

电厂化学仪表与计量 考核培训教材

◎ 电厂化学仪表计量确认审查委员会 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

电厂化学仪表与计量

考核培训教材

◎ 电厂化学仪表计量确认审查委员会 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

为满足电厂化学仪表实验室检验和运行人员持证上岗的需要,电厂化学仪表计量确认审查委员会特组织专家编写此培训教材。本书分三篇共八章,在介绍我国计量管理及相关知识的基础上,重点阐述了电厂化学仪表实验室计量确认与化学仪表检验方法。本书主要包括以下三方面的内容:①基础知识,介绍了我国有关计量法律、法规,组建实验室计量确认体系所依据的标准,以及化学仪表检验/校准实验室全面质量管理方面的内容;②计量知识,包括有关计量基础知识、标准,质量监督方面的基本知识,以及误差理论、数据处理、数理统计、量值传递与量值溯源;③专业知识,介绍了化学仪表的结构、组成、测量原理、应用操作、检验项目、技术要求与检验方法。

本书不仅可以作为电厂化学仪表检验人员和运行岗位人员的培训考核教材,也可供从事计量管理、技术监督、电厂化学水专业以及检测仪表与自动化专业的工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电厂化学仪表与计量考核培训教材/电厂化学仪表计量确认审查委员会编. —北京:中国电力出版社,2003

ISBN 7-5083-1747-5

I.电… II.电… III.①电厂化学—化工仪表—技术培训—教材②电厂化学—化学计量学—技术培训—教材 IV.TM62

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第077605号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2003年11月第一版 2003年11月北京第一次印刷

850毫米×1168毫米 32开本 4.875印张 124千字

印数0001—3000册 定价10.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

前言

用于检测火力发电厂水汽品质的电厂化学仪表，是提高技术监督水平、实施技术诊断以及建立专家系统的重要手段。由于种种原因，在电厂化学仪表准确性校准方面，还不同程度地存在着不规范、不统一，甚至失控的现象，已不能满足电力发展和机组安全、优质、经济运行的需要。

为了保证电厂化学仪表测量结果的准确性和一致性，必须实现量值标准的统一和有效传递。对化学仪表实验室应进行计量确认，检验人员和运行人员应提高自身的理论及操作水平，持证上岗。为此，电力行业化学仪表计量确认审查委员会组织编写了《电厂化学仪表与计量考核培训教材》。该书较系统地介绍了相关计量知识、电厂化学仪表实验室计量确认要求以及主要测试仪表的工作原理、使用方法、技术要求和检验方法等内容。

本书的第一篇基础知识、第二篇计量知识和第三篇专业知识中的第八章化学仪表的技术要求与检验方法由王二福同志编写；第三篇专业知识中的第七章电厂化学仪表测量原理及其应用由石秋生同志编写。王卓昆、杜红纲、孟玉婵、江俭军、曹杰玉、汪德良同志参加了审稿工作，并提出了许多宝贵意见。最后由王二福同志对全书进行了修改、定稿。全书由王卓昆同志主审。

本书在编写过程中得到了国家电力公司计量办公室、中电联标准化中心、河北电力试验研究所、国电热工研究院等单位的大

力支持和帮助，在此表示衷心感谢。由于此书是电力行业首次组织编写的电厂化学仪表计量方面的综合性书籍，难免会有不妥之处，敬请指教。

电厂化学仪表计量确认审查委员会

2003年7月于北京

目录

前言

第一篇 基础知识

第一章 计量管理	1
一、概述	1
(一) 产品检验机构的计量管理	1
(二) 电厂化学仪表的计量管理	3
二、计量法律与法规	4
(一) 计量管理的法律法规	4
(二) 计量认证在法律中的位置	5
三、法制和工业计量管理	6
(一) 法制计量管理	6
(二) 工业计量管理	7
四、检定、检验与校准	8
(一) 检定	8
(二) 检验	9
(三) 校准	9
第二章 计量确认	11
一、概述	11
二、执行标准	12
三、工作原则	14
四、计量确认的特点	15
五、计量认证与计量确认的区别	16

二、数据处理	53
(一) 有效数字及位数	53
(二) 近似数的运算	54
(三) 数据修约	55
(四) 数据处理程序	56
三、测量的误差	57
(一) 测量误差与相对误差	57
(二) 随机误差与系统误差	59
(三) 准确度、精密度与正确度	61
(四) 修正值与偏差	62
(五) 测量不确定度	63
四、化学仪表中误差的表示	69

第三篇 专业知识

第七章 化学仪表测量原理及其应用	72
一、电导率仪表	72
二、酸度 (pH) 计	73
三、钠离子监测仪表	77
四、溶氧表	81
五、联氨表	83
六、二氧化硅表	85
七、试验室化学仪表	87
(一) 分光光度计	87
(二) 浊度仪	91
(三) 硅酸根分析仪	92
(四) 通用离子计	94
第八章 化学仪表的技术要求与检验方法	95
一、电导率仪表	95
(一) 计量检定	95
(二) 检验项目与技术要求	98
(三) 检验方法	100
二、酸度 (pH) 计仪表	105

第二篇 计量知识

第三章 化学仪表计量	18
一、概述	18
(一) 测量过程的特点	18
(二) 计量标准的特点	19
(三) 量值传递的特点	19
(四) 标准仪表的缺陷	20
二、标准物质	20
(一) 名词术语	21
(二) 分类与分级	23
(三) 标准物质的作用	24
(四) 选择与使用	25
(五) 认证系统	27
三、常用标准物质	27
(一) 化学仪表常用标准物质	27
(二) 对化学试剂的要求	27
第四章 量值溯源与量值传递	29
一、量值溯源	29
二、量值传递	30
三、溯源体系	31
(一) 溯源等级	31
(二) 化学成分量的溯源	32
第五章 计量单位与名词术语	34
一、法定计量单位的构成与使用规则	34
(一) 构成	35
(二) 使用规则	37
二、化学仪表常用计量单位	39
(一) 分析化学中常用的量及单位	39
(二) 电厂化学水分析中的常用计量单位	39
三、常用名词术语	43
第六章 数据处理与测量的误差	53

(一) 计量检定	105
(二) 检验项目与技术要求	107
(三) 检验方法	107
三、钠离子监测仪表	113
(一) 检验项目与技术要求	113
(二) 检验方法	114
四、溶解氧分析仪表	116
(一) 检验项目与技术要求	116
(二) 检验方法	117
五、硅酸根分析仪表	121
(一) 检验项目与技术指标	121
(二) 检验方法	122
附录 A 中华人民共和国计量法	127
附录 B 关于印发《电厂化学仪表实验室计量确认管理办法》 及其实施细则的通知	132
参考文献	145

第一篇

基础知识

第一章



一、概 述

(一) 产品检验机构的计量管理

计量管理工作涉及科学计量、工业计量和法制计量。我国在1959年由国务院发布《关于统一计量制度的命令》，确定了以当前的国际单位制为我国基本计量单位。20世纪80年代初期，随着我国对外开放和经济体制改革进程的加快，计划经济一统全国的局面逐渐由多种经济成分共存的新的社会主义市场经济模式所取代。政府管理部门对企业产品的计划、生产、分配、销售等环节的垄断管理体制逐渐被供需双方的供销合同机制所替代，由此就产生了供需双方的验货检验需求。同时，政府管理部门的职能也由对产、供、销的管理转变为对产（商）品的质量监督的管理，从而形成了政府对检验机构的需求。政府对检验机构的管理经历了以下三个阶段。

1. 计量认证

为了加强计量监督管理，保障国家计量单位制的统一和量值的准确可靠，有利于生产、贸易和科学技术的发展，为了规范产

(商)品质检机构的工作行为,提高检验工作质量,在1985年颁布的《中华人民共和国计量法》中,就规定了对检验机构的考核要求。1987年发布的《计量法实施细则》中把这种对检验机构的考核称之为“计量认证”。从此,便全面开展了计量认证工作。在计量认证工作中执行的标准是由原国家技术监督局发布的JJG 1021—1990《产品质量检验机构计量认证技术考核规范》,也就是以前常说的“计量认证考核条款(50条)”。计量认证标志为CMA。

2. 计量认可

为了发展社会主义商品经济、促进技术进步,改进产品质量,提高社会经济效益,维护国家和人民的利益,1988年底我国颁发了《中华人民共和国标准化法》,1990年国务院发布了《标准化法实施条例》(简称《条例》)。根据《条例》中的要求,作为政府产品质量管理部门的原国家标准局对全国各地和国务院行业主管部门设立的“产品质量监督机构”的工作范围、工作能力、工作质量进行监控和界定,有关部门又制定了相关的管理办法、条例和审查认可条款(39条),并将这种规划、审查工作称之为“审查认可(验收)”,标志为CAL。

3. 计量认证、认可的统一

在当时的历史条件下,计量认证工作由计量部门管理,审查认可(验收)工作由标准化部门实施,两者的考核标准基本相同,致使检验机构需要接受条款相近的两种考核,造成了重复评审。

目前,“产品质量检验机构”在国际上通行的考核方法是“实验室认可”,申请实验室认可是一种自愿行为。实验室为完善其内部质量体系和技术保证能力,可向认可机构提出认可申请,由认可机构对其质量体系和技术能力进行评审,进而做出是否符合认可准则的评价结论。如果获得认可证书,则证明其已具备向用户、社会及政府提供质量保证的能力。

在国际上已有专职的实验室认可机构,其中,国际实验室认

可合作组织 (ILAC) 目前已有近四十个成员国签署了互认协议, 1999 年亚太地区实验室认可组织 (APLAC) 成员国也签署了互认协议。为与国际接轨, 我国于 2001 年由国务院批准成立了“中国国家认证认可监督管理委员会”(简称认监委)。经认监委批准于 2002 年在原国家质量技术监督局授权成立的中国实验室国家认可委员会 (CNA) 和原国家出入境检验检疫局授权成立的国家出入境检验检疫实验室认可委员会 (CCIBLAC) 的基础上成立了中国实验室国家认可委员会 (CNAL)。中国实验室认可符号为 CAL, 意为“中国考核合格实验室”, 相应英文为 China Accredited Laboratory。

进入 21 世纪, 特别是我国加入 WTO 之后, 国家质量技术监督局为了解决重复考核和与国际接轨问题, 同时又要兼顾到我国的法律要求和具体国情, 决定进行计量改革, 制定了新的评审标准——《产品质量检验机构计量认证/审查认可(验收)评审准则》(以下简称“评审准则”), 来替代原“计量认证考核条款(50 条)”和“审查认可(验收)条款(39 条)”。这个“评审准则”已于 2001 年开始实施。

“评审准则”顺应了对检验机构(实验室)考核的国际潮流, 为适应入世以后境外检验机构进入中国检验市场带来的冲击, 为国内检验机构走出国门, 创造了必要的条件。

(二) 电厂化学仪表的计量管理

在电力行业中, 属于计量管理的有电工测量仪表(电测仪表)、热工测量仪表(热工仪表)和电厂化学成分分析仪表(化学仪表)等专业。

1986 年国务院批复的《水利电力部门电测、热工计量仪表和装置检定管理的规定》, 授权原水利电力部门在行业内部开展电测、热工仪表的计量检定和管理工作。由于当时化学仪表数量较少且均属生产过程检测仪表, 因此, 电厂化学仪表未列入行业授权管理序列。

根据电力技术的发展与大型火电机组安全经济运行的需要,



化学仪表的计量管理早已成了一个不可回避又必须尽快解决的实际问题，其主要原因为：

- (1) 电力生产需要化学仪表提供设备状态诊断及技术支持；
- (2) 被检测的化学仪表已经有了可以遵循的行业标准；
- (3) 检测化学仪表专用的商品化标准检验设备和齐全的标准物质均已投入了市场；
- (4) 随着化学仪表技术的发展以及引进国外仪表数量的增加，对新购置仪表的质量监督已成为今后化学监督必不可少的内容之一。

鉴于目前化学仪表计量管理工作的条件已经具备，原国家电力公司、中电联在组织调研和召开研讨会的基础上，联合组织制定和发布了《电厂化学仪表实验室计量确认管理办法》及其实施细则，并成立了电力行业电厂化学仪表实验室计量确认审查委员会。可以看出，电厂化学仪表工作已纳入电力行业自律性的计量管理范畴，并进入了标准化、规范化和有序、健康的发展轨道。

二、计量法律与法规

(一) 计量管理的法律法规

与计量管理相关的法律法规主要内容如下：

(1) 《中华人民共和国计量法》的颁布，明确了对为社会提供公证数据的产品质量检验机构要实施计量监督，以政府监督的手段来评价产品质量检验机构是否真正具有为社会提供公证数据的条件和资格，是一项技术性很强的法制监督工作。计量法第二十二条中规定：“为社会提供公证数据的产品质量检验机构，必须经省级以上人民政府计量行政部门对其计量检定、测试的能力和可靠性考核合格。”

(2) 《中华人民共和国计量法实施细则》第七章对产品质量检验机构的计量认证又进行了如下规定：

- 1) 为社会提供公证数据的产品质量检验机构，必须经省级

以上人民政府计量行政部门计量认证。

2) 计量认证的内容包括计量检定测试设备的性能、计量检定和测试设备的工作环境及人员操作技能、保证量值统一和准确的措施及检测数据公正可靠的管理制度。

3) 计量认证程序。

4) 对取证单位实施监督检查。

5) 已取证单位需新增加检验项目时，应再申请单项计量认证。

(3) 《中华人民共和国标准化法》第 19 条对检验机构的设置进行了规定：县级以上政府标准化行政主管部门可以根据需要设置检验机构，或者授权其他单位的检验机构，对产品是否符合标准进行检验。法律、行政法规对检验机构另有规定的，依照法律、行政法规的规定执行。

(4) 《中华人民共和国产品质量法》第 19 条规定：产品质量检验机构必须具备相应的检测条件和能力，经省级以上人民政府产品质量监督部门或者其授权的部门考核合格后，方可承担产品质量检验工作。

综上所述，为社会提供公证数据的产品质量检验机构必须获得省级以上人民政府计量行政部门的计量认证合格证书，质量技术监督系统依法设置或依法授权的产品质量监督检验机构也必须获得省级以上人民政府产品质量监督管理部门审查认可（验收）的授权证书，这是我国法律、法规的强制性要求。

(二) 计量认证在法律中的位置

(1) 在我国的法律、法规体系中占有相当重要的地位。也就是说，计量管理在我国法律、法规及行业部门的规章中均有明确的规定。

(2) 强制性的政府行为。在计量法中明确规定，为社会提供公证数据的产品质量检验机构，必须经省级以上人民政府计量行政部门对其计量检定、测试的能力和可靠性考核合格。对于未取得计量认证合格证书的，不得开展产品质量检验工作。

(3) 严格控制行使权限。计量认证定位在省级以上的政府计量行政部门。

(4) 保证国家单位量值的统一、准确、可靠。强制要求产品质量检验机构的量值必须溯源到国家计量基准，最高等级的计量标准也应取得法定的资格。

三、法制和工业计量管理

(一) 法制计量管理

计量的特点可归纳为准确性、一致性、溯源性和法制性，其法制性来自于计量的社会性。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、法规和行政管理。否则量值的准确性、一致性和溯源性就不可能实现，计量的作用难以发挥。按照我国有关计量法律、法规进行的计量管理称为“法制计量管理”。在法制计量管理中，有关计量法律、法规都特别强调，为社会提供公证数据的产品质量检验机构必须获得省级以上人民政府计量行政部门的计量认证证书，而质量技术监督系统依法设置或依法授权的产品质量监督检验机构也必须获得省级以上人民政府产品质量监督部门审查认可（验收）的证书，这是我国法律、法规的强制性要求，也是法制计量管理的核心。

在法制计量管理中对计量认证的适用范围做出了明确的界定，即为社会提供公证数据的产品质量检验机构。“公证数据”是指面向社会从事检测工作的技术机构为他人做决定、仲裁、裁决所出具的可能引起一定法律后果的数据，即除了具有真实性和科学性之外，还要具有合法性和法律效力。

在国家质量技术监督局编写的《产品质量检验机构计量认证/审查认可（验收）评审准则宣贯材料》中，对计量认证和审查认可（验收）做出了明确的解释和定义。

计量认证是我国通过计量立法，对凡是为社会出具公证数据的检验机构（实验室）进行强制考核的一种手段，也就是说计量

认证是具有中国特点的政府对实验室的强制性管理。

审查认可（验收）是政府质量管理部门对依法设置的或授权承担产品质量检验机构的设立条件、界定任务范围、检验能力的考核验收的另一种强制性管理手段。

计量认证、审查认可（验收）都是政府行为，属于法制计量管理范围，其适用范围也都是为社会提供公证数据的质量检验机构。

（二）工业计量管理

在工业生产领域中，企业为获得准确可靠的测量数据以满足其生产经营要求所进行的各项计量活动就称为工业计量。工业计量包括生产过程、生产终端、经营管理和量值传递四个方面。

工业计量是近代社会随着生产技术的现代化、管理科学化而出现的。现代工业计量不仅包括生产经营管理过程中各种控制参数的检验、测量和试验技术，而是涵盖了全部测量设备的计量体系。现代工业计量主要侧重于工业现场服务，保证生产经营和管理的全过程，以实现定量控制，为企业提高产品质量和经济效益、推进技术进步和降低消耗提供计量保证。企业主要实施依法自主管理，政府采取对企业实行分类指导的原则。

按照我国计量法律、法规和工业计量的规定，并不是所有的质检机构都必须一定要进行计量认证、审查认可（验收），这其中就有个“科学计量管理”问题。所谓科学计量管理，是指在严格遵守法制计量管理的原则下，针对质检机构（实验室）本身的情况，看其是否属于计量认证、审查认可（验收）的范畴或模式。若不在规定范围之内，就没有必要再进行计量认证、审查认可（验收），可以根据具体情况纳入行（企）业计量管理范畴，由行（企）业来确定计量认可管理模式。也就是说，在严格执行我国法制计量管理的原则基础上，结合实际情况开展科学计量管理，体现了法制计量管理与科学计量管理的互补性。在我国现行的计量管理中对于计量器具的检定就是针对不同情况，界定了“强制检定”与“单位自检”两种办法。对此，在《计量法》的



第九条中给予了比较详细的规定。

在电力行业中，为社会提供公证数据的计量器具有电能、电压、电流、频率、流量、温度等仪表和煤质分析数据等。由于上述检验是用于贸易结算或标明产品（电、热）质量的，所以这些专业的检验机构应按照法制计量管理办法，进行计量认证、审查认可（验收）后，才能为社会提供公证数据。

电厂化学仪表检验机构（实验室）并不为社会提供公证数据，只是进行企业内部生产过程中水汽质量的监督、测量，以控制最佳条件，保证安全、经济生产为最终目的，属于工业计量管理范畴。因此，在电力行业内部开展电厂化学仪表实验室计量确认，就是科学计量管理的具体实践。

四、检定、检验与校准

按照规定，在开展法制计量管理与科学计量管理工作中，由于管理范畴与操作程序不同，对于检定、检验与校准，在定义、操作性质和适用范围方面也有所不同。

（一）检定

1. 定义

计量器具的检定（简称检定），是指为查明和确认计量器具是否符合法定要求的程序，它包括检查、加标记和（或）出具检定证书。

2. 计量器具

检定具有法制性，其对象是法制管理范围内的计量器具。1987年国家计量局发布的《中华人民共和国依法管理的计量器具目录》有12大类；同年国务院发布的《中华人民共和国强制检定的工作计量器具管理办法》中附有强制检定的工作计量器具目录，有55项。按照规定，列入强检目录的计量器具，为用于贸易结算、安全防护、医疗卫生、环境监测四个方面使用的计量器具。此外，我国对社会公用计量标准以及部门和企事业单位的