

# BEST 离子回旋波源系统采购项目招标文件 补疑

项目编号：2025HAFWZ02808

## 投标人疑问回复内容

1.在《技术规范书发布版》文件的表 4-3 采购标的设备总表中(见下表)，关于传输线连接段，备注栏中要求传输线内外导体水冷。

按照之前设计要求和现在实际使用情况，传输线只需要内导体水冷，外导体不需要水冷，这里是否存在笔误？

序号	类别	项目	子项目	规格	单位	数量	备注
1	物项类	BEST 离子回旋波源系统	高功率发射机	非标	套	16	包含冷却水系统
2			2MW 功率合成器及负载	非标	套	8	包含冷却管路、散热板换组件等
3			4MW 功率合成器及负载	非标	套	8	包含冷却管路、散热板换组件等
4			集成控制单元	非标	套	2	每套发射机需满足独立调试的要求
5			辅助传输线及支撑组件	传输线连接段*	米	420	*表示为当前估算数量，包含支撑组件，传输线需考虑充气加内外导体水冷

答复：传输线只需要内导体水冷，气冷和外导体水冷均不需要。

上述红框备注中的“传输线需考虑充气加内外导体水冷”变更为“传输线需考虑内导体水冷”。

2.BEST 离子回旋波源系统，高功率发射机的百千瓦级与兆瓦级四极管为甲供器材，请提供型号规格及相关的技术资料。

答复：四极管均为甲方提供。百千瓦四极管 16 只为 DB968,兆瓦级四极管分别为 8 只 TH526B 和 8 只 DB967,工作参数分别如下：

( 1 ) TH526B 2.1ELECTRICAL SPECIFICATIONS:

			min	max	unit
Filament current for $V_f = 17\text{ V}$			850	1000	A
Interelectrode capacitance					
- K - G1			500	630	pF
- K - G2			30	47	pF
- K - A			0.35	1.1	pF
- G1 - G2			830	1000	pF
- G1 - A			3.7	8.3	pF
- G2 - A			100	132	pF
Amplification factor					
$V_{G2} = 1000/1500\text{ V}$	$I_a = 40\text{ A}$	$V_a = 15\text{ kV}$	4.0	6.2	V/V
Transconductance					
$V_{G2} = 1500\text{ V}$	$I_a = 50/40\text{ A}$	$V_a = 15\text{ kV}$	420		mA/V
Control grid voltage					
$V_{G2} = 1500\text{ V}$	$I_a = 40\text{ A}$	$V_a = 15\text{ kV}$	-230	-150	V
Control grid reverse current					
$V_{G2} = 1500\text{ V}$	$I_a = 40\text{ A}$	$V_a = 15\text{ kV}$		1000	$\mu\text{A}$

### 3.1 MAXIMUM RATINGS (1)

#### 3.1.1 Electrical ratings (maximum values)

Maximum heater surge current	1500 A
. Anode dissipation	1000 kW
. Screen grid dissipation	12 kW
. Control grid dissipation	4 kW
. Anode voltage	30 kV
. Screen grid voltage	2 kV
. Peak voltage between control grid and screen grid <sup>(2)</sup>	4 kV
. Peak cathode current	550 A

#### 3.1.2 Cooling

. Maximum pressure at water jacket inlet	5 bar
. Maximum temperature of outlet water - without back pressure - with back pressure > 0.7 bar	80 °C 100 °C
. Maximum temperature drop in water jacket	40 °C
. Minimum water flow in anode operation	900 l/min
. Maximum temperature at any point on the tube envelope	200 °C
. Heater cathode and screen grid cooling minimum water flow	4 l/min
. Minimum air flow for electrode rings cooling (2)	2 m <sup>3</sup> /mn

## (2) DB967:

### 工作条件

工作位置	垂直、阳极朝上	
质量	104	kg
外型尺寸	参见外形图 1	
阳极冷却方式	超蒸汽冷却	
冷却水压力	5	bar
阳极冷却水流流量	900	l/min
栅极冷却水流量	4	l/min
灯丝冷却水流量	4	l/min
管芯风流量	2	m <sup>3</sup> /min
最高出水温度	100	°C
电极引线及陶瓷封接处冷却方式	强迫风冷	
四极管表面最高温度	200	°C

## 2 技术特性

### 2.1 电气特性

阴极类型	钍钨	
加热方式	直热式	
加热电压 $U_f$	15.5	V
加热电流 $I_f$	900~1200	A
内放大系数	4~6	

跨导 S	140~200	mA/V
极间电容		
阴极与一栅	485~550	pF
一栅与二栅	880~1020	pF
二栅与阳极	112~135	pF

## 2.2 极限使用数据

阳极直流电压 $U_a$	30	kV
二栅直流电压 $U_{g2}$	2	kV
阳极直流电流 $I_a$	150	A
阳极耗散功率 $P_a$	1000	kW
二栅耗散功率 $P_{g2}$	14	kW
一栅耗散功率 $P_{g1}$	4.5	kW

### (3) DB968:

#### 工作条件

工作位置	垂直、阳极朝上或朝下	
质量	20	kg
外形尺寸	参见外形图 1	
阳极冷却	水冷却	
芯柱（各电极引出环）	强迫风冷	
冷却风量	$\geq 2$	$m^3/min$
冷却水压力	4.5-5.5	bar

冷却水流量	≥50	L/min
陶瓷和各电极引线最高温度	250	°C

## 2 技术特性

### 2.1 电气特性

阴极类型	钍钨	
加热方式	直热式	
灯丝电压 $U_f$	14±5%	V
灯丝电流 $I_f$	200~230	A
内放大系数	3~5	
跨导 S ( $I_a=15-30A, U_a=8kV$ )	150~195	mA/V
阴极与一栅 $C_{g1k}$	132~140	pF
一栅与二栅 $C_{g1g2}$	185~197	pF
二栅与阳极 $C_{g2a}$	48.5~52.5	pF

### 2.2 极限使用数据

阳极直流电压 $U_a$	22	kV
二栅直流电压 $U_{g2}$	2.5	kV
一栅直流电压 $U_{g1}$	-1.5	kV
阳极直流电流 $I_a$	15	A
阳极耗散功率 $P_a$	100	kW
二栅耗散功率 $P_{g2}$	1750	W
一栅耗散功率 $P_{g1}$	500	W

3.集成控制系统，是否布置在一厅和二厅内？或其它中心控制室？是否与上级系统留有接口？如需提供，要求什么形式？

答复：集成控制系统分别在一厅和二厅内，与总控需要留有接口，接口形式为：同轴电缆(0-5V)和单模光纤。

4.关于采购标的设备数量的疑问：4MW 功率合成器的数量是4套还是8套，请确定实际需求数量。

答复：一厅4套，二厅2套，三厅2套，一共是8套。

5.关于采购标的设备数量的疑问：请明确波源系统接至天线装置的13.5英寸同轴传输线的需求数量。

答复：13.5英寸的传输线仅用于4MW合成器之间以及4MW测试负载间，长度约为：一厅65m，二厅18m，三厅20m。

注：此补疑视同招标文件的组成部分，与招标文件具有同等法律效力。

招标人名称：聚变新能（安徽）有限公司

地址：安徽省合肥市庐阳区谭岗路与三国城路交叉口东北360米合肥综合性国家科学中心能源研究院

联系人：刘老师

电话：0551-65660519

招标代理：安徽公共资源交易集团项目管理有限公司

地址：合肥市滨湖新区南京路2588号

联系人：张工

联系方式：0551-66223905、66223831

2025年11月26日