

南華大學科技學院永續綠色科技碩士學位學程

碩士論文

Master Program of Green Technology for Sustainability

College of Science and Technology


Nanhua University

Master Thesis

民雄工業區行道樹之盤點分析及維護管理

Inventory Analysis and Maintenance Management of Roadside Trees

in Minxiong Industrial Zone



許秀禎

Hsiu-Jen Hsu

指導教授：林文賜 博士

Advisor: Wen-Tzu Lin, Ph.D.

中華民國 110 年 6 月

June 2021

南華大學
永續綠色科技碩士學位學程
碩士學位論文

民雄工業區行道樹之盤點分析及維護管理
Inventory Analysis and Maintenance Management of Roadside
Trees in Minxiong Industrial Zone

研究生： 許彥復

經考試合格特此證明

口試委員： 林昭慶
曹舜評
林文婷

指導教授： 林文婷

系主任(所長)： 林文婷

口試日期：中華民國 110 年 6 月 4 日

誌謝

已將屆退休之齡，碩士學程對我來說是遙不可及的事，在好同事邱美華組長的鼓勵及本校洪耀明主任的引薦順利學習，在學習期間感謝系上指導過我的老師們像朋友般鼓勵及耐心教導，學習到更深一層的學問，以及同窗同學、學弟妹們讓我在這二年的生活更加充實快樂。

更要感謝的是我的指導教授林文賜博士，在本論文撰寫期間細心又耐心不厭其煩的指導，在經過數次的修正後逐步完成本論文，讓對撰寫論文有恐懼感的我一步步的達成，也提昇了對論文架構更深認識，在此謹向恩師致上最高的敬意。

口試期間，承蒙林昭遠教授及曹舜評教授之細心指正並提供許多寶貴且具有建設性的意見，使本研究能更完善，在此致上誠摯的感謝。

最後，感謝我的姐妹、姐夫、妹婿及我二個懂事的小孩，給我的支持及鼓勵，及在這段期協助照顧腦傷的媽媽也漸漸好轉，讓我安心順利完成碩士學位，僅將本論文獻給我最深愛的媽媽、我的姐妹及兒子、女兒及所有家人，謝謝你們～我愛你們。

中文摘要

民雄工業區為民國 67 年初開發之綜合工業區，至今已有 40 餘年，面積達 244 公頃，園區內進駐廠商多元化，目前行道樹在工業區綠蔭覆蔽。工業區內行道樹之樹種約 20 餘種、數量 3 千餘棵，主要以喬木為主，園區內行道樹根系破壞地下管線、溝渠、人行道鋪面及落葉頻率高。經常性修剪整飾維護，維護人工及整飾費用日易增加，評估工業區適合種植之行道樹有其必要性。

本研究以現有行道樹資料庫結合層級分析法(AHP)進行樹種篩選因子「景觀意象」、「經濟價值」、「維護管理」、「原生樹種」及「生態保育」之評估，並透過專家問卷評估所得之權重值前 3 名分別為維護管理(權重 1.4259)、景觀意象(權重 1.2608)及原生樹種(權重 1.0364)做為篩選園區內最適樹種，主要有樟樹、茄苳、榕樹、台灣欒樹、苦楝、菩提樹、光臘樹等，做為選擇適合民雄工業區種植之樹種，作為未來工業區綠美化補植之參考，並可減少整修蟲害、養護成本等問題。

關鍵詞：行道樹、最適樹種、維護管理

ABSTRACT

Minxiong Industrial Zone is a comprehensive industrial zone developed at the beginning of 1978. It has been more than 40 years and covers an area of 244 hectares. There are diversified manufacturers in the park. At present, the roadside trees are covered by greenery in the industrial zone, which has various functions such as beautification and air conditioning. There are more than 20 species of street trees in the industrial zone, with a number of more than 3,000 trees, mainly arbor. The roots of street trees in the park destroy underground pipelines, ditches, sidewalks, and fall leaves with high frequency. Regular pruning, finishing and maintenance, as maintenance labor and finishing costs are increasing day by day, it is necessary to assess the roadside trees suitable for planting in industrial areas.

This study uses the existing street tree database combined with the hierarchical analysis method (AHP) to evaluate the tree species selection factors "landscape image", "economic value", "maintenance management", "native tree species" and "ecological conservation", and evaluate it through expert questionnaires. The top 3 weighted values obtained are maintenance management (weight 1.4259), landscape image (weight 1.2608) and native tree species (weight 1.0364) as the most suitable tree species in the screening park, mainly camphor tree, Bishopwood, Banyan, Taiwan luan, Neem tree, Bodhi trees and wax trees, etc., are selected as suitable tree species for planting in the Minxiong Industrial Zone, as a reference for greening and replanting in the future industrial zone, and can reduce the problems of repairing insects and maintenance costs.

***Keywords:* Street trees, the most suitable species, maintenance management**

目錄

誌謝	I
中文摘要	II
ABSTRACT	III
目錄.....	IV
圖目錄.....	VI
表目錄.....	VII
第一章 前言.....	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的	2
1.3 研究架構.....	2
第二章 文獻回顧	5
2.1 行道樹管理維護	5
2.2 行道樹之管理維護規範.....	11
2.3 行道樹生態環境的功能.....	21
2.4 常見行道樹種及問題探討.....	23
第三章 研究方法	29
3.1 研究地區	29
3.2 工業區廠商類別.....	29

3.3 民雄工業區行道樹種.....	32
3.4 園區行道樹之 SWOT 分析	33
3.5 層級分析法	35
3.6 AHP 專家問卷.....	40
第四章 結果與討論	43
4.1 工業區行道樹現有問題分析.....	43
4.2 工業區行道樹之特性分析.....	46
4.3 優良行道樹選擇之條件.....	50
4.4 AHP 專家問卷分析	59
第五章 結論與建議	64
5.1 結論	64
5.2 建議.....	64
參考文獻.....	66

圖目錄

圖 1-1 研究架構	4
圖 2-1 計畫流程圖	12
圖 2-2 不良枝示意圖	18
圖 2-3 降低高度截頂強剪作業圖	19
圖 2-4 喬木與道路空間標準規範作業圖	20
圖 2-4 行道樹維護要素	25
圖 3-1 民雄工業區示意圖	30
圖 3-2 民雄廠商現況-廠商分類圖	30
圖 3-3 本研究 AHP 層級架構圖	41
圖 4-1 樹穴狹窄行道樹根系破壞人行道鋪面	45
圖 4-2 蟲害、落葉頻繁之維護管理現況	45
圖 4-3 AHP 專家問卷計算	60

表目錄

表 2-1 台北市行道樹選擇原則	24
表 2-2 台北市行道樹特性之選擇原則	24
表 3-1 民雄工業區廠商行業類別	31
表 3-2 民雄工業區之行道樹	32
表 3-3 AHP 評估尺度意義及說明	37
表 3-4 本研究 AHP 指標因子評估表	42
表 4-1 工業區道路名稱及路寬及人行道寬度一覽表	44
表 4-2 近五年環境清潔採購案	46
表 4-3 民雄工業區之行道樹生態特性及路段分布	46
表 4-4 行道樹根系對週邊設施之損毀	56
表 4-5 優良行道樹及負面影響行道樹之條件	56
表 4-6 工業區符合優良/負面影響之行道樹	59
表 4-7 因子評估權重表	60
表 4-8 園區行道樹五大因子之分析	62

第一章 前言

1.1 研究動機

民雄工業區為經濟部工業局為應興辦工業人需求及穩定當時嘉義縣人口外移嚴重，創造就業機會，提高國民所得，擇定嘉義縣民雄鄉南方與嘉義市交界，鄰牛稠溪旁，開發設置面積約 244 公頃之綜合性的大型工業區，其位置位於海拔 60 公尺之丘陵地帶平均 60%之坡度之地形。67 年初開發至今已有四十餘年。規劃有工業用地、工業區住宅社區、公園、學校等用地。園區內栽植之喬木約有 20 餘種。

工業區內行道樹之栽植通常是為了減少及降低工業區對環境所造成衝擊，並提升員工的工作境及精神生活，惟許多工業區於完成綠化作業後，未有良好的維護管理計畫或管理維護經費缺乏不足以維持其良好生長，造成樹木生長衰退、病蟲害甚至導致死亡，顯見後續管理及維護作業，是行道樹永續生長重要項目之一。

在進行行道樹之維護管理作業同時，常會遇到因樹木蟲害造成樹木死亡、植栽深根性破壞地下管線及鋪面、或修剪過短等現象，因此，需評估是否涉及行道樹樹種更換作業，並於該地點更換何種樹種，抑或增加工業區管理維護經費即可改善前述現象。故透過樹種更換機制之評估作業後，依管理及維護作業辦理，應可長期保持植栽良好完整的永續生長狀態。

然，綜觀各地縣市政府致力於城市綠化及生態城市，在空間配置上，行道樹複層樹冠是營造生態城市建構上重要的指標，藉由個人、社區、道路、公園綠地及機關、團體的種植，使之由點至線更擴展至面，漸為生態城市，是市民的共同期盼。道路樹木在城市生態景觀環境中起著重要作用，不僅可以改善居位環境的質量，而且可以善景觀，

因此樹種的選擇決定後續道路景觀塑造的可行性。綠色隧道(常綠)建築，季節顏色的變化(落葉、發芽、開花)，果樹類結果的增值效益，生物多樣性和功能性，或公共藝術和照明走廊以及其他道路景觀塑造。

工業區行道樹常因植栽種類選擇之不合適，造成落葉嚴重或根系破壞地下管線、鋪面壟起情形產生，工業區維護管理又面臨人力有限、經費縮減，恐無法針對每一棵行道樹加強其維護管理，因此在植栽管理維護作業前，應考量該種類植栽適合當地環境且較易照顧之樹種。

1.2 研究目的

行道樹是區域綠化系統的背景和骨架，為美化、遮蔭和保護的目的。也是該區域圖像的臉面，給予綠化最直接的印象。行道樹的功能在道路的配套設施，能夠改善區域環境生態、改善噪音、淨化空氣、氣候調節以及水源涵養。

故本研究目的如下：

- 一、 瞭解現行研究區域內行道樹種類，以建立後續植栽維護管理及更新之資料。
- 二、 透過工業區行道樹管理維護機制之建立，使綠化作業更有系統。
- 三、 以公平、客觀地評估行道樹為將來選擇優質行道樹提供參考依據，使更適合環境的種植，讓行道樹的實質效能發揮。

1.3 研究架構

本研究之流程如圖 1-1，大略分為研究方向之確認、相關文獻探討、研究設計內容、全區構想發展執行及結論與建議五大部分，其相關內容之說明如下。

- 一、 前言

研究方向範圍之確認，敘明研究動機及目的，研擬本研究之論文架構及流程。

二、文獻回顧及資料蒐集分析

相關文獻針對「管理維護」及「行道樹種類」之定義及指標作資料蒐集及統整；並延續依層級分析(AHP)方法評估分析出樹種的選擇及維護難易之重要因子等相關因素進行統整歸納。

三、研究設計及方法

針對前章節提出有關管理維護難易及最適樹種之目標及指標，提出本研究可續行之執行方針，及針對執行方針所需之理念與內涵，歸納相關之應用對策，並藉由分析階層程序法(AHP)結合專家問卷，依評估結果篩選行道最適樹種之重要因子，作為後續維護管理之參考依據。

四、結果與討論

針對現況行道樹維護之環境影響因子做評估，及運用前述文獻回顧、資料蒐集分析及 AHP 分析法評估因子為規劃主題及發展基礎，依環境特質提出合理之型態導入，並規劃相關實質計畫說明與維護管理等執行計畫，提供全面性及整體性之探討，以降低及避免造成環境衝擊。

五、結論與建議

陳述本研究結果對於永續發展之探討，並依據本研究所遭遇之問題提出未來建議及研究方向。

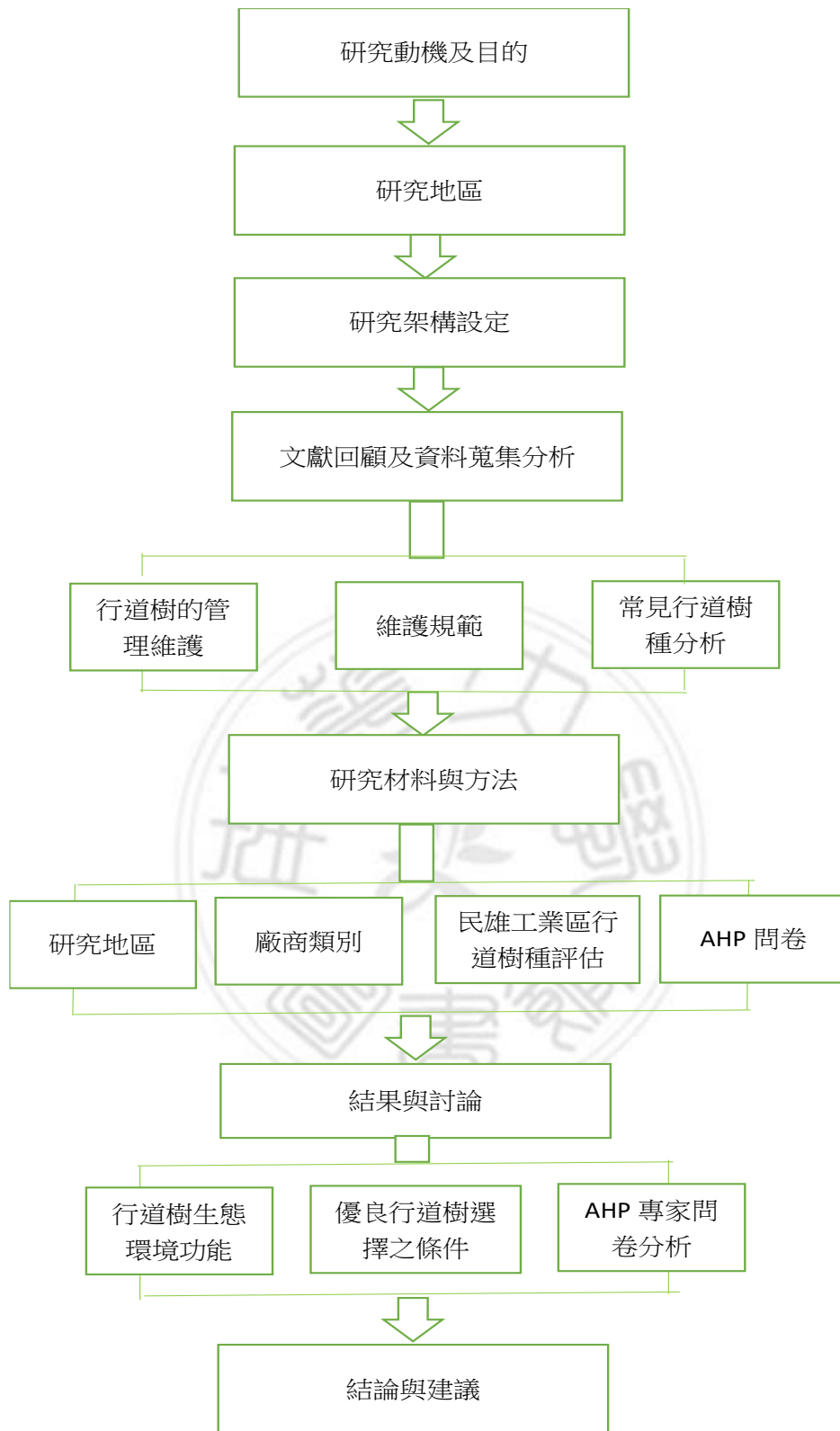


圖 1-1 研究架構

第二章 文獻回顧

2.1 行道樹管理維護

桃園市行道樹管理維護自治條例(2016)，管理維護：指栽種、移植、修剪、整枝、除草、補植、澆水、施肥、防颱、病蟲害防治等作業。

臺北市行道樹管理維護自治條例(2011)，所稱行道樹，指本市道路綠帶及廣場上栽植之樹木；所稱毀損，指行道樹受損或枯死；所稱管理維護，指栽種、移植、修剪、整枝、中耕、除草、補植、澆水、施肥、防颱、病蟲害防治等作業。

交通部公路總局行道樹植栽養護管理要點，行道樹：指本局轄管公路路權範圍內所栽植之喬木及灌木。養護管理：指撫育、修剪、整枝、中耕、除草、澆水、施肥、病蟲害防治、防災、支架之檢查與更換等作業。

臺中市公園及行道樹管理自治條例(2012)，管理維護，指行道樹栽種、移植、修剪、整枝、除草、補植、澆水、施肥、防颱、病蟲害防治等作業。

雲林縣行道樹管理維護要點(2006)，轄區內行道樹之植栽管理維護，以提供用路人優質之視覺景觀，行道樹：係指道路兩側範圍內含人行道、槽化島及中央分隔島等所栽植之喬木、灌木、花卉及植被。應選擇生長旺盛、枝幹堅強、樹型優美、抗風、抗污染且適合本縣環境氣候生長之樹種。管理維護：係指撫育、栽種、修剪、整枝、中耕、除草、補植、澆水、施肥、防颱、病蟲害防治、支架檢查及更換等作業。

陳俊雄(2008)在都市地區、鄉村及郊區之道路兩旁、分隔島或人行道上栽植的樹木均稱為行道樹。一般道路的用途或大小為標準,將行道樹分為三種：公路行道樹、市區行道樹、園區道道路。道路綠化之機能主要可分為美化,環境保護及交通安全三大機能,並可反映地方特色和都市綠化的建設水準等,而行道樹是道路綠化最重要的份。道路兩旁的建築物,如果没有植物的陪襯,往往顯得單調,如栽種植栽可以使建築與街道的景觀更生動、和諧。

郭俊開(1995)行道樹是道路綠化最重要的部份,對行道樹栽植以路型之寬度決定栽植之形式。依台灣省道路交通安全導會報所訂[台灣省示範道路整理標準]20公尺及以下寬道路,未設置分隔島,其綠化之可行性應視人行道或路肩腹地的大小而決定,於交叉路口為保持好行車視距及充分發揮管制設施功能,在交叉路口兩邊各25公尺內宜植栽高度低於50公分之路樹,在停止線外50公尺處以駕駛人視線高水平線已至於5.5度之仰角區間內,枝葉不影響行車視距。林六合、陳秋銓(2003)因路肩或人行道寬度不同而異,寬度2.5公尺以下或2公尺以上之路肩可考慮選用樹冠幅度小之小喬木或灌木,以一行方式栽植。

郭幸榮(2006)依據栽植地點、環境、氣候、主要目的、需要效果等條件選擇,達到「適地適木」的理念,大致綠美化樹種選擇的條件如下:(一)是否耐高溫、耐旱、耐鹽(二)抗病、蟲害之抵抗能力(三)花色、葉色顯著與否(四)昆蟲蜜源、鳥獸類食物來源(五)樹冠幅寬之遮蔭(六)遭受強風容易折枝與否(七)樹形優美(八)生長空間不致影響通風、電線、道路(九)淨化空氣之優劣(十)吸收、攔截噪音程度(十一)管理容易與否。

章錦瑜(2003,2005)行道樹生態綠化手法之植栽方式朝符合生庇原則之選種與配置,因生態綠化手法之植栽方式較具穩定植群的功能,

以達環境永續目標。行道樹維護與管理是指行道樹栽種、移植、修剪、整枝、除草、補植、澆水、施肥、防颱與病蟲害防治等相關作業。特別一提的是，原本行道樹只是用來綠化道路之功能，後來逐漸也要滿足美觀、安全與觀光等各項需求。由於臺灣在大量設置行道樹之初，沒有徵詢專業人員意見，也沒有做整體通盤考量，只是急就章選擇栽植生長快速、樹形筆直與花色漂亮的外來樹種，然而隨著時間的流逝，導致衍生諸多問題與爭議。

農委會(農業知識入口網)行道樹目前所面臨的一些維護與管理之問題：一、行道樹根部竄生，周邊硬體設施毀損：行道樹的根部毀損周遭設施而且喬木胸高直徑愈大，尤其是樹穴旁鋪面之地磚翹起更是嚴重，其破壞性力愈大造成人行道上的行人跌倒摔傷或機車騎士摔車滑倒。常見具有根害之樹種含括：垂榕、黑板樹、印度橡膠樹、木棉、大葉桃花心木、印度紫檀、銀葉樹、麵包樹、木麻黃、小葉欖仁、菩提樹、榕樹、鳳凰木、刺桐、大葉山欖、水黃皮、阿勃勒、茄苳、掌葉蘋婆與楓香等。二、開花結果時期異味飄散，引發人體不適：有些行道樹在開花季節會有異味飄散，造成鄰近住民與行人之困擾，進而影響居住環境品質與民眾健康。例如：「掌葉蘋婆」雖然開花很美，卻會散發一股類似豬屎與雞糞臭味，讓人退避三舍；「黑板樹」生長快速樹形素雅與樹幹筆直，但開花時飄散異味很像腐敗食物，使人不舒服；「福木」的果實腐爛後聞起來像瓦斯味，也讓人抱怨連連；「大葉山欖」又被稱為臭屁梭，開花時聞起來的味道類似臭豆腐乳與爛掉的大蒜或洋蔥，也是令人不能忍受。三、落葉、落花與落果問題，造成行車安全部分行道樹有落葉、落花與落果問題，特別是其成熟時期無預警掉落，除了造成環境髒亂之外，更嚴重威脅行車安全，許多車輛或行人常常會被「樹上掉下來的禮物」給砸到，造成擋風玻璃出現裂痕、機車打滑摔傷與行人被砸傷的事件層出不窮。例如：落葉問題的

樹種有大王椰子、可可椰子與華盛頓椰子，其大型樹葉掉落常會砸壞車輛或砸傷行人；落花問題的樹種有木棉、火焰木與美人樹，因為其花朵較為碩大，又會落黏液，易造成行人踩踏滑跌，影響用路安全；果實問題的樹種有可可椰子、掌葉蘋婆、第倫桃、芒果樹與大葉桃花心木，也是威脅行車安全的隱憂。四、枝幹十分脆弱，遇強風容易斷枝有些枝幹比較脆弱的行道樹遇強風吹襲就輕易斷裂，特別是夏季颱風季節之情況更是嚴重，颱風過後斷枝、折幹或整株倒伏在道路中央的情形更是司空見慣，後續環境清理工作急迫而且繁重，維護與管理成本相當昂貴。較為脆弱的行道樹有以下種類：黑板樹、菩提樹、羊蹄甲、豔紫荊、雨豆樹、鳳凰木、黃槐、鐵刀木、檸檬桉與印度紫檀等。五、樹幹具有突刺，會刺傷行人特定樹種在樹幹上佈滿尖硬瘤刺，容易對行人造成傷害，很多人常不小心就被樹幹尖刺給扎傷。諸如：木棉、吉貝木棉、美人樹與刺桐。六、具有高經濟價值，誘發宵小盜採盜賣有些行道樹具有高經濟價值，一些不肖分子進而鋌而走險盜採後去轉賣。比方：龍柏、羅漢松、七里香與桂花。對於維護與管理成本相當沉重，除此之外，也影響附近居民治安，也對警察人員造成額外負擔，還要不定期去巡檢行道樹是否被盜採。七、病蟲害侵襲，導致植栽死亡病蟲害是戕害樹木的最大殺手。白蟻除食害植栽之地下根部外，也蛀入樹幹造巢，加害樹皮與木質部，嚴重時造成整株枯死，遇到下大雨或颶大風之情形，其斷枝或枯枝傾倒影響行人安全甚鉅。特別注意的是，褐根病為臺灣地區許多植栽根部主要染病原菌之一，常見行道樹如榕樹、鳳凰木、桃花心木、樟樹、羊蹄甲、洋紫荊、豔紫荊與菩提樹等樹種很容易被感染，而且感染後不易醫治(章錦瑜，2009)。八、樹冠枝葉密度過高，阻礙視覺與影響交通一些生長快速的樹木用來當行道樹，雖然可以快速達到綠美化的效果，然而繁茂的枝葉如果未及時修剪，會產收諸多後遺症，比方：種植於交通號

誌與路燈附近的行道樹過於茂密會擋住視線影響行車安全；在轉角處的行道樹過於茂密會造成行車視覺死角；設置於高壓電線與電信單位旁的行道樹生長過快，會導致線路斷電與電信中斷等事故，影響安全甚鉅；栽種於住宅區附近行道樹枝葉過於茂盛會影響住戶採光；在商家附近的行道樹常被投訴遮到招牌與影響生意。常見生長快速枝葉茂密的行道樹有：黑板樹、小葉欖仁、榕樹與落羽松。

陳啟榮(2018)行道樹的設置不僅可以提高行車安全與提供行人遮蔭之外，更帶來諸多意想不到的附加價值，行車安全：在中央分隔帶以樹籬可遮擋對向車道來車之燈光可防止對向車道眩光刺眼，增加行車安全；另外，樹木天然綠色調的色彩能減緩駕駛人眼睛疲勞，降低交通事故。減輕噪音：距離音源近的車道旁設立植栽帶，能夠阻隔噪音干擾，而且樹木的冠層與樹幹具有吸收音波及降低其振幅之功能，可以發揮吸收噪音之功效。清淨空氣：行道樹的樹葉可黏著與截留空氣中之灰塵，在進行光合作用之時，吸收二氧化碳、供給新鮮氧氣淨化空氣及防制污染之機能。調節氣候：行道樹的樹冠可以反射太陽輻射，藉以降低地表溫度，而且樹木的蒸散作用能夠調節周遭環境的溫度與濕度，降低熱浪的侵襲與調解溫室效應的現象。美化環境：運用灌木植栽能夠調和周遭環境，美化道路環境景觀，營造綠色優雅的舒適氛圍。觀光遊憩：行道樹的設置經過長期時光的增長會成為地方獨有的文化資產，而且可以創造額外價值，形成休閒遊憩場所，吸引民眾前來欣賞美景，帶動當地觀光發展。

黃茹蘭(1995)行道樹之樹型、分枝高度、樹冠寬度、樹冠高度、樹徑皆會影響視覺景觀偏好，樹冠寬度、樹冠高度、樹冠樹徑為正向影響。林晏州(2001)影響民眾對行道樹景觀偏好之主要原因包括：樹冠面積、植栽樹列、樹型、枝葉密度、及是否開花。何育賢(2009)未對樹冠形式來看，依模擬結果之數據傘形樹冠的擋風成效相對優於圓

形樹冠。

歐聖榮、高必嫻(1998)行道樹的栽植常衍生許多維護管理問題，如栽植位置不當，遮擋交通視線、廠商入口、招牌、交通標誌而造成交通事故或因掉落之枝葉需影響環境清潔及行走安全或樹根根系破壞人行鋪面，而降低街道景觀品質。若從經濟效益考量行道樹的經營管理問題時，可發現選之初若能以行道樹本身所具有的特性開始考慮，則可節省許多日後維護管理工作的需求。行道樹具有許多優點，如美化街道景觀，降低噪音、降低污染、提供遮蔭、增加地方特色等。但同時又具有某些缺點，如颱風落枝影響安全、落花、落果污染環境，寄生昆影響環境衛生，壟根破壞路面等。當然只有優點而無缺點的行道樹是最佳選擇，但具有如此優良條件的只有少數樹種。經利用因素分析(影響安全性、環境衛生性、增加美觀、改善環境)。

胡嘉容(2010)單一行道樹之選種與配置方式並不符合生態綠化手法，同一樹種重複栽植成列之行道樹景觀雖然較整齊畫一，景觀偏好可能較佳；而不同樹種混植之行道樹卻較符合生態永續目標。不同之單一樹型列植的行樹景觀偏好具顯著差異。

陳秋銓、李鐸翰(2007)研究指出行道樹生育地條件嚴苛，外在不安定因素眾多(病蟲害、颱風、車禍及人為蓄意破壞等)，再加上維護管理困難度較高，因此選種上必須依據當環境、人文及交通流量等因素深思考量，選定適宜當地地方風俗民情及環境之樹種栽植，則容易創造地方特色與景觀風貌的形塑，因此當地原生植群之最適化、生態化為選種最佳標準，以原生植群為選種目標，達到循自然演替的生態綠化，日後維護管理相對容易。例如有些植栽樹種的適應相當大，在不同的環境下(北、中、南和東部)都經常出現，像臺灣欒樹、黑板樹、鳳凰木、金露花、雪茄花、非洲鳳仙等，但均出現生長、花型花色差異，且氣候條件不維護管理模式也不同；有些樹種則必須在某一

種特殊的環境下才能生長良好，如溼地植物落羽松、水柳、垂柳、菖蒲、大萍（水芙蓉）、布袋蓮等必須種植水邊或水中才能生長良好。選擇適當的樹種以原生鄉土植物作為行道樹栽植樹種達到適地適種目的，不但易於存活，生長良好，還可節省後續大量的維護管理費用，易於形塑地方特色與道路景觀風貌。

2.2 行道樹之管理維護規範

以工業區行道樹栽植辦理之管理維護，其辦理方式分為招標委外、自行辦理、廠商認養及其他等四種，按此四種辦理方式辦理時，其栽植維管執行方法，办理流程詳如圖2-1。另介紹「檢視工業區內現有行道樹栽植是否涉及更換作業」，說明工業區內行道樹於何種情形之下，建議辦理樹種更換作業。及「行道樹樹種更換機制」，詳加說明樹種更換應注意事項及移植辦理方式。「行道樹栽植維護管理與更換作業之建議」，說明工業區內行道樹如有不良情形產生時，應考量是否更換行道樹栽植，抑或增加維護管理經費即可改善不良情形，相關研究內容分述於以下章節。

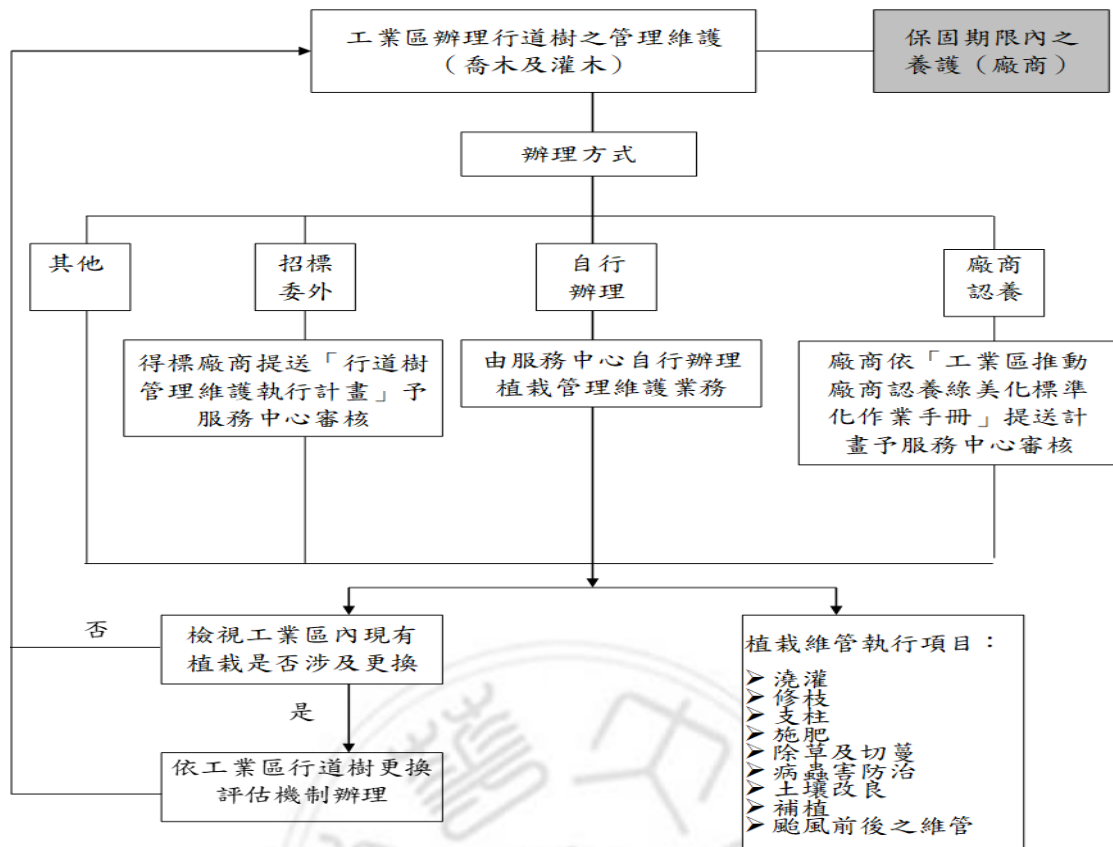


圖 2-1 計畫流程圖

一、管理維護機制辦理方式

為維持工業區內行道樹後續之存活及景觀綠化等用途，其管理維護之辦理方式可分為招標委外、自行辦理、廠商認養及其他等四種方式，茲分述如下：

(一) 招標委外

由服務中心或各工業區管理處依採購法辦理招標作業，將植栽維護管理相關執行項目，發包委託民間專業廠商辦理，服務中心負責督導與查核工作，本辦理方式具有精簡行政部門人力與業務及較佳管理維護品質控制之優點，然必須能確保績效良好之廠商得標，避免因公開競標之惡性競爭，造成缺乏專業且執行能力不佳之廠商承包，而使植栽養護日趨惡化。因此，適當投標廠商資格規定、妥善合約內容、清晰作業規範簡易查核方式等，皆是確保

本辦理方式成功之重要基本要素。

惟本辦理方式所需經費較為龐大，且涉及年度預算之編列，故建議可於預算充足之情形下，針對工業局所轄之各工業區進行整體規劃及相關招標作業。

（二）自行辦理

由服務中心自行辦理植栽管理維護業務，由編制內人員負責執行，此模式具有可配合局內計畫作最適管控且具一致性管理維護品質之優點，惟恐有人力不足或專業性不足之問題，造成植栽管理維護成效不彰情形產生，故建議本辦理方式適用於工業區內植栽維護管理項目較單純且工業局預算較少之情形下辦理。

（三）廠商認養

工業區內人行道上行道樹，由鄰近廠商依「工業區推動廠商認養綠美化標準化作業手冊」提送予服務中心同意後執行認養，服務中心人員則可從旁協助輔導或協調工作；此模式除可節省行政人力及基金經費外，亦可帶動廠商對工業區所產生的認同感，結合大家向心力，共同維護周遭生活環境品質，惟具無束縛力，植栽之管理維護較無法統一，故建議本辦理方式適用於工業局無編列年度植栽維管經費之情形下辦理。

（四）其他

如有其他管理維護方式，並經經濟部工業局核可亦可辦理。

二、工業區植栽之管理維護項目

植栽的維護管理之執行項目主要可分為澆灌、除草及切蔓、施肥、支柱、修枝、病蟲害及其他防治方法等，茲分述如下：（樹種依生長特性可分為：

喬木--具自然樹形且有明顯單一主幹部份，植株高度 4 ~ 5 公尺

以上者。

灌木--係指枝幹成熟後會呈木質纖維化(木材)，自然樹形不易有明顯單一主幹，多數分枝自基部產生，植株高度 3~4 公尺以下者。)

(一) 澆灌

(1.) 喬木

木本植物的澆水量須達到滲透進土壤 15-25 公分，也就是每週約需澆 5 公分的水，在沙質土上可能需要更頻繁地澆水。另外，在澆水速率上要注意盡量減少逕流量而增加土壤的滲透率，定期檢測土壤亦可了解土壤應澆灌的程度，如取 15-20 公分深的土壤，以手擠壓，若黏著則不需澆水，若土壤粉碎，則需澆水滲透至土壤下 20-25 公分。新植喬木應視天候調整澆水次數，通常晴天每日 1~2 次，陰天 1~2 日一次，每次澆水量須足夠，每株約 2~6 公升。若以存活 5 年以上之喬木，除嚴重天旱外，可免於澆水，任其自然生長。

(2.) 灌木

每次澆水量約每平方公尺 2~4 公升為原則，並視天氣狀況調整澆水次數及施用量。其餘事項皆與喬木相同。

(二) 修枝

(1.) 喬木

行道樹植栽修剪目的，以實務作業方式而言，有整枝、修剪、剪定三種方式，針對修剪操作方式、修剪部位與所需慣用之工具皆有不同：

- I. 整修枝幹、枝條：將枝幹、枝條做適當裁除、切鋸調整，達植物整體造型、美觀及需求。
- II. 修剪枝葉：適當修枝、剪除枝、葉植物整體造型美觀。
- III. 剪定：將小枝葉及花芽、葉芽、果實做適當剪除植物樹

勢發展及調整需要。

喬木類的植栽修剪作業，以防止樹體或樹型過分擴張而變形、或樹冠開張而中空，或多生徒長枝或叢生小枝葉...等不良情況的發生，除了每年定期於植栽修剪作業適期進行不良枝的強剪或弱剪之外，每年亦可針對樹體各部位新生的枝條進行合理的疏刪剪修或短截修剪。尤其在行道樹的整飾，更應注意整體性的景觀面貌，必須施以目標樹型的評估之後才進行修剪作業。在不良枝判定有下列：

I. 喬木植栽修剪作業，應注意對樹冠內部壞樹枝的整修和正確的修剪位置的判斷。

II. 喬木植栽樹種的形態，結構枝不得修剪之外，得針對其次分生的：分枝、次分枝、小枝、次小枝、枝葉等以適時剪除不良型態的枝條。

III. 修剪不良枝的判定如下：

「病蟲害枝」：有病害或蟲害侵襲或危害嚴重的枝條，而且使用藥劑防治的效果不彰或有傳染的可能時，即立即剪除。

「枯乾枝」：枝條前已罹病或蟲之危害、日照及水分、養分不足而形成枯枝或外力傷害等因素，所造成枝條枯乾或死亡或腐朽者，均屬之。

「分蘖枝」：分蘖枝常因生長旺季時期或是樹幹體受到損傷時，影響養分水分的輸送在樹幹基部位及結構枝發芽萌生，有妨礙植栽營養的競奪分配與破壞樹體的外型美觀，這種不良枝須於尚未成熟時就應即刻剪除。

「幹頭枝」：這種分支是因為先前的修剪操作不好後，新

芽從樹莖頭中萌發。因此，當遇到這種分支類型時，應與幹頭一起正確切割。該方法通過修理和切割鋸得以完善。

「徒長枝」：由於其良好的營養狀況，徒長枝具有強大的發芽能力和快速生長。因此，表現出徒長的樹皮的樹皮更光滑，節間距離更長，分支更粗。這種分支必須在正常情況下進行修復，但是如果用於復狀或樣式修復，則可以保留該分支。

「下垂枝」：下垂分支是指新芽在發芽方向上向下生長的情況，因此隨著時間的流逝，或者當分支的生長角度明顯不同於植物的生長角度時，會逐漸形成向下生長的不良分支模式。其他分支，因為它嚴重影響了整個樹形結構的美觀，並引起了“變形現象”，因此可以將其判斷為不良分支之一，需要修剪和移除。

「平行枝」：枝條為兩兩枝條成長的方向與位置，一枝條位於正上方，另一枝條位於正下方，形成兩兩上下平行不相交的生長情況稱之。其兩兩上下平行的枝條，應擇一進行剪除，以免平行上枝影響平行下枝的日照採光條件，而平行下枝競奪平行上枝的養分水分來源。判定修除的條件可依其：平行上枝或平行下枝何者能填補樹木結構空間或何者較為健壯或何者較能平衡偏斜現象以此做整體的修剪評估。

「交叉枝」：是兩個枝條形成 X 狀的交叉接觸，將導致兩兩枝條的韌皮部受損，使兩個枝條均會受傷枯乾或影響生長發育，也會破壞整體樹型的美觀；更因

為交叉枝條會使樹冠枝葉密度增加，影響樹冠內部的採光與通風，容易形成病蟲害源的滋生淵藪危害樹木的生長及其它枝條的生長空間可判定剪除。

「叉生枝」：分叉的分支是發芽在兩個“相等顯性分支”的中心的分支。它們最終將增加樹枝的密度，並影響樹冠內部的照明和通風。它還將成為病蟲害的棲息地，這將損害樹木的生長。此外，它將破壞相同的上支的結構，使其在風或外力的影響下更容易斷裂或分叉。因此，當遇到此類不良分支時，應盡快將其修剪去除。

「陰生枝」：遮蔭的樹枝經常發芽在樹冠中間或樹底，光線較暗。它會爭奪養分和水分，導致枝葉變弱，會導致枝葉太密並影響樹冠的透明度。它也容易產生病蟲害，因此可以判斷為不良枝。

「逆行枝」：逆行分支是因為它最初屬於在正常方向上生長的分支，但是在生長階段或由於氣候干擾或外力干預，該分支或其新芽的生長方向在逆行方向上發生了變化。在增長過程中，從而導致分支發生變化。因此可以判斷為不良樹枝之一。

「忌生枝」：新芽的發芽方向回到樹冠層中心並向外擴展。然而，忌生芽在萌芽的早期朝著樹冠的中心生長。芽的反向生長這也將導致樹冠中心的生長不良，樹體的樹枝密集，樹冠中的樹枝和樹葉的密度增加以及對整體樹結構外觀的嚴重影響，因此可以判斷為不良支之一。

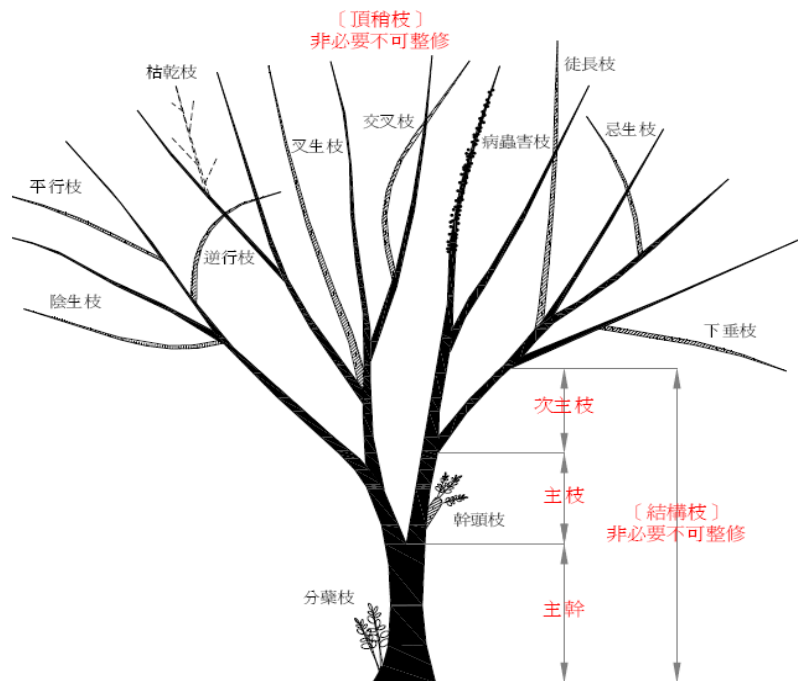


圖 2-2 不良枝示意圖

擬定行道樹修剪之計畫，必須先了解行道樹的功能性，並針對不同位置之行道樹給予不同的修剪，與公園樹木不同的是，行道樹必需考量較多的人、車因素，而非依樹木本身的型態自由發展，另外道路上的影響因子較多，例如電線、路燈、廣告看板、交通號誌、建築物，均需列入修剪範圍一併考量。

樹木現況規格測量與調查紀錄：在修剪作業前應依栽植相同樹木的整個路段或單個分隔島以及人行路段等，針對施作的樹木，並藉以選定其中的「標準樹型」，以作為整個路段行道樹的作業參考指標。

樹冠高度：依據該路段的全體行道樹，以樹冠的平均值高度作為設定標準。樹冠高度若高於平均值高度，須進行抑制性的修剪；樹冠高度低於平均值高度，進行樹冠側枝末梢的摘心、摘芽的修剪。

樹冠寬度：依據該路段的全體行道樹，以樹冠寬度的平均

值寬度作為設定標準，並考慮路幅寬度及鄰接房屋之遠近程度，做適當之考量。人行道的樹木容易鄰接民房側，應適量縮減樹冠寬度」距離應在 1 公尺以上。車道側則可保留較多的寬度，但仍需注意樹冠寬度的平衡，避免樹體傾斜、重心偏移。若是行道樹的樹冠寬度大於「平均值寬度」者，須進行修剪。

枝下高度：依據該路段的空間環境，設定修剪作業的枝下高度，若是行道樹的樹冠靠近車道側的樹冠分枝，車輛通行動線上方之枝下高度以距離地面 4.6 公尺以上，若是行道樹的樹冠靠近人行道側的樹冠分枝，則於人員通行動線的正上方枝下高度應設定為距離地面有 3 公尺以上。若沒有妨礙人車通行或不便的情況時，可不進行修剪作業。

樹冠密度：依該路段的全體行道樹，以樹冠密度採取密、中、疏三級程度判定，作為樹冠密度之設定標準。針對樹冠密度較高的樹種（例如榕樹、印度橡膠樹等），必須適量降低密度，因為行道樹的基地通常較小，降低密度也可減少風倒；而冬季落葉的樹種，則可考慮維持原生密度（例如楓香、小葉欖仁），以呈現疏中帶密的枝條。

十二不良枝的判定修剪：依「不良枝」的實際生長現況予以標定後，進行修剪。

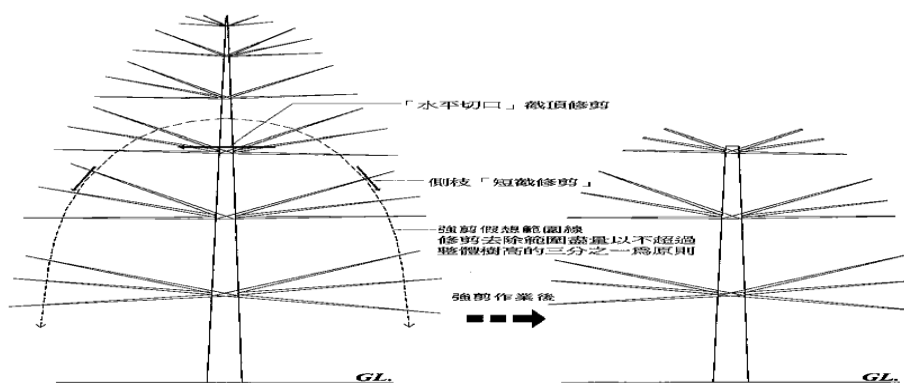


圖 2-3 降低高度截頂強剪作業圖

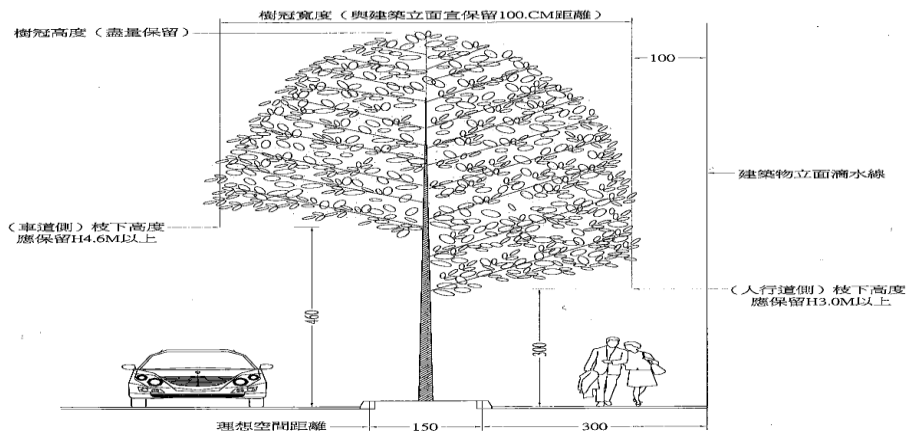


圖 2-4 喬木與道路空間標準規範作業圖

(資料來源：高雄市植栽修剪作業規範 2008.3)

(1.) 灌木

修剪原則：掌握「每次萌芽平均長度」進行灌木類植物的整枝修剪時，常常會面對種類繁多、規格大小不一的情況，而且每季、每月的生長狀況不同，因此即使是同一種植物，在不同的地方也會有不同的生長快慢情況，那麼在進行修剪時又要以怎樣的判斷方式為標準呢？因此，我們應先仔細觀察與了解：不同的植物有不同的「萌芽長度」，而同一種植物的不同時期的「萌芽長度」也會有所不同。不管是修剪圓錐形、梯方形或立方形，都應注意下方枝條之保留，以免造成頭重腳輕，在未來的強剪時，則形成下方枝條裸露，影響美觀。例如，一叢黃金葉金露華，其末稍突出生長的較長枝葉高度約為 15 公分，而較短枝葉高度約為 5 公分，因此其「每次萌芽長度」可訂定為 $(15+5=20\text{cm}, 20\div 2=10\text{cm})$ 10 公分，這 10 公分就是這一次進行修剪的可修除長度，我們可稱之為「每次平均萌芽長度」。一般而言，灌木或

造型植栽的每次修剪程度，都是於現場進行「每次平均萌芽長度」的判定，並可採取植栽若想要使其愈長愈高大時，則應採取小於「每次平均萌芽長度」的「弱剪」，或想控制其生長、不想要其愈長愈高大時，則採取大於每次平均萌芽長度的強剪。惟對於樹齡較老、較高大的灌木類植物，即使每年持續的弱剪也會有植栽漸漸愈來愈高大、枝條愈顯老化的情況，因此需要再選擇「強剪作業適期」來進行強剪，也就是在離地面留存約三至五個節的高度採取平切剪除的方式進行修剪，這樣便能使其返老還童般的更新又復壯。另外針對開花性灌木，仍需依修剪適期在每一次開花後進行修剪，避免不慎將花芽修去。例如 3 月開花的杜鵑，就必須在 5 月以前修剪完成，以利新葉生長，及避免花芽被剪除。

2.3 行道樹生態環境的功能

(一) 綠化環境功能

園區道路為柏油鋪設，兩旁的工廠建築物都以鋼筋、水泥建築，在視覺上易造成疲勞，若在道路旁種植一些花草或樹木，藉由行道樹綠色植物的自然美，可柔和鋼筋水泥叢林線條剛硬與色彩單調，緩和生活的緊張與工作壓力，也提供視覺上的放鬆，調和周遭環境，美化道路環境景觀，營造綠色優雅的舒適氛圍進而提高環境品質。

(二) 空氣污染物淨化功能

街道空氣污染之來源為工廠生產、路上的車輛所排放出的廢氣。空氣汙染一直是都會民眾的可怕夢魘，懸浮粒子（particulate matter，PM）對身體的傷害更是嚴重。行道樹可行光合作用，吸收二氧化碳、

釋出氧氣，供人們生活所需。此外，樹木還具有吸收有毒物質與截留空氣中塵埃之功能；樹木的氣孔會吸收二氧化硫、氯、氟、臭氧等有毒物質，空氣中的塵埃也常會附著在樹木上，所以行道樹具有提供氧氣、過濾塵埃、淨化空氣，及防制污染等機能。陳英謙(1996)在「行道樹淨化空氣污染及其抗氧化能力之研究」中，以白千層、台灣欒樹、楓香、茄苳、印度橡膠樹、榕樹、樟樹等七種樹種中，得單位長樹冠層(1)二氧化氮淨化能力，以白千層、楓香、台灣欒樹明顯高於榕樹、茄苳、樟樹及印度橡膠樹。(2)臭氧淨化能力，以印度橡膠樹、樟樹顯著。榕樹、茄苳樹的淨化能力也有一定程度，淨化能力差一級有楓香、台灣欒樹，阿勃勒幾乎零淨化能力。

(三) 調節氣候可遮蔽陽光的照射

夏季豔陽高照所產生的紫外線對人體有害，特別是人的眼睛對於紫外線很敏感，街道樹木的樹冠遮蓋物可以阻擋，反射和吸收太陽輻射，從而使行人或運輸車輛可以減少由太陽引起的不適，增加舒適度，通過蒸散調節溫度並增加相對濕度。全部在降雨中，有40%的水來自植物的蒸散和蒸發，而水的相對濕度的增加也產生了降溫作用，從而改變氣候。都可以使用路人得到舒適的交通環境(黃振文等，1999)。

(四) 減輕噪音

緊鄰社區居民非常困擾的問題-噪音,使心理緊張、影響睡眠、容易疲勞，嚴重甚至會影響到聽覺的健康。栽植行道樹，除可攔阻噪音源之外，樹木枝葉搖曳聲，與樹上蟲鳴、鳥叫所產生的自然樂章，也具有覆蓋噪音源的作用。。

(五) 散發陰離子與芬多精

植物行光合作用時所產生的「陰離子」有促進血液循環、鎮靜

自律神經等功效。此外，植物所散發的「芬多精」，可除去空氣中如葡萄球菌、鏈球菌等有害物質。

(六) 提高行車安全：道路經行道樹的適當規畫與配置，可具有誘導視線、遮蔽炫光等作用，提高交通的安全性。如雙向車道的安全島種植枝葉繁茂的灌叢，便可阻擋對向車道的車燈炫光。

2.4 常見行道樹種及問題探討

行道樹是栽種於道路兩旁做為道路標示及環境綠美化的功能，在台灣本島行道樹的栽種約於 1645 年起於曾文溪官田匯流處一帶的交路線兩側種植芒果樹為最早。由過去的經驗篩出一些適宜的種類可供選擇，隨著時代改變對人們對行道樹的對觀念想法，難以因循舊制，且新的行樹種類汨汨不絕的出現，喜新厭舊的思惟左右了行道樹的選種(劉思謙，2012)。

台灣行道樹的市村是由中國所建立，台灣並沒有行道樹組織，道路頂多只能容許牛車單向經過，就連村民要行走都有此困難。田代安定對行道樹的特質以東洋類型行樹、印度南洋類型行道樹、西洋類型行道樹三個方面、特質並將台灣的行道樹分成五大類：市街行道樹、市外行道樹、海岸行道樹、高地行道樹、私道行道樹(吳明勇，2008)。

另整理台北市目前之行道樹選擇，茲說明如下：台北市各道路、安全島、人行道之寬度大小及各樹種之抗風性、抗病性及樹型、功能、花期、等特性、地域性之整體，分類如表 2-1，並依上述原則(表 2-2)，

選出下列 13 種特性，共 39 種優良植栽種類。另因早期臺北市行道樹為達成快速綠化及遮蔭效果，其行道樹種均選擇速生樹種種植，如榕樹、橡膠樹、菩提樹...等，但因該樹種生長快速、生長勢強、樹冠茂盛，其根系又為淺根性，故形成頭重腳輕遇風而倒伏，易發生事故。

表 2-1 台北市行道樹選擇原則

寬度、地點	<1M	1-2M	2-3.5M	>3.5M 以上
人行道	缺株時不再補植，函請本府工務局新工處封閉植穴	缺株時不再補植，函請本府工務局新工處封閉植穴	種植小喬木或喬木	種植喬木或大喬木
安全島、綠帶部分	灌木類、整型喬木類或棕欏類	種植小喬木或喬木	種植喬木或大喬木	種植喬木或大喬木

表 2-2 台北市行道樹特性之選擇原則

01 常綠	02 半落葉	03 落葉
04 大喬木	05 中喬木	06 小喬木
07 直立型	08 開展型	09 觀花樹
10 觀葉色變化樹	11 誘蝶誘鳥	12 良好遮蔭效果
13 生長速度快		

行道樹維護要素為蟲害防治、清掃及修剪等如圖 2-4。而針對目前行道樹管理維護之問題，臺北市公園、綠地、廣場及行道樹不再種植樹種說明如下：

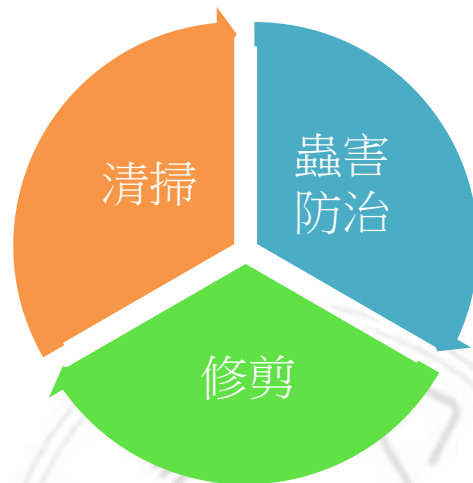


圖 2-4 行道樹維護要素

1. 榕樹：榕樹為本市「市樹」，且為行道樹之主要樹種，基於維護綠色資源，原則上於缺株補植時以其他適合樹種替換。至於部分路段之榕樹應予保留，以維榕樹形成之綠色隧道或廊道景觀。
2. 橡膠樹：其特性生長勢強，樹冠茂盛，遮蔭功能佳，惟種植在人行道時，成齡後其根群盤生，易將人行道磚面破壞隆起，或破壞安全島緣石。
3. 菩提樹：其性質為生長勢強，樹冠茂盛，遮蔭功能佳，植於本市道路者多已茁壯茂盛，因屬淺根性樹種，遇風較易倒伏。僅仁愛路四段安全島綠地上之菩提樹具季節更替景觀效果宜保留，缺株補植時仍以菩提樹種植，以保有獨特風貌之道路景觀。

4. 盾柱木：屬觀花性喬木，花黃色，花序頂生，對市容景觀增色不少，然因淺根性，植於迎風面，遇風較易倒伏，故針對部分路段缺株補植時擇其他適合樹種替換。
5. 木棉：屬觀花性喬木，花色為橙黃色，對市容景觀增色不少，係屬深根性抗風性強的樹種，木棉花之棉絮易對具過敏體質之民眾造成身體不適，落花易汙染路面，並造成路面溼滑影響行車安全，原則上於缺株補植時擇其他適合之優良樹種替換。
6. 刺桐類：雖屬觀花性喬木，且深根性抗風性強樹種，惟近年來受刺桐紬小蜂危害，故於尚未有效控制紬小蜂危害前，改由其他合適樹種替植。

1900年，田代安定將《臺灣道路市街植樹論》增補改版，由民政部殖產課出版《臺灣街庄植樹要鑑》首度將行道樹分成外國產選定樹木、日本國內沖繩及小笠原諸島為選定樹木和臺灣產選定樹林三項。所謂行道樹，主要是為了在市街道路上能有遮蔭，不僅幫助空氣流通，維持市容美觀又能消滅夏日之炎熱及遮蔽日光之暴射，能間接降低對行人健康所造的損害。在田園遠郊間也能減低行人因炎熱陽光對眼睛直接照射。因此行道樹在人類世界中扮演相當重要的角色。田代認為行道樹實用關係就好像遮蔽人裸體的衣物，能防止外物的侵害，而行道樹也會影響一個市街村邑的價值，猶如一個國家或是一郡的體面，因此考量物質文化建設時，行道樹的經營是相當重要的項目之一。

田代特別著墨於市街行道樹的規劃，經過他的選取和調查認定，其對臺灣市街行道樹用木訂定了特等主木、一等主木、二等主木、三等主木四種類別標準，成為其後臺灣市街行道樹的規範。所謂特

等主木指的是樹姿、葉觀及花容等優美高尚性質遠遠超越其他樹木，可以作為市街主要道路的行道樹。例如：鳳凰木、美國合歡、印度菩提樹、胡椒木、福樹、大紫薇花、百日紅、桃花木、鐵刀木、海紅豆樹、華盛頓椰子等。一等主木在樹姿、葉觀上與特等木並駕齊驅，有時可作為特等木的替代用木，但相較之下樹性較脆弱，較難承受風害。例如：紫檀、麵包果樹、蕃龍眼樹、樟樹、蘋婆果樹、梧桐、合歡木、欖仁樹等。二等主木品位較為中庸，其特點是具有相當實用性，例如茄苳樹、苦楝、金龜樹、垂柳、刺桐、蒲葵等。三等主木種類甚少，雖在熱帶各地市街中普遍是著名的品種，其樹體端正度不足，外觀不夠出色，大部分成為市外里道行道樹。如：相思樹、臺灣柳、白楊樹、烏白樹、木麻黃、黃槿、檳榔。

王義仲等(2003)進行調查臺灣北區-林口工業區、中區-彰濱工業區、南區-台南科學園區三個工業區，紀錄喬木種類、數量與胸徑，計算碳固定量，並經由重要值指數分析(IVI)結果，選出進行滯塵量實驗的樹種。依工業區樹種的種類、生長概況，比較其碳固定與滯塵的效果，篩選出適合推廣最為高固碳、高滯塵量的樹種，提供綠美化樹種參考。在碳含量方面，根據綠地面積推估林口工業區總碳固定量為 26.9 ton，彰濱工業區總碳固定量為 13,929.9 ton，台南科學工業區總碳固定量 1,797.17 ton。單株碳固定量以林口工業區的雀榕(*Ficus superba* Var. *japonica*) 0.201 ton 最大，並根據各工業區單株碳固定量結果選出雀榕、白千層、相思樹、山欖、福木、小葉欖仁、阿勃勒、美人樹等樹種為高固碳樹種。滯塵量方面林口工業區滯塵量範圍為 0.0032~0.3702 mg/cm²、彰濱工業區滯塵量範圍為 0.0217~0.4840 mg/cm²、台南科學工業園區滯塵量範圍為

0.0489~0.3064 mg/cm²，滯塵量最佳的樹種分別是印度橡膠、芒果、流蘇、夾竹桃、白水木、黃槿、白千層、茄苳、小葉欖仁、羅漢松、臺灣赤楠，可推廣作為淨化空氣、防止揚塵的樹種。



第三章 研究方法

3.1 研究地區

民雄工業為綜合型工業區為都市計畫內之乙種工業用地，生產事業用地約 176.1 公頃占全區比例約 73.20%、公共設施用地占地約 36.98 公頃占園區約 15.4%，如圖 3-1。主要入口由台一線縱貫公路進入，區內道路主要分為 16 公尺及 8 公尺寬共計 13 條道路，道路周邊皆設有 2.5 公尺寬之人行道，並種植喬灌木綠美化，提供遮陰功能。

工業區開發至今 40 餘年，鄰近社區有嘉義市荖藤里、民雄鄉金興村、興南村、福樂村及北斗村，近年來鄰近社區人口快速成長，公共設施之道路、人行道使用頻率增加，對環境景觀需求性提升。又，早期工業區栽種之行道喬木成長快速多樣，亦造成行道板根壟起嚴重造成人行道鋪面破壞。

3.2 工業區廠商類別

民雄工業區內廠商用地廠商家數約 227 家(生產中有 218 家)，就業人數約 8500 人，園區內主要產業:機械、食品、金屬製造業等綜合性工業區，如表 3-1。

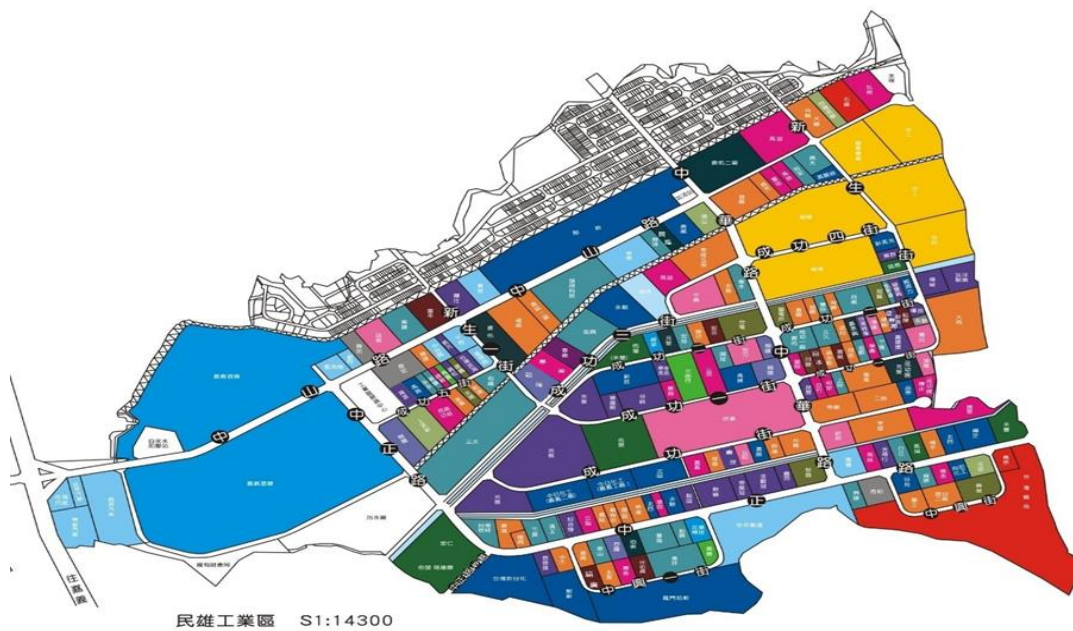


圖 3-1 民雄工業區示意圖



圖 3-2 民雄廠商現況-廠商分類圖

表 3-1 民雄工業區廠商行業類別

工業區廠商行業類別									
廠商行業類別	家數	家數比例 (%)	面積 (公頃)	面積比例 (%)	廠商行業類別	家數	家數比例 (%)	面積 (公頃)	面積比例 (%)
食品及飼料製造業	29	12.5	41.90	23.80	非金屬礦物製品製造業	5	2.16	12.63	7.17
紡織品製造業	1	0.43	0.83	0.47	基本金屬製造業	9	3.88	5.60	3.18
木竹製品製造業	3	1.29	1.20	0.68	金屬製品製造業	33	14.22	12.38	7.03
紙漿、紙及紙製品製造業	11	4.74	6.91	3.92	電子零組件製造業	2	0.86	1.69	0.96
印刷及資料儲存媒體複製業	1	0.43	0.48	0.27	電力及電子器材業製造修配業	9	2.62	2.75	1.56
石油及煤製品製造業	3	1.29	8.28	4.70	機械設備製造修配業	32	13.97	16.31	9.26
其他化學製品製造業	26	11.21	22.97	13.04	汽車及其零件製造業	6	2.59	4.68	2.66
藥品及醫用化學製品製造業	4	1.72	1.85	1.05	家具製造業	11	4.74	8.57	4.86
橡膠製品製造業	7	3.02	2.02	1.14	其他製造業	5	2.16	2.41	1.37
塑膠製品製造業	21	9.05	7.35	4.17	未分類其他服務業	14	6.03	12.54	7.12

3.3 民雄工業區行道樹種

民雄工業區為早期開發之工業區主要道路中正、中山及中華路為16米道路寬，兩旁人行道各約2.5公尺各栽設喬木樹種以大花紫薇為主，經30餘年常因喬木的蟲害、枯死、廠商認養...等因素，其補植栽種的樹種因未依原栽植之樹種補植，經盤點後有黑板樹、茄苳樹、菩提樹、福木、榕柏、台灣欒樹、小葉欖仁、光臘、台灣肖楠及黃花風鈴木等樹種多元。

另成功街、成功一街、成功二街、成功三街、成功四街，道路為8公尺雙向路面，兩旁栽種的主要樹種為水黃皮。成功五街及中興街、中興一街道路為8公尺雙向路面種植之樹為樟樹，新生街、新生一街路為皆為8公尺路面，栽種之樹種大都為茄苳樹。經盤查現有行道樹樹種多元，分別有黑板樹、福木、欒樹、風鈴木、光臘、肖楠、大葉山欖等樹種。經盤查各街道之行道樹種類如表3-2。

表 3-2 民雄工業區之行道樹

道路名稱	行道樹種類
中山路	大花紫薇、黑板樹、茄苳樹、菩提樹、福木、榕柏、台灣欒樹、小葉欖仁
中正路	大花紫薇、樟樹、菩提樹、榕柏、黃花風鈴木
中華路	大花紫薇、黑板樹、福木、榕樹、台灣欒樹
成功街	火焰木、黑板樹、福木、重陽木
成功一街	大葉山欖、光臘、榕樹、火焰木
成功二街	水黃皮、台灣欒樹、台灣肖楠

成功三街	水黃皮、黑板樹、黃花風鈴木
成功四街	水黃皮、火焰木、黑板樹
成功五街	樟樹、台灣肖楠
新生街	大葉山欖、黑板樹、榕樹
新生一街	重陽木、黑板樹
中興街	樟樹、水黃皮
中興一街	樟樹、水黃皮

3.4 園區行道樹之 SWOT 分析

「SWOT」是一種分析方法，即優勢(Strengths)、劣勢(Weaknesses)、的機會(Opportunities)和威脅(Threats)四種分析方法，用以分析組織的內部條件及外部環境，進行各方面的評估，以便制定出未來因應環境的發展策略。其中，優勢與劣勢主要著眼於組織本身的實力及與競爭對手的比較，而機會與威脅其主要焦點在於外部環境對於組織可能帶來的影響與變化。這四種分析可協助組織思考策略規劃與執行，並發現潛在問題之所在，加以改進與補強，以強化組織的競爭優勢。雖然其扮演一關鍵角色，然而如何將 SWOT 分析結果與策略進行連結，甚至進行策略議題擬定與行動方案建立，成為 SWOT 分析能否真正用於策略規劃上重要議題。

SWOT 分析法(也稱道斯矩陣)即態勢分析法，S(strengths)是優勢、W(weaknesses)是劣勢，O(opportunities)是機會或機遇、T(threats)是威脅或者風險、挑戰。通過分析研究對象密切相關的各種主要內部優勢、劣勢和外部的機會和威脅等

SW 是以內在環境來分析，分析的項目是以自己能夠控制的部分，而 OT 則是以外部環境來分析，是本身無法掌控的一些現象或是事實。內部環境對自己有利的就是優勢，反之為弱勢。而外部環境對自己有利的就是機會，反之則為威脅。

行道樹於工業區之 SWOT 分析如下：

S(strengths)優勢：

- 1.達到遮陰和觀賞的作用。
- 2.可做為道路的配套設施。
- 3.改善區域的生態環境。
- 4.淨化環境的空氣品質。
- 5.降低環境噪音。
- 6.涵養水源。

W(weaknesses)劣勢：

- 1.不適當樹種造成設施破壞。
- 2.易掉落的花朵、果實、種子造成用路人安全疑慮。
- 3.根系茂盛易竄根阻塞排水、或造成人行鋪面壟起，破壞廠商圍牆，影響安全。
- 4.枝葉與樹幹碎弱遇強風或颱風易折斷增加維護費用。
- 5.病蟲害、與生態不平衡造成問題，困擾鄰近民眾，影響環境的品質。

O(opportunities)機會或機遇

1. 行道樹與廣場樹木的生長環境，不同於寬廣植栽地生長的公園樹、庭園樹。行道樹生長破壞周邊設施,其命運將多舛。
2. 受到廢氣、踩踏、事故損傷、病蟲害等傷害逐漸衰弱。看似

健全的佇立於道路旁，卻背負著腐朽風險危機。

3. 行道樹普遍植栽穴過小，太小的樹穴使大樹根系無法生長，不但造成枯枝，也容易具有傾倒的危險。尤其面對水平淺根的樹種，一旦根系受限，生長阻害、失去病害抵抗能力，嚴重時枯損傾倒。

T(threats)威脅或者風險、挑戰

1. 行道樹管理最低標招標作法，使錯誤修剪方法。
2. 不改善樹木立地條件，養護時未考慮排水透氣遮蔭風力，難以減少病蟲害發生。
3. 一味考量景觀但缺乏環境考量，使樹木生長狀況不佳。

3.5 層級分析法

層級分析法(Alytic Hierarchy Process， AHP)是由匹茲堡大學教授 Thomas L. Saaty 於 1971 年所提出的一套決策方法，用以解決埃及國防部之應變計畫問題以將複雜問題由高層次往低層次逐步分解方式，彙集有關決策人員之意見結果進行評估，求得各方案之優勢比重值，以成對比較方式，求得評估因子權重，此分析方法利用階層結構幫助決策者對事物作更深的瞭解，由較高層級的項目予以分解成數個細項層級，將複雜之決策問題簡化，進而處理複雜的決策問題。

有關 AHP 主要假設包括以下幾點(Saaty， 1980)

1. 每項問題均可細分為許多種類或組要因素，同時形成有網絡型之階層關係。
2. 階層結構中，每一要素均應具有獨立性。

3. 每一層級之要素均可在上一層級之某要素下兩兩比較評估。
4. 要素間的偏好關係須滿足遞移性(transitivity)之要求。
5. 滿足完整的遞移性較有難度，因此部分研究容許不具遞移性，但是仍須檢測一致性(consistency)之滿意程度。
6. 各要素之優勢程度藉由加權法則(weighting principle)決定。

層級分析法(AHP)之操作模式可分為以下七大步驟，優先進行問題描述，接著找出影響要素以利建立層級關係，續採用成對比較方式，找出各層級之決策屬性相對重要性，依此建立成對比較矩陣，最後計算矩陣之特徵值與特徵向量，以求個屬性之權重，步驟分項敘述如下：

1. 問題建構及描述

針對問題之系統進行分析，將可能影響問題之要素盡量納入，即決定問題之主要目標，亦須注意要素間之相互關係及獨立性。

2. 建立層級關係

此階段需決定問題之目標及總目標之各項要素指標，決定各指標之評估準則與列入方案之考量。理論上層級架構之層級與同一階層之要素個數，可依據系統之需求來訂定，惟 Saaty 提出，為避免決策者對決策準則之相對重要性判斷產生誤差，建議同一階層最好不宜超過 7 項。

3. 問卷設計及調查

將同一階層內之各要素間進行兩兩相互比較方式製作問卷，如某一層級中有 n 項要素，則決策者必須進行 $n(n-1)/2$ 次之成對比較。AHP 在問卷設計上評估尺度劃分五個等級，分為等強、稍強(稍弱)、頗強(頗弱)、極強(極弱)、絕強(絕弱)及給予 1~5 之衡量值，並依循

Saaty 建議以不超過九個評比尺度為原則(表 3-3)。

表 3-3 AHP 評估尺度意義及說明

評估尺度	定義	說明
1	等強	兩要素比較程度同等重要
2	稍強(稍弱)	依經驗與判斷兩要素比較較為喜好某一要素
3	頗強(頗弱)	依經驗與判斷兩要素比較更為喜好某一要素
4	極強(極弱)	實際顯示非常強烈傾向喜好某一要素
5	絕強(絕弱)	具足夠證據肯定策略

4. 建立成對比較矩陣

將問卷兩兩要素比較結果的衡量，建立成對比較矩陣，將 n 項因素必較結果以矩陣之上三角部分，下三角部分數值為上三角部分相對位置數值之倒數，形成成對比較矩陣形式，如下表示：

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1/a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & 1 & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

5. 計算特徵向量與最大徵值

將取得成對矩陣 A，採用特徵向量之理論基礎，得以計算出特徵向

量(eigenvector)與特徵值(eigenvalue)，而求得元素之間的相對權重。建立成對比較矩陣 A，即可計算各層級要素之權重。首先須先將各要素標準化，再將標準化後之各列要素加總，最後除以各列要素之個數，即可求得各項要素之特徵向量。

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

其中， $a_{ij} = w_i / w_j$ ， w_i 、 w_j 各為準則 i 及 j 之權重。

準則成對比較矩陣 A 為一正倒值矩陣，符合矩陣中各要素為正數，且具倒數特性，如下公式說明：

$$a_{ij} = 1 / a_{ji}$$

$$a_{ij} = a_{ik} / a_{jk}$$

再將準則成對比較矩陣 A 乘以各準則權重之向量 w：

$$\bar{w} = (w_1, w_2, \dots, w_n)^t$$

經計算可得以下公式：

$$AW = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \left(\frac{\tilde{w}_1}{w_1} + \frac{\tilde{w}_2}{w_2} + \dots + \frac{\tilde{w}_n}{w_n} \right)$$

因 a_{ij} 為決策者進行成對比較時主觀判斷所給予之評比，與真實之 w_i/w_j 值，必有某程度差異，故 $Aw=mw$ 便無法成立，故 Saaty 建議以 A 矩陣中最大特徵值取代 n 。

$$\text{亦及 } A \bar{w} = \lambda_{\max} \bar{w}$$

$$(A - \lambda_{\max} I) \bar{w} = 0$$

矩陣 A 之對大特徵值求法，係由下列公式求算而得，所得之最大特徵向量，及為各準則之權重。

$$w_i = \frac{1}{n} \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

6. 一致性檢定

主要為評估該問卷是否為有效問卷，以一致性指標 (Consistence Index, C.I.) 與一致性比例 (Consistence Raatio, C.R.) 來檢定成對比較矩陣之一致性。

一致性指標由特徵向量法中求得之與 n (矩陣維數) 與兩者的差異成對可作為判斷一致性程度高低之衡量基準，當 $C.I.=0$ ，表示前後判斷一致性符合，當 $C.I.>0$ ，表示前後判斷不一致，計算公式如下：

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

在相同階數的矩陣下，C.I.值與 R.I.值的比率，成為一致性比率(C.R.)，若 $C.R. \leq 0.1$ ，則一致性程度視為滿意，計算公式如下：

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}$$

7. 求解各因素之優勢比重

若矩陣與整體層級符合一致性檢定要求($C.R. \leq 0.1$)，即可進行下一步計算各層級要素之相對權重值，求各方案之優勢向量，以排列優先順序，取得最佳方案排列。

3.6 AHP 專家問卷

本研究係以 AHP 方法結合專家問卷進行行道樹維護及最適樹種因子之評估及探討，茲將本研究之行道樹最適樹種評估因子之專家問卷進行探討及說明。

本研究主要藉由永續發展目標之願景作為行道樹最適樹種評估之理論基礎，以層級分析(AHP)方法，擬以「景觀意象」、「經濟價值」、「維護管理」、「原生樹種」、「生態保育」為影響本研究目標層的五個構面，來進行分析評估，來做為行道樹管理維護之最適處理方式。

各項因子擬欲規劃之設計內涵簡述如下說明，

1. 景觀意象：以配合工廠空間使用機能或道路主、次要所欲顯現之主題，由單一樹種的特點提供觀賞及遮蔭效果。

2. 經濟價值：以高經濟價值之樹種栽種，作為產業園區內之有價資源，數十年後以標售方式，增加園區經濟收入。
3. 維護管理：樹木形狀整齊，生長速度較慢的樹種可以減少修剪和修剪；修剪後，樹木會迅速癒合，易於發芽並具有較高的成活率，並且其根部深入地下，損害地下管線，並破壞道路和人行道。具有堅硬，抗風，抗蟲的樹種，其枝葉和樹幹仍具有老化或破壞後的再利用價值；修剪後的樹枝和樹葉可用作堆肥，以減少垃圾量。
4. 原生樹種：適應當地環境特徵，生長潛力，抗病蟲害和抵抗環境脅迫的潛力的本地樹種是長期進化的結果，並為街頭樹創造了高度的適應性。
5. 生態保育：以具有較好的環境適應性、較佳的生態效益、與易於管理維護等優良的栽培特性；透過區域栽種，營造原生植物綠地，作為健全生態系統的基礎，並營造鳥類、昆蟲棲息的生態廊道。

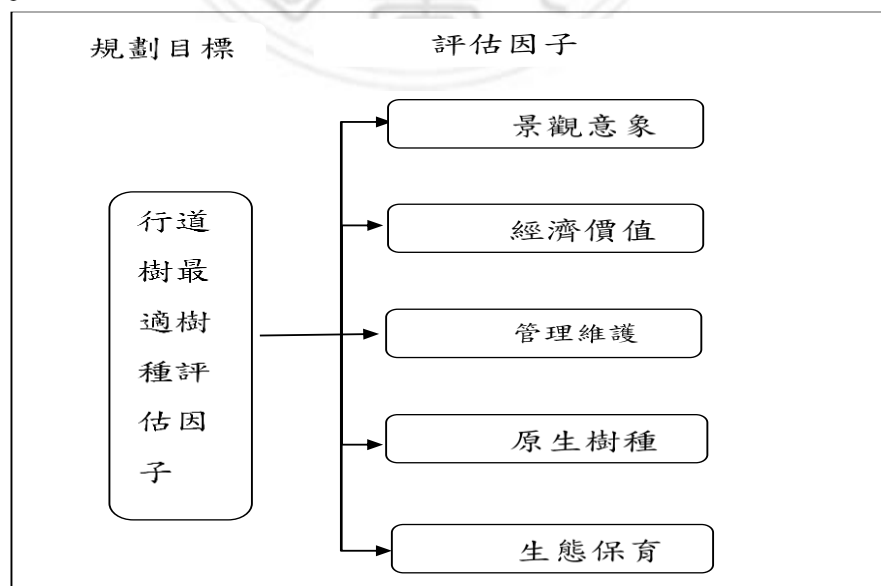


圖 3-3 本研究 AHP 層級架構圖

再依閱讀後依序前述填表方式填寫其重要程度。依經驗評估上述之「景觀意象」、「經濟價值」、「管理維護」、「原生樹種」及「管理維護」五種構面對該區之影響性。假設若您認為“景觀意象”對行道樹最適樹種較其他因子為大（表示其對行道樹最適樹種之重要性之較大），則以絕強（5:1）至稍強（2:1）比例，填寫其重要程度。本研究欲藉由本問卷調查分層評估分析(表 3-4)，經權重分析結果，確認行道樹之重要因子為何者，作為後續規劃之參考。

表 3-4 本研究 AHP 指標因子評估表

評估項目	重要程度									評估項目
	絕強 5 : 1	極強 4 : 1	頗強 3 : 1	稍強 2 : 1	等強 1 : 1	稍弱 1 : 2	頗弱 1 : 3	極弱 1 : 4	絕弱 1 : 5	
景觀意象										經濟價值
景觀意象										維護管理
景觀意象										原生樹種
景觀意象										生態保育
經濟價值										維護管理
經濟價值										原生樹種
經濟價值										生態保育
維護管理										原生樹種
維護管理										生態保育
原生樹種										生態保育

第四章 結果與討論

4.1 工業區行道樹現有問題分析

1. 行道樹分布環境位置

民雄工業位於嘉義縣民雄鄉南方與嘉義市交界，緊鄰台一號縱貫公路，東邊距國三高速公路竹崎交流道僅 3 公里，西距國一高速公路民雄交流道約 6 公里，園區內中正路、中山路及中華路銜接國道聯外道路交通便捷，交通流量大。

工業區為早期開發，園區內設有 13 條道路總長為 17670 公尺依當時之需求行道樹栽植分布每條道路及護坡及綠帶，工業區每條道路設人行道寬度約 2~2.5 公尺，人行道上設行道樹樹穴 1 公尺*1 公尺，每棵樹距 10 公尺。園區內主要道路中正、中山、中華路，路寬 16 公尺兩邊人行道寬各 2.5 公尺，早期開發時以大花紫薇為主要栽種。次要道路成功街、成功一~五街及新生街、新生一街、中興街、中興一街各為 8 公尺道路兩邊人行道寬為 2 公尺，分別於成功街種植火焰木、大葉山欖，成功一街、二街、三街、四街栽種水黃皮、成功五街種植樟樹(表 4-1)。

後續因行道樹蟲害、過度修剪、枯死及廠商認養維護等因素，或因經費問題改變原種植之單一行道樹種，或補植之樹種以當時林業單位提供之樹苗非以原主要之樹種栽種，致目前各條道路之樹種多元，景觀無法一致。

表 4-1 工業區道路名稱及路寬及人行道寬度一覽表

路名	道路寬度	人行道寬度
中山路	16 公尺	約 2.5 公尺
中正路	16 公尺	約 2.5 公尺
中華路	16 公尺	約 2.5 公尺
成功街	8 公尺	約 2 公尺
成功一街	8 公尺	約 2 公尺
成功二街	8 公尺	約 2 公尺
成功三街	8 公尺	約 2 公尺
成功四街	8 公尺	約 2 公尺
成功五街	8 公尺	約 2 公尺
新生街	8 公尺	約 2 公尺
新生一街	8 公尺	約 2 公尺
中興街	8 公尺	約 2 公尺
中興一街	8 公尺	約 2 公尺

2. 工業區行道樹現況問題

工業區公共設施占約 36.9 公頃，全區人行道長度約 3 萬 5 千公尺，行道樹約 3 千多棵，因為 30 餘年之工業區，行道樹生長高大樹葉茂密，根系壟起破壞地下管線、人行道鋪面情形嚴重，且因樹種落葉嚴重(圖 4-1 及圖 4-2)，又環境維護管理經費有限，人力費用節節高升(表 4-2)，無法針對每一棵行道樹加強其維護管理，因此在植栽管理維護作業前，應考量該種類植栽適合當地環境且較易照顧之樹種。以減少清理、整修、蟲害等養護成本。



圖 4-1 樹穴狹窄行道樹根系破壞人行道鋪面



圖 4-2 蟲害、落葉頻繁之維護管理現況

表 4-2 近五年環境清潔採購案

	110 年	109 年	108 年	107 年	106 年
工作項目	環境清掃、綠帶割草、行道樹/樹籬修剪、排水溝清理				
預算金額	225 萬	230 萬	240 萬	250 萬	250 萬
清潔人力	10 人	10 人	10 人	10 人	10 人

4.2 工業區行道樹之特性分析

茲整理工業區內各路段常見之行道樹生態特性及分布，包括榕樹、樟樹、茄苳、臺灣欒樹、黑板樹、小葉欖仁、水黃皮、大花紫薇、印度橡膠樹、蒲葵、阿勃勒、火燄木、福木及大葉山欖等(表 4-3)，以瞭解各路段之行道樹選擇及後續維護管理問題之參考。工業區在設立及後續補植行道樹之選擇時，並無進行專家學者之研究或建議而種植，係以成本及廠商供貨方便性為種植依據，種植原則或路段並無一致性；而行道樹有的是台灣固有的原生樹種或產於中國、馬來西亞、印度、非洲、中美洲、及西太平洋而移入台灣適應者，有些則容易落葉、或颱風季節折枝、或板根、氣根造成路面破壞，有些則是易受病蟲害的侵襲，樹木在幾十年來因環境、氣候或植物生長特性而造成各種管理維護問題，實有必要進行行道樹優選之必要。

表 4-3 民雄工業區之行道樹生態特性及路段分布

行道樹名稱	生態特性	分布路段
榕樹	<ul style="list-style-type: none"> ● 台灣固有的原生樹種 ● 枝幹懸垂氣生根，垂落至地面 	每條一道路皆有

	迅速粗大	
樟樹	<ul style="list-style-type: none"> ● 台灣固有的原生樹種 ● 樹皮暗褐或灰褐，有縱向深裂溝 ● 枝、幹、葉皆具有樟腦香味 ● 阻隔噪音能力高、耐高度的空氣污染 	成功五街、中興街、中興一街
茄苳	<ul style="list-style-type: none"> ● 台灣固有的原生樹種 ● 根系能深入地層，水土保持效果良好且抗風耐旱， 	新生街、新一街、中山路後段
臺灣欒樹	<ul style="list-style-type: none"> ● 台灣特有種樹木 ● 喜陽光充足和高溫濕潤的環境 ● 抗風力強，耐旱性佳、耐寒性佳，耐陰性尚可，抗空氣污染力強 ● 全株可做藥用，花可做染料 	中山路、中正路、中華路
黑板樹	<ul style="list-style-type: none"> ● 原產於印度馬來西亞、非洲、中美洲及西太平洋 ● 常綠大喬木，樹形高大筆直，高度可達 25~30 公尺 ● 不易落葉，對環境適應力強 ● 建築木材(合板) 	中山路、中正路、新生街、新生一街、成功街、成功一街、成功二街、成功三街、成功四街
小葉欖仁	<ul style="list-style-type: none"> ● 原產於非洲熱帶 ● 落葉喬木，株高可達約 15 公 	中山路、中正路、中華路部份

	<p>尺，樹型整齊細緻</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 冬季完全落葉，另非常抗強風，耐鹽分樹種 	
水黃皮	<ul style="list-style-type: none"> ● 台灣固有的原生樹種 ● 中喬木，樹幹直立，深根性 ● 因木質靠海流傳送遷移而不下沉，加上抗風、抗鹽能力超強，是優良的海岸樹種 ● 種子提煉的油，可治皮膚病 	成功一、二、三、四街
大花紫薇	<ul style="list-style-type: none"> ● 產自斯里蘭卡、印度、馬來西亞、越南及菲律賓。 ● 落葉大喬木，株高約 5-20 公尺 ● 屬落葉喬木 	中山路、中正路、中華路
菩提樹	<ul style="list-style-type: none"> ● 原產於印度、緬甸、斯里蘭卡 ● 半落葉大喬木，生長快速，樹冠寬闊，為良好之綠蔭樹種 ● 菩提樹與榕樹具有相同的氣根 	中山路
垂榕	<ul style="list-style-type: none"> ● 原產於中國、印度及馬來西亞 ● 常綠喬木。樹幹直立。 ● 開花結果都在隱花果之內，因其枝軟如柳而成下垂狀，故名「垂榕」 	每條道路都有
印度橡膠樹	<ul style="list-style-type: none"> ● 原產於印度、爪哇、馬來西亞 	公園綠帶

	<p>等熱帶雨林</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 常綠大喬木，樹幹粗大。 ● 跟榕樹一樣有「氣根」 	
蒲葵	<ul style="list-style-type: none"> ● 原產於中國、小笠原群島、琉球 ● 常綠喬木。 ● 喜歡富石灰質的土壤，對土壤及環境的要求不高 ● 能適應多雨潮濕又高溫的氣候，耐鹽、抗風、樹性強健 	公園綠帶
阿勃勒	<ul style="list-style-type: none"> ● 原產於印度。 ● 落葉大喬木 ● 性喜溫暖、日照充足、排水良好之土壤，不耐霜害，生長快速之陽性樹。 	護坡綠帶
火燄木	<ul style="list-style-type: none"> ● 原產於美洲及熱帶非洲 ● 常綠大喬木。 ● 生長快速，喜高溫，不耐寒 	成功街
福木	<ul style="list-style-type: none"> ● 臺灣本地的原生種， ● 常綠中喬木樹皮厚，樹形端正緊密 ● 葉片橢圓厚硬不易掉葉，耐旱、耐鹽、耐強風 	每條道路都有
大葉山欖	<ul style="list-style-type: none"> ● 臺灣本地原生種 	成功三街

	<ul style="list-style-type: none"> ● 常綠性大喬木 ● 耐鹽、抗旱、抗風、耐濕，樹性極為強健，為一種對臺灣氣候頗能適應的樹種 	
--	--	--

4.3 優良行道樹選擇之條件

從文獻中探討擇選優質行道樹，考慮到不同的地區和氣候，並匹配植物的生理類型，請注意其是否具有根部破壞力以及對植物生長的負面影響。須考量的條件：

(一) 適地適樹

「樹種」自然分布，它的生長潛力，對病蟲害的抵抗力以及對環境壓力的抵抗力，首先應重視基調樹種和骨幹樹種的選育，其次要積極引進新優園林樹種，特別要引進適應能力强、綠化美化效果好、抗病蟲害、抗風性強的樹種。增加綠化樹種多樣性，對生態、環境起到良好作用，長期發展的結果是產生了高度的適應性。因此，適應當地環境特徵的本地樹種可能是選擇行道樹的優先事項。

(二) 樹種生理與型態

1. 病蟲害：常見的樹木病蟲害主要是褐根病，樟腦白鱗蟲，菟絲子、芽腐病、夜盜蟲(夜蛾類)等。有必要找到在不傷害路人的情況下可以防治病蟲害的預防和控制方法。例如，隨時檢查苗圃中的幼樹。發現患病植物後，必須將其清除並立即燃燒以消除感染源。做好育苗衛生和徹底修剪樹木。修剪是為了避免感染等。

2. 耐空氣污染：二氧化硫（SO₂）是環境保護局在空氣質量監測中列出的重要污染物之一。低濃度的 SO₂ 可以被植物代謝成無毒的硫酸根離子，從而提供了植物硫的來源。高濃度的 SO₂ 進入植物的葉肉細胞，產生大量的亞硫酸根離子，這將對植物造成不利影響。如果空氣污染更為嚴重，則可以選擇更多耐二氧化硫的樹木，例如竹柏，楓香和橄欖樹。(郭耀綸等，2011)。
3. 樹冠型態：在市區和人行道狹窄的地區，您可以種植帶有直立頂篷的樹木，以免遮擋商店的招牌或交通信號燈。陽光充足，人行道寬闊，可以種植開闊的樹冠和茂密的樹葉的樹木。
4. 樹木種類：選擇街頭樹木時，還必須考慮植物本身的特殊生長條件。儘管街頭樹木確實有很多優勢，但街頭樹木的根，花，果實和種子，樹乾和樹葉，可能因果實落果、或者氣味、或者樹幹的刺、或者有毒性，如葉蘋婆、黑板樹的花很臭，而造成不少民怨或問題。不論是花朵、果實、種子、葉片、莖幹或根系等，常引起許多民眾的抱怨。

(三) 根系破壞能力

避免水平的根部生長，避免人行道或根系植物上的根部容易隆起。最好選擇根深蒂固的植物。由於樹穴栽種方法較為普遍，因此樹穴的試驗結果討論根系破壞能力。以黑板樹，樟樹，艷紫荊、菩提樹是受破壞最嚴重的樹種。

表 4-4 行道樹根系對週邊設施之損毀

樹種	嚴重(%)	中度(%)	輕微(%)
阿勃勒	13.77	23.91	62.32
榕樹	15.91	4.55	79.55
黃脈荊桐	18.33	16.67	65.00
小葉欖仁	24.68	22.08	53.25
菩提樹	41.00	4.00	55.00
艷紫荊	42.86	0.00	57.14
樟樹	46.15	7.69	46.15
黑板樹	69.54	8.62	21.84

(四)行道樹維護與修繕管理

1. 樹木的生長速度很整齊，可以減少修剪和修剪的工作；修剪後，癒合快，易發芽，成活率高的樹種也是較好的選擇。
2. 樹種抗風，抗蟲且具有堅硬的材料。老化或損壞後，其樹枝，樹葉和樹幹仍可重複使用；修剪的樹枝和樹葉可用作堆肥，以減少垃圾量(江宜春、曾郁惠，2008)。
3. 行道樹根部竄生，周邊硬體設施毀損行道樹的根部毀損周遭設施乃是常見的狀況，而且喬木胸高直徑愈大，其破壞性力愈大。尤其是樹穴旁鋪面之地磚翹起更是嚴重，常造成人行道上的行人跌倒摔傷或機車騎士摔車滑倒。經過調查統計當植物胸高直徑 11-20cm 時，就會對鋪面產生破壞。部分市區道路旁行道樹根部竄生，

破壞道路、人行道鋪面、房屋地基，甚至有些根系深入排水管阻塞排水系統。另外，樹木的根系大小與樹木體積有一定比例，約為 5:1 左右。越高大的樹木，其根部需要之空間就會愈多，假使當初種下時候植穴太小，便會產生浮根現象。常見具有根害之樹種包括：黑板樹、小葉欖仁、菩提樹、榕樹、鳳凰木、垂榕、印度橡膠樹、木棉、大葉桃花心木、印度紫檀、銀葉樹、麵包樹、木麻黃、刺桐、大葉山欖、水黃皮、掌葉蘋婆、楓香、阿勃勒、茄苳等。

4. 開花結果時期異味飄散，引發人體不適有些行道樹在開花季節會有異味飄散，造成鄰近住民與行人之困擾，進而影響居住環境品質與民眾健康。例如：「掌葉蘋婆」雖然開花很美，卻會散發一股類似豬屎與雞糞臭味，讓人退避三舍；「黑板樹」生長快速樹形素雅與樹幹筆直，但開花時飄散異味很像腐敗食物，使人不舒服；「福木」的果實腐爛後聞起來像瓦斯味，也讓人抱怨連連；「大葉山欖」又被稱為臭屁梭，開花時聞起來的味道類似臭豆腐乳與爛掉的大蒜或洋蔥，也是令人不能忍受。
5. 落葉、落花與落果問題，造成行車安全，部分行道樹有落葉、落花與落果問題，特別是其成熟時期無預警掉落，除了造成環境髒亂之外，更嚴重威脅行車安全，許多車輛或行人常常會被「樹上掉下來的禮物」給砸到，造成擋風玻璃出現裂痕、機車打滑摔傷與行人被砸傷的事件層出不窮。例如：落葉問題的樹種有大王椰子、可可椰子與華盛頓椰子，其大型樹葉掉落常會砸壞車輛或砸傷行人；落花問題的樹種有木棉、火焰木與美人樹，因為其花朵較為碩大，又會滴落黏液，易造成行人踩踏滑跌，影響用路安全；果實問題的樹種有可可椰子、掌葉蘋婆、第倫桃、芒果樹與大葉桃花

心木，也是威脅行車安全的隱憂。

6. 枝幹十分脆弱，遇強風容易斷枝，有些枝幹比較脆弱的行道樹遇強風吹襲就輕易斷裂，特別是夏季颱風季節之情況更是嚴重，颱風過後斷枝、折幹或整株倒伏在道路中央的情形更是司空見慣，後續環境清理工作急迫而且繁重，維護與管理成本相當昂貴。較為脆弱的行道樹有以下種類：黑板樹、菩提樹、羊蹄甲、豔紫荊、兩豆樹、鳳凰木、黃槐、鐵刀木、檸檬桉與印度紫檀等。

7. 樹冠枝葉密度過高，阻礙視覺與影響交通 一些生長快速的樹木用來當行道樹，雖然可以快速達到綠美化的效果，然而繁茂的枝葉如果未及時修剪，會產收諸多後遺症，比方：種植於交通號誌與路燈附近的行道樹過於茂密會擋住視線影響行車安全；在轉角處的行道樹過於茂密會造成行車視覺死角；設置於高壓電線與電信單位旁的行道樹生長過快，會導致線路斷電與電信中斷等事故，影響安全甚鉅；栽種於住宅區附近行道樹枝葉過於茂盛會影響住戶採光；在商家附近的行道樹常被投訴遮到招牌與影響生意。常見生長快速枝葉茂密的行道樹有：黑板樹、小葉欖仁、榕樹與落羽松。

依上列所述，茲整理優良行道樹條件及負面影響之行道樹條件如表 4-5，優良行道樹條件包括原生樹種、可耐風的樹種、對空氣污染之耐受力、有抗鹽力的樹種，而工業區符合優良行道樹有水黃皮、樟樹、小葉欖仁、茄苳、大葉山欖、榕樹等，為未來工業園內行道樹補植之考量樹種；而負面影響之行道樹條件有行道樹根部竄生，周邊硬體設施毀損、開花結果時期異味飄散，而引發人體不適、落葉落花與

落果、遇強風易折斷、生長快速枝葉茂密，而工業區符合負面影響之行道樹有水黃皮、阿勃勒、茄苳、大葉山欖、福木、火焰木、菩提樹、鳳凰木、黑板樹、小葉欖仁、榕樹、垂榕等，是未來工業區列為不再補植的行道樹。其中水黃皮、小葉欖仁、榕樹雖都具有部份優良行道樹及負面影響行道樹之條件，本研究認為不適合做為工業區補植的行道樹選擇。

由於同時符合上述條件的樹種不易篩選，而要針對不同地點、植栽本身特性（名稱、樹形、高度、花期、花色、果實、落葉性與樹冠大小）與生長氣候環境，選擇不同樹種栽植（內政部營建署，2017；高雄市政府教育局，2012），如此才能發揮行道樹的功用，才不會未蒙其利之前就先身受其害。例如：木棉栽種應選擇在偏遠的農村鄉間小道，其落花不會影響行車安全，臺南白河區林初埤木棉花道就是一個成功的行道樹栽植；遠近馳名的集集綠色隧道位於名間鄉與集集鎮之間，長達 4.5 公里的樟樹枝葉茂密，夾道成蔭，是親子旅遊好地點。

在適當的地點栽種適合的樹種要設置行道樹的先決條件是安全第一，其花、葉、果均無危害行車安全，花朵無異味、樹幹沒有突刺與落葉落果斷枝不會砸傷行人與車輛。容易照顧管理、適合當地氣候環境、維護成本低、生長旺盛茂密、枝幹堅硬、樹型優美、樹幹筆直、花朵漂亮、耐大雨、抗強風、抗汽車廢氣污染、沒有根害、根部穩固、不會伴生有害昆蟲動物、對病蟲害抵抗力強，而且不會影響民眾健康及汙染環境。

而定期修剪樹木是行道樹維護與管理不可缺少的重要工作，適當調整樹枝或樹葉的數量，會讓太陽光與風透進樹冠內部，可避免下枝

枯萎與病蟲害的發生機率。我們常常在路上看到被粗暴修剪的行道樹。因此，行道樹的維護與管理要建立一套標準作業程序來執行，特別是修剪方式要建立規範來實施，因為錯誤的修剪方式會造成樹木嚴重的傷害。

表 4-5 優良行道樹及負面影響行道樹之條件

名稱	優良行道樹條件					負面影響之行道樹					
	原生樹種	可耐風的樹種	對空氣污染之耐受力	有抗鹽力的樹種	工業區內符合左項樹種	行道樹根部竄生，周邊硬體設施毀損	開花結果時期異味飄散，引發人體不適	落葉、落花與落果	遇強風易折斷	生長快速枝葉茂密	工業區內符合左項樹種
竹柏			*								
華盛頓椰子		*									
白千層		*									
水黃皮		*			V	*					V
樟樹	*	*			V						
小葉欖仁		*	*		V						
銀葉樹						*					
麵包樹						*					
木麻黃						*					

刺桐		*				*					
楓香		*	*			*					
阿勃勒						*					V
茄苳	*	*			V	*					V
印度橡膠樹						*					
鳳凰木						*					
大葉山欖		*			V	*	*				V
福木							*				V
木棉		*				*		*			
火焰木								*			V
美人樹								*			
可可椰子								*			
掌葉蘋婆		*				*	*	*			
第倫桃								*			
芒果樹								*			
大葉桃花心木		*				*		*			
菩提樹						*			*		V
羊蹄甲									*		
印度紫檀						*			*		
檸檬									*		

桉											
鐵刀木								*			
雨豆樹								*			
豔紫荊								*			
鳳凰木								*			V
黃槐								*			
黑板樹						*	*	*	*		V
小葉欖仁									*		V
榕樹		*			V	*			*		V
落羽松									*		
垂榕						*					V

表 4-6 工業區符合優良/負面影響之行道樹

		優良行道樹條件				負面影響之行道樹				
名稱	原	可耐	對空氣	有抗	行道樹根部	開花結果時	落葉、	遇強	生長快	
	生樹	風的	污染之	鹽力的	竄生，周邊硬	期異味飄散，	落花與	風易折	速枝葉	
工業區	種	樹種	耐受力	樹種	體設施毀損	引發人體不適	落果	斷	茂密	
	水黃皮、樟樹、小葉欖仁、 茄苳、大葉山欖、榕樹				水黃皮、阿勃勒、茄苳、大葉山欖、福木、火焰木、 菩提樹、鳳凰木、黑板樹、小葉欖仁、榕樹、垂榕					

由優良行道樹條件及負面影響行道樹之條件，彙整工業區符合優良行道樹條件的樹種有：水黃皮、樟樹、小葉欖仁、茄苳、大葉山欖、榕樹。具負面影響之行道樹有：水黃皮、阿勃勒、茄苳、大葉山欖、福木、火焰木、菩提樹、鳳凰木、黑板樹、小葉欖仁、榕樹、垂榕。

經彙整發現，同時符合優良行道樹條件又具負面條件的樹種有：水黃皮、小葉欖仁、茄苳、大葉山欖、榕樹。因此，優良行道樹條件其符合之樹種，亦可能因設施條件不良、維護不當……等因素所造成。

4.4 AHP 專家問卷分析

本研究收集植物專家學者、修剪樹木專家、負責工程人員與養護管理單位、廠商居民等相關領域專家問卷結果，經計算 CI、RI、CR 等數值，評估符合一致性 CR 值 ≤ 0.1 之原則，進行權重相乘分析，以取得對於本研究影響最甚五大因子，以權重值 >1 以上之項目作為後續行道樹補植或更換之參考，相關計算數據如表 4-6 及 4-3。根據專家問卷評估結果，權重前 3 名的因子為管理維護、景觀意象及原生樹種，從評估結果推論若以工業區的角色考量，首重管理維護，茲因

工業園區甚大，選擇不需太多管理維護的樹種可降低管理人力及成本，其次為景觀意象，具有樹形優良的景觀種樹，是行道樹理應具備的基本功能之一；第三名因子為原生樹種，選擇適合本土生長的原生樹種，不僅可迅速適應生長環境，亦能對原有的生態環境影響降至最低。

表 4-7 因子評估權重表

		W	AW	排序	因子選擇	
行道樹最適樹種 AHP 評估		景觀意象	1.2608	2	O	
		經濟價值	0.8373	4		
		管理維護	1.4259	1	O	
		原生樹種	1.0364	3	O	
		生態保育	0.7130	5		
AHP_5x5						
Ci						
	Cj	1.00	2.52	0.92	0.73	1.77
A=		0.40	1.00	1.09	0.93	0.83
		1.09	0.92	1.00	2.39	2.03
		1.38	1.07	0.42	1.00	1.62
		0.57	1.20	0.49	0.62	1.00
Sum(Cj)/Sum(Cij)						
				AW		
	w21	0.25	方案1	景觀意象	1.2608	
W=	w22	0.15	方案2	經濟價值	0.8373	
	w23	0.27	方案3	維護管理	1.4259	
	w24	0.20	方案4	原生樹種	1.0364	
	w25	0.14	方案5	生態保育	0.7130	
				n	5	
				Lamda_max	5.2797	
				CI	0.069913	
				RI	1.12	
				CR	0.062422	<=0.1

圖 4-3 AHP 專家問卷計算

依據表 4-5 的因子評估權重表，茲說明各項目因子之各種考量及應用性如後。

1.[維護管理 (權重值 1.4259)]:考量以樹木形狀整齊，生長速度較慢的樹種可以減少修剪和修剪的工作；修剪後，其癒合快，易於發芽，成活率高。根系深入地底下，危害地下管線，破壞道路、人行鋪面應避免。及具有硬質材料，抗風和抗蟲性的樹種，其樹枝，樹葉和樹幹在老化或損壞後仍值得再利用；修剪的樹枝和樹葉可用作堆肥，以減少垃圾量。

2.[景觀意象 (權重值 1.2608)]以配合工廠空間使用機能或道路主、次要所欲顯現之主題，由單一樹種的特點提供觀賞及遮蔭效果。

3.[原生樹種 (權重值 1.0364)]以適應當地環境特性之原生樹種，它的生長潛力，對病蟲害的抵抗力以及對環境壓力的抵抗力是長期進化的結果，具有很高的適應性作為行道樹的條件。

4.[經濟價值 (權重值 0.8373)]以高經濟價值之樹種栽種，作為產業園區內之有價資源，數十年後以標售方式，增加園區經濟收入。

5.[生態景觀 (權重值 0.7130)]以具有較好的環境適應性、較佳的生態效益、與易於管理維護等優良的栽培特性；透過區域栽種，營造原生植物綠地，作為健全生態系統的基礎，並營造鳥類、昆蟲棲息的生態廊道。

茲以五大因子評估現有園區內之行道樹(表 4-7)，權重值最高-維護管理，符合因子之樹種有大葉山欖、樟樹、楓香、扁柏、菩提樹、阿勃勒、茄苳、台灣肖楠及光臘。權重值次高-景觀意象因子之行道園區內之常綠樹種。它的生長潛力，對病蟲害的抵抗力以及對環境壓力的抵抗力，高度的適應性之原生樹種亦可為選擇之優先條件。又以五大因子分析全園區內行道樹種符合五大因子之條件為樟樹、茄苳。符合四因子有扁柏、台灣肖楠。考量工業區每條道路之景觀特色再以符

合三因子的增加之樹種有榕樹、台灣欒樹、楓香、苦楝、菩提樹、光臘樹等樹種。

表 4-8 園區行道樹五大因子之分析

No	樹名	景觀意象	經濟價值	維護管理	原生樹種	生態保育
1	黑板樹	*				
2	榕樹	*			*	*
3	火焰木	*				
4	大葉山欖	*		*		
5	水黃皮	*			*	*
6	樟樹	*	*	*	*	*
7	台灣欒樹	*	*			*
8	楓香	*		*	*	
9	苦楝	*			*	*
10	扁柏	*	*	*	*	
11	福木	*		*		
12	雞蛋花	*				
13	大花紫薇	*				
14	菩提樹	*		*		*
15	大王椰子	*				
16	阿勃勒	*		*		*
17	春不老	*				*
18	肯氏南洋杉	*				
19	茄苳	*	*	*	*	*
20	白千層	*				
21	風鈴木	*				
22	印度櫻花	*				
23	鳳凰木	*				
24	台灣肖楠	*	*	*	*	
25	光臘樹	*		*		*
26	垂榕	*				*

上述歸納參考資料：綠建築解說與評估手冊 2005 年更新版、劉聰慧 2013 從環境美學的角度談
景觀植栽之設計與養護、陳啟榮 2018 行道樹設置與維護管理之探討



第五章 結論與建議

5.1 結論

行道樹設置之後的維護與管理工作是相當繁瑣與嚴謹的，必須建立相關配套措施來處理，由於行道樹的大量栽種已成為主要趨勢，其中涉及諸多專業事項要處理，不單純只是工程問題或是種樹問題，要將研究植物專家學者、修剪樹木專家、負責工程人員與道路養護工人等相關人士聚集起來開會討論，進一步達成一致性共識，探討適合於臺灣地區種植的行道樹、選定合適種植之區位、行道樹設置前的溝通與協調工作、行道樹修剪與移植評定標準、定期巡視行道樹生長情形、詳實記錄修剪與養護情況，以及鼓勵園區廠商與社區居民協助認養行道樹。行道樹的設置、維護、修剪與管理等工作才能夠獲得妥善處理，也會減少一些爭議、護樹團體抗議發生。

5.2 建議

行道樹可以綠美化周遭環境增進工業園區觀瞻，而且還阻隔陽光的照射、降低噪音、製造新鮮空氣，是園區之肺，對於工業區爾後的發展相當重要。行道樹可以紓解區內員工、鄰近居民工作壓力、促進身心健康，並提高生活品質。可惜的是，當下對於栽種行道樹的考量都是要服務人類的需求，並沒有做整體長遠的規劃，常常喜歡某種樹就大量種植，不去思考是否適合設置在該地點，等到發現有後遺症就再將其砍掉重新種植其它樹種，這種惡性循環的後果，不但浪費公帑，並會影響行車安全。應透過管理機關、區內廠商、員工及社區居民協力合作將行道樹之維護與管理做好，讓每棵行道樹都能蓬勃發展生意

盎然，繼續守護工業園區，排除空氣污染，製造更多新鮮氧氣，讓整個園區因為有行道樹的守護，顯得更加健康、美麗與幸福。

故，民雄工業區後續維護補植以原生樹種、耐污、不易折枝並參著五大因子分析符合三大因子以上之條件：樟樹、茄苳、扁柏、台灣肖楠、台灣欒樹、苦楝、菩提樹、光臘樹等樹種。考量整體景觀為優先選擇補植栽種之樹種。也希望由工業區服務中心的管理與園區廠商、員工及鄰近居民來認養共同維護，讓每棵行道樹蓬勃成長，使園區內綠意清新盎然。



參考文獻

1. 工業區綠帶維護管理手冊(1996)。
2. 王義仲、林志欽、許立達(2013)，臺灣工業區高滯塵及固碳樹種篩選調查研究，華岡農科學報第 32 期。Pp.31-46。
3. 江宜春、曾郁惠(2008)，居民對於行道樹喜好之研究—以台北市為例，臺北師範大學地理系。
4. 任翔翔，張啟翔，潘會堂，蔡明(2007)，大花紫薇開花及花粉特性研究。
5. 何育賢(2009)，植栽樹型及配置對環境風場之影響。
6. 林琚三，空氣污染對臺灣林大之影響。論文，PP.83-104
7. 林晏州(2001)，行道樹景觀美質之評估。
8. 林怡秀、歐聖榮、李俊憲(2008)，行道樹樹種選擇專家系統建立之研究。
9. 林鳳(2008)，福州市主要公園喬木樹種多樣性分析，亞熱帶農業研究，第 4 卷第 3 期,pp174-176。
10. 吳明勇(2008)，田代安定與近代臺灣行道樹理論之建立，碩士論文，pp. 275-289。
11. 杜雲峰、杜宏光、徐建華(2010)，喬木的種植類型採析，現代農業科技 2010 年第 23 期。Pp.221-222。
12. 邵清松、黃金生、陳建敏(2005)，溫州市區行道樹調查及布局構想，浙江農業學報 17(3)，pp.151-154。
13. 武海圃(2009)，城市綠地設計三要素，現代農業科技 2009 年第 14 期。Pp.220-227。

14. 胡嘉容(2010)，行道樹單一與不同樹型混搭之景觀偏好。
15. 侯錦雄、王秀如(1995)，景觀專業與非專業背景之大學生對二十種常見植物意象研究，中國園藝，41(1)，pp.30-40。
16. 陳秋銓、李鐸翰(2012)，植栽樹種與道路景觀塑造關係研究，健康與照顧科學學刊，1(2)，pp11-24。
17. 陳俊雄(2008)，台灣行道樹圖鑑
18. 陳啟榮(2018)，行道樹設置與維護管理之探討。
19. 章錦瑜(2009)，論台灣常見之爭議性行道樹，造園景觀學報 15(1)：1~19。
20. 章錦瑜(2000)，颱風對台中市喬木破壞之調查，東海學報，41，149—160。
21. 章錦瑜，論臺灣常見行道樹之問題。
22. 章錦瑜、黃曉菊(2009)，高雄市行道樹及其胸徑與人行道根害關係之研究，環境與生態學報 2(1)，pp.65-83。
23. 郭俊開(1992)，行道樹之功能及其植栽設計。
24. 郭幸榮(2006)育林手冊，行政院農業委員會林務局。
25. 郭耀綸、李芳胤、仲崇毅(2011)，適生於空氣汙染條件下之樹種評估與篩選。林業研究專訊，18(4)，46—49。
26. 郭芸君、陳佩君、鄒君瑋、謝維芳、歐聖榮(2016)，木十月一栽季節變化組合對道路使用者偏好之影響。設計與環境第 17 期 pp.69-84。
27. 歐聖榮、高必嫻(1998)，台中地區居民對行道樹屬性偏好之研究，中國園藝 44(3)，pp.275-295
28. 黃茹蘭(1995)，行道樹視覺景觀偏好影響因素之探討。

29. 黃振文、張豐年、董時叡(1999)，行道樹管理，台中：世維出版社。
30. 黃國兵(2010)，喬木在城市園林綠化中的應用研究綜述。安徽農業科學 38(4)，pp,2133-2135。
31. 廖天賜，環境景觀綠美化的理念及做法。國立中興大學森林學系。
32. 新北市珍貴樹木暨行道樹入口網，行道樹介紹-常見病蟲害
<http://www.agritree.ntpc.gov.tw/index.php>。
33. 景元景觀苗圃，<http://yuan321.somee.com/ab.html>。
34. 高雄市植栽修剪作業規範(2008)。
35. 桃園市行道樹管理維護自治條例(2016)。
36. 臺北市行道樹管理維護自治條例(2011)。
37. 交通部公路總局行道樹植栽養護管理要點。
38. 臺中市公園及行道樹管理自治條例(2012)。
39. 雲林縣行道樹管理維護要點(2006)。
40. 經濟部工業局(1998)，臺灣地區濱海型工業區綠化實用圖鑑。
41. 經濟部工業局-產業園區綠美化。
42. 劉聰慧(2013)，從環境美學的角度談景觀植栽之設計與養護。
43. 劉思謙(2012)，今天你要種什麼行道樹，林業研究專訊，19(5)頁數，pp25-28。
44. 綠建築解說與評估手冊 2005 年更新版。