



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 7790—2008  
代替 GB/T 7790—1996

## 色漆和清漆 暴露在海水中的涂层 耐阴极剥离性能的测定

Paints and varnishes—Determination of resistance to cathodic disbonding  
of coatings exposed to sea water

(ISO 15711:2003, MOD)

2008-07-30 发布

2009-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
色漆和清漆 暴露在海水中的涂层  
耐阴极剥离性能的测定  
GB/T 7790—2008

\*

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.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

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 0.75 字数 17 千字  
2008年11月第一版 2008年11月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-34438

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

## 前 言

本标准修改采用 ISO 15711:2003《色漆和清漆 暴露在海水中的涂层耐阴极剥离性能的测定》(英文版)。

本标准根据 ISO 15711:2003 重新起草。

考虑到我国国情,本标准与 ISO 15711:2003 相比,主要有下列差异:

- 将 ISO 15711:2003 中引用的 ISO 标准,改为相应的国家标准;
- 本标准的章、条编号及其内容与 ISO 15711:2003 有顺序上的变化;
- 本标准对 ISO 15711:2003 中“典型阴极保护电路图 1 和图 2”进行了修正;
- 本标准将 ISO 15711:2003 的附录 B《牺牲阳极——锌合金的组成成分》移到正文以表 3 的形式列出并将其中的“钙”修正为“铬”;
- 本标准未采用 ISO 15711:2003 中“精确度”章节和附录 A《所需要的补充资料》。

本标准代替 GB/T 7790—1996《防锈漆耐阴极剥离性试验方法》。

本标准与 GB/T 7790—1996 相比,主要有下列变化:

- 更改了标准名称;
- 修订了耐阴极剥离试验方法,原标准仅规定采用镁合金阳极的试验方法,修订后采用外加电流和牺牲阳极两种试验方法。

本标准由中国船舶重工集团公司提出。

本标准由全国海洋船标准化技术委员会船用材料应用工艺分技术委员会归口。

本标准起草单位:中国船舶重工集团公司第七二五研究所。

本标准主要起草人:黄淑珍、陶乃旺。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB 7790—1987、GB/T 7790—1996。

# 色漆和清漆 暴露在海水中的涂层 耐阴极剥离性能的测定

## 1 范围

本标准规定了暴露在海水中的涂层耐阴极剥离性能测定的试验方法,包括:方法原理、试验溶液、试验装置、试样及其制备、试验步骤、涂层的检查及试验结果评价、试验报告等。

本标准适用于船舶及海洋工程结构物等暴露在海水中的金属基材上的涂层。

本标准不适用于评估陆地结构物上的涂层。

本标准规定的试验方法包括以下两种:

- a) 方法 A:外加电流法;
- b) 方法 B:牺牲阳极法。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 712 船体用结构钢

GB/T 1765 测定耐湿热、耐盐雾、耐候性(人工加速)的漆膜制备法

GB/T 1766 色漆和清漆 涂层老化的评级方法(GB/T 1766—1995, neq ISO 4628-1:1980)

GB/T 3097 海水水质标准

GB/T 3186 色漆、清漆和色漆与清漆用原材料 取样(GB/T 3186—2006, ISO 15528:2000, IDT)

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法(GB/T 6682—2008, ISO 3696:1987, MOD)

GB/T 8923—1988 涂装前钢板表面锈蚀等级和除锈等级(ISO 8501-1:1988, EQV)

GB/T 9278 涂料试样状态调节和试验的温湿度(GB/T 9278—2008, ISO 3270:1984, IDT)

GB/T 13288 涂装前钢材表面粗糙度等级的评定(比较样块法)(GB/T 13288—1991, neq ISO 8503-2:1988)

GB/T 13452.2 色漆和清漆 漆膜厚度的测定(GB/T 13452.2—2008, ISO 2808:2007, IDT)

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**阴极剥离 cathodic disbonding**

由阴极保护引起的涂层与金属表面之间的附着失效。常起始于涂层体系中的某个缺陷,如涂层的意外损伤、施工缺陷或涂层的渗透性过度等。

## 4 方法原理

### 4.1 方法 A

采用阴极保护电路控制试验电位。

按本标准规定的方法在已涂覆的试样上制备人造漏涂孔,然后将其分别暴露于试验溶液中,其中两块试样与阴极保护电路连接,另外两块试样不与阴极保护电路连接作为对照试样。

试验结束后取出试样,立即检查人造漏涂孔周围涂层起泡及涂层下渗透情况。按本标准规定的方法评定起泡、剥离等级,通过对比经阴极保护和未经阴极保护的试样,评估涂层在阴极保护条件下的性能。

#### 4.2 方法 B

按本标准规定的方法将金属牺牲阳极与已涂覆的试样连接,按此方法连接起来的两种金属,其固有的电化学性质便确定了试验电位。

在已涂覆的试样上制备人造漏涂孔,然后将其分别暴露于试验溶液中,其中两块试样与牺牲阳极连接,另外两块试样不与牺牲阳极连接作为对照试样。

试验结束后取出试样,立即检查人造漏涂孔周围涂层起泡及涂层下渗透情况。按本标准规定的方法评定起泡、剥离等级,通过对比连接牺牲阳极和未连接牺牲阳极的试样,评估涂层在阴极保护条件下的性能。

### 5 试验溶液

#### 5.1 人造海水

人造海水配方见表 1。

配制所需的水应符合 GB/T 6682 中 2 级水要求,所需试剂均为分析纯。

表 1 人造海水配方

组 分	浓度/(g/L)
NaCl	23.0
MgCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O	9.8
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 10H <sub>2</sub> O	8.9
CaCl <sub>2</sub>	1.2

#### 5.2 天然海水

天然海水应符合 GB/T 3097 中第一类经过滤的天然海水。

### 6 试验装置

#### 6.1 方法 A

##### 6.1.1 试验容器

试验容器由玻璃或不会影响到试验溶液 pH 值的其他惰性材料制成。圆形容器的直径不小于 700 mm,矩形容器最小边长不小于 700 mm,且深度不小于 200 mm,并配有温度控制器和试验溶液鼓气装置及水循环系统。

##### 6.1.2 阳极

采用长度不小于 200 mm、直径不小于 10 mm 的石墨阳极,或采用铂丝、铂网、镀铂钛等在海水中有足够的抗阳极极化性的其他材料。

##### 6.1.3 参比电极

采用饱和甘汞电极或 Ag/AgCl 电极。若采用 Ag/AgCl 电极则需经饱和甘汞电极校验,测量电位也应按表 2 校正。

表 2 参比电极相对于标准氢电极电位(25 ℃)

电 极	电位/V
Cu/CuSO <sub>4</sub>	+0.32
Ag/AgCl/饱和 KCl 溶液	+0.20
Ag/AgCl 海水	+0.25(大约)
甘汞(普通 KCl 溶液)	+0.28
甘汞(饱和 KCl 溶液)	+0.25

## 6.1.4 直流电压表

直流电压表测量范围 0 V~2 V,最小精度 1 mV,电阻大于 10 MΩ。

## 6.1.5 阴极保护电路

典型阴极保护电路见图 1、图 2。

采用恒电位仪提供阴极保护电位,若无恒电位仪,则可使用恒电流仪。试验中保持试样与饱和甘汞参比电极间的电位为 $(-1.050 \pm 5)$ mV。

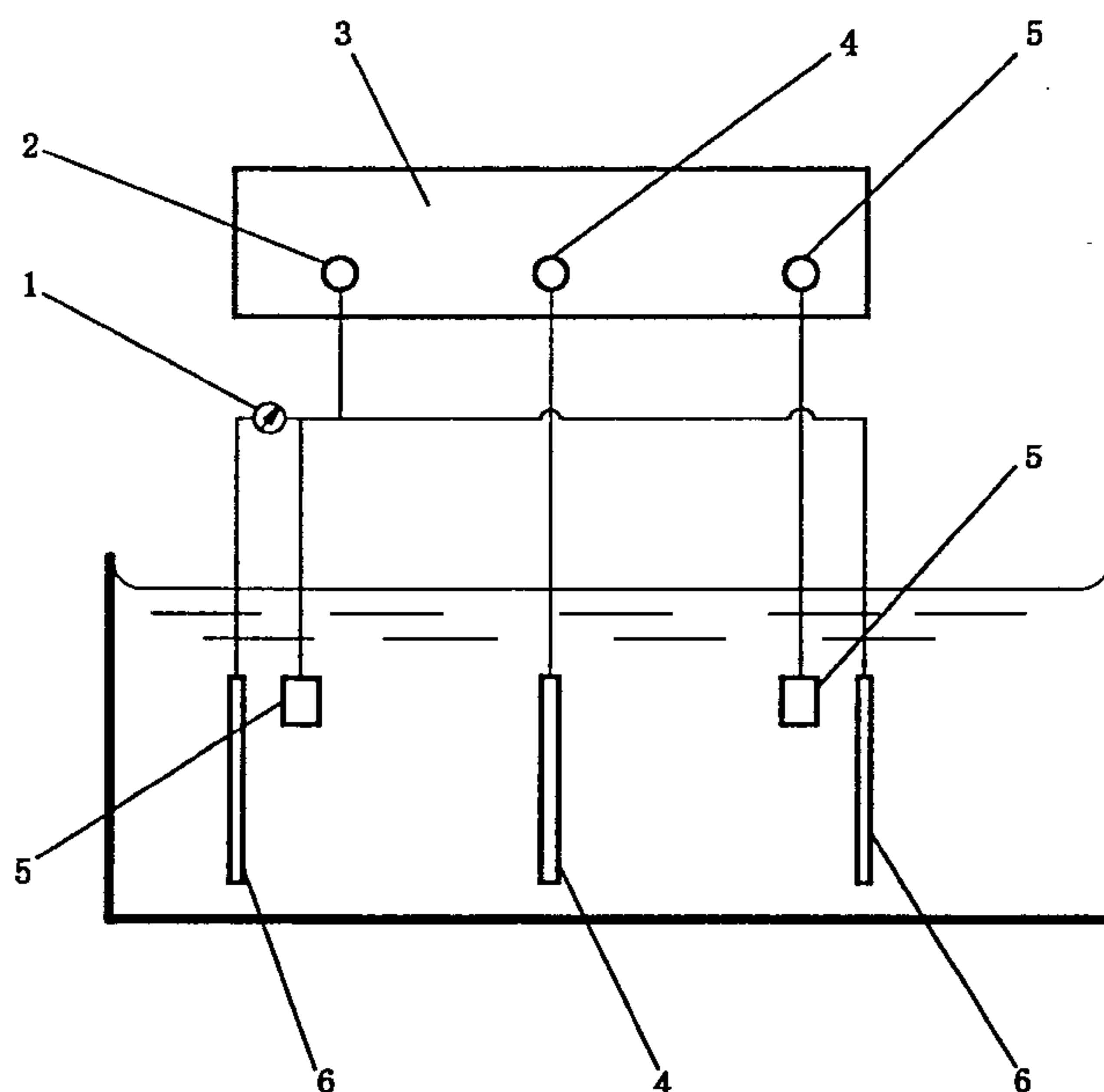
## 6.1.6 涂层检漏仪

涂层检漏仪电压为 10 kV,最大短路电流不超过 8 mA。若检漏仪不能显示电压,则将它设置在钢板上方 12 mm 产生火花。

检漏仪应配备有长约 75 mm、宽 6 mm、毛长 6 mm 的金属软毛刷。

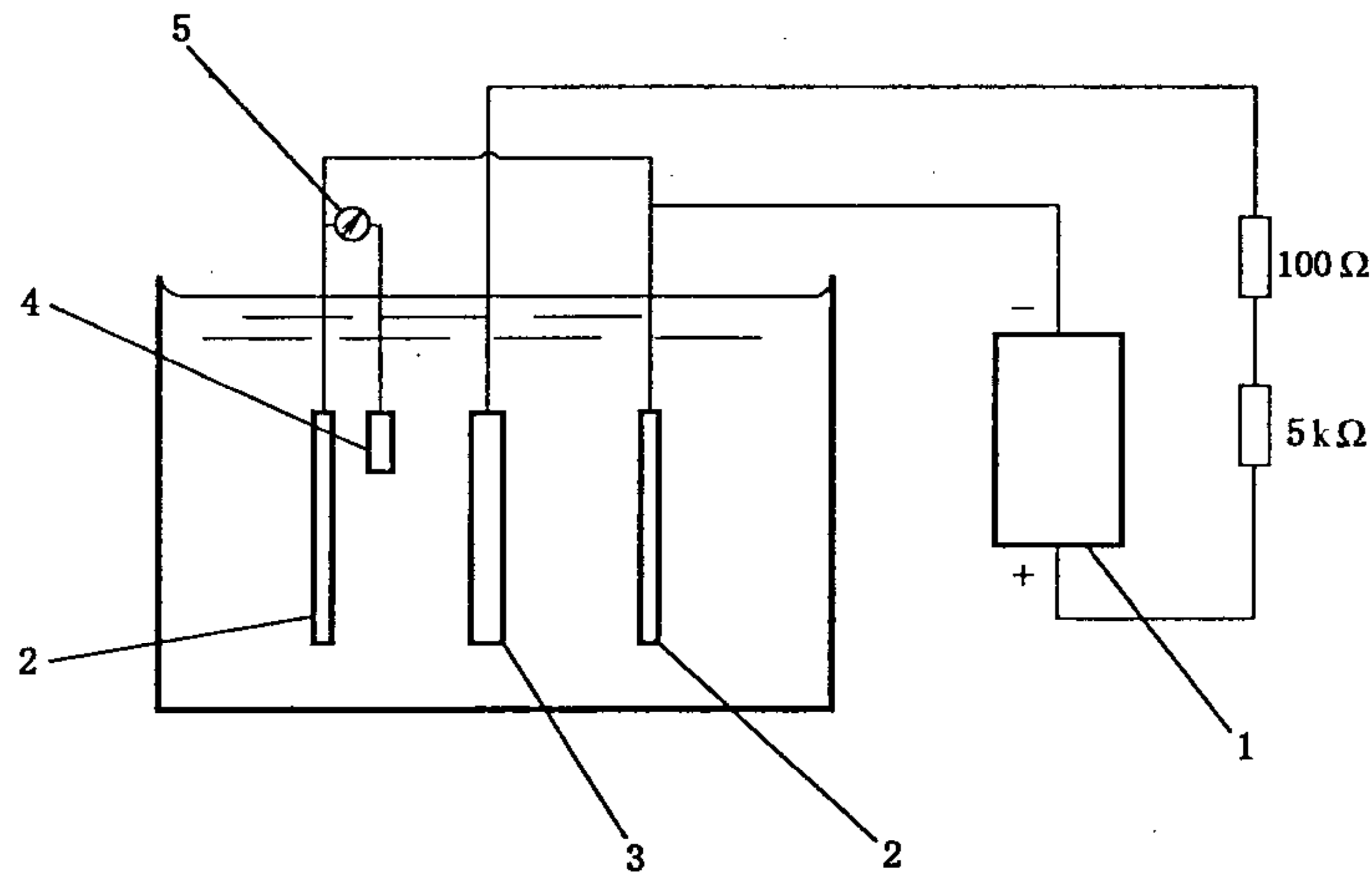
## 6.1.7 其他仪器及工具

方法 A 试验装置还包括磁性漆膜测厚仪、小刀等其他仪器及工具。



- 1——直流电压表;  
2——工作电极;  
3——恒电位仪;  
4——阳极;  
5——参比电极;  
6——试样。

图 1 恒电位控制阴极保护电路



- 1——直流电源；
- 2——试样；
- 3——阳极；
- 4——参比电极；
- 5——直流电压表。

图 2 恒电流控制阴极保护电路

6.2 方法 B

6.2.1 试验容器

试验容器由玻璃或增强塑料制成,并配备温度控制器和试验溶液鼓气装置及水循环系统。

6.2.2 试样架

试样架应由绝缘材料制成。试样放置在试样架上与垂直向的倾角不大于 20°,试样间距大于 30 mm,试样与容器壁和底面的距离至少为 50 mm,且试验溶液液面高于试样上端 50 mm。

6.2.3 阳极

锌阳极的组成成分应符合表 3 的要求,以相对于饱和甘汞参比电极提供(-1 040±10)mV 的电极电位。阳极上应有一个穿过中心的钻孔(大小应能使事先焊接在试样上的螺栓穿过),阳极块尺寸约为 50 mm×40 mm×10 mm,重为(125±5)g。若使用已预先用过的阳极,为确保其活性,应通过采用适当方法予以清理去除腐蚀产物。

也可使用其他金属阳极,但与饱和甘汞参比电极间电位的不同,最终结果也不同。

表 3 牺牲阳极——锌合金的组成成分

成分名称	质量百分比
铅	≤0.006
铁	≤0.005
镉	0.025~0.070
铜	≤0.005
铝	0.10~0.50
其他	≤0.10
锌(纯度 99.99%)	余下部分

6.2.4 涂层检漏仪

检漏仪电压为 10 kV,最大短路电流应不超过 8 mA。若检漏仪不能显示电压,则将其设置在钢板上方 12 mm 产生火花。

检漏仪应配备有长约 75 mm、宽 6 mm、毛长 6 mm 的金属软毛刷。

### 6.2.5 其他仪器及工具

方法 B 的试验装置还包括磁性漆膜测厚仪、锯齿镀锌低碳钢锁紧垫圈、螺母等其他仪器及工具。

## 7 试样及其制备

### 7.1 试样的基材及其制作

#### 7.1.1 方法 A

7.1.1.1 试样基材应采用 GB 712 中的热轧普通碳素钢。

7.1.1.2 试样最小尺寸为 150 mm×70 mm×2 mm, 试样数量四块。

7.1.1.3 用自攻螺钉在每块试样上连接一条绝缘导线。也可采用小螺栓和螺母, 或通过软焊、或夹子、或其他导电性良好且不受腐蚀影响的其他连接方式。

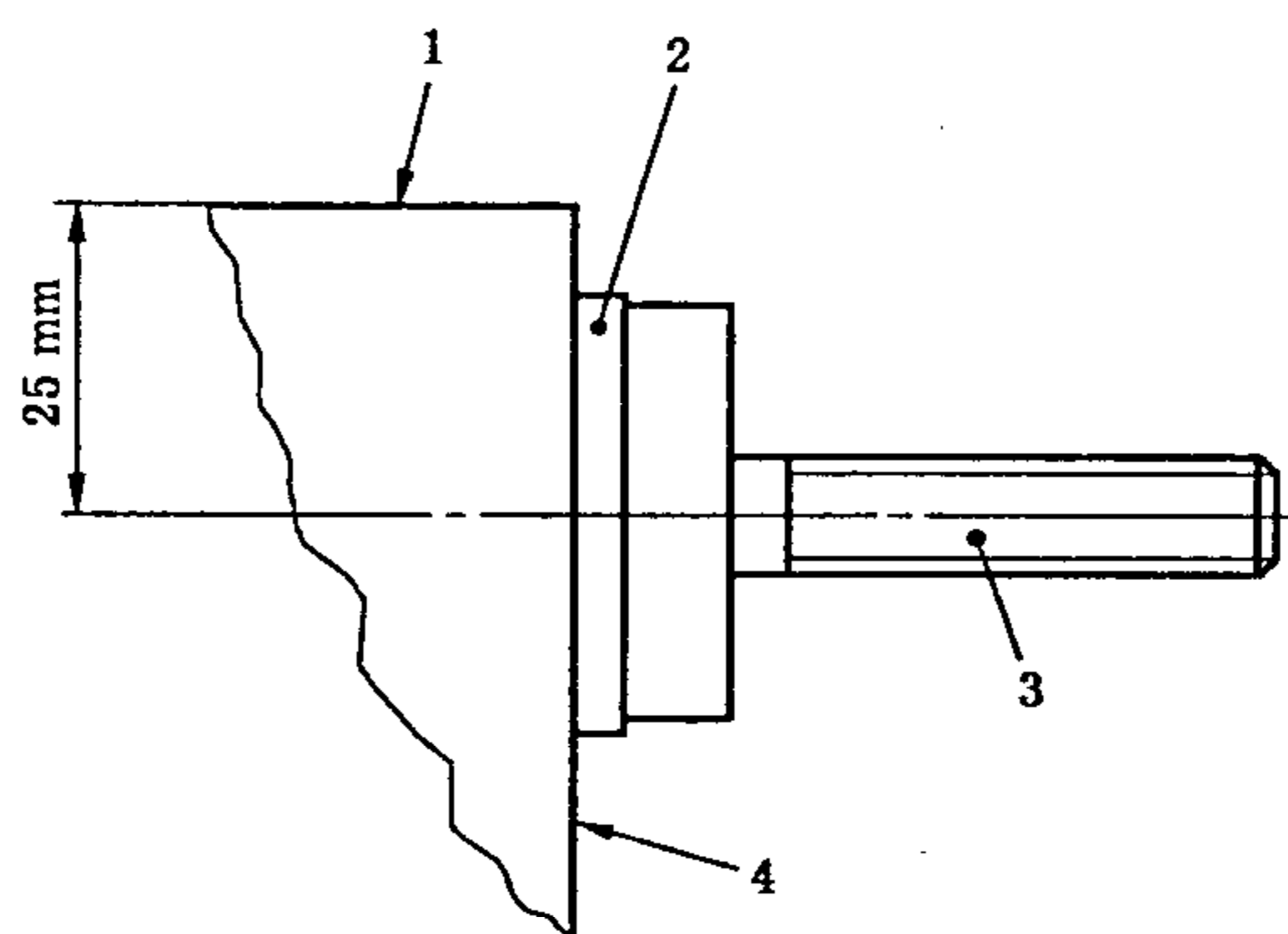
#### 7.1.2 方法 B

7.1.2.1 试样基材应采用 GB 712 中的热轧普通碳素钢。

7.1.2.2 试样尺寸为 300 mm×150 mm×2 mm, 试样数量四块。若用到其他尺寸的样板, 则人造漏涂孔的尺寸应遵循以上推荐试验面积与人造漏涂孔面积的比例相应地予以缩小或放大, 试验面积包括试样的正反两面。

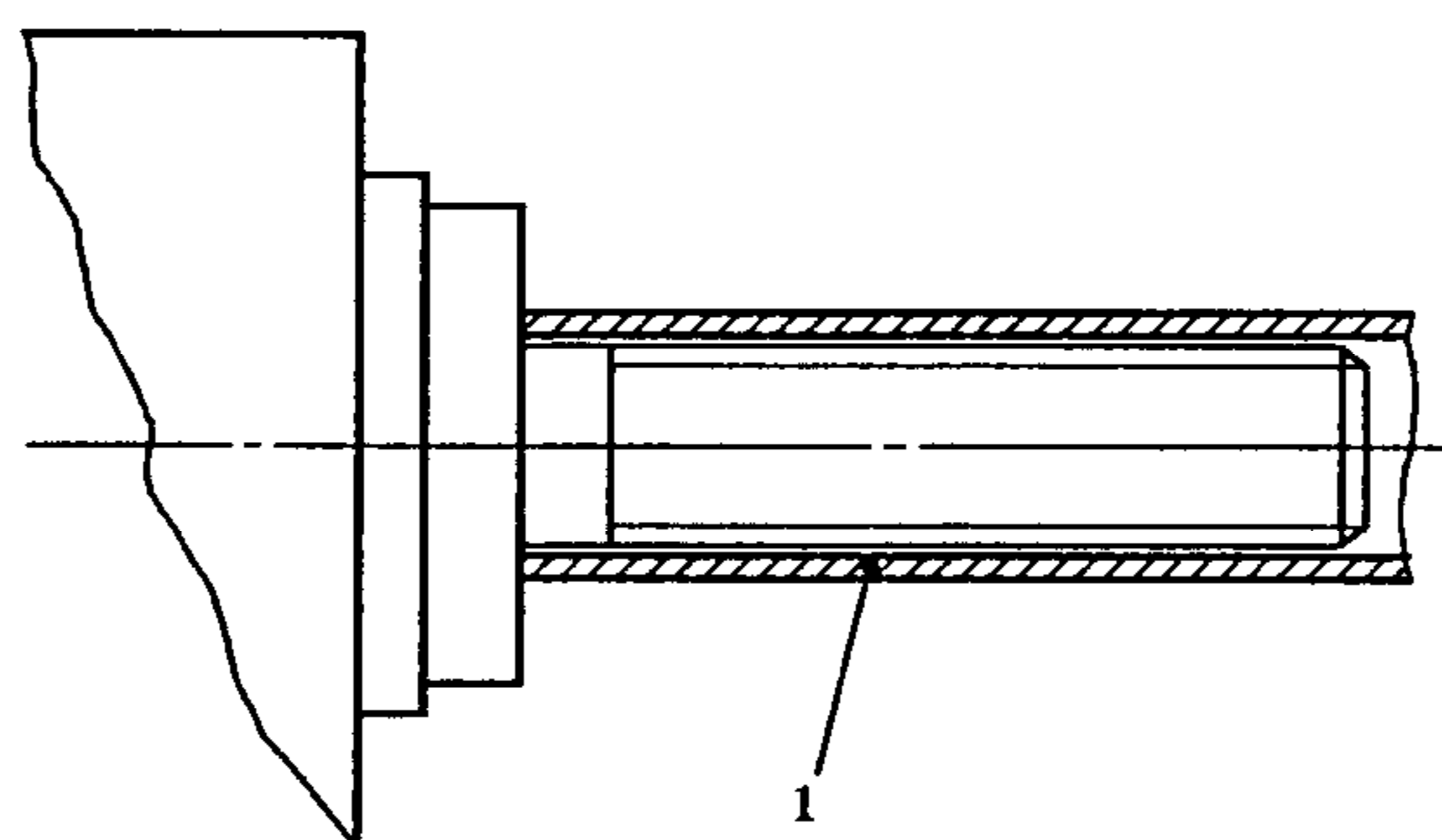
7.1.2.3 将镀锌低碳钢螺栓点焊到两块热轧普通碳素钢试板的一个长边上, 见图 3。

7.1.2.4 螺栓的螺纹用耐溶剂的塑料保护套包裹, 见图 4。



- 1——试验钢板;
- 2——焊缝;
- 3——镀锌螺栓;
- 4——样板的长边。

图 3 镀锌螺栓结构图(方法 B)



- 1——塑料保护套。

图 4 喷涂前镀锌螺栓的保护(方法 B)



## 7.2 取样

按 GB/T 3186 规定抽取试验用涂料样品。

## 7.3 涂装

7.3.1 试样基材表面处理应采用喷砂或抛丸,处理后钢板表面清洁度应达到 GB/T 8923—1988 规定的 Sa2.5 级,表面粗糙度按 GB/T 13288 规定方法检测应达到  $Ra30\ \mu\text{m}\sim 75\ \mu\text{m}$ 。

7.3.2 按 GB/T 1765 的规定,采用刷涂或喷涂方式进行涂装。涂层的配套体系、涂装道数、涂装厚度应符合相关产品技术或涂料生产商要求。试样背面及边缘也应一同涂装,试样边缘应作封边处理。

7.3.3 采用石蜡,或无溶剂环氧树脂等其他合适涂料,将试样与绝缘导线的连接处封闭。

## 7.4 试样干燥

试样应按 GB/T 9278 规定条件干燥 7 d 以上,方可投入试验。

## 7.5 涂层厚度测量

涂层厚度按 GB/T 13452.2 规定的方法进行测量。

## 7.6 意外漏点检查

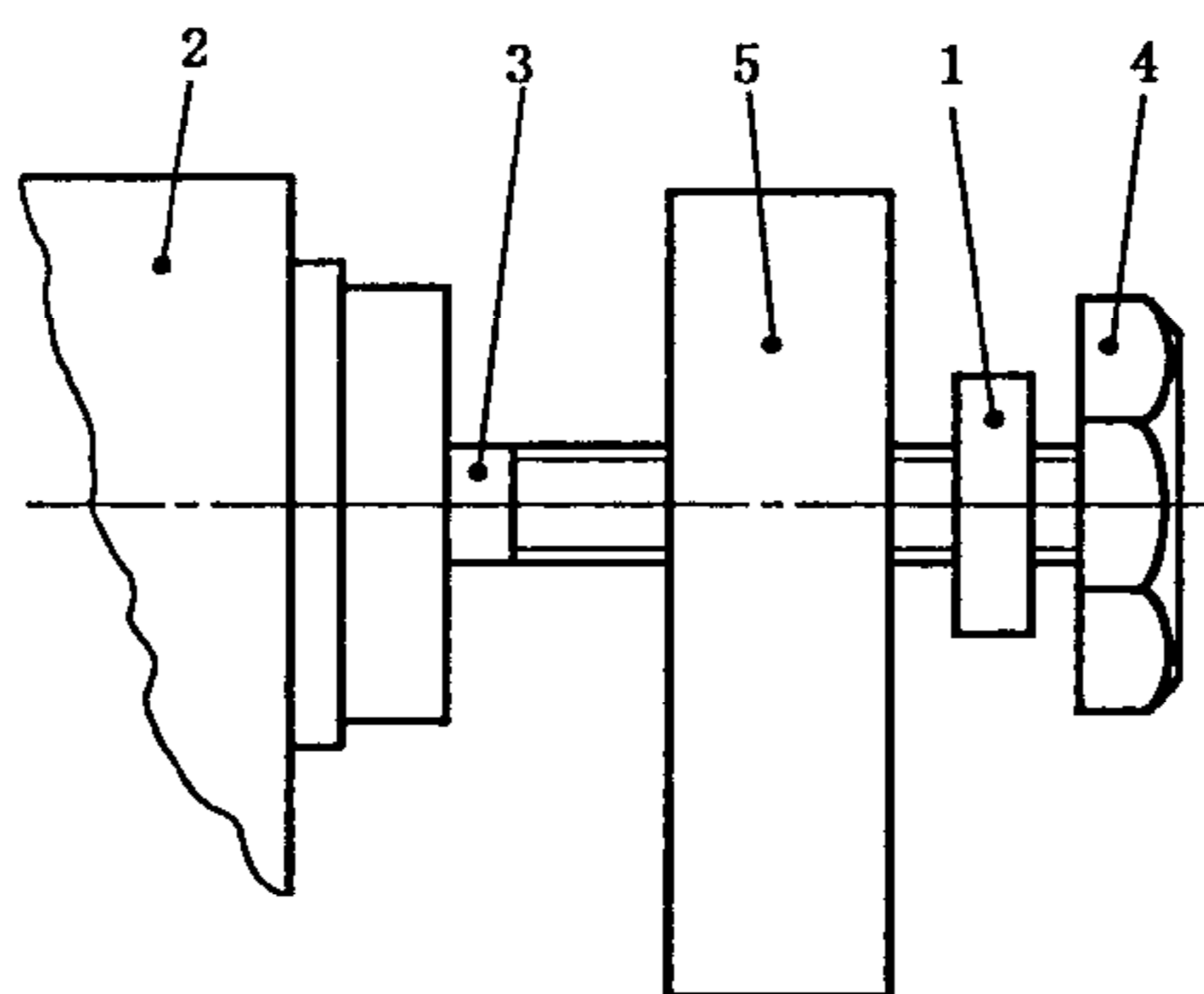
用涂层检漏仪检测试样涂层的完整性。检漏仪在钢板上方约 6 mm 处检测,忽略边缘效应。若涂层有意外漏涂点等缺陷应进行修补。

## 7.7 人造漏涂孔的制备

试验前,在每块试样的正面涂层上的中心位置,采用适当方法制备一个圆形人造漏涂孔,清除孔内所有涂层露出平滑钢板表面。人造漏涂孔的尺寸:方法 A 为  $\phi(10\pm 1)\text{mm}$ ;方法 B 为  $\phi 3\ \text{mm}$ 。

## 7.8 阳极装配(方法 B)

除去螺纹上的塑料保护套,洗净螺纹,用锯齿镀锌低碳钢锁紧垫圈、螺母将阳极安装在试样上,紧固螺母。阳极装配见图 5。



- 1——镀锌垫片;
- 2——试样;
- 3——镀锌螺杆;
- 4——镀锌螺帽;
- 5——锌阳极。

图 5 阳极装配图(方法 B)

## 8 试验步骤

### 8.1 方法 A

8.1.1 将阳极置于试验容器中央,并与阴极保护电路阳极端相连。

8.1.2 采用在试验过程中不会褪色的适当材料,将每块样板标上标识标签并拍摄照片。将试样固定在试验容器中的试样架上,调整试样在试验容器中的位置,使每块试样与阳极距离相等且不小于 300 mm,距离试验容器底部不小于 50 mm,试验容器加满试验溶液后试样应完全浸没在溶液中。试验过程中,试样间应不相互接触、不与试验容器壁相接触,试样上的人造漏涂孔应不被障碍物(包括另一试样)遮

住,且槽内试验溶液流通顺畅。

8.1.3 用绝缘导线将两块试样连接到阴极保护电路的阴极端。

8.1.4 把参比电极尽量放在试样附近,但不要遮挡人造漏涂孔。

8.1.5 将对照试样以同样的方式但不附加阳极及阴极保护电路放置于另一个试验槽中。

8.1.6 在试验容器中添加深度至少 200 mm 的试验溶液,鼓气并校正溶液温度为 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。若所使用溶液为天然海水,则应每隔一段时间监测海水温度,并将监测结果记录在试验报告中。

8.1.7 通过在试验容器底部注入经充气的新鲜试验溶液并让其溢流,使试验溶液连续流经试验容器。调节溶液流速而使试验容器内溶液不超过 3 d 便更换一次,或者不超过 7 d 全部更换一次。将更换试验溶液所采用的程序及更换频率记录在试验报告中。

8.1.8 接通阴极保护电路并通过调节电位(电流)仪,使试样相对于参比电极的电极电位保持在 $(-1\ 050\pm 5)\text{mV}$ 。每 24 h 至少校正一次试验电位。

注:若电路电流突然出现变化,则有可能暗示试验体系失效,试验可提前终止。

8.1.9 试验应至少连续进行 26 周。

## 8.2 方法 B

8.2.1 采用在试验过程中不会褪色的适当材料将每块样板标上标识标签并拍摄照片。其中有阴极保护的试样放置于一个单独的试验容器,而无阴极保护的对照试样放置于另一试验容器,两个试验容器试验条件相同。

8.2.2 将试样置于试样架上并完全浸入试验溶液中,使阳极处在试样溶液的底部。

8.2.3 鼓气并校正使溶液温度保持在 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。

8.2.4 通过在试验容器底部注入经充气的新鲜试验溶液,并让其溢流,使试验溶液连续流经试验容器。调整溶液流速使试验容器内溶液不超过 7 d 便更换一次,或者不超过 28 d 试验溶液全部更换一次。将更换试验溶液所用的程序及更换频率记录在试验报告中。

8.2.5 试验应至少连续进行 26 周。

## 9 涂层的检查及试验结果评价

### 9.1 中间检查

在试验过程中每月应进行一次中间检查。检查时依次取下试样放入自来水中漂洗,注意不要破坏涂层和覆盖在人造漏涂孔上的钙沉淀物。检查过程应越快越好,不应使漆膜变干。

按 GB/T 1766 规定的评级标准,记录试样正反两面的起泡等级及泡与人造漏涂孔之间的距离。将试样的情况与对照试样进行比较。若涂层变化明显,则应拍摄照片。

检查结束后,将所有试样放回试验容器中继续试验。

### 9.2 试验结束时的检查

试验结束时,将试样放入自来水中彻底漂洗,注意不应破坏涂层。

按 GB/T 1766 规定的评级标准,记录样板的起泡等级及泡与人造漏涂孔之间的距离。应区分因人造漏涂孔所致的起泡及人造漏涂孔之外的起泡。

将起泡位置与测量的原始干膜厚度进行对比,以确定起泡是否与漆膜厚度相关联。

用锋利的小刀划刻,制作两个透过涂层直达基材的切口(交叉于人造漏涂孔中点),以评估人造漏涂孔处涂层附着力的降低情况,用刀尖尽可能地挑起并剥离人造孔周围的涂层。记录被剥离涂层距人造漏涂孔外缘的最大、最小距离[单位为毫米(mm)]。

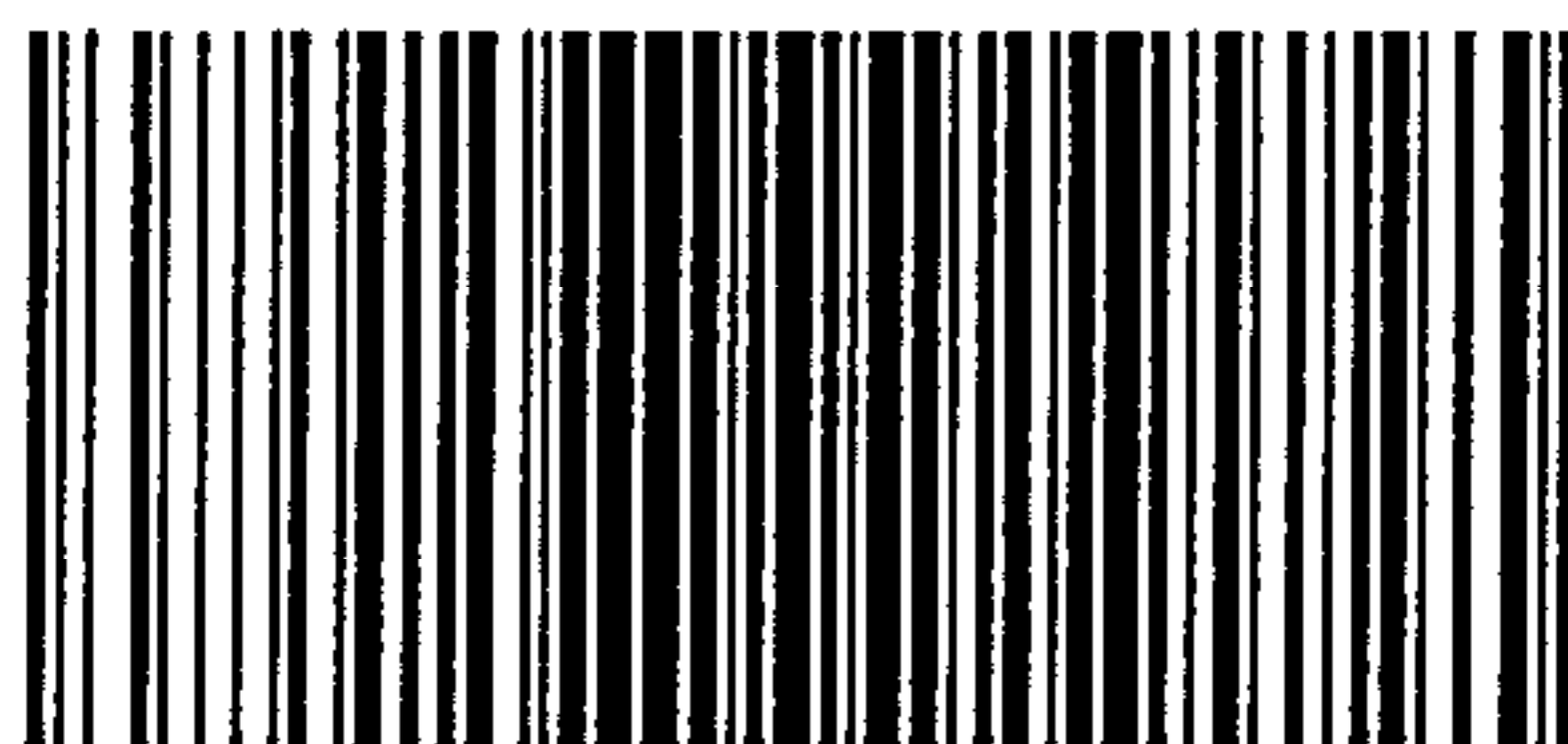
将试样的情况与对照试样进行比较。

对所有试样的试验结果进行记录并拍摄照片。

## 10 试验报告

试验报告应至少包括下列内容:

- a) 试验涂料体系的类型、名称和代号；
  - b) 注明本标准号及所采用方法(A或B)；
  - c) 试验所用的试验溶液及其更换频率；
  - d) 试验时间和试验过程中出现的任何中断,包括中间检查；
  - e) 涂层的平均厚度；
  - f) 试样涂层起泡的等级；
  - g) 试验结果,包括被剥离涂层距人造漏涂孔的最大、最小距离及剥离面积；
  - h) 对照试样的起泡和剥离的等级和状况；
  - i) 每块试样中间检查和剥离涂层后的照片；
  - j) 与规定试验方法的任何不同之处；
  - k) 试验日期。
- 



GB/T 7790-2008

版权专有 侵权必究

\*

书号:155066·1-34438