


<div></div> <div>中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation 工程设计综合甲级证书编号 A113016099 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-0110
		版 次：0
		阶 段：初步设计
		第 1 页 共 11 页

牺牲阳极


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-0110
		第 2 页 共 11 页

目 录

1	范围	3
2	名词定义.....	3
3	项目总体要求.....	3
4	采用规范、标准及法规.....	4
5	供货范围及界面.....	4
6	技术要求.....	4
7	材料要求.....	8
8	检验与测试.....	8
9	标志	9
10	包装和运输.....	9
11	技术文件提交要求.....	10
12	技术服务.....	10
13	验收.....	10
14	售后服务.....	11

 <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-0110
		第 3 页 共 11 页

1 范围

本技术规格书规定了牺牲阳极在设计制造、材料性能、测试、检验、包装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。


3 项目总体要求

3.1 质量承诺

- 1) 本技术规格书意在指明该牺牲阳极材料采购的基本原则和最低要求，并不减轻供货商为其所提供的牺牲阳极材料的设计、制造、装配、检测、试验、性能和安​​全所负的全部责任。
- 2) 供货商应对提供牺牲阳极材料的质量、可靠性、使用寿命、技术服务、相关责任等做出承诺。
- 3) 牺牲阳极材料质保期为：货物到达目的港（或指定交货地点）之日起 24 个月或最终工厂验收证明之日起 18 个月，以先到为准。质保期结束后，买卖双方将签署质保期满证书以证明供货商在质保期内完全履行了其职责。
- 4) 由业主和设计方签发的对牺牲阳极材料的提议或建议，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。

3.2 其他

供货商对本规格书必须逐条做出明确答复，应逐条回答“满足”或“不满足”，并给出所提供产品的详细技术数据，对诸如“已知”、“理解”、“注意”、“同意”等不明确、不

 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-0110
		第 4 页 共 11 页

具体的答复视为不满足。对有技术指标要求的，应写出具体技术数据、指标和做出详细说明，不得仅以“满足什么的标准”或“满足”为答复。如有异于本规格书要求的，应编制技术偏离表，并论述其理由。

4 采用规范、标准及法规

在文件出版时，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。本技术规格书指定材料应遵循的标准规范主要包括但不仅限于以下所列范围：

GB 191	包装储运图示标志
GB/T 700	碳素结构钢
GB/T 4948	铝-锌-钢系合金牺牲阳极
GB/T 4949	铝锌钢系合金牺牲阳极化学分析
GB/T 4950	锌合金牺牲阳极
GB/T 13748	镁及镁合金化学分析方法
GB/T 17731	镁合金牺牲阳极
GB/T 17848	牺牲阳极电化学性能试验方法
GB/T 21448	埋地钢质管道阴极保护技术规范
GB/T 24488	镁合金牺牲阳极电化学性能测试方法

其它未列出的与本材料有关的标准规范，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。

对于不能妥善解决的问题，供货商有责任以书面形式通知采购方。

5 供货范围及界面

- 牺牲阳极供货商提供的材料应包括但不限于：
- 预包装型的锌合金及镁合金牺牲阳极；
 - 配套的电缆接头、连接电缆、填包料。


6 技术要求

锌牺牲阳极

6.1.1 化学成分

锌牺牲阳极的化学成分见表 1。

表 1 锌牺牲阳极的化学成分（质量分数 %）

 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-0110
		第 5 页 共 11 页

序号	元素	锌合金	高纯锌
1	Al	0.1~0.5	≤0.005
2	Cd	0.025~0.07	≤0.003
3	Fe	≤0.005	≤0.0014
4	Pb	≤0.006	≤0.003
5	Cu	≤0.005	≤0.002
6	其他杂质	总含量≤0.1	—
7	Zn	余量	余量

6.1.2 电化学性能

锌牺牲阳极的电化学性能见表 2，表 3。

表 2 带状高纯锌牺牲阳极的电化学性能

型号	开路电位 V		理论电容量 (A.h/kg)	实际电容量 (A.h/kg)	电流效率 (%)
	相对 CSE	相对 SCE			
高纯锌	≤-1.10	≤-1.03	820	≥740	≥90

注：实验介质为人造海水。

表 3 棒状锌合金牺牲阳极的电化学性能

性能	指标	备注
密度 g/cm ³	7.14	-
开路电位 V	-1.10	相对 CSE
理论电容量 A.h/kg	820	-
电流效率 %	≥95	在海水中， 3 mA/cm ² 条件下
发生电容量 A.h/kg	780	
消耗率 kg/(A.a)	≤11.88	
电流效率 %	≥65	在土壤中， 0.03 mA/cm ² 条件下
发生电容量 A.h/kg	530	
消耗率 kg/(A.a)	≤17.25	

6.1.3 规格及尺寸

a) 带状高纯锌牺牲阳极的规格及尺寸见表 4。

表 4 带状高纯锌牺牲阳极的规格及尺寸

型号	ZR - 1	ZR - 2	ZR - 3	ZR - 4
截面尺寸 D1×D2 (mm)	25.40×31.75	15.88×22.22	12.70×14.28	8.73×10.32
阳极带线质量 (kg/m)	≥3.57	≥1.785	≥0.893	≥0.372
钢芯直径 Ø (mm)	4.70	3.43	3.30	2.92
标准卷长 (m)	30.5	61	152	305
标准卷内径 (mm)	900	600	300	300
钢芯的中心度偏差 (mm)	-2 ~ +2			

注：规格中 Z 代表锌，R 代表带状，后面数字为系列号。

b) 棒状锌合金牺牲阳极的结构见图 1，规格及尺寸见表 5。

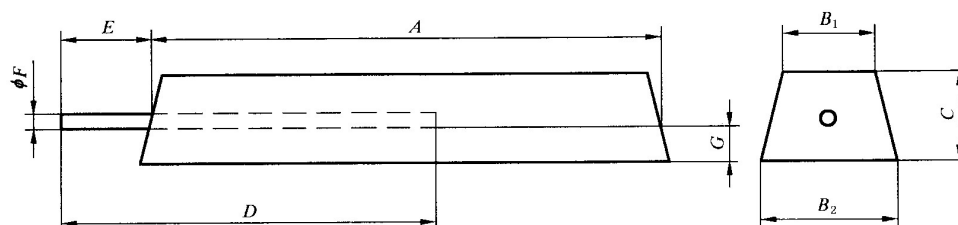


图 1 棒状锌合金牺牲阳极的结构图

表 5 棒状锌合金牺牲阳极的规格及尺寸

型号	阳极规格, mm	钢芯尺寸, mm				参考净重量, kg
	$A \times (B_1 + B_2) \times C$	D	E	F	G	
ZP-1	$1000 \times (78 + 88) \times 85$	700	100	16	30	≥ 49
ZP-2	$1000 \times (65 + 75) \times 65$	700	100	16	25	≥ 32
ZP-3	$800 \times (60 + 80) \times 65$	600	100	12	25	≥ 24.5
ZP-4	$800 \times (55 + 64) \times 60$	500	100	12	20	≥ 21.5
ZP-5	$650 \times (58 + 64) \times 60$	400	100	12	20	≥ 17.6
ZP-6	$550 \times (58 + 64) \times 60$	400	100	12	20	≥ 14.6
ZP-7	$600 \times (52 + 56) \times 54$	460	100	12	15	≥ 12
ZP-8	$600 \times (40 + 48) \times 45$	360	100	12	15	≥ 8.7

6.1.4 表面质量

- 锌牺牲阳极的工作面可为铸造面；
- 锌牺牲阳极工作面应无氧化渣、毛刺、飞边、裂纹等缺陷；
- 锌牺牲阳极工作面允许有铸造缩孔，但其深度不得超过牺牲阳极厚度的 10%，最大深度不得超过 10 mm；
- 锌牺牲阳极工作面应保持干净，不得沾有油漆和油污等。

6.1.5 钢芯

- 钢芯表面应清洁无锈，经镀锌处理；
- 阳极基体与钢芯之间不应松动，钢芯应连续铸造于牺牲阳极体内。牺牲阳极体与钢芯间的接触电阻应不大于 0.001 Ω ；
- 带状锌牺牲阳极的钢芯直径见表 4，钢芯应连续铸造于牺牲阳极体内。棒状锌牺牲阳极的钢芯直径和长度见表 5。

6.2 镁合金牺牲阳极

6.2.1 化学成分

镁合金牺牲阳极的化学成分见表 6。

表 6 镁合金牺牲阳极的化学成分（质量分数 %）

序号	元素	标准型	镁锰型
1	Al	5.3~6.7	≤0.010
2	Zn	2.5~3.5	-
3	Mn	0.15~0.60	0.50~1.30

续表 6 镁合金牺牲阳极的化学成分（质量分数 %）

序号	元素	标准型	镁锰型
4	Fe	≤0.005	≤0.03
5	Ni	≤0.003	≤0.001
6	Cu	≤0.020	≤0.020
7	Si	≤0.10	-
8	Mg	余量	余量

6.2.2 电化学性能

镁合金牺牲阳极的电化学性能见表 7。

表 7 镁合金牺牲阳极的电化学性能

性能	标准型	镁锰型	备注
密度 g/cm ³	1.77	1.74	-
开路电位 V	-1.55	-1.63	相对 CSE
理论电容量 A.h/kg	2210	2200	-
电流效率 %	≥50	≥40	在土壤中，0.03 mA/cm ² 条件下
发生电容量 A.h/kg	1110	880	
消耗率 kg/(A.a)	≤7.92	≤10.0	


6.2.3 形状、规格及尺寸

镁合金牺牲阳极形状分为 D 型、梯形、圆柱型、球型、半球型、棒状（包括圆棒、矩形棒），其规格及尺寸见 GB/T 17731。

6.2.4 带状镁合金牺牲阳极


镁锰合金挤压制造的带状镁合金牺牲阳极的形状、规格见表 8。

表 8 带状镁合金牺牲阳极的现状规格

	截面 mm		9.5×19
	钢芯直径 mm		3.2
	阳极带线质量 kg/m		0.37
	输出电流 线密度 mA/m	海水	2400
		土壤（电阻率 50Ω.m）	10
		淡水（电阻率 150Ω.m）	3

6.2.5 表面质量

- a) 铸造镁阳极的表面不应存在毛刺、裂纹、气孔、夹杂物等影响使用的缺陷；

 <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-0110
		第 8 页 共 11 页

b) 挤压镁阳极的表面应清洁, 不允许有影响用户使用的压伤、碰伤、压坑、气泡、气孔、擦伤和划伤等缺陷, 缺陷深度应符合 GB/T 17731 的规定。阳极表面每米长度不允许有超过 3 个直径大于 1mm 的氧化夹杂, 不允许有超过 2 个直径大于 2mm 的气泡, 允许存在校直即可消除的弯曲;

c) 牺牲阳极工作面应保持干净, 不得沾有油漆和油污等。

6.2.6 钢芯

a) 铸造镁合金牺牲阳极钢芯表面镀锌处理, 处理后呈银白色, 无斑痕; 挤压镁阳极钢芯表面不需镀锌处理;

b) 阳极基体与钢芯之间不应松动, 钢芯应连续铸造于牺牲阳极体内。牺牲阳极体与钢芯间的接触电阻应不大于 0.001 Ω 。

7 材料要求

7.1 制造牺牲阳极所选用的材料应是合格产品, 不存在任何影响到性能的缺陷。

7.2 阳极应由原生金属合金制成, 不能采用再生金属或边角料生产阳极。

8 检验与测试

8.1 检验

8.1.1 采购方检查

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。

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。

采购方代表的检查不能减轻供货商应负的任何责任。

8.1.2 产品检验


供货商应对阳极的外观、尺寸、重量、化学成分和电化学性能进行检验, 检验结果应满足本技术规格书的要求; 并且在供货时, 提供阳极检查报告及合格证明。

8.2 测试

8.2.1 出厂测试

产品出厂时, 供货商必须进行出厂测试。出厂测试项目应包括: 化学成分、电化学性能、表面质量、重量和外形尺寸;

牺牲阳极的表面质量和接触电阻应逐根检验; 其它性能应抽样检查。锌牺牲阳极

 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-0110
		第 9 页 共 11 页

的组批与抽样程序按 GB/T 4950 第 7.2.3 条要求进行；镁牺牲阳极的组批与抽样程序按 GB/T 17731 第 6.2 节要求进行；铝牺牲阳极的组批与抽样程序按 GB/T 4948 第 7.3 节要求进行；

如果采购方要求，由供货商与业主代表随机挑选试件，进行出厂测试；
产品测试检验完成后应由厂商技术质量检验部门及检验人员对检验报告签章。

8.2.2 试验方法

表面质量检验采用目测法进行检验，结果应符合 6.1、6.2、6.3 条的规定；
锌牺牲阳极的化学成分分析按 GB/T 4950 的规定进行，结果应符合表 1 的要求。
镁牺牲阳极的化学成分分析按 GB/T 13748 的规定进行，结果应符合表 6 的要求；
锌牺牲阳极的电化学性能测试按 GB/T 17848 的规定进行，结果应符合表 2、表 3 的要求。镁阳极的电化学性能测试按 GB/T 24488 的规定进行，结果应符合表 7 的要求。接触电阻测试方法为 GB/T 4950-2021 附录 B，结果应符合 6.1、6.2、6.3 条的要求。

9 标志

牺牲阳极应有如下标志或标签：
供货商质检部门的检印；
供货商名称、商标；
阳极名称；
生产方法；
规格型号，重量，生产批号；
生产日期。


10 包装和运输

10.1 包装

运输包装应符合订货单中以及与订货单上所附其它文件对包装的要求，阳极单体应隔离包装，避免挤压、碰撞，并且应考虑阳极的其他特殊要求。包装储运图示标志执行 GB/T 191。

10.2 运输

产品在运输途中，应防止雨淋，不得沾染油污、油漆和接触酸、碱、盐等化工产品。在整个搬运过程中，严禁扯拉阳极引出电缆线作搬运工具；搬运时要小心轻放，

 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-0110
		第 10 页 共 11 页

以免摔断阳极棒。

11 技术文件提交要求

11.1 订货后提交的文件

中标后一周内，供货商应向采购方提供如下图纸和文件：

装箱清单；

产品说明书；

材质证明；

出厂检验报告；

产品合格证和质量证明书；

其他采购方需要的文件。

12 技术服务

当业主需要供货商提供现场安装指导服务时，供货商应按要求派工程师到现场，技术服务的费用应由供货商承担。当产品出现不能满足本技术规格书要求时，供货商应按照业主要求查找原因，直到业主满意为止。

13 验收

13.1 工厂验收

交货前两个月通知采购方，由采购方决定是否在交货前派人到工厂进行预验收。检查产品加工过程中质量记录、产品性能检验报告、联合调试等有关情况。且由采购方签字准予发货。


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的记录等，以备业主验收。

13.2 到货验收

货物到达业主指定库房（或现场）后，由供货商派人员参加拆箱验收。并由采购方指定代表、业主、供货商签字确认。

到货验收的项目应包括：包装与标志、外观、产品型号及规格、产品合格证、制造厂名称、生产日期、包装、数量以及检验与检测质量证明文件。对于带状高纯锌牺牲阳极材料应满足标准卷长的规定。

如有需要，业主保留对牺牲阳极的化学成分、电化学性能等其它性能进行抽检的权利。

 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-0110
		第 11 页 共 11 页

13.3 最终验收

牺牲阳极材料安装后，需对开路电位进行测试，各阳极材料的开路电位应满足 6 章的要求，并由由业主/采购方、供货商签字确认。

14 售后服务

根据管道工程特点，牺牲阳极材料质量保证期为相应的项目现场最终验收日期后 24 个月或交货后 36 个月（此 36 个月仅适用于由于采购方原因导致验收不能按时进行时）以先到为准。在质保期内出现材料、设计和制造工艺等方面的缺陷，供货商应免费进行更换、维修以及现场服务，质保期应从更换、维修完成后在原有质保期基础上延长 12 个月。