

國立勤益科技大學

研發科技與資訊管理研究所在職專班

碩士論文

結合 FMEA 與 QFD 方法降低新產品開發風險-以
LED 照明產品為例

研究生：劉品茜

指導教授：黃俊明 博士

王清德 博士

學 號：B9734014

中華民國 九十九 年 五 月

結合 FMEA 與 QFD 方法降低新產品開發風險-以 LED 照明產品為例

The Research of Decreasing the Risk of New Product Development by
FMEA and QFD model- Case Study of LED Lighting Products

研究生：劉品茜

指導教授：黃俊明 博士

王清德 博士



國立勤益科技大學
研發科技與資訊管理研究所在職專班
碩士論文

A Thesis

Submitted to

Institute of Innovation Technology and Information Management
National Chin-Yi University of Technology
in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of
Master of Engineering

May 2010

Taiping, Taichung, Taiwan, Republic of China

中華民國九十九年五月

國立勤益科技大學

博碩士論文全文上網授權書

(提供授權人裝訂於紙本論文書名頁之次頁用)

本授權書所授權之論文為授權人在國立勤益科技大學
研發與科技管理研究所 _____ 組 98 學年度第 2 學期取得碩士學位之
論文。

論文題目：結合FMEA與QFD方法降低新產品開發風險-以LED照明產品為例
指導教授：黃俊明, 王清德

■ 同意

本人具有著作權之論文全文資料，非專屬、無償授予本人畢業學校圖書館，不限地域、時間與次數，以微縮、光碟或數位化等各種方式重製與利用，提供讀者基於著作權法合理使用範圍內之線上檢索、閱覽、下載及列印。

論文全文上載網路公開之範圍及時間：

校內區域網路	■ 中華民國 101 年 7 月 3 日公開
校外網際網路	■ 中華民國 104 年 7 月 3 日公開

授權人：劉品茜

簽名：_____

劉品茜



中華民國 99 年 7 月 3 日

國立勤益科技大學
研究所碩士在職專班
論文指導教授推薦書

本校 研發科技與資訊管理研究所 劉品茜 君

所提論文結合 FMEA 與 QFD 方法降低新產品開發風險

-以 LED 照明產品為例

係由本人指導撰述，同意提付審查。

指導教授：黃俊明 博士、王清德 博士

99 年 5 月 22 日

國立勤益科技大學

研究所碩士班

論文口試委員會審定書

本校 研發科技與資訊管理研究所 碩士班 劉品蒨 君
所提論文結合 FMEA 與 QFD 方法降低新產品開發風險
-以 LED 照明產品為例

合於碩士資格水準，業經本委員會評審認可。

口試委員：

林白雲

黃俊明

王清德

指導教授：

黃俊明

王清德

所 長：

王清德

中華民國 99 年 5 月 22 日

結合 FMEA 與 QFD 方法降低新產品開發風險-以 LED 照明產品為例

學生：劉品茜

指導教授：黃俊明 博士

王清德 博士

國立勤益科技大學研發科技與資訊管理研究所在職專班

中文摘要

根據調查研究顯示，未來五年能夠獲利的產品，31%將來自新產品開發；況且並非所有的新產品皆能獲致成功，根據研究指出，新產品上市其失敗率亦超過75%。所以將新產品開發每一階段將失敗的風險降至最低，可提高新開發成功率。

本論文在於探討如何降低及監控新產品開發中的風險。運用專案風險管理 (Project Risk Management) 方法與流程，並採用風險辨別法中之SWOT分析與風險分解結構(Risk Breakdown Structure, RBS)兩項工具，經研發與工程單位相關人員腦力激盪後，產生8項失效因子(設計問題需求)及對應之12項工程技術後，依據失效模式與效應分析(Failure Mode and Effects Analysis, FMEA)-風險優先指數評估法(Risk Priority Number, RPN)之嚴重度(S)、發生率(O)、偵測度(D)等三種評估標準設計問卷(將失效因子視為風險之問題)。問卷的結果經計算獲得客觀之風險優先指數(RPN)之優先權重。接著透過品質機能展開 (Quality Function Deployment, QFD) 及專家評定，找出失效因子與工程技術之間之強度關係的二維矩陣，並藉由此二維矩陣(W_{ij})，計算出各項工程技術之絕對權重(T_j)，做為解決設計問題需求，降低研發風險回應決策之重要因素。並藉由工程技術之絕對權重(T_j)與二維矩陣(W_{ij})的交叉評估計算，檢視導入工程技術後，解決各項問題的預估成效(D_i)(該專案設計結果之影響度)，再經風險優先指數修正(F_i)，產生更符合實際現況的較佳預估成效(R_i)，以做為研發主管擬訂新產品開發策略之依據。研發單位更可藉由定期的風險監控與持續改善，達到全面降低新產品開發風險的目的。

關鍵字：專案風險管理、失效模式與效應分析、品質機能展開、風險優先指數、
絕對權重



The Research of Decreasing The Risk of New Product Development by FMEA and QFD model- Case Study of LED Lighting Products

Student : Pin-Chien Liu

Advisors : Dr. Jiung-Ming Huang

Dr. Ching-Te Wang

Institute of Innovation Technology and Information Management National Chin-Yi University of Technology

Abstract

The research has shown that 31% of new products are profitable within the next five years. However, not all of these new products can gain profits after they are on the market. According to the research, the failure rate exceeds 75%. Thus, it is critical to minimize the risk of new products during the process of development so that new products can be successfully on the market.

This dissertation aims to explore and discuss how to minimize and monitor the risk of new product development. By using Project Risk Management, the analysis of SWOT and Risk Priority Number are adopted. Firstly, research and development engineers used brain storming to identify 8 failure elements and 12 technical problems on the basis of Risk Priority Number. Next, according to Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), using the three evaluating standards of Risk Priority Number (RPN) to design questionnaire; and calculate the weightings of Risk Priority Number (RPN) Through Quality Function Deployment (QFD) and the expert assement, the two-dimensional matrix (W_{ij}), expressinging the relation between the Failure Elements and the Engineering Technoques are found. , aAnd the absulate weights (T_j) is obtained. Through ahtthe multiplication of the ablolute weights(T_j) and two-dimensioal matrix (W_{ij}), the predicted results(D_i) of a design project will be obtained. Finally, by revision of Risk-Priority-Number (F_i), an optimal predicted results(R_i) will be given. The investigators will continuously improve and achieve an overall reduction in new product

development risk by regularly taking risk and monitoring the QFD Map.

Keywords: Project Risk Management, FMEA, QFD, Risk Priority Number, Absolute Weights



誌 謝

來到勤益的校園開始學生的生活，轉眼間已經過了4個年頭、8個學期，終於要結束我的二度學生生涯了，在這段期間我完成了大學學位、碩士學位，也經歷了人生各種的酸甜苦辣。

依稀還記得在我人生的谷底，生命的轉淚點時，在徬徨無助時我選擇進入校園做為黎明前等待的起跑點，為我已蹣跚的步伐儲備奔跑的力量，在這段期間我開始享受被照顧的幸福，與全然付出到精疲力盡的快樂，然而在98年的2月14日西洋的情人節，父親回歸天國了，這一路來我總是讓他默默為我擔心與心疼著，還記著我跟他報告我考上勤益二技，他笑著恭喜我還要幫我付學費，因為他說父母幫孩子付學費是責任與義務天公地道，孰不知他的寶貝女兒早已成年，職場打滾多年了，又怎麼需要老爸爸來支付學費呢？

時光飛逝又過了兩年我又跑去爸爸跟前跟他恭喜，劉老先生恭喜你將會有一位碩士女兒，在您的家鄉可是不得了，要放鞭炮開流水席的，但他卻滿面愁容說，不要讀了太辛苦，因為點點滴滴他看在眼裏心疼在心裏，等上了碩士班不到半年我又跑去跟他說台北有一份我很喜歡的工作，或許爸爸早以已知道時日不多，不想讓我遠行，但確不想牽絆著我，只是笑笑要我努力，但北上就職不到三個月，回家探望父親時，發現滿面蠟黃的父親，我緊急將他送醫後，經過一連串的檢查醫生宣佈胰臟癌，工作(台灣、大陸)、學業、醫院狠狠焚燒著我，多次想放棄學業與工作，爸爸總是不准我放棄，但卻在我離開國門去大陸出差時，精神不濟時喃喃呼喚我的名，問媽媽我在那裏為何看不見我，當我決定辦理休學時，玉妹姐姐要我別放棄，默默幫我整理上課資料為我處理學校中的事，黃俊明教授也讓我在醫院的病房用遠距離方式，透過網路平台讓我作研究資料報告發表，同學們一個一個發簡訊的鼓勵，要我加油一起畢業，務光學長在SKYPE那一端一邊看公司的E_mail，一邊與我聊天，陪我度過在病床旁我難以成眠的夜，但爸爸病情越來越加惡化病危通知一張又一張，或許昏迷不醒的他早已知道，大陸工作已無法再延

期，2/16日我必須前往大陸工作，所以出國前我從台北趕回醫院看他的夜晚，原本慢慢穩定的病情，急轉直下，醫院再度發出病危通知，我懂得父親的意思，一如您慇懃的盼望，最後一程定要我這心愛的女兒陪您一程，所以我為您決定拔管帶你回家。

親親我的劉先生，您一路好走，當每人都羨慕您有我這女兒貼心照顧真好，您的一切都由我替您打理，常年生病的您，醫院裏我們父女足跡歷歷，您握著我的手說，要是沒有妳怎麼辦，孰不知是我依靠您至今，在我不小心跌落絕望的谷底時，在我受盡委屈時，您就是我最大的依靠，一路走來，我記著我來自您的骨血，承繼您的名，不能讓您丟臉與傷心，今天我已拿到碩士學位證書，我將拿至您墳頭給您看看，我們父女再來好好談天說地，雖然我埋怨上天讓我失去牽引我生命的舵手，雖然我依舊會迷惘毫無方向，但我想您應該還像以往默默守在我身後，保護疼惜我。

最後這篇論文可以順利完成，我的指導教授黃俊明、王清德博士，忍受我的無知，從格式的設定，文章內容，研究方向撰寫，讓我終於可以完成這一篇論文，真是辛苦您們了，在這也要謝謝黃師母一遍一遍擦乾我的淚水，又常常熬湯給我喝，說要給我補一下。而我最親愛的同學們，若說我在這學生生活最大的收穫是什麼，那就非你們莫屬。黃董讓我看到為上者的智慧，正國總在我洋洋得意時拿起獨孤九劍狠狠的批我，下一秒卻為我打通血氣不順的身體，還有在我忙的團團轉時，總是為我打理食物照顧我的玉妹，或一次一次遇見困難時我們一起在skype的各端，大家一起埋首用功到深夜。聚餐時我們是最強勁的隊伍，打遍天下無敵手，喝乾餐廳內所有的啤酒；用功時我們也不含糊彼此互相幫忙，兩年前我們一起考上，兩年後全員到齊，一個都不少的畢業。

僅將此論文獻給我在天上的爸爸，我真的真的好愛您。

劉品茜 謹誌於

國立勤益科技大學研發科技與資訊管理研究所

中華民國九十九年五月

目 錄

中文摘要	i
英文摘要	iii
誌 謝	v
目 錄	vii
表目錄	x
圖目錄	xii
第一章 緒論	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的	2
1.3 研究範圍與限制	3
1.3.1 研究範圍	3
1.3.2 研究限制	3
1.4 研究方法與流程	4
第二章 文獻探討	7
2.1 專案風險管理	7
2.1.1 專案風險定義	7
2.1.2 專案風險管理	8
2.1.3 專案風險辨識	10
2.1.4 專案風險辨識-SWOT 分析(SWOT Analysis).....	14
2.1.5 專案風險處置相關理論	14
2.2 失效模式與效應分析 (Failure Mode and Effects Analysis , FMEA) ...	15
2.2.1 FMEA 之種類	19
2.2.2 失效模式與效應分析的評估方式	22
2.3 品質機能展開(QFD)在專案風險管理之意義	24
2.3.1 品質機能展開(QFD)	25
2.3.2 QFD 的絕對權重	27
第三章 研究方法	28
3.1 專案風險管理	28
3.1.1 規劃風險管理(Plan Risk Management)	28
3.1.2 辨別風險(Identify Risks).....	30
3.2 失效模式與效應分析	32

3.3 風險優先數 RPN 問卷設計與應用	34
3.3.1 風險優先指數評估問卷	37
3.3.2 風險優先指數評估問卷發放與樣本數	39
3.4 QFD 屋二元矩陣技術轉換.....	40
3.4.1 結合 FMEA 與 QFD 之產品開發之品質屋.....	41
3.4.2 品質要素權重之計算	42
3.4.3 決定品質屋 WHAT 參數有以下六項：	48
3.4.4 決定技術需求 HOWS 參數有以下四項：	49
第四章 個案探討-以 LED 天井燈為例.....	50
4.1 專案風險管理-辨別風險因子.....	50
4.1.1 資料收集-LED 照明市場需求.....	51
4.1.2 LED 天井燈與 250W 低納燈 SWOT 分析.....	52
4.1.3 LED 天井燈風險分解結構.....	54
4.1.4 LED 天井燈失效因子名詞解釋及其影響.....	54
4.2 故障因子評估問卷	56
4.2.1 問卷發放與樣本數	59
4.3 信度與效度分析	59
4.3.1 信度分析	59
4.3.2 效度分析	60
4.4 風險優先指數與故障因子改善順序	60
4.5 故障因子評估問卷結果分析	62
4.6 QFD 結合 FMEA 的故障因子.....	63
4.6.1 LED 天井燈之品質屋以 QFD CAPTURE 4.0 所展開之品質屋	65
4.6.2 決定品質屋 WHAT 參數有以下六項：	66
4.6.3 決定技術需求 HOWS 參數有以下四項：	69
4.7 降低 LED 天井燈風險工程技術之優先權重.....	70
4.8 降低 LED 天井燈風險工程技術之優先權重結果分析.....	72
4.9 推論 LED 天井燈風險關鍵策略結果.....	76
4.9.1 制定公司研發核心能力之策略.....	77
4.9.2 制定公司設計需求之關鍵策略(一)	78
4.9.3 設計問題需求絕對權重(D_i)之回饋修正絕對權重(R_i)	80
第五章 結論.....	83
5.1 結論與貢獻	83
5.2 建議	85

參考文獻	86
附錄一、台灣 LED 路燈失效因子評估問卷	附錄 1-1
附錄二、QFD 展開完成圖	附錄 2-1
附錄三、個人簡歷	附錄 3-1



表目錄

表 2.1	風險的定義	7
表 2.2	風險管理的內涵	9
表 2.3	專案風險管理流程綜觀	10
表 2.4	D-FMEA 支援設計過程	20
表 2.5	P-FMEA 支援製程過程	22
表 2.6	FMEA 嚴重性的評估標準	23
表 2.7	FMEA 發生頻率的評估標準	23
表 2.8	FMEA 偵測度的評估標準	24
表 2.9	品質屋權重計算表	27
表 3.1	SWOT 分析項目因素要件：內外部環境構面要素	31
表 3.2	設計 FMEA 風險優先數評價等級說明	33
表 3.3	FMEA 嚴重性的評估標準與問卷對應表	35
表 3.4	FMEA 發生頻率的評估標準與問卷對應表	36
表 3.5	FMEA 偵測度的評估標準與問卷對應表	37
表 3.6	FMEA 嚴重度的故障因子評估問卷	38
表 3.7	FMEA 發生率的故障因子評估問卷	38
表 3.8	FMEA 偵測度的故障因子評估問卷	39
表 3.9	問卷受訪人員之對象	39
表 3.10	FMEA 與 QFD 整合展開表	42
表 3.11	LED 來源工程技術重要比重(P_j)計算法	44
表 3.12	RPN 與權重指數轉換參考表	47
表 4.1	LED 天井燈與 250W 低納燈之 SWOT 分析	53
表 4.2	問卷受訪人員之對象	56
表 4.3	FMEA 嚴重性的故障因子評估問卷	57
表 4.4	FMEA 發生頻率故障因子評估問卷	58
表 4.5	FMEA 偵測度的故障因子評估問卷	58
表 4.6	問卷調查回收率表	59
表 4.7	問卷信度表	60
表 4.8	風險優先指數表	61
表 4.9	故障因子與工程關鍵因子	63
表 4.10	LED 天井燈 FMEA 與 QFD 整合展開表	65

表 4.11	技術端之關鍵成功因素	73
表 4.12	外部端之關鍵成功因素	74
表 4.13	組織端之關鍵成功因素	74
表 4.14	核心力標竿之關鍵成功因素	77
表 4.15	核心力標竿之關鍵成功因素	77
表 4.16	設計需求之關鍵策略	78
表 4.17	設計需求之修正後絕對權重(R_i).....	80



圖目錄

圖 1.1	論文研究流程圖	6
圖 2.1	Boehm 的風險管理架構	8
圖 2.2	FMEA 之沿革	16
圖 2.3	FMEA 之實施流程圖	17
圖 2.4	D-FMEA 作業流程圖	21
圖 2.5	QFD 品質屋四階段	26
圖 3.1	降低風險管理研究流程圖	29
圖 3.2	風險分解結構(RBS)	30
圖 3.3	專案管理-風險辨別流程	32
圖 3.4	品質屋基本結構	40
圖 3.5	品質機能展開範例	43
圖 4.1	LED 天井燈風險分解結構	54
圖 4.2	風險優先指數優先改善流程圖	62
圖 4.3	LED 天井燈產品設計階段品質屋	64
圖 4.4	LED 天井燈產品設計品質屋	66
圖 4.5	LED HOW MUCHES 工程技術之優先順序	70
圖 4.6	降低 LED 天井燈關鍵成功因素之優先順序	72
圖 4.7	LED WHATS VS WHATS 成功因素之關鍵策略	76
圖 4.8	LED 天井燈技術相關矩陣	79
圖 4.9	風險優先指數與 QFD 絕對權重(D_i)比較圖	81
圖 4.10	FMEA 之風險優先指數(RPN)與修正絕對權重(R_i)交差比對圖	82

第一章 緒論

縮短開發時程及開發費用，已經是新產品開發運用中的一大課題，英國標準協會(BSI)台灣分公司(2009)美國三大汽車廠曾做過一項調查，他們發覺汽車的問題點有80%是新產品開發中初期規劃的失誤，然而透過製程的改善與創新運用在原始的設計架構中，能改善的範圍有限(英國標準協會台灣分公司，2009)[16]。

因此當一個新產品在開發中，研發階段的成效就代表一個新產品開發成功與否之重要指標，所以本論文將探討，如何在新產品設計規劃階段利用專案風險管理(Project Risk Management)、失效模式與效應分析(Failure Mode and Effects Analysis, FMEA)、品質機能展開 (Quality Function Deployment, QFD) 等的理論架構中，找出可能的失效因子(設計問題需求)及其解決因子(工程技術)，透過權重的計算，分析最佳解決對策重要強度，並推論達到之成果指標參數，做為新產品開發相關人員來訂定風險回應策略重要參考指標，可以有效達到降低新產品開發的風險的目標。

1.1 研究動機

因應產業快速脈動，新產品創新所需速度逐漸提高，研發人員藉由建置的 E 化平台、CAD 電腦輔助繪圖等工具發展，得以在同一段時間內進行多項研發計劃。不但要提高新產品開發的成功率，使新產品的上市達到可以達到最佳預期結果，並能如期獲利，不致因為新產品開發失敗，反而造成企業重大損失，甚至造成企業財務的危機。

因此許多高科技企業在新產品開發中，已經逐漸開始重視新產品開發風險，投入人力與資源，探討如何有效控制與迴避新產品開發中可能或已經產生的風險，提高新產品開發的成功率。

本論文研究以專案風險管理、失效模式與效應分析(FMEA)與品質機能展開技術(QFD)等方法，全面探討研究新產品中的失效因子，並以問卷調查收集客觀失效

因子優先權重(風險優先指數)，經品質機能展開技術(QFD)績效矩陣，提供給企業主與新產品開發專案負責人風險回應策略重要參考依據。

1.2 研究目的

本論文研究以專案風險管理、失效模式與效應分析(FMEA)與品質機能展開技術(QFD)等方法，找出可能的失效(風險)因子、評定失效(風險)因子的優先順序，並針對失效(風險)因子找出最佳的關鍵技術優先強度後，分析可能的結果，協助研發人員及專案管理人員擬定最佳的技術策略，減少不必要之人力與物力消耗，並縮短或如期完成新產品之開發時程。

本研究的目的如下：

運用專案管理中的專案風險管理，規劃、辨識、分析、回應規劃、以及監控等流程，貫穿新產品開發過程可能產生或已經產生的風險後，結合 FMEA 中風險優先指數評估法(Risk Priority Number ; RPN)與品質機能展開(Quality Function Deployment, QFD)，全面探討風險因子與工程技術相關聯矩陣，作為降低新產品開發之重要參考依據，並以其產生之結果作為降低新產品開發風險回應之策略，使新產品開發中的風險能有效控制與降低。

1. 以專案風險管理的規劃、辨識與分析，找出新產品開發的失效風險因子及相關之工程技術，並使用風險優先指數評估法(Risk Priority Number ; RPN) 權重計算法透過問卷調查方式，找出客觀的失效風險因子之優先權重(RPN)，作為投入品質機能展開(QFD)，品質屋的設計問題需求因子(WHATS)的重要依據，並投入相關之工程技術於品質屋的工程技術(HOWS)內。
2. 將風險優先指數(RPN)與相關工程技術導入品質機能展開(QFD)品質屋，透過專家評估，建立問題需求與因應技術之間的關係矩陣(WHATS VS. HOWS)，評估相關工程技術之影響絕對權重，找出低風險、高效能的關鍵工程技術策略應用優先權重，以做為擬訂關鍵技術策略，作降低新產品開

發風險之策略。

3. 利用品質機能展出(QFD)品質屋結構，整合分析出關鍵工程技術之絕對權重後，運用此關鍵工程技術經設計問題需求的絕對權重計算推測可達到之結果，作為修正此一品質機能展出(QFD)品質屋之關鍵技術投入比重之參考修正係數。
4. 根據許盛堡(2002)所提，風險優先數值 (RPN)，可依其管理及開發之水準設定不需修正之最低風險優先數值 k 值，與權重修正的係數參考值，得知風險優先數值修正之權重(F_i)，進而整合權重指數回饋至 QFD 品質屋展開矩陣之中，補足傳統失效模式與效應分析(FMEA) 之風險優先數值 (RPN)，僅是提供設計者參考或是製程對策使用之缺點。
5. 根據風險文獻調查，風險是一個不確定之狀況，所以依照專案風險管理的流程方法，要達到能有效控制與迴避新產品開發風險，需定時及不定時的監視可能再產生的之風險，才可確保控制新產品開發風險。
6. 藉由本研究提供企業主與專案研發經理人，可以簡單而全面性探討如何降低新產品開發風險方法與策略，提升新產品開發成功的比例外，並提供日後相關研究者作為後續相關研究之參考。

1.3 研究範圍與限制

1.3.1 研究範圍

本研究對象為專門以 LED 照明設備開發設計為主的廠商，此廠商將開發全新產品-LED 天井燈，其中就專案中的研發設計係作為本研究所探討的主軸，並研究如何在新產品開發中的重要階段-研發設計中降低與迴避可能產生的風險。

1.3.2 研究限制

本研究在研究過程中，總期望藉著謹慎、客觀的研究態度與方法進行研究。

為使本研究結果能達到其準確性，將就研究個案的性質，以風險專案管理的標準辦法流程，作下列幾點限制：

1. 由於 LED 燈產業為一新興高科技產業，其相關產業之規格與設計需要有一定之專業知識，為確保求得本研究之準確度，本研究將範圍將限制在 LED 照明燈具與研發設計等利害關係人作為本次問卷調查對象，以確保研究之準確度。
2. 由於風險為一不確定因素，會因不同的人、事、物產生出可能的風險，所以無法全部一一加以研究；故本研究僅以某 LED 照明設備設計研發公司為研究對象。研究結果僅代表此一公司降低新產品開發風險之策略，但亦可提供其他企業者作為制訂降低新產品開發風險之策略參考。
3. 由於研究僅針對 LED 天井燈開發階段之風險研究，若要作好其餘階段之風險研究必須因其不同階段型式而有所調整，才可達到降低風險的最佳處置對策。

1.4 研究方法與流程

基於研究動機與研究目的，本研究旨在降低新產品開發的風險，以專案風險管理的管理流程方法，結合失效模式與效應分析(FMEA)中的風險優先指數(RPN)評估法與 OFD 品質屋的分析結果，探討尋求失效因子、評估失效因子進而制訂失效因子回應策略，藉以達到降低新產品開發風險之目標。

本研究之研究流程如圖 1.1。其研究方法簡述如下：

1. 文獻探討：

蒐集國內外新產品開發風險管理、新產品開發風險管理評估之相關期刊、雜誌、研究報告、論文，藉由對理論的探討，以作為研究參考應用的理論基礎。本研究文獻分析內容主要包括專案風險管理、失效模式與效應分析(FMEA)、品質機能展開(Quality Function Deployment；QFD)、及國內外有關 LED 照明產品市場需求的相關分析研究，並作有系統之介紹，以為本篇

論文的參考依據。

2. 專案風險管理(Project Risk Management)：

專案風險管理的風險管理是以規劃、辨識、分析、回應規劃、以及監控等五大流程來監控新產品開發風險，其目的為增加新產品開發正面事件的機率與效用，並減少新產品開發中負面事件的機率與衝擊。

3. 失效模式與效應分析(Failure Mode and Effects Analysis, FMEA)：

運用專案管理中的辨識風險來決定什麼風險會影響新產品開發，透過風險辨識活動找出之問題點，以 SWOT 分析與風險分解結構(RBS)，以取得風險故障因子；設計風險優先指數問卷，以問卷方式取得風險故障因子相關數值(嚴重度、發生率及偵測度)，經統計後計算出風險優先指數(RPN)。而依據風險優先指數(RPN)，列出風險故障因子的改善優先順序。

4. 品質機能展開 (Quality Function Deployment, QFD)：

將失效模式與效應分析所產生的風險優先指數 RPN 作為降低新產品開發風險中關鍵成功因素需求，結合品質機能展開(QFD)轉換出可行的關鍵技術，透過專家的判斷與協助，建立新產品開發風險的關係矩陣，以降低新產品開發風險的關鍵成功技術因子的絕對權重。

5. 資料處理與分析：

根據研究資料分析結果，解讀降低新產品開發之風險，並結合歸納提出具體結論與建議，為企業與研發人員對於新產品開發中的風險參考成功策略重要參考，以降低新產品開發之風險，並提出本研究方法做為日後相關研究的建議。

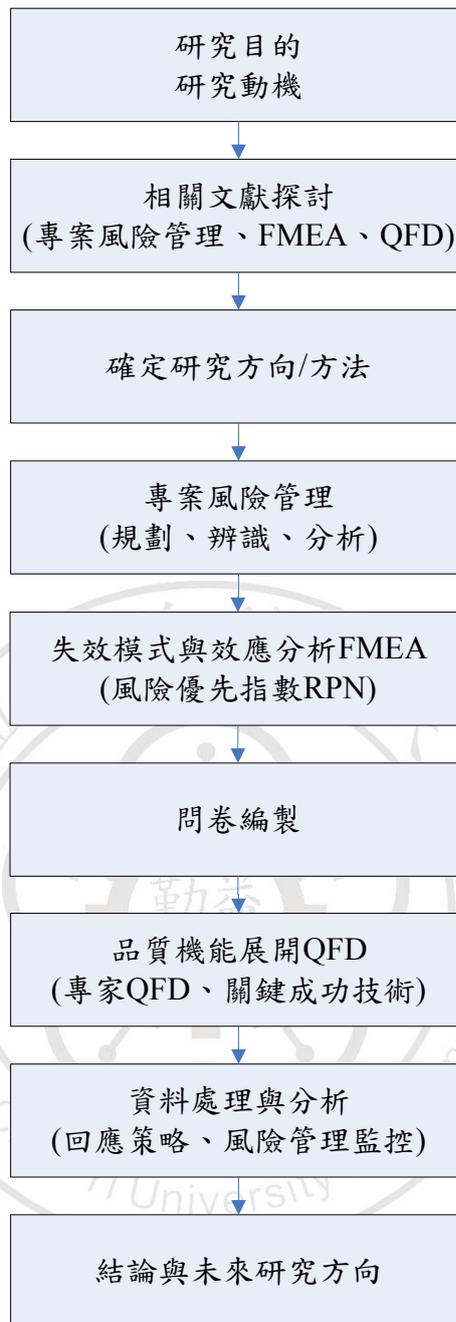


圖 1.1 論文研究流程圖

第二章 文獻探討

2.1 專案風險管理

2.1.1 專案風險定義

專案管理中的專案風險的定義永遠來自於未來，風險是一個不確定的事件或狀況，往往這些事件與狀況發生時可能會造成一個或數個的衝擊造成專案的中止或失敗，以下彙整對於專案風險之定義的相關文獻，揭示如表 2.1：

表 2.1 風險的定義

作者	年代	風險管理的方式
許光華 何文榮	1998	將風險定義為不希望發生事件發生的機率與這些事件造成影響的程度[11]。
Raz et al.	2002	認為專案風險，就是非預期的事件造成延宕、超過預算、無法令人滿意的專案結果甚至整個失敗[44]。
林大舜	2003	將風險視為未來不確定性的事件，該事件有可能影響組織目標的達成，包括策略、作業、財務或其他一致性的目標[6]。
藍元志	2003	會對專案目標造成阻礙或影響之不確定的事件或事件之集合；一旦該事件或事件集合發生，必定會對專案的目標造成嚴重程度不一的衝擊[29]。
張銘仁	2004	專案受到內部因素或外部環境的干擾，導致成本與時程上的增加，而影響專案的品質或是造成專案開發上困難的因素[15]。
顏亦涵	2004	主觀地來說，風險是損失的不確定性；而客觀的人認為，風險是在特定時期、特定情況下，可能發生的結果之間的差異[30]。
洪茂峰	2008	成本(Cost)、績效(Performance)、時程(Time)、及範疇(Scope)即(CPTS)四要素之活動或人、事、物均可謂之為專案之風險[9]。
楊政豐	2008	專案受到內部因素或外部環境的干擾，導致成本與時程上的增加，而影響專案的品質或是造成專案開發上困難的因素[21]。
PMBOK® Guide	2008	將專案風險定義如下：風險是一個不確定的事件或狀態，一旦其發生，會對一個專案目標產生影響[42]。

資料來源：本研究整理

2.1.2 專案風險管理

Raz et al. (2002) 專案風險管理就是為專案風險增加規劃、辨識及準備。因此專案風險，是指會對專案最終結果造成影響的預期外事件。而專案風險管理便是為了避免預期外事件所造成的損失，提出的相關處置行為[44]。

PMBOK[®] Guide(2008)認為專案風險管理之目的為增加專案正面事件的機率與效用，並減少專案負面事件的機率與衝擊[42]。

Boehm(1991)認為有效的風險管理必須透過事先一連串的程序：風險辨識、風險評估、風險分級來進行風險分析，Boehm 的風險管理架構如圖 2.1；另外，應於專案管理計畫中制定風險計畫，研究風險解決辦法以減緩風險發生時的影響，進行風險控制活動，並且不斷地進行風險監督一直持續至專案結束[32]。

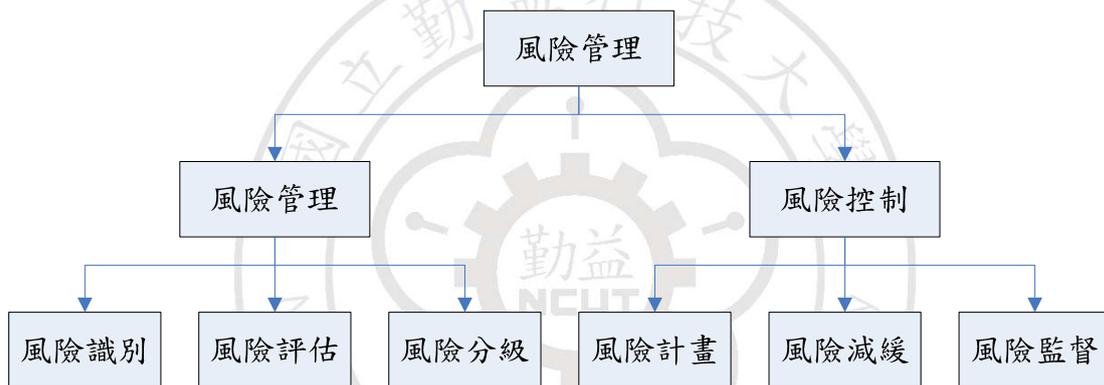


圖 2.1 Boehm 的風險管理架構

林大舜（2002）認為風險管理廣義的定義是：致力於意外所造成組織的不利影響減低至最小，大部分學者將焦點放在意外所造成的不利損失上，且風險管理是一種管理或經營的流程，因此，可以說風險管理是專注於潛在的意外損失之一種決策過程[6]。

本研究整理自張銘仁(2004)及多位作者有關風險管理之定義內涵修改後如下表 2.2[15]。

表 2.2 風險管理的內涵

作者	年代	風險管理的內涵
Boehm	1991	將風險管理分為風險分析與風險控制兩部分。風險分析包含風險辨識、評估及分級，風險控制包含風險計劃、風險減緩及風險監控[32]。
許光華 何文榮	1998	風險管理包含風險計劃、風險評估、風險分析及風險處理將風險定義為不希望發生事件發生的機率與這些事件發生造成後造成影響的程度。風險管理分下列幾個關鍵元素：1.資產 2.威脅、弱點和風險 3.預防措施 4.經濟價值分析 5.反覆的過程[39]。
Myerson	1999	風險管理分下列幾個關鍵元素：1.資產 2.威脅、弱點和風險 3.預防措施 4.經濟價值分析 5.反覆的過程。風險管理步驟循序有五大步驟：1. 建立風險管理架構，2. 認識風險，3. 分析風險，4. 評估風險，5. 處理風險[37]。
Knight	1999	風險管理步驟循序有五大步驟：1. 建立風險管理架構，2. 認識風險，3. 分析風險，4. 評估風險，5. 處理風險。風險管理包含風險計劃、風險評估、風險分析及風險處理 將風險定義為不希望發生事件發生的機率與這些事件發生造成後造成影響的程度[37]。
陳繼堯	1999	德國的風險管理內容有：風險控制、風險分散、風險補償、風險防止、風險隔絕等。美國為發自不景氣下的費用管理，即以支出費用管理風險作為保障達成經營目標的一種手段[13]。
周祥東	2002	將風險管理分為風險規劃、風險評量、風險處置及風險監控[4]。
藍元志	2003	由於外在及內在環境所帶來之不確定性，專案目標的達成可能會受影響，因此必須對專案所面臨之不確定性的事件或情況藉由建立系統化之方法加以辨識、分析、回應及監視，以確保專案之目標能夠如預期達成[29]。
PMBOK [®] Guide	2008	認為專案風險管理包括對一個專案實施管理規劃、辨識、分析、回應規劃、以及監控等流程[42]。

資料來源：修改自張銘仁(2004)

在 PMBOK® Guide (2008)的文章中指出，認為專案風險管理包括對一個專案實施管理規劃、辨識、分析、回應規劃、以及監控等流程，其所提出專案風險管理流程的綜觀[42]如下表 2-3。

表 2.3 專案風險管理流程綜觀

Process 流程	Description 敘述
規劃風險 (Plan Risk Management)	定義如何對一個專案實施風險管理流程
辨識風險 (Identify Risks)	決定那些風險會影響專案並記錄其特性流程
執行定性風險分析 (Perform Qualitative Risk Analysis)	經由評估並結合風險發生的機率與衝擊來排定風險優先等級，以供進一步地分析或行動的流程。
執行定量風險分析 (Perform Quantitative Risk Analysis)	數值化分析所辨識風險對整體專案目標產生影響的流程。
規劃風險回應 (Plan Risk Response)	發展備選方案及行動以增加達成專案目標的機會並降低其威脅的流程。
監視及控制風險 (Monitor and Control Risks)	在整個專案中執行風險回應計畫、追縱已辨識風險、監視殘留風險、辨識新的風險、以及評估風險流程有效性的流程。

資料來源：PMBOK® Guide(2008)

2.1.3 專案風險辨識

陳玉波(2003) 企業專案管理所提之風險評估流程之研究，其中指出風險項目所需流程採用專案管理中最常用的工作分解圖(Work Breakdown Structure，WBS)及計劃評核技術(Program Evaluation and Review Technique，PERT)以結構化的方式表現出來[15]。

PMBOK® Guide(2008)：辨識風險是一個反覆的流程，因為當專案於其生命週期中進行時，風險會衍生或成為已知，其反覆的頻率以及每個週期由誰參加則視

情況而定[42]。

Paul Elkington and Clive Smallman (2002)：將風險識別 (Risk identification) 方法定義如下[43]：

1. 找出觀察到的風險項目，並記錄其項目。
2. 思索每一個步驟，找出可能發生的風險，並思考風險為何發生、如何發生、從何發生、何時發生等等。
3. 從實際的專案流程中找出風險項目，例如資源和品質風險。
4. 找出正面的風險，例如貨品提早送達。
5. 必須富有想像力，因為要管理看得見的風險容易，但是要管理看不見的風險就相當困難。
6. 風險的識別在小型的群體中或是在非正式的訪談中較容易達成。

林信惠(2002)有幾種方法可以用來協助專案小組進行風險辨識的工作[7]。

1. 分解法：將專案風險分成幾個較小、可處理的部分，然後將每個部分的風險詳細地加以分析及判斷，以找出最可能得風險事項。
2. 個案參考：對大部分的專案而言，風險的辨識是基於歷史的經驗而來，所以參考以往的經驗找出相關的風險事項作為風險辨別重要參考依據。
3. 腦力激盪：由專案小組以開會的方式相互激盪、刺激靈感，找出相關風險事項及相關解決方法。
4. 檢查表：經由相關人員腦力激盪後，利用數個問題來詢問專案小組或是當事人，並讓其作答，藉此可判斷該風險是否存在。
5. 理論：一些學者所提出的理論，如 80/20 法則或墨菲法則(Murphy's Law)。
6. 經驗：藉由已有經驗的專家學者的傳承。

PMBOK® Guide(2008)認為辨識風險的資訊收集工具及技術為[42]：

1. 文件審查(Document Reviews)

對專案文件進行結構化的審查，包括各項計畫書、假設事項、之前的專案檔案、合約、以及其他資訊。均可能是專案風險指標。

2. 資訊蒐集技術(Information Gathering Techniques)

(1)腦力激盪(Brainstorming)：

本目的是獲得一份完整的專案風險清單。可透過團體的方式由一個召集人主持下產生出來，其方式可以是傳統的在不拘型式的會議中由與會者供獻構想、或是結構化地使用集體訪談技術如標稱群體法(Mominal Group Technique)。風險分類，風險分解結構，可以用來當作一個架構，然後風險會依照風險類別被辨識出來並分類，其定義會被修訂的更為明確。

(2)德菲法(Delphi technique)：

德菲法(Delphi Method) 以古希臘阿波羅神廟廟址德菲命名的，在希臘南部古希臘人祭神聖城 Delphi 城中太陽神殿阿波羅大神的奧義神諭(Appollo's oracle at Delphi)。在 1948 年，由蘭德公司 (Rand Corporation) 所發展出來的一項問題解決技術，之後，逐漸為政府部門及企業機構採用。在 1960 年則分為傳統德菲法與政策德菲法。

德菲法是彙合專家觀點作成預測結果之研究方法，為一種長期預測技術，其主要目的在獲取專家們的共識，尋求專家們對特定問題之一致性意見。此法以問卷或其他溝通管道(如網際網路、電腦視訊、等等)來進行，參與之專家可以在隱密的環境中依其專業素養及自我認知充分地表達本身的意見，因此，此法不僅具有集思廣益之效，並能得到專家獨立判斷之品質。至今，德菲法一向廣為管理及科技界共同接受應用，除了用在技術進展預測、長期預測、市場預測，且被用以預測

大宗物質交易及期貨交易量與價的變動數字或幅度。德菲法是選擇若干學有專精的專家，設計一套問卷，並以匿名的方式，對這群專家不斷進行測驗，以尋求彼此之間的共識(Dunn, 1994:242)。

(3)訪談(Interviewing)：

訪談有經驗的專案參與者、利害關係者、以及主題專家可辨識出風險。

(4)肇因分析(Root cause analysis)：

辨識一個問題、發現導致該問題的基本原因、以及發展預防行動。

3. 檢核表分析(Checklist Analysis):

依據之前類似的專案和其它資訊來源所累積的歷史資訊可以有系統展開每階段可能產生的故障因子。而RBS是將辨識出的專案風險，按照風險類別與次類別(代表不同潛在的風險領域與肇因)排列的一種層級式描述。

4. 假設事項分析(Assumption Analysis)：

每個專案與每個辨識出的專案風險，都是根據一組前提、情境、或假設事項被認知及發展出來的。假設事項分析用以探究假設事項應用於專案之有效性，它從假設事項的不確定性、不穩定性、不一致性、或不完整性來辨識專案的風險

5. 圖解技術(Diagramming Techniques)可能包括:

因果圖：又稱魚骨圖，可有效辨識風險起因。

系統或流程圖：可顯示系統各組成元素間之關連性及因果性。

影響圖：這些為各種狀況的圖形表示，以顯示出因果的影響、事件的時間順序、以及各變數與結果間的其他關係。

6. SWOT 分析(SWOT Analysis)。

這項技術從SWOT(優勢、劣勢、機會、以及威脅)的每一個觀點檢視專案，經由涵蓋內部生成的風險以增加辨識風險的廣度。這項技術從組織的優勢與劣勢之辨別開始，專注於專案組織或較廣義的企業上，這些因素通常用腦力激盪來辨識。

7. 專家判斷(Expert Judgment)。

風險可以由具有類似專案或企業領域經驗的專家直接辨識出來，這類專家應該由專案經理確認，並基於過去其經驗與專業領域，細想專案各個構面並建議可能的風險。此流程中應將專家的偏見納入考量。

2.1.4 專案風險辨識-SWOT 分析(SWOT Analysis)

葉佳欣(2005)：SWOT 分析是用來作為競爭分析的基礎架構，主要是對企業本身內部的「優勢(Strength)」與「劣勢(Weakness)」以及外部環境的「機會(Opportunity)」與「威脅(Threat)」來做分析[24]。

黃玉青(2002)是指企業擬訂策略之前，必須先對公司自身的內、外部環境作分析，即針對市場面來找出自身的優勢、與弱勢；以及分析外在環境因素，找出機會與威脅[18]。

2.1.5 專案風險處置相關理論

PMBOK[®] Guide(2008)認為風險回應有[42]：

1. 回應負面風險或威脅的策略：

- (1)規避(Avoid)。
- (2)移轉(Transfer)。
- (3)減輕(Mitigate)。
- (4)承擔(Accept)。

2. 回應正面風險或機會的策略：

- (1)開拓(Exploit)。
- (2)分享(Share)。
- (3)增強(Enhance)。
- (4)承擔(Accept)。

3. 應變回應策略：

有些回應會被設計成僅在某件事件發生才使用，所以專案團隊可以設定需

要某些狀況才會執行的應變計劃。

4. 專家判斷：

Meyerr et al. (2002) 首先將不確定性 (Uncertainty) 分為四類：[38]

- (1) 變動(Variation)。
- (2) 可預見的不確定(Foreseen Uncertainty)。
- (3) 混亂(Chaos)。
- (4) 不可預見的不確定 (Unforeseen Uncertainty)。

並對各項提出其管理作法，強調管理者必須有足夠的彈性在適當的時機採用正確的處置方法，然作者最後將這些作法歸納為兩種處置方法，前兩項為強調規劃(Planning)，後兩項則注重學習(Learning)。

黃慶隆(1993)整理風險處理可歸納為風險避免(Risk Avoidance)、風險緩和(Risk Abatement)、風險保留(Risk Retention)、風險轉移(Risk Transfer)四種[17]。

2.2 失效模式與效應分析 (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA)

失效模式與效應分析的發展是在 1950 年初期，隨飛機螺旋引擎變更為噴射引擎而開發的設計分析方法，由於噴射機之操作系統，需改用油壓裝置或電器裝置等較複雜、但較省力的構造。由於當時油壓裝置或電器裝置之可靠度並不高，為了防範此裝置發生失效，格魯曼 (Grumman) 公司開發了失效模式與效應分析，並廣泛使用 FMEA 於噴射機的可靠度設計。此外美國航空太空總署 (NASA) 執行阿波羅計畫時，也廣泛的應用 FMEA 於太空開發的計畫上。

另一方面，70 年代美國汽車工業受到國際間強大的競爭壓力，便導入 FMEA 來提昇產品品質與可靠度，到了 80 年代，許多汽車公司建立了許多內部適用的 FMEA 技術手冊，但因各大汽車廠之 FMEA 表格與作業規定都有明顯的不同，為了改善此一情形，美國品質學會(American Society for Quality, ASQ)以及美國汽車工業行動小組(AIAG)協助福特(Ford)、克萊斯勒(Chrysler)與通用 (General Motor)

等三大汽車公司，整合各汽車廠之作業規定與分析表格，於 1993 年完成「潛在失效模式與效應分析參考手冊」，此後確立了 FMEA 技術應用在汽車工業的準則。

FMEA 之沿革如(圖 2.2) 所示:

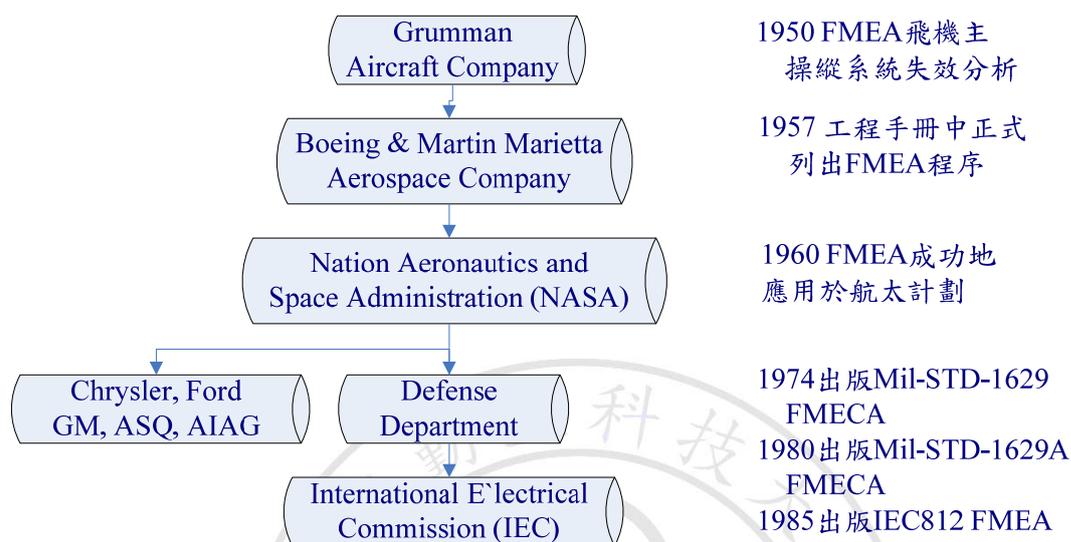


圖 2.2 FMEA 之沿革

FMEA 為一種預防失效的設計輔助工具，利用產品系統之方塊圖展開及早發現產品潛在的失效模式，探討其失效原因，及失效發生後該失效對上一層分系統、次系統和系統所造成的影響，並採取適當的預防措施和改進方案。

吳貴彬、陳相如(2003)FMEA 是一種動態的分析，事前預防的工具，藉由專案團隊的運作，以發掘設計與製造的關鍵潛在失效問題及其影響。透過對失效問題的嚴重度、難檢度與發生頻率相乘的乘績，可以幫助生產者決定問題處理的優先順序，並進而透過相關改善技術、工具、方法來解決問題，歸納出如圖 2.3 FMEA 之實施流程圖，並詳細說明如後[2]。

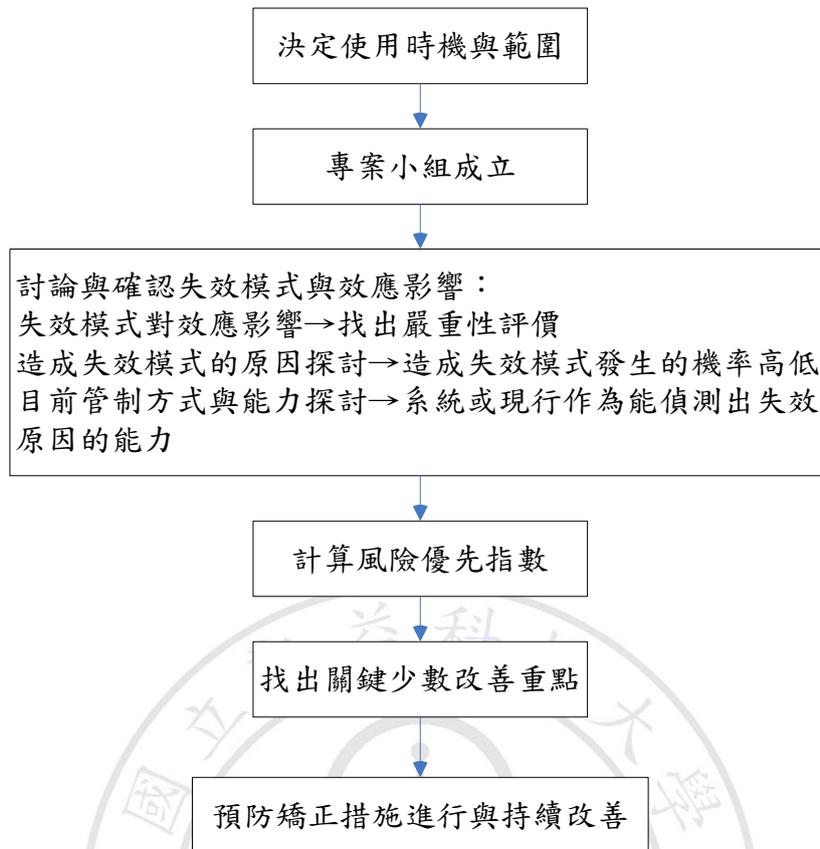


圖 2.3 FMEA 之實施流程圖

資料來源：吳貴彬、陳相如(2003)

1. 決定 FMEA 的使用時機與任務。
2. 依據產品或功能特性，成立專案小組並選擇適當的人員加入，並予以有效整合。專案小組的成員人數依專案大小而異，通常是由各部門中挑選 3 至 7 資格與專長符合的人員。由專案負責人居中協調，並指導各參與人員確實分工負責並回報作業狀況。
3. 利用美國汽車工業策進會 (AIAG) 所出版的 FMEA 表來進行失效模式與效應分析。
4. 分析設計時應考慮所有可能發生的潛在失效模式並應以客戶的觀點去探討。客戶廣義應包含最終使用者、銷售代理商、維修人員、產品上下游設

- 計人員、製程工程師、組裝設計工程師、測試工程師與產品分析師等。
5. 依據所有可能發生的潛在失效模式，指出失效模式對設計所造成的損壞、衝擊、安全影響，與是否造成客戶不滿等。
 6. 找出造成相對應失效模式的效應影響與原因。有些失效模式其效應的影響與形成的原因並不是很明顯可以看出，有必要起始端與末端一併檢視，最好可以分階段分階層來確認。
 7. 依據美國汽車工業策進會 (AIAG) 所出版的 FMEA 評量準則，分別找出設計階段在嚴重性 (degree of severity)、發生頻率 (frequency of occurrence) 與可偵測性 (chance of detection) 程度的風險高低評量
 8. 將嚴重性、發生頻率與可偵測性程度的風險高低評量指數相乘，可得風險優先指數 (Risk Priority Number, RPN)， $RPN = S \times O \times D$ 。
 9. 排序風險優先指數，把相乘總數最高的值列為優先改善重點。可依 80/20 原則或柏拉圖的建立，找出關鍵少數應改善的重點。
 10. 分別依失效的模式、影響與原因找出矯正措施與進行改善。
 11. 持續精進改善以使失效最少、效益最高、成本最低與客戶滿意，並進而達到市場競爭的目的。

趙立隆(2003) 將 FMEA 導入初期管理中之後，確實對全面生產管理中之初期管理的導入總成本的降低、導入日程之縮短及導入後修正次數之減少，均有正面之影響[23]。

何錦忠(2003) 在現今競爭激烈的環境中，企業為了能贏得優勢，必須保證其產品品質、成本與時程均能符合市場需求。然而，企業在針對這些需求而提出改善的同時，也伴隨著不確定及風險，因此企業必須思考如何預防或消除風險，而這種思考理念就是“風險分析與管理”，也就是“失效模式與效應分析”(Failure Modes and Effects Analysis, FMEA) 的來源。換句話說，“失效模式與效應分析”就是“風險分析與管理” [1]。

洪顯忠(2008) FMEA 它是一種在製程由下而上的歸納式系統分析或流程分析，以消除或減少已知或潛在問題的預防性可靠度技術，強調的是“事前的預防”而不是“事後的追悔”，以風險管理的角度來說明，如果能在事前先評估了施工風險，就有可能因此不會發生風險事件，所以主要目的用來評估潛在性的錯誤。包含找出什麼會造成錯誤，以及會發生錯誤的方法失效模式，其功能是分析關鍵因素，指出設計或系統上的故障模式，再探討研究故障對於系統的影響並給予定性或定量的評估，然後再針對系統可靠度之問題點採取必要的矯正措施與預防對策 [8]。

2.2.1 FMEA 之種類

可區分成 2 種：設計階段(Design Failure Modes and Effects Analysis, D-FMEA) 和製程階段 (Process Failure Modes and Effects Analysis, P-FMEA)，說明如下 (QS-9000 手冊，2001) [34]。

1. 設計的失效模式效應分析 (D-FMEA)

D-FMEA 主要是由“負責設計的工程師／小組”採用的一種分析技術報告。用來保證在可能的範圍內已充分地考慮到，並指明各種潛在的失效模式及其相關的起因／機理。應評估最終的產品以及與之相關的系統、子系統和零組件。D-FMEA 以其最嚴密的形式總結了設計一個零部件、子系統或系統時，一個工程師和設計組的設計思想，(包括：這種系統化的方法體現了一個工程師在任何設計過程中正常經歷思維過程，並使之規範、文件)。QS-9000 手冊(2001)中 D-FMEA 支援設計過程，如表 2.4 所示：

表 2.4 D-FMEA 支援設計過程

項次	支援設計過程內容
1	有助於對設計要求和設計方案進行客觀評價
2	有助於對製造和裝配要求的最初設計
3	提高在設計/開發過程中考慮潛在失效模式及其對系統和車輛運行衝擊的可能性
4	為全面、有效的設計試驗和開發專案的策劃提供更多的資訊
5	根據潛在失效模式對“顧客”的衝擊，對其進行排序列表，進而建立一套改進設計和開發試驗的優先控制系統
6	為推薦和跟蹤降低風險的措施提供一個公開的討論形式
7	為將來分析研究現場狀況、評價設計的更改及開發更先進的設計提供參考

資料來源：QS-9000手冊(2001)

劉漢容，陳文魁(2004) D-FMEA 完成導入時間在早期的圖樣完成但任何工具的製造開始之前，運用在設計端的分析技術，係由負責設計的工程師或小組使用，在盡可能的範圍內用來確保所有潛在的失效模式及其原因已納入考量並予以處理。讓新產品可以在現有設計階段中對於可能的風險進行評估、分析，以便能及早的消除或減少風險達到產品可接受的水平。

使得最終產品及在其所有相關的系統、子系統及零組件，都應納入評估，根據潛在失效模式對顧客的影響程度，列出優先順序來，並據以建立設計、改善、開發及驗收測試或分析之優先順序系統[25]。

D-FMEA 作業流程圖如圖 2.4

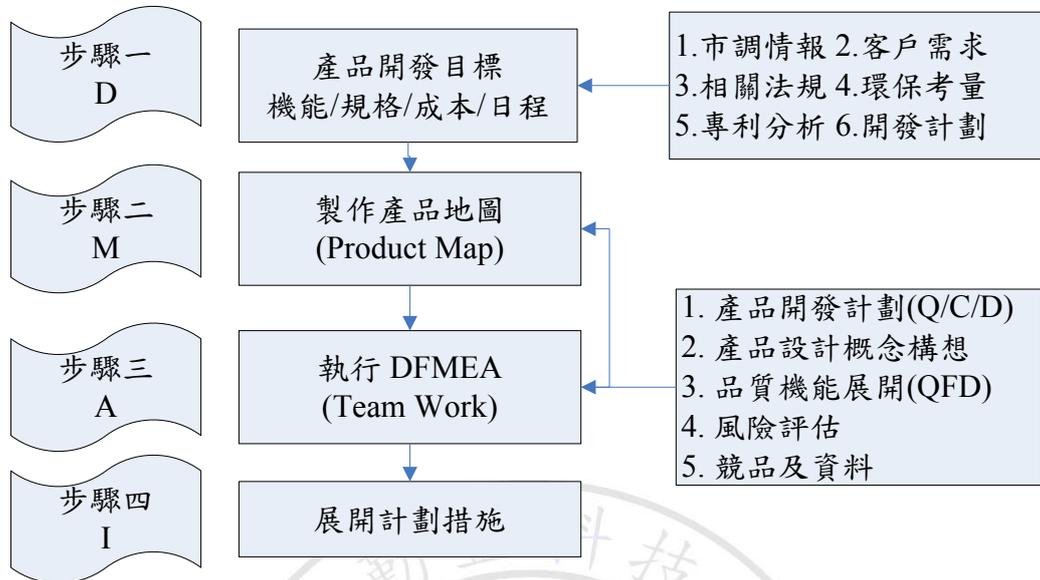


圖 2.4 D-FMEA 作業流程圖

資料來源：劉漢容、陳文魁(2003)

2. 製程的失效模式效應分析 (P-FMEA)

P-FMEA 主要是由“負責製造的工程師／小組”採用的一種分析技術報告。用來保證在可能的範圍內已充分地考慮到，並指明各種潛在的失效模式及其相關的起因/機理。P-FMEA 以其最嚴密的形式總結了工程師／小組進行工藝過程設計思想（包括：根據以往的經驗和教訓，對可能出現問題的專案分析）。這種系統化的方法體現了一個工程師在任何製造過程中正常經歷思維過程，並使之規範化。

QS-9000 手冊(2001)中 P-FMEA 支援設計過程，如表 2.5 所示：[34]

表 2.5 P-FMEA 支援製程過程

項次	支援設計過程內容
1	確定與產品相關的過程潛在失效模式
2	評價失效對顧客的潛在衝擊
3	確定潛在製造或裝配過程失效的起因，確定減少失效發生或找出
4	編制潛在失效模式分級表，然後建立考慮糾正措施的優選體系
5	將製造或裝配過程的結果編制成文件

資料來源：QS-9000手冊(2001)

2.2.2 失效模式與效應分析的評估方式

風險優先指數評估法(Risk Priority Number，；RPN)計算公式如下[5],[10]：

$$RPN_i = S_i \times O_i \times D_i$$

S_i ：為第 i 項的嚴重度

O_i ：為第 i 項的發生率

D_i ：為第 i 項的偵測度

i ：FMEA 項目 ($i=1\sim n$)

Daimler Chrysler (2001) 而各因子的建立與衡量如下表 2.6、表 2.7 與表 2.8 所示[34]：

而此三種故障因子依照程度大小，以 1 到 10 的分數加以評量，而 RPN 數值會介於 1 到 1000 之間，其 RPN 高者優先進行改善，而製程負責人必須採取措施降低風險數值。

表 2.6 FMEA 嚴重性的評估標準

失效效應	效應嚴重度	等級
危險無警訊	失效模式影響到安全操作或違反政府規定，且無警示	10
危險有警訊	失效模式影響到安全操作或違反政府規定，但有警示	9
極高	零組件無法操作，影響主要功能	8
高	零組件還能運作，但表現降低	7
中	零組件還能運作，但舒適及便利降低	6
低	零組件及舒適、便利可操作，但表現較低	5
極低	大多數顧客會注意到外觀或異音等缺點	4
輕低	一般顧客會感到不滿意的外觀或異音等缺點	3
極輕低	只有挑剔顧客才會感到不滿意	2
無	無影響	1

資料來源：Daimler Chrysler (2001)

表 2.7 FMEA 發生頻率的評估標準

失效機率	失效率	等級
極高：失效幾乎不可避免	$\geq 1/2$	10
	1/3	9
高：重複發生失效	1/8	8
	1/20	7
中：偶而發生失效	1/80	6
	1/400	5
	1/2,000	4
低：較少發生失效	1/15,000	3
	1/150,000	2
幾乎沒有：失效不太可能	$\leq 1/1,500,000$	1

資料來源：Daimler Chrysler (2001)

表 2.8 FMEA 偵測度的評估標準

偵測度	檢查到之可能性	等級
幾乎不確定	完全無法得之製程發生的缺點或失效原因	10
極稀少	極少可能發現製程發生的缺點或失效原因	9
很少	很少可能發現製程發生的缺點或失效原因	8
非常低	非常低可能發現製程發生的缺點或失效原因	7
低	低可能發現製程發生的缺點或失效原因	6
中等	中等可能發現製程發生的缺點或失效原因	5
普通	普通可能發現製程發生的缺點或失效原因	4
高	高可能發現製程發生的缺點或失效原因	3
極高	極高可能發現製程發生的缺點或失效原因	2
肯定	肯定可能發現製程發生的缺點或失效原因	1

資料來源：Daimler Chrysler (2001)

2.3 品質機能展開(QFD)在專案風險管理之意義

在 PMBOK[®] Guide(2008)文章指出專案風險管理中分析必須明確找出專案中的風險，如果在專案開案初期沒有辨識出利害關係人-顧客所最終期待的商品與結果，往往會導致最後專案的失敗，所以必須要找出關係利害人-顧客需求[42]。

吳貴彬、陳相如，(2004)認為要成功取得市場的產品讓企業獲利，保證企業的生存及持續成長，產品是否成功，取決於產品的發展階段是否考慮顧客的需求。一般常會發生的是研發人員只注重產品的功能性規格及生產規格，而忽略了規格是否能符合顧客之需求，最終產品是否符合顧客之期望。品質機能展開法 (Quality Function Deployment, QFD) 是解決此問題的好方法，透過顧客聲音 (Voice of Customer, VOC) 的參與，QFD 可協助企業於產品發展初期確認顧客之需求，並將其轉換成技術需求，這些資訊將整合於產品的設計及製程中，以明確指出未來品質努力的目標，確保在產品發展的各個層面都能把顧客需求列為重要考量，使

企業所提供的產品價值更高[3]。

2.3.1 品質機能展開(QFD)

品質機能展開 QFD (Quality Function Deployment , QFD)是日本品管大師水野滋 (Shigeru Mizuno) 與赤尾洋二 (Yoji Akao) 所提出。其主要的精神是為了更貼近顧客，了解顧客想法需求才能改進設計產出顧客心目中的產品。其內涵包括品質、機能與展開等三部分。品質機能展開即是在了解客戶需求後，展開一系列工程改造與整合工作，以達成客戶所需產品功能之完整品質管理工作(赤尾洋二，1991)。

品質機能展開(QFD)此法源自於 1960 年的日本，最早的應用是在 1972 年由日本三菱(Mitsubishi)重工神戶造船廠所提出，將顧客之需求轉化成企業能夠提供之產品或服務，使產品或服務能符合顧客之期望與需求。能滿足客戶需求之產品才是一個好產品，才有機會成功的獲取市場，增加公司的獲利率，使用品質機能展開(QFD)可協助企業於產品發展初期確認顧客之需求。

因此 QFD 法可以將顧客心聲有效的結合公司製造、技術、開發、採購等方面，讓工程師可以很容易瞭解欲開發之產品其間的關連與重點，進而增加研發工作效率。

吳貴彬、陳相如(2004)綜合文獻的研究結果，使用 QFD 可以幫助使用者獲得如下的助益[3]。

1. 做為問題分析預防的基礎，以減少設計變更的次數。
2. 結合同步工程、預先規劃、與失效預防，可以大幅縮短整個產品開發設計週期。
3. 協助專注於具備關鍵且有價值的開發動作上，有效降低整體成本。
4. 建立產品市場區隔與更貼近客戶需求，達到客戶滿意。
5. 增加企業有限資源的運用效益，避免重複開發。
6. 與客戶建立密切聯絡管道與保持信任關係。
7. 可做為開發流程管理與研發專利等具備價值性的法律文件記錄

QFD 主要分為下列四個階段，各階段內容與連結如圖 2.5 所示。

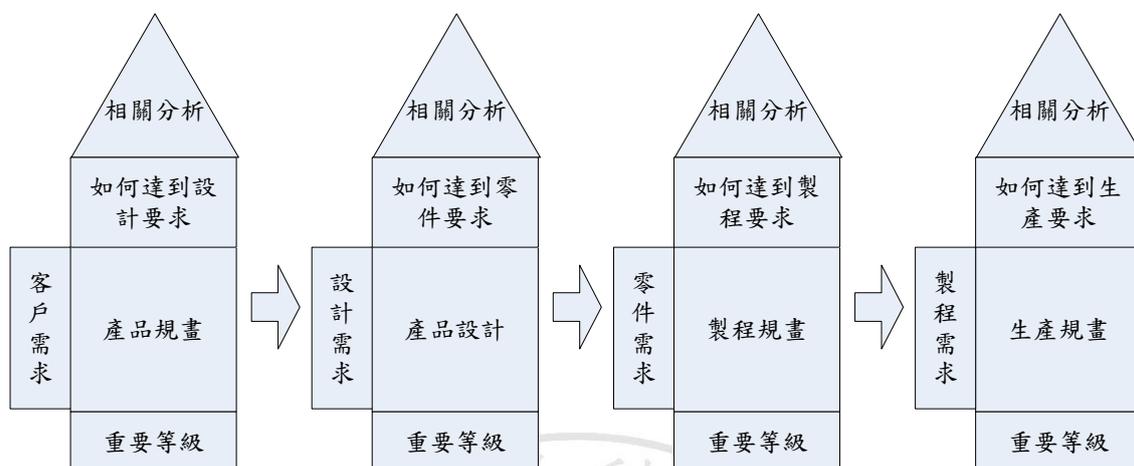


圖 2.5 QFD 品質屋四階段

資料來源：：吳貴彬、陳相如(2004)

吳貴彬、陳相如(2004)品質機能展開(QFD)是一個有效的產品開發和產品改善工具[3]。

魏國忠(2008) QFD 展開是連續性的進行有系統的轉換機制，將顧客需求轉換成設計需求，再以設計需求推導出產品零件之特性，如此完整之品質規劃可做好產品的品質保證，提升顧客滿意而強化競爭力，並縮短開發時間與費用[28]。

廖明典(2009)可以找出對應產品設計公司問題點的待管理項目，並可進一步針對實際的管理需求建構具體有效的管理模式，以達到提昇設計執行與營運效益的目的[22]。

鄭占傑(2009) 因為品質機能展開的技術可以在新產品開發的流程中，在設計的階段即可將顧客的聲音以及意見加入，因為顧客的意見也就是顧客真正需求提前的加入，將使產品開發符合顧客的需求被滿足了，也就是滿足市場的需要[31]。

2.3.2 QFD 的絕對權重

QFD 之絕對權重可以透過下列公式計算之[5],[10]：

$$T_j = \sum_{i=1}^n C_i W_{ij} \quad , j=1,2,\dots,m$$

其中

T_j ：第 j 列的絕對權重 ($j=1,2,\dots,m$)

C_i ：第 i 欄位顧客需求品質重要度 ($i=1,2,\dots,n$)

W_{ij} ：相關矩陣之關係權重係數 ($i=1,2,\dots,n, j=1,2,\dots,m$)

m ：工程技術展開個數

n ：顧客需求之個數

許盛堡(2002)可從下表 2.9 發現權重之關係[10]。

表 2.9 品質屋權重計算表

	品質重要權重	工程技術之個數(j)				
			1	2	.....	m
顧客需求之個數(i)	C_1	1	W_{11}	W_{12}	.....	W_{1m}
	C_2	2	W_{21}	W_{22}	.....	W_{2m}

	.	.	.	.	W_{ij}	.
	C_n	n	W_{n1}	W_{n2}	.....	W_{nm}
絕對權重	T_j		T_1	T_2	.....	T_m

資料來源：許盛堡(2002)

第三章 研究方法

本研究在於分析新產品開發專案中，如何有系統尋找可能或已經產生於開發設計階段，可能導致新產品失敗或缺失之關鍵因子，並透過失效模式與效應分析(FMEA)中風險優先指數(RPN)，利用問卷評量模式來找出客觀的風險優先指數(RPN)之權重，作為企業在新產品開發過程中，必須降低或迴避策略重要指標後，透過品質機能展開(QFD)，投入品質屋第二階段之產品設計。

品質機能展開(QFD)之產品設計品質屋，本研究透過專案風險辨別產生之風險優先指數(RPN)，將其產生之重要權重代入設計品質屋中之設計需求，經二維績效矩陣全面展開，找出降低新產品開發風險工程技術之絕對權重，做為研發設計之重要參考依據，並藉由此一品質機能展開之(QFD)品質屋，可以協助專案計畫成員作為新產品開發可解決與迴避關鍵推動策略訂定之界定，制定出專案新產品開發最佳策略，減少資源浪費與人力虛耗，進而提高新產品開發成功率。

本研究對象為 LED 照明製造廠商的開發案中 LED 天井燈，探索 LED 天井燈開發中可能或已經存在之風險，研究關鍵策略用以達到降低與控制 LED 天井燈開發風險，做為廠商研發中參考依據，進而提升 LED 天井燈產品成功率降低風險。

3.1 專案風險管理

專案風險管理源於專案中不確定事項。所以新產品的開發成功與否，與其風險管理有著很大的影響，所以想要開發出一個成功的新產品，新產品的相關人員組織應該採取主動且一致的風險管理。

3.1.1 規劃風險管理(Plan Risk Management)

本研究降低新產品開發風險為目的，研究如何降低新產品開發風險之流程，審慎且明確的規劃，而規劃風險管理流程應在專案構思時即開始。本研究將利用專案風險管理的管理流程方法，運用 FMEA 中的風險優先指數 RPN 評估法則透過問卷調查方式進行探討，結合 OFD 品質屋的分析結果，探討如何制訂風險回應策

略，以達到降低新產品開發風險之成果，本降低風險管理研究流程如圖 3.1 所示。

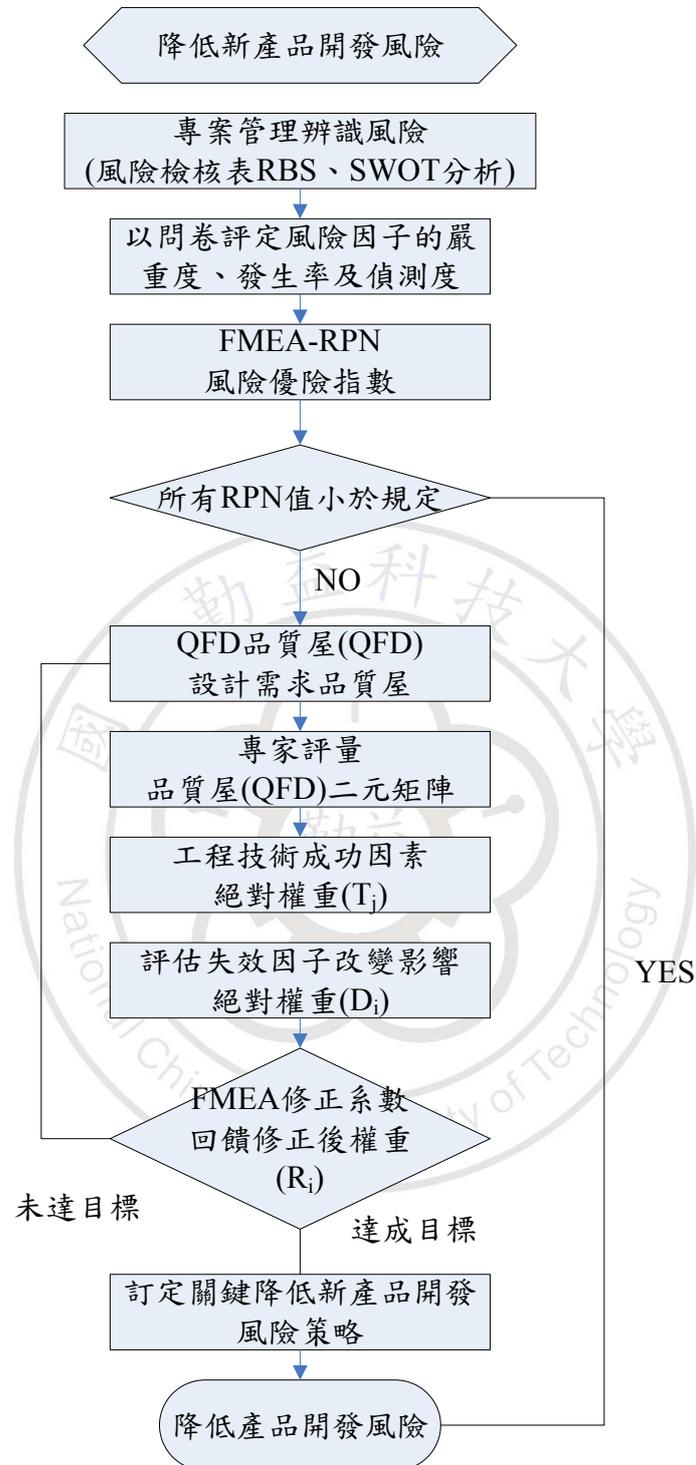


圖 3.1 降低風險管理研究流程圖

3.1.2 辨別風險(Identify Risks)

而本研究風險辨別之研究方法為，透過資料的收集與前處理，運用風險檢核表(RBS)與 LED 燈具之 SWOT 分析表，透過其 LED 天井燈開發會議，以腦力激盪法引導研發人員探討出已產生之風險或可能產生的風險，並產生可能影響的關鍵技術因子。

1. 檢核表分析(Checklist Analysis):

可依據之前類似的專案和其它資訊來源所累積的歷史資訊發展出，可以有系統展開可能每階段產生之故障因子。而 RBS 是將辨識出的專案風險，按照風險類別與次類別(代表不同潛在的風險領域與肇因)排列的一種層級式描述如圖 3.2 所示。

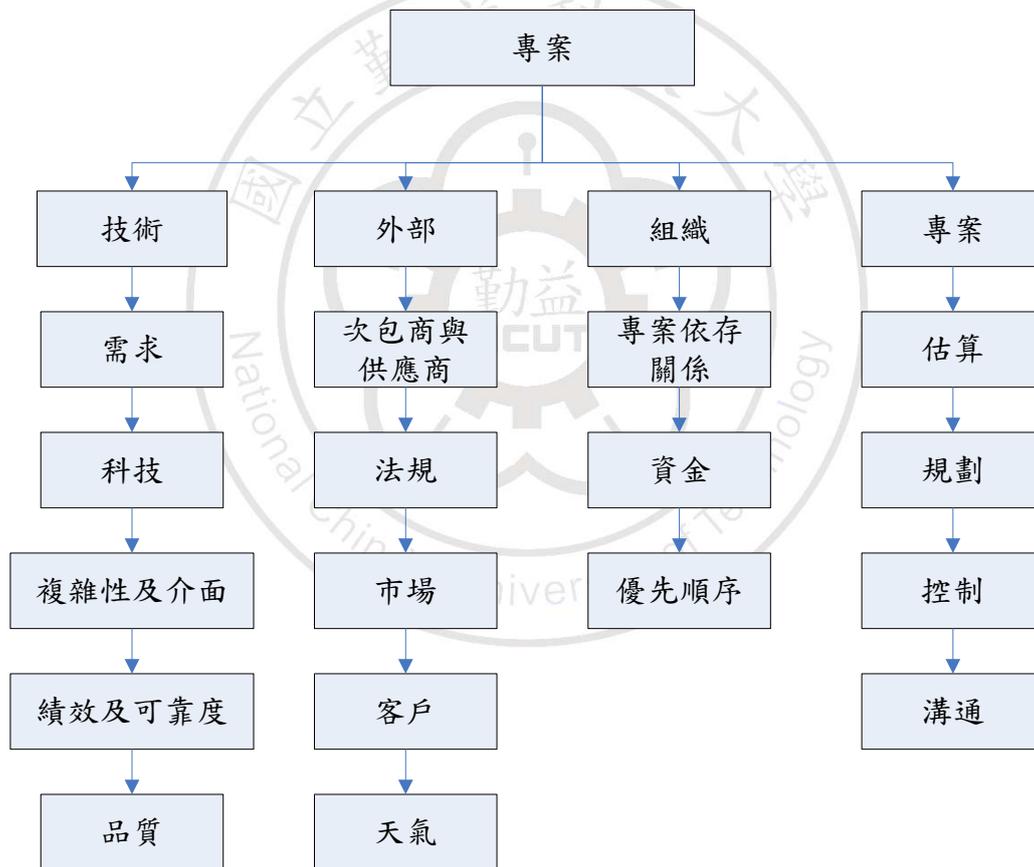


圖 3.2 風險分解結構(RBS)

2. 優勢、劣勢、機會、以及威脅分析(SWOT Analysis)

可透過 SOWT 分析表來完成。如表 3.1 示。

表 3.1 SWOT 分析項目因素要件：內外部環境構面要素

內部環境	外部環境
優勢	機會
特色 市場競爭力情形 明確的策略目標 組織文化可否營造正面的工作環境	分析瞭解顧客及市場歡迎度 有利環境為何 時尚趨勢為何，是否定位迎合於此 有否新的市場佔有率 擁有先進科技與否
劣勢	威脅
評估耐力 了解待改進之處 缺點為何 避免事項 可否支付科技所需 負債程度、資金流量	評估對手及預測風險 困境在何處 對手在做什麼 商品及服務是否需調整轉型 科技進步是否有威脅 地方及政府政策是否影響本身企業運作

資料來源：Collett Starcy (1999),SWOT Analysis, Compute[33]

3. 腦力激盪(Brainstorming)：

目的是獲得一份完整的專案風險清單。可透過團體的方式由一個招集人主持下產生出來，其方式可以是傳統的在不拘型式的會議中由與會者供獻構想、或是結構化地使用集體訪談技術如標稱群體法(Nominal Group Technique)。風險分類，風險分解結構，可以用來當作一個架構，然後風險會依照風險類別被辨識出來並分類，其定義會被修訂的更為明確。

4. 專家法(Expert judgment)

風險可以由具有類似專案或企業領域經驗的專家辨識出來，這類專家應該由專案負責人確認，並邀其基於他們過去的經驗與專業領域，細想專案各個構面並建議可能的風險。

而本研究經以上風險辨識方法，產生出 LED 天井燈之風險流程圖如圖 3.3 所示。

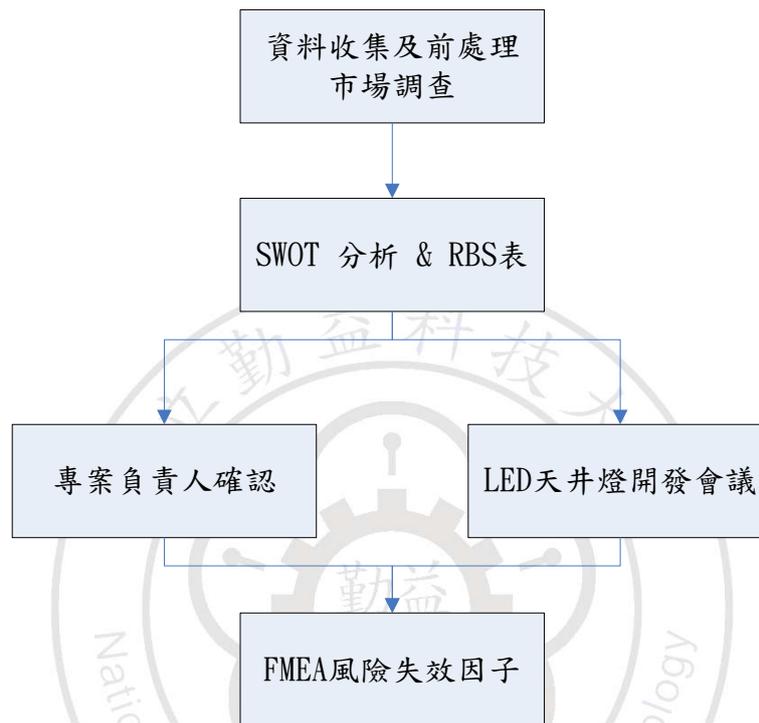


圖 3.3 專案管理-風險辨別流程

3.2 失效模式與效應分析

由於失效模式與效應分析可使用的評估手法有致命度評估法與風險優先指數評估法。在本研究採用風險優先指數評估法(Risk Priority Number ; RPN)，另外結合 Reiley [2002]所提出的問卷來改善風險優先指數評估方法，來代替傳統的風險優先指數評量手法。

事實上 FMEA 透過 RPN 的評估，就可以有效了解系統中可能失效的程度，管理者再依據 RPN 的大小，進行要項之改善對策，通常 RPN 在進行改善對策後，通常會大幅降低，若 RPN 持續維持很高的情況下，管理者必須再次進行改善對

策，直到系統的失效降到最低，如此一來企業內部便可以評估系統的可靠度，維持企業產品或服務的競爭力，同時充分達到零失效與零缺點之最佳化目標。

風險優先數的決策 RPN，首先須由系統專業人員對 FMEA 各個失效模式之發生度、難檢度及嚴重度等決策因子，給予模糊語意等級評估，制定失效模式影響程度的量化數值。經由三者運算乘積(如公式 1)轉換成明確的風險優先數值，成為執行失效改善的優先順序指標。

風險優先指數評估法(Risk Priority Number；RPN)計算公式如下：

$$RPN_i = S_i \times O_i \times D_i \quad (1)$$

S_i ：為第 i 項的嚴重度

O_i ：為第 i 項的發生率

D_i ：為第 i 項的偵測度

i ：FMEA 項目 ($i=1\sim n$)

RPN 值為三項相乘的結果，並假定嚴重度(O)、發生率(S)、偵測度(D)三項指標每項都具有相同矩陣、相同之得分，亦即具有相同的重要性，最高等級都是 10，所以 RPN 數值會落在 1 到 1000 的範圍。產生之風險優先指數者，依表 3.2 來評價，來區分處理做為研發人員矯正措施的制定標準。

表 3.2 設計 FMEA 風險優先數評價等級說明

風險優先數 α	等級	說明
$\alpha \geq 100$	A	必須有對策
$50 \leq \alpha < 100$	B	必須有對策
$20 \leq \alpha < 50$	C	亦須有對策。
$10 \leq \alpha < 20$	D	亦須有對策。
$\alpha < 10$	E	不須對策。

資料來源：翰緯企業管理顧問有限公司講義(1999)[27]

3.3 風險優先數 RPN 問卷設計與應用

本研究問卷針對新產品開發過程中，專案研發人員再進行研發設計前，透過專案風險辨別方法所尋找出風險失效因子，在結合問卷調查方式來代替傳統的風險優先指數評量手法。

陳榮家(2004)提出問卷調查的調查方式可改善風險優先指數的評定公平性，及提高故障因子利用價值，另外透過問卷調查的方法，將可改善在檢討會議中一言堂的情形發生[12]。

本問卷主要用於評定故障因子的嚴重度(S)、發生率(O)與偵測度(D)的數值，完成後計算出風險優先指數之優先順序，問卷設計利用李克特(Likert)五等量法探討，以評定故障因子的嚴重度(S)、發生率(O)與偵測度(D)的數值，其中嚴重度、發生率的數值，皆由 10 分至 1 分來表示，分數越高則嚴重度越高。而偵測度，則以越容易偵測分數越低，其值由 10 分至 1 分來評定。而對照風險優先指數嚴重度(S)、發生率(O)與偵測度(D)之對照表與問卷調查李克特(Likert)五等量法之相對應參數，本研究就將其修改為表 3.3，表 3.4，表 3.5 所示。



表 3.3 FMEA 嚴重性的評估標準與問卷對應表

失效效應	效應嚴重度	等級	五等量表
危險無警訊	失效模式影響到安全操作或違反政府規定，且無警示	10	5
危險有警訊	失效模式影響到安全操作或違反政府規定，但有警示	9	
極高	零組件無法操作，影響主要功能	8	4
高	零組件還能運作，但表現降低	7	
中	零組件還能運作，但舒適及便利降低	6	3
低	零組件及舒適、便利可操作，但表現較低	5	
極低	大多數顧客會注意到外觀或異音等缺點	4	2
輕低	一般顧客會感到不滿意的外觀或異音等缺點	3	
極輕低	只有挑剔顧客才會感到不滿意	2	1
無	無影響	1	

資料來源：修改自Daimler Chrysler (2001)

表 3.4 FMEA 發生頻率的評估標準與問卷對應表

失效機率	失效率	等級	五等量表
極高：失效幾乎不可避免	$\geq 1/2$	10	5
	$1/3$	9	
高：重複發生失效	$1/8$	8	4
	$1/20$	7	
中：偶而發生失效	$1/80$	6	3
	$1/400$	5	
	$1/2,000$	4	
低：較少發生失效	$1/15,000$	3	2
	$1/150,000$	2	
幾乎沒有：失效不太可能	$\leq 1/1,500,000$	1	1

資料來源：修改自Daimler Chrysler (2001)



表 3.5 FMEA 偵測度的評估標準與問卷對應表

偵測度	檢查到之可能性	等級	五等量表
幾乎不確定	完全無法得之設計發生的缺點或失效原因	10	1
極稀少	極少可能發現設計發生的缺點或失效原因	9	
很少	很少可能發現設計發生的缺點或失效原因	8	2
非常低	非常低可能發現設計發生的缺點或失效原因	7	
低	低可能發現製設計生的缺點或失效原因	6	3
中等	中等可能發現設計發生的缺點或失效原因	5	
普通	普通可能發現設計發生的缺點或失效原因	4	4
高	高可能發現設計發生的缺點或失效原因	3	
極高	極高可能發現設計發生的缺點或失效原因	2	5
肯定	肯定可能發現設計發生的缺點或失效原因	1	

資料來源：修改自Daimler Chrysler (2001)

3.3.1 風險優先指數評估問卷

故障因子評估問卷是採用專案風險管理之風險辨別探討後產生故障因子共計 8 項，轉換成故障因子進行問卷調查，問卷設計利用李克特(Likert)五等量法探討其信度及效度，主要透過問卷調查方式來代替傳統的風險優先指數評量手法。

本研究將從問卷調查中來獲取每項故障因子的嚴重度、發生率及偵測度，並透過風險優先指數公式(1)來獲得風險優先數值 RPN，問卷內容如表 3.6、表 3.7、表 3.8 所示：

表 3.6 FMEA 嚴重度的故障因子評估問卷

故障因子之嚴重度(S) 評定標準為 表 3.4 FMEA 嚴重性的評估標準與問卷對應表	李克特(Likert)五等量法									
	1		2		3		4		5	
	無	極 輕 低	輕 低	極 低	低	中	高	極 高	危 險 有 警 訊	危 險 無 警 訊
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
故障因子	<input type="checkbox"/>									
	<input type="checkbox"/>									
	<input type="checkbox"/>									

資料來源：本研究整理

表 3.7 FMEA 發生率的故障因子評估問卷

故障因子之發生率(O) 評定標準為 表 3.5 FMEA 發生頻率的評估標準與問卷對應表	李克特(Likert)五等量法									
	1		2		3		4		5	
	無	低		中		高		極高		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
故障因子	<input type="checkbox"/>									
	<input type="checkbox"/>									
	<input type="checkbox"/>									

資料來源：本研究整理

表 3.8 FMEA 偵測度的故障因子評估問卷

故障因子之偵測度(D) 評定標準為 表 3.6 FMEA 偵測度的評估標準與問卷對應表	李克特(Likert)五等量法									
	5		4		3		2		1	
	肯定	極高	高	普通	中等	低	非常低	很少	極稀少	幾乎不確定
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
故障因子	<input type="checkbox"/>									
	<input type="checkbox"/>									
	<input type="checkbox"/>									

資料來源：本研究整理

3.3.2 風險優先指數評估問卷發放與樣本數

PMBOK® Guide(2008)：辨識風險為決定什麼風險會影響專案並記載它們特性的流程，而透過專案管理規定參與風險辨識活動的人可以包括：專案經理、專案團員成員、風險管理團隊、顧客、專案團隊外的特定主題專家、最終使用者、其他專案經理、利害關係者、以及風險管理專家等[42]。

本研究問卷調查發放對象：專案經理、專案團員成員、利害關係者、專案團隊外的特定主題專家。如表 3.9 所示：

表 3.9 問卷受訪人員之對象

調查發放對象	單位
專案經理、專案團員成員	研發團隊
利害關係者	協力廠商
專案團隊外的特定主題專家	工研院光電所

3.4 QFD 屋二元矩陣技術轉換

Hajime、Takaaki 與 Hiroshi (2002)：QFD 品質屋是一種利用系統化的方法，利用二元矩陣技術轉換，進行逐一的展開，目的在使產品開發及生產等一連串活動，皆能以顧客之需求為導向，進行產品的規劃設計與展開[36]。

根據 Bossert [1990]提出在實施品質機能展開時，必須依靠品質屋（House Of quality, HOQ）此種工具的輔助，其架構品質屋包括了顧客需求、工程技術、競爭產品評估、工程技術相關矩陣、顧客需求與工程技術相關矩陣、改善優先順序等六部份，如下圖 3.4：

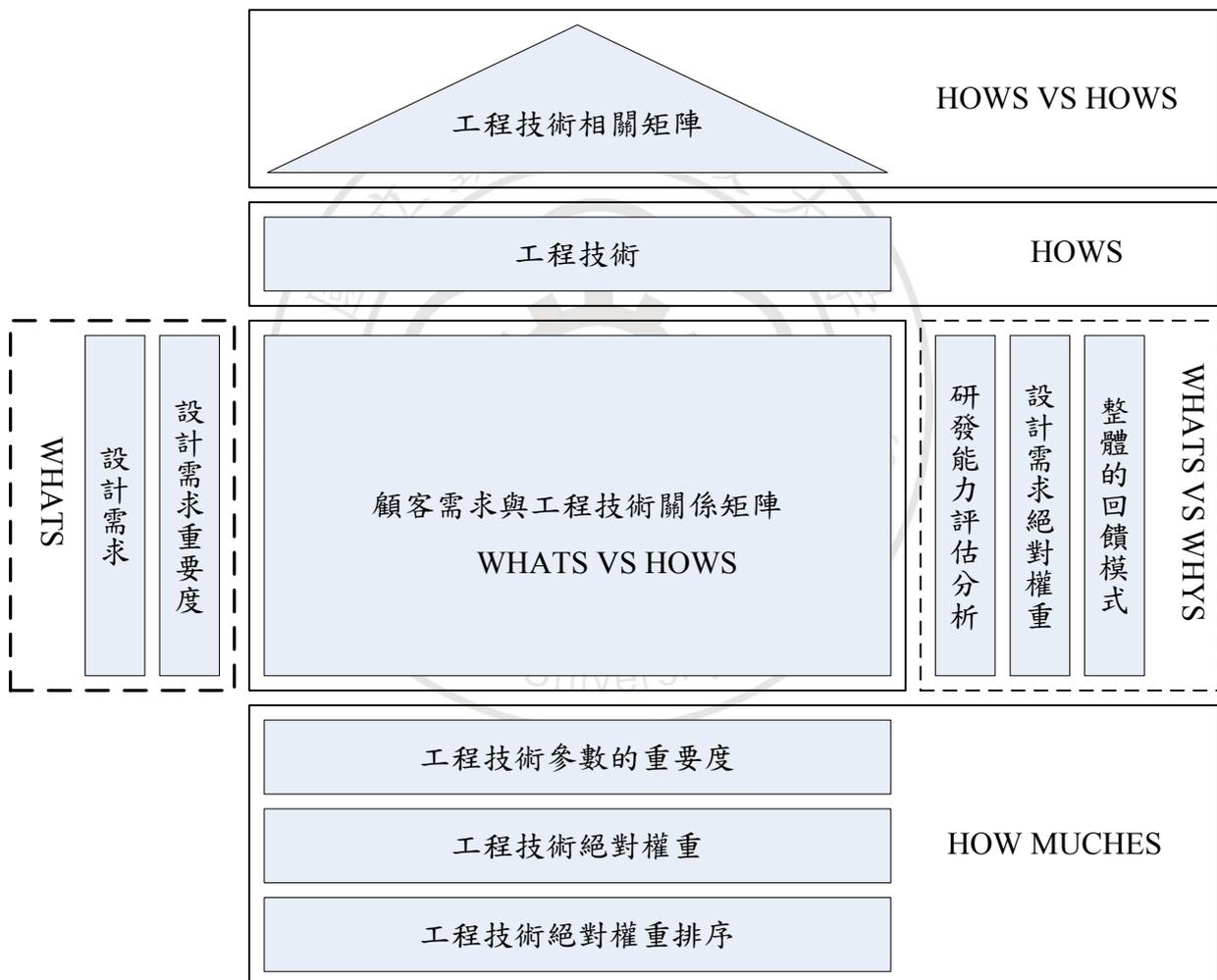


圖 3.4 品質屋基本結構

品質屋六大部份說明及步驟：

第一、WHATS：

位於品質屋時之左面，又被稱為顧客之聲音(Voice Of Customer，VOC)，主要用以描述顧客之需求與期望，顧客需求或期望之資訊可以經由市場、問卷調查以及顧客訪談之方式獲得。

第二、HOWS：

位於品質屋之天花板，也就是藉由工程及設計部門提供相關技術，以滿足顧客需求。

第三、WHATS VS. HOWS：

為品質屋之主體，此關係是說明顧客需求與工程特性之間的重要度關係，顧客之需求與期望可以透過相關矩陣與工程技術加以連結。通常會給予一個重要性權重以判別兩者之關係強弱。

第四、WHATS VS. WHYS：

位於品質屋右方，此矩陣包含了自有產品與競爭性產品，在顧客需求的評分下，以了解自有產品的優劣，本研究將結合 HOW MUCHES 分析做為優先權策略評估表。

第五、HOWS VS. HOWS：

位於品質屋之屋頂，用以說明工程技術間之相關性分析，以交互作用關係描述其相關性與相關強度或反向性。

第六、HOW MUCHES：

位於品質屋之底端，利用顧客之需求與期望可以透過相關矩陣與工程評分值，亦可以在技術面得到一個工程技術發展優先順序權重，可以做為設計需求所改善技術順序或是訂定決策優先順序。

3.4.1 結合 FMEA 與 QFD 之產品開發之品質屋

本研究依問卷調查取得之風險優先數權重 RPN，作為為產品設計品質屋之 WHATS 設計需求並將其重要權重作為設計需求重要性數值後，透過 QFD

CAPTURE 4.0 軟體內，將設計需求中，設計需求重要性數值之計算依序填入，根據林明毅(2004)所提之 FMEA 與 QFD 整合展開表修改後完成本研究之如表 3.10 所示[5]。

表 3.10 FMEA 與 QFD 整合展開表

	設計需求重要性	工程技術之個數					設計需求絕對權重	FMEA	修正後絕對權重
	(RPN _i)	(j)					(D _i)	(F _i)	(R _i)
設計需求 (i)			1	2	...	m			
	C ₁	1	W ₁₁	W ₁₂	...	W _{1m}	D ₁	F ₁	R ₁
	C ₂	2	W ₂₁	W ₂₂	...	W _{2m}	D ₂	F ₂	R ₂
	·	·	·	·	W _{ij}			·	
	C _n	n	W _{n1}	W _{n2}	...	W _{nm}	D _n	F _n	R _n
工程技術參數重要度(P _j)			P ₁	P ₂		P _m			
工程技術絕對權重(T _j)			T ₁	T ₂	...	T _m			

資料來源：修改自林明毅(2004)

3.4.2 品質要素權重之計算

1. 工程技術參數重要度(P_j)：

QFD 之絕對權重可以透過下列公式計算之：

$$P_j = \sum_{i=1}^n \left(C_i \frac{W_{ij}}{WMAX_j} \right), \quad (2)$$

其中 $WMAX_j = \max \{ W_{ij} \mid i = 1, 2, \dots, n \}, j = 1, 2, \dots, m$ ，

P_j ：第 j 列的絕對權重 ($j=1,2,\dots,m$)，

C_i ：第 i 欄位顧客需求品質重要度 ($i=1,2,\dots,n$)，

W_{ij} ：相關矩陣之關係權重係數 ($i=1,2,\dots,n, j=1,2,\dots,m$)，

m ：工程技術展開個數，

n ：顧客需求之個數。

案例如圖 3.5 所示：

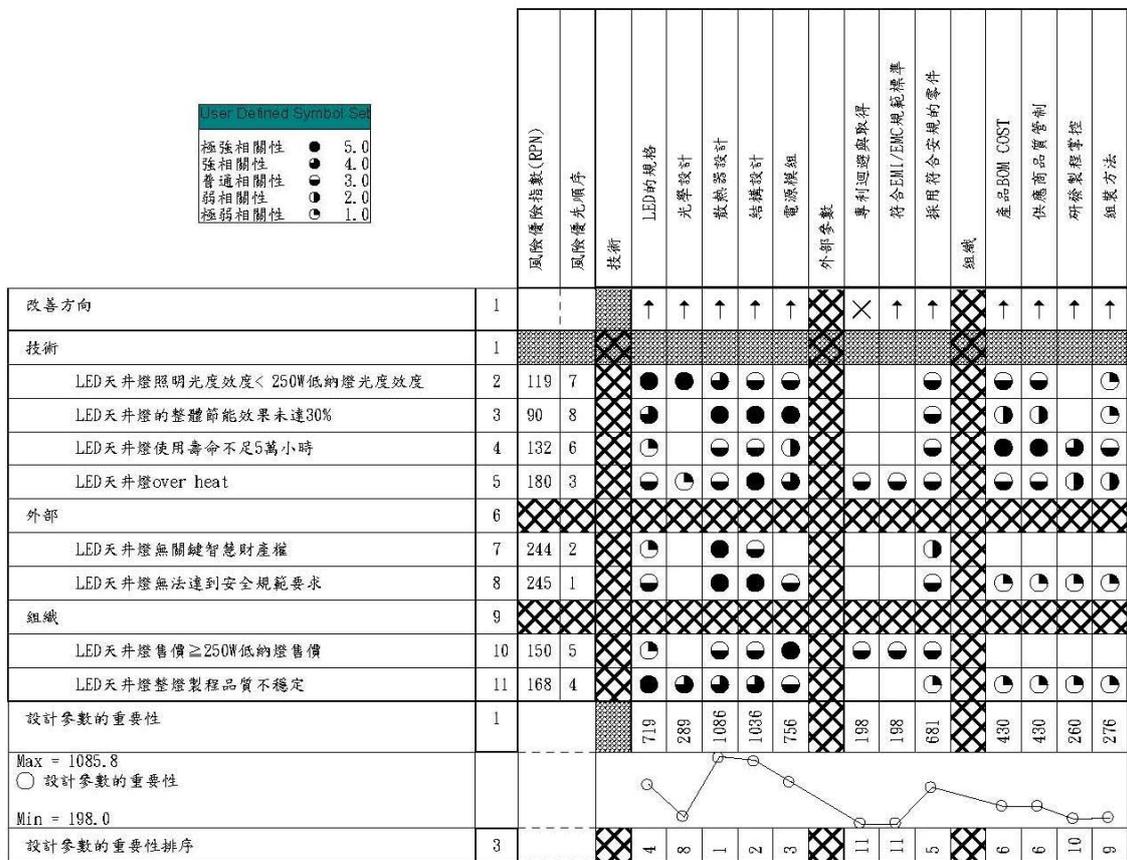


圖 3.5 品質機能展開範例

計算方法如表 3.11 所示：

表 3.11 LED 來源工程技術重要比重(P_j)計算法

	設計需求 與工程矩陣	RPN _i	小計
LED 天井燈照明光度效能<250W 低納燈光度效能	5/5	119	119.0
LED 天井燈的整體節能效果未達 30%	4/5	90	72.0
LED 天井燈使用壽命不足 5 萬小時	1/5	132	26.4
LED 天井燈 over heat	3/5	180	108.0
LED 天井燈無關鍵智慧財產權	1/5	244	48.8
LED 天井燈無法達到安全規範要求	3/5	246	147.6
LED 天井燈售價≥250W 低納燈售價	1/5	150	30.0
LED 天井燈整燈製程品質不穩定	5/5	168	168.0
LED 來源工程技術重要比重			719.8

資料來源：本研究整理

2. 工程技術絕對權重(T_j)：

QFD 之絕對權重可以透過下列公式計算之：

$$T_j = \sum_{i=1}^n C_i W_{ij} \quad , \quad j=1,2,\dots,m \quad (3)$$

其中

T_j：第 j 列的絕對權重 (j=1,2,...,m) ，

C_i：第 i 欄位顧客需求品質重要度 (i=1,2,...,n) ，

W_{ij}：相關矩陣之關係權重係數 (i=1,2,...,n, j=1,2,...,m) ，

m：工程技術展開個數，

n：顧客需求之個數。

3. 設計問題需求絕對權重(D_i):

QFD 之設計需求絕對權重可以透過下列公式 3 計算之(本研究參考修改許盛堡 2002)。

$$D_i = \sum_{j=1}^m P_j W_{ij} \quad , \quad i=1,2,\dots,n \quad (4)$$

其中 D_i : 第 i 欄的絕對權重 ($i=1,2,\dots,n$) ,

P_j : 第 j 列工程技術參數重要度 ($j=1,2,\dots,m$) ,

W_{ij} : 相關矩陣之關係權重係數 ($i=1,2,\dots,n, j=1,2,\dots,m$) ,

m : 工程技術展開個數 ,

n : 設計需求之個數。

4. FMEA 權重指數(F_i):

根據許盛堡(2002)所提之架構如果將風險優先數值 (Risk Priority Number, RPN) , 依其管理及開發之水準設定 p 值與 k 值, 經計算而得到不同的權重指數, 權重指數主要在將 RPN 更具體化, 補足傳統 FMEA 之 RPN 只是提供設計者參考或是製程對策使用之缺點, 進而整合將權重指數直接的回饋至 QFD 品質屋展開矩陣之中。QFD 品質屋內增加了 FMEA 的權重指數(F_i)回饋修正項, 與 QFD 品質屋的絕對權重指數的不同, 整體設計權重及重要度排序之最終計算結果將有所差異, 產生出了風險修正前與修正後對 QFD 品質屋的絕對權重之最終輸出結果[10]。

而 F_i 權重指數會隨著不同的 RPN 值而有所不同, F_i 可由公式 5 計算得知:

$$F_i = \frac{1}{1 + \frac{(RPN_i - k) \times p}{1000}} \quad , \quad (5)$$

其中

F_i ：為 FMEA 表中第 i 項的權重指數

RPN_j ：為第 j 項之 RPN 值

k ：為不需要修正之最低 RPN 值， $k \geq 0$

$RPN_j - k$ ：為需要修正之值，其值為 ≥ 0 ，若值 ≤ 0 則設為 0

p ：權重調整之強度係數

權重指數(F_i)的影響強度會隨著 k 值及 p 值的改變而改變，主要是因為我們希望 FMEA 的修正影響程度，能讓不同的產業別或是設計者在不同的需求時，能有合理的調整範圍。RPN 之最高值為 1000，但 1000 僅是計算上的一個理論值，一般而言 RPN 值不會大於 500，經對策及改善後之 RPN 值則大多會降至 150 以下。有些公司在評估 RPN 值是否必須進行對策時，會針對 RPN 值小於某一範圍內者不給予考慮，因為其不良失效發生時的嚴重度不高，發生次數極低，同時難檢度亦低的情況下，三者的相乘績其 RPN 值會很小，實際上對於產品影響有限，所以可以不採取任何的對策，譬如 RPN 值是小於 30 或 50 等。而 k 值的設定之目的即是在於將 RPN 值小於一定值之下的，將其視為不受影響而不採取任何的對策，所以 k 值為對策起始的最低門檻，使其在運用上更近於實務。 p 值則可因公司或是產品別的差異，而進行修正強度的調整；因此即使 RPN 值相同，因 p 值的不同而會有不同的(F_i)值。表 3.13 為 RPN 與權重指數轉換參考表，分別列出 k 在 0、30、50 及 80 的情況下，配合不同的 p 值，即 0.5、0.75、1、1.5 及 2 時，所對應的(F_i)值。表 3.8 可提供設計者依自己本身產品設計之需求，選擇較適合的 k 值及 p 值進行設計展開時之回饋修正使用。

表 3.12 RPN 與權重指數轉換參考表

k.p		RPN	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
k=0	p=0.5		0.976	0.952	0.93	0.91	0.889	0.87	0.851	0.833	0.816	0.8
	p=0.75		0.964	0.93	0.899	0.87	0.842	0.816	0.792	0.77	0.748	0.727
	p=1		0.952	0.91	0.87	0.833	0.8	0.77	0.741	0.714	0.69	0.67
	p=1.5		0.93	0.87	0.816	0.77	0.727	0.69	0.656	0.625	0.597	0.571
	p=2		0.91	0.833	0.77	0.714	0.67	0.652	0.588	0.56	0.526	0.5
k=30	p=0.5		0.99	0.966	0.943	0.922	0.901	0.881	0.862	0.844	0.826	0.81
	p=0.75		0.985	0.95	0.917	0.887	0.858	0.832	0.806	0.783	0.76	0.739
	p=1		0.98	0.935	0.893	0.855	0.82	0.787	0.758	0.73	0.704	0.68
	p=1.5		0.971	0.9	0.847	0.787	0.752	0.712	0.676	0.643	0.613	0.587
	p=2		0.961	0.877	0.806	0.746	0.694	0.649	0.61	0.575	0.543	0.515
k=50	p=0.5			0.816	0.816	0.816	0.816	0.816	0.816	0.816	0.816	0.816
	p=0.75			0.748	0.748	0.748	0.748	0.748	0.748	0.748	0.748	0.748
	p=1			0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
	p=1.5			0.597	0.597	0.597	0.597	0.597	0.597	0.597	0.597	0.597
	p=2			0.526	0.526	0.526	0.526	0.526	0.526	0.526	0.526	0.526
k=80	p=0.5			0.826	0.826	0.826	0.826	0.826	0.826	0.826	0.826	0.826
	p=0.75			0.985	0.95	0.917	0.887	0.858	0.832	0.806	0.783	0.76
	p=1			0.98	0.935	0.893	0.855	0.82	0.787	0.758	0.73	0.704
	p=1.5			0.971	0.9	0.847	0.787	0.752	0.712	0.676	0.643	0.613
	p=2			0.961	0.877	0.806	0.746	0.694	0.649	0.61	0.575	0.543

資料來源：許盛堡(2002)

由表 3.12 中，可清楚了解到不管是用哪一個修正條件，其 RPN 值愈大則權重指數(F_i)愈小，代表被選擇上的機率愈小。因為 RPN 高者，代表風險性高，因此在被選擇之機率上必須被下降；反之 RPN 低者，代表風險性較低，因此在被選擇之機率會相對的被提高。

所以研發設計團隊可以依照可降低新產品開發風險的關鍵因素之設計考量，選擇出較合適的 k 值及 p 值回饋修正用。

5. 修正後設計需求絕對權重(R_i)：

將由表 3.13 RPN 與權重指數轉換參考表(F_i) 乘上 QFD 品質屋中所產生的絕對優先權重(D_i)，產生出經過風險回饋後所產生之修正後絕對權重(R_i)可由公式(6)得知(修改自林明毅 2002)。

$$R_i = D_i \times F_i \quad , \quad (6)$$

R_i ：為 i 欄位的修正後之絕對權重($i=1,2,\dots,n$)，

D_i ：為 i 欄位的絕對權重($i=1,2,\dots,n$)，

F_i ：為 i 欄位的 FMEA 修正權重($i=1,2,\dots,n$)。

3.4.3 決定品質屋 WHAT 參數有以下六項：

1. 設計問題需求重要度(RPN)：

依問卷調查取得之風險優先數權重 RPN，為品質屋設計需求 WHATS 優先順序。

2. 同業競爭力分析：

依本公司與競爭者研發能力皆為 1~5 分(1 分最差，5 分最優)

由研發經理與專家討論後為評定依據。

3. 設計目標：

為 1~5 分(5 分表示需 100%符合顧客要求的目標)。

4. 改善比率：

本公司研發能力÷競爭者研發能力的評比。(比值愈大表示離目標愈遠，需更加努力。)

例：本公司研發能力評比為 3 分，業界研發能力評比為 5 分，因為業界標

竿比公司產品表現較佳例如本公司研發能力評比為 3 分，業界研發能

力評比為 5 分，因為業界標竿比公司產品表現較佳，(改善比率=5÷3=1.7)，因此改善比率為 1.7。

如下列計算方式：改善比率=5 ÷ 3 = 1.7

5. 絕對分數：

第(1)項設計需求重要度×第(4)項改善比率。

6. 競爭力成長需求：

第(5)項絕對分數相減第(1)項設計需求重要度。

7. 設計問題需求絕對權重(D_i)：

為 WHATS 參數第(2)項工程技術參數重要度(P_i)與各項設計需求與工程技術相關矩陣關聯(whats v hows)分數乘積之總和。

8. FMEA 修正權重(F_i)：

第(1)項設計需求重要度(RPN_i)，FMEA 修正權重(F_i)的影響強度會隨著不需調整修正之最低 RPN 值與權重調整之強度係數的改變而改變。

9. 修正後絕對權重(R_i)：

由第(7)項的設計需求絕對權重(D_i)與第(8)項 FMEA 修正權重(F_i)之乘積，可作為進行設計展開策略時回饋修正用。

3.4.4 決定技術需求 HOWS 參數有以下四項：

1. 設計問題需求與工程技術相關矩陣：

評分為 1~5 分，(1 分影響低，5 分影響高)。

由專家 3 人，依設計需求與工程技術，相互影響關係給予評分。

2. 工程技術參數重要度：

為第(1)項設計需求與工程技術相關矩陣(j)項÷第(1)項設計需求與工程技術相關矩陣(i)分數之總合與設計需求(RPN)全部之乘積之總合。

3. 工程技術絕對權重(T_j)：

為 WHATS 參數第(1)項設計問題需求重要度(RPN_i)與各項設計需求與工程技術相關矩陣關聯(whats vs hows)分數乘積之總和。

第四章 個案探討-以 LED 天井燈為例

本研究案例為一間 LED 照明產品開發公司(以下稱該企業)，其主要營業項目為 LED 照明產品之開發，成立至今，已開發出多款 LED 照明產品、標準燈式樣、LED 模組燈、LED 專用電源及 LED 散熱器等等，並取得多項關於 LED 燈之專利與專利獎牌，且該企業的營業型態屬於 OEM (專業代工) 與 ODM (設計代工)。

本次研究之新產品開發為 2008 年由該公司負責人與勤益科大共同運用 QFD 與 TRIZ 來研發設計，並於該年 2008 年取得台灣新型專利 M325450，而本次開發案為此專利衍生出之新產品，以 100W 為標的規格，照明效果需與 250W 水銀燈相等之「LED 天井燈」。

在新產品開發過程中，透過合理簡單的方法來引導研發人員，進而幫助研發人員在新產品開發過程，能找出已產生之風險或預知可能產生的風險，避免產品開發中可能產生之不必要之費用，工時浪費等等問題，以達到新產品開發成功的機率。

在確立了研究的內容與方向後，本研究將以專案風險管理流程中的辨別風險，以 LED 照明市場需求的 SWOT 分析，結合該公司 LED 天井燈新產品研發會議，從中瞭解該企業 LED 研發過程從開案到試作流程、及日後導入量產之準備動作，找出 LED 可能產生或目前已得知之失效因子，將這些失效因子透過失效模式與效應分析(FMEA)，結合品質機能展開(QFD)分析後，找出降低 LED 天井燈新產品開發之關鍵因素後，制定降低 LED 天井燈風險之回應策略。

4.1 專案風險管理-辨別風險因子

在確立了研究的內容與方向後，本研究將以 PMBOK[®] Guide，(2008)專案風險管理流程中的辨別風險之工具。

1.腦力激盪(Brainstorming)：

本研究將採用團體的方式由一個研發經理主持下產生出來，其方式可以是

傳統的在不拘型式的會議中由相關研發人員供獻構想，然後風險會依照風險類別被辨識出來並分類，其定義會被修訂的更為明確。

2. 德菲法(Delphi technique)：

本研究將以 LED 天井燈開發中之研發人員，經果專案審查會議來達成共識的方法。

3. 肇因分析(Root cause anyalysis)：

當專案開發人員辨識問題後，將就每一個風險問題找出其相關之工程技數，作為發展預防行動之參考依據。

4. 檢核表分析(Checklist Analysis):

設計出 LED 天井燈研發中需考量之架構來確保能有系統的將風險辨識到一致的詳細程度的完整流程，幫助 LED 天井燈專案相關研發人員辨識可能產生之故障因子分析表。

5. 優勢、劣勢、機會、以及威脅分析(SWOT Analysis)

透過 LED 照明市場需求資料收集後，與 LED 天井燈開發專家討論後所產生之分析表，透過資料的收集與前處理，產生出 LED 燈具之 SWOT 分析表。

4.1.1 資料收集-LED 照明市場需求

經濟部工業局(2007)全球暖化的議題彷彿如石頭落入水中產生一波一波的漣漪，全球不管是國家/企業甚至於來自個人，都須為了減緩地球的暖化問題而努力著，其中減低二氧化碳 CO2 排放量，更是世界各大企業主願意投入相關研發/人力與資金方向，從 1960 年代末期「發光二極體」(Light Emitting Diode, LED)發明至今，因為科技的提升與進步，比起傳統的鎢絲燈，LED 的製造已可滿足節能 80%以上的效能，相對更節能的 LED 比起傳統的鎢絲燈，除了節能更具有體積小、符合環保、壽命長等優點，因此被視為替代鎢絲燈的首選[20]。

到 1990 年代後期，LED 燈開始在交通號誌上取代白熾燈泡，所以在台灣的街道中已可在道路上看到交通號誌已經全面的汰換成新型的 LED 燈，不管黑夜與

白天能有效的管理交通的秩序與流量。

為求產業整體發展周延及務實，經濟部特邀請包括 LED 光源、LED 模組、照明、背光顯示以及車用照明等相關業者；工業技術研究院、各大學院校等學界研究單位及相關政府單位，召開「次世代 LED 照明光電產業發展」座談會議，研議產業發展政策重點，具體推動作法包括：

1. 加速共通核心技術研發，例如開發高品質 LED 光源、品管與可靠度測試設備、一般照明之標準化模組及替換現有燈具之標準 LED 燈座介面。
2. 推動 LED 照明光電產業化及建立國際同步之檢測驗證平台，推動產業策略聯盟、協助處理專利侵權排除問題及設廠投資障礙處理、培訓白光 LED 照明產業發展相關人才。
3. 推動 LED 照明應用示範，例如推廣 LED 之交通號誌燈、出口指示燈，推動具代表性建築物及戶外環境建置 LED 照明示範應用、隨 LED 路燈技術進展選擇適合道路設置示範系統。
4. 辦理國際級 LED 照明創意設計應用競賽、LED 創新應用服務技術開發及協助廠商國際參展等。

預計至 2010 年政府將投入 20 億元，以帶動我國整體 LED 照明光電產業倍速成長，創造產業的另一高峰。

4.1.2 LED 天井燈與 250W 低納燈 SWOT 分析

LED 天井燈雖然在節能、環保、使用安全上、功能上優於 250W 低納燈的效率，但在產品設計與應用上，與傳統燈產品之間有很大的差異。所以針對 LED 天井燈與 250W 低納燈作 SWOT 分析，以其找出所需考慮之故障因子。以下係依據 LED 燈天井燈市場分析參照劉忠祺(2008)所寫成的 SWOT 分析修改後如表 4.1[26]。

表 4.1 LED 天井燈與 250W 低納燈之 SWOT 分析

SWOT 分析	優勢 (Strengths)	劣勢 (Weaknesses)
	<p>節能-80%省能源環保-全回收安全-燈體溫度 85 度 C 以下 長效-> 50,000h</p>	<p>生產成本高 要相容傳統燈具 LED 燈相關規範制定緩慢 關鍵技術不足</p>
機會 (Opportunities)	SO	WO
<p>節能風潮 環保意識 半導體產業的參與 高功率白光 LED 價格下滑 LED 發光效率提升</p>	<p>強化節能減碳，低污染.長效能，節約消費效果。 善用半導體的高科技形象.研發開創新的應用產品。</p>	<p>LED 燈高度相容傳統燈 運用 IT 產業的資源降低成本運用 IT 產業安規.搶上市場。</p>
威脅 (Threats)	ST	WT
<p>傳統燈業者的抗拒 銷售通路不暢</p>	<p>善加運用媒體與政府之宣導.LED 照明 傳統燈公司不跟 LED 燈產品等於沒未來。</p>	<p>引用 3C 通路銷售產品。 與轉型燈業者聯盟。</p>

資料來源：修改自劉忠祺(2008)

4.1.3 LED 天井燈風險分解結構

運用 LED 天井燈專案研發會議，結合 LED 天井燈 SWOT 分析表，引導專案相關研發人員討論出 8 項故障因子，如圖 4.1 所示：

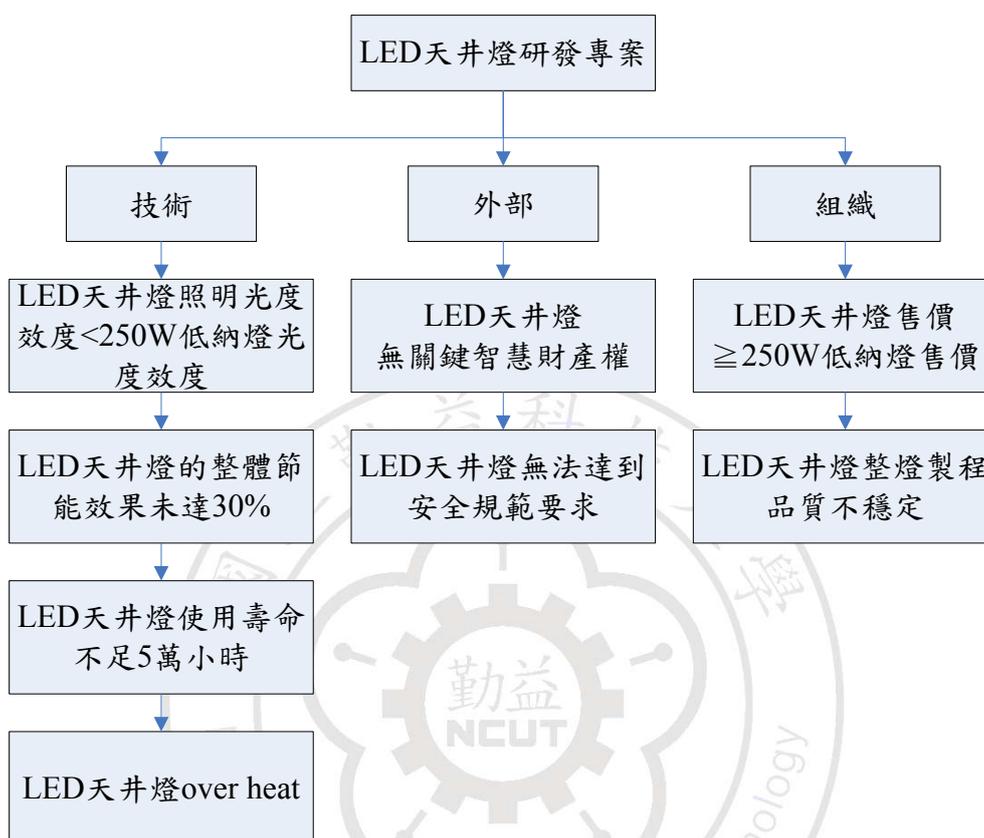


圖 4.1 LED 天井燈風險分解結構

4.1.4 LED 天井燈失效因子名詞解釋及其影響

1. LED 天井燈照明光度效能<250W 低納燈光度效能：

所以 $1 \times \text{光通量(單位:流明)} = 683 \times \text{發光效率} \times \text{輻射通量(瓦特)}$

光通量為照明之光度效能單位,也就是光通量越大,亮度越高

LED 天井燈照明光度效能需達 6500-7000 光通量(lm)才可不小於 250W 低納燈光度效能

2. LED 天井燈的整體節能效果未達 30%：
LED 天井燈使用總功率需較傳統燈具節省總功率 30%以上。
3. LED 天井燈使用壽命不足 5 萬小時：
確定電子產品在規定的工作及環境條件下，其使用時間之規範。
4. LED 天井燈 over heat：
LED 天井燈如果在允許工作溫度範圍下正常動作，且所有元件均不得有裂痕或其他物理性的損害，也不可有光亮或閃爍之失效情形。
5. LED 天井燈無關鍵智慧財產權：
智慧財產權為廠商所研發設計經公告後所達到保護廠商技術的專有與獨特性。
6. LED 天井燈無法達到安全規範要求：
固定燈飾：測試標準 UL1598/CSA C22.2 No.250.0-00，無插頭，具電源線但需另行接線及安裝，完成安裝後燈體不易移動。例：吸頂燈、壁燈、吊燈。本天井燈為吸頂燈的一種。
7. LED 天井燈售價 \geq 250W 低納燈售價：
市場上流通之產品價格，宜低於 250W 低納燈的價格
8. LED 天井燈整燈製程品質不穩定：
LED 生產過程到消費者者使用時品質水準一制，不良率在公司制定之規範內。

4.2 故障因子評估問卷

問卷設計利用李克特(Likert scale)五等量法，獲得 LED 天井燈新產品開發之故障因子風險優先數值，本問卷可評定故障因子嚴重度(S)、發生率(O)與偵測度(D)的數值，其中嚴重度、發生率的數值皆由 10 分至 1 分來表示，數值越大代表風險越大，偵測度則以越容易偵測到分數越低，其值為 1 分至 10 分來評定，數值越小代表風險越大。

本問卷的發放對象為 LED 天井燈新產品中研發團隊、協力廠商、工研院光電所內 LED 照明產業專業人士為發放對象。問卷受訪對象人員如表 4.2 所示：

表 4.2 問卷受訪人員之對象

單位		人數
研發 團隊	總經理	1
	經理	1
	業務	1
	電機設計組	2
	機構/ID 設計組	3
	功能測試組	4
協力 廠商	廠長	1
	製造課長	1
	品保課長	1
	研發人員	3
工研院 光電所	專案經理	2
	研發工程師	4

資料來源：本研究整理

在故障因子評估問卷內容中，透過專案風險管理之風險辨別法，找出故障因子共計 8 項制作故障因子評估問卷表 4.3、表 4.4、表 4.5 所示，

表 4.3 FMEA 嚴重性的故障因子評估問卷

故障因子之嚴重度(S) 評定標準為 表 3.4 FMEA 嚴重性的評估標準與問卷對應表	李克特(Likert)五等量法									
	1		2		3		4		5	
	無	極 輕 低	輕 低	極 低	低	中	高	極 高	危 險 有 警 訊	危 險 無 警 訊
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LED 天井燈照明光度效能<250W 低納燈光度效能	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈的整體節能效果未達 30%	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈使用壽命不足 5 萬小時	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈 over heat	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈無關鍵智慧財產權	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈無法達到安全規範要求	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈售價≥250W 低納燈售價	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈整燈製程品質不穩定	<input type="checkbox"/>									

資料來源：本研究整理

表 4.4 FMEA 發生頻率故障因子評估問卷

故障因子之發生率(O) 評定標準為 表 3.5 FMEA 發生頻率的評估標準與問卷對應表	李克特(Likert)五等量法									
	1	2		3			4		5	
	無	低		中			高		極高	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LED 天井燈照明光度效能<250W 低納燈光度效能	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈的整體節能效果未達 30%	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈使用壽命不足 5 萬小時	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈 over heat	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈無關鍵智慧財產權	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈無法達到安全規範要求	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈售價≥250W 低納燈售價	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈整燈製程品質不穩定	<input type="checkbox"/>									

資料來源：本研究整理

表 4.5 FMEA 偵測度的故障因子評估問卷

故障因子之偵測度(D) 評定標準為 表 3.6 FMEA 偵測度的評估標準與問卷對應表	李克特(Likert)五等量法									
	5		4		3		2		1	
	肯定	極高	高	普通	中等	低	非常低	很少	極稀少	幾乎不確定
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LED 天井燈照明光度效能<250W 低納燈光度效能	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈的整體節能效果未達 30%	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈使用壽命不足 5 萬小時	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈 over heat	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈無關鍵智慧財產權	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈無法達到安全規範要求	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈售價≥250W 低納燈售價	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈整燈製程品質不穩定	<input type="checkbox"/>									

資料來源：本研究整理

4.2.1 問卷發放與樣本數

本問卷採用專家問卷並由表 4.2 中所列出的問卷受訪對象逐一進行 1 對 1 之問卷調查，因為表 4.2 中所列舉之問卷受訪人員，皆為專案風險管理中規定參與風險辨識活動的人：專案經理、專案團員成員、專案團隊外的特定主題專家等，所以對於 LED 天井燈在新產品開發過程可能產生之故障因子有著最深刻之體認，故由這些人員來填寫故障因子之嚴重度、發生率與偵測度之數值，其所得之結果將是最為接近 LED 天井燈開發風險優先指數。

本問卷調查共計發放問卷 24 份，回收 24 份，無效問卷 0 份，回收率 100%；如下表 4.6 所示。

表 4.6 問卷調查回收率表

發出問卷	回收問卷	無效問卷	回收率
24	24	0	100%

資料來源：本研究整理

4.3 信度與效度分析

本研究的資料分析工具主要使用 SPSS12.0 統計軟體，用於分析所有發放之問卷資料，而本研究將使用的統計分析方法有：

4.3.1 信度分析

信度即是測量的可靠性，係指測量結果的可靠性(dependentable)、一致性(consistency)或穩定性(stability) (邱皓政，2005)[19]，也就是指標的可信賴程度，其所得結果一致的程度。本問卷量表採用 L. J. Cronbach 所創的 Cronbach's α 係數考驗其信度，依 Cronbach (1951) 所提出之 Cronbach's α 係數，係數值介於 0 到 1 之間，當 Cronbach's α 值愈高，表示問卷內容各項目的結果愈趨一致，即問卷信度越高[35]。

根據學者 Nunnally (1978)認為 Cronbach's α 值應大於 0.7 以上為佳，表示該問卷量表具有高度一致性，但在一般的應用研究中，Cronbach's α 值若大於 0.6 以上，亦可說明該問卷內容具有相當程度的可信度[41]。

本研究的資料分析工具主要使用 SPSS12.0 統計軟體，用於分析所有發放之問卷資料，其相關統計後分析資料如下表 4.7 問卷信度表所示：

表 4.7 問卷信度表

Cronbach's Alpha 值	以標準化項目為準的 Cronbach's Alpha 值	平均數
0.749	0.726	3.02

由以上學者的論點可以得知本問卷結果信度為 0.749;平均數為 3.02, 是為很可信問卷。

4.3.2 效度分析

效度主要有兩種類型：外部效度與內部效度。外部效度指研究成果概化 (Generalization) 的能力；內部效度是指問卷的設計能得出其所欲測量的特質。

效度分析之目的在於判定系統的檢測問卷之合適程度，本研究參考國內外相關文獻，並透過專案風險辨別後產生之故障因子投入問卷項目中，使問卷項目能有有效的表現出研究架構。在發放問卷之前，為了確保問卷項目能讓填寫者充分了解問卷之內容，本研究針對各問項，經天井燈研發經理與具有 LED 照明相關之專家試填問卷問項，並逐一討論修正問項之適切性，最後進行最後定稿之動作，相信本研究之問卷在內容與效度方面具有一定水準。

4.4 風險優先指數與故障因子改善順序

在回收故障因子評估問卷後，分別計算每一份問卷故障因子的嚴重度(S)、發生率(O)、偵測度(D)的數值後，並統計這三項的個別平均數，經風險優先指數公式後得知風險優先指數(RPN)經至整理後其結果如表 4.8 所示：

表 4.8 風險優先指數表

故障因子	嚴重度 (S)	發生率 (O)	偵測度 (D)	風險優先指數 (RPN)	改善順序
LED 天井燈照明光度效能<250W 低納燈光度效能	4.3	3.8	7.3	119	7
LED 天井燈的整體節能效果未達 30%	4.3	3.5	6	90	8
LED 天井燈使用壽命不足 5 萬小時	5.8	4.3	5.3	132	6
LED 天井燈 over heat	6.8	5	5.8	180	4
LED 天井燈無關鍵智慧財產權	5.8	7	6	244	2
LED 天井燈無法達到安全規範要求	8	5.8	5.3	246	1
LED 天井燈售價 \geq 250W 低納燈售價	5.5	7.8	3.5	150	5
LED 天井燈整燈製程品質不穩定	7	4	6	168	3

資料來源：本研究整理

依其風險優先指數之高低，本研究經整理後，整理出風險優先指數高低之流程圖，分數越高者，其改善優先順序越高，其風險優先指數優先改善之流程圖如圖 4.2 所示。

依其風險優先指數之高低，本研究經整理後，整理出風險優先指數高低之流程圖，分數越高者，其改善優先順序越高，其風險優先指數優先改善之流程圖如圖 4.2 所示

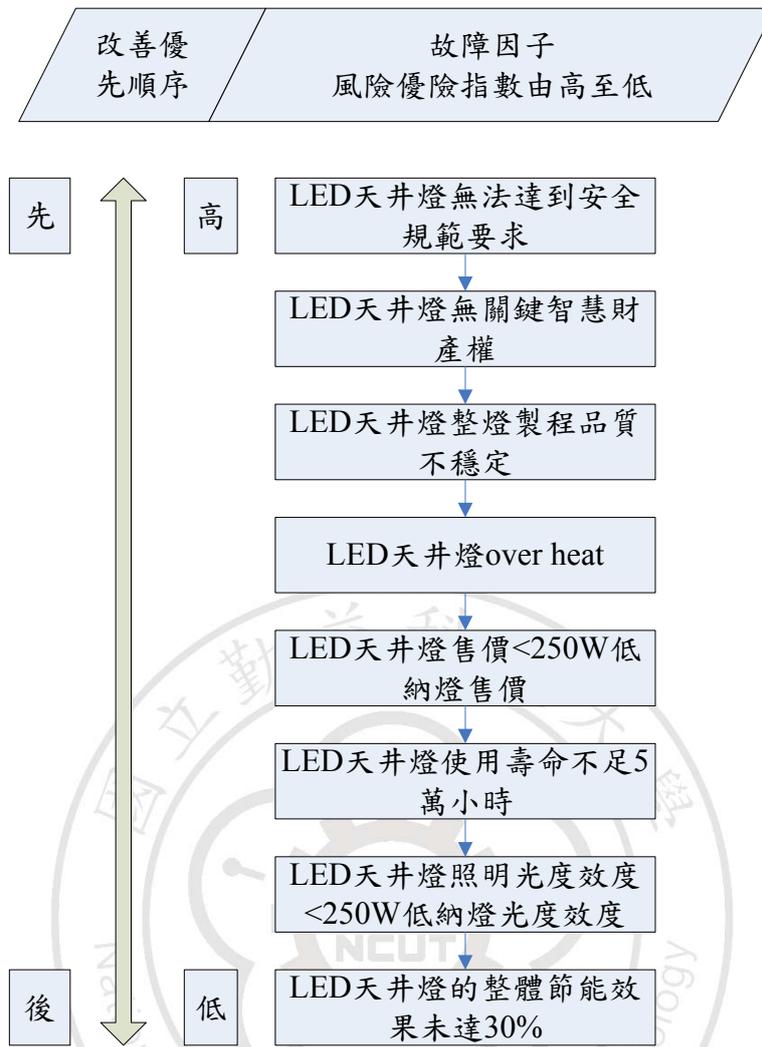


圖 4.2 風險優先指數優先改善流程圖

4.5 故障因子評估問卷結果分析

透過問卷調查後得知故障因子的改善順序後，此時再透 LED 天井燈研發會議利用圖 4.1 LED 天井燈風險分解結構做為討論方向，討論出改善故障因子後，經專家意見建議後的工程關鍵因子得知共為 12 項，如表 4.9 所示。

表 4.9 故障因子與工程關鍵因子

RBS	排名	風險失效因子	建議措施
技術	1	LED 天井燈照明光度效能<250W 低納燈光度效能	1. LED 的規格 2. 光學設計
	2	LED 天井燈的整體節能效果未達 30%	3. 散熱器設計
	3	LED 天井燈使用壽命不足 5 萬小時	4. 結構設計
	8	LED 天井燈 over heat	5. 電源模組
外部	4	LED 天井燈無關鍵智慧財產權	6. 專利迴避與取得
	7	LED 天井燈無法達到安全規範要求	7. EMI/EMC 確認 8. 採用合格的零組件
組織	5	LED 天井燈售價 \geq 250W 低納燈售價	9. 產品 BOM COST 10. 供應商品質管制
	6	LED 天井燈整燈製程品質不穩定	11. 研發製程掌控 12. 組裝方法

資料來源：本研究整理

1. 技術層面的故障因子為:1.LED 的來源、2.光學設計、3.散熱器設計、4.結構設計、5.電源模組共計五項。
2. 外部層面的故障因子為:6.專利迴避與取得、7.EMI/EMC 確認、8.採用合格的零組件共計三項。
3. 組織層面的故障因子為:9.產品 BOM COST、10.供應商品質管制、11.研發製程掌控、12.組裝方法共計四項。

經過表 4.9 所示，發現故障因子前三名均落在技術部份，本研究推論若能有效加強技術端的設計，可以大幅降 LED 天井燈開發風險。

4.6 QFD 結合 FMEA 的故障因子

本研究依問卷調查取得之故障因子 8 項與風險優先數權重 RPN，代入 QFD

CAPTURE 4.0 內品質屋第二階段產品設計中的設計需求 WHATS 與需求重要性比值中，工程關鍵因子帶入零件品質特性中 HOWS，結合 3 位專家做相關矩陣權重的設定，展開設計階段之品質屋，透過文獻探討中的 QFD 品質屋四階段，本研究將直接探討品質屋第二階段產品設計的品質屋中。其品質屋如圖 4.3 所示。

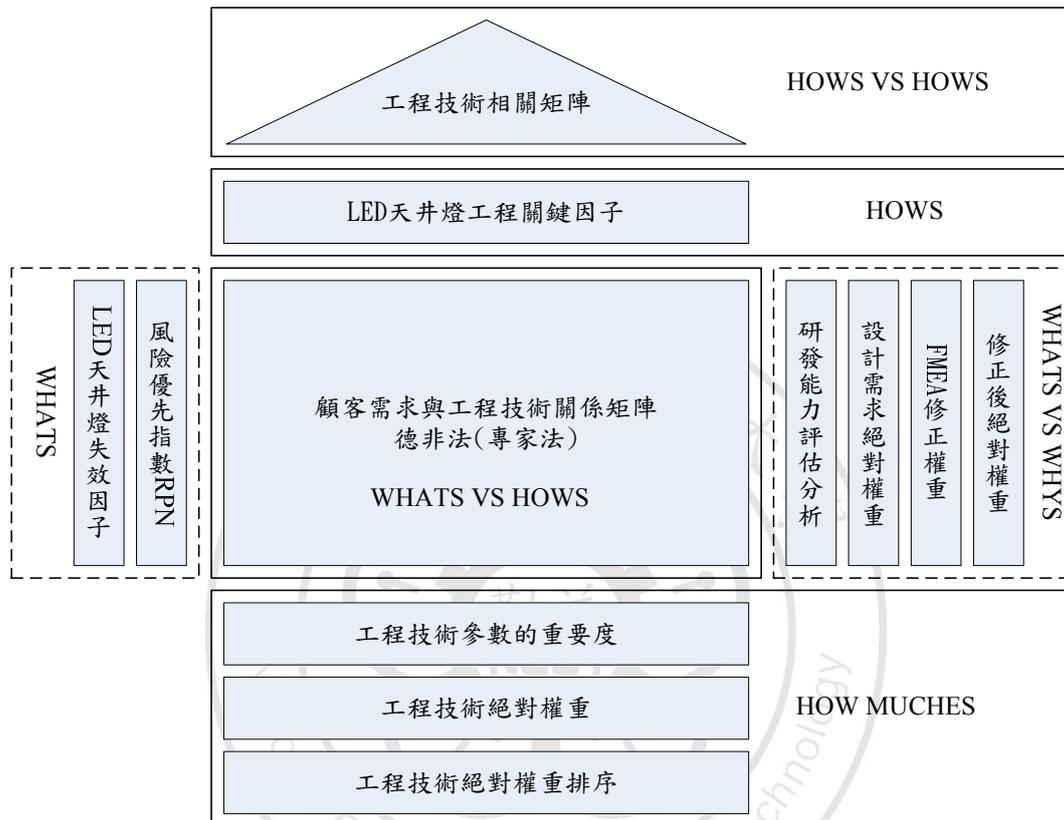


圖 4.3 LED 天井燈產品設計階段品質屋

品質機能展開必須透過品質屋之方式，將設計需求與如何達到零件要求展開，以便得到重要權重。

表 4.10 LED 天井燈 FMEA 與 QFD 整合展開表

	風險優先指數	工程技術之個數					失效因子絕對權重	FMEA 修正權重	修正後絕對權重
	(RPN _i)	(j)					(D _i)	(F _i)	(R _i)
子 LED 天井燈失效因 (i)			1	2	...	m			
	C ₁	1	W ₁₁	W ₁₂	...	W _{1m}	D ₁	F ₁	R ₁
	C ₂	2	W ₂₁	W ₂₂	...	W _{2m}	D ₂	F ₂	R ₂
	.	.	.	.	W _{ij}			.	
	C _n	n	W _{n1}	W _{n2}	...	W _{nm}	D _n	F _n	R _n
工程技術重要比重(P _j)			P ₁	P ₂		P _m			
工程技術絕對權重(T _j)			T ₁	T ₂	...	T _m			

資料來源：本研究整理

4.6.1 LED 天井燈之品質屋以 QFD CAPTURE 4.0 所展開之品質屋

將表 4.7 風險優先指數表與表 4.4 故障因子與工程關鍵因子結合產生之 LED 天井燈之產品設計之品質屋如圖 4.4

更加努力。)

例如：LED 天井燈照明光度效能<250W 低納燈光度效能項目，本公司研發能力評比為 3 分，業界研發能力評比為 5 分，因為業界標竿比公司產品表現較佳，因此改善比率= $\frac{5}{3}=1.7$

5. 絕對分數：

第(1)項設計需求重要度×第(4)項改善比率

例如：LED 天井燈照明光度效能<250W 低納燈光度效能絕對分數= $1.7 \times 119 = 198$

6. 競爭力成長需求：

第(5)項絕對分數相減第(1)項設計需求重要度。

例如：LED 天井燈照明光度效能<250W 低納燈光度效能競爭力成長需求= $198 - 119 = 79$

7. 設計問題需求絕對權重(D_i)：

為 HOWS 參數第(2)項工程技術參數重要度(P_j)與各項設計需求與工程技術相關矩陣關聯(whats v hows)分數乘積之總和；根據公式 4 可計算出：

例如：LED 天井燈照明光度效能<250W 低納燈光度效能絕對權重(D₁)

$$D_1 = (719 \times 5) + (289 \times 5) + (1086 \times 4) + (1036 \times 3) + (756 \times 3) + (681 \times 3) + (430 \times 3) + (430 \times 3) + (276 \times 1) = 19661$$

所以 LED 天井燈照明光度效能：設計需求絕對權重(D₁)=19661

8. FMEA 修正權重(F_i):

第(1)項設計需求重要度(RPN)，FMEA 修正權重(F_i)的影響強度會隨著不需調整修正之最低 RPN 值與權重調整之強度係數的改變而改變。

本研究經該公司研發經理以過去經驗，並經討論提出較適於本案例之使用值，由於此次風險優先指數為設計階段之開發中可能產生之失效因子，所以不管其風險值大與小皆應被考慮，因此經討論後，k 值設定為”0”，在 p 值的設定可參考表 3.13 之 p 值，k 值與 RPN 值之對照表，已知 k 值為”0”，當 RPN 為 250 時，p 值為 0.5、0.75、1、1.5、2 其修正值分別為 0.889、0.842、0.8、0.727、0.67 由表 4.8 中，可以得知該公司的風險優先指數都在 250 以下，經討論後工程師認為當 p 值為 1 時，修正值為 0.8，而這 0.2 已經足夠來調整 QFD 的修正，所以將 p 值設定為”1”_j)與各項設計需求與工程技術相關矩陣關聯(whats v hows)分數乘積之總和；根據公式 5 可計算出：

例如：LED 天井燈照明光度效能<250W 低納燈光度效能 FMEA 修正權重(F_1)

$$F_1 = \frac{1}{1 + \frac{(119 - 0) \times 1}{1000}} = 0.89$$

所以 LED 天井燈照明光度效能<250W 低納燈光度效能 FMEA 修正權重(F_1) = 0.89

9. 修正後絕對權重(R_i):

由第(7)項的設計需求絕對權重與第(8)項 FMEA 修正權重之乘積，可作為進行設計展開策略時回饋修正用；根據公式 6 可計算出：

例如：LED 天井燈照明光度效能<250W 低納燈光度效能 FMEA 修正後絕對權重(R_1)

$$R_1 = 19661 \times 0.89 = 17499$$

所以 LED 天井燈照明光度效能 < 250W 低納燈光度效能 FMEA 修正後絕對
 權重(R_1)=17499

4.6.3 決定技術需求 HOWS 參數有以下四項：

1. 設計問題需求與工程技術相關矩陣：

評分為 1 ~ 5 分，(1 分影響低，5 分影響高)

由專家 3 人，依設計需求與工程技術，相互影響關係給予評分。

2. 工程技術重要比重(P_j)：

為第(1)項設計需求與工程技術相關矩陣(j)項 ÷ 第(1)項設計需求與工程技術
 相關矩陣(i)分數之最大值與設計需求(RPN)全部之乘積之總合；根據公式 2
 可計算出：

例如：LED 的規格工程技術重要比重(P_1)：

$$P_1 = \left(119 \times \frac{5}{5}\right) + \left(90 \times \frac{4}{5}\right) + \left(132 \times \frac{1}{5}\right) + \left(180 \times \frac{3}{5}\right) + \left(244 \times \frac{1}{5}\right) + \left(246 \times \frac{3}{5}\right) \\ + \left(150 \times \frac{1}{5}\right) + \left(168 \times \frac{5}{5}\right) = 719$$

所以 LED 天井燈照明光度效能：工程技術重要比重(P_1)=719

3. 工程技術絕對權重(T_j)：

為 WHATS 參數第(1)項.設計問題需求重要度(RPN)與各項設計需求與工程技術相關矩陣關聯(whats v hows)分數乘積之總和；根據公式 2 可計算出：
例如：LED 的規格工程技術絕對權重(T₁)：

$$T_1 = (119 \times 5) + (90 \times 4) + (132 \times 1) + (180 \times 3) + (244 \times 1) + (245 \times 3) + (150 \times 1) + (168 \times 5) = 3596$$

所以 LED 的規格工程技術絕對權重(T₁)=3596

4.7 降低 LED 天井燈風險工程技術之優先權重

如圖 4.5 LED 天井燈產品設計階段品質屋所示，經過上述之步驟，

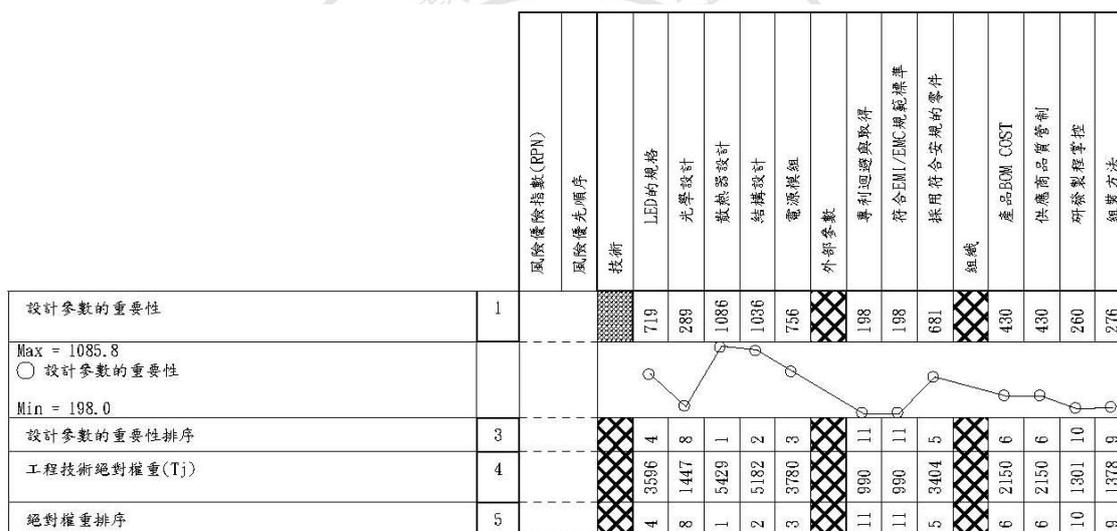


圖 4.5 LED HOW MUCHES 工程技術之優先順序

可以得到的降低 LED 天井燈風險工程技術之優先權重之優先權重，在圖 4.5 中其工程技術之絕對權重其排列順序如下，

1. 第 3 項 「散熱器設計」
2. 第 4 項 「結構設計」

3. 第 5 項 「電源模組」
4. 第 1 項 「LED 的規格」
5. 第 8 項 「採用合格的零組件」
6. 第 9 項 「產品 BOM COST」
7. 第 10 項 「供應商品質管制」
8. 第 2 項 「光學設計」
9. 第 12 項 「組裝方法」
10. 第 11 項 「研發製程掌控」
11. 第 6 項 「專利迴避與取得」
12. 第 7 項 「EMI/EMC 確認」

其優先順序如圖 4.6 所示



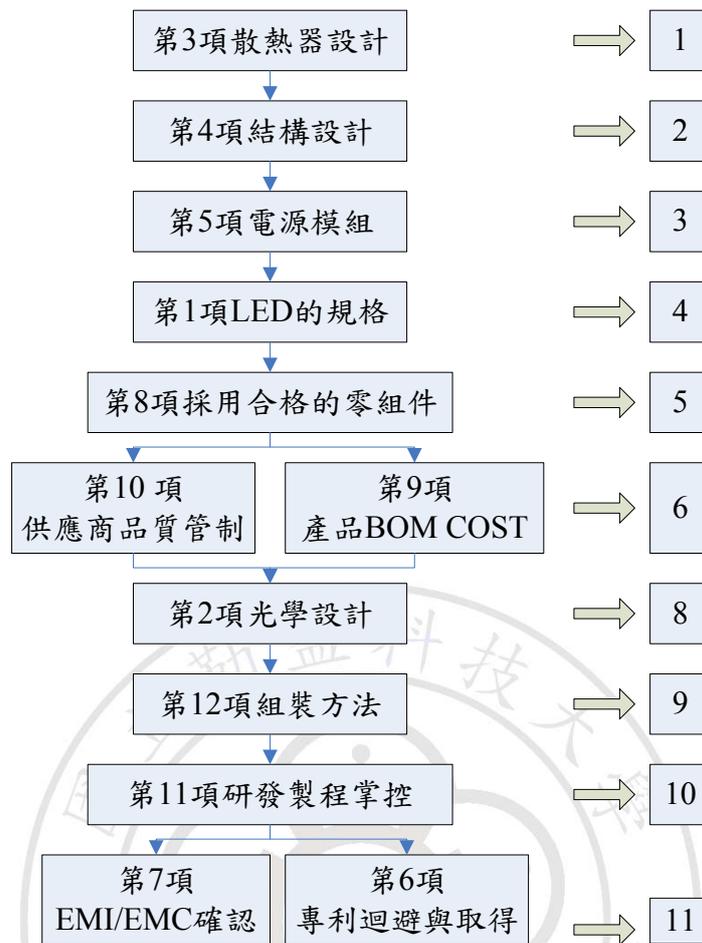


圖 4.6 降低 LED 天井燈關鍵成功因素之優先順序

4.8 降低 LED 天井燈風險工程技術之優先權重結果分析

從導入 LED 天井燈關鍵成功因素之優先順序，可以得知所最需注意的關鍵成功因素為何，及應朝何種方向改善，以下分別加以技術面、外部面、組織面來介紹與分析：

表 4.11 技術端之關鍵成功因素

RBS	工程技術	絕對 權重 (T_j)	絕對 權重 排序
技 術	1.LED 的規格	3596	4
	2.光學設計	1447	8
	3.散熱器設計	5429	1
	4.結構設計	5182	3
	5.電源模組	3780	2

導入 LED 天井燈關鍵成功因素可透過上表 4.11 所示，降低 LED 天井燈風險成功因素之優先順序中得知第一~第四依序為散熱器設計、結構設計、電源模組、LED 的規格，再與該公司研發人員討論結果認為若 LED 的熱無法快速排解，進而使 LED 的工作溫度上升，會造成 LED 天井燈兩大影響第一為發光亮度減弱，第二為使用壽命衰減。

由此證明要有效處理 LED 天井燈的溫度問題會與本研導入 LED 天井燈關鍵成功因素 1~四項都有其密不可分之相關性，也發覺第一要務要針對 LED 天井燈用電重負荷之區塊加強其核心散熱結構後並與其機械結構設計相結合後，就可達最佳散熱之策略，進一步還可利用導入 LED 天井燈關鍵成功因素，電源模組、LED 的規格兩要項，加強節能降低功率因素等，來達到更佳之效果。

另外第 8 項光學設計並非代表其重要度不高，而是在本次 LED 天井燈產品設計階段品質屋，其優先考量在全部工程技術 12 項中排名第八，因目前 LED 的光效率一般來說，都會比原有傳統燈具效果提升，但功率確可節省 30%以上，而此一工程技術也與結構設計與電源模組息息相關。

表 4.12 外部端之關鍵成功因素

RBS	工程技術	絕對 權重 (T _j)	絕對 權重 排序
外部	6.專利迴避與取得	990	11
	7.EMI/EMC 確認	990	11
	8.採用合格的零組件	3404	5

導入 LED 天井燈關鍵成功因素可透過上表 4.12 所示，降低 LED 天井燈風險成功因素之優先順序中得知第 5 項為，採用合格的零組件，該公司研發人員討論認為，由於 LED 關鍵零組件的品質，就目前而言，市場上販賣之規格與品質差異度大，所以選用 LED 零組件時，需要小心謹慎，最好是使用知名大廠所產生之 LED 零件，確保最終產品 LED 天井燈之規格與安全可以符合 LED 燈具需求規範。

降低 LED 天井燈風險成功因素之優先順序中得知第 11 項分別為專利迴避與取得、EMI/EMC 確認，在此關鍵成功因素可以算為預防故障因子產生，本次開發 LED 天井燈的廠商擁有關鍵專利，此專利能有效解決 LED 照明對於解熱的需求及有效降低 LED 天井燈的製造單價。

表 4.13 組織端之關鍵成功因素

RBS	工程技術	絕對 權重 (T _j)	絕對 權重 排序
組織	9. 產品 BOM COST	2150	6
	10.供應商品質管制	2150	6
	11.研發製程掌控	1301	10
	12.組裝方法	1378	9

導入 LED 天井燈關鍵成功因素可透過表 4.13 降低 LED 天井燈風險成功因素

之優先順序得知第六分別為採用合格的零組件、產品 BOM COST、供應商品質管制內發現如果需要採購合格的零組件可能會造成產品 BOM COST 無法達到或降低，所以製造商必須要對供應商的品質進行控管，或用聯盟的方式將定購產量拉大，當元件產能拉大時，就可以用較好品質的合格零組件，費用卻是可以降低的，所以現在市面上的 250W 低納燈，雖然還是比 LED 天井燈售價便宜，但全球節能意識高漲，科技的進步，LED 燈的相關零組件費用正逐年降低，但品質與技術確更加純熟，所以由此可見 LED 照明的市場會越來越大。

導入 LED 天井燈關鍵成功因素可透過表 4.13 降低 LED 天井燈風險成功因素之優先順序得知第九~十分別為組裝方法、研發製程掌控中可發覺出此關鍵因素與故障因子中的壽命影響最大，這代表了如果能在研發設計中將 LED 天井燈結構設計中考慮進去組裝流程與便利性可以大大減少日後需要的製成管理 SOP，提高產能，也可因為製程減少品質可以提升將 LED 天井燈的壽命提高或穩定。



4.9 推論 LED 天井燈風險關鍵策略結果

如圖 4.7 LED 天井燈產品設計階段品質屋所示，經過上述之步驟，

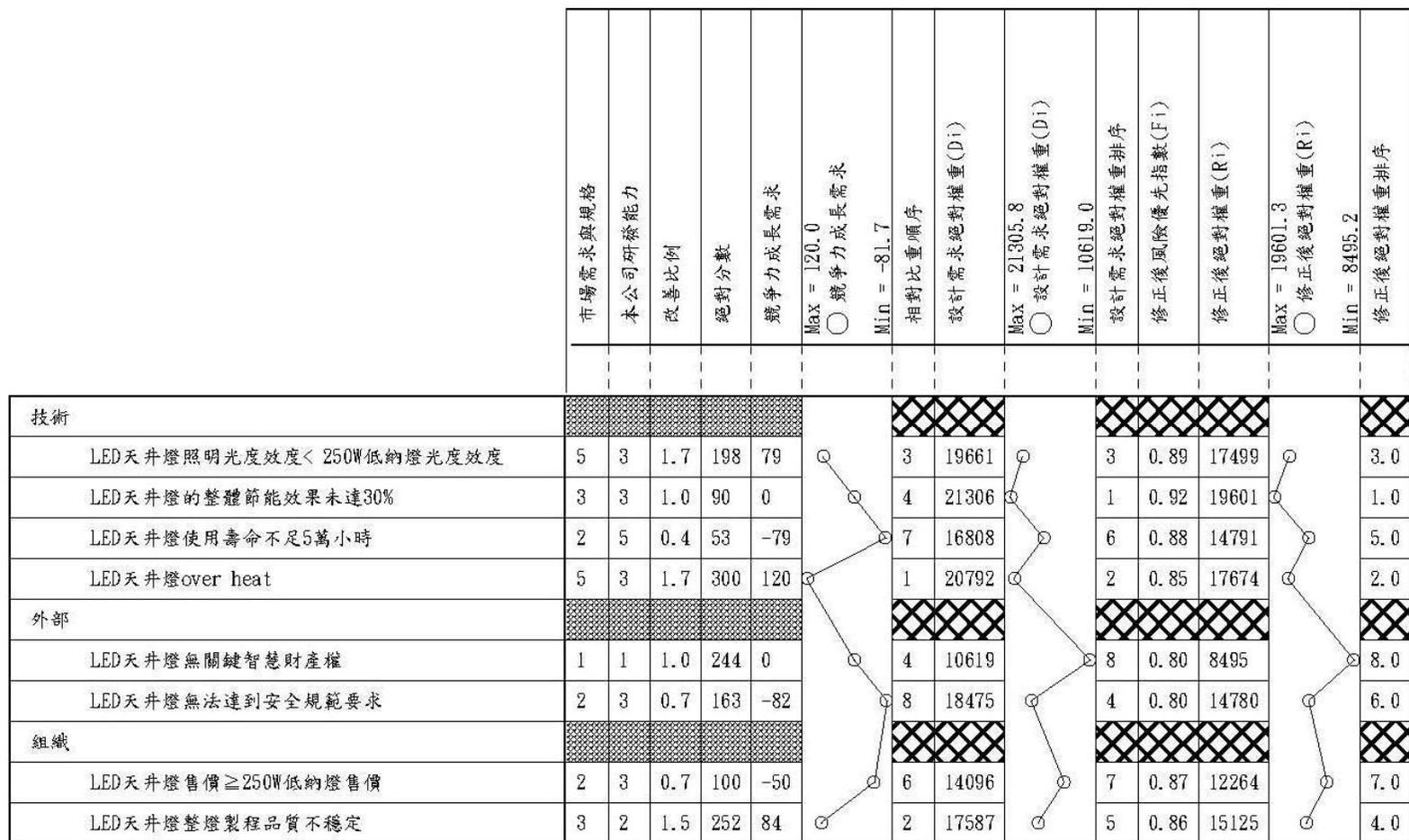


圖 4.7 LED WHATS VS WHATS 成功因素之關鍵策略

4.9.1 制定公司研發核心能力之策略

如圖 4.7 所示本研究結果如下：

1. 公司內部研發人員需達成之核心力標竿如表 4.14

表 4.14 核心力標竿之關鍵成功因素

RBS	風險失效因子	市場競爭力	公司研發力	改善比例	競爭力	排序
技術	LED 天井燈照明光度效能<250W 低納燈光度效能	5	3	1.7	79	3
	LED 天井燈 over heat	5	3	1.7	120	1
組織	LED 天井燈整燈製程品質不穩定	3	2	1.5	84	2

在表 4.14 中，本公司與競爭對手在此一設計需求內，公司內部的研發核心力是比較差的表現，所以在這些設計需求所須具備之專業技術是有待加強的，所以在制定降低新產品開發風險策略時，為參考之重要評量。

2. 公司內部研發人員需維持之核心力標竿如表 4.15

表 4.15 核心力標竿之關鍵成功因素

RBS	風險失效因子	市場競爭力	公司研發力	改善比例	競爭力	排序
技術	LED 天井燈使用壽命不足 5 萬小時	2	5	0.4	-79	7
	LED 天井燈的整體節能效果未達 30%	3	3	1	0	4
外部	LED 天井燈無法達到安全規範要求	2	3	0.7	-82	8
	LED 天井燈無關鍵智慧財產權	1	1	1	0	4
組織	LED 天井燈整燈製程品質不穩定	2	3	0.7	-50	6

在表 4.15 中，本公司與競爭對手在此一設計需求內，公司內部的研發核心力是具有一定水準的，所以在這些設計需求在此計劃中須要維持公司研發力之既有水準品質，但研發核心力，卻還未達市場領導地位，代表還有持續加強公司內部研發核心力並加強公司本身與競選對手之競爭優勢，所以這也為制定降低新產品開發風險策略時，為參考之重要評量。

4.9.2 制定公司設計需求之關鍵策略(一)

如圖 4.7 所示本研究推論本品質屋(QFD)關鍵成功工程技術全面執行後設計問題需求絕對權結果如表 4.16：

表 4.16 設計需求之關鍵策略

RBS	風險失效因子	絕對 權重 (D_i)	絕對 權重 排序
技術	LED 天井燈照明光度效能 $<250W$ 低納燈光度效能	19661	3
	LED 天井燈的整體節能效果未達 30%	21306	1
	LED 天井燈使用壽命不足 5 萬小 時	16808	6
	LED 天井燈 over heat	20792	2
外部	LED 天井燈無關鍵智慧財產權	10619	8
	LED 天井燈無法達到安全規範要 求	18475	4
組織	LED 天井燈售價 $\geq 250W$ 低納燈 售價	14096	7
	LED 天井燈整燈製程品質不穩定	17587	5

由表 4.16 中，本研究獲得設計需求絕對權重(D_i)之絕對權重，由於設計需求絕

對權重(D_i)排序中第一~第五，都與技術有相當之關係存在，所以如果依據本研究之:LED 天井燈產品設計階段品質屋來判斷，如果能有效提升在技術端的能力，並加強在整個研發體制的建立，相對來說可以整體降低 LED 天井燈之風險，但需注意，如 LED 天井燈在風險優先指數內排名第五項 LED 天井燈售價<250W 低納燈售價，此一風險在此對策中排序往後滑落情況，可以用圖 4.8 來探討。



圖 4.8 LED 天井燈技術相關矩陣

在圖 4.8 中可以發現技術端之工程技術與組織端之工程技術兩者關係為負向關係，這代表如果要作好技術端的工程技術，相反的在組織端的工程技術會產生較差之結果，也就是代表專案負責人必須要在提出可能解決之工程技術策略，如大量採購，連合採購，或設計簡化等等之策略來達到兩者之最佳平衡。

4.9.3 設計問題需求絕對權重(D_i)之回饋修正絕對權重(R_i)

如圖 4.7 所示本研究制定公司設計需求修正後絕對權重(R_i)結果如表 4.17：

表 4.17 設計需求之修正後絕對權重(R_i)

RBS	風險失效因子	FMEA 修正 係數 (F _i)	修正 後 (R _i)	絕對 權重 排序
技術	LED 天井燈照明光度效能<250W 低納燈光度效能	0.89	17499	3
	LED 天井燈的整體節能效果未達 30%	0.92	19601	1
	LED 天井燈使用壽命不足 5 萬小 時	0.88	14791	5
	LED 天井燈 over heat	0.85	17674	2
外部	LED 天井燈無關鍵智慧財產權	0.8	8495	8
	LED 天井燈無法達到安全規範要 求	0.8	14780	6
組織	LED 天井燈售價 ≥ 250W 低納燈 售價	0.87	12264	7
	LED 天井燈整燈製程品質不穩定	0.86	15125	4

在表 4.17 中，獲得回饋修正後絕對權重(R_i)之絕對權重，並將此絕對權重(R_i)與設計需求絕對權重(D_i)相比較後產生圖 4.9。

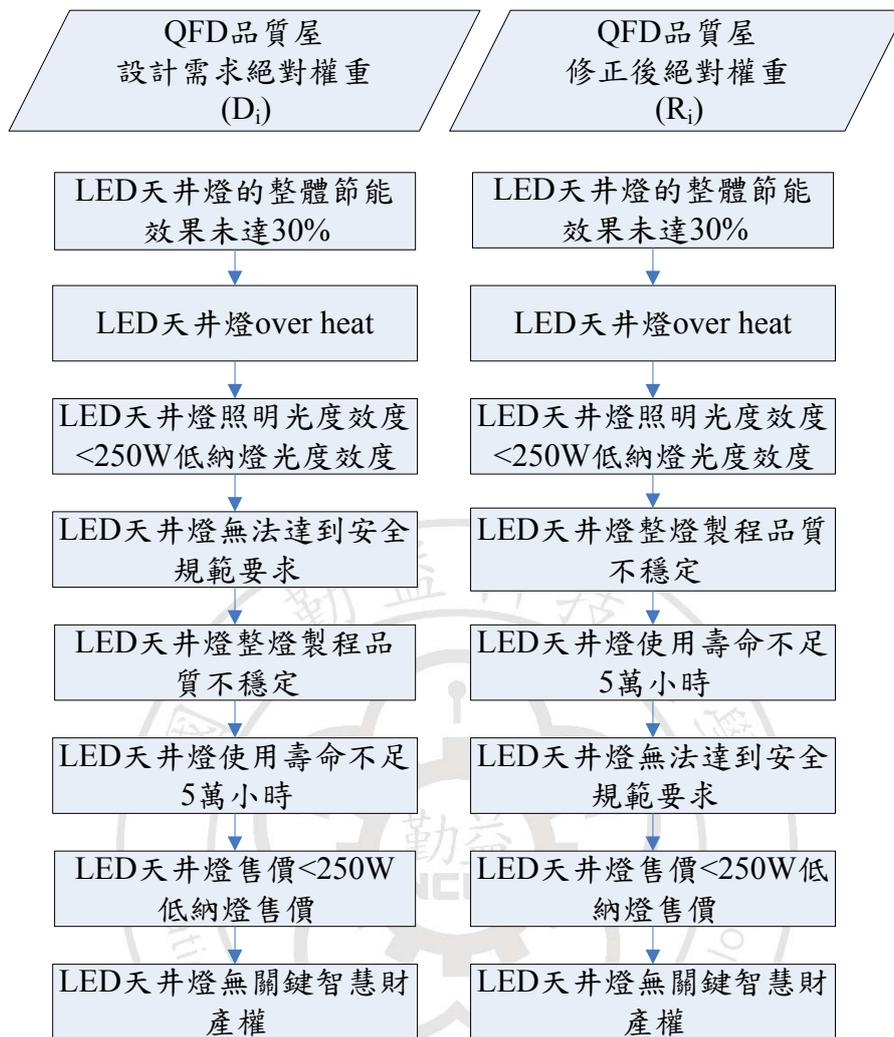


圖 4.9 風險優先指數與 QFD 絕對權重(D_i)比較圖

許盛堡(2002)提到將 FMEA 修正權重指數(F_i)填入 QFD 表可以達到修正整合之目的，所以依照圖 4.9 中，可以得到排序第四、五、六的優先順序有所調整，經與專案負責人與專家研究後，訂出以下之結論。

當 LED 天井燈整燈製程品質可以達到穩定階段可以有效提高 LED 天井燈使用壽命品質達到 5 萬小時，而其 LED 天井燈安全規範也會相對提升，由此證明此其優先順序調整是較符合實際的策略方案成效結果。

最後再將修正後之絕對(R_i)，與本研究之風險優先值，結合產生如圖 4.10。

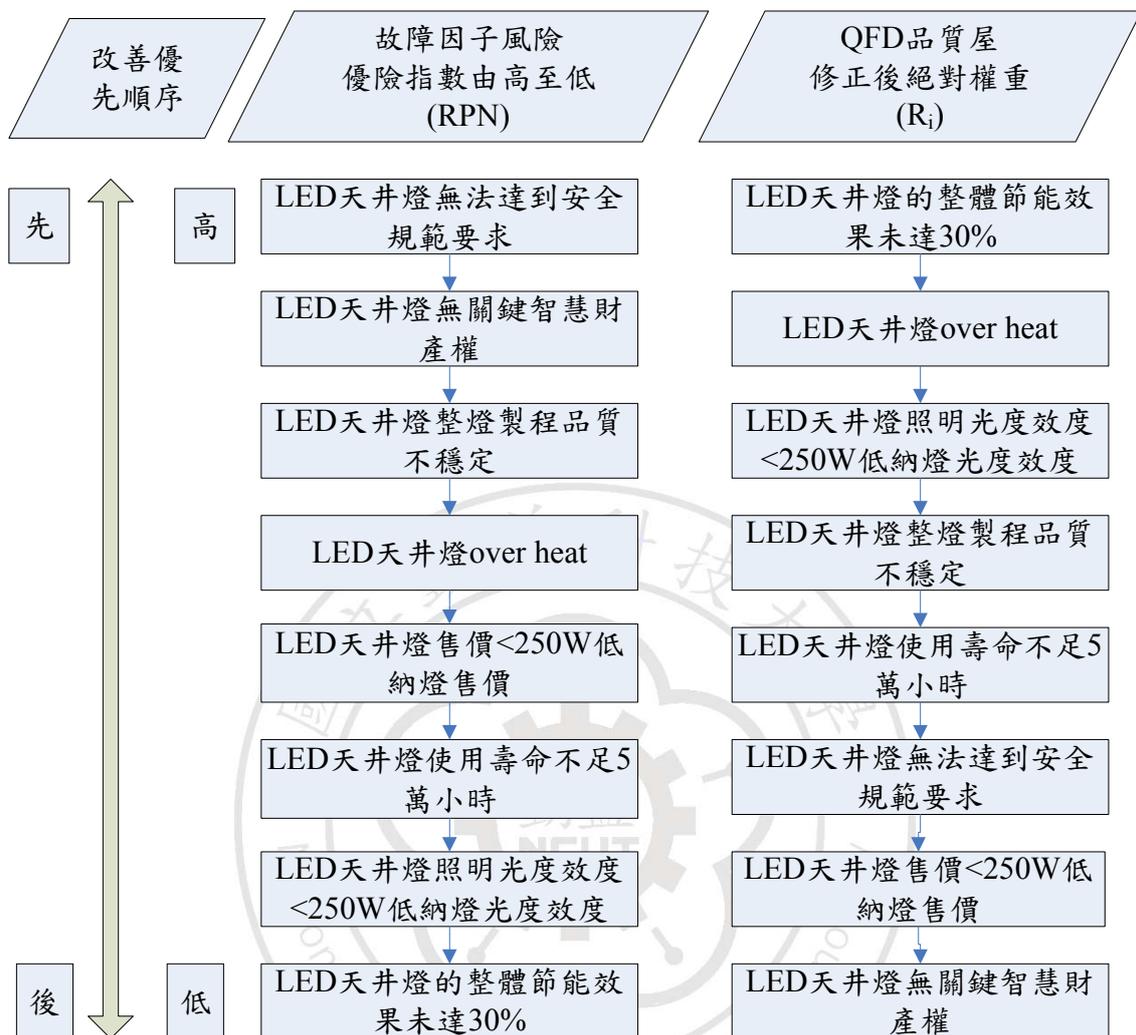


圖 4.10 FMEA 之風險優先指數(RPN)與修正絕對權重(R_i)交差比對圖

本研究將獲得的修正後之策略(R_i)，與風險優先指數(RPN)對照後，在第一優先改善項目：LED 天井燈無法達到安全規範要求指標，預估結果成效為第六名，無法達到風險優先指數(RPN)之優先改善原則，經與專案研發經理等相關人員深入討論結果，修正後之策略(R_i)，第一~五項皆為 LED 天井燈要達到安全規範之重要指標，以上五項若達到風險降低或消除，LED 天井燈安全規範就可達到 90%以上的成效，所以本研究具有降低 LED 天井燈設計開發風險之成效。

第五章 結論

依據美國產品發展管理協會(PDMA)調查顯示，新產品的上市後平均失敗率為75%，這代表新產品的企劃開發和新產品上市行銷的重要性，是絕對不容忽視的。

因此企業需致力於新產品的開發，期待能開發出壓倒一切競爭者的創新產品，但面對市場、技術諸多的不確定性，企業應在新產品開發上，如何管理新產品開發的過程，才能有效的控制新產品開發風險創造競爭優勢。

本研究提出利用專案風險管理的五大流程，結合失效模式與效應分析(FMEA)與品質機能展開(QFD)的方式，全面辨識風險，計算風險優先指數(RPN)優先權種，找出關鍵技術絕對權重(T_j)，設計問題需求絕對權重(D_i)，回饋修正絕對權重，訂出最佳迴避、降低、解決新產品開發風險之關鍵策略，然而這一套手法須簡單、規律、有邏輯的，讓新產品開發人員可以簡單、易懂、快速的運用本研究來達到降低新產品開發之風險，能讓一般企業所使用。

5.1 結論與貢獻

本研究運用專案風險辨別手法 SWOT 分析、RBS 風險分解結構，並透過專案風險管理中關係利害人成員(如 LED 天井燈專案研發人員)，產生新產品設計開發的失效因子。

將新產品設計開發的失效因子運用失效模式與效應分析(FMEA)之風險優先指數值(RPN)結合問卷調查，問卷調查以李克特(Likert)五等量表問卷評估風險優先指數之嚴重度、發生率、偵測度計算出風險優先指數權重，做為故障因子改善的優先順序，做為品質機能展開(QFD)第二階產品設計之品質屋，再運用 RBS 風險分解結構，展出有效之關鍵成功之技術因子，做為新產品開發中相關人員重要的參考決策，來訂出策略找出最佳解決方法來解決或預防新產品研究開發可能產生或已產生之風險，達到本研究的最終目的-降低新產品的開發風險。

在案例中：

1. 本研究以 LED 天井燈研究開發中可能產生或已經產生之失效因子共計 8 項，相關工程技術共計 12 項，運用風險優先指數問卷取得失效因子之風險優先指數(RPN)，並投入品質機能展開(QFD)表中，獲得品質機能展開(QFD)表 1 份。
2. 將風險優先指數(RPN)與相關工程技術導入品質機能展開(QFD)品質屋，透過專家評估，建立問題需求與因應技術之間的關係矩陣(WHATS VS. HOWS)，取得相關工程技術之各項絕對權重(T_j)，作為制定降低 LED 天井燈投入工程技術之優先順序之重要參考之方向決策之一。
3. 利用品質機能展出(QFD)品質屋結構，整合分析出關鍵工程技術之絕對權重後，運用此關鍵工程技術重要度權重(P_j)，本研究推測導入關鍵工程技術後對於失效因子所產生之變化結果，評估出失效因子經風險改善策略後之成效(D_i)，可作為專案經理人或研發團隊作為修正此一品質機能展出(QFD)品質屋之關鍵工程技術投入比重之重要參考修正係數。
4. 根據許盛堡(2002)所提，風險優先數值 (RPN)，本研究經專案經理人與相關研發人員，就其多年之專業經驗與知名，設定不需修正之最低風險優先數值 k 值，與權重修正的係數參考值，獲得風險優先數值修正之權重 (F_i)，經整合其權重指數(D_i)，評估出回饋修正補足傳統失效模式與效應分析(FMEA) 之風險優先數值(RPN) 僅僅只是提供設計者參考之缺點，得知回饋修正後之絕對權重(R_i)，交叉參考之後，本研究所探討之降低新產品開發風險之策略可以符合廠商之期待需求，作為降低 LED 天井燈新產品開發風險之風險回應策略之參考。由此案例可驗證藉由本論文之方法可以有效找出降低新產品開發風險的設計決策。
5. 根據風險文獻調查，風險的產生是一個不確定的狀況，本研究案例還是需要不定時將此一研究方法流程作必需的檢驗，投入相關因子，才可有效掌

握新產品開發過程可能會產生之風險，讓風險可以達到監視與控制的目標來確保新產品開發成功率。

6. 本研究最終所產生之結果，經提供企業主與專案研發經理人後，認為可以做為降低本案例-新產品開發風險方法與策略，進而提升新產品開發成功的比例外，並提供企業主與專案研發經理人作為日後相關研究者作為新產品開發不同階段之參考，以全面提高新產品開發的成功率。

5.2 建議

本研究給予以下相關建議，提供產業降低新產品開發風險之研之參考依據。

1. 企業在新產品開發階段，可以利用本研究所提出的研究方法，做為新產品開發過程中，能有效掌握開發中之風險，並依照風險類型找出最佳來進行導入 PDM 系統的評估，其只需將檢討會議中的問題點轉換為故障因子，配合風險優先指數的計算，從中將可找出主要的失效項目與成因，並可集中人力與物力資源進行改善。
2. 本研究主要是鎖定新產品開發中之設計階段，日後企業運用此一研究方法，作新產品開發其他階段，來進行失效模式與效應分析，因此後續的研究者可以考慮，是否能將本研究方法應用於新產品之顧客需求、新產品製造及協同設計等。
3. 因為傳統的 FMEA 評估方法，是以查表的方式決定風險優先指數的數值，但確有人為主觀印象、模稜兩可文字判別、及公平性等問題。而在本研究中提出問卷的調查方式，來代替傳統的風險優先指數評量手法，如此將可改善風險優先指數的評定公平性，及提高故障模式因子的利用價值。因此後續的研究者可以考慮，是否能在問卷的調查方面更改為模糊問卷，並增加權重的設定，如此一來將可提升問卷獲得結果的鑑別度與可信度。

參考文獻

- [1] 何錦忠，2003，以風險分析為概念的失效模式與效應分析之發展與應用-以汽車零組件業之個案研究，大葉大學，碩士論文。
- [2] 吳貴彬、陳相如，2003，“失效模式與效應分析之應用”，中華民國品質學會，第39屆年會，9屆全國品質管理研討會。
- [3] 吳貴彬、陳相如，2004，“品質機能展開法於新產品發展之應用”，樹德科技大學學報，6卷，2期，頁91-100。
- [4] 周祥東，2002，“專案風險管理”，風險管理學報。
- [5] 林明毅，2002，台灣半導體相關產業導入企業資源規劃之推動過程績效評估，國立勤益科技大學，碩士論文。
- [6] 林大舜、張啟昌，2003，“建構資訊推動計劃風險管理模式之研究”，管理與系統，10卷，3章。
- [7] 林信惠、黃明祥、王文良，(2002)軟體專案管理，智勝出版。
- [8] 洪顯忠，2008，捷運工程施工風險評估模式之研究，國立中央大學營建管理研究所，碩士論文。
- [9] 洪茂峰，2008，捷運工程施工風險評估模式之研究，國立中央大學營建管理研究所，碩士論文。
- [10] 許盛堡，2001，專案管理的失效模式與效應分析，元智大學工業工程與管理學系，碩士論文。
- [11] 許光華、何文榮，1998，“專案管理-理論與實務”，華泰書局。
- [12] 陳榮家，2004，企業導入產品資料管理之失效模式與效應分析，國立勤益科技大學，碩士論文。
- [13] 陳繼堯，1999，汽車保險-理論與實務（初版），智勝文化事業有限公司。
- [14] 陳玉波，2003，企業專案管理之風險評估流程，國立中山大學資訊管理研究所，碩士論文。

- [15] 張銘仁，2004，運用模糊層級分析法於軟體風險之研究，國立屏東科技大學，碩士論文。
- [16] 產品經理，2009，如何發揮FMEA失效模式分析的功用，BSI英國標準協會台灣分公司。
- [17] 黃慶隆，1995，公共工程風險管理系統架構及實例，台灣工業技術學院營建工程技術研究所，博士論文。
- [18] 黃玉青，2002，陳玉波，(2003)企業專案管理之風險評估流程，國立中山大學資訊管理研究所，碩士論文。
- [19] 邱皓政，2005，量化研究法二：統計原理與分析技術，雙葉書廊，台北。
- [20] 經濟部工業局，2007，次世代LED照明光電產業發展座談會議，2007年4月26日召開。
- [21] 楊政豐，2008，導入風險評估機制於軟體專案規模預估準確度改善之研究，東海大學碩士班。
- [22] 廖明典，2009，應用QFD於產品設計公司管理需求分析，私立東海大學工業設計研究所，碩士論文。
- [23] 趙立隆，2003，失效模式與效應分析在全面生產管理之初期管理的應用——以台灣愛普生工業公司為例，朝陽科技大學，碩士論文。
- [24] 葉佳欣，2005，台灣CRT與TFT-LCD產業之比較分析-以產業生態與生命週期觀，大葉大學事業經營研究所，碩士論文。
- [25] 劉漢容、陳文魁，2004，品質管理六標準差式，滄海書局。
- [26] 劉忠祺，2008，結合QFD與TRIZ方法之產品創新設計-以LED照明產品之開發設計為例，國立勤益科技大學，碩士論文。
- [27] 翰緯企業管理顧問有限公司，1999，失效模式效應分析，翰緯企業管理顧問有限公司講義。
- [28] 魏國忠，2008，多芯光纖連接器之機構設計，國立交通大學工學院精密與自動化工程學程，碩士論文。

- [29] 藍元志，2003，專案風險管理回應策略選擇模式之建立，國立中央大學，碩士論文。
- [30] 顏亦涵，2004，知識管理活動中的風險評估-以軟體專案開發為例，國立臺灣大學資訊管理學研究所，碩士論文。
- [31] 鄭占傑，2009，應用QFD與AHP於數位單眼相機產品設計之研究，長榮大學國際企業學系碩士班，碩士論文。
- [32] Bowden, Adrian R. , Malcolm R. Lane and Julia H. Martin, Triple Bottom Line AIAG, 2001, "Reference manual: potential failure mode and effects analysis (FMEA)".
- [33] Boehm, Barry W., 1991, "Software Risk Management : Principles and Practices" , IEEE Software, pp.32-41.
- [34] Collett Starcy, 1999 , "SWOT Analysis" , Computerworld.
- [35] Cronbach, L.J., 1951, "Coefficient alpha and the internal structure of tests", Psychometrika, Vol. 16, pp. 297-334
- [36] Daimler Chrysler Corporation, 2001, "Ford Motor Company, General Motors Corporation, " QS9000 Potential FMEA Reference Manual.
- [37] Hajime, Takaaki, Hiroshi, 2002, "Innovative product development process by integrating QFD and FUZZY", International Journal of Production Research, vol. 40, pp.1031-1050.
- [38] Knight, J., 1999, "Internationalisation of higher education., In OECD (Eds.)", Quality and internationalization in higher education, pp.13-29. Paris: OECD.
- [39] Meyerr, Arnoud, D., Christoph, H., Loch and Michael, T., Pich, 2002, "Managing Project Uncertainty: From Variation to Chaos", MIT Sloan Management Review, vol.43, no.2, pp. 60-67.
- [40] Myerson, J., 1999, "Risk Management", International Journal of Network Management, vol.9, pp.305-308.55.
- [41] Nunnally, J., 1978, "Psychometric theory". New York: McGraw Hill.
- [42] Olsen, T., Humphrey, W. and Kitson, D. "Conducting SEI-assisted software process assessment. Technical Report," CMU/SEI-89-TR-7, Pittsburgh.

- [43] PMBOK[®] Guide,2008,A Guide to The Project Management Body of Knowledge, Pennsylvania USA.
- [44] Paul Elkington, and Clive Smallman,2002,“Managing project risks: a case study from the utilities sector”, International Journal of Project management, vol. 20.
- [45] Raz,T., Aaron,J., Shenhar and Dov Dvir , 2002 , “Risk Management, Project Success and Technological Uncertainty”, R&D Management,vol.32, no.2, pp. 101-109.



附錄一、台灣 LED 路燈失效因子評估問卷

國立勤益科技大學
研發科技與資訊管理研究所



敬愛的女士、先生您好：

首先對於您在百忙中抽空填答這份學術性問卷，無限感激！本問卷目的能透過問卷調查方式來代替傳統的風險優先指數評量手法，增進風險優先指數的評定公平性，本問卷調查方式，透過所得知的故障因子嚴重度、發生率與偵測度之數值，確認故障因子之 RPN 權重，做為在 LED 天井燈產品的研究開發中作為風險迴避策略制定之重要依據。

因此本研究需借重您的經驗、專業與認知才得以順利完成，懇請您撥空填寫。您填答的資料，對本研究非常重要對於新產品開發中所需制定的風險策略有著相當大之影響，進而達到 LED 天井燈新產品開發之風險，因此，衷心希望能獲得您的幫忙。

問卷採用不記名方式，您所提供的資料、所填內容，僅供學術研究分析之用，絕對保密，敬請放心做答。謝謝您的協助與支持，在此衷心表示感謝。

並祝您事業順利！身體健康！

國立勤益科技大學

研發科技與資訊管理研究所

指導教授：黃俊明 博士

指導教授：王清德 博士

研究生：劉品茜 敬上

中華民國九十九年 4 月

如您對本研究之研究結果有興趣，請您留下您的大名與電子郵件地址，我們將把本研究之研究成果，以電子郵件傳送給您。

電子郵件信箱： yunliu450@hotmail.com

LED 天井燈失效因子評估

請就以下 FMEA 嚴重度、發生率及偵測度之評估標準與問卷對應表，對於故障因子評估問卷之問題對您而言的故障因子之嚴重度，發生率及偵測度，您的體認為如何？請就您自己的看法，在下項之適當 中各打一個「v」。

FMEA 嚴重性的評估標準與問卷對應表

失效效應	效應嚴重度	等級	五等量表
危險無警訊	失效模式影響到安全操作或違反政府規定，且無警示	10	5
危險有警訊	失效模式影響到安全操作或違反政府規定，但有警示	9	
極高	零組件無法操作，影響主要功能	8	4
高	零組件還能運作，但表現降低	7	
中	零組件還能運作，但舒適及便利降低	6	3
低	零組件及舒適、便利可操作，但表現較低	5	
極低	大多數顧客會注意到外觀或異音等缺點	4	2
輕低	一般顧客會感到不滿意的外觀或異音等缺點	3	
極輕低	只有挑剔顧客才會感到不滿意	2	1
無	無影響	1	

資料來源：修改自 Daimler Chrysler (1988)

FMEA 嚴重性的故障因子評估問卷

故障因子之嚴重度(S) 評定標準為 表 3.4 FMEA 嚴重性的評估標準與問卷對應表	李克特(Likert)五等量法									
	1		2		3		4		5	
	無	極輕低	輕低	極低	低	中	高	極高	危險有警訊	危險無警訊
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LED 天井燈照明光度效能<250W 低納燈光度效能	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈的整體節能效果未達 30%	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈使用壽命不足 5 萬小時	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈 over heat	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈無關鍵智慧財產權	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈無法達到安全規範要求	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈售價≥250W 低納燈售價	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈整燈製程品質不穩定	<input type="checkbox"/>									

FMEA 發生頻率的評估標準與問卷對應表

失效機率	失效率	等級	五等量表
極高：失效幾乎不可避免	$\geq 1/2$ 1/3	10 9	5
高：重複發生失效	1/8 1/20	8 7	4
中：偶而發生失效	1/80 1/400 1/2,000	6 5 4	3
低：較少發生失效	1/15,000 1/150,000	3 2	2
幾乎沒有：失效不太可能	$\leq 1/1,500,000$	1	1

資料來源：修改自 Daimler Chrysler (1998)

FMEA 發生頻率故障因子評估問卷

故障因子之發生率(O) 評定標準為 表 3.5 FMEA 發生頻率的評估標準與問卷對應表	李克特(Likert)五等量法									
	1		2		3		4		5	
	無	低	中	高	極高					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LED 天井燈照明光度效能<250W 低納燈光度效能	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈的整體節能效果未達 30%	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈使用壽命不足 5 萬小時	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈 over heat	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈無關鍵智慧財產權	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈無法達到安全規範要求	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈售價 \geq 250W 低納燈售價	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈整燈製程品質不穩定	<input type="checkbox"/>									

FMEA 偵測度的評估標準與問卷對應表

偵測度	檢查到之可能性	等級	五等量表
幾乎不確定	完全無法得之設計發生的缺點或失效原因	10	5
極稀少	極少可能發現設計發生的缺點或失效原因	9	
很少	很少可能發現設計發生的缺點或失效原因	8	4
非常低	非常低可能發現設計發生的缺點或失效原因	7	
低	低可能發現製設計生的缺點或失效原因	6	3
中等	中等可能發現設計發生的缺點或失效原因	5	
普通	普通可能發現設計發生的缺點或失效原因	4	2
高	高可能發現設計發生的缺點或失效原因	3	
極高	極高可能發現設計發生的缺點或失效原因	2	1
肯定	肯定可能發現設計發生的缺點或失效原因	1	

FMEA 偵測度的故障因子評估問卷

故障因子之偵測度(D) 評定標準為 表 3.6 FMEA 偵測度的評估標準與問卷對應表	李克特(Likert)五等量法									
	5		4		3		2		1	
	肯 定	極 高	高	普 通	中 等	低	非 常 低	很 少	極 稀 少	幾 乎 不 確 定
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LED 天井燈照明光度效能<250W 低納燈光度效能	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈的整體節能效果未達 30%	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈使用壽命不足 5 萬小時	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈 over heat	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈無關鍵智慧財產權	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈無法達到安全規範要求	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈售價 ≥ 250W 低納燈售價	<input type="checkbox"/>									
LED 天井燈整燈製程品質不穩定	<input type="checkbox"/>									

附錄三、個人簡歷

【基本資料】

姓名：劉品茜

電子郵件：yunliu450@hotmail.com



【學歷】

- 南開工業專科學校電機工程畢業
- 國立勤益科技大學工業工程管理畢業
- 國立勤益科大研發科技與資訊管理研究所畢業

【經歷】

	公司名稱	部門職務	工作內容	服務期間
服務	寧茂企業股份有限公司	機構工程師	主要負責的工作為機電整合, 電路配置設計, 產品結構, 產品的性能測試	83/10~87/3
	機械工業研究所	機構工程師	機械圖, 電路圖整合, 電路板發包設計, 可靠度測試, ISO 品質規劃, HW 專案管理 PM, EMC 測試工程師, 專案工程師	87/7~93/7
	協鴻工業股份有限公司	電控工程師	電控箱機電工程師, 設計改良, 新機種設計研發, 電路圖繪製, 機械圖繪圖	93/10~95/2
	潤森有限公司	機械工程師	機械設計, 新機種開發	95/10~97/10
	技嘉科技股份有限公司	熱傳部課長	供應商控管, 機構專案管理	97/10~98/4
現職	高昌顧問有限公司	企畫專員	政府科專計畫書規劃撰寫	98/10~

【證書、獲獎記錄】

- 2008 年中華專案管理協會，專案技術師證書
- 2008 年中華專案管理協會，專案助理證書
- 2008 年中華專案管理協會，SPPA 技術師。
- 2002 年度資訊與自動化人才培訓計劃研習期滿。
- 2009 年產業電子化產學合作研討會及產業個案撰寫競賽，活動總時數 8 小時。
- 2009 年產業電子化產學合作研討會及產業個案撰寫競賽，佳作。
- 2010 全國性技職院校師生創業競賽(中區競賽)，創業比賽決選。
- 2010 年國立勤益科技大學研發科技與資訊管研究所創意研發競賽，第二名。
- 2010 年國立勤益科技大學研發科技與資訊管研究所創意研發競賽，佳作。

【著作】

研討會論文：

黃俊明、王清德、**劉品茜**，降低新產品開發風險之研究-以LED天井燈，國立勤益科技大學第7屆管理學術研討會，2009年11月20日