

114 年 03-04 月號			〈雙月刊〉
環境工程技師公會會訊			
◎ 發行人：劉敏信 ◎ 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：黃啓明 ◎ 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			4
■ 行政院公共工程委員會核備 114 年 3 至 4 月訓練積分課程表			6
■ 環保訊息			8
■ 論述園地			12
離心式抽水機孔蝕現象及其預防之補充解說－蔣守銘技師、陳伯珍技師			12
■ 徵稿啟事			27
■ 各公會理監事會會議紀錄			28

主編的話

上期期刊投稿非常踴躍，一口氣出刊了三篇精彩文章，由於在公會稿件預算總量的管控下，所以本期僅以本篇投稿文章來代表本期出刊，也請大家見諒。

在淨水以及污水處理過程中，抽水機一直扮演著重要角色，可以搭配液位控制開關(或或搭配自吸筒或過濾器)來輸送液體，甚至也有用來進行流量控管或是水體的攪拌，是水處理過程中重要的動力設備之一，在水污染防治許可申請上屬於是必須要填報的重要控制參數，也是環工技師許可簽證的查核要點之一，其重要性不可言喻，所以在設計與應用上也要審慎的考量使用特性。

本期邀請蔣守銘技師和陳伯珍老師等兩位資深的環工技師投稿本期期刊，本文章旨在補充說明前身為內政部營建署之內政部國土管理署所出版的”污水處理廠設計及解說(110 年版增修訂)”(1)之3.5.5 孔蝕一節(主要由陳伯珍老師執筆)，該文中說明孔蝕現象是離心式抽水機運轉時潛在的危險，發生時可能會造成降低抽水機容量及效率，影響使用壽命甚至損壞抽水機，並討論淨吸水高度(NPSH)與孔蝕的關係，最後再探討孔蝕現象的預防與控制。

此外，事實上孔蝕現象可能發生於各種液壓機械，也有幾種與淨吸水高度無關的孔蝕。本文章以文獻回顧的方式，詳細解說孔蝕產生的過程、各種液壓機械的孔蝕、蒸汽空穴和氣體空穴、吸入空穴和排出空穴、以及抽水機在改變葉輪直徑時，是否會影響其必要淨吸水高度(NPSH_r)，最後也對各種抗孔蝕性材料做整理比較及說明。在了解孔蝕的現象以及成因後，將有助於技師們在水機的選用與使用上更具有實務的參考性，非常值得大家拜讀，當然，為了避免抽水機的故障而造成水處理設備及生產製程設施停擺窘境，設計上還是以一用一備或交替運轉設計為宜。

適逢春暖花開的季節，祝福各位技師業務像抽水機在抽水一樣，業務源源不絕，財源時時豐沛充盈，事業順意順心。

會務報告

1. 114 年度常年會費繳費通知及記事本已於 113 年 11 月 21 日寄出，敬請尚未繳納 114 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
2. 會員若有更動執業資料、受聘公司、地址、電話、Email…等相關資料，敬請告知公會以便及時修改檔案。
 3. 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。
 4. 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。

重要法令

行政規則公告

1. 環境部中華民國 114 年 1 月 2 日環部空字第 1131086326 號函，修正「公私場所應設置連續自動監測設施及與主管機關連線之固定污染源」，除另定生效日期者外，自即日生效。
2. 環境部中華民國 114 年 1 月 2 日環部研字第 1135117562 號令，修正「空氣污染物及噪音檢查人員證書費收費標準」第 2 條條文。
3. 環境部中華民國 114 年 1 月 2 日環部空字第 1131085504 號，修正「公私場所固定污染源應符合混燒比例及成分標準之燃料」，自 114 年 1 月 4 日生效。
4. 環境部中華民國 114 年 1 月 2 日環部研字第 1135117563 號令，修正「環境保護專責及技術人員合格證書規費收費標準」第 3 條條文，名稱並修正為「環境保護專責及技術人員證書費收費標準」。
5. 環境部中華民國 114 年 1 月 2 日環部空字第 1131083965 號，修正「公私場所應定期檢測及申報之固定污染源」公告事項第 2 項及第 1 項附表 1、附表 2、附表 5，自 115 年 1 月 1 日生效。
6. 環境部中華民國 114 年 1 月 2 日環部空字第 1131085067 號令，修正「鍋爐空氣污染物排放標準」。
7. 環境部中華民國 114 年 1 月 2 日環部空字第 1131084890 號令，修正「公私場所固定污染源燃料混燒比例及成分標準」，名稱並修正為「公私場所固定污染源燃料混燒比例成分及防制設施管制標準」。
8. 環境部中華民國 114 年 1 月 2 日環部空字第 1131086295 號令，修正「固定污染源空氣污染物連續自動監測設施管理辦法」。
9. 環境部中華民國 114 年 1 月 3 日環部循字第 1136125078 號，修正「以網路傳輸方式申報廢棄物之產出、貯存、清除、處理、再利用、輸出及輸入情形之申報格式、項目、內容及頻率」公告事項第 8 項之 1，自即日生效。
10. 環境部中華民國 114 年 1 月 3 日環部循字第 1136124846 號令，修正「一般廢棄物回收清除處理辦法」第 6 條之 2 條文。
11. 環境部中華民國 114 年 1 月 9 日環部氣字第 1139114787 號，修正「行政院環境保護署推動產品碳足跡管理要點」，名稱並修正為「環境部推動產品碳足跡管理要點」，自即日生效。
12. 行政院中華民國 114 年 1 月 10 日院授主基法字第 1140200044A 號令，修正「溫室氣體管理基金收支保管及運用辦法」。
13. 環境部中華民國 114 年 1 月 10 日環部氣字第 1149100099 號函釋，核釋事

業依碳費徵收對象溫室氣體減量指定目標第 3 項第 3 款規定，送本部審查認定基準年溫室氣體年排放量應檢附之相關證明文件暨減量指定目標第 3 項第 3 款第 1 目規定情形之審查認定方式。

14. 環境部中華民國 114 年 1 月 10 日環部水字第 1130027431 號函釋，為辦理水污染防治檢測申報，申請氟鹽免檢測申報補充規定。
15. 14. 環境部中華民國 114 年 1 月 14 日環部氣字第 1149100027 號函釋，核釋溫室氣體減量額度交易拍賣及移轉管理辦法第 5 條第 1 款賣方事業之資格。
16. 環境部中華民國 114 年 1 月 16 日環部保字第 1141002284 號令，修正「環境影響評估法施行細則」第 53 條條文及第 12 條附表 1、第 19 條附表 2。
17. 環境部中華民國 114 年 1 月 16 日環部保字第 1131089271 號令，修正「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」部分條文及第 3 條附表 1、附表 2。
18. 環境部中華民國 114 年 1 月 17 日環部循字第 1136127257 號令，訂定「共通性事業廢棄物作為固體再生燃料原料再利用管理辦法」。
19. 環境部中華民國 114 年 1 月 20 日環部水字第 1141002990 號令，修正「水污染防治措施及檢測申報管理辦法」部分條文及第 60 條附表 1。
20. 環境部中華民國 114 年 1 月 24 日環部授氣字第 1149101012 號函釋，核釋溫室氣體排放量盤查登錄及查驗管理辦法第 5 條規定之實驗室或檢測機構資格，請查照。
21. 環境部中華民國 114 年 2 月 4 日環部氣字第 1149101071 號，訂定「環境部辦理加強投資綠色成長淨零產業實施方案作業要點」，自即日生效。
22. 環境部中華民國 114 年 2 月 10 日環部氣字第 1149101321 號，訂定「環境部自主減量計畫審查小組設置及作業要點」，自即日生效。
23. 環境部中華民國 114 年 2 月 21 日 環部循字第 1146102555 號公告，預告修正「事業廢棄物清理計畫書審查管理辦法」部分條文草案。
24. 環境部中華民國 114 年 2 月 25 日環部氣字第 1149101966 號，訂定「禁止或限制製造、輸入、輸出、販賣、使用或排放之氫氟碳化物種類」，自即日生效。
25. 環境部中華民國 114 年 2 月 25 日環部氣字第 1149101926 號令，訂定「氫氟碳化物管理辦法」

行政院公共工程委員會核備 114 年 3 至 4 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	聯絡資訊
1	VOD 課程 114-2023 台灣省土木技師公會-會員大會 -工程倫理研討會課程 「本課程有採用視訊或網路教學」	114/03/05	臺灣省土木技師公會	聯絡人：蔡倖華 電話：06-2358212 信箱：grace@twce.org.tw
2	114 年度中區鑑定講習會	114/03/09	社團法人臺灣省土木技師公會、社團法人臺中市土木技師公會	聯絡人：施惠悅 電話：04-22302778#13 信箱：yueh@twce.org.tw
3	114 年度鑑定講習會	114/03/09	台南市土木技師公會	聯絡人：黃芯儀 電話：06-3115135 信箱：tnce.tn@msa.hinet.net
4	114 年度臺北市山坡地已完工水保設施檢查教育訓練	114/03/10	社團法人臺北市水土保持技師公會	聯絡人：許婷瑄 電話：02-82581918 信箱：tpswcpea@seed.net.tw
5	環境分析技術(第74期)講習會-臺北場	114/03/11	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
6	生態友善案例分享及共學講座	114/03/11	農業部農村發展及水土保持署南投分署	聯絡人：蘇榕蘭 電話：049-2231169#3217 信箱：stacy@mail.ardswc.gov.tw
7	環境分析技術(第74期)講習會-南部場	114/03/14	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
8	營建產業 ESG 永續報告書撰寫指引 114/03/18	114/03/18	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@tcric.org.tw
9	綠能空調節能設計之專業技術實務講習班	114/03/18 至 114/04/22	財團法人台灣經濟科技發展研究院	聯絡人：黃小姐 電話：(02) 23891296 分機 1 信箱：tedr118@tedr.org.tw
10	綠能空調節能設計之專業技術實務講習班	114/03/18 至 114/04/22	財團法人台灣經濟科技發展研究院	聯絡人：黃小姐 電話：(02) 23891296 分機 1 信箱：tedr118@tedr.org.tw
11	工程生態檢核實務操作簡介」台灣世曦專題講座	114/03/19	台灣世曦工程顧問股份有限公司	聯絡人：李濬易 電話：02-87973567-8839 信箱：chunyi@ceci.com.tw

序 號	課程名稱	課程時間	主辦單位	聯絡資訊
12	2024 未來道路工程 師領導力發展計畫 -邁向 2050 零碳運 輸的新挑戰」研討 會-第二次課程(淨 零碳排)	114/03/20	中華民國道路 協會	聯絡人：陸中丞 電話：02-27408286 信箱：tcrf@ms23.hinet.net
13	大師系列講習會 (三十三)-風工程 在土木與建築上的 應用「本課程有採 用視訊或網路教 學」	114/03/28	桃園市結構工 程技師公會	聯絡人：謝蕙朱 電話：03-3320596#23 信箱：typse2012@gmail.com

環保訊息（資料來源：環境部）

- 114/01/01 【**環境部開始核發「環保專責人員電子證書」**】
為配合政府數位轉型與證書數位化的政策，行之有年的環保專責人員紙本合格證書，將自 114 年起，新增電子證書的選項。國家環境研究院劉宗勇院長表示，電子證書具有不易偽造、快速驗證、核發快速、簡政便民、減少民眾規費及減少碳足跡等優點。
- 114/01/02 【**環境部修正發布「環境保護專責及技術人員合格證書規費收費標準」第 3 條及「空氣污染物及噪音檢查人員證書費收費標準」第 2 條**】
環境部為因應政府數位轉型，推動證書數位化，於 114 年 1 月 2 日修正發布「環境保護專責及技術人員合格證書規費收費標準」第 3 條及「空氣污染物及噪音檢查人員證書費收費標準」第 2 條，新增電子證書規費，收費標準為新臺幣五百元。
- 114/01/03 【**環境部發布 6 項 SRF 等燃料相關空污法規，強化管制落實適材適所**】
因應外界期待強化管制使用固體再生燃料 (SRF)、廢棄物再利用燃料等燃料，環境部於 114 年 1 月 2 日修正發布及公告「公私場所固定污染源燃料混燒比例成分及防制設施管制標準」、「公私場所固定污染源應符合混燒比例及成分標準之燃料」、「鍋爐空氣污染物排放標準」、「固定污染源空氣污染物連續自動監測設施管理辦法」、「公私場所應設置連續自動監測設施及與主管機關連線之固定污染源」及「公私場所應定期檢測及申報之固定污染源」，透過接軌國際源頭成分標準、強化製程設備規範、加嚴管末排放標準、提升排放監/檢測強度等規定，以防制空氣污染並落實環境保護。
- 114/01/06 【**環境部裝潢修繕廢棄物申報新規 3 月 1 日起分階段上路 清運及處理業者應即時申報來源及去處**】
環境部為掌握裝潢修繕廢棄物清除、處理流向，修正發布「一般廢棄物回收清除處理辦法」第六條之二及「以網路傳輸方式申報廢棄物之產出、貯存、清除、處理、再利用、輸出及輸入情形之申報格式、項目、內容及頻率」公告事項第八項之一。增訂受託清除、處理裝潢修繕廢棄物者，自 114 年 3 月 1 日起，分階段分區域申報作業方式及期程，由北北桃受託進行裝潢修繕廢棄物貯存轉運及處理或再利用的業者為第一階段實施對象。

- 114/01/09 【環境部預告「事業應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源」草案】
為持續擴大與強化溫室氣體排放源排放量之管理，環境部擴大應盤查登錄對象，且依氣候法盤查登錄與查驗分級管理規定，僅進行溫室氣體盤查登錄作業，無須查驗，於 114 年 1 月 9 日預告「事業應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源」草案，廣徵各界意見。
- 114/01/14 【環境部發布 SRF 白皮書與管理辦法加嚴管理標準，業者門檻也將提高】
繼去年九月環境部公布全台 66 家 SRF 廠商體檢結果，時隔三個月，環境部今（14）日正式公布「固體再生燃料（SRF）白皮書（初稿）」與「共通性事業廢棄物作為固體再生燃料原料再利用管理辦法（草案）」，這次公布的草案與預告最大不同之處是將取消氯汞含量最高的「第五級產品」以有效降低戴奧辛的產生。資源循環署表示，完整白皮書初稿的內容，將於農曆年後二月初上網，歡迎各界在三月中前提供意見，盼合力在四月時完成定稿。管理辦法會在近日發布，以提升法規管理位階，強化轉廢為能的管理。
- 114/01/15 【環境部接軌國際加嚴 SRF 排放標準正式上路 籲業者儘早改善因應】
近期外界關注使用固體再生燃料(Solid Recovered Fuel, SRF)產生空氣污染問題，環境部於 114 年 1 月 2 日修正發布 6 項空氣污染加嚴管制規定，務實強化使用該類燃料之空污防制，其中為降低環境中整體暴露性風險，遂參考歐盟等國家及比照大型焚化爐管制規定，在防制技術可行之前提下，於「鍋爐空氣污染物排放標準」中直接加嚴風險疑慮較高之戴奧辛、鉛、鎘、汞排放標準，其餘排放標準已符合美國環保署規範可接受範圍或可忽略風險之重金屬空氣污染物。環境部強調，已請地方政府提出 114 年加強稽查計畫，以確保 SRF 燃料的使用皆能符合空氣污染物排放標準。
- 114/01/16 【環境部修正發布「『開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準』部分條文及第三條附表一、二」及「『環境影響評估法施行細則』第五十三條及第十二條附表一、第十九條附表二」】環境部於 114 年 1 月 16 日修正發布「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」（下稱認定標準）部分條文及第三條附表一、二，本次修正參考各機關提供建議、配合相關法令發布修正及實務執行上疑義予以檢討。

- 114/01/17 【環境部發布「共通性事業廢棄物作為固體再生燃料原料再利用管理辦法」】
環境部考量轉廢為能是邁向淨零路徑之一，及參考國際趨勢推動適燃性廢棄資源燃料化，為強化固體再生燃料(Solid Recovered Fuel, SRF)之管理，以及提升製造技術指引與品質規範管理位階，經整併現行共通性事業廢棄物再利用管理辦法與其附表有關固體再生燃料原料用途管理規定及製造技術指引與品質規範相關內容，強化料源管理、製造規範、使用管理及申報監控等四面向，於今(114年1月17)日發布「共通性事業廢棄物作為固體再生燃料原料再利用管理辦法」(以下簡稱本管理辦法)，適切回應社會關注固體再生燃料精進管理作為。
- 114/01/20 【環境部修正發布「水污染防治措施及檢測申報管理辦法」】
環境部於114年1月20日發布「水污染防治措施及檢測申報管理辦法」部分條文修正。修正重點有，鼓勵高有機廢(污)水處理優先評估採行能源化措施、抗生素與全氟及多氟烷基PFAS檢測削減管理、鼓勵資源化合理減少檢測申報及增列斑馬魚胚胎為毒性檢測物種等內容。
- 114/02/07 【環境部第三期階段管制目標草案公聽會 六大部門報告減碳新路徑廣徵各界觀點】
環境部本(7)日於該部後棟多功能會議廳召開「第三期溫室氣體階段管制目標(草案)」公聽會，會議訊息公布後各方熱烈報名參加，現場及線上參與人數近八百人，並透過氣候資訊公開平臺廣徵意見。
- 114/02/08 【碳費制度上路 自主減量計畫申請正式起跑】
碳費制度於今年上路，依據「碳費收費辦法」的規定，碳費徵收對象在明(115)年5月時，就要依114年全年度的溫室氣體排放量計算並繳交碳費。環境部表示，經過調查，約有8成的徵收對象有意願提出2030年的指定減量目標與自主減量計畫的申請，以適用每公噸二氧化碳當量50元或100元的優惠費率。環境部也提醒，依「自主減量計畫管理辦法」規定，事業必須要在今(114)年6月30日前提出自主減量計畫的申請，在115年申報繳納114年的碳費時，才有機會來適用優惠費率。

- 114/02/21 【地下水污染場址改善有成 環境部解除離島大型儲槽類整治場址列管】
環境部於本(114)年2月12日公告解除澎湖縣湖西供油中心地下水污染整治場址列管。經過多年努力，該場址的污染物濃度已低於地下水污染管制標準，這不僅代表該區地下水污染問題已經獲得有效改善，也成為今年第一個成功解除列管的離島大型油品污染整治案例。
- 114/02/21 【環境部預告修正「事業廢棄物清理計畫書審查管理辦法」部分條文草案】
環境部為強化事業廢棄物清理計畫書審查管理及提升行政效率，並配合114年1月17日發布「共通性事業廢棄物固體再生燃料原料再利用管理辦法」，精進固體再生燃料(Solid Recovered Fuel, SRF)管理作為，明定SRF製造廠三階段審查程序及時機，預告修正「事業廢棄物清理計畫書審查管理辦法」部分條文草案，俾符事業廢棄物管理實務運作。
- 114/02/25 【環境部公告「禁止或限制製造、輸入、輸出、販賣、使用或排放之氫氟碳化物種類」及發布「氫氟碳化物管理辦法」以接軌國際公約】
為接軌國際環保公約蒙特婁議定書「吉佳利修正案」新增納管高溫暖化潛勢物質「氫氟碳化物(HFCs)」，環境部於今(114)年2月25日公告「禁止或限制製造、輸入、輸出、販賣、使用或排放之氫氟碳化物種類」及發布「氫氟碳化物管理辦法」，於114年7月1日起，列管18種氫氟碳化物純物質及其混合物，須取得核准始得輸入或輸出，並於115年起凍結氫氟碳化物消費量，自118年起分階段削減消費量，與世界各國共同減緩全球暖化。

論述園地**離心式抽水機孔蝕現象及其預防之補充解說**蔣守銘¹、陳伯珍²^{1,2} 環境工程技師² 淡江大學水環系兼任副教授退休**摘要**

本文旨在補充說明前身為內政部營建署之內政部國土管理署所出版的”污水處理廠設計及解說(110年版增修訂)”(1)之3.5.5孔蝕一節(主要由陳伯珍老師執筆)，該文中說明孔蝕現象是離心式抽水機運轉時潛在的危險，發生時可能會造成降低抽水機容量及效率，甚至損壞抽水機，並討論淨吸水高度(NPSH)與孔蝕的關係，及探討孔蝕現象的預防與控制。事實上孔蝕現象可能發生於各種液壓機械，也有幾種與淨吸水高度無關的孔蝕。本文以文獻回顧的方式，詳細解說孔蝕產生的過程、各種液壓機械的孔蝕、蒸汽空穴和氣體空穴、吸入空穴和排出空穴、以及抽水機在改變葉輪直徑時，是否會影響其必要淨吸水高度(NPSHr)，最後並對各種抗孔蝕性材料做比較及說明。

關鍵字：孔蝕、淨吸水高度

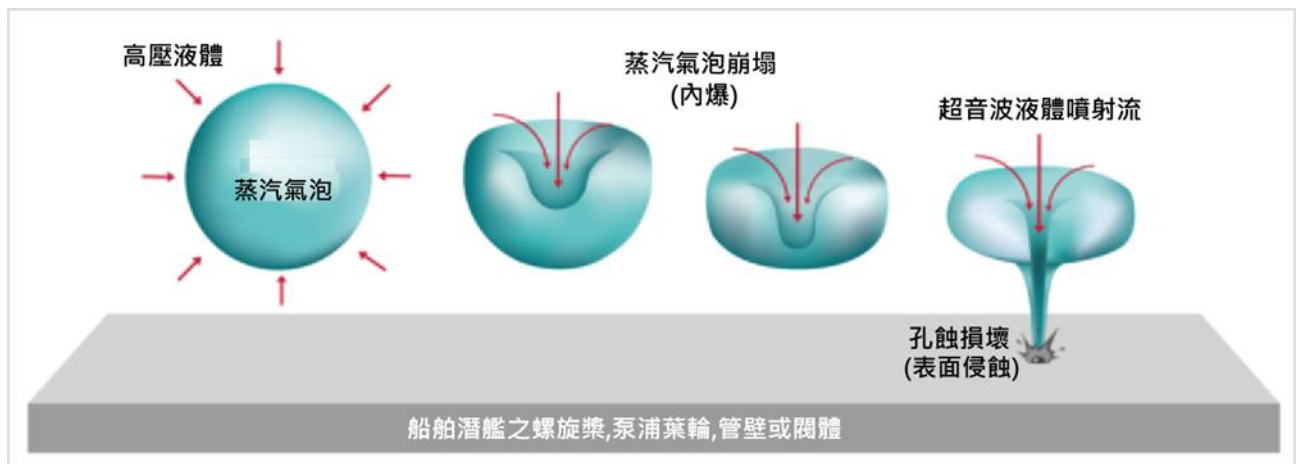
一、孔蝕產生的過程

「離心式抽水機葉輪入口處的通水面積，通常小於抽水機吸入口的通水面積，當水自抽水機吸入口進入葉輪入口處時，通水面積變小導致流速 V_1 增加，但壓力也伴隨的減小，流速愈大，抽水機吸水口與葉輪入口處間的壓力，也下降的愈大。當葉輪入口處壓力下降到一定程度時，該處水的絕對壓力(absolute pressure, p_1)低於同溫度下之飽和蒸汽壓(vapor pressure, p_v)，此種情況下，葉輪入口處的水會沸騰，而產生許多蒸汽的氣泡(空穴)。」(1)文中說明了當液體進入局部低壓的環境時，液體中的蒸汽氣泡(cavities)也會開始形成，當這些氣泡進入下游端高壓環境時會崩塌內爆(implode)，並產生能夠損壞葉輪表面的微小超音波噴射流，這種由蒸汽空穴的產生及內爆，進而產生噴射流而侵蝕物體表面的過程或現象即稱為蒸汽孔蝕(cavitation)，如圖1。另外，孔蝕發生之前一定會先產生空穴及內爆；而即使有空穴及內爆，由於牽涉到空穴是否靠近物體表面、空穴大小、噴射波的方向、物體表面是否經歷過重複的侵蝕、物體表面的軟硬或抗蝕特性、液體黏度及密度特性等原因，也並不一定會造成孔蝕。下文為方便起見，皆以孔蝕稱呼此過程或現象。

二、各種液壓機械的孔蝕

最常見的孔蝕如前段的描述是蒸汽所造成，與淨吸水高度 (NPSH) 有關，而事實上蒸汽氣泡孔蝕可能發生在許多液壓 (hydraulic) 系統或各種水力機械，以及管路、閥件、和其他操作流體的系統中。孔蝕現象牽涉液體中蒸汽氣泡的形成與崩解，其造成的危害對這些系統來說都是相似的，例如孔洞、磨蝕、噪音及振動，其可能發生的情境包括以下⁽³⁾：

- 壓差較高的流量控制閥下游。
- 吸入口壓力不足時抽水機的吸入室。



資料來源：(2)

圖 1 高速液體噴射流衝擊固體表面

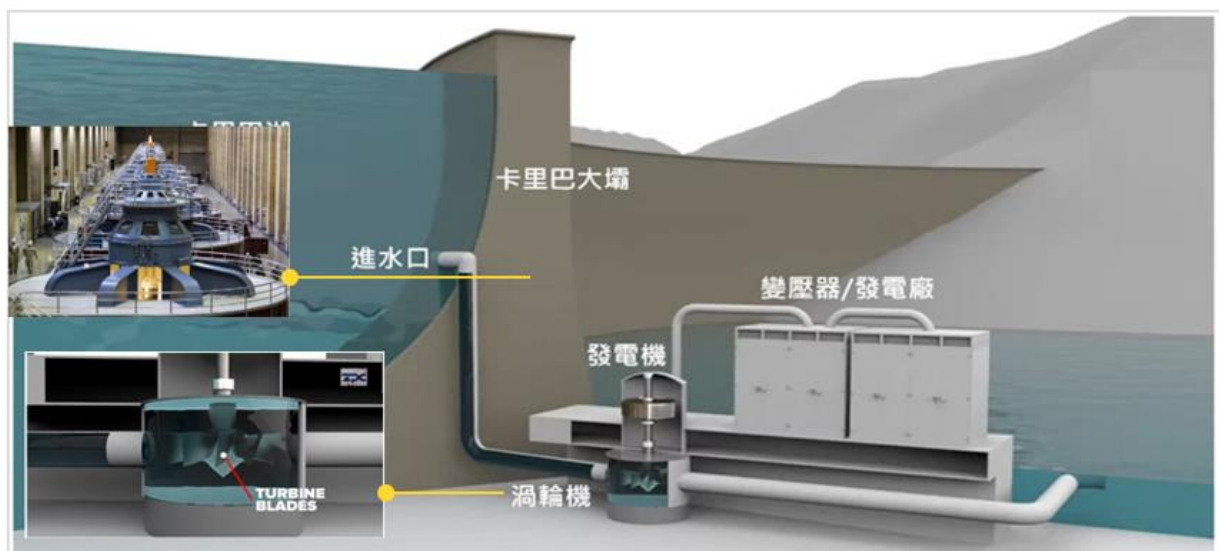
- 快速運動的液體驅動裝置（線性和旋轉式都可能發生）發生反向負載條件ⁱ的情況。
- 在高速流動導致壓力降低到低於流體蒸汽壓的滲漏路徑 (leakage paths) 上（如通過密封處、閥座、線軸安裝處）
- 在所有流體流動的轉彎角度很大、橫斷面降低後接著擴大或是變形的裝置內（如考克、舌閥、閥件、隔膜等）
- 抽水機吸入口夾帶、或是密封洩漏、破裂的膜片、或是磨破的氣囊等空氣侵入。
- 系統中熱源的過高溫度造成蒸汽氣泡空穴。

若以水力機械和其他操作流體的系統來說，可能發生蒸汽氣泡的形成與崩解，造成孔洞、磨蝕、噪音及振動的情況包括以下⁽²⁾：

- 離心式或正排量式等抽水機：可能因入口壓力降低 (低淨正吸水高度，NPSH) 到低於流體的蒸汽壓，或在流體加速通過葉輪或渦卷型泵殼時的過高流速，導致劇烈的壓降，而發生孔蝕現象。

ⁱ 反向負載條件 (negative load conditions) 發生於迅速且突然的變化，包括快速旋轉、下降或湍流。

- 透平式抽水機或渦輪機：卡布蘭式(Kaplan)，法蘭西斯式(Francis)等因高流速和流向的快速改變，或透平式抽水機在非最佳條件的過低或過高水頭下操作，抑或是佩爾頓式(Pelton)渦輪機的孔蝕可能發生在葉輪桶勺或噴嘴，特別是當噴流對準不良而導致局部低壓，孔蝕常發生在葉片上的低壓區域。位於尚比亞和辛巴威之間贊比西河流域的卡里巴峽谷，於 1959 年完工了一座雙曲率混凝土拱壩，也形成一座卡里巴湖，並設置兩座水力發電廠，安裝了卡布蘭式和法蘭西斯式渦輪機，如圖 2。美國科羅拉多州與內華達州州界，科羅拉多河上的胡佛水壩及發電廠，完工於 1936 年，設置了 17 台法蘭西斯式渦輪機，如圖 3，兩處的渦輪機皆曾經歷了孔蝕問題。渦輪機發生孔蝕的情況如圖 4。
- 管路或管道：孔蝕發生在流體速度增加達到使其壓力降低至低於流體蒸汽壓時，常發生在管路直徑突然縮小(產生文氏管效應)或是管路突然彎曲的地方；另一種可能是長管路中的高摩擦損失或管路阻塞引起的大幅度壓降而導致孔蝕；以及壓力快速的變化如突然關閉閥門，除了引發水錘以外，也可能突然產生低壓區而導致孔蝕。



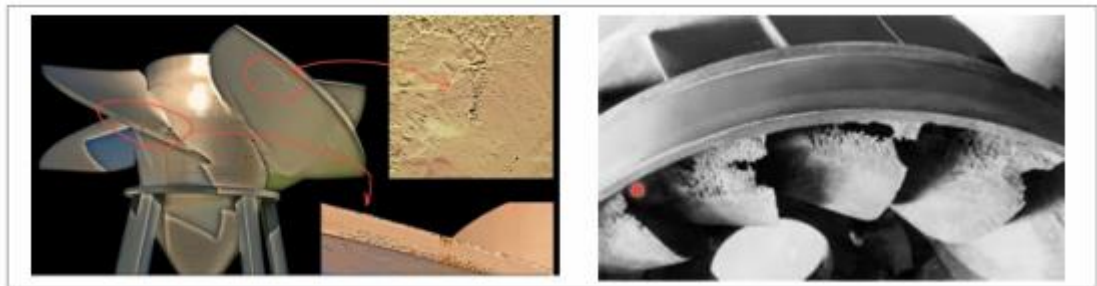
資料來源：(2)

圖 2 卡里巴大壩水力發電廠 3D 模型圖及照片



資料來源：(2)

圖 3 胡佛水壩水力發電廠 3D 模型圖及照片

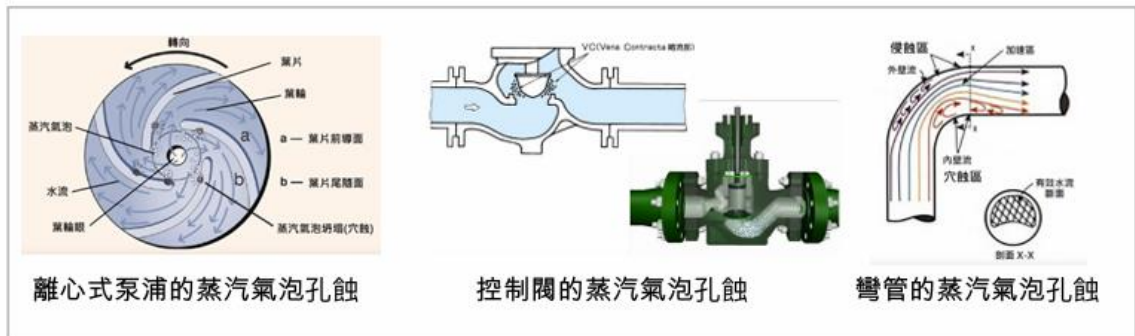


資料來源：(2)

圖 4 卡布蘭式(圖左)，法蘭西斯式(圖右)孔蝕照片

- 閘閥、球塞閥、球閥等閥件：當閥件限制流動路徑，尤其是各種節流閥或控制閥，會導致局部流速增加並降低壓力而易發生孔蝕；或是當通過閥的兩側壓降很大的時候，下游側較有可能發生孔蝕。
- 海洋等水體中使用的螺旋槳：海中螺旋槳的孔蝕發生在當高速旋轉導致螺旋槳葉片上的壓力降低到低於水的蒸汽壓並形成蒸汽氣泡；或螺旋槳可能因不適當的設計、結垢、或重負荷而增加葉片上的阻力，加重孔蝕的發生。
- 水力驅動器 (actuator) 及活塞 (piston)：只要流體以高速通過狹窄的通道，導致壓力降低到低於蒸汽壓，孔蝕就可能發生；或當流體供應量不足也可能發生。
- 噴霧系統、滅火設備、噴射引擎等噴嘴：噴嘴的孔蝕發生在流體高速噴出時速度快速增加，導致噴嘴喉部的壓力下降；或與閥件類似，因流動受限，噴嘴產生高速流動區域，若壓降太大也能夠引發孔蝕。
- 冷卻及冷凍系統中的抽水機：在冷卻及冷凍系統中孔蝕通常發生在流體(常是水或冷凍劑)在低壓或低溫下操作，吸入口壓力過低使蒸汽壓臨界點降低；或是在一些冷凍系統中，液體溫度在通過元件兩側時溫度快速變化的溫差(下降)導致局部孔蝕。

孔蝕因為類似的機制而發生在前述不同的水力系統，如圖 5，雖然產生孔蝕的特定原因隨著流動形態、設計、及操作壓力有所不同，但孔蝕導致的危害包括磨蝕、孔洞及振動，在抽水機、渦輪機、管路、閥件及其他元件中都類似，需要加以預防。



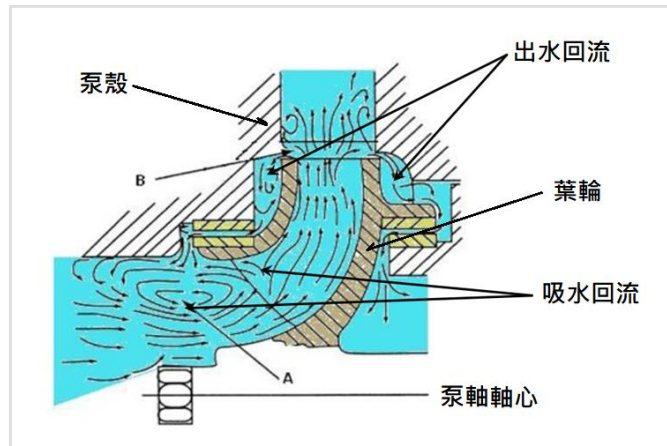
資料來源：(2)

圖 5 水力機械或管路中發生孔蝕示意圖

三、無關 NPSH 的孔蝕

除了傳統所說的蒸汽孔蝕以外，還有一些發生孔蝕的過程，與淨吸水高度無關，包括以下的幾種，並略述其改善方式⁽⁴⁾：

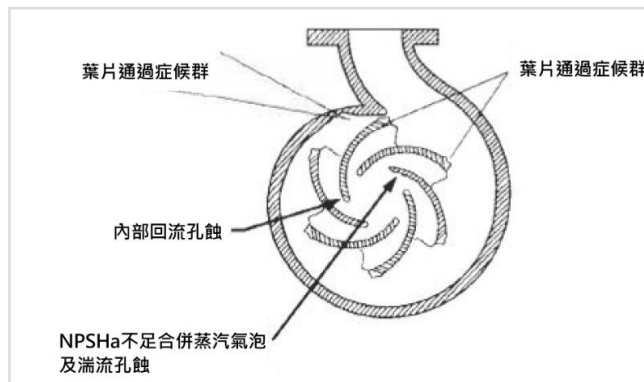
1. 內部回流 (Internal Circulation)：內部回流孔蝕是因排出口流速不足導致液體回流而發生的孔蝕，發生在抽水機的排放口未能以正確的速率將液體排出，導致未被排出的液體重新回流進入抽水機內，如圖 6。常見原因是當抽水機在運轉時排放口被關閉或有阻塞現象，孔蝕無論是傳統還是內部回流型，都會對抽水機性能和壽命造成威脅，尤其是在系統未能正確設計或操作不當的情況下。故改善的方式首先是打開抽水機的限制排放閥，其次檢查是否有任何阻塞可能導致液體重新回流，如果存在阻塞則將其清除，如果是逆止閥未正確安裝。則需停水進行改善，以保持排出口通暢，確保排放口保持乾淨的開啟狀態。此外可藉由檢查排放管線的壓力是否適當輔助判斷，如果壓力過小或過大，可能是集水管路(header)的問題，必要時需要更換集水管路以確保合適的壓力。另一種可能是因為抽水機在操作曲線的左側低流量運轉，偏離最佳效率點(BEP)，此時吸入流體的角度與葉輪入口葉片的幾何角度不匹配，導致葉片之間產生漩渦和湍流。在漩渦區域內，由於能量守恆定律(根據伯努利方程和壓力-速度關係)，流速增加而壓力降低，當局部壓力低於液體的蒸汽壓時，形成孔蝕氣泡。內部回流孔蝕雖然形成蒸汽氣泡的壓力情況類似，但通常不是因 NPSH 不足引起的，且即使 NPSH 裕度充足，但抽水機偏離 BEP 運行時，流體的進入角與葉輪入口的入射角不匹配。抽水機葉輪的吸入比速度 (suction specific speed, NSS) 越高，內部回流孔蝕的可能性越大⁽⁵⁾。這些重新回流的液體再次流經高壓和低壓點，產生高溫和高壓，從而形成孔蝕氣泡並損害葉輪。



資料來源：(2)

圖 6 孔蝕的機制-回流

2. 葉片通過症候群 (Vane Passing Syndrome)：葉片通過症候群的孔蝕發生在葉輪直徑過大或泵殼塗層過厚的情況下，如圖 7。這種孔蝕的原因是泵體內部沒有足夠的空間供液體通過，較小的空間使水或液體的速度增加，壓力下降。壓力下降會導致溫度上升，而溫度上升則會引發氣泡和孔蝕的形成。如果在購買抽水機之前規劃得當，確保葉輪與泵殼之間的自由空間不少於葉輪直徑的 4%，就可避免葉片通過症候群。若已購買或安裝的抽水機其葉輪或泵殼間距小於 4%，建議可由裁剪葉輪或更換抽水機體來解決，因為若葉輪與泵殼的距離小於 4%，孔蝕幾乎無法避免。



資料來源：(6)

圖 7 不同原因造成的孔蝕

3. 空氣吸入孔蝕 (Air Aspiration Cavitation)：空氣吸入孔蝕發生在空氣因閥門失效或接頭密封環洩漏而進入泵內時，一旦空氣進入就無法排出，只能隨泵運作被輸送。空氣在泵內運動時會在水中形成氣泡。這些氣泡隨著葉輪旋轉而破裂，進而對葉輪造成損害。預防和解決方法包括定期檢查泵部件，包括接頭、閥門、泵體和管道是否存在裂縫或其他損壞，定期更換相關部件、維護密封部件、更換磨損的接頭密封環等，確保所有的 O 型環和機械密封處於良好狀態，無損壞或老化跡象。另外確認泵適用的液體類型，使用適合泵送特定液體的抽水機，特別是對於具有高黏性或酸性的液體。這些液體可能會加速泵的磨損，導致空氣洩漏進入抽水機內。持續的維護和檢查可以有效預防空氣吸入孔蝕，確保抽水機的長期可靠運轉。

4. 湍流 (Turbulence) 孔蝕：由於抽水機運轉產生的湍流而形成氣泡，進而引發孔蝕。事實上單純的液體移動並不足以引發湍流—湍流通常由與泵送液體不相容或不適合的管道、過濾器、閥門及其他抽水機部件材質引起。當這些部件不適合液體特性時，會導致液體變得湍急並經歷壓力變化，從而引發孔蝕。與葉片通過症候群孔蝕類似，大多數湍流孔蝕的發生可以經由正確規劃抽水機系統來避免，包括選擇適合的部件、了解泵送液體量以及調整泵送速度。具體建議包括選擇適合的部件，確保抽水機的各部件能承受運行中的壓力和負載，並使用符合泵送液體特性的管道、過濾器和閥門，減少因不匹配造成的湍流；以及遵循製造商的性能指南，避免超過抽水機製造商的性能參數；定期維護與檢查，確保所有部件運行正常且無損壞，並且及早發現並解決孔蝕徵兆，例如異常聲音、振動或壓力波動；還有謹慎規劃泵送系統，在購買和安裝抽水機前，充分考慮流量需求、管道設計及泵送速度，避免因規劃不當導致湍流問題。避免抽水機孔蝕不僅可以節省時間和金錢還能延長葉輪和泵的使用壽命。

妥善規劃抽水機系統，對抽水機運轉情況保持警覺，觀察孔蝕徵兆，並定期檢查和保養維修，是避免孔蝕的必要條件。

四、蒸汽空穴和氣體空穴

如前一節中所述，空氣或氣體空穴造成的原因是空氣因閥門失效或接頭密封環洩漏而進入泵內時，隨泵運作被輸送，期間形成氣泡並隨著葉輪旋轉而破裂，進而對葉輪造成損害。蒸汽空穴則是因壓力下降產生蒸汽氣泡，而當蒸汽氣泡崩解時產生微小的震波，從而破壞抽水機內面或葉輪表面，最常見的是以淨吸水高度 (NPSH) 為關鍵因子的傳統孔蝕，淨吸水高度包括可用淨吸水高度 (NPSHa)，是抽水機在運轉情況下的真實 NPSH，及必要淨吸水高度 (NPSHr)，則是抽水機製造商為了避免孔蝕而標定的最小 NPSH。可用淨吸水高度是吸入管路、抽水機安裝與詳細操作情況等的函數，必要淨吸水高度則是抽水機設計的函數。根據美國水利協會的定義，當抽水機總揚程因孔蝕而減少 3% 時，即可確定 NPSHr 並繪製此值。係在抽水機測試條件下，當水頭減少 3% 就會造成因可用淨吸水高度降低而發生孔蝕的時候可用的水頭⁽⁷⁾。最近，美國水利協會採用 NPSH3 一詞來定義符合該標準的 NPSHr。當抽水機在 BEP 附近操作時，大多數抽水機都可以在高於 NPSH3 值的最小裕度下令人滿意地操作。但當在遠離 BEP 的流量下運作時，它們需要更高的 NPSH 裕度來抑制所有孔蝕。為了獲得滿意的操作，抽水系統必須提供相對於 NPSHr 的 NPSHa 餘裕。系統設計中的一個常見規則是確保所有預期流量的 NPSHa 比 NPSHr 高 25%。當超大型抽水機在遠離其設計點右側的區域操作時，NPSHa 和 NPSHr 之間的相差值可能會變得非常小。

此外內部回流孔蝕、葉片通過症候群、湍流孔蝕等，也都是因為壓力變化產生蒸汽氣泡，進而於壓力上升時破裂造成損害的孔蝕類型。蒸汽孔蝕和空氣或氣體被夾帶進入流體機械都會損壞抽水機，但孔蝕造成的傷害通常比較快速及嚴重。檢視

葉輪以及許多操作測試可以判斷出抽水機的傷害是來自孔蝕或是空氣被夾帶進入抽水機⁽⁸⁾。

五、吸入空穴和排出空穴

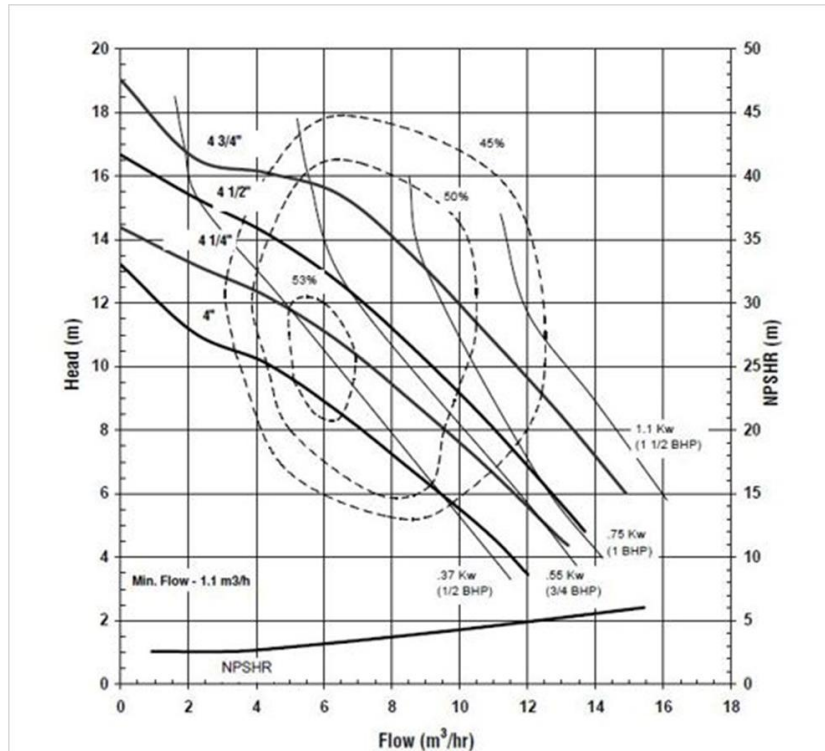
抽水機的孔蝕發生於氣泡在抽水機內形成並劇烈的內爆，此現象會導致巨大的噪音、振動及抽水機的損傷。抽水機發生的孔蝕有兩個主要原因：抽水機吸入口處的壓力不足(形成吸入空穴)，以及過高的出口壓力(形成排出空穴)⁽⁹⁾。吸入空穴造成的孔蝕即如前所述的傳統孔蝕，發生在抽水機吸入口處的壓力過低，及抽水機無法適當的操作以吸入足夠流體，當淨吸水高度(NPSH)下降到低於流體蒸汽化的壓力時，就會形成蒸汽氣泡空穴，並在氣泡遭遇較高壓力的位置快速的內爆，如抽水機的葉輪處；排出空穴造成的孔蝕則發生於當已被吸入抽水機的液體因出口壓力過高而無法排出，此時液體持續在出口區域內回流，而空氣氣泡形成並內爆，如第二節中所述的內部回流孔蝕。

六、不同葉輪直徑之必要淨吸水高度

抽水機性能可以用單一葉輪的表現來表示，也可以涵蓋一系列葉輪直徑的表現。在後者的情況下，抽水機性能可能以多條曲線表示，範圍從最大直徑到最小直徑，並可能包括幾個中間葉輪尺寸，圖 8 所示之抽水機性能特性曲線圖顯示了各種不同葉輪直徑的效率和所需功率，但該圖卻僅顯示設計葉輪直徑的單一必要淨吸水高度(NPSH_r)曲線。必要淨吸水高度(NPSH_r)是一種水頭，在抽水機性能曲線中，抽水機流量被繪製在水平軸上，而揚程和必要淨吸水高度(NPSH_r)曲線則作為流量的函數繪製在垂直軸上。測試抽水機的水頭和流量是相當直觀的測試，測試動力與效率也是直觀的做法，只要使用適當的度量衡方法和少數儀器，確保測試的儀器經過校正，數據就能準確且有效。然而測試 NPSH_r 則較為困難，需要從至少 6 或 7 個不同的儀器蒐集數據及參數，還要再加上準確且即時判斷可用淨吸水高度(NPSH_a)。

NPSH_r 的測試所依據的美國水利協會《ANSI/HI 1.6-2000 Centrifugal Pump Tests》，被大多數抽水機製造商採用。在測試中，抽水機通常連接到一個閉環管路系統，水從吸入槽（或集水池）經抽水機後回流至儲水槽。在整個測試過程中，排放流量、溫度和壓力被精確測量並控制，並在固定流量和固定速度下進行，然後逐漸降低吸入壓力。當吸入壓力降低到一定程度時，水開始汽化，導致抽水機產生孔蝕。根據 API-610 標準，所謂壓力降低到一定程度的特徵性孔蝕點是指揚程下降 3%時對應的流量。接著，測試在另一固定流量下重複進行，並記錄孔蝕點對應的吸入壓力和流量數據。當一系列測試完成後，將記錄的數據繪製成平滑的曲線，即為 NPSH_r 曲線⁽¹⁰⁾。

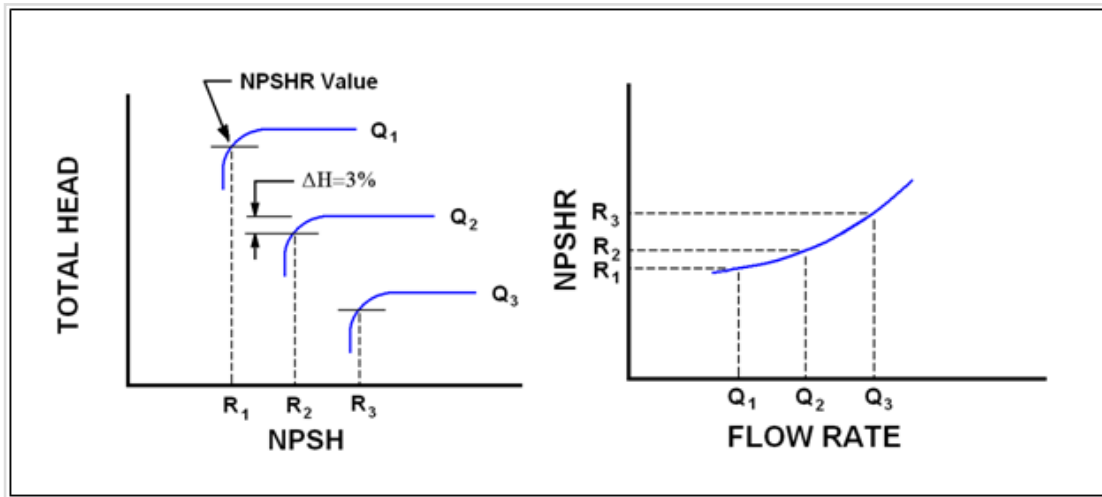
特性曲線圖中揚程與流量的關係會隨葉輪直徑的改變而變化，然而，當葉輪直徑改變時，NPSHr 與流量的關係會發生什麼變化？這一關係常常被忽視，尤其在低流量情況下，抽水機運轉引起的溫升較顯著，抽水機入口與葉輪入口處的流速變化也較大，這兩個因素若不考慮，甚至可能導致抽水機發生孔蝕，是以抽水機製造商通常不提供在低流量條件下的 NPSHr 數據⁽¹⁰⁾。在低流速下，進入葉輪入口速度遠低於葉輪轉速，並可能導致水體在葉輪入口處內部回流。內部回流是抽水機孔蝕的另一種形式。這是不在低流量下提供 NPSHr 的另一個原因。



資料來源：(12)

圖 8 抽水機性能特性曲線圖

實務上製造商測試抽水機製作其性能曲線時，一開始會以設計的葉輪直徑進行測試，進行水頭、流量、效率、動力與 NPSHr 數據點的蒐集、記錄和計算，對其他的直徑要建立另外的性能曲線，則往往是在容許運轉範圍內以外插法進行計算，這種做法是抽水機製造商實際使用並可接受的方法，以免要對所有抽水機尺寸與型號的所有數據點進行測試，工作負擔過大。但即使這是一個工業上的最佳測試方法，其中仍存在一定程度的系統誤差，因此大多數的製造商還是會對整個容許的操作區域進行額外的測試(對不同的直徑)，以建立更高程度的性能曲線真實性，如圖 9，而因為 NPSHr 的測試困難較高，以這種方法測試 NPSHr 仍然需要更多對不同直徑的測試數據加以驗證⁽¹¹⁾。



資料來源：(10)

圖 9 NPSHr 測試曲線

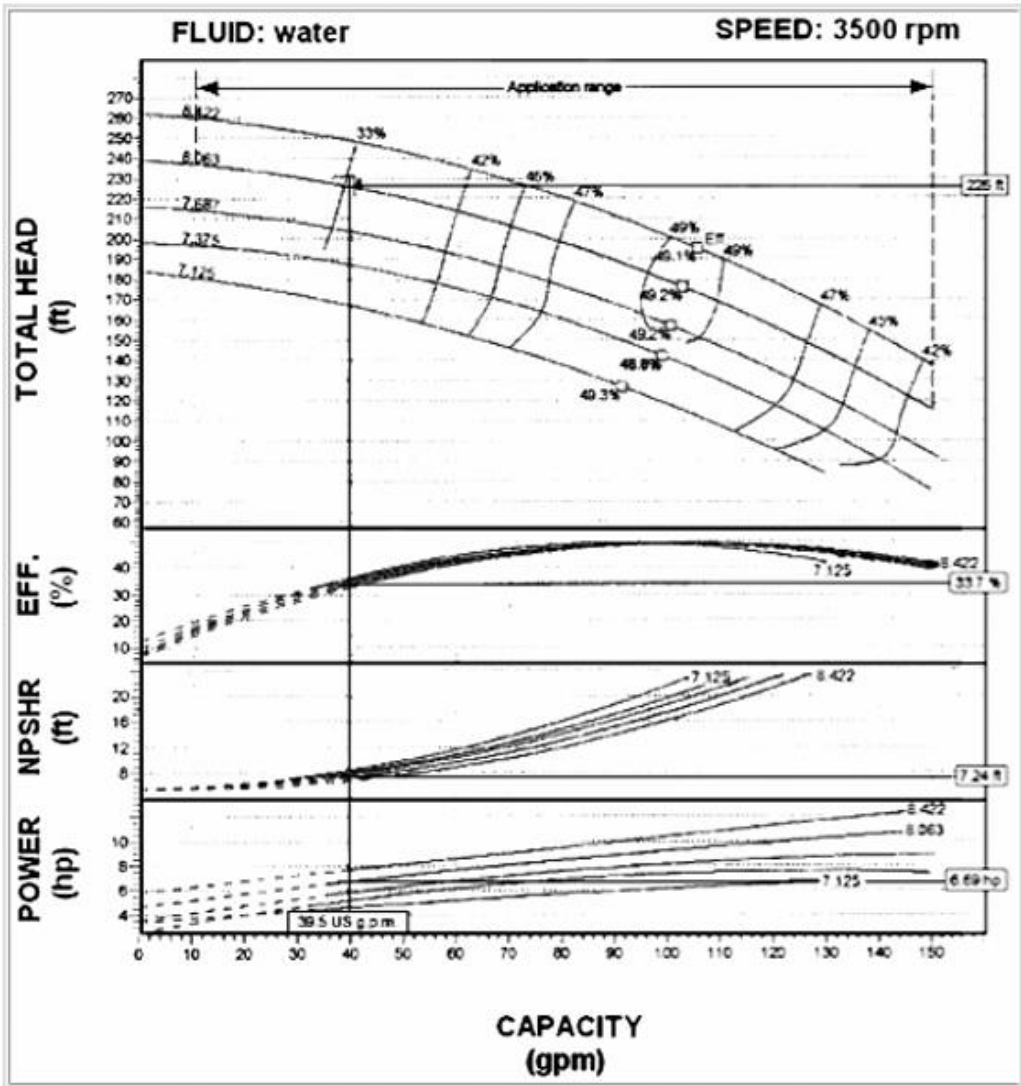
葉輪直徑與揚程的關係，是對於給定的轉速，較大的抽水機葉輪產生較大的揚程。這是因為揚程與葉輪尖端轉速成正比。水頭與尖端轉速的關係可以用公式 1 來近似。

$$H \approx \frac{V^2}{2g} \quad \text{公式 1}$$

葉尖轉速也可以透過公式 2 與葉輪直徑和轉速相關。

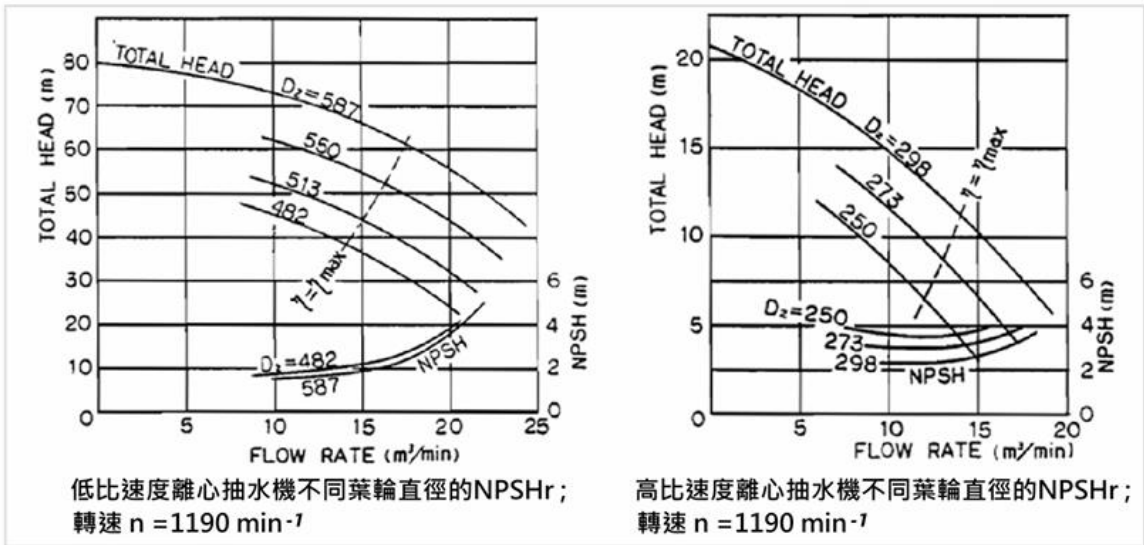
$$V = \frac{\pi D n}{A} \quad \text{公式 2}$$

從公式 1 和公式 2 可以看出，葉輪直徑的變化將對抽水機揚程產生直接影響。例如，減小葉輪直徑將使抽水機揚程降低四倍。由於孔蝕點是透過抽水機的揚程下降 3% 來定義的，葉輪直徑的任何變化都會對 NPSHr 值產生直接影響，這是合乎邏輯的。因此，大多數抽水機製造商針對每一給定的葉輪直徑提供單一 NPSHr 曲線。圖 10 是一系列葉輪直徑的典型抽水機性能曲線。由圖上可知，每個葉輪直徑都有單獨的 NPSHr 曲線，而 NPSHr 會隨著葉輪直徑的減少而增加，此與一些專家提出 NPSHr 會依據相似定律而隨著葉輪直徑比值的平方以正比率方式改變的假設有很大差別。實際上對於某些較高比速度 (specific speed) 的抽水機來說，NPSHr 曲線的形狀為 U 形。當流量減少時，NPSHr 數值會略有上升，且當流量增加時，NPSHr 數值會再次升高。在中間流量值範圍內 NPSHr 會最低，如圖 11 之右圖所示。



資料來源：(10)

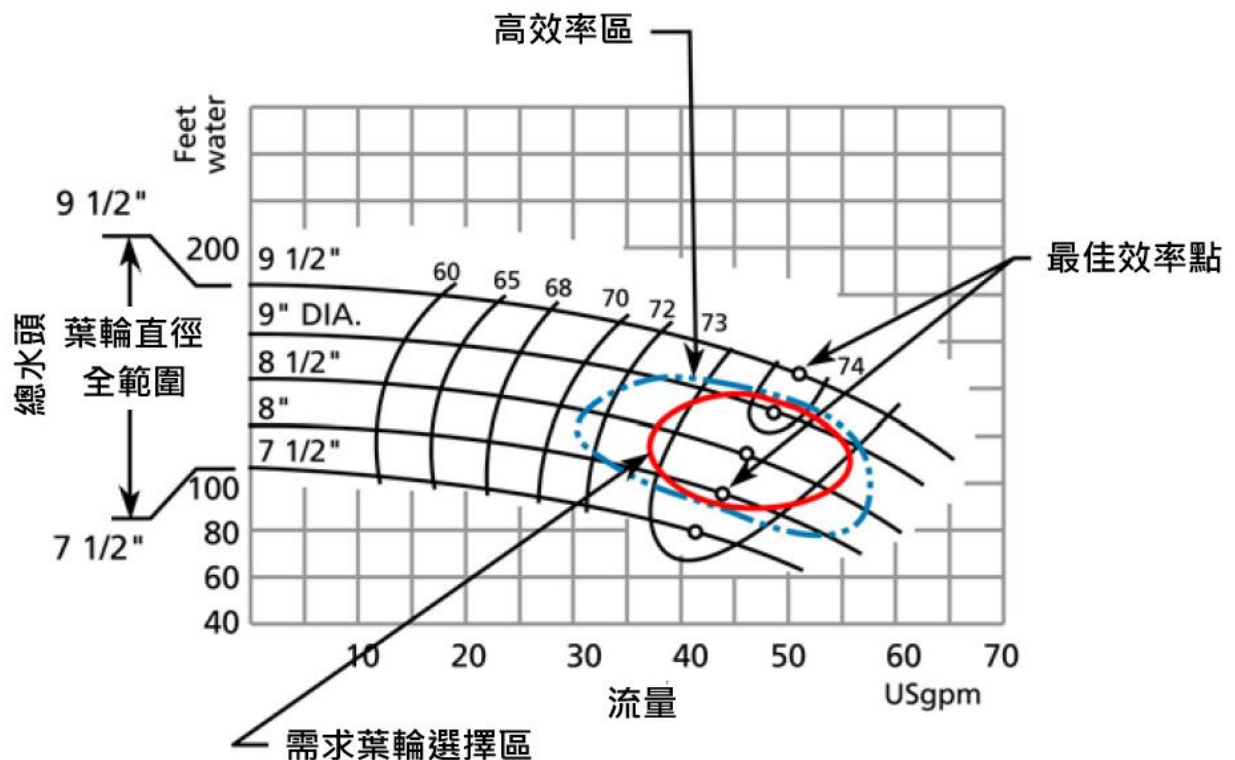
圖 10 一定直徑範圍內的典型抽水機性能曲線



資料來源：(13)

圖 11 不同比速度下葉輪直徑減少與其相對的 NPSHr 提高的關係

如前述圖 8 所示之抽水機性能特性曲線圖顯示了各種不同葉輪直徑卻共用單一之 NPSHr 曲線，而該曲線可能依據設計最大葉輪直徑所測試而得的，由於在選擇抽水機葉輪尺寸時(14)，最好選擇（如果可能）帶有可增加尺寸的葉輪的抽水機，以便將來增加揚程和容量；或者是選擇在將來可以裁減尺寸的葉輪。作為指導原則，選擇抽水機的葉輪尺寸應不大於泵殼葉輪範圍的 1/3 到 2/3，且操作點應位於高效率區域（見圖 12），因此選到的葉輪直徑經常會小於最大葉輪直徑，而由前述 NPSHr 會隨著葉輪直徑的減少而增加的趨勢，可知該選定的葉輪可能會有較大的 NPSHr，因此對於該系統的 NPSHa 就會有較大的需求，此時最妥善的對策應該是諮詢抽水機廠商請其提供必要的設計資料。



資料來源：(14)

圖 12 抽水機需求葉輪選擇區

七、各種抗孔蝕性材料之比較及說明⁽²⁾

抗孔蝕性是指材料承受流體中蒸汽氣泡的形成和內爆引起的侵蝕作用的能力。抗孔蝕力會根據硬度、韌性、延展性以及材料吸收和消散氣泡破裂能量的能力等因素而變化。以下是從最耐孔蝕到最差的耐孔蝕材料的總體排名，以及每個類別的簡要說明：

1. 陶瓷材料

例如：碳化矽 (SiC)、氧化鋁 (Al_2O_3)、氧化鋯 (ZrO_2)

原因：陶瓷具有卓越的硬度和高抗壓強度，使其具有強大的抗孔蝕和磨損能力。在拉應力最小化的應用中，它們的脆性得以減輕。

2. 鈦及鈦合金

例如：Ti-6Al-4V、Ti-6Al-7Nb

原因：鈦合金兼具高強度、優異的韌性與耐腐蝕性。它們吸收能量而不破裂的能力使其能夠有效抵抗孔蝕造成的損壞。

3. 鎳基合金

例如：鎳鎳鐵合金（例如，鎳鎳鐵合金 625、鎳鎳鐵合金 718）、蒙乃爾合金

原因：這些合金具有卓越的強度、韌性和耐腐蝕性，尤其是在惡劣的環境中。它們的微觀結構可以有效消散氣泡破裂產生的能量。

4. 硬化不銹鋼

例如：17-4 PH、13Cr 不銹鋼

原因：透過熱處理，這些不銹鋼可以獲得高硬度和強度，同時保持良好的韌性。與標準不銹鋼相比，這種組合使它們更能抵抗孔蝕。

5. 奧斯田鐵系不銹鋼

例如：304、316、317 不銹鋼

原因：奧斯田鐵系不銹鋼雖然不如硬化不銹鋼堅硬，但具有良好的韌性和耐腐蝕性。它們通常用於中等抗孔蝕性就足夠的應用。

6. 碳鋼

例如：AISI 1045、AISI 4140

原因：碳鋼具有良好的硬度和強度，但與高合金材料相比更容易受到孔蝕損壞。它們較低的耐腐蝕性也會加劇孔蝕效應。

7. 鑄鐵

例如：球墨鑄鐵、灰口鑄鐵

原因：鑄鐵通常韌性較低，在孔蝕應力下更容易發生脆性破壞。它們的微觀結構吸收和消散內爆氣泡能量的能力較差。

8. 聚合物和複合材料

例如：PTFE、UHMWPE、纖維增強複合材料

原因：雖然在高應力孔蝕環境中不常用，但某些聚合物和複合材料可以提供中等阻力。然而，它們通常缺乏嚴重孔蝕條件所需的結構強度。

表 1 是基於實驗研究和經驗數據，所整理的常見材料及其抗孔蝕性的近似相對壽命因子的概括排名。

表 1 常見材料的估計壽命因素

材料	壽命 因素	備註
碳化鎢	15-25	由於硬度極高，因此具有極高的抗孔蝕能力，但由於脆性，在高應力下可能會破裂。
陶瓷（例如碳化矽 氧化鋁）	12-20	由於其硬度而具有高抗孔蝕性，但脆性可能是一個限制。
鎳基合金	10-20	優異的抗孔蝕性能，常用於渦輪機、船用螺旋槳等惡劣環境。
鈦及鈦合金	8-15	由於強度、韌性和耐腐蝕性而具有高壽命係數。
奧斯田鐵系不鏽鋼	6-12	良好的抗孔蝕和腐蝕能力，特別是在流體系統中。
銅合金	4-8	抗孔蝕能力適中，常用於海水應用。
鋁合金	3-6	具有一定的抗孔蝕能力，但不如不銹鋼或青銅耐用
碳鋼	2-4	容易疲勞和腐蝕，限制了其抗孔蝕能力。
鑄鐵	1-3	因脆性而抵抗力差，不適合高孔蝕環境。
聚合物和複合材料	0.5-2	抗孔蝕性能差異很大，但通常低於金屬。

資料來源：(2)

參考文獻

- [1] 內政部國土管理署, 污水處理廠設計及解說 (110 年版增修訂), 中華民國 110 年 11 月。
- [2] 陳伯珍, 水利設備之孔蝕, 淡江大學污水工程設計實務班講義 WW-12-7, 中華民國 113 年 12 月。
- [3] Fitch, E. C., Cavitation Explained and Illustrated, Machinery Lubrication, 2002. 9.
- [4] Carter, J., Water Pump Cavitation, Blog of Absolute Water Pumps, <https://www.absolutewaterpumps.com/blog/water-pump-cavitation/?srsltid=AfmBOopni5jLZUbc0CblgdkDL3XeN7svanHym6glxefuoyEGteVRdN4f>, 2019. 12.
- [5] Elsey, J., Why Cavitation Occurs & Ways to Treat it – Why you should be worried about a few bubbles, Pumps & Systems, <https://www.pumpsandsystems.com/why-cavitation-occurs-ways-treat-it>, 2019. 5.
- [6] Holland Applied Technologies, Cavitation In Centrifugal Pumps- Why It May Sound Like You’ re Pumping Marbles. <https://hollandapt.com/cavitation-in-centrifugal-pumps-why-it-may-sound-like-youre-pumping-marbles/>, 2013. 11
- [7] U.S. Department of Energy and the Hydraulic Institute ,. Improving Pumping System Performance: A Sourcebook for Industry, 2006. 5.
- [8] Caldwell, Chris, Cavitation Causes, Prevention & More. Submersible Wastewater Pump Association. <https://www.pumpsandsystems.com/cavitation-causes-prevention-more>, 2022. 9.
- [9] Wertzberger M., Cavitation: A Sign of an Inadequate Pump or System Design. Pumps & Systems, <https://www.pumpsandsystems.com/cavitation-sign-inadequate-pump-or-system-design>. 2023. 8.
- [10] Honeywell, J., Why NPSHr Change with Impeller Diameter? <https://www.jmcampbell.com/tip-of-the-month/2011/02/why-nps-hr-changes-with-impeller-diameter/>. 2011. 2.
- [11] Elsey, J., NPSHr Doesn’ t Play by the Rules. Pumps & Systems, <https://www.pumpsandsystems.com/nps-hr-doesnt-play-rules>. 2024. 1.
- [12] Michael Smith Engineers Ltd., Useful information on NPSH. <https://www.michael-smith-engineers.co.uk/resources/useful-info/nps-h>.
- [13] Konno, D. and Yamada, Y., Does Impeller Affect NPSHR? Proceedings of The First International Pump Symposium. Turbomachinery Laboratories, Department of Mechanical Engineering, Texas A&M University. 1984
- [14] Uploaded by Rahmat Alfin Nur, Pump Fundamentals , 4. CENTRIFUGAL PUMP SELECTION, SIZING, AND INTERPRETATION OF PERFORMANCE CURVES.

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

第 11 屆第 7 次理監事聯席會議紀錄

壹、時 間：中華民國 114 年 1 月 18 日上午 11 時

貳、地 點：台北天成大飯店（台北市中正區忠孝西路一段 43 號）

參、出席人員：理事—林威安、黃啓明、張天益、劉敏信、張耿榕、
黃義雄、蕭友琳、范綱智、黃福全、周奮興、
林永欽

監事—楊基振、高信福、林清洲、曾寶山、范振國

肆、缺席人員：（無）

伍、請假人員：理事—許甫豪、徐永郎、王朝民

陸、列席人員：（無）

柒、主 持 人：林理事長威安

捌、記 錄：洪忻妍

玖、報告事項：

一、第 11 屆第 6 理監事會提案決議執行情形

提案 1	
案由	113 年 1-9 月收支決算表提請理事會審議、監事會監察。
決議	照案通過。
內政部備查	無意見。
工程會意見	涉及技師法部分同意備查。
提案 2	
案由	113 年度資產負債表提請理事會審議、監事會監察。
決議	照案通過。
內政部備查	無意見。
工程會意見	涉及技師法部分同意備查。
提案 3	
案由	114 年度預算表提請理事會審議、監事會監察。
決議	照案通過。

內政部備查	無意見。
工程會意見	涉及技師法部分同意備查。
提案 4	
案由	114 年度工作計畫提請理事會審議、監事會監察。
決議	照案通過。
內政部備查	無意見。
工程會意見	涉及技師法部分同意備查。

二、工作報告：

1. 會議（參閱下表）

日期	出席者	召開單位	會議名稱
113 年 10 月 24 日	林理事永欽	環境部 環境管理署	113 年環境保護技師簽證 查核標準作業程序研討暨 精進策略交流會議。

2. 水污核章件數：

113 年共 345 件（截至 12 月 31 日止）

114 年共 7 件（截至 1 月 10 日止）

3. 有關本會名稱遭不明人士冒用，於工商平台註冊詢價接案網站，本會業已於 114 年 1 月 8 日將澄清聲明函送內政部、環境部環境管理署、行政院公共工程委員會及各地方公會。

壹拾、 討論提案：

提案 1・提案人：理事長

案由：113 年度收支決算表（如附件一）提請理事會審議、監事會監察。

決議：修正後通過。

提案 2・ 提案人：理事長

案由：113 年度資產負債表（如附件二）提請理事會審議、監事會監察。

決議：修正後通過。

提案 3・ 提案人：理事長

案由：113 年度現金出納表（如附件三）提請理事會審議、監事會監察。

決議：照案通過。

提案 4・ 提案人：理事長

案由：113 年度基金收支表（如附件四）提請理事會審議、監事會監察。

決議：照案通過。

提案 5・ 提案人：理事長

案由：有關國內外技師相互認許議題（詳附件五），提請討論。

決議：支持國內外技師相互認許，並配合中國工程師學會進行後續研商。

提案 6・ 提案人：理事長

案由：修正「技師執行水污染簽證業務查核作業規範」及「技師執行水污染簽證業務查核作業規範」執行辦法（如附件六）。

說明：本會執行技師查核之依據「技師執行水污染簽證業務查核作業規範」及「技師執行水污染簽證業務查核作業規範」執行辦法分別於 110 年、111 年修正，後因環境部於 113 年 5 月 16 日發布「環境部環境管理署環境保護技師簽證查核標準作業程序」原半年查核一次修訂為每年查核一次，及 111 年 1 月 3 日該部致函本會請落實自律管理，持續加強執行環境工程師簽證查核作業，確保環境工程技師簽證品質等情事（如附件七）。另依本會實施本辦法已經六年，部分條文內容或有修正必要，乃提案本辦法修正草案於本次理監事會討論，經議決後實施。

決議：修正後通過。

提案 7・ 提案人：理事長

案由：114 年度會員代表大會相關事項，提請審議。

決議：本會開會時間訂於 114 年 7 月 5 日，會議地點配合台灣省環境工程技師公會辦理。

壹拾壹、散會

台灣省環境工程技師公會

第 13 屆第 3 次理監事聯席會議紀錄

壹、時間：中華民國 114 年 1 月 18 日上午 10 時

貳、地點：台北天成大飯店（台北市中正區忠孝西路一段 43 號）

參、出席人員：理事長－劉敏信

常務理事－張天益、高信福

理事－林清洲、王志遠、林玉青、黃福全、陳俊明、

林威安、黃啓明、曾寶山、吳慶龍、范振國

監事－楊基振、范綱智、王凱中、周奮興

肆、缺席人員：理事－吳昭宏

伍、請假人員：理事－許定華

監事－彭文良

陸、列席人員：（無）

柒、主 持 人：劉理事長敏信

捌、記 錄：洪忻妍

玖、報告事項

（一）第 13 屆第 2 次理監事會提案決議執行情形

提案 1	
案由	113 年度 1 月至 9 月經費收支提請審議。
決議	照案通過。
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查
提案 2	
案由	114 年度預算提請審議。
決議	照案通過。
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查
提案 3	
案由	114 年度工作計畫提請理事會研議。
決議	學術委員會訂定之講習會講師費取消單次費用，改為 3,000 元/小時（車馬費另計），其他委員會工作計畫照案通過。
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查

提案 4	
案由	新入會會員名冊提請理事會審核。
決議	照案通過。
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查
提案 5	
案由	評鑑委員會組織簡則修正草案提本次理監事會審議。
決議	結論一：經出席理監事過半數投票表決，未通過修正草案。 結論二：因提案人撤銷提案，故不予討論。
內政部備查	無意見
工程會意見	涉及技師法部分同意備查

(二) 會員繳費紀錄：截至 114 年 1 月 16 日止，繳交 114 年度常年會費者 559 人。

(三) 工作報告：

1. 委託案件

2. 各委員會工作報告

	日期	委託/召開 /來函單位	事由	說明
審查	113/10/16	台南市政府水利局	「海悅建設股份有限公司—新市區新北段 0162 地號等 1 比店鋪、集合住宅新建工程」專用下水道審查作業案	黃義雄技師協審
	113/10/18	台南市政府水利局	「和都建設有限公司、森景實業股份有限公司—鹽水區鹽水段 1628-1、1628-0113 ~1628-0133 地號等 22 筆集合住宅新建工程」專用下水道變更設計審查作業案	黃義雄技師協審
	113/10/30	台南市政府水利局	協助事業用戶放事業廢污水水質超標輔導改善事宜	黃義雄技師協審

	日期	委託/召開 /來函單位	事由	說明
	113/10/30	台南市政府水利局	「國家住宅及都市更新中心—新營區長勝段 70-01 地號等 1 筆台南市興營區長勝好室社會住宅新建統包工程」專用下水道審查作業案	黃義雄技師協審
	113/11/5	台南市政府水利局	「寶家建設股份有限公司—善化區善新段 100 地號、新市區營新段 4 地號等 2 筆店舖、集合住宅新建工程」專用下水道變更設計審查作業	黃義雄技師協審
	113/11/8	台南市政府水利局	「和都建設有限公司—鹽水區鹽水段 1628-1、1628-0113 ~1628-0133 地號等 22 筆集合住宅新建工程」專用下水道第 2 次變更設計審查作業	黃義雄技師協審
	113/11/21	台南市政府水利局	「志竣建設股份有限公司—東區竹蒿厝段 4270、4275、4275-1、4277、4281、4282 地號等 6 筆店舖、集合住宅新建工程」專用下水道審查作業案	黃義雄技師協審
	113/11/29	台南市政府水利局	「國家住宅及都市更新中心—東區新都心段 70、71 地號等 2 筆台南市東區新都心段社會住宅新建統包工程」專用下水道審查作業案	黃義雄技師協審
	113/12/5	內政部國家公園署金門國家公園管理處	「金寧鄉古寧頭段 563 地號新建集合住宅」污水接管竣工申請案	高常務理事信福協審

	日期	委託/召開 /來函單位	事由	說明
	113/12/12	台南市政府水利局	「國家住宅及都市更新中心－仁德區崁腳北段 1268、1261-2、1267、1267-1、1269、1269-1、1375、1375-1 地號等 8 筆裕忠居社會住宅新建工程」專用下水道審查作業案	黃義雄技師協審
	113/12/24	台南市政府水利局	「城居建設股份有限公司－善化區善化段 0330-0001、0349~0352、0363-0001、0769 地號等 7 筆店舖、集合住宅」專用下水道審查作業案	黃義雄技師協審
	113/12/24	內政部國家公園署金門國家公園管理處	「金門縣金寧鄉古寧頭段 563 地號新建集合住宅」污水接管竣工申請案	高常務理事信福協審
	113/12/30	屏東縣政府	「屏東縣健康產業園區」－「污水處理及放流工程」	林理事威安、周監事奮興、曾理事寶山出席
法規	113/10/24	環境部環境管理署	「113 年度環境保護技師簽證查核標準作業程序研討會議」	劉理事長敏信、許理事定華出席
學術	113/11/12	11311-12 會訊	側流水捷徑除氮方法的努力與挑戰簡介 －蔣守銘技師、陳伯珍技師	
			污水處理廠脫水濾液磷結晶效能提升之研究 －中央大學秦維潔、莊順興教授	

	日期	委託/召開 /來函單位	事由	說明
學術	114/1/10	11401-02 會訊	利用複合型吸附劑同時吸附水中不同類型的污染物：以層狀複合金屬氫氧化物與碳球為例－趙煥平教授、張晉璋研究員	
			小區域空污陳情事件之智慧溯源追蹤系統 (TrkAI) 開發與測試 －江舟峰技師、余雅芳經理	
			低能耗生活污水全回收探討－實廠節能與結晶回收氮磷技術案例－藍家齊董事、張鎮南教授	

3. 會務

(1) 第 13 屆第 4 次理監事會時間暫定於 114 年 4 月 19 日（六）召開。

壹拾、提案討論

提案 1・ 提案人：理事長

案由：113 年度收支決算表（如附件一）提請理事會審議、監事會監察。

決議：修正後通過。

提案 2・ 提案人：理事長

案由：113 年度資產負債表（如附件二）提請理事會審議、監事會監察。

決議：修正後通過。

提案 3・ 提案人：理事長

案由：113 年度現金出納表（如附件三）提請理事會審議、監事會監察。

決議：照案通過。

提案 4・ 提案人：理事長

案由：113 年度基金收支表（如附件四）提請理事會審議、監事會監察。

決議：照案通過。

提案 5・ 提案人：理事長

案由：113 年度財產目錄（如附件五）提請理事會審議、監事會監察。

決議：照案通過。

提案 6・提案人：審查委員會

案由：新入會會員名冊提請理事會審核。

說明：執業技師 4 名、營造業技師 10 名，共 14 名，名單如下。

類別	技師姓名	會籍編號	執業機構／受聘公司
執業技師	翁宗男	1154	香港商艾奕康股份有限公司台灣分公司
	鄭景智	1229	上準環境科技股份有限公司
	陳五權	1450	中興工程顧問股份有限公司
	陳俊琳	1452	台灣世曦工程顧問股份有限公司
營造業技師	鄭國華	0072	光御營造股份有限公司
	馮慧玲	0231	中聯營造有限公司
	許銘任	0418	崙亞營造有限公司
	鍾建宏	0775	式澳營造有限公司
	吳榮忠	0834	榮福股份有限公司
	涂瑞宏	0985	森陽營造有限公司
	劉冠群	1085	更新實業股份有限公司
	江玄政	1101	煌利營造工程有限公司
	林志毅	1309	捷陞營造有限公司
	顏坤隆	1451	詮禾工業有限公司

決議：照案通過。

提案 7・提案人：審查委員會

案由：退會會員名冊提請理事會審核。

說明：共 1 名，如退會會員名冊卷宗檔。

決議：照案通過。

提案 8・提案人：理事長

案由：114 年度會員大會相關籌辦事宜，提請討論。

說明：1. 114 年度會員大會擬於 7 月 5 日舉行。

2. 會議與餐會地點：臺大醫院國際會議中心。

3. 出席費 700 元（親自出席者）。

4. 遠程會員車資補助。

5. 臨時工作人員。

決議：修正後通過。

提案 9・提案人：理事長

案由：本會吳理事昭宏過世，將遞補理事。

說明：將於內政部核備後發文黃振倉技師通知到任，自 114 年 4 月理監事聯席會議起出席。

決議：照案通過。

提案 10・提案人：理事長

案由：有關國內外技師相互認許議題（詳附件六），提請討論。

決議：支持國內外技師相互認許，將配合中國工程師學會進行後續研商。

提案 11・提案人：理事長

案由：辦公室投影機購置相關事宜。

說明：辦公室投影機年限已至，將請黃理事福全協助推薦品項及後續安裝事宜。

決議：照案通過。

壹拾壹、散會