

歡 迎

蒞臨 台電 核二廠



清大參訪核二廠行程表

101年01月16日(星期一)

時 間	活動項目	地 點
09:30~10:00	抵達核二廠 及 參觀出水口	出水口
10:00~10:50	電廠主管致歡迎詞 及 電廠簡報	北展館
10:50~12:10	赴反應器頂樓現場參觀	2號機七樓
12:10~13:00	北展館午餐	北展館
13:00~13:30	模擬器參觀	模擬中心
13:30~14:10	北展館導覽	北展館
14:10~15:00	參觀廢料倉庫 及 快樂賦歸	廢料倉庫



核二廠營運簡報



安全營運 穩定進步

- 核能發電現況與努力 -



核技組 林志保

101年 01月16日



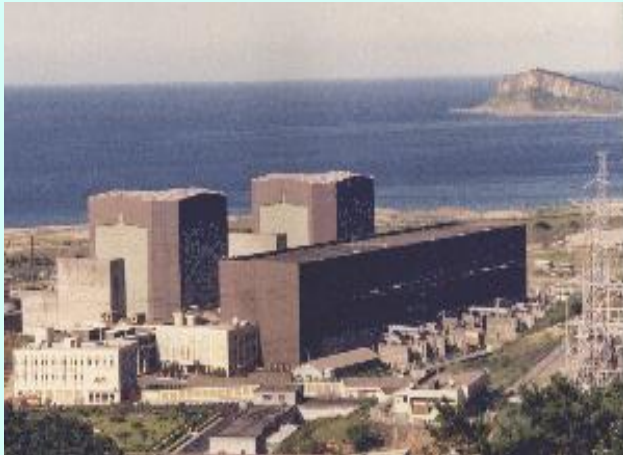
內容大綱

- 壹、核二廠概況
- 貳、核能整體營運績效
- 參、高低階廢料處理策略
- 肆、環境保護與敦親睦鄰
- 伍、核電現況與未來
- 陸、因應日本核災作法





壹、核二廠概況



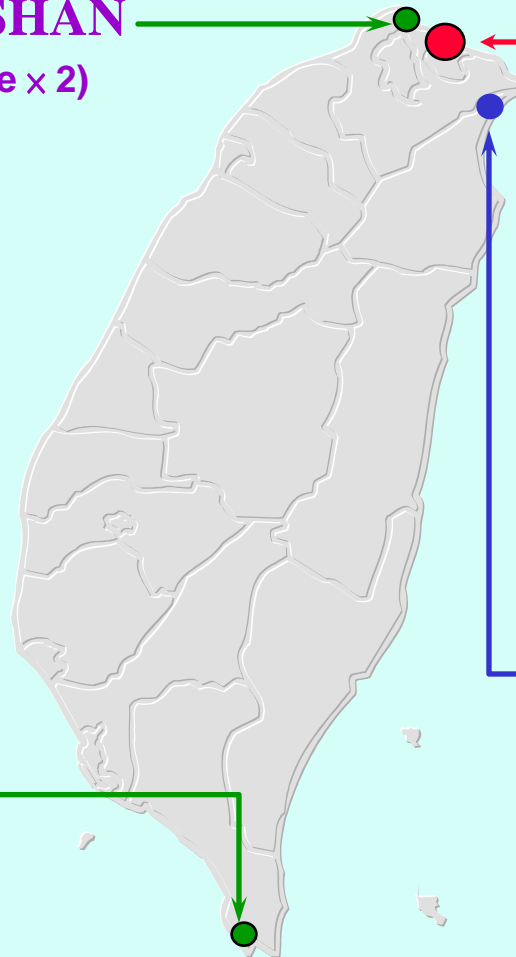
台電公司 各核能發電廠

核一廠 CHINSHAN
(BWR -- 636 MWe x 2)

核二廠
KUOSHENG (國聖)
(BWR -- 985 MWe x 2)

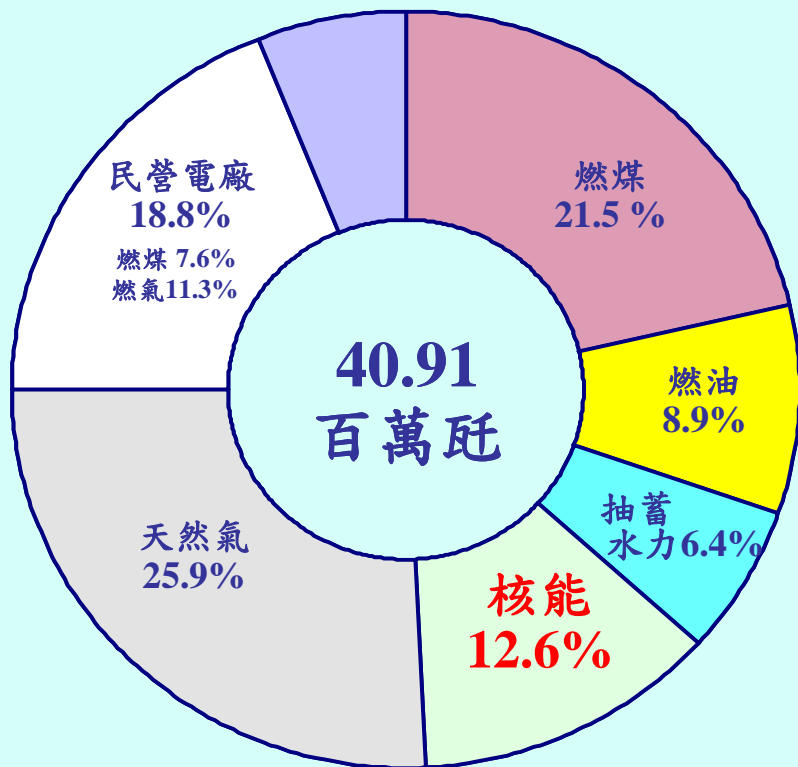
龍門電廠
LUNG MEN
(ABWR – 1350 MWe x 2)
(建造中)

核三廠
MAANSHAN
(PWR -- 951 MWe x 2)



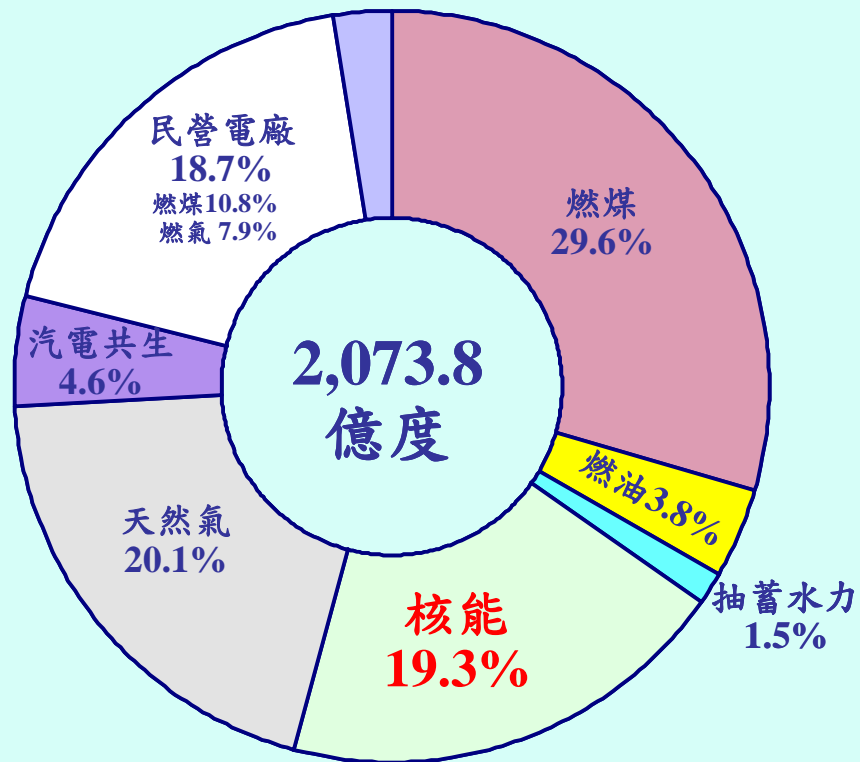
99年台灣電力系統結構

再生能源6.0%
風力1.2% 水力4.8% 太陽能0.001%



裝置容量

再生能源2.5%
風力0.5% 水力2.0% 太陽能0.003%



發購電量



第二核能發電廠

• 廠址：新
北
市
萬
里
區
野
柳
里
八
斗
60
號

• 主要設備：

反應爐

奇異公司 第六代沸水式 (BWR-6)

汽輪發電機

西屋公司

• 建廠時程：

開工日期

商轉日期

一號機

63. 9. 18

70. 12. 28

二號機

63. 9. 18

72. 3. 16

• 裝置容量：98萬5千瓩 X 2 (佔全系統 4.8%)

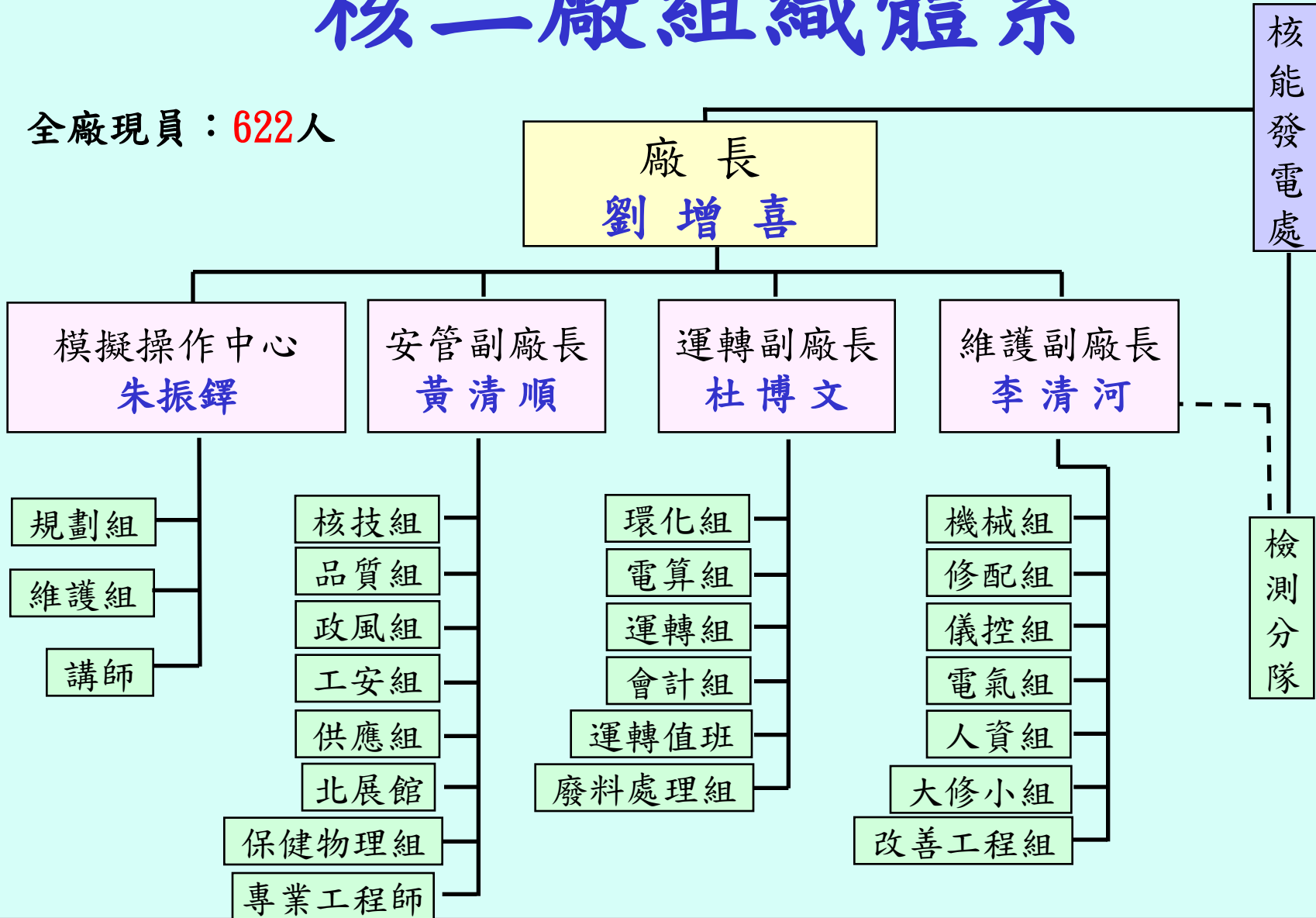
(全台最大單機容量)

• 年平均發電量：150~160 億度 (去年發電佔全系統 7.2%)

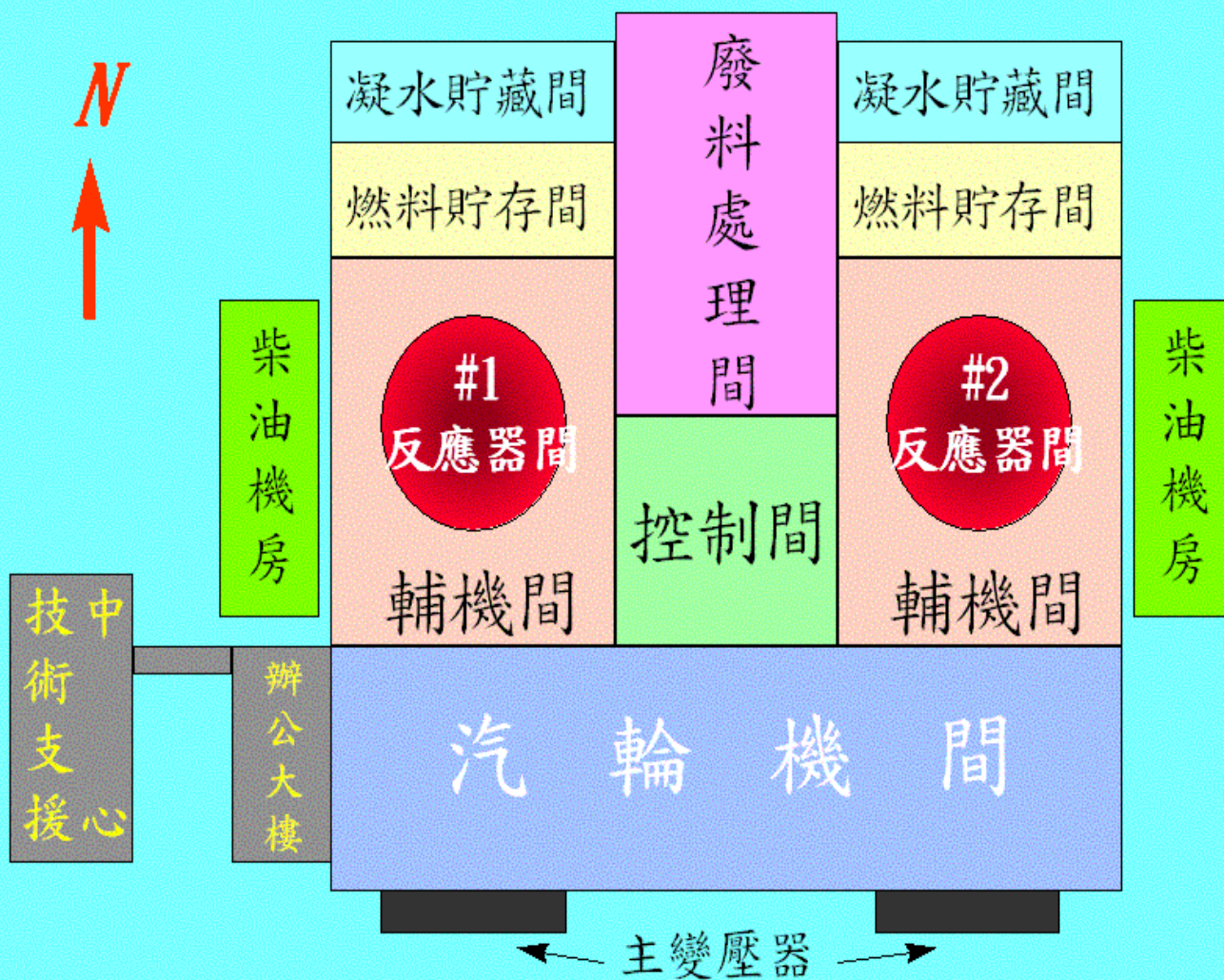


核二廠組織體系

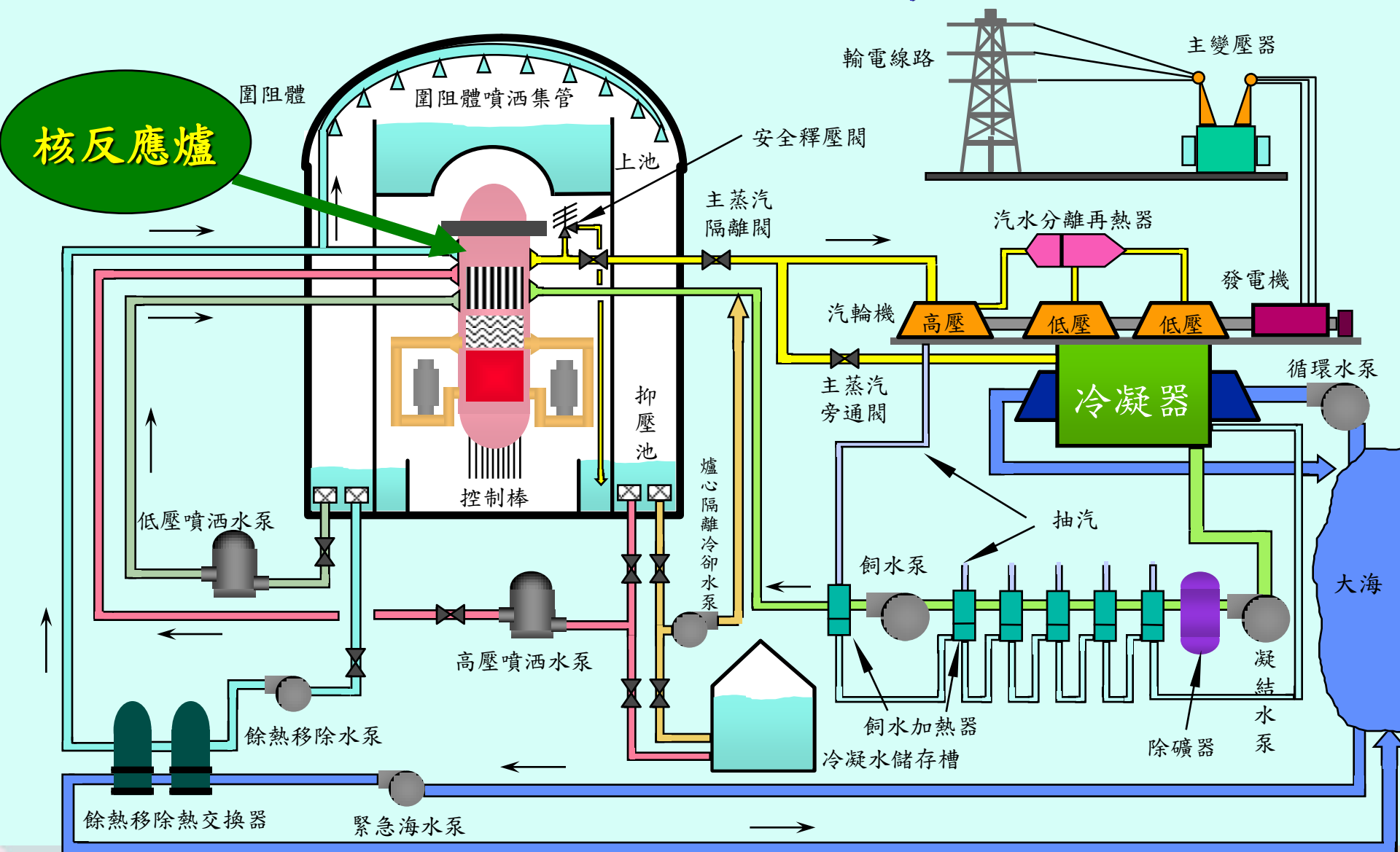
全廠現員：622人



核能二廠廠房示意圖



核能二廠發電系統簡要流程圖



電廠安全設備

● 保守性設計

- ◎ 多重性(Redundancy)
- ◎ 多樣性(Diversity)
- ◎ 分隔佈置(Physical Separation)
- ◎ 失效時安全(Fail Safe)

● 遵守電廠技術規範要求

- ◎ 安全系統，定期試驗
- ◎ 設備故障，限時修復
- ◎ 未能修復，降載停機



反應爐圍阻體

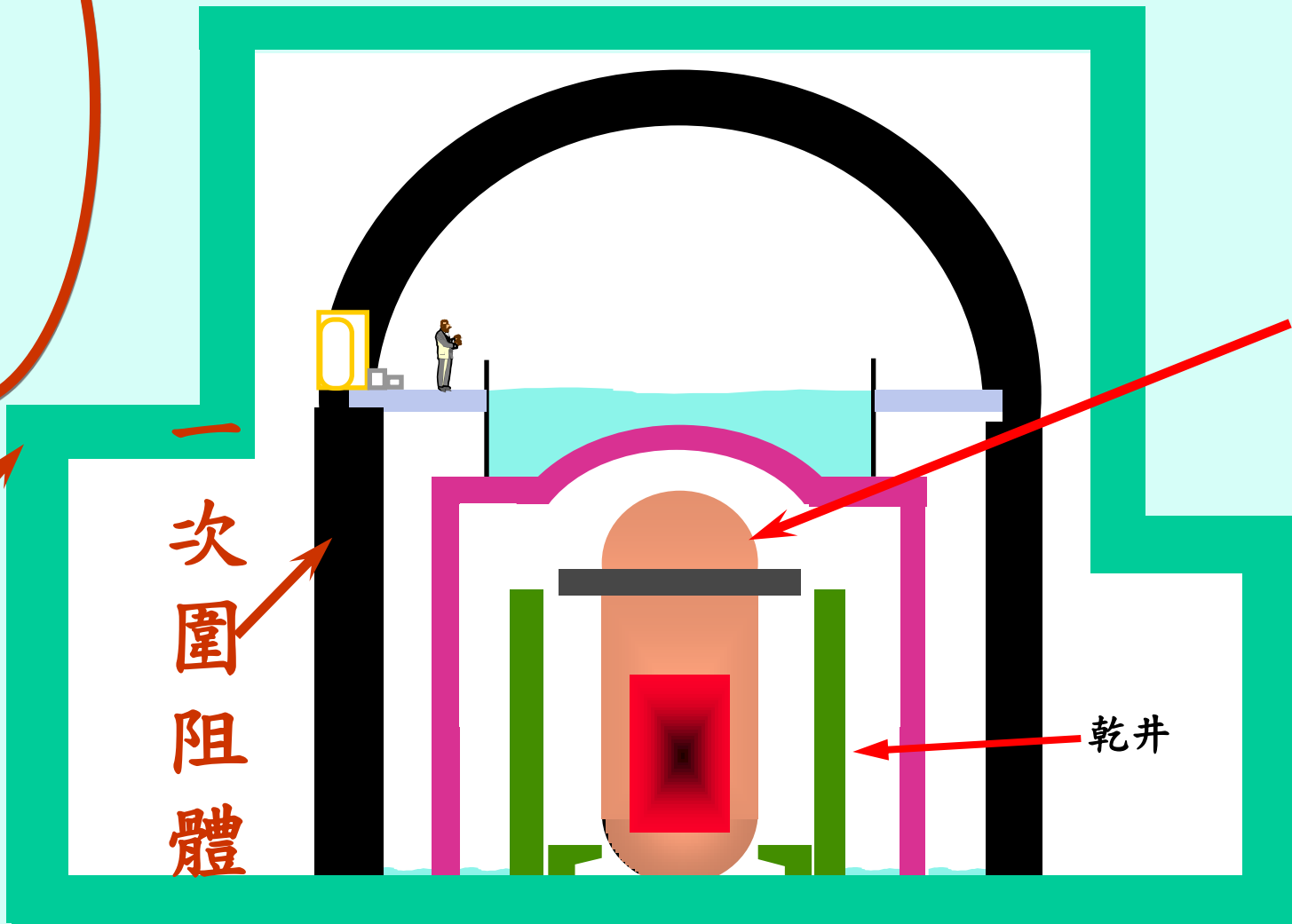
多重屏障

反應爐壓力槽

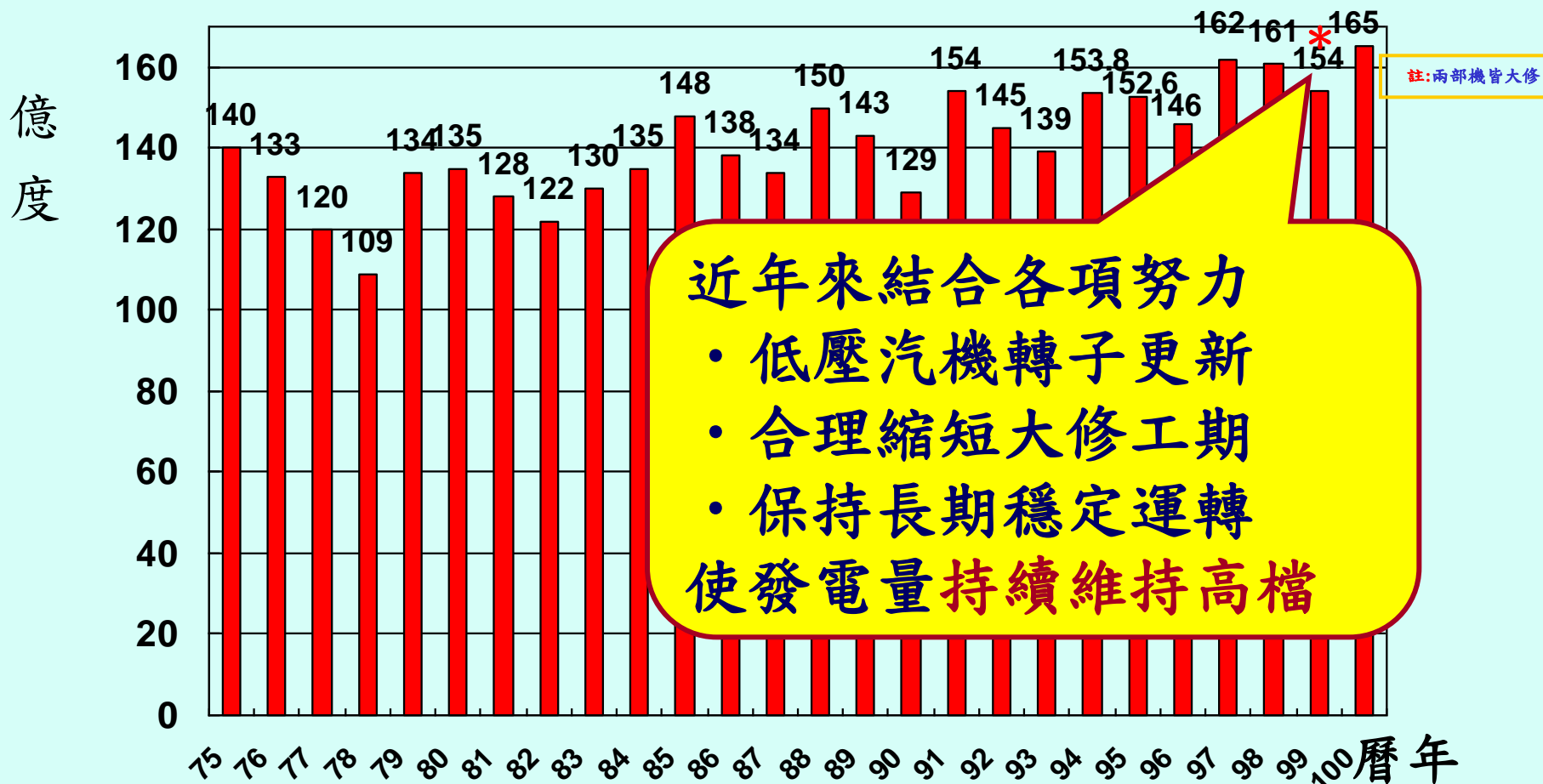
二次圍阻體

一次圍阻體

乾井



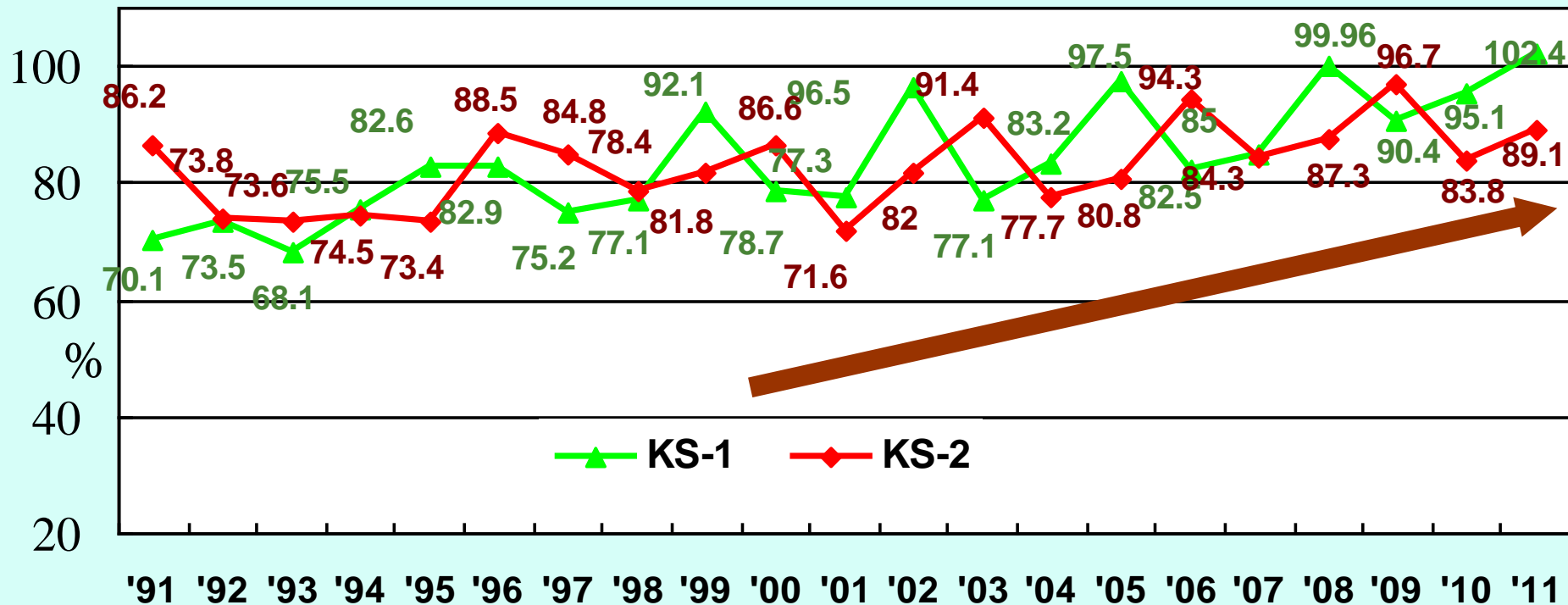
核二廠歷年毛發電量統計



至100年12月底,兩部機累計發電量已達4083億度



機組容量因數



1. 累計容量因數(商轉後): **KS1=79.7%** **KS2=79.9%**. (至100年12月底)
2. 2008年一號機年度容量因數99.96%, 在全世界436座核電機組中,
排名第8.



低壓汽機轉子更新

▶95年完成一號機低壓汽機轉子更新

- 提昇設備可靠度外，發電出力大幅增加3.4萬瓩。

- 使一號機單機出力超過100萬瓩。

- 投資金額在兩年內全部回收。

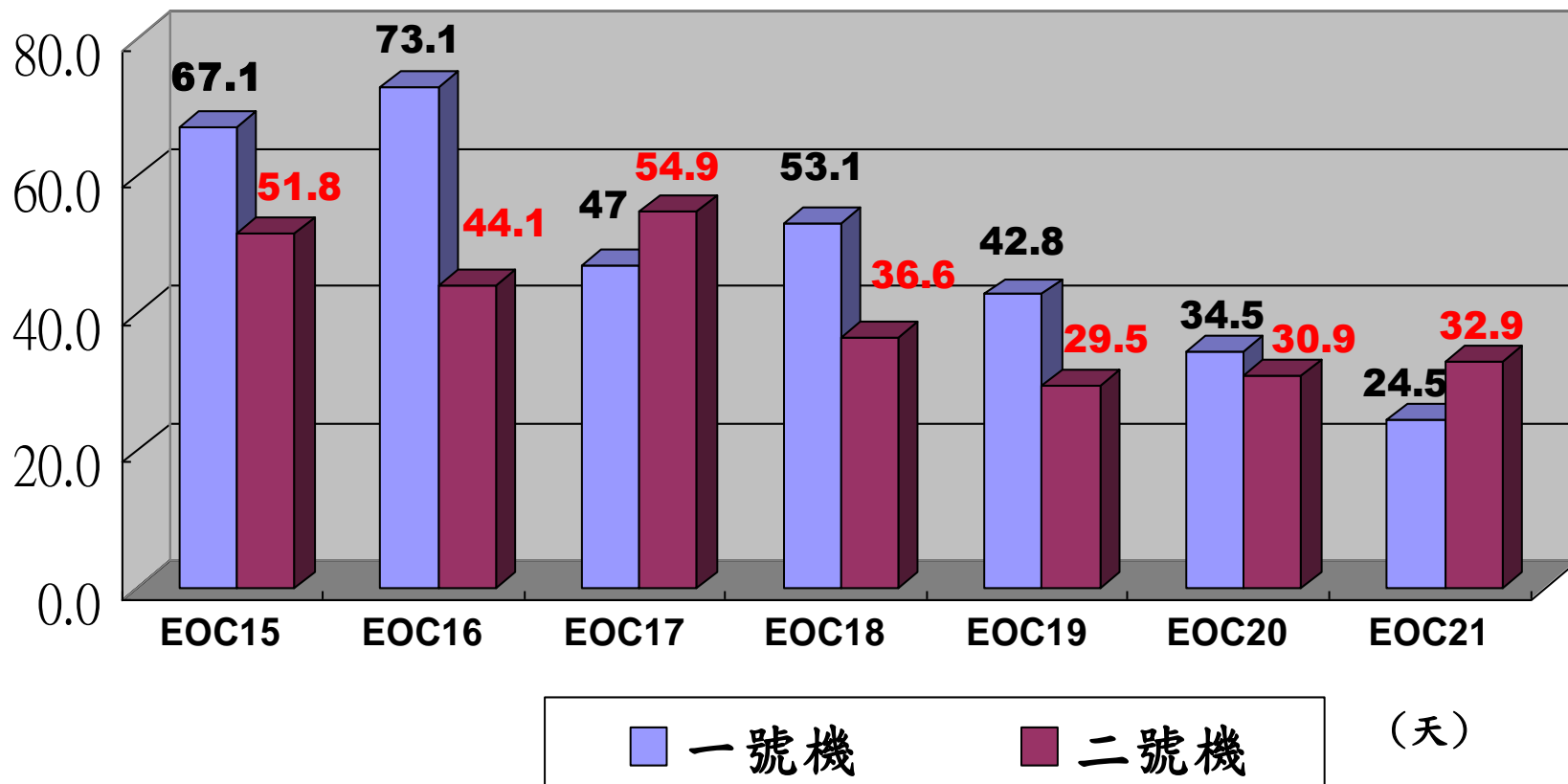
▶二號機在100年大修，進行相同改善

(出力亦超過100萬瓩)



有效縮短大修工期

▶在兼顧**安全**與**品質**要求下，核二廠近年來大修工期持續進步。



97年二號機大修工期29.45天(核能首度低於30天)，隨後連續運轉381天，顯見**縮短工期**與**維護品質**得以**兼顧**。(99年一號機更創下最短工期**24.48天**佳績，且保持連續運轉已超過一年)

核二廠旁輻射劑量率與背景值無異

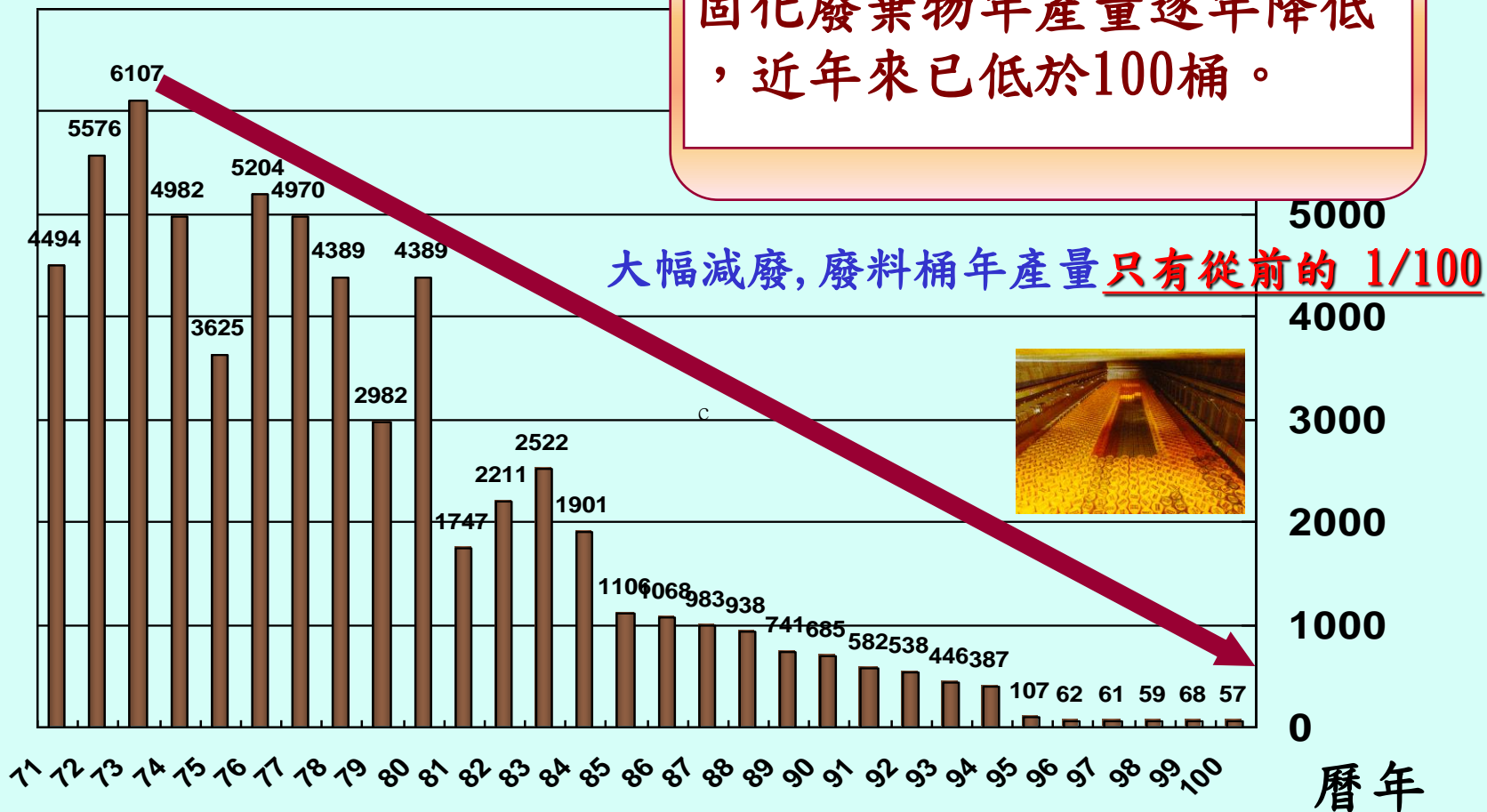


註:1.偵測日期:100年6月14日
2.偵測儀器:PA-100
3.輻射劑量率單位:微西弗/小時 (μSv/h)
4.廠界提報值:1微西弗/小時 (1μSv/h)
5.本數據配合金山區公所及萬里區公所派代表量測。

低放射性固化廢棄物產量(核二廠)

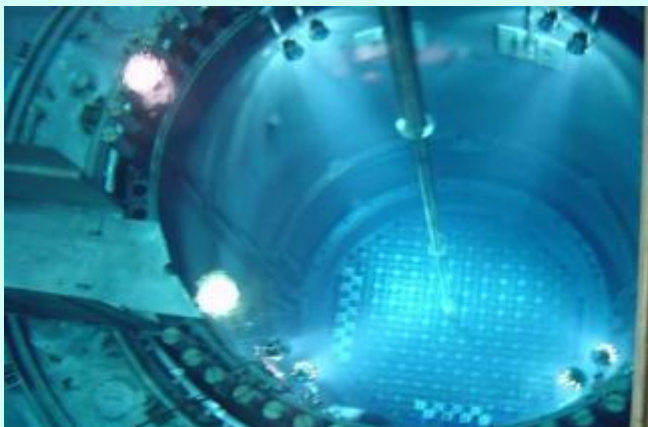
固化廢棄物年產量逐年降低，近年來已低於100桶。

桶

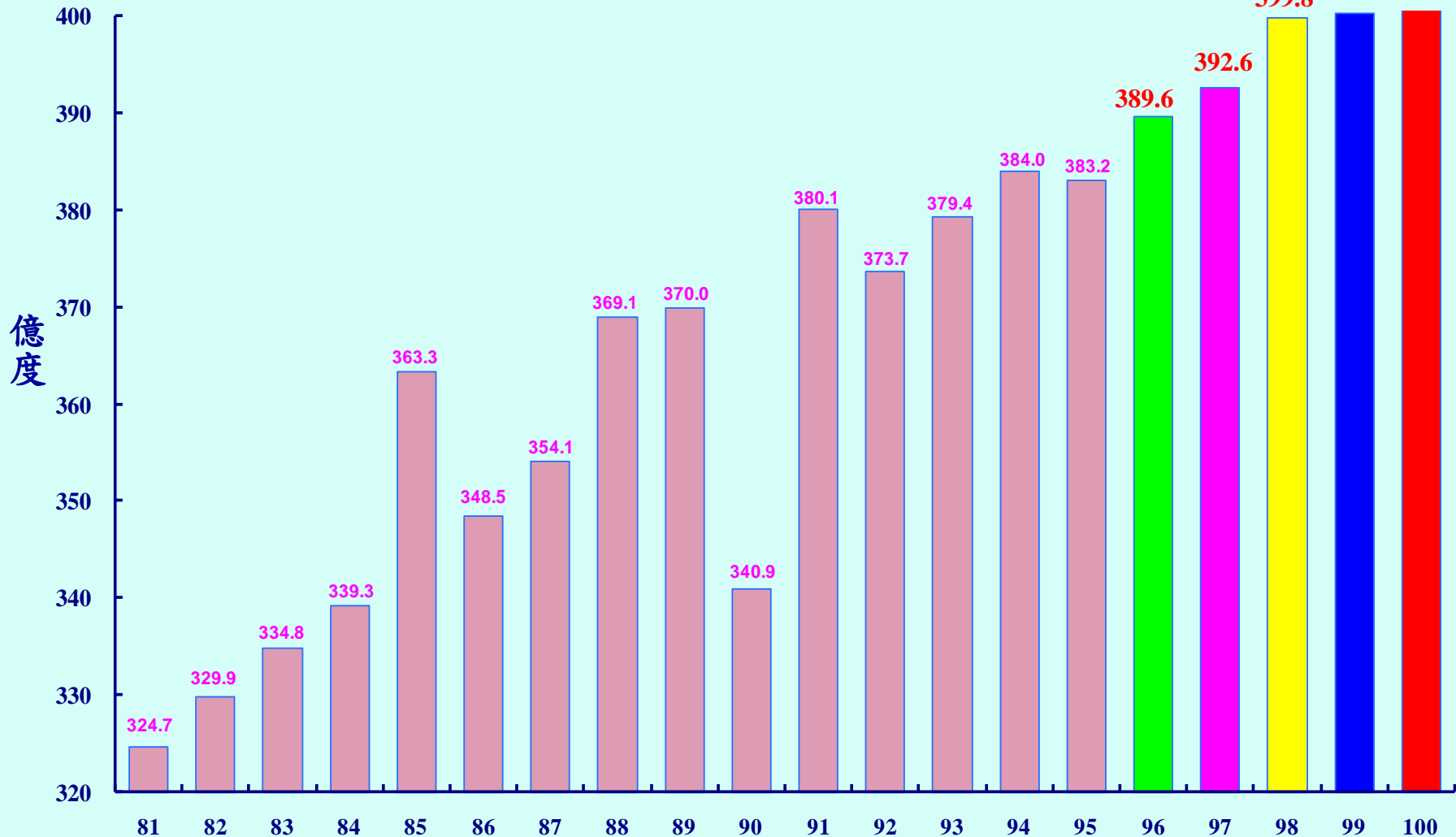




貳、核能整體營運績效

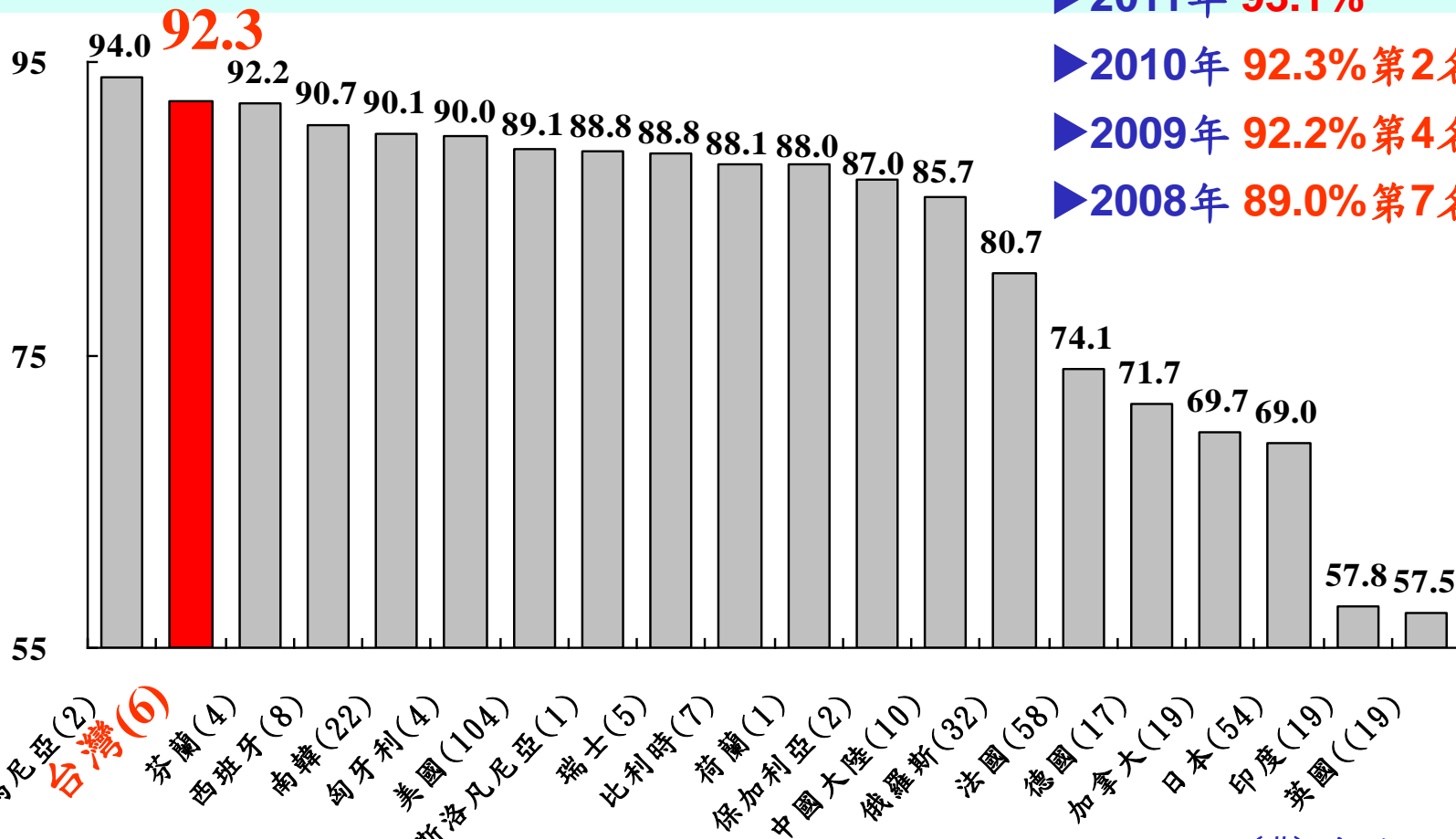


核能供電量連續5年創新高



營運績效卓越

▶ 發電績效(容量因數)名列前茅



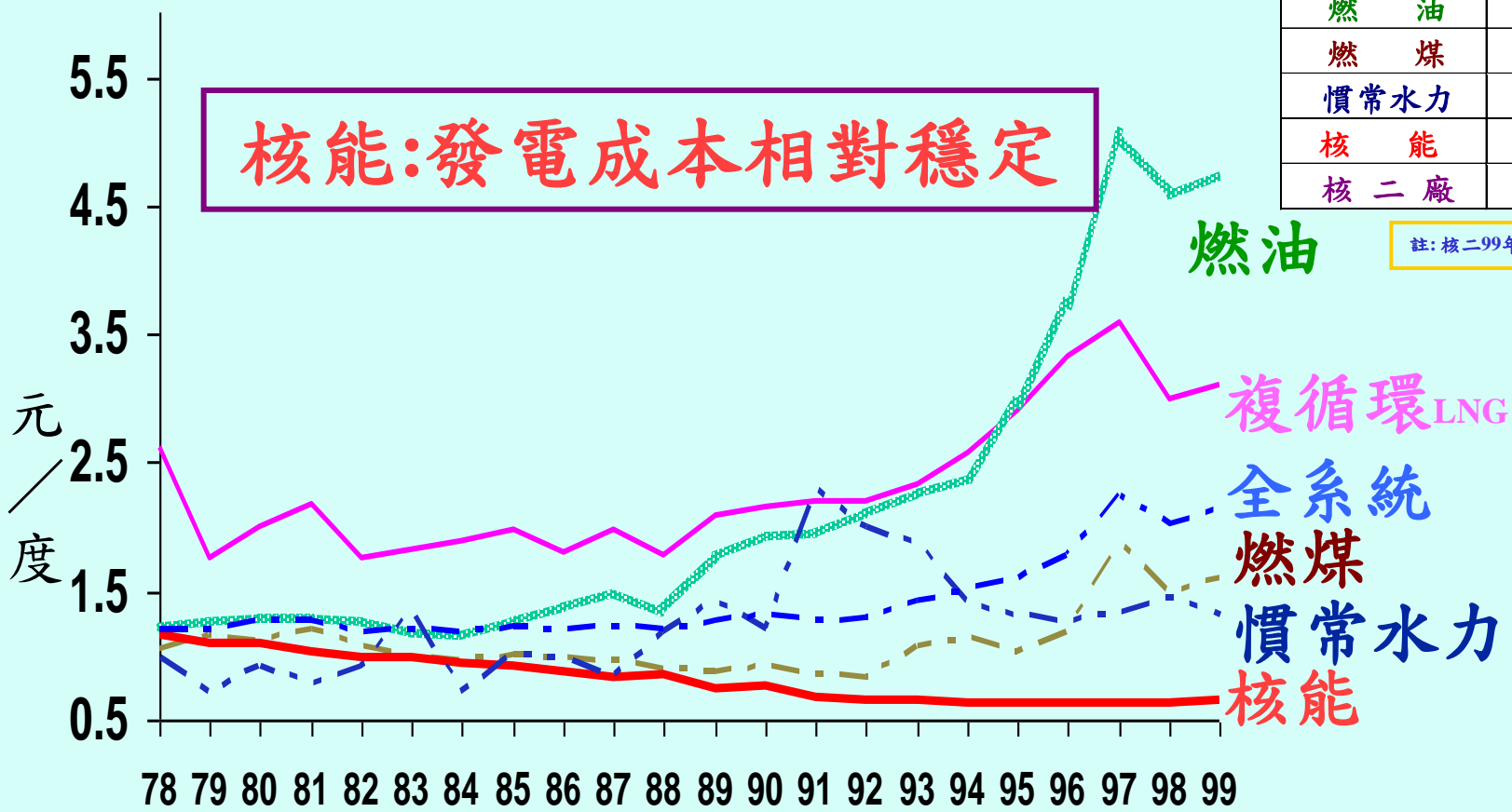
- ▶ 2011年 **93.1%**
- ▶ 2010年 **92.3%** 第2名
- ▶ 2009年 **92.2%** 第4名 (NEI)
- ▶ 2008年 **89.0%** 第7名 (NEI)

資料來源：Nucleonics Week 2011.6.9

註：(#)為各國機組數

台電各類發電成本分析

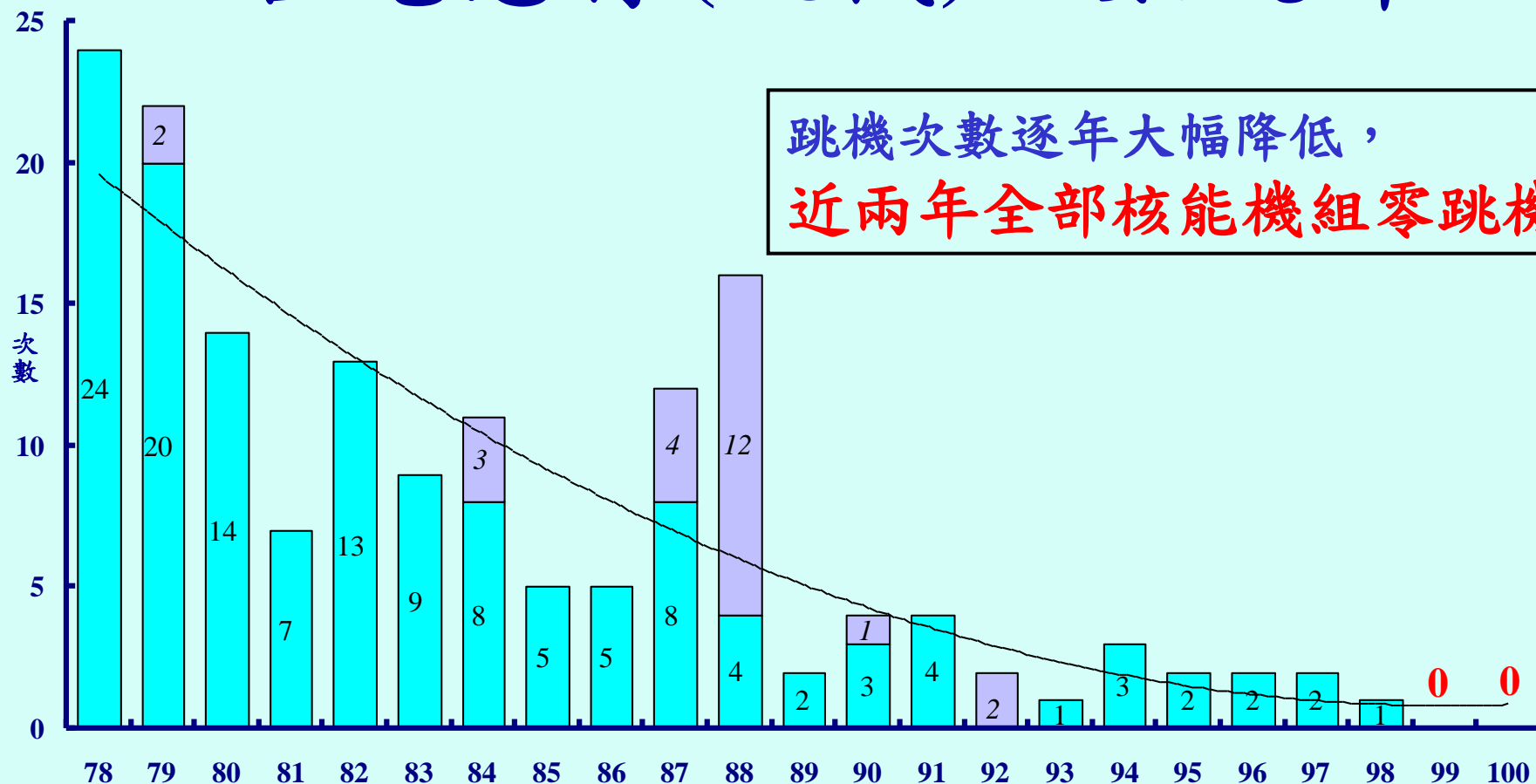
成本分析		
(元/度)	99年度	98年度
全系統	2.15	2.03
複循環	3.11	3.00
燃油	4.75	4.59
燃煤	1.59	1.49
慣常水力	1.32	1.46
核能	0.66	0.63
核二廠	0.68	0.60



註: 核二99年度兩部機皆大修

•核電成本0.66, 含後端提列0.17元/度(核電每年節省台電發電成本, 約600億元)

台電急停(跳機)次數統計



註：斜體字部份，為輸電系統故障、颱風、地震等非電廠因素之急停次數。



連續運轉與大修工期

▶ 連續運轉天數

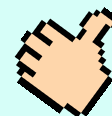


▶ 核一廠一號機94年：538天

▶ 核三廠一號機99年：539天

▶ 核三廠二號機98年：542天

▶ 大修工期



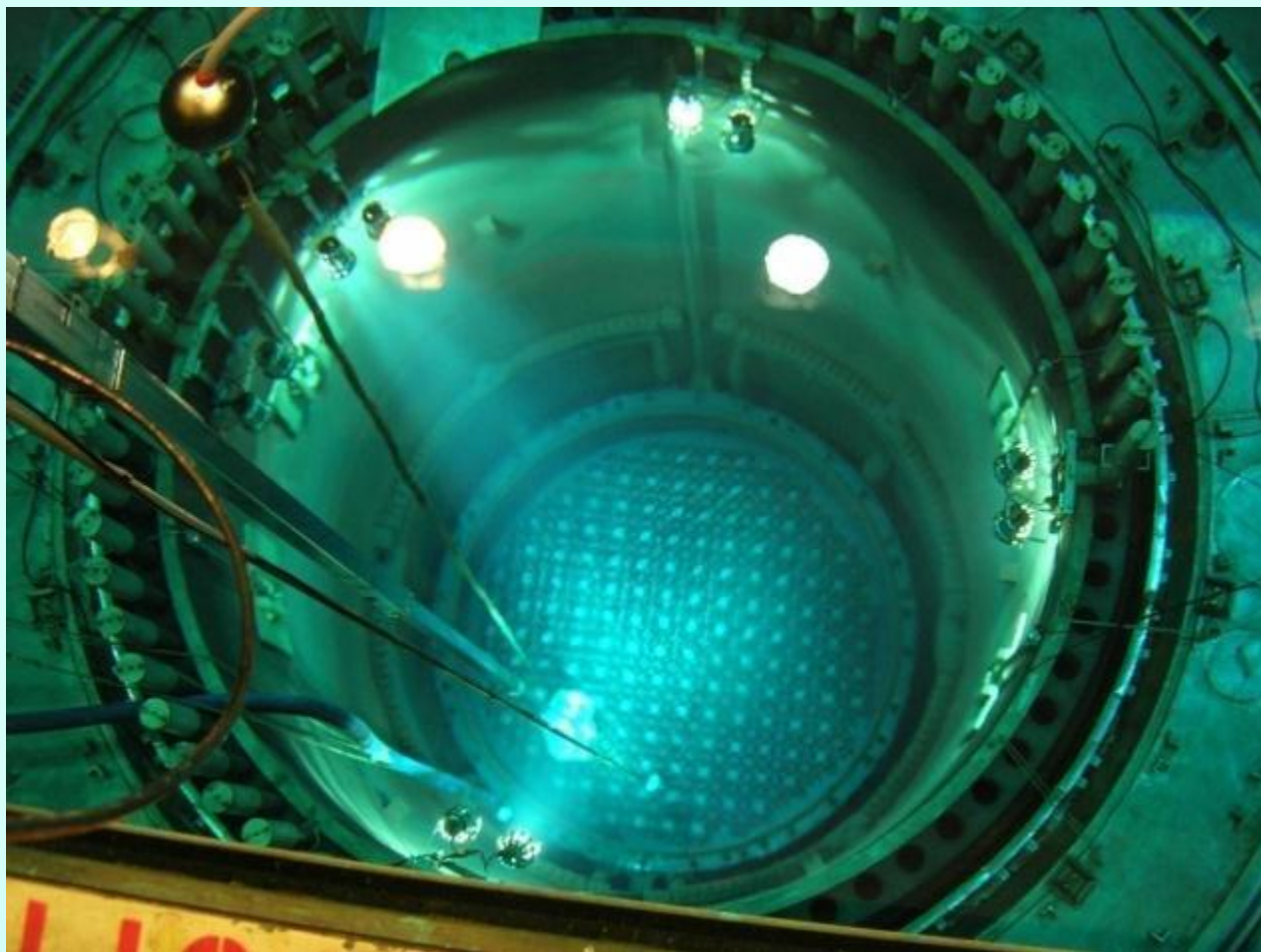
▶ 核二廠二號機97年：29.45天

▶ 核三廠二號機98年：28.48天

▶ 核二廠一號機99年：24.48天



核二廠大修爐心作業



- 核二廠採**18個月運轉週期**，每1.5年停機，進行大修及更換反應爐核燃料工作。
- 用過核燃料及爐內組件均具**高放射性**。
- 需採**水下遠距作業**方式進行。



新設360度平台 多點同時作業



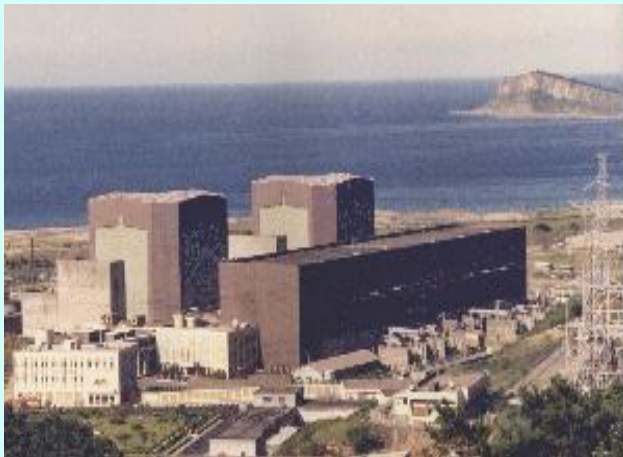
有效節省要徑工作時間



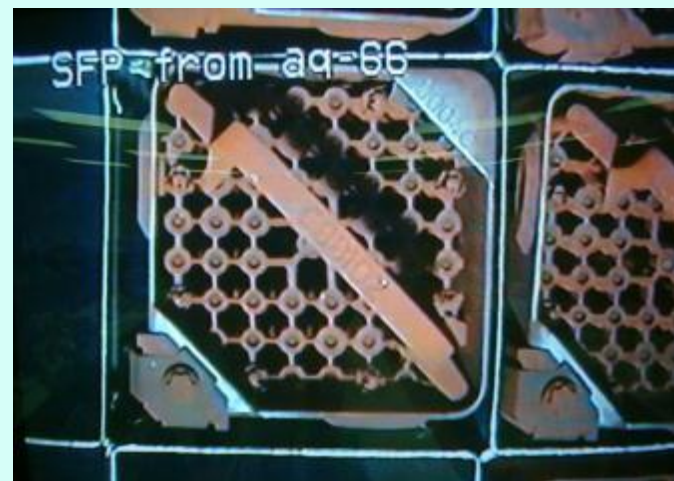


參、高低階廢料處理策略

- 一. 用過核燃料之處理
- 二. 低放射性廢棄物之處理



一、用過核燃料乾式貯存



用過核燃料

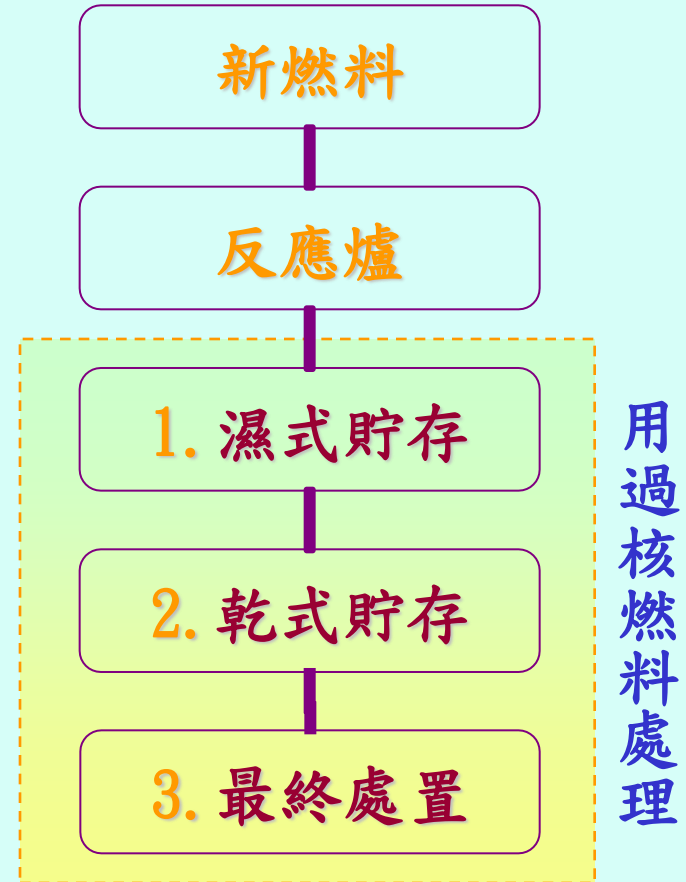
- 大修時從反應爐內，退出的用過核燃料（每18個月約退出1/3）。
- 具高放射性和衰變熱，目前都貯存在廠內的用過核燃料池中。
- 含有可回收的鈾、鈾等資源，受到國際原子能總署嚴格監管。



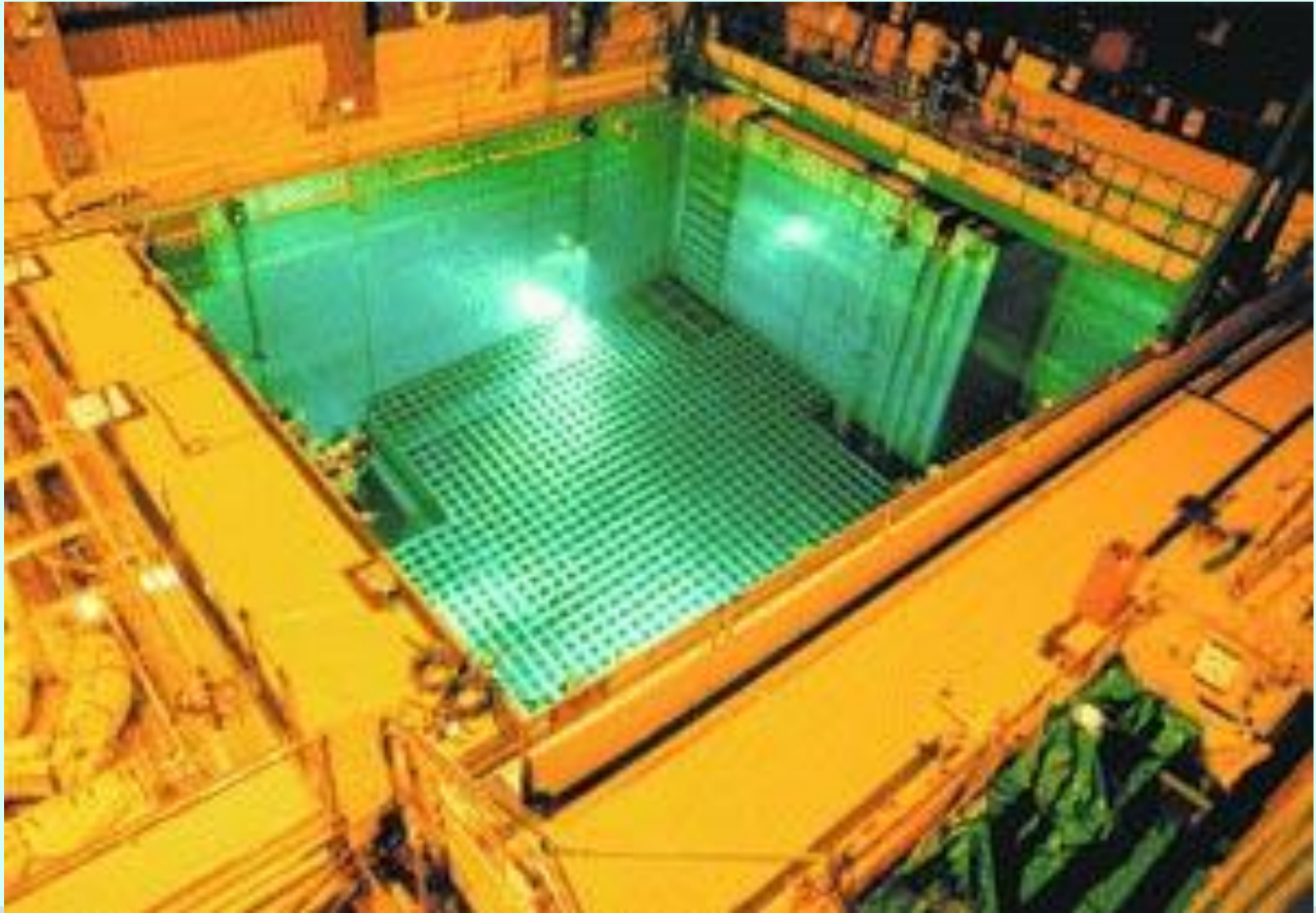
用過核燃料處理

發電後用過核燃料，分三階段處理：

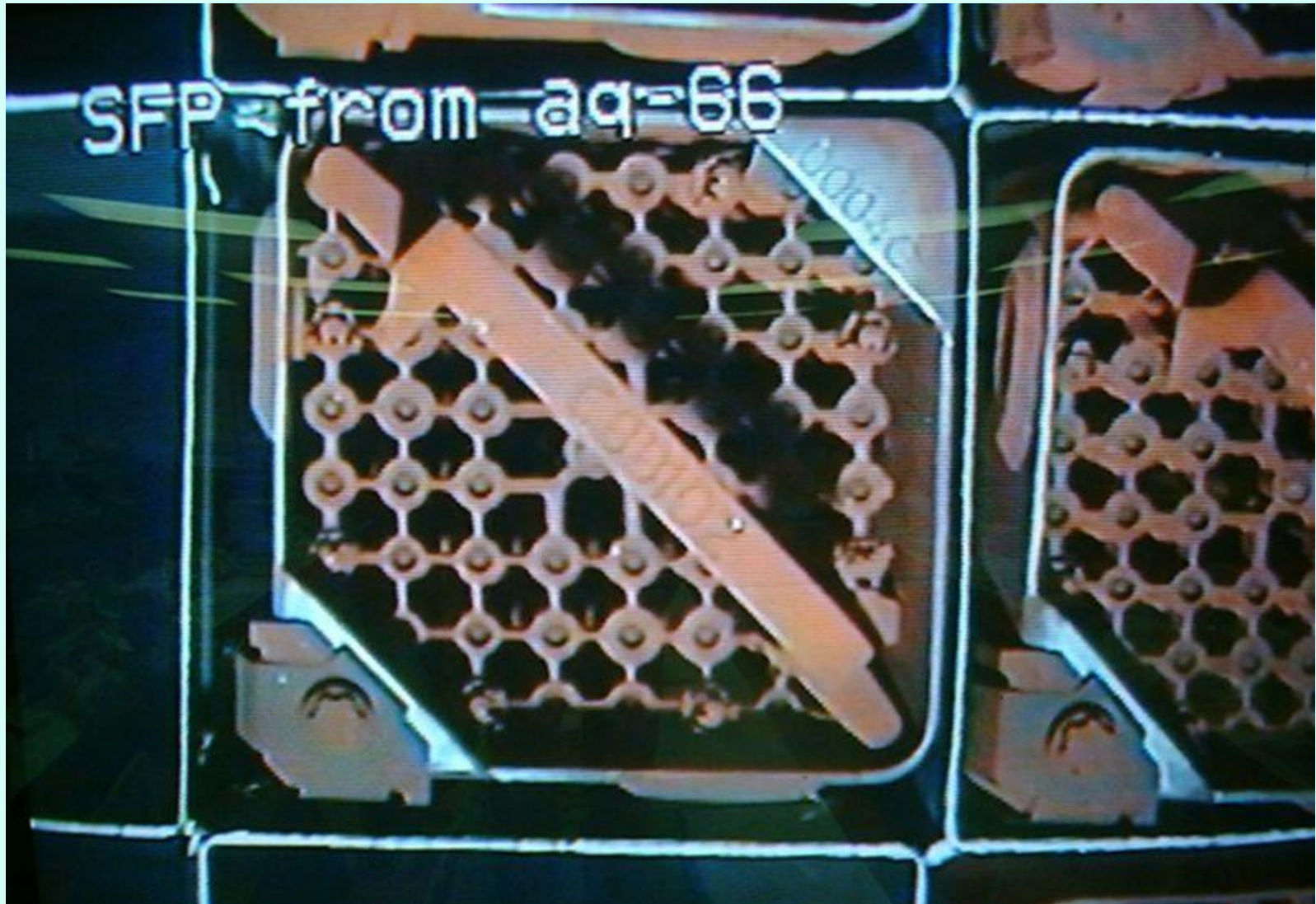
1. 濕式貯存(先期冷卻)
2. 乾式貯存
3. 最終處置



燃料池濕式貯存



濕式貯存 (核燃料)

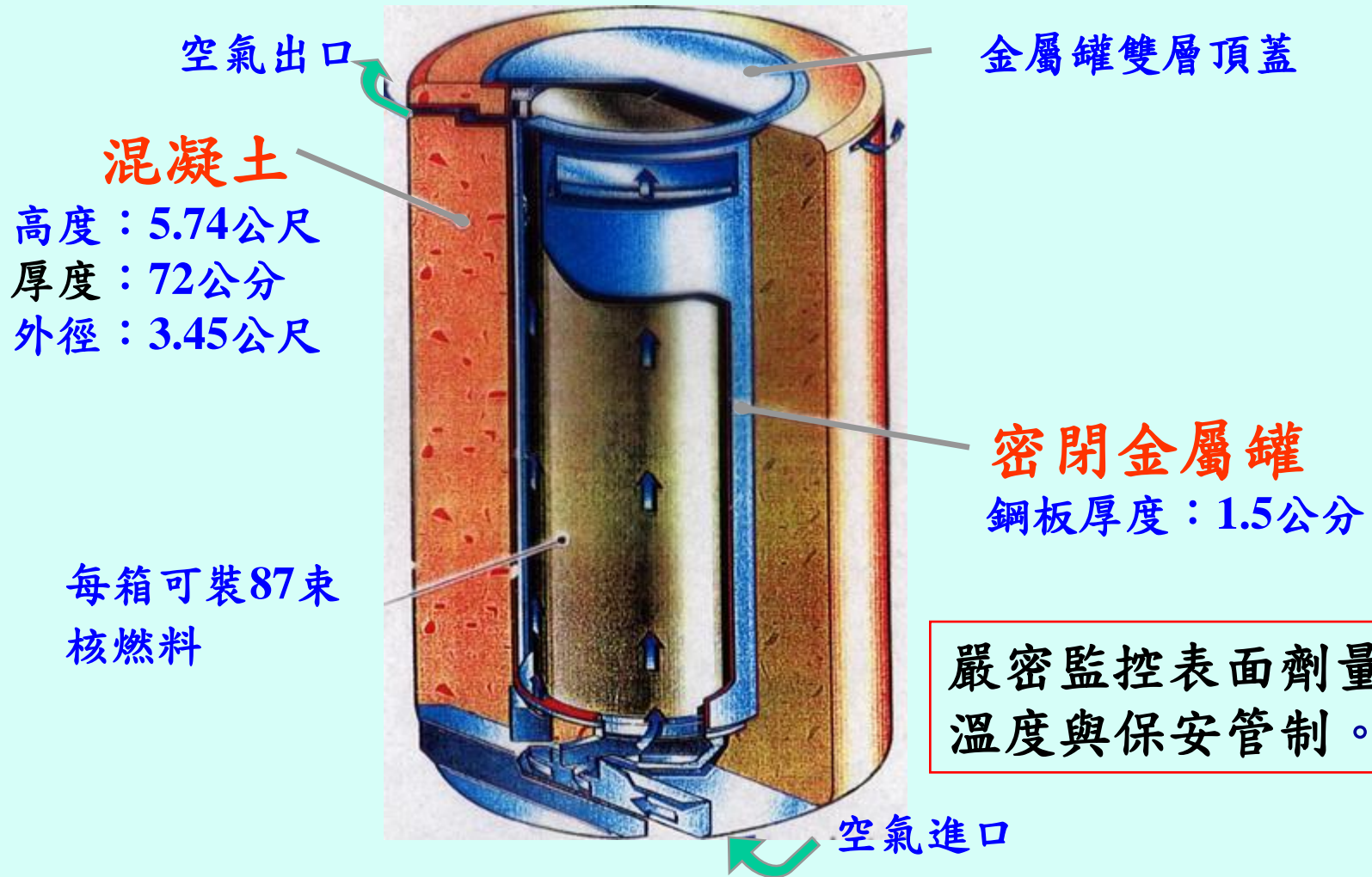


乾式貯存計畫

- 現有濕式核燃料池，預估將於民國105年貯滿。
- 規劃興建廠內乾式貯存場(容量為2349束燃料)。
- 計劃獲准後，將於民國104年開始試運轉，裝貯用過核燃料。
- 貯存設施之輻射劑量、溫度等，將採同世界標準(歐、美、日等世界各國，已有20年以上運轉經驗，是一種成熟技術)。



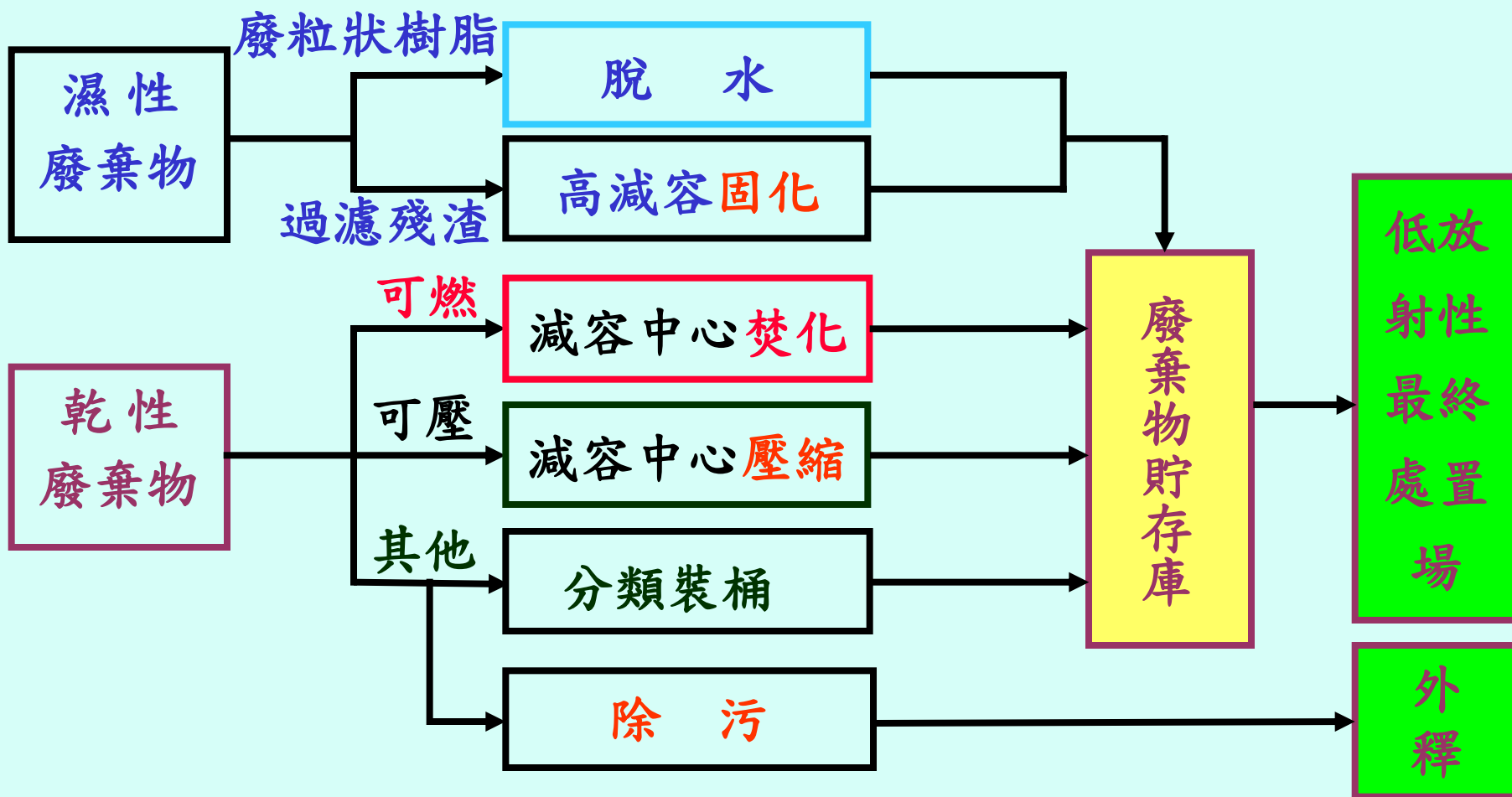
乾式貯存的設計 — 混凝土護箱



混凝土護箱貯存場（模擬示意圖）



二. 低階放射性廢棄物管理策略



低放固化廢棄物三號貯存庫



設計基準:

- 面積: 5,000 平方公尺
- 容量: 39,133 桶
- 耐震設計: 0.24G (921大地震時, 廠址實測震度僅0.043G)
- 溫濕度控制



低放射性廢棄物桶運貯

1. 以屏蔽車運至貯存庫
2. 以遙控起重機吊卸



3. 輸送機系統自動將廢棄物桶，移送至檢查站檢測。



低放射性廢棄物桶檢查

1. 自動量測表面輻射強度。
2. 機械手臂擦拭桶表面並進行取樣。
3. 量測分析核種濃度。



低放射性廢棄物桶堆疊貯存



以棧板運搬，每個
棧板放6桶

三層棧板整齊堆疊



肆、環境保護與敦親睦鄰



(一)、環境保護

- 核能減碳貢獻大
- 溫排水環保法規



核能減碳效益大

100年核電405.2億度＝減排3400萬噸CO₂



× 1.3 =



大安森林公園 × 9萬座

墾丁國家公園 × 112座

陽明山國家公園 × 185座

註：替代能源以燃煤超臨界機組CO₂排放強度係數0.839公斤/度計算

再生能源替代效益比較

以核能發電100年供電量405億度估算



+



+



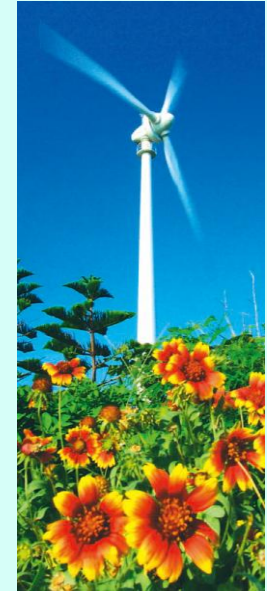
核能發電
405億度/6部機組

=



路竹太陽能電廠(2公頃)
裝置容量1,000瓩
發電量110萬度/年
3萬7千座 (7萬4千公頃)

=



裝置容量3,000瓩；CF40%
發電量1,100萬度/年
風力發電
3,700座

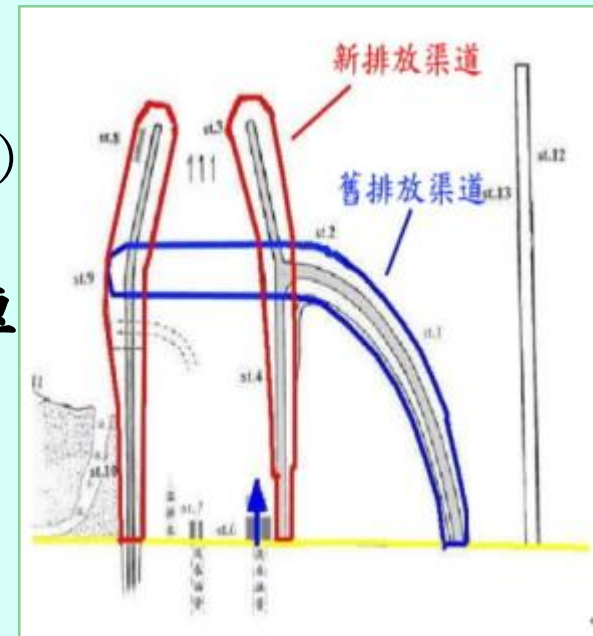
溫排水改善

環保署 87 年公告實施之「放流水標準」：

- 離岸500公尺，海水溫升 $\Delta T < 4^{\circ}\text{C}$
- 放流口水溫不得超過 42°C

- 溫排水導流堤出口改善(如圖示)
- 夏季溫排水 $> 41.7^{\circ}\text{C}$ ，即降載運轉

確保符合**環保法規**



(二)、敦親睦鄰

1. 回饋與關懷鄉親：

- 電廠興建期間：以總工程經費1%金額回饋補助。
- 電廠營運期間：以年度發電量、每年廢料桶數及用過燃料數量回饋地方。
- 以萬里區為例，99年電協會發電協助金、核能後端回饋金、電協會專案協助及其他睦鄰協助金，合計約1億4千萬元(金山區9330萬元)。

2. 積極參與鄉鎮重大公共建設、興建醫院、急難救助、海灘認養、用人/採購當地化、展示館融入地方文物介紹，電廠緊急計劃演習邀請地方士紳、校長、意見代表進廠參觀等。

3. 努力溝通與關懷回饋 ➡ 核電廠願意成為好鄰居，與地方共榮發展。

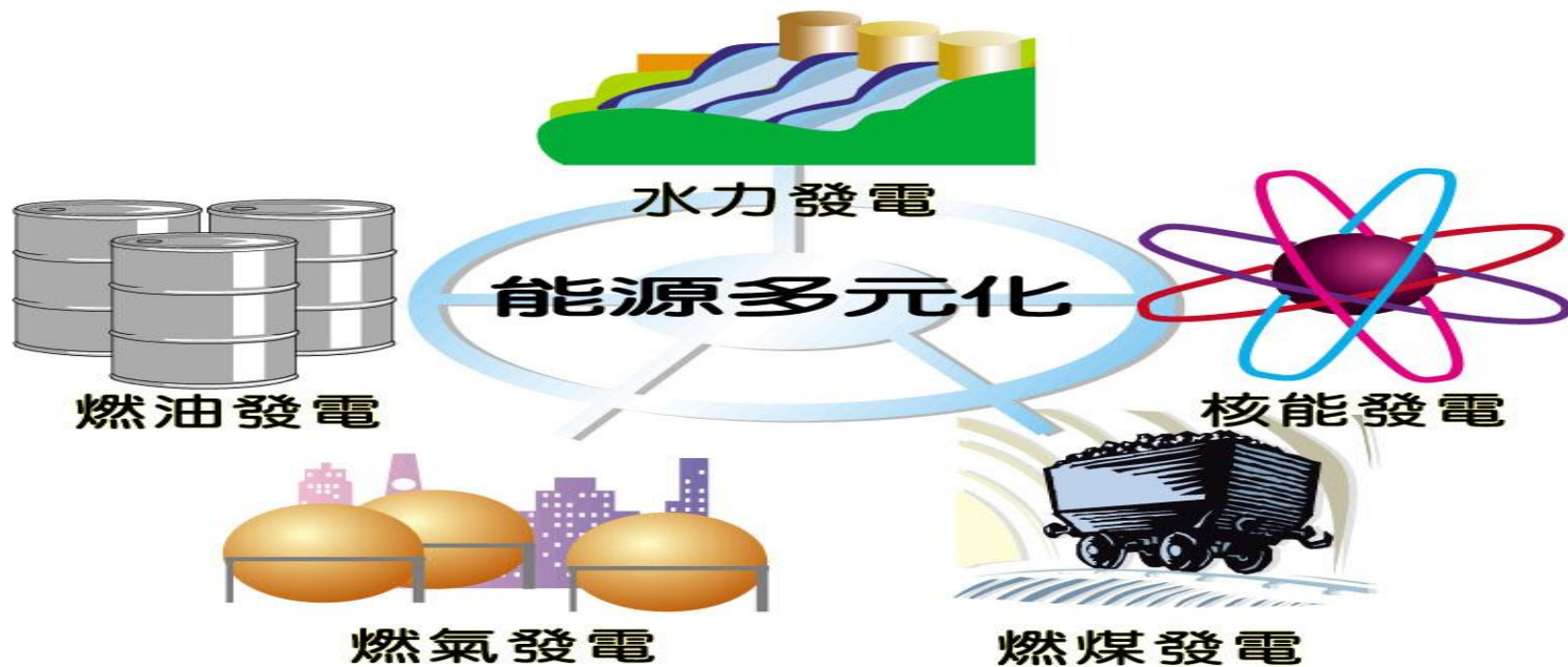




伍、核電現況與未來



能源多元化



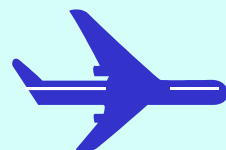
台灣電力公司



核電：準自產能源 (各種發電燃料體積比較)

以核二廠年發電150億度電力，所需之燃料體積比較如下：

鈾燃料	68 公噸
天然氣	219 萬公噸
石油	366 萬公噸
煤	548 萬公噸



貨機 1架次



5.5萬噸LNG船
40船次



10萬噸級油輪
37船次



6萬噸級煤輪
92船次

每次運送八個貨櫃之核燃料儲存廠內，即可維持18個月運轉使用

核能 → 準自產能源



核電：不可或缺的能源選項

■ 核能發電優勢：

- 化石燃料價格高漲，核電價格相對穩定。
- 核電無溫室氣體排放，為乾淨的能源。
- 核燃料運貯方便，核電為準自產能源。

■ 另外考量能源多元化

核電是未來能源發展，不可或缺的選項。



世界各國運轉中核能機組統計

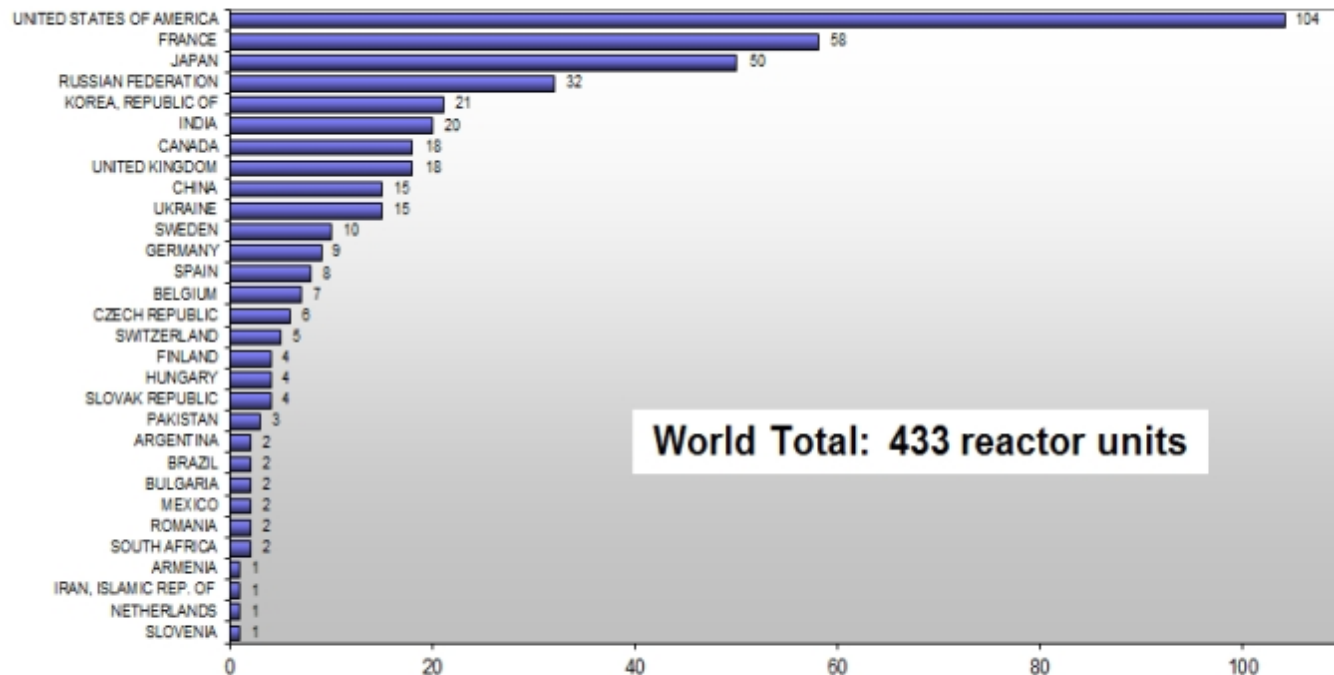
參考網站：www.iaea.org/

~ Nov. 2011

**433 operating units
in 30 countries**

- **USA 104**
- **France 58**
- **Japan 50**
- **Russia 32**
- **Korea 21**
- **India 20**
- **Canada 18**
- **UK 18**
- **China 15**
- **Ukraine 15**
- **Taiwan 6**

Number of Reactors in Operation Worldwide



World Total: 433 reactor units

Note: Long-term shutdown units (5) are not counted

Note: In the World Total there are also 6 reactors in operation in Taiwan

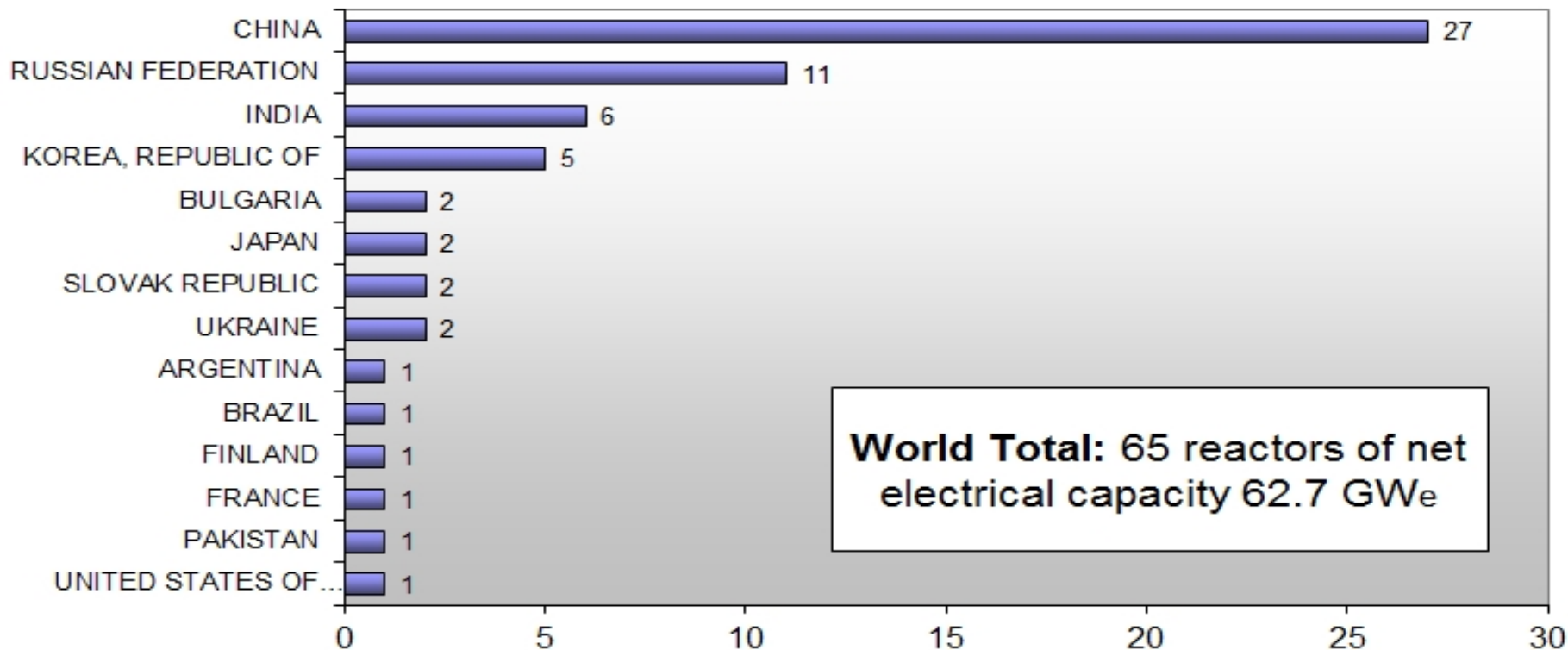


世界各國興建中核能機組統計

65 units in total

參考網站：<http://www.iaea.org/>

Number of Reactors under Construction Worldwide



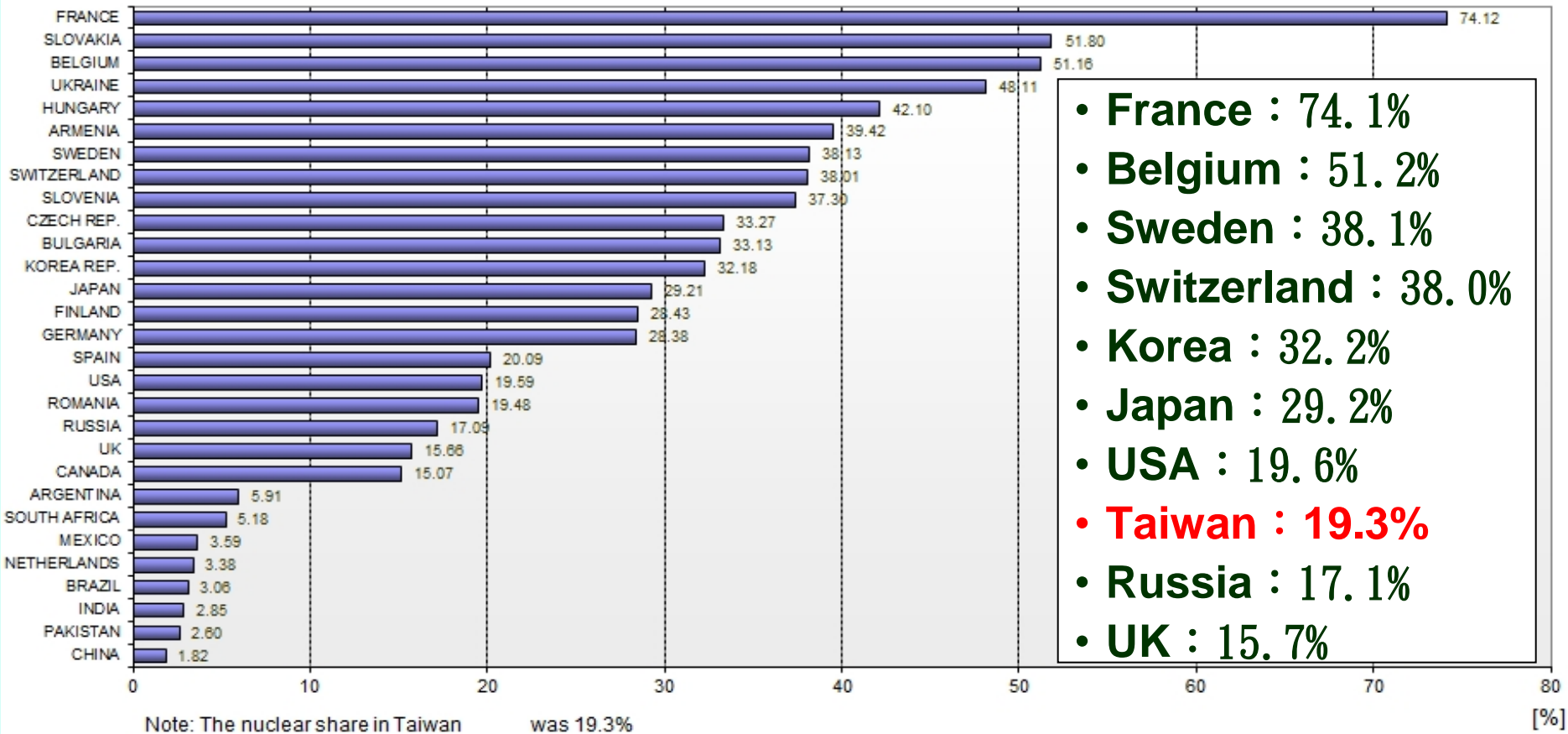
World Total: 65 reactors of net electrical capacity 62.7 GWe

Note: The World Total includes also 2 reactors under construction in Taiwan

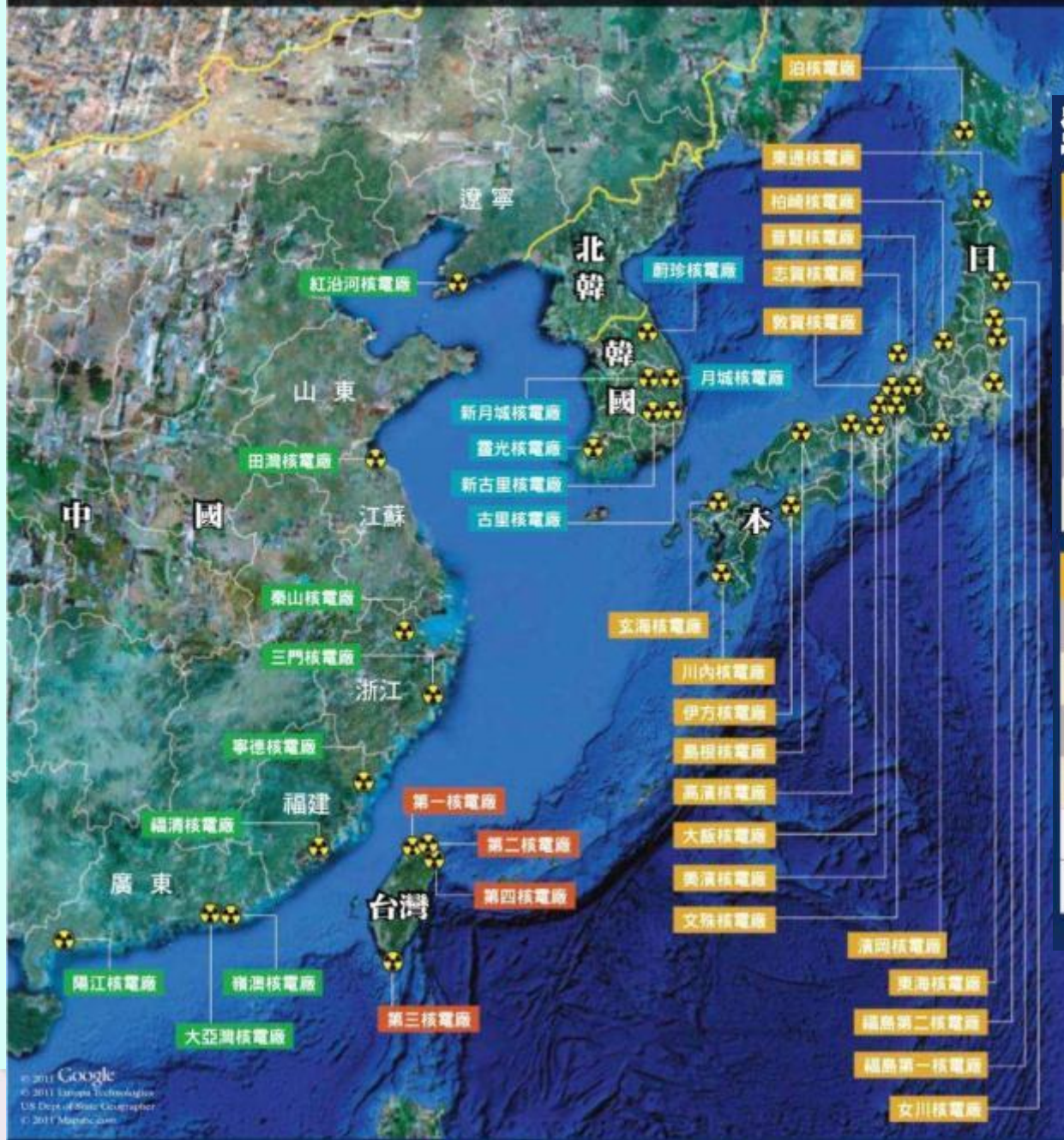


2010年世界各國核能發電佔比

Nuclear Share in Electricity Generation in 2010



台灣周邊國家核電廠分布圖



全球十大核電國一覽表

排名	國家	商轉中反應爐數量	占國家總發電量	興建中反應爐數量
1	美國	104	20.2%	1
2	法國	58	75.2%	1
3	日本	55	28.9%	2
4	俄羅斯	32	17.8%	10
5	韓國	21	34.8%	5
6	印度	20	2.2%	5

排名	國家	商轉中反應爐數量	占國家總發電量	興建中反應爐數量
7	英國	19	17.9%	0
8	加拿大	18	14.8%	2
9	德國	17	26.1%	0
10	烏克蘭	15	48.6%	0
	中國	13	1.9%	27
	台灣	6(核一至三廠)	19.3%	2(核四廠)

資料來源：台電公司、WANO & World Nuclear Association, 截至2011年2月



陸、因應日本核災作法

- 3月11日，日本本州東北外海規模9.0地震，引發巨大海嘯。
- 福島一廠機組喪失電源(含自備緊急柴油發電機)，反應爐無法補水冷卻，造成核燃料裸露，高溫產生氫氣累積爆炸，廠房因此受損，部分放射性物質因而外釋。



地震震央與福島電廠位置圖



規模	地震時間 (日本時間)	經度	緯度	深度(公里)	海嘯高度
9.0	2011/3/11 14:46:24	38.322	142.369	10	約10公尺



福島一廠鳥瞰圖(海嘯前)

Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant



福島一廠(事故後)

(3月18日)

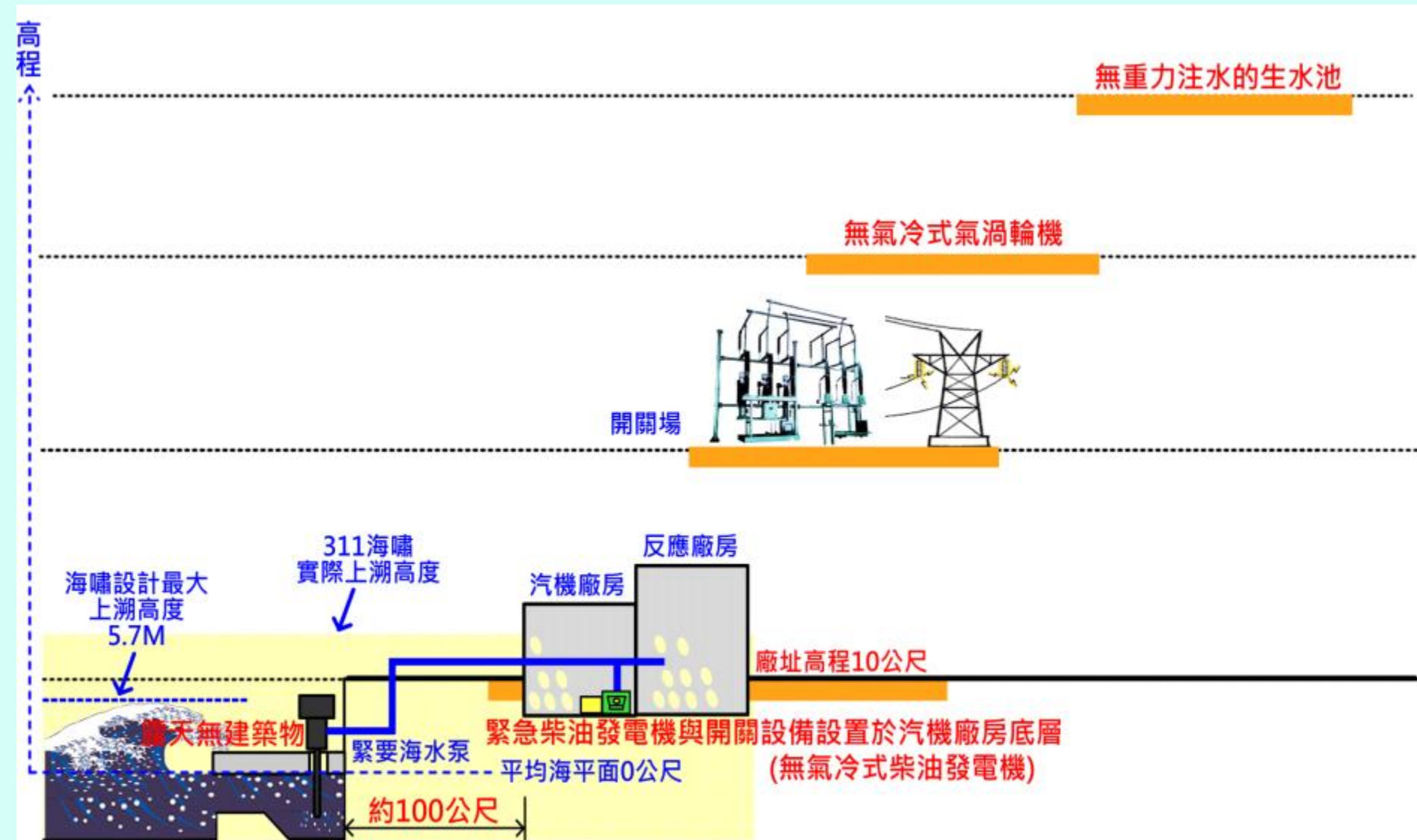


台電檢討評估： 福島與核二廠設計差異 (核二優勢)

	福島一廠	核二廠
中子緩和劑	水/不可燃性	
圍阻體	有(可侷限釋出的輻射物質在圍阻體內)	
安全注水系統	電動注水泵/汽機注水泵	
緊急柴油發電機	2台(每部機)	3台(每部機)
第5台緊急柴油發電機 (氣冷式)	無	有
氣渦輪發電機(氣冷式)	無	有(2台)
備用高程生水池	無	有

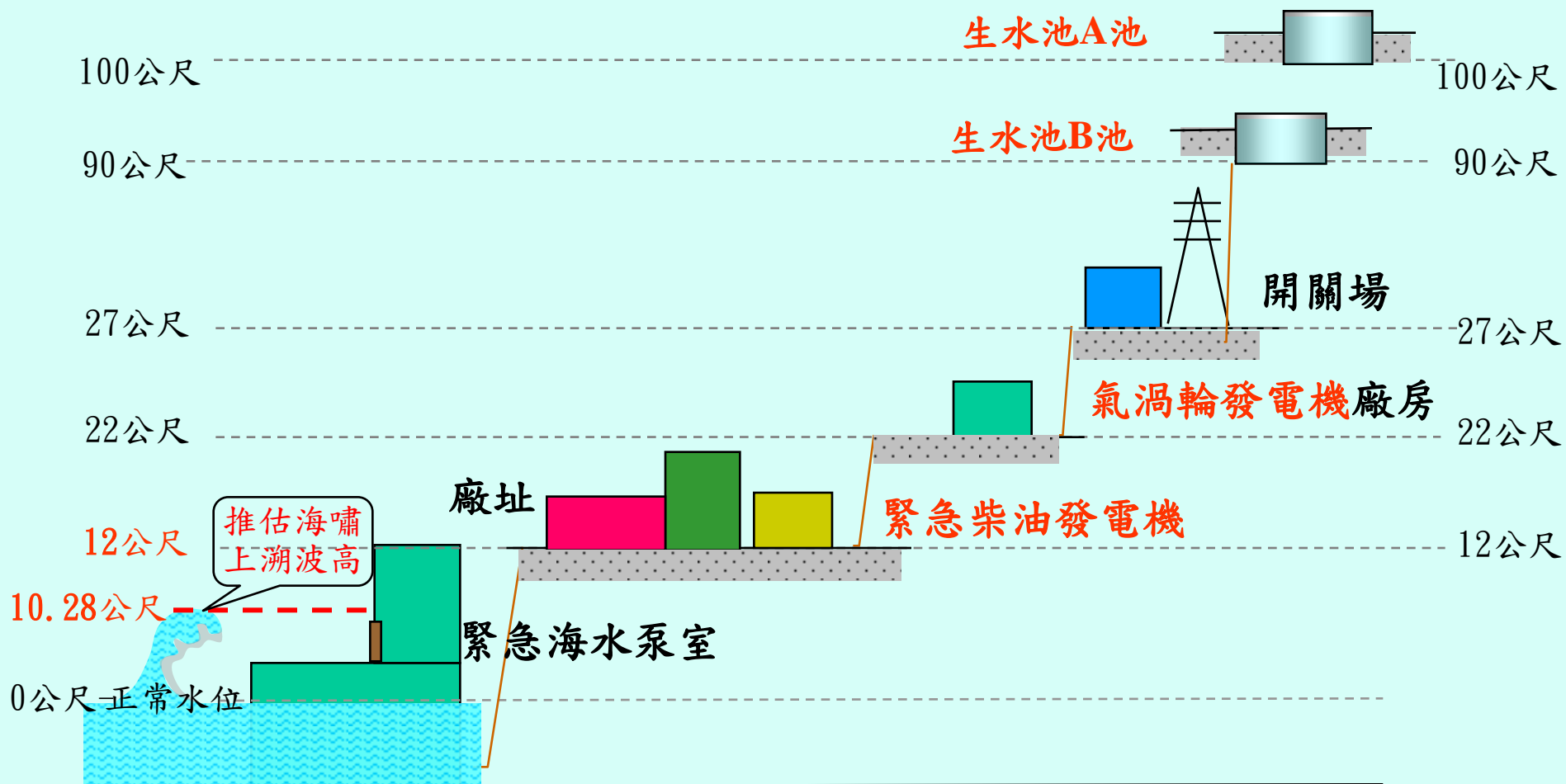


日本福島一廠防海嘯設計



核二廠各廠房設施高程示意圖

海平面以上高度



核二廠 廠區鳥瞰圖

北
↑





第5號柴油發電機廠房



氣渦輪發電機廠房



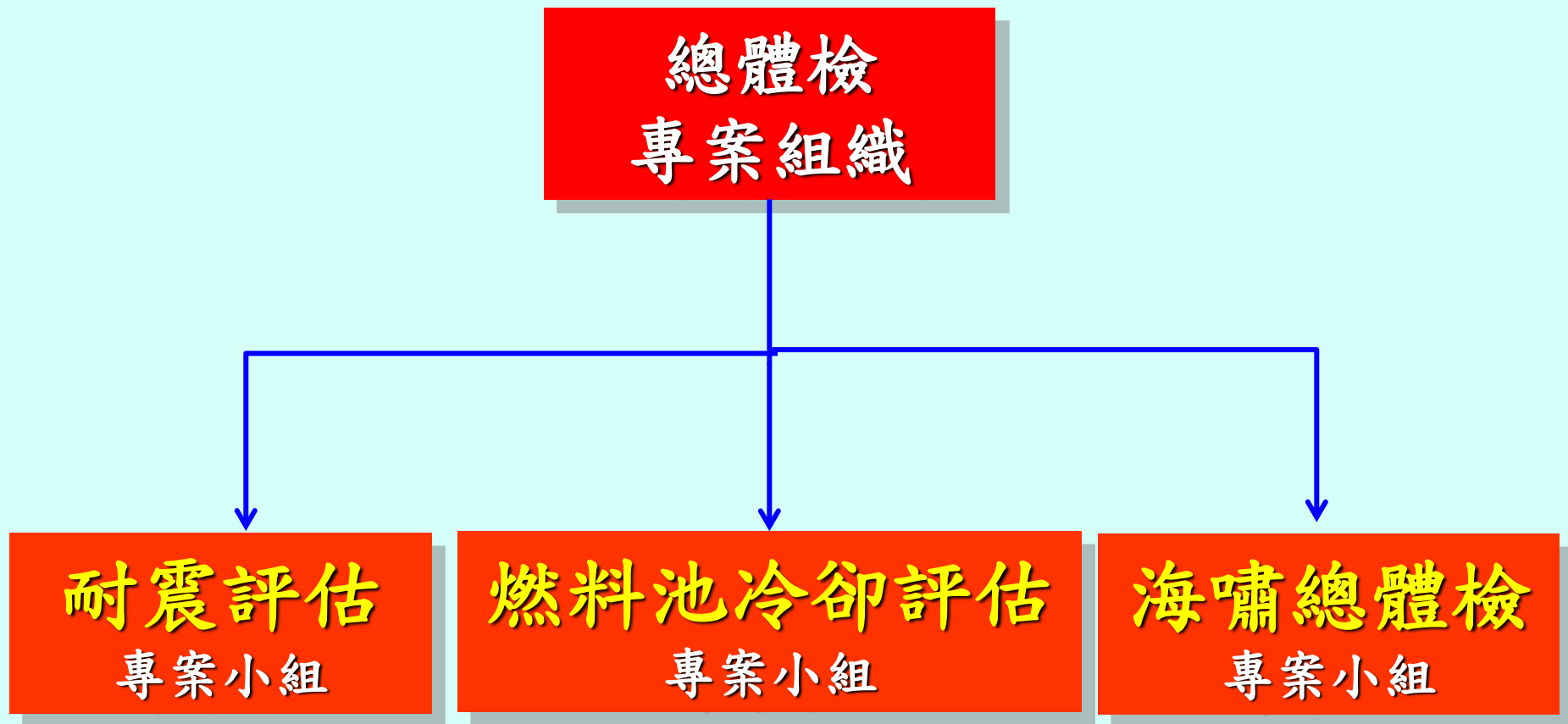


生水池 B 池



台電核能總體檢

◆ 成立專案組織



台電核能總體檢(續)

◆短/中程改善措施

短程 12項

總體檢報告已於100年5月份完成，並訂定各項改善完成期限。

- 廠區全黑事件檢討
- 廠內廠外水災事件
- 用過燃料池完整性及冷卻
- 最終熱沈能力
- 機組斷然處置程序之檢討
- 一/二號機組相互支援
- 複合式災難事件
- 超過設計基準事故
- 事故處理程序與訓練
- 設施/設備完備性及備品儲備
- 精進人力/組織運作及強化核能安全文化
- 加強廠區防災演練

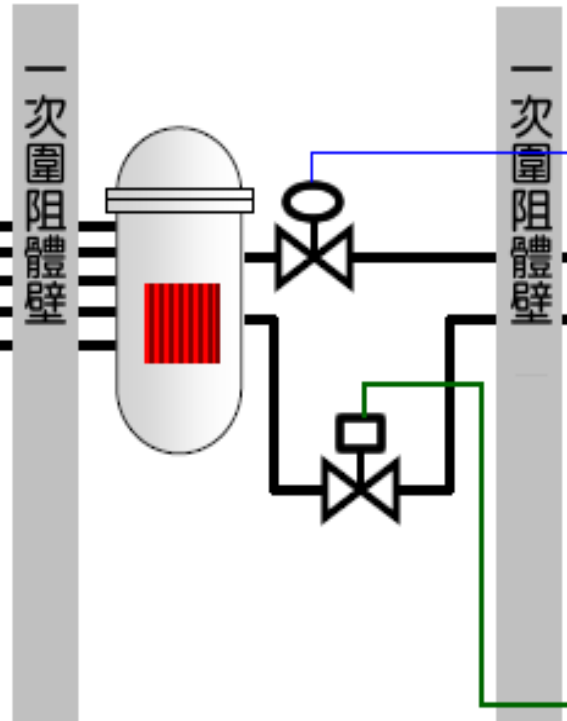
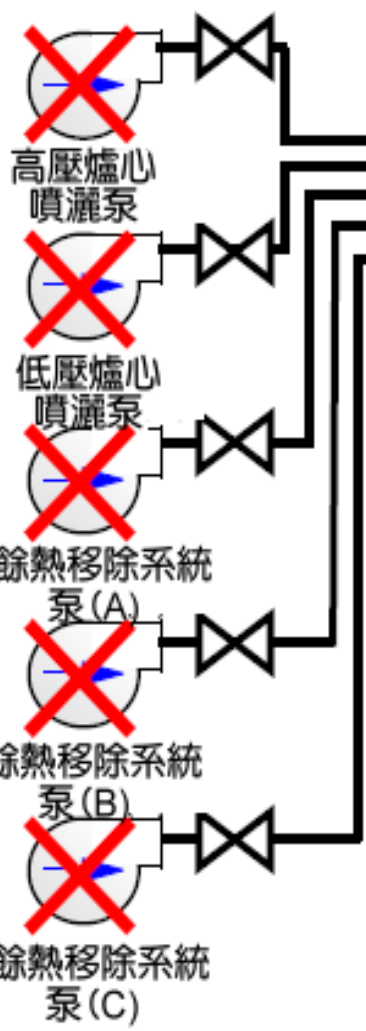
中程 1項

- 提前進行10年整體安全評估



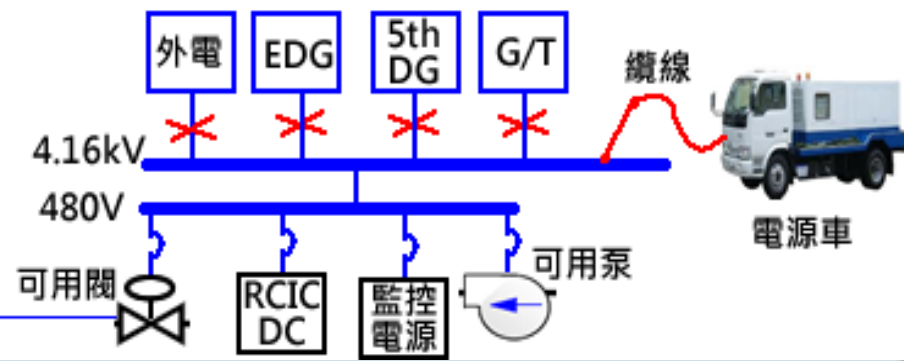
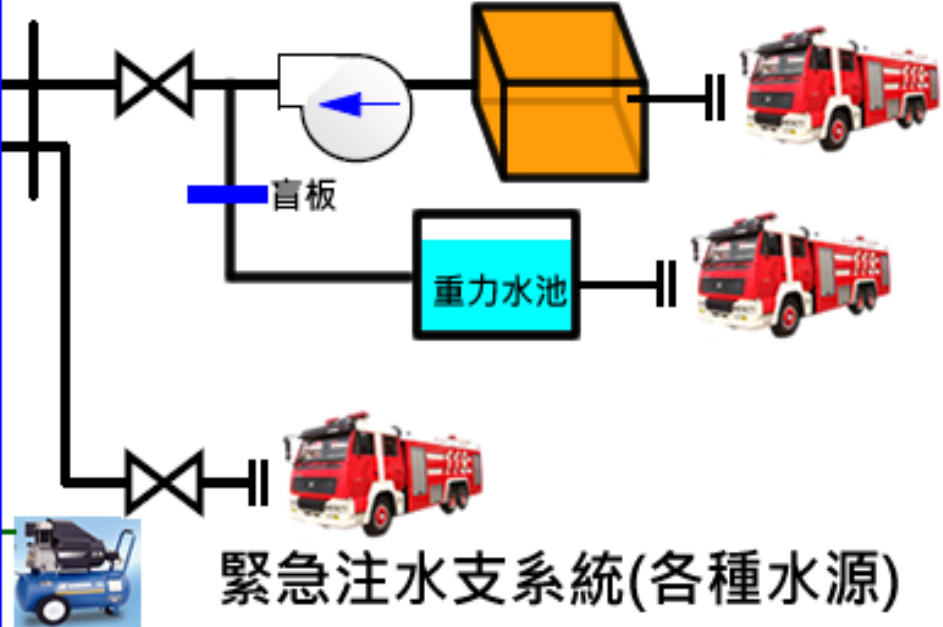
核二廠全黑及喪失冷卻水RPV注水因應策略示意圖

注水支系統



替代注水支系統

廠內儲水槽



- ◆ 沒有安全，就沒有核電。
- ◆ 萬一危及爐心安全，台電會採取斷然處置措施，以保護民眾生命為最高準則。
- ◆ 記取福島教訓，與世界核能先進國家同步檢討，改進可能弱點，確保核能安全。



報告完畢

敬請指教



核電廠管制區參訪說明

- 手機攜入管制區前，請關閉電源。
- 廠內參訪，請戴妥安全帽。
- 未滿18歲訪客，或懷孕婦女請勿進入管制區。
- 請勿碰觸現場任何儀器、設備。
- 電腦門禁全區管制，務請隨隊參訪。
- 需要任何協助，請隨時洽詢隨隊陪同人員。



圍阻體（鋼筋混凝土厚牆）



雙重氣鎖門 (人員進出)



現場注意安全（地面突出物）

