

■ 国家“十二五”重点规划图书

■ 装备标准化实践丛书

# 计量测试标准化

梁志国 ○ 著



 中国标准出版社

 国防工业出版社

# 计量测试标准化

梁志国 著

中国标准出版社

国防工业出版社

北京

## 图书在版编目(CIP)数据

计量测试标准化/梁志国著.—北京:中国标准出版社:国防工业出版社,2017.6

ISBN 978-7-5066-8266-4

I. ①计… II. ①梁… III. ①计量—测试技术 IV. ①TB9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 099007 号

### 内容提要

本书主要内容既不是标准化,也不是计量测试本身,而是两者在实践过程中的有机结合,以及结合过程中所产生的问题及处理方式。总体说来,就是如何以标准化的理念及方式去设计、规划、处理和展现工程实践中的计量测试活动。

本书共分八章,第一章绪论,主要对计量测试和标准化中涉及的概念进行了概述;第二章计量测试基础知识,对计量测试做了简要介绍;第三章计量测试标准,对计量测试所涉及的国内外主要标准文件以及计量量值的实物标准进行了系统阐述,特别是对涉及质量管理体系标准中的计量测试有关要求进行了分析,对计量校准实验室通用要求的标准化规定进行了介绍,应该强调的是,很多情况下,这也是对计量测试的标准化通用要求;第四章国防计量测试量值溯源体系,对我国国防军工计量管理体系进行了介绍,这里认为它属于管理标准化的一种体现和尝试;第五章军工产品计量测试标准的贯彻实施,首先分析了 GJB 5109 的标准化要求内涵,并结合标准化实践中的三个实例分析,总结和归纳出计量标准化的通用要求。第六章大型军工专用系统中的计量测试标准的贯彻,主要讨论的是工业现场中一些大型试验系统的计量特点与难点,实质上属于计量测试标准化问题,并尝试寻求计量标准化解决方式;第七章 ATE/ATS 的计量测试标准化,则主要讨论国防军工行业中为数众多的 ATE/ATS 的计量校准问题和难点,它们从本质上也被归结为计量测试标准化问题;第八章主要是计量测试标准化未来发展展望。

本书可供计量测试有关工程技术人员以及大型专用设备、系统、设施、ATE/ATS 的设计、研发、应用技术人员参考和借鉴。

中国标准出版社 出版发行  
国防工业出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)

北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 787×1092 1/16 印张 22 字数 471 千字  
2017 年 6 月第一版 2017 年 6 月第一次印刷

\*

定价 68.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107

国家“十二五”重点规划图书  
装备标准化实践丛书

## 丛书编委会

顾 问： 怀国模 李春田

主 任： 杨育中

副 主 任： 李占魁 孔宪伦

主 编： 李占魁

执行主编： 金烈元 曾繁雄

委 员：（按姓氏笔画排序）

孔宪伦 甘茂治 叶茂芳 吕明华 任占勇 杨育中

李占魁 苗建军 金烈元 郑朔昉 孟昭川 黄策斌

梁志国 曾繁雄

## 丛书序言

标准是科学、技术和经验的综合成果和结晶。国际、国内大量各级、各类标准是一个巨大的知识宝库和信息平台,它在生产者和消费者之间构建起一座桥梁。标准化是制定、实施标准并监督其实施的活动和过程。标准化推动新技术发展、促进科技转化为生产力,有利于建设资源节约型、环境友好型的和谐社会;同时对于国防现代化起到重要的保障作用。

从20世纪80年代初开始,在中央的领导和关怀下,国防科技工业系统借鉴我国工业标准化的经验,参考、吸收国外先进标准和系统工程方法,对军用标准化进行了探索和实践,使得军用标准化领域大大拓宽,水平得到提高。现在军用标准化工作已覆盖装备科研、生产和使用维修的全过程,各类装备和产品及其可靠性、维修性、环境适应性等专业工程,质量、计量管理都成为标准化的重要对象,并把装备的通用化、系列化、模块化纳入军用标准化管理的渠道。经过三十多年的不懈努力,我国军用标准化工作已经建立起行之有效的规章制度,比较完整的军用标准体系,基本配套的产品技术标准、管理标准。

近十多年来,围绕现代信息化条件下立体战争和军工制造业数字化的需要,又制定实施了大量信息化标准,促进了军队建设和军工工业由机械化逐步向机械化和信息化方向发展。

党的十七、十八大提出,要建立并进一步推动和完善军民结合、寓军于民的装备科研生产体系和保障体系,走出一条中国特色军民融合式发展的路子。在新的历史条件下,标准化将成为加强军民联系,实现军民融合、寓军于民的技术基础。加强军民标准化之间的交流,开创军民标准资源共享的新局面将成为今后标准化工作的一项重要任务。我们组织编写“装备标准化实践丛书”的目的是为了总结和提高军用标准化自身的水平;同时以此

加强与民口的交流,相互了解,取长补短,也是贯彻中央提出的军民融合方针的具体体现。

本套丛书从策划到落实编写人员、编写要求都经过了认真讨论,最终确定其内容除标准制定、标准实施、综合标准化、企业标准化,还包括新产品研制和引进的标准化,装备的通用化、系列化、模块化,信息技术及数字化设计的标准化,以及可靠性、维修性、环境适应性、计量等专业工程的标准化。

编写该套丛书有较好的实践基础。所列各项都以国防科技工业系统几十年工作实践为基础,各书的主编大多是相应领域的专家或组织领导者。

本套丛书已被国家新闻出版广电总局列入《“十二五”国家重点图书、音像、电子出版物出版规划》,由中国标准出版社和国防工业出版社联合出版。

本丛书的编写既是国防科技工业广大工程技术人员实践的成果,也是编者辛勤劳动的结果。该项工作也得到有关领导的重视。原国防科学技术工业委员会副主任怀国模、原国家技术监督局政策法规司司长李春田受聘为顾问,原总装备部技术基础局李锦程局长、军用标准化研究中心主任丁树伟等领导给予大力支持。他们对丛书的撰写、出版都提出了许多宝贵的意见。

本套丛书的读者对象为:标准化专业人员(含国防工业、民用工业);各级技术领导干部及管理人员;企事业单位和军队装备部门的论证、设计、制造、生产和使用维修人员、质量计量管理人员。对工程院校的教师、研究人员、高年级学生和研究生也有参考意义。

丛书筹划和编写过程中,中航工业综合技术研究所和中船信息中心等有关单位,丁昆、夏晓理、曹平、韩勤、陶鸿福、洪宝林、廖晓谦等同志给予大力支持,陈润为提供情报付出辛勤劳动,在此一并表示衷心感谢。

编委会

2017年4月

# 前 言

自然界与社会生活中有众多重复性活动,例如太阳每天从东方升起,人们每日都要吃饭等。对重复性活动进行标准化,以标准化方式去运行和处理,可以极大提高效率,降低成本,例如一日三餐早、中、晚,日出而作,日落而息。此外,针对纷繁复杂的社会活动,人们会总结出另外一些标准化原则去面对和处理,例如抑恶扬善、勤劳节俭等,从本质上,均属于标准化实践范畴。

计量测试标准化,主要讨论的是在计量测试实践过程中,如何贯彻标准化的思想,如何以标准化的理念去应对重复性的计量测试问题,以及非重复性的计量测试问题。特别是在国防军工系统,计量测试所涉及的对象,以及计量测试系统本身,有很多是异常庞大复杂的,技术要求高,量值需求多,辅助条件苛刻,计量测试成本高昂,工程实现难度巨大,导致其是否进行计量标准化运作的成本和效率差异惊人,效益变化极大。因此,亟需在这些场合贯彻施行标准化理念和思维,以标准化方式进行工作,换取高效快速的计量测试效果。

标准化是近现代工业革命和社会分工的基础,而计量测试,则是标准化的技术基础和保障手段。通常,计量学被认为涉及四个方面的内容:(1)计量单位制;(2)复现计量单位的自然基准或实物标准;(3)测量理论及方法;(4)计量器具及使用条件。每一部分都涉及标准化问题。

其中,计量单位制本身,涉及计量测试的定义、概念、名词术语的统一化和标准化,以及不同单位的表述、变换关系的标准化;自然基准或实物标准的标准化涉及所复现的量值以及附加限定条件等的标准化,以便使得同一种量值不同标准的结果具有可比性和互换性;测量方法的标准化,则包含了测量方法本身、所用的测量条件、处理方法、结果呈现方式,不确定度评定方法等涉及测量操作和过程要求的各种条件保持统一化和标准化,以使测量结果的含义相同且具有可比性;计量器具及使用条件的标准化,则主要涉及对被计量对象可计量性要求的标准化,以及环境条件要求的标准化。不满足可计量性要求的系统与设备将无法进行计量测试,而计量测试环境条件不相同的结果之间不具有可比性。

另外,随着工业化进程的深入发展和社会活动的进步,人们对于标准化的要求得以进一步提高和扩展,将其推进到管理流程和生产实践过程之中,ISO 9000 系列质量管理体系标准和 ISO/IEC 17025《检测和校准实验室的能力的通用要求》即是这方面进展的体现。从中也无不体现着计量标准化思想。

本书的主要内容即是试图以标准化思想、理念、方式去展现计量测试的实践过程,并用以处理和对待计量测试中的问题。

作为装备标准化实践系列丛书中的一册,本书并未对标准化及计量测试进行全面阐述,但为了方便阅读和理解,仍然拿出一定篇幅介绍了标准化和计量中的一些基本概念、术语和定义。主体部分则是介绍和分析了涉及计量测试的几个标准,以及计量测试实际工作中所涉及的计量标准化问题,并尝试讨论了其标准化解决方式。对未来计量

测试标准化走向进行了部分展望。其本意,是希望对人们生产生活中遇到的计量测试问题提供一种标准化解方式。

尽管愿望是美好和善良的,由于作者的学识、水平、经验、阅历等众多限制,是否能够达到预期目标,还需要时间的检验。但是,本书的内容无疑是计量测试标准化方向的一种尝试。

本书是作者受洪宝林总师之邀而著,对于计量测试,由于有30余年的工作经历,作者略知一二,而对于标准化,则基本上是一个门外汉。特别感谢洪总能以极大的信任,将该项艰巨的任务交付给我完成,并亲自策划章节结构,设计全书主线,使得它得以顺利进行,最终与张宝珠高工两位主审本书。也特别感谢金烈元总师的信任、关怀、支持和鼓励,并提供了许多明确且具体的指导性建议,使得我对完成本书充满信心。

在本书写作期间,张秀松高工对于质量管理体系及其中的计量测试流程标准化问题,给予我许多帮助,李文斌副总师在国防军工计量标准化管理体系方面,给予我许多指导。

还有一些同志,在本书成书过程中,提供了无私的帮助和指导,在此一并致谢!

此外,本书在写作过程中,参考了大量未正式出版的各种资料和文献,由于出版自身的标准化要求,不能列在参考文献中,谨致歉意。惟对提供这些文献资料的人们,致以诚挚的谢意!

梁志国

2015年11月22日

于北京西山



# 目 录

第一章 绪论 .....	1
第一节 概述 .....	1
一、测量 .....	2
二、测试 .....	2
三、计量 .....	3
第二节 计量的范畴与特点 .....	6
一、计量的范畴 .....	6
三、计量的特点 .....	7
第三节 计量的十个专业领域 .....	8
一、几何量计量 .....	8
二、热学计量 .....	9
三、力学计量 .....	9
四、电磁计量 .....	13
五、无线电计量 .....	14
六、时间频率计量 .....	15
七、声学计量 .....	15
八、光学计量 .....	16
九、化学计量 .....	16
十、电离辐射计量 .....	16
第四节 标准化引入计量的作用与价值 .....	18
一、标准 .....	18
二、标准化 .....	19
三、标准级别 .....	27
四、标准属性 .....	28
五、标准种类 .....	28
六、标准化引入计量的作用和价值 .....	29
第五节 计量中的标准化理念及待解决的问题 .....	30
一、计量标准化的核心问题 .....	30
二、计量完备性问题 .....	30
三、计量的中心问题 .....	31
四、产品全寿命周期的计量保障问题 .....	31
五、过程计量代替结果计量的问题 .....	31
第二章 计量测试基础知识 .....	33
第一节 概述 .....	33

第二节	计量的法制管理与监督 .....	34
一、	计量管理概述 .....	34
二、	新中国成立以来我国的计量管理发展 .....	38
三、	计量管理的特性 .....	39
四、	计量监督 .....	44
五、	国家的量值传递和量值溯源 .....	46
第三节	量与单位 .....	52
一、	量 .....	52
二、	量制 .....	53
三、	量纲 .....	53
四、	计量单位 .....	54
五、	量方程式和数值方程式 .....	54
六、	单位制 .....	55
第四节	测量设备和测量仪器 .....	56
一、	测量仪器和测量系统 .....	56
二、	测量传感器、敏感器、检测器 .....	58
三、	测量仪器的分类 .....	59
四、	测量设备的特性 .....	61
第五节	常用数据处理方法 .....	70
一、	异常值的剔除 .....	70
二、	数据修约 .....	72
三、	权与加权平均 .....	74
四、	最小二乘法 .....	75
第六节	测量不确定度的表示与评定 .....	79
一、	概述 .....	79
二、	测量不确定度评定的一般要求 .....	81
三、	被测量的测量模型 .....	82
四、	不确定度的来源 .....	82
五、	标准不确定度分量的评定 .....	83
六、	合成标准不确定度的计算 .....	87
七、	扩展不确定度的确定 .....	93
八、	测量结果及其测量不确定度的表示 .....	95
九、	特别说明 .....	95
第三章	计量测试标准 .....	97
第一节	概述 .....	97
一、	计量测试标准 .....	97
二、	计量有关的标准文件 .....	97

第二节	标准在计量测试中的作用 .....	107
一、	计量标准 .....	107
二、	计量标准分类 .....	108
三、	主要指标 .....	109
四、	主要作用 .....	110
第三节	计量测试标准的技术体系 .....	111
第四节	计量测试标准文件的制定 .....	112
第五节	国外重要的计量测试标准文件 .....	114
一、	ISO 9000 系列标准 .....	114
二、	ISO 10012 标准 .....	131
三、	检测和校准实验室能力认可准则 .....	140
<b>第四章</b>	<b>国防计量测试量值溯源体系 .....</b>	<b>153</b>
第一节	概述 .....	153
一、	国防军工计量的地位与作用 .....	153
二、	国防军工计量的特点 .....	155
三、	国防军工计量体系 .....	157
第二节	计量法规体系 .....	159
一、	体系概述 .....	159
二、	国防军工计量法规体系建设 .....	159
三、	《国防科技工业计量监督管理暂行规定》与原《国防计量监督管理 条例》的联系及区别 .....	160
第三节	国防军工计量测试标准体系 .....	161
一、	概述 .....	161
二、	技术标准体系 .....	161
三、	技术标准的四个层级 .....	162
四、	几个重要的国防军工计量的基础标准 .....	164
五、	国防军工计量检定规程 .....	165
六、	国防军工计量校准规范 .....	167
第四节	国防军工计量量值传递体系 .....	169
一、	量值传递与溯源 .....	169
二、	测量器具溯源要求 .....	169
三、	国防科技工业计量器具等级图 .....	170
第五节	计量标准器的管理 .....	171
一、	计量标准 .....	171
二、	计量标准的建立与考核 .....	172
三、	计量标准的使用与监督 .....	173
四、	标准物质 .....	174

第六节	测量器具的管理	174
一、	测量器具购置	175
二、	检定与校准	175
三、	测量器具的管理方法	176
第七节	专用测试设备的计量管理	177
一、	概述	177
二、	专用测试设备的特点	178
三、	专用测试设备计量管理的内容与要求	179
四、	专用测试设备计量管理的发展方向	183
第八节	企事业单位计量机构及管理	183
一、	军工企事业单位计量的地位	183
二、	军工企事业单位计量机构的任务	185
三、	军工企事业单位计量机构的设置	186
第九节	计量人员管理	189
一、	计量人员的分类及职责	189
二、	计量人员的素质	190
三、	计量人员的管理	190
第十节	国防军工产品的计量保证	192
一、	型号计量保证	192
二、	军工产品计量保证工作的重点	194
三、	军工产品计量保证的实施	194
四、	军工产品关键节点的计量保证	195
<b>第五章</b>	<b>军工产品计量测试标准的贯彻实施</b>	<b>197</b>
第一节	概述	197
一、	装备计量保障通用要求标准	197
二、	标准制定的必要性	197
三、	标准制定目的、原则和特点分析	198
第二节	标准的技术要求	200
一、	总要求	200
二、	装备检测和校准要求	200
三、	检测设备要求	202
四、	校准设备要求	202
五、	准确度要求	203
六、	装备检测和校准需求汇总要求	204
第三节	标准的贯彻与实施	204
一、	装备建设和管理中的标准贯彻	204
二、	标准实施中的问题及处理	207

第四节	工业部门的标准化计量保障实例 .....	217
一、	引言 .....	217
二、	上海飞机制造厂的标准化计量保证模式实例 .....	218
三、	某研究所的计量保证模式实例 .....	222
四、	HR 集团公司的计量保证模式实例 .....	229
五、	结论 .....	233
第五节	航空计量师制度的实施 .....	233
一、	概述 .....	233
二、	型号计量师系统的建立 .....	234
第六节	武器装备全寿命计量测试标准体系的建立 .....	236
一、	面向产品全寿命的计量模式(面向国防武器装备的保障模式) .....	236
二、	融入制造产业的计量模式(适合于工业计量的产业模式) .....	239
<b>第六章</b>	<b>大型军工专用系统中计量测试标准的贯彻 .....</b>	<b>242</b>
第一节	概述 .....	242
第二节	航空大型军工专用系统 .....	243
一、	引言 .....	243
二、	大型试验系统及综合试验的计量保障是航空产品质量的重要基础 .....	244
三、	大型试验设施与综合试验的内容与种类 .....	244
四、	大型设施与综合试验计量保障涉及的技术领域 .....	245
五、	发展趋势分析 .....	247
六、	未来武器装备综合测试系统构想 .....	250
第三节	可计量性问题 .....	250
一、	可计量性的定义 .....	250
二、	武器装备全寿命的可计量性需求 .....	251
三、	可计量性的难点 .....	252
四、	可计量性模式分类 .....	253
五、	可计量性的目标 .....	253
第四节	大型军工专用系统中计量测试标准的贯彻执行 .....	254
一、	订购方总要求 .....	254
二、	装备检测和校准要求 .....	254
三、	检测设备要求 .....	256
四、	校准设备要求 .....	256
五、	准确度要求 .....	257
六、	装备检测和校准需求汇总要求 .....	258
七、	大型军工专用系统中计量测试标准的贯彻实施 .....	258
第五节	美国 NASA 航空航天专用系统计量测试标准的贯彻实施 .....	259
一、	NASA 计量管理标准和要求 .....	259

二、美国航空航天局(NASA)的计量保障	260
<b>第七章 ATE/ATS 的计量测试标准化</b>	<b>265</b>
<b>第一节 ATE/ATS 的发展历程</b>	<b>265</b>
一、概述	265
二、构成	266
三、发展概况	267
四、国外的一些通用自动测试系统	273
<b>第二节 ATE/ATS 的计量校准问题</b>	<b>277</b>
一、引言	277
二、ATS 的校准问题	277
三、ATS 的校准要求	278
四、计量难点	279
<b>第三节 美国空军在 ATE/ATS 应用中的经验教训</b>	<b>280</b>
一、引言	280
二、经验教训	281
三、结论	285
<b>第四节 ATE/ATS 计量测试标准化的贯彻实施</b>	<b>285</b>
一、设计阶段	286
二、研制阶段	286
三、试验阶段	287
四、定型生产阶段	287
五、使用维护阶段	287
<b>第八章 未来计量测试的标准化发展趋势</b>	<b>289</b>
<b>第一节 概述</b>	<b>289</b>
<b>第二节 计量完整性及标准化趋势</b>	<b>289</b>
一、量值的计量完整性	289
二、物理对象的计量完整性	289
三、全寿命计量测试标准化趋势	290
四、全过程/全天候计量测试标准化趋势	291
五、全量值/全空间计量测试标准化趋势	291
<b>第三节 现场计量校准及标准化趋势</b>	<b>291</b>
一、引言	291
二、现场测量系统及其校准的特点	292
三、测量系统现场校准的现状	293
四、现场校准的需求状况	293
五、现场校准的难点	294
六、标准化对策及建议	295

七、结论 .....	295
第四节 远程计量及网络化计量测试标准化趋势 .....	296
一、远程校准的差异 .....	296
二、远程校准的技术途径 .....	297
三、远程校准的实质 .....	298
第五节 虚拟仪器/组合仪器/复合仪器的计量标准化趋势 .....	298
一、引言 .....	298
二、虚拟仪器的现状 .....	299
三、关于软件技术 .....	299
四、关于测量不确定度 .....	301
五、硬件平台的标准化和通用化 .....	301
六、计量测试溯源难题的解决 .....	301
七、新概念仪器的提出及实现 .....	302
八、关于测量分析仪器 .....	302
九、关于信号源类的虚拟仪器 .....	303
十、虚拟仪器的种类 .....	303
十一、虚拟仪器的特点 .....	304
十二、虚拟仪器计量校准中的问题 .....	305
十三、结论 .....	305
第六节 计量测试产业化发展趋势 .....	306
第七节 计量测试思想的标准化发展趋势 .....	309
一、引言 .....	309
二、MAP 产生的背景 .....	309
三、MAP 的概念和意义 .....	310
四、MAP 的具体做法 .....	310
五、MAP 与传统的量传方法的差别 .....	311
六、NBS 已经开展的八项 MAP 情况介绍 .....	312
七、地区性或集团的 MAP 活动 .....	318
八、MAP 的发展趋势 .....	319
九、关于量块的 MAP 实例 .....	319
十、对我国实行 MAP 的建议 .....	321
参考文献 .....	322

# 第一章 | 绪论

## 第一节 概 述

物质世界中,人类社会的全部活动,可以概括为认识世界和改造世界两个方面。计量测试无疑属于人类认识世界的范畴。对于认识世界本身来说,其最重要的几个方面是定义清楚、明确,衡量尺度统一,表述准确、稳定、确切、可靠,而所有这些均是计量测试活动的基本目的和最初理由。

计量测试的全部活动都是和量值有关的活动。自然界的一切现象或物质,都是通过一定的“量”来描述和体现的。“量”是现象、物体或物质可定性区别与定量确定的一种属性。要想更好地认识世界和改造世界,必须对各种“量”进行分析和确认,既要区分量的性质,又要确定其量值。测量正是达到这种目的的重要手段,它是人们认识世界的体现,也是人们改造世界的基础。广义而言,测量是对“量”的定性分析和定量确认的过程。

计量的历史十分悠久,其发展在中国可追溯到四五千年以前的原始社会末期,黄帝创立了度、量、衡、里、数五个量,商周出现度量衡器制和计量年月日的历法,春秋战国计量发展空前繁荣。我国最早的史书——《尚书》就有记载:“协时月正日,同律度量衡”,这也是计量以度量衡这个名字首次出现。

秦始皇统一中国后,建立了第一个严格统一的度量衡制度,实行了“车同轨、书同文”,并制作了全国统一的度量衡标准器,满足了当时社会生产交换的需求,极大地推动了秦朝生产力的发展。至清末和民国,我国已逐步出现了时间测量、长度测量、湿度测量、温度计量、重量计量。

人们现在所熟知的近代计量学,是与以牛顿经典力学为代表的近代物理学同步发展起来的学科,近代计量学对基本的物理量值进行了统一,定下了基准及溯源方式,为欧洲当时迅速发展的工业、贸易和科学技术交流提供了重要保障,与近代物理学一起构成影响世界实力版图格局的工业革命的基石。随着科学进步、生产发展,计量的概念和内容不断变化发展,逐步形成了研究计量理论和实践的专门学科——计量学。计量学作为现代物理学的一个分支,范围已从物理量范畴扩展到工程、生物乃至生理量和心理量等。形式已突破实验室范畴,扩展到在线检测、动态参数测量和非常态量测量。

关于计量,可以按照不同的视角,做出各种解释和概括,按学科发展的观点,可分为计量研究和计量应用两方面;从政府管理角度,可分为法制计量和行业计量两个方面;按工作性质,又可分为科学计量、法制计量和工业计量三部分内容。按照专业划分,通常分为十个计量领域,它们分别是:几何量、热学、力学、电磁、无线电、时间频率、声学、光学、化学和电离辐射,即所谓“十大计量”。近年来增添的生物计量、医学计量和节能环保计量等,均处于发展之中,尚未形成完全独立成熟的计量领域。



## 一、测量

测量是人们定量认识客观量值的唯一手段,是人类从事科学研究活动的基础,没有测量就没有科学。

人们在进行实验时,不仅要实验现象进行定性观察,还需要对物理量进行定量研究,因而需要针对不同物理量的测量活动。所谓测量就是以确定(被测量对象的)量值为目的的一组操作。测量是通过实验获得一个或多个量值,由此对量合理赋值的过程。

测量不适用于标称属性,测量有对量的比较和总体统计的含义,测量预示了对量的一种描述,它与测量结果的预期用途、测量程序和一个根据指定测量条件与测量程序运行的校准测量系统相对应。

“被测量对象”被称为被测量(或称为:测量量、待测物理量),由测量确定的被测量量值的估计值被称为测量结果(或称为:测量值),被测量的希望确定的实际(客观)量值被称为被测量的真值,而这个“一组操作”(或称为全部操作)可以用下面的实例来说明。

要测量一个圆柱的体积 $V$ ,在数学上,已知 $d$ 为圆柱体的直径, $h$ 为高。利用长度测量工具例如卡尺、千分尺测得 $d$ 和 $h$ 后,人们可以算出 $V$ 。在上述的体积测量过程中, $d$ 和 $h$ 是利用测量工具得到的,而体积 $V$ 则是利用 $d$ 、 $h$ 和计算公式通过计算得到的,具体的操作方式虽然不同,但目的和性质却是相同的,都是测量。

通过这个例子还可以看到,虽然都是测量,但物理量 $d$ 、 $h$ 和 $V$ 的获取方法和过程是不相同的,所以通常根据待测物理量最终测量结果的获取过程把测量分为两大类,即直接测量和间接测量。进而也就有了直接测量量和间接测量量的概念。不言而喻,在上例中,体积 $V$ 的测量属间接测量,则 $V$ 这个量就是间接测量量,而 $d$ 与 $h$ 则是直接测量量。

被测量测量采用的技术规范需要知道量的种类,带有量的现象、物体或物质的状态的描述,包括有关的成分以及化学含量的名称。测量包括测量系统和进行测量的条件,使测量得以实现。测量可能会改变现象、物体或物质,使受到测量的量可能不同于定义的被测量,在这种情况下,需要进行适当的修正。

例如,用较小内阻的电压表测量电池两端之间的电位差,开路电位差可从电池和电压表的内阻计算得到。一根钢棒在环境温度 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时测量得到的长度,与技术指标在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的长度是不同的,这种测量情况下必须修正。在化学中,物质或化合物在“分析”时,有时被称为“被测量”,这种用法是不正确的,因为这些词未涉及量。

## 二、测试

测试是对给定的产品、材料、设备、生物体、物理现象、过程或服务按规定的程序确定一种或多种特性的技术操作,也可将测试理解为测量和试验的综合。

检验是对产品的一种或多种特性进行测量、检查、试验或度量,并将其结果与规定的要求进行比较以确定是否合格的活动。

核查是按事先规定的方法,对核查标准进行经常性的重复测量,通过数据分析对测量结果进行质量控制的一种手段。两次检定或校准间隔内进行的核查称期间核查。

测试性是产品能及时、准确地确定其状态(可工作、不可工作或性能下降)并隔离其