

國道 5 號南港頭城段工程環境保護工作

陳澤仁¹ 莊益賓²

¹國道新建工程局規劃組 科長

²國道新建工程局規劃組 工程員

一、 前言

國道 5 號北宜高速公路包括穿越臺灣西部麓山帶及雪山山脈的「南港頭城段」，以及橫亙蘭陽平原的「頭城蘇澳段」，是第一條橫貫臺灣本島中央山脊、連通東西兩地的高速公路。路線北起國道 3 號高速公路之南港系統交流道，南接國道 5 號蘇澳花蓮段，沿線行經臺北市（南港區）、臺北縣（石碇鄉、坪林鄉）及宜蘭縣（頭城鎮、礁溪鄉、宜蘭市、壯圍鄉、五結鄉、羅東鎮、蘇澳鎮），為環島高速公路網之一環。本路完工通車後，臺北、宜蘭兩地間之行車時間，將由 2 至 3 小時縮短為約 30 分鐘；南港至蘇澳之高速公路行車時間僅約需 40 分鐘，大幅改善了臺北、宜蘭兩地間交通之便利，將成功的帶動蘭陽地區之開發，均衡東西部的發展。

北宜高速公路南港頭城段路線詳如圖 1 所示，由於本路段穿越山區及臺北水源特定區等環境敏感區，是以在規劃設計及施工過程，均將環境保護列為重要考量。本文主要係對本路段計畫於推動執行過程，有關環境影響評估之辦理與結果、環境保護之對策與執行，以及施工過程因部分計畫內容調整涉及環境保護事項之變更而辦理環境影響差異分析報告，或為釐清相關環境影響爭議議題而辦理之專案研究等，予以說明。由於受限於篇幅，只能簡要摘述，詳細內容仍請參閱相關參考文獻。

二、 環境影響評估作業

北宜高速公路南港頭城段工程於民國 76 年可行性研究階段，曾選定 3 條路廊（三方案路線圖如圖 2）進行研究；77 年奉經建會指示，就路線 2 及路線 3 比較其「地質條件」與「環境影響」，以評選較佳之路線走廊。78、79 年間，當時環境影響評估法尚未完成立法程序公告實施，國工局乃依據「加強推動環境影響評估方案」辦理本高速公路之環評作業，期透過客觀、專業的調查與影響預測分析，評估本重大工程建設不同路線及替選方案對各環境因子之衝擊影響比較，做為路線評選決策作業之參考依據；同時藉由環境影響預測分析，發掘計畫開發可

能造成之顯著影響課題，研擬可行之減輕對策，以回饋規劃設計作業，調整規劃設計方案及施工計畫。本工程環境影響評估報告經環保署邀集有關機關及學者專家組成審核小組，分別舉行現場勘察、說明會及審查會後，於 80 年 1 月 25 日完成審查。

(一) 評估作業方式

本工程環境影響評估係以路線沿線之臺北市南港區、臺北縣石碇、坪林等鄉及宜蘭縣頭城鎮為主要之背景環境，評估項目則包含自然環境（氣象及大氣品質、噪音振動、地面水與地下水水文及水質、地質與土壤、固體廢棄物等）、生態環境（陸域、水域生態）、人文及社會環境、經濟環境等，相關環境評估項目詳如表 1。此外，為了解社會大眾對於本開發計畫之看法，透過問卷調查及蒐集報章雜誌意見之方式，歸納民眾關切之事項，俾防患於未然。

本工程計畫之環境影響評估工作分為兩個主要工作階段，第一階段為礁溪線（路線 2）、頭城線（路線 3）兩替代方案之環境比較，第二階段則為全線之環境影響評估，工作流程詳如圖 3。

(二) 環境影響評定

檢查表法為本計畫之主要綜合評估方法，依各項目實際影響範圍之環境背景資料，配合環境品質及環境預測等資料，提出計畫影響及可能無法復原之影響，以提醒於規劃設計時注意。本評估除將可能產生之影響分項分段盡量列於表中外，並將各影響程度劃分為以下九級：

- | | |
|------------|------------|
| -4 極嚴重負面影響 | +1 輕度正面影響 |
| -3 嚴重負面影響 | +2 中度正面影響 |
| -2 中度負面影響 | +3 高度正面影響 |
| -1 輕微負面影響 | +4 極高度正面影響 |
| 0 可忽略 | |

經環境影響評定結果，施工階段自然環境主要之影響項目為空氣品質、噪音及地面水，生態環境以陸域生態環境為主，社會及經濟環境則以社區阻隔、交通、景觀美質、遊憩及土地利用之影響較明顯；其影響地點大致分佈於各隧道口、平面段(含棄土場)及交流道附近。本工程施工階段於採行相關環保減輕對策後，對整體環境影響輕微，影響地區為南港、坪林及頭城等處。

營運階段自然環境主要之影響項目為空氣品質及噪音，其影響地點大致分佈

在各隧道口、平面段、交流道及通風口附近地區，其中以南港路段影響較大；生態環境之影響幾乎可忽略；社經環境則以社區阻隔、產業關聯及就業、土地利用區域發展等項目為主，其中後二者為正面之影響。由原計畫報告評估結果可知，本工程營運階段對整體環境影響較輕微(正面影響)，影響地區亦為南港、坪林及頭城等處。

(三) 環境影響評估審查結論

本工程環境影響評估報告經環保署審查結果，依該署 81 年 1 月 25 日 (80) 環署綜字第 03253 號函共列有 10 項結論及 7 項其他審查意見，茲將其中與水源區保護相關部分摘述如下：

1. 本計畫涉及翡翠水庫集水區，施工單位已決定採隧道施工方式，同時，彭山隧道與坪林隧道（即雪山隧道）往坪林方向，開發單位將採上昇坡段設計，使雨水不致將隧道污染物沖入水源特定區，因此對本計畫可能之生態、景觀及水體影響應可減低。
2. 對水土資源保育，應要特別注意；請開發單位儘速執行環境管理監測計畫。
3. 坪林交流道是否設置？請交通部就該交流道之設置及附近之開發對翡翠水庫水質水量之安全及交通疏導等因素審慎考量。
4. 其它審查意見：
 - (1) 由於本公路通過臺北水源特定區計畫內之翡翠水庫、青潭及景美溪等範圍，於水源保護區內，請儘量不予考慮設置棄土場；同時於施工及營運期間內，應盡量避免或減輕對水源區可能產生之不良影響（如下游水文環境變化、造成洪峰量之改變、泥沙量之增加.....等）。
 - (2) 希望開發單位特別注意施工管制及水土保持工作；同時，所需土石取用及棄置宜取平衡及最小量，並速求植生綠化與邊坡穩定。
 - (3) 有關用水及廢水處理等事項，請在不影響自來水公司用水之前提下進行規劃；施工期間，務必確實執行監測工作，以確保水源水質水量安全。

三、 環境保護對策與執行

(一) 規劃設計階段

北宜高速公路南港頭城段為第一條貫穿雪山山脈及大台北水源特定區之高速公路，沿線地形險峻，環境敏感，故於「環境影響評估法」公布實施前，在路線評選階段即依 74 年發布之「加強推動環境影響評估方案」辦理環境影響評估，以為選線之重要評估因素；其後並依環保署審查通過之環評報告承諾事項進行規

劃設計。本工程於規設時有關環保之特殊考量如下：

1. 為維持天然景觀及減少土方工程，以減輕開發行為對水土保持及環境之破壞與衝擊，故儘量採用隧道及橋梁的構築型式，避免採用路堤、路塹之設計。並加強橋梁及隧道洞口結構造型與道路邊坡之綠美化設計，以配合天然及地方景觀融合成一體。圖 4 為本工程彭山隧道南口至雪山隧道北口間沿坑子口溪谷架設之坪林一、二號高架橋完工照片，該路段順地形施築，避免開挖山坡，展現融入自然景觀之工程之美。
2. 彭山及雪山隧道之縱坡設計，使排水流向水源區外排放，而位於兩隧道間水源區內約 2 公里開放路段之路面逕流水，則均收集集中於污水處理系統處理，合乎標準後抽至雪山隧道往頭城端排放，為國內之首創。
3. 山區橋梁以採長跨徑、單柱式及井式基礎設計為原則，以降低下部結構基礎土方開挖規模；上部結構並採用懸臂工法、支撐先進工法等高空施工方式。
4. 為維護台北水源、水質、水量安全並兼顧當地居民權益，原設計「坪林交流道」改依內政部都市計畫委員會審議結論，變更為管制型之「坪林行控中心專用道」，僅供公務車輛及當地民眾車輛憑證通行。
5. 石碇服務區、坪林行控中心、頭城工務段及收費站等處均有廢（污）水及固體廢棄物處理設施；位於人口密集且有噪音影響之虞之高架橋路段設置噪音防制設施。
6. 避免於水源區內規劃棄土場，餘土均運至水源區外處理。
7. 於北勢溪支流坑子口溪下游設計攔砂堰；北勢溪橋之水中橋墩以圍堰方式施工，以期降低對水源水質之負面影響。

(二) 施工階段

依據環境影響評估報告及環保署審查結論，本工程施工階段環境保護應以水源區內之施工水土保持措施、隧道施工廢水及開挖餘土之處理等項為重點。茲分別說明如下：

1、施工水土保持

由於本工程於路線規劃時，即以隧道及橋梁之構築型式通過水源區，故水源區內僅彭山隧道南口至雪山隧道北口間為開放式路段，且係以高架橋為主，已將水源區內之邊坡開挖規模減至最低，開挖土方僅約 6 萬方。設計階段並研擬水土保持計畫及相關設計圖說，包括永久性之排水設施、滯洪沉砂設施、邊坡穩定設

施及植生綠化工程，以及施工中之臨時導排水處理及沉砂池等，納入契約要求承商據以辦理。

2、雪山隧道施工廢水處理

由於彭山隧道開挖施工較無地下湧水問題，故本文僅就雪山隧道之施工廢水處理予以說明。

雪山隧道貫穿雪山山脈，長度達 12.9 公里、全長約等距設置三組通風豎井，整座隧道概分南口、北口、1 號豎井、2 號豎井、3 號豎井等五個工區。

雪山隧道北口水系分佈在坪林鄉內屬北勢溪水系中之鱸魚堀河流域；隧道穿越之河川計有石曹溪、四堵溪等；隧道南口水系分佈在頭城河流域之金面溪及福德溪水系。由於本隧道北口、1 號豎井、2 號豎井、3 號豎井均位處於臺北水源特定保護區範圍水系內；南口亦位處蘭陽平原重要水系區內，故為避免施工廢水對環境造成重大危害、並維護人民生活環境品質，各工區依各該工程性質、環境背景狀況及廢水處理需求量等，設置不同規模及處理單元之廢水處理設施，將廢水處理至放流水標準後排放，各廢水處理設施規模詳如表 2，其中隧道南、北口及 3 號豎井廢水處理設施照片如圖 5。

3、剩餘土石方處理

彭山隧道及雪山隧道之開挖土方分別約為 76 萬方及 320 萬方，合計約 396 萬方（以上均為自然方），土方數量龐大。因依環評審查結論意見，本工程於水源區內儘量不予考量設置棄土場，故上述隧道開挖土方，除少量供做坪林行控中心專用道路堤填築之用外，其餘土石方均遠運至水源區外處理。

(1) 彭山隧道土方處理方式包括：

- A. 供做彭山隧道西口緊急維修區路堤填築材料。
- B. 供做頭城交流道路堤填築材料。
- C. 運至臺北縣新興坑及平溪等棄土場處理。

(2) 雪山隧道土方處理方式包括：

- A. 供做頭城交流道路堤填築材料。
- B. 碴料加工再利用做為混（噴）凝土骨材及級配料之用。
- C. 供做北宜高速公路頭城蘇澳段工程主線及側車道路堤填築材料及路基不良區段置換不適用材料之用。
- D. 供做宜蘭縣內公共工程（如學校預定地、南區水資源處理中心等）填築土方之用。

(三) 環境監測計畫

一般而言，環境監測之目的如下：

1. 追蹤施工內容對環境造成之實際影響，以驗證環境影響說明書（或環評報告書）預測之正確性，並與現行及未來環保法規相比較，以維護環境品質。
2. 及時發覺任何未曾預期之不良影響，並立即採取因應及改善措施；此外，並可針對長期監測資料之趨勢，對可能之負面影響，研擬可行有效之改善策略。
3. 建立施工區域之環境品質資料庫，以供主管單位進行環境管理或公害糾紛賠償鑑定之參考。

為瞭解計畫於施工階段或營運階段可能產生之影響，以供未來計畫實施時做為各項環境影響減輕對策改進之參考，「北宜高速公路環境影響評估報告」內容分就施工前、施工階段、營運階段 3 階段擬定監測計畫，藉由環境監測結果確實掌握施工期間是否產生影響，以檢討及監控工地環境保護工作之執行及未來營運階段可否符合環境影響評估報告書中之各承諾事項。本計畫施工階段環境監測項目包括氣象及空氣品質、環境噪音振動、營建工程噪音、地面水及地下水水質、以及生態調查等項；監測頻率除坪林國中空氣品質每月針對懸浮微粒進行 3 次監測，及每 2 週於各分標工程施工區周界外 15 公尺進行施工噪音監測 1 次以外，其他項目之監測頻率則為每月 1 次或每季 1 次。其中，針對水源區地面水水質之監測詳如表 3。

(四) 環評追蹤考核

依環評法 第 18 條規定：開發行為進行中及完成後使用時，應由目的事業主管機關追蹤，並由主管機關監督環境影響說明書、評估書及審查結論之執行情形；另環評法施行細則 第 39 條規定：目的事業主管機關依本法第 18 條所為之追蹤事項包括核發許可時要求開發單位辦理之事項、開發單位執行環境影響說明書或評估書內容及主管機關審查結論事項及其他相關環境影響事項等。

環評追蹤考核為環評工作重要的一環，其目的在於藉此瞭解經過審查通過的環境影響書或是環境評估報告書的審查結論，及承諾事項辦理情形，開發單位在執行環評承諾事項時，若遭到實際執行之困難，亦可透過委員的檢視提出意見或建議，給予協助，切實達到維護環境保護之目的。北宜高速公路南港頭城段自施工以來，目的事業主管機關交通部於 85、86、87、88、89、90 及 92 年共辦理 7 次環評追蹤考核；地方環保主管機關臺北縣政府亦曾於 88 年針對第三標工程(彭山坪林段)辦理環評追蹤考核。

國工局對於歷次辦理之環評追蹤考核委員所提之意見，均監督各標承包商、監造顧問公司、環境監測顧問公司等，於後續執行相關作業時確實加強辦理。除此之外，亦依據環評考核委員所提意見，調整增加監測項目或變更監測點位置等，例如增加雪山隧道洞口及豎井排放水質之檢測、配合各標施工作業調整施工機具噪音檢測位置、增加坪林地區各監測點監測頻率等。

四、 環境影響差異分析

依環評法第 16 條：「已通過之環境影響說明書或評估書，非經主管機關及目的事業主管機關核准，不得變更原申請內容。」。另施行細則第 37 條：「開發單位依本法第 16 條第 1 項申請變更環境影響說明書或評估書內容，涉及環境保護事項之變更，無須重新進行環境影響評估者，應提出環境影響差異分析報告，由目的事業主管機關轉送主管機關審核。」

北宜高速公路南港頭城段自 80 年 7 月 15 日導坑開工至今，辦理之環評變更包括「雪山隧道一號豎井移位環評差異分析」、「石碇休息區增設污水處理設施環評差異分析」以及「北宜高速公路坪林行控中心專用道開放供外來旅客(每日最多四千車次)環境影響差異分析」等。其中，有關坪林行控中心專用道開放，因事關當地居民生計權益及大臺北地區水源水質安全、水源區環境保護等議題，爭議性極大。送審歷時約 5 年，於 95 年 5 月 5 日始獲環保署環評委員會第 141 次會議「審核修正通過」之結論。茲將該案辦理情形說明如下：

北宜高速公路坪林交流道原係以一般交流道設計，國工局於 82、83 年間為辦理用地取得，向內政部申辦都市計畫變更時，經都市計畫委員會多次審議並依據審議結論提出「在坪林行控中心專用道各進出匝道上設管制站，禁止非公務車輛或無識別證車輛進出」之管制方法後，始獲同意以「坪林行控中心專用道」方式設置。

後於本工程施工期間，坪林地方民眾疑慮北宜高一旦通車，而坪林行控中心專用道未予開放之情形下，大部分之用路人將直接通往宜蘭，而不進入坪林，屆時生計勢必大受影響，故多次陳情要求本專用道開放供一般大眾使用。由於本專用道開放涉及內政部原審議通過之都市計畫管制內容之變更，經內政部都委會審議決議俟環境影響差異分析經環保署審議通過後再提該部都委會討論。基於民眾權益考量，及參考國外水源區管理對策案例，國工局爰於民國 90 年研提環差報告送環保署審議。

本案環評審查過程至為審慎嚴格，相關審查及行政聽證會計召開 10 次，並

與相關機關召開 8 次協商會議，依歷次審查會委員所提之意見，基於環境保護之前提，避免過多遊客進入水源區，以總量管制之精神，並搭配相關管制措施，以謀民眾生計與環保雙贏。

考量專用道開放供外來旅客使用時，引進之旅次增量可能衍生對環境及翡翠水庫水質水量安全之影響，故該環差報告擬訂完備之環境保護管理配套措施、水源區保護管制要點、環境監測計畫、水源區自動水質監測及預警機制、車輛總量管制以及關閉開放機制等。其水源區保護管理措施架構如圖 6 所示。

(一) 環境保護管理配套措施

包括土地集中管理計畫、非點源及分散性污染控制計畫、環境管理計畫及其他相關管制措施等項，內容經國工局與臺北縣政府、臺北水源特定區管理局、臺北翡翠水庫管理局、臺北自來水事業處、坪林鄉公所、公路總局等相關機關多次研議修訂，彙整完整明確且可具體落實執行之配套管理措施。

(二) 水源區保護管制要點

有關水源區保護管制要點係由國工局與臺北縣政府邀集臺北水源特定區管理局、臺北翡翠水庫管理局、坪林鄉公所、臺北自來水事業處、國道高速公路局及公路總局等相關機關召開多次協商會議研訂，內容包括：

1. 成立共同管理協調會報及運作方式。
2. 污染預防。
3. 緊急應變及關閉開放機制等項。

(三) 環境監測計畫及預警機制

坪林行控中心專用道開放供外來旅客使用後，為建立坪林地區及鄰近影響區域完整之環境品質資料庫，將執行環境監測計畫以做為未來管理計畫執行檢討之依據。監測計畫整理如表 4。

此外，為即時監控坪林行控中心專用道鄰近水源區之水體水質，本計畫亦設置連續監測之即時自動水質監測設備，建立預警機制，俾即時由共同管理協調會報進行檢討並研擬適當因應對策。有關即時自動水質監測計畫整理詳如表 5；監測站位置如圖 7；預警制度及通報程序分別詳如表 6 及圖 8。

(四) 關閉開放機制

本計畫除建立即時性之預警機制進行機動檢討外，將以開放前一年執行之環境監測水質平均值為水體水質之背景值做為基準，並以開放後之環境監測結果作

為長期性趨勢檢討之依據，定期檢討修正專用道之管制總量及管制策略，必要時得關閉外來旅客使用，待水質恢復後，再行開放。

(五) 車輛總量管制

於坪林行控中心專用道匝道口設置管制點進行車輛數之總量管制，以車輛偵測器自動計數配合車牌辨識系統，當超過管制總量（外來車輛每日最多 4000 車次）即管制專用道，僅供通行證車輛通過。此外，為免專用道開放後進入坪林車輛超過地方道路及停車位之容量，於臺 9 公路及 106 乙縣道亦設置 3 處車輛偵測器計數，當同一時間外來車輛達 800 輛時，亦暫停開放外車進入（詳如圖 9）。另分別於石碇交流道、坪林行控中心專用道及頭城交流道前設置電子顯示看板，於進入坪林地區車輛數達到管制標準數量時提前預警告知用路人不得進入。

(六) 共同管理協調會報

本案依環評專案小組審查意見成立「共同管理協調會報」，由臺北水源特定區管理局擔任總召集人；副召集人則分別由臺北市政府、臺北縣政府及開發單位擔任（共同管理協調會報架構如圖 10）。透過定期及臨時會議，進行車輛總量、環境監測、自動水質監測結果之檢討、關閉機制之啟動，以及進行土地超限及違規利用、違建查報等管制事項執行檢討等事宜，以有效落實各項措施之執行。另為監督會報之運作，以確保公正客觀，將由政府相關單位代表、專家學者及非政府組織（NGO）之環保團體等組成本案之「執行監督委員會」，以公正監督檢核管理措施之執行成效。

依環評法規定，本案後續須由目的事業主管機關（交通部）對開發單位辦理環評追蹤考核，並由主管機關（環保署）嚴格監督開發單位環評承諾執行情形。在「執行監督委員會」、目的事業主管機關及環保主管機關嚴格把關下，確保在水質安全之基礎下有條件開放坪林行控中心專用道，兼顧當地居民之基本權益。

五、 其他相關調查研究計畫

(一) 北宜高速公路坪林隧道豎井排氣對茶樹生長環境影響調查研究

北宜高速公路雪山隧道（原名坪林隧道）係由坪林北端入山，沿途設置 3 處通風豎井，為瞭解隧道附近之背景空氣品質現況、鄰近茶區之茶樹生長環境、未來豎井排氣擴散情形，以及隧道北口及豎井排氣對附近茶樹生長環境之影響等，國工局於民國 81 年 1 月至 84 年 3 月間委託中興工程顧問社辦理本研究，以提供雪山隧道主體工程設計作業之參考，及建立該地區背景環境資料庫。本研究之主要工作內容包括：

- 1.氣象調查：於雪山隧道 3 處豎井附近設置氣象觀測站，以收集當地之長期氣象資料，並提供豎井排氣之數值模擬及風洞實驗參考，以符合當地之氣象特性。
- 2.數值模擬：利用調查所得之各項背景資料，藉由數值模式模擬雪山隧道 3 處豎井排氣之擴散情形。
- 3.風洞實驗：利用大氣邊界層風洞模型，進行近域和遠域之擴散模擬，以瞭解雪山隧道 3 處豎井排氣之擴散範圍及濃度分佈的情況，並與數值模擬結果進行比對及校驗證，提高數值模擬之準確度。
- 4.空氣品質及茶樹生長環境調查：經由實地調查與監測，以瞭解雪山隧道附近之背景空氣品質及茶樹生長環境，並可建立北宜高速公路施工前之背景資料。

依本研究結果，雪山隧道 3 座通風豎井以二氧化氮排氣濃度之影響較為明顯，其餘空氣污染物之影響則較小。二氧化氮對植物生長之影響主要為葉片之黃化現象及傷害成熟葉片之葉肉組織，主要視大氣中二氧化氮之濃度及曝露時間而定。依 U.S. EPA 之研究，二氧化氮引起植物死亡、葉部受損之濃度與曝露時間之關係，在空氣品質標準二氧化氮小時平均值 250 ppb 之濃度下 曝露 30 小時，植物之生長仍不受影響。而本研究結果顯示於一號豎井附近所造成二氧化氮之最大小時值為 184ppb，低於空氣品質標準 250 ppb 之限值，惟其發生機率僅 0.4%，且發生時間亦十分短暫；此外，茶葉較一般植物有較厚之角質層保護，對空氣污染物之抗性應較一般植物為佳。

(二) 北宜高速公路施工階段環境監測計畫坪林地區茶樹生長調查

本調查計畫依設計階段辦理之「北宜高速公路坪林隧道豎井排氣對茶樹生長環境影響調查研究」報告結果，針對雪山隧道西口及一號豎井附近茶園生長環境執行監測，監測項目包括茶園土壤、茶樹生長、茶園管理、茶葉品質、葉面落塵量等項，以瞭解施工過程對附近茶園環境及茶葉產製之影響程度提供及時改善，並做為營運管理之參考，以維護當地居民之權益。

本調查計畫自 84 年 4 月開始執行，並因應隧道工期兩度延長工作期程至 94 年 2 月止。依調查結果顯示：

- 1.茶園土壤：所調查土壤反應，土壤有機質含量、土壤質地、土壤可抽取元素含量結果未顯示施工期間有顯著影響。
- 2.茶樹生長及茶葉品質：歷年追蹤調查紀錄未顯示施工期間茶樹生長及茶葉品質

有顯著變化。但原茶園改變植茶狀態之情形普遍。

3.葉面落塵：施工期間葉面落塵有增加現象，但其量甚微，不至對茶葉產製造成明顯不利。

4.成茶及葉片元素含量分析：分析數據正常。

(三) 雪山隧道工程施工湧水與鄰近地表、地下水文及翡翠水庫進流變異之關聯研究

雪山隧道長 12.9 公里，沿線地質變化複雜，遭遇多條斷層及無數地質弱帶，且地下水極為豐富，施工期間曾遭遇多次的大量湧水，導致施工作業困難進度受阻。又因路線位於翡翠水庫集水區上游，適逢台灣北部地區 81 年與 82 年 1 月至 7 月之累積雨量較歷年為低，因而造成嚴重缺水，翡翠水庫水位逼近嚴重下限，致民眾與民代關切，質疑水庫之水源是否受雪山隧道施工湧水影響，致使翡翠水庫地下含水層遭受破壞，影響水庫進水量。對此問題，相關工程、水利及水庫管理單位各有解讀，但並無一整體關聯性之研究報告加以釐清解答。國工局乃於 93 年 7 月至 94 年 7 月間委託國立中央大學辦理本研究。

本研究以(1)衛星影像與航空照片判釋技術；(2) 計畫區水文與水收支平衡分析；(3) 隧道湧水水文地質分析；(4)現地踏勘與查訪等方法，對雪山隧道工程施工湧水與鄰近地表、地下水文及翡翠水庫進流變異之關聯性進行探討。結果顯示：

- 1.衛星遙測判釋結果，多時段之植生變異點分佈頗為零散，並未顯示有規律之地下水瀉降影響。有兩處變異點經現地踏勘查證，與雪山隧道施工無關。
- 2.使用解析度較高之航空照片對雪山隧道幾個重要施工點，進行隧道施工地下水問題是否會影響地表植生進行判釋，結果顯示地下水可能明顯受影響地區之地表植生並無變化。
- 3.依計畫區水文與水平衡分析之研究結果，該兩年為水庫蓄水以來，年降雨量接近最低的乾旱年，且降雨分佈型態特異，枯水季幾無降雨，顯示 91 年與 92 年翡翠水庫嚴重缺水之主因為氣象因素。
4. 比對歷年水文統計資料後，發現在相同降雨情況下，91 年（隧道施工後）之水庫連續 5 日與 10 日最枯平均日進流量（類似基流量，反應地下水補助水庫流量），反較 80-82 年（隧道施工前）者為高，因此無法推論隧道施工湧水對水庫進流量有影響。
5. 預估隧道長期湧水量約在 0.3-0.48cms，其中在臺北縣境內之湧水量約為

0.18-0.28cms，與水庫多年平均進流量相比，約為 0.58-1.03%。

6. 雪山隧道之高程較翡翠水庫之最高水位還高，因此水庫所蓄之水不會流失至隧道內。
7. 山岳隧道開挖對深層地下水位的影響較明顯，對淺層地下水位之影響則視隔水性質而異。但無論是淺層或深層地下水，皆屬重力水，並非植生所需的有效水份。因此雪山隧道湧水並不影響地表植生，反而是不降雨，高氣溫的氣候才是造成植生枯萎的主因。
8. 雪山隧道開挖似乎對南洞口以及 2 號豎井附近之山溝溪流枯水期流量有影響。

五、 結語

北宜高速公路坪林路段跨越北勢溪屬翡翠水庫上游集水區，為大台北都會區居民飲用水來源，環境極為敏感，相關環保要求甚高。為兼顧工程水源水質安全，國工局除依定稿環評報告辦理相關環境保護措施外，在規劃設計時對於行經水源區路段之設計已予妥慎考慮。

為落實開發計畫與環境保育兼籌並顧之理念，除依環評報告辦理相關環境保護措施外，一方面依據環境影響評估報告承諾之環境監測計畫，執行各項環境因子有效監測，以達到預警的功能，對可能之負面影響，研擬可行有效之改善策略，將其可能對環境污染衝擊減至最小，俾達到環境保護之目的。

本計畫建設期程長，設計及施工期間，難免因時空環境或法令變更，致計畫需因應調整。若計畫開發內容調整涉及環境保護事項之變更者，均依相關規定提出環境影響差異分析報告申辦變更，亦期經由環評專業審議程序，將開發案對於環境之負面影響減至最低程度。對於相關環境影響之爭議議題亦透過委請專業學術研究機構辦理專案研究，以客觀、科學之方法釐清問題，必要時提出解決方案，以利計畫推動。

由於開發行為免不了對附近環境產生程度不等之影響，如何配合開發範圍自然環境之背景條件及可能產生之各種環境衝擊情形，研訂縝密之環境保護對策，並據以落實執行及維護，為工程開發單位應有之做為。

參考文獻

1. 國道新建工程局，「北宜高速公路工程環境影響評估報告」，(民國 80 年 2 月)。

2. 國道新建工程局，「北宜高速公路坪林一號豎井移位變更設計環評差異分析報告」，(民國 88 年 4 月)。
3. 國道新建工程局，「北宜高速公路坪林隧道豎井排氣對茶樹生長環境調查研究」，(民國 88 年 4 月)。
4. 國道新建工程局，「北宜高速公路增設石碇服務區環境影響差異分析報告」，(民國 90 年 6 月)。
5. 國道新建工程局，「雪山隧道工程施工湧水與鄰近地表、地下水文及翡翠水庫進流變異之關聯研究」，(民國 94 年 7 月)。
6. 國道新建工程局第三區工程處，「國道 5 號興建專輯技術版環保篇」(初稿資料)，(民國 94 年 12 月)。
7. 國道新建工程局，「北宜高速公路坪林行控中心專用道開放供外來旅客(每日最多四千車次)環境影響差異分析報告」補正資料，(民國 95 年 5 月)。
8. 陳澤仁、莊益賓，「北宜高速公路南港頭城段工程環境保護工作回顧」，中華道路第 45 卷 2 期(民國 95 年 6 月)，頁 7-30。

表 1 (1) 北宜高速公路南港頭城段環境影響評估項目 (施工階段)

分類	評估項目	南港段 (至石碇)					山區段 (含坪林隧道)					宜蘭段				
		隧道口	隧道段	高架橋段	一般 平面段	交流道	隧道口	隧道段	高架橋段	一般 平面段	交流道	隧道口	隧道段	高架橋段	一般 平面段	交流道
自然環境	氣象及大氣品質	●	○	●	●	●	○	○	○	○	○	●	○	●	●	●
	噪音	○	●	○	○	●	○	●	○	○	●	○	●	○	○	●
	振動	○	●	○	○	●	○	●	○	○	●	○	●	○	○	●
	地面水水文及水質	○	○	●	●	●	○	○	●	●	●	○	○	●	●	●
	地下水水文及水質	●	●	○	○	○	●	●	○	○	○	●	●	●	●	●
	地質及土壤	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○	●	●	●	●	○
生態環境	陸域生態	●	○	○	●	●	●	○	○	●	●	●	○	○	○	○
	水域生態	●	○	●	●	●	●	○	●	●	●	○	○	○	●	●
社會環境	社區阻隔	○	○	○	●	●	○	○	○	●	●	○	○	○	●	●
	住宅拆遷	○	○	○	●	●	○	○	○	●	●	○	○	○	●	●
	公共設施	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	景觀及美質	●	○	●	●	●	○	○	●	●	●	●	○	●	●	●
	遊憩	○	○	●	●	●	○	○	●	●	●	○	○	○	●	●
	交通運輸	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●
經濟環境	文化及古蹟	●	○	○	●	●	●	○	○	●	●	●	○	○	●	●
	安全性	○	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●	○	○	○
	農林業	●	○	○	●	●	●	○	○	●	●	●	○	○	●	●
	土地利用及區域發展	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
環境	產業關聯及就業	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	財政	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

● 表示詳細評估項目

○ 表示一般評估項目

表 1 (2) 北宜高速公路南港頭城段環境影響評估項目 (營運階段)

分類	評估項目	南港段 (至石碇)					山區段 (含坪林隧道)					宜蘭段				
		隧道口	隧道段	高架橋段	一般 平面段	交流道	隧道口	隧道段	高架橋段	一般 平面段	交流道	隧道口	隧道段	高架橋段	一般 平面段	交流道
自然環境	氣象及大氣品質	●	○	●	●	●	●	●	○	○	●	●	○	●	●	●
	噪音	○	●	○	○	●	○	●	○	○	●	○	●	○	○	●
	振動	○	●	○	○	●	○	●	○	○	●	○	●	○	○	●
	地面水水文及水質	○	○	●	○	●	○	○	●	●	●	○	○	○	●	●
	地下水水文及水質	●	●	○	○	○	●	●	○	○	○	○	●	○	○	○
	地質及土壤	○	●	○	●	○	○	●	○	●	○	○	○	●	○	○
	固體廢棄物	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●
生環境	陸域生態	●	○	○	●	●	●	○	○	●	●	●	○	○	○	○
	水域生態	○	○	●	●	●	○	○	●	●	●	○	○	○	●	●
社會環境	社區阻隔	○	○	○	●	●	○	○	○	●	●	○	○	○	●	●
	住宅拆遷	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	公共設施	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●
	景觀及美質	●	○	●	●	●	●	○	●	●	●	○	○	●	●	●
	遊憩	●	○	●	●	●	●	○	○	●	●	●	○	○	●	●
	交通運輸	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●
	文化及古蹟	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
經濟環境	安全性	○	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○
	農林業	●	○	○	●	●	●	○	○	●	●	●	○	○	●	●
	土地利用及區域發展	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●
	產業關聯及就業	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●
財政	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

● 表示詳細評估項目

○ 表示一般評估項目

表 2 雪山隧道各工區施工廢水處理設備規模及處理單元一覽表

工區	處理能量	處理單元	備註
雪山隧道北口工區	設計之處理能量擴建後總計為 350l/s。	本設施處理單元包括沉砂池、快混池、PH 調整池、膠羽池、沉澱池、放流水池、污泥濃縮池並設有污泥脫水機房，貯藥區，加藥機等設備。	
雪山隧道南口工區	於開工初期僅約 83 l/s 之處理能量，經擴充後為三座標準土建污水處理廠，處理能量為 660 l/s。	包括初沉池、再沉池、快混池、PH 調整池、膠凝池、沉澱池、放流池、污泥池、脫水機房等。	92 年又為因應隧道全線貫通後，因隧道坡度為往南洞口下降，故一旦貫通，洞內所有施工廢水皆匯集至南洞口，而增建一座標準鋼構污水處理廠。
一號通風豎井工區	—	本工區之廢水處理係藉由井口平台路工之隘洪堰設施改造而成之簡易池處理	因本豎井採昇井工法（Raise Boring Method）施工，地下水均經導孔流至隧道內引出至隧道北口廢水處理設備處理，故井口之廢水處理需求量不大。
二號通風豎井工區	原設計之處理能量約 46 l/s，後續擴充 582 l/s 後，總計為 628l/s。	受限於隧道坑內空間狹少，故採易於安裝、體積小及污水可循環再利用之漩渦污水處理設備。並配合採清水污水分流方式以降低污水處理負荷。	原設備無法負荷含泥量大之施工污水，承商即以已開挖完成之北上線東側構築三座簡易加藥長方形沉澱池，其處理能量各為 100 l/s。
三號通風豎井工區	原設計之處理能量約 46 l/s，後續擴充 50 l/s 後，總計為 96l/s。	本設備處理單元，包括初沉池、快混池、混凝沉澱池、脫水機、污泥處理機等設備。	

表 3 北宜高速公路南港頭城段水源區內施工階段地面水水質監測計畫

項目	監測地點	監測項目	監測頻率	備註
地面水水質	1.合歡營地（北勢溪） 2.坪林橋（北勢溪） 3.灣潭（北勢溪） 4.永安碼頭（北勢溪）	溫度、pH 值、溶氧量、生化需氧量、懸浮固體、導電度、氨氮、濁度、油脂、硝酸態氮	1.施工前半年，每季採樣 1 次。 2. 施工期間每季採樣 1 次。 3.位於水源水質水量保護區內之坪林橋、灣潭、永安碼頭 3 處測站，施工期間針對溶氧量、懸浮固體、濁度、生化需氧量每月監測 1 次，雨季（7 月-11 月）時則每月監測 2 次。 4.完工通車前採樣 1 次。	
	水源水質水量保護區 1.坪林橋（北勢溪） 2.灣潭（北勢溪） 3.永安碼頭（北勢溪）			
	河川水質部分 1.碧湖橋 2.碧湖溪上游			
工區放流水部分 1.工區施工廢水放流口 2.工區生活污水放流口		施工前 1 季及施工階段每月監測 1 次。		

表 4 坪林行控中心專用道開放案環境監測計畫

項 目	監 測 項 目	監 測 地 點	監 測 頻 率
空氣品質	1.一氧化碳 2.二氧化氮 3.懸浮粉塵 4.風向風速 5.溫度 6.溼度	坪林行控中心	連續自動監測設施，持續監測
空氣品質	1.PAH	坪林行控中心	每季分別於平日及假日各進行一次監測，，開放前監測至開放後二年
地面水水質	1.水溫 2.生化需氧量 3.氨氮 4.pH 值 5.懸浮固體物 6.溶氧量 7.總磷 8.葉綠素-a 9.界面活性劑 10.總氮 11.透明度 12.重金屬(鎘、鉛、總鉻、砷、汞、硒)	1.鯉魚堀溪四堵苗圃附近 2.北勢溪闊瀨附近 3.北勢溪坪林國中附近 4.北勢溪灣潭附近 5.鯉魚堀溪大林橋附近 6.金瓜寮溪仁里 橋附近	夏季(5至8月)每週一次，其他季節每兩個月一次，皆於假日調查，開放前監測至開放後二年
地下水水質	1.水位 2.生化需氧量 3.氨氮 4.pH 值 5.懸浮固體物 6.硫酸鹽 7.硝酸鹽 8.鐵 9.錳 10.導電度	雪山隧道西口附近	夏季(5至8月)每月一次，其他季節每兩個月一次，皆於假日調查，開放前監測至開放後二年
水域生態	1.浮游植物 2.浮游動物	1.鯉魚堀溪四堵苗圃附近 2.北勢溪闊瀨附近 3.北勢溪坪林國中附近 4.北勢溪灣潭附近 5.鯉魚堀溪大林橋附近	每季分別於平日及假日各進行一次監測，開放前監測至開放後二年
交通量	1.24 小時車流量 2.V/C 3.服務水準 4.車牌比對(08:00~20:00，共 12 小時)	1.省道台 9 線(水柳腳段) 2.省道台 9 線(九芎林段) 3.縣 106 乙(坪石路) 4.北 42 鄉道(坪雙路) 5.國中路	• 開放前分別於平日及假日各進行二次監測。 • 開放後二年，每季分別於平日及假日各進行一次監測。

表 5 坪林行控中心專用道開放案預警系統(自動水質監測設備)建置計畫內容

項目	內容	
監測功能需求	監測項目	測站位置 (詳圖 6)
	水庫水體	TSI 值、總磷、葉綠素 a、透明度、氨氮、溶氧量 1.黃樺皮寮 2.灣潭 3.永安
	河川水質	TSI 值、總磷、葉綠素 a、透明度、氨氮、溶氧量、水溫、pH 值、化學需氧量、總有機碳、油脂、懸浮固體 北勢溪主流： 1.闊瀨思源橋 2.坪林拱橋(坪林國中附近) 3.水源橋(坪林污水廠附近) 北勢溪支流： 1.碧湖 (鱸魚堀溪) 2.大林橋 (鱸魚堀溪) 3.金瓜寮溪
系統功能需求	自動水質監測系統、警訊顯示系統、資料連線及處理系統	
監測資料報表	每日小時平均值日報表、每日平均值月報表、每月平均值年報表	

表 6 坪林行控中心專用道開放案水質監測系統預警機制表

預警項目	TSI 值	總磷	氨氮	溶氧量	其他條件
惡化預警值	大於 46	大於 40 μ g/l	大於 0.10mg/l	小於 7.0mg/l	單一事件
惡化行動值	大於 50	大於 50 μ g/l	大於 0.20 mg/l	小於 6.5 mg/l	持續 36 小時

- 註：1.惡化預警值：當自動監測站量測之水質，任一項監測數值超出預警值時，即刻啟動警訊功能，由行控中心人員進行密集監控。
- 2.惡化行動值：任一項監測數值，超過惡化行動值並持續 36 小時以上時，將檢討並研擬適當因應對策。
- 3.每季將就上季之監測數值進行例行檢討，當發現超出惡化預警值之監測數值筆數超過全部監測筆數 1/3 時，將一併檢討並研擬適當因應對策。



圖 1 國道 5 號北宜高速公路南港頭城段路線示意圖

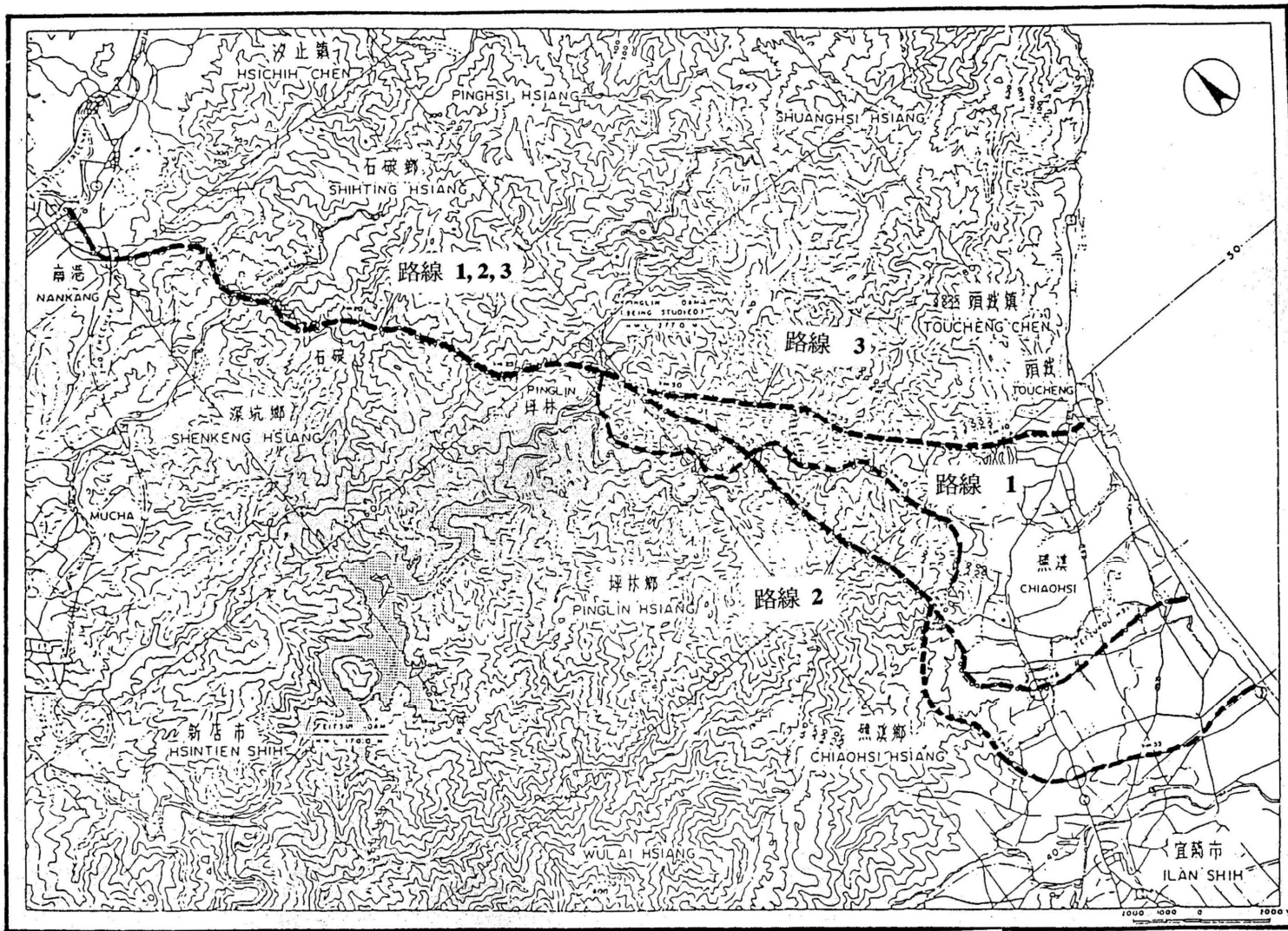


圖 2 北宜高速公路南港頭城段工程可行性研究階段路線方案位置圖

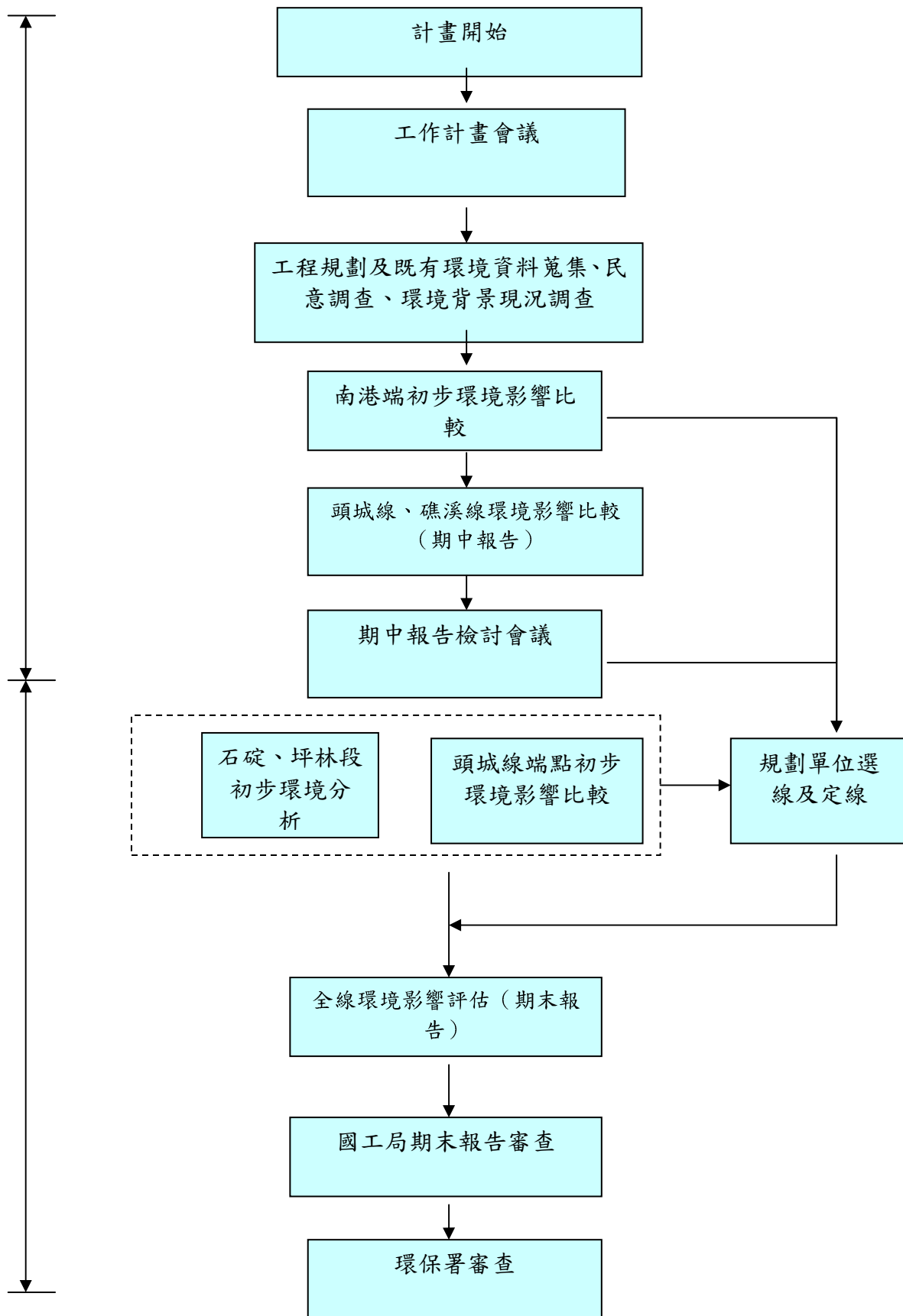


圖 3 北宜高速公路南港頭城段環境影響評估工作流程圖



圖 4 北宜高速公路南港頭城段坪林一、二號高架橋



圖 5 (1) 北宜高速公路雪山隧道南口（頭城）廢水處理設施



圖 5 (2) 北宜高速公路雪山隧道北口（坪林）廢水處理新增設施全景、脫水機房



圖 5 (3) 雪山隧道三號豎井廢水處理設施高架式混凝沉澱池、新增初沉池

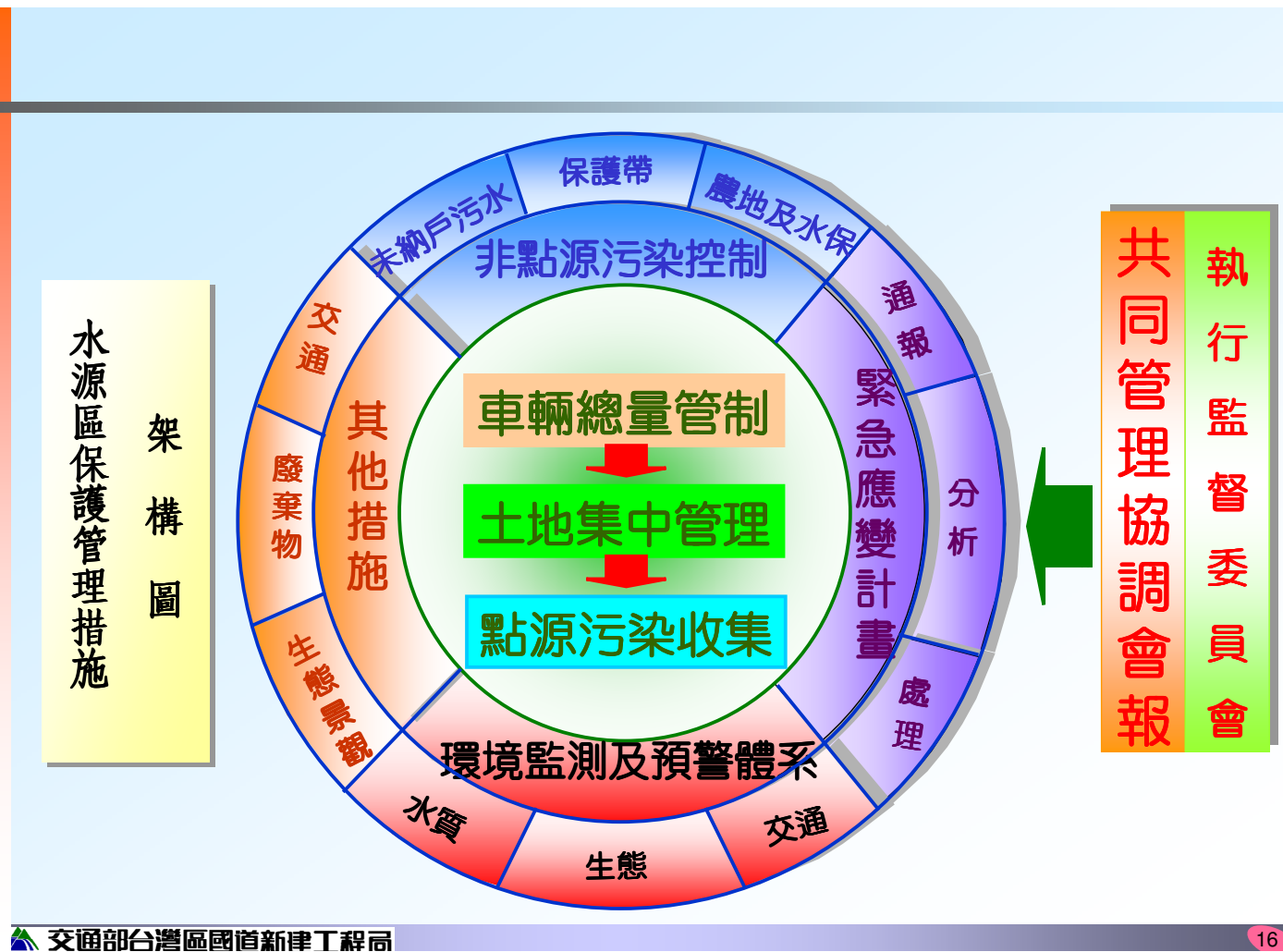


圖 6 坪林行控中心專用道開放案水源區保護管理措施架構圖

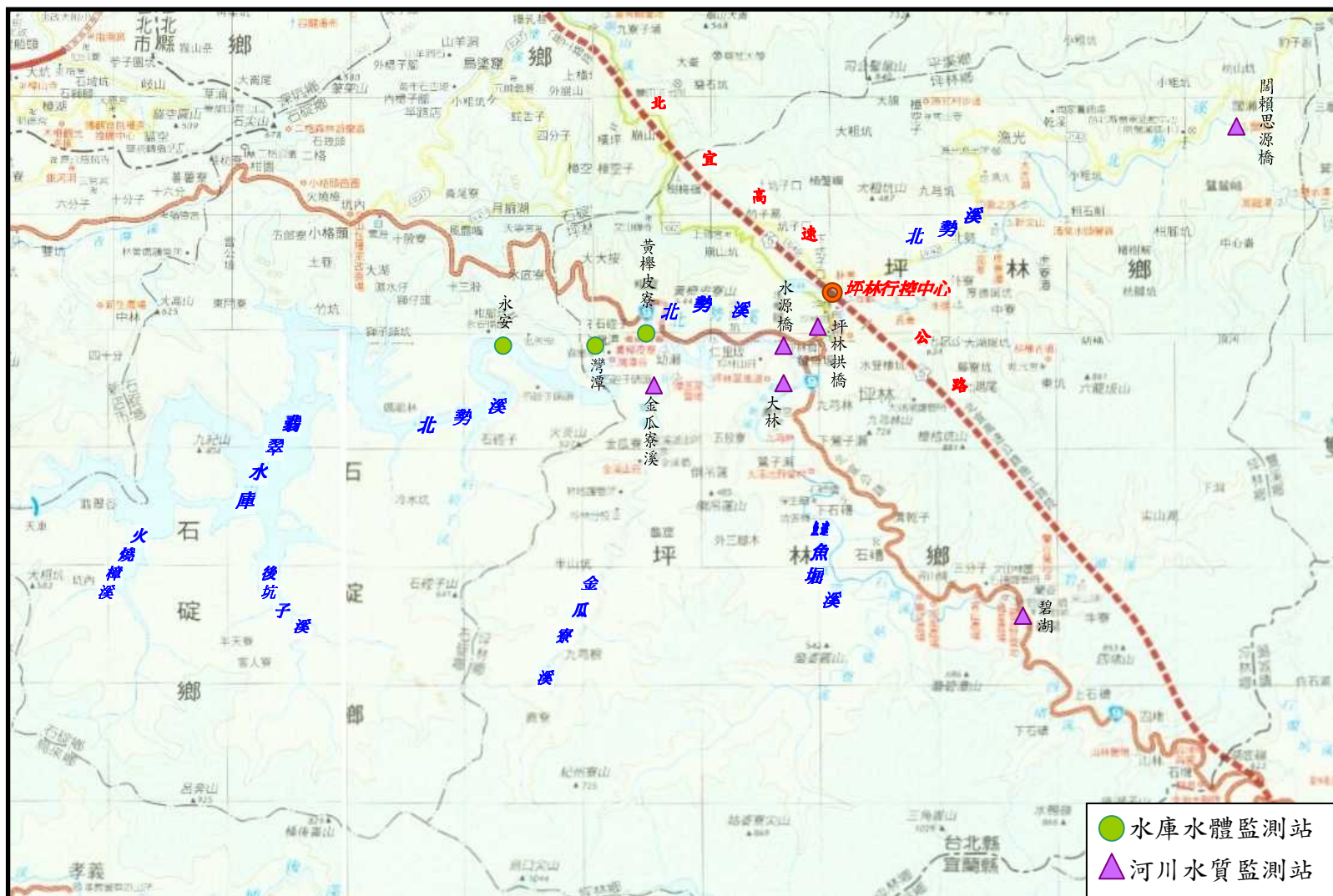
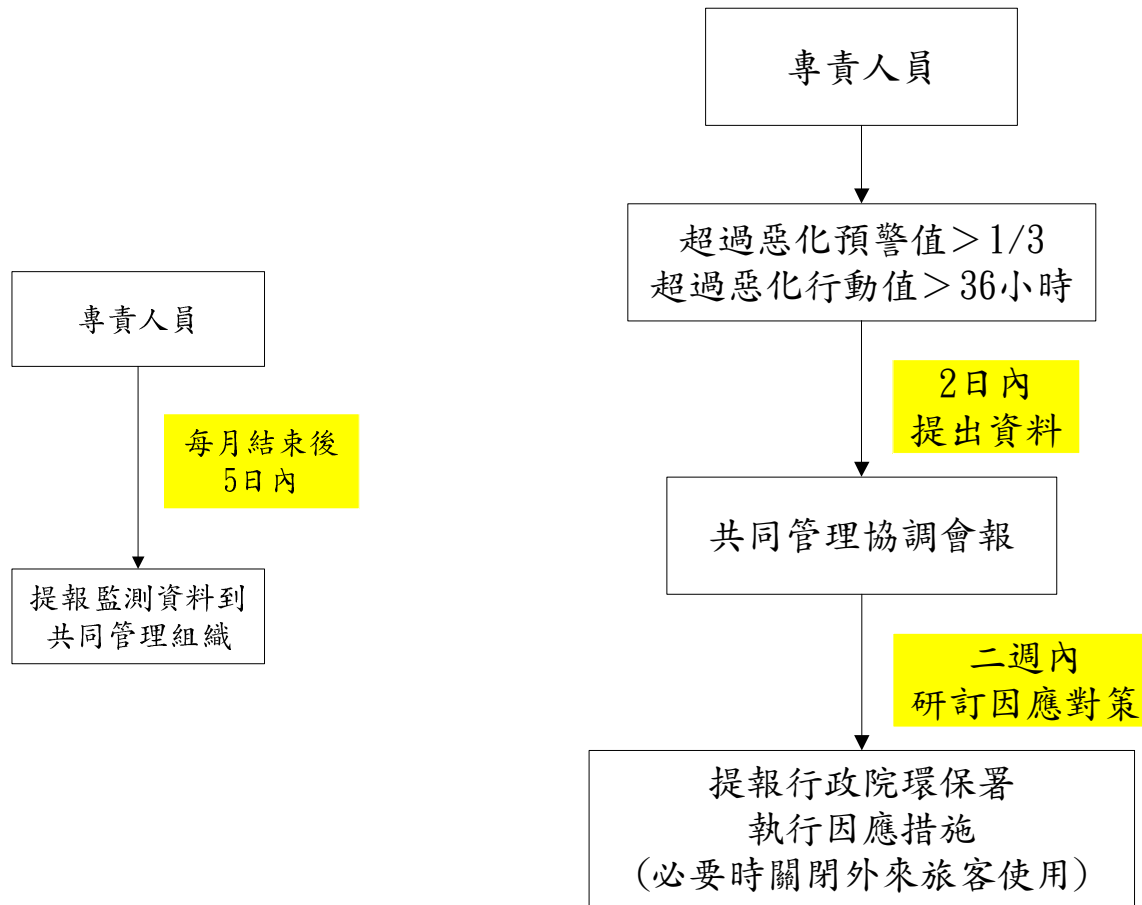


圖 7 坪林行控中心專用道開放案自動水質監測站設置位置



日常通報程序

緊急通報程序

圖 8 坪林行控中心專用道開放案預警監測通報程序

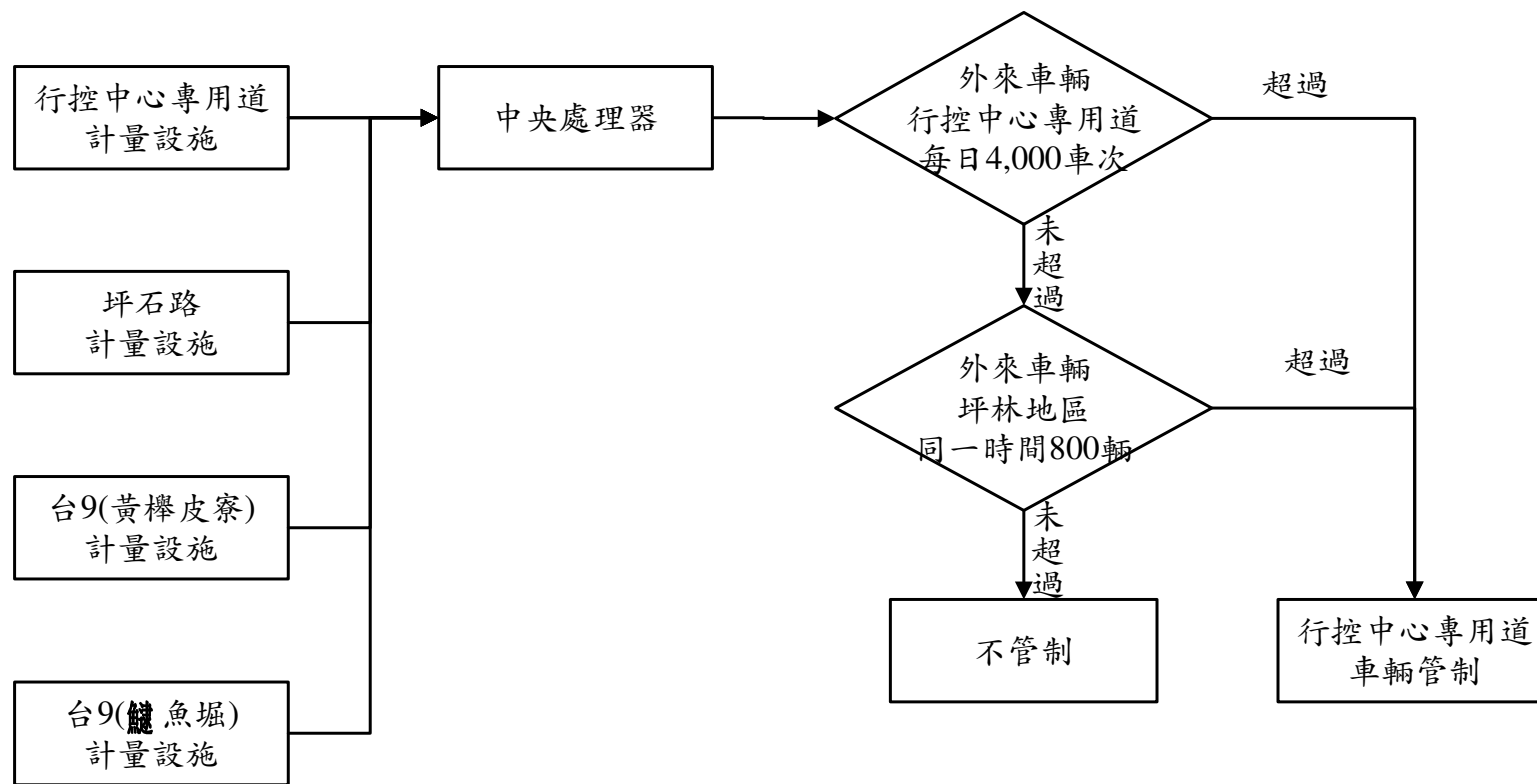


圖 9 坪林行控中心專用道開放案車輛總量管制流程圖

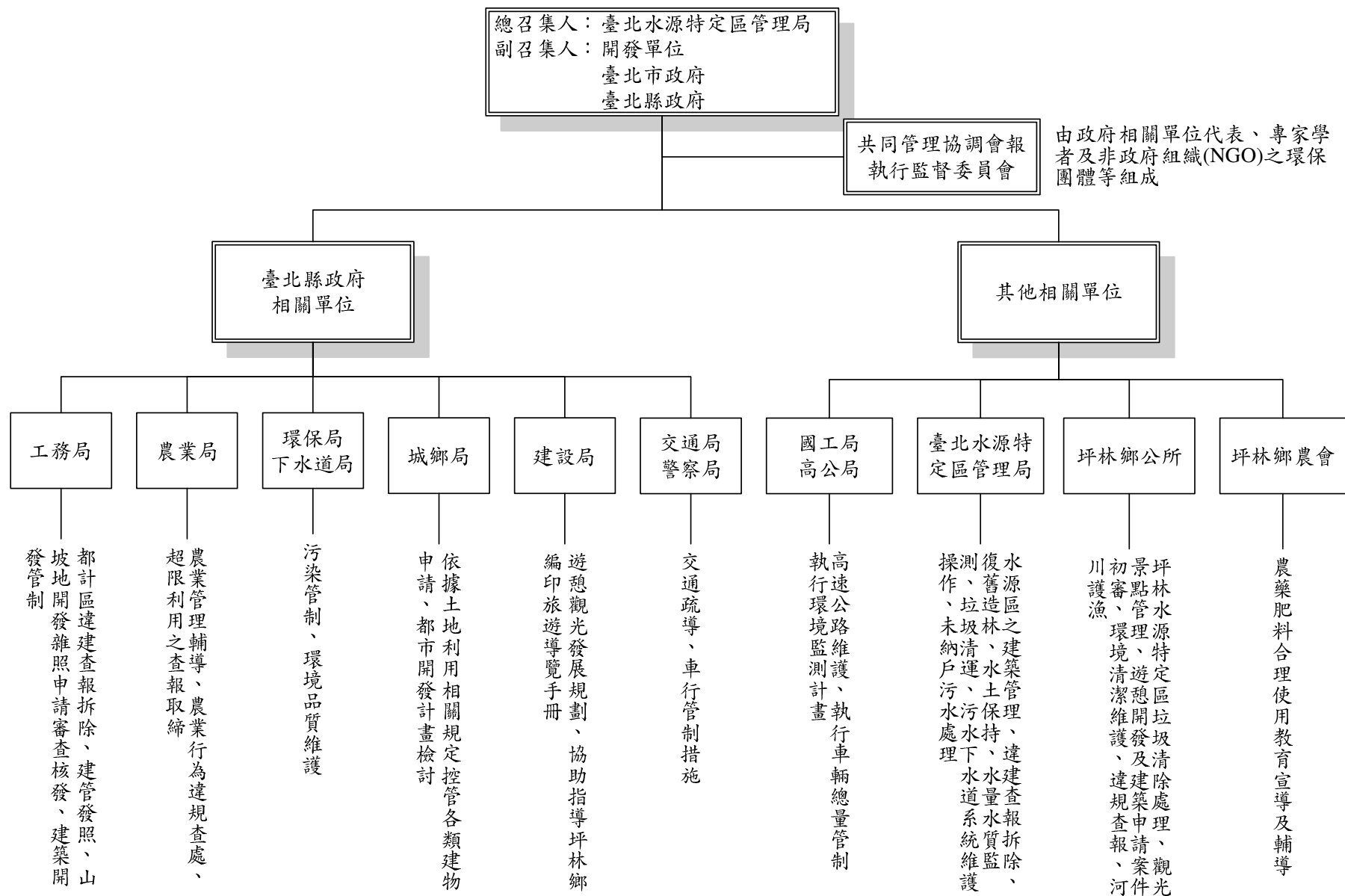


圖 10 坪林行控中心專用道開放案共同管理協調會報架構圖