

公務出國報告

(出國類別：參訪)

赴陸參訪核子事故 緊急應變設施與核電廠

服務機關：行政院原子能委員會

姓名職稱：陳文芳代理副處長、黃俊源簡任技正、陳正煌科長、
杜若婷科長、顏志勳技正、方集禾技正、許雅娟技正、
唐大維技正、樂立群技士、邱信男技士

出國地區：中國大陸

出國期間：104年10月19日至10月24日

報告日期：104年12月20日

摘 要

中國大陸積極發展核電，且大陸核電廠多設於沿海，與台灣距離甚近，為進一步瞭解大陸對核子事故的通報、應變、整備與演練等措施，並強化兩岸良好之協調聯絡管道，派員參訪大陸核能電廠、相關之緊急應變機構等，經由適度之管制技術交流，就事故通報、應變與整備等議題進行討論，促進兩岸緊急應變整備資訊及經驗交流，藉以瞭解大陸在核子事故發生時之相關機制與作為。

本次活動係依據「海峽兩岸核電安全合作協議」之推動人員參訪、舉辦研討會等交流活動辦理，陸方希望我方分享民眾溝通作法，我方則希望陸方分享在應變技術支援等作業實務，經與陸方核子事故緊急應變窗口數次協調溝通後，本次赴陸針對公眾溝通與空中偵測技術各安排一天會議研討，另安排一天前往遼寧紅沿河核電廠了解電廠緊急應變計畫與實務，並與地方政府應變相關人員晤談交流，藉以促進海峽兩岸之核電安全與應變技術交流。

我方由原子能委員會核能技術處陳文芳代理副處長率團，成員包含原能會及所屬放射性物料管理局、輻射偵測中心等共 10 人。在參訪過程中，可看出大陸地區積極發展核能發電，朝 2030 年讓核電發電量占比提升至 8% 至 10% 的目標，以每年開工 5 至 6 部機組的速度建設。陸方在核應急組織規模及硬體部份也投入大量經費於研究設備及環境監測系統等硬體建設。在航空輻射監測方面，組織規模分工細緻，航空監測設備齊全，綜合監測技術全面，強化了緊急應變組織的動員能力。這些均可為我方學習觀摩之長處，並可看出陸方對於核災應變的投入與支持，陸方對我方所執行的公眾溝通方式深感興趣並提出諸多請益，且認為我方於公眾溝通上採取多元管道、即時回應的處理模式較陸方更為細膩深入。

本次技術交流過程甚為熱絡，雙方都認為在核應急技術交流仍有極大發展空間，均期望未來能夠持續進行，並期盼未來每年互訪進行技術交流成為常態化。

目 錄

| | |
|------------------------|----|
| 壹、目的 | 1 |
| 貳、行程 | 1 |
| 參、參訪概要 | 5 |
| 一、 公眾溝通議題研討 | 5 |
| 二、 空中偵測議題研討 | 11 |
| 三、 參訪紅沿河核電站 | 17 |
| 肆、心得與建議 | 28 |
| 附件一：應急指揮部應急響應行動單 | 34 |
| 附件二：核電與環境手冊 | 36 |

壹、目的

為進一步瞭解大陸對核子事故的通報、應變、整備與演練等措施，並建立兩岸良好之協調聯絡管道，派員參訪大陸核能電廠、相關之緊急應變機構等，經由適度之管制技術交流，就事故通報、應變與整備等議題進行討論，促進兩岸緊急應變整備資訊及經驗交流，藉以瞭解大陸在核子事故發生時之相關機制與作為。此外，陸方請台方分享民眾溝通作法，俾促進雙方在核電安全資訊公開上如資訊透明化、民眾參與及科普實務之經驗交流。

貳、行程

本次活動係依據「海峽兩岸核電安全合作協議」辦理，陸方希望分享我方民眾溝通作法，我方則希望陸方分享應變技術支援等作業實務，經與陸方核子事故緊急應變窗口數次協調溝通後，本次赴陸針對公眾溝通與空中偵測技術各安排一天會議研討，再安排一天前往核電廠了解電廠緊急應變計畫與實務，並與地方政府應變相關人員晤談交流，時間安排於 104 年 10 月 19 至 24 日共 6 天，行程如表一。本次赴陸由本會核能技術處陳文芳代理副處長帶隊，參加單位另包括核技處、核管處、輻防處、綜計處、物管局及輻射偵測中心等共 10 人。

一、赴陸行程

| 日期 (10 月) | 主要活動 | 工作重點 | 地點 |
|--------------|------------------|--|----|
| 19 日 (週一) | 台北到北京 | 路程 | 北京 |
| 20 日 (週二) | 與核應急響應技術支持中心進行交流 | 討論議題： 1. 涉核事件公眾溝通(陸方林秀景主任助理) 2. 公眾溝通(台方杜若婷科長) 3. 新媒體(台方杜若婷科長) | 北京 |

| | | | |
|-------------|------------------------|--|----|
| 21日 (週三) | 與核應急航測技術支持中心進行交流 | 討論議題： 1.核應急航空監測管理(陸方房江奇工程師) 2.核應急航空監測方法與數據管理(陸方倪衛冲副總工程師) 3.核安第21號演習(台方黃俊源主任) 4.2015北部輻射監測中心核安演習成果(台方唐大維技正) 5.核安演習之陸地偵測(台方邱信男技士) | 北京 |
| 22日 (週四) | 北京到大連 | 路程 | 大連 |
| 23日 (週五) | 參觀紅沿河核電站，並與遼寧省核應急辦進行交流 | 重點： 1.參訪紅沿河核電站及其應急作業 2.了解遼寧省、大連市的核應急作業 | 大連 |
| 24日 (週六) | 大連到台北 | 路程 | |

二、我方人員名單

| 姓名 | 職稱 | 服務單位 |
|-----|---------|----------|
| 陳文芳 | 代理副處長 | 核能技術處 |
| 黃俊源 | 簡任技正兼主任 | 核能技術處 |
| 陳正煌 | 科長 | 核能技術處 |
| 杜若婷 | 科長 | 綜合計畫處 |
| 顏志勳 | 技正 | 核能管制處 |
| 方集禾 | 技正 | 核能管制處 |
| 許雅娟 | 技正 | 輻射防護處 |
| 樂立群 | 技士 | 輻射防護處 |
| 唐大維 | 技正 | 放射性物料管理局 |
| 邱信男 | 技士 | 輻射偵測中心 |

三、陸方人員名單

| 姓 名 | 單 位 | 職稱 | 備 註 |
|-----|-----------|--------|----------------------|
| 胡金武 | 核應急響應技術中心 | 主任 | 北京交流主持人 |
| 黃 敏 | 核應急響應技術中心 | 副主任 | 大連交流主持人(全程參與) |
| 林秀景 | 核應急響應技術中心 | 主任助理 | 公眾溝通、航測技術與談人員 |
| 郜峰麟 | 核應急響應技術中心 | 處長 | 本次參訪聯絡窗口(全程參與) |
| 張 艷 | 核應急響應技術中心 | (研究人員) | 公眾溝通與談人員 |
| 潘永軍 | 核應急響應技術中心 | (研究人員) | 公眾溝通與談人員 |
| 王 華 | 核應急響應技術中心 | (研究人員) | 公眾溝通與談人員 |
| 董澤宇 | 核應急響應技術中心 | 行政學院教師 | 公眾溝通與談人員 |
| 崔玉麗 | 核應急響應技術中心 | (博士生) | 公眾溝通與談人員 |
| 曲天詞 | 核應急響應技術中心 | (博士生) | 公眾溝通與談人員 |
| 孫立新 | 遼寧省核應急辦 | 處長 | 公眾溝通與談人員 |
| 劉紹國 | 遼寧省核應急辦 | 處長 | 公眾溝通與談人員、 遼寧省與談人員 |
| 卜鵬 | 遼寧省核應急辦 | 處長 | 遼寧省與談人員 |
| 王利民 | 核應急航測技術中心 | 副主任 | 航測技術與談人員 |
| 倪衛冲 | 核應急航測技術中心 | 副總工 | 航測技術與談人員 |
| 沈正新 | 核應急航測技術中心 | 副所長 | 航測技術與談人員 |
| 房江奇 | 核應急航測技術中心 | 工程師 | 航測技術與談人員 |
| 高國林 | 核應急航測技術中心 | 工程師 | 航測技術與談人員 |
| 張勝 | 核應急航測技術中心 | 工程師 | 航測技術與談人員 |
| 馬國軍 | 大連市核應急辦 | 總工程師 | 大連市與談人員 |
| 賈濤 | 大連市核應急辦 | 處長 | 大連市與談人員 |

| | | | |
|-----|-----------|------|---------|
| 李孝雙 | 大連市核應急辦 | 工程師 | 大連市與談人員 |
| 方建達 | 紅沿河核電有限公司 | 副總經理 | |
| 張義昌 | 紅沿河核電有限公司 | 經理 | |
| 薛峰 | 紅沿河核電有限公司 | 處長 | |

參、參訪概要

本次技術交流針對公眾溝通與空中偵測技術各安排一天會議研討，地點在北京裕龍國際酒店會議室，由本會核能技術處陳文芳代理副處長與陸方核應急響應技術中心胡金武主任共同主持，雙方致詞中提及在「海峽兩岸核電安全合作協議」架構下，可就核電安全、緊急通報及應變整備和資訊公開等議題多進行交流合作，且本次議題著重緊急應變整備和民眾溝通，在聚焦的議題下可更確實地分享彼此的經驗，有助核電安全的提升。陸方表達知悉龍門電廠被封存，我方則對陸方於福島事故後，中國大陸國家能源局制定的核電「十三五規劃」中涉及核電發展中長期展望詢問，陸方回應預計於2030年，大陸的核電發電量占比將提升至8%至10%，在此目標下，大陸每年將開工建造5、6部機組，故未來核電將是大陸提升非化石能源發電占比的重要力量。



圖 1 台灣人員出席會議



圖 2 陸方人員出席會議

第一天討論議題針對公眾溝通計有三個簡報，第二天討論議題針對航測技術計有五個簡報。分述如下：

一、公眾溝通議題研討

近年來有關核電的「公眾溝通」議題越來越受到陸方關注，尤其在日本福島事故之後，發現核電與輻射對一般民眾而言，就像是蒙著面紗般神秘、無法理解，因此稍有媒體報導就很容易引起恐慌，尤其中國大陸現今有 25 部機組運轉(裝機容量 2300 萬千瓦)，26 部機組在建造中(裝機容量 3000 萬千瓦)，所以非常希望

第一天研討的主題能就「公眾溝通」這個部分，雙方進行經驗交流與討論，陸方參與人員除核應急響應技術中心外，以及來自國家行政學院(類似台灣之國家文關學院)的教授與博士班學生，尚包括遼寧省核應急辦共 11 人。上午先由陸方核應急響應技術中心林秀景主任助理就「涉核事件公眾溝通」提出報告，內容大致包括涉核事件定義與分類、過去民眾恐慌案例說明及溝通做法、現今公眾溝通的理念與做法以及考量重點等。

從陸方的簡報中，涉核事件可分為二類，分別為涉核事故及涉核危機，涉核事故的特點係事故影響大，但發生機率低，涉核危機的特點為多發、頻發，其中涉核事故雖然發生機率低，但如果真的發生則對社會甚至全世界產生影響，其影響範圍既大又深遠，例如：美國三哩島事故後，導致美國核電發展停滯 30 年、日本福島核事故之後，影響全球的核能的發展，如導致德國廢核，也使大陸暫停內陸核電發展；涉核危機雖然嚴重程度較低且影響也較小，但由於是核能或輻射有關的事件，如果沒有妥適處理，民眾容易因負面的訊息而造成社會危機或群眾事件，例如 2009 年 6 月的河南杞縣輻射照射場「卡源」事件、2011 年日本福島事故時大陸搶鹽事件、2012 年安徽望江縣反對江西彭澤縣核電廠的興建事件、2013 年 7 月廣東江門鶴山反核事件、民眾反對興建東南沿海第一座核燃料加工廠等，所以只要與「核」相關的公眾溝通，其溝通效果的良好與否，是會影響整個社會的穩定以及核能的發展，因此，對於核能與輻射相關的公眾溝通工作是愈形重要。



圖 3 涉核事故定義與分類



圖 4 涉核事件：河南輻射照射場「卡源」事件

其次，陸方報告時特別強調，當事件發生時，對於公眾的溝通務必要即時、簡明易懂，才能得以平息公眾恐慌不安的心情，而且溝通良好與否，會影響公眾對政府、對專業的信任度，所以非常重視涉核事件的公眾溝通。譬如 2011 年 3 月 11 日的日本福島核子事故發生時，3 月 16 日即有大批公眾因聽信謠言開始至各大超市及賣場搶鹽，政府隨即在 3 月 17 日上電視闢謠，隔天搶鹽風波才得以平息，所以即時的澄清是很重要的；又如 2009 年河南杞縣輻射照射場發生「卡源」事件，是 Co-60 照射場的射源架上去後無法順利退下來，雖然只是設備故障，但因當時不實的傳聞，導致附近居民心生恐懼，很多民眾打包行李，準備舉家遷移進行自主疏散，當時地方政府也是立即發布聲明，快速透過媒體通知，才平息民眾不安的心情。

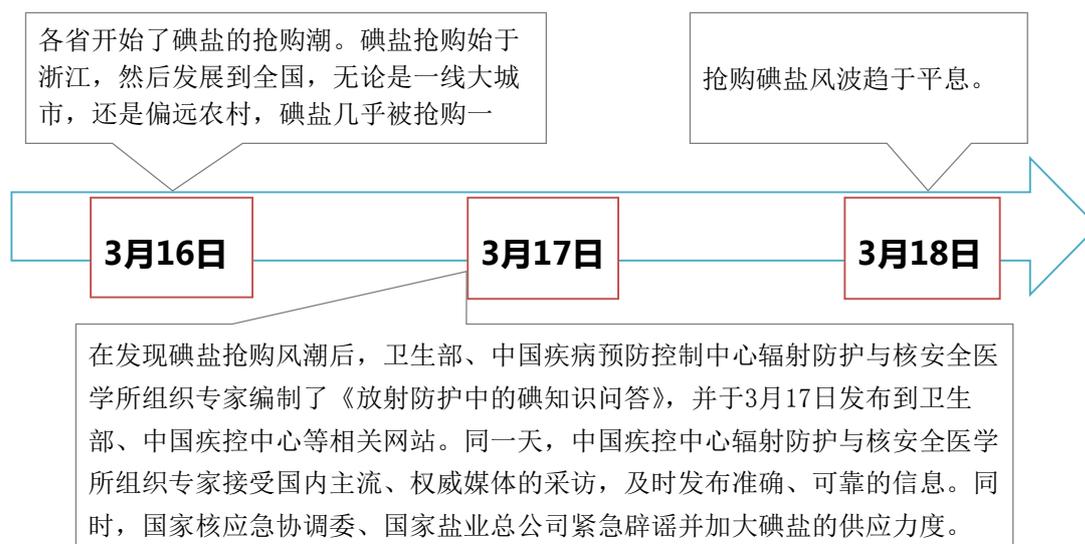


圖 5 福島事故時搶鹽事件時序





圖 6 福島事故時搶鹽事件

另陸方認為目前在公眾溝通上所面臨的難題則是因為地緣遼闊，人口眾多，所以宣傳範圍難以全部涵蓋，因此目前對公眾溝通所考量的重點是：加強涉核事件公眾溝通的頂層規劃，也就是國家、省及核電廠集團都要制定「公眾溝通規劃」以配合核電廠中長期的發展。此外，根據「公眾溝通規劃」還要訂定具體的「涉核事件公眾溝通預案」及其執程序，接著再制定短期、中長期的人才培訓計畫，並將涉核事件公眾溝通納入各級應急管理培訓體系中。也就是說將涉核公眾溝通的地位予以法制化、設立各級核應急組織，並建立涉核公眾溝通智庫、擬定工作方案、制定短中長期培訓計畫，以進一步加強核能安全溝通的推廣工作，增強民眾對核能與輻射的認知。



圖 7 陸方加強涉核事件公眾溝通頂層規劃之面向

在與民眾溝通的具體作法上面，辦理全國核應急宣傳週活動；利用網站、微博、微信、媒體、新聞發布等方式公開資訊；建置核電科技館（展示館）作為介紹核電的宣傳中心；訂定核電廠開放日，邀請民眾參觀；拍攝核電廠相關紀錄片；邀請知名人士、學者講解核能相關知識；進行核能相關的科普教育演講、座談會；以及辦理核電走進校園活動和青少年核能夏令營等等，期望讓核能相關知識普及化；目前更改變宣傳方式，透過與高人氣、高收視率、對全國影響力高的電視台（如湖南衛視）合作，並考量不同族群的收視習慣與接受度，製播核電知識相關節目，譬如於 2014 年 12 月 25 日晚上 6 點半至 7 點（晚餐時間）播出的「新聞大求真-核電廠是否是超強輻射源」節目，就是由政府官方(主要負責有 3 人)和民間媒體(主要負責有 3 人)一起策畫拍攝，藉由大陸「爸爸去哪兒」名節目主持人李銳親身走訪大亞灣核電廠，實地量測廠內輻射劑量，配以詼諧幽默的方式去探尋公眾對核電廠的疑問，再由訪問核輻射相關專業人員來解惑；該節目收看的觀眾以高中生居多，除創下該時段的收視率第一外，也創下該節目有史以來同性質題材的收視率第一，可見得深受民眾喜愛。至於在強化執行公眾溝通人員的知能與技術上，則開始每年辦理「全國涉核突發事件應急管理領導幹部研修班」，且於緊急應變訓練時，亦加入了公眾溝通的訓練，所以顯見大陸方面已經相當重視涉核事件的公眾溝通。



圖 8 邀請微博、微信的名人體驗核電廠，利用名人效應使其粉絲產生信任



圖 9 針對青少年製播的「新聞大求真」-核電廠是否是超強輻射源節目



圖 10 針對青年製播的「天天向上」節目中談核電（即將錄製）



圖 11 針對社會菁英製播的「對話」節目中談核電（籌備中）

經過上午陸方公眾溝通的介紹與討論後，下午則由我方綜計處杜若婷科長分別就「公眾溝通」與「新媒體互動」進行二項經驗分享簡報。陸方代表對我方建置之「核安即時通 APP」、台北火車站疑似輻射超標新聞事件之處理、核電廠附近居民之逐里溝通和疏散演練活動、利用影片或社群媒體澄清資訊及拍攝「原來如此」系列等影片，以及製作融入日常生活之文宣品(如防護月曆、L 型夾等)，深感興趣並提出諸多請益，均認為我方於公眾溝通上採取多元管道、即時回應的處理模式較陸方更為細膩深入。

公眾溝通議題討論時，感覺上大陸的民眾接觸網路機會越來越多，瀏覽相關報導或文章渲染下，致對於核能安全也存在著懷疑的態度，然陸方積極發展核能，故陸方也愈是重視溝通，所以特別邀請類似台灣之文官學院或公務人員發展中心的國家行政學院的教授和學生列席參加俾學習台灣經驗。於此議題討論時，陸我

雙方於民眾說明輻射危害的想像時，都引用綠巨人浩克和怪獸哥吉拉來表示，此一雷同，讓雙方對民情的相似會心一笑，此也令雙方更一致認同應多作民眾溝通及將輻射防護資訊科普化。此外，陸方可挾政府力量要求電視台協助錄製或託播科普宣傳影片，此係台方所不能，然陸方影片的內容和製作邀請微博、微信的名人體驗核電廠，利用名人效應使其粉絲產生信任，或引入電廠周圍的居民談話和電廠員工宿舍在地深耕實例來強化「可信賴」印象。然而，陸方認為台灣在資訊公開作法上更為開放，甚多值得借鏡，且民眾監督的力量更是強大。雙方熱烈討論互動至下午六時許，礙於時間因素，期望未來仍有機會能在「公眾溝通」的議題上持續交流。



圖 12 陸方代表翻看欣賞我方文宣品

二、空中偵測議題研討

在第二天研討會陸方由「核應急航空監測技術支持中心」王副主任利民率其他 5 位專家進行交流簡報，第一場由房江奇工程師介紹陸方「國家核應急航空監測管理現況」，內容有 (1) 國家在核應急方面的管理工作組織體系，(2) 國家核應急技術支持體系；包含國家核應急響應、核應急監測、核應急輻射防護、核應急醫學救治、核應急航空監測、核應急氣象監測預報、核應急海洋監測、核應急行動等 8 類核應急技術支持中心，如圖十三所示。以及輻射監測網絡、食品和飲用水監測網絡、核應急醫療救治網絡、海洋輻射監測網絡等 4 個網絡，如圖十四所示。(3) 國家核應急救援體系，(4) 國家核應急法規標準體系，(5) 法律法規介紹，(6) 核應急航空監測隊伍與制度建設現況，(7) 核應急航空監測目前存在的

困難等共七個項目。航空監測技術支持中心於 2009 年第一次參與國家核應急演習－神盾 2009，但是該中心相關規範的建立卻稍為落後，例如「核應急航空監測作業指導書」在 2014 年才完成修訂發布，另外「核應急航空監測規範」等法條目前仍在編寫中。由此可知，陸方在核應急規範部份，先求實質內容，再補齊法令規約。

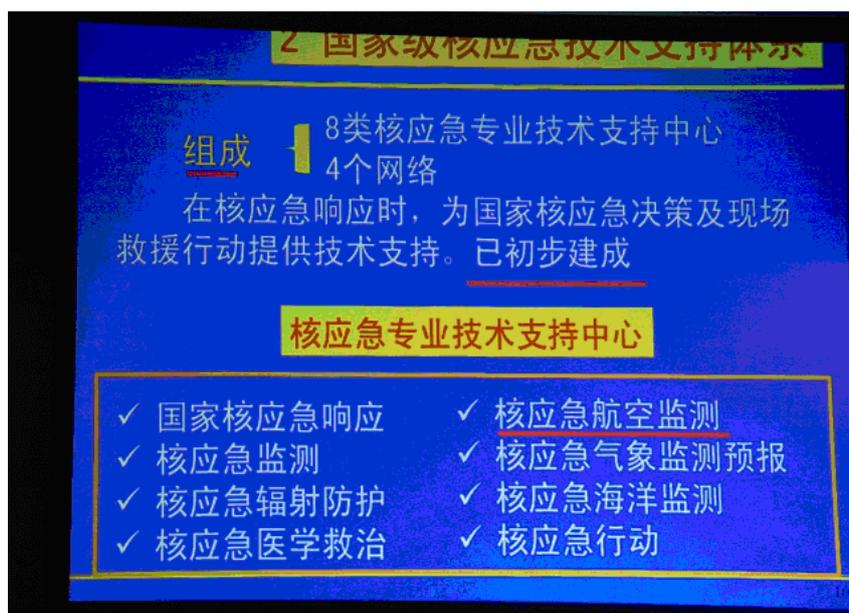


圖 13 八類核應急技術支持中心

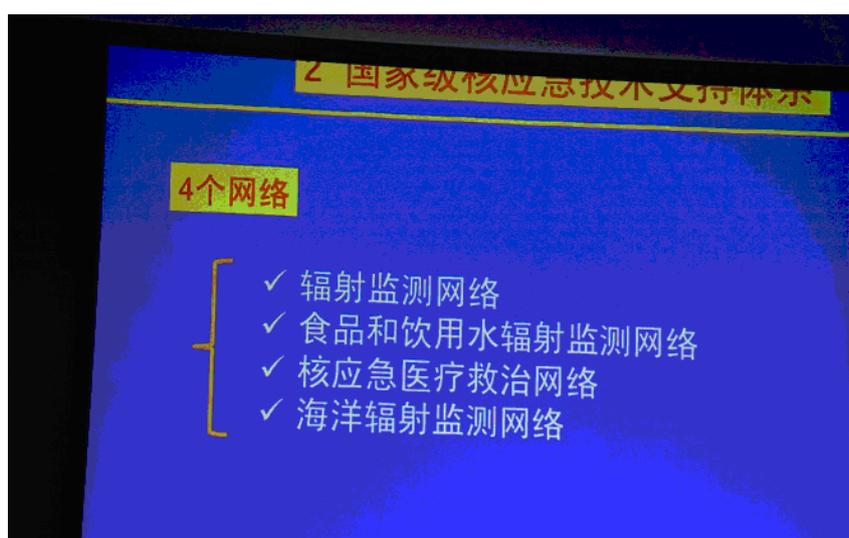


圖 14 核應急技術支持 4 個網絡

第二場專題「核應急航空監測方法與數據管理」由倪衛冲副總工程師報告，介紹 (1) 核應急航空監測依據，(2) 核應急航空監測儀器裝備，(3) 核應急航空監測系統校準，(4) 核應急航空監測方法，(5) 航空監測人員防護措施，(6) 核應急航空監測數據處理等共六個項目。

由於陸方核電廠分布位置遼闊，所以在核應急航空監測技術支持中心下也同時設立了「核應急救援航空輻射監測分隊」，核應急救援航空輻射監測分隊亦為目前陸方 25 支國家級核應急救援分隊之一，該中心及分隊係由陸方中核集團下所屬「核工業航測遙感中心」所承擔的單位；陸方國家核事故應急協調委員會於今年 4 月 28 日在北京為這些國家級核應急專業救援力量和培訓基地授牌授旗。

核應急救援航空輻射監測分隊組織體系有：指揮組、航空監測組、實時傳輸中繼組、數據實時接收與分析組、應急保障組，現場展開示意圖如圖十五所示，但該中心及分隊無自己的飛航載具，僅能經由協調徵用民用航空器作為空中輻射偵測的飛行載具，不過令人印象深刻的是因為要配合航空器的裝載空間，陸方會自行研發大小不一的輻射偵測儀器，各類輻射偵測儀器的體積有 16、32 及 50 公升等設備(如圖 16)。放射型煙羽追蹤量測系統、放射型定向探測系統等(圖 17)。



圖 15 國家核應急救援航空輻射監測分隊現場展開示意圖



圖 16 陸方空中輻射偵測系統可隨飛行載具空間有不同偵測設備



圖 17 放射型煙羽追蹤量測系統、放射型定向探測系統

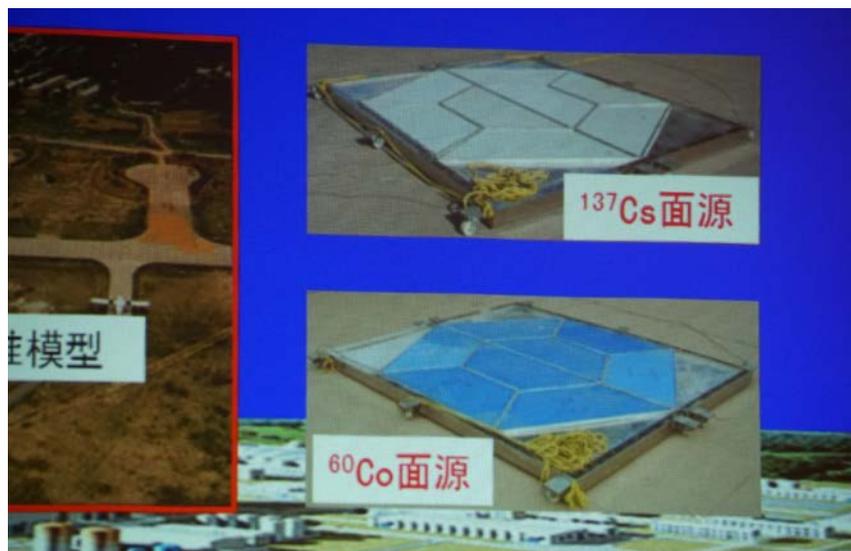


圖 18 陸方自製空中輻射偵測設備之校正射源

陸方對於偵測設備的校正(陸方稱為校准)亦不遺餘力，並且自製 Cs-137 六面體等射源以作為偵測設備校正之用(如圖 18)，我方團員提出不少專業問題，包括該設備之活度與管制等問題。

至於空中輻射偵測方法，陸方與我方做法類似，同時也提到空中輻射偵測作業人員的保護，雖然陸方的空中輻射偵測作業人員不像我方，僅能由軍方人員登機，但對於輻射防護仍有其標準(如圖 19)。

| 任务 | | 回撤指导水平 (mSv) |
|-----|---|--------------------|
| 类型1 | 拯救生命行动 | 250 ^{a,b} |
| 类型2 | 阻止严重的伤害 避免大的集体剂量的发生 场外周围剂量率监测 (剂量率) | <50 ^a |
| 类型3 | 短期的恢复行动 执行紧急防护行动 环境取样 | <25 ^a |

注：a 假定在受照之前服用碘片。若未服碘片，回撤指导水平值要除以5，如果采用了呼吸防护措施，回撤指导水平值可以乘以2；
b 若满足正当性要求，此剂量水平可以被超过，但应尽一切努力使得所受剂量水平低于此值。 应急监测人员应经过辐射防护培训，使他们知道所面临的危险。

圖 19 陸方空中輻射偵測作業任務撤回劑量限值分類

經比對我方空中輻射偵測作業程序書發現，當空中輻射監測之輻射劑量率到達每小時 20 微西弗時，飛行組員及偵測人員應隨時保持戒備；輻射劑量率到達每小時 50 微西弗（暫定）時，應修正飛行路線，朝遠離事故核電廠方向飛行並停止空中（直升機）輻射監測計畫，立即返回基地待命。雙方對於偵測人員的輻射安全防護，陸方作法較為彈性，我方做法較為嚴謹。

陸方在空中輻射偵測雖設立了「核應急救援航空輻射監測分隊」作為核事故發生時之應急單位，然該分隊並無自有的飛機，即事故發生時仍需透過中央政府國家應急辦公室向最靠近事故電廠的機場調動飛機，而由分隊人員前往事故電廠附近機場會合裝設偵測儀器。陸方也對尚未運轉的核電廠作了空中偵測的背景調查，如三門、海陽電廠皆已完成。

當日下午則由我方核安監管中心黃俊源主任簡報「核安第 21 號演習成果」，物管局唐大維技正簡報「2015 北部輻射監測中心核安演習時兵演練成果」及輻射偵測中心邱信男技士簡報「核安演習之陸地偵測」，陸方代表亦對於我方簡報內容提出諸多請益，包括演習時布放射源進行技術驗證的作法，也提出陸方之相對作法，彼此在技術交流上互動熱絡。

兩天的技術研討交流過程，雙方甚為熱絡，台灣與會者更充分把握機會應用茶敘休息時刻瞭解與會者的專業背景，俾就雙方之專精領域作場外討論，如陸方進行簡報之林秀景博士係為核應急中心主任助理，他於當天雖代表陸方進行「涉核事件公眾溝通」簡報，但於茶敘交談後發現林博士在該單位工作，有一項係為從事有關核子事故時之輻射劑量評估。所謂劑量評估是依據核子事故中的放射性物質外釋情節與氣象條件，去評估民眾可能接受之輻射劑量，並提供民眾防護行動採行之建議。經詢問後瞭解目前大陸所使用之劑量評估系統，較像歐洲使用之 RODOS 系統，而採取的民眾防護行動規範和台灣相似，惟台灣採行疏散措施之干預基準，為可減免劑量於 7 天內達 50 至 100 毫西弗，而大陸使用之減免劑量則以 7 天達 100 毫西弗。

二天會議過程中，雙方有諸多互動與經驗分享，顯示雙方在核應急技術交流仍有極大發展空間。在正式議程結束之後，雙方就未來交流活動的作法進行溝通；由於兩岸簽署的協議包括核能安全與緊急應變兩大項目，陸方係分別由環保部所屬核安全局與國務院下之國家核應急辦分別負責，過往兩岸協議工作組會議召開時，該兩機關均會派員共同與會，尚未單獨針對核能安全或是緊急應變進行技術交流。由於本次僅就緊急應變部分進行技術交流，陸方核應急辦胡金武主任視本次活動為兩岸協議簽署後之首次核應急技術交流會議，並期望以後能夠持續進行；陸台雙方也都認為一年一次的核應急技術交流會議對於兩岸的核應急業務推展有其助益；今年台方赴陸參加緊急應變技術交流，我方也邀請胡主任明年率團來台進行核應急技術交流，並期盼未來每年互訪進行技術交流能成為常態化。陸方更是認為類似本次的會議方式可讓雙方對選定的議題作深度的技術交流誠屬難

得可貴，而為促使未來互訪技術交流之常態化，陸方也表達將納入年度計畫編列經費來辦理。



圖 20 研討會後大合照

三、參訪紅沿河核電廠

10月23日一早前往紅沿河核電廠之前，先到大連市區內的現代博物館參觀，現代博物館位在大連市最大廣場(星海廣場)旁，是民眾甚為喜歡的一休閒遊憩地點，紅沿河核電廠之所以選擇與現代博物館合作，即是考慮「集客」效應。紅沿河核電科普長廊設在現代博物館的二樓，區位上可以使進入博物館內參觀展覽之民眾，需順道參觀紅沿河核電科普長廊，瞭解有關核能發電的相關知識。科普長廊內有縮小比例的燃料組件及電廠全貌圖，這和下一站要參觀的紅沿河核電廠內的科普展廳(就像台灣核電廠附近設的展示中心)是一致的。當民眾參訪現代博物館時可經由瀏覽長廊時，不經意的接觸到核電知識，進而提升對核電的認識，這是紅沿河電廠與現代博物館合作的宗旨，經詢問，此館內科普長廊展場的布置係由紅沿河提供經費和作內容更新，也對館內的導覽人員提供訓練和解說素材，且紅沿河電廠員工也會利用假日到現代博物館作志工協助解說，若有民眾提問係現場人員無法回應的，也會轉知核電廠尋求支援，核電廠也會定期聯繫瞭解民眾

詢問事項或疑難。但回台後連結到大連現代博物館的官網卻查不到紅沿河核電科
普長廊的相關訊息，不知是否有其他考量因素，或是常設展故無於網上刊登。



圖 21 現代博物館內紅沿河核電科普長廊部分展出內容



圖 22 現代博物館內之紅沿河核電科普長廊

在結束博物館科普長廊參觀後，由大連市核應急辦公室馬國軍總工程師、賈濤處長及李孝雙工程師陪同下，隨即前往紅沿河核電廠，路程約 2 個多小時。首先，至核電廠站科普展廳進行參觀，在紅沿核電廠方建達副總經理(兼安全副廠長)及負責緊急應變業務的張義昌經理陪同下，由解說人員說明紅沿河核電廠一號機於 2007 年 8 月開工，為壓水式反應器(PWR)，預計將建置六部機組，2012 年 11 月第一部機組裝填燃料，2013 年 2 月商轉，現今已有三部機運轉，2015 年年底第四部機組即將商轉。

紅沿河核電廠是大陸第 1 個設有海水淡化廠的電廠，電廠成立周邊關係部門，紅沿河鎮離電廠約為 7 公里，約有 1.6 萬居民，每年節日皆會辦理相關的活動，例如九九重陽節時，拜會當地 80 歲以上老人，贈送帽子、圍巾、手套等，與民眾真誠交心傳遞真心誠意，以一對一方式深入了解村民情況，了解民眾訴求。核電廠提出的溝通宣導策略為「一個人對一個村」，採取一對一的對接機制，隨時下鄉瞭解其動態，形塑值得信任的形象，傳遞民眾需求，但不回應不當之要求(如加開不必要之馬路)。此外也在當地學生的教材中加入核能發電的概念，並搭配展示館執行校外教學。台方則分享在緊急應變計畫區的「家庭訪問」登門將防護資訊送達及瞭解民眾碘片、載具等需求的活動，和目前已經由逐里宣導發展為逐里疏散演練來更落實緊急應變的民眾溝通教育。

解說人員表示，核電廠並未給當地居民回饋金，只有向政府繳稅。但當地國中、國小、幼稚園由電廠出資建設，並捐贈車輛解決當地交通問題。且會定期找大連之醫院醫師到本地義診，以及邀請文藝團體到當地免費表演。廠方認為此類關懷廠外民眾行為是屬於設施經營者應擔負之社會責任，並非是政府的責任。解說人員也特地補充說明，因考量到電廠參觀需交通接駁，為推行核能安全教育，紅沿河核電站特於大連市博物館設有專櫃(科普長廊)，每年提撥經費和人員供博物館使用，博物館解說員每年至電廠訓練半天，電廠不定時派員查看博物館解說人員現場解說狀況和瞭解有無需新增答覆或解說內容。



圖 23 紅沿河核電廠之科普展廳

展廳內設有一大型看板，說明：「核電站 24 小時線上體檢-為確保身體健康，人們一般每年定期體檢，透過測心電圖，血壓、彩色超音波等方式了解健康狀況，而紅沿河核電站則是全天 24 小時線上體檢。每台機組配備數千個監測儀表，它們實時監測各個系統、設備運行狀態，監測信息實時傳輸至主控室，便於操縱員了解機組運行狀態。一旦個別參數出現異常，系統將自動報警，提醒操縱員及時按程式處理故障、穩定機組。營運人員全天每 8 小時一班輪換，每班進行 3 次現場巡視，檢查各個系統、設備狀態，發現異常及時報告主控室並採取必要措施，確保機組安全運行。」上述內容亦在「核電與環境」宣導品中「核電站 24 小時在線體檢」一章中提到，所使用之控制室圖片下方特別寫明「核電站主控室操縱員 24 小時監控各種數據」。現場看到這些的介紹，特別令人印象深刻，因為國內核電廠只進行每一值班只執行 2 次現場巡視，較陸方電廠少一次，可做為我方未來檢討之方向。另原能會核管處人員之前曾在夜間執行不預警視察時，於夜間出門時，有鄰居提及不知晚上也有人在核電廠工作，顯示核電廠各項工作的辛勞，如能從不同面向去呈現，以淺顯的說明讓民眾瞭解，更能顯現出核電廠獨特的安全考量、設計及監督管制，建議能在適當時機請核電廠加強。



圖 24 紅沿河核電廠的標語

中國大陸甚喜標語，從馬路街道的「善用自然的能量」到工地的「重實際作實事結實果作好最基礎的工作練好作基本的功夫」及紅沿河核電站到處標示的「一次把事情做好」之標語，希望工作人員重視安全並內化為組織文化，抱著認真負責的態度，時時提醒自己把事情做到一次到位，達到電廠核能安全、輻射安全，才可為國內民眾的安全把關；這和台灣核能電廠要求落實核安文化的管理方式是不謀而合。



圖 25 紅沿河核電廠參觀平台合照

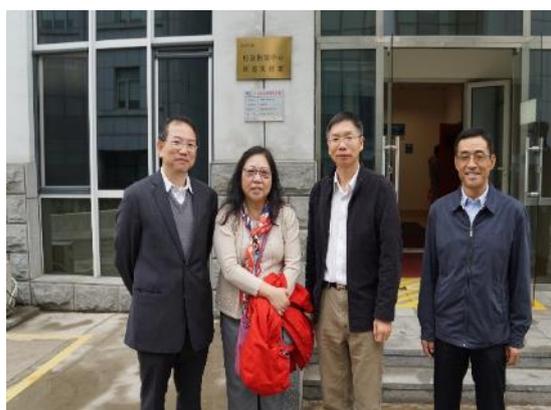


圖 26 核電廠應急指揮部外觀



圖 27 核事故應急準備流程

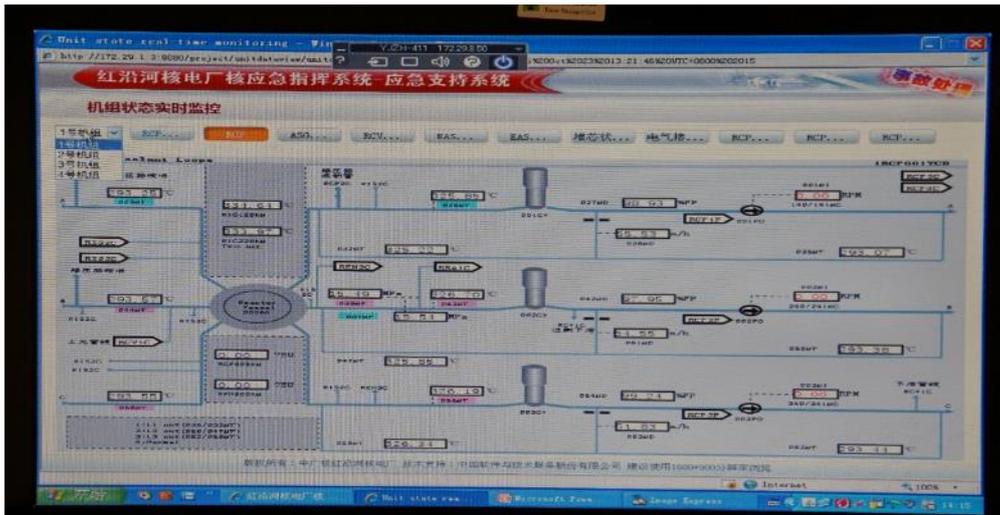


圖 28 聽取紅沿河核電廠員工報告核應急指揮系統等簡報簡報

至參觀平台遠眺四部機組之後，前往核電廠之應急指揮部，係位在一棟 4 層樓的獨立建築，分成左右二部分，該建物一邊為環境實驗室、一邊為應急指揮中心，應急指揮部設於 4 樓。

指揮部下設置有工程協調組、後勤支持組、安全保衛組、運行支持組、技術支持組及運行控制組等，我們所到的簡報室為應急指揮部的辦公室，中間的桌面排有應急總指揮、運行副總指揮、工程副總指揮、公眾訊息助理等名牌，除了中間大螢幕外另有 6 個小螢幕，後方可見電話、傳真機、程序書櫃子等，後方有一連通小辦公室係通信控制台室來負責訊息的傳送，據電廠人員說明此應急空間約有 2100 平方公尺，配有過濾系統、也符合耐震規定，然台灣應變場所設置的輻射劑量的顯示器則未見。而因該廠日內即將進行演習，座位上的公文內已備妥演習用的表單，如應急指揮部應急響應行動單(附件一)，基本上是一張 check list 便利人員登錄相關應變事宜及回報用，以所

取得的樣張是和訊息通報較相關，記載有應變啟動(接到緊急狀態的電話通知後，以電話通知應變成員到達應變地點、報到後的 TLD 和 EPD 之配戴與劑量登記、登錄電廠應急指揮系統)、信息通報(廠外發送應急通告、確認)、應急處置等。



圖 29 TSC、人員休息室與備糧

TSC 則設於同樓層的另一辦公室。而在參訪時，也注意到有規劃餐廳、食品存放間及應變人員的休息室等，在外電中斷時有直流電源可支撐 12 個小時，也有緊急柴油發電可支撐 168 小時，而食品存放間也備有礦泉水及泡麵等食品。在牆上有廠外防護行動建議流程、應急組織、疏散路線圖、煙羽應急計畫區、食入應急計畫區等掛圖。



圖 30 應急等級、廠內外應急組織關係圖

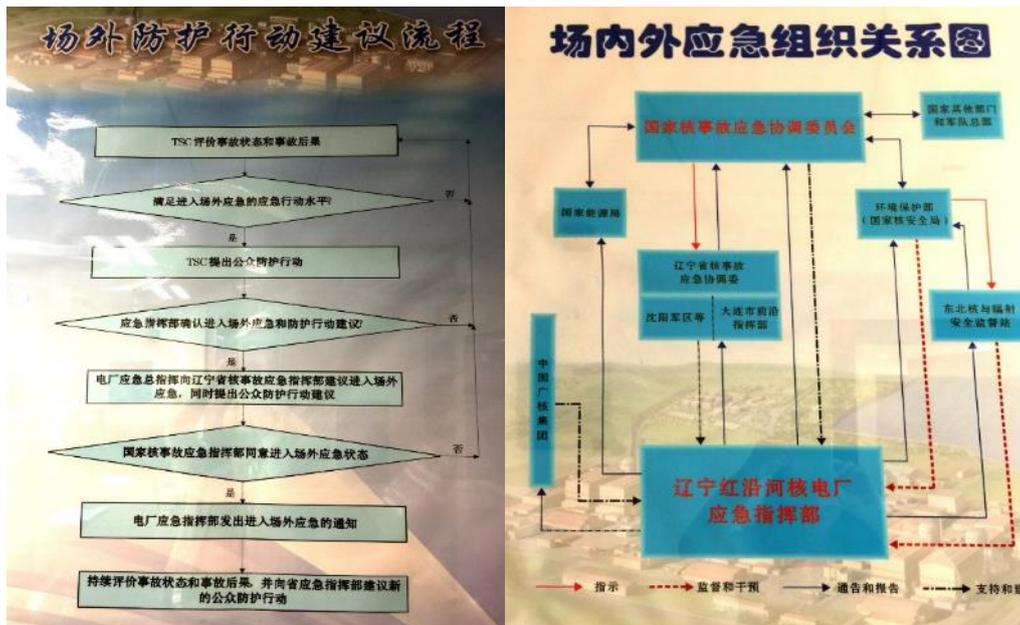


圖 31 應急等級、廠內外應急組織關係圖



圖 32 就疏散路線與煙羽應變計畫區討論



圖 33 紅沿河核應急準備大事記

當天在應急指揮部接待我們的是保健物理處薛峰處長(以下簡稱薛處長)，他簡單介紹了「紅沿河核電廠核應急指揮系統」，該系統可經挑選來顯示機組進而提供反應爐心溫度壓力等訊息，俾利決策指揮應用，也說明紅沿河電廠至 2015

年為止將有四部機組商轉，建置花費近 560 億人民幣(約為新台幣 2,800 億元)，因考量節省成本，目前四部機組採用中國自主智財權的 CPR1000 技術。簡報後，薛處長表達希望能取得「台電核能月刊」，因該月刊中有甚多技術文章可供技術精進用。薛處長提及之前係於廣東省大亞灣核電站工作過，在參訪行程緊湊下，同仁除了應變方面，也詢問了輻防相關問題，訪談內容包括 (1) 在台灣核電廠的保健物理組在大陸係保健物理處，該處下設有 7 組，分別為消防作業(系統防火)、消防隊(一般防火)、職業醫療、工業安全、緊急應變、輻射防護及安全保衛組。預計正式編制 82 名，目前已有 55 名正式員工，而職業醫療組平常有 3 位醫生常駐電廠。(註：台灣核電廠保健物理組下面設有輻射防護課、劑量評估課及廠區環境課)。(2) 紅沿河核電廠運轉約 10 個月後即進行機組大修，之後會視情況慢慢將運轉時間拉長，而最近一次大修時間約為 40 天。電廠大修時之工作人員集體劑量為 293 人毫西弗，法規規定輻射工作人員年平均劑量不要超過 20 毫西弗，但是大陸電廠的劑量約束值每年不超過 15 毫西弗。而台灣電廠的行政劑量約束值為 18 毫西弗，而 PWR 大修時的集體劑量較 BWR 劑量為低。

針對電廠緊急應變事項，詢問了電廠的消防隊是自己組建的，處理核應急事件之安全保衛與緊急搶修聯合指揮部距機組離爐心 1100 公尺。也詢問電廠使用之燃料在第 1 期時係由 AREVA 供應，之後都由大陸國內生產自製(中國核工業集團)。而當事故時若圍阻體高壓，其圍阻體排氣之操作由電廠決定，而非政府。

2011 年日本福島事故後，核能業界開始注意多機組事故之應變，然而有 6 部機組的紅沿河電廠並未針對多機組事故進行演練，據電廠張經理之說明，係因日本福島事故是因海嘯引起之多機組事故，紅沿河電廠雖在海邊，但因淺海又少地震，故沒有海嘯威脅，且美國核管會(NRC)也未處理此議題，因此不需做多機組事故演練。

因台灣馬鞍山核電廠(核三廠)曾發生廠區全黑事故，所幸當時因風險評估而加裝第五台緊急柴油發電機才免於機組發生爐心熔損事故。紅沿河核電廠除原設計之安全相關緊急柴油發電機外，未有增加配置其他(第五台)緊急柴油發電機；

未設的原因為法規或中央無要求，故僅有原設計之安全相關緊急柴油發電機，若要增設緊急柴油發電機，待法規或中央要求再予辦理。

隨後前往應急指揮部中各組辦公室進行參觀，其中有關人員防護的安全保衛組，備齊著數部輻射偵檢儀器(每年校正一次)，有人員劑量佩章(包括熱發光劑量計及電子劑量計)，櫃內並擺放著核子事故應變相關程序書。陸方目前採取緊急曝露劑量的標準，在搶救生命或避免燃料損害防止大量放射性物質外洩，在評估帶給民眾的利益大於搶救人員的風險，針對出於志願搶救人員後，曝露劑量可超過 500 毫西弗。但為避免公眾嚴重損傷及避免大量集體劑量，曝露劑量不可超過 100 毫西弗。而國內所訂之標準，除在搶救生命，劑量儘可能不要超過 500 毫西弗，其餘搶救人員所受緊急曝露應該儘可能不要超過 100 毫西弗。



圖 34 劑量計與偵檢器



圖 35 核應變相關程序書

應急照射劑量控制水平

| 类别 | 应急任务 | 有效剂量 (mSv) | 备注 |
|-----------------|--|------------|---|
| 1 ^{a)} | - 救援生命行动，或 - 防止核心损坏或堆芯熔毁时防止大量泄漏，并且行动给他人带来的利益明显大于他们本人承受的风险 | >500 | 1. 如果行动是正当的，仍然必须尽一切努力来降低工作人员的健康剂量 2. 接受过辐射防护培训，熟悉各种防护措施 3. 充分了解即将接受的辐射的危险情况 4. 由职业医学医生参与评价 5. 自愿的 |
| | - 防止核心熔毁或堆芯熔毁时防止大量泄漏 | <500 | 1. 接受过辐射防护方面的培训，熟悉防护仪器的使用方法 2. 了解即将接受的辐射的危险情况 3. 必要时由职业医学医生参与评价 4. 自愿的 |
| 2 | - 防止公众严重损伤 - 避免大的集体剂量 - 防止有重大或灾难性事故的演变 - 反应堆安全系统的恢复 - 场外环境监测率监测 (γ剂量率) | <100 | 1. 接受过辐射防护方面的培训，熟悉各种防护措施 2. 必要时由职业医学医生参与评价 3. 了解潜在的辐射后果 4. 自愿的 |
| | - 短期恢复操作 - 实施紧急防护行动 - 环境监测 | <50 | 1. 接受过辐射防护方面的培训，熟悉各种防护措施 2. 必要时由职业医学医生参与评价 3. 了解潜在的辐射后果 4. 自愿的 |
| 4 | - 长期恢复操作 - 与事故没有直接关联的工作 | 按职业照射控制 | |

注：在1类应急干预行动中，除为抢救生命而采取的行动外，必须尽一切努力把剂量保持在单一年份最大剂量限值的10倍以下(500 mSv)，以避免对健康的确定性效应。此外，在采取行动的工作人员所受的剂量可能达到或超过500 mSv时，只有当给他人带来的利益明显大于他们本人所承受的风险时，才采取行动。

圖 36 大陸緊急曝露劑量標準

應急照射全身γ外照射劑量控制水平

| 类别 | 应急任务 | 外照射剂量 (mSv) | 备注 |
|----|--|---------------------|---|
| 1 | - 救援生命行动 - 防止堆芯损坏或堆芯熔毁时防止大量泄漏，并且行动给他人带来的利益明显大于他们本人承受的风险 | >250 ^(a) | 1. 如果行动是正当的，仍然必须尽一切努力来降低工作人员的健康剂量 2. 接受过辐射防护培训，熟悉各种防护措施 3. 充分了解即将接受的辐射的危险情况 4. 由职业医学医生参与评价 5. 自愿的 |
| | - 防止堆芯熔毁或堆芯熔毁时防止大量泄漏 | <250 | 1. 接受过辐射防护方面的培训，熟悉防护仪器的使用方法 2. 了解即将接受的辐射的危险情况 3. 必要时由职业医学医生参与评价 4. 自愿的 |
| 2 | - 防止公众严重损伤 - 避免大的集体剂量 - 防止有重大或灾难性事故的演变 - 反应堆安全系统的恢复 - 场外环境监测率监测 (γ剂量率) | <50 ^(a) | 1. 接受过辐射防护方面的培训，熟悉各种防护措施 2. 了解即将接受的辐射的危险情况 3. 必要时由职业医学医生参与评价 4. 自愿的 |
| | - 短期恢复操作 - 实施紧急防护行动 - 环境监测 | <25 ^(a) | 1. 接受过辐射防护方面的培训，熟悉各种防护措施 2. 必要时由职业医学医生参与评价 3. 了解潜在的辐射后果 4. 自愿的 |
| 4 | - 长期恢复操作 - 与事故没有直接关联的工作 | 按职业照射控制 | |

(a)：假设已经服用了碘片；如果没有服用，将这些剂量值除以5；如果空气中没有放射性物质或者已经提供了充分的呼吸保护，将这些剂量值乘以2。

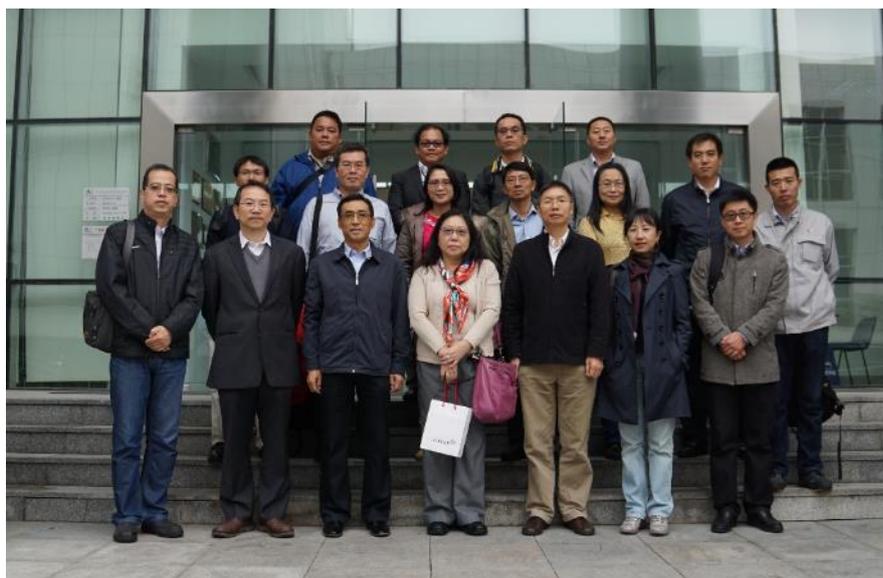


圖 37 紅沿河核電廠應急指揮部訪後合照

肆、心得與建議

一、心得

- (一) 大陸目前運轉的核電機組有 25 部，26 部正在興建中，而受日本福島事故影響暫緩的內陸核電廠興建也已重啟，且將以每年興建 6 至 8 部核電機組速度，朝完成 110 部核電機組運轉發電積極建設，估計 2020 年之前核能發電能力將達 5800 萬千瓦增至 2014 年的 3 倍，並朝 2030 年讓核電發電量占比提升至 8% 至 10% 的目標前進，在此目標下，核設施經營者愈來愈重視民眾溝通俾利電廠的順利興建與運轉。也因大陸近年來，少數幾個個案讓其體認到民眾會因負面的偏見、恐慌、謠言或反核的情緒以及少數別有用心的人與組織伺機發起的群眾事件，引發社會危機，進而影響到社會的穩定或核能的發展，因此更是重視核能公眾溝通和科普教育的推動。溝通的體系從國家到省級再到核電廠設施經營者，均予以制度化；執行面向則由研究工作到編列工作項目、制定程序再到溝通人才的培育，全面展開與民眾溝通的企圖心。
- (二) 大陸官方雖有言論自由之控管，但鄉民在網路的一般議題發言仍有相當的自由度。面對網路的輿論，大陸官方則可輕易透過媒體對民眾進行軟性或剛性的「政令宣導」，如透過娛樂性節目導引民眾趨向政策方向之軟性宣導，或是在各節目時段直接發布訊息之剛性宣導，來制衡網路上與政府政策方向相悖之言論；大陸官方針對網路活躍之族群進行分析，再由活躍族群喜好之媒體進行公眾溝通手段，進而對此主要族群進行重點溝通，此「知彼」之分析，可供台灣借鏡，未來仍可藉調查、分析瞭解民眾或鄉民疑慮，俾「投其所疑」的提供資訊。
- (三) 技術交流會議中，可感受到陸方在燃煤發電廠所造成的空氣汙染及霧霾的環境下，民眾相較地認同核能是清潔的能源，此認同態度對陸方推動核電較具優勢。陸台雙方對「民眾溝通」之方式均有相同認知，即要從民眾的需求為考量，因此除了快速、即時的資訊提供，以避免以訛傳訛造成恐慌外，溝通宣傳的內容也要分齡分眾、要簡明清楚並減少使用專業用語，以及透過辦理不同類型的活動、演講、座談或科普教育方式進行，以強化民眾對原子能知識的認識、提升對政府的信任度。

- (四) 在核能知識溝通或科普推廣方式的運作上，陸方利用「名人效應」、第三方見證代言及拍攝綜藝化核電知識節目的成效佳；我方則是以文宣製作、科普教育、新聞事件之即時回應與運用新媒體溝通為強項。此外，陸方會使用「絕對安全」、「肯定沒事」等字眼，來拉近與觀眾的距離，增加親切感及對核電廠的信心，惟這類用語較少出現在我方文宣中。陸方喜引入電廠周圍的居民談話和電廠員工宿舍在地深耕的實例，來強化「可信賴」印象，且紅沿河核電廠有設立專屬公眾溝通之部門，專責拉近與地方人士之關係，此值得我方借鏡。對照民情相異，台灣核電廠的附近居民甚少同意發聲，此仍有待電廠更落實當地的經營。雖然雙方輿情不同，惟民眾恐輻或疑輻心態卻是相同，建議未來雙方可持續就執行細項提供經驗分享。
- (五) 參訪紅沿河核電廠，藉由電廠解說人員分享，瞭解設施經營者對居民的溝通模式，以每年接待六至七千人參觀電廠，去除外界對核電廠的神祕化；另對電廠周遭七公里範圍內亦提供多項敦親睦鄰政策，例如送科技、送醫療資源、送藝文活動的「三送」回饋，重陽節拜訪 80 歲以上老人、協助地方建設，透過希望工程籌建希望小學、中學，捐贈幼兒園校車、協助地方消防工作等，以善盡企業責任；此方面與國內核電廠敦親睦鄰的方式類似。
- (六) 本次參訪行程中，可看出大陸地區積極發展核能發電，在應變工作上也做了許多準備；在交流過程中，陸方在核應急組織規模及硬體部份，投入大量經費於研究設備及環境監測系統等建設，在航空輻射監測方面，組織規模分工細緻，航空監測設備齊全，綜合監測技術全面，強化了緊急應變組織的動員能力，可看出陸方對於核災應變的投入與支持。囿於交流時間，且兩岸使用之航空監測系統不盡相同，無法由大陸航測中心的簡報即全盤了解掌握目前陸方發展之情形。雖陸方當天未提供實際航空監測之劑量圖，然而仍有些長處均可為我方學習觀摩。於福島事故後，我國在與美國能源部 NNSA 的合作下，也建立了空中輻射偵測的能力，然在射源校正或評估程式的自主能力上仍有精進空間。此外，陸方對尚未運轉的三門、海陽電廠完成了空中輻射偵測的背景調查，此建立背景資料方式也可值得我方參考。
- (七) 大陸的核應急組織體系分三個層級，即國家、核電廠所在省(市)和核電廠營運單位應急組織。在核災技術支援部分，部分有國家實驗室支援，平時進

行研發及進行輻射防護研究與應用，事故時作為國家核應急輻射防護中心與救援分隊。組改後，核能研究所將改隸屬經濟能源部，故國內相關機關或學校如何扮演類似中國大陸輻射防護與災害應變研究單位的角色，擔任其在核事故應急的技術支持，值得研究及參考。

(八) 紅沿河核電廠之核應急中心為單一獨立的制震大樓，離電廠內 4 號機最近，距離 11 公尺，有獨立的蓄電池可供大樓 12 小時運作，有獨立的緊急柴油發電機，燃油存量可供大樓 7 天運作。大樓內除有應急指揮部、技術支援中心外，儲糧室、人員休息室、寢室等樣樣俱全。相較之下，國內核電廠因興建時間較早，技術支援中心往往在機組旁，亦無獨立的制震大樓，事故發生時，人員輪值後並無法就近休息或就寢，是可以改善的重點。紅沿河核電廠內無直升機之起降場，暫以足球場來代替，但有夜間無照明無法起降的問題，而國內電廠目前雖已建置，但亦存在夜間照明不足的問題。

(九) 中國核電建設與相關企業規模龐大，大陸急需核電相關專業人才，相關研究所及學術單位陸續成立，且組織眾多。參訪過程中發現大陸核電管制人員及核能電廠從業人員均相當年輕，且為專精之技術人員，顯示陸方對核電產業的重視與投入。在國內因反核聲浪高漲及非核家園的政策，使得國內從事核能相關技術之人員日益減少，人力出現斷層，經驗無法傳承；特別是核能教育人材培育絕非短時間可訓練完備，應正視核能專業人才培育及世代交替，為現有核能設施運轉及日後停機除役工作培育優秀營運與管制人才。

(十) 參訪過程中取得「核電與環境-清潔能源 綠色生活」(如附件二)，由封面發現為大連市環境保護局及遼寧紅沿河核電有限公司共同編製，此作法迥異於國內，因會造成行政不中立及支持核電的聯想。而序言中指出「紅沿河核電廠 6 部機組每年可節省煤 1500 萬噸，減排溫室效應相當於大連森林面積增加 21%，或相當於大連地區 PM2.5 降低 22.2%。」，帶入環保議題所強調的「森林為都市之肺」的概念，及民眾關切的 PM2.5 的空氣污染問題，來展現多元的面向。於「核電站不會發生核爆炸」章中提到「雖然核彈和核反應堆都以鈾為原料，但兩者對純度要求完全不同，核彈要求純度在 90%以上，而核電廠核燃料鈾純度只有 3%左右，如此低的濃度根本不能發生爆炸，正如烈度白酒可以點燃，啤酒卻不能點燃的道理一樣。」，相較我國媒體澄清

說明，陸方的寫法及酒的比喻，更貼近生活且簡明多了。「核安全文化」一章提到「反應堆操縱員百煉成才-紅沿河核電站的反應堆操縱員均畢業於國內重點高等院校。在培養訓練過程中，他們要完成 100 多門課程的學習，並須透過國家核安全主管部門組織的筆試、口試、實操考核，最後通過反應堆操縱員考試。此外，他們還達到國家規定的運行時間要求，方可獲得操縱員執照。任職後，他們要定期運行模擬機複訓，培訓教員在模擬器上人為設定各種難題，以鍛鍊反應堆操縱員應對各種複雜工況的能力。」，相較之下，而對應國內運轉員也是類似的作法，但卻很少有公開的文件去強調此部分的核能安全文化，對於國內運轉員工作，感覺像是電視的幕後工作者，這些人要成為運轉員，其實並不會比考上高普考容易，陸方談到此部分的工作且應該是民眾較易想像的，且較能貼近民意，或許台灣未來將此運轉員的培育也在文宣品中提及和介紹。

二、建議

(一) 應更積極加強緊急事故連繫窗口的互動，訂定雙方輻射監測數據分享與交換機制，持續加強兩岸核能安全技術交流。

大陸投入大規模資金與人力進行核能相關產業發展，在維護核能安全運轉同時，緊急應變是核能電廠事故防禦的最後一道防線，經驗與資訊的分享係強化緊急應變作業重要的一環。我方應更積極加強緊急事故連繫窗口的互動，並可訂定平時大陸核電廠相關輻射監測數據分享與交換機制，持續加強兩岸核能安全技術交流。

(二) 每年互訪進行核子事故緊急應變和整備之技術交流，且成為常態化。

本次技術交流過程甚為熱絡，雙方在選定的議題下作深入的探討與分享，對應急技術的精進甚有助益，也都認為在核應急技術交流仍有極大發展空間，均期望未來能夠持續進行。訪問時，知悉紅沿河電廠即將演習，回台後，透過紅沿河核電廠官方網站得知，核電站已於 10 月 28 日進行廠內演習，藉由應急演習情景庫，從 4 個演習情景中隨機抽取 1 個進行演練外。還首次設計交接班場景，演習全程持續超過 8 小時，陸方表示有效檢驗了應急組織體系

的有效性和應急人員的自主應變能力，已達到預期目的。因兩岸政府皆甚為重視緊急應變演習，而演習目的係為驗證整備成效，此類議題或可納為未來緊急整備技術內容進行交流，並期盼未來每年可就緊急應變整備議題互訪進行技術交流，且成為常態化。

(三) 持續推廣科普教育和落實民眾溝通，核設施經營者須更重視與電廠周遭居民之敦親睦鄰。

讓社會大眾瞭解核安資訊及爭取民眾的共識，有賴民眾溝通的持續辦理。在民眾溝通的作法上，不管是溝通活動的形式（園遊會、志工服務、回饋社區等）或科普落實規劃（出版品、學校課程建議）上，雙方作法並無太大歧異，然紅沿河核電站於大連市區內現代博物館設置展示館，便利民眾就近了解核能，反觀我國台電核能展示館都與核電廠相同設置於離都市偏遠之地區，民眾無法就近參觀，致使核能安全溝通效果打折，台電公司可以考量結合現有的科博館等展館設立展區的方式辦理。台灣在民眾溝通的做法確實且已考量到網路世代，足供陸方參考，然大陸係專制國家且具擁核氛圍下，核電業者卻仍積極爭取民眾支持的態度，積極辦理敦親睦鄰和落地生根的社區經營，即是體認到核電工業或產業之推動，必須與地方發展相結合，不僅促進在地居民對於核工業的瞭解，提供就業機會同時促進地方發展。而台電公司員工若能於核電廠周圍鄉鎮「落地生根」，除可更提升應變時效外，也可助民眾對於核設施所具有的「鄰避效應」的舒緩，進而消弭民眾核安疑慮。

(四) 需更積極進行核電人才培育，傳承經驗，確保核電安全運轉及監管經驗之優勢。

中國大陸積極發展核電，但其具有經驗的核電人才嚴重不足，故積極設立相關研究所及學術單位，培育新人並鼓勵人才投入核能產業，對照我國不利核電發展的情境下，此形勢對同文同種的台灣核電科技人士也深具誘因。當國內從事核能相關技術之人員日益減少，人力可能出現斷層，經驗無法傳承時，更應正視核能專業人才培育及世代交替，積極培育新一代的核電人才，俾讓現有核能設施運轉及日後停機除役工作仍有優秀營運與管制人才，方可確保台灣核電安全運轉及監管經驗之優勢。

(五) 因應網路科技之盛行，民眾溝通作為上需重視新媒體能量和社群網路。

應持續將核能與輻射防護知識，落實於民眾的科普知識教育中，本次活動中可觀察到中國大陸對推廣深耕之用心，甚至與博物館合作應用集客效應來施行。雖然台灣在核安資訊公開透明化上，是略勝一籌，然卻未贏得民眾對核安的信任，故仍需加強科普教育以提升民眾辨析能力，更需提供透明確實即時的電廠運轉安全資訊讓民眾消除疑慮。陸方積極經營邀約微博網路名人參與互動，我國原能會建構核安即時通 APP、輻務小站 FB 等，都是為了經營網路社群之溝通，而未來更應積極地與廣大的網民和新世代積極對話傳播核安資訊。

(六) 持續精進空中輻射偵測能力，且應用為背景輻射調查。

大陸地區積極發展核能發電，也積極投入空中輻射監測，組織規模分工細緻，航空監測設備齊全。於福島事故後，我國在與美國能源部 NNSA 的合作下，也建立了空中輻射偵測的能力，然仍有技術精進空間，未來應持續辦理人員訓練培養能力外，或可參考陸方對尚未運轉的核電廠進行空中輻射偵測的背景調查方式，一來讓我方空中輻射偵測增加實作經驗，也同時建立背景輻射資料。

附件 1

| | | | |
|--|--|---|--|
|  红沿河核电 <small>HONG YANHE NUCLEAR POWER</small> | 应急指挥部应急响应行动单 | 版次: 10 页: 4/1 | <div style="border: 2px solid red; padding: 5px; transform: rotate(-15deg); color: red; font-weight: bold; font-size: 1.2em;"> 演习专用 </div> |
| | | H-TS/EMP/049 | |
| 附录 10: SEH5 应急响应行动单 | | | |
| SEH5 应急响应行动单 | | | |
| A. 应急启动: | | | |
| 1 | <input type="checkbox"/> 接到 SEH6A 关于已经进入应急状态的电话通知后, 立即电话通知指挥部成员启动到岗。 | | |
| 1 | 到达 EM411 应急指挥部后: <input type="checkbox"/> 向 SED 报到 <input type="checkbox"/> 签到 <input type="checkbox"/> 佩戴 TLD 和 EPD | <input type="checkbox"/> 填写个人剂量登记表 <input type="checkbox"/> 穿戴应急响应标志服 <input type="checkbox"/> 查看指挥部成员到岗情况 <input type="checkbox"/> 电话联系尚未到岗的指挥部成员 | |
| 2 | <input type="checkbox"/> 登陆“红沿河应急指挥系统”(用户名/密码: SEH5/123456)。 | | |
| 3 | 指挥部传真机收到来自 HOP 组的核应急通告: <input type="checkbox"/> 是(核查通告内容, 报 PED 审查、SED 签字批准) <input type="checkbox"/> 否(联系事故机组 AED 获取事故信息并填写《核应急通告》, 报 PED 审查、SED 签字批准) | | |
| 4 | <input type="checkbox"/> 使用应急响应记录本: 记录本岗位应急响应期间的主要行动。也可以使用电子文档记录, 响应结束时或交接班时打印粘贴在应急响应记录本中。 | | |
| B. 信息通报: | | | |
| 1 | <input type="checkbox"/> 向场外单位发送核应急通告(网络传真或纸质传真)。 | | |
| 2 | 确认核应急通告已收到(电话确认或收到回执): <input type="checkbox"/> 国家核应急办 <input type="checkbox"/> 国家核安全局 <input type="checkbox"/> 国家能源局 <input type="checkbox"/> 辽宁省核应急办 <input type="checkbox"/> 东北核与辐射安全监督站 <input type="checkbox"/> 中广核集团 <input type="checkbox"/> 其他_____ | | |
| 3 | <input type="checkbox"/> 向 SED 汇报传真已发送且已全部确认收到。 | | |
| C. 应急处置: | | | |
| 1 | 应急通信系统检查: <input type="checkbox"/> 联系 SIA4A(语音)检查指挥部的电话及传真等语音设备的可用状态; <input type="checkbox"/> 联系 SIA4B(广播/声警报)检查广播、声警报及 DTW 等通信设备的可用状态; <input type="checkbox"/> 联系 SIA4C(网络/系统)检查指挥部网络及系统的可用状态; <input type="checkbox"/> 联系 SIA4D(客户服务)开启指挥部投影仪及电子白板等设备。 | | |
| 2 | 对外通告和报告(厂房应急及以上应急状态时): <input type="checkbox"/> 定时或根据 SED 要求填写应急报告表(初始报告或后续报告), 经 SED 签字批准后, 传真给 国家核应急办、国家核安全局及东北站、国家能源局、辽宁省核应急办和中广核集团公司 。 <input type="checkbox"/> 在进入应急状态后 45 分钟内发送初始报告表, 后续每隔 1 小时发送一次后续信息表, 在事故源项变化或应急状态变化时立即发出。 <input type="checkbox"/> 在确认事故得到控制或事故状态变化缓慢时, 每 2-3 小时发送一次, 直到应急终止。 <input type="checkbox"/> 发送应急报告表时, 需将应急信息表及其他 SED 批准的文件作为附件同时发送。 | | |
| 3 | 在 SED 批准向省核应急指挥部建议进入或终止场外应急状态时, 发送建议进入或终止场外应急状态的报告: <input type="checkbox"/> 辽宁省核应急办(主送) <input type="checkbox"/> 国家核应急办(抄送) <input type="checkbox"/> 国家核安全局(抄送) | | |
| 4 | <input type="checkbox"/> 每次发送对外报告时, 都需要确认对方收到, 然后向 SED 汇报工作已完成。 | | |
| D. 其他: | | | |
| 1 | <input type="checkbox"/> 若与轮换人员交接班, 填写《应急响应交接班记录单》, 提交 SED 签字确认, 交 SEH6A 保存。 | | |
| 注: 必要时, 根据 SEH6B 的请求协助其开展通知发布及其他后勤工作。 | | | |



应急指挥部应急响应行动单

版次: 10

页: 4/1

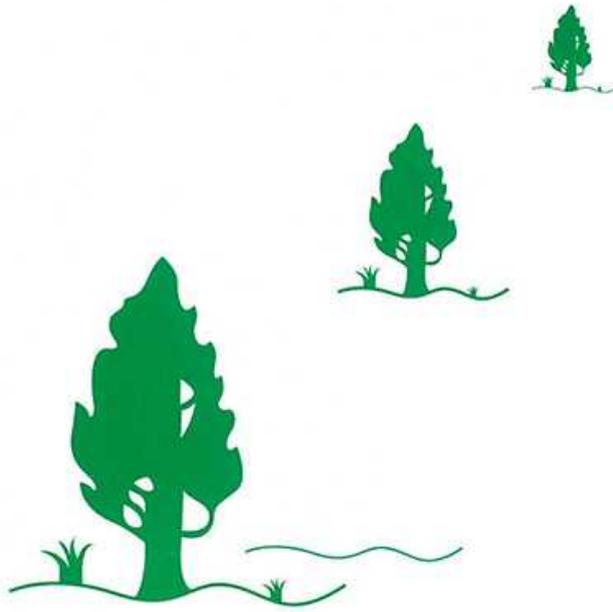
H-TS/EMP/040



附录 13: SEH7 应急响应行动单

| SEH7 应急响应行动单 | |
|---------------------|---|
| A. 应急启动: | |
| | 到达 EM411 后: |
| 1 | <input type="checkbox"/> 签到 <input type="checkbox"/> 佩戴 TLD 和 EPD <input type="checkbox"/> 填写个人剂量登记表 <input type="checkbox"/> 穿戴应急响应标志服 |
| 2 | <input type="checkbox"/> 使用应急响应记录本: 记录本岗位应急响应期间的主要行动。也可以使用电子文档记录, 响应结束时或交接班时打印粘贴在应急响应记录本中。 |
| B. 应急处置: | |
| 1 | <input type="checkbox"/> 对应急响应体系的运作提供支持, 发现关键行动缺失或错误时, 及时提醒相关人员采取补救措施。 |
| 2 | <input type="checkbox"/> 收集保存应急指挥部在响应期间产生/接收的文件资料。 |
| 3 | <input type="checkbox"/> 在指挥部白板上记录应急响应的重大时间点和行动。 |
| 4 | 安排人员启动 EM 相关设施 <input type="checkbox"/> 断电时: 联系 OSG 组 OSG3 安排人员确认 EM 楼柴油机已启动, 若未启动则立即启动。 <input type="checkbox"/> 入场区/场外应急状态时: 联系 SSG 组 SSG2 安排人员关闭 EM 楼屏蔽门, 对 EM 楼进出人员进行污染检查。 <input type="checkbox"/> 入场区/场外应急状态时: 开启 EM 楼碘通风系统, 联系 OSG 组派人陪同。 |
| 5 | <input type="checkbox"/> 执行指挥部安排的其他任务。 |
| C. 其他: | |
| 1 | <input type="checkbox"/> 若与轮换人员交接班, 填写《应急响应交接班记录单》, 提交 SED 签字确认, 并交秘书 SEH6A 保存。 |

注: 必要时, 协助 SEH5、SEH6A 和 SEHB 开展相关工作。



序言：发展核电，向污染宣战

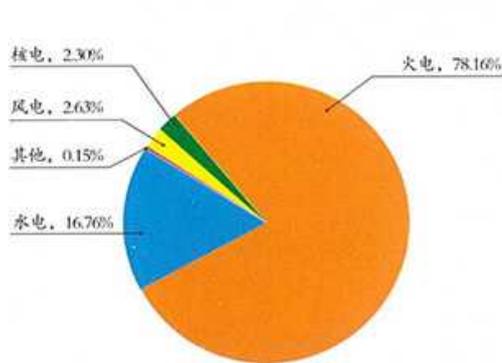
近年来，保护环境成为人们高度关注的社会话题。作为人类和平利用核能的重大技术突破，自1953年世界上第一座核电站投产以来，至2015年5月底，全世界已有440台在运核电机组，总装机容量达到3.77亿千瓦，核电已与火电、水电成为世界电力供应三大支柱。

在能源紧缺、全球变暖的时代背景下，发展清洁能源、实现可持续发展已成为我国调整能源结构的重要战略举措。按我国政府的规划，到2020年，非化石能源消费比重将提高到15%，单位国内生产总值二氧化碳将减排40%-50%。与同等装机容量的火电机组相比，红沿河核电站6台机组每年可节约标煤1500万吨，减排温室效应相当于大连森林面积增加21%，或相当于大连地区PM2.5降低22.2%。目前，我国已成为全球核电在建规模最大的国家。这本手册将为您介绍核电与环境的关系以及核安全知识。

环境污染与传统能源

根据国家环保部公布的信息，按照环境空气质量新标准开展监测的74个大中城市中，细颗粒物（PM2.5）年均浓度为72微克/立方米，超过二级标准（35微克/立方米）1.1倍，仅有拉萨、海口、舟山三个城市达标。中国科学院研究认为，燃煤和机动车尾气是造成雾霾的“主谋”。

PM2.5是指大气中直径小于或等于2.5微米（1000微米为1毫米）的颗粒物，它的直径不到人的头发丝粗细的1/20。PM2.5主要来自化石燃料（煤炭、石油等传统能源）的燃烧，对空气质量有重要影响。



▲ 中国电力供给分布图



▲ 世界电力供给分布图

| 能源类型 | 特点 |
|------------|-----------------------|
| 煤、石油、天然气 | 在现今能源消耗中占比大；污染环境；不可再生 |
| 水力 | 无污染；受自然环境条件和季节影响 |
| 风能、地热能、潮汐能 | 只能在一定条件下有限开发 |
| 太阳能 | 成本较高，技术上需突破才能实现工业化生产 |
| 生物质能 | 可再生，但具体技术有待研发 |
| 核电 | 燃料储量丰富，成本相对低；技术成熟 |

核电与环境

世界能源需求的64%来自燃烧煤、石油、天然气等化石燃料。大量燃烧化石燃料所产生的二氧化硫、二氧化碳、氮氧化物、一氧化碳和颗粒物等，带来令人忧虑的环境问题，且治理环境污染所耗成本无可估量。

与同等规模的燃煤电站相比，红沿河核电站6台机组全部投产后，每年将少消耗煤约1500万吨，减排二氧化碳约3600万吨，二氧化硫约34.8万吨，氮氧化物约22.8万吨，其中，仅一年减排的二氧化碳量，就相当于近9.9万公顷森林（大连森林面积的21%）一年的吸收量。

根据测算，红沿河核电站一期工程4台机组一年的减排效应可使大连PM2.5水平下降约22.2%。

国际核电发展数据充分表明了核电优异的环境效益。1980年到1986年间，法国核电占总发电量的比例由24%提高到70%，虽然总发电量增加了40%，但该国排放的二氧化硫总量却减少了9%，尘埃减少了36%，大气质量有明显改善。

燃煤电厂与核电站对比

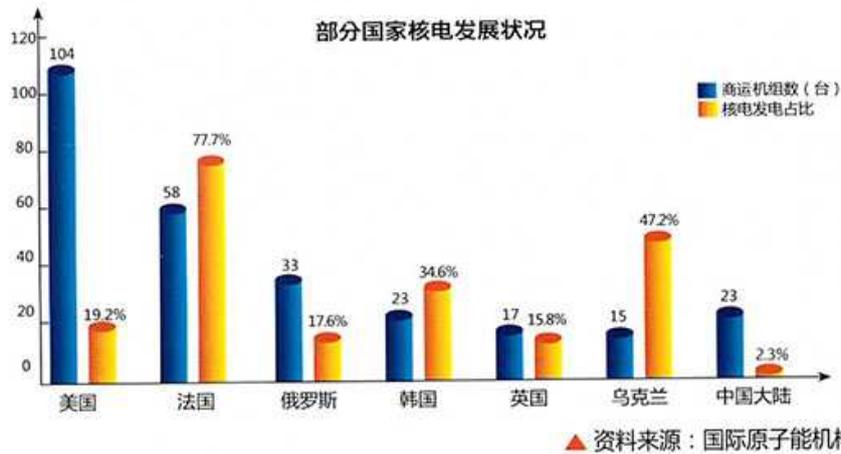
（单位：年）

| | 燃煤电厂 (100万千瓦) | 核电站 (100万千瓦) | 环境效益 |
|--------|------------------|-----------------|---------------------------|
| 燃料消耗量 | 250万吨标煤 | 25吨低浓度铀 | 250万吨煤炭相当于5万节标准火车皮运载量 |
| 二氧化碳排放 | 603万吨 | -- | 相当于400万棵树木1年吸收量或全国汽车1周排放量 |
| 二氧化硫排放 | 5.8万吨 | -- | 相当于大连4.5个月排放量 |
| 氮氧化物排放 | 3.8万吨 | -- | 相当于大连2.5个月排放量 |
| 飘尘 | 1600吨 | -- | 相当于大连8天排放量 |
| 灰渣 | 30万吨 | -- | 相当于6000节火车皮运载量 |
| 乏燃料 | -- | 25吨 | 相当于1辆载重汽车运载量 |

▲ 部分资料来源：大连市环境状况公报

世界核电发展

世界核电已有60年的发展历史。截至2015年5月底，全球有30个国家和地区拥有商用核电站，运营中的核电机组达440台，主要分布在北美、欧洲、亚洲，总装机容量约3.77亿千瓦。另有17个国家和地区正在建设核电站。



中国核电发展

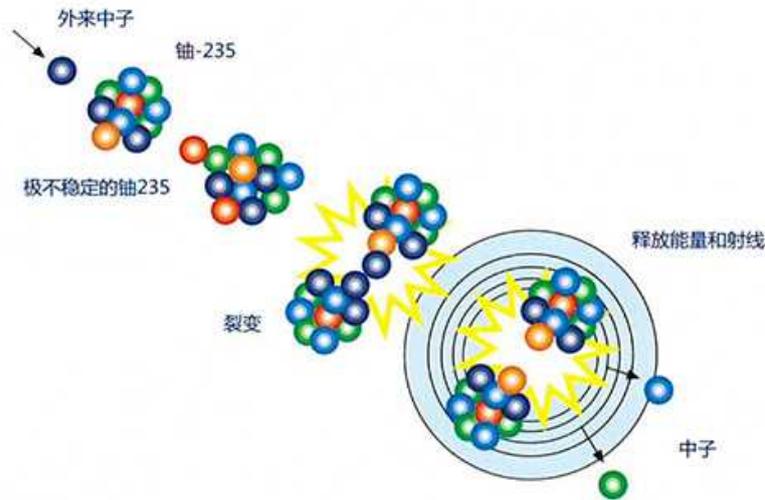


截至2015年5月底，我国有12个核电基地、27台核电机组在建，在建规模占全球4成，是全球核电在建规模最大的国家。

中国大陆投入商业运营的大型商用核电站包括：浙江秦山核电基地7台机组，广东大亚湾核电基地6台机组，江苏连云港田湾核电站、辽宁红沿河核电站、福建宁德核电站、浙江方家山核电站各2台机组，广东阳江核电站、福建福清核电站各1台机组，共计23台机组。中国台湾有6台运营机组。

我国运行及在建核电机组分布呈现一个突出特点，这些核电站主要位于我国东部经济发达地区。这些地区用电量高，由于核电机组装机容量大、发电能力强，可满足这些区域较快增长的电力需求。

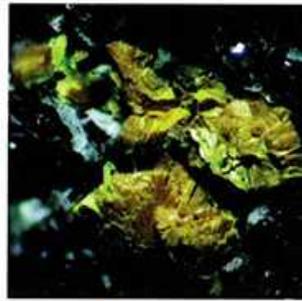
核裂变原理



简单说，核电站就是利用可裂变材料铀-235的原子核在可控链式裂变反应中产生的热量来发电。在反应堆中，当一个中子撞击铀-235原子核时，发生裂变反应——它分裂成两个或两个以上质量较小的原子核，同时产生2-3个中子和射线，并释放出约200兆电子伏特的热量。裂变反应产生的新中子继续撞击其他铀-235，进而不断放出热量，并使裂变反应持续下去。这一系列持续不断的可控式裂变反应成为核电站发电的能量源泉。

核电词汇

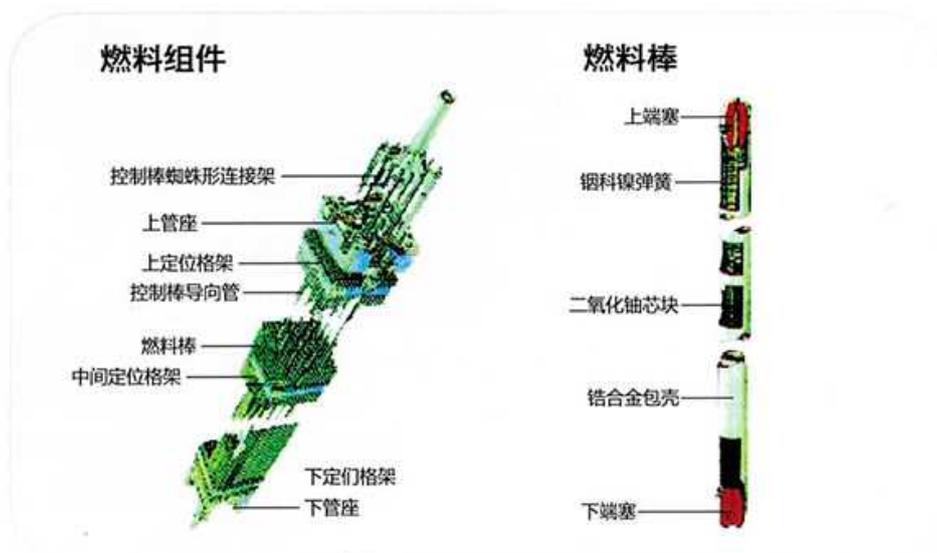
铀是一种带有银白色光泽的金属，具有很好的延展性。铀的密度与黄金差不多大，每立方厘米重约19克，接力棒大小的一根铀棒重达十多公斤。铀元素及其子体在自然界的分布相当广泛。已知的铀矿有170多种，但具有工业开采价值的铀矿只有二三十种。由于铀元素的裂变特性，导致各种铀矿物都具有较强的放射性。



▲ 天然铀矿

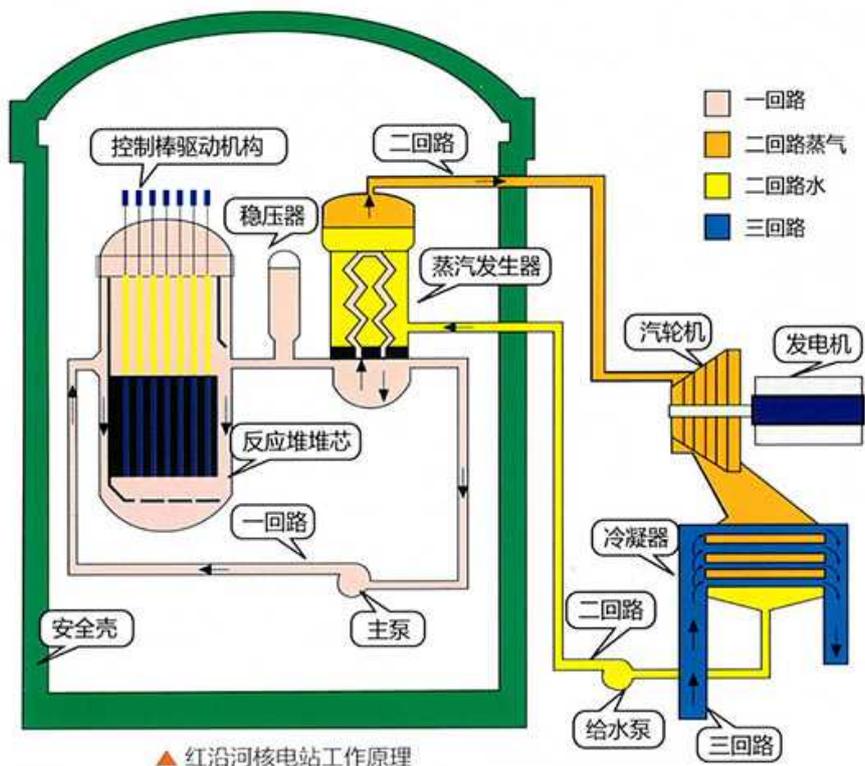
红沿河核电站是怎么发电的

红沿河核电站使用浓度约为3%的核燃料。反应堆内放置157组燃料组件，每组燃料组件由17×17根燃料棒组成，每根燃料棒内放置271个燃料芯块。燃料芯块高1.35厘米，直径0.819厘米，它们是核反应的大本营——这些芯块中的核燃料被中子击中发生裂变反应，不断产生热量。



红沿河核电站能量转换三部曲

| 能量转换步骤 | 过程 | 涉及主要设备 |
|--------|---|------------------|
| 核能→热能 | 核裂变反应产生的热量将一回路内的水加热成高温高压水，进而传递给二回路的水，使之成为饱和蒸汽 | 反应堆压力容器 蒸汽发生器 |
| 热能→机械能 | 饱和蒸汽驱动汽轮机转动，热能转变为机械能 | 汽轮机 |
| 机械能→电能 | 汽轮机传来的机械能带动发电机转动，进而发电 | 发电机 |



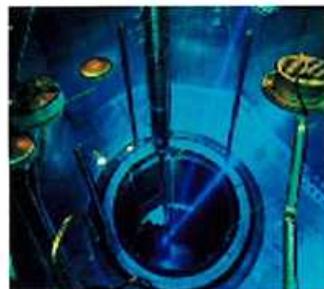
一回路 核裂变产生热能，主泵将一回路中的水泵入堆芯吸收热量，水在高温高压下仍为液态，流经蒸汽发生器的U型管，将热量传给管外的二回路水。

二回路 二回路水压较低，受热成为蒸汽，推动汽轮发电机转动产生电力。

三回路 海水流经冷凝器后回到大海，排出二回路的热量。

揭秘核反应堆

核反应堆位于一个密闭的大型钢质压力容器内。反应堆压力容器是核电站的关键设备之一，其内径约4米，高度13米，壁厚超过20厘米，重达300吨。反应堆内放置燃料组件和控制棒，其还有冷却系统、慢化系统、辐射检测系统等，确保反应堆内核反应稳定受控。



▲ 核反应堆装入燃料组件

三道安全屏障封闭核辐射

为确保安全，红沿河核电站在裂变反应放射性物质与外界环境之间设立了三道安全屏障，隔绝放射性物质进入环境，确保万无一失。

第一道安全屏障：燃料芯块和燃料包壳

核燃料被包裹在二氧化铀陶瓷芯块内，核裂变产生的98%以上放射性物质被包裹在陶瓷芯块内。陶瓷芯块又被密封在锆合金包壳内，其有非常好的物理性能，比如几乎不吸收中子、不和水发生反应、熔点高达1800摄氏度，这些特点可有效阻止绝大多数放射性进入一回路的水中。



第一道安全屏障：燃料芯块和包壳



第二道安全屏障：反应堆压力容器和一回路压力边界

反应堆位于一个密闭的大型钢质压力容器内，一回路压力边界包括与反应堆压力容器相连的管道、设备等，它们都是由特殊材料制成，通过特殊工艺焊接在一起，都是抗压高手。并且，它们在设计和制造时都保留足够的安全裕量，反应堆内所有放射性都被包裹在第二道安全屏障内。

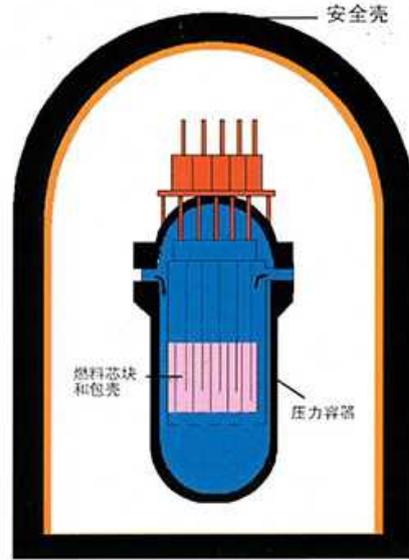


第二道安全屏障：反应堆压力容器和一回路压力边界

第三道安全屏障：安全壳

安全壳是一个密封的高强度钢筋混凝土构筑物，其外壁的钢筋混凝土厚90厘米，内贴6毫米钢板，它将核反应堆及核岛主设备均包容在内。安全壳在建设过程中采取严格工艺控制，可承受一架中型飞机的直接撞击。

可见，核电站在安全防护方面做了非常周到的考虑，利用多道安全屏障防止放射性物质泄漏。只要确保其中一道完好，就能有效地避免放射性物质泄漏。



第三道安全屏障：安全壳

核电站与海洋环境



核裂变产生的放射性被限制在一回路内，用于冷却机组的海水属于三回路，不与一回路直接接触，不带有放射性。红沿河核电站在厂区内、外设立了12个环境监测点，对厂区周边空气、水质、土壤等进行实时、严格监测。国家环保部门在厂区外建立了独立的环境监测网点，实施独立监督，及时向社会报告

核电站环境状况。

红沿河核电站自2007年开工建设以来，包括1、2号机组投产发电后，周边环境均未出现异常，证明核电站对环境未带来明显影响，核电站周围海域的海鲜也可放心吃。

公众可登陆红沿河公司官方网站（www.lhnp.com.cn）查询核电站周边环境状况。

核电站不会发生核爆炸



压水核反应堆与原子弹的区别

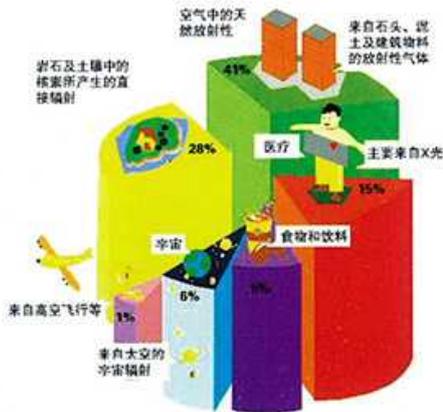
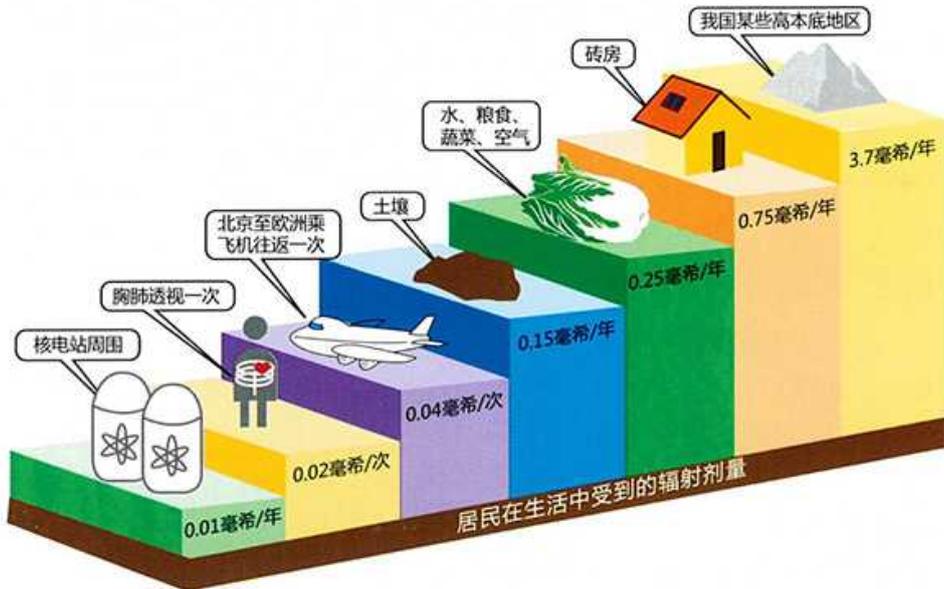
| | 核燃料浓度 | 核燃料布置 | 是否可控 |
|------|-------|-------|------|
| 核反应堆 | <5% | 分散 | 是 |
| 原子弹 | >90% | 集中 | 否 |

虽然核弹和核反应堆都以铀为原料，但两者对纯度要求完全不同：核弹要求纯度在90%以上，而核电站核燃料铀纯度只有3%左右，如此低的浓度根本不能发生爆炸，正如烈度白酒可以点燃，啤酒却不能点燃的道理一样。

核电站近60年的发展历史中，从未发生过核爆炸。回顾历史上两起影响较大的核电站安全事故，切尔诺贝利核事故是蒸汽爆炸，日本福岛第一核电站是氢气爆炸，都不是核爆炸。

核电站一年辐射量不及一次胸透

生活中的辐射无处不在，我们吃的食物、住的房子、天空大地、山川草木乃至人体都有辐射。日常生活中，我们也受到人为辐射的影响。联合国原子辐射影响科学委员会2010年发布报告称，在所有人因因素导致的辐射中，医疗辐射占比达98%，核电站产生的辐射占比非常小，只有约0.25%，不会对人体健康带来任何影响，更不会影响人的生育。



小知识：吸烟与辐射

核电站周围1年的辐射量只有一次胸透的一半，每天吸20支烟累计一年受到的辐射是核电站周围辐射量的50倍。

核安全文化

为保障核电站工作人员和周边居民的安全，核电站采取五道纵深防线，且五道防线相互联动、相互支持，形成立体化防御网络，确保反应堆始终处于平稳运行状态。

第一道防线 核电站设计和建设过程中采取保守策略，及时开展质量保证、监督活动。

第二道防线 加强运行监管，及时正确处理非正常状况，排除故障。

第三道防线 必要时启动由设计环节提供的安全系统和保护系统，防止设备故障和人为差错酿成事故。

第四道防线 启动核电站安全系统，加强事故中管理，防止事态扩大。

第五道防线 万一发生极端事故，并有放射性物质外泄，启动场内外应急计划，减轻事故影响。

反应堆操纵员百炼成才

红沿河核电站的反应堆操纵员均毕业于国内重点高等院校。在培训过程中，他们要完成100多门课程的学习，并须通过国家核安全主管部门组织的笔试、口试、实操考核，最后通过反应堆操纵员考试。此外，他们还要达到国家规定的运行时间要求，方可获得操纵员执照。上岗后，他们要定期进行模拟机复训，培训教员在模拟机上人为设定各种难题，以锻炼反应堆操纵员应对各种复杂工况的能力。



▲ 模拟机培训：反应堆操纵员成长的必由之路

核电站24小时在线“体检”

为确保身体健康，人们一般每年定期体检，通过测心电图、血压、彩超等方式了解健康状况。而红沿河核电站则是全天24小时在线“体检”。每台机组配备数千个监测仪表，它们实时监测各个系统、设备运行状态，监测信息实时传输至主控室，便于操纵员了解机组运行状态。一旦个别参数出现异常，系统将自动报警，提醒操纵员及时按程序处理故障、稳定机组。

运行人员全天每8小时一班轮换，每班进行3次现场巡视，检查各个系统、设备状态，发现异常及时报告主控室并采取必要措施，确保机组安全运行。

国家核安全主管部门在红沿河核电站设立监督机构，常年在线监督红沿河核电站安全，全方位确保核安全。



▲ 核电站主控室操纵员24小时监控各种数据，确保核安全

核心价值观

一次把事情做好

核安全理念

人人都是一道安全屏障

安全第一、质量第一、追求卓越

凡事有章可循，凡事有人负责，凡事有据可查，凡事有人监督

红沿河核电站千挑万选始定址



核电站厂址对地质、水文、气象等自然条件，工农业生产以及人口密度等社会环境有近乎苛刻的要求。红沿河核电站选址过程中，动用的调查手段也可谓“兴师动众”：卫星照相、航空测量、地下勘探、大气扩散试验等“十八般”武艺都用上了。

红沿河核电站周围人口密度以及距离大城市的距离均符合安全规定。红沿河核电站距大连市区直线距离110公里，而大亚湾核电站距香港60公里，距深圳市区50公里，美国的COOK核电站距美国第三大城市芝加哥直线距离为89公里。

红沿河核电站不在地震带上

红沿河核电站厂址位于华北断块区的辽东块隆西缘，处于稳定的花岗岩基底上，可作为核岛的天然地基。厂址附近区域范围有记录的最大地震震级为2.6级（距厂址9.7公里），厂址半径5公里范围内仅发生过2次地震，震级均不超过1.9级。

红沿河核电站厂址地震和地质调查工作始于1978年，先后开展了几十个地震、地质专题研究，经中国地震局地球物理所审核，红沿河核电站的抗震设计参数完全满足要求，且有较大裕量。

红沿河核电站使用中国改进型压水堆技术方案——CPR1000，防抗地震能力进一步增强。在工程设计和建设过程中，防抗地震方面采取了有效措施，并充分落实了纵深防御原则。

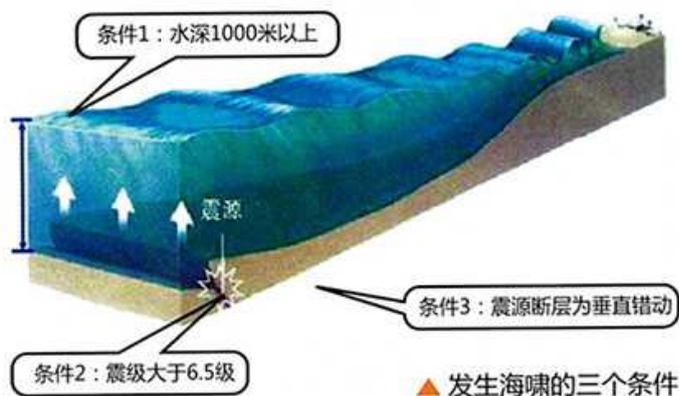
红沿河核电站在厂址普选、可行性研究等前期阶段，已充分考虑地震等自然灾害对厂址安全的影响，并通过了国家核安全局的评审。

红沿河核电站附近海域不会发生海啸

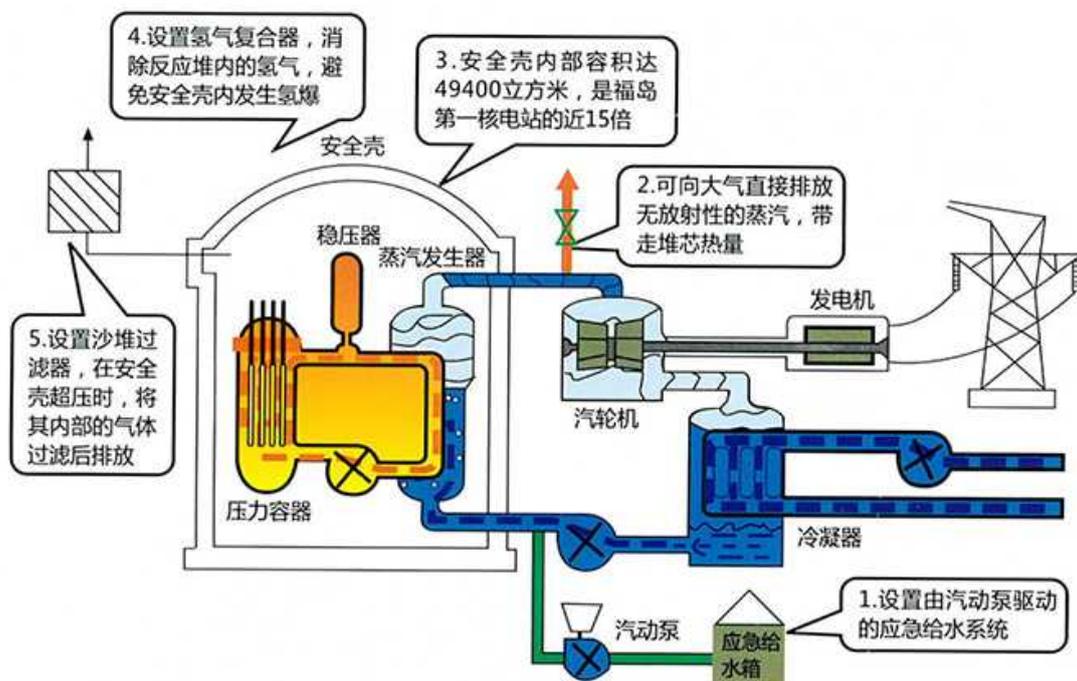
海啸通常由里氏6.5级以上深海地震引起，震源断层为垂直错动，且海水深度达到1000米量级才可能形成规模较大的海啸。渤海平均深度小于30米，加之渤海海峡较窄，外海海啸波传至红沿河附近海域时能量会迅速衰减。因此，无论渤海自身还是外海传入，都不易发生海啸。以近几十年发生震级最大的1969年渤海大地震为例，其对秦皇岛、葫芦岛、营口三个观测站潮位

影响均不超过0.5米，对红沿河核电站所处的辽东湾东岸影响更小。

红沿河核电站场地位于海平面8米以上，海啸不会对核电站安全造成威胁。



红沿河核电站技术优势



福岛第一核电站建造于上世纪60年代，采用沸水堆技术。红沿河核电站采用改进型压水堆核电技术，其安全性在过去几十年中得到持续改进，具有安全性高、技术先进可靠成熟等特点，主要表现在：

1. 机组即使失去全部厂内外电源，也能通过自带的汽动给水泵和蒸汽排放的形式冷却堆芯。还额外设置第五台柴油机，全厂失电风险进一步降低。

2. 红沿河核电站核岛安全壳体积是福岛第一核电站的近15倍，可有效降低氢气浓度及延缓安全壳升压排放时间。另设有33台非能动氢气复合器，进一步消除氢气积聚引发氢燃、氢爆的风险。

3. 红沿河核电站核岛安全壳厚达90厘米，可抵挡一架中型客机的撞击，进出安全壳的管道均设置安全壳隔离系统。安全壳顶部还设置喷淋冷却降压系统，避免安全壳超压。

4. 红沿河核电站采用严重事故管理导则，能够处理叠加事故和防止事故恶化，并能纠正人因失误。

辽宁红沿河核电站简介

辽宁红沿河核电站位于辽宁大连瓦房店市，规划建设6台百万千瓦级压水堆核电机组。目前有2台机组运营、3台机组在建、1台拟建机组已获国家核准。6台机组全部投入商业运营后，年发电量可达450亿千瓦时，相当于大连2014年全社会年用电量的1.5倍。

辽宁红沿河核电站是东北地区投资最大的能源项目和第一座核电站，对优化辽宁电网电源结构，促进老东北工业基地振兴，推动国家核电自主化进程，促进我国装备制造业发展均具有积极意义。在2008年的全国人大会上，红沿河核电站和青藏铁路、三峡工程一起写入《政府工作报告》。

辽宁红沿河核电站自开工建设以来，一直坚持“安全第一、质量第一、追求卓越”的方针，严格按照国家有关法规组织工程建设，确保建设成为优质工程、精品工程。

辽宁红沿河核电有限公司由中广核核电投资有限公司、中电投核电有限公司、大连市建设投资集团有限公司按照45%：45%：10%的比例投资组建，负责红沿河核电站的建设、运行。



▲ 辽宁红沿河核电站规划效果图



红沿河核电官方微博



红沿河核电微信公众号

善用自然的能量

辽宁红沿河核电有限公司

地 址：瓦房店市红沿河镇红沿河核电站

邮 编：116319

传 真：0411-82697008

参观咨询：0411-82348570 82348321

网 址：www.lhnp.com.cn

科普展厅：大连现代博物馆三楼核电科普长廊