ICS 75.180
E 90
备案号：57711—2017

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 7326—2016

恒电位仪通用技术条件

General specification for potentiostat

2016－12－05 发布　　2017－05－01 实施

国家能源局　发布

目　　次

前言 …… Ⅱ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　工作原理 …… 2
5　分类 …… 2
6　要求 …… 2
6.1　环境 …… 2
6.2　供电电源 …… 3
6.3　技术性能 …… 3
6.4　安全性能 …… 5
6.5　保护功能 …… 5
6.6　外观 …… 5
7　试验方法 …… 5
7.1　试验设备 …… 5
7.2　试验项目 …… 6
8　检验规则 …… 7
8.1　出厂检验 …… 7
8.2　型式检验 …… 8
8.3　判定规则 …… 8
9　标志、包装、运输和贮存 …… 8
9.1　标志 …… 8
9.2　包装 …… 9
9.3　运输 …… 9
9.4　贮存 …… 9
附录A（规范性附录）　环境试验方法 …… 10
附录B（规范性附录）　技术性能试验方法 …… 11
附录C（规范性附录）　保护功能试验方法 …… 14
参考文献 …… 15

前　言

本标准按照GB/T 1.1—2009《标准化工作导则　第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由石油仪器仪表专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准主要起草单位：中国石油大学（华东）。

本标准参加起草单位：中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司油气集输总厂、山东中石大石仪科技有限公司、青岛双瑞海洋环境工程股份有限公司。

本标准主要起草人：迟善武、陈晖、赵永韬、王磊、牛俊邦、马秀军、刘更民、李凤霞。

恒电位仪通用技术条件

1 范围

本标准规定了阴极保护恒电位仪（以下简称仪器）的工作原理、分类、要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于仪器的制造、检验和质量评价。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 191 包装储运图示标志

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.3 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验

GB/T 3482 电子设备雷击试验方法

GB/T 3859.1—2013 半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第1-1部分：基本要求规范

GB 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 6587—2012 电子测量仪器通用规范

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 15479 工业自动化仪表绝缘电阻、绝缘强度技术要求和试验方法

GB 50057 建筑物防雷设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

恒电位仪 potentiostat

由闭环系统控制、调节输出量，使电极在离子导体中相对于参比电极自动保持恒定电位的直流供电设备。

3.2

阴极保护 cathodic protection

通过降低腐蚀电位到使金属腐蚀速率显著减小的电位值而达到电化学保护。

[GB/T 10123—2001，定义6.4.3]

3.3

外加电流保护（强制电流保护） impressed current protection

由外部电源提供保护电流所达到的电化学保护。

[GB/T 10123—2001，定义6.4.5]

3.4

参比电极 reference electrode

具有稳定可再现电位的电极，在测量其他电极电位值时用以作为参照。

[GB/T 10123—2001，定义 6.1.26]

3.5

辅助阳极 impressed current anode

由外部电源提供强制保护电流用于构筑物阴极保护的电极。

[GB/T 21448—2008，定义 3.1.6]

3.6

最大保护电位 maximum protective potential

在阴极保护条件下，金属达到完全保护所允许的、绝对值最大的负电位值。

[GB/T 19285—2014，定义 3.1.18]

4 工作原理

仪器是一种利用闭环反馈系统自动调整输出的直流电源设备，其输出正端（输出阳极）接辅助阳极，负端（输出阴极）接被保护体（金属构筑物），参比电极端接参比电极，构成强制电流阴极保护系统。

仪器在自动工作状态下，实时检测参比电极的电位变化，与给定电位进行比较、放大，调整输出电压和输出电流的大小，直到被保护体通电点电位稳定在给定电位，即达到恒电位。

5 分类

按供电方式，分为交流供电和直流供电。交流供电又分为单相交流电（220V/50Hz）和三相交流电（380V/50Hz）。

按工作原理，分为可控硅式和高频开关式。

按冷却方式，分为空冷型和油冷型。

按安全要求，分为防爆型和非防爆型。

6 要求

6.1 环境

6.1.1 工作环境

仪器的工作环境条件应包括：

a）工作环境温度应优先从以下范围中选取：

- −10℃ ~ +55℃；
- −15℃ ~ +45℃；
- −25℃ ~ +50℃。

b）相对湿度：RH ≤ 90%。

6.1.2 振动

振动试验条件应包括：

a）加速度：9.8m/s^2±2.5m/s^2。
b）振动频率：5Hz，15Hz，30Hz。
c）持续时间：每个频率点 15min。
d）振动方法：垂直固定。

6.1.3 自由跌落

自由跌落高度见表 1。

表 1 自由跌落高度

包装件质量 m kg	跌落高度 cm
$m \leqslant 25$	40
$25 < m \leqslant 50$	30
$50 < m \leqslant 75$	25
$75 < m \leqslant 100$	20
$m > 100$	—

6.2 供电电源

交流单相电源：（220±22）V，（50±2.5）Hz。
交流三相电源：（380±38）V，（50±2.5）Hz。

6.3 技术性能

6.3.1 输出调节范围

输出电压和输出电流应在额定值的 0 ～ 100%（或 1% ～ 100%，2% ～ 100%）范围内连续可调。

6.3.2 恒电位控制

6.3.2.1 恒电位控制范围

恒电位控制应在 +3V ～ −3V 范围内选取，且连续可调。

6.3.2.2 恒电位控制精度

在以下特性发生变化时，保护电位值的变化应不大于 5mV：
——电源输入特性：输入端交流电压在 ±10%范围内变化时。
——保护电位漂移特性：仪器在额定状态下连续工作 24h。
——负载特性：当负载变化不小于 1/3 额定负载时。

6.3.3 恒电流控制

仪器无法恒电位运行时，应能自动转换成恒电流工作方式，也可手动调节输出的恒电流值。
恒电流控制范围：（2% ～ 100%）额定输出值。
恒电流控制精度：在以下特性发生变化时，恒电流控制精度应优于 1% 额定输出值：
——电源输入特性：输入端交流电压在 ±10%范围内变化时。

——负载特性：当负载变化不小于 1/3 额定负载时。

6.3.4 参比电极输入端

参比电极输入端的输入电阻：≥ 1MΩ。
流经参比电极的电流：≤ 3μA。

6.3.5 纹波系数

仪器在额定工作状态下，输出电压的纹波系数应满足：
——高频开关式：≤ 5%。
——可控硅式：≤ 10%。

6.3.6 抗干扰能力

6.3.6.1 抗持续干扰能力

仪器应具有抗 50Hz 工频干扰能力，即在参比电极端与零位接阴端之间施加 30V，50Hz 的持续电压时，保护电位的变化不大于 5mV。

6.3.6.2 抗瞬间干扰能力

在参比电极端与零位接阴端之间，应能瞬间承受 4J，1.5kV 的过电压，仪器应能正常工作。

6.3.7 通断模式

本地通断控制或远程通断控制至少（但不仅限于此）应具有通电 12s、断电 3s 的通断运行模式，并适应通电 4s、断电 1s 和通电 0.8s、断电 0.2s 的测试模式要求。
在测试期内，输出电流中断 3s 不报警，从断电转通电状态时不应出现电流冲击现象。

6.3.8 温升

6.3.8.1 变压器温升

仪器的交流输入电压为额定电压的 110%，在额定负载、额定输出电流、工作环境温度恒定的条件下，当变压器温度上升到稳定状态时，其温升应不大于 130℃。

6.3.8.2 油冷型仪器冷却油温升

环境温度和油温不低于 20℃，仪器的交流输入电压为额定电压的 110%，在额定输出状态下工作，直到连续 1.5h 内油温变化不大于 2.5% 或 1℃（较小者为准）。冷却油的温升应不大于 30℃。

6.3.8.3 整流元件温升

环境温度（和油冷型仪器的冷却油温度）不低于 20℃，仪器的交流输入电压为额定电压的 110%，在额定输出状态下工作，直到每个整流元件基座在连续 1.5h 内温度变化不大于 2.5% 或 1℃（较小者为准）。整流元件的温升应不大于 40℃。

6.3.8.4 其他部件温升

仪器在额定状态下工作，其他各部件的温升限值应符合 GB/T 3859.1—2013 中表 19 的规定。

6.3.9 可靠性

仪器平均故障间隔时间（MTBF）应不低于4500h。

6.4 安全性能

6.4.1 绝缘电阻

仪器各输入、输出端子对外壳的冷态绝缘电阻应不小于10MΩ（直流500V）。

6.4.2 抗电强度

仪器与地绝缘的端子同外壳（或与地）之间、互相隔离的端子之间应能承受1.5kV（有效值），50Hz的试验电压，试验时间1min，不出现飞弧或击穿现象。

6.5 保护功能

6.5.1 雷电防护

仪器的输入、输出端应采取安装火花隙、压敏电阻浪涌吸收器、稳压二极管限幅器、三级雷电泄放系统等雷电防护措施，并符合GB 50057的规定。

6.5.2 过流保护

当输出电流达到保护限值（一般为输出额定值的102% ~ 110%）时，仪器应能够自动限流，并发出声光报警。为排除干扰信号造成仪器的过电流报警，可以延时一定时间（5s ~ 20s）或过流原因消除后，仪器自动恢复输出。

6.5.3 过热保护

当仪器机内温度超过产品规定限值时，应能报警并自动停止工作。

6.5.4 故障报警

当仪器出现过流或过热故障时，红色指示灯指示故障，发出报警。

6.5.5 外壳防护

仪器外壳防护等级应不低于GB 4208规定的IP55（室外）、IP20（室内）。

6.6 外观

仪器安装的各种指示仪表、开关、接线端子等应在适当、醒目的位置上标示名称或功能，文字和标志应清晰。外壳及面板漆面应光洁、无划痕，紧固件不应有锈蚀和其他机械损伤。

7 试验方法

7.1 试验设备

试验设备包括：

——温度/湿度试验箱。

——振动试验台。

——绝缘电阻测试仪（兆欧表，直流 500V，量程 0MΩ ～ 1000MΩ）。
——交流耐压试验仪（交流 / 直流 0kV ～ 5kV，漏电流 0mA ～ 100mA）。
——可调电阻负载器、直流电流分流器（精度 0.25%）。
——数字万用表（或交 / 直流数字多用电压表、直流数字电压表、交流数字电压表）。
——直流微安表（分辨率 0.01μA）。
——存储式示波器（50MHz）。
——高压试验仪。
——雷击电压电流发生器（或雷击浪涌发生器）。
——数字温度计。

7.2 试验项目

7.2.1 环境试验

7.2.1.1 工作环境温度试验

见 A.1。

7.2.1.2 相对湿度试验

见 A.2。

7.2.1.3 振动试验

见 A.3。

7.2.1.4 自由跌落试验

见 A.4。

7.2.2 供电电源试验

按 6.2 的要求选择电源电压和频率，按 GB/T 6587—2012 中 5.12 的方法分别进行电源电压与频率试验。试验过程中，仪器应能正常工作。

7.2.3 技术性能试验

见附录 B。

7.2.4 安全性能试验

7.2.4.1 绝缘电阻试验

断开仪器与外部（输入、输出和控制）的所有连线，输入或输出端子与主电路相连的电容器以及半导体器件的各级端子应短接或断开，主电路中不能承受试验的器件应从电路中拆除或短接，开关器件常开触点均应闭合或短接。

按仪器部件的结构特点选择连接方式，用直流 500V 兆欧表分别测量：
——输入端子、输出端子与金属外壳之间的绝缘电阻；
——可触及导电部件与金属外壳之间的绝缘电阻；
——有绝缘要求的其他外部带电端子、外控接点与金属外壳之间的绝缘电阻。

所测冷态绝缘电阻值应满足 6.4.1 的要求。

7.2.4.2 抗电强度试验

试验前，应先测量仪器的绝缘电阻，绝缘电阻应大于 10MΩ。

仪器不通电，电源开关位于接通位置，输入端子、输出端子分别短接。

按 GB/T 15479 规定的方法，用交流耐压试验仪（或耐压绝缘测试装置）在端子与外壳（或与地）之间、端子之间施加 6.4.2 要求的试验电压。试验电压应在 10s 以内逐渐升高到规定值，保持 1min，然后平稳下降到零。

检查仪器，不应有击穿和闪络现象，且不应有贯穿的小孔或烧焦等痕迹。

检查仪器外观，结果应满足 6.6 的要求。

试验结束后，仪器应能正常工作。

7.2.5 保护功能试验

见附录 C。

7.2.6 外观检查

目测检查仪器外观，结果应满足 6.6 的要求。

8 检验规则

8.1 出厂检验

8.1.1 每台仪器都应通过出厂检验。

8.1.2 出厂检验的项目及要求见表 2。

表 2 仪器检验项目表

检验项目	要求	试验方法	检验类型	
			出厂检验	型式检验
工作环境温度	6.1.1 a)	A.1	○[a]	●[b]
相对湿度	6.1.1 b)	A.2	○	●
振动	6.1.2	A.3	○	●
自由跌落	6.1.3	A.4	○	●
供电电源	6.2	7.2.2	○	●
输出调节范围	6.3.1	B.1	●	●
恒电位控制	6.3.2	B.2	●	●
恒电流控制	6.3.3	B.3	●	●
参比电极输入端	6.3.4	B.4	●	●
纹波系数	6.3.5	B.5	○	●
抗干扰能力	6.3.6	B.6	○	●
通断模式	6.3.7	B.7	●	●
温升	6.3.8	B.8	●	●

表 2（续）

检验项目	要求	试验方法	检验类型	
			出厂检验	型式检验
可靠性	6.3.9	B.9	○	●
绝缘电阻	6.4.1	7.2.4.1	●	●
抗电强度	6.4.2	7.2.4.2	○	●
雷电防护	6.5.1	C.1	○	●
过流保护	6.5.2	C.2	●	●
过热保护	6.5.3	C.3	○	●
故障报警	6.5.4	C.4	●	●
外壳防护	6.5.5	C.5	○	●
外观	6.6	7.2.6	●	●
注：“○”为可不做检验项目，“●”为应检项目。				

8.2 型式检验

8.2.1 仪器属下列情况之一者应进行型式检验：

a）新产品试制定型时。

b）正式生产后，设计、结构、材料或工艺有较大更改，可能影响产品性能时。

c）同型号产品批量生产累计 500 台以上时。

d）产品停产满两年，恢复生产时。

e）上级质检部门提出要求时。

8.2.2 型式检验项目的随机抽样方案见表 B.1。

8.2.3 型式检验项目见表 2。

8.3 判定规则

8.3.1 仪器出厂检验项目全部合格方可出厂。

8.3.2 型式检验中任一项目不合格时，应加倍抽样检验，若仍有不合格项目，则判定该批仪器型式检验不合格。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 仪器出厂时应提供铭牌。非危险区域，铭牌应安装在仪器的柜门之外；危险区域，铭牌应安装在油箱外壳或相关装置上，且应有下列产品标志：

——型号、名称。

——生产厂名称、地址及商标。

——生产日期、出厂编号。

——标准编号。

——额定输入（千伏安、电压、频率、输入电流、单相或三相）。

——额定输出（千瓦、电压、电流）。
——油冷型冷却油容量。

9.1.2 仪器外包装上的标志应符合 GB/T 191 的要求。

9.2 包装

9.2.1 仪器包装应符合 GB/T 13384 的要求。

9.2.2 仪器提供的文件应包括：
——合格证书。
——使用说明书。
——备附件清单。
——装箱单。

9.3 运输

仪器适用于各种运输方式。
运输中应避免雨雪淋浸，避免强烈震动和撞击，应按包装箱上标明的方向放置。

9.4 贮存

仪器应贮存在通风、干燥、无腐蚀性气体的环境中。贮存时间超过六个月，应通电检查一次。

附 录 A
（规范性附录）
环境试验方法

A.1 工作环境温度试验

A.1.1 低温试验

仪器放入温度试验箱，按 6.1.1 a）的要求选择工作环境温度中的下限温度，按 GB/T 2423.1 的规定进行低温试验。试验类型为“Ad”，试验时间为 2h，恢复时间为 1h。实验过程中，仪器处于额定工作状态。试验后，仪器应能正常工作。

A.1.2 高温试验

按 6.1.1 a）的要求选择工作环境温度中的上限温度，按 GB/T 2423.2 的规定进行高温试验。试验类型为“Bd”，试验时间为 2h，恢复时间为 1h。实验过程中，仪器处于额定工作状态。试验后，仪器应能正常工作。

A.2 相对湿度试验

按 6.1.1 b）的要求和 GB/T 2423.3 的规定进行恒定湿热试验。

仪器处于额定工作状态，温度 / 湿度试验箱控制温度为 40℃ ±2℃，相对湿度为 87% ~ 93%，持续时间为 12h。试验后，仪器应能正常工作。

A.3 振动试验

试验前，对被测仪器进行外观检查和性能检测，仪器应外观完好，工作正常。

仪器及其附件在完整满包装状态下，按 6.1.2 的规定选择试验条件，按 GB/T 6587—2012 中 5.10.2.1 的方法进行振动试验（固定点频、正弦波）。

试验结束后，对包装箱、仪器附件及仪器外观进行检查。包装箱不应有明显的变形和损伤，仪器各构成部分及其附件应无松脱、变形、涂覆层剥落等机械损伤。检查仪器外观，结果应满足 6.6 的要求；仪器应能正常工作。

A.4 自由跌落试验

试验前，检查仪器的外观和性能。

仪器应按运输状态固定在试验台的台面上，按 6.1.3 的规定选择试验条件，按 GB/T 6587—2012 中 5.10.2.2 的方法进行自由跌落试验。

试验后，检查仪器各构成部分应完好、无松动；检查仪器外观，结果应满足 6.6 的要求；仪器应能正常工作。

附 录 B
（规范性附录）
技术性能试验方法

B.1 输出调节范围试验

仪器输出端连接可调负载电阻和参比电极采样分压器，接通电源。仪器置于正常工作状态（手动操作方式），设定控制电位。调节电位器和负载电阻，改变输出电压和输出电流的大小。测试并记录输出电压和输出电流的变化，结果应满足 6.3.1 的要求。

B.2 恒电位控制试验

B.2.1 恒电位控制范围试验

仪器接上负载电阻和参比电极采样分压器，数字万用表接在参比电极与零位接阴之间，接通电源，仪器处于正常工作状态。

调节给定电位值为最大保护电位，然后调节参比电极采样分压器和负载电阻，使输出电压和输出电流都达到额定值。调节给定电位，记录数字万用表电压示值，恒电位控制范围应满足 6.3.2.1 的要求。

B.2.2 恒电位控制精度试验

接通电源，仪器处于正常工作状态，按 6.3.2.2 的规定选择特性变化条件，给定电位分别为最大保护电位值的 0，50% 和 100%，用数字万用表测量并记录保护电位的电压示值，按公式（B.1）计算恒电位控制精度，结果应满足 6.3.2.2 的要求。

$$\Delta U_e = \left| U_{me} - U_{se} \right| \qquad \text{(B.1)}$$

式中：

ΔU_e——恒电位控制精度，单位为毫伏（mV）；

U_{me}——保护电位测量值，单位为毫伏（mV）；

U_{se}——保护电位给定值，单位为毫伏（mV）。

B.3 恒电流控制试验

断开参比电极接线或使仪器处于限流状态，检查仪器工作状态，应发出声光报警，并在规定时间内自动转换成恒电流工作方式。

仪器保持在恒电流工作状态，指示灯显示为恒电流工作状态。改变仪器恒电流设定值，恒电流控制范围应满足 6.3.3 的要求。

调节输出电流分别为额定直流输出值的 50%和 100%。按 6.3.3 的规定选择特性变化条件，在每一次输出电流的工作状态下，调节负载电阻，记录每个状态下的输出电流值，按公式（B.2）计算恒电流的控制精度，结果应满足 6.3.3 的要求。

$$\delta_i = (I_m - I_s) / I_{dr} \times 100\% \qquad \text{(B.2)}$$

式中：

δ_i——恒电流控制精度；

I_m——输出电流测量值，单位为安培（A）；

I_s——输出电流设定值，单位为安培（A）；

I_{dr}——输出电流额定值，单位为安培（A）。

B.4 参比电极输入端试验

仪器参比电极串接微安表，与零位接阴间接入数字万用表，仪器处于正常工作状态。用数字万用表测量、记录参比电极接线端的实际电位值，用微安表测量、记录流经参比电极的电流值，按公式（B.3）计算参比电极输入端的输入阻抗，结果应分别满足 6.3.4 的要求。

$$R_c = U_c / I_c \quad \cdots\cdots (B.3)$$

式中：

R_c——参比电极输入端的输入阻抗，单位为兆欧（MΩ）；

U_c——参比电极接线端的电压，单位为伏特（V）；

I_c——流经参比电极的电流值，单位为微安（μA）。

B.5 纹波系数试验

仪器置于额定工作状态，将毫伏表（或存储示波器）和数字万用表并接于仪器输出端。用毫伏表（或存储示波器）测量并记录输出阳极与输出阴极之间的纹波电压，用数字万用表测量并记录输出直流电压值，按公式（B.4）计算纹波系数，结果应满足 6.3.5 的要求。

$$v = V_r / V_o \times 100\% \quad \cdots\cdots (B.4)$$

式中：

v——纹波系数；

V_r——纹波电压有效值，单位为伏特（V）；

V_o——直流输出电压测量值或额定值，单位为伏特（V）。

B.6 抗干扰能力试验

B.6.1 抗持续干扰能力试验

调节仪器的输出电压和输出电流达到额定值。在参比电极与零位接阴端子间通过开关加入 30V，50Hz 的交流干扰源，仪器应能正常工作。记录保护电位显示值的变化，结果应满足 6.3.6.1 的要求。

B.6.2 抗瞬间干扰能力试验

高压试验仪与充电电容、充电电阻构成快速充电电路，充电电压为 1.5kV。仪器参比电极和零位接阴端子之间通过控制开关与充电电容构成放电回路。电容充电完成后，断开充电电路，接通放电回路，施加瞬间过电压。试验后，仪器应能正常工作。

B.7 通断模式试验

本地手动或远程自动模式下，按规定时间进行通电、断电的循环运行模式，仪器输出进入间歇测

试状态，用存储示波器自动记录通断波形和输出工作状态。检查试验结果，应满足 6.3.7 的要求。

B.8 温升试验

仪器按 6.3.8 规定的条件、按 GB/T 3859.1—2013 中 7.4.2 规定的方法分别进行试验。在额定工作状态下连续工作达到热稳定后，用数字温度计（热电偶、热电阻或其它温度测量仪表）测量并记录部件规定点的温度，各受试部分的温升应分别满足 6.3.8 的要求，仪器应能正常工作。

B.9 可靠性试验

试验前，检查仪器的各项功能，应符合产品标准的要求。

可靠性试验的样品应在合格品中抽取，样本数按表 B.1 随机抽取。

表 B.1 随机抽样方案

单位为台

批量	样本	最大样本
1 ~ 3	全部	全部
4 ~ 16	3	9
17 ~ 52	5	15
53 ~ 96	8	19
97 ~ 200	13	20
200 以上	20	全数的 10%

平均故障间隔时间（MTBF）试验应按以下方法执行：

a）可选取多台仪器在正常工作条件下同时进行试验。

b）对抽样仪器，每间隔 0.5h 进行一次测试，试验时间根据被试仪器的数量确定。

c）当被试仪器发生故障时，应停止试验，排除故障。故障排除后，重新投入试验。

d）所有被试仪器的无故障工作时间依次为 t_1，t_2，…，t_n，则仪器的平均故障间隔时间按公式（B.5）计算；

$$T_{\mathrm{MTBF}}=\frac{1}{r}\sum_{i=1}^{n}t_i \qquad \cdots\cdots (B.5)$$

式中：

T_{MTBF}——平均故障间隔时间，单位为小时（h）；

r——被试仪器发生故障的总次数，r 为自然数；

t_i——第 i 个被试仪器无故障工作时间，单位为小时（h）；

n——被试仪器的总数量，n 为自然数。

e）在规定的试验过程中，当所有被试仪器没有发生故障时，平均故障间隔时间应等于所有被试仪器无故障工作时间的总和。

f）试验结果应满足 6.3.9 的要求。

附 录 C
（规范性附录）
保护功能试验方法

C.1 雷电防护试验

按 GB/T 3482 规定的方法进行试验。试验后，结果应满足 6.5.1 的要求，仪器应能正常工作。

C.2 过流保护试验

仪器处于正常工作状态，调节输出电压和输出电流达到额定值。调节负载，使输出电流过载，当达到输出电流过流保护限值时，结果应满足 6.5.2 的要求。

C.3 过热保护试验

仪器处于额定或超载工作状态，用数字温度计测量仪器内部温度。当达到或超过规定温升限值时，检查仪器工作状态，应满足 6.5.3 的要求。

C.4 故障报警试验

分别按 C.2 和 C.3 的规定进行过流保护试验和过热保护试验，检查仪器故障报警指示，结果应满足 6.5.4 的要求。

C.5 外壳防护试验

按 GB 4208 规定的方法进行试验，结果应满足 6.5.5 的要求。

参 考 文 献

[1] GB/T 10123—2001 金属和合金的腐蚀 基本术语和定义
[2] GB/T 19285—2014 埋地钢质管道腐蚀防护工程检验
[3] GB/T 21448—2008 埋地钢质管道阴极保护技术规范

中华人民共和国
石油天然气行业标准
恒电位仪通用技术条件
SY/T 7326—2016
*
石油工业出版社出版
（北京安定门外安华里二区一号楼）
北京中石油彩色印刷有限责任公司排版印刷
新华书店北京发行所发行
*
880×1230 毫米 16 开本 1.25 印张 36 千字 印 1—600
2017 年 5 月北京第 1 版 2017 年 5 月北京第 1 次印刷
书号：155021·7534 定价：25.00 元
版权专有 不得翻印