

河南龙宇煤化工有限公司

空分总厂高效节能蒸汽加热器设计制造

技术规格书



单位：

空分总厂

编制：

刘子王

审核：

张

审批：

李

河南龙宇煤化工有限公司

日期：二〇二六年五月



南京工学院

图书馆

藏书

河南龙宇煤化工有限公司

空分总厂高效节能蒸汽加热器设计制造

技
术
规
格
书

河南龙宇煤化工有限公司

日期：二〇二六年五月

1.总则

1.1 本技术规格书适用于河南龙宇煤化工有限公司空分总厂高效节能蒸汽加热器的设计、材料采购和制造、检验、试验、验收和交货等工作，是本次新增高效节能蒸汽加热器项目的最低要求。出卖人所提供的设备设计、材料选择、制造、检验、试验、验收和交货等必须符合国家、行业规范（最新版本）的技术规定中的相关规定，对所供设备及工作的质量负有全部责任，本技术规格书为订货合同的附件，与合同具有同等的法律效力。

1.2 符合本技术规格书规定的任一条款均不能解除出卖人根据设计条件进行正确设计、材料选择和制造加工的一切责任。

1.3 出卖人根据买受人提供的技术要求进行设计、制定切实可行的制造加工工艺，如出卖人对技术要求有疑问或发现任何与标准、规范和规定不符或不完整、不清楚时，对设备的设计、制造或使用有较大影响的，及时与买受人书面联系并达成一致意见。

1.4 本采购设备的制造工艺、重要的技术方案，须事先征得买受人的书面认可，所有的加工工艺、制造方案等应经买受人认可，买受人对其可靠性、制造质量等不承担任何责任。

1.5 设备主要材料、外购件供货厂家及施工方法必须经买受人确认。

1.6 在出卖人进行设备选材、制造、检验期间，双方形成的任何书面形式的共同确认，不能免除出卖人在设备的材质、制造质量等应承担的全部责任。

1.7 出卖人提交的所有技术文件资料采用简体中文编制，所有单位均使用 SI 制和摄氏度，压力为 MPa。

1.8 本技术规格书所提出的是最低限度的技术要求，并未对一切技术细节做出规定，也未充分引述有关标准和规范的条文，出卖人应保证提供符合本技术规

格书和现行工业标准的优质产品。如有偏离需取得买受人的书面认可。出卖人如果未以书面形式对本技术文件的条文提出异议的,视为出卖人完全响应本技术文件的全部条款。

1.9 出卖人应为压力容器类换热器专业制造单位,具备完整、独立的二类压力容器制造资质,所有证书必须在有效期内,满足我国现行特种设备法律法规中设计与制造资质的核心要求。出卖人应按照相应国家规定进行此项目的设计工作,如需进行委托设计,则应按照相应国家规定委托至具有相应设计许可资质的设计单位。如:

1) 设计单位应具备此项目相应的压力容器设计资质;

2) 制造单位必须取得省级及以上部门颁发的《特种设备生产许可证(制造)》,许可项目明确包含固定式压力容器制造(D级,含D2),满足此台蒸汽加热器的设计、制造需求;

3) 制造单位必须具备独立法人和合格营业执照,建立并有效运行符合TSG07-2019的质量保证体系,有质量保证手册和程序文件,人员要求和设备设施满足特种设备相关法律法规的规定,人员具备相应的特种设备焊接作业证和无损检测证件,具有焊接、热处理、检测等专用设备和专用场所等。此项目在制造过程必须接受特种设备检验机构监督检验(监检),产品出厂时必须附带:《特种设备制造监督检验证书》、产品合格证、质量证明书(含材质证明书、焊接记录、检测报告等)、安装使用维护说明书、竣工图(监检钢印/标志清晰可见)、设计计算书等。

出卖人必须具备以上所述的相关资质及制造要求,近5年(自投标截止日起算)具有单台处理量 $55000\text{Nm}^3/\text{h}$ (氧)及以上规模的空分装置用蒸汽加热器的制造业绩,需提供合同复印件等佐证材料。在正式投标前和技术交流时必须先提供正式的资质文件证明和业绩证明,确保买受人进行资质确认。出卖人必须先与买

受人进行技术交流,技术交流时向买受人出具关于此项目的蒸汽加热器设计制造方案、设计参数和主要零部件材质与规格型号、外形尺寸、计算过程与结果选型方案等,在取得买受人同意后,出卖人才可进行正式投标。

2. 设备基本要求

2.1 项目概述

河南龙宇煤化工有限公司空分总厂二期装置现有蒸汽加热器一台,立式,为保证二期空分装置的长周期运行,现计划在原有蒸汽加热器旁新增一台高效节能式蒸汽加热器,两台蒸汽加热器计划采用并联方式,一用一备模式。

2.2 工艺介质及基本参数

2.2.1 蒸汽加热器的强度设计满足下表要求。

序号	名称	单位	参数
1	壳程设计温度	℃	220
2	管程设计温度	℃	250
3	壳程设计压力	MPa (G)	0.1
4	管程设计压力	MPa (G)	2.0

2.2.2 蒸汽加热器的工艺参数满足下表要求

序号	名称	单位	参数
壳侧			
1	介质		污氮气
2	入口温度	℃	13
3	入口压力	MPa (G)	0.08
4	流量	Nm ³ /h	62000
5	出口温度	℃	180

6	壳侧压降	KPa	≤3
管程			
1	介质		蒸汽、冷凝水
2	入口压力	MPa (G)	1.7
3	入口温度	℃	220~230
4	冷凝液出口温度	℃	≤80

2.2.3 蒸汽加热器本体设计要求

序号	名称	设计要求
1	筒体	Q345R
2	管板	Q345R/Q345R+S30408 复合管板
3	换热管	S30408 (新牌号: 06Cr19Ni10) 规格: $\varnothing 25$, 壁厚 $\geq 2.0\text{mm}$
4	翅片	AL (1060) 翅片管, 型式为轧制管
5	法兰	16Mn 或 Q345R
6	其余材质	碳钢

2.2.4 蒸汽、冷凝水, 管程, 现有进口管道法兰规格尺寸: DN150 2.5MPa, 现有出口管道法兰规格尺寸: DN80 2.5MPa。

2.2.5 污氮气, 壳程, 现有进口管道法兰尺寸: DN1000 1.0MPa, 出口管道法兰尺寸: DN1200 1.0MPa。

注: 污氮气侧必须进行脱脂, 确保无油脂、杂物等, 出具正式的脱脂报告, 设备发货运输内部必须微正压保护。

2.3 采购设备信息

设备名称: 高效节能式蒸汽加热器。

二类固定式压力容器, 设计使用年限: 20 年, 立式结构, 换热管束为无缝

管，管程介质为蒸汽，壳程介质为污氮气，污氮气进、出口方向：水平侧进、出，蒸汽进口方向：顶部进入。

数量：1套，含蒸汽加热器所有的设备及附件，包括但不限于如：蒸汽加热器本体和所有受压元件、内部管束及管板、壳体、封头、接管法兰等，设备本体所有垫片及螺栓、设备本体底座及设备本体安装所需材料等（如地脚螺栓等）；并包含所有的外接法兰的配对法兰、螺栓及垫片。

3. 设计制造要求

3.1 出卖人应根据买受人提出的工艺参数、需求及现场布置，进行详细的设计、计算和选型，并将计算过程与选型及外形尺寸以书面形式在投标前告知买受人，经买受人确认后才可进行投标报价。严禁未告知买受人或未经买受人确认直接报价。出卖人应对蒸汽加热器的计算和选型负全部责任，确保计算结果和选型可满足买受人的工艺参数和需求，同时确保买受人现场实际位置可满足选型的蒸汽加热器安装尺寸。

3.2 出卖人应以上述工艺参数及管道法兰要求为设备设计、制造的核心依据，确保所供设备在该参数范围内长期稳定运行，设计使用寿命不得小于20年，出卖人需确保设备在设计使用年限内，在额定工艺参数下安全、高效运行，无结构性损坏。

蒸汽加热器必须为新型高效节能式，出卖人需提供相关的节能参数对比，如本高效节能式蒸汽加热器与常规管壳式蒸汽加热器的核心节能参数对比表，包括但不限于换热效率、蒸汽单耗（ kg/Nm^3 ）、年节约蒸汽量、投资回收期等，对比表需附详细计算依据及行业规范支撑。

3.3 出卖人需严格按照以下材质要求选用设备受压元件，所有原材料均需提供原厂材质证明书，且材质性能符合国家压力容器相关标准。

设备主要受压元件中,换热管束材质要求为 S30408(新牌号:06Cr19Ni10),换热管束必须为无缝管;其他主要受压元件(如翅片、壳体、管板、封头、法兰等)的材质选用,需满足二类固定式压力容器的设计要求,适配本设备的工作压力、温度及介质特性,且需在投标前和交流阶段提供材质选用方案,经买受人确认后实施。

3.4 蒸汽加热器设计过程应以买受人现有的管道尺寸为准进行核算,设计过程中所有本体接口尺寸不得超出现有管道尺寸,便于买受人直接配管使用;避免因出卖人管道及接口尺寸设计过大,而造成买受人现场管道无法达到设计尺寸影响蒸汽加热器的正常运行,因出卖人设计问题造成的损坏一切由出卖人负责。出卖人应到现场进行勘测,确认现场设备布局,满足现场安装使用需求,避免后期安装出现各类问题;若因出卖人勘测及设备图纸等原因导致现场无法安装,一切后果由出卖人承担。

3.5 壳程侧(污氮气侧),包含进、出口管道与法兰、换热管外壁及翅片、壳体、折流板等,必须进行脱脂,确保无油脂、杂物等,出具正式的脱脂报告;脱脂执行 JB/T 6896-2007《空气分离设备表面清洁度》标准,脱脂等级达到 0 级要求,脱脂报告需包含检测方法、检测点位、检测结果及检测人员签字。

3.6 出卖人在设计过程应考虑蒸汽加热器泄漏现象,从设计、制造工艺层面采取措施,降低蒸汽加热器的介质泄漏率。蒸汽侧建议采用固定管板式,如此类型无法制作,则所选结构类型应由买受人同意;因出卖人设计及制造质量存在缺陷而导致蒸汽加热器出现泄漏现象,所有损失由出卖人承担。

3.7 出卖人对蒸汽加热器的结构设计、制造应合理、简单,设计过程应考虑蒸汽加热器本体及封头的吊耳,确保换热器的安装及封头的拆装;结构设计应便于后期的维护检修和管束抽芯,设计中应考虑增加蒸汽加热器的检漏口,便于进行故障时的准确判断。

3.8 换热管与管板采用焊接加胀接，且管板上在焊接与胀接之间开孔，汇总后形成检漏口。胀接完毕后用 0.05~0.08MPa 压缩空气进行气密试验，以检查换热管与管板的连接，对焊接接头进行 100% 渗透检测（PT），其结果应符合 NB/T 47013.5-2015 I 级的要求。

3.9 设备制造完成后，需依次进行原材料检验、工序检验、成品检验，所有检验项目均需记录并形成检验报告，检验合格后方可出厂，核心检验试验要求如下：

原材料检验：所有受压元件原材料需进行材质光谱分析、理化性能复验，复验结果符合标准及设计要求；

无损检测：对接焊缝需按二类压力容器要求进行射线检测（RT）或超声检测（UT），检测比例及合格等级符合《固定式压力容器安全技术监察规程》要求；换热管与管板连接接头需进行渗透检测（PT）或磁粉检测（MT），确保无焊接缺陷。

试验压力按 GB 150 规定计算，保压时间满足标准要求，试验过程无渗漏、无可见变形、无异常声响。先按技术要求进行管程气压试验，保压后检查所有密封面、焊接接头，无泄漏现象，试验合格后，管板与换热管的连接接头（如胀接、焊接或胀焊并用接头）须进行氨渗漏或氨质谱仪泄漏检测试验，试验方法和验收标准按 NB/T 47013.8 执行，后按技术要求进行壳程试压。若出卖人现行有效的渗漏试验企业标准高于上述标准，则以企业标准为准，但出卖人必须向买受人提供正式的企业标准。

换热性能试验：出卖人需通过厂内试验或模拟计算，确保设备在额定工艺参数下，污氮气出口温度达到 180℃，换热效率满足高效节能要求。

3.10 换热器管束要求为 I 级，按照标准 GB151-2014 执行。

3.11 此项目中所有法兰均采用 HG/T 20592 标准。

3.12 出卖人在合同签订后应在 2 周内出具、交付蒸汽加热器结构尺寸图及设计图,以便于买受人进行基础设计和管道配管设计,不得因此影响买受人的基础及管道的设计与施工。

3.13 设备内、外表面需做防腐处理,外表面防腐涂层需适配现场工业环境,耐高温、防氧化、防腐蚀,涂层附着力强,无脱落、起皮现象。

4. 设计制造标准和规范

以下标准的最新版本作为本技术文件的执行标准与依据。

4.1 《中华人民共和国特种设备安全法》

4.2 《特种设备安全监察条例》(国务院令 549 号)。

4.3 TSG 07-2019 — 《特种设备生产和充装单位许可规则》

4.4 TSG 21-2016 — 《固定式压力容器安全技术监察规程》

4.5 GB 150-2011 — 《钢制压力容器》

4.6 GB 151-2014 — 《管壳式换热器》

4.7 GB/T 3280-2007 — 《不锈钢冷轧钢板》

4.8 GB 24511-2016 — 《承压设备用不锈钢钢板及钢带》

4.9 GB 13296-2013 — 《锅炉热交换器用不锈钢无缝钢管》

4.10 HG 20584-2011 — 《钢制化工容器制造技术要求》

4.11 GB 985-2008 — 《气焊、手动电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本形式与尺寸》

4.12 GB 986-2008 — 《埋弧焊焊缝坡口的基本形式与尺寸》

4.13 NB/T 47014-2011 — 《钢制压力容器焊接工艺评定》

4.14 NB/T 47015-2011 — 《钢制压力容器焊接规程》

4.15 JB 4726-4728-2010 — 《压力容器用钢锻件》

- 4.16 NB/T 47008~47010-2010 — 《承压设备用碳素钢和合金钢锻件》
- 4.17 JB/T 4747-2007 — 《压力容器用钢焊条订货技术条件》
- 4.18 JB/T 4711-2013 — 《压力容器涂敷与运输包装》
- 4.19 NB/T 47019-2021 — 《锅炉、热交换器用管订货技术条件》
- 4.20 NB/T 47013-2023 — 《承压设备无损检测》
- 4.21 GB/T 3181-2008 — 《漆膜颜色标准》
- 4.22 JB/T 6896-2007 — 《空气分离设备表面清洁度》
- 4.23 JB/T 11249-2012 — 《翅片管式换热设备技术规范》
- 4.24 HG/T 20592-2009 — 钢制管法兰（PN 系列）

当上述标准规范有更新时，必须采用新规范；当上述规范及工程文件中的有关要求之间有矛盾时，应遵循较为严格的要求，出卖人应在制造之前以书面形式向买方提出并进行澄清。

5. 材料

5.1 部分外购材料供应商要求：

序号	主要受压元件名称	厂家名称
1	不锈钢换热管	浙江久立集团股份有限公司 宁波连通设备集团有限公司 江阴市海鸿石化机械有限公司 江苏焱鑫科技股份有限公司 哈尔滨空调股份有限公司 华迪钢业集团有限公司 江苏鑫常特材有限公司 苏州钢特威钢管有限公司

2	不锈钢板	太原钢铁集团有限公司 宝钢集团有限公司
3	锻件	无锡市法兰锻造有限公司 无锡宏达重工股份有限公司 无锡市华尔泰机械制造有限公司 上海重型机器厂有限公司 定襄县康达法兰锻造有限公司 江苏圣贤锻造有限公司 江阴市华西法兰管件有限公司 无锡市前洲西塘锻压有限公司 山西艾斯特金石锻压有限公司 江阴市中岳机锻有限公司 浙江柯庆法兰锻造有限公司
4	焊材	北京金威焊材有限公司 天津金桥焊材集团股份有限公司 四川大西洋焊材股份有限公司 武汉铁锚焊接材料股份有限公司 上海电焊条总厂 安泰科技 昆山京群 哈尔滨焊接研究院有限公司

注意：

1) 以上外购材料供应商的选择，出卖人必须严格遵循。若需变更，须经买受人同意确认。如出卖人需变更外购材料厂家，须提前 15 个工作日向买受人提

交书面申请及厂家资质证明，经买受人书面同意后方可变更；变更后，该材料对应的设备质保期按设备现场投用合格之日起延长至 18 个月，并且期间出现的一切质量问题由出卖人承担。

2) 未指定供货单位的外购材料的采购须遵循以下原则：

A. 该材料供应商具备我国相关机构颁发的生产制造许可证。
B. 该材料供应企业成立时间十年以上，并在同类设备中有五年以上的使用业绩。

C. 该材料供应商当前的相关资质文件审核合格。（营业执照（三证合一）、制造许可证等在有效期内并通过年度审验。）

D. 属于行业领先、业绩良好、合作良好的供应商。

3) 材料的检验：

A. 所有材料的检验程序及手段必须严格按照详细设备加工图纸的技术要求进行，若图纸中未做详细指定的，按照我国现行有效的相关的检验标准进行。不能出现漏检、误检。

B. 出卖人须制定周详合理的材料到场检验程序，对所有的材料进行数量、外观质量、出厂检验报告、质量证明书、合格证等进行严格验收，根据相关标准的要求对钢板、复合板、锻件、管材、法兰等材料进行无损检测及分析。并出具检验报告，检验不合格的一律不得使用。

C. 材料的保管须严格按照相关标准的要求进行，例如不锈钢防铁离子污染、焊材的防潮等，出卖人需建立不锈钢材料防铁离子污染管控记录，买受人有权现场核查。

6. 供货范围与备品备件

供货范围为整套蒸汽加热器，含蒸汽加热器所有的设备及附件，包含但不限

于如：蒸汽加热器本体和所有受压元件、内部管束及管板、壳体、封头、接管法兰等，设备本体所有垫片及螺栓、设备本体底座及设备本体安装所需材料等（如地脚螺栓等），并包含所有的外接法兰的配对法兰、螺栓及垫片，所有部件必须为全新、未使用过的合格产品。其中：蒸汽加热器的本体保温不在此供货范围内。

蒸汽加热器必须组装完成、试压、测试完成后采用整装发货的形式发货。

其余供货内容包含但不限于以下：

- A. 资料交付，详见下方技术文件交付进度及要求
- B. 图纸中注明的所有附件及材质；
- C. 设备铭牌（不锈钢）及支架；

设备应设有由不锈钢材料制成的铭牌，采用耐腐蚀的紧固件将其牢固地固定在设备上，铭牌的安装高度应高于设备本体设计保温层厚度（具体安装高度由出卖人结合保温层设计值确定，并在设备总图中明确标注），铭牌安装位置应便于现场观察、无遮挡。除另有规定外，铭牌至少应有下列内容：

- ▲ 制造厂名称
- ▲ 产品出厂日期和出厂编号
- ▲ 设备尺寸、型号、容器类别
- ▲ 设备名称、设备位号（如有）
- ▲ 技术特性（如：设计和最高工作压力、设计和最高工作温度等）
- ▲ 重量、容积、换热面积等

- D. 运输支撑件、设备拆装专用工具；
- E. 所附安全附件（按设计要求）；
- F. 备品备件

出卖人必须提供以下备品备件：

设备所有外接管口的配对法兰、螺栓及垫片。

7. 性能保证及验收

7.1 此设备使用于空分装置空分分离设备，必须对氮气侧进行严格脱脂清洗，并出具正式的脱脂报告。

7.2 蒸汽加热器出厂前按照标准及上述要求进行水压、气密试验测试、脱脂清洗等，试验需提前通知买受人，买受人派技术人员参加现场检验；若因出卖人未通知或通知不及时，出卖人需重新进行试验和验收。买受人有权验证质量检验及试验记录。

7.3 出卖人对以上提供的工艺参数进行蒸汽加热器的详细设计和制造，保证所供货物完全符合本技术文件的设备设计、材料选择、加工、检验和验收等方面的要求。如：

换热性能：在额定工艺参数下，污氮气进口 13℃ 加热至出口 180℃，蒸汽侧按 1.7MPa、220 至 230℃ 运行，换热效率需达到高效节能型换热器行业标准，且满足污氮气 62000Nm³/h 的流量要求。

运行稳定性：设备在额定工况及小幅工艺波动范围内，能长期连续稳定运行，无振动、无异常噪音，各密封部位无介质泄漏；

耐温耐压性：设备所有部件能长期承受设计温度和压力，无塑性变形、开裂等损坏现象；

易维护性：设备结构设计需考虑现场维护需求，预留检修空间，易损件（如密封件）便于更换，换热元件便于检查、清洗。

7.4 出卖人保证设备全新，符合质量、规格和性能要求，在规定质保期内对制造工艺或材料原因造成的缺陷和故障负责。

7.5 本设备的质量保证期为设备性能考核合格后 12 个月或设备到货后 18 个月，以先到者为准，若是由于出卖人设计、制造、材质选型等自身原因产生的质量问题，在设备设计使用年限（20 年）内，出卖人应承担相应的维修、更换及赔

偿责任，不得免除；质保期内的质量问题按 7.6 条执行，质保期外的质量问题，出卖人应提供技术支持并按成本价提供配件。

7.6 质保期内，因出卖人设计、制造、材质等原因造成的设备故障，出卖人需在 48 小时内赶赴现场处理，免费维修或更换损坏部件。

7.7 在出卖人承诺的质保期内，所有设备必须能安全、平稳运行，并达到买受人所要求的技术性能。

7.8 出卖人在发货前，应确保蒸汽加热器运抵买受人现场后，可按图纸直接进行安装、试压并投用。

7.9 设备制造完成后，买受人赴供方厂内进行出厂验收，验收内容包括设备外观、材质、规格、检验试验报告、技术资料等，验收合格后方可发货。设备运至现场后，买受人与出卖人共同进行到货验收，检查设备本体及附件是否损坏、缺失，规格是否与合同及本规格书一致；设备安装完成后，进行试运行验收，在额定工艺参数下连续试运行 72 小时，设备换热性能、密封性能、运行稳定性均满足本规格书要求，即为验收合格。若出厂验收不合格，出卖人需在 5 个工作日内整改并重新验收；现场试运行验收不合格，出卖人需免费整改至合格，整改期不计入质保期，整改完成并经买受人验收合格后，质保期重新起算。

8. 技术文件交付进度及要求

8.1 交货时须交付的资料

按《固定式压力容器安全技术监察规程》规定的内容提供，其中：电子版文件

格式应为 PDF/DWG。

正本	1 套	共 1 套
副本（复印件）	4 套	共 4 套

电子版资料 (U 盘交货) 1 套

共 1 套

每套资料最少应包含如下内容:

- 1) 压力容器产品质量证明书;
- 2) 使用说明书;
- 3) 过程设备设计说明书;
- 4) 氮气侧脱脂报告;
- 5) 设备的竣工图 (总装配图、零部件图);
- 6) 材料质量证明书,材料到货检验报告;
- 7) 焊工资格证明;
- 8) 产品外观及几何尺寸检验报告;
- 9) 无损检测检验报告;
- 10) 压力试验报告;
- 11) 压力容器产品安全质量监督检验证书;
- 12) 产品质量合格证;
- 13) 随机件及备品备件清单、发货单;
- 14) 返修记录及与制造质量有关的文件、质量记录等。

8.2 交付进度

1) 合同生效后一周内, 出卖人向买受人提供蒸汽加热器的外形尺寸图、计算资料。

2) 合同生效后两周内向买受人提供基础图、设备就位与安装, 设备外的进口管、出口管的配管与安装示意图等资料, 便于买受人进行基础及管道设计、施工及相应材料的采购。前期提供图纸应为最终图纸, 不得与随机交付资料出现差异, 因出卖人后期自行变更图纸导致买受人无法安装, 责任及损失由出卖人自行承担。

3) 设备发货时按上述要求提供所有技术资料, 所提供图纸、计算资料均需加

盖出卖人设计专用章及骑缝章，电子版为签字盖章版的扫描件。

9. 包装及防护

耐压试验合格后买受人委托的代表到出卖人参加最终检验，在该检验之前不得进行除锈和涂漆防护。本设备的表面处理遵循设计图纸以及相关技术协议的要求。

出卖人按《压力容器涂敷与运输包装》JB/T4711-2013 的规定进行包装、发货，并采取措施防止设备外部划伤。

产品包装前，出卖人负责进行全面检查清理，内部不得留异物，并保证所有零部件齐全。设备外表面需标注设备名称、规格、重量、起吊点、运输方向等标识，起吊点设计需符合设备重量及平衡要求。

设备发货运输采用内部充干燥氮气的微正压保护方式，充氮压力控制在 0.02 至 0.05MPa（表压），并在设备本体设置压力表监测压力，运输过程中确保压力不低于 0.02MPa；若运输过程中压力低于 0.02MPa，出卖人需及时补充干燥氮气并排查泄漏原因，相关费用及损失由出卖人自行承担。

装车时，设备缓慢起吊平稳放置在专用发货支座上，使设备最下部距车板距离 200mm，并且支座上加垫橡胶皮，防止设备在运输过程中发生磨损。起吊设备所用钢丝绳需套设防磨橡胶管，橡胶管长度应完全覆盖钢丝绳与设备筒体、封头的接触部位，防止钢丝绳划伤设备金属表面。

包装保证在运输、装卸过程中完好无损。按设备的特点和招标文件中的包装要求和包装标志，按需要分别加上防潮、防霉防锈、防腐蚀的保护措施，分别用文字标记，保证设备在没有任何损坏和腐蚀的情况下安全运抵合同设备安装现场。

碳钢螺栓等紧固件涂无酸性凡士林，碳钢部分所有裸露的机加工面涂除锈油脂进行防锈。可拆件及备品备件全部装箱，并按相关要求做好保护措施。如法兰

用石棉垫或橡胶垫保护。每一个包装箱内附三份与装箱件对应的详细装箱单。

10. 技术服务（包括现场服务）

10.1 出卖人技术人员将详细进行技术交底，详细讲解图纸、设备性能及有关注意事项等，解答合同范围内买受人提出的技术问题。无论是安装调试或日常运行中，一旦发现设备质量问题，根据买受人书面通知，出卖人将在 24 小时做出响应，对于因操作失误等造成的设备事故，出卖人也遵循上述的原则，及时到现场和买受人共同进行处理。

10.2 质保期内，出卖人定期对设备运行情况进行回访，提供技术指导；

10.3 质保期外，出卖人为设备提供终身技术支持，及时响应买受人的维修、保养需求，按成本价提供易损件及维修服务；

10.4 出卖人负责为买受人提供设备安装、操作、维护的技术培训服务，确保买受人操作人员能熟练掌握相关技能。

出卖人现场服务人员具备下列要求：

- (1) 遵纪守法，遵守现场的各项规章制度。
- (2) 有较强的责任感和事业心，按时到位。
- (3) 了解合同设备的设计，熟悉其结构，有相同或相近设备的现场工作经验，能够正确地进行现场指导。
- (4) 身体健康，适应现场工作的条件。
- (5) 出卖人技术服务的具体内容为：开箱验收、安装指导、投运配合、现场培训等。

11. 交货期：

合同签订之日起 120 个日历天内，出卖人需采用汽运发货将整套设备整装运至河南龙宇煤化工有限公司施工现场（板车交货）；若出卖人逾期交货，每逾期