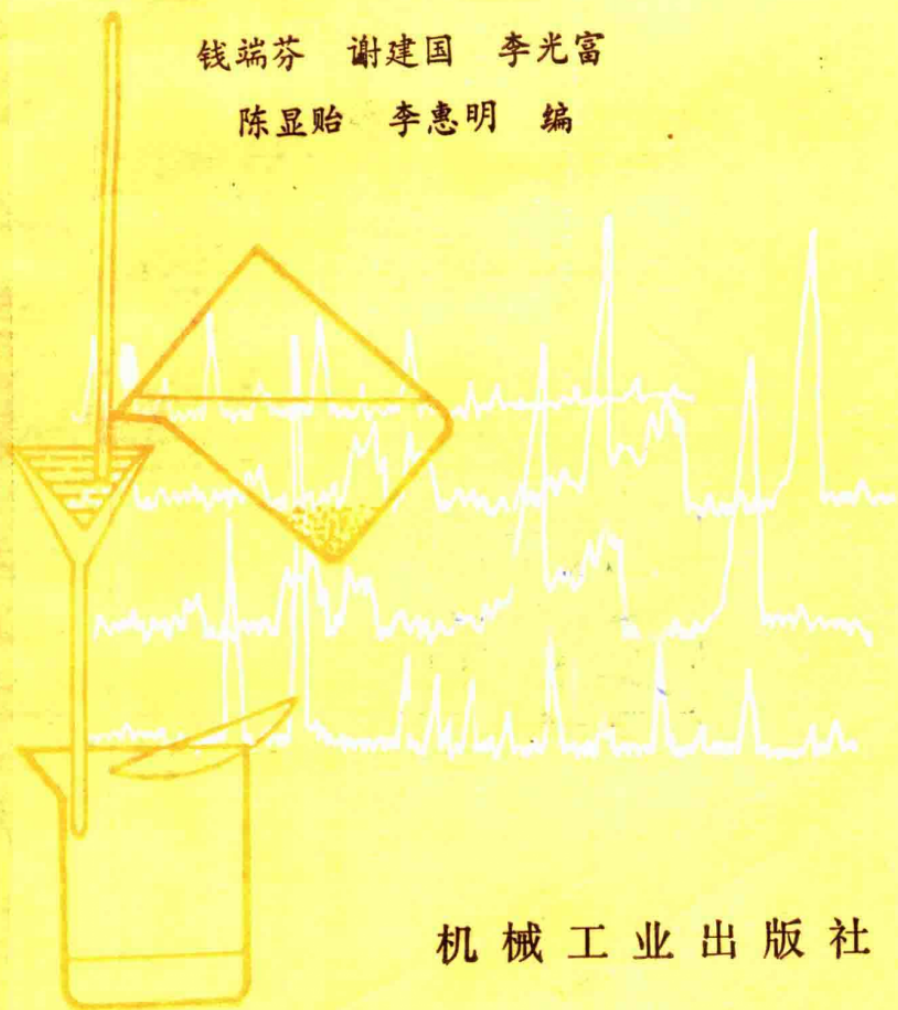


732175

电瓷材料的 物理试验与 化学分析

钱端芬 谢建国 李光富

陈显贻 李惠明 编



机械工业出版社

电瓷材料的物理试验与化学分析

钱端芬 谢建国 李光富

陈显贻 李惠明 编



机械工业出版社

本书分为物理试验与化学分析两篇，是一本既有理论分析，又有实践经验的参考书。该书比较全面系统地介绍了电瓷原料、坯、釉及燃料等的物理试验与化学分析方法、原理、试剂配制、计算结果、操作过程及其注意事项等。

本书可供从事电瓷材料、陶瓷及非金属材料研究、测试的工程技术人员和工人参考，亦可作为大专院校有关专业师生的参考书和实验指导书。

电瓷材料的物理试验与化学分析

钱端芬 谢建国 李光富 陈显貽 李明惠 编

*

责任编辑：高金生 版式设计：冉晓华

封面设计：田淑文 责任校对：熊天荣

责任印制：郭 炜

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

长沙政治军官进修学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本850×1168 1/32·印张26.625 字数：701千字

1989年9月北京第一版·1991年9月长沙第一次印刷

印数：0,001—2,000·定价：14.60元

*

ISBN 7—111—01107—4/TM·145

前 言

为适应当前超高压输变电技术对电瓷的要求,从事电瓷材料研究、测试的有关人员,必须学习、掌握电瓷材料的先进、可靠的物理试验与化学分析方法,以便进一步研究其原料、坯、釉及燃料的化学成分、物理性能及微观结构,提高电瓷材料性能及其产品质量和可靠性。为此,我们在总结多年从事电瓷研究及教学经验的基础上,参考国内外有关资料,编写了《电瓷材料的物理试验与化学分析》一书。

本书是一本适用性较强的参考书,书中详细地介绍了电瓷材料的各种物理试验方法与化学分析方法,可供有关人员在实际工作中选用,亦可作为大专院校有关专业的实验指导书。

本书由钱端芬、谢建国、李光富、陈显贻、李惠明编写。全书由钱端芬主编。

本书由南京化工学院吴晓东教授和邵士敏副教授主审。许多同志在本书编写过程中提供了很多宝贵意见、资料和图片,在此一并表示深切谢意。

由于作者水平有限,书中不妥甚至错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

作者

1991年6月

目 录

前言

第一篇 物理试验

第一章 试验样品的采集与制备	1
第一节 样品的采集	2
一、矿物原料的取样	2
二、生产工艺过程中的取样	6
第二节 样品的加工制备	7
一、样品的破碎	8
二、样品的混匀	9
三、样品的缩分	10
第二章 原料性能试验	14
第一节 外貌观察	15
一、原状(未煅烧)外貌观察	15
二、煅烧后的外貌观察	15
第二节 粘土水化率的测定	16
第三节 粉料中铁粉量的测定	18
第四节 真密度的测定	19
第五节 颗粒组成的测定——筛分析法	21
一、干法筛分析	22
二、湿法筛分析	25
第六节 颗粒组成的测定——沉降分析法	26
一、沉降分析的原理	27
二、试验悬浮液制备的原则	29
三、试验方法	31
第七节 粘土可塑性能试验	52
一、可塑性指数测定法	52

二、可塑性指标测定法	57
三、可塑度测定法	60
第八节 粘土结合力试验	64
第九节 粘土阳离子交换量的测定	68
第十节 热分析试验	72
一、热失重分析(TG)	73
二、差热分析(DTA)	77
三、差热和失重综合分析	85
第十一节 粘土耐火度的测定	92
第三章 坯料性能试验	96
第一节 坯料水分的测定	96
一、烘干称量法	97
二、容量法	99
三、容积法(平锥台法)	101
第二节 坯料细度的测定	104
第三节 浆料密度和弹性系数的测定	106
一、浆料密度的测定	106
二、浆料弹性系数的测定	110
第四节 浆料粘度和流动度与厚化度的测定	111
一、粘度的测定	111
二、流动度的测定	117
三、厚化度的测定	117
第五节 浆料的外加剂试验	117
第六节 坯料中铁杂质的测定	120
一、过筛法	120
二、吸铁法	123
第七节 湿坯压缩指标和压缩强度的测定	123
第八节 坯料干燥失重、收缩及其干燥速率和临界水分的测定	125
第九节 坯料干燥灵敏性指数的测定	129
第十节 坯料干燥强度和吸湿强度的测定	132
第十一节 坯料线收缩率、体积收缩率和孔隙率的测定	134
第十二节 坯料烧成温度范围的测定	140

第十三节 泥段结构试验	145
一、泥段轴向抛物线分层试验	145
二、泥段径向螺旋线分层排列试验	146
三、泥段分层排列结构试验	146
第四章 瓷质性能试验	149
第一节 电瓷材料的体积密度、吸水率、开口孔隙率和 闭口孔隙率的测定	149
第二节 电瓷材料的孔隙性试验	153
第三节 电瓷材料的弯曲强度的测定	155
第四节 电瓷材料的拉伸强度的测定	158
第五节 电瓷材料的冲击弯曲强度的测定	161
第六节 电瓷材料的弹性模量的测定	163
第七节 电瓷材料的热稳定性的测定	169
第八节 电瓷材料的平均线膨胀系数的测定	172
第九节 电气强度和耐受电压试验	175
第十节 电瓷材料的相对介电常数、介电常数的温度系数 和介质损耗角正切的测定	182
第十一节 电瓷材料的体积电阻率和表面电阻率的测定	196
第五章 釉料性能试验	204
第一节 釉的高温流动度的测定	204
一、斜槽法	204
二、斜板法	206
第二节 釉的熔融温度范围的测定	207
一、三角锥法	207
二、影象式熔融温度范围测定仪法	207
三、热台显微镜法	211
第三节 润湿接触角的测定	214
第四节 瓷坯上釉后的机、电、热性能的测定	216
第五节 釉的线膨胀系数的测定	217
一、膨胀仪法	217
二、阿宾法计算釉的膨胀系数	217
第六节 釉熔体粘度的测定	220

第七节 釉的表面张力的测定	225
一、缩丝法	226
二、拉筒法(吸筒法)	229
三、滴重法	233
第八节 坯釉应力的测定	235
一、坯釉应力测定仪法	236
二、坍塌法	238
三、应力环法	239
第九节 釉面白度、光泽度的测定	240
第十节 釉面显微硬度的测定	243
第十一节 釉的化学稳定性的测定	248
第六章 电瓷材料及原料的结构分析试验	252
第一节 偏光显微镜试验	253
一、偏光显微镜的构造和调试	253
二、超薄光薄片的制备	262
三、显微镜下电瓷材料的定量测定	264
四、偏光显微镜下电瓷材料的系统鉴定	270
第二节 反光显微镜试验	278
一、反光显微镜的构造、工作原理和调试	278
二、反光显微镜下观察样品的制备	282
三、反光显微镜下电瓷材料的鉴定	287
第三节 透射电子显微镜试验	291
一、透射电镜的构造和调试	291
二、透射电镜下观察样品的制备	299
三、选区电子衍射方法	303
四、透射电镜下电瓷材料的鉴定	305
第四节 扫描电子显微镜试验	308
一、扫描电镜的构造和调试	309
二、扫描电镜下观察样品的制备	314
三、扫描电镜下电瓷材料的鉴定	315
第五节 X射线衍射仪试验	318
一、Y-2型X射线衍射仪构造和调试	318

Ⅷ

二、用衍射仪进行定性物相分析	325
三、用衍射仪进行定量物相分析——补偿法	335
第七章 水泥及水泥胶合剂试验	341
第一节 水泥细度的测定	342
一、筛析法	344
二、用透气法测定水泥比表面积	347
第二节 水泥和水泥胶合剂需水性的测定	354
一、水泥标准稠度用水量的测定	355
二、水泥胶砂流动度的测定	360
第三节 水泥凝结时间的测定	363
第四节 水泥安定性试验	366
一、沸煮法检验水泥安定性	367
二、压蒸法检验水泥安定性	368
第五节 水泥和水泥胶合剂机械强度的测定及标号的确定	373
第六节 水泥胶合剂干缩试验	392
第七节 水泥胶合剂异常气孔数的测定	396
第八节 水泥胶合剂低温耐受性能试验	398
第九节 水泥胶合剂冻融循环试验	400
第十节 水泥胶合剂温度循环试验	401
第十一节 砂的含泥量的测定	402
第十二节 减水剂有关性能试验	403
一、减水剂固体含量及含水量的测定	410
二、减水剂起泡性试验	411
三、减水剂的减水率的测定	412
第十三节 水泥胶合剂吸水率的测定	415
第十四节 水泥胶合剂及其原材料的其它试验	416
一、水泥及其胶合剂弹性模量的测定	416
二、水泥含水率、烧失量的测定	417
三、凝结时间稳定率及促凝比试验	417
四、砂的筛分析试验	418

第二篇 化学分析

第八章 化学分析的基础知识	419
---------------------	-----

第一节 样品的制备	419
一、块状样品	419
二、粉状样品	419
三、液态样品	420
四、特殊样品	420
第二节 玻璃仪器的使用与校正	420
一、玻璃仪器的洗涤	420
二、玻璃仪器的使用	421
三、玻璃仪器的校准	422
第三节 天平的安装、使用与维护	424
一、天平的构造与安装	425
二、天平的检定与调整	428
三、分析天平的使用	430
四、天平的维护	430
第四节 化验室常用设备、器材的使用与维护	431
一、铂坩埚与铂皿的使用和维护	431
二、铂电极的使用和维护	432
三、镍坩埚与银坩埚的使用与维护	433
四、玻璃砂芯坩埚的使用与维护	433
五、石英坩埚的使用与维护	434
六、玛瑙研钵的使用与维护	434
七、高温电炉的使用与维护	434
第五节 实验室安全常识	435
一、防毒措施	435
二、必要的安全常识	436
第六节 离子交换树脂的基本知识	437
一、离子交换树脂简介	437
二、离子交换纯水的制备	441
第七节 重量分析	444
一、概述	444
二、沉淀	445
三、沉淀的过滤、洗涤、干燥、灼烧	458

第八节 容量分析	465
一、溶液浓度的表示方法	466
二、几种浓度的相互换算	468
三、标准溶液和基准物质	469
四、酸碱滴定法	471
五、缓冲溶液	474
六、氧化还原滴定	476
七、络合滴定	480
第九节 仪器分析	492
一、比色分析法	492
二、发射光谱分析法	498
三、火焰分光光度法	508
四、原子吸收光谱法	510
五、离子选择性电极法	519
第十节 分析结果的处理	533
一、准确度、精密度	533
二、误差和偏差	534
三、误差产生的原因	536
四、对准确度的检查与提高准确度的措施	539
五、有效数字及计算规则	541
第九章 硅酸盐原料及其瓷的分析(长石瓷、坯、白釉、粘土、 长石、滑石、砂岩)	543
第一节 灼烧减量的测定	544
第二节 二氧化硅的测定	545
一、动物胶凝聚重量法	545
二、氟硅酸钾容量法	547
第三节 三氧化二铁的测定	550
一、邻菲罗啉比色法	550
二、EDTA容量法(铁、铝连续滴定)	552
三、原子吸收光谱法	553
第四节 三氧化二铝的测定——EDTA容量法	554
EDTA容量法(铁、铝连续滴定)	555

二、氟化物取代-EDTA容量法	557
第五节 二氧化钛的测定	560
一、过氧化氢比色法	560
二、变色酸比色法	561
第六节 氧化钙、氧化镁的测定	562
一、EDTA容量法	563
二、发射光谱法	565
三、原子吸收光谱法	570
第七节 氧化钾、氧化钠的测定	572
一、火焰光度法	573
二、原子吸收光谱法	574
三、离子交换树脂法	576
四、酸碱中和——高氯酸钾法	580
五、离子选择性电极法	583
第十章 石英的分析	587
第一节 灼烧减量的测定	587
第二节 二氧化硅的测定——重量法	588
第三节 三氧化二铁的测定——磺基水杨酸比色法	589
第十一章 高铝材料及其瓷的分析(生、熟矾土、 矾土坯、高铝瓷和九五瓷)	591
第一节 二氧化硅的测定	591
一、动物胶凝聚重量法	591
二、硅钼蓝比色法	592
第二节 三氧化二铁的测定——EDTA容量法	595
第三节 三氧化二铝的测定——EDTA容量法	596
第十二章 棕釉的分析	599
第一节 三氧化二铬的测定	600
一、EDTA比色法	600
二、原子吸收光谱法	601
第二节 二氧化锰的测定	603
一、EDTA容量法	603
二、过碘酸钾比色法	604

Ⅱ

三、原子吸收光谱法	606
第三节 氧化钙、氧化镁的测定——EDTA容量法	607
第十三章 半导体釉(钛系)的分析	610
第一节 三氧化二铁的测定	610
一、EDTA容量法	610
二、重铬酸钾容量法	611
第二节 三氧化二铝、氧化锌的测定——氟化物取代-EDTA容量法	611
第三节 氧化钡的测定——硫酸钡重量法	612
第十四章 天蓝釉(锆钒型)的分析	613
第一节 三氧化二铁的测定——硫氰酸铵比色法	613
第二节 二氧化锆的测定——EDTA容量法	614
第三节 三氧化二铝的测定——EDTA容量法	615
第四节 五氧化二钒的测定	616
一、极谱分析法	616
二、PAR-H ₂ O ₂ 比色法	619
第十五章 碳酸盐矿物的分析	621
第一节 灼烧减量的测定	621
第二节 酸不溶物的测定	621
第三节 三氧化二铝的测定——铝试剂比色法	622
第四节 氧化钙的测定——EDTA容量法	624
第五节 氧化镁的测定——EDTA容量法	625
第六节 白云石中氧化钙及氧化镁的测定	626
一、EDTA容量法	626
二、EGTA-EDTA容量法(钙、镁连续测定)	627
第十六章 化工原料的分析	629
第一节 三氧化二铬的分析、测定——氧化-还原法	629
第二节 三氧化二铁的分析、测定——重铬酸钾容量法	632
第三节 氧化锌的分析、测定——EDTA容量法	633
第四节 碳酸钙的分析、测定——EDTA容量法	635
第五节 碳酸钡的分析、测定——硫酸钡重量法	638
第六节 红丹(四氧化三铅)的分析、测定	639

一、EDTA容量法	639
二、氧化-还原法	641
第七节 黄丹(氧化铅)的分析、测定——氧化-还原法	642
第八节 二氧化锰的分析、测定——氧化-还原法	644
第九节 二氧化钛的分析、测定——EDTA容量法	646
第十节 三氧化二铝(刚玉)的分析	648
一、二氧化硅的测定——硅钼蓝比色法	648
二、三氧化二铁的测定——邻菲罗啉比色法	650
三、三氧化二铝的测定——EDTA容量法	651
第十一节 二氧化锆的分析、测定——苦杏仁酸重量法	654
第十二节 五氧化二钒的分析、测定——氧化-还原法	656
第十三节 氧化铈的分析	657
一、三氧化二铈的测定——溴酸钾容量法	658
二、氧化铈总量的测定	659
三、五氧化二铈的测定	660
第十四节 二氧化锡的分析、测定	660
一、重量法	660
二、硝酸铅容量法	661
第十五节 硼酸的分析、测定——酸碱中和法	663
第十六节 氧化镍的分析、测定——EDTA容量法	665
第十七节 氧化钴的分析、测定——EDTA容量法	666
第十八节 水玻璃的模数的测定——酸碱中和法	667
第十七章 碳化硅的分析	670
第一节 游离碳的测定	670
一、气体容量法	670
二、重量法	673
第二节 游离硅的测定——硅钼蓝比色法	674
第三节 游离二氧化硅的测定——重量法	676
第四节 硅总量的测定——硫酸脱水重量法	676
第五节 碳化硅的测定——重量法	677
第十八章 铁矿石的分析	680
第一节 二氧化硅的测定	680

一、氟硅酸钾容量法	680
二、动物胶凝聚重量法	682
第二节 三氧化二铁的测定	683
一、重铬酸钾容量法	683
二、EDTA容量法	685
第三节 二氧化锰的测定——高碘酸钾比色法	687
第四节 五氧化二磷的测定——钼酸铵比色法	689
第五节 三氧化硫的测定——燃烧-碘量法	690
第十九章 铬铁矿分析	693
第一节 二氧化硅的测定	693
一、氟硅酸钾容量法	693
二、重量法	694
第二节 三氧化二铬的测定——氧化-还原法	695
第三节 三氧化二铁的测定——EDTA容量法	697
第四节 三氧化二铝的测定——氟化物取代-EDTA容量法	698
第五节 氧化钙、氧化镁的测定——EDTA容量法	700
第二十章 锰矿石分析	702
第一节 二氧化硅的测定	702
一、动物胶凝聚重量法	702
二、硅钼蓝比色法	703
第二节 二氧化锰的测定——氧化-还原法	705
第三节 五氧化二磷的测定——钼酸铵比色法	707
第二十一章 萤石的快速分析	709
第一节 碳酸钙(包括硫酸钙)的测定——醋酸提取-EDTA容量法	709
第二节 氟化钙的测定——三氯化铝提取-EDTA容量法	711
第三节 二氧化硅的测定——重量法	712
第四节 三氧化二铁、三氧化二铝的测定——EDTA容量法	712
第二十二章 锆质材料(锆刚玉、锆英石、锆莫来石)的分析	714
第一节 二氧化硅的测定——动物胶凝聚重量法	714
第二节 二氧化锆的测定	715
一、EDTA容量法	715
二、苦杏仁酸重量法	717

第三节 三氧化二铁的测定——硫氰酸铵比色法	718
第四节 三氧化二铝的测定——EDTA容量法	720
第二十三章 水泥的化学分析	722
第一节 灼烧减量的测定	722
第二节 二氧化硅的测定——动物胶凝聚重量法	722
第三节 三氧化二铁的测定——EDTA容量法	724
第四节 二氧化钛的测定——二安替比林甲烷比色法	726
第五节 三氧化二铝的测定——氟化物取代-EDTA容量法	727
第六节 氧化亚锰的测定——过碘酸钾比色法	729
第七节 氧化钙的测定——EDTA容量法	730
第八节 氧化镁的测定——EDTA容量法	731
第九节 三氧化硫的测定	732
一、硫酸钡重量法	732
二、静态离子交换法	733
第十节 氧化钾、氧化钠的测定——火焰光度法	735
第十一节 游离氧化钙的测定——甘油酒精容量法	736
第二十四章 无氰镀锌溶液的分析	739
第一节 氧化锌的测定	739
一、甲醛破蔽法	739
二、EDTA容量法	740
第二节 氨三乙酸的测定——氯化钙滴定法	741
第三节 氯化铵的测定	743
一、酸碱中和法	743
二、硝酸银容量法	744
第二十五章 氰化镀银溶液的分析	746
第一节 氰化银的测定——硫氰酸钾容量法	746
第二节 游离氰化物的测定——硝酸银容量法	747
第二十六章 镀镍溶液的分析(镍盐、镁盐、硼酸、氯化物)	749
第一节 镍及镁的测定——EDTA容量法	749
第二节 硼酸的测定——酸碱中和法	750
第三节 氯化物的测定——硝酸银容量法	752
第二十七章 工业用水(锅炉用水)的分析	753

XVI

第一节 碱度的测定——酸碱中和法	753
一、总碱度的测定	753
二、不含碳酸根离子时碳酸氢根离子的测定	754
三、碳酸根和碳酸氢根离子的测定	755
四、氢氧化物碱度的测定	755
第二节 氯离子的测定——硝酸银容量法	756
第三节 硬度的测定	757
一、EDTA容量法	758
二、原子吸收光谱法	759
第四节 磷酸根的测定——磷钼蓝比色法	761
第二十八章 燃料的分析	764
第一节 煤的工业分析	764
一、样品的制备	764
二、水分的测定	764
三、灰分的测定	765
四、挥发分的测定	765
五、固定碳的测定	766
六、硫量的测定	766
七、发热量的测定	768
第二节 重油的分析	772
一、酸值的测定	772
二、粘度的测定	773
三、闪点和燃点的测定	774
四、水分的测定	775
五、灰分的测定	776
第三节 煤气的分析	777
一、窑炉气及烟道气的分析	777
二、煤气的分析	780
附录	785
附录一 JB3316—83工业用金属丝编织方孔网	785
表1 金属丝网结构参数及与英制尺寸对照(I)	785
表2 金属丝网结构参数及与英制尺寸对照(II)	788