

职业技能培训教程与鉴定试题集

ZHIYEJINENGPEIXUNJIAOCHENG YU JIANDINGSHITIJ

油气管道保护工

YOU QI GUAN DAO BAO HU GONG

(上册)

中国石油天然气集团公司人事服务中心 编



石油工业出版社

PETROLEUM INDUSTRY PRESS

职业技能培训教程与鉴定试题集

油气管道保护工

(上册)

中国石油天然气集团公司人事服务中心 编



石油工业出版社

内 容 提 要

本书是由中国石油天然气集团公司人事服务中心,依据油气管道保护工国家职业标准,统一组织编写的《职业技能培训教程与鉴定试题集》中的一本。书中包括油气管道保护工初级和中级两个级别的内容,分别介绍了应掌握的基础知识、技能操作与相关知识,并给出了部分理论试题和技能操作鉴定试题。本书语言通俗易懂,理论知识重点突出,且实用性强,可操作性强,是油气管道保护工职业技能培训和鉴定的必备教材。

图书在版编目(CIP)数据

油气管道保护工.上册/中国石油天然气集团公司人事服务中心编.
北京:石油工业出版社,2004.12

(职业技能培训教程与鉴定试题集)

ISBN 7-5021-4860-4

I. 油…

II. 中…

III. ①石油管道-保护-技术培训-教材

②天然气管道-保护-技术培训-教材

IV. TE988.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 120847 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www. petropub. cn

总 机:(010)64262233 发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

排 版:北京乘设伟业科技排版中心排版

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2004 年 12 月第 1 版 2005 年 6 月第 2 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:21.5

字数:540 千字 印数:2001—4000 册

书号:ISBN7-5021-4860-4/TE·3414

定价:38.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

为提高石油工人队伍素质,满足职工培训、鉴定的需要,中国石油天然气集团公司人事服务中心组织编写了这套《职业技能培训教程与鉴定试题集》。这套书包括 44 个石油天然气行业特有工种和 21 个社会通用工种的职业技能培训教程与鉴定试题集,每个工种依据《国家职业(工人技术等级)标准》分初级工、中级工、高级工、技师、高级技师五个级别编写。

本套书的编写坚持以职业活动为导向,以职业技能为核心的原则,打破了过去传统教材的学科性编写模式。依据职业(工种)标准的要求,教程分为基础知识部分和技能操作与相关知识部分。基础知识部分是本职业(工种)或本级别应掌握的基本知识;技能操作与相关知识是本级别应掌握的基本操作技能与正确完成技能操作所涉及到的相关知识。试题集中理论知识试题分为选择题、判断题、简答题、计算题四种题型,以客观性试题为主;技能操作试题在编写中增加了考核内容层次结构表,目的是保证鉴定命题的等值性和考核质量的统一性。为便于职工培训和鉴定复习,在每个工种、等级理论知识试题与技能操作考核试题前均列出了《鉴定要素细目表》。《鉴定要素细目表》是考核的知识点与要点,是工人培训的知识大纲和鉴定命题的直接依据。为保证职工鉴定前能够进行充分的考前培训、学习,真正达到提高职工技术素质的目的,此次编入试题集中的理论知识试题只选取了试题库中的部分试题,职工鉴定前复习时应严格参照教程与试题集的《鉴定要素细目表》,认真学习本等级教程规定内容。

为使用方便,本套书中《油气管道保护工》分上、下两册出版,上册为初级工和中级工两个级别的内容,下册为高级工、技师两个级别的内容。《油气管道保护工》由管道局组织编写,主编孙雯芬。上册主要编写的人员有:孙雯芬、魏炳奎、韩钟琴、张宝玉、马永山、赵庆华、陈建忠、何莹、林容芳。下册主要编写的人员有:孙雯芬、陈建民、韩钟琴、张宝玉、马彦昌、李桂芝、苏丽珍、牛冬梅。最后经中国石油

天然气集团公司职业技能鉴定指导中心组织专家审定,参加审定的专家有中油管道公司董中智,胜利油田王曰亮,管道局孙德新、吕向阳等。在此表示衷心感谢!

由于编者水平有限,疏漏、错误之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

目 录

初 级 工

国家职业标准(初级工工作要求)	(3)
-----------------------	-----

第一部分 初级工基础知识

第一章 油气储运基础知识	(5)
第一节 石油的组成、性能及用途	(5)
第二节 天然气的组成、性能及用途	(8)
第二章 金属腐蚀与防护基础知识	(12)
第一节 化学基础知识	(12)
第二节 金属腐蚀的概念及分类	(14)
第三节 金属电化学腐蚀的基本原理	(15)
第四节 控制金属腐蚀的基本方法	(18)
第三章 管道阴极保护知识	(20)
第一节 阴极保护原理	(20)
第二节 阴极保护方法	(21)
第三节 阴极保护参数	(22)
第四章 管道防腐层知识	(25)
第一节 防腐层防腐原理	(25)
第二节 防腐材料基本知识	(26)
第三节 石油沥青防腐层	(26)
第四节 环氧煤沥青防腐层	(29)
第五章 水工保护基础知识	(30)
第一节 常用建筑材料	(30)
第二节 混凝土常识	(36)
第六章 电工学基础知识	(38)
第一节 概述	(38)
第二节 电路和电路的工作状态	(40)
第三节 直流电和交流电	(43)
第四节 磁场、磁性材料与变压器	(44)
第七章 管道施工知识	(46)
第一节 钳工基础知识	(46)

第二节 管工基础知识	(55)
第八章 安全及环境保护知识	(61)
第一节 防火知识	(61)
第二节 安全用电常识	(65)

第二部分 初级工技能操作与相关知识

第一章 安装、投运恒电位仪和整流器	(69)
第二章 配制饱和硫酸铜参比电极	(74)
第三章 测量管道保护电位	(76)
第四章 测量辅助阳极接地电阻	(79)
第五章 检查待装绝缘法兰的绝缘性能	(81)
第六章 测量土壤电阻率	(83)
第七章 维护阴极保护测试桩	(85)
第八章 检查防腐层漏点	(87)
第九章 维修防腐层漏点	(89)
第十章 检查水工保护设施	(91)
第十一章 操作明杆楔式单闸板阀门	(95)
第十二章 排放输气干线分水器的积水	(100)
第十三章 巡线	(102)
第十四章 测定管道位置、走向和埋深	(105)
第十五章 加注缓蚀剂	(107)

第三部分 初级工理论知识试题

鉴定要素细目表	(109)
理论知识试题	(112)
初级工理论知识试题答案	(144)

第四部分 初级工技能操作试题

考核内容层次结构表	(148)
鉴定要素细目表	(149)
技能操作试题	(150)
组卷示例	(176)

中 级 工

国家职业标准(中级工工作要求)	(183)
-----------------------	-------

第五部分 中级工基础知识

第一章 油气储运基础知识	(185)
第一节 石油管道输送工艺	(185)
第二节 天然气管道输送工艺	(187)
第二章 金属腐蚀与防护基础知识	(189)
第一节 腐蚀原电池	(189)
第二节 电化学腐蚀速度与极化	(190)
第三章 管道阴极保护知识	(194)
第一节 外加电流阴极保护系统的主要设施	(194)
第二节 管道阴极保护附属设施	(198)
第四章 管道防腐层知识	(202)
第一节 煤焦油瓷漆防腐层	(202)
第二节 熔结环氧粉末防腐层	(204)
第五章 水工保护基础知识	(205)
第一节 地基土的组成、特性及分类	(205)
第二节 地基土的野外鉴别与描述	(208)
第三节 地基及地基容许承载力	(211)
第六章 电工学基础知识	(213)
第一节 半导体	(213)
第二节 晶体二极管	(214)
第三节 实用电子电路	(216)
第七章 管道焊接基础知识	(221)
第八章 安全及环境保护知识	(224)
第一节 防爆知识	(224)
第二节 防毒	(227)

第六部分 中级工技能操作与相关知识

第一章 调整恒电位仪	(229)
第二章 检查运行中的绝缘法兰(接头)的绝缘性能	(236)
第三章 调整阴极保护参数	(238)
第四章 排除辅助阳极断线故障	(241)
第五章 维护阴极保护站阳极线路	(243)
第六章 用蓄电池对管道实施临时阴极保护	(245)
第七章 操作汽油发电机	(247)
第八章 埋设牺牲阳极	(249)

第九章 测量牺牲阳极保护参数(常规)	(252)
第十章 地面检查埋地管道防腐层漏点	(254)
第十一章 开挖检测防腐层质量	(259)
第十二章 维护跨越设施	(263)
第十三章 排放输气站站场分离器积水	(265)
第十四章 开关清管球阀	(267)
第十五章 检测杂散电流干扰情况	(268)
第十六章 绘制有关图纸	(270)

第七部分 中级工理论知识试题

鉴定要素细目表	(271)
理论知识试题	(276)
理论知识试题答案	(301)

第八部分 中级工技能操作试题

考核内容层次结构表	(305)
鉴定要素细目表	(306)
技能操作试题	(307)
参考文献	(332)

初 级 工

国家职业标准(初级工工作要求)

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
一、阴极保护	(一) 安装、投运恒电位仪或整流器	1. 能看懂仪器使用说明书 2. 能连接各接线 3. 能按照开机操作程序开启设备 4. 能判定开机后设备是否工作正常 5. 能测量通电点电位 6. 能分析和处理简单的问题	1. 恒电位仪或整流器的型号、技术指标、开机操作技术要求、开机程序及正常运行的标志 2. 常见问题产生的原因及处理方法
	(二) 测量阴极保护参数 1. 配制饱和硫酸铜参比电极	1. 能配制饱和硫酸铜溶液 2. 能按照要求准备参比电极的各元件 3. 能进行参比电极组装	1. 饱和硫酸铜溶液的成分、配制步骤及技术要求 2. 参比电极的构成及组装步骤
	2. 测量管道保护电位	1. 能使用参比电极 2. 能使用万用表 3. 能连接导线 4. 能记录测量结果 5. 能填写报表	1. 参比电极使用注意事项 2. 万用表的性能要求、型号、技术指标、使用方法 3. 管道电位测量的步骤及技术要求
	3. 测量辅助阳极接地电阻	1. 能完成准备工作 2. 能进行导线连接 3. 能使用接地电阻测量仪 4. 能记录测量结果 5. 能判断所测电阻值是否符合要求	1. 准备工作内容 2. 接地电阻测量仪的型号、使用方法 3. 接地电阻测量步骤及技术要求 4. 辅助阳极接地电阻值正常范围
	4. 检查待装绝缘法兰绝缘性能	1. 能按要求完成准备工作 2. 能使用兆欧表 3. 能按照操作步骤进行绝缘性能检查 4. 能判定绝缘法兰质量是否符合要求	1. 绝缘法兰的作用、结构、安装位置及检测方法 2. 绝缘性能检查准备工作要求 3. 兆欧表的型号、使用方法 4. 绝缘性能检查的操作步骤及技术要求
	5. 测量土壤电阻率	1. 能将电极按规定深度、间距插入土壤 2. 能进行导线连接 3. 能操作电阻测量仪器 4. 能计算、记录测量结果	1. 土壤电阻率的测量方法及基本原理 2. 土壤电阻率的计算方法 3. 土壤电阻率的测量操作步骤及技术要求
	(三) 维护阴极保护测试桩	1. 能检查测试桩所存在的问题 2. 能进行维护操作	1. 测试桩的结构与用途 2. 查找测试桩问题的方法 3. 测试桩维护方法及技术要求

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
二、防腐层防腐	(一) 检查防腐层漏点	1. 能按照标准公式计算检漏电压 2. 能使用电火花检漏仪检测防腐层漏点	1. 检漏电压计算公式 2. 电火花检漏技术要求、操作步骤
	(二) 维修防腐层漏点	1. 能进行漏点处表面处理 2. 能按防腐层技术标准进行补漏	1. 所辖管段防腐层的性能、组成及材料要求 2. 补漏材料的性能要求 3. 所辖管段防腐层的技术标准
三、水工保护	检查水工保护设施	能检查水工保护设施存在的一般问题	水工保护设施检查的一般步骤及技术要求
四、操作与维护有关设备	(一) 操作管道明杆楔式单闸板阀门	1. 能进行阀门的开、关操作 2. 能对阀门进行维护保养	1. 阀门的型号、规格及结构 2. 阀门的开关程序、技术要求及维护保养方法
	(二) 排放输气干线分水器积水	1. 能进行干线分水器放水操作 2. 能维护保养分水器	1. 干线分水器的类型、结构、用途及原理 2. 干线分水器的操作程序、维护保养知识 3. 放水操作的安全注意事项
五、安全检查	(一) 巡线	1. 能看懂管道走向图 2. 能确定所辖管段的地理位置、长度及其附属设施 3. 能熟悉沿线村镇的有关情况 4. 能按照管道管理部门的巡线要求巡线 5. 能发现水工保护设施存在的问题 6. 能界定管道违章建筑物及行为	1. 管道走向图 2. 《石油天然气管道保护条例》的有关要求 3. 《长输管道安全管理规程》的有关要求 4. 《土地法》、《环境保护法》的有关知识
	(二) 测定管道位置、走向和埋深	1. 能在其他技术人员指导下使用检漏仪、探管机 2. 能按信号变化规律判定管道位置和走向	1. 检漏仪、探管机的使用方法 2. 管道位置、走向、埋深与接收到的信号之间的关系
六、控制内腐蚀	加注缓蚀剂	1. 能进行自流式加注缓蚀剂的操作 2. 能进行喷雾式加注缓蚀剂的操作	1. 缓蚀剂的含义、特点、用途、类型及工作原理 2. 自流式与喷雾式加注装置的构成、操作程序、技术要求 3. 加注缓蚀剂的安全注意事项

第一部分 初级工基础知识

第一章 油气储运基础知识

石油、天然气是管道输送的主要介质,学习其组成、性能等基本知识具有重要意义。

第一节 石油的组成、性能及用途

一、什么是石油和天然气

石油和天然气都是自然界的产物,是管道输送的主要介质。石油是一种看上去黑乎乎的粘稠的油状液体,是一种深藏地下的可燃性矿物油,是一种不可再生的能源(不像木材可以通过植树造林再生)。什么是石油?从实质上讲,石油是多种碳氢化合物的复杂混合物。

实际上石油和天然气是“双胞胎”,不仅它们的生成物质和生成环境基本一致,而且在组成上都属于碳氢化合物,因此也将其统称为石油。

1983年第11届世界石油大会提出的命名推荐方案说,石油是气态、液态和固态的碳氢混合物,具有天然产状;原油是石油的基本类型,在常温和常压条件下呈液态;天然气也是石油的主要类型,在常温和常压条件下呈气态。我们常将从油井中得来的未经加工的石油称为“原油”,但通常“原油”与“石油”混用,并不加以区分。以下所说的石油即原油。

凡是有石油的地方,就有天然气;但在有天然气的地方,不一定都有石油。

二、石油的化学组成

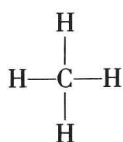
世界各地的石油成分各异,即使同一油田生产的原油,由于采油油层的不同,其成分也会发生很大变化。但是,石油的主要成分各种碳氢化合物,因此碳元素、氢元素含量很大,一般碳约占80%~88%(质量百分数),氢约占10%~14%(质量百分数)。另外,在石油中还含有少量其他元素,如氧、硫、氮,总含量一般为1.0%(质量百分数)左右,有时可达2%~3%(质量百分数)。

石油中的碳和氢不是呈游离元素存在,而是呈各种类型的碳氢化合物。习惯上人们又常将碳氢化合物简称为烃。石油中的烃类按其本身结构不同分为三种基本类型。

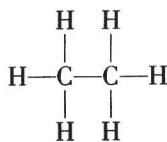
(一) 烷烃

烷烃的分子式的通式是 C_nH_{2n+2} ，“ n ”表示碳原子的个数， $C_1 \sim C_4$ (甲烷、乙烷、丙烷、丁烷)为气态； $C_5 \sim C_{16}$ (从戊烷到十六烷)为液态，是原油的主要成分； C_{17} 以上的烷烃是石蜡的主要成分，以固态的形式悬浮在石油中。

烷烃是根据分子里所含的碳原子的数目来命名的，碳原子数在10个以下的，从1到10依次用甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸来表示。碳原子数在11个以上的，就用数字来表示，如 $C_{18}H_{38}$ 称为十八烷。甲烷、乙烷的结构式可表示如下：



甲烷

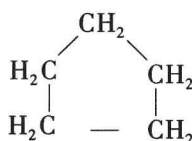


乙烷

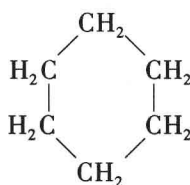
烷烃分子中的碳原子不能再和其他原子结合,属于饱和烃。因此,烷烃的化学性质很不活泼,在一般条件下不易发生反应。但在加热或催化剂以及光化学作用下,可发生各种反应。

(二) 环烷烃

环烷烃的分子式的通式是 C_nH_{2n} 。环烷烃是环状的饱和烃,分子中的碳原子以单键互相连接成环状结构,其性质和烷烃相似,也比较稳定。在石油中大量存在的环烷烃是环戊烷和环己烷。



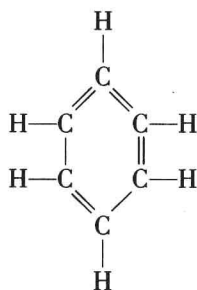
环戊烷



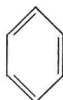
环己烷

(三) 芳烃

芳烃是芳香烃的简称,其分子式的通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n-6} (n \geq 6)$ 。苯(C_6H_6)是最简单、最基本的芳烃,其结构式为:



或简写为:



石油中的芳烃含量较少,主要有甲苯(C_7H_8)、二甲苯(C_8H_{10})和苯等。

石油中还含有少量的非烃类化合物,主要包括含氧、硫、氮的有机物及无机物。石油中的无机物主要是开采过程中混入的泥沙、铁屑、结晶盐等固体机械杂质。它们对石油储运和加工有严重影响,必须设法除去。

三、石油的物理性质

石油的物理性质是石油中各种成分的综合表现。

(一) 颜色和气味

石油的颜色是多种多样的,一般为黄褐色、棕色、淡黄色及绿色等,极少数情况下呈白色、淡红色及无色等。石油的颜色取决于石油的化学成分,一般轻质油色浅,重质油色深。我国石油多为黑色、褐红色、绿色。大多数石油除了有颜色外还具有显著的荧光。石油具有令人不快的气味,且一般因地而异,当含有较多的硫化物和氮化物时气味难闻。

(二) 密度

石油比水轻,相对密度(油品密度与规定温度下水的密度之比)约在 0.75 ~1 之间。石油的密度与其组成有关,重质组分含量越多密度越大。我国石油密度一般偏高,大部分在 0.86g/cm^3 以上。

石油的密度受温度变化的影响较大,随着温度的上升,密度减小。但当温度不变,压力升高时,原油的密度变化却很小。

(三) 粘度

粘度是衡量石油流动性能的一种参数,粘度越大,石油越不易流动。石油的粘度随着温度的升高而减小,随着密度的增大而增大。一般含烷烃多的石油粘度较小,含环烷烃和芳香烃的石油粘度较大。不同产地的石油,粘度差异很大。

(四) 凝固点

凝固点又简称为凝点。随着温度的降低,石油中溶解的蜡析出,使石油的粘度增加甚至完全丧失流动性能,出现凝固现象。石油完全丧失流动性能时的温度,称为其凝固点。

凝固点与石油的化学组成有关,一般含蜡量多的石油,其凝固点也高,即易凝。例如,含蜡较多的石油在 20°C 就凝固了,而含蜡少的石油在 -20°C 也不凝固。

我国原油,包括海上油田的原油,大都粘度高、凝固点高、含蜡量高,即人们俗称的“三高”原油。

(五) 闪点、燃点、自燃点

闪点是指在规定条件下,当火焰从油品蒸气与空气的混合气体上掠过时,闪出火花并立即熄灭的最低温度。

燃点是指在规定试验条件下,当火焰从油品蒸气与空气的混合气体上掠过时,发生燃烧的最低温度。燃点一般比闪点高 $5 \sim 20^{\circ}\text{C}$ 。

自燃点是指在规定试验条件下,油品蒸气与空气的混合气体不与火焰接触,而自行燃烧的最低温度。

油品的闪点、燃点和自燃点可用于判断其易燃程度,闪点、燃点、自燃点越低,越容易燃烧,引起火灾的危险性越大。

四、原油的分类

可以根据原油中硫、氮、蜡等含量的多少来分类。

(一) 按含硫量分类

低硫原油:硫含量(质量百分数) $< 0.5\%$;

含硫原油:硫含量(质量百分数)为 $0.5\% \sim 2.0\%$;

高硫原油:硫含量(质量百分数) $> 2.0\%$ 。

在我国,大庆、克拉玛依所产原油属于低硫原油;胜利、江汉所产原油属于含硫原油;孤岛所产原油属于高硫原油。目前,我国含硫原油的产量正在逐渐增长。

(二)按含氮量分类

低氮原油:氮含量(质量百分数) $<0.25\%$;

高氮原油:氮含量(质量百分数) $>0.25\%$ 。

一般原油的含氮量比含硫量低。大多数低硫原油,其含氮量也低。

(三)按含蜡量分类

低蜡原油:蜡含量(质量百分数)为 $0.5\% \sim 2.5\%$;

含蜡原油:蜡含量(质量百分数)为 $2.5\% \sim 10\%$;

高蜡原油:蜡含量(质量百分数) $>10\%$ 。

此外,还可以按原油的含胶量、相对密度的大小以及化学分类法对原油进行分类。

五、石油的用途

石油是非常重要的天然资源,是国民经济的重要支柱,主要有以下三个方面的用途。

(一)作为优质的能源

原油经过炼制加工后,可以制得汽油、煤油、柴油等燃料,用作汽车、火车、飞机、轮船、锅炉以及原子弹、导弹、卫星、宇宙飞行器的燃料。

1992年,在世界一次能源的消费总量中,石油占 40.2% ,天然气占 22.7% ,总计为 62.9% 。1992年,我国能源国内消费总量中煤炭占 74.9% ,石油占 18% ,天然气占 2% ,水电占 5.1% 。近几年,随着我国西部油气田的进一步开发,尤其是陕京、涩宁兰、兰成渝等油管道的建设,石油天然气在国民经济能源消费中所占的比重越来越大。

(二)作为重要的化工原料

石油是重要的化工原料,是石油化学工业赖以生存的物质基础。人们利用石油作为化工原料,开拓了化肥、合成纤维、塑料、合成橡胶、合成洗涤剂、农药、医药、燃料、炸药等一个又一个新的生产领域,使石油化工行业成为国民经济的支柱产业。例如,一套年产 8万t 合成橡胶装置生产的产品,相当于 145万亩 ●橡胶园一年所得的橡胶产量,其建设期限仅为3年。

(三)作为润滑剂

一切机器无论大小,都要加上润滑油或润滑脂才能减少摩擦和磨损,得以顺利运转。大型发动机、精密的仪器仪表乃至核工业、航天工业所需要的能耐高温、耐高压、耐高真空及抗辐射、抗腐蚀、抗氧化的润滑油,都是从石油中提炼出来的。

此外,石油中还能提炼出石蜡、沥青(柏油)、石油焦等各种产品。石蜡产品在电子、食品、医药和航空航天工业上都有广泛的用途。以石油焦为原料制造的高功率电极,比普通电极优越,每炼 1t 钢可节电 150度 ,冶炼时间可缩短 60% 。

第二节 天然气的组成、性能及用途

一、天然气的化学组成

天然气是一种以饱和碳氢化合物为主要成分的混合气体,其组分可分为三大类。

(一)烃类组分

1. 甲烷(CH_4)

天然气中甲烷的含量约为 $70\% \sim 90\%$,故通常将天然气作为甲烷来处理,它可用作化工原料及燃料。

● $1\text{亩} = 666.67\text{m}^2$ 。