



# 阴极保护技术员（CP2） 考试备考指南

# 目录

目录 .....	2
前言 .....	3
适用对象 .....	3
报考要求 .....	4
CP2 考核知识与技能范围 .....	5
题型说明 .....	12
题目描述 .....	12
样题 .....	12
答案 .....	13
备考要求 .....	13
标准 .....	13
计算器 .....	14
公式与数据 .....	16

## 前言

阴极保护技术员（CP2）理论考试旨在评估考生是否具备必备的阴极保护知识技能，以达到基本任职要求。本考试包含 89 道单选题，覆盖阴极保护知识体系（BOK）中的基础与中级内容。

考生应掌握中级水平的腐蚀理论、阴极保护概念、阴极保护系统类型，以及高级现场测量技术。

考试名称	AMPP CP2 - 阴极保护技术员 理论考试
考试代码	NACE-CP2-001
考试时长	2.5 小时；自 2025 年 12 月 16日起生效：3 小时 *
题目数量	89；自 2025 年 12 月 16 日起生效：总分 110 分（另含 21 道不计分题目）**
考试形式	机考（CBT, Computer Based Testing）

\* 考试时长包含 4 分钟的保密协议签署时间，以及 6 分钟的系统操作教程时间。

\*\* 不计分题目用于后续考试的评估与优化。

### 备注

- 考试结束后将直接给出成绩结果：通过 或 不通过。
- 考试期间不提供课程手册。
- 对于需要公式、换算表或其他参考资料的题目，将以 PDF 形式提供参考材料。

## 适用对象

阴极保护技术员（CP2）的报考人员理想情况下应具备数年阴极保护现场经验，并掌握中级水平的腐蚀理论、阴极保护原理、常用阴极保护系统类型等知识，且能够熟练进行基本的整流器故障诊断，以及中级现场测量技术与设备操作。阴极保护技术员报考人员也可以是阴极保护经验相对有限，但具备更扎实相关专业教育背景的在职技术员或工程师。

通常，阴极保护技术员（CP2）负责对在运阴极保护系统进行测试与有效性维护，并监督或协助完成阴极保护系统的安装工作。职责包括：故障排查、识别干扰状况、开展地表电位测试，以及对测量结果进行评估。

## 报考要求

### 阴极保护技术员（CP2）

- 报考条件 + 工作经验 + 2 门核心考试 + 申请

#### 报考条件如下：

成功完成阴极保护测试员（CP1）认证，或完成同等水平的培训。

#### 工作经验：

从以下工作经历选项中选择一项：

3 年可核实的阴极保护相关工作经验

2 年可核实的阴极保护相关工作经验

和

经合规院校（数理类、理工类或职业技术学院）颁发的两年制技校、中专、职业院校专业培训学历

1 年可核实的阴极保护（CP）相关工作经验

和

四年制自然科学或工程类专业本科文凭

#### 核心考试：

需通过以下考试：（必考 2 门核心科目）

阴极保护技术员（CP2）实操考试（动手实操）

阴极保护技术员（CP2）理论考试（单项选择题、闭卷，允许查阅相关参考资料）

#### 认证要求：

提交阴极保护技术员（CP2）认证申请并获批准

考生成功满足所有要求后，将被授予阴极保护技术员（CP2）认证。

注：

- 完成课程并不代表考生自动获得认证资格。
- 阴极保护技术员（CP2）实操考试在培训课程结束后进行。

下一等级认证：

阴极保护高级工程师（CP3）

## CP2 考核知识与技能范围

注：机考（CBT）结束后，考生将收到一份对应上述各知识领域的强弱项条形图（能力分析报告）。

### 1. 腐蚀理论

#### 1.1 电化学理论

- 1.1.1 识别腐蚀电池的组成部分及电化学反应
- 1.1.2 理解导致腐蚀的电化学反应，以及阳极表面的主要反应
- 1.1.3 理解伊文斯（Evans）腐蚀极化图
- 1.1.4 理解不同类型的腐蚀形态
- 1.1.5 理解电解质电阻率与 pH 值，以及它们对电解质腐蚀性的影响
- 1.1.6 理解能斯特（Nernst）方程
- 1.1.7 理解法拉第定律，及其如何预测腐蚀失重
- 1.1.8 理解极化与去极化效应
- 1.1.9 理解活化极化与浓差极化
- 1.1.10 理解充气与脱氧溶液中的极化曲线
- 1.1.11 理解 E-log I 关系曲线
- 1.1.12 理解电解质 / 电极移动对极化的影响
- 1.1.13 理解电解质浓度效应
- 1.1.14 理解阴极反应物浓度变化带来的影响
- 1.1.15 理解钝化行为与非钝化行为的区别

#### 1.2 阴极保护理论与应用

- 1.2.1 理解如何使用参比电极测量金属表面电位
- 1.2.2 理解阴极保护的经济效益
- 1.2.3 理解便携式与固定式参比电极的使用
- 1.2.4 施加阴极保护电流，降低阳极区与阴极区之间的电位差
- 1.2.5 理解串联、并联及串并联电路
- 1.2.6 重述“结构物对电解质电位”的定义
- 1.2.7 计算参比电极电位换算

- 1.2.8 理解阴极保护电流与腐蚀速率的关系
- 1.2.9 理解环境极化与阴极保护的关系
- 1.2.10 理解深井阳极 CP 系统相关的环境问题与关注点
- 1.2.11 解释牺牲阳极阴极保护的组成部件
- 1.2.12 识别阴极保护对两性金属的影响
- 1.2.13 解释强制电流阴极保护的组成部件
- 1.2.14 解释强制电流阴极保护的应用
- 1.2.15 使用法拉第定律计算腐蚀速率
- 1.2.16 解释不同类型的强制电流阴极保护系统
- 1.2.17 理解不同类型牺牲阳极的应用
- 1.2.18 理解阳极布置方式对阴极保护的重要性

### 1.3 影响因素

- 1.3.1 识别去极化剂的实例
- 1.3.2 理解温度对阴极保护所需电流的影响
- 1.3.3 理解氧气对阴极保护所需电流的影响
- 1.3.4 理解相对运动对阴极保护所需电流的影响
- 1.3.5 理解电解质电阻率的影响
- 1.3.6 描述杂散电流干扰
- 1.3.7 理解杂散电流如何通过土壤进入管道或其他结构
- 1.3.8 理解静态与动态干扰电流
- 1.3.9 理解感应耦合、传导耦合与电容耦合
- 1.3.10 对比交流对地电压与结构物对电解质的直流电位
- 1.3.11 识别屏蔽效应及其对阴极保护结构的影响

## 2. 设备与设备管理

### 2.1 设备与设备管理

- 2.1.1 执行设备的基础维护与维修
- 2.1.2 了解仪表阻抗要求，并选择合适的测量仪表
- 2.1.3 理解电流表、钳形电流表和电流分流器在现场的使用方法
- 2.1.4 确认设备正常运行与校准状态，并在必要时进行故障排查

- 2.1.5 维护便携式参比电极
- 2.1.6 理解设备准备、储存、耗材与备品备件的重要性
- 2.1.7 掌握使用数字万用表（DMM）测量电压、电流和电阻的方法
- 2.1.8 确定项目所需的合适工具与设备
- 2.1.9 识别并修正测量回路中的 IR 降误差
- 2.1.10 就应用与技术问题咨询设备和材料制造商及 / 或其代表
- 2.1.11 根据工况条件选择合适的参比电极
- 2.1.12 识别极性敏感型电流中断器的问题
- 2.1.13 协助评估新设备、新产品和新工艺

### 3. 阴极保护系统现场测量

#### 3.1 检测方法（Survey Methods）

- 3.1.1 理解如何使用检测方法评估阴极保护的有效性
- 3.1.2 使用电流表测量电流
- 3.1.3 进行 CP 试片测量，并使用 ER 探针
- 3.1.4 理解如何在不同类型电解质中降低参比电极的接触电阻
- 3.1.5 理解电学上的长结构中电压降的成因
- 3.1.6 理解参比电极相对于阴极保护电流的摆放位置及其对电位测量结果的影响
- 3.1.7 描述测量结构物对电解质电位的典型测试方法
- 3.1.8 理解通电（on）和通断（on-off）电位检测的目的、局限性和流程
- 3.1.9 理解密间隔电位检测（CIPS）的目的与局限性，并能实施该技术
- 3.1.10 理解直流电压梯度检测（DCVG）的目的与局限性，并能实施该技术
- 3.1.11 理解交流电压梯度检测（ACVG）的目的与局限性，并能实施该技术
- 3.1.12 理解交流电流衰减检测（ACCA）的目的与局限性，并能实施该技术
- 3.1.13 理解海上密间隔电位检测（CIPS）的接触式测量流程
- 3.1.14 执行阴极保护电流需求测试
- 3.1.15 理解电流响应测试的目的与局限性
- 3.1.16 理解电压降法的目的与局限性
- 3.1.17 理解电流跨度测试的目的与局限性
- 3.1.18 理解涂层电导测试的目的与局限性

- 3.1.19 执行土壤电阻率的多种测试，如温纳四极法
- 3.1.20 识别电气绝缘装置的位置，并测试其功能是否正常
- 3.1.21 列举测量电解质 pH 值的不同方法

## 3.2 套管

- 3.2.1 了解套管的用途
- 3.2.2 掌握套管处的结构物对电解质电位的特征
- 3.2.3 理解绝缘套管与短路套管的定义，以及各自优缺点
- 3.2.4 掌握套管与主管之间环形间隙内的各类环境工况
- 3.2.5 掌握套管内部管道的阴极保护方法

## 3.3 干扰影响

- 3.3.1 采用多种测试方法组合检测静态干扰电流
- 3.3.2 理解如何通过电位的不同检测动态杂散电流
- 3.3.3 理解查找杂散电流源相关的难点
- 3.3.4 列举解决干扰问题的具体技术措施
- 3.3.5 理解如何控制跨接电流的流向
- 3.3.6 理解如何通过阴极保护控制杂散电流
- 3.3.7 理解检测交流电力线路附近金属构筑物上出现的交流电流和电压的方法
- 3.3.8 理解交流干扰缓解方法

## 4 强制电流阴极保护电源

### 4.1 强制电流电源设备

- 4.1.1 了解各类直流电源与整流器型式
- 4.1.2 掌握整流器标准安全操作规程
- 4.1.3 能够识读直流电源原理电路图
- 4.1.4 掌握整流器三种常用运行模式
- 4.1.5 理解变压器的作用与原理
- 4.1.6 掌握整流器将交流电转换为直流电的工作原理
- 4.1.7 识别各类整流元器件
- 4.1.8 掌握不同类型断路器的选用与应用
- 4.1.9 掌握整流器的各组成部件，包含浪涌 / 瞬态保护装置

4.1.10 了解太阳能供电系统基本结构及日常维护要求

4.1.11 掌握整流器效率计算方法

4.1.12 掌握变压器 — 整流器内部元器件的故障排查

## 5 现场数据解析与资料归档

### 5.1 现场数据解析与资料归档

5.1.1 列出现场检测前需收集整理的基础资料

5.1.2 识读走向图、站场图及其他系统图纸，确定精准检测点位

5.1.3 评估不同数据采集方式的适用性与记录要求

5.1.4 明确资料归档、沟通协作及设备故障处置流程的重要性

5.1.5 掌握各类定期监测要求与需常态化记录的数据项

5.1.6 完整编制阴极保护系统组成及现场作业的图文资料

5.1.7 掌握合理制定检测方案的重要意义

5.1.8 如实记录检测所用仪器的名称、型号、出厂编号

5.1.9 完整记录现场信息：日期、时间、天气、现场示意图、照片、地理位置；  
环境条件：土壤湿度、植被、作业风险等

5.1.10 现场数据准确标注：极性、数值大小、有效数字、计量单位

5.1.11 通过工作日志、记录手册留存关键作业内容与检测结果

5.1.12 对偏离标准作业程序的技术操作进行记录并说明理由

5.1.13 记录非标测试桩及其他影响阴极保护系统的异常工况

5.1.14 了解外腐蚀直接评价（ECDA）体系中，间接检测资料归档的重要性

5.1.15 确保所有采集、记录数据真实准确并签字确认

5.1.16 分析通 / 断电电位数据、极性变化，识别电位反向偏移

5.1.17 计算并分析分层土壤电阻率

## 6 现场施工监督与安装

### 6.1 现场施工监督与安装

6.1.1 配合工期计划、施工方案与生产运行，提供阴极保护技术支持

6.1.2 在设备安装及现场作业中，提供阴极保护专业技术指导

6.1.3 配合高级阴极保护工程师，把控施工质量、整改现场缺陷

6.1.4 对阴极保护安装及现场作业全过程实施技术监督

- 6.1.5 对内外部作业人员提供腐蚀控制相关技术支持
- 6.1.6 依据材料清单，验收并核对阴极保护相关物资
- 6.1.7 统筹管理耗材、备品备件的库存与领用
- 6.1.8 筛选、评估并合理选用阴极保护元器件及安装材料
- 6.1.9 按照规范流程完成测试桩、跨接、阳极及阴极保护设备的安装

## 7 行业规范与通用要求

### 7.1 行业规范与通用要求

- 7.1.1 识别并执行企业、地方、国家及国际阴极保护相关标准
- 7.1.2 遵守地方、国家、国际相关法规、规范与条例
- 7.1.3 掌握不同材质的阴极保护判定准则（铝材、铜材、混凝土结构等）
- 7.1.4 理解精准、规范资料记录的技术意义
- 7.1.5 明确技术档案留存要求（技术追溯、历史存档、合规取证）
- 7.1.6 了解真实、合规记录资料的法律 responsibility

## 8 安全管理

### 8.1 安全管理

- 8.1.1 执行并落实标准化安全作业规范
- 8.1.2 开展作业安全分析（JSA）
- 8.1.3 严格遵守企业 / 业主安全管理规定
- 8.1.4 明确安全员岗位职责
- 8.1.5 识别并管控阴极保护检测作业中的各类危险源
- 8.1.6 掌握阴极保护现场检测的专项安全风险
- 8.1.7 执行停工授权制度，应对极端天气及环境灾害，落实防护措施
- 8.1.8 如实告知个人特殊健康状况（如佩戴了心脏起搏器）
- 8.1.9 正确穿戴个人防护用品（PPE）及现场专用安全装备
- 8.1.10 掌握特殊工况专项安全培训要求：燃煤厂区、硫化氢环境、油气设施、爆炸危险区域、放射性环境、有限空间、深沟作业、高处作业及防坠落
- 8.1.11 依法办理作业许可与审批手续
- 8.1.12 识别危险化学品
- 8.1.13 依据化学品安全技术说明书（SDS）规范操作与废弃物处置

- 8.1.14 掌握上锁挂牌（LOTO）锁定制度的应用
- 8.1.15 识别并管控电气设备作业的现场风险
- 8.1.16 识别管道对地高交流电压隐患，评估腐蚀风险与安全风险
- 8.1.17 掌握跨步电压、接触电压等高电位梯度带来的安全风险及防控
- 8.1.18 遵守交通工具出行安全规范（车载安全带、直升机降噪防护等）
- 8.1.19 明确特种作业设备持证上岗与专项培训要求（特种车辆、装卸设备等）
- 8.1.20 配备野外防护装备，防范野生动物、有毒植物、蚊虫侵害，落实预防措施

## 题型说明

### 题目描述

本闭卷考试采用选择题形式，其中部分题目为「组合式选择题」，正确答案由多个知识点组合而成，作答时需选择一个包含所有正确选项的答案。尽管培训课程是极佳的备考途径，但它并非编制题目时唯一的参考资料。更多参考资料可在“参考资料 (Reference)” 章节中查阅。

### 样题

样题仅用于展示考试的题型格式与题目类型。你在样题作答的表现，不应被视为预测你实际考试成绩的依据。

1. 一段长 91 米 (300 英尺)、直径 762 毫米 (30 英寸)、单位长度重量 176.65 千克 / 米 (118.7 磅 / 英尺) 的管道，若该段管道跨距上的电压降为 0.62 毫伏，求管中电流值？
  - A. 0.850 安
  - B. 1.176 安
  - C. 2.802 安
  - D. 2.585 安

2. 一段长 3 千米 (1.86 英里)、直径 32 厘米 (12.75 英寸) 的管道，两端采用四线制电流跨距法测量，数据如下，求该管道的管地电阻？

1号桩数据	2号桩数据
$E_{on} TS1 = -1320 \text{ mV}$	$E_{on} TS2 = -1240 \text{ mV}$
$E_{off} TS1 = -1000 \text{ mV}$	$E_{off} TS2 = -1080 \text{ mV}$
$I_{on} TS1 = 3.0 \text{ A}$	$I_{on} TS2 = 2.6 \text{ A}$
$I_{off} TS1 = 1.0 \text{ A}$	$I_{off} TS2 = 1.0 \text{ A}$

- A. 0.052 欧姆
  - B. 0.076 欧姆
  - C. 0.15 欧姆
  - D. 0.60 欧姆
3. 将一个内阻为 0.15 欧姆的电流表接入一个正常工作电压为 5 伏、电流为 20 安的电路中，电流表的读数为多少？
    - A. 0.08 安
    - B. 10 安
    - C. 12.5 安
    - D. 50 安

## 答案:

1. A
2. D
3. C

## 备考要求

培训要求: 无强制要求

AMPP 阴极保护测试员 (CP1) 课程 (可选)

AMPP 阴极保护技术员 (CP2) 课程 (可选)

推荐学习资料

书籍:

Peabody, A. W. (2001). Peabody's Control of Pipeline Corrosion (No. Ed. 2). NACE.

AMPP 阴极保护技术员 (CP2) 课程教材

标准:

所有标准均应使用最新版本。上述标准中的部分内容已纳入《阴极保护测试员 (CP1)》课程教材, 其中部分标准全文收录于课程手册中。

- AMPP (formerly NACE International). NACE SP 0169-2024, Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems. Houston, TX: Association for Materials Protection and Performance, 2024.
- AMPP (formerly NACE International). NACE SP 0176-2022, Corrosion Control of Submerged Areas of Permanently Installed Steel Offshore Structures Associated with Petroleum Production. Houston, TX: Association for Materials Protection and Performance, 2022.
- AMPP (formerly NACE International). NACE SP 0177-2019, Mitigation of Alternating Current and Lightning Effects on Metallic Structures and Corrosion Control Systems. Houston, TX: Association for Materials Protection and Performance, 2019.
- AMPP. NACE SP0200-2023, Steel-Cased Pipeline Practices. Houston, TX: Association for Materials Protection and Performance, 2023.
- NACE SP 0207 (2017). "Performing Close-Interval Potential Surveys and DC Surface Potential Gradient Surveys on Buried or Submerged Metallic Pipelines."
- NACE SP 21424 (2018). "Alternating Current Corrosion on Cathodically Protected Pipelines: Risk Assessment, Mitigation, and Monitoring."

## 计算器

Students will have access to either a TI Standard or TI Scientific calculator for use during the CBT Exam.

### Standard Calculator



### Standard Mode Functions

Add	$+$	
Subtract	$-$	
Multiply	$\times$	
Divide	$\div$	
Negative	$(-)$	
Percentage	$\%$	
Square Root	$\sqrt{\quad}$	Example: $4\sqrt{\quad}$
Reciprocal (Inverse)	$x^{-1}$	Example: $1\div 2=$
Store value to variable	$M+$	Example: $3*5= M+$
Access variable	$MRC$	Example: $7+ MRC=$
Clear variable	$M- MRC$	

### Scientific Calculator



### Scientific Mode Functions

Add	$+$	
Subtract	$-$	
Multiply	$\times$	
Divide	$\div$	
Negative	$(-)$	
Percentage	$2^{nd} [\%]$	
Square Root	$\sqrt{\quad}$	Example: $2^{nd} \sqrt{\quad} 4 \text{ enter}$
Reciprocal (Inverse)	$X^{-1}$	Example: $2 X^{-1} \text{ enter}$
Store value to variable	$\text{sto} \blacktriangleright X^{yzt}$	Example: $3 * 5 \text{ enter} \text{sto} \blacktriangleright X^{yzt} \text{ enter}$
Access variable	$X^{yzt}$ or $2^{nd} [\text{recall}]$	Example: $7 + 2^{nd} [\text{recall}] \text{ enter} \text{ enter}$

### Numeric Notation

#### Standard (Floating Decimal)

Notation (digits to the left and right of decimal)

mode menu options

**NORM** SCI ENG e.g. 123456.78  
**FLOAT** 0 1 2 3 **4** 5 ... e.g. 123456.7800

#### Scientific Notation

(1 digit to the left of decimal and appropriate power of 10)

mode menu options

**NORM** **SCI** ENG e.g. 1.2345678\*10<sup>5</sup>

#### Engineering Notation

(numer from 1 to 999 times 10 to an integer power that is a multiple of 3)

mode menu options

**NORM** **SCI** ENG e.g. 123.45678\*10<sup>3</sup>

## Fractions

Simple fractions	$\boxed{n/d}$
Mixed numbers	$\boxed{2nd} [Un/d]$
Conversion b/w simple fraction and mixed number	$\boxed{2nd} [n/d \leftarrow \rightarrow Un/d]$
Conversion b/w fraction and decimal	$\boxed{2nd} [f \leftarrow \rightarrow d]$

## Powers, roots, and inverses

Square a value	$\boxed{x^2}$	
Cube a value	$\boxed{\wedge}$	
Raise value to specified power	$\boxed{\wedge}$	Example ( $2^4$ ) $2 \boxed{\wedge} 4$
Square root	$\boxed{2nd} [\sqrt{\quad}]$	Example ( $\sqrt{16}$ ): $\boxed{2nd} [\sqrt{\quad}] 16$
Reciprocal	$\boxed{x^{-1}}$	Example ( $n^{\text{th}}$ root): 5 <sup>th</sup> root of 8: $5 \boxed{2nd} [x^{\sqrt{\quad}}] 8$

## Pi

PI ( $\pi$ )	$\boxed{\pi}$
--------------	---------------


## Toggle

The scientific calculator might show the results of certain calculations as a fraction - possibly involving pi or a square root. To convert this kind of result to a single number with a decimal point, you will need to use the "toggle answer" button circled in the picture below. Pressing this button will change the display from a fractional to a decimal format.



## Answer Toggle



Press the  key to toggle the display result between fraction and decimal answers, exact square root and decimal, and exact pi and decimal.

### Example

Answer toggle	$\boxed{2nd} [\sqrt{\quad}] 8 \text{ enter}$	$\sqrt{8}$ $2\sqrt{2}$
	$\boxed{\leftrightarrow}$	$\sqrt{8}$ $2\sqrt{2}$ $2.828427125$

Note: If you find this onscreen calculator difficult to use, raise your hand and ask the Test Administrator to provide you with a hand-held calculator. If available, you will be provided with a scientific or non-scientific calculator. Candidates are not permitted to bring their own calculator into the testing room.

**NOTE:** 注：所有参考文献（含公式）均取自原始资料，可能与课程手册及课件中所用内容存在差异。

## 公式

电阻率

$$\rho = \frac{RA}{L} \quad \text{OR} \quad R = \frac{\rho A}{L}$$

式中：

$\rho$  = 电阻率 ( $\Omega \cdot \text{cm}$ ) \*  
 $R$  = 电阻 ( $\Omega$ )  
 $A$  = 横截面积 ( $\text{cm}^2$ )  
 $L$  = 长度 ( $\text{cm}$ )

\*长度和面积可采用任意单位，只要单位保持一致即可。

圆的面积

$$A = \pi \times r^2$$

式中：

$\pi$  = 约等于 3.14  
 $r$  = 半径  
 $A$  = 面积

温纳法测算土壤电阻率

$$\rho = 2\pi aR$$

式中：

$\rho$  = 土壤电阻率 ( $\Omega \cdot \text{cm}$ ) \*  
 $a$  = 相邻探针间距 ( $\text{cm}$ ) \*  
 $R$  = 土壤电阻 ( $\Omega$ ) (设备读数)

\*探针间距可采用任意单位，只需与电阻率单位保持一致即可。

或

$$\rho = 191.5 \times a \times R$$

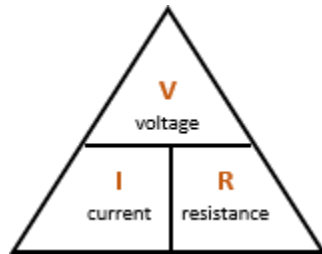
式中：

$\rho$  = 土壤电阻率 ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )  
 $a$  = 相邻探针间距 (英尺, feet)

$R$  = 土壤电阻 ( $\Omega$ ) (设备读数)

## 欧姆定律

$$V = IR \quad I = \frac{V}{R} \quad R = \frac{V}{I}$$



## 功率

$$P = E \times I$$

$$P = I^2 \times R$$

Where

P = 功率 (W)

R = 电阻 ( $\Omega$ )

E = 电压 (V)

I = 电流 (A)

## 串联电路

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

## 并联电路

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

## 法拉第电解定律

$$W_t = KIT$$

式中:

$W_t$  = 重量损失 (kg) \*

K = 电化学当量 (kg / A-yr)

I = 电流 (A)

T = 时间 (y)

\*重量可以采用任意单位，只要单位前后保持一致即可。

---

## 变压器绕组

$$\frac{\text{初级线圈匝数}}{\text{次级线圈匝数}} = \frac{\text{初级线圈电压}}{\text{次级线圈电压}}$$

## 强制电流阴极保护直流电源运行效率

$$\text{效率(\%)} = \frac{\text{直流电压} \times \text{直流电流}}{\text{交流输入功率}} \times 100$$

此处,

$$\text{交流输入功率} = \frac{K \times N \times 3600}{T}$$

K = 电表常数 (标注在电表面盘)

N = 电表转盘转数

T = 测量时长 (s)

多种金属的消耗率 (K)

Metal	kg / A-yr	lb / A-yr
Carbon	1.3	2.86
Aluminum	3.0	6.5
Magnesium	4.0	8.8
Iron / Steel	9.1	20.1
High Silicon / Chromium Iron	0.5	1.0
Nickel	9.6	21.2
Copper (Monovalent)	20.8	45.8
Zinc	10.7	23.6
Tin	19.4	42.8
Lead	33.9	74.7

典型参比电极相对于铜 - 硫酸铜参比电极的相对电位值

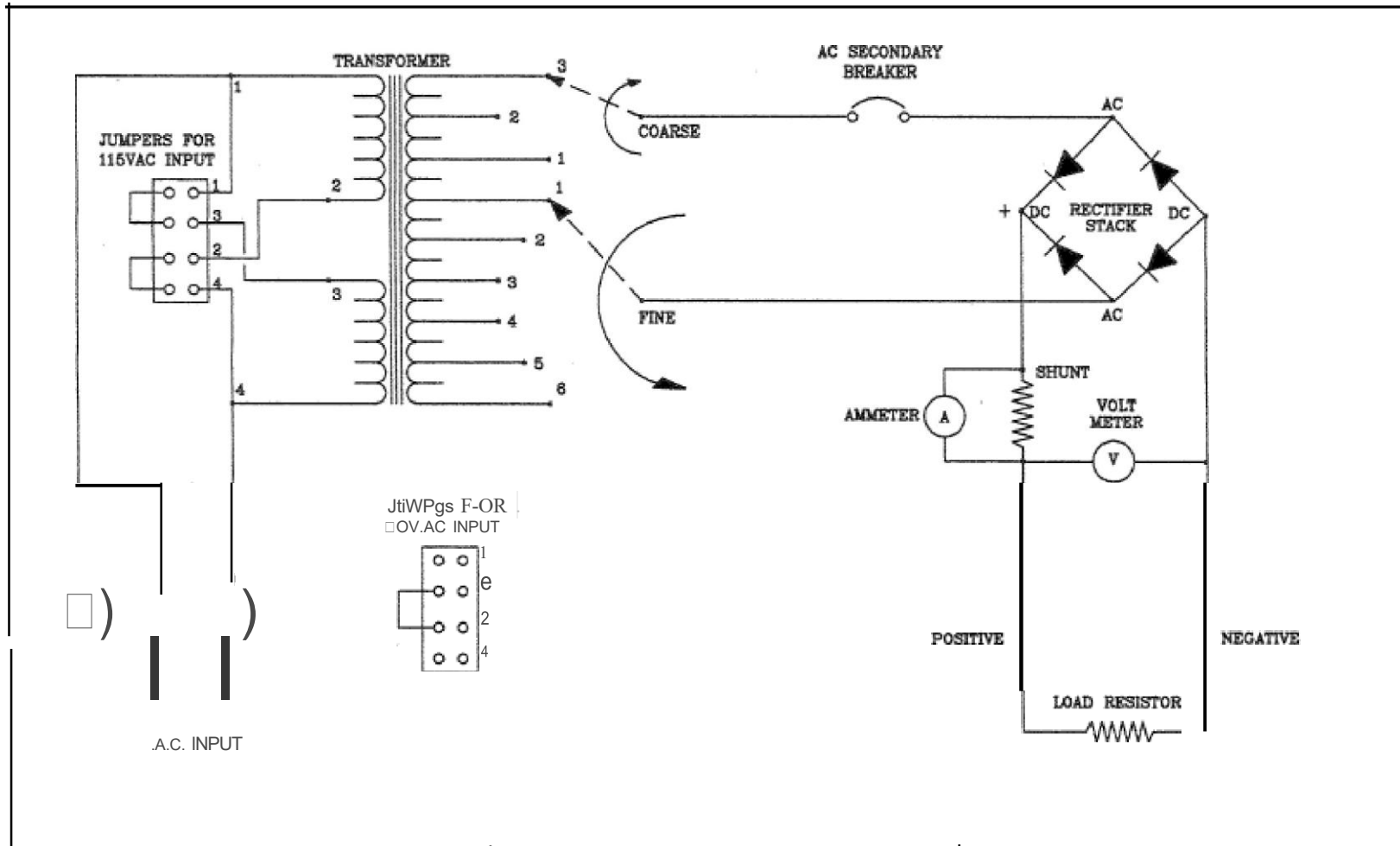
Electrode (Half-Cell)	Potential (Volt)
Copper-Copper Sulfate (Saturated) (CSE)	0.000
Silver-Silver Chloride (3.5%) (SSC)	-0.060
Saturated Calomel (SCE)	-0.072
Hydrogen (SHE)	-0.316
Pure Zinc (ZN)	-1.100

Based on seawater resistivity of 20 ohm-cm

分流器类型及参数值

	Shunt Rating		Shunt	Shunt
	Amps	mV	ohms	A / mV
<b>Holloway Type</b>				
RS	5	50	0.01	0.1
SS	25	25	0.001	1
SO	50	50	0.001	1
SW or CP	1	50	0.05	0.02
SW or CP	2	50	0.025	0.04
SW or CP	3	50	0.017	0.06
SW or CP	4	50	0.0125	0.08
SW or CP	5	50	0.01	0.1
SW or CP	10	50	0.005	0.2
SW	15	50	0.0033	0.3
SW	20	50	0.0025	0.4
SW	25	50	0.002	0.5
SW	30	50	0.0017	0.6
SW	50	50	0.001	1
SW	60	50	0.0008	1.2
SW	75	50	0.00067	1.5
SW	100	50	0.0005	2
<b>J.B. Type</b>				
Agra-Mesa	5	50	0.01	0.1
<b>Cott or MCM</b>				
Red	2	200	0.1	0.01
Yellow	8	80	0.01	0.1
Orange	25	25	0.001	1

整流器电路图



RECTIFIERS, INC.  
ROSENBERG, TEXAS 7747:11

SINGLE PHASE (SCHOOL RECTIFIER)

DATE: 02-19-2007  
NO: 15.0  
FUE: 1500 \1502... Nat:e 5ililicori no iJiinb.?e-m-ll

## 实际电偶序

材料	电位 (V)*
High Potential Magnesium 高电位镁	-1.75
Magnesium Alloy 镁合金	-1.60
Zinc 锌	-1.10
Aluminum Alloy 铝合金	-1.05
Clean Carbon Steel 清洁碳钢	-0.50 to -0.80
Rusted Carbon Steel 锈蚀碳钢	-0.20 to -0.50
Cast / Ductile Iron 铸铁/球墨铸铁	-0.50
Lead 铅	-0.50
Steel in Concrete 混凝土中的钢	-0.20
Copper 铜	-0.20
High Silicon Iron 高硅铸铁	-0.20
Carbon, Graphite 碳, 石墨	+0.30

\*相对于铜/饱和硫酸铜参比电极的电位

## 四线法测量电流

$$K = \frac{I_{\text{test}}}{\Delta V_{\text{test}}}$$

Where

K = 校正系数 (A/mV)

$I_{\text{test}}$  = 施加在测试管段上的测试电流 (A)

$\Delta V_{\text{test}}$  =  $V_{\text{test,current applied}} - V_{\text{test, no current applied}}$  (mV)

## 管中电流

$$I = KV$$

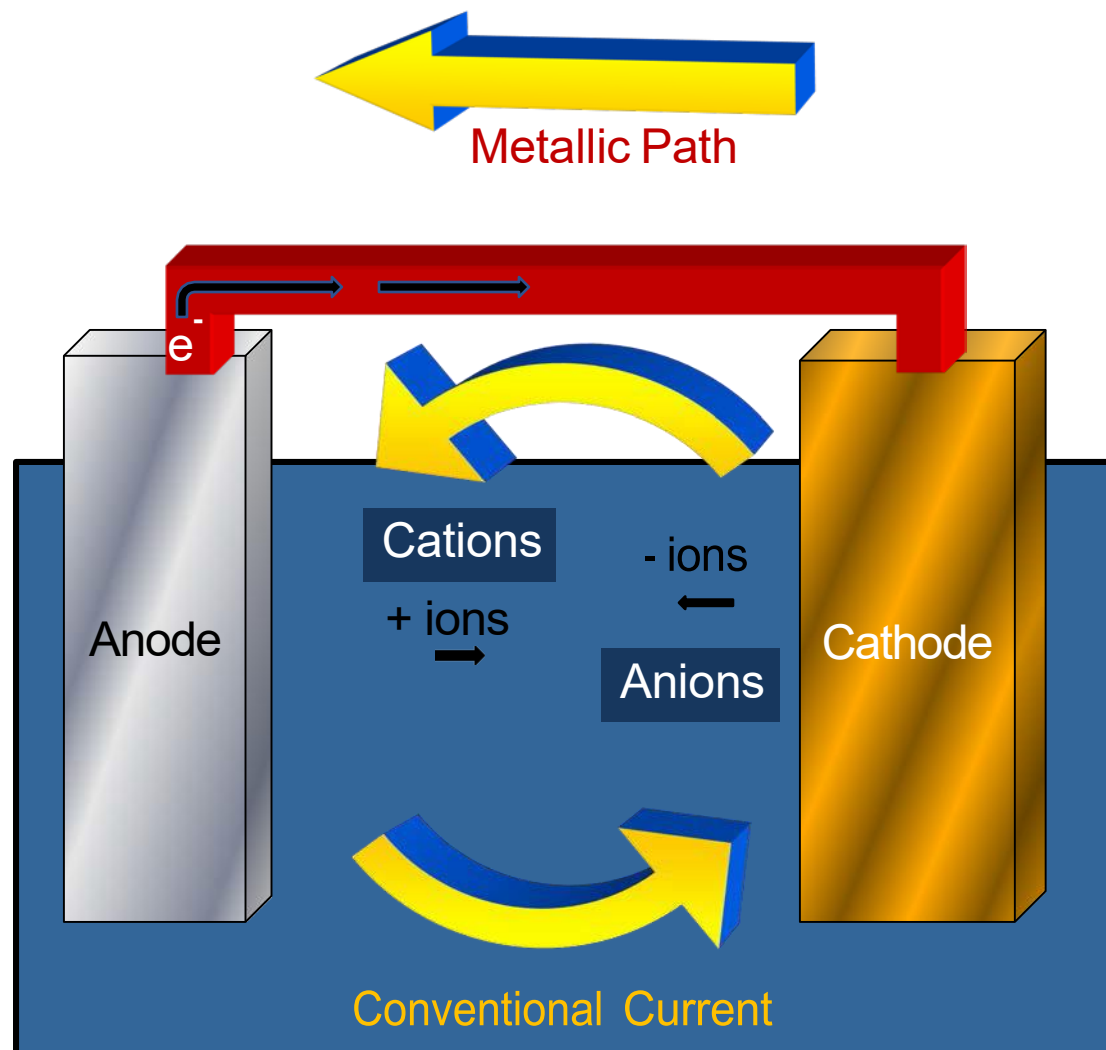
Where

I = 管中电流 (A)

K = 校正系数 (A/mV)

V = 管段两端的电压降 (mV)

腐蚀电池中的电流回路



---

## 单位转换 CONVERSIONS

EMF	electromotive force – any voltage unit
E or e	any voltage unit
V	volts
mV	millivolts
$\mu$ V	microvolts
I	any amperage unit
mA	milliamperes or milliamps
$\mu$ A	microamperes or microamps
R or $\Omega$	Resistance
1,000,000 volts	= 1 megavolt
1,000 volts	= 1 kilovolt
1.0 volt	= 1000 millivolts
0.100 volt	= 100 millivolts
0.010 volt	= 10 millivolts
0.001 volt	= 1 millivolt
0.000001 volt	= 1 microvolt
1,000,000 amperes	= 1 mega-ampere
1,000 amperes	= 1 kiloampere
1.0 ampere	= 1000 milliamperes
0.100 ampere	= 100 milliamperes
0.010 ampere	= 10 milliamperes
0.001 ampere	= 1 milliampere
0.000001 ampere	= 1 microampere
1,000,000 ohms	= 1 mega-ohm
1,000 ohms	= 1 kilo-ohm
1.0 ohms	= 1000 milliohms
0.100 ohm	= 100 milliohms
0.010 ohm	= 10 milliohms
0.001 ohm	= 1 milliohm
0.000001 ohm	= 1 micro-ohm
1 meter	= 100 cm
1 meter	= 1000 mm
1 inch	= 2.54 cm
1 foot	= 30.48 cm

## U.S. Customary/Metric Conversion for Units of Measure Commonly Used in Corrosion-Related Publications

1 A/ft <sup>2</sup>	= 10.76 A/m <sup>2</sup>	1 inH <sub>2</sub> O	= 249.1 Pa
1 acre	= 4,047 m <sup>2</sup> = 0.4047 ha	1 knot	= 0.5144 m/s
1 Ah/lb	= 2.205 Ah/kg	1 ksi	= 6.895 MPa
1 bbl (oil, U.S.)	= 159 L = 0.159 m <sup>3</sup>	1 lb	= 453.6 g = 0.4536 kg
1 bpd (oil)	= 159 L/d = 0.159 m <sup>3</sup> /d	1 lbf/ft <sup>2</sup>	= 47.88 Pa
1 Btu	= 1,055 J	1 lb/ft <sup>3</sup>	= 16.02 kg/m <sup>3</sup>
1 Btu/ft <sup>2</sup>	= 11,360 J/m <sup>2</sup>	1 lb/100 gal (U.S.)	= 1.198 g/L
1 Btu/h	= 0.2931 W	1 lb/1,000 bbl	= 2.853 mg/L
1 Btu/h-ft <sup>2</sup>	= 3.155 W/m <sup>2</sup> (K-factor)	1 mA/in <sup>2</sup>	= 0.155 mA/cm <sup>2</sup>
1 Btu/h-ft <sup>2</sup> ·°F	= 5.678 W/m <sup>2</sup> K	1 mA/ft <sup>2</sup>	= 10.76 mA/m <sup>2</sup>
1 Btu·in/h-ft <sup>2</sup> ·°F	= 0.1442 W/m·K	1 Mbpd (oil)	= 159 kL/d = 159 m <sup>3</sup> /d
1 cfm	= 28.32 L/min = 0.02832 m <sup>3</sup> /min = 40.78 m <sup>3</sup> /d	1 mile	= 1.609 km
1 cup	= 236.6 mL = 0.2366 L	1 square mile	= 2.590 km <sup>2</sup>
1 cycle/s	= 1 Hz	1 mile (nautical)	= 1.852 km
1 ft	= 0.3048 m	1 mil	= 0.0254 mm = 25.4 μm
1 ft <sup>2</sup>	= 0.0929 m <sup>2</sup> = 929 cm <sup>2</sup>	1 MMcfd	= 2.832 × 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d
1 ft <sup>3</sup>	= 0.02832 m <sup>3</sup> = 28.32 L	1 mph	= 1.609 km/h
1 ft·lbf (energy)	= 1.356 J	1 mpy	= 0.0254 mm/y = 25.4 μm/y
1 ft·lbf (torque)	= 1.356 N·m	1 oz	= 28.35 g
1 ft/s	= 0.3048 m/s	1 oz fluid (Imp.)	= 28.41 mL
1 gal (Imp.)	= 4.546 L = 0.004546 m <sup>3</sup>	1 oz fluid (U.S.)	= 29.57 mL
1 gal (U.S.)	= 3.785 L = 0.003785 m <sup>3</sup>	1 oz/ft <sup>2</sup>	= 2.993 Pa
1 gal (U.S.)/min (gpm)	= 3.785 L/min = 0.2271 m <sup>3</sup> /h	1 oz/gal (U.S.)	= 7.49 g/L
1 gal/bag (U.S.)	= 89 mL/kg (water/cement ratio)	1 psi	= 0.006895 MPa = 6.895 kPa
1 grain	= 0.06480 g = 64.80 mg	1 qt (Imp.)	= 1.1365 L
1 grain/ft <sup>3</sup>	= 2.288 g/m <sup>3</sup>	1 qt (U.S.)	= 0.9464 L
1 grain/100 ft <sup>3</sup>	= 22.88 mg/m <sup>3</sup>	1 tablespoon (tbs)	= 14.79 mL
1 hp	= 0.7457 kW	1 teaspoon (tsp)	= 4.929 mL
1 microinch (μin)	= 0.0254 μm = 25.4 nm	1 ton (short)	= 907.2 kg
1 in	= 0.0254 m = 2.54 cm = 25.4 mm	1 U.S. bag cement	= 42.63 kg (94 lb)
1 in <sup>2</sup>	= 6.452 cm <sup>2</sup> = 645.2 mm <sup>2</sup>	1 yd	= 0.9144 m
1 in <sup>3</sup>	= 16.387 cm <sup>3</sup> = 0.01639 L	1 yd <sup>2</sup>	= 0.8361 m <sup>2</sup>
1 in·lbf (torque)	= 0.113 N·m	1 yd <sup>3</sup>	= 0.7646 m <sup>3</sup>
1 inHg	= 3.386 kPa		

---

编制本参考资料所依据的参考文献及标准

*Peabody's Control of Pipeline Corrosion* (No. Ed 2). Peabody, A.W. (2001). NACE International.

*NACE Corrosion Engineers Reference Handbook*, Baboian, 3<sup>rd</sup> Edition (2002).

*Electrical Engineering Principles and Applications—5<sup>th</sup> Edition*. Hambley, A. (2005). Prentice-Hall Publishing.

*Core Engineering Concepts for Students and Professionals—1<sup>st</sup> Edition*. Lindeburg, M. (2010). Professional Publications, Inc.

“American National Standard for Use of the International System of Units (SI): The Modern Metric System” ASTM SI 10. (2002). ASTM.

Universal Rectifiers Website. [www.universalrectifiers.com](http://www.universalrectifiers.com)

NACE International SP 0169 (2013). “Control of External Corrosion on Underground of Submerged Metallic Piping Systems.” NACE International.

NACE International SP 0176 (2007) SG. “Corrosion Control of Submerged Areas of Permanently Installed Steel Offshore Structures Associated with Petroleum Production.” NACE International.

NACE International SP 0177 (2014). “Mitigation of Alternating Current and Lightning Effects on Metallic Structures and Corrosion Control Systems.” NACE International.

NACE International SP 0200 (2014). “Steel-Cased Pipeline Practices.” NACE International.