

綠色化學 12 原則實踐案例

公司：臺灣永光化學工業股份有限公司

案名：廢水處理場的綠色化學

符合綠色化學 12 原則：防止廢棄物/提高能源效率/使用可再生原料/即時分析防止污染

內容：

廢水處理場由許多物理、化學及生物處理單元所組成，處理場於運作過程中包含檢驗等會使用到各種化學品，例如化學混凝系統在廢水處理場為重要的處理單元，卻也因此產生污泥去化的問題，因此若能夠運用綠色化學的原則來操作廢水處理場，找出其中可以應用之處應該是值得努力的方向，並以污泥減量與資源化為目標。以下分享在運作處理場時我們的經驗與成果：

1. 檢測技術的改善：傳統的高鹵COD檢測方法處理效能，約需7.5小時，如果縮短檢測時間便可以掌握處理水質的變化及成效，避免加藥不足或過度加藥的問題；因此在1998年以前，我們就利用廢水會吸收特定波長之特性，建立了快速的COD 檢測技術，不僅減少檢測過程使用之藥品並能掌控即時水質，將原本每日需9個樣品之傳統檢測方法降為2個，每年節省檢測藥品重鉻酸鉀43g、硫酸汞 1400g。

2. 避免過度加藥：

- 2.1 透過快速全程監測用藥，我們不僅管制有效成分如混凝劑硫酸亞鐵，也管制重金屬濃度等，除了能夠達到源頭管制外也能避免產出有害的廢棄物。過度加藥形同浪費並衍生更多的無機性污泥產生。
- 2.2 利用後段原本將廢棄之污泥以提供前段化混系統所需鹼度，循環再利用不僅可提升處理效果並節省整體藥劑用量與污泥產生量。

3. 高端生物處理技術：

3.1 生物處理是處理前段化學處理系統無法移除之溶解性污染物，為了發揮生物處理系統的功能，我們應用了臭氧預處理以提升廢水之生物可降解特性，也為了能夠了解生物處理系統的建康狀態，我們發展了菌相觀察與生物計數指標系統予以控制，其目的在於維持良好的生物處理成效並避免前段化混系統過度的加藥。

20 年前本公司即引用臭氧進行廢水處理，應用先進高級氧化技術取代次氯酸鈉氧化處理廢水並避免可能衍伸鹵烷物質的問題，達到去色、污染物氧化與水活化的目的，

3.2 在實際運作中，我們也發現添加約 1000ppm 之氮氣，可有效降低臭氧產生機約 20%之能耗。

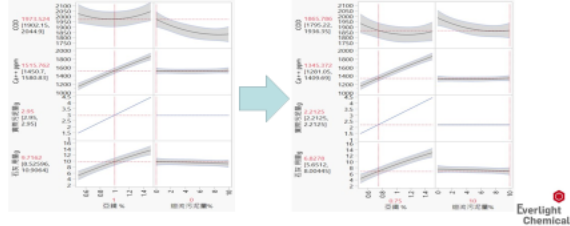
4. 污泥再利用：我們將廢水處理場產生之無機性污泥實際應用過於非結構性

骨材或土木工程土方之及配料，也委託學術機構研究產製成環保水泥可能性，其結論為無機性污泥化學組成(CaO 及Fe₂O₃)可部分取代石灰石及鐵質原料。經相關試驗結果顯示皆符合法規之標準，具資材化再利用之潛力。

廢水處理場與綠色化學—避免過度加藥

- 避免過度加藥：化學混凝為主要為去除水中膠體微粒為主，對完全溶解性污染物之去除率有限，過度加藥形同浪費也衍生大量無機性污泥產生。
- 節省藥劑：利用回流污泥提升處理效能。

利用後化學混凝之回流污泥提升前化學混凝之處理效能



廢水處理場的綠色化學與污泥減量

近年污泥減量績效



廢水處理場與綠色化學—臭氧處理系統

- 使用次氯酸鈉氧化廢水可能衍伸出不好的鹵烴類物質，因此永光於20年前即引用臭氧進行廢水處理，達到廢水脫色、氧化與活化的目的。
- 臭氧產生機氬氣注入系統：添加約1000ppm之氬氣可減少約20%之能耗



廢水處理場與綠色化學—發揮生物處理效能

- 利用臭氧預處理以提升廢水之生物可降解特性。
- 結合生物指標計數控制發揮生物處理效能。

進階版一廠菌相觀察與活性污泥指標表 2018/01

指標	狀態	指標名稱	數量/片	外觀	處置		
1	良好	細菌	40-80片		1. 菌量>40個/視野 1.1 菌類A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K、L、M、N、O、P、Q、R、S、T、U、V、W、X、Y、Z、AA、AB、AC、AD、AE、AF、AG、AH、AI、AJ、AK、AL、AM、AN、AO、AP、AQ、AR、AS、AT、AU、AV、AW、AX、AY、AZ、BA、BB、BC、BD、BE、BF、BG、BH、BI、BJ、BK、BL、BM、BN、BO、BP、BQ、BR、BS、BT、BU、BV、BW、BX、BY、BZ、CA、CB、CC、CD、CE、CF、CG、CH、CI、CJ、CK、CL、CM、CN、CO、CP、CQ、CR、CS、CT、CU、CV、CW、CX、CY、CZ、DA、DB、DC、DD、DE、DF、DG、DH、DI、DJ、DK、DL、DM、DN、DO、DP、DQ、DR、DS、DT、DU、DV、DW、DX、DY、DZ、EA、EB、EC、ED、EE、EF、EG、EH、EI、EJ、EK、EL、EM、EN、EO、EP、EQ、ER、ES、ET、EU、EV、EW、EX、EY、EZ、FA、FB、FC、FD、FE、FF、FG、FH、FI、FJ、FK、FL、FM、FN、FO、FP、FQ、FR、FS、FT、FU、FV、FW、FX、FY、FZ、GA、GB、GC、GD、GE、GF、GG、GH、GI、GJ、GK、GL、GM、GN、GO、GP、GQ、GR、GS、GT、GU、GV、GW、GX、GY、GZ、HA、HB、HC、HD、HE、HF、HG、HH、HI、HJ、HK、HL、HM、HN、HO、HP、HQ、HR、HS、HT、HU、HV、HW、HX、HY、HZ、IA、IB、IC、ID、IE、IF、IG、IH、II、IJ、IK、IL、IM、IN、IO、IP、IQ、IR、IS、IT、IU、IV、IW、IX、IY、IZ、JA、JB、JC、JD、JE、JF、JG、JH、JI、JJ、JK、JL、JM、JN、JO、JP、JQ、JR、JS、JT、JU、JV、JW、JX、JY、JZ、KA、KB、KC、KD、KE、KF、KG、KH、KI、KJ、KK、KL、KM、KN、KO、KP、KQ、KR、KS、KT、KU、KV、KW、KX、KY、KZ、LA、LB、LC、LD、LE、LF、LG、LH、LI、LJ、LK、LL、LM、LN、LO、LP、LQ、LR、LS、LT、LU、LV、LW、LX、LY、LZ、MA、MB、MC、MD、ME、MF、MG、MH、MI、MJ、MK、ML、MM、MN、MO、MP、MQ、MR、MS、MT、MU、MV、MW、MX、MY、MZ、NA、NB、NC、ND、NE、NF、NG、NH、NI、NJ、NK、NL、NM、NO、NP、NQ、NR、NS、NT、NU、NV、NW、NX、NY、NZ、OA、OB、OC、OD、OE、OF、OG、OH、OI、OJ、OK、OL、OM、ON、OO、OP、OQ、OR、OS、OT、OU、OV、OW、OX、OY、OZ、PA、PB、PC、PD、PE、PF、PG、PH、PI、PJ、PK、PL、PM、PN、PO、PP、PQ、PR、PS、PT、PU、PV、PW、PX、PY、PZ、QA、QB、QC、QD、QE、QF、QG、QH、QI、QJ、QK、QL、QM、QN、QO、QP、QQ、QR、QS、QT、QU、QV、QW、QX、QY、QZ、RA、RB、RC、RD、RE、RF、RG、RH、RI、RJ、RK、RL、RM、RN、RO、RP、RQ、RR、RS、RT、RU、RV、RW、RX、RY、RZ、SA、SB、SC、SD、SE、SF、SG、SH、SI、SJ、SK、SL、SM、SN、SO、SP、SQ、SR、SS、ST、SU、SV、SW、SX、SY、SZ、TA、TB、TC、TD、TE、TF、TG、TH、TI、TJ、TK、TL、TM、TN、TO、TP、TQ、TR、TS、TT、TU、TV、TW、TX、TY、TZ、UA、UB、UC、UD、UE、UF、UG、UH、UI、UJ、UK、UL、UM、UN、UO、UP、UQ、UR、US、UT、UU、UV、UW、UX、UY、UZ、VA、VB、VC、VD、VE、VF、VG、VH、VI、VJ、VK、VL、VM、VN、VO、VP、VQ、VR、VS、VT、VU、VV、VW、VX、VY、VZ、WA、WB、WC、WD、WE、WF、WG、WH、WI、WJ、WK、WL、WM、WN、WO、WP、WQ、WR、WS、WT、WU、WV、WW、WX、WY、WZ、XA、XB、XC、XD、XE、XF、XG、XH、XI、XJ、XK、XL、XM、XN、XO、XP、XQ、XR、XS、XT、XU、XV、XW、XX、XY、XZ、YA、YB、YC、YD、YE、YF、YG、YH、YI、YJ、YK、YL、YM、YN、YO、YP、YQ、YR、YS、YT、YU、YV、YW、YX、YY、YZ、ZA、ZB、ZC、ZD、ZE、ZF、ZG、ZH、ZI、ZJ、ZK、ZL、ZM、ZN、ZO、ZP、ZQ、ZR、ZS、ZT、ZU、ZV、ZW、ZX、ZY、ZZ		
		原生動物	>10個/片				斜管類：菌量>10個；鐘蟲出芽期 1.1 鐘蟲出芽期60HP鐘蟲 1.2 鐘蟲出芽期60HP鐘蟲 1.3 鐘蟲出芽期60HP鐘蟲
		膠羽	膠羽成型分散菌不多				
2	良好	細菌	>1個/片		鐘蟲：菌量>1個；鐘蟲死亡：10個 1.1 鐘蟲出芽期60HP鐘蟲 3kg/天 1.2 鐘蟲出芽期60HP鐘蟲 1.3 鐘蟲出芽期60HP鐘蟲		
3	警戒	原生動物	>1個/片				指標性生物消失
4	危險	膠羽	膠羽分散且分散量多				

廢水處理場與綠色化學—無機性污泥再利用

- 最終產生之無機性污泥之再利用方式。
- 製程檢驗：定期毒性溶出檢測
- 人工粒料：污泥→混練(石灰、水泥20%)→造粒→固化→養成→產品。
- 實績：再利用量 1553,560kg



用途：僅限用於非結構性骨材或土木工程土方及配料(管溝填充料、護坡填充料、擋土牆填充料等)
品質：抗壓強度>20kg/cm²

廢水處理場與綠色化學—無機性污泥再利用

- 產製環保水泥。
- 結論：無機性污泥化學組成CaO及Fe₂O₃，可部分取代石灰石及鐵質原料。
- TCLP試驗結果顯示，皆符合法規之標準，具資材化再利用之潛力。

TGDTA結果顯示，隨著養菌時間的增加，CemI及CemII環保水泥製成之未水化產物(C-S-H及Ca(OH)₂)數量逐漸與純水泥製成相當。

XRD分析結果顯示，環保水泥製成之未水化產物與純水泥製成之未水化產物無異。這表示各配比之環保水泥製成與純水泥製成無異。

FTIR結果顯示，位於3650-3600 cm⁻¹處之OH伸縮振動；於990-970 cm⁻¹處之Si-O伸縮振動等。

SEM分析結果顯示，各配比之環保水泥製成與純水泥製成之微觀結構無異，隨著養菌時間增加，結構趨於緻密化。

燒製成特種水泥之最佳條件為燒結溫度為1400°C，保溫時間為2小時。

各組燒成特種水泥之單礦物相成分皆含有C₂S、C₃S、C₄A及C₄F等晶相，與普通特種水泥(OPC)相當。

根據CNS81規範分析顯示，本實驗所燒製之環保水泥均符合CNS81之規範。

環保水泥製成之抗壓強度以CemI及CemII製成與純水泥製成相當，而CemI及CemII製成含有較多之C₂S含量，故其燒結溫度發展良好。