

## PFI 模式結合成效式契約在國內之應用

### 以新北市政府節能路燈換裝計畫為例

林茂盛<sup>1</sup> 胡培中<sup>1</sup> 簡必琦<sup>2</sup> 林昆虎<sup>3</sup> 蔡逸懷<sup>4</sup> 周志忠<sup>5</sup> 彭士修<sup>6</sup>  
游淳名<sup>6</sup> 劉弘哲<sup>7</sup> 姜林巧恩<sup>8</sup> 李佳航<sup>9</sup> 李佳菁<sup>9</sup> 何建德<sup>10</sup> 許淙森<sup>11</sup>

<sup>1</sup> 新北市政府 處長

<sup>2</sup> 新北市政府 副處長

<sup>3</sup> 新北市政府 總工程司

<sup>4</sup> 新北市政府 副總工程司

<sup>5</sup> 新北市政府 技正

<sup>6</sup> 新北市政府 科長

<sup>7</sup> 新北市政府正 工程司

<sup>8</sup> 新北市政府 約雇人員

<sup>9</sup> 新北市政府 科員

<sup>10</sup> 新北市政府 副工程司

<sup>11</sup> 新北市政府 工程員

#### 摘要

目前許多國家(例如日本、英國、澳洲)於財政困難之際時藉由 PFI (Private Finance Initiative) 採購模式, 利用民間資金及技術的力量於在短時間內迅速提升公共服務水準。本文將概述在目前面臨電價持續上漲之際, 若新北市(以下簡稱本市)能及早將目前之老舊且耗電路燈換成具節能效果之節能路燈, 不僅能降低電費之支出, 也讓本市真正落實節能減碳, 並降低路燈故障情形, 提供市民更優質服務。

**關鍵字:** Private Finance Initiative、節能減碳、節能路燈、成效式契約

### 一、前言

本市幅員廣大, 經統計共有約 22 萬盞路燈分別由 29 區公所進行維護, 新北市政府(以下簡稱本府)除每年編列鉅額電費提供照明使用外, 另需由各區公所編列例行性維護預算予以維護, 依據 101 年決算資料, 本府在道路照明所耗費之費用每年約 5.3 億,

<sup>11</sup> 新北市政府工程員(通訊作者, 聯絡地址: 235 新北市中和區員山路 471 號, 電話: 02-22253299#723, E-mail: AL3273@ntpc.gov.tw)。

如此鉅大之金額要如何能最有效來運用，要如何透過管理的手段來提供更優質的道路服務，實為執政者重要思考的課題。因此，本府養護工程處（以下簡稱養工處）乃研議推動「節能路燈換裝計畫」（以下簡稱本計畫），本計畫初步評估結果，若使用 PFI 採購模式並搭配成效式契約所推動節能路燈置換及維護計畫，相較於傳統每年編列大量預算的方式，除可大幅降低政府風險損失外，也同時有效減輕政府財政負擔，配合縝密的管理制度及契約規範，實為可行。

本府節能路燈置換計畫乃透過國外 PFI 採購模式，將民間財務、技術力量及節能的思維一併融入，提供足夠的誘因吸引民間參與公共建設之意願並搭配成效式契約管理模式，達成政府與民間雙贏之概念予以推動，提供市民更佳的道路照明服務。

## 二、興辦目的及計畫效益

依 102 年度統計資料顯示本市路燈共計約有 22 萬餘盞，多屬高耗能的水銀燈及高壓鈉燈，本府於 102 年獲經濟部能源局（以下簡稱能源局）補助已汰換全市 4 萬多盞水銀燈為 LED 燈，目前已全數置換完成。除已有效節省本府電費支出外，另換裝後因大幅提升道路照明品質，深獲市民好評。

藉由能源局補助計畫的經驗，採用節能路燈取代傳統耗能路燈之節能改善模式，確實可提供本市市民安全照明需求，本計畫透過 VfM (Value for Money) 評估手法，以 PFI 採購模式之精神「引進民間力量，創造照明相關產業就業機會」概念為推動主軸，以確保燈具正常運作提高照明服務品質為計畫目標亦屬可行。

為健全照明節能標準與規範，並兼顧不良產品而影響財政負擔，防止國外低效率產品輸入我國，參考國內「道路照明燈具節能標章能源效率基準」、「全台設置 LED 路燈技術規範」及「中華民國國家標準」，完備節能路燈燈具規格及規範，進而積極鼓勵廠商研發生產高能源效率產品。在路燈維護保養上，因投資初期無需投入龐大置換費用，僅需將未來節省電費及維護費分期支付 PFI 廠商，除可大幅減少政府維護成本及人力資源負擔之外，亦可創造在地就業機會，間接帶動產業健全發展，進而提升節能路燈應用於市場上的滲透率與普及性。

本計畫係將傳統路燈以 PFI 採購模式更換為節能路燈，將產生以下效益：

1. 降低本府置換節能路燈經費投入。
2. 減少路燈用電，減少本府電費支出。
3. 減少路燈用電，減少本府電費支出。
4. 可減少大量碳排放，減少電力公司發電負載和發電成本。

### 三、工作範圍

本次計畫工作範圍以本市車道、人行道照明路燈為主，共計約 22 萬盞。因橋梁光雕、人行天橋、車行及人行地下道，及其他主管機關（如：本府水利局（防汛道路）、高灘地工程管理處（高灘地）、綠美化環境景觀處（公園、綠地、廣場）及交通部觀光局北海岸及觀音山國家風景區管理處（山區步道）等）之照明燈已有既定之養護模式，因此不列在本次計畫工作範圍內。

本計畫內容分為二部分，一為置換既有高耗能路燈為節能路燈，二為維護新北市既有路燈，經統計本市目前共有約 18 萬盞的耗能路燈需置換，總計需維護路燈盞數共計 22 萬盞，路燈維護範圍由台灣電力股份有限公司（以下簡稱台電）端至燈頭，包含開關箱、硬體設備（燈具、點滅器、計時器、燈桿、燈桿基座、螺栓、防水鐵盒、漏電斷路器、安定器、電源供應器、無熔線斷路器...等）及線路（接地線、電線、PVC 管、鐵管、導線管...等）。且包含遷移、照明不足零星增設路燈、接管道路開闢新設之路燈、未登錄照明燈認定後接管並負責釘燈牌、人為破壞、天然災害、臨時交辦及其他屬本府認定路燈維護之事項。

### 四、PFI 評估分析

本計畫 PFI 模式之成本設定架構，係預估於第 1 年即將本市高耗能路燈約 18 萬盞全部換裝為節能燈具，加計全市 22 萬盞節能燈具（含能源局專案補助已換裝完成之 4 萬盞 LED 燈）6 年維護費及電費，合計需支出之成本，分年支付款項，透過 PFI 模式，由政府將設計、興建、財務及營運交由民間機構辦理，由民間機構負責資產之興建及全生命週期的維護。其成本為政府在特許期間內給付單一費率的總額、公部門交易成本、假設範圍變更成本及間接 VfM 因素等項目淨現值之合計總額，傳統採購與 PFI 制度之比較如圖 1。

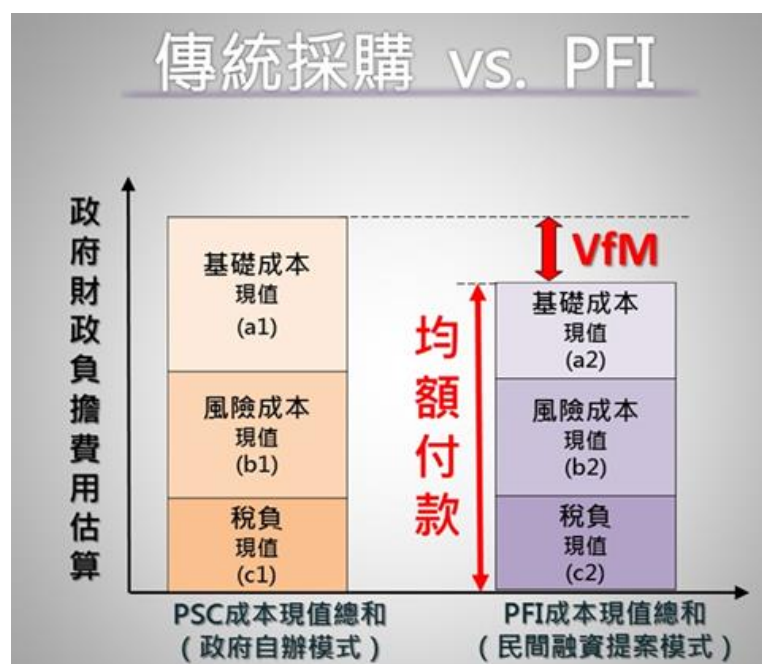


圖 1 傳統採購 vs.PFI 制度之比較

有關 PFI 分析及 VfM 計算流程如圖 2，在分別輸入政府採購與 PFI 模式下直接及間接成本項目之估計數值及各項成本之發生時點，並確認通膨年增率與折現率等參數之設定值後，以實質現金流量經過折現後轉換為名目現金流量的過程，總和計算出原始「公部門比較基準值」(Public Sector Comparator, PSC) 之淨現值。其中 PSC 之興建、營運與維護成本，對應前述參考專案的意義，可知須以政府所能獲得之業界最佳實務表現為基礎。此階段 PFI 模式與政府採購模式之間明顯的架構差異，在於 PFI 模式之下，政府真正的成本是來自營運期間對特許廠商的服務水準對價付款 (以下簡稱均付款)，因此在估計完基礎成本之後，需先以主辦機關在該計畫所預設之內部報酬率 (Internal Rate of Return, IRR)，回推均付款的現金流，此方為進行比較時真正的成本基礎。

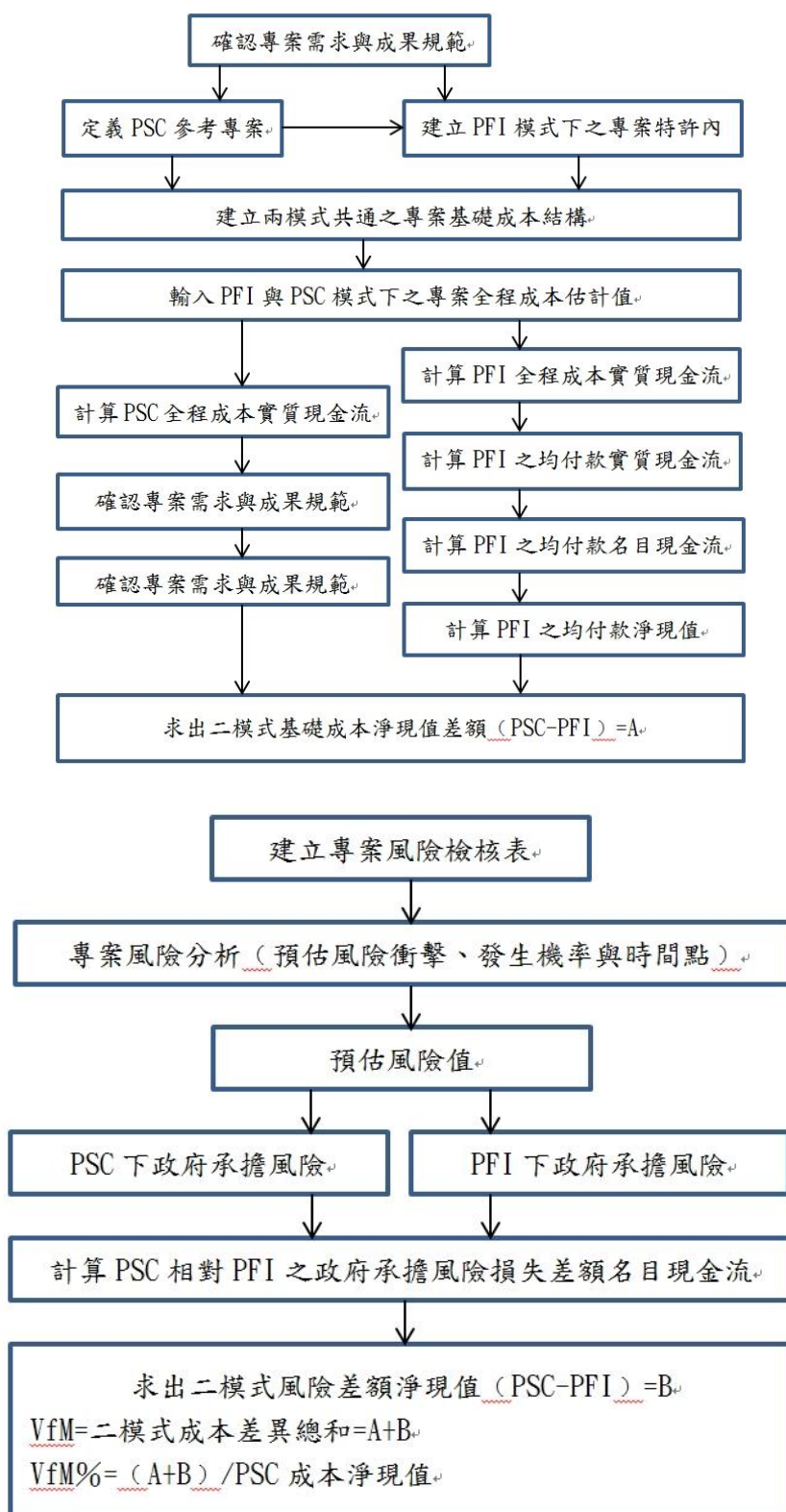


圖 2 PFI 分析及 VfM 計算流程圖

PFI 模式的成本估計，必須先計算出專案全程成本後，再依據計畫要求之內部報酬率水準，回推出政府於營運期間均付款之現金流量，作為 PFI 模式下之真正成本現金流。

VfM 評估中最主要的影響要素，即專案潛在風險對專案成本之衝擊，在政府藉由引進民間參與之下，能否有效移轉風險並充分發揮民間之經營與管理能力，使專案成本之風險損失降至最低，是決定 PFI 模式滿足物有所值原則之核心關鍵。政府採購與 PFI 模式下政府承擔風險值之差異調整，從界定專案主要潛在風險項目並建立風險檢核表開始，先參酌歷史案件之相關統計分析，預估各項風險之發生機率與可能衝擊程度，同時設定各項風險在專案過程中可能發生之時機點後，統合計算出各項專案之風險值；再將風險之承擔責任依兩種採購模式分別進行分配。因此所確認在兩種模式下政府所承擔之風險值，再依預測時間點代入各模式所屬之基礎成本現金流中，即可分別求得兩模式之風險淨現值，而將政府採購模式之風險淨現值與 PFI 模式之風險淨現值相減後，其差額便是組成 VfM 之主要因素之一，即專案成本之風險調整項。

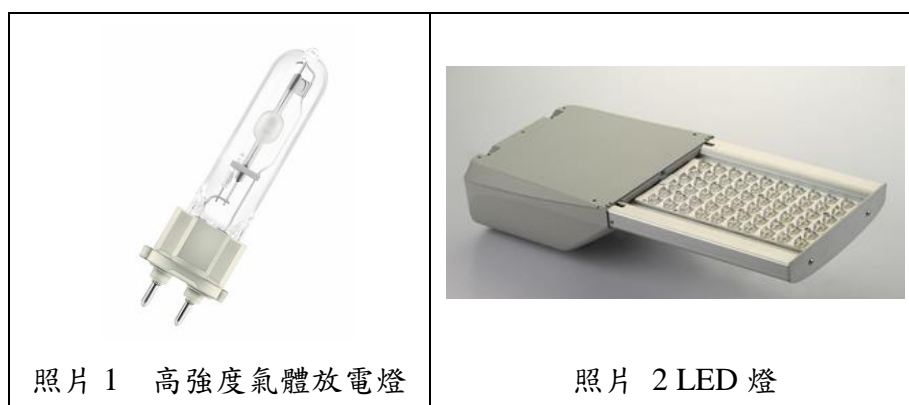
此階段對風險可能造成專案成本額外增加之調整，分為三階段之試算步驟，第一步是對於所有風險可能造成損失期望值之計算；第二步則進行專案風險責任之分配，以具體區分出兩種模式下政府所需承擔風險損失之差異。合理風險分攤可確保 PFI 模式產生 VfM 之利益。政府機關在 PFI 模式並非以將風險轉移至民間機構作為計畫之最終目標。當風險轉移至民間機構時，實際上也需相對提供民間機構適當之規範及誘因，以使其取得較佳報酬。接著第三步便是就政府承擔部分之風險損失期望值，進行名目現金流及淨現值之計算。

基礎成本現金流加上風險成本之現金流總和，即為判斷 PFI 是否為較佳模式之基準值—VfM。若計算結果為  $VfM > 0$ ，即表示以政府採購模式獲取同樣的公共服務時，將花費較高的成本；換言之，以 PFI 模式採購時，則可獲得較高的經濟效率。當然，若計算結果為  $VfM < 0$ ，PFI 模式在專案上便不具有採行的適當性。

經納入通膨率、折現率、融資貸款利息、稅前 IRR 目標等參數進行試算後，本計畫之 VfM 指示值（即政府採購成本高於 PFI 採購成本之比例） $> 0$ ，表示本案採用 PFI 模式可獲得較高的採購效率，故本案經 VfM 定量評估結果為可行。

## 五、技術可行性分析

傳統路燈相較於近年來新開發的節能燈具，整體發光效率較低，照明效果不佳，造成能源大量浪費。若能將傳統高耗能路燈置換為節能路燈，除可減少大量電力消耗外，同時可降低台電外購發電材料費用。近年來燈具逐漸由螢光燈、水銀燈、高壓鈉燈發展為節能工具，例如：高強度氣體放電燈(High Intensity Discharge Lamp ,HID) (詳照片 1)、及發光二極體(Light Emitting Diode ,LED) (詳照片 2)。



照片 1 高強度氣體放電燈

照片 2 LED 燈

高強度氣體放電(HID)是經由置於耐高溫燈管(弧光感)內的電弧放電器發光，包含水銀燈、高壓鈉燈、複金屬燈、陶瓷複金屬燈等，其中陶瓷複金屬燈(Ceramic Discharge Metal-halide Lamp ,CDM)與白熱燈泡相較，具有高效率與壽命長等經濟效益佳的優點，且規格多樣、應用層面廣泛，可使用於商業設施、大廳等室外照明、劇場與舞台照明及聚光燈等場所。

發光二極體(Light Emitting Diode ,LED)是一種特殊二極體，加正向電壓時，發光二極體能發出單色、不連續的光，改變所採用半導體材料化學組成成分，可使發光二極體發出在近紫外線、可見光或紅外線光，初期多作為指示燈、顯示板等;後期白光 LED 出現，則被用來照明光源。另外，由於 LED 路燈光源採用低壓直流供電，具有高效、安全、節能、環保、壽命長、反應速度快等獨特優點，未來如可將再生能源結合直流電供電，將可明顯節省電流轉換之損耗。目前全球路燈光源使用仍以高壓鈉燈及水銀燈為主，依光源特性而論，水銀燈雖具高演色性、價格便宜等優點，但卻是高耗能燈具;高壓鈉燈則是為高發光效率節能燈具，價格及壽命也具經濟效益，但演色性卻偏低。

綜上所述，節能路燈不論效率、演色性及經濟壽命都較傳統燈具更具優勢，且國內已有生產工廠及完整產業鏈。表 1 以光通量的條件，比較不同高壓鈉燈、水銀燈、LED 燈和陶瓷複金屬燈光源的特性。

表 1 不同種類光源特性比較表

燈具種類	250W	400W	150W	150W
(光通量相近)	高壓鈉燈	水銀燈	LED 燈	陶瓷複金屬燈
系統效率(lm/w)	40~60	20~40	>75	>75
演色性(Ra)	20~30	30	>60	>70
色溫(K)	2,600	2,600	4,200	3,800~4,300
燈泡壽命(hr)	15,000	8,000	50,000	15,000
系統輸入功率(W)	275	440	165	165
每年耗電量(kWh/年) 12 hr/天*365 天/年	1205	1927	723	723

資料來源：行政院環境保護署資料

## 六、成效式契約執行方式

本計畫乃為全國首創，總執行期程為六年，在如此長的契約期程下，在執行上實要考量諸多因素方可達成順遂之效，計畫內採以南區與北區兩家承商維護管理模式，除可降低本府履約損失的風險外，亦可創造出良性競爭之產業環境，讓產官業互蒙其利，而惟有採 PFI 採購模式辦理，方可在不增加現有財政負擔前提下，於短期內完成本計畫，俾及早獲得計畫效益。為符 PFI 模式之付款精神，初步規劃未來付款前置作業之執行方式分為評核時程、評核方式、評核人員、評核項目如下所示：

### 6.1 評核時程

1. 採 3 個月為 1 期進行評核，共分為 24 期。
2. 採當期評核前 1 期成果績效得點；第 1 期不進行評核，第 2 期時評核第 1 期成果績效得點，以此類推。
3. 第 24 期評核作業依招商文件內容辦理。
4. 每期截止日起 7 日內，承商需提送規定資料報各區公所。

### 6.2 評核方式：

由各區公所針對每期各項績效指標評核成績，再由養工處彙整各區及養工處成績，將各項績效指標評核成績公佈之。

### 6.3 評核人員

1. 由養工處業務科主管或機關首長指派。
2. 由各區公所業務科主管或機關首長指派。

### 6.4 評核項目

各績效指標項目均以點數來衡量其表現，分為節能指標、成效指標、服務滿意度指標，詳如下表 2 所示。



表 2 新北市政府節能路燈換裝計畫績效指標彙整表

編碼	績效指標		
1	節能指標	換裝指標	換裝率
2	節能指標	用電變更申請指標	用電變更申請率
3	節能指標	消耗功率指標	消耗功率降低率
4	節能指標	燈具品質指標	發光效率 (lm/W)
5	節能指標	燈具品質指標	突波保護
6	節能指標	燈具品質指標	防塵防水
7	節能指標	燈具品質指標	照度均勻度
8	節能指標	燈具品質指標	平均照度
9	節能指標	燈具品質指標	絕緣性能 (燈具)
10	節能指標	燈具品質指標	功率因素 (PF)
11	節能指標	燈具品質指標	光衰量
12	節能指標	燈具品質指標	演色性
13	成效指標	維修指標	1999 報修比率
14	成效指標	維修指標	重複故障率
15	成效指標	維修指標	1999 及路燈管理系統處理時效 a. 路燈未關：4 小時內處理完畢，並回復辦理情形。
16	成效指標	維修指標	1999 及路燈管理系統處理時效 b. 路燈發光異常：24 小時內修復完成，並回復辦案理情形。
17	成效指標	搶修指標	緊急搶修
18	成效指標	施工品質指標	絕緣性能 (線路)
19	成效指標	施工品質指標	路燈管理系統基本資料正確性
20	服務滿意度指標	各區公所滿意度指標	各區公所滿意度
21	服務滿意度指標	養工處滿意度指標	養工處滿意度

## 6.5 付款方式：

首先訂定各項指標最多可得點數，再依照指標重要性設定權重值，即可得出每次評核時之滿點數，接著設定廠商可獲取全額契約價金之門檻 (例如 90%)，當每次評核成績達到門檻時，代表廠商服務績效良好，因此可獲取當次全額契約價金，反之，當成績未達門檻時，將計算低於門檻之點數，並依比例扣款後，將剩餘契約價金撥付予廠商。

## 6.6 違規處置：

為使廠商持續提供良好服務品質，當發現缺失時，將要求廠商於期限內改善缺失，如屆期未完成改善或未達所定改善後應達到之標準，將依缺失之程度，處以懲罰性違約金，並再訂期命廠商改善，如屆期仍未完成改善，將不再通知而逕行依契約核處懲罰性違約金，直至廠商完成改善；但如缺失情形足以嚴重影響本計畫執行時，將以違約處理。

## 6.7 達成效益

本計畫預計每年減少約 1 億 7,000 萬度用電量，平均每年電費節省約 1 億 4,000 萬元，平均每年可減少約 9 萬公噸二氧化碳排放量。

## 七、結論

配合政府節能減碳政策，本府率先突破傳統，引進國外 PFI 採購模式辦理路燈維護管理業務；執行上融合成效式契約的管理模式，採以服務績效與付款機制相結合的概念，為國內之首創。

以成效式契約管理模式執行時，執行者（廠商）可透過完成的成果規範，得到足夠的管理及創新空間，活化傳統管理模式，創造出更高之服務品質，此部分亦是本府推動全新的管理模式所希望達成的目標。

本計畫已於 103 年第 4 季全面開始推動，在為期 6 年的執行過程，將透過不停的分析、檢討，持續將各種問題有效解決，相信本府所推動之計畫只是個開始，也期盼本篇文章能發揮拋磚引玉之效果，提供其他縣市政府參考，共同為保護地球努力。