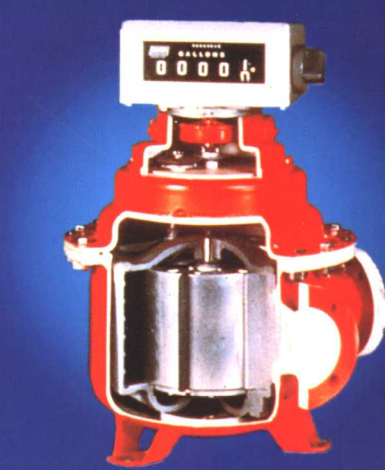
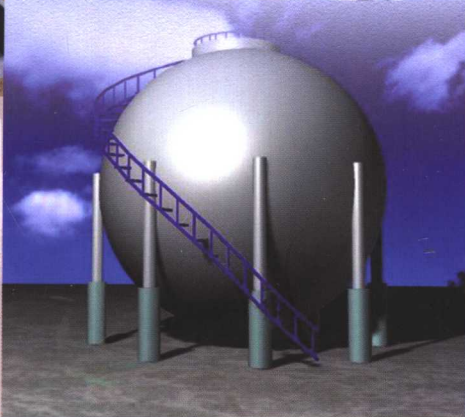
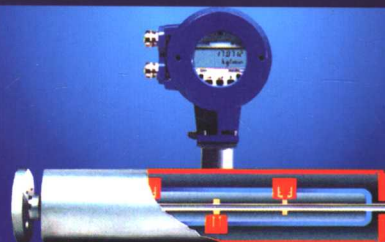
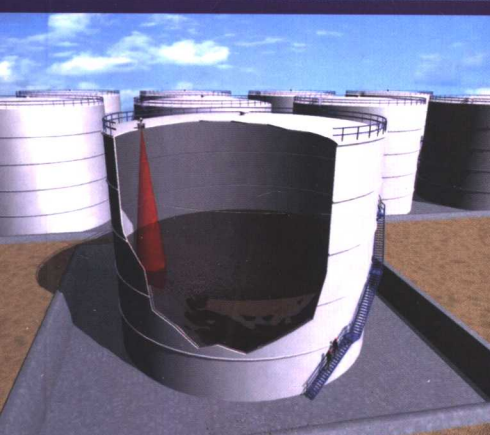


石油交接计量

SHIYOU JIAOJIE JILIANG TUJIE

张明 主编

图解



石油交接计量图解

张 明 主 编
阮增荣 副主编

海洋出版社

2006年·北京

图书在版编目(CIP)数据

石油交接计量图解/张明主编. —北京:海洋出版社,
2006.9

ISBN 7 - 5027 - 6617 - 0

I. 石… II. 张… III. 石油—计量—图解
IV. TE863.1 - 64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 094449 号

责任编辑:王书良
责任印制:严国晋

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

(100081 北京市海淀区大慧寺路 8 号)

北京画中画印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所经销

2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 14.75 字数: 400 千字

定价: 48.00 元

发行部: 62147016 邮购部: 68038093 总编室: 62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

序

随着国家经济建设的快速发展,对石油的需求量也是大幅度增长。我国已由石油出口国变为进口国,2005年进口石油超亿吨。石油开采与贸易交接计量更加国际化、市场化,石油及其液体石油产品的交接计量不仅成为石油企业现代化管理的重要基础,而且也面临着与国际接轨的更高要求。

张明等主编及其他参编同志,结合多年的工作实践,累积了大量的有关石油交接计量资料。通过近一年的编辑工作,《石油交接计量图解》一书今天终于出版了。作者首次尝试通过生动、实际、图文并茂的形式,全面提供和阐述石油交接计量的知识,旨在帮助那些石油交接计量管理人员、技术人员、现场实际操作人员,能够在较短的时间里对国内外石油贸易交接计量内容及其技术要求有个直观总体的认识,并能广泛地了解和把握石油交接计量中的技术难点和要点,从而较快地提高其专业素质。

该书的出版,对促进中国石油天然气股份有限公司的石油交接计量管理工作和石油交接计量人员技术素质的提高将发挥重要作用。在此我向主编及诸位编、审同志表示衷心感谢和祝贺。



中国石油天然气股份有限公司
勘探与生产分公司
2006年7月5日

前 言

随着石油这种战略物资重要性的日益提高和国际石油价格超过每桶 60 美元,石油计量的重要性已引起人们的高度关注。计量就是计钱,计量就是效益,已成为人们的共识。近年来,我国已由原油出口国变为进口国,2005 年进口原油超亿吨,石油开采与贸易交接计量更加国际化、市场化,石油及其液体石油产品的交接计量不仅成为石油企业现代化管理的重要基础,而且也面临着与国际接轨的更高要求。

为适应这一新形势,加强石油计量操作与管理的技术培训,中国石油天然气股份有限公司勘探与生产分公司组织有关专家、技术人员利用通俗易懂的多媒体形式编写了《石油交接计量图解》一书。该书共分四章,内容依据国内最新石油计量标准,简要介绍了石油及其液体石油产品的动态和静态贸易交接计量中有关油罐液位测量、温度、压力测量、取样方法、含水、密度测定和油量计算等方面的主要操作步骤和技术要点,以供有关石油计量操作与管理人员培训、学习时参考。

作者首次尝试通过生动实际的图表形式,全面提供和阐述石油交接计量的一般操作基础知识,旨在帮助石油交接计量技术人员,能够在较短的时间里对国内外石油贸易交接计量内容及其技术要求有个直观总体的认识,并能广泛地了解 and 把握其中的技术难点和要点,从而较快地提高其专业素质。

本书由中国石油天然气股份有限公司勘探与生产分公司组织编写,张明主编,阮增荣副主编,侯学志、姚淑华、宋一青等同志参加编写,潘丕武主审并提出许多修改意见。本书审查委员会主任穆剑,副主任潘丕武、吴亚斌、孙宽,委员徐兆明、薛国民、阎传宇、徐庆松、李瑞峰、廉云凯、郭宏伟、王勇、韩宝龙、单洪翔、侯学志、徐宁、高军、金传启。在本书编写过程中,还曾得到大庆油田有限责任公司质量安全环保部、储运销售分公司和石油工业计量测试研究所等有关单位领导及技术人员的大力支持与帮助,厉勇,石磊,王红娟,李秋莲,李金平,李静,苗金花,应平,李山,杨红,刘玉红,张维斌,应滨,张超逸,唐杰,李可发,徐吉生,何素莉,俞萍等同志在资料整理、图片处理和文字编辑等方面做了大量工作,在此致以衷心的感谢!

由于编写时间仓促,作者理论基础、专业知识范围和实践经验均有一定局限性,书中难免有许多错误、遗漏之处,恳请读者提出批评指正。

张 明

2006 年 6 月 17 日于北京

目 次

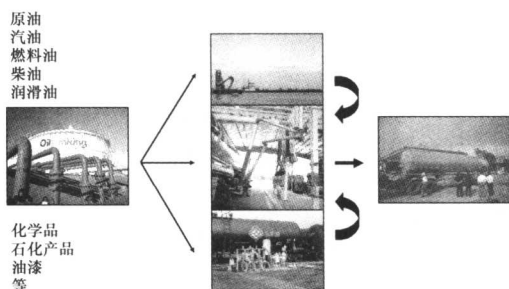
绪 论	(1)
第1章 石油静态计量	(9)
1.1 油罐液位测量	(9)
1.2 油罐及管线油品温度测量	(49)
1.3 油罐及管线取样	(76)
第2章 石油动态计量	(99)
2.1 流量计及其附件	(99)
2.2 流量计检定及设备	(132)
2.3 石油动态计量站及配套仪表设备	(146)
第3章 石油化验分析	(154)
3.1 石油密度测量(GB/T 1884)	(154)
3.2 原油水含量测定(GB/T 8929)	(173)
3.3 石油产品水分测定(GB/T 260)	(193)
第4章 油量计算方法	(213)
4.1 静态计量油量计算	(213)
4.2 动态计量油量计算	(222)
附 计量单位符号中英文对照表	(228)

绪 论

本节简要介绍原油计量基本知识和国内外石油交接计量现状。

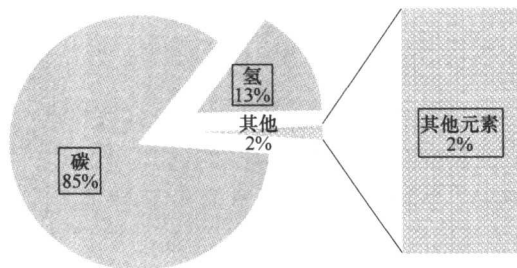
0.1

石油及液体石油产品

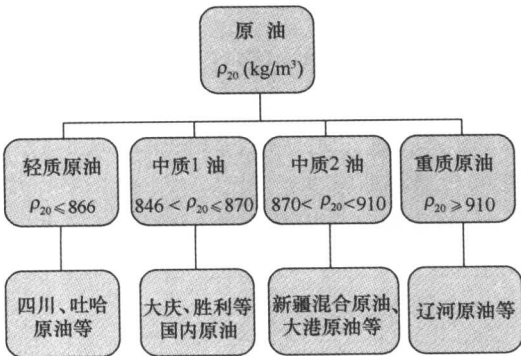
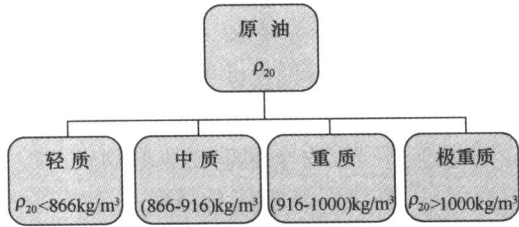
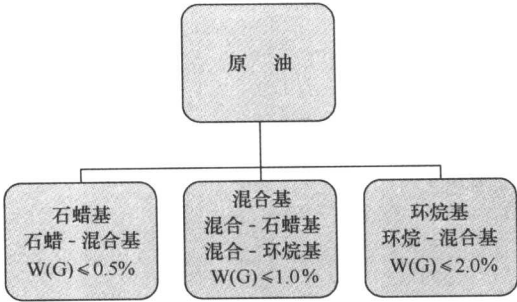


- 石油是原油及其加工产品的总称, 未经加工炼制的石油为原油。
- 石油是现代工业的“血液”, 化学工业的主要原料, 国民经济的重要能源。据统计, 20 世纪 90 年代, 石油天然气占世界能源总消耗量的 80% 左右。
- 石油同时也是国家安全的重要战略物资, 没有石油供给, 组织一场现代化战争是无法想像的。

0.2



- 原油所含的元素种类很多, 但其主要成分是碳和氢, 碳约占 83% ~ 87%, 氢约占 11% ~ 14%, 硫、氧、氮三元素约占 1% ~ 4%, 其他元素的含量都非常少。
- 原油中的碳和氢多以化合物烃的形式存在, 主要有烷烃、环烷烃和芳香烃三类, 少数原油还含有少量的烯烃。



0.3

- 按照原石油工业部标准 SY7513 - 88《出矿原油技术条件》，原油可分为三类，其评定方法是通过简易蒸馏，测定出两个常压沸点(250 ~ 275℃ 和 395 ~ 425℃)的关键组分密度，再查表确定的，详见标准原文。
- 原油出厂含水率(重量)指标要求是不同的，出口原油不大于 0.5%，国内炼制加工原油不大于 1.5%

0.4

- 1987 年在美国休斯敦召开的第十二届世界石油会议提出，原油按其密度不同分为四类。
- 对于轻质原油，可采用油罐、速度式(涡轮)流量计和容积式(刮板、双转子等)流量计计量。
- 对于中质原油，通常采用容积式流量计计量。对于重质和极重质原油，可采用容积式流量计和称重法计量。

0.5

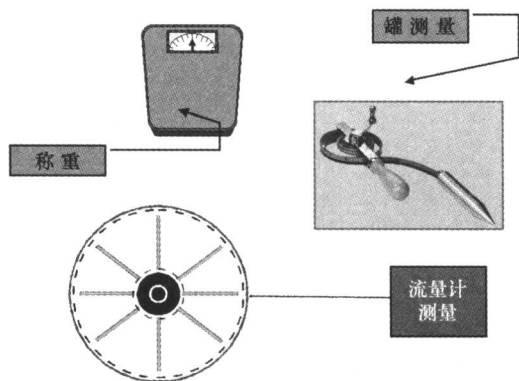
- 根据《国家发展计划委员会关于印发〈原油、成品油价格改革方案〉的通知》【计电(98)52号】文件规定：从 6 月 1 日起，国内油价与国际油价并轨，国内原油品质按照密度划分，分别与国际市场相近品质的原油挂靠，划为四个档次。

原油特性:易燃易爆

0.6

- 国家对易燃易爆物品及其区域管理有着严格明确的法制要求。
- 原油闪点约为 28°C , 组分爆炸极限约为 $1.7\% \sim 7.0\%$, 属一级火灾危险级别。针对这一特性, 原油计量操作要注意:
 - (1) 控制可燃物: 杜绝跑冒滴漏, 及时集中处理油污废油, 及时清除隔离易燃物品(包括杂草), 积聚的油蒸气要用水蒸气驱散等。
 - (2) 控制火源: 油区操作严禁明火、电火花和金属撞击火花, 所用电器必须防爆, 所穿鞋子严禁带钉, 严禁用金属工具敲击容器盖子等。

原油测量技术



0.7

- 原油交接计量方式分为静态和动态两种。
- 原油价值 = 交接数量(净油量) × 单价(品质)
- 计量系统由数量计量(毛油量)仪表和品质分析仪表构成。
- 净油量用于计算油价, 毛油量用于计算运费。
- 数量计量分质量法和体积法两种。
- 品质分析有在线自动取样分析和在线取样实验室分析两种, 分析内容主要有密度和水含量、组分(如硫含量)等。

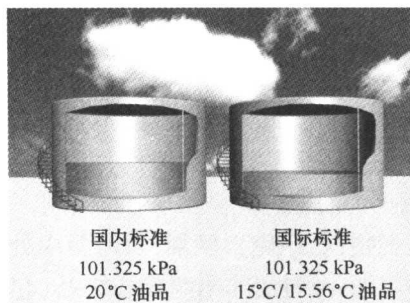
原油交接计量的特点

- 准确性
 - 一致性
 - 溯源性
 - 法制性
 - 系统性
- 计量基本特点

0.8

- 原油交接计量除了具有这四个计量基本特点外, 还具有系统性特点, 因为准确的原油交接计量是一个复杂的、集成许多参数测量的综合性计量系统。

量值统一的基础条件



0.9

- GB/T 17291 - 1998《石油液体和气体计量的标准参比条件》规定,油品商品交接计量时的标准参比条件是:101.325kPa 和 20℃。
- 国际标准参比条件 还有 101.325kPa、15℃。美国等国家还经常采用英制标准参比条件(101.325kPa、60 ℉(15.56℃))。在使用石油计量表时要注意这一点。

ISO TC28 石油产品和润滑油

0.10

- TC 28/SC 1 术语
- TC 28/SC 2 石油动态测量
- TC 28/SC 3 石油静态测量
- TC 28/SC 5 轻烃液体测量
- TC 28/SC 6 大宗货物的运输、责任范围、检验和调解

- ISO 国际标准化组织下设 TC28 分委员会,负责原油销售计量的标准化工作。
- ISO 计量标准是我国计量标准的主要采标对象。

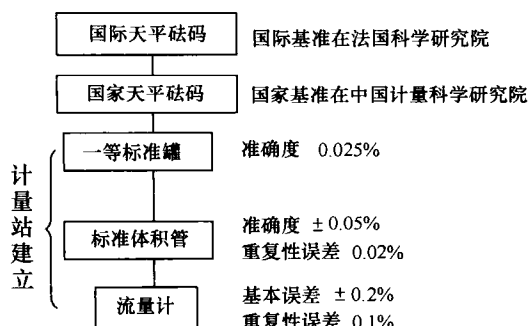
API MPMS(美国石油计量标准手册)

0.11

- | | |
|-------------|-------------------------|
| 第1章 词汇 | 第13章 测量和采样的统计 |
| 第2章 罐的检定 | 第14章 天然气测量 |
| 第3章 罐的测量 | 第15章 国际单位制应用指南 |
| 第4章 检定系统 | 第16章 用称重法或质量法测量
烃类液体 |
| 第5章 流量计量 | 第17章 船运测量 |
| 第6章 计量系统 | 第18章 密闭输送 |
| 第7章 温度测定 | 第19章 蒸发损失测量 |
| 第8章 取样 | 第20章 原油和天然气的分成测
量 |
| 第9章 密度测量 | 第21章 流量测量 - 导电液体的
测量 |
| 第10章 沉淀物和水 | |
| 第11章 物理特性数据 | |
| 第12章 油量计算 | |

- API MPMS(美国石油计量标准手册)是国际上发展最快、代表国际计量标准最新技术发展水平的综合性石油计量标准,它既是许多 ISO 计量标准的参照标准,也是我国计量标准研究的主要跟踪采标对象。

原油交接计量量值传递图

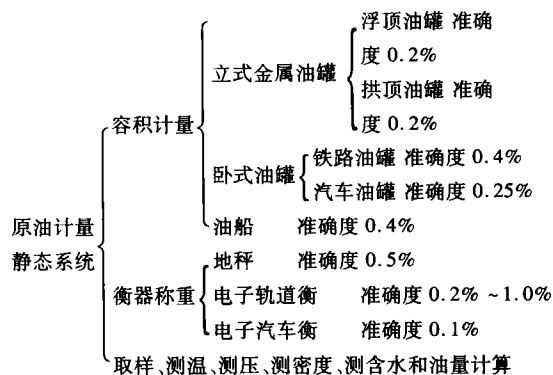


0. 12

- 快速增长的原油需求与徘徊不前的探明储量之间形成巨大的供求缺口,导致我国原油进口数量激增,开发进口渠道日趋多样化。
- 原油交接计量技术是保障原油贸易公平公正、准确一致的基础,是保障石油石化企业合法权益和经营发展的重要保证。

0. 13

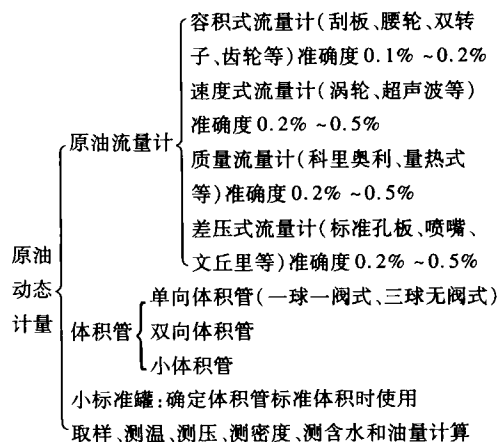
原油静态交接计量系统



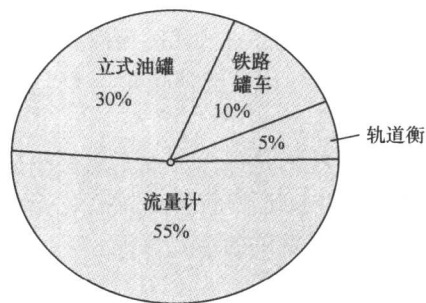
- 原油静态计量器具为各种罐舱。计量时,采用量油尺测取容器内所盛原油的液位高度,查取容器的容量表,确定出对应液位高度的原油体积量,然后进行原油的温度、压力修正计算,确定毛重并扣除含水,计算出原油的净质量。
- 我国油罐内的液位测量,部分配置了浮子式液位计,但由于多种原因都没有应用。现在都是人工用量油尺测量罐内液位高度,用手工法取样,在实验室测量原油样品的密度与含水。
- 衡器称重是采用称、衡称罐中油品的重量。

0. 14

原油动态交接计量系统



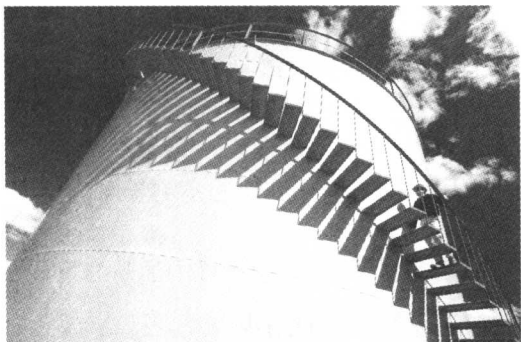
- 我国原油动态计量一般都采用容积式流量计,目前常用流量计有国产的腰轮流量计和进口的刮板流量计两种。流量计测量流动状态下的原油体积量,人工定时取样,在实验室测定原油密度和含水,人工测量输油管道内的原油压力和温度,对原油的体积进行温度、压力修正,计算出标准状态下的原油体积量,乘以原油的标准密度并扣除原油含水,考虑流量计系数和空气浮力,计算出原油净质量,用于贸易结算。
- 动态计量站库的基本配备情况如下,小标准罐、标准体积管在线检定容积式流量计,在实验室中用玻璃浮计测定原油的密度,在实验室中用蒸馏法测定原油的含水。这种配备方式,其综合计量误差为 0.35%。



0. 15

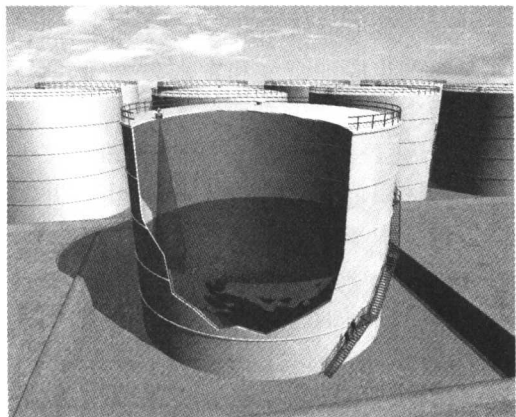
- 这是国内油田原油交接计量站点数分类统计图。
- 每种交接计量方式的综合误差都是包括对体积量、密度、含水、温度、压力、检定系统等所有可能对原油最终测量结果产生影响的不确定量总和。
- 动态计量(容积式流量计)的综合误差不大于 $\pm 0.35\%$
- 静态计量的综合误差不大于 $\pm 0.35\%$
- 铁路罐车的综合误差不大于 $\pm 0.7\%$

0. 16

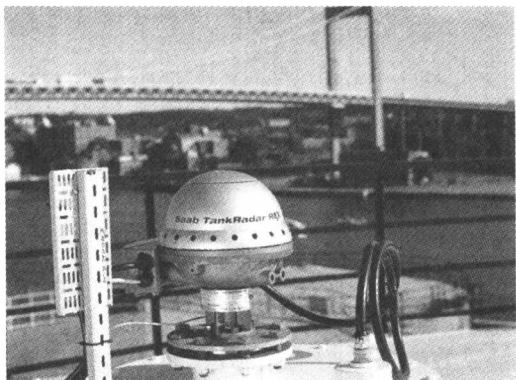


- 在原油静态计量方面,国内外技术水平差距较大。
- 国内石油贸易交接油罐液位测量都是手工检尺,尽管许多罐体同时配备了浮子式量油尺,但都未使用。仍采用人工测量液位高度,手工取样,实验室测量原油的密度、含水,查表确定容积,经过温度、压力的修正计算后,乘密度并扣除含水,确定原油的净质量。整个过程都由人工操作完成。

0. 17

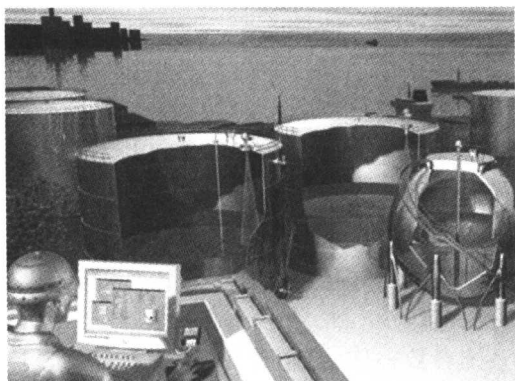


- 国外原油静态计量系统是以罐区自动管理系统为基础,已不局限于传统的液位和温度测量。油罐测量,国外利用油罐综合测量系统(HTMS)的很多,并起草建立了相应的标准。



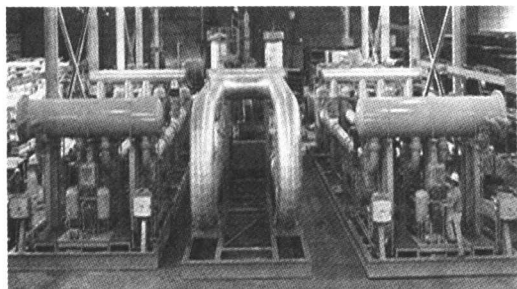
0. 18

- HTMS 是使用自动测位仪 (ALG) 测量液位, 自动测温仪 (ATT) 测量罐内液体温度, 使用压力传感器测量静压, 然后根据罐体容量表及介质密度计算质量。



0. 19

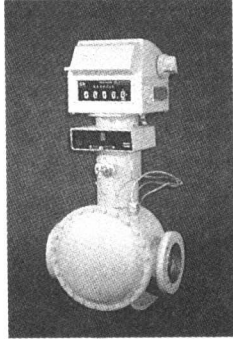
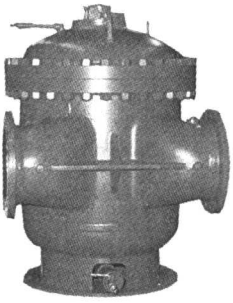
- 美国开发研制的静态油罐新型计量系统甚至可以在不接触存储液体的状态下, 直接测量油品液位、液体温度、密度, 得到油品的体积和质量, 并具有很高的准确度和可靠性, 辅助以专用的计算机, 能够对每个油罐乃至整个罐区进行收发油作业管理。测量液位的量油尺已智能化, 能测量油水界面、油位高度、油温和原油含水率, 并具有数显和计算功能。



0. 20

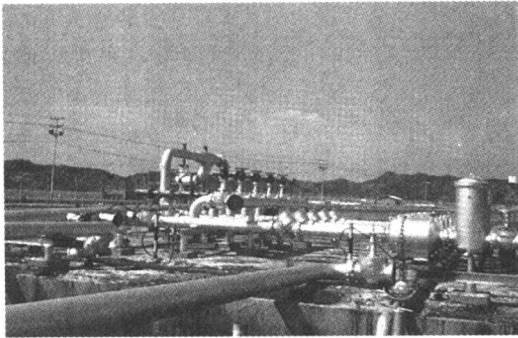
- 国外广泛配备在线标准体积管, 对连续输送的流量仪表, 通常每 2 周检定一次; 对间断输油的流量仪表, 输油前后 24 h 内都进行在线检定工作, 并及时采用新的、更接近实际输送工况条件的流量计仪表系数进行油量计算; 同时对仪表进行科学的统计控制管理, 及时发现计量系统或计量仪表本身隐含的问题, 实行有效监控。

刮板、双转子等容积式流量计



0.21

- 国外原油计量以刮板、双转子流量计为主。对于低黏度原油和成品油,多采用涡轮流量计计量。
- 高压管输常采用双壳体流量计。
- 部分流量仪表带有内置温度、压力传感器,实时进行压力温度的自动修正;电子表头,存储流量计检定历史数据,能提供经流量计系数修正后的累积流量,便于计算机管理,综合计量准确度高。



0.22

- 国外先进的原油计量系统普遍配备压力、温度传感器,以便自动测量与修正。站内系统配备自动管线取样器,可以取时间比例样或流量比例样。
- 流量计算机属于标准配置,转换准确度、标准参数、计算模型等均执行国际标准,有认可保障。
- 系统参数查询、修正计算、票据打印、统计报表、档案管理等都由计算机完成。



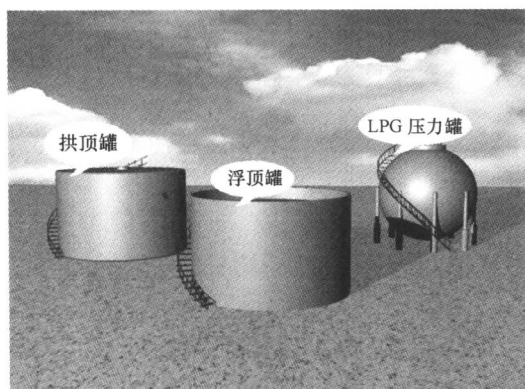
0.23

原油属易燃易爆有害介质,其中含有易挥发的轻质成分,因此书中介绍的所有操作知识均应符合与操作地点相符的安全规程规范。

第 1 章 石油静态计量

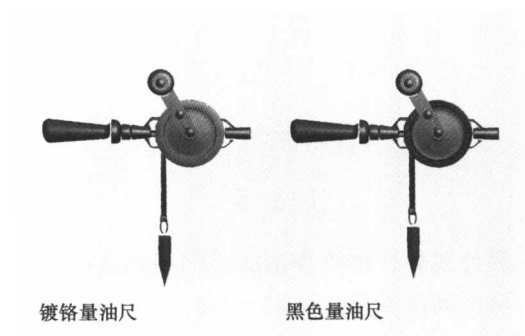
1.1 油罐液位测量

本节主要介绍金属罐、铁路和公路罐车、油船舱等容器中原油液位高度和底水高度的检尺测量操作方法及其注意事项,其中的内容要求均依据 GB/T 13894 - 92《石油和液体石油产品液位测量法(手工法)》中的规定。



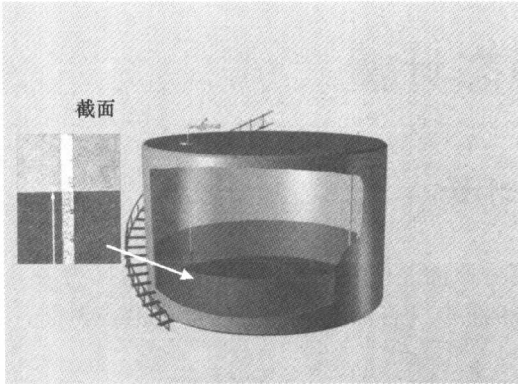
1.1.1

- 油罐交接需要两次准确的体积计量:交接前一次,交接后一次。两次测量值之差就是交接数量。



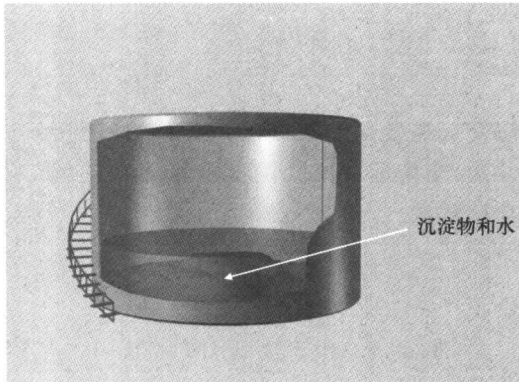
1.1.2

- 油罐内油位高度要按 m 或 mm 测量,测量结果要精确到 2 mm 之内,然后再将高度测量值通过油罐容积表转换成体积测量值,如 m^3 。这里的油位高度常用测量工具是量油尺,国内量油尺应符合 GB 13236 - 91《石油用量油尺和钢围尺技术条件》。



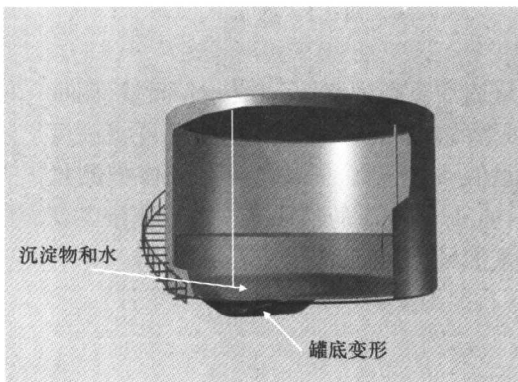
1. 1. 3

- 液面高度是指油品液面到尺砣顶的高度，也就是从量油尺浸湿线到罐底检尺点的高度。



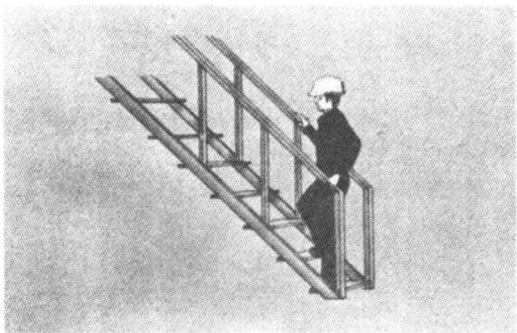
1. 1. 4

- 测量液面高度不仅要测量量油尺浸湿线到罐底检尺点的距离,还要测量驻留底部的水和沉淀物高度,以便确定油品的上、下液面。



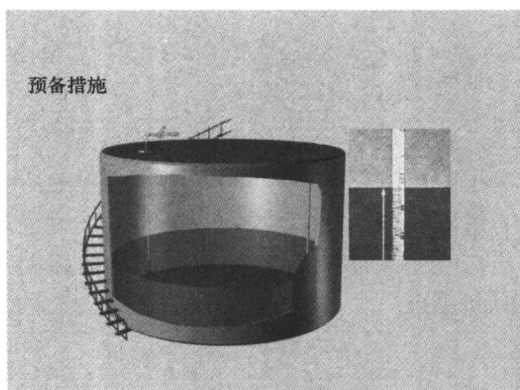
1. 1. 5

- 另外还要仔细检查诸如底部凹陷这种影响液面高度测量的油罐变形。



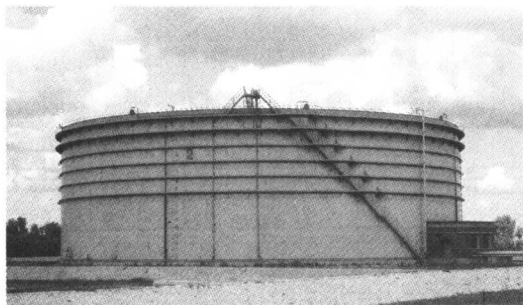
1.1.6

- 确保操作安全；
- 用具装包,手扶栏杆,消除静电；
- 穿防静电工作服,戴安全帽；
- 雨雪天气要防滑；
- 所带电器均需防爆等。



1.1.7

- 不论测量什么油品,采用什么测量方法,交接测量开始前都要做一些准备工作。



1.1.8

- 切断油罐与所有管线的连接流程。