



中华人民共和国国家标准

GB/T 41493.1—2022/ISO 19097-1:2018

阴极保护用混合金属氧化物阳极的 加速寿命试验方法 第 1 部分：应用于混凝土中

Accelerated life test method of mixed metal oxide anodes for cathodic
protection—Part 1: Application in concrete

(ISO 19097-1:2018, IDT)

2022-04-15 发布

2022-11-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

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。

本文件是 GB/T 41493《阴极保护用混合金属氧化物阳极的加速寿命试验方法》的第1部分。GB/T 41493 已经发布了以下部分：

- 第1部分：应用于混凝土中；
- 第2部分：应用于土壤和自然水环境中。

本文件等同采用 ISO 19097-1:2018《阴极保护用混合金属氧化物阳极的加速寿命试验方法 第1部分：应用于混凝土中》。

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。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：中国船舶重工集团公司第七二五研究所、冶金工业信息标准研究院、国家管网集团联合管道有限责任公司西部分公司、青岛钢研纳克检测防护技术有限公司、北京科技大学。

本文件主要起草人：辛永磊、许立坤、侯捷、田子健、李相波、赵康、杨朝晖、李晓刚、李振军、孟超、杜翠薇。

引 言

GB/T 41493《阴极保护用混合金属氧化物阳极的加速寿命试验方法》是全国钢标准化技术委员会金属和合金的腐蚀分技术委员会(以下简称“委员会”)负责制订的腐蚀试验方法标准之一。GB/T 41493旨在规范阴极保护用混合金属氧化物阳极的加速寿命试验方法,加速寿命试验结果可用于比较不同金属氧化物阳极材料的耐久性,并评估阳极在额定电流输出时是否满足设计预期寿命的要求。

GB/T 41493由两部分构成。

- 第1部分:应用于混凝土中。目的在于规范在混凝土环境中阴极保护用混合金属氧化物阳极的加速寿命试验方法。
- 第2部分:应用于土壤和自然水环境中。目的在于规范在土壤和自然水环境中阴极保护用混合金属氧化物阳极的加速寿命试验方法。

对未经委员会书面授权获认可的其他机构对标准的宣贯或解释所产生的理解歧义和由此产生的任何后果,本委员会将不承担任何责任。

阴极保护用混合金属氧化物阳极的 加速寿命试验方法

第1部分：应用于混凝土中

1 范围

本文件规定了在混凝土环境中阴极保护用混合金属氧化物阳极的加速寿命试验方法。加速寿命试验结果可用于比较不同金属氧化物阳极材料的耐久性,并评估阳极在额定电流输出时是否满足设计预期寿命的要求。

本文件也适用于其他埋在混凝土中的外加电流阳极系统,可通过适当的改进装置来固定不同几何形状的阳极。

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。

ISO 679 水泥 试验方法 强度的测定(Cement—Test methods—Determination of strength)

注: GB/T 17671—2021 水泥胶砂强度检验方法(ISO法)(ISO 679:2009,MOD)

ISO 8044 金属和合金的腐蚀 术语(Corrosion of metals and alloys—Vocabulary)

注: GB/T 10123—2022 金属和合金的腐蚀 基本术语和定义(ISO 8044:2020,IDT)

3 术语和定义

ISO 8044 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

混合金属氧化物阳极 mixed metal oxide anode

在钛基体上涂覆混合金属氧化物导电涂层而构成的外加电流阴极保护用辅助阳极。

注: 阴极保护用金属氧化物阳极最常用的涂层为氧化铱和氧化钽的混合物,涂层具体成分可变化。

3.2

加速寿命 accelerated life

混合金属氧化物阳极在规定试验介质中大电流密度下加速试验时的寿命。

注: 以混合金属氧化物阳极失效前的总试验时间作为加速寿命。

3.3

槽压 cell voltage

单个电解池(槽)中阳极和阴极之间的电压差。

3.4

电荷密度 charge density

施加电流密度与工作时间的乘积。

3.5

纹波系数 ripple

由不完全滤波或直流发电机中的换向器作用引起的,直流电源输出中的交流分量。

4 试验方法

4.1 原理

混合金属氧化物阳极加速寿命试验是在特定的模拟环境中,对阳极施加远高于正常工作条件的大电流密度进行电解试验,该试验可有效缩短阳极失效的时间。

本文件包括了两种用于评估阳极材料的试验方法。

试验方法 A 用于评估混合金属氧化物阳极材料是否满足预期寿命要求。在实际工程的初始阶段,可能会出现阳极被误接到电源负极的情况或其他原因引起的电流反向。因此,在后续测试之前应进行一段时间的电流反向测试,以确保阳极能够在短暂的电流反向中仍正常工作。

试验方法 B 是一项更快速的测试,以确保从特定批次抽取的阳极材料样品是合格的。仅对已通过了方法 A 测试并达到了要求设计寿命的产品进行该项试验。

4.2 试验溶液

4.2.1 一般要求

如果以混凝土作为试验电解质,在施加大电流条件下测试会导致混凝土过早失效,因此,加速寿命试验应在水溶液中进行。以下条款给出了试验方法 A 中模拟混凝土电解质和试验方法 B 中测试溶液的制备和使用。所有使用的化学品均为分析纯,水为蒸馏水或去离子水。每次试验都应采用新配制的溶液。

4.2.2 氯化钠溶液

将 $30.0\text{ g}\pm 0.1\text{ g}$ 氯化钠加入 1.0 L 容量瓶中,加入约 500 mL 的蒸馏水或去离子水,搅拌至氯化钠晶体完全溶解,继续加入蒸馏水或去离子水直至达到容量瓶 1.0 L 标记处,配制得到浓度为 30 g/L 的氯化钠溶液。溶液应彻底混合均匀。

对处于海洋或氯离子污染环境下的桥墩、桩基等钢筋混凝土结构施加阴极保护时,混合金属氧化物阳极会暴露在含有氯离子的溶液中,因此,选用氯化钠溶液来模拟上述环境,以测试混合金属氧化物阳极的耐析氯反应能力。

4.2.3 氢氧化钠溶液

将 $40.0\text{ g}\pm 0.1\text{ g}$ 氢氧化钠缓慢加入装有约 500 mL 蒸馏水或去离子水的 1.0 L 容量瓶中,搅拌至氢氧化钠完全溶解。反应过程中会产生大量热量。继续加入蒸馏水或去离子水直至接近容量瓶 1.0 L 标记处,然后待其冷却至室温。最后添加蒸馏水或去离子水到 1.0 L 标记处,配制得到质量浓度为 40 g/L 的氢氧化钠溶液。溶液应彻底混合均匀。

在新建钢筋混凝土结构中,电解质溶液具有高 pH 值,并且受氯离子污染程度较轻,这种情况下阳极表面主要发生析氧反应。该溶液用于模拟新建钢筋混凝土内部实际环境,测试阴极保护用金属氧化物阳极的抗析氧反应能力。

4.2.4 模拟混凝土孔隙溶液

将 $26.3\text{ g}\pm 0.1\text{ g}$ 氢氧化钠、 $10.74\text{ g}\pm 0.1\text{ g}$ 氢氧化钾、 $34.35\text{ g}\pm 0.1\text{ g}$ 氯化钾和 $2.15\text{ g}\pm 0.01\text{ g}$

氢氧化钙加入装有 1.0 L 的蒸馏水或去离子水的烧杯中,搅拌至固体试剂完全溶解,配制得到模拟混凝土孔隙溶液。所用模拟孔隙溶液中各组分的质量分数如下:

- a) 0.20% $\text{Ca}(\text{OH})_2$;
- b) 3.20% KCl ;
- c) 1.00% KOH ;
- d) 2.45% NaOH ;
- e) 93.15% 蒸馏水或去离子水。

天然石英砂(270 μm ~380 μm)应符合 ISO 679 的要求,在电极和鲁金毛细管安装就位后,电解池应首先填充足够的石英砂以完全覆盖阳极,然后加入模拟孔隙溶液排去砂中空气并填充电解池的其余部分。

在固化的钢筋混凝土结构中,与埋设的金属氧化物阳极真正接触的电解质为混凝土内部毛细孔内的溶液。该模拟混凝土孔隙溶液可测试氧化物阳极耐受实际浓度孔隙溶液各组分及其可能协同作用的能力。在电极周围填充细小的石英砂消除了对流混合作用,可测试氧化物阳极在非常接近实际混凝土工况环境下运行的耐受能力。

4.2.5 其他试验溶液

试验方法 B 所用的电解液组成应适于促进阳极发生析氧反应,应有适宜的离子浓度以保证溶液具有足够高的电导率,从而避免对电源的电压要求过高。

可选择使用的溶液如下:

- a) 1 mol/L H_2SO_4 ;
- b) 1 mol/L Na_2SO_4 ;
- c) 180 g/L Na_2SO_4 , 并采用 4.9 g/L H_2SO_4 使溶液 pH 值保持在 1。

4.3 试验装置

4.3.1 试验电解池应采用 1.0 L 玻璃烧杯,顶部装有橡胶塞用以固定电极并减少空气接触。在保证电极在测试期间始终被电解液浸没的前提下,也可使用其他尺寸的玻璃烧杯。阳极和阴极之间的间隙应约为 50 mm。在橡胶塞上位于两电极的中间位置开孔以安装长排气管,使排出的反应气体远离电极电连接接头。该孔也可用于固定电流反向测试阳极和测量电位用的鲁金毛细管。在橡胶塞上还应开有合适的孔以便测量溶液的 pH 值。附录 A 所示为一典型的测试电解池装置,其上配备有带鲁金毛细管的参比电极以测量阳极的电位。

4.3.2 测试用阳极试样的表面积应达到 2 000 mm^2 ,阳极表面积的计算应包括埋设时与混凝土接触的所有活性表面。阳极试样应焊接在直径约 1.6 mm,长约 203 mm 钛棒的两个点上,焊点位置如图 A.1 所示。钛棒作为导电载体。对于其他类型的阳极,应根据阳极制造商的建议采用合适的连接方式。采用直径 1 mm 带绝缘层的铜导线和带有钳口的铜弹簧夹,将阳极连接到电源的正极(电流反向测试期间应连接到电源负极)。

4.3.3 阴极应采用直径 12.7 mm,长 200 mm 的钛棒,也可使用具有足够表面积的其他形状阴极如钛板。阴极也可用其他惰性材料如铂、铌和锆等。通过橡胶塞安装固定,阴极底端距电解池底部约 10 mm。采用直径 1 mm 带绝缘层的铜导线和带有钳口的铜弹簧夹,将阴极连接到电源的负极(电流反向测试期间断开连接)。

4.3.4 在进行电流反向测试时,需要一个额外的阳极。该阳极应与寿命测试用阳极试样完全相同,称作为电流反向(CR)阳极。CR 阳极应安装在阴极棒和寿命测试用阳极中间的位置。在进行电流反向试验期间,应采用直径 1 mm 带绝缘层的铜导线和带有钳口的铜弹簧夹或类似的紧固件将 CR 阳极连接到电源的正极。在正常的寿命测试阶段,CR 阳极应当从电解池中移除。

4.3.5 直流电源应为带滤波的稳流电源,最大纹波系数为 5%。一台电源可同时为多个串联的电解池供电,所需电压取决于测试电流和串联电解池的数量。通常,以每个电解池槽压 8 V 乘以串联电解池的数量计算的电源电压即可满足需要。

4.3.6 图 A.2 给出了采用两个平行样重复试验的典型串联电解池的试验装置示意图。

4.3.7 应采用电压表按规定的时间间隔测量每个电解池的阳极电位和槽压。电压表应具有 10 MΩ 或更高的输入阻抗,测量槽压的精度应达到±1%。也可采用电压数据采集器。

4.4 试样

4.4.1 试样数量和种类应根据待测阳极材料或产品的有关规定选择。为保证试验数据的准确性,每种阳极至少有两个平行样在相同的试验条件下和单独的电解池中进行测试。

4.4.2 试验前应仔细清洗试样,以去除那些可能会影响试验结果的污物(灰尘、油渍或其他杂质)。试样清洗后应注意避免因处置不当而再次被污染。

4.5 试验条件

4.5.1 试验方法 A 和试验方法 B 的试验条件见表 1。

表 1 混合金属氧化物阳极加速寿命试验条件

试验方法	试验溶液	试验条件
方法 A	模拟混凝土介质 (见 4.2.2、4.2.3、4.2.4)	阳极形状:网状、带状或板状;试样面积:2 000 mm ² ; 阴极形状:棒状或板状;典型阴极尺寸:φ12.7 mm×200 mm; 阳极和阴极间距:50 mm; 试验溶液温度:20 °C±5 °C; 电流密度:在加速寿命试验过程中,先施加反向(阴极)电流密度: 8.9 A/m ² ,持续电解 8 h,然后施加正向(阳极)电流密度:8.9 A/m ² ,连 续电解至试验结束(见 4.5.2.3)
方法 B	适宜的电解介质有(见 4.2.5): a) 1 mol/L H ₂ SO ₄ ; b) 1 mol/L Na ₂ SO ₄ ; c) 180 g/L Na ₂ SO ₄ ,并采用 4.9 g/L H ₂ SO ₄ 使溶液 pH 值 保持在 1	阳极形状:网状、带状或板状;试样面积:2 000 mm ² ; 阴极形状:棒状或板状;典型阴极尺寸:φ12.7 mm×200 mm; 阳极和阴极间距:50 mm; 试验溶液温度:30 °C±5 °C; 电流密度:1.45 kA/m ²

4.5.2 试验过程

4.5.2.1 测试应在通风良好的实验室通风柜内进行。从电解池中析出的气体应有效排出。在试验方法 B 中,由于施加电流密度较大,应向电解池中注入少量空气,以稀释氢/氧混合气体。

4.5.2.2 测试电解池应加入新鲜试验溶液,并确保阳极试样完全浸入溶液中。试验期间,试验溶液应保持在要求的温度范围。试验过程中蒸发的水应用蒸馏水或去离子水补充,以保证试验溶液的液位基本稳定(±5%)。液位不应低于要求值,以免影响试验装置的正常运行。

4.5.2.3 试验方法 A 的试验过程。

- 阳极材料应在 4.2.2、4.2.3 和 4.2.4 中描述的三种不同的模拟混凝土电解液中进行试验。
- 首先进行电流反向电解试验。待测试的阳极应在反向试验条件下施加 17.8 mA 阴极电流电

解 8 h(电流密度为 8.9 A/m^2),使阳极表面累积的总电荷密度达到 $71 \text{ A} \cdot \text{h/m}^2$ (相当于阳极在施加 108 mA/m^2 电流密度下运行约一个月,通常该数值也是实际钢筋混凝土阴极保护工程中金属氧化物阳极的最大设计电流密度)。

- c) 在电流反向电解试验过程中,应分别在第 1 分钟、第 1 小时和第 8 小时测量纪录电解槽压和电流。通过将电压表引线连接测试电极和 CR 阳极测量每个电解池槽压数据。
- d) 在完成电流反向电解试验后,应改变电源接线,使电源正极引线连接到进行寿命测试的阳极,负极引线连接到棒状阴极上。CR 阳极应从电解池中取出。安装鲁金毛细管以便采用参比电极测量阳极电位。鲁金毛细管的尖端与阳极应保持一定距离,大约为毛细管尖端直径的两倍。对于采用石英砂的试验,应把电解池中的石英砂全部取出并重新加入新鲜石英砂和试验溶液,以完成后续试验。

注:尽管给出的电位值是相对于饱和甘汞电极(SCE)的,但由于 SCE 含有汞,因此不推荐采用。银/氯化银/氯化钾参比电极应用很广泛,但其电位随采用的氯化钾浓度发生变化,故需要用合适的标准参比电极来校准。

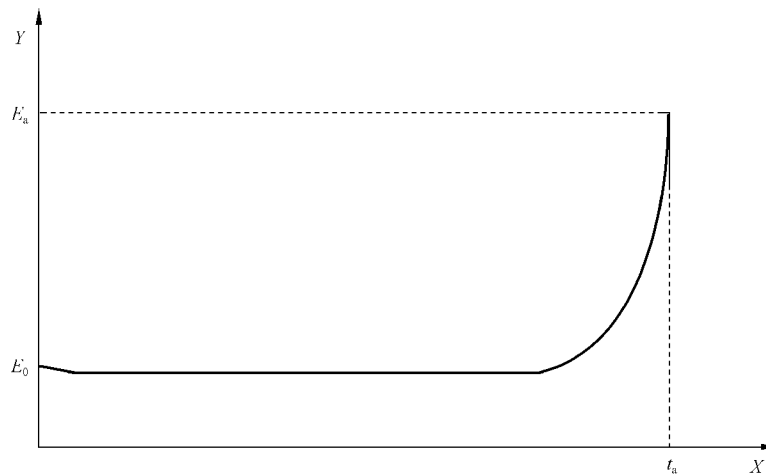
- e) 应对测试阳极施加 17.8 mA 阳极电流(电流密度为 8.9 A/m^2)进行正常的电解试验。
- f) 电解池槽压、电流、阳极电位等参数应分别在正常电解试验 1 h、24 h、7 d、14 d、28 d、42 d、56 d、70 d、84 d、98 d、112 d、126 d、140 d、154 d、168 d 和 180 d 时进行测量。应在试验开始时记录试验溶液的 pH 值,然后再定期测量(例如,大约每隔 100 h 测量一次)。
- g) 应测量试验期间阳极表面通过的总电量,测量精度应达到 $\pm 1\%$ 。试验结束时阳极单位面积通过的总电量应达到最小电荷密度 $38\ 500 \text{ A} \cdot \text{h/m}^2$ (相当于阳极在施加工作电流密度为 108 mA/m^2 时运行 40 年),或根据用户要求可更大。如果阳极已经失效(见 4.5.2.6),则应及时记录测量和计算的电量。
- h) 通阳极电流的加速寿命测试应至少进行 180 d,如果要求的加速寿命测试时间周期超过 180 d,则应连续循环运行,每个循环至少进行 180 d。在每个新循环周期开始时,应更换为新鲜的试验溶液。在完成第一个循环后,不需要进行新的电流反向电解试验。

4.5.2.4 试验方法 B 的试验过程:

- a) 试验方法 B 仅对已按试验方法 A 通过加速寿命试验考核、达到设计寿命要求的产品试样进行测试。
- b) 试验方法 B 应选用在 4.2.5 中所述的合适电解质。
- c) 阳极应在正常(通阳极电流)状态下连续测试,不需要进行任何电流反向试验。测试所用阳极电流密度为 1.45 kA/m^2 。
- d) 应通过电压数据采集器记录电解池槽压或阳极电位(如采样间隔为 30 min)。当达到了要求的试验时间,或者是当电解池槽压或阳极电位突然出现大幅度上升表明阳极发生失效时,试验终止。
- e) 对于最大工作电流密度为 108 mA/m^2 、预期设计寿命为 100 年的阳极,最少试验时间为 65 h;对于同样工作电流密度下预期设计寿命为 120 年的阳极,最少试验时间为 78 h。

4.5.2.5 对于串联多个电解池的试验,如果因测试阳极失效导致电解池槽压超过临界电压,则应暂停测试并从试验装置中移除失效的电解池,然后重新开始测试,进而完成剩余阳极样品的测试。

4.5.2.6 图 1 给出了典型的电解池槽压随电解时间变化曲线。当电解池槽压和阳极电位急剧上升时即标志着阳极发生失效,失效的时间应予记录。



标引序号说明：

X —— 电解时间,单位为小时(h)；

Y —— 槽压,单位为伏(V)；

E_0 —— 试验进行 3 h 后的槽压值；

E_a —— 阳极失效时的槽压值；

t_a —— 从开始试验到阳极失效时所累计的电解时间。

图 1 典型的槽压随电解时间变化曲线

4.5.2.7 应确认槽压升高不是因阳极失效之外的任何其他因素所导致,例如,电缆连接接头松动。

4.5.2.8 应使用可靠稳定的电源设备,以避免测试过程中发生电流波动和断电现象。

4.5.2.9 试验结束后,试验溶液应进行中和并合理处置。

4.6 试验的连续性

在整个试验期间,宜连续进行试验且不中断。如果需要中断试验过程进行取样检查时,中断时间应尽可能保证最短。

如果试验过程需要中断较长时间,试样应尽快从试验溶液中取出,进行干燥处理,然后保存在干燥器中直至试验重新开始。

4.7 试验结束后试样的处理

试验结束后,应立即将试样从电解池中取出,用蒸馏水或去离子水冲洗,并进行干燥处理。

5 试验报告

每个阳极试样的施加电流、电解池槽压以及其他参数应以表格形式记录,实例见附录 B。同时应记录试验中断和溶液更换的情况。槽压随电解时间的变化也可以用图 1 的形式体现。

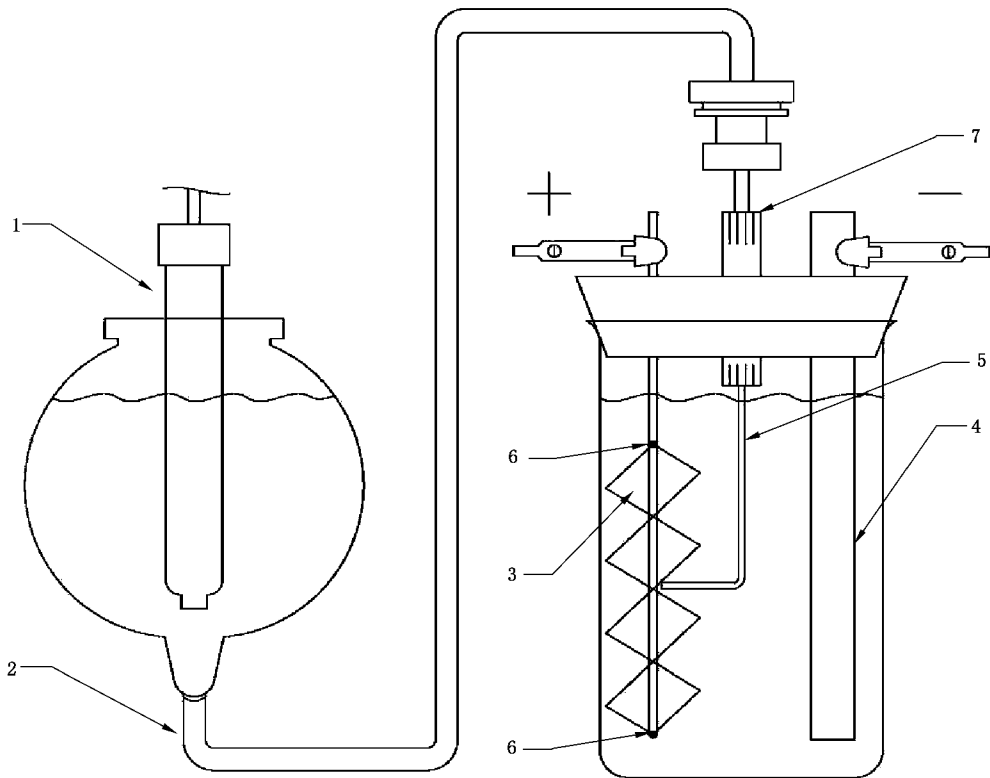
报告中应描述阳极试样的形状和尺寸,还应记录阴极的材质、形状和尺寸。任何其他相关信息,如测试人员、试验日期、电解质颜色的变化、测试前后试样的照片或外观描述等也应记录。每个阳极试样电解失效或试验结束时的总电荷密度也应进行报告。任何与本文件试验方法不一致的内容都应记录在报告中。

6 试验结果的应用

试验结果可用于比较不同阳极在相同试验条件下的耐久性。加速寿命试验结果还可用于评价阳极在规定工作电流密度下的预期寿命是否满足设计要求。由于加速寿命测试条件比正常使用工况更加苛刻,使得混合金属氧化物阳极加速寿命试验结果偏于保守。

附录 A
(资料性)
加速寿命试验装置

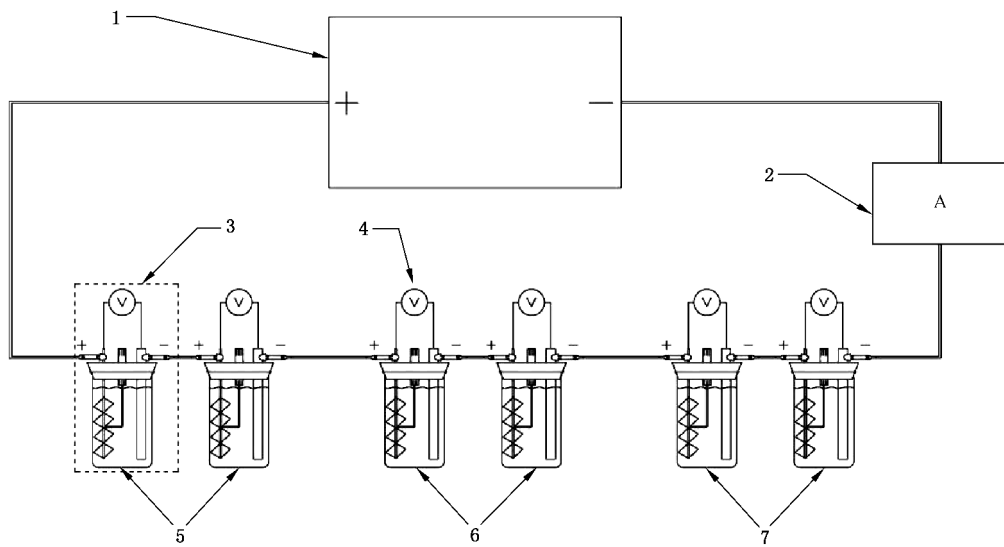
对钢筋混凝土阴极保护用混合金属氧化物阳极,其加速寿命试验的典型装置见图 A.1 和图 A.2。



标引序号说明:

- 1——参比电极;
- 2——盐桥;
- 3——测试阳极;
- 4——阴极;
- 5——鲁金毛细管;
- 6——焊点;
- 7——排气口。

图 A.1 配置有带鲁金毛细管阳极电位测量装置的试验电解池



标引序号说明：

- 1——恒流电源；
- 2——电流表；
- 3——单个电解池；
- 4——电压表；
- 5——30 g/L NaCl 溶液；
- 6——40 g/L NaOH 溶液；
- 7——含砂的模拟混凝土孔隙溶液。

图 A.2 采用两个平行样进行试验评价时的串联接线方式

附录 B

(资料性)

混合金属氧化物阳极的典型测试结果

表 B.1、表 B.2 和表 B.3 以表格的形式给出了混合金属氧化物阳极试样的典型测试结果。

表 B.1 混合金属氧化物阳极试样在 30 g/L NaCl 溶液中的典型测试结果

试验	时间	电流 mA	槽压 V	阳极电位(vs.SCE) V	溶液 pH
反向电流	1 min	17.8	1.91	—	—
	1 h	17.8	2.40	—	—
	8 h	17.8	2.23	—	—
正向电流	1 h	17.8	2.53	1.181	6.4
	24 h	17.8	2.49	1.177	7.0
	7 d	17.8	2.28	1.187	7.6
	14 d	17.8	2.45	1.333	7.9
	28 d	17.8	2.61	1.456	8.2
	42 d	17.8	2.62	1.484	8.0
	56 d	17.8	2.61	1.480	8.1
	70 d	17.8	2.64	1.508	8.7
	84 d	17.8	2.65	1.520	8.0
	98 d	17.8	2.80	1.534	8.0
	112 d	17.8	2.72	1.551	8.4
	126 d	17.8	2.67	1.536	8.0
	140 d	17.8	2.74	1.583	7.8
	154 d	17.8	2.71	1.550	8.2
	168 d	17.8	2.76	1.591	8.0
180 d	17.8	2.71	1.579	7.8	

表 B.2 混合金属氧化物阳极试样在 40 g/L NaOH 溶液中的典型测试结果

试验	时间	电流 mA	槽压 V	阳极电位(vs.SCE) V	溶液 pH
反向电流	1 min	17.8	1.42	—	—
	1 h	17.8	1.66	—	—
	8 h	17.8	1.64	—	—
正向电流	1 h	17.8	1.91	0.577	12.9
	24 h	17.8	1.91	0.585	13.0
	7 d	17.8	1.94	0.606	13.0
	14 d	17.8	1.93	0.605	12.9
	28 d	17.8	1.95	0.594	12.8
	42 d	17.8	1.95	0.617	13.1
	56 d	17.8	1.93	0.610	13.0
	70 d	17.8	1.96	0.625	13.0
	84 d	17.8	1.96	0.620	12.5
	98 d	17.8	1.94	0.602	13.0
	112 d	17.8	1.99	0.633	12.8
	126 d	17.8	1.97	0.629	12.6
	140 d	17.8	2.03	0.650	13.2
	154 d	17.8	2.00	0.645	12.8
	168 d	17.8	2.05	0.663	12.7
180 d	17.8	2.02	0.656	12.0	

表 B.3 混合金属氧化物阳极试样在模拟孔隙溶液中的典型测试结果

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

参 考 文 献

- [1] NACE Standard TM0294—2016 Testing of embeddable impressed current anodes for use in cathodic protection of atmospherically exposed steel-reinforced concrete
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
阴极保护用混合金属氧化物阳极的
加速寿命试验方法
第 1 部分：应用于混凝土中

GB/T 41493.1—2022/ISO 19097-1:2018

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2022 年 4 月第一版

*

书号: 155066 · 1-70137



GB/T 41493.1-2022



码上扫一扫 正版服务到
标准网 - www.biaozhun.org - 免费注册 即可下载

版权专有 侵权必究