**《阴极保护用钛阳极》标准编制说明**

1. **工作简况**

**1．本标准项目涉及的产品简况：**本标准主要适用于土壤及淡水环境、大气环境中钢筋混凝土外加电流阴极保护用钛阳极。对钛阳极产品的形状和规格、钛阳极产品的技术要求、阳极产品原材料要求、成品外观及结合力等要求及检验方法、产品在不同环境中强化寿命检测方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存、质量证明书、合同等进行了规定。

**2. 任务来源：**根据工信厅科函[2019]126号，由西安泰金工业电化学技术有限公司、西北有色金属研究院承担行业标准《阴极保护用钛阳极》的编制工作，项目计划号：[2019-0468T-YS](http://219.239.107.155:8080/TaskBook.aspx?id=YSCPXT05192019)，计划完成时间2020年。

标准项目申报单位简况：西安泰金工业电化学技术有限公司是国家大型综合性研究单位西北有色金属研究院控股的高新技术企业，企业注册资本8000万元。公司主要以工业电化学技术、玻璃封接制品为主导，以成套电解设备及装置为发展方向，研发、生产高科技产品。公司自成立以来，在理论研究及应用研究方面开设了多项课题，其中《电活性钛阳极》荣获陕西省科学技术成果二等奖，《液体导电涂层电极研制》荣获中国有色金属工业总公司三等奖，《阴极保护用高性能涂层钛阳极复合材料》获陕西省科技进步二等奖，并获得国家重点新产品，同时钛阳极获得了西安市名牌产品。《锂电池封接用特种玻璃》被列入国家新材料高新产品目录，该研制项目荣获中国有色金属工业科学技术二等奖和陕西省有色金属管理局科技进步二等奖。获授权专利30余项，20余项课题获国家及省市区资金资助，主编行标一项，参编国标4项。现为西安市级技术中心，西安市钛电极工程研发中心，陕西省创新研发中心。公司现有员工196人，年产值达3亿人民币，年出口约500万美元。

**3.主要工作过程以及主要工作内容：**为了做好本标准的制订工作，我们成立了标准编制小组，制订了标准编制计划，在NACE标准和YS/T 828-2012《土壤及淡水环境阴极保护用钛阳极》标准基础上，结合国内阳极生产厂家的生产工艺及产品技术水平和用户的需求，按照标准编写模板GB/T1.1中行业标准的编写格式要求，于2020年8月起草了该标准的标准草案，并征求了国内主要阳极生产厂家和主要用户的意见。2020年9月又召集公司有关生产、销售及分析检测人员对该标准的草案稿进行了认真、细致的讨论，几经修改，最终确定了该标准的预审稿。

2020年8月12日在青岛召开的有色金属标准讨论会上，西部新锆核材料有限公司、宝钛集团有限公司、西部金属材料股份有限公司、厦门虹鹭钨钼工业有限公司、湖南湘投金天钛金属股份有限公司等单位对本标准提出以下修改意见：

1. 对标准格式按照新的标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则进行排版；

2. 删除第5章5.2钛阳极产品一节；

3. 将第五章标题由材料、钛阳极产品、产品质量改为化学成分、外形尺寸及其允许偏差、表面质量、结合力、强化寿命；

4. 将第六章标题由产品的几何尺寸、 产品的表面质量、涂层与基体的结合、强化寿命改为化学成分、外形尺寸及其允许偏差、表面质量、结合力、强化寿命；

5. 添加7.5检验结果的判定。

针对以上建议，本标准作了相应修改。

2020年11月4日在桐乡召开的有色金属标准年会上，西安赛特思迈钛业有限公司、宝鸡拓普达钛业有限公司、宁夏东方钽业股份有限公司、湖南湘投金天钛金属股份有限公司等单位对本标准提出以下修改意见：

1．删除规范引用文件编号的日期；

2. 将第3章术语和定义的试样改为随炉试样；

3. 删除第4章4.1中阳极产品的类型；

4. 将第6章标题检验改为试验方法

5. 对附录A、附录B格式进行修改。

针对以上建议，本标准作了相应修改，形成了审定稿。

1. **标准编制原则**

**1. 本标准编制原则**

本标准的制定格式严格按照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》的规定编写的。为指导和规范阴极保护用钛阳极产品的贸易，针对供需双方的要求，对阴极保护用钛阳极产品的技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存、质量证明书、合同等内容作出了相应的规定。

1. **标准主要内容与修订依据**

本标准规定了阴极保护用钛阳极产品的技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存、质量证明书、合同等内容。

**（1）主要技术要求**

本标准技术指标综合考虑当前国内外钛阳极产品的生产水平和用户使用要求的变化，化繁就简，抓主要关键指标，以追求经济合理性和可操作性。

**a.材料**

阳极基体采用钛材，其化学成份应符合GB/T 3620中的规定。

涂层所用的贵金属溶液为氯铱酸，应符合标准YS/T 595-2006的规定。

**b.外形尺寸及其允许偏差**

阴极保护用钛阳极产品针对不同客户对产品形状和尺寸有不同的要求，不能一概而论，故本标准中分常用的丝、管、棒、网阳极规格和非定型产品两种，其中非定型产品“应符合签订的订货合同要求”。

**c.表面质量**

根据阳极性能要求，阳极表面应无污染、无脏物；每平方米的划痕不得超过三处，每个划痕长度小于10mm，宽度小于2mm；每平方米的擦伤不得超过两处，每处擦伤面积小于5mm2。

**d.结合力**

涂层与基体结合状态是钛阳极涂层质量的重要参数，本参数是根据公司企标制定的，完全满足钛阳级使用状况。在试样上截取20mm×100mm的试片，涂层朝外，绕在Ф20mm金属棒上，弯曲180度，涂层应无剥离。

**e.强化寿命**

阴极保护用钛阳极产品的寿命是钛阳极的重要参数，在阴极保护工程中是必不可少的指标。强化寿命是指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。主要参考了NACE TM0108-2012和NACE TM0294-2007方法标准。

**（2）主要的试验方法**

本标准详细规定了阴极保护用钛阳极产品的寿命检验方法。因目前美国国家腐蚀工程协会对阴极保护用钛阳极的测试方法制定了相关标准，本标准主要参照NACE TM0108-2012和NACE TM0294-2007，并进行了更为详细深入的实验测试，特制定了附录A和附录B。

**（3）检验规则**

通过与用户充分的沟通，收集相关的用户要求，最终制定了检验规则。检验项目有尺寸、阳极表面质量、结合力、强化寿命等，其中强化寿命检验数据出厂时暂无，如用户需要可在试验结束后提供。

**（4）标志、包装、运输、贮存、质量证明书、合同**

根据供需双方的要求，在标志、包装、运输、贮存、质量证明书、合同几个方面都做出了相关规定。

**（5）主要试验（或验证）的分析、综述报告**

现将我公司生产的土壤及淡水环境阴极保护用钛阳极产品的指标验证情况陈述如下：

**a. 强化寿命**

标准中对强化寿命要求为：在温度为30±5℃，电流密度为10000A/m2，1mol/L的H2SO4溶液中进行，强化寿命测试完成时，阳极表面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。

jata≥jsts

式中：

ja-强化寿命测试中阳极表面的电流密度，单位为A/m2；

js-实际使用过程中阳极表面的电流密度，单位为A/m2；

ta-强化寿命，单位为小时（h）；

ts-实际使用寿命，单位为小时（h）。

我公司钛带阳极产品强化寿命情况见表1。

表1 产品强化寿命

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试样编号 | ja（A/m2） | ta （h） | jata（A·h/m2） | js （A/m2） | ts（h） | jsts （A·h/m2） |
| 2020-01 | 10000 | 80 | 800000 | 1.34 | 438000 | 586920 |
| 2020-02 | 10000 | 82 | 820000 | 1.34 | 438000 | 586920 |

**b. 表面质量**

本标准中规定阳极表面质量如下：无污染，无脏物。阳极表面每平方米的划痕不得超过三处，每个划痕长度小于10mm ，宽小于2mm。阳极表面每平方米的擦伤不得超过二处，每处擦伤面积小于5mm2。

表2 试样的表面质量情况

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 试样编号 | 污染、脏物情况 | 划痕情况 | 擦伤情况 |
| 1 | 无 | 无 | 1处，3mm2 |
| 2 | 无 | 1处，5mm | 无 |
| 3 | 无 | 无 | 无 |

**c. 涂层与基材结合状态**

本标准中的涂层表层结合状态检验：绕Ф20金属棒弯曲180度涂层无剥落为合格。

表3阳极涂层与基材结合状态情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 剥离情况 | 检验结果 |
| 1 | 无剥离 | 合格 |
| 2 | 无剥离 | 合格 |
| 3 | 无剥离 | 合格 |

现将我公司生产的大气环境钢筋混凝土阴极保护用钛阳极产品的指标验证情况陈述如下：

**a. 强化寿命**

标准中对强化寿命要求为：在温度为20±5℃，分别在NaCl水溶液（30g/L）、NaOH水溶液（50g/L）及砂浆模拟孔隙液（0.20% Ca(OH)2 , 3.20% KCl, 1.00% KOH, 2.45% NaOH）中进行。强化寿命测试完成时，阳极表面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。

我公司网带阳极产品强化寿命情况见表4，表5，表6。

表 4 阳极在30g/L NaCl溶液中测试寿命的结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |  |  |
| 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 5 阳极在40g/L NaOH溶液中测试寿命的结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |
|  | 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 6 阳极在模拟孔隙液中测试寿命的结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |

**b. 表面质量**

本标准中规定阳极表面质量如下：无污染，无脏物。阳极表面每平方米的划痕不得超过三处，每个划痕长度小于10mm ，宽小于2mm。阳极表面每平方米的擦伤不得超过二处，每处擦伤面积小于5mm2。

表7 试样的表面质量情况

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 试样编号 | 污染、脏物情况 | 划痕情况 | 擦伤情况 |
| 1 | 无 | 无 | 1处，2mm2 |
| 2 | 无 | 无 | 无 |
| 3 | 无 | 1处，3mm | 无 |

**c. 涂层与基材结合状态**

本标准中的涂层表层结合状态检验：绕Ф20金属棒弯曲180度涂层无剥落为合格。

表8 阳极涂层与基材结合状态情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 剥离情况 | 检验结果 |
| 1 | 无剥离 | 合格 |
| 2 | 无剥离 | 合格 |
| 3 | 无剥离 | 合格 |

1. **标准水平分析**

国内现有与阴极保护相关的标准主要涉及阴极保护设计规范、阴极保护施工及验收规范、镁锌等牺牲阳极应用技术等，国外与阴极保护相关且有权威性的技术规范主要有美国、英国和苏联的技术规范，所涉及的标准也主要为阴极保护设计规范、阴极保护施工及验收规范，目前修订的标准YS/T 828-2012《土壤及淡水阴极保护用钛阳极》已实施7年，随着技术的不断发展，该标准涉及的产品范围已不能满足产品市场的需求，本标准的修订将为我国阴极保护领域提供标准的钛阳极，使提供的钛阳极涂层类型规范化、阳极寿命可检测，这样可以保证钛阳极在阴极保护系统中正常工作几十年，给金属构件提供有效的保护，对于完善和健全我国防腐蚀标准架构、安全、节能具有重要意义，也可使该类产品更快的融入国际市场。

本标准在制定过程中，充分考虑了我国阴极保护用钛阳极行业的市场需求以及用户的要求，标准的技术指标合理、先进，达到了国内先进水平。

1. **与现行法律、法规和强制性国家标准及相关标准协调配套情况**

本标准是对YS/T 828-2012《土壤及淡水环境阴极保护用钛阳极》标准的修订。

1. **重大分歧意见的处理经过和依据**

无。

1. **标准作为强制性或推荐性行业标准的建议**

本标准是根据我国实际生产使用情况制定的，其整体内容达到国内先进水平。建议作为推荐性行业标准发布实施。

1. **贯彻标准的要求和措施建议**

无。

1. **废止现行有关标准的建议**

无。

1. **其他予以说明的事项**

无。

1. **预期效果**

本标准的制定将为生产、使用、贸易三方提供最基本的技术依据，在本标准的基础之上促使生产方正确采用原材料，合理调整生产工艺，完善检测手段,更细致地划分本企业的产品，为用户生产出更满意的产品，让使用方合理、高效率低消耗地使用本产品。它将会带来技术进步、性能提高的竞争局面。

《阴极保护用钛阳极》标准编制组2021.1.12

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

本附录适合土壤及淡水环境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。

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，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判断阳极寿命为合格，否则判阳极寿命不合格。

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（ρ1.84g/cm3）。

A.2.2 硫酸电解液(1mol/L):量取54.3ml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≥10MΩ。

A.3.4 参比电极：饱和甘汞电极。

A.3.5 阴极：宽15mm，长200mm，厚3mm的钛板。

A.3.6 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.3.7 恒温水浴：温度范围20℃-100℃。

A.3.8 烧杯：容积为1L带橡皮塞，能固定温度计，电极，鲁金毛细管。

A.4 分析步骤

A.4.1样品

从随炉试样上裁取长×宽为20mm×10mm的试片，数量2片。

A.4.2 试验步骤

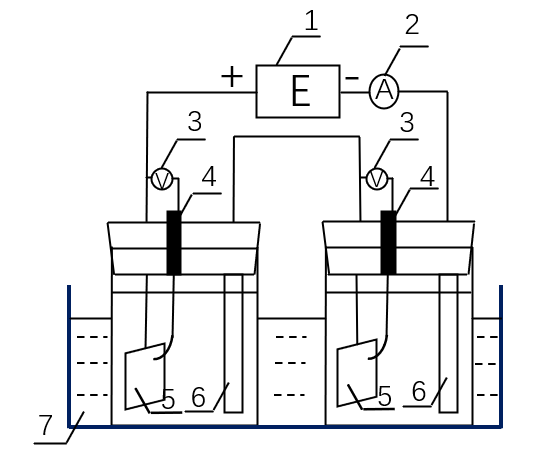
A.4.2.1 试验过程中，电解液始终保持在1000mL±5%的水平，如果试验中溶液有蒸发，可以用蒸馏水或去离子水补充到1000mL。

A.4.2.2 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.4.2.3 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。

A.4.2.4 水浴温度保持在30±5℃。

A.4.2.5 按图 A.1连接阴极、阳极、电源、甘汞电极等。



1.直流电源 2.电流表 3.电压表 4参比电极 5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，按规定的电流密度进行电解，记录反应开始的阳极电位、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；每天记录一次阳极电位、电流密度值、水浴温度。

A.4.2.8 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.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：

1. 实验室名称；
2. 每个阳极试片测试的日期、时间；
3. 阳极电位、电流密度、电解槽温度；
4. 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 方法原理

本附录适合大气环境中钢筋混凝土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。

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)2 , 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，阳极表面强化寿命测试通过的总电荷密度都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，且反向电流测试合格，判该阳极合格，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的NaCl溶于1L水中。用时现配。

B.2.2 NaOH水溶液（50g/L）：称取NaOH 50g溶于1L水中。用时现配。

B.2.3 砂浆模拟孔隙液（0.20% Ca(OH)2 , 3.20% KCl, 1.00% KOH, 2.45% NaOH）：称26.3g NaOH固体颗粒，缓慢加入盛有1.0L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34.35g KCl，加入溶液中，摇晃直至晶粒完全溶解。称2.15g Ca(OH)2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≥10MΩ。

B.3.4 参比电极：饱和甘汞电极。

B.3.5 阴极：宽15mm，长200mm，厚3mm的钛板。

B.3.6 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。

B.3.7 恒温水浴：温度范围20℃-100℃。

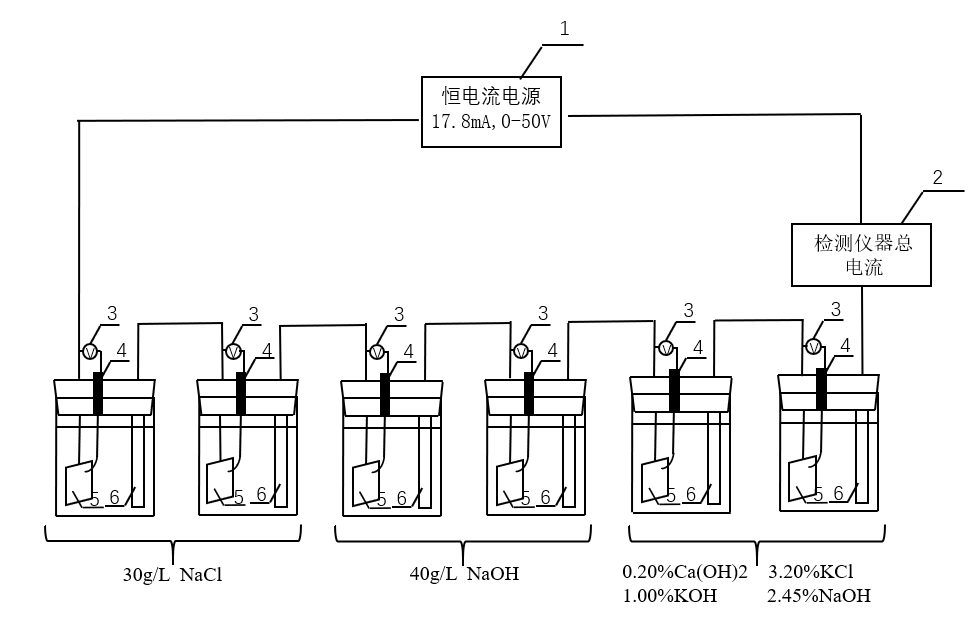
A.3.8 烧杯：容积为1L带橡皮塞，能固定温度计，电极，鲁金毛细管。

B.4 分析步骤

B.4.1 样品

从随炉试样上裁取长×宽为50mm×40mm试片，数量6片。

B.4.2 试验步骤



1.直流电源 2.电流表 3.电压表 4参比电极（或附加阳极） 5阳极(测试电极) 6阴极 7. 水浴

图 B.1 测试装置示意图

B.4.2.1 阴极棒与被测阳极应该固定于橡皮塞上，间距保持在50mm。

B.4.2.2 附加阳极应固定在以上两种电极中间。

B.4.2.3 测试装置中注入大约1000mL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±5℃，按照图B.1连接阴极、阳极、电源、甘汞电极等。

B.4.2.4 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1000mL。

B.4.2.5 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.4.2.6 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71A·h/m2。

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.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，以保证完成后续的实验。

B.4.2.9 被测阳极须在17.8mA下完成正常或阳极极化过程。

B.4.2.10 以下参数要在正常或阳极极化测试中测量。

B.4.2.10.1 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.4.2.10.2 用饱和甘汞参比电极测量阳极电位，测量周期和B.4.2.10.1中相同。电位的测量需要使用一个大阻抗电压表（10MΩ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±1%。在实验结束时，电荷密度不应小于38500A·h/m2，或更大（如果客户要求）。如果阳极失效（见章节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.4.12 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5V时，要记录它失效的时间。阳极材料必须通过标准中三种电解液的测试。

B.5 报告

试验报告内容：

1. 实验室名称；
2. 每个阳极试片测试的日期、时间；
3. 阳极电位、电流密度、电解槽温度、pH；
4. 每个阳极试片的强化寿命。