

石油工业计量管理

关卫国 编著

07.226.3

石油工业出版社

前 言

计量工作是石油工业的一项重要技术基础工作。近几年来,随着石油工业的不断发展,石油工业计量工作得到了进一步的加强和提高。为了进一步贯彻《中华人民共和国计量法》,更好地做好石油工业的计量管理工作,提高石油企、事业单位的计量人员素质已成为一个比较突出的问题,这就需要有一本适应石油工业计量工作实际的培训教材。中国石油天然气总公司技术监督局有关领导十分重视此项工作,安排我们编写了石油工业计量讲座,并在1991~1992年《石油工业技术监督》杂志上共12期连载发表。石油工业计量讲座刊登后,许多石油工业计量人员反映较好,大家普遍感到,石油工业计量管理应该有一个比较系统的计量人员培训教材。根据这些情况,我们编写了《石油工业计量管理》一书。

《石油工业计量管理》是在《石油工业技术监督》杂志发表的12期石油工业计量讲座的基础上编写而成的。这本书的有些内容曾在中国石油天然气总公司有关计量专业会议上进行交流,编写这本教材的基本思想是认真贯彻国家计量法律、法规,依据中国石油天然气总公司计量规章,结合石油工业实际讲述国家对石油工业计量工作的基本要求,如何结合实际去做好计量工作,重点突出了实用性。全书共分十章,分别介绍了石油工业计量工作概况、石油工业计量管理体系、石油工业常用法定计量单位、误差理论基本知识、石油工业计量法制管

理、石油企业的计量管理、石油专用计量器具的管理、计量检定管理、计量标准的建立与考核和计量检定校验操作人员的考核管理。

本书编写过程中,中国石油天然气总公司技术监督局有关领导十分重视,金志俊副局长、杨果副处长从编写提纲到成稿给予了许多具体的帮助和指导,大庆石油管理局标准计量处领导和计量一科同志及有关计量人员给予了大力支持,在此表示衷心的感谢。

本书的编写力求全面系统,结合实际,但石油工业的计量管理随着计量工作的发展,还有一些问题需要进一步研究和探讨,加上本人水平有限,本书中的不妥及错误之处在所难免,热诚希望同志们批评指正。

编 者

1994年6月

序

《石油工业计量管理》今天与大家见面了,这是我国石油工业第一本较系统、较全面讲述石油工业计量管理的专业技术书籍。它是近十年来石油工业计量工作的总结、归纳和研究成果,它的出版对于石油工业计量工作的发展,计量管理水平和计量人员素质的提高,将会起重要的作用,对于加强石油工业基础工作和经营管理,增强企业素质,具有一定的促进作用。

《石油工业计量管理》具有三个特点。一是在认真贯彻《中华人民共和国计量法》及有关的法律、法规中,结合石油工业实际情况,较系统、较全面地由浅入深地介绍了石油工业计量工作概况,石油工业计量管理体系、石油工业常用法定计量单位,石油工业法制计量管理和石油工业企业计量管理及专用计量器具管理等内容,书中的基本要求依据了国家、中国石油天然气总公司对计量工作规定,具有指导性。二是结合石油工业实际,规范了计量工作的做法,以及讲述了做好具体计量工作的方法,具有实用性。三是较科学地运用了计量学的理论来研究石油工业计量工作,有较深的石油工业计量学原理,具有科学性和理论性。《石油工业计量管理》一书可作为石油天然气系统计量管理、计量技术人员的培训教材,也可供石油天然气系统有关工程技术人员、管理干部学习使用。

石油工业的计量工作是石油企业的重要技术基础工作,

是一门正在发展、需要深入研究的科学,还有许多内容需要完善和提高,《石油工业计量管理》的作者为我们开了好头,石油天然气工业系统计量人员要深入研究,做好计量工作,为发展我国石油工业,实现石油天然气行业的战略目标贡献我们的一份力量。

中国石油天然气总公司
技术监督局副局长,高级工程师 金志俊

1994年7月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 计量学的基本概念	(1)
第二节 我国计量事业的发展	(5)
第三节 石油工业计量工作的发展	(7)
第四节 石油工业计量工作的特点、任务和作用	(10)
第二章 石油工业计量管理体系	(14)
第一节 石油工业计量管理体系的建立	(14)
第二节 石油工业的量值传递体系	(19)
第三节 石油企业计量管理系统的建立	(22)
第三章 石油工业常用法定计量单位	(28)
第一节 我国的法定计量单位	(28)
第二节 石油工业常用法定计量单位的介绍	(40)
第三节 计量器具的改制	(42)
第四节 法定计量单位的实施	(45)
第四章 误差理论基本知识	(54)
第一节 误差的基本概念及误差的分类	(54)
第二节 一般测量过程的数据处理步骤	(59)
第三节 误差的估计与合成	(62)
第五章 石油工业的计量法制管理	(75)
第一节 我国的计量法规体系	(75)
第二节 计量法制管理的要求和意义	(79)
第三节 石油工业计量法制管理的规章体系和任务	(82)
第四节 石油工业计量管理办法	(84)
第五节 石油工业强检计量器具的管理	(90)

第六节	计量器具产品管理	(103)
第七节	计量认证	(106)
第六章	石油企业的计量管理	(115)
第一节	工业计量指标体系	(115)
第二节	石油企业计量管理基础工作	(121)
第三节	钻井、采油计量检测及分析	(131)
第四节	石油企业的计量科学管理	(143)
第七章	石油专用计量器具的管理	(159)
第一节	计量器具概念及管理	(159)
第二节	石油专用计量器具的分类及特点	(162)
第三节	石油专用计量器具的管理	(164)
第四节	石油专用计量器具的量值溯源方法	(165)
第五节	石油专用计量器具检定规程的制定	(167)
第八章	计量检定管理	(174)
第一节	量值传递和计量检定	(174)
第二节	计量技术法规	(176)
第三节	石油企业计量检定的管理	(181)
第四节	计量检定环境和工作条件	(182)
第五节	用 MAP 方式对计量室的监督管理	(190)
第九章	计量标准的建立与考核	(193)
第一节	基本概念	(193)
第二节	石油企业计量标准的建立	(195)
第三节	计量标准的考核	(209)
第十章	计量检定、校验、操作人员的考核管理	(215)
第一节	计量检定、校验、操作人员的基本要求	(215)
第二节	计量检定、校验、操作人员的培训和考核	(217)
第三节	计量检定、校验、操作人员的管理	(222)
附录 1	石油天然气勘探开发专用计量器具目录	(225)
附录 2	(石油)部门计量检定规程审查报批表格式	(227)
主要参考文献		(231)

第一章 概 述

第一节 计量学的基本概念

1. 计量的概念

为了在世界范围内统一计量学名词,国际计量局(BIPM)、国际电工委员会(IEC)、国际标准化组织(ISO)及国际法制计量组织(OIML)于1984年联合提出了“国际通用计量学基本名词”,计量被定义为:“以确定量值为目的的一组操作”。这个定义非常简单明了,可以从两方面理解。一是计量的目的是为了确定被计量对象的量值;二是它本身是一组操作。这组操作可能是极为复杂的物理实验,也可能是很简单的一个动作,如在日常生活中的称量等。

为了统一我国计量名词及定义,有利于形成计量行业的共同语言,做到尽可能与国际上通用的名词相一致,国家技术监督局发布的《常用计量名词术语及定义》(JJG 1001)提出的计量、测量、测试的定义如下:

计量(measurment)是实现单位统一和量值准确可靠的测量。

测量(measurment)是确定被测量对象量值为目的的全部操作。

测试(measurment and test)具有试验性质的测量。也可以理解为测量和试验的全过程。

由以上三个定义可见,计量和测量的英文是一致的,这是因为国外“计量”与“测量”取用同一词。“计量”一词在我国使用也有 30 多年,计量属于测量范畴,也可以说是一种特殊形式的测量,就是实现测量的统一,即实现单位统一和量值准确可靠的测量称为计量。

测量、计量、测试三者之间关系密切,其共性都是解决一个“量”的问题。都属于测量的领域。计量是搞好测量工作的保证,测量是形成计量的前提;计量是开展测试的基础,测试为计量工作开拓新的领域,提供新的技术手段和方法。

计量学是计量的基础,它是有关计量的知识领域,是研究测量、保证测量统一和准确的一门科学。计量学包括的专业很多,应用范围十分广泛。根据观测的量,我们目前的计量大体可分为十大类:几何量、温度、力学、电磁学、电子、时间频率、电离辐射、光学、声学、标准物质,每一类中又可分为若干项。根据任务的性质,计量学又分为法制计量学、普通计量学、应用计量学、技术计量学、质量计量学、理论计量学。国际法制计量组织还根据计量的应用领域将其分为工业计量学、商业计量学、天文计量学、医用计量学等。

2. 计量工作的基本内容

计量工作是指为实现计量单位统一、量值准确可靠而开展的一切活动。计量工作包括计量科学技术工作和计量监督管理工作两部分,主要内容为:确定统一采用的计量单位;建立复现这些单位的基准器和标准器;确定物理常数和各种物质特性的标准;研究测量的准确度问题和误差理论;确定量值传递方法和传递程序;将计量基准和标准的正确量值传递到各行各业使用的计量器具,以保证测量结果准确可靠;根据科

研、生产和需要,研究精密测量手段和测量方法,解决科研、生产中的计量、测试问题;制定计量法律、法规和计量监督管理所需的各项规章制度,对各个领域的计量工作进行法制监督管理;培训和考核计量技术人员;建立和健全计量技术保证体系,使计量事业适应国民经济发展的需要。计量工作涉及的量有:物理量、工程量、物质分量、物理化学特性量等。

3. 有关计量的基本知识

现将《常用计量名词术语及定义》(JJG 1001)中一些主要概念介绍如下。

量:现象、物体或物质可定性区别和定量确定的一种属性。“量”可指广义量或特定量,广义量如长度、时间、质量、温度、电阻、物质的量、浓度等;特定量如某一杆的长度,某根导线的电阻等等。

量值:由数值和计量单位的乘积所表示的量的大小。例如:5.34m, 15kg, 10s。

计量保证:由于保证计量安全及相当测量准确度的所有法律法规、技术手段、组织机构及必需的全部活动。

计量管理:为在计量领域中提供计量保证所开展的各项管理工作。

计量监督:按计量法律、法规的要求所进行的计量管理。例如对计量器具的制造、修理、销售、进口和使用,确认其符合计量法律、法规的要求所进行的计量管理。计量监督也可扩大到对包装品量值准确度的管理。

法定计量单位:按计量法律、法规规定强制使用或推荐使用的计量单位。

法定计量部门:负责对计量法律、法规实施监督管理的部

门。法定计量部门有国家的、地区的、地方的；法定计量部门包括政府计量行政部门和法定计量检定机构。

法定计量检定机构：各级政府计量行政部门依法设置的计量检定机构以及由其授权的计量检定机构。

计量授权：由政府计量行政部门依法赋予其它机构承担计量法规的强制检定和其它检定、测试任务的一种形式。

计量认证：对向社会提供公正数据的技术机构的计量检定、测试能力、可靠性和公正性由政府计量行政部门所进行的考核和证明。经计量认证考核合格的技术机构，为社会提供的数据具有法律效力。计量认证也可称为实验室认证。

计量纠纷：在社会经济活动中，因计量器具准确度所引起的纠纷。

计量仲裁：用计量基准或社会公用计量标准所进行的以裁决为目的的计量检定、测试活动。

检定：为评定计量器具的计量性能，确定其是否符合法定要求所进行的全部工作。

校准：在规定条件下，为确定计量器具示值误差的一组操作。

检定周期：计量器具相邻两周期检定的时间间隔。

检定证书：证明计量器具经过检定合格的文件。检定证书上可指出有关检定条件的要求和说明，给出检定结果和检定的有效期。

检定印记：证明计量器具经过检定合格，在该计量器具上加盖的印记。如在计量器具上加盖检定合格印（戳印、喷印、钳印、漆封印）或粘贴合格标签。

检定结果通知书：证明计量器具经过检定不合格的文件。

检定标记:加在计量器具上证明该计量器具已进行过检定的标记。

定度:在规定条件下,为确定出计量器具的实际值或其指示装置所表示量值的一组操作。例如硬度值的确定,测微器分划板刻线示值的确定。

定值:为确定标准物质的特性值及其准确度的全部工作。

对比:在规定条件下,对相同准确度等级的同种计量基准、标准或工作计量器具之间的量值进行的比较。

检定系统:国家对计量基准到各等级的计量标准直至工作计量器具的检定程序所作的技术规定。国家计量检定系统表可简称检定系统,它由文字和框图构成,内容包括:基准、各等级计量标准和工作计量器具的名称、测量范围、准确度(或不确定度或允许误差)和检定的方法等。

量值传递:通过对计量器具的检定和校准,将国家基准所复现的计量单位量值通过各等级计量标准传递到工作计量器具,以保证对被测对象量值的准确和一致。

溯源性:通过连续的比较链,使测量结果能够与国家计量基准或国际计量基准联系起来特性。

第二节 我国计量事业的发展

我国计量工作有悠久的历史。不过,在中国古代,人们不叫计量,而称为“度量衡”,而且在几千年的历史发展过程中,“度量衡”被视为“尺斗秤”,把这门科学的内容看的十分狭窄。随着现代化生产和科学技术的发展,计量事业日益发展,内容不断充实。中华人民共和国成立后,党和政府十分重视计量工作在国民经济中的重要作用,采取了一系列的措施发展计量

事业,经过 40 多年的努力,取得了巨大的成就。

1. 统一计量单位制工作取得了很大成绩

旧中国的计量制度比较混乱,单位、量值很不统一,计量技术和计量管理都很落后。1954 年 11 月 8 日,经第一届全国人大常委会第二次会议批准,国务院于 1955 年 1 月成立了国家计量局,负责主管全国的计量工作。1956 年国家制定的 12 年科学规划中,把研究建立国家计量基准、发展计量技术作为一个重要项目列入规划。从此,国家计量局开始有计划地发展科学技术和开展统一计量单位制工作。1956 年 6 月,国务院发布的《关于统一我国计量制度的命令》,确定以“米制”为我国的基本制度。1977 年 5 月国务院又颁布了《中华人民共和国计量管理条例(试行)》,规定逐步采用世界通用的国际单位制,1984 年 2 月,国务院颁布《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》,正式确定了以国际单位制为基础制定的我国法定计量单位。1985 年 9 月 6 日,第六届全国人大常委会第十二次会议讨论通过了《中华人民共和国计量法》,以下简称《计量法》,1986 年 7 月 1 日实行。这一系列的重要措施,为我国计量事业的发展奠定了牢固的基础。

2. 计量科学技术获得了较快的发展

我国已建立了中国计量科学研究院、中国计量测试技术研究院两个主要研究基地;已建立了 138 种国家计量基准,有不少达到了国际先进水平。国务院有关部门、国防军工系统和各省、自治区、直辖市也建立了计量测试研究机构。各地区、各部门也根据需要建立了若干计量标准器,计量科研工作取得了丰硕成果。

3. 统一的量值传递体系已经建立起来

经过 30 年的努力,各省、市、地、县共建立了计量检定机构两千多个。建成授权了 9 个国家专业计量站,对准确可靠的量值传递起到了保证作用。

4. 开发了一些新的计量测试技术

近 20 年来,我国在电子技术、激光技术、超导技术、传感技术以及处理机等应用于计量测试方面做了许多工作,取得了显著的成果。

5. 大大加强了计量管理工作

目前各省、自治区、直辖市以及绝大部分县都设立了计量管理机构。国务院和人民解放军的一些部门也建立了计量管理机构,形成了对各行各业、各个地区的计量工作监督管理系统。

第三节 石油工业计量工作的发展

石油工业是一个综合技术应用性很强的部门,其计量工作的内容也非常广泛,主要有:石油勘探开发过程中的计量测试,油田生产过程中的计量,石油机械、仪器装备制造中的计量。

石油工业计量工作的发展大体分为四个阶段。

1. 解放前石油工业的计量工作

解放前,我国的石油工业很落后,原油年产量只有 12 万吨,解放前夕只有 5 个小炼油厂,计量检测手段落后,主要沿用了一些国外的计量器具、计量方法和计量标准。几乎没有计量管理工作,仅做了一些商贸交易方面的原油等计量工作。

2. 石油计量工作的创建

石油工业计量工作创建于新中国成立初期 1949~1958

年,当时石油工业计量管理薄弱,技术落后,从中央到厂矿基本没有专门的计量管理机构,石油勘探、开发、基本建设、石油机械制造方面的计量管理工作,均由生产部门、检验科室代管。厂矿的计量项目和手段很不齐全,也没有完善的量值传递系统。这一阶段,首先注重了油田开发和采油过程中的油、气、水计量和石油工业机械制造、仪器仪表制造的计量工作。在采油矿采用由一个计量站管7~8口油井,对油井轮流进行计量测试来确定油井产量、生产的方式。对于抽油机井7~8天测量一次,便于合理确定抽油机井参数。原油外输以槽车计量为主。准确度最好的能到 $\pm 3\%$ 。各石油机械厂、仪表厂开始设立了计量室,开展了部分长度、力学计量检定工作。

3. 计量工作在曲折中发展

石油工业的计量工作在调整、曲折中发展 1958~1976年,在第二个5年计划开始到“文革”动乱期间,石油工业的计量工作发展受到了很大影响,从60年代起,石油勘探、钻井、油田开发等领域逐步建立了计量体系。大庆油田研制成功了分离器玻璃管量油技术,基本满足了当时含水量比较低的油井计量要求,石油工业计量工作有了一定的发展。

4. 石油工业计量工作的飞速发展

从1978年起,石油工业的计量管理,计量技术逐步形成了系统,得到了迅速发展。主要体现在以下几个方面。

(1) 计量管理基本形成系统。1979年原石油工业部(以下简称石油部)成立了计量管理机构。在科技司内设标准计量处,各石油勘探局、管理局、机械厂等单位也相继成立了计量管理机构。如大庆、胜利、华北等油田成立了技术监督处或标准计量处。在绝大多数石油企业的二级单位中设立了计量管

理科室,或在其它职能科室设专人,各大队、小队相应配备了专兼职计量员。据1989年末初步统计,中国石油天然气总公司(以下简称总公司)系统已有专职计量人员达18000人,其中计量管理人员达5000多人。

1992年11月总公司为了加强计量工作,成立了技术监督局负责管理工作。

(2)计量技术机构形成系统。1979年,石油部建立了部计量测试研究所,各石油管理局等单位相继成立了计量检定机构,开展了量值传递工作。据1989年末统计,各石油企事业单位已建立了726项局级最高计量标准。1979年,建立了石油部原油大流量计量检定站。1984年,在这个站的基础上,国家授权成立了国家原油大流量计量检定站。同年,还成立了石油部大容器计量检定站。

(3)油田计量技术有了较快的发展。1977年10月,在大庆总外输计量站建立了第一套原油流量成套计量仪表,其准确度经鉴定达到国际先进水平。几年来,部计量测试技术研究所以研制成离心原油含水分析仪、差压式原油含水分析仪等。华北、胜利承担的“质量流量计油田应用试验”项目通过了总公司组织的技术鉴定。1986年,吉林红岗油田实现了油田生产自动计量,自动采集数据,自动报警等多种功能,大幅度提高了油井计量的准确度和水平。

大庆、胜利推广了油井三相分离计量技术,进行了油井两相计量改造,解决了油田高含水期井口计量问题。

(4)计量管理工作初见成果。1985年,石油部召开了第一次计量工作会议,总结了石油工业的计量工作,提出了计量工作发展规划。1987年,颁布了《石油工业计量管理办法》。1991

年,总公司修订下发了《关于计量工作管理办法》等规章,1985至1991年,石油工业广泛开展了计量定级升级工作,通过开展计量定级升级,促进了石油工业计量工作的开展和深入。到1991年末,在总公司应计量定级的41个直属企业中,已有28个进行了计量定级。其中大庆石油管理局、总公司第六工程公司等6个单位达到一级计量单位;辽河油田、华北油田、胜利油田等单位达到了二级计量单位。在大型石油企业二级单位中,已有358个单位进行计量定级,其中一级49个,二级261个,三级48个。

第四节 石油工业计量工作的特点、任务和作用

1. 石油工业计量工作的特点

计量工作的性质具有自然科学和社会科学的两重性,表现为科学技术和管理的统一,它具有统一性、准确性、广泛性、社会性和法制性等。

石油工业计量工作除了具有以上特点之外,与其它行业相比,还具有自己的特点。石油工业计量工作侧重于现场工程计量,密切结合石油勘探开发和经营管理,以及石油机械制造等,直接为其服务。而且要扩展和延伸到生产和经营管理的全过程,对计量数据实行监督管理。主要表现为以下四点:

(1)石油工业是能源生产行业,其主要产品是原油、天然气、轻烃。在能源生产中需要消耗大量的能源。这样就决定了油田能源计量工作所占位置的重要性,油、气、水计量工作尤为突出。

(2)石油工业是多工种联合作业的联合性企业,计量工作涉及的范围广,存在着大量的石油专用计量技术,如石油测