

腾龙芳烃（漳州）有限公司

热电厂 4×670t/h 锅炉烟气脱硝

SCR 催化剂刮面施工工程

编 制： 陈军全 薛建忠

初 审： 薛建忠

会 审： 刘峰

审 定： 薛建忠

批 准： 1

腾龙芳烃（漳州）有限公司

2021 年 4 月

腾龙芳烃（漳州）有限公司

热电厂 4×670t/h 锅炉烟气脱硝 SCR 催化剂更换工程 技术协议

招标方：腾龙芳烃（漳州）有限公司

投标方：

签订日期：____年____月____日

热电厂 4×670t/h 锅炉烟气脱硝 SCR 催化剂更换工程技术协议

1 总则

1.1 本技术协议的使用范围，适用腾龙芳烃（漳州）有限公司热电厂 4×670t/h 锅炉烟气脱硝催化剂采购及安装的技术要求。

1.2 本技术协议提出的是最低限度的技术要求，并未对一切技术细节作出规定，也

文同等效力。

2 热电厂 4×670t/h 锅炉烟气脱硝概况

2.1 概况

2.1.1 厂址条件

热电厂位于漳州古雷港口经济区（位于福建省南端，东经 117°30′~117°45′，北纬 23°25′~24°），古雷区域东临浮头湾、台湾海峡，西靠东山湾，面对东山县、云霄县，三面环海。水路至厦门 77 海里，至汕头 73 海里，至台湾澎湖 98 海里；陆路至漳州 112km，至厦门 138km，至汕头 146km。沈海高速公路从规划区北面穿过并设有互通口；国道

324 线、漳州沿海大通道和规划建设的厦深铁路横贯规划区北面，区位和交通条件优越。

2.1.2 厂址气象条件

本厂址所在地属亚热带季风气候，夏季高温，冬季低温，年平均气温 21.3℃；
；
80%；

统计资料：

1) 气温

年平均大气温度	21.3℃
最高月平均气温	28.8℃
极端最高气温	38.2℃
	12.1℃
	4.7℃
最低月平均气温	31.6℃
极端最低气温	≥30℃，平均每年 81d
最热月的日最高大气温度的平均值	≥35℃，平均每年 0.65d
年最高气温日数	365 天/年

无霜期 毫米

2) 降水

毫米

多年平均年降水量 1327.4 毫米

历年最多年降水量 2125.6 毫米

历年最少年降水量 788.8 毫米

历年最多月降水量 676.2 天

历年最多日降水量 310.5 天 年

年平均降水日数 103.7

全年≥25 毫米降水日数 平均为 18 （2003 年~2007 年）

3) 风

全年平均风速 2.2 m/s

基本风压值	1.25kN/m ²
主导风向	东北，北北东
4) 台风	
年台风次数	5.9 次/年平均 (1951 年~2000 年)
最大瞬间风速 (东山近 20 年资料)	48m/s (1980 年 9 月 19 日)
	37.6m/s (2006 年 5 月 17 日)
5) 雾	
多年平均雾日数	22.5 天
最多年雾日数	39 天
多雾月份	2~4 月
6) 相对湿度	
多年平均相对湿度	80%
夏季相对湿度	85.7%
冬季相对湿度	77.3%
夏天最热时间相对湿度	75% (13~14 时)
最大相对湿度	100%
最热月平均相对湿度	98% / 26.8%
2003~2007 年最热月 (7~9 月) 的平均相对湿度	79%
7) 气压	
年平均气压	1007.6hPa
8) 蒸发量	
年平均蒸发量	1658.2 毫米
9) 地震	
地震设防烈度	7 度
地震基本加速度	0.15g
10) 暴雨强度公式:	
$q = 2003.515 \times (1 + 0.568 \lg T_e) / (t + 6.187)^{0.659} \text{ (L/S} \cdot \text{ha)}$	
其中: T_e -设计重现期 (a)	

2.2 设计条件

腾龙芳烃热电厂装设 4 台 670t/h 超高压煤粉锅炉 (670t/h、13.7MPa、540℃)。锅

炉采用自然循环、四角切向燃烧方式，单炉膛，无再热，平衡通风，露天布置，固态排渣，全钢架悬吊结构Π型汽包锅炉。

SCR 反应器直接布置在锅炉房与除尘器之间，垂直布置，不设置 SCR 烟气旁路。每个 SCR 总共设置了 3 个催化剂床层，本次更换 2 层催化剂以确保不小于 82.5%的氮

氧化物脱除率（本次催化剂更换将原第三层催化剂拆除，第三层不再安装催化剂，乙方设计时按 2 层空间设计）。

选用液氨作为氮氧化物脱除剂，当其纯度≥99%时 乙方保证不会对催化剂的寿命和性能产生危害。

选用 18 L 蜂窝式催化剂。

允许连续操作温度为 300~420℃。

标准连续操作温度为 354℃，最高操作温度为 420℃，如果操作温度降到下 应切断注氨。

催化剂应能承受每年连续运行 8000 小时，并且能承受脱硝装置一天启/停一次。

催化剂应能承受对锅炉以 50℃/分的速率进行强制冷却。

催化剂应在锅炉启动时应能承受如下温升速率：冷启动≤50℃/分钟 温启动和热启动≤50℃/分钟。

煤种			设计煤种	校核煤种
应用基碳含量	Car	%	54.21	49.90
应用基氢含量	H _{ar}	%	2.94	3.65
应用基氧含量	O _{ar}	%	6.2	5.5
应用基氮含量	N _{ar}	%	1.45	1.65
应用基硫含量	S _{ar}	%	1.2	1.3
应用基水分	Mar	%	12	13
应用基灰分	A _{ar}	%	22	25
应用基低位发热量	Q _{net,ar}	kJ/kg	20097	19050
干燥基挥发分	V _{daf}	%	35.71	33.33
哈氏可磨性系数	—	—	55	53

煤种			设计煤种	校核煤种
煤粉细度	R ₉₀	%	20	20
灰的特性:				
变形温度	DT	℃	1280	
软化温度	ST	℃	1310	
熔化温度	FT	℃	1390	

2.2.2 点火及助燃用油

粘度 (20℃)		
含碳量		
含氢量		
含氮量		
含硫量		
闭口闪点		
凝固点		
低位发热量	kcal/kg	9557

2.2.3 热电厂主要设备参数

设备名称	参数名称	单位	参数	
			设计煤种	校核煤种
	制造厂		上海锅炉厂有限公司	
	型式		超高压参数自然循环、四角切向燃烧方式，单炉膛，无再热，平衡通风，露天布置，固态排渣，全钢构架，全悬吊结构，回转式空气预热器，“Π”型布置汽包锅炉。	
锅炉	过热器蒸发量 (BMCR)	t/h	670	
	过热器出口蒸汽压力 (BMCR)	MPa.g	13.70	
	过热器出口蒸汽温度 (BMCR)	℃	540	
	省煤器出口标态湿烟气量 (BMCR)	Nm3/h	633105	
	省煤器出口烟气温度 (BMCR)	℃	354	
	锅炉排烟温度 (BMCR)	℃	129.4	130.0
	锅炉实际耗煤量 (BMCR)	t/h	88.69	94.07
	数量 (每台炉)	台	2	
空预器	型式		回转式	
	漏风率 (一年后)	%	9	
	数量 (每台炉)		2	
除尘器	型式		电袋复合式 (二电场/二袋场)	
	除尘效率	%	99.95	
	引风机出口灰尘浓度	mg/Nm³	25	
引风机	型式及配置 (BMCR)		2	

	风机入口流量	t/h	618.18	
	风机全压	Pa	6488	
	风机入口温度	℃	121	121
	电动机功率	kW		
烟囱	高度	m	180	
	型式		2 台锅炉共用一座内筒 (4 台锅炉, 共 2 座内筒)	

2.2.4 烟气脱硝系统入口烟气参数

项目	单位	数据 (湿基) 设计煤种	数据 (干基) 设计煤种
省煤器出口烟气成分 (过量空气系数为 <u>1.23</u>)			
CO ₂	Vol%	14.078	15.392
O ₂	Vol%	3.651	3.992
N ₂	Vol%	73.618	80.488
SO ₂	Vol%	0.117	0.128
H ₂ O	Vol%	8.535	-

锅炉不同负荷时的省煤器出口烟气量和温度

工况	BMCR (设计工况)	ECR (校核工况)
燃煤	设计燃煤	设计燃煤
燃煤量 (t/h)	80	81
烟气含氧量, Vol%		4
烟气压力, Pa	~-700	
实际湿烟气量 (m ³ /h)	1600318	1451307
标态湿烟气量 (Nm ³ /h)	633105	576196
烟气温度 (设计煤种), °C	354	350
干烟气密度, kg/Nm ³	1.37	1.37

2.2.5 锅炉 BMCR 工况脱硝入口烟气中污染物成分 (标态, 干基, 6%含氧量)

项目	单位	数据	
		设计煤种	设计值
烟尘浓度	g/Nm ³	~27.4	-
NO _x	mg/Nm ³		280
Cl (HCl)	mg/Nm ³	-	-
F (HF)	mg/Nm ³	-	-
SO ₂	mg/Nm ³	2900	-
SO ₃	mg/Nm ³	~30	-

2.2.6 纯氨分析资料脱硝系统反应剂选用纯氨，其品质符合国家标准 GB536-88《液体无水氨》技术指标的要求，如下表：

指标名称	单位	合格品	备注
氨含量	%	99.6	
残留物含量	%	0.4	重量法
水分	%	-	
油含量	mg/kg	-	重量法
			红外光谱法
铁含量	mg/kg	-	
密度	kg/L		25℃时
沸点	℃		标准大气压

2.3 现有系统说明

2.3.1 现有系统说明

工程采用选择性催化还原脱硝（SCR）工艺，采用单炉双体 SCR 结构体布置，SCR 本体三层布置，每层结构高度不小于 3 米。采用高灰型 SCR 布置方式，即 SCR 反应器烟气引出在锅炉高温省煤器出口和高温空气预热器之间。

催化剂层数采取“2+1”模式布置（目前已安装 3 层）。在设计煤种及校核煤种、锅炉最大连续出力工况（BMCR）、处理 100%烟气量、在布置 2 层催化剂条件下脱硝效率不小于 60%；当备用层催化剂投运时，脱硝装置在性能考核试验时的 NOx 脱除率不小于 80%。

选用液氨作为氮氧化物脱除剂，当其纯度≥99%时，乙方保证不会对催化剂的寿命造成不良影响，且其氨气质量分数不低于 99.6%。

SCR ；

2.3.2 SCR 反应器数据

催化剂床层数
还原剂

垂直向下
3 层

≡

NO_x 脱除率 >80% (标况, 6%含氧量, 干基
NH₃ 逃逸率 (6%O₂) 体积 ppm ≤3
SO₂/SO₃ 转化率 %

3 担保与保证

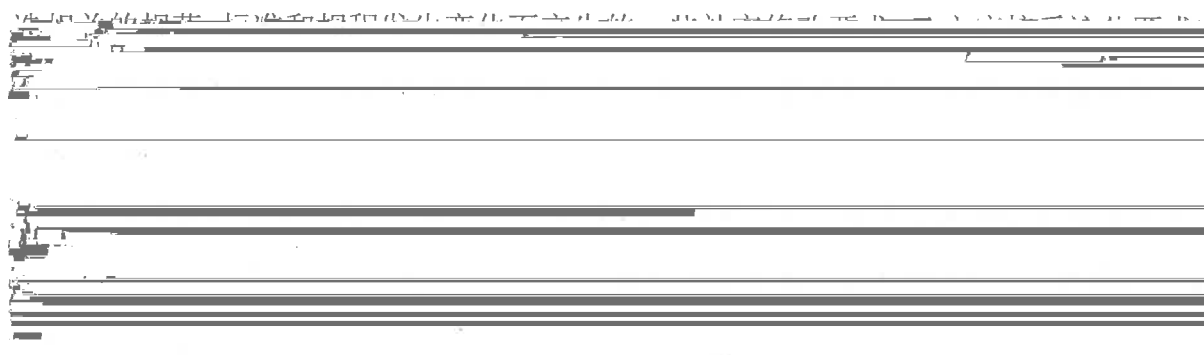
无论相关的图纸或文件有没有经甲方批准或认可, 乙方都应保证催化剂及其相关不

[REDACTED]

会因设计、材料、加工以及性能差而有任何缺陷。催化剂应进行适当的选择、设计并制

[REDACTED]

在签订合同之后，到乙方开始制造之日的这段时间内，甲方有权提出因与本设备制



合同中同一参数出现不一致时，将按照满足工程质量及有利于甲方要求的原则修改确定。

乙方因催化剂质量问题而导致脱硝性能达不到要求，乙方交付的产品经甲方验收不合格的，每次应向甲方支付违约金人民币 10000 元，并应根据甲方要求进行修理、更换或采取其他补救措施。累计 两 次验收不合格的，甲方还有权解除合同、拒绝支付任何费用。。

4 催化剂技术参数及性能要求

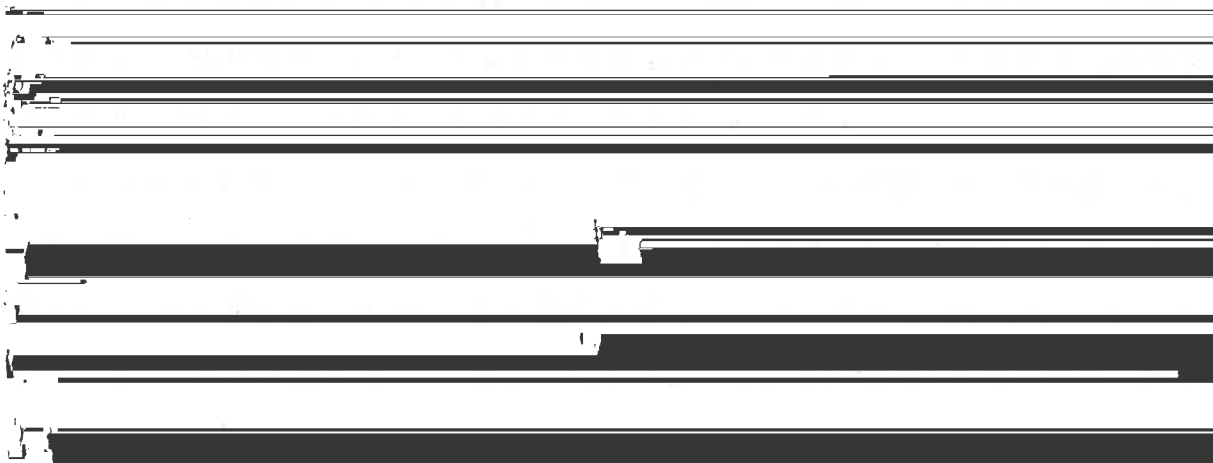
4.1 技术参数及性能要求

本合同催化剂用于选择性催化还原（SCR）工艺全烟气脱硝系统。

4.1.1 本系统采用纯度为 99.6%的液氨（纯氨）作为脱硝系统的反应。

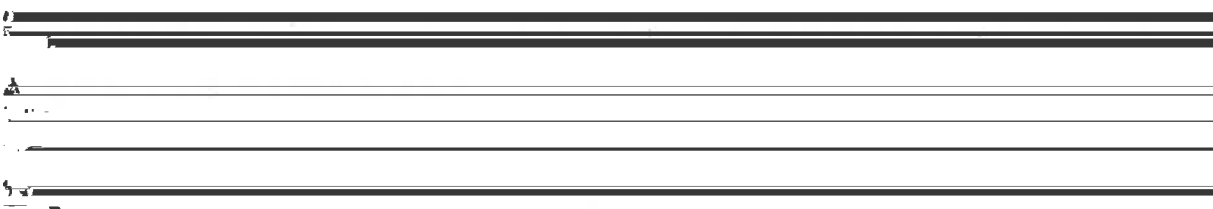
4.1.2 为保证与锅炉的运行模式相协调，乙方提供的催化剂必须确保在负荷调整时有好的适应特性，在电厂运行条件下能可靠、稳定地连续运行。

4.1.2 SCR 装置能保证在锅炉烟气温度 200℃-420℃之间的任何负荷条件下持续



4.1.6

SO₂/SO₃



➤ SCR 第二层出口 NOx 含量: $\leq 50\text{mg/Nm}^3$ 。

➤ 氨氮摩尔比偏差: $\pm 5\%\text{RMS}$ 。

1) 速度偏差: $\pm 15\%\text{RMS}$ 。

2) 温度偏差: $\pm 10^\circ\text{C}$ 。

3) 氨氮摩尔比偏差: $\pm 5\%\text{RMS}$ 。

4.3 催化剂性能考核试验的时间为:

➤ 第一次性能考核试验在机组完成 168 小时试运之后六个月内进行。

➤ 第二次性能考核试验在工程质保期期满之前进行。

➤ 第三次性能考核试验在催化剂质量保证期 (24000 小时) 期满之前进行。

4.4 催化剂技术要求

催化剂的型式采用蜂窝式。

催化剂模块必须设计有效防止烟气短路的密封系统,密封装置的寿命不低于催化剂的寿命。催化剂各层模块规格统一、具有互换性。

4.5 乙方提供腾龙芳烃热电厂 4×670t/h 锅炉烟气脱硝催化剂的主要技术数据。

催化剂数据表

项目	单位	数值
描述:		
负荷参数		BMCR
锅炉数量		2
每台炉反应器数量		2
烟气条件:		
烟气流量	Nm ³ /h	633105
含尘量	g/Nm ³	27.4
氧量修正	Vol% dry	6
NOx 入口浓度	mg/Nm ³ (STP 6%dry)	280
设计要求:		

项目	单位	数值
NO _x 脱除率	%	82.5
NO _x 出口浓度	mg/Nm ³ (STP 6%dry)	≤50
NH ₃ 逃逸	ppmvdc	≤3.0
SO ₂ 氧化率	%	≤1.0
催化剂寿命	h	24,000

催化剂说明:

催化剂类型			蜂窝式
催化剂基材			TiO2
催化 剂 组分	V2O5	%W	0.5~1.5
	WO3	%W	3~5
	TiO2	%W	80~90
	other	%W	/
尺寸	外壁厚	mm	1.5±0.1
	内壁厚	mm	1.0±0.1
	开孔（opening）	mm	6.2
	孔间距（pitch）	mm	6.87
	催化剂单元截面尺寸	mm×mm	150×150
	催化剂单元长度	mm	750
	孔数		22
	几何比表面积	m2/m3	537
	空隙率	%	81.2
	密度	kg/m3	370
物理 性质	每模块的比表面积	m2/module	652
		轴向（MPa）	2.0
	抗压强度	径向（Y）（MPa）	0.6
		径向（Z）（MPa）	0.6
	模块截面尺寸	mm×mm	1906×966
	孔容	ml/g	0.25
	BET 比表面积	m2/g	40
	模块高度	mm	957
	前端耐磨长度	mm	25
	耐磨强度（质量损失方式）	g/kg	0.1%（非硬化端） 0.15%（硬化端）
每个反应器催化剂体积			m3 58.3
每台锅炉催化剂体积			m3 116.6
每台锅炉催化剂有效表面积			m2 62614
催化剂模块描述:			
每一层的模块阵列			3×8
模块尺寸			mm 1906×966×957

项目	单位	数值
模块重量	kg	750
模块箱材料		碳钢
反应器参数:		
每台锅炉反应器数量	-	2
每个反应器催化剂床层数	-	2
预留层	-	1
模块布置	-	3×8
每层模块数	-	24
每个反应器模块数	-	48
每台锅炉模块数	-	96
反应器尺寸（内径）	m	~6×8
反应器有效截面积	m ²	~48
设计参数:		
NO _x 脱除率	%	82.5
出口含量	mg/Nm ³ （STP 6%dry）	50
NO _x	ppmvdc	3
NH ₃ 逃逸	%	1
SO ₂ 氧化率	Pa	320（二层）
压力损失	kg / h	69.4
NH ₃ 消耗	h-1	5428
比速度（SV）（LV）	m/s	5.26
进入催化剂前线速度	m/s	6.48
催化剂内线速度（LV）	Nm/h	10.108
面速度（AV）	℃	354
设计温度	℃	300~420
连续运行温度范围	℃	280
SCR 入口条件:		
最低连续运行温度	%RMS	±15
速度分布	℃	±10
温度分布	%RMS	±5
辅助材料		碳钢
摩尔比		碳钢
密封材料		碳钢
铅衬材料		碳钢

备注：黄底黑字部分由投标方根据各自设计参数进行填写。

4.6 性能修正曲线

乙方应提供参数偏离设计条件时的修正曲线。如：氮氧化物浓度、烟温、烟气流量、NH₃/NO_x 摩尔比变化对脱硝效率、NH₃ 逃逸率的修正曲线，烟温、催化剂入口的 SO₂

浓度以及锅炉负荷等参数的变化对 SO_2/SO_3 的修正曲线。所有以上修正曲线将在最终设计方案确定以后由甲方核准。至少包括以下曲线（不限与此）：

- 1) 脱硝效率随烟气中氮氧化物含量变化的修正曲线；
- 2) 脱硝效率随烟气温度变化的修正曲线；

3) 氨与法里与脱硝效率的关系曲线

4) NH_3/NO_x 摩尔比变化对脱硝效率；

5) SO_2/SO_3 的转换率随锅炉负荷等因素变化的函数曲线；

6) SO_2/SO_3 的转换率随催化剂入口的 SO_2 浓度变化的函数曲线

7) SO_2/SO_3 的转换率随氨比变化的函数曲线

8) 烟气与催化剂接触时间和脱硝效率之间的关系曲线；

9) 催化剂前线速度和催化剂阻力之间的关系曲线；

10) 飞灰浓度和脱硝效率之间的修正曲线；

11) 催化剂运行时间对脱硝效率影响的的关系曲线。

实现保证与赔偿

在性能考核和化学寿命终止时 催化剂性能达到本协议中所规定的保证值时即认为乙方保证已实现。

2) 如果化学寿命期间的现场试验结果表明保证值未达到，乙方将进行现场调查以确定不能达到性能保证的原因。如果怀疑是催化剂劣化，甲方将提出索赔，连同必要

性能保证要求条件下 是因为乙方提供的催化剂质量原因，没有满足 SCR 系统的性能要求，乙方将保证更换新的催化剂以达到设计要求，所产生费用由乙方全部承担。并且承诺承担因为乙方催化剂质量原因应该承担的相应罚款。

乙方总的工作范围包括催化剂设计、生产、供货、检验、运输、技术服务、开箱检查、安装（包括旧催化剂拆除）、售后服务等。

乙方按照甲方的总体进度要求，组织设计联络会，按时设计文件及说明
乙方派遣技术专家参加由甲方组织性能考核试验并有义务解答甲方提出的相关技术

5.2 供货范围

5.2.1 供货原则

乙方按本技术协议确定的供货范围供货、并提供相关的技术服务，乙方的供货应满足本技术协议的要求。

乙方应根据甲方提供的原始数据、技术要求和现场限定的条件，合理选择催化剂规格，保证其性能指标和系统安全可靠地运行。

乙方提供的催化剂应采用目前最先进的技术。

乙方的工作范围至少包括#4 炉第一二层催化剂及#3 炉第一层催化剂供货及安装，炉全部三层催化剂及#3 炉第一层和第三层拆除。

供货范围清单 1

名称	规格型	体积	单位	制造厂	备注
				原产地	
1	催化剂	TiO ₂ -WO ₃ -V ₂ O ₅	174.9 m ³	144个模块	
	密封件			1.5	
3	旧催化剂拆除	板式		1.5	#4炉三层及#3 炉第一层和第 三层拆除
5	新催化剂安装	TiO ₂ -WO ₃ -V ₂ O ₅	174.9 m ³	144个模块	

5.2.2.2 催化剂与辅助设施

主要包括：

1) 催化剂模块： 144 个，催化剂体积： 174.9 m³，碳钢催化剂模块框架（含栅盖）。催化剂技术参数如下：

项目	变量	单位	数量
	锅炉数量		1.5
	每台锅炉的反应器数量		2
	催化剂床层数		
	催化剂类型		蜂窝式
	催化剂主要成分		V ₂ O ₅ 、WO ₃ 、TiO ₂
	孔径	mm	6.87
	孔内径	mm	6.2
尺寸	外壁厚	mm	1.5±0.1
	内壁厚	mm	1.0±0.1
	尺寸	mm	150×150×750

2) 装有可拆卸测试用催化剂单元的模块（ 16 单元/炉）。包含化学寿命内的所有活性检测（每反应器每年一块）。

- 3) 钢丝栅盖。
- 4) 为避免在催化剂模块间或催化剂与反应器内壁间气体短路的密封装置及防尘罩。
- 5) 模块与辅助设施。
- 6) 必要的连接件（螺栓，螺母等）。

5.2.2.3 特殊工具

- 起吊工具 2 件。
- 转运小车 2 件。

5.2.2.4 计算流体动力学（CFD）与报告

乙方有义务提供催化剂模块方面的信息，以便甲方进行 CFD 分析。

5.2.2.5 物理流动模型试验与报告

乙方有义务免费对甲方物理流动模型试验提供配合。

5.2.2.6 在制造前，甲方、乙方对模块的布置及支撑梁的选型进行确认。

5.3 备品备件范围

供货范围清单 2—备品备件和专用工具清单

序号	项目	规格	单位	数量	制造商	产地	备注
1	测试单元备件	135×135×750	块	24			用于替换测试单元
2	吊具		台	2			

5.4 旧催化剂的处理

更换下来的旧催化剂由甲方回收处理。由乙方负责包装并运输到甲方指定位置（厂区内）。

6 检验、调试和性能验收试验

6.1 概述

6.1.1 本附件用于合同执行期间对乙方所提供的设备（包括对分包外购设备）进行检验、调整试验和性能验收试验，确保乙方所提供的设备符合工程设计要求。

6.2 工厂检验和试验（质量保证）

6.2.1 工厂检验是质量控制的一个重要组成部分。乙方须严格进行厂内各生产环节的检验和试验。乙方提供催化剂须签发质量证明、检验记录和测试报告，并且作为交货时质量证明文件的组成部分。催化剂的试验与检查应在验收以及化学寿命期终止时进行。

6.2.2 检验取样方案标准

取样方案标准

分类	检查/试验项目	频次
几何形状/密度	单元尺寸测量 AP 值 开孔率 密度	>5 个催化剂元件/20m3
抗压强度	轴向挤压 横向挤压 抗磨强度试验	（轴向挤压、横向挤压）1 次/20m3 （抗磨强度试验）每炉 1 次
性质	化学组成 孔体积 平均孔径 BET 比表面积	1 次/炉
催化剂活性试验（小试）	小试活性试验	1 次/炉
催化剂活性试验（中试）	中试活性试验 中试压降试验	1 次/大批
目测外观	催化剂外表面	100%
模块检查	尺寸 装配质量	每一模块

乙方负责催化剂的安装工作，其设计、安装等技术服务人员应到现场进行安装、调试指导。若催化剂存在缺陷，乙方应在买卖双方商定的时间内消除或更换。

对于安装质量，乙方保证标准时，正确安装好以后，但乙方自行承担，乙方承担

6.6 性能验收试验

6.6.1 性能验收试验的目的是为了检验合同催化剂的所有性能是否符合工程设计要求。由甲方委托有资质的第三方实施性能试验工作。

6.6.2 性能验收试验的地点为甲方脱硝装置现场。性能考核试验必需的特殊试验仪器和工具应由乙方或第三方负责提供。

6.6.3 性能考核试验的时间为：（具体试验时间由甲方确定。其它试验由买卖双方协商确定。）

第一次性能考核试验在机组完成 168 小时试运之后六个月内进行。

第二次性能考核试验在工程质保期期满之前进行。

第三次性能考核试验在催化剂质量保证期（24000 小时）期满之前进行。

6.6.4 性能考核试验开始前，乙方必须对 SCR 装置进行优化调整，保证 SCR 出口

包括：

- ✧ 脱硝效率；
- ✧ SCR 反应器出口 NO_x 浓度；
- ✧ 氨逃逸浓度；

SCR 反应器出口 NO_x 浓度；

- ✧ SCR 反应器的烟气温降；
- ✧ SCR 反应器入口截面的烟气温度分布；
- ✧ SCR 反应器入口截面的烟气垂直速度分布；
- ✧ SCR 入口截面的 NH_3/NO 摩尔比分布（根据进出口 NO 浓度计算）；
- ✧ 还原剂消耗量等。

6.6.6 乙方需为甲方组织的相关性能试验派出代表到现场见证试验，或者审阅报告并提出意见。

6.6.7 根据性能试验的结果，甲方、乙方共同消除各自存在的问题。

6.7 定义

1) 脱硝效率 De-NOx efficiency

脱硝效率也称 NO_x 脱除率，其计算方法如下：

$$\text{脱硝率} = \frac{C_1 - C_2}{C_1}$$

式中：

C_1 ——脱硝系统运行时脱硝反应器入口处烟气中 NO_x 含量 (mg/Nm^3)；

C_2 ——脱硝系统运行时脱硝反应器出口处烟气中 NO_x 含量 (mg/Nm^3)。

2) 氨的逃逸率 Ammonia Slip

氨的逃逸率是指在脱硝装置反应器出口氨的浓度（干基，6%氧）。

3) SO_2/SO_3 转化率 SO_2/SO_3 conversion rate

经过脱硝装置后，烟气中 SO_2 转化为 SO_3 的比率。

$$\text{SO}_2/\text{SO}_3 \text{ 转化率} = \frac{\text{SO}_{3, \text{出口}} - \text{SO}_{3, \text{入口}}}{\text{SO}_{2, \text{入口}}} \times 100$$

式中：

$\text{SO}_{3, \text{出口}}$ ——SCR 反应器出口 6% O_2 含量、干烟气条件下 SO_3 体积含量， $\mu\text{L}/\text{L}$ ；

$\text{SO}_{3, \text{入口}}$ ——SCR 反应器入口 6% O_2 含量、干烟气条件下 SO_3 体积含量， $\mu\text{L}/\text{L}$ ；

$\text{SO}_{2, \text{入口}}$ ——SCR 反应器入口 6% O_2 含量、干烟气条件下 SO_2 体积含量， $\mu\text{L}/\text{L}$ 。

4) 催化剂化学寿命

从首次注氨开始到更换或加装新的催化剂之前，运行小时数将作为化学寿命被保证（ NO_x 脱除率不低于 82.5%，氨的逃逸率不高于 3ppm）不低于 24,000 小时。

7 催化剂交付进度

合同签订后一周，乙方应向甲方提交一份详细的时间进度表，包括生产、检查、装配与交付（以甲方、乙方双方书面确认的时间为准）。

交货计划见下表:

交货计划表

1	脱硝催化剂	见供货范围	合同签订后 30 天	福建省漳州市古雷经济开发区	如甲方需要延迟交货可书面通知,延迟交货以双方书面确认的时间为准。
2	辅助设施	见供货范围			
3	特殊工具	见供货范围			

交货地点：腾龙芳烃（漳州）有限公司热电厂。

8 技术文档和发货计划

8.1 提供的文件

乙方应提交如下有关催化剂资料和催化剂模块图纸。资料和图纸应表达清楚，尺寸完整，使用中文和英文。

提交一份完整的修正曲线，指示偏离设计条件时脱硝系统装置的预计值。

8.2 乙方提供的资料份数

乙方应提供给甲方的图纸、资料的份数

资料	单位	份数
运行维护手册	套	8 +2CDs
催化剂模块外形图	套	8 +2CDs
质量计划	套	8 +2CDs
催化剂实验室测试报告	套	8 +2CDs
安装和保存手册（尤需提供锅炉长期停运时的催化剂保存方案）	套	8 +2CDs
校正曲线	套	8 +2CDs

技术资料计划提交表

	图纸与文件	时间要求 (合同签订后周数)
☒	图纸与文件清单	2
☒	生产、制造与交付时间表	3
☒	须在车间预制/组装的设备与材料范围	2
☒	催化剂维护技术手册	3
☒	模块外形图，包括辅助设备与附件	2
☒	丝网栅盖、密封结构、防尘罩、起吊工具、转运小车	3
☒	图纸及现场安装程序与安装图纸	3
☒	特殊工具清单	2
☒	包装清单	发运前 1 周内
☒	质量控制与质量保证手册	3
☒	车间试验与检查程序	4
☒	车间试验与检查报表	车间试验与检查后
☒	起吊/搬运方案与图纸	4
☒	设计、操作与维护手册	3
☒	现场试车方案	2
☒	现场性能保证/验收试验方案	安装完成后 ¹
☒	锅炉启停过程中催化剂使用技术说明	4
☒		安装前 1

9 包装、交付与存放

9.1 所有的催化剂都应小心地装入模块中，包装完好且便于运输，同时可以在任何

现场存放，这样可保护防止机械损坏与气候条件影响。

9.2 完全包装的模块应运出、装入集装箱运到施工现场。包装应确保可通过好几种运输方法运到电厂。

9.3 如果在交货时发现由于乙方的责任导致催化剂有缺陷，乙方应负责更换。包括相关的填充材料都应按甲方指示交货。催化剂与辅助设施、安装到模块内以及交货费用应由乙方承担。更换催化剂模块的交货时间进度不得影响安装过程。

9.4 所有易生锈的部件都应涂上防锈物。

9.5 催化剂模块应进行有效地保护，确保能存放至少 12 个月而不会损耗。催化剂必须存放在室内。

9.6 所有的模块标记应清晰可见并有防风雨保护。如果使用标签，标签应为耐久型的，且安装牢固并为双标签。

9.7 催化剂组成中的任何危险物都必须进行明显标记。

9.8 所有的材料、零件和设备都应用编号进行施工标识，此编号与适当的安装工作图中的部件编号相对应。

9.9 催化剂模块编号由乙方进行编制。

10 技术服务

10.1 乙方现场技术服务

10.1.1 乙方现场服务人员的目的是使催化剂正常安装、调试和使用。乙方需派出合格的人员进行现场服务。

1) 安装

在催化剂安装、脱硝系统的启动和试运中，乙方应派出有资格的经甲方确认的工程代表提供技术服务。工作期间，若工程代表不能满足甲方要求，甲方有权提出更换工程代表，其发生的费用由乙方自理。工程代表还应提供必要的现场设计，协助甲方在运输、安装过程中核对和检验催化剂，解决与乙方的分包商和甲方的接口工作。该工程师应在催化剂开始装入反应器时到场，直到安装完成。

2) 监督试车与现场试验

催化剂安装完毕后，乙方应派遣一名专家，他应在反应器首次接触烟气时到场，并且应负责对 NH_3 注入系统在调节期间所发现的问题，提出改进摩尔比分布的建议。乙方负责分析调试中催化剂出现的问题，提出解决的方案及对结果进行书面记录，并提交给甲方。

3) 性能验收试验

性能验收试验在机组完成 168 小时试运之后六个月内进行。这项验收试验由甲方指定的有资质的单位进行，费用由甲方负责，乙方参加试验。

在性能验收试验结束后，乙方代表应在协议与验收试验证上签字。

乙方现场服务计划表

序号	内容	人日数	人员		备注
			职务	人数	
1	安装	10	工程师	1	
2	调试培训	1	工程师	1	
3	试运行	4	工程师	1	
4	性能验收	4	工程师	1	

下述情况产生的人-天数不应包括在乙方提供的上表现场服务人-天数内：

- 1) 因派遣的现场工程师不合格而引起的服务人-天数。
- 2) 因乙方必须要解决在设计、安装与试车过程中产生的催化剂技术问题而增加的

- 1) 遵守法纪，遵守现场的各项规章和制度。
- 2) 有较强的责任感和事业心，按时到位。
- 3) 了解合同设备的设计，熟悉其结构，有相同或相近机组的现场工作经验，能够正确地进行现场指导。
- 4) 身体健康，适应现场工作的条件。
- 5) 乙方应向甲方提供服务人员情况表。经甲方要求，乙方应及时更换甲方认为不合格的乙方现场服务人员。

10.1.3 乙方现场服务人员的职责

- 1) 乙方现场服务人员的任务主要包括催化剂的開箱检验、催化剂质量问题的处理、

处理，乙方现场服务人员应出具委托书并承担相应的经济责任。

3) 乙方对其现场服务人员的一切行为负全部责任。

4) 乙方现场服务人员的正常来去和更换应事先与甲方协商。

10.2 甲方的义务

甲方积极配合乙方现场服务人员的工作，并在生活、交通和通讯上提供方便。

10.3 取样与试验

如果在化学寿命期间要求甲方将向乙方提供催化剂试样，以确保保证值。乙方应事先提供一份书面要求，说明想得到催化剂样品、结构与取样方法，能够易于取出并置换样品，并安排取样时间，以便运行人员和检修人员方便时给予协助。至少，现场样品的试验应每年进行一次（在锅炉维修期间进行）。一般是从反应器各层取一份催化剂样品。

10.4 开箱

乙方应将所提供货物的装箱清单、用户手册、原厂保修卡、随机资料及配件、随机工具等交付给甲方；乙方不能完整交付货物及本款规定的单证和工具的，视为未按合同约定交货，乙方负责补齐，因此导致逾期交付的，由乙方承担相关的违约责任。

10.5 设计联络会

如设计需要，甲方、乙方可商定召开设计联络会，讨论并确定 SCR 反应器与催化剂模块的接口等。乙方应参加此会议并与甲方合作。

10.6 培训

乙方应为甲方安排一个培训计划，包括访问配有使用乙方催化剂 SCR 系统的燃煤电厂。培训计划应包括一个由乙方技术人员进行的讲座，至少包括（但不限于）下述主题：

➤ SCR 和 SCR 催化剂技术。

➤ 催化剂的生产工艺与质量控制。

➤ 催化剂设计考虑问题。

➤ 燃料和灰分对催化剂设计及性能的影响。

➤ 催化剂装入反应器或从反应器卸出的安装、操作、装填与更换程序。

培训文件应由乙方准备。

详细的培训日期与安排应在合同签订后再讨论决定。乙方应提交一份正式的培训计划文件，包括时间安排、培训期限与内容。

培训地点：由双方商定。

11 安装

乙方负责本次催化剂更换工程的施工、安装、安全等一切工作，并根据工期要求安

12 评标标准及方法

12.1 本次评标采用综合评分法评标，得分最高者中标。

各部分评分分值分布如下：

PT：商务部分评分 满分 5 分

PB：技术部分评分 满分 35 分

PF：报价部分评分 满分 60 分

注：①PT 和 PB 部分的最终得分为各个评标委员会评分的算术平均值，并四舍五入取小数点后 2 位数。②评标委员会评分取小数点后 1 位数。

附表一：

					1	2	3	4	5
1			5	近 3 5	—				
2			30		30 0				
			5		0 5				
3			60	F	F / Fn ×60				
				②Fn					

投标方:

代表:

日期: