

电鍍車間設備

瓦依聶尔、达索揚著

机械工業出版社

电 镀 車 間 設 备

瓦依聶尔、达索揚著

章 慶 崑 譯



机 械 工 業 出 版 社

1 9 5 6

出版者的話

本書向讀者介紹電鍍車間的設備，製造電鍍車間設備及防止設備腐蝕所用的各種材料，以及檢查電解液及鍍層質量用的儀器。

本書可以作為工廠、設計機構及科學研究機關的工程技術人員的實用參考資料。

苏联 Я. В. Вайнер, М. А. Дасоян 著 'Оборудование
гальванических цехов' (Машгиз 1954 年第一版)

* * *

NO. 9983

1956 年 9 月第一版

1956 年 9 月第一版第一次印刷

850×1168 $\frac{1}{32}$ 字數 223 千字 印張 8 $\frac{13}{16}$ 0,001—5,000 冊

機械工業出版社（北京東交民巷 27 號）出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 號

定價(10)1.60 元

目 次

原序	5
一 製造电鍍車間設備的材料	7
1 金屬和合金	10
黑色金屬	10
有色金屬	17
2 非金屬材料	20
無機材料	20
岩石	20
人造硅酸鹽	21
有機材料	35
塑料	35
以橡膠为主体的材料	60
天然有機材料	66
二 电鍍車間的設備	69
1 机械準備的設備	69
磨光和拋光	69
滾磨	88
刷光	92
噴砂(噴丸)清理	95
2 工件的化学準備及鍍覆电鍍層和化学被覆層所用的設備	103
固定槽	104
电鍍小.....零件的設備	126
半自動機	132
自動輸送機	138
3 陽極, 輔助工具及輔助設備	145
三 电鍍車間的电气設備	164
1 直流电的电源	164
低壓電動發電機	164
整流器	171

2 电路連接圖	180
3 匯流排和導綫的計算及敷設	183
4 計量儀器及調整用的設備	190
5 鍍槽的电加熱	196
四 檢查鍍液和鍍層質量用的儀器	203
1 电鍍車間實驗室	203
加熱儀器	204
电气測量儀表	206
光学儀器	216
2 檢查电鍍过程的电化学方法	221
導电率, 电极电位和極化的測定	221
电解液酸度 (pH) 的測定	223
測量工件上电流密度的儀器	226
3 檢查电鍍層質量的儀器	227
檢查鍍層与主体金屬联結強度的儀器	228
測量金屬鍍層硬度的儀器	228
測定金屬鍍層厚度的儀器	233
4 檢查金屬上的氧化層的儀器	241
5 測定金屬防護鍍層和氧化物防護層的耐蝕能力的儀器	245
腐蝕試驗用的器械	246
五 电鍍車間的通風設備	252
1 磨光-拋光部	252
2 噴砂部	255
3 电鍍部和腐蝕部	263
4 通風机的性能	276
中俄名詞对照表	282

原 序

有色金屬之節省，以黑色金屬代替有色金屬，以及防止金屬製品的腐蝕和过早的磨損，是重要的國民經濟任務。

電鍍車間的工作者們，對於解決這些問題起着很大的作用，電鍍車間現已成為每個機械製造廠中不可缺少的部分。

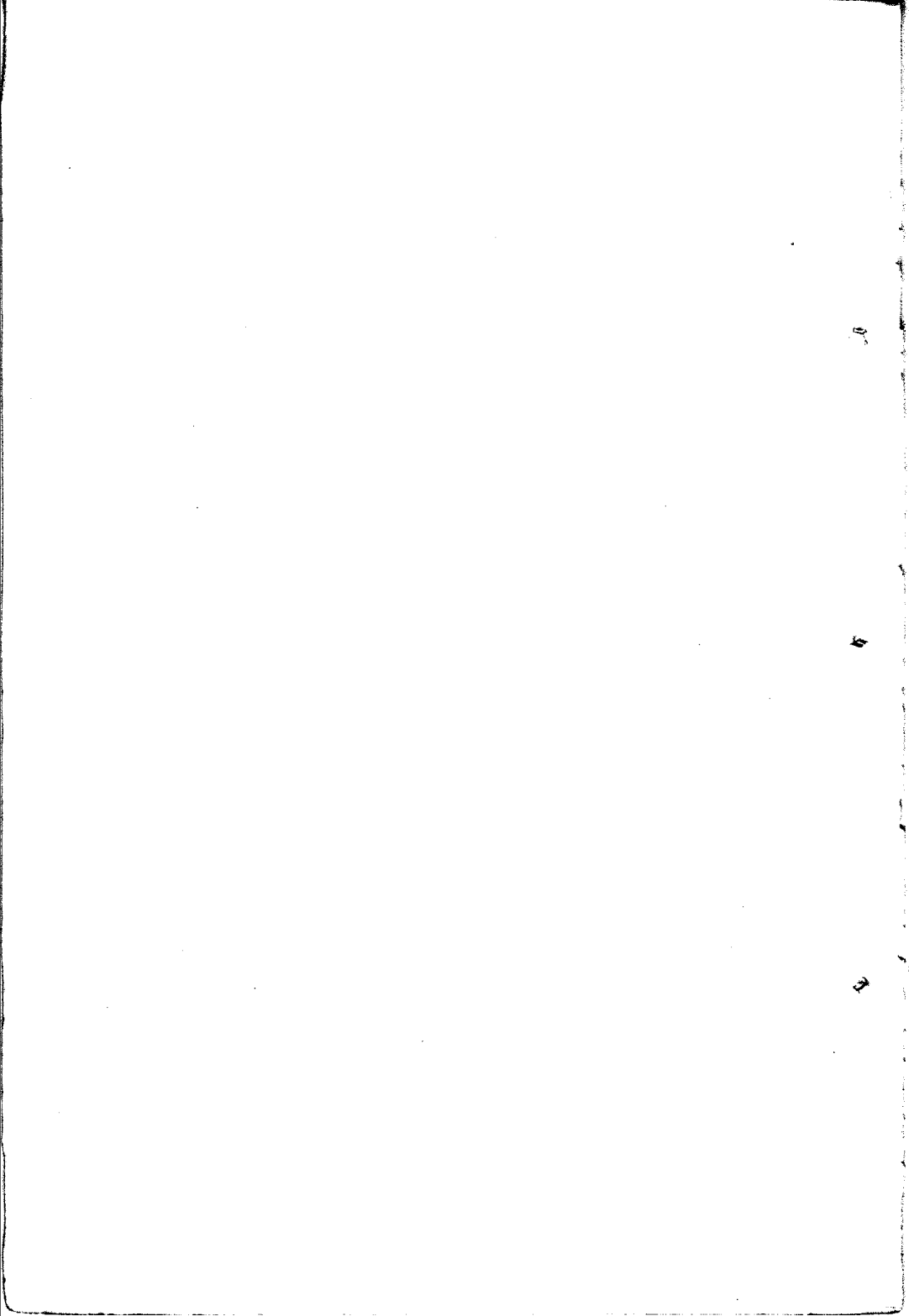
金屬製品裝飾性及防護裝飾性光整加工的比重大大地增加了，對於產品表面光整加工的要求也提高了。因而必須使電鍍過程更加強化和機械化。

解決上述任務所需的、關於電鍍理論和電鍍工藝學的書籍最近已經出版了不少，但是直到現時還缺乏電鍍車間設備和器械的參考資料。而這些問題的資料都分散於一般性的參考資料和載於雜誌上的論文中，因而應用它們是有困難的。

在本書中，作者力圖彌補上述缺點。

在本書中收集了有關製造電鍍車間設備時所用材料的資料，並使之系統化；講述了電鍍車間的普通設備和特殊設備，用相當多的篇幅講述了檢查電鍍液和鍍層質量的實驗室設備。在最後一章中並講述了電鍍車間內用來改善勞動條件的儀器和裝置。

著者



一 製造電鍍車間設備的材料

製造電鍍車間設備時所用的材料的選擇，主要是決定於電鍍液的成分和工作規範。

電鍍車間內所用的溶液，根據它們對於鐵的作用，可以分為四類：

- 1) 無腐蝕性的，
- 2) 弱腐蝕性的，
- 3) 腐蝕性的，
- 4) 強腐蝕性的（圖 1）。

屬於第一類的溶液是沒有腐蝕性的，盛裝這種溶液的槽子，通常是由低碳鋼製成而不需任何襯裏。

其餘各類溶液所用的、由鐵製成的槽子，應該加上防護層以免受到腐蝕。可以用各種化學耐蝕的材料作為抗腐蝕層。

為了比較各種金屬結構材料的耐蝕性能，可以應用表 1，在表 1 內「耐蝕能力的類別」是粗略的評定，而「耐蝕能力的等級」是較精確的評定。

無機非金屬材料的化學耐蝕能力（耐酸性）可在硫酸溶液內處理一定試量的該種材料而求出。必須將試樣粉碎使其顆粒通過 36 孔/公分² 篩，而留於 64 孔/公分² 篩上。測定時，使用留在第二個篩上的材料顆粒。

將 1 克已乾燥的試料放入錐形瓶內，注入 25 毫升比重 1.84 的化學純硫酸。用橡皮塞在錐形瓶上連上一個回流冷凝器，加熱至沸騰。使溶液沸騰 1 小時，然後將溶液冷卻至室溫。按下述公式可以求出耐酸性 K 的百分數

$$\%K = 100 \cdot \frac{g_2}{g_1},$$

式中 g_1 和 g_2 ——試驗前和試驗後試料的重量。

對於有機材料沒有通用的試驗化學耐蝕能力的方法。在大多

溶液腐蝕性的分類

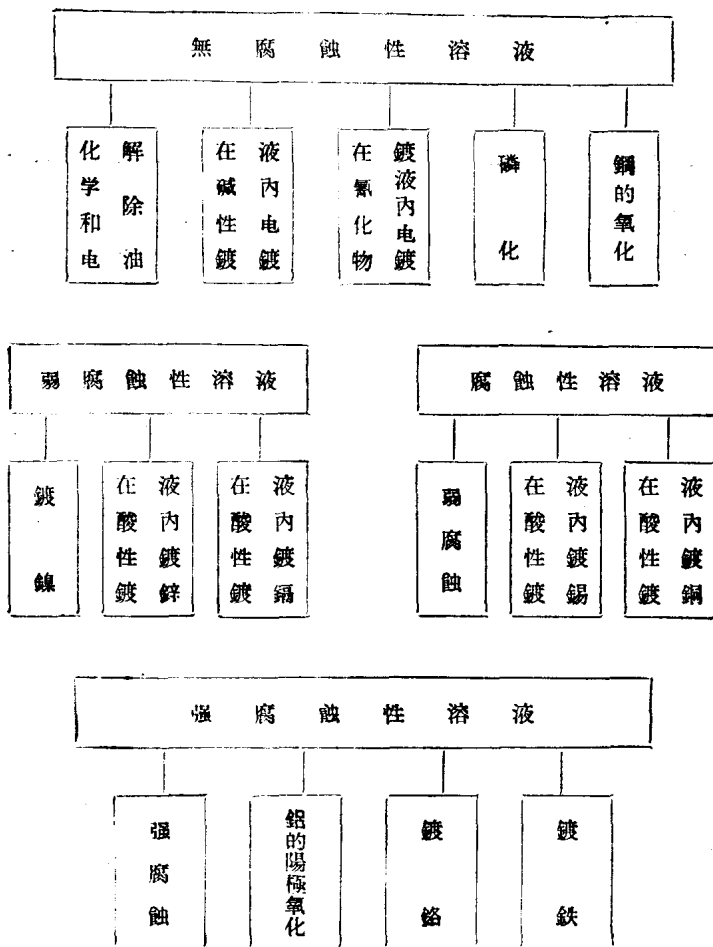


圖1 電鍍時所用溶液的腐蝕性的分類

數情況下這些材料的化學耐蝕能力是用它們重量的增加或減少，以及物理-機械性能的改变來測定的。我們可以應用莫斯科化工機械製造研究院的等級來評定有機材料的化學耐蝕能力（表2）。

電鍍車間的設備是用黑色金屬，以及無機的和有機的非金屬材料製造的。非金屬材料用作結構材料或在鋼材上襯裏。

表 1 耐蝕能力等級表

耐蝕能力 的類別	腐蝕速度 (公厘/年)	黑色金屬	重 量 損 失 (克/公厘 ² 小時)					耐蝕能力 的等級
			銅及銅合金	鎳及鎳合金	鉛及鉛合金	鋁及鋁合金	鎂及鎂合金	
I—完全耐蝕	小於 0.001	≤0.0009	≤0.001	≤0.001	≤0.0012	≤0.0003	≤0.0002	1
	0.001~0.005	0.0009~0.0045	0.001~0.0051	0.001~0.005	0.0012~0.0065	0.0003~0.0015	0.0002~0.001	2
II—極耐蝕	0.005~0.01	0.0045~0.009	0.0051~0.01	0.005~0.01	0.0065~0.012	0.0015~0.003	0.001~0.002	3
	0.01~0.05	0.009~0.045	0.01~0.051	0.01~0.05	0.012~0.065	0.003~0.015	0.002~0.01	4
III—耐蝕	0.05~0.1	0.045~0.09	0.051~0.1	0.05~0.1	0.065~0.12	0.015~0.031	0.01~0.02	5
	0.1~0.5	0.09~0.45	0.1~0.51	0.1~0.5	0.12~0.65	0.031~0.154	0.02~0.1	6
IV—尚耐蝕	0.5~1.0	0.45~0.9	0.51~1.02	0.5~1.0	0.65~1.2	0.154~0.31	0.1~0.2	7
	1.0~5.0	0.9~4.5	1.02~5.1	1.0~5.0	1.2~6.5	0.31~1.54	0.2~1.0	8
V—稍耐蝕	5.0~10.0	4.5~9.1	5.1~10.2	5.0~10.0	6.5~12.0	1.54~3.1	1.0~2.0	9
	大於 10	9.1 以上	10.2 以上	10.0 以上	12.0 以上	3.1 以上	2.0 以上	10
VI—不耐蝕								

表2 有机材料的耐蚀能力等级表

有机材料耐蚀能力的評定	$K=100 \cdot \frac{g_2}{g_1}$	抗拉强度 (对原来抗拉强度的%)
完全耐蚀	100~102	95~100
耐蚀	102~110	85~95
相当耐蚀	110~115	80~95
不耐蚀	>115或<95	<80

下面列出製造电鍍車間設備所用的主要材料的簡略特性，並对其耐酸性和物理-机械性能加以說明。

1 金屬和合金

黑色金屬

碳 鐵 合 金

沒有合金添加物的碳鐵合金在水中和潮溼的大气中会慢慢地銹蝕。碳鐵合金於水存在下遇到氧時，容易氧化而覆盖上一層鉄銹，鉄銹是成分为 $n\text{FeO} \cdot m\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot p\text{H}_2\text{O}$ 的複雜的水合氧化鉄。製造电鍍車間設備時碳鐵合金得到了廣泛的应用。

由鉄或低碳鋼製成的槽子對於碱性电鍍液不用加襯裏，而盛裝酸性和弱酸性溶液的鉄槽必須襯上化学耐蚀的材料。

碳鐵合金在电鍍時所用的氨和苛性碱的溶液中是完全耐蚀的，在 Na_2CO_3 ， $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ ， Na_2SiO_3 ， KCN ， $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ， K_2CrO_4 ， KMnO_4 等鹽類溶液中实际上也是耐蚀的。

在与碳鐵合金生成可溶性化合物的 NH_4Cl ， NaCl ， K_2SO_4 溶液中禁止应用不加襯裏的鉄槽。不加襯裏的碳鐵合金製的槽子也不能用於 CuSO_4 ， NiSO_4 ， SnSO_4 等鹽類溶液中，因为這時鉄会置換陽電性較强的陽离子。

鉄在酸內的腐蝕，可以放出氫，也可以被空气中的氧或酸

(如果酸为氧化剂時)將氫氧化。用鉄和鋼作为外殼或容器的材料只有對於濃硝酸和濃硫酸是容許的。在任何濃度的鹽酸中这些材料都是不能用的。鉄和鋼在乙醇, 苯, 二氯乙烷, 三氯乙烯及類似的溶剂中都是完全耐蝕的。

硅鉄耐酸合金

硅鉄合金或硅含量为11~18%的高硅鑄鉄(硅鉄和抗氯合金)在化工机械製造上得到廣泛的应用, 並在电鍍車間內得到部分的应用。它們用來製造管子, 管件, 泵, 儲存器及其他零件。虽然高硅鑄鉄是多相的, 但是由於在氧化剂的作用下於合金的表面上生成坚固的 SiO_2 的鈍态膜, 所以它具有高耐蝕能力。高硅鑄鉄有两种牌号——C15 和 C17。这两种合金於不同的濃度和温度下, 在許多無机酸內实际上是完全耐蝕的, 並且在許多鹽類的水溶液中也耐蝕的。

在熱而濃的鹽酸溶液中可以应用在硅鉄內加入鉬而製成的 MΦ 15 号硅鉬鑄鉄(抗氯合金)。抗氯合金在鹽酸內之所以具有極高的耐蝕能力, 是由於在它的表面上生成一層由硅的氧化物和鉬的氯化物組成的保護膜。

当同時要求極高的耐蝕能力和極高的机械性能時, 最好应用 X28 号和 X34 号高鉻鑄鉄。它們在下述情況下是耐蝕的: 在常溫

表 3 幾种鑄鉄的化学成分(%)

鑄鉄的名称和牌号	C	Si	Mn	Cr	Ni	其他元素
C15 号高硅鑄鉄(硅鉄)	0.5~0.8	14.5~16.0	0.3~0.8	—	—	$S \leq 0.07$; $P \leq 0.1$
C17 号高硅鑄鉄(硅鉄)	0.3~0.6	16.0~18.0	0.3~0.8	—	—	$S \leq 0.07$; $P \leq 0.1$
MΦ15 号硅鉬鑄鉄(抗氯合金)	0.5~0.6	14.5~16.0	0.3~0.8	—	—	Mo 3.5~4.0
X28 号高鉻鑄鉄	0.5~1.0	0.5~1.5	0.3~0.6	25~30	—	—
X34 号高鉻鑄鉄	0.8~2.2	1.5~1.8	0.3~0.8	32~36	—	—

下於各种濃度的硝酸中；在常溫下於濃硫酸中；在磷酸中直到沸騰；在沸騰的醋酸和乳酸中；在鹼內。

表3~6所示为幾种常用的鑄鐵的成分、机械性能和耐蝕能力。

表4 幾种牌号的耐蝕鑄鐵的机械性能

鑄鐵的名称和牌号	机 械 性 能		
	σ_B (公斤/公厘 ²)	a_k (公斤公尺/公分 ²)	H_B (公斤/公厘 ²)
C15 号高硅鑄鐵	6~8	0.45~0.50	300~400
C17 号高硅鑄鐵	—	—	400~600
MΦ15 号硅鉍鑄鐵	5.9~7.5	0.47~0.55	400~450
X28 号高銘鑄鐵	38~45	—	220~270
X34 号高銘鑄鐵	30~43	—	325~400

耐酸不銹鋼

在鋼內加入不同分量的鉻，鎳，鉍，鈦，錳及其他元素可以提高其耐蝕能力。最常見的耐酸鋼有以下幾种：鉄-鉻；鉄-鉻-鎳；鉄-鉻-鎳-鉍；鉄-鉻-鎳-鈦；鉄-鉻-鎳-錳等等。这些合金都是不銹鋼。其中的大多數在各种腐蝕性介質內具有極高的耐蝕能力，这是因为由於在表面上生成保護膜而將它們变为鈍态的緣故。

表7所示为某些牌号的重要的不銹鋼的成分，其中鎳鉻鋼应用得最廣泛。

表內所指出的鋼在下列介質內是耐蝕的；在鉻酸，磷酸，硝酸，濃硫酸及其他氧化剂內；在苛性碱，硝酸鹽及無还原性的有机溶液內。

鎳鉻鋼与鎳鋼不同，它在常溫下於硫酸的稀溶液，有机酸，氯化物和硫酸鹽的溶液中以及在大多數的工業气体內也都是耐蝕的。不銹鋼在鹽酸和熔融碱內会很快地被腐蝕。

在电鍍車間內可以用不銹鋼來製造在硝酸和磷酸內腐蝕用的

表5 高硅鑄铁的耐蚀能力

腐 蝕 性 介 質	溫度(°C)或 介質的狀態	耐蝕能力的類別	
		C15	C17
鉻酸, 比重 1.51(50%CrO ₃)	20	III	III
同上	沸騰的	V	III
氟氫酸	20	IV	—
磷酸(80%H ₃ PO ₄) 比重 1.64	20	III	—
同上	60	III	III
硝酸, 比重 1.04	20	III	—
同上, 比重 1.23	20	II	—
同上, 比重 1.4	沸騰的	III	—
鹽酸, 比重 1.02	20	III	—
同上, 比重 1.09	20	IV	III
同上, 比重 1.19	20	IV	IV
硫酸, 比重 1.1	20	IV	III
同上, 比重 1.52	20	III	III
同上, 比重 1.84	100	III	—
混酸: 77%H ₂ SO ₄ +12%HNO ₃ +11%H ₂ O	50	III	III
混酸: 64%HNO ₃ +0.3%HCl+35.7%H ₂ O	20	I	—
草酸(10%溶液)	沸騰的	III	—
酚(煉焦副產石炭酸)	"	III	—
氨, 水溶液, 比重 0.91	20	III	—
苛性鉀, 比重 1.08	20	III	—
苛性鈉, 比重 1.23	沸騰的	IV	III

表 6 X28 号和 X34 号的高鉻鑄鐵的耐蝕能力

腐蝕性介質	濃度 (%)	試驗溫度(°C) 或介質的狀態	耐蝕能力的類別	
			X28	X34
硝酸	10	沸騰的	III	III
同上	66	20	III	III
硫酸	20	20	III	—
同上	78	20	III	III
磷酸	40	20	III	III
同上	40	100	III	III
鹽酸	20	20	VI	VI
醋酸	10~100	沸騰的	III	III
苛性鈉	10~50	20	III	III
同上	10~15	100	III	III

設備，電鍍液的導管，泵，槽等等。

表 8 所示為按照耐蝕能力的類別所表示的不銹鋼和耐酸鋼的耐蝕性能；表 9 所示為在各種介質內鑄鐵和鋼的腐蝕速度的比較數據；表 10 所示為在各種腐蝕性介質內工作的設備所用的金屬及合金。

表 7 某些牌號不銹鋼和耐酸鋼的化學成分
(按照 ГОСТ 5632-51) %

鋼的種類	鋼的牌号		C	Si	Mn	Cr	Ni	其他元素
	ГОСТ	工廠的		不大於				
鉻鋼	1X13	Ж1	≤0.15	0.6	0.6	12.5~14.5	≤0.6	0.1~0.3Ti
	2X13	Ж2	0.16~0.24	0.6	0.6	12~14	≤0.6	
	X17	Ж17	≤0.12	0.8	0.7	16~18	≤0.6	
	X28	Ж27	≤0.15	1.0	0.8	27~30	≤0.6	
鉻鉍鋼	0X18H9	Я0	≤0.07	0.8	2	17~20	8~11	Ti0.5~0.8
	1X18H9	Я1	≤0.14	0.8	2	17~20	8~11	
	2X18H9	Я2	0.15~0.25	0.8	2	17~20	8~11	
	1X18H9T	Я1T	≤0.14	1.0	1.5	17~20	8~11	

表8 在标准温度下不锈钢和耐酸钢的耐蚀能力

介質名称	濃度 (%)	馬丁体和半鉄素体鉻鋼				奧氏体鉻鉻鋼				
		5Cr, 0.11C	13Cr, 0.1~0.30C	17Cr, 0.10C	28Cr, 0.25C	18Cr, 8Ni, 0.15C	18Cr, 8Ni, 0.8Ti, 0.15C	18Cr, 10Ni, 2Mo, 0.15C	24Cr, 12Ni, 0.15C	25Cr, 20Ni, 0.15C
鹽酸	5~15	VI	V	V, VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI
硫酸	5~15	VI	VI	V, VI	VI	VI	VI	VI	V	VI
硝酸	5~15	VI	IV	III	III	III	I	I	I	I
醋酸	5~15	VI	IV	III	III	I	I	I	IV	IV
正磷酸	5~15	VI	V	V	V	IV	IV	—	—	—
碱	20	IV	I	I	I	I	I	I	I	I
飲用水	—	V	IV	I	I	I	I	I	I	I

表9 鋼在各种介質內的腐蝕速度

腐蝕性介質	濃度(%)	重量損失(克/公尺 ² -日)	
		軟鋼	不銹鋼
蒸餾水	—	6.15	0.00
自來水	—	10.49	0.00
醋酸	75	47.64	0.00
鹽酸	10	787.4	3.40
同上	25	1108.00	8.81
同上	50	1482.00	28.34
硝酸	10	1303.00	0.00
同上	25	3306.00	0.00
同上	50	被破坏	0.00
硫酸	10	917.00	0.02
同上	25	1179.00	42.01
同上	50	7.39	108.80
石灰乳	—	0.38	0.00
碳酸鈉	5	0.00	0.00
同上	10	0.02	0.00
磷酸鈉	5	0.09	0.00

表10 製造在各種腐蝕性介質內工作的設備時許可應用的金屬及合金

[illegible]

注：表中十号表示該种金屬可以用於所指的介質；沒有符號表示不能用該种金屬。1. 對於98%的酸。2. 對於冷酸。3. 對於10~25%的酸。4. 對於溫度低於75%的酸。