

經濟部幕僚單位及行政機關人員從事兩岸交流活動報告書

介紹本公司核能電廠因應福島事故
之
「斷然處置措施」

研提人單位：台灣電力公司

職稱：核能安全處副處長

姓名：王琅琛

參訪期間：102年3月25日至102年3月29日

報告日期：102年4月24日

(本報告請檢送1式3份)

摘要

中科華公司去(2012)年12月26日傳真本公司表示：去(2012)年9月19日於海峽兩岸核能研討會上，台灣電力公司核能安全處副處長王琅琛博士介紹斷然處置措施受到兩岸核能界一致好評，並已正式列入「核安全與放射性污染防治十二五規劃及2020年遠景目標」。特邀請王副處長前往該公司親自解說。

斷然處置措施係本公司因應福島事故之獨有程序策略，除在上述海峽兩岸研討會發表外，亦多次在核能安全相關研討會上說明；並獲得刊登於2012年12月核能工程與設計專業期刊253期(*The Journal of Nuclear Engineering & Design*)及去(101)年12月核能月刊360期上。本次應中科華公司邀請，王副處長於三月廿五日至廿九日赴大陸中科華公司推廣斷然處置措施，促進並落實核能電廠運轉安全。

本次與中國廣東核電集團針對斷然處置之交流，該公司對於本公司針對斷然處置規程評價結果顯示該規程是防止核電廠事故惡化和大規模放射性釋放的一種有效手段，可確保即使類似福島災害發生，仍能夠有效防止核電廠輻射外泄的事故後果，該規程的提出充分體現了台灣電力公司保護公眾和環境的勇氣和決心。

目錄

摘要.....	I
目錄.....	II
一、 活動性質.....	1
二、 活動內容.....	2
三、 遭遇之問題.....	4
四、 我方因應方法及效果.....	6
五、 心得及建議.....	7
六、 附件.....	9

一、 活動性質

斷然處置措施係台灣電力公司核能電廠因應福島事故之獨有程序策略，除在海峽兩岸研討會發表外，亦多次在核能安全相關研討會上說明；並獲得刊登於 2012 年 12 月核能工程與設計專業期刊 253 期（The Journal of Nuclear Engineering & Design）及去（101）年 12 月核能月刊 360 期上。中科華公司於去（2012）年 12 月 26 日傳真本公司表示：去（2012）年 9 月 19 日於海峽兩岸核能研討會上，本處王副處長介紹斷然處置措施受到兩岸核能界一致好評，並已正式列入「核安全與放射性污染防治十二五規劃及 2020 年遠景目標」。特邀請王副處長前往該公司親自解說，詳附件一。中科華公司承辦人並確認將提供保險費及出國手續費以外之全部費用，依規定免用出國計畫名額。

本次王琅琛博士應中國中科華公司邀請，推廣斷然處置措施至大陸，促進並落實核能電廠運轉安全。

二、 活動內容

3 月 25 日	台北——中國深圳市	往程
3 月 26 日	深圳中科華公司	介紹本公司核能電廠因應福島事故之「斷然處置措施」
3 月 27 日	深圳 AREVA 公司	
3 月 28 日	深圳大亞灣核能電廠	
3 月 29 日	中國深圳市——台北	返程

中國廣東核電集團目前有六部運轉機組，包括大亞灣二部機組、嶺澳一二期四部機組、另有十六部機組建造中，中科華公司係中國廣東核電集團轄下一子公司，此次出面邀請單位為中科華公司反應堆工程設計與安全研究中心，該中心負責中國廣東核電集團科技研發/運營技術支持及工程設計，詳附件二說明。中國廣東核電集團運轉機組運轉實績，詳附件三說明，包括 WANO 與 INPO 指標，與 EDF 比較，上網電量及能力因子。

本出國任務除了應中科華公司邀請，推廣斷然處置措施至該公司，另亦與中國廣東核電集團原技轉國外專家（AREVA 公司）及大亞灣電廠研討斷然處置措施。3 月 26 日在深圳中科華公司／3 月 27 日在深圳 AREVA 公司／3 月 28 日在深圳大亞灣電廠親自解說斷然處置措施並交流福島事故後雙方電廠改善項目及進度，簡報內容詳附件四。

(一) 中科華公司於此次行程結束後特地來函感謝王琅琛博士來深圳介紹“斷然處置”規程並提出下一步交流意向，詳附件五，來函主要說明：

“2013 年 3 月 25 日至 29 日，應我公司邀請，貴公司核能安全處副處長王琅琛博士來我院介紹了“斷然處置”規程，並與我公司反應堆工程設計與安全研究中心和大亞灣核電廠核安全處開展了進一步合作的技術交流。我公司充分認可本次交流的價值，對此表示十分感謝。

我們認為台灣電力公司對該規程進行了詳細且恰當的分析，評價結果顯示該規程是防止核電廠事故惡化和大規模放射性釋放的一種有效手段，可確保即使類似福島災害發生，仍能夠有效防止核電廠輻射外泄的事故後果。該規程的提出充分體現了台灣電力公司保護公眾和環境的勇氣和決心。

目前，“斷然處置”措施作為確保核安全的重要舉措已經列入《核安全與放射性污染防治——“十二五”規劃及 2020 年遠景目標》正式檔中，我公司也在開展相關研究工作。

基於此次技術交流成果，我方還對以下技術議題有進一步交流的意向，請貴公司考慮並希望予以進一步支援：1. 乏燃料乾式儲存技術；2. 堆芯堵塞效應分析技術；3. 先進 LOCA 事故分析方法 (DRHM 等)；4. 小幅度提昇機組功率；5. 多元化燃料管理經驗。

孫吉良

反應堆工程設計與安全研究中心主任

(二) 中科華公司另 E-MAIL 請求本公司協助，主要說明：

”於您也許知道，目前我們廣核應用的都是 AREVA 的燃料元件，現在集團擬向大亞灣基地引入西屋燃料元件，已經委託西屋公司進行可行性研究，預計不久會舉行一個評審會，不知您可否委派一位專家參加我們的評審會給出寶貴意見？基於臺灣電力的技術水準和外部專家的客觀位置，您的意見一定是很好的，如果到來的專家對核三廠運行比較瞭解，而且懂燃料管理就最好了。

不知是否可行？如果可行，需要走什麼樣的流程或者發什麼文請您告知我，我來照辦”

三、 遭遇之問題

台電的斷然處置措施汲取福島事故的教訓經驗，除了構想可行之外，也參照美國核電廠在 911 事件之後所建立的安全措施，購置了多樣化的緊急電源、供氣設備、機動工具，完成程序書與演練，並要求在 1 個小時之內完成注水準備，不管假想巨災的規模與實際狀況為何，仍然能夠確保達成使命，其失敗的機會幾已微乎其微。實際操作時也務求能夠簡單且迅速。透過這樣的處置，完全是以確保民眾安全為中心，不再以保留反應爐在事故過後仍可使用為思考。

台電核能界透過平時密集的資訊交流，從三哩島、車諾比、911 事件、南亞海嘯與 311 東日本地震之應變經驗中建立更嚴密與周全的安全導則。斷然處置之程序，經過計算分析證實是可以防止反應爐熔毀。惟在進行斷然處置時，在執行面上有一些細節必須謹慎處理，基本上台電公司在發展斷然處置措施時均已考慮這些關鍵因素。

斷然處置措施基本上是替代注水之處理導則。以下針對技術細節做一些說明：

1. 灌水途徑與動力可能在事故中受損，配合斷然處置各電廠均準備多個注水路徑與機動設備。在動力方面，核能電廠對於電源之供應有很嚴格之要求，以龍門電廠為例：正常由其他電廠提供之外電共有 6 條，如喪失所有 6 條外電，廠內還有 7 台緊急柴油發電機可自行發電，另外還準備設置 2 台氣渦輪發電機。在喪失所有外電時，沸水式反應器有蒸汽推動之反應爐汽水系統，還可以在一段時間內(設計為 8 小時)提供反應爐補水與冷卻。在福島事件之後，另購置了 2 台 4.16KV、8 台 480V 移動式電源車。除了電力的準備外，還準備了不需電力的柴油驅動泵。
2. 全黑時如何維持 SRV 之空氣壓力來啟動安全洩壓閥（簡稱 SRV，全稱 Safety relief valve）為關鍵重點，台電已購買氮氣瓶、空壓機、移動式電源等設備，以確保安全洩壓閥確實可以啟動。
3. 開啓安全洩壓閥 SRV 充分降壓的動作具有風險，「處理不當可能導致爐心熔毀」，正因為有風險必須事先想好怎麼做才能避開風險，也因此發展出

斷然處置策略，並透過分析證實其可行性。

4. 在緊急降壓之前的「控制降壓」階段，SRV 要開幾個才能最恰當不可一概而論，事先可以針對各種情況進行模擬，實際操作時，避免 RCIC 跳脫。另外，台電公司也發展出手動啓動 RCIC 的方法。
5. 即使降壓成功，已經到灌水的階段，反應器壓力仍可能再度上升，解決之道在於安全洩壓閥可以開啓。同上所述，台電已購買氮氣瓶、空壓機、移動式電源等設備，以確保安全洩壓閥確實可以啓動。
6. 氣動閥與電動閥與爆破閥一路串接之方式值得檢討，斷然處置在事故發生 1 小時內針對圍阻體排氣，會將圍阻體排氣路徑之電動閥與爆破閥開啓，只剩一個氣動閥關閉，在必要時，只需開啓一個閥。

四、我方因應方法及效果

- (一) 本次與中國廣東核電集團針對斷然處置之交流，可以說是相當成功，該公司對於本公司針對斷然處置規程進行了詳細且洽當的分析，評價結果顯示該規程是防止核電廠事故惡化和大規模放射性釋放的一種有效手段，可確保即使類似福島災害發生，仍能夠有效防止核電廠輻射外泄的事故後果。該規程的提出充分體現了台灣電力公司保護公眾和環境的勇氣和決心。
- (二) 中國廣東核電集團於建設深圳大亞灣電廠時，即抱定主意全盤技轉核能電廠，因此擁有全盤的設計及建設技術，嶺澳一二期四部機組及另有十六部建設機組中國廣東核電集團號稱自行設計施工，新機組雖有部分設計精進但與大亞灣二部機組相差有限，因此施工及營運皆佔優勢。
- (三) 本公司雖擁有類似斷然處置規程單項精進的分析能力,但未技轉全盤的的設計及建設技術,因此無法自行設計施工甚為可惜. 有關委派一位專家參加中科華燃料的評審會因時間緊迫已回絕。
- (四) 大亞灣電廠與核三廠同屬壓水式核能電廠，雙方皆認知長時間喪失交流電源有小破口失水事故風險。中科華因應十二五規劃將開展斷然處置相關研究工作，本公司宜密切注意後續發展。
- (五) 中科華公司基於此次技術交流成果，對以下技術議題有進一步交流的意向，請本公司考慮並希望予以進一步支援：1. 乏燃料乾式儲存技術；2. 堆芯堵塞效應分析技術；3. 先進 LOCA 事故分析方法（DRHM 等）；4 小幅度提昇機組功率；5 多元化燃料管理經驗。本公司將視兩岸交流平台意向是否進一步提供技術支援。

五、心得及建議

- (一) 日本福島一廠事故發生後，本公司在收集、研究事故發生原因，緊急救援時所面臨之困境後，針對救援反應爐時所需考量的各種因素，發展提出了「斷然處置」措施。事實上，斷然處置措施大部份步驟早已見諸於福島事故發生前之緊急運轉程序書，但是福島事故屬長時間喪失電源，事故發生時除氫系統亦同時失靈，因此避免氫氣產生相對重要，本公司就此單獨發展出避免氫氣產生的斷然處置措施，特別是燃料溫度低於 1500F 為本公司斷然處置措施唯一的成功準則，更顯示出本公司保護公眾和環境的勇氣和決心，此唯一成功準則在各種國際場合提出並獲得正面之認同。
- (二) 斷然處置措施在學理上是經過台電公司核安處及清華大學之安全分析論證了此一措施之可行性，並由各核能電廠編寫了具體之執行指引/程序書。對於各種執行時的關鍵步驟，包括謹慎的控制性降壓，如何開啓安全洩壓閥 SRV 充分洩壓並提供壓縮空氣以持續保持反應爐洩壓到很低之壓力，然後再用消防車/消防泵將水灌進反應爐內，以及過程中之決策邏輯與注水授權機制等，均完整具體的規範於斷然處置程序指引/程序書內。各廠之運轉操作人員亦已多次演練以熟悉此作業程序。
- (三) 雖然斷然處置措施可有效因應類似日本福島核電一廠所遭遇之複合式災害，但本公司仍很虛心、慎重的進行，包括建置防海嘯牆等防災能力之強化。並不會因為本公司已提出斷然處置措施，而有輕忽之心態。
- (四) 本公司在提出斷然處置措施後，嚴謹面對包括學術界等各方面之意見，包括今年 1 月 23 日原能會在清大舉辦之斷然處置研討會所發表之簡報，台電公司均在當日之研討會進行充分溝通，並參考、納入且據以修訂斷然處置程序指引。
- (五) 本公司「斷然處置」措施已在各種國際場合提出並獲得正面之認同，並已發表於國際期刊，而在今年 3 月期間由原能會邀請，經濟合作暨發展組織核能署(OECD/NEA)代為籌組之獨立專家小組，於檢視台電公司執行壓力測試

成效時，亦認為斷然處置是一值得提出之優良事項。

- (六) 本次 3 月 25 日至 29 日與中國廣東核電集團針對斷然處置之交流，該公司對於本公司針對斷然處置規程評價結果，顯示該規程是防止核電廠事故惡化和大規模放射性釋放的一種有效手段，可確保即使類似福島災害發生，仍能夠有效防止核電廠輻射外洩的事故後果，該規程的提出充分體現了台灣電力公司保護公眾和環境的勇氣和決心。所以斷然處置措施在面臨類似日本福島核電一廠事故時，絕對能發揮其效用，確保大眾安全。

六、 附件

附件一

中科華核電技術研究院有限公司來函邀請

中科华核电技术研究院有限公司

CHINA NUCLEAR POWER TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE

深圳市福田区益田路江苏大厦A座14层 邮编: 518026
 14F/A, Jiangsu Building, Yitian Road, Futian District Shenzhen 518026, PRC.
 电话(Tel.): 86-(755)25310041 传真(Fax): 86-(755)84434805

图文传真 (TELEFASIMILE)

发送: 台湾电力公司 To:	对方发文编号: Your Ref.
收自: 中科华核电技术研究院有限公司 反应堆 工程设计与安全研究中心 王婷/卢向晖	对方传真号: 886-223650037 Your Fax No.:
From:	我方发文编号: AZQ-000137-OUT Our Ref:
抄送: Copy to:	日期: 2012-12-26 Date: 页数: 1 Page(s) No.:

关于中科华核电技术研究院有限公司 (CNPRI) 邀请台湾电力公司核能安全处副处长王琅琛博士来深介绍贵公司为应对类似福岛事故所推出的“断然处置”措施的函

主旨: CNPRI 拟邀请台湾电力公司核能安全处副处长王琅琛博士来深介绍贵公司为应对类似福岛事故所推出的“断然处置”措施, 惠请 同意。

说明:

据我公司了解, 2012年9月19日, 贵公司核能安全处副处长王琅琛博士在海峡两岸核能行业研讨会中介绍了贵公司“断然处置”规程。该规程规划了在类似福岛事故的情况下及时将冷水注入压力容器冷却反应堆的策略, 从而能够防止辐射外泄。该规程是防止核电厂事故恶化和大规模放射性释放的有效手段, 它的推出受到了海峡两岸业内一致好评。

目前贵公司推出的“断然处置措施”作为确保核电厂安全的重点参考手段之一, 已经列入《核安全与放射性污染防治——“十二五”规划及2020年远景目标》正式文件中。

贵公司核能安全处副处长王琅琛博士为“断然处置”措施的主要推动者, 我公司拟特别邀请王博士至我公司亲自解说“断然处置”措施。具体日期视王博士方便, 可与王婷联系 (email: wting@cgnpc.com.cn, 电话: 86-755-82940565)。

孙吉良 

反应堆工程设计与安全研究中心主任

電收 收文日期 101 年 12 月 26 日

		主辦單位 秘書處 文書組長
		核安 陳榮富
C 1011200815		

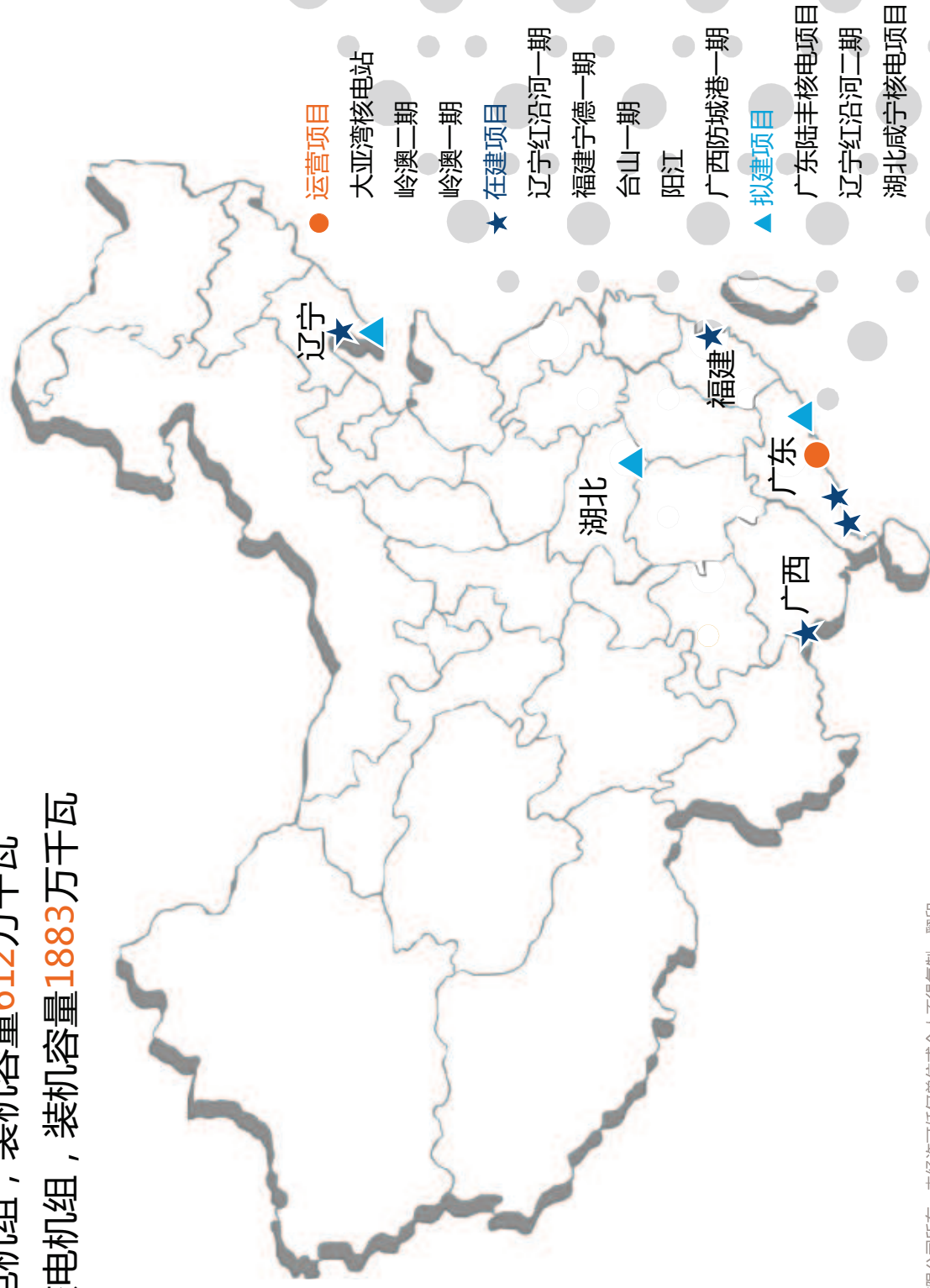
附件二

中國廣東核電集團簡介

2.1 核心业务 - 核电业务

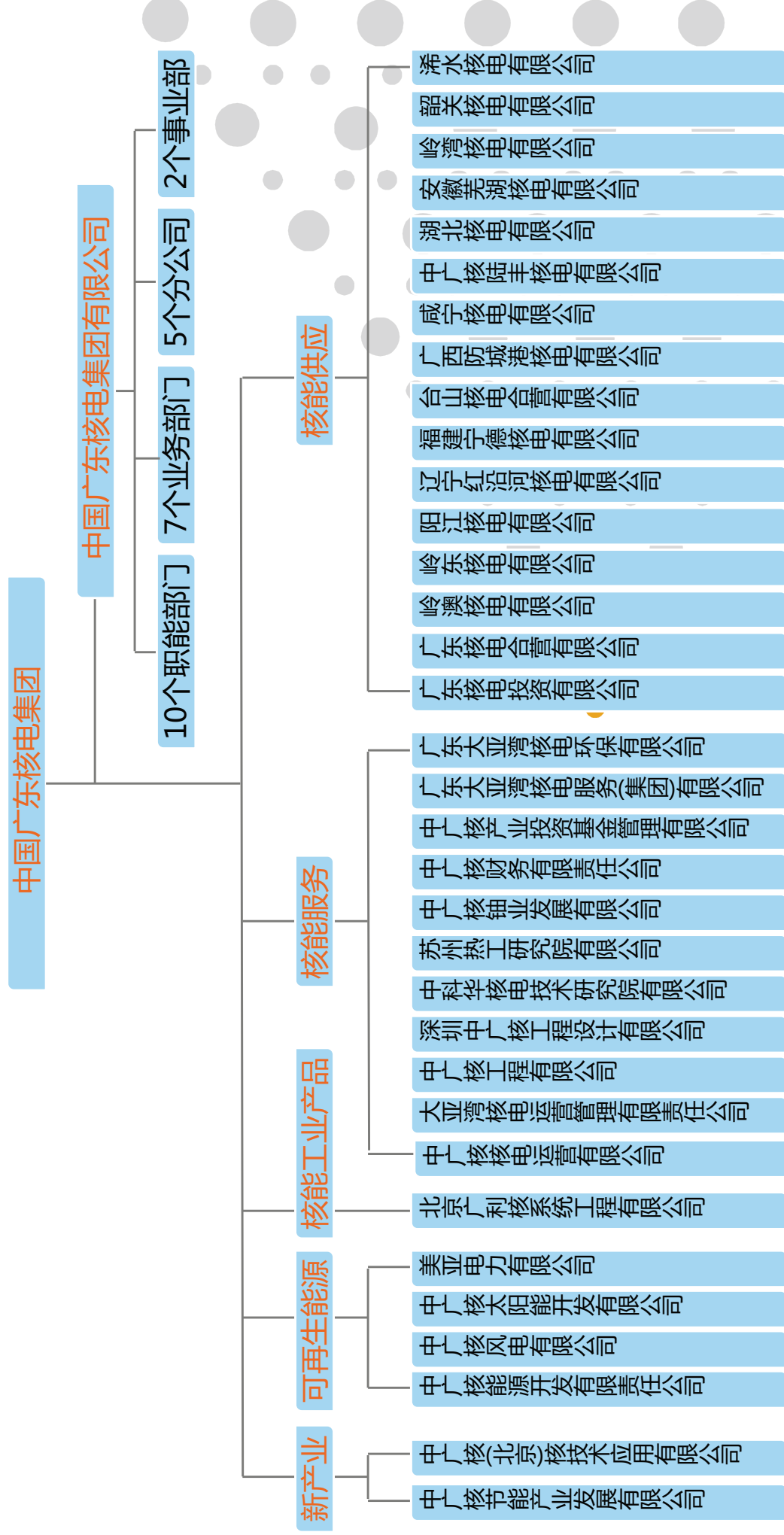
核电供应

- 在运**6**台核电机组，装机容量**612**万千瓦
- 在建**16**台核电机组，装机容量**1883**万千瓦

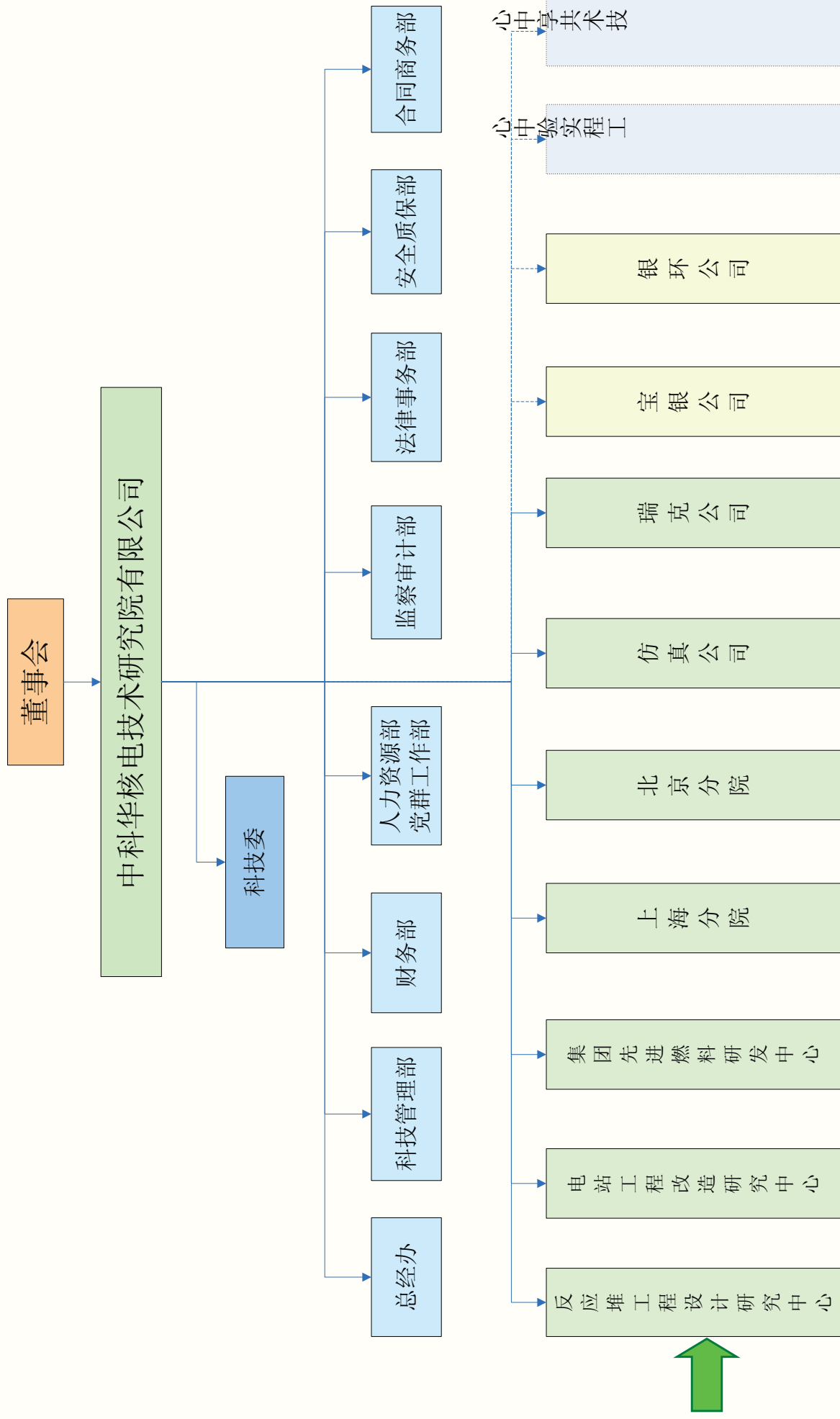


1.3 组织架构

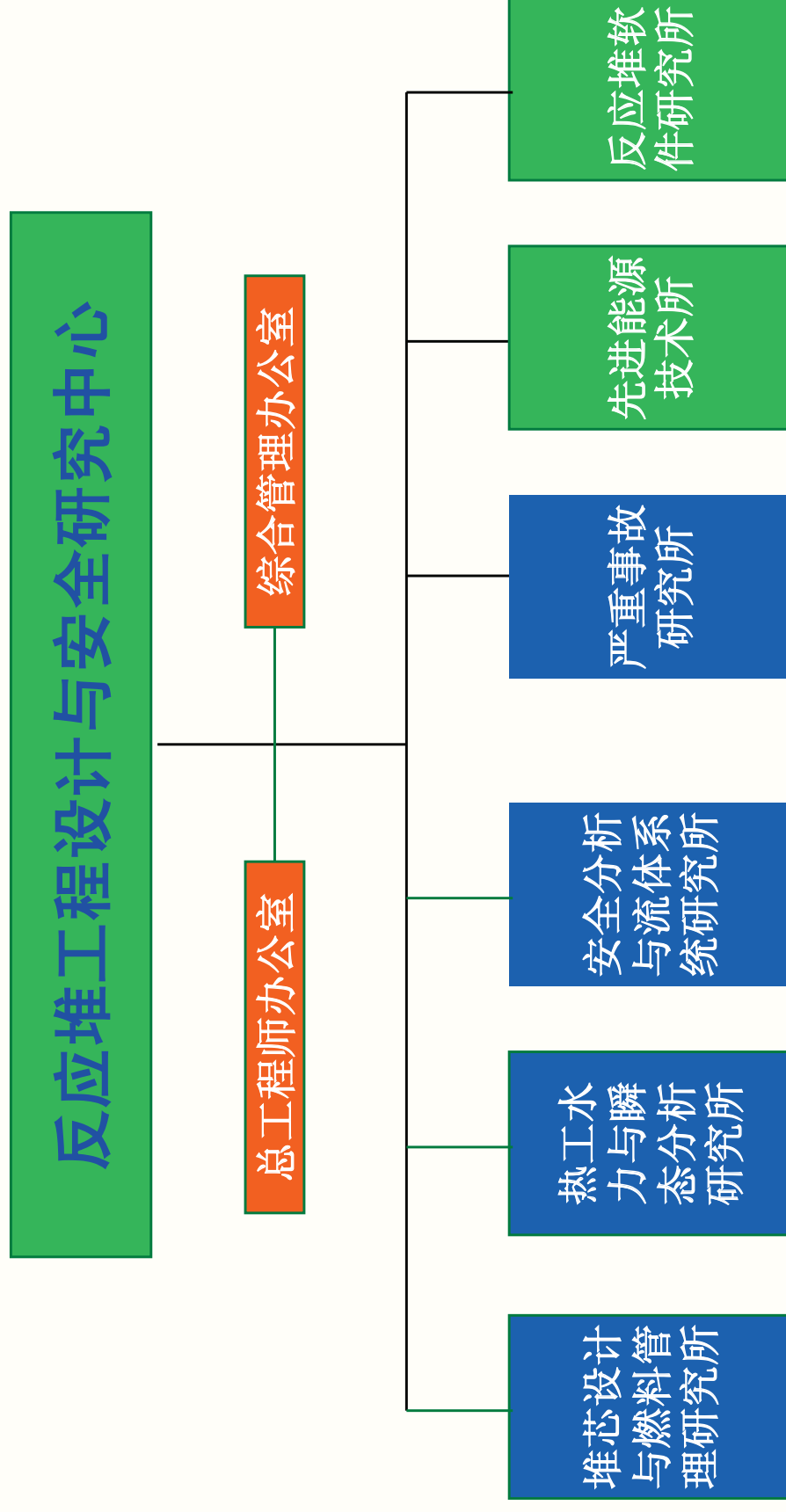
- 业务范围涵盖核能 - 风能 - 水能 - 太阳能 - 节能 - 核技术等清洁能源开发
- 旗下拥有34家主要成员公司



第一部分 中心机构、职能与定位

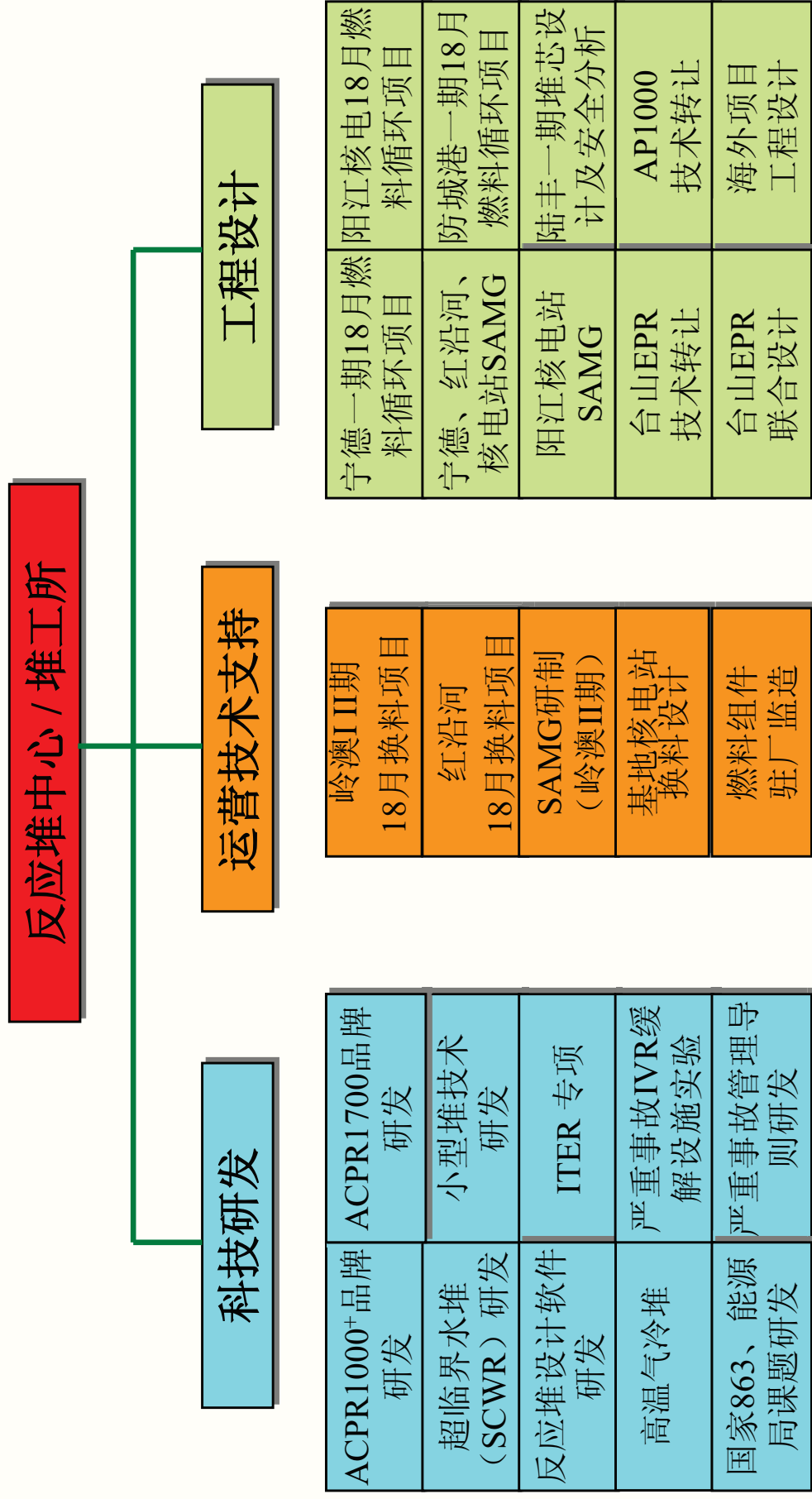


第一部分 中心机构、职能与定位



第一部分 中心机构、职能与定位

承担的项目：

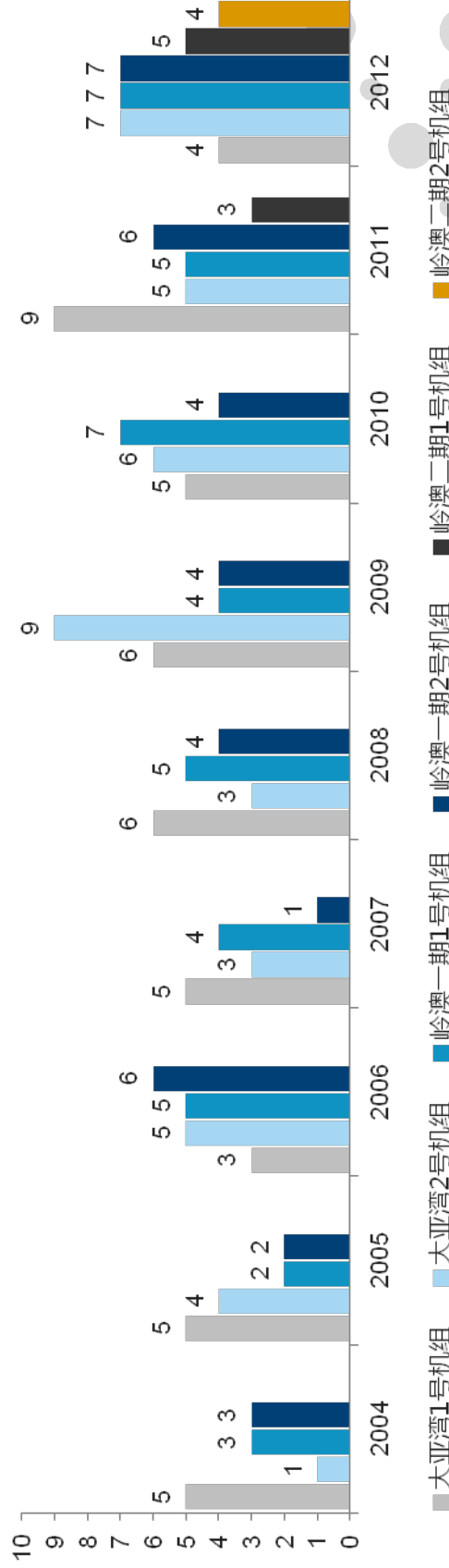


附件三

中國廣東核電集團運轉機組運轉實績

3.1 WANO与INPO指标

■ WANO 指标



■ INPO 指标

与美国104台机组相比，
大亚湾核电站、岭澳核
电站一期4台机组总体
综合指数为97.6分

项目	D1	D2	L1	L2	INPO 平均	INPO 中间	INPO 前1/4
综合指数	93.5	98.2	98.9	100	89.4	92.7	99.4

注：数据来源于美国核电运行研究所2012年第4季度

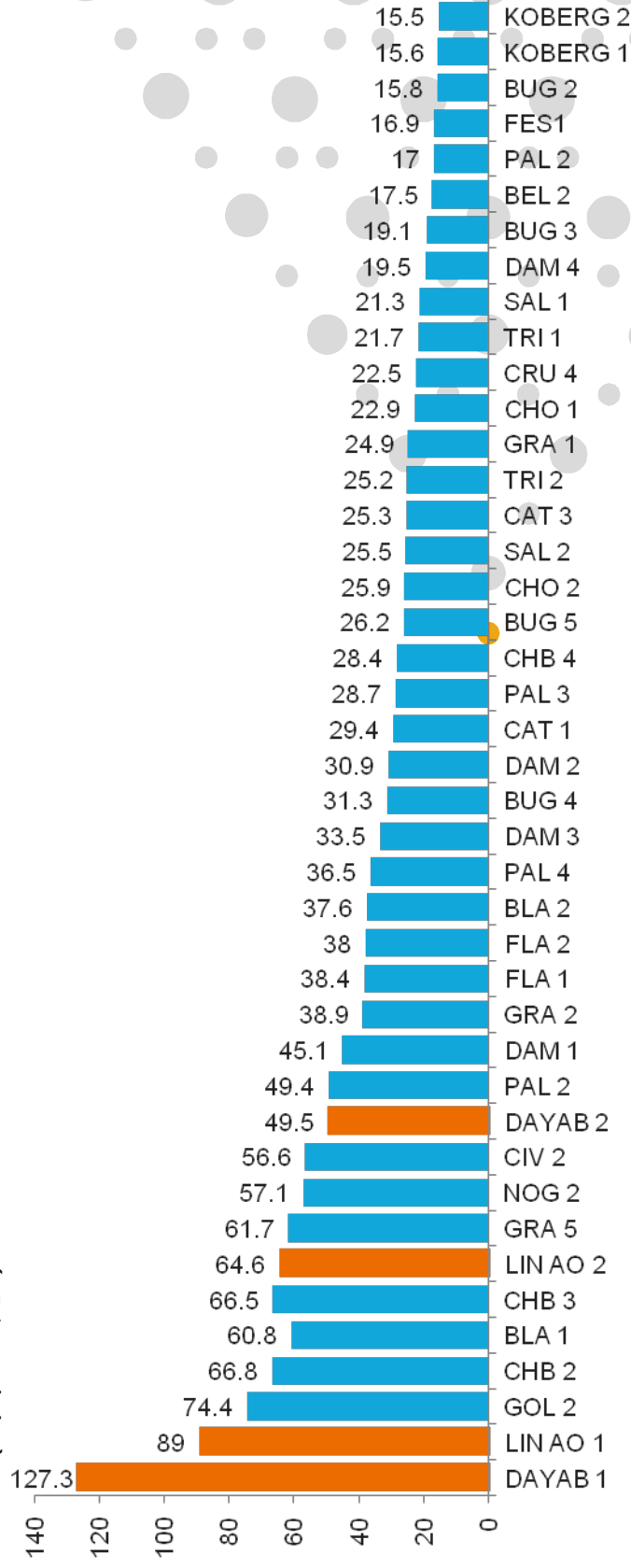
岭澳核电站二期1、2号机由于目前提供的数据不足三年，没有用于比较

- 在美国拥有4台机组或以上的运营公司中连续12个季度排行第一
- 岭澳核电站一期2号机组INPO综合指数为100分，达到INPO综合指数的前1/4先进值

3.2 与EDF比较

- 1999年以来，与世界范围内来自法、中、德、南非等国的60余台同类型核电机组相比，中广核集团负责营运的大亚湾核电站和岭澳核电站一期已累计获得**27**项次第一名
- 截至2013年2月底，大亚湾核电站1号机组连续安全运行**3758**天

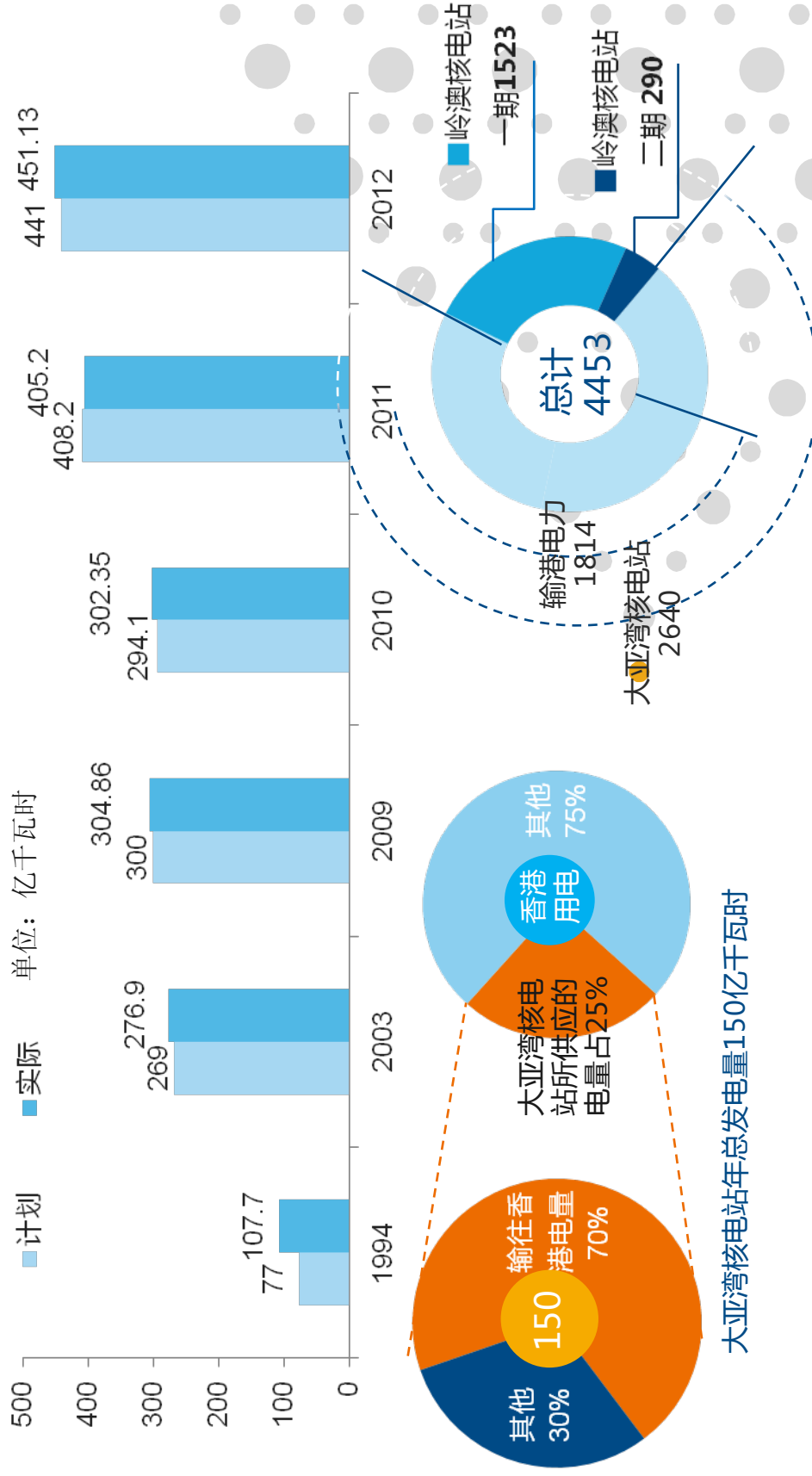
大亚湾核电站、岭澳核电站一期与EDF同类型机组无非计划停堆连续安全运行月数比较图
(单位：月)



注：数据截至2012年8月底（数据由EDF提供）

3.3 上网电量

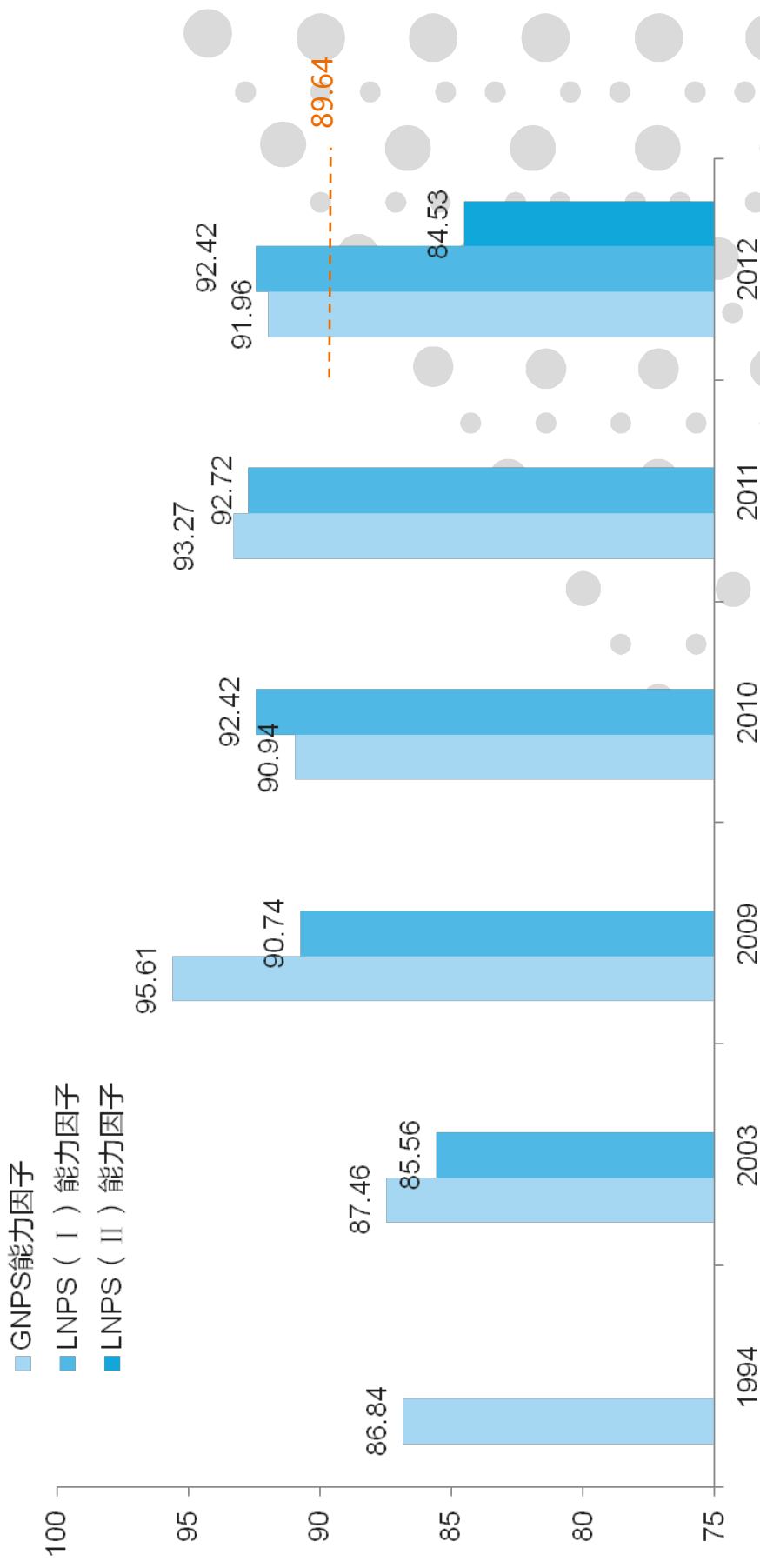
■ 2012年，大亚湾核电基地6台机组实现上网电量451亿千瓦时，第二年突破400亿千瓦时，其中，大亚湾核电站、岭澳核电站一期4台机组实现上网电量304亿千瓦时，年度上网电量连续第五年超过300亿千瓦时。



大亚湾核电基地累计上网电量，单位：亿千瓦时
(数据截至2013年2月底)

3.4 能力因子

■ 2012年，大亚湾核电站、岭澳核电站一期、二期六台机组平均能力因子89.64%



附件四

「斷然處置措施」簡報

台電公司核能電廠因應福島事故 之斷然處置措施說明與介紹

王琅琛

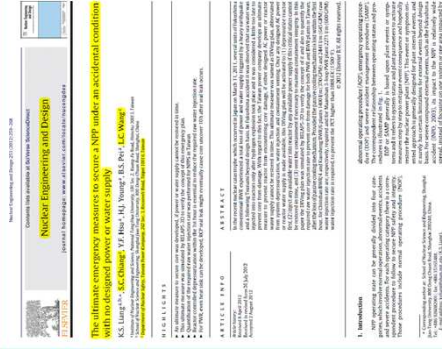
2013年3月26日

簡報內容

- 一. 前言
- 二. 緣起
- 三. 斷然處置措施
- 四. 分析結果
- 五. **3階段程序與演練驗證流程**
- 六. 結論

一. 前言

1. 2012/9/9 台電公司首次於大型國際會議(NUTHOS-9)
發表斷然處置措施
2. 2012/9/19台電公司於「兩岸交流研討會」向大陸
代表介紹斷然處置措施
3. 台電斷然處置措施已發表於國際期刊「Nuclear
Engineering and Design 253 (2012) 259-268」

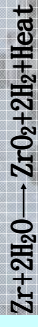


二. 緣起

- ◆ **福島事故**- 加長型的電廠全黑事故
- 長時間喪失ECCS設計資源，僅剩非慣用爐心注水系統 (**特性-注水壓低及流量有限**)
- 移動式電源/消防車
- 廠用水/生水/海水
- 運轉參數已不可信

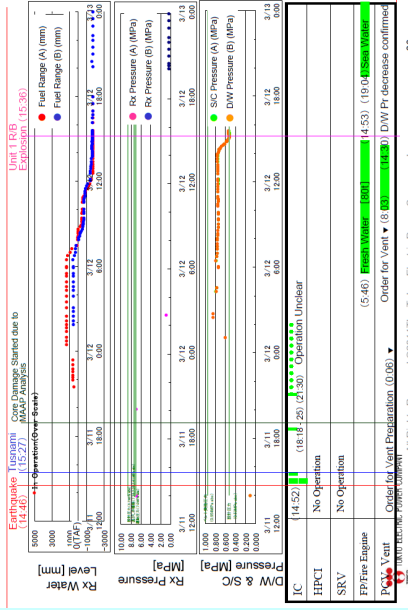
氫氣來源

燃料內鋯合金(Zirconium)與高溫水反應 (>1500 °F 蒸汽).

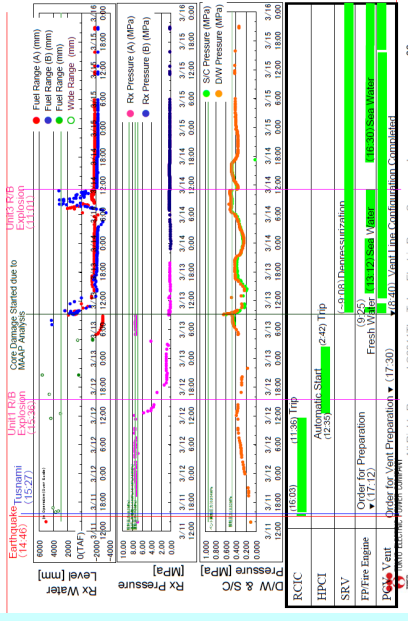


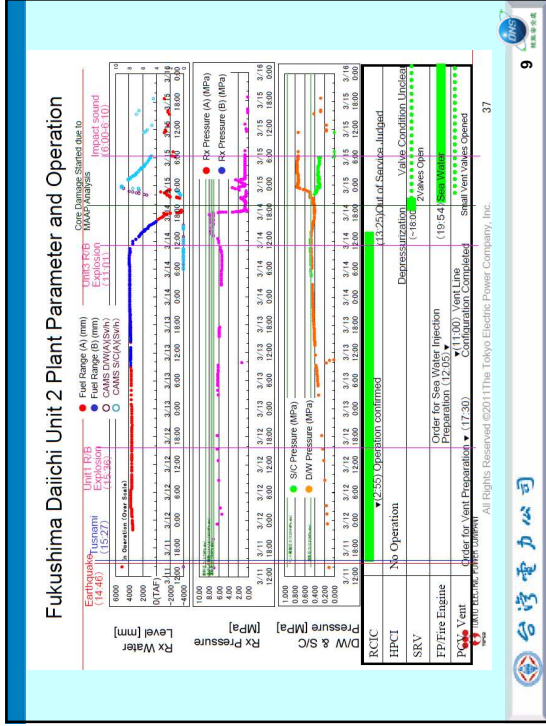
反應後產生氫氣(8.49ft³/1磅)

Fukushima Daiichi Unit 1 Plant Parameter and Operation



Fukushima Daiichi Unit 3 Plant Parameter and Operation





Key Lessons Learned

B) Workable SAMG (Severe Accident Management Guideline)

14.46 Earthquake, Loss of offsite power, Start of EDG, IC/RIC
 15.38-41 Tsunami followed by Loss of AC/DC, Isolation from UHS

Given this situation, operation to avoid core damage

Short term

- Reactor water makeup by AC-independent IC/RIC/HPCI
- **Require workable/effective SAM**

Then, while trying to restore AC/DC power and Heat Sink

- Depressurize Reactor Coolant System by Safety/Relief Valves
- Activate Low Pressure Injection systems
- **Containment vent to avoid over-pressure failure**

Failure of RIC/HPIC on the 3rd and 4th day

Delayed venting, de-pressurization of RCS and LP injection

Core degradation
 Hydrogen explosion

A. ONOTO, Global 2011.12Dec2011

Require workable/effective SAM

While trying to restore AC/DC power & heat sink, Also:

- **Depressurize** by SRV
- Activate low pressure **injection** system
- Containment **venting** (avoid over-pressure failure)

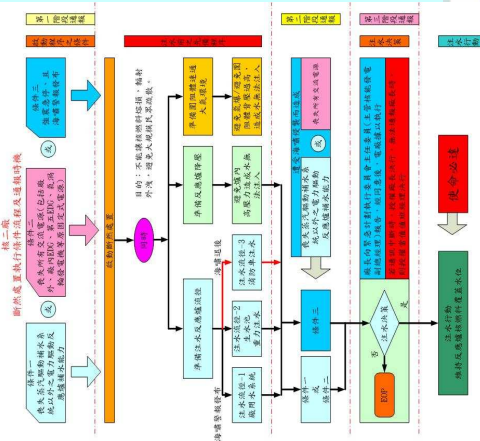
Our DIVING procedure:

- Lineup within 1 hour
- Start DIVING:
- **Depressurize** by SRV
- Activate low pressure **injection** system
- Containment **venting** (keep containment in a low pressure)

三. 斷然處置措施

- ◆ “Ultimate Response Guidelines (URG)” .
- ◆ 正常設計爐心注水系統功能恢復前之應變措施
- ◆ 機組斷然處置措施-DIVING procedure :
 - **D** : Depressurization 緊急洩壓
 - **I** : Cooling Water Injection 灌水
 - **V** : Containment Venting 圍阻體通氣
 - **ing** : Simultaneously 同時進行

機組斷然處置措施(各廠已建立程序書並完成演練)



13

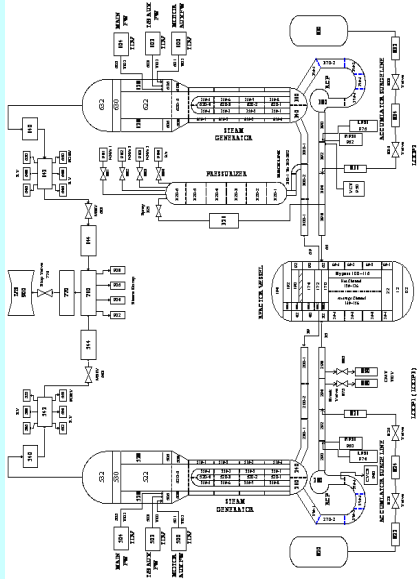
成功準則

- ◆ DIVing 高壓轉低壓(HI TO LO)過程
- 燃料尖峰護套溫度 < 1500 °F
- 無爐心熔毀
- 無氫氣產生
- 無須進行疏散
- ◆ 維持電廠完整性確保大眾安全

台電電力公司

14

RELAP5-3D Model



15

Sequence of Events (1/2) (Raw Water Flow of 600 gpm)

Time (s)	Plant Events	Plant Responses
0	<ul style="list-style-type: none">Earthquake occursOffsite power losesDC powers are available	<ul style="list-style-type: none">Reactor is scrammedRCPs are not availableMain FW pumps are trippedCharging and letdown flows are stopped due to PZR heater is power offLoss of vacuum due to unavailable offsite power induces steam dump failure
360	<ul style="list-style-type: none">Tsunami attacks	<ul style="list-style-type: none">Main FW Flows coast down to zero
600	<ul style="list-style-type: none">All AC powers are not availableSBO happensDC powers are available	<ul style="list-style-type: none">MDAFW is not availableRegulating SG PORVs to perform controlled depressurizationSG NRWL keeps at 50 %

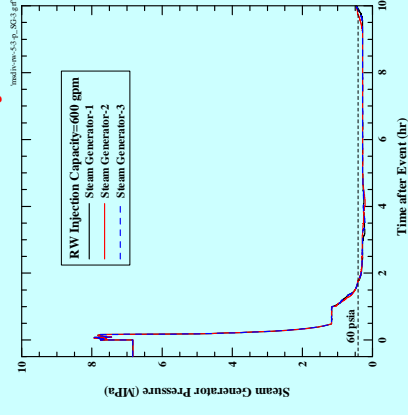
台電電力公司

16

Sequence of Events (2/2) (Raw Water Flow of 600 gpm)

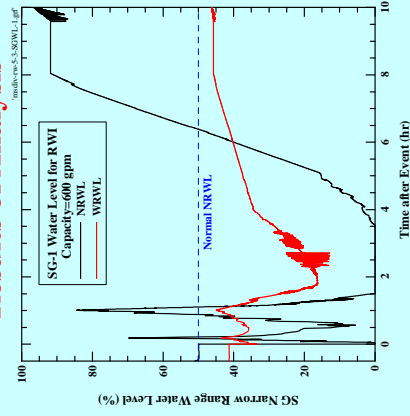
Time (s)	Plant Events	Plant Responses
3600	<ul style="list-style-type: none"> Emergency depressurization starts Raw water is complete lineup 	<ul style="list-style-type: none"> TDAFW is not available 6 SG PORVs are fully opened
5570		<ul style="list-style-type: none"> SG NRWL reduced to zero
6340		<ul style="list-style-type: none"> Raw water starts to inject into SG downcomer (SG dome pressure is lower than 60 psia)
12725		<ul style="list-style-type: none"> SG NRWL begins to rise
22995		<ul style="list-style-type: none"> SG NRWL reach to 50 %

Results of Analysis



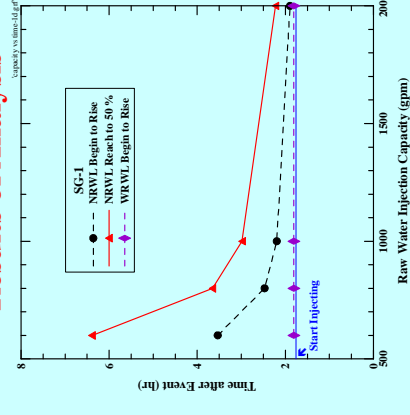
Depressurization of Steam Generators

Results of Analysis

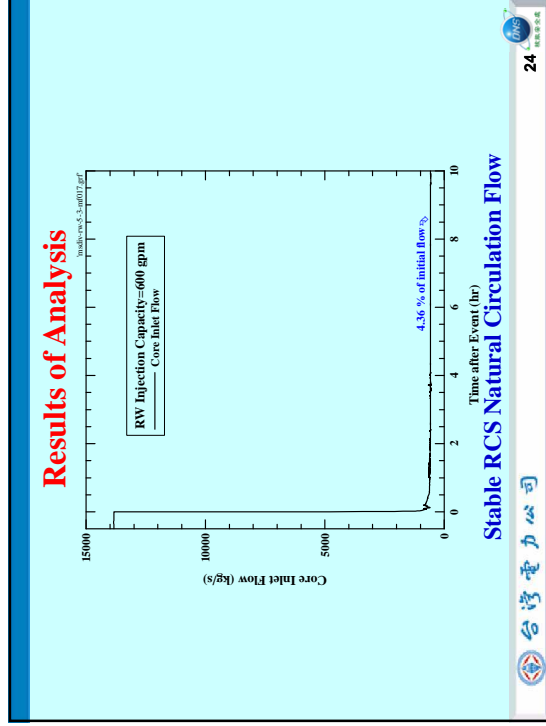
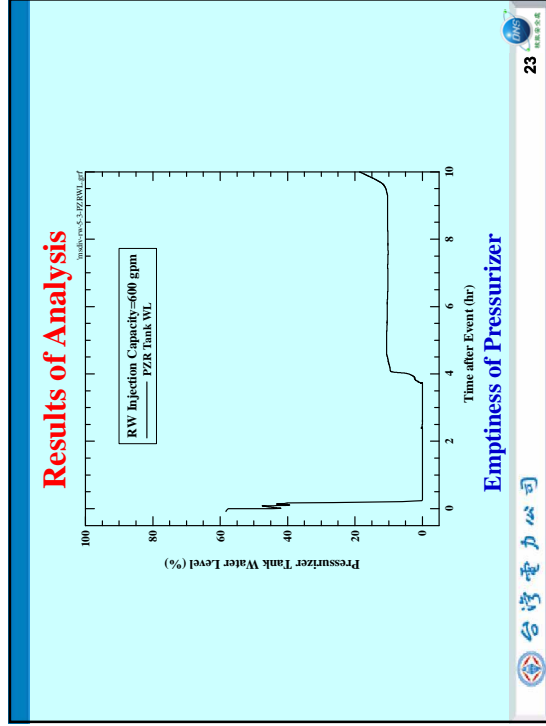
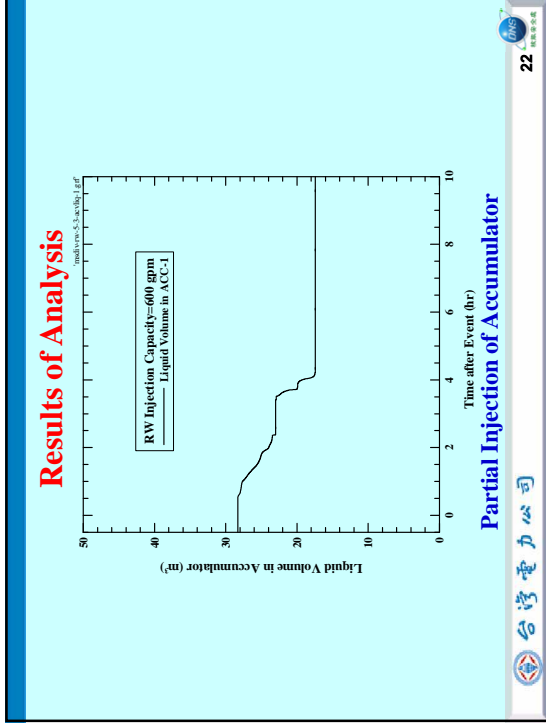
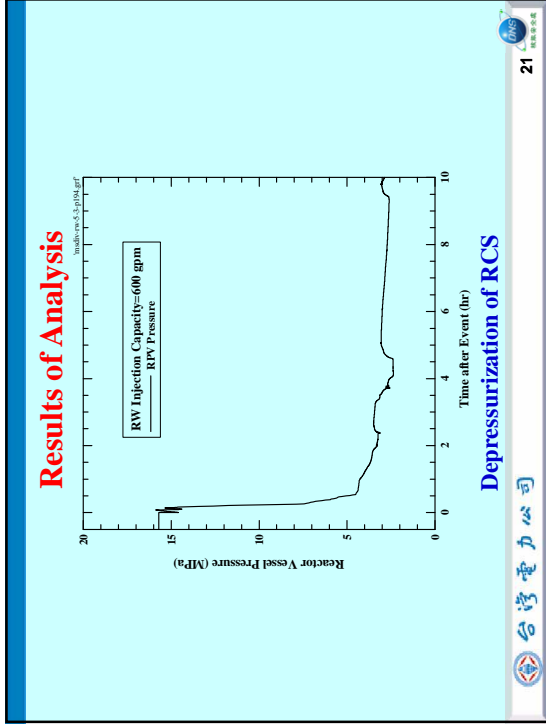


Recovery of SG Water Level

Results of Analysis



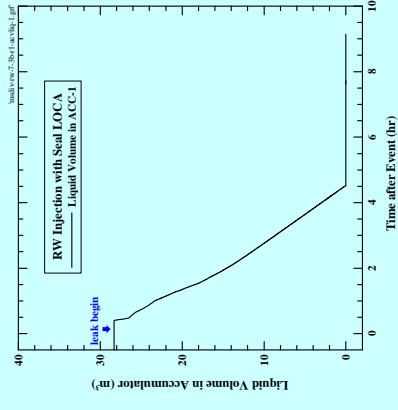
Recovery Time of SG Water Level for Different Raw Water Injection Rate



RCP seal leak Analysis

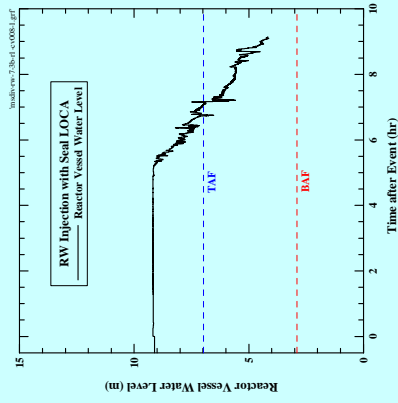
- ◆ RCP seal loss cooling long enough/seal leak might occur
- ◆ Assumed a RCP seal leak occurs at ten minutes after event takes place
- ◆ Assumed a leakage rate of 75 GPM(25GPM each)

Results of RCP seal leak Analysis



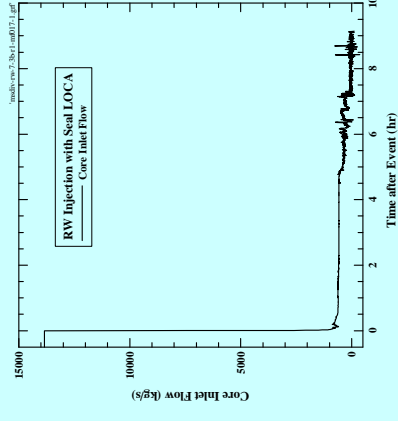
Empiness of Accumulator by RCP Seal Leakage

Results of RCP seal leak Analysis



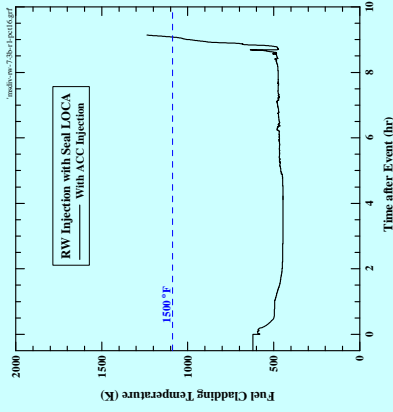
Descending of Reactor Water Level by RCP Seal Leakage

Results of RCP seal leak Analysis



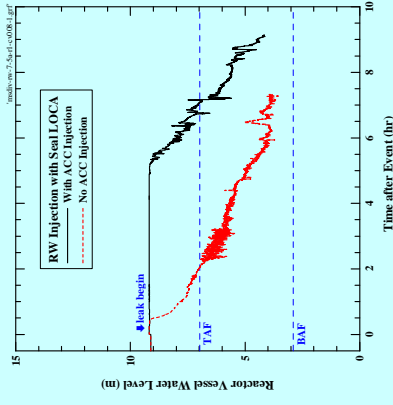
Termination of RCS Natural Circulation Flow by RCP Seal Leakage

Results of RCP seal leak Analysis



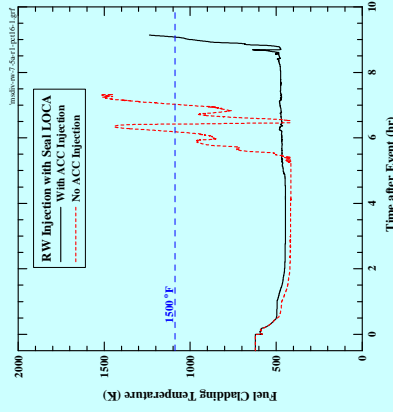
Ascending of PCT by Continuous RCP Seal Leakage

Results of RCP seal leak Analysis



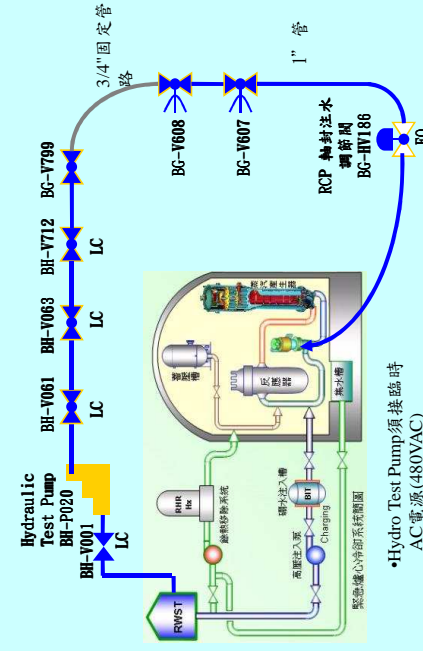
Effect of Accumulator Isolation on Reactor Water Level Descending

Results of RCP seal leak Analysis



Effect of Accumulator Isolation on PCT Ascending

策略 MS. 1-05 水壓測試泵注水反應爐(核三廠)



Hydro Test Pump須接臨時 AC電源(480VAC)

五、3階段程序與演練驗證流程

- ▶各廠均已建立斷然處置程序書1451
- 明訂3階段執行策略。建立各策略執行表單、簡要流程圖，平時已備妥工具於工具袋，隨時取用。
 - 依3階段策略所需，清查及整備各項所需之水源、機動電源、設備。

▼機組斷然處置3階段行動策略一核三廠

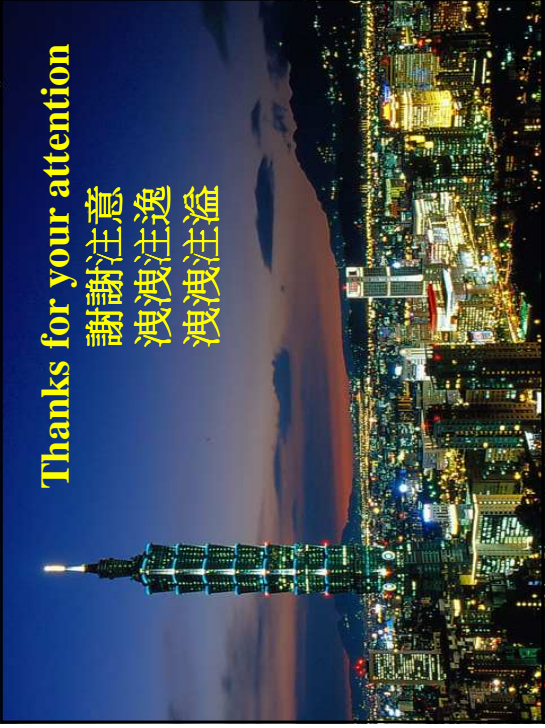
階段	時限	行動項目
I	1小時 (事件減緩及控制)	策略 MS.1-01 蒸汽產生器後備補水 策略 MS.1-02 第5部柴油發電機供電二期機 策略 MS.1-03 生水(消防水)注入蒸汽產生器 策略 MS.1-04 蓄壓槽注水反應爐 策略 MS.1-05 水壓測試系統反應爐 策略 MS.1-06 生水(消防水)注入反應爐
II	8小時 (復原廠內電源)	策略 MS.2-01 延長直流電源供電時間 策略 MS.2-02 沉水泵排水操作 策略 MS.2-03 480V移動式柴油發電機引接 策略 MS.2-04 移動式空壓機供給用過燃料池補水閘 策略 MS.2-05 用過燃料池緊急補水(須於2小時內完成) 策略 MS.2-06 機動性水源對RWSST注水 策略 MS.2-07 機動性水源對RWST注水 策略 MS.2-08 4.16KV電源車引接
III	36小時 (復原長期冷卻能力)	策略 MS.3-01 緊急進口水口垃圾清運 策略 MS.3-02 NSCW馬達更換

六. 結論

- 應付福島此類加長型的電廠全黑事故，「機組斷然處置措施」主要操作為：
 - (1)啟動DIVing動作之前，爐心或蒸汽產生器設法先行適度降壓。
 - (2)啟動DIVing動作時，緊急洩壓將已列置安當之非慣用爐心注水(消防水)迅速灌入爐心，或蒸汽產生器同時執行圍阻體通氣至大氣，避免圍阻體內壓過高造成水無法灌入。
 - (3)DIVing動作順利完成後，EOP後續之操作應避免爐心或蒸汽產生器壓力再次上升而阻礙消防水持續灌入。

六. 結論(續)

- 電廠已依「機組斷序」操作地模擬，並利用演習期的複合式演習，仍有的機會。
 - 轉之訓練，在多電斷然處置措施外，台電也比照國策運轉之訓練，並利用演習期的複合式演習，仍有的機會。
 - 台電處及黑一，能應日本福島核安化各項防範的防範，執行各項防範的防範，執行各項防範的防範。



Thanks for your attention

謝謝注意
洩洩注逸
洩洩注溢

2.在运电厂改进

• 大亚湾基地主要改进清单（主要）：

现场水库对电厂的影响评估(A02)	电厂抗震分析（A05）
厂房防水状态检查(A03)	提高地震监测和反应能力(A06)
重要设备系统厂房防水临时措施(A04)	制定和优化严重事故管理导则(A11)
制定长时间全厂断电工况防止一回路出现主泵轴封小破口应对措施和预案(A07)	大亚湾核电站和岭澳核电站一期消氢系统改造(A12)
制定长时间全厂断电工况堆芯冷却保证措施和预案(A08)	应急体系的改进(A13)
制定长时间全厂断电工况乏燃料水池的冷却应对措施和预案(A09)	大亚湾核电站安全壳过滤排放系统（沙堆过滤器）改进(A14)
长时间全厂断电工况的移动电源配置(A10)	活性炭过滤器的火灾预防(A15)
落实大亚湾基地第二通道的管理(A17)	改进提高蓄电池的供电能力(A16)
海啸对电厂的影响评估及改进(A01)	核电厂高位冷却水源

蓝色： 相关安全分析评估、设计基准、功能要求等内容均由反应堆中心严重事故研究所负责。

2. 在运电厂改进

- 大亚湾基地已完成重要改进——补水改进：
 - 完成补水源现场及SG和ASG水箱补水现场接口制作；
 - 购置柴油补水泵、补水金属软管，制定柴油泵向SG补水方案。



SG补水泵补水接口



柴油补水泵

2.在运电厂改进

- 大亚湾基地已完成重要改进——配置移动电源：
 - 制定乏水池应急补水预案及接口制作；
 - 购置移动柴油机电源车，制定使用方案；
 - 制定双机组失电后主泵轴封注水预案。



移动式柴油机：1.5MW/6.6KV，连续满功率负荷运行8小时，并能进行在线加油。

2.在运电厂改进

- 大亚湾基地已完成重要改进——修改应急响应程序：
 - 完成SPI、SPU、H3.1 等程序的修改；
 - 完成福岛事故后改进（PFA）处理程序及操作单的编写，并开展相应演练。



LNPS

岭澳 1 号机

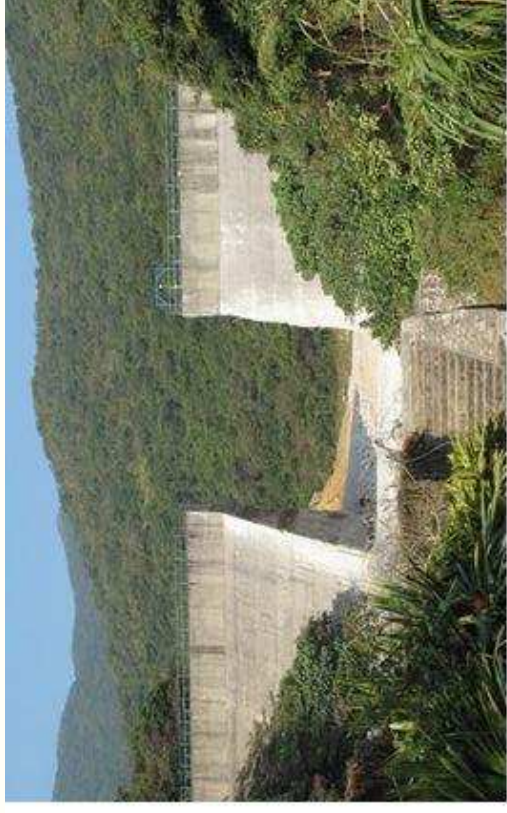
PFA

极端工况下专项操作管理

QSR		程序编码	LACP1**001
姓名	编写	版本	AO
签字	审核	状态	CFC
日期	王保华	审批	批准
		李琳教	蒋兴华
文件组成			
说明			
PFA01: 利用移动设备向三燃料水池补水和水位监测			
PFA02: ASC-001BIA 通过移动设备管程补水			
PFA03: 蒸汽发生器通过移动泵补水			
PFA04: GCT-A 就地手动开度调节			
PFA05: 移动电源的投入和使用			
			页数
			1
			6
			11
			3
			14

2. 在运电厂改进

- 大亚湾基地已完成重要改进——防水淹封堵、水库拆除：
 - 完成重要厂房防水淹措施，厂房门窗、电缆穿孔等防水排查和修补；
 - 完成大亚湾核电站溃坝防护堤的安全复核、岭吓水库拆除等工作。

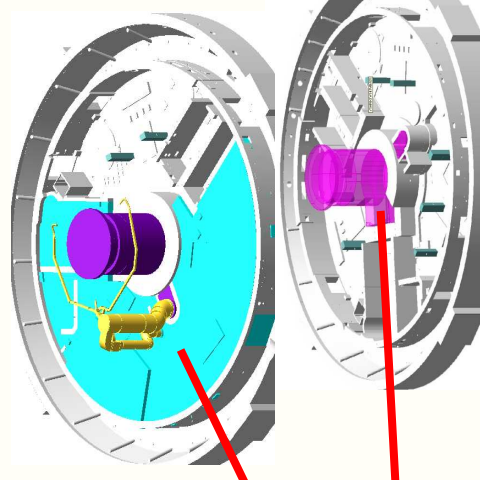
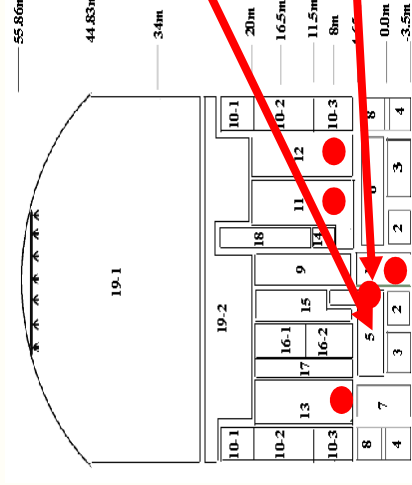


2.在运电厂改进

- 大亚湾基地进行中重要改进——消氢系统改造：
 - 大亚湾及岭澳一期电厂增设非能动氢气复合器；
 - 已完成施工设计及采购，将在换料期间进行安装。

反应堆中心严重事故研究所负责该改造分析论证内容：

- 严重事故进程及氢气源项计算分析
- 严重事故氢气浓度分布分析
- 氢复合器布置方案设计、有效性验证及评价等

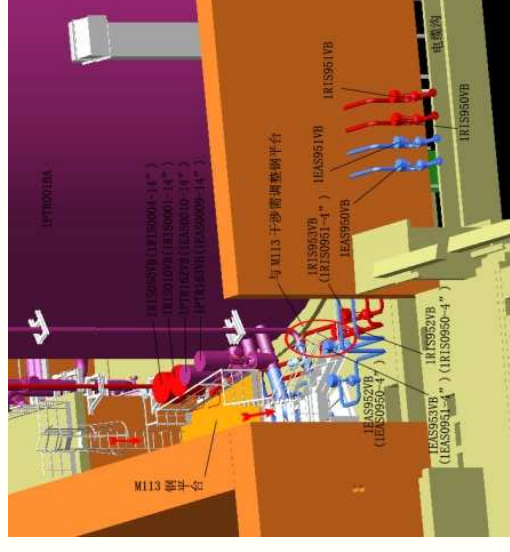
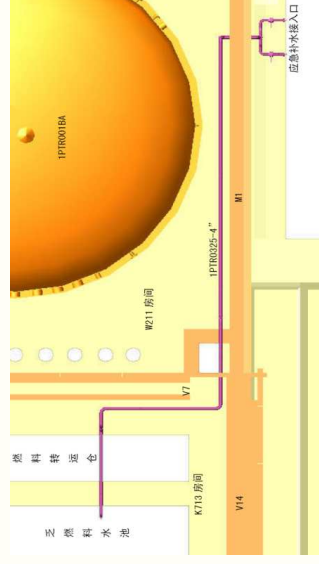


2.在运电厂改进

- 岭澳二期核电厂进行中的重要改进——高位水箱项目：
 - 设置高位水源，并实施包含二回路补水、二回路临时注水、一回路临时注水、乏燃料水池补水、安全壳临时喷淋等在内的相关改进；
 - 目前基本完成施工设计，正在开展采购相关工作。

反应堆中心严重事故研究所负责该改造分析论证内容：

- 严重事故进程分析，明确设计基准、功能要求
- 严重事故风险及应对措施有效性验证及评价等



附件五

中科華核電技術研究院有限公司來函致謝

核安

核安, 0207809779 號



中科华核电技术研究院有限公司
China Nuclear Power Technology Research Institute

广东省深圳市福田区益田路江苏大厦A座14楼
邮编 (Zip): 518026
传真 (Fax): 86-(755)84434805
联系电话 (Tel): 86-(755)25310041

发送 (To): 台湾电力公司	对方发文编号 (Your Ref.):
收自 (From): 中科华核电技术研究院有限公司 反应堆工程设计与安全研究中心 孙吉良	我方发文编号 (Our Ref.): 008-GN-L-CRNS-G-ZZZZ-00004
抄送 (Copy To):	内部编码 (Ori. Code):
日期 (Date): 2013-04-18	存档 (Filing): 档案室

关于台湾电力公司核能安全处副处长王琅琛博士来深介绍贵公司
“断然处置”措施的感谢函及下一步交流意向

主旨: 关于台湾电力公司核能安全处副处长王琅琛博士来深介绍 “断然处置” 规程的感谢函及下一步交流意向


说明:

2013年3月25日至29日, 应我公司邀请, 贵公司核能安全处副处长王琅琛博士来我院介绍了“断然处置”规程, 并与我公司反应堆工程设计与安全研究中心和大亚湾核电厂核安全处开展了进一步合作的技术交流。我公司充分认可本次交流的价值, 对此表示十分感谢。

我们认为台湾电力公司对该规程进行了详细且恰当的分析, 评价结果显示该规程是防止核电厂事故恶化和大规模放射性释放的一种有效手段, 可确保即使类似福岛灾害发生, 仍能够有效防止核电厂辐射外泄的事故后果。该规程的提出充分体现了台湾电力公司保护公众和环境的勇气和决心。

目前, “断然处置”措施作为确保核安全的重要举措已经列入《核安全与放射性污染防治——“十二五”规划及2020年远景目标》正式文件中, 我公司也在开展相关研究工作。

基于此次技术交流成果，我方还对以下技术议题有进一步交流的意向，请贵公司考虑并希望予以进一步支持：1. 乏燃料干式储存技术；2. 堆芯堵塞效应分析技术；3. 先进 LOCA 事故分析方法（DRHM 等）；4 小幅度提升机组功率；5 多元化燃料管理经验。

签发人：孙吉良 

签发人职务：反应堆工程设计与安全研究中心主任

签发日期：2013-04-18