

《化工生产的腐蚀和防护》丛书

第十三册

# 有机酸及其衍生物 生产设备的腐蚀及防腐

A.И. 拉布金 著

化学工业出版社

《化工生产的腐蚀和防护》丛书

---

第十三册

# 有机酸及其衍生物 生产设备的腐蚀及防腐

A. Л. 拉布金 著

黄林森 译

赵淦松 校  
龚绍基

化学工业出版社

本書詳細敘述了常用有機酸及其衍生物生產中設備的腐蝕與防護方法，同時也對其生產工藝流程作了簡略介紹。對於生產設備所用結構材料和襯村材料的選擇，系根據蘇聯國內外的生產實踐經驗、實驗室試驗成果以及其他有關文獻。

在有機酸及其衍生物生產中，為了設備耐腐蝕和保證產品純潔，大量使用了各種牌號的不銹鋼。因此，在本書第五章中，專門介紹不銹鋼化工設備製造的基本原理。

本書是有機酸生產的研究、設計、機械及工藝等方面技術人員的參考資料。

«Коррозия в химических производствах и  
способы защиты»

Выпуск 13

А. Л. Лабутин

КОРРОЗИЯ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ  
ОБОРУДОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ  
ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ

И ИХ ПРОИЗВОДНЫХ

ГОСХИМИЗДАТ (МОСКВА • 1959)

\*

«化工生產的腐蝕和防護»叢書

第十三冊

有機酸及其衍生物生產設備的腐蝕及防腐

黃林森 譯

趙淦松 龔紹基 校

\* \* \*

化學工業出版社出版（北京安定門外和平里七區八號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第120號

北京市印刷一廠印刷

新華書店北京發行所發行 • 各地新華書店經售

開本：850×1168毫米 1/32 1966年3月北京第1版

印張：5 5/8

1966年3月北京第1版第1次印刷

字數：141,000

印數：1—2,159

定價：（科四）0.75元

書號：15063 • 1079

## 原版編者的話

金屬的腐蝕給國民經濟帶來巨大的損失。調研和概略的統計表明，在採取有效的防腐蝕方法以前，每年所熔煉的金屬，幾乎有三分之一是由于受到液態和氣態的侵蝕性介質的化學性破壞而無可挽回的損失掉。

在化工生產中，由于所用的反應物料和制成品具有侵蝕性，所以金屬的使用期限最為短促。腐蝕尤其能縮短在高溫下運轉的設備和管路的使用期限；有時，哪怕是次要設備的器壁被腐蝕，也會使整條管道或整套設備被迫停工。

近年來，出版了一系列關於腐蝕理論和耐化學腐蝕材料生產的著作；但是在選擇適當的耐腐蝕材料和延長在侵蝕性介質作用下設備使用期限方面，實用的指導文獻尚感不足。

為了彌補這方面的不足，蘇聯化學科技文獻出版社於1955年開始出版一套通名為“化工生產的腐蝕和防護”的叢書。

這套叢書共分為三部分：第一部分討論以下各化工生產部門設備和管道的腐蝕問題：硫酸，磷肥，氨和各種銨鹽，硝酸，鹽酸，中間體和染料，有機酸，合成橡膠和酒精，氯、燒鹼、漂白粉和含氯的有機產品。這一部分各分冊分別敘述了每種生產中最常見的幾種腐蝕類型，指出了預防措施和所採用的防腐蝕方法，並且對它們作了評比。

第二部分的內容闡述了廠房和建築結構腐蝕種類，及防止各種侵蝕介質腐蝕的方法。

第三部分各冊所介紹的是最常用的幾種耐化學腐蝕材料的性能，其中有：不銹鋼及其它金屬和合金，耐酸硅酸鹽水泥和混凝土，石棉酚醛塑料，聚氯乙烯塑料，在普通條件下硬化的調合物，聚異丁烯，各種橡膠和硬橡膠，各種石油瀝青和焦油瀝青，石棉

二乙烯基乙炔塑料，木材，非金属异热材料；油漆涂料，垫料和填料，过滤材料。

此外，有几册还分别介绍了个别的防腐蚀方法（阴极保护、复合衬里等）。

这套丛书全部出版后，将成为化工生产工作者的一部相当全面的、关于各种生产中的防腐蚀问题以及某些材料的性能与应用技术问题的实用参考书。

## 序

本书是叙述在工业以及食品行业方面最常用的水溶性有机酸及其衍生物生产中设备的腐蚀与防护问题。

在收集的資料中，除了文献及試驗数据外，采用了卡拉甘金(Карагандин)合成橡胶工厂，德米特里耶夫(Дмитриев)林产化学工厂，符拉基米尔(Владимир)化工厂和列宁格勒(Ленинград)檸檬酸厂等工厂的实际工作经验。在必要的地方，还介绍了国外企业的设备情况。

在有机酸及其衍生物的生产中，广泛地使用不銹鋼制的设备。这些设备大部分是化工厂自己制造的。由于设备的设计及制造有些缺点，使得不銹鋼优良的耐腐蚀性能没有充分发挥作用。考虑到这一点，在本书的最后一章，专门叙述不銹鋼及双层鋼化工设备的制造。

本书所列各种金属和合金在有机酸及醋酸酐中的耐腐蚀性能表，是根据两本较完善的手册编制的：1954年出版的，由Н. А. 多尔列扎利(Н. А. Доллежал)主编的“耐腐蚀材料手册”(Коррозионная и химическая стойкость материалов)，和1944年出版的，德国F. 立特(F. Ritter)所编的“金属腐蚀手册”(Korrosionstabellen metallischer Werkstoffe)。

鉻鋼、鉻鎳鋼及鉻鎳鉀鋼的耐腐蚀性能，是按1956年出版的A. А. 巴巴科夫(А. А. Бабаков)著的“不銹鋼、它的性能以及在各侵蚀性介质中的耐腐蚀性”(Нержавеющие стали. Свойства и химическая стойкость в различных агрессивных средах)一书编列的。在评定鈦、鋳及其它稀有金属在有机酸中的腐蚀速度时，引用了外文期刊譯文选集中的資料，1955年И. Л. 罗津費利德(И. Л. Розенфельд)主编的“金属腐蚀，第二卷，新的耐腐蚀金属材料

料”(Коррозия металлов, Т. 2. Новые коррозионностойкие металлические материалы)。遇到引用的外文文献中缺少試驗用金属的牌号和成分的說明时，表中只列出这些金属或合金的名称。

在化工厂中，防止設備腐蝕問題，往往与工艺过程有密切联系，因此，在探討腐蝕問題的同时，本书并簡略地叙述一下主要的生产作业。

## 概 論

在有机酸及其加工产品生产，设备的防腐具有某些特点。

有机合成的特点是数种化学反应同时进行。因此，在生产中就必然生成許多副产物。有机酸中存在这些副产物，往往促使设备腐蝕。

醋酸和甲酸以及其它一些脂肪酸，不仅仅 是些强 腐蝕性液体，而且在高浓度时，亦是一种溶剂。它們极易与橡胶、塑料、油漆涂层以及其它的有机材料相互作用。

大家知道，甲酸、醋酸及其最邻近的同系化合物，当与通常使用的金属相互作用时，并不象許多无机酸与之作用时可見到的那样，生成能起到天然保护膜作用的不溶性盐类。对于有机酸来讲，目前还没有找到有效的緩蝕剂，而且亦难于指望在这方面有所成就。因为，甲酸和醋酸极易挥发而呈汽化状态，故对鉄有很强烈的腐蝕。

所有这些情况，使腐蝕問題显得格外复杂。因此，只能从工业上所生产的几十种酸中，选择几个較重要的，有代表性的品种，詳尽地研究其腐蝕問題。根据以上所述，防止有机酸腐蝕的主要方向是：(1) 采用和酸接触时带有高电位的金属与合金；(2) 采用非金属材料 and 防腐蝕保护层。

防腐蝕工作者們最重視水溶性有机酸的腐蝕問題是很自然的，因为鉄在水溶性的有机酸溶液中，发生强烈的电化腐蝕，而无水的高级脂肪酸和金属的反应則很緩慢，化学腐蝕較弱。在水溶性羧酸及其衍生物的生产中，常常遇到的有：酸、盐及氧的腐蝕；不同金属相接触而引起的接触腐蝕；以及在夹带机械杂质的水流或气流冲击下，所发生的腐蝕与磨蝕的共同作用的侵蝕。



金属腐蚀与保护的理論基础，在 Г. В. 阿基莫夫 (Г. В. Акимов)、Н. Д. 托馬晓夫 (Н. Д. Томашов)、И. Я. 克林諾夫 (И. Я. Клинов)<sup>[1-3]</sup>以及其他学者的著作中已有詳尽的叙述。目前，在金属的耐腐蝕性能方面，也有許多好的手册<sup>[4-6]</sup>，利用这些手册，对于选择新的工艺流程所需用的各种耐腐蝕材料，有很大的帮助。然而，即使是最新的手册，其內容亦是落后于迅速发展的化学工业的需要。这一情况就促使掌握了新生产工艺的研究和生产人員，有責任自己动手进行腐蝕方面必要的研究工作。

在什么地方进行金属的試驗最好，是在試驗室中还是在生产中进行，始終是个爭論的問題。这两种方法各有优缺点。看来，只有同时采用这两种試驗方法，所得的結果才最接近实际情况。但是在試驗室的条件下，进行的試驗是相当复杂的，以至在試驗室中即使有良好的技术装备，亦往往不能成功地模拟生产条件。因此，当遇到了試驗的目的不是为着科学研究，而純粹是为了实际应用时，国外常把試样放在实验工厂或大生产車間的設備中进行試驗。

不論在何处試驗，都要十分重視金属試样的准备工作。在試驗前，試样还应經過化学及工艺方面的鑑定（軋压、浇鑄、热处理等等）。試样应当具有准确的几何外形（方、圆等等）。試样的面积与体积之間亦应当有合适的比例。試驗磨片的厚度最好是2毫米左右。如試样要用直径大于25毫米的粗圓棒制成的話，那末，最好是切成圓片状。試样表面要用細砂紙打磨。

准确地測量試样的尺寸并仔細地脫脂后，用分析天枰称重。为了除去試驗后（在第二次称重前）的腐蝕产物，采用不与金属本身起作用的药剂。例如：清除鋼上面的鉄銹或氧化物，可在25—70°C下，用含有氨的、10%的葡萄糖銨或檸檬酸銨溶液处理，或者在含有鋅粉或鋅屑的、5%的氢氧化鈉溶液中，加热到90°C；清除銅或銅的合金上面的腐蝕产物，可用5%的冷的硫酸；对鋁可用5%的硝酸；而鉛上的腐蝕产物使用飽和的醋酸銨溶液洗滌。有关这些金属腐蝕研究的詳細方法，在 Г. В. 阿基

莫夫 (Г. В. АКИМОВ) 的著作中已有叙述<sup>[7]</sup>。

挂片是試驗准备工作中的重要环节。无疑, 試样不应与不同种的金属或其它試样相接触, 亦不能与設備器壁、攪拌器等相碰, 同样也要尽可能地避免与非金属物体相接触。但是, 試样的固定点例外, 因固定点与其他物体接触是无法避免的。图 1 中列

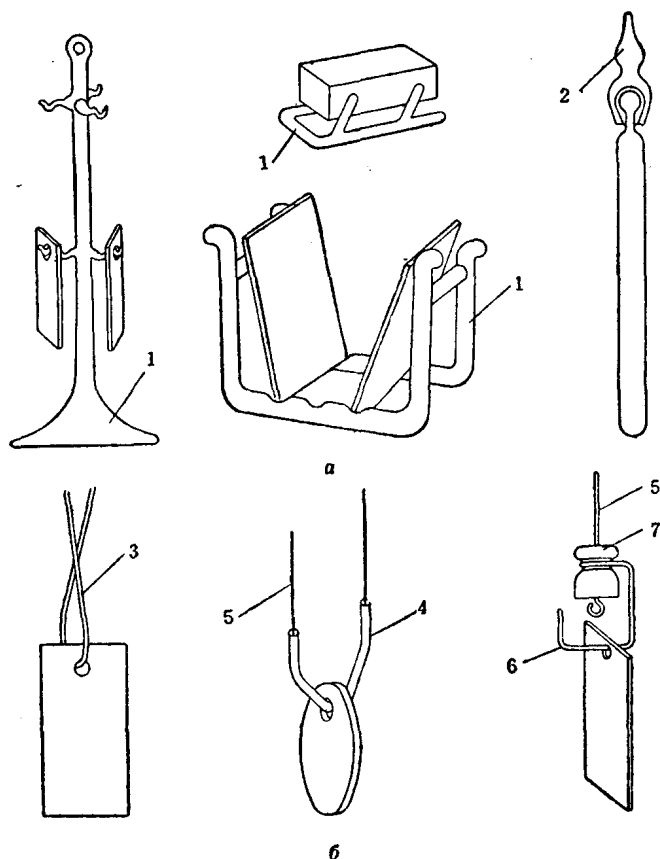


图 1 腐蝕試驗的金属試样固定法

a—在實驗室条件下, б—在生产条件下

1—玻璃支架, 2—玻璃卡子, 3—用氟塑料、玻璃絲或其它具有电絕緣性及耐化学腐蝕性材料制的棧或帶子; 4—橡胶、聚氯乙稀或聚乙稀管; 5—耐腐蝕的金属絲 (鎳鉻等); 6—与試样同材料的金属絲; 7—瓷絕緣子

举了几种固定試样的方法。每一試驗要用三个或三个以上相同的試样。

試驗結果一般是以腐蝕速度克/米<sup>2</sup>·小时,或腐蝕深度毫米/年来表示。在均匀腐蝕的情况下,确定腐蝕深度的方法,并不单靠实测,也可以从腐蝕重量数据按下列公式換算求得:

$$\Pi = \frac{8.76 \times K}{\gamma}$$

$\Pi$ ——腐蝕深度 (毫米/年);

$K$ ——金属的重量損失 (克/米<sup>2</sup>·小时);

$\gamma$ ——金属的比重 (克/厘米<sup>3</sup>)。

試样的耐腐蝕程度可按照表 1 的十級分类 (ГОСТ 5272—50):

金属的耐腐蝕程度十級分类表

表 1

| 耐 腐 蝕 程 度 分 类 | 腐蝕速度 (毫米/年)     | 等 級 |
|---------------|-----------------|-----|
| I 完全耐腐蝕       | 小于 0.001        | 1   |
| II 极耐腐蝕       | 自 0.001 至 0.005 | 2   |
|               | 自 0.005 至 0.01  | 3   |
| III 耐腐蝕       | 自 0.01 至 0.05   | 4   |
|               | 自 0.05 至 0.1    | 5   |
| IV 尚耐腐蝕       | 自 0.1 至 0.5     | 6   |
|               | 自 0.5 至 1.0     | 7   |
| V 稍耐腐蝕        | 自 1.0 至 5.0     | 8   |
|               | 自 5.0 至 10.0    | 9   |
| VI 不耐腐蝕       | 大于 10.0         | 10  |

在一般工业用有机酸生产中,比較經濟因而广泛采用的是耐蝕性較低的、符合苏联国定标准 6—7 級耐腐的金属。但是,在食品及医药工业用的有机酸生产中,对金属的耐腐蝕程度,必須选較高等級的金属。不言而喻,不能离开设备的結構和作用去抽象研究腐蝕深度的定額。例如,制造鼓风机的薄鉄板的腐蝕深度,不应大于 0.5 毫米/年,但是,对于鑄鉄壳体,螺旋桨式攪拌器,

以及类似的大設備來說，上述腐蝕深度是完全可以允許的。

工厂的防腐蝕措施計劃的方針是應該以合成材料代替有色金屬與貴金屬。這些合成材料常常是在很多方面表現出比金屬更為優良的性能。本書中所提到的某些企業，在解決這一問題上，已取得了很大的成就。它們的經驗值得大力推廣。

應該經常注意腐蝕問題和生產工藝要求間的緊密聯繫。在本書中，闡述了許多實例，有的說明生產上的改進將使腐蝕現象減輕，而改進防腐蝕方法亦為解決生產上的某些重大問題創造了良好的條件。例如，某甲酸廠由於採用了高效石墨冷卻器代替陶瓷冷卻器，一級甲酸的產量顯著地增加。在很多工廠中，象這種應該改進而沒有改的地方很多。其所以如此，原因之一是沒有很好地交流經驗。

# 目 录

原版編者的話

序

概論

第一章 金属与非金属材料在有机酸中的腐蝕 ..... 1

第二章 工业用有机酸生产中设备的腐蝕与保护 ..... 18

合成醋酸的生产 ..... 18

林产化学工厂中醋酸的生产 ..... 47

甲酸的生产 ..... 58

草酸的生产 ..... 63

第三章 食用有机酸生产中设备的腐蝕与保护 ..... 70

檸檬酸的生产 ..... 71

酒石酸的生产 ..... 78

乳酸的生产 ..... 92

第四章 有机酸衍生物生产设备的腐蝕与保护 ..... 103

醋酸酐的生产 ..... 103

醋酸酯类的生产 ..... 110

醋酸盐类的生产 ..... 115

醋酸纖維素的生产 ..... 118

局部水解的三醋酸纖維素的生产 ..... 125

聚醋酸乙烯酯的生产 ..... 130

第五章 不銹鋼化工設備的制作 ..... 133

不銹鋼設備的制作特点 ..... 133

复合鋼板的应用 ..... 161

双金属管 ..... 164

参考文献 ..... 167

# 第 一 章

## 金屬与非金屬材料在有机酸中的腐蝕

醋酸是脂肪族有机酸中最重要的代表。醋酸本身及其很多衍生物（酯、盐等）不仅广泛用于化学工业中，而且在医药、食品、皮革、紡織和其它的工业部門也广泛应用。因此，人們对金属与合金在醋酸中腐蝕的研究，比在其它的有机酸中腐蝕的研究，詳細得多。

表 2 列举了金属和合金在醋酸水溶液中耐腐蝕性的数据。

同在許多其他酸类腐蝕的情况一样，影响到金属在醋酸中的腐蝕速度和腐蝕性质的因素是：酸的浓度和溫度、液体的曝气和流速以及存在于酸中的杂质等等。

从表 2 的数据可以看出，碳素鋼和灰口鉄不能制醋酸設備。

金属和合金在醋酸中的耐腐蝕性

表 2

| 金 属 或 合 金 | 酸的浓度<br>(%) | 溫 度<br>(°C) | 腐 蝕 速 度 |                       | 备 注 |
|-----------|-------------|-------------|---------|-----------------------|-----|
|           |             |             | (毫米/年)  | (克/米 <sup>2</sup> ·时) |     |
| АД 1 鋁    | 0.03        | 20          | —       | 0.014                 | 破坏  |
| АД 1 鋁    | 0.25        | 20          | —       | 0.01                  |     |
| АД 1 鋁    | 0.25        | ~100        | —       | 3.17                  |     |
| АД 1 鋁    | 1           | 50          | 0.25    | —                     |     |
| АД 1 鋁    | 20          | 50          | 0.20    | —                     |     |
| АД 1 鋁    | 60          | 50          | 0.175   | —                     |     |
| АД 1 鋁    | 90          | 50          | 0.075   | —                     |     |
| АД 1 鋁    | 冰醋酸         | 25          | 0.012   | —                     |     |
| АД 1 鋁    | 冰醋酸         | 118         | 0.125   | —                     |     |
| АД 1 鋁    | 絕對无冰        | 118         | —       | —                     |     |
| БрА7 鋁青銅  | 8—13        | 20          | <0.1    | —                     |     |
| БрА7 鋁青銅  | 8—13        | 105         | <0.5    | —                     |     |
| БрА7 鋁青銅  | 78—83       | 115         | <0.5    | —                     |     |

(續)

| 金 屬 或 合 金    | 酸的浓度<br>(%) | 溫 度<br>(°C) | 腐 蝕 速 度 |                       | 備 注   |
|--------------|-------------|-------------|---------|-----------------------|-------|
|              |             |             | (毫米/年)  | (克/米 <sup>2</sup> ·時) |       |
| 硅青銅(Si 3 %)  | 任何浓度        | 120 以下      |         |                       | 耐蝕性好  |
| 錫青銅(Sn 7—9%) | 8—30        | 20          | <0.1    | —                     |       |
| 錫青銅(Sn 7—9%) | 8—30        | 110         | <0.5    | —                     |       |
| 錫青銅(Sn 7—9%) | 78—83       | 20          | <0.5    | —                     |       |
| 錫青銅(Sn 7—9%) | 78—83       | 115         | <0.5    | —                     |       |
| 錳青銅(Mn 3.5%) | 33          | 110         | —       | 0.07                  |       |
| 黃 銅          | 任何浓度        | 任何溫度        | —       | —                     | 破坏    |
| 鎂            | 任何浓度        | 任何溫度        | —       | —                     | 破坏    |
| M3 銅         | 6           | 20          | —       | 0.48                  | 放出氧气  |
| M3 銅         | 6           | 20          | —       | 0.02                  | 放出氫气  |
| M3 銅         | 18—23       | 25          | <0.1    | —                     |       |
| M3 銅         | 18—23       | 110         | <2.0    | —                     |       |
| M3 銅         | 28—33       | 40          | <0.5    | —                     |       |
| M3 銅         | 50          | 20          | —       | 1.52                  | 放出氧气  |
| M3 銅         | 50          | 20          | —       | 0.067                 | 放出氫气  |
| M3 銅         | 58—63       | 25          | <0.5    | —                     |       |
| M3 銅         | 58—63       | 115         | 0.5     | —                     |       |
| M3 銅         | 98—100      | 25          | <0.5    | —                     |       |
| M3 銅         | 98—100      | 40          | <1.0    | —                     |       |
| M3 銅         | 98—100      | 120         | <10.0   | —                     |       |
| M3 銅         | 浓溶液         | 20          | —       | 0.04                  | 放出氧气  |
| M3 銅         | 浓溶液         | 20          | —       | 0.04                  | 放出氫气  |
| 蒙奈合金         | 任何浓度        | 120         |         |                       | 耐蝕性好* |
| 鍍            | 浓溶液         | 20          |         | <1.0                  |       |
| 鍍            | 浓溶液         | 100         |         | <10.0                 |       |
| 錫(Sn 94.9%)  | 20          | 沸騰          |         | 0.4                   |       |
| 錫(Sn 94.9%)  | 100         | 25          |         | 0.5                   |       |
| 錫(Sn 94.9%)  | 100         | 沸騰          |         | 4.2                   |       |
| Cl 鋁**       | 10—63       | —           | <1.0    |                       |       |
| Cl 鋁         | 93—98       | 20          | <3.0    | —                     |       |
| Cl 鋁         | 93—98       | 50          | <6.0    | —                     |       |
| Cl 鋁         | 98          | 20          | —       | 2.75                  |       |
| Cl 鋁         | 98          | 50          | —       | 7.7                   |       |

(續)

| 金 属 或 合 金            | 酸的浓度<br>(%) | 温 度<br>(°C) | 腐 蚀 速 度 |                       | 备 注                     |
|----------------------|-------------|-------------|---------|-----------------------|-------------------------|
|                      |             |             | (毫米/年)  | (克/米 <sup>2</sup> ·时) |                         |
| 銀銅合金(Ag 96% Cu 4%)   | 任何浓度        | 沸点以下        | —       | —                     | 耐腐蝕                     |
| 硅鋁合金(силумин)        | 5—10        | 22          | 0.018   | —                     |                         |
| 鋁鎂合金                 | 任何浓度        | 任何溫度        | —       | —                     | 不耐腐蝕                    |
| 鉄硅鋁合金(抗氯合金)          | 任何浓度        | 沸点以下        | —       | —                     | 耐腐蝕                     |
| 鎳鉻合金                 | <50         | 室溫          | —       | —                     | 耐腐蝕                     |
| 鎳鉻鉄合金                | 10          | 沸騰以下        | —       | —                     | 耐腐蝕                     |
| 鎳鉻鉄合金                | 10—99.9     | 沸騰以下        | —       | —                     | 耐腐蝕好                    |
| 鎳鉻鉄合金                | 98—100      | 20          | <0.01   | —                     |                         |
| 鎳鉻鉄合金                | 98—100      | 沸騰          | <0.01   | —                     |                         |
| 鎳鉻鉄合金                | 10          | 沸騰          | 0.002   | —                     | 實驗室試驗                   |
| 久里麦特 (Durimet 20***) |             |             |         |                       |                         |
| 久里麦特 (Durimet 20)    | 50          | 沸騰          | 0.005   | —                     |                         |
| 久里麦特 (Durimet 20)    | 75          | 沸騰          | 0.002   | —                     |                         |
| 久里麦特 (Durimet 20)    | 冰醋酸         | 沸騰          | 0.002   | —                     |                         |
| 久里麦特 (Durimet 20)    | 浓的          | >149        | —       | —                     | 当压力大于10<br>大气压时不<br>耐腐蝕 |
| 碳素鋼                  | 任何浓度        | 任何溫度        | —       | —                     | 不耐腐蝕                    |
| 1 X 13(ЭЖ 1)鋼        | 10          | 20          | —       | <0.1                  |                         |
| 1 X 13(ЭЖ 1)鋼        | 10          | 沸騰          | —       | <1.0                  |                         |
| 1 X 13(ЭЖ 1)鋼        | 50          | 20          | —       | <0.1                  |                         |
| 1 X 13(ЭЖ 1)鋼        | 50          | 沸騰          | —       | >10.0                 |                         |
| X17(ЭЖ 17)鋼          | 10          | 20          | —       | <0.1                  |                         |
| X17(ЭЖ 17)鋼          | 10          | 沸騰          | —       | <1.0                  |                         |
| X17(ЭЖ 17)鋼          | 50          | 20          | —       | <0.1                  |                         |
| X17(ЭЖ 17)鋼          | 50          | 沸騰          | —       | >10.0                 |                         |
| X 28 (ЭЖ 27)鋼        | 10          | 20          | —       | <0.1                  |                         |
| X 28 (ЭЖ 27)鋼        | 10          | 沸騰          | —       | <1.0                  |                         |
| X 28 (ЭЖ 27)鋼        | 50          | 20          | —       | <0.1                  |                         |
| X 28 (ЭЖ 27)鋼        | 50          | 沸騰          | —       | >10.0                 |                         |



(續)

| 金 属 或 合 金                  | 酸的浓度<br>(%) | 温 度<br>(°C) | 腐 蚀 速 度 |                       | 备 注         |
|----------------------------|-------------|-------------|---------|-----------------------|-------------|
|                            |             |             | (毫米/年)  | (克/米 <sup>2</sup> ·时) |             |
| 1 X 18 H 9 (ЭЯ 1) 鋼        | 10          | 20          | —       | 0.0                   | 試驗時間 744 小时 |
| 1 X 18 H 9 (ЭЯ 1) 鋼        | 10          | 沸騰          | —       | 0.005                 | 67小时        |
| 1 X 18 H 9 (ЭЯ 1) 鋼        | 50          | 沸騰          | —       | 0.004                 | 72小时        |
| 1 X 18 H 9 (ЭЯ 1) 鋼        | 80          | 20          | —       | 0.0                   | 265小时       |
| 1 X 18 H 9 (ЭЯ 1) 鋼        | 80          | 沸騰          | —       | 0.62                  | 47小时        |
| 1 X 18 H 9 (ЭЯ 1) 鋼        | 100         | 20          | —       | 0.10                  |             |
| 1 X 18 H 9 (ЭЯ 1) 鋼        | 100         | 沸騰          | —       | <1.0                  |             |
| 1 X 18 H 9 (ЭЯ 1) 鋼        | 100         | 200         | —       | <10.0                 | 压力10个大气压    |
| 1 X 18 H 9 T (ЭЯ 1 T) 鋼    | 10          | 20          | —       | 0.001                 | 試驗時間 744 小时 |
| 1 X 18 H 9 T (ЭЯ 1 T) 鋼    | 10          | 沸騰          | —       | 0.056                 | 43小时        |
| 1 X 18 H 9 T (ЭЯ 1 T) 鋼    | 50          | 沸騰          | —       | 0.001                 | 72小时        |
| 1 X 18 H 9 T (ЭЯ 1 T) 鋼    | 80          | 20          | —       | 0.002                 | 265小时       |
| 1 X 18 H 9 T (ЭЯ 1 T) 鋼    | 80          | 沸騰          | —       | 0.61                  | 47小时        |
| X 25 H 20 C 2 (ЭИ283) 鋼    | 10—100      | 20          | —       | <0.1                  |             |
| X 25 H 20 C 2 (ЭИ283) 鋼    | 10—100      | 沸騰          | —       | <1.0                  |             |
| 鉻鎳鉬鋼                       | 任何浓度        | 沸点以下        | —       | —                     | 耐腐蝕         |
| 鉻鎳鉬鋼                       | —           | 沸騰          | —       | —                     | 在蒸汽作用下耐腐蝕   |
| X 18 H 12 M 3 T (ЭИ 183) 鋼 | 任何浓度        | 沸点以下        | —       | —                     | 耐腐蝕         |
| X 18 H 12 M 3 T (ЭИ 183) 鋼 | <30         | 更高的溫度       | —       | —                     | 在蒸汽作用下耐腐蝕   |
| X 18 H 12 M 3 T (ЭИ 183) 鋼 | >30         | 更高的溫度       | —       | —                     | 耐蝕性良好       |
| X 18 H 12 M 3 T (ЭИ 183) 鋼 | 100         | 更高的溫度       | —       | —                     | 不耐腐蝕        |
| 鉬                          | 任何浓度        | 沸点以下        | —       | —                     | 耐腐蝕         |
| C 15 硅鉄                    | 10—100      | 20°C沸点以下    | —       | 0.1—1.0               |             |