

项目名称：华北电力大学多元可再生
资源负碳高值循环利用及绿色替代
中试熟化平台设备更新项目

招 标 文 件

项目编号：BMCC-ZC26-1061



北京明德致信咨询有限公司

2026 年 7 月

目 录

第一章 投标邀请	3
第二章 投标人须知	7
第三章 资格审查	30
第四章 评标程序、评标方法和评标标准	34
第五章 采购需求	59
第六章 拟签订的合同文本	185
第七章 投标文件格式	199

第一章 投标邀请

一、项目基本情况

1. 项目编号：BMCC-ZC26-1061

2. 项目名称：华北电力大学多元可再生资源负碳高值循环利用及绿色替代中试熟化平台设备更新项目

3. 项目预算金额：20895 万元、项目最高限价：20895 万元

4. 采购需求：建设包括生物质定向热解多联产、生物质蒸汽-氧气联合气化制氢、气化-催化还原耦合制绿甲醇、废塑料自热循环热解液化、橡胶绝氧连续热解“油-炭”联产、退役锂电池含液热解回收战略资源、退役风机叶片热解及再生纤维循环利用、退役光伏板整体连续热解及资源化回收在内的 8 套成套中试系统。生物质定向热解多联产中试系统中天然香料和热解炭满足相关行业使用标准；生物质蒸汽-氧气联合气化制氢中试系统气化效率 $\geq 70\%$ ，氢气纯度 $\geq 99.9\%$ ；气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统合成气比例 $\geq 60\%$ ，甲醇纯度 $\geq 98\%$ ；废塑料自热循环热解液化中试系统制备的热解油品质满足国标要求；废橡胶绝氧连续热解“油-炭”联产中试系统热解油热值 ≥ 38 兆焦/千克；退役锂电池含液热解回收战略资源中试系统所得黑粉、铜粉、铝粉等产品分离综合纯度 $\geq 95\%$ ；退役风机叶片热解及再生纤维循环利用中试系统的再生纤维强度下降 $\leq 20\%$ ；退役光伏板整体连续热解及资源化回收中试系统玻璃破损率 $\leq 10\%$ 。具体要求详见招标文件第五章。

包号	名称	标的名称	数量	是否接受进口产品
01	多元可再生资源负碳高值循环利用及绿色替代中试熟化平台	生物质定向热解多联产中试系统	1 套	否
		生物质蒸汽-氧气联合气化制氢中试系统	1 套	否
		气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统	1 套	否
		废塑料自热循环热解液化中试系统	1 套	否
		废橡胶绝氧连续热解“油-	1 套	否

		炭”联产中试系统		
		退役锂电池含液热解回收 战略资源中试系统	1 套	否
		退役风机叶片热解及再生 纤维循环利用中试系统	1 套	否
		退役光伏板整体连续热解 及资源化回收中试系统	1 套	否

5. 合同履行期限：合同签订后根据采购人要求分批交付，2028 年 10 月 31 日前完成多元可再生资源负碳高值循环利用及绿色替代中试熟化平台设备更新项目的设计、采购加工制造、安装及带料调试的全部工作。

6. 本项目是否接受联合体投标：是。

二、申请人的资格要求（须同时满足）

1. 满足《中华人民共和国政府采购法》第二十二条规定；

2. 落实政府采购政策需满足的资格要求：

2.1 本项目不专门面向中小企业预留采购份额。

2.2 其它落实政府采购政策的资格要求：通过“信用中国”网站（www.creditchina.gov.cn）和中国政府采购网（www.ccgp.gov.cn）等查询信用记录（截止时点为投标截止时间，由采购代理机构查询），被列入失信被执行人、重大税收违法案件当事人名单、政府采购严重违法失信行为记录名单的供应商，没有资格参加本项目的采购活动。

3. 本项目的特定资格要求：

3.1 本项目是否属于政府购买服务：否

3.2 其他特定资格要求：投标人应按要求获取采购文件，当投标人为联合体时，联合体中任一成员获取文件即视为满足要求。

三、获取招标文件

1. 时间：2026 年 7 月 20 日至 2026 年 7 月 27 日，每天上午 9:00 至 11:30，下午 13:00 至 17:00（北京时间，法定节假日除外）。

2. 地点：北京明德致信咨询有限公司官网（<http://www.zbbmcc.com>）。

3. 方式：本项目接受电汇或网银购买标书（注：汇款时须备注 ZC26-1061+ 标书款，并于“获取招标文件截止时间”前提交报名申请，具体方式详见“其他

补充事宜”）。

4. 售价：500 元/本。

四、提交投标文件截止时间、开标时间和地点

投标截止时间、开标时间：2026 年 8 月 10 日 09：30（北京时间）。

地点：北京市海淀区学院路 30 号科大天工大厦 B 座三层第一会议室。

五、公告期限

自本公告发布之日起 5 个工作日。

六、其他补充事宜

1. 详细报名及获取招标文件方式，请完整阅读以下全部内容：

（1）接受电汇或网银。请供应商汇款时务必注明“项目编号+用途”，以便财务查账及汇总。

（2）项目报名。请登录“北京明德致信咨询有限公司”官网(www.zbbmcc.com)。右上角点击“我的项目”，注册登录后点击左侧“项目报名”，找到对应项目按提示完善信息、上传报名费转账凭证（如**联合体报名需提供联合体牵头人名称及联合体成员名称**），点击提交即可。工作日 17 点（含）前提交的申请，于当日审核；17 点后提交的，下一个工作日审核。审核结果将以邮件形式通知，或在“我的投标”中查看报名状态。有关报名过程的问题，请拨打 010-82370045 进行咨询。有关报名信息的疑问反馈，请按报名页面最下方的提示，发送邮件反馈。

（3）招标文件的获取。电子版招标文件：第（2）步程序完成后，登录“北京明德致信咨询有限公司”官网（www.zbbmcc.com），于“我的项目”→“我的投标”中找到“已审批通过”的项目信息，点击下载获取；纸质版招标文件：北京明德致信咨询有限公司前台领取。

2. 银行账户信息，标书费、投标保证金及代理费收取的唯一账户：汇款或转账时请务必附言“项目编号+用途”，例如：ZC26-1061 标书费。

收款单位：北京明德致信咨询有限公司；

开户行：中国工商银行股份有限公司北京东升路支行；

账号：0200 0062 1920 0492 968。

3. 问题咨询联系方式的说明：

（1）有关报名信息的疑问反馈，请供应商按网站报名页面最下方的提示，发送邮件反馈；

(2) 有关招标文件购买、中标通知书领取及服务费发票、保证金交纳及退还事宜，请联系电话：(010) 82370045 或电子邮箱 FC@zbbmcc.com；

(3) 有关招标文件技术部分的问题咨询：请拨打公告“项目联系方式”中代理机构联系人的号码，因项目经理外出、开标等原因，请优先通过电子邮箱 ymx @zbbmcc.com 联系。

4. 发布公告的媒介：本公告在中国政府采购网发布。对其他网站转发本公告可能引起的信息误导、造成投标人的经济或其他损失的，采购人及采购代理不负任何责任。

5. 本项目需要落实的政府采购政策：政府采购促进中小企业发展；政府采购支持监狱企业发展；政府采购鼓励节能、环保产品；扶持不发达地区和少数民族地区；促进残疾人就业政府采购政策等，详见本项目招标文件。

6. 投标文件请于投标当日投标截止时间之前递交至投标地点，逾期递交的文件恕不接收。投标人应派代表参加开标。

7. 凡对本次招标提出询问及质疑，请与北京明德致信咨询有限公司联系。如需质疑，质疑函请采用政府采购供应商质疑函范本格式，以书面形式一次性提交。

七、对本次招标提出询问，请按以下方式联系。

1. 采购人信息

名 称：华北电力大学

地 址：北京市昌平区回龙观北农路 2 号

联系方式：张老师 010-61772996

2. 采购代理机构信息

名 称：北京明德致信咨询有限公司

地 址：北京市海淀区学院路 30 号科大天工大厦 B 座 1709 室

联系方式：010-82370045

3. 项目联系方式

项目联系人：杨梦雪、王蕾蕾、杨欢、孙恺宁、王爽、周洁琼、王希

电 话：010-61196029、ymx@zbbmcc.com

第二章 投标人须知

投标人须知资料表

本表是对投标人须知的具体补充和修改，如有矛盾，均以本资料表为准。标记“■”的选项意为适用于本项目，标记“□”的选项意为不适用于本项目。

条款号	条目	内容
1.3	联合体	为了便于采购活动开展，如本项目接受联合体，建议以联合体形式参与采购活动的供应商，在联合体确定后，尽早通知代理机构。
2.1	资金来源	■财政性资金 □非财政性资金
2.2	项目属性	项目属性： □服务 ■货物
2.3	科研仪器设备	是否属于科研仪器设备采购项目： ■是 □否
2.4	核心产品	□关于核心产品本项目不适用。 □本项目为单一产品采购项目 ■本项目为非单一产品采购项目，核心产品为：生物定向热解多联产中试系统
3.1	现场考察	■不组织 □组织，考察时间：__年__月__日__点__分 考察地点：_____。
	开标前答疑会	■不召开 □召开，召开时间：__年__月__日__点__分 召开地点：_____。
4.1	样品	投标样品递交： ■不需要 □需要，具体要求如下： (1) 样品制作的标准和要求：____； (2) 是否需要随样品提交相关检测报告： □不需要 □需要 (3) 样品递交要求：____； (4) 未中标人样品退还：____；

条款号	条 目	内 容																			
		(5) 中标人样品保管、封存及退还：_____； (6) 其他要求：___/___。																			
5.1.2.3 (2)	本国产品	本项目是否适用本国产品标准： ■是 □否																			
5.2.5	标的所属行业	本项目采购标的对应的中小企业划分标准所属行业： <table><tr><th>标的名称</th><th>所属行业</th></tr><tr><td>生物质定向热解多联产中试系统</td><td>工业</td></tr><tr><td>生物质蒸汽-氧气联合气化制氢中试系统</td><td>工业</td></tr><tr><td>气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统</td><td>工业</td></tr><tr><td>废塑料自热循环热解液化中试系统</td><td>工业</td></tr><tr><td>废橡胶绝氧连续热解“油-炭”联产中试系统</td><td>工业</td></tr><tr><td>退役锂电池含液热解回收战略资源中试系统</td><td>工业</td></tr><tr><td>退役风机叶片热解及再生纤维循环利用中试系统</td><td>工业</td></tr><tr><td>退役光伏板整体连续热解及资源化回收中试系统</td><td>工业</td></tr></table>		标的名称	所属行业	生物质定向热解多联产中试系统	工业	生物质蒸汽-氧气联合气化制氢中试系统	工业	气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统	工业	废塑料自热循环热解液化中试系统	工业	废橡胶绝氧连续热解“油-炭”联产中试系统	工业	退役锂电池含液热解回收战略资源中试系统	工业	退役风机叶片热解及再生纤维循环利用中试系统	工业	退役光伏板整体连续热解及资源化回收中试系统	工业
标的名称	所属行业																				
生物质定向热解多联产中试系统	工业																				
生物质蒸汽-氧气联合气化制氢中试系统	工业																				
气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统	工业																				
废塑料自热循环热解液化中试系统	工业																				
废橡胶绝氧连续热解“油-炭”联产中试系统	工业																				
退役锂电池含液热解回收战略资源中试系统	工业																				
退役风机叶片热解及再生纤维循环利用中试系统	工业																				
退役光伏板整体连续热解及资源化回收中试系统	工业																				
11.3	投标报价	投标报价的特殊规定： ■无 □有，具体情形：_____																			
12.1	投标保证金	投标保证金金额： <u>人民币 伍拾万元整</u> ； 投标保证金收受人信息： 账户名称：北京明德致信咨询有限公司 开 户 行：中国工商银行股份有限公司北京东升路支行 账 号：0200 0062 1920 0492 968。																			

条款号	条目	内容
		注：汇款或转账时请务必附言“项目编号+用途”，例如：ZC26-1061 保证金。
12.5		中标人投标保证金退还： 中标人应在政府采购合同签订后 2 个工作日内，将合同扫描件发送到 FC@zbbmcc.com 邮箱，办理保证金退还手续，履行告知义务。保证金将在合同签订的 5 个工作日内退回来款账户。 邮件格式：项目编号+退还投标保证金+供应商名称+已签订采购合同。 内附：（1）采购合同扫描件；（2）招标编号；（3）中标供应商名称；（4）采购合同签订日期。 如中标人未按要求及时发送通知邮件，由此导致的逾期退还投标保证金延迟等责任由中标人承担，采购代理机构不承担相应责任。
12.6		投标保证金可以不予退还的其他情形： ☒ 无 ☐ 有，具体情形：
13.1	投标有效期	自提交投标文件的截止之日起算 90 个日历日。
14.1	投标文件份数	投标文件：正本：1 份；副本：7 份；电子版 U 盘：2 份。 每份电子版均同时包括如下内容： （1）投标文件 PDF 格式文件，应包含正本所有内容的清晰扫描件（含签字盖章）； （2）投标文件 word 格式可编辑版本。 注意：电子文档内容和对应的正本须完全一致，因电子文档与正本文件不一致产生的后果由投标人自行承担。
22.1	确定中标人	中标候选人并列的，采购人是否委托评标委员会确定中标人： ☒ 否 ☐ 是 中标候选人并列的，按照以下方式确定中标人： ☒ 得分且投标报价均相同的，以 <u>技术部分</u> 得分高者为中标人 ☐ 随机抽取
25.6	分包	本项目的非主体、非关键性工作是否允许分包： ☒ 不允许 ☐ 允许，具体要求： （1）可以分包履行的具体内容：____； （2）允许分包的金额或者比例：____；

条款号	条目	内容																																	
		(3) 其他要求：_____。																																	
26.1.1	询问	询问送达形式：书面形式																																	
26.3	联系方式	接收询问和质疑的联系方式 联系部门：北京明德致信咨询有限公司； 联系电话：010—61196029； 通讯地址：北京市海淀区学院路 30 号科大天工大厦 B 座 1709。																																	
27	代理费	收费对象： ☐ 采购人 ☒ 中标人 收费标准：采购代理机构参照原计价格[2002]1980 号文、发改办价格[2003]857 号文及发改办价格[2011]534 号文有关规定，按照如下费率表取费，按差额定率累进法计算，向中标人收取： <table border="1"> <tr> <th>服务类型 中标金额（万元）</th><th>货物招标</th><th>服务招标</th></tr> <tr> <td>100 以下</td><td>1.5%</td><td>1.5%</td></tr> <tr> <td>100—500</td><td>1.1%</td><td>0.8%</td></tr> <tr> <td>500—1000</td><td>0.8%</td><td>0.45%</td></tr> <tr> <td>1000—5000</td><td>0.5%</td><td>0.25%</td></tr> <tr> <td>5000—10000</td><td>0.25%</td><td>0.1%</td></tr> <tr> <td>10000——50000</td><td>0.05%</td><td>0.05%</td></tr> <tr> <td>50000——100000</td><td>0.035%</td><td>0.035%</td></tr> <tr> <td>100000——500000</td><td>0.008%</td><td>0.008%</td></tr> <tr> <td>500000——1000000</td><td>0.006%</td><td>0.006%</td></tr> <tr> <td>1000000 以上</td><td>0.004%</td><td>0.004%</td></tr> </table> 缴纳时间：中标人在领取中标通知书时须向采购代理机构缴纳代理费。 缴费账户：同投标保证金递交账户一致。	服务类型 中标金额（万元）	货物招标	服务招标	100 以下	1.5%	1.5%	100—500	1.1%	0.8%	500—1000	0.8%	0.45%	1000—5000	0.5%	0.25%	5000—10000	0.25%	0.1%	10000——50000	0.05%	0.05%	50000——100000	0.035%	0.035%	100000——500000	0.008%	0.008%	500000——1000000	0.006%	0.006%	1000000 以上	0.004%	0.004%
服务类型 中标金额（万元）	货物招标	服务招标																																	
100 以下	1.5%	1.5%																																	
100—500	1.1%	0.8%																																	
500—1000	0.8%	0.45%																																	
1000—5000	0.5%	0.25%																																	
5000—10000	0.25%	0.1%																																	
10000——50000	0.05%	0.05%																																	
50000——100000	0.035%	0.035%																																	
100000——500000	0.008%	0.008%																																	
500000——1000000	0.006%	0.006%																																	
1000000 以上	0.004%	0.004%																																	

投标人须知

一 说 明

1. 采购人、采购代理机构、投标人、联合体

- 1.1 采购人、采购代理机构：指依法进行政府采购的国家机关、事业单位、团体组织，及其委托的采购代理机构。本项目采购人、采购代理机构见第一章《投标邀请》。
- 1.2 投标人（也称“供应商”、“申请人”）：指向采购人提供货物、工程或者服务的法人、其他组织或者自然人。
- 1.3 联合体：指两个以上的自然人、法人或者其他组织组成一个联合体，以一个供应商的身份共同参加政府采购。

2. 资金来源、项目属性、科研仪器设备采购、核心产品

- 2.1 资金来源见《投标人须知资料表》。
- 2.2 项目属性见《投标人须知资料表》。
- 2.3 是否属于科研仪器设备采购见《投标人须知资料表》。
- 2.4 核心产品见《投标人须知资料表》。

3. 现场考察、开标前答疑会

- 3.1 若《投标人须知资料表》中规定了组织现场考察、召开开标前答疑会，则投标人应按要求在规定的的时间和地点参加。
- 3.2 由于未参加现场考察或开标前答疑会而导致对项目实际情况不了解，影响投标文件编制、投标报价准确性、综合因素响应不全面等问题的，由投标人自行承担不利评审后果。

4. 样品

- 4.1 本项目是否要求投标人提供样品，以及样品制作的标准和要求、是否需要随样品提交相关检测报告、样品的递交与退还等要求见《投标人须知资料表》。

4.2 样品的评审方法以及评审标准等内容见第四章《评标程序、评标方法和评标标准》。

5. 政府采购政策（包括但不限于下列具体政策要求）

5.1 进口产品和本国产品

5.1.1 进口产品

5.1.1.1 指通过中国海关报关验放进入中国境内且产自关境外的产品，包括已经进入中国境内的进口产品。关于进口产品的相关规定依据《政府采购进口产品管理办法》（财库〔2007〕119号文）、《关于政府采购进口产品管理有关问题的通知》（财办库〔2008〕248号文）。

5.1.1.2 本项目是否接受进口产品见第一章《投标邀请》。

5.1.2 本国产品

关于本国产品的相关规定依据《国务院办公厅关于在政府采购中实施本国产品标准及相关政策的通知》（国办发〔2025〕34号）及《关于贯彻落实〈国务院办公厅关于在政府采购中实施本国产品标准及相关政策的通知〉的意见》（财库〔2025〕30号）等政府采购中实施本国产品标准及相关政策通知执行。

5.1.2.1 本国产品的标准

本国产品应当符合以下条件：

（1）在中国境内生产

产品应当在中国境内生产，即在中华人民共和国关境内实现从原材料、组件到产品的属性改变。

属性改变是指经过制造、加工或者组装等工序，产生完全不同于原材料、组件的新产品，并具有新的名称和特征（用途）。属性改变不包括以下细微操作：

- ①为确保产品在运输或者储存期间保持某种状态而进行的操作；
- ②为产品运输或者销售进行的包装或者展示；
- ③在产品或者其包装上粘贴或者印刷品牌、标志、标识以及其他用于区别的标记；
- ④简单的上漆、磨光和分装；

⑤其他不属于属性改变的情形。

(2) 在中国境内生产的组件成本占比达到规定比例

产品在中国境内生产的组件成本占比应当达到规定比例，财政部会同有关行业主管部门，分产品确定在中国境内生产的组件成本占比应当达到的规定比例。在分产品的中国境内生产的组件成本占比相关要求实施前，符合前述第(1)项条件的产品在政府采购活动中视同本国产品。

(3) 特定产品的关键组件、关键工序符合相关要求

对特定产品，在符合第(1)项和第(2)项条件的基础上，应当符合财政部会同有关行业主管部门确定的其关键组件、关键工序在中国境内生产、完成等要求。

5.1.2.2 关于特定情形的规定：在国内保税区、综合保税区等海关特殊监管区域生产的产品，属于在中国境内生产的产品；对医疗器械产品，取得药品监督管理部门授予的准字号医疗器械注册证的，属于在中国境内生产的产品。

5.1.2.3 本国产品标准的适用范围

(1) 本国产品标准适用于货物，包括政府采购货物项目和服务项目中涉及的货物。适用本国产品标准的货物具体是指《政府采购品目分类目录》中的货物类产品，但不包括其中的房屋和构筑物，文物和陈列品，图书和档案，特种动植物，农林牧渔业产品，矿与矿物，电力、城市燃气、蒸汽和热水、水，食品、饮料和烟草原料，无形资产。

(2) 本项目是否适用本国产品标准详见《投标人须知资料表》。

5.1.2.4 对本国产品的支持政策

政府采购活动中既有本国产品又有非本国产品参与竞争的，依法对本国产品给予价格评审优惠，对本国产品价格评审优惠的政策调整：见第四章《评标方法和评标标准》。

5.2 中小企业、监狱企业及残疾人福利性单位

5.2.1 中小企业定义：

5.2.1.1 中小企业是指在中华人民共和国境内依法设立，依据国务院批准的中小企业划分标准确定的中型企业、小型企业和微型企业，但

与大企业的负责人为同一人，或者与大企业存在直接控股、管理关系的除外。符合中小企业划分标准的个体工商户，在政府采购活动中视同中小企业。关于中小企业的相关规定依据《中华人民共和国中小企业促进法》、《政府采购促进中小企业发展管理办法》（财库〔2020〕46号）、《关于印发中小企业划型标准规定的通知》（工信部联企业〔2011〕300号）、《金融业企业划型标准规定》（〔2015〕309号）等国务院批准的中小企业划分标准执行。

5.2.1.2 供应商提供的货物、工程或者服务符合下列情形的，享受中小企业扶持政策：

（1）在货物采购项目中，货物由中小企业制造，即货物由中小企业生产且使用该中小企业商号或者注册商标；

（2）在工程采购项目中，工程由中小企业承建，即工程施工单位为中小企业；

（3）在服务采购项目中，服务由中小企业承接，即提供服务的人员为中小企业依照《中华人民共和国劳动合同法》订立劳动合同的从业人员。

5.2.1.3 在货物采购项目中，供应商提供的货物既有中小企业制造货物，也有大型企业制造货物的，不享受中小企业扶持政策。

5.2.1.4 以联合体形式参加政府采购活动，联合体各方均为中小企业的，联合体视同中小企业。其中，联合体各方均为小微企业的，联合体视同小微企业。

5.2.2 监狱企业定义：是指由司法部认定的为罪犯、戒毒人员提供生产项目和劳动对象，且全部产权属于司法部监狱管理局、戒毒管理局、直属煤矿管理局，各省、自治区、直辖市监狱管理局、戒毒管理局，各地（设区的市）监狱、强制隔离戒毒所、戒毒康复所，以及新疆生产建设兵团监狱管理局、戒毒管理局的企业。

5.2.3 残疾人福利单位定义：享受政府采购支持政策的残疾人福利性单位应当同时满足以下条件：

5.2.3.1 安置的残疾人占本单位在职职工人数的比例不低于 25%（含 25%），并且安置的残疾人人数不少于 10 人（含 10 人）；

5.2.3.2 依法与安置的每位残疾人签订了一年以上（含一年）的劳动合同或服务协议；

5.2.3.3 为安置的每位残疾人按月足额缴纳了基本养老保险、基本医疗保险、失业保险、工伤保险和生育保险等社会保险费；

5.2.3.4 通过银行等金融机构向安置的每位残疾人，按月支付了不低于单位所在区县适用的经省级人民政府批准的月最低工资标准的工资；

5.2.3.5 提供本单位制造的货物、承担的工程或者服务（以下简称产品），或者提供其他残疾人福利性单位制造的货物（不包括使用非残疾人福利性单位注册商标的货物）；

5.2.3.6 前款所称残疾人是指法定劳动年龄内，持有《中华人民共和国残疾人证》或者《中华人民共和国残疾军人证（1至8级）》的自然人，包括具有劳动条件和劳动意愿的精神残疾人。在职职工人数是指与残疾人福利性单位建立劳动关系并依法签订劳动合同或服务协议的雇员人数。

5.2.4 本项目是否专门面向中小企业预留采购份额见第一章《投标邀请》。

5.2.5 采购标的对应的中小企业划分标准所属行业见《投标人须知资料表》。

5.2.6 小微企业价格评审优惠的政策调整：见第四章《评标方法和评标标准》。

5.3 政府采购节能产品、环境标志产品

5.3.1 政府采购节能产品、环境标志产品实施品目清单管理。财政部、发展改革委、生态环境部等部门根据产品节能环保性能、技术水平和市场成熟程度等因素，确定实施政府优先采购和强制采购的产品类别及所依据的相关标准规范，以品目清单的形式发布并适时调整。依据品目清单和认证证书实施政府优先采购和强制采购。

5.3.2 采购人拟采购的产品属于品目清单范围的，采购人及其委托的采购代理机构依据国家确定的认证机构出具的、处于有效期之内的节能产品、环境标志产品认证证书，对获得证书的产品实施政府优先采购或强制采购。关于政府采购节能产品、环境标志产品的相关规定依

据《关于调整优化节能产品、环境标志产品政府采购执行机制的通知》（财库〔2019〕9号）。

5.3.3 如本项目采购产品属于实施政府强制采购品目清单范围的节能产品，则投标人所报产品必须获得国家确定的认证机构出具的、处于有效期之内的节能产品认证证书，否则**投标无效**；

5.3.4 非政府强制采购的节能产品或环境标志产品，依据品目清单和认证证书实施政府优先采购。优先采购的具体规定见第四章《评标方法和评标标准》（如涉及）。

5.4 支持乡村产业振兴管理

5.4.1 为落实《关于运用政府采购政策支持乡村产业振兴的通知》（财库〔2021〕19号）有关要求，做好支持脱贫攻坚工作，本项目采购活动中对于支持乡村振兴管理的相关要求见第五章《采购需求》（如涉及）。

5.5 正版软件

5.5.1 各级政府部门在购置计算机办公设备时，必须采购预装正版操作系统软件的计算机产品，相关规定依据《国家版权局、信息产业部、财政部、国务院机关事务管理局关于政府部门购置计算机办公设备必须采购已预装正版操作系统软件产品的通知》（国权联〔2006〕1号）、《国务院办公厅关于进一步做好政府机关使用正版软件工作的通知》（国办发〔2010〕47号）、《财政部关于进一步做好政府机关使用正版软件工作的通知》（财预〔2010〕536号）。

5.6 网络安全产品

5.6.1 根据《关于调整网络安全专用产品安全管理有关事项的公告》（2023年第1号），所提供产品属于列入《网络关键设备和网络安全专用产品目录》的网络安全专用产品时，应当按照《信息安全技术网络安全专用产品安全技术要求》等相关国家标准的强制性要求，由具备资格的机构安全认证合格或者安全检测符合要求。

5.7 推广使用低挥发性有机化合物（VOCs）

5.7.1 为全面推进本市挥发性有机物（VOCs）治理，贯彻落实挥发性有机物污染治理专项行动有关要求，相关规定依据《北京市财政局北京市生态环境局关于政府采购推广使用低挥发性有机化合物（VOCs）

有关事项的通知》（京财采购〔2020〕2381号）。本项目中涉及涂料、胶黏剂、油墨、清洗剂等挥发性有机物产品的，属于强制性标准的，供应商应执行符合本市和国家的 VOCs 含量限制标准（具体标准见第五章《采购需求》），否则**投标无效**；属于推荐性标准的，优先采购，具体见第四章《评标方法和评标标准》。

5.8 采购需求标准

5.8.1 商品包装、快递包装政府采购需求标准(试行)

为助力打好污染防治攻坚战，推广使用绿色包装，根据财政部关于印发《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)》的通知（财办库(2020)123号），本项目如涉及商品包装和快递包装的，则其具体要求见第五章《采购需求》。

5.8.2 其他政府采购需求标准

为贯彻落实《深化政府采购制度改革方案》有关要求，推动政府采购需求标准建设，财政部门会同有关部门制定发布的其他政府采购需求标准，本项目如涉及，则具体要求见第五章《采购需求》。

6. 投标范围和投标费用

- 6.1 本项目如划分采购包，投标人可以对本项目的其中一个采购包进行投标，也可同时对多个采购包进行投标。投标人应当对所投采购包对应第五章《采购需求》所列的全部内容进行投标，不得将一个采购包中的内容拆开投标，否则其对该采购包的投标将被认定为无效投标。
- 6.2 投标人应承担所有与准备和参加投标有关的费用，不论投标的结果如何，采购人和采购代理机构均无承担的义务和责任。

二 招标文件

7. 招标文件构成

- 7.1 要求提供货物和服务的内容及详细技术需求、投标须知和合同条件等在招标文件中均有说明。

招标文件共七章，各册的内容如下：

第一章 投标邀请

第二章 投标人须知

第三章 资格审查

第四章 评标程序、评标方法和评标标准

第五章 采购需求

第六章 拟签订的合同文本

第七章 投标文件格式

7.2 投标人应认真阅读招标文件的全部内容。投标人应按照招标文件要求提交投标文件并保证所提供的全部资料的真实性，并对招标文件做出实质性响应，否则**投标无效**。

7.3 除非另有说明，若本招标文件中引用了某一品牌、型号或生产供应商名称，均是指参照该品牌、型号或生产供应商的产品或服务。所引用的品牌、型号或生产供应商名称不构成对投标人及其投标文件的限制。若采用的技术术语与某一供应商或某一产品使用的术语相同，并非表示指定了该供应商或该产品。投标人可提供同等于或优于招标文件要求的产品和服务。

7.4 除非有特殊要求，招标文件不单独提供货物安装使用地的自然环境、气候条件、公用设施等情况，投标人应自行了解。

8. 对招标文件的澄清或修改

8.1 采购人或采购代理机构对已发出的招标文件进行必要澄清或者修改的，将在原公告发布媒体上发布更正公告，并以书面形式通知所有获取招标文件的潜在投标人。

8.2 上述书面通知，按照获取招标文件的潜在投标人提供的联系方式以电子邮件形式发出，因提供的信息有误导致通知延迟或无法通知的，采购人或采购代理机构不承担责任。

- 8.3 澄清或者修改的内容为招标文件的组成部分，并对所有获取招标文件的潜在投标人具有约束力。澄清或者修改的内容可能影响投标文件编制的，将在投标截止时间至少 15 日前，以书面形式通知所有获取招标文件的潜在投标人；不足 15 日的，将顺延提交投标文件的截止时间和开标时间。澄清或修改的内容为招标文件的组成部分，对所有投标人均具有约束力。
- 8.4 投标人在收到澄清或修改的书面通知后，应在一个工作日内向采购代理机构回函确认，否则采购代理机构将视为其已完全知道并接受此澄清或修改的内容。

三 投标文件的编制

9. 投标语言及投标文件中计量单位的使用

- 9.1 除专用术语外，投标文件及来往函电均应使用中文书写。必要时专用术语应附有中文解释。投标人提交的支持资料和已印制的文献可以用外文，但相应内容应附有中文翻译本，在解释投标文件时以中文翻译本为准。未附中文翻译本或翻译本中文内容明显与外文内容不一致的，其不利后果由投标人自行承担。
- 9.2 投标文件中所使用的计量单位，除招标文件中有特殊要求外，应采用中华人民共和国法定计量单位。

10. 投标文件构成

- 10.1 投标人应当按照招标文件的要求编制投标文件。投标文件的部分格式要求，见第七章《投标文件格式》。
- 10.2 对于招标文件中标记了“实质性格式”文件的，投标人不得改变格式中给定的文字所表达的含义，不得删减格式中的实质性内容，不得自行添加与格式中给定的文字内容相矛盾的内容，否则**投标无效**。未标记“实质性格式”的文件和招标文件未提供格式的内容，可由投标人自行编写。
- 10.3 第四章《评标程序、评标方法和评标标准》中涉及的证明文件。

10.4 对照第五章《采购需求》，说明所提供货物和服务已对第五章《采购需求》做出了响应，或申明与第五章《采购需求》的偏差和例外。如第五章《采购需求》中要求提供证明文件的，投标人应当按具体要求提供证明文件。

10.5 投标人认为应附的其他材料。

11. 投标报价

11.1 除非招标文件另有说明，所有投标均以**人民币报价（现场交货价）**，**不接受其他货币的报价**。投标人的投标报价应遵守“《中华人民共和国价格法》”。

11.2 投标人应在投标分项报价表上标明投标货物及相关服务的单价（如适用）和总价，并由法定代表人或其授权代表签署。

11.3 投标人的报价应包括为完成本项目所发生的一切费用和税费，招标人将不再支付报价以外的任何费用。投标人的报价应包括但不限于下列内容，《投标人须知资料表》中有特殊规定的，从其规定。

11.3.1 投标货物及标准附件、备品备件、专用工具等的出厂价（包括已在中国国内的进口货物完税后的仓库交货价、展室交货价或货架交货价）和运至最终目的地的运输费和保险费，安装调试、检验、技术服务、培训、质量保证、售后服务、税费等按照招标文件要求完成本项目的全部相关服务费用。

11.3.2 从中华人民共和国境外提供的货物，报价除满足 11.3.1 条规定外，还应包括银行费、外贸代理费、海关杂费等为完成本项目所发生的一切费用。符合科技创新进口税收政策的货物，报价时可以不包含向中华人民共和国政府缴纳的关税、增值税等。如本项目接受进口产品，且投标人所提供的货物如果原产于美国，投标报价中还必须包括加征关税。加征关税的商品清单及税率以国务院税则委员会发布的最新有效公告为准。

11.3.3 在中华人民共和国境内的海关特殊监管区域内生产或加工销往境内其他地区的产品，不视为政府采购项下的进口产品，但报价要求

遵循前两款要求。

11.3.4 按照招标文件要求完成本项目的全部相关服务费用。

- 11.4 采购人不得向供应商索要或者接受其给予的赠品、回扣或者与采购无关的其他商品、服务。
- 11.5 投标人所报的各分项投标单价在合同履行过程中是固定不变的，不得以任何理由予以变更。任何包含价格调整要求的投标，其**投标无效**。
- 11.6 对于一个包，投标人只允许对该包有一个总报价，任何有选择性或可调整的报价（或多个方案）的投标将导致其**投标无效**。
- 11.8 投标报价中，如投标内容超出招标文件要求，该超出部分内容在评标时将不予以核减。

12. 投标保证金

- 12.1 投标人应按《投标人须知资料表》中规定的金额及要求交纳投标保证金，并作为其投标的一部分。接受联合体投标的，可以由联合体中的一方或者共同提交投标保证金，以一方名义提交投标保证金的，对联合体各方均具有约束力。
- 12.2 投标保证金可采用下列形式之一：政府采购法律法规接受的支票、汇票、本票、网上银行支付或者金融机构、担保机构出具的保函等非现金形式。
- 12.3 投标保证金到账（保函提交）截止时间同投标截止时间。以支票、汇票、本票、网上银行支付等形式提交投标保证金的，应在投标截止时间前到账；以金融机构、担保机构出具的保函等形式提交投标保证金的，应在投标截止时间前将原件提交至采购代理机构。由于到账时间晚于投标截止时间的，或者票据错误、印鉴不清等原因导致不能到账的，其**投标无效**。投标人同时对多个采购包进行投标时，为便于区分，投标保证金建议分包提供；若合并提供，必须注明投标包号及投标保证金金额。若投标保证金总额不足且无法判定是哪一个或多个采购包，涉及的所有采购包将均被视为**无效投标**。
- 12.4 投标保证金（保函）有效期同投标有效期。

12.5 采购人、采购代理机构将及时退还投标人的投标保证金，采用银行保函、担保机构担保函等形式递交的投标保证金，经供应商同意后采购人、采购代理机构可以不再退还，但因投标人自身原因导致无法及时退还的除外：中标人的投标保证金，自采购合同签订之日起5个工作日内退还中标人；未中标投标人的投标保证金，自中标通知书发出之日起5个工作日内退还未中标人。

12.6 有下列情形之一的，采购人或采购代理机构可以不予退还投标保证金：

下列任何情况发生，投标保证金将不予退还：

- (1) 投标人在投标有效期内撤销投标文件的；
- (2) 投标人在投标文件中提供任何虚假材料的；
- (3) 除因不可抗力或招标文件认可的情形以外，中标人放弃中标或者不按本须知的规定与采购人签订合同的；
- (4) 投标人与采购人或其他投标人恶意串通的；
- (5) 未按招标文件要求足额缴纳代理费的；
- (6) 招标文件规定的其他情形。

13. 投标有效期

13.1 投标文件应在本招标文件《投标人须知资料表》中规定的投标有效期内保持有效，投标有效期少于招标文件规定期限的，其**投标无效**。

13.2 采购人或采购代理机构可根据实际情况，在原投标有效期截止之前，要求投标人同意延长投标文件的有效期。接受该要求的投标人将不会被要求和允许修正其投标，且本须知中有关投标保证金的要求将在延长了的有效期内继续有效。投标人也可以拒绝招标采购单位的这种要求，其投标保证金将予以退还。上述要求和答复都应以书面形式提交。

14. 投标文件的签署及规定

14.1 投标人应按招标文件《投标须知资料表》的规定准备投标文件正本和副本以及电子版，每份投标文件须清楚地标明“正本”或“副本”。副本可采用正本的复印件。若正本和副本不符，以正本为准；电子版投标文

件和纸质版投标文件不符，以纸质版投标文件正本为准。

- 14.2 投标文件需打印或用不褪色墨水书写，并由投标人的法定代表人或经其正式授权的代表在投标文件上规定的地方签字并加盖单位公章(标书中所要求盖章处均为单位公章，其他印章如投标专用章、业务专用章、合同专用章等均**无效**)。授权代表须取得书面的“授权委托书”(标准格式附后)，并将其附在投标文件中。

以联合体形式参与投标的，除资格证明文件中《投标人资格声明书》、《联合体协议》外，其余文件内容资料均只需加盖牵头人公章，由联合体牵头人的法定代表人或其委托代理人按招标文件的规定签署。

- 14.3 任何行间插字、涂改和增删，必须由投标文件签字人在修改处签字并加盖公章。
- 14.4 投标文件因字迹潦草或表达不清所引起的后果由投标人负责。
- 14.5 投标人为自然人的，只须按要求签字，投标文件所有加盖公章的要求均不适用。
- 14.6 投标文件应装订牢固、目录清楚、页码准确，建议双面打印。采购人、采购代理机构对因装订不牢造成的文件散失不负责任。

四 投标文件的递交

15. 投标文件的密封和标记

- 15.1 投标时，投标人应按包将投标文件正本和所有的副本、电子版分开密封装在单独的包装中，且在包装正面标明“正本”、“副本”、“电子版”字样。
- 15.2 为方便开标唱标，投标人应将“开标一览表”单独密封，并在包装上标明“开标一览表”字样，在投标时单独递交。
- 15.3 为方便核查投标保证金，投标人需将“投标保证金”单独密封，并在包装上标明“投标保证金”字样，在投标时单独递交（若投标保证金采用电汇/网银方式，提供电汇底单/转账网页复印件，并加盖投标人公章；若采用保函、支票等形式，须提供保函/支票的原件）。

- 15.4 所有包装上均应注明如下内容：
- 1) 清楚标明递交至规定的投标地址。
 - 2) 注明项目名称、项目编号、包号（如有）和“在_____（开标日期、时间）之前不得启封”的字样。
 - 3) 注明投标单位名称和地址。
 - 4) 密封包装封面上须加盖投标人公章或授权代表签字。
- 15.5 如果投标人未按上述要求密封及加写标记，采购人或采购代理机构对投标文件的误投或过早启封概不负责。

16. 投标截止时间

- 16.1 投标人应在规定的投标截止日期和时间前，将投标文件密封送达至规定的地址。采购人或采购代理机构收到投标文件后，应当如实记载投标文件的送达时间和密封情况，签收保存，并向投标人出具签收回执。任何单位和个人不得在开标前开启投标文件。逾期送达、未密封或密封不完好的投标文件，采购人或采购代理机构应当拒收。
- 16.2 采购人或采购代理机构有权按本须知的规定，通过修改招标文件延长投标截止期。在此情况下，采购人或采购代理机构和投标人受投标截止期制约的所有权利和义务均应延长至新的截止期。

17. 投标文件的修改、补充与撤回

- 17.1 投标人在提交投标文件后，可在投标截止时间前对其投标文件进行修改、补充或撤回，但必须有修改、补充或撤回的书面通知并由法定代表人或正式授权的投标人代表签字并加盖公章。
- 17.2 投标人对投标文件的补充或修改通知还须按照本章第 15 条进行密封和标记（注明项目名称、项目编号、“补充或修改通知”等）。
- 17.3 在投标截止时间之后，投标人不得修改、补充或撤回其投标文件（评标委员会要求的澄清除外）。
- 17.4 在投标截止时间后、投标有效期内，投标人不得撤销其投标文件（包括

全部或部分投标资料), 否则其投标保证金将不予退还。

五 开标及评标

18. 开标

18.1 采购代理机构将在规定的日期、时间和地点组织公开开标, 投标人可派一名代表(即开标代表)参加开标仪式。

18.2 开标时, 由投标人或者其推选的代表检查自身投标文件的密封情况, 经确认无误后, 由采购代理机构当众宣读投标人名称、投标价格和招标文件规定的需要宣布的其他内容。未宣读的投标总价、价格折扣和招标文件允许提供的备选 投标方案等实质内容, 评标时不予承认。在开标时没有启封和唱标的投标文件在评标时将不予考虑。

投标人不足 3 家的, 不得开标。

18.3 采购代理机构将打印开标记录, 投标人参加开标仪式的代表应在该开标记录上签字确认开标结果。若无投标人的代表签字确认, 以采购代理机构打印的开标记录为准。投标人未派代表参加开标的, 视同认可开标结果。

18.4 投标人代表对开标过程和开标记录有疑义, 以及认为采购人、采购代理机构相关工作人员有需要回避的情形的, 应当场提出询问或者回避申请。采购人、采购代理机构对投标人代表提出的询问或者回避申请应当及时处理。

19. 资格审查

19.1 见第三章《资格审查》。

20. 组建评标委员会

20.1 评标委员会根据政府采购有关规定和本次招标采购项目的特点进行组建, 并负责具体评标事务, 独立履行职责。

- 20.2 评审专家须符合《财政部关于在政府采购活动中查询及使用信用记录有关问题的通知》（财库〔2016〕125号）的规定。依法自行选定评审专家的，采购人和采购代理机构将查询有关信用记录，对具有行贿、受贿、欺诈等不良信用记录的人员，拒绝其参与政府采购活动。

21. 评标程序、评标方法和评标标准

- 21.1 见第四章《评标程序、评标方法和评标标准》。

六 确定中标

22. 确定中标人

- 22.1 采购人将在评标报告确定的中标候选人名单中按顺序确定中标人，中标候选人并列的，由采购人或者采购人委托评标委员会按照招标文件规定的方式确定中标人；招标文件未规定的，采取随机抽取的方式确定。采购人是否委托评标委员会直接确定中标人，见《投标人须知资料表》。中标候选人并列的，按照《投标人须知资料表》要求确定成交供应商。
- 22.2 采购人有权根据投标人递交的投标文件，对投标人的财务、技术和生产能力等进行真实性审查。如果审查中发现虚假问题，采购人将保留追究投标人法律责任的权利。

23. 中标公告和中标通知书

- 23.1 采购人或采购代理机构自中标人确定之日起2个工作日内，在财政部门指定的政府采购信息发布媒体公告中标结果，同时向中标人发出中标通知书，向未中标的投标人发出落标通知书，中标公告期限为1个工作日。
- 23.2 中标通知书是合同的组成部分，对采购人和中标供应商均具有法律效力。中标通知书发出后，采购人改变中标结果的，或者中标供应商放弃中标项目的，应当依法承担法律责任。

24. 废标

24.1 在招标采购中，有包号出现下列情形之一的，该包应予废标：

24.1.1 符合专业条件的投标人或者对招标文件作实质响应的投标人不足三家的；

24.1.2 出现影响采购公正的违法、违规行为的；

24.1.3 投标人的报价均超过了采购预算，采购人不能支付的；

24.1.4 因重大变故，采购任务取消的。

24.2 废标后，采购代理机构应将废标理由通知所有投标人。

25. 签订合同

25.1 中标人应当自中标通知书发出之日起 30 日内，按照招标文件和中标人投标文件的规定，与采购人签订书面合同。所签订的合同不得对招标文件确定的事项和中标人投标文件作实质性修改，采购人不得向中标人提出任何不合理的要求作为签订合同的条件。

25.2 招标文件、中标人的投标文件及其澄清文件等，均为签订合同的依据。

25.3 中标人拒绝与采购人签订合同的，采购人可以按照评标报告推荐的中标候选人名单排序，确定下一候选人为中标人，也可以重新开展政府采购活动。

25.4 联合体中标的，联合体各方应当共同与采购人签订合同，就中标项目向采购人承担连带责任。

25.5 政府采购合同不能转包。

25.6 采购人允许采用分包方式履行合同的，中标人可以依法在中标后将中标项目的非主体、非关键性工作采取分包方式履行合同。本项目的非主体、非关键性工作是否允许分包，见《投标人须知资料表》。政府采购合同分包履行的，应当在投标文件中载明分包承担主体，分包承担主体应当具备相应资质条件且不得再次分包，否则**投标无效**。中标人就采购项目和分包项目向采购人负责，分包供应商就分包项目承担责任。

26. 询问与质疑

26.1 询问

26.1.1 投标人对政府采购活动事项有疑问的，可依法提出询问，并按《投标人须知资料表》载明的形式送达采购人或采购代理机构。

26.1.2 采购人或采购代理机构对供应商依法提出的询问，在 3 个工作日内作出答复，但答复的内容不得涉及商业秘密。

26.2 质疑

26.2.1 投标人认为采购文件、采购过程、中标结果使自己的权益受到损害的，可以在知道或者应知其权益受到损害之日起 7 个工作日内，由投标人派授权代表以书面形式向采购人、采购代理机构提出质疑。采购人、采购代理机构在收到质疑函后 7 个工作日内作出答复。提出质疑的供应商应当是参与所质疑项目招标活动的供应商。潜在供应商已按要求购买招标文件的，可以按规定对招标文件提出质疑。

26.2.2 质疑函须使用财政部制定的范本文件。

26.2.3 投标人为自然人的，应当由本人签字；投标人为法人或者其他组织的，应当由法定代表人、主要负责人，或者其授权代表签字或者盖章，并加盖公章。

26.2.4 投标人应在法定质疑期内一次性提出针对同一采购程序环节的质疑，法定质疑期内针对同一采购程序环节再次提出的质疑，采购人、采购代理机构有权不予答复。

26.3 接收询问和质疑的联系部门、联系电话和通讯地址见《投标人须知资料表》。

27. 代理费

27.1 收费对象、收费标准及缴纳时间见《投标人须知资料表》。由中标人支付的，中标人须一次性向采购代理机构缴纳代理费，投标报价应包含代理费用。

28. 其它

28.1 如果被推荐的中标候选人被认为在本招标过程的竞争中有腐败和欺诈

行为，则被拒绝授予合同。

28.1.1 “腐败行为”是指通过提供、给予、接受、索取任何有价值的东西来影响招标人在招标过程中或合同实施过程中的行为；

28.1.2 “欺诈行为”是指为了影响招标过程或合同实施过程而谎报事实，损害招标人和公共利益，包括投标人之间串通投标（递交投标文件之前和之后），人为地使投标丧失竞争性，剥夺了招标人从竞争中所获得的利益。

28.2 其他未尽事宜，依据政府采购法及其实施条例、现行的有关政府采购的规定进行处理。

第三章 资格审查

一、资格审查程序

- 1、开标结束后，采购代理机构将根据《资格审查要求》中的规定，对投标人进行资格审查，并形成资格审查结果。
- 2、招标文件中资格证明文件中对格式有要求的，除招标文件另有规定外，均为“实质性格式”文件。
- 3、投标人《资格证明文件》有任何一项不符合资格审查要求的，资格审查不合格，其**投标无效**。
- 4、投标人《资格证明文件》均应加盖投标人公章，否则其**投标无效**。
- 5、资格审查合格的投标人不足 3 家的，不进行评标。

二、资格审查要求

序号	审查因素	审查内容	格式要求
1	营业执照等证明文件	投标人为企业（包括合伙企业）的，应提供有效的“营业执照”； 投标人为事业单位的，应提供有效的“事业单位法人证书”； 投标人是非企业机构的，应提供有效的“执业许可证”、“登记证书”等证明文件； 投标人是个体工商户的，应提供有效的“个体工商户营业执照”； 投标人是自然人的，应提供有效的自然人身份证明。 分支机构参加投标的，应提供该分支机构或其所属法人/其他组织的相应证明文件；同时还应提供其所属法人/其他组织出具的授权其参与本项目的授权书(格式自拟，须加盖其所属法人/其他组织的公章)；对于银行、保险、石油石化、电	提供相关证件复印件并加盖公章

序号	审查因素	审查内容	格式要求
		力、电信等行业的分支机构,可以提供上述授权,也可以提供其所属法人/其他组织的有关文件或制度等能够证明授权其独立开展业务的证明材料。	
2	投标人资格声明	提供了符合招标文件要求的投标人资格声明。	格式见第七章投标文件格式
3	纳税证明	提供了符合招标文件要求的纳税证明	要求见第七章投标文件格式
4	投标人的财务状况报告	提供了符合招标文件要求的财务状况报告	要求见第七章投标文件格式
5	社会保障资金缴纳记录	提供了符合招标文件要求的社会保障资金缴纳记录	要求见第七章投标文件格式
6	是否接受联合体投标	1.若本项目接受联合体投标: 1.1 针对联合体投标人, 必须提供《联合协议》, 明确各方拟承担的工作和责任, 并指定联合体牵头人, 授权其代表所有联合体成员负责本项目投标和合同实施阶段的牵头、协调工作。该联合协议应当作为投标文件的组成部分, 与投标文件其他内容同时递交。 1.2 联合体各成员单位均须提供本表中序号 1-5 的证明文件。 1.3 本表序号 9 项规定的其他特定资格要求中的每一小项要求, 联合体各方中至少应当有一方符合本表中其他资格要求并提供证明文件。 1.4 联合体中有同类资质的供应商按照联合体分工承担相同工作的, 应当按照资质等级较低的供应商确定资质等级。	提供《联合协议》原件, 格式见第七章投标文件格式

序号	审查因素	审查内容	格式要求
		1.5 以联合体形式参加政府采购活动的，联合体各方不得再单独参加或者与其他供应商另外组成联合体参加同一合同项下的政府采购活动。 1.6 若联合体中任一成员单位中途退出，则该联合体的投标无效。 2.若本项目不接受联合体投标，投标人不得为联合体，否则将被认定投标无效。	
7	中小企业政策	具体要求见第一章《投标邀请》 当本项目（包）涉及预留份额专门面向中小/小微企业采购时，投标人必须在《资格证明文件》中提供。 1、投标人单独投标的，应提供《中小企业声明函》或《残疾人福利性单位声明函》或由省级以上监狱管理局、戒毒管理局（含新疆生产建设兵团）出具的属于监狱企业的证明文件。 2、如招标文件要求以联合体形式参加或者要求合同分包的，且投标人为联合体或拟进行合同分包的，则联合体中的中小企业、签订分包意向协议的中小企业具体情况须在《中小企业声明函》或《残疾人福利性单位声明函》或由省级以上监狱管理局、戒毒管理局（含新疆生产建设兵团）出具的属于监狱企业的证明文件中如实填报，且满足招标文件关于预留份额的要求。	格式见第七章投标文件格式
8	投标人信用记录（其它落实政府采购政策的资	查询渠道：信用中国网站和中国政府采购网（www.creditchina.gov.cn、www.ccgp.gov.cn）； 截止时点：投标截止时间以后、资格审查阶段采购人或采购代理机构的实际查询时间；	无须投标人提供，由采购代理机构查询。

序号	审查因素	审查内容	格式要求
	格要求)	信用信息查询记录和证据留存具体方式: 查询结果网页打印页作为查询记录和证据, 与其他采购文件一并保存; 信用信息的使用原则: 经认定的被列入失信被执行人、重大税收违法案件当事人名单、政府采购严重违法失信行为记录名单的投标人, 其 投标无效 。联合体形式投标的, 联合体成员存在不良信用记录, 视同联合体存在不良信用记录。	
9	其他特定资格要求	详见第一章 投标邀请	提供相关证明材料并加盖公章
10	投标保证金	按照招标文件的规定提交投标保证金。	/

第四章 评标程序、评标方法和评标标准

一、评标方法

1 投标文件的符合性审查

1.1 评标委员会对资格审查合格的投标人的投标文件进行符合性审查，以确定其是否满足招标文件的实质性要求。没有进行实质性响应的投标将被视为**无效投标**。投标人不得通过修正或撤销不符合要求的偏离或保留从而使其投标成为有效投标。

1.2 评标委员会根据《符合性审查要求》中规定的审查因素和审查内容，对投标人的投标文件是否实质上响应招标文件进行符合性审查，并形成符合性审查评审结果。投标人《商务技术文件》有任何一项不符合《符合性审查要求》要求的，其**投标无效**。

符合性审查要求

序号	审查因素	审查内容
1	投标完整性	未将一个采购包中的内容拆开投标；
2	授权委托书	按照招标文件要求提供合格的授权委托书； 法定代表人本人参与投标的需提供法定代表人身份证明书；非法定代表人本人参与投标的，需提供法定代表人委托授权书；
3	投标报价（如涉及）	投标报价未超过招标文件中规定的项目/采购包预算金额或者项目/采购包最高限价；
4	报价唯一性（如涉及）	投标文件未出现可选择性或可调整的报价（招标文件另有规定的除外）；
5	投标有效期	投标文件中承诺的投标有效期满足招标文件中载明的投标有效期的；
6	签署、盖章	按照招标文件要求签署、盖章的；
7	实质性格式	标记为“实质性格式”的文件均按招标文件要求提供；
8	★号条款响应	投标文件满足招标文件中★号条款要求的；

9	报价的修正（如有）	不涉及报价修正，或投标文件报价出现前后不一致时，投标人对修正后的报价予以确认；（如有）
10	进口产品（如有）	招标文件不接受进口产品投标的内容时，投标人所投产品非进口产品的；
11	国家有关部门对投标人的投标产品有强制性规定或要求的	国家有关部门对投标人的投标产品有强制性规定或要求的（如相应技术、安全、节能和环保等），投标人的投标产品应符合相应规定或要求，并提供证明文件： 1）采购的产品若属于《节能产品政府采购品目清单》范围中政府强制采购产品，则投标人所报产品必须获得国家确定的认证机构出具的、处于有效期之内的节能产品认证证书； 2）所投产品属于列入《网络关键设备和网络安全专用产品目录》的网络安全专用产品时，应当按照《信息安全技术网络安全专用产品安全技术要求》等相关国家标准的强制性要求，由具备资格的机构安全认证合格或者安全检测符合要求；（如该产品已经获得公安部颁发的计算机信息系统安全专用产品销售许可证，且在有效期内，亦视为符合要求）； 3）项目中涉及涂料、胶黏剂、油墨、清洗剂等挥发性有机物产品，且属于强制性标准的，供应商应执行符合本市和国家的VOCs含量限制标准。 4）投标产品须符合国家有关部门的强制性规定或要求。
12	公平竞争	投标人遵循公平竞争的原则，不存在恶意串通，妨碍其他投标人的竞争行为，不存在损害采购人或者其他投标人的合法权益情形的；
13	串通投标	不存在《政府采购货物和服务招标投标管理办法》视为投标人串通投标的情形：（一）不同投标人的投标文件由同一单位或者个人编制；（二）不同投标人委托同一单位或者个人办理投标事宜；（三）不同投标人的投标文件载明的项目管理成员或者联系人员为同一人；（四）不同投标人的投标文件异常一致或者投标报价呈规律性差异；（五）不同投标人的投标文件相互混装；

		(六) 不同投标人的投标保证金从同一单位或者个人的账户转出;
14	附加条件	投标文件未含有采购人不能接受的附加条件的;
15	其他无效情形	投标人、投标文件不存在不符合法律、法规和招标文件规定的其他无效情形。

2 投标文件有关事项的澄清或者说明

2.1 评标过程中, 评标委员会将以书面形式要求投标人对其投标文件中含
义不明确、同类问题表述不一致或者有明显文字和计算错误的内容,
作出必要的澄清、说明或者补正。投标人的澄清、说明或者补正应当
采用书面形式, 并加盖公章, 或者由法定代表人或其授权的代表签字。
投标人的澄清、说明或者补正不得超出投标文件的范围或者改变投标
文件的实质性内容。澄清文件将作为投标文件内容的一部分。

2.2 关于异常低价投标审查

2.2.1 评审中出现下列情形之一的, 评标委员会应当启动异常低价投标
审查程序:

(1) 投标报价低于全部通过符合性审查供应商投标报价平均值
65%的, 即 $\text{投标报价} < \text{全部通过符合性审查供应商投标报价平均值} \times 65\%$;

(2) 投标报价低于通过符合性审查的次低报价供应商投标报价
65%的, 即 $\text{投标报价} < \text{通过符合性审查的次低报价供应商投标报价} \times 65\%$;

(3) 投标报价低于采购项目最高限价 65%的, 即 $\text{投标报价} < \text{采购项目最高限价} \times 65\%$;

(4) 评审委员会基于专业判断, 认为供应商报价过低, 有可能影
响产品质量或者不能诚信履约的其他情形。

相关法律法规对供应商报价有规定的, 从其规定。

2.2.2 评标委员会启动异常低价投标审查后, 属于前述第 1 项至第 4 项
情形的, 应当要求相关供应商在评审现场合理的时间内对投标价

格作出解释，提供项目具体成本测算等与报价合理性相关的书面说明及必要的证明材料，包括但不限于原材料成本、人工成本、制造费用等，给予相关供应商的合理时间一般不少于 30 分钟。其中，属于 2.2.1 第 3 项情形，供应商已随投标文件一并提交相关书面说明及必要的证明材料的，在评审现场可不再重复提交。

2.2.3 评标委员会依据专业经验，参考同类项目中标价格、类似产品市场价格水平、行业人工费用标准、国家有关部门指导行业协会发布的行业平均成本等情况，对报价合理性进行判断。投标供应商不能提供书面说明、证明材料，或者提供的书面说明、证明材料不能证明其报价合理性的，评标委员会应当将其作为**无效投标**处理。

2.2.4 上述投标报价指按照本章 2.4 条修正后的报价。

2.3 投标报价须包含招标文件全部内容，如分项报价表有缺漏视为已含在其他各项报价中，将不对投标总价进行调整。评标委员会有权要求投标人在评标现场合理的时间内对此进行书面确认，投标人不确认的，视为将一个采购包中的内容拆开投标，其**投标无效**。

2.4 投标文件报价出现前后不一致的，按照下列规定修正：

2.4.1 招标文件对于报价修正是否另有规定：

☐有，具体规定为：_____

☒无，按下述 2.4.2-2.4.7 项规定修正。

2.4.2 单独递交的开标一览表（报价表）与投标文件中开标一览表（报价表）内容不一致的，以单独递交的开标一览表（报价表）为准；

2.4.3 投标文件中开标一览表（报价表）内容与投标文件中相应内容不一致的，以开标一览表（报价表）为准；

2.4.4 大写金额和小写金额不一致的，以大写金额为准；

2.4.5 单价金额小数点或者百分比有明显错位的，以开标一览表的总价为准，并修改单价；

2.4.6 总价金额与按单价汇总金额不一致的，以单价金额计算结果为准。

2.4.7 同时出现两种以上不一致的，按照前款规定的顺序修正。修正后的报价经投标人书面确认后产生约束力，投标人不确认的，其**投标无效**。

2.5 落实政府采购政策的价格调整：

2.5.1 本国产品支持政策

只有符合第二章《投标人须知》5.1.2 条规定情形的，可以享受对本国产品的支持政策，用扣除后的价格参加评审；否则，评标时价格不予扣除。

2.5.1.1 对本国产品的报价给予 20%的价格扣除，用扣除后的价格参与评审。

2.5.1.2 当采购项目或者采购包中含有多种产品，供应商为该采购项目或者采购包提供的符合本国产品标准的产品成本之和占该供应商提供的全部产品成本之和的比例达到 80%以上时，且供应商在投标文件中对此作出承诺的，依法对该供应商提供的全部产品给予价格评审优惠，即对该供应商提供的全部产品的总报价给予 20%的价格扣除，用扣除后的价格参与评审。

2.5.1.3 供应商参加政府采购活动，所提供的产品如为本国产品，应当按照招标文件给定的格式出具《关于符合本国产品标准的声明函》或财政部会同有关部门规定的有关证明文件，否则不得享受本国产品支持政策。

2.5.2 中小企业扶持政策：

只有符合第二章《投标人须知》5.2 条规定情形的，可以享受中小企业扶持政策，用扣除后的价格参加评审；否则，评标时价格不予扣除。

2.5.2.1 对于未预留份额专门面向中小企业采购的采购项目，以及预留份额项目中的非预留部分采购包，对小微企业报价给予 10%的扣除，用扣除后的价格参加评审。

2.5.2.2 对于未预留份额专门面向中小企业采购的采购项目，以及预留份额项目中的非预留部分采购包，且接受大中型企业与小微企业组成联合体或者允许大中型企业向一家或者多家小微企业分包的采购项目，对于联合协议或者分包意向协议约定小微企业的合同份额占到合

同总金额 30%以上的联合体或者大中型企业的报价给予 4%的扣除，用扣除后的价格参加评审。

2.5.2.3 组成联合体或者接受分包的小微企业与联合体内其他企业、分包企业之间存在直接控股、管理关系的，不享受价格扣除优惠政策。

2.5.2.4 价格扣除比例对小型企业和微型企业同等对待，不作区分。

2.5.2.5 中小企业参加政府采购活动，应当按照招标文件给定的格式出具《中小企业声明函》，否则不得享受相关中小企业扶持政策。

2.5.2.6 监狱企业提供了由省级以上监狱管理局（北京市含教育矫治局）、戒毒管理局（含新疆生产建设兵团）出具的属于监狱企业的证明文件的，视同小微企业。

2.5.2.7 残疾人福利性单位按招标文件要求提供了《残疾人福利性单位声明函》（见附件）的，视同小微企业。

2.5.2.8 若投标人同时属于小型或微型企业、监狱企业、残疾人福利性单位中的两种及以上，将不重复享受小微企业价格扣减的优惠政策。

3 投标文件的比较和评价

3.1 评标委员会将按照招标文件中规定的评标方法和标准，对符合性审查合格的投标文件进行商务和技术评估，综合比较与评价；未通过符合性审查的投标文件不得进入比较与评价。

3.2 评标方法和评标标准

3.2.1 本项目采用的评标方法为：

■综合评分法，指投标文件满足招标文件全部实质性要求，且按照评审因素的量化指标评审得分最高的投标人为中标候选人的评标方法，见《评标标准》，招标文件中没有规定的评标标准不得作为评审的依据。

□最低评标价法，指投标文件满足招标文件全部实质性要求，且投标报价最低的投标人为中标候选人的评标方法。

3.2.2 采用最低评标价法时，提供相同品牌产品（单一产品或核心产品品牌相同）的不同投标人参加同一合同项下投标的，以其中通过资格审查、符合性审查且报价最低的参加评标；报价相同的，由采购人或者采购人委托评标委员会按照下述方

法确定一个参加评标的投标人，其他**投标无效**。

■随机抽取

□其他方式，具体要求：_____

- 3.2.3 非政府强制采购的节能产品或环境标志产品，依据品目清单和认证证书实施政府优先采购。优先采购的具体规定（如涉及）采购人所采购的设备不涉及政府强制采购，属于节能产品/环境标志产品政府采购品目清单中优先采购的，所投产品提供了国家确定的认证机构出具的、处于有效期之内的节能产品/环境标志产品认证证书复印件的，按照《评标标准》中节能、环境标志产品得分规则加分。

4 确定中标候选人名单

- 4.1 采用综合评分法时，提供相同品牌产品（单一产品或核心产品品牌相同）且通过资格审查、符合性审查的不同投标人参加同一合同项下投标的，按一家投标人计算，评审后得分最高的同品牌投标人获得中标人推荐资格；评审得分相同的，评标委员会按照下述规定确定一个投标人获得中标人推荐资格，其他同品牌投标人不作为中标候选人。

□随机抽取

■其他方式，具体要求：以价格低的投标人获得中标人推荐资格

- 4.2 采用综合评分法时，评标结果按评审后得分由高到低顺序排列。得分相同的，按投标报价由低到高顺序排列。得分且投标报价相同的并列。投标文件满足招标文件全部实质性要求，且按照评审因素的量化指标评审得分最高的投标人为排名第一的中标候选人。评分分值计算保留小数点后两位，第三位四舍五入。
- 4.3 采用最低评标价法时，评标结果按本章 2.4、2.5 调整后的投标报价由低到高顺序排列。投标报价相同的并列。投标文件满足招标文件全部实质性要求且投标报价最低的投标人为排名第一的中标候选人。
- 4.4 评标委员会要对评分汇总情况进行复核，特别是对排名第一的、报价最低的、投标或响应文件被认定为无效的情形进行重点复核。
- 4.5 评标委员会将根据各投标人的评标排序，依次推荐本项目（各采购包）的中标候选人，起草并签署评标报告。本项目（各采购包）评标委员

会共（各）推荐3名中标候选人。

5 报告违法行为

5.1 评标委员会在评标过程中发现投标人有行贿、提供虚假材料或者串通等违法行为时，有向采购人、采购代理机构或者有关部门报告的职责。

6 评标报告

6.1 评标委员会根据全体评标成员签字的原始评标记录和评标结果编写评标报告，评标委员会成员对需要共同认定的事项存在争议的，应当按照少数服从多数的原则作出结论。持不同意见的评标委员会成员应当在评标报告上签署不同意见及理由，否则视为同意评标报告。

二、评标标准

序号	评分因素	分值	评分标准
一、报价部分			
1.1	投标报价	30	满足招标文件要求且投标价格最低的投标报价为评标基准价，其价格分为满分。其他投标人的价格分统一按照下列公式计算： 投标报价得分 = (评标基准价 / 投标报价) × 30。 注：此处投标报价指经过报价修正，及因落实政府采购政策进行价格调整后的报价。
二、商务部分			
2.1	同类业绩	3	投标人自 2021 年 1 月 1 日至投标截止时间止，具有与本项目同类的项目业绩（需提供项目业绩的合同关键页复印件，合同关键页包含合同的甲乙双方，合同详细标的和双方盖章及生效时间），投标人每提供一份有效的业绩得 1 分，最高为 3 分。
三、技术部分			
3.1	整体布置方案	4	1) 投标人提供了 8 套成套中试系统各自的布置方案，设备的布置、连通方案科学、完整、合理，综合考虑了各中试系统的操作空间及检修空间，完全满足了中试系统的功能和使用需要，符合安全要求，设备设计布置简洁美观，并提供内容完整、标识清晰的整体布置图，得 4 分； 2) 投标人提供了 8 套成套中试系统各自的布置方案，布置设计较为科学、完整、合理，并考虑操作空间及安全要求，但在检修空间或布置图细化程度等方面存在少量不足，得 2 分； 3) 投标人提供的 8 套成套中试系统各自的布置方案基本合理，基本满足中试系统的功能和使用要求，但在设备衔接、操作检修空间或安全布

			置等方面存在明显不足，得 1 分； 4) 投标人未提供 8 套成套中试系统各自的布置方案或相关布置图，或所提供的布置方案明显不合理，无法满足中试系统的功能、使用或安全要求，得 0 分。
3.2	技术性能	17.8	投标文件应逐条响应招标文件第五章《采购需求》一二、技术规格中“5. 生物质定向热解多联产中试系统—12. 退役光伏板整体连续热解及资源化回收中试系统”的所有技术参数要求，完全满足上述所有技术参数要求得满分 17.8 分； 1. 标注“★”号的技术参数指标为关键性技术参数指标（如有），出现负偏离，将被视为无效投标； 2. 无标记技术参数，每一条技术参数指标满足要求得 0.2 分，出现负偏离则该项不得分，共 89 项。 3. 技术指标计数的序号级别为 5.1、5.2……，不管其中包含多少内容，只要有其中任意一处内容不满足，视为该项技术指标负偏离。 4. 投标人需在《采购需求偏离表》中对上述技术内容进行点对点应答，应在引用本招标文件的基础上, 进行逐条逐项答复、说明或解释。漏报技术条款视为负偏离。
3.3	项目理解及疑难点解决方案	4	1) 投标人对项目建设目标、技术需求、实施内容及预期成果理解全面、准确，能够结合项目特点深入分析实施过程中的重点、难点及风险点，并针对原料适应性、过程控制、系统调试、设备模块衔接、安全环保等疑难问题提出科学合理、针对性强且切实可行的解决方案，得 4 分；

			2) 投标人对项目建设目标、技术需求、实施内容理解较为准确，能够识别项目实施过程中的主要重点和难点，并提出相应解决方案，方案总体合理、具有一定针对性和可实施性，但分析深度或措施完整性存在少量不足，得 3 分； 3) 投标人对项目建设目标和实施内容有基本理解，仅对部分重点、难点或风险点进行分析，提出的解决方案较为笼统，针对性、完整性或可操作性一般，但基本能够满足项目实施要求，得 2 分； 4) 投标人对项目需求理解存在明显偏差，未能准确识别项目重点、难点和风险点，所提出的解决方案缺乏针对性、合理性或可实施性，得 1 分； 5) 未提供项目理解及疑难点解决方案，得 0 分。
3.4	生物质定向热解多联产中试系统设计方案	4	1) 投标人提供了合理的方案设计、工艺流程图、物流能流计算书、设备选型及方案、核心设备方案图，且内容完整、工艺路线清晰，物流能流计算合理，设备选型及方案与工艺要求相匹配，方案针对性强、可实施性高，得 4 分； 2) 投标人提供了方案设计、工艺流程图、物流能流计算书、设备选型及方案、核心设备方案图，内容基本完整，工艺路线、物流能流计算、设备选型及方案总体合理，但部分内容说明不够详细，或存在少量不影响系统整体实施的缺漏，方案具有较好的可实施性，得 2 分； 3) 投标人仅提供了部分设计资料，或所提供资料内容较为简单，工艺流程、物流能流计算、

			设备选型及方案的准确性、衔接性和匹配性不足，不足以反映中试系统的设计思路，得 1 分； 4) 未提供相关设计资料，或所提供方案存在明显错误、严重缺漏，不具备可实施性，得 0 分。
3.5	生物质蒸汽-氧气联合气化制氢中试系统设计方案	4	1) 投标人提供了合理的方案设计、工艺流程图、物流能流计算书、设备选型及方案、核心设备方案图，且内容完整、工艺路线清晰，物流能流计算合理，设备选型及方案与工艺要求相匹配，方案针对性强、可实施性高，得 4 分； 2) 投标人提供了方案设计、工艺流程图、物流能流计算书、设备选型及方案、核心设备方案图，内容基本完整，工艺路线、物流能流计算、设备选型及方案总体合理，但部分内容说明不够详细，或存在少量不影响系统整体实施的缺漏，方案具有较好的可实施性，得 2 分； 3) 投标人仅提供了部分设计资料，或所提供资料内容较为简单，工艺流程、物流能流计算、设备选型及方案的准确性、衔接性和匹配性不足，不足以反映中试系统的设计思路，得 1 分； 4) 未提供相关设计资料，或所提供方案存在明显错误、严重缺漏，不具备可实施性，得 0 分。
3.6	气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统设计方案	4	1) 投标人提供了合理的方案设计、工艺流程图、物流能流计算书、设备选型及方案、核心设备方案图，且内容完整、工艺路线清晰，物流能流计算合理，设备选型及方案与工艺要求相匹配，方案针对性强、可实施性高，得 4 分； 2) 投标人提供了方案设计、工艺流程图、物流能流计算书、设备选型及方案、核心设备方案图，内容基本完整，工艺路线、物流能流计算、

			设备选型及方案总体合理，但部分内容说明不够详细，或存在少量不影响系统整体实施的缺漏，方案具有较好的可实施性，得 2 分； 3) 投标人仅提供了部分设计资料，或所提供资料内容较为简单，工艺流程、物流能流计算、设备选型及方案的准确性、衔接性和匹配性不足，不足以反映中试系统的设计思路，得 1 分； 4) 未提供相关设计资料，或所提供方案存在明显错误、严重缺漏，不具备可实施性，得 0 分。
3.7	废塑料自热循环热解液化中试系统设计方案	4	1) 投标人提供了合理的方案设计、工艺流程图、物流能流计算书、设备选型及方案、核心设备方案图，且内容完整、工艺路线清晰，物流能流计算合理，设备选型及方案与工艺要求相匹配，方案针对性强、可实施性高，得 4 分； 2) 投标人提供了方案设计、工艺流程图、物流能流计算书、设备选型及方案、核心设备方案图，内容基本完整，工艺路线、物流能流计算、设备选型及方案总体合理，但部分内容说明不够详细，或存在少量不影响系统整体实施的缺漏，方案具有较好的可实施性，得 2 分； 3) 投标人仅提供了部分设计资料，或所提供资料内容较为简单，工艺流程、物流能流计算、设备选型及方案的准确性、衔接性和匹配性不足，不足以反映中试系统的设计思路，得 1 分； 4) 未提供相关设计资料，或所提供方案存在明显错误、严重缺漏，不具备可实施性，得 0 分。
3.8	废橡胶绝氧连续热解“油-炭”	4	1) 投标人提供了合理的方案设计、工艺流程图、物流能流计算书、设备选型及方案、核心设备方案图，且内容完整、工艺路线清晰，物流能

	联产中试系统方案		流计算合理，设备选型及方案与工艺要求相匹配，方案针对性强、可实施性高，得 4 分； 2) 投标人提供了方案设计、工艺流程图、物流能流计算书、设备选型及方案、核心设备方案图，内容基本完整，工艺路线、物流能流计算、设备选型及方案总体合理，但部分内容说明不够详细，或存在少量不影响系统整体实施的缺漏，方案具有较好的可实施性，得 2 分； 3) 投标人仅提供了部分设计资料，或所提供资料内容较为简单，工艺流程、物流能流计算、设备选型及方案的准确性、衔接性和匹配性不足，不足以反映中试系统的设计思路，得 1 分； 4) 未提供相关设计资料，或所提供方案存在明显错误、严重缺漏，不具备可实施性，得 0 分。
3.9	退役锂电池含液热解回收战略资源中试系统方案	4	1) 投标人提供了合理的方案设计、工艺流程图、物流能流计算书、设备选型及方案、核心设备方案图，且内容完整、工艺路线清晰，物流能流计算合理，设备选型及方案与工艺要求相匹配，方案针对性强、可实施性高，得 4 分； 2) 投标人提供了方案设计、工艺流程图、物流能流计算书、设备选型及方案、核心设备方案图，内容基本完整，工艺路线、物流能流计算、设备选型及方案总体合理，但部分内容说明不够详细，或存在少量不影响系统整体实施的缺漏，方案具有较好的可实施性，得 2 分； 3) 投标人仅提供了部分设计资料，或所提供资料内容较为简单，工艺流程、物流能流计算、设备选型及方案的准确性、衔接性和匹配性不足，不足以反映中试系统的设计思路，得 1 分；

			4) 未提供相关设计资料, 或所提供方案存在明显错误、严重缺漏, 不具备可实施性, 得 0 分。
3. 10	退役风机叶片热解及再生纤维循环利用中试系统方案	4	1) 投标人提供了合理的方案设计、工艺流程图、物流能流计算书、设备选型及方案、核心设备方案图, 且内容完整、工艺路线清晰, 物流能流计算合理, 设备选型及方案与工艺要求相匹配, 方案针对性强、可实施性高, 得 4 分; 2) 投标人提供了方案设计、工艺流程图、物流能流计算书、设备选型及方案、核心设备方案图, 内容基本完整, 工艺路线、物流能流计算、设备选型及方案总体合理, 但部分内容说明不够详细, 或存在少量不影响系统整体实施的缺漏, 方案具有较好的可实施性, 得 2 分; 3) 投标人仅提供了部分设计资料, 或所提供资料内容较为简单, 工艺流程、物流能流计算、设备选型及方案的准确性、衔接性和匹配性不足, 不足以反映中试系统的设计思路, 得 1 分; 4) 未提供相关设计资料, 或所提供方案存在明显错误、严重缺漏, 不具备可实施性, 得 0 分。
3. 11	退役光伏板整体连续热解及资源化回收中试系统方案	4	1) 投标人提供了合理的方案设计、工艺流程图、物流能流计算书、设备选型及方案、核心设备方案图, 且内容完整、工艺路线清晰, 物流能流计算合理, 设备选型及方案与工艺要求相匹配, 方案针对性强、可实施性高, 得 4 分; 2) 投标人提供了方案设计、工艺流程图、物流能流计算书、设备选型及方案、核心设备方案图, 内容基本完整, 工艺路线、物流能流计算、设备选型及方案总体合理, 但部分内容说明不够详细, 或存在少量不影响系统整体实施的缺漏,

			方案具有较好的可实施性，得 2 分； 3) 投标人仅提供了部分设计资料，或所提供资料内容较为简单，工艺流程、物流能流计算、设备选型及方案的准确性、衔接性和匹配性不足，不足以反映中试系统的设计思路，得 1 分； 4) 未提供相关设计资料，或所提供方案存在明显错误、严重缺漏，不具备可实施性，得 0 分。
3.12	项目实施	4	1) 投标人针对本项目制定了完整、详细的质量、进度和安全管理方案，质量目标明确，质量控制措施完善，进度计划科学合理，关键节点及工期保障措施清晰，安全管理制度、风险辨识、应急处置及责任体系健全，各项措施针对性强、可操作性高，能够充分保障项目顺利实施，得 4 分； 2) 投标人制定了较为完整的质量、进度和安全管理方案，质量控制、进度安排及安全保障措施总体合理，主要管理目标、实施计划和责任分工较为明确，方案具有较好的针对性和可实施性，但部分内容的细化程度或保障措施存在少量不足，得 2 分； 3) 投标人提供了基本的质量、进度和安全管理措施，但方案内容较为简单，质量控制措施不够全面，进度计划或关键节点安排不够清晰，安全风险防控及应急措施针对性一般，方案的完整性和可操作性存在明显不足，得 1 分； 4) 投标人未提供质量、进度和安全管理方案，或所提供方案内容严重缺失、不符合项目实际需求，质量、进度及安全保障措施缺乏合理性和可实施性，无法有效保障项目实施，得 0 分。

3.13	售后服务计划	5	1. 质保期：投标人承诺全部所投产品质保期满足招标文件基本要求的，得 0.5 分，在此基础上每增加 1 年加 0.5 分，本项最多得 1 分。 2. 售后服务方案 根据投标人所报售后服务(技术支持、培训、故障响应的时间、售后服务制度、备品备件保障、质保期外服务等)情况进行评价： （1）服务方案符合项目特点，产品有详细完整的技术支持措施和培训方案；售后服务制度、配件供应、响应时间等合理，符合项目特点和采购人的实际使用需求，有对采购人的有实际价值内容的相关售后承诺，得 4 分； （2）有比较完整的服务方案，但部分内容不够齐全，或存在部分实施可行性相对较低；或承诺等相关内容存在明显相对劣势的，得 2 分； （3）服务方案比较简单，重要内容缺失，明显缺乏针对性的，得 1 分； （4）无售后服务方案的，得 0 分。
3.14	政策得分	0.2	1. 投标人提供的产品列入“节能产品政府采购品目清单”中规定优先采购的节能产品的，得 0.1 分，投标人提供有效的节能产品认证证书复印件并加盖公章，否则不得分。 2. 投标人提供产品列入“环境标志产品政府采购品目清单”中，属于优先采购的环保产品的，得 0.1 分，投标人提供有效的环境标志产品认证证书复印件并加盖公章，否则不得分。

附件：

节能产品政府采购品目清单

品目 序号	名称		依据的标准	
1	A020101 计算机设备	★A02010104 台式计算机	《微型计算机能效限定值及能效等级》（GB 28380）	
		★A02010105 便携式计算机	《微型计算机能效限定值及能效等级》（GB 28380）	
		★A02010107 平板式微型计算机	《微型计算机能效限定值及能效等级》（GB 28380）	
2	A020106 输入输出设备	A02010601 打印设备	A0201060101 喷墨打印机	《复印机、打印机和传真机能效限定值及能效等级》（GB 21521）
			★A0201060102 激光打印机	《复印机、打印机和传真机能效限定值及能效等级》（GB 21521）
			★A0201060104 针式打印机	《复印机、打印机和传真机能效限定值及能效等级》（GB 21521）
		A02010604 显示设备	★A0201060401 液晶显示器	《计算机显示器能效限定值及能效等级》（GB 21520）
		A02010609 图形图像输入设备	A0201060901 扫描仪	参照《复印机、打印机和传真机能效限定值及能效等级》（GB 21521）中打印速度为 15 页/分的针式打印机相关要求
3	A020202 投影仪		《投影机能效限定值及能效等级》（GB 32028）	
4	A020204 多功能一体机		《复印机、打印机和传真机能效限定值及能效等级》（GB 21521）	
5	A020519 泵	A02051901 离心泵	《清水离心泵能效限定值及节能评价》（GB 19762）	
6	A020523 制冷空调设备	★A02052301 制冷压缩机	冷水机组	《冷水机组能效限定值及能效等级》（GB 19577），《低环境温度空气源热泵（冷水）机组能效限定值及能效等级》（GB 37480）
			水源热泵机组	《水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级》（GB 30721）

			溴化锂吸收式冷水机组	《溴化锂吸收式冷水机组能效限定值及能效等级》(GB 29540)
		★A02052305 空调机组	多联式空调(热泵)机组(制冷量>14000W)	《多联式空调(热泵)机组能效限定值及能源效率等级》(GB 21454)
			单元式空气调节机(制冷量>14000W)	《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》(GB 19576)《风管送风式空调机组能效限定值及能效等级》(GB 37479)
		★A02052309 专用制冷、空调设备	机房空调	《单元式空气调节机能效限定值及能效等级》(GB 19576)
		A02052399 其他制冷空调设备	冷却塔	《机械通风冷却塔 第1部分:中小型开式冷却塔》(GB/T 7190.1);《机械通风冷却塔 第2部分:大型开式冷却塔》(GB/T 7190.2)
7	A020601 电机			《中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级》(GB 18613)
8	A020602 变压器	配电变压器		《三相配电变压器能效限定值及能效等级》(GB 20052)
9	★A020609 镇流器	管型荧光灯镇流器		《管形荧光灯镇流器能效限定值及能效等级》(GB 17896)
10	A020618 生活用电器	A0206180101 电冰箱		《家用电冰箱耗电量限定值及能效等级》(GB 12021.2)
		★A0206180203 空调机	房间空气调节器	《转速可控型房间空气调节器能效限定值及能效等级》(GB 21455-2013),待2019年修订发布后,按《房间空气调节器能效限定值及能效等级》(GB21455-2019)实施。
			多联式空调(热泵)机组(制冷量≤14000W)	《多联式空调(热泵)机组能效限定值及能源效率等级》(GB 21454)
			单元式空气调节机(制冷量≤14000W)	《单元式空气调节机能效限定值及能源效率等级》(GB 19576)《风管送风式空调机组能效限定值及能效等级》(GB 37479)
		A0206180301 洗衣机		《电动洗衣机能效水效限定值及等级》(GB 12021.4)

		A02061808 热水器	★电热水器	《储水式电热水器能效限定值及能效等级》(GB 21519)
			燃气热水器	《家用燃气快速热水器和燃气采暖热水炉能效限定值及能效等级》(GB 20665)
			热泵热水器	《热泵热水机(器)能效限定值及能效等级》(GB 29541)
			太阳能热水系统	《家用太阳能热水系统能效限定值及能效等级》(GB 26969)
11	A020619 照明设备	★普通照明用双端荧光灯		《普通照明用双端荧光灯能效限定值及能效等级》(GB 19043)
		LED 道路/隧道照明产品		《道路和隧道照明用 LED 灯具能效限定值及能效等级》(GB 37478)
		LED 筒灯		《室内照明用 LED 产品能效限定值及能效等级》(GB 30255)
		普通照明用非定向自镇流 LED 灯		《室内照明用 LED 产品能效限定值及能效等级》(GB 30255)
12	★A020910 电视设备	A02091001 普通电视设备(电视机)		《平板电视能效限定值及能效等级》(GB 24850)
13	★A020911 视频设备	A02091107 视频监控设备	监视器	以射频信号为主要信号输入的监视器应符合《平板电视能效限定值及能效等级》(GB 24850), 以数字信号为主要信号输入的监视器应符合《计算机显示器能效限定值及能效等级》(GB 21520)
14	A031210 饮食炊事机械	商用燃气灶具		《商用燃气灶具能效限定值及能效等级》(GB 30531)
15	★A060805 便器	坐便器		《坐便器水效限定值及水效等级》(GB 25502)
		蹲便器		《蹲便器用水效率限定值及用水效率等级》(GB 30717)
		小便器		《小便器用水效率限定值及用水效率等级》(GB 28377)

16	★A060806 水嘴			《水嘴用水效率限定值及用水效率等级》（GB 25501）
17	A060807 便器冲洗阀			《便器冲洗阀用水效率限定值及用水效率等级》（GB 28379）
18	A060810 淋浴器			《淋浴器用水效率限定值及用水效率等级》（GB 28378）

注：1. 节能产品认证应依据相关国家标准的最新版本，依据国家标准中二级能效（水效）指标。

2. 上述产品中认证标准发生变更的，依据原认证标准获得的、仍在有效期内的认证证书可使用至 2019 年 6 月 1 日。

3. 以“★”标注的为政府强制采购产品。

附件

环境标志产品政府采购品目清单

品目序号	名称			依据的标准
1	A020101 计算机设备	A02010103 服务器		HJ2507 网络服务器
		A02010104 台式计算机		HJ2536 微型计算机、显示器
		A02010105 便携式计算机		HJ2536 微型计算机、显示器
		A02010107 平板式微型计算机		HJ2536 微型计算机、显示器
		A02010108 网络计算机		HJ2536 微型计算机、显示器
		A02010109 计算机工作站		HJ2536 微型计算机、显示器
		A02010199 其他计算机设备		HJ2536 微型计算机、显示器
2	A020106 输入输出设备	A02010601 打印设备	A0201060101 喷墨打印机	HJ2512 打印机、传真机及多功能一体机
			A0201060102 激光打印机	HJ2512 打印机、传真机及多功能一体机
			A0201060103 热式打印机	HJ2512 打印机、传真机及多功能一体机
			A0201060104 针式打印机	HJ2512 打印机、传真机及多功能一体机
		A02010604 显示设备	A0201060401 液晶显示器	HJ2536 微型计算机、显示器
			A0201060499 其他显示器	HJ2536 微型计算机、显示器
		A02010609 图形影像输入设备	A0201060901 扫描仪	HJ2517 扫描仪
3	A020202 投影仪			HJ2516 投影仪
4	A020201 复印机			HJ424 数字式复印（包括多功能）设备
5	A020204 多功能一体机			HJ424 数字式复印（包括多功能）设备
6	A020210 文印设备	A02021001 速印机		HJ472 数字式一体化速印机
7	A020301 载货汽车（含自卸汽车）			HJ2532 轻型汽车
8	A020305 乘用车（轿车）	A02030501 轿车		HJ2532 轻型汽车
		A02030599 其他乘用车（轿车）		HJ2532 轻型汽车
9	A020306 客车	A02030601 小型客车		HJ2532 轻型汽车
10	A020307 专用车辆	A02030799 其他专用汽车		HJ2532 轻型汽车
11	A020523 制冷空调设备	A02052301 制冷压缩机		HJ2531 工商用制冷设备
		A02052305 空调机组		HJ2531 工商用制冷设备
		A02052309 专用制冷、空调设备		HJ2531 工商用制冷设备
12	A020618 生活用电器	A02061802 空气调节电器	A0206180203 空调机	HJ2535 房间空气调节器
		A02061808 热水器		HJ/T362 太阳能集热器

13	A020619 照明设备	A02061908 室内照明灯具		HJ2518 照明光源
14	A020810 传真及数据数字通信设备	A02081001 传真通信设备		HJ2512 打印机、传真机及多功能一体机
15	A020910 电视设备	A02091001 普通电视设备（电视机）		HJ2506 彩色电视广播接收机
		A02091003 特殊功能应用电视设备		HJ2506 彩色电视广播接收机
16	A0601 床类	A060101 钢木床类		HJ2547 家具/HJ2540 木塑料制品
		A060104 木制床类		HJ2547 家具/HJ2540 木塑料制品
		A060199 其他床类		HJ2547 家具/HJ2540 木塑料制品
17	A0602 台、桌类	A060201 钢木台、桌类		HJ2547 家具/HJ2540 木塑料制品
		A060205 木制台、桌类		HJ2547 家具/HJ2540 木塑料制品
		A060299 其他台、桌类		HJ2547 家具/HJ2540 木塑料制品
18	A0603 椅凳类	A060301 金属骨架为三的椅凳类		HJ2547 家具/HJ2540 木塑料制品
		A060302 木骨架为主的椅凳类		HJ2547 家具/HJ2540 木塑料制品
		A060399 其他椅凳类		HJ2547 家具/HJ2540 木塑料制品
19	A0604 沙发类	A060499 其他沙发类		HJ2547 家具/HJ2540 木塑料制品
20	A0605 柜类	A060501 木质柜类		HJ2547 家具/HJ2540 木塑料制品
		A060503 金属质柜类		HJ2547 家具/HJ2540 木塑料制品
		A060599 其他柜类		HJ2547 家具/HJ2540 木塑料制品
21	A0606 架类	A060601 木质架类		HJ2547 家具/HJ2540 木塑料制品
		A060602 金属质架类		HJ2547 家具/HJ2540 木塑料制品
22	A0607 屏风类	A060701 木质屏风类		HJ2547 家具/HJ2540 木塑料制品
		A060702 金属质屏风类		HJ2547 家具/HJ2540 木塑料制品
23	A060804 水池			HJ/T296 卫生陶瓷
24	A060805 便器			HJ/T296 卫生陶瓷
25	A060806 水嘴			HJ/T411 水嘴
26	A0609 组合家具			HJ2547 家具/HJ2540 木塑料制品
27	A0610 家用家具零配件			HJ2547 家具/HJ2540 木塑料制品
28	A0699 其他家具用具			HJ2547 家具/HJ2540 木塑料制品
29	A070101 棉、化纤纺织及印染原料			HJ2546 纺织产品

30	A090101 复印纸 (包括再生复印纸)			HJ410 文化用纸
31	A090201 鼓粉盒 (包括再生鼓粉盒)			HJ/T413 再生鼓粉盒
32	A100203 人造板	A10020301 胶合板		HJ571 人造板及其制品
		A10020302 纤维板		HJ571 人造板及其制品
		A10020303 刨花板		HJ571 人造板及其制品
		A10020304 细木工板		HJ571 人造板及其制品
		A10020399 其他人造板		HJ571 人造板及其制品
33	A100204 二次加工材、相关板材	A10020404 人造板表面装饰板		HJ571 人造板及其制品/HJ3540 木塑制品
		A10020404 人造板表面装饰板 (地板)		HJ571 人造板及其制品/HJ2540 木塑制品
34	A100301 水泥石灰及水泥	A10030102 水泥		HJ3519 水泥
35	A100303 水泥混凝土制品	A10030301 商品混凝土		HJ/T412 预拌混凝土
36	A100304 纤维增强水泥制品	A10030402 纤维增强硅酸钙板		HJ/T223 轻质墙体板材
		A10030403 无机棉纤维水泥制品		HJ/T223 轻质墙体板材
37	A100305 轻质建筑材料及制品	A10030501 石膏板		HJ/T223 轻质墙体板材
		A10030503 轻质隔墙条板		HJ/T223 轻质墙体板材
38	A100307 建筑陶瓷制品	A10030701 瓷质砖		HJ/T297 陶瓷砖
		A10030704 炻质砖		HJ/T297 陶瓷砖
		A10030705 陶质砖		HJ/T297 陶瓷砖
		A10030799 其他建筑陶瓷制品		HJ/T297 陶瓷砖
39	A100309 建筑防水卷材及制品	A10030901 沥青和改性沥青防水卷材		HJ455 防水卷材
		A10030903 自粘防水卷材		HJ455 防水卷材
		A10030906 高分子防水卷材(片)材		HJ455 防水卷材
40	A100310 隔热、隔音人造矿物材料及其制品	A10031001 矿物绝热和吸声材料		HJ/T223 轻质墙体板材
		A10031002 矿物材料制品		HJ/T223 轻质墙体板材
41	A100601 功能性建筑涂料			HJ2537 水性涂料
42	A100399 其他非金属材料制品	A10039901 其他非金属建筑材料		HJ456 刚性防水材料

43	A100602 墙面涂料	A10060202 合成树脂乳液内墙涂料		HJ2537 水性涂料
		A10060203 合成树脂乳液外墙涂料		HJ2537 水性涂料
		A10060299 其他墙面涂料		HJ2537 水性涂料
44	A100604 防水涂料	A10060499 其他防水涂料		HJ2537 水性涂料
45	A100699 其他建筑涂料			HJ2537 水性涂料
46	A100701 门、门框			HJ/T 237 塑料门窗/HJ459 木质门和钢质门
47	A100702 窗			HJ/T237 塑料门窗
48	A170108 涂料(建筑涂料除外)			HJ2537 水性涂料
49	A170112 密封用填料及类似品			HJ2541 胶粘剂
50	A180201 塑料制品			HJ/T226 建筑用塑料管杆/HJ/T231 再生塑料制品

注：环境标志产品认证应依据相关标准的最新版本

第五章 采购需求

一、需求一览表

包号	名称	标的名称	数量	是否是核心产品	是否接受进口产品
01	多元可再生资源负碳高值循环利用及绿色替代中试熟化平台	<u>生物质定向热解多联产中试系统</u>	1 套	是	否
		<u>生物质蒸汽-氧气联合气化制氢中试系统</u>	1 套	否	否
		<u>气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统</u>	1 套	否	否
		<u>废塑料自热循环热解液化中试系统</u>	1 套	否	否
		<u>废橡胶绝氧连续热解“油-炭”联产中试系统</u>	1 套	否	否
		<u>退役锂电池含液热解回收战略资源中试系统</u>	1 套	否	否
		<u>退役风机叶片热解及再生纤维循环利用中试系统</u>	1 套	否	否
		<u>退役光伏板整体连续热解及资源化回收中试系统</u>	1 套	否	否

1. 简介

面向新时代下多元可再生资源负碳高值循环利用及绿色替代技术研发与成果转化需求，华北电力大学将在现有多元可再生资源负碳高值循环利用中试平台的基础上，结合企业和市场需求，开展有利于发展新质生产力的科研装置更新升级，更新设备 74 台（套），于成都青白江区建设占地 130 余亩，建设包括生物质定向热解多联产中试系统、生物质蒸汽-氧气联合气化制氢中试系统、气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统、废塑料自热循环热解液化中试系统、废橡胶绝氧连续热解“油-炭”联产中试系统、退役锂电池含液热解回收战略资源中试系统、

退役风机叶片热解及再生纤维循环利用中试系统、退役光伏板整体连续热解及资源化回收中试系统在内的 8 套成套中试系统，助力创新技术跨越科技成果转化“死亡之谷”，加速创新链与产业链的深度融合，推进创新技术应用进程。

本次招标参照交钥匙工程执行。本项目主要由生物质定向热解多联产中试系统、生物质蒸汽-氧气联合气化制氢中试系统、气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统、废塑料自热循环热解液化中试系统、废橡胶绝氧连续热解“油-炭”联产中试系统、退役锂电池含液热解回收战略资源中试系统、退役风机叶片热解及再生纤维循环利用中试系统、退役光伏板整体连续热解及资源化回收中试系统组成。投标人需要负责 8 套成套中试系统的设计、供货、安装、调试、验收、培训和售后。

项目厂址位于四川省成都市青白江区同辉路 91 号，招标人提供项目所需的配套厂房，冷却水源、电、水等公用工程条件以及行车等附属设备。关于设备安装的全部工作由投标人负责。

2. 项目阶段与设计评审

2.1 项目进度

交货期：合同签订后根据采购人要求分批交付，2028 年 10 月 31 日前完成多元可再生资源负碳高值循环利用及绿色替代中试熟化平台设备更新项目的设计、采购加工制造、安装及带料调试的全部工作。

本项目以合同签订时间开始，各阶段及项目进度要求见表 1 所示。

表 1 项目进度要求表

时间（月） 内容		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
生物质 定向热 解多联 产中试 系统	设计																										
	采购加 工制造																										
	安装调 试验收																										
生物质 蒸汽-氧 气联合 气化制 氢中试 系统	设计																										
	采购加 工制造																										
	安装调 试验收																										
气化-催	设计																										

2.1.1 投标阶段

投标人提供的投标文件至少包含以下内容：

- 1) 投标人应提供项目整体方案及 8 套成套中试系统对应的方案设计、工艺流程图、物流能流计算书、设备选型及方案、核心设备方案图；
- 2) 投标人应根据招标人对项目的进度要求，提供项目进度时间表（至少精确到周）。

2.1.2 设计阶段

投标人应在设计阶段锁定 8 套成套中试系统的总体设计方案（布局、管道和设备选型等）、各子系统的详细设计方案等，完成 8 套成套中试系统的所有设计、计算工作，完成所有工程图绘制，制定 8 套成套中试系统对应的 74 台（套）设备详细的采购计划，并给出 8 套成套中试系统的初步调试方案。

该阶段的设计完成后，所有文件/交付物均需经采购人确认同意。

投标人在设计阶段应提供的交付物如下：

- 1) 8 套成套中试系统设备、模块以及部件清单；
- 2) 8 套成套中试系统设计报告，包括但不限于以下内容：
 - a) 8 套成套中试系统对应的设计标准，包括标准规范、法律法规等；
 - b) 8 套成套中试系统设计输入信息；
 - c) 8 套成套中试系统总体及各设备、模块的功能和主要参数指标等说明；
 - d) 8 套成套中试系统详细的设计方案及工艺设计包，投标人需按照 SHSG-052-2003《石油化工装置工艺设计包（成套技术工艺包）内容规定》提供 8 套成套中试系统工艺包；
 - e) 管道系统计算分析，包含所有管道的结构强度计算分析；
 - f) 系统及各设备钢结构、平台设计，钢结构及平台设计需符合国标；
 - g) 8 套成套中试系统整体运行工艺流程；
 - h) 8 套成套中试系统运行风险分析及应对措施。
- 3) 设备图纸，投标人提供的设备相关二维设计图纸和三维设计图纸应遵循国内相关标准要求。电子版的二维设计图纸应以 PDF 和 DWG（DWG 文件版本不能高于 AutoCAD2004）两种格式提供，电子版的三维设计图纸应

以 PDF 和 Sldprt、Sldasm（Solidworks 三维图版本不能高于 Solidworks2022）格式提供。包括但不限于以下内容：

- a) 8 套成套中试系统总体及各系统原理图；
- b) 8 套成套中试系统最终布局总图，包括 8 套成套中试系统总体及各中试系统平面及立面布局图、各中试系统的设备与公用工程接口布局图等（图纸包括二维图纸和三维模型）；
- c) 中试系统非标设备详细的三维模型和二维加工图；所有非标设备零件图。
- d) 配电与控制系统、数据采集系统图纸，包括但不限于以下内容：
 - 图纸目录；
 - 配电与控制系统控制网络构架图；
 - 数采系统整体框架设计图；
 - 各系统软件工作流程设计图；
 - 设备布置图，包括控制间工位布置设计图、控制间电缆和桥架布置设计图、数采系统机柜布置设计图；
 - 各设备间接口图；
 - 电气接线设计图。

4) 设备安装设计

设备安装设计应包含 8 套成套中试系统各设备对厂房、公用工程及其附属设施全部的要求，作为设备安装工程设计（由投标人负责）的输入。投标人应在设计阶段完成设备安装设计，设备安装前需提前向招标人提供设备安装设计方案，招标人审核同意后方可执行。

设备安装设计至少包含以下内容：

- a) 8 套成套中试系统的总体布局图，至少应该包括：
 - 厂房布局及各房间、门的位置、功能与尺寸；
 - 8 套成套中试系统各设备在厂房中的布局，各设备的位置、尺寸；
 - 主管道的穿墙孔洞、补坑的位置、尺寸；
 - 管道、桥架、穿线管爬行路线和对净空的要求；
 - 地沟要求（若有）。
- b) 公用工程需求，至少包括：

- 全部用气需求，包含空气和工艺气；
 - 全部用水需求；
 - 全部用电需求，包含试验设备配电功率、各功能间照明等，系统接地要求等。
- c) 结构载荷、预埋件，至少包括：
- 8套成套中试系统各设备对地基的载荷要求；
 - 设备固定的信息，其它的底座、埋件、地脚螺栓和垫板等。
- d) 中试系统设备对厂房建设特殊需求，至少包括：
- 8套成套中试系统各设备对厂房的防火、防水、防静电、隔热等需求（若有）；
 - 厂房噪声设计输入，包含声音控制要求的建议，功能间消音门要求（若有）；
 - 控制间的温湿度要求（若有）；
 - 暖通要求，包含对设备运行需求/暖通载荷、湿度等需求（若有）；
 - 功能间及辅助房间其他建筑要求，包含地面涂层/油漆、隔离接缝等要求。
- e) 其他完成设备安装设计及建设所必须的信息和投标人认为应该提供的信息。

2.1.3 采购加工制造阶段

设备制造过程中，采购人有权到设备制造厂对生产过程中的质量进行监督。

工厂验收在原产地工厂进行，对照合同要求检查实物的外观、品牌、产品合格证、材料证明等，对工厂验收所需进行的试验项目的过程及关键数据进行检查等。为此，投标人至少提供以下技术资料：

- 1) 工厂验收方案，需根据具体设备特点，制定相应工厂验收方案，包括但不限于：
 - a) 验收标准；
 - b) 验收设备清单；
 - c) 验收所需进行的试验项目及方法。
- 2) 工厂验收报告，包括但不限于：

- a) 对于机加件，零件（含标准件）清单；对于外购件，设备清单；
- b) 主要备件、备品、消耗品明细；
- c) 对于机加件，需提供各零部件尺寸检验记录表；
- d) 对于外购件，需提供设备影响安装的轮廓尺寸检验记录表；
- e) 质量证明文件（检验记录表、无损检测报告、产品合格证等）；
- f) 为验证相关技术指标要求而开展相关试验的试验报告；
- g) 安装说明书；
- h) 使用维护说明书；
- i) 其他采购人认为有必要的资料。

2.1.4 运输安装阶段

1) 投标人须承担本次招标相关的运输、安装服务内容，并负责系统及设备的后续运输及安装。

2) 设备需由与本项目相适应的专业运输车辆进行转运。

3) 投标人拟投入本项目团队包含：项目经理、技术负责人、专职安全员及起重、焊接、电工等特种作业人员，其中特种作业人员必须持有国家相关部门颁发的有效特种作业操作证。

4) 投标人需提供详细、可行的运输实施方案，明确运输路线、运输时间、装卸流程、货物加固方式及防潮、防震、防碰撞等防护措施。

5) 投标人需承诺为运输货物足额购买货物运输保险及第三者责任险，覆盖运输全程风险，并承担运输过程中的货物损坏、丢失责任。

6) 针对大件、精密或特种设备，投标人需制定专项运输保障方案，并承诺负责办理超限运输审批等相关手续。

7) 投标人需编制完整的安装组织设计，包含进度计划、人员配置计划、机具配置方案及现场平面布置等内容。

8) 投标人需严格按照设计图纸、国家现行规范、技术标准及采购人要求组织安装工作，确保安装质量一次性验收合格。

9) 投标人需自行承担安装工作所需的工具、机具、吊装设备、辅材耗材、脚手架及临时设施等全部费用。

10) 投标人需在安装过程中做好现场成品保护，避免损坏既有建筑、管线及

设备，如有损坏须无条件负责修复并承担全部费用。

11) 投标人需建立完善的现场安全管理体系，配备专职安全管理人员，制定吊装、高空作业、临时用电等专项安全保障方案。

12) 投标人需遵守采购人现场安全、环保及文明施工管理规定，采取有效措施控制现场噪声、扬尘，规范处置垃圾。

13) 投标人须严格遵守招标文件约定的工期要求，按期完成货物运输、现场安装及系统调试工作。

14) 投标人须负责安装完成后的现场清理、垃圾清运及场地恢复，保持现场整洁。

15) 投标人的报价应包含本项目实施涉及的运输（含后续运输）、装卸、保险、安装、调试、辅材、人工、税费、安全文明施工等全部相关费用，不再另行加价。

2.1.5 调试阶段

投标人在调试阶段应提供的交付物如下：

1) 系统调试大纲

包括但不限于：

- a) 调试前提条件和要求；
- b) 调试目的、内容与方法；
- c) 调试计划；
- d) 调试人员安排。

2) 系统调试报告

依据调试大纲开展调试工作，调试报告包括但不限于：

- a) 调试过程记录；
- b) 调试结果分析；
- c) 调试试验结论。

2.1.6 验收阶段

1) 8套成套中试系统的最终版设计资料，包括但不限于：

- a) 完整工艺包（需按照 SHSG-052-2003《石油化工装置工艺设计包（成套技术工艺包）内容规定》提供中试系统工艺包）；

- b) 详细的全套工艺、设备、电气、热控等的设计说明和计算书，计算书包括但不限于能流、物料衡算及设备选型等（要求计算书包含全过程计算公式，并标注参数来源或要求），其中设备、易损件需提供清单（含供应链）；
 - c) 全流程设计图纸，包括但不限于工艺、仪器仪表、配电控制、设备基础、保温等部分，内容不限于以下要求：①所提供图纸包含总图、部件图及零件图；②设备图纸深度须达到加工制造零部件级别，并提供完整详细的各级部件材料清单；③常规设备，如风机、输送设备、仪器仪表等，需明确选型要求、设备型号等，并提供设备清单；④提供设计说明书；⑤提供产线选型技术规范；⑥包含施工图和竣工图。
- 2) 8套成套中试系统按照国家及行业规范与通用要求提供各自的调试报告、控制逻辑说明、运行操作规程以及使用维护手册。
- 3) 软件系统相关验收资料，包括但不限于：
- a) 系统操作使用说明书；
 - b) 系统安装部署手册和用户手册；
 - c) 全套软件源代码；
 - d) 安装包；
 - e) 技术资料和培训教材。
- 4) 最终验收报告，包括但不限于：
- a) 供货清单符合性说明；
 - b) 技术要求与技术参数符合性说明；
 - c) 技术资料及验收符合性说明；
 - d) 项目验收结论。

二、技术规格

1. 项目总体目标

根据华北电力大学多元可再生资源负碳高值循环利用及绿色替代中试熟化平台设备更新项目的需求，破解现有设备老化、依赖人工、适配性不强等问题，保障中试熟化工作高效开展，实现可再生资源负碳转化、高值利用及绿色替代的核心目标，结合项目实际应用场景、工程化验证要求及政府采购相关规范，明确

本项目各项具体指标，确保设备更新后能够满足平台中试、研发、成果转化等全流程需求，兼顾技术先进性、环保合规性与实用性。

2. 项目总体要求

★1) 8套中试系统均须完成 ≥ 3000 小时的中试系统设计工况下的带料调试工作，投标人自行承担调试所需全部原料供应；调试作业产生的所有剩余物由投标人负责统一合规处置，相关全部成本纳入投标总价。**(投标人须在投标文件中提供承诺函并加盖公章)**

★2) 因8套中试系统需开展带料调试，项目存在后续搬迁需求，中标人须配套提供满足带料调试要求的场地，调试完成后需搬迁回项目厂址（四川省成都市青白江区同辉路91号）；场地使用费、后续搬迁及调试过程中产生的全部相关成本均包含在投标总价内。**(投标人须在投标文件中提供承诺函并加盖公章)**

3) 所有上述装置应设置统一钢结构检修平台，以满足日常巡视、设备维护、检修的操作需求，检修平台设计满足相关国家及行业规范。

4) 设备之间的管道至少应满足《油气输送管道完整性管理规范》(GB 32167)、阀门至少满足《石油天然气工业用阀门》(GB/T 20173)、仪表设计至少满足《自动化仪表选型设计规范》(HG/T 20507)、设备安装应满足《机械设备安装工程施工及验收通用规范》(GB 50231)。

5) 控制系统至少应满足《工业控制计算机系统 通用规范》(GB/T 26802.1~6)、《工业控制计算机系统 总线》(GB/T 26803.1~3)、《工业控制计算机系统 功能模块模板》(GB/T 26804.1~7)、《工业控制计算机系统 软件》(GB/T 26805.3~5)、《工业控制计算机系统 工业控制计算机基本平台》(GB/T 26806.1~2)。各子装备汇总至一个上位机控制，PLC的各系统需类型一致，需构成一个统一的监视和控制系统。

控制系统需满足自动、连续的监视和控制工艺过程的运行，保证人身、设备安全，采用就地监视、控制及值班间上位机监视、控制结合的方式，设备应可以就地启停及调整参数，也可远程启停及调整参数。

PLC采用的设备、控制系统及材料需满足所处环境和工艺条件要求，需为工程应用中被证明是成熟的产品。PLC应具有良好的兼容性和可扩展性，并提供上位网络接口，需支持Modbus、Profibus及S7Comm等主流协议接入。各设备的I/O点表的编码规则需一致。

PLC 的 I/O 应采用隔离式、具备抗电磁干扰能力。供货范围内所有机柜、设备、PLC 之间的内部预制电缆、信号电缆、电源电缆、接地电缆、PLC 通讯电缆、机柜内线槽及其他必须附件均属投标人供货范围。投标人需采用合理措施确保所供系统在失电情况下安全排空及冷却，如需 UPS 等辅助设备，在投标人供货范围内。

投标人需要提供 IO 清单、机柜接线图纸、布置图纸、通信协议、详细通信地址点、带注释程序，并不对程序加密或加锁，保证设备与设备间的数据通讯的实施，并提供控制可编辑组态控制界面便于合并控制系统。

提供的电缆包括控制电缆、计算机电缆、热电偶补偿电缆及电力电缆，所有电缆应具有良好的电气性能、机械物理性能以及不延燃性，所有电缆均为 A 级阻燃电缆，高温范围内电缆需满足相应耐温要求，内护套采用挤包，不得采用绕包。满足有关国际、国家规范和标准。控制电缆每一芯线应为铜质单股，并按要求留有备用芯。计算机电缆按要求留有备用芯。通讯光缆要求为铠装。

6) 除 8 套中试系统主要配置的设备外，系统联调及运行所需的管道、仪表、阀门、电气、控制、检修平台、安全装置等必要辅助系统也包含在投标内容中。系统应具备连续化、自动化、安全稳定的运行能力，满足中试规模的技术验证与参数优化需求。

投标人应根据各设备的功能要求，提供设备以及中试系统设计方案，设计范围包括并不限于从原料到厂到产物产出存储的全流程，提供并不限于全部设备的外形图、接口图、地基图、电气原理图、控制逻辑图等图纸以及设备清单、设计说明书和计算书、工艺参数表、仪表阀门表、材料清册、装机及用电功率、公辅介质消耗等资料文件，并将成套设备布置在指定厂房，提供成套中试系统的布置图、高程图、工艺流程图（PFD）、工艺管道及仪表流程图（PID）等及设计说明。设计内容不限于以下要求：

1) 所提供图纸包含总图、部件图及零件图。关键核心设备图纸深度须达到加工制造零部件级别，并须提供完整详细的各级部件材料清单；

2) 常规设备或者设备必要的部件或功能模块，如风机、输送设备、仪器仪表等，需明确选型要求、设备型号等，并提供设备清单；

3) 系统所涉及的消耗品，需明确选型要求、详细参数、更换周期、更换成本等，并提供详细清单；

4) 提供设计说明书。投标人提供的设备以及中试系统设计方案需要经过采购人审核确认。制造过程中,应定期提供制造进度,并配合采购人进行质量监督,设备出厂质量检测及验收,负责设备的后续运输、安装及调试。

3. 中试平台系统组成及功能

3.1 平台组成

华北电力大学多元可再生资源负碳高值循环利用及绿色替代中试熟化平台主要由生物质定向热解多联产中试系统、生物质蒸汽-氧气联合气化制氢中试系统、气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统、废塑料自热循环热解液化中试系统、废橡胶绝氧连续热解“油-炭”联产中试系统、退役锂电池含液热解回收战略资源中试系统、退役风机叶片热解及再生纤维循环利用中试系统、退役光伏板整体连续热解及资源化回收中试系统组成,具体如下表所示。投标人应在中试熟化平台厂房布局中考虑各系统设备的安装位置。

中试系统组成表

序号	系统名称	单位	数量
1	生物质定向热解多联产中试系统	套	1
2	生物质蒸汽-氧气联合气化制氢中试系统	套	1
3	气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统	套	1
4	废塑料自热循环热解液化中试系统	套	1
5	废橡胶绝氧连续热解“油-炭”联产中试系统	套	1
6	退役锂电池含液热解回收战略资源中试系统	套	1
7	退役风机叶片热解及再生纤维循环利用中试系统	套	1
8	退役光伏板整体连续热解及资源化回收中试系统	套	1

3.2 中试平台功能

多元可再生资源负碳高值循环利用及绿色替代中试熟化平台,可将再生资源定向转化成绿色燃料(热、电、氢、醇等)和材料(功能炭材料、高值平台物质、战略金属、纤维等),实现化石能源及材料的绿色替代,并优化装备和工艺,降低循环利用能耗,充分发挥可再生资源的负碳(炭材料、高值平台物质等)属性。

中试平台用于多元可再生资源的中试实验,可以开展下述试验:

- 1) 生物质定向热解多联产中试试验；
- 2) 生物质蒸汽-氧气联合气化制氢中试试验；
- 3) 气化-催化还原耦合制绿甲醇中试试验；
- 4) 废塑料自热循环热解液化中试试验；
- 5) 废橡胶绝氧连续热解“油-炭”联产中试试验；
- 6) 退役锂电池含液热解回收战略资源中试试验；
- 7) 退役风机叶片热解及再生纤维循环利用中试试验；
- 8) 退役光伏板整体连续热解及资源化回收中试试验。

建设该中试平台后，可以获取详细的试验数据，优化关键工艺参数，加速科研成果向产业化落地转化。

4. 中试系统设备布置

投标人需进行 8 套成套中试系统全部工艺设备的布置（平面及立面布置图）。

5. 生物质定向热解多联产中试系统

5.1 总体要求

本系统为生物质定向热解多联产中试系统，集成原料预处理至产品产出存储以及烟气净化等为止的全流程工艺设备。

★主要配置如下表：

序号	配置明细	数量
1	物料输送装置	1 套
2	生物质切割粉碎装置	1 套
3	生物质回转干燥装置	1 套
4	生物质旋转步进热解装置	1 套
5	热解炭給料冷却收集装置	1 套
6	生物油换热器	2 台
7	精细化学品粗馏装置	1 套
8	天然香料精馏装置	1 套
9	生物质热解气冷凝装置	1 套
10	热解气动力学反应及产物分离装置	1 套

11	不凝气焚烧及蒸汽发生装置	1 套
12	生物质不凝气焚烧烟气净化装置	1 套
13	低能耗智控空压站	1 套
14	智能冷却水循环装置	1 套

5.2 主要功能及技术参数

生物质定向热解多联产中试系统以园林绿化废弃物等生物质为原料，通过绝氧热解技术将其转化为气体、固体、液体产物，其中气体产物送入焚烧炉燃烧为热解等过程供热，液体产物通过精馏分离获得天然香料产品，固体产物冷却后回收获得热解炭产品，同时中试系统需设置热解气催化制芳烃功能验证模块，以验证生物质定向热解制备多种不同产品，满足生物质定向热解制备多种高值产品的发展需求。

生物质定向热解多联产中试系统的相关装置应采用模块设计，以适应不同来源、不同种类、不同形态生物质的定向热解需求，生物质定向热解多联产中试系统整体应达到以下技术指标：

- 1) 生物质定向热解多联产中试系统处理能力 $\geq 2\text{t/h}$ ，相关设备处置能力要求 25%的余量（以热解入炉原料计量，物料含水率 $\leq 10\%$ ）；
- 2) 热解效率 $\geq 99.9\%$ ，热效率 $\geq 80\%$ ；
- 3) 天然香料和热解炭满足相关行业使用标准；
- 4) 排放满足国家及相关地方标准。

5.3 物料输送装置

物料输送装置主要用于入厂原料至热解装置的全流程密封输送，主要包括破碎、干燥以及热解过程的给上料等模块。

- 1) 破碎给上料模块，破碎给上料模块应可适应以市政园林绿化废弃物、秸秆、果壳为主的枝状、条状、颗粒状等各类形态生物质物料的稳定输送，最大输送尺寸 $\geq 1000\text{mm}$ ，最大输送量 $\geq 6\text{t/h}$ ，输送量可调，应设置成熟可靠的质量检测计量方法及部件，上料高度 3m，上料距离 6m，可根据实际布置情况调整，需与生物质切割粉碎装置联合设计。

破碎给上料模块形式不限，但需要给出具体的选型依据，选择振动给料配合链板输送，链板有效宽度不小于 1000mm，且在合适位置设置自动除铁以及卸铁功能，输送速度 0.1-0.5m/s 可调；链板应设有可靠的防卡塞措施，结构设计便

于维护及检修；原则上应采用密封输送，粉尘逸出浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，并设置必要的观察口；若采用地坑上料或其它需要土建配合的形式，则与之匹配的土建也属于投标方的工作范围内，且需提前向采购人提供相关的土建方案，并经采购人审核同意；采用变频防爆电机，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP55。

2) 干燥上料模块，输送介质为湿生物质破碎料，支持水分 30%-70%波动时的稳定输送，最大输送尺寸 $\geq 100\text{mm}$ ，输送量 $\geq 4\text{t}/\text{h}$ ，输送量可调，设置成熟可靠的质量检测计量方法及部件；上料高度 8m，上料距离 15m，可根据实际厂房和生物质回转干燥装置布置情况进行调整；

干燥上料模块选择皮带输送，皮带有效宽度不小于 600mm，且在合适位置设置自动除铁以及卸铁功能，输送速度 0.5m/s-1.5m/s 可调；干燥上料模块设有可靠的防卡塞措施；输送设备全密封，粉尘逸出浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，在出料口设有必要的观察口；采用变频防爆电机，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP55。

3) 热解上料模块，输送介质为干生物质破碎料，输送量 $\geq 2\text{t}/\text{h}$ ，最大输送尺寸 $\geq 20\text{mm}$ ；上料高度 10m，上料距离 17m，可根据实际厂房和生物质旋转步进热解装置布置情况进行调整；

热解上料模块选择皮带输送，皮带有效宽度不小于 1000mm，设置必要物料平铺功能，防止输送后的物料局部聚集，且应设有自动除铁及卸铁功能，输送速度 0.5m/s-1.5m/s 可调；热解上料模块设有可靠的防卡塞措施，输送设备全密封，粉尘逸出浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，在出料口设有必要的观察口，且观察口应设置必要的防雾防尘措施，采用变频防爆电机，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP55。

5.4 生物质切割粉碎装置

生物质切割粉碎装置用于入厂原料破碎至物料粒径 $\leq 20\text{mm}$ ，主要包括粗破、细破及破碎存储等模块。

1) 粗破模块，粗破模块应适应园林绿化废弃物、秸秆、果壳为主的枝状、条状、颗粒状等各种形态生物质物料的粗破，可处置物料最大尺度 $\geq 1000\text{mm}$ ；处理量 $\geq 6\text{t}/\text{h}$ ；破碎后粒径 $\leq 100\text{mm}$ ，粒径合格度 $\geq 95\%$ ，最大出料尺寸 $\leq 150\text{mm}$ ；粗破模块应适应少量硬质颗粒物的破碎，粗破模块刀片材质硬度 HRC ≥ 60 ；粗破模块应适应原料形态及水分 30%-70%变化时物料的稳定破碎，设置相应的处置措

施及节能方案，粗破模块应具有过载保护功能；粗破模块应设置必要的防积水及排水措施，与物料接触的表面应设置防锈蚀措施；粗破模块设有可靠的防卡塞措施，粗破至细破的输送设备全密封，粉尘外溢浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，在出料口设有必要的观察口；粗破模块应设置可靠的安全措施，防止物料溅出、摩擦过热着火等风险；采用变频防爆电机，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP55。

2) 细破模块，处置原料为粗破后的生物质粗破碎料，可处置物料最大尺度 $\geq 150\text{mm}$ ；处理量 $\geq 6\text{t}/\text{h}$ ，破碎后粒径 $\leq 20\text{mm}$ ，粒径合格度 $\geq 95\%$ ，最大出料尺寸 $\leq 30\text{mm}$ ；细破模块应适应少量硬质颗粒物的破碎，细破模块刀片材质硬度 HRC ≥ 60 ；细破模块应适应原料形态及水分 30%-70%变化时物料的稳定破碎，设置相应的处置措施及节能方案，细破模块应具有过载保护功能；细破模块应设置必要的防积水及排水措施，与物料接触的表面应设置防锈蚀措施；细破模块设有可靠的防卡塞措施，输送设备全密封，粉尘外溢浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，在出料口设有必要的观察口；细破模块应设置可靠的安全措施，防止物料溅出、摩擦过热着火等风险；采用变频防爆电机，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP55。

3) 破碎存储模块，存储介质为湿生物质细破碎料，粒径 $\leq 20\text{mm}$ ；破碎存储模块采用不锈钢材质，容积 $\geq 10\text{m}^3$ ；破碎存储模块全密封且设有必要的防止粉尘外溢功能，粉尘外溢浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ ；破碎存储模块应设置必要的防积水及排水措施，防止水分聚集；破碎存储模块设有高低料位控制功能；破碎存储模块设有动态称重记录功能，称重量程 0-5000kg，动态累计误差 $\leq 3\%$ ；破碎存储模块应设置物料防架桥功能，破碎存储模块底部应设置自动排料功能，排料速度均匀可调节；电机防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP55。

5.5 生物质回转干燥装置

生物质回转干燥装置的主要作用为将破碎后的原料进行干燥，确保进入热解炉的原料含水率 $\leq 10\%$ ，并稳定提供干原料，主要包括干燥模块、携湿气净化模块以及干燥存储模块。

1) 干燥模块，被干燥介质为生物质破碎料，含水率 50%，需考虑水分存在的波动，波动范围 $\pm 20\%$ ；干燥模块应可以适应水分上下波动，确保干燥后物料产量 $\geq 2\text{t}/\text{h}$ ，含水率 $\leq 10\%$ ；

干燥模块采用热烟气直接接触式干燥，干燥模块使用热解炉供热后的烟气作为热源，该部分烟气温度为 400-500℃，如热量不足可以使用焚烧炉的热烟气作

为补充，焚烧炉出口烟气温度的850℃，干燥模块应设置成熟可靠的温度控制措施，严禁高温烟气直接接触物料，确保水分波动或者物料含水率分布不均匀时，物料最高温度不超过120℃，出口物料温度差异度≤10%，出口物料含水率≤10%，出口含水率波动≤±1%，设置成熟可靠的水分检测方法及部件，确保水分指标可测可控，干燥模块设置良好的密封及保温措施，漏风率≤3%，外表面温度≤50℃，综合热效率≥60%；干燥模块设置可靠的安全措施，防止物料发生超温着火等风险，采用变频防爆电机，防爆等级不低于Exd II BT4，防护等级不低于IP55。

2) 携湿气净化模块，携湿气净化模块需采用组合式设计，至少应包含旋风分离器以及布袋除尘器两级除尘，旋风分离器设置安全可靠的防水蒸气凝结、积水等措施，确保湿气携带的颗粒物稳定排出，旋风除尘器最大阻力≤1000Pa，严禁外排凝结水；旋风分离器设置安全可行的防超温措施，防止物料过热着火；布袋除尘器设置安全可行的防凝结水、物料粘附堵塞措施，设置自动清灰、排料等功能，严禁外排凝结水，布袋最大阻力≤1500Pa；布袋除尘器设置安全可行的防超温措施，避免发生着火风险，与烟气接触材质宜考虑酸结露腐蚀风险，材质耐酸腐蚀或做耐酸处理；采用变频防爆电机，防爆等级不低于Exd II BT4，防护等级不低于IP55。

3) 干燥存储模块，存储介质为干生物质细破碎料，粒径≤20mm；干燥存储模块采用不锈钢材质，容积≥10m³；干燥存储模块全密封且设有必要的防止粉尘外溢功能，逸出粉尘浓度≤10mg/Nm³；干燥存储模块设有高低料位控制功能；干燥存储模块设有称重记录功能；干燥存储模块设有安全可靠的防架桥措施，干燥存储模块底部设置自动排料功能，排料速度均匀稳定可控；防爆等级不低于Exd II BT4，防护等级不低于IP55。

5.6 生物质旋转步进热解装置

生物质旋转步进热解装置用于将预处理后的原料在绝氧条件下加热使其受热分解为高温热解气和热解炭，并分别通过不同的排出口排出，主要包括密封进料模块、热解模块、热解气净化模块以及绝氧热解光谱图像在线监测模块。

1) 密封进料模块主要包括密封进料仓、給料螺旋以及进料螺旋，密封进料仓容积≥3m³，密封进料仓设有安全可靠的防架桥以及破桥功能，确保物料稳定密封输送，密封进料仓宜设置料位监测、报警及控制功能，在合适的位置设置观察口，料仓底部设有两级串联的进料螺旋，一级螺旋为慢速定量給料螺旋，給料

速度 0-2500kg/h 可调，二级为快速推进螺旋，输送量 0-3500kg/h 可调，具备防物料粘附堵塞功能，设置氮气吹扫口。

2) 热解模块采用自热式旋转步进式热解反应器，热解主体为上下串联的反应器筒体，筒体材质 310S，主体尺寸 $\Phi 1620 \times 9000\text{mm}$ 。反应器筒体两端设有端法兰、检修人孔、进料口以及出料口。反应器筒体端法兰设置多重密封功能，确保法兰端面与旋转轴高温下的动静结合面的稳定高效密封。同时热解反应器筒体设置热膨胀补偿，防止反应器筒体高温下产生热应力及热变形，轴向形变 $\leq 60\text{mm}$ ，径向形变 $\leq 10\text{mm}$ 。

物料柔性搅拌输送组件为带水冷的空心旋转轴，旋转轴均匀焊接由支撑杆连接的柔性刮板组件，刮板组件与反应器筒体接触，在旋转轴的带动下不断搅拌翻起物料，完成物料驱动；柔性刮板设置温度补偿机制，可自适应热膨胀产生的热变形，形变 $\leq 10\text{mm}$ ，防止刮板卡死，同时刮板设有与壁面贴合补偿机制，刮板与壁面缝隙 $\leq 2\text{mm}$ ，在 600°C 内可稳定连续刮蹭反应器筒体壁面，确保反应器筒体壁面的洁净度，防止传热恶化。

驱动组件采用电机减速机驱动，电机与旋转轴采用链条连接，同时链条自动补偿，可适应反应器轴热膨胀产生热变形，支持轴向位移 $\geq 10\text{mm}$ 的稳定驱动，采用防爆变频电机，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP55。

安全组件主要为安全水封装置，具有自动补水功能，水封压力 1-5kPa 可调。

加热组件为反应筒体外部设置的烟气夹套，烟气夹套内部设置螺旋导流板，增强换热，夹套外部设置硅酸铝保温层，减少热量外部逸散，表面温度 $\leq 50^{\circ}\text{C}$ 。夹套设有温度补偿机制，可弥补高温下的热膨胀及热形变，耐温 $\geq 1000^{\circ}\text{C}$ 。

检测组件包括温度、压力、氧含量检测，包括反应器筒体内部的温度、压力、氧含量及烟道内部的温度、压力，测温精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，测压精度 $\pm 1\text{Pa}$ ，测氧精度 $\pm 0.1\%$ 。

3) 热解气净化模块采用重力除尘+旋风除尘，同时净化模块设置高频振打以及保温，防止焦油冷凝粘附炭粉，防止气体通道堵塞，高效分离热解气的细微炭粉，出口气体炭粉含量 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

4) 绝氧热解光谱图像在线监测系统主要包括原位诊断主体、固定组件、集成控制组件以及信号传输组件等。

原位诊断主体主要包括可见光波段光谱探测器、长波红外热场探测器及耐高

温光源。可见光波段光谱探测器支持热解图像采集，可通过调整光圈、焦距、曝光时间得到不同热解强度下的清晰成像，光谱范围 0.2-1.2 μm ，像素 ≥ 1000 万，变焦焦距范围 2.8-20mm；长波红外热场探测器支持热解装置中被热解物料动态热温度场测量，具备温度流-视频流双流储存功能，可支持 ROI 自定义功能，可选定目标区域并提供高温点、低温点位置及场平均温度数据，测温范围 300-1800 $^{\circ}\text{C}$ ，在线测温误差 $\leq 5\%$ ，光谱范围 7-16 μm ，红外分辨率 1280 $\times$ 1024；耐高温光源可提供强光照明，输入电源 DC12V。

固定组件主要为滑动进退式一体化固定支架，前端采用法兰以满焊方式焊接于热解装置外壁面，保证气密性；以氮气为驱动，具备控制原位诊断主体进退功能；固定组件本体采用氮气风冷方式降温，工作期间禁止停止供气，氮气流量为 10 m^3/h 。

集成控制组件为信号集成控制柜，内部设有含通讯解码控制器、温控仪、压力开关等，控制摄像系统安全、正常工作，不致损坏整套系统的任何部件。电气控制柜可完成整套系统的电气控制，支持镜风、吹扫风、基板防尘风及摄像探头温度高等多种状态下，发出“退出”指令给执行机构，使原位诊断主体及时退出并发出相应报警信号，待系统恢复正常工作状态后，可自动控制原位诊断主体伸入工作，集成控制组件支持手动/自动两种工作状态，输入电源 220VAC/50Hz，防护等级不低于 IP55。

信号传输组件功能为实现原位诊断主体与集成控制组件之间的稳定数据传输，主要包括信号光缆、光纤收发器及工业以太网交换机。信号光缆为铠装工业级，耐高温抗干扰，以太网交换机配备 SC 接口；电口 ≥ 4 ，光口 ≥ 2 ，光口型号 SC，外置电源，防雷防涌浪。

5.7 热解炭给料冷却收集装置

热解炭给料冷却收集装置功能为对热解炭进行冷却以及密封存储，主要包括冷却模块、输送模块、暂存模块、打包模块以及制氮模块。

1) 冷却模块，被冷却介质为热解炭，进料温度 $\geq 500^{\circ}\text{C}$ ，出料温度 $\leq 50^{\circ}\text{C}$ ，处理量 $\geq 600\text{kg/h}$ ；两级水冷螺旋串联工作，水冷螺旋内部为高温热解炭，外部设置冷却水夹套，水冷螺旋采用水冷轴；两级水冷螺旋之间设置星型卸料阀用于排炭密封，星型阀耐温 $\geq 300^{\circ}\text{C}$ ，并且设置氮气吹扫口；采用变频防爆电机，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP55。

2) 输送模块, 输送介质为热解炭, 输送量 $\geq 600\text{kg/h}$; 输送模块设有可靠的防卡塞措施, 输送设备全密封, 粉尘逸出浓度 $\leq 10\text{mg/Nm}^3$, 在出料口设有必要的观察口; 采用变频防爆电机, 防爆等级不低于 Exd II BT4, 防护等级不低于 IP55。

3) 暂存模块, 存储介质为热解炭, 存储模块材质采用 304 不锈钢或者碳钢, 做耐腐蚀喷涂, 容积 $\geq 10\text{m}^3$; 存储模块全密封, 粉尘逸出浓度 $\leq 10\text{mg/Nm}^3$, 且设有氮气置换功能; 存储模块设有高低料位控制功能; 存储模块设有称重记录功能; 存储模块底部设有排料功能。

4) 打包模块, 打包模块采用吨包进行热解炭封装存储, 打包过程设置合适粉尘逸出手段, 防止热解炭逸出, 且设置自动称重、自动封口等功能, 吨包袋采用密封形式, 抽真空或充氮隔绝氧气, 防止热解炭接触氧气缓慢氧化、阴燃甚至着火。

5) 制氮模块, 氮气纯度 $\geq 99.9\%$, 流量 $\geq 200\text{Nm}^3/\text{h}$; 制氮模块应配置空气干燥、过滤等功能, 气体露点温度 $\leq -40^\circ\text{C}$, 确保氮气质量达标; 制氮模块的极限工作条件应满足现场工作条件; 制氮模块应根据氮气需求量变化设置节能措施, 降低能耗; 制氮模块应设置切实可行的降噪方案, 确保满足相关标准; 制氮模块应设置氮气储气罐, 压力 $\geq 0.6\text{MPa}$, 容积 $\geq 10\text{m}^3$ 。

5.8 热解气动力学反应及产物分离装置

热解气动力学反应及产物分离装置功能为对高温热解气进行催化反应, 使其发生脱氧、芳构化等反应转为芳烃气体, 并进行回收, 从而获得富芳烃热解油, 主要包括热解气催化反应模块、芳烃冷凝回收模块以及不凝气控制输送模块。

1) 热解气催化反应模块, 主要反应介质为热解气, 温度 $\geq 400^\circ\text{C}$, 流量 $\geq 60\text{kg/h}$, 同时催化反应模块应设有供氢剂接口及其配给系统, 流量 $\geq 40\text{kg/h}$; 反应温度室温 -800°C 可调, 电加热, 加热功率 $\geq 60\text{kW}$; 反应器主体为多管式阵列反应器, 催化剂装填量 $\geq 200\text{L}$, 且结构设计必须考虑方便装填和卸载催化剂。

2) 芳烃冷凝回收模块, 主要冷凝介质为富芳烃气体温度 $\geq 600^\circ\text{C}$, 流量 $\geq 100\text{kg/h}$; 芳烃冷凝模块采用两级冷凝形式, 一级冷凝温度 $\leq 40^\circ\text{C}$, 采用富芳烃热解油自循环喷淋冷凝, 冷却速率 $\geq 100^\circ\text{C/s}$, 冷凝时间 $\geq 6\text{s}$, 含喷淋液变频循环泵, 流量 $\geq 10\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $\geq 50\text{m}$, 采用冷却水对喷淋介质进行冷却; 二级冷凝温度 $\leq -20^\circ\text{C}$, 可采用喷淋降温或采用制冷工质间接换热, 制冷温度 $\leq -30^\circ\text{C}$, 制冷功率 $\geq 8\text{kW}$, 制冷工质循环流量 $\geq 5\text{m}^3/\text{h}$, 同时二级冷凝器外部设置聚氨酯保

温层，厚度 $\geq 50\text{mm}$ ；设置富芳烃热解油储罐，容积 $\geq 1\text{m}^3$ ，含密封结构及氮气置换功能，储罐焊缝进行 100%无损检测，并经过水压试验和气密性试验；与液体接触的材质全部采用 316L。

3) 不凝气控制输送模块，采用变频风机，抽气量 $\geq 100\text{Nm}^3/\text{h}$ ，全压 $\geq 5\text{kPa}$ ，材质不低于 316L，并设置流量、温度、压力、成分在线检测，流量测量精度不低于 $\pm 1\%\text{FS}$ ，温度测量精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ ，测压精度 $\pm 1\text{Pa}$ ，成分检测至少包括 O_2 、 N_2 、 CO 、 CO_2 、 H_2 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_6 、 C_3H_6 、 C_3H_8 。

5.9 生物质热解气冷凝装置

生物质热解气冷凝装置主要作用为对热解气进行分级冷凝回收多品级生物油，实现不同组分在各级生物油中的富集，主要包括一级冷凝模块、二级冷凝模块和三级冷凝除雾模块。

1) 一级冷凝模块，热解气温度 $\geq 400^\circ\text{C}$ ，流量 $\geq 1500\text{kg}/\text{h}$ ；采用喷淋冷却降温，冷却速率 $\geq 100^\circ\text{C}/\text{s}$ ，气体停留时间 $\geq 5\text{s}$ ，冷凝温度 $\geq 100^\circ\text{C}$ ，且可调，喷淋液采用二级冷凝模块收集的二级热解油，喷淋液变频循环泵流量 $\geq 3\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $\geq 50\text{m}$ ，流量可调，调节精度 $\leq \pm 1\%\text{FS}$ ，一级冷凝模块配一级热解油储罐，储罐容积 $\geq 10\text{m}^3$ ，设置密封、氮气置换、电伴热、保温、搅拌、液位控制功能，进排液口及其管道、阀门应采用防堵设计；与热解油接触材质全部采用 316L。

2) 二级冷凝模块，热解气温度 $\geq 100^\circ\text{C}$ ，流量 $\geq 1000\text{kg}/\text{h}$ ；采用喷淋冷却降温，冷却速率 $\geq 100^\circ\text{C}/\text{s}$ ，冷凝温度 $\leq 40^\circ\text{C}$ ，喷淋介质为二级冷凝模块收集的二级热解油自循环，冷却介质为工艺冷却水；含喷淋液变频循环泵，流量 $\geq 120\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $\geq 50\text{m}$ ，二级冷凝模块配二级热解油储罐，储罐容积 $\geq 15\text{m}^3$ ，设置密封、氮气置换、液位控制功能，进排液口及其管道、阀门应采用防堵设计；与热解油接触材质全部采用 316L。

3) 三级冷凝除雾模块，热解气温度 40°C ，流量 $\geq 400\text{kg}/\text{h}$ ，除雾形式不限，除雾后的热解气雾滴含量 $\leq 100\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，并配三级热解油储罐，储罐容积 $\geq 5\text{m}^3$ ，含密封，氮气置换功能；含不凝气控制输送模块，采用变频风机，抽气量 $\geq 400\text{Nm}^3/\text{h}$ ，全压 $\geq 5\text{kPa}$ ，材质不低于 316L，并设置流量、温度、压力、成分在线检测，流量测量精度不低于 $\pm 1\%\text{FS}$ ，温度测量精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ ，测压精度 $\pm 1\text{Pa}$ ，成分检测至少包括 O_2 、 N_2 、 CO 、 CO_2 、 H_2 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_6 、 C_3H_6 、 C_3H_8 。

5.10 生物油换热器

生物油换热器的主要功能为对热解气喷淋冷凝的喷淋介质进行冷却降温，主要包括二级热解油冷却换热器以及富芳烃热解油冷却换热器。

二级热解油冷却换热器，热介质为生物油，入口温度 40℃，出口温度 35℃，循环量 150t/h；冷介质为冷却水，入口温度 25℃，出口温度 30℃，循环量 120t/h。

换热器材质 316L，密封压力 $\geq 1.0\text{MPa}$ ，换热器应采用防堵设计，以适应生物油高粘性、易粘附堵塞的稳定传热需求。

富芳烃热解油冷却换热器，热介质为富芳烃热解油，入口温度 40℃，出口温度 35℃，循环量 15t/h；冷介质为冷却水，入口温度 25℃，出口温度 30℃，循环量 12t/h。

换热器材质 316L，密封压力 $\geq 1.0\text{MPa}$ ，可适应生物油高粘性、易粘附堵塞的稳定传热。

5.11 精细化学品粗馏装置

精细化学品粗馏装置的主要功能为分离提纯二级热解油中的轻质木醋液等组分，并回收重质组分以进行下一步分离，主要包括预蒸馏和粗蒸馏 2 个子系统。其中预蒸馏系统包括进料模块、预蒸馏反应模块、冷凝模块、真空模块和存储模块。

1) 预蒸馏模块

预蒸馏模块配置耐腐蚀离心泵或容积式泵实现进料输送，输送量 $\geq 3\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $\geq 20\text{m}$ ；材质 316L；间歇进料，通过计量罐或流量计实现单批进料量的精确控制，流量偏差 $\leq 0.5\%$ 。所有过流部件（泵体、叶轮、机械密封动/静环接触部位）均采用 316L 不锈钢。采用双端面机械密封，配备密封液缓冲系统，确保无泄漏。

预蒸馏模块需设置 2 个 500L 搪瓷反应罐（1 个配置框式搅拌器、1 个配置叶片式搅拌器），罐内工作温度 0–200℃，每个搪瓷反应罐均配 3kW 防爆电机、摆线减速机 63 转，框式搅拌器，单端面密封、温度计套管、放料阀 3kW 变频器，搪瓷反应罐的制造和验收符合 GB/T150.2 和 GB/T25025 标准。

预蒸馏模块配置管壳式冷凝器，冷却介质为循环水或低温水，换热管及壳程接触物料部分为 316L 不锈钢，冷凝温度 $\leq 10^\circ\text{C}$ 。

预蒸馏模块配备水环真空泵、罗茨真空泵组或干式真空泵，配合冷阱，确保系统能达到并稳定在要求的真空度，极限压力 $\leq 1\text{kPa}$ ，控制精度 $\leq 1\%$ 。

预蒸馏模块还需设置两个活动产品罐, 容积 $\geq 1\text{m}^3$, 设置液位控制; 材质 316L; 含密封结构及氮气置换功能。一个固定产品罐, 容积 $\geq 5\text{m}^3$, 设置液位控制, 材质 316L; 含密封结构及氮气置换功能。

2) 粗蒸馏模块

粗蒸馏模块配置耐腐蚀离心泵或容积式泵, 输送量 $\geq 20\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $\geq 20\text{m}$; 材质 316L; 间歇进料, 通过计量罐或流量计实现单批进料量的精确控制, 流量偏差 $\leq 0.5\%$ 。所有过流部件(泵体、叶轮、机械密封动/静环接触部位)均采用 316L 不锈钢。采用双端面机械密封, 配备密封液缓冲系统, 确保无泄漏。配置预热器, 对原料进行预热, 提升能效。

粗蒸馏模块需能够通过蒸汽加热, 温控精度 $\pm 1^\circ\text{C}$, 防止物料超温、结焦膨化, 容积 $\geq 5\text{m}^3$, 处理量 $\geq 30\text{t}/\text{d}$; 工作压力 1-101.3kPa; 具备高温自动排塔釜液功能, 排液管道阀门设置电伴热保温, 结构设计便于清理维护, 最高工作温度 $\geq 300^\circ\text{C}$, 釜体、内件、搅拌器及换热面均为 316L 不锈钢。

粗蒸馏模块需设置分离单元, 分离单元采用填料塔结构, 内置高效丝网波纹填料, 材质 316L, 塔板数 ≥ 20 块, 整体岩棉或硅酸铝纤维保温及电伴热防止高沸点物料凝固粘附及堵塞, 外覆不锈钢包覆层。设有两级侧线采出模块, 配置回流比控制器, 采出温度可调且为独立管线。

粗蒸馏模块配有管壳式或螺旋板式冷凝器, 冷却介质为循环水或低温水, 换热管及壳程接触物料部分为 316L 不锈钢, 冷凝温度 $\leq 10^\circ\text{C}$ 。

粗蒸馏模块配备水环真空泵、罗茨真空泵组或干式真空泵, 配合冷阱, 确保系统能达到并稳定在要求的真空度, 极限压力 $\leq 1\text{kPa}$, 控制精度 $\leq 1\%$ 。

粗蒸馏模块还需设置两个活动产品罐, 容积 $\geq 5\text{m}^3$, 设置液位控制; 材质 316L; 含密封结构及氮气置换功能。一个固定产品罐, 容积 $\geq 30\text{m}^3$, 设置液位控制, 材质 316L; 含密封结构及氮气置换功能。

5.12 天然香料精馏装置

天然香料精馏装置主要功能为分离提纯一级热解油以及精细化学品粗馏装置的塔釜液中的高附加值天然香料组分。装置采用模块化、双级精馏塔联动的设计, 第一级精馏塔实现主馏分的初步切割与富集, 第二级精馏塔对粗馏液进行深度提纯, 从而获得更高纯度的天然香料产品。整套装置集成进料、预热、精馏、冷凝、抽真空、产物采集、光热及储热供热模块及惰性气体保护储存等功能模块。

1) 进料模块 1, 配备精密流量计与缓冲罐, 实现进料量的稳定控制与计量; 配置预热器, 对原料进行预热, 提升能效; 配置耐腐蚀磁力驱动泵或隔膜计量泵。输送量 $\geq 20\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $\geq 20\text{m}$ 。与物料接触部分的材质采用 316L 不锈钢。

2) 再沸模块 1, 操作压力范围 1-101.3kPa(A); 专为热敏性生物油设计, 确保物料蒸发温度 $\leq 250^\circ\text{C}$, 减少热敏物料受热时间, 防止生物油超温膨化结焦, 设置结焦检测、预警、联锁控制功能, 设置自动塔釜液排出及存储功能, 排出管道、阀门采用电伴热, 结构设计便于清理维护, 且存储容器应考虑塔釜液冷却后会凝固, 含塔釜液冷却及冷却后固体取出后仓储功能; 设计处理量 $\geq 20\text{t}/\text{d}$, 所有与物料接触部分为 316L 不锈钢。

3) 分离模块 1, 高效填料塔, 采用规整填料(如丝网波纹填料或孔板波纹填料), 等板高度低, 理论板数满足高分离要求; 配备全自动回流比控制器, 可实现高精度分程控制与回流比无级调节, 确保顶温与组分稳定; 设有至少一个侧线采出口, 配备独立冷凝器与接收罐, 用于采集特定中间沸程的香料组分; 整体采用硅酸铝纤维毡保温, 表面温度 $\leq 50^\circ\text{C}$, 外覆 304 不锈钢包覆层。

4) 冷凝模块 1, 采用螺旋板式冷凝器或高效管壳式冷凝器。冷却介质为循环水或低温乙二醇水溶液, 冷凝温度 $\leq 5^\circ\text{C}$, 换热管及壳程接触物料部分为 316L 不锈钢。

5) 储存模块 1-4, 分别用于接收塔顶馏出物、侧线产物及作为中间缓冲罐。每个公称容积 $\geq 1\text{m}^3$, 316L 不锈钢立式容器, 带锥底或椭圆底便于排净; 每个罐均独立配备: 磁翻板液位计、防爆型视镜、316L 不锈钢呼吸阀/阻火器、氮气置换接口(含精密减压阀、自力式调节阀)、温度计、取样阀及 CIP 清洗球。

6) 进料模块 2, 配置高精度齿轮泵或螺杆泵。输送量 $\geq 1\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $\geq 20\text{m}$ 。材质 316L; 与第一单元储存模块液位或流量联锁, 实现自动转料, 减少人工干预与氧化风险。

7) 再沸模块 2, 采用短程蒸发器或搅拌夹套釜式再沸器。设计处理量 $\geq 10\text{t}/\text{d}$; 操作压力范围 0.1-101.3kPa(A), 可实现更高真空度; 最高工作温度 $\geq 300^\circ\text{C}$; 316L 不锈钢, 接触物料表面可进行高精度抛光处理。

8) 分离模块 2, 高真空精密分馏塔, 压降 $\leq 3\text{kPa}$, 在低压下仍能保持高分离效率, 配备高灵敏度温度传感器与全自动回流分配头, 实现超精细切割。可设置多个微量采出口。

9) 冷凝模块 2, 采用低温冷凝器, 可与低温冷却机组联动, 确保低沸点组分在高真空下完全冷凝, 材质为 316L, 冷凝温度 $\leq -10^{\circ}\text{C}$ 。

10) 储存模块 5-12, 316L 不锈钢小型计量罐或接收罐, 内表面电解抛光; 容积 $\geq 100\text{L}$; 材质 316L; 含密封结构及氮气置换功能。

11) 真空模块, 配备水环真空泵、罗茨真空泵组或干式真空泵, 配合冷阱, 确保系统能达到并稳定在要求的真空度, 极限压力 $\leq 0.1\text{kPa}$, 控制精度 $\leq 1\%$ 。

12) 检测模块, 配备气相色谱-质谱联用仪, 采用惰性陶瓷离子源配双灯丝设计, 灵敏度 $\geq 2500:1$ (1pgOFN), IDL 优于 10fg; 配备独立预四极杆的分段式高精度金属四极杆质量分析器, 质量范围 1.5-1250amu, 质量轴稳定性优于 0.10amu/48hrs; 采用 13 级非连续打拿极电子倍增器, 最大扫描速度 20000amu/s, 动态范围 10^7 ; 离子源与四极杆独立双腔室, 配 $\geq 250\text{L/s}$ 涡轮分子泵, 需配备 VF-WAXms 和 HP-5MS 双色谱柱。气相色谱部分配备 7 英寸触控屏及 4G 远程操控, 柱温箱支持 32 阶升温、最大速率 $\geq 120^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 、四级调速风扇, 进样口压力精度 $\pm 0.001\text{psi}$, 配 150 位自动进样器。全中文软件支持同步/交替扫描, 工作站不低于 i5/16G/1T。

13) 多级定向精馏模块, 采用串联式真空精馏塔组设计, 由 4 级真空精馏塔串联组成, 每级配备独立真空控制系统、冷凝回流系统及中间馏分收集单元, 可精准调控各级操作温度、真空度与回流比, 适配不同沸点区间的组分梯度分离需求, 能够处理热解油组分复杂、热敏性强、易聚合结焦等实际工况特点。采用规整填料 (不锈钢波纹填料或高效丝网填料), 理论塔板数 80 块, 单级分离效率 $\geq 90\%$ 。塔体材质选用 316L 不锈钢, 可耐受热解油中有机酸及酚类物质的腐蚀。每级塔均配备降膜式或强制循环式再沸器, 加热功率 0.5-5 kW, 控温精度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$; 塔顶配置全凝器或分凝器, 冷凝温度 $-10\sim 5^{\circ}\text{C}$ 。系统整体操作压力 0.1-50kPa (1-375 Torr), 单级真空度可独立调节至 $\leq 100\text{Pa}$ 。操作温度范围: 塔顶 $40\sim 150^{\circ}\text{C}$, 塔底 $80\sim 250^{\circ}\text{C}$, 各级间温差可根据组分沸点梯度灵活设定。回流比调节范围 1:99-99:1, PLC 自动控制。

14) 结晶模块, 配备高通量晶型筛选和结晶优化平台, 可同时放置多台反应器进行独立试验, 每台反应器配备单独的加热/冷却及搅拌系统, 通过计算机分别控制不同温度与搅拌速率。反应釜容积可选。配备升降温控制系统, 采用电加热及帕尔贴降温方式, 温度范围 $-10^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}/\text{min}$, 控温精度不低于 0.50°C , 各

通道可独立控温，样品间温差可控至 100℃ 以上。搅拌方式支持机械搅拌与磁力搅拌。配套非接触式浊度探头（内置高亮度光源），实时在线检测浊度与析晶点、溶解度，绘制亚稳区宽度，测量范围 5-4000JTU，最小分辨率 5JTU，不接触物料避免污染。配套精密液体样品自动进料系统，支持自动快速填充、不同进样量与进料速率控制，可对样品单独稀释或加入溶剂。配备简单易用的控制软件，实时显示全过程数据，支持多种终端界面实时修改目标温度、升降温速率、保持时间等参数；温度和浊度曲线以图表形式实时显示；可通过预设测试步骤实现多任务全自动控制；数据以标准 Excel 格式输出，便于后续分析。

15) 萃取模块，采用离心萃取技术，依托高速旋转实现液-液两相高效混合传质与快速离心分相。单级设备转鼓转速 3000-10000rpm，装置支持多级逆流串联，原料液与萃取剂逆向逐级接触，形成浓度梯度驱动分离，萃取率可达 95%-99.5%，产物纯度可达 99% 以上，可根据工艺需求灵活组合级数与通量。材质需为 316L 不锈钢，配备在线实时监控系统。

16) 光热及储热供热模块，需可采用太阳能或热烟气作为热源，配合熔盐进行储热，系统储热功率 $\geq 100\text{kW}$ ，储热时间 $\geq 8\text{h}$ ，该模块需以太阳能作为主热源，太阳能不足时热烟气作为辅助热源，模块最大支持热烟气温度 $\geq 600^\circ\text{C}$ ，以饱和蒸汽作为释热工质，饱和蒸汽温度 250°C ，压力 4MPa ，释热时间 8-16h 可调，熔盐熔点温度 $\leq 220^\circ\text{C}$ ，最高使用温度 $\geq 550^\circ\text{C}$ ，模块需涵盖光热及储热/释热全流程工艺及设备，包括化盐槽、低温熔盐储罐、高温熔盐储罐、太阳能光热集热器、烟气换热器、蒸汽发生器、低温熔盐循环泵、高温熔盐循环泵以及必须的管道仪表阀门和控制，化盐槽采用电热，全系统需设有伴热及防腐措施。

5.13 不凝气焚烧及蒸汽发生装置

不凝气焚烧及蒸汽发生装置主要功能为对不凝气进行低氮高效环保焚烧，产生的高温烟气除部分为热解、干燥进行供热，其余部分产生蒸汽，所产蒸汽为生物油粗馏、精馏等过程进行供热，主要包括焚烧模块、蒸汽发生模块、不凝气焚烧温度场监测模块。

1) 焚烧模块，主燃料为不凝气，温度 $\leq 40^\circ\text{C}$ ，流量 $\geq 300\text{Nm}^3/\text{h}$ ；设置不凝气专用燃烧器，适应成分复杂（主要为 CO 、 CO_2 、 CH_4 、 H_2 ，同时含少量 C_2H_4 等低碳烃类）、流量多变的不凝气高效燃烧；燃烧温度 $\geq 850^\circ\text{C}$ ，烟气停留时间 $\geq 2\text{s}$ ；设置天然气辅助燃烧器，燃烧器燃烧速率 $0-300\text{Nm}^3/\text{h}$ 可调；焚烧效率 $\geq 99.9\%$ ；

焚烧应设有自动点火、火焰检测、温度、压力控制以及必要的安全联锁；焚烧耐火材料耐温 $\geq 1300^{\circ}\text{C}$ ，并设置必要的保温，确保炉体表面温度 $\leq 50^{\circ}\text{C}$ 。

焚烧模块应采用低氮燃烧技术，在炉体合适的位置留有 SNCR 脱硝接口。SNCR 系统将浓度为 10%左右的尿素溶液经过 2 层喷嘴喷入炉内，在 800°C 到 1100°C 的温度窗口内停留足够长时间，反应充分。SNCR 烟气脱硝工艺系统主要包括还原剂储存系统、循环输送模块、稀释计量模块、分配模块、背压模块、还原剂喷射系统和相关的仪表系统等；

焚烧模块应配备不凝气焚烧温度场监测模块，主要包括瞬态火焰图像及温度检测系统，信号控制系统和分析系统。

不凝气焚烧温度场检测模块能够实时提供燃烧火焰图像，画面清晰、稳定，视频延迟 $\leq 0.1\text{s}$ ，像素 ≥ 1000 万，测温范围 $500\text{--}2200^{\circ}\text{C}$ ，在线测温误差 $\leq 5\%$ ，具备历史温度曲线图、定时图像抓取与视频保存功能，可调整对比度、亮度、色温，达到最佳成像效果，支持历史视频回放及回放控制功能。

信号控制系统主要将视频信号由检测系统传输至分析系统，若检测系统与分析系统之间距离 $< 100\text{m}$ ，配备 Cat6a 或 Cat6 千兆铠装耐高温数据线，可屏蔽抗干扰，8 芯双绞线结构，传输速率 $\geq 5\text{Gbps}$ ；若检测系统与分析系统之间距离 $> 100\text{m}$ ，配备单模光缆，光纤芯数 ≥ 2 ，绞式结构，SC 接口，光纤跳线与光缆一体化制作，光缆两端跳线须标明对应芯号，包装发货时固定跳线位置，接口用透明包装膜做包装保护，同时应配备千兆单模光纤收发器，屏蔽电磁干扰，防雷防涌浪，可支持 25 公里以上信号传输，电口数量 ≥ 4 ，光口类型 SC，光口数量 ≥ 2 。

分析系统为上位机，包含在线分析软件，支持实时检测画面显示，远程控制检系统开始与关闭，用于搜索、连接和断开相机，显示相机在线状态、IP 地址、帧率、分辨率等信息，便于判断设备是否正常工作；可调节曝光时间、增益、帧率、分辨率、白平衡、触发模式等参数，使图像亮度和清晰度满足检测需求；支持手动抓拍、连续采集、定时采集和录像保存，用于后续数据分析、试验记录、异常追溯和报告整理。

2) 蒸汽发生模块，额定蒸发量 $\geq 1.5\text{t/h}$ ，蒸汽参数 4MPa ， 250°C ；蒸汽发生模块的设计、制造满足相关的国家标准，并由制造厂家负责设备的安装工作；蒸汽发生模块应设置相应的制水系统，出水硬度 $\leq 0.03\text{mmol/L}$ ；蒸汽发生模块产生的蒸汽为精细化学品粗馏装置以及天然香料精馏装置供热，供热后的凝结水进

行回用。

5.14 生物质不凝气焚烧烟气净化装置

生物质不凝气焚烧烟气净化装置主要功能为对生物质热解不凝气焚烧产生的烟气进行净化，确保烟气排放达到 GB16297 及地方排放标准，主要包括脱硝模块、除尘模块、脱硫模块和排放模块。

1) 脱硝模块，处理烟气量 $\geq 10000\text{m}^3/\text{h}$ ；含还原剂存储输送部分、脱硝反应器及催化剂，还原剂存储输送部分应采用防腐不锈钢，具有自动流量调节功能，还原剂均匀度 $\leq 20\%$ ，SCR 反应温度 $300\text{--}400^\circ\text{C}$ ；最大压降 $\leq 500\text{Pa}$ ，SCR 催化剂活性温度 $200\text{--}400^\circ\text{C}$ ， NO_x 转化率 $\geq 95\%$ ，氨逃逸浓度 $\leq 5\text{ppm}$ ，寿命 $\geq 16000\text{h}$ ，处理后的烟气 NO_x 浓度满足 GB16297 及地方排放标准。

2) 除尘模块，处理烟气量 $\geq 10000\text{m}^3/\text{h}$ ；耐温 $\geq 200^\circ\text{C}$ ，含除尘器本体、保护系统、压缩空气除灰系统；滤袋材质耐温 $\geq 200^\circ\text{C}$ ，寿命 ≥ 2 年，漏风率 $\leq 2\%$ ，最大压降 $\leq 1500\text{Pa}$ ；处理后的烟气颗粒物浓度满足 GB16297 及地方排放标准。

3) 脱硫模块，处理烟气量 $\geq 10000\text{m}^3/\text{h}$ ；烟气温度 $\leq 200^\circ\text{C}$ ；含脱硫反应器本体、碱液循环系统、碱液 pH 调控系统；气体出口雾滴 $\leq 75\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，最大压降 $\leq 1500\text{Pa}$ ；处理后的 SO_2 浓度满足 GB16297 及地方排放标准。

4) 排放模块，含引风机，引风机流量 $\geq 10000\text{m}^3/\text{h}$ ，全压 5kPa ；含烟囱，材质碳钢。

5.15 低能耗智控空压站

低能耗智控空压站主要功能为提供气动阀门、装置反吹所需的压缩空气。

1) 流量 $\geq 300\text{Nm}^3/\text{h}$ ，输出压力 $\geq 0.7\text{MPa}$ 。

2) 应配置空气干燥、过滤等功能，确保压缩空气质量达到相关设备使用标准。

3) 极限工作条件应满足现场工作条件。

4) 应根据压缩空气需求量变化设置节能措施，降低能耗，压缩气体能耗 $\leq 0.15\text{kWh}/\text{Nm}^3$ 。

5) 应设置切实可能的降噪方案，确保满足相关标准。

6) 应设置压缩空气储气罐，压力 $\geq 0.7\text{MPa}$ ，容积 $\geq 10\text{m}^3$ 。

7) 储气罐具备自动排液功能。

5.16 智能冷却水循环装置

智能冷却水循环装置主要功能为提供中试系统所需的循环冷却水。

- 1) 循环水流量 $\geq 200\text{m}^3/\text{h}$ ，散热负荷 $\geq 2000\text{kW}$ 。
- 2) 应配置自动补水功能。
- 3) 极限工作条件应保证出水温度 $\leq$ 湿球黑球温度 $+3^\circ\text{C}$ 。
- 4) 应设置循环水箱，水箱容积 $\geq 10\text{m}^3$ 。
- 5) 应设置外置冷却水循环泵及其管道、仪表、阀门，循环水量 $\geq 200\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $\geq 30\text{m}$ 。

6. 生物质蒸汽-氧气联合气化制氢中试系统

6.1 总体要求

本系统为生物质蒸汽-氧气联合气化制氢中试系统，集成原料预处理、生物质气化、气化剂催化变换至氢气产品产出的全流程工艺设备。

★主要配置如下表：

序号	配置明细	数量
1	生物质切割上料一体化预处理装置	1 套
2	生物质高温混流式联合气化炉	1 套
3	蒸汽气化剂发生装置	1 套
4	氧气气化剂发生装置	1 套
5	气化气焦油消解净化装置	1 套
6	气化气飞灰脱硫一体化净化装置	1 套
7	气化气催化变换装置	1 套
8	导热油循环控温装置	1 套
9	变换气换热装置	1 套
10	解吸气旋流焚烧装置	1 套

6.2 主要技术参数

6.2.1 气化装置主要指标如下：

- 1) 工作温度范围：常温- 1200°C ；
- 2) 处理能力： $\geq 2\text{ t/h}$ ，相关设备处置能力要求 25%的余量；
- 3) 气化效率（有效气体组分 CO 、 H_2 、 CH_4 体积分数）： $\geq 70\%$ ；
- 4) 焦油含量： $\leq 50\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

6.2.2 产品指标如下：

- 1) 氢气纯度： $\geq 99.9\%$ ；
- 2) 氢气产量： $\geq 1200\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

6.3 生物质切割上料一体化预处理装置

生物质切割上料一体化预处理装置是生物质制氢中试系统的首道工艺单元，承担生物质原料从进场到预处理后稳定输送至气化炉的全部功能。装置需集成输送、破碎、缓存、上料等工序，实现连续、稳定、自适应调节的预处理能力，核心处理能力 $\geq 5\text{t/h}$ 。装置应适用于秸秆等生物质原料，最大处理原料尺寸 $\geq 1000\text{mm}$ ，能够适应块状、条状、捆状等不同形态原料的处理。

1) 破碎进料输送机

破碎进料输送机输送物料为入场生物质原料；

破碎进料输送机将物料输送至破碎机，投标人应给出破碎进料输送机与破碎机配合连接的具体方案；

输送量 $\geq 5\text{t/h}$ ，最大输送原料尺寸 $\geq 1000\text{mm}$ ，输送速度可调；

支持连续式进料，适配块状、条状、捆状生物质原料的稳定输送；

电机防护等级不低于 IP55；

配置负载检测装置，能根据设备负载情况自动启停，降低关键设备的卡死的风险；

整体采用防爆设计，防爆等级不低于 Exd II BT4。

2) 破碎机

破碎机处理量 $\geq 5\text{ t/h}$ ，最大破碎尺寸 $\geq 1000\text{mm}$ ；

破碎后物料经过筛网保证出料尺寸，破碎后物料粒度 $\leq 50\text{mm}$ ；

破碎机主轴转速可调，以适应不同硬度原料。破碎刀片材质硬度 $\text{HRC} \geq 60$ ，刀片采用可更换设计，便于维护，设有机械、电器过载保护；

采用防爆电机减速机驱动，电机减速机各两台，电机和减速机防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP55；

投标人应给出破碎机刀片使用寿命预估及更换周期。

3) 缓存料仓

缓存料仓有效容积 $\geq 10\text{m}^3$ ，专门用于暂存切割破碎后的生物质物料；

料仓主体应至少采用 304 不锈钢材质，内壁经防粘处理，避免物料结块粘附；

料仓应配备高/低料位感应传感器，实现料位自动监测与预警。传感器采用非接触式或防堵型设计，适应粉尘环境。

4) 破碎出料输送机

破碎出料输送机输送物料为破碎后的生物质原料；

破碎出料输送机将物料从破碎机缓存料仓输送至气化炉，投标人应给出破碎出料输送机与缓存料仓、气化炉配合连接的具体方案；

输送量 ≥ 2 t/h，输送速度可调；

输送机应采用全封闭结构，避免粉尘外溢；

电机防护等级不低于 IP55；

配置负载检测装置，能根据设备负载情况自动启停，降低关键设备的卡死的风险；

整体采用防爆设计，防爆等级不低于 Exd II BT4。

6.4 生物质高温混流式联合气化炉

生物质高温混流式联合气化炉是生物质制氢中试系统的核心反应单元，承担预处理后生物质物料的氧气-水蒸气联合气化反应、自动密封排渣及运行参数实时监测的全流程核心功能，实现生物质向合成气的高效转化与连续化生产。核心气化炉采用混流式气化炉，设计处理量 ≥ 2 t/h，适配预处理后生物质物料。

1) 气化炉

核心气化炉采用混流式气化炉，原料从炉体上部加入，依靠重力向下部移动，气化气从炉体中部排除；

气化炉设计处理量 ≥ 2 t/h；

炉体采用耐高温耐火砖内衬，结合保温层复合结构，表面温度应 $\leq 50^{\circ}\text{C}$ ；

炉体整体应耐温 $\geq 1200^{\circ}\text{C}$ ，温度控制精度 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ ；

投标人应给出炉体的分层结构图及耐温验证说明；

炉体应具备多个气化剂入口，包括但不限于炉底风、顶部中心风和中部环形风；

每个气化剂入口均应配备独立的氧气流量计和水蒸气流量计，配套电动调节阀（调节范围 0-100%，响应时间 $\leq 3\text{s}$ ）；

投标人应给出气化介质分布装置的详细设计。同时提供气化介质比例控制策略，确保在不同负荷下维持气化温度稳定；

气化反应生成的气化气中，有效气体组分（CO+H₂+CH₄）体积分数≥70%，其中 H₂ 体积分数≥25%。气化气中焦油含量≤50mg/Nm³，粉尘含量≤1g/Nm³。投标人应提供达到该品质指标的工艺保障说明，包括基于原料特性的气化温度、当量比等关键参数的建议范围；

电机防护等级不低于 IP65；

配置负载检测装置，能根据设备负载情况自动启停，降低关键设备的卡死的风险；

整体采用防爆设计，防爆等级不低于 Exd II BT4。

2) 进料机构

进料机构处理量≥2t/h，适配预处理后生物质物料；

采用双层闸板阀或类似机构进行密封，有效阻断气化炉内高温气体反窜，保障进料过程的密封性与安全性；

投标人应给出进料系统与气化炉及破碎出料输送机连接方案；

电机防护等级不低于 IP65；

配置负载检测装置，能根据设备负载情况自动启停，降低关键设备的卡死的风险；

整体采用防爆设计，防爆等级不低于 Exd II BT4。

3) 密封排渣机构

用密封式排渣结构，实现灰渣的连续、密封排出，避免空气渗入影响气化气氛，灰渣排出温度≤50℃；

投标人应给出密封排渣机构结构图及防止空气渗入的具体措施。同时说明灰渣冷却方式及后续收集方案；

电机防护等级不低于 IP65；

配置负载检测装置，能根据设备负载情况自动启停，降低关键设备的卡死的风险；

整体采用防爆设计，防爆等级不低于 Exd II BT4。

4) 监测系统

炉体配备压力监测装置：压力变送器，测量范围±10kPa，精度±0.2%FS；

炉体配备温度监测装置：炉内配备热电偶，测量范围0-1300℃，精度±1.5℃；

沿炉体圆周方向均匀分布（不少于 3 个），高度方向均匀分布（不少于 3 个）；

投标人应给出完整的测点布置图及信号接入中控系统的方案。

5) 联合气化宽光谱图像在线监测模块

联合气化宽光谱图像在线监测模块配备高温短波红外成像与可见光图像探测器：高温短波红外成像光谱范围 $0.55\text{--}1.4\ \mu\text{m}$ ，探测器类型 InGaAs，辐射率校正 $0.01\text{--}1.0$ ，采用变焦焦距 $2.8\text{--}10\text{mm}$ ，具备红外测温功能；可见光图像探测器光谱范围 $0.2\text{--}1.2\ \mu\text{m}$ ，像素 ≥ 1000 万，光谱波段数 ≥ 3 ；双探测器共用同一光轴，通过分光实现温度场测量与图像测量，测温范围 $300\text{--}1800^\circ\text{C}$ ，在线测温误差 $\leq 5\%$ ；

探测器配备耐高温铠装保护外壳：长度 1050mm ，耐压 $\geq 0.8\text{MPa}$ ，最高耐受环境高温 $\geq 1700^\circ\text{C}$ ，外壳具备风冷接口，可通过风冷方式对探测器进行降温保护，支持气化炉热态演化宽光谱在线监测装置在高温、强震动、强飞灰等恶劣环境下高生命周期工作；

在线监测装置配备冷却风净化单元：具备双级过滤器与电子压力传感器，支持设定报警值，可调整处理镜风、吹扫风流量，自动除水排油，减小冷却氮气对高温短波红外成像探测器的污染，需采用氮气气源，氮气流量为 $10\text{m}^3/\text{h}$ ；防护等级不低于 IP65，气路管道接口规格 $G1/2''$ ；若气源含油水成份过重，需另配干燥设备；

冷却风净化单元与高温铠装保护外壳通过不锈钢波纹软管密闭连接，具备密封、耐高温、耐高压性能，主要用于冷却气体传输，公称通径：DN15，公称压力： 2.5Mpa ，弯曲半径： $R50\text{mm}$ ，任意一处波纹管连续需注意保持气密性。

6.5 蒸汽气化剂发生装置

蒸汽气化剂发生装置是生物质制氢中试系统气化剂制备单元的关键设备，核心功能为生物质气化过程提供稳定、洁净的蒸汽气化剂。装置集成原水预处理、给水输送、加热蒸发等功能，将符合气化工艺要求的蒸汽持续输送至生物质气化炉，保障氧气-水蒸气联合气化反应的高效稳定进行。

1) 软化水装置

蒸汽气化剂发生装置配备过滤器及软化水装置，有效去除原水中的泥沙、悬浮物、有机物及钙镁离子；

处理量 $\geq 1\text{t/h}$ ，出水硬度 $\leq 0.03\text{mmol/L}$ ；

投标人应给出软化水装置的工艺流程图，说明各单元的设计参数，提供出水硬度检测方案；

蒸汽气化剂发生装置配备储水箱，用于暂存软化水；

储水箱有效容积 $\geq 2\text{m}^3$ ；

配备高/低液位报警功能，可实现液位自动监测与预警。高液位时自动停止补水或报警，低液位时报警并连锁停止给水泵；

投标人应给出储水箱的结构尺寸、材质说明，并说明补水来源及自动补水控制逻辑；

载给水泵实现给水输送，额定扬程 $\geq 50\text{ m}$ ，流量可调节，最大流量 $\geq 1\text{t/h}$ ；

电机防护等级不低于 IP55；

整体采用防爆设计，防爆等级不低于 Exd II BT4。

2) 蒸汽发生器

蒸汽发生器，额定蒸发量 $\geq 1\text{t/h}$ ，蒸汽压力最高需达 1.6MPa；

蒸汽发生器热量来源为解吸气焚烧装置产生的热烟气；

投标人应给出蒸汽发生器的选型方案，包括型式、换热效率、材质。提供蒸汽压力控制策略，实现压力稳定，控制精度 $\pm 0.02\text{MPa}$ ；

电机防护等级不低于 IP55；

整体采用防爆设计，防爆等级不低于 Exd II BT4；

设备的设计、制造需满足相关的国家标准，并由制造厂家负责设备的安装工作。

6.6 氧气气化剂发生装置

氧气气化剂发生装置是生物质制氢中试系统气化剂制备单元的核心设备，从环境空气中制取高纯氧气，为生物质气化过程提供稳定、洁净的氧气气化剂，保障氧气-水蒸气联合气化反应的高效稳定进行。

1) 制氧机

制氧机，用于从空气中制取高纯度氧气作为气化剂；

配置空气压缩机，额定排气量 $\geq 1500\text{Nm}^3/\text{h}$ ；

制氧机额定氧气产量 $\geq 300\text{Nm}^3/\text{h}$ ，氧气纯度 $\geq 99.6\%$ ；

制氧机末端出口设置实时氧纯度分析仪（分辨率 0.01%，分析周期 $\leq 10\text{s}$ ）；

电机防护等级不低于 IP55；

整体采用防爆设计，防爆等级不低于 Exd II BT4。

6.7 气化气焦油消解净化装置

气化气焦油消解净化装置是生物质制氢中试系统气化气净化单元的核心设备之一，承担生物质气化产生的粗煤气中焦油消解脱除与净化的功能。装置包括喷淋处理、电场除焦、除焦评价，实现焦油的高效脱除及部分脱硫，保障后续压缩、换热及催化变换工艺的稳定运行。

1) 喷淋除焦单元

喷淋除焦单元应采用多层喷淋复合工艺，气体处理量 $\geq 2000\text{Nm}^3/\text{h}$ ；

喷淋介质为氢氧化钠溶液，喷淋重叠率应 $\geq 200\%$ ；

焦油捕捉效率 $\geq 90\%$ ，脱硫效率 $\geq 90\%$ ；

出口配备高效气液分离装置，分离效率 $\geq 99.5\%$ ，有效去除气化气中夹带的喷淋液滴及微小粉尘；

投标人应给出气液分离装置的结构型式（如丝网除雾器或旋流板除雾器），同时说明喷淋液的循环利用方案及废液处理建议。

2) 电除焦单元

电除焦单元采用蜂窝电场除焦技术，气体处理量 $\geq 2000\text{Nm}^3/\text{h}$ ；

配备 $\geq 60\text{kV}$ 的高压直流电源，净化后气体焦油含量 $\leq 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，确保焦油深度脱除；

投标人应给出蜂窝电场的设计参数（电场强度、停留时间、极间距等），同时提供高压电源的选型及安全防护措施（如接地、放电保护）；

电机防护等级不低于 IP65；

整体采用防爆设计，防爆等级不低于 ExdIIBT4。

3) 除焦评价单元

该单元作为气化气焦油消解净化装置的评价模块，需采用旁路引流设计，从主管道分流气化气进行检测。利用磁感应加热技术，实现瞬时条件下焦油的高温裂解并进行在线检测，用于评价喷淋除焦和电除焦的效果，为气化气焦油消解净化装置的运行优化提供实时数据；

除焦评价单元主要包括反应管道、电磁加热线圈以及配套部件；

采用旁路分流的方式，在喷淋除焦前端、喷淋除焦与电除焦之间及电除焦后端设置取样位点，气体处理流量为 $5\sim 20\text{ Nm}^3/\text{h}$ ；

反应管道为空心直管，内径 100 mm ，长度 2000 mm ；

电磁加热线圈全周向包覆在反应管道的保温层外围，电磁加热线圈采用水冷

铜管，管径 6 mm，匝数 20，螺距 70 mm，线圈环绕直径 170 mm；

加热功率 $\geq 10\text{kW}$ ，电磁感应脉冲加热占空比设置为 0.5~1，反应管道内温度波动不超过 $\pm 10^\circ\text{C}$ ；

分别在反应管道气体入口、中部、出口设置温度检测点，温度测量范围 1~1300 $^\circ\text{C}$ ，精度 $\pm 1.5\%$ ；

电磁加热线圈与管道之间设置耐高温隔热层，材质为硅酸铝纤维，厚度 $\geq 20\text{mm}$ ；

可监测焦油含量，计算瞬时焦油热裂解产物；

投标人应给出高压电源的选型及安全防护措施（如接地、放电保护），同时提供水冷机组，机组功率 $\geq 5\text{ kW}$ ，控温范围 15~25 $^\circ\text{C}$ ；

配套设备防护等级不低于 IP65；整体采用防爆设计，符合 Exd II BT4 防爆等级。

4) 压缩机组

压缩机组用于对电除焦单元出口气化气进行压缩，气体处理量 $\geq 2000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，出口气体额定压力 2MPa；

电机型式为防爆变频三相异步电机，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP55。

压缩机组应配置进气过滤器、排气单向阀、安全阀、压力变送器及温度传感器。

投标人应给出压缩机组在不同负荷下的性能曲线，以及变频调节范围和控制策略。同时说明压缩机的冷却方式及排气温度控制；

电机防护等级不低于 IP65；

整体采用防爆设计，防爆等级不低于 Exd II BT4。

5) 脱硫预热器

脱硫预热器用于压缩后气化气的预热，气体处理量 $\geq 2000\text{Nm}^3/\text{h}$ ；

脱硫预热器采用管壳式结构，换热管材质 316L 不锈钢；

出口气化气温度稳定控制为 300 $^\circ\text{C}$ ，控温精度 $\pm 5^\circ\text{C}$ ；

换热介质为烟气，经过换热器后温度降至 250-300 $^\circ\text{C}$ 可直接排放；

投标人应给出换热器的热力计算书，包括传热系数、对数平均温差、所需换热面积及实际设计余量。同时说明换热器壳体材质及防腐措施，并提供温度控制

方案。

6.8 气化气飞灰脱硫一体化净化装置

气化气飞灰脱硫一体化净化装置是生物质制氢中试系统气化气净化单元的核心设备之一，承担生物质气化产生的气化气深度脱硫的一体化处理功能，实现气化气的高效净化，保障后续催化变换工艺的稳定运行及环保排放达标。

气化气飞灰脱硫一体化净化装置，为脱硫反应器，用于压缩气的深度脱硫，气体处理量 $\geq 2000\text{Nm}^3/\text{h}$ ；

脱硫反应器内装固态氢氧化钙等脱硫催化剂，脱硫效率 $\geq 99\%$ ，净化后的气体硫含量 $\leq 0.2\text{ppm}$ ，同时保证气化气能均匀穿透床层；

催化剂机械强度 $\geq 100\text{N}/\text{cm}^2$ ；

催化剂饱和硫容 $\geq 30\%$ ；

投标人应给出催化剂装填方案（包括支撑格栅、丝网、卸料口设计），以及催化剂在运行初期、中期、末期的硫容衰减预估和更换周期建议；

脱硫反应器应具有催化剂的快速排出更换功能。

6.9 气化气催化变换装置

气化气催化变换装置是生物质制氢中试系统制氢提纯单元的核心设备，承担将生物质气化气中的气化气反应转化为氢气，同时提纯得到氢气产品的功能。

1) 等温变换反应器

等温变换反应器用于气化气反应制备氢气，处理气量 $\geq 2000\text{Nm}^3/\text{h}$ ；

设计压力 $\geq 2.5\text{MPa}$ ，适应气化气工艺压力波动；

等温变换反应器内装等温变换催化剂，活性组分为 CuO ，催化剂床层高度 $\geq 1\text{ m}$ ，确保足够接触时间与反应深度；

催化剂规格为的柱状或片状，保证气流分布均匀。催化剂堆密度 $1.2\text{--}1.4\text{ g}/\text{cm}^3$ ，使床层填充紧密且压降合理；机械强度 $\geq 80\text{N}/\text{cm}^2$ ，耐受气流冲击与床层压力，减少运行破碎；

投标人应给出催化剂的技术规格书（包括化学成分、比表面积、孔径分布、活性测试条件、热稳定性数据），以及催化剂装填方案（支撑格栅、卸料口、测温点布置）。同时提供催化剂在运行初期、中期、末期的活性衰减预估及更换周期建议（基于运行小时数或累计处理气量）；

等温变换反应器换热部分的换热系数 $\geq 300\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ，换热面积 $\geq 100\text{m}^2$ ，

床层顶部设置多孔分布板及丝网除雾器，确保气流均匀分布。

2) 提纯单元

提纯单元采用 PSA 工艺；

氢气提纯纯度 $\geq 99.9\%$ ，氢气回收率 $\geq 85\%$ ；

投标人应给出 PSA 的工艺流程图、时序表（包括各塔在各步骤的状态切换时间）、吸附剂装填方案及用量计算。同时提供氢气纯度和回收率的保障措施。说明解吸气的组成、流量；

电机防护等级不低于 IP65；

整体采用防爆设计，防爆等级不低于 Exd II BT4。

3) 气化气制氢乏气利用在线测试模块

气化气制氢乏气利用在线测试模块采用固定床连续流反应装置，专为生物质气化制氢后端乏气资源化利用工艺设计，可精准调控反应温度、压力、进气组分等核心工艺参数，适配各类乏气催化转化、提质利用的工艺条件与实验需求，能够适配生物质气化制氢乏气组分波动、低品位、含杂等实际工况特点；

模块整体设计耐受温度 $\geq 600^{\circ}\text{C}$ ，长期安全最高使用温度 $\geq 500^{\circ}\text{C}$ ，可覆盖生物质乏气催化重整、提质、转化等全工况温度区间；系统设计承压 $\geq 10\text{MPa}$ ，可在 $\geq 3\text{MPa}$ 压力条件下稳定连续运行，满足高压乏气资源化转化的工艺运行要求；

核心反应器选用 316L 不锈钢或镍基合金材质，可耐受高温、高压工况，同时抵御乏气含氢、含微量杂质气氛带来的腐蚀，保障设备长期运行稳定性；模块配套开启式电加热炉，控温精度 $\leq \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，具备程序升温功能，升温速率可在 $0.1 - 20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 区间连续可调，满足不同乏气催化反应的温控需求；

模块应具备不少于 3 路气体进料通道，配置质量流量控制器（MFC），实现乏气核心组分及辅助气体的精准配比，气体流量控制精度 $\leq \pm 1\%\text{F.S.}$ ；系统集成在线背压控制功能，运行压力波动 $\leq \pm 0.05\text{MPa}$ ，并配备气体增压系统，可实现净化后生物质气化制氢乏气的稳定输送与压力调节，适配不同乏气利用工艺路径的压力参数要求；

模块需配置在线气相色谱分析仪，气相色谱应配置 TCD+FID 检测器，留有 ECD 检测接口，可精准检测乏气中 H_2 、 CO 、 CO_2 、 CH_4 及 C1-C5 轻烃等核心组分，分析周期 $\leq 15\text{min}$ ，检测数据应能够与反应系统联动，实现在线数据采集与自动记录，同时具备在线与离线双模式采样功能；

模块需具备超温、超压、断气、泄漏报警及自动切断功能，需设置安全阀、爆破片、氢气报警器及紧急泄放接口，所有电气元件满足防爆要求，防爆等级不低于 Exd II BT4，设备应具备远程数据导出及历史数据存储功能，系统连续稳定运行时间 $\geq 360\text{h}$ 。

6.10 导热油循环控温装置

导热油循环控温装置是生物质制氢中试系统中变换反应器的温度调控核心装备，核心功能为气化气催化变换过程提供精准、稳定的温度环境。装置通过导热油循环实现热量传递与平衡，集成导热油储存、循环输送、加热升温、冷却降温、温度实时监测等功能，保障催化变换反应在 200-250℃ 工艺区间稳定进行。

1) 导热油槽

导热油槽采用卧式结构，材质应为 304 不锈钢及以上，有效容积 $\geq 2\text{m}^3$ ；

导热油槽配备保温层，减少热量散失；

槽体设高/低液位计及温度传感器，测温精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ ，实时监测油位与油温；

投标人应给出导热油槽的结构尺寸图、保温层厚度计算及膨胀空间设计。同时提供导热油初次充填量及补油方案；

导热油槽配备电加热器，功率 $\geq 50\text{kW}$ ，设分组式加热控制模块，可根据油温需求分段启停加热，避免局部过热；

电加热器应具备干烧保护、超温保护功能；

投标人应给出电加热器的功率分组方案，以及加热器与油槽的连接方式。

2) 导热油循环泵

导热油循环泵，额定流量 $\geq 100\text{L}/\text{min}$ ，额定扬程 $\geq 18\text{m}$ ；

投标人应给出循环泵的选型计算，并提供泵的变频调节方案，说明泵的备用方案（如一用一备）。

电机防护等级不低于 IP65；

整体采用防爆设计，防爆等级不低于 Exd II BT4。

3) 散热器

散热器用于给换热后的导热油降温，换热面积 $\geq 50\text{m}^2$ ，冷却功率 $\geq 200\text{kW}$ ；

投标人应给出散热器的设计方案（包括进口油温 250℃、出口油温目标、冷却介质进口温度及流量）；

电机防护等级不低于 IP65；

整体采用防爆设计，防爆等级不低于 Exd II BT4。

6.11 变换气换热装置

变换气换热装置是生物质制氢中试系统热管理单元的重要组成部分，承担变换反应前后气化气温度调控及变换气冷却分离的功能。装置集成脱硫后气化气降温、变换气冷凝冷却等功能，保障变换反应在适宜温度区间进行，同时为后续提纯单元提供合格原料气。

1) 变换降温预热器

变换降温预热器用于脱硫后气化气的降温，气体处理量 $\geq 2000\text{Nm}^3/\text{h}$ ；

变换降温预热器采用管壳式结构；

出口气化气温度稳定控制为 220°C ，控温精度 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ；

换热介质为导热油；

投标人应给出换热器的热力计算书，包括传热系数、对数平均温差、所需换热面积及实际设计余量。同时说明换热器壳体材质及防腐措施，并提供温度控制方案。

2) 变换气冷凝器

变换气冷凝器用于变换反应后变换气的降温冷凝，气体处理量 $\geq 2000\text{Nm}^3/\text{h}$ ；

变换气冷凝器采用管壳式结构；

出口变换气温度稳定控制为 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ；

换热介质为冷却水；

变换气冷凝器配套气液分离器，采用丝网复合分离结构，液滴去除率 $\geq 99\%$ ；

配置凝结水收集排放装置，采用不锈钢材质，包括冷凝水储罐与排污泵。排污泵根据储罐液位自动启停；储罐设高/低液位报警功能，高液位时自动启动排污泵，低液位时停泵并报警，可稳定收集并排放冷凝水；

投标人应给出换热器的热力计算书，包括传热系数、对数平均温差、所需换热面积及实际设计余量。同时说明换热器壳体材质及防腐措施，并提供温度控制方案；

电机防护等级不低于 IP65；

整体采用防爆设计，防爆等级不低于 Exd II BT4。

3) 冷却水散热塔

冷却水散热塔用于中试系统的所有冷却水的冷却降温，散热负荷 $\geq 500\text{kW}$ ；

投标人应给出冷却水散热模块的热力计算书。提供循环水泵选型，以及补水、排污方案，说明散热模块的防冻措施（针对冬季低温环境）；

电机防护等级不低于 IP65；

整体采用防爆设计，防爆等级不低于 Exd II BT4。

6.12 解吸气旋流焚烧装置

解吸气旋流焚烧装置是生物质制氢中试系统尾气处理与能量回收单元的核心设备，承担焚烧提纯单元产生的解吸气的功能。装置实现解吸气的高效稳定完全燃烧，后续可通过燃烧回收余热用于制取蒸汽或加热介质，保障系统环保排放与能量梯级利用效率。

1) 燃烧装置

燃烧装置用于焚烧提纯单元产生的解吸气，处理量 $\geq 1400\text{Nm}^3/\text{h}$ ；

燃烧装置在尾端引风机作用下可呈微负压运行；

燃烧装置内衬采用高铝耐火砖结合轻质保温砖复合结构，耐热温度 $\geq 1200^\circ\text{C}$ ；

燃烧装置气体停留时间 $> 2\text{s}$ ，确保充分燃烧，燃烧效率 $\geq 99.9\%$ ；

投标人应给出燃烧装置的结构设计图，包括壳体厚度计算、耐火衬里分层结构、温度压力测点位置、微负压控制方案；

燃烧装置留有 SNCR 接口。SNCR 系统将浓度为 10%左右的尿素溶液经过 2 层喷嘴喷入炉内，在 800°C 到 1100°C 的温度窗口内停留时间 $\geq 0.8\text{s}$ ；SNCR 烟气脱硝工艺系统需包括还原剂储存系统、循环输送模块、稀释计量模块、分配模块、背压模块、还原剂喷射系统等；

投标人应给出 SNCR 系统的详细配置清单及工艺流程图，包括尿素储罐（容积、材质）、输送泵（流量、扬程）、稀释水模块、计量分配装置、喷枪（数量、雾化粒径、喷射角度）。说明温度窗口的控制策，以及预期脱硝效率。同时说明尿素溶液制备及存储的安全措施。

燃烧装置带有辅助燃烧器；

辅助燃烧器的热功率 $\geq 500\text{ kW}$ ，采用天然气作为燃料，用于预热燃烧室以及运行过程中辅助解吸气燃烧，维持燃烧室高温；

投标人应给出辅助燃烧器的选型参数，包括燃料气压力要求、调节比、火焰长度及直径（需与燃烧室尺寸匹配）；

燃烧装置应配备解吸气燃烧场红外图谱分析系统，包含短波红外成像装置，

用于获取燃烧过程红外波段的光谱辐射图像，实现辐射强度分布及特征谱带信息的同步采集，光谱范围 $0.55\text{--}1.4\ \mu\text{m}$ ，采用变焦焦距 $2.8\text{--}10\text{mm}$ ；测温范围 $500\text{--}2200^\circ\text{C}$ ，在线测温误差 $\leq 5\%$ ；装置兼容多种接口协议，支持网口、光纤等方式进行数据传输与集成，可接入上位机及在线监测平台。

短波红外成像装置配备耐高温铠装保护套筒，工作环境温度 $\geq 1600^\circ\text{C}$ ；

配备一体式动作执行结构，支持固定不锈钢耐高温铠装保护套筒；通过耐高温气缸传动，由铜管连接，可在高飞灰的环境中长期使用，保证套筒平稳自如进出炉膛，工作压力： $0.15\text{--}1.0\text{MPa}$ ，耐压： 1.5MPa ，活塞速度： $50\text{--}500\text{mm/s}$ ，活塞行程： 330mm ，全程动作时间： 5s ；

一体式动作执行结构与保护套筒采用风冷方式冷却，冷却风为干净、无杂质仪表用气，气压 $\geq 0.4\text{MPa}$ ，中间用高压波纹软管连接，软管防护等级不低于 IP65，耐压不低于 0.8MPa ；

配备涡旋致冷管，可通过压缩气体高速涡旋膨胀方式冷却气流，提供冷却保护；

配备屏显电气控制柜，用于供电、进退控制以及信号集成；包含 RS485 信号线端口、电磁阀端口、热电偶端口等，尺寸为 $500\times 400\times 200\text{mm}$ ，输入电源： $220\text{VAC}/50\text{Hz}$ ，防护等级不低于 IP55。

投标人应给出红外光谱精准测温机构的选型参数，包括光谱采集机构、光谱扫描机构、光谱数据对应温度转换计算方法。

2) 配风系统

解吸气旋流焚烧装置在空气与解吸气之间进行多级配风，配套一次风机和二次风机，总风量 $\geq 2200\text{Nm}^3/\text{h}$ ；

一次风机为离心式风机，全压 $\geq 1\text{kPa}$ ，负责将空气送入燃烧器根部，调节解吸气与空气混合比；

二次风机为离心式风机，全压 $\geq 1\text{kPa}$ ，通过炉体中下部的环形风箱送入，强化炉内扰动。风机均采用变频调速控制，风量调节精度 $\pm 5\%$ ；

投标人应给出配风系统的设计说明，包括一次风和二次风的比例、环形风箱的结构及开孔布置。提供风机选型计算（基于总风量及系统阻力），以及变频控制逻辑；

电机防护等级不低于 IP65；

整体采用防爆设计，防爆等级不低于 Exd II BT4。

3) 引风机及烟囱

解吸气旋流焚烧装置尾部配置引风机，用于维持烟气在中试系统内的流动；
烟气在解吸气焚烧装置中产生后，应依次通过蒸汽发生器和脱硫预热器，最终通过烟囱排放；

投标人应给出引风机选型以及变频调节方案；

烟囱高度应满足环保排放扩散要求；

电机防护等级不低于 IP65；

整体采用防爆设计，防爆等级不低于 Exd II BT4。

7. 气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统

7.1 总体要求

本系统为气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统，集成原料预处理至甲醇产品产出存储以及烟气净化等为止的全流程工艺设备。

★主要配置如下表：

序号	配置明细	数量
1	生物质破碎装置	1 套
2	生物质联合气化装置	1 套
3	气化炉数据采集与存储装置	1 套
4	活性焦催化吸附净化装置	1 套
5	合成气氢碳调节装置	1 套
6	催化尾气焚烧装置	1 套
7	烟气除尘催化一体化净化装置	1 套
8	不间断直流供电装置	1 套

7.2 主要技术参数

系统主要指标如下：

- 1) 原料处理能力： $\geq 2\text{t/h}$ ，相关设备处置能力要求 25%的余量；
- 2) 合成气比例（合成气有效组分 H_2 、 CO ）体积分数）： $\geq 60\%$ ；
- 3) 碳转化率： $\geq 80\%$ ；
- 4) 甲醇纯度： $\geq 98\%$ ；
- 5) 甲醇产量： $\geq 600\text{kg/h}$ 。

7.3 生物质破碎装置

生物质破碎装置是气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统的首道工艺，承担生物质原料破碎及上料任务，为后续气化反应提供、粒度均匀的原料基础。装置需集成破碎、输送、料仓缓存等功能，实现连续、稳定、高负荷运行，确保原料供给匹配后续气化工艺需求。装置最大处理量 $\geq 6\text{t/h}$ ，最大处理原料尺寸 $\geq 1000\text{mm}$ ，能够适应块状、条状、捆状等不同形态原料的处理。

1) 破碎机

破碎机处理量 $\geq 6\text{t/h}$ ，采用变频电机驱动；

破碎后生物质粒径 $\leq 50\text{mm}$ ，粒径合格率 $\geq 95\%$ ；

采用辊式破碎结构，刀头为高硬度耐磨材料，HRC ≥ 60 ，刀头使用寿命 ≥ 800 小时/套；

破碎机材质应采用耐磨钢，衬板使用寿命 ≥ 1500 小时/套，轴承采用深沟球轴承，寿命 $\geq 20000\text{h}$ ；

配套料仓体积 $\geq 3\text{m}^3$ ，实现破碎后物料稳定缓存；

投标人应给出破碎机刀头更换方案、使用寿命验证说明及耐磨防护设计。

2) 输送系统

输送装置采用皮带输送机，输送量 $\geq 4\text{t/h}$ ，物料提升高度 $\geq 15\text{m}$ ，输送带宽度 $\geq 900\text{mm}$ ，可根据实际厂房和装置布置情况进行调整；

投标人应给出输送系统与气化炉进料机构的连接方案、防堵料设计及物料输送稳定性保障措施。

3) 安全保护系统

装置配备过载保护、急停装置、安全锁及故障诊断系统，响应时间 $\leq 0.5\text{s}$ ；

触发报警后反转 3s 后停机，防止物料卡死；

投标人应给出安全锁逻辑图、故障诊断清单及应急处置方案。

4) 噪音管理

运行时距离设备 1m 处测量，噪音分贝 $\leq 75\text{dB (A)}$ ；

投标人应给出降噪设计方案及噪音检测方案。

7.4 生物质联合气化装置

生物质联合气化装置是气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统的核心反应单元，承担各类生物质原料向高品质合成气转化的核心功能，集成自动进料、气化

反应、自动排渣、参数调控、原位检测等一体化功能，实现高效、稳定、智能化的能源转化。

1) 气化炉

原料由炉体上部加入，在重力作用下向下移动，设计处理量 $\geq 2\text{t/h}$ ；

炉体采用耐高温耐火砖内衬，结合保温层复合结构，表面温度应 $\leq 50^\circ\text{C}$ ；

炉体整体应耐温 $\geq 1200^\circ\text{C}$ ，温度控制精度 $\leq 20^\circ\text{C}$ ；

投标人应给出炉体的分层结构图及耐温验证说明；

炉体应具备多个气化剂入口，包括但不限于炉底风、顶部中心风和中部环形风；

每个气化剂入口均应配备独立的氧气流量计和水蒸气流量计，配套电动调节阀（调节范围 0-100%，响应时间 $\leq 3\text{s}$ ）；

投标人应给出气化介质分布装置的详细设计，同时提供气化介质比例控制策略，确保在不同负荷下维持气化温度稳定；

产气率 $\geq 1.0\text{Nm}^3/\text{kg}$ 原料，气化反应生成的气化气中，有效气体组分（ $\text{CO}+\text{H}_2$ ）体积分数 $\geq 60\%$ ，其中 H_2 体积分数 $\geq 25\%$ 。气化气中焦油含量 $\leq 50\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，粉尘含量 $\leq 1\text{g}/\text{Nm}^3$ 。投标人应提供达到该品质指标的工艺保障说明，包括基于原料特性的气化温度、当量比等关键参数的建议范围。

2) 进料机构

进料机构处理量 $\geq 2\text{t/h}$ ，适配预处理后生物质物料；

采用双层闸板阀或类似机构进行密封，有效阻断气化炉内高温气体反窜，保障进料过程的密封性与安全性；

投标人应给出进料系统与气化炉及破碎出料输送机连接方案；

气化剂氧气和水蒸气流量以及其相互比例可调，氧气流量 $200\text{--}300\text{m}^3/\text{h}$ ，水蒸气流量 $0.5\text{--}1\text{t/h}$ 。

3) 密封排渣机构

用自动密封式排渣结构，实现灰渣的连续、密封排出，避免空气渗入影响气化气氛，灰渣含碳量 $\leq 10\%$ ，灰渣排出温度 $\leq 150^\circ\text{C}$ ；

投标人应给出密封排渣机构结构图及防止空气渗入的具体措施。同时说明灰渣冷却方式及后续收集方案。

4) 监测装置

炉体配备压力监测装置：压力变送器，测量范围 ± 10 kPa，精度 $\pm 0.2\%$ FS；
炉体配备温度监测装置：炉内配备热电偶，测量范围 $0\sim 1300^{\circ}\text{C}$ ，精度 $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ ；
沿炉体圆周方向均匀分布（不少于 3 个），高度方向均匀分布（不少于 3 个）；
投标人应给出完整的测点布置图及信号接入中控系统的方案。

7.5 气化炉数据采集与存储装置

气化炉数据采集与存储装置是气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统的智能监测核心，通过多维度传感器网络实时采集气化炉关键运行参数，完成数据智能处理、安全存储与远程传输，为工艺优化、故障预警、系统调控及工业化放大提供可靠数据支撑。

气化炉数据采集与存储装置配备短波红外探测器与可见光波段成像设备：短波红外探测器光谱范围 $0.55\sim 1.4\ \mu\text{m}$ ，探测器类型 InGaAs，具备红外测温功能，具备发射率、空气含水率、目标距离等参数修正功能；可见光波段成像设备光谱范围 $0.2\sim 1.2\ \mu\text{m}$ ，像素 ≥ 1000 万；成像画面可切换色标数量 ≥ 6 ，双探测器共用同一光轴，通过分光实现温度场测量与气化炉辐射图像测量，测温范围 $300\sim 1800^{\circ}\text{C}$ ，在线测温误差 $\leq 5\%$ ；

短波红外探测器与可见光波段成像设备外部配备耐高温铠装保护套筒，套筒前端与后端分别具备冷却气气口，气口总数量 ≥ 2 ，冷却气气压正常前提下，最高耐受环境高温 $\geq 1700^{\circ}\text{C}$ 并保持长期正常稳定工作；

采用双级空气过滤器对冷却气进行过滤去污，过滤器来流仪表氮气流量为 $10\text{m}^3/\text{h}$ ，通过旋转过滤器上方旋钮调节气流流量，防护等级不低于 IP65，气路管道接口规格 G1/2"；

双级空气过滤器与高温铠装保护外壳通过不锈钢波纹软管密闭连接，具备密封、耐高温、耐高压性能，主要用于冷却气体传输，公称通径：DN15，公称压力：2.5MPa，弯曲半径：R50mm，任意一处波纹管连续需注意保持气密性。

若成像装置与上位机之间距离 $< 100\text{m}$ ，采用 Cat6a 千兆铠装耐高温网线进行数据传输，具备抗干扰能力，8 芯双绞线结构，传输速率 $\geq 5\text{Gbps}$ ；若距离 $> 100\text{m}$ ，采用光缆进行数据传输，光缆总芯数 ≥ 2 ，两端采用 SC 接口，光缆两端跳线须标明对应芯号，同时应配备千兆单模光纤收发器，屏蔽电磁干扰，防雷防涌浪，电口类型 RJ45，电口数量 ≥ 4 ，光口类型 SC，光口数量 ≥ 2 。

7.6 活性焦催化吸附净化装置

活性焦催化吸附净化装置是气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统合成气超净处理核心设备，集成喷淋除焦、脉冲电捕焦、双竖管活性焦吸附协同净化功能，高效脱除合成气中焦油、硫化物等杂质，保障合成气满足甲醇催化合成的高标准要求。

1) 喷淋净化模块

喷淋净化模块采用喷淋除焦，配置多级除尘、水洗激冷洗涤设备，配套旋风除尘、文丘里洗涤装置，实现粗粉尘、焦油雾滴、大部分水溶性杂质脱除；投标人应给出喷淋系统设计、循环喷淋方案及焦油、废液处置方法。

2) 脉冲电捕焦装置

处理量 $\geq 2000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，采用高压脉冲/直流稳压供电（60-100kV 可调），多极收集器结构；

总焦油去除率 $\geq 95\%$ ，电极材质为不锈钢，适配微量腐蚀性组分工况；

投标人应给出电场设计参数、电源选型及安全防护措施。

3) 压缩机组

压缩机组用于对电除焦单元出口气化气进行压缩，气体处理量 $\geq 2000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，出口气体额定压力 $\geq 6\text{MPa}$ ；

电机型式为防爆变频三相异步电机，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP55。

压缩机组应配置进气过滤器、排气单向阀、安全阀、压力变送器及温度传感器。

投标人应给出压缩机组在不同负荷下的性能曲线，以及变频调节范围和控制策略。同时说明压缩机的冷却方式及排气温度控制，压缩废液排出处置方案。

4) 双竖管吸附塔

设计处理量 $\geq 2000\text{m}^3/\text{h}$ ，冗余设计，保障连续稳定达标；塔内装填吸附剂并设置多层均匀布气结构、抗压支撑格栅，防止吸附剂粉化、气流偏流，全程低压降；配置多点测温、测压、压差监测装置，设保温伴热系统；设备可拆卸、可检修，支持吸附剂单独装填、更换，适配长周期连续运行预装填吸附剂，耐高温高湿，长期运行无粉化、烧结，使用寿命 $\geq 8000\text{h}$ ，净化后气体硫含量 $\leq 0.1\text{ppm}$ 。吸附剂，与合成气接触部件全部采用耐腐蚀/做防腐喷涂，投标人应给出防腐设计方案及材质验证报告。

5) 合成气干法净化在线监测模块

合成气干法净化在线监测模块是气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统的关键研究平台，基于固定床吸附净化技术，在避免合成气显热损失的同时实现 HCl 、 AsH_3 等痕量毒物的深度脱除，为开发高效、低能耗的工业级净化工艺提供核心设计依据，从根本上保障下游甲醇合成催化剂的长期稳定性与活性。

吸附剂量 0-50mL，吸附温度 -10-60℃，吸附压力 0-3MPa，吸附气流量 0-5NL/min；活化温度 RT-250℃，活化压力常压，活化气流量 0-5NL/min；反应炉采用三段式等温电加热炉，操作温度 RT-800℃，升温速率 $\geq 30^\circ\text{C}/\text{min}$ ，恒温区长度 $\geq 150\text{mm}$ ($\pm 1^\circ\text{C}$)；吸附柱采用内衬石英高压型反应器，材质 316L，操作温度 RT-250℃，操作压力 0-3MPa；

含气体进料与预处理，配置 5 路独立气路，每路采用高压气体质量流量控制器，耐受压力 10MPa，控制精度 $\pm 1\%\text{F.S.}$ ，设计高压旁路并配备减压阀、截止阀、过滤器及压力表，下游设截止阀与单向阀；配备气体混合器，材质 316L，操作压力 10MPa，混合均匀性 $\leq 10\text{ppm}$ 波动；配备气体预热器，材质 316L，预热温度 $\geq 600^\circ\text{C}$ 。

含压力控制与尾气处理模块，系统压力采用耐高温型背压阀控制，背压阀设计旁路，前端配置机械式压力表及过滤器；反应器上游配备精密压力表、压力变送器、卸荷阀及手动放空阀；尾气吸收单元配备水洗罐和碱洗罐，单罐容积 $\geq 5\text{L}$ ；设备主要阀门、接头、管线材质均为 316L，耐受压力 207bar ($-54\sim 38^\circ\text{C}$)。

含控制与安全联锁模块，控制系统采用工业级触摸屏与 AI 智能仪表开发方案，支持工艺流程图形化显示、实验参数设置、数据采集记录与历史趋势查询、报警阈值设置及联锁控制；AI 仪表模块采用单体式控制，支持 ModbusRTU/TCP 通讯协议；安全联锁配置：加热炉独立 TTS 超温保护，关键部位配安全泄压阀，温度/压力超限触发声光报警，高高限自动切断加热电源并停止进料，流量超限触发报警；含尾气吸收单元，配备水洗罐和碱洗罐，单罐容积 $\geq 5\text{L}$ ，设备主要阀门、接头、管线材质均为 316L，耐受压力 207bar ($-54\sim 38^\circ\text{C}$)。

含气体监测模块，基于多原理气体传感技术，实时在线监测净化前后合成气中主组分及痕量毒物的浓度变化；主组分分析采用 NDIR 与 TCD 技术同步测量 CO (0-40%)、 H_2 (0-70%)、 CH_4 (0-5%)，精度 $\leq \pm 2\%\text{FS}$ ($\text{H}_2 \leq \pm 3\%\text{FS}$)，分辨率 0.01%， CO 、 CO_2 、 CH_2 对 H_2 无交叉干扰，配置 RS-232/RS-485 及 4-20mA 输出接口，配套

预处理装置实现 7d×24h 连续不间断测试；H₂S、NH₃ 及 AsH₃ 分析采用 UV-DOAS 法同步测量，量程分别为 0-1500ppm、0-300ppm、0-50ppm，分辨率 1ppm，NH₃/H₂S 精度 ≤±2%FS、AsH₃ ≤±1%FS，双通道设计消除背景气体交叉干扰；HCl 分析采用 TDLAS 技术，量程 0-150ppm，分辨率 0.01ppm，检出下限 0.1ppm 级，精度 ≤±1%FS，内置参比模块动态补偿，全程 ≥180℃ 高温伴热，采用低吸附 PFA 或 316L 不锈钢材料，避免 HCl 冷凝损耗。

7.7 合成气氢碳调节装置

合成气氢碳调节装置是气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统的核心调控单元，通过水煤气变换、CO₂ 高效脱除、甲醇合成及精制，精准调控合成气氢碳比，解决传统工艺碳损失、能耗高难题，保障甲醇合成原料气配比达标。

1) 吸收塔

气体处理量 ≥2000Nm³/h，操作压力 0-6MPa；

塔内自上而下设 100 目丝网除雾器、喷淋层、波纹填料层、气液分布器；

喷淋层用 316L 不锈钢螺旋雾化喷嘴，喷淋覆盖率 ≥120%；

填料为不锈钢波纹填料，比表面积 ≥500m²/m³，空隙率 ≥95%；

投标人应给出吸收塔结构设计、气液分布方案及 CO₂ 吸收效率验证。

2) 脱附塔

与吸收塔同规格，操作压力 0-6MPa；

底部设再沸器接口，顶部设冷凝器接口，CO₂ 解吸效率 ≥99%；

投标人应给出脱附塔工艺流程图、解吸控制逻辑及能耗优化方案。

3) 贫富液换热模块

贫液冷却器：304 不锈钢材质，换热面积 ≥15m²，精准调控贫液温度；

富液再沸器：换热面积 ≥20m²，传热系数 ≥400W/(m²·℃)，保障解吸热量供给；

贫富液换热器：回收再生塔热贫液热量，预热吸收塔富液，提升系统能效，换热效率 ≥85%。

4) 氢碳合成模块

采用低压高效管壳式/绝热固定床合成塔，结构设计合理、布气均匀、温控精准，无局部超温、偏流、死角，适配生物质气高 CO₂ 转化特性，碳转化率高、副产物少；设备材质耐氢脆、耐酸性微量杂质腐蚀，满足长周期连续运行，配套

高效合成气换热器、水冷器、甲醇分离器、循环压缩机组，实现反应热量高效回收、粗甲醇充分冷凝分离以及未反应气体平稳循环。预装填甲醇合成催化剂，单程碳转化率 $\geq 10\%$ ，综合碳转化率 $\geq 80\%$ ，催化剂使用寿命 ≥ 3 年，甲醇产率 $\geq 600\text{kg/h}$ 。

含精制功能，采用连续精馏工艺，配套回流、换热、冷凝、排污、残液回收系统，塔体、塔内件采用优质耐腐蚀材质，塔板/填料效率高、压降小、抗结垢、不易堵塞，适配生物质粗甲醇微量杂质累积工况；塔体密封性能优异，无跑冒滴漏、无气相偏流，精制后的甲醇纯度 $\geq 98\%$ 。

5) 氢碳调节在线评价系统

用于水煤气变换及 CO_2 脱附过程的全流程在线实时测评，可实现反应条件精准控制、催化性能动态测试、产物组分定量分析及反应过程原位表征，为气化-催化还原耦合制绿甲醇过程提供预实验验证、工艺参数优化及反应机理研究提供标准化、系统化的技术支撑。

气路系统精准获取并配制氢碳调节反应所需的标准反应气氛。从脱附塔顶部冷凝器出口的 CO_2 产品气总管引出取样支路，取气点位于 CO_2 产品气流量计与去界区总阀之间，可精准获取再生后的高纯度 CO_2 气体，用于模拟不同 CO_2 分压下的水煤气变换反应及氢碳比调节过程。主管路采用外径 1/4 英寸、壁厚 0.89mm 的 316L 不锈钢管，内壁经电解抛光处理，粗糙度 $R_a \leq 0.4\ \mu\text{m}$ ，确保气体纯度不受管路污染。从取气点开始分为三路独立气相管路，每条管路依次串联截止阀、减压阀及量程 0-500sccm、精度 $\pm 1\%\text{FS}$ 的 CO_2 质量流量控制器，可精确调控各路气体流量配比；管路出口通过 1/8 英寸 ODPTFE 管连接至反应池进气口，实现反应气氛的精准配制。

反应池为气化-催化还原耦合制绿甲醇过程提供预实验验证，用于开展关键反应条件模拟、催化剂适配性评价及工艺参数优化，为中试系统稳定运行提供实验依据。采用双室玻璃结构反应池，主体为高硼硅玻璃材质，耐酸碱腐蚀，工作温度范围 0-80 $^{\circ}\text{C}$ ；采用 Nafion117 质子交换膜分隔阴阳两室，配备快拆式结构设计，可快速更换离子交换膜且无需拆卸电极。密封系统采用聚四氟乙烯法兰+氟胶 O 圈组合，气密性满足 0.3MPa 下无泄漏，0.1MPa 保压 24h 压降 $\leq 0.005\text{MPa}$ 。标配工作电极、Ag/AgCl 参比电极及铂片对电极。

工作站精准控制反应电位/电流并全面表征氢碳调节催化剂的性能。配备高

精度双通道电化学工作站，电位范围 $\pm 10\text{V}$ ，电位分辨率为电位范围的 0.0015%，准确度 $\pm 1\text{mV} \pm$ 满量程的 0.01%，电位噪声 $<10\ \mu\text{V}$ 均方根值；测量电流范围覆盖 $\pm 10\text{pA}$ 至 $\pm 0.25\text{A}$ （12 量程自动切换），电流分辨率为电流量程的 0.0015%，最低可达 0.3fA；电流测量准确度在 $1\text{e}^{-3}\text{A/V}$ 至 $1\text{e}^{-7}\text{A/V}$ 灵敏度下为 0.2%，其他范围为 1%。采用 16 位双通道同步 ADC，最高采样速率 25MHz；支持循环伏安法、计时电流法及交流阻抗测试，可全面表征催化剂的催化活性、稳定性及反应动力学特性。

气相色谱定量分析反应前后合成气的组分变化，精准计算氢碳比调节效果。配备 TCD+FID 双检测器及甲烷转化炉，搭配分子筛柱与多孔聚合物柱组合，采用全自动六通阀进样，可同时定量分析合成气中 H_2 、CO、 CO_2 、 CH_4 、 C_2H_4 等核心组分。检测限：TCD 检测器 $\text{H}_2 \leq 5\text{ppm}$ 、 $\text{CO} \leq 10\text{ppm}$ 、 $\text{CO}_2 \leq 20\text{ppm}$ ；FID 检测器 $\text{CH}_4 \leq 0.1\text{ppm}$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4 \leq 0.05\text{ppm}$ ；单次样品分析周期 $\leq 15\text{min}$ ，可实现反应产物的连续在线监测，为氢碳调节工艺优化提供关键数据支撑。

原位红外原位监测氢碳调节催化反应过程中电极表面的中间体与产物演变，揭示反应调控机制。采用高端傅里叶变换红外光谱仪，光谱范围覆盖 $7800\text{--}600\text{cm}^{-1}$ ，分辨率 $\leq 0.25\text{cm}^{-1}$ ，波数精度优于 0.0008cm^{-1} ；ASTM 线性度对 0.0%T 的偏离不超过 0.1%T，峰-峰值信噪比优于 50000:1；最快采集速度 ≥ 40 张谱图/秒，支持独立采集与存储。核心部件采用平面镜干涉仪、长寿命空冷中/远红外光源及温度控制固体激光器，质保 10 年；配备永久准直光路设计，无需人工调整，搭配中红外高灵敏度 MCT 液氮检测器，响应速度快、检测限低。配套原位反应池，入射角 $30^\circ\text{--}75^\circ$ 连续可调，支持内反射、外反射和 otto 三种测试模式；采用表面沉积光亮致密增强金膜的微结构硅片；通过氟胶 O 圈密封，测试范围 $4000\text{--}650\text{cm}^{-1}$ ，可与工作站联动实现原位监测。

微分质谱仪快速捕捉氢碳调节反应过程中气相产物的动态瞬态变化，解析反应动力学规律。配备高灵敏度微分质谱仪，质量数覆盖 1-100amu，最小检测极限可达 100ppb，分辨率小于 1amu 且 10%峰高分辨率可在 0.5-2.5amu 范围内调节；气体进样响应时间小于 300ms，单质量数扫描时间范围为 1ms-16s；法拉第杯模式下最大工作压力低于 $5 \times 10^{-4}\text{mbar}$ ，检测器最大烘烤温度为 300°C ；采用 TCP/IP Ethernet 通讯方式实现数据传输与设备远程控制，可实时输出产物浓度随时间的变化曲线，为反应动力学研究提供高精度数据。

7.8 催化尾气焚烧装置

催化尾气焚烧装置是气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统尾气处理核心设备，针对甲醇合成工艺尾气（VOC、CO、H₂等可燃组分），采用旋流燃烧技术实现高温氧化分解，确保无害化排放，同步回收余热制取蒸汽，实现能量梯级利用。

1) 燃烧室主体

燃烧室主体为卧式圆筒形结构，内径 $\geq 1.5\text{m}$ ，总长度 $\geq 5.0\text{m}$ ；

壳体选用碳钢，耐温 $\geq 1300^\circ\text{C}$ ，炉体外表面温度 $\leq 50^\circ\text{C}$ ；

烟气停留时间 $> 2\text{s}$ ，燃烧效率 $\geq 99.9\%$ ；

留有观火孔，直径100mm，材质为耐高温玻璃；

炉体侧设2组温度检测点，传感器量程0-1300 $^\circ\text{C}$ ，精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ ；

炉体侧设2组压力检测点，传感器量程 $\pm 1\text{kPa}$ ，精度 $\pm 0.2\%\text{FS}$ ；

投标人应给出燃烧室结构设计图、衬里分层图及微负压控制方案。

2) 氧气供给装置：

空分制氧机氧气供应量 $\geq 300\text{Nm}^3/\text{h}$ ，氧气纯度 $\geq 99.6\%$ ，集成氧纯度监控功能；

所制氧气能够满足气化炉对气化剂的使用要求；

投标人应给出氧气供给装置选型、装置型号、纯度检测方案及安全供氧逻辑。

3) 辅助燃烧器

配套辅助燃烧器，燃烧负荷 $\geq 500\text{kW}$ ，负荷可调，天然气为燃料，用于燃烧室预热及尾气辅助燃烧；

投标人应给出辅助燃烧器选型参数、燃料压力要求及火焰匹配设计。

4) 蒸汽发生装置

额定蒸发量 $\geq 1\text{t/h}$ ，蒸汽压力范围0-1MPa，配套软化水功能；

蒸汽发生装置的设计、制造需满足相关的国家标准，并由制造厂家负责设备的安装工作；

投标人应给出蒸汽发生装置选型、热力计算书及余热回收利用方案。

5) 催化尾气非稳态燃烧辐射测量系统

短波红外成像检测设备为催化尾气非稳态燃烧辐射测量系统的核心单元，通过甲醇合成工艺尾气中可燃组分燃烧发出的红外波段自辐射信息，测量燃烧火焰温度的二维分布，短波红外成像设备光谱范围0.55-1.4 μm ，光谱分辨率 $\leq 1.5\text{nm}$ ，

测温范围 500-2200℃，在线测温误差 $\leq 5\%$ ；短波红外成像检测设备外部配备耐高温铠装保护镜筒，工作环境温度 $\geq 1600^\circ\text{C}$ ；保护镜筒以抱箍固定于气动进退支撑结构，抱箍位置位于镜筒后端 1/3 处，气动进退支撑结构以气缸作为核心驱动部件，通过铜管完成气路连接与动力传递，整体结构紧凑，传动响应稳定，全程动作时间 $\leq 8\text{s}$ ，传动速度为 50-500mm/s；

配备就地电气控制柜，主要用于完成检测设备的集中供电、动作控制、状态显示及信号汇集，是原位检测装置现场侧的电气控制单元。柜内端子排位数 ≥ 40 ，线槽数量 ≥ 2 根，集成电源分配、控制继电、信号接线、端子转接及气缸，可实现保护套筒进出炉膛的就地控制；控制柜配备 RS485 通信接口、电磁阀控制端口、热电偶信号端口等；柜体结构紧凑，外形尺寸为 500×400×200mm，输入电源为 220VAC/50Hz，防护等级不低于 IP55。

视频信号通过网线或光缆传输至上位机，上位机配备图像分析软件，可显示检测设备 IP；具备温度流-视频流双流储存功能；支持 ROI 自定义功能，可选定目标区域并提供高温点、低温点位置及场平均温度数据，可绘制目标温度点曲线，可同时绘制温度点曲线数量 ≥ 3 条，ROI 可同时选定区域数量 ≥ 10 个；支持历史数据浏览，集成回访控制功能，通过调节曝光时间、对比度、亮度、目标距离等参数可清晰成像。

7.9 烟气除尘催化一体化净化装置

烟气除尘催化一体化净化装置集成脱硝、深度除尘、脱硫、排放多功能，对甲醇工艺焚烧尾气进行高效处理，确保烟气满足 GB16297 及地方环保排放标准，实现清洁排放。

1) 催化脱硝装置

处理烟气量 $\geq 3000\text{m}^3/\text{h}$ ，SCR 反应温度 300-400℃，最大压降 $\leq 500\text{Pa}$ ；

还原剂存储输送部件为防腐不锈钢，自动流量调节，还原剂均匀度 $\leq 20\%$ ；

NO_x 转化率 $\geq 95\%$ ，氨逃逸浓度 $\leq 3\text{ppm}$ ，催化剂寿命 $\geq 16000\text{h}$ ；

投标人应给出脱硝工艺流程图、催化剂选型及脱硝效率验证方案；

投标人应给出催化剂的技术规格书（包括化学成分、比表面积、孔径分布、活性测试条件、热稳定性数据），以及催化剂装填方案（支撑格栅、卸料口、测温点布置）；

2) 深度除尘装置

处理烟气量 $\geq 3000\text{m}^3/\text{h}$ ，滤袋耐温 $\geq 200^\circ\text{C}$ ，寿命 ≥ 2 年；
漏风率 $\leq 2\%$ ，最大压降 $\leq 1500\text{Pa}$ ，颗粒物排放浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ ；
投标人应给出除尘系统设计、滤料选型及清灰控制方案。

3) 排放装置

配引风机，流量 $\geq 3000\text{m}^3/\text{h}$ ，全压 5kPa ；

烟囱材质为碳钢；

投标人应给出引风机选型、烟囱高度设计及烟气扩散验证。

7.10 不间断直流供电装置

不间断直流供电装置是气化-催化还原耦合制绿甲醇中试系统的核心供电保障设备，为催化反应器、气体检测、数据采集等关键设备提供稳定连续电源，保障工艺参数稳定、实验数据可靠。

1) 输入参数

配备独立空开，线路压降 $\leq 3\%$ ，禁止与大功率冲击负载共用回路；

支持三相 $380\text{V} \pm 10\%$ /单相 $220\text{V} \pm 10\%$ 双输入模式，输入频率适配 $50\text{Hz} \pm 5\%$ ；

投标人应给出供电回路设计、低温启动方案及户外防护措施。

2) 输出参数

输出频率 $50\text{Hz} \pm 2\%$ ，适配 $0-100\%$ 负载波动，保障核心设备供电稳定；

投标人应给出输出性能曲线、负载适配方案及精度验证报告。

3) 保护系统过流保护

输出电流超额定 120% 自动限流声光报警，超 150% 紧急切断输出；

过压保护：输出电压超设定值 110% 立即切断回路、报警并记录故障；

过热保护：核心部件温度 $\geq 85^\circ\text{C}$ 启动强制散热， $\geq 95^\circ\text{C}$ 停机保护，降温至 70°C 以下重启；

投标人应给出保护逻辑图、故障记录方案及复位流程。

8. 废塑料自热循环热解液化中试系统

8.1 总体要求

本系统为废塑料自热循环热解液化中试系统，集成废塑料原料预处理至产物精制存储以及烟气净化等全流程工艺设备。

★主要配置如下表：

序号	配置明细	数量
1	废塑料多级切割破碎一体化装置	1 套
2	废塑料加热干燥一体化装置	1 套
3	废塑料高温热解一体化装置	1 套
4	废塑料催化提质一体化反应装置	1 套
5	废塑料油气高温焚烧一体化装置	1 套
6	废塑料余热利用水蒸气发生装置	1 套
7	废塑料烟气净化与吸附装置	1 套
8	废塑料热解油催化精制反应装置	1 套

8.2 主要功能及技术参数

中试系统整体应严格达到以下核心技术与环保验收指标：

1) 处理能力与物料适应性：中试系统总处理及供料量 $\geq 2\text{t/h}$ （以进入热解装置的原料计量，相关设备处置能力要求 25% 的余量，入炉物料含水率严格控制在 $\leq 5\%$ ，进料粒径 $\leq 20\text{mm}$ ）；

2) 能效与转化率：热解效率 $\geq 99.9\%$ ，热效率 $\geq 80\%$ ；

3) 产物指标：

产出精制热解油满足《炉用燃料油》（GB 25989）等相关国家/行业使用标准，其中氯脱除率 $\geq 99\%$ ；

固体炭黑产出指标及安全性满足危废豁免或相关资源化再利用标准，出料温度控制在 $\leq 50^\circ\text{C}$ 防自燃；

4) 排放满足国家及相关地方标准。

8.3 废塑料多级切割破碎一体化装置

废塑料多级切割破碎一体化装置旨在覆盖废塑料从进场暂存、粗细两级破碎、磁选除铁至物料输送至下游干燥工序前的全流程预处理；系统需在环境温度 -10°C 至 45°C 、相对湿度 $\leq 90\%$ 、交流 380V/220V（50Hz）供电的基准工况下，实现 $\geq 5\text{t/h}$ 的连续总处理及供料量。本装置的技术指标要求如下：

1) 原料暂存模块

用于收集并临时存放待加工废塑料，确保连续定量供料，供料能力 $\geq 5\text{t/h}$ 。

储仓容积 $\geq 10\text{m}^3$ ，内部易磨损区域采用厚度 $\geq 10\text{mm}$ 的耐磨钢板衬里，确保耐磨性能。

进料口尺寸 1.2m×0.8m，配备机械防护栅格，栅格间距需由设计方明确，以防止大块异物直接跌落冲击底部给料设备。

考虑到废塑料易搭桥结块的特性，储仓下部配备机械破拱装置，严禁出现物料架桥堵塞现象。

配备变频振动给料器或伺服控制电磁闸门，具备与下游一级粗碎机负载电流联锁的自动控制功能，实现基于反馈的无级智能调节给料。

2) 进料皮带输送机

负责将原料稳定输送至一级粗碎机，输送能力 $\geq 5\text{t/h}$ ，皮带宽度 1000mm。

采用带防滑花纹的复合耐磨皮带，驱动电机采用能效等级不低于 IE3 的高能效电机，且需配备变频防爆功能。

配备弹簧或液压自动张紧装置，同时配置防跑偏开关与自动纠偏挡辊，纠偏挡辊调节侧向行程 $\geq 50\text{mm}$ ，确保运行张力恒定且不跑偏。

两侧设置带有聚氨酯防溢裙板的防护侧板，实机满负荷运行状态下沿线地坪可见物料散落量为 0。

3) 一级粗碎模块

将大尺寸废塑料进行初步剪切破碎，处理能力 $\geq 5\text{t/h}$ ，允许最大进料尺寸 $\geq 80\text{cm}$ 。

采用双轴双电机液压驱动，主轴直径 $\geq 300\text{mm}$ ，转速在 30-60rpm 内可调。

刀片材质采用高强合金工具钢，整体热处理硬度 $\geq 55\text{HRC}$ 。

机架设置高强度物理减震块；控制系统具备不可破物过载保护，遇到异常卡滞时，主轴必须在 2 秒内自动反转卸力、停机并触发声光报警。

全封闭机壳设计，检修门配备光栅安全联锁及物理急停按钮；配置循环油润滑系统及主轴承 PT100 温度实时监控。

4) 中间皮带输送机

将经粗碎后的物料连续输送至二级细碎机，输送能力 $\geq 5\text{t/h}$ ，皮带宽度 1000mm。

输送带运行线速度由变频器无级调节，与一、二级破碎机的处理节拍相匹配。

配备自动张紧装置及全封闭防护罩，留有测速传感器接口，接入全线自控系统。

5) 二级细碎模块

对粗碎后物料进行精细破碎，出料通过底部定型筛网控制，出料粒径 $\leq 20\text{mm}$ 的颗粒质量占比 $\geq 95\%$ 。

采用旋转刀片结构，液压驱动。每根刀轴配备高扭矩驱动系统，刀轴转速与旋转方向可根据主机电流反馈进行自动多参数协同调节。

机箱体或主轴配置强制冷却水循环回路，设计冷却水流量 $\geq 2\text{m}^3/\text{h}$ ，进水压力 $0.2\text{--}0.4\text{MPa}$ ，确保破碎腔内环境温度及出料温度不超过塑料软化点，避免粘刀熔化。

设备本体集成除尘系统，距排气口 1 米处实测排放粉尘浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

整机全封闭结构，配备主轴承振动传感器与温度传感器（ $0\text{--}200^\circ\text{C}$ ，精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ ），振动或温度超限即自动停机。

6) 磁选除铁模块

高效去除破碎物料中的铁磁性金属杂质，分离去除率 $\geq 98\%$ 。

表面工作磁场强度 $\geq 3000\text{Gs}$ ，工作面距物料表面高度 $\geq 8\text{cm}$ 。

采用电机驱动的皮带式自动卸铁机构，配备专属人员维护平台及防止铁屑遗撒的收集溜槽。

7) 出料链板输送机

将经细碎与磁选后的塑料颗粒均匀输送至下游工序，连续输送能力 $\geq 5\text{t}/\text{h}$ 。

接触物料的链板厚度 $\geq 3\text{mm}$ ，宽度 1000mm 。

链板运行速度由变频器调速，与二级破碎机出料量实现同步联动闭环控制，确保物流连续无堆积。

转运落料节点采用软连接与全封闭设计，实现物料转移过程的零飞溅。

8.4 废塑料加热干燥一体化装置

废塑料加热干燥一体化装置旨在覆盖细碎塑料颗粒进场后的脱水干燥、湿热热气强制排出、粉尘环保收集，最终将水分达标的塑料颗粒输送至下游热解工段的全流程处理。系统需在环境温度 -10°C 至 45°C 、相对湿度 $\leq 90\%$ 、交流 $380\text{V}/220\text{V}$ （ 50Hz ）供电的基准工况下，实现 $\geq 2.5\text{t}/\text{h}$ 的连续处理能力。本装置的核心单机及配套装置技术指标要求如下：

1) 干燥模块

负责对细碎塑料进行加热脱水，连续处理能力 $\geq 2.5\text{t}/\text{h}$ ；出料废塑料的水分含量 $\leq 5\%$ 。

为避免长期高温高湿环境导致的锈蚀污染，内部接触物料部件采用耐高温不锈钢。

干燥工作温度在 100℃-150℃ 区间可调，配置 PID 温度闭环控制系统，控温精度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；外层采用全封闭保温结构，保证满负荷运行下设备外壁温度 $\leq$ 当地环境温度 + 15℃。

针对废塑料的软化及引燃风险，设备具有超温声光报警及断电联锁功能，且箱体内部留有消防蒸汽/氮气灭火直连接口。

2) 排湿模块

采用耐高温防腐离心风机强制抽出烘干产生的高湿度热风，额定排风量 $\geq 25000\text{m}^3/\text{h}$ ，全压 $\geq 3\text{kPa}$ 。

风机电机防护等级不低于 IP55，绝缘等级 F 级或以上，采用耐高温结构设计，主轴标配散热风叶或水冷轴承座，确保主电机安全运行。

风机进口配置电动比例调节阀，出口配置阻抗复合式消声器，实测距排风机 1 米处噪音 $\leq 85\text{dB(A)}$ 。

管道内需标配露点/湿度在线检测仪，排风机电动调节风阀的开度与检测露点值实现 PID 闭环联动，实现防结露与节能的自适应调节。

3) 除尘模块

匹配烘干排风系统，额定处理风量 $\geq 25000\text{m}^3/\text{h}$ ，除尘器出口粉尘排放浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

采用脉冲喷吹清灰除尘器。滤袋材质为耐高温、抗结露、防静电滤料，连续耐温要求 $\geq 200^{\circ}\text{C}$ 。

除尘器壳体耐酸和氯腐蚀，下部灰斗配置电加热伴热带与保温层，杜绝高湿粉尘遇冷结块堵塞；同时箱体按国标设置防爆泄压片/泄爆门。

配置压差变送器监测系统，当滤袋内外运行阻力达到设定阈值时，自动触发脉冲清灰。

4) 输送模块

将水分含量达标的塑料颗粒连续输送至下游，额定输送能力 $\geq 3\text{t}/\text{h}$ 。

配置双向急停拉绳开关、防跑偏检测装置以及打滑速度监测开关，严禁出现物料堆积。全封闭护栏设计，确保转运节点零散落。

8.5 废塑料高温热解一体化装置

本废塑料高温热解一体化装置主要功能是集成废塑料的连续供料、密闭输送、无氧热解、高温气固分离、产物冷却与储存、热解温度测量。系统需在环境温度-10℃至45℃、相对湿度≤90%、交流380V/220V（50Hz）供电的基准工况下运行。本装置的核心设备及配套装置技术指标要求如下：

1) 下料模块

用于暂存废塑料并向变径螺旋输送模块均匀供料。

考虑到废塑料工况，内部接触物料区域整体喷涂PTFE/陶瓷耐磨防腐涂层或加厚处理。

配备视窗、检修人孔。

2) 料位控制模块

用于连续测量下料斗内物料存量，采用导波雷达物位计，测量精度±3mm，输出4-20mA信号并带现场液晶显示。

配备阻旋料位计作为高/低位报警开关，输出无源开关信号接入中控联锁。

雷达探头天线及阻旋料位计的接触拨片防腐处理，以抵抗复杂废塑料环境的侵蚀。

3) 螺旋输送模块

将塑料密闭输送至热解炉进料口，输送能力≥2.5t/h。

采用变螺距设计，螺距沿出料方向逐渐减小，实现对物料的初步压缩并形成物理“料封”，阻挡热解气反窜。

鉴于热解气反窜可能带来强腐蚀性含氯气体（HCl），接触物料及涉气区域的螺旋轴、叶片及密封套管材质为316L或2205双相不锈钢，无缝管壁厚≥8mm。

采用轴承外置设计，驱动变频器须与热解炉进料口微压变送器压力信号实现联锁闭环控制。

4) 旋转步进热解模块

上下串联反应器结构，主体尺寸Φ1620×9000mm，最大处理能力≥2t/h，主体容积≥10m³。

筒体材质采用耐高温310S不锈钢，筒体设置热膨胀补偿，轴向形变补偿量≤60mm，径向≤10mm。

反应器筒体两端设有端体法兰、检修人孔、进料口以及出料口。反应器筒体端法兰设置多重密封功能，确保法兰端面与旋转轴高温下的动静结合面的稳定高

效密封。

筒体端法兰设置多重密封功能，采用石墨/聚四氟乙烯复合高温盘根，并强制标配氮气吹扫气封环组件，确保动静结合面密封不漏气。

柔性刮板组件与反应筒接触，带水冷的空心旋转轴带动刮板搅拌物料。刮板设自适应温度补偿（形变 $\leq 10\text{mm}$ 防卡死）及贴壁补偿（缝隙 $\leq 2\text{mm}$ ），保证 600°C 内连续刮蹭筒壁防结焦影响传热。

电机与旋转轴采用链条连接，具备自动形变补偿（支持轴向位移 $\geq 10\text{mm}$ ），减速电机配置过载扭矩保护及 2 秒内反转卸力自控程序。

外部烟气夹套设内部螺旋导流板增强换热，外部设硅酸铝保温层，保温层厚度 $\geq 150\text{mm}$ ，表面温度 $\leq 50^{\circ}\text{C}$ ；夹套自带热膨胀补偿，耐温 $\geq 1000^{\circ}\text{C}$

5) 高温旋风除尘模块

用于净化热解产生的高温燃气，分离夹带的炭粉，额定处理风量 $\geq 5000\text{m}^3/\text{h}$ 。长期工作耐温 $\geq 600^{\circ}\text{C}$ 。

旋风除尘器气固分离效率 $\geq 95\%$ 。

6) 出料冷却模块

采用水冷变螺距螺旋输送机将高温炭冷却并输出，输送能力 $\geq 1\text{t/h}$ 。

采用双层夹套水冷结构（壳体与中空螺旋轴），水冷夹套设计耐压 $\geq 0.4\text{MPa}$ 。

出口物料温度 $\leq 50^{\circ}\text{C}$ 。进水口强制配置水流开关联锁控制，断水即停机。

7) 炭储存模块

临时储存冷却炭渣，有效容积 $\geq 5\text{m}^3$ ，锥体角度 $\geq 60^{\circ}$ ，材质为碳钢。顶部设除尘接口，底部配闸阀控制出料，需要密封防爆，同时配备充氮保存功能。

配置气动振击锤或机械破拱装置。

8) 热解检测模块

热解检测模块包含废塑料热解辐射图像测量系统，采用分光结构集成可见波段感光元器件与长波红外成像装置，用于高温塑料热解过程炉内物料状态观测与非均匀温度场测量；可见光波段感光元器件可获取火焰形态、亮度分布等图像信息，光谱范围为 $0.2\text{--}1.2\text{ }\mu\text{m}$ ，像素 ≥ 1000 万，配备 $2.8\text{--}10\text{mm}$ 变焦镜头，可根据目标距离、亮度和目标区域大小调节焦距及曝光时间，保证不同工况下图像清晰稳定。长波红外成像装置用于获取高温区域的二维热辐射分布，光谱范围为 $7\text{--}16\text{ }\mu\text{m}$ ，红外分辨率为 1280×1024 ，测温范围 $300\text{--}1800^{\circ}\text{C}$ ，在线测温误差 $\leq 5\%$ ，

可同步记录温度流和视频流，确保炉内温度图像变化过程信息获取；

根据现场布线距离选择不同信号传输部署方式，当检测系统与分析系统之间距离小于 100m 时，采用 Cat6a 或 Cat6 千兆铠装耐高温线路，结构为 8 芯双绞线，可抗干扰，传输速率 $\geq 5\text{Gbps}$ ；现场传输距离超过 100m 采用光纤传输视频及数据信号，光缆芯数不低于 4 芯，两端配备 SC 接口；光纤跳线与光缆一体化制作，无需进行熔纤操作；

上位机配备图像与温度场分析软件，支持自定义 ROI 区域，可对重点区域输出最高温、最低温及平均温度等数据，需要具备图像画面、温度场数据保存功能，存储内存 $\geq 2\text{T}$ 。

8.6 废塑料催化提质一体化反应装置

废塑料催化提质一体化反应装置旨在对热解产生的高温混合油气进行催化裂解精制、多级冷凝提质与分级回收，并提供全系统所需的循环水、冷冻水及动力保障。系统需在环境温度 -10°C 至 45°C 、相对湿度 $\leq 90\%$ 、交流 380V/220V(50Hz)供电的基准工况下运行。本装置的核心单机及配套装置技术指标要求如下：

1) 热解气催化提质模块

用于对一级热解混合油气进行催化裂解提质，连续处理混合气能力 $\geq 2\text{t/h}$ ，反应器有效容积 $\geq 3\text{m}^3$ 。

反应器主体长期设计工作温度 500°C ，壳体材质采用耐高温耐腐蚀合金钢，壁厚 $\geq 12\text{mm}$ ，设计承压 $\geq 0.2\text{MPa}$ 。

内置专用分子筛催化剂床层，采用多点热电偶测温与级间 PID 温控技术；床层温度控制精度须达 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，须配备快速装卸催化剂的专用法兰人孔及盲板吊架。

配套全自动氮气吹扫与再生系统，气动高温切断阀及管路包含在内，具备超温或超压工况下的自动充氮惰化保护联锁功能。

2) 冷凝模块

采用三级串联冷凝工艺，逐级冷却催化裂解后的高温油气，实现油品的高效分级回收；

一级列管式冷凝器（换热面积 $\geq 30\text{m}^2$ ）采用循环喷淋急冷，出口气体温度控制 $\leq 80^{\circ}\text{C}$ ，收集重质油。

二级列管式冷凝器（换热面积 $\geq 50\text{m}^2$ ）采用循环冷却水喷淋/间接换热，出口气体温度控制 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ，收集中质油。

三级冷凝器（换热面积 $\geq 40\text{m}^2$ ）采用冷冻水间接深冷换热，出口气体温度 $\leq 10^\circ\text{C}$ ，收集轻质油。

考虑到高温含氯油气在降温析出液相时极易引发应力腐蚀开裂，所有各级冷凝器的管程、壳体及下方集液槽材质为 316L 不锈钢或 2205 双相钢；列管壁厚 $\geq 2.5\text{mm}$ 。

3) 冷却水与泵组模块

包含一级冷凝器水循环泵（流量 $\geq 15\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $\geq 50\text{m}$ ）、二级循环泵（流量 $\geq 30\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $\geq 50\text{m}$ ）、三级风冷机供水循环泵（流量 $\geq 30\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $\geq 50\text{m}$ ）。

包含一、二级冷凝器的喷淋泵（流量分别 $\geq 15\text{m}^3/\text{h}$ 与 $\geq 30\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $\geq 80\text{m}$ ）；喷淋泵过流部件材质须为 316L 不锈钢，且配备耐腐蚀机械密封。

所有水泵配备进出口压力表、不锈钢金属软管及减振底座，所有泵用电机防爆等级不低于 Exd II BT4。

4) 制冷模块

为三级冷凝器提供 7°C 低温冷冻水，额定制冷量 $\geq 50\text{kW}$ 。

采用涡旋或螺杆式压缩机，使用 R410A 或 R134a 等环保冷媒。

蒸发器与冷凝器采用高效内螺纹铜管套亲水铝翅片结构。

5) 储油模块

收集并暂存冷凝回收的各组分燃料油，单罐或组合有效总容积 $\geq 5\text{m}^3$ 。

采用立式或卧式结构，考虑到油水混合物的酸腐蚀，材质为 316L 不锈钢，壁厚 $\geq 6\text{mm}$ 。

顶部标配检修人孔、远传液位计接口，配备防爆阻火呼吸阀，以及连接至全厂氮气管网的氮封调压装置（设定微正压 1-2kPa 防爆）。

底部采用锥底或斜底设计，强制配置最低点放水阀/油水分离包，以便定期排放沉积的酸性废水。

标配高/低液位开关，与输油泵联动。

6) 输油模块

将储油罐中燃料油外输，输送能力 $\geq 3\text{m}^3/\text{h}$ 。

材质与防爆防漏要求：采用防爆型齿轮泵或离心磁力泵，过流部件材质为 304 或 316L 不锈钢；电机防爆等级不低于 Exd II BT4。

泵入口标配 Y 型法兰过滤器（滤网不锈钢 304，精度 40 目）及不锈钢防爆

金属软连接。

7) 高温烟气输送模块

将焚烧炉产生的高温烟气抽送至热解炉夹套，额定风量 $\geq 15000\text{m}^3/\text{h}$ ，全压 $\geq 3\text{kPa}$ 。

叶轮与主轴材质采用耐高温合金，长期安全连续运行温度 $\geq 500^\circ\text{C}$ 。

主轴承箱强制配置循环水冷或风冷散热装置，防止高温传导烧毁轴承；

配备变频器以实现风量的 PID 闭环调节。

8.7 废塑料油气高温焚烧一体化装置

本废塑料油气高温焚烧一体化装置旨在将热解过程产生的不凝可燃气进行彻底的安全焚烧，通过超低排放的高温燃烧消除有害物质，并将产生的高温烟气定向回送至热解工序作为热源。系统需在环境温度 -10°C 至 45°C 、相对湿度 $\leq 90\%$ 、交流 380V/220V（50Hz）供电的基准工况下运行。本装置的核心单机及配套装置技术指标要求如下：

1) 燃气风机模块

将热解不凝气连续输送至焚烧装置，额定抽送风量 $\geq 3000\text{m}^3/\text{h}$ ，全压 $\geq 3\text{kPa}$ 。

考虑到不凝气中夹带的酸性气体与爆炸风险，风机叶轮与壳体材质采用 316L 不锈钢；电机防爆等级不低于 Exd II BT4；风机进口标配带吹扫的湿式阻火器，出口配 316L 不锈钢止回阀。

电机采用变频控制，与上游热解冷凝系统的微压变送器实现压力闭环 PID 调节。

2) 焚烧模块

核心焚烧单元，设计处理不凝气能力 $\geq 600\text{kg}/\text{h}$ （基准热值 $47\text{MJ}/\text{kg}$ ），燃烧室有效容积 $\geq 10\text{m}^3$ 。

采用低氮燃烧技术，炉膛正常运行温度维持在 $1100^\circ\text{C} \pm 50^\circ\text{C}$ ，且燃烧室设计保证烟气在 1100°C 以上区域的停留时间 ≥ 2.0 秒；炉膛内壁采用抗氯腐蚀的高铬质耐火浇注料，耐火保温层总厚度 $\geq 250\text{mm}$ ，确保外表面温度 $\leq 50^\circ\text{C}$ 。

点火与燃烧器配备独立的启动/长明点火燃烧器（柴油或天然气双燃料，点火热负荷不低于总负荷的 15%），带高压电子点火枪及火焰监测。

配备炉膛多点双支热电偶（分度号 S 或 K 型），与控制系统组成超温/低温报警联锁。

焚烧模块配备油气焚烧热辐射信息检测系统，支持获取可见光辐射信息，光谱分辨率 $\leq 1.5\text{nm}$ ，提供焚烧过程火焰图像与温度分布图像数据，测温范围 $500\text{--}2200^{\circ}\text{C}$ ，在线测温误差 $\leq 5\%$ ；配备就地屏显电气控制柜，支持现场检测系统的集中供电、动作控制、信号汇集和状态显示，是重要控制单元；

控制柜内部集成电源分配、继电控制、端子转接、通讯接口及保护元件，可为检测系统、电磁阀和通信单元提供统一的电气接入条件。柜体屏显界面支持显示设备运行状态、检测结果及相关联锁信息；控制柜留有 RS485 信号线端口、电磁阀端口、热电偶端口等；控制柜输入电源为 $220\text{VAC}/50\text{Hz}$ ，外形尺寸为 $500\times 400\times 200\text{mm}$ ，防护等级不低于 IP55；

配备自动进退式防护结构，支持工作状态下伸入炉膛、在异常状态下及时退出保护；采用不锈钢耐高温铠装保护外壳，对内部光学探测器、镜头及信号连接部件进行隔热、防尘和机械防护，最高工作环境温度 $\geq 1600^{\circ}\text{C}$ ；保护套筒由一体式动作执行机构固定和驱动，执行机构工作压力范围为 $0.15\text{--}1.0\text{ MPa}$ ，耐压能力为 1.5 MPa ，活塞速度 $50\text{--}500\text{mm/s}$ ，活塞行程为 330mm ，全程动作时间为 5 s ；

自动进退式防护结构配备风冷装置，冷却气为仪表用气，气压 $\geq 0.4\text{MPa}$ ，冷却气从母管流出，经高压波纹管传输至防护结构，高压波纹管公称通径： $\text{DN}15$ ，公称压力： 2.5Mpa ，弯曲半径： $R50\text{mm}$ ，每根长度为 2m ，气路总长度 $\geq 15\text{m}$ ，波纹管接入前需密闭保存。

3) 助燃空气输送模块

提供燃烧所需的主空气，采用离心式风机，额定风量 $\geq 10000\text{m}^3/\text{h}$ ，全压 $\geq 1\text{kPa}$ 。

驱动电机能效等级 $\geq \text{IE}3$ ，实测风机外 1 m 处噪音 $\leq 85\text{dB(A)}$ ，进口配备阻抗复合消音器。

风机出口配置电动比例调节风门，与焚烧炉膛温度测点及主燃烧器中控系统实现 PID 闭环联锁，自动调节空燃比。

4) 补风模块

用于调节炉内分级燃烧氛围（控制 NO_x 生成）并确保烟气充分燃尽，采用离心式风机，风量 $\geq 7000\text{m}^3/\text{h}$ ，全压 $\geq 1\text{kPa}$ 。

采用独立风管送入炉膛二燃区，二次风喷嘴沿炉膛切向或径向错位布置，保证冷空气对高温烟气中心的强力穿透与湍流混合。

8.8 废塑料余热利用水蒸气发生装置

废塑料余热利用水蒸气发生装置旨在深度回收焚烧产生的高温烟气余热以生产工业蒸汽，并同步为工艺系统提供合格的软化水、循环冷却水和高纯氮气保护气，实现能源梯级利用。系统需在环境温度 -10°C 至 45°C 、相对湿度 $\leq 90\%$ 、交流 380V/220V（50Hz）供电的基准工况下运行。本设备的核心单机及配套装置技术指标要求如下：

1) 余热锅炉模块

用于回收焚烧装置高温烟气余热，连续工业蒸汽额定产量 $\geq 3.5\text{t/h}$ ，额定工作压力 0.7Mpa ，产出蒸汽为饱和蒸汽。

抗高温氯腐蚀设计：锅炉受热面管束及壳体接触烟气侧采用耐高温腐蚀材料，高温区换热管材壁厚留有不低于 2mm 的腐蚀裕量；炉体外表面敷设硅酸铝保温层，外包覆 0.6mm 厚压型彩钢板，确保表面温度 $\leq 50^{\circ}\text{C}$ 。

强制配备三冲量全自动水位控制系统、表面连续排污与底部定时自动排污装置。

余热锅炉的设计、制造需满足相关的国家标准，并由制造厂家负责设备的安装工作。

配置双路独立安全阀（一用一备）、双路水位计（石英管与双色水位计），产品符合《锅炉安全技术规程》（TSG11）并提供全套锅炉质保书及监督检验合格证明。

2) 余热锅炉给水泵模块

为余热锅炉连续供水，采用一用一备配置的离心泵，单台额定流量 $\geq 4\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $\geq 100\text{m}$ 。

电机强制配备变频器，与锅炉汽包液位及蒸汽压力实现 PID 闭环联锁，实现恒压自动变频供水。

3) 省煤器模块

布置于锅炉尾部烟道预热给水，设计给水流量 $\geq 4\text{m}^3/\text{h}$ 。

采用高频焊螺旋翅片管或 H 型翅片管结构以增大换热面积。

抗低温酸性露点腐蚀刚性要求：鉴于尾部烟气温度降低极易结露产生盐酸液滴，省煤器换热管及翅片材质强制采用专用耐氯腐蚀钢或采用表面涂搪瓷处理的防腐换热管，严禁使用普通碳钢，以防短期内腐蚀穿孔。

4) 制水单元模块

为锅炉及工艺系统提供软化水，连续产水能力 $\geq 4\text{m}^3/\text{h}$ 。

采用固定床离子交换器（一用一备，交替再生）或单级反渗透（RO）系统；出水硬度严格 $\leq 0.03\text{mmol/L}$ ，满足 GB/T1576《工业锅炉水质》标准。

配备自动加药装置（除氧剂/阻垢剂）及不锈钢材质的软水中间水箱（容积 $\geq 5\text{m}^3$ ）。

5) 回流风机（往焚烧）模块

抽送部分尾部烟气回流至焚烧炉以抑制 NO_x 生成并调节炉温，额定风量 $\geq 10000\text{m}^3/\text{h}$ ，全压 $\geq 3\text{kPa}$ 。

长期工作耐温 $\geq 200^\circ\text{C}$ ，风机蜗壳与叶轮材质采用 316L 不锈钢以抵抗含湿含酸烟气的腐蚀，主轴承箱强制配备水冷套散热。风机配置变频器与焚烧系统联锁控制。

6) 冷却塔模块

采用方形或圆形逆流式玻璃钢冷却塔，额定循环水处理量 $80\text{m}^3/\text{h}$ 。

设计冷却性能：进水温度 37°C ，出水温度 32°C （湿球温度按 28°C 设计）。

环保与配置要求：塔体外壳采用阻燃型 FRP 玻璃钢，配备原生 PVC 高效阻燃收水填料。配套独立的不锈钢自动补水浮球阀及冷却水循环主泵组（一用一备，扬程 $\geq 30\text{m}$ ）。

7) 制氮机模块

采用变压吸附（PSA）制氮工艺，额定氮气产量 $\geq 100\text{Nm}^3/\text{h}$ ，纯度 $\geq 99.9\%$ 。

制氮系统为完整成套装备，供货包含：配套的螺杆式空气压缩机、冷冻式干燥机、四级高精度除油除水过滤器、空气缓冲罐（ $\geq 2\text{m}^3$ ）及氮气成品储罐（ $\geq 2\text{m}^3$ ）。

氮气出口露点 $\leq -40^\circ\text{C}$ ，供气压力 $\geq 0.6\text{MPa}$ ；

配备高精度纯度在线分析仪，纯度不达标时具备自动排空联锁功能。

8.9 废塑料烟气净化与吸附装置

本废塑料烟气净化与吸附装置旨在对焚烧产生的高温烟气进行多级深度净化，依次脱除氮氧化物、重金属、颗粒物及酸性气体，确保尾气达到排放标准。系统需在环境温度 -10°C 至 45°C 、相对湿度 $\leq 90\%$ 、交流 $380\text{V}/220\text{V}$ （ 50Hz ）供电的基准工况下运行。本装置的核心单机及配套装置技术指标要求如下：

1) SCR 脱硝模块

用于脱除烟气中的氮氧化物，额定处理风量 $\geq 20000\text{m}^3/\text{h}$ 。

采用中高温中位布置工艺，工作温度窗口严格控制在 300°C – 380°C ，出口 NO_x 排放浓度 $\leq 50\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

塔体采用耐高温防腐碳钢并内衬防腐涂层，内装填催化剂。

成套提供还原剂（尿素或氨水）储存罐、计量输送泵（压力 1.0MPa ）、双流体喷枪及气态静态混合器，喷药量须与出口 NO_x 浓度实现在线 PID 闭环调节。

2) 除尘模块

除尘器额定处理风量 $\geq 20000\text{m}^3/\text{h}$ ，系统总压损 $\leq 3\text{kPa}$ ；保证出口粉尘浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

滤袋材质采用 PPS+PTFE 覆膜滤料，骨架采用有机硅防腐处理，长期耐温 $\geq 160^{\circ}\text{C}$ 。

除尘器灰斗外壁强制配置电加热伴热带及硅酸铝保温层，维持灰斗温度 $\geq 130^{\circ}\text{C}$ ，严防吸潮含酸飞灰结块搭桥。

3) 回流风机（往干燥）模块

将部分净化后的中温烟气回流至干燥机，额定风量 $\geq 20000\text{m}^3/\text{h}$ ，全压 $\geq 3\text{kPa}$ 。

材质要求：因抽取部位烟气可能仍含微量酸性气体，风机蜗壳与叶轮采用 316L 不锈钢或 2205 双相钢材质。

配备变频器与气动比例调节风阀，接入主控系统实现按需供热闭环控制。

4) 碱洗模块

用于深度脱除烟气中的 HCl 、 SO_x 等酸性气体，额定处理风量 $\geq 20000\text{m}^3/\text{h}$ ，出口 HCl 浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ ， SO_2 浓度 $\leq 30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

配套提供容积 $\geq 5\text{m}^3$ 的 PE 碱液储罐、耐酸碱隔膜计量泵及大流量耐腐蚀循环泵。

配置在线 pH 计。

控制系统根据循环液 pH 值（设定区间 7.5–8.5）自动联锁启停加药泵。

5) 气液分离模块

用于处理碱洗后含湿量极高的饱和酸性尾气。容积 4m^3 ，设计压力 1.0MPa ，设计温度 150°C 。

6) 活性炭吸附模块

用于末端吸附残留微量 VOCs 等，处理风量 $\geq 20000\text{m}^3/\text{h}$ 。

采用多层抽屉式不锈钢箱体（材质 316L），内部活性炭层厚度 $\geq 600\text{mm}$ ，确保烟气表观停留时间 ≥ 20 秒。

7) 引风模块

克服全系统设备阻力并将达标尾气排入大气，额定风量 $\geq 30000\text{m}^3/\text{h}$ ，全压 $\geq 6\text{kPa}$ 。

电机采用变频调速，与焚烧炉膛内的微压变送器实现 PID 闭环控制，实时维持炉膛 -50Pa 至 -100Pa 的微负压安全状态。

8) 空气压缩模块

采用变频螺杆空压机，额定功率 18kW ，排气量 $3.2\text{m}^3/\text{min}$ ， 0.8MPa 。

除空压机与 2m^3 储气罐外，投标人成套提供处理量匹配的冷冻式干燥机及精密除油除水过滤器，确保供给布袋除尘器的压缩空气露点 $\leq -20^\circ\text{C}$ ，杜绝水分进入布袋引发糊袋。

8.10 废塑料热解油催化精制反应装置

本废塑料热解油催化精制反应装置集选择性催化脱氯、油品分子定向重构、催化剂智能监测与全过程惰性保护于一体，用于对上游热解油进行深度催化处理，确保最终产出油品品质严格满足《炉用燃料油》（GB 25989）国家标准。系统需在环境温度 -10°C 至 45°C 、相对湿度 $\leq 90\%$ 、交流 $380\text{V}/220\text{V}$ （ 50Hz ）供电的基准工况下运行。本装置的核心单机及配套装置技术指标要求如下：

1) 精制反应与油品提质模块

承载催化剂并完成热解油的催化脱氯精制反应，额定连续处理能力 $\geq 500\text{kg}/\text{h}$ 。

反应系统设计工作温度 $0-400^\circ\text{C}$ 可调，工作压力 $0-3\text{MPa}$ 可调。

氯脱除率 $\geq 99\%$ ；闪点（闭口） $\geq 60^\circ\text{C}$ ；运动粘度（ 50°C ） $\leq 40\text{mm}^2/\text{s}$ ；水分 $\leq 0.5\%$ ；机械杂质 $\leq 0.1\%$ 。

反应器有效容积 $\geq 1\text{m}^3$ ，主体材质采用 316L 不锈钢制造。

筒体设计留有 $\geq 3\text{mm}$ 的腐蚀裕量，且经过 100%射线探伤检测（RT）及严格水压/气密性试验。

内部装填专有高性能催化剂，具备高脱氯活性、高选择性及抗结焦能力。

2) 温控与物性智能监测模块

反应器轴向与径向设 ≥ 3 层高精度防爆热电偶与防爆压力变送器。

配备多段独立加热与冷却盘管系统，材质须为 316L 不锈钢无缝管。

自动控制系统采用前馈-反馈先进控制逻辑，实现反应器入口温度及床层热点温度的精准控制，波动精度控制在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 以内。

催化剂状态智能监测：反应器标配高精度压差变送器，当床层压降超过设定阈值时，触发床层结焦/堵塞预警。

3) 安全保护系统

配备完整的闭路氮气保护与自动吹扫置换系统，确保开停车、维护及异常工况下反应系统始终处于惰性环境。

系统硬接线配备进出料气动紧急切断阀（ESD 阀）；吹扫程序启动后，持续吹扫时间不少于 30min，且满足以下双重条件方可解除锁定：①关键监测点（反应器出口及排空口）的 VOCs 浓度低于爆炸下限的 25%；②反应器内部温度降至 50°C 以下的安全范围。

4) 热解油精制催化剂评价模块

本模块为废塑料热解油催化精制反应装置的核心组成部分，用于热解油催化精制过程中多种催化剂的高通量性能评价，以及对经不同催化剂精制后的气体、液体产物进行在线/离线定量分析，实现催化剂活性、选择性与稳定性的综合评估。模块集成催化反应测试单元（多通道催化剂评价工作站、电流放大器、催化反应池）和产物检测单元（气相色谱、液相色谱、原位拉曼光谱仪），可满足从实验室小试到中试规模的催化剂筛选、工艺条件优化及反应机理研究需求。

①多通道催化剂评价工作站

多通道催化剂评价工作站是精准控制反应电位/电流并全面表征热解油精制催化剂性能的核心设备。设备应至少具备 8 个独立通道，支持同时测量多个电化学样品的 EIS、CV、CA、LSV、OCV 等测试功能。

每通道最大输出电流 $\geq 1\text{A}$ ，并具备可扩展设计，满足后期大电流需求。配备交流阻抗（EIS）功能，频率范围覆盖 $10\ \mu\text{Hz}\sim 1\text{MHz}$ 。恒电位范围 $\pm 10\text{V}$ ，槽压 $\geq \pm 21\text{V}$ 。电流量程应覆盖 nA 至 A 级多档，灵敏度 $\leq 1\text{pA}$ 。设备应支持 I/O 接口与外部光谱仪、色谱仪、核磁共振波谱仪联动触发，提供 API 二次开发接口及 Labview 驱动。配套测试软件支持序列化自动测量功能，可实现无人值守下的批量实验。仪器配置：主机 1 台（不少于 8 通道，含 EIS 模块），配套测试分析软件 1 套，模拟电解池 1 个，电极电缆线 16 条。

②电流放大器：电流放大器与多通道催化剂评价工作站联用，用于将单通道电流扩展至中试规模所需的大电流，满足热解油催化精制中高电流密度条件下的催化剂评价需求。最大输出电流 $\geq 20\text{A}$ （可扩展至 40A 或 100A），电流增益倍数可调（如 1 $\times$ 、10 $\times$ 、100 $\times$ ），带宽 $\geq 100\text{kHz}$ ，输入偏置电流 $\leq 1\text{pA}$ ，支持与电化学工作站主机的即插即用通信。配置至少 2 个通道。

③催化反应池：催化反应池是催化剂性能测试的场所，用于热解油催化精制过程中多种催化剂的小试及中试性能测试，需与多通道催化剂评价工作站及电流放大器匹配。小试级反应池：H 型电解槽或三电极平板型反应池，容积 50~200mL，配备离子交换膜、光学窗口（可与原位拉曼联用）、三电极接口，材质为 PTFE 或 PEEK，耐强碱、耐有机溶剂。配备磁力搅拌及控温夹套（控温范围 25~80 $^{\circ}\text{C}$ ，精度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ）。数量不少于 2 套。中试级反应池：流动式电解槽或压滤式模块化电解池，容积 1~5L，处理能力 $\geq 2\text{L/min}$ 电解液循环，工作压力 0~0.3MPa。配套磁力循环泵、耐腐蚀管路、循环液储罐（容积 $\geq 5\text{L}$ ）及控温系统（精度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ）。应留有气相色谱在线采样接口和液相色谱采样口。

④气相色谱仪：气相色谱仪用于评价经多种催化剂催化精制后产生的气体产物（ H_2 、CO、 CO_2 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_6 等），通过分析气体产物组成和浓度变化，评估不同催化剂在热解油精制过程中的性能。配备热导检测器（TCD）和火焰离子化检测器（FID），可扩展甲烷转化炉。色谱柱系统应能实现永久性气体和 C1~C3 烃类的全分离。检测限：TCD $\geq 100\text{ppm}$ ，FID $\geq 1\text{ppm}$ 。配置气体自动进样阀，支持与电化学反应池的气体出口直接连接。仪器配置：气相色谱仪主机 1 台，TCD+双 FID 检测器，气体自动进样阀 1 套，色谱工作站 1 套，标准气体 1 套。

⑤液相色谱仪：液相色谱仪用于评价经多种催化剂催化精制后的液相产物（如甲酸、乙酸、乙醇酸、醇类等），通过定量分析液体产物中的目标化合物，反映不同催化剂对热解油精制过程的选择性和转化效率。配备二元高压梯度泵、紫外可见检测器（UV-Vis）和示差折光检测器（RI）。泵流量范围 0.001~10.000mL/min，流量精度 $\leq 0.1\%\text{RSD}$ ，耐压 $\geq 40\text{MPa}$ 。UV-Vis 波长范围 190~800nm。标配自动进样器（ ≥ 60 位）。仪器配置：高效液相色谱仪主机 1 台，二元高压梯度泵 1 套，UV-Vis 检测器 1 套，RI 检测器 1 套，自动进样器 1 套，色谱工作站 1 套，C18 色谱柱 2 支。

⑥原位拉曼检测：原位拉曼检测系统用于热解油催化精制过程中对催化剂表

面物种及反应中间产物进行无损、实时、原位监测，评价不同催化剂在反应过程中的结构演变与产物生成路径，需与多通道催化剂评价工作站联用。检测模式为显微共聚焦激光拉曼。激光波长至少配备 532nm 和 785nm 两种。光谱分辨率 $\leq 1.5\text{cm}^{-1}$ ，光谱范围 50~4000 cm^{-1} 。空间分辨率横向 $\leq 1\text{ }\mu\text{m}$ ，纵向 $\leq 2\text{ }\mu\text{m}$ 。探测器为制冷型高灵敏度 CCD/EMCCD。光栅配置至少 600、1200、1800grooves/mm。配备与电化学工作站联用的原位电化学拉曼反应池（至少 1 个），池体主体材质为 PEEK 或 PTFE，配备光学窗口（石英或蓝宝石，直径 $\geq \phi 20\text{mm}$ ），工作电极表面距光窗距离可调（ $\leq 6\text{mm}$ ）。池体集成三电极接口，留有气液接口。仪器配置：拉曼光谱仪主机 1 台（含显微共聚焦系统），532nm 和 785nm 激光器各 1 套，原位电化学拉曼反应池 1 套，配套软件 1 套，高灵敏度制冷型 CCD/EMCCD 探测器 1 个，标准拉曼校准标样 1 套。

9. 废橡胶绝氧连续热解“油-炭”联产中试系统

9.1 总体要求

本系统为废橡胶绝氧连续热解“油-炭”联产中试系统，集成废橡胶原料预处理至产物精制存储以及烟气净化等全流程工艺设备。

★主要配置如下表：

序号	配置明细	数量
1	废橡胶多级切割破碎装置	1 套
2	废橡胶鼓风加热干燥装置	1 套
3	废橡胶高温感应热解装置	1 套
4	废橡胶热解油均相催化反应器	1 套
5	废橡胶热解油气燃烧装置	1 套
6	废橡胶热解系统配套余热锅炉	1 套
7	废橡胶烟气脱硝吸附净化装置	1 套

9.2 主要功能及技术参数

1) 处理能力与物料适应性：中试系统总处理及供料量 $\geq 2\text{t/h}$ （以进入热解主机的原料计量，相关设备处置能力要求 25%的余量，入炉物料含水率 $\leq 5\%$ ，进料粒径 $\leq 20\text{mm}$ ）；

2) 整体热解效率 $\geq 99.9\%$ ，系统热效率 $\geq 80\%$ ；

3) 产物指标：

产出精制热解油热值达到 $\geq 38\text{MJ/kg}$ ，且催化精制脱硫率 $\geq 99\%$ ，油品品质满足相关国家/行业使用标准；

固体炭黑产出指标及安全性满足危废豁免或相关资源化再利用标准，出料温度控制在 $\leq 50^\circ\text{C}$ 防自燃；

4) 排放满足国家及相关地方标准。

9.3 废橡胶多级切割破碎装置

废橡胶多级切割破碎装置主要用于集成废橡胶原料的暂存缓存、两级破碎（粗碎与细碎）、多级磁选除铁与连续输送转移的预处理功能，覆盖从废橡胶进场收集、大块粗破、精细细碎至金属杂质去除的全过程。系统需在环境温度 -10°C 至 45°C 、相对湿度 $\leq 90\%$ 、交流 $380\text{V}/220\text{V}$ （ 50Hz ）供电的基准工况下，实现 $\geq 5\text{t/h}$ 的连续总处理及供料量。本装置的核心单机及配套装置技术指标要求如下：

1) 原料缓存模块

用于收集并临时存放待加工废橡胶，确保连续定量供料，废橡胶额定供料量 $\geq 5\text{t/h}$ 。

储仓容积 $\geq 10\text{m}^3$ ，内部易受冲击及摩擦区域采用厚度 $\geq 10\text{mm}$ 的高强度耐磨钢板衬里。

进料口尺寸 $1.2\text{m} \times 0.8\text{m}$ ，配备机械防护栅格，栅格间距需防止大块异常物料直接跌落冲击底部。

考虑到废橡胶表面摩擦力大且极易相互堆叠架桥，储仓下部配备机械拨料器或强力破拱装置。

出料口配备电磁闸门或变频振动给料器，具备与下游皮带机及粗碎机电流负载联锁功能，实现均匀、无级可控供料。

2) I 皮带输送模块

将原料从暂存仓稳定输送至一级粗碎机，额定输送量 $\geq 5\text{t/h}$ ，皮带宽度 1000mm 。

采用 EP 多层聚酯帆布芯高强度复合耐磨皮带，厚度 $\geq 10\text{mm}$ ；驱动电机能效等级不低于 IE3，配备变频功能。

配备弹簧或液压自动张紧装置，标配防跑偏开关与自动纠偏挡辊，侧向调节行程 $\geq 50\text{mm}$ ，确保运行张力恒定且不跑偏。

两侧设置带有防溢裙板的防护栏或侧板，实机满负荷运行下沿线地坪可见废

橡胶散落量为 0。

3) 一级粗碎模块

将大块废橡胶（包含废旧轮胎块等）快速剪切成适合二级破碎的尺寸，处理量 $\geq 5\text{t/h}$ ，允许最大进料尺寸 $\geq 800\text{mm}$ 。

采用双轴液压驱动，主轴直径 $\geq 300\text{mm}$ ，转速 30-60rpm 内可调。刀片材质强制采用 H13 或 D2 高韧性合金工具钢，以切断橡胶内夹杂的粗钢丝，整体热处理硬度 $\geq 55\text{HRC}$ 。

每根刀轴配备独立高扭矩驱动系统，转速与转向可根据进料阻力自动调节；机架设高强度物理减震块。

具备电流监控及过载反转保护功能（遇不可破物 2 秒内自动反转卸力并停机报警）；破碎腔体配置强制水冷夹套，防止橡胶冒烟起火；标配循环油润滑冷却系统与主轴承 PT100 温度实时监控。

全封闭机壳设计，检修门配备光栅安全联锁与物理急停按钮。

4) II 皮带输送模块

将经粗碎后的物料连续输送至二级细碎机，输送量 $\geq 5\text{t/h}$ ，皮带宽度 1000mm。

输送带运行线速度由变频器调节，与一、二级破碎机的处理节拍同步匹配。

配备自动张紧装置与全封闭防护栏，留有测速及防打滑传感器接口，接入全线自控系统。

5) 一级磁选模块

位于一级破碎后，用于去除粗碎橡胶中游离的铁磁性杂质（如胎圈粗钢丝）。

表面工作磁场强度 $\geq 3000\text{Gs}$ ，以克服厚重橡胶块对内部钢丝的包裹阻力。

采用电机驱动皮带式自动卸铁机构，不可采用人工清理；配备专属维护平台及防止铁屑遗撒的收集溜槽。

6) 二级细碎模块

对粗碎后物料进行精细破碎，处理量 $\geq 5\text{t/h}$ 。出料通过定型筛网严格控制，出料粒径 $\leq 20\text{mm}$ 的颗粒质量占比 $\geq 95\%$ 。

采用旋转刀片细破碎机，液压驱动。每根刀轴配备一套高扭矩驱动系统，实现多参数协同智能调节。

高速剪切废橡胶极易导致其软化熔融甚至燃爆，箱体及主轴强制配置冷却水循环回路（设计流量 $\geq 2\text{m}^3/\text{h}$ ），确保破碎腔内环境温度 $\leq 80^\circ\text{C}$ 。

集成旋风布袋除尘系统，确保排放粉尘浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$ ；除尘管路及箱体标配火花探测阻火器与防爆泄压门，杜绝橡胶粉尘静电或火花燃爆。

整机全封闭结构，配备主轴承振动传感器与温度传感器（0-200℃，精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ ），超限即自动停机。

7) 二级磁选模块

位于二级细碎后，用于深度去除被彻底剥离粉碎出的毛丝状铁磁性金属杂质。磁选机表面磁场强度 $\geq 5000\text{Gs}$ 。

建议采用高梯度强磁滚筒或悬挂式交叉皮带除铁器，除铁脱除率 $\geq 98\%$ 。采用自动卸铁方式，配套溜槽及收集平台。

8) 链板输送模块

将经细碎和磁选后的最终合格橡胶碎料稳定输送至下游工序，输送量 $\geq 5\text{t}/\text{h}$ 。接触物料的链板厚度 $\geq 3\text{mm}$ ，宽度 1000mm，耐腐蚀且耐磨损。

链板运行速度由变频器调速，与二级细碎机出料量实现同步联动闭环控制，确保物流连续无堆积。

配备全封闭防护护栏，实现物料转移过程的零飞溅。

9.4 废橡胶鼓风加热干燥装置

废橡胶鼓风加热干燥装置主要用于对细碎后的废橡胶颗粒进行穿流铺料加热干燥、湿热废气排出与粉尘超净收集，确保出料含水率严格满足后续热解工艺的进料要求。系统需在环境温度 -10°C 至 45°C 、相对湿度 $\leq 90\%$ 、交流 380V/220V（50Hz）供电的基准工况下运行。本设备的核心单机及配套装置技术指标要求如下：

1) 干燥模块

额定处理能力 $\geq 2.5\text{t}/\text{h}$ ，物料入口含水率 $\geq 30\%$ ，出口含水率 $\leq 5\%$ 。

干燥温度在 100°C - 150°C 区间可调，配备 PID 智能温控系统与多点温度变送器，温度控制精度 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

保证外壁温度 $\leq 50^\circ\text{C}$ 。

内部配置火花探测器或超温声光报警联锁；同时，留有灭火直通管路及快接法兰。

2) 排湿模块

用于将干燥产生的高湿度热空气强制抽出，维持气流平衡，排风量

$\geq 25000\text{m}^3/\text{h}$ ，全压 $\geq 3\text{kPa}$ 。

防腐防爆与闭环控制：离心排风机蜗壳与叶轮材质须采用 304 不锈钢或耐温防腐玻璃钢（FRP）；电机防爆等级不低于 Exd II BT4。

风机配置电动比例调节风阀。

3) 除尘模块

用于收集含湿废气中的橡胶粉尘，处理风量 $\geq 25000\text{m}^3/\text{h}$ ，出口粉尘排放浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

滤袋材质强制采用耐高温抗水解的 PPS+PTFE 覆膜滤料，长期耐温 $\geq 160^\circ\text{C}$ ；除尘器箱体及下部灰斗外壁配置电加热伴热带与 $\geq 100\text{mm}$ 厚的岩棉保温层，杜绝湿气结露导致糊袋堵塞。

采用脉冲喷吹清灰（压力 0.4-0.6MPa），配压差变送器自动清灰。

壳体为碳钢满焊全封闭结构，顶部配备防爆泄压门/泄爆片，除尘器内部所有滤袋及金属构件做好防静电跨接接地。

4) 输送模块

用于将烘干后的干橡胶颗粒稳定输送至下游，连续输送能力 $\geq 3\text{t}/\text{h}$ 。

配备全封闭防护护栏、急停拉绳开关、打滑及跑偏检测装置。

运行速度由变频器调速，与干燥机出料口实现同步联锁闭环控制，严禁出现物料堆积。

9.5 废橡胶高温感应热解装置

废橡胶高温感应热解装置旨在实现从废橡胶连续供料、密闭无氧热解、气固分离到多级冷凝回收燃料油及炭黑冷却储存的全流程自动化处理。系统需在环境温度 -10°C 至 45°C 、相对湿度 $\leq 90\%$ 、交流 380V/220V（50Hz）供电的基准工况下运行。本设备的核心单机及配套装置技术指标要求如下：

1) 搅拌式下料模块

用于暂存并均匀向下游供料，防止废橡胶架桥搭棚。

配备视窗、检修人孔。

2) 料位控制模块

用于连续监测下料斗内物料存量，采用导波雷达物位计（测量范围 0-10m，精度 $\pm 3\text{mm}$ ，输出 4-20mA 信号并带现场显示）。

配备阻旋料位开关作为高低位报警。

雷达探头天线及阻旋料位开关的接触拨片采用 PTFE 聚四氟乙烯全包覆防腐处理，抵抗含硫废气侵蚀。

3) 变径螺旋输送模块

将物料密闭输送至热解炉，输送能力 $\geq 2.5\text{t/h}$ 。采用变螺距设计，螺距沿出料方向逐渐减小，实现对物料的机械压缩并形成物理“料封”。

鉴于靠近热解炉端有高温含硫油气反窜风险，螺旋轴、叶片及密封套管材质为 316L 不锈钢，无缝钢管壁厚 $\geq 8\text{mm}$ 。

采用轴承外置设计防高温卡死，驱动变频器须与热解炉进料口微压变送器压力信号联锁。

4) 自热式旋转步进热解装置模块

上下串联反应器结构，主体尺寸 $\phi 1420 \times 9000\text{mm}$ ，最大处理能力 $\geq 2\text{t/h}$ ，主体容积 $\geq 10\text{m}^3$ 。

筒体采用耐高温 310S 不锈钢。轴向形变补偿设计 $\leq 60\text{mm}$ ，径向 $\leq 10\text{mm}$ 。

端法兰采用多重密封，强制配备连续氮气吹扫气封环组件，确保高温动静结合面绝对隔离无氧环境。

柔性搅拌刮板设温度形变补偿（ $\leq 10\text{mm}$ ）及贴壁补偿（缝隙 $\leq 2\text{mm}$ ），保证 600°C 内连续刮蹭筒壁防结焦；水冷空心轴与减速电机链条传动支持轴向位移 $\geq 10\text{mm}$ 自动补偿。

加热机制：反应筒体外部设置烟气夹套，夹套内部设置螺旋导流板增强换热，外设硅酸铝保温层，外表面温度 $\leq 50^\circ\text{C}$ ；夹套耐温 $\geq 1000^\circ\text{C}$ 。

5) 高温除尘模块

用于去除高温热解燃气中夹带的炭黑粉末，处理风量 $\geq 5000\text{m}^3/\text{h}$ 。

长期工作耐温 $\geq 600^\circ\text{C}$ 。

除尘模块气固分离效率 $\geq 95\%$ 。

6) 水冷出料螺旋模块

将高温炭黑冷却并输送，输送能力 $\geq 1\text{t/h}$ 。采用 DN350 水冷变螺距螺旋（壳体双层夹套及中空螺旋轴双重水冷）。

壳体内壁、中空轴及叶片材质为不锈钢，水冷夹套设计耐压 $\geq 0.4\text{MPa}$ 。出口物料温度 $\leq 50^\circ\text{C}$ ，进水口强制配置水流开关联锁停机保护。

7) 炭储仓模块

有效容积 $\geq 5\text{m}^3$ ，锥体角度 $\geq 60^\circ$ ，材质为碳钢。

配置气动振击锤或气流破拱器。顶部设除尘接口，底部配气动/手动闸阀。

8) 三级冷凝装置模块

采用三级串联工艺冷却回收热解油；

一级列管式冷凝器（ 30m^2 ）出口气温 $\leq 80^\circ\text{C}$ （重质油）；二级列管式（ 50m^2 ）出口气温 $\leq 40^\circ\text{C}$ （中质油）；三级深冷换热器（ 40m^2 ）接冷冻水，出口气温 $\leq 10^\circ\text{C}$ 。

抗湿硫点蚀材质刚性要求：硫化氢在冷凝液相区会形成强酸，所有各级冷凝器的管程、壳体及下方集液槽材质为 316L 或 2205 双相不锈钢，列管壁厚 $\geq 2.5\text{mm}$ 。

9) 冷却水系统泵组模块

包含一、二、三级冷凝系统的循环水泵与喷淋泵（流量 $15\text{--}30\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $50\text{--}80\text{m}$ ）。水泵须配压力表。

10) 制冷模块

三级冷凝配套涡旋/螺杆式压缩机制冷机组，提供 7°C 冷冻水，额定制冷量 $\geq 50\text{kW}$ ，采用环保冷媒，铜管套亲水铝翅片结构。

11) 储油与输油模块

燃料油储罐有效容积 $\geq 5\text{m}^3$ ，立式或卧式，材质为 316L，壁厚 $\geq 6\text{mm}$ ，底部设放水包/排酸阀。

罐顶安全防爆配置：顶部标配防爆阻火呼吸阀，以及连接至氮气管网的微正压氮封调压装置，防静电接地。

外输泵采用防爆齿轮泵或离心泵，流量 $\geq 3\text{m}^3/\text{h}$ ，材质为 316L 不锈钢，入口配 40 目 Y 型过滤器。

12) 全流程热解检测模块

配备全流程高温热解在线测量系统，获得长波红外与可见光波段光谱辐射信息，用于高温热解炉内橡胶热解温度场测量，红外光谱范围 $7\text{--}16\ \mu\text{m}$ ，红外分辨率为 1280×1024 ，测温范围 $300\text{--}1800^\circ\text{C}$ ，在线测温误差 $\leq 5\%$ ；

配备信号集成柜，位置根据现场实际情况固定在高温成像检测装置周围 3m 以内，所在位置温度 $\leq 60^\circ\text{C}$ ，输入电源 $220\text{VAC}/50\ \text{Hz}$ ，防护等级不低于 IP55，端子排位数 ≥ 30 位；

信号集成柜包含信号光缆、光纤收发器及工业以太网交换机；信号光缆为铠装工业级，耐高温抗干扰，以太网交换机配备 SC 接口；电口 ≥ 4 ，光口 ≥ 2 ，光

口型号 SC，外置电源，防雷防涌浪；

配备上位机，上位机包含分析软件，具备成像设备集中管理、图像显示、参数配置和数据存储功能；

分析软件具备相机搜索、连接、断开和状态监视功能，可实时显示设备在线状态、IP 地址、曝光状态、网络连接状态及存储状态；支持实时画面预览、画面缩放、局部放大、全屏显示、视场校正和图像翻转等显示功能；针对不同亮度和不同工况条件，可对曝光时间、增益、白平衡、图像锐度和亮度对比度等参数进行调整，以提高图像清晰度和稳定性；支持手动抓拍、定时抓拍、连续采集、录像保存、视频回放、文件命名、时间戳叠加及数据导出功能，对试验过程和异常工况进行完整记录。

9.6 废橡胶热解油均相催化反应器

废橡胶热解油均相催化反应器主要用于对废橡胶热解油进行深度催化脱硫精制，并为系统提供仪表气源与保护气。系统需在环境温度-10℃至 45℃、相对湿度 $\leq 90\%$ 、交流 380V/220V 供电的基准工况下运行。本装置的核心单机及配套技术指标要求如下：

1) 废橡胶热解油精制模块

采用全混釜式反应器，最大处理能力 $\geq 500\text{kg/h}$ ，有效容积 $\geq 2\text{m}^3$ 。

反应器设计压力 0-3MPa 可调，操作温度范围 0-300℃。脱硫率 $\geq 99\%$ ，要求精制后油品绝对硫含量满足下游使用或国标安全限值。

抗高温硫与环烷酸腐蚀设计：釜体采用 316L 不锈钢制造，筒体壁厚留有 $\geq 3\text{mm}$ 的腐蚀裕量，且经过 100%射线探伤检测（RT）及水压/气密性试验。

2) 制氮模块

为热解系统提供隔绝氧气的保护气，采用变压吸附（PSA）工艺，氮气产量 $\geq 100\text{Nm}^3/\text{h}$ ，纯度 $\geq 99.9\%$ 。

投标人供货包含专用的配套空压机、冷干机、空气缓冲罐及氮气成品储罐。出口配备粉尘过滤器及不合格自动排空切断阀。

3) 空气压缩模块

采用变频螺杆空压机为气动阀门提供洁净动力，排气压力 0.8MPa，排气量 $3.2\text{m}^3/\text{min}$ 。

气源品质保障：配套 2m^3 储气罐，提供处理量匹配的冷冻式干燥机及三级精

密除油除水过滤器，确保供给气动阀门的仪表风露点 $\leq -20^{\circ}\text{C}$ ，防结冰卡死。

9.7 废橡胶热解油气燃烧装置

废橡胶热解油气燃烧装置旨在安全、彻底地焚烧废橡胶热解过程产生的不凝可燃气及其携带的少量热解油滴，回收化学能并实现废气减量化与无害化。系统需在环境温度 -10°C 至 45°C 、相对湿度 $\leq 90\%$ 、交流 380V/220V（50Hz）供电的基准工况下运行。本装置的核心单机及配套装置技术指标要求如下：

1) 燃气输送模块

将热解不凝气连续稳定输送至焚烧装置，额定抽送风量 $\geq 3000\text{m}^3/\text{h}$ ，全压 $\geq 3\text{kPa}$ 。

风机叶轮与壳体须采用 316L 不锈钢或 2205 双相钢。

风机标配带吹扫的湿式阻火器及气动紧急切断阀，出口配 316L 止回阀，严防回火爆炸。

2) 焚烧模块

最大处理能力 $\geq 600\text{kg}/\text{h}$ （燃气基准热值 $47\text{MJ}/\text{kg}$ ），燃烧室有效容积 $\geq 10\text{m}^3$ 。

工作温度室温至 1200°C 。正常运行温度维持在 $1100^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ ，燃烧室设计保证烟气在 1100°C 以上高温区的停留时间 ≥ 2.0 秒；炉膛抗硫腐蚀；确保满负荷下外壁温度 $\leq 50^{\circ}\text{C}$ 。

点火与燃烧器配备独立的启动/长明点火燃烧器（柴油或天然气双燃料，点火热负荷不低于总负荷的 15%），带高压电子点火枪及火焰监测。

焚烧模块配备红外测温系统，能够实时提供被监测物体的可见光和热成像图像，画面清晰、稳定；热成像探测器像素不低于 320×240 ，光谱范围在 $8\mu\text{m}-14\mu\text{m}$ ，不低于 18 种调色板；具有热成像降噪功能；支持图像翻转；可见光像素不低于 400 万，电子快门在 $1\text{s}-1/30000\text{s}$ ；支持背光补偿、曝光补偿；能够根据实际状况的不同对图像的亮度、对比度等进行调整，达到最佳的成像效果；能够保存实时图像以及录制视频，具有历史视频回放功能；具有冷热点跟踪功能，支持全画面中最热点和最冷点自动跟踪。

3) 助燃空气输送模块

提供燃烧所需的主要空气，采用高效离心风机，风量 $\geq 10000\text{m}^3/\text{h}$ ，全压 $\geq 1\text{kPa}$ 。

驱动电机能效等级 $\geq \text{IE3}$ 。实测风机外 1 米处噪音 $\leq 85\text{dB}(\text{A})$ ，进口强制配备

阻抗复合消音器。

配备伺服电机驱动的电动比例调节风阀，与燃气流量计及炉膛热电偶实现 PID 智能联锁，实时动态优化空燃比。

4) 补风模块

优化分级燃烧氛围并确保烟气彻底燃尽，采用离心风机，风量 $\geq 7000\text{m}^3/\text{h}$ ，全压 $\geq 1\text{kPa}$ 。

二次风喷嘴沿炉膛切向或径向错位布置，保证冷空气对高温烟气中心的强力穿透与湍流混合。

5) 冷却塔模块

采用圆形或方形逆流式玻璃钢（FRP）冷却塔，额定循环水流量 $80\text{m}^3/\text{h}$ ，设计进/出水温度 $37^\circ\text{C}/32^\circ\text{C}$ 。

配备多元高效 PVC 阻燃收水器、低噪声风机及不锈钢自动补水浮球阀；成套提供一用一备的冷却水循环泵组，扬程 $\geq 30\text{m}$ 。

9.8 废橡胶热解系统配套余热锅炉

废橡胶热解系统配套余热锅炉旨在高效回收废橡胶焚烧产生的高温烟气余热以生产工业蒸汽，并集成尾气除尘净化、烟气回流分配及锅炉软水制备，实现全厂能源的梯级综合利用。系统需在环境温度 -10°C 至 45°C 、相对湿度 $\leq 90\%$ 、交流 $380\text{V}/220\text{V}$ （ 50Hz ）供电的基准工况下运行。本装置的核心单机及配套技术指标要求如下：

1) 余热锅炉模块

作为核心热能回收单元生产工业蒸汽，蒸汽额定产量 $\geq 2\text{t}/\text{h}$ ，额定工作压力 0.7MPa ，产出蒸汽须为饱和蒸汽。

锅炉受热面管束及壳体接触烟气侧采用耐高温防腐材料，高温区换热管材壁厚留有不低于 2mm 的腐蚀裕量；炉体外表面敷设硅酸铝保温层并包覆彩钢板，确保满负荷下外表面温度 $\leq 50^\circ\text{C}$ 。

配备表面连续排污与底部定时自动排污装置。

余热锅炉的设计、制造需满足相关的国家标准，并由制造厂家负责设备的安装工作。

标配双路独立安全阀（一用一备）、双色石英管液位计及三冲量全自动水位控制系统。

2) 布袋除尘器模块

本除尘器布置于省煤器尾部烟道之后,用于处理降温至 140℃-160℃的中低温烟气,高效截留颗粒物。

额定处理风量 $\geq 30000\text{m}^3/\text{h}$,系统设计阻力 $\leq 1\text{kPa}$,保证出口粉尘浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

采用在线脉冲清灰方式。滤料强制采用抗硫氧化的 PPS+PTFE 覆膜材质(长期耐温 $\leq 160^\circ\text{C}$,瞬时耐温 190°C)。

除尘器箱体及下部灰斗外壁须配置电加热伴热带与 $\geq 100\text{mm}$ 厚的岩棉保温层,确保内部壁温始终高于酸露点,杜绝糊袋与腐蚀穿孔。配套自动清灰系统。

3) 回流风机(往干燥)模块

将部分中温烟气抽送回流至干燥机作为热源,额定风量 $\geq 20000\text{m}^3/\text{h}$,全压 $\geq 3\text{kPa}$ 。

风机蜗壳与叶轮采用 316L 不锈钢或 2205 双相钢材质。

电机采用变频控制,配备气动比例调节风阀,接入主控系统实现按需供热闭环控制。

4) 回流风机(往焚烧)模块

将部分尾部烟气回流至焚烧装置入口以抑制 NO_x 生成并调节炉温,额定风量 $\geq 10000\text{m}^3/\text{h}$,全压 $\geq 3\text{kPa}$ 。

风机特性需与焚烧炉微负压工况匹配,长期耐温 $\geq 200^\circ\text{C}$,主轴承箱强制配备水冷套散热冷却,电机变频调速。

5) 余热锅炉给水模块

为余热锅炉连续稳定供水,采用一用一备配置的离心泵,额定流量 $\geq 4\text{m}^3/\text{h}$,扬程 $\geq 50\text{m}$ 。

泵体、叶轮及所有过流部件材质为 SUS304 或 316 不锈钢。

电机强制配备变频器,与锅炉汽包液位实现 PID 联锁,实现恒压自动供水。

6) 省煤器模块

布置于锅炉尾部烟道,进一步回收烟气余热预热给水,设计给水流量 $\geq 4\text{m}^3/\text{h}$ 。

采用高频焊螺旋翅片管或 H 型翅片管结构以增大换热面积。

换热管及翅片材质强制采用专用耐硫酸露点腐蚀钢或表面涂搪瓷的防腐钢管。

7) 制水单元模块

为锅炉及工艺系统提供软化水，连续产水能力 $\geq 4\text{m}^3/\text{h}$ 。

采用全自动双罐浮动床离子交换软水器（一用一备）或单级反渗透（RO）系统，出水硬度 $\leq 0.03\text{mmol/L}$ ，满足《工业锅炉水质》标准。

9.9 废橡胶烟气脱硝吸附净化装置

废橡胶烟气脱硝吸附净化装置旨在对焚烧产生的高温烟气进行多级深度净化，依次脱除氮氧化物、重金属、颗粒物及酸性气体，确保尾气达到排放标准。系统需在环境温度 -10°C 至 45°C 、相对湿度 $\leq 90\%$ 、交流 $380\text{V}/220\text{V}$ （ 50Hz ）供电的基准工况下运行。本装置的核心单机及配套技术指标要求如下：

1) SCR 脱硝模块

用于选择性催化还原去除烟气中的氮氧化物，额定处理风量 $\geq 20000\text{m}^3/\text{h}$ 。

配备全自动精准喷氨 PID 控制系统，确保出口 NO_x 浓度稳定 $\leq 50\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，氨逃逸率 $\leq 2.5\text{ppm}$ 。

塔体采用耐高温防腐碳钢并内衬防腐涂层，内部装填催化剂。

成套提供还原剂储存罐、计量输送泵（压力 1.0MPa ）、双流体喷枪及气态静态混合器。

2) 除尘模块

采用在线脉冲布袋除尘器，处理风量 $\geq 30000\text{m}^3/\text{h}$ ，系统压损 $\leq 3\text{kPa}$ 。保证出口粉尘浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

滤料强制选用抗硫氧化的 PPS+PTFE 覆膜材质，长期耐温 $\geq 160^{\circ}\text{C}$ 。

除尘器箱体及下部灰斗外壁强制配置电加热伴热带与 $\geq 100\text{mm}$ 厚的岩棉保温层，确保内部壁温始终高于酸露点（不低于 130°C ），杜绝糊袋堵塞。

3) 碱洗模块

用于湿法深度脱除烟气中的 SO_x 等酸性气体，处理风量 $\geq 20000\text{m}^3/\text{h}$ 。

塔体采用内衬乙烯基重防腐树脂的 FRP 玻璃钢或整体 PP 材质；出口 SO_2 浓度 $\leq 30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

提供 $\geq 5\text{m}^3$ 的 PE 碱液储罐、耐酸碱隔膜计量泵及循环泵（过流部件为氟塑料）。控制系统根据在线 pH 计自动联锁启停加药泵。

4) 气液分离模块

立式重力式气液分离器，用于分离净化后湿烟气中的液态水。容积 4m^3 ，设

计温度 150℃。

5) 烟气在线检测模块

烟气在线检测模块主要用于实时监测气液分离处理后的气体成分,通过在线分析氮氧化物、二噁英等含氯 VOCs、及常规烟气组分的浓度,评估含氯 VOCs 及其他有害气体的去除效率,以此精准判断排放气体是否稳定达标,并为中试系统的工艺优化和安全运行提供关键监测依据;同时在检测到污染物超标或设备异常时及时发出预警,支持数据远程传输与历史追溯。

从气液分离模块后的管路引出两个支路,取气点位于气液分离模块与活性炭吸附模块之间,两条支路通过内径 3mm 材质为 PFA 的气路依次连接截止阀, K 型热电偶温度检测仪, K 型热电偶温度检测仪, 质量流量计, 在线检测模块。管路外包裹极低导热系数气凝胶毡, 保证进样烟气与中试系统中废气一致性。

在线检测模块集成烟气引入、气体预处理、气相色谱分析及数据采集处理等功能。其中,气体预处理是检测前的关键环节,其通过可自动调校零点的高精度质量流量控制器,将气液分离后的烟气样品引入气体预处理器发生反应,目的是消除残余氮氧化物、二噁英及 VOCs 等。该预处理单元利用等温体加热炉实现多段程序控温,使污染物组分被高效转化,并且可通过更换优异性能催化剂来达到降本增效的效果。具体配置包括:主体采用铝型材框架结构,全气路无冷点设计,温度范围 0-850℃,多段程序控温,控温精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$,测温组件为 K 型热电偶;反应器为内径 10mm 的石英反应器,接口全域无冷凝点、无滴流;尾气处理后搭配温度范围为-5-100℃的恒温水浴器,配有易燃易爆气体报警装置。需要说明的是,该预处理环节的转化条件根据实际检测需求进行调整。

气体预处理后采用高精度气相色谱仪,对处理后的净化气体进行定性与定量分析,能够精准检测含氯组分、烃类及永久性气体等关键指标,以此评估气体是否达到可排放标准;该模块配备电子流量压力控制、高稳定柱温箱及氢火焰与热导检测器以及电子捕获检测器,具备保留时间和峰面积重复性优异、动态线性范围宽等特点,同时搭载智能化色谱工作站与触控操作界面,支持多通道独立控制、数据记录与远程传输,并内置氢气泄漏检测及多级安全联锁功能,确保在线监测过程准确、稳定、安全。

高精度气相色谱仪以 1/8 英寸材质为 PFA 的气路与气体预处理管路连接,主体工作温度为 5-35℃,环境湿度为 25-85%,工作电源 220V $\pm$ 10%、50 Hz,气相

色谱仪保留时间重复性 $<0.008\%$ ，峰面积重复性 $<1\%$ ，采用电子流量压力控制，压力控制精度为 0.001 psi 。系统密封性 $\leq 0.01\text{ Mpa}$ 且 30 分钟无泄漏，接地保护 $\leq 0.01\ \Omega$ ，两项指标均可提供国家认可的计量检测报告。设备可同时装配两个进样口、四个非质谱检测器，额外配备 8 路独立直流加热单元；具备部件维保提醒、时长超 7 天的气电消耗记录、进样口数字化检漏功能，双通道支持同步或异步独立操控；搭载不小于 8 英寸电容触控屏，搭配启停实体按键，可实时查看并管控仪器运行参数；

柱温箱炉膛尺寸为 $280\times 310\times 160\text{ (mm)}$ ，温度范围室温+4-450℃，温度控制精度为 $\pm 0.01^\circ\text{C}$ ，最高升温速率为 $250^\circ\text{C}/\text{min}$ ，冷却降温从 450°C 至 50°C $<5\text{min}$ ，环境温度变化 1°C ，柱箱温度变化 $<0.01^\circ\text{C}$ ，快速响应环境温度 0.1°C 变化；

色谱柱为不锈钢填充柱 Porapak Q，毛细管色谱柱 KB-Plot Q，毛细管柱最高使用温度为 450°C ，具备独立的分流冷阱和隔垫吹扫捕集阱，压力控制精度为 0.001 psi ，压力控制范围为 $0-100\text{ psi}$ ，最大分流比为 $9999:1$ ，流量设定范围为 $0-1250\text{ ml/min}$ （氦气或氢气）， $0-200\text{ ml/min}$ （氮气）；

氢火焰检测器最高使用温度为 450°C ，最低检测限 $\leq 1.2\text{pg C/s}$ （正十六烷）动态线性范围 $\geq 10^7$ ；

热导检测器最高使用温度为 400°C ，灵敏度 $\geq 10000\text{ mV}\cdot\text{mL/min}$ （苯-甲苯）动态线性范围 $\geq 10^4$ ；

电子捕获器最高使用温度为 350°C ，检测限 $(\text{g/mL}(\gamma\text{-666}))\leq 1\times 10^{-14}$ 动态线性范围 $\geq 10^4$ ，漂移值 $(\text{mV})\leq 0.1$ ；

色谱工作站，运行环境为 Windows 10/11 64 位专业版或企业版操作系统，可完全反控仪器各项参数，支持单针进样、同步序列进样、异步序列进样、手动进样及第三方序列进样模式。

6) 活性炭吸附模块

用于吸附残留微量 VOCs 等，处理风量 $\geq 20000\text{m}^3/\text{h}$ 。内部为多层抽屉式结构，活性炭层厚度 $\geq 600\text{mm}$ ，停留时间 ≥ 2.0 秒。

箱体材质为不锈钢。

7) 引风模块

风量 $\geq 30000\text{m}^3/\text{h}$ ，全压 $\geq 6\text{kPa}$ 。

叶轮及机壳材质强制采用耐磨耐强腐蚀的 2205 双相不锈钢或特种防腐玻璃

钢（FRP）。

电机采用变频调速，与焚烧炉膛内的微压变送器实现 PID 闭环控制，实时维持炉膛微负压安全状态。

10. 退役锂电池含液热解回收战略资源中试系统

10.1 总体要求

退役锂电池含液热解回收战略资源中试系统的总体要求为建设包含锂电池破碎、热解、分选、净化功能的成套中试系统，满足到场锂电池进料、带电破碎、热解、产物深度分选以及烟气焚烧净化工艺，系统应具备连续化、自动化、安全稳定的运行能力，满足中试规模的技术验证与参数优化需求。

★主要配置如下表：

序号	配置明细	数量
1	锂电池带电破碎装置	1 套
2	带电破碎氧含量在线监测安全装置	1 套
3	破碎废气除尘净化装置	1 套
4	锂电池保护性热解装置	1 套
5	热解系统电磁加热及工况监测模组	1 套
6	锂电池含氟热解气燃烧装置	1 套
7	含氟烟气处理装置	1 套
8	锂电池热解产物多级分选装置	1 套
9	锂电池热解产物碎筛装置	1 套
10	碎筛过程粉尘收集装置	1 套

10.2 主要技术参数

10.2.1 热解装置主要指标如下：

- 1) 工作温度范围：400-600℃；
- 2) 处理能力：≥2 t/h，相关设备处置能力要求 25%的余量。

10.2.2 产品指标如下：

黑粉、铜粉、铝粉等产品分离综合纯度≥95%。

10.3 锂电池带电破碎装置

锂电池带电破碎装置支持输送、撕碎及带电破碎功能，且含有必要的钢结构、

检修平台、管道、仪表等，材质耐 HF 腐蚀，含压力实时检测及超压报警功能，含破碎过程氧含量监测，氧含量 $\leq 1\%$ ，支持输送、撕碎、破碎过程发热实时检测，温度检测范围常温-300℃，测量精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ ，含安全泄爆及消防；需配置配备符合 GB 50150 标准的安全泄爆装置及消防系统。

1) 智能均化出料模块

容积 $\geq 3\text{m}^3$ ；

利用振动电机激振做振动源，使物料做直线运动，料仓部件高频率振动，振动频率 ≥ 1000 次/min，需保证物料出料速度均匀，搭配高强度焊接机架，确保机身平稳运行；

振动出料速度可调，振动电机需变频防爆。

2) 密闭式输送模块

密闭式输送模块采用全封闭结构密闭输送机，处理量 $\geq 2\text{t/h}$ ，输送部件宽度 1500mm，输送距离 $\geq 10\text{m}$ ，输送高度需高于双轴带电撕碎模块高度，可根据实际布置情况调整，保证锂电池密封输送至后续模块；

输送速度 0.1-0.5m/s，输送带主动辊筒采用包胶设计，防止输送带打滑；

输送带带面材质为橡胶带，耐 HF 腐蚀；

减速机防护等级不低于 IP65；

配置负载检测装置，能根据设备负载情况自动启停，降低关键设备的卡死的风险；

输送模块采用整体采用防爆设计，防爆等级不低于 Exd II BT4。

3) 双轴带电撕碎模块

处理量 $\geq 2\text{t/h}$ ，适用于尺寸 $\geq 70\text{mm}$ 的圆柱形、方形、软包锂电池；

破碎过程设备采用惰性气氛精准调控技术，含氮气闭环循环系统，含不少于 1 套的氧含量检测仪表对氧含量实时反馈，确保撕碎模块内部氧含量 $\leq 1\%$ ；

撕碎模块出口锂电池粒径 $\leq 50\text{mm}$ ；主轴转速 14.5rpm，刀片厚度 400mm；

刀体采用高合金 42CrMo 材料，设有机械、电器过载保护；

采用防爆电机减速机驱动，电机减速机各两台，电机和减速机防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP65；

机箱整体焊接后精加工，保证整体安装同心；

破碎仓配置超压泄爆装置与惰性气氛补充接口；

双轴带电撕碎模块在法兰平面采用微米级精度密封槽加工工艺，精度公差 $\pm 0.02\text{mm}$ ，密封槽内填充耐氟强腐蚀 O 型圈密封，两轴端采用柔性石墨盘根与金属骨架复合密封系统。

4) 高频精细化破碎模块

处理量 2t/h ，刀辊型号 C 型 3 爪阶梯式刀辊结构，额定转速 520rpm ，配备变频调速装置；

筛网孔径 25mm ，筛网材质焊达耐磨钢，孔径可选配，出口粒径 $\leq 20\text{mm}$ ，筛网采用耐磨钢，使用寿命 $\geq 600\text{h}$ ，更换筛网需简便；

机箱整体焊接后精加工，保证整体安装同心；

高频精细化破碎模块采用阶梯形刀辊结构，刀辊采用高合金耐磨材料一体成型；

机箱带衬板，防止磨损，衬板采用悍达耐磨钢，箱体配备独立水冷循环廊道，保证充分散热，散热效率 $\geq 95\%$ ；

搭配惰性气氛闭环管控系统，实现控氧、水冷双重防护；

高频精细化破碎模块需与双轴带电撕碎模块一体化设计。

5) 出口输送模块为刮板输送机

处理量 $\geq 2\text{t/h}$ ，提升高度 $\geq 10\text{m}$ ，输送距离 $\geq 10\text{m}$ ，线速度 0.3m/s ，可根据实际布置情况调整，采用高强度钢材制造，刮板与链条配合紧密，抗冲击性强；

封闭式槽体采用氩弧焊一体成型密封工艺设计，可防尘防漏，耐高温；

模块化设计，刮板及链条更换简便，可局部维修；

箱体可根据后续工艺需求配备水冷走道，保证充分散热；

配备惰性气氛管控系统，确保输送过程氧含量 $\leq 1\%$ ；

设备整体耐 HF 腐蚀。

10.4 带电破碎氧含量在线监测安全装置

装置集成惰性气体闭环保护与智能泄压联锁模块，实现氮气自动填充与超压智能泄压功能，充氮气流量 $\leq 300\text{Nm}^3/\text{h}$ ，氮气纯度 $\geq 99.9\%$ ；

具备压力实时监测、超压报警功能，报警信号可联动系统紧急停机，确保设备运行安全。

锂电池进入热解系统前搭载智能动态质量计量功能，采用高精度应变片式称重传感器，质量量程 $0\text{--}2000\text{kg}$ ，称量精度 $\pm 0.5\text{kg}$ ，具备计量数据实时采集、存

储与追溯功能，数据存储容量 ≥ 10 万条，追溯周期 ≥ 1 年；

测氧模块实时检测预处理单元氧含量，采用电化学氧传感器，氧含量测量范围 0-21%，精度 $\pm 0.1\%$ ，氧含量检测模块搭载抗干扰信号处理与远距离传输模块，可实时将氧含量数据转化为 4-20mA 电流信号，支持氧含量阈值设定，设定范围 0-5%，监测氧含量超过设定阈值触发预警信号并联动氮气保护及泄压模块。

温度监测模块全面覆盖锂电池带电破碎全过程的关键温度点，包括双轴撕碎模块（测温点 ≥ 2 个）及破碎模块（测温点 ≥ 2 个）腔体内部，物料出口（测温点 ≥ 1 个），破碎刀具（测温点 ≥ 2 个）附近等核心区域，具备耐高温、抗振动、防粉尘特性，温度测量范围室温-300℃，测温精度 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ，温度监测模块集成远距离信号传输单元，可实时将温度数据转化为 4-20mA 电流信号支持温度阈值设定，监测温度超过设定阈值触发预警信号并联动氮气保护及泄压模块及破碎装置紧急停机等多级联锁防护响应。

10.5 破碎废气除尘净化装置

破碎废气除尘净化装置需包含全域负压高效集尘模块、制氮机等，且含有必要的钢结构、检修平台、管道、仪表等。

全域负压高效集尘模块，充分考虑锂电池破碎系统产尘特性，定制化全域负压集尘设计，实现破碎全过程废气与粉尘的高效收集。收集范围覆盖破碎腔体排气口、物料输送通道、筛分区域等所有产尘节点，采用全封闭负压密封集尘模式，泄漏量 $\leq 0.01\text{m}^3/\text{h}$ ，搭载高精度负压监测与动态调节模块，避免粉尘外逸造成二次污染；配备高效过滤组件，过滤精度 $10\ \mu\text{m}$ ，可有效捕捉锂电池破碎产生的细微粉尘，除尘模块除尘效率 $\geq 99\%$ 。材质耐 HF，控氧。

制氮机制氮量 $\geq 200\text{Nm}^3/\text{h}$ ，氮气纯度 $\geq 99.9\%$ 。

10.6 锂电池保护性热解装置

热解系统为电磁加热式旋转步进热解装置，集成物料均匀布料、分段式控温、惰性气氛密封等关键技术。处理量 $\geq 2\text{t}/\text{h}$ ，支持 24 小时连续工作，热解装备由上下两筒体组成，筒体有效长度不低于 8m，筒体内径不低于 1392mm，耐温 $\geq 800^\circ\text{C}$ ；热解温度 300-600℃可调，材质耐 HF 腐蚀，热解过程严格控制热解系统内氧含量 $\leq 2\%$ ，热解气颗粒物 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

根据物料输送及热解气流方向，在各筒体的不同位置设置 740mm $\times$ 576mm 进出料口法兰，下筒体出料口法兰尺寸为 490mm $\times$ 440mm，充分考虑物料流向及热

解气流向，在上下筒体中部设有热解气出口，热解气出口直径 DN250。热解气出口连接热解气汇流总管。

筒体内部集成智能翻料强化传热的柔性刮板结构，热解装置内部设有高效水冷轴降温系统，轴端设高耐磨旋转接头，外接冷却水管，水冷轴由电机减速机驱动，电机减速机变频防爆，功率 15kW；筒体及水冷轴耐氟化氢腐蚀，筒体设有高强度反应器托架与振动缓冲支撑系统反应器托架等支撑措施。

采用变频防爆电机减速机驱动，电机减速机各两台；机箱整体焊接后精加工，保证整体安装同心，保证水冷轴与热解装置筒体同心。

热解装置下端集成两级协同式水冷螺旋冷却输送模块，用于热解固体冷却及输送至后端分选单元。输送量 $\geq 2\text{t/h}$ ，单级水冷螺旋长度 5200mm，核心部件采用水冷轴一体化设计，一级水冷轴与热解装置法兰连接，一级水冷螺旋轴出口设有星型卸料阀，星型卸料阀出口与二级水冷轴进口连接，两级水冷螺旋连续冷却锂电池热解固体，热解固体排出温度 $\leq 50^{\circ}\text{C}$ 。

配置高效节能型冷却水集中散热模块，散热模块为热解装置水冷轴冷却水及水冷螺旋冷却水散热装置，散热负荷 $\geq 1000\text{kW}$ ，塔体采用耐腐蚀材料制备，填料选用高效改性 PVC 材质，额定工况下冷却温差 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ ，热交换效率 $\geq 85\%$ ，抗老化，使用寿命 $\geq 80000\text{h}$ 。

配备锂电池热解复合谱带测量模块，主要包含可见光波段和长波红外成像设备，能够实时提供热解图像，画面清晰、稳定，视频延迟 $\leq 0.1\text{s}$ ，光谱分辨率 $\leq 1.5\text{nm}$ ，像素 ≥ 1000 万；具备温度图像测量功能，测温范围 $300\text{--}1800^{\circ}\text{C}$ ，在线测温误差 $\leq 5\%$ ，支持绘制历史温度曲线图、定时图像抓取与视频保存，可调整对比度、亮度等参数达到清晰成像，支持历史视频回放及回放控制功能。

配备信号控制系统，支持将电信号转变为光信号进行远距离传输，最终传输至分析系统，若成像设备与分析系统之间距离 $< 100\text{m}$ ，配备 Cat6a 或 Cat6 千兆铠装耐高温数据线，可屏蔽抗干扰，8 芯双绞线结构，传输速率 $\geq 5\text{Gbps}$ ；若检测系统与分析系统之间距离 $> 100\text{m}$ ，配备单模光缆，光纤芯数 ≥ 2 ，绞式结构，SC 接口，光纤跳线与光缆一体化制作，光缆两端跳线须标明对应芯号；配备千兆单模光纤收发器，屏蔽电磁干扰，防雷防涌浪，可支持 25 公里以上信号传输，电口类型 RJ45，电口数量 ≥ 4 ，光口类型 SC，光口数量 ≥ 2 。

分析系统包含上位机和在线分析软件，支持实时检测画面显示，远程控制检

系统开始与关闭，便于判断设备是否正常工作；可调节曝光时间、增益、帧率、分辨率、白平衡、触发模式等参数，使图像亮度和清晰度满足检测需求；软件具备手动抓拍、定时抓拍、连续采集、录像保存、视频回放、文件命名、时间戳叠加和数据导出功能。

10.7 热解系统电磁加热及工况监测模组

1) 电磁加热模组

电磁加热模组全周向包覆锂电池热解装置筒体，总加热功率 $\geq 600\text{kW}$ ；上下筒体各由 3 套功率为 100kW 的电磁加热线圈加热，分六区控制，电磁线圈与筒体之间设置耐高温隔热层，材质为硅酸铝纤维，厚度 80mm ；

电磁加热模组包覆区域的筒体上设置温度、压力检测点，温度测量范围 $0\text{--}800^{\circ}\text{C}$ ，精度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ，压力测量范围 $\pm 5\text{kPa}$ ，精度 $\pm 1\text{Pa}$ ，各反应器分别设置 6 套对称设置的温度变送器以及 1 套压力变送器对各反应器不同位置的热解温度以及压力进行监测，测温点方向 0° 布置，测压孔方向 45° 布置，具体测温、压位置根据现场情况调整。

2) 工况监测模组

工况监测模组设有两个水封，通过液体密封原理隔绝热解炉内外环境，并阻止炉内热解气（含 CO 、 CH_4 、 HF 等易燃易爆或有毒组分）外漏，水封接口法兰直径 $\text{DN}200$ ，配备自动补水与液位监测系统，液位传感器测量精度 $\pm 1\text{mm}$ 。

10.8 锂电池含氟热解气燃烧装置

锂电池含氟热解气燃烧装置处置气体为锂电池热解气，组分主要为氮气、 CO 、 CO_2 、 H_2 、烷烃、烯烃、芳烃等烃类物质和 HF 以及少量含氟有机物，处置气体热值 $20\text{--}30\text{MJ}/\text{Nm}^3$ ，处置气量 $\geq 150\text{Nm}^3/\text{h}$ ，焚烧温度 $\geq 850^{\circ}\text{C}$ ，焚烧效率 $\geq 99.9\%$ ，焚烧负荷 $\geq 1000\text{kW}$ ，焚烧装置材质耐氟腐蚀；

燃烧装置出口烟气中氧气含量 $6\%\text{--}12\%$ （干基）；

燃烧室在净化系统尾端的引风机作用下呈微负压运行。设计烟气停留时间 $> 2\text{s}$ ，焚烧装置的出口处的端面上设置检修用的人孔，观察炉内燃烧状况的观火孔及视频摄像头，还需设置测量炉内压力的差压计及压力传感器等；

本体留有 SNCR 接口。SNCR 系统将浓度为 10% 左右的尿素溶液经过 2 层喷嘴喷入炉内，在 800°C 到 1100°C 的温度窗口内停留时间 $\geq 0.8\text{s}$ ，反应充分；SNCR 烟气脱硝工艺系统需包括还原剂储存系统、循环输送模块、稀释计量模块、分配

模块、背压模块、还原剂喷射系统等；

热解气烧嘴采用双级旋流结构，烧嘴设计时充分考虑热解气含有重组分焦油，避免焦油和积碳堵住烧嘴；

燃烧空气与热解气之间进行多级配风，配套一次风机和二次风机，过量空气系数 ≥ 1.5 ；含火焰检测模块，实时监测燃烧状态；

锂电池含氟热解气燃烧装置配套辅助燃烧器，辅助燃烧器的热功率 $\geq 300\text{kW}$ ，采用天然气作为燃料，用于预热燃烧室以及运行过程中辅助热解气燃烧，维持燃烧室高温。

配备含氟热解气燃烧火焰温度场监测系统，支持实时获得非均匀热解温度图像，光谱分辨率 $\leq 1.5\text{nm}$ ，像素 ≥ 1000 万，测温范围 $500\text{--}2200^\circ\text{C}$ ，在线测温误差 $\leq 5\%$ ；

检测系统安装于炉壁外侧，外部配备耐高温铠装保护外壳，直接焊接于炉壁表面；

采用冷却风进行系统风冷，系统冷却气接口数量 ≥ 3 个；

配备涡旋致冷管，对冷却气进行降温；

配备空气过滤器，对仪表用气进行除尘、除水；

配备上位机及分析软件，主要用于管理成像设备和数据显示；上位机内存 $\geq 2\text{T}$ ；上位机网口支持设备连接、断开、状态监视及实时画面显示；具备数据连续采集、录像保存、视频回放和数据导出功能；

配备信号传输装置，包括光纤收发器，收发器数量 ≥ 2 。

10.9 含氟烟气处理装置

含氟烟气处理装置需集成含氟烟气急冷、除尘、脱酸、引风等功能，且含有必要的钢结构、检修平台、管道、仪表等。装置所有与含氟烟气接触的部件材质需满足耐 HF 腐蚀要求，氟化氢耐受浓度 $\geq 30000\text{ppm}$ 。各模块需实现协同联动，形成急冷、除尘、脱酸、排放的完整处理闭环，明确各模块启停、运行的联锁逻辑，确保废气处理连续、稳定、安全；整体参数需符合国家及行业相关标准。

1) 含氟烟气急冷模块

含氟烟气急冷模块处理风量 $\geq 4800\text{Nm}^3/\text{h}$ ，进口烟气温度 1000°C ，冷却负荷 $\geq 1700\text{kW}$ ，急冷模块耐温 $\geq 1200^\circ\text{C}$ ，降温速率 $\geq 1000^\circ\text{C}/\text{s}$ ，烟气急冷时间 $< 1\text{s}$ ，烟气在塔内停留时间 $1\text{--}5\text{s}$ ，出口烟气温度 $\leq 180^\circ\text{C}$ ；

含氟烟气急冷模块内部采用双层结构,与烟气接触面为氟橡胶改性陶瓷防腐耐高温胶泥,厚度 80mm,中间为隔热层与热膨胀的吸收层,采用硅酸铝纤维板;

为保证防腐耐高温胶泥的强度及附着力,同时减轻设备重量,选择耐火材料,厚度约为 250mm。

急冷模块内部喷枪采用双流体喷枪,喷枪耐温 $\geq 1000^{\circ}\text{C}$,采用雾化喷头双层夹套管;

含喷淋循环泵,输送介质为水,进水温度 25°C ,输送量 $\geq 3\text{t/h}$,扬程 $\geq 40\text{m}$ 。

2) 除尘模块

除尘模块由上箱体、中箱体、灰斗、导流板、支架、滤袋组件、喷吹装置、卸灰装置等辅助设备组成;

除尘模块处理风量 $\geq 8000\text{Nm}^3/\text{h}$,除尘效率 $\geq 95\%$;

为防止滤袋的阻力降过大,必须周期性地对滤袋进行清灰,通过脉冲喷吹清灰,额定风量 $\geq 300\text{Nm}^3/\text{h}$,额定风压 0.7MPa ,含压缩空气供给器,压缩空气量 $\geq 300\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

3) 脱酸模块

脱酸效率 $\geq 99\%$,处置气量 $\geq 8000\text{Nm}^3/\text{h}$,脱酸模块含循环水泵、碱液输送泵、循环管路及本体结构,材质采用 PP 材质,耐温范围常温- 80°C ;

脱酸模块本体包含入口、出口、视窗,维修人孔及脱酸塔内部用以支撑及固定结构;

循环水泵循环水流量 $\geq 10\text{t/h}$,扬程 40m ,碱液输送泵碱液输送量 $\geq 100\text{kg/h}$,扬程 $\geq 20\text{m}$;

循环水泵以及碱液输送泵电机采用变频防爆电机,防爆等级不低于 Exd II BT4,防护等级不低于 IP65;

雾化喷嘴采用旋螺式雾化喷嘴,耐温 $\geq 80^{\circ}\text{C}$,喷嘴抗堵塞性能优异、喷洒覆盖角度 $120-150^{\circ}$,雾化粒径 $\leq 80\mu\text{m}$,确保脱酸剂与烟气充分接触。

4) 引风模块

引风模块采用离心式引风机,引风模块额定全压 $\geq 5\text{kPa}$,风量 $\geq 8000\text{Nm}^3/\text{h}$,工作温度 $50-150^{\circ}\text{C}$,防爆等级不低于 Exd II BT4,引风模块配备隔音、减震装置,减震装置采用橡胶减震垫,减少设备运行对周边环境的影响。引风机运行与急冷、除尘、脱酸模块联动,实现同步启停,配备风量、风压实时监测装置,当

风量、风压异常时触发声光报警，可自动调节风机转速或停机排查。

10.10 锂电池热解产物多级分选装置

锂电池热解产物多级分选装置需集成提升、输送、Z型分选、铜铝分选、磁选等功能，且含有必要的钢结构、检修平台、管道、仪表等，整体适配锂电池热解产物的分选工况。各模块需实现协同联动，明确各模块启停、运行异常的联锁逻辑，确保分选过程连续、稳定、安全，杜绝粉尘泄漏、设备卡死等安全及环保隐患。

1) 提升模块

提升模块用于输送热解物料至后端工序，输送量 $\geq 1.6\text{t/h}$ ，提升高度需满足后续输送模块的高度要求，输送速度 0.3m/s ，可根据实际布置情况调整，设备采用链轮带动链条，防打滑，稳定性高；

减速机需变频防爆，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP65；

提升模块能根据后续设备负载情况自动启停，降低关键设备的卡死风险；

提升机链条配有张紧机构，调节行程 $0\text{--}50\text{mm}$ ，可调节链条的张紧度。

2) 输送模块

输送模块用于铺开物料，输送模块有效宽度 1000mm ，输送距离 2m ，可根据实际布置情况调整，采用 $30^\circ \pm 5^\circ$ 人字形格挡分流结构，大幅提高铺开物料效率；

采用高弹性橡胶缓冲垫连接机架与壳体，减少振动传递；

3) Z型分选模块

Z型分选模块为涡流分选+重力落料双重分离技术，通过变频器调整风机鼓风与抽风系统的平衡与效力，从而达到轻质与重质物料分离的效果，Z型分选有效宽度 $\geq 1200\text{mm}$ ，已到达落料的壳体、极柱黑粉含量 $\leq 0.2\%$ ；

风机采用变频控制，风压 $3.2\text{kPa}\text{--}3.5\text{kPa}$ ，风量需匹配分选需求，防爆等级不低于 Exd II BT4，设备采用闭式结构设计，无对外排放气体，关风机采用软胶密封；

设备上部设有集气罩，收集的气体通过布袋除尘器进行收尘。

4) 铜铝分选模块

铜铝分选模块通过振动分选+风力分级协同分离技术分离铜、铝产品，铜铝分选模块处理量 $\geq 300\text{kg}$ ，分选铜、铝纯度均 $\geq 95\%$ ；

振动分选频率 30-60Hz 可调，调节精度 $\pm 1\text{Hz}$ ，振幅 0-5mm 可调，振动机构采用偏心振动电机，电机防爆等级不低于 Exd II BT4；

铜铝分选配备防尘网，防尘网可拆卸；

配备调风阀，密封性能良好，无气体泄漏，可精准调节风力分级效果；

分选模块需与前端输送模块、磁选模块以及锂电池热解产物碎筛装置、碎筛过程粉尘收集装置协同运行，实现铜、铝、黑粉、钢壳的连续高效分选。

5) 磁选模块

磁选模块采用超强磁力永磁体，除铁效率 $\geq 95\%$ ，有效宽度 600mm；

采用挡板橡胶带，橡胶带材质为耐磨损丁腈橡胶，输送带主动辊筒采用包胶防滑设计；

磁选模块运行速度与前端输送模块协同，支持手动、自动两种控制模式，可根据物料含铁量调整运行速度。设备采用半封闭式结构，配备防尘盖板，密封件选用耐磨损橡胶，防止粉尘泄漏。

10.11 锂电池热解产物碎筛装置

锂电池热解产物碎筛装置需集成破碎、振动筛分、磨粉、圆振筛分等功能，整体适配锂电池热解产物的预处理工况，可与多级分选装置以及粉尘收集装置协同运行。各模块需实现协同联动，明确各模块启停、运行异常的联锁逻辑，确保预处理过程连续、稳定、安全，杜绝粉尘泄漏、设备卡死、过载等安全及环保隐患。

1) 破碎模块

破碎模块为锤式破碎方式，用于热解产物的初步破碎，处理量 $\geq 400\text{kg/h}$ ；

箱体由高精度数控加工中心整体加工、整体镗孔，加工达到 6 级精度以上，箱体前后耐磨衬板采用铸锰钢 $\text{ZGMn}_{17}\text{Cr}_3$ 一体铸造成型；

破碎主轴加工精度高，经调质处理，一次装夹加工成型，整体加工达到 6 级精度。

轴承座与箱体采用分体式设计，且安装于箱体外侧，轴承座配备耐高温、耐磨损轴承，密封件选用耐氟橡胶，确保密封性能良好，无粉尘、油污泄漏，箱体和筛网均采用液压开合设计，可实现自动、手动双模式控制，开合到位后有定位锁紧装置，确保操作安全；筛网数量 1pcs；刀辊上的刀轴可以从刀盘侧面抽出，便于更换。

2) 振动筛分模块

振动筛分模块筛网规格 80 目，多层筛分结构，筛选效率高，不锈钢筛网，不易损坏腐蚀，框架式筛网结构，方便更换。

3) 磨粉模块

磨粉模块用于筛分后物料的精细化磨粉处理，处理量 $\geq 400\text{kg/h}$ ，破碎磨粉粒径 $\leq 2\text{mm}$ ，转速 2900rpm，采用变频调速控制，可根据磨粉粒径需求调整转速；

本机配制可以滑动调节刀片的金属材料制粒制粉的粉碎机芯轴；

采用封闭式结构，配备防尘密封装置，密封件选用耐氟橡胶，确保粉尘不泄漏，同时配备粉尘收集接口，需与碎筛过程粉尘收集装置联动。

4) 圆振模块

圆振模块用于磨粉后物料的精准筛分，振筛直径 1500mm，配合原材料筛选特性及要求，采用 2mm/1mm 目数双层筛网筛分；

采用立式振动电机驱动，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP65，振动频率 30-60Hz，可通过调节振动频率自由选择物料的运行轨迹，达到最佳筛分目的；

整体采用全封闭结构，可快速拆装，快速更换筛网，低噪音，全封闭，粉尘不飞扬；

需与磨粉模块、后端分选模块协同运行，实现物料连续筛分。

10.12 碎筛过程粉尘收集装置

碎筛过程粉尘收集装置采用旋风预处理+滤袋过滤组合工艺，过滤面积 100m^2 ，过滤材质为 PTFE 覆膜针刺毡，粉尘收集效率 $\geq 98\%$ ，出口粉尘排放浓度 $\leq 10\text{mg/Nm}^3$ ，旋风筒直径 800mm，设备运行阻力 $\leq 1500\text{Pa}$ ，壳体采用密封焊接结构；

关风机选用星型卸料阀，工作温度 $\leq 120^\circ\text{C}$ ，关风机功率 0.55kW，减速机电机变频防爆，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP65，传动效率 $\geq 95\%$ ，联动控制，能根据后续设备负载情况自动启停，降低关键设备卡死风险；

装置与前端破碎设备、筛分机组及后端分选装置实现通讯互联，配备管道负压传感器，自动启停响应时间 $\leq 3\text{s}$ ；

碎筛过程粉尘收集装置需与锂电池热解产物多级分选装置以及锂电池热解产物碎筛装置模块协同运行。

11. 退役风机叶片热解及再生纤维循环利用中试系统

11.1 总体要求

退役风机叶片热解及再生纤维循环利用中试系统的总体要求为建设包含风机叶片上料、热解、氧化、纤维冷却收集、热解油冷凝、不凝气焚烧功能的成套中试系统，满足到场风机叶片进料、热解、氧化、产物分离以及烟气焚烧工艺，系统应具备连续化、自动化、安全稳定的运行能力，满足中试规模的技术验证与参数优化需求。

★主要配置如下表：

序号	配置明细	数量
1	风机叶片精密切割加工装置	1 套
2	风机叶片热裂解装置	1 套
3	含碳纤维连续氧化装置	1 套
4	纤维多温区温和冷却装置	1 套
5	独立给料装置	1 套
6	给料装置液压驱动站	1 套
7	大型机械臂装夹搬运装置	1 套
8	含氯热解气焚烧及蒸汽发生装置	1 套
9	热解气冷却泵油储油装置	1 套

11.2 主要技术参数

11.2.1 热解装置主要指标如下：

- 1) 工作温度范围：400-600℃；
- 2) 处理能力：≥2 t/h，相关设备处置能力要求 25%的余量。

11.2.2 氧化装置主要指标如下：

工作温度范围：400-600℃；

11.2.3 纤维冷却装置主要指标如下：

- 1) 工作温度范围：50-600℃；
- 2) 出料温度≤50℃。

11.2.4 产品指标如下：

再生纤维强度下降≤20%。

11.3 风机叶片精密切割加工装置

风机叶片精密切割加工装置用于风机叶片的自动化、高精度、量产化精密切割加工，整体适配连续化生产工况；装置整体采用密闭式结构，具备自动上下料、自动定位、自动切割、自动除尘、自动引风功能，且含有必要的钢结构、检修平台、管道、仪表等；所有结构件满足耐磨、防尘、防爆要求，运行稳定、维护简便、安全环保，整体参数符合国家及行业相关标准。

1) 精密切割模块

精密切割模块具备高效量产与极致精准的双重能力，处理量 $\geq 2\text{t/h}$ ，独立定制，支持根据风机叶片不同部位、不同材质、轮廓尺寸及加工工艺要求进行全流程独立定制，灵活满足不同场景下的个性化加工需求；

精密切割模块支持自动上下料、自动定位校准、自动切割检测，附带平衡器，定位精度 $\leq \pm 1\text{mm}$ ；

模块采用伺服电机驱动，动力输出平稳且可控，电机变频防爆，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP55。

2) 除尘模块

除尘器由上箱体、中箱体、灰斗、导流板、支架、滤袋组件、喷吹装置、卸灰装置等辅助设备组成；

除尘模块处理风量 $\geq 10000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，除尘效率 $\geq 95\%$ ；

为防止滤袋的阻力降过大，必须周期性地对滤袋进行清灰，通过脉冲喷吹风机清灰。

3) 引风模块

引风模块全压 $\geq 7000\text{Pa}$ ，风量 $\geq 10000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，变频防爆，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP55，引风模块配备隔音、减震装置，减震装置采用橡胶减震垫，减少设备运行对周边环境的影响。引风机运行与急冷、除尘、脱酸模块联动，实现同步启停，配备风量、风压实时监测装置，当风量、风压异常时触发声光报警，可自动调节风机转速或停机排查。

11.4 风机叶片热裂解装置

风机叶片热裂解装置用于退役风机叶片连续密闭式无氧热裂解，整体采用分段贯通式热解结构，装置含有必要的钢结构、检修平台、管道、仪表等；系统具备惰性气氛保护、超温超压报警、故障联锁停机功能，热解腔体内氧含量 $\leq 3\%$ ，

确保运行安全、稳定、环保；风机叶片热裂解装置需和后端含碳纤维连续氧化装置协同。

1) 进料模块

进料腔体下端和顶端设有高精度电动推杆，用于固定独立给料装置进料时的位置，保持腔体内部严格高气密性密封；

进料模块设有氮气置换功能，用于进料时切换各进料腔体内部气氛，氮气流量 $\leq 200\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

2) 热裂解模块

热裂解模块热解温度 $400\text{--}600^\circ\text{C}$ 可调，处理量 $\geq 2\text{t/h}$ ；进料模块输送量 $\geq 2\text{t/h}$ ；热解腔体和进料腔体通过法兰连接；

热裂解模块腔体内部设高效节能保温炉衬，保温炉衬厚度 $\geq 200\text{mm}$ ，炉衬由硅耐高温纤维模块折叠后再经机械压缩成型，最后采用标准的铆固件及科学合理的镶装方法构筑而成。纤维折叠块镶装前进行再次压缩处理，保温材料安装厚度应 $\geq 200\text{mm}$ ，炉体外表面温度应 $\leq 50^\circ\text{C}$ ，炉衬采用的纤维材质最高耐温 1000°C ；

热裂解模块核心区间控温精度 $\pm 10^\circ\text{C}$ ；

热裂解模块腔体设置温度、压力检测点，温度测量范围 $0\text{--}800^\circ\text{C}$ ，精度 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ，压力测量范围 $\pm 5\text{kPa}$ ，精度 $\pm 1\text{Pa}$ ；

外层腔体壳材质选用碳钢，板材厚度 $\geq 6\text{mm}$ ；

热裂解模块腔体内部设加热管，加热管引入焚烧产生的高温烟气，为热裂解模块提供热量；

加热管与热裂解腔体中的独立给料装置之间设百叶窗式隔板；

加热区内各点温差 $\leq \pm 8^\circ\text{C}$ ；

3) 回流风机

回流风机用于调整为热裂解模块供热的高温烟气的温度，回流风流量 $\geq 2600\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

4) 循环风机

热裂解模块腔体上部设有循环风机，循环风机风量 $5000\text{--}10000\text{m}^3/\text{h}$ ，风机可通过变频器调速，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP55。

5) 制氮模块

氮气纯度 $\geq 99.9\%$ ，流量 $\geq 200\text{Nm}^3/\text{h}$ ；制氮模块应配置空气干燥、过滤等功

能，气体露点温度 $\leq -40^{\circ}\text{C}$ ，确保氮气质量达标；制氮模块的极限工作条件应满足现场工作条件；制氮模块应根据氮气需求量变化设置节能措施，降低能耗；制氮模块应设置切实可能降噪方案，确保满足相关标准；制氮模块应设置氮气储气罐，压力 $\geq 0.6\text{MPa}$ ，容积 $\geq 10\text{m}^3$ 。

6) 原位检测模块

配备叶片热解宽带光谱测量系统，光谱分辨率 $\leq 1.5\text{nm}$ ，支持图像温度在线测量，测温范围 $300\text{--}1800^{\circ}\text{C}$ ，在线测温误差 $\leq 5\%$ ，设备外壳为不锈钢耐高温铠装保护套筒，可保护成像设备长期于高温环境下高生命周期工作；

保护套筒以法兰焊接与热解炉外壁，最高可工作环境温度 $\geq 1600^{\circ}\text{C}$ ；

配备气缸驱动的进退传动装置，氮气为动力源，支持成像设备进入和退出炉膛；

套筒内部设置有冷却风与吹扫风通道，采用氮气吹扫镜头表面，同时进行换热降温保护；

配备有涡旋致冷管，可通过压缩气体高速涡旋膨胀方式冷却氮气气流，提供冷却保护；

配备信号集成柜，主要用于数据汇聚和信号处理。信号集成柜距离成像设备 $\leq 3\text{m}$ ；输入电源为 $220\text{VAC}/50\text{Hz}$ ，柜体防护等级不低于 IP55 ，端子排位数不少于 30 位，便于现场多路信号接入、转接和后期维护；

配备上位机，包含图像分析软件，ROI 自定义形状种类数量 ≥ 5 ，亮度、对比度等画面优化参数数量 ≥ 5 。

11.5 含碳纤维连续氧化装置

含碳纤维连续氧化装置主要用于退役风机叶片热解产物中碳纤维的连续高温氧化处理，与前端热解装置通过过渡模块密闭衔接，整体采用分段贯通式结构，装置含有必要的钢结构、检修平台、管道、仪表等；系统配置惰性气氛保护、温度压力监测、超温超压报警及故障联锁停机功能，过渡段腔体内氧含量 $\leq 3\%$ 。

1) 过渡模块

过渡模块为热解装置及氧化装置之间的过渡，配置惰性气氛调控系统，惰性气体气量 $\geq 50\text{Nm}^3/\text{h}$ ；

过渡模块设有氮气置换功能，氮气流量 $\leq 200\text{Nm}^3/\text{h}$ ；

过渡模块与前端热裂解模块以及连续氧化模块相连。

2) 连续氧化模块

氧化装置内部氧化温度 400–600℃可调，处理量 $\geq 2\text{t/h}$ ；含压力、温度检测系统，测压范围 $\pm 1\text{kPa}$ ，测压精度 $\pm 1\text{Pa}$ ；测温范围 0–700℃，测温精度 $\pm 0.1\text{℃}$ ；含送风风机，送风量 $\geq 4000\text{Nm}^3/\text{h}$ ；

外层腔体壳材质选用碳钢，板材厚度 $\geq 6\text{mm}$ ；

连续氧化模块腔体内部设保温炉衬，保温炉衬厚度 $\geq 200\text{mm}$ ，炉衬由硅耐高温纤维模块折叠后再经机械压缩成型，最后采用标准的铆固件及科学合理的镶装方法构筑而成。纤维折叠块镶装前进行再次压缩处理，保温材料安装厚度应 $> 150\text{mm}$ ，炉体外表面温度 $\leq 50\text{℃}$ ，炉衬采用的纤维材质最高耐温 1000℃；

连续氧化装置腔体内部均布式设置有烟气加热管道，管道由 310S 材质焊接成型，需经超声波探伤检测并通过泄漏率气密性测试，单个腔体左右炉墙各设两组加热管，加热管 DN150；

炉体与加热系统中间由保温层隔开，炉体外表面温度 $\leq 50\text{℃}$ ，最高耐温 600℃；

连续氧化模块核心区间控温精度 $\pm 10\text{℃}$ ；

连续氧化装置腔体内部设有排气管道，需经超声波探伤检测并通过泄漏率气密性测试。

3) 氧化工艺微型表征评价模块

氧化工艺微型表征评价模块用于连续氧化后回收纤维的小剂量取样分析、加工行为研究及氧化工艺参数优化评价。模块通过构建微型熔融共混造粒与热压温和冷却一体化评价系统，实现氧化后回收纤维在少量样品条件下的快速加工验证与性能关联表征，为连续氧化工艺优化、纤维氧化程度调控及回收纤维高值化利用提供技术支撑。系统可通过复合材料成型效果、界面结合性能及加工稳定性等评价结果，分析不同氧化工艺参数对纤维性能的影响，为氧化温度、氧化时间及气氛条件优化提供实验依据。装置整体应包含必要的检测接口、数据采集、管道、仪表及安全防护功能。

模块采用微型双螺杆熔融共混装置与微型热压温和冷却系统协同设计，具备小剂量连续进料、多温区独立控温、微量稳定挤出、温和水冷切粒及热压冷却一体化评价功能，可实现克级样品条件下的快速实验验证，降低工艺调试过程中的物料消耗与运行成本。系统具备多温区独立控温能力，双螺杆熔融共混单元最高工作温度 $\geq 350\text{℃}$ ，控温精度不低于 $\pm 0.5\text{℃}$ ；热压评价系统最高工作温度 $\geq 300\text{℃}$ ，

具备压力、温度及保压时间协同控制能力，可满足氧化后回收纤维增强复合材料的小试连续化加工与成型评价需求。

系统配置温和水冷切粒及热压温和冷却功能，可有效降低高温聚合物粘连、颗粒缺陷、内部残余应力及界面缺陷，提高评价样品均匀性、结构稳定性及后续表征一致性。模块需具备实时检测与数据采集能力，可拓展熔体压力、熔体温度、螺杆扭矩等关键参数监测功能，实现对氧化后回收纤维熔融加工行为、界面相容特性、造粒稳定性及成型行为的实时评价与表征，并支持力学性能测试、界面分析及微结构表征样品的快速制备，实现连续氧化工艺条件与复合材料性能之间的原位关联评价。

11.6 纤维多温区温和冷却装置

纤维多温区温和冷却装置用于纤维的多温区温和冷却处理，整体适配纤维冷却工艺需求，整体采用分段贯通式热解结构，装置含有必要的钢结构、检修平台、管道、仪表等，需与含碳纤维连续氧化装置协同联动，实现冷却介质预热后平稳输送至氧化装置。

1) 纤维多温区温和冷却模块

纤维多温区温和冷却装置玻璃纤维处理量 $\geq 2\text{t/h}$ ，出口纤维温度 $\leq 50^\circ\text{C}$ 。

纤维多温区温和冷却装置含送风机输送冷却空气，流量 $\geq 4000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，冷却介质在纤维多温区温和冷却装置内预热后自然流动至含碳纤维连续氧化装置内；

送风机电机变频防爆，防爆等级不低于 Exd IIB T4，防护等级不低于 IP55。

2) 温度压力检测模块

纤维多温区温和冷却装置设有压力、温度检测系统，测压范围 $\pm 1\text{kPa}$ ，测压精度 $\pm 1\text{Pa}$ ；测温范围 $0\text{--}800^\circ\text{C}$ ，测温精度 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ；含纤维收集及检测系统，纤维收集量最大 0.9t/h ，负荷测量范围 $1\%\text{--}100\%\text{FS}$ 。

3) 回车模块

纤维多温区温和冷却装置含回车段，大型机械臂装夹搬运装置抓取冷却完毕后的纤维后，由顶车机构将独立给料装置送至回车段，回车段含导轨，导轨限定独立给料装置回车方向。

4) 空气压缩模块

空气压缩模块流量 $\geq 300\text{Nm}^3/\text{h}$ ，输出压力 $\geq 0.6\text{MPa}$ ；

需配置空气干燥、过滤等功能，确保压缩空气质量达到气动阀等使用标准；

极限工作条件应满足现场工作条件；

空气压缩模块需根据压缩空气需求量变化设置节能措施，降低能耗；

需设置压缩空气储气罐，压力 $\geq 0.6\text{MPa}$ ，容积 $\geq 10\text{m}^3$ 。

11.7 独立给料装置

独立给料装置用于风机叶片原料及纤维产物的稳定装载、密闭输送，核心适配热裂解、氧化、冷却全流程工艺需求，需与热裂解装置、氧化装置、冷却装置协同联动，实现物料平稳、密闭转运。

独立给料装置能够有效承载区域完全覆盖物料装载范围，可稳定装载尺寸 $\geq 2000\text{mm} \times 1500\text{mm}$ 的固定形状风机叶片原料或纤维产物；

独立给料装置耐温范围 $\geq 700^\circ\text{C}$ ；

独立给料装置与热裂解装置、氧化装置、冷却装置严格密封，密封间隙 $\leq 0.5\text{mm}$ ，整体漏风率 $\leq 0.01\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ 。

11.8 给料装置液压驱动站

给料装置液压驱动站核心用于驱动整套独立给料装置在热裂解装置、氧化装置及冷却装置内平稳行进，需与独立给料装置及各关联设备协同联动，实现装置精准定位及物料转运；

给料装置液压驱动站用于驱动整套独立给料装置在热裂解装置、氧化装置及冷却装置内行进，包含液压站；

给料装置液压驱动站支持根据物料负载及行进速度需求进行无级调压，压力控制精度 $\leq \pm 0.1\text{MPa}$ ，行进定位精度 $\leq \pm 0.5\text{mm}$ ；内置液压缓冲器，缓冲行程可根据实际工况灵活调节，缓冲压力 $\leq 1.2\text{MPa}$ ，能有效吸收行进末端的冲击载荷，降低设备振动与噪音；

给料装置液压驱动站支持 0-50kN 行进阻力无级可调，具备阻力实时监测功能；

给料装置液压驱动站包含定位机构，采用“伺服电机+滚珠丝杠”的精密传动。伺服电机变频防爆，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP55，具备过载保护、失步报警功能；滚珠丝杠精度等级 C3 级，表面经氮化处理，硬度 HRC ≥ 60 ，耐磨性强，使用寿命 $\geq 10000\text{h}$ ；

导轨限定独立给料装置运动方向，导轨直线度误差 $\leq 0.3\text{mm}/10\text{m}$ 。

11.9 大型机械臂装夹搬运装置

大型机械臂装夹搬运装置为装载、夹取以及搬运一体化设备，核心用于风机叶片及玻璃纤维的自动装载、夹取、搬运及转运，机械臂搬运装置是装载、夹取以及搬运一体化设备，主要由搬运桁架、提升机等组成；大型机械臂装夹搬运装置需与独立给料装置协同联动。进料端的大型机械臂装夹搬运装置需要将风机叶片搬运至独立给料装置上，出料端的大型机械臂装夹搬运装置需要将玻璃纤维从独立给料装置上取下；

进料搬运量 $\geq 2\text{t/h}$ ，出料纤维搬运量 $\geq 1000\text{kg/h}$ 。

搬运桁架搭载视觉定位系统，通过工业相机采集板材轮廓数据，计算几何中心后由抓手精准抓取，平移至提升机对接区域，轮廓识别精度 $\leq \pm 0.5\text{mm}$ ，计算时间 $\leq 1\text{s}$ ；

提升机顶部设有物料承接平台，与桁架抓手形成高度联动，联动响应时间 $\leq 0.5\text{s}$ ，承接板材后通过伺服电机驱动垂直升降，到达独立给料装置货架标高时，悬臂式对接机构伸出，通过定位销与窑车货架卡槽精确锁定，将板材平稳放置于窑车指定工位；提升机高度 $\geq 1000\text{mm}$ ，可根据实际布置情况调整。

配置抓举模块实现玻璃纤维自动装载、搬运收集，单台抓举机最大操作半径 $\leq 3000\text{mm}$ ，垂直提升行程 $\geq 2000\text{mm}$ ，可承受负载 $\geq 300\text{kg}$ 。

11.10 含氯热解气焚烧及蒸汽发生装置

含氯热解气焚烧及蒸汽发生装置核心用于风机叶片热解不凝气、含碳纤维氧化烟气的焚烧处置、能量回收及后续烟气急冷、脱酸处理，装置含有必要的钢结构、检修平台、管道、仪表等，需与热解氧化系统、后续环保处理模块协同联动，含氯热解气焚烧及蒸汽发生装置的进气管道需要与热解气冷却泵油储油装置的热解油储存罐相连，含氯热解气焚烧及蒸汽发生装置的出烟管道需包含与风机叶片热裂解装置、含碳纤维连续氧化装置之间的管道。

1) 焚烧模块

处置介质为风机叶片热解油气冷凝后产生的不凝气、含碳纤维氧化产生的氧化烟气，热解气主要组分为 N_2 、 CO_2 、 CO 、 H_2 、 CH_4 以及少量的 HCl 、苯、苯酚等可凝组分，温度为 40°C ，处置气量 $\geq 550\text{Nm}^3/\text{h}$ ，氧化烟气流量为 $4000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，主要组分为 O_2 、 N_2 等，温度为 550°C ；

焚烧温度 $\geq 850^\circ\text{C}$ ，焚烧效率 $\geq 99.9\%$ ，处置介质在焚烧装置内停留时间 $\geq 2\text{s}$ ，耐氯腐蚀，配套鼓风机，焚烧装置鼓风机送风量 $\geq 2000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，全压 $\geq 1\text{kPa}$ ；

含碳纤维氧化产生的氧化烟气由氧化风机送入焚烧装置，氧化风机全压 $\geq 3\text{kPa}$ ，变频防爆，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP55，耐氯腐蚀；

焚烧装置产生的高温烟气需要为热解氧化系统供能，应确保进入热解氧化系统的烟气温度不超过 900°C 且不低于 800°C ；

需包含辅助燃烧器，辅助燃烧器最大燃烧负荷 $\geq 2000\text{kW}$ ，且可调，采用天然气作为燃料，用于预热燃烧室以及运行过程中辅助热解气燃烧，维持燃烧室高温，辅助燃烧器还用于启炉阶段升温（冷态启动需将热解装置及氧化装置加热至 500°C ）及热解气流量不足时的稳燃，并配备流量调节阀实现精准控温；

焚烧装置应配备含氯热解气燃烧光谱图像检测系统，能够实时提供被热解风机叶片热解与温度图像，光谱分辨率 $\leq 1.5\text{nm}$ ，光谱范围 $0.2\text{--}1.2\ \mu\text{m}$ ，像素 ≥ 1000 万，测温范围 $500\text{--}2200^{\circ}\text{C}$ ，在线测温误差 $\leq 5\%$ ；配备图像分析软件，具备温度流-视频流双流储存功能，可支持 ROI 自定义功能，可选定目标区域并提供高温点、低温点位置及场平均温度数据；支持修改发射率、目标距离、湿度等参数修正功能；

检测系统由滑动进退式一体化固定支架支撑，前端采用法兰以满焊方式焊接于热解装置外壁面；提供控制进退功能；固定组件本体采用仪表用气风冷方式降温，工作期间禁止停止供气，冷却气 $\geq 0.4\text{MPa}$ ；气源母管供气需经过空气过滤器过滤，再分路分别供给系统冷却、镜头吹灰以及固定支架冷却，压缩空气截止阀数量 ≥ 5 ；

检测系统检测画面通过信号光缆、光纤收发器及工业以太网交换机等信号传输组件传输至上位机，信号光缆为铠装工业级，耐高温抗干扰，千兆单模双芯，以太网交换机配备 SC 接口；电口 ≥ 4 ，光口 ≥ 2 ，光口型号 SC，外置电源，防雷防涌浪。焚烧装置寿命不低于 10 年，焚烧装置的设计应满足服务期限内物料特性变化而导致的热解气特性变化的要求。

2) 蒸汽发生模块

饱和蒸汽产量 1t/h ，蒸汽压力 0.7MPa 。蒸汽发生模块的设计、制造需满足相关的国家标准，并由制造厂家负责设备的安装工作。

3) 急冷模块

急冷模块处理风量 $\geq 9000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，进口烟气温度 $\geq 500^{\circ}\text{C}$ ，冷却负荷 1000kW ，

急冷模块耐温 $\geq 700^{\circ}\text{C}$ ，烟气急冷时间 $< 1\text{s}$ ，出口烟气温度 $\leq 180^{\circ}\text{C}$ ；

急冷模块内部采用双层结构，与烟气接触面为防腐耐高温胶泥，中间为隔热层与热膨胀的吸收层，采用硅酸铝纤维板；

为保证防腐耐高温胶泥的强度及附着力，同时减轻设备重量，选择耐火材料，厚度约为 250mm；

急冷模块内部喷枪采用双流体喷枪，喷枪耐温 $\geq 500^{\circ}\text{C}$ ，采用雾化喷头双层夹套管；

含喷淋循环泵，输送介质为水，进水温度 25°C ，输送量 $\geq 1.5\text{t/h}$ ，扬程 $\geq 40\text{m}$ ，喷淋循环泵电机需变频防爆，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP55。

4) 脱酸模块

脱酸效率 $\geq 99\%$ ，处置气量 $\geq 12000\text{Nm}^3/\text{h}$ ；

脱酸模块含循环水泵及碱液输送泵，循环水泵循环水流量 $\geq 10\text{t/h}$ ，扬程 $\geq 40\text{m}$ ，碱液输送泵碱液输送量 $\geq 100\text{kg/h}$ ，扬程 $\geq 20\text{m}$ ，脱酸模块本体包含入口、出口、视窗，维修人孔及脱酸塔内部用以支撑及固定结构；循环管路材质采用 PP 材质，耐温范围常温 -80°C ；

循环水泵以及碱液输送泵电机采用变频防爆电机，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP55；

喷水配置螺旋式雾化喷嘴，耐温 $\geq 80^{\circ}\text{C}$ ，喷嘴抗堵塞性能优异、喷洒覆盖角度 $120^{\circ}-150^{\circ}$ 。

11.11 热解气冷却泵油储油装置

热解气冷却泵油储油装置核心用于风机叶片热解气的冷却、可凝气（富酚热解油）冷凝回收及不凝气输送，主要由风机叶片热解气冷却模块、富酚热解油储存罐、热解油输送泵、燃气风机及配套部件组成，装置含有必要的钢结构、检修平台、管道、仪表等，装置需与含氯热解气焚烧及蒸汽发生装置协同联动。

1) 冷却模块

风机叶片热解气冷却模块的被冷却介质为风机叶片热解气，主要成分为以 CO 、 CH_4 、 CO_2 为主的不凝气和双酚 A、苯酚等为主的可凝气；

热解气进气温度 $\geq 400^{\circ}\text{C}$ ，风机叶片热解气冷却模块冷却负荷 $\geq 300\text{kW}$ ，处理流量 $\geq 0.8\text{t/h}$ ；

风机叶片热解气冷却模块内部设雾化喷嘴，喷嘴耐温 $\geq 400^{\circ}\text{C}$ ，喷头喷雾角

度 120° ；

风机叶片热解气冷却模块含喷淋循环泵，初始输送介质为水，正常运行介质为热解油，循环输送量 $\geq 21\text{t/h}$ ，扬程 $\geq 40\text{m}$ 。

2) 热解油储存罐

风机叶片冷凝后的富酚热解油储存罐，设计压力常压，设计温度 $-10^{\circ}\text{C}-60^{\circ}\text{C}$ ，适配常温储存工况，容积 $\geq 10\text{m}^3$ ；

富酚热解油储存罐采用双密封结构，密封材质为氟橡胶，使用温度 $\leq 120^{\circ}\text{C}$ ，罐体采用 316L 不锈钢，内壁钝化处理；

含风机叶片热解油输送泵，热解油输送泵输送量 $\geq 1\text{t/h}$ ，扬程 $\geq 20\text{m}$ ，输送泵电机采用变频防爆电机，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP55；

风机叶片热解油气冷凝后产生的不凝气由燃气风机送入焚烧装置，燃气风机全压 $\geq 3\text{kPa}$ ，变频防爆，防爆等级不低于 Exd II BT4，防护等级不低于 IP55，材质耐氯腐蚀。

12. 退役光伏板整体连续热解及资源化回收中试系统

12.1 总体要求

本系统为退役光伏板整体连续热解及资源化回收中试系统，集成原料预处理至产品产出存储以及烟气净化等为止的全流程工艺设备。

★主要配置如下表：

序号	配置明细	数量
1	光伏板移动上料及数据采集装置	1 套
2	超大容积箱式热解装置	1 套
3	智能箱式温和受控氧化装置	1 套
4	热解氧化液压驱动装置	1 套
5	固体产物机器人智能分离收集装置	1 套
6	光伏板热解气焚烧装置	1 套
7	光伏板热解焚烧烟气净化装置	1 套

12.2 主要功能及技术参数

退役光伏板整体连续热解及资源化回收中试系统主要原料为退役光伏板，其主要产品为铝边框、光伏玻璃以及电池片。

退役光伏板整体连续热解及资源化回收中试系统整体应达到以下技术指标：

1) 退役光伏板整体连续热解及资源化回收中试系统处理能力 $\geq 2\text{t/h}$ (以进入热解炉的光伏板质量计量, 相关设备处置能力要求 25%的余量);

2) 玻璃破损率 $\leq 10\%$;

3) 排放满足国家及相关地方标准。

12.3 光伏板移动上料及数据采集装置

光伏板移动上料及数据采集装置主要功能为将光伏板输送至推车, 并记录质量、设备状态等数据。

1) 最大支持光伏板规格 $2000\text{mm} \times 1000\text{mm} \times 30\text{mm}$ 。

2) 机器人抓取, 定位偏差 $\leq 5\text{mm}$, 抓取高度 $\geq 3\text{m}$, 单次抓取质量 $\geq 30\text{kg}$ 。

3) 处理量 $\geq 2000\text{kg/h}$ 。

4) 含设备工作状态、能耗等数据采集功能, 数据采样频率 $\leq 10\text{s}$ 。

12.4 超大容积箱式热解装置

超大容积箱式热解装置主要功能为用于退役光伏板热解处置, 集成密封进出料、热裂解的一体化装置, 主要包括过渡段 1、热解段、过渡段 2、推车、制氮以及光谱诊断模块。

1) 过渡段 1 为箱式结构, 从外至内分别设有碳素结构钢组成的外壳、硅酸铝纤维棉保温填充层, 纤维板密封层; 过渡段 1 设有氮气置换; 过渡段 1 的靠近热解段设有 1 个氧含量监测点, 箱体内氧含量 $\leq 3\%$ 。

2) 热解段为箱式结构, 从外至内分别设有碳素结构钢组成的外壳、硅酸铝纤维棉保温填充层, 纤维板密封层以及电加热层; 热解温度 $400\text{--}600^\circ\text{C}$ 可调, 处理量 $\geq 2\text{t/h}$; 热解段前后段设有与过渡段相连的端面法兰; 热解段保温炉衬厚度 $\geq 200\text{mm}$, 炉衬由硅耐高温纤维模块折叠后再经机械压缩成型, 最后采用标准的铆固件及科学合理的镶装方法构筑而成, 保温后炉体外表面温度应低于 50°C , 炉衬采用的纤维材质最高耐温 1000°C ; 热解段核心区间控温精度 $\pm 10^\circ\text{C}$; 热解段顶部设有热解气排出口, 材质 316L, 并设置 1 个氧含量检测点、1 个温度检测点、1 个压力检测点; 热解段内部均匀设置 5 组温度, 2 组压力检测点, 温度测量范围 $0\text{--}800^\circ\text{C}$, 精度 $\pm 0.1^\circ\text{C}$, 压力测量范围 $\pm 5\text{kPa}$, 精度 $\pm 1\text{Pa}$ 。

3) 过渡段 2 为箱式结构, 从外至内分别设有碳素结构钢组成的外壳、硅酸铝纤维棉保温填充层, 纤维板密封层; 过渡段 2 设有氮气置换; 过渡段 2 的靠近热解段设有 1 个氧含量监测点, 箱体内氧含量 $\leq 3\%$ 。

4) 推车支持光伏板规格 $\geq 2000\text{mm} \times 1000\text{mm} \times 30\text{mm}$, 耐温范围 $\geq 700^{\circ}\text{C}$ 。

5) 制氮模块, 氮气纯度 $\geq 99.9\%$, 流量 $\geq 200\text{Nm}^3/\text{h}$; 制氮模块应配置空气干燥、过滤等功能, 气体露点温度 $\leq -40^{\circ}\text{C}$, 确保氮气质量达标; 制氮模块的极限工作条件应满足现场工作条件; 制氮模块应根据氮气需求量变化设置节能措施, 降低能耗; 制氮模块应设置噪声需 $\leq 80\text{db}$; 制氮模块应设置氮气储气罐, 压力 $\geq 0.6\text{MPa}$, 容积 $\geq 10\text{m}^3$ 。

6) 光谱诊断模块

包括大尺寸复合光谱热解在线监测系统, 采用分光结构, 集成可见波段感光元器件与长波红外成像装置, 支持退役光伏板热解过程中热解状态图像、非均匀温度图像测量, 测温范围 $300\text{--}1800^{\circ}\text{C}$, 在线测温误差 $\leq 5\%$; 可见波段感光元器件像素 ≥ 1000 万, 可根据目标距离、炉内亮度和观测区域大小调节焦距及曝光时间; 长波红外成像装置用于获取炉内高温区域的二维辐射信息分布和非均匀温度场信息, 长波红外分辨率为 1280×1024 , 配备成像软件, 支持温度流与视频流同步记录, 保证炉内温度图像连续获取; 视频信号采用光纤传输, 光缆芯数不低于 4 芯, 两端配置 SC 接口, 光纤跳线与光缆采用一体化制作方式, 现场无需进行熔纤操作; 信号传输至上位机, 配置图像与温度场分析软件, 软件支持自定义 ROI 区域, 可对重点区域输出最高温、最低温及平均温度等数据, 系统应具备图像画面和温度场数据保存功能, ROI 自定义形状种类数量 ≥ 5 , 亮度、对比度等画面优化参数数量 ≥ 5 , 存储容量不低于 2TB。

12.5 智能箱式温和受控氧化装置

智能箱式温和受控氧化装置主要用于退役光伏板热解固体产物残余碳的氧化脱除, 是集成温和氧化、冷却功能的一体化装置, 主要包括氧化段、冷却段、推车、轨道、平推机构、回车机构以及空气压缩模块。

1) 氧化段为箱式结构, 从外至内分别设有碳素结构钢组成的外壳、硅酸铝纤维棉保温填充层, 纤维板密封层以及电加热层, 电加热功率 $\geq 200\text{kW}$; 氧化温度 $500\text{--}600^{\circ}\text{C}$ 可调, 处理量 $\geq 2\text{t/h}$; 氧化段前后段设有与过渡段 2 及冷却段相连的端面法兰; 氧化段保温炉氧化衬厚度 $\geq 200\text{mm}$, 炉衬由硅耐高温纤维模块折叠后再经机械压缩成型得到, 最后采用标准的铆固件及科学合理的镶装方法构筑而成, 保温后炉体外表面温度应低于 50°C , 炉衬采用的纤维材质最高耐温 1000°C ; 氧化段核心区间控温精度 $\pm 10^{\circ}\text{C}$; 氧化段顶部设有烟气排出口, 材质 316L, 并

设置 1 个温度检测点、1 个压力检测点；氧化段内部均匀设置 5 组温度，2 组压力检测点，温度测量范围 0-800℃，精度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ，压力测量范围 $\pm 5\text{kPa}$ ，精度 $\pm 1\text{Pa}$ ；氧化段底部设有空气入口管。

2) 冷却段为箱式结构，从外至内分别设有碳素结构钢组成的外壳、硅酸铝纤维棉保温填充层，纤维板密封层；冷却段的一侧均匀设有冷空气进口管，另一侧设有热空气出口管；冷却段的热空气出口管汇总后与氧化段的空气入口管相连；冷却段的靠近氧化段设有端面法兰。

3) 轨道，氧化装置包含用于支撑推车移动的标准轨道。

4) 平推机构，氧化装置出口与热解装置入口设有与推车移动方向垂直的 2 组平推机构；平推机构距离 6000mm。

5) 回车机构，平推机构之间设有与之垂直相连的回车机构；回车距离 62500mm。

6) 空气压缩模块，流量 $\geq 300\text{Nm}^3/\text{h}$ ，输出压力 $\geq 0.6\text{MPa}$ ；配置空气干燥、过滤等功能，确保压缩空气质量达到气动阀等使用标准；极限工作条件应满足现场工作条件；应根据压缩空气需求量变化设置节能措施，降低能耗；应设置切实可能降噪方案，环境噪声 $\leq 80\text{db}$ ；设置压缩空气储气罐，压力 $\geq 0.6\text{MPa}$ ，容积 $\geq 10\text{m}^3$ 。

12.6 热解氧化液压驱动装置

热解氧化液压驱动装置的主要功能为驱动退役光伏板的装载推车在过段 1、热解段、过渡段 2、氧化段以及冷却段连续移动。

1) 给料装置液压驱动站用于驱动整套独立给料装置在光伏组件热裂解装置、含碳玻璃及晶硅片连续氧化装置内行进，包含液压站，双站冗余设计，支持独立/联动运行。

2) 支持根据物料负载及行进速度需求进行无级调压，压力控制精度 $\leq \pm 0.1\text{MPa}$ ，行进定位精度 $\leq \pm 0.5\text{mm}$ ；内置液压缓冲器，缓冲行程 20-50mm，可根据实际工况灵活调节，缓冲压力 $\leq 1.2\text{MPa}$ ，能有效吸收行进末端的冲击载荷，降低设备振动与噪音。

3) 支持 0-50kN 行进阻力无级可调，具备阻力实时监测功能。

4) 给料装置液压驱动站包含定位机构，采用“伺服电机+滚珠丝杠”的精密传动。伺服电机变频防爆，具备过载保护、失步报警功能；滚珠丝杠精度等级 C3 级，表面经氮化处理，硬度 HRC ≥ 60 ，使用寿命 $\geq 10000\text{h}$ 。

12.7 固体产物机器人智能分离收集装置

固体产物机器人智能分离收集装置主要功能为从固体产物分离出玻璃板、晶硅片等产品。

1) 机器人从窑车上搬运托盘, 并将托盘放置于托盘回流线体上, 机器人配备智能定位抓取模块, 可以自动精准识别托盘定位点, 将托盘搬运至回收流转线, 定位偏差 $\leq 1\text{mm}$, 单次搬运质量 $\geq 60\text{kg}$, 搬运高度 $\geq 3\text{m}$, 转动范围 360° , 处理量 $\geq 2000\text{kg/h}$ 。

2) 回收流转线具有智能定位以及联锁控制功能。

3) 硅片回收机器人带动负压吸盘把破碎的硅片真空吸入集料设备中, 真空吸力 $\geq 30\text{kPa}$ 。

4) 集料模块完成称重(称重范围 $0\text{--}100\text{kg}$, 称重精度 $\pm 0.1\%$), 封口等工作。

5) 机器人对硅片包装袋进行码垛存放, 码垛高度 $\geq 1000\text{mm}$ 。

6) 玻璃板搬运机器人搬运玻璃至定位平台, 定位偏差 $\leq 1\text{mm}$, 单次搬运质量 $\geq 30\text{kg}$, 搬运高度 $\geq 3\text{m}$, 转动范围 360° , 处理量 $\geq 2000\text{kg/h}$ 。

7) 定位完成后把玻璃板放置在物料架上, 堆积高度 $\geq 500\text{mm}$, 边缘累计偏差 $\leq 10\text{mm}$ 。

8) 采用自动化、智能化的设计, 实现智能管控、能耗追踪等功能。

12.8 光伏板热解气焚烧装置

光伏板热解气焚烧装置主要功能为光伏板含氟热解气焚烧, 在正常运行时, 热解气通过端部中间的烧嘴进入, 在炉内旋流燃烧。旋流烟气在炉内停留足够长的时间, 保证热解气完全燃烧。焚烧装置另设置 1 台辅助燃烧器, 在焚烧装置启动和需助燃时, 投运辅助燃烧器。当热解气通过烧嘴燃烧能维持 1100°C 以上停留 2 秒时, 辅助燃烧器无需投运。

1) 处置气体为光伏板热解气, 组分包括可凝气以及不凝气, 不凝气的主要成分为 N_2 、 CO 、 CO_2 、 H_2 、低碳烃类以及 HF 、含氟有机物, 可凝气的成分主要为乙酸、戊烯醇等含氧有机物以及苯、甲苯等碳氢化合物等数百种有机物, 且成分随原料及工艺不同而变化, 燃烧气量 $\geq 200\text{kg/h}$, 流量变化, 温度 $\geq 350^\circ\text{C}$; 焚烧温度 $\geq 1100^\circ\text{C}$, 焚烧效率 $\geq 99.9\%$, 焚烧负荷 $\geq 1000\text{kW}$, 焚烧装置材质为耐氟腐蚀材质。

2) 焚烧装置设置适应成分比例及流量变化的专用燃烧器, 燃烧器具有耐氟

旋流设计，确保有机氟完全转化为 HF，VOCs 全部转化为 CO₂ 和 H₂O。

3) 燃烧装置出口烟气中氧气含量 6%-12% (干基)。

4) 燃烧室在净化系统尾端的引风机作用下呈微负压运行。设计烟气停留时间 > 2s，焚烧装置的出口处的端面上设置检修用的人孔，观察炉内燃烧状况的观火孔及视频摄像头，设置测量炉内压力的传感器。

5) 本体留有 SNCR 接口。SNCR 系统将浓度为 10% 左右的尿素溶液经过 2 层喷嘴喷入炉内，在 800℃ 到 1100℃ 的温度窗口内停留足够长时间，反应充分。SNCR 烟气脱硝工艺主要包括还原剂储存系统、循环输送模块、稀释计量模块、分配模块、背压模块、还原剂喷射系统和相关的仪表系统等。

6) 热解气烧嘴采用旋流结构，烧嘴设计时充分考虑热解气含有重组分焦油，避免焦油和积碳堵住烧嘴，烧嘴积碳速率 ≤ 0.3g/(m²·h)，烧嘴寿命 ≥ 8000h。

7) 空气与热解气之间进行多级配风，配套一次风机和二次风机；含火焰检测模块，实时监测燃烧状态，一次风流量 ≥ 5000Nm³/h，二次风流量 ≥ 5000Nm³/h，一二次风均采用变频调控。

8) 配套辅助燃烧器，辅助燃烧器的热负荷 ≥ 300kW，采用天然气作为燃料，用于预热燃烧室以及运行过程中辅助热解气燃烧，维持燃烧室高温；

9) 焚烧模块配备热解气焚烧多光谱成像系统，光谱分辨率 ≤ 1.5nm，支持实时提供燃烧图像与温度场分布图像，测温范围 500-2200℃，在线测温误差 ≤ 5%；多光谱成像系统配备耐高温铠装保护外壳，耐压：0.8MPa，直接固定于炉壁表面；冷却方式采用风冷，采用仪表用气，冷却气压力 ≥ 0.4MPa；配备 BYD-N5 型涡旋致冷管，对冷却气进行降温；配备双级空气过滤器，对仪表用气进行除尘、除水，冷却气采用仪表用气，压力 ≥ 0.4MPa；就近配备数据柜，主要用于数据汇聚和信号传输。数据柜距离成像系统 ≤ 3m；输入电源为 220VAC/50Hz，柜体防护等级不低于 IP55，端子排位数不少于 30 位，便于现场多路信号接入、转接和后期维护；配备上位机及分析软件，主要用于管理成像设备和数据显示；支持设备连接、断开、状态监视及实时画面显示；支持画面缩放、局部放大、全屏显示等显示功能；可调整亮度、曝光时间、白平衡、亮度和对比度等参数，保证图像采集清晰稳定；具备数据连续采集、录像保存、视频回放和数据导出功能。

10) 储热颗粒成型模块由双螺杆挤出与滚圆两部分组成。该模块可将粉状储热材料与粘结剂混合并制备为球形颗粒，为后续煅烧模块提供合格储热介质。设

备螺杆直径 $\leq 25\text{mm}$ ，工作转速 3-23rpm，制粒产量 5-20kg/h，滚圆转速调节范围 50-1500rpm，最高工作温度 $\geq 350^{\circ}\text{C}$ ，控温精度不低于 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。所得颗粒直径 $\leq 5\text{mm}$ ，圆整度 $\geq 90\%$ 。可稳定实现连续化造粒。

11) 热化学储热装置配备煅烧反应模块、余热回收模块和产物储存模块，用于回收焚烧装置产生的高温烟气余热并实现热能的灵活调配。煅烧反应模块为管式反应器，其外壁选用耐腐蚀不锈钢，内壁选用刚玉或碳化硅作为耐磨内衬，内径 $\leq 50\text{mm}$ ，工作温度区间为 $700-1000^{\circ}\text{C}$ ，储热时长 $\leq 0.5\text{h}$ 。反应器出料端配置控制阀门，通过调节储热颗粒的下落速率，实现对物料流量的精确控制。余热回收模块采用移动床式换热器，固体颗粒缓慢下落，气体逆流或错流通过，用于回收热化学储能反应产物的高温显热，并初步加热低温储热介质，主要材质为耐热合金，耐温 $\geq 1000^{\circ}\text{C}$ ，换热功率 $\geq 800\text{kW}$ ，换热后产物温度 $\leq 300^{\circ}\text{C}$ 。产物储存模块包括气体储存罐和固体储存罐。气体储存罐用于储存经余热回收后从气体产物中分离出的 CO_2 ，有效容积 $\geq 8\text{m}^3$ ，罐体为内衬耐氟防腐层的钢制结构，操作压力为 $0.1-0.3\text{MPa}$ ，温度为室温。固体储存罐用于存放换热后的固体产物，容积 $\geq 8\text{m}^3$ ，内衬硅酸铝纤维保温层，厚度 $\geq 120\text{mm}$ ，维持罐内温度 $\geq 200^{\circ}\text{C}/24\text{h}$ ，温降 $\leq 5\%$ 。整个储热系统设置温度传感器（测量范围 $0-1200^{\circ}\text{C}$ ，精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ）和流量调节阀。此外，煅烧反应模块与焚烧装置之间设高温烟气旁路，当不需要储热或储热模块检修时，烟气可直接切至净化系统。储热模块设计寿命 $\geq 8000\text{h}$ 。

12.9 光伏板热解焚烧烟气净化装置

光伏板热解焚烧烟气净化装置主要功能为集成急冷、除尘、脱酸、引风、排气等一体化模块，系统闭环工作，装置材质为耐 HF 腐蚀材质，HF 耐受浓度 $\geq 30000\text{ppm}$ 。

1) 急冷模块处理量 $\geq 10000\text{m}^3/\text{h}$ ，急冷模块耐温 $\geq 1200^{\circ}\text{C}$ ，烟气急冷时间 $< 1\text{s}$ ，烟气在塔内停留时间 1-5s，出口烟气温度 $\leq 180^{\circ}\text{C}$ 。

2) 急冷塔内部采用双层结构，与烟气接触面为防腐耐高温胶泥，中间为隔热层与热膨胀的吸收层，采用硅酸铝纤维板。防腐耐高温胶泥选择耐火材料，厚度约为 250mm 。

3) 喷枪采用双流体喷枪，采用雾化喷头双层夹套管。

4) 含喷淋循环泵，输送介质为水，进水温度 25°C ，输送量 $\geq 3\text{t/h}$ ，扬程 $\geq 40\text{m}$ 。

- 5) 除尘模块处理风量 $\geq 10000\text{m}^3/\text{h}$, 颗粒物排放浓度 $\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$ 。
- 6) 布袋除尘器由上箱体、中箱体、灰斗、导流板、支架、滤袋组件、喷吹装置、卸灰装置等辅助设备组成。
- 7) 除尘模块设有压缩空气反吹模块, 确保除尘模块最大压降 $\leq 1500\text{Pa}$ 。
- 8) 含脱酸模块, 脱酸效率 $\geq 99\%$, 净化后氟化氢浓度 $\leq 2\text{mg}/\text{m}^3$, 处置气量 $\geq 10000\text{Nm}^3/\text{h}$, 脱酸模块含循环水泵及碱液输送泵, 循环水泵循环水流量 $\geq 10\text{t}/\text{h}$, 扬程 $\geq 40\text{m}$, 碱液输送泵碱液输送量 $\geq 100\text{kg}/\text{h}$, 扬程 $\geq 20\text{m}$ 。
- 9) 脱酸塔本体包含入口、出口、视窗, 维修人孔及脱酸塔内部用以支撑及固定的结构。
- 10) 循环管路材质采用 PP 材质。
- 11) 喷水采用螺旋喷嘴。
- 12) 引风模块全压 6kPa , 风量 $\geq 10000\text{Nm}^3/\text{h}$ 。
- 13) 脱酸散热模块, 散热负荷 $\geq 500\text{kW}$; 配置自动补水功能; 极限工作条件应满足现场工作条件; 应设置循环水箱, 水箱容积 $\geq 5\text{m}^3$; 设置外置冷却水循环泵及其管道、仪表、阀门, 循环水量 $\geq 30\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $\geq 20\text{m}$ 。

三、配套厂房及相关功能间的技术要求

1. 配套厂房

配套厂房及相关功能区域布局要求, 设备安装过程中投标人需开展的工作如下:

- 1) 投标人需在投标文件中给出设备在厂房内的布局, 投标人负责设备安装过程的所有工作;
- 2) 投标人应对所提交的设备安装设计及建设内容的完整性、正确性、准确性负责, 因设备安装设计及建设问题导致的更改以及因此产生的费用, 均由投标人负全责;
- 3) 投标人有责任在不影响设备最终功能性能的前提下, 服从采购人厂房的总体布局设计规划, 如优化中试系统布局和调整接口, 更新修改设备安装设计及建设等;
- 4) 设备安装设计及建设过程中, 投标人应与采购人一起对设备安装设计方案及建设图纸进行审查并参与设备安装设计方案及建设图纸评审, 确保设备安装满足要求;

5) 设备安装过程中, 投标人应安排专门的现场经理协助采购人对过程进行管控和现场验收, 及时纠正出现的问题和偏差, 确保最终能满足设备的要求。对于墙体、埋件、穿墙孔等一旦建成, 存在问题需要先破坏再重建的项目, 应作为重点监控对象;

6) 设备安装完成后, 投标人应对设备接口进行复查, 保证满足要求, 并将审查结果提交采购人审查。

2. 公用工程条件

2.1 冷却水源

冷却水自市政自来水管网, 能稳定满足本中试系统用水需求。冷却水进、回水主管及支管管路连接、阀门安装、试压调试及与系统设备的整体对接, 确保管路密闭无渗漏、水流通畅, 满足系统冷却工艺要求。

2.2 供配电

厂区设配电房 1 座, 配电房设 1000kVA 变压器 1 台, 电源由开关柜引 10kV 专线接入, 满足本中试系统使用需求。采购人提供 380V/50Hz 和 220V/50Hz 电源输出, 低压配电柜设置在厂房区域内 (具体位置协商指定)。投标人可直接由低压配电箱接电。投标人同时需提出具体的用电设备、用电点及用电参数需求, 并进行详细设计。

2.3 天然气

项目接入区域天然气管网专用支线, 可实现本中试系统天然气的稳定供应。投标人负责完成 8 套成套系统的天然气主管道、支管道连接、调压装置安装、泄漏报警系统配置及与工艺设备的接口对接, 严格遵循现行燃气设计规范完成管道吹扫、强度试压与严密性试验, 确保供气安全稳定、计量准确, 满足系统燃料及工艺用气双重需求。

四、油漆、铭牌、包装和运输

1. 油漆

1) 除非另有说明, 除机加工表面外, 所有铁素体材料的外表面应涂至少两层底漆和一层面漆, 在加工的外表面应全部涂以防锈剂, 油漆的类型和颜色应由采购人指定;

2) 对易锈件进行防锈处理。

2. 铭牌

铭牌包含以下内容：

- 1) 设备名称、型号；
- 2) 出厂编号；
- 3) 主要技术指标；
- 4) 制造厂名称；
- 5) 制造年月。

3. 包装

- 1) 投标人按设备在现场没有任何保护的情况下贮存至少 6 个月考虑，对所有部件进行清洁，防锈和妥善的保护处理。
- 2) 所有开口用牢固的金属或塑料制品封堵。
- 3) 所有螺纹孔用塞子封堵。
- 4) 各项设备或材料都妥当包装，可靠固定，以防止运输过程中损坏。

4. 运输

投标人应对设备的运输负责。

五、设备加工采购、安装、调试、验收的要求

1. 概述

投标人负责责任范围内的 8 套成套中试系统各设备采购、加工与制造，投标人将中试系统的设备运抵采购人现场后，负责所有设备的安装和调试工作。加工采购、安装、调试和验收过程中，投标人应遵守相应的方案和计划。

2. 加工采购

在采购与加工制造过程中投标人应遵守以下要求：

- 1) 投标人应在关键设计阶段锁定各设备品牌及技术要求等信息，制定采购计划，并提供至采购人进行审查；
- 2) 投标人设计的关键非标设备图纸，在加工制造前，应经采购人确认；
- 3) 投标人选择的非标设备加工厂家的资质及经验应获得采购人评估和确认；
- 4) 投标人根据采购人批准的中试系统设计方案及采购要求提供 8 套成套中试系统的设备。

3. 安装

在安装过程中投标人应遵守以下要求：

1) 投标人在设备最终设计评审阶段应提交初步的安装方案，在设备安装前 1 个月提交最终的设备安装方案。该方案应使用图文说明设备的安装流程、方法及其他相关事宜。最终的安装方案经采购人审查获得批准后方可实施；

2) 投标人负责安装前的卸货、二次转运等工作；

3) 投标人对其完成 8 套成套中试系统安装工作所需的人力负责；

4) 投标人对其完成 8 套成套中试系统安装工作所需的器具、材料以及安装后场地清理工作负责，采购人负责提供 8 套成套中试系统设备存放、安装和人员临时办公的场地；

5) 8 套成套中试系统安装完成后应按相关规范进行焊缝检查、打压、管道吹扫等工作，并应提供相关计划及结果报告；

6) 各中试系统安装完成后，投标人应向采购人书面确认成套中试系统的安装符合投标人提出安装要求及相关标准和规范，并在两周内提交成套中试系统安装报告给采购人审查，采购人批准后作为现场验收完成的标志。

4. 调试

在调试过程中投标人应遵守以下要求：

1) 8 套成套中试系统调试包含分设备调试和系统联合调试两部分。投标人应先进行设备调试，在确保设备运行正常后再进行系统联合调试；

2) 8 套成套中试系统的设备调试由投标人负责组织与实施，采购人参与；

3) 投标人应在 8 套成套中试系统最终设计评审阶段提交初步的调试方案，在设备调试前 1 个月提交最终的调试方案供采购人审查；

4) 投标人应在 8 套成套中试系统开展调试之前，至少提前 1 个月向采购人提交 8 套成套中试系统调试工作对公用工程的需求，由采购人协调公用工程资源；

5) 除 8 套成套中试系统本身已包含的测试设备、仪器仪表和管道线缆外，调试过程所要用到的其他测试设备、仪器仪表和管道线缆等，由投标人负责，且确保上述所有设备在调试试验时在检定/校准有效期以内。

5. 验收

本验收主要指对投标人提供的 8 套成套中试系统和人员培训服务进行的验收。试验厂房及其附属设施的验收不包含在此范围内。

验收分为工厂验收、现场验收和最终验收三个阶段。

工厂验收指设备在工厂完成制造后发货前，在设备制造工厂进行的验收。

现场验收指设备在设备建设现场完成安装和系统检测后，在现场进行的验收。

最终验收指 8 套成套中试系统完成建设后，进行联合调试试验以确认 8 套成套中试系统可以交付使用。

8 套成套中试系统的验收可以与调试过程相结合，开展验收前投标人应提供相关的验收方案供采购人审查。

5.1 工厂验收

对于投标人负责提供的设备，投标人负责工厂验收。工厂验收的要求包括但不限于如下要求：

- 1) 投标人依据设备加工的具体进度，提供设备完整的工厂验收计划；
- 2) 采购人依据设备的重要程度，选择性的参与相关系统或设备的验收；
- 3) 投标人必须验证设备制造符合相关的标准规范以及满足本技术要求，作为安装和发货的依据，且货物包装方案需遵循相关规范；
- 4) 投标人负责协调、协助采购人参与工厂验收；
- 5) 投标人在完成设备工厂验收后，应在两周内提交设备工厂验收报告给采购人审查，审查通过后方可作为工厂验收完成的标志。

5.2 现场验收

- 1) 对于投标人负责提供的设备，投标人完成安装后应进行检测，用以验证设备或系统满足安装要求，比如气密性试验和水压试验等；
- 2) 检测所需的操作人员、工装器具等均由投标人提供；
- 3) 检测完成后，投标人应在两周内提交设备安装总结报告给采购人审查，采购人批准后作为现场验收完成的标志。

5.3 最终验收

最终验收由采购人负责组织，投标人负责具体工作的实施。最终验收的要求包括但不限于如下要求：

- 1) 最终验收由采购人负责组织，投标人负责具体工作的实施和协助采购人完成验收；
- 2) 设备验收过程按照采购人的项目验收指标执行。即使在执行过程中需要进行微小的调整，也必须得到采购人的批准；
- 3) 投标人完成调试工作之后，应在 1 个月内将所有相关文档资料整理好一次性发给采购人，并提交最终验收报告给采购人审查；

4) 投标人所提交的一切与本项目有关的图纸、说明书及文档等交付物的版权归采购人所有；

5) 采购人组织验收，验收通过之后，双方签署最终验收报告作为完成最终验收的标志。

六、售后服务

中试平台需满足的质保期为：8 套中试系统整机质保期为 1 年（各系统中有特别质保要求的零配件，以技术规格中要求质保期为准）。质保期自各系统合同验收工作完成之日算起，相应的质保规定如下：

1) 中试系统整机质保期内，由投标人提供的关键设备如出现由于设计或制造不当引起的重大故障或功能失效，自采购人发出故障通知后 1 个月仍无法使此设备正常工作，采购人有权要求退换同类设备，产生的经济损失应由投标人承担；如果对此关键设备进行更换，此设备的质保期应重新计算；

2) 各系统整机质保期内，如果投标人提供的任何零部件、设备和系统发生故障和失效，投标人应负责免费修理和更换，在投标人提供的零部件、设备和系统的修理和更换期间，各系统的整机质保期原则上应暂停计算，直至零部件、设备和系统完成修理和更换后继续计算整机质保期。如该等故障和失效未导致试验器无法使用，则整机质保期可不暂停计算；

3) 在相应的质保期内，投标人应为各系统控制系统的软件提供免费的维护及升级服务；各系统整机质保期内，当投标人提供的系统、设备或部件运行出现故障时，投标人须承诺在采购人发出通知后 24 小时内给予响应，必要时 48 小时内指派相关的技术人员抵达现场或采取相应的让用户满意的处理措施；

4) 各系统整机质保期内，投标人应为各系统提供一套常用工具，便于采购人对各系统自行进行日常维护和简单维修。

5) 投标人应在投标书中详细列出供货项目清单、所推荐的备品备件清单和专用工具清单。投标人负责质保期内的所有备品备件，备品备件清单最终按合同规定执行。

表 专用工具表

序号	名称	规格和型号	单位	数量	产地	生产厂家	备注
----	----	-------	----	----	----	------	----

表 备品备件表

序号	名称	规格型号	单位	数量	产地	生产厂家	备注

七、培训

投标人负责提供培训，安排采购人进行理论和现场设备上的实际操作培训。
培训的具体时间和人数由双方商定后决定，并提交培训记录表。

理论培训包含如下内容：

设备的系统工作原理及运行操作；

系统的功能和性能检查，维修保养、校准操作等；

设备故障判别及排查、维修等。

现场培训在安装调试完成后进行，包含如下内容：

投标人对采购人的技术人员进行技术指导和培训，确保采购人能理解和掌握系统调试操作及系统各部分的工作原理、正确使用和操作，同时能够独立完成使用规定的各项试验、维护及维修任务。

八、执行的相关标准

投标人需要保证其提供的设计及服务符合国际标准、中国国家标准及所在地地区标准。

成套中试系统的设计、检验、制造、安装、调试、验收及土建技术要求应遵守国际、国家、行业和企业相关的标准和现行规范，至少包括但不限于以下标准：

《不锈钢冷轧钢板和钢带》 GB 3280

《不锈钢热轧钢板和钢带》 GB 4237

《耐热钢钢板和钢带》	GB 4238
《输送流体用无缝钢板》	GB 8163
《不锈钢复合钢板》	GB 8165
《建筑设计防火规范》	GB 50016
《爆炸危险环境电力装置设计规范》	GB 50058
《工业设备管道绝热工程设计规范》	GB 50264
《供配电系统设计规范》	GB 50052
《10kV 以下变电所设计规范》	GB 50053
《通用用电设备配电设计规范》	GB 50055
《爆炸性环境防爆电气设备》	GB 3836
《职业性接触毒物危害程度分级》	GBZ 230
《钢制管法兰》	GB/T 9124.1
《钢制管法兰连接用紧固件》	GB/T 9125.1
《工业设备及管道绝热工程施工及验收规范》	GB 50126
《工业金属管道工程施工质量验收规范》	GB 50184
《工业设备及管道绝热工程施工质量验收规范》	GB 50185
《工业金属管道工程施工规范》	GB 50235
《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》	GB 50236
《现场设备、工业管道焊接工程质量规范》	GB 50683
《工业设备及管道防腐蚀工程施工规范》	GB 50726
《工业设备及管道防腐蚀工程施工质量验收规范》	GB 50727
《工业金属管道设计规范》	GB 50316
《固体废弃物处理处置工程技术规范》	GB 50869
《氢气站设计规范》	GB 50177
《甲醇厂设计规范》	GB 50480
《氢气 第1部分：工业氢》	GB/T 3634.1
《家用电器用废旧锂电池拆解及回收规范》	GB/T 45947
《机电产品包装通用技术条件》	GB/T 13384
《汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值》	GB 1589
《货物包装 运输包装件基本试验 堆码试验方法》	GB/T 4857.3

《设备及管道保温技术通则》	GB/T 4272
《机动车安全技术检验项目和方法》	GB 38900
《机械设备安装工程施工及验收通用规范》	GB 50231
《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》	GB 50275
《工业设备及管道绝热工程施工规范》	GB 50185
《自动化仪表工程施工及质量验收规范》	GB 50093
《建筑工程施工质量验收统一标准》	GB 50300
《混凝土结构工程施工质量验收规范》	GB 50204
《建筑地基基础工程施工质量验收标准》	GB 50202
《建筑抗震设计规范》	GB 50011
《工业建筑防腐蚀设计标准》	GB 50046
《建筑与市政地基基础通用规范》	GB 55003
《钢制压力容器》	GB 150
《钢制化工容器制造技术要求》	GB/T 25198
《漆膜颜色标准》	GB/T 3181
《涂料涂层自然气候暴露试验方法》	GB/T 3511
《金属和其他无机覆盖层 热喷涂 锌、铝及其合金》	GB/T 9793
《色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第 4 部分：表面类型和表面处理》	GB/T 30790.4
《安全标志及其使用导则》	GB 2894
《工业企业设计卫生标准》	GBZ 1
《大气污染物综合排放标准》	GB 16297
《污水综合排放标准》	GB 8978
《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》	GB 18599
《质量管理体系一要求》	GB/T 19001
《环境管理体系一要求及使用指南》	GB/T 24001
《职业健康安全管理体系 要求及使用指南》	GB/T 45001
《工业企业厂界环境噪声排放标准》	GB 12348
《工业企业噪声控制设计规范》	GB/T 50087
《建筑施工场界环境噪声排放标准》	GB 12523

《声学 环境噪声测量方法》	GB/T 3222
《钢结构设计标准》	GB 50017
《钢结构通用规范》	GB 55006
《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》	GB 51022
《钢结构工程施工质量验收标准》	GB 50205
《油气输送管道完整性管理规范》	GB 32167
《石油天然气工业用阀门》	GB/T 20173
《自动化仪表选型设计规范》	HG/T 20507
《机械设备安装工程施工及验收通用规范》	GB 50231
《工业控制计算机系统 通用规范 第1部分：通用要求》	GB/T 26802.1
《工业控制计算机系统 通用规范 第2部分：工业控制计算机的安全要求》	GB/T 26802.2
《工业控制计算机系统 通用规范 第3部分：设备用图形符号》	GB/T 26802.3
《工业控制计算机系统 通用规范 第4部分：文字符号》	GB/T 26802.4
《工业控制计算机系统 通用规范 第5部分：场地安全要求》	GB/T 26802.5
《工业控制计算机系统 通用规范 第6部分：验收大纲》	GB/T 26802.6
《工业控制计算机系统 总线 第1部分：总论》	GB/T 26803.1
《工业控制计算机系统 总线 第2部分：系统外部总线 串行接口通用技术条件》	GB/T 26803.2
《工业控制计算机系统 总线 第3部分：系统外部总线 并行接口通用技术条件》	GB/T 26803.3
《工业控制计算机系统 功能模块模板 第1部分：处理器模板通用技术条件》	GB/T 26804.1
《工业控制计算机系统 功能模块模板 第2部分：处理器模板性能评定方法》	GB/T 26804.2
《工业控制计算机系统 功能模块模板 第3部分：模拟量输入输出通道模板通用技术条件》	GB/T 26804.3
《工业控制计算机系统 功能模块模板 第4部分：模拟量输入输出通道模板性能评定方法》	GB/T 26804.4
《工业控制计算机系统 功能模块模板 第5部分：数字量输入输出通道模板通用	

技术条件》	GB/T 26804.5
《工业控制计算机系统 功能模块模板 第6部分：数字量输入输出通道模板性能 评定方法》	GB/T 26804.6
《工业控制计算机系统 功能模块模板第7部分：视频采集模块通用技术条件及 评定方法》	GB/T 26804.7
《工业控制计算机系统 软件 第3部分：文档管理指南》	GB/T 26805.3
《工业控制计算机系统 软件 第4部分：工程化文档规范》	GB/T 26805.4
《工业控制计算机系统 软件 第5部分：用户软件文档》	GB/T 26805.5
《工业控制计算机系统 工业控制计算机基本平台 第1部分：通用技术条件》	GB/T 26806.1
《工业控制计算机系统 工业控制计算机基本平台 第2部分：性能评定方法》	GB/T 26806.2
《压力容器 第1部分：通用要求》	GB/T 150.1
《压力容器 第2部分：材料》	GB/T 150.2
《压力容器 第3部分：设计》	GB/T 150.3
《压力容器 第4部分：制造、检验和验收》	GB/T 150.4
《搪玻璃设备技术条件》	GB/T 25025
《危险废物焚烧污染控制标准》	GB 18484
《炉用燃料油》	GB 25989
《工业锅炉水质》	GB/T 1576
《船用燃料油》	GB/T 17411
《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》	GB 50150

注：以上执行标准如有最新版本的，按照最新版本执行。

第六章 拟签订的合同文本

华北电力大学采购合同模板

（货物类）

(此为参考版本，以实际签订为准)

合同编号：

项目名称：

货物名称：

买 方：

卖 方：

签署日期：_____

_____（买方）_____（项目名称）中所需_____（货物名称）经_____（招标人）以_____号招标文件在国内_____（公开/邀请）招标。经评标委员会评定_____（卖方）为成交人。买、卖双方依据《中华人民共和国政府采购法》、《中华人民共和国民法典》，在平等自愿的基础上，同意按照下面的条款和条件，签署本合同。

1. 合同文件

下列文件构成本合同的组成部分，应视为一个整体，彼此相互解释，相互补充。为便于解释，组成合同的多个文件的优先级次序如下：

- a. 本合同书
- b. 中标通知书
- c. 协议
- d. 投标文件（含澄清文件）
- e. 招标文件（含招标文件补充通知）

2. 合同标的

本合同标的名称：_____。

标的交付行为完成时间：_____。

3. 合同总价

本合同总价为____元人民币。

分项价格：_____。

4. 付款方式

_____（现金，转账，支票，其他）

5. 本合同交货的时间及地点

交货时间：_____。

交货地点：_____华北电力大学_____。

交付内容：_____。

6. 合同的生效

本合同经双方全权代表签署并加盖单位印章后生效。

买方：华北电力大学

名称：（印章）

年 月 日

法定代表人：毕天姝

授权代表（签字）：

地址：北京市昌平区回龙观北农路 2 号

邮政编码：102206

电话：_____

统一社会信用代码：1210000040000983X8

开户银行：建设银行北京沙河支行

联行号：105100021035

账号：11001016000056055041

卖方：_____

名称：（印章）

年 月 日

法定代表人：

授权代表（签字）：

地址：_____

邮政编码：_____

电话：_____

统一社会信用代码：_____

开户银行：_____

联行号：_____

账号：_____

本页为财政部中央预算管理一体化系统需要提供的中标公司信息

请在签订合同时务必提供

收款人名称：

收款人账号：

收款人开户行：

联系人：

联系电话：

所属区划：

详细地址：

产地类型：

是否采购本国产品：

产品名称：

产品型号：

企业规模：（只能填写大型、中型、小型、微型或其他中的一类）

特殊性质：（只能填写监狱企业、残疾人企业或其他中的一类）

所属行业：

制造商：

供应商：

制造国别：

供应商绝对所有权拥有者性别：（男或女）

外商投资企业：（是或否）

外商投资类型：（外商单独投资或外商部分投资）

外商国别：

合同一般条款

1. 定义

本合同中的下列术语应解释为：

1.1 “合同”系指买卖双方签署的、合同格式中载明的买卖双方所达成的协议，包括所有的附件、附录和构成合同的其他文件。

1.2 “合同价”系指根据合同约定，卖方在完全履行合同义务后买方应付给卖方的价格。

1.3 “货物”系指卖方根据合同约定需向买方提供的一切设备、机械、仪表、备件、工具、手册等其他相关资料。

1.4 “服务”系指根据合同约定卖方承担与供货有关的辅助服务，如运输、保险、安装、调试、提供技术援助、培训和其他类似的服务。

1.5 “买方”系指采购人或购买服务的单位。

1.6 “卖方”系指根据合同约定提供服务及相关服务的供应商，即中标人。

1.7 “现场”系指合同约定货物将要运至和安装的地点。

1.8 “验收”系指合同双方依据强制性的国家技术质量规范和合同约定，确认合同项下的货物符合合同规定的活动。

2. 技术规范

2.1 提交货物的技术规范应与采购文件规定的技术规范和技术规范附件（如果有的话）及其投标文件的技术规范偏差表（如果被买方接受的话）相一致。若技术规范中无相应说明，则以国家有关部门最新颁布的相应标准及规范为准。

3. 知识产权

3.1 卖方应保证买方在使用该货物或其任何一部分时不受第三方提出的侵犯专利权、著作权、商标权和工业设计权等的起诉。如果任何第三方提出侵权指控，卖方须与第三方交涉并承担由此发生的一切责任、费用和经济赔偿。

4. 包装要求

4.1 除合同另有约定外，卖方提供的全部货物，均应采用本行业通用的方式进行包装，

且该包装应符合国家有关包装的法律法规的规定。包装应适应于远距离运输、防潮、防震、防锈和防粗暴装卸，确保货物安全无损，运抵现场。由于包装不善所引起的货物锈蚀、损坏和损失均由卖方承担。

4.2 每件包装箱内应附一份详细装箱单和质量合格证。

5. 装运标志

5.1 卖方应在每一包装箱的四侧用不褪色的油漆以醒目的中文字样做出下列标记：

收货人：

合同号：

装运标志：

收货人代号：

目的地：

货物名称、品目号和箱号：

毛重 / 净重：

尺寸（长×宽×高以厘米计）：

5.2 如果货物单件重量在 2 吨或 2 吨以上，卖方应在每件包装箱的两侧用中文和适当的运输标记，标明“重心”和“吊装点”，以便装卸和搬运。根据货物的特点和运输的不同要求，卖方应在包装箱上清楚地标有“小心轻放”“防潮”“勿倒置”等字样和其他适当的标志。

6. 交货方式

6.1 交货方式一般为下列其中一种，具体在合同专用条款中规定。

6.1.1 现场交货：卖方负责办理运输和保险，将货物运抵现场。有关运输和保险的一切费用由卖方承担。所有货物运抵现场的日期为交货日期。

6.1.2 工厂交货：由卖方负责代办运输和保险事宜。运输费和保险费由买方承担。运输部门出具收据的日期为交货日期。

6.1.3 买方自提货物：由买方在合同规定地点自行办理提货。提单日期为交货日期。

6.2 卖方应在合同规定的交货期 10 天以前以电报或传真形式将合同号、货物名称、数

量、包装箱件数、总毛重、总体积（立方米）和备妥交货日期通知买方。同时卖方应用挂号信将详细交货清单一式 6 份包括合同号、货物名称、规格、数量、总毛重、总体积（立方米）、包装箱件数和每个包装箱的尺寸（长×宽×高）、货物总价和备妥待交日期以及对货物在运输和仓储的特殊要求和注意事项通知买方。

6.3 在现场交货和工厂交货条件下，卖方装运的货物不应超过合同规定的数量或重量。否则，卖方应对超运部分引起的一切后果负责。

7. 装运通知

7.1 在现场交货和工厂交货条件下的货物，在卖方已通知买方货物已备妥待运输后 24 小时之内，卖方应将合同号、货名、数量、毛重、总体积（立方米）、发票金额、运输工具名称及装运日期，以电报或传真通知买方。

7.2 如因卖方延误将上述内容用电报或传真通知买方，由此引起的一切后果损失应由卖方负责。

8. 保险

8.1 如果货物是按现场交货方式或工厂交货方式报价的，由卖方办理保险，按照发票金额的 110% 办理“一切险”，保险范围包括卖方承诺装运的货物；如果货物是按买方自提货物方式报价的，其保险由买方办理。

9. 付款条件

付款条件见“合同专用条款”。

10. 技术资料

10.1 合同项下技术资料（除合同专用条款规定外）将以下列方式交付：

合同生效后 10 天之内，卖方应将每台设备和仪器的中文技术资料一套，如目录索引、图纸、操作手册、使用指南、维修指南和 / 或服务手册和示意图寄给买方。

10.2 另外一套完整的上述资料应包装好随同每批货物一起发运。

10.3 如果买方确认卖方提供的技术资料不完整或在运输过程中丢失，卖方将在收到买方通知后 3 天内将这些资料免费寄给买方。

11. 质量保证

11.1 卖方应保证货物是全新、未使用过的，并完全符合强制性的国家技术质量规范和合同规定的质量、规格、性能和技术规范等的要求。

11.2 卖方应保证所提供的货物经正确安装、正常运转和保养，在其使用寿命期内应具有符合质量要求和产品说明书的性能。在货物质量保证期之内，卖方应对由于设计、工艺或材料的缺陷而发生的任何不足或故障负责。

11.3 根据买方按检验标准自己检验结果或委托有资质的相关质检机构的检验结果，或者在质量保证期内，如果货物的数量、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，买方应尽快以书面形式通知卖方。卖方在收到通知后最迟 7 天内应免费维修或更换有缺陷的货物或部件。

11.4 如果卖方在收到通知后 7 天内没有弥补缺陷，买方可采取必要的补救措施，但由此引发的风险和费用将由卖方承担。

11.5 合同项下货物的质量保证期为自货物通过最终验收起 个月。**详见合同专用条款。**

12. 检验和验收

12.1 在交货前，制造商应对货物的质量、规格、性能、数量和重量等进行详细而全面的检验，并出具证明货物符合合同规定的文件。制造商检验的结果和细节应在文件中加以说明。该文件将作为申请付款单据的一部分，但有关质量、规格、性能、数量或重量的检验不应视为最终检验。

12.2 货物运抵现场后，买方应在 30 日内组织验收，并制作验收备忘录，签署验收意见并报政府采购监督管理部门备案。

12.3 如果任何被检验或测试的货物不能满足规格的要求，买方可以拒绝接受该货物，卖方应更换被拒绝的货物，或者免费进行必要的修改以满足规格的要求。

12.4 买方有在货物制造过程中派人员监造的权利，卖方有义务为买方监造人员行使该权利提供方便。

12.5 制造厂对所供货物进行机械运转试验和性能试验时，必须提前通知买方。

13. 索赔

13.1 如果货物的质量、规格、数量、重量等与合同不符，或在第 11.5 规定的质量保证期内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，买方有权根据有资质的质检机构的检验结果向卖方提出索赔。但责任应由保险公司或运输部门承担的除外。

13.2 在根据合同第 11 条和第 12 条规定的检验期和质量保证期内，如果卖方对买方提出的索赔负有责任，卖方应按照买方同意的下列一种或多种方式解决索赔事宜：

13.2.1 法定的退货期内，卖方应按合同规定将货款退还给买方，并承担由此发生的一切损失和费用，包括利息、银行手续费、运费、保险费、检验费、仓储费、装卸费以及为保护退回货物所需的其他必要费用。如已超过退货期，但卖方同意退货，可比照上述办法办理，或由双方协商处理。

13.2.2 根据货物低劣程度、损坏程度以及买方所遭受损失的数额，经买卖双方商定降低货物的价格，或由有权的部门评估，以降低后的价格或评估价格为准。

13.2.3 用符合规格、质量和性能要求的新零件、部件或货物来更换有缺陷的部分或 / 和修补缺陷部分，卖方应承担一切费用和风险并负担买方所发生的一切直接费用。同时，卖方应按合同第 11 条规定，相应延长修补或更换件的质量保证期。

13.3 如果在买方发出索赔通知后 7 天内，卖方未作答复，上述索赔应视为已被卖方接受。如卖方未能在买方提出索赔通知后 7 天内或买方同意的更长时间内，按照本合同第 13.2 条规定的任何一种方法解决索赔事宜，买方将从合同款或从卖方开具的履约保证金保函中扣回索赔金额。如果这些金额不足以补偿索赔金额，买方有权向卖方提出不足部分的补偿。

14. 迟延交货

14.1 卖方应按照“货物需求一览表及技术规格”中买方规定的时间表交货和提供服务。

14.2 如果卖方无正当理由迟延交货，买方有权提出违约损失赔偿或解除合同。

14.3 在履行合同过程中，如果卖方遇到不能按时交货和提供服务的情况，应及时以书面形式将不能按时交货的理由、预期延误时间通知买方。买方收到卖方通知后，认为其理由正当的，可酌情延长交货时间。

15. 违约赔偿

15.1 除合同第 16 条规定外，如果卖方没有按照合同规定的时间交货和提供服务，买方可要求卖方支付违约金。违约金按每周迟交货物或未提供服务交货价的 0.5% 计收。但违约金的最高限额为迟交货物或没有提供服务的合同价的 10%。一周按 7 天计算，不足 7 天按一周计算。如果达到最高限额，买方有权解除合同。

16. 不可抗力

16.1 如果双方中任何一方遭遇法律规定的不可抗力，致使合同履行受阻时，履行合同的期限应予延长，延长的期限应相当于不可抗力所影响的时间。

16.2 受事故影响的一方应在不可抗力的事故发生后尽快书面形式通知另一方，并在事故发生后 14 天内，将有关部门出具的证明文件送达另一方。

16.3 不可抗力使合同的某些内容有变更必要的，双方应通过协商在 28 日内达成进一步履行合同的协议，因不可抗力致使合同不能履行的，合同终止。

17. 税费

17.1 与本合同有关的一切税费均适用中华人民共和国法律的相关规定。

18. 争议的解决方式

因履行合同所发生的一切争议，双方应当友好协商解决，协商不成的，按下列第 1 种方式解决：

18.1 提交北京仲裁委员会仲裁，仲裁裁决为终局裁决；

18.2 依法向北京市昌平区人民法院起诉。

19. 违约解除合同

19.1 在卖方违约的情况下，买方经政府采购监督管理部门同意后，可向卖方发出书面通知，部分或全部终止合同。同时保留向卖方追诉的权利。

19.1.1 卖方未能在合同规定的限期或买方同意延长的限期内，提供全部或部分货物的；

19.1.2 卖方未能履行合同规定的其他主要义务的；

19.1.3 买方认为卖方在本合同履行过程中有腐败和欺诈行为的。

19.1.3.1 “腐败行为”和“欺诈行为”定义如下：

19.1.3.1.1 “腐败行为”是指提供/给予/接受或索取任何有价值的东西来影响买方在合同签订、履行过程中的行为。

19.1.3.1.2 “欺诈行为”是指为了影响合同签订、履行过程中，以谎报事实的方法，损害买方的利益的行为。

19.2 在买方根据上述第 19.1 条规定，全部或部分解除合同之后，应当遵循诚实信用原则，以政府采购监督管理部门同意的方式，购买与未交付的货物类似的货物或服务，卖方应承担买方购买类似货物或服务而产生的额外支出。部分解除合同的，卖方应继续履行合同中未解除的部分。

20. 破产终止合同

20.1 如果卖方破产或无清偿能力时，买方经报政府采购监督管理部门同意后，可在任何时候以书面通知卖方，提出终止合同而不给卖方补偿。该合同的终止将不损害或影响买方已经采取或将要采取的任何行动或补救措施的权利。

21. 转让和分包

21.1 政府采购合同不能转让。

21.2 经买方和政府采购监督管理部门事先书面同意卖方可以将合同项下非主体、非关键性工作分包给他人完成。接受分包的人应当具备相应的资格条件，并不得再次分包。分包不能解除卖方履行本合同的责任和义务。

22. 合同修改

22.1 买方和卖方都不得擅自变更本合同，但合同继续履行将损害国家和社会公共利益的除外。如必须对合同条款进行改动时，由双方当事人提出书面的合同修改意见，并经政府采购监督管理部门同意后签署。

23. 通知

23.1 本合同任何一方给另一方的通知，都应以书面形式发送，而另一方也应以书面形式确认并发送到对方明确的地址。

24. 计量单位

24.1 除技术规范中另有规定外，计量单位均使用国家法定计量单位。

25. 适用法律

25.1 本合同应按照中华人民共和国的法律进行解释。

26. 履约保证金

26.1 卖方应在合同签订后__天内，按约定的方式向买方提交合同总价__（不超过10%）的履约保证金。

26.2 履约保证金用于补偿买方因卖方不能履行其合同义务而蒙受的损失。

26.3 履约保证金应使用本合同货币，按下述方式之一提交：

A. 买方可接受的在中华人民共和国注册和营业的银行，按招标文件提供的格式，或其他买方可接受的格式。

B. 支票、汇票。

26.4 如果卖方未能按合同规定履行其义务，买方有权从履约保证金中取得补偿。质量保证期结束后三十（30）天内，买方将把履约保证金退还卖方。

27. 合同生效和其他

27.1 政府采购项目的采购合同内容的确定应以采购文件和投标文件为基础，不得违背其实质性内容。政府采购项目的采购合同自签订之日起七个工作日内，买方应当将合同副本报同级政府采购监督管理部门备案。合同将在双方签字盖章后开始生效。

27.2 本合同一式__8__份，具有同等法律效力。买方执__6__份，卖方执__2__份。

合同专用条款

合同专用条款是合同一般条款的补充和修改。如果两者之间有抵触，应以专用条款为准。合同专用条款的序号将与合同一般条款序号相对应。

1. 定义

1.5 本合同买方系指：华北电力大学

1.6 本合同卖方系指：中标人

1.7 本合同项下的服务地点位于：采购人指定地点

6. 交货时间：合同签订后根据采购人要求分批交付，2028 年 10 月 31 日前完成多元可再生资源负碳高值循环利用及绿色替代中试熟化平台设备更新项目的设计、采购加工制造、安装及带料调试的全部工作。

★9. 付款条件：

9.1 合同生效后 30 日内，卖方向买方开具合同总额 10% 的合法、合规且符合买方要求的发票，买方收到卖方发票的 15 个工作日内，支付发票等额款项。

9.2 卖方按照买方要求完成全部 8 套中式系统的设计工作，提交设计阶段内容并经买方书面审核确认后，卖方向买方开具合同总额 20% 的合法、合规且符合买方要求的发票，买方收到卖方发票的 15 个工作日内，支付发票等额款项。

9.3 卖方完成本合同第一批货物，卖方向买方开具合同总额 10% 的合法、合规且符合买方要求的发票，买方收到卖方发票的 15 个工作日内，支付发票等额款项作为发货款。

9.4 卖方完成本合同第二批货物，卖方向买方开具合同总额 35% 的合法、合规且符合买方要求的发票，买方收到卖方发票的 15 个工作日内，支付发票等额款项作为发货款。

9.5 卖方完成本合同第三批货物，卖方向买方开具合同总额 10% 的合法、合规且符合买方要求的发票，买方收到卖方发票的 15 个工作日内，支付发票等额款项作为发货款。

9.6 卖方完成全部安装及调试工作，汇总整理所有资料给买方，并通过买方验收后 30 日内，向买方开具合同总额 15% 的合法、合规且符合买方要求的发票，买方收到卖方发票的 15 个工作日内，支付发票等额款项。

注：买方具体付款时间以财政审批拨款进度为准，因此导致买方未能按时付款的，买方不承担违约责任。

11. 质保期：

11.1 卖方在收到通知后_____天内应免费维修或更换有缺陷的货物或部件。

11.2 如果卖方在收到通知后_____天内没有弥补缺陷,买方可采取必要的补救措施,但风险和费用将由卖方承担。

11.3 质量保证期:质保期为自货物通过最终验收之日起_____年,终身维护。(如有特殊要求,则以“采购需求”中的要求为准)

12. 验收标准:在用户和卖方技术人员双方确认设备的各项功能均已达到技术要求后,双方对设备进行验收,签署验收报告。

26. 履约保证金:

26.1 卖方应在合同签订后 30 天内,按约定的方式向买方提交合同总价 5%的履约保证金。

第七章 投标文件格式

投标人编制文件须知

- 1、投标人按照本部分的顺序编制投标文件，编制中涉及格式资料的，应按照本部分提供的内容和格式（所有表格的格式可扩展）填写提交。
- 2、对于招标文件中标记了“实质性格式”文件的，投标人不得改变格式中给定的文字所表达的含义，不得删减格式中的实质性内容，不得自行添加与格式中给定的文字内容相矛盾的内容，否则**投标无效**。未标记“实质性格式”的文件和招标文件未提供格式的内容，可由投标人自行编写。
- 3、全部声明和问题的回答及所附材料必须是真实的、准确的和完整的。

1. 投标书（实质性格式）

投标书

致：（采购人或采购代理机构）

根据贵方为（项目名称）项目招标采购货物及服务的招标公告（投标邀请），投标人（投标人名称、地址）提交下述文件正本一份、副本___份及电子版___份：

我方已详细审查全部招标文件，自愿参与投标并承诺如下：

（1）本投标有效期为自提交投标文件的截止之日起_____个日历日。

（2）除合同条款偏离表及采购需求偏离表列出的偏离外，我方响应招标文件的全部要求。

（3）如我方中标，我方将在法律规定的期限内与采购人签订合同，按照招标文件要求提交履约保证金（如有），并在合同约定的期限内完成合同规定的全部义务。

（4）我方已详细审查全部招标文件，包括补充通知（如果有的话）。我方完全理解并同意放弃对这方面有不明及误解的权力。

（5）在规定的开标时间后，我方保证遵守招标文件中有关保证金的规定。

（6）我方已提供的全部文件资料是真实、准确的，并对此承担一切法律后果。

（7）我方同意提供按照贵方可能要求的与其投标有关的一切数据或资料，完全理解贵方不一定接受最低价的投标或收到的任何投标。

与本投标有关的一切正式往来信函请寄：

地址：_____ 电话：_____

投标人授权代表签字：_____

投标人名称（盖章）：_____

日期：_____

2. 开标一览表（实质性格式）

开标一览表

项目编号/包号：

项目名称：

序号	投标人名称	投标报价（元）	
		大写	小写

投标人名称（盖章）：_____

投标人授权代表(签字)：_____

注：1、除投标文件中外，此表还应按投标人须知的规定密封标记并单独递交一份原件；

2、单独递交的此表如与投标文件正本中不一致的，以单独递交的为准。

3、此表中，每包的投标报价应和《投标分项报价表》中的总价相一致。

3. 投标分项报价表（实质性格式）

投标分项报价表

项目编号/包号：_____ 项目名称：_____ 报价单位：人民币元

序号	分项名称	制造商	产地	品牌	规格、型号	单价 (元)	数量	合价 (元)
1	生物质定向 热解多联产 中试系统							
2	生物质蒸汽- 氧气联合气 化制氢中试 系统							
3	气化-催化还 原耦合制绿 甲醇中试系 统							
4	废塑料自热 循环热解液 化中试系统							
5	废橡胶绝氧 连续热解“油 -炭”联产中 试系统							
6	退役锂电池 含液热解回 收战略资源 中试系统							
7	退役风机叶							

	片热解及再生纤维循环利用中试系统							
8	退役光伏板整体连续热解及资源化回收中试系统							
9	（其他有关费用，投标人自行拟定）							
...								
总价（元）								

- 注：1. 本表应按包分别填写。
2. 如果不提供分项报价表将视为没有实质性响应招标文件。
3. 上述各项的详细明细（如有），可另页描述。
4. 产地是指产品的最初来源，即产品的生产地。原产地不是制造商的注册地。

投标人名称（盖章）：_____

投标人授权代表(签字)：_____

4. 采购需求偏离表（实质性格式）

采购需求偏离表

项目编号/包号：_____ 项目名称：_____

招标文件第五章条目号 (页码)	招标文件要求	投标响应内容	偏离情况	说明

注：

1. 对招标文件中的所有商务、技术要求，除本表所列明的所有偏离外，均视作供应商已对之理解和响应。**此表中若无任何文字说明，内容为空白，投标无效。**

2. 投标人的技术偏差必须如实填写，并应对偏差情况做出必要说明。投标人应对故意隐瞒技术偏差的行为承担责任。对招标文件有任何偏离应在“偏离情况”列明“正偏离”或“负偏离”，对招标文件无偏离应标明“响应”或“无偏离”。

投标人名称（盖章）：_____

投标人授权代表(签字)：_____

5. 合同条款偏离表（实质性格式）

合同条款偏离表

项目编号/包号：_____ 项目名称：_____

对本项目合同条款的偏离情况（请进行勾选）： ☐ 无偏离（如无偏离，仅勾选无偏离即可） ☐ 有偏离（如有偏离，则应在本表中对偏离项逐一系列明）					
序号	招标文件 条目号 (页码)	招标文件要求	投标文件内容	偏离情况	说明

- 注：
- 1. 对合同条款中的所有要求，除本表所列明的所有偏离外，均视作供应商已对之理解和响应。
 - 2. “偏离情况”列应据实填写“正偏离”或“负偏离”。

投标人名称（盖章）：_____

投标人授权代表(签字)：_____

6. 资格证明文件

6-1 营业执照等证明文件

证明材料加盖公章

6-2 投标人资格声明书（实质性格式）

投标人资格声明书

致：采购人或采购代理机构

在参与本次项目投标中，我单位承诺：

1. 我公司不是为本采购项目的采购包提供整体设计、规范编制或者项目管理、监理、检测等服务的服务商，也不是本项目的采购代理机构及其分支机构。

2. 我公司近三年（成立不足三年的将“近三年”改为“自成立之日起至今”）在经营活动中无重大违法记录（即未因违法经营受到刑事处罚或者责令停产停业、吊销许可证或者执照、较大数额罚款等行政处罚。如果因违法经营被禁止在一定期限内参加政府采购活动，期限已经届满）。

3. 在投标截止时间之前，我公司没有被列入失信被执行人、重大税收违法案件当事人名单、政府采购严重违法失信行为记录名单。招标采购单位或评标委员会可以通过“信用中国”网站（www.creditchina.gov.cn）和中国政府采购网（www.ccgp.gov.cn）等进行查询并留存查询结果的截图，我公司完全接受由此查询的结果。

4. 与我单位存在“单位负责人为同一人或者存在直接控股、管理关系”的其他法人单位信息如下（若有，不论其是否参加同一合同项下的政府采购活动均须填写；若无，表格处填写“无相关单位”即可）：

序号	单位名称	相互关系
1		
2		
...		

上述声明真实有效，否则我方负全部责任。

投标人名称（加盖公章）：_____

日期：____年____月____日

说明：供应商承诺不实的，依据《政府采购法》第七十七条“提供虚假材料谋取中标、成交的”有关规定予以处理。

6-3 纳税证明

说明：

提供开标日前六个月内任意一个月的纳税（**法人单位必须为增值税或营业税或企业所得税**）证明（银行缴费凭证或税务机关开具的证明）复印件。依法免税的投标人，应提供相应文件（复印件）证明其依法免税。自然人应提供个人缴税凭证并签署本人姓名。若投标人在开标前 6 个月内依法可以不缴相应税种的，应出具相应的说明，投标人自行编写的证明无效。

6-4 投标人的财务状况报告

会计师事务所出具的年度财务审计报告或银行出具的资信证明

说明：

1、投标人在投标文件中，必须提供本单位 2025 年度经**会计师事务所出具的审计报告**（须包括资产负债表、利润表、现金流量表、附注复印件，税务审计报告或未加盖会计师事务所公章的财务审计报告无效），复印件加盖本单位公章。

2、如投标人无法提供符合要求的审计报告，则需提供银行出具的资信证明。银行资信证明可提供原件，也可提供银行在**开标日前三个月内开具**的资信证明的复印件。若提供的是复印件，采购单位保留审核原件的权利。

3、银行资信证明应能说明该投标人与银行之间业务往来正常，企业信誉良好等。银行出具的存款证明不能替代银行资信证明。

4、成立一年内的公司可提交验资证明复印件并加盖本单位公章。

6-5 社会保障资金缴纳记录

说明：

证明材料应提供开标前 6 个月内任意 1 个月的社会保障资金缴纳凭证的复印件（公司缴费的银行单据或公司所在社保机构开具的缴费凭证。自行编写的无效）。法人或者其他组织须加盖本单位公章；自然人应提供个人缴纳凭证并签署本人姓名。不需要缴纳社会保障资金的投标人，应提供相应文件（复印件）证明其不需要缴纳社会保障资金，投标人自行编写的证明文件无效。

6-6 联合协议（如有）（实质性格式）

联合协议

（联合体成员名称 1）、（联合体成员名称 2）及（联合体成员名称 3）就“_____（项目名称）”招标项目的投标事宜，经各方充分协商一致，达成如下协议：

- 一、 由_____牵头，_____、_____参加，组成联合体共同进行招标项目的投标工作。
- 二、 _____为本次投标的牵头人，联合体以牵头人的名义参加投标，联合体中标后，联合体各方共同与采购人签订合同，就采购合同约定的事项对采购人承担连带责任。
- 三、 联合体各方均同意由牵头人代表其他联合体成员单位按招标文件要求出具《授权委托书》。
- 四、 牵头人为项目的总负责单位；组织各参加方进行项目实施工作。
- 五、 _____负责_____，具体工作范围、内容以投标文件及合同为准。
- 六、 _____负责_____，具体工作范围、内容以投标文件及合同为准。
- 七、 _____负责_____（如有），具体工作范围、内容以投标文件及合同为准。
- 八、 本项目联合协议合同总额为_____元，联合体各成员按照如下比例分摊（按联合体成员分别列明）：
 - （1）_____为☐大型企业☐中型企业、☐小微企业（包含监狱企业、残疾人福利性单位）、☐其他，合同金额为_____元；
 - （2）_____为☐大型企业☐中型企业、☐小微企业（包含监狱企业、残疾人福利性单位）、☐其他，合同金额为_____元；
 - （...）_____为☐大型企业☐中型企业、☐小微企业（包含监狱企业、残疾人福利性单位）、☐其他，合同金额为_____元。
- 九、 以联合体形式参加政府采购活动的，联合体各方不得再单独参加或者与其他供应商另外组成联合体参加同一合同项下的政府采购活动。
- 十、 其他约定（如有）：_____。

本协议自各方盖章后生效，采购合同履行完毕后自动失效。如未中标，本协议自动终止。

联合体牵头人名称：_____

盖章：_____

联合体成员名称：_____

盖章：_____

联合体成员名称：_____

盖章：_____

日期：_____年_____月_____日

注：

- (1) 联合体各方成员应在本协议上共同盖章，不得分别签署协议书。
- (2) 联合体成员数量据实填写。

6-6 中小企业声明函（实质性格式）

说明：

- 1) 在第一章投标邀请中，如果规定了本项目（包）专门面向中小/小微企业采购，须提供《中小企业声明函》（实质性格式），并作为资格审查的内容。监狱企业和残疾人福利性单位视同小微企业。
- 2) 非专门面向中小企业或小微企业采购的项目，投标人如具有上述证明文件，建议在投标文件资格证明文件以外的部分提供“中小企业声明函”，按第四章的说明执行评标价格扣除。
- 3) 《中小企业声明函》由参加政府采购活动的投标人出具。联合体投标的，《中小企业声明函》由牵头人出具。
- 4) 对于联合体中由中小企业承担的部分，或者分包给中小企业的部分，必须全部由中小企业制造、承建或者承接。供应商应当在声明函“项目名称”部分标明联合体中中小企业承担的具体内容或者中小企业的具体分包内容。
- 5) 本项目采购标的所属行业详见第二章《投标人须知资料表》。
- 6) 对于多标的的采购项目，投标人应充分、准确地了解所投产品制造企业信息。
- 7) 温馨提示：为方便广大中小企业识别企业规模类型，工业和信息化部组织开发了中小企业规模类型自测小程序，在国务院客户端和工业和信息化部网站上均有链接，投标人填写本项目所属的行业和指标数据可自动生成企业规模类型测试结果。

中小企业声明函（货物）格式

本公司（联合体）郑重声明，根据《政府采购促进中小企业发展管理办法》（财库〔2020〕46号）的规定，本公司（或联合体）参加（采购单位名称）的（项目名称）采购活动，提供的货物全部由符合政策要求的中小企业制造。相关企业（含联合体中的中小企业、签订分包意向协议的中小企业）的具体情况如下：

1. （标的名称），属于（采购文件中明确的所属行业）行业；制造商为（企业名称），从业人员_____人，营业收入为_____万元，资产总额为_____万元¹，属于（中型企业、小型企业、微型企业）；

2. （标的名称），属于（采购文件中明确的所属行业）行业；制造商为（企业名称），从业人员_____人，营业收入为_____万元，资产总额为_____万元，属于（中型企业、小型企业、微型企业）；

.....

以上企业，不属于大企业的分支机构，不存在控股股东为大企业的情形，也不存在与大企业的负责人为同一人的情形。

本企业对上述声明内容的真实性负责。如有虚假，将依法承担相应责任。

企业名称（盖章）：_____

日期：_____

¹从业人员、营业收入、资产总额填报上一年度数据，无上一年度数据的新成立企业可不填报。

残疾人福利性单位声明函格式

本单位郑重声明，根据《财政部 民政部 中国残疾人联合会关于促进残疾人就业政府采购政策的通知》（财库〔2017〕141号）的规定，本单位（**请进行勾选**）：

☐ 不属于符合条件的残疾人福利性单位。

☐ 属于符合条件的残疾人福利性单位，且本单位参加_____单位的_____项目采购活动提供本单位制造的货物（由本单位承担工程/提供服务），或者提供其他残疾人福利性单位制造的货物（不包括使用非残疾人福利性单位注册商标的货物）。

本单位对上述声明的真实性负责。如有虚假，将依法承担相应责任。

单位名称（盖章）：

日 期：

中小企业划型标准规定

一、根据《中华人民共和国中小企业促进法》和《国务院关于进一步促进中小企业发展的若干意见》(国发〔2009〕36号),制定本规定。

二、中小企业划分为中型、小型、微型三种类型,具体标准根据企业从业人员、营业收入、资产总额等指标,结合行业特点制定。

三、本规定适用的行业包括:农、林、牧、渔业,工业(包括采矿业,制造业,电力、热力、燃气及水生产和供应业),建筑业,批发业,零售业,交通运输业(不含铁路运输业),仓储业,邮政业,住宿业,餐饮业,信息传输业(包括电信、互联网和相关服务),软件和信息技术服务业,房地产开发经营,物业管理,租赁和商务服务业,其他未列明行业(包括科学研究和技术服务业,水利、环境和公共设施管理业,居民服务、修理和其他服务业,社会工作,文化、体育和娱乐业等)。

四、各行业划型标准为:

(一)农、林、牧、渔业。营业收入20000万元以下的为中小微型企业。其中,营业收入500万元及以上的为中型企业,营业收入50万元及以上的为小型企业,营业收入50万元以下的为微型企业。

(二)工业。从业人员1000人以下或营业收入40000万元以下的为中小微型企业。其中,从业人员300人及以上,且营业收入2000万元及以上的为中型企业;从业人员20人及以上,且营业收入300万元及以上的为小型企业;从业人员20人以下或营业收入300万元以下的为微型企业。

(三)建筑业。营业收入80000万元以下或资产总额80000万元以下的为中小微型企业。其中,营业收入6000万元及以上,且资产总额5000万元及以上的为中型企业;营业收入300万元及以上,且资产总额300万元及以上的为小型企业;营业收入300万元以下或资产总额300万元以下的为微型企业。

(四)批发业。从业人员200人以下或营业收入40000万元以下的为中小微型企业。其中,从业人员20人及以上,且营业收入5000万元及以上的为中型企业;从业人员5人及以上,且营业收入1000万元及以上的为小型企业;从业人员5人以下或营业收入1000万元以下的为微型企业。

(五)零售业。从业人员300人以下或营业收入20000万元以下的为中小微型企业。

其中，从业人员 50 人及以上，且营业收入 500 万元及以上的为中型企业；从业人员 10 人及以上，且营业收入 100 万元及以上的为小型企业；从业人员 10 人以下或营业收入 100 万元以下的为微型企业。

（六）交通运输业。从业人员 1000 人以下或营业收入 30000 万元以下的为中小微型企业。其中，从业人员 300 人及以上，且营业收入 3000 万元及以上的为中型企业；从业人员 20 人及以上，且营业收入 200 万元及以上的为小型企业；从业人员 20 人以下或营业收入 200 万元以下的为微型企业。

（七）仓储业。从业人员 200 人以下或营业收入 30000 万元以下的为中小微型企业。其中，从业人员 100 人及以上，且营业收入 1000 万元及以上的为中型企业；从业人员 20 人及以上，且营业收入 100 万元及以上的为小型企业；从业人员 20 人以下或营业收入 100 万元以下的为微型企业。

（八）邮政业。从业人员 1000 人以下或营业收入 30000 万元以下的为中小微型企业。其中，从业人员 300 人及以上，且营业收入 2000 万元及以上的为中型企业；从业人员 20 人及以上，且营业收入 100 万元及以上的为小型企业；从业人员 20 人以下或营业收入 100 万元以下的为微型企业。

（九）住宿业。从业人员 300 人以下或营业收入 10000 万元以下的为中小微型企业。其中，从业人员 100 人及以上，且营业收入 2000 万元及以上的为中型企业；从业人员 10 人及以上，且营业收入 100 万元及以上的为小型企业；从业人员 10 人以下或营业收入 100 万元以下的为微型企业。

（十）餐饮业。从业人员 300 人以下或营业收入 10000 万元以下的为中小微型企业。其中，从业人员 100 人及以上，且营业收入 2000 万元及以上的为中型企业；从业人员 10 人及以上，且营业收入 100 万元及以上的为小型企业；从业人员 10 人以下或营业收入 100 万元以下的为微型企业。

（十一）信息传输业。从业人员 2000 人以下或营业收入 100000 万元以下的为中小微型企业。其中，从业人员 100 人及以上，且营业收入 1000 万元及以上的为中型企业；从业人员 10 人及以上，且营业收入 100 万元及以上的为小型企业；从业人员 10 人以下或营业收入 100 万元以下的为微型企业。

（十二）软件和信息技术服务业。从业人员 300 人以下或营业收入 10000 万元以下的为中小微型企业。其中，从业人员 100 人及以上，且营业收入 1000 万元及以上的为中型企业；从业人员 10 人及以上，且营业收入 50 万元及以上的为小型企业；从业人员 10

人以下或营业收入 50 万元以下的为微型企业。

（十三）房地产开发经营。营业收入 200000 万元以下或资产总额 10000 万元以下的为中小微型企业。其中，营业收入 1000 万元及以上，且资产总额 5000 万元及以上的为中型企业；营业收入 100 万元及以上，且资产总额 2000 万元及以上的为小型企业；营业收入 100 万元以下或资产总额 2000 万元以下的为微型企业。

（十四）物业管理。从业人员 1000 人以下或营业收入 5000 万元以下的为中小微型企业。其中，从业人员 300 人及以上，且营业收入 1000 万元及以上的为中型企业；从业人员 100 人及以上，且营业收入 500 万元及以上的为小型企业；从业人员 100 人以下或营业收入 500 万元以下的为微型企业。

（十五）租赁和商务服务业。从业人员 300 人以下或资产总额 120000 万元以下的为中小微型企业。其中，从业人员 100 人及以上，且资产总额 8000 万元及以上的为中型企业；从业人员 10 人及以上，且资产总额 100 万元及以上的为小型企业；从业人员 10 人以下或资产总额 100 万元以下的为微型企业。

（十六）其他未列明行业。从业人员 300 人以下的为中小微型企业。其中，从业人员 100 人及以上的为中型企业；从业人员 10 人及以上的为小型企业；从业人员 10 人以下的为微型企业。

五、企业类型的划分以统计部门的统计数据为依据。

六、本规定适用于在中华人民共和国境内依法设立的各类所有制和各种组织形式的企业。个体工商户和本规定以外的行业，参照本规定进行划型。

七、本规定的中型企业标准上限即为大型企业标准的下限，国家统计部门据此制定大中小微型企业的统计分类。国务院有关部门据此进行相关数据分析，不得制定与本规定不一致的企业划型标准。

八、本规定由工业和信息化部、国家统计局会同有关部门根据《国民经济行业分类》修订情况和企业发展变化情况适时修订。

九、本规定由工业和信息化部、国家统计局会同有关部门负责解释。

十、本规定自发布之日起执行，原国家经贸委、原国家计委、财政部和国家统计局 2003 年颁布的《中小企业标准暂行规定》同时废止。

6-7 其他特定资格要求证明文件

说明：详见第一章 投标邀请，并提供相关证明材料。

7. 代理费承诺书（实质性格式）

致：（采购代理机构）

我单位参加贵单位组织采购的项目编号为_____的_____项目（填写项目名称）的投标，若获中标，我们保证在领取中标通知书时按招标文件的规定，以支票、电汇或现金等形式，向贵公司一次性支付应该交纳的代理费。

特此承诺。

投标人授权代表签字：_____

投标人(盖章)：_____

8. 授权委托书(实质性格式)

授权委托书

本人_____（姓名）系_____（投标人名称）的法定代表人（单位负责人），现委托_____（姓名）为我方代理人。代理人根据授权，以我方名义签署、澄清确认、递交、撤回、修改_____（项目名称）响应文件和处理有关事宜，其法律后果由我方承担。

委托期限：自本授权委托书签署之日起至投标有效期届满之日止。

代理人无转委托权。

投标人名称（加盖公章）：_____

法定代表人（单位负责人）（签字或盖章）：_____

委托代理人（签字）：_____

日期：____年____月____日

法定代表人（单位负责人）有效期内的身份证明文件：

--	--

委托代理人有效期内的身份证明文件：

--	--

说明：

1. 若供应商为事业单位或其他组织或分支机构（仅当招标文件注明允许分支机构投标的），则法定代表人（单位负责人）处的签署人可为单位负责人。
2. 若投标文件中签字之处均为法定代表人（单位负责人）本人签署，则可不提供本《授权委托书》，但须提供《法定代表人（单位负责人）身份证明》；否则，不需要提供《法定代表人(单位负责人)身份证明》。
3. 供应商为自然人的情形，可不提供本《授权委托书》。
4. 供应商应随本《授权委托书》同时提供法定代表人(单位负责人)及委托代理人的有效的身份证、护照等身份证明文件复印件。提供身份证的，应同时提供身份证双面复印件。

法定代表人（单位负责人）身份证明

致：（采购人或采购代理机构）

兹证明，

姓名：____ 性别：____ 年龄：____ 职务：____

系_____（投标人名称）的法定代表人（单位负责人）。

附：法定代表人（单位负责人）有效期内的身份证明文件。

--	--

投标人名称（加盖公章）：_____

法定代表人（单位负责人）（签字或盖章）：_____

日期：____年____月____日

9. 业绩证明材料

业绩一览表(实质性格式)

序号	项目名称	用户名称	合同金额	用户联系人 及联系方式	合同签订日期

投标人授权代表签字：_____

投标人(盖章)：_____

注：应提供合同复印件（具体要求详见第四章评标程序、评标方法和评标标准）。提供的复印件不符合要求的，在评标时不予考虑。评委保留对上述资料原件审核的权力。

10. 主要技术方案的详细说明

11. 关于符合本国产品标准的声明函

说明：

- 1) 供应商参加政府采购活动，所提供的产品如为本国产品，应当出具此格式文件。《关于符合本国产品标准的声明函》由参加政府采购活动的投标人出具。联合体投标的，《关于符合本国产品标准的声明函》由牵头人出具。
- 2) 投标人应充分、准确地了解所投产品生产信息。对相关情况了解不清楚的，不建议填报《关于符合本国产品标准的声明函》。
- 3) 单一产品采购无须提供《产品成本占比承诺函》；供应商提供产品全部为本国产品，且提供了《关于符合本国产品标准的声明函》时，无须提供本《产品成本占比承诺函》。
- 4) 当采购项目或单个采购包中含有多种产品，且供应商提供的产品同时包含本国产品及非本国产品：供应商除需提供《关于符合本国产品标准的声明函》外，还应如实提供《产品成本占比承诺函》，未按要求完整提供或占比不达标均无法享受本国产品支持政策。
- 5) 供应商提供虚假《声明函》、《承诺函》或虚假证明文件谋取中标、成交的，依照《中华人民共和国政府采购法》等法律法规规定追究相应责任。

关于符合本国产品标准的声明函（格式，如适用）

本公司（单位）郑重声明，根据《国务院办公厅关于在政府采购中实施本国产品标准及相关政策的通知》（国办发〔2025〕34号）的规定，本公司（单位）提供的以下产品属于本国产品。具体情况如下：

1. （产品名称1）¹，生产厂为（厂名）²，厂址为（生产厂址）。（产品名称1）的中国境内生产的组件成本占比 $\geq$ （规定比例）³。（产品名称1）的（关键组件）⁴在中国境内生产。（产品名称1）的（关键工序）⁵在中国境内完成。

2. （产品名称2），生产厂为（厂名），厂址为（生产厂址）。（产品名称2）的中国境内生产的组件成本占比 $\geq$ （规定比例）。（产品名称2）的（关键组件）在中国境内生产。（产品名称2）的（关键工序）在中国境内完成。

.....

本公司（单位）对上述声明内容的真实性负责。如有虚假，愿承担相应法律责任。

公司（单位）名称（盖章）：

日期： 年 月 日

1. 产品如有型号，请在“产品名称”栏一并填写。

2. 生产厂名与厂址应与生产厂营业执照载明的相关信息保持一致。

3. 该产品的中国境内生产的组件成本占比相关要求实施前，“规定比例”栏可不填。

4. 该产品的关键组件要求实施前，“关键组件”栏可不填。

5. 该产品的关键工序要求实施前，“关键工序”栏可不填。

产品成本占比承诺函（实质性格式，如适用）

项目编号/包号：_____ 项目名称：_____

我公司（单位）郑重承诺，我公司已阅读并理解《国务院办公厅关于在政府采购中实施本国产品标准及相关政策的通知》（国办发〔2025〕34号）的规定。据此承诺如下：

为本采购项目或者采购包提供的符合本国产品标准的产品成本之和占提供的全部产品成本之和的比例为_____ %。

公司（单位）名称（盖章）：

日期： 年 月 日

1. 本处填写百分比的数值部分，要求精确到小数点后2位，四舍五入，如85.37。

附：中国境内生产的组件成本核算基本规则（详见国办发〔2025〕34号文件）

产品在中国境内生产的组件成本，一般按照其二级组件的相关成本进行核算。按照产品的一级组件进行成本核算能够满足中国境内生产的组件成本判定需求的，可以按照一级组件的相关成本进行核算。

（1）产品的一级组件是指直接组成产品的组件。产品的二级组件是指直接组成产品一级组件的组件。一级组件不可分解的，视同二级组件。

（2）二级组件在中国境内生产的，其全部成本计入中国境内生产的组件成本；二级组件不在中国境内生产的，其成本不计入中国境内生产的组件成本。

（3）产品总成本和组件成本以相关会计核算数据、采购合同、进货记录等为基础进行计算。

（4）需要对成本核算规则予以进一步明确的其他有关事项，由财政部会同有关部门另行规定。

2. 本承诺函应按包分别提供。

12. 履约保证金银行保函（如适用）

履约保证金银行保函

开具日期：_____

致：（买方名称）_____

（合同编号）号合同履约保函

本保函作为贵方与（卖方名称）_____（以下简称“卖方”）于_____年____月____日就（项目名称）项目（以下简称“项目”）项下提供（货物名称）（以下简称“货物”）签订的（合同编号）号合同的履约保函。

（出具保函银行名称）_____（以下简称“银行”）无条件地、不可撤销地具结保证本行、其继承人和受让人无追索地向贵方以（货币名称）支付总额不超过（货币数量）____，即相当于合同价格的____%，并以此约定如下：

1. 只要贵方确定卖方未能忠实地履行所有合同文件的规定和双方此后一致同意的修改、补充和变动，包括更换和/或修补贵方认为有缺陷的货物（以下简称“违约”），无论卖方有任何反对，本行将凭贵方关于卖方违约说明的书面通知，立即按贵方提出的累计总额不超过上述金额的款项和按贵方通知规定的方式付给贵方。

2. 本保函项下的任何支付应为免税和净值。对于现有或将来的税收、关税、收费、费用扣减或预提税款，不论这些款项是何种性质和由谁征收，都不应从本保函项下的支付中扣除。

3. 本保函的条款构成本行无条件的、不可撤销的直接责任。对即将履行的合同条款的任何变更、贵方在时间上的宽限、或由贵方采取的如果没有本款可能免除本行责任的任何其它行为，均不能解除或免除本行在本保函项下的责任。

4. 本保函在本合同规定的保证期期满前完全有效。

谨启。

出具保函银行名称：_____

签字人姓名和职务（姓名印刷体）：_____

签字人签名：_____

公 章：_____

13. 招标文件要求的和投标人认为必要的其它文件