

金屬的防蝕、着色及塗裝

潘 金 聲 編 譯

上海機電書出版社

金屬的防蝕、着色及塗裝

潘金聲編譯

上海機電圖書出版社

一九五四年十一月·上海

金屬的防蝕、着色及塗裝

定價：7.700

編譯者： 潘 金 聲

出版者： 上海科技圖書出版社

上海中山東二路九號四四室

上海市書刊出版業營業許可證出073號

印刷者： 信 誠 印 刷 廠

上海黃渡南路四一二弄六號

發行者： 上海科技圖書出版社

書號：2-012 762x1067 1/25 • 4.4印張 • 54頁 • 78千字

印數：2,001-3,000

1954年6月第一次印刷

1954年11月第一版第二次印刷

序

金屬的防蝕、着色及塗裝，是對金屬的三種不同的加工措施。防蝕的目的是爲了保護金屬，不使其生銹及腐蝕，着色與塗裝是爲了增加金屬的美觀及耐用。實際上除了幾種特殊情況外，防蝕就是要造成美觀的基本條件，着色及塗裝也就是要達到保護金屬的目的，所以三者都是休戚相關的，希望讀者們能融會貫通在一起。

我國自古以來，對於各種蘊藏在地下金屬開發不多，以致感到相當缺乏。現在祖國正在開始大規模經濟建設的時候，各方面需要大量的金屬，所以一方面我們固然應該加緊開發礦藏，另一方面更應保護金屬和節約金屬的用量。所以金屬的防蝕工作，是一個極重要的問題。

關於金屬防蝕的著作，各國雖已發表很多，但對金屬着色及塗裝的專書却不多見。本書是依據日文版鹿取一男和青木康造合著的“防蝕及着色·塗裝”一書編譯而成。本書內容着重於技術方法的解說和研討，並有部份關於學術性的理論。

原著中“美術性的着色”一部份，在我國目前還無法實行，所以在本書中不再提及。在原著中有很多專門術語都用音譯，而在我國也尚無適當譯名可作準則，所以祇能根據原著作了意譯，並略加說明，藉供參考。

本書是在工作之餘所寫，因時間匆促，加上文辭修養不夠，難免有誤漏的地方，希望技術界同志們多多指正。

潘金聲 一九五四年四月

第一編 總 論

第一章 概 說

在從前，金屬祇是用於製造武器、貨幣等極小範圍內；較大的各種構造物，大部份係用石料、木料等來製造。後來隨着科學的發達，金屬的用途日廣；到現在，各種構造物的材料大部已由強韌性的金屬所代替。由於現代對於金屬的大量需要，所以對金屬的防蝕問題，必然感到非常重要。現在除努力設法提高金屬的產量外，同時對金屬的防蝕保護方法也應重視起來。

金屬的防蝕雖着重於鐵和鋼，但因近來輕工業的相應發達，所以對輕金屬的防蝕也很重要。因銅比鐵不易生銹及腐蝕，所以應用極為廣泛，常用來製造家常日用器具；其他金屬如錫、鉛、鋅等，因防蝕力較大，平常不需防蝕，故本書不予論及，本書乃專以鋼鐵及輕金屬方面的鋁、鎂為主要對象。

從前全世界因腐蝕而損失的鋼鐵，約達每年生產量的40%，尤其因部份的腐蝕，以至連帶使全部材料廢棄；雖然廢料亦可回爐而再生，但已大材小用了。此項損失詳細計算時，實是一個很大的數量。例如航空機、船舶的小部零件被腐蝕而引起的全部損失，真是一個驚人的數字。所以對於金屬材料的防蝕，不但有甚大的經濟性價值，同時對於國防也有重大的意義。

金屬防蝕的方法有冶金學性的改良金屬品質方法、金屬表面施行

化學性加工方法、及用其他金屬作被覆方法等。這些方法中，如在易銹的鐵中滲入 13% 鉻 (Cr)，製成所謂不銹鋼的合金，就是冶金學性防銹法；把鋁施以陽極氧化所成的防蝕鋁，即是屬於化學性防蝕法；又如鍍金或塗裝玻璃質等，則屬於後者之例。第 1 圖是根據從前的統計，表明世界上生鐵生產量與因腐蝕而損失的鋼鐵消耗量；其消耗率每年達 40% 以上之巨。

金屬的着色或塗裝

多數是兼有防蝕效用。金屬的着色，這也並

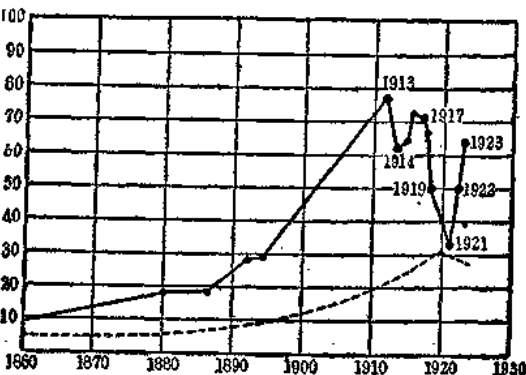


圖1. 實線表示世界上的生鐵生產量，點線表示因腐蝕而損失的鋼鐵消耗量。

不是新鮮的技術，在從前早已有這種方法了。如古代的遺物，有用漆類塗底再貼金箔，亦有應用汞齊法（或稱流金法）而成的。此種方法非可輕視，雖有時祇需將金屬物品浸漬於液中，或單用藥品塗附於物品上，或加熱刷上即可成功，但這種操作法與技術，並不像普通想像中的簡單易行，必須具有豐富的經驗與技術不可。

金屬在着色之前，應該先明瞭它的特性，然後給以相宜的處理。例如鐵經長時期後，能變為暗色，這是鐵的特有色相，所以應選用一方面可作保護另一方面有調和色澤功效的綠色；但青銅用此色就不相宜了。按一般情形，近來機械方面多數對於此點已加重視，並有很大進步。須知工廠即是工人之家；如工人在已加整頓的工廠中，在明朗而美觀的機械旁工作時，一定能使工作者身心愉快，對於工作效率，也可相當地提高。

第二章 金屬的腐蝕

在普通情形下，金屬的腐蝕是指金屬在空氣中、水中或是氣體中，表面生成的化合物，即所謂生鏽。其他因受化學藥品的作用，受高熱或是受某種機械作用，而產生鏽皮，都可稱為金屬的腐蝕。金屬腐蝕的強弱，大部是受金屬本身的趨向離子化大小關係而定。今將我們平常所接觸的、依其趨向離子化性質大小的金屬，從左到右順次列舉如下：

鉀 鈉 鈣 鎂 鋁 錳 鋅 鐵 鎳 錫 鉛 氫 銅 汞 銀 金 鉑
 (K) (Na) (Ca) (Mg) (Al) (Mn) (Zn) (Fe) (Ni) (Sn) (Pb) (H) (Cu) (Hg) (Ag) (Au) (Pt)

上列金屬中趨向離子化愈大，也就是愈易腐蝕。凡是比氫(H)的趨向離子化小的金屬例如銅、銀等，是比較難於腐蝕的金屬。我們都知道金和鉑(即白金)是最安定的金屬；銅比鐵有較大的耐蝕力，鉛、錫、鎳等的耐蝕力亦比鐵強。正因鐵在我們日常生活中應用最廣，所以我們對其關心也最深。但如趨向離子化性質最大，最易腐蝕的金屬鈉(Na)、鉀(K)因價格較高與應用不廣，所以對它們的防蝕問題不必考慮。

貴金屬以外的其他金屬若放在空氣中，它們的表面遲早會產生氧化物，所以對這種腐蝕問題祇要注意金屬面所生的氧化物(亦即鏽)是否向金屬內部深入。因鐵在空氣中產生的氧化鐵(Fe_2O_3)是向內漸進的，故鏽層漸多；經過長久年月後，也有幾乎全部生鏽而都成氧化鐵的。鋁與此相反，雖然比鐵更易生鏽，如依趨向離子化的性質而言，所生成的鏽(氧化鋁)極細緻精密，因此反可作為保護的皮膜，使它內部不再生鏽，不像鐵有全部被腐蝕的可能。

第一節 腐蝕狀態

金屬的腐蝕有全面性與局部性(或稱點蝕)的分別。前者是指金屬的全部平均被腐蝕消耗而漸被減去原來的厚度；後者多數在特殊情

況下產生，如金屬接觸海水的部份，往往會被腐蝕或至因而成為穿孔



第2圖 鉛管的局部性腐蝕

的。第二圖是鉛的點蝕實像。點蝕的原因，是受電化的關係。今將腐蝕的現象依其原因分述於後。

1. 純化學性腐蝕

這是金屬與非金屬例如鐵與氧直接化合；此種多數是全面性的腐蝕。

2. 電化性腐蝕

這是在電解質（如食鹽）時的腐蝕。所有全部金屬的腐蝕，都與此有重要關係。

3. 細菌質腐蝕

因細菌質而腐蝕的多數是鐵，如水道鐵管的腐蝕，就是一個明顯的例子。根據各方面研究的報告：認為細菌質的腐蝕，並非是鐵直接被侵蝕，而祇是水中鐵份的沉澱作用而已。

第二節 腐蝕分類

此外，金屬材料被腐蝕的程度，是依其使用的情形及其他各種原因而不同。今依腐蝕性的環境，將腐蝕現象分類說明如下：

1. 在高溫時的腐蝕

在空氣中使用高溫加熱後的腐蝕，是金屬與空氣中的氧化合，亦即所謂氧化現象。又如其他金屬若在氣體中，金屬就能與氣體化合而消耗。在這種情形下，普通凡溫度愈高或是與氣體接觸的時間愈長，腐蝕的程度就愈大。

2. 在空氣中的腐蝕

鋼鐵的腐蝕多數是在空氣中發生，所以對這種防蝕問題最要注意。

現在鐵的製品約80%都在它易被腐蝕的空氣中使用。這種腐蝕是由空氣中的氧與濕度所支配。倘對此任何一方加以防禦,就可得到防蝕的功效。例如將經過研磨後的鐵面置於乾燥空氣中,所生的銹就可能極少。

3. 在水中的腐蝕

如水道管、鍋爐、鍋爐管等的鐵及銅合金在水中使用的腐蝕,鐵的被腐蝕率達全製品的10%。此種情況由於空氣中的氧溶解於水中所致。又如海水因含鹽份,所以腐蝕力更強,鐵被海水腐蝕,比在普通水中更快。如輕合金的鋁、鎂及各該的合金亦然,常被海水整個腐蝕。這種情形下的金屬,特別是一半浸在水中時,在水面的部份,亦即是在空氣與水之交界處,受腐蝕的程度最厲害。

4. 其他情形的腐蝕

凡受化學藥品的作用而腐蝕者,大多是金屬被溶解所致。此外亦有屬於因外來的電流所致的電解性的腐蝕,但這是比較特別的例子。

第三章 金屬的着色與塗裝

第一節 金屬配合所成的色澤

每種金屬有它本身特具的色澤,它們的合金也各有其特具的色澤。合金的色澤,多數不是由各單獨色澤配合而成,可能成為與本身絕不相同的顏色。例如銅和鋅化合的黃銅,照理應是銅的紅色與鋅的青白色所合成的色澤;但事實上却成為黃金色。現將金屬的配合及因配合成分的百分數不同而成的種種色澤,舉例如下:

青色	金鐵合金	金 75, 鐵 25,
褐色	銅鎳鋁合金	銅 55, 鎳 33, 鋁 12,
		或是
		銅 72.5, 鎳 21.5, 鋁 6,

黃色	銅鋅合金	甲) 淡色 銅 75, 鋅 25
	銅錫合金	乙) 濃色 銅 33, 錫 67
	銅鋅鎳合金	丙) 黃金色 黃銅 63, 鎳 32, 白金 5,
	金銀合金	金 33, 銀 67
	金銀銅合金	金 53, 銀 30, 銅 17
灰色	金銅合金	丁) 帶赤黃色 金 50, 銅 50
	銅錫合金	銅 60, 錫 40
綠色	金鐵合金	金 94, 鐵 6
	金銀合金	甲) 淡色 金 60, 銀 40
	金鐵鎳合金	或是金 75, 銀 16, 鎳 9
褐色	金銀銅鎳合金	乙) 濃色 金 86, 銀 14
		或是銅 69, 鎳 31
褐色	銅錫鋅合金	銅 83, 錫 5, 鋅 12
紫色	金鋁合金	甲) 薔薇色 金 78, 鋁 22
	金銀銅合金	或是 金 75, 銀 20, 銅 5
	銅鋅合金	乙) 赤黃色 銅 90, 鋅 10
	金銅合金	或是 銅 85, 錫 15
	銅錫合金	丙) 濃赤色 金 80, 鋁 20
藍色		或是 金 75, 銅 25
		丁) 青赤色 金 76, 錫 24
藍色	金鋁合金	甲) 淡色 金 90, 鋁 10
		乙) 濃色 金 50, 鋁 50
		丙) 青紫色 金 80, 鋁 20
白色	錫合金	
	鋁合金	
	鎳合金	
	銀合金	
	鉑合金	

合金常因機械性的加工關係，對其色澤有很大影響。例如銅銀合金在加工時，色澤能隨加工而漸異，即是此種事實。金屬的着色，就是給金屬色澤上的變化。如將着色的施工方法來分別，有機械性着色法與化

學性着色法；着色多數可連帶達到防蝕的效用。機械性的着色，是指以種種塗料應用機械方法的被覆，是普通在防蝕方面所常用的方法。

化學性的着色法，是由於化學或是電學的作用。此外亦有應用兩種相結合的方法。其他還有因本來的金屬面難於着色時，可用間接性的着色法，使用他種金屬來被覆；例如在鐵面上先鍍銅以達着色的目的。

實行着色時，應該注意下列各項：

- (1) 金屬因加工與預備處理方法不一，雖用同一着色液，也能顯出種種不同的色澤。
- (2) 合金組成不同，色澤也各異。
- (3) 配合着色液，應該細心注意。
- (4) 需着色的金屬必需保持潔淨，不能直接用手取放，以免油脂黏附。

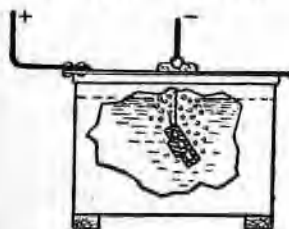
在準備着色時，必須使金屬的表面十分潔淨，假使表面沾有油脂細膜時，着色工作就要失敗。潔淨的方法，有機械性與化學性兩種。

第二節 機械性潔淨法與去脂

潔淨法可用硬質或軟質的毛刷，或用鋼、銅的刷子刷擦，同時若用細砂、輕石粉、石灰等亦可。倘要消去光澤，可用噴砂機（第3圖）來做潔淨工作。較小的物件可用濕砂或石灰等擦磨，凡凸出的地方可先用軟木片沾砂或石灰刷磨，水洗後再用乾布揩乾。

應用砂磨多數就能達到潔淨的目的。去脂的方法可採用溶液法與電解法。溶液法如用醚（ $(C_2H_5)_2O$ ）、苯（ C_6H_6 ）、石油精等（注意有引火性的危險），或用可羅仿（ $CHCl_3$ ）（有麻醉性）浸漬。含油多的溶液也可用蒸溜法再回收。如欲避免這些藥品的危險性，可用四氯化碳（ CCl_4 ）來浸漬。倘有較多的油脂附着時，可用苛性鈉（ $NaOH$ ）（即燒鹼）10公分(g)、水100公撮(cc)的溶液加熱而浸漬。

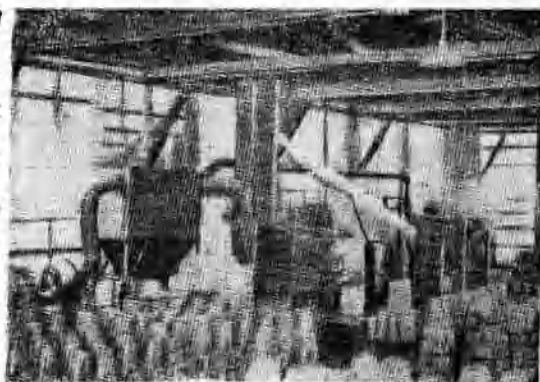
電解法是在工作物需較多去脂時所應用。此法是利用電流的作用。在碳酸鈉(Na_2CO_3)或碳酸鉀(K_2CO_3)的溶液中通電流，陽極用鐵板，工作物懸吊於陰極。細小的工作物可盛於銅網中。電壓調節到工作物表面有旺盛的氣泡發生為度。第4圖即是電解槽懸吊工作物的情形。



第4圖 潔淨用電解槽

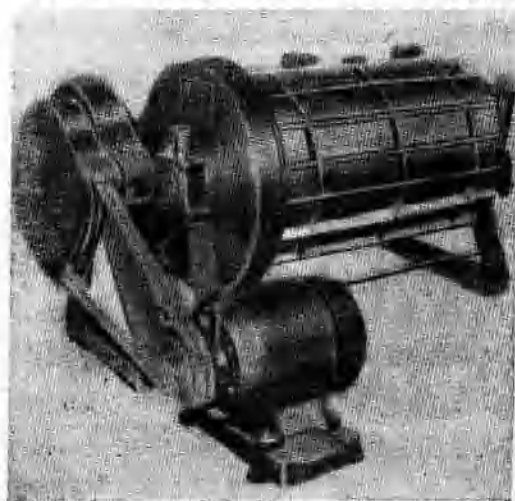
磨法；此法是用約3公厘(mm)大的硬礮，從約2公尺(m)高處落下打於工作物上。此法不但使工作物潔淨，且能將工作物打成梨皮似的表面，使着色時有更好的條件。

此外的潔淨方法還



第3圖 噴砂機

鑄件可使用噴砂機來潔淨。須先使上面的砂粒充分落下，然後再使潔淨；或再行化學性的潔淨法。美術的鑄件可用硬礮打



第5圖 球磨機

有球磨法（或稱滾磨法），此法是將多數的小工作物放在迴轉的容器內，加入砂與水，使互相迴轉磨擦。第5圖即此種球磨機的外觀。

第三節 化學性的潔淨法

凡應用化學性的潔淨法，須先選擇所用的容器，如玻璃、陶器、膠木等容器都很適宜；倘用木槽時，內部須用石蠟、瀝青等塗過，方可使用。

(1) 鐵、鋼、鋅可用 5~20% 硫酸。如要除去鐵銹，須浸漬於火油中數日，經過脫脂後再用酸洗。對鐵的潔淨方法，還可用 1~2% 氫氟酸(HF)，也可得良好效果。但在此種情形，須用有襯鉛皮的木槽。

(2) 鉛可用稀硝酸浸漬之。

(3) 錫可用稀鹽酸浸漬之。

(4) 鋁與鋁合金可用 2~10% 的苛性鈉溶液。

(5) 銅及銅合金浸漬於下列的溶液中短時間即可。

光澤的酸洗：	硝酸（比重 1.38）	750 公分
	硫酸（比重 1.84）	1000 公分
	食鹽（或用鹽酸）	10 公分

（加以適當的稀釋即可應用。）

消光的酸洗：	硝酸（比重 1.38）	900 公分
	硫酸（比重 1.84）	600 公分
	食鹽	3~6 公分
	水	1 公升

（使冷卻後加入 3 公分硫酸鋅($ZnSO_4$)和水 15 公分，即可應用。）

或用：	水	500 公分
	重鉻酸鉀 ($K_2Cr_2O_7$)	50~100 公分
	濃硫酸	400 公分

(這種溶液若加熱至 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}\text{C}$, 用後使金屬最有光澤。)

在操作以上數種的酸洗時, 可能發生有毒的氣體, 故在操作處必須裝烟囱與有良好的通氣設備。

第四節 着色施工後的處理

工作物在着色以後的處理, 就是要使金屬表面有優美的色澤, 並必須預防產生斑點。所以凡在着色後, 須有充分的水洗, 然後用不含油氣の木屑同置於乾燥的箱中, 使它乾燥。倘需要光澤時, 須用布或毛刷磨擦, 或以石蠟、蠟、蟲蠟等用布擦或用刨輪沾着而刨刷。如要磨去凸出處或消去凹出處的毛面時, 用哥羅仿(CHCl_3)溶液塗佈在上面, 待乾時再磨擦。然後再將所成的工作物用蟲膠或揮發性假漆塗佈或用噴霧器噴射。

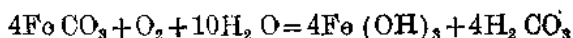
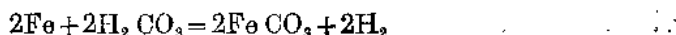
第二編 鋼鐵之部

第一章 腐蝕概論

鋼鐵在空氣中，若加熱到 200°C 以上時，即能直接被氧化而腐蝕。但對於在常溫度時的腐蝕，歷來經許多學者研究的結果，發表理論甚多。今將認為比較符合事實的，概述如下：

1. 碳酸說

根據碳酸說，鋼鐵與水（蒸餾水）和氧同在時，照理不致於腐蝕。鋼鐵的所以被腐蝕，是由於其中含有酸。在普通情況，酸即是指碳酸；也即因有少量碳酸存在，致被腐蝕。這種原因是因空氣中的二氧化碳（即無水碳酸）（ CO_2 ）溶解於水（ H_2O ）而成為碳酸（ H_2CO_3 ），亦即是最初鐵的表面受二氧化碳與空氣的作用生成碳酸鐵（ FeCO_3 ），再受空氣中的氧（ O_2 ）與水份的作用而發生氧化，生成氫氧化鐵（ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ）而生銹。此種關係的化學方程式如下：



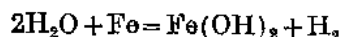
此時所發生的氫（ H_2 ）與水中的氧化合而成水，最後所產生的碳酸（ H_2CO_3 ）再作用於鐵。

2. 酸說

這是指雖然是極微量的水但是亦可能被離解為氫離子（ H^+ ）與氫氧離子（ OH^- ）。



此 H^+ 離子如前所述，若依照趨向離子化的順次，是比鐵小的，所以鐵在水中時，是有與氫離子換替而溶入於水中的性質。



此氫氧化亞鐵($\text{Fe}(\text{OH})_2$)若遇水即有溶解性。在分解時產生氧化亞鐵(FeO)而成爲鐵面上的黑色附着物，再與空氣接觸被氧化而成赤色銹。這種假定是比較正確的，我們祇要取磨過的鐵片浸漬於鹼性溶液中而不易生銹的事實，即可證明此說。

3. 膠質說

膠質說認爲：因鐵在接觸空氣與水時，就能成爲氫氧化亞鐵而生成膠質狀，再受水中的氧所氧化而成膠質狀的氫氧化鐵($\text{Fe}(\text{OH})_3$)；其後此膠質狀的氫氧化鐵復使鐵氧化，本身還原而成爲初時的氫氧化亞鐵。這樣繼續反覆上述的作用。此說所指的銹，就是膠質狀的氫氧化鐵的沉澱。

4. 過氧化氫說

這種說法不須有酸類存在的必要，祇要有氧與水就可使鐵腐蝕。最初因鐵與水的作用產生氫氧化亞鐵與氫；此氫與水中之氧化合而生過氧化氫，此過氧化氫(H_2O_2)復將氫氧化亞鐵氧化而成氧化鐵(Fe_2O_3)。

5. 細菌質說

此說指凡鐵的腐蝕是因微生物在進行繁殖作用所造成。即細菌寄食於鐵的表面上，排出酸性分泌物，因而使鐵腐蝕。

綜合以上所述各種說法，及依據各種實驗作爲參考，可知對於鋼鐵的腐蝕，水與氧是不可缺的要素。但有疑問的，就是其他物質是否能使這種腐蝕加速的問題。

第二章 防蝕的方法

凡是金屬的腐蝕，不外由於水、氧及氫離子、氫氧離子，及其他的陰性離子，例如氯離子、硫酸離子等的作用為主要原因。對於鋼鐵的腐蝕，水與氧是造成的主要原因，如有其他的氧離子、氯離子共存時，腐蝕就更猛烈。所以要考慮防蝕的方法，應設法取去以上的因素作為研究防蝕方法的基本。如將已經磨過的鐵片放在空氣中和投入水中，後果相差無幾，而是兩者都會銹。但是同樣的鐵片，如放於乾燥器或在真空中，雖然放了很長時日，但表面都不生銹。另外一法，是將放在試驗管中的蒸餾水先煮沸使空氣除去，將鐵片很快的放在管中而將一端封閉，使完全與空氣隔斷。這樣試驗的鐵片表面，祇略有黑色而無生銹現象。此外，前已講過，鐵在鹼性的溶液中是不易生銹的。

對鐵的防銹，除上所述者外，其他尚有所謂受動態（或稱惰態）的防銹法。此法就是將鐵浸漬於重鉻酸鉀（ $K_2Cr_2O_7$ ）或氯酸鉀（ $KClO_3$ ）等的氧化劑水溶液中，這樣就能經長時日而不生銹。這是一種很有趣的對鐵的防銹法。這種不銹的原因，是因鐵的表面能產生氧化鐵的薄膜，以此作為保護的皮膜，此即稱為鐵的受動態。但此受動態的保護皮膜，倘一旦加入如食鹽等有游離氯離子的鹽類時，就很容易被破壞如平常那樣的容易生銹。依據以上理由，現在一般對鋼鐵所採用的防銹法，有以下幾類：

- (1) 被覆防蝕法；
- (2) 腐蝕性物質處理防蝕法；
- (3) 電化性防蝕法。

第一節 被覆防蝕法

凡是金屬的腐蝕都是因表面受水份、空氣或其他腐蝕性的氣體、液