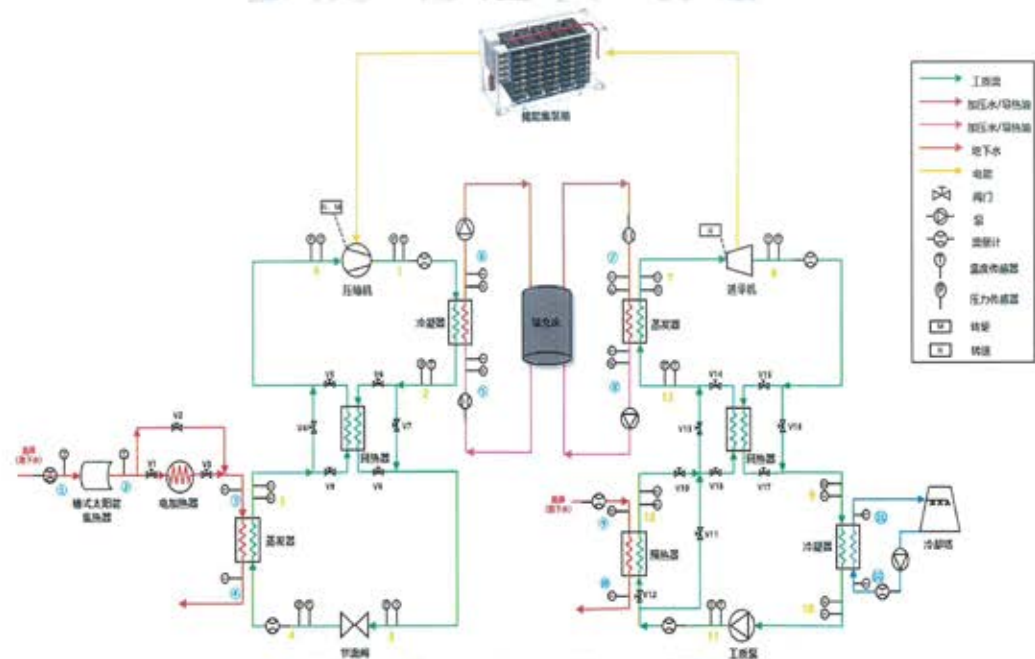


图 24 深地空间储热技术研发平台（一期）数据测试平台

平台共设置测点 25 处，直接测量的物理量有空气流量、空气进出口温度与湿度、水/工质流量、水/工质进出口温度、机组蒸发冷凝压力、泵功耗、风机功耗、压缩机功耗。测量仪器的名称、型号、测量精度以及范围如下表所示。

测量仪器说明表

仪器	型号	测量参数	测量精度	测量范围
热线风速仪	HD2303.0	空气流量	$\pm 0.05 \text{ m s}^{-1}$ ($0 \sim 0.99 \text{ m s}^{-1}$)	$0 \sim 40 \text{ m s}^{-1}$
			$\pm 0.2 \text{ m s}^{-1}$ ($1.00 \sim 9.99 \text{ m s}^{-1}$)	
			$\pm 0.2 \text{ m s}^{-1}$ ($10.00 \sim 99.99 \text{ m s}^{-1}$)	

			$\pm 0.6 \text{ m s}^{-1}$ ($10.00 \sim 40.0 \text{ m s}^{-1}$)	
温湿度计	HMT330	空气温湿度	$\pm 0.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $\pm 1\% \text{ RH}$ ($0 \sim 90\% \text{ RH}$)	$-40 \sim 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $0 \sim 100\% \text{ RH}$
电磁流量计	LDTH-65	水/工质流量	$\pm 0.1\% \text{ FS}$ ($0 \sim 2 \text{ m s}^{-1}$) $\pm 0.5\% \text{ FS}$ ($2 \sim 10 \text{ m s}^{-1}$)	$0 \sim 10 \text{ m s}^{-1}$
温度计	PT RTD	水/工质温度	$\pm 0.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$-200 \sim 500 \text{ }^{\circ}\text{C}$
密度计	/	工质密度	$\pm 1 \text{ kg m}^{-3}$	$1000 \sim 1100 \text{ kg m}^{-3}$
压力计	SPKT0011C0 SPKT0031C0	循环压力	$\pm 1\% \text{ FS}$	$0 \sim 10 \text{ bar}$ $0 \sim 30 \text{ bar}$
功率计 电表	WT310	设备功率	$\pm 0.1\% \text{ RD} + 0.1\% \text{ FS}$	$0 \sim 240 \text{ kW}$

测点分布及对应参数如下表所示。当系统达到稳态后，所有测量结果均由数据采集仪(型号为 Agilent34970A)进行记录。

测点分布及对应参数一览表

测点	参数	仪器
①	地下水流量	电磁流量计
	太阳能集热器入口水温	温度计
②	太阳能集热器出口水温	温度计
③	热泵蒸发器入口水温	温度计
④	热泵蒸发器出口水温	温度计
⑤	热泵冷凝器入口导热油流量	电磁流量计
	热泵冷凝器入口导热油温度	温度计
	热泵冷凝器入口导热油压力	压力计
⑥	热泵冷凝器出口导热油温度	温度计
	热泵冷凝器出口导热油压力	压力计
⑦	ORC 蒸发器入口导热油流量	电磁流量计
	ORC 蒸发器入口导热油温度	温度计
	ORC 蒸发器入口导热油压力	压力计
⑧	ORC 蒸发器出口导热油温度	温度计
	ORC 蒸发器出口导热油压力	压力计
⑨	ORC 预热器入口水流量	电磁流量计
	ORC 预热器入口水温	温度计
⑩	ORC 预热器出口水温	温度计
⑪	ORC 冷凝器出口水温	温度计

⑫	ORC 冷凝器入口水流量	电磁流量计
	ORC 冷凝器入口水温	温度计
	热泵冷凝器入口工质温度	温度计
	热泵冷凝器入口工质压力	压力计
	热泵冷凝器入口工质流量	电磁流量计
	热泵冷凝器出口工质温度	温度计
	热泵冷凝器出口工质压力	压力计
	节流阀入口工质温度	温度计
	节流阀入口工质压力	压力计
	热泵蒸发器入口工质温度	温度计
	热泵蒸发器入口工质压力	压力计
	热泵蒸发器入口工质流量	电磁流量计
	热泵蒸发器出口工质温度	温度计
	热泵蒸发器出口工质压力	压力计
	压缩机入口工质温度	温度计
	压缩机入口工质压力	压力计
	ORC 蒸发器出口工质温度	温度计
	ORC 蒸发器出口工质压力	压力计
	ORC 膨胀机出口工质温度	温度计
	ORC 膨胀机出口工质压力	压力计
	ORC 膨胀机出口工质流量	电磁流量计
	ORC 冷凝器入口工质温度	温度计
	ORC 冷凝器入口工质压力	压力计
	ORC 冷凝器出口工质温度	温度计
	ORC 冷凝器出口工质压力	压力计
	ORC 工质泵出口工质温度	温度计
	ORC 工质泵出口工质压力	压力计
	ORC 工质泵出口工质流量	电磁流量计
	ORC 预热器出口工质温度	温度计
	ORC 预热器出口工质压力	压力计
	ORC 蒸发器入口工质温度	温度计
	ORC 蒸发器入口工质压力	压力计

(2) 系统协同诊断设计

所谓的自组织变结构,实质上是先根据具体诊断对象所有相关的诊断信息最大程度地获取有助于诊断过程的征兆,然后根据征兆和该对象有可能发生的故障之间多因多果的形成故

障诊断贝叶斯网络结构。

首先，探究本研发平台供能系统中常见故障在各种系统形式及运行工况下的影响规律，描述故障和征兆之间多对多映射的概率性因果关系，以及运行能效问题在数据层面的概率性表征规律，并用知识图谱技术进行描述；其次，提出以单个故障为核心的贝叶斯能效诊断单元的标准化建立方法，以及根据设备实例自组织生成能效诊断贝叶斯网络结构的方法，研究网络结构发生变化情况下贝叶斯网络的条件概率估计算法；最后，基于已知因果关系、平台实际能源系统拓扑结构和已经布置好的传感器，研究生成针对性的基于自组织变结构贝叶斯网络算法的能源系统协同诊断。

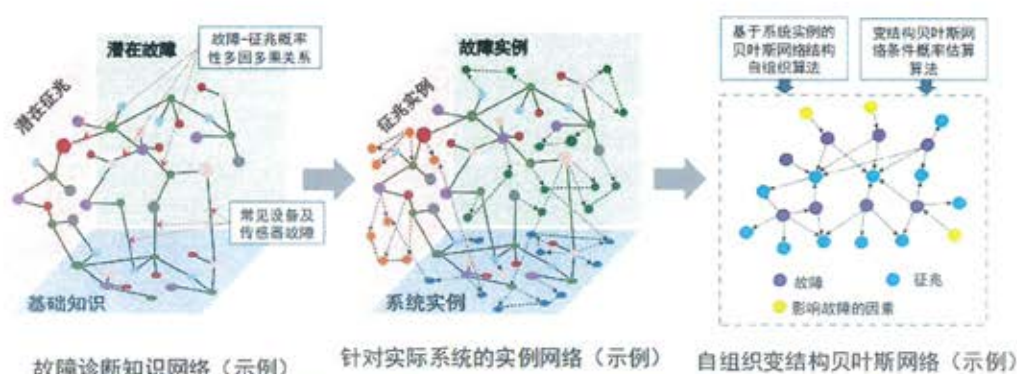


图 25 自组织变结构贝叶斯网络系统协同诊断流程

(3) 系统优化调控

在获得故障诊断结果和实际运行工况监测数据后，以系统机理分析为基础，通过在线模拟和粒子群优化算法推导实现系统末端需求响应的各环节最佳实时控制参数。最后，通过跨环节控制参数传递及约束综合，建立全环节跨层面的时域滚动优化方法，从而实现平台系统最优化的综合调控策略。

具体来说，基于在线仿真和粒子群优化算法的系统优化控制方法将模型仿真与数字算法相结合，通过机器大脑在自动生成的多种协同调度策略中寻得最优解，并由自控系统按调度策略控制阀门开度，调节全网流量分配组合状态，完成闭环调控过程。本平台中的智慧调控模式分为自优调控、自动调节、手动控制，系统优先采用自优调控和自动调节，当平台软件运行失控等突发情况，则自动转为人工手动控制。系统主要通过调控水泵频率、阀门开度、供水温度等方式来满足平台实验需求的最优方案。

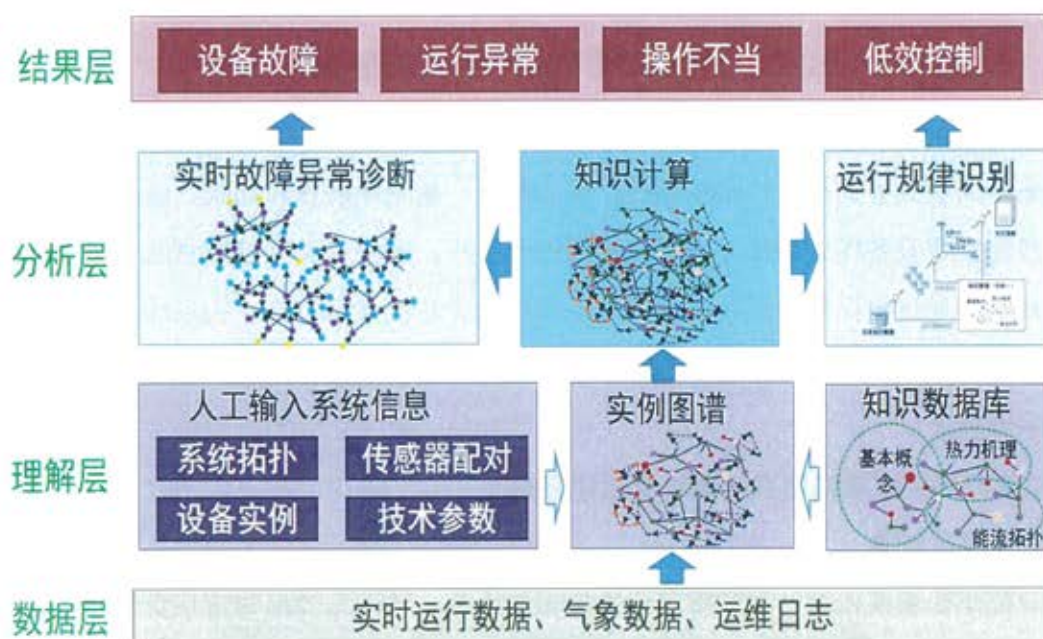


图 26 系统能效诊断与运行优化调控

(4) 系统调试及试验

系统调试按照国家标准《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》(GB50275-2010)等执行。太阳能集热系统、高温热源制备及存储系统、高温热泵及储热系统、螺杆膨胀发电系统 4 种系统需完成各不少于 5 组工况的测试报告，包含调试及试验过程所需耗材。

(5) 第三方检验检测

系统完成内测后，拟要求具备 CNAS 认证资质的单位，对系统性能进行第三方权威测试。

3、设备模式切换、调试及试验方案

对于本研发平台，设备的高效运行和精确测量对于研究结果的准确性至关重要。为了确保设备在不同模式下的稳定性和可靠性，需要制定一套全面的模式切换、调试及试验方案。本方案旨在阐述设备模式切换、调试及试验的全过程，确保设备能够顺利从当前模式切换至目标模式，并通过全面的调试与测试，验证其性能安全性及稳定性，为后续的设备运行与维护提供坚实的基础。本方案立足于研发平台内各部分运行系统，制定了各类设备的模式切换、调试及试验方案。

3.1 太阳能集热系统模式切换、调试及试验方案

3.1.1 模式切换方案

太阳能集热系统作为一种利用可再生能源的设备，其运行效率与效果受到多种因素的影响。为了充分发挥系统的效能并确保其稳定运行，设计了精细化的模式切换方案，该方案基于环境参数（如太阳辐射强度、环境温度、风速等）和系统运行状态（如集热效率、储热水箱温度等）的综合评估。系统内置智能控制器，根据预设算法实时判断当前最适合的运行模式，如高效集热模式、保温模式或辅助加热模式。切换流程包括数据采集、模式判断、指令下发及执行反馈四个环节，确保切换过程迅速且准确。

（1）切换原理及流程

高效集热模式：在阳光充足的情况下，系统全功率运行，最大程度地吸收和转化太阳能为热能。此时，所有的集热单元和循环泵都在高效工作状态下运行。

保温模式：当外界环境变得阴暗或太阳辐射强度减弱时，系统会自动调整运行状态，进入保温模式。在这一模式下，系统会保持一定的热水产量，同时通过优化循环路径和减少热量散失的方式，尽可能地维持储热水箱内的水温。

辅助加热模式：对于一些特殊情况，例如连续阴雨天或者储热水箱内的水温度过低，仅靠太阳能集热无法满足用户的需求。此时，系统会启动辅助加热模式。在这一模式下，除了太阳能集热外，还会启动电加热或其他形式的辅助加热设备，以确保用户能够获得足够的热水。

数据采集：首先通过布置在集热器和储热水箱中的传感器网络实时收集各类环境参数和系统运行数据。这些数据包括但不限于太阳辐射强度、环境温度、风速、储热水箱温度等。

模式判断：收集到的数据会被传输到智能控制器进行处理和分析。智能控制器运行预先设定的算法，根据当前的数据判断出最适宜的运行模式。这一过程考虑了多种因素，如天气

条件、系统当前状态、用户用水需求等。

指令下发：一旦智能控制器做出了模式切换的决定，就会向相应的执行机构发出指令。这些指令包括调整集热器角度以优化采光、启动或停止循环泵、开启或关闭辅助加热设备等。

执行反馈：执行机构在接收到指令后会立即执行相应的操作，并实时向智能控制器反馈执行情况。智能控制器根据反馈不断调整和优化执行指令，确保模式切换过程的顺利进行。

通过这一套完整的数据采集、模式判断、指令下发及执行反馈流程，能够实现太阳能集热系统模式的精准、高效切换。

（2）切换条件与触发机制

切换条件主要依据外部环境变化和系统内部需求设定。例如，当太阳辐射强度低于一定阈值时，系统会自动从高效集热模式切换至保温模式；若储热水箱温度低于用户设定值，且太阳辐射不足以维持水温，系统将启动辅助加热模式。触发机制采用事件驱动方式，一旦满足切换条件，智能控制器立即执行切换指令，无需人工干预。这种自动化的切换机制不仅提高了系统的运行效率，也确保了系统的稳定性和可靠性。

（3）切换安全保障措施

为确保模式切换过程中的系统安全，采取多重保障措施。包括设置切换缓冲区，避免频繁切换对系统造成冲击；实施权限管理，确保只有授权人员能修改切换条件；以及建立故障预警机制，一旦发现异常，立即停止切换并启动应急处理流程。这些措施共同构成了全面的安全保障体系，为系统的稳定运行提供了有力保障。

3.1.2 系统调试及试验方案

（1）系统复位

将太阳能换热系统进行复位，确保所有设备和元件处于初始状态。关闭所有电源和阀门，确认电源和供水都已接通。

（2）水路系统检查

①检查水路系统中的管道连接、阀门和支架是否稳固，防止漏水和漏气。

②检查水泵运行是否正常，水路系统是否通畅，阀门是否打开。

（3）太阳能集热器检查

①检查集热器上方是否有阴影遮挡，确保太阳辐射正常。

②检查集热器管道连接是否牢固，是否有漏水现象。

（4）系统运行检查

①打开水源，确认供水正常。

②打开系统电源，启动水泵，检查其运行是否正常。

③观察太阳能集热器是否有热水流出，检查水温是否达到设计要求。

(5) 温度控制系统调试

①检查温度传感器是否准确，是否与控制器连接正常。

②设置热水温度，观察太阳能集热器采集到的水温和实际出水温度是否一致。

(6) 安全保护系统检查

①检查压力释放阀、过温保护器和漏电保护装置是否正常工作。

②测试过压和过温保护功能，确保系统在异常情况下能自动停机。

(7) 容量和效率测试

①测试太阳能热水系统的供水容量，记录热水流量和水温变化。

②测试太阳能集热器的热转化效率，通过测量太阳能热水系统的入口和出口水温来计算。

(8) 实地测量和数据记录

①在不同时间段和不同天气条件下，实地测量太阳能热水系统的性能和效率。

②记录供水温度、热水流量、太阳能热水系统的运行时间等数据，并进行数据统计和分析。

(9) 调试和验收报告

①撰写调试和验收报告，详细描述每个步骤的操作、结果和数据。

②分析系统的性能和效率，与设计要求进行对比。

③根据调试测试结果，提出改进建议和优化方案。

3.2 高温热源制备及存储系统模式切换、调试及试验方案

3.2.1 模式切换方案

高温热源制备及存储系统模式切换的目标不仅在于确保在不同工况下都能实现制热模式的平稳过渡，避免因频繁切换导致的系统运行冲击和不稳定，更关键的是要在保证制热效果的同时，最大限度地提高能源利用效率，降低能耗。因此，在本研发平台实际试验过程中，应根据试验工况要求，严格依照系统设备的操作说明对系统模式进行安全、合理的切换。例如，当室外温度较低时，系统应启动辅助电加热功能以增强制热效率；而在室外温度较高或室内负荷较小的情况下，系统则可能切换至仅依靠空气源热泵进行制热，以降低能耗、提高能效比。此外，根据具体试验需求和不同的室外温度选择不同的运行模式，如节能模式、舒适模式等。

3.2.2 系统调试及试验方案

(1) 调试前的准备

①确认设备安装位置及设备安装方向是否正确，空气源热泵应尽量避免安装在通风口、通风管道、高温和高湿处，设备周围应有足够的空间保证设备正常排放热量。

②检查设备的电气线路连接是否正确，电气线路应该符合国家相关标准，并且要求接线牢固、电气箱的接线盖牢固紧固，电气线路应该接地保护良好。

③工程施工人员及现场负责人员要了解设备的基本原理和 workflows，熟悉设备的操作、维护和维修方法。

④确保调试现场室温适宜、空气清新，避免因为环境原因导致工作人员及设备受到干扰。

⑤准备相关工具和设备，包括电工万用表、压力表、温度计、测试仪器等。

⑥准备调试记录表格及检测记录表格，用于记录调试过程中的各种数据。

(2) 系统调试步骤

1) 电气系统调试

①检查电气系统的供电情况，确认设备的供电线路是否正常、电压是否稳定。

②检查设备的电气线路是否接地良好，电气箱的接地连接牢固。

③对设备的电气线路进行全面检查，包括接线是否牢固、绝缘是否正常、接地保护是否完好等。

④当确认电气系统没有问题后，可以进行设备的电气调试，包括启动、停止、转换操作等。

2) 制热系统调试

①对高温热源的制热系统进行调试，包括启动制热运行、检查蒸发器和冷凝器的工作情况、监测压力和温度、调节制热温度等。

②检查空气能热泵的三通阀、电磁阀、膨胀阀、压力传感器、温度传感器等关键元件的工作情况，调试这些元件的参数，保证制热、制冷系统的正常运行。

3) 风路系统调试

①启动风机，确认风机的工作情况。

②检查风机的转速，调节风机的转速参数。

③检查风机的风量，调节风机的风量参数。

④检查风道及风口的通风情况，调整风道及风口的设计参数，保证风路系统的正常运行。

4) 水路系统调试

①检查水路系统的水泵、水箱、水管等设备的工作情况，确认水路系统的供水正常、流

量稳定。

- ②检查水泵的工作状态、水泵的转速，调节水泵的转速参数。
- ③检查水箱的水位、水箱的注水情况，调节水箱的水位参数。
- ④检查水路系统的水源及排水情况，保证水路系统的正常运行。

5) 智能控制系统调试

- ①确认智能控制系统能够正常接受安装参数、工作参数和传感器的信息。
- ②检验智能控制系统的程序运行情况，比如进行制冷、制热切换测试，调整室内温度设定值等。

- ③测试智能控制系统的报警功能，包括高温报警、低温报警、高压报警、低压报警等。

(3) 调试后的工作

- ①整理调试记录，对设备的各项数据进行汇总分析，记录设备的运行参数、性能参数、故障信息等。
- ②对调试中出现的问题进行整理总结，提出解决方案，并与设备制造商和工程设计方进行沟通交流。
- ③对设备运行参数进行调整，根据现场实际情况对设备的工作参数进行优化。
- ④针对调试中发现的问题，对设备进行维护和保养，包括清洁、润滑、紧固、检查等操作。
- ⑤整理调试报告，确认设备的调试工作完成，并进行归档保存。

3.3 高温热泵及储热系统模式切换、调试及试验方案

3.3.1 模式切换方案

高温热泵及储热系统模式切换时，需要全面考虑高温热泵系统与储热系统的工作状态、能源供需状况以及外部环境条件等多重因素。切换条件的设定是整个方案的核心，它涉及到系统关键运行参数的阈值确定，例如，当系统温度达到某一设定值时，或者能源需求预测显示未来一段时间内供热不足时，都可能成为触发模式切换的重要依据。通过实时监控和数据分析，对比预设的切换条件，一旦实际运行参数与预测结果达到或超过设定的阈值，即可自动或手动启动切换操作。

在实施模式切换之前，根据设备使用说明，预先规划好一系列详细的步骤和参数调整方案，例如缓慢调整热泵压缩机的工作转速，精细控制膨胀阀的开度大小，以及其他相关组件的运行状态，从而使得能量能够在无扰动或者最小扰动的情况下得以平稳转移和有效储存。在整个切换过程中，必须密切关注系统各项运行参数的变化情况，比如温度、压力、流量等，

并利用先进的监控技术实时获取并分析系统性能数据，确保所有操作都在安全范围内进行，并且系统状态保持稳定。

3.3.2 高温热泵系统调试及试验方案

(1) 单机试运转

1) 泵试运转前的检查要符合下列要求：

①驱动机的转向要与泵的转向相符。

②各固定连接部位要无松动。

③各润滑部位加润滑剂的规格和数量要符合设备技术文件的规定，有预润滑要求的部位要按规定进行预润滑。

④盘车要灵活、无异常现象。

⑤泵采用机械密封，要放出密封腔内空气。

⑥水泵运转前，应将入口阀全开，出口阀全闭，待水泵启动后再将出口阀缓慢打开。

2) 启动时要符合下列要求：

①各固定连接部位不能有松动。

②转子及各运动部件运转要正常，不能有异常声响和摩擦现象。

③附属系统的运转要正常，管道连接要牢固无渗漏。

④各润滑点的润滑油温度，密封液和冷却水的温度均要符合设备技术文件的规定，润滑油不能有渗漏和雾状喷油现象。

⑤泵的安全保护和电控装置及各部分仪表均要灵敏、正确、可靠。

⑥机械密封的泄露量不能大于 5ml/h。

⑦泵在额定工况点连续试运转时间不得小于 2 小时。

(2) 机组试运转

1) 开启软水器，待软水箱满液后开启补水泵将软水从软水箱充至地源测及末端侧水系统，将系统充满，并排净空气；按设计要求整定系统压力。

2) 高温热泵机组调试工艺流程

①高温热泵系统开机顺序依次为：高温侧水泵—末端侧水泵—制冷机组；冷系统停机顺序依次为：制冷机组—末端侧水泵—高温侧水泵，且高温泵机组调试应逐台进行。

②步骤：系统调试准备→检查各循环水系统→打开各系统控制阀门→关闭冷却水泵出口阀门→开启冷却水泵→开启冷却水泵出口阀门→开启冷却水塔/物化水处理机→检查制冷机进出水口冷却水温度→关闭冷冻水泵出口阀门→开启冷冻水泵→开启冷冻水泵出口阀门→开

启脱气机→检查制冷机进出水口冷冻水温度→检查冷水系统定压罐压力→检查脱气机工作状态→开启制冷机组→调节集分水器控制阀门→检查各设备运行情况→记录运行结果。

3) 高温热泵机组应连续运转 8h, 因此调试前应开启空调末端设备, 使机组蒸发器散热和冷凝器得热平衡, 厂家负责检查机组以下参数:

①检查机组的响声、振动, 轴承部位的温升, 当机器发生喘振, 应立即采取措施予以消除故障或停机。

②检查油箱的油面高度和各部位供油情况。

③检查润滑油的压力和温度。

④吸排气压力的温度。

⑤各运动部件有无异常声响, 各连接和密封部位有无松动、漏气、漏油、漏水等现象。

⑥电动机的电流、电压和温升。

⑦能量调节装置的动作应灵敏, 浮球阀及其他液位计的工作应稳定。

⑧各安全保护继电器的动作应灵敏、准确。

⑨机器的噪声和振动。

⑩水流开关是否正常。

3.3.3 储热系统调试及试验方案

(1) 调试前准备与检查

在系统调试开始之前, 必须进行详尽而细致的预备工作及设备状态核查。首先要确保所有硬件设备已按照设计规范正确安装, 包括但不限于各类传感器、执行器、控制器等关键组件, 以及所有连接管线、阀门等附件均已牢固可靠、无泄漏风险。对系统中配备的传感器和控制器进行全面检查, 确认其灵敏度、精确度及响应速度等性能指标是否达到设计标准, 能够正常采集数据并准确执行控制指令。检查系统中的热能储存介质(如 PCM)是否按照设计要求正确填充, 并确保填充量充足且分布均匀, 以满足系统运行的需求。

(2) 调试步骤与方法

系统调试应遵循一定的流程和步骤, 首先进行功能测试, 通过模拟实际工况条件, 对系统中每个设备的功能进行验证, 确保其能够按照控制系统的指令正常运作, 例如加热、冷却、恒温等基本功能; 检查各传感器与控制器之间的信号传输是否准确无误, 以及控制系统发出的指令能否被正确执行, 不存在延迟或误操作现象。

性能测试阶段, 则需关注系统在不同工况下的运行效率。通过改变输入参数或模拟不同工况条件, 测量并计算系统的热能储存效率、热能释放速度等关键性能指标, 评估其在设计

工况范围内的运行效能。例如，可以测试系统在最大负荷和最小负荷时的换热效率，以及在不同温度差下的热能转移速率等。

稳定性测试是检验系统长期运行可靠性的关键环节。在此阶段，通过让系统持续运行较长时间（通常为连续 72 小时或以上），观察并记录系统的各项运行参数变化情况。这有助于发现潜在的设备老化、磨损等问题，以及由于热应力、机械振动等因素可能导致的系统不稳定现象。通过对比实际运行数据与理论预期值，可以及时发现并解决可能影响系统稳定性的各种隐患。

整个调试过程中，应采用逐步加载、逐步调整的方法进行精细化操作。从最低负荷开始，逐步增加系统负荷直至达到设计最大负荷，同时密切关注各个设备的运行状态和性能表现。根据实际测量结果，适时对系统进行微调优化，不断逼近并最终达到或超过预设的最佳运行状态。

3.4 螺杆膨胀发电系统模式切换、调试及试验方案

3.4.1 模式切换方案

螺杆膨胀发电系统作为能源转换的核心模块，在本研发平台中承担着将热能转化为电能的重要任务，其运行效率与稳定性直接影响着平台的试验结果。因此，建立螺杆膨胀发电系统模式切换的方案，明确切换前后的评估、准备、执行及后续管理步骤，对于确保切换成功、保障平台稳定运行具有重要意义。

在模式切换实施前，对当前机组运行状态进行全面评估，包括设备负载、能耗情况、环境因素以及预期的负荷变化趋势等关键指标的分析，为制定针对性的模式切换策略提供准确依据。在此基础上，设定明确的切换目标，如提升特定工况下的发电效率、增强机组对不同负荷的适应性或是降低碳排放等，确保切换后的运行模式能够满足试验要求。根据评估结果和目标设定，严格按照机组技术文件上的切换步骤，包括但不限于控制系统参数调整、燃料种类及比例优化、设备启动与停止顺序等，保证在平稳过渡的基础上实现模式的有效切换。

在切换过程中，充分考虑潜在的风险因素，如设备故障、操作失误、外部干扰等，制定相应的应急预案，确保在遇到突发状况时能够迅速响应并采取有效措施进行处置，保障切换过程的安全可靠。完成模式切换后，并非意味着维护工作的结束，反而是对机组性能监测与维护工作的开始。定期对螺杆膨胀发电机组进行性能检测、故障排查以及预防性维护，确保切换后的运行模式得以稳定持续地执行，最大程度地提升机组整体性能和使用寿命。

3.4.2 系统调试及试验方案

(1) 调试前检查

1) 机组试运范围内清理干净, 脚手架已拆除, 场地平整, 道路畅通, 现场照明充足, 事故照明能正常投运。

2) 试运现场的沟道及孔洞的盖板齐全, 临时孔洞装好护栏或盖板, 危险区设有围栏和警告标志。

3) 消防系统处于可靠备用状态。

4) 排水系统及设施正常。

5) 设备房封闭完成, 机组的试运行区域划分明确, 并作出标记。在冬季寒冷气候下进行试运, 应做好厂房、设备防冻措施。

6) 调试现场电话等通讯设备齐全, 可以方便使用。

7) 所有需要调试的设备、系统均按图纸施工完毕, 并经各方验收完成。设备和阀门挂牌结束, 管道保温工作完成。与试运有关的系统管道经水压试验合格。

8) 各系统分部试运完毕, 螺杆膨胀机进汽管道已吹扫合格。

9) 所涉及的热控表计经校验合格, 安装齐全 (包括就地表计)。

10) 热网循环水系统已正常投运。

11) 螺杆膨胀机润滑油系统油循环结束, 并应有油质合格报告。油箱油位正常。

12) 主、辅机的联锁保护、程控试验合格。

13) 螺杆膨胀机主汽阀、调节阀阀位整定试验完成。

14) 螺杆膨胀机联锁保护试验完成。

15) 与本次螺杆膨胀机组整套启动有关的电气一次设备, 二次设备均已安装、试验完成, 经验收完毕, 具有相应的安装、试验、验收报告。16) 与本次螺杆膨胀机组整套启动有关的电气分系统调试均已试验完毕, 确认已具备整套试运条件。

17) 与本次螺杆膨胀机组整套启动有关的热工 DCS 系统调试完毕, 各种控制、测量功能正常, 显示准确。

18) 螺杆膨胀机组 PLC 调试完毕, 具备投入条件。

(2) 系统启动步骤

1) 启动螺杆膨胀机组润滑油泵, 对润滑油系统进行检查。检查润滑油压, 轴承油流量, 油路严密性和油箱油位, 润滑油温不低于 30℃; 投入机封冷却水系统, 确认机封冷却水压力 0.15-0.3MPa 范围内, 机封冷却水温度正常。

2) 投入热网循环水系统, 注水前和注水过程中, 系统内各空气门 (包括热网加热器水侧空气门) 应在全开位置, 微开热网加热器出口电

动门，向热网加热器注水，排气手动门连续出水后关闭。

3) 全开加热器水侧出入口电动门，水侧投入运行。

4) 打开热网加热器汽侧注水手动门，对热网加热器汽侧进行注水至正常液位 600mm。

5) 投入热网加热器抽真空系统，维持背压 65kPa (a)。

6) 手动盘车至少 3 圈检查转动应无摩擦、卡涩现象，严禁在盘不动车的情况下强行开机。

7) 投入螺杆机润滑油冷却水系统，调节润滑油温度在 30℃~40℃范围内。

8) 投入机械密封冷却水系统，控制温度在 20℃~50℃范围内。

9) 检查确认螺杆机进汽管道各疏水门开启，打开螺杆机进汽快关阀暖管。

10) 螺杆发电机组进汽母管压力达到 0.10MPa，进汽母管温度 240℃。

11) 启动螺杆膨胀机组，缓慢升速。同时注意监视热网加热器液位及真空情况。通过操作面板上的“（开进汽调节阀）和（关进汽调节阀）”按钮，控制调节阀缓慢调节开度（5%~8%），使适量蒸汽进入螺杆膨胀机，冲动转子并稳定螺杆膨胀机转速在 400r/min，这时检查机封冷却水回水温度不超过 65℃；打开机封引流孔管的阀门看是否有水渗出，泄漏量在 10ml/h 以内为正常；用听棒检查轴承和阴、阳转子是否有异常的声音；主机壳体检查振动小于 80 μm；检查润滑油各回油点的油温不超过 70℃为正常。

12) 逐步增加调节阀开度，再进行螺杆膨胀机全面检查，一切正常后继续开大调节阀开度，使螺杆膨胀机转速达到额定转速。

13) 转速升至 2800r/min 暖机完成后，通过控制进汽微调旁路阀开度将转速升至 2950~3000r/min 并网转速范围内。

14) 并网条件满足的情况下，手动合上并网开关。此时螺杆膨胀异步发电机组转速迅速升至 3000r/min，迅速调节调门开度，使发电机带 200kW 负荷。异步发电机并网成功，关闭进汽微调旁路阀。

15) 打开热网疏水冲洗外排手动门，对热网疏水系统进行热态冲洗。

16) 机组升负荷至 50%额定负荷暖机 1 小时。这时检查机组振动、润滑油压、油温、轴承温度、真空、热网加热器水位、进汽温度、进汽压力、机封冷却水压力、机封冷却水温度、排汽温度、排汽压力是否正常。

（3）系统停机步骤

系统正常停机时，逐步关小进汽调节阀，功率接近 50kW 时，操作分闸按钮，调节阀自动减少转速，阀位接近 0 时，快速关断阀动作（慢关），设备停机。停机后保持润滑油和冷

却水系统运行，需螺杆膨胀机本体温度低于 60℃ 以下才能停止润滑油泵和机封冷却水泵。

3.5 数据采集及管控系统模式切换、调试及试验方案

3.5.1 模式切换方案

在模式切换的过程中，核心目标在于最大限度地减少数据采集及管控时出现中断的时间窗口，确保数据在迁移过程中的完整性和一致性得以严格保持，同时优化系统架构以提升整体性能和可扩展性。本研发平台的数据采集及管控系统模式切换主要围绕低位热源提取与模拟、热泵储电以及矿井水储热三大模块功能展开，三大模块根据具体的实验工况需求，进行相应的模式切换，数据采集及管控系统则根据相应的试验结果在数据的在线检测、数据的处理分析、数据的保存备份等模式中根据需求进行合理切换，确保切换工作按计划有序进行。

3.5.2 系统调试及试验方案

1. 调试前提

数据采集及管控系统需待各暖通、电气和自控及仪表系统安装结束，检验无误，满足设计要求后展开调试。

2. 调试目标

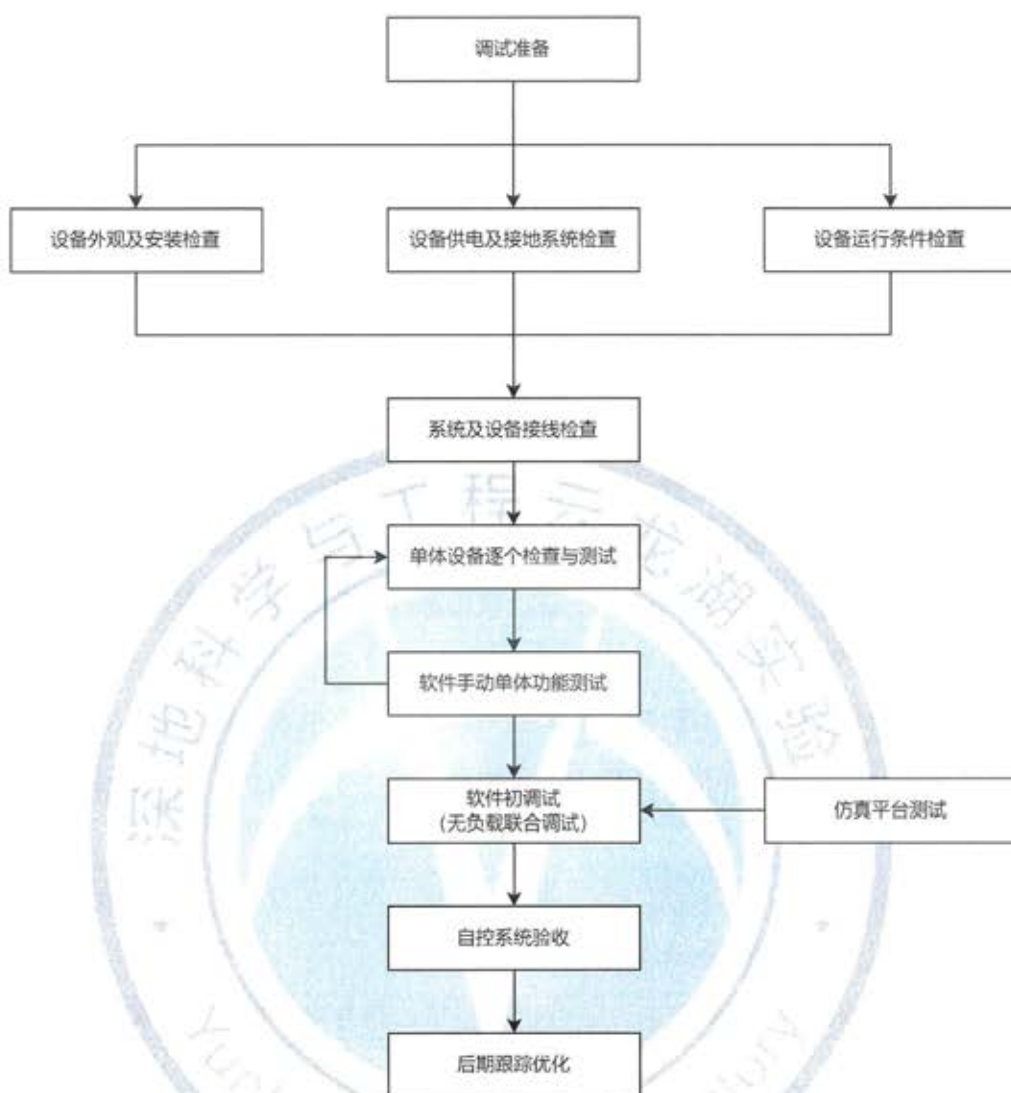
数据采集及管控系统调试的目标为：

- (1) 确认项目现场设备安装、运行正常；
- (2) 验证控制系统点位反馈及控制功能正常；
- (3) 按照运行需求实现软件控制策略及算法，从而实现项目的安全可靠、高效节能运行。

3. 调试依据与规范

- (1) 本项目设计图纸及相关文件
- (2) 国家现行主要规范、规程及相关行业标准：
 - 《智能建筑设计标准》GB/T 50314-2015；
 - 《仪表配管配线设计规范》HG/T 20512-2014；
 - 《信息技术设备安全》GB 4943-2011；
 - 《供热计量技术规程》JGJ 173-2009；
 - 《自动化仪表选型设计规范》HG/T 20507-2014；
 - 《热量表》GB/T 32224-2020；
 - 《仪表供电设计规范》HG/T 20509-2014；
 - 《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB50093-2013

3. 调试流程



4. 调试准备工作

(1) 调试前准备

参与调试的各方明确责任，分工明确；

检查设备供电是否全部到位，接线正常，电气柜电源是否处于待电状态，根据调试需要送电；对不具备供电条件的设备配置临时电源；

检查现场设备外观及已安装完成情况，设备及控制系统系统接线及接地情况；

检查各设备开机条件是否全部满足；

如有调试危险区设立明确标识和范围。

(2) 调试工具准备及材料

万用表、信号发生器、电脑、钳流表、红外温度测量仪等现场设备及仪器仪表技术参数

等相关资料。

5. 调试范围

调试工作包括：全部自控控制柜及软件；接口调试包括：现场传感器及计量仪表、阀门、水泵、热源塔、冷机、热泵等设备；设备间网络通讯。

6. 调试方案

(1) 数字量点位调试

1) 数字量输入信号：数字量输入信号调试包括信号电平检查、动作试验、特殊功能检查等。

①信号电平的检查

干接点输入按设备说明书和设计要求确认其逻辑值；

脉冲或累加信号按设备说明书和设计要求确认其发生脉冲数与接收脉冲数一致，并符合设备说明书规定的最小频率、最小峰值电压、最小脉冲宽度、最大频率、最大峰值电压、最大脉冲宽度；

电压或电流信号(有源与无源)按设备说明书和设计的要求进行确认。

②动作试验。按上述不同信号的要求，用程序方式或手动方式对全部测点进行测试，并将测点之值记录下来。

③特殊功能检查。按本工程规定的功能进行检查，如高保安数字量信号输入以及正常、报警、线路、开路、线路短路的检测等。

2) 数字量输出信号：数字量输出信号调试包括：信号电平的检查、动作试验和特殊功能检查

①信号电平的检查。继电器开关量的输出 ON/OFF：按设备说明书和设计要求确认其输出的规定的电压电流范围和允许工作容量。输出电压或电流开关特性检查：其电压或电流输出，必须符合设备使用书和设计要求。

②动作试验。用程序方式或手动方式测试全部数字量输出，并记录其测试数值和观察受控设备的电气控制开关工作状态是否正常；如果受控单体受电试运行正常，则可以在受控设备正常受电情况下观察其受控设备运行是否正常。

③特殊功能检查。按本工程规定的功能进行检查，如按设计要求进行三态(快、慢、停)和间歇控制(1s、5s、10s)等的检查。

(2) 模拟量点位调试

1) 模拟量输入信号：模拟量输入信号调试包括输入信号的检查、信号测试、动作试验、

精度测试等：

①输入信号的检查。按设备说明书和设计要求确认其有源或无源的模拟量输入的类型、量程(容量)、设定值(设计值)是否符合规定。

②温度、湿度、压力、压差传感器的检查与测试。按产品说明的要求确认设备的电源电压、信号类型、环境温度、湿度是否与实际相符。按产品说明书的要求确认传感器的内外部连接线是否正确。根据现场实际情况，按产品说明书规定的输入量程范围，接入模拟输入信号后在传感器端或控制器侧检查其输出信号，并经计算确认是否与实际值相符。

③电量、电压、电流、频率、功率因数传感器的检查与测试输入信号的检查。按设备说明书和设计要求确认其有源或无源的模拟量输入的类型、量程(容量)、设定值(设计值)是否符合规定。按产品说明书的要求确认传感器的内外部连接线是否正确，严防电压型传感器的电压输出端短路和电流型传感器的输出端开路。根据现场实际情况，按产品说明书规定的输入量程范围分别在传感器的输出端或控制器侧检查其输出信号，并经计算确认是否与实际值相符。

④流量/热量传感器的检查与测试。输入信号的检查。按设备说明书和设计要求确认其有源或无源的模拟量输入的类型、量程(容量)、设定值(设计值)是否符合规定。按产品说明书的要求，确认其内外部连接线正确。静态调整：将流量传感器安装于现场后(探头部分必须完全浸没于静止的水中)，在控制器侧测试其输出信号，如果此信号值与零偏差较大，则其将按产品和系统要求进行自动校零。动态检查：模拟管道中的介质流量，然后在控制器侧测试其传感器的输出信号，经计算确认其是否与实际相符。

⑤动作试验。用程序方式或手控方式对全部的 AI 测试点逐点进行扫描测试并记录各测点的数值，确认其值是否与实际情况一致。

⑥模拟量输入精度测试。使用程序和手动方式测试每类传感器的某一测试点，在其量程范围内读取三个测点(量程的 10%、50%、90%)，其测试精度要达到该设备使用说明书规定的要求。

2) 模拟量输出信号

①按设备使用说明书和设计要求确定其模拟量输出的类型、量程(容量)与设定值(设计值)是否符合。

②按产品说明书的要求确认该设备的电源、电压、频率、温度、湿度是否与实际相符。确认各种驱动器的内外部连接线是否正确。

③手动检查：首先将驱动器切换至手动档，然后转动手动摇柄，检查驱动器的行程是否

在 100% 范围内。

④在确认手动检查正确后，在现场按产品说明书要求，模拟其输入信号或者从控制器输出 AO 信号，确认其驱动器动作是否正常。

⑤动作试验：用程序或手控方式对全部的 AO 测试点逐点进行扫描测试，记录各测点的数值，同时观察受控设备的工作状态和运行是否正常。

⑥特殊功能检查：按规定的功能进行检查，如保持输出功能、事故安全功能等。

（3）集成通讯设备调试

对于集成通讯设备，调试包括设备运转确认，通讯接线及参数检查、通讯数据读取与校对、动作试验、通讯稳定性等

1) 确认第三方设备运行正常。

2) 按设计和监控点表要求检查控制器与第三方设备之间的连接线或通讯线连接正确，确认其相互之间的通讯接口、数据传输、格式、传输速率等满足设计要求。

3) 在主机侧按本规定的要求，检测第三方设备的全部监测点，确认其满足设计、监控点表和联动连锁的要求。

4) 动作试验，对通讯设备状态进行调整或发送指令控制，确认设备是否可以按照预期进行变化。

5) 查看通讯稳定性和丢包率，丢包率不应低于 99%。

（4）软件初调试/无负荷调试

软件初调试即将所有控制柜配置到软件，并校核点位编码、数据正确性，继而验证软件常规模块功能正常性。重要过程如下：

1) 将已调试控制柜及通讯点位配置到软件数据通讯模块，查看软件通讯正常性及点位数据；

2) 扫描所有数据，基于软件对所有点位进行复核，并采用动作试验校验，所有点位按照设备类型进行抽查，比例不低于 30%。

3) 对软件界面展示、数据归档、账户管理、能耗采集、效率计算等静态功能进行核查，确定数据的真实有效。

4) 对整个系统的时序类功能，如一键启动、一键停止、顺序加载、减载等功能进行无负荷测试，验证相关功能的正确性。

（3）仿真调试

仿真可测试的策略包括：冷冻水定压差控制、变压差控制、定温差控制、变温差控制、

变冷冻水出水温度控制、负荷预测控制、变冷却水出水温度控制、变热水供水温度控制等等；

仿真调试方案如下：

- 1) 根据项目现场设备模型及参数，建立设备模型；
- 2) 获取按照典型负荷特性，基于最大负荷生成全负荷阶梯数据；
- 3) 确定系统边界条件
- 4) 运行仿真平台，对冷冻站内设备不同控制策略进行仿真，生成能耗及能效数据；
- 5) 对比分析不同策略的优劣性，确定策略的响应特性、稳定性、经济性等。

通过本方案的实施，可以确保设备模式切换的顺利进行，并通过全面的调试与试验，验证设备在目标模式下的性能、安全性及稳定性。并且，未来也应持续关注设备运行状态，及时响应并处理可能出现的问题，确保设备长期稳定运行。



4、设备安装调试、配送方案

实验设备的安装、调试、配送是保证本研发平台最终完成质量的重要环节，应贯穿整个项目的始终。根据项目进度的不同，制定出详细可行的设备安装调试、配送方案是平台顺利完工的基本保障。

4.1 设备安装方案

(1) 安装条件

- ①需安装的设备已经到货，并完成单项外观、通电测试。
- ②与设备连接的管线单项测试已经完成并已办理预检、试验、隐检手续。

(2) 设备材质要求

- ①设备在进入施工现场和安装前按设计要求，核验规格、型号和质量符合要求方可使用。
- ②安装设备应具有出厂合格证，主要设备应有安装使用说明书。
- ③设备的配件：应能与所使用的主要设备配套使用，并有产品合格证。
- ④设备及配件的进场验收：设备的进货一般以一次性成批、齐全最好，能保证设备的质量，外观彩色的一致，逐个检验按层或按段的批量进货应防止设备种类及数量与采购清单不一致。
- ⑤设备在检验和搬运过程中，要小心轻放，防止磕碰，检验完的设备应重新进行分类、分型号规格，单独码放，应选好地点，应防止上部有重物砸下，周围应有围护。

(3) 安装准备阶段

- ①成立安装调试小组，明确各成员职责。
- ②制定详细的安装调试方案，包括设备安装、调试、验收等环节。
- ③提前准备好所需工具、备件和材料。
- ④对安装人员进行专业培训，确保其具备安装调试技能。

⑤设备及配件在进入施工现场虽然已经过进行检验，但是在保管和搬运过程中，也会存在意外损伤，所以设备安装前，应100%进行检验，应按设计要求核验规格、型号和质量符合要求方可使用。

(4) 设备安装阶段

- ①根据设备图纸和技术要求，合理布局设备安装位置，进行设备预安装。

- ②按照安装顺序，依次安装设备。
- ③用支架将设备固定，确保设备安装准确、牢固、稳定。
- ④检查设备安装过程中是否存在安全隐患。
- ⑤检查系统内各项设备连接是否完整、准确。
- ⑥对系统内各项设备进行通电测试。

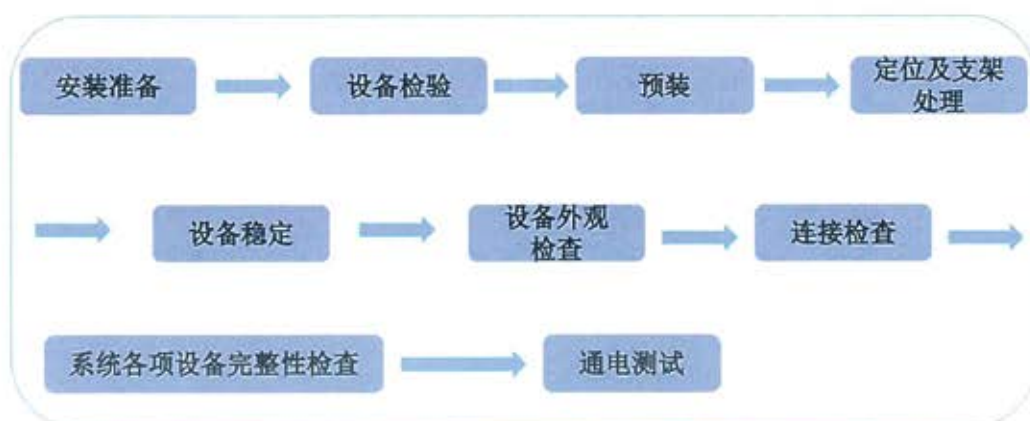


图 3.1 设备安装工艺流程

4.2 设备调试方案

(1) 设备调试一般性要求

- ①设备调试应在平台施工结束后进行。
- ②设备调试前应具备平台施工时的图纸资料和设计变更文件以及隐蔽工程的检测与验收资料等。
- ③调试负责人必须具有中级以上专业技术职称，并由熟悉该系统的工程技术人员担任。
- ④具备调试所用设备的相关仪器，且这些检测仪器符合计量要求。
- ⑤检查完设备质量后，及时做好交接。

(2) 调试前的准备工作

- ①电源检测。接通设备总电源开关，检测交流电源电压；检查电源上电压表读数；合上分电源开关，检测各输出端电压，直流输出极性，确认无误后，给每一回路通电。
- ②线路检查。检查各种接线是否正确。用 250V 兆欧表对控制电缆进行测量，线芯与线芯、线芯与地绝缘电阻不应小于 0.5M；用 500V 兆欧表对电源电缆进行测量，其线芯间、线芯与地间绝缘电阻不应小于 0.5M。
- ③接地电阻测量。监控系统中的金属护管、电缆桥架、金属线槽、配线钢管和各种设备的金属外壳均应与地连接，保证可靠的电气通路。系统接地电阻应小于 40M。

（3）设备调试

①对设备进行电气、机械和控制系统调试。

②检查设备运行参数是否符合要求。

③调整设备运行参数，确保设备稳定运行。

④进行多台设备联动调试，确保研发平台整体运行正常。

⑤在系统各项指标均达到设计要求后，可将设备连续开机 24 小时，若无异常，则调试结束。

⑥根据调试结果，提供调试报告。

调试完毕后，应对整个系统进行为期一个月的通电试运行。系统试运行一个月正常、无故障，达到系统性能考核指标要求，提供性能指标考核测试报告后平台进入交工验收阶段。甲乙双方以设计要求、说明书、图纸会审记录、有关变更增减工程量的书面文件、国家颁发的相应验收规范及质量检验标准为依据进行验收。

4.3 设备配送方案

设备配送方案是确保各类设备安全、高效、准时送达目的地的关键。在现代物流体系中，设备配送不仅关乎时间效率，更涉及成本控制、风险管理及客户满意度等多个维度。通过科学合理的规划与执行，可以最大化地减少运输损耗，提升整体运营效率，确保设备以最佳状态进行交付，为后续的安装调试及投入使用奠定坚实基础。

4.3.1 设备配送方案原则

（1）安全可靠：安全可靠是配送方案设计的首要原则，为此在配车装载、道路运输、捆绑加固、装卸实施等方案设计中，运用科学分析和理论计算相结合的方法，确保方案设计科学，数据准确真实，操作实施万无一失。

（2）经济适用性：为了减少设备配送过程中不必要的运输成本，提高方案的经济利益，在本配送方案的设计过程中，通过制定多套配送方案并进行筛选优化，采取最优化的技术方案，采用最适合的运输设备和运输途径，降低运输费用，最大限度的减少运输成本，确保本方案的经济适用性。

（3）可操作性：在配送方案制作和审定过程中，认真细致地做好前期准备，对各种可能出现的风险进行科学评估，确保设备装载、道路运输、卸车等作业能够顺利展开，以此建立本方案的可操作性。

（4）高效迅速性：由于本研发平台的设备配送质量要求高、外加平台地处山区地下，现场路况较为复杂等情况，因此，应调动最合适的设备、人员，并结合操作类似项目的成功

经验，保证按照既定的建设方案及相关规定执行配送操作，高效完成设备配送任务。

4.3.2 设备配送方案

(1) 设备配送前的准备工作

1) 设备清单与检查

在进行设备配送之前，需要对所有即将配送的设备进行详尽的清单编制。此清单应包含每台设备的名称、型号、数量、重量、体积等基本信息，以及任何特殊的安装或使用要求。对于大型或重型设备，还需要考虑设备的重量和尺寸是否符合运输车辆的要求，以确保顺利装载和配送。

在组织专业人员对设备进行全面检查时，需要确认设备的外观无损伤、功能完好，并附上设备检验报告。对于易损或精密设备，还需采取特殊保护措施，如使用防震包装材料、进行防潮处理等，以确保设备在运输过程中能够得到充分保护，避免因震动或潮湿导致损坏。

2) 配送路线规划与优化

根据设备的配送地点、交通状况及时间要求，利用先进的地理信息系统（GIS）进行配送路线规划。在规划过程中，需要充分考虑道路状况、交通管制、天气因素等，选择最优配送路径。同时，对路线进行多次模拟与优化，确保配送时间最短、成本最低，并尽可能减少运输风险。

3) 配送车辆与人员安排

根据设备的尺寸、重量和特殊要求，合理安排配送车辆，确保车辆载重、尺寸与设备相匹配。同时，对配送人员进行专业培训，包括设备搬运技巧、安全操作规程及应急预案等，确保配送人员具备应对突发情况的能力。此外，还需为配送团队配备必要的通讯工具，确保在配送过程中能够及时沟通、协调工作。

4) 应急预案制定

为了应对设备配送过程中可能出现的突发情况，如交通事故、设备损坏、天气突变等，需要制定详细的应急预案。应急预案应包括紧急联络机制、设备保护措施、救援队伍调配等方面，确保在紧急情况下能够迅速响应，降低损失。同时，还需要对应急预案进行定期演练和修订，以确保其可行性和有效性。

表 4.1 设备配送应急预案表

突发情况	应急预案	责任人	联系电话
交通事故	立即启动紧急联络机制，通知救援队伍；保护现场，防止二次事故；记录事故详情，配合交警处理	配送队长	—

设备损坏	采取设备保护措施，如使用备用包装材料加固；联系设备供应商，安排专业技术人员现场修复或更换	技术人员	—
天气突变	根据天气情况调整配送路线，避开恶劣天气区域；确保车辆及人员安全，必要时暂停配送	配送调度员	—
人员受伤	立即进行急救处理，拨打 120 急救电话；通知公司安全部门，配合医护人员救治	安全员	—
车辆故障	启用备用车辆，确保设备及时送达；联系专业维修人员，对故障车辆进行检修	车辆管理员	—
通讯中断	使用备用通讯设备，保持与配送团队的联系；若无法恢复通讯，立即按照预定路线继续配送	通讯联络员	—
配送延误	及时通知甲方，说明延误原因及预计到达时间；调整后续配送计划，确保整体进度不受影响	配送调度员	甲方联系方式

（2）设备配送过程管理

1) 实时跟踪与监控

在设备配送过程中，运用物联网技术对配送车辆进行全面、实时的跟踪与监控，是确保设备安全、准时送达的关键环节。首先，通过高精度 GPS 定位系统，实时获取配送车辆的具体位置、行驶速度以及行驶路线等信息。这样不仅可以确保配送人员按照预先规划的路线进行配送，还能在遇到交通拥堵、道路封闭等特殊情况下，及时调整配送策略，选择最优路径，从而保证设备能够按时、准确地送达客户手中。

2) 特殊情况处理

在配送过程中，遇到特殊情况如交通拥堵、道路封闭、设备损坏或丢失等，配送团队应立即启动应急预案。对于交通拥堵或道路封闭，配送团队需实时关注路况信息，根据实际情况调整配送路线或采取其他措施，如利用备用路线、提前预约其他交通方式等，确保设备能够按时送达。对于设备损坏或丢失等严重情况，配送团队需立即上报给相关部门，并启动理赔程序。

3) 配送进度报告与沟通

建立配送进度报告机制是确保设备配送过程顺利进行的重要手段。定期报告设备配送进度，包括已配送设备数量、预计到达时间等关键信息，有助于增强甲方的信任感和满意度。同时，保持与甲方的有效沟通也是必不可少的。通过及时解答甲方疑问和处理甲方反馈，可以有效地解决潜在问题，确保甲方对配送过程有清晰的了解和把握。此外，积极倾听甲方的意见和建议，有助于不断优化配送服务，提高甲方满意度。

（3）设备配送交接验收

设备到达现场时，交接仪式由配送人员与甲方的指定接货人员共同参与。首先，双方需核实设备的数量和型号是否与原始订单一致，细致检查每一台设备的外包装是否完好无损，设备主体及附件是否齐全。对于大型或精密设备，还需进行现场开箱验收，确保内部组件与清单相符。在确认设备硬件基础信息无误后，进一步对设备进行功能性和安全性测试，比如启动设备并执行基本功能操作，确认其运行状态是否稳定正常。

交接过程中的每一个环节都应详细记录在案，包括但不限于设备状态描述、问题记录、双方沟通确认事项等。所有记录应由交接双方签字确认，形成具有法律效力的交接单据，以备后续查证和使用。此举不仅保证了设备信息的透明度，也避免了因信息不对称导致的纠纷，从而确保设备顺利投入使用，满足项目需求。



5、验收标准、质量保证措施

竣工验收作为项目完成之后的最终阶段，扮演着至关重要的角色。它不仅标志着整个项目的结束，而且确保了项目成果符合预期的质量和标准。合理而有效的验收评价标准、切实可行的验收方案，以及一系列质量保证措施，共同构成了项目竣工的重要保障。

5.1 专业技术能力配备

为确保项目整体工作的开展以及顺利完成验收，本项目拟配备 6 名人员全过程完成实验平台的集成安装、调试验收等工作。相关人员岗位职责、职称、执业资格情况如下表所示。

人员配置情况表

序号	姓名	岗位	岗位职责	职称	执业资格
1	张亚南	项目负责人	全面负责本项目工作	工程师	二级建造师
2	刘明明	安装工程师	负责设备集成安装、调试等	工程师	/
3	周淼	安装工程师	负责设备集成安装、调试等	工程师	/
4	宋俊国	土建工程师	负责设备采购、设备基础等	工程师	/
5	魏世栋	安全员	专职安全员，本项目全过程安全管理	工程师	安全员
6	王燕	质量员	专职质量员，本项目全过程质量管理	工程师	质量员

项目负责人、安全员、质量员等均由专职人员持证上岗，相关人员证书、在职情况等证明文件如下。

(1) 张亚南身份证明、职称、执业资格、社保等证明文件



评审委员会名称 山西转型综合改革示范区管理委员会中级工程技术职务评审委员会
(初聘批准单位)

评审通过任职资格 工程师
(初聘职务任职资格)

专 业 供热通风与空调工程

评审通过时间 2018年11月29日
(批准时间)

姓 名 张亚南

性 别 男

身份证号 130926198206072834

工作单位 山西力能暖通科技有限公司

发证单位 (章)

发证日期 2018年12月13日

序 号: N^o 201722337

证书编号: 10730316



注册专业: 机电工程 (有效期: 2023-03-17 至 2026-03-16)



性 别：男

出生日期：1982-06-07

注册编号：晋214201020410560

聘用企业：山西新唐工程设计股份有限公司

注册专业：电气工程（有效期：2023-03-17至2026-03-16）



張五

签名日期:





山西省社会保险参保缴费人员证明

“核验”

打印时间: 2025年04月28日

姓 名	张亚南		证件号码	130026198206072834	
当前参保经办机构	太原市社会保险管理服务中心				
当前参保单位名称	山西新唐工程设计股份有限公司				
险种	本统筹地区缴费起止时间			本统筹地区实际缴费年限	
养老保险	2013年04月 至 2025年04月			11年8月	
参保状态	正常缴费				
个人缴费明细					
起止年月	基本养老保险		起止年月	基本养老保险	
	缴费基数	个人缴费 (含单位划转)		缴费基数	个人缴费 (含单位划转)
2013年04月 至 2013年12月	2247.0	1618.2			
2014年01月 至 2014年12月	2330.0	2227.2			
2015年01月 至 2015年12月	2448.0	2349.6			
2016年01月 至 2016年12月	2648.0	2541.6			
2017年01月 至 2017年12月	2749.0	2638.8			
2018年01月 至 2018年12月	3077.0	2954.4			
2019年06月 至 2019年12月	2739.0	1533.7			
2020年01月 至 2020年12月	2739.0	2629.44			
2021年01月 至 2021年12月	3235.0	3105.6			
2022年01月 至 2022年12月	3548.0	3406.08			
2023年01月 至 2023年12月	3863.0	3708.48			
2024年01月 至 2024年12月	4113.0	3948.48			
2025年01月 至 2025年04月	4113.0	1316.16			
说明					

备注:1.本证明涉及个人信息,因个人保管不当或向第三方泄露引起的一切后果由参保个人承担;
2.用人单位职工参加工伤保险的,由用人单位依法缴费,个人不缴费;
3.本证明加盖印章有效,如需核查真伪,请使用民生山西APP扫描左上角二维码进行核验;
4.以上内容解释由“当前参保缴费经办机构”负责。
5.参保证明二维码核验有效期为三个月,逾期请重新申请打印。



山西人社微信公众号 民生山西APP



(2) 刘明明身份证明、职称、社保等证明文件



		评审委员会名称 <u>山西转型综合改革示范区管理委员会</u> (初聘批准单位) <u>会中中级工程技术职务评审委员</u>	
		评审通过任职资格 <u>工程师</u> (初聘职务任职资格) _____	
姓 名	<u>刘明明</u>	专 业	<u>热能与动力工程</u>
性 别	<u>男</u>	评审通过时间	<u>2017年12月12日</u>
身 份 证 号	<u>1987年12月</u>	初聘批准时间	_____
工作单位	<u>山西新唐工程设计股份有限公司</u>		
序 号	<u>号: N° 201700820</u>		
发证单位		 (章)	
发证日期		<u>2017年12月21日</u>	
证书编号		<u>080030071</u>	



山西省社会保险参保缴费人员证明

“核验”

打印时间: 2025 年 04 月 28 日

姓 名	刘明明	证件号码	141181198712140055		
当前参保经办机构	太原市社会保险管理服务中心				
当前参保单位名称	山西新唐工程设计股份有限公司				
险种	本统筹地区缴费起止时间	本统筹地区实际缴费年限			
养老保险	2014年07月 至 2025年04月	10年10月			
参保状态	正常缴费				
个人缴费明细					
起止年月	基本养老保险		起止年月	基本养老保险	
	缴费基数	个人缴费 (含单位划转)		缴费基数	个人缴费 (含单位划转)
2014年07月 至 2014年12月	2320.0	1113.6			
2015年01月 至 2015年12月	2448.0	2349.6			
2016年01月 至 2016年12月	2648.0	2541.6			
2017年01月 至 2017年12月	2749.0	2638.8			
2018年01月 至 2018年12月	3077.0	2864.4			
2019年01月 至 2019年12月	2739.0	2629.2			
2020年01月 至 2020年12月	2739.0	2629.44			
2021年01月 至 2021年12月	3235.0	3105.6			
2022年01月 至 2022年12月	3548.0	3406.08			
2023年01月 至 2023年12月	3863.0	3708.48			
2024年01月 至 2024年12月	4113.0	3948.48			
2025年01月 至 2025年04月	4113.0	1315.16			
说明					

备注: 1 本证明涉及个人信息,因个人保管不当或向第三方泄露引起的一切后果由参保个人承担;

2 用人单位职工参加工伤保险的,由用人单位依法缴费,个人不缴费;

3 本证明加盖印章有效,如需核查真伪,请使用民生山西APP扫描左上角二维码进行核验;

4 以上内容解释由“当前参保缴费经办机构”负责。

5 参保证明二维码核验有效期为三个月,逾期请重新申请打印。



山西人社微信公众号 民生山西APP



(3) 周淼身份证明、职称、社保等证明文件



山西转型综合改革示范区管理
评审委员会名称 委员会中级工程技术职务评审
(初聘批准单位) 委员会

评审通过任职资格 工程师
(初聘职务任职资格)

专业 给排水工程

评审通过时间 2019年11月29日
(初聘批准时间)

姓名 周淼

性别 男

身份证号 340403198911200616

工作单位 山西新唐工业设计股份有
限公司

序号: N^o 201916677

发证单位 山西转型综合改革示范区管理
委员会人力资源部 (章)

发证日期 2019年12月12日

证书编号: 10730335



山西省社会保险参保缴费人员证明

“核验”

打印时间: 2025年04月28日

姓 名	周鑫		证件号码	340403198911300616	
当前参保经办机构	太原市社会保险管理服务中心				
当前参保单位名称	山西新唐工程设计股份有限公司				
险种	本统筹地区缴费起止时间			本统筹地区实际缴费年限	
养老保险	2014年01月 至 2025年04月			10年7月	
参保状态	正常缴费				
个人缴费明细					
起止年月	基本养老保险		起止年月	基本养老保险	
	缴费基数	个人缴费 (含单位划转)		缴费基数	个人缴费 (含单位划转)
2014年01月 至 2014年12月	2320.0	2227.2			
2015年01月 至 2015年12月	2448.0	2349.6			
2016年01月 至 2016年12月	2548.0	2541.6			
2017年01月 至 2017年12月	2749.0	2638.8			
2018年01月 至 2018年12月	3077.0	2954.4			
2019年10月 至 2019年12月	2739.0	667.3			
2020年01月 至 2020年12月	2739.0	2629.44			
2021年01月 至 2021年12月	3235.0	3105.6			
2022年01月 至 2022年12月	3548.0	3406.08			
2023年01月 至 2023年12月	3863.0	3708.48			
2024年01月 至 2024年12月	4113.0	3948.48			
2025年01月 至 2025年04月	4113.0	1316.16			
说明					

备注: 1. 本证明涉及个人信息, 因个人保管不当或向第三方泄露引起的一切后果由参保个人承担;
2. 用人单位职工参加工伤保险的, 由用人单位依法缴费, 个人不缴费;
3. 本证明加盖印章有效, 如需核查真伪, 请使用民生山西APP扫描左上角二维码进行核验;
4. 以上内容解释由“当前参保缴费经办机构”负责;
5. 参保证明二维码核验有效期为三个月, 逾期请重新申请打印。



山西人社微信公众号 民生山西APP



(4) 宋俊国身份证明、职称、社保等证明文件

姓名 宋俊国
性别 男 民族 汉
出生 1983 年 3 月 3 日
住址 山西省太原市小店区高新街19号散户
公民身份号码 140181198303031878



中华人民共和国居民身份证

签发机关 太原市公安局小店分局
有效期限 2017.06.30-2037.06.30



评审委员会名称 太原高新技术产业开发区工程技术职称中级评审委员会
(初聘批准单位)

评审通过任职资格 工程师
(初聘职务任职资格)

专 建设工程

姓 名 宋俊国

性 别 男

出生年月 1983年03月

工作单位 山西鑫源工程设计有限公司

序 号: N° 201114351

评审通过时间 2011年12月
(初聘批准时间)

发证单位 太原高新技术产业开发区 (章)

发证日期 2012年11月

编 号: 20112006





山西省社会保险参保缴费人员证明

“核验”

打印时间: 2025年05月22日

姓 名	宋俊国	证件号码	140181198303031818		
当前参保经办机构	太原市社会保险管理服务中心				
当前参保单位名称	山西新唐工程设计股份有限公司				
险 种	本统筹地区缴费起止时间		本统筹地区实际缴费年限		
养老保险	2007年07月 至 2025年04月		17年10月		
参保状态	正常缴费				
个人缴费明细					
起止年月	基本养老保险		起止年月	基本养老保险	
	缴费基数	个人缴费 (含单位划转)		缴费基数	个人缴费 (含单位划转)
2007年07月 至 2007年12月	915.0	439.2			
2008年01月 至 2008年12月	1076.0	1033.2			
2009年01月 至 2009年12月	1291.0	1239.6			
2010年01月 至 2010年12月	1423.0	1368.0			
2011年01月 至 2011年12月	1677.0	1608.0			
2012年01月 至 2012年12月	1995.0	1915.2			
2013年01月 至 2013年12月	2247.0	2157.6			
2014年01月 至 2014年12月	2330.0	2227.2			
2015年01月 至 2015年12月	2448.0	2349.6			
2016年01月 至 2016年12月	2648.0	2541.6			
2017年01月 至 2017年12月	2749.0	2638.8			
2018年01月 至 2018年12月	3077.0	2954.4			
2019年01月 至 2019年12月	2739.0	2629.2			
2020年01月 至 2020年12月	2739.0	2629.44			
2021年01月 至 2021年12月	3235.0	3105.6			
2022年01月 至 2022年12月	3548.0	3405.08			
2023年01月 至 2023年12月	3863.0	3708.48			
2024年01月 至 2024年12月	4113.0	3948.48			
2025年01月 至 2025年04月	4113.0	1316.16			
说明					

备注: 1. 本证明涉及个人信息, 因个人保管不当或向第三方泄露引起的一切后果由参保个人承担;

2. 用人单位职工参加工伤保险的, 由用人单位依法缴费, 个人不缴费;

3. 本证明加盖印章有效, 如需核查真伪, 请使用民生山西APP扫描左上角二维码进行核验;

4. 以上内容解释由“当前参保缴费经办机构”负责;

5. 参保证明二维码核验有效期为三个月, 逾期请重新申请打印。



山西人社服务公众号 民生山西APP



(5) 魏世栋身份证明、职称、执业资格、社保等证明文件



建筑施工企业综合类专职安全生产管理人员 安全生产考核合格证书

编号: 晋建安C3 (2021) 3017401

姓 名: 魏世栋

性 别: 男

出 生 年 月: 1983年03月10日

企 业 名 称: 山西新唐工建设股份有限公司

职 务: 专职安全生产管理人员

初次领证日期: 2021年08月18日

有 效 期: 2024年06月03日 至 2027年08月17日



发证机关: 山西省住房和城乡建设厅

发证日期: 2024年06月03日



中华人民共和国住房和城乡建设部 监制



山西省社会保险参保缴费人员证明

“核验”

打印时间: 2025年04月28日

姓 名	魏世林	证件号码	14012119830310067X		
当前参保经办机构	太原市社会保险管理服务中心				
当前参保单位名称	山西新唐工程设计股份有限公司				
险 种	本统筹地区缴费起止时间		本统筹地区实际缴费年限		
养老保险	2007年01月至2025年04月		18年4月		
参保状态	正常缴费				
个人缴费明细					
起止年月	基本养老保险		起止年月	基本养老保险	
	缴费基数	个人缴费 (含单位划转)		缴费基数	个人缴费 (含单位划转)
2007年01月至2007年12月	915.0	878.4			
2008年01月至2008年12月	1076.0	1033.2			
2009年01月至2009年12月	1291.0	1239.6			
2010年01月至2010年12月	1423.0	1368.0			
2011年01月至2011年12月	1677.0	1608.0			
2012年01月至2012年12月	1965.0	1915.2			
2013年01月至2013年12月	2247.0	2157.6			
2014年01月至2014年12月	2330.0	2227.2			
2015年01月至2015年12月	2448.0	2349.6			
2016年01月至2016年12月	2648.0	2541.6			
2017年01月至2017年12月	2749.0	2638.8			
2018年01月至2018年12月	3077.0	2954.4			
2019年01月至2019年12月	2739.0	2629.2			
2020年01月至2020年12月	2739.0	2629.44			
2021年01月至2021年12月	3235.0	3105.6			
2022年01月至2022年12月	3548.0	3405.08			
2023年01月至2023年12月	3963.0	3708.48			
2024年01月至2024年12月	4113.0	3948.48			
2025年01月至2025年04月	4113.0	1316.16			
说明					

备注: 1. 本证明涉及个人信息, 因个人保管不当或向第三方泄露引起的一切后果由参保个人承担;

2. 用人单位职工参加工伤保险的, 由用人单位依法缴费, 个人不缴费;

3. 本证明加盖印章有效, 如需核查真伪, 请使用民生山西APP扫描左上角二维码进行核验;

4. 以上内容解释由“当前参保缴费经办机构”负责;

5. 参保证明二维码核验有效期为三个月, 逾期请重新申请打印。



山西人社微信公众号 民生山西APP



(6) 王燕身份证明、职称、执业资格、社保等证明文件



		评审委员会名称 <u>太原高新技术产业开发区工</u> <u>程技术职称中级评审委员会</u> (初聘批准单位) _____	
		评审通过任职资格 <u>工程师</u> (初聘职务任职资格) _____	
姓 名	<u>王燕</u>	专	<u>建设工程</u>
性 别	<u>女</u>	评审通过时间	<u>2009年12月</u>
出生年月	<u>1977年4月</u>	发证单位	<u>太原高新技术产业开发区</u> (章)
工作单位	<u>山西新唐工业设计有限</u> <u>公司</u>	发证日期	<u>2010年11月</u>
序 号	<u>N^o 201110410</u>	编 号	<u>20092014</u>

本证书由中华人民共和国住房和城乡建设部监制，各省、自治区、直辖市住房城乡建设主管部门批准颁发。本证书表明持证人已通过住房城乡建设领域专业人员岗位培训考核评价，成绩合格。



发证单位：(盖章)

发证时间：2017年9月26日

本证书查询网址：

xcry.sxjs.gov.cn

姓名：王燕

性别：女

身份证号：140103197704015727

岗位名称：土建质量员

证书编号：14171060100880

工作单位：山西新唐工程设计股份有限公司

仅限深地空间储热技术研发平台项目使用，其他无效！





山西省社会保险参保缴费人员证明

“核验”

打印时间: 2025年04月28日

姓 名	王燕		证件号码	140103197704015727	
当前参保经办机构	太原市社会保险管理服务中心				
当前参保单位名称	山西新唐工程设计股份有限公司				
险种	本统筹地区缴费起止时间			本统筹地区实际缴费年限	
养老保险	1999年05月至2025年04月			26年	
参保状态	正常缴费				
个人缴费明细					
起止年月	基本养老保险		起止年月	基本养老保险	
	缴费基数	个人缴费 (含单位划转)		缴费基数	个人缴费 (含单位划转)
1999年05月至1999年06月	312.0	68.6	2017年01月至2017年12月	2749.0	2638.8
1999年07月至1999年12月	310.0	204.6	2018年01月至2018年12月	3077.0	2954.4
2000年01月至2000年06月	312.0	205.8	2019年01月至2019年12月	2739.0	2629.2
2000年07月至2000年12月	331.0	219.0	2020年01月至2020年12月	2739.0	2629.44
2001年01月至2001年06月	331.0	219.0	2021年01月至2021年12月	3235.0	3105.6
2001年07月至2001年12月	360.0	237.6	2022年01月至2022年12月	3548.0	3406.08
2002年01月至2002年06月	360.0	237.6	2023年01月至2023年12月	3863.0	3708.48
2002年07月至2002年12月	410.0	270.6	2024年01月至2024年12月	4113.0	3948.48
2003年01月至2003年06月	410.0	270.6	2025年01月至2025年04月	4113.0	1316.16
2003年07月至2003年12月	534.0	352.2			
2004年01月至2004年06月	534.0	352.2			
2004年07月至2004年12月	615.0	406.2			
2005年01月至2005年06月	615.0	406.2			
2005年07月至2005年12月	770.0	508.2			
2006年01月至2006年12月	783.0	751.2			
2007年01月至2007年12月	915.0	878.4			
2008年01月至2008年12月	1076.0	1033.2			
2009年01月至2009年12月	1291.0	1239.6			
2010年01月至2010年12月	1423.0	1368.0			
2011年01月至2011年12月	1677.0	1608.0			
2012年01月至2012年12月	1995.0	1915.2			
2013年01月至2013年12月	2247.0	2157.6			
2014年01月至2014年12月	2320.0	2227.2			
2015年01月至2015年12月	2448.0	2349.6			
2016年01月至2016年12月	2648.0	2541.6			
说明					

备注: 1. 本证明涉及个人信息, 因个人保管不当或向第三方泄露引起的一切后果由参保个人承担。

2. 用人单位职工参加工伤保险的, 由用人单位依法缴费, 个人不缴费。

3. 本证明加盖公章有效, 如需核查真伪, 请使用民生山西APP扫描左上角二维码进行核验。

4. 以上内容解释由“当前参保缴费经办机构”负责。

5. 参保证明二维码核验有效期为三个月, 逾期请重新申请打印。



山西人社微信公众号 民生山西APP



5.2 验收标准及计划

5.2.1 验收标准

针对本平台施工类型，项目验收标准应满足《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》（GB50275-2010）、《商业或工业用及类似用途的热泵热水系统设计、安装、验收规范》（GB/T 41703-2022）；《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》（GB50242-2002）；《通风与空调工程施工质量验收规范》（GB50243-2016）；《建筑节能工程施工质量验收规范》（GB50411-2007）等相关国家及行业标准。具体验收原则如下所示：

（1）项目质量

本平台验收的首要标准是施工质量是否达到规定标准。针对本项目而言，施工质量包括平台设备性能的稳定性、平台施工材料的质量、施工工艺的合理性等方面。通过对施工现场的巡视、材料的检测、设备性能的调试，最后评估项目质量是否符合验收标准。

（2）安全性

本平台项目建设必须保证施工过程和施工结果对人员和财产的安全不造成危害。验收标准中对安全性的要求包括人身安全、研发平台的抗震性、消防设施的完善性等方面。在验收过程中需要对施工现场的安全措施进行检查，并对相关文件材料进行审核。

（3）环境保护

平台的建设过程以及后期应用中需要重视对当地环境的保护，因此，平台的验收也必须对环境保护措施进行审核。验收标准包括对建筑施工过程中产生的噪音、废水、废气等污染物的处理措施进行评估。

（4）功能性

平台建设的目的是能够实现地下人工水体长时、大规模储热，电-热-电的高效存储与转换，低品位热源的提质利用以及研制储热新材料。因此，验收标准中需要对平台的功能性进行评估，包括平台的各项技术参数是否达标、设备的正常运行情况、平台的使用寿命、功能模块的可操作性等方面。

5.2.2 验收方法

（1）文件审核

本研发平台验收的第一步是对平台建设相关文件进行审核。这包括项目合同、质量检测报告、项目实施方案、验收报告等文件的查验。通过文件审核可以了解项目的整体情况，并进行初步评估。

（2）现场巡视

现场巡视是项目验收中最直接的方式。验收人员需要进行现场踏勘，对本项目的深地空间储热技术研发平台实际情况进行观察，并与甲方沟通交流。现场巡视可以直观地了解项目平台质量及安全等方面的情况。

（3）检测与试验

检测与试验是项目验收中一项重要的环节。通过对施工材料的抽检、现场设备的性能测试等方式，对工程质量进行评估。检测与试验可以客观地反映项目的质量情况。

（4）问题反馈

验收人员需要根据检查结果向施工方提出问题与建议，并要求整改。问题反馈的目的是帮助施工方提高项目质量，确保项目达到规定的标准。

5.2.3 验收计划

（1）本研发平台以施工图纸、作法说明、设计变更和相关国家制订的施工及验收规范为质量评定验收标准。

（2）竣工验收前，我单位对整个系统进行校验，并在联合验收前 7 天向方提交校验工作全过程记录。校验工作应反复多次进行，达到准确无误。

（3）检查和返工。我方将严格按照标准、规范、设计标准的要求以及甲方代表依据合同发出的指令施工，随时接受甲方代表及其委派人员检查检验，为检查检验提供便利条件，并按甲方代表及其委派人员的要求返工、修改，承担因自身原因导致返工、修改的费用。以上检查检验合格后，又发现由我方原因引起的质量问题，仍由我方承担责任和发生的费用，赔偿甲方的有关损失，工期相应顺延。检查检验合格后再进行检查检验应不影响施工的正常进行，如影响施工的正常进行，检查检验不合格，影响施工的费用由我方承担。除此之外影响正常施工的追加合同价款由甲方承担，相应顺延工期。

（4）工程质量等级。工程质量达到国家或专业的质量检验评定标准的合格条件。甲方要求部分或全部工程质量达到优良标准，对工期有影响的应给予相应的顺延。对达不到约定条件的部分，甲方代表一经发现，可要求我方返工，我方按甲方代表要求返工，直到符合约定条件。因我方原因达不到约定条件，由我方承担返工费用，工期不予顺延。返工后仍不能达到约定条件，我方承担违约责任。双方对工程质量有争议，请相关的质量监督部门调解，调解费用及因此造成的损失，由责任一方承担。

（5）隐蔽工程和中间验收。工程具备隐蔽条件或达到合同条款约定的中间验收部位，我方自检合格后，在隐蔽和中间验收 48 小时前通知甲方代表参加。通知包括我方自检记录

隐蔽和中间验收的内容、验收时间和地点。我方准备验收记录。验收合格，甲方代表在验收记录上签字后，方可进行隐蔽和继续施工。验收不合格，我方在限定时间内修改后重新验收工程符合规范要求，验收 24 小时后，甲方代表不在验收记录签字，可视为甲方代表已经批准，我方可进行隐蔽或继续施工。甲方代表不能按时参加验收，须在开始验收 24 小时之前向我方提出延期要求，延期不能超过两天，甲方代表未能按以上时间提出延期要求、我方不得擅自自行组织验收，否则甲方不予以承认验收记录。

(6) 重新检验。无论甲方代表是否参加验收，当其提出对已经验收的隐蔽工程重新检验的要求时，我方按要求进行剥露，并在检验后重新隐蔽或修复后隐蔽。检验合格，甲方承担由此发生的追加合同价款，赔偿我方损失并相应顺延工期。检验不合格，我方承担发生的费用，工期也予顺延。

(7) 由于甲方提供的材料、设备质量不合格而影响工程质量，其返工费用由甲方承担，工期顺延。

(8) 由于我方原因造成质量事故，其返工费用由我方承担，工期不顺延。

(9) 工程竣工后，我方通知甲方验收，甲方自接到验收通知 5 个工作日内组织验收，并办理验收、移交手续。如甲方在规定时间内未能组织验收，需及时通知乙方，另定验收日期。

(10) 工程按期竣工后，我方绘制记录表（范围、数量、质量等），持表通知甲方检查甲方接通知后 5 个工作日内进行验收。工程经验收后，工程内容及质量符合甲方要求的，由甲乙双方签字盖章，我方向甲方交付相关记录和图纸资料。若工程内容及质量不合格的，由我方自验收不合格之日起 5 天内完成返修，并确保该次返修能够符合甲方要求，否则，甲方有权要求我方再次返修，直到符合要求为止，由此发生的费用由我方承担，同时，甲方也有权解除本合同，并要求我方承担违约赔偿责任。

5.2.4 具体验收事项

(1) 动设备检验、试验与验收

序号	检验、试验项目	内容	方法	工程标准/规范	质量控制与检验			呈交见证资料
					类别	停点	见证点	
1	设备开箱验收	合格证、质量证明书、技术资料、核对装箱单、外观	观察核对资料	GB50275-2010 GB50231-2009	A			开箱检验记录

序号	检验、试验项目	内容	方法	工程标准/规范	质量控制与检验			呈交见证资料
					类别	停点	见证点	
2	施工方案、审查	机体安装、解体检查、单机试运方案、进度、质量、安全、控制措施	核对资料	GB50275-2010 GB50231-2009	A			
3	基础检查、交接	标高、方位、地脚螺栓、预留孔位置、基础表面处理	观察及测量	GB50275-2010 GB50231-2009	B			
4	解体检查	清洗杂质、测量各部间隙	观察	GB50275-2010 GB50231-2009	B		R	机器组装质量确认记录
5	设备、安装	垫铁数量、间距、找正找平	观察及测量	GB50275-2010 GB50231-2009	B		R	机器安装检验记录
6	一次灌浆	地脚螺栓垂直度、泵体初找正。	观察	GB50275-2010 GB50231-2009	C	H		
7	设备二次找正	水平度、中心偏差、对轮同心度、垫铁隐蔽	观察及测量	GB50275-2010 GB50231-2009	A		R	轴对中记录
8	二次灌浆	灌浆密实度	观察	GB50275-2010 GB50231-2009	B		R	垫铁隐蔽记录
9	试运条件确认	电机空载运行合格	观察	GB50275-2010 GB50231-2009	B		R	
10	试运准备	润滑油加注、盘车顺利	观察	GB50275-2010 GB50231-2009	B	H		
11	单机试运	轴承温度、机体振动、密封装置泄漏量、有无异常声音	观察	GB50275-2010 GB50231-2009	A		R	机器单机试车记录

(2) 静设备检验、试验与验收

序号	检验、试验项目	内容	检查方法	工程标准/规范	质量控制与检验			呈交见证资料
					类别	停点	见证点	
1	基础验收	(1) 外观质量不得有裂纹、蜂窝、空洞及露筋等缺陷	目测	GB50461-2008	A	H	R	基础验收记录

序号	检验、试验项目	内容	检查方法	工程标准/规范	质量控制与检验			呈交见证资料
					类别	停点	见证点	
		(2) 几何尺寸符合表 2、1、2 的规定	卷尺、U 型管	GB50461-2008	A			
2	设备、附件验收	外观、数量	观察	GB50461-2008	B			
2.1	质量证明书	符合设计要求, 有出厂合格证明书	查阅资料	GB50461-2008	B		R	质量证明书
2.2	设备开箱检查	(1) 箱号、箱数及包装; (2) 设备名称、类别、型号及规格; (3) 设备外形尺寸及管口方位; (4) 设备内件及附件的规格、尺寸及数量; (5) 表面损坏、变形及锈蚀状况。	卷尺、目测	GB50461-2008	A	H	R	设备验收\清点记录
3	基础表面处理	(1) 铲麻面; (2) 垫铁上侧铲平; (3) 杂物、油污清理; (4) 无疏松层。	目测	GB50461-2008	C			
4	垫铁安装	(1) 垫铁放置位置及数量; (3) 垫铁间距; (4) 露出设备长度	观察	GB50461-2008	C		R	垫铁安装记录
5	设备安装、找正				B			设备安装记录
5.1	检查	(1) 标高; 2) 方位符合 2、3、4 条规定	卷尺	GB50461-2008	B			
5.2	找正	(1) 中心线; (2) 水平度、铅垂度符合 2.3.4 条的规定	经纬仪、水平仪	GB50461-2008	B			
6	二次灌浆	(1) 厚度; (2) 强度	观察	GB50461-2008	B			
7	附件及内件安装				B			
7.1	内件安装	内件安装符合规定	水平尺等	GB50461-2008	B	H	R	内件安装记录
7.2	触媒、填料安装	(1) 安装高度及标高; (2) 支承件安装	卷尺	GB50461-2008	B		R	填料安装记录
8	压力试验/气压试验	试验压力值、升压速度、保压时间、设备筒体耐压情况	观察	GB50461-2008	A	H		

序号	检验、试验项目	内容	检查方法	工程标准/规范	质量控制与检验			呈交见证资料
					类别	停点	见证点	
9	内部清洁度	无杂物、干净符合要求。	观察	GB50461-2008	A	H	R	隐蔽记录
10	封人孔	(1) 垫片安装; (2) 螺栓紧固	手锤	GB50461-2008	B			
11	附属平台梯子安装							
11.1	平台安装	(1) 表面平直度; (2) 标高	卷尺	GB50461-2008	C			
11.2	梯子安装	垂直度	卷尺、线坠	GB50461-2008	C			
11.3	外观质量	(1) 接合面不整, 表面无损伤和凹凸不平	观察	GB50461-2008	C			
		(2) 焊道外观合格						
12	滑动端地脚螺栓	检查地脚螺栓松扣情况	观察	按图纸要求				

(3) 管道工程装检验、试验与验收

序号	检验试验项目	内容	检查方法	工程标准/规范	质量控制与检验			呈交见证资料
					类别	停点	见证点	
1	施工准备	1、设计图纸技术条件及合理性的审核	审阅图纸	相关标准	A		R	图纸审核汇记录
		2、工艺文件正确性, 完整性可行性, 先进性的审核	审阅图纸	相关标准	A			工艺文件
		3、焊接工艺评定中各参数数据的审核	检查评定报告	相关标准	A	H	R	焊接评定报告原始资料
		4、焊工考试结果的审核	现场观察资料审阅	相关标准	A		R	焊工合格证
		5、技术质量交底	参加交底	设计图纸、标准	B		R	交底记录

序号	检验试验项目	内容	检查方法	工程标准/规范	质量控制与检验			呈交见证资料
					类别	停点	见证点	
2	材料验收	1、产品质量证明书内容完整，指标符合国家或部颁技术标准，出厂标志齐全	检查质保书	相关制造标准	A		R	质保书、合格证及技术资料
		2、材料材质、规格、型号符合设计要求	现场检查核对图纸	设计图纸	A			检查记录
		3、管子表面无裂纹、缩孔、夹渣、折迭无超壁厚负偏差的锈蚀凹陷及机械损伤；法兰密封面平整、光洁、无毛刺和径向沟槽，凹凸法兰应能自然嵌合，凸面高度不低于凹槽深度；螺栓、螺母螺纹完整，无伤痕，配合良好，无松动和卡涩现象；非金属垫，表面不得有折损皱纹等缺陷；金属垫表面无裂质地柔软，无老化变质或分层现象纹，毛刺凹槽，径向划痕及严重锈斑；缠绕式垫片无径向划痕，松散曲等缺陷	现场观察检查	制造标准	C		R	检查记录
	材料验收	4、管子、管件的处径和壁厚及管件的结构尺寸应符合相应标准	测量检查报告	相应制造标准	C			检查记录
		5、阀门检验，试验合格	检查报告	相应规范	B		R	检试测报告
		6、材料应分区存放，实物标识正确、醒目	现场观察检查		C			
3	管道预制	1、管子切割切口无裂纹，重皮、平面倾斜偏差小于管子直径 1%且不超过 3mm。	现场观察	GB50235-2010	C		R	检查记录
		2、管子下料尺寸准确	现场测量	设计图纸	C			
		3、坡口打磨干净，角度符合规范要求	现场测量	GB50235-2010	C			

序号	检验试验项目	内容	检查方法	工程标准/规范	质量控制与检验			呈交见证资料
					类别	停点	见证点	
		4、组对间隙，错边量，错边打磨坡度符合规范要求	现场测量	GB50235-2010	C			
		5、管子开孔应在安装前完成方位正确，大小合适，支管或管件不得插入主管	现场观察	GB50235-2010	C			
		6、承插管件应同心组对间隙均匀	现场观察	GB50235-2010	C			
		7、支吊架预制型式正确焊接牢固	现场观察	设计图纸	C			
		8、预制管段尺寸正确标识齐全	现场观察测量	GB50235-2010	C			
4	管道焊接	1、焊工进行的焊接工作应和焊工资格相符合	现场观察		B			
		2、焊接材料保管，烘烤发放，回收应符合规范或焊接工艺要求	现场观察 审阅记录	GB50236-2011	B		R	烘烤、发放回收记录、台帐
		3、焊接时环境条件应符合规范要求	现场观察	GB50236-2011	B			
		4、焊接工艺应符合焊接工艺评定要求	现场观察	焊接工艺评定	B			
		5、对接焊缝表面不允许出现裂纹、气孔、夹渣、熔合性飞溅、凹陷等缺陷合金钢焊缝表面不得出现,其它材质管道咬边深度不应大于0.15mm连续咬边不应大于100mm,且焊缝两侧咬边总长不大于焊缝全长的1%,表面余高 $\Delta h \leq 1+0.2p1$ 且不大于壁厚的1%且不大于2mm	现场观察 测量	GB50235-2010	C			检查记录
		6、角接焊缝宜采用氩弧焊打底，电弧焊盖面。焊脚高度符合设计规定，外形平缓过度，表面不得有裂缝、气孔、夹渣等缺陷、咬肉深度 $\leq 0.5\text{mm}$	现场观察测量	GB50235-2010	C			

序号	检验试验项目	内容	检查方法	工程标准/规范	质量控制与检验			呈交见证资料
					类别	停点	见证点	
		7、焊缝质量检验采用着色和射线检验随机抽查,抽查数量由设计文件或规范确定	现场抽查	GB50235-2010	B		R	检测报告
		8、焊后需热处理焊缝应焊接工艺要求进行热处理	现场观察检查记录	焊接工艺评定	B		R	热处理记录
5	管道安装	1、管道安装前与之相关的构筑物,设备均已安装完成并有交接手续	查交接记录		B		R	交接记录
	管道安装	2、管道安装应保证规格、材质和设计相符,法兰密封面的平行偏差及间距符合SH3501 规定,螺栓应能在螺栓孔中顺利通过,并在安装前均匀涂抹二硫化钼。管道安装的偏差应符合 GB50235 规定,焊缝法兰及其它连接件的安装位置应便于检修	现场观察测量	GB50235-2010	C		R	检查记录
		3、与转动机器连接的管道水平度和垂直度偏差不大于1mm/m. 管道和机器的连接法兰在自由状态下平行偏差,径向偏差和间距应符合SH3501 规定螺栓应能顺利通过	现场测量检查	GB50235-2010	B	H	R	检查记录
		4、阀门安装时型号符合设计要求,位置方向正确,连接牢固,安全阀设定压力正确,并垂直安装,避免碰撞	现场观察审阅记录	GB50235-2010	C		R	定压记录
		5、支吊架规格型号符合设计和规范规定,焊接牢固,弹簧支架高度符合要求	现场观察	设计图纸	C			
		6、有静电接地要求管道按规定形式设置	现场观察	设计图纸	C			
		7、安装过程中,不允许在设备、管道中积水。	现场观察					
6	管道中间检查	试压前检查系统的完整性、正确性及质量隐患,资料完整准确	现场检查审阅资	GB50235-2010	A		R	记录技术文件

序号	检验试验项目	内容	检查方法	工程标准/规范	质量控制与检验			呈交见证资料
					类别	停点	见证点	
			料					
7	管道试验	1、管道压力试验压力符合设计和规范要求，分级缓慢升压，目测焊缝、法兰密封面及管子无泄漏和变形，不降压，试压后及时排除积水	现场检查 审阅资料	GB50235-2010	A	H	R	管道压力试验记录
		2、管道中间交接时检查工程漏项；质量；检验；记录；报告；试验记录；报告及资料的完整性	现场观察 审阅资料	GB50235-2010	A		R	中间交接记录

(4) 保温防腐工程检验、试验与验收

序号	检验试验项目	内容	检查方法	工程标准/规范	质量控制与检验			呈交见证资料
					类别	停点	见证点	
1	材料进场检查	确认材料是否符合设计要求，检查材料合格证、质量证明书、技术资料、检验报告、复验报告和材料外观质量	验证	相关标准	B	H	R	进场记录
2	表面处理检查	表面处理方法和质量是否符合防腐工艺和规范要求	检查	GB8923	B			
3	防腐层检查	按设计图纸及施工验收规范，搭接长度、隐蔽前补口	观察	SY0414-2017	B			
4	补口补伤	补口补伤防腐层是否与临近一致，防腐质量是否一致，搭边是否符合规范规定	观察	SY0414-2017	B			
5	外观检查	外观符合设计规范要求	观察	SY0414-2017	C			
6	厚度检查	检查防腐层厚度是否符合设计要求	测量	SY0414-2017	B			
7	粘结力检测	检查防腐层间的结合力	测量	SY0414-2017	B			
8	电火花检查	检测防腐层是否有漏点、针孔	电火花	SY0414-2017	A			

(5) 电气工程检验、试验与验收

序号	检验试验项目	内容	检查方法	工程标准/规范	质量控制与检验			呈交 见证资料
					类别	停点	见证点	
1	电缆	符合 GB50303 规定 电缆绝缘符合施工规范规定	检查记录	GB50303-2015 GB50168-2018	A		R	J508
		电缆表面无缺陷	观察		C		R	
		电缆排列整齐、标志牌清晰安全	观察		C		R	
		电缆头制作封闭严密、芯线连接紧密，无气泡	观察		C		R	J559
		电缆头安装固定牢靠，相序正确	观察		C		R	J560
		电缆槽盒安装固定牢靠、油漆完整、横平竖直、盖板齐全	观察、 尺量		B	H		
		电缆、槽盒接地可靠，符合规范要求	观察		C			
2	接地	符合 GB50303 第五章规定接地装置的接地电阻必须符合规范要求	检查记录	GB50303-2015 GB50169-2016	B		R	J525
		接地线敷设平直、牢固、固定点间距均匀，保护良好，防腐完整	观察、 尺量		C	H	R	J105
		接地线焊接焊缝平整、饱满、无明显气孔、咬肉等缺陷、螺栓连接紧密牢固，有防松措施，搭接长度 $\geq 2b$ ，接地接零分支线必须直接与接地干线相连，严禁串联连接	观察、 尺量		B	H	R	J105
		接地体安装位置正确，连接牢固，接地体埋深距地面满足设计或规范要求。	检查记录		B	H	R	J105
		避雷针（网）及支持件安装牢靠，防腐良好，符合规范规定	观察、 实测		C			
3	照明	1、器具安装支架牢固，位置正确，灯具及控制开关工作正常	观察	GB50303-2010	C		R	J552

序号	检验试验项目	内容	检查方法	工程标准/规范	质量控制与检验			呈交见证资料
					类别	停点	见证点	
		2、导线与器具连接牢固，不伤芯线，开关切断相线，导线留有余量	观察、通电检查		C			
		3、配电箱安装位置正确，部件齐全，暗箱箱盖紧贴墙面，接地良好，编号齐全正确	观察		C		R	
		开关、插座面板平直、齐整、标高正确、盒盖紧贴墙面	观察、丈量		C		R	
4	配管及管内穿线	照明试验，回路正确，照明正常	观察、检查记录		B	H	R	
		符合 GB50303 规定导线间和导线对地间的绝缘电阻值，必须大于 0.5Ω	实测或检查记录	GB50303-2015 GB50575-2010	C	H	R	
		管子敷设连接紧密、管口标准、固定牢固、位置正确、排列整齐	观察或丈量		C			
		盒（箱）设置正确、固定可靠	观察		C			
		导线在盒（箱）内有余量，无接头连接牢固，包扎严密	观察		C			
6	电机	支架间距离匀称，管子水平度垂直度符合规范规定	吊线、丈量		C			
		符合 GB50303 规定电机接线紧密，固定牢固，不受外力，线对地间最小距离符合规范规定	观察	GB50303-2015	B			
		电机抽芯绝缘完好，内件无缺损，工作正常，抽芯记录齐全	观察和检查记录		C		R	
		电机外壳接地连接紧密，固定可靠	观察		C			

序号	检验试验项目	内容	检查方法	工程标准/规范	质量控制与检验			呈交见证资料
					类别	停点	见证点	
7	机柜、屏	符合 GB50303 规定	观察、 丈量	GB50303-2015 GB50171-2012	A	H		
		柜（盘）固定牢固、接地可靠	观察		C			
		柜内设备完整齐全，固定牢靠，小车动作灵活、触头接触紧密，互换性好，接线正确整齐，标志正确	观察		C			
		柜（盘）安装的垂直度、平直度、平整度及接缝应符合规范要求	拉线、 丈量 吊线		B		R	
		柜接地连接紧密、牢固、防腐良好	观察		C			
		柜的试验调整应符合规范规定	检查记录		A		R	

(6) 自控仪表工程检验、试验与验收

序号	检验、试验项目	内容	检查方法	工程标准/规范	质量控制与检验			呈交见证资料
					类别	停点	见证点	
1	材料进场、设备开箱验收	材料名称、型号、合格证、质保书等抽检，设备合格证、质量证明书、技术资料、核对装箱单、设备外观质量等	观察、 检查、 核对记录、 丈量	GB50093-2013	B		R	
2	仪表调校检查	仪表设备单体校验项目确认	观察、 检查记录	GB50093-2013	B			
	仪器调校	仪表施工用表调校记录	观察、 检查记录	GB50093-2013	C		R	

序号	检验、试验项目	内容	检查方法	工程标准/规范	质量控制与检验			呈交见证资料
					类别	停点	见证点	
	可燃气体检测器检定	资质实验室鉴定证书	检查、核对记录	GB50093-2013	A		R	
	有毒气体检测仪检定	资质实验室鉴定证书	检查、核对记录	GB50093-2013	A			
3	现场仪表设备、元件安装	节流装置、电缆、汇线槽/桥架、现场仪表、FF 及 HART 变送器/转换器安装检查, 电气回路校线及绝缘检查, 智能仪表功能参数、模块、程序设置检查等	观察、检查、吊线核对、尺量	GB50093-2013	B		R	
4	DCS 机柜/仪表盘/操作台安装检验	安装符合设计文件及相关规范要求	观察、检查、核对记录、尺量	GB50093-2013	B			
5	综合控制系统基本功能检测	系统供电、程序安装、自诊断、画面检测, 键盘、按钮、鼠标、触屏操作、LED 状态灯, 通讯、报警、冗余、恢复、打印功能等符合系统要求	观察、检查记录	GB50093-2013	B			
6	报警/连锁系统与可编程序控制系统调试	各控制系统报警/连锁调试合格	观察、检查记录	GB50093-2013	A			

序号	检验、试验项目	内容	检查方法	工程标准/规范	质量控制与检验			呈交见证资料
					类别	停点	见证点	
7	仪表管道耐压/严密性试验	耐压/严密性试验符合设计和规范要求	观察、检查记录、过程见证	GB50093-2013	B			
8	仪表管道泄漏性/真空度试验条件确认与试验	泄漏性/真空度试验符合设计和规范要求	观察、检查记录、过程见证	GB50093-2013	B			

5.3 质量保证措施

5.3.1 质量保证体系

完善的质量保证体系是确保本平台项目顺利完成的关键。为了确保工程质量，本方案实行三级质量管理制度，即下级对上一级负责。项目部成立质量管理领导小组，项目负责人任小组组长，为项目质量第一责任人，对本项目施工质量全面负责。项目部内设质检部；每个现场施工队配专职质检工程师；施工班组设质量检查员。质量保证体系框图详见图 5.1。

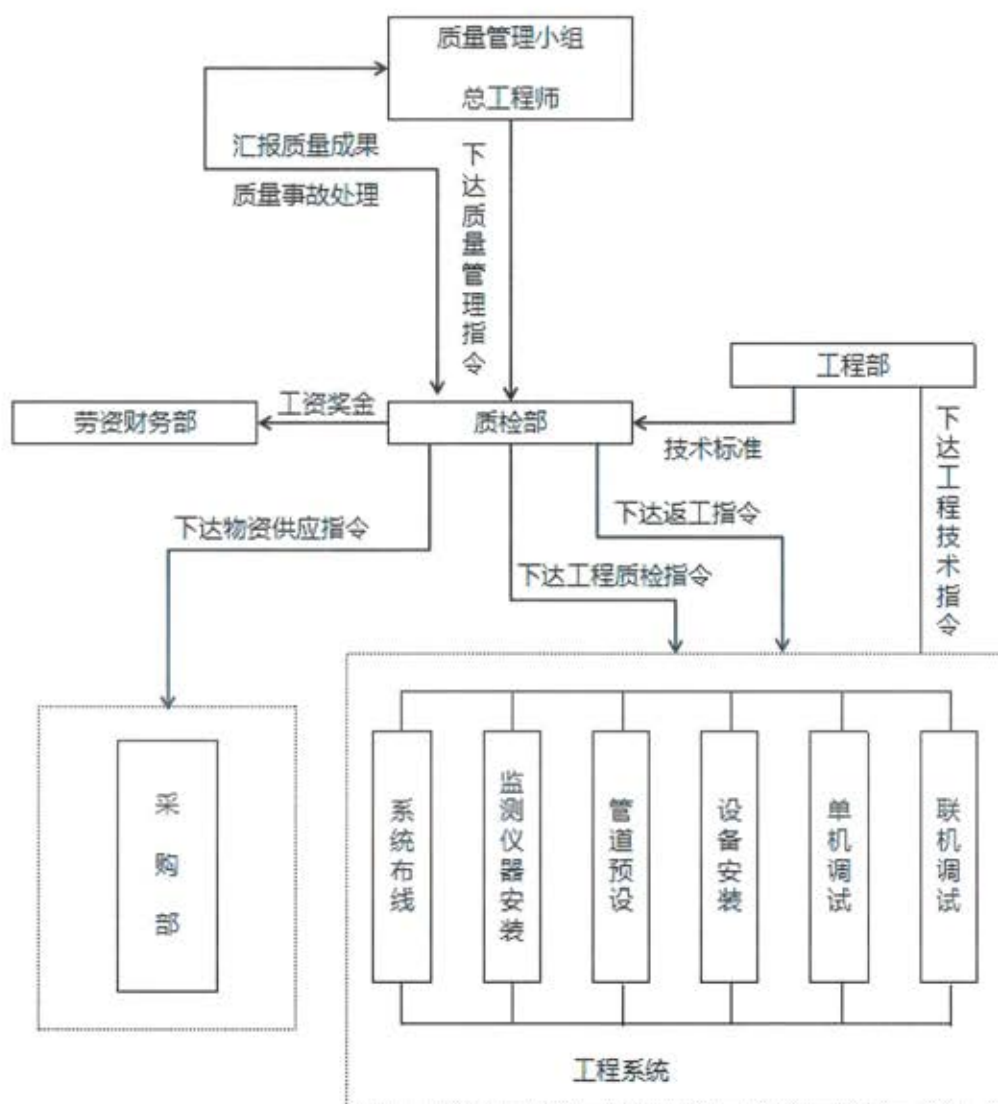


图 5.1 质量保证体系框图

主要岗位质量管理职能如下所示：

(1) 项目负责人

- ①全面领导和组织项目部质量保证工作，对工程质量负全面责任。
- ②贯彻执行上级颁发的质量管理的政策、规定、制度和要求。
- ③结合施工实际对职工组织教育。
- ④协调各部门、各单位的质量管理工作关系，及时组织讨论和质量策划活动。
- ⑤组织制定和批准必要的质量奖罚等质量文件，鼓励取得显著工作成绩的人员和惩罚出现质量事故问题的责任者。
- ⑥监督施工中全面推行 ISO9001 质量管理体系认证标准。

（2）项目总工程师

- ①执行经理决策意识，负责具体组织，指导质量保证活动的开展。
- ②对项目工程质量保证工作的技术问题负全面责任。
- ③组织作好有关技术规范、技术标准、技术操作规程的贯彻执行工作。
- ④参加或组织质量工作会议，针对信息情报分析得出具体倾向性问题或质量问题，提出技术措施和意见。
- ⑤对违反技术要求和操作规程质量管理规定的，有权随时制止和纠正。

（3）质量管理员

- ①对工程质量保证活动的开展及后果负全面责任。
- ②贯彻上级的各项质量政策、规定，及时组织项目施工中各项质量管理活动的实施。
- ③监督检查质检人员的工作质量，发现问题有处理解决。
- ④有权及时制止违反质量管理规定的一切行为，有权提出停工要求或立即决定停止施工。
- ⑤分析质量动态及综合质量信息，及时提出处理意见上报项目经理。
- ⑥负责组织工程质量检查，参加组织质量事故分析会，调查分析并及时提出对事故责任人的处理意见。
- ⑦执行质量奖罚。
- ⑧对工程不合格或质量保证工作失误造成质量问题的应负管理责任。
- ⑨负责组织落实 ISO9001 标准的实施，并及时向有关部门报告质量保证体系运行情况。

（4）施工队长

- ①施工队长是施工的组织者和实施质量保证的直接领导，对工程施工质量负有直接责任。
- ②组织本单位的质量活动，认真落实质量计划及技术管理部门下达的各项措施要求。
- ③虚心接受质量部门及检验人员的质量检查和监督，对提出的问题进行认真处理或整改，并针对问题性质调查情况进行分析，及时采取措施。
- ④负责组织本单位的质量自检活动和工序交接的质量验收活动的开展，督促施工班组作好自检记录和施工记录。
- ⑤认真处理质量和进度关系，严格要求职工按施工程序办事。
- ⑥坚持“质量第一”的思想，对违反操作规程不按程序办事而使质量低劣的应及时制止并返工。

⑦负责向主管部门提供质量事故的真实情况，不得假报或隐瞒。

(5) 现场操作人员

①操作者应对各自作业活动的质量负直接责任，特殊工种持证上岗。

②按操作指导书或交底及图纸要求施工，凡因违反上述要求，造成质量事故，均应负操作责任。

③按质量控制程序做好施工自检工作，认真记录检查结果并做好施工及检验标识。

④做到不合格器材不使用，上道工序不合格不接受，本道工序不合格不交出。

⑤接受技术、质量检查人员的监督检查，出现问题立即整改。

(6) 专职质量检查员

①专职质量检查人员是严把质量关、对工程质量进行全面监督检查的特殊岗位工作人员，必须持证上岗，对其所辖范围的质量监督检查工作负全面责任。

②发现施工中违反操作规程、技术措施、图纸要求时，应坚持原则，立即指出，责令其整改或停工并向技术、质量和行政负责人汇报。

③收集、整理施工过程中的记录，按规定向质量部门及时、准确、如实填报各种质量报表。

④参加工程质量动态分析和事故调查与分析。

⑤参与工序及工程产品质量审核。

5.3.2 质量保证措施

质量保证措施不仅关系到项目的安全性和耐久性，还直接影响到项目的进度和成本。以下是针对深地空间储热技术研发平台项目实施过程中的重要质量保证措施。

(1) 明确的质量目标和标准

①在项目启动之初，制定明确的质量目标，并将其分解为可实现的具体指标。

②确保所有参与者对质量标准有清晰的理解，并严格执行。

(2) 详细的施工计划与进度控制

①制定详细的施工计划，包括施工步骤、时间节点、资源分配等。

②定期检查实际进度与计划的偏差，并采取相应措施进行调整。

(3) 严格的技术交底与培训

①在平台施工前，对所有参与人员进行详细的技术交底，确保每个人都清楚自己的职责。

②对特殊工种（如电工、焊工）进行专业培训，并持证上岗。

③加强技术培训，做好技术交底，执行标准化、程序化作业、把工程质量建立在科学可

行的基础上。

④施工前认真核对施工图纸，制定科学合理的施工方案，编制实施性的施工组织设计。

(4) 材料与设备的严格控制

①采购高质量的建筑材料和实验设备，并进行严格的进场验收。

②使用前对材料进行抽样检测，确保符合设计要求。

③加强施工机械设备的检查。

④加强原材料及半成品的质量检验，不符合的材料一律清除出场。

(5) 标准化作业流程

①建立标准化的作业流程，确保每一道工序都按照规范执行。

②定期进行技术交底会议，确保施工人员掌握最新的技术和标准。

(6) 全面的质量监控体系

①实施全过程的质量监控，包括隐蔽工程、关键节点等。

②设置专职的质量检查员，对每道工序进行严格检查。

(7) 及时反馈与第三方审计

①建立平台项目反馈机制，及时响应建议和投诉，并尽快解决问题。

②邀请第三方机构进行独立审计，确保平台质量符合规定标准。

(8) 持续改进与经验总结

①在平台项目结束后，组织总结会，分析存在的问题及原因。

②将成功经验和失败教训整理成文档，供后续项目参考。

(9) 安全管理

①贯彻执行安全生产责任制，确保平台施工过程中的安全。

②定期开展安全教育和应急演练，提高全员的安全意识。

(10) 文档记录与归档

①记录施工过程中的所有关键数据和信息，包括图纸、变更单、检测报告等。

②保证所有文档资料齐全、准确，便于后期查阅和维护。

针对深地空间储热技术研发平台，通过以上项目验收方案和质量保证措施，可以有效提升项目施工的质量，确保本研发平台的安全可靠和按时交付，最终满足项目实施的需求。