

工業常識叢書

怎樣防止金屬生銹

一九五三年三月十日

科學技術出版社

如何防止金屬生銹

怎樣防止金屬生銹

●●●●●●●●●●

怎樣防止金屬生銹

費德洛甫著

唐實譯



科學技術出版社

1951

C8 . Kd01 . 32K . P.74 . ¥2800

版權所有 不准翻印

原 著 書 名 : Отчего Ржавеют Металлы

原 作 者 : А. С. Федоров

原 出 版 者 : Госиздат Технико-теоретической
Литературы

原 本 版 次 : Первое Издание

原 本 出 版 年 月 : Апрель 1954 г.

責任編輯：高曉楓

校對：王善華

1951年1月發排(京華) 1951年3月付印(北大)

一九五一年四月初版

北京造0001—8300冊

科學技術出版社出版 北京燈市口甲45號

三聯·中華·商務·開明·聯營

聯合組織

中國圖書發行公司總發行

目 次

引言.....	I
一 什麼叫做銹蝕.....	6
二 金屬是結晶狀的物質.....	9
三 化學性銹蝕.....	14
四 電化性銹蝕.....	24
五 銹蝕的結果.....	35
六 各種金屬的防銹方法.....	38
結束語.....	54

引 言

金屬——這是無人不曉的、在我們的時代裏事實上已成為最重要的、不可缺少的物質。在人類社會的生活中，金屬起着首要的作用。用金屬可以作出千百樣各种不同的有用物品。例如汽車和拖拉機，紡織廠的機床和種植馬鈴薯的機器，每秒鐘可拍攝百萬張電影片的複雜機器和人們用以沉潛海底的牢固巨球——潛水器等等，都是用金屬製造的。

在我們周遭到處都會接觸到金屬。各種金屬電線聯繫着鄉村和城市，利用這些電線可以拍發電報、交談電話，或輸送電力，供各工廠作坊的機器開動和住宅照明之用。在河流及山谷上高懸着樣式精緻的金屬橋樑。利用敷設在地下的金屬管道，可以長距離輸送石油和可燃氣體。鋼筋已成為巨大建築物鋼筋混凝土結構的心臟。

在日常生活中我們也經常接觸着金屬：我們坐下來

吃飯，要使用金屬的餐具——湯勺和刀叉。我們要看看時間，而鐘錶正是最精巧的金屬零件——彈簧、齒輪、指針的精細結合體。我們想寫信——而我們手中的鋼筆有着金屬的筆尖。我們縫鈕扣，所用的細針也是金屬的。

四面八方，到處都是金屬。今天若說人類的生活沒有金屬，簡直是不堪想像……

早在幾千年前，人類已經學會了利用和採煉金屬。今天有着幾十種不同的金屬被用於工業、農業、運輸和日常生活中。人們不僅使用各種純金屬，並且更廣泛地使用幾種金屬煉成的合金，因為這些合金具有為純金屬所缺少的一些特性。某一些合金的硬度大，另一些則相反，非常柔軟，也就是易於延展或鍛。有一些合金，在非常高溫之下，仍舊保持固體狀態，也有一些合金，用火柴都能把它燒熔。

金屬是人類可靠的朋友和有力的助手，不過它須要很好的照顧。如果人們照顧週到，金屬製品將服務得很好，而且長久。一台車床，如果經能手運用，加意保持清潔，及時加油，看起來永遠像新的一樣，也就能够長久使用，不發生故障。同樣一台車床，如果照顧得不好，蒙上一層灰塵，生了鏽，很快地就要廢損。

這就是說，金屬物品所處環境如何，影響它的壽命是很大的。金屬若害了“病”，要縮短它的服務年限。譬如早

在古代已經知曉的一種錫的重病——“錫瘟疫”，就是用錫作的物品——神像、壺、瓶、杯等——日子久了生出灰點，以後變成粉末而剝落下來的現象。同時還發覺到，這種錫病會傳染的：如果“健康”的錫製物品和害了“錫瘟疫”的物品接觸在一起時，疫病會很快地傳染起來。最初，要醫治這種病症，採用了“外科手術”，將物品害了病的那部分乾脆割掉。這樣就防止了“錫瘟疫”再向健康的部分蔓延。

過了許多時候，學者們研究出“錫瘟疫”發生的原因。原來錫有二種不同的外形——一種是本質堅固，並具有金屬光彩的白錫，另一種是易於剝落為粉末的灰錫。曾經發覺到在寒冷的情況下，白錫容易變成灰錫。因此錫製物品，當將它們長期放置在不生火的房屋裏時，最容易受病。

學者們診斷出“錫瘟疫”的起因，也找到醫治這病症的藥方。這藥方相當簡單，要想醫治害了“錫瘟疫”的物品，祇將它加熱到 100°C ，或者乾脆將它放進開水裏泡上幾小時就成了。不過，並非永遠有效地完全將害了“錫瘟疫”的物品醫治好。

金屬還生有一種更加危險的、而到今天仍沒有能醫治好的“病”。這病逐漸地侵蝕金屬製品，甚至使它全部毀壞，也不是希罕的事情，因為金屬有着引起這些重病的敵

人。這個大多數金屬和合金的兇惡敵人，就是在空氣、水和地殼的成分中非常普遍存在的一種化學元素——氧。這種金屬的重病叫做“銹蝕”，是往往有氧參加的某些化學作用。鋼製品的生銹，銅、青銅或銅合金所製物品的發暗、生綠銹，鋁製品光澤的褪落，以及白銀的變黑——所有這些都是金屬銹蝕的例證。

銹蝕帶給人類巨大的損害。單是金屬在銹蝕方面的損失，約為每年所熔煉的金屬和合金總數的三分之一。這就是說，全世界每年要損毀幾千萬噸的金屬。

但是，這還僅是直接的損害，間接的損害也是不小的。事實上不難想像到，為要更換銹壞了的，深埋在地裏的水管或電纜，須要耗費多少物料和勞力。倘若銹壞了某一複雜的化學器械的內部零件，而要更換這些零件，則必須整個生產停頓下來！

因此，整個世界，特別從我們這一世紀開始，都在進行着大規模的科學研究工作，鑽研銹蝕的原因，並尋求防止金屬早期損壞的最可靠和最低廉的方法。

某些資本主義國家有着一些向銹蝕作鬥爭的研究所和科學團體。但是他們對於這個工作，雖然有了個別的良好結果，却為本身的資本主義制度所阻撓，不可能成為全國性的事業，過去如此，將來也是如此。因為對於某一些資本家固然是有利於得到較結實和耐用的金屬；而對於

另一些，却正好相反，他們的利潤是包括在金屬的迅速損廢，以便更換新的這一點上。每一個工廠和企業，研究着它自己的向銹蝕作鬥爭的方法，研究着它自己的防止金屬銹蝕的方法。商業的競爭迫使資本家們將這些方法保持秘密，而不為別的一些企業所利用。

在蘇聯，這情形就完全不同。社會主義國民經濟的計劃性的特質，正促使防止金屬銹蝕的工作要全面地、全國範圍地開展起來。

早在1927年偉大的第一個五年計劃開始的時期，由阿基莫威教授在中央氣體水力研究所內組織了第一個作銹蝕方面學術研究的試驗室。今天的蘇聯已有着數以十計的科學研究所和專門工業學校，正不遺餘力地進行對於銹蝕的鑽研，並向它作鬥爭。

基司甲闊夫、司基院士、阿米闊夫、衣紫卡利舍夫科學院通訊員以及其他有才能的蘇聯學者們，是蘇聯開始向銹蝕作鬥爭的第一批勇士。他們培養了大批專門幹部，在鑽研銹蝕的起因上；研究防止金屬銹蝕的方法上，創製各種不怕銹蝕的新合金上，都有着良好的成就。他們的工作已經得到了顯著的成果。

在這本小冊子中，將談到金屬銹蝕的起因，以及今日防止金屬早期損壞所採用的各種辦法。

一 什麼叫做銹蝕

在自然環境作用下，金屬和合金的損毀叫做銹蝕。銹蝕永遠自金屬製品的表面開始，而逐漸往深處蔓延。這時金屬就改變了自己的外形（圖1），喪失了光澤，它那平滑的表面變成凹凸不平，並蒙上一層通常為金屬和氧所組成的特殊化合物，叫做“銹”。譬如鐵受到銹蝕，蒙上一層基本上為氧化鐵所組成的褐色的銹。

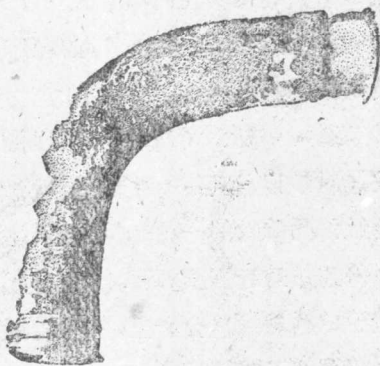


圖1 毀於銹蝕的鐵管

並不是所有的金屬和合金遭受銹蝕的程度，都一般無二。有些金屬被損毀得很快，而另一些金屬在同樣情況

下，却顯示得非常堅固。

事實上沒有不生銹的金屬。譬如白金是最堅固的金屬之一，然而它在一定的條件下也要損蝕的。關於這一點，我們將一塊白金片塗上所謂王水（一定比例的硝酸和鹽酸的混合液），就可以觀測得到了。

最普通的一種金屬——銅——在水中不損蝕，所以水管上的龍頭、水門等往往用銅或它的合金來製造。但是將銅製品放進阿摩尼亞的溶液中，很快地要損毀。

因此，無論是研究金屬的本質或合金的成分，首先要確定它們的抗銹性能。

然而外在的情況對於銹蝕的深淺程度也有着大的影響。在這一點上，不僅是圍繞着金屬的物質環境，即便是溫度以及氣壓也都具有重大的作用。

金屬的銹蝕是化學作用或者電化作用的結果。因此，對於一切銹蝕現象也就分成兩大類：化學性銹蝕和電化性銹蝕。

其中化學性銹蝕是在不能通過電流的液體或乾燥氣體的作用下而發生的。鋼在加熱時的氧化，也算做化學性銹蝕的一例。

最比較普遍的算是電化性銹蝕，它是電解液，也就是能通電流的液體，與金屬所起作用的結果。常見的鐵、銅、其他金屬和合金在酸性和鹽質的溶液中、在潮濕的大氣

和土壤中的損蝕，都與電化性銹蝕有關。

讓我們詳細些地討論發生銹蝕的原因，因之，我們首先要研究一下各種金屬和合金的內部結構。

二 金屬是結晶狀的物質

試將用生鐵、鋼、鋁或其他金屬所鑄成的小棒截成兩段，你就不難發覺到，在金屬斷面上有着粒狀的、結晶狀的結構。這些粒狀的結構相當明顯，即使普通的眼睛也看得極其清楚。在某些情況下，斷開處有着閃爍的光澤。這表示金屬由極小的顆粒所組成，而這些極小的顆粒要用放大鏡才能够看得到。

現在讓我們再來理解熔煉了的鋼是怎樣凝固成鑄件。那麼假定我們正站在煉鋼廠的熔鋼分場裏。

分場內嗡嗡地響起低低的鐘聲，這是熔鋼工人立刻開始出鋼水的工作……於是一股發紅透亮的鋼水順着漏斗急速地流下來，閃閃耀目的鋼傾入巨大的、裏面鋪有耐火磚的容器中，幾分鐘之後就裝滿了。龐大的橋型起重機，平穩地提起這成百噸的重量，將巨大的容器妥當地運送到排列齊整的埕埙處（這是有着厚壁的大生鐵容器），逐

一地將鋼水倒入坩堝內。鋼水開始在凝固，我們得以詳密地研究凝固的經過。於是我們看到，未來鑄件的內部結構與金屬凝固的情況有着密切關係。

著名的俄羅斯學者車爾諾夫，曾長期而細緻地鑽研了液體金屬如何凝固的問題。早在八十年以前，他根據多次的試驗和研究，作出下面的結論：鋼的凝固並不像熔融了的臘那樣凝成單純的塊團，而是形成複雜的結晶體。這一重要的原理，奠定了現代的關於金屬結構觀念的基礎。

結晶狀物體的特徵，是構成這類物體的原子組織起結晶狀的格架，彼此間的配置具有一定的和嚴格的排列順序。而對於非結晶狀的物質，它的原子彼此間的配置則是雜亂無章。

結晶狀物質的性能與它的原子格架的結構有關。重提一下我們在前面所談到的“錫瘟疫”，現在我們可以很好地知道，白錫和灰錫的區別，就在於原子在結晶狀的格架中配置得不同。當然在這兩種情況下，原子的本質是相同的，但是在一定的溫度下，錫的原子會變換位置，形成新的物質。

當熔融的金屬開始凝固時，則首先形成所謂晶化中心，為未來結晶體軸心的成長打下基礎。這類軸心再分出許許多多作為結晶體骨幹的枝節（圖2）。

金屬的凝結，首先在那些與冷卻的坩堝壁殼相接觸

的地方開始。銅液起始凝固時，在外面罩起一層硬鋼殼。這層由細結晶體所組成的硬殼，防止其他大部分銅水的迅速凝固。於是金屬進一步的凝固緩慢起來，鑄件內部成長的結晶體就比較粗大些（圖3）。

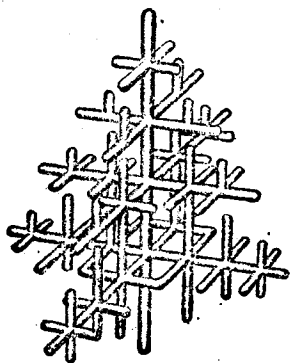


圖2 鋼結晶體的成長

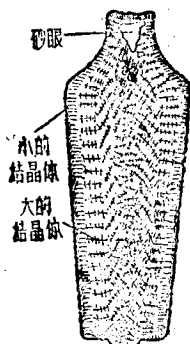


圖3 鋼鑄件的剖面圖

鋼在凝固時要縮小自己的體積，但是鋼鑄件的外形却已不再改變，它為凝固了的金屬硬殼所固定起來。鋼水不能充滿鑄件的內腔，於是在鑄件的內部有了空隙，叫做砂眼。

在凝固的鑄件內同時生長着無數的結晶。這些結晶的枝節互相交織，彼此間曲折和歪扭着。但也有個別的結晶在鑄件的砂眼內成長起來的情形。這樣結晶的成長不受到任何的阻擋，它的形狀既不歪扭，而且尺寸和重量也

相當大。在車爾諾夫蒐集的標本中，保存一個在百噸重鋼鑄件砂眼中成長的結晶，重 3.5 公斤，長 39 公分。

大家都知道，普通鋼料的成分是鐵，以及少量的碳、矽、錳和不可避免的有害雜質——硫和磷。特種鋼的成分，除了上面所說之外，還含有鉻、鎳、鎢、鉬等物質。摻入不同數量的鉻、鎳、鎢、鉬等物質的鋼，具有特殊的性能：或者硬度大，或者耐酸性强，或是堅韌，或者耐熱，也就是在非常高溫下仍保持它的堅固。

鋼的成分中所含的各種物質，各有其不同的熔融溫度和凝固溫度。純鐵在 1530°C 時，凝為固體，如與硫或其他元素相化合，則在較低的溫度下，才凝固起來。金屬最先凝固的那一層正是最難熔融的元素——鐵和碳。有害的較易熔融的雜質——硫和磷在最後凝固，被擠到鑄件的中央，主要地集中在砂眼的周圍。

在坩堝的上部附有保溫的裝置，有時甚至專用來加熱。因此鑄件的“頂”在最後凝固，於是絕大部分有害的雜質以及砂眼正好分佈在這個“頂”部。當進一步加工時，這個頂部往往被切掉，不適宜製造物品之用。

但是即便留下來認為較好的部分鑄件，在化學成分上也不是同質的。鑄件外邊一層金屬有害的雜質少些，與其內部相比較，具有更高些的機械特性。甚至在金屬的一個結晶的範圍內，按照它的成分來講，也不是同質的。