

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

高鹼水應用於污水處理可行性評估

Feasibility Evaluation of High Alkali Water Used in Sewage

Treatment

林元馨

Yuen-Shing Lin

指導教授：洪耀明 博士

Advisor: Yao-Ming Hong, Ph.D.

中華民國 109 年 6 月

June 2020

南 華 大 學

永續綠色科技碩士學位學程

碩 士 學 位 論 文

高 鹼 水 應 用 於 污 水 處 理 可 行 性 評 估

Feasibility evaluation of high alkali water used in sewage treatment

研 究 生：林元春

經 考 試 合 格 特 此 證 明

口 試 委 員：林裕益

林文熙

洪耀明

指 導 教 授：洪耀明

系 主 任 (所 長)：洪耀明

口 試 日 期：中 華 民 國 109 年 6 月 13 日

誌謝

古人云:學無止盡，當時接到局上長官的電話來去讀書吧。從畢業後進入職場多年了，再次拿起書本又是另外一種體驗與心情。這次論文研究之所以可以順利完成，首先要感謝負責指導我的專題教授洪耀明老師，有他的指導與教誨，並提供我討論研究方向，受益匪淺。

口試期間承蒙口試委員 洪耀明指導教授、林文賜教授、林裕益助理教授，細心指正並提供寶貴的建議，使本論文更加完善，在此致上深深的謝意。

讀碩士班的期間，家庭相處時間減少，感謝妻子的支持與鼓勵，讓我無憂慮的完成學業。另感謝本班同學洪明振、吳惠君、平民、梁瑞真及張麗慧，互相勉勵與關懷，因為有你們，讓我在研究生涯中添加繽紛色彩與歡笑的回憶。謝謝你們!

最後，向愛護關心我的人致上最深的謝意，這份成果呈獻給你們。

摘要

為確保防治水源被不肖業者污染，為保護水源環境生態，改善人類生活環境，增進國民健康，工業區或非工業區廠商，排放廢（污）水於地面水體者，應符合放流水標準。污水廠為處理工廠類別產生之廢水，加上環保法規國家放流水水質管控加嚴，若能將廢水處理成本降低，氨氮、化學需氧量及重金屬濃度降低處理為污水處理廠目前最急尋降低加藥成本，可有效增加污水處理廠的效益，目前國內污水廠使用 NaOH 調整廢污水的酸鹼質及去除重金屬的藥劑，降低藥劑處理費方法紛紛出現。

本研究利用將純淨原水，使用直流電進行電氣分解，在兩槽電極版增加電壓電流，電極兩端會將水表面分子分解，在負電極板端產生氫氧化離子(OH⁻)，正離子及水容氫會增加，而製造出酸鹼值高 pH 值的水，當 H⁺濃度小於 OH⁻水液呈鹼性，稱為高鹼水。高鹼度離子水加入廢污水以提高廢污水酸鹼值，在酸鹼值 9.0 的廢水中離子水 OH 基與氨氮及銅反應結合後以達去除效果。因此降低廢水汙染物質濃度，使水質達到國家放流水水質標準。

關鍵詞：高鹼水、氨氮、銅離子

ABSTRACT

In order to ensure the prevention and control of water pollution by unscrupulous operators, and to protect the environment of the water source, improve human living environment, and improve national health, manufacturers in industrial or non-industrial areas who discharge waste (sewage) water to surface water bodies should meet the standards of discharge water. Sewage plants are the treatment of waste water generated by the types of plants. In addition, environmental protection laws and regulations of national discharge water quality are tightened. If wastewater treatment costs can be reduced, ammonia nitrogen, chemical oxygen demand, and heavy metal concentration reduction are the most urgently sought reductions in sewage treatment plants. The cost of dosing can effectively increase the efficiency of the sewage treatment plant. At present, domestic sewage plants use NaOH to adjust the acidity and alkalinity of the waste water and the reagents to remove heavy metals.

In this study, the pure raw water was decomposed using direct current to increase the voltage and current in the two-slot electrode plate. The molecules on the surface of the water will be decomposed at both ends of the electrode, and hydroxide ions (OH^-), positive ions and water will be generated at the end of the negative electrode plate. Hydrogen capacity will increase, and the water with high pH value is made, when the H^+ concentration is less than OH^- water, the liquid is alkaline, called high alkali water. High alkalinity ionized water is added to the waste water to increase the pH value of the waste water. In the wastewater with a pH value

a pH value of 9.0, the ionized water OH group reacts with the ammonia nitrogen and copper to achieve the removal effect. Therefore, the concentration of pollutants in waste water is reduced, so that the water quality meets the national discharge water quality standards.

Keywords: Super alkaline ionized water, ammonia nitrogen, copper ion

目 錄

誌謝	I
摘要	II
ABSTRACT	III
目錄	V
圖目錄	VIII
表目錄	IX
第一章 前言	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的	1
1.3 本文組織	1
第二章 文獻回顧	3
2.1 工業區廢水介紹	3
2.2 銅特性介紹及去除	3
2.2.1 化學銅特性	3
2.2.2 化學銅處理方法	4
2.2.3 游離銅特性	5
2.2.4 游離銅處理方法	6
2.3 氨氮去除	7

2.3.1 氨氮處理方法	7
2.3.2 氨氮特性	9
2.4 氨氮及銅離子去除添加物	9
2.4.1 高鹼性水	9
2.4.2 鹼液(NAOH)	9
2.5 國家放流水標準	9
第三章 研究方法	11
3.1 實驗流程	11
3.2 實驗設備	12
3.3 實驗設計與方法	16
第四章 結果與討論	17
4.1 試驗分析	17
4.1.1 原水試驗條件	17
4.1.2 試劑使用量比較	17
4.1.3 銅去除率	18
4.1.4 氨氮去除率	20
4.2 成本費用分析	21
4.3 用量與去除方式分析	22
4.3.1 用量分析	22

4.3.2 去除方式分析	22
第五章 結論與建議	24
5.1 結論	24
5.2 建議	25
參考文獻	26
附錄 1 調整廢水至 pH9 之使用量	28
附錄 2 高鹼水銅去除率	29
附錄 3 高鹼水氨氮去除率	30
附錄 4 NaOH 銅去除率	31
附錄 5 NaOH 氨氮去除率	32
附錄 6 試劑成本比較表	33
附錄 7 高鹼水製造機規格	34

圖目錄

圖 1.1 本文之研究架構圖	2
圖 3.1 實驗流程.....	12
圖 3.2 離子機內部構造.....	13
圖 3.3 攪拌機	13
圖 3.4 pH.....	14
圖 3.5 定量器	14
圖 3.6 分光光度機.....	15
圖 3.7 金屬檢測機.....	15
圖 4.1 高鹼水銅去除率	19
圖 4.2 NaOH 銅去除率.....	19
圖 4.3 高鹼性水氨氮去除率	20
圖 4.4 NaOH 氨氮去除率.....	21

表目錄

表 2.1 管制項目與限值.....	10
表 4.1 原水水質範圍.....	17
表 4.2 試劑使用量比較.....	18
表 4.3 銅去除率比較.....	18
表 4.4 氨氮去除率比較.....	20
表 4.5 試劑成本分析.....	22

第一章 前言

1.1 研究動機

污水廠為處理工廠類別產生之廢水，加上環保法規國家放流水水質管控加嚴，若能將廢水處理成本降低，氨氮、化學需氧量及重金屬濃度降低處理為污水處理廠目前最急尋降低加藥成本，可有效增加污水處理廠的效益，近年出現高鹼水酸鹼值為 pH 13，因此超鹼值特性來代替 NaOH 液鹼以達到降低處理成本。

1.2 研究目的

本研究氨氮去除方式為投加化學藥劑 NaOH 酸鹼值調整 PH8~9，藥劑中的有效成分使之與氨氮及銅反應，變成無毒無害的氣體揮發及銅污泥沉澱物，達到去除氨氮及銅的效果。污水廠用 NaOH 調整酸鹼值 8~9 間距，其操作方式都以定量加藥機輸入廢水處理槽，由於液鹼 NaOH 單價每年調漲，因此若能將廢水處理成本降低，可有效增加污水處理廠的效益。

本研究透過比較超鹼性水及 NaOH 提高廢水至 pH9.0，所需用量，以計算使用成本，及分析高鹼水及 NaOH 去除廢水氨氮及銅之比率，來評估何者較合適作為廢水處理用藥。

1.3 本文組織

依研究重點本文分成六章如圖 1.1 所示，各章簡述如下。

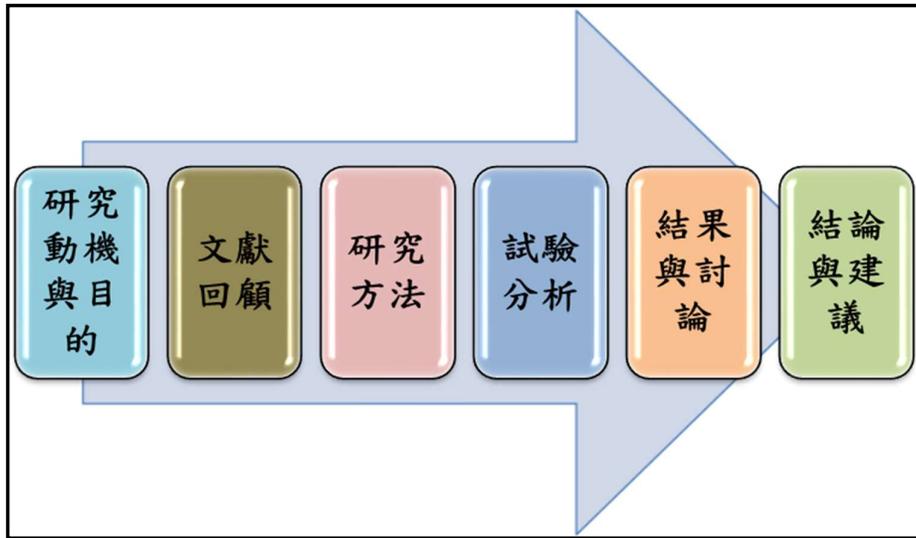


圖 1.1 本文之研究架構圖



第二章 文獻回顧

本章收集重金屬及氨氮去除方式，及國家放流水標準，作為研究方法之依據，分述如下：

2.1 工業區廢水介紹

工業區內廠商有電鍍業、染整業、PCB 軟板硬板業，本次研究方向以電鍍業及 PCB 軟板硬板業為研究討論行業。其污染性為重金屬及氨氮。

2.2 銅特性介紹及去除

污水處理廢水裡氮 (NH_3) 或銨 (NH_4^+)。廢水中的銅是指以銅 (Cu^+)。

2.2.1 化學銅特性

黃銘川 1990 污水處理收集處理化學銅廢水，具有兩個胺基與四個羧基，共有六個配位基可與金屬離子鍵結，為一強螯合劑，利用氮上的未共用電子對及酸基與金屬離子利用配位基結合，形成錯化合物或鉗合物類。

其廢水中含乙二胺四乙酸組成，其學名為乙二胺四乙酸，型態為無色結晶，其分子量約 292.25 g/mol，為常用的有機螯合劑。稍為會溶於水中，加熱到 240°C 分解。化學銅無法加入藥劑氫氧化鈉去除因為含有螯合劑，在工業區內廠商都是個別收集後處理可想而之對於環境的危害相當嚴重。

2.2.2 化學銅處理方法

<1>光解法

Franz Gunter Kari(1995)光具備有能量，當化學銅受到光照射後陽光照強度約 800 w/hr/m^2 ，分子中電子被光激發，具有足夠的能量，使分子發生均裂。分子的光解法構成了產生游離基的一個重要方法，許多游離基的反應可在光的作用下發生。

<2>鋁催化還原法

利用金屬鋁電正性且氧化還原電位較銅高的特性作為替換金屬，Ph-11 的環境中沉下鋁金屬會釋放出電子，將電陰性的銅離子獲得 2 個電子還原為金屬銅。於化學銅廢液中添加金屬鋁進行氧化還原反應，經電荷交換後使銅離子還原成金屬銅，Ph-11 液體基氫氧化鋁而金屬鋁則逐漸溶解為錯合離子，以達到去除之效果。在氧化還原過程會釋放出大量氫氣虛有強大對流的通風設備或是空曠通風地方，避免造成危害。

<3>鈣鹽沉澱法

利用鈣離子與螯合鍵結能力較銅離子來的強且穩定的原理所發展出來的。在處理化學銅廢液時，添加鈣鹽並調整水中酸鹼值至 11.5 以上，鈣離子會取代銅離子位置與而取代出之銅離子則與水中氫氧根離子形成氫氧化銅沉澱。

<4>還原法

利用強還原劑將廢水中污染金屬還原。但常造成廢水管路阻塞以硼氫化鈉為例，理論上 1 莫耳的硼氫化鈉可將 4 莫耳的二價金屬離子還原成元素態金屬，利用此原理將硼氫化鈉加入化學銅廢液中，可將廢液中銅離子還原成金屬銅沉積。然在實際操作中發實際用量較理論值為低，其原因為化學銅廢液中含有甲醛，

甲醛可將銅離子還原成金屬銅所致。

<5>鐵置換法

其原理與鋁置換法類似，係利用鐵或亞鐵離子與乙二胺四乙酸螯合能力較銅離子強且穩定特性進行置換。將乙二胺四乙酸與重金屬離子螯合後再添加鐵或亞鐵離子進行置換，使銅離子游離出來後再添加鹼劑調整酸鹼值至 9 以上，使水中銅離子或過量的鐵離子與氫氧根離子結合形成氫氧化物沉澱。

<6>氧化法

一般分為化學、物理、生物等 3 種氧化法，Fenton 氧化程序或雙氧水或臭氧等排列組合處理，其原理係利用臭氧或 UV 光解後形成氫氧自由基，漂白水、氯、臭氧等一般常使用的強氧化劑或利用高級氧化程序將螯合劑破壞，使水中重金屬游離後再予以去除。

<7>電解氧化法

此方法可區分為 2 種。

直接氧化：係利用陽極的電子轉移來氧化及破壞污染物，因此有機污染物須吸附在陽極上方可進行氧化，故質傳為直接氧化最重要的因子。

間接氧化：取決於廢水中電解質的強弱，較不需受質傳的限制，且輔助用的電解質於電解反應中可循環再利用，故有機污染物在低濃度時可能較直接氧化來的佳。

2.2.3 游離銅特性

汙水廠常見處理含銅廢液如電鍍廢水、蝕刻酸性廢液。

<1>電鍍廢水

將要電鍍物品鍍上金屬複合物、重金屬及貴重金屬，其負電及板掛上將電鍍物品而正電極板掛上欲鍍上金屬或金屬液。通常會有含銅廢液、氰化複合物及螯合銅廢液。

<2>蝕刻廢水

其表面處理或電鍍 FPCB 軟板電子業金屬鍍品利用酸性腐蝕液將不要金屬鍍面去除。會產生含金屬廢液，高濃度金屬廢液具備回收再利用但是低濃度廢液是污水處理重點項目。

2.2.4 游離銅處理方法

<1>化學沉澱

化學沉澱法主要用於處理含金屬離子或者含磷的工業廢水，主要原理就是向工業廢水中投加某些化學物質，使其與水中溶解雜質反應生成難溶鹽沉澱，因而使廢水中溶解雜質濃度下降而部分或大部分被去除的廢水處理方法。資料來源：(經濟部工業局工程技術研討會論文集，2001 年 11 月)對於化學沉澱需要注意兩個概念：其一是溶度積的概念，需要注意其為一常數，其二是沉澱劑的實際用量一般為理論用量的 1.2~1.5 倍。化學沉澱常用的藥劑一般分為氫氧化物、硫化物、鉍鹽等，對於氫氧化物常用的藥劑為石灰，一般適用於濃度較低不回收金屬的廢水。如果廢水濃度高，欲回收金屬時則宜採用氫氧化鈉。對於硫化物來說，金屬硫化物的溶度積小於金屬氫氧化物的溶度積，所以去除重金屬的效果更佳，常用於處理含汞廢水。鉍鹽沉澱法主要用於處理含六價鉻廢水，並且需要有適宜的 pH。對於除磷來說，化學沉澱也是一種常用的方法，主要採用投加高價金屬離子鹽來實現(石灰、鐵鹽、鋁鹽)。資料來源：(塗山環保 <https://kknews.cc/zh->

tw/news/mpyy3p9.html 工業廢水中銅離子處理方法)。

<2>電解

電解的原理就是電解質溶液在直流電流的作用下，發生電化學反應，這個過程稱為電解，與電源負極相連的電極稱為陰極，與電源正極相連的電極稱為陽極。陰極附近發生還原反應，陽離子得到電子，陽極附近發生氧化反應，陰離子失去電子。利用電解原理來處理廢水的方法稱為電解法，可以對廢水進行氧化處理、絮凝處理或者氣浮處理。

<3>離子交換

是利用多孔性、附著及電荷酸種作用達到提純效果，廣泛應用於純水製程。

2.3 氨氮去除

污水處理廢水中的氨氮是指以氨 (NH_3) 或銨 (NH_4^+) 在 pH9 時水中游離銨轉變成穩定水溶氨。可用物理、生物及化學去除方式。

2.3.1 氨氮處理方法

<1>空氣吹脫和蒸氣氣提法

在 pH 值調整至 10.8 至 11.5 環境做用下用吹氮塔的氣壓設備同時通入大量空氣，溫度的增加，氣提的效果愈佳使廢汗水內氨氮由水相轉換成氣體入周界大氣，因此減低並去除氨氮。一般均也可在吹氮塔內加藥例如硫酸與氨氮結合厚達回收效果。資料來源：(唐存宏財團法人台灣產業服務基金會工業廢水氨氮處理概述)。

<2>化學沉澱法

此法是利用 NH_4^+ 的某些複鹽具有難溶於水的特性，經由選擇投加適當的離子以產生這些複鹽會結合氨氮形成結晶物後沉澱，達到去除作用。

一般均使用複鹽正常比 鎂：磷：氮 = 1.3：1：1。

<3>離子交換法

是利用多孔性、附著及電荷酸種作用達到提純效果，廣泛應用於純水製程。離子有帶正電及負電，則是帶負電的離子互相交換。也有兩性離子交換劑可讓陰、陽離子同時交換。而在混床中能同時有效的進行交換陰、陽離子的交換。混床包括了陰、陽離子交換樹脂，或由處理過的溶液通過幾種不同的離子交換材料所製造出來。離子交換是一種可逆反應，且離子交換劑可洗去過多的離子使之再生、重複使用。脫氮過程是選用對氨氮有強力吸附過濾的電荷聚合物而除去廢水中有害離子的方法。

<4>折點加氯法

把氯氣或氯錠及次氯酸複合物液加入廢污水內，其當加入含氯藥劑時氯與氨氮會相互作用反應，氨氮數值會漸漸歸零，當測得游離氯增加時，該點稱為折點，且加藥藥劑為氯又稱為氯化折點。將氯氣與氨反應生成無害的氮氣。

<5>生物脫氮方法

(蔡若琳,2009)在工業及畜牧業廢水處理中利用好氧反硝化菌同時也是厭氧硝化菌，直接進行反硝化反應，達到除氮效果。6.電析法優點是其處理時間短、效率佳、占地空間小、不會產生污泥及其他廢棄物問題。一個電解槽內含陽極板、陰極板、電解質，在電解質中充滿了陽離子和陰離子，在通入電量後在電解槽內

即開始對電解質進行電解，過程中電解質中的陽離子向陰極板靠近，陰離子向陽極板靠近，在電極板附近因離子吸收或是釋出電子而生成氣體或是金屬。資料來源:李宗彥,「利用電化學去除水中硝酸鹽之研究」,逢甲大學環境工程與科學學系,(2013)。

2.3.2 氨氮特性

在廢水中主要有二種型態(無機氮和有機氮)。無機氮包括氨態氮(簡稱氨氮)、硝態氮。氨氮包括游離氨態氮以及銨鹽態氮，當 pH 值在 8 以下時， NH_3 的比例最大不超過 5%，只有在 pH 值大於 9.0 時， NH_3 才占據主導地位。

2.4 氨氮及銅離子去除添加物

2.4.1 高鹼性水

將純淨原水，使用直流電進行電氣分解，在兩槽電極版增加電壓電流，電極兩端會將水表面分子分解，在負電極板端產生氫氧化離子(OH^-)，正離子及水容氫會增加，而製造出酸鹼值高 pH 值的水，當 H^+ 濃度小於 OH^- 水液呈鹼性，稱為高鹼水。資料來源：<https://www.superaquaholding.com/>

2.4.2 鹼液(NaOH)

氫氧化鈉是一種強鹼，溶水性高有腐蝕及脫水會有放熱效果屬於危險物品。資料來源:維基百科

2.5 國家放流水標準

為確保防治水源被不肖業者污染，為保護水源環境生態，改善人類生活環境，增進國民健康，工業區或非工業區廠商，排放廢(污)水

於地面水體者，應符合放流水標準。廠商在設置工廠前須先取得當地縣市政府環保局許可證後才可排放廢污水，否則都屬非法排放廢水將開罰。經濟部工業開發工業區，有科學園區和石油化學專區及其他工業專區，以其他工業專區為最多，各適用範圍訂定放流水項目及限值。資料來源:行政院全球資訊網法規資料庫。

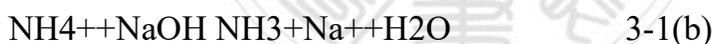
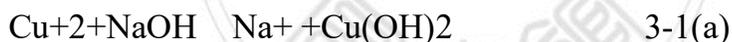
表 2.1 管制項目與限值

管制項目	上限值
生化需氧量	30
化學需氧量	100
懸浮固體	30
真色色度	550
錳	0.1
鎳	0.1
鉬	0.1
銅	3
氨氮	100

第三章 研究方法

3.1 實驗流程

廢水中銅及氨氮濃度之化學反應如式 3-1(a)及(b)所示，本研究分析高鹼水去除廢水中氨氮及銅濃度可行性評估，試驗流程如圖 3.1，基於氨氮及銅去除率與酸鹼度相關，因此首先採用超鹼性離子高 pH 特性，加入廢水以提升 500cc 廢水酸鹼度到 pH9.0，計算所需高鹼水體積及廢水中氨氮去除率，同時另以液鹼(NaOH)加入 500cc 廢水酸鹼度到 pH9.0 及超鹼性離子高 pH 特性，加入廢水以提升 500cc 廢水酸鹼度到 pH9.0，計算所需高鹼水體積及廢水中銅去除率，同時另以液鹼(NaOH)加入 500cc 廢水酸鹼度到 pH 9.0，計算所需消耗液鹼(NaOH)用量及廢水中銅去除率，然後比較兩種藥劑 PH 變化、用藥量及氨氮及銅去除率進行高鹼水可行性評估。



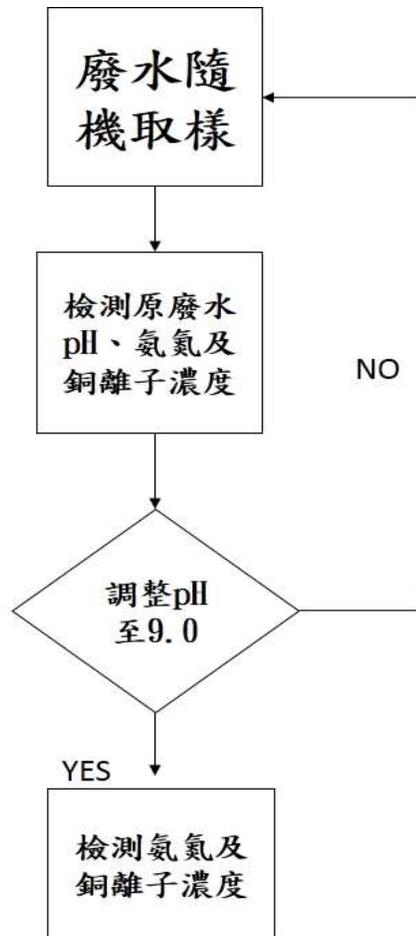


圖 3.1 實驗流程

3.2 實驗設備

本研究採用設備說明如下：

<1>超鹼性離子機

高鹼性離子機是將純淨原水，使用直流電進行電氣分解，在兩槽間的電壓越強，則水在電極的表面會被電分解，在陰極端產生氫氧化離子(OH⁻)，陽離子及溶解氫會增加，而生成 pH 值 12.5 的水，因為溶氫的水的 pH 值呈鹼性，礦物質呈離子化，稱為高鹼水。本次研究利用高鹼水提申廢水 pH 值。

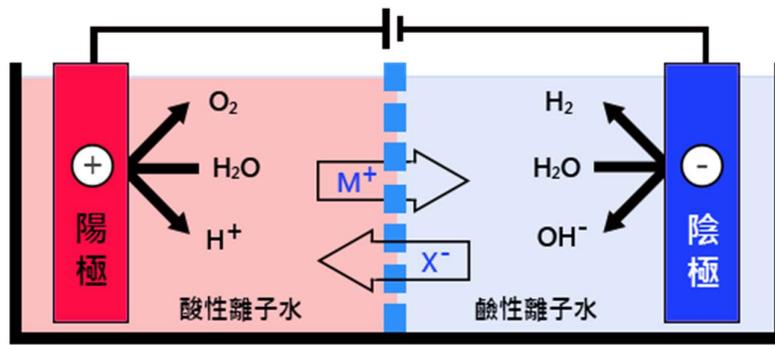


圖 3.2 離子機內部構造

資料來源: <https://www.superaquaholding.com/>

<2>攪拌機 (功能:加藥均勻並加速反應時間)



圖 3.3 攪拌機

<3>pH 檢測機 (功能:準確量測)



圖 3.4 pH

<4>定量器 (功能:準確加藥用量及縮短加藥時間)



圖 3.5 定量器

<5>分光光度機



圖 3.6 分光光度機

<6>金屬檢測機



圖 3.7 金屬檢測機

3.3 實驗設計與方法

不同時間點在污水廠調勻池處理單元隨機取 30 組廢水各 1500cc，檢測各組廢原水 pH、氨氮、銅離子後各組取 500cc 添加 45%液鹼及 500cc 添加鹼性離子水，將 pH 調整至 9 後紀錄用藥量推算加藥費用及檢測氨氮、銅離子。在藥劑用藥量取得後算出 2 種藥劑成本進行可行性評估。

<1>銅離子濃度：火焰式原子吸收光譜法 (NIEA W306.55A)

此法利用火焰光譜機：使用放射性燈管照射檢測樣品後所得到波長或霧化氣吸收分析增幅數據得樣品濃度(mg/L)。以下為算得廢水樣品之濃度：

$$\text{廢水樣品濃度 (mg/L)} = A \times (V_1/V)$$

A：波長照射元素濃度 (mg/L)。

V₁：處理後最終體積 (mL)。

V：原水樣體積 (mL)。

資料來源:環保署環境檢驗所 EPA.gov.tw

<2>酸鹼度(pH)：電極法 (NIEA W424.53A)

測得廢水中氫離子濃度精油電極感知棒傳到置控制電腦換算成 Ph 值。資料來源:環保署環境檢驗所 EPA.gov.tw

<3>氨氮濃度：氨選擇性電極法 (NIEA W446.52C)

廢水調整酸鹼值 pH 值大於 11，游離性氨氮全部變成溶解性氨氮，透過電極的傳導取得電位差，經電腦換算成濃度值。資料來源:環保署環境檢驗所 EPA.gov.tw

第四章 結果與討論

4.1 試驗分析

4.1.1 原水試驗條件

不同時間點在污水廠調勻池處理單元隨機取 30 組廢水各 1500cc，檢測各組廢原水 pH、氨氮、銅離子後各組取 500cc 添加 45%液鹼及 500cc 添加鹼性離子水，將 pH 調整至 9 後紀錄用藥量推算加藥費用及檢測氨氮、銅離子。在藥劑用藥量取得後算出 2 種藥劑成本進行可行性評估。原水水質範圍如表 4.1，詳細數據詳附錄 1。

表 4.1 原水水質範圍

分析項目	原水範圍		
	最大	最小	平均
pH	3.9	2.7	3.2
氨氮 (mg/L)	690	44	140.1
銅離子 (mg/L)	75	22.5	44.5

4.1.2 試劑使用量比較

將原水調整至 pH9.0，所需試劑用量如表 4-2 所示，其中含 NaOH40%溶劑 (ML)為 0.14ml，高鹼水(ML)為 20.84ml，平均 NaOH 用量為高鹼水之 0.85%。詳細資料如附件 1 所示。

表 4.2 試劑使用量比較

試 劑	平均用量	最大用量	最小用量
含 NaOH40%溶劑 (ML)	0.14	0.23	0.09
高鹼水 (ML)	20.84	42.23	8.53

單位：ml

4.1.3 銅去除率

比較 NaOH 及高鹼水之銅去除率如表 4.3 所示。說明差異性，以何者較佳？差異百分比。

表 4.3 銅去除率比較

試 劑	平均去除率	最大去除率	最小去除率
含 NaOH40%溶劑 (ML)	-90.68%	-95.23%	-82.00%
高鹼水 (ML)	-89.48%	-95.20%	-81.87%

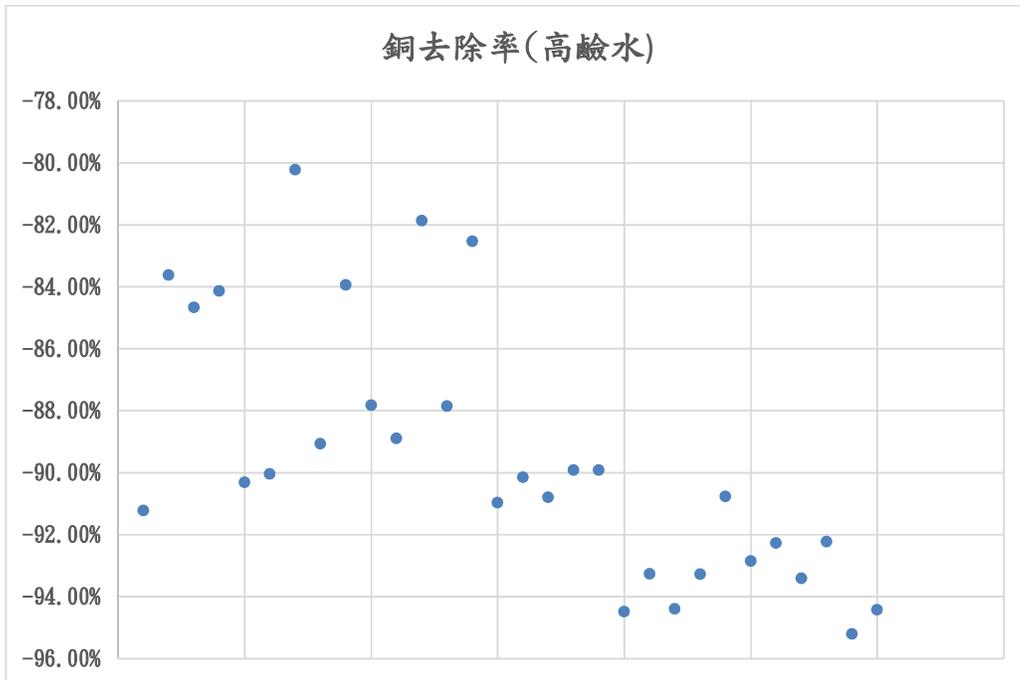


圖 4.1 高鹼水銅去除率

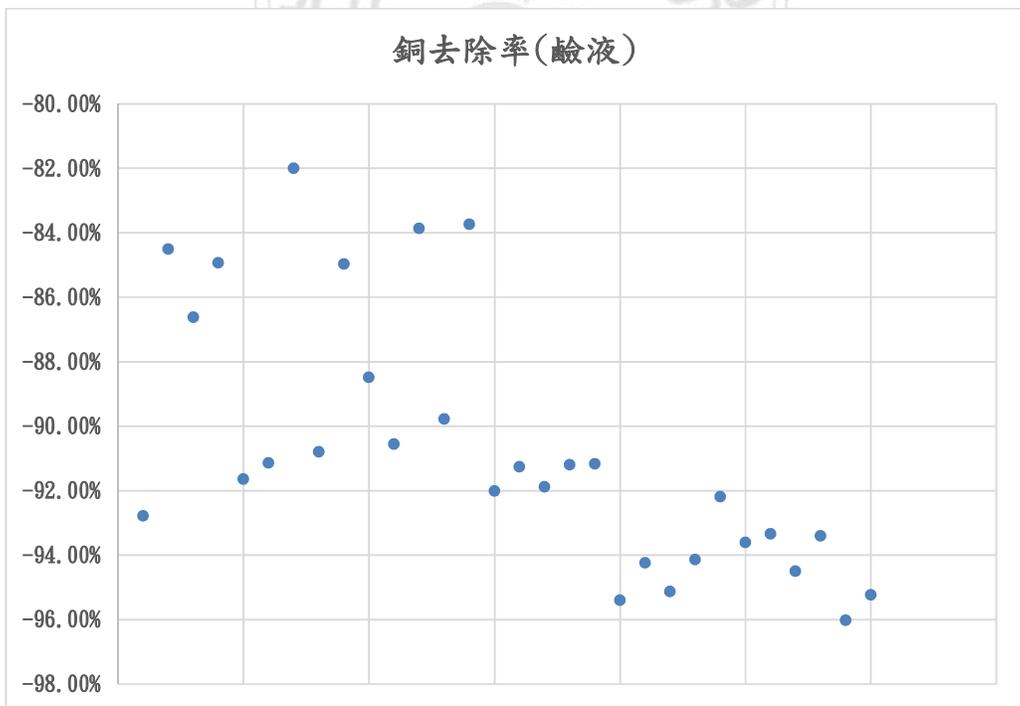


圖 4.2 NaOH 銅去除率

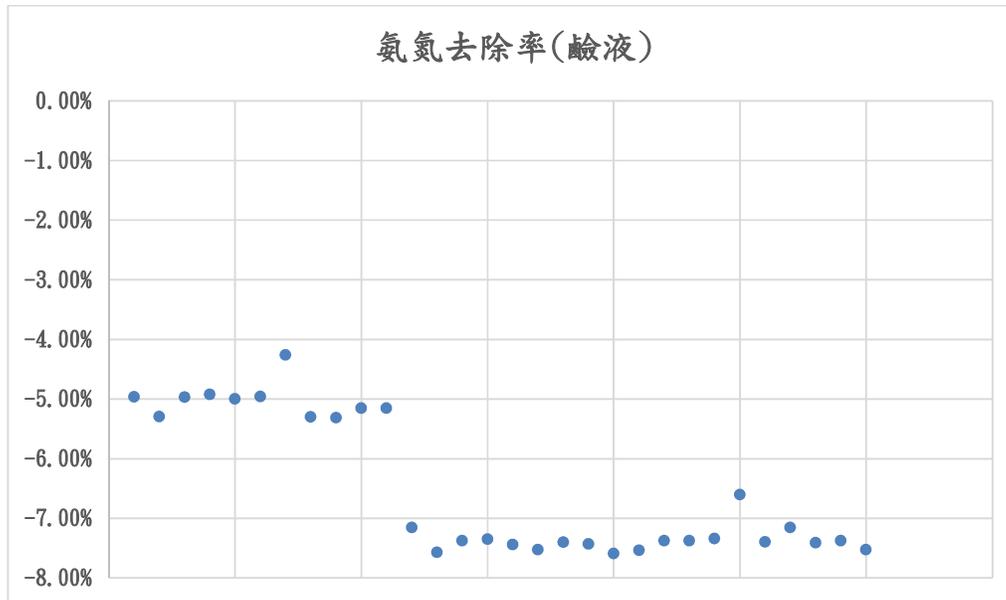


圖 4.4 NAOH 氨氮去除率

4.2 成本費用分析

工業區購買 NAOH 合約價格為 1 公升 10 元。鹼性離子水每小時出水 160 公升，僅分析其設備、用電成本如下：

<1>小時設備成本

依據附錄 7。設備為 NT.750,000，以 5 年總共 43800 小時持續出水，則每小時為 17.12 元。

<2>用電成本

設備用電為 1500W/hour，工業區用電費 1000W/hour 為 2 元，故設備用電成本為 3 元/hour。

合計設備及用電成本，每小時為 20.12 元，每公升費用 $20.12/160=0.13$ 元/公升。

比較用量如下表 4.5 所示，NAOH 成本為高鹼水之 62.4%。詳細比較如附錄 5 所示。

表 4.5 試劑成本分析

試 劑	平均費用	最高費用	最低費用
含 NaOH40%溶劑 (ML)	1.44	2.30	0.87
高鹼水 (ML)	2.71	5.49	1.11

4.3 用量與去除方式分析

4.3.1 用量分析

工業用鹼性離子水利用 pH 檢測機檢測值為 13.5。濃度 40%鹼液所推算得數值為 pH 為 15.2 濃度 40%鹼液 NaOH 比重為 1.482，莫耳濃度體積程式算法如下：

每 1000cc 溶液重 $1.482 \times 1000 = 1482$ g，鹼液推算得 1482×0.4 含有鹼重 592.8g，經查鹼液的當量莫耳為 40 故推算得鹼液的莫耳濃度為 592.8 除 40 得 14.82 M。 $[H^+] = K_w / [OH^-]$ 接下來再換算解離常數，經查水的解離為 $1e-14$ ，故酸鹼值 = 解離常數 $1e-14$ 除莫爾濃度 14.82 得到數值 $-\log(6e-15)$ 轉換數值等於 15.2，經由上數據分析得鹼度與用藥量成反比。

4.3.2 去除方式分析

<1>氮氣：

以及銨鹽態氮，當 pH 值在 8 以下時， NH_3 的比例最大不超過 5%，只有在 pH 值大於 9.0 時， NH_3 才占據主導地位。

本次研究是吹氮處理過程省去吹氮塔設備調整酸鹼值，檢測是否具有去除氮氮的效果，但主要目的是鹼性離子水是否可代替液鹼可行性探討。

<2>銅離子：

(1)離子水有很多的 OH 基並酸鹼值達 9.0 時游離銅會化合為安定的氫氧化銅，以達到去除銅離子效果。(2)液鹼利用氧化還原反應：活性大的元素取代活性小的元素，使活性小的元素和氧脫離，稱為氧化還原反應(又稱置換)。活性的大小：鉀>鈉>鈣>鎂>鋁>碳>鋅>鉻>鐵>錫>鉛>氫>銅>汞>銀>鉑>金。



第五章 結論與建議

5.1 結論

污水廠調勻池處理單元隨機取廢水 30 組，檢測各組廢原水 pH、氨氮、銅離子後各組添加 45%液鹼及添加鹼性離子水，將 pH 調整至 9 後紀錄用藥量，將原水調整至 pH9.0，所需試劑用量如表 4-2 所示，其中含 NAOH40%溶劑 ML)為 0.14ml，高鹼水(ML)為 20.84ml，平均 NAOH 用量為高鹼水之 0.85%比較 NAOH 及高鹼水之銅去除率，銅去除率比較含 NAOH40%溶劑為-90.68%、高鹼水為-89.48%。NAOH 及高鹼水之氨氮去除率，含 NAOH40%溶劑-6.51%、高鹼水-7.66%。

成本費用分析:工業區購買 NAOH 合約價格為 1 公升 10 元。鹼性離子水每小時出水 160 公升，僅分析其設備、用電成本如下。<1>小時設備成本為設備價格 NT.750,000，以 5 年總共 43800 小時持續出水，則每小時為 17.12 元。<2>用電成本設備用電為 1500W/hour，工業區用電費 1000W/hour 為 2 元，故設備用電成本為 3 元/hour。合計設備及用電成本，每小時為 20.12 元，每公升費用 $20.12/160=0.13$ 元/公升。比較用量得 NAOH 成本為高鹼水之 62.4%。

工業用鹼性離子水利用 pH 檢測機檢測值為 13.5。濃度 40%鹼液比重為 1.482，莫耳濃度體積程式算法得 pH 數值等於 15.2。經由上數據分析得鹼度與用藥量成反比。

去除方式分析<1>氨氮：以及銨鹽態氮，當 pH 值在 8 以下時，NH₃ 的比例最大不超過 5%，只有在 pH 值大於 9.0 時，NH₃ 才占據主導地位。本次研究是吹氮處理過程省去吹氮塔設備調整酸鹼值，結果去除氨氮的效果不彰。<2>銅離子：離子水有很多的 OH 基並酸鹼值達 9.0 時游離銅會化合為安定的氫氧化銅，以達到去除銅離子效

果。〈2〉液鹼利用氧化還原反應：活性大的元素取代活性小的元素，使活性小的元素和氧脫離，稱為氧化還原反應(又稱置換)。活性的大小：鉀>鈉>鈣>鎂>鋁>碳>鋅>鉻>鐵>錫>鉛>氫>銅>汞>銀>鉑>金。

液鹼與高鹼水用藥比利為 1:100 其成本分析 10 元:13 元，高鹼水也需純水製造且因藥液體積多會增加環保署徵收環境水污染整治費。故高鹼水代替液鹼用於污水理廠處理污水目前條件下是不可行。

高鹼水調整 pH 對於氨氮去除效果無顯著，需增加吹氮設備。但是對於銅去除有明顯效果達 89%。

5.2 建議

高鹼水用於污水處理方向待鹼度提高、設備價格下降或液鹼單位價格提高才施行代替，其高鹼水有高氧化、皂化作用，可用於去除農藥及去油脂方向研究。

參考文獻

1. 黃銘川 1990。
2. Franz Gunter Kari(1995)
3. 周志豪 (2005) “利用超音波與電化學法處理螯合性含銅廢水”，碩士論文，私立朝陽科技大學環境工程與管理系，台中。
4. 塗山環保工業廢水中銅離子處理方法 <https://kknews.cc/zh-tw/news/mpyy3p9.html>。
5. 唐存宏財團法人台灣產業服務基金會工業廢水氨氮處理概述 <https://proj.ftis.org.tw/eta/epaper/PDF/ti105-2.pdf>
6. 紀長國氨氮廢水處理技術之實務應用 <http://www.epza.gov.tw>。
7. 蔡若琳，氨氧化細菌的特性及新式生物脫氮技術之探討，國立中山大學生物科學系在職專班碩士論文，(2009)。
8. 郭莎莎、張培玉、曲洋等，高鹽廢水生物處理研究進展與可行性分析，四川環境，2009，28(3):85—88。
9. 陳美妙、莊順興，2013，工業區污水處理廠溶解性有機物去除特性探討，碩士論文，朝陽科技大學環境工程與管理系。
10. 黃政賢，1997，「污水工程」，高立圖書有限公司。
11. 傅崇德、何鴻哲、葉金明、王成財，1999，「工業水污」，染防治高立圖書有限公司。
12. 印刷電路板製造業廢棄物資源化案例彙編，工業污染防治技術服務團，中華民國八十五年五月。
13. 印刷電路板製造業廢棄物之回收與處理，工業污染防治報導，Vol.8，No.85，p1-3，1995年4月20日。
14. 邵國書、陳松壁、劉騰凌、吳健、陳曉旻，印刷電路板工廠廢水改善實例介紹，工業污染防治，第21期，1987年1月。

15. 朱昱學，改善電路板工廠廢水處理系統降低處理成本，工業污染防治報導，第 150 期，民國 89 年 9 月。
16. 朱昱學，改善電路板工廠廢水處理系統降低處理成本（下），工業污染防治報導，第 151 期，民國 89 年 10 月。
17. 陳元慶、林淙敏、王振豐、張嫻女，印刷電路板至作用硫酸/雙氧水蝕刻液的回收處理及其資源化之現況，工業污染防治季刊，第 59 期，民國 85 年 7 月。
18. 廖文祥、李世強、張啟答，印刷電路板製造業建置環境管理系統實例介紹，1997 工程實務技術研討會。
19. Tripod Technology Corporation，[http://www.tripod-tech.com.tw/c_tripod/Environment Protect .asp](http://www.tripod-tech.com.tw/c_tripod/Environment%20Protect.asp)
20. 85 年度電路板業廢水污泥與廢板邊料之特性分析及處理處置方案評估專案綜合報告，經濟部工業局污染防治技術服務團，1996 年 6 月。
21. 工業局污染防治技術服務團，「印刷電路板水污染防治技術」，1993 年 3 月。
22. 環保署檢驗所 <https://www.epa.gov.tw/nica/6793F52F9E4C7A88>
23. 高鹼水製造機 [https:// bli-technos.co.jp/](https://bli-technos.co.jp/)

附錄 1 調整廢水至 pH9 之使用量

組別	含 NaOH40%溶劑 ML)				高鹼水(ML)				用量比 (b)/(a)
	第一組	第二組	第三組	平均(a)	第一組	第二組	第三組	平均(b)	
1	0.23	0.22	0.23	0.23	41.6	41.8	41.5	41.63	0.54%
2	0.1	0.1	0.1	0.10	9.1	9.3	9	9.13	1.09%
3	0.1	0.11	0.11	0.11	9.6	9.8	9.5	9.63	1.11%
4	0.11	0.11	0.11	0.11	10.1	10.3	10	10.13	1.09%
5	0.09	0.09	0.08	0.09	8.5	8.7	8.4	8.53	1.02%
6	0.09	0.09	0.09	0.09	8.7	8.9	8.6	8.73	1.03%
7	0.23	0.23	0.23	0.23	42.2	42.4	42.1	42.23	0.54%
8	0.22	0.22	0.22	0.22	41.2	41.4	41.1	41.23	0.53%
9	0.09	0.09	0.09	0.09	8.6	8.8	8.5	8.63	1.04%
10	0.1	0.11	0.11	0.11	9.8	10	9.7	9.83	1.08%
11	0.09	0.09	0.09	0.09	8.8	9	8.7	8.83	1.02%
12	0.21	0.21	0.2	0.21	38.6	38.8	38.5	38.63	0.53%
13	0.22	0.2	0.22	0.21	40	40.2	39.9	40.03	0.53%
14	0.23	0.23	0.23	0.23	40.3	40.5	40.2	40.33	0.57%
15	0.22	0.22	0.22	0.22	38.5	38.7	38.4	38.53	0.57%
16	0.11	0.11	0.11	0.11	12.1	12.3	12	12.13	0.91%
17	0.11	0.11	0.11	0.11	12.1	12.3	12	12.13	0.91%
18	0.22	0.23	0.23	0.23	39.1	39.3	39	39.13	0.58%
19	0.11	0.11	0.11	0.11	14.3	14.5	14.2	14.33	0.77%
20	0.09	0.09	0.09	0.09	10.2	10.4	10.1	10.23	0.88%
21	0.12	0.13	0.12	0.12	9.8	10	9.7	9.83	1.25%
22	0.22	0.22	0.22	0.22	30.8	31	30.7	30.83	0.71%
23	0.22	0.22	0.22	0.22	42.1	42.3	42	42.13	0.52%
24	0.11	0.11	0.11	0.11	9.9	10.1	9.8	9.93	1.11%
25	0.1	0.11	0.1	0.10	9.6	9.8	9.5	9.63	1.07%
26	0.09	0.11	0.1	0.10	9.6	9.8	9.5	9.63	1.04%
27	0.1	0.1	0.1	0.10	9.15	9.3	9	9.15	1.09%
28	0.17	0.17	0.17	0.17	38.1	38.3	38	38.13	0.45%
29	0.1	0.1	0.11	0.10	13.1	13.3	13	13.13	0.79%
30	0.09	0.09	0.09	0.09	8.6	8.8	8.5	8.63	1.04%

附錄 2 高鹼水銅去除率

組別	原廢污水銅(mg/L)	第 1 次 檢測	第 2 次 檢測	第 3 次 檢測	平均數	標準差	去除率
1	30.0	2.6	2.8	2.5	2.6	0.2	-91.22%
2	45.4	7.4	7.6	7.3	7.4	0.2	-83.63%
3	25.0	3.8	4.0	3.7	3.8	0.2	-84.67%
4	50.0	7.9	8.1	7.8	7.9	0.2	-84.13%
5	37.5	3.6	3.8	3.5	3.6	0.2	-90.31%
6	42.5	4.2	4.4	4.1	4.2	0.2	-90.04%
7	30.0	5.9	6.1	5.8	5.9	0.2	-80.22%
8	25.0	2.7	2.9	2.6	2.7	0.2	-89.07%
9	55.0	8.8	9.0	8.7	8.8	0.2	-83.94%
10	75.0	9.1	9.3	9.0	9.1	0.2	-87.82%
11	30.0	3.3	3.5	3.2	3.3	0.2	-88.89%
12	25.0	4.5	4.7	4.4	4.5	0.2	-81.87%
13	22.5	2.7	2.9	2.6	2.7	0.2	-87.85%
14	50.0	8.7	8.9	8.6	8.7	0.2	-82.53%
15	48.0	4.3	4.5	4.2	4.3	0.2	-90.97%
16	45.0	4.4	4.6	4.3	4.4	0.2	-90.15%
17	46.0	4.2	4.4	4.1	4.2	0.2	-90.80%
18	42.0	4.2	4.4	4.1	4.2	0.2	-89.92%
19	40.0	4.0	4.2	3.9	4.0	0.2	-89.92%
20	55.0	3.0	3.2	2.9	3.0	0.2	-94.48%
21	48.0	3.2	3.4	3.1	3.2	0.2	-93.26%
22	63.0	3.5	3.7	3.4	3.5	0.2	-94.39%
23	54.0	3.6	3.8	3.5	3.6	0.2	-93.27%
24	35.0	3.2	3.4	3.1	3.2	0.2	-90.76%
25	62.0	4.4	4.6	4.3	4.4	0.2	-92.85%
26	47.0	3.6	3.8	3.5	3.6	0.2	-92.27%
27	43.0	2.8	3.0	2.7	2.8	0.2	-93.41%
28	48.0	3.7	3.9	3.6	3.7	0.2	-92.22%
29	57.0	2.7	2.9	2.6	2.7	0.2	-95.20%
30	58.0	3.2	3.4	3.1	3.2	0.2	-94.43%
總平均去除率							-89.48%

附錄 3 高鹼水氮氮去除率

組別	原廢污水氮 氮(mg/L)	第 1 次 檢測	第 2 次 檢測	第 3 次 檢測	平均數	標準差	去除率
1	276.0	262.8	249.7	256.2	256.2	6.57	-7.16%
2	690.0	656.9	624.1	640.5	640.5	16.42	-7.18%
3	100.0	94.1	89.4	91.7	91.7	2.35	-8.25%
4	44.0	41.6	39.5	40.6	40.6	1.04	-7.82%
5	60.0	56.8	54.0	55.4	55.4	1.42	-7.70%
6	80.0	75.7	71.9	73.8	73.8	1.89	-7.74%
7	79.0	76.2	72.4	74.3	74.3	1.91	-5.96%
8	200.0	190.4	180.9	185.6	185.6	4.76	-7.18%
9	106.0	100.9	95.9	98.4	98.4	2.52	-7.19%
10	65.0	61.9	58.8	60.4	60.4	1.55	-7.15%
11	75.0	71.4	67.8	69.6	69.6	1.79	-7.18%
12	77.0	71.7	70.3	70.9	70.9	0.72	-7.86%
13	58.0	54.0	52.9	53.4	53.4	0.55	-7.87%
14	113.0	105.2	109.0	104.1	106.1	2.57	-6.11%
15	155.0	144.3	141.4	142.8	142.8	1.45	-7.85%
16	211.0	196.4	192.5	194.4	194.4	1.97	-7.85%
17	49.0	45.6	44.7	45.1	45.1	0.46	-7.88%
18	122.0	113.6	111.3	112.4	112.4	1.14	-7.85%
19	131.0	122.0	119.5	120.7	120.7	1.23	-7.85%
20	125.0	116.3	114.0	115.2	115.2	1.15	-7.87%
21	127.0	118.2	115.8	117.0	117.0	1.20	-7.87%
22	123.0	114.5	112.2	113.3	113.3	1.15	-7.86%
23	144.0	134.0	131.2	132.7	132.6	1.40	-7.89%
24	145.0	134.9	132.2	133.6	133.6	1.35	-7.89%
25	148.0	137.7	135.0	136.4	136.4	1.35	-7.86%
26	163.0	151.7	147.8	150.0	149.8	1.96	-8.08%
27	143.0	133.1	130.4	131.8	131.8	1.35	-7.86%
28	142.0	132.2	129.5	130.8	130.8	1.35	-7.86%
29	123.0	114.5	112.2	113.3	113.3	1.15	-7.86%
30	128.0	116.2	116.2	116.1	116.2	0.06	-9.24%
總平均去除率							-7.66%

附錄 4 NAOH 銅去除率

組別	原廢污水銅 (mg/L)	第 1 次 檢測	第 2 次 檢測	第 3 次 檢測	平均數	標準差	去除率
1	30.0	2.2	2.2	2.1	2.2	0.1	-92.78%
2	45.4	7.0	7.1	7.0	7.0	0.1	-84.51%
3	25.0	3.4	3.3	3.3	3.3	0.1	-86.62%
4	50.0	7.5	7.5	7.6	7.5	0.1	-84.93%
5	37.5	3.2	3.1	3.1	3.1	0.1	-91.64%
6	42.5	3.8	3.7	3.8	3.8	0.1	-91.14%
7	30.0	5.5	5.4	5.3	5.4	0.1	-82.00%
8	25.0	2.3	2.3	2.3	2.3	0.0	-90.80%
9	55.0	8.4	8.2	8.2	8.3	0.1	-84.97%
10	75.0	8.7	8.6	8.6	8.6	0.1	-88.49%
11	30.0	2.9	2.8	2.8	2.8	0.1	-90.56%
12	25.0	4.1	4.0	4.0	4.0	0.1	-83.87%
13	22.5	2.3	2.3	2.3	2.3	0.0	-89.78%
14	50.0	8.3	8.1	8.0	8.1	0.2	-83.73%
15	48.0	3.9	3.8	3.8	3.8	0.1	-92.01%
16	45.0	4.0	3.9	3.9	3.9	0.1	-91.26%
17	46.0	3.8	3.7	3.7	3.7	0.1	-91.88%
18	42.0	3.8	3.7	3.6	3.7	0.1	-91.19%
19	40.0	3.6	3.5	3.5	3.5	0.1	-91.17%
20	55.0	2.6	2.5	2.5	2.5	0.1	-95.39%
21	48.0	2.8	2.7	2.8	2.8	0.1	-94.24%
22	63.0	3.1	3.0	3.1	3.1	0.1	-95.13%
23	54.0	3.2	3.1	3.2	3.2	0.1	-94.14%
24	35.0	2.8	2.7	2.7	2.7	0.1	-92.19%
25	62.0	4.0	3.9	4.0	4.0	0.1	-93.60%
26	47.0	3.2	3.1	3.1	3.1	0.1	-93.33%
27	43.0	2.4	2.4	2.3	2.4	0.1	-94.50%
28	48.0	3.3	3.2	3.0	3.2	0.2	-93.40%
29	57.0	2.3	2.3	2.2	2.3	0.1	-96.02%
30	58.0	2.8	2.7	2.8	2.8	0.1	-95.23%
總平均去除率							-90.68%

附錄 5 NAOH 氨氮去除率

組別	原廢污水 氨氮 (mg/L)	第 1 次 檢測	第 2 次 檢測	第 3 次 檢測	平均數	標準差	去除率
1	276.0	261.9	262.8	262.2	262.3	0.46	-4.96%
2	690.0	654.8	650.1	655.5	653.5	2.94	-5.29%
3	100.0	94.9	95.2	95.0	95.0	0.15	-4.97%
4	44.0	41.8	41.9	41.8	41.8	0.06	-4.92%
5	60.0	56.9	57.1	57.0	57.0	0.10	-5.00%
6	80.0	75.9	76.2	76.0	76.0	0.15	-4.96%
7	79.0	75.8	76.1	75.0	75.6	0.57	-4.26%
8	200.0	189.8	188.4	190.0	189.4	0.87	-5.30%
9	106.0	100.6	99.8	100.7	100.4	0.49	-5.31%
10	65.0	61.7	61.5	61.8	61.7	0.13	-5.15%
11	75.0	71.2	70.9	71.3	71.1	0.21	-5.16%
12	77.0	73.2	70.0	71.3	71.5	1.58	-7.16%
13	58.0	55.1	52.0	53.7	53.6	1.55	-7.57%
14	113.0	107.4	102.0	104.7	104.7	2.68	-7.38%
15	155.0	147.3	140.0	143.6	143.6	3.63	-7.35%
16	211.0	200.5	190.0	195.4	195.3	5.23	-7.44%
17	49.0	46.6	44.0	45.4	45.3	1.28	-7.53%
18	122.0	115.9	110.0	113.0	113.0	2.95	-7.40%
19	131.0	124.5	118.0	121.3	121.3	3.23	-7.43%
20	125.0	118.8	112.0	115.8	115.5	3.38	-7.59%
21	127.0	120.7	114.0	117.6	117.4	3.33	-7.54%
22	123.0	116.9	111.0	113.9	113.9	2.92	-7.38%
23	144.0	136.8	130.0	133.4	133.4	3.42	-7.38%
24	145.0	137.8	131.0	134.3	134.4	3.38	-7.34%
25	148.0	140.6	137.0	137.1	138.2	2.05	-6.60%
26	163.0	154.9	147.0	151.0	150.9	3.93	-7.40%
27	143.0	135.9	130.0	132.5	132.8	2.94	-7.16%
28	142.0	134.9	128.0	131.5	131.5	3.45	-7.41%
29	123.0	116.9	111.0	113.9	113.9	2.92	-7.38%
30	128.0	118.8	118.0	118.3	118.4	0.40	-7.53%
平均去除率							-6.51%

附錄 6 試劑成本比較表

NAOH 平均		高鹼水平均		費用比(a)/(b)
用量(ml)	費用(元) (a)	用量(ml)	費用(元) (b)	
0.23	2.27	41.63	5.41	41.88%
0.10	1.00	9.13	1.19	84.22%
0.11	1.07	9.63	1.25	85.17%
0.11	1.10	10.13	1.32	83.50%
0.09	0.87	8.53	1.11	78.13%
0.09	0.90	8.73	1.14	79.27%
0.23	2.30	42.23	5.49	41.89%
0.22	2.20	41.23	5.36	41.04%
0.09	0.90	8.63	1.12	80.19%
0.11	1.07	9.83	1.28	83.44%
0.09	0.90	8.83	1.15	78.37%
0.21	2.07	38.63	5.02	41.15%
0.21	2.13	40.03	5.20	40.99%
0.23	2.30	40.33	5.24	43.87%
0.22	2.20	38.53	5.01	43.92%
0.11	1.10	12.13	1.58	69.74%
0.11	1.10	12.13	1.58	69.74%
0.23	2.27	39.13	5.09	44.56%
0.11	1.10	14.33	1.86	59.03%
0.09	0.90	10.23	1.33	67.65%
0.12	1.23	9.83	1.28	96.48%
0.22	2.20	30.83	4.01	54.89%
0.22	2.20	42.13	5.48	40.17%
0.11	1.10	9.93	1.29	85.18%
0.10	1.03	9.63	1.25	82.51%
0.10	1.00	9.63	1.25	79.85%
0.10	1.00	9.15	1.19	84.07%
0.17	1.70	38.13	4.96	34.29%
0.10	1.03	13.13	1.71	60.52%
0.09	0.90	8.63	1.12	80.19%

附錄 7 高鹼水製造機規格

World first twin-engine,1.6Ton water circulating type(3.5ton/24h)

Type	KDN-1600
Generation water Alkaline electrolysis water pH12.5~pH13.1	
pH is adjustable by electrolysis circulating time.	
Generation volume	3500L/24h~26h
Main unit rating	AC220V 6A
Main unit weight	180kg
Purification unit rating	AC220V 1500W
Purification unit weight	50kg
Water softener	Main unit 10kg AC100V with transformer.(Salt 1kg/week)
Water supply conditions	Tap water(water pressure 0.1Mp~0.7Mp)
Water inlet	1 male screw
cost	\$25,000 USD

資料來源: <http://bli-technos.co.jp/>

