

# 中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T 828—20XX

代替 YS/T 828-2012

## 阴极保护用钛阳极

Titanium anodes for cathodic protection

(报批稿)

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

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

## 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) 更改了标准的适用范围（见第1章，2012年版的第1章）；
- b) 增加了“钛阳极”术语（见3.1）；
- c) 增加了阴极保护常用钛阳极产品形状及规格（见4.1）；
- d) 将“外观质量”更改为“表面质量”（见5.3，2012年版的4.4）；
- e) 增加了化学成分试验方法（见6.1）；
- f) 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方法（见附录B）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

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：张玉萍、冯庆、贾波、薛建超、黄晋、康轩齐、徐尚元、杨瑞锋、李晴宇。

本文件及其所代替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。

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

# 阴极保护用钛阳极

## 1 范围

本文件规定了阴极保护用钛阳极的分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存及随行文件和订货单内容。

本文件适用于土壤及淡水环境、大气环境中钢筋混凝土条件下，以氧化铱为涂层主体，以钛为基体的钛阳极产品（以下简称钛阳极）。

## 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/T 3620.1—2016 钛及钛合金牌号和化学成分

GB/T 4698（所有部分） 海绵钛、钛及钛合金化学分析方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

YS/T 595—2006 氯铱酸

## 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

钛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直到钛阳极失效的时间。

### 3.3

**试样** test sample

随每批产品附带的样片，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200 mm×200 mm。试样的基材、涂层和工艺与产品应一致。

### 3.4

**试片** test specimen

从试样上截取检测项目所需尺寸的钛阳极片。

## 4 分类

## 4.1 形状及规格

钛阳极按形状分为丝状、带状、管状、棒状、网状等，钛阳极形状及规格见表1~表5。如需方对规格有特殊要求，由供需双方协商确定并在订货单中注明。

表1 丝状钛阳极规格

直径 mm	每卷长度 m
1.5	300
2.0	300
3.0	300

表2 带状钛阳极规格

宽度 mm	厚度 mm	长度 m
6.35	0.635	76或152
12.70	0.635	76或152

表3 管状钛阳极规格

单位为毫米

外径	长度	管壁厚度
19	1200	1.0
25	500	1.5
25	1000	1.5
25	1200	1.5
25	1500	1.5
31	1200	2.0

表4 棒状钛阳极规格

单位为毫米

直径	长度
3.2	1000
6.4	1000
12.7	1000
19.0	1000
25.0	1000

表5 网状钛阳极规格

宽度 mm	长度 m	网孔尺寸 mm	扩张厚度 mm
10.0	76	2.5×4.6×0.6	1.30
12.7	76	2.5×4.6×0.6	1.30
19.0	76	2.5×4.6×0.6	1.30
1220	76	25×50×0.89	1.98

## 4.2 用途

钛阳极按用途分为土壤及淡水环境阴极保护用钛阳极和大气环境中钢筋混凝土阴极保护用钛阳极。

## 5 技术要求

## 5.1 材料

5.1.1 钛阳极基体采用钛材，钛材的化学成分应符合GB/T 3620.1—2016中TA1G和TA2G的规定。

5.1.2 涂层所用的贵金属溶液为氯铱酸，氯铱酸的化学成分应符合YS/T 595—2006的规定。

## 5.2 外形尺寸及其允许偏差

钛阳极尺寸应符合表1~表5的要求，允许偏差由供需双方协商确定。

## 5.3 表面质量

5.3.1 钛阳极表面应无污染，无杂物。

5.3.2 钛阳极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10 mm，宽度小于2 mm。每平方米的擦伤不应超过二处，每处擦伤面积应小于5 mm<sup>2</sup>。

## 5.4 结合力

涂层与基材应结合牢固，无剥离。

## 5.5 强化寿命

在规定电流密度下，钛阳极表面强化寿命测试通过的总电荷密度应满足订货单要求。

注：总电荷密度是指钛阳极表面的电流密度与钛阳极寿命的乘积。

## 6 试验方法

### 6.1 材料

6.1.1 钛材的化学成分按GB/T 4698的规定进行检验。

6.1.2 氯铱酸的化学成分按照YS/T 595—2006的规定进行检验。

### 6.2 外形尺寸及其允许偏差

钛阳极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，如有其他特殊需求，由供需双方协商确定。

### 6.3 表面质量

在自然散射光下，目视检查表面质量，必要时用相应精度的量具测量。

### 6.4 结合力

在试样上截取20 mm×100 mm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，按附录A进行强化寿命检验。大气环境中钢筋混凝土使用的钛阳极，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 产品应由供方或第三方进行检验，保证产品质量符合本文件及订货单的规定，并填写随行文件。

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）的规定不符合时，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

每批产品应进行化学成分、外形尺寸及其允许偏差、表面质量、结合力检验。需方对强化寿命有要求时，经供需双方协商确定并在订货单中注明。

## 7.4 取样

产品的取样应符合表 6 的规定。

表 6 取样

检验项目	取样规定	技术要求的章条号	试验方法的章条号
材料（化学成分）	每批随机取一份	5.1	6.1
外形尺寸及其允许偏差	逐件	5.2	6.2
表面质量	逐件	5.3	6.3
结合力	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 化学成分检验结果不合格时，判该批产品不合格。

7.5.3 外形尺寸及其允许偏差检验结果不合格时，判该件产品不合格。

7.5.4 表面质量检验结果不合格时，判该件产品不合格。

7.5.5 结合力检验结果不合格时，判该批产品不合格。

## 8 标志、包装、运输、贮存及随行文件

### 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）：

- 供方质量部门检印；
- 产品名称；
- 批号；
- 日期。

#### 8.1.2 包装标志

产品包装上应注明如下标志：

- 供方单位；
- 产品名称；
- 数量；
- 重量；
- 包装箱上标明“勿倒置”或“易破碎”等字样。

### 8.2 包装、运输、贮存

#### 8.2.1 包装



产品包装应按如下要求：

- a) 产品入箱前应用软质材料或包装纸包好捆紧；
- b) 钛阳极间和钛阳极与包装箱之间，应用软泡沫板隔离、固紧，严防在装卸运输过程中钛阳极有相对移动或因颠簸而跳动。

### 8.2.2 运输

产品运输过程中应防止碰撞。

### 8.2.3 贮存

产品应存放在清洁、干燥、无腐蚀介质的环境中。

### 8.3 随行文件

每批产品应附有随行文件，其中除应包括供方信息、产品信息、本文件编号、出厂日期或包装日期外，还宜包括：

- a) 产品质量保证书：
  - 产品名称；
  - 批号；
  - 重量；
  - 带供方技术监督部门检印的各项分析检验结果。
- b) 产品合格证：
  - 产品名称；
  - 批号；
  - 检验日期；
- c) 产品发货单；
- d) 其他。

## 9 订货单内容

本文件所列产品的订货单内应包括下列内容：

- a) 产品名称；
- b) 规格；
- c) 重量或件数；
- d) 本文件编号；
- e) 其他。

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 方法原理

钛阳极实际使用寿命一般在 10 年以上，本附录采用大电流测强化寿命。在规定电流密度下，钛阳极表面强化寿命测试通过的总电荷密度，达到或超过钛阳极订货单要求判钛阳极寿命为合格，否则判钛阳极寿命不合格。

## A.2 试剂

除非另有说明，在分析中仅使用确认为分析纯的试剂，所用水为蒸馏水或去离子水或相当纯度的水。

A.2.1 硫酸 ( $\rho=1.84\text{g}/\text{cm}^3$ )。

A.2.2 硫酸电解液(1mol/L):量取 54.3 mL的硫酸，将其配成 1L的溶液。用时现配。

## A.3 仪器与设备

A.3.1 电源：直流电源。

A.3.2 电流表：0.5 级。

A.3.3 电压表：阻抗 $\geq 10\text{M}\Omega$ 。

A.3.4 参比电极：饱和甘汞电极。

A.3.5 阴极：宽 15 mm，长 200 mm，厚 3 mm的钛板。

A.3.6 钛阳极：采用直径大于 1.6 mm、长 200 mm的钛丝与试片没有涂层的一面焊接。

A.3.7 恒温水浴：温度范围 2 0℃~100℃。

A.3.8 烧杯：容积为 1L带橡胶塞，能固定温度计、电极、鲁金毛细管。

## A.4 分析步骤

## A.4.1 样品

从试样上截取长 $\times$ 宽为 20 mm $\times$ 10 mm的试片，数量 2 片。

## A.4.2 试验步骤

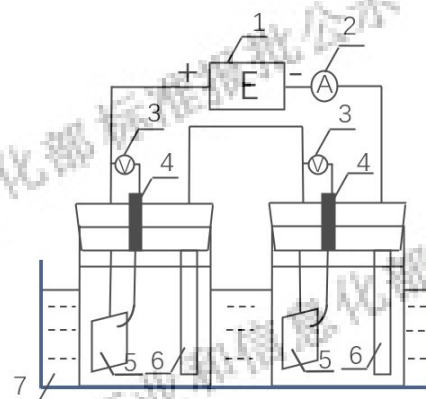
A.4.2.1 试验过程中，电解液始终保持在 1000 mL $\pm$ 50 mL的水平，如果试验中溶液有蒸发，可以用蒸馏水或去离子水补充到 1000mL。

A.4.2.2 钛阳极和阴极之间的距离为 19mm左右，同时钛阳极和阴极底端距离烧杯底 10 mm左右，在测试过程中钛阳极试片始终完全浸没在电解液中。

A.4.2.3 鲁金毛细管测试端靠近钛阳极表面，距离为鲁金毛细管端部内径的 2 倍左右。

A.4.2.4 水浴温度保持在 30℃ $\pm$ 5℃。

A.4.2.5 按图 A.1 连接阴极、钛阳极、电源、甘汞电极等。



标引序号说明:

1——直流电源; 2——电流表; 3——电压表; 4——参比电极; 5——钛阳极(测试电极); 6——阴极; 7——水浴。

图 A.1 测试装置示意图

A. 4. 2. 6 接通电源, 按规定的电流密度 ( $10000\text{A}/\text{m}^2$ ) 进行电解, 记录反应开始的钛阳极电位、电流密度值、时间。

A. 4. 2. 7 每天观察电解槽电解液的液面高度, 并及时补进蒸馏水; 每天记录一次钛阳极电位、电流密度值、水浴温度。

A. 4. 2. 8 当钛阳极电位比测试刚开始电位上升  $5\text{V}$  时停止试验, 记录此刻的时间。

A. 4. 2. 9 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. 5 报告

试验报告内容:

- a) 实验室名称;
- b) 每个钛阳极试片测试的日期、时间;
- c) 钛阳极电位、电流密度、水浴温度;
- d) 每个钛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 方法原理

大气环境中钢筋混凝土阴极保护用钛阳极在体系一开始通电时,可能会出现阴极极化现象。所以钛阳极应具备耐短暂反向电流的能力。强化寿命实验需要在NaCl水溶液(30g/L)、NaOH水溶液(50g/L)及砂浆模拟孔隙液(0.20% Ca(OH)<sub>2</sub>, 3.20% KCl, 1.00% KOH, 2.45% NaOH)中进行。在三种测试液中,在规定电流密度下,钛阳极表面强化寿命测试通过的总电荷密度都达到或超过钛阳极实际使用寿命期限内钛阳极表面通过的总电荷密度,且反向电流测试合格,判该钛阳极合格,否则为不合格。

#### B.2 试剂

除非另有说明,在分析中仅使用确认为分析纯的试剂,所用水为蒸馏水或去离子水或相当纯度的水。

B.2.1 NaCl水溶液(30g/L):称取30g NaCl溶于1.0 L水中。用时现配。

B.2.2 NaOH水溶液(50g/L):称取50g NaOH溶于1.0 L水中。用时现配。

B.2.3 砂浆模拟孔隙液(0.20% Ca(OH)<sub>2</sub>, 3.20% KCl, 1.00% KOH, 2.45% NaOH):称取261.3 g NaOH固体颗粒,缓慢加入1.0 L蒸馏水。称10.74g KOH固体颗粒,缓慢加入以上溶液中,摇晃直至颗粒完全溶解。称取34.35 g KCl,加入溶液中,摇晃直至晶粒完全溶解。称取2.15g Ca(OH)<sub>2</sub>加入溶液中,溶液需要磁力搅拌器搅拌均匀直到冷却。将电极和鲁金毛细管装好后,将40到50网孔的砂装入实验装置,完全覆盖钛阳极,然后注入孔隙液,排出装置中所有气体。

#### B.3 仪器与设备

B.3.1 电源:直流电源。

B.3.2 电流表:0.5级。

B.3.3 电压表:阻抗≥10 MΩ。

B.3.4 参比电极:饱和甘汞电极。

B.3.5 阴极:宽15 mm,长200 mm,厚3 mm的钛板。

B.3.6 钛阳极:采用直径大于1.6 mm、长200 mm的钛丝与试片没有涂层的一面焊接。

B.3.7 恒温水浴:温度范围20℃~100℃。

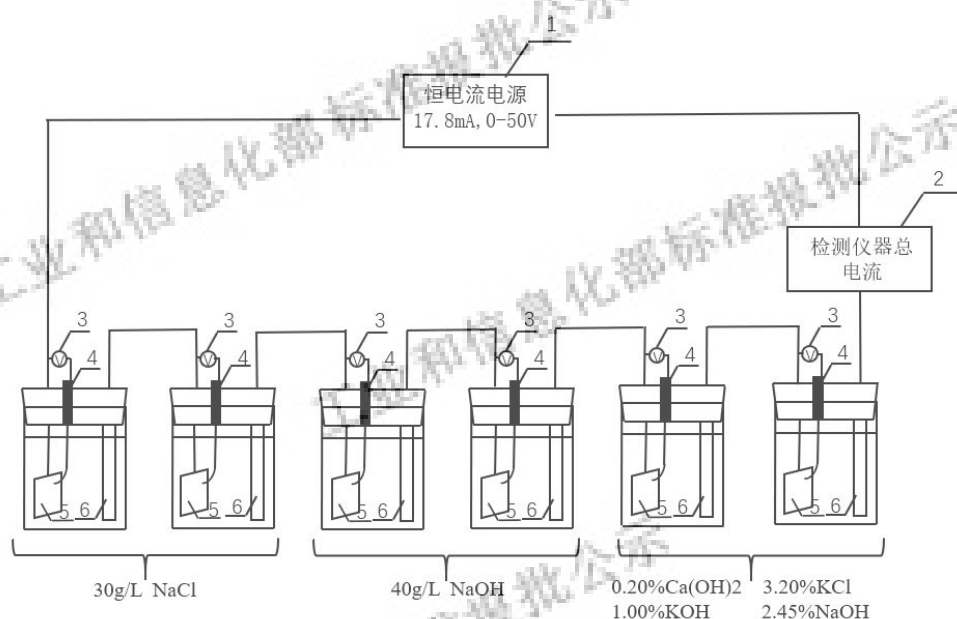
A.3.8 烧杯:容积为1 L。带橡胶塞,能固定温度计、电极、鲁金毛细管。

#### B.4 分析步骤

##### B.4.1 样品

从试样上裁取长×宽为50mm×40mm试片,数量6片。

##### B.4.2 试验步骤



标引序号说明:

- 1——直流电源； 2——电流表； 3——电压表； 4——参比电极（或附加钛阳极）；  
5——钛阳极（或测试电极）； 6——阴极； 7——水浴。

图 B.1 测试装置示意图

B.4.2.1 测试装置中注入大约1000 mL的电解质溶液，保证钛阳极完全浸入溶液中。实验中溶液要保持静止，温度控制在 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，按照B.1连接阴极、钛阳极、电源、甘汞电极等，阴极与钛阳极间距保持在50 mm。

B.4.2.4 试验开始时要记录溶液pH值，之后每大约100 h记录一次pH值，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1000 mL。

B.4.2.5 电流反向测试应先做，电源负极接被检测钛阳极，电源正极接附加钛阳极。

B.4.2.6 钛阳极应在反向电流或阴极极化的条件下测试8 h，电流设定在17.8 mA。此测试使钛阳极表面电荷密度总和达到 $71\text{ A} \cdot \text{h}/\text{m}^2$ 。

B.4.2.7 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 min，1 h和8 h测量。电压的测量是用电压表测被测电极与附加钛阳极之间的电压。

B.4.2.8 反向电流测试完毕后，电源接头就应变换位置，正极接被测钛阳极，负极接阴极。附加钛阳极此时应从装置上移除。将鲁金毛细管安装到装置中，以测量钛阳极电位。而且装置中的砂需要清空，装入新的砂，检测电解液，以保证完成后续的实验。

B.4.2.9 被测钛阳极应在17.8mA下完成正常或钛阳极极化过程。

B.4.2.10 以下参数要在正常或钛阳极极化测试中测量：

- 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。
- 用饱和甘汞参比电极测量钛阳极电位，测量周期和B.4.2.10a)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.4.2.11 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，电荷密度应不小于 $38500\text{ A} \cdot \text{h}/\text{m}^2$ 。如果钛阳极失效（见B.4.12），测得的电荷总量和计算得到的电荷总量都需要记录。

B.4.2.12 钛阳极失效的特征是电池电压和钛阳极电位迅速升高，当钛阳极电位比初始值高5 V时，要记录失效的时间。钛阳极材料应通过标准中三种电解液的测试。

## B.5 试验报告

试验报告应至少包含以下内容：

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

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示