

應用 PDCA 管理循環在半導體製造工程上之重大異常處置管理系統

作者一：楊貴安

作者二：鄭琨耀

作者三：袁賢銘 教授

服務單位：交通大學資工所

服務單位：交通大學資工所

服務單位：交通大學資工所

Email：cashayoung@gmail.com

Email：

Email：smyuan@cis.nctu.edu.tw

摘要—全球金融風暴後，各企業皆想降低營運成本，以提高公司的競爭力。在眾多營運成本中，降低生產成本所帶來的效益為最大。降低生產方法中，除了提升製造過程的正確性與最高效率外，也應涵蓋品質異常所衍生出的製造損失與成本支出。

本研究主要是針對重大異常發生後所衍生的處置作業流程，建置出一套基於 PDCA 品質管理作業程序的電子化平台。協助落實重大異常 MRB 會議之召開、Action 管理追蹤與異常處理知識庫建構，如此可提升異常處置之效率，進一步達到降低再發率。同時也幫助因客訴問題所產生的廠內對應矯正作業之追蹤管理，藉此提升客戶服務品質。另外也建構出重大異常損失與成本資訊的完整記錄，可直接協助決策資源的管理，提升公司的競爭力。

關鍵詞—PDCA，MRB

一、研究目的

本研究主要是針對重大異常發生後所衍生的相關處置作業流程，建置出一套基於 PDCA 品質管理作業程序的電子化平台[2]。具體而言，本研究的目的如下：

1. 協助落實重大異常 MRB 會議之召開、Action 管理追蹤與異常處理知識庫建構。如此可提升重大異常處置之紀律與效率，進一步達到降低再發率[4]。

2. 幫助因客訴問題所產生的廠內對應矯正作業之追蹤管理，如此便可提升客戶服務品質[10]。

3. 記錄產品 Lot 的異常品處置方式，提供了未來經驗的學習。

4. 建構出重大異常損失與成本資訊的完整記錄[7]，可直接協助量化嚴重程度，以焦距管理重心，並協助決策資源的管理[8]。

二、研究步驟

本研究是藉由深入訪談的方式，以了解當初晶圓生產發生異常時，如何進行改善程序動作的現況以及其特徵要素。接著針對公司各生產單位與品質管制部門，以直接深度訪談相關人員所陳述而觀察到的現象，以及各種異常報告與資料的蒐集方式，來分析與了解到公司重大異常的真實運作情形。進而分析推導出本研究的發現與結論。最後提出建置遵循 PDCA 品質管理流程的重大異常電子化系統，以及此系統所能帶來的管理決策效益。

三、背景

3.1 PDCA 品質管理循環

PDCA 循環，就是由 P 計畫 (Plan)、D 執行 (Do)、C 查核 (Check) 及 A 處置 (Action) 四大步驟過程所構成的一連串追求改善的行動，亦有人稱為「戴明循環」(Deming Cycle) 或「戴明轉輪」(Deming Wheel) [5]。

戴明循環是戴明博士 (W. Edwards Deming) 在西元 1950 年受邀於日本講習時所介紹的一項管理理念，最初應用於品質管理，爾後擴及企業各階層的管理思維及行動上，經由不斷的改

進而成為如今的面貌。最早的戴明循環分為設計、生產、銷售、研究四個階段（如圖 1）。之後日本人將其中的改善觀念與管理功能的觀念相結合（如圖 2），修改為 PDCA 循環，以便適用於各種狀況。PDCA 循環是提高產品品質，改善企業經營管理的重要法則，同時也是品質保證體系運轉的基本方法。

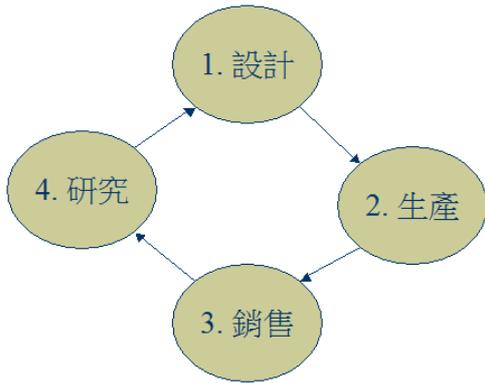


圖 1 戴明循環

戴明循環與 P D C A 循環兩者的對應：

- 設計→計畫：產品的設計相當於管理的規劃階段。
- 生產→執行：產品的生產、製造相當於管理的實行階段。
- 銷售→查核：從測試產出良率結果可以看出執行成效。
- 研究→處置：萬一發生異常仍舊發生的情況，就應該在下一個階段規劃時加以考慮，並據以採取適當的措施。

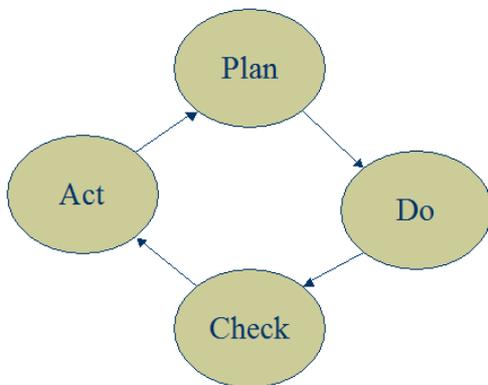


圖 2 PDCA 循環

3.2 MRB 定義

MRB 的全名是 Material Review Board，意思是指物料審查會議。它是針對所有檢驗工作站點，發現產品異樣狀態但是讚時不能確定是否為缺陷異常的一種處理作業。這邊指的工作站點包括了進料檢驗、過程檢驗、出貨檢驗以及可互退回的產品檢驗。根據不確定的缺陷發現的位置，MRB 會議可以由不同的負責單位召集。比如在進料檢驗過程中發現原物料有異常而該檢驗工程師不能確定時，他可召集 MRB 會議。MRB 會議中可邀請專案經理、採購工程師，製造工程師參與。如有必要也可以邀請品質經理和生產經理加入，已加速問題的釐清與解決。透過 MRB 會議一般可以得到以下幾點結論：1. 繼續使用該原物料；2. 需要重新評估後使用；3. 報廢；4. 退回供應商並要求換貨。MRB 召開會議重點是能使相關的人在第一時間知道問題的存在，並且能加速該問題的解決。

本論文所參考的半導體 P 企業便是採用 MRB 的管理方式，運用於當遭遇重大產品異常，針對異常產品的處置以及問題發生原因的找尋，一直到問題的預防再發，所召開的風險管理會議。

3.2 CAR 定義

CAR 的全名是 Corrective Action Report，意指針對企業內部某一發生的異常，所對應之矯正措施報告。CAR 為加強企業的有效管理，找到企業異常問題癥結所在並防止問題再次發生，實現即時快速的自動化管理。當找到其根本原因，作出有效解決措施並永久地矯正異常現象。所以若是召開重大異常的 MRB 會議後，最後必須有其對應之 CAR 報告。以確定該重大異常的原因不再發生，如此才是召開 MRB 會議最重要的工作之一。

CAR 報告內容格式主要採用福特汽車的品管報告 8D(Disciplines)，其中最後一個格式不編入 CAR 報告當中。8D 內容大致描述如下：

1. Discipline 1 (Team)：問題解決小組成員。問題的描述。
2. Discipline 2 (Problem Description)：問題的

描述。

3. Discipline 3 (Containment Action): 暫時性處理對策。
4. Discipline 4 (Root Cause): 發生問題的最主要原因。
5. Discipline 5 (Permanent Corrective Action): 永久改善措施。
6. Discipline 6 (Verification of Corrective Action Effectiveness): 驗證改善措施之有效性。
7. Discipline 7 (Action Taken to Prevent to Reoccurrence): 預防再發處置方式。
8. Discipline 8 (Congratulation): 讚揚執行改善之團隊。

四、系統架構

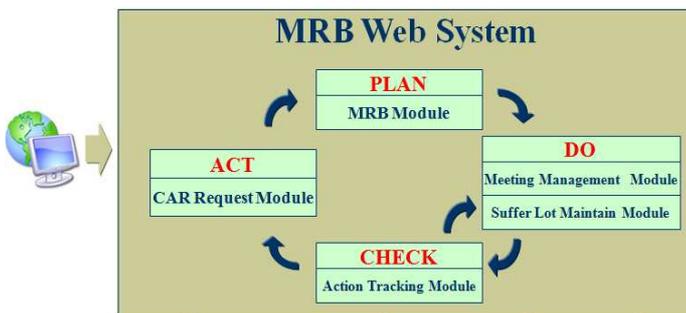


圖 3 修改後的 PDCA 循環

本章節主要描述本研究論文所設計的系統架構。如圖 3 中描述了 MRB 系統主要的構成程式模組，這些模組主要是以 PDCA 的管理循環為開發的參考依據所設計而成。主要分為五個模組，各模組之間的運作方式以下舉例說明。

當晶圓製造生產機台發生錯誤異常時，製造單位會先提出 MRB 案件會議，會議中會討論出該案件是否構成了重大異常的條件。在 MRB 立案成立時，MRB 品管人員就可利用 Meeting Management Module 的會議通知作業召開各項案件會議來討論相關的處置動作。並可使用 Meeting Management Module 的會議記錄作業來登錄會議結論及連結 Action Tracking Module 的 Action 維護作業來建立會議中各項處置並且追蹤各項處置動作之進度。而所下的處置

(Action)可連結 Suffer Lot Management Module 的 Suffer Lot List 資料上傳、Lot Disposition 資料上傳及 Lot Hold/Release 等動作。在 CAR 所需的前 3D 的資訊準備完成以及所有處置動作都完成後，MRB 品管人員便可以透過 CAR Request Module 指派 CAR 資料填寫人員來產生 CAR 表單並驅動 CAR 流程。接著當所有 Lot Disposition 動作完成後，即可以利用指派 MRB 成本計算人員之來驅動成本計算。最後等待 CAR 流程客戶回覆無誤、成本計算完成以及所有 Action 都在可結案的狀態下，即可進行 MRB 之結案動作。

五、軟體開發架構

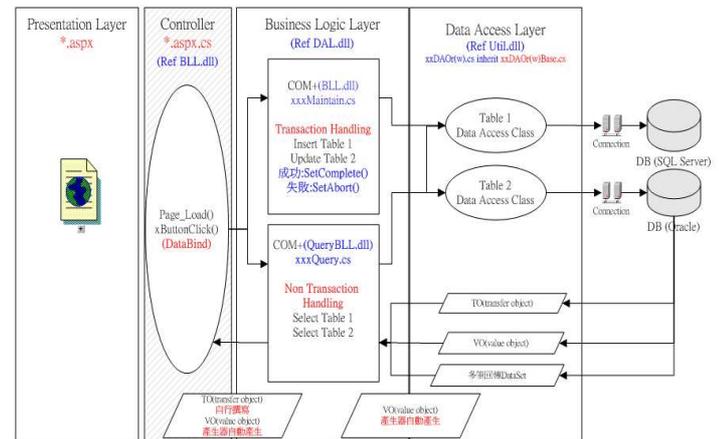


圖 4 Process flow of MRB system

本研究中所建置的重大異常管理系統的軟體開發架構系主要是遵循 MVC 設計模式。並且使用 Microsoft .NET 的 Web 企業解決方案所建置的網站應用系統。如圖 4 中所示為系統程式執行流程，主要區分為邏輯層與資料存取層、顯示層、控制層。並連結後端 Microsoft SQL Server 2000 資料庫以及 Oracle 資料庫。

在邏輯層中，我們會將各種企業邏輯判斷，數據運算或是資料交易撰寫在這個層面的程式中。在資料存取層中則撰寫了資料存取方式的程式。在顯示層中則為使用者操作畫面呈現以及操作邏輯設計。在控制層中，則為串連畫面之操作與企業邏輯運算的支配管理，以便使用者能藉由畫面的操作取得正確無誤的邏輯

運算結果。也就是說，使用者透過網頁上的操作介面後，經過控制層的管理呼叫了邏輯層上正確的企業邏輯判斷，最後再藉由資料存取層以便保存使用者的需求結果。

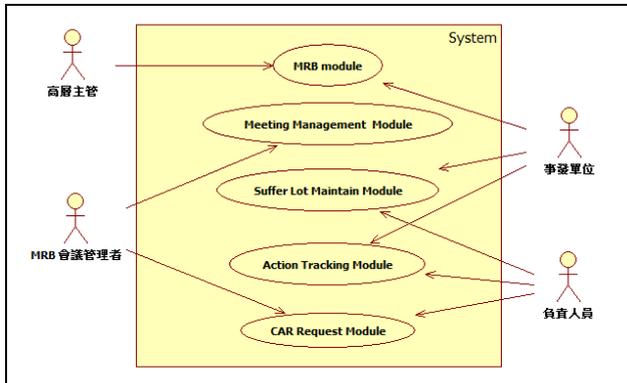


圖 5 Use case diagram of MRB system

以下會說明本管理系統的主要功能需求。由於本系統採用 .NET 的平台開發所以使用 OOAD 的文件說明將更可表達出系統的設計方式開發。而我們將使用 UML 的符號來表達主要的系統設計內容。圖 5 為本系統的 Use Case 圖示，其中包含了四個主要的使用者，包含：高層主管、MRB 會議管理者、事發單位以及負責人員。也包含了五個主要 Use Case，MRB module，Meeting management module，Suffer Lot Maintain Module，Action Tracking Module 與 CAR Request Module，以下小節將分別描述說明其程式撰寫方式。

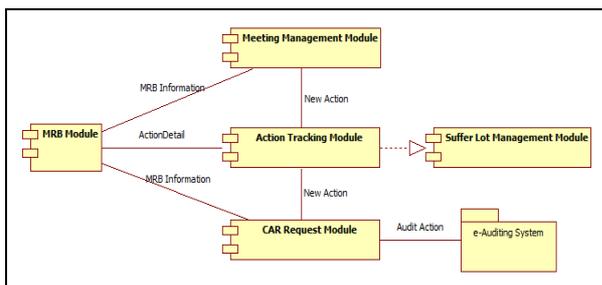


圖 6 Component diagram of MRB system

經過 Use Case 的說明我們可將五個 Use Case 分為五個元件，其中 CAR Request 模組會連結稽核系統，如圖 6 所示。各元件之間會有相關資訊作傳遞。MRB 元件會傳遞 MRB 資訊給 Meeting 管理元件與 CAR Request 元件。Meeting 管理元件，則會傳遞新 Action 資訊給

Action Tracking 元件。Action Tracking 元件則會將 Action 資訊傳給 CAR Request 元件以便完成 CAR 矯正措施報告以及提供稽核系統相關稽核資訊做後續的稽核作業。Suffer Lot 管理元件則實現與 Action Tracking 元件相同的程式介面。

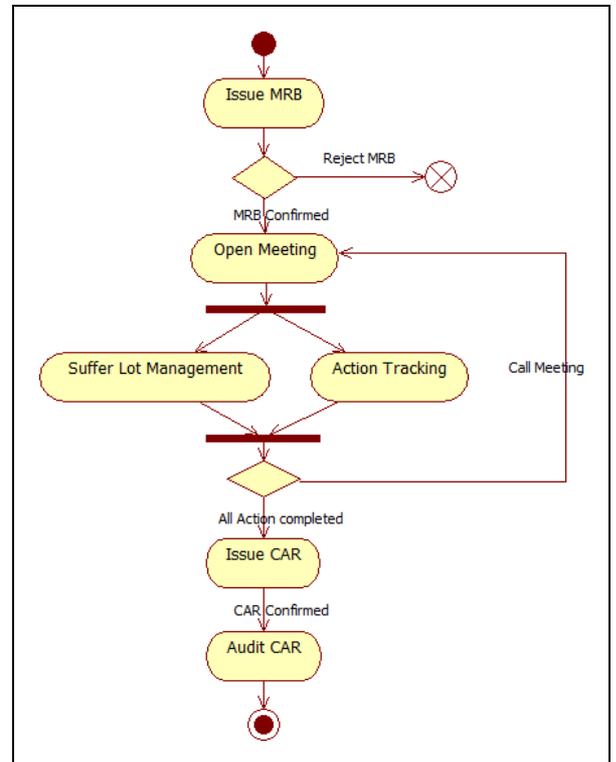


圖 7 Activity diagram of MRB system

知道了系統的主要元件，我們接著來說明管理系統如何實現 MRB 的管理作業流程。圖 7 為 MRB 系統的作業流程示意圖。首先發布 MRB 案件經過會議討論後決定是否成立案件。確定成立後進入召開會議的階段，這個階段是可以不斷的進行召開會議以便進行各種必需的處置。當所有處置都完成後便可進入 CAR 的作業流程。之後再確定 CAR 內容的完成後，就會進入稽核 CAR 內容的流程，稽核完成後即是完成整個重大異常的處置作業。

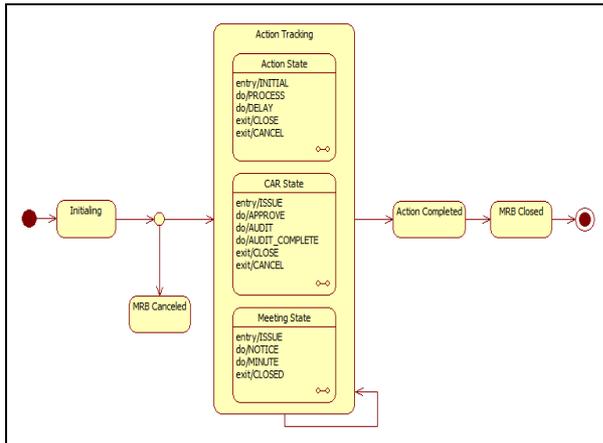


圖 8 State chart diagram of MRB system

接著我們可以依據上述的作業流程定義出主要的流程狀態。如圖 8 中所示，主要流程為 MRB 案件處置作業將會有 Initialing、Action Tracking、Action Completed、MRB Closed。在處置追蹤階段中，又可區分為三種不同的處置分別為 Action State、CAR State 與 Meeting State。

MRB Module

MRB 系統模組為本管理系統之初始主要功能：主要是以申請 MRB 的立案申請為最開端。之後再搭配相關功能如：MRB 進度監控作業、待處理工作追蹤、重大異常原因分析查詢等功能以便管理 MRB 案件。

Meeting Management Module

Meeting Management 系統模組為各改善措施執行的觸發點，任何異常處置都須先經過開會討論以決定出可行的執行辦法。維護 MRB 會議記錄的功能為本模組主要的功能。

Suffer Lot Maintain Module

Suffer Lot Maintain 系統模組為改善措施的其中一種執行辦法。藉由此功能來紀錄重大異常發生時候，所有影響 Lot 的處置細節。Suffer Lot 的資料上傳功能為本模組主要的功能，使用者利用此畫面來完成 Suffer Lot 範例檔案下載及填寫完的 Suffer Lot Excel 檔案資料上傳動作。

Action Tracking Module

Action Tracking 系統模組主要為各項改善措施的檢驗追蹤功能。藉由此模組來追蹤各項處置

的執行狀況並予以回覆。我們可藉由 Action 新增維護功能來將各種處置作新增與修改，其中包含 Containment Action、Lot Disposition Action、Suffer Lot List、Hold Lot、Release Lot、CAR Action 等處置型態。

CAR Request Module

CAR Request 系統模組為執行完改善措施後的紀錄報告功能。藉由此功能來彙整重大異常最後的所有改善辦法與處置結論。CAR 表單填寫為本模組的主要功能，使用者利用此畫面來完成 CAR 資料填寫與簽核作業。

軟體平台與程式工具庫

MRB 系統在開發時，設計與使用了一些工具與平台，列表如表 6 中所示：

表 1 軟體平台與程式工具庫

Name	Usage	License
C# .NET	Web application framework	Microsoft
BorG SPM 表單	Work flow engine	博格科技公司
Log4NET	Logging service	Apache License
SQL Server 2000	Database system	Microsoft
MyGeneration	Code Generation, O/R Mapping, and Architectures	Freeware License Agreement

六、研究結果及比較

本章節主要說明重大異常管理系統上線後所得到的實際效益分析。以下先條列系統上線後功能變更歷程，說明系統的變更都是以 PDCA 管理循環架構下進行修改。接著以重大異常相同原因再發率、使用者上線使用率以及異常處置回應時效等三種數據，來驗證此系統上線前與上線後得到的效益是否有達成本研究的主要

目的。

6.1 上線後的功能變更歷程

本研究論文的管理系統於 2006 年上線後到 2009 年上半年，總共經過了二十幾次的系統功能變更。其中大部分的變更都以使用者操作介面上的友善為主，另外有三個的變更為新功能的增加，條列如表 7 所示。由此表中我們可以觀察到，在後續相關功能變更歷程中完全還是依據 PDCA 的管理循環系統模組的架構下做出變更。並且所有新增的功能都是原開發功能上的補強。因此，我們可以推論 PDCA 管理循環架構的系統對於異常管理上確實收到實質的效益。

表 2 系統上線後功能變更歷程

更新日期	更新內容說明	所屬系統模組
2008/7/17	Pre-MRB 機制上線	MRB 系統模組
2008/8/11	Auto Hold/Release Lots 功能上線	Suffer Lot Maintain 系統模組
2009/3/9	失敗成本資料系統結構化	Action Tracking 系統模組

6.2 MRB 再發率數據比較

當生產過程發生重大異常時，決策主管不但需要訂出改善措施，而且更需要了解如何防堵預防再發。本研究目的之一是想藉由 PDCA 管理循環，來加強防堵異常再發。

我們前後整理出 P 公司四年的資料內容，分類為以下兩個表格資料。表 8 所呈現的資料為重大異常系統上線以前所整理的重覆發生比率。數據中，A 廠區在該廠區重覆發生了 3 件異常。B 廠區在該廠區重覆發生了 1 件異常。C 廠區雖然在該廠區沒有重複發生相同的異常，但是其發生的案件卻是在 B 廠區已經發生過。也就是系統上線以前就多發生了這五件重複發生的案件。在表 9 所呈現的資料為系統上線以後到現在所整理的案件重複發生比率。很明顯地我們可以了解到，在重大異常系統的 PDCA 管理循環下，的確可以將異常案件再發率逐漸的

降低。

總之，透過本研究的 PDCA 循環所開發的管理系統，確實達到本研究的主要目的之一。

表 3 系統上線前 MRB 重覆發生比率

廠別	重覆 (件)	重覆 發生 比率	重覆 影響 Lots	他廠已發生		
				A 廠區	B 廠區	C 廠區
A 廠區	3/36	8.3%	318	0	0	0
B 廠區	1/19	5.2%	17	0	0	0
C 廠區	0/7	0%	0	0	1 件 (影響 406 批)	0

表 4 系統上線後 MRB 重覆發生比率

廠別	重覆 (件)	重覆發 生 比率	重覆 影響 Lots	他廠已發生		
				A 廠 區	B 廠 區	C 廠 區
A 廠區	2/52	3.8%	50	0	0	0
B 廠區	1/19	5.2%	25	0	0	0
C 廠區	0/9	0%	0	0	0	0

6.3 MRB 使用率數據比較

另外一個我們整理的數據資料是針對使用者上線的使用率，來說明透過本研究的管理系統將大幅提升員工的使用率。系統上線後到 2008 年底，曾經使用過系統總人數為 1417 人。其中與異常案件直接相關的負責人數為 112 人。在這 112 人中有 49 人的使用率比起本系統未上線前高出 2 倍，更有高達 63 人使用率超過 5 倍以上的使用比例。其餘非異常案件直接相關的人數，其中扣除使用次數不滿 10 1 次的人數，也有 271 人上線查看了解別人所發生的異常案件。由上述人數統計數據上可以知道在系統上線後，驗證了以 PDCA 循環所建置的異常管理系統，確實增加了人員對各異常事件的聚焦效果。提供了工程師經驗的傳承與核心智識的學習，縮短了人員學習曲線。

6.4 MRB 處置回應時效比較

由於上述的使用者上線使用率增加，以及簽核系統的催簽機制。我們可以加以比較 MRB 案件的相關處置回應時效。由表 10 我們發現，系統尚未建立以前平均完成天數高達兩個半月，並且要回覆給客戶的 CAR 報告書也需要 13 天的處理時間。而正常的處理時間 7 個工作天內就必須回覆客戶。如此長的處理時效，可能隱藏了錯誤再發的風險。因此，對於異常處置時效的掌握確實也是非常重要減少錯誤再發的指標之一。

表 5 系統上線前 MRB 處理回應時效

廠別	MRB Action 平均完成(天)	CAR	
		平均要求回應 (天)	平均逾期 (天)
A 廠區	74	21	8
B 廠區	82	19	5

由表 11 中我們很明顯的看到，基於 PDCA 管理模式的系統上線後所有的 MRB 案件完成結案的天數已經下降到 1 個多月，並且回應給客戶的 CAR 時間也都達到不會逾期的效果。確實證明本研究論文所建置而成的重大異常管理系統，的確提升了 P 企業生產品質與處置的時效性，有效防止了異常再發的機率。

表 11 系統上線前 MRB 處理回應時效

廠別	MRB Action 平均完成(天)	CAR	
		平均要求回應 (天)	平均逾期 (天)
A 廠區	51	15	0
B 廠區	56	16	0

七、結論

本研究所開發出的異常管理系統，在透過 PDCA 的方法管理後，不但可以將各種異常狀況加以矯正與預防，更改善了生產的品質，同時降低了公司的生產異常的再發率，大大提高了公司的競爭力。

戴明博士的 PDCA 理論是一種科學嚴謹的工作方法與工作程序，也是一種經過各行業驗證的科學管理工具。這個理論不但幫助我們建立整體生產的管理處置系統，而且對於每個局部小細節或是突發事件的處理都有不可取代的管理作用。本論文研究內容，便是實作開發出應用 PDCA 管理循環的重大異常管理系統。其驗證了 PDCA 管理循環，對於解決工程困難與單一細節的作用。而 PDCA 是一個貫穿始終的工作步驟，對於管理人員只要認真執行 PDCA 的每一個細節，就會使得最終的目標得以成功實現。本管理系統中，許多重大異常的後續處理，是由於運用 PDCA 管理循環中的嚴謹分析，制訂出確實可行的工程製造程序，並透過工程人員的執行落實以及管理人員的嚴謹查核而得以實現的。所以我們透過系統化的管理，向每個過程要效益，才是企業得以長期發展的根本。本重大異常管理系統是充分運用戴明博士的 PDCA 管理循環的一個半導體工程上異常管理成功案例。

八、參考文獻

- [1]. 陳耀茂，「品質保證-理論與實務」，五南出版公司，台北，民國八十三年。
- [2]. 辜輝，「企業 e 化知識管理策略」，知行文化事業股份有限公司，台北，民國九十年。
- [3]. 廖方者見，「品管小組活動導入法」，中華民國品質管制學會發行，台北，民國八十三年。
- [4]. 鄭清和，「品管新七手法實戰」，臺灣復文興業股份有限公司，台南，民國八十三年。
- [5]. 戴久永，「由活用 PDCA 循環談起」，品質管制月刊，29 頁，民國八十九年四月。
- [6]. 戴久永，「全面品質管理」，中華民國管制學會，台北，民國八十一年。
- [7]. Hilton, R. W., M. W. Maher and F.H. Selto, Cost Management Strategies for Business Decisions., New York: McGraw Hill, 2000.

- [8]. Kim, D. H., Toward Learning Organizations-Integrating Total Quality Control and Systems Thinking, Innovations in Management Series, Pegasus, Cambridge, 1997.
- [9]. Markland, R. E. ; Vickery, S. K. and Davis, R. A., Operations Management Concepts in Manufacturing and Service, Ch7, pp253 290, Ch19, pp683 722, 1995.
- [10]. Richard C. Whitely 著，經營顧客心，第一版，董更生譯，天下文化出版社，台北，民國八十二年。
- [11]. William J. Stevenson, Production /Operation Management 6th ed., 傅和彥譯，前程企管出版，台北，民國八十八年。