



质量技术监督行业职业技能鉴定考核培训教材

Rongliang Jiliang Yu
Liuliang Jiliang

容量计量与流量计量

(油库和加油站计量人员适用)

质量技术监督行业职业技能鉴定指导中心 组编



 中国质检出版社

国家质量监督检验检疫总局 国家计量技术规范

How to use the
Intelligent Meter

容量计量与流量计量

《容量计量与流量计量》编写组 编

北京理工大学出版社出版发行 北京 100081

容量计量与流量计量
容量计量与流量计量
容量计量与流量计量



北京理工大学出版社



质量技术监督行业职业技能鉴定考核培训教材

Rongliang Jiliang Yu
Liuliang Jiliang

容量计量与流量计量

(油库和加油站计量人员适用)

质量技术监督行业职业技能鉴定指导中心 组编

中国质检出版社
北京

编写与审定人员

主 编	范小平			
主 审	宣 湘			
编 著	范小平	俞刚良	缪更余	
审 定	宣 湘	杜小平	张世广	李一庆
	谢 璞	高富荣		

前言

本

书根据劳动和社会保障部颁布的《中华人民共和国工人技术等级标准》(简称《技术等级标准》)的要求编写,作为质量技术监督行业油品计量(油库、加油站油品计量)岗位职业资格鉴定考核的专业课培训教材。

根据国家标准的规定,本职业岗位共设5个等级,分别为初级(国家职业资格五级)、中级(国家职业资格四级)、高级(国家职业资格三级)、技师(国家职业资格二级)和高级技师(国家职业资格一级)。

油品计量,包括容量计量和流量计量,是石油企业现代化经营管理的重要基础,计量的准确与否直接影响到企业决策,计量管理是否到位直接关系到企业的效益和商誉,也是成品油安全进销存的前提。为此,油库和加油站的计量人员对油品计量、流程的监控、计量器具的准确性、计量方法和计量的准确度以及计量人员的专业技能等,均有明确的规定和具体要求。

本教材包括油品计量的基础知识、容量计量、流量计量、计量管理4部分内容,包括了对初级、中级、高级计量员,以及技师和高级技师的培训要求。教材的编写,按照现行有效的国家标准,参考相关行业标准,结合了目前各大石油专业公司计量工作的新特点、新要求,并把油品计量的具体实例及岗位要求也一并编入。

《技术等级标准》对各等级技术的要求分知识要求和技术要求两部分。前者是指胜任本岗位本等级应具有的技术(业务)知识,包括一般知识、基础知识和专业理论知识三个方面;后者是知识要求的具体反映,即胜任本岗位本等级应具有的实际操作(工作)能力,包括计量设备、器具使用、操作技能和其他数据分析和管理的能力。各岗位各等级培训的具体要求及教材使用,详见本书附录1“容量计量和流量计量的培训大纲”和附录2“《容量计量和流量计量》的教学大纲”。

本书在编写中力求构思新颖,通俗易懂,符合油库、加油站的实际计量工作;在内容上,采用最新国家标准、计量检定规程规范和企业现行管理制度等,资料翔实,系统性强,专供计

量人员培训学习用,也可作为油品管理部门人员的阅读参考书。各章后附有复习题,以便学员自习掌握。同时,我们还将根据各等级人员的培训要求编制相应的试题库。

本教材的编写由中国石化广东石油分公司的科技工作者承担,国家质检总局计量司原司长宣湘主审。在教材的编写和出版过程中得到了中国石化、中国质检出版社等有关领导和专家的关心与指导。在此,谨向参与本书工作的有关单位和个人表示衷心的感谢!

质量技术监督行业职业技能鉴定指导中心

2011 年 11 月 26 日

目 录

第 1 章 油品计量基础	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 计量法规和法定计量单位	(4)
1.3 误差理论基础	(8)
1.4 计量数据处理	(12)
复习思考题	(15)
第 2 章 油品质量和安全	(17)
2.1 汽柴油质量基础知识	(17)
2.2 油品安全知识	(26)
复习思考题	(30)
第 3 章 油品容量计量	(31)
3.1 容器的分类及结构	(31)
3.2 计量器具及其使用方法	(38)
3.3 油品容量计量	(42)
3.4 容量计量的计算	(51)
复习思考题	(65)
第 4 章 容量计量器具及其检定	(67)
4.1 容量计量自动化仪表	(67)
4.2 散装计量器具检定	(70)
第 5 章 油罐容积检定	(78)
5.1 立式金属罐容量检定	(78)

5.2 卧式金属罐容积检定	(93)
5.3 汽车油罐车容积检定	(111)
第6章 油库流量计量	(116)
6.1 流量及流量计	(116)
6.2 流量计的检定	(134)
复习思考题	(148)
第7章 油品计量管理	(150)
7.1 油品损耗定义、分类和原因分析	(150)
7.2 油品各环节损耗分类与计算	(153)
7.3 加油站损耗案例分析	(169)
7.4 虚假盈亏分析和降低损耗的措施	(172)
7.5 加油站油品虚假损耗的分析及处理	(178)
复习思考题	(184)
附录1 容量计量和流量计量员培训大纲	(187)
初级容量计量和流量计量员培训大纲	(187)
中级容量计量和流量计量员培训大纲	(188)
高级容量计量和流量计量员培训大纲	(189)
容量计量和流量计量技师培训大纲	(190)
容量计量和流量计量高级技师培训大纲	(191)
附录2 《容量计量和流量计量》教学大纲	(192)
《容量计量和流量计量》初级教学大纲	(192)
《容量计量和流量计量》中级教学大纲	(193)
《容量计量和流量计量》高级教学大纲	(194)
《容量计量和流量计量》技师教学大纲	(196)
《容量计量和流量计量》高级技师教学大纲	(197)
附录3 教学用表	(200)
附表1 立式金属罐容积表	(200)
附表2 浮顶罐容积表	(213)
附表3 卧式罐容积表	(218)
附表4 简明铁路罐车容积表(Ⅰ)	(220)
附表5 简明铁路罐车容积表(Ⅱ)	(226)

附表 6 油轮容积表	(232)
附表 7 汽车罐车容积表(I)	(238)
附表 8 汽车罐车容积表(II)	(238)
附表 9 产品标准密度表(GB/T 1885—1998 表 59B)	(239)
附表 10 产品体积修正系数表(GB/T 1885—1998 表 60B)	(251)
附表 11 产品 20℃ 密度到 15℃ 密度换算表(GB/T 1885—1998 表 E1)	(264)
附表 12 产品 15℃ 密度到桶/t 系数换算表(GB/T 1885—1998 表 E3)	(265)
参考文献	(266)

第1章 油品计量基础

成品油都是液体,只有通过对其进行计量,才能获知实物库存具体数量、商业贸易流通中的结算数据、企业的经济效益等。因而,有人说:“计量就是计钱”。油品计量,是油品企业计量管理工作中的重要组成部分。成品油进、销、存过程中计量的准确与否直接关系到企业的经济效益和商业信誉。油品行业的从业人员,尤其是计量人员,应对油品计量的定义及特点、计量岗位职责要求、计量法律法规、误差理论、计量数据处理等基础知识有一定的了解,从而进一步了解计量基础数据的测量、登统乃至整个大型油品企业的业务流程。

本章知识是学习成品油计量和石油企业业务运作的理论基础。

1.1 概述

一、油品计量定义与意义

计量,是“实现单位统一、量值准确可靠的活动”(JJF 1001—1998)。随着科学技术的发展,人们不断利用新的科学技术和监督管理手段实现测量统一和准确,并逐步形成一门技术基础科学——计量学,成为现代科学的重要组成部分。成品油计量是计量学的一个分支,是研究关于成品油进销存过程中测量理论与实践的科学。

油品计量,是实现单位统一、量值准确可靠的油品计量交接活动,包括了从油品测量获得计量原始数据至数据登统分析再到出具单据上报确认的全过程,而不仅仅是测量油高。

计量工作是成品油经营企业的技术基础,是衡量其经营管理水平的重要组成部分,是油库和油站日常工作之一,在石油企业管理中占有极其重要地位。一个现代化的成品油经营运作体系,自成品油的进销存、油品质量检测、安全运作,至环境监测、检查考核、数据分析、经营管理等各环节都离不开计量,都必须依靠计量器具准确测出数据,作为企业决策的依据。因此,企业计量工作的好坏直接影响着企业的经济效益和品牌形象。当前,随着市场经济的深入发展,企业要在激烈的竞争中得到生存和发展,搞好企业的计量管理工作至关重要。

二、基本概念

1. 量

量,是“现象、物体或物质可定性区别和可定量确定的属性。”

可指一般意义的量或特定量。一般意义的量,如长度、时间、质量、温度、电阻、物质的量

浓度等;特定量,如某根棒的长度,某根导线的电阻,某份酒样中乙醇的浓度等。

可相互比较并按大小排序的量称为同种量。若干同种量合在一起可称之为同类量,如功、热、能;厚度、周长、波长等。

量通常分为可“数”的量和可“测”的量。可“数”的量是通过“计数”得到的。比如,某校有多少名学生,这种量除非数错一般不会产生不同的结果。而可“测”的量则是用一定的测量仪器或工具通过测量才能获得的量,这种量往往带有误差。如油品检尺的结果,由于液面的波动、测量时量油尺的温度与检定时温度不同等造成的偏差,使油品检尺日的测量结果包含了误差。

一个量由数值和计量单位两部分构成,如某罐油品的油温是 16.8°C , 这里“16.8”就表示数值,“ $^{\circ}\text{C}$ ”则是计量单位。只有同名量才可以比较大小,如身高 1.75 m 的人与身高 1.70 m 的人比,前者身高就较后者高。因此,表示一个量必须在其数值后面注明所用的计量单位。没有计量单位的量是毫无意义的。

2. 计量学

计量学,是“关于测量的科学。”

①计量学涵盖有关测量的理论与实践的各个方面,而不论测量的不确定度如何也不论测量是在科学技术的哪个领域中进行的;

②计量学有时简称计量;

③计量学曾称为度量衡学和权度学。

3. 测量

测量,是“以确定量值为目的的一组操作。”

所谓“操作”可能是很简单的,如测量油温;也可能是相当复杂的,如测量油罐内油品的质(重)量。

按照被测量获得的方法,测量可分为直接测量和间接测量两大类。直接测量是不必测量与被测量有函数关系的其他量,而能直接得到被测量值的测量方法。如用量筒测量液体体积,用量油尺测量油高。间接测量是通过测量与被测量有函数关系的其他量,才能得到被测量值的测量方法。如通过直接测量圆柱体的直径(d)和高(h),就可求出圆柱体的体积 V ($V = \pi d^2 h / 4$)。

4. 量值传递、量值溯源

量值传递,是通过对计量器具的检定或校准,将国家基准(标准器)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上,以保证对被测对象所测得量值的准确和一致的过程。

量值溯源(溯源性),是通过一条具有规定不确定度的不间断的比较链,使测量结果或测量标准的值能够与规定的参考标准,通常是与国家测量标准或国际测量标准联系起来的特性。它强调的是用测量器具测得的量值或测量标准的值,在误差允许的范围内,通过不间断的比较链与参考标准、国家基准或国际基准相联系的能力。

量值溯源与量值传递是互逆过程,它们本质上没有

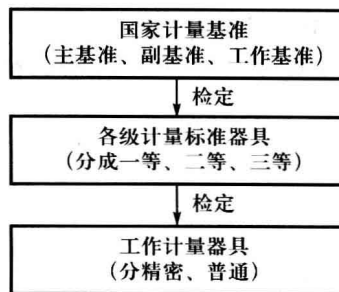


图 1-1 量值溯源

多大差别,都是实现量值统一、提供计量保证的主要途径与手段。

5. 计量器具

计量器具,也称测量仪器,是“单独或连同辅助设备一起用以进行测量的器具;”是能以直接或间接测出被测对象量值的装置、仪器仪表、量具和用于统一量值的标准物质,包括计量基准器具、计量标准器具和工作计量器具。计量器具是我们计量工作的硬件基础,依法自主管理好计量器具是我们计量管理的基本任务。

6. 计量监督

计量监督,是“为核查计量器具是否依照计量法律、法规正确使用和诚实使用,而对计量器具制造、安装、修理或使用进行控制的程序。

这种监督也可扩展到对预包装食品上指示量正确性的控制。”

7. 周期检定

周期检定,指“按时间间隔和规定程序,对计量器具定期进行的一种后续检定。”

8. 损耗

损耗,指在生产、储存、运输、销售过程中,由于油品的自然蒸发以及未能避免的滴洒、渗漏,容器内壁的粘附,车船底部余油未能卸净等而造成的油品在数量上的损失。

三、计量人员的职业要求

油品计量是成品油经营企业计量管理工作中最重要的组成部分,成品油进、销、存的准确计量直接影响到企业经济效益和企业信誉。油品计量员作为国家计量法的直接执行者,是按照国家标准和计量检定规程、规范进行计量的直接操作者。计量员要具备较高的文化素质,要熟悉国家法律、法规和有关的计量检定规程,要有准确的操作技能。计量人员要热爱本职工作,思想作风正派,有良好的职业道德和风范,才能做到诚实、公正、准确。计量员是企业利益的监督保证者,保证减少和避免不必要的经济损失;同时,也是消费者利益的保护者,是一个企业形象的集中体现者。因此,要成为一名计量员,首先必须具备公正、公平、公开的职业道德。另外,对计量员在岗位职责、权利上也都有一定的要求。

1. 计量员的职责

①认真学习计量法律、法规,严格执行计量标准、操作规程和安全规定。

②掌握本岗位计量器具配备规定和检定周期,正确合理地使用计量器具和进行维护保养,妥善保管,使之保持良好的技术状态。

③能按照国家标准和计量检定规程认真进行检测和提供准确可靠的计量数据,保证计量原始数据和有关资料的完整。

④计量作业中发生非正常损溢,应查明原因并及时上报。

⑤熟悉损、溢处理及索赔业务。

2. 计量员的权利

①拒绝违反计量检定规程、规范的操作及违反安全规定的操作。

②拒绝使用超周期和规程允许之外的计量器具。

③拒绝出具虚假的计量数据。

④可对他人出具的计量数据提出质疑。

1.2 计量法规和法定计量单位

一、我国的计量法规体系

我国已形成一系列的计量法律、法规、规章,构成我国计量法律体系。1986年7月1日实施的《中华人民共和国计量法》以法律的形式确定了我国计量管理的模式,1987年1月19日国务院批准的《中华人民共和国计量法实施细则》进一步确保计量法能有效贯彻执行。为实现单位统一,确保量值准确可靠,我国还规定使用《中华人民共和国法定计量单位》,同时建立了国家基准、标准、量值传递组织,制订了国家计量检定系统表及计量检定规程,作为量值传递及计量检定、比对的法律依据。我国还相应成立了国家质量技术监督局,各省、市(县)质量技术监督局等政府计量行政部门和中国计量科学研究院各省、市(县)计量测试研究所等计量测试的研究机构。计量法中对企事业单位计量器具的管理提出了具体要求,对强检与非强检计量器具作了划分,对计量器具检定周期的确定。

各级企业包括成品油经营企业都可根据需要,建立本单位使用的计量标准器具,但其各项最高计量标准器具需经政府有关计量行政部门主持考核合格后方能使用,计量标准的考核是对其用于开展计量检定,进行量值传递的资格的计量认证。其考核的内容和要求如下:

①计量标准设备配套齐全,技术状况良好,并经主持考核的有关政府计量行政部门指定的计量检定机构检定合格。以某大型成品油经营企业的计量站为例,该站按量值传递检定系统的规范,根据工作需要建立了散装油品计量器具使用的大容量(立罐、卧罐、汽车罐)、流量(流量计)、密度(密度计)、长度(量油尺)、中温(温度计)、流量检定标准,并经政府技监部门考核合格。

②具有计量标准正常工作所需要的温度、湿度、防尘、防震、防腐蚀、抗干扰等环境条件和工作场所;

③计量检定人员应取得所从事的检定项目的计量检定证件;

④具有完善的管理制度,包括计量标准的保存、维护、使用制度、周期检定制度和技术规范。

二、计量器具的规定

《中华人民共和国计量法》第九条规定了强检和非强检的计量器具的划分,即县级以上人民政府计量行政部门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、安全防护、医药卫生、环境监测等方面,且列入强检目录的工作计量器具属强制检定,除此以外的其他计量标准器具和工作计量器具则属非强制检定的,当然区分强检还是非强检,应按实际工作情况和使用的状态结合条款来决定,如立、卧式罐已列入国家强检目录,但企业不用于贸易结算的立、卧式罐应划为非强检计量器具进行管理。

目前,石油系统内部计量交接油品时的立、卧、汽车罐、密度计、温度计、量油尺、量水尺属非强检计量器具,由企业计量检定机构依照国家计量法和企业计量管理制度要求进行管理,定期检定,检定合格后使用。另外,石油系统用于对外贸易计量交接油品时使用的电脑发油计量系统、流量计、油船舱容表、地中衡、台秤、立式、卧式、汽车罐、量油尺、量水尺、密度计、温度计以及检定这些计量器具的标准设备等属于强制计量检定器具,必须报政府法定计量检定机构申请强制检定(首次检定、周期检定),检定合格后才能使用。

凡强检计量器具都必须严格按照相应的检定规程进行周期检定,以判定其是否合格。凡超过有效检定周期的不得继续使用;同样的计量器具由于使用频率高,虽在有效检定期内,但计量器具已失准,应及时送检并重新核定周期;因使用不当造成计量器具不合格的应及时送检或报废。

部分成品油计量器具国家检定规程规定的检定周期见表1—1。

表1—1 部分成品油计量器具检定周期表

器具名称	检定周期	规程编号
测深钢卷尺(量油尺)	一般为半年,最长不得超过1年	JJG 4—1999
玻璃棒式水银温度计	1年	JJG 130—2004
玻璃浮计(密度计)	2年	JJG 42—2001
立式金属罐	首次检定2年,后续检定4年	JJG168—2005
卧式金属罐	4年	JJG 266—1996
汽车油罐车	首次检定1年,后续检定2年	JJG 133—2005
计量加油机	半年,经调整误差后为三个月	JJG 443—2006

三、法定计量单位

1984年2月27日国务院颁布的《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》中所规定的《中华人民共和国法定计量单位》是我国新规定采用的法定计量单位,并且第一次明确使用了“法定计量单位”这个名称,它是以国际单位制单位为基础,并结合我国的具体国情,适当地增加了一些其他单位而构成的。

(一) 法定计量单位的定义

1. 计量单位

计量单位是在实践中逐步形成的,由于以前计量单位不统一,到现在还存在着不同的计量单位,如长度单位可用米、市尺、码等表示。但这些长度单位之间存在着一定的换算关系,为了能定量的表示同种量的量值,必须有一个量作为比较的基础,这样的—一个量必须是具有确切的定义、名称和符号,且数值为1的一个量,因此,我们就有了计量单位的概念。这是一个习惯上公认数值为1的量,且在同类量的不同单位之间,必定存在固定的换算关系。通俗地说,计量单位就是“用以定量表示同种量量值而约定采用的特定量”,它具有名称、符号和

定义,其数值为1。如质量的单位是千克,符合是 kg,定义为“千克是质量单位,等于国际千克原器的质量”。

在对某一类量确定了单位之后,这类量的所有量值都可以用这个单位与纯数之积来表示,如某人的体重为 70 kg,汽车的自重是 2 t(2000 kg),图钉的重量是 0.5 g(0.5×10^{-3} kg)。

2. 法定计量单位

法定计量单位就是“国家以法令的形式规定强制使用或允许使用的计量单位”。如今采用的法定计量单位在一个国家的任何地区、任何部门、任何机构和任何个人,都必须毫无例外地遵照采用,在世界上的许多国家中也都采用类似的形式规定本国的计量单位,有些国家甚至还将它写进宪法强制实行。从事这种立法的国际协调组织是国际法制计量组织(OIML)。

法定计量单位具有结构简单、科学性强、使用方便和易于推广的特点,同时与国际上所采用的计量单位更加协调,使我国计量制度与国际计量交接统一接轨,有利于发展国民经济、文化教育事业,有利于推动科学技术的交流与进步。

(二) 法定计量单位的构成

按照国务院《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》的规定,我国法定计量单位的6个组成部分是:国际单位制的基本单位;国际单位制的辅助单位;国际单位制中具有专门名称的导出单位;国家选定的非国际单位制单位;由以上单位构成的组合形式的单位;由词头和以上单位构成的十进倍数和分数单位。

组合形式单位,指两个或两个以上单位,用乘除形式组合而成的新单位,也包括分母只有1个单位,分子为1的单位。如速度单位为米每秒(m/s);密度单位为千克每立方米(kg/m^3);线膨胀系数单位为每摄氏度($1/^\circ\text{C}$)。

(三) 法定计量单位的使用方法及规则

1. 法定计量单位名称

我们所说的法定计量单位名称,均指单位的中文名称。它分为全称和简称两种,如力的单位全称是“牛顿”,简称为“牛”;又如温度的导出单位“摄氏度”,由于不带方括号,其简称同全称也是“摄氏度”。

实际使用计量单位时,还大量用到组合形式的单位,它的读写已形成一套原则,主要应掌握以下两条。

(1) 读写的顺序原则上是与该单位的国际符号表示的顺序一致

如电阻率单位 $\Omega \cdot \text{m}$,中文名称就是“欧姆米”或“欧米”,但乘方形式的单位名称,要把指数名称读在指数所表示的单位名称之前,如密度单位 kg/m^3 ,中文名称为“千克每立方米”。

(2) 单位的国际符号中的数字符号(“·”、“/”)的读写规则

①乘号(“·”)无对应符号,即不再读写,如电能量 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 中文名称是“千瓦时”,而非“千瓦乘小时”;

②除号(“/”)对应读写“每”字,无论分母中有几个单位,“每”字仅出现一次,如比热的单位 $\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$,中文名称是“焦耳每千克摄氏度”;

③乘方中的指数的相应名称一般是数字加“次方”两字,但如果是长度单位的二次或三次幂,且用以表示面积或体积时,则相应的指数名称应读写成“平方”和“立方”。

2. 组合单位符号的书写形式

(1) 相乘形式构成的组合单位符号的书写形式

相乘形式的组合单位其国际符号有下列两种形式,以力矩单位为例: $\text{N} \cdot \text{m}$ 用居中圆点; Nm 紧排。其中文符号只有一种:牛·米,即用居中圆点。

(2) 相除形式构成的组合单位

其国际符号有下列三种形式。

以密度单位为例:① kg/m^3 ,用斜线;② $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$;③ kgm^{-3} 。用负指数将相除转化为相乘,乘号用居中圆点或紧排。

其中文符号有两种形式:① 千克/米³,用斜线;② 千克·米⁻³。用负指数,相乘用居中圆点。

3. 书写单位和词头符号时的注意点

①单位和词头所用的字母应一律为正体,且无一例外。如长度单位毫米的符号为 mm ,而不应写成 mm 。

②单位符号的字母一般为小写体,但如果单位名称来源于人名时,符号的第一个字母要求为大写。如 m (米)、 s (秒)、 N (牛)、 Pa (帕斯卡),而惟一例外的是表示容量的单位“升”,它可用大写字母“L”。

③词头符号的字母,当所表示的因数在 10^6 以上时为大写体,其余均为小写体,即“兆(M)”以上的词头符号为大写,其余则为小写。

④词头和符号之间不留间隙,不加表示相乘的任何符号,也不包括圆括号。如面积单位“平方千米”的符号是 km^2 ,不应为 $\text{k} \cdot \text{m}^2$, $\text{k} \times \text{m}$ 或 $(\text{km})^2$ 。

⑤相除形式的组合单位,在用斜线表示相除时,单位符号的分子与分母都应与斜线处于同一行内,当分母中包含两个以上单位时,整个分母一般应加圆括号,而不能使斜线多于一条,如比热容的单位为 $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$,而不能写成 $\text{J}/\text{kg}/\text{K}$ 。

4. 加油站油品计量常用单位

(1) 长度和体积

长度属国际单位制中的基本单位,单位是“米”,符号为“m”。它的常用十进倍数和分数单位有,千米(km)、分米(dm)、厘米(cm)、毫米(mm);体积的国际单位制单位是“立方米”用符号“ m^3 ”示,其常用单位有立方分米(dm^3)、立方厘米(cm^3)等,升(L或l)也可作体积单位,这里 $1\text{ L} = 1\text{ dm}^3$,日常生活中还常用到毫升(mL)这个单位, $1\text{ mL} = 10^{-3}\text{ L}$ 。

必须注意:不能把升称为“立升”、“公升”,也不能把 mL 记作“c. c”。

(2) 质量与重量

质量也是国际单位制中的基本单位,其单位是“千克”,用符号“kg”表示。表示质量的单位还有:克(g)、毫克(mg)、吨(t)等。表示的是物体所受重力的大小,在数值上它等于该物体的质量与物体所在地点的重力加速度的乘积,应用其国际单位制中的导出单位——牛顿来描述重力的大小。

(3) 密度

密度表示在某一温度下,单位体积物质在真空中的质量。其国际单位制单位是“千克每立方米”,用符号“ kg/m^3 ”表示,常用单位还有“克每立方厘米(g/cm^3)、每千克每立方分米(kg/dm^3)”。

(4) 压力、压强

压力、压强的国际单位制单位是“帕”,它表示:牛顿的力均匀而垂直地作用在1平方米的面积上所产生的压力,即物体在单位面积上承受的压力或压强,帕的国际符号是“Pa”,根据定义“ $1\text{ Pa} = 1\text{ N}/\text{m}^2$ ”,常用的压力和压强单位还有“千帕(kPa)”、“兆帕(MPa)”。

1.3 误差理论基础

一、误差定义及表示方法

在计量工作中,为了建立基准标准和进行量值传递,进行大量的测量工作。当我们进行测量的时候,必然有误差,这是由于测量设备、环境、人员、方法等不理想造成的。随着科学水平的提高和人们的经验、技巧及专业知识的丰富,误差可以被控制得愈来愈小,但却无法使误差降低为零。

例如,我们用液位仪去测量油高时,其高度值可精确到约0.1 mm,但仍然不能说这就是该罐油品的准确液高,此时的测量值仍然存在误差。

1. 误差公理

测量结果都有误差,误差自始至终存在于一切科学实验和测量的过程中,这就是误差公理。

任何测量,无论仪器多么精密,测量多么认真,方法如何合理,都存在或大或小的误差。我们学习误差理论就是通过对误差的认识和研究,采取相应的措施以达到减小或消除某些误差的目的,从而提高计量准确度。

2. 误差定义

误差为测量结果减去被测量的真值,即

$$\text{误差} = \text{测量结果} - \text{真值} \quad (1-1)$$

由测量所得到的赋予被测量的值即为测量结果。与给定的特定量的定义一致的值即为真值,真值也可以解释为“在一定的时间、空间和环境状态下,某量的客观实际值”。真值是理想的概念,通常是未知的,但以下三种情况可以认为真值是已知的。

(1) 理论真值

同一量值自身之差为零而自身之比为一。如平面三角形内角和恒为 180° 。

(2) 计量学约定真值

如长度单位米的定义是“米是光在真空中,在 $1/299\,792\,458$ 秒的时间间隔内行程的长度”,米值即为约定真值。