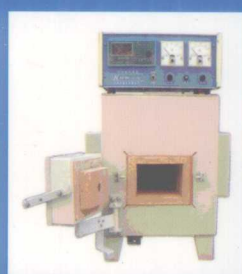
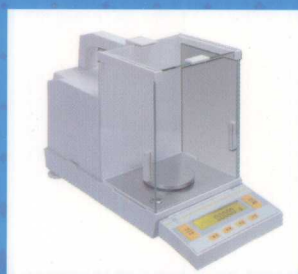


水泥及其原燃料 化验方法与设备

刘文长 崔健 杨鑫 编著



SHUINI JIQI
YUANRANLIAO
HUAYAN FANGFA
YU SHEBEI

中国建材工业出版社

水泥及其原燃料化验方法与设备

刘文长 崔 健 杨 鑫 编著

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水泥及其原燃料化验方法与设备/刘文长, 崔健, 杨鑫编著. —北京: 中国建材工业出版社, 2009. 6
ISBN 978-7-80227-572-0

I. 水… II. ①刘…②崔…③杨… III. ①水泥—检验—方法②水泥—检验—化工设备③水泥—原料—检验—方法④水泥—原料—检验—化工设备 IV. TQ172

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 073984 号

内 容 简 介

本书依据最新的国家标准、行业标准以及新的分析方法, 全面系统地介绍了水泥化学分析的基本条件, 包括水泥化验室的建设、样品的采集与分解、化学试剂及试剂溶液、定量分析的基本操作及分析结果的处理; 详细介绍了水泥及其 30 余种原材料及燃料的化学分析方法, 包括传统的分析方法, 新品种、新原材料中各种成分的化学分析方法, 涉及节能、环保要求的元素的测定方法; 对目前在水泥企业逐渐得到普及应用的十五种分析仪器进行了介绍。附录还列出了三种国际标准的译文。本书资料翔实, 内容全面, 文字通俗易懂, 实用性强, 掌握本书的技术, 对于提高水泥企业检测水平和水泥产品质量具有重要作用。

本书可供水泥企业管理干部、工艺员和化学分析人员使用, 特别适合水泥企业化学分析初学者用以指导自己的工作实践, 亦可作为水泥企业化验室人员培训教材和考工定级的参考资料。

水泥及其原燃料化验方法与设备

刘文长 崔 健 杨 鑫 编著

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 38.25

字 数: 966 千字

版 次: 2009 年 6 月第 1 版

印 次: 2009 年 6 月第 1 次

书 号: ISBN 978-7-80227-572-0

定 价: 76.00 元

本社网址: www.jcbs.com.cn

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 88386906

编辑委员会

主 编：刘文长 崔 健 杨 鑫

编 委：倪竹君 王瑞海 王雅明 张晓明 尚衍成
游良俭 刘玉兵 赵鹰立 张玉昌 闫伟志
朱晓玲 宋来申 王旭芳 刘 胜 殷永林
郝全赏 孙敬亮 付晓红 陶春广 刘海涛
陈鸿雁 吴瑞敏 王琦璋 李生钉 陈 吉
王文茹 富 强 罗洪秦 王 敏

主 审：张绍周

前 言

随着我国基本建设的快速发展和国民经济可持续发展战略的实施，市场对建筑材料中最重要的材料——水泥产品的性能及种类提出了越来越高的要求。水泥二次原料（其他工业的废渣）的开发应用，使水泥原材料的品种也越来越多，对相应的分析检验技术的要求也越来越高。目前一些分析方法正在改进，一些新的分析方法正在研究开发之中。不同的原材料，因为其化学成分及含量不同，必须采用不同的分析方法。如误用其他行业或其他种类原料的分析方法进行某些样品的分析，将使分析结果产生较大的误差，无法指导生产，或给生产带来损失。

我国建材类大、中专院校设置的化学分析专业较少，人才的培养速度赶不上水泥工业发展的需要。我国水泥企业自己培养的分析人员流动性较强，对新上岗的分析人员需要进行系统的教育和培训。根据多年来与水泥企业分析人员进行技术交流时的体会，编者认为，对于一些新从事水泥化学分析的人员而言，目前最急需的不是深奥的理论知识，而是能够在参考书中直接找到自己所需要的分析方法，并且能把尽量多的各种原料的分析方法结合在一起，应用于自己的分析工作实践中。

目前，国内综合性的参考书较多，大多是理论知识和实际操作经验的汇编，涵盖了分析化学、物理检验、生产控制、工艺配料、数理统计、化验室质量管理、政策法规等各方面的内容。有鉴于此，编者编写了本书，专门介绍水泥及其原燃料的化学分析方法，而对于分析方法的理论不作过多的阐述，力求实用一些，为水泥企业中一般具有初中、高中文化程度的分析工作者提供一本具有参考价值的专业书籍，使他们能够按照样品的不同种类，选择最适宜的分析方法，尽快提高自己的化学分析工作水平，有效地促进水泥企业对水泥及其原燃料的质量控制。

本书共分三篇十三章：第一篇（第一至第四章），水泥化学分析的基本条件，包括水泥化验室的建设，样品的采集与分解，化学试剂及试剂溶液，定量分析的基本操作及分析结果的处理。

第二篇（第五至第十章），水泥及其 30 余种原燃料的化学分析方法，包括：传统的分析方法；新品种、新原材料中各种成分的化学分析方法，如粒化高炉矿渣、硅灰、长石、粉煤灰、助磨剂、混凝土外加剂匀质性等测定方法；涉及节能、环保要求的元素，如煤、氯、氟、硫等的各种元素的测定方法。

第三篇（第十一至第十三章），水泥化学成分分析仪器。仪器分析方法目前在水泥企业中逐渐得到普及应用，对于水泥生产控制发挥着重要的作用。本书对目前国内水泥企业应用最多的十五种分析仪器，如火焰光度计、原子吸收光谱仪、分光光度计、X 射线荧光分析仪、放射性同位素钙铁煤分析仪、酸度计、库仑积分测硫仪、数显式游离氧化钙测定仪、量热仪、水泥组分测定仪、游离氧化钙快速测定仪、碘量法测硫仪、氟-氯元素分析仪、奥氏

气体分析仪、白度计的工作原理、基本结构以及操作方法进行了介绍，以利于水泥企业化验人员正确操作这些仪器。

本书在附录中，列出了 ISO 标准、美国 ASTM 标准和英国版欧洲 EN196 化学分析方法标准的译文，以满足一些企业对外贸易和技术交流、同国际先进标准接轨的需要。

本书在编写时力求具有先进性和新颖性。本书编写时所依据的是目前执行的最新的国家标准和行业标准，以及经过实践业已证明其具有先进性、可靠性的新的分析方法。例如 GB/T 176—2008《水泥化学分析方法》，GB/T 205—2008《铝酸盐水泥化学分析方法》，GB/T 12960—2007《水泥组分的定量测定》，JC/T 420—2007《水泥原料中氯离子的化学分析方法》，JC/T 1085—2007《水泥用 X 射线荧光分析仪》，JC/T 911—2003《建材用萤石化学分析方法》，JC/T 1073—2008《水泥中氯离子的化学分析方法》，JC/T 1084—2008《中国 ISO 标准砂化学分析方法》，GB/T 5484—2000《石膏和硬石膏化学分析方法》，GB 5762—2000《建材用石灰石化学分析方法》，GB/T 7563—2000《水泥回转窑用煤的技术条件》。为了及时反映水泥标准化工作的最新科研成果，本书还收录了业经初审的若干分析方法的报批稿或修订稿，包括《硅灰的化学分析方法（报批稿）》，《用于水泥和混凝土中的高炉矿渣的化学分析方法（报批稿）》，《建材用粉煤灰及煤矸石的化学分析方法（报批稿）》，JC/T 312《明矾石膨胀水泥化学分析方法（报批稿）》，JC/T 874《水泥用硅质原料化学分析方法（修订稿）》，JC/T 850《水泥用铁质原料化学分析方法（修订稿）》等。本书在编写时努力执行国家计量法和有关分析方法标准的编写规定。

本书在编写时力求分析方法全面而完整，具有实用性、通俗性和针对性。本书尽可能全面地介绍目前水泥科研和生产中所能用到的实用分析方法，融入了编者多年来在标准方法研究、质量监督检验、对比验证试验及分析人员培训过程中积累的实践经验，使其成为一本便于查找、可直接参照使用的手册性质的水泥及其原燃料化学分析方法“大全”。本书以较大的篇幅专门介绍水泥及其原材料化学分析方法的试剂配制、操作步骤、分析结果的计算等内容，分析人员只要按照本书所述方法，即可较好地进行分析检验工作。

本书适用于水泥企业管理干部、工艺技术人员、化学分析人员使用，亦可作为水泥企业化验室人员培训教材和考工定级的参考资料。

由于编者水平所限，书中定有疏漏和不足之处，敬请广大读者不吝指正。

编 者
2009 年 3 月

目 录

第一篇 水泥化学分析的基本条件

第一章 水泥厂化验室的建设	2
第一节 水泥厂化验室的设计和筹建	2
一、水泥厂化验室位置的选择	2
二、水泥厂化验室房间的布置	2
三、电源容量的设计	3
四、上下水管路的设计	4
五、化验室设备的确定	5
六、人员的培训	8
七、质量档案的建立	8
第二节 取样设备	9
一、粉状物料自动取样器	9
二、水样的采取方法	12
第三节 制样设备	13
一、颚式破碎机	13
二、破碎缩分联合制样机	14
三、双辊破碎机	16
四、水泥试验磨	16
五、密封式制样粉碎机	18
六、密封气流内循环破碎机	20
七、密封锤式破碎机	20
八、二分器	21
九、研磨器具	21
第四节 筛分设备	22
一、标准网筛	22
二、电动振筛机	23
第五节 加热设备	24
一、高温炉	24
二、干燥箱	26
三、电热恒温水浴锅	28
四、电热板及电热砂浴	28

五、万能电炉及其他电热器	29
六、红外线快速干燥器	29
七、各种加热灯	30
八、加热用品	31
第六节 测温仪表	31
一、玻璃水银（或酒精）温度计	31
二、热电偶	32
三、热电高温计	34
第七节 玻璃容器	37
一、玻璃容器的洗涤	44
二、化验室常用玻璃量器及其计量要求	45
三、玻璃容器容量示值的检定	46
第八节 非玻璃器皿与器材	50
一、金属器皿	50
二、瓷器皿	51
三、塑料器皿	52
四、pH 试纸	52
第九节 分析天平	52
一、分析天平的等级与性能	52
二、分析天平的类型	56
三、分析天平的使用规则	64
第十节 纯水制取设备	64
一、分析试验室用水规格	64
二、分析用纯水的制备	65
三、分析化验室用水的检验方法	71
四、分析用纯水的保存	73
第十一节 过滤设备	74
一、滤纸	74
二、过滤设备	74
第十二节 其他设备	76
一、夹持器械	76
二、各种台架	76
三、其他用品	77
第二章 样品的采集与分解	79
第一节 样品的采集	79
一、取样的重要作用	79
二、取样方法	79
三、影响取样质量的因素	81

第二节 试样的制备	81
一、试样制备的意义	81
二、试样制备的基本程序	82
三、制备试样时应注意的事项	84
四、试样的保管	85
第三节 试样的分解	85
一、试样的初始性质	85
二、试样的分解	85
第三章 化学试剂及试剂溶液	91
第一节 化学试剂	91
一、常用化学试剂的规格	91
二、化学试剂的选用与使用注意事项	91
三、化学试剂的管理与安全存放条件	92
四、化学试剂的取用	92
五、常用酸、碱化学试剂的一般性质	93
第二节 溶液标度的表示方法	94
第三节 试剂溶液的配制	96
一、配制溶液时溶质质量或体积的计算	96
二、配制试剂溶液时的注意事项	97
第四节 标准滴定溶液的配制与标定	98
一、标准滴定溶液的配制方法	98
二、标准滴定溶液浓度的标定	99
三、标定溶液浓度时的注意事项	101
四、标准滴定溶液对被测物质滴定度的标定或计算	102
五、标准滴定溶液浓度的调整	103
第五节 缓冲溶液的配制	104
第六节 普通化学试剂的配制	105
一、酸及酸溶液	105
二、碱及碱溶液	106
三、盐及盐溶液	107
四、指示剂及指示剂溶液	109
五、缓冲溶液	110
六、显色剂溶液	110
七、萃取剂溶液	111
八、掩蔽剂溶液	111
九、其他试剂	112
第七节 标准溶液的配制与工作曲线的制作	113
第八节 标准滴定溶液的配制与标定	117

第四章 定量分析的基本操作和分析结果的处理	127
第一节 称量分析的基本操作	127
一、样品的分解	127
二、沉淀	127
三、过滤和洗涤	127
四、干燥和灼烧	130
第二节 滴定分析基本操作	133
一、滴定管	133
二、移液管和吸量管（统称吸管）	138
三、容量瓶	139
第三节 简单的玻璃加工操作及玻璃仪器的使用	140
一、简单的玻璃加工操作	140
二、使用玻璃仪器的若干技巧	142
第四节 定量分析结果的处理	143
一、测定数据的表示	143
二、例行分析结果的处理	145
三、测定误差的分类	147
四、水泥化学分析结果产生误差的因素	148
五、减小试验误差的措施	150

第二篇 水泥及其原料、燃料的化学分析方法

第五章 水泥及其半成品的化学分析方法	155
第一节 通用硅酸盐水泥化学分析方法	155
一、水泥系统分析方法之一（基准法）	155
二、水泥系统分析方法之二（代用法）	161
三、其他成分的测定	166
四、测定结果的重复性限和再现性限	167
第二节 硅酸盐水泥生料化学分析方法	168
一、化学成分全分析方法	168
二、水泥生料的质量控制分析	169
第三节 硅酸盐水泥熟料化学分析方法	178
一、水泥熟料系统分析方法之一	178
二、水泥熟料系统分析方法之二	182
第四节 铝酸盐水泥化学分析方法	185
一、基准法	185
二、代用法	189
三、其他成分的测定	193

第五节 明矾石及明矾石膨胀水泥化学分析方法	193
第六节 白水泥化学分析方法	197
第六章 水泥原料的化学分析方法	205
第一节 物料水分、易磨性的测定	205
一、物料水分的测定	205
二、水泥原料易磨性的测定	205
第二节 石灰石化学分析方法	208
一、石灰石系统分析方法之一	208
二、石灰石系统分析方法之二	211
第三节 建筑石灰化学分析方法	213
第四节 水泥用硅质原料化学分析方法	219
一、标准法	220
二、代用法	224
三、其他成分的测定	228
四、允许差	228
第五节 水泥用铁质原料化学分析方法	229
一、试验溶液的制备	230
二、烧失量的测定	230
三、二氧化硅的测定	231
四、三氧化二铁的测定	232
五、三氧化二铝的测定	233
六、氧化钙的测定	235
七、氧化镁的测定	235
八、其他成分的测定	236
九、允许差	236
第六节 石膏化学分析方法	236
一、标准法	236
二、代用法	240
三、其他成分的测定	242
第七节 粒化高炉矿渣化学分析方法	242
一、试样的制备	242
二、水分的测定	243
三、烧失量的测定	243
四、氧化钾和氧化钠的测定——火焰光度法（基准法）	244
五、氧化钾和氧化钠的测定——原子吸收光谱法（代用法）	244
六、全硫的测定	245
七、三氧化硫的测定	246
八、水溶性六价格的测定	246

九、其他成分的测定	247
十、重复性限和再现性限	248
第八节 建材用粉煤灰及煤矸石化学分析方法	249
一、试样的制备	249
二、含水量的测定——烘干法	249
三、烧失量的测定	249
四、二氧化硅的测定——氟硅酸钾容量法	250
五、三氧化二铁的测定——EDTA 直接滴定法	251
六、三氧化二铝的测定——铝盐返滴定-氟化铵置换法（基准法）	251
七、三氧化二铝的测定——硫酸铜返滴定法（代用法）	252
八、二氧化钛的测定——二安替比林甲烷分光光度法	252
九、氧化钙的测定——EDTA 滴定法	253
十、氧化镁的测定——EDTA 滴定差减法	253
十一、游离氧化钙的测定——乙二醇法	254
十二、其他成分的测定	255
十三、重复性限和再现性限	255
第九节 萤石化学分析方法	256
一、萤石中氟化钙的快速测定	256
二、萤石系统分析方法之一	257
三、萤石系统分析方法之二	261
四、含有硫酸钡的萤石分析方法	264
第十节 火山灰质材料化学分析方法	265
一、化学分析用试样制备	265
二、烧失量的测定——灼烧差减法	265
三、二氧化硅的测定——氟硅酸钾容量法	265
四、三氧化二铁的测定——EDTA 直接滴定法	266
五、三氧化二铝、二氧化钛的测定——硫酸铜返滴定法	267
六、二氧化钛的测定——二安替比林甲烷分光光度法	268
七、氧化钙的测定——EDTA 滴定法	268
八、氧化镁的测定——EDTA 滴定差减法	269
九、其他成分的化学分析方法	269
十、重复性限和再现性限	270
十一、火山灰混合材火山灰性试验方法	270
第十一节 长石化学分析方法	272
一、烧失量的测定	272
二、二氧化硅的测定	272
三、三氧化二铁的测定	274
四、三氧化二铝的测定	275
五、二氧化钛的测定	276

六、氧化钙的测定	276
七、氧化镁的测定	276
八、氧化钾、氧化钠的测定	277
九、三氧化二铁、氧化镁、氧化钙、氧化钾、氧化钠的原子吸收光谱法	278
第十二节 硅灰化学分析方法	279
一、试样的制备	279
二、水分的测定	280
三、烧失量的测定	280
四、二氧化硅的测定（基准法）	280
五、二氧化硅的测定（代用法）	282
六、三氧化二铁的测定——邻菲罗啉分光光度法（基准法）	282
七、三氧化二铁的测定——EDTA 直接滴定法（代用法）	283
八、氧化镁的测定——原子吸收光谱法	283
九、其他成分的测定	284
十、重复性限和再现性限	284
第十三节 粒化电炉磷渣化学分析方法	285
一、试样的制备	285
二、烧失量的测定——灼烧差减法	285
三、二氧化硅的测定——氟硅酸钾容量法	285
四、三氧化二铁的测定——EDTA 直接滴定法	286
五、三氧化二铝的测定——EDTA 直接滴定法（基准法）	287
六、氧化钙的测定——碳酸钙返滴定法	287
七、氧化镁的测定——原子吸收光谱法（基准法）	288
八、氧化镁的测定——EDTA 滴定差减法（代用法）	289
九、其他成分的测定	289
十、测定结果的重复性限和再现性限	289
第十四节 铝矾土化学分析方法	290
一、烧失量的测定	290
二、二氧化硅的测定	291
三、试验溶液的制备	291
四、三氧化二铁的测定	291
五、二氧化钛的测定	292
六、三氧化二铝的测定（铅盐常温返滴定法）	293
七、三氧化二铝的测定（氟化铵置换法）	293
八、氧化钙的测定	294
九、氧化镁的测定——EDTA 滴定差减法	294
第十五节 重晶石化学分析方法	295
一、氧化钡的测定	295
二、三氧化硫的测定	296

三、氧化钙的测定	296
四、氧化镁的测定	297
五、三氧化二铁、三氧化二铝的测定	297
六、二氧化硅的测定	298
第十六节 石英标准砂分析方法	299
一、烧失量	299
二、二氧化硅的测定——氢氟酸挥发称量分析法（基准法）	300
三、系统分析试验溶液的制备	300
四、三氧化二铁的测定	300
五、三氧化二铝的测定	301
六、氧化钙的测定	301
七、氧化镁的测定	302
八、附着氯离子含量的测定	303
九、二氧化硅的测定（代用法）	303
第七章 其他成分的化学分析方法	305
第一节 三氧化硫的测定方法	305
一、三氧化硫的测定——硫酸钡称量分析法（基准法）	305
二、三氧化硫的测定——碘量法（代用法）	305
三、三氧化硫的测定——离子交换法（代用法）	306
四、三氧化硫的测定——铬酸钡分光光度法（代用法）	307
五、三氧化硫的测定——库仑滴定法（代用法）	307
第二节 全硫的测定方法	308
一、碱熔融试样——硫酸钡称量分析法	308
二、艾士卡法	309
三、库仑滴定法	309
四、燃烧法	309
第三节 硫化物的测定方法	312
第四节 氧化钾和氧化钠的测定方法	313
一、火焰光度法	313
二、原子吸收光谱法	314
第五节 一氧化锰的测定方法	314
一、分光光度法	314
二、过硫酸铵氧化-EDTA 滴定法	315
三、原子吸收光谱法（代用法）	316
第六节 氟的测定方法	316
一、离子选择性电极法	316
二、快速蒸馏法	317
第七节 氯的测定方法	320

一、硫氰酸铵容量法	320
二、蒸馏法	321
三、电位滴定法	324
第八节 五氧化二磷的测定方法	324
一、五氧化二磷的测定——磷钼酸铵分光光度法（基准法）	324
二、五氧化二磷的测定——磷钼黄分光光度法	325
第九节 游离二氧化硅的测定方法	326
第十节 氧化亚铁的测定方法	326
一、邻菲罗林分光光度法	326
二、重铬酸钾滴定法	327
第十一节 二氧化碳的测定方法	327
一、碱石棉吸收称量分析法	327
二、二氧化碳含量的测定——氢氧化钾-乙醇溶液容量法	330
第八章 水泥组分的定量测定	333
第一节 硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥中组分含量的测定	334
第二节 矿渣硅酸盐水泥中组分含量的测定	338
第三节 火山灰质硅酸盐水泥或粉煤灰硅酸盐水泥中组分含量的测定	340
第四节 复合硅酸盐水泥中组分含量的测定	341
第五节 允许差	343
第九章 水泥用煤的分析	344
第一节 煤样的制备方法	344
一、适用范围	344
二、制样总则	344
三、试剂	344
四、设施、设备和工具	344
五、煤样的制备	345
六、煤样的减灰	348
第二节 煤的工业分析方法	350
一、煤质分析中常用的代表符号和基准	350
二、煤的工业分析方法	352
第三节 煤中全硫的测定方法（硫酸钡称量分析法）	357
第四节 煤的发热量的测定方法	358
一、方法提要	358
二、煤的热量单位及表示方法	359
三、试验室条件	360
四、试剂和材料	360
五、仪器设备	360

六、测定步骤	362
第五节 利用工业分析结果计算煤的低位发热量	364
一、水泥用煤原用计算煤低位发热量的经验公式	365
二、计算煤低位发热量的第二批公式	366
三、计算高灰分 ($A_d > 45$) 煤低位发热量的经验公式	367
四、低位发热量的计算公式	368
五、标准煤耗的计算	368
六、计算举例	368
第十章 其他有关样品的分析方法	370
第一节 混凝土外加剂匀质性试验方法	370
一、固体含量的测定	370
二、密度的测定	371
三、细度的测定	373
四、pH 值的测定	373
五、表面张力的测定	374
六、氯离子含量的测定	375
七、硫酸钠含量的测定	379
八、还原糖含量的测定	380
九、水泥净浆流动度的测定	382
十、水泥砂浆工作性的测定	382
十一、碱含量的测定	384
第二节 水泥助磨剂的检验方法	385
一、水泥助磨剂的技术要求	385
二、助磨剂的检验	386
三、助磨效果试验方法	388
四、氯离子的测定——容量法	389
五、氧化钾和氧化钠的测定——火焰光度法	390
第三节 普通硅酸盐水泥石中氯化物的分析方法	391
一、试样的处理	391
二、“混合试样”化学成分的分析	392
三、混凝土中氯化物掺加量的计算	394

第三篇 水泥化学成分分析仪器

第十一章 光学分析仪器	399
第一节 火焰光度计	399
一、火焰光度法测定原理	399
二、火焰光度计	400

三、试样的分解	400
四、燃气的选择	401
五、操作要点	402
六、讨论	403
七、仪器的保养与维修	404
[附件] 水泥中碱的危害作用	404
第二节 分光光度计	407
一、分光光度分析法基本原理	407
二、分光光度计	408
第三节 原子吸收光谱仪	413
一、原子吸收光谱分析基本原理	413
二、原子吸收光谱仪	413
第四节 X 射线荧光分析仪	421
一、X 射线荧光分析的基本原理	421
二、X 射线荧光分析仪	426
三、X 射线荧光定量分析方法	427
四、疑难问题的检查	432
第五节 钙铁煤分析仪	433
一、分析原理	433
二、仪器简介	433
三、仪器的安装	434
四、试样的测量	434
五、仪器投用后的对比管理	440
六、仪器的维护	440
第十二章 电化学分析仪器	442
第一节 酸度计	442
一、离子选择性电极法的基本知识	442
二、PHS-3C 型酸度计	443
第二节 库仑积分测硫仪	445
一、库仑积分分析法基本原理	445
二、库仑积分测硫仪	447
第三节 数显式游离氧化钙测定仪	452
一、工作原理	452
二、仪器的结构	452
三、使用方法	453
四、仪器的维护和使用注意事项	455
第十三章 其他分析仪器	456
第一节 量热仪	456