

附件

NAC-STC 乏燃料运输容器使用批准书

- 一、持证单位：中核清原环境技术工程有限责任公司。
- 二、法定代表人：王海良。
- 三、单位住所：北京市西城区月坛北街乙1号。
- 四、设计单位：美国 NAC International。
- 五、制造单位：西班牙 Equipos Nucleares S.A. (ENSA)；
日本日立造船株式会社。
- 六、原设计批准编号：USA/9235/B(U)F-96, Rev.18。
- 七、运输方式：陆路和水路，独家使用。
- 八、容器编码：NAC-STC 乏燃料运输容器原编码及在中国境内使用编码见表1。

表1 NAC-STC 乏燃料运输容器编码

序号	运输容器原编码	运输容器在中国境内使用编码
1	STC-1	CN/005/B(U)F-96(NNSA-I)100No.01
2	STC-2	CN/005/B(U)F-96(NNSA-I)100No.02
3	STC-3	CN/005/B(U)F-96(NNSA-I)100No.03

运输容器在中国境内使用的编码与其原编码是一一对应的；
运输活动实施中，在中国境内使用的编码必须清晰地标记在运输容器表面。

九、内容物

容器允许装载的乏燃料参数:

燃料组件排列: 17×17

燃料包壳: 锆 (Zirconium) 合金

初始最大铀含量: 464kg/组件

最大初始铀富集度 (wt% ^{235}U): 4.5

最小初始铀富集度 (wt% ^{235}U): 1.7

组件截面 (mm): 213.995-216.357

每个组件燃料棒数: 264

燃料棒外径 (mm): 9.434-9.5

最小包壳厚度 (mm): 0.518

芯块直径 (mm): 8.189-8.204

最大活性区长度 (mm): 3663.95

十、乏燃料装载

单个运输容器最多可以装载 26 组 17×17 型乏燃料组件, 不得装运已经破损的燃料组件或疑似破损的燃料组件或燃料棒。

(1) 最大燃耗为 45GWd/MTU 的低燃耗组件

乏燃料组件的最大燃耗、初始铀富集度和最小冷却时间按表 2 控制, 单个乏燃料组件衰变热不超过 850W。

表 2 低损耗乏燃料最小冷却时间表

单位：年

初始铀富集度 (E) wt% ²³⁵ U	组件燃耗 (B) GWd/MTU			
	B≤30	30<B≤35	35<B≤40	40<B≤45
1.7≤E<1.9	7	9	--	--
1.9≤E<2.1	7	8	11	--
2.1≤E<2.3	6	8	10	--
2.3≤E<2.5	6	7	9	14
2.5≤E<2.7	6	7	9	12
2.7≤E<2.9	5	6	8	11
2.9≤E<3.1	5	6	8	10
3.1≤E<3.3	5	6	7	9
3.3≤E<3.5	5	6	7	9
3.5≤E<3.7	5	6	7	9
3.7≤E<3.9	5	6	7	9
3.9≤E<4.1	5	6	7	9
4.1≤E<4.2	5	6	7	9
4.2≤E<4.3	5	6	7	9
4.3≤E≤4.5	5	6	7	8

(2) 高于 45GWd/MTU 不超过 55GWd/MTU 的高损耗组件

乏燃料组件和导热盒的数量、位置应根据图纸 423-800 中规定的装载形式 A、B 或 C，分别装载 14 组、16 组或 20 组乏燃料组件。乏燃料组件的最大燃耗、初始铀富集度和最小冷却时间分别按表 3、表 4 和表 5 控制。

单个乏燃料组件衰变热不超过 1.71kW，单个运输容器装载乏燃料组件的总衰变热不超过 24kW。

单个运输容器最多装载 4 组 Zr-4 包壳的高燃耗乏燃料组件。

运输容器装载乏燃料组件后从露出乏燃料水池至水平放置的时间应不超过 72 小时。

从乏燃料装载操作完成至运输后卸载完成的时间应不超过 6 个月。

表3 高燃耗乏燃料组件最小冷却时间（装载形态A）

单位：年

钚 (g/kg)	初始铀富集度 (E) wt% ²³⁵ U	组件燃耗 (B) GWd/MTU									
		45<B≤46	46<B≤47	47<B≤48	48<B≤49	49<B≤50	50<B≤51	51<B≤52	52<B≤53	53<B≤54	54<B≤55
0.4	2.9≤E<3.1	4.0	4.0	4.3	4.9	5.6	6.3	7.0	7.8	8.7	--
	3.1≤E<3.3	4.0	4.0	4.0	4.1	4.7	5.3	6.0	6.8	7.5	8.3
	3.3≤E<3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1	4.5	5.1	5.8	6.5	7.2
	3.5≤E<3.7	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1	4.2	4.3	4.9	5.5	6.2
	3.7≤E<3.9	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.2	4.3	4.4	4.7	5.3
	3.9≤E<4.1	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
	4.1≤E<4.3	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
	4.3≤E≤4.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4
0.8	2.9≤E<3.1	6.9	7.4	8.0	8.6	9.1	9.8	10.4	11.1	11.8	--
	3.1≤E<3.3	6.2	6.7	7.2	7.8	8.3	8.9	9.5	10.1	10.8	11.5
	3.3≤E<3.5	5.6	6.0	6.5	7.0	7.6	8.1	8.7	9.3	9.9	10.6
	3.5≤E<3.7	5.0	5.4	5.9	6.4	6.8	7.4	7.9	8.5	9.0	9.7
	3.7≤E<3.9	4.5	4.9	5.3	5.7	6.2	6.7	7.2	7.7	8.3	8.8
	3.9≤E<4.1	4.0	4.4	4.7	5.2	5.6	6.0	6.5	7.0	7.5	8.1
	4.1≤E<4.3	4.0	4.0	4.3	4.6	5.0	5.5	5.9	6.4	6.9	7.4
	4.3≤E≤4.5	4.0	4.0	4.0	4.2	4.5	4.9	5.4	5.8	6.3	6.7

钍 (g/kg)	初始铀富集度 (E) wt% ²³⁵ U	组件燃耗 (B) GWd/MTU									
		45<B≤46	46<B≤47	47<B≤48	48<B≤49	49<B≤50	50<B≤51	51<B≤52	52<B≤53	53<B≤54	54<B≤55
1.2	2.9≤E<3.1	9.4	9.9	10.4	11.0	11.5	12.0	12.6	13.3	13.8	--
	3.1≤E<3.3	8.8	9.2	9.7	10.2	10.7	11.3	11.8	12.4	13.0	13.6
	3.3≤E<3.5	8.1	8.6	9.0	9.5	10.0	10.5	11.1	11.6	12.1	12.7
	3.5≤E<3.7	7.6	8.0	8.4	8.9	9.3	9.8	10.3	10.9	11.4	11.9
	3.7≤E<3.9	7.0	7.4	7.9	8.3	8.7	9.2	9.6	10.1	10.7	11.2
	3.9≤E<4.1	6.6	6.9	7.3	7.7	8.1	8.6	9.0	9.5	10.0	10.5
	4.1≤E<4.3	6.1	6.5	6.8	7.2	7.6	8.0	8.4	8.9	9.3	9.8
4.3≤E≤4.5	5.7	6.0	6.4	6.7	7.1	7.5	7.9	8.3	8.8	9.2	

表 4 高燃耗乏燃料组件最小冷却时间 (装载形态 B)

单位: 年

钍 (g/kg)	初始铀富集度 (E) wt% ²³⁵ U	组件燃耗 (B) GWd/MTU									
		45<B≤46	46<B≤47	47<B≤48	48<B≤49	49<B≤50	50<B≤51	51<B≤52	52<B≤53	53<B≤54	54<B≤55
0.4	2.9≤E<3.1	4.4	5.0	5.7	6.5	7.3	8.2	9.1	10.0	11.0	--
	3.1≤E<3.3	4.3	4.4	4.8	5.5	6.2	7.0	7.9	8.8	9.7	10.7
	3.3≤E<3.5	4.3	4.4	4.5	4.6	5.2	6.0	6.7	7.6	8.4	9.4
	3.5≤E<3.7	4.2	4.3	4.4	4.5	4.7	5.0	5.7	6.5	7.3	8.2

钍 (g/kg)	初始铀富集度 (E) wt% ²³⁵ U	组件燃耗 (B) GWd/MTU									
		45<B≤46	46<B≤47	47<B≤48	48<B≤49	49<B≤50	50<B≤51	51<B≤52	52<B≤53	53<B≤54	54<B≤55
0.4	3.7≤E<3.9	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.8	4.9	5.5	6.3	7.0
	3.9≤E<4.1	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6	4.7	4.8	5.0	5.3	6.1
	4.1≤E<4.3	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.8	4.9	5.0	5.2
	4.3≤E≤4.5	4.0	4.1	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.9	5.0	5.2
0.8	2.9≤E<3.1	8.0	8.6	9.2	9.9	10.6	11.4	12.1	12.9	13.7	--
	3.1≤E<3.3	7.2	7.8	8.4	9.0	9.7	10.4	11.1	11.8	12.6	13.4
	3.3≤E<3.5	6.5	7.0	7.6	8.1	8.8	9.4	10.1	10.8	11.5	12.3
	3.5≤E<3.7	5.8	6.3	6.8	7.4	8.0	8.6	9.2	9.9	10.6	11.3
	3.7≤E<3.9	5.2	5.7	6.1	6.7	7.2	7.8	8.4	9.0	9.6	10.3
	3.9≤E<4.1	4.7	5.1	5.6	6.0	6.5	7.0	7.6	8.2	8.8	9.4
	4.1≤E<4.3	4.2	4.6	5.0	5.4	5.9	6.4	6.9	7.5	8.0	8.6
	4.3≤E≤4.5	4.0	4.2	4.5	4.9	5.3	5.8	6.3	6.8	7.3	7.9
1.2	2.9≤E<3.1	10.4	11.0	11.6	12.1	12.8	13.5	14.1	14.8	15.6	--
	3.1≤E<3.3	9.6	10.2	10.8	11.3	11.9	12.5	13.2	13.8	14.5	15.3
	3.3≤E<3.5	9.0	9.5	10.0	10.6	11.1	11.7	12.3	12.9	13.6	14.2
	3.5≤E<3.7	8.3	8.8	9.3	9.8	10.4	10.9	11.5	12.0	12.7	13.4

钍 (g/kg)	初始铀富集度 (E) wt% ²³⁵ U	组件燃耗 (B) GWd/MTU									
		45<B≤46	46<B≤47	47<B≤48	48<B≤49	49<B≤50	50<B≤51	51<B≤52	52<B≤53	53<B≤54	54<B≤55
1.2	3.7≤E<3.9	7.8	8.2	8.7	9.1	9.6	10.2	10.7	11.3	11.9	12.5
	3.9≤E<4.1	7.2	7.6	8.1	8.5	9.0	9.5	10.0	10.6	11.1	11.7
	4.1≤E<4.3	6.7	7.1	7.5	8.0	8.4	8.9	9.4	9.9	10.4	11.0
	4.3≤E≤4.5	6.3	6.6	7.0	7.4	7.9	8.3	8.8	9.2	9.7	10.2

表 5 高燃耗乏燃料组件最小冷却时间 (装载形态 C)

单位: 年

钍 (g/kg)	初始铀富集度 (E) wt% ²³⁵ U	组件燃耗 (B) GWd/MTU									
		45<B≤46	46<B≤47	47<B≤48	48<B≤49	49<B≤50	50<B≤51	51<B≤52	52<B≤53	53<B≤54	54<B≤55
0.4	2.9≤E<3.1	8.0	9.1	10.3	11.6	12.9	14.2	15.6	17.0	18.4	--
	3.1≤E<3.3	6.9	7.8	8.8	10.0	11.2	12.5	13.8	15.2	16.5	17.9
	3.3≤E<3.5	5.8	6.7	7.5	8.5	9.7	10.9	12.1	13.4	14.8	16.1
	3.5≤E<3.7	5.3	5.7	6.5	7.3	8.3	9.4	10.6	11.8	13.1	14.4
	3.7≤E<3.9	5.3	5.4	5.6	6.3	7.1	8.0	9.1	10.2	11.5	12.7
	3.9≤E<4.1	5.2	5.4	5.6	5.8	6.1	6.9	7.8	8.9	10.0	11.2
	4.1≤E<4.3	5.1	5.3	5.5	5.7	5.9	6.0	6.8	7.6	8.6	9.7
	4.3≤E≤4.5	5.1	5.3	5.5	5.6	5.8	6.0	6.2	6.6	7.5	8.5

钴 (g/kg)	初始铀富集度(E)wt% ²³⁵ U	组件燃耗 (B) GWd/MTU									
		45<B≤46	46<B≤47	47<B≤48	48<B≤49	49<B≤50	50<B≤51	51<B≤52	52<B≤53	53<B≤54	54<B≤55
0.8	2.9≤E<3.1	11.4	12.2	13.1	14.0	15.1	16.2	17.4	18.6	19.8	--
	3.1≤E<3.3	10.4	11.2	11.9	12.8	13.7	14.7	15.8	17.0	18.1	19.4
	3.3≤E<3.5	9.4	10.2	10.9	11.7	12.5	13.4	14.4	15.5	16.6	17.7
	3.5≤E<3.7	8.6	9.3	10.0	10.7	11.5	12.3	13.2	14.1	15.1	16.2
	3.7≤E<3.9	7.8	8.5	9.1	9.8	10.5	11.3	12.0	12.9	13.8	14.8
	3.9≤E<4.1	7.4	7.7	8.3	9.0	9.6	10.4	11.1	11.9	12.7	13.6
	4.1≤E<4.3	7.1	7.3	7.6	8.2	8.8	9.5	10.2	10.9	11.7	12.5
	4.3≤E≤4.5	6.8	7.0	7.2	7.5	8.1	8.7	9.4	10.0	10.8	11.5
1.2	2.9≤E<3.1	13.6	14.3	15.1	15.9	16.7	17.7	18.7	19.8	20.9	--
	3.1≤E<3.3	12.7	13.4	14.0	14.8	15.6	16.4	17.3	18.3	19.4	20.5
	3.3≤E<3.5	11.8	12.5	13.1	13.8	14.6	15.3	16.1	17.0	17.9	19.0
	3.5≤E<3.7	11.2	11.7	12.3	12.9	13.6	14.3	15.1	15.9	16.7	17.7
	3.7≤E<3.9	10.8	11.1	11.5	12.1	12.8	13.4	14.1	14.9	15.6	16.5
	3.9≤E<4.1	10.4	10.7	11.0	11.4	11.9	12.6	13.3	13.9	14.7	15.4
	4.1≤E<4.3	10.1	10.3	10.6	10.8	11.2	11.8	12.4	13.1	13.8	14.5
	4.3≤E≤4.5	9.9	10.1	10.2	10.5	10.7	11.1	11.7	12.3	12.9	13.6

十一、货包的类别：B(U)F型，Ⅲ级（黄）。

十二、运输指数：25。

十三、临界安全指数：0。

十四、操作要求：运输容器必须按照安全分析报告规定的操作程序进行装载准备、装载和卸载。

十五、使用环境温度： $-40^{\circ}\text{C} \sim +38^{\circ}\text{C}$ 。

十六、设计寿命：20年。