

第八部分 技术规范及要求

一、港桥园区“上大压小”热电联产项目性能验收试验技术规范



1 总则

- 1.1 本技术规范书用于重庆港桥园区“上大压小”热电联产项目 1×490MW 联合循环机组性能考核试验联合循环机组性能考核试验项目，它提出了项目内容、项目范围、工作要求、质保要求等技术方面要求。
- 1.2 本技术规范书提出了最低限度的技术要求，并未对一切技术细节作出规定，也未充分引述有关标准和规范的条文，投标人应保证提供符合本技术规范书和最新的国内、外工业标准的优质服务。
- 1.3 如果投标人没有以书面形式对本技术规范书提出异议，则意味着投标人提供的监理服务完全符合本技术规范书的要求。如有异议，不管是多么微小，都应在技术投标书中列明“差异表”。在征得招标人同意后，可对有关文件进行修改，如招标人不同意修改，仍以招标意见为准。
- 1.4 在签定合同之后，招标人保留对本技术规范书提出补充要求和修改的权利，投标人应承诺予以配合。如提出修改，具体项目和条件由供需双方商定。
- 1.5 本技术规范书经招标人、投标人双方认可后作为主合同的技术附件，与主合同具有同等法律效力。
- 1.6 如首次性能试验不成功，经各方协商同意，乙方应负责安排做第二次性能试验。如有费用，则由责任方承担。
- 1.7 本技术规范书未尽事宜，由合作双方协商确定。

2 工程概况

2.1 建设规模

本项目按 2 台 490MW 级（M701F4）燃气蒸汽联合循环热电联产机组规划，本期工程建设 1 台 490MW 级（M701F4）燃气蒸汽联合循环热电联产机组及相应的设施。

本项目建设 1 台 490MW 级（M701F4）燃气蒸汽联合循环热电联产机组，年运行小时

数按 8000 小时、发电年利用小时数 5784 小时计算。

本项目已采购主机的年平均纯凝工况 100%负荷燃机功率为 320.92MW，汽机功率为 161.03MW；年平均额定供热 100%负荷燃机功率为 320.92MW，汽机功率为 121.58MW。

2.2 地理位置

重庆市永川港桥工业园区内。园区内已建成纵横交错的交通路网，通过园区内已建道路可与 S206、S208 省道相接，厂址东侧紧邻港桥大道，北侧紧邻笋兴路。

2.3 厂址概况

2.3.1 运输条件

(1) 公路

永川区境内公路交通发达，G85 渝昆高速公路和重庆三环高速分别呈东西向和南北向在境内通过，国道、市道、镇乡公路交织成网，公路交通十分便利。

永川区基本建成“四高二环十射多联”骨架公路网络，推进高速公路网络建设，建成重庆三环高速公路永川段、永川（双凤）—江津（双福）—九龙坡（华岩）高速公路、永川东南环线高速公路，完成成渝高速公路永川段扩能改造。建设永川至成渝复线高速公路联络线、港桥新城环线等骨干公路，改建干线公路 400 公里，硬油化农村公路 1200 公里。

(2) 水运

永川港区主要由松溉作业区和朱沱作业区组成。松溉作业区位于松溉镇东北向约 2 公里处，现有客运泊位 4 个，年通过能力 25 万人次；货运码头两个，属重庆渝西货运港口发展有限公司，共计 11 个泊位。朱沱作业区在松溉作业区上游约 6 公里，属重庆理文造纸厂专用货物装卸码头。

(3) 航空

本厂址往东距离重庆江北国际机场约 106km。

(4) 铁路

永川区境内有老成渝铁路和成渝高铁通过，老成渝铁路呈南北走向，北端到永川，东北端到北碚、重庆，厂址附近的车站有成渝铁路朱杨溪货运站。成渝高铁已于 2015 年 12 月通车运营，在永川城区设有永川东站，距厂址直线距离约 37 公里。

2.3.2 地质条件

厂址区位于四川盆地南缘，为川东南红层丘陵地貌，多以浅丘和残丘为主，部分地段为深丘和低山地貌。受构造控制，山体总体走向大多为北东向和南北向。区内海拔多在 210~300m，少部分地区大于 300m，长江河谷地带存在漫滩及阶地地貌，海拔一般在 200m 左右。地形高差一般小于 50m，部分地区 100m 以上。地形坡度多为 10~30 度，受岩性控制，岩石坚硬地区地形坡度较陡，局部为陡崖。区域地貌按其成因形态可分为：构造剥蚀、构造侵蚀、侵蚀堆积地貌。工程区内水系为长江水系。工程场地 50 年超越概率 10%的地面动峰值加速度为 0.087g，对应的地震基本烈度为 VI 度。

2.4 气象条件

区内属亚热带气候区，夏热多干旱，冬暖少霜雪，雨量充沛。多年平均气温 18.4℃，极端最高温度 41.3℃(1995 年 9 月 6 日)，极端最低温度-2.3℃(1975 年 12 月 5 日)，多年平均降雨量 1108.7mm，年最大降雨量 1267.20mm (1967 年)，年最小降雨量 663.8mm (1958 年)，降雨分配不均，主要集中在 5-10 月，且多暴雨、降雨量约占全年降雨量的 81%，多年平均日最大降雨量 101.0mm，全年主导风以北风最多，平均风速 2.2m/s。

厂址东北侧约 46km 处有江津气象站。该站始建于 1955 年 1 月 1 日，经三次迁站，目前位于江津区几江街道办事处西关村打锣冈，地理位置 N29°17'；E106°15'，观测场海拔 261.4m。江津气象站观测项目齐全，资料整编规范，系列较长。观测项目有气压、气温、绝对湿度、相对湿度、降水量、风速等，观测仪器设备和资料整理等均符合国家规范。

根据江津气象站多年观测资料进行统计，得到江津站各气象要素特征值如下：

多年平均气温	18.4℃
历年极端最高气温	41.3℃
历年极端最低气温	-2.3℃
多年平均相对湿度	81%
历年最小相对湿度	14%
多年平均气压	1108.7 hPa
多年平均年降雨量	1108.7mm
历年最大年降雨量	1267.20mm
历年最小年降雨量	663.8mm
多年平均风速	2.2m/s

2.5 工程进度

计划 2022 年 8 月浇注主厂房第一方混凝土，2023 年 10 月 16 日完成 168h 试运行。

2.6 电源

投标人从招标人设备接出电源。如不足，投标人自行负责解决。

2.7 通讯

厂址附近已通固定电话网络，厂址范围内已覆盖无线通讯网络，投标人可自主选择通讯服务网络。接入费用及话费由投标人负责。

2.8 试验办公地点

招标人将视现场实际情况确定投标人的试验办公区位置。

2.9 环境保护及文明施工

除招标人的特殊要求外，其余按国家、地方及行业的有关法律、法规、标准、规程规范等执行。

2.10 当地和周边关系



试验过程中，与当地和周边关系的协调由投标人自己负责，招标人给予适当协助。

2.11 图纸资料

招标人在整个合同规定的时间内，将按规定的份数向投标人提供技术文件和图纸，且作为合同的一个组成部分。招标人在招标阶段提供的参考图纸，可以满足投标报价之用，投标人对测算结果的准确性和完整性负责。

图纸、资料的保密要求：投标人须将本次招标所提供的所有的图纸资料和附件作为保密资料对待，不得将这些资料以各种形式转让给他人，也不得在任何商业或各种文献上刊登和披露，投标人不能在未得到招标人批准的情况下让第三者使用或向第三方转让。一旦机组移交生产后，投标人须将所有根据合同提供的资料退还招标人。

图纸、资料交付计划另行协定（部分图纸、资料以英文版形式提供，投标人必须派遣英文水平很好的试验人员）。

3 性能试验标准

3.1 ASME PTC 46-2015 电站整体性能试验规程

3.2 DL/T 1426-2015 联合循环汽轮机性能试验规程

3.3 ASME PTC 6.2-2011 联合循环汽轮机性能试验规程

3.4 ASME PTC 22-2005 燃气轮机性能试验规程

3.5 DL/T 851-2004 联合循环发电机组验收试验

3.6 GB/T 18929-2002 联合循环发电装置验收试验

3.7 ISO 2314-2009 燃气轮机验收试验

3.8 ISO 6976-2005 天然气发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算

3.9 ASME PTC4.4-2008 燃机余热锅炉性能试验规程

3.10 ASME PTC 19.1-2005 试验不确定度

3.11 ASTM D1945-2003 用气相色谱法分析天然气的试验方法

3.12 AGA Report No.8 美国天然气协会报告天然气及其它相关烃类气体的压缩因数

3.13 IAPWS 工业公式 IF1997

采用标准、规范和招标人与设备供应商订供货合同有冲突时，按招标人与设备供应商合同执行，除非招标人另作决定。以上标准若不是最新标准，按最新标准执行。

4 性能试验项目和工作范围

4.1 性能试验项目

4.1.1 联合循环及机岛性能试验项目

（1）100%负荷性能保证条件下联合循环毛输出功率

-
- (2) 100%负荷性能保证条件下联合循环毛热耗率
 - (3) 100%负荷性能保证条件下燃机排气流量和排气温度
 - (4) 100%负荷性能保证条件下汽机高压缸排汽压力、温度和流量
 - (5) 75%负荷性能保证条件下联合循环毛热耗率
 - (6) 50%负荷性能保证条件下联合循环毛热耗率
 - (7) 100%负荷 ISO 条件下联合循环毛输出功率和毛热耗率
 - (8) 100%负荷冬季工况联合循环毛输出功率和毛热耗率
 - (9) 100%负荷夏季工况联合循环毛输出功率和毛热耗率
 - (10) 发电气耗率
 - (11) 厂用电率及煤耗率
 - (12) 设备噪声
 - (13) 轴系振动
 - (14) 发电机漏氢
 - (15) 机岛辅机功耗（凝泵、循环水泵、真空泵等）
 - (16) 燃气轮机性能（出力、效率）
 - (17) 蒸汽轮机性能
 - (18) 污染物排放

4.1.2 余热锅炉性能试验项目

- (1) 性能保证工况 100%负荷余热锅炉出力和效率
- (2) 性能保证工况 75%负荷时余热锅炉出力和效率
- (3) 烟气阻力
- (4) 受热面水、汽侧压降
- (5) 噪声
- (6) 排烟温度
- (7) 余热锅炉岛辅助设备耗功
- (8) 蒸汽品质
- (9) 冬季工况 100%负荷余热锅炉出力和效率
- (10) 夏季工况 100%负荷余热锅炉出力和效率
- (11) 脱硝系统效率
- (12) 余热锅炉氨逃逸率

4.1.3 辅机性能试验项目

- (1) 高压给水泵性能试验
- (2) 中压给水泵性能试验
- (3) 循环水泵性能考核试验
- (4) 凝结水泵性能试验
- (5) 凝汽器性能试验

4.1.4 启动锅炉性能试验项目

- (1) 锅炉额定出力(净出力)
- (2) 锅炉出口蒸汽温度(额定出力)
- (3) 锅炉最低出力(净出力)
- (4) 锅炉蒸汽温度(最低出力)
- (5) 锅炉本体漏风率
- (6) 配套辅机总功率
- (7) 噪声
- (8) 锅炉烟气排放指标

4.1.5 其它性能试验项目

- (1) 发电机温升和效率
- (2) 设备散热（锅炉本体、燃气轮机、蒸汽轮机、主要蒸汽管道）
- (3) 汽水系统阀门严密性检查及评价
- (4) 真空严密性
- (5) 补水率
- (6) 厂界噪声

4.2 工作范围

4.2.1 概述

本期工程建设 1 台 490MW 级（M701F4）燃气蒸汽联合循环热电联产机组及相应的设施。性能试验工作是指一套联合循环机组的上述全部试验工作。

4.2.2 性能试验工作范围包括，但不限于以下工作：

4.2.2.1 参与招标人组织的招标技术规范书、图纸、资料审查，参与招标人组织的初步设计和设计联络会，参与招标人组织的评标、合同谈判，协助招标人的技术创新、设计优化工作，负责招标人提出的有关设备性能计算方面的工作。

4.2.2.2 性能试验前期工作

-
- (1) 收集并掌握有关的资料、标准和规范。
 - (2) 了解参与性能试验的各方人员配备情况。
 - (3) 掌握设备性能试验的情况，对存在的问题提出改进建议并检查落实情况。
 - (4) 制订机组性能试验测点方案，确定机组性能试验仪器、仪表测点清单，并在 PID 图上进行测点标注（按机组分设备性能试验来布置）。
 - (5) 配合设计单位和设备供应商完成性能试验测点的设计。
 - (6) 审查设备供应商所提供的修正曲线的合理性、完整性和准确性。
 - (7) 编制试验大纲。
 - (8) 提前介入项目设计。
 - (9) 及早进入现场，收集和熟悉设计图纸、制造厂家资料，熟悉设备和系统，发现问题，及时提出修改意见。
 - (10) 编制手动数据记录表格。
 - (11) 除了控制系统的永久仪器、仪表外，提供满足性能试验精度要求的所有试验仪器、仪表。
 - (12) 按规范要求校验并准备好属于投标人提供的性能测试所需用的仪器、仪表。
 - (13) 检查设备系统仪器、仪表布置安装的情况，对不符合要求之处提出改进建议并检查落实的情况。
 - (14) 检查参与性能试验人员准备工作情况。
 - (15) 提供隔离清单。

4.2.2.3 性能试验阶段工作

- (1) 负责全部性能试验过程的组织和协调工作。
- (2) 检查性能试验过程中各仪器、仪表工作是否正常，并做好缺陷记录。
- (2) 指导有关系统的投入、隔离运行操作。
- (3) 检查各隔离是否正常，如发现问题及时指导处理，并做记录分析。
- (4) 对性能试验过程中所采集的数据进行统计、整理、分析。
- (5) 负责天然气取样、送检，检验单位需经招标人及设备供应商确认。

4.2.2.4 性能试验后期工作

- (1) 对性能试验过程所采集的数据进行分析。
- (2) 计算性能试验结果。
- (3) 编写性能试验报告，主要包括以下内容：

-
- a.机组性能测试过程;
 - b.整理好的测试记录数据;
 - c.详细计算方式、计算过程、修正过程及计算结果;
 - d.对机组性能的总结、分析;
 - e.其它要说明的情况等。

(4) 参加性能试验结果分析讨论的会议。

(5)如果试验结果达不到设备供应商的性能保证值,在设备供应商对设备进行调整后,投标人有义务应招标人要求做第二次性能试验,投标人应与设备供应商共同分析原因,并参加招标人向有关设备供应商索赔的谈判。由于投标人原因造成的再次性能试验由投标人免费完成。

5 进度要求

- 5.1 在机组可靠性运行前或可靠性运行开始后,根据招标人的安排进行性能试验工作。
- 5.2 投标人在招标人提供 PID 图后 7 天内进行测点标注并返回给招标人。
- 5.3 在机组整套启动性能试验前提交正式试验方案,经试验各方讨论、修改后确定最终试验方案。
- 5.4 在性能试验工作结束 7 天内提交性能试验初步结果,性能试验工作结束后 30 天内提交性能试验正式报告。
- 5.5 具体进度以招标人的确定为准。

6 技术要求

- 6.1 机组性能试验满足规范和标准的要求,方案或大纲须经各方共同讨论确定。
- 6.2 性能测试管理监督机制完善。
- 6.3 试验测试布点准确完整。
- 6.4 数据采集过程准确完整。
- 6.5 性能试验过程符合要求。

7 质量要求

7.1 质量目标

- 7.1.1 测试设备的精度完全满足测试规范的要求。
- 7.1.2 测试数据记录全面、完整、准确。

7.1.3 计算准确、修正准确。

7.1.4 性能测试报告完整规范。

7.2 评定及验收要求

- (1) 性能试验过程是否符合试验大纲的要求；
- (2) 准备工作是否充分；
- (3) 测试仪器仪表的精度是否满足要求；
- (4) 测试的组织工作是否完善；
- (5) 监督检查是否到位；
- (6) 性能试验报告是否完整规范等；

7.3 数据记录都将由测试各方代表签字确认。

8 安全要求

1) 本项目的安全目标是：不发生人身伤亡事故；不发生重大设备停运或损坏事故；不发生误操作事故。

2) 投标人应建立质保体系和制定质保大纲，针对设备新技术的需要考虑采取相应的安全技术措施和各项反事故措施。

3) 在制定性能测试方案时，必须同时制定充分体现“安全第一”原则的防人身、设备事故的安全防范措施，防止发生人员伤亡事故。

4) 投标人必须配备负责安全管理的专职人员。

5) 如果因投标人原因造成设备损坏或人员伤亡，一切经济损失由投标人负责。

9 项目验收

在每台机组性能验收试验结束 60 天内投标人应按招标人的档案管理要求提交内容完整、准确的最终试验报告一式 15 份。最终试验报告获招标人验收通过，并向投标人出具竣工证明后投标人的性能试验工作结束。

附件 1 性能保证值

对联合循环机组燃用设计燃料时在燃机保证的排气总能量和汽机保证的高压缸排汽流量、压力和温度的前提下，锅炉按合同规定保证高、中、低三压供汽参数、流量、余热锅炉热损失 0.5%和合理的烟气压损（ISO 工况，静压 3.6kPa）的条件下：

序号	试验名称	EPC 保证值	备注
一	动力岛性能保证指标（年平均纯凝 100%负荷工况）		
1	联合循环出力（MW） （性能保证 100%负荷工况）	481.95	违约赔偿项目
2	联合循环热耗率（kJ/kWh） （性能保证 100%负荷工况）	5961	违约赔偿项目
3	余热锅炉热效率（%） （年平均额定纯凝 100%负荷工况）	89.2	违约赔偿项目
4	污染物排放（联合循环额定最大负荷至最小稳态负荷）		
4.1	燃气轮机排放 NO _x 浓度 mg/Nm ³ （以 NO ₂ 计，标态干烟气，15%O ₂ 含量）	≤50	违约赔偿项目
4.2	余热锅炉烟囱出口 NO _x 浓度 mg/Nm ³ （以 NO ₂ 计，标态干烟气，15%O ₂ 含量）	≤12.25	违约赔偿项目
4.3	CO ppmvd（15%氧气，干） （50-100%负荷范围）	≤15	满足环保要求
4.4	挥发性有机化合物（VOC） ppmvd（15%氧气，干）（50-100% 负荷范围）	≤2	满足环保要求
4.5	脱硝系统装置脱硝率 （联合循环额定 100%负荷至 50%负荷）	≥75.5	违约赔偿项目
5	噪声 dB(A)（距设备罩壳 1m、离运行平台 1.2m 高处的噪声平均值）		
5.1	燃气轮机、蒸汽轮机 dB(A)	≤85	违约赔偿项目
5.2	燃气轮机吸风口、发电机、余热 锅炉、各种排气口、各种转动设 备（泵与风机）dB(A)	≤85	违约赔偿项目
6	燃气轮机和蒸汽轮机组轴系振	燃气轮机：	违约赔偿项目

序号	试验名称	EPC 保证值		备注
	动水平及轴瓦振动水平	轴振: X,Y 双方向(峰-峰, 最大值) 50μm 蒸汽轮机: 轴振: X,Y 双方向(峰-峰, 最大值) 70μm 瓦振: 瓦振(最大值) 25μm 燃气轮机发电机: 轴振: X,Y 双方向(峰-峰, 最大值) 50μm 蒸汽轮机发电机: 轴振: X,Y 双方向(峰-峰, 最大值) 75μm; 瓦振: 瓦振(最大值) 25μm		
7	发电机漏氢量 Nm ³ /24h(发电机整套系统在额定氢压、转速下)	≤10		违约赔偿项目
8	其他			
8.1	发电机效率%	燃气发电机≥98.9 蒸汽轮发电机≥98.7		
8.2	余热锅炉烟气侧阻力 (kPa)	总的烟气阻力不应大于 3.6kPa(ISO 纯凝额定负荷工况, 静压, 含脱硝) 余热锅炉入口烟道阻力: 0.1kPa (年平均额定纯凝工况) 余热锅炉本体阻力(含脱硝): 2.7kPa (年平均额定纯凝工况)		违约赔偿项目
8.3	再热器压降 (MPa) (性能保证工况)	再热器压降(锅炉再热器进口至再热器出口) 最大不超过 0.1365MPa。(年平均额定纯凝工况) 余热锅炉再热器压降不超过再热系统总压降的 50%, 且不能超过热平衡图中给定的再热器压降。		
二	全厂性能保证指标 (年平均额定纯凝工况)			
9	发电厂用电率%	≤1.78		违约赔偿项目
10	汽轮机真空严密性真空下降率 kPa/min	≤0.2		
11	补水率% (机组水汽损失+锅炉排污)	≤2		违约赔偿项目
12	联合循环机组完成性能试验后验收合格起计算, 一年内凝汽器发生冷却水管泄漏	无泄漏		违约赔偿项目



序号	试验名称	EPC 保证值	备注
13	厂界及敏感点噪声等环保指标	四周厂界处昼间≤65dB(A) 夜间 ≤55dB(A)	
14	循环水泵等重要辅机设备、集控室内的噪声	1、循环水泵等重要辅机设备外壳 1m 处≤85dB(A) 2、集控室内≤45dB(A)	