



控制板反應度測量 及停機餘裕計算程 序

編號:THOR-C-02

版次: 2

日期: 102.08.01

修訂紀錄

[illegible]

控制板反應度測量急停機餘裕計算程序	編號: THOR-C-02
	版次:2
	頁數: 第 1 頁/共 1 頁
	日期: 102.08.01

(A) 控制板校正程序：

1. THOR 共有四根控制板，每次量測其中一根（如：Shim#1）；此時將另外三根控制板高度提升，使反應器達到低功率臨界運轉（如：100W，此時建議將中子源自核心移出）。Shim#1 則維持在最低位置。待反應器運轉功率穩定後，記錄各控制板高度。
2. 提升 Shim#1 至適當高度（反應器之 Period 以不大於 15 為佳），此時反應器將呈超臨界狀態，反應器功率逐漸升高。
3. 以碼表測量功率倍增時間(DT-Doubling Time)。由 NM-1000 輸出之功率(Linear power) 變化，分別紀錄 300W→600W、以及 400W→800W 所需要的時間。
4. 將功率倍增時間換算成反應器週期 T ($DT = T \times \ln 2$)，並利用附件所列之 inhour equation 及針對 TRIGA 燃料特有之參數值，帶入計算反應器的反應度變化 ($\Delta \rho$)。
5. Shim#1 高度維持不變，降低其他三根控制板高度使反應器功率回到 100W 臨界穩定運轉，記錄各控制板位置。
6. 重複步驟 2～5 的實驗程序，直到 Shim#1 完全抽離爐心為止。
7. 利用上述 Shim#1 不同高度變化所求得之反應度變化，分別畫出 Differential rod worth 及 Integral rod worth 隨控制板高度的變化情形。
8. 其他三根控制板的反應度可依上述程序分別執行。

(B)停機餘裕計算：

1. 超溢反應度計算方法：利用上述步驟 (A) 所測得之四根控制板總本領（以 2012 年為例：四根控制板之個別本領分別為：2.575%、3.626%、2.361%、及 1.726%，合計總控制本領為：10.288%），以及 THOR 欲維持在高功率運轉(100kW 以上)所抽離爐心之控制板總本領（以 2012 年為例：四根控制板的平均棒位需達到 520 單位以上，此時抽離爐心的四根控制板控制分別貢獻：1.302%、1.912%、1.109%、0.451%，總計：4.774%），兩者相減可視為超溢反應度（以 2012 年為例：THOR 的超溢反應度為：5.514%）。
2. 停機餘裕計算方法：依據 THOR 運轉技術規範針對停機餘裕(Shutdown Margin) 所做之定義：於無氬毒、常溫與最強本領控制板全出之情況下，反應器維持在次臨界狀態下，此時爐心距離臨界之反應度餘裕。（以 2012 年為例：當年度之超溢反應度（5.514%），減去 Shim#1(2.575%)、Shim#3(2.361%)、以及 Shim#4(1.726%)的控制板本領，所得之反應度為：-1.148%，可視為當年度 THOR 的安全停機餘裕）。

附件：In-hour Equation及所用之參數值：

- * The “inhour equation” gives the relationship between the asymptotic (or stable) reactor period, T, and the inserted reactivity, ρ , as follows:

$$\rho = \frac{\ell_p}{\ell_p + T} + \frac{T}{\ell_p + T} \sum_{i=1}^6 \frac{\beta_i}{1 + \lambda_i T}, \text{ for 6-group delayed neutrons (6DG)}$$

where ℓ_p is the prompt neutron lifetime (or neutron generation time)

λ_i is the average decay constant for the i -th group delayed neutron

β_i is the fraction of the i -th group delayed neutron

- * For a typical TRIGA reactor, the following data can be used:

$\lambda_1=0.0127\text{s}^{-1}$	$\beta_1=2.70\text{E-}4$
$\lambda_2=0.0317\text{s}^{-1}$	$\beta_2=1.49\text{E-}3$
$\lambda_3=0.115\text{s}^{-1}$	$\beta_3=1.31\text{E-}3$
$\lambda_4=0.311\text{s}^{-1}$	$\beta_4=2.85\text{E-}3$
$\lambda_5=1.140\text{s}^{-1}$	$\beta_5=8.95\text{E-}4$
$\lambda_6=3.870\text{s}^{-1}$	$\beta_6=1.82\text{E-}4$
$\ell_p=3.2\text{E-}5\text{s}$	$\beta_{\text{eff}}=0.0071$

範例 : (2012 年 Shim#1 校正)

N1	N2	DT#1	DT#2	DT(Avg)	Period	A	B	C	Reactivity	N2-N1	R/N	(N2-N1) / 2	Int.
7	208	20.30	22.45	21.38	30.84	1E-06	1	0.00153	0.00153203	201	7.622E-06	107.5	0.001532
208	259	33.18	36.00	34.59	49.90	6.4E-07	1	0.00113	0.00112631	51	2.208E-05	233.5	0.0026583
259	306	23.83	25.29	24.56	35.43	9E-07	1	0.00141	0.00140707	47	2.994E-05	282.5	0.0040654
306	342	31.18	33.31	32.25	46.52	6.9E-07	1	0.00118	0.00118064	36	3.28E-05	324.0	0.0052461
342	380	20.53	21.86	21.20	30.58	1E-06	1	0.00154	0.00153984	38	4.052E-05	361.0	0.0067859
380	415	24.52	25.77	25.15	36.28	8.8E-07	1	0.00139	0.00138652	35	3.961E-05	397.5	0.0081724
415	451	16.52	18.27	17.40	25.10	1.3E-06	1	0.00173	0.00172873	36	4.802E-05	433.0	0.0099011
451	488	17.36	17.87	17.62	25.41	1.3E-06	1	0.00172	0.00171636	37	4.639E-05	469.5	0.0116175
488	524	20.02	20.67	20.35	29.35	1.1E-06	1	0.00158	0.00157796	36	4.383E-05	506.0	0.0131955
524	558	20.09	21.06	20.58	29.68	1.1E-06	1	0.00157	0.00156744	34	4.61E-05	541.0	0.0147629
558	593	19.19	18.74	18.97	27.36	1.2E-06	1	0.00164	0.00164462	35	4.699E-05	575.5	0.0164075
593	631	19.63	21.27	20.45	29.50	1.1E-06	1	0.00157	0.00157314	38	4.14E-05	612.0	0.0179806
631	669	19.81	20.69	20.25	29.21	1.1E-06	1	0.00158	0.00158235	38	4.164E-05	650.0	0.019563
669	723	13.73	14.15	13.94	20.11	1.6E-06	1	0.00195	0.00195458	54	3.62E-05	696.0	0.0215176
723	777	16.91	17.72	17.32	24.98	1.3E-06	1	0.00173	0.00173328	54	3.21E-05	750.0	0.0232509
777	849	18.83	19.94	19.39	27.97	1.1E-06	1	0.00162	0.00162366	72	2.255E-05	813.0	0.0248745
849	986	47.09	52.35	49.72	71.73	4.5E-07	1	0.00087	0.00087223	137	6.367E-06	917.5	0.0257468

