



FMEA

失效模式與效應分析 簡介

Failure *Mode* and *Effect* *Analysis*

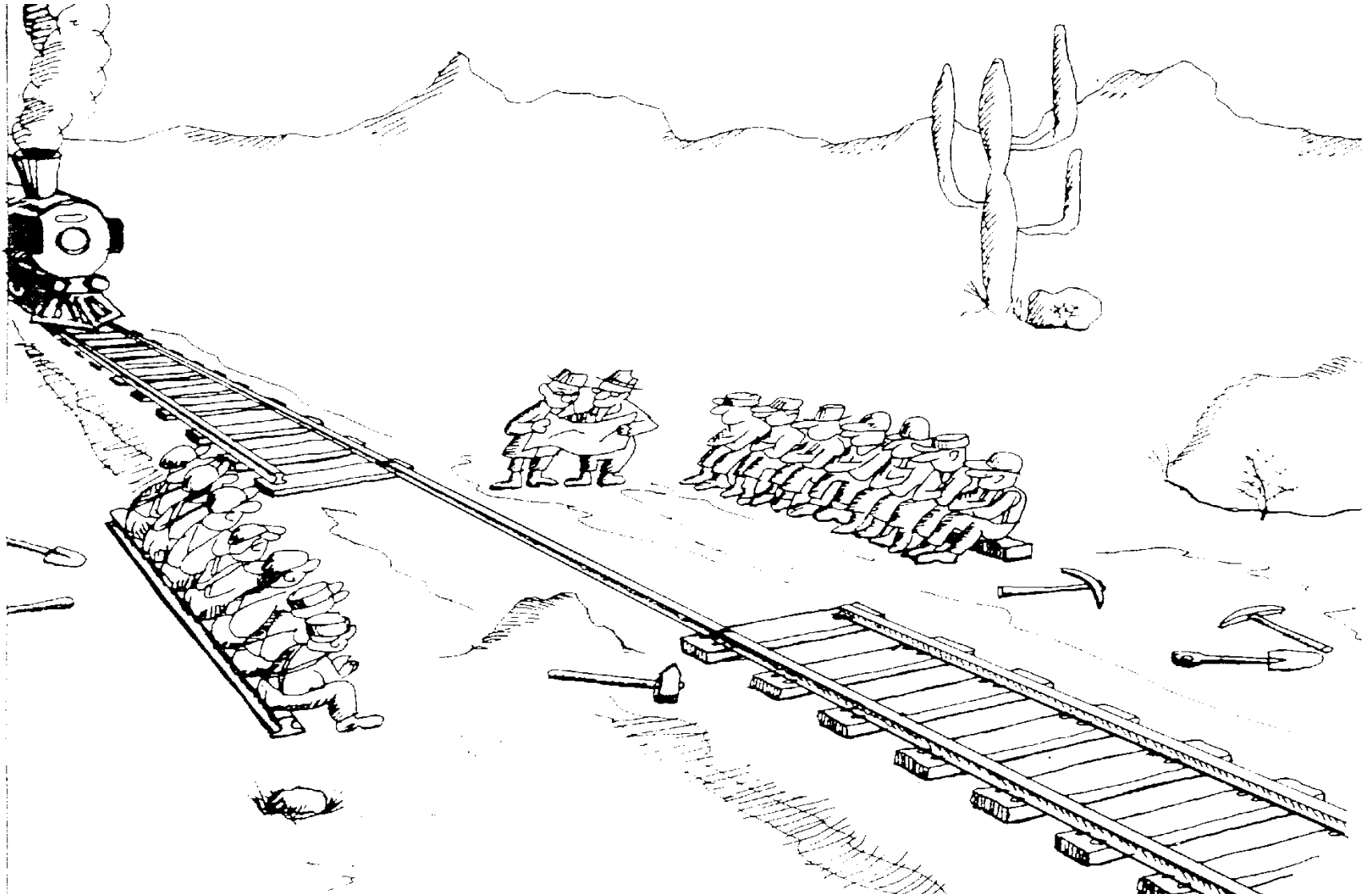
長宏高36學員 郭育廷

失效發現得太遲的後果……



囧 !!!
降落傘打不開!

失效發現得太遲的後果……



“早知道 就不會 ”

- ⊕ 早知道 作好防震設計 就不會 造成大樓倒塌
- ⊕ 早知道 改進電力輸配設計 就不會 造成全台大停電
- ⊕ 早知道 不濫墾濫伐 就不會 造成土石流
- ⊕ 早知道 作好橋樑維護 就不會 造成高屏大橋倒塌

有些 早知道 是必需的!有些 就不會 是不允許發生的

➤ 核能電廠、水庫、衛星、飛機.....

有效運用 *FMEA* 可減少事後追悔

*FMEA*強調的是“事前的預防” 不是“事後的追悔”

“我先 …… 所以沒有 ”

- ✦ 我先 看了氣象預報 所以沒有 淋成落湯雞
- ✦ 我先 評估金融大樓高度 所以沒有 影響飛行安全
- ✦ 我先 設計電腦防火牆 所以沒有 被駭客入侵

有些 我先 是必需的！ 有些 所以沒有 是預期可避免的

➤ 核能電廠、水庫、衛星、飛機…….

有效運用 *FMEA* 可強化事先預防

*FMEA*強調的是“事前的預防” 不是“事後的追悔”

FMEA 發展歷程

1950年

□ 由格魯曼公司提出用在飛機主控系統的失效分析

1957年

□ 美國太空總署將 FMEA 用於阿波羅計劃

1960年初

□ 波音與馬丁公司正式編定 FMEA 作業程序並列在其中工作手冊中

1970年

□ 北美福特將 FMEA 分為 Design FMEA 和 Process FMEA

□ 至今已成為汽車工業的作業標準

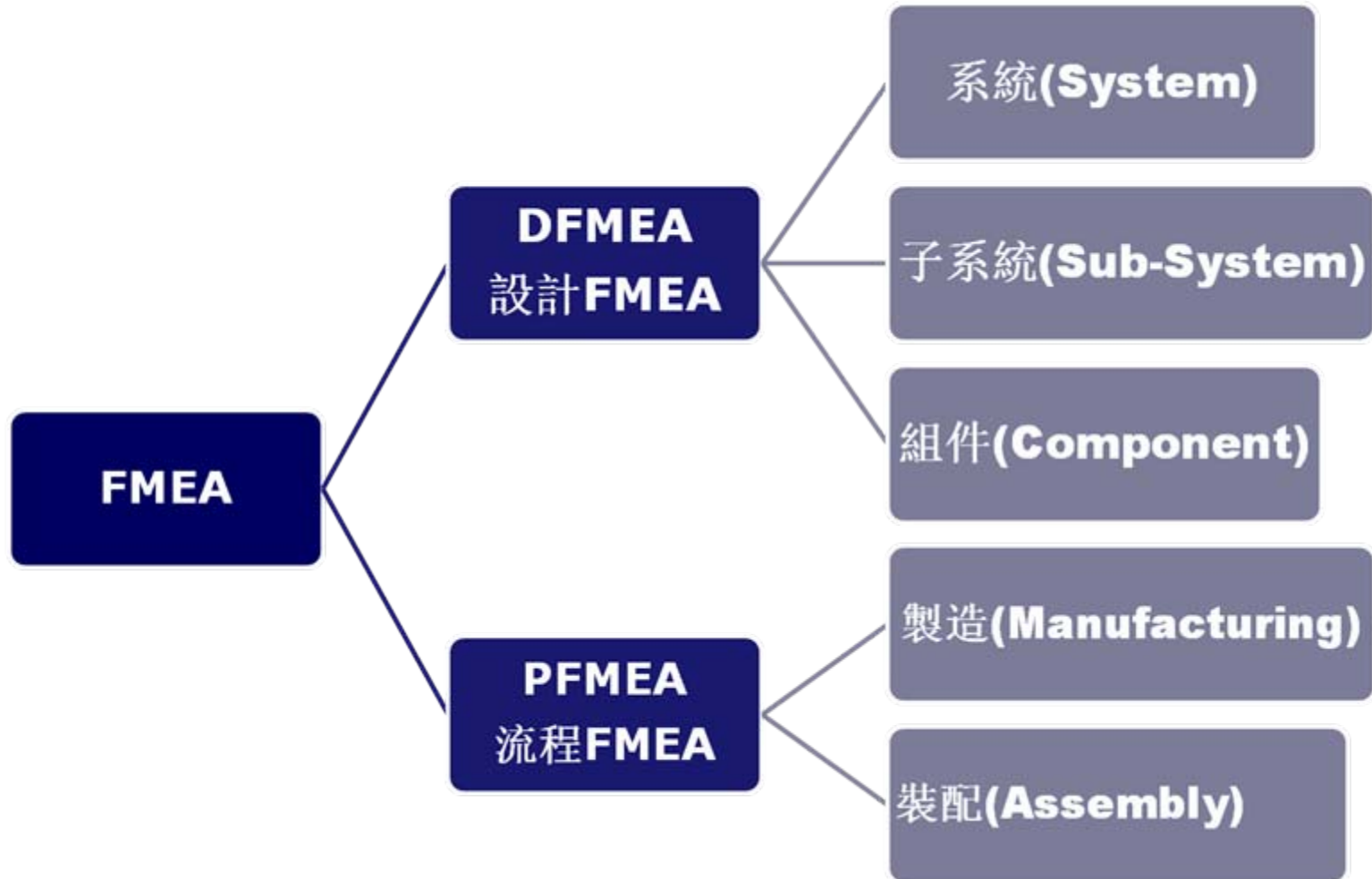
□ 亦逐漸用於其他工業

□ 1993年 AIAG 發佈第一版

□ 2008年 AIAG 發佈第四版



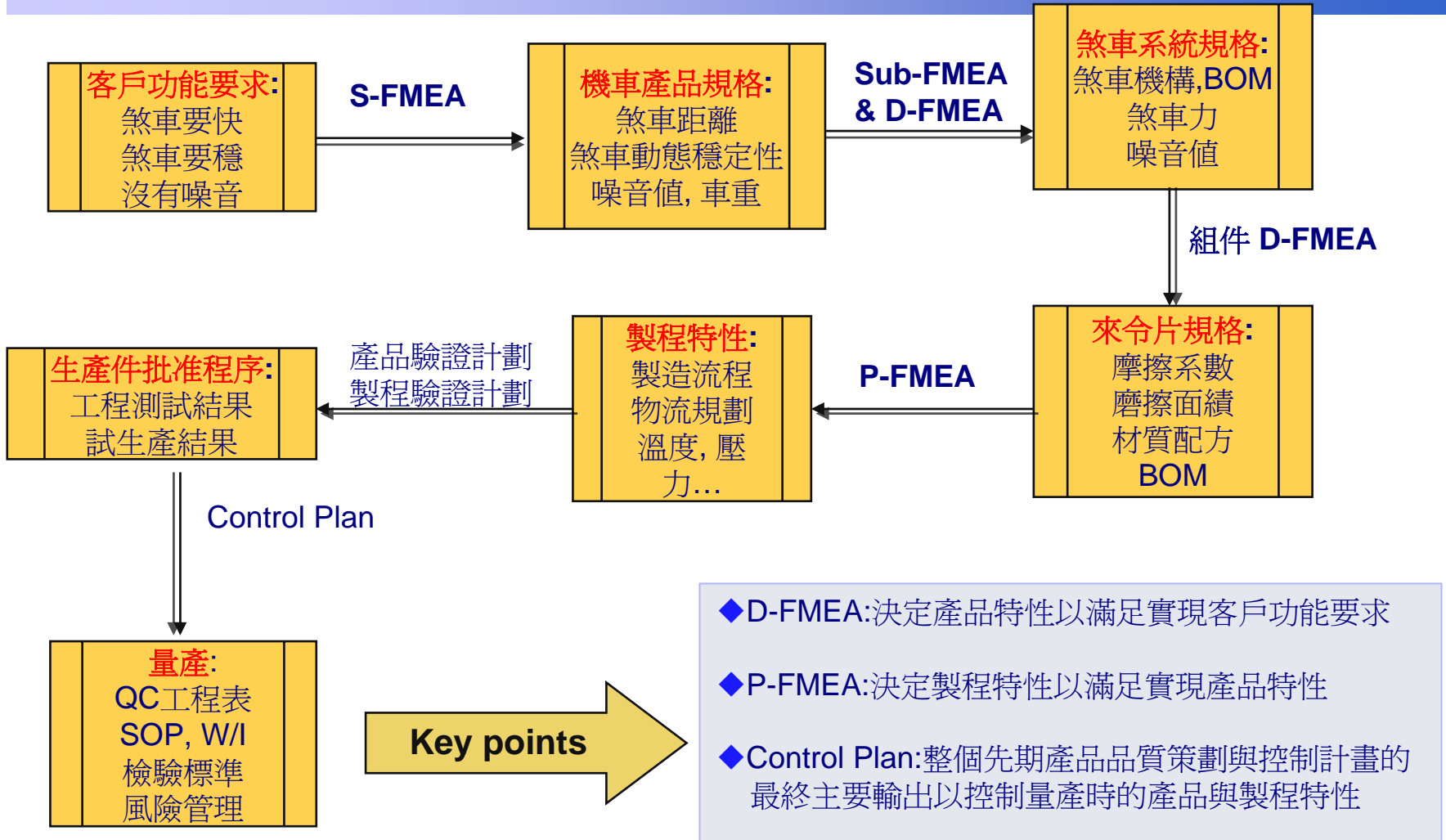
FMEA類型



DFMEA v.s. PFMEA

Type	Design FMEA	Process FMEA
Development	<ol style="list-style-type: none"> 1. 從QFD展開 2. 製程是產品設計的客戶 3. 盡可能從設計弱點來做改善, 而不依賴製程管制來解決產品設計的問題 4. 失效原因需為設計因素 5. 體現客戶要求 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以 Process Flow 出發 2. 可和DFMEA聯結 3. 需假設產品設計是沒有問題 4. 失效原因需為製程因素 5. 體現產品特性
Structure	Product Characteristics	Operation
	Product Function Items	Procedure
	System Unit	Manufacturing Management
	Design Control	Process Control
Failure Mode	指定錯的物料	用錯物料
	Recipe 條件不足	選錯 Recipe
	歸咎於 Product	歸咎於 Process
	Application Failure	Operation Failure

品質機能一條龍展開



FMEA 展開

- DFMEA Example-汽車天窗:

- 安全防夾傷

關閉遇阻力退回最開狀況

遇阻力仍繼續關閉

IC程式
電路板線路問題
阻止規格不適當
阻力感應器問題

遇阻力則停止

IC程式

功能錯亂後可Reset

遇阻力整個天窗失效

IC程式

耐2000次防夾作動

D/P FMEA Interface

傳動系統		
失效後果	失效模式	失效原因
產品功能/ 經濟性無法保證	汽車無法前進	傳動器功能失效

傳動器		
汽車無法前進	傳動器功能失效	輸入軸功能失效

輸入軸		
傳動氣功能失效	輸入軸功能失效	油封漏油

油封		
輸入軸功能失效	油封漏油	接觸面磨損

油封特性 (P-FMEA)		
油封漏油	磨削製程不良	毛邊直徑不符合規格

油封特性		
油封漏油	接觸面磨損	設計直徑不適 硬度不足 磨削製程不良

Interface & Interaction

D-FMEA

DFMEA 失效 v.s. PFMEA 失效

不要混淆

DFMEA與PFMEA的起因和失效

DFMEA的失效	PFMEA的失效
潤滑能力不足	潤滑油使用不夠
錯誤的原料說明	錯誤的原料使用

評估風險優先係數(RPN)

Risk Priority Number

$$(RPN) = (S) \times (O) \times (D)$$

- *S = Severity* 嚴重度
- *O = Occurrence* 頻度(發生機率、發生度)
- *D = Detection* 探測度(可偵測性、難檢度)

改善項目選擇最主要考量還是在風險與成本的平衡

風險優先係數 (RPN)

◆ 第四版 FMEA 強調重點

- 不建議訂定一個 RPN 門檻值當成改善依據。

- 第三版透過調整發生度 O 值與難檢度 D 值, 讓相乘得到的 RPN 值低於改善門檻, 藉以逃避改善工作。
- RPN 改善門檻值成了 FMEA 工具效力不彰的主要原因。

- 修正後好處可使無心致力於持續改善的廠商必須修正使用 FMEA 的方法。

◆ 第四版 FMEA 附錄提供額外 RPN-想法 1

- 只計算嚴重度 S 和發生度 O 的乘積。

◆ 第四版 FMEA 附錄提供額外 RPN-想法 2

- 只排列 S 、 O 、 D 的值, 而不是將值相乘。

- (例如: $S=7$, $O=3$, $D=2$, 得到的 RPN 值是 732, 而不是乘積 42.)

◆ 保證嚴重度高; 客戶可能最在乎; 最常發生的問題會被公司優先處理

風險優先係數 (RPN)

◆ 想法 1 缺點

- 以 RPN 值只採 S 乘 O 為例, 最高到最低值為 100 到 2 (FMEA 手冊載明: 當嚴重度 S 等於 1 時, 不需要再分析發生頻率與偵測難易度)
- 若將門檻訂為 $RPN > 50$, 表示嚴重度未達 6 都不需採取對策, 比較 S、O、D 各為 6、9、3 與 6、8、8 的 A、B 兩失效模式, 結果是 A 需要對策, 而很難偵測的 B 失效卻不需要對策, 不合實際需求.

◆ 想法 2 缺點

- 假設訂定 $RPN = 733$ 為對策門檻, 則 $RPN = 734$ 時需要對策, 但發生度與難檢度都相當高的 $RPN = 688$ 的失效模式卻不需要處置.

→ 這樣的 FMEA 過程結果能有效預防缺失, 保證產品品質嗎?

降低RPN分數準則

	Severity	Occurrence	Detection
DFMEA	設計變更	設計變更	設計變更 增加設計管制方法 增加設計驗證/ 確認
PFMEA	設計變更 製程變更 (4M1E)	製程變更 (4M1E) 防錯(防呆) 人員訓練	製程變更 (4M1E) 增加製程管制 增加檢驗頻率 SPC運用 人員訓練

FMEA 本身也有 *Failure Mode* ?

- ◆ **Team Work** 變成只有一個人在做 FMEA (一人 FMEA)
- ◆ 為滿足客戶要求及認證而作 FMEA
- ◆ **Project** 結束後, 再 **Create FMEA**, 非 設計循環的 **Improvement**
- ◆ FMEA 從未被 **Update** 及 **Revise**, **Not a living Document**
- ◆ 很多 **CA/PA/Nonconforming report/Engineering change** vs 很少 **FMEA item**
- ◆ FMEA 未納入文件管制. 被當做記錄管理
- ◆ **Recommended Action**---僅增加檢驗就改善了 **Severity and Occurrence**
- ◆ **Control Plan** 完成之後才做 FMEA
- ◆ **Engineering change** 未 **review and/or update FMEA**
- ◆ FMEA doc indicates high RPN but feasibility report indicates OK
- ◆ 重要管制特性未註記
- ◆ 填寫不完整

FMEA第四版的主要變更與改進

- ◆ 使用名詞索引以及圖像標示重點來提高FMEA手冊的可讀性
- ◆ 更多的案例說明, 尤其在系統/次系統/部件的層次關係以及其界面與互動
- ◆ 強調管理階層對FMEA過程的支持與審查的重要性
- ◆ 設計多種FMEA表格以方便各種需求上的使用
- ◆ 加強說明D-FMEA與P-FMEA以及其他工具的串聯
- ◆ 改進嚴重度,發生度以及難檢度的評分表以利實務上的一致性判定
- ◆ 不建議只單純依賴RPN來決定改善的優先順序