

金属腐蚀理论

H. A. 托馬曉夫著

71

科学出版社

金屬腐蝕理論

H. Д. 托馬曉夫 著

余柏年 華保定 譯

曹楚南 陳俊明

科學出版社

1957

Н. Д. Томашов:
ТЕОРИЯ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ
Металлургиздат
1952 г.

內 容 介 紹

本書闡明金屬腐蝕的化學及電化學理論問題。在確定金屬及合金的腐蝕速度時列舉了陰極和陽極過程以及歐姆電阻的動力學意義，詳細敘述了各種因素（內部及外部）對腐蝕過程的影響，給出了金屬鈍化狀態的現代理論。

本書可供從事於金屬腐蝕及保護問題研究的科學工作者以及工程技術人員參考之用。

本書第一、第六、第八章係余柏年所譯，第二、第三章係曹楚南所譯，第四、第五章係華保定所譯，第七章係陳俊明譯。

金 屬 腐 蝕 理 論

翻譯者 余 柏 年 等

出版者 科 學 出 版 社

北京朝陽門大街117號

北京市書刊出版業營業許可証出字第061號

印刷者 中 國 科 學 院 印 刷 廠

總經售 新 華 書 店

1957年2月第一版

書號：0703 字數：158,000

1961年7月第四次印刷

開本：850×1168 1/32

(京) 8,258-11,257

印張：6 插頁：1

定價：1.00 元

目 錄

第一章 金屬腐蝕緒論	1
1. 定義.....	1
2. 實例.....	1
3. 工業的發展和抗蝕的新任務.....	2
4. 腐蝕數量及其損壞的原因.....	3
5. 金屬結構的耐用時間.....	3
6. 蘇聯金屬防腐的機關.....	4
7. 蘇聯金屬腐蝕科學的發展階段.....	4
8. 腐蝕過程的熱力學及動力學.....	7
9. 腐蝕的分類.....	10
10. 關於固體結構的主要數據.....	13
11. 關於電解液的主要數據.....	18
第二章 金屬上的膜	23
1. 金屬上存在着不可見膜的證明.....	23
2. 研究保護膜的方法.....	24
3. 金屬氧化過程的進行在熱力學上的可能性.....	32
第三章 金屬的化學腐蝕	36
1. 所生成氧化物的體積與金屬體積之比.....	36
2. 膜成長的直綫定律.....	38
3. 膜成長的拋物綫定律.....	40
4. 膜成長初期時更為複雜的規律.....	42
5. 膜成長的對數定律.....	44
6. 金屬氧化的綜合曲綫.....	46
7. 金屬氧化的離子-電子機理.....	43
8. 金屬氧化與溫度的關係.....	53

9. 氧化膜在其成長過程中的機械性破壞	60
10. 冶鍊耐熱合金的原理	62
第四章 電極電位與金屬腐蝕的電化學機理	68
1. 電化學腐蝕實例	68
2. 腐蝕的電化學機理	69
3. 在金屬上電位突變的發生	70
4. 原電池電動勢的生成處	71
5. 電化學(電極)電位	72
6. 可逆與不可逆電極電位	75
7. 金屬的平衡或可逆電位	76
8. 導致第一類可逆電位的腐蝕電位	79
9. 第二類電位和由此導致的腐蝕電位	80
10. 氧化-還原電位和由此導致的腐蝕電位	81
11. 氣體電極的平衡電位和由此導致的腐蝕電位	83
12. 腐蝕原電池的工作情況	86
13. 電化學腐蝕時的二次過程	88
14. 腐蝕表面的電化學不均勻性	89
第五章 電極過程的動力學	93
1. 極化與去極化現象	93
2. 極化曲綫	94
3. 陽極極化	96
4. 陰極極化	98
5. 氫的去極化作用	99
6. 氧的去極化作用	103
7. 腐蝕電池工作的特徵以及氧去極化腐蝕過程的進行	111
第六章 腐蝕原電池的工作	115
1. 腐蝕速度的分析計算	115
2. 腐蝕電池工作的圖解分析	118
3. 腐蝕的控制(限制)因素	122
4. 多電極的腐蝕電池	126

5. 差異效應·····	133
6. 金屬的電化學防護·····	135
7. 差異效應現象與電化學防護的比較·····	137
第七章 腐蝕的內外因素·····	139
1. 金屬的熱力學穩定性·····	139
2. 元素的週期系統和金屬的腐蝕性能·····	141
3. 固溶體穩定性的邊界·····	143
4. 合金的結構與表面情況的影響·····	145
5. 氫離子濃度的影響·····	147
6. 腐蝕的阻化劑·····	151
7. 腐蝕的加速劑(刺激劑)·····	155
8. 溶液中鹽濃度的影響·····	156
9. 腐蝕介質運動速度的影響·····	158
10. 溫度的影響·····	159
11. 腐蝕時歐姆因素的作用·····	161
第八章 金屬的鈍化·····	167
1. 鈍化現象·····	167
2. 鈍化的定義·····	170
3. 腐蝕金屬鈍化程度的定量計算·····	171
4. 鈍化的薄膜理論·····	173
5. 鈍化的吸附理論·····	175
6. 其他的幾種鈍化理論·····	177
7. 陽極鈍化·····	180
8. 在可能生成鈍化情況時腐蝕電池工作的特徵·····	183
主要參考文獻·····	186

第一章

金屬腐蝕緒論

1. 定 義

金屬表面受週圍介質的化學及電化學作用而被破壞，稱為金屬的腐蝕 (коррозия)¹⁾。

金屬表面的機械磨損，例如細粒的琢磨及打擊，稱為金屬的磨蝕 (эрозия)。鑄鐵軸承的被磨損，即所謂磨蝕；同一軸承的生銹，即所謂腐蝕。

腐蝕和磨蝕的現象，並不能分得很清。這兩種破壞作用常常在一起進行（例如，快速海船上推進器葉片的破壞，就是腐蝕性的磨蝕）。

金屬腐蝕及防護這門科學的內容是研究金屬和週圍介質間互相起化學及電化學作用的現象，確定這些現象的機理及一般規律。腐蝕科學的任務，就是在於防護現在應用的各種金屬結構（機器、儀器、建築、運輸用具及其他），使免受化學或電化學作用的破壞。

2. 實 例

腐蝕性損壞的實例是極其多式多樣的。金屬結構在空氣中的生銹，海船外殼在海水中的腐蝕，地下鑄鐵管的腐蝕，化學器械的損壞，內燃機活塞的燒壞，工業上軋鋼時的生成垢皮——這些都是腐蝕的例子。很顯然的，沒有一種工業不需要保護金屬，使其不受腐蝕。

可以從金屬結構的抗蝕觀點指出金屬結構在國民經濟領域內的幾個特點。例如海船結構應該注意海水及海洋氣候對金屬的侵蝕

1) коррозия——係從拉丁字 *corrodere* 而來，其意義為腐蝕、損壞。

作用。鐵路運輸中的重要問題則是鍋爐的腐蝕以及金屬在較高二氧化硫含量的空氣中的穩定性（由於機車鍋爐中燃燒低質含硫煤而發生的）。對於航空工業來講，其特徵是應用輕質鋁鎂合金，並且金屬結構的構造只能有最小的容差。在化學工業上主要是酸鹼及其他強烈試劑對金屬的作用。同時由於新的工業部門，新的工藝過程的出現，對於金屬在新情況下的腐蝕性質及其保護作用，就有了新的要求。

3. 工業的發展和抗蝕的新任務

由於工業的發展，對於耐蝕金屬的需要就提高了，抗蝕的任務亦變得複雜了。例如，現代的更為完美而有效的飛機發動機製造工業，就提出了關於新的、熱穩定性很強的金屬材料這一尖銳的問題。新的管式及噴射式發動機的發展，要求金屬在高溫時能抵抗氧化。

防腐的研究成就，常常能促進化學工業的發展。祇有在不銹鋼的發現及生產以後，強大的硝酸工業才獲得發展，不銹鋼主要用來製成基本的設備和容器。

防腐技術的改良，可以利用鐵來代替稀少的有色金屬及合金。例如用鐵來代替黃銅殼，用鐵製的金屬陶磁品來代替銅器。根據莫斯科口腔研究所（Стоматологический институт）的數據，他們利用不銹鋼醫治口腔，節省了相當量的純金。

有時缺少了一種抗蝕的物質，就使一種新的工業方法無法進行。實驗室方法在 35% 鹽酸中能使纖維糖化，由於在高溫及高濃度鹽酸中找不到抗蝕的金屬材料，就使這方法不能工業化。

工業的發展與所用金屬的種類和數量有緊密的聯系。在人類文化初開始時常常應用貴金屬——金、銅、錫、鉛——及有限量的鐵，以後就廣泛的利用鐵合金。現在與鐵（包括鋼、鑄鐵）——最常用金屬的一種——相提並論的，有鋁合金及鎂合金，它們的性質較鐵更為不穩定。工業上的進一步要求能推動研究週期表上一系列新金屬的腐蝕問題，這些問題在以前是沒有做過的。

4. 腐蝕數量及其損壞的原因

根據已有的數據，由於腐蝕的原因，每年提煉的金屬約有三分之一不能繼續使用。可以假設其中約有三分之二略有腐蝕的金屬可在馬丁爐中回爐使用；因此約有九分之一或者說約有 10% 的金屬，由於腐蝕的破壞而一去不返地損失了（變成細粉分散掉了）。這樣，假定每年能提煉金屬二千萬噸，那麼每年的損失量要達二百萬噸。使相當大的一部分冶金力量用來抵消腐蝕損失的金屬。

為腐蝕所損壞的金屬絕對數量是很龐大的。可是腐蝕的主要害處並不僅是金屬本身的損失，而最大的是金屬結構的損壞，它的價值比起金屬本身要大得多。

在鋪設鐵軌時，金屬的價格是超過了鋪設的費用，但在製造汽車、飛機、精密儀器時，製造的費用要超過金屬的價格。大量的費用化在各種防護方法上，例如油漆塗層，金屬鍍層，製取比較貴重的抗蝕合金等等，都應該完全看作是由於腐蝕所引起的消費。

由於腐蝕的原因，產生工作上的廢品及構造上的事故，以及部分腐蝕損壞裝備的修理，當設計各種結構時，提高腐蝕的容差，這都是增加金屬的消耗。提高腐蝕容差，不僅增加金屬的消費，而且常常使結構變壞。例如在飛機製造時，增加了容差，就不必要的增加了飛機的重量。在管道方面，當同樣的外徑時，增加金屬的容差，就引致減少可利用的截面積，因此就降低了流量。

5. 金屬結構的耐用時間

金屬結構的耐用時間是極不相同的。

在設計橋梁、房屋及其他大的金屬結構時，應用的時間都是幾十年甚至百年。而另外一系列的金屬結構的應用期限遠比此為少。

在有些化學工廠裏，個別的儀器及其零件僅能耐用幾個月，有時僅幾個星期。但是也可以舉出一個金屬壽命極久的例子：在印度德里城（Дели）的著名鐵塔已經存在了二千五百年。

在個別的情況下，甚至微量的腐蝕就能使結構損壞。當複雜的儀器內部機件有極小腐蝕時，就不能工作。金屬的探照燈祇要有極微的腐蝕，就使它的反射能力降低很多（變暗）。

6. 蘇聯金屬防腐的機關

金屬結構在現代的複雜的使用情況下的防腐問題，僅靠一部分的防護措施是顯然不夠的。龐大的有關防腐的實際操作，必須與科學相結合。所以建立關於腐蝕過程的科學理論，是一件非常重要的任務。

研究腐蝕基本理論及重要實際問題是在蘇聯科學院物理化學研究所及其他一系列的科學研究分所中進行。有些研究所還設有腐蝕試驗站分佈在蘇聯各地。

蘇聯金屬防腐的組織機構，如蘇聯科學院化學部直屬的防腐委員會，全蘇科學技術協會直屬的電鍍及腐蝕委員會，以及其他機關都從事於研究腐蝕及金屬防護範圍內的主要問題。許多高等專科學校培養出許多在金屬防腐方面的專家。

對於進行防腐措施，全國性的途徑是規定我們的工程師們和科學工作者們要熟悉關於腐蝕方面的問題，特別在現時冶金工程師、化學工程師、以及其他科門的技術工作者，若沒有掌握腐蝕及金屬防護的基本科學是不可想像的。

7. 蘇聯金屬腐蝕科學的發展階段

在很久以前當人類開始應用金屬製造用具時，即注意到金屬的防腐問題。古希臘的歷史學家格羅多脫（Геродот）（紀元前5世紀）及古羅馬自然科學家卡-潑利尼-捷孔特-斯大希（Кай Плиний Секунд Старший）（紀元前1世紀）提起利用錫來防止鐵的生鏽。在連續着幾世紀的時期內，煉金術者們進行了許多無結果的試驗，想把賤金屬轉變為貴金屬，即是使它具有高度的化學穩定性。可是這些工作，對於用科學方法來研究腐蝕現象關係仍很少。關於金屬腐

蝕的科學，一直到工業大量發展以後才興起的。

金屬腐蝕現象的第一個科學研究應該歸之於俄國偉大的羅蒙諾索夫 (Михаил Васильевич Ломоносов)，在那時德國的化學家希大列 (Шталь) 認為金屬在高溫氧化時失去燃素 (флогистон)，而英國物理學家波義耳 (Бойль) 則認為是與可燃物質化合，它具有通過器壁的能力。羅蒙諾索夫進行了科學的定量試驗 (在密閉器中將金屬燒至高熱並精確秤量) 他寫道：

“爲了研究金屬是否純粹由於加熱的緣故而增加重量，在密閉的玻璃容器中進行試驗。這一試驗證明波義耳的假說是錯誤的，在沒有加入外面空氣時，金屬燃燒的重量還是不變”¹⁾。

此後 M. B. 羅蒙諾索夫證明，在燃燒以後，打開容器讓空氣進入，金屬重量就會增加。

這就證明了金屬當燃燒時增加重量是由於與空氣²⁾ 化合，而無論是藉助於燃素，或是和可燃物質化合來說明金屬的氧化過程都是錯誤的。25 年以後，在 1773 年拉瓦錫 (Лавуазье) 重複這試驗，得到的結果與羅蒙諾索夫的相似。

拉瓦錫的功績是指出金屬的氧化是和空氣中最活潑的部分——氧氣——相化合。

M. B. 羅蒙諾索夫在自己的科學工作中“關於化學溶劑的作用” (1738—1746) 是第一次廣泛而有系統的研究酸類 (硝酸及鹽酸) 對金屬的作用 (Ag, Cu, Fe, Au 及其他)^[2]。他第一次指出貴金屬 (“高級金屬”) 比較不貴金屬 (“低級金屬”) 具有高度的穩定性。他清楚地區別了金屬的溶解 (放出氣體及產生熱量) 及鹽類的溶解 (不放出氣體及吸收熱量)。M. B. 羅蒙諾索夫第一次發現並說明金屬在濃硝酸中的鈍化現象。把這一發現記上英國人凱依爾 (Дж. Кейр) 的名字是不正確的，他祇是在 1790 年才寫述了鐵在硝酸中的鈍化現

1) 這一意見是在 1748 年 7 月 5 日 M. B. 羅蒙諾索夫致 Л. 埃立爾 (Эйлер) 信中指出的。

2) 在那時空氣的複雜組成尚未明確。

象,亦就是說,比起羅蒙諾索夫是遲了 50 年。

В. В. 彼得洛夫院士 (Петров), Т. 格洛多斯院士 (Гротгус), Э. Х. 楞茨院士 (Ленц) 及喀山大學 (Казанский университет) 的物理教授沙維列也夫 (Савельев), Н. П. 斯魯根諾夫 (Слугин) 等的工作以及其他一些在電化學範圍內的工作 (始自 19 世紀中葉) 對於金屬溶解的電化學理論的繼續發展,有相當大的幫助。

Д. И. 門捷列夫 (Менделеев) 週期定律的建立 (1869) 是化學上最廣泛最有成果的綜合,這定律對於各種金屬腐蝕性質的估計及分類具有基本的指導意義。

俄羅斯著名化學家 И. И. 別凱托夫 (Бекетов)——Н. 卡楊傑爾 (Каяндер) 在 1881 年研究金屬在酸中溶解的動力學,同時從電化學性質方面說明金屬的溶解。

А. И. 奧奴弗洛維基 (Онуфрович) 工程師 (1910) 進行了大量的有系統的實地放置試驗指出,俄國工廠生產的屋頂鐵皮比起國外的樣品具有高度的抗蝕穩定性。

Е. 庫克林 (Куклин) 工程師 (1910) 研究了並解釋了金屬和酸作用時在金屬上酸侵蝕氣泡的發生。

在 1913 年,俄羅斯科學家 Л. В. 畢薩瑞夫斯基 (Писаржевский) 作出了電極作用的新解釋,可以用真實的物理現象來替代涅恩斯脫 (Нернст) 的滲透理論的形式上的圖解。

可是把金屬腐蝕當作一種獨立的學科來研究是在本世紀才開始,特別是在蘇聯科學發展時期,對於腐蝕的電化學基本理論進行了很多著名的工作。特別要指出的是 В. А. 基斯恰科夫斯基院士 (Кистяковский)^[3,4] 給出了腐蝕的膜的理論; Н. А. 伊茲加雷舍夫 (Изгарышев)^[5-9], 研究一系列金屬電化學腐蝕的重要問題; А. Н. 弗魯姆金 (Фрумкин)^[19,20] 從理論上論證了金屬溶解電化學機理的新方向,特別是 Г. В. 阿基莫夫 (Акимов)^[10-16] 他奠定了金屬結構腐蝕學的基礎,研究了一系列重要的理論和實際的腐蝕問題,並且創建了蘇聯腐蝕學派。

許多其他的蘇聯青年學者們，也以他們的新的有價值的發現豐富了蘇聯腐蝕科學。這些學者們所發現的，其中有一些在本書著述時已被利用了，並將在下面多次地為我們所引證。

8. 腐蝕過程的熱力學及動力學^[22]

腐蝕現象是：當外面介質作用於金屬時，在金屬表面所起的異相反應（化學的或電化學的），所以關於金屬腐蝕的科學，基本上是奠基於兩門相近的學科：金屬學與物理化學。而物理化學（其中又分化學動力學及電化學動力學）這門學科對了解腐蝕現象更有特殊的意義。

根據熱力學觀點來看，在大氣中大多數工業用金屬的金屬狀態是不穩定的。

各種金屬從金屬狀態轉變成離子的趨向是極不相同的，根據作用進行時自由能的減少來區別是最為準確。在表1中載有幾種工業上最重要金屬在離子化時（隨着放出氫氣或吸收氧氣時）自由能的變化量，負號相當於自由能的減少，同時說明這作用在熱力學上的可能性——負數愈大自由能的減少也愈多；正號相當於自由能的增加，同時說明這作用不能自己進行。

從表1的數據中，用熱力學的觀點來看，在大氣情況下，即有氧存在時，祇有最正性的金屬（金、鉑）是完全穩定，其餘整個的都有轉變成氧化狀態的趨向。

但這表或許只是近似於金屬實際的腐蝕穩定性，因為大部分腐蝕作用的真正速度並不是簡單的僅與自由能的減少有關。例如鋁比鋅具有較大的作用能力，鉻又比鐵大，但是不管怎樣，在大氣中，這二對金屬中的第一個金屬反比第二個金屬為穩定。

金屬的穩定性隨着腐蝕的條件有很大的變化。例如，在鹼性溶液中，鎂遠較鋁或鋅為穩定，雖然它在生成氧化物時自由能的減少是相當大的。鋁及鉻和銅比較具有較大的熱力學作用能力，但是在硝酸中，鋁及鉻是很穩定的，而銅則完全不穩定。類似的例子可以舉出

表 1. 金屬離子化時自由能的變化

作 用 過 程	1 克當量金屬離子化時 自由能的變化 (千卡)	
	當放出氫時	當吸收氧時
$K \rightarrow K^+ + \ominus$	-67.5	-95.2
$Na \rightarrow Na^+ + \ominus$	-62.6	-90.3
$\frac{1}{2} Mg + OH^- \rightarrow \frac{1}{2} Mg(OH)_2 + \ominus$	-39.2	-66.9
$\frac{1}{3} Al + OH^- \rightarrow \frac{1}{3} Al(OH)_3 + \ominus$	-30.7	-58.4
$\frac{1}{2} Zn + OH^- \rightarrow \frac{1}{2} Zn(OH)_2 + \ominus$	-17.5	-45.2
$\frac{1}{2} Cr \rightarrow \frac{1}{2} Cr^{++} + \ominus$	-12.9	-40.6
$\frac{1}{2} Fe \rightarrow \frac{1}{2} Fe^{++} + \ominus$	-11.5	-39.2
$\frac{1}{2} Cd \rightarrow \frac{1}{2} Cd^{++} + \ominus$	-9.2	-36.9
$\frac{1}{2} Ni \rightarrow \frac{1}{2} Ni^{++} + \ominus$	-5.76	-33.5
$\frac{1}{2} Sn \rightarrow \frac{1}{2} Sn^{++} + \ominus$	-3.2	-30.9
$\frac{1}{2} Pb \rightarrow \frac{1}{2} Pb^{++} + \ominus$	-2.5	-30.2
$\frac{1}{2} Cu \rightarrow \frac{1}{2} Cu^{++} + \ominus$	+ 7.95	-19.75
$\frac{1}{2} Hg \rightarrow \frac{1}{2} Hg^{++} + \ominus$	+18.3	-9.4
$Ag \rightarrow Ag^+ + \ominus$	+18.5	-9.2
$\frac{1}{2} Pt \rightarrow \frac{1}{2} Pt^{++} + \ominus$	+30.4	+ 2.7
$\frac{1}{3} Au \rightarrow \frac{1}{3} Au^{+++} + \ominus$	+30.9	+ 3.2

很多。

因此熱力學給了我們關於腐蝕作用可能性的很多數據，但事實上它很少能夠說明腐蝕作用的速度。

金屬的真正抗蝕穩定性具有相對的性質，在沒有考慮它週圍的情況時不能要求有絕對數字，不能像通常關於金屬的機械性質那樣用絕對數值來表示。

腐蝕研究的基本目的是要找出為什麼在一種情況下熱力學上可能的作用完成得快，而在另外一種情況下是非常慢（有時是慢到這樣的程度，以致從工業觀點上來看，我們可以說這金屬是完全穩定的）的原因，並測定各種因素對於腐蝕速度的影響。

腐蝕作用的阻滯（從熱力學觀點看來可能的）可以有兩種方式：

即由於大的活化能而引起的阻滯以及由於腐蝕介質到達金屬表面的擴散（傳送）或腐蝕產物朝相反方向擴散的困難而引起的阻滯。整個的敘述可用圖 1 能量的圖解來說明。熱力學上可能的腐蝕作用的進行，此地用球的降落來表示，從高的平面降到低的平面其高度為 h 。在 a （圖 1）情況下球毫無阻止的降落，相似於腐蝕速度很快，其中並無阻礙因素。可是這一球的降落是可以被阻止的，或者使它必須首先超越擋板（圖 1 b ），或者使球的移動困難，例如用傾斜度小的斜坡，阻力大的黏液（圖 1 c ）。

在第一例中（圖 1 b ）腐蝕作用的第一步是被高的活化能所阻止。在這裏要使腐蝕作用進行、或者是降低活化能、或者從外面供給它必要的能量首先使這球能超越擋板或者打擊擋板而降落。

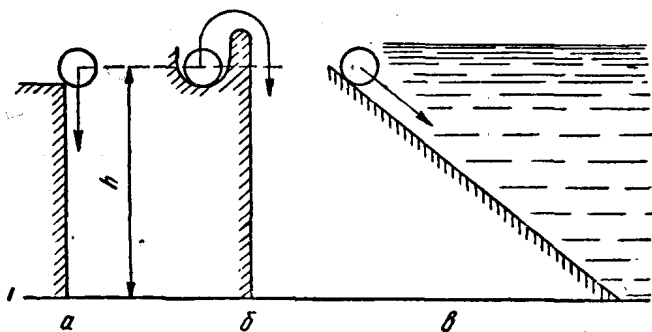


圖 1. 熱力學上可能的腐蝕作用各種阻止方法的機理圖解

a —未加阻止。腐蝕作用的進行具有無限制的速度（球的降落毫未受阻止）。

b —腐蝕作用的第一步被高的活化能所阻止。要使腐蝕作用進行，必須降低這活化能，或者從外面給以必要的能量（為了使球能打擊擋板或者超越擋板而降落）。

c —使介質的傳送（擴散）作用遲緩來阻止。腐蝕作用是進行的但其速度很小（球是滾下的，但在很黏的介質中它的運動速度非常之小）。

第二例（圖 1 c ）是說明當腐蝕作用進行時擴散進展困難。可以說腐蝕作用是進行的，但是它的速度是很慢的（球滾下遇到高黏度介質，其運動速度非常之小）。

9. 腐蝕的分類^[23]

按照腐蝕作用進行的機理可以分成兩類：**化學腐蝕**及**電化學腐蝕**。

化學腐蝕服從於多相反應純化學動力學的基本規律，在腐蝕時並沒有電流產生（例如，在非導體中或乾燥氣體中的腐蝕）。電化學腐蝕服從電化學動力學規律，在腐蝕時通常有電流產生（例如，金屬在電解液中的腐蝕）。這兩類腐蝕機理的區別將在下面再詳細敘述。

根據腐蝕作用進行的情況可以分成下列各種腐蝕形式。

1. **氣體腐蝕** (газовая коррозия)——這一類的腐蝕在金屬表面上完全沒有水氣的凝聚。通常這一名稱是指在高溫時的金屬腐蝕。

2. **在非電解液中的腐蝕** (коррозия в неэлектролитах)——指沒有顯著電導能力的活潑有機物質對金屬所起的作用（例如，高溫下鐵在含硫石油中的腐蝕）。

整個這兩類屬於化學腐蝕，下面的通常都屬於電化學腐蝕範圍內。

3. **在電解液中的腐蝕** (коррозия в электролитах)——這是極廣泛的腐蝕形式。天然水及大部分水溶液對金屬結構的作用即屬於這一類腐蝕。按照腐蝕進行時液體介質的不同又可分成酸液、鹼液、鹽液、海水等等的腐蝕。按照腐蝕介質在金屬表面作用的情況，這類腐蝕更可加以這樣的區別：全部沉浸腐蝕，非全部沉浸腐蝕或水綫腐蝕，交變沉浸腐蝕，在靜止電解液中腐蝕，在攪動電解液中腐蝕以及其他。

4. **土壤腐蝕** (почвенная коррозия) 土壤對金屬的作用屬於此類。此類腐蝕的例子——埋在地下或者放置在高壓電綫附近自來水管的損壞。

5. **大氣腐蝕** (атмосферная коррозия)——在大氣中金屬的腐蝕或是在任何潮濕氣體中所進行的腐蝕。這是最廣泛的一類，因

爲大部分的金屬結構都是放置在大氣中使用的^[79]。

6. 電腐蝕或外部電流的腐蝕 (электрокоррозия или коррозия внешним током)——爲陽極電流所引起的腐蝕。埋在土壤中的管子爲散失電流所損壞屬於這一類的腐蝕例子。

7. 接觸腐蝕 (контактная коррозия)——與金屬結構中基礎金屬電位不同的金屬 (通常是比較正的) 和金屬結構相接觸所引起的電化學腐蝕。

8. 應力腐蝕 (коррозия под напряжением)——在腐蝕介質作用的同時又受到應力。按照所受應力的種類是交變應力或固定應力,是外部加上的應力或是內部的應力又可分成下列各項:交變應力腐蝕或腐蝕疲勞,固定應力腐蝕,內部應力腐蝕。許多工業上的結構——橋梁、礦上的鋼索、滾筒、高壓鍋爐——常常是這一類腐蝕很顯著的表現。

9. 腐蝕性磨蝕及磨擦腐蝕 (коррозионная эрозия и коррозия при трении) 例如在水流的磨蝕性打擊下的腐蝕 (海船推進器葉鈹轉動時) 或者是汽艇推進器滾軸與被海水所浸潤的軸承相磨擦時的腐蝕。

10. 細菌腐蝕 (биокоррозия)——在土壤腐蝕或在電解液中腐蝕時,當有細菌參與時腐蝕作用就加快。

根據腐蝕所破壞的形式可分爲一般的或連續腐蝕及局部腐蝕 (圖 2)。

假使腐蝕分佈在整個金屬表面,就稱一般 (連續) 腐蝕。一般腐蝕可以是均勻的或是不均勻的。假使腐蝕的損壞都局限在一定的區域,而其餘的表面部分幾乎一點沒有腐蝕,這樣情況稱爲局部腐蝕。

局部腐蝕有各種型式 (參閱圖 2)。

斑點腐蝕 (коррозия пятнами) 是在各個表面上有損壞,並不太深但佔有比較大的表面面積。

膿瘡形腐蝕 (коррозия язвами) 是相當大的損壞局限在一定