

水泥物理性能 检验技术

中国建材检验认证集团股份有限公司
国家水泥质量监督检验中心

编著



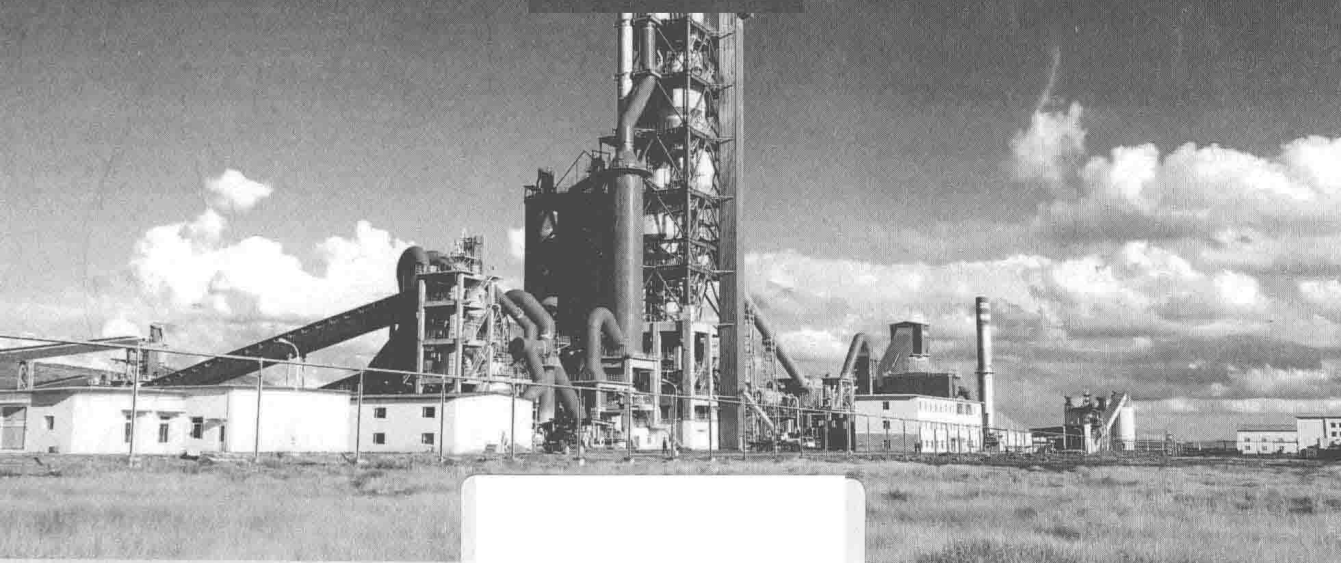
中国建材工业出版社

水泥物理性能 检验技术

中国建材检验认证集团股份有限公司
国家水泥质量监督检验中心

编著

常州大学图书馆
藏书章



中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

水泥物理性能检验技术 / 中国建材检验认证集团股份有限公司, 国家水泥质量监督检验中心编著. —北京: 中国建材工业出版社, 2017. 11

ISBN 978-7-5160-2019-7

I. ①水… II. ①中… ②国… III. ①水泥-物理性能-检验-高等学校-教学参考资料 IV. ①TQ172.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 220517 号

内 容 简 介

本书以近年来国家颁布实施的有关水泥物理性能检验方法标准为依据, 全面系统地介绍了水泥的分类和生产基本知识、水泥标准化与计量基础知识、水泥产品主要物理性能的定义及其检验方法。本书撰写者在总结多年实践经验的基础上, 对水泥二十项重要的物理性能检验中的方法原理、检验设备、检验条件、检验步骤给出了详细的叙述和说明, 对检验中的注意事项给出了全方位的提示, 有较强的实用性和指导性。

本书适用于水泥科研单位、水泥质量监督管理部门以及水泥企业工艺人员、物理性能检验人员使用, 可作为水泥物理性能检验人员培训教材和考工定级的参考资料, 也可供高等院校相关专业师生参考。

水泥物理性能检验技术

中国建材检验认证集团股份有限公司 编著
国家水泥质量监督检验中心

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市海淀区三里河路 1 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京雁林吉兆印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 19.75

字 数: 480 千字

版 次: 2017 年 11 月第 1 版

印 次: 2017 年 11 月第 1 次

定 价: 68.00 元

本社网址: www.jccbs.com 本社微信公众号: zgjcgycbs

本书如出现印装质量问题, 由我社市场营销部负责调换。联系电话: (010) 88386906

本书编委会

主 编 王旭方 朱连滨

副主编 张庆华 张晓明

参 编 王 涛 王长安 王伟智 王瑞海 孙月琴

杨鹏宇 宋来申 殷祥男 郭 旭 梁慧超

蔡京生 颜小波

参编单位 北京科学仪器装备协作服务中心

首都科技条件平台中国建材集团基地

国家标准物质资源共享平台

中国水泥协会质量专业委员会

前 言

水泥物理性能及其检验，在水泥生产、使用和科研工作中是不可缺少的基础知识和技术手段。我国众多的水泥企业和浩繁的建筑工程对水泥进行生产和使用，都需要了解和掌握水泥物理性能的知识 and 检验方法，以保证建筑物的质量，提高工作效率，降低成本；科研部门在开展水泥性能的研究中，也需要准确地检测和评价水泥的物理性能，进而找出其内在的规律，为水泥的生产和使用提供试验和理论依据。中国建材检验认证集团股份有限公司/国家水泥质量监督检验中心多年来从事水泥物理性能及其检验方法的研究工作，并且作为相关标准的主要起草单位之一，积极从事有关标准的制定和修订工作，在日常检验工作中积累了丰富的经验和体会。

国民经济建设第十三个五年计划期间，是我国水泥工业继续按照国家的产业政策进行战略性结构调整的重要时期。国家对水泥工业的节能降耗、清洁生产提出了更高的要求。水泥生产企业的质量控制和检验工作必须适应这一新形势的需要，大力提高检验人员的业务素质，努力改善检验工作的环境，不断增加新的检验内容，提高检验工作的水平。为此，我们编写了《水泥物理性能检验技术》一书。

本书依据近年来国家颁布实施的有关水泥产品物理性能和检验方法标准，以及检测仪器的现行标准等编写。本书凡是注明日期的引用标准，其随后的修订版不适用于本书；凡是不注日期的引用标准，其最新版本适用于本书。同时，本书列入了国家标准化法和计量法的内容，便于检验人员在工作中严格执行国家标准化法和计量法的有关规定。

本书撰写者均为国家水泥质量监督检验中心长期从事水泥物理性能检验一线工作的高级专业技术人员，具有坚实的理论知识基础，多年来积累了丰富的实践经验和心得体会。

本书共分三章。第一章，介绍水泥标准化及计量基本知识；第二章，介绍硅酸盐水泥生产基本知识；第三章，以较大的篇幅详细介绍了水泥企业质量控制过程中不可缺少的硅酸盐水泥二十项重要的物理性能的定义及其检验方法，包括水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性、流动度、强度、密度、比表面

积、筛余细度、颗粒级配、水化热、氯离子扩散系数、抗硫酸盐侵蚀、干缩率、膨胀率、耐磨性、保水率、含气量，以及油井水泥游离液、稠化时间、强度等物理性能的测定方法，对各项水泥物理性能检验标准进行了全方位的解读，对检验条件、检验设备、检验步骤进行了详细的介绍，特别对保证检验结果精密度和准确度的各种注意事项进行了全方位的总结，给出了重点提示，因而具有很强的实用性和指导性。本书内容翔实，所介绍的经验和体会，对于提高水泥物理性能检验人员的业务素质会有所帮助。

本书列出的附录中包括国家产品质量法、计量法、标准化法、产品质量监督抽查管理办法、水泥产品生产许可证实施细则（节选）、水泥物理性能检验方法及设备标准、水泥物理性能检验设备技术要求与检定（校准）周期等重要资料，便于读者查找有关的法律法规和相关文件。

本书在编著过程中，参考了有关的专业书籍，汲取了水泥物理性能研究和检验专业资深专家的宝贵经验，得到了各章节编写人员和中国建材工业出版社编审校人员的合力支持，在此谨致以诚挚的谢意。

本书适合水泥科研单位、水泥质量监督管理部门以及水泥企业工艺人员、物理性能检验人员使用，可作为水泥物理性能检验人员培训教材和考工定级的参考资料，也可供高等院校相关专业师生参考。

限于水平，书中难免存在不妥之处，敬请广大读者斧正。

编著者

2017年7月

目 录

第一章 水泥标准化与计量基本知识.....	1
第一节 计量的定义和法定计量单位.....	1
一、计量的定义和分类.....	1
二、量值溯源和量值传递、校准和检定.....	2
三、我国法定计量单位.....	5
第二节 有效数字与数值修约规则	19
一、有效数字的概念	20
二、数值修约规则	21
三、近似数的运算规则	22
四、极限数值的表示和判定	24
五、测定值或其计算值与标准规定的极限数值作比较的方法	25
第三节 常用数理统计方法	27
一、总体和样本	27
二、样本分布的特征值	28
三、一元线性回归方程的建立	36
第四节 测量误差与偏差	38
一、误差与偏差的概念	38
二、测量误差的分类	39
三、误差的表示方法	40
四、误差的正态分布	41
五、准确度与精密度	43
六、测定结果精密度的判断	45
第五节 标准化工作	52
一、标准化的概念和目的	52
二、标准化的形式	52
三、标准的概念	52
四、标准的分类	53
五、标准的性质	57
六、标准样品/标准物质.....	58

第二章 硅酸盐水泥的基本知识	60
第一节 硅酸盐水泥的分类及有关术语	60
一、水泥的分类	60
二、水泥命名的一般原则	60
三、主要水泥产品的定义	60
四、与水泥物理性能有关的术语	62
第二节 硅酸盐水泥生产方法及工艺流程	64
第三节 硅酸盐水泥熟料的化学成分	65
第四节 硅酸盐水泥熟料的矿物组成	65
一、硅酸三钙	66
二、硅酸二钙	66
三、铝酸三钙	66
四、铁铝酸四钙	66
五、游离氧化钙和方镁石	67
第五节 硅酸盐水泥的物理性能	67
一、水泥熟料矿物的水化	67
二、硅酸盐水泥的水化	69
三、水泥的凝结和硬化	69
第六节 硅酸盐水泥熟料的率值及计算	69
一、水硬率	70
二、石灰饱和系数	70
三、硅酸率	71
四、铝氧率	71
第七节 熟料的化学成分、矿物组成和率值之间的换算关系	71
一、由化学成分计算率值	71
二、由化学成分计算矿物组成	72
三、由矿物组成计算化学成分	72
四、由矿物组成计算率值	72
五、由率值计算化学成分	72
六、由化学成分及率值计算矿物组成	72
第三章 水泥物理性能的定义和检验方法	74
第一节 水泥样品的制备	74
一、取样	74

二、样品的处理	74
三、试样的包装与贮存	74
第二节 养护设备及养护条件的控制	75
一、概述	75
二、水泥胶砂试体标准养护箱	75
三、养护池	76
第三节 水泥标准稠度用水量的测定	77
一、概述	77
二、水泥标准稠度用水量测定方法	77
第四节 水泥凝结时间的测定	81
一、概述	81
二、水泥凝结时间的测定方法	82
第五节 水泥安定性的检验	85
一、概述	85
二、水泥安定性检验方法——沸煮法	86
三、水泥安定性检验方法——压蒸	90
第六节 胶砂流动度的测定	96
一、概述	96
二、水泥胶砂流动度测定方法	97
第七节 水泥胶砂强度的测定	100
一、概述	100
二、水泥胶砂强度测定方法	101
第八节 水泥密度的测定	115
一、概述	115
二、水泥密度的测定方法	117
第九节 水泥比表面积的测定	120
一、概述	120
二、水泥比表面积测定方法	120
第十节 水泥筛余细度的测定	132
一、概述	132
二、水泥细度的测定方法	132
第十一节 水泥颗粒级配测定方法（激光法）	140
一、概述	140

二、水泥颗粒级配测定方法（激光法）	142
第十二节 水泥水化热的测定	146
一、概述	146
二、水泥水化热测定方法（溶解热法）	147
三、水泥水化热测定方法（直接法）	155
第十三节 水泥氯离子扩散系数的测定	161
一、概述	161
二、水泥氯离子扩散系数检验方法	161
第十四节 水泥抗硫酸盐侵蚀性能的测定	166
一、概述	166
二、水泥抗硫酸盐侵蚀性能测定方法	168
第十五节 水泥胶砂干缩率的测定	180
一、概述	180
二、水泥胶砂干缩率测定方法	181
第十六节 膨胀水泥膨胀率的测定	185
一、概述	185
二、膨胀水泥膨胀率测定方法	186
第十七节 水泥胶砂耐磨性能的测定	191
一、概述	191
二、水泥胶砂耐磨性测定方法	191
第十八节 油井水泥物理性能的检验	196
一、概述	196
二、油井水泥试验方法	197
三、油井水泥设备的检验与维护	211
第十九节 砌筑水泥保水率测定方法	216
一、概述	216
二、砌筑水泥保水率测定方法	217
第二十节 水泥胶砂含气量的测定	220
一、概述	220
二、水泥胶砂含气量测定方法	220
附录	225
附录 A 中华人民共和国产品质量法（1993 年 2 月 22 日第七届全国人民代表大会常 务委员会第三十次会议通过 根据 2000 年 7 月 8 日第九届全国人民代表大会	

常务委员会第十六次会议《关于修改〈中华人民共和国产品质量法〉的决定》第一次修正 根据 2009 年 8 月 27 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议《关于修改部分法律的决定》第二次修正) 225

附录 B 中华人民共和国计量法 (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 1985 年 9 月 6 日中华人民共和国主席令第
二十八号公布, 自 1986 年 7 月 1 日起施行 2013 年 12 月 28 日第十二届全
国人民代表大会常务委员会第六次会议修定, 于 2015 年 4 月 24 日第十二
届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议修定) 233

附录 C 中华人民共和国标准化法 (1988 年 12 月 29 日中华
人民共和国主席令第 11 号发布) 236

附录 D 企业标准化管理办法 (1990 年 8 月 24 日国家技术监督局令
第 13 号发布) 239

附录 E 产品质量监督抽查管理办法 (中华人民共和国国家质量监督检验检疫总
局令第 133 号, 自 2011 年 2 月 1 日起施行) 242

附录 F 产品质量仲裁检验和产品质量鉴定管理办法 (国家质量技术监督局令第 4 号,
自 1999 年 4 月 1 日起施行) 250

附录 G 中华人民共和国工业产品生产许可证管理条例实施办法 (中华人民共和国国
家质量监督检验检疫总局令第 156 号, 自 2014 年 8 月 1 日起施行) 255

附录 H 水泥产品生产许可证实施细则 (节选) (2016 年 9 月 30 日公布,
2016 年 10 月 30 日起实施) 262

附录 I GB/T 12573—2008 水泥取样方法 286

附录 J JC/T 452—2009 通用水泥质量等级 292

附录 K 水泥物理性能检验方法及设备标准 294

附录 L 水泥物理性能检验设备技术要求与检定 (校准) 周期 296

附录 M 水泥标准样品/标准物质 299

参考文献 302

第一章 水泥标准化与计量基本知识

国家计量法和标准化法涉及国民经济各部门，关系到国防建设、科学研究、企业生产和文化教育各个领域，与每个人都息息相关。水泥物理性能检验工作，在为生产和工程质量提供可靠数据的过程中，也必须执行国家计量法和标准化法。

第一节 计量的定义和法定计量单位

一、计量的定义和分类

1. 计量的定义

计量是实现单位统一、量值准确可靠的活动。

该定义说明：(1) 计量的目的就是为了实现单位统一、量值准确可靠，从而实现同一物体测量结果具有可比性和一致性；(2) 其内容包括为实现这一目的所进行的各项活动。这一活动具有广泛性，它包括技术、管理和法制方面的有组织的活动。

2. 计量的分类

计量活动涉及到社会各个方面。根据计量的作用和地位，计量可分为科学计量、工程计量和法制计量三类，分别代表计量的基础性、应用性和公益性。

1) 科学计量

是指基础性、探索性、先进性的计量科学研究，通常用最新的科技成果来精确定义与计量单位，并为最新的科技发展提供可靠的测量基础。科学计量包括计量单位与单位制的研究、计量基准与标准的研究、物理常数与精密测量技术的研究、量值传递和量值溯源方法及测量不确定度的研究。科学计量是实现单位统一、量值准确可靠的重要保证。

2) 工程计量

也称为工业计量，是指各种工程、工业企业中的应用计量。随着产品技术含量的提高，工程计量涉及的领域越来越广泛。其内容包括建立校准、测试服务市场，建立企业计量测试体系；开展各种计量测试活动；发展仪器仪表产业等方面。工业计量为计量在国民经济中的实际应用开拓了广阔的前途和领域。

3) 法制计量

法制计量的领域，即强制性检定项目在我国《计量法》中规定为：贸易结算、安全防护、医疗卫生、环境监测中的计量。法制计量的领域是随着经济的发展而变化的。法制计量的内容主要包括：计量立法，统一计量单位，对有关测量方法、计量器具和法定计量技术机构及测量实验室依法实施管理。这些工作必须由政府计量主管部门和法定计量机构或其授权的计量技术机构来执行。法制计量是政府行为，是政府的职责。

3. 计量的特点

计量的特点一般可概括为四个方面：准确性、一致性、溯源性及法制性。

1) 准确性

是指测量结果与被测量真值接近的程度。所谓量值的“准确”，是指在一定的不确定度或允许误差范围内的准确。只有测量结果量值准确，计量才能实现一致性，测量结果才具有使用价值，才可能为社会提供计量保证。

2) 一致性

是指在统一计量单位的基础上量值的一致性。无论采用何种方法，使用何种计量器具，由何人测量，只要符合有关的要求，对同一被测的量其测量结果应在给定的区间内一致。也就是说，测量结果应是可重复、可再现、可比较的。计量的一致性不仅限于国内，也适用于国际。

3) 溯源性

是指任何一个测量结果或测量标准的值，都能通过一条具有规定不确定度的不间断的比较链，与测量基准联系起来。

4) 法制性

是指计量的法制保障方面的特性。由于计量涉及到社会的各个领域，量值的准确可靠不仅依赖于科学技术手段，还要有相应的法律、法规和行政保障。

二、量值溯源和量值传递、校准和检定

1. 量值溯源和量值传递

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（通常是国家计量标准或国际计量标准）联系起来的特性，称为量值溯源性。

这一比较链的表述，就是我国的计量检定系统表或国际上的溯源等级图。它表述了某一量从计量基准、计量标准到工作计量器具直到被测的量，它们之间的关系和程序，规定了不确定度或最大允许误差及其测量方法，这就是计量溯源性的比较链。在我国，计量检定系统表就相当于国际上所指的溯源等级图。

实施这一比较链有两种途径或形式，即量值传递和量值溯源。检定和校准是实施量值传递和量值溯源的重要环节、方法和手段。

1) 量值溯源

是一种自下而上的途径，从测量结果→工作计量器具→计量标准→计量基准，可以逐级或越级向上追溯，以使测量结果与计量基准联系起来，通过校准而构成溯源体系。

2) 量值传递

是一种自上而下的途径，从计量基准→计量标准→工作计量器具→测量结果，逐级传递下去，以确保测量结果单位量值的统一准确，通过逐级检定而构成检定系统。

实际上量值溯源就是量值传递的逆过程。

2. 校准

在规定的条件下，为确定测量仪器或测量系统所指示的量值，或实物量具、参考物质所代表的量值，与对应的由标准所复现的量值之间关系的一组操作，称为校准。校准的目的主要是确定计量器具的校准值及其不确定度，或者确定示值误差，得出标称值偏差，并调整测量仪器或对其示值加以修正。校准的依据是校准规范或校准方法，通常应对其作统一规定，特殊情况下也可自行制定。

3. 检定

检定是指查明和确认计量器具是否符合法定要求的程序，包括检查、加标记和（或）出具检定证书”。检定结果的形式是检定证书（合格）或检定结果通知书（不合格），属于法制性文件。

我国《计量法》规定，计量器具实施强制检定和非强制检定两类，均属依法管理。

强制检定是指由政府计量行政主管部门所属的法定计量检定机构或授权的计量检定机构，对某些测量仪器实行的一种定期的检定。属于国家强制检定的管理范围包括：社会公用计量标准，部门和企业、事业单位使用的最高计量标准，用于贸易结算、安全防护、医疗卫生、环境监测四个方面并且列入《中华人民共和国强制检定的工作计量器具明细目录》的工作计量器具。

非强制检定是指由计量器具使用单位自己或委托具有社会计量资格或授权的计量检定机构，对除了强制检定以外的其他计量器具依法进行的一种定期检定。其特点是使用单位依法自主管理，自由送检，自求溯源，可按照规定程序确定检定周期。

强制检定和非强制检定均属于法制检定，都要受到法律的约束。计量检定工作应按照经济合理的原则，就近就地进行。

4. 检定与校准的区别

检定和校准有着密切的联系，但二者又具有不同的概念和应用目的。按定义，检定是“查明和确认计量器具是否符合法定要求的程序，包括检查、加标记和（或）出具检定证书”。定义中的“检查”是指“为确定计量器具是否符合该器具有关法定要求所进行的操作”；而校准是“在规定的条件下，为确定测量仪器或测量系统所指示的量值，或实物量具或参考物质所代表的量值，与对应的由标准所复现的量值之间关系的一组操作”。

“检定”和“校准”都是为了确保计量单位的统一和量值的准确可靠，都是计量工作实施统一量值的重要手段和措施，它们是计量器具特性评定的两种不同形式。从具体的内容上讲，都需要用计量标准来确定被检（校）计量器具的示值，实际上检定工作从技术上包含了校准的内容，校准是检定内容中的一部分。

5. 计量器具

计量器具是指可单独地或与辅助设备一起，以直接或间接方法确定被测对象量值的量具和装置。在我国，计量器具是计量仪器（仪表）、量具以及计量装置的总称。

1) 计量器具的分类

根据在量值传递中所处的位置和作用，可将计量器具分为三类：计量基准器具、计量标准器具和工作计量器具。

(1) 计量基准器具

计量基准器具，简称计量基准，是指在特定计量领域内复现和保存计量单位，具有最高计量学特性，经国家鉴定、批准并作为统一全国量值最高依据的计量器具。

经国家鉴定或批准，具有当代或本国科学技术所能达到的最高计量特性的计量基准，称为国家计量基准，是一个国家统一量值的最高依据。

经国际协议公认，具有当代科学技术所能达到的最高计量学特性的计量基准，称为国际计量基准，是国际上统一量值的最高依据。

若要对计量基准作细的划分，通常将其划分为主基准、副基准和工作基准。

① 主基准

是指具有最高计量特性，并作为统一量值最高依据的计量器具。只用于对副基准、工作基准的定度（检定）或校准。

② 副基准

直接或间接由主基准定度或校准，可代替主基准使用，是为维护主基准而建立的。

③ 工作基准

是由主基准或副基准定度或校准，用于日常计量检定的计量基准。

(2) 计量标准器具

计量标准器具，简称计量标准，是指在特定计量领域内复现和保存计量单位，具有较高计量特性、在相应范围内统一量值的依据。

计量标准的等级是按准确度来划分的，一般上一等级计量标准的误差是下一等级计量标准或工作计量器具的误差的 $1/3 \sim 1/10$ 。计量标准是量值传递的中间环节，起着承上启下的重要作用。可选用不确定度为受检计量器具不确定度的 $1/3 \sim 1/10$ 的计量标准进行检定。

(3) 工作计量器具

工作计量器具是指不参与计量检定和校准，而用于现场测量的计量器具，它由相应等级的计量标准进行检定或校准，具有必须具备的计量性能，可以获得某给定量的测量结果。

2) 计量器具的特性

计量器具的特性主要有以下几个方面：

(1) 标称范围

计量器具的操纵器件调到特定位置时可得到的示值范围。标称范围通常用其上限和下限来表示。标称范围上下限之差的模，称为量程。例如，有一台天平的最大载荷为 220g，精度 0.1mg，则其量程为 220g。

(2) 测量范围

计量器具的误差处于允许极限内的一组被测量的值的范围。测量范围亦称工作范围，其上下限可分别称为上限值、下限值。

(3) 准确度等级

符合一定的计量要求，使误差保持在规定极限以内的计量器具的等别或级别。

(4) 响应特性

在确定条件下，作用于计量仪器的激励与计量仪器所作出的对应响应之间的关系。

(5) 灵敏度

计量仪器响应的变化与对应的激励变化之比。当激励和响应为同种量时，灵敏度也可称为放大比或放大倍数。

(6) 指示装置分辨力

指示装置分辨力是指指示装置对紧密相邻量值有效辨别的能力。

一般认为模拟式指示装置的分辨力为标尺分度值的一半，数字式指示装置的分辨力为末位数的一个数码。

(7) 稳定性

在规定条件下，计量仪器保持其计量特性随时间恒定不变的能力。通常稳定性是对时间而言，当对其他量考虑稳定时，则应明确说明。

(8) 计量仪器的漂移

是指计量仪器的计量特性随时间的慢变化。在规定条件下, 对一个恒定的激励在规定时间内响应变化, 称为点漂。标称范围最低值上的点漂称为零点漂移。简称零漂; 当最低值不为零时称始点漂移。

3) 计量标准的准确度等级

计量标准的准确度等级应符合一定的计量要求, 并使误差保持在规定的极限以内的计量标准等级或级别。

精密度和准确度是两个不同的概念。准确度是一个定性概念, 因此不要定量使用。例如, 可以说准确度高, 准确度为 0.25 级, 准确度为 2 等及准确度符合 1 等标准; 尽量不使用如下表达方式: 准确度为 0.25%, 10mg, $\leq 10\text{mg}$ 及 $\pm 10\text{mg}$ 。

“等”和“级”是两个不同的概念, 使用时应注意两者的区别。前者对应加修正值使用的情况, 以计量标准所复现的标准值的不确定度大小划分; 后者对应不加修正值使用的情况, 数值前一般应带“ $\pm$ ”号。例如可以写成“MPE: $\pm 0.05\text{mm}$ ”“MPE: $\pm 0.01\text{mg}$ ”。

对工作器具进行校准后, 可以加上修正值, 以提高其精密度。修正值是指用代数方法与未修正测量结果相加, 以补偿其系统误差的值。当计量器具的示值误差为已知时, 可通过减去(当示值误差为正值时)或加上(当示值误差为负值时)该误差值, 使测量值等于被测量的实际值。减去或加上的这个值即为修正值, 它与示值误差在数值上相等, 但符号相反, 修正值等于负的系统误差。

$$\begin{aligned}\text{真值} &= \text{测量结果} + \text{修正值} \\ &= \text{测量结果} - \text{误差}\end{aligned}$$

在量值溯源和量值传递中, 常常采用这种加修正值的直观办法。用高一个等级的计量标准来校准或检定测量仪器, 其主要内容之一就是要获得准确的修正值。由于系统误差不能完全获知, 因此这种补偿是不完全的, 亦即修正值本身就含有不确定度。

例: 用一根 $0^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 的温度计测量某一养护池中水的温度, 其测量结果为 19.8°C , 而用高一等级的温度计测得的该水温实际值为 20.0°C , 则:

绝对误差 $\delta = 19.8 - 20.0 = -0.2 (^{\circ}\text{C})$, 相对误差 $H = (-0.2/20.0) \times 100\% = -1.0\%$ 。

引用误差 $q = (-0.2/50) \times 100\% = -0.4\%$, 修正值 $C = -\delta = 20.0 - 19.8 = 0.2 (^{\circ}\text{C})$ 。

三、我国法定计量单位

我国法定计量单位是由国家法律承认, 具有法定地位的计量单位。1984 年 2 月 27 日国务院颁布了《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》(国发 [1984] 28 号), 其中规定我国的计量单位一律采用《中华人民共和国法定计量单位》。1985 年 9 月 6 日由国家主席第 28 号令公布的《中华人民共和国计量法》, 更进一步明确规定: “国家采用国际单位制。国际单位制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是以国际单位制为基础, 并根据我国的实际情况, 选定了 16 个非国际单位制单位构成的, 如图 1-1-1 所示。

1. 国际单位制

计量单位是指为定量表示同种量的大小而约定的定义和采用的特定量。

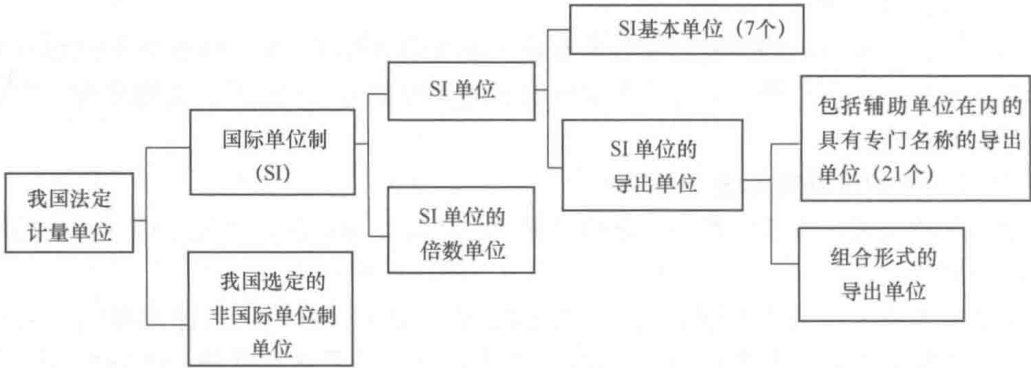


图 1-1-1 我国法定计量单位的构成

国际单位制的形成和发展，与科技的进步、经济和社会的发展密切相关。国际上为了统一计量单位，从 17 世纪起科学家们就开始寻找一个适用于国际的通用单位，以使各国都能接受。18 世纪末，法国采用了米制单位，随即开始向全世界普及。1875 年 5 月 20 日，由 17 个国家签署了“米制公约”并成立了国际计量局。我国也于 1977 年加入“米制公约”。

国际单位制 (SI) 是“由国际计量大会 (CGPM) 所采用和推荐的一贯单位制”。1960 年第 11 届国际计量大会通过决议，将以米、千克、秒、安培、开尔文、坎德拉 6 个单位为基础的实用单位制正式命名为国际单位制，并用国际符号“SI”表示。1971 年第 14 届国际计量大会决定再增加第 7 个基本单位“摩尔”。至此，国际单位制基本构成了现在的完整形式。SI 单位由 SI 基本单位、SI 导出单位及 SI 单位的倍数单位组成。

1) 国际单位制 (SI) 的基本单位

目前国际计量大会采用和推荐使用的 SI 基本单位如表 1-1-1 所示，有 7 个基本量的基本单位，它是构成国际单位制的基础。其定义如下：

表 1-1-1 国际单位制的 SI 基本单位

基本量		SI 基本单位	
名称	符号	名称	符号
长度	l, L	米	m
质量	m	千克 (公斤)	kg
时间	t	秒	s
电流	I	安 [培]	A
热力学温度	T	开 [尔文]	K
物质的量	n	摩 [尔]	mol
发光强度	$I, (I_v)$	坎 [德拉]	cd

- 注：1. 圆括号 () 中的名称是它前面的同义词。
2. 无方括号的量的名称与单位名称均为全称。方括号 [] 中的字，在不致引起混淆的情况下，可省略。去掉方括号中的字即为其名称的简称。
3. 本表中使用的符号，除特殊指明外，均指我国法定计量单位的规定符号和国际符号。
4. 在日常生活和贸易中，习惯称质量为重量。

(1) 米 (m) 是光在真空中 1/299792458s 时间间隔内所经路径的长度。