

# 仪器设备购置合同

西安建筑科技大学（甲方）与重庆凯瑞测试装备有限公司（乙方）就甲方购置的电驱动工程车辆智能制动系统试验平台设备经双方协商达成如下合同条款：

## 1. 合同内容

在甲方组织的关于电驱动工程车辆智能制动系统试验平台及工业装备智能控制系统研发半物理仿真实验平台采购招投标活动中，经评标确定乙方为供货单位。乙方按本合同中确定的设备名称、型号与规格、产地、数量及配套内容进行供货，详细配置见《仪器设备购置清单》；乙方按时将货物运送到甲方指定的地点，负责到货设备的安装与调试，达到正常使用；乙方负责为甲方培训操作、维护人员，质保期内负责指导仪器设备的操作使用和保养维修，做好售后服务工作。甲方在乙方完成合同明确规定的责任和义务后，按合同要求付给乙方相应的设备货款。

### 1.1 仪器设备购置清单（币种：人民币）

序号	设备名称	品牌、规格、型号	数量 (台、套)	单价 (万元)	合计 (万元)	生产商	备注
1	电驱动工程车辆智能制动系统试验平台	重庆凯瑞	1	215.8	215.8	凯瑞	
合计(元)			大写： 贰佰壹拾伍万捌仟元整				
			小写： 2158000 元				

1.2 合同总额是指设备到达西安建筑科技大学指定地点、完成验收后的价格，其中已包含货物费（含备品备件费）、包装费、运杂费（含搬运、装卸、保险费等）、工程费、材料费、全部税费、安装调试费等相关费用。

1.3 合同总额为一次性包死价格，不受市场价格的变化和影响，在合同不发生变更时作为付款结算的依据。

### 1.4 设备的技术参数要求

1.4.1 本合同条款下提交货物的技术规格要求应等于或优于招标文件技术规格要求（设备的技术参数和指标详见附件）。若技术规格要求中无相应规定，则应符合相应的国家有关部门最新颁布的相应正式标准。

1.4.2 乙方应向甲方提供有关标准的中文文本。

1.4.3 除非技术规范中另有规定，计量单位均采用中华人民共和国法定计量单位。

## 2. 包装运输要求

仪器设备的运输方式由乙方自行选择，在生产、运输、装卸过程中的任何安全问题与甲方无关，乙方应做好仪器设备的安全防护工作，保证甲方收到的是无任何损伤的货物。仪器设备包装必须符合国家标准或行业标准，满足航空、铁路或公路运输以及货物装卸要求，乙方若因自身原因出现任何安全事故，责任均由乙方承担。同时，对于在此过程中由于乙方未尽义务，造成与甲方有关人或物的损伤，乙方应全部承担责任。

### 3.交货时间及交货地点

3.1 本项目为交钥匙工程，乙方要提供整套合格产品，切实做好安全防护相关工作。产品交货、安装地点均为甲方指定地点。

3.2 合同签订后 150 个工作日内，乙方负责将产品运输到指定地点，并按照验收标准和验收程序完成设备的安装、调试和验收工作。乙方保证运输过程产品包装完好、安装调试及验收时设备外观无划痕，设备质量完好。

### 4.产品质量保证

4.1 乙方提供的设备及配套产品，必须是合同规定厂家制造的、合格、全新、未曾使用的产品，产品内部无损坏，外表无磨损，内部包装无破损。整套产品必须通过由国家技术监督部门授权的计量检定单位的检定，并附有检定使用合格证书。

4.2 乙方提供的设备及配套产品必须等同于或优于合同技术指标要求，并能按国家标准供应、检测、调试，确保产品技术指标满足使用要求。

4.3 乙方须保证所提供的货物经正确安装、正常运转和保养，在其使用寿命期内须具有符合质量要求和产品说明书的性能。在产品质量保证期之内，乙方须对由于设计、工艺或材料的缺陷而发生的任何不足或故障负责，并免费予以改进或更换。

4.4 根据甲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，发现货物的数量、质量、规格与合同不符；或者在质量保证期内，证实货物存在缺陷，包括潜在的缺陷或使用不符合要求的材料等，甲方应书面通知乙方。接到上述通知后，乙方应及时免费更换或修理破损货物。乙方在甲方发出质量异议通知后，未作答复，甲方在通知书中所提出的要求应视为已被乙方接受。

4.5 乙方在收到通知后虽答复，但没有弥补缺陷，甲方可采取必要的补救措施，但由此引发的风险和费用将由乙方承担。甲方可从合同款或乙方提交的履约保证金中扣款，不足部分，甲方有权要求乙方赔偿。甲方根据合同规定对乙方行使的其他权力不受影响。

4.6 产品质量保证期为甲方最终设备验收合格后 3 年，设备正常使用寿命为 10 年。质量保证期内乙方免费维修，包括设备的零配件及国内不能解决的故障需要返回生产厂维修时所发生的



一切费用。须更换的零配件乙方保证原厂原装，如遇系统更新升级，乙方免费负责更新原装正版系统。质保期满后，乙方负责设备的终身维修。甲方如需更换设备的零配件，乙方保证更换的零配件为原厂原装，并只收取零配件的成本费，同时由乙方负责更换调试合格。

## 5.技术服务承诺

5.1 乙方应严格按照供货时间，及时给甲方供货。

5.2 乙方负责提供仪器设备相应的技术资料，包括产品合格证、产品保修单、安装使用及维护说明书以及运输装箱清单等,并对所有技术材料的真实性、准确性、先进性、完整性负责。

5.3 人员培训：乙方终身免费为甲方培训设备使用人员，培训内容包括：设备操作、维护、简单维修等。

5.4 售后服务：质保期内乙方对甲方提出的服务响应不得超出 24 小时。

5.5 具体服务详见乙方投标文件中乙方的承诺书。

## 6.验收方法及标准

### 6.1 开箱验收

6.1.1 产品运抵现场后，双方应及时开箱验收，并制作验收记录，以确认与本合同约定的数量、型号等是否一致。

6.1.2 乙方应在交货前对产品的质量、规格、数量等进行详细而全面的检验，并出具证明产品符合合同规定的文件。该文件将作为申请付款单据的一部分，但有关质量、规格、数量的检验不应视为最终检验。

6.1.3 乙方所供设备必须按我国现使用的标准制造，所购标准件和原材料均是国家名牌企业（或用户指定厂家）的合格产品，不会受到其它方提出的专利权、商标权或工业设计权等起诉。其余技术条件完全按照甲方要求。

6.1.4 开箱验收中如发现产品的数量、规格与合同约定不符，甲方有权拒收产品，乙方应及时按甲方要求免费对拒收产品采取更换或其他必要的补救措施，直至开箱验收合格，方视为乙方完成交货。

### 6.2 检验验收

6.2.1 交货完成后，乙方应及时组装、调试、试运行，按照合同条款规定的试运行完成后，双方及时组织对产品检验验收。合同双方均须派人参加合同要求双方参加的试验、检验。

6.2.2 在具体实施合同规定的检验验收之前，乙方需提前提交相应的测试计划（包括测试程序、测试内容和检验标准、试验时间安排等）供甲方确认。

6.2.3 除需甲方确认的试验验收外，乙方还应对所有检验验收测试的结果、步骤、原始数据等作妥善记录。如甲方要求，乙方应提供这些记录给甲方。

6.2.4 检验测试出现全部或部分未达到本合同所约定的技术指标，甲方有权选择下列任一处

理方式：

a.重新测试直至合格为止；

b.要求乙方对货物进行免费更换，然后重新测试直至合格为止；

无论选择何种方式，甲方因此而发生的因乙方原因引起的所有费用均由乙方负担。

### 6.3 使用过程检验

6.3.1 在合同规定的质量保证期内，发现设备的质量或规格与合同规定不符，或证明设备有缺陷，包括潜在的缺陷或使用不合适的原材料等，由甲方组织质检（相关检测费用由乙方承担），据质检报告及质量保证条款向乙方提出索赔，此索赔并不免除乙方应承担的合同义务。

6.3.2 如果合同双方对乙方提供的上述试验结果报告的解释有分歧，双方须于出现分歧后 10 天内给对方声明，以陈述己方的观点。声明须附有关证据。分歧应通过协商解决。

6.4 所有验收合格，但不能免除乙方应该承担的质保责任。

## 7.合同款项支付方式

### 7.1 合同款支付

**签订合同后，设备到达指定地点、安装调试完成并验收合格后，支付合同总价的 100%。**

7.2 最终结算时，乙方须向甲方出具合同总价款的增值税专用发票。

## 8.安全生产和文明施工

8.1 现场安全文明施工由乙方编制专项详细方案并严格执行。

8.2 乙方必须认真执行省市有关施工安全生产条例和规定以及甲方管理要求，并做好安全管理工作，避免并杜绝安全事故的发生。如发生安全事故，一切责任与后果均由乙方承担，同时，给甲方造成损失，甲方将视情况对乙方处以相应的经济赔偿。

8.3 在设备安装施工全过程中，乙方应服从甲方的各项管理，并对乙方施工人员进行安全管理。

8.4 确保现场建筑物及相关设施设备完好无损，如施工过程中出现损坏，乙方负责修复赔偿。

8.5 乙方应对安装施工人员相关岗位上岗资格进行审查，并对相关后果负责。

## 9.索赔

9.1 产品的质量、规格、型号、数量、性能、产地及零配件等与合同约定不符，或在质量保证期内证实货物存有缺陷，包括潜在的缺陷或使用不符合要求的材料等，甲方有权根据有资质的权威质检机构的检验结果向乙方提出索赔（但责任应由保险公司或运输部门承担的除外）。

9.2 在验收合格前，乙方对甲方提出的索赔负有责任，乙方应按照甲方同意的下列一种或多种方式解决索赔事宜：

9.2.1 在法定的退货期内，乙方应按合同规定将货款全额退还给甲方，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它必要费用。如已超过退货期，但乙方同意退货，可比照上述办法办理，或由双方协商处理。

有限公司

用  
庆江北  
35106  
66994

有限公司

用  
庆江北  
51060  
19A

9.2.2 根据货物低劣程度、损坏程度以及甲方所遭受损失的数额，经甲乙双方商定降低货物的价格，或由有资质的中介机构评估，以降低后的价格或评估价格为准。

9.2.3 用符合规格、质量和性能要求的原厂原装新零件、部件或货物来更换有缺陷的部分或修补缺陷部分，乙方应承担一切费用和 risk，并负担甲方所发生的一切直接费用。同时，乙方应相应延长、修补或更换件的质保期。

9.3 乙方收到甲方发出的索赔通知之日起 5 个工作日内未作答复的，甲方可从合同款或履约保证金中扣回索赔金额，如金额不足以补偿索赔金额，乙方应补足差额部分。

## 10. 违约责任

10.1 合同生效后，甲乙双方应按合同规定认真履约。合同履约责任只涉及合同甲乙双方，不考虑第三方因素。

10.2 除不可抗力原因外，如遇下列情况之一者，乙方所缴纳的履约保证金甲方有权不予退还，作为对甲方的赔偿，且甲方有权解除本合同：（1）合同签订后不能按合同时限要求供货或安装调试；（2）所供设备不合格、与合同不符；（3）不能按合同履行；（4）因产品质量原因，不能通过验收。

10.3 如乙方产品质量不符合国家标准、行业内控标准或本合同技术附件要求的，甲方有权退货，乙方应退还全部货款，并承担甲方合同总价款 10% 的违约金及其他损失。

10.4 在合同规定的供货期内乙方未全部交货，除应如数补齐外，还应承担合同总款的 10% 违约金。

10.5 乙方对货物不按招标文件要求，擅自更换，除恢复原招标产品外，应承担更换部分价款 10% 的违约金；乙方如对产品材质、随机配品以次充好，除全部按要求恢复外，应承担此部分价款 10% 的违约金。

10.6 除不可抗力因素外，乙方对所供产品出现的问题推诿、拖延，24 小时未作出服务响应且乙方没有按照合同规定的时间交货和提供服务，甲方可要求乙方支付违约金。违约金每日按合同总价款的 5‰ 计收。否则，甲方有权拒绝乙方以后参加学校竞标。

10.7 合同履行过程中，甲方应积极配合乙方进行设备验收以及验收前的外围配套等工作。否则，因此导致设备不能按期验收时，不能追究乙方责任；正常情况下应在设备验收合格后 15 天内按规定向乙方付款，最长时间不能超过 30 天。否则，每超过一周应向乙方支付合同应付款 5‰ 的滞纳金。

## 11. 合同争议的解决

11.1 甲乙双方由于本合同的履行而发生任何争议时，双方可先通过协商解决。

11.2 任何一方不愿通过协商或通过协商仍不能解决争议，则双方中任何一方均应向甲方所在地人民法院起诉。

## 12. 违约解除合同

12.1 出现下列情形之一的，视为乙方违约。甲方可向乙方发出书面通知，部分或全部终止合

同，同时保留向乙方索赔的权利。

12.1.1 乙方未能在合同规定的限期或甲方同意延长的限期内，提供全部或部分货物的；

12.1.2 乙方未能履行合同规定的其它主要义务的；

12.1.3 乙方在本合同履行过程中有欺诈行为的。

12.2 甲方全部或部分解除合同之后，应当遵循诚实信用原则购买与未交付的货物类似的货物或服务，乙方应承担甲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，乙方应继续履行合同中未解除的部分。

### 13.其它事项

13.1 合同经双方签字盖章后生效。本合同一式五份，甲方执四份，乙方执一份，执行完毕后自行失效。

13.2 合同的附件、投标文件均作为本合同不可分割的内容，且具有同等法律效力。合同的附件由甲方使用单位负责审核并签章。

13.3 在本合同执行过程中，甲、乙双方协商签订的补充合同与原合同具有同等法律效力。

13.4 未尽事宜，双方协商解决。

合同签订地点：西安建筑科技大学

合同签订时间： 年 月 日

甲 方（盖章）：西安建筑科技大学	乙 方（盖章）：重庆凯瑞测试装备有限公司
地 址：西安市雁塔路 13 号	地 址：重庆市两江新区翠云街道经开园长福西路 6 号 3 幢
法定代表人（签字）：	法定代表人（签字）： 
委托代理人（签字）：	委托代理人（签字）： 
联系人：刘世泽	联系人：阮斯祥 招商银行重庆江北支行 账号：123904893510603 5001078266874
联系电话：029-82202312	联系电话：1522209969

## 技术附件:

### 1.中标产品技术参数明细

我公司承诺: 合同中数列产品均满足标书及使用要求, 无任何负偏离。并与所供产品完全一致。

#### 1.1 设备用途

工程车辆制动器惯性试验台可以模拟等效到单个制动器上的汽车惯量和汽车的行驶速度, 并且可以通过试验台配置的制动系统对制动器进行恒压力制动, 恒扭矩及恒减速度制动从而模拟制动器在实车上的制动过程, 进而按照相关标准对其进行各种性能测试。

#### 1.2 设备运行条件

##### 1.2.1 设备基础要求

序号	名称	要求	备注
1	水源	无	
2	电源	总功率 300kW, 三相 380V, 50Hz	甲供
3	气源	0.8 ~ 1MPa	
4	基础	厂房硬化地面	
5	大气环境要求	压力 85 ~ 120kPa	
6		温度 0 ~ 40℃	
7		湿度 20 ~ 80%RH	

##### 1.2.2 设备执行试验标准

QC/T 239-2015 《商用车行车制动器性能要求及台架试验方法》

QC/T 479-2015 《货车、客车制动器台架试验方法》

QC/T 237-1997 《汽车驻车制动器性能台架试验方法》

QC/T 556 - 1999 《汽车制动器 温度测量和热电偶安装》

#### 1.3 设备构成

设备配置表如下所示。

功能模块	名称	型号/功能/描述	数量	厂家/品牌
驱动系统	电机	200kW, 2000rpm	1	凯瑞装备
	变频器	与电机功率匹配	1	凯瑞装备
惯量模拟系统	护罩	非标定制	1	凯瑞装备
	机座	非标定制	1	凯瑞装备
	飞轮组	非标定制	1	凯瑞装备
	飞轮轴	非标定制	1	凯瑞装备
	尾座	非标定制	1	凯瑞装备
	测速装置	非标定制	1	凯瑞装备
	轴承	适配于主轴	1 批	凯瑞装备
	胀紧套	Z4 系列	1	凯瑞装备
	膜片联轴器	主轴连接	2	凯瑞装备
	导电滑环	SRK 系列	1	凯瑞装备
	紧急制动装置	制动盘、制动器、增压缸	1 套	凯瑞装备
制动系统	电气比例阀	VP 系列, 调压: 1.6Mpa (max)	1	凯瑞装备
	电磁换向阀	两位三通, 1.6MPa	1	AVENTICS
	气源处理元件	含过滤减压阀、过滤器等	1 批	SMC/ 亚德

				客
	气管气压辅件	PAN-R, 耐压 2Mpa	1 套	FESTO
	液压增压器	0-16MPa	1	凯瑞装备
冷却系统	进风风机	1.5kW	1	凯瑞装备
	风管	直径 300mm	1	凯瑞装备
	排风风机	1.5kW	1	凯瑞装备
再生制动模拟系统	成套测试系统	含上位机、板卡、数采模块, 能量回馈模拟装置等	1	恩艾
测控系统	旋转编码器	200kHz, 2500 线	1	凯瑞装备
	扭矩传感器	15kNm, 0.5%FS	1	凯瑞装备
	温度传感器	0-1300°C	1 批	凯瑞装备
	压力传感器	0-16MPa, 0.5%FS	1	IFM
	压力传感器	0-1.6MPa, 0.5%FS	1	IFM
	风速传感器	0-15m/s, ±1m/s	1	凯瑞装备
	摄像头及附件	含云台、自动聚焦	2	海康威视
	直流电源	双向, 200kW, 1200V, 500A	1	科威尔
	强电柜	独立落地型	1	凯瑞装备
	弱电柜	独立落地型	1	凯瑞装备
计算机系统	以太网模块	EKI2528	2	凯瑞装备
	温度采集模块	适用于热电偶	2	凯瑞装备
	闭环控制器	制动器试验台专用	1	凯瑞装备
	打印机	A4 彩色	1	国产优质
	计算机	I7 (八核), 内存 16G, 硬盘 1T	1	DELL
	显示器	23 寸	2	DELL
	操作台	2 工位	1	凯瑞装备
	控制软件	制动器关键部件及总成测试系统软件 V1.0	1	凯瑞装备
其他	气源处理设备	空压机+增压器+空滤组件	1	凯瑞装备
	标准件	用于所有结构件安装紧固	1 批	凯瑞装备
	气源处理元件	含过滤减压阀、过滤器等	1 批	SMC/ 亚德客
	气管气压辅件	PAN-R, 耐压 2Mpa	1 套	FESTO
	制动液	DOT4	1 批	国产优质
	液压辅件	含油管、接头、气罐、继动阀等	1 批	凯瑞装备
	试件	适用于试验项目	1	凯瑞装备
	工装夹具	适用于试件	1	凯瑞装备

按照功能模块, 可将试验台分为驱动系统、惯量模拟系统、尾座系统、制动系统、测控系统及计算机系统等部分。电机、飞轮组、滑台、试件等所有外露的旋转部件均设置防护装置。

### 1.3.1 驱动系统

驱动系统由主电机及变频器组成。电机由变频器调速, 可以满足普通调速和电惯量模拟的要求。测控系统对调速装置的控制采用数字通信方式, 保证转速及力矩输出的实时性, 减

少延时环节，保证电惯量模拟的准确性。

(可扩展性) 增加新能源驱动测试。

电机通过膜片式联轴器与惯量模拟系统连接。

所有轴系机械连接安全可靠，电机护罩两侧为双开防护门，以防高速旋转部件飞出伤人；此外顶部顶板及风管接头均可拆卸，方便风管检修。

主电机选择空冷电机，主电机参数如下表所示。

交流电机	参数
功率	200kW
标称转速	1500rpm
最大转速	2000rpm (无极可调)
控制精度	$\pm 1$ rpm

### 1.3.2 惯量模拟系统

惯量模拟系统包含电惯量和机械惯量，电惯量主要通过电机模拟，机械惯量靠系统惯量及飞轮组合进行配比，共同组成了试验所需的目标惯量。

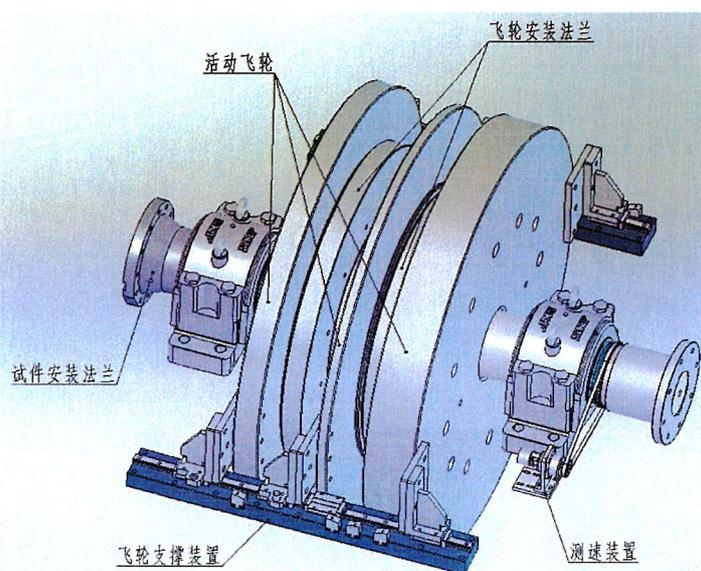
飞轮组合主要由飞轮轴、飞轮、飞轮支撑装置、联轴器等组成，它是惯量模拟过程中的机械惯量部分，通过不同规格飞轮的匹配，能够组合成不同大小的机械惯量。其主要作用是在制动器制动过程中与电机(电惯量)组合模拟等效到单个制动器总成上的整车惯量。飞轮盘与飞轮轴的脱开和结合操作省力、简便。

飞轮出厂前进行动平衡校核，动平衡等级 G2.5，出具相关报告。

飞轮组设有护罩，用于惯量模拟系统的安全防护，该防护罩各侧面均可开门，内设照明灯，安装、检测及维修方便。防护舱罩内壁采用网孔金属板，夹层填充隔音材料，主要用于试件仓的隔音、通风封闭及安全防护。护罩内还设有照明灯及云台、摄像头。摄像信号通过一个专门监视器显示出来，试验人员在操作室即可方便、直观地观测整个试验过程。

其中扭矩传感器布置在主轴上，直接测量主轴上的旋转扭矩，即为制动系统产生的制动扭矩。

飞轮组合如下图所示

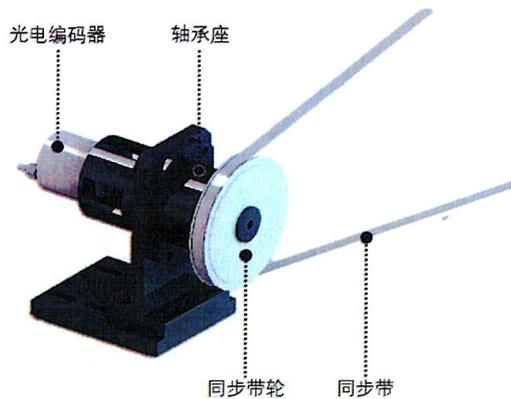


固定飞轮惯量为 $[50+50]$ kgm<sup>2</sup>，活动飞轮组合为 $[110+220+440]$ kgm<sup>2</sup>，其组合所覆盖的机械惯量如下表所示。

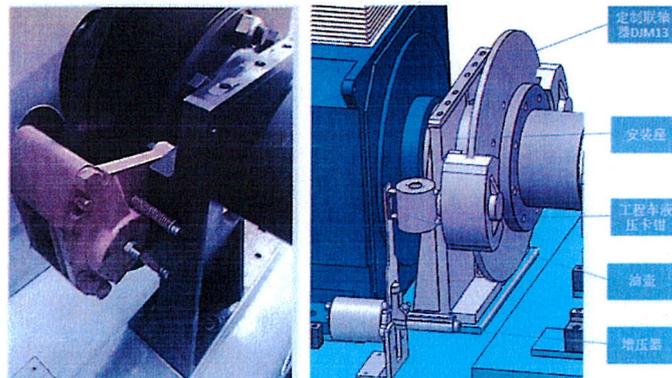
序号	机械惯量等级 kgm <sup>2</sup>	机械惯量跨度
1	100	——
2	100+110=210	100
3	100+220=320	
4	100+110+220=430	
5	100+440=540	
6	100+110+440=650	
7	100+220+440=760	
8	100+110+220+440=870	

结合主驱动电机的电惯量模拟范围，可绘制如下惯量覆盖范围图。由下图可知，设备在 [100-1000kgm<sup>2</sup>] 惯量模拟区间，最大惯量可达：1000kgm<sup>2</sup>。覆盖所有减速度，能够实现试验要求。电惯量模拟精度 ≤ 1%FS。

飞轮组合的末端设一测速装置，主要由编码器、轴承座、同步带轮及同步带组成，其中编码器采用高精度编码器，同时配置高精度联轴器，保证采集转速的稳定性及精确度，转速测量精度：±0.5rpm；轴承采用一对高精度优质深沟球轴承，可保证旋转的稳定性；此外此套系统安装时配有 2 条同步带在飞轮轴上，当第一条同步带损坏时能迅速更换，提高维修效率。



飞轮组设一紧急制动装置，包括联轴器、工程车液压卡钳、增压器、安装座及油壶等。联轴器在连接传动的同时，充当了刹车盘的作用；采用对称布置的 2 套工程车液压卡钳作为制动装置，一共能提供最大为 20000Nm 的制动扭矩，即使在机械惯量最大的情况下，也能短时间刹停设备；采用 Q235 焊接的高强度安装座，为液压卡钳提供了稳定的安装座；增压器采用万安 1:20 增压比的气液增压缸，具有良好的耐久性。



主轴上设有一个 4 通道铜基滑环，用于传送制动鼓或制动盘的温度信号。

### 1.3.3 制动系统

该系统包括气制动系统和液压制动系统。

#### (1) 气制动系统

制动系统用于试验过程中对被试制动器加压，使其产生制动力。制动气压控制范围：0.1~1.6 Mpa，升压速率 > 1.5 MPa/s；控制精度 1%FS，测量精度 1% FS。

气制动加压的方式有两种，分别为恒压力控制和恒扭矩控制。恒压力控制时，系统以制动气压为控制目标，实时检测压力传感器的数值，通过比例阀的高响应控制，使制动气压始终与设定值保持一致。恒扭矩控制时，系统以制动力矩为控制目标，实时检测扭矩传感器的数值，通过比例阀的高响应控制，使制动力矩始终与设定值保持一致。

#### (2) 液压制动系统

液压制动控制范围：1.6~16Mpa，控制精度 1%FS。

该系统采用气液增压缸将气压转换为液压，增压缸具有 1:20 的增压比，可满足最高 16MPa 的制动压力控制。液压制动压力采用电气比例阀与自制开发的专用控制板卡控制，响应快、控制精准。

#### (3) 滑台系统

滑台系统(尾座)主要用于制动力矩的测量及试件(固定部分)安装。制动力矩 15000N.m，控制精度 1%FS；测量精度 0.5%FS。

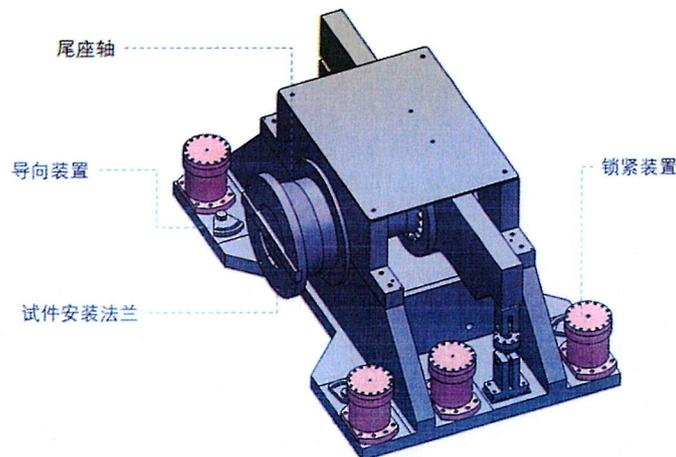
试件固定部分通过安装法兰及相应的连接法兰安装在尾座轴上。尾座稳固可靠，在 15000Nm 外力作用下不松动。

为了方便试件的安装及试验的进行，尾座应能够在机座上沿主轴方向高精度滑动，滑动行程 > 0.9m。尾座与飞轮主轴高度同心，同轴度误差 ≤ 0.05 mm。系统采用电控方式夹紧滑台和尾架，确保在 15000 N·m 外力矩作用下，滑台和尾架稳固不松动。

尾座移动通过减速机、丝杆实现。尾座采用蝶簧锁紧，液压松开的方式，可实现尾座自动锁紧。液压力由一个小型高压液压站提供，液压泵与尾座移动电机及试验控制系统互锁，当尾座没有松开时不能启动尾座移动电机。

滑台设有可移动护罩，设有透明观察窗，用于惯量模拟系统的安全防护，该防护罩各侧面均可开门，内设照明灯，安装、检测及维修方便。防护舱罩内壁采用网孔金属板，夹层填充隔音材料，主要用于试件仓的隔音、通风封闭及安全防护。护罩内还设有照明灯及云台、摄像头。摄像信号通过一个专门监视器显示出来，试验人员在操作室即可方便、直观地观测整个试验过程。

滑台具有优秀的可扩展性，可扩展为传统测试和新能源测试。



#### (4) 冷却系统

该系统由风机、风管及风管附件组成。以控制试验过程中制动器的制动衬片和制动盘的温度，达到试验标准要求。

风机包括送风机及排风机，风机风量大于 12000m<sup>3</sup>/h (> 11m/s)，全压足够高以克服管道压力损失，采用变频调速以调节风量及风速。送风风机及排风风机均安装在静音箱之外，通过通风管道连接到被试制动器附近，离被试制动器较近的那段管路采用软管+可移动支架的方式，因此可以进行吹风及排风位置的任意调节。

风管附件包括空气过滤、进、出风口防护等装置，设有密封条以防风道内粉尘外泄。同时，试验样品舱各接缝处设有密封条，防止制动粉尘外泄。配套风管内部直径约 300mm。

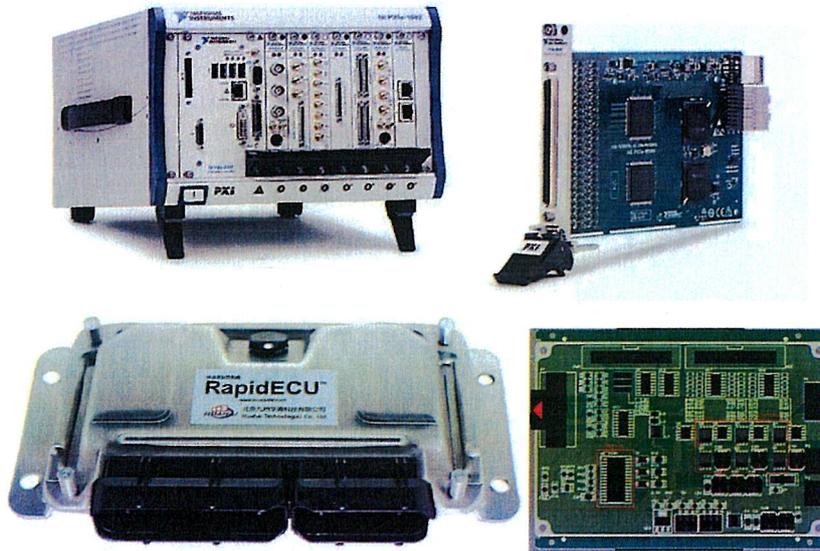
#### (5) 再生制动模拟系统

依据要求，本次方案提供再生制动模拟系统的硬件设施，通过这些硬件设施搭建模拟平台，通过整车动力学模型参数输入联动控制电机制动能量回馈模拟装置，可以模拟再生制动功能，实现动态模拟的相关试验，并进行道路模拟功能，与实车测试信号对比，偏差可以实现 ≤20%；

利用本硬件平台搭建的硬件在环测试系统是基于 PXI 开放式的硬件平台，可以利用车辆动力学软件开发 3 种及以上车型的电机驱动工程车辆实时仿真模型，并且支持用户自行二次开发。

本模块方案配置包括如下主要硬件设施：上位机、PXI 机箱、处理器板卡、数据采集板卡、CAN 板卡、及电机制动能量回馈模拟装置等。

再生制动系统配置清单如下，从左到右按顺序依次为：机箱、板卡、RapidECU-U34、具备回馈制动的控制电路板。



1、控制器		
部件编码	型号	参数描述
787882-33	NI PXIe-8842RT	PXe-8842, 2.6GHz 6 核 i5 控制器, LabVIEW RT, 无 TPM
2、模块		
781056-01	NI PXe-6363	NI PXe-6363, X 系列 DAQ(32 路 A1, 48 路 DI0, 4 路 AO)

782536-01	SCB-68A	SCB-68A 抗噪屏蔽 I/O 接线盒
782536-01	SCB-68A	SCB-68A 抗噪屏蔽 I/O 接线盒
192061-02	SHC68-68 -EPM Cable (2m)	SHC68-68-EPM 屏蔽电缆, 68-D-Type 转 68 VHDCI Offset, 2 米
192061-02	SHC68-68 EPM Cable (2m)	SHC68-68-EPM 屏蔽电缆, 68-D-Type 转 68 VHDCI Offset, 2 米
784122-01	NI PXI-8512/2	PXI-8512/2
3、机箱		
786991-01	NI PXIe-1092 (Timing and Sync Option)	PXE-1092, 9 槽 3U PXIEXPRESS 机箱, 具有定时和同步选项
784686-01	China 250V,10A	电源线, 250V, 10A, 中国

### 1.3.4 测控系统

测控系统包括: 制动力矩测量、温度测量、速度测量、压力测量、风速测量、直流电源、控制柜等部分。

#### (1) 制动扭矩测量

采用扭矩传感器形式, 量程 15kNm; 精度 0.5%FS, 1 套。

#### (2) 温度测量

温度测量范围: 0~1000℃。

测量精度: 0~375℃, 测量误差: 1.5℃; 375~1000℃时,  $\leq \pm 0.4\%T$ 。

测量试件温度, 配 3 个。

#### (3) 速度测量

传感器类型: 光电编码器。

主轴转速测量线数: 2500ppr; 测量精度:  $\pm 0.5\text{rpm}$ 。

用于测量主轴转速, 主轴角度, 配 1 套。

#### (4) 压力测量

液压测量范围: 0~16MPa; 测量精度:  $\pm 0.5\%FS$ 。

气压测量范围: 0~1.6MPa; 测量精度:  $\pm 0.5\%FS$ 。

用于测量制动压力, 各配 1 套。

#### (5) 风速测量

风速测量范围: 0~11m/s, 测量精度:  $\pm 1\text{m/s}$ 。配 1 套。

#### (6) 其他测量

电机监控: 电机线圈温度, 电机轴承温度, 通道数根据电机实际配置设计。

摄像头 2 个, 用于监控飞轮仓和试验仓。

#### (7) 双向直流电源

本方案配备 200KW 的双向电源 1 套。

可实现双向设置输出的电压、电流等参数。

采用四象限控制技术, 全功率范围内能量双向流动, 可在电动汽车电机测试时将反向电流回馈电网, 节能高效;

具有恒压、恒流、恒功率多种输出模式;

具有外部电压补偿功能;

具有过流、过压、过温、缺相、急停等保护功能;

瞬态响应迅速;

设备配隔离电压功能的系统，保证电网波动时对电源系统无冲击；  
 采用交错 BUCK 拓扑设计，实现控制环路调节频率倍增，达到高动态响应特性。  
 采用高速数字控制技术，输出精度达到 0.1%FS；  
 采用 PWM 整流技术，功率因数>0.99，输入谐波<3%，效率大于 93%；  
 采用七寸触摸屏，操作、显示便捷；  
 具有多种通讯接口，可实现远程操作、无人值守以及嵌入测试系统；  
 具有自动线电压补偿功能，可自动补偿线损；  
 内部器件采用国内外一线品牌，设备可靠性高；  
 采用模块化设计，设备后期维护简便；  
 采用一体式散热通道设计，温升高、运行可靠性高、使用寿命长。  
 本电源模块参数如下表所示。

型号	输出参数				
	额定功率	输出电压	额定电压	额定电流	峰值电流
非标定制	200KW	24~1200V	400V	±500A	±650A
交流特性	输入方式	三相三线+地线 (3L+PE)			
	电压	AC 380V±15%			
	频率	50Hz+5Hz			
	功率因数	≥0.99			
直流特性	输出精度	≤0.1%FS			
	电压分辨率	0.01V			
	电流分辨率	0.01A			
	源效应	≤0.1%FS			
	负载效应	≤0.1%FS			
	响应时间	≤3ms (10%~90%突加载)			
回馈特性	交流电压	AC 323V~437V(允许电压范围)			
	交流频率	45Hz~55Hz (允许电网频率)			
	功率因数	≥0.99			
	总谐波含量	≤3%			
	切换时间	≤6ms (+90%~-90%切换)			
	回馈功率	支持满量程功率回馈			
安全特性	绝缘电阻	≥20MΩ			
	耐压性能	2000VDC 测试 60S, 无飞弧、击穿。			
	接地电阻	≤100mΩ			
通讯接口		RS485、以太网、CAN			

#### (8) 控制柜

控制柜主要集成了直流电机调速器、传感器电源、开关电源、信号转接板、固态继电器板等电气元件。其主要功能有：电机调速、电惯量模拟控制、传感器供电、传感器信号转接及处理、控制信号的输出等。

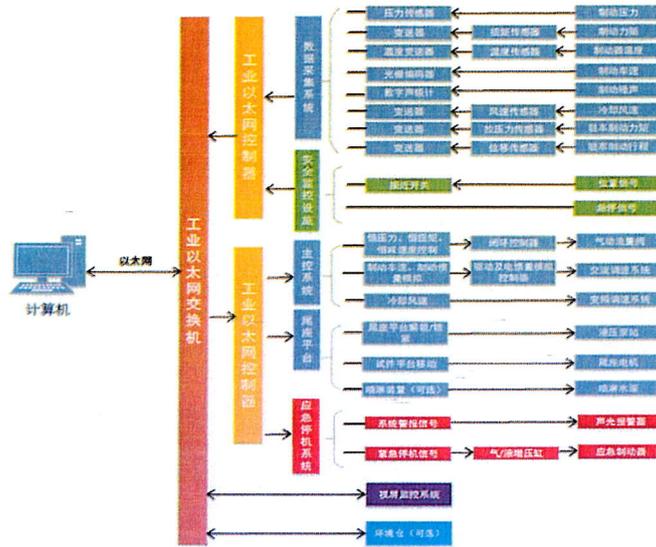
测控系统的硬件部分集中安装在强电控制柜和弱电柜中，强弱电分开布置，其柜体由专业电气柜厂家按要求定制，具有外形美观、使用方便、防护等级高、性能优异等特点。控制柜内各电器元件布置合理，走线规范，每个电器元件均具有对应的识别标签，每根线缆都有

套管线号，安装和检修方便。

试验台测控部分具备软硬件实时控制技术，试验台采集卡的采样频率可达 1KHz 以上，能够保证各物理量自信号发出至采集到设备存储器中所需的采样周期在 1ms 之内。

试验台控制柜电器元件主要采用施耐德/欧姆龙等国际知名品牌，性能可靠。信号配置独立地线,接地电阻小于 4 欧姆。

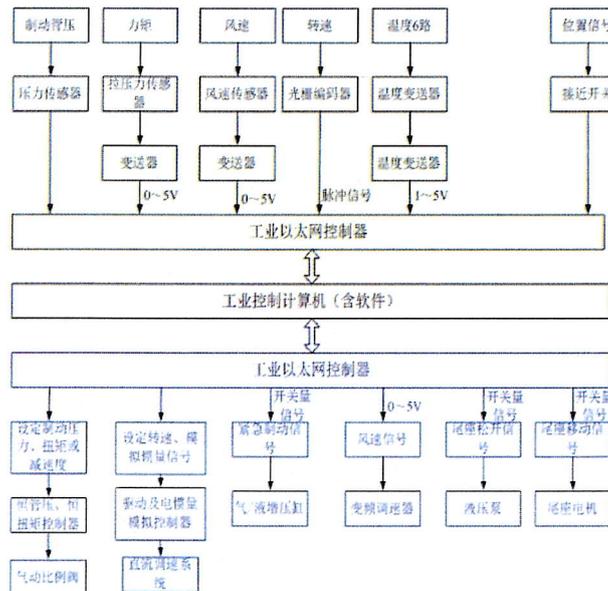
本系统主要采用最新的工业以太网总线结构模式，具有较高的传输速度及可靠性，结构及其简洁。测控系统的总体框图如下图所示。



本系统主要采用最新的工业以太网总线结构模式，具有较高的传输速度及可靠性，结构及其简洁。测控系统的总体框图如图所示。

试验台配置的计算机可采集现场试验设备生成的试验数据；

计算机内运行有相关软件，具备试验数据的采集、分析、处理及上传功能，能够按照用户指定的通信协议框架与试验室信息管理系统服务端进行数据交互。



工业控制计算机配置如下：

处理器：不低于酷睿四核 CPU，确保强大的数据处理能力和多任务处理能力。

内存：16G 内存，保证系统运行的流畅性和稳定性，支持更多的应用程序同时运行。

硬盘：1T 硬盘，提供足够的存储空间，满足操作系统、应用程序和数据文件的存储需求。

显示器：配备 2 台 23 英寸以上尺寸的彩色液晶显示器，一台用于控制界面显示，一台用于视频监控，满足工业现场的实时监控和界面操作需求。

USB/以太网接口：提供 USB 和以太网接口，方便连接外部设备和实现网络通信，满足数据传输和远程控制的需求

彩色打印机配置如下：

纸张支持：最大打印幅面为 A4。

其他特点：支持自动双面打印、有线、无线、USB 三种连接方式，打印效果清晰，颜色饱和度高，且安装操作简便，后期耗材更换维护也方便

### 1.3.5 软件系统

本系统测控软件为制动器关键部件及总成测试系统软件 V1.0，具有界面美观，操作方便等特点。计算机操作系统为 Windows10 及以上，制动器关键部件及总成测试系统软件具有如下性能特点：

- (1) 具有美观，便捷的人机对话界面；
- (2) 可根据需要改变试验条件，更新试验参数，同时具有纠错功能，能够确保输入参数的正确性；
- (3) 可实现动态显示条件参数值和测量参数值；
- (4) 能完成连续测试下的数据处理；
- (5) 具有对传感器进行标定的专用模块；
- (6) 可对设置参数、测得数据按要求自动进行分析处理，再通过打印机以试验报表的形式输出；
- (7) 设有数据库，可将试验测得的数据存入数据库中，数据库中的资料可通过日期、试样编号、浏览等方式进行查询。因疲劳及耐久性试验过程中数据量相当庞大，所以数据采取间隔存储。试验结束后可再现试验历程、回放试验数据。
- (8) 包含系统诊断：可以在试验开始前检测系统的各类硬件故障；
- (9) 试验过程的数据（设置参数、测得数据）以 TDMS 文档的方式保存在指定目录下，可设定出现在试验报告内的数据内容，再按用户要求输出报表；
- (10) 软件界面条理清晰、友好。试验前，能通过软件输入待试样品的商标、型号、生产厂家等参数。试验时，软件能在线显示测试数据及曲线等。显示的曲线至少包括制动力矩-时间曲线、制动速度-时间曲线、制动压力-时间曲线和制动温度-时间曲线等。
- (11) 具备专门的试验结果数据处理程序，具有数据允许用户逐个查看数据点，进行分析。用户可以根据需要调整数据的显示范围和位置，以便更好地分析数据趋势。用户可以通过光标定位到数据图上的特定点，获取该点的具体数值等功能。能通过该程序实现已完成试验的数据检索、打印等功能，能把检测数据导出。
- (12) 操作软件内置模块流程，能自动读取及调用相应试验程序，也允许用户根据不同的试验步骤及其控制的温度、压力等参数进行设计试验模式。
- (13) 软件具有自动化测试监控功能，能对所有测量数据及系统状态进行监测及报警，允许用户对各监测数据的报警值进行设定并能够查询报警状态，软件能够实时监控所有测量数据和系统状态，并在异常情况下发出报警。用户可以根据自己的安全标准设定报警阈值如：过电流、过载、过热、短路和冷却风扇异常、超速、超扭、超压和超温保护等等。用户可以随时查看报警记录和当前状态，以确保系统的安全运行。
- (14) 系统具备断电保护功能（含不间断电源），当出现断电时能自动保存测试数据及系统运行状态，恢复供电后能根据需要从断电前的状态继续试验。

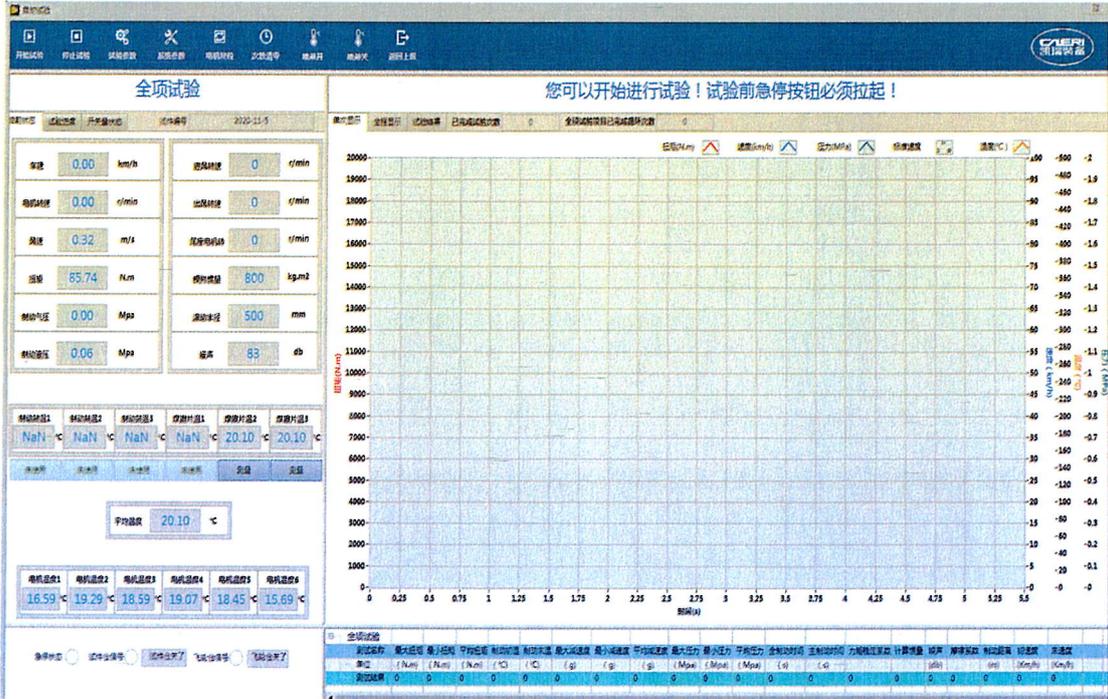
试验报告

(15) 具备紧急停机及安全互锁功能（如防护罩与启动试验之间的互锁），以确保系统及人员安全；

(16) 能进行设备操作、应用试验程序编辑、数据查阅等功能的权限设定。对关键的设备操作、参数设置、数据记录等有密码保护。

控制系统及数据采集系统参数设置及显示见下面软件部分界面。

主窗体



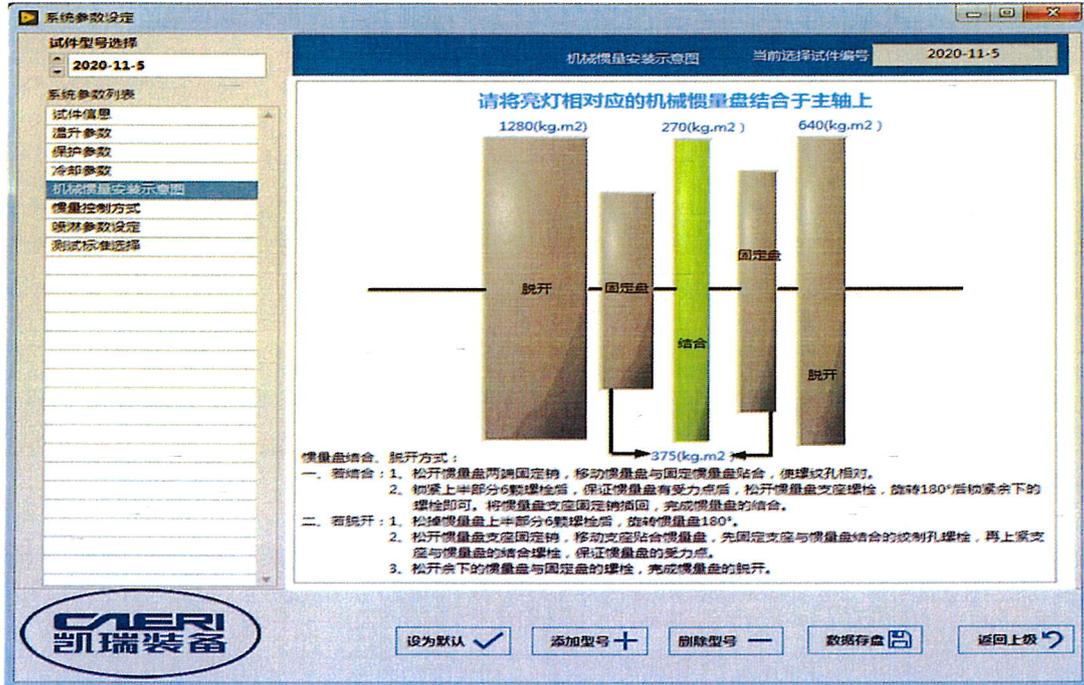
系统硬件设置（传感器校准）

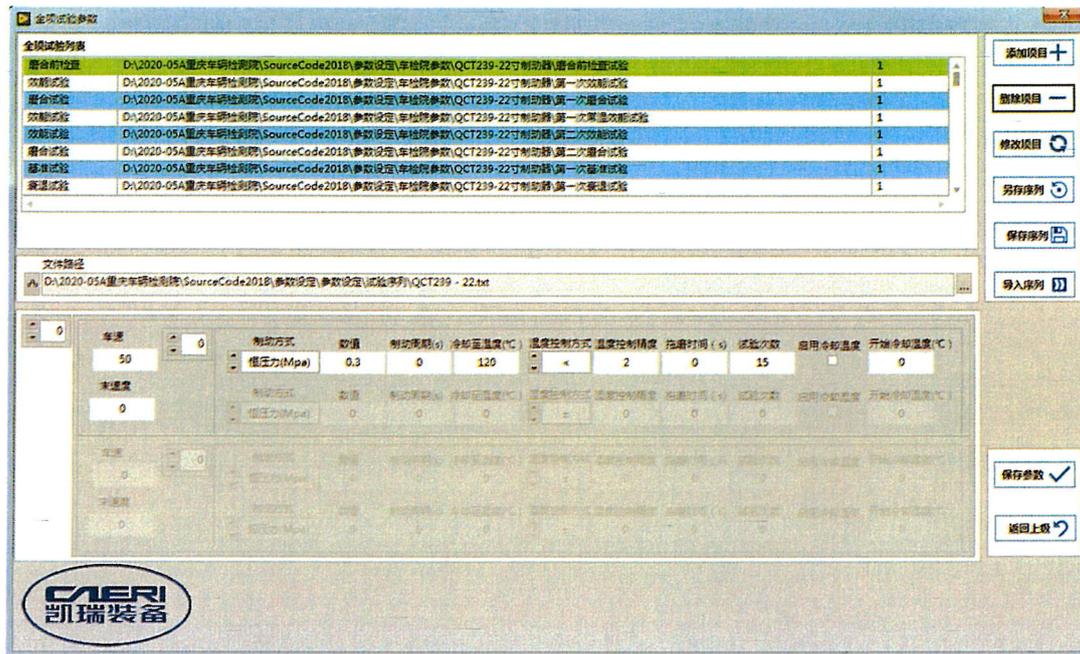
可根据试验台架，针对不同载荷的试件确定不同量程的传感器，与保证测试精度。可程序设定传感器及各个开关控制量的通道号，以便于系统的维护。



完整的参数设置功能

可分别设定被测试件的各项参数、以及试验项目的参数，包括效能、磨合、基准检查、热衰退恢复试验及 PID 参数。可设定整个试验过程的试验项目及顺序。同时具有纠错功能，可确保输入参数的正确性。





**试验异常情况报警处理:**

当传感器出现问题, 或试验过程中电机过流、管压失效、扭矩过载、转速故障等情况出现, 程序可识别并给出提示, 同时自动停机。

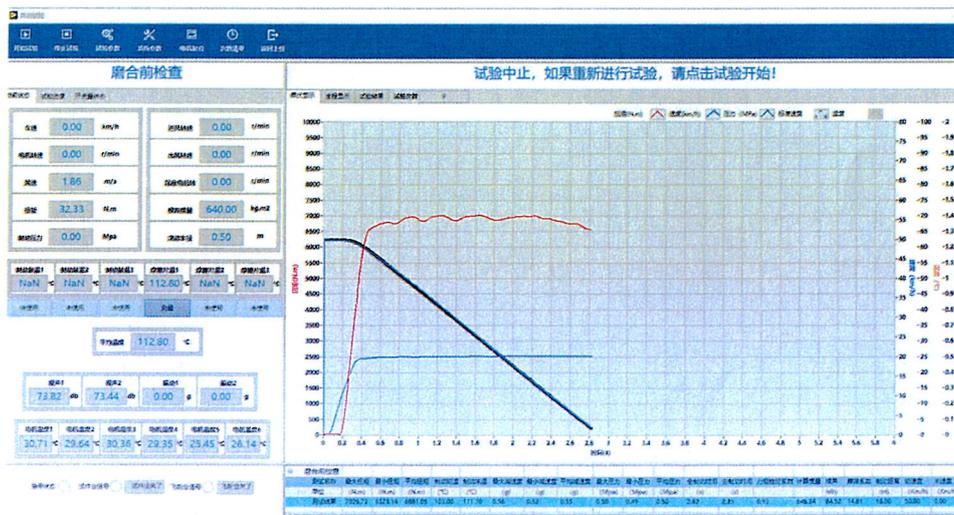
**试验数据自动处理:**

制动动作每完成一次均自动处理检测数据, 并通过与理论计算值比较以确保自动运算的数据的可靠性。

试验过程的数据以 TDMS 文档的方式保存在临时目录下, 可设定出现在试验报告内的数据, 并以标准的方式打印及存入数据库中。

试验过程中如果程序人为退出或由于硬件故障退出, 程序自动记录当前试验状况及系统状况, 以便于分析台架故障原因, 也可使试验在故障修复后继续运行。

部分试验曲线见下图, 恒管压制动曲线:



(图示转速曲线包括蓝色的实测曲线和黑色理论曲线, 二者接近程度表明电惯量模拟精度; 绿色曲线为制动时间-制动压力, 红色曲线为制动时间-制动扭矩)

备  
庆  
35  
69

初速度为 60km/h 时的制动:

	序号	有效制动时间 $t$ (s)	有效制动时间内速度差 $\Delta n$ (r/min)	平均制动扭矩 $T$ (Nm)	计算减速度 $\alpha$ ( $m/s^2$ )	计算惯量 $J$ ( $kg \cdot m^2$ )	惯量误差 (%)
0.2 MPa 制动	1	8.533	264.2	2157	3.2433	665.0	0.15
	2	8.544	264.2	2146.9	3.2382	662.9	-0.17
	3	8.81	264.0	2084	3.1385	664.0	0
0.4 MPa 制动	1	4.089	257.3	4381.5	6.5902	664.8	0.12
	2	4.236	259.8	4247.8	6.423	661.3	-0.41
	3	4.076	260.3	4429.7	6.6874	662.4	-0.24
0.6 MPa 制动	1	2.936	253.9	5999.4	9.058	662.3	-0.27
	2	2.844	257.554	6305.6	9.4835	664.9	0.14
	3	2.945	252.209	5958.4	8.9682	664.3	0.045
平均 (绝对值)							0.17

### 我司电惯量模拟精度 (优于 1%)

Positive Electrical Inertia Simulation

Command Value Moment of Inertia **100 kgm<sup>2</sup>**

(electr. 50 + mec. 50)

Test No.		1	2	3
average value of torque	Nm	498.42	498.85	498.86
braking time	s	17	17	17
speed difference	km/h	91.3	91	91
inertia actual	kgm <sup>2</sup>	99.90	99.87	99.98
deviation	%	-0.105	-0.128	-0.016

Negative Electrical Inertia Simulation

Command value Moment of Inertia **30 kgm<sup>2</sup>**

(electr. 20 + mec. 50)

Test No.		4	5	6
average value of torque	Nm	501.78	500.16	501.21
braking time	s	5	5	5
speed difference	km/h	89.9	89	90
inertia actual	kgm <sup>2</sup>	30.04	30.11	30.07
deviation	%	0.133	0.368	0.242

### 进口设备电惯量模拟精度 (优于 1%)

#### 1.4 设备主要参数指标

序号	项目	技术参数	备注
1	试验台总功率	约 300kW	
2	试验台总尺寸	约 6mx2mx1.8m	以最终设计为准
3	试验台总重量	约 30t	以最终设计为准
4	惯量范围	100 ~ 1000kgm <sup>2</sup>	模拟精度 (目标惯量): 1%
5	制动压力 (液压)	控制 1.6-16MPa	控制精度 $\pm 1\%FS$
6	制动压力 (气压)	控制 0.1-1.6Mpa	控制精度 $\pm 1\%FS$
7	制动扭矩	15000Nm	控制精度 1%FS; 测量精度 0.5%FS
8	最高转速	2000rpm	控制精度 $\pm 1rpm$ ; 测量精度 $\leq 0.5rpm$ ;
9	制动时间	0 ~ 1200s	测量误差: $\leq 0.01s$
10	制动距离	0 ~ 1000m	测量误差: $\leq 0.1m$

#### 1.5 质量要求与安全要求

设备交付前交付前应完成整套试验台的试运行调试工作, 保证设备安全运行。

机械旋转部位应配置相应的护罩, 以免紧固件飞出伤人。

动力配电柜、直流/变频调速柜、电气控制柜等应配置必要的电气保护装置, 如: 断路

第 10 页 共 10 页

器、接触器、回路保护开关、保险管、电源指示灯等。

### 1.6 设备技术资料清单

提供以下文件资料，其费用包括在技术服务价格之内。技术文件完整、清楚、能够保证现场安装、试运转以及正常安全运行和维修。

(1) 一套纸质和电子文档的系统及设备的安装使用手册（含设备总图、装配图、电路图、操作手册）

(2) 备件、易损件、消耗品的清单（如有）

(3) 质量合格证及出厂检验记录

(4) 关键外购件使用维修说明书、合格证等

(5) 项目评审会议

设计评审将在乙方收到合同和预付款后双方约定期限内完成。提供必须的图纸和土建方案给用户。主要包括以下内容。

(1) 项目进度

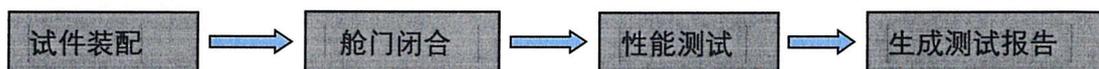
(2) 技术方案

(3) 确定水电气等基础配套

(4) 确认最终设备布局

(5) 确定预验收和最终验收的方案。

### 1.7 设备运行一般流程图



## 2. 售后服务内容

除非双方另有明文书面约定，质量保证期为自最终验收协议签署生效之日起的 36 个月。软件 5 年内免费升级，终身维护。

在此期间，系统及设备发生任何非人为原因造成的故障和损坏，均由乙方负责免费修复，失效零件予以免费更换。

质保期内，用户使用不当、人为破坏或自然灾害等不可抗力原因造成的损失，依据具体情况，双方协商处理，乙方按照市场价格进行维修服务收费。

在甲方现场验收合格后，视为正式交货，质保期启动。

### 2.1. 技术服务措施

电话咨询：将提供电话咨询，用户在使用过程中遇到任何问题，都可以通过电话获得及时、专业的解答。

现场响应：在必要时，投标人将派专业人员到现场进行响应，解决用户在实际操作中遇到的问题，确保设备正常运行。

### 2.2 售后服务体系

#### (1) 质保期内服务

我司负责提供详细的系统维护保养计划并负责系统的维保工作。

质保期内我司电话与甲方对工作现场对系统进行检查、维护；我司维修工程师为甲方提供解决在日常工作中出现的大小故障的技术咨询和保障。

#### (2) 质保期外服务

质保期满后，我司提供良好的售后服务。

甲方应优先选择我司进行维护保养服务。如因第三方的维修保养不当，造成设备故障或损失，责任和损失由甲方自行承担。

对于质量保证期后可能涉及的大修改造情况，我司承诺以市场价格，根据新增功能的难易程度和全新设备的整体价格来综合报价。

### 2.3 故障响应时间

设备在使用过程中出现问题，我司在 8 小时内响应，若需要人员到场解决，5 个工作日内派员抵达用户方实施修理。

### 2.4 应急维修措施

若遇突发情况（设备失控、断电等无法判别的状况时），请按急停按钮，联系专业调试人员解决。

### 2.5 易损件、备件的供应

提供易损件、备件的清单，易损件和备件为市场常见型号，供货周期在一周以内。

### 2.6 质保期以外技术支持或技术服务

终身维护：承诺以市场价格对其供货产品提供终身维护服务，确保设备在整个使用寿命期间都能得到专业的技术支持。

升级服务：除了质保期内的免费升级外，投标人还将以市场价格提供后续的升级服务，以满足用户不断变化的需求。

### 2.7 制定切实可行的操作规程和使用指南

交付时随货提供台架操作规程以及操作说明书。

## 3. 培训服务内容

在设备安装现场对甲方进行培训，培训包括技术培训和维修保养培训。

技术培训内容包括软件应用功能操作，系统及设备的工作原理、运行操作、校准操作等。

维修保养培训内容包括设备常见、简易故障的判别、排除及调整等。

### 3.1 培训方案

确保客户全面掌握设备的使用、维修、管理、编程及操作技能。

### 3.2 培训对象

甲方管理人员和试验工程师。

### 3.3 培训方式

#### 3.3.1 系统使用培训

- (1) 结合设备安装调试的实际过程，进行现场教学与实操演练。
- (2) 提供详细的培训资料与操作手册，供招标人后续参考与学习。
- (3) 设立考核标准，对招标人的学习成果进行检验，确保培训效果。

#### 3.3.2 培训课程及培训人数

建议培训人数控制在 5 人以内，培训课程包括以下内容。

设备基础知识：

- (1) 设备的基本功能和工作原理。
- (2) 设备的技术参数，如电压、电流、功率等。
- (3) 设备的结构特点和各部件作用。

操作技能：

- (1) 设备的正确安装与连接方法。
- (2) 设备的日常操作与维护流程。
- (3) 设备的编程与调试技巧。

故障处理：

- (1) 常见故障的识别与排除方法。
- (2) 应急响应与故障处理流程。

管理知识：

- (1) 设备的管理与优化配置策略。
- (2) 设备的安全运行与防护措施。

### 3.3.3 培训教师安排

项目负责人和软件工程师，负责机械/电气/软件相关培训。

### 3.3.4 培训时间安排

结合设备安装调试过程同步展开，在终验收之前完成培训。

### 3.3.5 培训及安全保证

(1) 为使操作人员尽快消化设备的技术特点、掌握操作方法，乙方应制订完善的培训计划，安排经验丰富技术人员，在设备安装的后期进行操作人员的培训。培训形式主要为现场培训。通过培训，使受训人员能对设备全面了解，掌握日常控制过程，有能力处理一般故障和进行日常维护，提高设备的使用质量，并消除设备因使用或操作不当而引起的故障，减少突发故障的发生，从而保证设备长期稳定的运行。

(2) 设备本体对可能造成伤害的部位均应采用防护板或防护网隔离并有醒目警示。

(3) 所用电气元件均按照国标选配，确保稳定安全，符合三防要求。

甲方使用单位：西安建筑科技大学机电工程学院

乙方：重庆凯瑞测试设备有限公司

负责人：

负责人：

日期：

日期：

