

油田

原油交接计量

祖耀富 李瑞峰 常振武 编著



石油工业出版社

油田原油交接计量

祖耀富 李瑞峰 常振武 编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书总结了基层计量管理工作的实践经验,对原油计量化验的相关法规、标准及主要技术方法从理论上做了较系统的整理,内容系统全面。

本书具有一定的实用性、针对性,可供原油计量化验人员学习,也可做计量、化验人员短期培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

油田原油交接计量/祖耀富等编著.

北京:石油工业出版社,2005.6

ISBN 7-5021-4789-6

I. 油…

II. 祖…

III. ①原油-计量②原油-油质化验

IV. TE6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 094603 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

印 刷: 华北石油报印刷厂

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 29.25

字数: 747 千字 印数: 1—1300 册

书号: ISBN 7-5021-4789-6/TE·3354

定价: 58.00 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

《油田原油交接计量》编委会

主任 金海龙

委员 李瑞峰 祖耀富 常振武 刘爱琴

程星萍 甘丛笑 韩宝龙 周树魁 郭宏伟

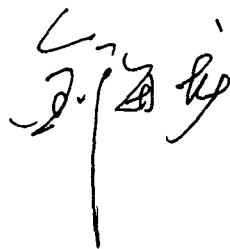
审核 李瑞峰

序

“科技要发展，计量须先行。”现代工业生产要求专业化、系统化、机械化、自动化，首先就要进行准确一致的计量；企业要降低成本，减少消耗，要提高产品质量，就要保证生产和经营中的计量测试手段齐全、准确，从而能有效地进行经济核算和质量控制。各种能源是工业生产的动力，一旦失控就可能危及人身安全，破坏生产的正常进行。因此，做好计量管理工作，既是企业现代化管理的客观需要，又是安全生产的有效保证。

我国石油工业的发展，早在北宋科学家沈括所著的《梦溪笔谈》中第一次提出“石油”这个名称时就已启动，历经千余年后，在石油工业已进入现代化的社会主义市场经济条件下，计量管理工作已作为建立和完善现代企业制度的重要基础工作之一，成为我国石油工业在国内外市场竞争中，宏观调控和规范市场的有效手段，其管理水平的高低，不仅直接影响企业自身的经济利益，而且，还直接影响企业的信誉和权益。尤其是对于那些处于中后期开发阶段的老油气田，要继续保持企业发展的后劲，则必须在油田开发、储运、营销等全过程中实施精细管理战略，其中，科学的计量管理起着十分重要作用。可以说没有计量或计量不准，上述一切生产经营活动都将无法正常进行。

由中国石油华北油田分公司计量主管部门李瑞峰等同志组织编写的《油田原油交接计量》一书，总结了基层计量管理工作实践的经验，并遵循法规性、科学性、专业性和实用性原则，对原油计量化验的相关法规、标准及主要技术方法从其理论上做了较系统的整理。该书内容比较系统全面，符合油田原油计量工作实际，是从事原油计量化验人员学习和参考的好教材。在此，我向组织编写和参加编写的所有人员表示感谢和祝贺，并预祝此书会对进一步提高油田质量管理和原油计量化验操作人员的理论与技术水平产生积极的推动作用。



2005 年 4 月

前 言

原油计量在油田开发生产、炼制加工、销售和储运各个方面都是不可缺少的技术保证，是企业现代化管理的基础，是指导生产、经营决策的依据。在国内外贸易结算中，准确计量不仅关系到企业的经济效益，还关系到国际声誉。准确计量，主要取决于从事原油计量人员（含化验员）的技术素质和敬业精神，从某种意义上讲，油品交接计量（商品计量）就是“计钱”，保障企业的经济利益，在油田原油产量递减速度加快，开发成本增加，后备储量不足的情况下，科学开发，精细管理，向科技要产量，向管理要效益，已成为各级领导的共识。

加强计量管理是其中的重要一环，要在加强员工爱岗敬业教育的基础上，不断提高技术素质，提高计量技术，熟练地掌握各项计量规程规范。各油田计量主管部门十分重视，每年都组织新上岗及在岗油品计量、化验人员进行技术培训，但缺少适合油田特点的专门材料。根据油田岗位人员紧张，培训时间不宜过长的特点，需要有一本既有针对性，又有实用性，既系统又简明的教材，为此，我们编写了《油田原油交接计量》一书。

本书由具有一定专业知识和实践经验的计量技术人员共同编写。各项内容均以国家有关原油计量的技术标准为依据，按实际计量交接顺序编排。

在本书的编写过程中，得到了许多部门和人员的协助，在此表示感谢。

由于专业知识、理论水平及编写时间有限，定有许多不足和缺陷，敬请指正与谅解。

编 者

2005 年 4 月

目 录

第一章	计量基础知识	(1)
第一节	概念	(1)
第二节	计量法律法规	(6)
第三节	误差	(10)
第二章	石油基本知识与计量名词术语	(30)
第一节	石油基本知识	(30)
第二节	计量名词术语	(38)
第三章	原油化验 (密度与含水测定)	(45)
第一节	化验基础知识	(45)
第二节	取样	(50)
第三节	测温	(55)
第四节	原油含水测定	(59)
第五节	石油和液体石油产品密度测定	(66)
第六节	标准密度换算及标准体积修正系数换算	(73)
第七节	石油产品水分测定方法	(75)
第八节	浅谈 GB/T 260 和 GB/T 8929 做原油含水测定效果	(78)
第四章	流量计计量	(83)
第一节	流量计及流量计种类简介	(83)
第二节	流量计的附属设备	(116)
第三节	流量计交接计量的油量计算	(152)
第五章	立式金属油罐交接计量	(159)
第一节	计量器具	(159)
第二节	油罐交接计量	(163)
第六章	单井量油	(174)
第一节	玻璃管量油	(174)
第二节	流量计量油 (伴生气计量从略)	(176)
第三节	单井油气自动连续计量	(178)
第七章	加强管理减少油品损耗	(184)
第一节	油品损耗	(184)
第二节	降低油品损耗措施	(186)
第三节	油量的虚假盈亏	(189)
附录一	原油计量用表	(192)
附录二	有关计量技术标准摘录	(341)
参考文献		(460)

第一章 计量基础知识

第一节 概 念

一、计量的产生及发展

自从有了人类及人类社会，人类在追求最原始的生活中就产生了不同程度和不同形式的计量，如由抢食物到分食物，又由分食物到分多分少、分大分小等等，由此出现了数和量的概念，并逐渐由无意识到有意识地去利用计量解决生产生活中的问题。在漫长的历史岁月中，人类为了生存和发展，要同大自然进行各种各样的斗争并在斗争中认识自然、利用自然和改造自然，而这些斗争是靠不同形式的计量来完成，计量在斗争得到利用和发展，可以说计量是在人类的生存和发展中产生和发展的。

计量无处不有，无处不用，与人们的生产、生活息息相关，只不过是你们没有意识到。小到穿衣吃饭，大到当今社会的商贸往来和科技发展，时时处处都离不开计量，否则一切活动都将难以进行。比如量体裁衣，买鞋问码，否则做出的衣服买来的鞋无法穿，三口人吃饭，做了一大锅，吃不完浪费掉。在商品交易中如果没有商品数量，交易就无法进行，现代生产和科技领域更是如此，如聂荣臻元帅所说：科技要发展，计量必先行；没有计量，寸步难行。

计量源于古代人们的商品交换。我国是世界出现和发展计量最早的国家之一，尽管当初计量形式和方法很简单。

早在原始社会后期，由于生产力的逐渐提高，开始出现社会分工，先是农业与畜牧业的分工，继而是手工业与农业的分工，由于这些分工，使社会经济得到了发展，人们的剩余物资增多，于是人们就拿来交换各自所需的物资（可称为商品交换），为了进行公平合理的交换，迫切需要一种工具来测量，人们便发明创造出了尺、斗、秤等测量工具。从此，在人们的意识中形成了计量的概念。我们的祖先把这种计量称之为“度量衡”，即长度计量、容量计量和重量计量。经过数千年的演变和发展，现在计量的概念和内容有了更大的变化和发展。

由原始社会后期到奴隶社会时期，社会生产力进一步提高，商品生产不断扩大，社会性的建设也不断增多，从而又促进了计量器具的生产和发展。在夏朝，原始的计量体系就已形成。据载，在夏朝建立前，舜派大禹治水时，禹就采用了“准绳”和“规、矩”等计量器具，到了商朝，社会生产力又进一步得到了提高，计量进一步得到应用和发展。如河南安阳出土的两只象牙尺，尺上刻有 10 寸，每寸间又刻有 10 分。在全国各地出土的商代青铜器，其制作之精美，纹理之清晰，比例之匀称，无不体现出计量之功绩。

当奴隶制社会走向衰亡，历史进入封建社会时期，铁器和耕牛被人们广泛使用，成为主要的生产工具，社会生产力进一步提高，加上东周战国时期军事上的需要，计量随之得到更快的发展。但各诸侯国霸占一方，各国使用的文字、货币和度量衡等都不一致。在公元前 221 年，秦始皇消灭六国统一中国后，在治国方略上采取了许多重大改革措施，使国家在短

短的十几年中得到迅速发展，其中首要的措施就有统一文字、货币和度量衡制度。

秦朝度量衡制度如下。

度制：1 引 = 10 丈 = 100 尺 = 1000 寸 = 10000 分（长度）

量制：1 斛 = 10 斗 = 100 升 = 1000 合（容量）

衡制：1 石 = 120 斤，1 斤 = 16 两，1 两 = 24 铢（重量）

其中，度制和量制大都采用了十进制，使用非常方便。

在我国五千年悠久的历史 and 灿烂的文化中，无不体现着计量的光辉和荣耀，是世界应用和发展计量最早的国家。

早在 2600 年前春秋时期，我国的天文学就得到了一定发展，有相当系统的天文观测记录，现在世界上最早的日食记录就是我国的。闻名世界的哈雷彗星，在两千多年间对它的出现，我国就有 31 次记录。最早一次是公元前 613 年春秋时鲁文公 14 年 7 月。在战国时期，我国就编制出世界上最早的恒星表。出现太阳黑子现象的记录，也是我国最早。

我国四大发明，即纸、印刷术、指南针和火药。其中火药发明的时间，据载远在唐朝以前，是炼丹时（长生不老药）发现的，经过反复试验和测量才确定出火药的成分和比例，即：一硝（硝石）二磺（硫磺）三木炭，没有精确的测试和计量是难以成功的。

我国古代著名水利工程。都江堰位于四川成都灌县附近的岷江上，它是公元前 250 年成都蜀郡太守李冰领导群众修建的，是一项设计周密、布局合理的水利枢纽工程，具有灌溉、防洪和航运等多种功能，如今仍然发挥着巨大的作用。在 2250 年前，如果没有相当高的水利工程技术和测量技术，何以建成如此灿烂的明珠。

人类建筑史上的伟大工程长城。雄伟壮观的长城修建在蜿蜒起伏的崇山峻岭之上，横亘我国北部山河。自战国时代，燕、赵、魏、齐就修建了各自的长城，用以防御外敌。秦始皇统一中国后又进行了连接和扩建。之后，从汉朝一直到明朝都进行了修建，现在看到的多为明朝长城，西起甘肃的嘉峪关，东到渤海之滨山海关，总长 12700 多华里，号称“万里长城”。这项举世罕见的工程，除显现出高超的建筑技术和集体智慧，这其中也蕴含着高超的测量技术。

中国古代石桥——赵州石桥。它位于河北省赵县的洨河上，是我国最古老、最有名的一座单孔“坦弧”大石桥。桥长 50.82m，跨径 37.02m。桥型稳重雄伟而又轻盈秀丽，是高度的科学性和完美的艺术性相结合的精品，可谓是天工开物。它是由隋朝著名工匠李春设计建造的。1300 多年来，一直被人赞誉为“奇巧固护，甲于天下”。像这样一座奇巧壮丽的古桥，其计量测试工作必于其中了，功绩自然与桥同在。

此外，两千年前出现的千古传奇的指南车和记里鼓车；北宋天文学家苏颂制造的世界上最古老的天文钟——水运仪像台；明代天文学家郭守敬等人制造的中国古代的测天仪器——浑天仪和简仪；公元 132 年东汉时代张衡发明了世界上第一架测量地震的仪器——地动仪，上述四种仪器都是测量仪器，而制造这些仪器时就需有很高的计量技术。

在两千多年的封建社会里，“度量衡”制对社会生产力的发展和科学技术的进步，都起到了决定性的作用。封建社会崩溃后，进入了一个新时代，“度量衡”制有了改进和提高，并把它称为市制计量单位（见表 1-1）。

表 1-1 市制计量单位

长度	容量	重量	面积	地积
里 = 150 丈	石 = 10 斗	吨 = 20 担	平方里 = 22500 平方丈	顷 = 10 垧
丈 = 10 尺	斗 = 10 升	担 = 100 斤	平方丈 = 100 平方尺	垧 = 10 亩
尺 = 10 寸	升 = 10 合	斤 = 10 两	平方尺 = 100 平方寸	亩 = 10 分
寸 = 10 分	合 = 10 勺	两 = 10 钱	平方分 = 100 平方厘	分 = 10 厘
分 = 10 厘	勺 = 10 撮	钱 = 10 分	平方厘 = 100 平方毫	厘 = 10 毫
厘 = 10 毫		分 = 10 厘		
		厘 = 10 毫		

然而这种旧式的计量单位和计量方法已无法满足当今科学技术和社会生产力迅速发展的需要，人们正以新的理论和新的技术来研究和发展现代化的计量，即现代的度量衡。

二、计量定义

随着人类社会的不断发展和进步，计量已成为各个领域不可缺少的先行官和检查员，当今世界经济较发达的国家计量技术无不起着主导作用。在我国发展社会主义市场经济、实现社会主义现代化的今天，计量工作就显得尤为重要。

为了使计量更好地为国民经济建设服务，并在服务中进一步发展和提高计量技术，国家对计量学和计量的概念做出了定义。

根据国家计量技术规范 JJF/T 1001 - 1998《通用计量术语及定义》，计量定义为：实现单位统一，量值准确可靠的活动。

计量学：关于测量的科学，是研究测量，保证测量统一和准确的科学。它涉及各方面计量理论和实践的研究，内容广泛，是一门综合性的科学。具体地讲，计量学研究的主要内容有：

- (1) 计量单位，计量单位制，计量标准及计量基准的建立、复制、保存和使用；
- (2) 测量方法和测量的不确定度，计量器具的计量特性和计量人员的测试能力；
- (3) 基本物理常数，标准物质和材料特性的准确测定；
- (4) 计量法制和管理，把计量工作纳入法制管理，建立健全法律法规。

计量学的形成和发展与科技进步和社会生产力的发展密不可分，相互作用，相互促进。科技越进步，生产越发展就越需要计量，并从而又推动了计量的发展，计量越发展越先进则越促进科技的进步和社会生产力的发展。归根结底是，一切活动都离不开计量，没有计量就没有科技进步和生产发展，就没有美好的今天和未来！

计量分类：计量分类过去多按学科分类，或按专业分类。现在按用途分，大体可分三大类。

1. 科学计量

科学计量是指基础性、探索性和先进的计量科学研究。

通常用最新的科技成果来精确地定义与实现计量单位，并为最新的科技发展提供可靠的测量基础。科学计量一般是计量科学研究机构，特别是国家计量科学研究机构的主要任务，包括计量单位与计量单位制的研究、计量基准与标准的研制、物理常数的确定、标准物质及材料特性的准确测定、精密测量技术的研究、量值溯源与量值传递系统的研究以及量值的比对方法和测量不确定度的研究等。

2. 工程计量

工程计量亦称工业计量，是指各种工程、工业企业中的生产计量。例如工程质量的检

验,工程及企业中的能源与材料消耗、工艺流程的监控、产品质量与性能的测试以及产品产量的确定等。随着经济贸易全球化,对产品质量要求越来越高,技术含量不断提高,复杂性增大,由此,使工程计量涉及的领域越来越广泛,计量技术要求越来越高。为保证经济贸易全球化所必需的一致性和互换性,工程计量已成为企业乃至国家经济活动中不可缺少的环节。

3. 法制计量

法制计量是指为了保证公众安全和适应国民经济发展要求的计量精度,根据计量法、计量技术和行政管理的需要,由政府或授权机构进行强制管理的计量。

依法进行强制性管理的计量包括:对计量单位、计量器具(特别是计量基准、标准)、测量方法及测量实验室的法定要求。

从实际工作来看,法制计量主要是安全防护、医疗卫生、环境监测和贸易结算等方面有关或需要特殊信任领域的强制计量。例如:国家确定的“强制检定的工作计量器具目录”中的计量器具均实行法制计量。

三、计量的特点

计量活动是以计量单位制的统一和量值的准确可靠,服务于生产、贸易和科学技术的发展为目的,因此,计量具有以下基本特点。

1. 准确性

准确性是计量要求的基本特点,是计量技术工作的核心。它表征的是计量结果与被计量的真实值的接近程度。缺乏准确性的计量不能称其为计量,它会造成严重的不良后果。准确性常以误差或不确定度来表示,计量结果的误差只有在允许的误差范围内,其结果才可靠。

2. 一致性

量值的一致,首先计量单位要统一,否则很难做到一致。一致性就是说无论在任何时间、地点,利用何种方法、器具以及任何计量人员,只要在符合有关计量所要求的条件下计量,其结果就应一致(同在允许误差范围内)。

3. 溯源性

任何计量结果都是由计量基准一级一级地传递下来的,这个基准就是量值的源头。因此,任何量值都可找到它的源头,我们把可以追根寻源的特性称为溯源性。任何量值都必须能溯源到它的基准(国家或国际基准),如此,才能保证量值的一致、准确可靠。没有溯源性的计量必然会酿成严重的企业或社会后果。

4. 法制性

因为计量具有社会性,所以单位要统一,量值要准确可靠,为实现这一目的,不仅要有一定的技术保障,还要有相应的法律、法规和行政管理等法制保障,为此,我国于1985年颁布了《中华人民共和国计量法》,把计量活动以法律的形式规定下来,所有计量活动都必须符合这个规定,这就是法制性。例如,必须使用法定计量单位,对社会公用计量标准器具、部门和企事业单位使用的最高计量标准器具以及用于贸易结算、医疗卫生、安全防护、环境监测等方面的计量器具实行强制检定。计量检定机构的设置、计量标准的建立,必须由上级计量行政主管部门批准,并进行计量认证。对制造、生产计量器具新产品必须进行定型鉴定或样机试验,合格后方可生产和销售。

四、计量在国民经济中的作用

1. 计量与人民生活

计量与人民生活密切相关，衣、食、住、行、生、老、病、死，都离不开计量。买米、买菜需要秤量，耗水耗电需要仪表计量，环境污染程度需要仪器测量，人们生病需要到医院看病检查，如此等等。试想上述活动没有计量或计量不准那会是什么样的后果呢，可见计量在人们的生活中无处不用，无处不有。

2. 计量与工农业生产

1) 计量是工业生产的眼睛和纽带

现代化工业大生产需要有高度的计量保障，如果没有计量保障就等于工业生产失去了眼睛，也可以说，指挥生产者失去了眼睛。因为没有计量或计量不准，就没有可靠的产品数量和质量，就不知道生产中出现的问题和毛病，就不能正确地指导生产和制定出正确的生产计划。久而久之，重者发生事故，轻者企业无法维持下去，就某个精密机件加工车间或石油化工车间是绝对不准许开工的，否则就将产生不堪设想的后果。如炼油的蒸馏装置，原料（原油）进装置前，含水测定不准，水量超过规定指标，结果会造成冲塔事故。可见计量是现代化企业生产的技术基础。从原材料筛选到定额投料，从工艺流程监控到产品产出都离不开计量（测定产品数量和质量），最后还要进行产品销售计量取得应有的回报。

现代化工业生产的主要特点是不断应用新技术、新材料和新工艺，不断创新，使物质生产不断深化，从而达到降低成本，提高产品质量，增加效益。此外，现代化工业生产规模大，专业分工细。产品从科研设计到生产制造，经过科技人员、生产工人按不同的工程、工序分别在各自车间进行生产，生产出的千万零部件必须能实现整体组装，同类零部件必须能通用互换，由此，要求每道工序每个部件的加工都要有各种精密的计量仪表进行测量和控制，否则是无法组装在一起的，因此说：计量是现代化工业生产协同作战的重要纽带。

2) 计量是农业生产不可缺少的好帮手

现代化的农业产生，同样需要计量做保障。从选种到种植、生长、管理、直到收获，全过程都离不开计量。为实现科学种田，就必须通过计量对土壤进行分析，掌握土壤的成分，种植什么样的作物，如土壤的酸碱度、盐分、水分、温度、有机质及氮、磷、钾的含量等，进而实行合理种植和施肥。选种时，盐水选种、药物浸种、温度催芽和离心脱水等都要由计量来保证完成。育种方面，近几年发展起来的电离辐射育种，使产量成倍增长，成为农业增产的重要措施。在田间管理上，化肥的用量、农药配制的比例等，一直到收获后的产量和质量也都要通过计量来完成。

3. 计量与科学技术

我们都知道没有科学技术，特别是先进的科学技术就没有人类的今天，即现代的工农业、现代的国防和现代的生活，而各种科学技术是如何来的呢？是对大量的测量数据（包括实验）进行分析、研究和总结，从而掌握和了解了事物的本质及变化规律，建立了各种定理、定律、理论和学说。著名物理学家、化学家门捷列夫说：“从开始有测量的时候起，才开始有科学。没有量度，精密科学就没有意义”。例如，哥白尼关于天体运行的学说，只有在伽利略发明了望远镜，进行了实际观察之后才得以确立。著名的万有引力定律，尽管牛顿很早就提出来，但直到百年后，经实际测量验证才被确认。再如爱因斯坦的相对论，也是在频率精密测量的基础上才得到明确的认证。

计量对国防的作用，尤其是尖端技术更为重要和突出。国防尖端系统庞大，构造复杂，部件繁多，精度高，量程大，频带宽，数据准确。比如，制造和发射人造地球卫星，在制造过程中必须有高精度的计量仪器，按设计要求进行跟踪测量。当卫星发射后，要严格控制火

箭运行方向和速度,卫星才能准确进入预定轨道。据说,如果最后一级火箭速度有千分之二
的相对误差,卫星就会偏离预定轨道 100km。要保证精确的自动控制系统和高精密的测量定
位系数,就离不开高准确度的长度计量、力学计量和无线电等方面的计量。通过准确的计量
可为指挥员提供判断和决策的依据。可见在国防建设中,计量测试是极其重要的技术基础,
也是重要的技术保障。

4. 计量与贸易

众所周知,贸易就是买卖双方以物和钱进行交换,亦为货币交换,可通称为商品交易。
无论是国内或是国外,公平合理是交易的准则,因此,对商品的质量和数量必须计量,以对
商品质量和数量进行确认。计量在对外贸易中无论是出口还是进口,起到保障国家经济利
益、维护国家声誉的作用。

第二节 计量法律法规

一、计量法知识

计量法律法规是计量活动的法律,所进行的一切计量活动,以法律的形式规定下来,并
在规范内进行活动。所以,计量法是计量工作的基本法律,是实施计量监督管理的最高准
则。

1985 年 9 月 6 日第六届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议通过了《中华人民
共和国计量法》并以中华人民共和国主席令正式公布,共六章三十五条。现就有关主要内
容简介如下。

1. 计量立法宗旨

计量立法的宗旨是为了加强计量监督管理,保障国家计量单位制的统一和量值的准确可
靠,有利于生产、贸易和科学技术的发展,适应社会主义现代化建设的需要,维护国家、人
民的利益。

2. 计量法适用范围

在中华人民共和国境内,所有国家机关、社会团体、中国人民解放军、企事业单位和人
员,凡是使用计量单位,建立计量基准器具、计量标准器具,进行计量检定、制造、修理、
销售、使用计量器具和进口计量器具,以及开展计量认证、实施仲裁、调解计量纠纷和进行
计量监督管理方面所发生的各种法律关系,均适用本法,且必须遵守本法。

3. 国家计量单位制和法定计量单位

国家采用国际单位制。国际单位制计量单位和国家选定的其他计量单位,为国家法定计
量单位。

我国的法定计量单位包括:

- (1) 国际单位制的基本单位(见表 1-2);
- (2) 国际单位的辅助单位(见表 1-3);
- (3) 国际单位制中具有专门名称的导出单位(见表 1-4);
- (4) 国家选定的非国际单位制的单位(见表 1-5);
- (5) 由以上单位构成的组合形式的单位;
- (6) 由词头和以上单位构成的十进倍数和分数单位词头(见表 1-6)。

表 1-2 国际单位制基本单位

量的名称	单位名称	单位符号
长 度	米	m
质 量	千克 (公斤)	kg
时 间	秒	s
电 流	安 [培]	A
热力学温度	开 [尔文]	K
物质的量	摩 [尔]	mol
发光强度	坎 [德拉]	cd

表 1-3 国际单位的辅助单位

量的名称	单位名称	单位符号
平面角	弧度	rad
立体角	球面度	sr

表 1-4 国际单位制中具有专门名称的导出单位

量的名称	单位名称	单位符号	其他表示式例
频 率	赫 [兹]	Hz	s^{-1}
力; 重力	牛 [顿]	N	$kg \cdot m/s^2$
压力; 压强; 应力	帕 [斯卡]	Pa	N/m^2
能量; 功; 热	焦 [耳]	J	$N \cdot m$
功率	瓦 [特]	W	J/s
电荷量	库 [仑]	C	$A \cdot s$
电位; 电压; 电动势	伏 [特]	V	W/A
电容	法 [拉]	F	C/V
电阻	欧 [姆]	Ω	V/A
电导	西 [门子]	S	A/V
磁通量	韦 [伯]	Wb	$V \cdot s$
磁通量密度; 磁感应强度	特 [斯拉]	T	Wb/m^2
电感	亨 [利]	H	Wb/A
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}C$	
光通量	流 [明]	lm	$cd \cdot sr$
光照度	勒 [克斯]	Lx	lm/m^2
放射性活度	贝可 [勒尔]	Bq	s^{-1}
吸收剂量	戈 [瑞]	Gy	J/kg
剂量当量	希 [沃特]	Sv	J/kg

表 1-5 国家选定的非国际单位制单位

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
时间	分	min	1 min = 60 s
	[小] 时	h	1 h = 60 min = 3600 s
	天 [日]	d	1 d = 24 h = 86400 s
平面角	[角] 秒	($''$)	1 $''$ = ($\pi/648000$) rad
	[角] 分	($'$)	1' = 60 $''$ = ($\pi/10800$) rad
	度	($^{\circ}$)	1 $^{\circ}$ = 60' = ($\pi/180$) rad
旋转速度	转每分	r/min	1 r/min = (1/60) s $^{-1}$
长度	海里	n mile	1 n mile = 1852 m (只用于航程)
速度	节	kn	1 kn = 1 n mile/h = (1852/3600) m/s (只用于航行)
质量	吨	t	1 t = 10 ³ kg
	原子质量单位	u	1 u $\approx$ 1.6605655 $\times 10^{-27}$ kg
体积	升	L (l)	1 L = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
能	电子伏	eV	1 eV $\approx$ 1.6021892 $\times 10^{-19}$ J
级差	分贝	dB	
线速度	特 [克斯]	tex	1 tex = 1 g/km

表 1-6 用于构成十进倍数和分数单位的词头

所表示的因数	词头名称	词头符号
10 ¹⁸	艾 [可萨]	E
10 ¹⁵	拍 [它]	P
10 ¹²	太 [拉]	T
10 ⁹	吉 [咖]	G
10 ⁶	兆	M
10 ³	千	k
10 ²	百	h
10 ¹	十	da
10 ⁻¹	分	d
10 ⁻²	厘	c
10 ⁻³	毫	m
10 ⁻⁶	微	μ
10 ⁻⁹	纳 [诺]	n
10 ⁻¹²	皮 [可]	p
10 ⁻¹⁵	飞 [母托]	f
10 ⁻¹⁸	阿 [托]	a

注: 1. 周、月、年 (年的符号为 a), 为一般常用的单位。

2. [] 内的字, 是在不致混淆的情况下, 可以省略的字。

3. () 内的字为前者的同义语。

4. 角度单位度分秒的符号不处于数字后面时, 用括号。

5. 升的符号中, 小写字母 l 为备用符号。

6. r 为“转”的符号。

7. 人民生活 and 贸易中, 质量习惯称为重量。

8. 公里为千米的俗称, 符号为 km。

9. 10⁴ 称为万, 10⁸ 称为亿, 10¹² 称为万亿, 这类词的使用不受词头名称的影响, 但不应与词头相混淆。

4. 计量基准和计量标准（工作标准）

计量基准是量值传递的源头，是统一全国量值的最高依据。计量基准由国务院计量行政部门负责批准和颁发证书。经国家承认的测量标准，在一个国家内作为对有关量的其他测量标准定值的依据。

计量标准是县级以上地方人民政府计量行政部门，根据本地区需要建立本行政区域内社会公用计量标准。用于日常校准或核查实物量具、测量仪器或参考物质的测量标准。

社会公用计量标准是统一本地区量值的依据，在社会上实施计量监督具有公证作用，其数据具有权威性和法律效力。

国务院有关主管部门或省级有关主管部门，根据本部门的特殊需要，可以建立本部门使用的计量标准。企事业单位也可根据本单位使用的工作计量标准。

5. 计量纠纷处理及法律责任

当发生计量纠纷时，应由县级以上人民政府计量行政部门负责计量纠纷的调解和仲裁检定，并可根据司法机关、合同管理机关、涉外仲裁机关或者其他单位的委托，指定有关计量检定机构进行仲裁检定。

处理因计量器具准确度所引起的纠纷，应以国家基准器具或者社会公用计量标准器具检定的数据为准。

法律责任是指在进行计量活动时，违反了计量法律法规，要按计量法的规定予以处理。现将《中华人民共和国计量法实施细则》中，四十三条、四十四条、四十五条和四十六条摘录如下（供石油、石化企业掌握）：

第四十三条 违反本细则第二条规定，使用非法定计量单位的，责令改正，属出版物的，责令停止销售，或并处罚款。

第四十四条 违反《中华人民共和国计量法》第十四条规定，制造、销售和进口国务院规定废除的非法定计量单位的计量器具和国务院禁止使用的其他计量器具的，责令其停止制造、销售和进口，没收计量器具和全部违法所得，并处罚款。

第四十五条 部门和企业、事业单位的最高计量标准，未经有关人民政府计量行政部门考核合格而开展计量检定的，责令其停止开展，并处罚款。

第四十六条 属于强制检定范围的计量器具，未按照规定申请检定和属于非强制检定范围的计量器具，未自行定期检定或者未送其他计量检定机构检定的，以及经检定不合格继续使用的，责令停止使用，并处罚款。

此外，对于计量人员，由于未能遵守计量法律法规、计量规程或玩忽职守、工作失职等，造成经济损失或严重后果的，要按情节轻重，给予行政处分，构成犯罪的，依法追究刑事责任。

二、强制检定工作计量器具

为适应社会主义现代化建设需要，维护国家和消费者的利益，保护人民健康和生命财产安全，对用于贸易结算、安全防护、医疗卫生环境监测方面，并列入《强检目录》的计量器具实行强制性的定点定期检定。

强制检定的工作计量器具目录

- | | |
|------------|------------|
| 1. 尺 | 4. 体温度 |
| 2. 面积计 | 5. 石油闪点温度计 |
| 3. 玻璃液体温度计 | 6. 谷物水分测定仪 |

7. 热量计
8. 砝码
9. 天平
10. 秤
11. 定量包装机
12. 轨道衡
13. 容量器
14. 计量罐
15. 燃油加油机
16. 液体量提
17. 食用油售油器
18. 酒精计
19. 密度计
20. 糖量计
21. 乳汁计
22. 煤气表
23. 水表
24. 流量计
25. 压力表
26. 血压计
27. 眼压计
28. 汽车里程表
29. 出租汽车里程计价表
30. 测速仪
31. 测振仪
32. 电度(能)表
33. 测量互感器
34. 绝缘电阻、接地电阻测量仪
35. 场强计
36. 心电图仪
37. 照射量计(含医用辐射源)
38. 电离辐射防护仪
39. 活度计
40. 激光能量、功率计(含医用激光源)
41. 超声功率计(含医用超声源)
42. 声级计
43. 听力计
44. 有害气体分析仪
45. 酸度计
46. 瓦斯计
47. 测汞仪
48. 火焰光度计
49. 分光光度计
50. 比色计
51. 烟尘、粉尘测量仪
52. 水质污染监测仪
53. 呼吸气体酒精含量探测器
54. 血球计数器
55. 屈光度计

从强检目录中可以看到石油、石化企业所用的工作计量器具很多都属于强制检定的计量器具,尤其是石油及石油产品销售用的计量器具,如:流量计、轨道衡、计量油罐、计量罐车、量油尺、温度计、压力表,以及燃油加油机等。这些计量器具必须按规定实行定期检定,未经检定或者经检定不合格的,任何单位或者个人不得使用。对于违反强制检定管理办法的个人或者单位将追究法律责任。

第三节 误 差

一、误差存在的普遍性

明确地讲,有测量就有误差存在,始终存在着测量值与真实值之间的差,两者之间的差值即表现为误差。测量是什么时候有的呢?可以说自从有了人类社会就有了不同形式的测量,如量体裁衣、食物分配、按人做饭、物质数量、物体形状等。这些在初级社会就有了,随着人类社会不断发展和进步,测量的内容也随之不断地丰富,用途更加广泛,直到今天更是离不开测量,可以说没有测量就没有高科技的今天,没有测量就没有科学技术的发展,或者说,科学是从测量开始的。人们对自然界所发生的量变现象的研究,生产工艺的提高和科