

鋼筋化學除銹法

陳南楚 編著

人民交通出版社

鋼筋化學除銹法

陳南楚 編著

人民交通出版社

本書主要介紹利用幾種酸、鹼、鹽類進行鋼筋化學除銹試驗的一些體會；並在試驗的基礎上，結合施工提出以稀釋鹽酸溶液進行鋼筋除銹的方法，在實際運用中證明效果是滿意的，本書可供鋼筋施工的技術人員參考。

鋼筋化學除銹法

陳南楚 編著

★

人民交通出版社出版

（北京安定門外和平里）

北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六號

新華書店發行

人民交通出版社印刷廠印刷

★

1959年10月北京第一版 1959年10月北京第一次印刷

開本：787×1092 1/32 印張：3 1/2

全書：7,000字 印數：1—1,000冊

統一書號：15044·3022

定價（8）：0.09元

目 錄

前 言

(一) 化学除锈的原理.....	2
(二) 試驗布置.....	3
(三) 化学除锈对鋼筋混凝土質量影响的討論.....	6
(四) 現場应用注意事項.....	8
(五) 运用化学除锈的几点体会.....	10

前 言

利用化学藥剂进行鋼筋除锈是一件新的工作，最近我們根据工程的需要进行了一些試驗，得到了初步的成功，并已开始把这种方法用到部分生产工作中。但是由于我們作这一工作的時間还很短促，工作中必然仍有缺欠之处，本書將工作中的初步結果整理出来，旨在引起讀者商榷。

(一)化学除锈的原理

1. 金属的锈蚀

金属与空气或水的接触中，大多会发生化学作用而使金属破坏，这种过程即为锈蚀。锈蚀是由于金属失去电子变成离子所致。

铁在空气中与气体中的氧、碳酸气、湿气等作用，先变成酸性碳酸亚铁 $[\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2]$ 或盐基性碳酸亚铁，经氧化变成盐基性碳酸铁，再受水的分解，则变成氧化铁 $[\text{Fe}_2\text{O}_3]$ 。氧化铁有潮解性，可以吸水使锈增加，所以铁锈的主要成份是：氧化铁 $[\text{Fe}_2\text{O}_3]$ 、氢氧化铁 $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ 、酸性碳酸亚铁 $[\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2]$ 及酸性碳酸铁 $[\text{Fe}(\text{HCO}_3)_3]$ 的混合物。以通常情况来说，锈的成份近似于 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

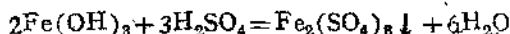
2. 使用化学药剂除锈

利用化学药剂与铁锈的化学成份化合，使产生新的化学元素而得以去除铁锈的主要化学成份，即为化学除锈。

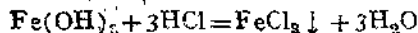
现就酸、碱、盐类与铁锈所起化学反应过程分别简述如下：

1) 酸类 铁的氧化物与酸类发生化学反应较为困难，但铁的氢氧化物与酸类易起化学反应，其作用过程：

以硫酸而言，能生成新的沉淀的硫酸盐类



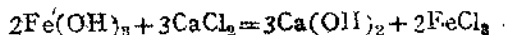
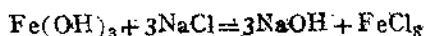
以盐酸而言，能生成新的沉淀的氯化物



由于酸类（硫酸 H_2SO_4 或盐酸 HCl ）与铁的氢氧化物生成新的盐类沉淀，而使铁锈层剥落，铁件得以露新的表层。由此可见，酸类可以进行除锈。

2) 碱类 一般化学与工业用的碱以及消石灰等，在其强烈的腐蚀作用下，能除去铁锈表层久积之油污。因此，对于锈污严重的钢筋，碱类能起清洁表面的作用。

3) 盐类 铁的氢氧化物可以和一般盐类起化学反应，生成新的盐和碱。如：氯化钠 $[NaCl]$ 、氯化钙 $[CaCl_2]$ 都能很快的和铁的氢氧化物起作用。其反应式如下：



可见盐类在不同程度上可清除铁锈。

(二) 試驗布置

由化学除锈的基本原理推知：凡能与铁锈主要成份起化学反应生成新的非锈成份的铁盐皆可进行除锈，此种化学反应利用酸、碱、盐类均可进行。

1. 除锈試驗的布置考虑了以下几项原则：

1) 使用酸类除锈后，为了消除遗留的酸根，以免其附在钢筋表面继续进行腐蚀，破坏钢筋混凝土结构，因而需要采用碱性溶液进行中和。一般酸与碱中和反应都能进行，但为选择经济且容易取得的材料，我们选用石灰水中和酸类。

2) 要选择经济的化学试剂，适当的稀释浓度，要既节约人力和时间又合经济原则，还要使得施工时方便和安全。

3) 試驗检查应针对化学除锈后，可能残留的酸根继续对钢筋的腐蚀影响，以及钢筋对焊时产生的高温，使可能残余在钢筋表面的

酸根与铁起化学反应而影响钢筋质量。因此，须致考虑全面的检查措施。

现采用的方法：

(1) 用石蕊试纸或试液对经过化学处理、中和及清洗过后的钢筋表面附着酸、碱作定性的检查；

(2) 对焊钢筋作拉力试验检查质量。

(3) 观察经化学除锈的钢筋日后变化情况。主要是看其在自然条件下还原速度及变化情况。

2. 试验经过：

试验工作首先是根据化学除锈的原理，用酸、碱、盐处理锈蚀钢筋以进行观察试验。

我们配制了 1:3 [试剂与水体积之比] 的酸、碱、盐溶液，将生锈的钢筋放入溶液中，经过一定时间，在不同程度上都可以清除一部分铁锈。

由初步观察看出，适当的配制酸、碱、盐溶液都可以进行除锈，只是有快慢的不同。氯化钠、氢氧化钠或石灰水在其浓度 1:2 或 1:1 [试剂与水的重量比] 的溶液中，把铁锈较轻微的钢筋浸入经过二十分钟到三十分钟可以清除一部分铁锈；但对锈蚀较严重的钢筋，即使浸泡再长的时间，效果也不明显。用硫酸或盐酸配成的溶液，当浓度为 1:3 或 1:10 [试液与水之体积比]，对轻微铁锈和较严重的铁锈，经过相当的时间都能清除。如与前一种溶液相比，不但所需时间少，而且效果亦佳。

从盐酸和硫酸除锈情况来看，效果相仿，但价格上硫酸比盐酸贵一倍。因此，我们决定采用盐酸配制不同浓度的溶液和以不同的浸入时间进行试验比较，其结果如表 1。

螺纹钢筋除锈较圆钢筋困难。 $\phi 6$ M.M 锈少者浸入 1:10 盐酸溶液中在 5 分钟左右即可达到要求；但螺纹筋在盐酸溶液浓度较小

表 1

鋼筋种类	銹蝕情况	HCl : H ₂ O		石蕊試紙試驗	拉力試驗
		1 : 5	1 : 3		
φ6M.M 圓鋼	少 者	5~20分鐘	5~10分鐘	所有結果 均呈藍色 或无色。	与未經化学 处理拉力相 同。
	中 等	30分鐘	20分鐘		
	严 重	60分鐘	50分鐘		
φ20M.M 螺旋鋼	少 者	30分鐘	25分鐘		
	中 等	50分鐘	40分鐘		
	严 重	180分鐘	120分鐘		

注: HCl : H₂O为盐酸溶液与水之体積比

时, 浸入時間必須增加, 時間越长, 除銹情况越好, 如銹蝕情况大致相同, 螺旋鋼与圓鋼的除銹需要時間如表 2。

表 2

鋼 筋 种 类	HCl : H ₂ O 1 : 5	HCl : H ₂ O 1 : 3
φ6M.M圓鋼	20~40分鐘	15~20分鐘
φ20M.M螺旋鋼	30~100分鐘	25~80分鐘

如按以上時間处理, 則質量很好, 实际上所用時間一般还可减少。

为寻找用盐酸加快除銹的途徑, 在盐酸溶液中加入氯化鈉或氯化鈣溶液能达到加速除銹的效果。如表 3。

由以下数据可以看出: 当在 HCl:H₂O 为 1 : 10 的溶液中加入 30% 的 NaCl 或 CaCl₂ 能节约盐酸用量和加快除銹速度。

3. 为了了解經化学除銹后对鋼筋質量的影响, 我們取出經過浸

表 3

鋼筋類別	銹蝕情況	HCl : H ₂ O. (体積比)		
		1 : 10 加 30% NaCl	1 : 10 加 30% CaCl	1 : 5
Φ8M. 圓鋼	嚴重	40分鐘	40分鐘	60分鐘
Φ20M. 螺紋鋼	嚴重	180分鐘	80~90分鐘	180分鐘
	中等	40分鐘	20~30分鐘	50分鐘

注：須用无水氯化鈣

酸后的鋼筋以不同處理方法觀察其後果：

1) 將鋼筋自酸液中取出後，用棉紗擦淨，然後用石蕊試紙檢查結果，無反映，但日後鋼筋轉為灰黑色。

2) 如再用清水沖洗，鋼筋表面仍存附着水，日後將更易生銹，這是由於水分蒸發過程銹蝕繼續生成。

3) 如用石灰水中和，即可看到少量鹽酸被中和，石灰水的石灰質附在鋼筋表面形成少許白斑。但這種情況並不嚴重，日久亦不生銹。

4) 如用石灰水中和後再用清水洗淨，這是最好的方法，使鋼筋表面無酸類及鹼類殘存，而鉄件如新。但必須將殘存水分擦干。

(三) 化學除銹對鋼筋混凝土質量影響的討論

根據試驗的初步結果，化學除銹可採用適當濃度的硫酸或鹽酸，並摻入一些NaCl或CaCl₂的溶液，以達到加速除銹的效果。

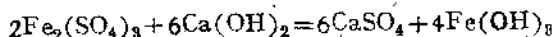
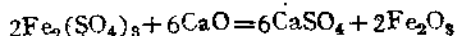
應用化學除銹所考慮的問題是：經過酸液處理後，遺附在鋼筋表面的酸液是否會影響鋼筋混凝土的質量；亦即鋼筋外表附着的H₂SO₄或HCl將來對混凝土是否會引起腐蝕，這個問題的普遍提出，迫切地要求試驗工作能從措施上實際效果及理論的分析上給予解

答。

在試驗过程中我們采用中和酸液的措施后，用石蕊試紙作定性检查，結果表明：从酸液中取出的鋼筋，遺附在表面的酸液只要設法擦淨，數日后，除發現顏色变色以外无其他反应；如果采用石灰水中和，并且再用清水冲洗，从石蕊試紙的反映来看，只呈碱性，并且随着清水冲洗程度而碱性减弱〔且石灰水本身也是弱碱〕。此外，进行了对焊接鋼筋拉力試驗，其結果与未經化学除锈的拉力强度一样。因此，化学除锈是否会引起对混凝土和鋼筋的質量影响問題，我們初步的意見，这种顧慮是不必要的。

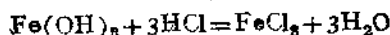
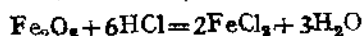
其次，即使仍有遺附的酸液，且石蕊試紙可能未能反映出来，对于这样一种最不利的情況，我們認為：从硫酸和盐酸的腐蝕破坏性来看，采用盐酸除锈比采用硫酸除锈较为合适。

如用硫酸除锈，在焊接过程中所发生的高温作用下，殘附在鋼筋表面的硫酸与鋼筋内含的硫化物作用 $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ 所生成之硫酸亚鉄与空气中的氧，氧化生成硫酸鉄。硫酸鉄是有害的物質，可能和矽酸盐水泥混凝土因水化而析出的游离石灰和氫氧化鈣起反应：



所生成的硫酸鈣与水或盐溶液作用，轉变为稀的白色粘液，从混凝土中流出。由于这种现象产生毫无疑问鋼筋和混凝土之間的粘着力会遭到破坏。

如用盐酸除锈，其反应式如下：



而鉄的氯化物是一种比較稳定的化学成份。

从最不利的情況来看，化学除锈时，即使有酸液殘留在鋼筋表

面，那么，采用盐酸亦无碍；試驗中、也曾考虑到这一因素而采用盐酸溶液除锈，而实际上此种最不利的假定，在試驗检查結果表明是不存在的。

(四)現場应用注意事項

1. 現場应用的几个問題

1) 鋼筋浸入酸液時間越長，則除锈越能徹底；試劑濃度越大則除锈越快。但濃度过大，既不安全又較浪費。对个别锈污，如对質量无严重影响，毋需延長時間进行处理。

2) 锈件在酸液中浸入時間越長，不仅能將锈蝕清除得更干净，而且保持不锈的時間也能較長。但事后必須用石灰水中和，和以清水冲洗，以消除遺留的酸根。

3) 鋼筋化学除锈，对圓鋼和螺紋鋼；锈蝕情况严重的和輕微的应分別对待，保証除锈的質量。

螺紋鋼筋因較圓鋼筋难于去除锈蝕，故对于螺紋鋼筋及鋼筋锈蝕严重的，可以采用 $\text{HCl}:\text{H}_2\text{O}$ [体积比] 1:5 或 1:3 內加 30% 的氯化鈣或氯化鈉溶液；对圓鋼筋及锈蝕較輕者可用不加外物的 1:5 或 1:10 的盐酸溶液除锈。

4) 由試驗結果可見，在盐酸溶液中加浓度为 30% 的 NaCl 或 CaCl_2 溶液一份，可以加速除锈工作的进行。虽然由試驗成果来看，添加 CaCl_2 溶液效果更好，但是要求用无水的 CaCl_2 ，是不够經濟的。

对于 NaCl 或 CaCl_2 浓度的配制，最好是百分之三十到四十，因为浓度再增加，对加速除锈效果也不显著。

5) 从試驗观察中发现，添加氯化鈉及氯化鈣溶液，对锈蝕輕微者，在加速除锈效果上不显著，而对锈蝕严重者效果显著。

2. 操作時所需工具及材料

1) 材料:

(1) 不同濃度的鹽酸溶液按體積比 $\text{HCl}:\text{H}_2\text{O}$ 為1:3; 1:5或1:10。

(2) 濃度為30%氯化鈉溶液的配劑。

(3) 石灰水的配制，石灰與水之比按重量比配成1:5。

2) 工具:

(1) 酸液禁止用鐵器存放（石灰水也儘量避免），可以用不漏水的半圓陶器或用瓦管連接或儲藏器。

(2) 使用木制或混凝土的容器時，表面應塗以防酸瀝青瑪瑙脂。

(3) 棉紗頭和鐵絲網（上塗防酸瀝青瑪瑙脂）。

3. 操作須注意事項

1) 鋼筋由酸液取出後，放於鐵絲網上稍停片刻（不等其色變黑），然後放入石灰水中約半分鐘後取出，再放在鐵絲網上，稍停後用清水洗淨，然後擦乾。

2) 要使鋼筋全部浸入酸液內。

3) 酸液能灼傷人體，禁止用手取出浸在酸中的鋼筋，並應防止酸液到處洩流。

4) 當酸液中積存銹蝕沉淀物較多時，可將酸液過濾一下，並補足同樣濃度的酸液。

5) 用過的酸液應加蓋，防止揮發及灰塵落入，以備再用。

6) 石灰水溶液須用石蕊試紙定性檢查，當發現鹼性很弱時，應即更換新的石灰鹼液。

7) 應常換清水。

8) 工作位置应儘量設在偏僻的地方。

(五)运用化学除锈的几点体会

在化学除锈試驗初步成功的基础上，我們在工地某些鋼筋除锈工作中已开始了采用，感到当用在长1米以下、点焊用的鋼筋以及对焊鋼筋的端头錫固，此法操作是十分方便的。

化学除锈法的优点很多，我們体会有以下几个方面：

1) 質量好、锈除得很干净。

2) 设备简单，只須防酸貯藏器即可。

3) 操作不复杂，技术容易掌握。

4) 利用化学除锈、分散、集中全适用。无论是少量鋼筋或是大量鋼筋皆能运用。

5) 初步估算可比人力操作提高效率数十倍，并节省大批劳力。

化学除锈可能广泛地用于鋼板与型钢的除锈；修船时船体的除锈；工程中鋼板桩的除锈等。

化学除锈法的主要缺点是：目前对锈件是采用浸入溶液除锈的办法，对于太长的鋼筋就需甚长的容器；用清水冲洗后，須将水擦干，对螺紋鋼筋这工作比較不易作好，这些缺点有待于工作中研究克服。化学除锈是一种很好的工作方法，在今后还可研究試制更好的化学試剂，使之更适用于生产上。