

密级： 非密

编 号 : YTDS-430102-GG1

定密责任人： 刘诗文

页 数 : 共 23 页

本文知识产权属于中国核动力院，未
经我院书面同意，不得复制、传播、
发表和用于其他方面

版 本 : B

保管期限 : 永 久



医用同位素试验堆

项 目 代 号 : YTD

子 项 号 或 名 称 :

项 目 阶 段 : S

专 业 :

文 件 (图 册) 名 称 : 气体复合系统喷射泵技术规格书

外部编号: Y T D 1 0 3 0 S - 0 5 3 0 1 0 3 - G G 0 0 1

中国核动力研究设计院

气体复合系统喷射泵技术规格书

B	20240524	CFC	荆野 20240524	邵鸣 20240526	王岩 20240527	钟发杰 20240604	陈冠宇 20240604
A	20220805	CFC	蒋小毛 20220805	蒋鸿 20220819	王岩 20220819	钟发杰 20220826	陈冠宇 20220826
版本	日期	状态	编写/日期	校对/日期	审核/日期	审定/日期	批准/日期
会签：							
升版说明： 根据最新设计输入，修改规格书相关参数。							
							
编写/日期：荆野 20240524							

文件修改记录

版本	日期	章节号	页码	修改内容	
A	20220805			初版	
B	20240524	2	5	增加引用标准和引用文件，并修改引用标准和文件未注版本说明。	
		4	6、7、8	增加引用文件修改设计要求的参数信息及描述。	
		5	8	修改材料要求的信息描述。	
		6	8、9	修改制造、装配和相关检验要求的信息描述。	
		7	10	修改试验及验收要求的信息描述。	
		10	11	修改提交文件。	
		附录	12-23	增加附录楼层反应谱。	
参考设计文件编号		分类	A		
			B		
			C	✓	

目 录

1 适用范围	5
2 引用标准及文件	5
3 供货范围	5
4 设计要求	6
5 材料要求	8
6 制造、装配和相关检验要求	8
7 试验及验收要求	10
8 质量保证	11
9 包装、运输及贮存	11
10 提交文件	11
附录 楼层反应谱	12

1 适用范围

本规格书规定了医用同位素试验堆气体复合系统喷射泵（简称“喷射泵”）供货、设计、材料、制造、检验、试验等方面的基本要求。

2 引用标准及文件

2.1 引用标准

HAF003	核电厂质量保证安全规定
HAF102	核动力厂设计安全规定
HAF201	研究堆设计安全规格
HAF602	民用核安全设备无损检测人员资格管理规定
HAF603	民用核安全设备焊工焊接操作工资格管理规定
RCC-M 2007	压水堆核岛机械设备设计和建造规则
GB/T 21483-2008	船用水喷射泵

2.2 引用文件

YTD0000S-002002-QD-001 物项分级原则及清单

HB2126NTT001 厂房温、湿度环境条件

以上未注版本应用标准及引用文件均采用最新有效版本。

3 供货范围

3.1 设备说明

喷射泵主要由泵体（包括吸入室、混合室和扩散室）、喷嘴、盖板、调整垫圈、法兰及紧固件等部件组成。

3.2 供货范围

3.2.1 供货方应提供 1 台喷射泵，喷射泵的设备边界为泵工作水接管和抽吸流接管进出口端焊接坡口。

3.2.2 供货方应根据喷射泵结构特点提出备品备件和专用工具的品种、数量，购买方根据实际需求情况在订购合同中明确。

3.3 服务范围

供货方应对设备做的所有服务负责，如果需要，供货方应该提供现场服务。这些服务包括：

- a. 设备的设计和制造；
- b. 材料和焊材（若有）的供应和验收；

- c. 焊接/堆焊（若有）工艺评定和焊工资格审查；
- d. 设备的最终检验和验收；
- e. 设备的清洁；
- f. 预先包装；
- g. 设备在运输工具上的装载和固定；
- h. 设备运输到安装现场；
- i. 供货方应派人到泵安装现场进行技术服务，包括泵的安装、调试、维修等技术服务和咨询等；
- j. 协助回答监管部门的提问等；
- k. 供货方提供的文件清单见本技术规格书第 10 章。

4 设计要求

4.1 性能要求

4.1.1 设备概述

喷射泵是气体复合系统的重要设备之一。喷射泵的功能是在反应堆正常运行时，提供喷淋冷却流量。气体复合系统设置 1 台喷射泵，其设备位号为 RGC002PO。

4.1.2 设备分级

根据 YTD0000S-002002-QD-001 的规定，喷射泵分级如下：

安全等级	SR
质保等级	QA2
抗震类别	I 类
规范等级	RCCM 3 级

4.1.3 技术性能指标

型式	引射泵
设计压力	1.8MPa abs
设计温度	400℃
抽吸流额定流量	180Nm ³ /h (气体)
工作水额定流量	25m ³ /h (冷却剂)
抽吸流额定压降	≥15kPa (暂定)
额定抽吸流压力	0.1 MPa abs.~0.3MPa abs. (暂定)
额定工作水压力	0.1 MPa abs.~0.3MPa abs. (暂定)

额定排出压力	0.1MPa abs.~0.3MPa abs. (暂定)
额定抽吸流温度	300°C
额定工作水温度	≤40°C
额定泵出口温度	≤60°C
运行方式	定流量连续运行
泵体材料	Z2CN18-10
设计寿命	50 年

4.1.4 物理特性要求

机组外形尺寸 (长×宽×高)	≤1600 mm×300 mm×400 mm (暂定)
机组干重	≤100 kg (暂定)

4.2 环境条件及运行工况

4.2.1 输送介质

喷射泵输送介质为稀硝酸溶液(液体)以及 O₂ 和 N₂ 为主要成分的酸性气体混合物(含 N₂、水蒸汽、H₂、O₂、NO_x 等)。

4.2.2 运行工况

反应堆正常运行时，提供喷淋冷却流量，性能参数见 4.1.3 节规定。

4.2.3 环境条件

喷射泵位于反应堆厂房内。

(1) 正常运行工况下：

环境温度	5°C~40°C
环境压力	-10 Pa g ~ -30 Pa g
相对湿度	100%;
50 年累积辐照剂量	1.39E+08Gy。
地震载荷	见附录

(2) 事故工况下：

环境温度	60°C
环境压力	≤0.12MPa a.
相对湿度	100%

4.3 详细设计要求

4.3.1 喷射泵的设计应保证 4.1.3 节规定的性能得到满足。

4.3.2 喷射泵的设计应确保以下功能实现：在 4.1.3 节规定的额定工作水压力、工作水流量和排出压力下，300℃的额定流量抽吸流经过喷射泵后可降温到不超过 60℃。

4.3.3 喷射泵设计应满足 RCC-M 第 I 卷 D3000 的要求，在任何运行工况下，喷射泵的设计应保证受压边界的完整性。

4.3.4 泵机组及其部件应设计成能承受极限安全地震动（SL-2）而不降低性能，即在发生极限安全地震动期间及其之后，都必须维持结构完整性。应按照 GB 50267 和 RCC-M 第 I 卷 D3000 的规定进行地震条件下的应力分析，楼层反应谱见附录。

4.3.5 所有螺栓连接件设计应能够可靠地防松和防螺纹咬死。

4.3.6 为方便检修起吊，各需要起吊的零部件应设置起吊挂耳。

4.4 接口

供货方应按规定的接口进行喷射泵设计、制造。供货方需提交接口设计结果，由购买方认可。

喷射泵与系统接管采用焊接连接。焊接端接头形式和尺寸要求需由购买方认可。

抽吸流接管尺寸 Φ60mm×4mm

工作水接管尺寸 Φ140mm×4.5mm

接管材料 Z2CN18-10

5 材料要求

5.1 总则

5.1.1 材料的选用应满足使用性能、工艺性能和经济性要求。

5.1.2 与输送介质接触的零部件材料应能承受所输送介质的腐蚀与冲蚀，并且不将任何污染传给所输送介质而影响系统工艺使用的适用性。

5.1.3 喷射泵的所有承压部件应采用耐硝酸不锈钢材料。

5.2 遵从 RCC-M 的零部件材料。

材料应满足 RCC-M 第 I 卷 D2000 中表 D2200 的要求。

5.3 不遵从 RCC-M 零部件材料。

5.3.1 供货方可自行选择所用材料，但应尽量选择 RCC-M 中给出的材料牌号，或采用相应的国家标准的材料（如若 RCC-M 不适用时）。

5.3.2 供货方应对不遵从 RCC-M 的材料提供验收合格证。

6 制造、装配和相关检验要求

6.1 制造、装配

6.1.1 喷射泵的制造应 RCC-M 第I卷 D4000 的要求。

6.1.2 应在重要零部件的非工作面上进行编号标示，保证其具有可追溯性。

6.1.3 零部件的性质、尺寸、尺寸公差、形状和位置公差以及表面粗糙度应符合设计图样的要求。

6.1.4 供货方必须按评定合格的焊接工艺施焊，焊接工艺评定应按 RCC-M 第IV卷 S 册的要求执行。焊接必须由经考试合格的焊工承担，焊工的考试规则按 HAF603 的规定执行。

6.1.5 装配前应记录零件的实际尺寸，装配应符合设计图样规定的要求。装配时应保持各零部件的清洁度。

6.2 检验

6.2.1 喷射泵部件的无损检验必须满足 RCC-M 第I卷 D4000 的要求。

6.2.2 承压部件等重要零件的材料的化学成分和力学性能均需进行检验，检验结果应满足相关材料标准的规定。

6.2.3 焊接材料应对其熔敷金属的化学成分、力学性能进行检验。

6.2.4 非金属材料的化学成分和物理性能应满足相关标准的规定。

6.2.5 承压件应按相关要求进行 100% 体积检查，以确保其内部质量。

6.2.6 从事无损检验的人员应具有相应类别的资格证书，无损检验人员的资格应参照 HAF 602 的要求。

6.3 清洁

6.3.1 供货方在出厂包装前应按 RCC-M 第V卷 F6000 的要求进行全面的清洁，并保持到安装现场。

6.3.2 目视检查泵的内外可达表面应无腐蚀产物及杂物，流道内不允许有任何污物和杂物。

6.3.3 对已清洁的泵应用密封堵塞件封闭进出口，包装所用的各种材料（包括临时性覆盖物）应干净。

6.3.4 清洁检查后必须填写检查报告，记录各阶段所进行的检查内容及检查结果。

6.4 标识

泵应设有供货方的铭牌标志，铭牌应注明以下内容：

- a. 泵名称；
- b. 泵编号；
- c. 设计压力；
- d. 设计温度；

- e. 制造厂名；
- f. 制造日期。

7 试验及验收要求

泵出厂前应至少完成下列试验并提供相应报告。

- a. 水压试验；
- b. 喷嘴最佳位置试验；
- c. 额定工况性能试验；
- d. 全性能试验；
- e. 变工况性能试验；
- f. 稳定运行考核试验。

在进行上述试验之前，供货方应完成制定相应的试验程序，并提交购买方审查。

7.1 水压试验

喷射泵的承压件、密封件和机组的水压试验应按 RCC-M D5000 的规定进行。

7.2 喷嘴最佳位置试验

调节喷嘴位置，在额定工作水压力、工作水流量和排出压力下测量不同喷嘴位置对应的泵出口流量、温度以及抽吸流流量、温度。

7.3 额定性能试验

在额定工作水压力、工作水流量、排出压力和抽吸流温度 300℃条件下，测试喷射泵的出口流量、温度以及抽吸流流量。

7.4 全性能试验

在额定工作水压力、工作水流量和工作水温度下，选取不同抽吸流温度（从 200℃~360℃范围已 10℃为间隔），改变每个抽吸流温度点下的抽吸流流量（应包括额定抽吸流流量），测量喷射泵出口流量、温度和排出压力的变化关系，每个抽吸流温度点下的抽吸流流量测试点不少于 8 点，并绘制性能特性曲线。

7.5 变工况试验

待定。

7.6 稳定运行考核试验

额定工况下，喷射泵连续运行 50h，在喉管入口、扩散管出口对于泵体外表面沿圆周各布置 4 个振动测点，测量运行过程中喷射泵的振动、噪声。每 1 小时记录一次数据，至少包含压力、温度、喷嘴流量、吸入压力、排出压力、吸入流量、振动加速度、噪声等。

试验后进行拆卸检查，经检验合格后进行包装、发运。

详细内容在合同中规定。

8 质量保证

在喷射泵的设计以及生产制造中，供货方应按合同规定的质量管理要求建立质量管理体系，并严格执行。

9 包装、运输及贮存

供货方应按合同和相关技术文件要求制定喷射泵的包装、贮存和运输程序，并按这些程序要求进行包装、贮存和运输。

10 提交文件

供货方应提供经审核的、满足设计内容和设计要求的说明书、计算书、图纸等技术文件。所有技术文件应提供纸质文档和电子文档（含三维设计电子版），具体包括但不限于以下文件：

- a. 喷射泵外形图及装配图（图纸应包括全部尺寸、重量和重心。外形图中还应包括铭牌位置和信息）；
- b. 竣工图；
- c. 产品图纸清单；
- d. 装运图纸；
- e. 安装图纸；
- f. 喷射泵设计说明书；
- g. 承压边界应力分析报告；
- h. 主要零部件采购规范及制造大纲（包括：泵体、喷嘴、盖板、调整垫圈、法兰及紧固件等）；
 - i. 仪表清单（包括仪表名称、编号、型号、输出信号类型、精度、信号处理要求、仪表测量范围、测量参数的正常值、报警值等）；
 - j. 试验程序及报告；
 - k. 喷射泵安装、使用和维护说明手册（包括详细的安装要求、拆卸要求、维修空间、运行条件、规定寿期内的维修计划和维修程序、专用工具使用方法等）；
 - l. 设备装箱清单、备品备件清单、专用工具清单；
 - m. 制造完工报告。

附录 楼层反应谱

喷射泵 (+3.464 米), 位于 0m~+4.5m 之间。0m 和 +4.5m 楼层反应谱见下述表格, 其中-Y 为泵中心指向出口方向、+Z 为竖直向上、X 向由右手准则确定。

SL-1: 试验堆主厂房标高±0.00M X 向包络谱值 (单位: m/s²)

频率 Hz	阻尼比 2%	频率 Hz	阻尼比 2%
0.1	0.067809	5.3125	6.3797
0.17	0.31273	5.7432	6.5577
0.2125	0.43852	6.1594	6.7482
0.25503	0.52544	6.5891	6.7977
0.34	0.69359	7.2034	8.2039
0.425	0.90599	8.4746	8.2039
0.5099	1.086	8.5	8.3741
0.59482	1.283	8.9474	8.4486
0.68	1.5229	12.1053	8.4486
0.76508	1.6608	12.3188	8.1401
0.85	1.8417	14.375	8.1401
0.93509	2.1373	14.4068	8.2662
1.0204	2.3028	19.4915	8.2662
1.1053	2.4935	20.5357	6.697
1.1905	2.602	23	4.8872
1.2744	2.829	25	3.561
1.36	3.1703	26.1364	3.3356
1.4456	3.3868	28.75	3.028
1.5288	3.5408	31.9444	2.6916
1.616	3.7711	35.9375	2.235
1.7	4.0658	38.3333	2.1745
1.7857	4.159	41.8182	2.1411
1.8681	4.4314	46	2.1252
1.954	4.5816	54.7619	2.0697
2.0384	4.7932	56.6667	1.9875
2.125	5.0737	76.6667	1.9875
2.4638	5.1477	85	1.973
2.6814	5.3067	100	1.973
3.0576	5.4267		
4.1367	5.4267		
4.2017	5.3649		
4.25	5.4976		
4.4737	5.5526		
4.8851	5.9964		

SL-1: 试验堆主厂房标高±0.00M Y 向包络谱值 (单位: m/s^2)

频率 Hz	阻尼比 2%
0.1	0.068017
0.17	0.44889
0.23	0.44889
0.25	0.41309
0.25503	0.54142
0.34	0.69492
0.425	0.89531
0.5099	1.0941
0.59482	1.2531
0.68	1.4248
0.76508	1.6821
0.85	1.8847
0.93509	2.0392
1.0204	2.3305
1.1053	2.5352
1.1905	2.6877
1.2744	2.9564
1.36	3.1205
1.4456	3.3553
1.5288	3.5074
1.616	3.7966
1.7	3.9158
1.7857	4.336
1.954	4.5713
2.0384	4.8101
2.125	4.9844
2.2078	5.0956
2.381	5.2633
2.8011	5.2633
2.8053	5.2873
3.0576	5.2885
3.4	5.2946
3.5714	5.7068
4.2017	5.7068
4.25	5.7117
4.4737	5.9116

频率 Hz	阻尼比 2%
5.2995	5.9116
5.3125	6.4326
5.9441	6.4828
6.1594	6.6345
6.391	7.1511
6.5891	7.2947
6.8	7.5048
7.2034	7.5252
7.6577	9.0204
10.3604	9.0204
10.5263	8.603
10.625	8.9447
11.4865	10.0909
11.9718	10.1026
12.3188	10.8931
12.6866	11.9903
13.4921	12.1407
18.254	12.1407
19.4915	10.1838
20.5357	8.1352
23	5.886
25	4.3487
26.1364	3.8261
28.75	3.2916
31.9444	2.8132
35.9375	2.5175
38.3333	2.3537
41.8182	2.246
46	2.1641
56.6667	2.149
76.6667	2.149
85	1.9837
100	1.9837

SL-1: 试验堆主厂房标高±0.00M Z向包络谱值 (单位: m/s^2)

频率 Hz	阻尼比 2%
0.1	0.10504
0.17	0.30442
0.2125	0.34565
0.25503	0.40534
0.34	0.58237
0.425	0.75558
0.5099	0.92448
0.59482	1.0644
0.68	1.2911
0.76508	1.453
0.85	1.5928
0.93509	1.6526
1.0204	1.7433
1.1053	2.0504
1.1905	2.1284
1.2744	2.3825
1.36	2.5535
1.4456	2.6952
1.5288	2.9916
1.616	3.2064
1.8681	3.5168
1.954	3.5623
2.0384	3.7062
2.125	4.0698
2.2078	4.0846
2.2973	4.2221
2.381	4.5931
2.6814	4.8791
2.8053	5.3661
3.2319	5.4443
3.5714	5.6968
3.7445	5.7254

频率 Hz	阻尼比 2%
4.0865	5.8867
5.4945	5.8867
5.5195	6.0818
5.9441	7.2176
8.042	7.2176
8.0952	8.1702
8.5	9.1582
10	9.1582
10.241	9.5447
11.039	10.7392
11.4865	11.9182
11.9718	12.5688
12.3188	14.2785
12.6866	14.5293
13.4921	18.6767
14.4068	28.1868
19.4915	28.1868
20.5357	21.2067
21.25	17.1293
28.75	17.1293
31.9444	15.8391
35.9375	6.7877
38.3333	5.5026
41.8182	4.6127
46	3.6585
54.7619	3.0734
56.6667	2.7516
76.6667	2.7516
85	2.8207
100	2.8207

SL-2：试验堆主厂房标高±0.00M X 向包络谱值（单位： m/s²）

频率 Hz	阻尼比 4%
0.1	0.13276
0.17	0.58557
0.2125	0.8087
0.25503	0.94548
0.34	1.277
0.425	1.6289
0.5099	1.9485
0.59482	2.2288
0.68	2.639
0.76508	2.9611
0.85	3.2765
0.93509	3.7334
1.0204	3.9932
1.1053	4.3935
1.1905	4.5472
1.2744	4.9169
1.36	5.2988
1.4456	5.7757
1.5288	5.8613
1.616	6.2628
1.7	6.5572
1.7857	6.6322
1.8681	7.3048
1.954	7.4923
2.0384	8.0041
2.125	8.3021
2.4638	8.3906
2.5526	8.6156
2.6814	8.6156
3.0576	8.7154
4.1367	8.7154
4.2017	8.7154
4.25	8.7154
4.4737	8.8475

频率 Hz	阻尼比 4%
4.8851	8.9068
5.3125	9.6679
5.7432	9.6679
6.1594	10.297
7.1875	10.297
7.2034	11.7219
8.4746	11.7219
8.5	12.1778
11.5	12.1778
12.1053	12.1778
12.3188	10.8593
15.5405	10.8593
17.1642	10.1627
19.4915	10.1627
20.5357	8.8811
23	7.1049
25	5.8016
26.1364	5.2935
28.75	4.9914
31.9444	4.306
35.9375	3.9745
38.3333	3.9199
41.8182	3.8466
46	3.8043
54.7619	3.7158
56.6667	3.645
76.6667	3.645
85	3.6385
100	3.6385

SL-2：试验堆主厂房标高±0.00M Y 向包络谱值（单位： m/s²）

频率 Hz	阻尼比 4%
0.1	0.13538
0.17	0.78014
0.23	0.78014
0.25	0.78014
0.25503	0.99299
0.34	1.2756
0.425	1.6015
0.5099	1.9941
0.59482	2.246
0.68	2.4813
0.76508	2.9855
0.85	3.2099
0.93509	3.413
1.0204	4.0819
1.1053	4.3542
1.1905	4.7452
1.2744	4.9075
1.36	5.1245
1.4456	5.7817
1.5288	6.1556
1.616	6.4434
1.7	6.4434
1.7857	6.8331
1.8681	7.0576
1.954	7.6528
2.0384	7.704
2.125	8.1851
2.2078	8.4766
2.381	8.6386
2.8011	8.6386
2.8053	8.6386
3.0576	8.6386
3.5714	8.7861
4.2017	8.7861
4.25	8.827
4.4737	9.1673
5.2995	9.1673

频率 Hz	阻尼比 4%
5.3125	9.6439
5.7432	9.7341
5.9441	9.9045
6.1594	10.1547
6.391	11.2636
6.5891	11.2636
6.8	11.2636
7.6577	12.9256
10.3604	12.9256
10.5263	12.9256
10.625	12.9256
11.4865	13.9529
12.3188	15.545
12.6866	15.9894
17.1642	15.9894
18.254	15.9894
19.4915	12.7922
20.5357	11.2495
23	9.0546
25	7.1451
26.1364	6.5398
28.75	5.7259
31.9444	5.0461
35.9375	4.4532
38.3333	4.1671
40	4.0516
46	4.0516
54.7619	3.8978
56.6667	3.7935
76.6667	3.7935
85	3.7718
100	3.7718

SL-2: 试验堆主厂房标高±0.00M Z 向包络谱值 (单位: m/s^2)

频率 Hz	阻尼比 4%
0.1	0.19813
0.17	0.56262
0.2125	0.69143
0.25503	0.76319
0.34	1.0787
0.425	1.3128
0.5099	1.6774
0.59482	1.8724
0.68	2.2106
0.76508	2.4785
0.85	2.7512
0.93509	2.8474
1.0204	3.0716
1.1053	3.4443
1.1905	3.6239
1.2744	4.0796
1.36	4.3964
1.4456	4.5245
1.5288	4.7665
1.616	4.8528
1.8681	5.9471
1.954	5.9471
2.0384	6.1597
2.125	6.5733
2.2078	6.8034
2.2973	6.9321
2.381	7.5849
2.6814	7.9894
2.8053	8.2772
3.2319	9.0578
3.5714	9.0578
3.7445	9.0578
4.0865	9.2419

频率 Hz	阻尼比 4%
5.5288	9.2419
5.9441	9.9169
8.042	9.9169
8.0952	10.5937
8.5	11.3449
9.3407	11.8497
9.7701	13.9252
10.241	15.5197
11.039	16.6965
11.4865	17.9036
12.3188	19.7771
12.6866	20.7334
13.4921	22.3583
14.4068	24.6211
19.4915	24.6211
20.5357	23.6218
21.25	19.6509
26.1364	19.6509
28.75	18.0969
31.9444	16.015
35.9375	10.5756
38.3333	8.3032
41.8182	7.2364
46	6.1301
54.7619	5.0715
56.6667	4.8439
76.6667	4.8439
85	4.6777
100	4.6777

SL-1: 试验堆主厂房标高 4.50M X 向包络谱值 (单位: m/s^2)

频率 Hz	阻尼比 2%
0.1	0.065005
0.17	0.29751
0.2125	0.41832
0.25503	0.50367
0.34	0.6544
0.425	0.85958
0.5099	1.039
0.59482	1.2084
0.68	1.4377
0.76508	1.5928
0.85	1.7565
0.93509	2.0518
1.0204	2.2138
1.1053	2.3816
1.1905	2.4937
1.2744	2.7196
1.36	3.045
1.4456	3.2241
1.5288	3.3572
1.616	3.5771
1.7	3.8552
1.7857	3.9347
1.8681	4.2079
1.954	4.337
2.0384	4.6009
2.125	4.8924
2.4638	4.9655
2.5526	4.9894
2.6814	5.0788
2.8053	5.1756

频率 Hz	阻尼比 2%
3.0576	5.2603
3.8023	5.2603
3.9171	5.3323
4.25	5.5553
4.4737	5.6485
4.6703	5.6522
4.8851	6.1258
5.3125	6.5717
5.7432	6.825
6.1594	7.038
6.5891	7.131
7.2034	8.4602
8.4746	8.4602
8.5	8.7736
11.039	8.7736
11.4865	9.0578
15.5405	9.0578
15.873	8.4328
19.4915	8.4328
20.5357	6.7687
23	4.9656
26.1364	3.8681
28.75	3.0472
31.9444	2.4473
35.9375	2.3005
38.3333	2.2427
41.8182	2.1312
46	2.0933
54.7619	2.045
56.6667	2.0059
76.6667	2.0059
85	1.9477
100	1.9477

SL-1: 试验堆主厂房标高 4.50M Y 向包络谱值 (单位: m/s^2)

频率 Hz	阻尼比 2%
0.1	0.064075
0.17	0.42647
0.23	0.42647
0.25	0.395
0.25503	0.51286
0.34	0.67105
0.425	0.86273
0.5099	1.0431
0.59482	1.2059
0.68	1.3664
0.76508	1.5926
0.85	1.8136
0.93509	1.9632
1.0204	2.2351
1.1053	2.4385
1.1905	2.5951
1.2744	2.8199
1.36	2.9922
1.4456	3.229
1.5288	3.3631
1.616	3.6596
1.7	3.7395
1.7857	4.2028
1.954	4.5068
2.0384	4.6128
2.125	4.8333
2.2078	4.9211
2.381	5.1143
2.8011	5.1143
2.8053	5.316
3.2319	5.3886
3.4	5.4323
3.5714	5.7709
4.2017	5.7709
4.25	5.9106
4.4737	6.1064
4.8851	6.1136

频率 Hz	阻尼比 2%
5.0898	6.1601
5.3125	6.9207
5.7432	6.9982
5.9441	7.0874
6.1594	7.2478
6.391	7.9158
6.5891	8.2461
6.8	8.4792
7.6577	10.6271
10.3604	10.6271
10.5263	9.6204
10.625	10.7332
11.4865	12.663
11.9718	13.0072
12.3188	13.8172
12.6866	14.3492
13.4921	14.7778
18.254	14.7778
19.4915	13.8314
20.5357	11.4229
23	9.8681
25	6.0101
26.1364	5.9494
28.75	4.8201
31.9444	3.4895
35.9375	3.3672
38.3333	3.1662
41.8182	2.945
46	2.8646
54.7619	2.7285
56.6667	2.6319
76.6667	2.6319
85	2.4936
100	2.4936

SL-1：试验堆主厂房标高 4.50M Z 向包络谱值（单位： m/s²）

频率 Hz	阻尼比 2%
0.1	0.084419
0.17	0.25752
0.2125	0.28036
0.25503	0.34661
0.34	0.4858
0.425	0.61137
0.5099	0.75027
0.59482	0.8542
0.68	1.0157
0.76508	1.1657
0.85	1.2783
0.93509	1.3802
1.0204	1.506
1.1053	1.6943
1.1905	1.7592
1.2744	1.94
1.36	2.0903
1.4456	2.2031
1.5288	2.41
1.616	2.5027
1.7857	2.5937
1.8681	2.8875
1.954	2.9212
2.0384	3.0218
2.125	3.2961
2.2078	3.3483
2.2973	3.4316
2.381	3.7374
2.4638	3.7395
2.6814	4.1226
2.8053	4.3592
3.2319	4.4315
3.5714	4.4661
3.7445	4.5648

频率 Hz	阻尼比 2%
4.8319	4.5648
4.8851	4.5915
5.0898	4.6073
5.3125	4.6872
6.3187	4.6872
6.391	4.71
6.5891	4.7484
6.8	4.7648
7.2034	4.8042
8.0952	4.8305
8.5	4.9299
11.5	4.9299
12.1053	4.5451
12.6374	4.5347
13.2184	4.291
13.8554	4.2155
14.4068	4.1085
15.1786	4.2903
17	4.3367
23	4.3367
25	3.4886
26.1364	2.6855
28.75	2.1851
31.9444	1.6611
35.9375	1.4131
38.3333	1.3739
40	1.3108
46	1.3108
56.6667	1.4424
76.6667	1.4424
85	1.2243
100	1.2243

SL-2: 试验堆主厂房标高 4.50M X 向包络谱值 (单位: m/s^2)

频率 Hz	阻尼比 4%
0.1	0.12882
0.17	0.55326
0.2125	0.75842
0.25503	0.89964
0.34	1.1983
0.425	1.5376
0.5099	1.8473
0.59482	2.1073
0.68	2.4826
0.76508	2.8036
0.85	3.1165
0.93509	3.5524
1.0204	3.7935
1.1053	4.1366
1.1905	4.3117
1.2744	4.6951
1.36	5.0446
1.4456	5.4764
1.5288	5.5869
1.616	5.9573
1.7	6.2656
1.7857	6.3126
1.8681	6.9495
1.954	7.1452
2.0384	7.6361
2.125	7.9521
2.4638	8.0774
2.5526	8.3178
2.6814	8.3178
3.0576	8.4906
3.8023	8.4906
3.9171	8.6055
4.25	8.8019
4.4737	9.0682
4.6703	9.0682
4.8851	9.0682

频率 Hz	阻尼比 4%
4.6703	9.0682
4.8851	9.0682
5.3125	10.091
5.7432	10.091
6.1594	10.3046
6.5891	10.9698
7.2034	12.3714
8.4746	12.3714
8.5	13.0453
11.5	13.0453
12.1053	13.0453
12.3188	12.4791
15.5405	12.4791
17.1642	11.4671
18.254	11.3113
19.4915	10.7344
20.5357	9.6494
23	7.4207
26.1364	5.7065
28.75	5.0257
31.9444	4.4183
35.9375	4.0273
38.3333	3.9783
41.8182	3.8825
46	3.8444
54.7619	3.7725
56.6667	3.7255
76.6667	3.7255
85	3.5885
100	3.5885

SL-2：试验堆主厂房标高 4.50M Y 向包络谱值（单位： m/s²）

频率 Hz	阻尼比 4%
0.1	0.12799
0.17	0.74883
0.23	0.74883
0.25	0.74883
0.25503	0.9478
0.34	1.2224
0.425	1.5326
0.5099	1.8953
0.59482	2.1497
0.68	2.3706
0.76508	2.8356
0.85	3.0545
0.93509	3.2532
1.0204	3.8892
1.1053	4.1654
1.1905	4.4998
1.2744	4.6919
1.36	4.8578
1.4456	5.5072
1.5288	5.8898
1.616	6.1845
1.7	6.1845
1.7857	6.7029
1.954	7.4309
2.0384	7.4533
2.125	7.863
2.2078	8.1222
2.381	8.4204
2.8011	8.4204
2.8053	8.4204
3.0576	8.5149
3.2319	8.8501
3.4	8.8501
3.5714	8.9526
4.2017	8.9526
4.25	9.1277
4.4737	9.2841
5.0898	9.6229
5.3125	10.201
5.7432	10.4892
5.9441	10.7962
6.1594	11.1328
6.391	12.5203
6.5891	12.5203
6.8	12.5203
7.2034	13.2217
7.6577	14.8032
10.3604	14.8032
10.5263	14.3632
10.625	14.3632
11.039	15.179
11.4865	17.3298
11.9718	18.6781
12.3188	19.3149
12.6866	19.474
13.4921	19.474
18.254	19.474
19.4915	16.8121
20.5357	15.3261
23	12.2673
26.1364	9.3269
28.75	8.0726
31.9444	6.4123
35.9375	5.9349
38.3333	5.5171
41.8182	5.2121
46	5.0454
54.7619	4.7113
56.6667	4.5178
76.6667	4.5178
85	4.3666
100	4.3666

SL-2：试验堆主厂房标高 4.50M Z 向包络谱值（单位： m/s²）

频率 Hz	阻尼比 4%
0.1	0.15791
0.17	0.47445
0.2125	0.53898
0.25503	0.65079
0.34	0.89168
0.425	1.0887
0.5099	1.3564
0.59482	1.5018
0.68	1.7401
0.76508	1.9743
0.85	2.2107
0.93509	2.3137
1.0204	2.5948
1.1053	2.7133
1.1905	2.9014
1.2744	3.3021
1.36	3.5773
1.4456	3.6439
1.5288	3.8581
1.616	3.9773
1.7857	4.49
1.8681	4.8569
1.954	4.8569
2.0384	4.9916
2.125	5.299
2.2078	5.5365
2.2973	5.6151
2.381	6.1317
2.4638	6.2671
2.6814	6.7033
2.8053	6.8336
3.2319	7.2877
3.5714	7.2877
3.7445	7.3125

频率 Hz	阻尼比 4%
4.8319	7.3125
4.8851	7.3125
5.0898	7.3125
5.3125	7.4518
6.3187	7.4518
6.391	7.4518
6.5891	7.4828
6.8	7.4828
7.2034	7.5722
8.4746	7.5722
8.5	7.5722
11.5	7.5722
12.6374	7.0098
13.2184	6.8426
13.8554	6.8426
14.375	6.5485
15.1786	6.2224
20.5357	6.2224
23	5.6063
25	5.1218
26.1364	4.3562
28.75	3.8883
31.9444	2.9786
35.9375	2.7922
38.3333	2.6242
41.8182	2.5641
46	2.5416
54.7619	2.5416
56.6667	2.4579
76.6667	2.4579
85	2.3835
100	2.3835