



工廠行業：	紡織業
應用技術：	採用人工濕地系統處理製鞋廠的含磷廢水的減排項目
資料來源：	清潔生產伙伴計劃示範項目(16D0463)
項目年份：	二零一六年
環境技術服務供應商：	清遠市質量管理協會(qyzlglxh@126.com)

概覽

本文介紹製鞋廠採用人工濕地系統處理含磷廢水的減排項目。工廠原有的污水處理系統一直未能有效去除磷，導致超標排放，因此須尋找新技術。

在本個案中，萬邦（清新）鞋業有限公司（以下簡稱萬邦）主要從事運動鞋的生產。獲清潔生產伙伴計劃資助下，萬邦採用人工濕地系統處理含磷廢水（由廣東弘偉環保科技有限公司提供），以確保出水磷濃度達到排放指標，方便日後廢水回用。項目投入後，磷去除率達92%。由於本項目主要體現環境效益，故沒有回本期。

結果顯示，萬邦採用人工濕地系統處理含磷廢水是具有環境效益的。

技術問題

廠區現有一套廢水處理系統，但除總磷超標外，其餘各水污染物指標均能滿足排放標準的要求。根據工程技術人員的現場勘察結合鞋廠治理的經驗分析，導致總磷處理效果不佳的原因包括：

- 1) 廢水處理系統的厭氧不夠完善，使得聚磷菌未能充分將磷進行釋放，使聚磷菌及其他微生物在好氧硝化段時，對磷的吸收能力大大降低；
- 2) 系統沒有濃縮污泥回流的功能，工藝整體的生物除磷能力不佳；
- 3) 系統長期未進行排泥及污泥脫水外運處理，使得廢水中磷的濃度不斷累積；
- 4) 系統在低負荷運行，生化池中的污泥濃度非常



人工濕地工程現場



人工濕地工程現場



人工濕地

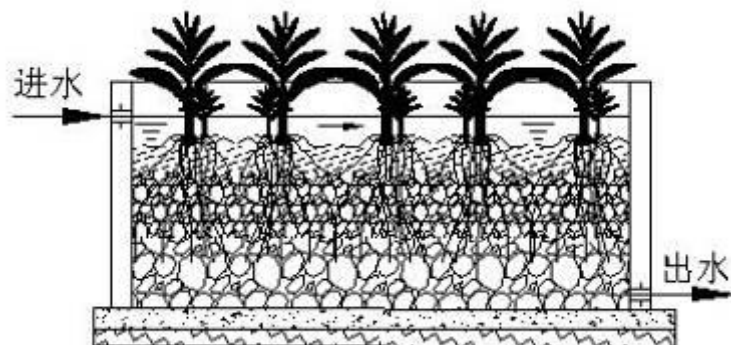


低，無法對磷進行大量的吸收。

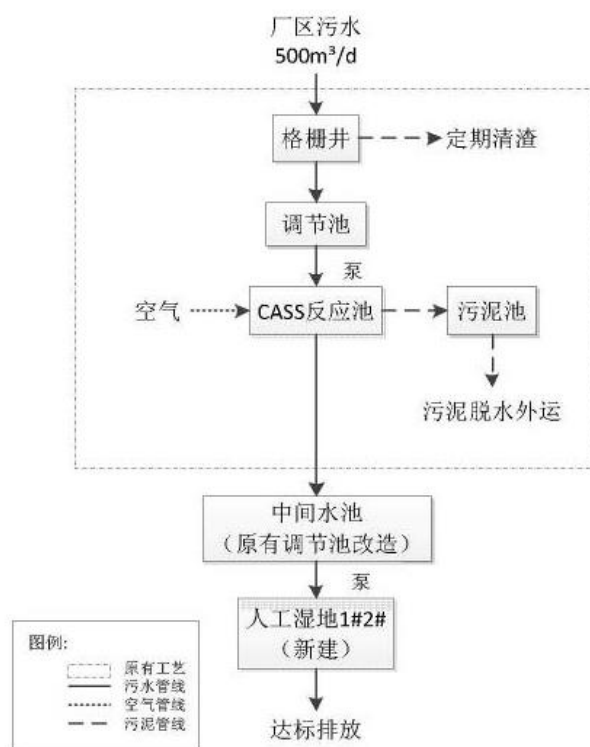
解決方案

本示範項目中，萬邦在原有廢水處理系統增置人工濕地系統，以進一步去除廢水的磷。此人工濕地系統減少了總磷排放和污泥的處理成本，同時減少對環境的影響。

廢水及污泥經由現有的CASS（循環活性污泥系統）技術進行脫硝處理後輸送至人工濕地，在植物、微生物、土壤濾料等綜合作用下，對磷元素進行吸收、吸附，使其轉化為植物或綜合濕地生態系統的一部分，最終通過收割去除，而處理後的廢水排放至市政管網。同時人工濕地還可以進一步降低出水的污染物如COD、NH₃-N以及其他微量元素和重金屬，使出水的水質得到徹底的淨化。本項目所採用的人工濕地為垂直潛流式，水流在填料床中基本上由上向下的垂直流，水流流經床體後被鋪設在出水端底部的集水管收集而向外排出。此人工濕地的處理效率較高，而且落葉及枯萎的植物組織短期內也不會進入濕地系統。對比一般除磷技術如化學除磷法和微生物除磷法，除處理效果穩定，採用人工濕地還有無需動力設備以及無需專人操作及維護等好處。



垂直潛流式人工濕地



工藝流程圖

示範項目簡介

萬邦已於2016年7月26日完成現場安裝，於7月29日完成設測試及系統調試，並於9月完成驗收工作。經實際運作後，設備基本操作正常及符合預期要求。

成效

為了驗證人工濕地系統的成效，萬邦於2016年12月19至20日對進入人工濕地前後的水質進行檢測，結果如下：

項目	人工濕地處理前	人工濕地處理後	去除率
COD≤90 (mg/L)	43	18	58%
懸浮物≤60 (mg/L)	12	8	33%
氨氮≤10 (mg/L)	1.4	1.3	7%
總磷≤0.5 (mg/L)	3.6	0.28	92%
pH	6.98	6.87	—

結果顯示，廢水經人工濕地處理後，顯著減少各水污染物排放濃度，而磷更加低至0.5 mg/L以下，完全滿足《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）二時段一級排放標準的要求。



財務分析

A. 人工濕地的水泵運行費用為：

$2.2\text{kW} \times 24\text{小時} \times 0.8 \text{ 元/kWh} = 42.24 \text{ 元}$ 。

折合每噸污水處理費用： $42.24\text{元} \div 500\text{噸} = 0.084 \text{ 元/噸水}$ 。

B. 人工濕地的後期維護費用為：

暫按5至8年更換一次填料計算，更換的費用為 $550\text{m}^3 \times 200\text{元/m}^3 = 110,000 \text{ 元}$ ，折算每天費用為38元，折合每噸污水處理費用0.076元/噸水。

C. 人工濕地的總運行費用為： $0.084 + 0.076 = 0.16 \text{ 元/噸水}$

D. 化學除磷的綜合費用約為0.50元/噸水，相比起採用化學加藥除磷，人工濕地處理廢水成本明顯較低。由於本項目主要體現環境成效，故沒有顯著的回本期。

環境成效

從監測得知，經人工濕地處理後，總磷由3.6mg/L 降低至0.28mg/L，濃度降低了3.32mg/L，按當天實際處理水量為300噸及每年運行360天計算，每年減少磷排放量： $300\text{噸/天} \times 3.32\text{mg/L} / 1,000 \times 360\text{天} = 358.56\text{kg}$

查詢

香港生產力促進局清潔生產伙伴計劃秘書處

香港九龍達之路78號生產力大樓3樓

電話：(852) 27885588

傳真：(852) 31874532

電郵：enquiry@cleanerproduction.hk

網址：www.cleanerproduction.hk

(本文檔可於清潔生產網站下載：www.cleanerproduction.hk)

聲明

本文中所示範的設備或技術其成效只代表在本項目條件下的表現，並不表示使用在其他工廠或不同條件時會有相同的效果。此外，本文提及的設備、技術及環境技術服務供應商等並不表示是香港特區政府及香港生產力促進局所認可，對任何因使用該設備、技術或服務供應商而引致或涉及的損失，香港特區政府及香港生產力促進局概不承擔任何義務、責任或法律責任。此外，類似的設備、技術及服務供應商或可在市場上獲得。讀者應認真評估對該設備或技術的實際需求，以及在採用該設備或技術之前應向有關方進行詳細諮詢。