

核四廠一號機主蒸汽隔離閥(MSIV)品質文件
查證報告

行政院原子能委員會

核能研究所 核能管制處

中華民國九十三年三月

目 錄

頁次

| | |
|-----------------------|----|
| 1. 前言..... | 1 |
| 2. MSIV 結構與功能簡介..... | 2 |
| 3. 品質文件查證依據及查證項目..... | 4 |
| 4. 品質文件查證結果..... | 4 |
| 5. 結論..... | 11 |

圖一、MSIV 組合剖面圖

附件一、A&M NDE 檢驗查證表

壹、前言

依據核子反應器設施品質保證準則第十一條『採購材料、設備及服務之管制』規定，核能電廠所購置之安全相關設備或材料，製造合約商或分包商必須提出這些設備或材料符合採購要求的書面證明，書面證明中必須列出材料和設備所符合的有關要求，包括相關標準及法規規範等，此即所謂之『品質證明文件』，或簡稱為『品質文件』。品質文件除可提供設備製程中依據法規規範所執行之各種檢驗、測試等之明證外，在設備使用期間，並將提供追溯原始製造品質之作用。故根據前述之準則要求，這些書面品質文件必須在採購之設備安裝前或使用前，便送存核能電廠並妥善保存。以目前核四廠實務上之作法，材料設備交貨時，合約商或分包商即將隨貨提出品質證明文件，送交台電公司審查及接收。

為督促台電公司確實負起業主責任落實各設備品質文件之接收與審查作業，以確保設備、組件品質。原能會自九十一年底，核四廠建廠各項作業展開後，即配合定期視察作業或針對特定之重要設備規劃之專案視察等，持續抽查核四廠安全相關設備之品質文件。

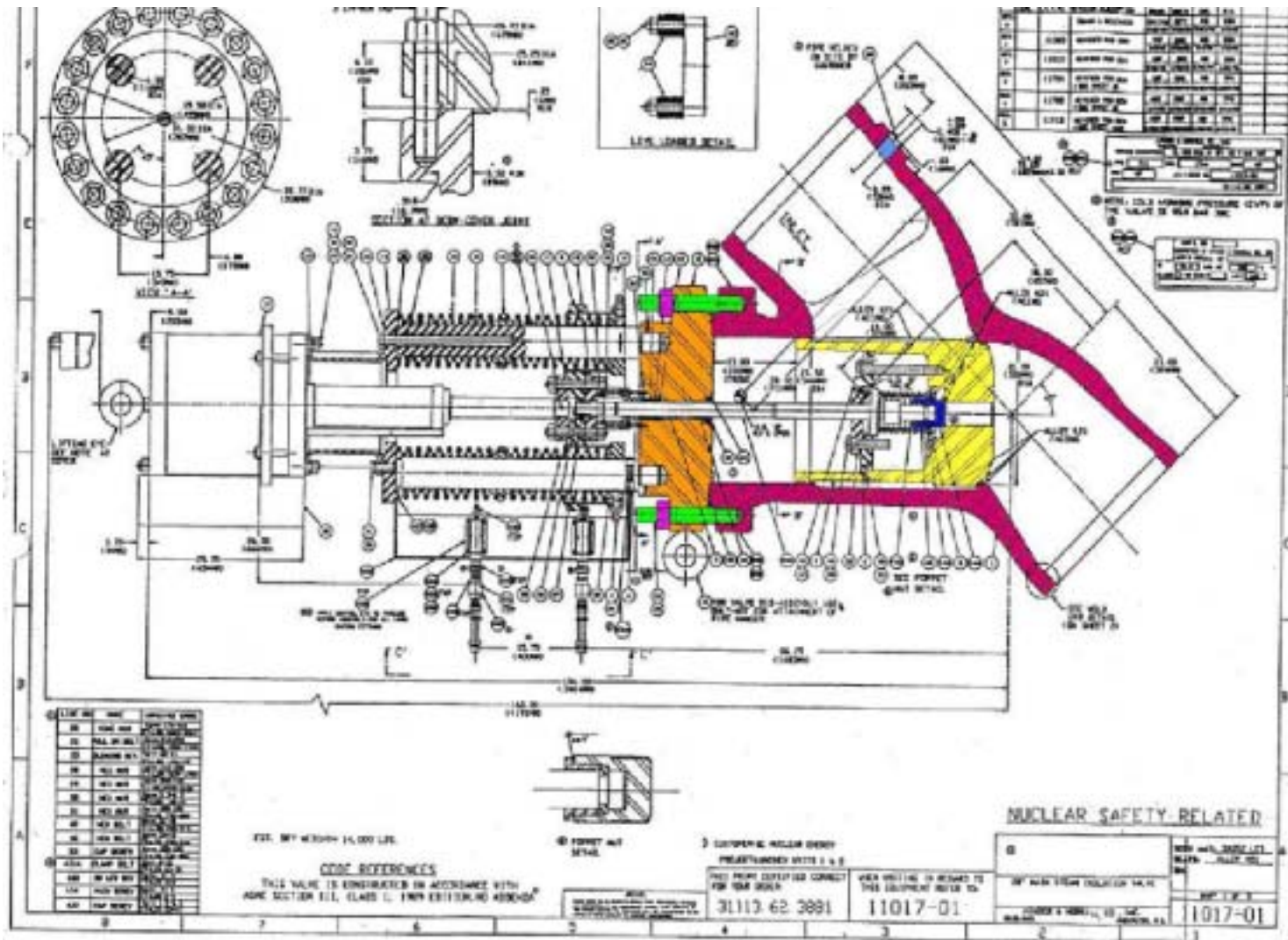
本報告即綜述本會核能研究所核四建廠安全管制支援專案計畫小組，針對核四廠一號機八台主蒸汽隔離閥(Main Steam Isolation Valves, 以下簡稱 MSIV)品質文件查證之情形與結果。

貳、MSIV 結構與功能簡介

核四廠兩部機組之反應爐均有四條主蒸氣管路，每一條主蒸汽管各裝設二台 28”之 MSIV，這八台 MSIV 之裝設位置分別在乾井內(Inboard Drywell)和圍阻體外(Outboard Containment)靠近圍阻體牆處(各四台)，其主要功能為當主蒸汽管在乾井外斷裂時，可藉由關閉 MSIV 限制爐水流失，避免燃料護套損壞，另外，主蒸汽管在乾井內斷破，放射性物質隨爐水或蒸汽流失時，關閉 MSIV 可限制放射性物質洩漏至週圍環境。無論在核能電廠運轉及安全考量上，MSIV 為相當重要之安全設備，依核四廠初期安全分析報告(PSAR)之設備分類，MSIV 被歸類為 ASME 法規 Safety Class 1 之安全設備。

核四廠所使用之 MSIV 為 ATWOOD & MORRILL CO. INC.公司製造的 28”-Y 球型閥，其主蒸汽流向由閥盤上方往下方流出，此設計方式可使蒸汽壓力有關閉 MSIV 的作用。MSIV 之重要組件包括(如附圖)：主閥體及閥座、導引閥及閥座、關閉活塞及氣缸、液壓緩衝筒、速度調整閥及關閉彈簧等。

MSIV 的操作設計特性為：以彈簧力關閉、用氣壓操作活塞的開啟及關閉、兩台不同的交流電源操作之電磁導引閥、兩台導引閥都失能或操作空氣壓力供給失去時，裝置於閥附近的蓄壓器，能供 MSIV 關閉之操作能力。



圖一、MSIV 組合剖面圖，著色部分為壓力承持材料

參、查證項目

MSIV 係依據 ASME Boiler and Pressure Vessel Code (B&PV) Section III , Class 1 , Seismic Category 1 進行設計之安全相關組件(Safety-Related Component) , 且需執行耐震分析。

MSIV 品質文件查證項目共分為四大項。

- 一、 壓力承持材料(Pressure Retaining Material)之材料測試證明 (Certified Material Test Report, CMTR)查證
- 二、 功能測試壓力、洩漏及測試時間查證
- 三、 表面硬化銲接(Surface Hardening weld)查證
- 四、 ATWOOD & MORRILL 公司非破壞檢測作業查證

至於 MSIV 品保相關文件及其於採購規範中規定應執行之 Qualification test report 等文件 , 於查證過程中稍有涉獵 , 其查證結果亦將於報告中陳述。

肆、查證依據及結果

- 一、 壓力承持材料(Pressure Retaining Material) :

MSIV 的壓力承持材料測試證明(Certified Material Test Report, CMTR) 係依據 ASME B&PV Code Sec III Subsection NCA, NB、 ASME Section II Material Specification Part A---Ferrous、採購規範 Material and processes control for ASME B&PV Code class 1 and 2 Valves(31113-0A24-1217 Rev 4)

及 MSIV 採購規範 Purchase Specification for Main Steam Isolation Valves(31113.62.3881 Rev 6)之相關規定進行查證。

MSIV 之壓力承持材料有 Valves Body、Poppet、Cover、Pilot Poppet、Stud、Hex Nut、Pipe 等七項。各項材料均針對其化學成分分析(Chemical Analysis)、機械性質(Mechanical Properties)及熱處理(Heat Treatment)等之材料特性及應執行之非破壞檢驗(NDE)結果等進行查核，查證結果除發現有下列之品質文件仍需再予補齊之外，其餘均符合前述法規及規範之要求。

- (一) 序號SN 4-11017-01 之MSIV 其Pilot Poppet 之CMTR 並未存在於品質文件中。
- (二) 序號SN 2-11017-01 之MSIV 其閥體(Valves Body)之RT 報告, 缺漏JK 5-6 JK 6-7 及JK 7-0 等位置之檢測結果。
- (三) 序號SN 3-11017-01 之MSIV 其Pilot Poppet 之材料測試報告(含NDE 檢驗部份) 整份遺漏。
- (四) 依據 ASME B&PV Code Sec II Part A SA-350/SA -350M 6.3.1 節之規定，鍛造件必須執行硬度測試，以確認其硬度值小於 197HB。然於查證 Pilot Poppet(材質為 SA-350 LF2, Forging material)之 CMTR 時發現，八台之 Pilot Poppet 材料測試證明文件均無硬度測試資料，與上述規定不符。

二、功能測試

每一台 MSIV 的設計營運年限為 40 年，而所有需要定期更換的消耗性配件如；O-Ring、Gasket、Solenoids 等的設計年限至少為五年。

功能測試的壓力、洩漏及時間應依照 Purchase Specification 4.4 Design And Operating Parameters 之規定，執行程序則依照 GE 公司發行核准的主蒸汽隔離閥測試程序書(Main Steam Isolation Valves Production Test, Procedure 310-11017 REV 3)。

功能測試壓力、洩漏及時間之查證結果，說明如下：

- (一) 所有依第 2 版程序書執行 Main Steam Isolation Valves Production Test 之 MSIV，應再依照第 3 版之程序書補行各項在第 2 版未執行之測試。
- (二) 依照測試程序書 3.1 節及 Purchase Specification 6.2.2 節 Appendix B30 的 Table B 30-2 之規定，Demineralized water 水壓測試須有水質化學分析報告，但在 QRP 品質文件中缺化學分析水質報告。
- (三) 依照測試程序書 3.6 節之規定，機械錶(Electronic watch or calibrated mechanical watch.)需經過校驗方可使用，但在 Data Sheets 的 Closure Time Test 及 Opening Time Test 中並未提及使用何種測試馬錶，請予以澄清。
- (四) 缺少執行測試程序書 6.1 節測量開路電阻時，所使用之高阻計(Mega Ohms)之校驗報告。
- (五) 編號 S/N 2-11017-01 之 MSIV 的 Limit Switch Test 電阻值(1.89 ohms)超過規定值的

1 ohms(Page 411)

- (六) 編號 S/N 7-11017-01 之 MSIV 其品質文件中之 Test Report 日期為 6/6/00(Page 409), 但發現其中 Pneumatic Disk Seat Leak Test 的執行日期卻為 6/7/00, 其中差異之原因台電公司應予以澄清。
- (七) 編號 S/N 1-11017-01 之 MSIV 其 Actuator Supply Pressure 之壓力值未填, 且洩漏值填寫為 $> - .29$ scfm (Page 405)。
- (八) 編號 S/N 6-11017-01 之 MSIV 其 Pneumatic Disk Seat Leak Test 之洩漏值未填(Page 402)。
- (九) 下列之 MSIV 品質文件有修改, 但未依規定簽名及附記日期: S/N 1-11017-01 (Page 405)、 S/N 2-11017-01 (Page 412)、 S/N 3-11017-01 (Page 417、 418)、 S/N 4-11017-01 (Page 403)及 S/N 5-11017-01 (Page 417、 418)。

三、表面硬化銲接

MSIV 應執行表面硬化銲接的組件計有 Body , Poppet、 Pilot Poppet、 Top Plt. / Bot. Plt、 Sma. Rib./Lar. Rib、 Stl. Plate、 Pipe/Block 等。查證執行時主要係依照 Purchase Specification 中之有關規定進行查核, 有關之查核結果良好, 但有以下建議請台電公司參考:

- (一) MSIV 製造廠家 (AYWOOD & MORRILL CO. INC) 並未提供硬面銲接的銲接位置圖, 而各組件的名稱有因工作人員不同而填寫不同名稱之

情形,致執行查證作業時有無法明確得知所有需硬面銲接的位置是否均已完成之困擾,建議台電公司應要求奇異公司補送硬化銲接位置圖,以利查證並統一組件名稱。

- (二) 依 Purchase Specification 6.1.2 Valves Trim Components 中,對於表面硬化銲接接頭的機械加工位置、型式,以及銲接層數、銲接厚度、機械加工後之硬面厚度等均有所規定,惟由現有品質文件中之 WELD RECORD 有關紀錄中無法得知上述製造作業之品質情形,建議台電公司應要求 GE 公司補送硬化設計、製造及銲接位置圖等有關文件,以利查證各表面硬化銲接接頭是否符合 Purchase Specification 6.1.2 之要求,並統一組件名稱。

四、非破壞檢測作業

非破壞檢測依據 Purchase Specification 7.2.1 Non-Destructive Examination, 以及 ASME B&PV Code Sec. III NB Class I 之規定執行各項檢測,其中組件 body poppet pilot poppet 及 cover 等屬於 ASME B&PV Code Sec. III NB Class I 組件 stem spring 及 retaining ring 則非屬於 ASME B&PV Code Sec. III 範圍。有關查證結果簡述如下:

- (一) NON-DESTRUCTIVE EXAMINATION REPORT 的 MT 表格,是影印 PT 表格而來,執行作業人員欄位 PT Applicator Level I 未一併改為

MT Applicator Level I。

- (二) NON-DESTRUCTIVE EXAMINATION REPORT 的 PT 及 MT 報告，僅經 QC 及 Applicator Level I 之簽署，並未經 NDE Examiner Level II 之簽署。依規定 QC 人員並不能代表 Level II 執行評估的作業。另依據 ASME B&PV Code Sec. III NB-5521(a)(5)規定，廠家如想以 Level I 人員代替 Level II 人員執行評估作業，則應提供一份經合格人員認可之詳細 PT 及 MT 的接受標準說明書，並附在 QRP 品質文件中作為佐證文件，查證品質文件後亦未見有此類接受標準說明書。
- (三) 經查核尚有部分應附於 QRP 品質文件中之製造檢驗表 ATWOOD & MORRILL CO. INC.公司並未附齊(如附件一)，台電公司應要求廠家加以補足。

五、其他(NCR、FDI 及 EQ、SQ 重點查證)

- (一) 廠家 NCR(Non-Conformance Report)管制情形：

依據一號機 MSIV 之 QRP 品質文件內容，發現對於 BODY、POPPET 及 COVER 等三種重要組件，製造公司曾發出多達 34 份的不符合報告(Non-Conformance Report, NCR)。但因 NCR 有關資料並未附在 QRP 品質文件中，致無法得知此 NCR 之檢修內容、位置、檢修深度以及非破壞檢測作業，不符合 Purchase Specification 9.1.9

Documentation List 第 41 條 之規定。

(2) GE 公司 FDI (Field Disposition Instruction)之管制情形：

施工處於八十九年八月間接收一號機八台 MSIV 時，發現設備名牌上並無該設備之設備編號(Tag No)，GE 公司接獲台電反應後，於八十九年十一月二十八日簽發 FDI (FDI NO. LT1-31113-0001)，以管制設備名牌更換之有關事宜。由於查詢 IMS 系統，發現此一 FDI 處理狀況仍為空白，乃再向施工處有關部門查詢確認 GE 公司已依程序完成設備名牌之更換作業。惟由此一情形顯示 IMS 系統即時更新作業仍存在相當改善空間。

(3) EQ、SQ 查證情形：

依據 GE 公司 Purchase Specification (31113.62.3881 Rev 6)及 Wyle 公司 Qualification Plan 之規定，製造商應製備相關測試報告以驗證 MSIV 符合設計之環境、地震、輻射、使用溫度、老化、使用耐受性等條件。惟因相關文件內容龐大，限於有限之人力與時間僅能針對 Executive Summary Report for Atwood and Morrill (Executive Summary Report No. 43813R2000)及 Test Report for Qualification of MSIV Actuator for Use by Atwood & Morrill in Lungmen Nuclear Units 1 and 2 (Test Report No. 43813R2000) 中之 Notice of Anomalies(NOAs)部分，進行重點查證。結果於 NOA No.14 發現其處理方式，並無其他文件可佐

證其處理結果符合 10 CFR PART 21 - Reporting of Defects and Noncompliance 之相關要求，台電公司應要求製造廠家加以補充澄清。

伍、結論

整體而言，負責一號機八台 MSIV 設計製造之美國 ATWOOD & MORRILL CO. INC. 公司為 ASME 認證合格廠商，品質文件大致上均足以證明其製造測試過程符合法規規範要求。對於查證作業中發現之各項缺失及相關管制建議，已請查證小組依規定填報視察發現通報，循本會正式作業程序函送台電公司辦理及參考，期有效管制追蹤台電公司後續處理情形，以確保 MSIV 之製造品質符合法規及安全之要求。

註：本文因限於篇幅部分內容及附件均予以節刪，如對內容有任何意見請洽本會牛效中科長 Tel.02-2232-2140

A&M NDE 檢驗查證表

| ITEM | Body | | | | | | Poppet | | | | | Pilot Poppet | | | | Cover | | Stem | | | Spring Retaining Ring | | |
|-------------------|--------|----|---|---|---|---|--------|----|---|---|---|--------------|----|---|---|-------|----|------|---|---|-----------------------|---|---|
| | M T | PT | | | | | MT | PT | | | | MT | PT | | | MT | PT | PT | | | PT | | |
| | | A | B | C | D | E | | F | G | H | I | | J | K | L | | | M | N | O | P | Q | R |
| S/N 1-11017-01 | v | 缺 | v | v | v | v | v | v | 缺 | v | 缺 | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v |
| S/N 2-11017-01 | v | v | v | v | v | v | v | v | 缺 | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v |
| S/N 3-11017-01 | v | v | v | v | v | v | v | v | 缺 | v | 缺 | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v |
| S/N 4-11017-01 | 缺 | v | v | v | 缺 | v | v | v | 缺 | v | 缺 | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v |
| S/N 5-11017-01 | v | v | v | v | v | v | v | v | v | 缺 | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v |
| S/N 6-11017-01 | v | v | v | v | v | v | v | v | 缺 | v | 缺 | 缺 | v | 缺 | v | v | v | v | v | v | v | v | v |
| S/N 7-11017-01 | v | v | 缺 | v | 缺 | v | v | v | 缺 | v | 缺 | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v |
| S/N 8-11017-01 | v | v | v | v | 缺 | v | v | 缺 | 缺 | v | 缺 | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v | v |

註：標示為「缺」之項目，其品質文件中遺漏相關 NDT 檢驗紀錄或報告。
(附件一)

A&M NDE 檢驗表的檢驗位置英文字母說明:

- A. All Final Mach. Surf. : Bore area cover flange
- B. Weld Ends : Final mach.
- C. Seat—Mach. : Mach. face prepare.
- D. Weld Joint : Seat, Ribs prepare
- E. Weld Joint : Floating rib and L.H.(left hand) and rib looking into cover end near outlet end.
- F. Other: Socket weld prepare.
- G. All Acc. Surf.—Prior Mach.: Rough mach.
- H. All Final Mach. Surf. :Carbon steel exterior and interior.
- I. Seat—Mach. : Pilot seat, Front band prepare.
- J. Other: Front seat, Front band, Back band prepare.
- K. Weld Joint: All hard facing.
- L. All Acc. Surf.—Prior Mach.: 100% prior mach.
- M. All Final Mach. Surf. : Accessible.
- N. Seat—Mach.: Guide area.
- O. Other: Hard facing prepare
- P. All Acc. Surf.—Prior final mach...
- Q. All Final Mach. Surf. : Accessible.
- R. Weld Joint: Poppet Nut to pilot poppet.
- S. other: Bottom end after removal of live center.
- T. All Final Mach. Surf. : Accessible.(plus lugs prior to THD)
- U. Weld Joint: Hard facing prepare
- V. Other: I.D. Bore hard facing.