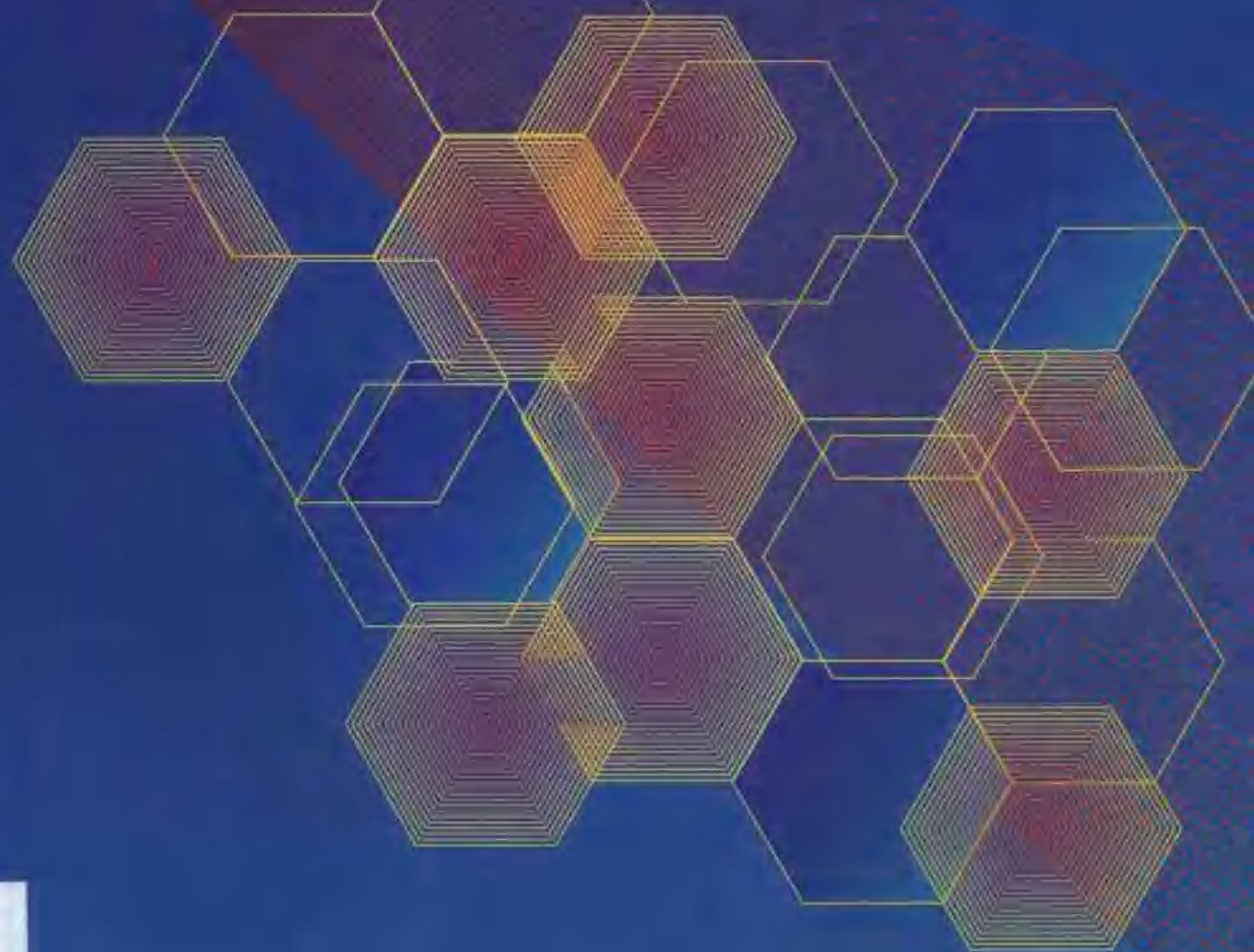


计量培训教材

化学计量

上册

国防科工委科技与质量司组织编写



原子能出版社

计 量 培 训 教 材

化学计量

(上册)

国防科工委科技与质量司组织编写

原子能出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

化学计量 / 元天佑主编. — 北京: 原子能出版社, 2002.6

计量培训教材

ISBN 7-5022-2341-X

I. 化… II. 元… III. 化学—计量—技术培训—教材 IV. O6-04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 038967 号

内 容 简 介

《化学计量》是计量培训教材的第 10 卷, 本书系统介绍了化学计量标准、标准物质和标准方法等。全书共分 15 篇, 内容包括: 化学计量的基本知识、常用化学测量分析仪器各项性能参数的计量检定、相关标准物质介绍、火炸药计量、各种专用的粒度标准物质和粒度仪的检定以及防化计量等。

本书力求深入浅出, 公式推导尽可能简化, 并在每章后附有思考题, 每篇后列有参考文献。每个计量项目实施方法的叙述基本上包括方法原理、测量装置、测量步骤、数据处理和不确定度分析等方面。该书可用于化学计量检定工作人员的培训和学习, 也可供从事化学计量的科研和工程技术人员参考。

原子能出版社出版 发行

责任编辑: 周 欣

社址: 北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码: 100037

保定市印刷厂印刷 新华书店经销

开本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张 54 625 字数 1360 千字

2002 年 9 月北京第 1 版 2002 年 9 月北京第 1 次印刷

印数: 1—3000

定价: 131.00 元 (全二册)

《计量培训教材》总编委会

总编审委员会

顾问：栾恩杰

主任：高志强

副主任：吴伟仁 马恒儒

委员：(按姓氏笔画排列)

白忠泉	朱春元	牟安成	孙忠慧	孙家辉	杨长利
宋霖尧	庞海涛	柯松	柴芙蓉	徐炳仑	韩俊
傅宽					

总编辑委员会

总主编：马恒儒

副总主编：岳峰 靳书元 宋素秀

委员：(按姓氏笔画排列)

王广顺	冯永祥	达道安	朱正辉	李淑敏	吴申贤
辛允和	张辉	张东军	张铨清	陆治平	陈开来
金慧茹	赵守林	赵志祥	胡焕性	俞德飞	贾成武
徐建良	唐亮武	常文君	梁燕熙	童本敏	曾令儒
谢静谦	熊开国	潘陆原			

总编委会办公室

主任：岳峰

成员：(按姓氏笔画排列)

孔玥	李宗扬	张立	武晓雪	周欣	常文君
游志红					

第10卷《化学计量》编委会

编审委员会

主 任：柯 松

副 主 任：张 辉 元天佑 陈开来 胡焕性

委 员：(按姓氏笔画排列)

王晓峰	王裕新	元以栋	毛如增	冯典英
孙 敏	邢德林	刘道富	何国书	邹德忠
张重杰	张津津	张铨清	曹 达	常 海
谢玉立	蒋文钧			

编辑委员会

主 编：元天佑

副 主 编：孙 敏 常 海 元以栋 蒋文钧

编 辑：(按姓氏笔画排列)

王悦义	王晓峰	王曙光	尤瑜升	邓卫华
冯典英	邢德林	乔学明	刘 伟	刘元俊
刘桂生	刘道富	李智立	杨香泰	吴善祥
何国书	邹德忠	张 旭	张 皋	张 琳
张学范	张国民	张津津	张桂樵	邵颖慧
范时俊	郝新友	徐来斌	曹 达	崔 剑
谢玉立	裘理仁	路 红	潘忠泉	衡淑云
魏莉萍				

责任编辑：周 欣

责任校对：李建慧

版式设计：崔 彤

封面设计：李松林 崔 彤

总 序

计量是关于测量的科学，它涉及测量理论、测量技术和测量实践等多个领域。计量是科学技术的一个重要组成部分，是与人类社会进步和科学技术发展同步发展的。现代计量是国民经济建设和国防建设中一项重要的技术基础，是一个国家、一个地区和一个行业发展的探测器。计量技术是科技创新的基础技术，又是高技术产业化发展的一个重要条件。

老一辈无产阶级革命家聂荣臻元帅曾经指出“科技要发展，计量须先行”。半个世纪以来，国防科技工业计量工作者同全国计量同行一道，自力更生、艰苦奋斗、勇于创新、拼搏进取，形成了学科门类比较齐全的计量体系，创造了辉煌业绩，积累了宝贵经验，不断丰富和发展着现代计量。进入21世纪，产品测量数据的准确性、可靠性、可追溯性及国际互认性都对计量技术水平提出了更高的要求，我们要加强计量技术研究和计量人才的建设，为加入WTO后我国国家计量体系的建立作出应有的贡献。

当今的时代是竞争的时代，而人才是竞争之本，以信息技术为代表的高新技术迅速发展，对计量人员的整体素质提出了更高的要求。因此，迫切需要培养一大批掌握高新计量技术的人才。《计量培训教材》的编撰和出版，将为培养和造就一支为国民经济和国防现代化建设服务的计量人才队伍作出应有的贡献。

《计量培训教材》是一部12卷共18册1280余万字的大型计量专业技术丛书，是我国第一部学科专业齐全的计量培训教材。前10卷涵盖现代计量学10大专业技术领域，后2卷介绍计量技术和计量管理的基础知识，不仅展现了国内外计量科研的最新成果，而且突出了我国计量工作的特色。它

的出版凝聚了国防科技工业众多专家和计量工作者多年的心血，是集体智慧的结晶。希望读者通过阅读这部丛书，能够熟悉计量基础知识，并在实践中掌握运用，在计量工作中取得更大的成绩。

社会在进步，科技在发展。我相信，随着高新技术应用研究的积极开展，新的技术和新的成果将会充实和丰富《计量培训教材》的内容；专家和读者对书中的不足提出的批评指正意见，将会补充和完善这部丛书的内容，使之成为广大计量工作者的良师益友。

A stylized handwritten signature in black ink, appearing to read '张立' (Zhang Li).

2002年8月18日

前言

化学是自然科学中的基础学科之一。它揭示了大千世界物质的组成、结构、性质和变化规律的神奇魅力，从古到今吸引着无数学者的关注，激起无限遐想和创造力，并造福人类。纵观历史，从公元3世纪我国古代劳动者发现火药的热化学特性，到20世纪末纳米材料的开发与应用成为热门话题，化学的研究与应用始终没有停止，而且为社会进步和科学技术发展做出了巨大贡献。

著名瑞典化学家诺贝尔(Aifred Nobel)曾有一句名言“科学始于测量”毫无例外，化学计量作为研究测量科学的专业之一，是经典化学向近代化学发展的基础。

随着国防科学技术的迅猛发展，国防化学计量应运而生，它在国家化学计量的基础上新增了火炸药计量、防化计量等具有明显国防特色的化学计量内容，其相对独立的研究内容与管理成为我国国家化学计量的重要组成部分。

本卷是计量培训教材的第10卷，是承担化学计量检定工作人员的学习和培训读物，也可供从事化学计量的科研和工程技术人员参考。本卷内容偏重于开展化学计量各检定项目所必备的基本概念、基本理论和基本方法，以介绍化学计量标准、标准物质和标准方法为重点，兼顾了国防化学计量发展新动态的描述。全卷共分15篇，第一篇至第七篇内容主要偏重于国防化学计量的基本知识、常用化学测量分析仪器各项性能参数的计量检定和相关标准物质介绍。为使读者使用方便，这部分按照常用化学测量分析仪器的主要应用范围，按篇介绍了电化学计量（包括pH计、电导仪和库仑滴定等装置的检定）、物化特性量计量（包括粘度仪、湿度仪和差示扫描量热仪检定）、色谱计量（包括气相色谱和液相色谱仪检定）、光谱化学量计量（包括紫外、可见、近红外、原子吸收、荧光和火焰分光光度计检定）、工程特性量计量（包括X射线衍射仪和扫描电子显微镜检定），以及气体计量（包括红外气体分析仪和化学发光法氮氧化物分析仪检定）；第八篇至第十三篇是火炸药计量，主要介绍火炸药燃烧特性量计量、爆炸特性量计量、安全特性量计量和理化特性量计量，火炸药专用计量标准的计量检定及其配套标准物质的制备、主要特征量值的定值，也对火炸药标准物质的特殊管

理及安全使用要求作了简介。第十四篇介绍了国防化学计量中各种专用的粒度标准物质和粒度仪的检定。第十五篇是防化计量，该篇主要介绍测定防护器材的防毒时间、油雾透过率、通气阻力等主要技术指标所用仪器的计量检定，同时还介绍了活性炭、浸渍活性炭、氯化氰、氢氰酸、芥子气等几种防化常用标准物质的制备、定值及安全防护要求。

本书由《化学计量》卷编辑委员会成员分工编撰，在编写过程中参阅了相关文献和专著，并得到了潘德恒、汪亮、柳昌义等教授，许大年、田清政、范传新、张凤桐等研究员的大力支持和指导，有关厂、所、院校和原子能出版社给予了大力帮助，在此一并顺致谢意。

由于编写经验和水平所限，肯定会有差错和不足之处，希望广大读者和同行专家批评指正。

第10卷《化学计量》编委会
2002年6月

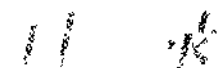
目 录

第一篇 化学计量基础知识

第一章 概述	3
第一节 化学计量基本概念	3
第二节 化学计量工作的内容	4
思考题	5
第二章 标准物质	6
第一节 标准物质的基本概念	6
第二节 标准物质的研制	9
思考题	16
第三章 化学测量仪器的检定	16
第一节 化学测量仪器的分类及特点	16
第二节 检定方法及计量标准	17
第三节 化学测量仪器检定专业划分	19
思考题	19
参考文献	19

第二篇 电化学计量

第一章 pH (酸度) 计检定	23
第一节 pH 计量基本概念	23
第二节 pH 测量原理及 pH 实用定义	26
第三节 pH 标准物质	28
第四节 pH 计原理和结构	34
第五节 pH 计计量标准	40
第六节 pH 计的检定	42
第七节 pH 计检定的测量不确定度分析	45
思考题	48
第二章 电导仪检定	48
第一节 电导仪计量基本概念	49



第二节	电解质溶液的电导测量	54
第三节	电导仪结构与工作原理	59
第四节	电导仪的检定	65
第五节	检定装置及测量不确定度分析	70
第六节	电导测量的应用与发展	74
思考题		79
第三章	库仑滴定装置检定	80
第一节	基本概念	81
第二节	库仑滴定装置的原理和结构	82
第三节	库仑滴定装置的检定	86
第四节	库仑滴定装置检定的测量不确定度分析	89
思考题		91
参考文献		92

第三篇 物化特性量计量

第一章	粘度计量	95
第一节	粘度计量基本概念	95
第二节	粘度测量方法	98
第三节	粘度计量标准	103
第四节	粘度计的检定方法	108
第五节	粘度计检定的测量不确定度分析	116
思考题		118
第二章	湿度计量	119
第一节	湿度计量基本概念	119
第二节	湿度计	123
第三节	湿度发生器	130
第四节	湿度计及发生器的检定	135
第五节	湿度计检定的不确定度分析	139
思考题		142
第三章	差示扫描量热仪(DSC)检定	142
第一节	DSC 检定的基本概念	143
第二节	差示扫描量热仪	147
第三节	DSC 检定用计量标准	149

第四节 DSC 的检定与校准	153
第五节 DSC 检定的测量不确定度分析	160
思考题	164
参考文献	164

第四篇 色谱计量

第一章 气相色谱仪检定	169
第一节 气相色谱仪检定基本概念	169
第二节 气相色谱仪及计量标准	172
第三节 气相色谱仪的检定方法	183
第四节 气相色谱仪检定测量不确定度的分析	184
思考题	188
第二章 液相色谱仪检定	189
第一节 液相色谱仪	189
第二节 液相色谱仪检定的基本概念	196
第三节 液相色谱仪的检定	198
第四节 液相色谱仪检定的测量不确定度分析	206
思考题	210
参考文献	211

第五篇 光谱化学量计量

第一章 紫外、可见、近红外分光光度计检定	215
第一节 概述	215
第二节 紫外、可见、近红外分光光度计的工作原理	216
第三节 紫外、可见、近红外分光光度计的基本结构	220
第四节 紫外、可见、近红外分光光度计检定方法	223
第五节 紫外、可见、近红外分光光度计计量标准	231
第六节 紫外、可见、近红外分光光度计计量器具量传关系	242
思考题	245
第二章 红外光谱仪检定	245
第一节 红外光谱仪结构和工作原理	246
第二节 红外光谱仪计量标准	252

第三节	红外光谱仪检定	253
第四节	红外光谱仪测量不确定度分析	258
思考题		260
第三章	原子吸收分光光度计检定	261
第一节	原子吸收分光光度计的结构与工作原理	261
第二节	原子吸收分光光度计检定用计量标准	269
第三节	原子吸收分光光度计的检定	271
第四节	原子吸收分光光度计检定的测量不确定度分析	276
思考题		279
第四章	荧光分光光度计检定	280
第一节	荧光分光光度计检定的基本概念	280
第二节	荧光分光光度计的结构及工作原理	282
第三节	荧光分光光度计检定用计量标准	285
第四节	荧光分光光度计的检定	288
第五节	荧光分光光度计检定的测量不确定度分析	293
思考题		295
第五章	火焰光度计检定	295
第一节	火焰光度计检定的基本概念	295
第二节	火焰光度计的结构及工作原理	296
第三节	火焰光度计检定用计量标准	299
第四节	火焰光度计的检定方法	302
第五节	火焰光度计检定的测量不确定度分析	307
思考题		309
第六章	有机质谱仪检定	309
第一节	有机质谱仪检定的基本概念	310
第二节	有机质谱仪的结构和工作原理	312
第三节	有机质谱仪与其他仪器的联用	321
第四节	有机质谱仪检定用计量标准	324
第五节	有机质谱仪的检定	325
第六节	有机质谱仪检定的测量不确定度分析	328
思考题		331
参考文献		331

第六篇 工程特性量计量

第一章 X射线衍射仪检定	335
第一节 X射线衍射的基本概念	335
第二节 X射线衍射仪的结构与工作原理	337
第三节 X射线衍射仪检定用计量标准	341
第四节 X射线衍射仪的检定方法	344
第五节 X射线衍射仪检定的测量不确定度分析	346
思考题	348
第二章 扫描电子显微镜检定	348
第一节 扫描电镜的基本概念	348
第二节 扫描电镜的结构	353
第三节 扫描电镜检定用计量标准	358
第四节 扫描电镜的检定方法	358
思考题	362
参考文献	362

第七篇 气体计量

第一章 一氧化碳、二氧化碳红外线气体分析仪检定	367
第一节 红外线气体分析仪的结构和工作原理	367
第二节 红外线气体分析仪的检定参数	370
第三节 红外线气体分析仪的检定方法	371
第四节 红外线气体分析仪检定用计量标准	375
思考题	377
第二章 化学发光法氮氧化物分析仪检定	377
第一节 化学发光法的基本概念	377
第二节 化学发光法氮氧化物分析仪的结构和工作原理	378
第三节 化学发光法氮氧化物分析仪检定方法	379
第四节 化学发光法氮氧化物分析仪检定用计量标准	382
思考题	384

第八篇 火炸药计量基础知识

第一章 火炸药计量概述	387
第一节 火炸药计量的内涵	387
第二节 火炸药计量的地位和作用	388
第三节 火炸药计量的发展简史	390
第二章 火炸药计量检定的专业项目	390
第一节 燃烧特性量	391
第二节 爆炸特性量	392
第三节 安全特性量	392
第四节 火炸药理化特性量	394
第五节 火炸药计量的发展趋势	395
第三章 火炸药计量的量值传递	396
第一节 火炸药计量量值传递系统	396
第二节 发放火炸药标准物质	397
第三节 发布标准数据	398
第四节 用实物标准对计量器具检定与校准	399
思考题	400

第九篇 火炸药标准物质

第一章 火炸药标准物质的概况	403
第一节 火炸药标准物质的产生	403
第二节 火炸药标准物质的特征	404
第三节 火炸药标准物质的作用	406
第四节 火炸药标准物质的分类	407
思考题	409
第二章 火炸药标准物质的制备方法	409
第一节 火炸药标准物质候选物的筛选	409
第二节 火炸药标准物质候选物量值均匀性检查	410
第三节 火炸药标准物质特性量定值	413
第四节 火炸药标准物质特性量的稳定性评价	416
思考题	417

第三章 火炸药标准物质的等级及量值传递	418
第一节 火炸药标准物质的等级划分及定级条件	418
第二节 火炸药标准物质的量值传递模式	419
第三节 火炸药标准物质的发放与应用	420
思考题	421
参考文献	421

第十篇 燃烧特性量计量

第一章 火药爆热计量	425
第一节 火药爆热基本概念	425
第二节 爆热测量主要方法	427
第三节 火药爆热测量相关军用标准简介	429
第四节 火药爆热标准物质及测量装置	430
思考题	431
第二章 火药力计量	431
第一节 火药力的基本概念	432
第二节 火药力的测量原理	432
第三节 火药密闭爆发器试验方法	434
第四节 火药力的计量标准	437
第五节 火药力计量标准测量不确定度评定	438
第六节 火药密闭爆发器测量系统检定	440
思考题	442
第三章 固体推进剂比冲计量	442
第一节 固体推进剂比冲及其测量	442
第二节 固体推进剂比冲计量标准	446
第三节 固体推进剂比冲测量系统的检定	448
第四节 固体推进剂比冲测量不确定度评定	450
思考题	450
第四章 固体推进剂燃速计量	451
第一节 固体推进剂燃速及其测量	451
第二节 固体推进剂燃速计量标准	457
第三节 固体推进剂燃速仪的检定	458
第四节 固体推进剂燃速仪测量不确定度评定	459

思考题	461
第五章 发射药恒压燃速计量	462
第一节 发射药线燃速	462
第二节 恒压燃速的测量方法	463
第三节 发射药恒压燃速计量标准	467
第四节 恒压燃速计量标准测量不确定度评定	468
思考题	470
第六章 特征信号计量	470
第一节 特征信号量值的分类及基本概念	471
第二节 特征信号的主要测量方法	473
第三节 固体推进剂烟雾信号计量	480
第四节 固体推进剂烟雾信号测量系统检定	481
第五节 固体推进剂烟雾信号测量不确定度评定	482
思考题	483
第七章 绝热层、包覆层烧蚀率计量	484
第一节 绝热层、包覆层烧蚀率的基本概念	484
第二节 绝热层、包覆层烧蚀率测量方法	485
第三节 绝热层、包覆层烧蚀率计量标准	487
第四节 绝热层、包覆层烧蚀率测量装置检定	488
第五节 绝热层、包覆层烧蚀率测量不确定度评定	489
思考题	491
第八章 火炮膛压、初速测量	491
第一节 火炮膛压和初速的基本概念	492
第二节 火炮膛压和初速的测量	493
第三节 火炮膛压及初速测量相关军用标准简介	497
第四节 火炮膛压测量系统简介	501
第五节 影响膛压初速测量不确定度来源	502
第六节 炮用标准弹药的鉴选	504
思考题	506
第九章 炮管烧蚀测量	506
第一节 炮管烧蚀的基本概念	506
第二节 炮管烧蚀测量方法	508
第三节 炮管烧蚀标准物质及测量装置	511