

廢水處理系統之腐蝕防治

薛 少 俊

工業技術研究院工業材料研究所副研究員

摘 要

多年來，世界各國在廢水處理技術上，推動研究發展，積極開發合經濟和高效率的方法。而國內為配合經濟發展與環境維護並重的政策，有效解決日益嚴重的公害及污染問題，經濟部決定在三年內投入十二億元，全力推動工業污染與公害防治研究。在此方面亦需建立完善的維護制度，並發展防蝕設計。本文的目的，旨在給予廢水處理及污染防治作業之業者，瞭解廢水處理系統腐蝕的起因和控制，以作為系統設計之依據。

一、前 言

廢水處理設備之計劃、設計、構工和操作是一件相當複雜繁瑣的問題，其涵蓋著政治、社會與技術等方面。因此除了要吻合放流需求外，廢水處理系統也必須滿足許多環境條件，諸如：

1. 處理單元之使用壽限。
2. 處理工廠擴大之難易性。
3. 處理設備之特性。
4. 未來商業和工業成長造成日益增多之不同特性廢水。
5. 回收成本利潤。

對於這些條件的處理，在初始設計若不能適當地選擇材料和處理相配合，將導致未能完善處理廢水前，就已失去其功能，甚者因材料腐蝕而造成二次污染。

雖然處理設備具有其特質，也無法達到操作自如的目標。

本文的目的旨在提供廢水處理系統腐蝕的起因和控制的方法，以作為廢水處理業者腐蝕和污染防治作業之參考。

二、腐蝕之起因

廢水處理系統的設備和結構物，大部份採用金屬材料，曝露於大氣或廢水溶液中，容易受到腐蝕而遭致重大損害。有關腐蝕之作用和形式，列之如後：

1. 腐蝕之作用

直接造成金屬腐蝕之原因，不外乎化學作用、電池作用和物理磨蝕三種原因。

- (1) 化學作用：金屬在純水中，溶解度極小。若水中含有酸性，如雨水吸收空氣中之二氧化碳或二氧化硫，則可腐蝕之，酸之濃度愈高，其作用愈快。溶液中若不含酸性，因氧之關係也可造成腐蝕，例如鐵在水中成為 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ，溶液飽和後，本可終止繼續作用，溶液中有氧存在，則氧化成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 而沈澱，使鐵繼續受到腐蝕，含氧濃度愈高，其腐蝕作用愈快。通常金屬材料處理設備與空氣接觸，勢難避免與氧及水氣之作用，而造成金屬表面之腐蝕。造成金屬之腐蝕，氧實為重要的根源。酸、碱、鹽與金屬間之

化學作用各有不同，尤其在氧化性
或還原性的情況下，腐蝕性能差異

更大，見表 1。

表 1 重要金屬材料耐腐蝕性能

		軟 高 不 銹 鋼						蒙 英	赫 史 特 合 金						
		矽	304 316		鋁	銅	鎳	蒙 鈉 合 金	英 高 鎳	B C D			鉛	鉍	鈦
		鋼	鐵												
硫 酸	酸	C	宜				C	C	C	C	C	宜	C	C	C
鹽 酸	酸		C						C		宜	C	C	宜	C
氫 氟 酸	酸						C		C		C		C		
磷 酸	酸		宜	C	C		C	C	C	C	宜	C	C	C	C
硝 酸	酸		宜	宜	C	宜 (濃)			C		C			宜	C
醋 酸	酸		宜	C	宜	C	宜	C	C	C	宜	宜	宜	C	宜
高級脂肪酸	酸		宜	C	宜	C	C	C	宜	C	宜	C	C	宜	C
亞 硫 酸	酸			C	C		宜				宜		C	宜	宜
硫 化 氫	酸		宜			宜			宜	C	C	宜			宜
濕 氯 酸	酸		宜								C		C	宜	宜
次 氯 酸	酸			C	C						C			C	宜
三 氯 化 鐵	化						C				C			宜	宜
氯 化 鈉	化						宜	宜	宜	宜	宜			C	宜
氫 氧 化 鈉	化	C	C	宜	宜		C	宜	C	C	C	C			宜
濕 氨	化	宜		宜	宜	宜			宜	宜	宜	宜		宜	宜
高溫氧化 ⁰ C	精			800					1000	800	1000	800			
酒 精		宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜	宜
酚			宜	宜	宜		宜	宜	宜	宜	宜	宜		宜	宜

註：C 將因濃度、溫度及通入空氣情況而決定

(2)電池作用：兩種不同的金屬與含有電解質之溶液相接觸，如金屬之間有導體相連接，則有電流產生，其原理與普通電池相同，陰極為得電子之一極，金屬逐漸溶解而遭腐蝕。雨水吸收空氣中之雜質，常帶有離子性的物質，可使金屬間生成電池現象；海水含電解質較多，由於電池現象而遭腐蝕之作用更快。例

如鋁管與鋼管接觸之處，鋁管容易被腐蝕；焊接金屬桶槽，焊條選擇不當，若成分與槽身金屬有出入時，焊縫容易遭腐蝕。

(3)物理磨蝕(Erosion)：例如泵之翼片受流體中固體粒子之摩擦，表面逐漸磨失，即是物理磨蝕。

2. 腐蝕之形式

(1)均勻腐蝕：(Uniform corrosion)

）此型腐蝕使金屬的全面完全腐蝕而產生一種腐蝕生成物，造成腐蝕減薄厚度是均勻一致的。

- (2)點蝕 (Pitting Corrosion)：金屬並非作均勻性的腐蝕，而是在某些部份以點狀蝕入金屬之深部。蝕點的底部成為陰極而構成一個小的腐蝕電池，在表面生成極薄保護性氧化膜之金屬特別易受此型的腐蝕。
- (3)伽凡尼腐蝕 (Galvanic Corrosion)：如有兩種不同金屬接觸而又有少量之濕氣存在時，就會構成一個小的腐蝕電池（伽凡尼效應），電位較負的金屬在兩金屬之接觸處發生腐蝕，此類腐蝕在大氣中不致發展到距接觸處較遠的地方，通常顯示成間隙狀的點滴。
- (4)晶粒界腐蝕 (Intergranular Corrosion)：當合金的組成成份或雜質於晶界處發生析離時，則在材料之晶界間產生電位差，使電位較負的金屬在金屬接觸處發生腐蝕，此種腐蝕是沿著晶粒的界面進行，造成像裂縫般的腐蝕。
- (5)應力腐蝕 (Stress Corrosion)：在某種情況下，當合金受到應力時，腐蝕首先自表面開始，沿著金屬的結晶格子延伸而發生龜裂，最後導致嚴重的損壞。所受到應力可能是冷作 (Cold Working) 或成形時所留下的殘留應力，亦可能為外界所加的負荷。
- (6)疲勞腐蝕 (Fatigue Corrosion)：金屬受到週期性的應力時會減低其對疲勞的抵抗力，在引起疲勞的應力下又受到腐蝕，其疲勞的壽命也會縮短，由腐蝕導致的點蝕、凹口等使應力集中，造成龜裂。
- (7)磨擦腐蝕 (Fretting Corrosion)：曝露於大氣中的兩個相疊接金屬

，受到負荷振動而使兩者間有少許的滑動產生腐蝕，使得金屬不斷形成新表面，造成腐蝕加以繼續進行。

- (8)微生物腐蝕 (Microbiological Corrosion)：許多微生物在新陳代謝過程中消耗氫，將導致腐蝕反應陽極去極化作用 (Depolarization)，連續從金屬表面釋出氫，使得腐蝕反應不斷進行。諸如硫酸根還原菌 (Sulfate reducing bacteria) 產生腐蝕性硫化氫，並形成硫化亞鐵，引起嚴重腐蝕。硫酸根氧化菌 (Sulfate oxidizing bacteria) 產生硫酸而引起局部低 pH 值腐蝕，和硝化菌 (Nitrifying bacteria) 將亞硝酸鹽腐蝕抑制劑氧化成硝酸鹽而喪失其效用。

三、腐蝕控制

腐蝕控制的方法很多，不外乎阻止或降低損壞效應，依遭遇的環境條件和經濟效益所選擇的控制方法而定，分成兩方面，即材料的選擇和改變環境。前者藉更具抗性材料替換來延長使用期限，後者以移除腐蝕物或提供保護塗裝抑制腐蝕。茲說明如下：

1. 材料之選擇

- (1)鑄鐵 (Cast Iron)：鑄鐵之化學性能與軟鋼相似，因含有較多量的石墨，對有些化學品的耐腐蝕性能，較軟鋼稍好，污泥收集系統大部份使用此種材質，同時能抗高溫腐蝕，諸如燃燒爐、焚化爐。地下水管一般都是採用鑄鐵管，其價格低廉、耐土質腐蝕，強度內可抗常用水壓，外可耐地面來往車輛的壓力。另外屬於灰鑄鐵部分，浸於海水、酸礦水、一些地下土壤中，特別是含有硫酸鹽，用過一段時間後，

鐵質自石墨晶格溶出，造成孔洞和失去原有機械強度，白鑄鐵無此現象。

(2)可鍛鑄鐵 (Malleable Iron) :

可鍛鑄鐵的化學性能與鑄鐵無大差異，唯一的脆性少，可承受較大的震動和衝擊力。鋼管為廢水處理廠最常用的材料，而其管件如肘管、T形管、脹縮管等及污泥和油脂收集系統，若用鑄鐵製成，強度不良，易於破裂，應採用可鍛鑄鐵。

(3)鍛鐵 (Wrought Iron) 和低合金鋼 (Low Alloy Steel) :

碳鋼之中加入微量之一種或多種金屬，用以改進鋼鐵的物理和機械性能，如增進其抗拉強度，或增強其耐高溫、耐低溫等用途，均屬於鍛鐵和低合金鋼。其主要成份仍為碳鋼，化學性能除因加入少量其他金屬而稍有出入外，大體與軟鋼相類似，也會生銹腐蝕。若加入 0.1~1% 之鉻、鎢或鎳，在大氣曝露下可以緩和腐蝕速率。

(4)銅和銅合金：銅和銅合金的特點為導電與導熱性頗高外，耐蝕性亦頗佳，同時極易施行塑性加工，因此多供作特別需求傳導性的材料使用。就耐蝕情形而言，能承受大氣、淡水、海水、非氧化性酸（稀硫酸、磷酸、醋酸）等溶液侵蝕，但極易腐蝕於氧化性酸（硝酸、濃硫酸、碳酸）、氧化性鹽類等氧化劑溶液及硫化氫等混合物。本身可生成錯離子而遭腐蝕，遇氨則生成 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ ，遇氰化物則生成 $\text{Cu}(\text{CN})_4^{2-}$ ，其他有機胺類與氨一樣，含氨、胺類或氰化物之設備、管線及閥均不可用銅件。

(5)不銹鋼：不銹鋼為最廣用的防銹蝕金屬材料，其表面生成一層耐火而

不透水的氧化物薄膜，可以保護金屬表面不受銹蝕。在空氣中不易生銹，有光澤的外表。對氧化劑有優良的耐腐蝕性能，可以抵抗硝酸。相反的，對還原劑敏感，凡有氫氣產生之處，不銹鋼都會失去其防銹的功能。不銹鋼抵抗碱液的能力與軟鋼一樣優良，但對於酸類，其情況不一，要慎重選用適宜的不銹鋼材料。至於氯離子則容易透過不銹鋼之氧化膜而侵蝕之，尤其含有酸性時更易於腐蝕。因此，食鹽與有機酸同時存在時，對不銹鋼危害頗大。有鹽酸的處理設備，自然不宜採用不銹鋼為材料。

(6)鎳和高鎳合金：鎳及高鎳合金能耐強碱的腐蝕，其優良程度，僅次於銀。50%的燒碱溶液，沸騰時也不易將鎳腐蝕。一般鹽類，對鎳的腐蝕極微。在碱性溶液中，有氧化性的物質，如過氧化氫、有效氯，均無腐蝕作用。但在酸性溶液中，有氧化性的鹽類，如 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 等存在時，則易被腐蝕。空氣對鎳的腐蝕甚微，但若含有 SO_2 ，則腐蝕力大增。因此在都市及工業區，鎳遭受的空氣的腐蝕比郊區和海洋都快。所有乾的氣體，都不易腐蝕鎳，在 550°C 下，氯化氫、氟及氟化氫等氣體，也不致腐蝕。可是濕的氣體，如氧化氮、二氧化硫、氨及鹵素都易腐蝕，高溫時，遇熱蒸氣及許多硫化物，且可使鎳呈龜裂現象。

(7)鋁：鋁對許多化學品，能夠起作用，但對某些化學品，鋁却具有特殊的化學性能，能抵抗其腐蝕。本身可生成氧化鋁的膜層，防止繼續氧化，而具有保護金屬表面不銹蝕的功能。鋁愈純，膜厚愈均勻，保護

效能也愈大，否則易腐蝕。氧化鋁為兩性化合物，可溶於碱，也可溶於酸，溶於碱則生成鋁酸鹽。因此，不論酸或碱均能腐蝕鋁。但有些化學品會與鋁形成化合物阻止更進一步的腐蝕，如氨與鋁生成氫氧化鋁，其膜厚可以阻止繼續侵蝕，故操作氨或胺鹽的設備，能採用鋁作為材質，又如醋酸與鋁發生作用生成膠狀醋酸鋁，附著在鋁的表面，同樣具有防止繼續侵蝕的保護作用，但溶於水，所以盛醋酸可採用鋁器，但不適合常洗。鋁的電化次序比氫低，不但可以置換酸中之氫，與重金屬的鹽類相遇，重金屬也會被置換，因而鋁亦被溶解而遭腐蝕。鋁與重金屬接觸時，會產生局部電池現象，鋁成陰極，接觸部份之鋁易遭腐蝕。在酸性溶液中之氯離子，對鋁亦相當有害。

(8)彈性體：彈性體通常稱為橡膠，諸如天然橡膠、氯丁橡膠、異戊間二烯橡膠、異丁烯橡膠。天然橡膠多年來用於管路，抑制氯溶液、氯化鐵和其他化學品的侵蝕。在許多應用上，塑膠管取代彈性體，彈性體鑲襯 (lining) 用於防護泵葉輪、鑄件、風扇和附屬件，目前塑膠業已替換。今天彈性體最主要的用途，是用於管接頭之密封劑或墊片。氯丁橡膠具有抗油脂性、抗石化產品和抗氧化性，能為此良好之用品。

(9)塑膠：塑膠可分為兩大類，一為熱塑性塑膠 (Thermoplastic)，即加熱至一定溫度，逐漸變軟熔融，可藉此壓塑成一定形狀，冷卻後固結成形，如復加熱加壓又可重行塑製者，例如聚氯乙烯 (PVC)、壓克力 (Acrylics)、尼龍 (Ny-

lon)、聚苯乙烯 (Polystyren)、聚乙烯 (PE)、塔伏 (PTFE) 等；又一為熱固性塑膠 (Thermosetting)，即加熱壓塑成型時，如已發生化學變化，不因再度受熱而軟化，只能塑製一次者稱之，諸如酚醛樹脂 (Phenolics)、聚酯 (Polyester)、聚胺基甲酸酯 (PU)、環氧樹脂 (Epoxy)。在廢水處理製程中，塑膠管能抗許多化學藥品，包括氯化鐵、硫酸鐵、硫酸亞鐵、硫酸、鹽酸、氯氣，不會像鋼管、鑄鐵管產生腐蝕，因此維持良好的平滑面。強化聚酯管用於曝氣系統之水底曝氣器，而板子則使用於貯槽之蓋板。塑化 PVC 管視為鑲襯，以防止因大氣含硫化氫對混凝土結構物和管子之腐蝕。但其主要缺點在高溫時，強度減弱和變形，另外之缺點為高熱膨脹係數。

(10)陶瓷材料：石英 (Silica) 之成份為二氧化矽、玻璃為二氧化矽與其他金屬氧化物之熔合物，其主要成份也是二氧化矽。二者均無一定的熔點，加熱則逐漸變軟，冷卻則逐漸變硬，都可視為無定形的過冷溶液。搪瓷 (Vitrious enamel) 則是利用一類玻璃，搪襯於金屬表面代替純以玻璃製成的設備。以上所述各種材料的化學性能，頗為相似，都能耐酸而不耐碱，茲分別述之：

①玻璃：玻璃對各種酸類具有優良的耐腐蝕能力，在 150°C 以下，可耐各種濃度的鹽酸；在 230°C 以下能耐濃硫酸；至於稀硫酸及各種濃度的硝酸，雖煮至沸騰，亦不易侵蝕之，惟氫氟酸及高溫的磷酸可以腐蝕之。玻璃易受碱

類的腐蝕，即使是弱碱如氫氧化銨、碳酸鈉等溶液長期接觸，仍對之有腐蝕性。其他鹽類溶液、氧化劑、還原劑及有機化合物，凡不含氟離子及碱性者，均對玻璃無腐蝕作用。氣體如二氧化硫、氨、氯及蒸氣等，也不易侵蝕玻璃，不過普通之鈣玻璃遇高溫蒸氣，則有輕微之溶解作用。

- ②石英：石英能耐酸、耐高溫及熱震，工業上沿用已久，諸如最早的塑膠——賽璐珞，便是利用石英硝化槽，以硝酸硫酸硝化棉花而製成的。又如硫酸之製造，使用石英梯盤（Cascade），硫酸之濃度可濃縮至93%，而老式鉛室法只有到77%。至於製造鹽酸之吸收裝置及冷卻設備，早期

也有用石英製成者。

- ③搪瓷：搪瓷的化學性能，與玻璃相同，耐酸而不耐碱。但是氫氟酸對其有腐蝕作用，不純之磷酸常含有氟離子，亦可造成搪瓷之嚴重損害。水對搪瓷無作用，但200°C以上的蒸氣則有腐蝕作用。碱是含二氧化矽物質之剋星，而搪瓷有特殊配方，可用於沸騰之稀碱，或室溫下用於稍濃之碱液，此種耐酸又耐稀碱液之搪瓷，可用作中和槽，在100°C下，pH值在12以上能適用。不過經常酸碱交替運用，可導致瓷面斷裂。

有關化學品對玻璃之腐蝕性，見表2。

表 2 玻璃之化學腐蝕性

化 學 藥 品	溫 度	侵 蝕 程 度
水	沸 騰	微不足計
	200 °C	0.13 Mg/cm ² 6 小時
	250 °C	0.26 Mg/cm ² 6 小時
海水, 5 % 鹽	沸 騰	0.03-0.08 mg/cm ² , 24 小時
H F	各種溫度	腐蝕劇烈
H ₃ PO ₄ , 21 %	100 °C	0.005 mg/cm ² , 24 小時
85 %	100 °C	0.014 mg/cm ² , 24 小時
HCl, 5 %	100 °C	0.0045 mg/cm ² , 24 小時
其他無機酸	沸 騰	微不足計
有機酸	沸 騰	微不足計
NaOH	各種溫度	易腐蝕
NH ₄ OH, 3 %	80 °C	0.33 mg/cm ² , 100 小時
Cl ₂ , Br ₂ , I ₂	150 °C	微不足計
F ₂ , 乾	—	—
酸性鹽類	150 °C	微不足計
中性鹽類	150 °C	微不足計
鹼性鹽類		
N / 50 Na ₂ CO ₃	100 °C	0.12 mg/cm ² , 6 小時
無機非金屬鹵化物	150 °C	氟化物除外, 微不足計
SO ₂	150 °C	微不足計
NH ₃ , 乾	150 °C	微不足計
氧化劑	150 °C	微不足計
還原劑	150 °C	微不足計
碳氫化合物	150 °C	微不足計
胺	150 °C	微不足計
油脂	150 °C	微不足計

(1) 混凝土：

① Portland 水泥：在廢水收集系統和處理單元最為廣泛使用之結構材料，其抗腐蝕性和經濟性優於其他材料，特別是抗大氣腐蝕，常見的有消化槽、曝氣器和沈降槽。結凍與解凍

氣候下使用此種水泥易於破裂，可添加摻和劑等來避免。Portland 水泥於酸性環境，會有嚴重腐蝕現象。因此廢水系統包含低 pH 值工業廢棄物或存有硫化氫時，將轉化成亞硫酸和硫酸，傷及 Portland 水泥，必須有防

護措施。

- ②石棉水泥：廣泛使用於管子和結構物之頂面、側面，其組成爲 Portland 水泥、砂、石棉纖維和水，其有堅硬、緊密、抗氧化和耐候之特性，與 Portland 水泥材質類似。

2. 環境之控制

腐蝕藉與其環境起化學或電化學反應，破壞攻擊材料。若施以改變環境，則降低或減少這些破壞力來抑制腐蝕。有關控制環境之方式爲：

- (1)通風和加熱：減少潮濕，濕氣無法凝結，在控制腐蝕中爲一個有利的效應，良好的通風亦是主要因素，藉風扇和加熱器來完成。提供熱量於未加熱區域，不足以促進乾燥，防止凝結，有助於降低腐蝕速率和塗裝頻率。

- (2)陰極防蝕 (Cathodic Protection)：即使用犧牲陽極或強制電流促使金屬表面成爲陰極，達到降低或防止腐蝕的目的。目前廣泛應用的有冷凝器管子、埋地管線、儲水槽、澄清槽、污泥消化槽、曝氣槽和其他金屬設備，通常反應槽內水平面上不適合施用陰極防蝕。有兩種方法可茲應用：

- ①應用外部電位和裝設外部電流：此種方法迫使內部電極作用成陽極。

- ②使用鎂或鋁製成的反應性犧牲陽極，此種系統常用在熱交換器，另一種形式爲自發性，以鋅來塗裝於鐵或鋼鐵上，使得被塗裝物成爲陰極。

- (3)伽凡尼腐蝕 (Galvanic Corrosion) 控制：當異種金屬做電性連接時，在此環境中會促進電

極電位低之金屬材料腐蝕，而電極電位高者腐蝕性減弱，此種現象稱之。控制方法需注意：

- ①必須用螺栓、鉚釘連結時，這些材質均要用此被連結材料更貴重的金屬（增加成爲陽極的低劣金屬之曝露面積）。

- ②要用電偶系列連結遠離的異種金屬時，最好將雙方加以電性絕緣。

- ③塗裝時塗抹整個部份：至少要塗於貴重金屬（陰極），單獨塗抹低劣金屬時，會在塗膜之缺陷部份起孔蝕。

- ④避免用螺旋連結結合，銅焊時要使用比任何一方金屬貴重之焊金屬。

- ⑤在結合部份使用比雙方低劣之金屬交換零件，將電偶腐蝕集中在此部份亦是良好的方法。

- (4)塗裝：分爲金屬類被覆、無機類被覆、有機類被覆三種。

- ①金屬類被覆：在金屬底材上施以金屬被覆時，如果塗層有孔或裂痕致使暴露金屬底材，塗層在腐蝕性媒質中對底材暴露部份會形成陽極或陰極的兩種場合，前者稱爲陽極性塗面，後者稱爲陰極性塗面。在普通環境中會對鋼鐵底材構成陽極護面者有鋅和隔，像這種情形多少會使暴露部份的腐蝕遲緩。通常包括鋁在內之其他類似金屬均爲陰極性，因此有針孔等小孔存在時，有可能從該處發生底材的腐蝕多少加速腐蝕速度。不過並不是常會實際加速，事實上不可避免小孔的陰極護面，多半都在這種可能性少的條件下使用。對鋼的大氣

腐蝕能保證長年累月壽命者為鋅和鋁的厚層護面，並且最好再行塗漆。有關施行金屬被覆的方法，包括電鍍、化學鍍、熔度、熔噴金屬法、擴散滲透法等。

②無機（非金屬）被覆：此類被覆包括水硬水泥、陶瓷、玻璃等，水泥常用作管子內表面和外表面的塗裝，尤其是對埋在地下或浸於水中的管線，若塗於鋼鐵，不但增其強度，且有防蝕作用。陶瓷通常用於抗熱或高速熱流的侵襲，如火箭的噴嘴，及加熱爐的襯裡等。另外玻璃以襯裡和被覆的方式，施用於管路系統各種配件。

③轉換型被覆：

A、陽極處理：本法是使物體浸於一水溶液槽中，施以電流使在表面生成一層緊密附著的被覆，其間有一層錯鹽將表面被覆與底層物體連成一體，這種處理通常應用鋁或鎂等活性金屬，但在彎曲時容易斷裂，需注意之。

B、磷酸鹽處理：主要的磷酸鹽有三種，即磷酸鐵、磷酸鋅和磷酸錳，都是以相同的方法處理而成，也得到了相似的抗蝕性。把要處理的物件置於熱或冷的水溶液槽中，水溶液的活性成份——磷酸與物件作用，在表面生成一層被覆，這層被覆幾乎全是磷酸、鐵、鋅或錳等構成的結晶型錯鹽，另外鉻酸鹽也類似施用此法。

④有機類被覆：

A、摻和或不摻和無機化合物的有機被覆：最先發展出來防護曝露室外金屬之被覆物有天然柏油，以及利用亞麻仁油作為展色劑和混以鉛、鉻酸鹽之顏料等。這類普通型式的被覆目前仍被廣泛地使用，還常常混合桐油，以使用於表面處理不良的場合，或少許污垢的表面。

B、合成被覆：「合成物」係指由酸、醇、石油中取出之碳氫化合物、植物的副產品等各種成份所合成者，廣泛使用於成品製造之各階段和維護操作中。

四、結 論

廢水處理系統之腐蝕起因和控制方式良多，必須依據技術和經濟原則加以適當處置，注意其限制範圍和回收性，防範因腐蝕造成二次污染，尤其在大力提倡防止公害的今天，更是不得忽視的一環。

五、參考文獻

1. "Paints and protective coatings for wastewater treatment facilities" WPCF Manual and Practice No. 17 (1969)。
2. 張鎮國“化工材料”徐氏基金會出版，中華民國六十九年八月。
3. 左克東、許世希、藍亨吉“腐蝕控制學”百成書局印行，中華民國六十六年。