

中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T XXXX—20XX

代替 YS/T 828-2012

阴极保护用钛阳极

Catalyzed titanium anodes for cathodic protection

(预审稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX- 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 产品	1
4.1 形状及规格	1
4.2 非定型产品	2
5 技术要求	3
5.1 材料	3
5.2 外形尺寸及其允许偏差	3
5.3 表面质量	3
5.4 涂层与基体的结合	3
5.5 强化寿命	3
6 检验	3
6.1 化学成分	3
6.2 几何尺寸	3
6.3 表面质量	4
6.4 涂层与基体的结合	4
6.5 强化寿命	4
7 检验规则	4
7.1 检查和验收	4
7.2 组批	4
7.3 检验项目	4
7.4 取样和制样	4
7.5 检验结果的判定	5
8 标志、包装、运输及贮存	5
8.1 标志	5
8.2 包装、运输、贮存	5
8.3 产品运输	6
8.4 产品储存环境	6
附录 A（规范性）土壤及淡水环境阴极保护用钛阳极强化寿命检测方法	7
A.1 适用性	7
A.2 术语	7

A.3 试验原理.....	7
A.4 仪器设备.....	7
A.5 电解液.....	8
A.6 试片.....	8
A.7 试验要求.....	8
A.8 试验步骤.....	8
A.9 报告.....	9
附录 B（规范性） 大气环境中钢筋混凝土阴极保护用钛阳极强化寿命检测方法.....	10
B.1 概述.....	10
B.2 术语.....	11
B.3 溶液的制备.....	11
B.4 测试仪器.....	11
B.5 测试规程.....	12
B.6 达标依据.....	13
B.7 测试结果.....	13
图 A.1 测试装置示意图.....	8
图 B.1 测试装置示意图.....	12
表 1 常用丝状阳极规格.....	2
表 2 常用带状阳极规格.....	2
表 3 常用管状阳极规格.....	2
表 4 常用棒状阳极规格.....	2
表 5 常用网状阳极规格.....	2
表 6 取样与制样.....	4
表 B.1 阳极在 30g/L NaCl 溶液中测试寿命的典型结果.....	13
表 B.2 阳极在 40g/L NaOH 溶液中测试寿命的典型结果.....	14
表 B.3 阳极在模拟孔隙液中测试寿命的典型结果.....	15

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 YS/T 828-2012《土壤及淡水环境阴极保护用钛阳极》，与 YS/T 828-2012 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了大气环境中钢筋混凝土阴极保护用钛阳极强化寿命检测（见附录 B）
- b) 更改了检验中取样的方式，将取样更改为取样和制样（见 7.4, 2012 年版的 7.4）

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC243）提出并归口。

本文件起草单位：西安泰金工业电化学技术有限公司、西北有色金属研究院。

本文件主要起草人：

本文件及所代替或废止的文件的历次版本发布情况为：

- 2012年首次发布为YS/T 828-2012；
- 本次为第一次修订。

阴极保护用钛阳极

1 范围

本文件规定了土壤及淡水环境、大气环境中钢筋混凝土外加电流阴极保护用钛阳极产品的形状及规格、技术要求、检验规则及标志、包装、运输、贮存等。

本文件适用于土壤、淡水及大气环境中钢筋混凝土环境中，以氧化铌为涂层主体，以钛为基体的阳极产品。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件。不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T3620.1-2016	钛及钛合金牌号及化学成份
GB/T4698-2017	钛及钛合金化学分析方法
YS/T595-2006	氯铌酸
GB/T8170-2008	数值修约规定与极限数值的表示和判定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钛阳极 titanium anode

以钛为基体，在钛表面涂覆有铂族金属氧化物涂层的阳极。

3.2

强化寿命 accelerated life

阳极试片在规定的电解液中，在规定电流密度下进行电解反应的时间。

3.3

试样 test sample

用于检测强化寿命、涂层与基材结合状态的试件。单面涂制，试样尺寸100mm×100mm。试样的基材及涂层和工艺与产品应一致。

4 分类

4.1 形状及规格

阴极保护常用钛阳极产品形状和规格见表 1 至表 5。

表 1 常用丝状阳极规格

类型	直径(mm)	每卷长度(m)
A	1.5	300
B	2.0	300
C	3.0	300

表 2 常用带状阳极规格

类型	宽(mm)	厚(mm)	长(m)
A	6.35	0.635	76或152
B	12.7	0.635	76或152

表 3 常用管状阳极规格

单位为毫米

类型	外径	长度	管壁厚度
A	19	1200	1
B	25	500	1.5
C	25	1000	1.5
D	25	1200	1.5
E	25	1500	1.5
F	31	1200	2

表 4 常用棒状阳极规格

单位为毫米

类型	直径	长度
A	3.2	1000
B	6.4	1000
C	12.7	1000
D	19	1000
E	25	1000

表 5 常用网状阳极规格

类型	宽度(mm)	长度(m)	网孔尺寸(mm)	扩张厚度(mm)
A	10	76	2.5×4.6×0.6	1.3
B	12.7	76	2.5×4.6×0.6	1.3
C	19	76	2.5×4.6×0.6	1.3
D	1220	76	25×50×0.89	1.98

4.2 非定型产品

4.2.1 用户如要求其他形状及规格的钛阳极产品，应按照合同（或订货单）或图纸要求制作。

4.2.2 合同（或订货单）内容应提供：

- a) 产品名称、规格、数量等；
- b) 电流密度、使用寿命；
- c) 本标准编号；
- d) 其他。

5 技术要求

5.1 材料

5.1.1 阳极基体采用钛材，其化学成份应符合GB/T3620.1-2016中的TA1、TA2规定。

5.1.2 涂层所用的贵金属溶液为氯铱酸，应符合标准YS/T595-2006的规定。

5.2 外形尺寸及其允许偏差

以制品为试样，将试样放置到测量平台上，采用精度为0.02mm游标卡尺或对应精度的非接触式测量仪测量。

5.3 表面质量

5.2.1 产品表面应无污染，无杂物。

5.2.2 产品表面允许有轻微划痕和擦伤。每平方米的划痕不得超过三处，每处长度小于10mm，宽度小于2mm。每平方米的擦伤不得超过二处，每处擦伤面积小于5mm²。

5.4 涂层与基体的结合

涂层与基材结合牢固，无剥离。

5.5 强化寿命

强化寿命应符合：在规定电流密度下，阳极表面强化寿命测试通过的总电荷密度达到或超过阳极实际使用寿命期限内阳极表面通过的总电荷密度。

6 检验

6.1 化学成分

钛材的化学成分分析方法按GB/T3620.1-2016、GB/T4698-2017规定进行检验。
氯铱酸按照YS/T595-2006的规定进行检验。

6.2 几何尺寸

产品的外形尺寸及其允许偏差采用相应精度的测量工具进行测量，非定型产品应符合合同要求。

6.3 表面质量

在自然散射光下，目视检查表面质量。必要时，可借用尺寸测量工具界定缺陷大小。

6.4 涂层与基体的结合

在试样上截取20mm×100mm的试片，涂层朝外，绕在Φ20mm金属棒上，弯曲180度，涂层应无剥离。

6.5 强化寿命

土壤及淡水环境中使用的钛阳极产品，按附录A进行强化寿命检验。

大气钢筋混凝土环境中使用的钛阳极产品，按附录B进行强化寿命检验。

7 检验规则

7.1 检查和验收

7.1.1 产品应由供方进行检验，保证产品质量符合本文件及合同（或订货单）规定，并填写产品质量证明书。

7.1.2 需方可对收到的产品按本文件的规定进行检验，如检验结果与本文件（或订货单）规定不符时，应在收到产品之日起一个月内以书面形式向供方提出，由供需双方协商解决。

7.2 组批

7.2.1 产品应成批提交验收。

7.2.2 每批应由同一批次的原材料、相同的工艺生产的产品组成。

7.3 检验项目

每批产品应进行尺寸、强化寿命、阳极表面质量、涂层与基材结合状态等检验。产品出厂时暂无强化寿命检验数据，如用户需要可在试验结束后提供。

7.4 取样和制样

产品的取样和制样应符合表6的规定。

表 6 取样与制样

检验项目	取样和制样	技术要求的章条号	试验方法的章条号
钛材化学成分	每批随机取一个样	5.1	6.1
氯钛酸	每批随机取一个样	5.1	6.1
尺寸	逐件	5.2	6.2
阳极表面质量	逐件	5.3	6.3
涂层与基材结合状态	每批取两个试片	5.4	6.4
强化寿命	每批取两个试片	5.5	6.5

7.5 检验结果的判定

7.5.1 检验结果的数值按 GB/T 8170 的规定进行修约，并采用修约值比较法判定。

7.5.2 化学成分不合格时，能区分批次时，则判定该试样代表的批次不合格，其他批次依次检验，逐炉判定。不能区分批次时，则判定该批产品不合格。

7.5.3 外形尺寸及其允许偏差不合格时，按件判不合格。每批次中不合格件数超出接收质量限时判整批不合格，或由供方逐件检验，逐件判定。

7.5.4 表面质量不合格时，判该件产品不合格。

7.5.5 涂层与基体结合状态不合格时，判该批次产品不合格。

7.5.6 强化寿命不合格时，判该批次产品不合格。

8 标志、包装、运输及贮存

8.1 标志

8.1.1 产品标志

应在检验合格的产品上打印如下标记（或挂标签）：

- a) 供方质量部门检印
- b) 产品牌号
- c) 批号
- d) 日期

8.1.2 包装标志

产品包装上应注明如下标志：

- a) 供方标志
- b) 产品名称
- c) 数量
- d) 重量

8.2 包装、运输、贮存

8.2.1 运输标记

包装箱上标明“勿倒置”或“易破碎”等字样。

8.2.2 包装

- a) 产品入箱前应用软质材料或包装纸包好捆紧。
- b) 按发货要求制作包装箱。
- c) 阳极应轻拿轻放入箱，电极间和电极与包装箱之间，应用软泡沫板隔离、固紧，严防在装卸运输过程中电极有相对移动或因颠簸而跳动。

8.2.3 包装箱外应有标志，注明以下内容：

- a) 供方名称、地址。
- b) 产品名称及型号。
- c) 产品批号、数量。
- d) 生产日期。

8.3 产品运输

产品过程中应防止碰撞。

8.4 产品储存环境

产品应存放在清洁、干燥、无腐蚀介质的环境中。

附录A

(规范性)

土壤及淡水环境阴极保护用钛阳极强化寿命检测方法

A.1 适用性

本附录适合土壤及淡水阴极保护用钛阳极的强化寿命测试,用来评价钛阳极是否能在额定电流输出条件下达到规定的设计寿命。

A.2 术语

A.2.1 电流密度: 单位面积上的电流值, 单位: A/m^2 。

A.2.2 电荷密度: 电流密度和时间的乘积, 单位: $A \cdot h/m^2$ 。

A.2.3 阳极电位: 阳极(测试试片)相对于参比电极的电位, 单位: V。

A.3 试验原理

外加电流阴极保护用钛阳极实际使用寿命通常在20年以上,而此种阳极几乎不失重,所以阳极的寿命不能通过用实际使用的电流密度通过外推法算得,只能采用大电流测强化寿命,直到通过的电荷量达到标准。

强化寿命测试完成时,阳极表面通过的总电荷密度和阳极实际使用寿命期限内阳极表面通过的总电荷密度有如下关系:

$$j_a t_a \geq j_s t_s$$

式中:

j_a —强化寿命测试中阳极表面的电流密度 ($10000 A/m^2$), 单位为 A/m^2 ;

t_a —强化寿命, 单位为小时 (h);

j_s —实际使用过程中阳极表面的电流密度, 单位为 A/m^2 ;

t_s —实际使用寿命, 单位为小时 (h)。

A.4 仪器设备

A.4.1 电源: 直流电源。

A.4.2 电流表: 0.5级。

A.4.3 电压表: 阻抗 $\geq 10M\Omega$ 。

A.4.4 参比电极: 饱和甘汞电极。

A.4.5 盐桥 (盐桥靠近测试试片的一端有鲁金毛细管)。

- A. 4. 6 阴极：直径 13mm，长 200mm 的钛棒。
- A. 4. 7 阳极：采用直径大于 1.6mm、长 200mm 的钛丝与试片没有涂层的一面焊接。
- A. 4. 8 恒温水浴：温度范围 20℃~100℃。
- A. 4. 9 烧杯：直径 90mm，高 180mm；带 15 号橡皮塞，能固定温度计，电极，鲁金毛细管。

A. 5 电解液

1mol/L 的硫酸溶液

A. 6 试片

试片的长×宽一般为 20mm×10mm，数量 2 片。

A. 7 试验要求

- A. 7. 1 试验过程中，电解液始终保持在 900mL±5% 的水平，如果试验中溶液有蒸发，可以用蒸馏水或去离子水补充到 900mL。
- A. 7. 2 阳极和阴极之间的距离为 19mm 左右，同时阳极和阴极底端距离烧杯底 10mm 左右，在测试过程中阳极试片始终完全浸没在电解液中。
- A. 7. 3 鲁金毛细管测试端靠近阳极表面，距离为鲁金毛细管端部内径的 2 倍左右。鲁金毛细管的另一端连接到参比电解槽中。
- A. 7. 4 水浴温度保持在 30±5℃。

A. 8 试验步骤

A. 8. 1 按图 A. 1 连接阴极、阳极、电源、甘汞电极等。

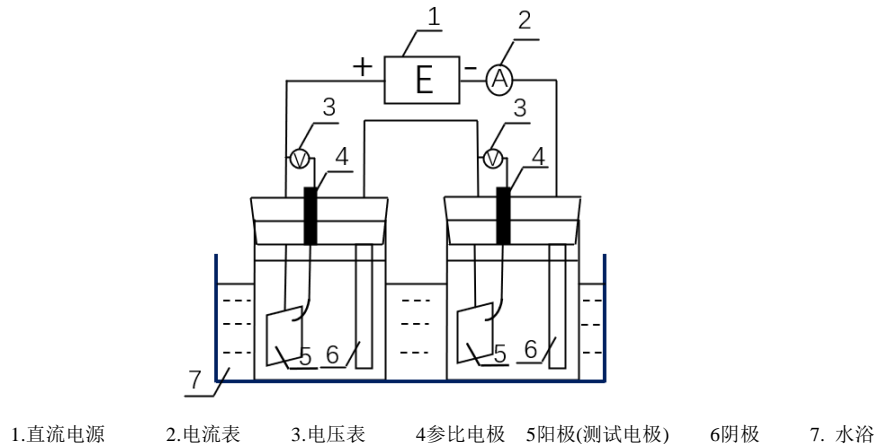


图 A. 1 测试装置示意图

A. 8. 2 接通电源，按规定的电流密度进行电解，记录反应开始的阳极电位、电流密度值、时间。

A. 8. 3 每天观察电解槽电解液的液面高度，并及时补进蒸馏水；每天记录一次阳极电位、电流密度值、水浴温度。

A. 8. 4 当阳极电位比测试刚开始电位上升 5V 时停止试验，记录此刻的时间。

A. 8. 5 计算从开始反应到停止试验的累积时间，即为该试片的实际强化寿命检验结果。

A. 9 报告

试验报告内容：

- a) 实验室名称；
- b) 每个阳极试片测试的日期、时间；
- c) 阳极电位、电流密度、电解槽温度；
- d) 每个阳极试片的强化寿命。

附录 B

(规范性)

大气环境中钢筋混凝土阴极保护用钛阳极强化寿命检测方法

B.1 概述

B.1.1 加速实验可以测出混凝土中的阳极良好工作状态下的具体寿命。但是加速的阳极寿命测试不能应用于混凝土中，因为测试所用的大电流会导致混凝土的提早破坏。因此加速实验必须在水溶液中完成。

B.1.2 在用加速实验测量寿命时，阳极的电荷密度须保持在 $38500\text{A}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ 以上（以实际阳极表面积算）。这是阳极在其电流密度为 $110\text{mA}/\text{m}^2$ 的条件下工作40年所需要的电荷密度的总和。如果阳极的电流密度被修改为其它值，电荷密度也须改变以达到同样40年寿命的标准。

B.1.3 在一些环境下，用户也许会要求比 $38500\text{A}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ 更大的总电荷密度。比如要求大于40年的寿命，或因为使用更大的电流密度，这些情况下需要扩展实验或增大电荷密度直到达到预期值。

B.1.4 阴极保护用阳极在体系一开始通电时，可能会出现阴极极化现象。这种情况仅通过观察整流器是注意不到的，直到几天后去极化测试时才能被发现。阳极上还会出现反向电流的现象，原因是钢与阳极之间的电流不足。这种情况下，阳极受控于阴极电流直到体系充电和被测试，有时会持续几个月之久。由于存在这种对阳极破坏的可能性，所以阳极具备耐短暂反向电流的能力是必需的。

B.1.5 假设阳极在表面电流密度为 $110\text{mA}/\text{m}^2$ （反向）的条件下工作一个月，阳极表面的电荷密度为 $71\text{A}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ 。实验测试时需要测试阳极在这样一个反向电流下的性能，然后再加大小为 $38500\text{A}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ 的保护电荷密度以保证模拟工作寿命至少达到40年。

B.1.6 阳极寿命的测试周期不能少于180天

B.1.7 寿命测试需要使用恒电流源，直流电源波动不能超过5%。

B.1.8 加速实验测寿命需要做一对平行试样在以下几种水溶液中测量

B.1.8.1 30g/L NaCl 水溶液（蒸馏水或去离子水）

阴极保护用阳极通常用于含氯离子环境，像海水中的桥墩或码头桩。这种溶液测试实验检测了阳极耐氯离子腐蚀性。

B.1.8.2 40g/L NaOH 水溶液（蒸馏水或去离子水）

在这种溶液中，即使pH值比混凝土环境要高，但其传导性并没有受pH值的影响。这个溶液可以检测出阳极在有氧环境中耐侵蚀性，这种反应常在低电流密度和低氯含量，有新鲜覆盖物的条件下发生。

B.1.8.3 砂浆中模拟孔隙液

混凝土中的阳极所接触到的电解液称为孔隙液。这种电解液可以检测出阳极耐孔隙液侵蚀的能力。孔隙液对阳极的侵蚀因素包括其成分对阳极的作用和成分之间相互加强对阳极的侵蚀。模拟混凝土环境时，用适量的砂包裹住电极，防止电解液的对流搅拌作用，测试混凝土环境中阳极的性能。

模拟孔隙液的成分如下：

0.20% $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 3.20% KCl , 1.00% KOH , 2.45% NaOH , 93.15%蒸馏水或去离子水。

B.1.9 阳极失效被认为是失去了其电化学活性，升高的电位可以证明这一点，具体见章节B.6.2。

B.2 术语

鲁金毛细管：一个小的毛细管装入电解液，末端靠近研究电极的表面。它可以提供离子传导路径，但防止了研究电极与参比电极之间的扩散。

B.3 溶液的制备

B.3.1 30g/L NaCl 溶液

B.3.1.1 称30g试剂级的 NaCl ，装入1.0L的长颈瓶中

B.3.1.2 量约500mL蒸馏水或去离子水加入上述容量瓶中，晃动容量瓶，直至 NaCl 完全溶解。

B.3.1.3 将容量瓶中的溶液用蒸馏水或去离子水稀释到1.0L，并使其完全融合。

B.3.2 40g/L NaOH 溶液

B.3.2.1 把40g固体 NaOH 颗粒缓慢加入已经盛了约500mL蒸馏水或去离子水的长颈瓶中，溶液必须摇匀，直到 NaOH 完全溶解。此反映为放热反应，会产生一定的热量。

B.3.2.2 再向容量瓶中加入蒸馏水或去离子水，使水位略低于1.0L的刻度，放置冷却到室温。

B.3.2.3 溶液冷却后，将溶液稀释至1.0L，摇匀。

B.3.3 模拟孔隙液

B.3.3.1 称26.3g纯 NaOH 固体颗粒，缓慢加入盛有1.0L蒸馏水或去离子水的长颈瓶中。此反应为放热反应，会产生一定的热量。

B.3.3.2 称10.74g纯 KOH 固体颗粒，缓慢加入以上溶液中，摇晃直至颗粒完全溶解。

B.3.3.3 称34.35g试剂级 KCl ，加入溶液中，摇晃直至晶粒完全溶解。

B.3.3.4 称2.15g试剂级 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 加入溶液中，溶液需要磁力搅拌器搅拌均匀直到冷却。

B.3.3.5 准备石英砂（40到50网孔）。

B.3.3.6 电极和鲁金毛细管装好后，将砂装入实验装置，要求完全覆盖阳极。然后注入模拟孔隙液，排出装置中的所有空气。

B.3.3.7 干净的砂子和溶液将被用于反向电流和正常电流的测试。

B.4 测试仪器

B.4.1 实验测试装置

B.4.1.1 实验测试部分应准备一只高18cm，直径9cm的1.0L烧杯，一只与其相匹配的15号橡皮塞，用来固定电极，减少空气与溶液的接触。如果要使用其他规格的烧杯，应保证电极在实验时可以完全浸入溶液。阴阳极之间须保持50mm的间距，并在橡皮塞上两极之间留出一个孔，插上管子用以排出气体。这个

孔还可以固定附加阳极和鲁金毛细管。此外还可以留一个足够大的孔来测溶液的pH值。测试装置见图 B.1。

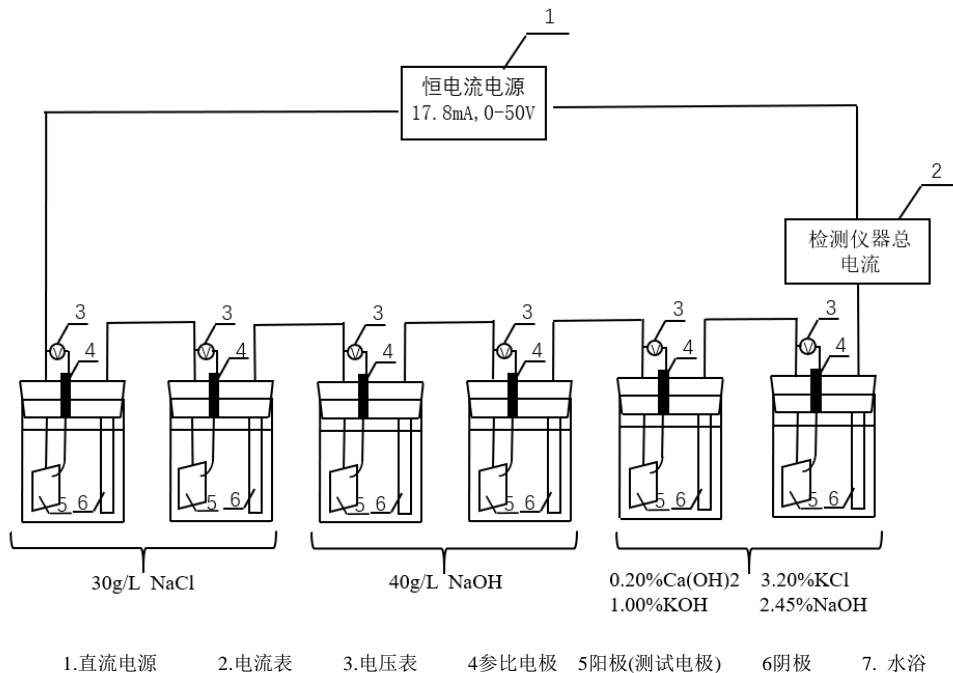


图 B.1 测试装置示意图

B.4.1.2 测试需要一个表面积为 20cm^2 的阳极试样，它的表面积计算包括所有与混凝土接触的阳极表面。钛阳极试样要焊接在直径为 1.6mm ，高为 200mm 的钛棒上。钛棒在这里起导电的作用。如果使用其他阳极，适宜的安装方法将由阳极生产商提供建议。装置接电源时，阳极应该接电源的正极（电流反向测试时接负极），电源与装置之间用接有铜夹的直径 1mm 的铜导线连接。

B.4.1.3 阴极选用一根直径 12.7mm ，长 200mm 的钛棒，或选用化学性质比较不活泼的铂或铌作为阴极。阴极要可以穿过橡皮塞，与装置底部保持 10mm 的距离。阴极与电源负极通过一根接有铜夹的直径 1mm 的铜导线连接（电流反向测试时不连接）。

B.4.1.4 在电流反向测试时还需要一支附加阳极，电流反向检测时，附加阳极接电源正极。正常检测时，附加阳极应从装置中移除。

B.4.2 电源

选用波动不超过5%的滤波直流电源。这种电源可以提供 $17.8\text{mA} \pm 1\%$ 的稳定恒电流。这个电流是以 $38500\text{A} \cdot \text{h}/\text{m}^2$ 的总电荷密度测表面积 20cm^2 阳极180天的必要条件。

B.4.3 测试仪器

要一个高输入阻抗（ $10\text{M}\Omega$ 或更大）的电压表，精度要达到 $\pm 1\%$ 。用来测量各测试单元的电压值，具体说明见B.5。

B.5 测试规程

- B. 5. 1 阴极棒与被测阳极应该固定于橡皮塞上，间距保持在50mm。
- B. 5. 2 附加阳极应固定在以上两种电极中间。
- B. 5. 3 测试装置中注入大约900mL的电解质溶液，保证阳极试样完全浸入溶液中。实验中溶液要保持静止，温度控制在 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 。
- B. 5. 4 实验开始时要记录溶液pH值，之后每大约100小时记录一次pH值，而在此期间要检查溶液的蒸发量，并加入蒸馏水或去离子水到900mL。
- B. 5. 5 电流反向测试应先做，电源负极接被检测阳极，电源正极接附加阳极。
- B. 5. 6 被测试阳极须在反向电流或阴极极化的条件下测8个小时，电流设定在17.8mA。此测试使阳极表面电荷密度总和达到 $71\text{A} \cdot \text{h}/\text{m}^2$ （相当于电流密度为 $110\text{mA}/\text{m}^2$ 的条件下工作一个月）。
- B. 5. 7 在电流反向测试中，每一个电解池的电流和电压须分别在1分钟，1小时和8小时测量。电压的测量是用电压表测被测电极与附加阳极之间的电压。
- B. 5. 8 反向电流测试完毕后，电源接头就应变换位置，正极接被测阳极，负极接阴极。附加阳极此时应该从装置上移除。将鲁金毛细管安装到装置中，以测量阳极电位。而且装置中的砂需要清空，装入新的砂，检测电解液，以保证完成下来的实验。
- B. 5. 9 被测阳极须在17.8mA下完成正常或阳极极化过程。
- B. 5. 10 以下参数要在标准或阳极极化测试中测量
- B. 5. 10. 1 电解池电压和电流应分别在1小时，24小时，7天，14天，28天，42天，56天，70天，84天，98天，112天，126天，140天，154天，168天，180天测量。
- B. 5. 10. 2 用饱和甘汞参比电极或Ag-AgCl电极（氯化银电极）测量阳极电位，测量周期和B. 5. 10. 1中相同。电位的测量需要使用一个大阻抗电压表（ $10\text{M}\Omega$ 或更大）接被测电极和饱和甘汞电极。
- B. 5. 11 测试中体系通过的电荷总量测量精度应达到 $\pm 1\%$ 。在实验结束时，电荷密度不应小于 $38500\text{A} \cdot \text{h}/\text{m}^2$ ，或更大（如果客户要求）。如果阳极失效（见章节B. 6. 5），测得的电荷总量和计算得到的电荷总量都需要记录。

B. 6 达标依据

- B. 6. 1 阳极材料必须通过标准中三种电解液的测试
- B. 6. 2 阳极失效的特征是电池电压和阳极电位迅速升高，当阳极电位比它初始值高4.0V时，要记录它失效的时间。

B. 7 测试结果

- B. 7. 1 测试结果以如下表格格式记录（见表 B. 1，表 B. 2，表 B. 3）。

表 B. 1 阳极在30g/L NaCl溶液中测试寿命的典型结果

测试	时间	电流 (mA)	电压 (V)	阳极电位 vs. SCE (V)	溶液 pH 值
反向电流	1min	17.8	1.91		
	1h	17.8	2.40		
	8.8h	17.8	2.23		

表 B.1 (第2页/共2页)

测试	时间	电流(mA)	电压(V)	阳极电位 vs.SCE(V)	溶液 pH 值
正常电流	1h	17.8	2.53	1.181	6.4
	24h	17.8	2.49	1.177	7.0
	7days	17.8	2.28	1.187	7.6
	14days	17.8	2.45	1.333	7.9
	28days	17.8	2.61	1.456	8.2
	42days	17.8	2.62	1.484	8.0
	56days	17.8	2.61	1.480	8.1
	70days	17.8	2.64	1.508	8.7
	84days	17.8	2.65	1.520	8.0
	98days	17.8	2.80	1.534	8.0
	112days	17.8	2.72	1.551	8.4
	126days	17.8	2.67	1.536	8.0
	140days	17.8	2.74	1.583	7.8
	154days	17.8	2.71	1.550	8.2
	168days	17.8	2.67	1.591	8.0
	180days	17.8	2.71	1.579	7.8

表 B.2 阳极在40g/L NaOH溶液中测试寿命的典型结果

测试	时间	电流 (mA)	电压 (V)	阳极电位 vs. SCE (V)	溶液 pH 值
反向电流	1min	17.8	1.42		
	1h	17.8	1.66		
	8h	17.8	1.64		
正常电流	1h	17.8	1.91	0.577	12.9
	24h	17.8	1.91	0.585	13.0
	7days	17.8	1.94	0.606	13.0
	14days	17.8	1.93	0.605	12.9
	28days	17.8	1.95	0.594	12.8
	42days	17.8	1.95	0.617	13.1
	56days	17.8	1.93	0.610	13.0
	70days	17.8	1.96	0.625	13.0
	84days	17.8	1.96	0.620	12.5
	98days	17.8	1.94	0.602	13.0
	112days	17.8	1.99	0.633	12.8

表 B.2 (第 2 页/共 2 页)

测试	时间	电流(mA)	电压(V)	阳极电位 vs. SCE(V)	溶液 pH 值
	126days	17.8	1.97	0.629	12.6
	140days	17.8	2.03	0.650	13.2
	154days	17.8	2.00	0.645	12.8
	168days	17.8	2.05	0.663	12.7
	180days	17.8	2.02	0.656	12.0

表 B.3 阳极在模拟孔隙液中测试寿命的典型结果

测试	时间	电流(mA)	电压(V)	阳极电位 vs.SCE(V)	溶液 pH 值
反向电流	1min	17.8	1.23		
	1h	17.8	1.74		
	8h	17.8	1.70		
正常电流	1h	17.8	1.90	0.540	12.9
	24h	17.8	1.90	0.553	12.9
	7days	17.8	1.93	0.566	13.0
	14days	17.8	1.91	0.562	13.0
	28days	17.8	1.93	0.566	13.1
	42days	17.8	1.93	0.572	13.1
	56days	17.8	1.92	0.565	13.1
	70days	17.8	1.94	0.578	13.0
	84days	17.8	1.93	0.575	12.6
	98days	17.8	1.80	0.567	13.0
	112days	17.8	1.92	0.585	13.0
	126days	17.8	1.92	0.577	12.9
	140days	17.8	2.02	0.602	13.2
	154days	17.8	1.98	0.588	13.0
	168days	17.8	2.01	0.604	13.3
	180days	17.8	1.98	0.596	12.3

