

■ 国家质量技术监督行业
检验人员培训系列教材

材料成分检验

国家质量监督检验检疫总局职业技能鉴定指导中心 组编
柳荣厚 编著



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

国家质量技术监督行业检验人员培训系列教材

材料成分检验

国家质量监督检验检疫总局职业技能鉴定指导中心 组编

柳荣厚 编著

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

材料成分检验/国家质量监督检验检疫总局职业技能鉴定指导中心组编. —北京: 中国计量出版社, 2005. 11

(国家质量技术监督行业检验人员培训系列教材)

ISBN 7-5026-2242-X

I. 材… II. 国… III. ①金属材料—化学成分—检验—技术培训—教材②硅酸盐—化学成分—检验—技术培训—教材③矿物—化学成分—检验—技术培训—教材 IV. ①TG115.3 ②TQ170.1③P574.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 128025 号

内 容 提 要

本书根据《材料成分检验员国家职业标准》的要求编写, 作为质量技术监督行业 (质量检验部分) 材料成分检验岗位职业资格培训的专业课教材。

本教材涉及金属、硅酸盐和矿物等材料的检验技术共四个岗位, 即钢铁检验岗位、铜合金检验岗位、铝合金检验岗位、矿物和硅酸盐检验岗位的培训内容。

本教材体现了系统性、层次性和实用性, 内容包括: 化学基本知识、仪器分析、各种材料的标准检验方法以及实验室认可、计量认证和审查、ISO 9000 质量管理体系等相关介绍。

本书不仅可作为材料成分检验员的职业资格培训教材, 也可供材料成分检验行业相关人员参考使用。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010) 64275360

<http://www.zgjl.com.cn>

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787 mm×1092 mm 16 开本 印张 23.25 字数 555 千字

2005 年 11 月第 1 版 2005 年 11 月第 1 次印刷

*

定价: 48.00 元.

编写与审定人员

编 著 柳荣厚

主 审 赵 敏

审定人员 赵 敏 蔡春平 张 斌 张世广

 杜小平 林生泉 林开诚 刘宝兰

 谢 英

前 言

为适应我国社会经济发展和劳动体制改革的需要,更好地贯彻国家职业资格证书制度,推动质量技术监督行业职业技能鉴定工作的开展,依据《中华人民共和国劳动法》“国家确定职业分类,对规定的职业制定职业技能标准,实行职业资格证书制度”的规定,按照《中华人民共和国职业分类大典》中检验、计量人员的职业分类和材料成分检验岗位职业标准,组织编写了质量检验系列职业技能鉴定培训考核教材。

本次出版的《材料成分检验》教材,内容涉及金属、硅酸盐和矿物等材料的成品、半成品、原材料的检验技术,对钢铁检验、铜合金检验、铝合金检验、矿物和硅酸盐检验等岗位的知识作了介绍。本教材包括初级、中级、高级、技师和高级技师五个等级的培训内容,每个等级的内容均分为知识要求和技能要求两部分。知识要求是指本岗位职业等级应掌握的业务知识,包括基础知识、专业知识和相关知识;技能要求是指本岗位职业等级应掌握的技能水平,包括设备使用、技能操纵和相关技能。

我们在组织编写教材时,按照国家职业标准的要求,在内容上反映了现阶段质量技术监督行业的材料成分检验职业从业人员应达到的理论、技术水平;注意了不同等级的培训目标,兼顾了初级、中级、高级、技师和高级技师的不同需要,力求将各等级所应具备的基础知识、专业知识、相关知识和实际操作技能融为一体,体现了以职业活动为导向、以职业技能为核心的特点,突出了实用性和可操作性,符合培训、鉴定和就业工作的需要。教材内容理论联系实际,深入浅出,通俗易懂。在教材中,还适当介绍了一些本专业发展的新技术、新知识。

《材料成分检验》由福建省中心检验所柳荣厚同志编写,国家标准物

质研究中心赵敏研究员主审。教材在编写、出版过程中得到了国家质量监督检验检疫总局人事司、劳动和社会保障部就业培训司、福建省中心检验所、福建省计量测试学会、国家质量技术监督局福州培训中心、中国计量出版社以及部分高等院校、科研单位有关领导和专家的大力支持。在此, 谨向参与本书编写、审稿和出版工作的单位和个人表示衷心的感谢!

欢迎广大读者就教材使用过程中遇到的问题提出宝贵建议, 以便在今后教材修订时进一步完善。

国家质量监督检验检疫总局职业技能鉴定指导中心

2005 年 9 月

编写说明

本书根据《材料成分检验员国家职业标准》的要求而编写，作为质量技术监督行业（质量检验部分）材料成分检验岗位职业资格培训的专业课教材。

本教材涉及金属、硅酸盐和矿物等材料的检验技术共四个检验岗位，即钢铁检验岗位、铜合金检验岗位、铝合金检验岗位、矿物和硅酸盐检验岗位（每个岗位均包括初级、中级、高级检验员和技师、高级技师五个等级）的培训内容。每一等级的内容均分为知识要求和技能要求两个部分：知识要求是指胜任本岗位本等级应掌握的业务知识，包括基础知识、专业知识和其他知识三个方面（《化学基础与分析化学》等基础课教材中已详细说明的内容本教材未涉及）；技能要求包括设备使用、技术应用、操作技能和其他相关能力三个方面。

在本教材的编写过程中，力求做到教材兼备系统性、层次性和实用性。从一个材料成分检验员必须掌握的入门知识，如玻璃仪器、分析用水和化学试剂的基本知识开始到有关抽样、标准及常见材料的基础知识和数据处理，从使用的角度逐一阐述，以使学员能够在短期内较全面地掌握材料成分检验相关背景知识。在仪器分析方面，从最常用的分光光度法开始，深入到原子吸收法，最后简要介绍了材料成分检验领域有关的较快速的仪器分析方法，如 ICP 光谱法、光电直读光谱法等。在定量分析过程中，干扰的消除方法作为一个重要的问题，在有关章节中也作了详细的论述。在各检验岗位的工作实例中，从实用的角度出发，尽量选择本岗位在日常检验工作中最常见的和典型的实例。由于本书所选实例均为标准方法，而所有标准均会不断修订，因此所选实例仅作为教材示范用，不宜用于日常检测工作。考虑到矿物的多样性和复杂性，矿物方面的工作实例选择得较少，但矿物与耐火材料在分析方法上有很多相似之处，因此，仅以耐火材料的分析方法作为代表。实验室的管理方面，

对实验室的检验质量控制、计量认证和审查认可（验收）、实验室的认可、ISO 9000 质量管理体系等方面的内容作了引导性的介绍。

在教材的出版和编写过程中，得到了国家质量监督检验检疫总局职业技能鉴定指导中心、中国计量出版社专家的具体指导和大力支持。在此，谨向在本书编写和出版过程中曾给予支持和帮助的各方面专家和同行表示诚挚的谢意。

编 者

2005 年 9 月

目 录

（一）无机化学实验 （二）有机化学实验 （三）物理化学实验

第一章 职业道德	(1)
第二章 化学分析基础知识	(3)
第一节 玻璃仪器	(3)
第二节 瓷器及其他器皿	(8)
第三节 其他用品	(10)
第四节 分析用水的制备	(14)
第五节 化学试剂	(16)
第六节 称量分析基本操作	(18)
第七节 容量分析基本操作	(19)
第八节 标准方法与标准物质	(21)
第三章 定量分析过程	(31)
第一节 样品的采集、制备与保存	(31)
第二节 试样的分解	(35)
第三节 样品中待测组分质量分数的测定	(37)
第四节 分析过程中干扰的消除	(38)
第五节 定量分析结果的计算	(47)
第六节 数据处理	(49)
第七节 原始记录和检验报告	(55)
第四章 紫外可见分光光度法	(58)
第一节 基本原理	(58)
第二节 分光光度计的基本结构	(61)
第三节 比色条件的选择	(64)
第四节 分光光度计的操作和维护	(69)
第五节 比色分析中干扰因素及其消除方法	(70)
第六节 空白溶液的制备及使用	(72)
第五章 原子吸收光谱分析法	(75)

第一节 基本原理	(75)
第二节 原子吸收分光光度计	(76)
第三节 实验条件的选择	(80)
第四节 原子吸收光谱法的分析技术	(83)
第五节 原子吸收分析中干扰的消除	(87)
第六章 现代快速分析方法简介	(92)
第一节 ICP 光谱法	(92)
第二节 X 射线荧光光谱法	(98)
第三节 光电光谱分析	(103)
第七章 钢铁分析方法	(107)
第一节 钢的分类	(107)
第二节 钢号的表示方法	(107)
第三节 铸铁的分类和铸铁牌号的表示方法	(109)
第四节 碳的测定	(111)
第五节 硫的测定	(114)
第六节 酸溶硅的测定	(118)
第七节 锰的测定	(120)
第八节 磷的测定	(124)
第九节 铬的测定	(126)
第十节 镍的测定	(132)
第十一节 钛的测定	(137)
第十二节 锡的测定	(140)
第十三节 钨的测定	(142)
第十四节 硼的测定	(145)
第十五节 砷的测定	(147)
第八章 铜及铜合金分析方法	(151)
第一节 铜及铜合金基础知识	(151)
第二节 铜的测定	(153)
第三节 铁的测定	(158)
第四节 锌的测定	(162)
第五节 铝的测定	(166)
第六节 锰的测定	(174)
第七节 锡的测定	(177)
第八节 镍的测定	(183)
第九节 铅的测定	(188)

第十节 铬的测定	(190)
第十一节 镁的测定	(192)
第十二节 钛的测定	(194)
第十三节 镉的测定	(195)
第十四节 磷的测定	(196)
第十五节 硅的测定	(200)
第十六节 砷的测定	(206)
第十七节 铈的测定	(209)
第十八节 铋的测定	(211)
第九章 铝及铝合金的分析方法	(213)
第一节 铝及铝合金基础知识	(213)
第二节 铜的测定	(215)
第三节 铁的测定	(217)
第四节 锰的测定	(220)
第五节 锌的测定	(223)
第六节 硅的测定	(225)
第七节 铅的测定	(228)
第八节 钛的测定	(230)
第九节 镁的测定	(232)
第十节 铬的测定	(235)
第十章 耐火材料和矿物分析方法	(238)
第一节 耐火材料基础知识	(238)
第二节 灼烧减量的测定	(240)
第三节 二氧化硅的测定	(241)
第四节 三氧化二铁的测定	(243)
第五节 氧化铝的测定	(245)
第六节 二氧化钛的测定	(247)
第七节 氧化钙的测定	(249)
第八节 氧化镁的测定	(251)
第九节 氧化钙、氧化镁的测定	(254)
第十节 氧化钾、氧化钠的测定	(256)
第十一节 氧化锰的测定	(259)
第十二节 五氧化二磷的测定	(261)
第十三节 铁矿石中全铁的测定	(263)
第十四节 铁矿石中金属铁的测定	(265)

第十一章	实验室的管理	(269)
第一节	实验室规划设计	(269)
第二节	实验室质量管理	(271)
第三节	实验室质量管理体系基本知识	(276)
第四节	建立实验室质量管理体系的步骤	(278)
第五节	编制质量体系文件	(279)
第十二章	计量认证与审查认可(验收)概述	(285)
第一节	计量认证与审查认可(验收)的起源、发展与法律效力	(285)
第二节	产品质量检验机构计量认证/审查认可(验收)评审准则简介	(287)
第三节	计量认证/审查认可(验收)的管理	(298)
第十三章	实验室认可概论	(302)
第一节	实验室认可的国际发展概况	(302)
第二节	实验室认可与合格评定	(305)
第三节	我国的实验室认可	(307)
第四节	实验室认可准则简介	(309)
第五节	实验室认可程序及认可标志	(318)
第十四章	ISO 9000 族标准概述	(322)
第一节	质量管理体系标准的产生和发展	(322)
第二节	ISO 9000 族标准的构成和特点	(324)
第三节	ISO 9001 与其他管理体系标准的比较	(326)
第四节	八项质量管理原则	(327)
第十五章	化验室安全防护知识	(331)
第一节	化验室的一般安全常识	(331)
第二节	常见的化学毒物和急救预防措施	(331)
第三节	高压钢瓶的安全使用	(333)
第四节	危险物品的分类及管理	(334)
附录一	材料成分分析常用标准物质	(337)
附录二	有关材料分析标准方法的国家标准	(340)
附录三	材料成分检验人员教学大纲	(350)
附录四	材料成分检验人员培训大纲	(355)

第一章 职业道德

随着科学技术进步和现代化管理步伐的加快，产品（商品）质量在生产领域、流通领域越来越受到人们的重视。作为国家质检行业各级技术机构的从业人员以及各生产企业的质检人员，其主要工作是采用仪器设备对产品质量的特性指标进行检测、试验，用数据对其指标进行评判。因此，掌握本岗位的检测技术、方法以及所使用的仪器设备，是员工上岗的必备条件。正是在这种形势下，要求相关部门进一步推行质检人员的职业培训。

为了适应我国加入 WTO 后新的竞争形势，质检人员培训工作必需深化改革，全面推进素质教育，加强职工道德修养。

职业道德是人们在一定的职业活动范围内所遵守的行为规范的总和。质检人员的职业道德是对质检人员在职业活动中的行为规范。质检人员的职业道德修养，主要是指职业责任、职业纪律、职业情感以及职业能力的修养。优良的职业道德是新时期质检行业端正行业作风和加强精神文明建设的需要，也是树立技术监督“科学、公正、廉洁、高效”的行业形象。

质检人员的职业道德规范主要包括 7 个方面：

1. 爱岗敬业，忠于职守

各行各业的工作人员，都要热爱本职工作，忠于职守，这是职业道德的一条主要规范。质检人员要有强烈的事业心和责任感，要忠于质检这个特定的工作岗位，自觉履行质检人员的各项职责，认真做好各项工作，注重社会主义精神文明建设，反对不良思想和作风。

2. 遵纪守法，严守机密

遵纪守法、严守机密是质检人员职业活动能够正常进行的重要保证。质检人员应严格遵守国家和上级部门的有关质量法规和方针政策，坚持科学的态度和公正的立场，严格执行标准，依法办事，对出具的检验数据负法律责任。质检人员还应严守机密，为委托人提供的样品、资料及所有与测试相关信息要保密，未经委托人授权保证不向任何一方提供，也不用于本单位测试技术开发或咨询，严格维护委托人的专利和所有权。

3. 秉公办事，诚实守信

质检人员必须秉公办事，严格执行各项规章制度，不以权谋私，不弄虚作假，坚决杜绝不正之风。对客户应诚实守信，委托检验应在与客户商定的时间内完成，检验费应严格按照规定收取，不得擅自提高收费标准，不准刁难客户。

4. 热情接待，优质服务

要树立为客户和企业服务的思想，急客户之所急，想客户之所想，减轻客户的负担。凡是客户要求加急检测的样品，应主动调整检验次序或加班检验，尽力满足客户的需要。对业务接洽要做到热情、耐心、细心，对客户的提问尽力给予满意的答复。委托检验中客户未能

提出所依据的标准、技术参数或检验项目的，应主动为其提供咨询服务。

5. 实事求是，工作认真

质检人员要坚持实事求是的工作作风。根据标准要求，科学检测。检测工作的各个环节都要求准确，一切以数据说话。在工作中认真负责，切忌主观臆断，分析问题必须从客观实际出发。委托人对检测结果和工作质量有异议时，可以提出申诉，由有关部门负责受理，并将处理结果及时反馈给申诉者。确因本单位工作失误造成检测结果错误的，应负责出具更正报告以挽回影响。

6. 积极主动，团结合作

质检工作决定了从业人员应具有积极主动、团结合作的精神。工作中不仅要求全体人员积极协调、主动配合、团结合作，形成合力开展质检各项工作，还要求质检人员能够脚踏实地，埋头苦干，任劳任怨，不计个人得失，维护和树立本单位整体良好形象。

7. 刻苦学习，勇于创新

现代科学技术的发展突飞猛进，新技术、新材料不断涌现，知识更新速度加快，因此，要求材料成分检验人员刻苦学习，掌握丰富的基础和专业知识，还要了解本行业发展动态，掌握新的技术，以适应工作的需要。

作为质检人员是否具有良好的素质，是一个非常重要的问题，也是评价质检人员是否称职的基本依据。因此，质检人员必须勤奋学习，刻苦钻研，努力提高自身的思想素质和业务水平。质检人员还必须不断更新观念，勇于开创新的工作局面，不断提出新问题，研究新方法，走出新路子。

质检人员要根据自身分工不同和形势发展的需要，掌握产品质量检验所需要的各项具体技能，同时还应掌握实验室的各种管理知识，进一步提高本单位经济效益和社会效益。

第二章 化学分析基础知识

第一节 玻璃仪器

一、常用玻璃仪器

化验室所用的器皿大部分用玻璃制造,因为玻璃具有良好的热稳定性,化学稳定性和优良的透明度。玻璃除易受氢氟酸和浓碱腐蚀外,不易受酸和其他大部分化学试剂的腐蚀,且具有一定的机械强度。其原料来源丰富,价格低廉,易于加工成各种各样的形状,是制造玻璃仪器较理想的材料。化验室所用玻璃仪器品种繁多,表 2—1 给出了材料成分分析中常用的玻璃仪器。

表 2—1 常用玻璃仪器名称、用途一览表

名 称	规 格	主要用途	使用注意事项
烧杯	容量/mL: 10, 15, 25, 50, 100, 250, 400, 500, 600, 1000, 2000	配制溶液、溶样等	加热时应置于石棉网上,使其受热均匀,一般不可烧干
三角烧瓶(锥形瓶)	容量/mL: 50, 100, 250, 500, 1000	加热处理试样和容量分析滴定	除有与上相同的要求外,磨口三角瓶加热时要打开塞,非标准磨口要保持原配塞
量筒、量杯	容量/mL: 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000, 2000; 量出式	粗略地量取一定体积的液体	不能加热,不能在其中配制溶液,不能在烘箱中烘烤,操作时要沿壁加入或倒出溶液
移液管	容量/mL: 1, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50, 100; 一等、二等, 量出式	准确地移取一定量的液体	不能加热;上端和尖端不可磕破
直管吸量管	容量/mL: 1, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 50, 100; 微量 0.1, 0.2, 0.5; 一等、二等完全流出式、不完全流出式	准确地移取各种不同量的液体	

续表

名 称	规 格			主要用途	使用注意事项
称量瓶	容量 /mL	瓶高 /mm	直径 /mm	矮形用作测定水分或在烘箱中烘干基准物;高形用于称量基准物、样品	不可盖紧磨口塞烘烤,磨口塞要原配
	矮形:				
	10	25	35		
	15	25	40		
	30	30	50		
					
漏斗	高形:			长颈漏斗用于定量分析,过滤沉淀;短颈漏斗用作一般过滤	不可直接用火加热
	10	40	25		
	20	50	30		
分液漏斗	长颈/mm:口径 50, 60, 75;管长 150 短颈/mm:口径 50, 60;管长 90, 120 锥体均为 60°			分开两种互不相溶的液体;用于萃取分离和富集;制备反应中加液体(多用球形及滴液漏斗)	磨口旋塞必须原配,漏水的漏斗不能使用;不可加热
比色管	容量/mL:10, 25, 50, 100;带刻度、不带刻度,具塞、不具塞			比色分析	不可直接火加热;非标准磨口必须原配;注意保持管壁透明,不可用去污粉刷洗
干燥器	直径/mm:150, 180, 210;无色、棕色			保持烘干或灼烧过的物质的干燥;也可干燥少量制备的产品	底部放变色硅胶或其他干燥剂,盖磨口处涂适量凡士林;不可将红热的物体放入,放入热的物体后要时时开盖以免盖子跳起
砂芯玻璃坩埚	容量/mL:10, 15, 30;滤板 1#~6#			称量分析中烘干需称量的沉淀	

二、玻璃仪器的洗涤方法

在分析工作中,洗净玻璃仪器不仅是实验前必须做的一项准备工作,也是一个技术性的工作。仪器洗涤是否符合要求,对化验工作的准确度和精密度均有影响。不同分析工作(如工业分析、一般化学分析、微量分析等)有不同的仪器洗净要求,我们以一般定量化学分析为主介绍仪器洗涤方法。

(一) 洗涤仪器的一般步骤

1. 用水刷洗

准备一些用于洗涤各种形状仪器的毛刷,如试管刷、烧杯刷、瓶刷、滴定管刷等。首先用毛刷蘸水刷洗仪器,用水冲去可溶性物质及刷去表面粘附的灰尘。

2. 用去污粉、肥皂或合成洗涤剂刷洗

去污粉是由碳酸钠、白土、细砂等混合而成的,其碱性可去油污,以固体物质的摩擦作用可去掉多种污物,缺点是去油力不强,有损玻璃,故滴定管等仪器不要用去污粉刷。比色皿等光学玻璃面严禁用去污粉擦。

近年来多用合成洗涤剂来刷洗玻璃仪器,它有较强的去油污能力。被少量油污沾污的玻璃仪器,可先用铬酸洗液浸泡,再用水刷洗。当油污很多时,宜根据油污的性质选用乙醚、丙酮、苯等有机溶剂洗涤后改用铬酸洗液洗涤。最后依次用自来水、蒸馏水洗净。洗净的仪器倒置时,水流出后器壁不挂水珠。至此可用少量纯水涮洗仪器3次,洗去自来水带来的杂质即可使用。

(二) 各种洗涤液的使用

针对仪器沾污物的性质,采用不同洗涤液能有效地洗净仪器。各种洗涤液见表2—2。要注意在使用各种性质不同的洗液时,一定要把上一种洗涤液除去后再用另一种,以免相互作用,生成的产物更难洗净。

铬酸洗液因毒性较大,近年来多以合成洗涤剂、有机溶剂等来去除油污,尽可能不用铬酸洗液,但有时仍要用到,故也列入表内。

表 2—2 几种常用的洗涤液

洗涤液	配 方	使用方法
铬酸洗液	研细的重铬酸钾 20 g 溶于 40 mL 水中,慢慢加入 360 mL 浓硫酸	用于去除器壁残留油污用少量洗液刷洗或浸泡一夜,洗液可重复使用
工业盐酸	浓或 1 : 1	用于洗去碱性物质及大多数无机物残渣
碱性洗液	氢氧化钠 10% 水溶液或乙醇溶液	水溶液加热(可煮沸)使用,其去油效果较好;注意,煮的时间太会长会腐蚀玻璃,碱—乙醇洗液不要加热
碱性高锰酸钾洗液	4g 高锰酸钾溶于水中,加入 10 g 氢氧化钠,用水稀释至 100 mL	清洗油污或其他有机物质,洗后容器沾污处有褐色二氧化锰析出,再用浓盐酸或草酸洗液、硫酸亚铁、亚硫酸钠等还原剂去除
草酸洗液	5~10 g 草酸溶于 100 mL 水中,加入少量浓盐酸	洗涤高锰酸钾洗液洗后产生的二氧化锰,必要时加热使用
碘—碘化钾溶液	1 g 碘和 2 g 碘化钾溶于水中,用水稀释至 100 mL	洗涤用过硝酸银滴定液后留下的黑褐色沾污物,也可用于擦洗沾过硝酸银的白瓷水槽