



中华人民共和国国家标准

GB/T 17214.4—2005/IEC 60654-4:1987

工业过程测量和控制装置的工作条件 第4部分：腐蚀和侵蚀影响

Operating conditions for industrial-process measurement and control
equipment—Part 4: Corrosive and erosive influence

(IEC 60654-4:1987, IDT)

2005-09-09 发布

2006-04-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
工业过程测量和控制装置的工作条件
第 4 部分:腐蚀和侵蚀影响
GB/T 17214.4—2005/IEC 60654-4:1987

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号
邮政编码:100045

网址 www.bzcbbs.com

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

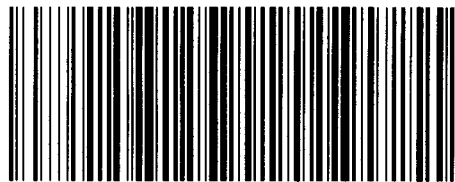
*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 23 千字
2006 年 4 月第一版 2006 年 4 月第一次印刷

*

书号:155066·1-27210 定价 12.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 17214.4-2005

前 言

GB/T 17214《工业过程测量和控制装置的工作条件》分为以下几部分：

- 第1部分：气候条件；
- 第2部分：动力；
- 第3部分：机械影响；
- 第4部分：腐蚀和侵蚀影响。

本部分为 GB/T 17214 的第4部分。

本部分等同采用 IEC 60654-4:1987《工业过程测量和控制装置的工作条件 第4部分：腐蚀和侵蚀影响》(英文版)。

本部分等同翻译 IEC 60654-4:1987。

为了便于使用，本部分做了下列编辑性修改和对出错之处的更正：

- “本标准”一词改为“GB/T 17214”；
- 删除了 IEC 60654-4:1987 的前言和引言；
- 将磁化系数的表达式 $\kappa = (\mu/\mu_0)^{-1}$ 改正为 $\kappa = (\mu/\mu_0) - 1$ ；

本部分是在 JB/T 9237.1—1999 基础上首次制定。

本部分的附录 A 和附录 B 均为资料性附录。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国工业过程测量和控制标准化技术委员会第一分技术委员会归口。

本部分由上海工业自动化仪表研究所负责起草。

本部分主要起草人：王捷、陈诗恩、李明华。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- ZBN 10007—1988、JB/T 9237.1—1999。

目 次

前言	I
1 范围	1
2 目的	1
3 总则	1
4 非固体物质	2
4.1 定义	2
5 气体和蒸气	2
5.1 污染物影响	2
5.2 无机氯化物(表 1 中以 Cl_2 表示)	2
5.3 污染物严酷度等级说明	3
6 气溶胶	4
7 液体	4
8 固体物质	4
8.1 工业过程的种类以及仪表在该过程中的位置	4
8.2 环境中可能影响仪表的固体物质的种类	4
8.3 化合	4
8.4 发生的频率	5
8.5 粒径	5
8.6 浓度(mg/kg 干空气或 g/kg 干空气)	5
8.7 速度(m/s)	5
8.8 热导率	5
8.9 电导率	5
8.10 磁导率	6
8.11 调查表使用方法实例	6
9 动植物	6
附录 A (资料性附录) 工业污染物	7
附录 B (资料性附录) 反应性环境等级划分方法	8

工业过程测量和控制装置的工作条件

第 4 部分: 腐蚀和侵蚀影响

1 范围

GB/T 17214 的本部分所考虑的是陆上和海上工业过程测量和控制系统或系统的部件在使用期间,在已安装好但尚未使用期间以及在储存和运输过程中所处的腐蚀性和侵蚀性工业环境。维护和修理条件则不在本部分考虑范围内。

本部分所考虑的环境影响仅限于可能直接影响过程测量和控制系统或系统的部件的那些影响。至于特殊环境条件对人员的影响则不属本部分考虑范围。装置在工作、运输和储存时所处的现场环境应该以本部分列出的物理或化学参数的相应值及环境的定性描述加以确定。本部分仅考虑这些条件本身,至于这些条件导致的对仪表的影响则不包括在本部分中。

本部分列出的不少环境条件难以分类,因而对环境的特性作了定性描述。

2 目的

GB/T 17214 的本部分的目的是向工业过程测量和控制系统以及系统部件的使用者和供应者提供一个设备在指定场所工作、储存、装卸与运输期间可能遭受的腐蚀和侵蚀性环境条件的统一列表和分级。运输条件指装置经过适当防损坏包装的条件。

本部分列出的环境条件旨在作为综合规范的基础。

本部分的目的之一是为减少由于忽视考虑特殊工作条件对系统和系统部件性能的影响所造成的问题。

本部分的另一目的是为制定工业过程测量和控制装置评定规范时选用特定限值提供帮助。

3 总则

工业过程测量和控制装置被广泛应用于世界各地,因此而受到热带、温带和寒带气候动植物区域以及沙漠、丛林、山区和海洋等特有环境条件的影响。

必须认识到,除了这些基本环境影响以外,大量采用过程控制装置和控制系统的工业化地区普遍存在一般程度的污染,被控制的工业过程会将各种污染物带进现场环境,造成使用过程控制装置的局部区域确实存在着污染程度比较高的现象。这种较高的污染程度可能会永远存在,也可能只是暂时现象。在多数情况下,对测量和控制装置的影响是同污染物的浓度、温度和暴露周期成正比,并往往因湿度的增加而加重。但是,要想通过确定单位时间内污染物的浓度来说明一种环境是相当困难的。因此对化学活性物质进行定量分析时采用了平均值原理作为依据。但应认识到,短时间的高浓度(峰值)腐蚀性污染物可造成异常严重的危害。因此在等级划分中纳入了下文确定的峰值。

附录 A 列出了与各种过程工厂有关的工业污染物。这是一个指南,着重反映了由各种工业过程携入的特定污染物。

系统和系统的部件可能接触的大气污染物有气体、蒸气、液体和固体。这些污染物的影响可以是各不相同的,例如化学活性污染物产生腐蚀影响,砂尘阻塞产生侵蚀影响。

不同种类的污染物还会混合出现,例如高湿同氯气结合,从而形成更为严酷的环境条件。因此,应对环境温度和相对湿度作出规定。

由于所有各种污染物有无数种组合形式,从而可产生众多的影响和不同的严酷程度,以至于几乎不

可能对所有各种环境划分等级。

众所周知,各种气体、蒸气和液体污染物主要产生腐蚀影响,而固体污染物则可能产生有害的侵蚀、腐蚀、热或电磁影响。

因此,第4、5、6和7章对非固体化学活性物质的腐蚀影响作了分类。第8和9章例举了对仪表装置的其他环境影响,列出了各种固体活性物质,并且简要论述了动植物区域的影响。

4 非固体物质

非固体物质只是化学活性物质,因此可根据其浓度的平均值和峰值划分等级。

4.1 定义

以下为理解本部分所需的定义。

半小时平均值由下式确定:

$$\frac{1}{\frac{1}{2}h} \int_0^{\frac{1}{2}h} x dt$$

式中: x 是被测或预计的污染物浓度。

峰值是被测或预计的一年中最大的半小时平均值。

平均值是统计足够数量的被测或预计半小时平均值的算术平均值。

注:在法定情况下也可使用一小时平均值。

5 气体和蒸气

从表1可以看出,正确划分一种环境的等级应同时考虑平均浓度和峰值。峰值是在半小时基础上计算出的。化学活性污染物(如二氧化硫或氟化氢)的反应速率在半小时内的变化可能是相当大的。因此,各种污染物的峰值与平均值的关系各不相同。如果平均值和峰值不属于同一级别,应以最高等级来确定按种类划分的环境等级。附录B列出了另一种以铜的反应速率为依据的分级方法。

5.1 污染物影响

每一种场所的腐蚀性气态污染物的组合形式是各不相同的。仪表装置性能下降的速度取决于现场污染物的特定浓度等级和组合形式,有的很快发生性能下降,有的则要经过多年后才发生。以下各条论述了各种污染物造成仪表装置性能下降的机理。

5.2 无机氯化物(表1中以 Cl_2 表示)

无机氯化物包括强氧化剂(氯气、二氧化氯)和氯化氢之类的化合物,因此反应性取决于特定的气体成分。在潮湿条件下,这些气体会产生氯离子迅速与铜、锡、银和铁合金起化学反应。即使这些气体的浓度很低,其反应也很强烈。在干燥的大气条件下反应会减弱。氯化物气体浓度较高时会导致多数合成橡胶和某些塑料被氧化。因此,应特别留意暴露于含有氯化污染物大气中的仪表。在划分等级时,应将诸如洗涤剂和冷却塔水蒸气等氯离子源考虑在内。

5.2.1 活性硫(表1中以 H_2S 表示)

活性硫包括硫化氢、元素硫和硫醇一类的有机硫化物。浓度较低时能迅速腐蚀铜、银和铁合金。在潮湿条件下,少量无机氯化物会极大加速硫化腐蚀。即使在相对湿度较低的环境中仍然会产生腐蚀。活性硫同无机氯化物并列为过程工业大气腐蚀的最主要因素。

5.2.2 氧化硫(表1中以 SO_2 表示)

氧化硫(SO_2 、 SO_3)是各种含硫矿物燃料燃烧的产物。少量的氧化硫能钝化活性金属,从而延缓腐蚀。但含量较高时会腐蚀某些金属、合成橡胶和塑料。通常,当这些气体溶于水中形成亚硫酸和硫酸时才会对金属产生腐蚀。

5.2.3 氧化氮(表1中以 NO_x 表示)

氮氧化物(NO 、 NO_2 、 N_2O_4)是各种矿物燃料燃烧的产物,在大气臭氧的形成过程中起着关键作用。

在氯化物和硫化物对贱金属的腐蚀中氧化氮具有催化作用。在潮湿空气中这些气体形成硝酸,从而腐蚀大多数普通金属。

5.2.4 氟化氢(表1中以 HF 表示)

氟化氢是一种卤族化合物,其化学性质类似于无机氯化物。

5.2.5 氨及其衍生物(表1中以 NH_3 表示)

氨及其衍生物是氮的还原物(氨、胺、铵离子),主要产生于农业应用、化肥厂和化工厂。铜和铜合金在氨环境中特别容易被腐蚀。

5.2.6 光化类(表1中以 O_3 表示)

大气中含有多种多样的不稳定活性物质。它们是由阳光同水分及其他大气成分反应形成的。有些物质在快速链式反应中的寿命只有零点几秒。除臭氧外,其中还包括羟基、烃基、氧化烃类、氧化氮、氧化硫和水。由于这一类物质绝大多数都具有瞬变的性质,它们主要对户外仪表及外壳产生影响。通常塑料和合成橡胶比金属更容易受光化影响。

注:建筑物空调系统的静电过滤器能产生臭氧。

5.3 污染物严酷度等级说明

在采用过程测量和控制装置的工厂企业中,污染物的浓度和反应性程度的差别很大。有些环境的腐蚀性很大,而另外一些环境则很轻微。

5.3.1 1级:工业清洁空气

受到严格控制的环境,在确定装置的可靠性时不必考虑腐蚀因素(实例参见表1)。

5.3.2 2级:中等污染

可以测到腐蚀影响的环境,在确定装置的可靠性时可能需要考虑腐蚀因素(实例参见表1)。

5.3.3 3级:严重污染

发生腐蚀的可能性很大的环境,因其严重程度而需要作进一步评估,以便对环境加以控制或者对装置进行特殊设计和包装(实例参见表1)。

表1 化学活性污染物的等级

单位为 cm^3/m^3 (旧单位 PPM)

空气中的化学活性污染物	1 级		2 级		3 级		4 级	
	工业清洁空气		中等污染		严重污染		特殊情况	
	平均值	峰值	平均值	峰值	平均值	峰值	平均值	峰值
硫化氢(H_2S)	<0.003	<0.01	<0.05	<0.5	<10	<50	≥ 10	≥ 50
二氧化硫(SO_2)	<0.01	<0.03	<0.1	<0.3	<5	<15	≥ 5	≥ 15
湿氯(Cl_2),相对湿度 $>50\%$	<0.0005	<0.001	<0.005	<0.03	<0.05	<0.3	≥ 0.05	≥ 0.3
干氯(Cl_2),相对湿度 $<50\%$	<0.002	<0.01	<0.02	<0.10	<0.2	<1.0	≥ 0.2	≥ 1.0
氟化氢(HF)	<0.001	<0.005	<0.01	<0.05	<0.1	<1.0	≥ 0.1	≥ 1.0
氨(NH_3)	<1	<5	<10	<50	<50	<250	≥ 50	≥ 250
氧化氮(NO_x)	<0.05	<0.1	<0.5	<1.0	<5.0	<10	≥ 5	≥ 10
臭氧(O_3)或其他氧化剂	<0.002	<0.005	<0.025	<0.05	<0.1	<1.0	≥ 0.1	≥ 1.0
溶剂(三氯乙烯)	—	—	<5	—	<20	—	≥ 20	—
特殊情况 (其他未指定的污染物)	—	—	—	—	—	—	—	—

注:溶剂蒸气能凝结成具有腐蚀性的胶泥,尤其会腐蚀仪表的电气部件。

6 气溶胶

气溶胶是气体或空气中携带的雾状小液滴。本部分对两种最普通的气溶胶“油雾”和“海盐雾”划分了等级。

对于油雾,也可以按第5章所述方法划分等级。

表2 油雾的等级

单位为 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 干空气

	1级	2级	3级	4级
油雾	<5	<50	<500	>500

例如:

2级:机修车间

3级:发动机房、压缩机站

注:油雾可能导致机电触点阻塞,或者在某些场合下导致腐蚀。

海盐雾的等级:

1级:距离海岸线0.5 km以外的陆上场所;

2级:距离海岸线0.5 km以内的陆上场所;

3级:海上设施。

7 液体

本部分未对液体划分等级,可由用户向仪表生产厂提出具体要求。

8 固体物质

与第4至第7章(非固体物质)不同,涉及固体物质的环境无法有效划分等级,因此只能对一种环境或区域进行描述。

确定环境对工业过程测量和控制装置的重要影响因素需要作大量说明,为了便于说明,这里拟定了几个有待回答的问题。

8.1~8.10 就是这些有待在适当场合回答的问题。

8.1 工业过程的种类以及仪表在该过程中的位置

8.2 环境中可能影响仪表的固体物质的种类

例如:——沙;

——铁矿砂;

——水泥灰;

——碳尘;

——纺织纤维;

——粉末;

——石棉。

8.3 化合

某些固体物质,例如氢氧化钠或氢氧化钾等吸湿固体,与湿气化合时会成为化学侵蚀物。因此在描述环境条件时必须说明固体物质与其他物质的常见化合。

固体物质是否与某些物质化合?

例如:——空气;

——水(湿气);

——油;

——其他(待定)。

8.4 发生的频率

应指明发生的频率。

例如：——连续；

——偶然；

——罕见；

——待定。

8.5 粒径

规定了4种平均粒径：

—— $<3\ \mu\text{m}$ ；

—— $3\ \mu\text{m}\sim 30\ \mu\text{m}$ ；

—— $30\ \mu\text{m}\sim 0.3\ \text{mm}$ ；

—— $>0.3\ \text{mm}$ 。

8.6 浓度(mg/kg干空气或g/kg干空气)

仅适用于空气中的悬浮固体粉粒。

例如：—— $<0.1\ \text{mg/kg}$ 干空气；

—— $0.1\ \text{mg/kg}$ 干空气 $\sim 10\ \text{mg/kg}$ 干空气；

—— $0.01\ \text{g/kg}$ 干空气 $\sim 1\ \text{g/kg}$ 干空气；

—— $>1\ \text{g/kg}$ 干空气。

8.7 速度(m/s)

粉粒速度较低时会使固体物质吹进通常它们不会沉积的缝隙和部位，从而引起阻塞和堵塞。

粉粒速度较高时能导致严重的侵蚀，例如过程工厂荒地附近的风沙。

例如：—— $<1\ \text{m/s}$ ；

—— $1\ \text{m/s}\sim 10\ \text{m/s}$ ；

—— $10\ \text{m/s}\sim 30\ \text{m/s}$ ；

—— $>30\ \text{m/s}$ (待定)。

8.8 热导率

某些固体物质的绝热性能会导致被其隔离的冷却系统严重过热。例如，纺织纤维能严重影响大功率电子设备散热片的散热效果。

固体物质是否为：

——不良绝热体： $\lambda > 0.1$ ；

——良绝热体： $\lambda < 0.1$ 。

其中， λ 是热导率， $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

8.9 电导率

固体物质按其导电性能大致可分为三类：良导体、半导体和高绝缘体。

良导体，如金属尘埃或碳尘埃，沉积于端子之间能导致短路。

高绝缘体会积聚静电荷，在设计计算机和集成电路时若不考虑这一现象，就会干扰这些装置的正常工作。在爆炸性环境中，这也被认为是一种潜在危害。

固体物质是否为：

——电绝缘体： $\sigma < 0.1$ ；

——半导体： $0.1 < \sigma < 10^5$ ；

——导体： $\sigma > 10^5$ 。

其中， σ 为电导率， S/m 。

8.10 磁导率

导磁物质能积聚在磁场内。例如,磁性物质积聚在永久磁铁气隙内会严重影响受力线圈和检流计的转动甚至完全受阻。同样,磁性物质积聚在转子和定子之间会严重损坏电动机。

固体物质是否为:

——非导磁物质: $\kappa < 0.1$;

——导磁物质: $\kappa \geq 0.1$ 。

其中, κ 为磁化系数,等于 $(\mu/\mu_0)-1$; μ 为物质的磁导率; μ_0 为真空的磁导率。

8.11 调查表使用方法实例

一个过程位于纸浆厂的锅炉房内,锅炉房内装有一台烧煤的旋风炉、一台黑液回收锅炉和一台烧树皮和燃油的复式锅炉。

大气中含有碳尘、木纤维和钙微粒。

这些微粒的相对湿度往往很高,偶尔也混有活性氯化物、硫化氢和二氧化硫。

粒径从 $30\ \mu\text{m}$ ~ $1\ \text{mm}$ 。

粉粒浓度为 $2\ \text{mg/kg}$ 干空气。速度大于 $1\ \text{m/s}$ 。

木纤维是绝热体,而碳尘是导电体。

说明这些情况可以提醒厂商对安装在这种场合的装置采取特殊防范措施。

9 动植物

动植物是环境的重要组成部分,工业过程测量和控制装置需要在这种环境中正常工作。由于动植物对工业过程测量和控制装置的影响很难划分等级或表示其特征,因此只能例举若干实例来说明动植物可能造成的危害或者干扰的种类。

通常,热带气候隐藏着最为严重的腐蚀影响,例如在热带气候条件下的植物区内霉菌最具有侵蚀性。在苏门塔腊或其他丛林覆盖的热带岛屿上,一块优质的光学玻璃不出几个星期就会严重损坏,因此必须对具有光学界面的分析装置加以保护。菌丝体的吸湿性会侵蚀电子装置。当然,其他气候也有类似问题。

昆虫用筑巢的粘土样胶泥堵塞气动仪表的所有气孔,会造成气动仪表意外停机。

蟑螂和啮齿动物等经常会啃咬导线上的绝缘材料,导致绝缘材料受损。

由于动植物的各种情况相当特殊难以归纳,因此宜由用户根据其所处的环境区域明确提出特定要求。

附录 A
(资料性附录)
工业污染物

过程工厂

综合轧钢厂
有色金属冶炼厂
炼油厂
硅酸盐水泥厂
硫酸厂
钢铁铸造厂
铁合金厂
牛皮纸浆厂
盐酸厂
硝酸厂
汽油散装储油库
肥皂和洗涤剂厂
氯碱厂
碳化钙厂
磷肥厂
石灰厂
铝矿加工厂
磷酸厂
洗煤厂

常见污染物

粉粒、烟尘、一氧化碳、氟化物
氧化硫、粉粒、各种金属
硫化物、碳氢化合物、烟尘、粉粒
粉粒、硫化物
二氧化硫、硫酸雾、三氧化硫
粉粒、烟尘
粉粒、氨
硫化物、粉粒
盐酸雾和氯化氢气体
氧化氮
碳氢化合物
粉粒
氯气
粉粒、乙炔
氟化物、粉粒、氨
粉粒
氟化物、粉粒
酸雾、氟化物
粉粒

STANDARDS PRESS OF CHINA

附录 B

(资料性附录)

反应性环境等级划分方法

B.1 总则

用一种称为反应性监视的方法可以定量地测定一个环境的总的腐蚀潜势和装置处于这种环境下多长时间才会受其影响(见 B.2.2)。

污染分析可对特定的场所进行短期评估。数值高表明该环境较严酷,可是数值低则未必不严酷。因为各种工业环境可能含有复杂的混合污染物,这些污染物相互作用,能极大加速(或延缓)各种气体的腐蚀作用。

为了解决这些难题,可根据污染物与铜的反应速率来确定工业环境的严酷度等级。这种直接测量总的腐蚀潜势的反应性监视法需要将预先制备好的铜试样放置在工作环境中。分析可包括测量腐蚀膜的厚度、化学成分或者重量损失。有关技术的灵敏度都处在有意义应用数据的要求范围以内。

表 1 中确定的三种严酷度等级也可以根据下列铜的反应速率加以确定。

表 B.1 铜膜形成的反应性环境等级

	1 级	2 级	3 级
	工业清洁空气	中等污染	严重污染
成膜(nm)	<30	<150	>150
近似外观显示	无变化	棕色	黑色或蓝黑色

B.2 铜反应试样

B.2.1 试样的制备

铜试样(公称尺寸 15 cm²)宜选用纯度为 99.99 的无氧高导电性(OFHC)0.025 铜片制备,1/2 硬~1/4 硬。

制备步骤如下:

- 用 240×金相砂纸加润滑蜡研磨;
 - 用 400×金相砂纸加润滑蜡研磨;
 - 用 600×金相砂纸加润滑蜡研磨;
 - 用棉花蘸热的试剂级丙酮擦洗;
 - 浸入热的试剂级异丙醇中;
 - 贮入经干氮气净化的玻璃容器中。
- c)至 e)步骤宜尽可能在临近放置试样时进行。

B.2.2 试样的暴露

将三个铜试样垂直安放在受监视场所中最具典型空气流速的区域内。铜试样表面应不受指印等污染。

铜试样暴露一个月后表面产生腐蚀膜,根据腐蚀膜的厚度便可确定腐蚀情况。在轻微污染场所,腐蚀膜的形成相当慢,在严重污染场所,腐蚀膜的形成则相当快。为便于在这些极端条件下测量腐蚀膜的厚度,在轻微腐蚀场所的试验时间可延长到三个月,严重污染场所的试验时间可缩短到二个星期。由于铜的腐蚀是非线性的,因此在改变试验时间时应特别谨慎。经验表明,利用下列关系式可将延长或缩短试验时间后测量的厚度值换算成一个月正常试验时间的值。

$$x_1 = x \left(\frac{t_1}{t} \right)^A$$

式中:

x_1 ——相当于一个月后的腐蚀膜厚度;

x ——实际试验时间后测得的腐蚀膜厚度;

t_1 ——30天;

t ——实际试验时间,天;

A ——1级等于0.3,2级等于0.5,3级等于1。

B.2.3 样品分析

腐蚀膜的厚度宜采用 W. E. Campbell 和 D. B. Thomas 所著的“贝尔电话系统专著 13,1170(1939)”中所述的方法,通过阴极还原法来确定。

以下是这一方法的简要说明。

将被腐蚀膜覆盖的试样放入一种合适的电解液中,在试样(阴极)与铂阳极之间接通一恒定的电流,观察还原期间样品和基准电极之间的电势。

试验采用含水电解液(0.1 NKCl)和钝铂阳极。

这种技术要求在腐蚀膜还原前消除溶液中的氧。

应注意,这种技术通常用于银、铜、贵金属合金、锡和其他金属上常见的可还原腐蚀膜。

但这种方法不能还原镍、锌和铝上的腐蚀膜。

腐蚀膜厚度的计算采用法拉第定律。

还原腐蚀膜所需的时间/库仑可以确定腐蚀膜的总量。根据下列假设,可将此值转换成相应的腐蚀膜厚度:

a) 腐蚀膜均匀;

b) 腐蚀膜的平均特性(分子量、密度)类似于大块材料的公布值。

在这些条件下,适用下列关系式:

$$T = \left(\frac{itM}{A\rho n f} \right) \times 10^5$$

$$= \frac{itC_1}{A}$$

式中:

T ——腐蚀膜的厚度, 10^{-7} mm($\text{\AA}$);

i ——电流, mA;

t ——选定化合物的还原时间, s;

M ——分子量;

A ——表面积, cm^2 ;

ρ ——密度, g/cm^3 ;

n ——腐蚀膜每克原子的等量值,例如: Ag_2S , $n=2$;

f ——法拉第常数, 9.648×10^4 C/mol;

C_1 ——常数。

常数 C_1 的典型值有: AgCl (27.3), Ag_2O (16.8), Ag_2S (17.6), Cu_2O (12.3), CuO (6.43), Cu_2S (14.3), SnO_2 (5.62)。

还原槽宜为一个可以密封的玻璃容器,能置入下列物品:

a) 4个间隔 90° 排列的铂丝阳极;

b) 一个用银丝吊挂试样(阴极)的中心孔;

c) 一个基准电极(Ag/AgCl);

d) 一个用于向还原槽注入新电解液和纯 N_2 的注入孔。

还原槽应密封,以排除电解液(0.1 NKCl)中的空气,操作时应处于氮气流微正压下。

制备电解液时首先将溶液放入烧瓶(容量为 1 L~2 L)里煮沸 30 min~45 min,使溶液中的氮气起
泡。使用前将电解液冷却到室温,并始终置于氮气流下。

采用这种方法时,若不能消除溶液中的氧气,氧的阴极还原会导致分析误差。

如上所述,阳极仅是 4 根并联的铂丝,其端部在溶液中距试样 10 mm。

基准电极同样是一根外面包裹着氯化银的银丝。将银丝放入 2 mA/cm^2 的 0.1 NHCl 中阳极氧化
60 min 就可形成这层氯化银。以这种方法制成的电极寿命相当长,经数百次还原后其性能仍很稳定。
