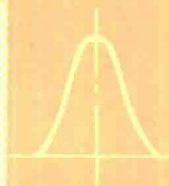
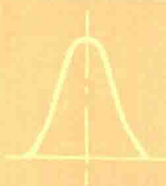


计量技术丛书

理化计量技术

陕西机械学院 杨国珍 李斌之 编



机械工业出版社

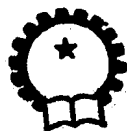
理化计量技术

机械工业出版社

16
计量技术丛书

理化计量技术

陕西机械学院 杨国珍 李斌之 编



机械工业出版社

内 容 简 介

《理化计量技术》是“计量技术丛书”中的第九分册。该书在阐述理化计量基础理论的基础上,着重研究计量检定部门和工业企业中常用的理化计量技术,有较强的实用性。全书共六章,包括理化计量的量值检定系统,热量计量,粘度计量,酸度计量,离子选择性电极,光电比色与分光光度等内容。该书可作为有关计量专业的中专班、大专班、本科班和函授班的教材,亦可供从事理化计量技术和管理人员参考。

计量技术丛书

(第九分册)

理 化 计 量 技 术

陕西机械学院 杨国珍 李斌之 编

责任编辑: 贡克勤

封面设计: 田淑文

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

通县曙光印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $9 \frac{1}{4}$ ·字数214千字

1988年6月北京第一版·1988年6月北京第一次印刷

印数00,001—7000·定价: 2.85元

ISBN 7-111-00791-3/TH·133

“计量技术”丛书编委会

主 编：柏永新

副主编：唐家驹 童 竞

编 委：（按姓氏笔划为序）：

冯炳华	任金铭	刘毓兰
许开君	许泽鹏	李 信
李大成	李斌之	李福利
陈素明	林霁栋	杨国珍
杨致忠	赵瑞生	赵念念
柏永新	高宗海	郭桂珊
夏道智	唐家驹	童 竞
傅庭和	穆志坚	

序 言

我国社会主义四个现代化建设事业的蓬勃发展,要求加快现代化计量科学技术的发展。同时,计量科学技术的进步又有力地促进我国各行业、企业进行的技术改造,使它们尽快地转到现代化技术和现代化管理的基础上来。因此,为了满足各行业、各部门对具有现代计量科学知识的人才的需要,加速人才培养,并提高现有企事业单位计量测试人员的技术水平,我们在陕西机械学院领导的鼓励和支持下,组织我院精密仪器工程系和自动控制系具有丰富教学实践经验的二十名教师,并聘请了陕西省计量局具有丰富工作经验的工程师编写了这套“技量技术”丛书。考虑到计量科学是一门基础性的应用科学,涉及的专业学科有十大类一百四十多项,其内容十分丰富,丛书不可能面面俱到,全面论述。按多数计量测试工作的实际需要,我们编写的丛书比较全面地论述了计量测试中所遇到的机械学,光学,电学和误差理论与数据处理等方面的基础知识,并对长度、温度、力学、电磁和理化等五个方面计量的各种原理、方法和应用技术进行了系统地阐述。这套丛书共包括以下九个分册:

1. 计量机械基础(第一分册)
2. 计量光学基础(第二分册)
3. 计量电学基础(第三分册)
4. 测量数据处理(第四分册)
5. 长度计量技术(第五分册)
6. 温度计量技术(第六分册)
7. 力学计量技术(第七分册)
8. 电磁计量技术(第八分册)
9. 理化计量技术(第九分册)

这套丛书是针对具有中等以上文化程度的在职计量技术和管理人员而编写的,可作为他们的自学和函授教材或有关培训班教材,也可作为大专院校有关专业的教材或参考书。

由于我们水平有限,丛书可能存在不少缺点和错误,我们衷心欢迎广大读者批评指正。

“计量技术”丛书编委会

1987.7

前 言

《理化计量技术》是计量技术的重要分支。本教材在阐述理化计量基础理论的基础上，着重研究计量检定部门和工业企业中常用的理化计量技术，有较强的实用性。可作为有关计量专业的中专班、大专班、本科班和函授班的教材，也可供从事理化计量技术和管理人员在实际工作中参考。

教材中，绪论、第一、二、三、四章由杨国珍编写，五、六章由李斌之编写。全书由杨国珍统稿。唐家驹担任主审。

在编写过程中，参阅了大量参考文献，有关资料的作者给予了大力支持，编者在此表示衷心地感谢。

由于时间仓促、水平有限，缺点错误在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

1987年9月

目 录

绪论	1
一、理化计量的任务	1
二、理化计量工作的作用和意义	1
三、目的要求和学习方法	2
第一章 理化计量的检定系统	3
§ 1-1 理化计量的基本单位	3
§ 1-2 理化计量的检定系统	4
§ 1-3 标准物质	5
一、标准物质的定义和特点	5
二、标准物质的分类	5
三、标准物质在化学计量中的作用	6
四、标准物质工作的现状	7
§ 1-4 标准参考方法和标准参考数据	10
一、标准参考方法	10
二、标准参考数据	10
第二章 热量计量	12
§ 2-1 摩尔和摩尔浓度	12
一、摩尔	12
二、气体摩尔体积	13
三、物质的浓度 $\ominus$	15
四、质量摩尔浓度	16
§ 2-2 热化学方程式	16
一、能量守恒定律	16
二、热量单位	16
三、热化学方程式	17
§ 2-3 气体状态方程式	18
§ 2-4 化学反应中的能量关系	19
一、焓和焓变	19
二、盖斯定律	20
三、标准生成热	21
四、键能	22
五、热效应的测量	23
§ 2-5 热力学第一定律	26
一、热和功	26
二、状态与状态函数	27
三、热力学第一定律	27

四、恒容与恒压条件下的化学反应热	28
第三章 粘度计量	32
§ 3-1 液体的特性	32
§ 3-2 粘度	33
一、温度对粘度的影响	35
二、压力对粘度的影响	36
§ 3-3 粘度计量基准和标准	36
一、纯水粘度的绝对测量	36
二、我国粘度计量基准和标准的建立	37
§ 3-4 粘度的测量	39
一、毛细管粘度计	39
二、射流粘度计	40
三、落体粘度计	41
四、旋转式粘度计	42
§ 3-5 毛细管粘度计的检定	43
一、检定设备及材料	43
二、技术要求和检定方法	44
三、检定结果的处理	46
第四章 酸度计量	49
§ 4-1 电解质溶液	49
一、电解质的电离	49
二、水的电离平衡和溶液的pH值	55
三、同离子效应和缓冲溶液	57
§ 4-2 氧化还原与电化学	63
一、氧化还原方程式的配平	63
二、原电池	64
三、电极电势	65
§ 4-3 重要的电极	70
一、氢电极	70
二、甘汞电极	71
三、银-氯化银电极	72
四、玻璃电极	72
§ 4-4 溶液pH值测量原理	76
一、电位法测量pH的原理	76
二、pH的实用定义	77
三、酸度计的设计原理	78
§ 4-5 pHs-2型酸度计简介	79
一、测量原理	79
二、pHS-2型酸度计使用方	80
§ 4-6 酸度(pH)标度	81
一、什么叫pH标度?有何意义?	81
二、我国pH标度的建立情况	82

三、酸度(pH)量值检定系统	83
§ 4-7 酸度计检定	83
一、检定项目和要求	83
二、检定条件	84
三、检定方法	84
四、检定结果的处理	87
第五章 离子选择性电极	91
§ 5-1 离子电极的膜电位简述	91
一、离子电极的响应机理	91
二、膜电位简介	92
§ 5-2 分类及性能特性	97
一、分类	97
二、性能特性	98
§ 5-3 实验技术与分析方法	102
一、参比电极	102
二、测量仪器简述	104
三、分析方法	105
§ 5-4 活度标准	107
第六章 光电比色与分光光度	109
§ 6-1 比色分析的理论基础	109
一、分子光谱和吸收光谱	109
二、朗伯—比耳定律	110
三、偏离朗伯—比耳定律的因素	111
四、光电效应	112
§ 6-2 实验技术与分析方法	113
一、实验技术	113
二、分析方法	116
三、紫外—可见分光光度法的应用	118
§ 6-3 仪器装置	120
一、仪器的一般结构	120
二、光电比色计	120
三、可见光、紫外分光光度计	124
§ 6-4 仪器的检定	127
一、概述	127
二、标准物质及其在检定中的作用	127
三、仪器波长准确度的检定方法	130
附表	133
参考文献	137

绪 论

化学是研究物质的本性及其变化规律的科学。它研究物质的组成和结构；研究物质的性质和组成结构的关系；研究由一种物质变成另一种物质的条件和方法；并研究物质的内在联系。在这些多方面的研究和应用过程中，伴随着广泛的测量活动。随着近代工业的发展和科学技术的进步，物理与化学的交叉产生了物理化学，传统的计量学突破了原来的界限，逐步地深入到化学和物理化学的领域，作为计量学的一个重要组成部分，物理化学计量也就逐渐形成了。物理化学计量主要是用物理测量的方法对化学量进行计量。

一、理化计量的任务

所谓理化计量就是借助高精度的计量装置、计量方法以及各种标准物质，通过标定工作的仪器仪表以保证化学参量准确一致的一门计量。理化计量有两个特定的含义：一是被测量的量是物质体系或化学体系中的化学特性量，如成分特性量和物理化学特性量等；二是测量应具有统一性，即在不同的空间和时间里测量同一量，其结果应当一致。

理化计量的基本任务主要包括以下四个方面：选择基本计量单位；研制并发售各种标准物质；研究并统一标准测量方法；测定并发布各种标准参考数据等。

由于物质和化学过程的多样性和复杂性，在大多数化学测量中，物质都要经历某些化学变化过程并被消耗，影响观测信号的因素很多，广泛应用的多为相对比较的测量法，所以严格的按等级的逐级检定标准计量器具的做法，在理化计量中是行不通的，因而在理化计量中多用标准物质来传递量值。此外由计量部门或有关单位颁布标准计量方法或标准参考数据，也是理化计量中保证测量一致性的重要手段。

二、理化计量工作的作用和意义

在农业、工业、国防和科学技术的发展中，理化计量起着重要的作用。

钢铁是一种基础性材料，在炼出的铁中，常常含有许多其它元素，这些元素的含量多少直接影响钢铁的机械性能和化学性能。在造船和化学工业中要求钢材耐腐蚀，在国防工业中要求钢材有较高的机械强度并在高温下仍保持其特性，在精密机械和计量器具制造业中，要求钢材的温度系数小，如此等等。为了满足这种种要求，通常一方面要设法除去其中的有损其性能的杂质元素（如磷和硫等），另一方面又要有意识地掺入一些能改善其性能的元素（如锰、镍、铬等等），这样，无论是在研究阶段，还是在生产中都要对钢铁的化学组成进行大量的定量分析。

在有色金属材料工业中，情况和钢铁工业类似。

在化学工业中，产品的品种数以万计。许多产品的生产过程比钢铁生产更为复杂，从原料的质量检验，生产过程的质量控制直至产品质量评定都离不开理化计量。

在电子工业中，生产大规模集成电路时，测定半导体材料和多种化学试剂（包括水和气体）中的超痕量杂质，是生产过程中质量控制的重要环节。不仅如此，为使半导体材料具有某种特性，还人为地掺入适量的特定元素。这些元素在硅片中的分布情况如何，也直接关系到材料的特性。为此，应用微区和表面分析技术，测定材料表层中杂质元素浓度的分布情况

非常重要。理化计量能提供这方面的可靠信息，为制定正确的生产工艺提供依据。

农业是国民经济的基础，在现代农业生产中离不开化肥、农药、除草剂和植物生长激素等化学物质。植物生长不仅需要氮、磷、钾等肥料，还要吸收一系列稀有元素，为此，需要普查土壤，指导合理施肥。农药的品种数以百计，都有程度不同的毒性，植物吸收后有一部分残留在果实中，农药残留量高的食品是不宜食用的，在粮、油、肉、蛋、果蔬和茶叶的国际贸易中，也常常为此发生争执，这是近年来向理化计量提出的新课题。

在医疗和卫生领域内，有大量的化学计量工作。医师为病人诊断疾病和观察治疗效果，需要做临床分析。地方病是区域性的普发病，往往与那里的土壤和水中某些元素的含量过高或过低有关，为了查明地方病的起因，需要化学计量。癌症是人类的大敌，现已查明有些化学物质能诱发癌症，在我们的食品、饮水和空气中这些致癌物质的存在情况如何？一旦这些物质进入人体后，它们在人体内的集散和代谢情况如何？研究这些问题也有赖于理化计量。

随着工业生产的迅速发展，环境保护越来越引起人们的关怀与重视。由于矿产的开发和大批工厂的兴建，排出的废渣、废水和废气，使环境受到了污染。为了保护环境，保持生态平衡，仅做监测工作是不够的，必须制定长远规划，合理地开发和利用自然资源，合理地调整工业结构及其布局，调查环境的背景值，估计环境容量，预测今后几十年内各种环境参数变化的趋势和程度，这是一项系统工程。如果没有准确、一致的数据，就得不到符合客观实际的数学模型，也就无法制定出科学合理的建设规划来。理化计量能提供跨时间和空间而具有一致性的环境化学数据，它在这种系统工程中的作用尤为突出。

化学能是当今世界上的主要能源，准确测定各种燃料的热值，不仅关系到能源的合理开发和利用，而且它和国防、航天工业的关系很密切。发射火箭把人造卫星和飞船送入预定轨道需要更准确地知道推进剂的热值，计算炮弹的射程和杀伤力要知道弹药的热值，这也是理化计量能为之做出贡献的领域。

在贸易中，特别是在国际贸易中，经常在质量问题上发生纠纷，而理化计量部门以其准确一致的数据和精密的测试方法对之作出最后仲裁。

总之，随着科学技术的日益发展，生产水平不断提高，理化计量这门科学对农业、工业、国防和科学技术现代化的作用会愈加显著。

理化计量这个计量学的新的领域还处于不断发展、完善阶段。目前世界上各技术先进的国家都开展了这方面的工作，而且都有专门从事这方面研究工作的机构。

三、目的、要求和学习方法

《理化计量技术》是一门专业课，是培养计量技术和管理人才所必需的课程。

本课程的数学目的是：使学生掌握理化计量的基本理论、基本知识和基本技能；了解这些理论和知识在工程上的应用；培养辩证唯物主义观点；培养分析和解决问题的能力。

在学习中要随时注意理论联系实际。要抓住教材的重要内容，去理解和掌握教材的其它内容。通过学习，应该掌握知识，而更重要的是提高自学能力。掌握知识和提高自学能力是相互促进的。

《理化计量技术》是一门以实验为基础的科学，通过实验课加深理解、巩固并扩大所学的基本理论和基本知识，训练基本操作技能，并培养独立地观察现象，分析现象和作出结论的能力以及科学工作方法。

第一章 理化计量的检定系统

§ 1-1 理化计量的基本单位

理化计量的一个基本任务是选择基本单位。第一个原子量单位是在1810年确定的。当时以氢的原子量单位作为原子量的基本单位。1826年又改成氧的原子量单位。在发现同位素之前，人们认为元素的原子量是固定不变的。后来，发现了氢和氧都包含有同位素成份，因而不能作为原子量单位。

1961年国际理论与应用物理联合会和国际理论与应用化学联合会共同采纳了统一的原子量单位。这就是以碳-12同位素原子的质量的十二分之一作为原子（质）量单位，其它元素的原子量是根据碳-12同位素的原子量得出来的。这个单位既适用于物理学科又适用于化学学科。

长期以来物理界和化学界同时采用两种原子量标准，从而有两套原子量并存，即物理原子量与化学原子量，由于采用碳-12同位素原子质量的十二分之一作为原子量单位，因而结束了上述不一致的局面。

在化学方程式中，物质之间的反应，既是按照一定个数肉眼看不见的原子、分子或离子来进行，而在生产和科学实验中，参加反应的物质，不是几个原子或分子，而是亿万个原子或分子进行反应。所以，很需要把难以称量的物质微粒和易于称量的物质联系起来。怎样联系起来呢？就是要建立一种物质的量的基本单位，这个单位是含有同数的原子、分子或离子等等的集合。为了实际需要，根据国际标准化组织的建议，国际计量委员会于1967年拟订了关于化学计量的基本单位——摩尔定义的建议，规定“物质的量”的计量单位为摩尔。1971年第14届国际计量大会通过了关于摩尔定义的决议。其决议内容是：

① 摩尔是一系统的物质的量，该系统中所包含的基本单元数与0.012kg碳-12的原子数目相等。国际符号为“mol”，单位名称为“摩[尔]”。

② 在使用摩尔时，基本单元应予指明，它可以是原子、分子、离子、电子及其它粒子，或是这些粒子的特定组合。

③ 摩尔是国际单位制（SI）的基本单位。

摩尔是一个十分重要的单位，有了摩尔这个SI基本单位，整个化学领域的量值就都可以用国际单位制来表示了。例如，化学分析的全部定量结果均可用摩尔或其导出单位表示。从这个意义上看，摩尔是与化学计量关系最为密切的基本单位。

§ 1-2 理化计量的检定系统

计量基准^①、标准^②是统一量值^③的基础。建立各种计量基准、标准的目的是为了统一各种量值,保证测量结果的准确一致。因此,在长度、温度、力学、电学等各类专业计量都有各自的量值检定系统。同样,理化计量也有量值检定系统。但是,在不同的国家,理化计量的量值检定系统有自己的特点。目前,在国际上大体上有两种量值检定系统。

一种是以苏联为代表的计量部门。他们在理化计量中实行和长、热、力、电等专业计量一样的分等级的传递系统。如苏联标准化委员会颁布的酸碱度、粘度、热量等传递系统,把整个传递环节分为从国家基准到一等、二等,甚至三等标准,最后到工作计量器具的多种等级。而且各种等级的标准仪器规定有不同的精度等级和相应的检定规程。东欧“经互会”的一些国家也大体上是这种情况。

另一种是以美、英等国为代表的国家,他们在理化计量中没有上述严格的检定传递系统,也没有规定周期检定的时间。他们是采用发放标准样品或标准参考物质的办法,由使用理化计量仪器的部门自己标定本部门的仪器。如粘度、热量、酸碱度等计量,他们通过发售标准粘度油、苯甲酸、标准缓冲物质等标准参考物质,由使用这些仪器的部门自己校准仪器。

还有些国家,如日本基本上实行的是美英等国的办法,但是对一些涉及公害的计量器具规定由国家检定。

建立什么样的理化量值检定系统,应从理化计量本身的特点和我国国情出发,考虑下列几方面的特点和情况,

理化计量仪器的种类很多,数量很大,发展变化很快,大多数仪器是采用相对比较的方法进行测量,通用性较广,测量对象繁杂。理化计量不可能使用像长度计量中量块和质量计量中砝码一样的通用量具。理化计量的特点是对特定的物质进行计量。只有采用与试样具有相似组织成分和性质形状的标准物质来校准或标定这类仪器才能统一理化量值。

理化计量仪器有很多是现场使用的,有些甚至直接安装在自动化流水线上。这些仪器不但不能按固定周期送检,甚至在现场使用过程中要经常进行校准,不然量值就不稳定,工艺流程就控制不好。这样一些仪器计量部门也只能采用相应的标准物质来校准。

理化计量大量地采用人工分析方法,通过已知浓度的标准溶液与试样的定量反应进行测量。因此测量结果的可靠性与分析方法和操作者有密切关系。为了控制分析质量,必须采用相应的标准物质验证分析方法和监督分析操作的可靠性。

通过发放标准样品,不仅可以保证理化量值的统一,而且还可以减少多等级的传递系统,从而简化了理化计量的量值传递系统。这是理化计量的重要特点。

由上述可以看出,严格的按等级的量值检定系统对理化计量来说是行不通的,因而在理

① 用来复现和保存计量单位,具有现代科学技术所能达到的最高准确度的计量器具,经国家鉴定并批准,作为统一全国计量单位量值的最高依据。

② 按国家规定的准确度等级,作为检定依据用的计量器具或物质。

③ 数量和计量单位的乘积。例如:1m, 5kg, 10s。

化计量中多用标准物质来传递量值。此外，由计量部门或有关单位颁布标准方法或标准参考数据，也是理化计量中保证测量一致性的重要手段。

§ 1-3 标准物质

随着科学技术、生产和贸易的发展，标准物质在国民经济中的地位和作用日益显得重要。标准物质作为理化计量的“量具”，在检定或校准测量仪器，评价分析方法以及现场分析的质量控制方面起着重要作用。其应用范围从地质、海洋等资源调查和开发利用到冶金、化工、机械、食品等轻重工业生产部门，从生物医学、临床化验到环境保护、商业贸易以及社会法制、几乎涉及到国民经济、科学技术以及社会生活的各个方面。目前世界上大约有一、二千种标准物质。我国计量机构及地质、冶金、化工、环境、建材等部门已可提供数百种标准物质。

一、标准物质的定义和特点

标准物质无论在国内外都曾有过不同的名称。早在1906年，美国标准局首先发放第一组矿物和钢铁化学成分分析标准物质时，由于这些物质，在使用时像通常的样品一样，在相同的分析条件下进行比对测定，因此，称为“标准样品”。这一名称在我国使用也很普遍，直到现在仍然有许多部门习惯称为“标准样品”。例如在冶金、地质、建材等行业称为“标样”，在化工、医药等行业则称为“标准品”或“标准物”。60年代中期，标准物质的品种和数量越来越多，除了成分分析标准物质外，还发展了材料物理化学特性和工程技术特性测定的标准物质，这时美国标准局不再使用“标准样品”的名称而改称为标准物质。

所谓“标准物质”、在《常用计量名词术语及定义》(JJG1001—82)中指出：“标准物质”就是“在规定条件下，具有高稳定的物理、化学或计量学特性，并经正式批准作为标准使用的物质或材料”。以符号“RM”表示。

标准物质具有下列特性：

① 标准物质是具有一种或多种良好特性的物质。它可以是单一的或复合的化学成分（如高纯气体或复合气体，高纯金属或合金，一定成份的水样等），也可以是具有某种物理化学特性的物质（如粘度、酸度、燃烧热标准物质等），标准物质的特性应该是均匀的、稳定的。

② 标准物质的特性是经过鉴定的，所给量值具有确定的准确度范围，并附有检定合格证书。

③ 标准物质主要用来检定、校准测量仪器、评价测量方法，确定材料或其他物质的特性值。

标准物质是以特性量值的稳定性、均匀性和准确性为其主要特征的。这三个特性也是标准物质的基本要求。

二、标准物质的分类

标准物质的种类繁多，使用很广，它的分类目前在国际上还没有统一的标准。一般有以下几种分类。

按技术特性来分，标准物质有三种基本类型：

① 化学成分或纯度标准物质。主要包括各种金属（如各种合金钢、铸铁、有色金属、

稀有金属)；化学试剂、化学药品；石油化工产品、碳氢化合物、化学肥料；矿物、岩石、水泥、耐火材料；生物、临床、医学、环境保护用的化学制品；各种高纯材料(包括高纯金属)；微量元素、核材料和同位素等方面的标准物质。

② 物理化学特性标准物质。主要包括以下理化特性经过测定的样品，如热量(包括熔点、沸点、燃烧热、溶解热、比热、热容、热传导、热膨胀、蒸汽压等热化学和热物理特性)、酸碱度、粘度、湿度、放射性、x衍射、气体传导、电阻率、介电常数等各种物理特性的标准物质。

③ 工程技术特性标准物质。包括粒度、硬度、色度、x射线和照相、水蒸汽渗透压、筛孔、抗撕裂性、金属镀层厚度、辛烷值、酶的活性、弹性、凝固性等工程技术特性的标准物质。

按照量值准确度和生产、鉴定方式的不同，标准物质一般分为两个等级：一级(国家级)和二级(部门级)。一级标准物质一般是由国家计量研究机构或技术水平较高的科研机构研制的，它的精度应是最高。是用来标定比它低一级的标准物质或者用来检定高精度的计量仪器，或者供给具有特殊要求的科研机构某些科研项目所需。二级标准物质比一级标准物质的分析精度要低，或者根据一级标准物质标定的，这类物质一般是大量成批生产、可以广泛提供的。

按照标准物质的用途划分：

- ① 用于产品交换，即国内外贸易用的标准物质；
- ② 用于质量控制，即用于生产流程的监测，产品的检验的标准物质；
- ③ 用于特性测定，即用来测量材料特性的标准物质；
- ④ 科学研究用的标准物质。

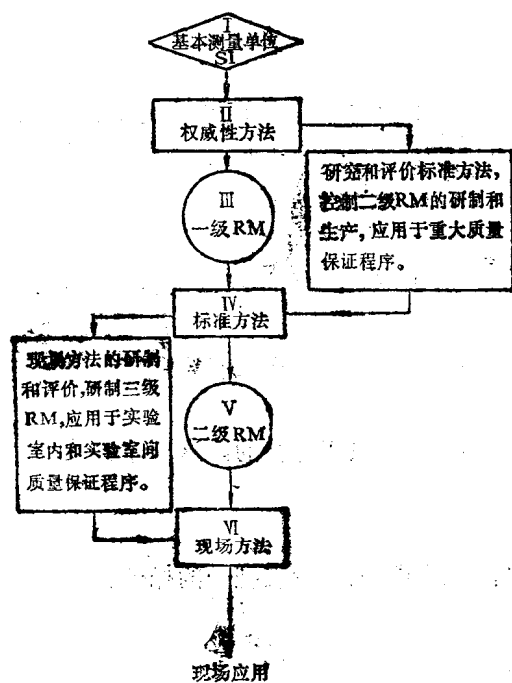


图 1-1

三、标准物质在化学计量中的作用

① 作为“控制物质”与被测试样同时进行分析，以控制分析质量，监督分析操作人员的工作。当标准物质得到的分析结果与证书值在规定的限度内一致时，则被测物质的分析结果是可信的，分析方法也就得到了控制。

② 作为“校准物质”，对测量仪器进行检定或校准，作为仪器进行相对测量的定量的比较的依据。

③ 作为“已知物质”，用以鉴定评价新的测量方法和仪器的准确度和可靠性。

美国标准局(NBS)的CaLi提出了一个如图1-1所示的以标准物质为基础的，实现测量准确一致的测量系统。

图1-1中包括6个重要的技术组成部分：

第一部分是国际单位制的基本测量单位。在理论上它是7个基本单位的定义真

值。在实际上是复现定义的基准，它是测量系统中具有最高准确度的环节，是测量系统溯源的源头。

第二部分是绝对测量法。亦称定义法或权威法，它是通过基本单位或者与基本单位有关的方程或参数来确定被测量值的方法，它应同时满足以下条件：有坚实的理论基础，能以数学形式表示有关理论；公式中各个量应是独立的；全面分析了测量误差并估计了测量值的总不确定度。分析化学中的重量法、库仑滴定法和同位素稀释质谱法属这类方法。但这类方法需要高精度的设备以及技术熟练的科技人员，使用起来费时、费钱，通常用于测定一级标准物质。

第三部分为一级标准物质（CRM）。它用于研究和评价标准方法，控制二级标准物质的研制和生产，以及重大的质量控制，是测量系统的中心环节，负有承上启下的作用。

标准方法和现场测量方法是一些相对测量方法，广泛地应用于日常测试中。在测量实验室和测量现场使用二级标准物质或三级标准物质。

图1-1中六个技术组成部分是将准确量值传递到现场，达到测量一致性的重要保证。而标准物质是传递和溯源测量准确度的重要媒介，在测量物质的成分特性时，它的作用尤为突出，前面介绍的理化计量在国民经济中的作用，实际上大多数情况下是通过标准物质起作用的，可以说标准物质是理化计量工作的支柱。

四、标准物质工作的现状

标准物质作为保存和传递化学特性的手段，应用于化学计量工作至今已有近80年的历史，近20年来人们在实践中更清楚地认识了它的作用，特别是在一些工业发达的国家，标准物质的应用不断扩大，品种和数量日益增加，并都制订了发展规划。现将一些主要先进工业国家的标准物质工作情况介绍如次：

1. 美国标准物质工作情况

从1906年开始研制成功四种钢铁企业用标准物质以来，美国标准局始终把研制、生产、检定和出售标准物质作为主要工作任务之一。现在NBS出售的标样近1000种，可分为三种基本类型：化学成分与纯度；物理化学特性；工程特性。

2. 苏联标准物质的工作情况

在苏联（ГОСТ）标准物质工作十分受重视，标准物质的规划、研制和检定程序已由ГОСТ 8.315—78《保证测量一致的国家系统：标准样品总则》作了规定。全苏门捷列夫计量科学研究所斯维尔德洛夫分院为全苏标准样品中心，负责研制和协调工作。目前，在册的已有2100多种国家标准物质。

3. 日本标准物质工作情况

在日本，标准物质的研制、生产和应用受到了普遍的重视。并为此制订了有关的法则，这些法则包括日本工业标准，农业标准、药典和计量法等，仅工业标准物质就有1000多种。计量法规定了需要标准物质校准的一些分析仪器。通产省工业技术院化学技术所研制了化学纯物质，化学成分，物理化学特性标准物质等。

4. 标准物质的国际组织

由于标准物质不仅在一个国家内对促进经济和贸易的发展，对科学技术的进步有重要作用，而且在促进国际贸易和科技交流中也有同等重要的作用。在这些问题为更多的国家认识之后，出现了RM的国际合作，在某些国际性机构内还建立了专门组织。如在国际标准化组

织设有标准物质常设委员会 (REMCO)，在国际纯粹和应用化学联合会设有物理化学测量和标准委员会，经互会内设有标准物质工作组。

5. 我国标准物质的工作情况

我国标准物质工作开始于50年代，60年代初期，国家计量局制订的计量科学技术发展10年规划中，作为一个专题编制了发展我国标准物质的10年规划，当时国家计量局下属的化学室首先开始了物理化学特性和成分特性标准物质的研究工作。先后建立了酸度、量热和粘度的基准测量装置，并研制出了相应的标准物质。接着建立了高精密度库仑滴定法，对6种基准试剂的化学计算纯度进行绝对测定，为成分特性量的计量奠定了基础。现将上述工作所达到的水平列在表1-1、1-2、1-3、1-4中。

表1-1 水溶液pH标准研究水平

国 别	测定缓冲溶液种数	测定的总不确定度 (pH)
中国(计量院)	6 (0~95°C)	0.005~0.007
	4 (100~150°C)	0.04
美 国(标准局)	7 (0~95°C)	0.005~0.008
	1 (125~200°C)	0.05
苏 联(全苏计量科学研究院及其分院)	5 (0~95°C)	0.01
	3 (100~150°C)	0.03

表1-2 量热标准苯甲酸燃烧热测定水平

国 别	燃 烧 热 J/g	不 确 定 度 J/g
美国 (NBS)	26434.0	3.3
英国 (NPL)	26433.6	1.8
荷兰 (伏里大学)	26431.9	1.6
中国 (计量院)	26438.0	2.8

表1-3 标准毛细管粘度计测量水平

国 别	测定粘度范围 mm ² /s	标准偏差×100
美国 (NBS)	1~51000	0.021~0.055
苏联 (ВНИИМ)	1~60000	0.006~0.083
日本 (计量所)	1~50000	0.006~0.10
中国 (计量院)	1~60000	0.007~0.017