

附件一：

编号：_____



西華大學
XIHUA UNIVERSITY

更新置换先进技术设备中长期贷款 项目立项申报书

项 目 名 称：流体及动力机械教育部重点实验室科研先进
技术装备采购项目

申 报 单 位：流体及动力机械教育部重点实验室

申报单位负责人：李正贵

项 目 负 责 人：李正贵

申 报 日 期：2022 年 10 月 27 日

联 系 电 话：13919090195

西华大学国有资产与实验室管理处制

一、项目基本信息

项目名称	流体及动力机械教育部重点实验室科研先进技术装备采购项目			
项目类别	☒ 新建 ☒ 改(扩)建 ☒ 更新			
项目归口 管理部门	☐ 教务处 ☒ 科技处 ☐ 网管中心 ☐ 基建处			
项目负责人	姓名	李正贵	职务职称	院长、教授
	办公电话	028-87723028	移动电话	13919090195
	Email 信箱	lzhgui@126.com		
项目总预算	3750.00（万元）			
项目简介： 西华大学流体及动力机械教育部重点实验室于2009年教育部正式批准立项为省部共建教育部重点实验室进行建设，2013年底通过教育部验收，2014年正式挂牌流体及动力机械教育部重点实验室，并对外开放运行，2018年通过教育部评估。 实验室是从事流体及动力机械基础应用研究的工程类实验室，以流体机械及工程、动力机械及工程、新能源技术与装置等研究方向为主要特色。开展泵、阀门、水轮机、压缩机、风机、风力机、飞行器、流量计、新能源发电系统、内燃机尾气排放控制系统、水电工程系统、消防工程系统等的性能试验、现场测试、设计分析等方面的科技服务和人才培养。实验室已发展成为特色突出、办学效益显著的我国动力工程及工程热物理学科的人才培养、科学研究、与技术开发的重要基地。 实验室所依托的西华大学动力工程及工程热物理学科是学校优势特				

色学科、四川省重点学科，并列为四川省首批“一流学科”。同时，实验室受到四川省能源动力重大装备技术“2011”协同创新中心，四川省水电能源动力装备技术工程研究中心、四川省泵行业协同创新中心、四川省军民融合中心、西华大学-Andritz 国际水力机械研究中心、动力工程及工程热物理一级学科硕士点等学科平台的支撑。

流体及动力机械教育部重点实验室科研先进技术装备采购项目拟优化完善资源配置方式，提高采购仪器设备的使用效率，充分发挥科研仪器对优势学科发展的支撑作用，为解决国家能源动力领域重大需求，人才培养、师资队伍建设、科学研究和社会服务、传承创新优秀文化、国际合作交流、国际国内以及区域或行业影响等提供有力支撑，为全国重点实验室申报，流体及动力机械教育部重点实验室、四川省重点实验室等高水平平台的建设和评估通过提供重要支撑。

本项目拟完成共计 71 台套科研设备的采购和安装，完善实验室设备建设，提升研究水平。3 年内，申报国家级科研平台 1 家；获批省级科研平台 1 家；新立项国家级及省部级科研项目 12 项；新发表高水平论文 30 篇；新获得省部级科研奖励 6 项；新引国家级人才 2 人，新增省部级人才 5 人；新增省部级创新团队 1 个；新增成果转化金额 800 万元；新举办国际国内学术会议 5-10 次。另外，本实验室资源的统筹协调、科学普及、开放共享、提高仪器设备使用效益。

二、立项论证

建设项目必要性：

“双碳”战略规划的实施为中国绿色清洁能源发展带来系统性变革。水电作为效率最高、调度最为灵活，在电网中占比最大的可再生能源将迎来重大发展机遇。党中央、国务院一系列重大战略决策部署为水电领域先进能源动力装备技术发展和应用提供了根本遵循。国家“十四五规划和 2035 年远景目标纲要”、国务院“2030 年前碳达峰行动方案”、国家能源局“十四五现代能源体系规划”、雅鲁藏布江下游水电开发规划等等要求“坚持生态优先、统筹考虑、适度开发、确保底线，积极推进水电基地建设”。西南作为全球水电资源最为密集的地区，其中长江干流乌东德、白鹤滩、溪洛渡、向家坝、三峡和葛洲坝水电站构成的世界最大清洁能源走廊绝大部分分布在四川，四川同时作为中国最重要清洁能源装备基地之一，在水能领域设备制造和运行维护全产业链核心技术方面居于全国领先水平，在大型水轮发电机组装备处于世界领先水平。四川省委省政府提出加快建设全国优质清洁能源基地和国家清洁能源示范省，建设清洁能源装备制造强省，打造具有全球先进水平和全国支撑作用的“两江一河”清洁能源走廊。然而巨型混流式超百万千瓦级水电机组研制的核心技术已进入全球“无人区”，现有基础理论已限制了超大型机组技术的再突破，要持续全面领跑该机型的技术全球的领先必须在应用基础理论上不断完善与创新。

流体及动力机械教育部重点实验室作为重要的科学研究基地，承担

着解决国家能源动力领域重大需求，人才培养、师资队伍建设、科学研究和社会服务、传承创新优秀文化、国际合作交流、国际国内以及区域或行业影响等方面重要任务。

然而，在我国能源动力领域中涉及到许多重大装备和技术，许多产品还必须依赖进口，国内许多企业只重视设备的进口而忽略技术的引进，或重视技术的引进而又忽略消化吸收，重复引进现象十分严重，造成了我国在这一领域中重大装备及技术的落后。特别是能源动力领域中大型水力发电设备、多能源互补发电装备、能源装备的智能化及关键技术问题亟待研究及开发应用。

因此西华大学流体及动力机械教育部重点实验室科研先进技术装备建设对完成上述任务、助力国家重大需求、实验室建设和学科发展具有重要意义。

建设项目可行性：（需明确拟购仪器设备郫都校区、彭州校区存放地点）

流体及动力机械教育部重点实验室统筹学科发展与人才梯队建设，经年不辍，慎思笃行，针对流体机械及工程、动力机械及工程、新能源技术与装置等方向打造了一支以长江学者为引领，以四川省千人计划等人才为中流砥柱的雄厚师资队伍。目前，实验室拥有固定人员 60 余人，博士学位占比高达 95%。队伍建立了稳定的“传帮带”机制，“老中青”结构科学合理，薪传火递，助力实验室的蓬勃发展，为平台建设提供了源源不竭的人才力量。

实验室建筑面积 5000 余平方米，经前期充分调研和研讨，所采购设备可存放于西华大学郫都校区 1 教 A 区、B 区和 C 区，部分设备存放于西华大学郫都校区航空航天学院，电气学院和汽车学院。上述场地为平台建设提供了设备存放空间。

同时，实验室在教育部和四川省教育厅的指导下，严格按照教育部重点实验室建设与管理办法运行和管理。以“发挥优势、突出重点”为指导思想。实行“开放、流动、联合、竞争”的运行机制。学校成立校领导负责的，科技、人事、财务、国有资产、研究生部等部门参加的重点实验室管理委员会，协调处理实验室建设、运行与管理中的重大问题。实验室实行学校领导下的主任负责制，由主任负责实验室的全面工作。实验室设立 5 名副主任，负责实验室的日常管理。同时，实验室设立办公室主任 1 名，协助做好实验室的日常管理工作。以上明确的管理责任，健全的管理制度为该项目建设提供了设备管理保障。

综上，流体及动力机械教育部重点实验室科研先进技术装备采购项目中所采购的所有设备均为目前在开展科学研究过程中亟需的关键设备，拟采购设备均经过充分调研及研讨后提出。本项目建设具有强大的人才队伍支撑、充足的存放空间保障、稳定的管理机制护航，可确保项目建设的有序进行。

综上所述，无论是科研人才队伍、存放地点、设备管理等各方面均证明本次项目建设具有很强的可行性。

建设项目科学性：

本项目拟采购设备紧紧围绕实验室在流体机械及工程、动力机械及工程和新能源技术与装置等主要研究方向，紧紧围绕我国能源动力领域中大型水力发电设备、多能源互补发电装备、能源装备、动力机械装备的智能化及其关键技术领域的科研需求。本项目拟采购设备均为先进而又亟需的设备，保障了其测量精度高，使得可开展的科学研究内容和深度有极大的提升。选型科学准确，紧紧围绕实验室建设、学科发展和科学研究需求，价格分布合理，具有先进性和前瞻性，需求大，后期使用频率高。

建设项目利用率：

本次项目申请购置的 71 台套设备，紧紧围绕实验室流体机械及工程、动力机械及工程和新能源技术与装置三个方向的科学研究，除服务于教育部重点实验室 60 多名研究人员和百余名硕士生的科研外，还服务于能源与动力工程学院、汽车学院、空天学院、电气学院两百余名教师和五六百名硕士的科研，充分保证后期设备的利用率。流体及动力机械教育部重点实验室建立有相关设备管理、操作和维护的工作人员团队，对设备的使用进行监督和管理。

本项目拟采购设备立足实验室资源的统筹协调、科学普及、开放共享等，进一步加强与其他高校、研究所的交流和合作，进一步提高设备的使用效益同时，提高西华大学流体及动力机械教育部重点实验室的知名度。拟采购设备在完成采购后，须在规定时间内完成相应考核指标，

确保设备利用率。	
建设项目使用效益： 本次项目预计效益（2023 年至 2025 年）分析如下： 申报国家级科研平台 1 家；获批省级科研平台 1 家；新立项国家级及省部级科研项目 12 项；新发表高水平论文 30 篇；新获得省部级科研奖励 6 项；新引国家级人才 2 人，新增省部级人才 5 人；新增省部级创新团队 1 个；新增成果转化金额 800 万元；新举办国际国内学术会议 5-10 次。另外，本实验室资源的统筹协调、科学普及、开放共享、提高仪器设备使用效益。	
项目建设 进度安排	（1）2022 年 9 月-2022 年 10 月：项目拟采购设备调研及申报。 （2）2022 年 10 月：优化拟购设备，项目专家论证。 （3）2022 年 11 月-2023 年 3 月：设备采购。 （4）2023 年 4 月-2023 年 11 月：设备的安装与调试。 （5）2023 年 12 月：项目设备验收。 设备到位后 3 月内完成验收前的全部工作。

三、项目采购清单及采购资金预算

主 要 仪 器 设 备						
仪器设备名称	型号	规格	数量	参考单价 (万元)	金 额 (万元)	主要技术参数
水轮机多相流动试验台模型机组	HL350	台	1	460.00	460.00	具体参数见附件
水轮机多相流动试验台模型机组支撑架	/	台	1	50.00	50.00	具体参数见附件
模型转轮	HL350 CJ400	个	4	35.00	140.00	具体参数见附件
转动部件裂纹检测试验台	LWT-8	套	1	72.00	72.00	具体参数见附件
水力机械空化与空蚀程度智能监测系统	CAV-6	套	1	98.00	98.00	(1) 硬件：稳压电源，控制系统、数据采集系统、显示系统 (2) 软件：水力机械空化与空蚀程度监测数据分析软件； (3) 测量参数包括：转速、功率、效率、流量、振动、噪声、压力脉动； (4) 噪声采样范围 0.1 Hz~180 kHz，灵敏度为 -211dB/1VμPa，振动采样范围：5~70 kHz，压力脉动采样范围：-1bar-10bar (abs)，不确定度：$\pm 0.25\%$； (5) 功能：①监测水力机械空化初生及发展；②监测水力机械空蚀程度；③监测水力机械内部不稳定流动状态。
PXI 测试系统	PXI	套	1	22.50	22.50	具体参数见附件

主 要 仪 器 设 备						
仪器设备名称	型号	规格	数量	参考单价 (万元)	金 额 (万元)	主要技术参数
水轮机状态评估及故障预测系统	/	套	1	110.00	110.00	面对水轮机在正常状态和特定故障状态下，该系统可以识别空化、异物卡塞、叶片断裂等特定故障，通过分别采集水轮机正常状态和故障状态下的试验数据，并基于模型机声学信号识别转轮室设备健康状态和特定故障状态。该系统的主要组成：传声器，低频速度传感器、振动加速度传感器、声发射传感器、水听器、水轮机状态评估及故障智能预测系统监测终端、水轮机状态评估及故障智能预测系统软件、专用电缆及附件。
HDM-V2 磨砂机	HDM-V 2	台	1	30.00	30.00	无机封，设备简单高效，换珠子非常方便；变频调速，搅拌轴转速 300-2500rpm。
振动样品磁强计	VSM-22 0	台	1	53.10	53.10	磁矩范围：10 ⁻³ emu-300emu(灵敏度：5×10 ⁻⁵ emu);温度范围室温到液氮温区域以及室温到 800°C
水力机械声学过程量数据采集装置	A02100 804	台	1	67.00	67.00	1. 数据采集单元 工业级计算机，模块化硬件（例如：麦克风模块和实时 DSP 模块用于数据快速采集） 环境：-40 ... 85 °C, < 95% 湿度 集成标准的工业接口 AMR Cortex-A9 处理器: 1 GHz 电源: 24V, 1.2 A 尺寸: 217x52x168 mm 操作系统: Linux 2. IEPE 声学传感器 灵敏系数：50 mV/Pa 频率响应范围：5-20kHz 动态响应范围：30/130 dB
高精度激光测振系统	VFQ	套	1	72.00	72.00	具体参数见附件

主 要 仪 器 设 备						
仪器设备名称	型号	规格	数量	参考单价 (万元)	金 额 (万元)	主要技术参数
光学测量仪	LJ-X8080	台	2	13.00	26.00	具体参数见附件
流体运行智能测控与校准集成系统	ARTS-5025	套	1	65.00	65.00	RBOTIC 性能测量软件 RBOTIC DH 参数校准软件 ARTS 专用测量靶标 FARO 激光跟踪仪
电涡流测功机	WZ-300	台	1	8.00	8.00	5000rpm, 300N.m, WLK-5A 模拟控制器
气体压力测量仪	Handy Polaris	台	1	12.00	12.00	(1)溶氧精确度 $\leq \pm 1\%$ 。 (2)气体压力测量精确度为 $\pm 2\%$ 。(3)温度测量精确度为 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。
激光多普勒测速系统	LDV-PDPA	套	1	175.00	175.00	具体参数见附件
水洞气泡示踪粒子发生系统	SQL-5	套	1	15.00	15.00	具体参数见附件
流体及动力机械教育部重点实验室科技成果信息管理系统	/	台	1	30.00	30.00	按规范的软件项目设计要求进行设计文档编写、代码编写,包括完善的 UML 设计图、规范的代码源文件、注释、命名等。系统要求支持 Sql Server 或 Oracle 数据库系统,支持 Windows 和 Linux 操作系统平台。系统架构采用 B/S 模式。

主 要 仪 器 设 备						
仪器设备名称	型号	规格	数量	参考单价 (万元)	金 额 (万元)	主要技术参数
高温磁流变分析仪	MCR302e	台	1	80.00	80.00	(1) 马达类型：永磁体驱动的同步直流电机马达； (2) *振荡模式最小扭矩：0.5nNm； (3) *旋转模式最小扭矩：1nNm； (4) #最大扭矩：230mNm； (5) 扭矩分辨率：0.05nNm； (6) 最小偏转角设定值：0.05μrad； (7) *最大角速度：≥310 rad/s； (8) 最大转速：3000rpm； (9) 最小角速度：1.0E-9 rad/s； (10) 角位移分辨率：10 nrad； (11) *最小振荡频率：<1.0E-7 Hz； (12) 法向力传感器类型：电容式法向力传感器； (13) 最小法向力：≤0.005N； (14) 最大法向力：≥50N； (15) 应变阶跃间隔：≤10 ms； (16) 速度阶跃间隔：≤5 ms； (17) 马达轴承：多孔石墨空气轴承，轴承无需通电； (18) 温控系统最高可扩展温度：≥1000℃； (19) *磁流变测量系统，最大最大磁场密度 1Tesla； (20) *磁流变测量系统须采用循环控温和半导体辐射对流结合的控温系统，温度范围为-10~170℃
高倍率镜头接触角测定仪	EXJCY-4	台	1	8.00	8.00	角度测量范围 0-180°，最高分辨率 1280*1024
特斯拉泵可视化试验模型	XC-TSL-260	套	1	15.00	15.00	高透明有机玻璃叶轮和壳体模型一批、含运输和安装

主 要 仪 器 设 备						
仪器设备名称	型号	规格	数量	参考单价 (万元)	金 额 (万元)	主要技术参数
氦气泡发生器	HPF	台	1	5.00	5.00	具体参数见附件
内窥镜	/	台	1	15.00	15.00	具体参数见附件
高频闪频仪	/	台	1	12.00	12.00	具体参数见附件
抽蓄机组性能测试系统	CHY-100	套	1	60.00	60.00	具体参数见附件
微电网并网器(永磁发电机并网控制系统)	WY-200	套	1	15.00	15.00	150KW, 输出电压 600V-700V
水热储能系统(含监控系统)	DL-4000	套	1	17.00	17.00	80KW,输出电压 400v, 测控回路 ≥ 5 , 温度 $\geq 300^{\circ}\text{C}$, 储热时间不小于 4h。
微型汽轮发电机组	N0.01-0.98	台	1	20.00	20.00	10KW
平流水发电系统(含监控系统)	FG-P600	套	1	29.00	29.00	600W, 输出电压 20-150v, 最大电流 10A, 直径 825mm, , 测控回路 ≥ 6 。水槽宽度大于 1.2 米、长度大于 2m。

主 要 仪 器 设 备						
仪器设备名称	型号	规格	数量	参考单价 (万元)	金 额 (万元)	主要技术参数
低 压 断 路 器	800kVA , 1500A	台	1	4.50	4.50	额定电压：0.4kV;额定容量：800kVA；户内安装
10kV 补偿电容柜	GGD-20 0kVar	台	1	5.00	5.00	额定电压：10kV;额定容量：200kVar；户内安装
新 能 源 接 入 输 配 电 电 源 模 拟 及 控 制 装 置	定制	套	1	80.00	80.00	(1)相数：三相；输入电压：0.4kV；自耦变压器额定容量：800kVA 输出电压第一级：0~10kV 可调；升压隔离变压器额定容量：800kVA 第二级 0~35 kV 可调；(2) PLC 操作台,采用人机界面的方式,实现自动控制,以及数据处理分析。(3) 具有独立远程操控平台,手动控制及全自动控制两种控制方式；主电源开关的分、合控制及状态显示；调压器状态检测并显示；过流保护,过压保护,短路保护,紧急分闸,试验数据记录报告,警铃等保护措施；可以同时显示调压器输出电压、调压器输出电流。 (4) 满足多点分布式新能源发电接入需求。
故 障 定 位 装 置	定制	台	1	15.00	15.00	适用于 6-35KV 故障线路停电后快速准确定位接地点,电缆小电流接地系统配电网,检测架空线路的金属性接地、经电弧接地、经过渡电阻接地等多种故障定位
10kV 一 二 次 融 合 开 关	定制	台	1	5.00	5.00	额定电压 10kV,具备单相选线、保护功能
10kV 高 压 断 路 器	定制	台	1	5.00	5.00	额定电压 10kV,额定电流 200A,具备远程操控能力
35kV 高 压 断 路 器	定制	台	1	8.00	8.00	额定电压 35kV,额定电流 100A,具备远程操控能力

主 要 仪 器 设 备						
仪器设备名称	型号	规格	数量	参考单价 (万元)	金 额 (万元)	主要技术参数
10kV 线路模拟装置	定制	套	1	30.00	30.00	(1) 额定电压 10kV, 具备 20 公里电缆模拟能力; (2) 具备 RLC 模拟调节能力, R、L 和 C 均可独立调整, 参数范围满足 20KM 实际线路需求; (3) 具备故障模拟功能, 近端故障几十米, 远端故障几百米, 低阻故障模拟器: 0 欧姆~百欧姆级; (4) 具备不低于 3 个回路线路模拟能力。
故障录波仪	MR6000	台	1	25.00	25.00	(1) 存储记录仪最高采样可扩展支持 200MS/S, 可支持多路同步测量电压、电流、温度、应变、频率、加速度、CAN、逻辑信号等; 最多可扩展 32 通道模拟量或 128 通道数字量测量。 (2) 配至少 8 个模拟电压测量: 精度$\pm 0.1\%$ f.s. (滤波 5Hz, 含零位精度) AD 位数 16bit, 5MS/s 同步采样, 测量量程: 4, 10, 20, 40, 100, 200 V f.s., 6 档量程可测量/显示的 AC 电 压 : 140 Vrms 低 通 滤 波 : 5/500/5k/200kHz; (3) 至少满足 USB 接口 6 个, 追踪光标: 8 个, 横向光标: 8 个, 量规: 8 个, 指定区间: 区间光标 1/区间光标 2, 配 LAN, SD, SATA, MONITOR 接口, (4) 包含 1GW 内存应用单元, 256G 固态硬盘, 最大支持 40MS/S 的实时存储, 支持远程 FTP 实时存储, (5) 时间轴精度: $\pm 0.0005\%$, 支持 16 通道波形运算和 32 通道的数值运算, 12.1 英寸 XGA-TFT 彩色液晶屏 (1024$\times$768 点), win10 中文版本操作系统, 设备触摸屏操作, (6) 具备数字滤波, 实时波形运算, 波形检索、FFT、双重采样、模拟触发、逻辑触发、间隔触发、触发滤波、波形缩放、波形画面分割、探头补偿信号输出、屏幕锁定、邮件发送等功能

主 要 仪 器 设 备						
仪器设备名称	型号	规格	数量	参考单价 (万元)	金 额 (万元)	主要技术参数
USB 示波器	6804E	台	1	14.00	14.00	(1) *模拟带宽: $\geq 500\text{MHz}$ (2) *通道数: ≥ 8 (3) *采样率: $\geq 5\text{GSa/s}$ (4) *分辨率: 12bit (5) 时基精度: $\leq \pm 2\text{ppm}$ (6) 时钟漂移: $\leq \pm 1\text{ppm/年}$ (7) 时基范围: 1ns/div 至 5000s/div (8) 应用软件 (9) *二次开发驱动: 支持 Labview、C++ (10) *数据记录功能: 能以 80MS/s 采样率连续不丢点记录数据 48 小时以上, 具有数据回放 (11) *操作系统: 支持 MAC 及 Windows 的操作系统 (12) *重量: $\leq 0.5\text{kg}$ (13) 计算机接口: 具有 WiFi 功能, 同时具有 USB、RS232、LAN、GPIB 中至少两种接口
电压探头	RP1018H	台	1	1.50	1.50	18kV, 150MHz
高压输电线路试验综合监测系统	定制	台	1	33.50	33.50	(1) 支持 16 路以上的电压、电流、状态等电气数据监测、实时曲线显示与数据存储功能, 历史数据查询分析功能; (2) 提供微气象模块, 具备环境状态参数测量功能; (3) 提供高数摄像机, 具备视频监控数据接入功能; (4) 具有监测预警风险评估功能;
10kV 电压互感器	JDZX9-35	台	1	0.60	0.60	0.2/3P
10kV 电流互感器	LZZBJ9-12	台	1	0.40	0.40	0.2S/10P

主 要 仪 器 设 备						
仪器设备名称	型号	规格	数量	参考单价 (万元)	金 额 (万元)	主要技术参数
35kV 电压互感器	JDZX9-35	台	1	2.10	2.10	0.2/3P
35kV 电流互感器	LZZBJ9-40.5	台	1	1.20	1.20	0.2S/10P
热成像仪	上海热像科技 628CH	台	1	10.00	10.00	测温范围: -20℃-2000℃ 测温精度: ±2℃或±2%, 取大值超 灵敏度 (NETD): <30mK(0.03℃@30℃) 视场角(FOV): 25°*18.7° 空间分辨率(IFOV): 0.67mrad, 最小成像距离: 0.5m 测温区域: 支持 5 个测温点, 10 个测温线, 10 个测温区域
瞬态平面热源法导热仪	HCDR-S	台	1	5.00	5.00	导热系数测试范围: 0.005-300 (W/mK); 一号探头 7.5mm, 0-1w; 二号探头 15mm, 0-14w; 精度:±3%;
微机控制四球摩擦试验机	MRS-10A	台	1	10.00	10.00	摩擦力测试范围: 0~300N; 摩擦力测试误差: ±0.5%, 试验时间控制范围: 1 秒-999 小时
差示扫描量热仪	DSC 214 Nevio	台	1	40.00	40.00	工作条件 环境温度: 0 - 40℃; 相对湿度: 20-70%; 电源规格: 220V (AC), 50Hz 技术规格 温度范围: -170 ~ 600℃ 升/降温速率: 0.001 ~ 500℃/min 温度准确度: ±0.05℃ (标准金属) 温度重复性: ±0.01℃ (标准金属) 基线漂移 (-50℃ ...300℃): <10μW 基线重复性 (-50℃ ...300℃): <10μW 量热灵敏度: 0.1μW 量热范围: ±750mW 量热准确度: ± 0.1% (标准金属) 量热重复性: ±0.05% (标准金属) In 响应比例: > 100 mW/K

主 要 仪 器 设 备						
仪器设备名称	型号	规格	数量	参考单价 (万元)	金 额 (万元)	主要技术参数
液流试验平台	YL100-15	套	1	60.00	60.00	具体参数见附件
高扬程双吸泵	sh	台	2	20.00	40.00	具体参数见附件
阻尼减震器示功疲劳综合试验台	WST-WP02	套	1	7.50	7.50	最大试验力 2000N,速度 10-200r/min
试验台动力驱动系统	DLQD-6	套	1	25.00	25.00	具体参数见附件
离心泵可视化试验模型	定制	套	4	9.00	36.00	高透明有机玻璃叶轮、蜗壳、进出口管道模型 4 套、含运输和安装

主 要 仪 器 设 备						
仪器设备名称	型号	规格	数量	参考单价 (万元)	金 额 (万元)	主要技术参数
高性能多功能数据采集系统	IECUB E-8800	套	1	98.00	98.00	1.系统包含机箱,用于插放数据采集模块以及控制器等,机箱包含 10 个 PXI 插槽,其中混合插槽 7 个,系统定时插槽 1 个,槽冷却能力 82 瓦,机箱最大系统带宽可达 24GB/s,且自带 VCXO 时钟; 2.系统包含控制器,支持 PXIe 总线协议,搭载 512GB 固态硬盘、8GB 内存以及 2.8GHz Intel Xeon 四核处理器,最大控制器带宽 16GB/s,包含以太网、USB、SMB、DB-9 等接口,控制器预装 win10 系统; 3.系统具有多功能采集功能,包含 16 个模拟输入通道,最大采样率 2MS/s,模拟输入分辨率 16bits,包含 2 个模拟输出通道,最大更新率 2.86MS/s,包含 24 个双向数字通道以及 4 个计数器; 4.系统具有高性能同步采集功能,包含 8 个模拟输入通道,支持同步采样,每通道最大采样率 2.5MS/s,模拟输入分辨率 14bits,包含 8 个双向数字通道以及 2 个计数器; 5.系统具有数字控制功能,单端数字通道电流驱动 2A,包含 8 路数字输入通道,数字输入电压范围-30V 至 30V,包含 8 路数字输出通道,输出电压范围 0V 至 150V; 6.系统具有声音振动信号采集功能,包含 8 路模拟输入通道,最大采样率 204.8kS/s,模拟输入分辨率 24bits,高通滤波截止频率 0.5Hz, DSA 动态范围 114dB; 7.系统具有示波器功能,包含 2 个电压输入通道,最大带宽 6MHz,最大采样率 15MS/s,模拟输入分辨率 24bits,示波器板载内存大小 8MB/ch; 8.系统具有嵌入式数据采集控制功能,搭载 Virtex-5 LX110 FPGA 芯片,包含 8 路模拟输入通道,最大采样率 750 kS/s,包含 8 路模拟输出通道以及 96 路双向数字通道,最大时钟速率 40MHz; 9.系统具有波形发生器功能,包含 1 个波形发生通道,可以生成-6V 至 6V 的信号,最大带宽 43MHz,最大更新率 100MS/s,模拟输出分辨率 16bits,包含 8MB 板载内存,支持脚本编程。 10.系统支持图形化编程语言编程;

主 要 仪 器 设 备						
仪器设备名称	型号	规格	数量	参考单价 (万元)	金 额 (万元)	主要技术参数
流体动力 测试伺服 运动样机	SYB151 0A	台	1	5.00	5.00	8kg, 重复定位精度±0.05mm
LabVIEW 软件	Vision Develop ment 模块	套	1	36.00	36.00	LabVIEW 可为测试、测量和控制应用而设计的系统工程软件, 可快速访问硬件和数据信息。 LabVIEW 编程环境简化工程应用的硬件集成, 可以采用一致的方式采集 NI 和第三方硬件的数据。降低编程的复杂性, 提供拖放式工程用户界面创建和集成的数据查看器, 可视化结果。用于实验数据的采集和分析处理。
文丘里管 试验模型	定制	套	4	6.00	24.00	兼具低速\高速文丘里试验功能要求, 设备主要配置: 循环管路、试验观测段、稳流系统、动力系统、辅机系统、试验仪器、测量系统、吊运设备、工作栈桥等; 设备试验观测段尺寸: 长约 1500mm, 扩散段直径 100mm, 收缩段直径 10-40mm; 收缩后循环管路整体采用全循环结构, 收缩后试验观测段采用透明有机玻璃材料制作、其余管道采用不锈钢材料制作。
气液固多 相混输装 备测试平 台	定制	套	1	60.00	60.00	含气率: 0~90%; 流量: 0~100m ³ /h; 测试内容: 扬程、流量、含气率、含沙量、效率、压力脉动、磨损等

主 要 仪 器 设 备						
仪器设备名称	型号	规格	数量	参考单价 (万元)	金 额 (万元)	主要技术参数
TransAT 软件	V5.7	套	1	24.00	24.00	TransAT 多相流体模拟仿真软件 V5.7 提供 VOF 和 Level Set 界面追踪模型，两种模型均可单独使用，可用于模拟气液、液液、液固两相流的界面运动。 本项目提供的并行模块支持 64 核并行计算，可以轻松处理千万网格或上亿颗粒的计算。 TransAT 多相流体模拟仿真软件 V5.7 可模拟可压缩两相流的现象，液体和气体均考虑可压缩状态，能够准确计算压力波在两相之间的传递以及界面上的压力波反射等问题，模拟水锤等现象。 能够在工作站、服务器上安装配置，License 支持局域网内的浮动调用；许可文件为永久授权。
鱼类高通量行为筛选箱	/	套	1	10.00	10.00	设备包括专业光学凸镜，生物周期模拟装置，光照强度、光照时长调节装置和专业数字 GigE 工业摄像机：-红外敏感度高-视频采样速率高达 60fps-可调镜头分辨率：640*480@60fps/1280*960@15fps/800*600@30fps-光学红外过滤镜片及防震底座
高速泵空化特性试验台	/	套	1	25.60	25.60	流量 Q 大于 50m³/h；扬程 H 大于 300m；转速 n 大于 7000r/min
余压能利用综合实验台	/	套	1	56.00	56.00	试验台需满足一定通用性，能够完成微型反击式水轮机外特性性能实验、压力脉动测试和内部流场测试。
调速器特性和机组参数综合测试系统	TG2000 H	套	1	20.00	20.00	具体参数见附件

主 要 仪 器 设 备						
仪器设备名称	型号	规格	数量	参考单价 (万元)	金 额 (万元)	主要技术参数
XY 高精度 直 线 电 机 平 台	LMP20 0-XY	台	1	15.50	15.50	分辨率：0.1μm 单向重复精度：±200nm 绝对定位精度：±2.5μm 直线度：±2.5μm 平面度：±5μm 最大负载：20kg
金属 3D 打 印	BLT-A4 00	台	1	280.00	280.00	具体参数见附件
工作站	T7920	台	20	7.50	150.00	具体参数见附件
160kW 混 合 动 力 测 试 台 架	非标定 制	套	1	140.00	140.00	额定功率：160kW； 额定扭矩：340N.m； 额定转速：4500rpm； 最高转速：15000rpm；恒恒扭矩转速 0~4500 rpm； 恒功率转速：4500~9000 rpm； 冷却方式：风冷加液冷 电池模拟功率：160kW。
新 能 源 汽 车 热 泵 空 调 系 统 开 发 试 验 台	非标定 制	套	1	60.00	60.00	冷媒：CO2、R134a 等； 1 米噪声：<70dB； 具备声光报警，且支持自定义； CAN 通讯，协议开放；响应：≤100ms。
快 速 碳 氢 检 测 仪	HFR500	台	1	100.00	100.00	响应时间<0.9ms，零点漂移<1%FS/h

主 要 仪 器 设 备						
仪器设备名称	型号	规格	数量	参考单价 (万元)	金 额 (万元)	主要技术参数
涵道风扇 试验系统	定制	套	1	400.00	400.00	(1) 适配涵道量级: 50~120 mm, 150~200 mm, 250~300 mm, 300~500 mm, >500 mm (含 1000mm) (2) 硬件: 稳压电源, 控制、显示系统 (3) 功能: ①电机-桨叶匹配功能(桨发匹配, 静态匹配/无风, 动态匹配/有风); ②飞发匹配(涵道风扇和飞行器) (4) 测量参数包括: 转速、功率、电压、电流、推力、扭矩、压比、流量、进口畸变测量(总压耙)、功重比
项目建设总预算: 3750.00 (万元)						

注: 单台(套)设备需按设备名称填写。

四、项目技术和管理人员配置计划

姓名	职务 职称	所属单位	项目建设中承 担的主要任务
李正贵	教授	西华大学能源与动力工程学院	负责人
刘小兵	教授	西华大学	主要参与人
江启峰	教授	西华大学能源与动力工程学院	主要参与人
史广泰	副教授	西华大学能源与动力工程学院	主要参与人
邓万权	讲师	能源与动力工程学院实验中心	主要参与人
吉雷	讲师	能源与动力工程学院实验中心	主要参与人
卢加兴	副教授	流体及动力机械教育部重点实验室	主要参与人
曾永忠	副教授	流体及动力机械教育部重点实验室	主要参与人

龙驹	副教授	流体及动力机械教育部重点实验室	主要参与人
张惟斌	高级实验师	流体及动力机械教育部重点实验室	主要参与人
姚兵	讲师	流体及动力机械教育部重点实验室	主要参与人
陈芳	讲师	流体及动力机械教育部重点实验室	主要参与人
闫盛楠	讲师	流体及动力机械教育部重点实验室	主要参与人
余波	教授	能源与动力工程学院能源与动力工程系	主要参与人
王桃	副教授	能源与动力工程学院能源与动力工程系	主要参与人
符杰	副教授	能源与动力工程学院能源与动力工程系	主要参与人
陈小明	讲师	能源与动力工程学院能源与动力工程系	主要参与人
熊平	讲师	能源与动力工程学院能源与动力工程系	主要参与人
刘晓庆	教授	能源与动力工程学院水利水电工程系	主要参与人
袁仨	讲师	能源与动力工程学院水利水电工程系	主要参与人
王军	教授	西华大学法规处	主要参与人
孙章	高级实验师	西华大学电气学院	主要参与人
杜海	副教授	西华大学空天学院	主要参与人
韩志强	教授	西华大学汽车与交通工程学院	主要参与人
暴秀超	教授	西华大学汽车与交通学院	主要参与人
孟忠伟	副院长/教授	西华大学汽车与交通学院	主要参与人
唐岚	教授	西华大学汽车与交通学院	主要参与人

王永忠	副教授	西华大学汽车与交通学院	主要参与人
曾东建	教授	西华大学汽车与交通学院	主要参与人
李跃平	副教授	西华大学汽车与交通学院	主要参与人
樊利康	讲师	西华大学汽车与交通学院	主要参与人
童勇	讲师	西华大学汽车与交通学院	主要参与人
张正方	讲师	西华大学汽车与交通学院	主要参与人

五、支出绩效目标申报表

预算执行率权重(%):	10			
整体目标:	本项目拟完成共计 71 台套科研设备的采购和安装,完善实验室设备建设,提升研究水平。3 年内,申报国家级科研平台 1 家;获批省级科研平台 1 家;新立项国家级及省部级科研项目 12 项;新发表高水平论文 30 篇;新获得省部级科研奖励 6 项;新引国家级人才 2 人,新增省部级人才 5 人;新增省部级创新团队 1 个;新增成果转化金额 800 万元;新举办国际国内学术会议 5-10 次。另外,本实验室资源的统筹协调、科学普及、开放共享、提高仪器设备使用效益。			
一级指标	二级指标	三级指标	指标值	权重 (%)
产出指标	数量指标	采购的设备类型及数量	完成共计 71 台套科研设备的采购和安装,完善实验室设备建设,提升研究水平	20
	质量指标	设备质量达标率	100%	10
	时效指标	采购按期完成率	100%	10
	成本指标	成本预算	3750 万	10
效益指标	经济效益指标	新增成果转化金额	800 万	10
	社会效益指标	促进学科特色发展	新立项国家级及省部级科研项目 12 项;新发表高水平论文 30 篇;新获得省部级科研奖励 6 项,新引国家级人才 2 人,新增省部级人才 5 人;新增省部级创新团队 1 个。	10
	生态效益指标			
	可持续影响指标	学校影响力	申报国家级科研平台 1 家;获批省级科研平台 1 家	10
满意度指标	服务对象满意度指标	受益人员满意度	100%	10

填报说明: 1.绩效指标由各单位(部门)结合项目具体情况增删,其中产出指标中至少选填数量指标、质量指标两项指标,效益指标中至少选填一项;批复后的绩效目标为绩效考评的主要依据;设定指标时可参考学校“十四五”发展规划纲要。

六、承诺

我单位填报的立项论证申报材料真实可行。若有不实，我单位愿承担一切责任。

项目负责人(签字):

立项申报单位负责人（签字、盖章）:

七、立项论证意见

论证组专家(签字):

附件：部分设备清单技术参数

一、水轮机多相流动试验台模型机组

1、静压轴承支座、静压轴承转动部件

1) 测功机静压轴承支座

● 功能描述

测功机静压轴承支座安装于抽蓄式水轮机模型试验台测功机平台上，用于承载测功电机，作为试验台力矩测量系统的主要部件，测量水轮机转矩。

静压轴承支座外环把合安装在测功机平台，测功机定子把合安装在静压轴承推力头。模型水轮机通过与测功机转子相连的主轴将转矩传递给测功机转子，再由转子通过切割磁力线产生电磁力矩将该转矩传递到定子，最后通过设置在定子外缘测功臂上的钢带传递给力矩传感器，测量出模型水轮机转矩。

● 技术要求

测功机静压轴承支座采用径向和推力联合轴承，承载力大，回转精度高，运行平稳，结构紧凑。要求统一进油、回油设计，以解决轴承漏油、压力不均衡的难题。节流元件便于调整、维修、更换。进一步优化密封结构，选用优质密封材料，以避免各密封面由于密封材料的老化，失去弹性而产生漏油。

✓ 结构形式：整体瓦结构，油路内置

✓ 灵敏度： $\leq 0.03\text{N.m}$

✓ 力矩标定精度： $\leq 0.03\%$

✓ 轴向载荷：测功机重量

✓ 转矩测量范围：0~3000N.m

✓ 径向载荷：系统不平衡力矩

✓ 支座安装高程：+8.0m

✓ 油泵站安装高程：0.0m

✓ 各油腔外接压力表

✓ 进油口处接 5 μ 过滤器、压力表

✓ 其它按国家有关标准执行

● 供货范围、数量

✓ 测功机静压轴承支座：1 台；

- ✓ 液压站 1 台；
- ✓ 要求油箱与制冷机连接孔在油箱侧壁上，出口设压力表和压力变送器，供电电压 24v，输出4-20mA电流信号；液压站设置配置有变送器的液位计，将液位信号远程传输至上位机，供电电压24v，输出4-20mA 电流信号，液压站供油管采用 M24x1.5扩口式接头，回油管路采用 M36x2卡套式接头。
- ✓ 配置有压缩机的制冷机 1台；
- ✓ 各种过滤器虑芯备件： 各5 件；
- ✓ 液压站与支座连接的进油、回油管路若干；

2)、静压轴承转动部件

● 功能描述

该部件作为水轮机模型试验装置轴系的支撑，传递模型水轮机主轴的输出转矩，同时要求能够测量轴系摩擦力，并可完成轴系摩擦力的原位率定，同时具备测量轴向推力和径向推力的能力。

● 结构特点

静压轴承转动部件安装形式为立式，通过密封环下端平面与模型试验装置的顶盖把合，主轴下端与模型转轮连接，主轴上端通过万向联轴器与测功电机连接。结构形式为双套轴承结构，内套与主轴为滚动轴承结构，内套与外套为静压轴承结构，内套不转动，通过其上设置的测功臂与负荷传感器相连，实现对滚动轴承和密封与主轴间的机械摩擦力矩传感器的单向标定，双向测量。密封结构：间隙密封，同时要求设计薄膜密封安装结构。

● 材料要求

- ✓ 转动部件摆动套、密封套均要求采用不锈钢材料，轴瓦为铸铜，其余部件可采用碳钢材料。
- ✓ 主轴选用 3Cr13 不锈钢材料，通过淬火+低温回火热处理工艺将其表面硬度提高到 HRC50~53；与橡胶唇口密封接触部位的表面要求喷涂碳化钨，将表面硬度提高到 HRC60 以上，粗糙度不低于 Ra0.8。
- ✓ 其余不锈钢零部件作调质处理，以提高其工艺性能和表面硬度，避免在装配、使用过程中表面划伤、磕碰。

● 技术参数

- ✓ 水轮机主轴最高转速： $n_{\max}=2500\text{rpm}$
- ✓ 静压轴承灵敏度为： $\leq 0.05\text{N.m}$
- ✓ 摩擦力矩测量精度： $\leq 0.5\%$ (满负荷为 10kg)
- ✓ 最大轴向载荷约为： 2000kg
- ✓ 轴向载荷测量精度： 1%
- ✓ 最大径向载荷约为： 200kg
- ✓ 8)主轴回转精度： $\leq 0.01\text{mm}$
- ✓ 9)转动部件安装高程： +6.0m
- ✓ 供油系统安装高程： 0.0m
- ✓ 接口尺寸按甲方要求
- ✓ 其它按国家有关标准执行

● 供货范围、数量

- ✓ 抽蓄式水轮机模型静压轴承转动部件 1台；
- ✓ 传感器： Z6FC3（10kg） 1件；
- ✓ 1kg 级砝码 M2 5件；
- ✓ 液压站 1台；

要求油箱与制冷机连接孔在油箱侧壁上，出口设压力表和压力变送器，供电电压 24v，输出 4-20mA 电流信号；液压站设置配置有变送器的液位计，将液位信号远程传输至上位机，供电电压 24v，输出 4-20mA 电流信号，液压站供油管采用 M24x1.5 扩口式接头，回油管路采用 M36x2 卡套式接头。

- ✓ 配置有压缩机的制冷机 1台；
- ✓ 下径向轴承下端回油孔配回油泵： 1台；
- ✓ 摩擦力矩测量装置： 1套；
- ✓ 转动部件主轴两端平键 各1件
- ✓ 满足甲方现场安装、调试要求的进、回油管及接头若干；
- ✓ 备件：滚动轴承 3 套（每台部件所需各型滚动轴承数量总和为一套）；
- ✓ 橡胶唇口密封 3 套（每台部件所需各型密封数量总和为一套）；
- ✓ 各部位节流器： 各3只；
- ✓ 各型滤芯： 各5 件

✓ 密封环底座（不锈钢）：

1件

3) 转动部件维护检修操作台

静压轴承在使用过程中所涉及的滚动轴承更换、静压轴承由于清洁造成的灵敏度下降问题，影响转动部件的测试灵敏度，需要对现有的静压轴承进行维护和保养。

4) 冲洗油箱

设置冲洗油箱的箱体，油泵、过滤器及相关的液压件。考虑到现在实验室环境匹配，采用不锈钢箱体，可以吊装。设置接油盘。

5) 装配与测试平台

设置与现在转动部件尺寸相适应的箱体尺寸，配有清洁压力油源油泵、过滤器及相关的液压件。采用不锈钢箱体，可以吊装。设置接油盘。

2、测功机

测功电机和水泵拖动电机是试验台循环系统中最重要的部件，它直接关系到水力研发和模型试验台的测试精度和稳定性，保证其稳定性与质量尤为重要。根据研究试验中心新型抽蓄模型试验台的试验工艺技术要求，需采购试验用同步交流测功电机1台套，现提出如下技术要求：同步交流测功电机作为水力机械试验台的重要设备，它不仅是水轮机/水泵试验的动力输出/输入设备，更是测试水轮机、水泵效率计算参数（转速、转矩）的重要元件，为保证试验台的综合精度达到 $\leq \pm 0.25\%$ ，按照误差分析原理以及各参数的测试手段，分配至转速测量的不确定度为 $\leq \pm 0.1\%$ ，转矩测量的不确定度为 $\leq \pm 0.045\%$ ，根据这个要求，需要电机采取优化的方案设计和精密的制造，以保证电磁转矩的稳定输出。

电机定子固定在静压轴承浮动推力支座上，通过定子外壳上设置的测功臂与力矩传感器相连，以实现转矩的测量；转子主轴非传动端与测速编码器相连，用于测量水轮机转速，传动端通过转动部件与水轮机相连。

1) 电机规格和参数

- 数量：1 台
- 额定功率：500Kw 额定电压：800V 额定电流：424A 额定频率：50Hz
- 同步转速：1500r/min
- 功率因数：0.9(超前) 励磁方式：他励
- 励磁电压：83V 励磁电流：60A 绝缘等级：F 级工作制：S1
- 防护等级：IP23

- 冷却方式为 IC01，自带优质低噪音鼓风机，风机噪音 $\leq 70\text{dB}$ ；过载能力：1.5 倍额定电流，历时 30 秒；

2) 技术要求

- 电机可以平滑调速；
- 电机在各转速段都能保持稳定的电磁转矩输出，不允许出现较大的正弦波；
- 电机轴承（NSK）为滚动轴承结构，3 号锂基脂润滑；
- 电机带测温元件（Pt100 铂电阻），其中定子 6 个，轴承 2 个；电机带加热器，功率 1000W；
- 电机产品标准符合国标；
- 电机外形制造要求
- 电机外壳焊接件不允许有错缝及凸台，所有焊缝必须打磨光滑平整。
- 外表面喷涂底漆前应多次补腻子，刮涂原子灰，面漆涂层应均匀，无流挂、粗粒、杂物等，按东电涂漆规范最高标准制作。电机通风窗要求采用不锈钢冲压件。电机整体颜色采用 RAL2002。

3) 供货范围：

- 电机本体；
- 电机非轴伸端带光电编码器（OMRON E6B2）及底座；定子机壳带测功臂并且提供检定报告；
- 提供与水轮机轴相连接的法兰；
- 提供与静压轴承推力头相连接的定子支架；
- 提供必要的备品备件；

3、蜗壳（外四方形，两半加工，加工精度；）

1) 材料

S135材质

2) 加工

蜗壳为 HL350 型

蜗壳采用数控分半加工，两半连接面采用 O 型圈密封，连接面保证内表面精度，螺栓连接

蜗壳内表面光洁度精度等符合以下要求。

- 内表面型线允许偏差 $\pm 0.5\%$;
- 转轮内表面粗糙度不大于 0.8。

4、尾水管,整体加工及测压管;

1) 材料

S135材质

2) 加工

按混流式HL350模型机组尾水管结构加工尾水管（包括锥管、肘管、扩散管），其中，锥管采用高透明有机玻璃整体加工制作，肘管采用不锈钢材料整体加工制作，扩散管可采用焊接制作。各部分两端连接通过法兰连接，连接强度满足水轮机性能试验要求。

- 内表面型线允许偏差 $\pm 0.5\%$;
- 尾水管内表面粗糙度不大于 0.8。

5、测控系统:

1) 整体要求，本系统的总体要求:

- 系统运行的安全可靠: 控制系统应能对试验系统设备进行灵活方便的智能控制和在线实时监视，使操作人员及时发现异常和隐患，从而避免和减少设备事故对试验的影响，实现运行的可靠性。在应急情况下，可利用手动方式直接启停某些关键设备，为试验设备提供安全灵活的操控保障。
- 系统控制的智能性: 本系统要求能对试验系统设备进行灵活方便的智能控制，保证试验系统设备运行能为测试系统创造最佳的运行环境。另一方面，能通过 3D 技术和仿真技术对试验系统设备运行状态进行在线实时监测，使操作人员及时发现异常和隐患，从而避免和减少设备事故对试验的影响，实现运行的安全可靠。系统通过现场总线与原有控制 PLC 通讯，并能按照预设的工作程序独立运行。
- 试验台运行的经济性: 通过对试验站原有测控系统的改造和智能控制，可使系统运行在最佳工作状态，减少人工控制、监视、检试和记录等环节的工作量，大大提高工作效率。同时，系统应具有平均 10000 小时的无故障运行时间，平均 10 小时的维修解故时间，系统能连续的、稳定的工作，至少 24 小时。
- 原有的 plc 控制系统硬件保留，只进行软件的升级。
- ◆ 利用多媒体、3D 动画、图形化语言结构等软件技术，重新开发基于 LabView 的上位机柔性仿真操作软件;

- ◆ 结合上位机软件，重新开发 OPC Server 数据服务器。
- ◆ 根据试验工艺要求，对原试验台 PLC 程序进行更改设计；
- ◆ 新增西门子以太网通讯模块，将原 PLC 的 DP 通讯改为以太网通讯；
- ◆ 原试验台 DCS 柜内部重新设计布局与布线；
- ◆ 原试验台操作台内部重新设计布局。
- 测试系统
- ◆ 增加利用多媒体、3D 动画、图形化语言结构等软件技术，重新开发基于 LabView 的虚拟仪器测试及分析软件；
- ◆ 增加 NI 公司低速测试系统、高速测试系统各一套，配相应的电缆及配电回路；
- ◆ 新增试验专用仪器柜一台（含内部所有设备），并配相应的现场电缆及敷设，要求具备温度、压力、开度、压力脉动、力矩等信号的高精度测量、隔离、放大及就地显示功能，输入输出连接采用专用连接方式快速切入至高速、低速测试系统；
- ◆ B4) 新增 HBM 公司 MX430B 4 通道信号放大器一台。
- 计算机系统
- ◆ 新增控制及测试工作站计算机共 4 台；主流配置；
- ◆ 新增 16 口 100M 交换机 1 台；
- ◆ 新增 A3 黑白激光打印机 1 台；
- ◆ 新增 A4 扫描仪 1 台。

计算机测控系统自动完成水轮机工况效率试验，包括自动开机、自动数据记录、工况调整、自动停机等。要求如下：

- ✓ 自动开机功能
- ✓ 设定试验模式和主要试验参数。
- ✓ 根据试验模式检查阀门状态并进行阀门操作。
- ✓ 开启液压站、风机等各类辅助设备并检验设备状态。
- ✓ 检查并记录零点数据。
- ✓ 主要电机合闸使能，检查电器参数。
- ✓ 根据给定的参数，逐渐提升各电机转速达到试验参数。
- ✓ 开机过程结束。

(2)自动测量与试验

- ✓ 开机正常后，检验试验参数，按指定的单位参数调整试验工况。
- ✓ 等待一定时间后，检查试验数据的稳定程度，按照给定的判据自动记录数据，并保存。
- ✓ 记录完成后通知控制系统进行下一工况的调整，重复以上过程，指导所有给定的工况全部试验完成。

(3)自动停机功能

- ✓ 按不低于 50 个步长对主要电机类设备进行缓慢减速控制，直至所有转速完全降为 0。主要电机去使能，分闸。检查电气参数。
- ✓ 等待一定时间后记录零点数据。
- ✓ 10 分钟后停风机、液压站等辅助设备。
- ✓ 停机结束。

2) 系统设计内容

- 新增测试系统硬件需选用高精度的测试传感器及其激励、隔离与放大系统，选用先进的测试总线系统及其配套的测试机箱与测量模块，并必须与现有其它试验台的测试系统（NI 公司基于 PXI 总线和 SCXI 总线技术的测试系统）具有很好的兼容性，以利于测试系统的互换、维护与扩展。
- 新增水力试验专用仪器箱 DFSS-1000，实现力特性和压力脉动信号互换，仪器箱的所有信号测试电缆必须采用屏蔽电缆，且必须与控制系统电缆分开敷设，分别处于不同的桥架内，并留出安全距离，避免控制系统与测试系统的相互干扰。

3) 系统设计要求

试验台测试系统分动态测试系统和静态测试系统，静态测试系统包括应变信号测量、压力信号测量、脉冲频率信号测量、开关量信号测量、温度信号测量等，其测试精度对整个试验台精度起决定性作用；试验台动态测试系统包括流量测量、压力脉动信号测量等，其测试精度直接决定转轮动态平衡及稳态流速等的设计，因此整个试验台对测试硬件要求很高，要求选择独立的高精度（16 位 AD 转换）模块化智能数据采集硬件，分别服务于各水力试验台。

每座试验台具体测量点如下：

- 流量 电磁流量计 脉冲频率 0.17% 2 点
- 水头 压力传感器 电流信号 0.05% 2 点
- 测功机转速 转速编码器 脉冲频率 0.02% 2 点

- 主力矩 负荷传感器 电压信号 0.05% 2 点
- 摩擦力矩 负荷传感器 电压信号 0.05% 1 点
- 尾水液位 液位计 电流信号 0.10% 2 点
- 大气压力 绝对压力传感器 电流信号 0.10% 2 点
- 气温 温度传感器 电流信号 0.50% 1 点
- 水温 温度传感器 电流信号 0.50% 2 点
- 压力脉动 动态压力传感器 电压信号 1.0% 16 点
- 切换器动作 接近开关 开关量 0.1s 1 点
- 轴向水推力 油压传感器 电流信号 0.50% 2 点
- 蜗壳压差 压力传感器 电流信号 0.50% 2 点
- 水泵转速 控制系统编码器 网络数据 0.02% 3 点
- 气体流量 气体流量计 显示数据 0.5% 记录量
- 力特性信号 桨叶和导叶力矩 电压信号 0.5% 6 点

测试系统在所要求的采集数据时间（10~60s 可调）内测量以上所有的参数，计算平均值作为试验结果，并计算相应的水力参数，以 1~2s 的时间实时更新数据，以图形和数据的方式显示在主屏幕上。数据记录中应包括所有测量物理量的原始电信号数据、对应的水力参数数据与计算数据、重要的网络传输数据如各水泵的转速、记录的日期与时间信息等。

4) 专用仪器柜要求

- 专用仪器柜布置在试验台现场，就近布于模型试验装置附近。
- 专用仪器柜应具备多种信号输入与调理放大功能：
- 16 路压力脉动信号输入（BNC 接口）
- 16 路电压信号输入（M12 五芯接口）
- 8 路 4-20mA 电流信号输入（M12 五芯接口）
- 2 路导叶开度信号输入（19 芯接口）
- 4 路应变类信号输入（M12 五芯接口）
- 2 路温度（热电偶）信号输入（M12 五芯接口）
- 专用仪器柜内部设备
- 压力脉动 PCB 专用放大器（使用现有设备）
- 4-20mA 电流变送器激励电源（24V 直流，不允许使用开关电源）

- 4 通道应变类力传感器信号放大器及激励电源
- 2 路导叶开度信号接口箱
- 2 路温度（热电偶）信号转换模块
- 标准接线端子排
- 根据设计需要配置的 5v 直流稳压电源、12v 直流稳压电源
- 32 根 BNC 接口转 M12 四芯接口备用电缆(长约 0.5m)

5) 测试系统软件设计要求

测试系统软件必须建立在 Windows 平台之上，具有标准统一的界面；采用先进的图形化编程语言，便于系统再开发与维护；支持网络数据传输、命令及状态传输；采用开放设计方式，有利于系统的扩充等。

试验台所有测量数据都为高数、实时、连续信号，数据量大，信号类型复杂，所以要求有一套高稳定可靠测试软件对所有数据点进行快速、精确的在线采集整理，并能与其它软件实时通信，同时把测量数据进行在线永久保存，因此要求采用 NI 公司的基于 LabView 操作系统的软件测试程序，分别服务于各水力试验台，两套测试软件能按照试验工艺完成所有水力试验内容，具有友好的图形界面以及高的可靠性，操作简便快捷，易于学习使用，便于运行维护。每条数据记录除全部试验测量数据外还应包括主水泵转速、流量调节阀开度、数据记录时间等相关参数。对试验数据和简单曲线以及压力脉动波形可以快速生成报表打印（按使用方提供的格式）测控系统应能完成水泵、水轮机和水泵水轮机的以下性能试验：

- 通用标定程序（包括所有试验传感器）和流量标定程序
- ✓ 通道配置与通道传感器基本参数的设置
- ✓ 通道传感器的标定
- ✓ 数据记录、删除、保存、访问、读取、输出等
- ✓ 试验数据的 Txt 文本格式和 Word 格式文件报表打印功能
- ✓ 流量计的容积法标定功能
- 常规试验程序（低速采集系统）

能量、空化、飞逸、四象限试验、力特性试验(轴向力、径向力、导叶力矩、桨叶力矩、差压测流等)

- ✓ 基本试验参数的设置
- ✓ 通道标定系数、系统参数、模型试验参数的查询

- ✓ 常规试验参数的显示功能
- ✓ 按照模型试验方法进行水力参数的计算
- ✓ 多画面的图形显示功能，包括开度、效率、空化系数、飞逸转速、轴向力、径向力、导叶力矩、桨叶力矩、差压测流等曲线显示图形。
- ✓ 数据记点、删除、保存、访问、读取浏览等
- ✓ 指定雷诺数的参数换算
- ✓ 试验数据的 Word 格式文件和 Txt 文本格式报表打印功能，数据报表中增加采集时间记录
- ✓ 空化试验曲线的 Word 格式文件打印功能
- ✓ 合理有效的数据文件格式与数据库管理
- ✓ 历史数据的读取、回放、显示等
- ✓ 能向高速测量系统传送工况数据参数（网络数据共享）
- ✓ 稳定性试验程序和标定程序（高速采集系统）：压力脉动、力矩波动试验：
- ✓ 压力脉动传感器的动态多通道的标定功能
- ✓ 采样时间、采样频率等系统基本参数的配置
- ✓ 通道参数的配置，通道系数的设定与保存
- ✓ 工况参数（包括角度、水头、转速、单位参数全部工况数据）应从低速试验系统通过通讯方式自动提取
- ✓ 脉动数据采集，曲线实时显示，数据保存。
- ✓ 97%置信度幅值计算分析（置信度可选）、最值分析、均值分析、均方根值分析等、FFT 频谱分析（至少包括一阶、二阶、三阶）、频谱曲线实时显示。
- ✓ 试验结果的趋势图显示
- ✓ 试验结果的数据回放显示
- ✓ 波形文件的 Txt 格式转换功能
- ✓ 脉动数据的汇总表的文件输出，格式为 txt 文本格式，数据报表中增加采集时间记录
- ✓ 试验过程中能同时压力脉动波形图与频谱图的 Word 格式文件打印输出，并且不影响试验进程

6) 数据库系统要求

- 测试所产生各类数据应建立在统一的数据库中，并分类保存。
- 应用数据库，可记录并保持试验数据和试验结果，保存时限由用户指定。
- 对于诸如建档、检索、查询、输出、统计等操作，无须权限即可实施，而对于删除和修改等不可恢复性操作，则不仅需要授权，尚须二次确认，以防止误操作；数据库可依据工作号、试验（或出厂）时间、型号、容量、转速、电压等级、试验类型等要素进行查询和统计。
- 测试系统的数据库应与控制系统和上位机系统数据库共享使用。

7) 上位机系统设计的要求

上位机系统设计是对试验站上位计算机以及试验站关键部位监视系统的设计。它是试验站测控系统的核心，主要用于在中央控制室实现试验的远程操作和测控功能。上位机必须实行冗余设计，以提高硬件故障的应变能力，不会因上位机发生故障而影响其它设备的监控和运行。

● 设计要求

要求各试验台控制工作站、测试工作站以 DCS 系统为架构组成一个计算机网络系统，根据各级的不同要求，通讯网络应分成低速、中速、高速通讯网络，低速网络面向分散过程控制级，中速网络面向集中操作监控级，高速网络面向管理级，其具体要求如下：

✓ 高性能

高速网络采用百兆快速以太网，完成配置控制和网络监控功能

✓ 安全性

通过网络服务器和网络管理，网络系统可以完成对数据包进行过滤，系统可对局域网进行 MAC 物理地址的过滤，针对局域网上的各种应用进行基于 NetBIOS 名字的访问限制，另外还可同时满足对多个端口进行过滤，提供对 VLAN 的访问控制，并同时提供局域的安全性控制。

✓ 可靠性

中心网络设备具有冗余备份的能力，系统还可实现通信子网的冗余备份，即通信线路故障时，备份线路可代替主线路，保证网络传输的可靠性，现场计算机具有抗干扰能力，安全性能符合 UL/CSA/T0V 和 FCC/VDE 标准。

✓ 维护方便

网络系统可以让网络维护人员方便地对网络设备进行维护和远程控制，中心网络设备进行模块热插拔和电源热插拔而不影响网络的正常运行。

✓ 适应广泛

网络系统满足并兼容所有的以太网协议，包括 10Mbps、100Mbps，并具有网络高速打印与彩色图片打印能力。

✓ 扩展能力强

网络系统可以随着信息系统中用户规模的扩大和网络应用的不断增加而升级，具备扩展功能，保证网络设备的性能随着网络规模的扩大而增加。

✓ 开放性与标准化

网络系统要求采用开放性体系结构和标准化的协议，系统软件采用正版操作系统，系统所有产品支持所有标准的网络与接口协议。

● 系统结构构成

✓ 运行监控工作站

设置两台运行监控工作站用于对高低压供配电系统、阀门、泵、现场仪表、直流调速装置等设备进行实时监视、控制、测量，同时也用于报警值设定，上、下限报警记录，指定点过程模拟曲线图显示、统计存储。

✓ 测试测量工作站

两台测试测量工作站通过网络通讯接口连接至测量仪表，对被试发电机的参数进行精密测量，在线采集相应数据并实现数据处理，并以图表或曲线显示试验结果并加以保存，试验结束后用户可调用、查询、打印等。2 台测试测量工作站的功能完全相同，可以通过网络选择不同的测量仪表，以实现对不同的测试对象进行测量和数据处理。

✓ 网络交换机

系统采用 100MB 网络交换机作为网络连接设备，各工作站、以太网接口仪表都通过网络交换机构成一个局域网，并提供与工厂管理系统局域网接口的能力。

二、水轮机多相流动试验台模型机组支撑架

- 1、能与多相流动试验台 HL350 水轮发电机组配套且满足试验台安全要求；
- 2、用于支撑模型机组、静压轴承、测功机等，支撑能重量不低于 10T。
- 3、支撑高度；试验平台距离地面 6m，实验平台至发电机（测功机）依据模型机组确定

- 4、实验平台尺寸：不小于 2.5m*2.5m
- 5、支撑平台方便模型机组拆装；
- 6、实验平台具有漏水收集和排水功能；
- 7、实验平台能承重且满足现场实验安装模型机要求；
- 8、实用工具 1 套，包含液压升降机 2 套；
- 9、支撑平台满足机组抗振动要求。

三、模型转轮3个

- 1、混流式 HL350 转轮 2 个
 - 1) 转轮直径 350mm
 - 2) S135 材质
 - 3) 叶片数：15
 - 4) 长短叶片
 - 5) 转轮采用转轮采用数控整体加工，表面光洁度、斗叶型线靠模精度等符合以下要求。
 - 转轮背面型线不允许出现正偏差；
 - 内表面型线允许偏差 $\pm 0.5\%$ ；
 - 转轮内表面粗糙度不大于 0.8。
- 2、冲击式转轮 1 个
 - 1) 节圆直径 400mm
 - 2) S135 材质
 - 3) 叶片数：21
 - 4) 转轮斗叶便于拆装，并确保斗叶在运行过程中其强度满足试验安全运行；
 - 5) 转轮采用数控整体加工，表面光洁度、斗叶型线靠模精度等符合以下要求。
 - 水斗分水刃轴向位置允许偏差 $\pm 0.25\%$ ；
 - 在节圆上水斗节距允许偏差： $\pm 1.5\%$ ；
 - 水斗节圆直径 D1 允许偏差： $\pm 0.2\%$ ；
 - 水斗背面外侧型线不允许出现正偏差；
 - 水斗内表面型线允许偏差 $\pm 0.5\%$ ；
 - 水斗内表面粗糙度不大于 0.8。

四、PXI测试系统

- 1、控制器 CPU 性能不低于 Intel Core i5 7 代四核 CPU, 四核模式的主频不低于 2.9 GHz, 单核模式主频不低于 3.6GHz。
- 2、控制器标配 8GB DDR4 2400MHz 内存, 支持扩展至 32GB。
- 3、CPU 到 PXIe 背板总线最大系统数据传输带宽不低于 16GB/s, 支持四链路 x4 或两链路 x8 PXIe 链路。
- 4、控制器支持双千兆以太网口
- 4 个 USB 2.0, 双 USB 3.0, 一个 GPIB(IEEE488)控制接口, 一个 RS-232/422/485 D-SUB9 接口, 双 DisplayPort 显示接口。
- 5、机箱提供 1 个 PXIe 系统插槽, 以及 5 个混合外设插槽。
- 6、机箱带宽不低于 8GB/s, 所有插槽支持 2GB/s 外设带宽。
- 7、具有 32 路单端模拟输入通道
支持 7 档量程: $\pm 10V/\pm 5V/\pm 2V/\pm 1V/\pm 0.5V/\pm 0.2V/\pm 0.1V$, 板载 64M 采样点模拟输入 FIFO。
- 8、具有 48 路 TTL 数字输入输出。
- 9、具有 8 路同步动态信号采集通道
采用 24 位 Sigma-Delta ADC, 采样率最高达 204.8 kS/s, 量程支持 $\pm 1V$ 与 $\pm 10V$, 动态范围不低于 107 dB, 前端配置抗混叠滤波器, 支持交流耦合和直流耦合, 支持 IEPE 4mA 电流激励。
- 10、具有 8 路计数器/定时器通道
内部时钟频率不低于 200MHz, 支持 1.8V/2.5V/3.3V/5V 电平, 支持边沿计数/频率测量/周期测量/脉冲测量/双沿分离/正交 (x1/x2/x4) 编码器/双脉冲编码器, 支持多卡同步。
- 11、具有 32 路电压输出通道
分辨率为 16 位, 输出范围: $\pm 10V$, 最大更新率 2MS/s (1 通道或 8 通道), 32 通道同属输出时最大更新率不低于 1MS/s, 输出电流驱动: $\pm 10\text{ mA}$ 。

五、氮气泡发生器

- 1、10000 个/min
- 2、气泡直径: 1-5um
- 3、气泡寿命不低于 30 秒。

六、内窥镜

1、摄像头

- 探头直径：Φ4mm，长度 3.0m
- 像素：100 万像素
- 探头材质：硬质钛合金保护外壳
- 景深范围：8-80mm
- 视场角：120°

2、系统

- 一体化设计：探头、显示屏、插入管线、控制手柄、电池等一体化手持式设计。
- 管线系统：快开式管线更换结构，3 秒可更换不同直径和长度插入管
- 插入管：四层钨丝耐磨编织管
- 插入管线有效工作长度：3m
- 导向控制方式：电动控制，快/慢各三种速度可调
- 探头导向：360°任意向
- 单向弯曲角度：≥160°
- （照明方式：后置 LED 光纤导光。
- 照度：≥100000lx
- 数字变焦：连续 5 倍，通过捏合手势缩放图片
- 文件编辑：文本注释、涂鸦功能（支持手写线条、箭头、方框、圆形标识、文字注释，可设置画笔颜色、粗细）
- 图形注释：手写线条、箭头、方框、圆形标识、文字注释
- 用户界面：使用触摸屏、物理按键及操纵杆的菜单导航
- 显示屏：6 英寸 IPS 全贴合高清触摸显示屏
- 显示屏分辨率：1280*720
- 图像分辨率：960*720/1280*720
- 视频分辨率：1280*720
- 拍、录功能：具备拍照和录像功能，录像时可抓拍。
- 图像模式：可选默认、黑白、负片、艳丽、高亮、柔和
- 情景模式：可选普通、木质、金属、塑胶、土壤

- 图像色彩调节：调节图像亮度、对比度、色调、饱和度、清晰度、伽马以及恢复默认
- 文件操作：全屏观看图片/图片放大/删除/重命名/旋转/涂鸦等。
- 文件格式：图像为 JPG/BMP 格式，录像为 MP4 格式。
- 储存介质：内部储存默认 16G 内存，外接可拓展至 32G/64G
- 设备耐久性保护装置：主机与耐磨管连接用缓冲保护装置。
- 语言：简体中文、英语

3、主机

- 主机重量：≤2kg（含电池）
- 防水性：主机 IP55，探头 IP67
- 输出端口：HDMI

4、电源技术参数

- 供电方式：双擎供电
- 电池快充：充电 5 分钟可使用半小时；50 分钟充满
- 主机电池（不可拆卸）容量：6000mAh；手柄备用电池（可拆卸）容量：5000mAh。
- 主机工作时间：≥8 小时

5、操作环境

- 主机系统工作温度：-20 到 50°C
- 视频探头工作温度：-20 到 105°C，带温度报警
- 贮藏温度：-20 到 60°C
- 相对湿度：15 到 90%

七、高频闪频仪

1、高亮度 7-LED 阵列—4800Lux@ 6000FPM/30cm

2、具有统一闪烁特性的高效率 LED 固态光源

可实现更高的闪烁频率—30-300000 FPM（每分钟闪烁次数）

3、数字脉宽调制，可以较高速度呈现极其清晰的图像

4、坚固耐用的设计利用无灯丝、气体、中空纤维或玻璃的固态 LED（可承受 1 米跌落）

5、石英精度控制系统提供高精度—0.02%（+/-1 位）

6、多路 LCD 显示屏

7、无需物理接触或反光带即可检查机器转速

8、增加或缩短闪烁时间，以查看齿轮齿数、剪切面数、重复次数或“漂移”设备

9、简单的按钮操作，配有 2x 和 ÷2 按钮，实现轻松调节

10、可调节的闪烁持续时间标准闪烁持续时间适用于大多数应用场合，无需调整。

在其他应用场合（RPM 较高或表面速度较快的较大型旋转物体）下，需要使用可调节的闪烁持续时间。在高速应用场合下，物体可能会在一次闪烁的短时间内移动，造成图像不清晰。缩短闪烁持续时间后，物体的移动时间将减短，显示的图像会比较清晰。

八、抽蓄机组性能测试系统 1套

1、可逆式抽水蓄能机组综合测试系统及配套传感器技术条件

1) 可逆式抽水蓄能机组综合测试系统技术条件

- 用途：用于测试可逆式抽水蓄能机组摆度、振动（包括位移、速度、加速度）、压力脉动、转速、噪音等信号，用于可逆式抽水蓄能机组稳定性、效率、噪声测试等试验工作。
- 环境使用温度：-15℃至 75℃。
- 抗震性：垂直加速度 $\leq 0.2g$ ；水平加速度 $\leq 0.3g$ 。
- 应满足标准：所提供的装置应符合国际及行业标准，除这些标准外，还满足装置制造国的标准。当标准不一致时，按较高标准执行。
 - ✓ GB_T_17189-2007 水力机械(水轮机、蓄能泵和水泵水轮机)振动和脉动现场测试规程；
 - ✓ GB_T_9386 计算机软件测试文件编制规范；
 - ✓ SJ/T 10541 抗干扰型交流稳压电源通用技术条件；
 - ✓ GB/T 2423 电工电子产品基本环境试验规程；
 - ✓ DL/T 556-2016 水轮发电机组振动监测装置设置导则；
 - ✓ DL/T 2431-2021 抽水蓄能电站过渡过程试验技术导则

2) 传感器技术条件

- 用途：机组大轴摆度测量，轴向位移及推力轴承状态，转速键相测量，机组抬机量，机组振动，压力，噪声测试。
- 环境使用温度：-30 到+170℃。
- 运行湿度范围：30 到 95% RH。
- 工作环境介质：空气、油、水。
- 抗化学腐蚀：探头直接接触空气、水、润滑油、氨氢氧化物，探头材料不会受到影

响；探头连续接触酒精、汽油、乙醚、稀硫酸、氢氧化钠，探头材料不会受到影响。

- 应满足标准：所提供的装置应符合国际及行业标准，除这些标准外，还满足装置制造国的标准。当标准不一致时，按较高标准执行。
- ✓ GB_T_17189-2007 水力机械(水轮机、蓄能泵和水泵水轮机)振动和脉动现场测试规程；
- ✓ GB_T_9386 计算机软件测试文件编制规范；
- ✓ SJ/T 10541 抗干扰型交流稳压电源通用技术条件；
- ✓ GB/T 2423 电工电子产品基本环境试验规程；
- ✓ DL/T 556-2016 水轮发电机组振动监测装置设置导则。

2、可逆式抽水蓄能机组综合测试系统参数及性能

1) 操作系统

适用于当前主流的操作系统，如 Win7、Win8、win10 等，由笔记本电脑操作软件进行各项试验数据采集及分析，随系统升级，及时更新相应软件包，保证软件在各操作系统下均可用。

2) 数据处理系统

处理器英特尔酷睿 i5-8400（六核六线程）及以上，内存 8GB 及以上，固态硬盘 128GB 及以上+机械硬盘 500G 及以上，屏幕 14 英寸及以上。

3) 测试仪测量信号范围和传感器匹配(包括摆度，振动，转速，压力，噪声等)。

- 传感器供电电压：

能提供+24VDC、-24VDC，满足各种传感器供电需求。

- AD 转换分辨率：16 位及以上。
- 采样速率

总采样率不小于 250kS/s，单个通道采样速率可根据采集箱实际使用的通道数量进行调整。

- 最大有效信号带宽 3000Hz 及以上。
- 采样方式：具备同步采样能力。
- 测速方式

任意通道都可作为键相信号采集通道，采集参数可设置，键相脉冲测速范围应至少符合 5r/min~3000r/min。

- 模拟量通道数量

采集通道至少 30 路以上，且每个通道都能兼容常用水机用传感器(振动、摆度、水压、噪声等)，每个通道可以接入-20V~+20V 的电压信号和 0~20mA 的电流信号（针对所有模

拟量通道)，可以配合各振动位移传感器、速度传感器、加速度传感器测试分析位移量、速度量。

- 每个通道应采用可插拔式外露端子，在数据异常时，能用万用表检查采集箱端子反馈信号，排除故障及问题。
- 整个试验期间仪器能够连续采集数据

连续采集时间受硬盘容量限制；实际在电站使用过程中曾经进行过单次连续采集 30 天及以上的测试任务，系统应全程保持全速采集，不间断的保存每一毫秒的原始数据。

- 通道误差

模拟量通道误差： $\leq 0.2\%$ ，通道的幅值误差不大于 0.4% ，通道与通道之间的幅值偏差不大于 0.4% ，相位误差不大于 1° ，频率误差不大于 0.01Hz 。

- 数据通讯接口

2 种及以上的数据传输方式，主用有线网络，备用 USB2.0 和无线网络或其他笔记本电脑适用的数据传输方式。多个采集箱可以组网运行，采集箱之间可以实现毫秒级的数据同步，可适用于特殊大型测试项目，同时测试 60 个及以上数据实时采集。

- 电源指示灯有短路提示，电源自带保护
- 整机长期稳定性（1 年）：优于 $0.25\%\text{span}$ 。
- 测试仪采用箱式结构，元器件有抗震措施，结构设计便于携带，总重量 10kg 左右，全铝合金。
- 传感器接线方式：双方议定。
- 抗干扰能强，满足强电磁环境下的测试工作。
- 电源电压

适用于交流 $100\sim 230\text{V}$ ， $50\sim 60\text{Hz}$ 范围内的电压下正常工作。

3、可逆式抽水蓄能机组综合测试系统及配套传感器的功能要求

1) 可逆式抽水蓄能机组综合测试系统功能要求

- 数据记录：
 - ✓ 主要针对于可逆式抽水蓄能机组现场稳定性试验、机组动平衡试验、机组甩负荷试验（包括抬机量测试），集数据采集、存储、分析、试验于一身，使用起来灵活、方便、一体式，能够提供配备相关传感器的方案，包括传感器生产厂家、参数等。
 - ✓ 可完成摆度、振动（位移、速度、加速度）、压力、脉动、噪音等信号采集和分析，并能将所采集原始数据输出到 EXCEL，提供后期数据分析通道。
 - ✓ 完成上述信号值的峰峰值、平均值、有效值、统计值（可人工设置置信度，最小值不大于 95% ）、频谱分析、间隙值、相位、计算效率值等实时计算，并能将所采集

原始数据输出到 EXCEL。

- ✓ 测量过程自动记录：稳态和瞬态，含开、停机和甩负荷过渡过程记录。
- ✓ 轴心轨迹自动记录，可实时查看。
- ✓ 试验过程全自动记录，自动免操作数据存储，所有数据根据用户指定名称打包存放，可回放。
- ✓ 在存储数据包内，无数据丢失。
- ✓ 满足抽水蓄能机组连续 30 天试运行的要求，系统能至少连续稳定运行 30 天，保存所有连续采集的数据。
- ✓ 具备对连续采集得到的数据进行裁剪，得到可以进行分析的有效数据文件。
- 数据分析：
 - ✓ 波形分析长度可设定，各计算值应为多周期（可在 1~32 周期内自定义）计算后的平局值。
 - ✓ 多路信号同步不间断分析。
 - ✓ 波形峰峰值时域分析功能。
 - ✓ 具备滤波功能，滤波界面开放，可由操作者人为设定。
 - ✓ 波形实时频域分析，高频、基频及低频频谱：0.01 至 3500 Hz。
 - ✓ 转频分量、低频分量及高频分量矢量分析
 - ✓ 频谱多维对照分析，含各分析通道瀑布图。
 - ✓ 动平衡试验功能能够进行水轮发电机组动平衡分析、机组配重分析。
 - ✓ 对水轮机过度过程（超速、甩负荷）的专项分析工具。
 - ✓ 其他分析功能：机组轴心轨迹分析、机组大轴空间姿态分析等。
 - ✓ 曲线和图形：能够对时域波形（波形可显示键相信号点）、趋势、频谱、相频图、轴心轨迹图、瀑布图、级联图、空间轴线图等曲线和图形进行显示，并且能够按各种样式输出图形文件或打印。
 - ✓ 波形具有图形局部放大功能，波形可用游标读数，波形及频谱等数据提供三维（第三维可自定义，如功率，水头等）显示。
 - ✓ 要具备智能诊断分析报告系统，可由用户结合现场试验模板，将大量的图表、曲线和数据自动绘制，在试验完成直接出具带有结论的试验报告，加快试验结果整理进度、减轻测试设备使用者的负担。
 - ✓ 在计算机屏幕上显示的所有计算、分析结果及图形，均可输出拷贝及打印，输出时的标题、说明可修改；自动生成报表，数据（原始数据及计算数据）可以转换到 Excel 表格中。
 - ✓ 置信度分析：对采集数据能按 90%至 97%置信度设置并进行分析。
 - ✓ 数据管理功能：方便增删减记录，便于操作；对分析结果进行常用格式输出。

- ✓ 系统软件为开放系统，可按用户需求改进和优化，并能提供软件的升级。
- ✓ 系统方便与外部设备（电脑）联接，能适用于 win7、win10 等操作系统。
- ✓ 数据处理方式：提供软件计算各数据的分析方式，比如，软件得到的振动峰峰值如何由原始数据处理得到，确保数据真实准确。

2) 可逆式抽水蓄能机组综合测试系统信号配置功能要求

可逆式抽水蓄能机组综合测试系统测点类型和数量应涵盖 DL/T 2431-2021 抽水蓄能电站过渡过程试验技术导则的要求。

- 压力测量
 - ✓ 测点数量不低于 16 个
 - ✓ 量程应满足可逆式抽水蓄能机组水泵和水轮机工况
- 低频振动测量
 - ✓ 测点数量不低于 9 个（每个测点包含水平和垂直两个方向）
 - ✓ 量程应满足可逆式抽水蓄能机组水泵和水轮机工况
- 加速度测量
 - ✓ 测点数量不低于 2 个。
 - ✓ 量程应满足可逆式抽水蓄能机组水泵和水轮机工况
- 导轴承摆度测量
 - ✓ 测点数量不低于 6 个。
 - ✓ 量程应满足可逆式抽水蓄能机组水泵和水轮机工况
- 抬机量测量
 - ✓ 测点数量不低于 1 个
 - ✓ 量程应满足可逆式抽水蓄能机组水泵和水轮机工况
- 差压变送器
 - ✓ 测点数量不低于 2 个
 - ✓ 量程应满足可逆式抽水蓄能机组水泵和水轮机工况
- 转速和相位测量
 - ✓ 测点数量不低于 1 个
 - ✓ 量程应满足可逆式抽水蓄能机组转速测量要求
- 用于连接其它电气测量系统
 - ✓ 采用 1 入 2 出的方式实现标准模拟量信号的电气隔离和转换。
 - ✓ 测点数量不低于 4 个
 - ✓ 满足电气隔离的要求。
 - ✓ 满足测量信号的带宽要求

九、液流试验平台1台

设备适用于航空、航天及民用喷嘴、气蚀管、推力室、喷管、小型泵类零、部件的液流试验。

1、主要技术参数

1) 系统容积大于 60L

2) 在前端输入压力相对稳态的情况下，试验台能可靠的提供稳定的滤波功能。

通过传感器及 PLC 控制单元模块，实现试验台的正、反压力(选配)调节及流量、温控检测等控制、测量系统。试验平台具有测试精度高、操作、维护便捷，造型美观，售后服务优良得显著特诊

3) 主要工作过程

通过设备向测试工件输出设定需求的压力源，检测测试单元液流数据状态及流态，自动捕捉并记录液流过程节点数据。

4) 工作介质

纯化水（去离子水）或纯净水；

5) 驱动源

泵压力机组（外部接入）；

6) 系统介质入口过滤精度需求：40 μ ；

7) 管路：

I：管道内径 $\phi 45$ *壁厚 3，通径为 DN40，材质 316L，配电磁流量计；

II：管道内径 $\phi 38$ *壁厚 3，通径为 DN32，材质 316L，配电磁流量计；

III：管道内径 $\phi 32$ *壁厚 3，通径为 DN25，材质 316L，配电磁流量计；

系统配套可调节阀门，通过阀门调节实现对流量压力的稳定控制。

8) 系统管路耐压等级： $\geq 15\text{Mpa}$ ；

9) 配气系统对外接口形式：M**X1.5 外牙 37°内锥。

10) 接头漏率： $\leq 1 \times 10^{-7} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ；

11) 设备电源：220V $\pm 10\%$ /50Hz。

12) 作温度 5~35℃，相对湿度 $\leq 85\%$ 。

13) 所有的管路连接均为卡套、锥面螺纹密封无焊连接，方便拆装，安全可靠；

14) 阀门、仪表等需要操作、观察的部件均设计在易操作及观察的位置；

15) 安全阀等经常校验的仪器仪表均安装在方便拆装的位置，方便校验；

系统设计有安全阀，对系统有安全保护；

16) 系统入口设计有过滤器，对整个系统的介质进行过滤，保证进入工件的介质为洁净的介质

2、数据处理系统

处理器英特尔酷睿 i5 及以上，内存 16GB 及以上，固态硬盘 256GB 及以上+机械硬盘 1T 及以上，屏幕 27 英寸及以上。

3、系统特点

1) 设备具有高安全性、高稳定性及高灵敏度特性。

2) 系统管路遵循“横平竖直”的原则进行布置；

十、高扬程双吸泵 2台

1、进出口直径 200mm

2、流量 280m³/h

3、双吸泵

4、扬程，360m

5、功率 400kw

6、转速：1450rpm。

十一、试验台动力驱动系统 1套

1、驱动机的参数要求

1) 额定功率：450KW

2) 电压：380V

3) 启动转矩倍数：0.88

4) 启动电流倍数：5.7

5) 最大转矩倍数：2.3

6) 功率因数： $\cos\Phi \geq 0.89$

7) 效率： ≥ 95.2

8) 额定频率：50Hz

9) 绝缘等级：F

10) 噪音： $\leq 108\text{dB}$

11) 启动时间： $\leq 30\text{s}$

12) 安装方式：MB3

13) 冷却方式: IC666

14) 静载荷: 7.35KN

15) 动载荷: 9.35KN

2、变频控制系统的参数要求

1) 额定输入电压: 三相 380V

2) 额定输入频率: 50Hz,波动范围 $\pm 5\%$

3) 最高输出电压: 0~额定输入电压, 误差小于 $\pm 3\%$

4) 最高输出频率: 0.00~600.00Hz,单位 0.01Hz

5) 驱动机类型: 三相异步电动机 (YPT400-4)

6) 控制模式: 速度、力矩

7) 控制方式: V/f 控制 无 PG 矢量控制 1 无 PG 矢量控制 2

8) 调速范围: 1: 50 (V/f 控制) 1: 100 (无 PG 矢量控制 1) 1: 200 (无 PG 矢量控制 2)

9) 速度控制精度: $\pm 0.5\%$ (V/f 控制) $\pm 0.2\%$ (无 PG 矢量控制 1、2) $\pm 0.1\%$ (有 PG 矢量控制)

10) 速度波动: $\pm 0.3\%$ (无 PG 矢量控制 1、2) $\pm 0.1\%$ (有 PG 矢量控制)

11) 转矩响应: $< 10\text{ms}$ (无 PG 矢量控制 2)

12) 起动转矩: 0.5Hz;150% (V/f 控制 无 PG 矢量控制 1、) 0.25Hz;150% (无) PG 矢量控制: 0.0Hz;180% (有 PG 矢量控制)

13) 载波频率: 0.7KHz~16KHz

14) 过载能力: 150%额定电流 60s,180%额定电流 10s,200%电流 1s

15) 转矩提升: 自动转矩提升; 手动转矩提升 0.1%~30%

16) V/F 曲线: 直线型; 多点型; N 次方型

17) 加减速曲线: 直线或 S 曲线加减速方式。四种加减速时间, 加减速时间范围 0.0~6000.0s

18) 直流制动: 直流制动频率: 0.00Hz~最大频率 制动时间: 0.0s~10.0s 制动动作电流值: 0.0%~150.0%

19) 命令源: 操作面板给定、控制端子给定、串行通讯口给定。可通过多种方式切换。

20) 频率给定: 9 种频率源: 数字给定、键盘电位器给定、模拟电压给定、模拟电流给定、脉冲给定、串行口给定、多段速给定、PLC 给定、过程 PID 给定。可通过多种方式切换。

21) 输入端子: 7 路开关量输入端子, 其中 1 路可作高速脉冲输入。可兼容有源开路板电极 NPN、PNP 及干接点输入方式。3 路模拟量输入端子, 其中 2 路 0~10V/0~20mA 电压电流可选, 1 路支持-10~+10V 输入。

22) 输出端子: 2 路开关量输入端子, 其中 1 路支持最大 100KHz 高速脉冲输出。) 2 路继电器输出端子。2 路模拟量输出端子, 且电压电流可选, 可实现设定频率、输出频率等物理量的输出。

23) 功能: 参数拷贝、参数备份、灵活的功能码显隐性、可靠的速度搜索、定时控制、定长控制功能、计数功能、14 组故障记录、过压失速、欠压失速、掉电再起功能、电机温度保护功能、摆频控制运行、高精度的转矩限定、无 PG 转矩控制

24) 故障保护功能: 过流、过压、欠压、过温、过载等保护功能。

25) 冷却方式: 强迫风冷

十二、金属3D打印机

1、设备用途

此设备主要用于中小尺寸复杂金属构件选择性激光熔化成形, 无缺陷激光精密制造。

2、设备组成

主要有激光系统、扫描振镜系统、成形加工系统、控制系统、质量监控系统、气体循环过滤系统、数据处理软件系统等组成。

3、最大有效成形尺寸

最大有效成形尺寸 $\geq 400\text{mm} \times 300\text{mm} \times 400\text{mm}$ (L $\times$ W $\times$ H) (不含基板, 基板厚度 $\geq 40\text{mm}$);

4、可成形材料

适用于钛合金、高温合金、铝合金、不锈钢等材料, 提供不少于 2 种材料的成熟材料工艺参数包及该材料的 CNAS 检测认可的性能测试报告文件。

5、设备可配置刮刀

不少于 2 种刮刀, 包括钢刮刀、橡胶刮刀。

6、激光系统

1) 采用 IPG 或同等功能品牌光纤激光器;

2) 激光功率: $\geq 500\text{W}$, 输出功率范围: 10%-100%, 激光波长: 1060~1080nm, M2 < 1.1 ; 激光器数量: ≥ 3 —激光冷却方式采用水冷, 实时监控水冷机状态, 异常情况报警, 水冷机控温精度达到 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 。

7、扫描振镜系统

1) 采用 Scanlab 或同等功能品牌振镜, 具备超高的重复定位精度及长时间运行稳定性;

2) 采用 F-theta lens 聚焦;

3) 光斑直径应满足 70 μm -100 μm 范围内;

4) X, Y 轴的最大扫描速度: $\geq 7\text{m/s}$;

5) 全幅面尺寸 95%校准点定位精度 $\leq 0.05\text{mm}$, 提供振镜精度测试报告。

8、成形加工系统

1) 送粉方式采用上落粉, 可实现不停机不间断加粉;

2) 铺粉方式采用双向铺粉, 且单/双向铺粉可自由切换;

3) 铺粉层厚: $20\sim 100\mu\text{m}$ 范围内可调

4) 基板最高预热温度: $\geq 100^\circ\text{C}$;

5) 设备具备良好的气密性, 打印过程中最低氧含量可控制在 100ppm 以内;

6) 惰性气体保护, 加工舱内至少要有三层保护气流, 可实现吹走烟尘及大颗粒, 同时保护镜头不受烟尘污染, 提供气路设置示意图。

7) 落粉模块可整体吊装, 方便粉末更换、清理;

9、控制系统

1) 采用 PLC 数字控制系统;

2) 采用安全控制器进行了安全回路的设计, 安全继电器等级可达到 SIL3 级;

3) 具备网络接口, 并能够实时反馈设备的运行情况如各轴扭矩, 位置等信息, 具有数据采集、显示、储存等功能;

4) 整机伺服控制均使用总线伺服驱动, 传输速度快, 可实现闭环控制;

5) Z 轴配备绝对值编码器, 重复定位精度 $\leq \pm 5\mu\text{m}$;

6) 设备控制操作采用触摸屏, 方便快捷;

7) 可实现自动及手动控制, 自动控制和手动控制能够进行切换;

8) 自主研发设备控制软件, 可依据分层切片结果控制激光器输出激光对金属粉末进行烧结, 成型的主要工况可进行调节和记录, 成型过程可全自动进行, 无需看管, 提供软件著作权证书;

9) 可实现离线状态下计算工时、路径预览、辅助路径查错等;

10、质量监控系统

1) 可实时监测、显示并记录零件成形关键信息。以上信息应至少包含平台温度、舱内温度、舱内压力、各轴扭矩和位置、打印进度、滤芯压差以及成形舱内氧含量等; 提供软件监控截图。

2) 可对供粉舱缺粉监测预警及报警, 确保打印任务正常执行;

3) 具有压力异常报警功能, 且压力超标时可自动泄压;

4) 具备自诊断故障功能, 可实现实时监控并分级诊断, 故障进行监测、记录, 分析;
针对不

同故障影响程度分级处理, 提高效率, 避免设备停机。

5) 可生成工作报表并导出进行分析, 包括但不限于设备操作信息、设备工作及报警信息、监控信息。报表具有关键监控数据的对比分析功能, 方便用户进行综合质量对比追溯, 提供工作报表。

11、数据处理软件系统

1) 模型处理软件

选用 **Magics** 或具有同等功能模型处理软件; 支持*.stl、*.amf、*.3mf、*.obj 等多种格式导入导出; 具备零件三角面片编辑优化功能, 可实现对模型文件表面三角面片光滑、细化, 以及重画网格; 可实现模型处理修复, 支持复杂零件包裹修复功能; 支持自动及手动生成支撑; 能快速、简单、自动创建和处理各种不同类型的支撑结构, 如点状、线状、网柱状、轮廓、肋状、锥形、树状及综合支撑, 同时具备斜角支撑、支撑加厚、支撑投影区域缩放等功能, 提供对应功能截图; 具备打印前零件分析功能, 包括零件超出平台提示, 零件碰撞检测, 壁厚分析, 打印风险分析, 杯口效应分析, 切片分布, 加工时间估算, 体积估算; 具备同一品牌软件力学、热学仿真功能接口;

2) 剖分软件

选用自主研发剖分软件, 提供软件著作权证书; 能快速、自动生成切片数据; 开放不少于 200 项可编辑参数, 便于客户优化工艺参数, 获得性能更优的零部件, 开放工艺参数设定界面, 用户可自行编辑设定, 包括切片厚度、扫描速度、填充间距、扫描策略等, 并可单独对各个参数进行快速设定和控制;

12、循环过滤系统:

1) 过滤系统应满足设备连续运行需求, 采用反吹过滤, 三级过滤, 过滤系统应具备自动清洁滤芯的功能, 滤芯寿命 ≥ 1500 小时, 滤芯级别不低于 H13 级别。

2) 过滤系统集成风速闭环控制功能, 保证滤芯长时间使用后, 成形室风场仍稳定运行。

13、安全设计保障

1) 设备设计制造应符合 ISO、CE 等国际标准、中国国家标准或相应的其他国家标准, 提供设计符合认证材料;

- 2) 有激光安全互锁，确保设备正常运行时成形舱保护罩不能打开；
- 3) 防护窗应保证操作人员安全，安全等级 $\geq OD4+$ ，提供衰减系数安全等级报告；
- 4) 设备应有急停按钮，按下后设备立即停止运行；
- 5) 成形舱配备工业手套箱，实现人粉隔离；
- 6) 激光器安全合格出厂，整个激光防护系统安全可靠，通过第三方安全认证注册；
- 7) 设备自身集成环境氧传感器，氧传感器寿命可实时显示，可实现外部环境氧含量检测报警，避免密闭环境氩气扩散造成窒息。提供相关证明材料，提供环境氧传感器实物图，标注寿命检测功能；
- 8) 设备需要具备自动喷淋功能，提高更换滤芯及灰桶的操作安全；

14. 粉末筛粉与回收

配备工业防爆筛粉机一套，用于回收粉末的自动筛分，筛分效率不低于 200kg/小时（钢粉）具备惰性气体保护系统保证粉末质量，可实现人粉隔离。

15. 安装调试及验收

- 1) 安装调试：卖方负责设备安装调试；签订合约后，卖方需派遣专业人员了解客户的客观安装条件，确定设备的具体安装位置是否符合设备使用要求。
- 2) 验收：设备在买方现场进行最终验收，终验收包括但不限于设备实物验收、设备调试验收和试加工验收，终验收报告经双方代表签字有效；
- 3) 培训：在买方安装现场对相关人员进行不少于 5 个工作日的技术培训，培训包括设备使用和维护技术培训，使买方人员能够独立正确使用、维护设备，并具备常见故障分析和排除能力。

16、 技术资料

- 1) 提供设备出厂合格证明文件；
- 2) 提供设备操作与维护手册、电气原理图、设备手册、软件安装及使用说明书等。

17、技术及售后服务

- 1) 设备生产厂商具有专业售后服务及技术保障团队；
- 2) 设备制造商具备一定的工艺研发实力，能够有能力配合公司进行部分工艺试验及研究，投标时提供相关技术实力证明材料；
- 3) 设备自终验收后，进入质量保证期，质量保证期整机为 1 年（自用户最终验收签字生效之日算起）；

4) 在质量保证期内, 投标人服务应及时有效。在接到买方故障信息后, 要求 8 小时内响应, 48 小时内维修人员到达现场进行故障处理, 免费维修或更换有缺陷的货物或部件;

5) 设备保修期过后, 卖方终生提供广泛而优惠的备件供应和技术支持。

6) 为保证产品质量和售后服务, 须提供原厂针对本项目的授权书和售后服务承诺函

18、包装及运输

1) 包装箱应用新的坚固的经过熏蒸后的木箱或铁皮箱, 适于长途运输, 防潮、防锈、防震、防粗暴装卸;

2) 适于陆(公路、土路)运输。

19、辅助设备

1) 感应式稳压器: 稳压精度: $\pm 1\%$ (1%-5%可调); 额定容量: 20KVA; 接线方式: 三相三线/三相四线; 功率因数: 0.7-1。

2) 湿式吸尘器: 功率(kW) 2.2; 电源(V/Hz) 380/50; 最大风量(m³/h) 326; 收集桶容积(L) 100; 吸入口径(mm) $\varnothing 40$; 噪声等级(dB) 85 $\pm$ 2; 前置水箱容积(L) 100; 过滤效率 99%; 滤筒数量(个) 1; 滤筒滤材 防静电覆膜滤材; 过滤面积(m²) 2.2; 过滤精度(μ m) 0.3-1; 外形尺寸(mm) 630*771*1750; 电机防爆等级 Ex tD A21 IP65 T135°C (吸尘管 3m)

3) 真空干燥箱: 电源电压: AC220V 50HZ; 输入功率: 1350W; 控温范围: RT+10-200°C; 控温精度: 0.1°C; 波动率: $\pm 1^\circ\text{C}$; 最高真空度: 133Pa; 工作环境: 5-40°C; 内胆尺寸: 450*450*450mm; 搁板: 2 块(独立控温)

4) 冷冻式干燥机: 最大流量: 2.4m³/min; 输入功率: 0.57kw; 外形尺寸: 520*565*225mm; 重量: 31kg; 压力露点: 3-8°C; 制冷剂: R134a。

5) 空气压缩机: 最大工作压力 0.75MPa; 流量 1.75m³/min; 驱动电机功率 11kW; 噪音 67dB; 重量 409Kg; 出口尺寸 G 3/4"(DN20mm) 外形尺寸(长×宽×高) 1526× 623× 1468mm

十三、转动部件裂纹检测试验台

水力机械关键过流部件在长时间使用过程中, 由于振动、压力脉动的影响, 部分部件会出现裂纹, 由于真机具有设备大, 不易检测的特点, 所以开展水力机械关键过流部件裂纹检测显得尤为重要, 开展相关研究可为电站安全运行提供支撑。试验台主要技术参数如下:

1、水箱尺寸: 3m*1.5m*0.8m

2、转动部件支撑架(变频调速, 0-3000rpm 可调)

3、裂纹检测软件 V2.0, 12 路裂纹检测, 可独立检测。

4、数据采集处理系统

处理器英特尔酷睿 i5-8400 (六核六线程) 及以上, 内存 8GB 及以上, 固态硬盘 128GB 及以上+机械硬盘 500G 及以上, 屏幕 14 英寸及以上。

5、裂纹撕裂工具套装 (要求撕裂工具不与水箱接触, 可满足 HL350 转轮叶片撕裂)

十四、工作站 20 台

T7920 金牌 5218R 64G*4 512G SSD+8T SATA(企业) RTX A6000 DVDRW 1400W MK 带 P2423D 显示器。

十五、激光多普勒测速系统 1 套

1、主要技术参数

1) 速度范围: -236~590m/s

2) 精度 0.2%

3) 激光能量 200mW

4) 工作距离 300、500、800、1183mm, 光光束间距 45/70mm (扩束后), 可前向、后向布置。

2、2D 发射及接受探头 含激光器及其探头

1) 半导体泵浦固体激光器, 532nm 时 200mw, 质保期 12 个月或者 5000 小时, 线宽小于 1MHz, 相干长度大于 50m, 波长稳定度小于 1pm, 单模 Tem00 格式, 能量稳定度 1%, 光学噪声小于 0.2%

2) 半导体泵浦固体激光器, 561nm 时 200mw, 质保期 12 个月或者 5000 小时, 线宽小于 1MHz, 相干长度大于 50m, 波长稳定度小于 1pm, 单模 Tem00 格式, 能量稳定度 1%, 光学噪声小于 0.2%,

3) 2D 探头, 光束间距 45 毫米, 带布拉格盒频移, 前透镜焦距 400mm

4) 探头底座, 将探头安装在坐标架上, 可移动和旋转

5) 探头底座, 将探头安装在导轨上, 可移动和旋转探头

3、扩束器及配套透镜及光纤

1) 扩束器, 直接装在 FP50 一维和二维探头上, 扩束比 1:1.55,

2) 透镜口径 80mm, 焦距可更换的前透镜

3) 300mm 焦距透镜, 用于 FP50 探头

4) 500mm 焦距透镜, 用于 FP50 探头

5) 800mm 焦距透镜, 用于 FP80 探头

6) FP80 探头透镜, 适合 80mm 口径, 焦距 1185mm

7) 多模接收光纤, 20m 长, 带有 FSMA 连接, 直径 200—230um

4、信号控制器

1) 二维信号预分析信号处理器

包括光电倍增管, 分析带宽滤波、用于频移的混频模块, 6 个 4-20mA 输入通道

2) 数据采集卡

带宽 200MHz, 8 位分辨率, 电压: $\pm 200\text{mV}$, $\pm 500\text{mV}$, $\pm 1\text{V}$, 两通道牢固的 LDV 控制器仪器箱, 可将控制器布置在内

5、三维坐标架

维自动坐标架, 每维行程 1000mm, 1um 的分辨率, 精度闭环控制, 安装探头的轴可旋转 0-30 度, 软件带有多重图像布点功能, 包括控制器、坐标架和软件

6、PDPA 接受探头

1) 80mm 净口径, 300mm 焦距, PDPA 信号处理器, 探头底座, 将探头安装在坐标架上, 可移动和旋转;

2) 多模接收光纤, 20m 长, 带有 FSMA 连接, 直径 200—230um, LDV PDPA 软件, 带有 FFT 的多普勒波群分析功能, 分辨率 64K, 输出粒径和速度的多种图像窗口和分析方法, 时序图, 自动扫描测量功能, 输出 ASCII 和 Tecplot 格式

3) 测量不确定校准及校准证书

7、升级到 PS LDV 系统

1) PS LDV 标定

2) 升级到 PS LDV

3) 软件模块传感器

十六、水洞气泡示踪粒子发生系统 1套

1、尺寸: $\phi 1200 \times 1200 \times 1400$,

2、流量压力测控系统, 15 吋触摸屏

3、气液流量大小可控

4、气泡液生成流量 $2\text{m}^3/\text{h}$,

- 5、最大气液混合比不低于 2%;
- 6、气泡示踪粒子平均粒径 $\geq 30\mu\text{m}$, 待测区域内粒径 $0\mu\text{m}$ - $50\mu\text{m}$ 粒子数占比 $\leq 50\%$ 。
- 7、气泡寿命不低于 30 秒。

十七、高精度激光测振仪系统 1套

- 1、★设备原理: 激光多普勒测速 (Laser Doppler); 设备采用分离式设计, 光学和电学部分独立, 减少电学部分对光学设备的环境干扰。光学头和电学部分的线缆不低于 5 米;
- 2、★激光类型: 氦氖激光器, 波长 633nm, 红色可见激光, 安全等级 Class 2, 功率 $<1\text{mW}$, 人眼安全, 可实现水下振动测试;
- 3、激光聚焦方式: 自动聚焦, 远程聚焦, 手动聚焦;
- 4、★工作距离: 0.39m-100m;
- 5、振动带宽: DC- 50kHz;
- 6、★设备精度: 校准误差 $<1\%$, 线性误差小于 0.5%;
- 7、★最大测量速度: 12m/s, 速度分辨率: $1.5\text{nm/s}/\sqrt{\text{Hz}}@1\text{kHz}$, 速度档位: 0.001m/s, 0.002m/s, 0.005m/s, 0.01 m/s, 0.02 m/s, 0.05 m/s, 0.1 m/s, 0.2 m/s, 0.5 m/s, 1 m/s, 2 m/s, 5 m/s, 6 m/s, 10 m/s, 12 m/s;
- 8、★最大测量位移: 200mm, 位移分辨率: 16pm, 位移档位: 18 档, $0.5\mu\text{m}$, $1\mu\text{m}$, $2\mu\text{m}$, $5\mu\text{m}$, $10\mu\text{m}$, $20\mu\text{m}$, $50\mu\text{m}$, $100\mu\text{m}$, $200\mu\text{m}$, $500\mu\text{m}$, 1mm, 2 mm, 5 mm, 10 mm, 20 mm, 50 mm, 100 mm, 200 mm;
- 9、最大测量加速度: $100,000,000\text{m/s}^2$, 加速度分辨率: $\leq 2.5\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$;
- 10、信号延迟 (光电信号转换延迟): 0.4ms;
- 11、★模拟高通滤波器: 1 Hz, 2 Hz, 4 Hz, 8 Hz, 15 Hz, 30 Hz, 60 Hz;
- 12、低通滤波器: 1 kHz, 2 kHz, 5 kHz, 10 kHz, 20 kHz, 50 kHz, 100 kHz (取决于所选带宽);
- 13、跟踪滤波器: Slow, medium, fast; ASE 滤波器: 自适应信号增强 (ON/OFF)
- 14、电学前端接口/显示: 带交互式菜单的 7 寸彩色触摸屏, 设置前端和光学头;
- 15、输出方式: 模拟输出, BNC 接口同时输出速度、位移和加速度, 相位同步; 数字输出: 通过网线连接至上位计算机;
- 16、★采集控制软件, 软件可以设置光学头和前端的参数, 实现远程聚焦, 支持时域、

频域信号采集、显示、存储和回放和数字滤波设置、触发设置等功能；数据保存为.pvd、.UNV、ASCII 等格式；

17、上位计算机要求：2 个 USB 3.0,一个 RJ45 接口，CPU I7,DDR3 16，SSD 1T，预装 LabVIEW 2022 软件；

18、 配备航空运输箱及三脚架（带三自由度云台）；

19、 设备行业标准要求：激光安全 IEC/EN 60825-1；电气安全 IEC/EN 61010-1

20、电磁兼容性 EC/EN 61326-1；

21.产品质保 24 个月。

十八、光学测量 2 台

1.感测头型号：LJ-X8060

基准距离：64mm

测量范围：

Z 轴(高度) $\pm 7.3\text{mm}$

X 轴(基准距离)16mm

激光等级：2M 类激光，输出不低于 10mW

直线性：Z 轴(高度) $\pm 0.04\%$ of F.S.

轮廓数据间隔：5um

轮廓数据数量：不低于 3200 点

2.感测头型号：LJ-X8200

基准距离：245mm

测量范围：

Z 轴(高度) $\pm 34\text{mm}$

X 轴(基准距离)72mm

激光等级：2M 类激光，输出不低于 10mW

直线性：Z 轴(高度) $\pm 0.04\%$ of F.S.

轮廓数据间隔：25um

轮廓数据数量：不低于 3200 点

十九、调速器特性和机组参数综合测试系统

(1) 8 路模拟量输入 (Ch1~Ch8)。隔离 1500VRMS、独立地。程控为电压或电流输入形式, 量程为 $\pm 10\text{V}$, $\pm 20\text{mA}$ 。同步采集, 功能自定义。模—数转换 (A/D) 16bit, 分辨率 0.0015%。

(2) 2 路频率输入 (Ft, Fn)。隔离, 额定值 100VAC, 允许电压输入范围为 0.2V~170VAC、频率输入范围为 0.5Hz~100Hz (可扩展到电压 0.2V~250VAC、频率 0.02Hz~150Hz); 在 50Hz 附近, 测频理论分辨率为 0.0000167Hz (150MHz 主频, 时间分辨率 6.67ns), 确保实际分辨率为 0.0001Hz。

(3) 4 路开关量信号输入 (DI1~DI4)。其中至少 2 路是“有源/无源”自适应, 250VDC, 光电隔离; 另外 2 路是 24VDC。可编程为“有电压”“断开”/“接通”。

(4) 4 路模拟量输出 (AO1~AO4)。隔离 1500VRMS、独立地。电压或电流输出形式。量程为 $\pm 10\text{V}$, 0mA~20mA。功能自定义。数-模转换 (D/A) 分辨率 14 位、0.0061%。

(5) 3 路仿真频率输出 (FO1、FO2、FOG)。峰-峰值不小于 23V, 方波; 在 50Hz 附近, 理论分辨率为 0.0000167Hz (150MHz 主频, 时间分辨率 6.67ns), 确保实际分辨率为 0.0001Hz。

(6) 4 路开关量信号输出 (DO1~DO4)。光电隔离。缺省形式为: 有电压【 $\geq 10\text{VDC}$ 】: 合; 无电压【 $\leq 2\text{VDC}$ 】: 断。可编程为“有电压”“断开”/“接通”。

(7) 2 路传感器电源输出。24 VDC, 不小于 200mA; 5/10/12V/15VDC, 不小于 100mA。

(8) 通信接口: 至少 480Mbps。USB 2.0 高速。

(9) 数据采样周期 0.5ms~5ms, 根据测试项目特点确定或程控。