

<div></div> <div>中国石油天然气管道工程有限公司</div> <div>China Petroleum Pipeline Engineering Corporation</div> <div>工程设计综合甲级证书编号 A113016099</div> <div>工程勘察综合甲级证书编号 B113016099</div>	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
	延 113-延 133 井区产能 建设地面集输工程	文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		版 次：0
		阶 段：初步设计
		第 1 页 共 25 页


交流供电阴极保护电源设备技术规格书

0	供审批	马伟刚	付伟	郑安升	2023-06
A	供审查	马伟刚	付伟	郑安升	2023-05
版次	说明	编制	校对	审核	日期

 中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 2 页 共 25 页

目 录

1	范围 .....	3
2	名词定义 .....	3
3	总体要求 .....	3
4	遵循的标准规范 .....	4
5	供货范围及界面 .....	4
6	技术要求 .....	4
7	检验和测试 .....	11
8	铭牌/标志 .....	12
9	包装和运输 .....	13
10	技术文件提交要求 .....	13
11	技术服务 .....	14
12	验收 .....	14
13	售后服务 .....	15
14	附录 A 环境试验方法 .....	16
15	附录 B 电源设备性能测试方法 .....	17

 <b>中国石油天然气管道工程有限公司</b> China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 3 页 共 25 页

## 1 范围

本技术规格书规定了延 113-延 133 井区产能建设地面集输工程交流供电阴极保护电源设备在制造、测试、检验、运输和验收等方面的最低要求。

## 2 名词定义

本技术规格书用到的名词定义如下：

业主：项目投资人或使用单位。

采购方：业主委托的采购单位或管理单位。

设计：承担项目工程设计任务的设计公司或组织。

供货商：是指按照本技术规格书的要求为业主设计、制造、提供成套设备/材料的公司或厂家。

技术规格书：业主和设计方提供的完整的技术规定。

数据单：是指根据各工程项目实际情况，填入的用于订货的参数。

质保期：是指供货商承诺的对所供产品因质量问题而出现故障时提供免费维修及保养的时间段。

可控硅恒电位仪：采用可控硅技术实现输出量调节的恒电位仪；

高频开关恒电位仪：采用高频开关电源技术实现输出调节的恒电位仪；

硅整流器：利用硅二极管或可控硅将交流电转换成直流电的整流装置。

控制电位：通电状态下，通电点的设定电位；

额定输出电压（ $U_dN$ ）：阴极保护电源设备允许输出的最高电压(V)；

额定输出电流（ $I_dN$ ）：阴极保护电源设备允许输出的最大电流(A)；

标称控制电位（ $U_eN$ ）：阴极保护电源设备的最大控制电位(V)。


## 3 总体要求

### 3.1 质量承诺

本技术规格书意在指明该设备的基本原则和最低要求，并不减轻供货商为其所提供的设备制造、装配、检测、试验、性能和安全所负的全部责任。

供货商应对提供设备的质量、可靠性、使用寿命、技术服务、相关责任等做出承诺。

由业主和设计方签发的对设备的提议或建议，并不能免除供货商认可本技术规格书的所有要求或履行承诺时的任何责任。

 <b>中国石油天然气管道工程有限公司</b> China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 4 页 共 25 页

### 3.2 其他

本技术规格书应结合交流供电阴极保护电源设备数据单一起作为招投标文件的依据。

## 4 遵循的标准规范

在技术规格书出版时，所有版本均为有效。所有标准规范都会被修订，使用本技术规格书的各方应探讨、使用下列标准规范最新版本的可能性。供货商所提供的产品应遵循的标准规范主要包括但不限于以下所列：

GB 2536	电工流体 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油
GB/T 3836.2	爆炸性环境 第 2 部分：由隔爆外壳“d”保护的設備
GB/T 4208	外壳防护等级(IP 代码)
GB 6388	运输包装收发货标志
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	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	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/T 18802.21	低压电涌保护器 第 21 部分：电信和信号网络的电涌保护器（SPD）性能要求和试验方法

其它未列出的与本设备有关的标准规范，供货商有义务主动向业主和设计提供。所有标准规范均应为项目采购期时的有效版本。

## 5 供货范围及界面

供货商提供的设备应包括但不限于：


- 交流供电阴极保护电源设备
- 备品备件

## 6 技术要求

### 6.1 一般要求

6.1.1 阴极保护电源设备的机壳必须有接地端子，且应符合相关的国家安全标准的要求及有关设计文件的规定。

6.1.2 阴极保护电源设备的类型、额定输出电流、额定输出电压、控制电位范围见数据单要求。

 <p>中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation</p>	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 5 页 共 25 页

6.1.3 阴极保护电源设备内外表面不应有明显的凹痕、裂纹、变形等现象，标志应清晰，涂层不应起泡、龟裂、脱落或磨损；紧固件不应有锈蚀和其它机械损伤；多路设备应被完整地整合在 1 个机箱内。

6.1.4 在下列环境条件下阴极保护电源设备应能正常工作：

- 环境温度：-25℃～+40℃（室内），-25℃～+55℃（室外，油冷型）；
- 相对湿度：15%～90%；
- 大气压力：86kPa～106kPa；

6.1.5 阴极保护电源设备各输入输出端对机壳的绝缘电阻应不小于 10MΩ。

6.1.6 抗电强度

a) 交流电源输入端子对机壳应能承受 1500V（有效值）、50Hz 的试验电压，试验时间 1min，不出现飞弧或击穿现象。

b) 设备“零位接阴”端子分别与各远传接口的输出端子相互隔离，能承受 1500V（有效值）、50HZ 的试验电压，试验时间 1min 不出现飞弧或击穿现象。

6.1.7 保护功能

a) 防雷保护

1) 仪器的各输入、输出端应安装有雷电防护单元，并符合 GB/T3482 和 GB/T 18802.21 的规定。

2) 当阳极线、管道受到感应雷影响时，阳极线与阴极线之间、与零位接阴之间限幅电压 100-150V，过压通流容量 20kA(8/20μS)，漏电流≤20mA；参比线、零位线之间限幅电压 5V，感应雷的电压不超过 1.5kV(8/20μS)，漏电流<3μA(3V)。

b) 过流保护

1) 阴极保护电源设备必须具有过流保护装置。

2) 当阴极保护电源设备各路输出电流达到额定值的 110%时，应采用黄色指示灯指示，并发出报警，持续 2 分钟可自动限流。


c) 过热保护

当阴极保护电源设备机内温度超过规定值时，应自动停止输出。

d) 故障保护

阴极保护电源设备工作中出现故障时，应采用红色指示灯指示，并发出报警。

e) 一用一备系统互锁保护

 <p>中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation</p>	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 6 页 共 25 页

工作机与备用机之间应具有手动切换、自动切换和互锁功能。

### 6.1.8 数据传输要求

a) 当需实现远程测控时，应提供点对点或（和）数字接口。

b) 远传远控至少应具有以下功能：

1) 输出电压在  $0\text{ (V)} \sim U_{dN}\text{ (V)}$  范围内变化，“电压信号输出”端口应变换成  $4\text{mA} \sim 20\text{mA}$  的标准工业信号，变换误差应不大于 1%。

2) 输出电流在  $0\text{ (A)} \sim I_{dN}\text{ (A)}$  范围内变化，“电流信号输出”端口应变换成  $4\text{mA} \sim 20\text{mA}$  的标准工业信号，变换误差应不大于 1%。

3) 当采用硫酸铜参比电极时，管地电位在  $0\text{ (V)} \sim -U_{eN}\text{ (V)}$  范围内变化，“电位信号输出”端口应变换成  $4\text{mA} \sim 20\text{mA}$  的电流信号，变换误差应不大于 1%；当采用高纯锌参比电极时，管地电位在  $+1\text{ (V)} \sim -U_{eN}\text{ (V)}$  范围内变化，“电位信号输出”端口应变换成  $4\text{mA} \sim 20\text{mA}$  的电流信号，变换误差应不大于 1%。

4) 远控输出通断功能：当输入高电平远控通断信号时，系统进入通/断的间歇测试状态；输入低电平远控通断信号时，系统恢复连续电流输出状态,响应时间小于 10mS；10h 累计时钟误差不超过 100mS。

5) 就地控制通断功能：多路输出电源设备应具有就地独立控制或同时控制各路输出通断功能。

6) 通过数字通讯接口，计算机应能测量到输出电压、输出电流、保护电位值，测量误差应不大于 1.5%。远控输出通断功能：当设备接收到执行通断的信号时，系统进入通/断的间歇测试状态；接收到结束通断信号时，系统恢复连续电流输出状态，响应时间小于 10mS；通/断的间歇测试状态 10h 累计时钟误差不超过 100mS。

### 6.1.9 自检功能

恒电位仪应具有自检功能。


### 6.1.10 冷却方式

冷却方式有空冷或油冷两种方式。

### 6.1.11 系统温升要求

系统满载 24h 时，其极限温升应符合表 1 的要求。

表 1 系统温升要求

 <b>中国石油天然气管道工程有限公司</b> China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 7 页 共 25 页

部件和部位	极限温升 (°C)
主电路半导体件外壳	45
与半导体器件相连接的铜母线的螺钉固定处	裸铜 45；有锡镀层 55
与半导体器件相连接的绝缘导线	35
主电路上阻、容元件	距外表面 30mm 处的空气：25
变压器、电抗器的线圈、铁芯	60 (A 级绝缘)、80 (B 级绝缘) 不损伤相接触的绝缘零件

油冷型设备油温温升应不大于 30°C，当油温达到 85°C 时，应自动转过热保护，冷却油应符合 GB 2536 的规定。

#### 6.1.12 测量、显示

阴极保护电源设备应能测量和显示各路输出电压、输出电流、管地电位、电源电压等参数，精度不应低于 1.5 级，同时采用指示灯显示各个工作状态。可监测电源的输入电压。

采用数字显示式仪表时，数字应清晰、明亮，显示窗应设置在方便观察的位置。

#### 6.1.13 接线端子

阴极保护电源设备接线板上应装有电源输入、阳极输出、阴极输出、零位接阴、参比输入、机壳接地等接线端子，接线柱应安装在绝缘板上并有文字标识，接线柱的大小满足连接线横截面积的要求，同时要满足强度要求。接线板上应设有维修专用的电源插座。如有传输要求，接线板上应设置数据传输接口。

#### 6.1.14 “三防”要求

机内电路板、导线焊接点应采取防霉、防潮、防尘处理。

#### 6.1.15 机壳防护等级

机壳采用厚度不小于 1.5 mm 的冷轧钢板成形，表面采用静电喷塑防腐处理，机壳防护等级：室外 IP55 及以上，室内 IP31 及以上，且满足 GB4208 要求。

#### 6.1.16 防爆等级


防爆等级应满足 GB 3836.2 的要求。

#### 6.1.17 负载等级

阴极保护电源设备负载等级应满足 GB/T 3859.1 的 1 级要求。

#### 6.1.18 噪声

阴极保护电源设备运行噪声应不高于 95dB(A)，但与电气、仪表等设备安装在一

 <b>中国石油天然气管道工程有限公司</b> China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 8 页 共 25 页

个房间时，噪声应不高于 80 dB(A)，要求安静环境时，应不高于 65 dB(A)。

#### 6.1.19 使用寿命

阴极保护电源设备正常运行条件下连续使用寿命不低于 10 年。

### 6.2 可控硅恒电位仪

#### 6.2.1 电源要求

单相  $220 \pm 10\%$  V，频率： $50 \pm 5\%$  Hz；

三相  $380 \pm 10\%$  V，频率： $50 \pm 5\%$  Hz。

#### 6.2.2 输出电压、输出电流范围

输出电压的可调范围应不窄于  $2\%U_dN \sim 100\%U_dN$ ，输出电流的可调范围应不窄于  $2\%I_dN \sim 100\%I_dN$ 。

#### 6.2.3 恒电位控制范围

恒电位的控制范围应根据被保护结构的类型和所用参比电极的类型来确定，并应在该范围内连续可调。当碳钢和低合金钢阴极保护采用 Cu/CuSO<sub>4</sub> 参比电极时，其恒电位控制范围见数据表。

#### 6.2.4 恒电位精度

当负载变化、电网电压在本标准规定的范围变化时，恒电位仪的通电点电位值的变化应小于 5mV。

#### 6.2.5 参比电极输入端输入阻抗应不小于 1 MΩ。

#### 6.2.6 恒电位仪应具备下列运行模式

- a) 恒电位
- b) 恒电流
- c) 整流器

#### 6.2.7 交流纹波系数


恒电位仪处于额定状态工作时，其输出纹波系数应不大于 5%。

#### 6.2.8 抗干扰能力

a) 抗持续干扰特性：仪器应具有抗交流 50 Hz 工频干扰功能，在“参比电极”端子与“零位接阴”端子之间加入 50Hz、30V 持续干扰电压时，保护电位值的变化不大于 5mV。

b) 抗瞬间干扰特性：参比线、零位线之间瞬间应能承受 4J、1500V 过电压。



 <b>中国石油天然气管道工程有限公司</b> China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 9 页 共 25 页

#### 6.2.9 偏离控制电位误差报警功能

当通电点电位偏离控制电位  $30\text{ mV} \sim 100\text{ mV}$  时，恒电位仪应能声光报警。

#### 6.2.10 恒电位转换恒电流功能

恒电位仪无法恒电位运行时，应具备自动转换成恒电流工作方式的功能。同时具备手动锁定恒电位工作方式的功能，手动锁定恒电流工作方式的功能。

##### a) 恒电流设定范围

恒电流方式工作时，控制电流应在  $2\%I_{dN} \sim 100\%I_{dN}$  的范围内连续可调。

##### b) 恒电流精度

恒电流方式工作时，在  $2\%I_{dN} \sim 100\%I_{dN}$  规定的电流工作范围内，恒电流的控制精度应为  $\pm 1\%$ ，且偏移量不超过  $50\text{mA}$ 。

#### 6.2.11 极性反接保护

阴阳极输出接反，恒电位仪应停止输出。

#### 6.2.12 漂移特性

恒电位仪在额定状态下持续工作，通电点电位值的变化应小于  $5\text{mV}$ 。

#### 6.2.13 通断模式

应具有就地控制通 12S/断 3S 的测试模式，并应与检测仪器的通断模式相匹配。

### 6.3 高频开关恒电位仪电源

#### 6.3.1 电源要求

单相  $220 \pm 10\% \text{ V}$ ，频率： $50 \pm 5\% \text{ Hz}$ ；

三相  $380 \pm 10\% \text{ V}$ ，频率： $50 \pm 5\% \text{ Hz}$ 。

#### 6.3.2 输出电压、输出电流范围


输出电压的可调范围应不窄于  $1\%U_{dN} \sim 100\%U_{dN}$ ，输出电流的可调范围应不窄于  $1\%I_{dN} \sim 100\%I_{dN}$ 。

#### 6.3.3 恒电位控制范围

恒电位的控制范围应根据被保护结构的材料和所用参比电极的类型来确定，并应在该范围内连续可调。当碳钢和低合金钢阴极保护采用  $\text{Cu}/\text{CuSO}_4$  参比电极时，其恒电位控制范围见数据表。

#### 6.3.4 恒电位精度

当负载变化、电网电压在本标准规定的范围变化时，通电点电位值的变化应小于

 <p>中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation</p>	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 10 页 共 25 页

5mV。

6.3.5 参比电极输入端输入阻抗应不小于 1 MΩ。

6.3.6 恒电位仪应至少具备下列运行模式

- 恒电位
- 恒电流
- 整流器（手动）

6.3.7 交流纹波系数

恒电位仪处于额定状态工作时，其输出纹波系数应不大于 2%。

6.3.8 抗干扰能力

a) 抗持续干扰特性：仪器应具有抗交流 50 Hz 工频干扰功能，在“参比电极”端子与“零位接阴”端子之间加入 50Hz、30V 干扰电压时，保护电位值的变化不大于 5mV。

b) 抗瞬间干扰特性：参比线、零位线之间瞬间能承受 4J、1500V 过电压。

6.3.9 偏离控制电位误差报警功能

当通电点电位偏离控制电位 30 mV～100 mV 时，仪器应能声光报警。

6.3.10 恒电位转换恒电流功能

恒电位仪无法恒电位运行时，应具备自动转换成恒电流工作方式的功能。同时具备手动锁定恒电位工作方式的功能，手动锁定恒电流工作方式的功能。

a) 恒电流设定范围

恒电流方式工作时，控制电流应在 1%IdN～100%IdN 的范围内连续可调。

b) 恒电流精度

恒电流方式工作时，在 2%IdN～100%IdN 规定的恒电流工作范围内，恒电流的控制精度应为±1%且偏移量不高于 50mA。

6.3.11 极性反接保护


三种运行模式下阴阳极输出接反，恒电位仪均应无输出，并应与检测仪器的通断模式相匹配

6.3.12 漂移特性

恒电位仪在额定状态下持续工作，通电点电位值的变化应小于 5mV。

6.3.13 通断模式

应具有就地控制通 12S/断 3S 的通断模式，并应与检测仪器的通断模式相匹配。

 <p>中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation</p>	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 11 页 共 25 页

## 6.4 硅整流器

### 6.4.1 电源要求

交流供电电源：

单相  $220\pm 10\%$  V，频率： $50\pm 5\%$  Hz

三相  $380\pm 10\%$  V，频率： $50\pm 5\%$  Hz。

### 6.4.2 输出电压、输出电流范围

输出电压的可调范围应为 0（或  $2\% U_{dN}$ ） $\sim 100\% U_{dN}$ ，输出电流的可调范围应为 0（或  $2\% I_{dN}$ ） $\sim 100\% I_{dN}$ 。

### 6.4.3 调节方式

可采用下列之一的调节方式，实现输出电压、输出电流的调节。

a) 步进式调节：采用粗调、中调、细调三组开关，实现在额定输出电压范围内达到 64 阶以上的电压调节。

b) 自耦变压器调节：采用自耦变压器，实现输出电压的连续调节。

c) 可控硅调节：通过改变可控硅的导通角，实现输出电压  $2\% U_{dN} \sim 100\% U_{dN}$ 、输出电流  $2\% I_{dN} \sim 100\% I_{dN}$  的连续调节。

d) 输出端串联可变电阻器，实现输出电流  $2\% I_{dN} \sim 100\% I_{dN}$  的调节。

### 6.4.4 通断模式

应具有就地控制通 12S /断 3S 的通断模式，并应与检测仪器的通断模式相匹配。

## 7 检验和测试

### 7.1 采购方检查

7.1.1 采购方或采购方代表有权检查供货商根据本技术规格书要求所做的任一或所有工作，并可以出入（在正常工作时间内）供货商正在进行相关工作的任何场所。


7.1.2 供货商应在合同签约后 14 天内将生产计划通知采购方，任何试验开始前至少 14 天通知采购方，以便采购方有时间安排采购方代表亲自验证这些试验。

7.1.3 采购方代表的检查不能减轻供货商应负的任何责任。

### 7.2 例行检验

7.2.1 例行试验应由制造商质检部门和具有相应资质的第三方质检单位完成，并由第三方出具全部的试验报告。

7.2.2 有下列情况之一时，应进行例行试验：

 中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 12 页 共 25 页

- 新试制的产品；
- 产品的设计、工艺或所用原材料的改变会影响产品性能；
- 停产多年后再次生产的产品；
- 批量生产的产品，每年进行一次例行试验。

7.2.3 例行试验的样品应从出厂检验的合格品中随机抽取，数量不少于二套产品。

7.2.4 例行试验包括环境试验、防雷功能试验和附录 B 规定的试验。例行试验应先进行环境试验和防雷功能试验，合格后再逐项按附录 B 的项目进行检验。环境试验应符合附录 A 的规定，防雷试验应执行 GB/T3482 的要求。

7.2.5 试验中任意一项不符合本技术规格书第 6 章的要求均判为故障，此时应全面分析原因，按故障分类处理。故障类型分为非偶发性故障和偶发性故障。

a) 凡由仪器设计、制造等因素造成的故障为非偶发性故障，凡出现非偶发性故障则判例行试验不合格。

b) 凡由元器件偶然失效或工艺上偶然疏忽引起的故障为偶发性故障，试验过程中允许出现偶发性故障次数不得多于二次，否则判例行试验不合格。出现偶发性故障后允许修复，并将故障数计入故障总数中，在不超过规定次数情况下继续进行检验，若修复故障必须重新调整参数时，则应进行项目的全部试验，若在试验中出现相同的故障，则应判例行试验不合格。

7.3 出厂试验

7.3.1 出厂试验应按附录 B 规定的方法逐项进行。

7.3.2 出厂试验应由制造单位质检部门在常温下进行，出厂试验合格后，应出具检验合格证。


7.3.3 试验中任意一项不符合本技术规格书第 6 章的要求均判为该产品不合格，允许返修、复检，复检合格后方可出具合格证。

8 铭牌/标志

8.1 铭牌

产品铭牌应安装于柜体的明显位置，铭牌的内容至少应包括产品规格型号及名称、功率、外形尺寸、重量、制造厂名称、编号、出厂日期等。多路输出设备还应分别标明各路额定输出电流、额定输出电压。

8.2 二维码标签

 <p>中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation</p>	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 13 页 共 25 页

- a) 供货商应在材料包装上安装二维码标签。
- b) 二维码的尺寸宜为 26mm×26mm，外观形式为贴签，材质为 PET 标签纸。
- c) 二维码中应保存用于识别设置对象属性的基本内容，应至少包括以下内容：

产品名称、型号、制造厂名称、出厂日期、基本技术参数等。

## 9 包装和运输

产品的包装应做到防尘、防潮、防振动等，符合电子仪器长途运输的要求。仪器应用塑料袋外包再装入木箱，木箱内应有产品使用说明书（含电原理图）、检验合格证等文件、相应的备品备件。产品外包装箱上应写明：厂名及地址、产品型号及名称、产品标准号、产品序号、产品的毛重等。包装箱表面的储运图示标志应符合 GB191 的要求，收发货标志应符合 GB6388 的要求。

## 10 技术文件提交要求

### 10.1 订货后提交文件


订货合同签订后两周内，供货商应向业主提供如下图纸和文件的电子版 1 份，纸件 2 份：

- a) 尺寸及安装要求
- b) 储存、搬运要求
- c) 测试检验报告
- d) 产品合格证和质量证明书
- e) 装箱清单
- f) 其它采购方需要的文件

### 10.2 供货时随设备/材料/系统一并提交文件

供货时，供货商应向业主提供如下图纸和文件电子版 1 份，纸件每箱一份：

- a) 供货商应根据项目要求向业主提供满足要求的数据项定义表（电子版）；
- b) 安装说明书（含现场安装检测、运行指南及维护、检修指南）
- c) 操作和维修手册
- d) 安装总图（含产品电原理图及接线图）
- e) 装箱清单
- f) 测试检验报告
- g) 产品合格证和质量证明书

 <b>中国石油天然气管道工程有限公司</b> China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 14 页 共 25 页

h) 其它采购方需要的文件

#### 10.4 其他

除以上要求提交的文件外，承包商还应按照招标文件进度要求提交其他相关技术文件。

### 11 技术服务

#### 11.1 技术支持

设备安装过程中，供货商应根据业主要求在 48 小时内派服务工程师到现场提供现场安装指导。

#### 11.2 培训

设备调试前，供货商应对维护管理人员和安装调试人员进行培训，并共同完成设备调试。

### 12 验收

#### 12.1 工厂验收

产品制造厂应按照技术规格书及标准进行相关的检验和试验，并完成相应报告、证书，以及产品加工过程中质量记录等，以备业主验收。

#### 12.2 到货验收

货物到达业主指定地点(库房或现场)后，由业主指定代表、供货商代表签字确认。检查验收的项目包括：包装与标志、外观、产品合格证以及检验与检测质量证明文件、备品及备件和按装箱清单要求的相关技术文件。

#### 12.3 最终验收

电源设备安装后投运前应进行验收检验，验收检验应包括以下项目：

##### 12.3.1 外观检验


检查电源设备的表面、显示、接线端子、机壳应分别满足本技术规格书的相关要求。

##### 12.3.2 备品备件及资料完整性检验

备品备件应当满足正常运行 2 年的正常损耗需求和/或购置合同的规定，提交的技术文件资料至少应满足本技术规格书的要求。

##### 12.3.3 功能符合性检验

检验阴极保护电源设备运行模式、一用一备系统的互锁功能、数据接口、24h 连

 <b>中国石油天然气管道工程有限公司</b> China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 15 页 共 25 页

续运行；输出电压、输出电流、控制电位是否可调，以及阴极保护电源设备的稳定性要求等。当功能符合性检验达不到要求时，供货商应及时修复，现场无法修复时，应更换或退货。

### 13 售后服务

13.1 当设备出现故障或不能满足业主要求时，供货商应按业主要求排除故障，直到业主满意为止。


13.2 在保修期内，当设备需要维修或更换部件时，在业主的要求下，供货商应派有经验的工程师到现场进行技术支持。

13.3 当业主需要供货商提供服务时，供货商应在 24 小时内作出答复，（如必要）在 48 小时内派服务工程师到现场。

13.4 在质保期内，供货商负责对业主提出的质量异疑做出书面明确答复。确属质量问题时，供货商应及时采取保护措施且负责免费更换。并相应延长其保质期。

13.5 产品寿命期内，供货商应确保所有零备件的供应。



 <p>中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation</p>	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 16 页 共 25 页

## 14 附录 A 环境试验方法

### A.1 工作温度下限试验

按 GB/T2423.1 中“试验 Ad”进行，恒电位仪处于额定工作状态，置放在温度为  $-25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  的恒温箱内，放置 2h 后，恒电位仪应能正常工作。

### A.2 储存温度下限试验

按 GB/T2423.1 中“试验 Ab”进行，恒电位仪用聚乙烯薄膜密封好，内放少量干燥剂，在  $-40^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  的恒温箱内放置 4h，然后在常温下恢复 2h，再进行最后检测。

### A.3 工作温度上限试验

按 GB/T2423.2 中“试验 Bd”进行，恒电位仪处于额定工作状态，置放在温度为  $+50^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  的恒温箱内，放置 2 h 后，恒电位仪应能正常工作。

### A.4 储存温度上限试验

按 GB/T2423.2 中“试验 Bb”进行，恒电位仪置放在温度为  $+55^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  的恒温箱内，放置 4h，然后在常温下恢复 2h，再进行最后检测。

### A.5 工作条件下恒定湿热试验

按 GB/T2423.3 中“试验 Ca”进行，恒电位仪处于额定工作状态，置于温度为  $50^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 87%～93% 的恒温恒湿箱中，放置 4h 后应正常工作。

### A.6 储存条件下恒定湿热试验

按 GB/T2423.3 中“试验 Ca”进行，恒电位仪置于温度为  $55^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 90%～95% 的恒温恒湿箱中，存放 48h 后，立即按 B.1 的要求进行绝缘电阻检测，其结果应符合 6.1.5 的要求，然后在常温下恢复 2h，再进行最后检测。



 中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 17 页 共 25 页

15 附录 B 电源设备性能测试方法

B.1 绝缘电阻测试方法

断开电源设备所有外部连线，将 1000V 兆欧表接入电源设备各输入、输出端子与机壳接地端子之间，测量其绝缘电阻值。

B.2 抗电强度测试方法

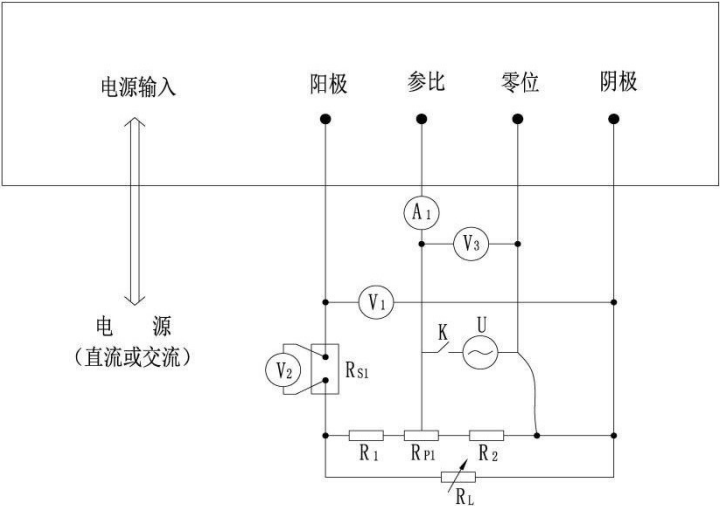
将高压试验仪的“电流选择”置 10mA 档，高压棒接至电源设备电源输入端子与机壳接地端子之间，施加试验电压，使试验电压在 5s~10s 内逐渐增加到 6.1.6 规定的试验值（有效值），维持 1min，试验结果应符合 6.1.6 的要求。

B.3 保护功能测试方法

B.3.1 过流保护功能测试

1) 恒电位仪

将恒电位仪置恒电位工作状态，如图 1 所示调节负载电阻  $R_L$  及采样分压器，监视图 1 中的电压表  $V_1$  和分流电阻  $R_{S1}$  两端的电压表  $V_2$ ，使输出电压、输出电流为额定值，再使恒电位仪超载，输出电流达到额定值 102%~110%时，测试结果应符合 6.1.7 b) 的要求。



图中元器件：

$R_L$  ——负载电阻，额定功率大于恒电位仪额定输出功率的一倍，阻值为  $0.5\Omega\sim3\Omega$  可调；

$R_1$ 、 $R_{P1}$ 、 $R_2$ ——采样分压器， $R_1$  为 RJ-1/2W-10K $\Omega$  电阻， $R_{P1}$  为 RXD3-10K $\Omega$  电位器， $R_2$  为 RJ-1/2W-10 $\Omega$  电阻。


$R_{S1}$ ——分流电阻，精度 0.5 级。

图中测试仪表：

U——30V 交流干扰源；

$V_1$ 、 $V_2$ （A2）、 $V_3$ ——数字万用表；

$A_1$ ——直流微安表（分辨率 $\leq 0.01\mu A$ ）；

 中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 18 页 共 25 页

K——开关。

需要的其它测试仪器：1000V 兆欧表、高压试验仪、毫伏计。

图 1 恒电位仪接线基本测试电路图

## 2) 硅整流器

如图 2 所示调节负载电阻  $R_L$ ，监视图 2 中的电压表  $V_1$  和分流电阻  $R_{S1}$  两端的电压表  $V_2$ ，使输出电压、输出电流为额定值，再使硅整流器超载，输出电流达到额定值 102%~110%时，测试结果应符合 6.1.7 b) 的要求。

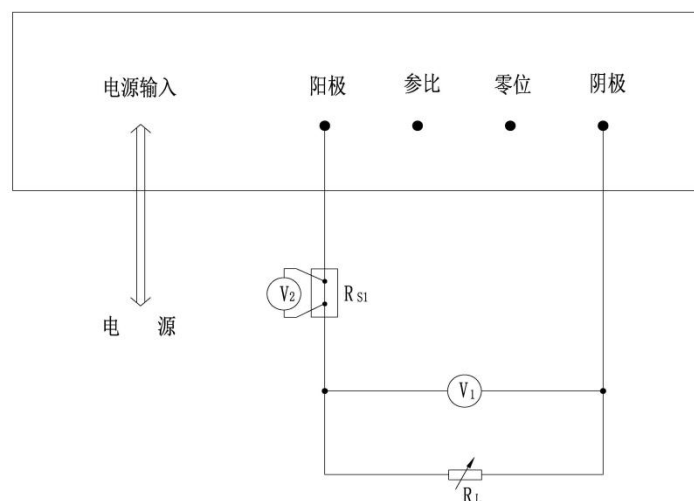


图 2 硅整流器接线基本测试电路图

### B.3.2 过热保护功能测试

使电源设备工作于额定状态，用点温计测量电源设备内带散热器的半导体器件和电源变压器的温度，当温度达到  $80^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  时，电源设备应能自动切断输出。

### B.3.3 故障保护功能测试

使电源设备工作于恒电位状态，卸下工作机输出熔断器，使其故障，故障指示灯应亮，并发出报警鸣音。

### B.3.4 一用一备系统互锁功能测试

任意按下控制台面板上的“A机工作”或“B机工作”按钮，系统工作状态应符合本标准 6.1.7 e) 的要求。


## B.4 数据传输功能测试方法

### B.4.1 模拟通讯功能测试

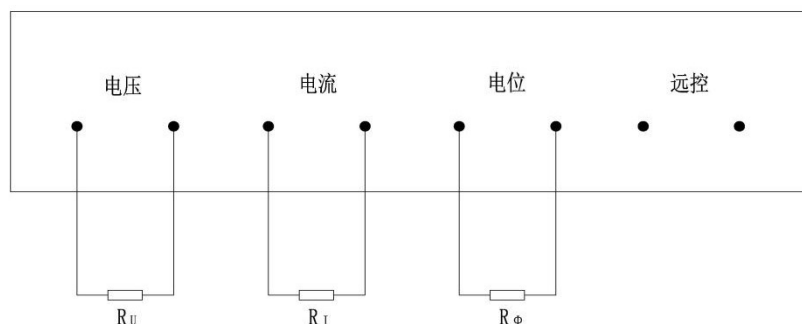
#### 1) 电压信号输出接口测试

如图3所示接好电路。

调节电源设备使系统的输出电压分别为  $0\text{V}$ 、 $1/2U_{dN}$ 、 $U_{dN}$ ，用 4 位半数字表测量图 3 中流经精密电阻  $R_U$  两端的电压分别为  $V_{U1}$ 、 $V_{U2}$ 、 $V_{U3}$ ，并计算流经精密

 中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 19 页 共 25 页

电阻的电流  $I_{U1}$ 、 $I_{U2}$ 、 $I_{U3}$ ，按式（1）、式（2）、式（3）计算得到的变换精度应符合 6.1.8 b) 1) 的要求。



图中元器件：

$R_U$ 、 $R_I$ 、 $R_\phi$ ——250 $\Omega$ 精密电阻，精度为 0.5 级；

测试仪表：

交流电压表、4 位半数字万用表、5 位半数字万用表、1.5 级电流表(75mV)、微安表。

图3 模拟通讯功能传输接口试验电路图

0V 变换精度计算如式（1）所示：

$$\delta_{u1} = \frac{|I_{u1} - 4mA|}{20mA} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

1/2 $U_{dN}$ 变换精度计算如式（2）所示：

$$\delta_{u2} = \frac{|I_{u2} - 12mA|}{20mA} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

$U_{dN}$ 变换精度计算如式（3）所示：


$$\delta_{u3} = \frac{|I_{u3} - 20mA|}{20mA} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

## 2) 电流信号输出接口测试

如图 3 所示接好电路，调节电源设备使系统的输出电流分别为 0 A、1/2 $I_{dN}$ 、 $I_{dN}$ ，用 4 位半数字表测量图 3 中流经标准电阻  $R_I$  两端的电压分别为  $V_{I1}$ 、 $V_{I2}$ 、 $V_{I3}$ ，并计算流经精密电阻的电流  $I_{I1}$ 、 $I_{I2}$ 、 $I_{I3}$ ，按式（4）、式（5）、式（6）计算得到的变换精度应符合 6.1.8 b) 2) 的要求。

0A 变换精度计算如式（4）所示：

$$\delta_{I1} = \frac{|I_{I1} - 4mA|}{20mA} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

 中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 20 页 共 25 页

1/2I<sub>dN</sub> 变换精度计算如式（5）所示：

$$\delta_{12} = \frac{|I_{12} - 12mA|}{20mA} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

I<sub>dN</sub> 变换精度计算如式（6）所示：

$$\delta_{13} = \frac{|I_{13} - 20mA|}{20mA} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (6)$$

### 3) 参比电位信号输出接口测试

如图3所示接好电路，将恒电位仪的控制电位设定成机内给定，调节恒电位仪的“控制调节”电位器，使系统参比输入端的参比电位分别为0V、-1/2U<sub>eN</sub>、-U<sub>eN</sub>，用 5 位半数字表测量图 1 中流经标准电阻R<sub>Φ</sub>两端的电压分别为V<sub>Φ1</sub>、V<sub>Φ2</sub>、V<sub>Φ3</sub>，并计算流经精密电阻的电流I<sub>Φ1</sub>、I<sub>Φ2</sub>、I<sub>Φ3</sub>，按式（7）、式（8）、式（9）计算得到的变换精度应符合 6.1.8 b) 3) 的要求。

0V 参比电位变换精度计算如式（7）所示：

$$\delta_{\Phi 1} = \frac{|I_{\Phi 1} - 4mA|}{20mA} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (7)$$

-1/2U<sub>eN</sub> 参比电位变换精度计算如式（8）所示：

$$\delta_{\Phi 2} = \frac{|I_{\Phi 2} - 12mA|}{20mA} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (8)$$

-U<sub>eN</sub> 参比电位变换精度计算如式（9）所示：

$$\delta_{\Phi 3} = \frac{|I_{\Phi 3} - 20mA|}{20mA} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (9)$$

### 4) 远控输出通断功能测试

如图 4 所示接好电路，在远控信号输入端加入远控通断控制信号（或控制指令），使两台电源设备同时进入通断运行模式。连续检测 10h，通过双踪脉冲示波器，对比两台电源设备同步通断累计时钟误差，应满足 6.1.8 b) 4) 的要求；调节远控信号源运行周期，检验电源设备是否符合 6.2.13、6.3.13、6.4.4 的要求。

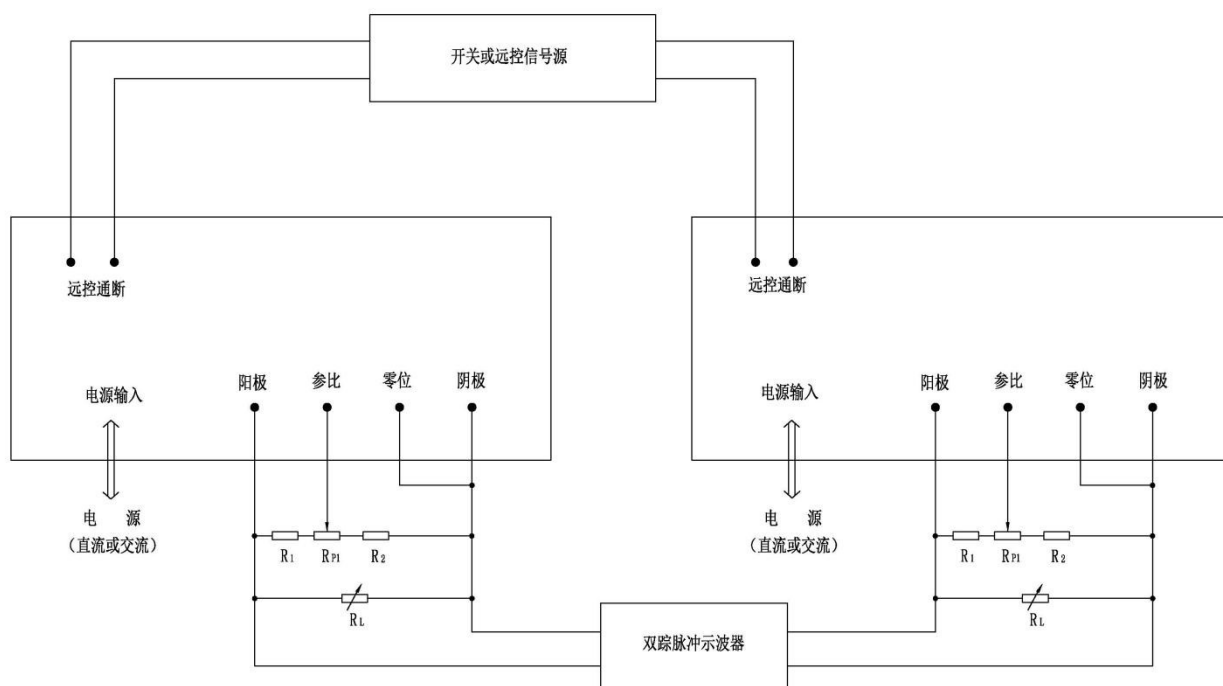


图4 远控通断测试接线图

#### B.4.2 数字通讯接口数据采集功能测试

如图 5 所示建立电源设备与计算机的通讯连接，调节电源设备使系统的输出电压分别为 0 V、 $1/2U_{dN}$ 、 $U_{dN}$ ，输出电流分别为 0 A、 $1/2I_{dN}$ 、 $I_{dN}$ ，参比输入端的参比电位分别为 0mV、 $-1/2U_{eN}$ 、 $-U_{eN}$ ，通过计算机分别读取电源设备的输出电压  $U_{Mn}$  ( $U_{M1}$ 、 $U_{M2}$ 、 $U_{M3}$ )、输出电流  $I_{Mn}$  ( $I_{M1}$ 、 $I_{M2}$ 、 $I_{M3}$ )、保护电位  $U_{eMn}$  ( $U_{eM1}$ 、 $U_{eM2}$ 、 $U_{eM3}$ ) 值，按式 (10) ~ (18) 计算得到的测量精度应符合 6.1.8 b) 6) 的要求。

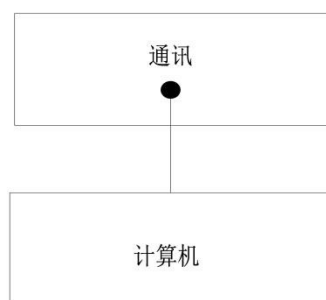



图5 数字通讯功能传输接口试验电路图

0V 的测量精度为:

$$\delta_{u1} = \frac{U_{M1}}{U_{dN}} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

$1/2U_{dN}$  的测量精度为:

 <b>中国石油天然气管道工程有限公司</b> China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 22 页 共 25 页

$$\delta_{u2} = \frac{U_{M2}}{U_{dN}} \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

U<sub>dN</sub> 的测量精度为：

$$\delta_{u3} = \frac{U_{M3}}{U_{dN}} \times 100\% \dots\dots\dots (12)$$

0A 的测量精度为：

$$\delta_{I1} = \frac{I_{M1}}{I_{dN}} \times 100\% \dots\dots\dots (13)$$

1/2I<sub>dN</sub> 的测量精度为：

$$\delta_{I2} = \frac{I_{M2}}{I_{dN}} \times 100\% \dots\dots\dots (14)$$

I<sub>dN</sub> 的测量精度为：

$$\delta_{I3} = \frac{I_{M3}}{I_{dN}} \times 100\% \dots\dots\dots (15)$$

0mV 参比电位的测量精度为：

$$\delta_{\Phi1} = \frac{U_{eM1}}{U_{eN}} \times 100\% \dots\dots\dots (16)$$

-1/2U<sub>eN</sub> 参比电位的测量精度为：

$$\delta_{\Phi2} = \frac{U_{eM2}}{U_{eN}} \times 100\% \dots\dots\dots (17)$$

-U<sub>eN</sub> 参比电位的测量精度为：

$$\delta_{\Phi3} = \frac{U_{eM3}}{U_{eN}} \times 100\% \dots\dots\dots (18)$$


数字通讯接口的远控通断功能测试参见 B.4.1 4)，试验结果应满足 6.1.8 b) 6) 的要求。

## B.5 系统温升测试方法

交流电源电压为额定值的 110%（直流电源电压为额定值的 117.5%），系统输出额定电压及额定电流，持续满载运行 24h，温升应本标准表 1 的要求。

## B.6 负载等级测试方法

应执行 GB3859.1 的测试方法，和系统温升测试同时进行。

 <b>中国石油天然气管道工程有限公司</b> China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	技术规格书	项目号: XAOGE202300106
		文件号: YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 23 页 共 25 页

## B.7 噪声测试方法

应执行 GB3859.1 中的测试方法。

## B.8 输出电压、输出电流范围测试方法

B.8.1 按图 1 或图 2 所示接好附属元器件、然后接通电源，使电源电压为标称电压值，让电源设备进入“正常”工作状态。

B.8.2 调节恒电位仪使控制电位为  $1/2U_{eN}$ ，调节采样分压器或负载电阻，以改变输出电压和输出电流的大小，测试输出电压、输出电流的变化范围；调节硅整流器输出端子，测试输出电压、输出电流变化范围。

## B.9 恒电位控制范围测试方法

保持 B.8 条的测试状态，先调节控制电位为  $U_{eN}$ ，再调节采样分压器和负载电阻，使输出电压、输出电流达到额定值，随后调试恒电位仪测试控制电位的可调范围。

## B.10 恒电位精度测试方法

恒电位仪输出额定电压，负载电阻（电阻值不大于  $30\Omega$ ）在额定负载到轻载之间变化，电源电压按本标准 5.1 要求的范围变化，保护电位在  $0 \sim -U_{eN}$  (V) 的变化范围内电源设备显示的设定电位值  $U_{de}$ ：0、 $-1/2U_{eN}$  (V) 及  $-U_{eN}$  (V)，监测 4 位半数字电压表  $V_3$  上显示值与上述电位相对应的最大绝对值  $U_{Me}$ ，按式 (19) 计算恒电位精度  $\Delta U_e$ 。

$$\Delta U_e = |U_{Me} - U_{de}| \cdots \cdots (19)$$

## B.11 参比回路输入阻抗测试方法

在 B.9 检验基础上，电源电压为标称值，如本方法图 1 所示，将 0.5 级微安表  $A_1$  串接于“参比”回路，微安表正端按在恒电位仪的“参比电极”接线柱上，负端接在  $V_3$  正极，测试流经“参比电极”接线端的电流量  $I_c$ ，由  $V_1$  测量电位实际值  $U_{eN1}$ ，按式 (20) 计算参比回路输入阻抗。

$$\text{参比输入阻抗} = \frac{U_{eN1}}{I_c} \cdots \cdots (20)$$

## B.12 交流纹波系数测试方法

保持 B.1 条的测试状态，恒电位仪置于额定工作状态，用毫伏计测量输出阴极与输出阳极间的交流纹波电压值  $U'$ ，按式 (21) 计算负载纹波系数。

$$\text{负载纹波系数} = \frac{U'}{U_{dN}} \times 100\% \cdots \cdots (21)$$

## B.13 抗干扰能力测试方法

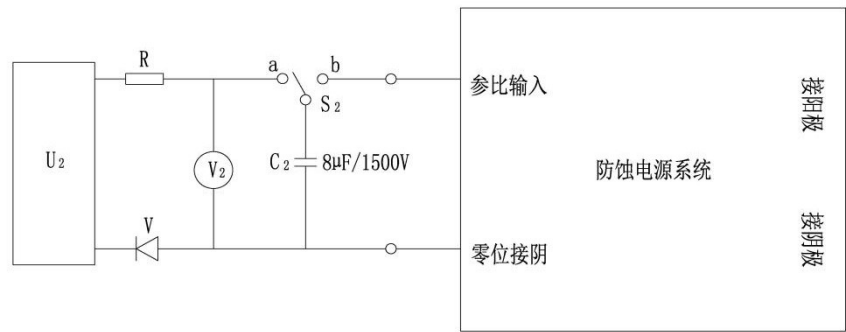
 中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 24 页 共 25 页

B.13.1 抗持续干扰

在本标准 B.11 检验基础上，输出电压、输出电流 置于额定值，将图 1 中 K 合上，且将 30V、50Hz 干扰源加于“参比”与“零位”之间，恒电位仪应能正常工作，恒电位仪显示的保护电位值变化不大于 5mV。

B.13.2 抗瞬间干扰（参比输入端瞬变过电压承受能力试验）

B.13.2.1 按图 6 所示接好充电电阻、充电电容、电源和测试仪表，置开关于空档。



图中元器件：

R——充电电阻；

C<sub>2</sub>——充电电容，以提供过电压和瞬变能量，其值应按 GB/T3859.4-2004/IEC 60146-2:1999 《半导体变流器 包括直接直流变流器的半导体自换相变流器》计算；

电源：

U<sub>2</sub>——高压测试仪；

测试仪表：

V<sub>2</sub>——3 位半数字电压表，指示瞬间过电压值。

图 6 抗瞬间干扰试验图

B.13.2.2 系统轻载运行，先将 S<sub>2</sub> 开关置“a”位置，使得电容 C<sub>2</sub> 上的充电电压为 1500V，然后 S<sub>2</sub> 转至“b”位置，向参比输入端施加瞬间过电压，试验结果应符合本标准的要求。重复试验三次。


B.14 偏离控制电位误差报警功能测试方法

在 B.13 检验基础上，用“参比电极”接线开路的方法，“参比电极”接线开路前和恒电位仪报警声响时，保护电位显示值之差为偏差报警值。

B.15 恒电位转恒电流功能测试方法

保持 B.8 条的测试状态，让恒电位仪的参比电极断路或处于限流状态，发出声光报警大于 20s 之后，观察恒电位仪的工作状态。



 <b>中国石油天然气管道工程有限公司</b> China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	技术规格书	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S01-GI001#EAC-SP-0108
		第 25 页 共 25 页

## B.16 恒电流设定范围测试方法

在 B.15 的检验基础上，让恒电位仪进入“恒电流”工作状态，仪器的恒电流状态指示灯应亮，调节电源设备，监视分流器  $R_{S1}$  两端的电压表  $V_2$ ，测试恒电流设定范围。

## B.17 恒电流精度测试方法

在 B.16 的检验基础上，输出电流分别调节于 2%（高频开关恒电位仪为 1%） $I_{dN}$ 、50% $I_{dN}$ 、100% $I_{dN}$ ，在每一个电流值处，调节图 1 中负载电阻  $R_L$ ，输出电压应相应变化，对应每一个设定点，具有最大偏差的输出电流值分别为  $I_1$ 、 $I_2$ 、 $I_3$ ，按式（22）、式（23）、式（24）计算恒电流精度。

输出电流为 2%（或 1%） $I_{dN}$  时的恒电流精度计算如式（22）所示：

$$\delta_1 = \frac{(I_1 - 2\%I_{dN})}{I_{dN}} \times 100\%$$

$$\text{或 } \delta_1 = \frac{(I_1 - 1\%I_{dN})}{I_{dN}} \times 100\% \quad (22)$$

输出电流为 50% $I_{dN}$  时的恒电流精度计算如式（23）所示：

$$\delta_2 = \frac{(I_2 - 50\%I_{dN})}{I_{dN}} \times 100\% \quad (23)$$

输出电流为(100%) $I_{dN}$  时的恒电流精度计算如式（24）所示：

$$\delta_3 = \frac{(I_3 - I_{dN})}{I_{dN}} \times 100\% \quad (24)$$

## B.18 极性反接保护测试方法

将模拟负载的阴、阳极分别反接至设备的阴、阳极端，恒电位仪应停止输出。

## B.19 漂移特性测试方法

恒电位仪处于额定工作状态，预热 4h，连续工作 24h，每间隔 2h 记录一次保护电位值。

## B.20 直流欠压保护功能测试方法

系统按本标准规定轻载运行，图 1 中的电压表  $V_1$  指示输入电源电压，调节电源电压，先将其降至 0.875 $E_{dN}$ (V)以下，然后再让它回升到 0.875 $E_{dN}$ (V)以上。