

光污染監測與改善方式之研究計畫

受託單位：千一科技股份有限公司

計畫執行期間：110 年 6 月 29 日起至 110 年 12 月 31 日止

行政院環境保護署編印

中 華 民 國 110 年 12 月

光污染監測與改善方式之研究計畫

委託單位：行政院環境保護署

受託單位：千一科技股份有限公司

計畫編號：

計畫期程：110 年 6 月 29 日起至 110 年 12 月 31 日止

計畫經費：新台幣 2,350 仟元整

計畫主持人：蕭振龍

執行人員：蕭文彝、張麗娟、王泰洽、江昱萱

行政院環境保護署編印

中華民國 110 年 12 月

「光污染監測與改善方式之研究計畫」計畫期末報告

基本資料表

委辦單位	行政院環境保護署		
執行單位	千一科技股份有限公司		
參與計畫人員姓名	蕭振龍、蕭文彝、張麗娟、王泰洽、江昱萱		
年 度	110 年度	計畫編號	
研究性質	☐ 基礎研究 ☒ 應用研究 ☐ 技術發展		
研究領域	光、可見光、非游離輻射		
計畫屬性	☒ 科技類 ☐ 非科技類		
全程期間	110 年 6 月～110 年 12 月		
本期期間	110 年 6 月～110 年 12 月		
本期經費	2350 千元		
	資本支出		經常支出
	土地建築_____千元		人事費 1199.3 千元
	儀器設備_____千元		業務費 835.4 千元
	其 他_____千元		材料費_____千元
			其 他 315.3 千元
摘要關鍵詞（中英文各三則） 光污染 Light pollution 侵擾光 Obtrusive light 環境光 Ambient light			

行政院環境保護署計畫成果中英文摘要（簡要版）

一、中文計畫名稱：

光污染監測與改善方式之研究計畫

二、英文計畫名稱：

Research for light pollution monitoring and improvement methods

三、計畫編號：

四、執行單位：

千一科技股份有限公司

五、計畫主持人：

蕭振龍

六、執行開始時間：

110/06/29

七、執行結束時間：

110/12/31

八、報告完成日期：

110/12/29

九、報告總頁數：

160

十、使用語文：

中文

十一、報告電子檔名稱：

110B012.pdf

十二、報告電子檔格式：

PDF

十三、中文摘要關鍵詞：

光污染，侵擾光，環境光

十四、英文摘要關鍵詞：

Light pollution, Obtrusive light, Ambient light

十五、中文摘要（約三百至五百字）

本計畫完成光污染源鄰近場地現勘 5 條路線，包括東西向之忠孝東路、信義路、和平東西路及南北向之羅斯福路、中山北路；並選定 2 條路線進行環境光源動態監測作業，為東西向之忠孝東路及南北向之羅斯福路；利用載具使用照度計於行進間蒐集光環境數據，瞭解環境光空間分布狀況，同時驗證環境光源動態監測方法，監測路徑總長度 7.2 公里，量測驗證數逾 600 點次；環境光源動態監測成果結合地圖呈現方式，繪製 2 監測路線光環境地圖，展示環境光空間分布狀況；執行不同時段監測作業，並進行比較研析；對近 3 年光污染陳情案件，進行光污染源類型分析及改善可行性分析；對 3 處干擾影響較嚴重之個案/地區進行調查，實地進行量測，研提改善方式；協助機關處理民眾陳情光污染案件之現場量測作業；協助環保署辦理 3 場次「地方環保局光污染管理教育訓練說明會」，以推廣地方環保局業務承辦人員對光污染源管理及量測方法之瞭解與提昇陳情案件處理技巧。

十六、英文摘要：

This project has completed the survey of 5 routes in the vicinity of the light pollution source, including Zhongxiao East Road, Xinyi Road, Heping East Road and West Road in the east-west direction, and Roosevelt Road and Zhongshan North Road in the north-south direction; and 2 routes have been selected for dynamic monitoring of environmental light sources: the east-west direction Zhongxiao East Road and the north-south direction Roosevelt Road. With vehicle to use an illuminance meter to collect light environment data during travel to understand the spatial distribution of ambient light, and also verified the dynamic monitoring method of ambient light sources. The monitoring path length was 7.2 kilometers, and more than 600 measurement points were verified;dynamic monitoring results of environmental light sources combined with map presentation methods to draw 2 monitoring routes of light environment maps to show the spatial distribution of ambient light; perform monitoring operations at different times and compare them; analyze light pollution source types and improve feasibility for recent 3 years of light pollution cases; assisted agencies in handling On-site measurement of light pollution cases reported by the public; assisted the Environmental Protection Agency to handle 3 "Local Environmental Protection Bureau Light Pollution Management Education and Training Seminars" to promote the understanding of light pollution source management and measurement methods of local environmental protection bureaus and improve the case Processing skills.

行政院環境保護署

光污染監測與改善方式之研究計畫

目錄

頁次

第一章 計畫概述	1-1
1.1 計畫緣起.....	1-1
1.2 計畫目標與工作項目	1-6
1.3 計畫進度與執行摘要	1-9
第二章 進行光污染源環境背景調查，並進行環境光源動態監測工作	2-1
2.1 進行光污染源鄰近場地現勘，並進行光污染源類型分析	2-1
2.1.1 進行光污染源鄰近場地現勘	2-1
2.1.2 光污染源類型分析	2-5
2.2 進行環境光源動態監測作業	2-11
2.2.1 環境光源動態監測量測儀器及載具	2-11
2.2.2 進行環境光源動態監測作業	2-12
2.3 進行不同時段監測作業	2-14
2.4 進行光污染環境監測方法技術實證作業	2-16
2.4.1 光污染環境動態監測系統與量測方法	2-16
2.4.2 光污染環境動態監測技術實證作業	2-17
第三章 呈現環境光源動態監測作業資訊成果，並進行不同時段比較研析及經濟效益分析	3-1
3.1 整合環境光源動態監測空間資料，結合地圖呈現監測作業資訊成果.....	3-1
3.1.1 監測資料處理	3-2
3.1.2 監測作業結果資料	3-3
3.1.3 環境光源動態監測成果地圖呈現	3-7
3.2 依據不同時段環境光源動態監測作業成果，進行比較研析	3-10

3.3 對執行本案之經濟效益進行分析	3-10
第四章 加強光污染管理，及進行光污染陳情案件研析	4-1
4.1 依據近 3 年光污染陳情案件，進行光污染源類型分析及光污染改善可行性研析	4-1
4.1.1 光污染陳情案件蒐集	4-1
4.1.2 光污染源類型分析及光污染改善可行性研析	4-4
4.2 針對干擾影響較嚴重之個案/地區，實地進行光污染案件調查，並研提改善方式	4-11
4.2.1 調查案件選擇並進行勘查	4-12
4.2.2 進行實地量測	4-13
4.2.3 研提改善方式	4-20
4.2.4 光污染民眾陳情量測	4-21
第五章 協助機關推動光污染管理指引，及增進縣市環保局陳情案件處理能量相關事宜	5-1
5.1 會議办理流程	5-1
5.2 會議辦理現況	5-4
5.3 會議辦理成果	5-7
第六章 結論與建議	6-1
6.1 結論	6-1
6.2 建議	6-5

附件

- 附件一、審查意見回復
- 附件二、光污染管理指引
- 附件三、量測儀器校驗報告

圖目錄

	頁次
圖 1.1 環境中常見之人工光源.....	1-3
圖 1.2 整體工作架構圖.....	1-8
圖 2.1.1-1 光污染勘查街道路段示意圖.....	2-2
圖 2.1.1-2 光污染源鄰近場地現勘實景照片_忠孝東路(東向西).....	2-3
圖 2.1.1-3 光污染源鄰近場地現勘實景照片_忠孝東路(西向東).....	2-3
圖 2.1.1-4 光污染源鄰近場地現勘實景照片_羅斯福路(南向北).....	2-4
圖 2.1.1-5 光污染源鄰近場地現勘實景照片_羅斯福路(北向南).....	2-4
圖 2.1.2-1 人工光源_臺北市街道.....	2-5
圖 2.1.2-2 光環境_臺北市街景.....	2-5
圖 2.1.2-3 人工光源_各街道場地現勘實景照.....	2-7
圖 2.2.1 Konica-Minolta T10A 外觀照片.....	2-11
圖 2.2.2-1 環境光源動態監測作業路線部分驗證點.....	2-13
圖 2.2.2-2 光環境動態監測執行情況.....	2-14
圖 2.3-1 不同時段光環境_臺北市街景.....	2-15
圖 2.3-2 不同時段監測作業執行情況.....	2-16
圖 3.1 整合資料建置空間地理圖層作業流程.....	3-1
圖 3.1.2-1 忠孝東路路線三方向平均照度.....	3-4
圖 3.1.2-2 羅斯福路路線三方向平均照度.....	3-5
圖 3.1.2-3 忠孝東路線三方向照度量測結果_時段二.....	3-6
圖 3.1.2-4 羅斯福路線三方向照度量測結果_時段二.....	3-7
圖 3.1.3-1 量測點數分級及圖例說明.....	3-7
圖 3.1.3-2 環境光源動態監測成果地圖呈現(1).....	3-8
圖 3.1.3-3 環境光源動態監測成果地圖呈現(2).....	3-9
圖 4.1.1-1 陳情案件填報表單.....	4-2
圖 4.1.1-2 地址正規化前後資料樣態比較.....	4-3
圖 4.1.2-1 6 都 107~109 年光污染陳情案件光源類別分析.....	4-5
圖 4.1.2-2 6 都外 107~109 年光污染陳情案件數大於 10 件的縣市光源 類別分析.....	4-5

圖 4.1.2-3 107~109 年陳情案件光源可能引起不舒適情形	4-6
圖 4.1.2-4 107~109 年陳情可能受干擾情形	4-7
圖 4.1.2-5 重複陳情案件光源類型	4-9
圖 4.1.2-6 107~109 年陳情案件處理情形	4-10
圖 4.2 光污染案件實地調查作業流程.....	4-11
圖 4.2.2-1 多媒體看板一量測實景照	4-14
圖 4.2.2-2 多媒體看板二量測實景照	4-15
圖 4.2.2-3 多媒體看板三實景照	4-15
圖 4.2.2-4 多媒體看板三量測實景照	4-15
圖 4.2.4 光污染陳情量測作業流程圖.....	4-21
圖 5.1 協助機關辦理說明會議作業流程.....	5-2
圖 5.2-1 光污染管理教育訓練說明會_高雄場實景照片	5-6
圖 5.2-2 光污染管理教育訓練說明會_臺北場實景照片	5-6
圖 5.2-3 光污染管理教育訓練說明會_臺中場實景照片	5-6
圖 5.3-1 受理光污染陳情案件情形及處理狀況	5-7
圖 5.3-2 曾受理光污染陳情案件的光污染源有哪些	5-8
圖 5.3-3 受理光污染陳情案件遇到的困難	5-8
圖 5.3-4 光污染教育訓練說明會中最滿意的地方	5-9
圖 5.3-5 光污染教育訓練說明會中需要改進之處	5-9
圖 5.3-6 光污染教育訓練說明會效益評估	5-10

表目錄

	頁次
表 1.2 本計畫工作項目	1-7
表 1.3-1 計畫執行工作進度	1-9
表 1.3-2 本計畫工作執行摘要	1-10
表 2.1.1-1 臺北市區各街道光污染陳情案件數	2-1
表 2.1.1-2 光污染勘查街道路段及公里數	2-2
表 2.1.2-1 現勘路線光源類型資料表	2-6
表 2.1.2-2 勘察路線亮燈單位數	2-8
表 2.1.2-3 勘察路線光源類型數	2-9
表 2.1.2-4 勘察路線廣告類光源類型數	2-10
表 2.1.2-5 勘察路線廣告類光源發光類型	2-10
表 2.1.2-6 勘察路線廣告類光源擺置類型	2-10
表 2.2.2 環境光源動態監測作業街道路段及公里數	2-14
表 3.1.2-1 環境光源動態監測量測值資料統計表	3-3
表 3.1.2-2 環境光源動態監測量測值資料統計表_時段二	3-5
表 3.2 環境光源動態監測量測值資料統計時段別比較表	3-10
表 3.3 執行光環境監測作業效益分析	3-11
表 4.1.1 107~109 年光污染陳情案件統計	4-2
表 4.1.2-1 6 都 107~109 年光污染陳情案件光源類別分析	4-4
表 4.1.2-2 6 都外 107~109 年光污染陳情案件數大於 10 件的縣市光源 類別分析	4-5
表 4.1.2-3 107~109 年陳情案件光源可能引起不舒適情形	4-6
表 4.1.2-4 107~109 年陳情可能受干擾情形	4-7
表 4.1.2-5 107~109 年重複陳情情形	4-8
表 4.1.2-6 重複陳情案件光源類型	4-8
表 4.1.2-7 107~109 年陳情案件處理情形	4-10
表 4.2.1 106~108 年重複陳情情形	4-12
表 4.2.2-1 光源亮度量測值資料表	4-16
表 4.2.2-2 光源亮度量測結果資訊表	4-17

表 4.2.2-3 環境照度量測值資料表	4-18
表 4.2.2-4 環境照度量測結果資訊表	4-19
表 5.1 管理教育訓練說明會問卷調查表.....	5-3
表 5.2-1 管理教育訓練說明會辦理概況	5-4
表 5.2-2 管理教育訓練說明會議程	5-4

報告大綱

第一章 計畫概述

簡述本計畫之由來、構想及目的、執行期程、工作內容以及計畫執行摘要。

第二章 進行光污染源環境背景調查，並進行環境光源動態監測工作

進行光污染源鄰近場地現勘，調查蒐集國內市區光源資訊；進行環境光源動態監測作業，並進行不同時段監測作業，蒐集國內環境光資訊；以工作執行實務，驗證動態監測方法。

第三章 呈現環境光源動態監測作業資訊成果，並進行不同時段比較研析及經濟效益分析

對環境光量測蒐集取得數據資料，結合地理位置資料，以地圖展示其空間分布狀況；依據不同時段監測作業成果，進行比較研析；進行執行本計畫之經濟效益分析。

第四章 加強光污染管理，及進行光污染陳情案件研析

民眾陳情案件之分析，對光源類別、改善可行性、民眾感到不舒適情形、民眾受干擾情形及重複陳情情形等，加以充分瞭解；對3處干擾影響較嚴重之個案/地區，進行案件調查，實地進行量測作業，並研提改善方式；配合環保署進行案件之現場量測作業，回應陳情民眾。

第五章 協助機關推動光污染管理指引，辦理光污染防制及量測之推廣，及增進縣市環保局陳情案件處理能量相關事宜

協助環保署辦理3場次地方環保局光污染管理教育訓練說明會，配合環保署函頒「光污染管理指引」，推廣地方環保局業務承辦人員對光污染源管理及量測方法之瞭解與提昇陳情案件處理技巧。

第六章 結論與建議

針對計畫研究所獲致結果進行綜整論述，並對後續相關作業規劃提出建議。

行政院環境保護署專案工作計畫成果摘要（詳細版）

計畫名稱：光污染監測與改善方式之研究計畫

計畫編號：

計畫執行單位：千一科技股份有限公司

計畫主持人：蕭振龍

計畫期程：110 年 6 月 29 日起 110 年 12 月 31 日止

計畫經費：新臺幣 2,350 仟元整

摘要(中英文各 300～500 字)

本計畫完成光污染源鄰近場地現勘 5 條路線，包括東西向之忠孝東路、信義路、和平東西路及南北向之羅斯福路、中山北路；並選定 2 條路線進行環境光源動態監測作業，為東西向之忠孝東路及南北向之羅斯福路；利用載具使用照度計於行進間蒐集光環境數據，瞭解環境光空間分布狀況，同時驗證環境光源動態監測方法，監測路徑總長度 7.2 公里，量測驗證數逾 600 點次；環境光源動態監測成果結合地圖呈現方式，繪製 2 監測路線光環境地圖，展示環境光空間分布狀況；執行不同時段監測作業，並進行比較研析；對近 3 年光污染陳情案件，進行光污染源類型分析及改善可行性分析；對 3 處干擾影響較嚴重之個案/地區進行調查，實地進行量測，研提改善方式；協助機關處理民眾陳情光污染案件之現場量測作業；協助環保署辦理 3 場次「地方環保局光污染管理教育訓練說明會」，以推廣地方環保局業務承辦人員對光污染源管理及量測方法之瞭解與提昇陳情案件處理技巧。

This project has completed the survey of 5 routes in the vicinity of the light pollution source, including Zhongxiao East Road, Xinyi Road, Heping East Road and West Road in the east-west direction, and Roosevelt Road and Zhongshan North Road in the north-south direction; and 2 routes have been selected for dynamic monitoring of environmental light sources: the east-west direction Zhongxiao East Road and the north-south direction Roosevelt Road. With vehicle to use an illuminance meter to collect light environment data during travel to understand the spatial distribution of ambient light, and also verified the dynamic monitoring method of ambient light sources. The monitoring path length was 7.2 kilometers, and more than 600 measurement

points were verified;dynamic monitoring results of environmental light sources combined with map presentation methods to draw 2 monitoring routes of light environment maps to show the spatial distribution of ambient light; perform monitoring operations at different times and compare them; analyze light pollution source types and improve feasibility for recent 3 years of light pollution cases; assisted agencies in handling On-site measurement of light pollution cases reported by the public; assisted the Environmental Protection Agency to handle 3 "Local Environmental Protection Bureau Light Pollution Management Education and Training Seminars" to promote the understanding of light pollution source management and measurement methods of local environmental protection bureaus and improve the case Processing skills.

前 言

光污染(light pollution)又稱為光害，室外照明的光污染主要是因建築物之立面照明、道路照明、廣場照明、廣告照明及景觀照明等，所產生的干擾光對人、環境、天文觀測、交通運輸等造成負面影響。國際照明委員會(CIE)將之稱為刺眼光或侵擾光(obtrusive light)。近年來，LED 製成的光源、裝飾燈與中大型廣告看板，大量使用在全世界人口密度高與人潮聚集的地區，由於 LED 的高亮度、動態變化及多彩的特性造就了各式的光污染來源。近年來亦有國人向環保署及地方環保單位反映，受廣告招牌、照明設備或陽光反射後之光污染影響。是以，對於民眾的光污染影響及管理，需有進一步的關注與瞭解，以維護國人健康。

本計畫進行光污染源鄰近場地現勘 5 條路線，選定 2 條路線進行環境光源動態監測作業，並進行不同時段監測作業，以執行實務驗證環境光源動態監測方法；環境光源動態監測成果結合地圖呈現，並比較分析不同時段作業結果；對近 3 年光污染陳情案件，進行光污染源類型分析及改善可行性分析，對干擾影響較嚴重之個案/地區，進行實地調查並研提改善方式。

本計畫同時也辦理 3 場「地方環保局光污染管理教育訓練說明會」，以推廣地方環保局業務承辦人員對光污染源管理及量測方法之瞭解與提昇陳情案件處理技巧。

執行方法

一、進行光污染源鄰近場地現勘 5 條路線，蒐集國內市區光源資訊，選定

其中 2 條路線進行環境光源動態監測作業，並執行不同時段監測，瞭解環境光空間分布狀況，蒐集國內環境光資訊，並以監測工作執行實務，進行監測方法驗證。

- 二、將環境光源動態監測成果結合地圖呈現方式，對環境光量測蒐集取得數據資料，結合地理位置資料，以地圖展示其空間分布狀況，並進行環境光源動態監測不同時段作業成果之比較分析。
- 三、加強光污染管理及陳情案件處理，對近 3 年光污染陳情案件，進行光污染源類型及改善可行性、民眾感到不舒適情形、民眾受干擾情形及重複陳情情形等分析，加以充分瞭解，提供光污染源管理及處理民眾陳情光污染案件之基礎經驗；對光污染影響較嚴重之地區/個案，實地進行調查並研提改善方式。
- 四、配合環保署函頒「光污染管理指引」，推廣地方環保局業務承辦人員對光污染源管理及量測方法之瞭解與提昇陳情案件處理技巧。

結 果

根據以上所述，經由本計畫之執行，已完成下列各項成果，包括：

- 一、完成光污染源鄰近場地現勘 5 條路線勘查，包括東西向之忠孝東路、信義路、和平東西路及南北向之羅斯福路、中山北路。
- 二、完成環境光源動態監測作業 2 條路線，為東西向之忠孝東路及南北向之羅斯福路，監測路徑總長度 7.2 公里，量測驗證數符合 600 點次。
- 三、實證環境光源動態監測方法，以三輪車為移動載具，搭載 3 顆 AA 級的照度計組成監測系統，輔助以獲取空間資料之 APP、攝影機及筆記型電腦等設備，於監測作業路線上之人行道巡航，同時取得量測數據資料及空間地理坐標資訊。
- 四、完成 2 路線不同時段監測，彙整檢測數據進行 2 時段比較研析。
- 五、完成環境光源動態監測成果結合地圖之呈現方式，繪製監測路線不同時段光環境地圖，展示環境光空間分布狀況。
- 六、完成 107~109 年光污染陳情案件分析，案件共計 1,114 件，對光源類別及改善可行性、民眾感到不舒適情形及重複陳情等情形分析。
- 七、完成 3 處案件調查，對多媒體看板進行實地量測並研提改善方式。
- 八、完成協助辦理臺北、臺中及高雄 3 場次光污染管理教育訓練說明會。

結 論

在本計畫中，依據計畫目標完成了各項工作的進行，包括：

光污染源環境背景調查，以臺北市主要街道上民眾陳情案件數為考量條件，選定並完成 5 條路線光污染源鄰近場地現勘勘查，包括東西向之忠孝東路、信義路、和平東西路及南北向之羅斯福路、中山北路。夜間各街道人工光源類型，廣告類為商業經濟活動之廣告招牌看板，包含正營業中及部分商家打烊後仍持續使用之光源，非廣告類包含民眾住家之公寓大廈(樓)電梯中庭與出入口、停車場與公園綠地等室內、外照明，也包含從事商業活動時伴隨之室內、外照明，有部分商家於頂棚大量使用。

環境光源動態監測作業以三輪車為移動載具，搭載 3 顆 AA 級的照度計組成監測系統，輔助以獲取空間資料之 APP、攝影機及筆記型電腦等設備，於監測作業路線上之人行道巡航，完成環境光源動態監測作業，監測作業路線為東西向之忠孝東路及南北向之羅斯福路，路徑長度共 7.2 公里。

本計畫以執行完成 2 條監測作業路線及其不同時段監測作業，對環境光源動態監測方法技術進行實證作業，就達成作業目標之程序及操作歸納適用的可靠方法技術，藉以提高監測執行效果及效率，如控制行進速度、紀錄驗證點作業時間，及規劃建立匹配工作單位時間的量測路線單元長度。

環境光源動態監測作業及不同時段作業成果，就各路徑環境背景平均垂直照度之平均值比較觀察，顯現第二時段低於第一時段，對照商家陸續打烊休息關閉燈源，顯示與商業活動、廣告招牌關聯。

本計畫將環境光源動態監測不同時段所蒐集之光環境照度數據資料與空間地理坐標結合，透過電子地圖，運用 GIS 技術展繪，呈現動態監測作業成果，提供監測路線光源分布及光環境照度情形，可明顯的傳遞光環境訊息，顯現光環境之變化情形，也提供不同時段環境光分布情形的比較，輔以資訊地圖展示結果，提供環境光分布變化情形的瞭解。

107~109 年陳情案件相關資料由各地方環保局回報，計 1,114 件。民眾陳情光污染案件集中發生於 6 都，約占八成，而南投縣、彰化縣、嘉義縣、金門縣及連江縣等 5 縣市，近 3 年均未有民眾陳情光污染案件。光污染陳情案件之光污染源類型分析，6 都及陳情案件大於 10 件的基隆市、新竹市、

新竹縣及屏東縣等 4 縣市，均以廣告類的陳情比例為最高，皆達 55 % 以上。光源引起的可能不舒適情形，主要原因有過亮(刺眼)、閃爍及二者兼有。根據民眾所述，可能干擾情形以影響住家生活品質及影響行車安全為主要。107~109 年光污染陳情案件重複陳情共計 113 處，多發生於都會區，其中臺北市有 1 處重複陳情次數達 12 次。

3 處干擾影響較明顯之個案或地區進行案件調查，包括執行實地量測及研提改善方式，本團隊由 106~108 年各縣市重複陳情案件中，篩選多媒體看板光源類型案件，經與環保署討論後，選定臺北市 2 處及臺中市 1 處共 3 處作為案件調查對象，並進行實地量測，分別於 19:00、21:30、23:00 三個時段，各進行 1 次的光源亮度及環境照度量測。看板一及看板二於 23 時關閉，與現行光污染管理指引分時管理的定義時間相應，看板三則更早於 22 時關閉，恢復用路人與鄰近居民靜好的夜晚。由此觀之，請業者配合調整看板運作時間的改善做法具有效果，可以參考其可行性。

本年度光污染管理教育訓練說明會共辦理 3 場次，分別為 9 月 13 日高雄市、9 月 28 日臺北市及 10 月 15 日臺中市場次，共 50 人與會。各場次解說內容重點包括光污染管理現況、光污染知識(如光污染來源、量測方法與防護改善技巧)及陳情案件處理方式。實作演練以熟悉量測方法為要，對學員提供量測儀器操作之相關注意事項，包括照度計與亮度計；亦安排「窗外路燈」及「燈箱」情境模擬，進行量測實務示範演練。

建議事項

- 一、建議持續進行光環境調查及監測技術研究，環境光源動態監測對監測標的蒐集取得數據資料，結合地理位置資料，以地圖展示其空間分布狀況，可明顯的傳遞光環境訊息，顯現光環境變化情形，提供對光環境具體的瞭解，有助於光污染管理。
- 二、分析瞭解民眾陳情案件，對光源類別、民眾感到不舒適情形、民眾受干擾情形及重複陳情情形等，加以充分瞭解，可厚實處理民眾陳情光污染案件之基礎經驗，有助於光污染管理。

- 三、本計畫由 106 至 108 年重複陳情之光污染陳情案件中，選擇 3 處光污染源為多媒體看板之案件進行實地調查，有助於增加對光源及周遭光環境之瞭解，並研提改善方式，建議持續針對干擾影響較嚴重之個案/地區實地進行光污染案件調查，具體瞭解各光源類別對鄰近住戶及駕駛人行車安全所受到影響，掌握光污染源及探討改善措施。
- 四、環保署為減少公眾免於遭受人工光源曝露時產生之不舒適效應，對光環境採以分區分時進行管理，於商業區晚上 6 時至 11 時有較大容許值。本計畫就光環境勘查及不同時段環境光源動態監測作業結果，及案件調查中發現請業者配合調整看板運作時間的改善做法具有效果等歸納建議，藉由縮短夜間戶外燈光的操作時間，後續可以減少光害污染，減少對民眾之光滋擾，為居民提供較理想之作息環境，同時也省電節能並減少碳排放，展開全民綠生活環境
- 五、建議持續辦理光污染管理教育訓練說明會，可以加強承辦人員光污染知識，管理要項及量測作業實務，有助於推廣地方環保局業務承辦人員對光污染源管理及量測方法之瞭解，提升光污染源量測品質與陳情案件處理技巧，持續推動光污染管理指引。

第一章、計畫概述

工作成果摘要

本章說明本計畫之緣起由來與構想、計畫目標、計畫工作範圍、以及計畫執行進度和執行摘要。

第一章 計畫概述

1.1 計畫緣起

光污染(light pollution)又稱為光害，室外照明的光污染主要是因建築物之立面照明、道路照明、廣場照明、廣告照明、標誌照明、體育場和停車場室外功能及景觀照明等，所產生的干擾光對人、動植物及生態與環境、天文觀測、交通運輸等造成負面影響。光污染的量與地區整體釋放出的光線量相關聯，照明系統的使用與人口及社會經濟活動有密切的關聯，根據美國國家海洋及大氣管理局（NOAA）資料，全球光污染地圖(Light Pollution Map)顯示受光害影響的國家主要是已開發國家，如美國、歐洲各國及日本，香港和臺灣亦有大面積區域之「光污染」。國際照明委員會(The Commission Internationale de l'Eclairage, CIE)發表的技術報告 CIE 150-2017 將之稱為刺眼光或侵擾光(obtrusive light)。近來年，發光二極體(Light-Emitting Diode, LED)應用做為光源，由於製造技術的突破，及其高亮度、動態變化與多彩的特性，廣泛運用於裝飾燈、廣告看板，裝設在人口密度高與人潮聚集的地區，產生了嚴重的光污染。近年來亦有國人向環保署及地方環保單位反映，陳情受到廣告招牌、照明設備或反射之陽光等光污染影響。

環保署自 98 年起開始進行光污染管制規劃研究相關工作，納入光源特性、人因差異與背景光環境，101 年進行多媒體廣告看板靜態畫面亮度量測，研究靜態畫面下眩光與亮度的關係；102 年進行多媒體廣告看板動態畫面亮度量測及實驗，研究動態畫面下眩光與亮度的關係；103 年並加入眩光與亮度感受實驗，研究眩光與亮度及閃爍感受；104 年再加入室內組合燈亮度量測與閃爍感受實驗，研究眩光與閃爍感受之關係；105 年度為室外組合燈光源亮度及閃爍實驗，並進行室外多媒體廣告看板背景照度調查，106 年研提組合燈光源閃爍量測方法，107-108 年研提組合燈光源閃爍評價模型，108-109 年研提環境光源動態監測方法。

歷年來陸續完成面型廣告看板（LED 多媒體看板、燈箱式

看板、霓虹燈看板、投光燈看板)的眩光亮度以及閃爍的量測方式及管制參數與管制建議值，非面型廣告(組合燈式光源)之眩光亮度以及閃爍的量測方式及管制參數與管制建議值研析。綜合而言，已完成廣告招牌及路燈之光污染量測方式，量測方法對人工光源進行量測，應用於稽查防制與協助處理民眾陳情光污染案件之現場量測作業。管制建議值研析成果，提供作為「光污染管理指引」訂定人工光源對公眾不舒適建議值之參考。

環保署自 108 年起開始著手研究環境光源的探勘與動態監測量測的探討，研提光環境動態監測系統及監測技術，蒐集環境光資訊。光環境動態監測對環境光進行量測蒐集數據資料，並結合地理位置資料，以地圖展示其空間分布狀況及變化情形，具體的顯現光環境訊息。

壹、光污染管理現況

人工光源在於滿足光需求，其中包涵生活安全的照明需求，此外亦提供夜景景觀照明與商業廣告照明。過亮之夜景景觀照明與商業廣告照明、明暗對比太過強烈所造成之眩光，與人眼可明顯感覺到光源輸出之閃爍現象，是令人感到不舒適的光影響。在現實的生活中，人們願意照亮生活環境，要求人們關掉照明系統是不切實際，但當基本生活安全的光需求被周全照顧時，動植物及生態與環境已然受到程度影響。惟依據公害糾紛處理法第 2 條第 1 項規定：「本法所稱公害，係指因人為因素，致破壞生存環境，損害國民健康或有危害之虞者。其範圍包括水污染、空氣污染、土壤污染、噪音、振動、惡臭、廢棄物、毒性物質污染、地盤下陷、輻射公害及其他經中央主管機關指定公告為公害者」，光害尚非屬該法所稱之污染性公害。

環保署針對光污染管理之議題，自 98 年起持續進行相關研究與實測作業，以了解國內光污染現況及對民眾生活之影響，作為光污染管理之參考。為有效管理因光源過亮造成民眾不舒適情形，因應各縣市光污染陳情案件特性及強化光污染源頭管理，提供各光源主管機關納入主管法規，以期由光污染源頭加強管制，並提供地方政府納入地方自治條例進行管理，以有效防制光污染對環境之影響。環保署參採國際照明委員會訂定之「來自室外照明設備侵擾光的影響限制指引」(CIE 150-2017)，

並以國內歷年研究成果建議之人工光源對公眾不舒適建議值作為訂定依據，於 109 年 3 月 19 日函頒「光污染管理指引」。「光污染管理指引」包涵以下內容：

一、光曝露建議值

對人工光源訂定亮度容許值，並採分區分級分時段管制，以降低眩光對民眾的干擾；訂定最大垂直照度曝露建議值，以限制垂直照度，來降低光侵擾對民眾的影響。

（一）最大亮度光曝露建議值

- 1.對於人工光源造成之眩光不舒適，於商業區晚上 6 時至 11 時，最大亮度光曝露建議值為 $1,000\text{cd/m}^2$ 。
- 2.對於人工光源造成之眩光不舒適，除上述區域及時段外，最大亮度光曝露建議值為 650cd/m^2 。

（二）最大垂直照度光曝露建議值

針對人工光源的受體室內環境所造成之光侵擾不舒適，最大垂直照度光曝露建議值為 25 勒克斯(1x)。



多媒體看板



燈箱式廣告



投光燈廣告



LED 組合燈



LED 組合燈-孔雀燈



LED 組合燈-八卦燈



裝飾燈



路燈



投光照明燈

圖 1.1 環境中常見之人工光源

二、部會分工

為有效預防人工光源造成民眾干擾，各目的事業主管機關得將指引納入所管相關法規或規範中進行管制，以期由光污染源頭加強管理。各目的事業主管機關分工如下：

- (一) 行政院環境保護署：負責環境光源影響與監測。
- (二) 內政部：管理招牌廣告及樹立廣告、路燈、建築物等光源。
- (三) 交通部：管理高速公路路燈、快速道路路燈、交通號誌燈、車輛燈光、航空障礙燈。
- (四) 光源輔導改善：各該目的事業主管機關。

三、防護與改善

對於民眾以受到廣告招牌、照明設備所產生之光污染影響，常向環保單位反映情形，指引中說明了包括天空輝光或光侵擾、反射光、閃爍、LED 看板、霓虹燈、燈箱式看板、投光燈看板等光源之防護與改善方法，方式包括現有案件之光源端、傳播路徑與陳情端之改善及光源之源頭管理，以降低對民眾之生活影響。

貳、光污染環境監測與陳情量測

環保署自 108 年起開始著手研究環境光源的探勘，進行光污染源鄰近場地現勘，蒐集國內市區光污染源環境背景，利用載具使用照度計於監測作業路線上之人行道巡航，輔助以獲取空間資料之 APP 及筆記型電腦等設備，蒐集環境光資訊。本計畫持續進行光污染源環境背景調查，進行環境光源動態監測作業，包括不同時段監測作業及監測方法技術驗證，並結合電子地圖呈現環境光源動態監測成果，掌握光環境現況。

依近年來國人向環保署及地方環保單位反映，光污染之民眾陳情案件數每年約為 3 百餘件，迄至目前逐年增減情形呈現波狀，光污染陳情案件以都市型態較易發生，6 都各年占比在八成以上。

目前各環保機關於受理民眾陳情光污染案件後，透過主動協調權責機關進行現場會勘，並要求光源使用者調整亮度、角度、避免使用爆炸性或閃爍性畫面及縮短光源使用時間等，以有效降低對民眾之生活影響。光污染陳情案件類型，主要分為廣告類（包括 LED 類及非 LED 類）、非廣告類及反射類等 3 大類。本計畫將依據近 3 年光污染陳情案件，進行光污染源類型分析及進行光污染改善可行性研析；針對干擾影響較嚴重之個案或地區進行案件調查，進行實地光污染源之亮度與照度之現場量測，並依實地調查結果研提改善方式。

環保署於光污染管理指引第 4 點針對人工光源之亮度及垂直照度量測方法訂定相關規範，提供量測人員於光環境污染現場時之量測方法，並統一對各縣市政府環保局相關人員進行光污染檢測訓練，以熟悉量測方法及操作實務，提高檢測公信度，避免評估光曝露造成困擾。本計畫將協助推動光污染管理指引，辦理 3 場次光污染管理教育說明會，以推廣光污染防制及量測方法，增進縣市環保局對光污染管理之瞭解，及增進縣市環保局陳情案件處理能量。

1.2 計畫目標與工作項目

一、計畫目標

依據本計畫評選須知要求，本計畫主要目標包含下列四項：

- (一) 掌握我國光環境現況，實際調查光污染源環境背景，持續蒐集環境光資訊，以加強光污染管理，有效解決光污染干擾問題。
- (二) 進行光污染環境監測方法技術實證作業，提升監測品質。
- (三) 協助光污染陳情案件處理，針對干擾影響較嚴重之個案/地區進行光污染案件調查，依據「光污染管理指引」訂定之量測方法，進行光污染源現場量測，並依實地調查結果研提改善方式，供機關研訂光污染管理指引改善之參考，並分析執行本計畫之經濟效益。
- (四) 協助機關推動光污染管理指引，辦理光污染防治及量測之推廣，及增進縣市環保局陳情案件處理能量相關事宜。

二、計畫工作範圍

- (一) 進行光污染源環境背景調查，並進行環境光源動態監測工作。
 - 1. 進行光污染源鄰近場地現勘，並進行光污染源類型分析，勘查至少 5 條路線後選定 2 條路線進行環境光源動態監測。
 - 2. 針對前述選定路線之環境光源動態監測工作，進行監測作業，監測總長度至少 6 公里，或測試實驗至少 600 點次。
 - 3. 針對前述環境光源動態監測工作，進行不同時段監測作業。
 - 4. 進行光污染環境監測方法技術實證作業。
- (二) 呈現環境光源動態監測作業資訊成果，並進行不同時段比較研析及經濟效益分析。
 - 1. 整合環境光源動態監測空間資料，結合地圖呈現監測作業資訊成果。
 - 2. 依據不同時段環境光源動態監測作業成果，進行比較研析。

3. 針對執行本案之經濟效益進行分析。

(三) 加強光污染管理，及進行光污染陳情案件研析。

1. 依據近 3 年光污染陳情案件，進行光污染源類型分析及進行光污染改善可行性研析。
2. 針對干擾影響較嚴重之個案/地區進行至少 3 件光污染案件調查，進行實地光污染源之亮度與照度之現場量測，並依實地調查結果研提改善方式。

(四) 協助機關推動光污染管理指引，辦理光污染防治及量測之推廣，及增進縣市環保局陳情案件處理能量相關事宜。

1. 協助機關辦理 3 場次縣市環保局光污染管理教育訓練說明會，以推廣縣市環保局對光污染管理之瞭解，及增進縣市環保局光污染陳情案件處理能量。
2. 以上會議，各場次會議各為期半天(含工作人員至少 15 人參加)，包含場地費、講師鐘點費、便當費及茶水費等費用。

根據上列內容，完成工作項目如表 1.2 所示，整體工作流程如圖 1.2。

表 1.2 本計畫工作項目

計畫目標 及 工作項目		報告章節
一、進行光污染源環境背景調查，並進行環境光源動態監測工作		第二章
1.進行光污染源鄰近場地現勘，並進行光污染源類型分析		2.1
2.進行環境光源動態監測作業		2.2
3.進行不同時段監測作業		2.3
4.進行光污染環境監測方法技術實證作業		2.4
二、呈現環境光源動態監測作業資訊成果，並進行不同時段比較研析及經濟效益分析		第三章
1.整合環境光源動態監測空間資料，結合地圖呈現監測作業資訊成果		3.1
2.依據不同時段環境光源動態監測作業成果，進行比較研析		3.2
3.對執行本案之經濟效益進行分析		3.3

計畫目標 及 工作項目		報告章節
三、加強光污染管理，及進行光污染陳情案件研析		第四章
1.依據近3年光污染陳情案件，進行光污染源類型分析及光污染改善可行性研析		4.1
2.針對干擾影響較嚴重之個案/地區，實地進行光污染案件調查，並研提改善方式		4.2
四、協助機關推動光污染管理指引，辦理光污染管理教育訓練說明會，及增進縣市環保局陳情案件處理能量		第五章
1.會議辦理規劃		5.1
2.會議辦理現況		5.2
3.會議辦理成果		5.3

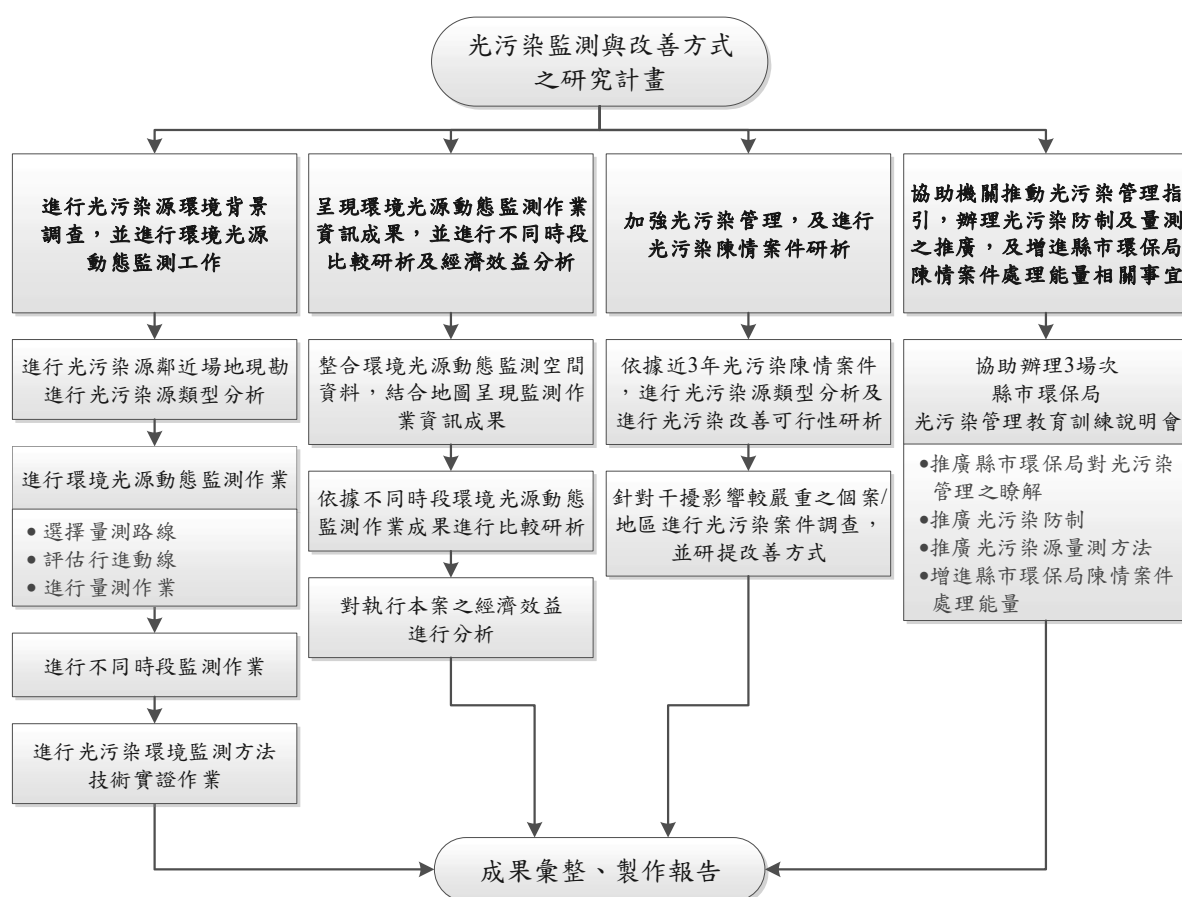


圖 1.2 整體工作架構圖

1.3 計畫進度與執行摘要

各項工作執行進度如表 1.3-1 的甘特圖所示，執行成果整理如表 1.3-2 所示。

表 1.3-1 計畫執行工作進度

預定進度： ██████████ 實際進度： ██████████

預定進度													
工作內容項目	月次					0	1	2	3	4	5	6	7
	年別	110											
	月份	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
整體規劃及專案需求訪談													
一、進行光污染源環境背景調查，並進行環境光源動態監測工作													
1.進行光污染源鄰近場地現勘，並進行光污染源類型分析													
2.進行環境光源動態監測作業													
3.進行不同時段監測作業													
4.進行光污染環境監測方法技術實證作業													
二、呈現環境光源動態監測作業資訊成果，並進行不同時段比較研析及經濟效益分析													
1.整合環境光源動態監測空間資料，結合地圖呈現監測作業資訊成果													
2.依據不同時段環境光源動態監測作業成果，進行比較研析													
3.對執行本案之經濟效益進行分析													
三、加強光污染管理，及進行光污染陳情案件研析													
1.依據近 3 年光污染陳情案件，進行光污染源類型分析及光污染改善可行性研析													

預定進度													
工作內容項目	月次					0	1	2	3	4	5	6	7
	年別	110											
	月份	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
2.針對干擾影響較嚴重之個案/地區，實地進行光污染案件調查，並研提改善方式													
四、協助機關推動光污染管理指引，及增進縣市環保局陳情案件處理能量相關事宜													
協助辦理 3 場次縣市環保局光污染管理教育訓練說明會													
重要報告													
1.第一次進度報告								▲					
2.期中報告										▲			
3.期末報告												▲	
預定進度(%)								25	45	55	75	90	100
實際進度(%)								27	47	63	78	91	100

表 1.3-2 本計畫工作執行摘要

計畫工作項目	執行進度
一、進行光污染源環境背景調查，並進行環境光源動態監測工作。	
1.進行光污染源鄰近場地現勘，並進行光污染源類型分析。	1.分項說明如下： (1)完成 5 條路線勘查，包括東西向之忠孝東路、信義路、和平東西路及南北向之羅斯福路、中山北路。(100%) (2)完成資料表規劃設計，並逐一檢視各路線光源及相關資訊，完成光污染源類型分析。(100%)
2.進行環境光源動態監測作業。	2.分項說明如下： (1)完成 2 條環境光源動態監測作業路線以及量測儀器、載具之選定。(100%) (2)完成 2 條監測作業路線選定，為南北向

3.進行不同時段監測作業。 4.進行光污染環境監測方法技術實證作業。	的羅斯福路及東西向的忠孝東路I(逸仙路以西)。(100%) (3)完成 2 條路線環境光源動態監測作業，監測路線總長度 7.2 公里。(100%) 3.完成 2 條監測作業路線的不同時段監測作業。(100%) 4.以執行完成 2 條監測作業路線及其不同時段監測作業，就達成作業目標之程序及操作歸納適用的可靠方法技術，如行進速度控制、紀錄驗證點作業時間，及規劃建立匹配工作單位時間的量測路線單元長度。(100%) 本工作項目進度：100%
二、呈現環境光源動態監測作業資訊成果，並進行不同時段比較研析及經濟效益分析。	
1.整合環境光源動態監測空間資料，結合地圖呈現監測作業資訊成果。 2.依據不同時段環境光源動態監測作業成果，進行比較研析。 3.對執行本案之經濟效益進行分析。	1.分項說明如下： (1)完成 2 路線蒐集取得之數據資料及其地理位置資訊的整併作業。(100%) (2)完成 2 路線蒐集取得之數據資料及其地理位置資訊的資料處理作業。(100%) (3)依據各路線量測數值，完成繪製監測路線光環境地圖，展示環境光空間分布狀況。(100%) 2.分項說明如下： (1)完成不同時段監測作業，整併量測數據與坐標資訊及資料處理作業。(100%) (2)完成繪製監測路線光環境地圖，展示不同時段環境光監測結果，提供環境光分布情形比較。(100%) (3)完成進行不同時段監測測結果數值差異比較，以資訊地圖展示結果，提供環境光分布變化情形的瞭解。(100%) 3.已綜整目前光環境勘查及不同時段環境光源動態監測作業結果，對夜間戶外燈光的操作時間，就減光效益、節約能源、社會效益及環境效益進行描述分析。(100%) 本工作項目進度：100%

三、加強光污染管理，及進行光污染陳情案件研析。	
1.依據近3年光污染陳情案件，進行光污染源類型分析及光污染改善可行性研析。	1.完成規劃陳情案件調查項目及統計分析項目，並彙整完成107~109年陳情案件(含地址正規化)，計1,114件，對光源類別、改善可行性、民眾感到不舒適情形及重複陳情等情形進行統計分析。(100%)
2.針對干擾影響較嚴重之個案/地區，實地進行光污染案件調查，並研提改善方式。	2.完成3案件調查對象之篩選、勘查與選定，並完成實地量測作業，及研提改善方式。(100%)
3.協助機關處理民眾陳情光污染案件之現場量測作業。	3.完成「光污染陳情量測作業流程」，依期程配合機關處理民眾陳情。(100%)
本工作項目進度：100%	
四、協助機關推動光污染管理指引，及增進縣市環保局陳情案件處理能量相關事宜。	
協助辦理3場次縣市環保局光污染管理教育訓練說明會	完成協助辦理3場次光污染管理教育訓練說明會(100%)
本工作項目進度：100%	
總進度：完成100%	

第二章、進行光污染源環境背景調查，並進行環境光源動態監測工作

工作成果摘要

本章說明本計畫於執行期間勘查光污染源鄰近場地 5 條路線，選定 2 條路線進行環境光源動態監測，監測總長度至少 6 公里，並對選定路線執行不同時段監測作業，同時亦進行光污染環境監測方法技術實證作業。

第二章 進行光污染源環境背景調查，並進行環境光源動態監測工作

依工作需求內容，本計畫將勘查光污染源鄰近場地 5 條路線，選定 2 條路線進行環境光源動態監測，監測總長度至少 6 公里，並對選定路線執行不同時段監測作業，同時亦進行光污染環境監測方法技術實證作業。

2.1 進行光污染源鄰近場地現勘，並進行光污染源類型分析

環保署於 108 年開始研究環境中光污染的探勘，進行光污染源環境背景調查。今年度本計畫將持續進行光污染源鄰近場地現勘，並分析光污染源類型，蒐集國內環境光資訊。

2.1.1 進行光污染源鄰近場地現勘

本計畫將勘查至少 5 條路線，本團隊以全國各縣市歷年之陳情案件數為考量，由於臺北市 103 至 108 年陳情案件總數逾 1,300 筆，占全國同期之 62%，103 至 107 年各年陳情案件數均超過 200 件；再就近 3 年而言，臺北市陳情案件數計 601 筆，占全國同期之 56.3%，故本計畫就臺北市區道路選擇 5 條路線，再經與環保署討論後選定進行現勘。

現勘路線以臺北市區主要街道及該街道上近 3 年陳情案件數量為考量條件進行選擇，本團隊就已蒐集之 106、107 及 108 年縣市環保局填報陳情案件，對街道別進行資料整理與統計，依街道之東西向及南北向路線分別按陳情案件數排序後，擇選適當現勘路線，如表 2.1.1-1。再經與環保署討論後，選定東西向之忠孝東路、信義路、和平東西路及南北向之羅斯福路、中山北路。

表 2.1.1-1 臺北市區各街道光污染陳情案件數

東西向街道	陳情案件數	南北向街道	陳情案件數
忠孝東路	60	羅斯福路	40
和平東路	35	中山北路	11
信義路	28	成功路	10
八德路	13	-	-
民權東路	10	-	-

為提供後續進行 2 條路線光環境動態監測作業，監測總長度至少 6 公里，故以此為條件，就選定 5 條路線分別擷選現勘長度範圍，忠孝東路路線共勘查 2 路線，各路線長度將滿足至少 3 公里，如圖 2.1.1-1，各街道勘查路段及公里數，如表 2.1.1-2，各街道場地現勘情形，如圖 2.1.1-2 至圖 2.1.1-5。

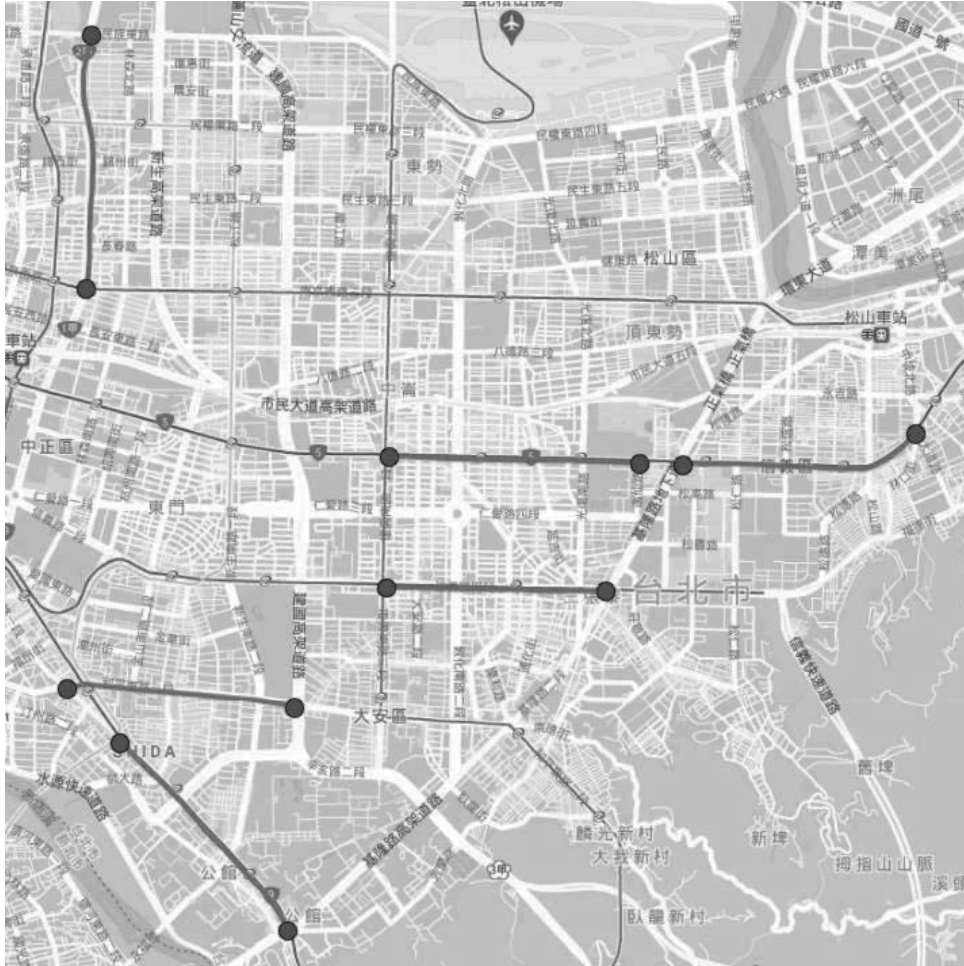


圖 2.1.1-1 光污染勘查街道路段示意圖

表 2.1.1-2 光污染勘查街道路段及公里數

街道		區間路段	公里數	勘查時間
東西向	忠孝東路I	復興南路↔逸仙路	3.6 = 1.8*2	110/7/13
	忠孝東路II	基隆路↔大道路	3.4 = 1.7*2	110/7/13
	信義路	復興南路↔基隆路	3.2 = 1.6*2	110/7/13
	和平東西路	南昌路↔建國南路	3.2 = 1.6*2	110/7/14
南北向	中山北路	民族東路↔南京東路	3.6 = 1.8*2	110/7/14
	羅斯福路	金門街↔基隆路	3.6 = 1.8*2	110/7/15

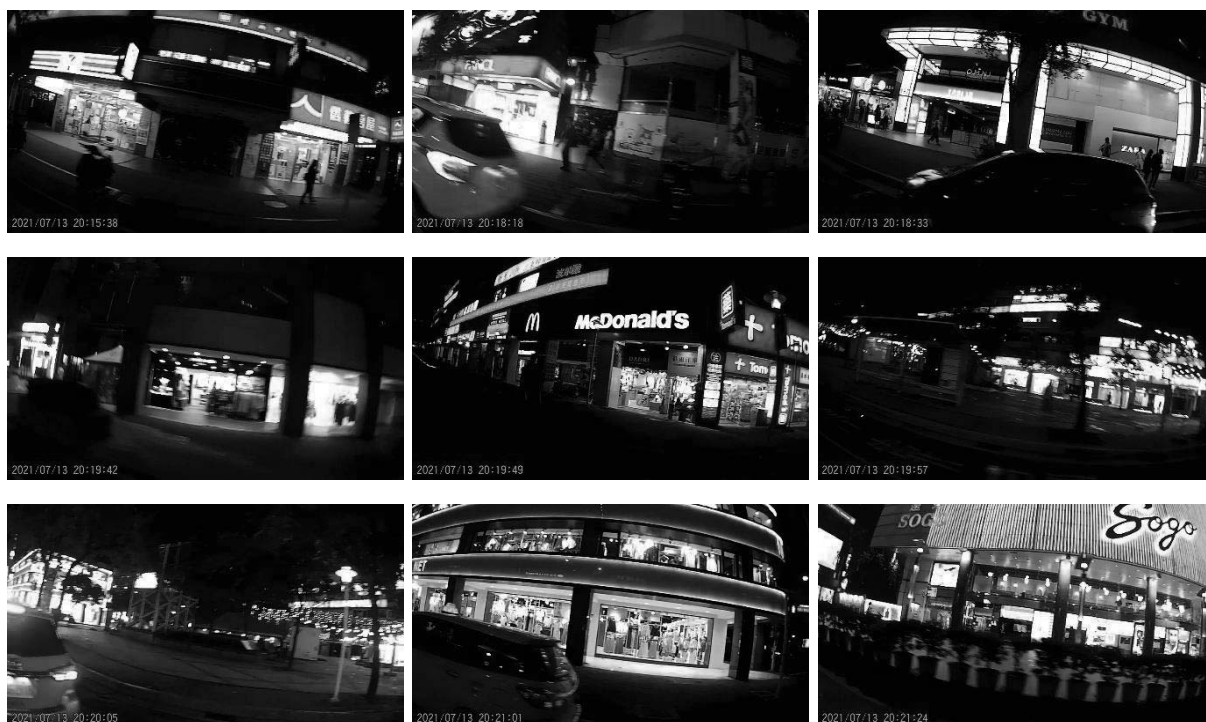


圖 2.1.1-2 光污染源鄰近場地現勘實景照片_忠孝東路(東向西)

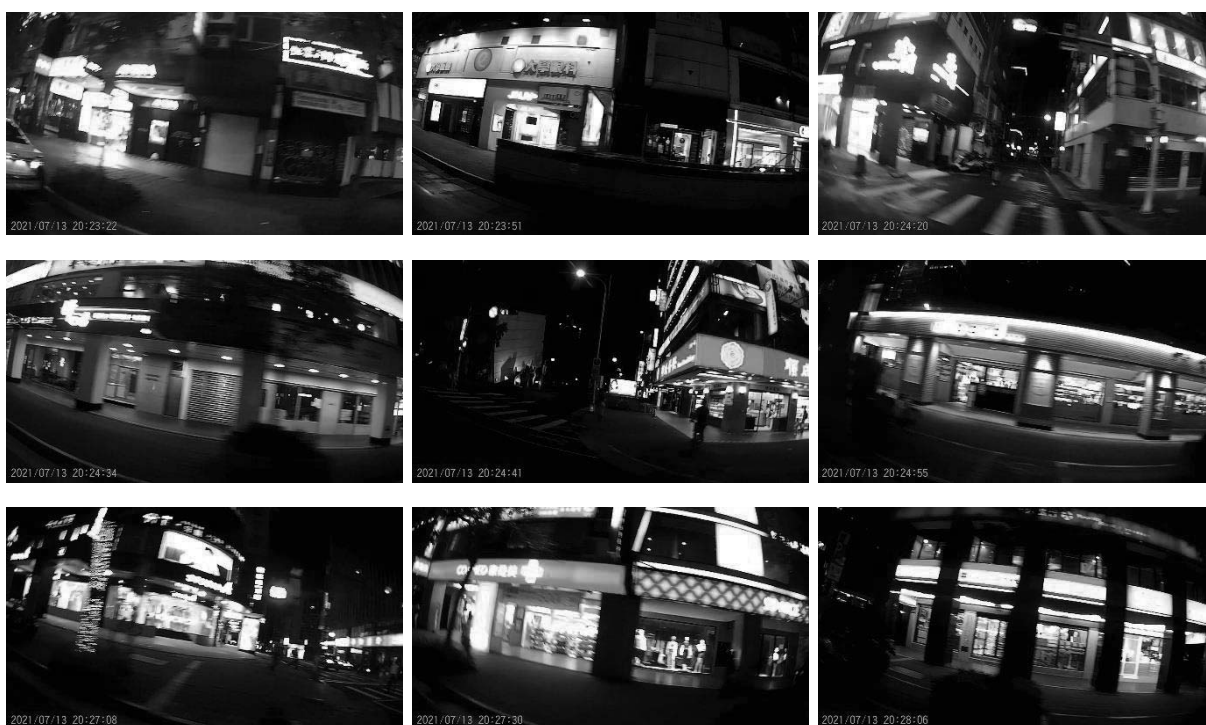


圖 2.1.1-3 光污染源鄰近場地現勘實景照片_忠孝東路(西向東)



圖 2.1.1-4 光污染源鄰近場地現勘實景照片_羅斯福路(南向北)



圖 2.1.1-5 光污染源鄰近場地現勘實景照片_羅斯福路(北向南)

2.1.2 光污染源類型分析

本計畫針對各選定路線就擷選之長度範圍進行現地勘查，檢視各路線光污染源類型，並規劃設計光污染源類型資料表，對光源類別數量與周遭環境進行調查，予以紀錄，並製作統計圖表，分析光污染源類型。圖 2.1.2-1 為臺北市晚間的商業活動與廣告招牌，圖 2.1.2-2 為臺北市晚間燈光繽紛熱鬧的街景與光環境。光源之分類如下：

(一)廣告類

- 1.多媒體看板
- 2.LED 組合燈：包括字幕燈、跑馬燈、八卦燈、孔雀燈
- 3.燈箱式看板
- 4.投光燈看板

(二)非廣告類

- 1.路燈
- 2.照明燈：包括設置於公園、停車場、運動場、學校等場所
- 3.裝飾燈：包括景觀燈

(三)其他：號誌燈、警示燈等



圖 2.1.2-1 人工光源_臺北市街道



圖 2.1.2-2 光環境_臺北市街景

一、光污染源類型資料表

本計畫就各街道場地現勘情形(圖 2.1.2-3)，以規劃設計之光污染源類型資料表，逐一檢視各路線光污染源類型，對光源類別數量與周遭環境進行調查，並予以紀錄，提供進一步分析光污染源類型，收集國內環境光資訊。現勘光污染源類型資料表，如表 2.1.2-1。

在檢視各路線光污染源類型的過程中，主要對一樓樓層之光源類別數量與周遭環境進行調查，針對場地現勘作業時，仍保持運作狀態之光源及單位對象，就每單位各種光源類型予以紀錄資料表表列資訊，包含室內光源，對於市區道路路燈之安全照明，則予以排除。

表 2.1.2-1 現勘路線光源類型資料表

欄位名稱	中文敘述	型態	必填	備註	範例
County_Code	縣市別	字串	是	-	臺北市
Town_Code	鄉鎮市區別	字串	是	-	大安區
Route_Name	路線名稱	字串	是	-	羅斯福路
Route_Dir	路線方向	字串	是	-	南向北
Route_SN	路線序號	數字	是	與現勘路線資訊對照表對應	1100201
Date	現勘日期	日期	是	年/月/日	2021/07/14
Position_Start	現勘路線起始點	字串	是	-	基隆路
Position_End	現勘路線迄止點	字串	是	-	金門街
Block_SN	街區塊序號	數字	是	-	1
Unit_SN	單位序號	數字	是	-	1
Unit_Type	單位類型	數字	是	對照表	2
Light Source_SN	光源序號	數字	是	-	1
Light Source_Type	光源類型	數字	是	對照表	2
Glow_Type	發光類型	數字	是	對照表	1
Place_Type	擺置類型	數字	是	對照表	2
Other_Memo	備註	字串	否	-	



營業中商家



打烊後商家



景觀與裝飾

圖 2.1.2-3 人工光源_各街道場地現勘實景照

二、環境光資訊

為掌握更多數保持運作狀態之光源及單位對象，各街道勘查作業時間，在晚間 7 至 9 時間，即不同時段監測作業第一時段作業執行時間，以充分調查環境中光源類型數量，瞭解環境光資訊。

夜間各街道人工光源使用情形（表 2.1.2-2），勘查過程中亦觀察到各街道住宅社區主要型態及商家店面規模有所不同，忠孝東路線基隆路以東及逸仙路以西就有明顯差異，忠孝東路線逸仙路以西及中山北路線每公里亮燈單位數較少，分別為 65.0、66.4，其住宅主要型態為大樓，店面規模較大。

就各街道兩側亮燈單位數觀察，以信義路線兩側最為相近，其比值為 1.02，中山北路線兩側差異最大，其比值為 1.37，和平東西路線及忠孝東路線基隆路以東稍有差異，其比值各為 1.06 及 1.11，羅斯福路線及忠孝東路線逸仙路以西有近似的比值，分別為 1.24 及 1.21。

表 2.1.2-2 勘察路線亮燈單位數

路線別	總計	每公里 亮燈單位數	北向南/東向西		南向北/西向東	
			單位數	百分比 (%)	單位數	百分比 (%)
中山北路 民族東路↔南京東路	239	66.4	101	42.3	138	57.7
羅斯福路 金門街↔基隆路	321	89.2	178	55.5	143	44.5
忠孝東路I 復興南路↔逸仙路	234	65.0	106	45.3	128	54.7
忠孝東路II 基隆路↔大道路	283	83.2	149	52.7	134	47.3
信義路 復興南路↔基隆路	228	71.3	115	50.4	113	49.6
和平東西路 南昌路↔建國南路	167	52.2	86	51.5	81	48.5

（一）光源類型數

夜間各街道人工光源類型，廣告類為商業經濟活動之廣

告招牌看板，包含正營業中及部分商家打烊後仍持續使用之光源，非廣告類包含民眾住家之公寓大廈(樓)電梯中庭與出入口、停車場與公園綠地等室內、外照明，也包含從事商業活動時伴隨之室內、外照明，有部分商家於頂棚大量使用。

各街道光源探勘結果，合計得 4,240 光源類型數，如表 2.1.2-3，其中廣告類占 46.65%，非廣告類占 53.0%，非廣告類光源多於廣告類光源，各街道呈現尚為一致。

表 2.1.2-3 勘察路線光源類型數

路線別	總計	廣告類	非廣告類	其他類
總計	4 240	1 978	2 247	15
中山北路 民族東路↔南京東路	679	288	390	1
羅斯福路 金門街↔基隆路	935	437	489	9
忠孝東路I 復興南路↔逸仙路	705	333	371	1
忠孝東路II 基隆路↔大道路	856	455	398	3
信義路 復興南路↔基隆路	611	249	362	-
和平東西路 南昌路↔建國南路	454	216	237	1

(二) 廣告類光源類型數

各街道光源探勘合計得 1,978 廣告類型數，由羅斯福路線忠孝東路線得數為 1,225，占 61.9%。廣告類光源以燈箱式為大宗，計數 1,702，占 86.05%，LED 組合式次之，占 8.19%，投光燈式及多媒體僅被少數使用，各約占 3%，如表 2.1.2-4。

發光類型因光源類型之故，以發出亮光最多，占 91.91%，跑馬多為 LED 組合式，播放多為多媒體，各街道光源探勘僅得 1 處 LED 組合光源使用閃爍方式，如表 2.1.2-5。

從廣告類光源的擺放位置觀察，如表 2.1.2-6，除投光燈看板外，各類型式廣告招牌看板，包括多媒體式及 LED 組合式，在各種不同位置都可以見到，商家對光源的使用相當廣泛且靈活。

表 2.1.2-4 勘察路線廣告類光源類型數

	總計	燈箱式	投光燈式	多媒體式	LED 組合式	其他
總計	1 978	1 702	58	54	162	2
中山北路 民族東路↔南京東路	288	243	15	9	20	1
羅斯福路 金門街↔基隆路	437	362	13	6	55	1
忠孝東路I 復興南路↔逸仙路	333	305	7	6	15	-
忠孝東路II 基隆路↔大道路	455	407	8	18	22	-
信義路 復興南路↔基隆路	249	212	9	13	15	-
和平東西路 南昌路↔建國南路	216	173	6	2	35	-

表 2.1.2-5 勘察路線廣告類光源發光類型

	總計	亮光	跑馬	播放	閃爍
總計	1 978	1 818	120	39	1
燈箱式	1 702	1 702	-	-	-
投光燈式	58	58	-	-	-
多媒體式	54	6	12	36	-
LED 組合式	162	50	108	3	1
其他	2	2	-	-	-

表 2.1.2-6 勘察路線廣告類光源擺置類型

	總計	燈箱式	投光燈式	多媒體式	LED 組合式	其他
總計	1 978	1 702	58	54	162	2
外突	184	162	-	6	16	-
橫眉(外)	819	701	51	14	51	2
(騎樓)兩側柱子	181	170	1	5	5	-
騎樓橫樑	440	400	1	7	32	-
騎樓橫眉(內)	138	114	2	2	20	-
(騎樓內) 門面、兩側柱子	99	87	-	10	2	-
其他	117	68	3	10	36	-

由各街道光源探勘及檢視過程中發現，各街道的環境光可能受到經濟活動、地理人文等因素影響，例舉如下：

- 1.商業經濟活動時使用室內及室外頂棚照明，部分商家為大量使用。

- 2.各街道商家經濟活動定位不同，如中山北路多有婚紗禮服攝影商家。
- 3.各街道商家店面規模有所不同，忠孝東路基隆路以東及逸仙路以西就有明顯差異。
- 4.各街道住宅社區主要型態各有公寓、大樓。
- 5.各街道住宅社區民眾的生活習慣、形態。

2.2 進行環境光源動態監測作業

針對前述勘查至少 5 條路線後，接續對選定 2 條路線進行環境光源動態監測作業，監測總長度至少 6 公里，或測試實驗至少 600 點次。由各街道光源探勘及檢視過程中發現，各街道的環境光可能受到經濟活動、地理人文等因素影響，各自不同，本計畫仍依陳情案件數排序，選擇東西向忠孝東路線及南北向羅斯福路線，與環保署討論後，針對忠孝東路線選定逸仙路以西路段。

本次環境光源動態監測作業方法與 109 年監測作業執行相同，以移動載具搭載照度計組成監測系統，於監測作業路線上之人行道巡航，進行環境光源動態監測作業。

2.2.1 環境光源動態監測量測儀器及載具

一、量測儀器選擇與規格

為執行環境光源動態監測作業，本團隊使用自行購置之 AA 級照度計 Konica-Minolta T10A(圖 2.2.1)，規劃同時以 3 顆照度計搭配可攜式電腦組成監測系統，分別蒐集前方、左側及右側 3 方向的即時垂直照度值。



圖 2.2.1 Konica-Minolta T10A 外觀照片

依環保署 109 年 3 月函頒「光污染管理指引」中規定，照度計需符合 CNS 5119 AA 級或 JIS C1609-2006 AA 級，精確度 $\pm 4\%$ ，本團隊選用之 Konica-Minolta T10A 照度計符合規定。

二、空間坐標資料的獲取

環境光源動態監測蒐集取得之垂直照度數據資訊，藉由與空間地理位置的結合，再透過電子地圖，可以進一步提供監測路線光環境之光源分布及變化情形。

空間坐標資料的獲取，將採取在智慧型手機上，使用本團隊自行開發的應用系統（APP），在進行環境光源動態監測作業的同時，透過全球衛星定位系統（GPS），以 APP 紀錄當時的坐標資訊，之後再將監測資訊與此坐標資訊紀錄檔相互連結，再利用地理資訊系統（GIS）產製空間資料地理圖層，提供後續之分析使用。

三、移動載具

環保署於 109 年召開的專家學者會議中，委員認為在監測作業過程中，照度計需保持穩定、不宜晃動，建議移動載具採用三輪車，避免使用二輪車。

2.2.2 進行環境光源動態監測作業

一、量測作業流程

本團隊規劃整體作業分為以下三大階段：

1.前置作業階段

本團隊就前述勘查 5 條路線，再經與環保署討論後選定之 2 條環境光源動態監測路線，進行巡航作業之行進動線評估，包括道路交會口、巷道交會口、人行地下道出口、捷運出口及停車場引道出口、商攤、行道樹、機車與自行車停放格等，以確定監測作業順利進行。

2.實際作業階段

依照工作項目需求，就選定 2 條路線進行環境光源動態監測作業，監測總長度至少 6 公里，或測試實驗至少 600 點次，本團隊以環境光源動態監測系統進行監測作業。

監測作業在天黑後晚間 6 時至 12 時之間進行。監測作業採行駛於人行道上，行進速度將控制於每小時 5~15 公里，照度值之數據資料蒐集，每 1 秒紀錄數據 1 次，可以

滿足測試實驗至少 600 點次的工作目標，3 顆照度計分別紀錄前方、左側及右側 3 個方向的每秒 1 筆照度值。

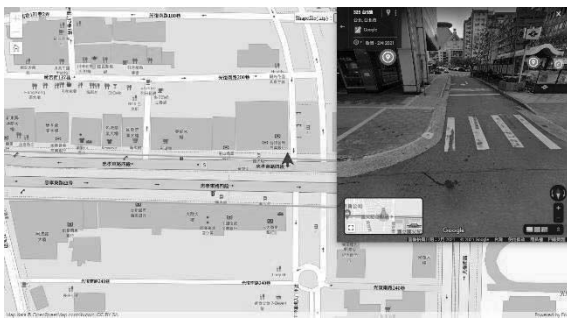
3. 量測結果彙整

將實際量測值進行彙整，依前方垂直照度、左側垂直照度、右側垂直照度建立如最大值、最小值及平均值等資訊，製作結果報告。

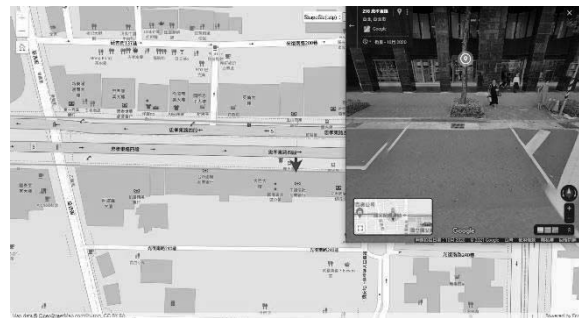
二、量測作業行進動線評估及驗證點

本年度環境光源動態監測作業，對選定執行羅斯福路路線及忠孝東路路線二路線，進行動線評估，在二路線上，均發生有捷運出入口形成障礙，必須繞開改變動線，伺適宜處再度回至預定動線。

於監測路線上選定驗證點，驗校載具軌跡空間位置資訊，設定為每 100 公尺設一驗證點，忠孝東路線東向與西向，長度各約為 1.8 公里，各路段驗證點數含起迄點共 19 點驗證點。羅斯福路線驗證點數含起迄點南向計 20 點，北向計 19 點，長度各約為 1.8 公里。圖 2.2.2-1 為各路線雙向環境光源動態監測作業的部分驗證點。



驗證點 5
忠孝東路路線東向西



驗證點 12
忠孝東路路線西向東



驗證點 16
羅斯福路路線南向北



驗證點 7
羅斯福路路線北向南

圖 2.2.2-1 環境光源動態監測作業路線部分驗證點

三、執行量測作業

本年度環境光源動態監測作業，完成羅斯福路路線及忠孝東路路線，總長度 7.2 公里，符合測試實驗至少 600 點次，街道路段及公里數等作業資訊，如表 2.2.2，監測執行情況如圖 2.2.2-2。

臺北市忠孝東路路線，自復興南路口至逸仙路口東向及西向各約 1.8 公里，量測路徑長度為 3.6 公里，量測作業於 9 月 10 日完成，資料蒐集筆數東向西 1,301 筆，西向東 1,421 筆，共計 2,725 筆。臺北市羅斯福路路線，自金門街口至基隆路口南向及北向各約 1.8 公里，量測路徑長度為 3.6 公里，量測作業於 10 月 29 日完成，資料蒐集筆數南向北及北向南各為 1,427、1,480 筆，共計 2,907 筆。

表 2.2.2 環境光源動態監測作業街道路段及公里數

街道		路段：起點~迄點	公里數 (km)	資料數 (筆)	驗證數 (點)
忠孝東路	東向西	復興南路<↔>逸仙路	3.6 = 1.8*2	1,301	19
	西向東			1,421	19
羅斯福路	南向北	金門街 <↔> 基隆路	3.6 = 1.8*2	1,427	19
	北向南			1,480	20



圖 2.2.2-2 光環境動態監測執行情況

2.3 進行不同時段監測作業

本計畫將針對前述 2.2 節環境光源動態監測作業，進行不同時段監測作業。當商家打烊後關閉營業用光源之電源，環境中光污染源數量將因此而減少，進而影響光環境變化，不同時段監測作業可以觀察環境光的變化情形。圖 2.3-1 為臺北市不同時段之光環境及街景。

一、量測作業規劃

針對不同時段之監測作業，以前述環境光源動態監測作業方法進行，監測系統、行進速度控制、照度值之數據資料蒐集等作業方法均一致，並將於同一日期進行且完成，以儘量避免周期效應等干擾因素。

不同時段之監測作業時間，規劃以晚間 9 時作為分段點，在天黑後晚間 6 時至 12 時分為二時段，第一時段作業執行時間在晚間 6 時至 9 時間，第二時段為晚間 9 時至 12 時間，2 路線之監測作業將各分別於二個時段進行。



圖 2.3-1 不同時段光環境_臺北市街景

二、執行量測作業

以前述環境光源動態監測作業方法進行，是考量第一時段用路人較多，為避免因行人、自行車等因素造成重複之停止、重新啟動情況，致使速度不均勻，影響照度值之數據資料蒐集及資料處理複雜度，故量測作業第一時段採步行方式，第二時段採車行方式，車行時行進速度控制仍控制於每小時 5~15 公里。不同時段監測作業執行情況如圖 2.3-2。

忠孝東路路線第二時段資料蒐集筆數東向西 1,299 筆，西向東 1,322 筆，共計 2,621 筆。羅斯福路路線第二時段資料蒐集筆數南向北及北向南各為 1,049、1,126 筆，共計 2,175 筆。



臺北市忠孝東路路線



臺北市羅斯福路路線

圖 2.3-2 不同時段監測作業執行情況

2.4 進行光污染環境監測方法技術實證作業

環保署於 108 年專案研究計畫中初步試驗環境光源動態監測系統及量測方法，於 109 年強化監測方法技術，納入空間坐標資料應用系統，本計畫將更進一步對環境光源動態監測方法技術進行實證作業。

2.4.1 光污染環境動態監測系統與量測方法

環境光源動態監測方法，在 108 年進行試驗時，對於監測標的、監測時段之選擇、監測速度等執行要項獲致初步的建立；109 年具體再以「環境光源動態監測作業方法」經專家諮詢會議，對

監測系統及量測方法進行改進，並據以執行 2 條路線環境光源動態監測作業。環境光源動態監測作業簡述如下：

一、監測系統

由以下儀器與設備組成：

- (一)照度計：AA 級照度計 3 顆，分別面向前方、左側、右側 3 方向
- (二)全球定位系統：直接紀錄每個量測點的地理位置資訊
- (三)移動載具：可平穩行駛、不左右晃動之交通工具

二、量測方法

主要藉行駛中的移動載具連續收集量測值：

- (一)所有量測均在天黑後，晚間 6 時至 12 時之間進行。
- (二)監測作業控制於每小時 10~20 公里的行進速度。
- (三)照度計量測高度為在地面以上 1.50~1.70 公尺的高度。
- (四)每 1 秒紀錄數據 1 次，3 顆照度計分別紀錄前方、右側及左側 3 個方向的 1 筆照度值。
- (五)量測過程中，同時獲取空間位置資訊。
- (六)監測時應行駛於人行道上。

三、空間地理資料

透過全球定位系統(GPS)紀錄的量測坐標資料，須利用相關的應用系統，轉製成檢測點位空間圖層資料。由於 GPS 為外部元件，故須整合檢測數據紀錄，GPS 紀錄之坐標點位與行進路徑的誤差情形，亦須予以檢視並進行適度調整修正，以產製檢測點位空間圖層資料。

2.4.2 光污染環境動態監測技術實證作業

本年度將完成 2 條路線環境光源動態監測工作，以計畫工作執行「進行 2 條路線環境光源動態監測工作」實務，針對光污染環境動態監測系統及量測方法，就達成量測作業目標的程序及操作歸納適用的可靠技術，藉以提高監測執行效果及效率。

一、控制行進速度

今年度擬就監測作業行進速度控制於每小時 5~15 公里，再縮短資料間隔距離，更充分反應監測路線變換的光環境。

本次監測作業在天黑後晚間 6 時至 12 時之間分成二時段進行。依執行計畫經驗心得，第一時段用路人較多，當量測作業進行中，監測系統可能因行人、自行車等因素造成停止、重新啟動狀況，如此形成速度不均勻現象，將影響照度值之數據資料蒐集，及資料處理的複雜度，故量測作業權採步行方式。

二、紀錄驗證點作業時間

依執行計畫經驗心得，就監測路線尋找適當處予以標示，在作業執行過程中，將紀錄到達該處時間，提供後續量測點空間位置資料處理用途，提升資料品質。

由起點開始，以一定距離間隔設置驗證點，在實際量測時，依作業程序紀錄到達驗證點處之時間，提供後續資料處理之應用。

三、建立單元監測工作

依本計畫不同時段監測作業之需求及執行規劃，將於同一日期進行且完成，以儘量避免周期效應等干擾因素。不同時段之監測作業時間，規劃以晚間 9 時作為分段點，在天黑後晚間 6 時至 12 時分為二時段，第一時段作業執行時間在晚間 6 時至 9 時間，第二時段為晚間 9 時至 12 時間，監測作業將各分別於二個時段進行。建立單元監測工作，可提升操作性，確保量測作業順利。

第三章、呈現環境光源動態監測作業資訊成果，並進行不同時段比較研析及經濟效益分析

工作成果摘要

本章說明本計畫於執行期間，整合環境光源動態監測空間資料，結合地圖呈現監測作業資訊成果，並依據不同時段環境光源動態監測作業成果，進行比較研析及經濟效益分析。

第三章 呈現環境光源動態監測作業資訊成果，並進行不同時段比較研析及經濟效益分析

依照工作需求本年度將整合環境光源動態監測空間資料，結合地圖呈現監測作業資訊成果，並依據不同時段環境光源動態監測作業成果，進行比較研析及經濟效益分析。

3.1 整合環境光源動態監測空間資料，結合地圖呈現監測作業資訊成果

本工作項目針對前述環境光源動態監測數據資料及其空間地理位置資訊，整合建置空間資料地理圖層，結合地圖呈現監測作業資訊成果。在進行環境光源動態監測作業執行過程中，本團隊使用量測儀器及智慧手機應用系統（APP），獲取量測值及紀錄當時所在位置的空間坐標資訊，透過電子地圖，可具體提供監測路線光源分布及光環境照度情形。

本計畫首先透過地理資訊系統的空間處理能力，將 APP 記錄的空間坐標資料檔轉製成空間圖層資料，再以此空間圖層資料為主體，將量測儀器所取得的監測數據資料串聯後整併於空間圖層資料內，建置成具有量測資訊的空間地理圖層，整合資料建置空間地理圖層作業流程，如圖 3.1。

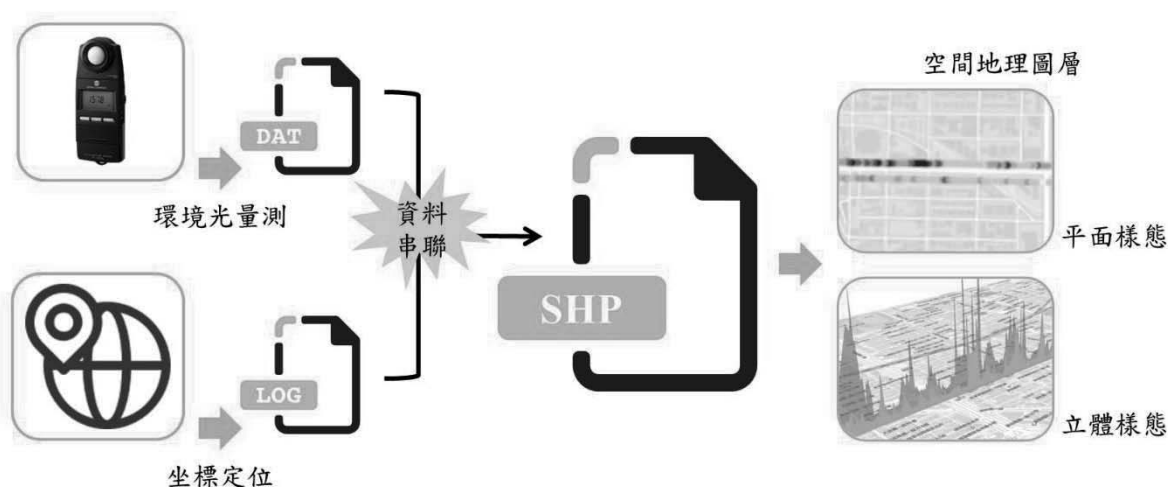


圖 3.1 整合資料建置空間地理圖層作業流程

3.1.1 監測資料處理

完成前述各路線之監測作業後，工作團隊即著手進行相關資料之處理。量測值及坐標值在取得資料的過程中，採同步作業的方式，也就是說，在取得一筆量測資料時，同步紀錄一筆坐標資料，從量測工作啟始便自動地進行，建立這兩項資料「同時性」的聯繫提供後續資料串接作業。監測資料的處理程序說明如下：

一、量測資料的接收作業

量測作業執行過程中，透過量測儀器原廠所提供的連線程式，將量測儀器所量測到的量測值，經由量測儀器與筆記型電腦的 USB 連接線，以工作團隊撰寫的應用程式讀取，儲存於筆記型電腦內，量測結果紀錄成 Excel 的檔案格式。

二、產生量測點的空間資料

前文提到，工作團隊在智慧型手機上，開發一個應用系統（APP），其主要的作用是在量測儀器進行電磁波量測並紀錄結果的同時，透過全球衛星定位系統（GPS），紀錄當時的坐標資訊。此 APP 主要紀錄資料序號、手機序號、日期時間、緯度坐標值、及經度坐標值五部份的資訊。

工作團隊利用地理資訊系統的空間處理能力，將所記錄的坐標資料檔轉製成空間圖層資料，並將每一個空間資料的其他資訊紀錄於其欄位內，成為該筆空間資料的屬性資料。

三、以驗證點調整量測點的空間位置

本計畫規劃在量測路徑上，每 100 公尺設置一驗證點，依紀錄先後序及與前一點的距離，修正量測點空間位置資料。

四、修正暫停點的空間位置

動態監測作業在人行道上進行實際量測時，會因為行人因素、道路口紅綠燈的運作及對向自行車交會等，而產生停等的暫停現象，此時並未產生實際上的位置移動，但量測儀器與 APP 仍舊持續的運作，因此這些資料必須加以修整。

首先刪除停等靜止時之量測點，以時速等於 0 作為條件移除重複之量測點，在加上考量從停等時載具加速到規劃量測速度所需的時間，因此工作團隊以 0.3 公尺作為臨界條件，量測

點與點間之距離必須大於臨界條件，若否則予以刪除。本項作業在以驗證點調整量測點的空間位置前進行處理。

3.1.2 監測作業結果資料

蒐集初始資料經由上述步驟進行資料處理後，建立量測值最小值、最大值及平均值等資訊。環境背景平均垂直照度以取得之前方垂直照度、左方垂直照度和右方垂直照度的即時照度值加總計算平均值得之。不同時段環境光源動態監測作業成果，說明如下：

一、第一時段監測作業結果資料

第一時段量測時間為 18:00~21:00，環境光源動態監測作業經資料處理後，成果如表 3.1.2-1，各路徑照度量測結果如圖 3.1.2-1~圖 3.1.2-2。

就各路徑環境背景平均垂直照度之平均值比較觀察，忠孝東路線東向西路徑，其值為 74.68 lx，明顯為 4 路徑中最高，忠孝東路線西向東路徑，其值為 52.37 lx，為 4 路徑中次高；羅斯福路線雙向路徑平均值相近，北向南路徑其值為 35.25 lx，南向北路徑其值為 30.97 lx，為 4 路徑中最低，由高至低依序為忠孝東路線東向西、西向東、羅斯福路線北向南及南向北，忠孝東路路線有較高的呈現。

表 3.1.2-1 環境光源動態監測量測值資料統計表

監測路線		筆數(筆)	量測值(lx)		
			平均值	最小值	最大值
忠孝東路	東向西	1,232 (1,301)	74.68	4.96	1050.83
	西向東	1,253 (1,421)	52.37	3.07	506.33
羅斯福路	南向北	1,332 (1,427)	30.97	3.01	345.8
	北向南	1,308 (1,480)	35.25	1.11	601.27

說明：括弧中數字為資料蒐集之初始筆數。

臺北市忠孝東路線東向西路徑取得 1,232 筆具有量測值的空間點位資料，環境背景平均垂直照度最大值為 1050.83 lx，最小值為 4.96 lx，其平均值為 74.68 lx。

臺北市忠孝東路線西向東路徑取得 1,253 筆具有量測值的空間點位資料，環境背景平均垂直照度最大值為 506.33 lx，最小值為 3.07 lx，其平均值為 52.37 lx。

臺北市羅斯福路線南向北路徑取得 1,332 筆具有量測值的空間點位資料，環境背景平均垂直照度最大值為 345.8 lx，最小值為 3.01 lx，其平均值為 30.97 lx。

臺北市羅斯福路線北向南路路徑取得 1,308 筆具有量測值的空間點位資料，環境背景平均垂直照度最大值為 601.27 lx，最小值為 1.11 lx，其平均值為 35.25 lx。

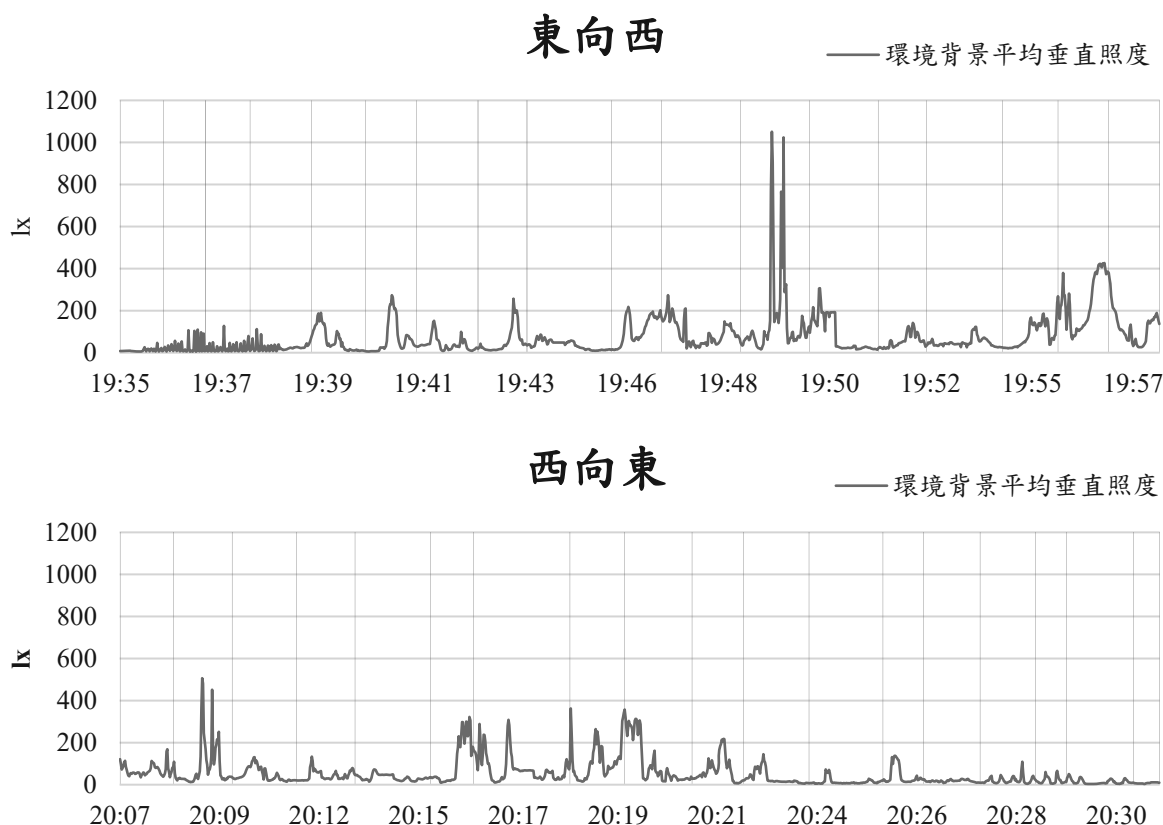


圖 3.1.2-1 忠孝東路路線三方向平均照度

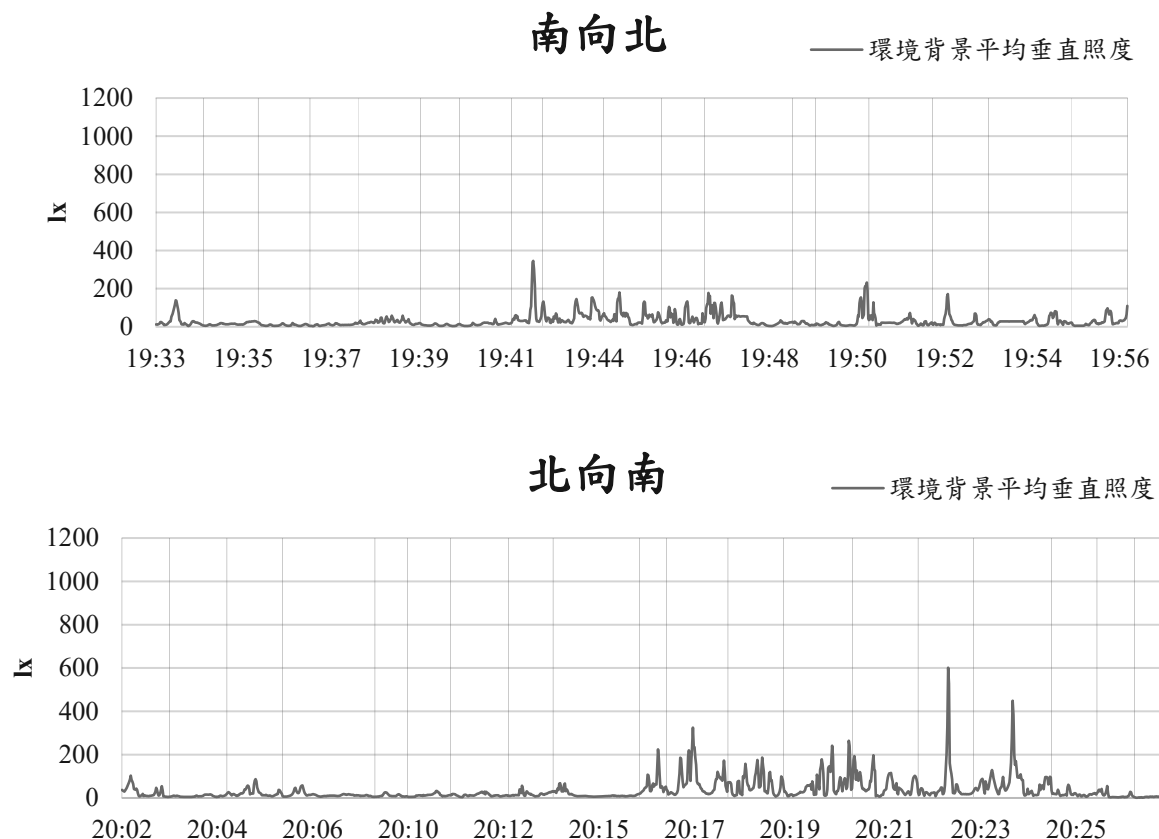


圖 3.1.2-2 羅斯福路路線三方向平均照度

二、第二時段監測作業結果資料

第二時段量測時間為 21:00~24:00，環境光源動態監測作業經資料處理後，作業成果如表 3.1.2-2，各路徑照度量測結果如圖 3.1.2-3~圖 3.1.2-4。

就各路徑環境背景平均垂直照度之平均值比較觀察，與第一時段有相似顯現，忠孝東路路線有較高的呈現，東向西路徑其值為 44.19 lx，為 4 路徑中最高；羅斯福路線北向南路徑其值為 15.01 lx 最低，由高至低依序為忠孝東路線東向西、西向東、羅斯福路線南向北及北向南。

表 3.1.2-2 環境光源動態監測量測值資料統計表_時段二

監測路線		筆數(筆)	量測值(lx)		
			平均值	最小值	最大值
忠孝東路	東向西	1,157 (1,299)	44.19	3.21	791.43
	西向東	1,228 (1,322)	39.91	2.42	497.33
羅斯福路	南向北	946 (1,049)	18.38	2.53	154.21
	北向南	1,085 (1,126)	15.01	1.01	219.9

說明：括弧中數字為資料蒐集之初始筆數。

臺北市忠孝東路線東向西路徑取得 1,157 筆具有量測值的空間點位資料，環境背景平均垂直照度最大值為 791.43 lx，最小值為 3.21 lx，其平均值為 44.19 lx。

忠孝東路線西向東路徑取得 1,228 筆具有量測值的空間點位資料，環境背景平均垂直照度最大值為 497.33 lx，最小值為 2.42 lx，其平均值為 39.91 lx。

臺北市羅斯福路線南向北路徑取得 946 筆具有量測值的空間點位資料，環境背景平均垂直照度最大值為 154.21 lx，最小值為 2.53 lx，其平均值為 18.38 lx。

羅斯福路線北向南路路徑取得 1,085 筆具有量測值的空間點位資料，環境背景平均垂直照度最大值為 219.9 lx，最小值為 1.01 lx，其平均值為 15.01 lx。

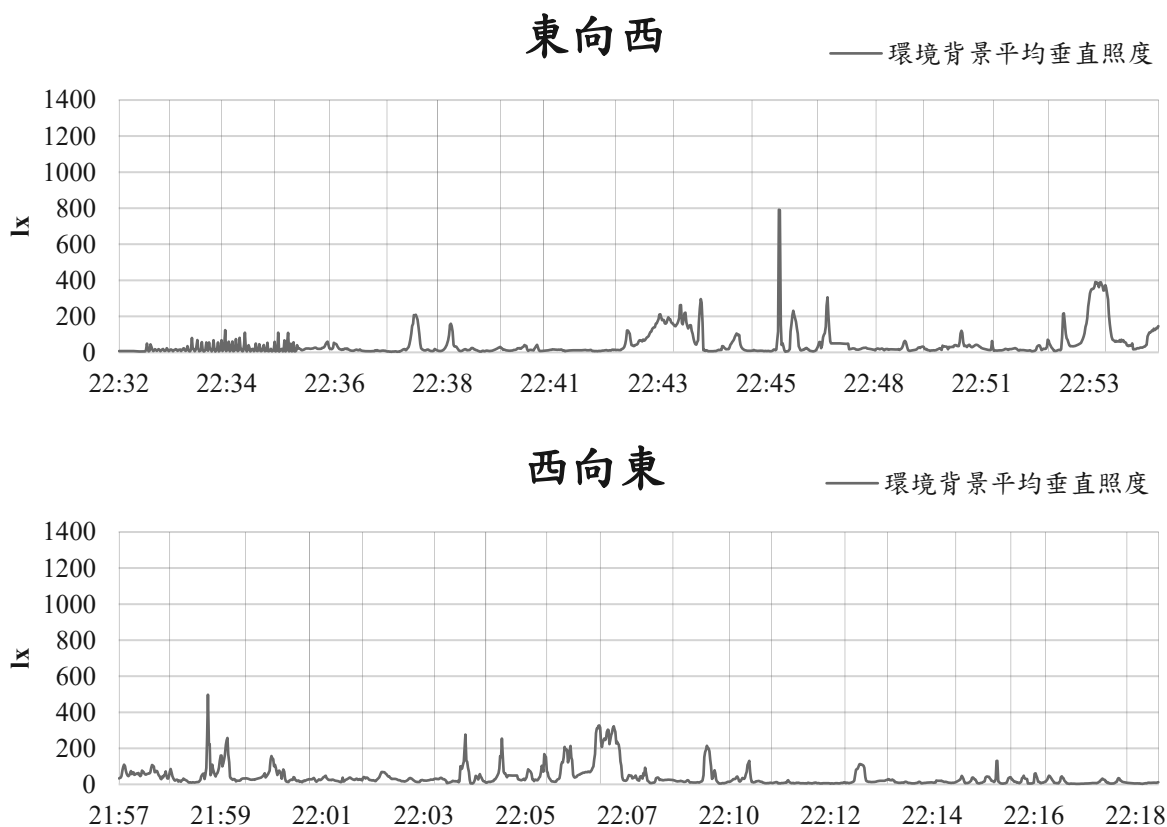


圖 3.1.2-3 忠孝東路線三方向照度量測結果_時段二

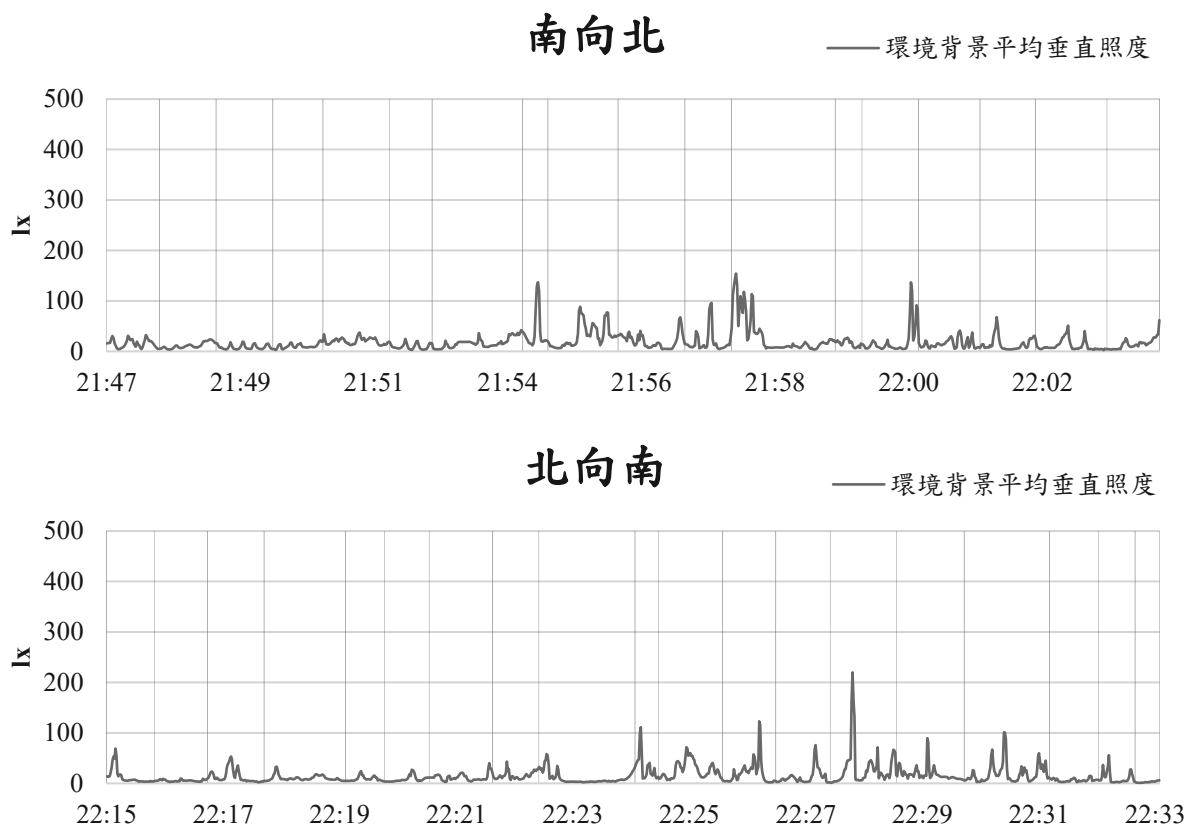


圖 3.1.2-4 羅斯福路線三方向照度量測結果_時段二

3.1.3 環境光源動態監測成果地圖呈現

本計畫將各監測路線所蒐集之光環境照度數據，結合地理位置資料，以地圖呈現環境光源動態監測作業的成果。

量測點數值分級採不等距區分為 5 級，係沿用 109 年分級，分級及圖例說明如圖 3.1.3-1。依據各「量測點數值」的資訊，對應以分級及其色階，顯示每一個量測點的量測資訊，藉由色階的相對比重，可明顯的傳遞光環境訊息，如圖 3.1.3-2、3.1.3-3 所示。

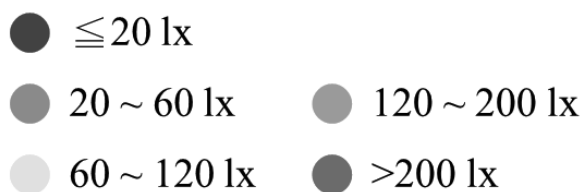


圖 3.1.3-1 量測點數分級及圖例說明

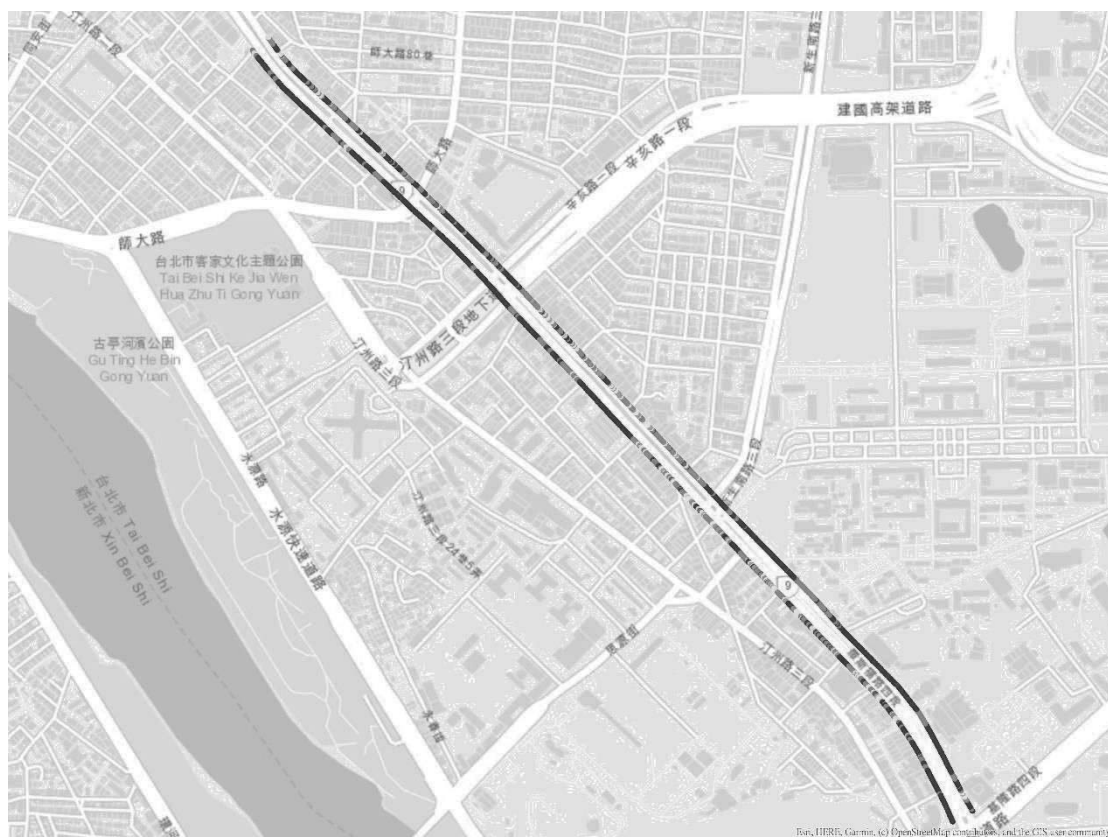


上圖：第一時段 | 下圖：第二時段

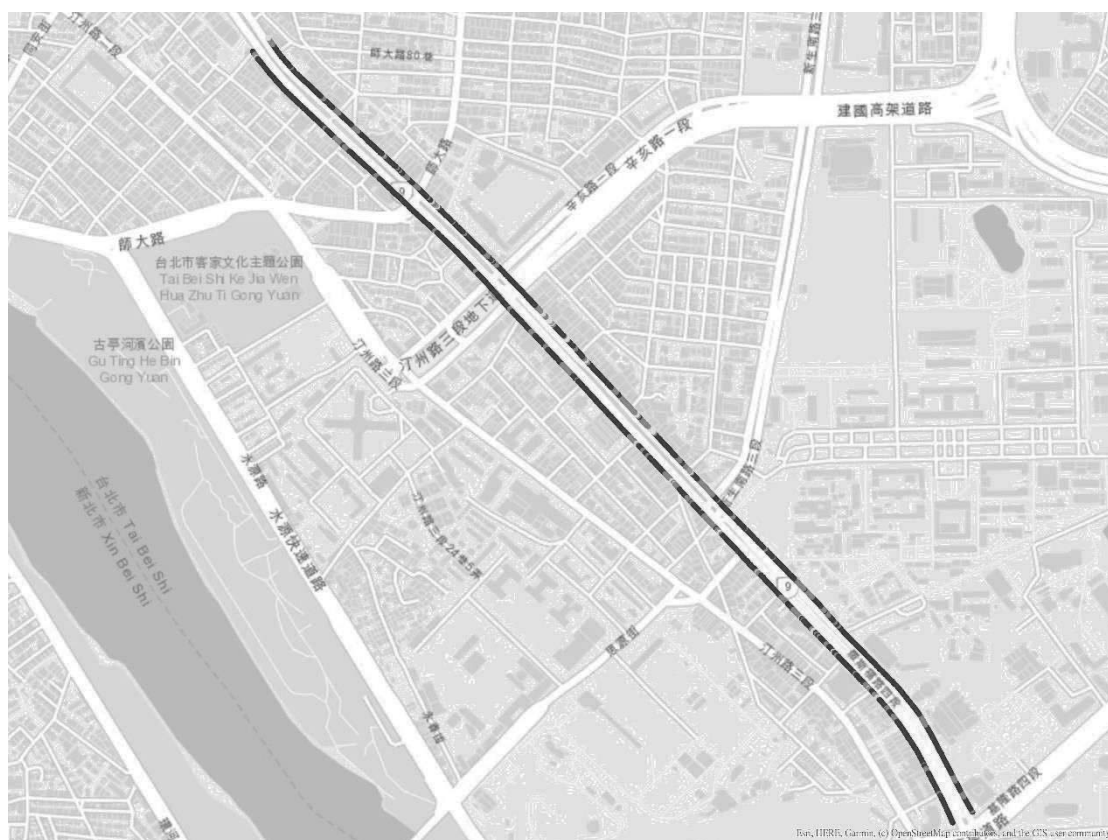


忠孝東路路線

圖 3.1.3-2 環境光源動態監測成果地圖呈現(1)



上圖：第一時段 | 下圖：第二時段



羅斯福路路線

圖 3.1.3-3 環境光源動態監測成果地圖呈現(2)

3.2 依據不同時段環境光源動態監測作業成果，進行比較研析

本計畫依據監測作業成果，進行比較分析。不同時段監測作業成果，依時段別建立如最大值、最小值及平均值等統計值進行比較，如表 3.2。

環境光源動態監測作業不同時段作業成果，各路徑三方向平均值顯示第二時段低於第一時段，再就各路徑環境背景平均垂直照度之平均值比較觀察，亦有相同之呈現，對照商家陸續打烊休息關閉燈源，顯示與商業活動、廣告招牌關聯，羅斯福路線商家陸續於 20:30 打烊休息，忠孝東路線商家則陸續於 22:00 打烊休息。本計畫第一時段設為 18:00~21:00，第二時段為 21:00~24:00。

表 3.2 環境光源動態監測量測值資料統計時段別比較表

監測路線		筆數(筆)		量測值(lx)					
				平均值		最小值		最大值	
		時段一	時段二	時段一	時段二	時段一	時段二	時段一	時段二
忠孝東路	東向西	1,232	1,157	74.68	44.19	4.96	3.21	1050.83	791.43
	西向東	1,253	1,228	52.37	39.91	3.07	2.42	506.33	497.33
羅斯福路	南向北	1,332	946	30.97	18.38	3.01	2.53	345.8	154.21
	北向南	1,308	1,085	35.25	15.01	1.11	1.01	601.27	219.9

3.3 對執行本案之經濟效益進行分析

本計畫將針對前述 2.3 節不同時段環境光源動態監測作業，以商家打烊後關閉營業時使用之各種光源，環境中光污染源數量減少，進而影響光環境變化情形，分析執行本作業的經濟效益。

CIE 考量各類光污染源發光特性不同，在一般民眾可接受且影響較小程度下，訂定「來自室外照明設備侵擾光的影響限制指引」，主要內容是將光污染防制的作法與管制參數的容許值提供給戶外照明的製造者與使用者，適用於燈具安裝前後的查核，藉此減低戶外照明對環境的衝擊。國際上多數國家皆參考

CIE 150:2003(最新版為 CIE 150:2017)指引訂定各國的光污染法規、指引或規範。

CIE 指引採分區分級管制，針對各環境區域訂定不同級別的容許值。韓國訂有「人工光源的光污染防治法」專法，參採 CIE 指引對人工光源採以分區分級管制並訂定管制限值，另針對數位多媒體看板進一步採以分時段管制，訂有特定時段較大容許值，E4 商業區在午夜 12 時前有最大之管制容許值。

環保署為減少公眾免於遭受人工光源曝露時產生之不舒適效應，與南韓相同，對光環境也採以分區分時進行管理，於商業區晚上 6 時至 11 時有較大容許值，香港環境局推動自願性質的「戶外燈光約章」，藉由簽署約章，縮短夜間戶外燈光的操作時間，以減少對民眾之光滋擾，為居民提供較理想之作息環境，同時也節省用電減少能源浪費。

本團隊綜整目前光環境勘查及不同時段環境光源動態監測作業結果，對夜間戶外燈光的操作時間，就節約能源、減光效益、社會效益、環境效益進行描述分析，整理如表 3.3，藉以瞭解對附近居民們及光污染管理之影響及適切性。

表 3.3 執行光環境監測作業效益分析

說明		對附近居民成果效益	對光污染管理成果效益
		減少對鄰里民眾產生光滋擾及不舒適效應，影響日常作息與生活環境	對光環境採以分區分時進行管理，於商業區晚上 6 時至 11 時有較大容許值
減光效益	• 羅斯福路線商家陸續於 20:30 打烊休息 • 忠孝東路線商家陸續於 22:00 打烊休息	• 由住宅社區型態及光源使用情況觀察，各街道住宅社區民眾的生活形態也有所不同，商家經濟活動影響社區民眾日常作息 • 各街道商家經濟活動依市場目標及對象，各具特色，打烊時間亦各自不同，鄰里民眾日常受影響時間長短不同	• 就商家之經濟活動考量，晚上 6 時至 11 時之分時管理已充分涵括營業時間 • 縮短夜間戶外燈光的操作時間，以儘量減少對民眾之光滋擾

節約能源	• 建議減少營業中部分商家大量使用室內光源 • 建議減少營業中部分商家大量使用室外頂棚光源 • 商家打烊休息後大都關閉光源，對於部分未熄燈商家，建議僅酌留安全燈光	• 住商混合的能源使用配置，在有限電力供應的前提下，鄰里民眾可以安心用電	• 省電節能 • 減少電力使用並應用於其他用途，間接產生經濟效益
社會效益	• 公園綠地使用光源提供民眾活動 • 銀行及郵局提款區持續使用光源 • 公車候車站及捷運出口豎立燈箱廣告光源 • 光源提供城鄉街區預防性治安安全，避免受到損害之負效益 • 住戶大樓景觀燈飾反應社會富裕繁榮 • 商家廣告光源反應社會經濟活動的能量 • 城市景觀燈飾反應城市意象	• 休閒與健康的照顧 • 保障人身安全 • 便利的生活圈	• 改善及提高在地居民生活品質 • 提高社區及城市居住認同感 • 維持社會治安安全 • 維護社會經濟發展
環境效益	• 環境背景平均垂直照度在第二時段降低 • 第二時段都市中區域環境光害降低	• 保護生理時鐘，保障睡眠的安穩 • 減低光滋擾及不舒適效應	• 減少光害污染，改善區域環境，推動社區綠色居家環境 • 省電節能並減少碳排放，展開全民綠生活環境

第四章、加強光污染管理，及進行 光污染陳情案件研析

工作成果摘要

本章說明本計畫於執行期間，依據近 3 年光污染陳情案件，進行光污染源類型分析及光污染改善可行性研析；針對光污染干擾影響較嚴重之個案或地區進行至少 3 件案件調查，進行實地光污染源之亮度與照度之現場量測作業，並依實地調查結果研提改善方式

第四章 加強光污染管理，及進行光污染陳情案件研析

依照工作項目需求，本年度依據近 3 年光污染陳情案件，進行光污染源類型分析及光污染改善可行性研析；針對光污染干擾影響較嚴重之個案或地區進行至少 3 件案件調查，進行實地光污染源之亮度與照度之現場量測作業，並依實地調查結果研提改善方式。

4.1 依據近 3 年光污染陳情案件，進行光污染源類型分析及光污染改善可行性研析

本計畫持續蒐集全國各地方政府環保局 109 年的光污染陳情案件資料，並依據近 3 年陳情案件進行光污染源類型分析及光污染改善可行性研析。

4.1.1 光污染陳情案件蒐集

民眾大都透過地方機關陳情光污染案件，依公害糾紛處理法第 2 條第 1 項規定內容，光害尚非屬於該法規所規範之污染性公害，環保署的公害污染陳情系統亦無提供類別可選填，故光污染陳情案件資料，自 102 年至今按年蒐集，各年度請各地方環保局填報。

一、陳情案件填報

107~109 年各縣市填報案件數，經彙整統計如表 4.1.1，各年陳情案件均達 300 件，總計 1,114 件，集中發生於 6 都，約占八成，而南投縣、彰化縣、嘉義縣、金門縣及連江縣等 5 縣市，近 3 年均未有民眾陳情光污染案件。本團隊參照以往填報資料格式，製作工作表單如圖 4.1.1-1，提供縣市環保局人員進行填報作業。

流水號	案件編號	日期	陳情地點	陳情/受影響情形	處理過程及結果	大分類	細分類	重複陳情 (是/否/0)
						1.LED類廣告 2.非LED類廣告 3.非廣告類 4.反射類	1-1 LED看板(多媒體看板、跑馬燈) 1-2 LED字幕及招牌字 1-3 LED閃爍式組合燈 2-1 燈箱式看板 2-2 霓虹燈看板 2-3 投光燈看板 2-4 未知的廣告招牌 3. 反射類 4-1 投光照明燈(停車場、運動場所) 4-2 路燈 4-3 裝飾燈 4-4 警示燈(航空用、車道、...) 4-5 其他類(室內燈光、雷射、...) 4-6 無法分類	
1								
2								

處理方式(請勾選)										受影響之不適情形				受干擾情形		
建議業者改善 (如：調整燈光方向與 調整時間)	與店家 連繫後 店家承諾改善 亮度或閃爍	環保稽查 處理	改由工務局或 建管處處理	請光源 主管機關處理	陳情人不願 遷移或已 遷移未結案	陳情人自行 處理或已 無該事實	屬於室內 燈光無法 可管	其他 請說明	過亮或 刺眼	閃爍	過亮及 閃爍	其他	可能影 響行車 安全	影響住 家	其他	

圖 4.1.1-1 陳情案件填報表單

表 4.1.1 107~109 年光污染陳情案件統計

環保局	總計	107 年	108 年	109 年
總計	1 114	374	307	433
6 都合計	944	317	243	384
結構比 (件數/總件數)	84.74	84.76	79.15	88.68
臺北市	357	239	82	36
新北市	205	12	3	190
桃園市	46	5	14	27
臺中市	237	43	109	85
臺南市	68	6	27	35
高雄市	31	12	8	11
3 市合計	76	22	31	23
結構比 (件數/總件數)	6.82	5.88	10.10	5.31
基隆市	44	12	14	18
新竹市	27	10	13	4
嘉義市	5	-	4	1
13 縣合計	94	35	33	26
結構比 (件數/總件數)	8.44	9.36	10.75	6.01

環保局	總計	107 年	108 年	109 年
新竹縣	58	22	25	11
苗栗縣	7	3	3	1
南投縣	-	-	-	-
彰化縣	-	-	-	-
雲林縣	1	-	-	1
嘉義縣	-	-	-	-
屏東縣	12	2	2	8
宜蘭縣	3	1	1	1
花蓮縣	9	6	-	3
臺東縣	2	1	-	1
澎湖縣	2	-	2	-
金門縣	-	-	-	-
連江縣	-	-	-	-

二、陳情案件地址正規化

考量之前陳情案件地址資料填寫上的不完整、街道路名紛紜差異，舉例如未填加縣市別、以商號代之、「台/臺」、「五段/5段」、「8-6/8之6」、「号/號」、「9F/9樓」等，又為便利後續查找或進行篩選統計分析等運用，如針對某地區或特定街道上的陳情案件數量進行統計，今年度本團隊針對蒐集到的陳情案件進行地址正規化，統一資料格式，建置成資料庫的樣態，地址正規化前後資料樣態比較，如圖 4.1.1-2。

地址正規化是參照基準資料，把一個輸入的地址，校正成為一個基準資料中的標準地址。針對光污染陳情案件地址欄資料，本計畫分切的階層包括有：縣市別、行政區、路/街/道、巷、弄、號、樓等，分別給予資料表專一欄位，正規化後的資料可提供各種加值運用，至案件完整地址可串接各地址階層即得。

回報地址	地址正規化							
	完整地址	地址階層						
		縣市	行政區	路/街/其他	巷	弄	號	樓
北投區承德路7段400號	台北市北投區承德路七段400號	台北市	北投區	承德路七段			400	
文山區興隆路3段64號	台北市文山區興隆路三段64號	台北市	文山區	興隆路三段			64	
本市永康區永大一路75號	台南市永康區永大一路75號	台南市	永康區	永大一路			75	
東區崇善13街9號	台南市東區崇善十三街9號	台南市	東區	崇善十三街			9	
歡樂牛排(忠孝路640之3號)	嘉義市東區忠孝路640-3號	嘉義市	東區	忠孝路			640-3	

圖 4.1.1-2 地址正規化前後資料樣態比較

4.1.2 光污染源類型分析及光污染改善可行性研析

本計畫依今年蒐集到的 109 陳情案件，合併去(109)年計畫成果中的 107、108 年資料，彙整後進行統計分析，進行案件相關題項整理，製作統計圖表。統計分析項目列舉如下：

1. 光源類別(廣告類、非廣告類、反射類)分縣市比較
2. 民眾描述之可能引起不舒適情形(閃爍或過亮)分縣市比較
3. 民眾描述之可能干擾情形(用路人或住家)分縣市比較
4. 重複陳情案件分縣市統計
5. 陳情案件處理情形統計

一、光源類別分縣市比較

光源類別分為廣告類、非廣告類及反射類。廣告類包括多媒體看板、燈箱式看板、投光燈看板、LED 組合燈等；非廣告類包括路燈、投光照明燈、裝飾燈等；反射類如玻璃帷幕外牆反射、太陽能反射、鐵皮屋頂反射等。

(一) 6 都光源類別分析

6 都的光源類別分析如表 4.1.2-1、圖 4.1.2-1 所示，6 都均以廣告類的陳情比例最高，皆達 55%以上，臺中市更達 86%。

表 4.1.2-1 6 都 107~109 年光污染陳情案件光源類別分析

	總計	廣告類 (占比)	非廣告類 (占比)	反射類 (占比)
臺北市	357	200 (56%)	123 (34%)	34 (10%)
新北市	205	115 (56%)	71 (35%)	19 (9%)
桃園市	46	29 (63%)	17 (37%)	-
臺中市	237	205 (86%)	23 (10%)	9 (4%)
臺南市	72	46 (64%)	25 (35%)	1 (1%)
高雄市	31	20 (65%)	9 (29%)	2 (6%)

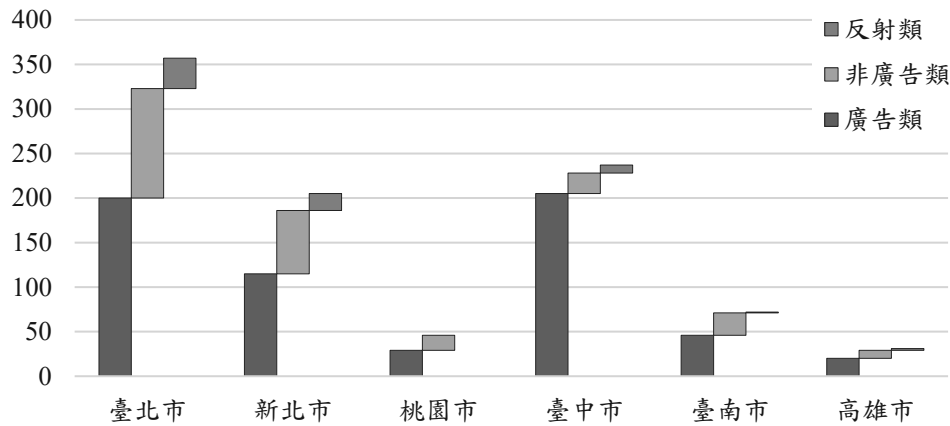


圖 4.1.2-1 6 都 107~109 年光污染陳情案件光源類別分析

(二) 6 都外陳情案件總數大於 10 件的縣市光源類別分析

107~109 年光污染陳情案件數大於 10 件的地方，除 6 都外，為基隆市、新竹市、新竹縣、屏東縣 4 縣市，此 4 縣市光源類別的陳情比例亦以廣告類為最高，皆達 65% 以上，光源類別分析如表 4.1.2-2、圖 4.1.2-2 所示。

表 4.1.2-2 6 都外 107~109 年光污染陳情案件數大於 10 件的縣市光源類別分析

	總計	廣告類 (占比)	非廣告類 (占比)	反射類 (占比)
基隆市	44	44 (100%)	-	-
新竹市	27	22 (82%)	3 (11%)	2 (7%)
新竹縣	58	40 (69%)	15 (26%)	3 (5%)
屏東縣	12	10 (83%)	2 (17%)	-

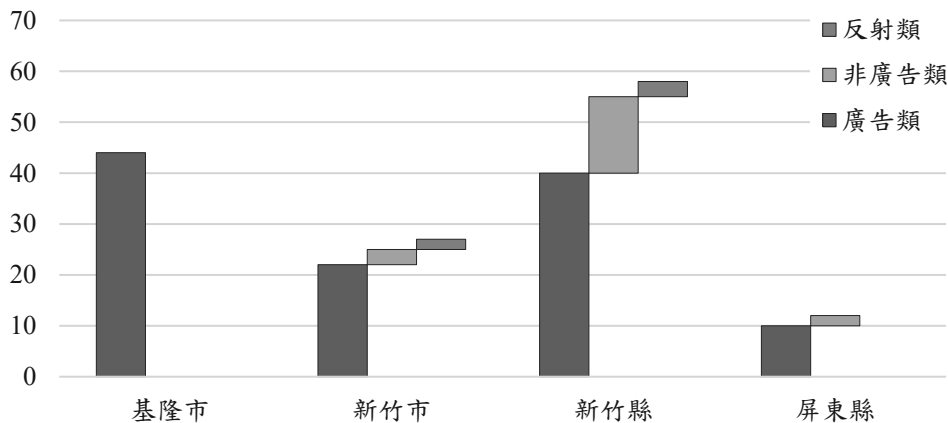


圖 4.1.2-2 6 都外 107~109 年光污染陳情案件數大於 10 件的縣市光源類別分析

二、可能引起不舒適情形

光源引起的可能不舒適情形，如表 4.1.2-3、圖 4.1.2-3 所示，陳情民眾表示主要原因為過亮(刺眼)、閃爍、過亮(刺眼)及閃爍，多數造成不舒適感係因為過亮(刺眼)，占陳情案件數 66%，各縣市陳情民眾的表示一致。

表 4.1.2-3 107~109 年陳情案件光源可能引起不舒適情形

	過亮(刺眼)	閃爍	過亮(刺眼)及閃爍	其他	未說明
總計	739	72	170	17	119
臺北市	220	33	43	8	52
新北市	152	13	16	-	24
桃園市	27	-	1	-	18
臺中市	149	13	74	1	-
臺南市	35	4	29	4	1
高雄市	23	4	1	-	3
基隆市	44	-	-	-	-
新竹市	23	3	1	-	-
嘉義市	4	1	-	-	-
新竹縣	35	-	1	1	21
苗栗縣	6	-	-	-	-
雲林縣	-	-	1	-	-
屏東縣	9	1	2	-	-
宜蘭縣	2	-	-	1	-
花蓮縣	9	-	-	-	-
臺東縣	1	-	1	-	-
澎湖縣	-	-	-	2	-

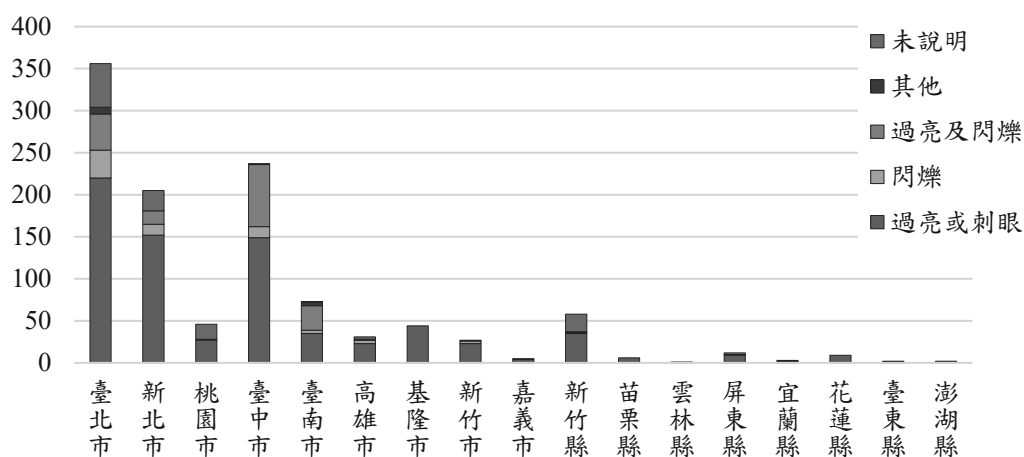


圖 4.1.2-3 107~109 年陳情案件光源可能引起不舒適情形

三、可能受干擾情形

根據民眾所述，可能受干擾情形大致分為影響行車安全及影響住家生活品質二大項，二者各占陳情案件數之 21%、58%。依各縣市民眾所述，統計如表 4.1.2-4、圖 4.1.2-4 所示，可以看出民眾一般訴求以住家生活品質受到影響為主。

表 4.1.2-4 107~109 年陳情可能受干擾情形

	可能影響行車安全	影響住家	其他	未說明
總計	230	646	31	226
臺北市	47	232	21	60
新北市	20	134	2	50
桃園市	1	18	-	27
臺中市	110	136	1	-
臺南市	28	42	1	1
高雄市	1	8	-	22
基隆市	-	44	-	-
新竹市	5	12	1	9
嘉義市	2	2	-	1
新竹縣	-	5	-	53
苗栗縣	2	2	-	2
雲林縣	1	-	-	-
屏東縣	7	3	2	-
宜蘭縣	-	2	1	-
花蓮縣	5	5	-	-
臺東縣	1	1	-	1
澎湖縣	-	-	2	-

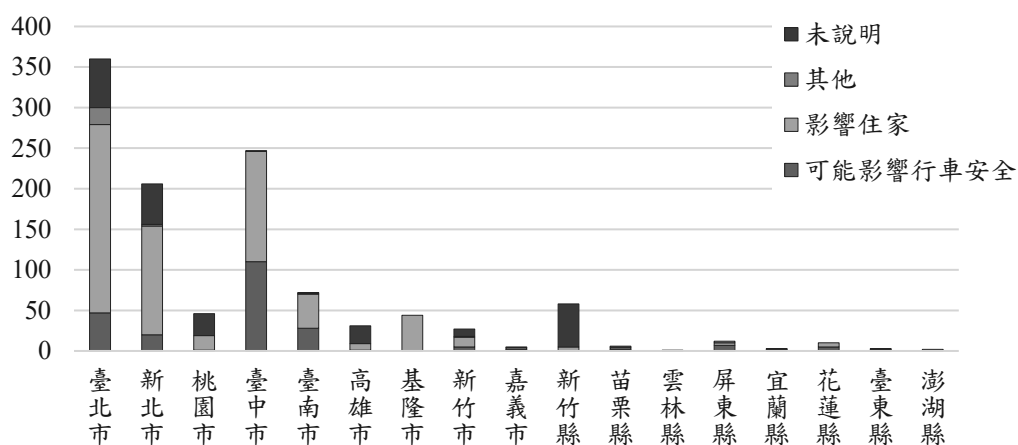


圖 4.1.2-4 107~109 年陳情可能受干擾情形

四、重複陳情情形

107~109 年光污染陳情案件中共計 130 處被重複陳情，分別發生在臺北市、新北市、桃園市、臺中市、臺南市、高雄市、基隆市、新竹市、嘉義市、新竹縣、屏東縣及澎湖縣等 12 縣市。重複陳情較常發生在都市，6 都均有此現象，臺北市有 38 處，新北市、臺中市亦有 25 處，3 市重複陳情案件數占比為 68%，如表 4.1.2-5。重複陳情案件中，廣告類光源類型占近 7 成，主要發生在臺中市、臺北市及新北市，非廣告類光源類型占 25%，主要發生在臺北市及新北市，如表 4.1.2-6、圖 4.1.2-5。

表 4.1.2-5 107~109 年重複陳情情形

	重複陳情(處)	最大重複次數(次)		重複陳情(處)	最大重複次數(次)
臺北市	38	12	新北市	25	4
桃園市	5	3	臺中市	25	6
臺南市	9	7	高雄市	2	2
基隆市	8	4	新竹市	4	3
嘉義市	1	2	新竹縣	10	7
屏東縣	2	2	澎湖縣	1	2

表 4.1.2-6 重複陳情案件光源類型

	總計	廣告類	非廣告類	反射類
總計	130	90 (69%)	33 (25%)	7 (6%)
臺北市	38	21 (16%)	13 (10%)	4 (3%)
新北市	25	14 (11%)	9 (7%)	2 (2%)
桃園市	5	3 (2%)	2 (2%)	-
臺中市	25	24 (18%)	-	1 (1%)
臺南市	9	7 (5%)	2 (2%)	-
高雄市	2	1 (1%)	1 (1%)	-
基隆市	8	8 (6%)	-	-
新竹市	4	3 (2%)	1 (1%)	-
嘉義市	1	1 (1%)	-	-
新竹縣	10	6 (5%)	4 (3%)	-
屏東縣	2	2 (2%)	-	-
澎湖縣	1	-	1 (1%)	-

說明：括弧中數字為占重複陳情總數之百分比。

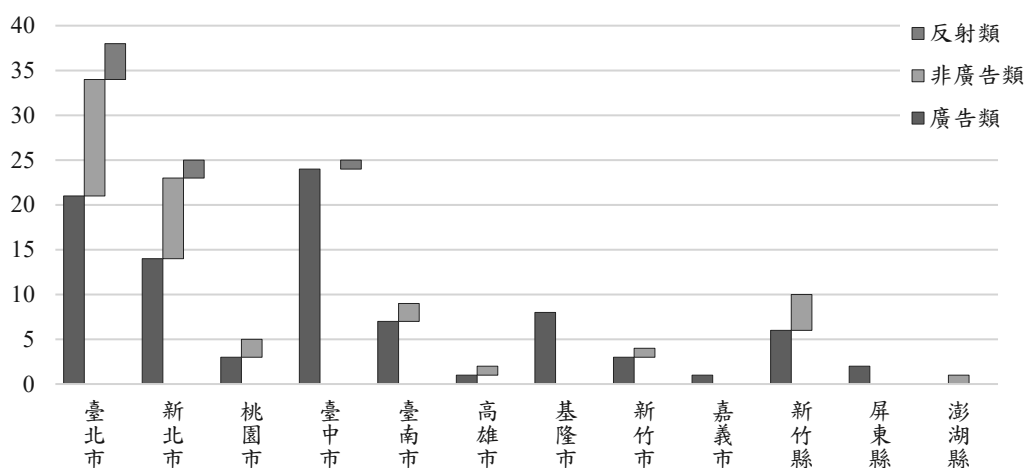


圖 4.1.2-5 重複陳情案件光源類型

五、陳情案件處理情形

光污染陳情案件的處理，接獲案件的單位派員至現場進行勘查，偶有偕同相關單位人員或陳情人一同前往現場，了解光污染影響情形，並對業者說明相關事宜。

案件多以勸導方式請業者進行光源改善措施，包括進行維修與相關調整，如亮度、角度、使用時間、閃爍情形或增加遮罩等。光源使用者經勸導改善後，承諾進行改善店家約有 35%，完成改善店家約 8%，無相關後續說明情形計 308 件占 57%，如表 4.1.2-7、圖 4.1.2-6。再進一步就前段統計之重複陳情情形比較觀察，可以推想，雖案件處理情形記錄為無相關後續說明情形，但大多數光源使用者應已有採取相關改善措施。

如案件光源不屬於受理單位所管，則將案件轉至該光源主管單位進行後續相關處理。部分案件為存參，無須進行後續相關處理，原因包括有雙方已進行溝通、已無光污染事實等。

表 4.1.2-7 107~109 年陳情案件處理情形

	勸導改善	承諾改善	已完成改善	無相關後續說明	案件存參	已/查無光污染事實	其他
總計	541	188	45	308	45	40	64
臺北市	172	40	20	112	16	9	26
新北市	61	1	2	58	18	19	27
桃園市	19	10	4	5	-	2	1
臺中市	39	25	6	8	5	2	5
臺南市	65	57	1	7	2	1	-
高雄市	29	3	4	22	-	-	2
基隆市	43	1	1	41	1	-	-
新竹市	25	1	1	23	2	-	-
嘉義市	4	3	1	-	-	-	1
新竹縣	57	41	3	13	-	1	-
苗栗縣	3	1	-	2	1	3	-
雲林縣	1	1	-	-	-	-	-
屏東縣	12	1	-	11	-	-	-
宜蘭縣	2	-	-	2	-	1	-
花蓮縣	7	1	2	4	-	2	-
臺東縣	2	2	-	-	-	-	-
澎湖縣	-	-	-	-	-	-	2

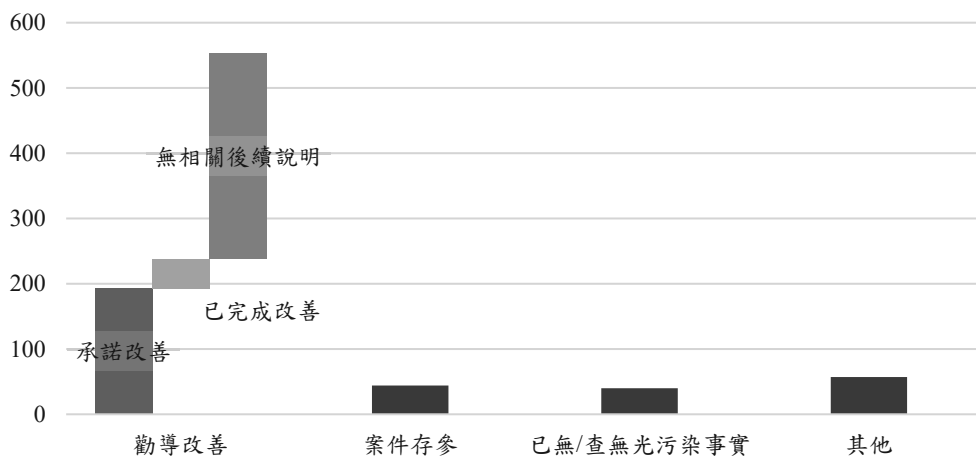


圖 4.1.2-6 107~109 年陳情案件處理情形

4.2 針對干擾影響較嚴重之個案/地區，實地進行光污染案件調查，並研提改善方式

不當的照明設計與過度使用，不僅無法提升夜間光環境的品質，反而會造成光污染，以致干擾用路人，也影響鄰近住戶夜晚的生活品質。近年來國人向環保署及地方環保單位反映，光源過亮或閃爍情形引致不舒適，住家生活品質及行車安全受到光污染影響。光污染陳情案件數每年約為 3 百餘件，其中亦包含有重複陳情情形，本計畫依工作項目將挑選 3 件干擾影響較明顯之個案或地區進行案件調查，包括執行實地量測及研提改善方式，作業流程如圖 4.2。

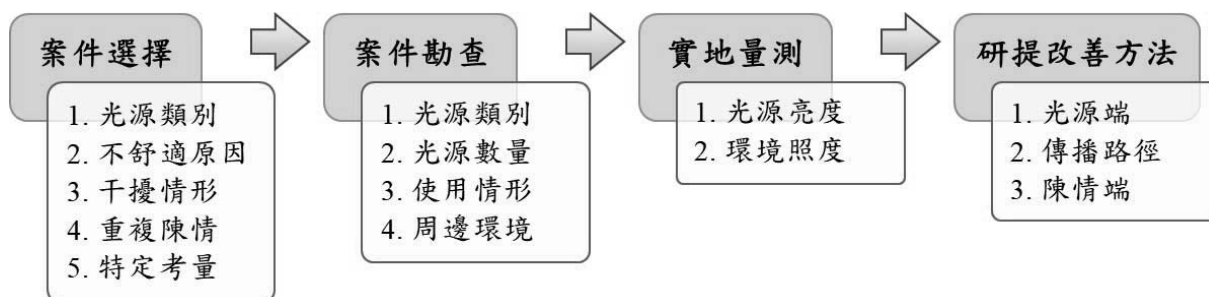


圖 4.2 光污染案件實地調查作業流程

一、選擇案件調查對象

就 106~108 年各縣市陳情案件，依各縣市陳情數、光源類別、引致不舒適原因、造成干擾情形及重複陳情等條件進行考量，或可針對特定關注光源予以選擇，篩選出待選定之案件。

二、進行案件勘查

對待選定之案件進行現地勘查，對光源類別、光源數量、使用情形、現況與周遭環境等進行調查，並予以紀錄，製作案件資訊表，3 件案件調查對象經與環保署討論後選定。

三、進行實地量測

對選定案件之光源及光環境進行亮度及照度量測，規劃可於光源未使用時亦對光環境進行照度量測，製作案件檢測記錄表，量測方法參照「光污染管理指引」。

四、研提改善方法

照明應著重於提供優質舒適的視覺光環境，夜景景觀照明與商業廣告照明的過量與過亮、路燈配置或維護不當，反而成為影響人、動植物與生態的光污染，發光類的光污染源，可以最直接的調整亮度或是更換光源燈具以降低其刺眼過亮之影響，或是以調整方向、採用間接照明、加裝遮光罩等方式減輕其影響。不同光污染源可以採行不同方法減輕其對周遭之影響，又如反射光的減少，反射物件如金屬雨遮、玻璃帷幕及淺色外牆等，可藉由更換材質進行改善，如選用霧面材質、灰色覆蓋等，既有建物可加裝遮蔽物如黑色紗網或消光貼紙予以改善，或是由受影響戶採取因應方式，如加裝遮蔽布簾。光污染之改善，從光源端、傳播路徑及陳情端均可以有所調整因應，將在勘查後對個案件提出合適的改善方式。

4.2.1 調查案件選擇並進行勘查

106~108 年光污染陳情案件中，以地址正規化後之案件資料進行統計，計有 126 處被重複陳情，如表 4.2.1，分別發生在 6 都及基隆市、新竹市、嘉義市、新竹縣、屏東縣、澎湖縣等 6 縣市。重複陳情案件較常發生在都市，臺北市有 69 處，臺中市亦有 17 處，其原因或是都會區的光污染情形太過造成多人多次陳情，例如臺北市有 1 處重複陳情次數達 16 次，為大型多媒體廣告看板。

本計畫就重複陳情次數大於 3 次之陳情案件，依光源類別條件進行考量，選擇「多媒體看板」光源類型，後續進行實地量測 3 處光污染案件調查對象，經與環保署討論後選定。

表 4.2.1 106~108 年重複陳情情形

縣市別	重複位置(處)	最大重複次數(次)	縣市別	重複位置(處)	最大重複次數(次)
臺北市	69	16	新北市	2	2
桃園市	2	3	臺中市	17	5
臺南市	5	7	高雄市	3	2
基隆市	5	3	新竹市	8	3
嘉義市	2	2	新竹縣	11	7
屏東縣	1	2	澎湖縣	1	2

4.2.2 進行實地量測

本團隊由 106~108 年各縣市重複陳情案件中，篩選多媒體看板光源類型共 4 案件，經與環保署討論後，選定 3 處作為案件調查對象，並進行實地量測，3 處案件如下：

- 多媒體看板 1
- 多媒體看板 2
- 多媒體看板 3

一、量測方法

本計畫規劃於三個時段，分別為 19:00、21:30、23:00，各進行 1 次的光源亮度及環境照度量測。量測時使用亮度計 Konica Minolta LS-150，及照度計 Konica Minolta T-10A，儀器符合「光污染管理指引」中相關規定，量測儀器均架設於離地面高度 1.5 公尺到 1.7 公尺之間。

光源亮度量測依照「光污染管理指引」中量測方法，選定目標點，本次量測於多媒體看板上取中心點為目標點位進行量測。進行量測時，每 10 秒紀錄 1 筆最大亮度值，第一及第二時段，每點位每次取 21 筆數據資料，第三時段，每點位每次取 10 筆數據資料值。

環境照度於多媒體看板前方腹地選擇定點進行量測，本次量測自腹地邊界向內 1 公尺，以多媒體看板之寬幅選取其中點，並於正面及向上二方向架設 2 顆照度計。進行量測時，每 1 秒紀錄 1 筆照度值，同時取得正面垂直照度值及上方水平照度值，第一及第二時段，連續量測 20 分鐘，第三時段，連續量測 10 分鐘。

二、量測執行情形

本團隊實地量測 3 處多媒體看板，於 11 月 4 日量測看板一及看板二，如圖 4.2.2-1、圖 4.2.2-2，11 月 5 日量測看板三，如圖 4.2.2-4。3 處看板於運作狀態時播放影片及頁面廣告。

多媒體看板一第一時段為運作狀態，在 22 時左右，轉換為多媒體看板廣告業者之單一頁面廣告畫面，但於第二時段量測作業將近完成時，突然播放了 2 部影片，後又回復至廣告畫面，於 23 時關閉電源停止運作。

多媒體看板二第一時段為運作狀態，於 21 時 30 分左右，調整亮度畫面變暗，但仍持續播放影片及頁面廣告，於 23 時量測時也關閉電源停止運作。

多媒體看板三第一時段為運作狀態，但畫面亮度明顯調低，於 22 時關閉電源停止運作，故第三時段於 22 時進行量測。由於看板正下方之店家向外搭出遮陽(雨)棚，如圖 4.2.2-3，因遮蔽效果直接影響看板照度的量取，又因地處交通路口，來往車輛多，受到車輛燈光影響，並無法取得與關注光源有直接關係的數值，故未進行環境照度值(包含正面及上方垂直照度)之量測。



圖 4.2.2-1 多媒體看板一量測實景照

時段一



時段二



時段三



圖 4.2.2-2 多媒體看板二量測實景照



圖 4.2.2-3 多媒體看板三實景照

時段一



時段二



時段三



圖 4.2.2-4 多媒體看板三量測實景照

三、量測結果及說明

本次案件調查之光污染源為多媒體看板，3 處光源亮度量測結果如表 4.2.2-1、表 4.2.2-2，說明如下：

1. 光源亮度

多媒體看板一：第一時段播放動態廣告，在量測點位測量取得之最大亮度值之最大值，超過「光污染管理指引」所規範之商業區晚間 6 時至 11 時的曝露建議值 $1,000 \text{ cd/m}^2$ ，為 $1,416 \text{ cd/m}^2$ 。第二時段換為靜態廣告，廣告背景非高亮度之色調，測得之最大亮度未超過光曝露建議值，最大值 251.5 cd/m^2 。第三時段關注光源電源已關閉。

多媒體看板二：第一時段播放動態廣告，在量測點位測量取得之最大亮度值之最大值，高於 $1,000 \text{ cd/m}^2$ ，為 $2,541 \text{ cd/m}^2$ 。第二時段，看板調降亮度後持續有播放動態廣告，最大亮度有明顯下降，已低於商業區晚間 6 時至 11 時的曝露建議值，亦低於非商業區之規範 650 cd/m^2 ，最大值 190.7 cd/m^2 。第三時段關注光源電源已關閉。

多媒體看板三：第一時段有播放動態廣告，最大亮度未超過光曝露建議值的相關規定，最大值 114.6 cd/m^2 。第二時段未做任何調整，持續有播放動態廣告，最大值 129.3 cd/m^2 。關注光源電源於 22:00 時關閉。

表 4.2.2-1 光源亮度量測值資料表

	光源最大亮度最大值(cd/m^2)		
	19:00	21:30	23:00
多媒體看板一	1,416	251.5	0.186
多媒體看板二	2,541	190.7	0.315
多媒體看板三	114.6	129.3	0.192

表 4.2.2-2 光源亮度量測結果資訊表

縱軸單位：cd/cm ²			
	時段一	時段二	時段三
多媒體看板一			
多媒體看板二			
多媒體看板三			

2.環境照度

環境照度量測時易受到周遭其他光源干擾，影響因子多，如一樓店家的室內照明及頂棚照明、門楣招牌、路過的行人、車道車輛燈光、公車側邊的顯示屏幕、於人行道騎行之摩托車的車頭燈等。環境照度量測結果如表 4.2.2-3、表 4.2.2-4。

多媒體看板一之主要影響因子有二，關注光源至一樓平面中間有 2 個門楣招牌，一樓有店家的室內照明。第二時段量測時，有 1 門楣招牌已關閉，第三時段量測時，另 1 門楣招牌已關閉，一樓店家正在打掃，關閉部分室內照明。第一時段及第二時段同時受到二因子影響，但上方水平照度及垂直照度呈現的變化一致，最大值分別為 302lx、258.6lx，第二時段換為靜態廣告，廣告背景非高亮度之色調，二方向照度值均有明顯下

降且均勻，最大值分別為 33.1lx、37.3lx，當突然播放 2 段影片時，上方水平照度及垂直照度之環境照度數據，同時也測得突然上升的變化情形，最大值分別為 247.4lx、200.7lx，第三時段關注光源已關閉電源，量測結果可以呼應店家關閉部分室內照明。

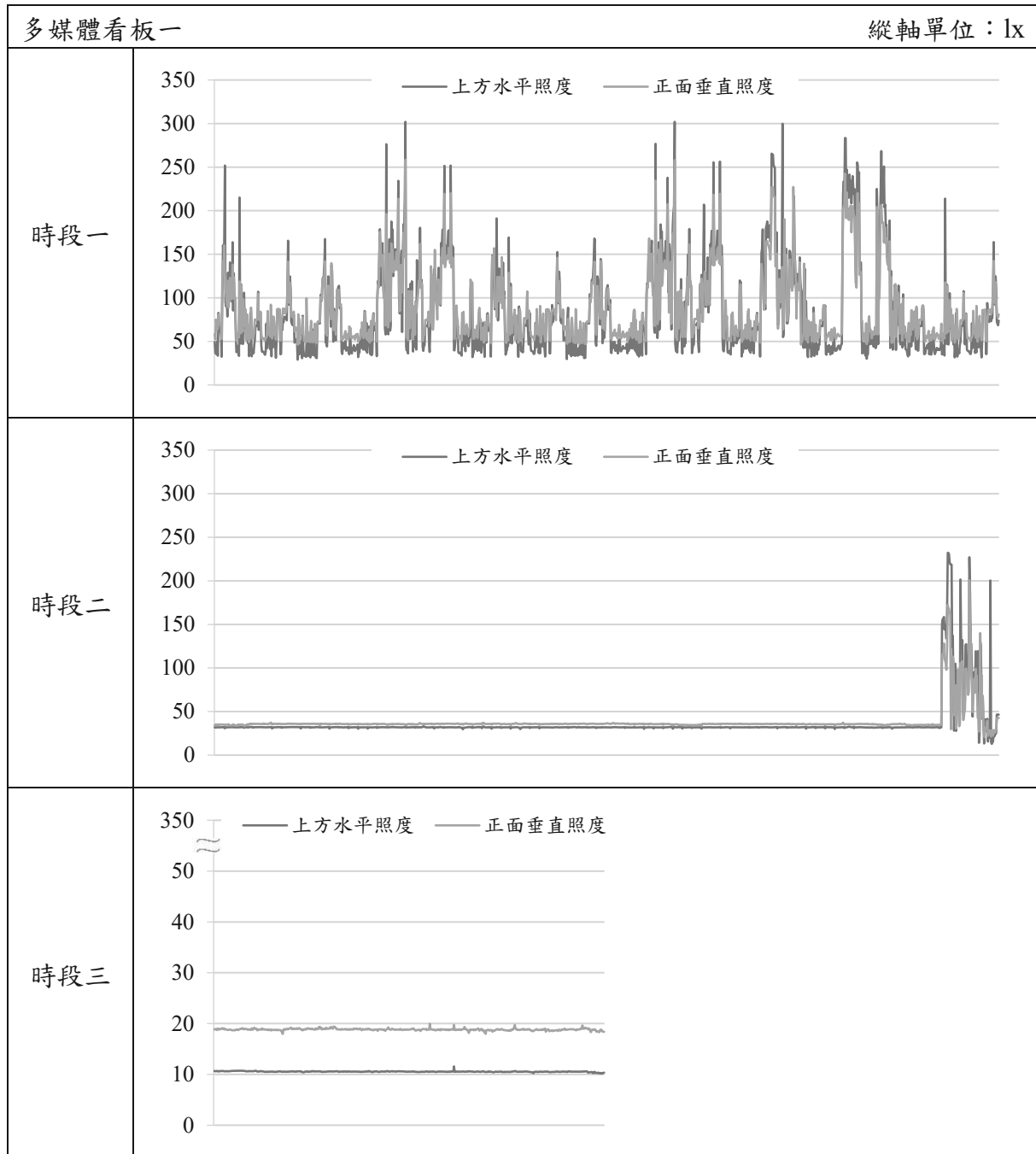
多媒體看板二之影響因子有二，一樓有店家的室內及室外頂棚照明，偶有騎行於人行道上欲尋找停車位之摩托車的車頭燈。第一時段，受一樓店家影響，上方水平照度小於正面垂直照度，但呈現的變化一致，最大值分別為 611lx、925lx，第二時段因看板調整亮度，其下方之一樓店家拉下鐵門，二方向照度值均有明顯下降，最大值分別為 83.7lx、99.8lx，第三時段關注光源已關閉電源，騎樓之頂棚照明未關閉，上方水平照度略高於正面垂直照度。

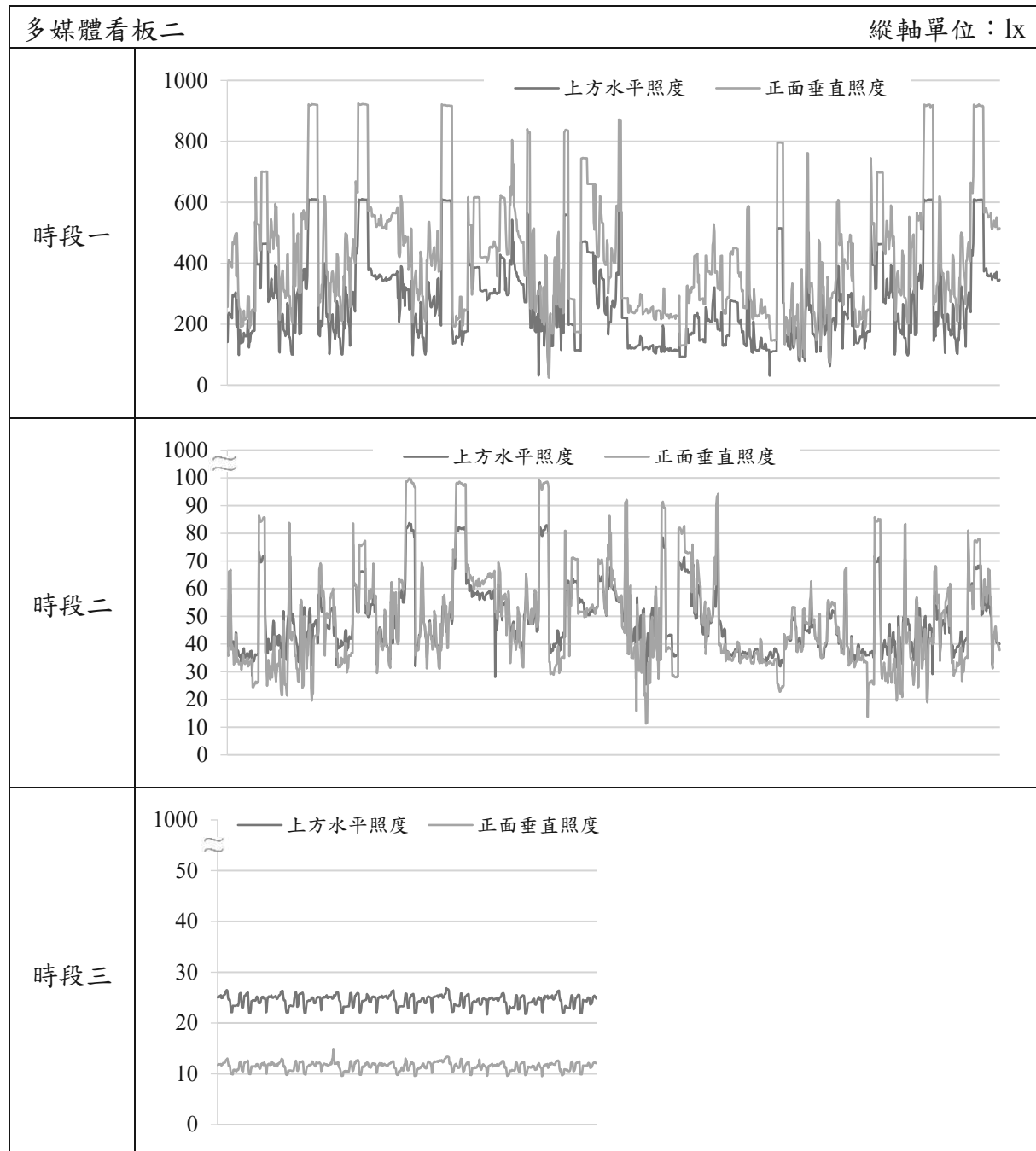
表 4.2.2-3 環境照度量測值資料表

	時段	上方水平照度(lx)			正面垂直照度(lx)		
		平均值	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值
多媒體看板 一	19:00	83.13	29	302	86.81	46.3	258.6
	21:30	37.89 (31.89)	12.85 (29.6)	247.4 (33.1)	39.23 (35.58)	20.58 (33.2)	200.7 (37.3)
	23:00	10.55	9.92	11.57	18.85	17.97	20.37
多媒體看板 二	19:00	272.86	30.8	611	424.15	24.8	925
	21:30	48.51	25.4	83.7	48.84	11.27	99.8
	23:00	24.40	21.67	26.87	11.49	9.51	14.91

說明：多媒體看板一 21:30 時段，括號中的統計數值未包含突然播放影片之量測值

表 4.2.2-4 環境照度量測結果資訊表





4.2.3 研提改善方式

數位電子看板(Digital Signage)是一種全新的顯示器管理設備，又可以稱為數位看板、多媒體看板，結合訊息、影音、廣告、圖片、文字跑馬燈等資訊，以數位影像動態顯示內容的設備。多媒體數位看板具有大尺寸螢幕展示、視角大可視距離遠等特點，視覺效果佳，可更好的達到廣告目的。本計畫3處看板均設置在主要交通道路口，於運作狀態時播放影片及頁面廣告，有民眾陳情干擾用路人，也影響鄰近住戶夜晚的生活品質。

針對多媒體看板光污染源，討論減輕其影響的改善方式，說明如下：

一、亮度源頭管理

3 處實地量測結果顯示，第一時段 3 處看板均為運作狀態，播放影片及頁面廣告，看板三最大亮度值明顯較低於看板一及看板二，且符合光污染管理指引光曝露建議值的相關規定，亮度源頭管理可以最直接的透過面板控制器調整亮度，減輕其刺眼過亮之影響，由此延伸，可要求傳播相關業者配合，及可要求未來的燈源需要具備可以調整亮度的性能。另一方面，也可以從看板顯示的內容著手，儘量減少播放影片及頁面中之白色面積，於影片製作時即給予要求。

二、看板運作時間

本計畫 3 處案件調查對象，看板一及看板二於 23 時關閉，與現行光污染管理指引分時管理的定義時間相應，看板三則更早於 22 時關閉，恢復用路人與鄰近居民靜好的夜晚。由此觀之，請業者配合改善的做法具有效果，可以參考其可行性。

三、傳播途徑遮蔽阻隔

光污染之改善，從光源端、傳播路徑及陳情端均可以有所調整因應，看板三由於看板正下方之店家向外搭出遮陽(雨)棚，對關注光源產生遮蔽效果，由此獲得傳播途徑遮蔽阻隔的驗證。對於多媒體看板光源影響的改善，可在適當處如其上方及下方配置遮罩，阻隔或減低照射亮度、向上光及溢散光，減少對用路人與鄰近居民，以及天空的影響。

4.2.4 光污染民眾陳情量測

關於有民眾向環保署陳情光污染情形，本團隊依設計完成「光污染陳情量測作業流程」，如圖 4.2.4，配合環保署需求，快速、妥善處理以回應陳情民眾。陳情案件之檢測方法參照 109 年函頒「光污染管理指引」中之量測方法。

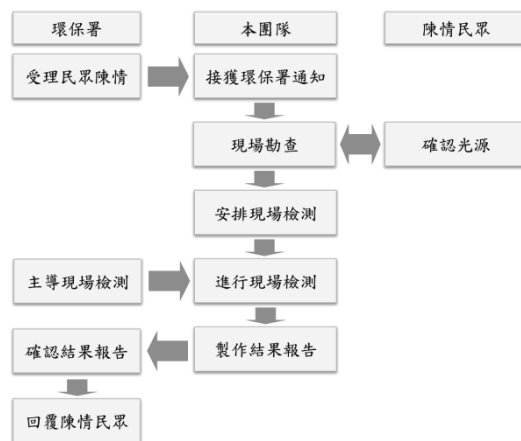


圖 4.2.4 光污染陳情量測作業流程圖



第五章、協助機關推動光污染管理 指引，及增進縣市環保局陳情案件 處理能量相關事宜

工作成果摘要

本章說明協助推動光污染管理指引，協助辦理 3 場次光污染管理教育訓練說明會。

第五章 協助機關推動光污染管理指引，及增進縣市環保局陳情案件處理能量相關事宜

依照工作項目需求，本年度將協助推動光污染管理指引，辦理 3 場次光污染管理教育訓練說明會。

環保署於 109 年 3 月 19 日函頒「光污染管理指引」，指引中訂立光曝露建議值及光污染源亮度及照度量測方法。辦理光污染管理教育訓練說明會，以推廣光污染防治及量測方法，增進縣市環保局對光污染管理之瞭解，及增進縣市環保局陳情案件處理能量。

5.1 會議辦理流程

會議中將說明環境中光污染與管理現況、陳情案件處理與光污染防治及改善方法，並提供各環保局檢測作業執行上有關量測程序步驟、儀器操作及注意事項等實務。縣市環保局透過對光污染源亮度及光環境照度進行量測，再與目的事業主管機關協調，可對光源端進行改善調整，並協助以使民眾瞭解問題，從而尋求防護及紓解方法，有效解決問題。

考量 COVID-19 新冠肺炎疫情因素，配合中央疫情流行指揮中心防疫配套措施相關規定，會議辦理規劃新增網路視訊連線的方式。會議辦理作業流程如圖 5.1，說明如下：

一、擬定說明會時間與講師名單

環保署初步擬訂會議之時間與講師名單，由本團隊協助與講師聯繫可參與會議之時間，回復環保署。有關會議課程內容設計包含光污染管理現況、光污染知識(如光污染來源、量測方法與防護改善方法)、陳情案件處理方式及實作演練。

二、訂定說明會時間及地點或辦理方式

因應 COVID-19 新冠肺炎疫情防疫，配合中央疫情流行指揮中心配套措施相關規定，會議可能採以網路視訊連線方式辦理，考量本計畫說明會課程主旨包含量測實務的儀器操作，將隨時評估疫情及中央疫情流行指揮中心相關規定，與環保署確

認會議辦理方式與訂定辦理時間，本團隊將通知講師，並聯繫講師提供會議課程講義。

三、發文通知縣市環保局與相關部會機關

環保署發文通知縣市環保局光污染管理教育訓練說明會舉辦之時間及地點或辦理方式，由本團隊協助彙整與會報名名單，以及講師提供之課程講義。

四、召開會議

環保署主辦光污染管理教育訓練說明會，說明會舉辦當日，本團隊依會議辦理方式執行下列工作事項：

(一)實體會議

協助於會前完成場地布置與軟硬體設備之確認，由專人負責與會人員之報到手續、發給課程講義及問卷等，並協助會議時間流程控管，以順利完成會議。

(二)線上會議

會議召開前先通知報名學員網路連線平臺及注意事項，將簽到表、問卷等各項轉製的表單置放於網路上提供與會人員，完成網路連線品質、視訊畫面及聲音等軟硬體設備之確認，並協助與會人員完成線上簽到手續，在獲得講師同意後將講義放至雲端提供與會者限時下載，並協助維持會議時間流程控管，以順利完成會議。

五、成果報告

本團隊利用問卷進行各項資料調查，其內容包含與會學員對於課程設計、講義編排、場地設備或連線品質、講師授課方式、會議安排與服務、課程長度等相關資料，經回收、彙整並分析問卷，以瞭解會議辦理之效益，以及本次活動待改進之處，提供未來執行計畫之參考。會後問卷如表 5.1。

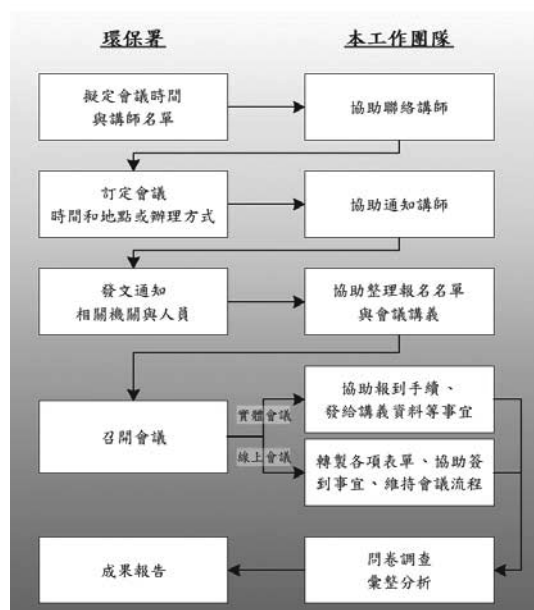


圖 5.1 協助機關辦理說明會議作業流程

表 5.1 管理教育訓練說明會問卷調查表

110 年光污染管理教育訓練說明 學習成果調查問卷

主辦單位：行政院環境保護署

執行單位：千一科技股份有限公司

地點：

時間：

1. 請問您有無曾經受理光污染陳情案件？ ☐有，請接續填寫 ☐無，請跳至第 4 題作答

2. 請問您曾經受理陳情案件的光污染源有那些類型？

- | | | |
|---|---------------------------------------|--|
| ☐ (1) 燈箱式廣告、招牌 | ☐ (2) 投光式廣告、招牌 | ☐ (3) 跑馬燈式廣告、招牌 |
| ☐ (4) 閃爍式廣告、招牌 | ☐ (5) 多媒體廣告、招牌 | ☐ (6) 霓虹燈 |
| ☐ (7) 警示燈 | ☐ (8) 號誌燈 | ☐ (9) 路燈 |
| ☐ (10) 車輛燈光 | ☐ (11) 停車場照明燈光 | ☐ (12) 運動(球)場照明燈光 |
| ☐ (13) 反射光(帷幕大樓、太陽光電板) | | ☐ (14) 其他_____ |

3. 請問您在受理光污染陳情案件時有無遇到困難有那些？

- ☐有，請勾選下列選項 ☐無
- | | |
|---|---|
| ☐ (1) 到達現場時找不到光污染源 | ☐ (2) 到達現場時光污染源未運作 |
| ☐ (3) 不夠了解量測方法 | ☐ (4) 不夠了解儀器操作方式 |
| ☐ (5) 不夠了解改善方式與措施 | ☐ (6) 其他_____ |

4. 請問您認為今天「會議議程」最滿意的地方是？(可複選)

- | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|--|
| ☐ (1) 課程設計充實 | ☐ (2) 講義編排清楚 | ☐ (3) 場地設備完善/連線品質穩定 |
| ☐ (4) 講師授課方式豐富 | ☐ (5) 議程規劃流暢 | ☐ (6) 課程長度控制得宜 |
| ☐ (7) 都沒特別滿意 | ☐ (8) 其他_____ | |

5. 請問您認為今天「會議議程」是否需要改進之處？(可複選)

- | | | |
|---|---------------------------------------|--|
| ☐ (1) 課程設計不夠充實 | ☐ (2) 講義編排不夠清楚 | ☐ (3) 場地設備不夠完善/連線品質不佳 |
| ☐ (4) 講師授課方式較為艱深 | ☐ (5) 議程規劃不流暢 | ☐ (6) 課程長度控制不宜 |
| ☐ (7) 都很滿意 | ☐ (8) 其他_____ | |

6. 參加今日會議後，是否讓您對於下列各項有更加了解

(1) 完全了解 (2) 有比較了解 (3) 依舊不了解

- | | | | |
|---------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| (1) 光污染管理 | ☐ | ☐ | ☐ ，原因_____ |
| (2) 光污染量測作業方法 | ☐ | ☐ | ☐ ，原因_____ |
| (3) 改善方法與措施 | ☐ | ☐ | ☐ ，原因_____ |

6. 最後，您對本次說明會有其他的感想(覺)，或您認為可以改善的地方，請寫下您的寶貴意見

• 服務單位／姓名：

• 聯絡方式(E-mail／電話)：

• 您是否為貴單位負責本業務的承辦人：☐是 ☐否，承辦人：_____

～問卷結束 謝謝您的意見～

5.2 會議辦理現況

3 場次光污染管理教育訓練說明會，皆依「協助機關辦理會議作業流程」順利完成會議，辦理情況如表 5.2-1。

今年度 3 場次會議採統一報名，以利因應中央疫情指揮中心相關防疫(COVID-19 新冠肺炎)規定，先行了解各場次與會人數，確認會場大小是否合宜。學員可透過電話傳真、電郵信箱、線上表單三種管道報名參加。

於各場次會議辦理當日，本團隊協助會前的場地布置與確認現場軟硬體設備，由專人負責與會人員的報到手續、發給問卷等，並協助會議時間流程控制。

表 5.2-1 管理教育訓練說明會辦理概況

	場次	辦理時間	地點	與會人數(含工作人員)
1	高雄場	9 月 13 日	高雄商務會議中心	17
2	臺北場	9 月 28 日	台灣文創訓練中心 臺北長安館	16
3	臺中場	10 月 15 日	TWK 卓越商務中心 臺中場地	17

於各場次會議議程如表 5.2-2，今年度邀請臺灣科技大學電機工程系蕭弘清教授擔任講座，進行環境照明與光污染課程解說；「陳情案件處理與量測方法」課程，先對檢測作業執行過程之量測程序步驟、儀器操作及注意事項等實務進行說明，並設計「窗外路燈」及「燈箱」二模擬情境，進行實務操作示範。

表 5.2-2 管理教育訓練說明會議程

上午場	下午場	時間 長度	課程主題	主講人
08:30 ~ 09:00	13:30 ~ 14:00	30 分鐘	報到	
09:00 ~ 09:10	14:00 ~ 14:10	10 分鐘	長官致詞	環保署空保處
09:10 ~ 09:30	14:10 ~ 14:30	20 分鐘	環境中光污染與管理現況	環保署空保處
09:30 ~ 11:00	14:30 ~ 16:00	90 分鐘	環境照明與光污染	專家學者
11:00 ~ 11:10	16:00 ~ 16:10	10 分鐘	休息	
11:10 ~ 11:25	16:10 ~ 16:25	15 分鐘	光污染來源及管理	千一科技

11:25 ~11:50	16:25 ~ 16:50	25 分鐘	陳情案件處理與量測方法	千一科技
11:50 ~ 12:00	16:50 ~ 17:00	10 分鐘	綜合討論	環保署空保處 專家學者 千一科技
12:00 ~	17:00~	-	散會	

一、第一場次_高雄場

高雄場於 9 月 13 日下午假高雄商務會議中心(高雄市前鎮區中山二路 5 號 3 樓)四維廳辦理(圖 5.2-1)，參與本場次會議的單位包括有臺南市、高雄市、嘉義縣、屏東縣等地方環保局人員及其相關計畫委辦單位人員，與會人數共計 17 人。

二、第二場次_臺北場

臺北場次於 9 月 28 日上午假台灣文創訓練中心臺北長安館(臺北市中山區長安東路一段 27 號 2 樓)C206 教室辦理(圖 5.2-2)，參與本場次會議的單位包括有臺北市、新北市、桃園市、臺南市、基隆市、新竹縣、宜蘭縣等地方環保局人員及其相關計畫委辦單位人員，與會人數共計 16 人。

三、第三場次_臺中場

臺中場次於 10 月 15 日下午假 TWK 卓越商務中心臺中場地(臺中市區民族路 23 號 4 樓)401 教室辦理(圖 5.2-3)，參與本場次會議的單位包括有臺中市、臺南市、桃園市、新竹市、苗栗縣、南投縣、彰化縣、澎湖縣等地方環保局人員及其相關計畫委辦單位人員，與會人數共計 17 人。



圖 5.2-1 光污染管理教育訓練說明會_高雄場實景照片



圖 5.2-2 光污染管理教育訓練說明會_臺北場實景照片



圖 5.2-3 光污染管理教育訓練說明會_臺中場實景照片

5.3 會議辦理成果

3 場次的光污染管理教育訓練說明會，與會學員共計 37 人，會後收回問卷共計 37 份有效問卷，高雄場 12 份、臺北場 12 份、臺中場 13 份。問卷題目可分為「光污染陳情案件處理」、「會議整體滿意度」、「效益評估」三大部分，各項統計分析如下。

一、光污染陳情處理

問卷內容針對調查光污染陳情案件處理部分，分別設計有「是否有受理過光污染陳情案件」、「曾受理陳情案件的光污染源有哪些」、「受理光污染陳情案件時有無遇到困難、遇到何種困難」3 題目，步驟性的問答，除是非題外，以複選方式回饋。

共 26 位學員有受理過光污染陳情案件，占 71%(圖 5.3-1)，其中「曾受理陳情案件的光污染源」(圖 5.3-2)以「跑馬燈式廣告、招牌」、「閃爍式廣告、招牌」最多，各有 17 名，占 65.4%；「燈箱式廣告、招牌」次之，計 16 名，占有受理過光污染陳情案件學員的 61.5%。

在 26 位有受理過光污染陳情案件的學員中，有 9 位表示受理光污染陳情案件時沒有遇到困難，有遇到困難的計 17 位，占 65.4%(圖 5.3-1)，在「遇到何種困難」的選填情形(圖 5.3-3)，以「到達現場時光污染源未運作」最多，計 11 名，占 64.7%；以「不夠了解量測方法」次之，計 5 名，占 29.4%。

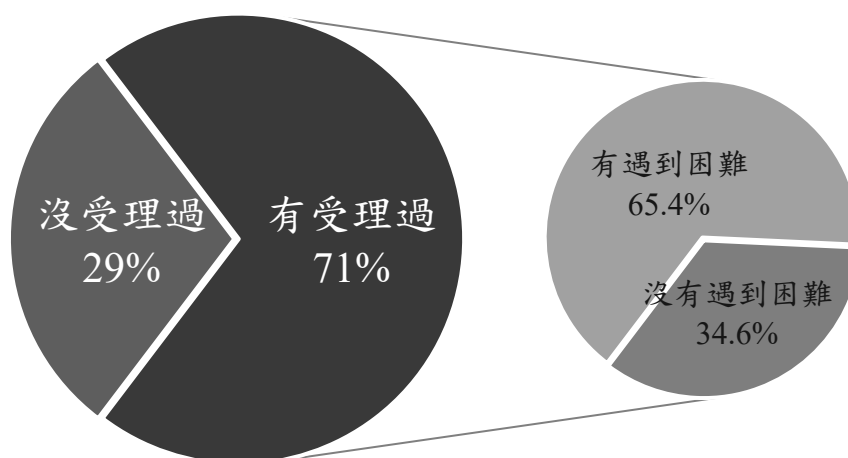


圖 5.3-1 受理光污染陳情案件情形及處理狀況

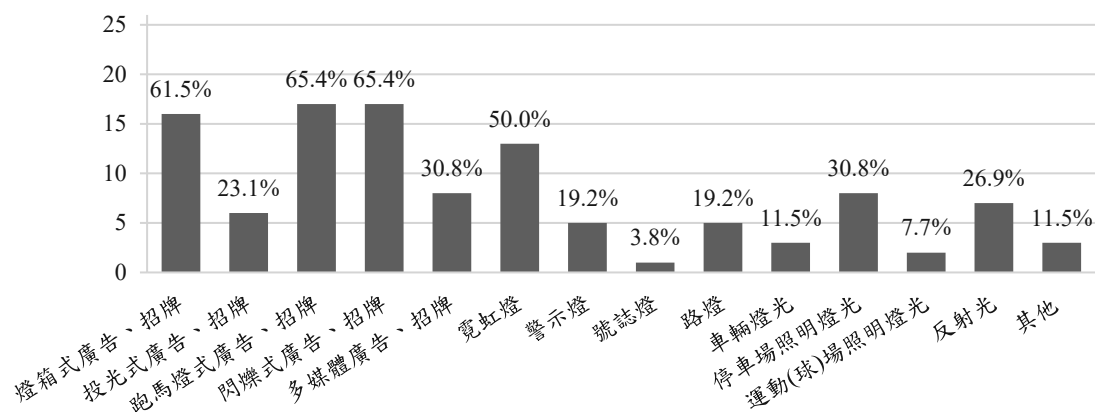


圖 5.3-2 曾受理光污染陳情案件的光污染源有哪些

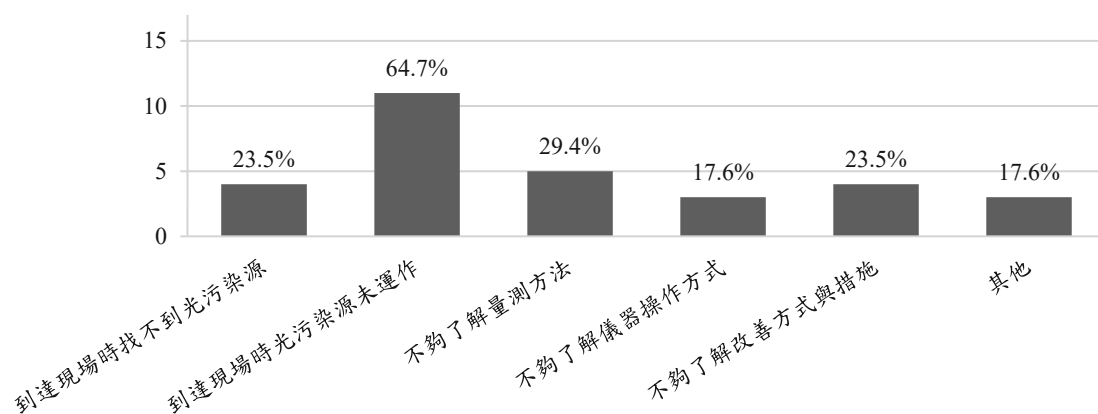


圖 5.3-3 受理光污染陳情案件遇到的困難

二、說明會整體滿意度

問卷內容針對說明會整體滿意度的部分，對會議議程「最滿意的地方」及「需改進之處」進行調查，問卷項目提供複選方式回饋。本團隊將依照學員們給予的意見改進後續辦理的說明會。

學員認為會議議程最滿意的地方(圖 5.3-4)，以「課程設計充實」為最，計有 29 名，占回卷學員數之 78.4%；其次為「講師授課方式豐富」，有 27 名學員認為令他們滿意，為 73.0%；再其次為「講義編排清楚」計有 16 名，占 43.2%。

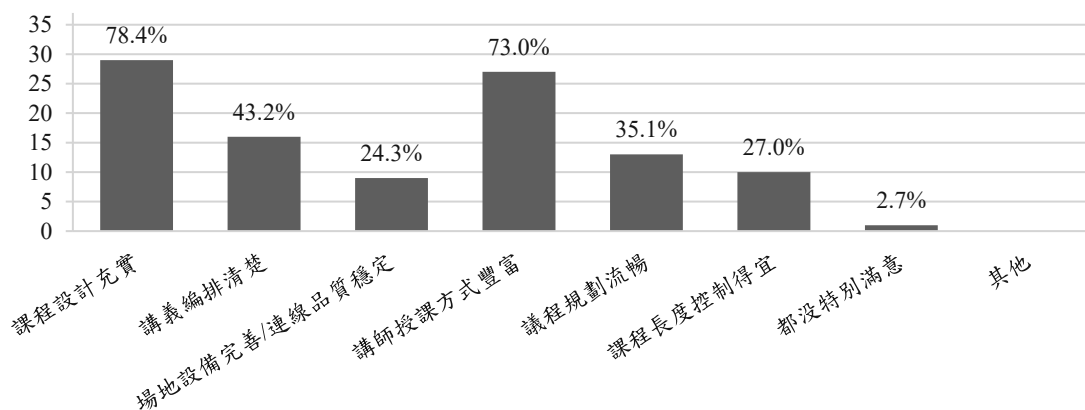


圖 5.3-4 光污染教育訓練說明會中最滿意的地方

學員對說明會表示「都很滿意」者有 26 名，占學員回饋數之 70.3%。學員認為會議議程需要改進之處，各有 3 名認為「場地設備不夠完善/連線品質不佳」、「講師授課方式較為艱深」、「課程長度控制不宜」，各為回卷學員數之 8.1%，另有 4 名未表示意見，如圖 5.3-5。

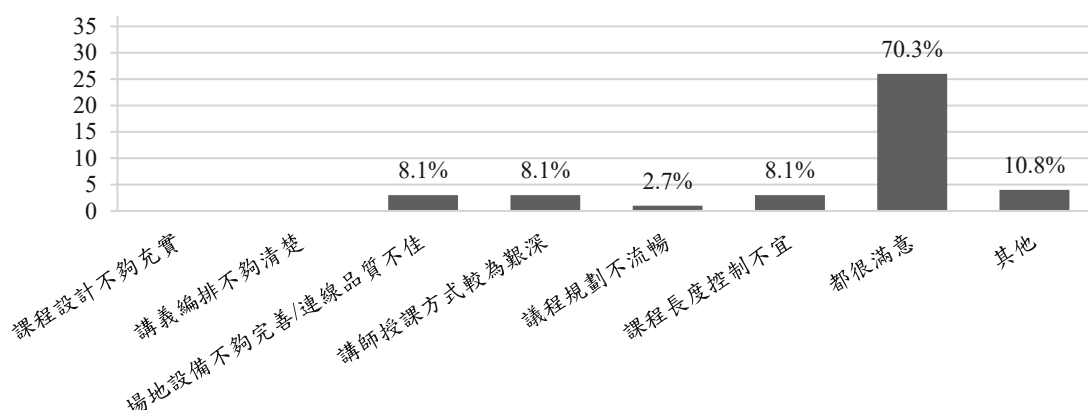


圖 5.3-5 光污染教育訓練說明會中需要改進之處

三、效益評估

問卷內容針對光污染教育訓練說明會效益評估方面，在經過講師授課與實際操作儀器之後，就學員學習課程內容後之了解程度分三部分進行調查，結果如圖 5.3-6。

對於「光污染管理」的了解程度，有 25 名學員，即 67.6% 之回卷學員，表示「有比較了解」；另有 12 位表示已經「完全了解」，占 32.4%。

對於「光污染量測作業方法」的了解程度，有 22 名學員，即 59.5% 之回卷學員，表示「有比較了解」；另有 15 位表示已經「完全了解」，占 40.5%。

對於「改善方法與措施」的了解程度，有 23 名學員，即 62.2% 之回卷學員，表示「有比較了解」；另有 14 位表示已經「完全了解」，占 37.8%。顯示透過說明會之辦理，參與學員充分肯定其效益。

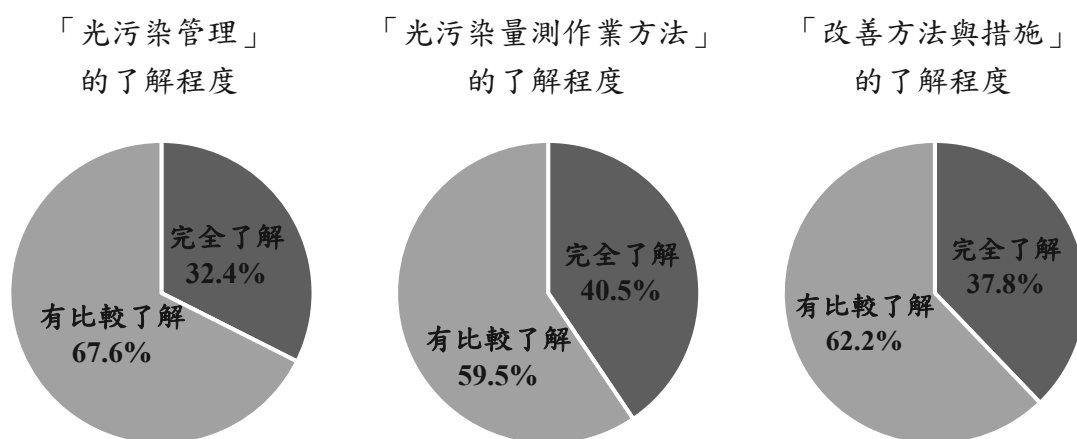


圖 5.3-6 光污染教育訓練說明會效益評估

第六章、結論與建議

第六章 結論與建議

6.1 結論

經由本計畫之執行，已完成下列各項成果，包括：

一、進行光污染源環境背景調查，並進行環境光源動態監測工作

(一)進行光污染源鄰近場地現勘，並進行光污染源類型分析

以主要街道上民眾陳情案件數為考量條件，選定並完成 5 條路線勘查，包括東西向之忠孝東路、信義路、和平東西路及南北向之羅斯福路、中山北路。

本計畫針對各選定路線就擷選之長度範圍進行現地勘查，檢視各路線光污染源類型，以規劃設計之光污染源類型資料表，針對場地現勘作業時，仍保持運作狀態之光源及單位對象，就每單位各種光源類型予以紀錄資料表表列資訊，包含室內光源，並製作統計圖表，分析光污染源類型。

各街道光源探勘合計得 4,240 光源類型數，其中廣告類占 46.65%，以燈箱式為大宗，商家對光源的使用相當廣泛且靈活，非廣告類占 53.0%，非廣告類光源多於廣告類光源，各街道呈現尚為一致。夜間各街道人工光源類型，廣告類為商業經濟活動之廣告招牌看板，包含正營業中及部分商家打烊後仍持續使用之光源，非廣告類包含民眾住家之公寓大廈(樓)電梯中庭與出入口、停車場與公園綠地等室內、外照明，也包含從事商業活動時伴隨之室內、外照明，有部分商家於頂棚大量使用。

(二)進行環境光源動態監測作業

完成 2 條監測作業路線選定，為東西向之忠孝東路及南北向之羅斯福路。以三輪車為移動載具，搭載 3 顆 AA 級的照度計組成監測系統，輔助以獲取空間資料之 APP、攝影機及筆記型電腦等設備，於監測作業路線上之人行道巡航，完成環境光源動態監測作業，監測路徑長度 7.2 公里，載具移動的速度控制時速在 5～15 公里之間。監測作業照度值之數據資料蒐集，每 1 秒紀錄數據 1 次，量測資料經整理後提供

呈現方式建置共 5,125 筆，各路徑環境背景平均垂直照度之平均值，忠孝東路路線有較高的呈現，由高至低依序為忠孝東路線東向西、忠孝東路線西向東、羅斯福路線北向南及羅斯福路線南向北。

(三)進行不同時段監測作業

本計畫進行不同時段監測作業，以前述環境光源動態監測作業方法進行，監測系統、行進速度控制、照度值之數據資料蒐集等作業方法均一致，並將於同一日期進行且完成，以儘量避免周期效應等干擾因素。

不同時段之監測作業時間，以晚間 9 時作為分段點，在天黑後晚間 6 時至 12 時分為二時段，第一時段作業執行時間在晚間 6 時至 9 時間，第二時段為晚間 9 時至 12 時間，2 路線之監測作業各分別於二個時段進行。

環境光源動態監測作業及不同時段作業成果，就各路徑環境背景平均垂直照度之平均值比較觀察，顯現第二時段低於第一時段，對照商家陸續打烊休息關閉燈源，顯示與商業活動、廣告招牌關聯。

監測作業採行駛於人行道上，第一時段採步行方式，第二時段採車行方式，主要是考量第一時段用路人較多，為避免因行人、自行車等因素造成重複之停止、重新啟動情況，致使速度不均勻，影響照度值之數據資料蒐集及資料處理複雜度，但強調注意二個時段之車行時行進速度控制仍控制於每小時 5~15 公里。

(四)進行光污染環境監測方法技術實證作業

本計畫以執行「進行 2 條路線環境光源動態監測工作」實務，針對光污染環境動態監測系統及量測方法，就達成量測作業目標的程序及操作歸納適用的可靠技術，藉以提高監測執行效果及效率。就監測作業行進速度控制於每小時 5~15 公里，再縮短資料間隔距離，更充分反應監測路線變換的光環境；在監測路線中取具體且明確的點位予以標示為「驗證點」，以驗證點為參考點，依紀錄先後序及時間距修正其量測點空間位置資料；建立量測路徑單元長度匹配工作單位時

間，可提升操作性，確保量測作業順利。

二、呈現環境光源動態監測作業資訊成果，並進行不同時段比較研析及經濟效益分析

(一)整合環境光源動態監測空間資料，結合地圖呈現監測作業資訊成果

本計畫將環境光源動態監測不同時段所蒐集之光環境照度數據資料與空間地理坐標結合，透過電子地圖，運用GIS技術展繪，呈現動態監測作業成果，提供監測路線光源分布及光環境照度情形，可明顯的傳遞光環境訊息，顯現各路徑光環境及其變化情形。

(二)依據不同時段環境光源動態監測作業成果，進行比較研析

不同時段監測作業成果，依時段別建立如最大值、最小值及平均值等統計值進行比較。結合地圖呈現監測作業資訊成果，也提供不同時段環境光分布情形的觀察比較，藉由結合電子地圖呈現，可明顯觀察二時段光環境變化情形，提供環境光分布變化情形的瞭解。

(三)對執行本案之經濟效益進行分析

綜整目前光環境勘查及不同時段環境光源動態監測作業結果，對夜間戶外燈光的操作時間，就減光效益、節約能源、社會效益及環境效益進行描述分析，藉以瞭解對附近居民們及光污染管理之影響及適切性。

三、加強光污染管理，及進行光污染陳情案件研析

(一)依據近3年光污染陳情案件，進行光污染源類型分析及進行光污染改善可行性研析

光污染陳情案件由各地方環保局回報相關資料，經執行地址正規化動作，再進行統計分析，107~109年陳情案件計1,114件。民眾陳情光污染案件集中發生於6都，約占八成，而南投縣、彰化縣、嘉義縣、金門縣及連江縣等5縣市，近3年均未有民眾陳情光污染案件。

光污染陳情案件中之光源類別可分為廣告類、反射類及其他。廣告類如燈箱式看板、投光燈看板、LED組合燈

等；反射類如玻璃帷幕外牆反射、太陽能板反射等；其他類包含路燈、投光照明燈、裝飾燈等。6 都及陳情案件大於 10 件的基隆市、新竹市、新竹縣及屏東縣等 4 縣市，均以廣告類的陳情比例為最高，皆達 55 % 以上。

光源引起的可能不舒適情形，主要原因有過亮(刺眼)、閃爍及二者兼有。根據民眾所述，可能干擾情形以影響住家生活品質及影響行車安全為主要。107~109 年光污染陳情案件重複陳情共計 113 處，多發生於都會區，其中臺北市有 1 處重複陳情次數達 12 次。

光污染陳情案件多以勸導方式請業者進行光源改善措施，包括進行維修與相關調整，如亮度、角度、使用時間、閃爍情形或增加遮罩等。光源使用者經勸導改善後，承諾進行改善店家約有 35%，完成改善店家約 8%，雖無相關回應情形達 57%，但就重複陳情情形觀察，可以得知，大多數光源使用者應有採取相關改善措施。

(二) 針對干擾影響較嚴重之個案/地區實地進行光污染案件調查，並研提改善方式

本計畫由 106 至 108 年重複陳情之光污染陳情案件中，選擇 3 處光污染源為多媒體看板之案件進行實地調查，於 19:00、21:30、23:00 三個時段，進行各 1 次光源亮度及環境照度量測。3 處多媒體看板均設置在主要交通道路口，時段一皆為運作狀態，播放動態影片及頁面廣告，其中看板三畫面亮度明顯調低，亮度較小；時段二多媒體看板一轉換成靜態單一頁面畫面廣告，看板二調降畫面亮度，持續播放動態廣告，看板三據觀察並沒有進行相關調整；時段三，3 看板均已關閉電源停止運作。

環境照度量測時易受到周遭其他光源干擾，影響因子多，如一樓店家的室內照明及頂棚照明、門楣招牌、路過的行人、車道車輛燈光、公車側邊的顯示屏幕、於人行道騎行之摩托車的車頭燈等。當看板一於時段二後段，突然播放 2 段影片時，上方水平照度及垂直照度之環境照度數據，同時也測得突然上升的變化情形，第三時段關注光源已關閉電源，量測結果可以呼應店家關閉部分室內照明。

本計畫 3 處看板均設置在主要交通道路路口，於運作狀態時播放影片及頁面廣告，有民眾陳情干擾用路人，也影響鄰近住戶夜晚的生活品質。減輕影響的改善方式可以由亮度源頭管理、看板運作時間及傳播途徑遮蔽阻隔著手。亮度源頭管理可以最直接的透過面板控制器調整亮度，減輕其刺眼過亮之影響，另一方面，也可以從看板顯示的內容著手，儘量減少播放影片及頁面中之白色面積，於影片製作時即給予要求。看板一及看板二於 23 時關閉，與現行光污染管理指引分時管理的定義時間相應，看板三則更早於 22 時關閉，恢復用路人與鄰近居民靜好的夜晚。由此觀之，請業者配合調整看板運作時間的改善做法具有效果，可以參考其可行性。看板三由於看板正下方之店家向外搭出遮陽(雨)棚，對關注光源產生遮蔽效果，由此獲得傳播途徑遮蔽阻隔的驗證，可在適當處如光源上方及下方配置遮罩，阻隔或減低照射亮度、向上光及溢散光，減少對用路人與鄰近居民，以及天空的影響。

四、協助機關推動光污染管理指引，辦理光污染防制及量測之推廣，及增進縣市環保局陳情案件處理能量相關事宜

本年度光污染管理教育訓練說明會共辦理 3 場次，9 月 13 日於高雄市、9 月 28 日於臺北市及 10 月 15 日於臺中市各辦理 1 場次，共 50 人與會。各場次皆邀請專家學者針對環境照明與光污染議題進行專題講座。此外，亦對光污染管理現況、光污染知識(如光污染來源、量測方法與防護改善技巧)及陳情案件處理方式進行解說，亦安排「窗外路燈」及「燈箱」情境模擬，於現場進行量測實務示範演練，以熟悉量測方法如量測程序步驟、儀器操作及注意事項等。因應 COVID-19 新冠肺炎疫情，會議办理流程新增網路視訊連線的方式及其相關事宜。

6.2 建議

一、進行光污染源環境調查及監測技術研究，蒐集光環境資訊，加強光污染管理

建議持續進行環境調查及監測技術研究，光環境動態監測

以三輪車為移動載具，搭載 3 顆 AA 級的照度計組成監測系統，輔助以獲取空間資料之 APP、攝影機及筆記型電腦等設備，於監測作業路線上之人行道巡航，對環境光量測蒐集取得數據資料，結合地理位置資料，以地圖展示其空間分布狀況，可明顯的傳遞光環境訊息，顯現光環境之變化情形，提供對光環境具體的瞭解，有助於光污染管理。

本計畫在都市人行道巡航時，會因為人潮產生遮蔽干擾，或者因為自對向來的自行車車燈、街道路口停等的車輛車燈等，產生突增光源，部分路段有障礙物形成阻斷而必須行駛於車道上，此時則有路邊停車之距離干擾及對向車燈干擾，可提供未來規劃執行監測作業之參考。

本計畫進行不同時段監測作業，以環境光源動態監測作業方法進行，監測系統、行進速度控制、照度值之數據資料蒐集等作業方法均一致，並於同一日期進行且完成，以儘量避免周期效應等干擾因素。另一方面為避免因行人、自行車等因素造成之停止、重新啟動，致使速度不均勻，影響照度值之數據資料蒐集，故量測作業第一時段權採步行方式，第二時段可採車行方式，車行時行進速度控制須控制與第一時段相近。

二、分析瞭解民眾陳情案件，厚實陳情案件處理基礎經驗，加強光污染管理

環境中光污染情形，不當的照明設計與過度使用，可能會干擾用路人，也影響鄰近住戶夜晚的生活品質。透過民眾陳情案件之分析，對光源類別、民眾感到不舒適情形、民眾受干擾情形及重複陳情情形等，加以充分瞭解，可提供處理民眾陳情光污染案件之基礎經驗，有助於光污染管理。

三、針對干擾影響較嚴重之個案/地區實地進行光污染案件調查，並研提改善方式

夜間各街道人工光源類型，廣告類為商業經濟活動之廣告招牌看板，包括燈箱式、LED 組合式、投光燈式及多媒體等，發光類型因光源類型之故，以燈箱發出亮光最多，多媒體播放動態影片及頁面廣告，LED 組合光源使用跑馬及閃爍方式。本計畫由 106 至 108 年重複陳情之光污染陳情案件中，選擇 3 處光污染源為多媒體看板之案件進行實地調查，有助於增加對光源及周

遭光環境之瞭解，並研提改善方式，建議持續針對干擾影響較嚴重之個案/地區實地進行光污染案件調查，具體瞭解各光源類別對鄰近住戶及駕駛人行車安全所受到影響，掌握光污染源及探討改善措施。

環保署為減少公眾免於遭受人工光源曝露時產生之不舒適效應，對光環境採以分區分時進行管理，於商業區晚上 6 時至 11 時有較大容許值。本計畫就光環境勘查及不同時段環境光源動態監測作業結果，及案件調查中發現請業者配合調整看板運作時間的改善做法具有效果等歸納建議，藉由縮短夜間戶外燈光的操作時間，後續可以減少光害污染，減少對民眾之光滋擾，為居民提供較理想之作息環境，同時也省電節能並減少碳排放，展開全民綠生活環境。

四、持續推動光污染管理指引，增進縣市環保局陳情案件處理能量相關事宜

光與電之科技進步與應用，提高人們生活的便利性，相應而生的是光污染的議題，對人、動植物及生態與環境、天文觀測、交通運輸等造成負面影響。近年來亦有國人向環保署及地方環保單位反映，陳情受到廣告招牌、照明設備或反射之陽光等光污染影響，為光污染防治及資訊之推廣，及增進縣市環保局環境檢測與陳情案件處理能量相關事宜，建議持續對業務承辦人員辦理光污染管理教育訓練說明會，加強光污染知識、管理要項及量測作業實務，持續推動光污染管理指引，共同努力維護國人健康及保護環境。

