

招标项目技术、服务、政府采购合同内容条款及其他商务要求

本章第一节，（一）、（二）小节首先提供项目背景，定义设备基本功能，说明施工安装的限制条件，为投标人的技术方案响应提供一般信息，投标人据此作出的“需求分析”参与对应评分，但不纳入“技术指标及配置”评分。第（三）小节 低气压房及关联系统，是对标的内容的详细定义，第（四）小节是标的物的性能参数，均为总体要求，纳入“技术指标及配置”评分。第三节的（一）小节提出实施方案的流程要求，对应投标文件响应部分纳入技术方案及实施方案评分。

一、招标项目的背景与总体要求

（一）设备采购项目的背景

轮—轨系统是支撑列车运行的关键，轮轨黏着性能直接影响列车的安全与经济运行。高原铁路在我国正在得到大力发展，其自然气候环境极端，气压低、温差变化大，轮轨黏着行为复杂，特别需要试验研究不同气压、超低滑差及高速下的轮轨黏着特性（三大创新点），为此国家自然科学基金委资助了“极端工况下黏着特性测试系统”（简称黏着试验台）的研制。该试验台总体、平面布置及剖面如图 1~4 所示。

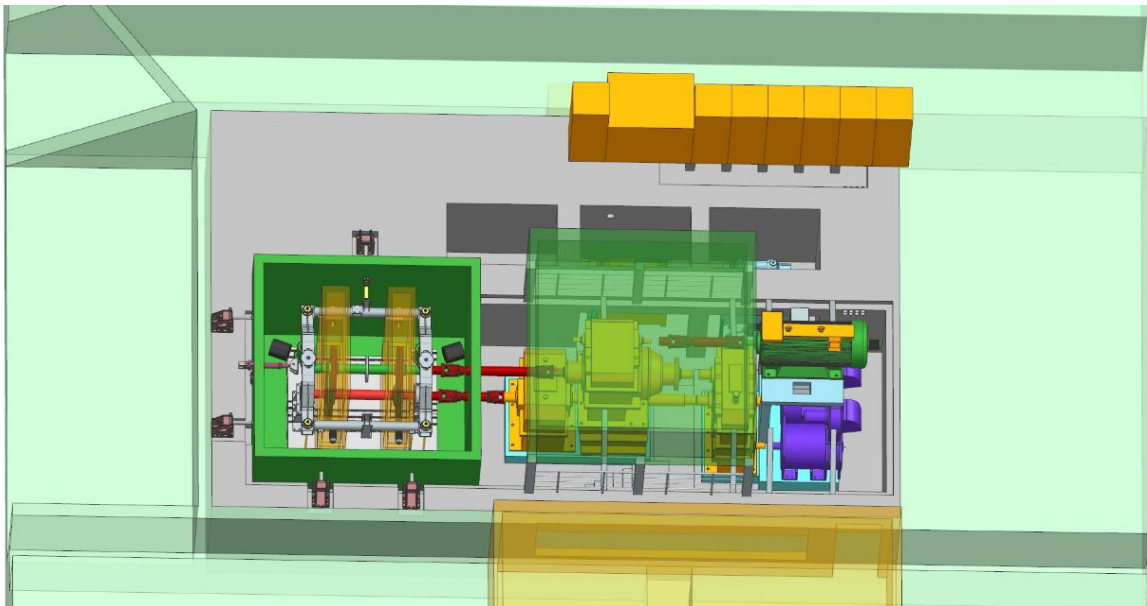


图1 极端环境黏着试验台示意图（低气压房为绿色，开敞式其顶盖放左侧（透明处理））

本次采购的“极端工况下轮轨黏着特性测试系统气压房”，在后文中简称：低气压房。将与内部包裹车轮—轨道轮的 2 组温控箱一起，为轮轨滚动接触摩擦提供（1.0~0.5）bar 的可调低气压和（-30~85）℃的可调高低温及砂、水、雪组合的极端环境，超低滑差条件，试验研究轮轨摩擦特性，为高原铁路提供有关规划、设计及经济安全运行的基础试验数据。

轨道交通实验室厂房内部 地面上: 宽>2500mm 东侧安全运输通道 地面下: 宽2500, 深2800综合管沟 (含供电母线槽及循环冷却水管)

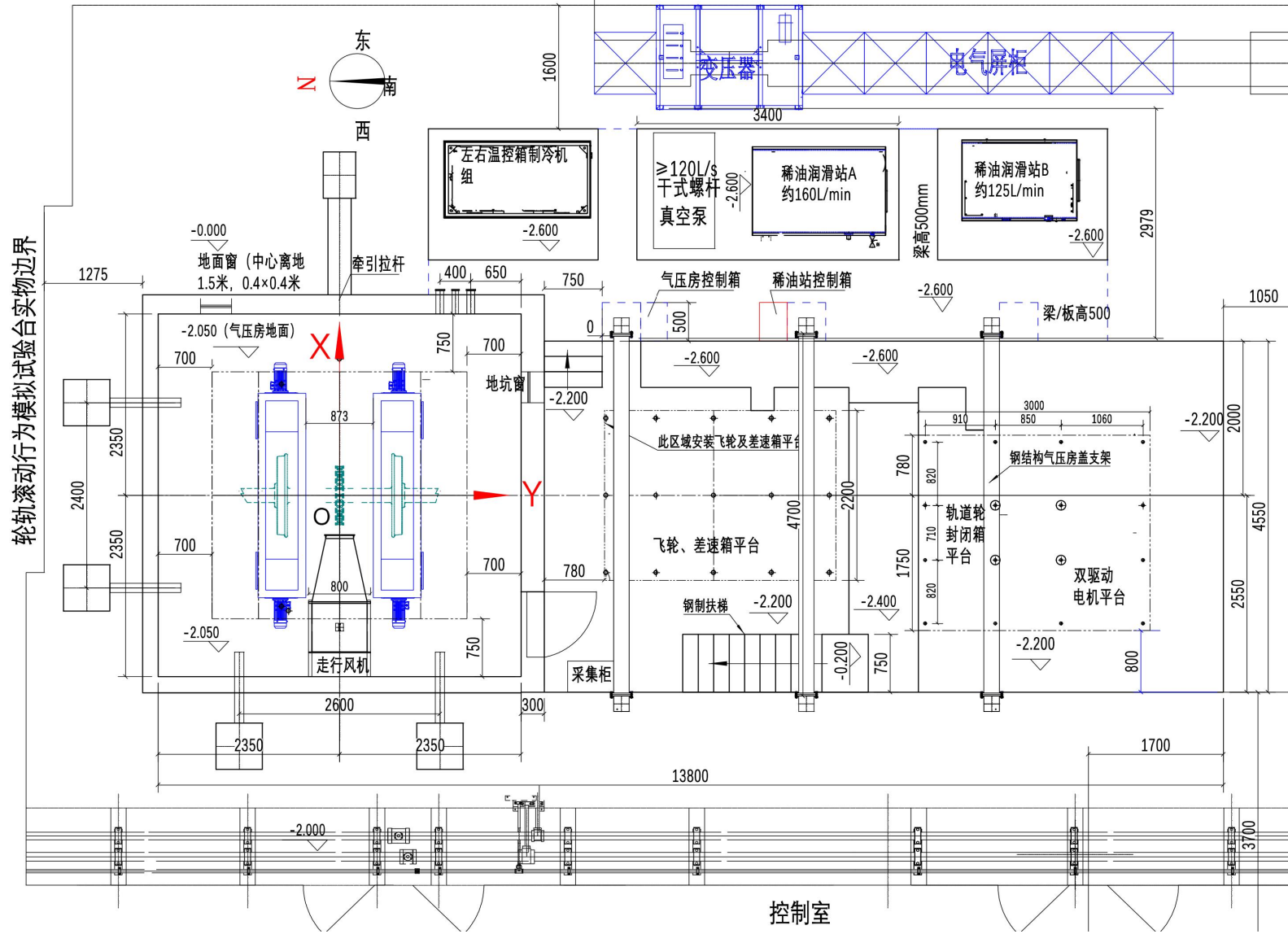


图2 黏着试验台平面布置图 (左边正方形为低气压房)

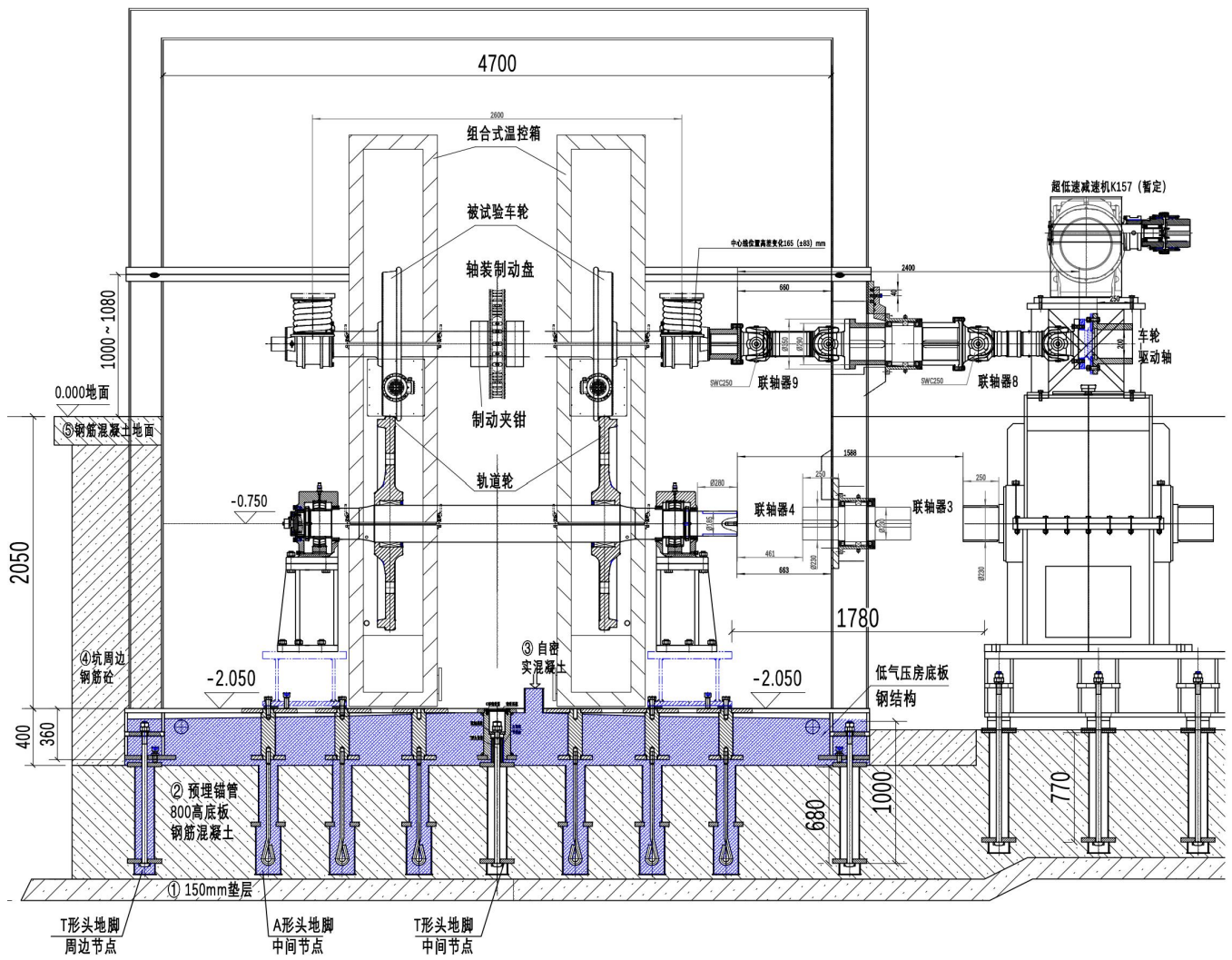


图3 黏着试验台低气压房OYZ剖面示意图

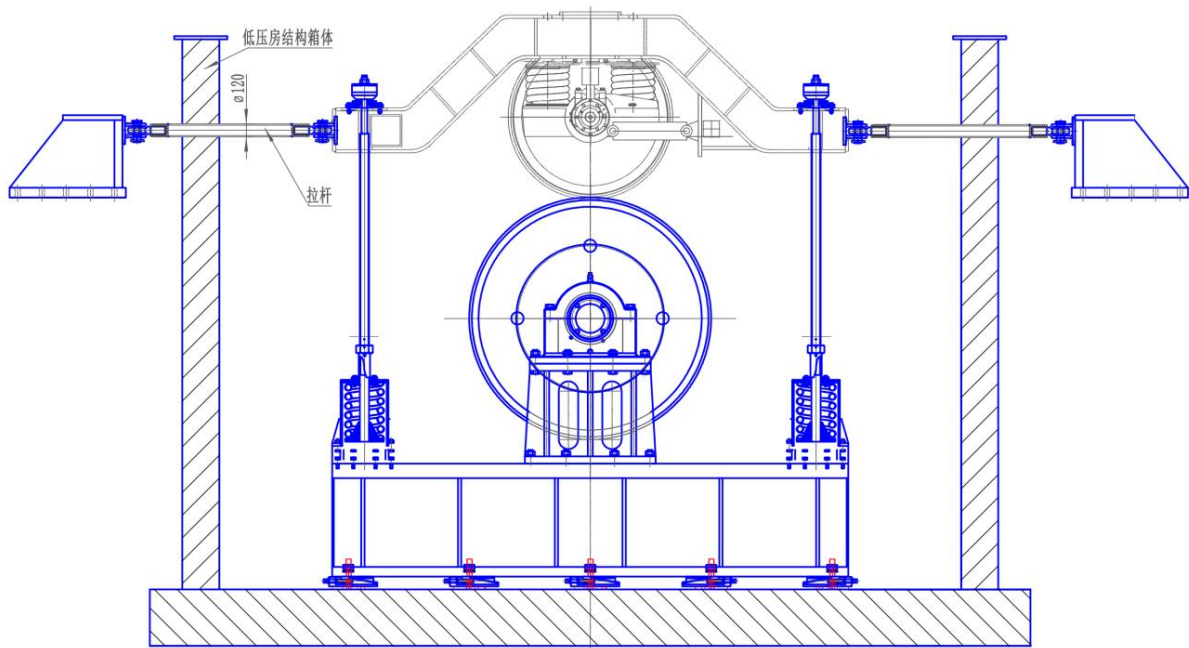


图4 黏着试验台低气压房OXZ剖面示意图

低气压房将安装在成都市西南交通大学九里校区，原轨道交通实验室厂房，即现运载系统全国重点实验室新厂房，其宽约 27+18 米，长约 153 米，25 吨行车轨顶标高约为 10.2 米，已经投用 10 年，该厂房为科研试验及办公区，因此对低气压房的运输、安装及运行的振动及噪音，废气排放、废水、废物产生有严格的环保要求。

（二）低气压房结构功能与施工限制

本次采购低气压房系统的组成中，主体为低气压房的定制或研制，承压结构及其密封设计与施工是项目的关键，为此首先整理承压结构与密封的相关功能要求

1. 底板上安装轮/轨模拟装置及温控箱

轮/轨模拟装置的轴承座及垂向弹簧拉杆等通过 3.3 米长，0.6 米宽，高约 0.4 米的 2 组焊接加工梁为基座，间接安装在气压房的钢制地板上；2 个温控箱长×厚×高大约 2.7×0.6×4.0 米则直接安装在低压房的底板，模拟车轮在高原铁路低气压下运行，进出隧道时的高低温交替环境。温控箱中还有砂、水喷管，进一步模拟风沙、雨雪环境，如图 2、3。

2. 三面墙密封模拟转向架构架的推拉杆

铁道车辆的轮对轴箱均通过一系悬挂装置被转向架构架约束而实现弹性定位，而单轴转向架在本试验台中采用 4 个弹簧拉杆垂向施加拉力模拟来自车体的压力，如图 4；

在前进 X 方向，参见图 2，图 4 左边的轮对中心刚性拉杆在纵向使轮对定位，而右边为 2 根铰接在构架端部的可调弹性限位拉杆。这 3 根拉杆都需要在低气压房东西墙壁的半高度穿过。此外，为了控制轮对冲角或轮对的横移，需要在横向 Y，即图 2 的低气压房北面布置与纵向相同结构的可调拉压杆，同样需要穿墙，这 5 根拉杆涉及真空密封问题，简称真空平动轴。此外，北墙需要布置电动推拉杆，以模拟曲线通过时的黏着特性曲线变化。

3. 南墙密封车轮及轨道轮的真空传动轴

牵引力模拟需要车轮及轨道轮传动轴，这两条组合轴要穿过低气压房的南侧墙壁。在低气压房真空工程中称为真空转动轴，对于 (0~2100/1450) r/min 转速，最大约 75/100kNm 的转矩传递，本项目明确采用磁流体密封转轴。其中车轮传动轴常规选用十字万向轴，是低气压房系统实施的最大难点，因为车轮传动轴端的干扰因素多：

(1) 因被试验车轮的直径变化，穿墙位置不仅有高低变化，而且还有角度变化；

(2) 低气压房内的气压变化时，磁流体密封位置会在轴向产生数 mm 的挠度变化；

(3) 轮对在正常试验运行时，难免的蛇形，轮对传动轴头产生轴向、径向位移，且伴有摆动角度变化。

4. 三面墙直接安装风机等试验工艺部件

对于轮对制动盘与夹钳摩擦副的试验，还需要配置安装模拟走行风的轴流风机；温控箱的辅助支撑；模拟单轴转向架通过曲线，动态调整冲角时，需要的构架电动推拉杆。

5. 低气压房承压钢结构运输条件

低气压房基本功能为产生低气压环境，综合考虑上述 4 项基本功能，包括操作工作空间及通行基本需要，低气压工作室净空设定为：长宽均为 4.7 米，平顶时高度也为 4.7 米。厂房关联的运输吊装条件，有如下两个通道：

(1) 直接通道：大门洞宽 4.2 米，高 4.5 米，行车 25 吨 1 台。因此外轮廓超过 5 米，重量超过 25 吨的承压钢结构只能以满足运输与安全吊装的尺寸、重量进行模块化设计、制作。

(2) 间接通道：门洞高 5.8 米、宽 5.4 米，行车 32 吨，转运到 25t 行车下，摆渡通道：

①由于不锈钢护栏在中间，摆渡车直接可用的摆渡通道宽 2.0 米，高 5.8 米；

②拆除部分不锈钢护栏后，控制室外墙间距 4.56 米，屋檐挑出 0.4 米，净高 3.2 米；

不用摆渡车的通道可能有：①宽 4.5 米，高 3.1 米，②宽 3.7 米，高 5.8 米。相关拆装护栏、摆渡台车等的改造费用计入本项目，相关风险由中标人承担。

6. 低气压房承压钢结构拼装与安装

现场安装空间有限，如图 2，东边是 2.8 米深、2.5 米宽的综合管廊，布置有电力母线槽、高压电缆及水管；而西侧则是已经布置了 21MPa 的液压油管，上方则是汽车通道。黏着试验台的所有设备布置的东西向宽度不足 10 米。南北侧则是已经运行 10 年的试验台。低气压方**钢结构与试验台的混凝土基础之间无法留出间隙**。施工流程有交叉，必须相互配合，才能完成低气压房就位安装及试验台基础的施工。

(三) 低气压房及关联系统构成与使用要求

★1. 低气压房及关联系统的构成（此条包含的无符号部分均为实质性要求）

本次采购的低气压房（系统）包括常规的粗真空系统零部件：干式螺杆真空泵、多种阀门及主管路；破空阀、消声器及除水滤尘器；冷凝水排空阀及管路（如果需要其独立运行）；低气压房内气压、温度及湿度等参数检测仪表；人员进出的便门及观察窗；照明灯具开关等。

低气压房采购项目还包括更特殊的部件或关联配套设备：

(1) 承压钢结构：计划采用钢板、圆棒等型材加工，再焊接的承压钢结构，抵抗其内部空气被抽出后，房间内外空气压差导致的每平方米约 50kN 的压力，设计及检验按 60kN；

(2) 真空平动轴：两端连接的圆杆外径约 120mm，共 5 条，涉及轴向颤动与径向移动，需要解决的问题有大气密封、润滑的有效性、可靠性及适应性；

(3) 真空传动轴及关联联轴器：（0~1450/2100）r/min，分别传递额定扭矩 75/55kNm 到轨道轮及车轮传动轴，需要采用定制的磁流体密封轴，2 处。由于还未研制，轴向长度具有

不确定性,传动轴周边联轴器及重载离合器的长度接口需要与此适应,也包括在本采购项目内;

(4) 模拟走行风机:配置轴流风机,风机布置在低气压房内,在制动试验时,提供被试品的模拟走行冷却风。

(5) 超低速驱动伺服系统:为实现超低滑动率的黏着试验,兼顾其它低恒速及恒力矩驱动,如镟轮对低速稳定驱动的需求,配备超低速驱动伺服控制系统;

(6) 轨道轮镟轮机:极端环境模拟下轨道轮会产生不均匀磨损而失圆,为此配备在位镟轮机,使轨道轮踏面得到及时修复或镟修成指定的踏面形状;

其中的(1)~(3)项需要深度设计或研制并选配常规粗真空零部件进行系统集成,(4)走行风机只需选型及安装,(5)为工业成熟产品,(6)为试验台架小批量维修专门装置。

★2. 低气压房的构造与使用要求(此条包含的无符号部分均为实质性要求)

以下为系统设计的功能要求:

(1) “半地上+半地下”方式,为降低振动噪声,提高空间利用,低气压房选用此安装方式,如图2、3所示;

(2) 低气压房的水平剖分,综合考虑低气压房内机械大部件安装、试验及检修起吊需要;在地面以上约1~1.15米高处,设置低气压房的上下剖分面,考虑温控箱上方留不小于50cm的操作空间,房盖内部高度约1500~1650mm。

(3) 低气压房设置便门:南墙(参见图2)的西侧,设置从试验台基础坑内进出的气压房便门,门洞高×宽:1.8×0.7m(或按相关规范,但需要通知采购人),手动在内外均可开启,为此房内外均设置手动放气阀。如能采用推拉(移)门,或动车塞拉则更受欢迎。

(4) 设置2处观察窗:南墙东侧窗用于地坑内观察,中心标高-0.7米(距基础坑底1.5米高;房盖东墙靠近北边设置地面窗,宽0.4m×高0.4m(或规范确定的相近尺寸),中心标高1.5米,设计联络时,将根据实际承力结构优化调整细节。

(5) 表面喷涂与美工。地面以上的气压房外墙面应美观大气,必要时对外墙进行装修装饰。金属外表防锈底漆+多层耐候面漆,涂层应平整光滑、色泽均匀,附着力强,无露底、气泡、起层或擦伤,防锈能力良好。涂装方案、标志标识,要求符合规范,并与周边环境协调。

(6) 低气压房状态显示与控制:要求彩色触摸屏中文菜单操作方式,系统全自动按气压设定值控制,房内气压、温度及湿度实时显示显目,触摸屏设置在地坑里房门旁。

(7) 低气压房内照明。安装防潮LED照明灯,照度按办公室标准要求。其布线应设置分断的接插件,方便房顶盖的起吊,照明开关设在地坑房门旁边,在触摸控制屏上也可操作。应急照明:为保障人员安全,配备应急照明充电手电筒。

(8) 安装走行风风机,低气压房西墙内安装轴流风机,高度及与制动盘的距离可调,在

盘式制动试验时，为被试品提供模拟走行风。风机采用变频器供电，检修调试可在变频器面板上控制风机启停机及速度。正常试验时，则由控制室的计算机通信控制。

(9) 低气压房墙壁安装电源、测控模拟信号、以太网真空电连接器，预留电源、信号视频信号的真空密封电气连接。

(10) 低气压房的密封，钢结构上、下剖分面及便门的密封采用接触式密封条，材料为硅橡胶材料，有可靠的结构及工艺，保证开启次数分别不小于 100 及 1000 次，密封条要求便于采购及用户执行更换。

(11) 低气压房有两种试验工况：①常压工作：低气压房盖由厂房的 25t 行车起吊放置到传动齿轮箱上方的专用支架上如图 1、2，或者破空阀开启，房内气压与房外相等；②低气压工作：低气压房内部所有阀门及门窗、房盖密闭后，抽气到指定气压并维持。

(四) 低气压房及关联系统的主要性能参数

★1. 低气压房基本性能参数（此条包含的无符号部分均为实质性要求）

- (1) 低气压房内空的平面尺寸为：长、宽均为 4.7 米；
- (2) 低气压房内空高度尺寸：如用平顶结构，则高度不小于 4.7 米；如用圆弧结构，则要求对称轴线两侧 1.35 米处高度不低于 4.7；对应最大气体容积：约 104m³；
- (3) 低气压房工作空间上下剖分面距离底部 3.05~3.2 米，底板厚度不超过 400mm；
- (4) 气压调节范围：40kPa~常压；真空泵最大噪音：≤80dB
- (5) 抽气速率：常压→50kPa≤30 min；常压→40kPa≤45 min；真空泵抽气≥400m³/h。
- (6) 保压时间：内部气压 50kPa 时，60min 内，气压升高暂定小于 1kPa(有标准按标准)。

★2. 真空平动轴性能参数（此条包含的无符号部分均为实质性要求）

- (1) 即上述构架拉杆 5 处，最大拉压力 200kN，额定 120kN；
- (2) 调整或工作异常密封处轴向移动：0~±10mm；
- (3) 调整或工作异常密封处径向摆动：0~±25mm，
- (4) 密封处正常工作颤动量轴向：≤1.5mm；径向：15mm；

★3. 被试验轮对真空转动轴参数（此条包含的无符号部分均为实质性要求）

- (1) 转速：0~2100r/min 正反，额定转矩 55kN.m，最大 82kN.m，振动环境；
- (2) 试验中轮对传动轴头 X、Y 向短时最大位移±15mm；高度 Z 变化：±5mm
- (3) 1050 轮径为设计值：对应 1250、900，轴头高度增 100，减 75mm，合计 175mm；
- (4) 正常工作两侧传动轴头颤动量轴向、径向均小于 1.5mm；

★4. 轨道轮对真空转动轴（此条包含的无符号部分均为实质性要求）

- (1) 正反转 0~1450 r/min，额定转矩 75kN.m，最大 100kN.m，振动环境；

(2) 正常工作两侧传动轴头颤动量轴向小于 2.0mm；径向小于 1.5mm；

★5. 低气压房的主要承载与变形（此条包含的无符号部分均为实质性要求）

(1) 低气压房底板在承受纯 60kPa 作用下 4.7m 长宽区域最大变形<1.5mm；

(2) 低气压房底板在承受静载 300kN 及如下动载的长期作用，无漏气及强度问题；

①垂 Z 向动态最大 200kN 约 5~100Hz，累积 200 小时；

②纵 X 向牵引最大 150kN 附加最大 15kN 约 5~100Hz，累积 20000 小时；

③横 Y 向动态 50+50kN 约 0.5Hz，累积 100 小时；

(3) 内部气压从常压抽气到 40kPa 时，安装磁流体密封轴处最大变形量：≤2.5 mm，其它区域≤3mm。

★6. 低气压房的使用寿命（此条包含的无符号部分均为实质性要求）

(1) 承压钢结构使用寿命：≥30 年；

(2) 电气设备、电子部件：≥12 年；

(3) 易损易耗件寿命：≥5000h；

★7. 走行风机的水平吹风口：高 800mm、宽 360mm；风速：5~25m/s 位置速度均可调。

★8. 超低速伺服驱动：减速机额定输出转矩≥12kN.m，永磁伺服电机功率不小于 45kW，额定转速≥38rpm。

★9. 低气压房系统的运行环境条件（此条包含的无符号部分均为实质性要求）

(1) 厂房环境温度：0~40°；海拔高度：约 508 米；环境湿度：20~90%；

(2) 低气压房内，在试验中会喷水、雪、砂，会产生少量铁粉，摩擦制动会产生热量真空产生系统要具备一定的适应能力。

① 低气压房中环境湿度：20~90%；

② 低气压房中，温控箱工作范围-30~+85℃，摩擦盘制动局部短时温度 600 度。（运行限制温度及时间，设计联络时确定）。

一、★采购清单

序号	标的名称	主要附件及配件	单位	数量	所属行业	是否强制节能产品	是否属于优先采购节能产品	是否属于优先采购环境标志产品	备注
1	极端工况下轮轨黏着	传动系统联轴器组件（含磁流体密封轴、穿墙拉杆接口）	套	1	工业	否	否	否	本采购项目为交钥匙设备工程，施工及运行应符合环保要求。

2	特性测试系统 气压房	走行风机及其 电气调速控制系统	套	1					还含：低气压房的真空工程设计；系统分析计算；承压结构施工图设计；低气压房钢结构的制造、运输、拼接；电气控制箱、仪表、照明、预留电连接件供货安装、检验，系统试运行及验收。
3		超低速驱动伺服系统(含减速机、电机及伺服控制器)	套	1					
4		数控铰轮机装置(含匹配安装的机架)	套	1					

二、技术要求

以下为采购人针对低气压房的系统应用，施工与运行条件限制，首先从研制角度分别提出其土建关联、机械及电气专业细化实施要求及接口条件，作为低气压房的实施设计要求，也提出了投标文件应作出的响应及投标系统方案的内容；附属的低速伺服系统及铰轮机单独提供技术要求，最后提供本采购项目的其它要求。根据技术要求中的第（一）、（六）部分，投标人提出的技术方案及实施方案参与对应评分，但不纳入“技术指标及配置”评分；技术要求中（二）～（五）部分纳入“技术指标及配置”评分。

（一）低气压房实施方案总体要求

因为要采用 200~400mm 厚度钢结构墙体、底板及房顶盖，承受最大 60kPa 大气压力差，低气压房承压钢结构重量超过 40t；鉴于厂房运输通道及布置场地空间受限：区域长度仅约 16 米，宽度只有约 10 米，东、西及北面均为 2-3 米深的已有设备基础坑，参见图 2、3、4，为了控制试验台基础施工的难度及造价，确定钢筋混凝土基础与低气压房的钢墙壁及底板之间不留间隙，基本成为一体的结构。因此投标文件在实施方案中（包括甘特图中），应明确响应与土建基础的交叉施工流程与接口，响应对低气压房研制流程的配合承诺，也可以根据自身经验提出改进优化意见（纳入实施方案评分）：

1. 低气压房与试验台基础协调施工要求（参见后页图 5~8）

（1）基础首次施工：按施工设计联络确定的图纸，由采购人委托的基础施工方（第三方）完成：①混凝土垫层，②预埋锚板及其护管的基础筏板施工及养护，参见图 2、3；低气压房周边-2.45 米以下混凝土的浇筑与养护，③不密实的浮土清理，具备临时安装真空泵、接通抽气管路及破空支路的土建条件，低气压房底部的二次自密实混凝土的浇筑条件。

在本施工阶段，低气压房重中标人需进行现场复核，确认预埋锚板及护管的定位尺寸等。

（2）低气压房首次安装：按施工设计联络确定的图纸，①低气压房中标人负责全钢底板模块（含筋板）的制造，必要的油漆，完成出厂组装试验及验收；②模块运输吊装与现场拼装焊接，焊缝检验；③底板整体被吊装就位，底板下部安装的 A 形地脚螺栓深入锚管；④通过中

标人自带的机床垫铁调高调平，紧固周边的 T 形头地脚螺栓；④在基础坑内组装低气压房四周墙壁模块，⑤安装机电设备管线通道的密封板（螺栓连接），包括混凝土浇注孔盖板；⑥安装顶盖；⑦真空泵管路首次连接、电源连接；⑧抽气试验（含是否紧固中间螺栓 Tz1、Tz2 对比）、保压试验，完成主体结构验收。此后，中标人可能需要将真空泵及其部分管路移走，待基础土建施工完成再正式安装；最后应确认中间节点地脚螺栓 Tz1、Tz2 为紧固状态。

在本阶段，基础施工方配合安装工作，提供土建便利条件。

(3) 基础二次施工：由基础施工方①进行自密实混凝土的浇筑（参见后页图 5 中高密度网格填充部分），完成 A 形地脚螺栓的埋设及底板与基础上表之间缝隙的填充，使中间 A 形地脚螺栓正常发挥作用；②以低气压房钢墙壁作混凝土内模，周边制作钢筋网，可通过圆钢与钢墙焊接，固定外模，浇注混凝土到约-0.3 米；③完成含沟槽、地面预埋件、电器柜固定槽钢框架的地面层机基础施工；制作钢盖板及低气压房盖的支架；完成基础施工验收。

在本施工阶段，低气压房中标人现场复核需要调整完善的其它安装条件。

(4) 低气压房中标人正式安装低气压房抽气及破空管路、检测仪表、电气与照明灯全部附属装置，进行系统试验及子系统验收，细节在设计联络时确定；

(5) 采购人在低气压房外部安装稀油润滑站、齿轮箱、飞轮及电机，低气压房中标人现场配合安装联轴器，进行传动系统通电空载调试，细节在设计联络时确定；

(6) 采购人在低气压房内部安装机械平台及试验部件及拉杆；温控箱供货方安装温控箱系统（包括其东墙穿管及密封）；低气压房中标人安装真空平动与旋转轴，联通旋转轴；

(7) 在采购人的协调下，进行机电试验设备的调试；温控箱系统的调试；低气压房配合进行联调联试及试运行，验收工作。

2. 低气压房与土建的相互配合条件

(1) 低气压房需要为温控箱留出低温管路及加热器电缆通道：在东墙距离南内墙分别为 650、850、1050mm，距离低气压房底 150mm 高的 3 个位置分别预埋 DN-100，DN-80，DN-100 的 3 根钢管，长度大约 300mm，管道外侧端部设置法兰，配置盖板，用于气密性试验。

(2) 低气压房的混凝土基础暂定按 100kN/m² 设计，首次施工区域暂定 6.0×6.0 米；

(3) 低气压房周边，试验台基础区域的地面承载力 20kN/m²，如果真空泵等需要特殊土建配合，应在投标文件中明确；

(4) 低气压房应按图 2 设置约 5 米长排污、冷凝水管路及阀门，通向东面的综合管沟，后者深度约 2.8 米，由中标人负责供货与施工，基础施工方配合。

(5) 底板模块的栅格形筋（立）板中偏上加工有 $\phi 120$ 左右的圆孔，方便混凝土浇注时的横向流动；同时在面板正中预留 $\phi 120\sim 150$ 的圆形自密实混凝土浇注孔管，周边配 M8~10

螺纹盲孔；此外还要配置对应的浇注孔盖板及密封圈，在气密性试验前安装，自密实混凝土浇筑需要的具体设计，在设计联络时，由土建施工方提出，采购人核实，中标人实施。

3. 低气压房的研制要求

★（1）承压结构设计须满足模块化拼装要求，每个模块均可方便运输，到达现场易于拼接，留有土建基础施工的便利条件，预留可能需要的外墙装修的接口，如螺纹孔。设计图纸，包括外观效果图及配色标识美工方案，应经过采购人组织的设计联络及评审后才能组织施工；

★（2）真空泵选环保型干式真空泵，地坑安装，长度 $\leq 1.45\text{m}$ ，宽 $\leq 1.0\text{m}$ ，高 $\leq 2.0\text{m}$ 。真空泵应具备一定的抽水汽和粉尘的功能，应为批量生产的定型产品，验收前提供型式试验报告；

★（3）按相关标准设计低气压房的管路系统。抽气口及出气口配置必要的过滤器及监控，如试验产生的粉尘量过大，则真空泵应受保护而停止工作），冷却水需求量在投标文件中提供，进出点在真空泵坑内，必要时设置冷凝水处理措施。

（4）模块按图制作，在工厂完成试装后，焊接对位、定位辅助件，完成结构出厂初验；

（5）对模块表面进行打磨、除油清洗后，喷底漆及面漆，面漆颜色采购人组织的设计联络及评审时确定。准备低气压房周边约 800mm 铺装的不锈钢花纹钢板及踢脚板；

（6）按商定的包装运输技术文件，包装模块，运输到现场按上述流程现场拼装，提供地脚螺栓、垫板、调高垫铁、螺母等安装零件，详见下书机械接口部分；

（7）对墙板及顶盖拼接焊缝，在做好文明施工防护后，打磨除渣、除油后喷底漆及面漆；

（8）安装真空泵及其管路零部件，封闭相关的预留通道接口，安装好房顶盖后，进行抽气及密封试验，验证密封后即完成承压结构的现场组装验收；

（9）机械设备安装完成，经过联调联试，真空传动轴达到性能指标后，完成正式验收。

（二）低气压房的机械要求与接口

1. 低气压房钢结构复合底板（此条包含的无符号部分视为 1 项无符号参数）

（1）复合底板的结构要素要求

低气压房将安装 X 向 3.2 米，0.6 米宽，高约 0.4m 的基座梁，与其底板之间采用螺栓拉顶固定，必要时定制 U 形楔块垫牢。其内侧直接安装温控箱，垫板调高空间约 15mm，底板下部要与混凝土基础连接。综合气密、传力、施工要求，通过方案比选，底板结构将采用三种节点的地脚螺栓埋设与连接方式进行组合，并包括自密实砼的浇筑要素，见图 5、6、7、8。

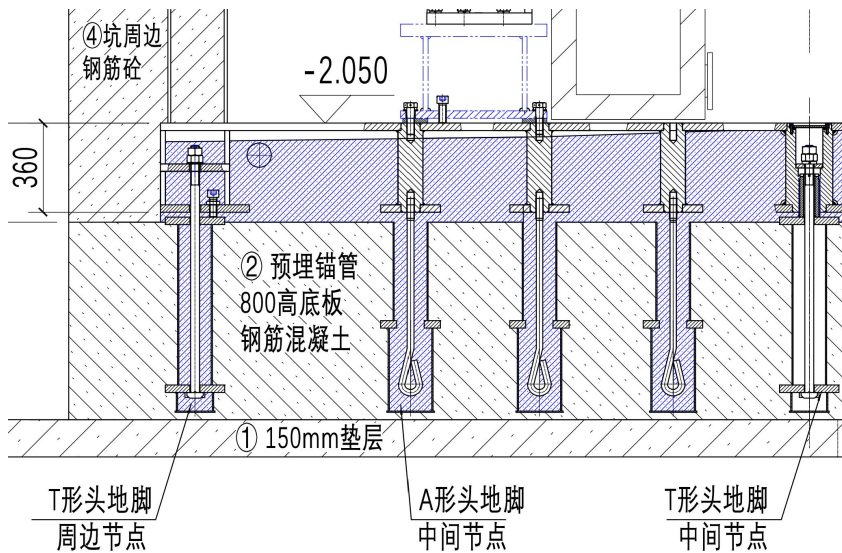


图5 低气压房底板地脚螺栓节点要素示意 X 向

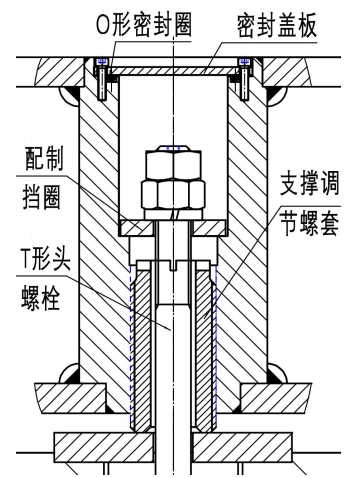


图6 底板中间节点放大

T形头地脚螺栓周边节点与A形头地脚螺栓中间节点都避开了密封问题，中间节点用圆柱过渡还增加了焊缝长度，可确保密封及应力分散。T形头中间节点结构示意图如图6，需要设置约M80的支撑调节螺套。

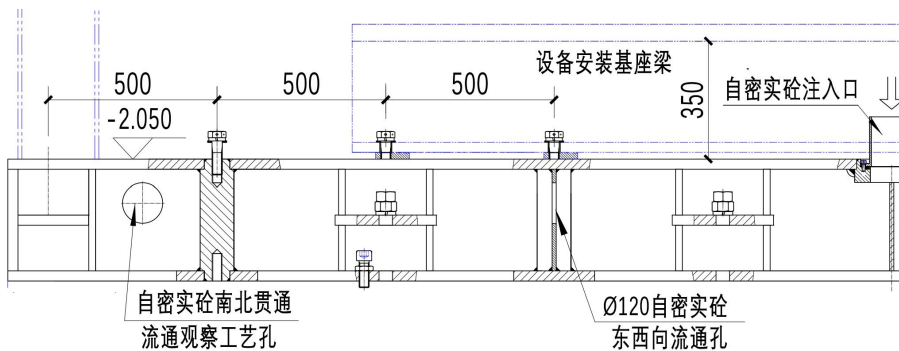


图7 低气压房底板结构要素示意图 Y 向

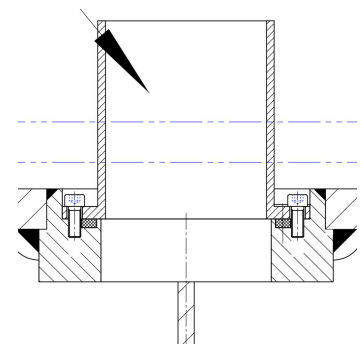


图8 自密实砼中心浇筑口

为了配合自密实混凝土的浇筑，需要在底板上设置浇筑口与接管，还要在面板下的立板中上部开孔，为混凝土提供流通、出气与观察孔。浇筑口还要配置盖板及真空密封O形圈。

★ (2) 复合底板安装接口的要求

复合底板安装接口的要求如图9所示：

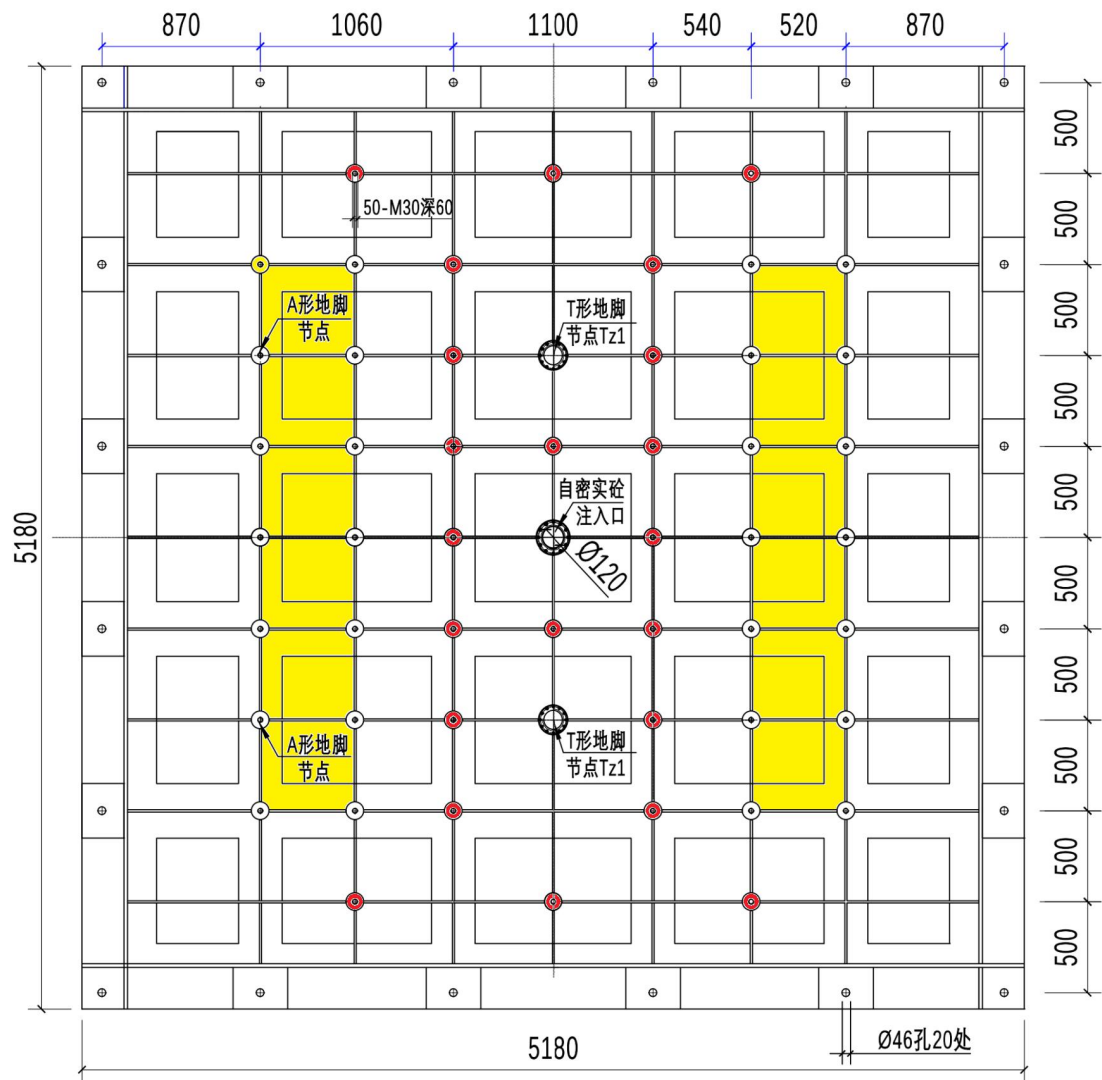


图 9 低气压房底板机械安装与地脚螺栓螺纹接口平面定位图

考虑到检修铰轮等情形需要固定其工装和刚度要求，确定底板的面板厚度为 30mm，满足研制设备不确定的开螺纹盲孔的需要。主要的基本连接接口均为螺纹盲孔，剖面示意如图 5、7，图 9 其中 X 方向的间隔为 500mm，而 Y 向间距不等，最大约 870mm。其中：

- ① 黄色区域节点圆柱的上下螺纹盲孔均为 M30，螺纹深度 60mm，合计 28 处。
- ② 中间的红色节点圆柱下表螺纹盲孔 M30，螺纹深度 60，但上表为 M24，深度 24，供 22 处；四周为双层板的通孔，直径暂定 $\phi 46$ ，合计 20 处，与 JBZQ 4362-2006 T 形头地脚螺栓中的 M36 配套。

★ (3) 对承压结构底板的变形限制

低气压房底板的载荷情况详见前文“系统的主要性能参数”，为了便于实施，考虑到重载高速轴承的运行安全，要求底板承受 60kPa 压力独立工作的变形小于 1.5mm。底板按与墙板面板的焊缝约束进行有限元分析，结果按 X 及 Y 方向 4.7 米的方形区域校核。

(4) 地脚螺栓要求

★① 图 9 中间地脚螺栓选 GB/T 799-2020 的 M30, 暂定长度 800mm, A 型, 合计 50 根。与低气压房底板节点圆柱下端面的 M30 深 60mm 的螺纹盲孔配套。

② T 形头地脚螺栓选 JBZQ 4362-2006 的 M36, 暂定长度 1000mm, 配套 JBZQ 4755-2006 矩形垫板及螺母 GB 6170, 合计 20 套。述气压房安装用 T 形地脚螺栓及配套件、调高垫铁等均由中标人提供。

上述 T 形头螺栓锚板护管预埋执行标准为 BZQ 4172-2006 单孔锚板, 按 M36 实施, 护管高度在基础设计完成后, 多方设计联络时核定, 一并确定 T 形地脚螺栓的长度。

所有埋入混凝土基础的锚板护管、A 形地脚螺栓则由采购人委托的基础设计方连同混凝土基础进行深化优化设计后, 由基础施工方提供并埋设。

★2. 拉压杆对低气压房的密封要求 (此条包含的无符号部分均为实质性要求)

共计 5 根可手动通过螺纹调整长度的双端球铰推拉杆需要空气密封;

(1) 穿墙推拉杆的密封结构

带穿墙密封的真空平动轴在墙内外提供不小于 M48 的外或内螺纹接口, 采购人的拉杆从两端连接, 圆柱两个端面的内螺纹孔不联通, 平动轴应有防转动及轴向径向限位措施。投标文件应提供明确的密封结构方案及防护结构方案。

(2) 对拉杆穿墙位置的要求 (合计 5 处)

①北墙: 穿墙中心线标高+0.200m, 前后间距 2.4 米, 相对气压房的平面中线上下对称, 共 2 处;

②东墙: 穿墙中心线距离低气压房底高 2.05 米 (地面位置), 在左右对称的中心线上;

③西墙: 穿墙中心线距离低气压房底高 2.05 米, 左右间距 2.6 米, 相对低气压房平面的 X 中轴线左右对称, 共 2 处。

(3) 穿墙螺纹圆柱穿墙位置适应性要求

穿墙螺纹圆柱与采购人零部件连接构成双端球铰拉压杆后, 因准备工作中调整长度需要; 工作时房外铰接点固定而房内铰接点浮动, 要求适应的位置变动详见“真空平动轴性能参数”。

★3. 两组 50kN 电动推拉杆对的安装要求: (此条包含的无符号部分均为实质性要求)

(1) 安装要求: 双端球铰电动推拉杆不用穿墙, 通过底座固定在北墙上;

(2) 工作模式: 2 只电动推拉杆, 最大作用力: $\pm 50\text{kN}$, 同时推拉或一推一拉;

(3) 布置位置: 北墙内侧, 距房底 2.05 米高, 前后距 Y 轴线 $\pm 1.45\text{m}$, 间距 2.9 米;

(4) 在北墙上的对应中心位置提供 2 块厚 20mm, 边长 200mm 的方形连接板, 螺纹孔 M16

深度 20mm，2 排 4 个，方形布置，横竖间距 150mm，受力 50kN 后变形小于 1.5mm。

★4. 走行风机的选型及安装要求（此条包含的无符号部分均为实质性要求）

（1）风机选用或定制要求

①如图 2，风机通过过渡风筒对准直径 640mm，厚约 100mm 的制动盘及其 2 侧的闸片直吹，制动盘中心与西墙距离 2.35 米，但温控箱南北向间距只有约 820mm；风速要求最高 25m/s；要求选择低噪声风机。

② 轴流风机要配置变频电机，采用变频器调整转速和风压，从而改变试验风速，满足试验参数可调的要求；

（2）风机的安装与调节要求

△① 风机轴线离地 0.45、0.51、0.62 米三挡可调，距气压房底高约 3 米，吸风口离墙面 0.4~0.6 米可调，以便有合格的吹风效果；本次采购一台风机，但不做低气压试验的轮对轮盘制动试验时或轴盘制动时，要求承压结构可以安装 2 个风机，中心距暂定 865mm，在 Y 轴方向有 3 个安装位置。

② 由于空间限制，要求安装支架悬挂在西侧钢制墙上，气压房承压钢结构应考虑此负荷，做出局部的加强和可靠的螺纹接口。

★5. 被试验轮对真空转动轴的要求（此条包含的无符号部分均为实质性要求）

（1）磁流体真空传动轴性能要求

具体参数详见主要性能参数的“被试验轮对真空转动轴参数”，安装位置从齿轮箱输出轴端，在安装扭矩传感器后，到轮对轴端的距离约 2400mm；其中轮对轴端到南墙内侧距离 660mm，墙厚度期望 300mm。

（2）磁流体密封轮对整体长轴设想方案

① 可以采用整体传动轴的结构方案，磁流体密封旋转运动；

② 磁流体轴套与气压房的墙壁再用浮动密封，分三档位置调节；

（3）磁流体密封轴+左右万向轴的轮对三段短轴方案

① 图 10 为三段短轴组合方案示意图，中间磁流体轴的安装座还要求可上移 60mm 或下移 40 安装（暂定数值），对应 1250/900mm 的大/小轮径被试验轮对；

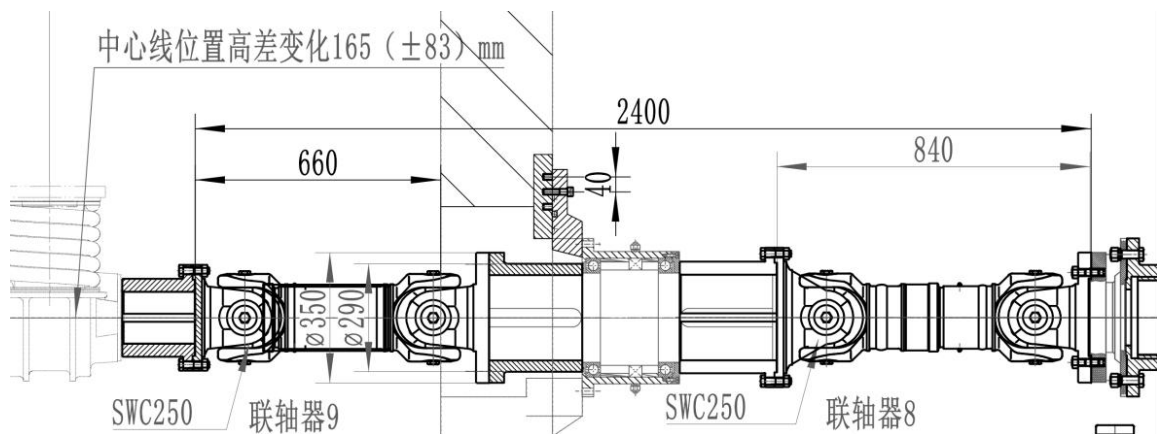


图 10 磁流体密封轴+左右万向轴传动车轮示意图（高低三档安装）

鉴于磁流体传动轴中的球轴承容易损坏，要求选用更强壮的轴承。投标文件中应提供具体解决方案。

★6. 轨道轮对真空转动轴的要求（此条包含的无符号部分均为实质性要求）

（1）磁流体真空传动轴性能要求

具体参数详见主要性能指标见“轨道轮对真空转动轴参数”，实现轨道轮轴与飞轮轴端面连接采购人已有 T40FM-70 转矩传感器后间距为 1588mm，轨道轮轴端距离内墙 662mm，如图 11。

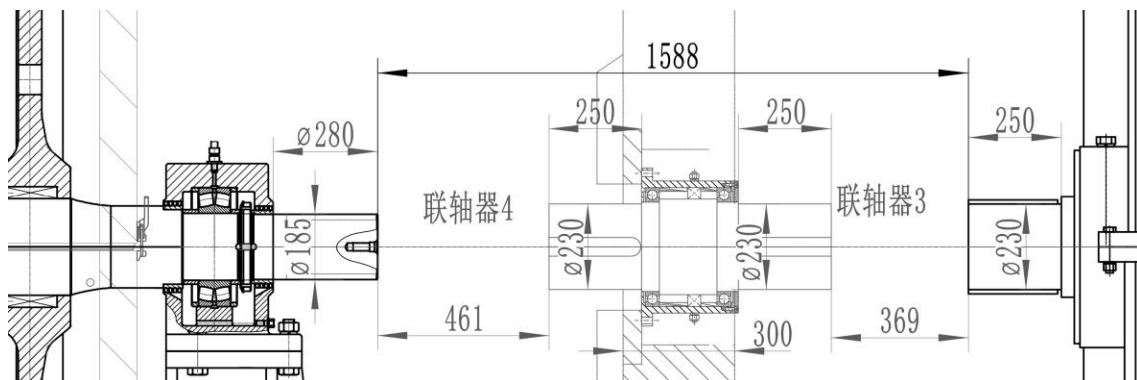


图 11 磁流体密封轴+左右联轴器传动轨道轮示意图

（2）磁流体密封传动轴方案

- ① 同样可以选用整体长轴方案，但需要特殊设计与定制；
- ② 也可采用三段短轴组合的方案，要求图 11 中的左右联轴器采用膜片式联轴器；
- （3）安装空间有限，要求投标文件深化设计，确保安装及使用方便，运行可靠。

★7. 系统关联联轴器的成套技术要求（此条包含的无符号部分均为实质性要求）

参见图 12，中标人需提供如下联轴器，成套组件应分别满足以下技术要求：

- （1）联轴器 1：单膜片联轴器，连接电机与变速齿轮箱，转速最高 2100rpm，额定扭矩 21000 N.m，总长度 650mm。配套另提供一个半联轴器（电机轴头：Φ170m6，长 245mm，单键）；

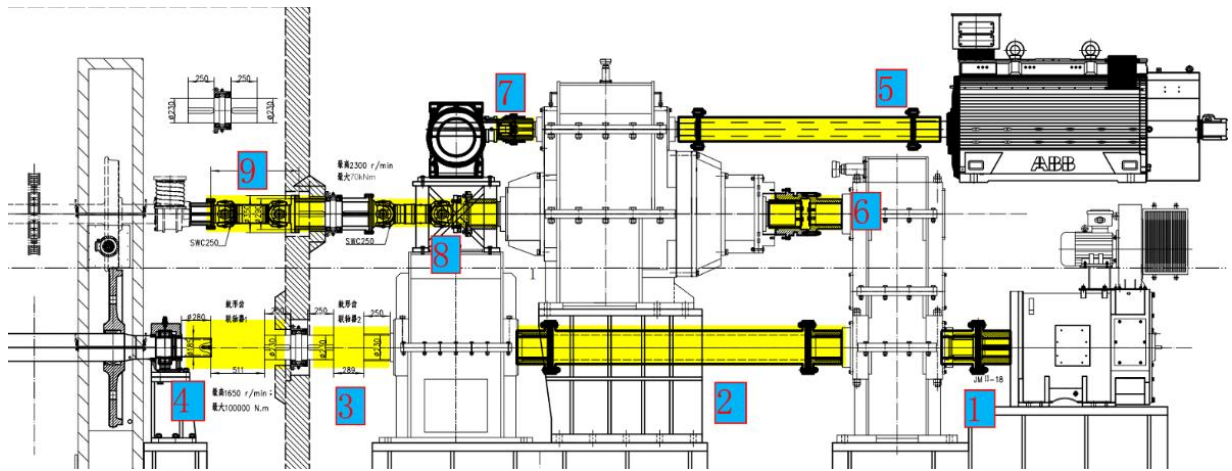


图 12 联轴器成套安装位置示意图（参数以正文为准）

(2) 联轴器 2: 双膜片联轴器, 连接变速齿轮箱与飞轮箱, 转速最高 1450rpm, 额定扭矩 75kN.m, 最大扭矩 100kN.m, 中间接轴长度 2460mm。配套提供两侧半联轴器, 轴头均为: $\phi 230m6$, 长 250mm; 双键宽 50mm, 外侧间距 252mm。

(3) 联轴器 3: 膜片联轴器, 连接飞轮箱与磁流体密封轴, 转速最高 1450rpm, 额定扭矩 75k N.m, 最大扭矩 100kN.m。配套提供飞轮轴头 ($\phi 230m6$, 长 250mm; 双键宽 50mm, 外侧间距 252mm) 的半联轴器。特别说明: 联轴器 3 需适用于低气压房在抽气到 50kPa 后, 墙壁的结构变形量 $\leq 3.0mm$, 即联轴器的轴向长度最大增加 3.0mm。

(4) 联轴器 4: 膜片联轴器, 连接轨道轮单元与磁流体密封轴, 转速最高 1450rpm, 额定扭矩 75kN.m, 最大扭矩 100kN.m; 联轴器 4 需适用于低气压房在抽气到 50kPa 后, 墙壁的结构变形量 $\leq 3.0mm$, 即联轴器的轴向长度最大缩小 3.0mm。配套提供的半联轴器尺寸件图 6。

(5) 联轴器 5: 双膜片联轴器, 连接差速电机与差速齿轮箱, 转速最高 2300rpm, 额定扭矩 15kN.m, 中间接轴长度 2030mm, 配套提供两侧半联轴器。电机轴头 $\phi 140m6$, 长 242mm, 单键 36h9 宽; 齿轮箱轴头: $\phi 110m6$, 长 165mm, 双键宽 28, 外侧面间距 122mm。

(6) 联轴器 6: 可离合专用联轴器 1, 连接差速齿轮箱 (左) 与封闭齿轮箱 (右), 转速最高 2100rpm, 额定扭矩 55kN.m, 最大 82kNm, 总长度约 700mm。要求停机时手动 (预留气动) 实现滑套的移动与位置保持, 闭合位置使左右齿轮箱轴连接; 分离时还要使左边转轴锁止。右齿轮轴头长度为 250, $\phi 200$, 双键宽 45mm。期望有螺栓连接的备用措施, 在人力或气动拨动失效时应急使用。

(7) 联轴器 7: 可离合专用联轴器 2, 连接 K 系列减速机与差速齿轮箱, 工作转速最高 100rpm, 被动转速 2100rpm, 额定扭矩 12kN.m, 总长度 350~520mm, 头 $\phi 110n6$, 长 165mm, 双键宽 28, 减速机轴头形式由投标人选定。要求停机时手动或气动实现滑套的移动与位置保

持。期望有螺栓连接的备用措施，在人力或气动拨动失效时应急使用。

(8) 联轴器 8：万向联轴器，连接差速齿轮箱与磁流体密封轴，转速最高 2130rpm，额定扭矩 50kN.m，工作伸缩量小于 20mm，两侧轴头距离 847mm，带两侧半联轴器；

(9) 联轴器 9：万向联轴器：连接试验轮对轴与磁流体密封轴，转速最高 2130rpm，额定扭矩 55kN.m，工作伸缩量小于 50mm，带两侧半联轴器；

注 1：联轴器 8、9 需在 50kPa 低气压下，墙壁结构法向变形量达 3.0mm 导致的轴向伸缩的条件下工作；

注 2：联轴器 9 由于被试轮对的滚动振动及蛇形摆动，会对低气压房的密封结构产生振动干扰激励，低气压房结构与联轴器选型需考虑相关工况下的适用性；

注 3：联轴器 3，联轴器 4；联轴器 8，联轴器 9 是与低气压房磁流体密封传动轴配合形成 3 段短轴的一种真空传动方案。投标人应对方案进行深化优化设计，也可选用 1 段整体长轴的轮对传动方案及轨道轮传动方案，对应投标文件应提供生产厂家的设计方案，并取消配对联轴器 3、4 或 8、9；也可同时取消 2 对短联轴器。

(三) 低气压房的电气要求与接口

★1. 设备供电与控制要求（此条包含的无符号部分均为实质性要求）

(1) 低气压房系统的用电负荷包括：真空泵电机（含变频器）、走行风变频器、照明等小功率设备，均采用厂房的 3 相 5 线制供电，额定电压 400V，要求电气设备选型符合现行节能、用电质量等国家标准，本项目要求配置低压配电箱向各路负荷供电。

(2) 真空泵机组变频器，走行风变频器、控制器及仪表供电，应进行系统设计，显示仪表与操作控制零部件，应采用小型接线箱及控制箱的形式，根据低气压房的结构特点，进行合理的嵌入式布置。

△2. 配置真空电连接器

试验用于低气压房内外电源，低压信号，通信信号的连接，安装在地坑便门西侧。均为 KF 真空法兰安装，带不锈钢卡箍，护线筒，压线钳及退线器。

电连接器的机械寿命：不小于 500 次；

材料技术要求：①不锈钢 SUS304 连接器；②可伐合金+镀金公针；③玻璃密封绝缘；④PPS+GF 插头；⑤铜合金+镀金母针；⑥硅胶护线套；

真空泄漏率 $\leq 1 \times 10^{-9} / \text{Pa} \cdot \text{m}^3 / \text{s}$ 。耐温性能：长期工作温度： $-45 \sim 100^{\circ}\text{C}$ 。

(1) 配置 2 路 25A 三相电源真空连接器，含电缆保护器全套附件；

电气性能要求：①公针和法兰之间的绝缘电阻 500VDC： $\geq 1000\text{M}\Omega$ ；②公针和法兰之间耐

电压：≥1000VDC；③ 单针电流：MAX 25A，所有针同时加载时：MAX 15A；

全套附件参考代号 Z-SA-KF40-1035L。

(2) 配置 3 套 20 芯测控信号真空电连接器

电气性能要求：①公针和法兰间的绝缘电阻@500VDC：≥1000MΩ；②公针和法兰之间耐电压：≥500VDC；③单针电流：所有针同时加载时：MAX 3A；

KF 法兰连接安装，参考代号：Z-S-KF40-2010M。

(3) 配置 4 套以太网接口

电气性能：①额定电流：1.5A；②耐电压：≥500VDC；③插孔接口：RJ45（8P8C）④链路等级：CAT5；⑤屏蔽层材质：内层：铜合金；外层：SUS304。

3. 低气压房的测控要求（此条包含的无符号部分视为 1 项无符号参数）

配置 8 要素气象仪站（或系统），提供大气压力、温度、湿度、PM10、PM2.5、风速、风向、噪音测量分析数值，符合国家 GB 及行业标准 QX/T 520-2019，自动气象站具体参数及精度要求如下表。要求同型号气象仪有 5 年供货业绩以及检测证书（**投标时响应，供货前提供**）。

序号	监测参数	量程	分辨率	准确度
△1	大气压力	30-110kPa	0.01 kPa	±0.25%
2	PM10	0-1000ug/m ³	1ug/m ³	±10% (<500 微克)
△3	温度	-40-60℃	0.01℃	±0.3℃ (25℃)
4	相对湿度	0-100%RH	0.01%RH	±3%RH
5	PM2.5	0-1000ug/m ³	1ug/m ³	±10% (<500 微克)
6	风速	0-60m/s	0.01m/s	±0.1m/s
7	风向	0-360°	1°	±2°
△8	噪音	30-120dB	0.1dB	±1.5dB

上述 8 个要素数值要求能实时通过网络通信传到控制室的计算机上显示，数据更新周期小于 2s。布置位置在施工设计联络时商定。

配置以不低于 S7-1200 扫描速度与通信接口的 PLC 为核心的气压控制系统，包括一块人机对话界面 HMI，1 套绝对压力真空计，精度 0.5 级，投运前，需要计量检定，作为低气压房抽真空能力、保压能力的检测仪表。其输出信号送到 PLC，用于控制真空泵的启停、电动充气阀的开闭，从而控制房内的气压，保证气压稳定在一定的范围。

PLC 还需要检测便门及顶盖的开闭状态及其他信号进行必要的连锁，PLC 需要配置与控制

室现有的 S7-1500PLC 通信的接口。

控制过程相关的信息要求既在 HMI 上显示，也送控制室的监控 PC；房内气压的控制指令可在 HMI 上输入，也可由控制室的监控 PC 的通信控制。控制指令源为二选一。

4. 低气压房的控制箱布置（此条包含的无符号部分视为 1 项无符号参数）

本采购项目包含的真空泵控制电器、走行风机变频器，超低速伺服控制器，均期望布置在宽 500~600，厚 350~400，高可达到 2000mm 气压房控制箱内部，如图 2 中，真空泵附近的地下支柱旁。具体细节在设计联络时确定。

#5. 真空泵机组优先选用带变频器及传感器的一体化智能机组。

（四）超低速减速机伺服系统的要求

1. 总体功能参数要求（此条包含的无符号部分视为 1 项无符号参数）

- （1）伺服系统机械相关尺寸与 SEW 的 K157 或 Simogear 的 189 相当；
- （2）额定输出转速不小于 38r/min，额定输出功率不小于 45kW；
- （3）输出额定扭矩不小于 12kN.m，控制周期： $\leq 250\mu s$ ，转矩响应时间： $\leq 1.2ms$ ；

★2. 减速机+电机选型及安装空间要求（此条包含的无符号部分均为实质性要求）

由于空间狭小，对减速机+伺服电机的外形尺寸、安装尺寸要求较高，同时要求电机的 0 速、低速驱动有足够大的平顺快速调节的转矩。应尽可能选用斜齿轮、伞齿轮与带永磁的驱动电机集成体的结构。例如：Simogear 减速电机或 Motox-n 类型的 K 系列减速机、B3SH 减速机系列匹配型号+联轴器，SEW 的 K157，配以不低于 SIMOTICS M 同步电机 1-PH8 轴高 180，额定功率 50kW，额定转速 800 r/min 的永磁同步电机或满足转矩、转速及功率要求的力矩电机甚至带换向整流子的直流电动机。

3. 伺服控制功能要求（此条包含的无符号部分视为 1 项无符号参数）

超低速减速机伺服系统在试验中，通过差动齿轮箱的控制轴向车轮施加 ΔT 或 ΔV ，实现最多 45kW 的黏着滑差功率试验，用于实现超过 4500kW 的黏着特性测试，因此要求控制性能必须稳、准、很。具体实现：动态位置、转速、转矩的控制，甚至转速-转矩的特性曲线控制，属于科研参数。4500kW 的黏着传递动力流完全由伺服系统控制实现，类似系统调试中出现功率流短暂失控，调速器损坏风险高。

因此要求系统的伺服控制必须选择经过长期考验，技术成熟完善，可靠性高的产品。

★4. 超低速伺服系统性能指标要求（此条包含的无符号部分均为实质性要求）

（1）总体性能不低于 S120 系列变频伺服控制系统，与已采购主传动系统及 S7-1500PLC 无缝集成，也减少试验风险与采购人的学习时间。

- (2) 速度控制精度优于 0.5% (额定) ;
- (3) 转矩控制精度: $\pm 1.5\%$ (额定), 脉动 $\leq 2\%$;
- (4) 停机要求有电气制动: 再生制动;

如果选用直流电机驱动, 变频器及控制系统要与之匹配。

5. 实施的接口技术要求 (此条包含的无符号部分视为 1 项无符号参数)

Δ (1) 要求伺服控制系统本身能在车间 3 相 400V, 五线制供电条件下, 就可以独立工作; 与现有的 S7-1500 系统形成有效工业级网络通信, 实现远程或集中控制。

(2) 减速机的机械输出接口应与联轴器 7 配合进行合理选型, 最后通过轴孔加工完全匹配。采购人配合提供机械安装小平台及电源, 具体细节在设计联络时确定。

(五) 数控镟轮装置的技术要求

★1. 功能及安装切削要求 (此条包含的无符号部分均为实质性要求)

(1) 在低气压房开敞时, 对其中的轨道轮外形进行原位数控加工作业, 使其满足 GB/T 2855-2007 标准对 60kg/m 钢轨型式尺寸的要求以及相近要求, 镟轮装置由机械部分和电气控制系统构成;

(2) 机械部分主要构成: 轴向移动滑台 (下滑台)、径向移动滑台 (上滑台)、专用安装机架, 对刀测量工具包括样板, 连接螺栓等组成, 应满足在低气压房中的安装作业要求;

(3) 电气控制系统采用面市 5 年以上的两轴数控系统和伺服电机, 伺服电机自带编码器, 采用半闭环数控系统完成加工曲线的编程控制;

(4) 前述超低速减速机伺服系统带动轨道轮以 0.5~1.2m/s 的速度旋转, 作为镟轮的主运动;

(5) 镟轮机作为二维刀架对车刀轨迹进行数控, 轨道轮镟修后外形可满足 GB 2585 规定的 60kg/m 轨头形状, 并按轨底坡 1:40 放置的轨道踏面外形曲线要求。切削完成, 辅助测量样板对切削后的轨道轮进行外形测量及直径测量, 保证镟修效果;

(6) 轨道轮侧面有铁屑收集盒用于收集镟修时产生的废弃铁渣;

2. 数控镟轮机装置性能及参数 (此条包含的无符号部分视为 1 项无符号参数)

(1) 设备总功率: 约 4.0kW;

(2) X 轴移动速度: 0~100 mm/min; X 轴 (径向) 行程: 0~100 mm;

(3) Z 轴移动速度: 0~100 mm/min; Z 轴 (轴向) 行程: 0~300 mm;

Δ (4) 外形精度: 0.1mm; 加工表面粗糙度 $Ra \leq 6.3\mu m$

Δ (5) 踏面径向跳动 (相对现有基准面) $\leq 0.05mm$;

(6) 内侧端面跳动（相对现有基准面） $\leq 0.05\text{mm}$ ；

Δ (7) 同轴轮对最大轮径差 $\leq 0.1\text{mm}$ 。

(六) 投标文件的技术响应要求（仅纳入评分表方案响应的技术方案部分评分）

为保证项目进度及质量，减少不确定性。要求投标文件至少提供如下技术资料：

1. 低气压房的系统投标方案

(1) 真空泵选型，阀门及零部件的配置计算及说明；

(2) 含抽气及破空管路阀门等的系统图与设备管路布置图；

Δ (3) 低气压房的 3D 图，含观察窗、监控仪表，真空电连接器，包含照明灯；

Δ (4) 低气压房系统电气图，包括仪表、照明、电动阀等用电负荷及其控制原理图。

2. 低气压房承压结构投标方案

(1) 3D 图表示模块现场拼接方案，分析说明结构的工作稳定性；

(2) 提供整体结构应力分析云图，按相关标准说明其强度的合格性、预测寿命及依据；

(3) 提供承压结构在承压 60kPa 的变形云图，标明最大变形量，说明底板 $<1.5\text{mm}$ 等；

Δ (4) 提供承压结构底板便于自密实混凝土浇筑的出气孔及流动通道；

3. 低气压房的密封结构投标方案

(1) 2D 剖面图显示承压结构上下剖分面，门及框的密封原理与结构；

Δ (2) 2D 剖面图显示拉杆动密封原理、结构与参数；

(3) 2D 图显示磁流体密封车轮转轴的动密封结构与工作适应参数；

Δ (4) 2D 图显示磁流体密封轨道轮转轴的动密封结构与工作适应参数。

4. 提供关联联轴器的整套清单及技术参数，包括 2 处离合器；

5. 提供超低速减速机伺服系统的机电配置、以及系统的主要参数；

6. 数控镗轮机的主要部件清单及主要技术参数，成品照片等。

(七) 政策、规范与技术标准要求（本项不计入技术参数数量，需要在投标文件中提供承诺函进行响应，格式自拟）

低气压房的设计、制造、运输、现场安装、试验过程中，均应满足相关法律、法规及技术规范的要求，特别是西南交通大学对油漆污染、焊接安全等文明施工的管理规定。以下仅列出主要的标准：

GB/T150.1 压力容器第 1 部分:通用要求；

GB/T 150.2 压力容器第 2 部分:材料；

GB/T 150.3 压力容器第 3 部分:设计 ；

GB/T150.4 压力容器第4部分:制造、检验和验收;

GB/T 1236 工业通风机用标准化风管进行性能试验;

GB/T 6514-2024 涂装作业安全规程-涂漆工艺安全及其通风净化;

GB/T 50231-2009 机械设备安装工程施工及验收通用规范;

GB/T 50235 工业金属管道工程施工规范;

GB/T 3163-2007 真空技术 术语;

GB/T 4982-2003 真空技术 快卸连接器 尺寸 第1部分:夹紧型;

GB/T 4983-2003 真空技术 快卸连接器 尺寸 第2部分:拧紧型;

GB/T 6070-2007 真空技术 法兰尺寸;

GB/T 16709-1996 真空技术 管路配件 装配尺寸;

GB/T 18193-2000 真空技术 质谱检漏仪校准;

GB/T 19956. 1-2005 容积真空泵性能测量方法 第1部分:体积流率(抽速)的测量;

GB/T 19956. 2-2005 容积真空泵性能测量方法 第2部分:极限压力的测量;

GB/T 21271-2007 真空技术 真空泵噪声测量;

JB/T 1090-1991 J型真空用橡胶密封圈型式及尺寸;

JB/T 1091-1991 J0型和骨架型真空用橡胶密封圈型式及尺寸;

JB/T 1092-1991 O型真空用橡胶密封圈型式及尺寸;

JB/T 6446-2004 真空阀门;

JB/T 7674-2005 罗茨真空泵;

JB/T 8105.1-1999 橡胶密封真空规管接头;

JB/T 8105. 2-1999 金属密封真空规管接头;

JB/T 8107-1999 容积真空泵 振动测量方法;

JB/T 10463-2004 真空磁流体动密封件;

JB/T 10552-2006 真空技术 爪型干式真空泵;

JB/T 10553-2006 真空技术 扩散硅压阻真空计;

JB/T 10074-2004 电阻真空计 技术条件;

JB T 11080-2011 真空技术 涡旋干式真空泵;

JB/T 11716-2013 真空技术 螺杆型干式真空泵

GB/T 32292-2015 真空技术磁流体动密封件通用技术条件;

GB/T 8923 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级;

GB/T 6807 钢铁工件涂装前磷化处理技术条件；

GB/T 18838.1 涂覆涂料前钢材表面处理喷射清理用金属磨料的技术要求；

GB/T 1743 漆膜光泽度测定法；

GB/T 1720 漆膜附着力测定法；

GB/T 9286 色漆和清漆 漆膜的划格试验；

GB/T 13452.2 色漆和清漆 漆膜厚度的测定；

GB/T 5210 涂层附着力的测定法拉开法；

GT/T 6739-1996 涂膜硬度铅笔测定法；

GB/T 1734-93 漆膜耐汽油性测定法；

三、履约能力要求

1. 投标人拟派实施人员具有相关专业技能，具体要求详见招标文件第七章“综合评分明细表”。
2. 投标人所投产品应具有相关质量认证，具体要求详见招标文件第七章“综合评分明细表”。

四、售后服务要求

序号	服务要求项目	指标符号	服务要求标准
1	技术文件	#	投标人承诺提供全套、完整的书面技术资料，包括仪器说明书、操作手册、简单维修说明，低气压房承压钢结构变形计应力计算书，完整的3D外观源文件，管线布置图等竣工文件。 注：在其他投标文件中提供承诺函进行响应，格式自拟并加盖投标人公章。
2	设备安装、调试和验收	#	投标人承诺在合同生效后向采购人提供详细的安装要求并提供技术咨询；在设备到达前，投标人应通知用户水、电、气及其他仪器等必备辅助设施的具体要求，从而让采购人提前做好设备安装准备。设备到达采购人所在地，在接到采购人通知后1周内进行安装调试，直至主体结构安装通过验收，待周边基础完成，配合机电设备安装完成进行联合验收。验收需按双方签订的技术协议验收。 注：在其他投标文件中提供承诺函进行响应，格式自拟并加盖投标人公章。
3	技术培训	#	投标人应提供完整的培训方案，包括内容、人员、时间、地点、频次等。在采购人所在地对设备使用者2-3人进行设备操作和维护进行培训，使被培训人员达到能够熟练使用。培训内容包括设备的技术原理、操作、数据处理、基本维护等。场地、交通等与培训相关

序号	服务要求项目	指标符号	服务要求标准
			的费用均由投标人承担。 注：在其他投标文件中提供书面培训方案进行响应，格式自拟并加盖投标人公章。
4	投标人服务承诺	★	1. 投标人承诺标准产品（按国家或行业标准生产的产品）提供 12 个月免费保修服务。定制产品（按本项目要求，没有直接的标准，需要设计、出图、审查后生产的部分）提供 24 个月免费保修服务。 2. 投标人承诺在接到采购人通知后须在 1 小时内提供技术响应。如采购人需要，投标人应在 24 小时之内派出原厂工程师到达现场排除故障，负责免费调查故障原因并实施更换、修复等工作直至故障解决。 3. 投标人承诺在保修期后，如果设备发生故障，投标人承诺按维修市场价的 50%收取维修费、所有软件免费升级，响应速度同保修期响应速度。 注：在其他投标文件中提供承诺函进行响应，格式自拟并加盖投标人公章。
5	服务体系	#	投标人应有完善的技术支持与服务体系，专人负责与采购人联系售后服务事宜，配置必要的售后机具、专门的服务电话，在项目所在地设置售后服务机构且配备本项目所在地专职售后服务队伍。 注：在其他投标文件中提供承诺函进行响应，格式自拟并加盖投标人公章。
6	集成实施方案	★	投标人要根据本项目特点，投标人负责本次设备的安装调试集成等工作（费用包含在总价中）。

五、商务要求

（一）★履约时间和地点

1. 履约时间：合同签订后 3 周，提交施工图设计资料，供设计联络评审；合同签订后 4 个月，完成出厂交付及运输；合同签订后 5 个月，完成现场拼接联调联试，验收。

2. 履约地点：西南交通大学轨道交通运载系统全国重点实验室新试验大厅。

（二）★付款方式

1. 分期付款：

第一期：合同生效且中标人提交履约保证金（合同金额的 8%）后，预付合同金额的 20%；

第二期：施工设计评审合格支付合同金额的 20%，合计到 40%；

第三期：项目验收合格后，支付合同金额的 60%，合计到 100%；

项目验收合格，正常运行 24 个月后，退还履约保证金（合同金额的 8%）。

2. 每次付款前，中标人应出具等额增值税普通发票，发票与合同的银行账户信息应保持一致。

(三) ★合同价款

包括货物设计、材料、生产制造、包装、运输、搬运及二次搬运、安装、调试、检测、保险、培训、风险、利润、招标代理服务费、验收合格交付使用之前及保修期内保修服务与备用物件等等所有其他有关各项的含税费。

(四) ★项目验收方法和标准

1. 货物到达现场后，供应商应在采购人在场情况下当面开包，共同清点、检查外观，作出验货记录，双方签字确认后开始安装调试。

2. 中标人应保证货物到达采购人所在地完好无损，如有缺漏、损坏，由供应商负责调换、补齐或赔偿。

3. 中标人应提供完备的技术资料、装箱单、原厂正品出货证明材料等，并派遣专业技术人员进行现场部署及安装，调试。验收合格条件如下：

3.1 产品技术参数与采购合同一致，性能指标达到规定的标准；

3.2 产品技术资料、装箱单、合格证等资料齐全；

3.3 在产品（系统）试运行期间所出现的问题得到解决，并运行正常；

3.4 在规定时间内完成交货并验收，并经采购人确认。

4. 产品在部署调试并试运行符合要求后，才作为最终验收。

5. 采购人对供应商交付的产品（包括质量、技术参数等）进行确认，并出具书面验收意见。

6. 验收结果不合格且拒不整改的，将不予支付采购资金，还可能上报本项目同级财政部门按照政府采购法律法规给予处罚。

7. 其他未尽事宜应严格按照《财政部关于进一步加强政府采购需求和履约验收管理的指导意见》（财库〔2016〕205号）的要求进行验收。

(五) 违约责任

1. 采购人无正当理由拒收货物的，采购人向中标人偿付拒收本合同约定总价款的10%违约金。

2. 采购人无故逾期验收和办理价款支付手续的，采购人应按逾期付款总额部分每日1%计算，向中标人支付违约金。

3. 中标人逾期交付货物或逾期完成安装调试并验收合格的，中标人应按逾期部分总价款每日1%向采购人支付违约金，由采购人从待付价款中直接扣除；逾期超过约定日期15个工作日不能交货的，采购人可解除本合同。

4. 中标人因逾期交货或逾期完成安装调试并验收合格或因其他违约行为导致采购人解除合同的，中标人应返回采购人已经支付的款项并向采购人支付本合同约定总价款 10%的违约金，如造成采购人损失超过违约金的，超出部分由供应商继续承担赔偿责任。

5. 中标人所交的货物品种、型号、规格、技术参数、质量不符合合同约定及招标文件规定的标准的，采购人有权拒收该货物，中标人应按本合同总价款的 10%向采购人支付违约金。中标人愿意更换货物且采购人同意的，按中标人逾期交货处理。中标人拒绝更换货物的，采购人可以单方面解除合同。

6. 中标人提供的货物如侵犯了第三方合法权益而引发的任何纠纷或诉讼，均由供应商负责交涉并承担全部责任。

7. 在质保期内，中标人未按照约定时限对该项目涉及的货物进行免费维护保养或维修的，供应商应按照合同总价款每日 1%计算，向采购人支付违约金。质保期内，中标人用于维修、更换的备件与原货物品种、技术参数、质量等不一致且供应商无正当理由不同意更换为原货物的，则中标人应按照该原件总价款 100%向采购人支付违约金。

8. 因一方的违约导致对方启动追索程序，由此产生的损失包括但不限于律师费、诉讼费、保全费、保险费、差旅费等由违约方承担。

9. 因中标人出具的发票错误、违法或被追索等给采购人造成损失的，中标人应当进行赔偿，并另行支付相当于该份发票税款金额 2 倍的违约金。

(六) 包装和运输

1. ★中标人须严格按照《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)》(财办库〔2020〕123 号)的要求进行产品及相关快递服务的包装，具体要求查询链接：http://www.ccgp.gov.cn/zcfg/mof/202007/t20200703_14587250.htm。

2. 中标人应当按照约定的方式交付标的物。对于包装方式没有约定或者约定不明确的，可以签订协议进行补充，不能达成补充协议的，按照合同相关条款或者交易习惯确定，仍不能确定的，应当按照通用的方式包装；没有通用方式的，应当采取足以保护标的物且有利于节约资源，保护生态环境的包装方式。

3. 本次采购的标的物需要运输，中标人在合同约定的时间内将标的物运输至合同约定地点。中标人自行运输标的物或委托承运人运输的，应为该批货物购买货物运输保险和运输工具航程保险，其损毁、灭失的风险自合同成立时起由供应商承担。

4. 中标人按照约定将标的物运送至采购人指定地点并完成交付的或采购人违反约定不予收取的，标的物损毁、灭失的风险由采购人承担。

(七) 保险

1. 中标人应当遵守国家有关消防、安全、生产操作、劳动保护等方面的规定，并根据自身实际情况和项目履约实际情况，购买涉及上述履约风险的对应保险，保险金额以抵消可能发生的事件因其发生所造成的财产、人身损失承担赔偿责任，维护保险标的的安全。

2. 中标人为本项目提供履约的所有人员应依照《中华人民共和国合同法》订立劳动合同，如有退休人员应签订劳务合同，并为上述人员购买意外保险，涉及第三者责任的还应当为其购买第三者责任险。

3. 中标人自行运输标的物或委托承运人运输的，应为该批货物购买货物运输保险及运输工具航程保险，其损毁、灭失的风险自合同成立时起由供应商承担。

（八）解决争议的方法

1. 因货物质量问题发生争议，由成都市场监督管理部门或市场监督管理部门指定的质量鉴定机构进行质量鉴定，或者双方委托成都有资质的质量鉴定机构进行质量鉴定，鉴定费用由供应商先行垫付。货物符合标准的，鉴定费由采购人承担；货物不符合质量标准的，鉴定费由供应商承担。

2. 货物质量鉴定结果由鉴定机构以文件寄送方式送达西南交通大学犀浦校区。

3. 合同履行期间，若双方发生争议，可协商或由相关部门调解解决，协商或调解不成的，向成都仲裁委员会申请仲裁。对于因合同争议引起的纠纷，双方确认仲裁机关可以通过本合同及签署页约定的地址送达诉讼法律文书。同时双方保证送达地址准确、有效，如果提供的地址不确切，或者不及时告知变更后的地址，使法律文书无法送达或未及时送达，自行承担由此可能产生的法律后果。

（九）其他要求

1. 中标人在项目执行过程中定期及时向采购人通告本项目供货的重大事项及其进度。

2. 接受项目行业管理部门及政府有关部门的指导，接受采购人的监督。

注意：本章带“★”号条款为实质性要求，投标人若未满足的，将被视为无效投标。