

<p>112 年 11-12 月號</p>			<p><雙月刊></p>
---------------------------	---	--	--------------------

環境工程技師公會會訊

- ◎ 發行人：楊基振
- ◎ 發行所：台灣省環境工程技師公會 (<http://www.tpeea.org.tw>)
- ◎ 協助策劃：中華民國環境工程技師公會全國聯合會
- ◎ 編輯：台灣省環境工程技師公會學術委員會
- ◎ 主編：林威安
- ◎ 發行地址：台北市長安西路342號4樓之1
- ◎ 電話：02-25550353
- ◎ 傳真：02-25591853

本期要目

	頁次
■ 主編的話	2
■ 會務報告	3
■ 重要法令	6
■ 行政院公共工程委員會核備 112 年 11 至 12 月訓練積分課程表	11
■ 環保訊息	13
■ 論述園地	17
生物煉製的挑戰與機會-江彥雄博士	17
道路防音設施設計及展望-王志遠技師	28
■ 徵稿啟事	52
■ 各公會會員大會、理監事會會議紀錄	53

主編的話

依據經濟部能源局之能源統計資料，台灣自有能源匱乏，能源自給率僅約2%，大部分能源都需要透過進口來維持，且為單一獨立能源供應體系，欠缺有效的備援系統，致使台灣的能源供應非常脆弱，一旦發生國際政治或經濟變化，就會對台灣的能源供應造成嚴重影響，進而危及國家安全。台灣2022年度火力發電量占比高達82.42%、燃油車輛市佔率約97%，皆依賴非再生燃料供應，依據BP石油公司之 Statistical Review of World Energy 預估，以2013年為基準，非再生燃料之使用年限分別為：煤炭109.5年、石油53.1年、天然氣55.7年，尋求替代燃料或替代能源之供應為當務之急。

本期會訊之論述園地，第一篇由江彥雄博士分享「生物煉製的挑戰與機會」，生物質為唯一可持續提供之有機碳源，用以穩定生產化學工業產品及高安全性液體運輸燃料之原料，議題重點為化石原料為主的全球經濟型態，過渡至「生物煉製轉換成可再生的生物質原料」的全球經濟轉型過程中面臨的挑戰、生物質轉換化工原料及燃料之技術簡介、轉型過程中需要的技術及現有技術瓶頸、必須解決的關鍵問題等，以及如何把握轉型帶來的機遇，應對轉型挑戰的最重要解決方案不僅取決於技術發展，還取決於社會、政治和地理因素。

第二篇由環興科技公司協理王志遠技師分享「道路防音設施設計及展望」，議題重點藉由說明目前國內道路防音設施設計過程與現況問題（設計範圍、設計流程、設計標準、隔音牆景觀設計等），對照國外道路防音設施設置現況提出改善建議，做為國內道路防音設施設置的參考，但在考慮引進國外噪音防制技術前，尚需就國內特性考慮其減音效果、道路特性、廠商配合程度、經濟性和維護難易程度進行評估。

時序進入歲末，敬祝各位技師明年執業順利、業務成長、闔家平安。

會務報告

1. 112 年度會員聯誼健行活動於 9 月 2 日、9 日及 16 日，分別於雙流國家森林遊樂區、水流東休閒農場及東眼山國家森林遊樂區舉辦，已圓滿結束。
2. 「112 年度技師執業執照換發辦法必修課程暨有害空氣污染物 (HAP) 健康風險評估講習」已於 11 月 8 日圓滿結束。
3. 113 年度常年會費繳費通知及記事本已於 112 年 11 月 20 日寄出，敬請尚未繳納 113 年度常年會費 (金額 4,000 元) 之會員儘速繳納。

公會匯款資訊如下：

- 戶名：台灣省環境工程技師公會
 - 銀行匯款資料：台灣企銀(050)營業部 帳號：01012241581
 - 郵局劃撥帳號：18091292
4. 會員若有更動執業資料、受聘公司、地址、電話、Email…等相關資料，煩請告知公會以便及時修改檔案。
 5. 公會網站廣告刊登：
 - (1) 費用：
 - 會員(即會員之執業機構、所營公司或受聘公司)：
5,000 元/年；一次繳交 5 年 20,000 元；一次繳交 10 年 37,500 元。
 - 非會員：
6,000 元/年；一次繳交 5 年 24,000 元；一次繳交 10 年 45,000 元。
 - (2) 刊登辦法：
請繳交費用後，將貴公司或事務所之 LOGO(尺寸：288*93)及網址 MAIL 至公會。
 6. 會訊廣告刊登：
 - (1) 費用：8,000 元/期
 - (2) 刊登辦法：
請繳交費用後，將投放廣告內容 PDF 檔(尺寸：A4 紙) MAIL 至公會。

112 年度會員聯誼健行



雙流國家森林遊樂區



水流東休閒農場



東眼山國家森林遊樂區

112 年度技師執業執照換發辦法必修課程暨 有害空氣污染物 (HAP) 健康風險評估講習



重要法令

行政規則公告

1. 環境部中華民國 112 年 9 月 6 日環部保字第 1121303668 號令，修正「行政院環境保護署環境影響評估審查委員會組織規程」，名稱並修正為「環境部環境影響評估審查委員會組織規程」。
2. 環境部中華民國 112 年 9 月 7 日環部法字第 1121303335 號函，訂定「環境部法規會設置要點」，自即日生效。
3. 環境部中華民國 112 年 9 月 7 日環部法字第 1121303335A 號函，修正「行政院環境保護署國家賠償事件處理要點」，名稱並修正為「環境部國家賠償事件處理要點」，自即日生效。
4. 環境部中華民國 112 年 9 月 7 日環部法字第 1121302929B 號函，修正「行政院環境保護署訴願案件言詞辯論作業要點」，名稱修正為「環境部訴願案件言詞辯論作業要點」，自即日生效。
5. 環境部中華民國 112 年 9 月 7 日環部法字第 1121302929A 號函，修正「行政院環境保護署訴願案件閱卷作業要點」，名稱並修正為「環境部訴願案件閱卷作業要點」，自即日生效。
6. 環境部中華民國 112 年 9 月 7 日環部法字第 1121302929 號函，訂定「環境部訴願審議委員會設置要點」，自即日生效。
7. 環境部中華民國 112 年 9 月 11 日環部水字第 1121302396 號公告，預告修正「水污染防治基金收支保管及運用辦法」部分條文草案。
8. 環境部中華民國 112 年 9 月 12 日環部保字第 1121302335B 號令，廢止「環境教育法修正公布施行後過渡期間執行原則」，並自即日生效。
9. 環境部中華民國 112 年 9 月 14 日環部氣字第 1129110497 號令，修正「溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法」，名稱並修正為「溫室氣體排放量盤查登錄及查驗管理辦法」。
10. 環境部中華民國 112 年 9 月 15 日環部管字第 1127111308 號令，修正「行政院環境保護署六輕相關計畫環境影響評估審查結論執行監督委員會設置要點」第一點、第三點、第四點，名稱並修正為「環境部六輕相關計畫環境影響評估審查結論執行監督委員會設置要點」，並自即日生效。
11. 環境部中華民國 112 年 9 月 18 日環部空字第 1121305031 號函，修正「空污危害與健康防護之防制新策略研究推動小組設置要點」，自即日生效。
12. 環境部中華民國 112 年 9 月 18 日環部研字第 1125101118 號函，修正「行政院環境保護署環境教育認證審查會設置要點」第 1、2、4 點，名稱並修正為「環境部環境教育認證審查會設置要點」，自即日生效。
13. 環境部中華民國 112 年 9 月 19 日環部保字第 1121306119 號公告，預告修正「行政院環境保護署專業獎章頒給辦法」第一條、第四條及第三條附表一、第五條附表三草案，其名稱並修正為「環境部專業獎章頒給辦法」。

14. 環境部中華民國 112 年 9 月 19 日環部綜字第 1121304892 號函，修正「機關綠色採購績效評核作業要點」，自即日生效。
15. 環境部中華民國 112 年 9 月 21 日環部空字第 1121306247 號令，訂定「環境部補助電動大客車營運作業要點」，並自即日生效。
16. 行政院中華民國 112 年 9 月 25 日院臺環字第 1121036489 號函，修正「國家化學物質管理會報設置要點」部分規定，自即日生效。
17. 環境部中華民國 112 年 9 月 26 日環部空字第 1121304506 號公告，預告訂定「特定大型污染源之種類規模及最低可達成排放率控制技術」草案。
18. 環境部中華民國 112 年 9 月 26 日環部授研字第 1125101603 號公告，預告訂定「排放管道中粒狀污染物不透光率檢測方法－影像判定法 (NIEA A221.70B)」草案。
19. 環境部中華民國 112 年 9 月 27 日環部授研字第 1125101684 號公告，預告訂定「水中毒殺芬檢測方法－氣相層析儀電子捕捉偵測器法 (NIEA W653.52A)」草案。
20. 環境部中華民國 112 年 9 月 27 日環部授研字第 1125101702 號公告，預告廢止「水中毒殺芬檢測方法－氣相層析儀／電子捕捉偵測器法 (NIEA W653.51A)」草案。
21. 環境部中華民國 112 年 10 月 2 日環部空字第 1121308515 號公告，修正「固定污染源空氣污染防制費收費費率」，並自中華民國 112 年 10 月 1 日生效。
22. 環境部中華民國 112 年 10 月 5 日環部氣字第 1129111299 號令，修正「溫室氣體認證機構及查驗機構管理辦法」。
23. 環境部中華民國 112 年 10 月 5 日環部授研字第 1125101839 號公告，預告廢止「飲用水水質採樣方法 (NIEA W101.56A)」草案。
24. 環境部中華民國 112 年 10 月 5 日環部授研字第 1125102041 號公告，預告廢止「無機類化學物質檢測方法－定性及定量分析法 (NIEA T102.12C)」草案。
25. 環境部中華民國 112 年 10 月 5 日環部授研字第 1125101851 號公告，預告訂定「無機類化學物質檢測方法－定性及定量分析法 (NIEA T102.13C)」草案。
26. 環境部中華民國 112 年 10 月 5 日環部授研字第 1125101776 號公告，預告訂定「飲用水水質採樣方法 (NIEA W101.57A)」草案。
27. 環境部環境管理署中華民國 112 年 10 月 11 日環管衛字第 1127115076 號函，修正「清潔人員職業安全衛生促進小組設置要點」規定，名稱並修正為「清潔隊員職業安全衛生促進小組設置要點」，自即日生效。
28. 環境部中華民國 112 年 10 月 11 日環部綜字第 1121311192 號函，修正「行政院環境保護署環境保護產品驗證機構管理要點」，名稱並修正為「環境保護產品驗證機構管理要點」，自即日生效。

29. 環境部中華民國 112 年 10 月 12 日環部氣字第 1129111381 號令，訂定「溫室氣體排放量增量抵換管理辦法」。
30. 環境部中華民國 112 年 10 月 12 日環部氣字第 1129111789 號令，訂定「溫室氣體自願減量專案管理辦法」。
31. 環境部中華民國 112 年 10 月 16 日環部授研字第 1125102305 號公告，預告廢止「土壤中總石油碳氫化合物檢測方法—氣相層析儀／火焰離子化偵測器法 (NIEA S703.62B)」草案。
32. 環境部中華民國 112 年 10 月 16 日環部授研字第 1125102288 號公告，預告訂定「土壤中總石油碳氫化合物檢測方法—氣相層析儀火焰離子化偵測器法 (NIEA S703.63B)」草案。
33. 環境部中華民國 112 年 10 月 16 日環部授研字第 1125102590 號公告，預告訂定「環境檢驗品質管制事項」草案。
34. 環境部中華民國 112 年 10 月 16 日環部空字第 1121312113 號公告，預告廢止「西螺果菜市場電動蔬果運輸車補助辦法」。
35. 環境部中華民國 112 年 10 月 17 日環部水字第 1121308131 號公告，預告修正「水污染防治費費率審議委員會設置辦法」第 3 條、第 4 條、第 5 條草案。
36. 環境部中華民國 112 年 10 月 17 日環部研字第 1125102868 號函，「行政院環境保護署環境教育認證審查小組專家學者及民間團體委員遴選原則」自即日停止適用。
37. 環境部中華民國 112 年 10 月 17 日環部保字第 1121312842 號函，修正「行政院環境保護署環境影響評估審查委員會專家學者委員遴選要點」，名稱並修正為「環境部環境影響評估審查委員會專家學者委員遴選要點」，自即日生效。
38. 環境部中華民國 112 年 10 月 17 日環部保字第 1121312699 號函，修正「行政院環境保護署環境影響評估審查委員會專案小組初審會議作業要點」，名稱並修正為「環境部環境影響評估審查委員會專案小組初審會議作業要點」，自即日生效。
39. 環境部中華民國 112 年 10 月 17 日環部保字第 1121312794 號函，修正「行政院環境保護署環境影響評估審查旁聽要點」，名稱並修正為「環境部環境影響評估審查旁聽要點」，自即日生效。
40. 環境部中華民國 112 年 10 月 17 日環部保字第 1121314007 號函，「行政院環境保護署補(捐)助民間團體、傳播媒體及學校預算執行管考作業注意事項」自即日停止適用。
41. 環境部中華民國 112 年 10 月 17 日環部保字第 1121312715 號函，修正「行政院環境保護署環境影響評估作業輔導要點」，名稱並修正為「環境部環境影響評估作業輔導要點」，自即日生效。
42. 環境部中華民國 112 年 10 月 17 日環部保字第 1121313641 號函，修正「環境影響評估書件電腦建檔作業規範」第 1、3 點，自即日生效。

43. 環境部中華民國 112 年 10 月 18 日環管衛字第 1127115338 號函，修正「行政院環境保護署垃圾車集中採購簽訂共同供應契約技術小組設置要點」，名稱並修正為「環境部環境管理署垃圾車集中採購簽訂共同供應契約技術小組設置要點」，自即日生效。
44. 環境部中華民國 112 年 10 月 19 日環部授研字第 1125102652 號公告，預告訂定「水中總有機碳檢測方法—過氧焦硫酸鹽加熱氧化／紅外線測定法 (NIEA W532.53C)」草案。
45. 環境部中華民國 112 年 10 月 19 日環部授研字第 1125102767 號公告，預告廢止「水中總有機碳檢測方法—過氧焦硫酸鹽加熱氧化／紅外線測定法 (NIEA W532.52C)」。
46. 環境部中華民國 112 年 10 月 23 日環部保字第 1121313911 號函，修正「行政院環境保護署環境影響評估審查委員會委員及參與審查之專家學者迴避及發言規範」第 1~3 點，名稱並修正為「環境部環境影響評估審查委員會委員與參與審查之專家學者迴避及發言規範」，自即日生效。
47. 環境部中華民國 112 年 10 月 24 日環部化字第 1128133863 號令，修正「行政院環境保護署支援毒性及關注化學物質與懸浮微粒物質災害處理作業規定」，名稱並修正為「環境部支援毒性及關注化學物質與懸浮微粒物質災害處理作業規定」，並自即日生效。
48. 環境部中華民國 112 年 10 月 25 日環部空字第 1121313117 號令，修正「汽油及替代清潔燃料引擎汽車車型排氣審驗合格證明核發撤銷及廢止辦法」。
49. 環境部中華民國 112 年 10 月 25 日環部空字第 1121313962A 號公告，修正「汽油汽車廢氣排放測試方法與程序」，並自即日生效。
50. 環境部中華民國 112 年 10 月 25 日環部水字第 1121315151 號函，修正「行政院環境保護署淡水河系污染整治計畫推動小組設置要點」，名稱並修正為「環境部淡水河系污染整治計畫推動小組設置要點」，自即日生效。
51. 環境部中華民國 112 年 10 月 25 日環部授研字第 1125103460 號函，修正「模範環境保護專責及技術人員遴選要點」，自即日生效。
52. 環境部中華民國 112 年 10 月 26 日環部授研字第 1125103070 號公告，預告廢止「硫、氮元素含量檢測方法—燃燒管法 (NIEA M402.01C)」。
53. 環境部中華民國 112 年 10 月 26 日環部授研字第 1125103063 號公告，預告訂定「硫、氮元素含量檢測方法—燃燒管法 (NIEA M402.02B)」草案。
54. 環境部中華民國 112 年 10 月 26 日環部空字第 1121315117 號公告，預告修正「空氣污染防治基金收支保管及運用辦法」部分條文草案。
55. 環境部中華民國 112 年 10 月 26 日環部授研字第 1125103462 號函，修正「環保專業證照訓練機構管理及查核要點」，自即日生效。
56. 環境部中華民國 112 年 10 月 27 日環部氣字第 1129112156 號公告，預告修正「溫室氣體減量及管理法施行細則」草案，其名稱並修正為「氣候變遷因應法施行細則」。

57. 環境部中華民國 112 年 10 月 27 日環部綜字第 1121315493 號公告，預告修正「行政院環境保護署環境保護產品證書規費收費標準」草案。
58. 環境部中華民國 112 年 10 月 30 日環部會字第 1121316671 號函，修正「行政院環境保護署對地方政府補助處理原則」，名稱並修正為「環境部及所屬機關（構）對地方政府補助處理原則」，除第 9 點自 113 年 1 月 1 日生效外，自即日生效。
59. 環境部中華民國 112 年 10 月 30 日環部會字第 1121316671B 號函，修正「行政院環境保護署補助地方機關經費會計作業注意事項」，名稱並修正為「環境部補助地方機關經費會計作業注意事項」，除第 7 點自 113 年 1 月 1 日生效外，自即日生效。

行政院公共工程委員會核備 112 年 11 至 12 月訓練積分課程表

*本項課程表係轉達工程會核備之積分課程資訊，細節請技師先進洽詢主辦單位

序號	課程名稱	課程時間	主辦單位	聯絡電話
1	離岸風電工程的爭議處理、本土廠商權益保障和員工聘僱契約相關議題	112/11/20 ~ 112/11/20	財團法人台灣營建研究院	聯絡人：劉育安 電話：89195069 信箱：coolklyatcri@gmail.com
2	危害性化學品管理與毒化災應變處理原則	112/11/21 ~ 112/11/21	萬能科技大學營建科技系	聯絡人：曾文妮 電話：03-2654909 信箱：73667@cycu.org.tw
3	出流管制計劃書撰寫及案例分析實務班	112/11/21 ~ 112/12/19	高雄市土木技師公會	聯絡人：劉小姐 電話：07-5520279 信箱：kpcea@ms27.hinet.net
4	機電工程估價估算系列課程-消防及弱電系統工程圖面數量計算實務	112/11/22 ~ 112/11/22	財團法人台灣營建研究院	聯絡人：胡小姐 電話：02-89195094 信箱：vicky@tcri.org.tw
5	112 年度審查講習會「本課程有採用視訊或網路教學」	112/11/23 ~ 112/11/23	中華民國大地工程技師公會	聯絡人：謝美玲 電話：02-27820022#21 信箱：pgea@pgea.org.tw
6	建築物結構用混凝土細粒料含爐渣檢測法(pH 值-加速膨脹檢測法)訓練課程	112/11/23 ~ 112/11/23	財團法人台灣營建研究院	聯絡人：楊小姐 電話：02-89195033 信箱：cindy.yang@tcri.org.tw
7	汽電共生與新及再生能源併網技術研討會	112/11/24 ~ 112/11/24	台灣汽電共生協會	聯絡人：古玉媛 電話：02-87982055 信箱：cogen@cogen.com.tw
8	中高樓建築結構耐震評估與補強技術講習會	112/11/24 ~ 112/11/24	財團法人 中興工程顧問社	聯絡人：褚琴琴 電話：(02) 87919198#453 信箱：cherry@sinotech.org.tw
9	「淨零碳排」講習會	112/11/25 ~ 112/11/25	高雄市土木技師公會	聯絡人：洪麗秋 電話：075520279 信箱：kpcea@ms27.hinet.net
10	臺灣省園藝技師公會 2023 研討會及課程	112/11/25 ~ 112/11/25	臺灣省園藝技師公會	聯絡人：黎方明 電話：0227087399 信箱：THTA27087399@gmail.com

序號	課程名稱	課程時間	主辦單位	聯絡電話
11	建築結構火害後安全與殘留耐震能力評估講習會	112/11/27 ~ 112/11/27	國家地震工程研究中心	聯絡人：鄒亞權 電話：02-66300933 信箱：yachuan@narlabs.org.tw
12	邁向淨零碳排防火木竹構造建築應用推廣研討會	112/11/28 ~ 112/11/28	中華木質構造建築協會	聯絡人：江上筠 電話：02-33664654 信箱：cwcbaiot@gmail.com
13	工程法務系列-訴訟法上之證據法則與工程鑑定	112/11/29 ~ 112/11/29	財團法人台灣營建研究院	聯絡人：楊小姐 電話：02-89195033 信箱：cindy.yang@tcricri.org.tw
14	LEED V4 AP 國際綠建築認證班	112/11/29 ~ 112/11/30	綠矩整合有限公司	聯絡人：吳依蓁 電話：04-2321-8867 信箱： jennywu@greenmatrixes.com
15	內政部建築研究所 112 年「公有建築物能源效率診斷評估觀摩會」第三場	112/11/30 ~ 112/11/30	社團法人台灣綠建築發展協會	聯絡人：鄭名廷 電話：0286676111#141 信箱： garycheng@taiwangbc.org.tw
16	環境分析技術(第 69 期)講習會-臺北場	112/12/04 ~ 112/12/04	社團法人中華民國環境分析學會	聯絡人：施侑萱 電話：03-5207581 信箱：ceas@ms22.hinet.net
17	營建產業永續經營碳管理訓練班	112/12/07 ~ 112/12/08	財團法人台灣營建研究院	聯絡人：蘇祐萱 電話：02-89195089 信箱：fanny@tcricri.org.tw
18	112「公共工程經費電腦估價系統」PCCES 4.3	112/12/14 ~ 112/12/15	滕嘉企業社	聯絡人：梁韶芸 電話：02-27088090 信箱：yilinp@ms44.url.com.tw
19	環境分析技術(第 69 期)講習會-高雄場「本課程有採用視訊或網路教學」	112/12/15 ~ 112/12/15	社團法人中華民國環境分析學會	聯絡人：施侑萱 電話：03-5207581 信箱：ceas@ms22.hinet.net
20	透地雷達應用研討會(本課程有採視訊)	112/12/16 ~ 112/12/16	社團法人臺灣省土木技師公會	聯絡人：許素梅 電話：02-8961-3968 分機 142 信箱：may@twce.org.tw

環保訊息(資料來源：環境部)

- 112/09/10 【**可燃廢棄資源燃料化符合國際減煤減碳趨勢 環境部嚴謹管理可燃廢棄資源燃料化運作**】
為推動可燃廢棄資源燃料化，環境部已訂定「固體再生燃料製造技術指引與品質規範」，建立 SRF 管理制度及標準，規定 SRF 製造廠應設置必要設備，並先行確認使用者需求及收受廢棄物性質使用適當設備、成品定期採樣檢測、成品應直接售予符合規定之 SRF 使用者，審核單位應串聯審查管理燃料製造及使用端並辦理現勘，以確保 SRF 燃料品質與使用妥善管理，審核單位得以依循。
- 112/09/10 【**「優化整治技術、攜手產業升級」環境管理署補助產學研發 共同守護土水家園**】
環境部環境管理署延續環保署「守護環境，臺灣永續」的精神，成立後首度推出土壤及地下水產官學合作研發成果，於本(112)年 9 月 13 日(三)上午 10 時舉辦「2023 土水跨域技術產學發表暨技術媒合會」，在國立政治大學公共行政及企業管理教育中心 6 樓盛大展出，除了發表最新土水整治技術，還有已經應用在實場的設備及器材展示，吸引 200 位以上的產學研專業人士與民眾參加。
- 112/09/14 【**環境部修正發布「溫室氣體排放量盤查登錄及查驗管理辦法」**】
掌握溫室氣體排放源排放量是推動溫室氣體減量的基礎，為精進溫室氣體排放源排放量盤查查驗管理工作，環境部於今(112)年 9 月 14 日將「溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法」名稱修正為「溫室氣體排放量盤查登錄及查驗管理辦法」，修正條文計有 17 條，自明(113)年 1 月 1 日起施行。
- 112/09/14 【**環境部公布新版空污排放清冊 污染量較前期減少 19%**】
環境部今(9 月 15 日)於官方網站公布 110 年空氣污染排放清冊(Taiwan Emission Data System, TEDS)，主要空氣污染物之排放量較前一版(基準年 108 年)減少近 19%，對照細懸浮微粒(PM2.5)監測資料，年平均濃度亦由 108 年之 16.2 微克/立方公尺降至 110 年之 14.4 微克/立方公尺，顯示中央與地方共同推動空氣污染防制方案已展現成效。

- 112/09/21 【**加速推動碳定價 多元工具促進實質減碳**】
氣候變遷因應法於今(112)年 2 月 15 日公布施行，其中以碳費徵收機制為主，鼓勵納管事業自主減量，可達成指定之實質減量目標者得適用優惠費率，加大加快事業減量，同時搭配自願減量核發減量額度之機制，將減量誘因擴及更多對象，透過多元工具促進我國整體實質減碳。
- 112/09/21 【**打造靜脈產業減碳力 資源循環署輔導業者進行碳盤查**】
鑑於我國 2050 淨零排放政策與目標，環境部資源循環署今(112)年度自資源循環產業綠色轉型及減碳潛力名單，將篩選出 20 家業者輔導其完成溫室氣體盤查報告書 (ISO 14064-1:2018) 及培訓溫室氣體盤查種子人員，提升我國靜脈產業淨零時代競爭力，業者亦可節省可觀之碳盤查及人員培訓費用。
- 112/09/26 【**兼顧技術、經濟可行與健康維護，提升電力業大型燃氣發電機組管制技術門檻，環境部預告「特定大型污染源之種類規模及最低可達成排放率控制技術」草案**】
為持續強化區域污染物排放量控制，環境部預告「特定大型污染源之種類規模及最低可達成排放率控制技術」草案，規劃透過加強未來新設燃氣電廠排放管制，在同步考量能源、環境、經濟與健康等衝擊後，依科學方法，以技術可行方式，要求電力業大型燃氣機組應採取污染物最低排放率之技術，降低區域排放增量，保護民眾健康及維護空氣品質。
- 112/10/02 【**強化污染減排經濟誘因，環境部調整空污費收費費率**】
為更進一步推動污染排放減量，環境部於 10 月 2 日公告修正「固定污染源空氣污染防制費收費費率」，本次修正內容包含新增排放大戶費率級距及調整甲苯、二甲苯等有害空氣污染物種費率，期透過強化經濟誘因，提高空氣污染物減量效益，預期每年可減少約 9,000 公噸空氣污染物排放。
- 112/10/05 【**環境部修正發布「溫室氣體認證機構及查驗機構管理辦法」**】
掌握溫室氣體排放源排放量是推動溫室氣體減量的基礎，為因應多元減量機制對於溫室氣體排放量盤查與查驗需求，在提升查驗量能同時確保查驗品質，環境部於今(112)年 10 月 5 日修正發布「溫室氣體認證機構及查驗機構管理辦法」，修正條文計有 38 條，自發布日施行。

- 112/10/05 【**科研力許臺灣環境前瞻 解鎖國家環境研究院鑑識技術**】
國家環境研究院是本次環境部組織改造重大轉型指標之一，整併原「環境檢驗所」、「環境保護人員訓練所」後，新增「環境治理研究」與「氣候變遷研究」兩中心，國環院以「環境智庫」的角色，因應氣候變遷、資源循環等新議題的挑戰，對氣候變遷、環境治理、污染防治與環境風險等領域持續進行技術的研究開發與方法制度的建立，並管理環境檢測機構及辦理溫室氣體查驗機構認證。以科學力支持環境部環保政策，並整合國內外環境研究資源。
- 112/10/18 【**環境部說明碳費徵收規劃進度**】
近來各界關心碳費徵收規劃及子法進度，環境部說明，目前規劃以年排放量達 2.5 萬噸的電力業及大型製造業為初期徵收對象，自 113 年開始，碳費徵收對象的溫室氣體年排放量就會被納入計價。環境部表示，有關碳費徵收費率，將由費率審議會依我國溫室氣體減量現況、排放源類型、溫室氣體排放種類、排放量規模、自主減量情形及減量效果，綜合衡量國際碳定價實施情形及我國產業競爭力等因素，將於明年第一季提交審議會討論後決定。
- 112/10/22 【**實質減碳且符合國際規範才能申請減量額度**】
有關媒體報導使用固體再生燃料(Solid Recovered Fuel, SRF)發電，除享有補貼獎勵、再生能源躉購費率等優惠，還可取得溫室氣體減量額度一事，環境部氣候變遷署強調，事業使用 SRF 替代燃煤降低碳排放，如欲申請自願減量專案取得減量額度(碳權)，依據「溫室氣體自願減量專案管理辦法」規定，必須具實質減碳且無重複計算，該署會審慎審查，並符合國際間對於自願減量相關規範。
- 112/10/25 【**「2023 臺德淨零生活轉型國際交流座談會」 臺德專家產業齊聚 交流淨零生活轉型社會溝通經驗**】
為促進臺灣淨零生活轉型政策與國際接軌，環境部與德國在臺協會於 10 月 25 日首度合作辦理「2023 臺德淨零生活轉型國際交流座談會」，邀請臺灣與德國專家及產業代表交流淨零生活轉型相關經驗，加強生活轉型推動與實踐。環境部施文真政務次長、德國在臺協會許佑格處長、德國永續消費和生產合作中心 Ms. Mariana Nicolau 資深專案經理共同蒞臨，揭開座談會活動序幕。

- 112/10/27 【環境部預告修正「溫室氣體減量及管理法施行細則」為「氣候變遷因應法施行細則」】
氣候變遷因應法(下稱氣候法)於 112 年 2 月 15 日修正公布，為利該法修正後之推動與執行，環境部持續積極研訂相關子法，就該法之細節性事項，依氣候法第 62 條規定修正「溫室氣體減量及管理法施行細則」，更名為「氣候變遷因應法施行細則」，預告草案廣徵各界意見。
- 112/11/01 【環境部修正發布「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」第四條之一、第二十九條】
環境部為配合實務運作，加強建築物拆除產出石綿瓦廢棄物貯存、清除及處理之管理，另配合公民營廢棄物清除處理機構許可管理辦法已刪除「清理機構」規定，修正「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」第四條之一、第二十九條。

生物煉製的挑戰與機會

江彥雄博士

摘要

生物質為唯一可持續的有機碳來源提供生產製造化學品和液體運輸燃料。本章探討社會從化石原料的全球經濟經由「生物煉製」轉換成可再生的生物質原料的全球經濟轉型過程中面臨的一些挑戰。本章討論在此轉型過程中，需要及現有的技術及一些必須解決的關鍵問題，才可以把握轉型帶來的機遇。最後，最重要的是應對挑戰的解決方案不僅取決於技術發展，還取決於社會、政治和地理因素。

關鍵字：生物質 (biomass)，生物煉製 (biorefinery)，生物燃料 (biofuel)，生物柴油 (biodiesel)，生物乙醇 (bioethanol)，木質纖維素 (lignocellulose)

1. 概論

生物質為能提供生產、製造燃料和化學品的唯一可持續的有機碳來源。但是由現階段全球由化石原料轉換成生物質原料的經濟轉型過程中面臨了挑戰，目前可以使用的技術以及必須解決的關鍵問題，才能取得轉型帶來的機遇。更進一步的是面對挑戰的解決方案可能不僅取決於技術發展，還取決於社會、政治和地理因素。

直到十九世紀中葉，人類能源需求的主要原料是木材、煤炭和泥炭等形式的生物質。然後，在 1859 年 8 月 27 日，在賓夕法尼亞州的泰特斯維爾 (Titusville, Pennsylvania)，第一口油井開始生產化石石油。當時這種油被用於照明，被稱為「時代之光」(Yergin, 1993) 憑藉化石原料的高能量密度和運輸方便極容易，石油迅速開始取代生物質成為人類的主要能源及化學品原料。由 1920 年代到現在，世界由煤炭為基礎的經濟變成了以石油為基礎的經濟。全球能源需求量，預計將從 1995 年的 350×10^{18} J 增加到 2040 年的 900×10^{18} J (Maeki-Arvela, Kubickova, Snare, Eraenen, & Murzin, 2007)。成長超過一倍。

但是由於現在地球面臨雙重的威脅：化石原料的逐漸消耗殆盡以及地球暖化的環保問題，因此永續和無污染能源的雙重需求也開始得到認可和重視。然而，僅僅提供永續和無污染的能源是不夠的。人類的生活也需要富有有機碳的原料。因此必須要尋找新的有機碳來源或開發現有的來源來替代化石資源。面臨的挑戰是不僅僅是要滿足現有的需求量找到替代品，而且還要能提供未來需求量的增加。

2. 生物質

世界上最大的有機碳存量是植物的纖維素、半纖維素和木質素。其中前兩種是經由二氧化碳 (CO₂) 和水 (H₂O) 的光合作用催化產生的，最終產生單醣體 (C_nH_{2n}O_n) 和氧氣 (O₂)

太陽光



糖以糖聚合纖維素、澱粉和半纖維素儲存在植物中。或者，將 CO₂ 轉化成氨基酸苯丙氨酸做為木質素生物合成的起點。這些過程僅需要 0.1% 到 1.0% 的太陽能，將太陽能直接轉換為燃料，例如水的光分解，

太陽光



然後燃燒氫氣 (H₂) 來釋放能量是乾淨能源 (Hedstrom, Saxe, Folkesson, Wallmark, Haraldsson, Bryngelsson, et al., 2006)。然而，這條途徑不會產生製造產品所需的有機碳、也不會產生運輸所需的液體燃料。有機碳必須來自生物質，動植物、藻類及廢棄物產生的有機物質。例如，每年，植物釋出大約 900 億 (9x10¹⁰) 噸的二氧化碳，其中大部分來自樹木 (Li, Lu, & Chiang, 2006)。

樹木中的主要成分是纖維素，佔乾重的 40% 以上。其次是木質素。事實上，纖維素和木質素是大分子量的生物聚合物，是地球上最豐富的兩種有機化合物。整體而言，植物生物質通常由 75% 至 90% 的糖聚合物纖維素和半纖維素以及 10% 至 25% 的木質素以及少量澱粉、甘油三酯、生物鹼、色素、樹脂、甾醇、萜烯和萜類化合物以及蠟組成。纖維素、半纖維素和木質素的天然組合通常稱為木質纖維素。這些都是潛在可以轉化為能源燃料和製造化學原料的原材料。

在大多數情況下，生物質需要進行預處理以釋放碳水化合物（纖維素、半纖維素及其解聚合產物）和木質素。然後，這些材料的加工基本上可以分為兩個流程-特種化學品和大宗化學品的製造，例如藥物、聚合物和基礎材料（Corma, Iborra, & Velty, 2007）以及經由「生物煉製」生產燃料及衍生的化學產品。

當然生物質的利用還有其他潛在的途徑，例如，不要加工生物質成燃料，而是直接燃燒發電。同時，可以進一步開發電動汽車來使用生物質產生的電力。這種方法具有地區化 CO₂ 排放的潛在優勢，減少物料的輸送及儲存。然而，直接燃燒固態生物質有其困難點，如燃燒及熱回收效率及空氣汙染排放。而且，這沒有提供含碳化學中間體的來源作為製造製程的原料。由於製造原料和液體燃料在許多情況下是有密切的關連，會有一個長期的過渡階段來開發及精進生物煉製。

3. 生物煉製

在理想情況下，生物煉製可以生產與「傳統」化石原料煉製大致相同的產品-氫氣、天然氣（C₁ 和 C₂ 碳氫化合物）、液化石油氣（C₂ 至 C₄ 碳氫化合物）、輕石腦油（C₅ 至 C₇ 碳氫化合物）和柴油類產品（C₇ 至 C₁₅ 碳氫化合物）。在很大程度上，這些產品的加工會使用與目前用於加工化石衍生產品類似的技術。生物煉製的挑戰和機會在於將生物質轉化為適合這些「傳統」技術的原料。生物煉製最大的挑戰在這些「介面製程」，連接既有的石化煉製。生物煉製還可以生產傳統化石煉製不常生產的產品，例如乙醇。過去十年來見證了從製造「傳統」碳氫化合物和氯化碳氫化合物溶劑到含氧溶劑的轉變，未來的生物煉製技術必須超前部署實踐這些變化。

生物煉製和傳統煉製的原料都是依賴生物質作為碳源和氫源。兩者之間的顯著差異之一是，隨著數百萬年的流逝，大自然對史前生物質進行了大量加工，特別是去除了反應性功能群。石化煉製技術的開發是依據這些「非反應性」化合物。而生物煉製必須要調整這些傳統的化石煉製技術，開發新的技術來處理更具反應性和複雜性的生物質。另一個顯著差異是現代生物煉製必須回收二氧化碳來持續的產生替代生物質。當然，相對應的機會是由此會大幅的減少能源消耗和其他活動相關的溫室氣體排放。這些是生物煉製概念面臨的主要挑戰。

圖 1 總結了目前已知的從生物質到燃料或化學產品的途徑。(圖 1 中的編號路徑在文中的括號中引用,以幫助讀者遵循各種合成路線。)生產最適用於現有發動機技術的高能量密度液體燃料的最直接路徑是甘油三酯生物柴油 [17] 和加氫處理植物油 [18], 以及糖 (甘蔗、甜菜) 或澱粉作物 (玉米) 的乙醇路徑 [12、13]。因此,這些是目前大規模商業規模生產運輸燃料的方法 (Huber, Iborra, & Corma, 2006), 而且這些技術已為非常成熟。

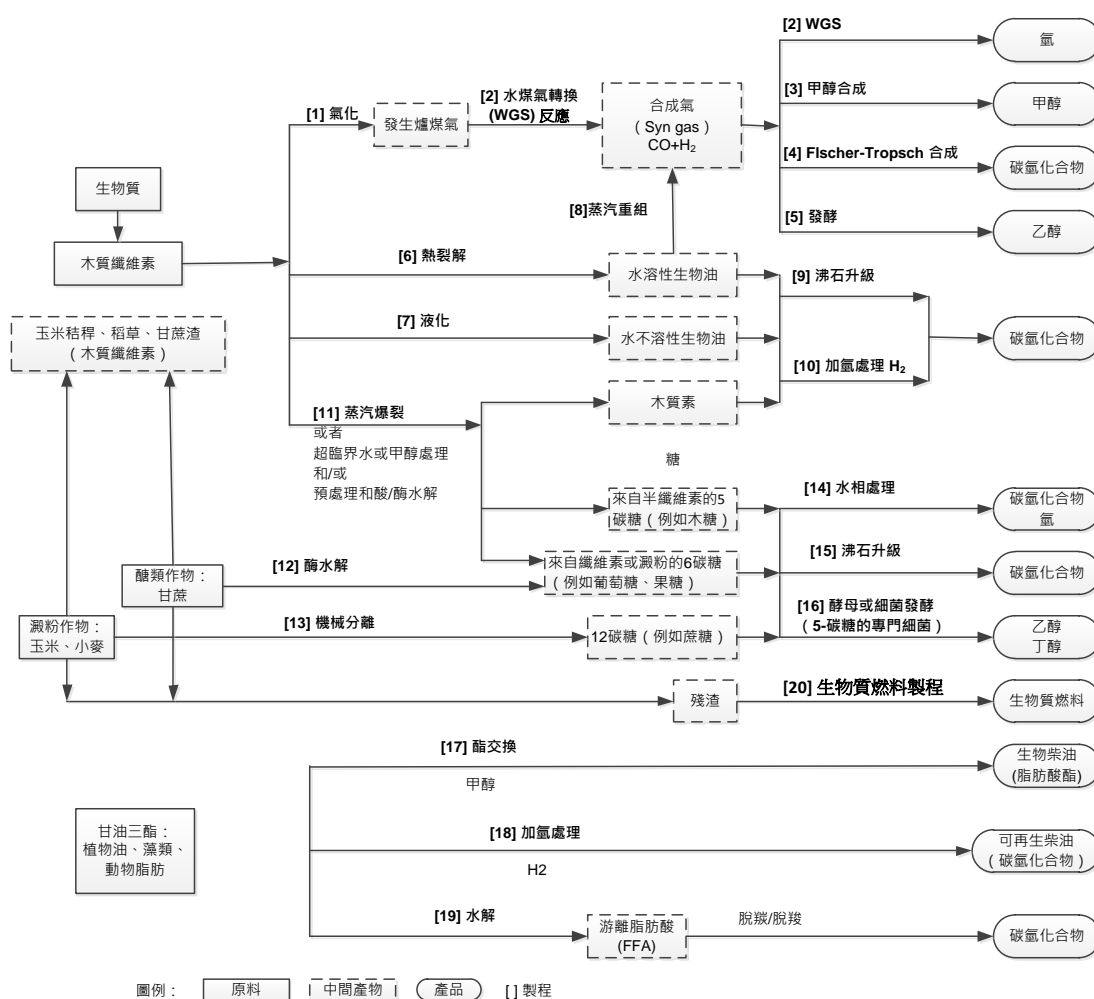


圖 1 生物質的生物煉製途徑

資料來源：改編自 Huber、Iborra 和 Corma (2006)。
 注意：為了幫助讀者，在文中括號中引用了編號的路徑。

使用澱粉或糖料作物原料來生物柴油和生物乙醇的局限性都很大。在能量方面，由玉米粒製成的乙醇的化石能源比率 (FER; 生產燃料所需的化石能源除以燃料燃燒時釋放的能量) 略低於一 (Huber, Iborra, & Corma, 2006)。也就是說，由玉米粒製成的乙醇需要幾乎

與產品所含能量一樣多的化石燃料能源來製造，這會損害 CO₂ 中性，同時也沒有能源效率。後來的研究顯示，此比率略高於 0.75 (Shapouri, Duffield, & Wang, 2002)。FER 比率的估計很複雜，結果取決於有多少能源消耗歸因於該過程的副產品，例如動物飼料。儘管如此，目前實踐中改進乙醇合成的一個主要機會是利用產生的木質纖維素廢物。一公頃玉米可生產 10 噸糧食，其中 66% 為澱粉，足以製造 3,350 公升的乙醇。如果可以從莖和葉（玉米秸稈）生產乙醇，產量將幾乎會增加一倍，達到每公頃 5,950 公升 (U. S. Department of Energy Office of Science, 2006)。因此，木質纖維素生物質轉化成乙醇的效率比較高。

4. 木質纖維素生產生物乙醇

廣義而言，木質纖維素生物質的主要成分是包裹在木質素鞘中的結晶纖維素和無定形半纖維素。纖維素是糖葡萄糖的結晶聚合物，其分子中有六個碳原子。半纖維素是五種不同糖的無定形聚合物，最重要的是木糖，其分子中有五個碳原子。這是一個重要的區別，因為很少有天然細菌或酵母可以有效地將五碳糖發酵成乙醇，而六碳糖（如葡萄糖）可以很容易地用麵包酵母等發酵。木質素由無定形隨機酚類聚合物組成，形成細胞壁的主要承重結構。

要從木質纖維素有效的生產生物乙醇的第一個挑戰是將木質素和半纖維素從纖維素中分離出來進行單獨的加工。然後必須將纖維素解聚合為葡萄糖，再將其發酵生產乙醇 [16]。分離通常需要一個或多個預處理步驟完成 [11]，這也會增加纖維素表面積。

在一些預處理中，結晶也部分的由纖維素去除。預處理步驟仍然存在重大的技術挑戰，這是最昂貴和最不被了解的子過程之一 (Mosier, Wyman, Dale, Elander, Lee, Holtzapple, et al., 2005)。在商業上用於纖維板和造紙工業來分離半纖維素的改進蒸汽爆裂技術也是很好的預處理方法。

預處理之後的步驟通常是酶解或酸水解，將降解的纖維素解聚合成糖單體，主要成分是葡萄糖。執行此步驟的酶，稱為纖維素酶，通常反應緩慢，大約與在自然界中木材腐爛的速度相似，但是可以經由仔細的篩選來增強活性。

如果半纖維素沒有預先從纖維素中有效的分離，木糖也會存在。木糖只能用特定的細菌，如運動發酵單胞菌，有效的發酵成乙醇，而

葡萄糖則可以用普通酵母如釀酒酵母來發酵。考慮到木糖等五碳糖約佔從玉米秸稈中提取的總糖的三分之一，這些半纖維素衍生產品的有效水解和發酵是此途徑有效利用生物質的關鍵技術挑戰。

5. 單糖體和木質素生產的其他燃料

使用發酵製程生產乙醇的一個重要步驟是必須蒸餾水溶液中來濃縮產品，而蒸餾製程需要大量的能源。從木質纖維素中的單糖體生產液體燃料替代發酵的方案是沸石升級[15]和水相加工[14]。前者在高溫下使用固體沸石催化劑（因此，反應物是氣相）並可以生產適合燃料使用的氣態和液態烴。而後者在中等溫度和壓力下使用固體催化劑和水作為溶劑來生產碳氫化合物和/或氫氣。在這兩種情況下，燃料產品由於它們之間的不混溶性會很容易與任何存在的水分離，從而消除了蒸餾步驟。這兩項技術都處於發展的早期階段。

生物丁醇可以由發酵生產生物乙醇的任何原料或中間體來生產。作為液體燃料，丁醇比乙醇具有更多的優勢，特別是較低的蒸氣壓、較高的能量含量和較低的水親和力。

木質素可以經由生物質熱裂解或液化製成的生物油後再升級轉化成燃料。或者，它可以用作生產熱電的燃料（例如，用木質纖維素生產乙醇的蒸餾步驟）。然而，一旦從木質纖維素中分離出來，木質素就含有豐富的天然化學原料，會有更高價值的應用。

6. 生物柴油

生物柴油的成分是脂肪酸酯，通常是在催化劑下由脂肪和油與醇甲醇反應產生，產物是脂肪酸甲酯。甘油三酯是從具有含油特性的植物（如油菜籽、大豆和向日葵）中提取的動物脂肪和植物油的主要成分。雖然甘油三酯脂肪和油本身可用作柴油燃料，但在酯交換的簡單反應中與甲醇結合[17]可降低粘度和凝固點並改善燃燒特性，從而使生物柴油可用作柴油的直接替代品。

生物柴油生產中的挑戰是原料和酯交換催化劑的使用。原料是生物柴油生產的主要成本，而且由於許多潛在的原料也是食品，因此成本的變化會很大且相當高。肉類工業的副產品，牛脂（提煉的動物脂肪）通常是數量可觀的最便宜的原料。然而，牛脂可能需要預處理以去除游離脂肪酸等雜質，並且它生產的生物柴油具有高凝固點，不適合在寒冷氣候中使用。因此，一個挑戰是識別或培育可持續和生態友好的方式種植的高甘油三酯作物（例如藻類）。理想情況下，此類種

植應在農業邊緣土地上進行（因此不會與糧食作物競爭），並且不應該有會導致生態系統破壞或大量溫室氣體排放的大規模土地清理。

如果經由上節所述可以降低原料成本，那麼加工成本將成為產品總成本中最重要的部分。大多數的甘油三酯原料中存在不同濃度的游離脂肪酸，這是很嚴重的問題。儘管鹼性催化劑（例如氫氧化鈉或甲醇鈉）是最快和最活躍的酯交換催化劑，但當存在大量游離脂肪酸時，酯交換催化劑的效率降低。這是因為游離脂肪酸與催化劑反應形成會干擾此過程的肥皂。酸催化劑可以酯化游離脂肪酸和甘油三酯，但在類似條件下比鹼性催化劑慢得多。大多數目前的生物柴油技術使用酸催化步驟將游離脂肪酸轉化為脂肪酸甲酯以及使用鹼催化步驟將大部分的甘油三酯轉化為脂肪酸甲酯來規避這一個問題。這意味著在這些步驟之間需要中和及水洗。因此，需要的重大突破將是開發一種具有與鹼催化劑相當活性的固態酸催化劑，此催化劑可以使用一個步驟將游離脂肪酸和甘油三酯轉化為生物柴油。這會減少加工步驟和用水量。

升級甘油三酯油和脂肪為液體運輸燃料的另一種方法是在高壓和高溫下用氫氣進行加氫處理 [18]。這種方法的優點是可以使用已經在石化煉油廠中使用的加氫處理裝置來完成。這樣做的一個缺點是這些植物中使用的氫是化石來源的。作為對比，目前用於生物柴油工廠的大部分甲醇也是化石來源的。如果將來使用來自生物質合成氣的甲醇或氫氣，這些問題會被消除。

另一種甘油三酯生物煉製的方法是使用金屬催化劑在高溫下從游離脂肪酸或脂肪酸酯中去除一氧化碳（CO）或二氧化碳（CO₂），來生產碳氫化合物 [19]。這分別稱為脫羰或脫羧製程，並已在實驗室規模驗證（Maeki-Avela, Kubickova, Snare, Eraenen, & Murzin, 2007）。

甘油是生產生物柴油的酯交換過程的主要副產物。目前許多操作的製程，甘油產品的品質相對的低。然而，其他的製程，如超臨界加工，可以生產高品質的甘油，這可以直接應用在食品和藥品的製造。

而且，這種高品質甘油可用來作為增值產品的原料，例如表氯醇（以前是製造合成甘油的前體）、可生物降解的聚合物（經由與酒石酸共聚）、碳酸甘油酯和丙烯乙二醇。

7. 生物質氣化

生物質氣化 [1, 2] 提供了合成氫氣和液體或可液化燃料（如汽油或汽油和柴油中的甲醇和碳氫化合物）途徑。氣化步驟將生物質與空氣、氧氣或蒸汽反應，生產一氧化碳（CO）、二氧化碳（CO₂）、氫氣（H₂）、甲烷（CH₄）和氮氣（N₂）的氣態混合物，稱為發生爐煤氣或合成氣，具體取決於相關氣體組分的比例。發生爐煤氣主要用作發電的燃料，而合成氣可以用來製造一系列的燃料和化學中間體。對於運輸用燃料，主要的合成氣衍生途徑是經由水煤氣轉換（Water Gas Shift）反應生成氫氣 [2]，或經由費托合成（Fischer - Tropsch process）[4] 或甲醇合成 [3] 生成烴，然後進一步的反應產生碳氫化合物或含氧液體燃料。水煤氣轉換反應利用一氧化碳和水氣的反應生成氫氣和二氧化碳。也可以用來增加發生爐煤氣內的氫氣含量將發生爐煤氣升級為合成氣，或單獨生產氫氣作為最終產品。自 1930 年代以來，費托合成一直用於從合成氣生產碳氫化合物燃料。自 1920 年代以來，已開始使用合成氣生產甲醇。

甲醇本身可用作運輸燃料；然而，它具有相對毒性和水溶性，比較不是用做運輸燃料（Nichols, 2003 年）。它不能用於現代汽油發動機，除非作為添加劑含量相對較低。儘管如此，它本身俱有作為運輸燃料的巨大潛力，在 FFV 發動機中與乙醇和/或碳氫化合物混合，或作為車載前體燃料為汽車燃料電池提供氫氣（Nichols, 2003）。合成氣也可以用厭氧菌（如永達氏梭菌）[5] 發酵成乙醇，為糖單體的發酵提供了另一種途徑（Klasson, Ackerson, Clausen, & Gaddy, 1993）。

無論最終要從合成氣生產何種燃料，主要的挑戰之一是生產適用於從生物質進行進一步加工且具有成本效益的氣體。此技術相當的成熟但成本非常高，因為產生的氣體必須經過調節以去除生物質氣化過程中所形成的焦油。儘管如此，由氣化和/或液化或熱解後進行蒸汽重整將成為生物質轉化為合成氣的主要途徑，原因是幾乎沒有其他有經濟性和可持續的化學中間體途徑。

8. 生物質液化及裂解

生物質的液化(高壓加熱)和熱裂解(在沒有空氣的情況下加熱)都可以產生液體運輸燃料前體。液化 [7] 通常會產生高粘度的水不溶性油，並且通常需要溶劑、還原性氣體(如一氧化碳或氫氣)和/或除生物質之外的催化劑。熱裂解 [6] 會產生水溶性油，通常是酸性的。這兩種類型的生物油都不穩定，是許多不同化合物的複雜混合物，不適合用作運輸燃料，需進一步的純化或升級才可以做運輸用燃料。由於使用的壓力較低，熱裂解通常比液化的資本成本較低，這可能是生物質熱裂解已經商業化而液化技術還在實驗測試階段的主要原因。熱裂解衍生的生物油目前尚未用於生產運輸燃料。然而，液化技術，例如將木質纖維素溶解在超臨界甲醇-水混合物中，可以更好地控制所生產的產品。例如，可以分離木質素、纖維素和半纖維素成分 (Minami & Saka, 2005)。纖維素和半纖維素可用於生產生物乙醇，木質素可用作固定設備的燃料或經過類似於下一段所描述的方法升級為運輸燃料。與熱裂解相比，高產品選擇性所增加的價值可能足以抵消高資本成本。

主要的升級方法是加氫處理 [10] (在催化劑存在下使用高壓氫氣處理有效的去除氧氣)、沸石改質 [9] (在固態沸石催化劑上完成的氣相反應) 和蒸汽重組 (在固體催化劑上與高溫蒸汽反應) 來生產合成氣 [8]。請注意，加氫處理方法需要氫氣。為了使該過程完全可持續，這可以經由生物質氣化 [1, 2] 或經由生物油加蒸汽重組的合成氣中取得氫氣。將生物油蒸汽重組成為合成氣比較有吸引力，即生物質可以在靠近生物質來源的現場轉化為生物油。然後可以將高密度高能量的油有效地運輸到集中式生物煉製廠，這些煉製廠使用蒸汽重組來生產合成氣，然後由前面討論的方法生產運輸燃料。

9. 生物煉製產品與石化煉製產品

在生物質的氣化和液化或熱裂解與蒸汽重組、合成氣化學(如費托和甲醇合成)以及水煤氣轉換反應之間，生物煉製有能力提供大多數化石衍生燃料和化學中間體等效物或近似替代物。使用當前已有的技術已經可以做得好。挑戰在於成本至少與化石燃料製程相當、接近碳中和並且沒有有毒副產物及對環境無害。目前，熱裂解和液化技術面臨的一個重大挑戰是在不積聚焦炭和其他不需要的殘留物的情況下，能有大的處理量。炭和殘留物需要有創新用途，例如使用生物炭 (Lehmann, 2007) 在土壤中固碳，同時改善土壤結構和養分，如此

則可以將炭和殘留物這個問題轉化為機會。由於費托和甲醇合成以及水煤氣轉換反應是相當成熟的技術，工藝改進的最大區域在於生物質轉化步驟和合成氣的生產或生物油的升級技術。這種改進可能需要新開發催化和生物催化方面的技術。

10. 超臨界或近臨界製程

超臨界流體是一種介於液體和氣體之間的物質形式，具有各自的一些特性。這種流體可以以氣體的方式擴散通過材料，但又可以以液體的方式溶解物質。這些特性使它們成為進行多種化學反應的強大介質。為了達到超臨界條件，在壓力容器中增高水、二氧化碳和甲醇等溶劑的溫度和壓力。傳統上，此類操作的高資本成本和類似批次的性質可以平衡增加的反應速率的優勢。然而，模組化、可放大反應器技術的最新發展增加了在生物質加工中使用超臨界或近臨界技術的可行性。案例如，甲醇或乙醇與甘油三酯脂肪和油的無催化劑反應來生產生物柴油，將木質纖維素分離成木質素、纖維素和半纖維素組分，同時將半纖維素和纖維素部分水解成糖，以及蒸汽重組反應。

11. 結論

美國 2002 年生物質技術路線圖 (Biomass Research and Development Technical Advisory Committee, 2002) 確定了發展可持續化學品未來需要解決的幾個技術問題。其中包括合成氣發酵、生物質發酵和水解、先進的氣化、熱裂解和發酵技術、難處理殘留物的轉化，以及甲烷和二氧化碳的封存和轉化。所有這些領域都需要開發和應用新型的催化劑技術。開發新催化劑的挑戰包括為現有工藝尋找低難處理殘留物的新型催化劑，新工藝的新催化劑，高催化劑選擇性，新的催化環境 (例如，無溶劑操作)，在反應條件下自行組裝的催化空間，以及可以與其他不相容的催化劑同時操作。所有這些發展都需要牢記綠色化學的規則。

參考文獻

1. Biomass Research and Development Technical Advisory Committee. (2002). Roadmap for biomass technologies in the United States. Retrieved July 25, 2007, from <http://www.brdisolutions.com/pdfs/FinalBiomassRoadmap.pdf>
2. Corma, A., Iborra, S., & Vely, A. (2007). Chemical routes for the transformation of biomass into chemicals. *Chemical Reviews*, 107(6), 2411-2502.
3. Hedstrom, L., Saxe, M., Folkesson, A., Wallmark, C., Haraldsson, K., Bryngelsson, M., et al. (2006). Key factors in planning a sustainable energy future including hydrogen and fuel cells. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 26, 264-277.
4. Huber, G. W., Iborra, S., & Corma, A. (2006). Synthesis of transportation fuels from biomass: Chemistry, catalysts, and engineering. *Chemical Reviews*, 106(9), 4044-4098.
5. Klasson, K. T., Ackerson, M. D., Clausen, E. C., & Gaddy, J. L. (1993). Biological conversion of coal and coal-derived synthesis gas. *Fuel*, 72(12), 1673-1678.
6. Lehmann, J. (2007). A handful of carbon. *Nature*, 447(7141), 143-144.
7. Li, L., Lu, S., & Chiang, V. (2006). A genomic and molecular view of wood formation. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 25(3), 215-233.
8. Maeki-Arvela, P., Kubickova, I., Snare, M., Eraenen, K., & Murzin, D. Y. (2007). Catalytic deoxygenation of fatty acids and their derivatives. *Energy & Fuels*, 21(1), 30-41.
9. Minami, E., & Saka, S. (2005). Decomposition behavior of woody biomass in water-added supercritical methanol. *Journal of Wood Science*, 51, 395-400.
10. Mosier, N., Wyman, C., Dale, B., Elander, R., Lee, Y. Y., Holtzapple, M., et al. (2005). Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass. *Bioresource Technology*, 6(96), 673.
11. Nichols, R. J. (2003). The methanol story: A sustainable fuel for the future. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 62(1-2), 97-105.
12. Rowlands, W., Master, A., and Thomas, M. (2008). The Biorefinery—Challenges, Opportunities, and an Australian Perspective, *Bulletin of Science, Technology & Society* Vol. 28, No. 2, April 2008, 149-158
13. Shapouri, H. D., Duffield, J. A., & Wang, M. (2002). The energy balance of corn: An update (No. 814). Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Office of the Chief Economist. South Australian Research and Development Institute. (2007). SARDI biofuels research program. Retrieved July 25, 2007, from http://www.sardi.sa.gov.au/pages/biofuels/biofuels_research_program.htm:sectID=877&tempID=1
14. U.S. Department of Energy Office of Science. (2006). Ethanol quick facts. Retrieved July 25, 2007, from http://genomicsgtl.energy.gov/biofuels/ethanol_quick_facts.shtml
15. Yergin, D. (1993). *The prize. The epic quest for oil, money and power*. London: Simon & Schuster.

道路防音設施設計及展望

王志遠技師

環興科技公司協理

Email : cyw@mail.sinotech-eng.com

壹、前言

本文將先說明目前國內道路防音設施設計過程，其設計圖說將視需要依據「公共工程專業技師簽證規則」進行技師簽證，可供各位技師先進做為未來作業時之參考。

至於國內道路防音設施現況，主要是在高速公路或快速道路高架段或路堤段設置隔音牆，其所使用之材質主要為空心磚、水泥板、金屬板及透明板。由於其設置高度在考慮隔音牆水平風壓 390 公斤/平方公尺及結構承受荷重等因素後，其設置高度多不超過 3~5 公尺(含胸牆或護欄高度)，致使其減音效果一般約介於 5~10 分貝左右，即便近年逐漸增加低噪音路面或隔音牆頂緣減音設施，約可各再降低 2~3 分貝，但面對日趨嚴格的環保要求，仍無法完全符合其需要。

東鄰日本針對其地狹人稠所需要之道路系統，已開發出更多實用及高效率之防音設施，可以做為國內道路防音設施設置的參考。但在考慮引進其噪音防制技術前，尚需就國內特性考慮其減音效果、道路特性、廠商配合程度、經濟性和維護難易程度進行評估。

貳、國內道路防音設施設計

一、設計範圍

凡於道路沿線兩旁附近之聚集住屋、醫療院所或學校等噪音敏感地點者，即進行防音設施設置評估，評估內容包括路段之交通噪音量、噪音傳送之空間分佈現象、噪音影響敏感地區之建築物配置型態、建物高度、影響規模及範圍、背景噪音量之影響等因素。其中噪音傳送之空間分布現象則又包括了地形及樹林的遮蔽效應、噪音傳播的方向性等考慮因素。

二、設計流程

於進行防音設施設計時，係依據設計路線資料、地形圖及環境影響評估報告，篩選出可能會受到通車後噪音影響之地點，並進行沿線噪音敏感地點之實地踏勘。接著，經由通車後噪音量模式模擬，可計算出通車後之噪音量。經過與音量標準比較後，判定隔音牆之設置位置，而對於研判不需設置隔音牆的地點，於路堤段則考慮以植栽等方式來取代隔音牆，以減輕通車後的噪音影響，並兼有心理上安撫之功能。隔音牆之設計流程詳見圖一。

三、設計標準

隔音牆設計之音量標準，係依據環境部 102 年 9 月 11 日公布之「陸上運輸系統噪音管制標準」，若開發規模達到辦理環境影響評估時，另須依環評承諾依背景噪音特性降至輕微影響或中度影響

四、隔音牆功能設計

隔音牆工程設計最重要的部分為音量之計算，即需依據住宅聚落所在音量標準及通車後交通噪音量計算出需要達到之減音要求，方能決定防音牆設置之位置及高度。交通噪音量的計算方式主要有公式法、圖解法及電腦模式計算法等三種，分述如后：

1. 公式法

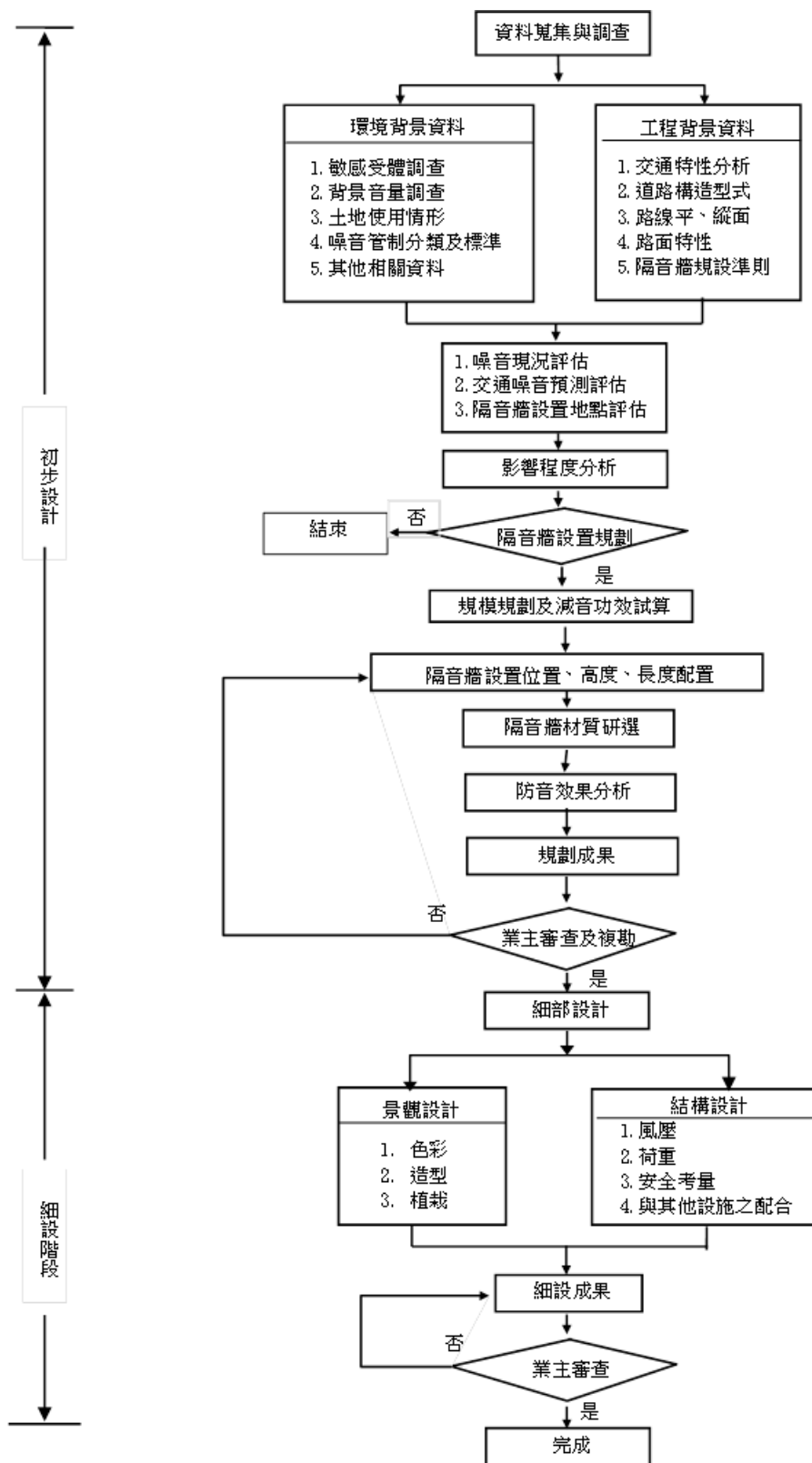
主要應用於早期防音牆設計時所使用之音量計算方式，一般較常使用者為日本音響學會所發展之道路交通噪音預測模式，該公式說明如下：

$$L_{50} = L_w - 8 - 29 \log l + 10 \log(\pi / d * \tanh(2\pi / d)) + \alpha d + \alpha c$$

經由上述公式可計算出 L_{50} ，而 L_{50} 係指道路交通噪音位準之 L_{50} 值，可再以 $L_{eq} = L_{50} + 5$ 之公式換算為均能音量，但減音效果則需再以其它公式計算。

2. 圖解法

亦應用於早期隔音牆設計時所使用之音量計算方式，一般較常使用者為美國聯邦高速公路局 (FHWA) 在「NOISE BARRIER DESIGN HANDBOOK」中發展之 BARRIER NOMOGRAPH 圖解法，以估算隔音牆減音效果。



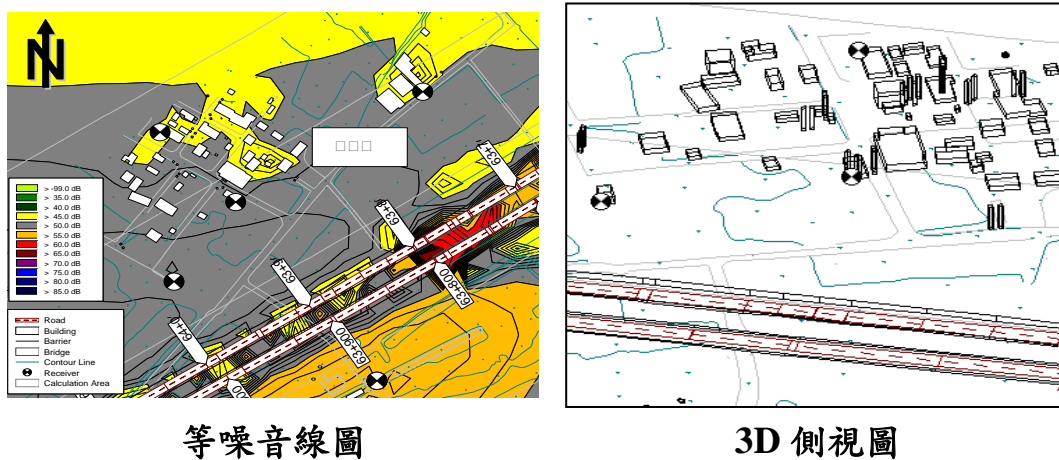
圖一 隔音牆設計流程圖

3. 電腦模式法

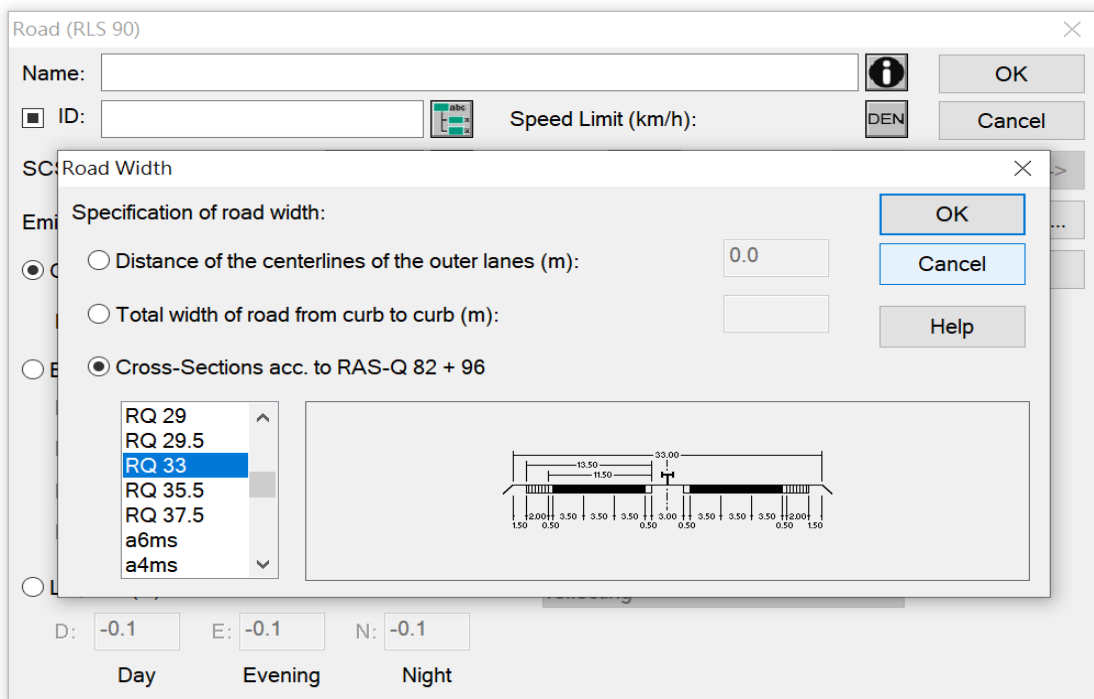
國內隔音牆設計時，已幾乎皆以電腦模式計算噪音量，且多採用 Cadna-A 及 SOUNDPLAN 等經環境部「道路交通噪音評估模式技術規範」認可使用之電腦模式，以進行道路噪音源分析，並可依指定之音量標準進行防音牆最佳化設計。分述如下：

(1) Cadna-A 模式

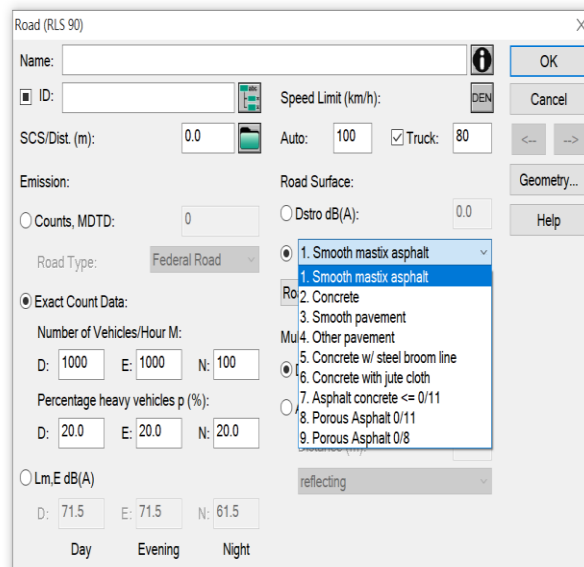
Cadna-A 噪音評估模式具有模擬道路噪音量之功能，當輸入地形高程、敏感點、建築物、音源及其他資料後，程式將依據 RLS-90 及相關規範 (ISO 1913、DIN18005-1、VDI2714) 進行音量計算，且模式可以算出指定受音點的噪音值或以等音線圖表示噪音的分布狀況。而當噪音超過標準時，可視不同管制區域，分別指定其管制標準，再輸入隔音牆之基本資料，由模式去自動計算在達到管制標準時，至少所需的隔音牆高度及長度，並顯示減音後的噪音值或等音線分布圖。在模擬道路交通噪音時，模式所需之資料包括車速、交通量、道路寬度、道路表面特性、路面坡度及有無交通號誌等資料，再加入地形及敏感點、反射體(建築物)等資料，即可進行模擬。輸出結果包括有無噪音防制措施前後之噪音量及水平、垂直等噪音線圖，並可進行隔音牆最佳化設計，其相關之模擬示意圖詳圖二。Cadna-A 模式輸入道路剖面示意畫面詳圖三所示，輸入交通量及路面特性之示意畫面詳圖四所示。



圖二 噪音模式 Cadna-A 模擬示意圖(範例)



圖三 噪音模式 Cadna-A 輸入道路剖面示意畫面



圖四 噪音模式 Cadna-A 輸入交通量及路面特性示意畫面

(2) SOUNDPLAN 模式

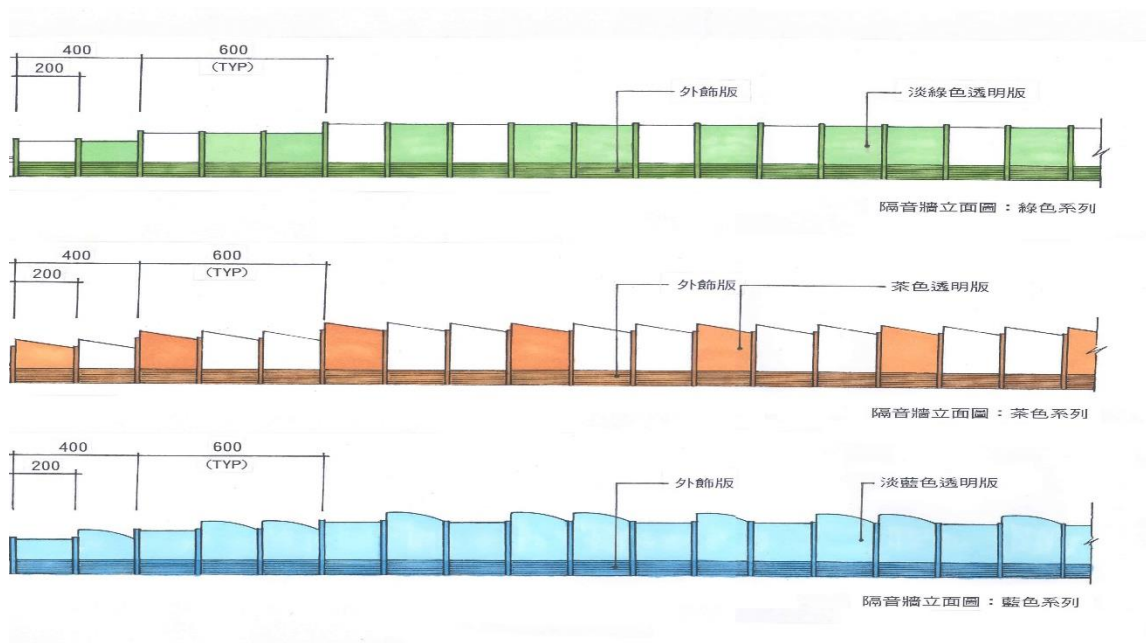
SOUNDPLAN 噪音評估模式同樣具有模擬道路噪音量之功能，即可將車輛、交通、道路及環境等資料一起輸入電腦中，計算噪音敏感點之音量及繪製彩色等噪音線圖。此外，對於超出法規標準之地區，亦可進行隔音牆設計。一般而言，隔音牆之減音量約為 5-10 分貝左右，詳表一所示。

表一 一般隔音牆減音量

噪音衰減值	聲能衰減值	達成之難易度
5 分貝	68%	易達成
10 分貝	90%	較難
15 分貝	97%	很困難
20 分貝	99%	非常難達到

五、隔音牆景觀設計

以往隔音牆色彩多呈現單純之金屬或水泥板顏色，視覺景觀不佳；目前則多採用賞心悅目之色彩加以塗裝。包括以藍綠色系反映天色及遠山色彩，或採綠色系融入近景山坡，景觀設計案例詳圖五所示。



圖五 隔音牆景觀設計圖(範例)

參、國外道路防音設施設置現況

國外道路噪音防制經驗中，東鄰日本由於與台灣同屬島國，地狹人稠，都市化又集中，其環境與台灣最類似，再加上法規執行嚴謹、防制經驗較具參考價值。圖六為日本道路交通噪音對策圖，共有 18 項相關之交通噪音防制對策，除去環境及交通政策管理等非屬防音設施的部份，並再參考其他相關文獻，將就日本設置隔音牆技術、環境設施帶、低噪音路面、高架底部吸音設施及新研發隔音牆等五項國內較少應用之相關技術分別說明，以供各位技師參考。

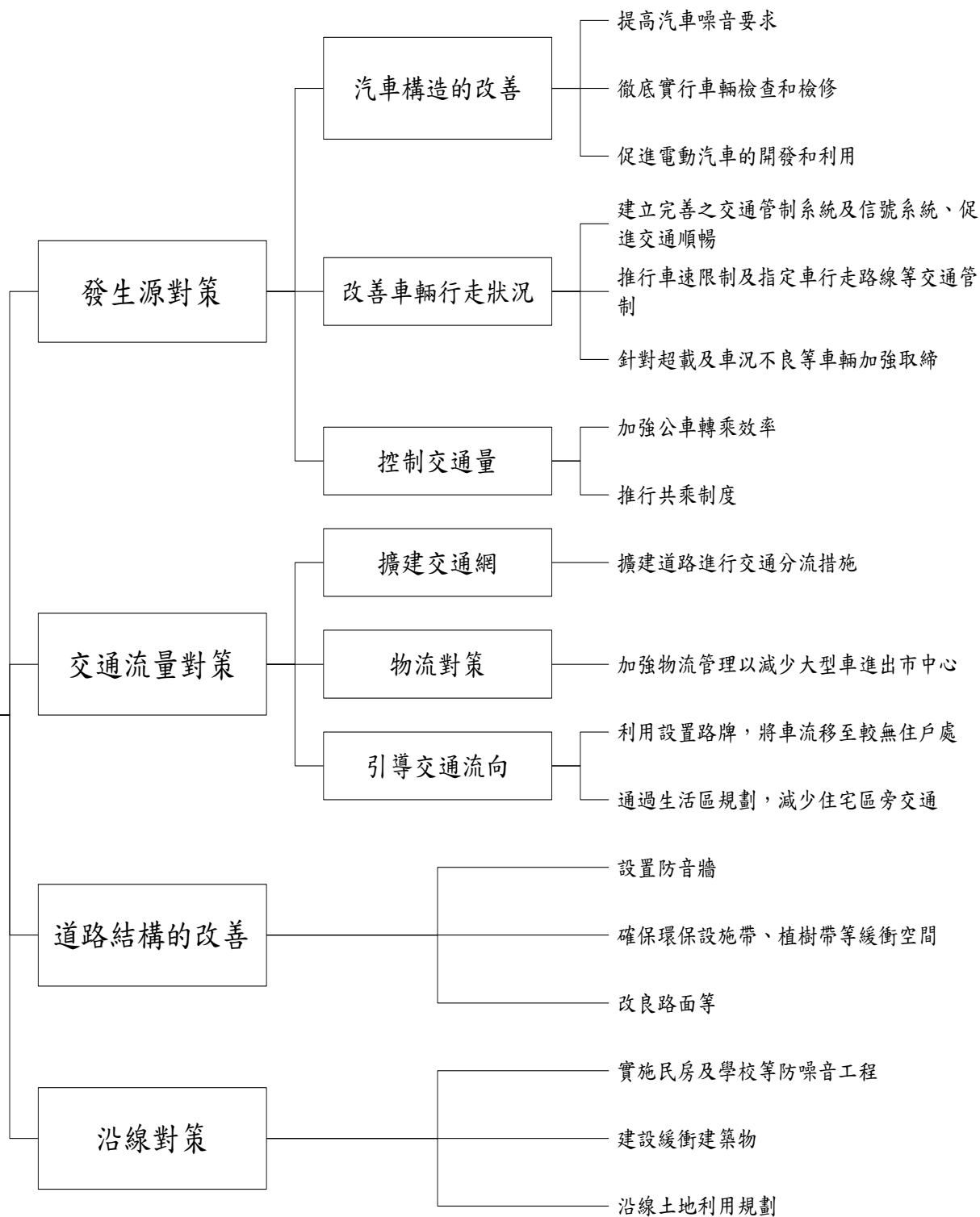
一、隔音牆技術

日本隔音牆與國內主要不同之處在於超高隔音牆、低層及隔音牆頂緣減音設施等三項，其在道路系統設施之配置位置詳如圖七所示，分別說明如下：

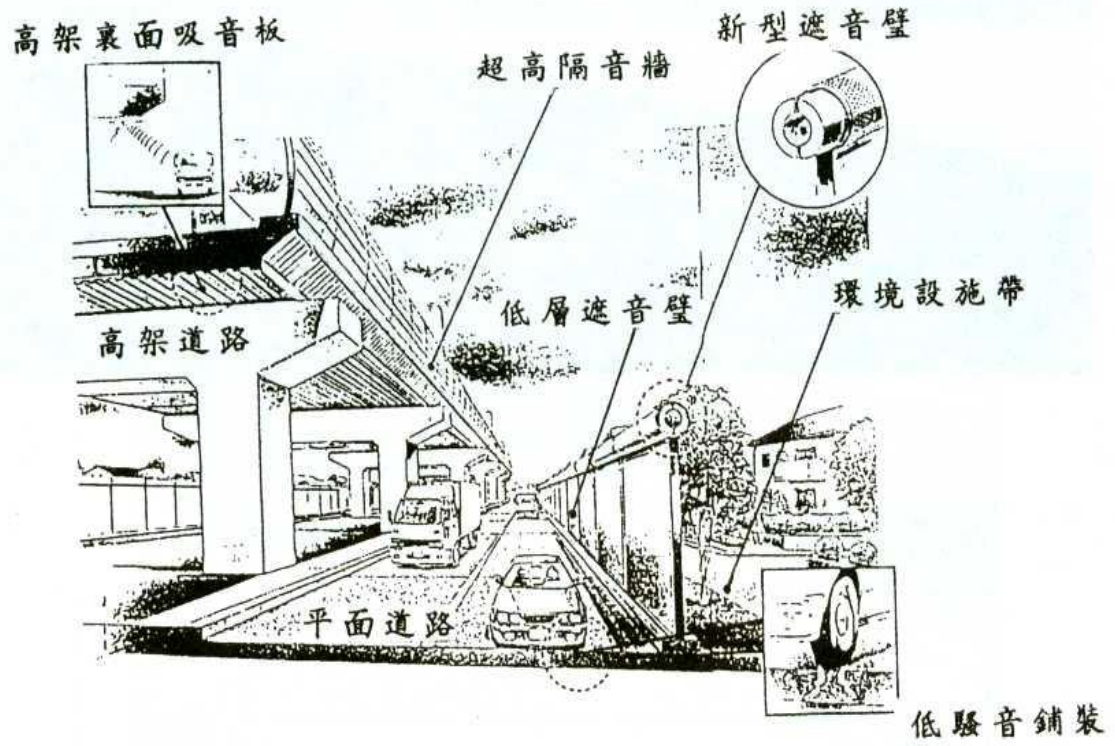
(一) 超高隔音牆

日本針對防音需求，很早就使用設置高度超過三公尺以上之隔音牆，其設置高度亦有達到八公尺，甚至半密閉型或密閉型之隔音牆，詳如圖八所示。但國內基於防颱需求，隔音牆抗風壓一般規定為 390 公斤/平方公尺(僅台北市區高架道路採用 300 公斤/平方公尺)，相較日本道路公園高架道路隔音牆的 200 公斤/平方公尺及路工段的 150 公斤/平方公尺為高，導致使用上要注意因隔音牆高度增加，導致隔音牆結構荷重和設置經費增加的問題；中興公司於台北市萬華至板橋間進行高架道路隔音牆規劃時，曾請廠商概估雙車道半密閉防音牆之費用，型式如圖九所示，約較一般高架道路 3 公尺高防音牆(含胸牆高度)的費用高出十多倍，這是在設計時需要加以謹慎考慮的。此外超高隔音牆尚有日照、電磁干擾及景觀上的問題，一般為降低隔音牆對景觀衝擊或對駕駛人產生的壓迫感，可採用透明板以降低其影響，詳圖十所示。至於一般 4~5 公尺高防音牆約可較 3 公尺高防音牆多出 1~3 分貝的減音量，半密閉式防音牆總體減音量約在 15~20 分貝，全密閉式防音牆則約在 25~30 分貝左右。

道路交通噪音對策



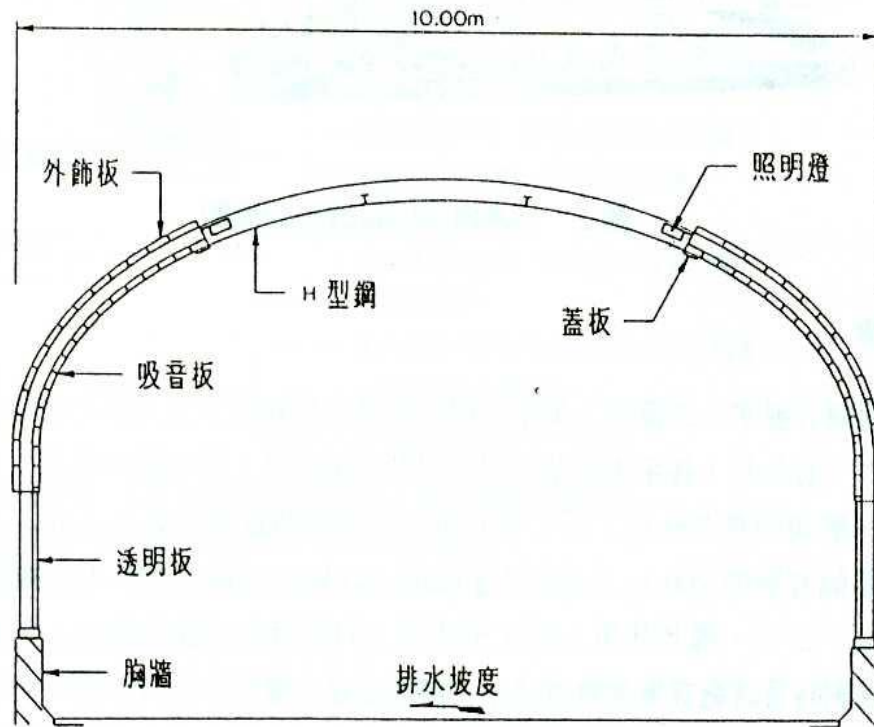
圖六 日本道路交通噪音對策圖



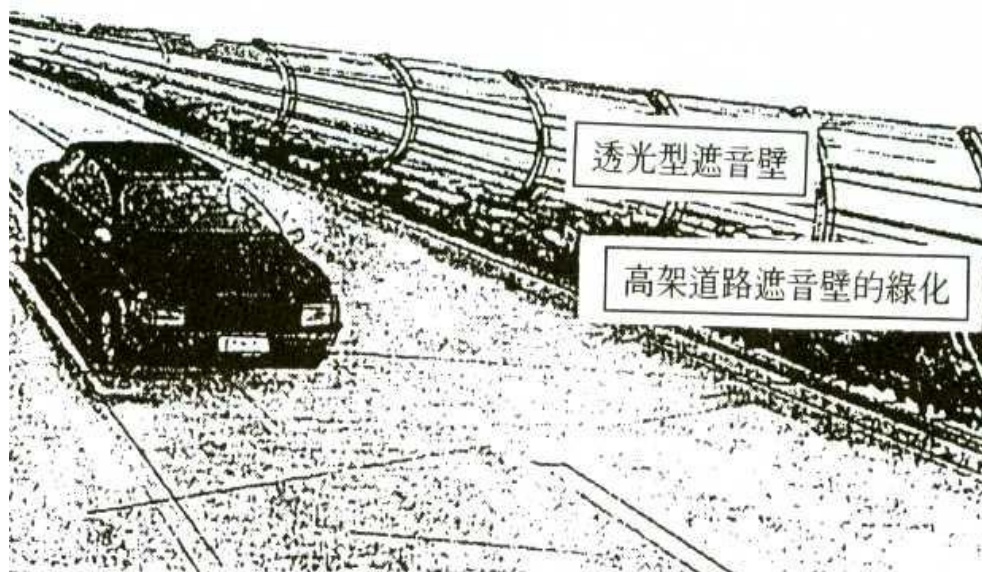
圖七 日本道路防音設施配置圖



圖八 日本道路半密閉型防音牆



圖九 高架道路半密閉隔音牆規劃示意圖



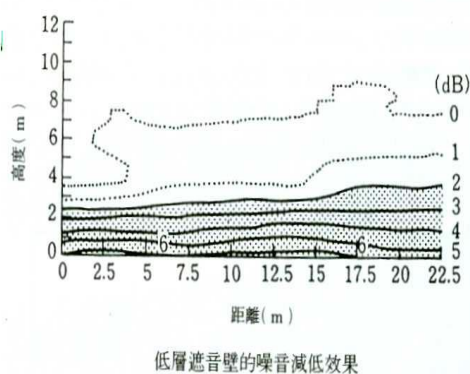
圖十 設置透明板式型隔音牆降低景觀衝擊

(二) 低層防音牆

低層防音牆在國內道路之應用實例並不多，主要在於國內平面道路於一般規劃時，常常並未預留足夠的設置空間，導致對平面道路的噪音防制，通常無法再藉由設置防音牆阻隔噪音量。且國內大多數的防音牆均設置在高架橋的胸牆或道路的路堤上，故其對於與其平行相鄰之平面道路噪音，並無任何阻隔降低的效果。低層防音牆之設置，一般為避免太高而阻礙視線，設置高度多僅在 1~2 公尺左右，由日本之模型實驗資料顯示，其現地照片詳圖九，於遮音壁背後 2 公尺高度以下之減音量約介於 3~5 分貝，同如圖十一所示，4 公尺以上之高度時，則減音量僅有 0~1 分貝，故減音效果在相對於 1 樓或行人人耳高度時還不錯，但對二樓以上之住宅則幾無減音效果，所以主要仍在保護人行步道及道路沿線低層住宅的安寧。



低層隔音牆照片



低層隔音牆減音效果

圖十一 低層防音牆照片及減音效果

惟再依據日本土木研究所實際於道路上實驗施工之結果顯示，高度 1 公尺之低層防音牆在其後端 3 公尺範圍內時，雖對高度較高之受音點 (3.7 公尺，相當於二樓) 其減音效果僅有 0~1 分貝，但在高度 1.4 公尺 (相當於 1 樓或人行步道上行人耳朵之高度) 時，其減音量卻高達 5~9 分貝，效果甚佳。故目前在日本應用實例有愛知縣名古屋市之國道 41 號 (National Route No41) 及芦屋市山手幹線 (Ashiya-city) 等，詳圖十二所示，其設置後除可搭配低噪音鋪裝以降低噪音量外，同時低層防音牆配合植栽，尚具有景觀調和之功能。



愛知縣名古屋市之國道 41 號

芦屋市山手幹線

圖十二 日本低層隔音牆實例

(三) 隔音牆頂緣減音設施

隔音牆頂緣減音設施主要有吸音筒或減音器 (NOISE REDUCER) 等幾種形式，國內外使用實例已日漸普遍。圖十三為日本東京外環道高速公路吸音筒之設置現況，國內目前在新竹東光橋(詳圖十四所示)、西濱快速道路大安梧棲段(詳圖十五所示)、台北松山機場隔音牆(詳圖十六所示)及中山高速公路皆有吸音筒應用實例。其減音原理係應用聲波在尖銳物體表面比較容易聚集，故當聲波欲繞經防音牆頂端時，可利用設置吸音物體予以吸音後衰減。一般而言，其效果可達到 4~5 分貝(高架橋段衰減效果)，相當於再加高 2 公尺高防音牆之減音效果，但也有日本實例資料顯示其效果僅有 1~3 分貝(平面段衰減效果)，顯示其減音效果在不同的道路結構時，會有所差異。原因則是因為其衰減原理係利用聲波繞經隔音牆頂端時予以吸音衰減，故對噪音源多為直接音的案例減音效果較小，如道路平面段防音牆，因道路噪音比較容易直接傳遞至住宅，故減音效果較差；而若噪音源多屬繞射音的案例，如道路高架段防音牆，因道路噪音多需經過繞射再傳遞至住宅，則其減音效果較大。減音器方面，早期在日本新幹線高速鐵路即有使用減音器，目前在道路上則多使用吸音筒。另外於平成 7 年(1995 年)阪神高速道路則又開發使用瓢型之減音器，詳圖十七所示，後續又有 Y 型(詳圖十八所示)、多角型(詳圖十九所示)及鹿角型(詳圖二十所示)等相關產品，

目前已有相當多之種類可供選擇。



圖十三 日本東京外環道吸音筒



圖十四 國內新竹東光橋吸音筒



圖十五 西濱大安梧棲段吸音筒



圖十六 台北松山機場吸音筒

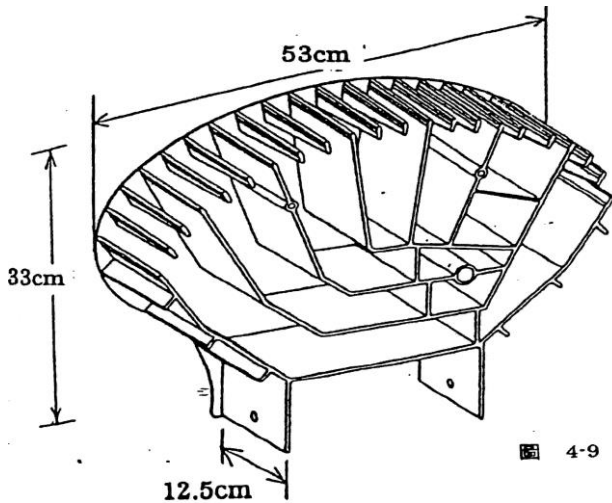


圖十七 日本隔音牆頂緣減音器

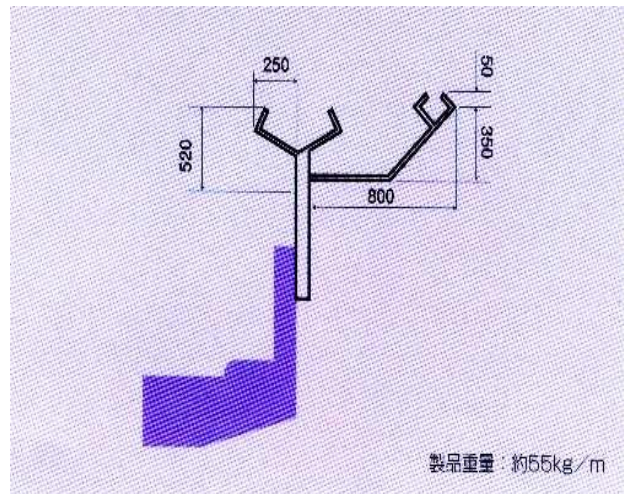


分枝型遮音壁 (上写真: 下方から撮影・下写真: 上方から撮影)

圖十八 日本隔音牆 Y 型減音器



圖十九 日本多角型減音設施



圖二十 日本鹿角型減音設施

二、環境設施帶

環境設施帶的設置構想類似國內一般俗稱的綠帶，其做法係將住宅及道路間，利用綠地及休憩設施組成之環境設施帶加以區隔，以緩衝交通噪音和車流景觀對道路沿線住宅的直接衝擊。但日本環境設施帶相較於國內綠帶的佈置內容，除了一般的植栽樹木及簡易的休憩設施外，有些地方尚更進一步規劃了完整的人行步道、腳踏車道、坐椅等休憩設施的功能，設置功能上較為完整。環境設施帶在國內現有都市內，因用地不易取得等問題，恐怕執行上較為困難。但對新市鎮或新設道路，則可在用地許可下予以設置，至於綠帶樹林所能造成之噪音衰減，根據勃蓋克(Breanek)於極密的森林區測試 2000 Hz 的聲音，每 100 公尺可衰減 10~25 分貝，在較不密的森林，每 100 公尺約衰減 5~12 分貝。由於一般道路旁之環境設施帶最大寬度恐亦在十多公尺以下，其噪音衰減量最多只有 1~3 分貝，效果相當有限，但其主要功能則可在心理及視覺景觀上達到安撫的效果。惟若能在環境設施帶中以土丘構築假山或草坡，則將可再增加土丘阻隔噪音之效果。

三、低噪音路面

低噪音路面也就是低噪音鋪裝(silent asphalt)，其主要有排水性鋪裝(drainage asphalt)及多孔質彈性鋪裝(porous asphalt)二種，分述如下：

(一) 排水性鋪裝

排水性鋪裝的作法類似國內高速公路使用之開放型級配瀝青混凝土路面，其與一般道路之密級配瀝青混凝土路面最大不同之處在於級配粒徑較集中，故孔隙較大較多。其原本設計用意是為了方便路面排水，以防止路面積水並增加行車安全。不料其多孔結構的特性除了可以增加路面排水外，更降低了輪胎音的產生，以及有增加路面吸音率減少反射音的效果，詳如圖二十一所示，而具有降低交通噪音量的功能。在增加路面吸音效果部份，日本文獻資料顯示其可將一般密粒鋪裝路面時之平均吸音率由 0.1 提高至 0.33 左右。至於其總體減音的功能則與鋪裝厚度及骨材粒徑有關。減音效果依據阪神高速道路 7 號北神戶線平成 5 年(1993 年)實際施工經驗，約可較密級配路面降低 2~5 分貝。日本道路排水性鋪裝自昭和 62 年(1987 年)在東京都環狀 7 號線施工以來，至平成 7 年末(1995 年)已達到了 400 萬平方公尺的施工實績，使用上已相當多。同時因為其具有方便路面排水，防止積水，增加行車安全的主要功用，使其應用上更廣泛。依據日本道路協會平成 8 年(1996 年)出版之「排水性鋪裝技術指針(案)」中指出其一般特性包括：

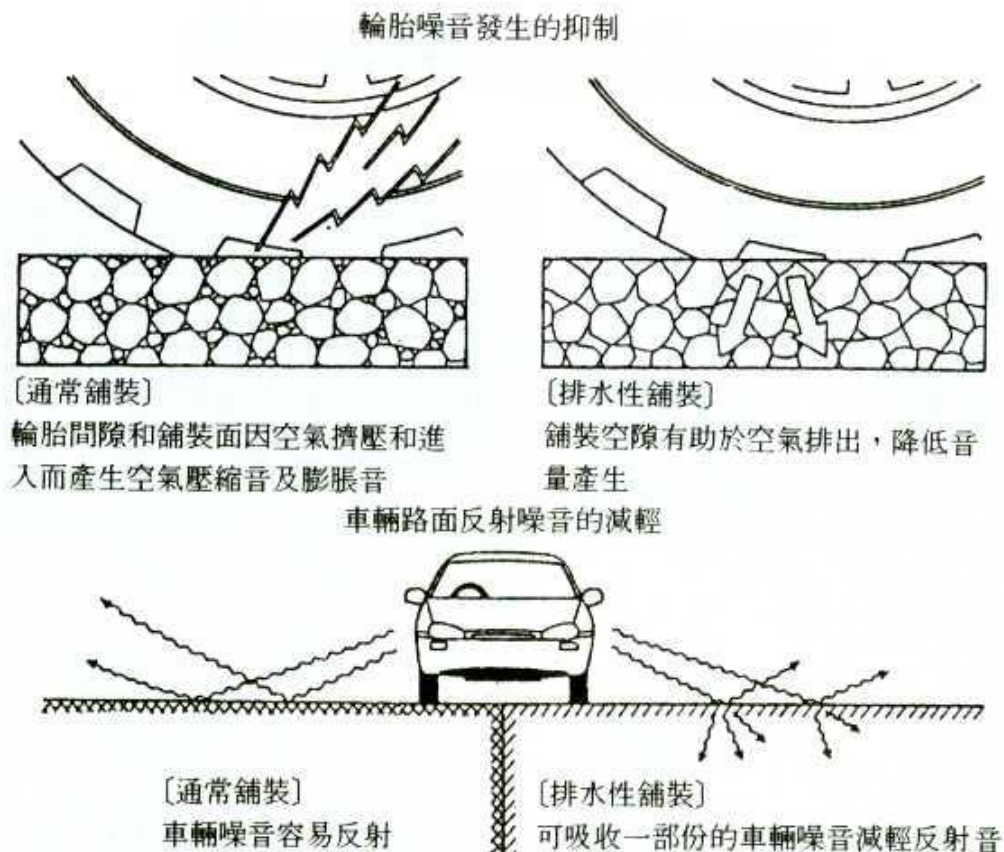
1. 鋪裝厚度為 4~5 公分厚(國內開放級配僅 1.5 公分厚)
2. 粗骨材最大粒徑為 13~20mm
3. 目標空隙率在 20%以上
4. 採用高粘度改質增加耐久性

實用上其最大的缺點是其有效空隙率在通車後經車輛輾壓及灰塵泥土浸入會降低而降低噪音減音量，施工一年後效果開始變差，故需使用高壓洗淨車加以沖洗維護，因而增加維護的機具及成本。而日本近年來亦已研發出多種型式之排水性鋪裝，詳表二所示。其中以二層式排水性鋪裝減音效果最佳，薄層排水性鋪裝施工價格最低，高強度排水性鋪裝路面強度最強而耐用，橡膠排水性鋪裝則可於鋼板上施工而便於施工道路使用，各有其適用特性。

國內在此方面目前亦漸有相關之研究與成果發表，且經部份路段試鋪後評估，效果尚佳，圖二十二即為國道三號試鋪後之成效比對案例。另外，依據林登峰等人以高雄市五福路及復興路進行排水性鋪裝成效研究，以鋪築排水性鋪裝一個月內與鋪築排水性鋪裝六個月進行現場評估作業，並於同路段鋪築密級配瀝青混凝土作為比較，結果顯示排水性鋪裝可有效吸收噪音、提昇雨天路面抗滑性及加速排水速率，與密級配瀝青混凝土比較下，更具環保效率。而目前國內設計中之國道東部高速公路、東西向八里新店線八里五股段快速道路及國道六號均已採用排水性鋪裝。

(二) 多孔質彈性鋪裝

多孔質彈性鋪裝是利用樹脂再生產生之多孔質孔隙造成的彈性鋪裝，由於孔隙率可達到 40%，其噪音降低效果甚高，相關資料顯示小客車約可達到 9~12 分貝，大貨車為 3~6 分貝。但目前仍在實驗性質，需再就耐久性、抗滑，車輛行走的安全性及施工方法等課題進行研究。



圖二十一 排水性鋪裝減音機制

表二 日本排水性鋪裝工法特性

工 法	特 性
薄層排水性鋪裝	添加高粘度乳劑增加強度，鋪裝厚度可降低一半，價格與傳統鋪裝相近，且施工期間較短。
二層式排水性鋪裝	使用厚度 3 公分、粒徑 5mm 之骨材及厚度 4 公分、粒徑 13mm 骨材，形成二層排水性鋪裝，其減音效果甚佳，約較傳統密粒鋪裝再降 9~12 分貝（僅比較路面摩擦音），惟成本較高。
高強度排水性鋪裝	鋪面強度高，用於特殊路段，但成本較高。
含橡膠排水性鋪裝法	其優點係可於鋼板上施工，便於施工道路使用，相當簡便，但缺點為排水性稍差。



一般路面易積水，行車造成水霧
排水性鋪裝

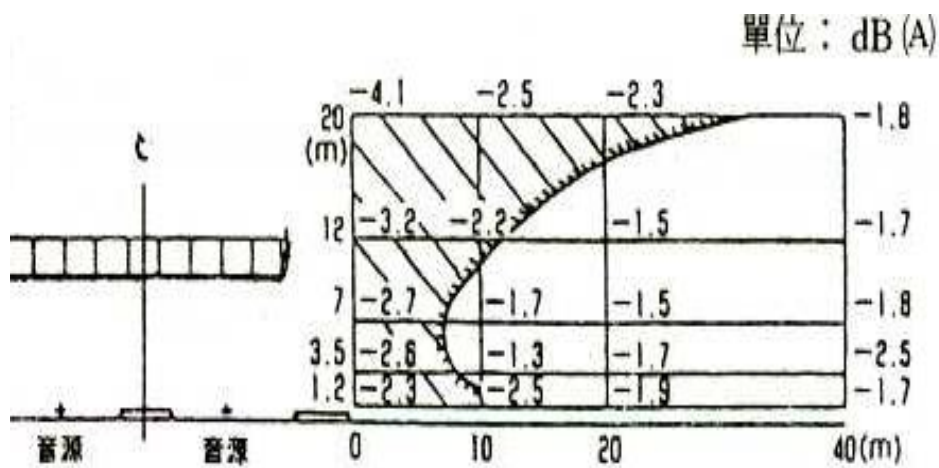
資料來源：交通部國道新建工程局網站-排水篇；照片位置位於國道三號 132k+513~132k+713 處

圖二十二 一般路面與排水性鋪裝比較

四、高架底部吸音設施

高架底部吸音設施係日本開發之道路噪音防制技術，其主要原理係利用高架橋底部敷設吸音板或吸音筒等吸音設施來增加高架橋底部表面吸音率之方式，降低道路車輛噪音在高架橋底部、兩旁建築物及地面間之多重反射(multiple reflection)。由日本現場安裝結果顯示，其減音效果約在 2~4 分貝左右，詳圖二十三所示。其設置型式可分為設置吸音板或設置吸音筒等兩種不同的型式，早期在昭和 59 年(1984 年)時，在兵庫縣尼崎市附近的阪神高速公路係採用吸音板；而至平成 3 年(1991 年)左右，於日本 43 號國道的尼崎市及西宮市則採用吸音筒的型式，日本當地設置之現況照片詳如圖二十四所示。

中興公司於設計台北市萬華至板橋間主要幹道時，曾就高架裏面吸音板進行費用評估，由於其僅較一般防音牆省去支柱(H型鋼)及背面板之費用，詳圖二十五所示，而其施工則較困難，故其費用仍不便宜，而其減音效果亦多在 2~3 分貝，相較國內一般隔音牆設置後之減音量介於 5~8 分貝左右，其經濟效益較差，於應用時需加以注意。惟國內目前隔音牆因多已能自製，市場價格降低很多，故未來仍值得進一步考慮在國內實際應用之可行性，至於高架裏面吸音板之型式比較詳表三所示。



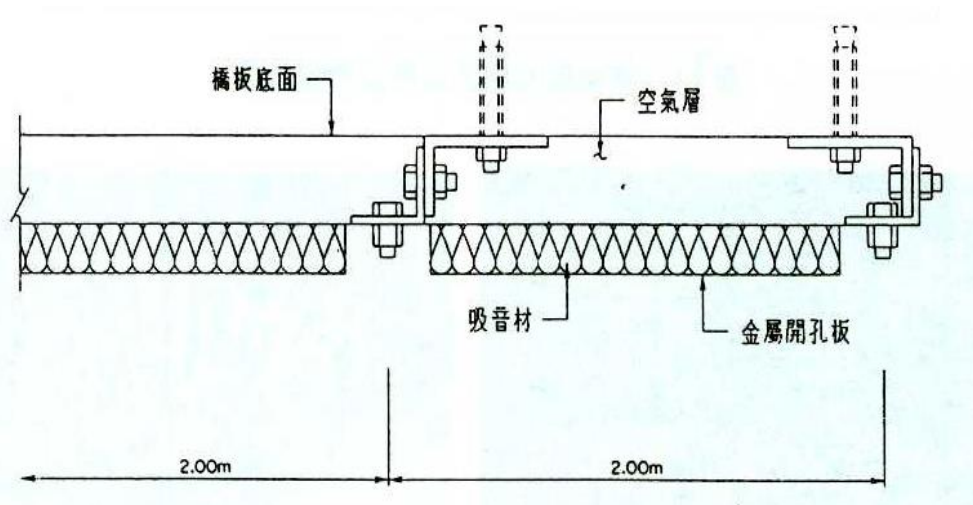
圖二十三 日本高架底部吸音設施減音效果



高架橋底部吸音筒

高架橋底部吸音板

圖二十四 日本高架底部吸音設施照片



圖二十五 高架橋底部吸音板示意圖

表三 高架底部吸音板型式比較表

型 式	特 性
多孔質+表面處理材料	適用於中、高頻率噪音，如發泡水泥、岩棉、噴結棉、玻璃纖維等材料，一般需加表面處理以增加其耐候性。
共振構造材料	適用於低、中頻率噪音，結構單純，清理維護較易，固定性佳，但吸音範圍較窄。
混合式吸音材	將上述兩種綜合使用可得到廣頻率之吸音能力且具有較佳之耐候及固定能力。

五、新研發防音牆

除上述防音措施外，目前國外研發了頗多新式防音牆之產品，其介紹說明如下，未來可於特定路段選用。

1. 可降低氮氧化物(NO_x)之防音牆

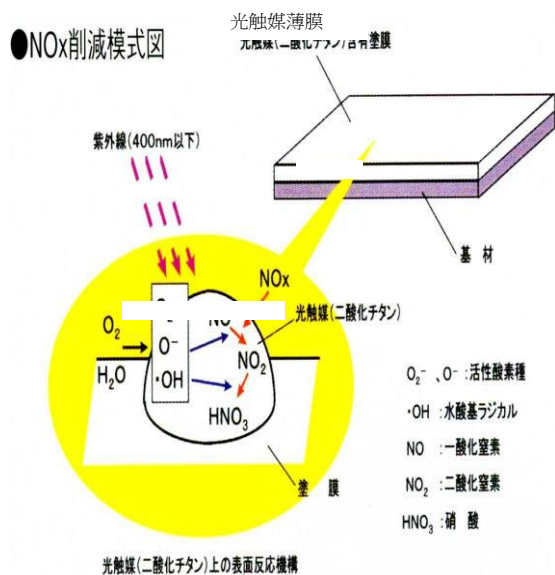
其原理是在於防音牆之表面塗佈光觸媒，以利用大自然中之紫外線、雨水及大氣中之氧氣，將空氣污染物中之二氧化氮變成硝酸根離子，再溶於雨水中帶走，以去除空氣中之二氧化氮，達成淨化空氣之目的，詳圖二十六所示。

2. 太陽能型防音牆

主要利用防音牆頂端蓋板(日本稱笠木)或背面板(日本又稱外裝板)裝設太陽能電池，可供偏遠地區或隧道等接設電力不便之道路照明使用，同時達到環境保護，節省電力之功能，詳圖二十七所示。

3. 綠化型防音牆

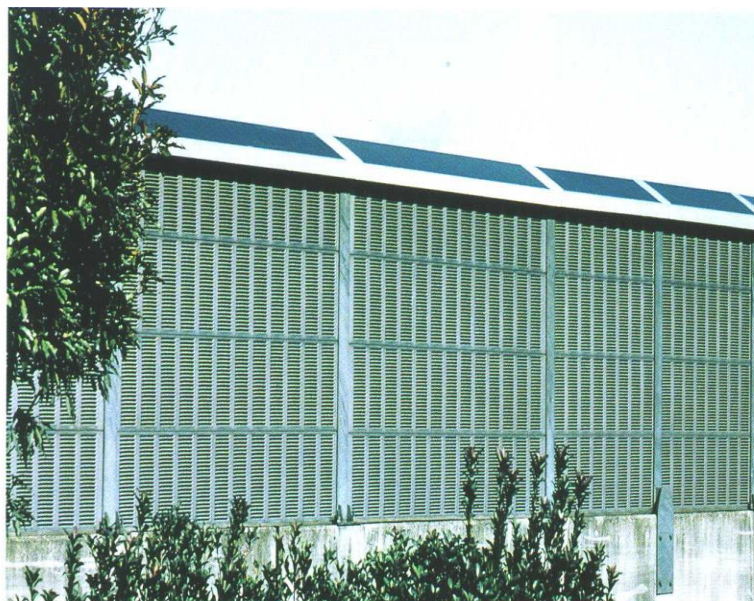
主要利用粒狀棉及樹脂構成之植栽容器，嵌入防音牆正面板及被面板之間，而將植物植栽於隔音牆上美化；此外，尚可配合太陽能電池做為灌水抽送馬達之電力，達到自動化及節省能源之澆灌效果，詳圖二十八所示。



光觸媒原理示意圖

NOx 削減防音牆外觀

圖二十六 日本光觸媒隔音牆

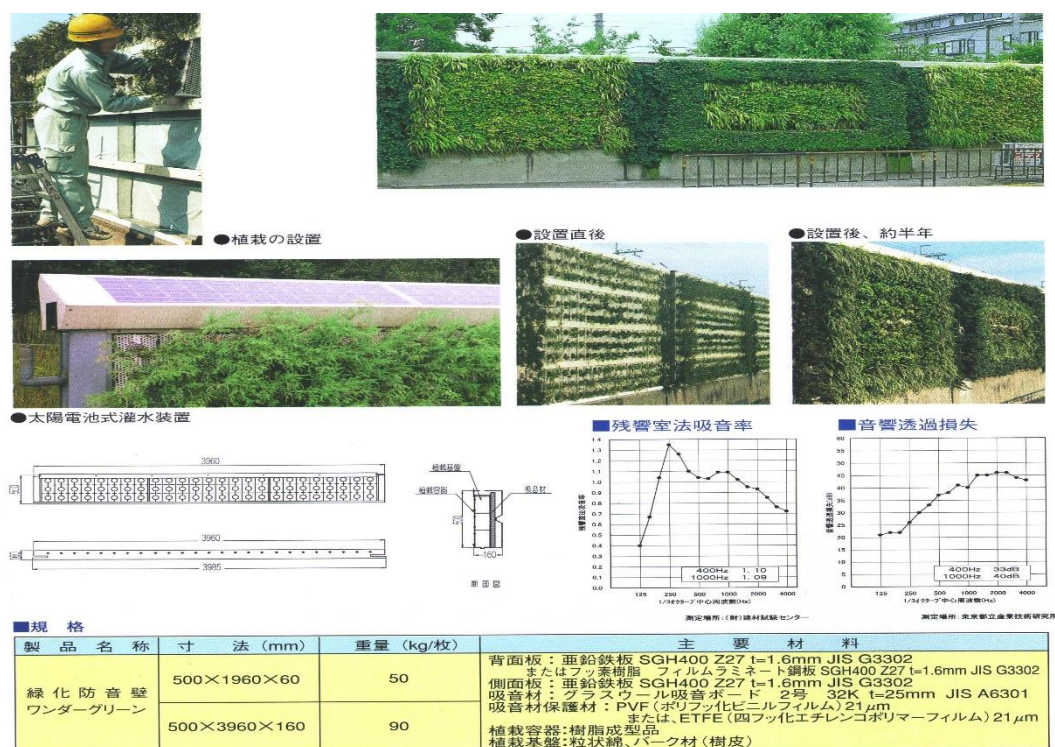


●太陽電池一体型笠木



●太陽電池一体型外装板

圖二十七 日本太陽板隔音牆



圖二十八 日本綠化型防音壁

肆、結論與建議

針對目前國內道路之防音設施現況，未來可朝向下列方向發展。

1. 可比照日本道路公園製訂標準施工及設計規範

國內目前道路主要之主管機關包有多個單位，隔音牆設置規範並未整合，而係由不同標段之工程顧問公司建議設置，導致各路段隔音牆之設置方式不一，建議可比照日本道路公園製訂標準規範，以方便隔音牆統一設置。

2. 針對新型防音設施可由專案計畫評估後引進

道路噪音防制技術在日本早已蓬勃發展，反觀國內大多則仍僅停留在一般高度隔音牆之設置，使得噪音防制工作在部份地區成效不彰。惟噪音防制技術之範疇除環工工程師負責減音效果之評估外，實際設計時尚牽涉景觀、結構、排水、路工、施工方法等相關專業領域的範疇，故確實設計評估時仍需有不同領域之專責小組人員進行減音效果、道路特性、施工可行性、經濟可行性和維護難易程度等考量，並需配合評估相關機關、承包商及環保機關之可接受性；故需先有專案計畫進行評估，方能引進國內運用。

3. 可比照空污費徵收噪音防制費專款使用以充裕財源

國內之空氣污染防治在徵收空污費後，因改善財源充裕而有了極大的發展。但防音設施之設置，目前卻無噪音防制費之專款可供研發及設置防音設施使用，目前國內僅在機場有徵收航空落地費做為補助噪音防制費用。故建議應立法比照空污費徵收噪音防制費用並專款使用，方能充裕交通噪音防制改善之財源。

4. 防音設施施工可考慮獨立一標並限定廠商資格

國內目前之隔音牆設置工程多配屬於土木標之下，經營造廠商層層轉包後其品質將難以掌控；且廠商資格參差不齊，往往以低價搶標，形成劣幣驅逐良幣之情形，故防音設施水準無法有效提昇。故可考慮獨立一標並限定廠商資格，甚至以最有利標決標，方能有效提昇防音設施之水準及品質。

參考文獻

1. 行政院環境保護署，「82 年中日工程技術研討會道路鐵路捷運交通噪音防制對策」，民國 83 年 6 月。
2. 茅野牧夫，「良好環境創造道路整備推進」，日本道路協會，道路 1996-11。
3. 交通部地下鐵工程處，「萬華—板橋專案環境影響評估續辦工作及噪音防制研究技術顧問噪音及振動防制研究報告」，民國 86 年 4 月。
4. 大西博文，「道路環境技術開發三年計畫概要」，日本道路協會，道路 1996-7。
5. 土木研究所交通環境研究室，「沿線環境保全技術研究開發」，日本道路協會，道路 1995-9。
6. 大西博文、砵嶺清範，「低層遮音壁」，日本道路協會，道路 1997-3。
7. 徐淵靜，「道路交通環境工程」，1992 年 9 月。
8. 大西博文、明嵐政司，「排水性鋪裝騒音低減效果相關研究」，日本道路協會，道路 1996-4。
9. 中村俊行，「排水性鋪裝」，日本道路協會，道路 1995-10。
10. 久保和幸，「排水性鋪裝技術指針」，日本道路協會，道路 1996-10。
11. 伊能忠敏，「新體系土木土學，67 鐵道 II」PP. 200-201，土木學會編，技能報堂出版。
12. Cohn，「Highway Noise Barriers」，TRB，NCHRP，No. 87，Washington D. C.，Dec.，1981。
13. 宮阪佳洋，「高速灣岸線「蘆屋沖」遮音壁」，橋樑編纂會，橋樑 1994-9。
14. 松尾武、今井康行，「3 號神戶線環境對策」，橋樑編纂會，橋樑 1996-5。
15. 中興工程顧問社，「噪音模式於環工方面之整合、應用及檢討」，民國八十六年。
16. 交通部國道新建工程局網站-排水篇。
17. 林登峰，陳昱達，葉銘欽，「市區道路系統鋪築排水鋪面成效之研究」，第四屆鋪面工程研究成果聯合發表會論文集，桃園縣，中央大學，2003. 8。

徵稿啟事

- 一、本會會訊提供會員及專家學者發表環境領域新知、技術與專業經驗等。
- 二、專題稿件以環境相關理論與實務、環境法規、環境保護理念之論述為原則，採技術報導或論文等撰寫形式皆可，文長以 8000 字以內為原則，所附圖表或照片應清晰，稿件禁止以公司集體智慧，有著作權、業主版權疑問或抄襲複製等情事，以免觸法。
- 三、會訊以雙月刊週期出版，出版日期為奇數月 10 日，投稿稿件須於出版日之 15 日以前，以電子檔案寄(送)抵公會。
- 四、專題稿件稿酬之文字單價為每字新台幣 2 元，原創照片與圖表單價為每幀新台幣 500 元，每篇稿酬以新台幣 12,000 元為上限；特殊專文之稿酬另案處理。
- 五、本會負有以下權利與義務：(一)專題稿件之審閱。(二)提供審閱意見請撰稿者修改或回覆。(三)決定專題稿件刊登與否。專題稿件之審閱及審閱意見之提供，必要時得請相關專長之專家學者擔任。
- 六、會訊為專業交流之發佈管道。具名撰稿者刊登之稿件內容，不代表本會的意見或立場。具名撰稿者應遵守智慧財產權等相關法令，以及無條件負擔因其稿件內容刊登所衍生之責任。

各公會會員大會、理監事會會議紀錄

中華民國環境工程技師公會全國聯合會

無

台灣省環境工程技師公會

無