

行政院原子能委員會 102 年度

原能會委託計畫成果報告

(102.1.1 ~ 102.12.31)

計畫名稱：新輻射源項分析技術發展與應用(2/4)

執行期間：

本年度：自 102 年 01 月 01 日至 102 年 12 月 31 日止

主辦單位：行政院原子能委員會

## 目 錄

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 壹、基本資料.....                           | 1 |
| 貳、計畫目的與主要內容.....                      | 1 |
| 一、計畫目的與預期成效.....                      | 1 |
| 二、計畫主要內容.....                         | 1 |
| 三、計畫執行情形及績效成果.....                    | 3 |
| 102 年度：.....                          | 3 |
| 肆、計畫經費與人力執行情形.....                    | 4 |
| 一、計畫經費執行情形：.....                      | 4 |
| (一)計畫結構與經費.....                       | 4 |
| (二)經費表.....                           | 4 |
| 二、計畫人力運用情形：.....                      | 5 |
| (一)計畫人力(人年).....                      | 5 |
| 伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破 (含量化成果 output)..... | 6 |
| 一、本計畫主要成果及重大突破.....                   | 6 |
| 二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破.....             | 6 |
| 陸、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome).....        | 6 |
| 一、學術成就(科技基礎研究).....                   | 6 |
| 二、技術創新(科技整合創新).....                   | 7 |
| 柒、後續工作構想之重點.....                      | 7 |
| 捌、檢討與展望.....                          | 7 |
| 附錄一、佐證資料表.....                        | 8 |

# 政府科技計畫成果報告

## 壹、基本資料

計畫名稱：新輻射源項分析技術發展與應用(2/4)

主持人：范勝淵

本年度期間：102 年 01 月 01 日至 102 年 12 月 31 日

年度經費：10,670 千元

執行單位：核能研究所

## 貳、計畫目的與主要內容

### 一、計畫目的與預期成效

執行本計畫之主要目的為確保核安管制品質，增進民眾對核能應用之信心。主要的研發動機來自核安管制事務之需求及因應日本福島核災新增安全要求事項，同時參考國際潮流及發展趨勢，提出之研發項目。本計畫重點：持續建構依核電廠特性之替代輻射源項分析技術，評估嚴重事故情形下，放射性物質外釋及洩漏途徑對評估低密度人口區與禁制區劑量產生的影響。

### 二、計畫主要內容

#### 新輻射源項分析技術發展與應用

##### ● 成立計畫之必要性：

美國 NRC 於 2000 年發行 RG 1.183，提供運轉中反應器相關設計基準事故替代輻射源項(AST)、分析範圍、接受標準等內容，而指引附錄包括了修訂後每個設計基準事故的假設及分析方法。採用 AST 分析全面更新現有輻射劑量分析時，部分設計基準事故分析的影響應納入考量。利用 AST 所有特性條件，修改核電廠的設計基準，必須將先前所有設計基準事故輻射劑量分析全面更新，因此有建立新輻射源項分析技術的需要。

##### ● 計畫目標：

熟練美國核管會核可之替代輻射源項分析程式 RADTRAD，依國內現行法規的劑量評估方法與美國核能管制委員會於 1995 年發行 NUREG-1465、於 1999 年發行的聯

邦法規 10 CFR 50.67、於 2000 年發行之 RG 1.183 等替代輻射源項相關法規，建立核電廠專有的替代輻射源項(AST)分析技術，研究放射性物質外釋模型及探討洩漏途徑對低密度人口區與禁制區劑量評估的影響，以利管制單位執行核能安全管理。

引進由美國核管會發展的整合型嚴重事故分析程式 MELCOR 最新版本，提昇我國在分析核能電廠發生嚴重事故現象的能力，並持續加入國際嚴重事故研究計畫 (CSARP)，提昇我國處理嚴重事故技術能力。

● 執行方法：

(1) 蒐集龍門電廠 AST 分析所需的相關文件

蒐集核電廠 FSAR 中，設計基準事故劑量分析所用之相關文件、國內現行法規對劑量評估要求的相關文件、AST 分析相關條款及文件。

(2) 核電廠輻射源傳輸途徑之研究

探討核電廠輻射源傳輸途徑，研究其它傳輸途徑之安全設施及移除效益，以增進核電廠防止輻射外釋的設計餘裕。

(3) 電廠 AST 分析模式之建立

依據 TID-14844 要求、電廠安全設計分析報告及設計基準事故評估要求，建立 TID-14844 核種傳輸及劑量分析模式 (例如 TID-14844-RADTRAD 分析模式等)，驗證電廠 FSAR 之事故劑量分析模式方面的假設、外釋參數、放射性物質減量機制、輻射劑量評估參數等，同時確立所使用之核種傳輸及劑量分析模式之計算能力。

● 計畫效益：

(1) 建立 TID-14844 及 AST 分析方法相關法規/文件的參考資料庫；

(2) 建立爐心分裂產物盤存量分析技術；

(3) 建立 MELCOR 熱水流安全分析模式；

● 國內外發展現況：

美國 NRC 為了評估現有核能電廠採用替代輻射源項，針對 Surry、Grand Gulf 與 Zion 等三座運轉中機組進行評估，以了解下列各層面的影響。

(1) 廠外劑量及主控制室劑量之估算；

(2) 設備劑量之估算；

(3) 電廠設計變更之潛在可能，及電廠設計變更之風險評估等。

該評估的工作分為四個階段來進行：

第一階段採行 NRC 執行確認分析所使用的假設條件（SER 報告中的假設條件），分別使用 TID-14844 及 NUREG-1465 之輻射源項進行個別劑量分析，評估輻射源項的影響與新訂之劑量許可準則所造成的影響。

第二階段採用業者 FSAR 報告中的假設條件，重新執行第一階段的分析，以瞭解進行執照申請分析時，採用替代輻射源項之影響，並評估替代輻射源項對設備劑量的影響。

第三階段除了採用 NUREG-1465 之輻射源項及新訂的劑量許可準則外，另依據 Standard Review Plan 所訂之圍阻體噴灑及抑壓池的輻射分裂產物移除機制，估算其個別劑量及設備劑量。再者，採用 MELCOR 程式進行分析，用來了解執照申請使用之劑量分析方法的安全餘裕（Safety Margin）。

第四階段係根據先導廠提出的潛在設計變更的事項，採用替代輻射源項估算設計基準事故的外釋劑量及主控制室劑量，並評估風險度的影響，以了解其變更對電廠安全的影響。

● 102 年度工作項目

- (1) 建立核二廠 AST 分析模型；
- (2) 核一廠斷然處置程序驗證與比較；
- (3) 建立核二廠 MELCOR 熱水流安全分析模式；
- (4) 核一 WinMACCS 分析模式建立

### 三、計畫執行情形及績效成果

102 年度：

| 年度預期目標(查核點)                         | 達成情形  | 差異分析   |
|-------------------------------------|---|--------|
| 新輻射源項分析技術發展與應用：相關資料蒐集彙整(預定 3/31 達成) | (1)收集核一廠斷然處置相關資料。(2)收集核一廠 RELAP5 運跑 URG 相關輸入檔，並分析結果。(3)建立 MAAP5 運跑核一廠 URG 輸入檔，分析輸出結果並與 RELAP 比較(4)收集核二廠 MELCOR 相關參數 | 符合預定規劃 |
| 新輻射源項分析技術發展與應用：建立運算輸入檔(預定 6/30 達成)  | 建立核二廠 MELCOR 輸入檔  | 符合預定規劃 |
| 新輻射源項分析技術發                          | (1)撰寫核二廠設計基準事故輻射劑量  | 符合預定規劃 |

|                                  |   |        |
|----------------------------------|---|--------|
| 展與應用：比較結果並修正問題(預定 9/30 達成)       | 評估之替代輻射源項分析方法報告；<br>(2)確認斷然處置程序關鍵措施的執行與 MAAP5 程式分析結果一致。並執行 RCIC 失效時間與最低住水流量靈敏度分析；(3)核二廠 MELCOR 輸入檔運跑與案例分析；(4)核一廠 WinMACCS 案例分析。 |        |
| 新輻射源項分析技術發展與應用：撰寫報告(預定 12/31 達成) | 完成”應用替代輻射源項於核二廠冷卻水流失設計基準事故輻射劑量分析影響之定性研究”與”核一廠斷然處置程序(URG)研究與分析報告”兩篇報告。   | 符合預定規劃 |

## 肆、計畫經費與人力執行情形

### 一、計畫經費執行情形：

#### (一)計畫結構與經費

| 研究計畫<br>(分項計畫)     |            | 主持人 | 執行機關           | 備註 |
|--------------------|------------|-----|----------------|----|
| 名稱                 | 經費<br>(千元) |     |                |    |
| 新輻射源項分析技術<br>建立與應用 | 10,670     | 范勝淵 | 行政院原子能委員會核能研究所 |    |

#### (二)經費表

預算執行數統計截止日期：102.12.23

| 累計支用數(千元) | 預定支用數(C) | 實際支用數(D) | 支用比(%)<br>(D/C) | 已執行應付未付數(E) | 節餘數(F) | 工程預付數(G) | 預算執行率(%)<br>(D+E+F+G)/(C) |
|-----------|----------|----------|-----------------|-------------|--------|----------|---------------------------|
| 年累計       | 10,670   | 9,859    | 92.4            | 0           | 0      | 0        | 92.4                      |

## 二、計畫人力運用情形：

### (一)計畫人力(人年) 人力統計截止日期：102.12.31

| 計畫名稱                       | 執行情形   | 總人力(人年) | 研究員級 | 副研究員級 | 助理研究員級 | 助理  |
|----------------------------|--------|---------|------|-------|--------|-----|
| 新輻射源<br>項分析技<br>術建立與<br>應用 | 原訂(全年) | 3.1     | 0.2  | 0.4   | 0.4    | 2.1 |
|                            | 實際     | 3.1     | 0.2  | 0.4   | 0.4    | 2.1 |
|                            | 差異     | 0       | 0    | 0     | 0      | 0   |

說明：

**研究員級**：研究員、教授、主治醫師、簡任技正、若非以上職稱則相當於博士滿三年、或碩士滿六年、或學士滿九年之研究經驗者。

**副研究員級**：副研究員、副教授、總醫師、薦任技正、若非以上職稱則相當於博士、碩士滿三年、學士滿六年以上之研究經驗者。

**助理研究員級**：助理研究員、講師、住院醫師、技士、若非以上職稱則相當於碩士、或學士滿三年以上之研究經驗者。

**助理**：研究助理、助教、實習醫師、若非以上職稱則相當於學士、或專科滿三年以上之研究經驗者。

## 伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破 (含量化成果 output)

(截至 12 月 31 日為止)

### 一、本計畫主要成果及重大突破

新輻射源項分析技術建立與應用 — 以 MAAP5 模擬核一廠機組斷然處置程序注水時機等救援措施之輸入檔，分析輸出結果與 RELAP 比較，完成“核一廠斷然處置程序(URG)研究與分析報告”乙篇報告。建立核二廠 MELCOR 輸入檔，對日後分析模擬核二廠事故之熱水流與時序將有所助益。以及應用替代輻射源項於核二廠冷卻水流失設計基準事故輻射劑量分析影響之定性研究。

### 二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破

請依本計畫(涉及)設定之成果項目以量化績效指標方式及佐證資料格式填寫主要之量化成果(如學術成就代表性重要論文、技術移轉經費/項數、技術創新項數、技術服務項數、重大專利及項數、著作權項數等項目，含量化與質化部分)。

|              | 績效指標   | 初級產出量化值  | 效益說明                      | 重大突破 |
|--------------|--------|----------|---------------------------|------|
| 學術成就(科技基礎研究) | D 研究報告 | 研究報告 2 篇 | 技術經驗傳承，建構研發之基礎，新輻射源項研發工作。 |      |

## 陸、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)

請依前述重要成果及重大突破說明其價值與貢獻度

### 一、學術成就(科技基礎研究)

101 年度：

1. 新輻射源項分析技術建立與應用—完成核三廠冷卻水流失設計基準事故輻射劑量評估之替代輻射源項分析方法報告。

102 年度：

1. 新輻射源項分析技術建立與應用—完成核一廠斷然處置程序(URG)研究與分析報告。



## 二、技術創新(科技整合創新)

### 101 年度：

1. 新輻射源項分析技術建立與應用—改善 MACCS 後端處理程式，彈性調整外釋事故種類數量，並提升運算速度。

## 柒、後續工作構想之重點

本計畫依據年度作業規劃，後續工作重點如下。

1. 完成以 AST 分析技術評估核三廠設計基準事故於禁制區邊界與低密度人口區邊界的輻射累積劑量。
2. 完成建立核三廠 MELCOR 熱水流安全分析模式。

## 捌、檢討與展望

1. 發展新輻射源項(AST)分析技術。
2. 發展嚴重事故處理技術

## 附錄一、佐證資料表

### 計畫名稱：核能安全管理技術發展研究

#### 【研究報告表】

| 報告名稱                                 | 作者姓名 | 出版年(西元年) | 出版單位               |
|--------------------------------------|------|----------|--------------------|
| 核一廠斷然處置程序(URG)研究與分析報告                | 莊凱政  | 2013     | 核研所<br>INER-A2807R |
| 應用替代輻射源項於核二廠冷卻水流失設計基準事故輻射劑量分析影響之定性研究 | 蔡智明  | 2013     | 核研所<br>INER-10652R |