
5.7.3 高性能综合测试平台

5.7.3.1 项目总体描述

该高性能综合测试平台用于提供农用车辆（拖拉机）的测试环境，包括高温、低温、高温高湿模拟等环境条件，配合PTO可完成车辆的动力性、环境适应性等各项测试。在低温条件，湿热下的耐久考核和常规综合性能试验，掌握其性能指标，为农用车辆产品开发提供设计依据。

该系统的功能设计和结构设计必须非常优越，具有操控简便、测量和控制精度高、试验结果的可在线性好、可靠性强、设备服务周期长等特点。可达到同类设备的世界先进技术水准。

5.7.3.2 设备用途及组成

1、该高性能综合测试平台适用于质量介于8000kg以下、外形尺寸介于L6米*W3.5米*H3米的农用拖拉机，在不同温度及湿度条件下开展整车环境试验及其他性能试验。

2、该设备包含以下几个部分：

序号	名 称	说明
1	舱体	含舱板、地坪、车辆门、过渡间、人员门、观察窗等

2	风循环系统	含不锈钢叶片大风机、蒸发器等
3	制冷系统	含大型制冷机组、冷凝器、膨胀阀等
4	加热系统	含铠装加热器等
5	加湿系统	含铠装不锈钢加湿电加热、加湿喷杆、软水处理装置等
6	除湿系统	压缩机、光管蒸发器等
7	新风处理系统	含制冷、送风系统等
8	尾气排放系统	含风机、阀门、管道、变频器等
9	控制系统	含计算机硬件、软件等
10	安全保护系统	含报警、急停、环境舱内视频监控等
11	冷却系统	含闭式冷却塔、水泵、管路等

5.7.3.3 适用标准

1、该设备设计制造符合如下标准：

1.1 GB/T 2423.1《电子电工产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温》

1.2 GB/T 2423.2《电子电工产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温》

1.3 JJF1101《环境试验设备温度、湿度校准规范》

1.4 GB/T10589-2008《低温试验箱技术条件》

1.5 GB/T5170.1-2008《电工电子产业环境试验设备检验方法总则》



1.6 GB50072-2021 《冷库设计规范》

1.7 GBJ1232-82 《电气装置安装工程施工及验收规范》

1.8 GB50016-2014 《建筑设计防火规范》

1.9 GB/T 21363-2008 《容积式制冷压缩冷凝机组》

1.10 GB50274-2010 《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》

1.11 SBJ14-2007 《氢氯氟烃、氢氟烃类制冷系统安装工程施工及验收规范》

1.12 JBT 12847-2016 《拖拉机冷却系热平衡试验方法》

2、性能满足要求如下：

项目名称	要求
温度范围	-45~ + 120℃
温度波动	≤±1.0℃，（无热负荷，稳态）在空气循环风机出口处测量，提供证明文件
	≤±1.5℃，车辆启动动态测试，在空气循环风机出口处测量，提供证明文件
温度均匀度	≤±2.0℃（无热负荷，稳态），提供证明文件
升温速率	1.5℃/min（带载一辆最大 8000kg 车辆，不启动，全程平均值）
降温速率	1.5℃/min（带载一辆最大 8000kg 车辆，不启动，，全程平均值）
湿度要求	10%~90% RH（在 10~50℃范围内）
露点温度	4℃~47.5℃
湿度控制精度	≤±5%R.H. 动态测试（车辆启动）在空气循环风机出口处测量，提供证明文件
试验舱热负荷分析	分析计算试验舱主要热负荷，根据热平衡理论计算试验舱总热负荷。参照总负荷计算系统制冷量，确定舱内制冷方式，提供详细的分析证明
均匀性分析	至少设计 3 种不同结构送风方案，并利用 CFD 数值模拟的方法进行分析，模拟

	结果温流场均匀性并计算不均匀系数得到最优送风结构，在最优送风结构的基础上进行风速优化，对至少 3 种不同送风风速（0.5m/s~5m/s）进行 CFD 数值模拟并分析结果温流场均匀性
温度控制特点和热负荷扰动源	控制系统采用哪种控制算法，提供控制原理及具体算法
所设计的试验舱结构性能及控制效果分析	提供试验舱结构性能及控制效果分析证明。

5.7.3.4 技术规格要求

1、设备通用要求

1.1 所有机械部件、仪器、仪表显示及数据处理结果的计量单位采用国际单位制（SI）。

1.2 所有高速旋转件、高温和低温部件及其他危险部件有保护装置及提醒标识。

1.3 具有自我保护系统，具备防止突发断电而损坏设备的能力。

1.4 所有的电缆、信号线都要穿入保护套管内，并固定在地下走线槽内。

1.5 各子系统电力设备满足我国相关电力法规要求。

1.6 不应对其它设备的电信号产生误差范围外的干扰，若发生此情况乙方免费进行解决。

2、主要性能参数

2.1舱体大小:

2.1.1 舱体内部尺寸：约宽×深×高=7,800mm×11,800mm×5,800mm

2.1.2舱体外部尺寸：约宽×深×高=8,100mm×12,100mm×

5,950mm

2.1.3内部容积：约533.8m³

2.2测试车辆：

2.2.1车辆最大尺寸：长×宽×高=6,000mm×3,500mm×3,000mm

2.2.2最大质量：8000kg

2.2.3 最大功率：200hp

2.2.4和PTO配合（供参考）

2.3 循环风量：采用计算流体力学数值模拟方法，优化大型环境试验舱内部结构以提高舱内工作区温度场、流场均匀性，并选择最优送风风速；

2.4热平衡试验流程（JBT 12847-2016 《拖拉机冷却系热平衡试验方法》）：

操作动力输出轴试验台架调速器，将被测样机加载分别至PTO标定功率、PTO最大功率、PTO最大扭矩三个工况，待环境温度、冷却液温度等连续10分钟变化不超过±1℃，即达到热平衡状态，每个工况采集6个点，每个点5分钟采集一次数据。1

3、新风补给及尾气排放

3.1试验室差压范围：+10～+20 Pa

3.2新风流量：新风流量 ≥5000m³/h，

5.7.3.5 系统配置

1、舱体主要结构组成

1.1外部壳体材料：喷塑锌钢板，白灰色 厚度=1.0mm；设备在高温运行状态下，外表面温度不超过50℃；设备在任意运行状态下，外表面不出现凝露或结霜现象；

1.2内部材料：SUS304不锈钢板 厚度=1.0mm；任何使用环境条件下，内表面不出现凝露或结霜现象，且不发生锈蚀；

1.3提供三维设计效果图

1.5主门：

1.5.1车辆进出门总体要求：手动双开铰链门，具有良好的密封性及保温性能，确保-40℃无凝水；

1.5.2 尺寸要求：不小于（宽×高）：4500mm×4000mm；

1.5.3 门框四周装有电加热，防止凝露；

1.5.4 门观察窗（装有电热膜防止凝露）宽400mm x 高500mm；
数量：2

1.6舱体观察窗（装有电热膜防止凝露）

1.6.1尺寸：宽2000mm x 高1000mm；

1.6.2数量：2（舱体侧墙）

1.6.3可在控制间观察到舱内情况

1.7 过渡间：过渡间是在试验段外部控制间与试验间主仓通过可密封的人行门贯通，便于在试验过程中人员进出而不影响仓内的正常温湿度。在任何紧急情况下，出入门均可以从里面打开，过渡间内配有照明和应急灯；

1.7.1内尺寸：W1800*L3900*H2500mm；

1.7.2保温材料：环保硬聚氨酯保温材料，厚度=100mm，隔热材料达到B1级防火性能，导热系数： $\leq 0.025\text{W}/(\text{m.K})$ ；

1.7.3内部人员进出门：手动单开铰链门，门洞尺寸W1000*H2000mm，保温层厚度150mm，门上带观察窗尺寸300mm×400mm；

1.7.4外部人员进出门：手动单开铰链门，门洞尺寸W1000*H2000mm，保温层厚度100mm，门上带观察窗尺寸300mm×400mm；

1.8 外部钢架：试验段外部钢架和设备间钢架是根据仓体尺寸及经过计算由满足荷载及安全条件的H型钢拼焊而成；钢架周边带有防护栏，防止人员坠落；从设备间到舱顶配有检修爬梯，爬梯带笼形护栏防止人员坠落；从一楼地面到设备间配有钢楼梯，楼梯和转接平台外侧带手扶护栏防止人员坠落。

1.9标准配置：

1.9.1配置IP65照明灯（离地高度500mm处，光照强度为：500Lux），通过环境舱内部和外部的开关控制；实现舱体所有门的进出口都可以控制开关；

1.9.2舱内插座、应急灯、引线孔等

1.9.2.1插座：具备耐高低温、防水功能，3个AC220V，16A；3个 AC 380V,32A；

1.9.2.2应急灯：需安装应急灯，可在环境舱的最低运行温度下连续工作1h以上；

1.9.2.3引线孔：侧面配直径100mm引线孔2只（具体位置根据现场情况确定）；

1.9.3其他的必要的穿线孔，和PTO的乙方一起确定；

1.10 急停开关，数量4个：

分别安装在：环境舱的内部、大门旁边、控制室内、设备间内。

1.11 试验状态显示：

环境舱的外部，大门旁边配备一个三色报警灯；

控制室内，配备一个三色报警灯；

1.12 电源控制板和机组位置：在箱体后面、控制间上方的设备间里面；

1.13 PTO地坑保温系统：隔热材料为环保硬聚氨酯材料，厚度=100~150mm；现场根据情况将地坑的四周进行保温处理；

1.14与其它乙方的协作：环境舱厂家负责根据其他乙方提出的详细要求，进行舱体的开孔和密封工作；

1.15采取合理有效措施，确保在任何工况下，环境舱舱体和舱门牢固、可靠、不变形、不移位，舱门关闭后密封良好；

1.16压力平衡系统：为防止舱体内正压过高或出现负压，舱体上设计了专用的单向卸压孔，舱内压力发生变化时，平衡阀能自动打开，实现卸压或增压，确保舱体的压力平衡；

2、风循环系统

2.1调节和控制：大风量强制式对流方式；

独立的冷端和热端PID调节，热量和冷量均可连续调节，避免了制冷量和加热量对冲而造成的能源浪费；

2.2空气调节单元：安装于试验舱的顶板下方，包括空气导流板、空气循环风机、热交换器、加热器等）；

2.2.1空气由电机驱动，充分流经加热器和制冷蒸发器；

2.2.2在充分被加热/被冷却到需要的温度值后，空气在箱体内部循环，通过对流对试件进行换热；

2.3流量调节阀门选用丹麦丹弗斯产品；

2.4空调器通过额外搭建的钢平台进行吊装；

2.5钢平台由乙方提供设计和制作。

3、制冷系统

3.1冷却模式

3.1.1热交换器(蒸发器): 管片式热交换器同室内空气进行热交换;

3.1.2制冷系统对热交换器提供充足的低温制冷剂, 使得热交换器的温度比空

气温度低。

3.1.3空气中的热量会被热交换器吸收和带出箱体, 使得空气温度下降, 起到

降温的效果。

3.1.4制冷功率由PID算法精确控制, 通过电磁阀来调节日制冷剂的流量和冷量。

3.1.5冷却方式: 制冷机组靠循环冷却水进行冷却, 循环冷却水采用闭式塔或具备同等效力的冷水箱冷却方式, 出水温度应控制在 $15^{\circ}\text{C}\sim 32^{\circ}\text{C}$;

3.1.6制冷机组运行环境: 温度: $-10^{\circ}\text{C}\sim +40^{\circ}\text{C}$; 相对湿度: 10~90%RH;

3.2制冷剂: 环保制冷剂R404a或者R507

3.3制冷压缩机: 德国比泽尔压缩机, 投标乙方需提供详细的配置方案。

3.4压缩机组采用降噪措施

机组的噪音低于75dB(A)

3.5冷凝模式: 水冷冷凝器

3.6膨胀阀: DANFOSS

3.7辅助装置:

高压开关；

油分离器；

储液器；

干燥过滤器；

气液分离器；

管路以及保温；

4、加热系统

4.1铠装加热器，SSR控制；配备故障保护温度开关；

4.2加热器在通电后，表面温升快；

4.3对流空气经过加热丝后温度升高，把热量扩展到箱内的空气及试件上，起到加热升温的作用。

4.4加热功率由PID算法精确控制，通过固态继电器来调节输出功率。

5、加湿系统

5.1铠装不锈钢加湿电加热；

5.2通过铜管在箱体内加湿；低压蒸汽发生器配有软化过滤器，加热器，压力开关，安全阀、水位控制、防干烧功能等；

5.3液体水在加湿器内被加成带压饱和蒸汽（高温高湿），蒸汽被喷射进箱体内，从而升高箱体内空气的湿度。

5.4加湿功率由PID算法精确控制，通过电磁阀来调节蒸汽的流量。

5.5加湿水处理系统：去离子水自动通过环境箱配备的水过滤装置；

5.6环境舱设备配备独立的水软化装置，工业自来水通过软化装置进行软化处理了之后，再供给加湿器；

6、除湿系统

6.1独立的去湿系统是通过一种光管蒸发器来完成，去湿盘管与冷却盘管相互独立。它使箱内多余的水蒸气冷凝下来；

6.2制冷系统对热交换器提供充足的低温制冷剂，使得热交换器的温度比箱体空气的露点温度低。

6.3空气中的水分会在热交换器表面凝露，水分从空气中析出，使得空气的整体湿度下降。

6.4除湿由PID算法精确控制，通过电磁阀来调节日制冷剂的流量和冷量。

7、新风处理系统

7.1新风补充系统流量控制：

7.2通过设定新风风机的频率来改变流量

7.3新风流量

7.4低露点温度新风计算：

7.4.1入口空气条件：

7.5新风前冷系统

制冷系统的设计采用全自动的保护措施,通过冷水机组冷却除湿；

7.6转轮除湿机

采用瑞典转轮除湿机，再次去除空气中的水分；

7.7新风后冷系统

7.7.1制冷剂：环保制冷剂R507a

7.7.2冷凝模式：水冷冷凝器

7.7.3制冷方式：机械压缩单级制冷，热气冲霜

7.7.4膨胀阀：DANFOSS

7.7.5辅助装置:

高压开关;

油分离器;

储液器;

干燥过滤器;

气液分离器;

管路以及保温;

7.7新风系统采用不锈钢风管,表面为橡塑保温棉,进气口配备丝网过滤器;尾气排放系统管道采用不锈钢管,保温处理。管道绝热保温材料采用高品质橡塑绝热材料。

8、尾气排放系统

8.1排风风阀:系统配备电动排风阀,和新风供给系统联动,连接到试验室的排

废系统,并导出到试验区域建筑物外部;排气管或排气风管中配备过滤网,防止物品被吸入风机;排风管路上安装防火阀,平时阀门常开,用来排气,发生火灾报警时阀门自动关闭,管路材质采用304不锈钢;

8.2排风管路和排风风机:排风风机采用变频风机,通过改变频率控制试验舱内

部的压力维持微正压,排风管路通过一个T型三通分成两路柔性软管从车顶两侧垂下,并配堵头,平时固定于舱侧壁上;

8.3排风风机:变频离心风机,最大排风量为5000m³/h;

8.4排风管路:柔性管路可以耐受高达+800℃的排气温度

8.5尾气排放系统能够使车辆尾气通过排气风机排入大气。

9、控制系统

9.1温湿度传感器:

环境舱温度控制: Pt100铂电阻x2, 其中一个固定在空气调节单元的出风口, 另外一个可移动的探头置于PTO机头处, 控制点可以在两者直接自由切换;

9.2环境舱湿度控制:采用芬兰进口品牌 “Vaisala” 湿度传感器x2, 其中一个

固定在空气调节单元的出风口, 另外一个可移动的探头置于PTO机头处, 控制点可以在两者直接自由切换;

9.3新风入口温度和新风送风温度传感器, T型热电偶;

9.4安全传感器:

9.4.1差压传感器: 电子微差压传感器 $\pm 500\text{Pa}$

9.4.2气体浓度传感器1套, 位于环境舱内:

CO浓度传感器*1;

HC浓度传感器*1;

烟雾探测器*2;

火焰报警*1

9.5视频监控系统: 4个耐高低温摄像头安装在环境箱内; 2个常规摄像头, 带红外功能, 安装在动力设备间; 8通道的录像存储机, 以及相关的线缆和显示器;

9.6 PLC系统配置: 采用西门子PLC

9.7控制器:

9.7.1控制器类型: 工业PC

9.7.2硬件: CPU $\geq 2\text{GHz}$, RAM $\geq 2\text{G}$, 硬盘 $\geq 250\text{GB}$, 24” 彩屏,

鼠标和键盘

9.7.3电脑配备UPS电源，保证试验数据安全，以防止突然断电无法保存相关的试验数据；

9.7.4意外断电后，保证电脑继续运行20分钟，给操作人员充分时间来保存

数据和正常关机。

9.7.5软件版本：基于Windows的最新版本

9.7.6语言：中文或英文

9.7.7设置方式：鼠标键盘

9.7.8分辨率：0.1℃；湿度分辨率：0.1%RH；时间分辨率：1分钟

9.7.9设定范围：-40℃～+60℃；湿度设定范围：0～100%；

9.7.10试验模式：温度浸泡试验，驾驶性能试验，冷启动试验，排放试验；

9.7.11运行模式：定值运行和程序运行

9.7.12试验程序设置：1000个程序，每个程序最多包含1000步，程序之间可以链接；

9.7.13具有系统参数（温度、压力、湿度等）实时显示、记录、存储功能。实时显示温度、湿度的设定曲线及实际曲线。历史数据显示：预设值，测量值，总运行时间，每一步的运行时间和剩余时间，加热状态；

9.7.14故障显示：发生故障时，显示故障状态和可能的原因；

9.7.15配备以太网接口，并提供用于远程控制和数据管理的软件

9.7.16根据不同的试验条件自动选择冷冻机的运行状态

9.7.17高级功能：定时功能，手自动除霜设置，手自动新风补充和

排气控制，运行数据记录，PID分区和自动整定，偏差设定等

9.7.18记录功能：控制器的内存能够自动记录长达10年的测试曲线和数据，设备状态，报警状态等，并且数据能转化成excel格式；

9.7.19工作部件状态监控：差压，温度，湿度和零部件的工作状态

9.7.20控制柜电器元件排列布置合理、接线整齐。

10、系统安全保护

10.1空气开关（防止过流和短路）；

10.2风机过热保护（保护送风机，防止风机温度过高）；

10.3压缩机超压，过热、过载、缺润滑油保护（保护压缩机，防止压力，温度，电流过高）；

10.4压缩机油压保护（防止压缩机缺油运行）；

10.4低温保护；

10.5超温保护（防止试验室温度过高，保护试品），

10.6超湿保护；

10.7加热区过温保护（保护环境舱舱体）；

10.8加湿器水位保护（防止供水箱缺水）；

10.9具备控制和照明电路保护（防止控制回路和照明回路短路）；

10.10环境舱压力保护（防止环境舱内压力过高造成损坏）；

10.11环境舱内CO，HC浓度过高报警、烟感和火焰报警。

10.12与其它测试系统的联动报警；

10.13新风系统过载保护；

10.14排废系统过载保护；

10.15报警时应有声光信号输出。

10.16电气安全：电气柜应包括完整的电气连接，开关保护，控制

和调节装置。

每个功能电路都有自己的保护装置。如果出现问题，应能自动关闭相关电路。环境舱电缆和电子设备都应遵守最新的设计和制造技术，严格符合电气和材料的安全规范。

5.7.3.6 设备工作条件

1、环境条件

1.1环境温度: -10℃～+38℃;

1.2环境湿度: ≤85%RH;

1.3环境空气质量: 无高浓度粉尘，无易燃易爆的气体或粉末

2、供电条件

2.1电压: AC380±10%V, 3-phase wires + N + ground wire protection/ 接地保护;

2.2频率: 50±0.5Hz;

2.3开关: Air switch/空气开关;

3、水源:

3.1冷却水: (冷却塔乙方提供)

3.2加湿水: 提供市政自来水接入点

5.7.3.7 供货范围 (单套)

序号	名称	数量
1.	高性能实验室舱体	1 套
2.	风循环系统	1 套
3.	制冷机组系统	1 套
4.	加热、加湿系统	1 套
5.	除湿系统	1 套

6.	新风处理系统	1 套
7.	尾气排放系统	1 套
8.	控制系统（含软件）	1 套
9.	闭式冷却塔	1 套

5.7.3.8 安装调试

1、乙方根据高低温环境舱设备需求，负责完成地坑基础设计（甲方完成地坑施工），并经过采购人技术确认后，负责在采购人指定的位置安装高低温环境舱。

2、乙方提供配电柜与低温环境舱制冷机组、控制柜之间的连接电缆并负责安装。

3、乙方需配合PTO厂家完成最终调试，涉及与PTO位置共用、功能协同部分的安装，需要相互配合。安装调试方案在安装之前应双方确认。

4、乙方在设备到达安装地点后，按照预定方案开始设备的安装、调试等工作。乙方负责从物料堆放场地（设备安装现场）开箱开始到设备安装调试完毕的全部安装作业。

5、安装、调试工作由乙方选派专家进行指导，负责安装调试的技术人员在机械、电气及自动化控制方面应有娴熟的经验 and 资质，所有安装调试的费用都应包含在投标报价中，采购人负责协助提供必要的交通工具和安装设备。

6、在安装调试过程中，乙方专家进一步向甲方的技术人员讲解整个设备的使用、调整、维修、保养和故障预防、分析与排除等方面技术知识并作示范。

7、总装完成后，整个系统应该与PTO乙方进行设备联调。

8、货物到达现场后，乙方应在采购人单位人员在场情况下当面开箱，共同清点、检查外观，作出开箱记录，双方签字确认。

9、乙方保证货物到达采购人所在地完好无损，如有缺漏、损坏，由乙方负责调换、补齐或赔偿。

10、设备到货5个月内完成安装调试工作；

11、设备安装地点为：河南省安阳市；

12、本项目为交钥匙工程。

5.7.3.9 设备基础及动力配套工程

1.甲方提供的公用动力接口界面如下：

1.1电：甲方在距离设备间5米内配置配电箱；配电箱空开下口或指定位置至设备间所需的所有管路管线由乙方负责提供并安装。

1.2 给排水（含冷冻水）：甲方在距离设备间和水塔安装点5米内设置自来水和排水接驳点，接驳点至设备间和水塔所需的所有管路、阀门等由乙方负责提供并安装。

2.乙方应对基础工程的质量、安全、文明施工、进度全面负责。包含但不限于基础工程的设计、对专业分包单位的管理、完成竣工验收及移交、竣工资料整理、交档备案、质保维修等相关工作内容。