



技工院校工学一体示范教材

JIANZHU
CAILIAO
HUAXUE
FENXI

建筑材料化学分析

邹荣 编著



化学工业出版社

建筑材料化学分析

邹 荣 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书体现了一体化教学的特点,以模块教学的方式进行编排,分为三大模块和十三个学习任务,主要包括黏土化学分析及其相关考核形式、陶瓷化学分析及其相关考核形式、水泥化学分析及其相关考核形式,充分体现了理论与实际相结合、工与学相结合的特点。

本书可作为硅酸盐工厂化学分析、质量控制等相关岗位技术人员的培训教材,还可以作为建材化学分析工种技能等级考证培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料化学分析/邹荣编著. —北京:化学工业出版社, 2014.5
ISBN 978-7-122-19936-2

I. ①建… II. ①邹… III. ①建筑材料-化学分析
IV. ①TU502

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 039616 号

责任编辑:蔡洪伟 陈有华
责任校对:吴 静

文字编辑:冯国庆
装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:北京京华虎彩印刷有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张6¼ 字数165千字 2014年5月北京第1版第1次印刷

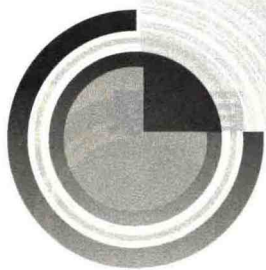
购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:20.00 元

版权所有 违者必究



传统的技校教学长期以来沿用普教的学科式教学模式，分理论教学和实操教学。分析化学和仪器分析两门课程是技工学校质量检验类专业的重要专业课程，此类课程具有很强的理论性和实践性，理论知识涉及化学、物理及数学等知识领域，抽象难懂。随着检验技术的发展和检验要求的提高，控制产品质量的检测手段越来越先进，而且逐步趋向仪器化、微机化，所以国家标准和行业标准也逐渐在与国际标准接轨以适应市场经济的需要。

为了适应现代企业对毕业生建材行业化学分析中的技能要求特点，提高教学质量，近几年技工院校进行了能力本位一体化教学改革。能力本位一体化教学将理论教学和实操教学融为一体，实现学习与工作逐步相融合。在改革过程中引入工作过程的岗位工作任务，改革后的课程以若干典型的工作项目为任务，课程内容由岗位工作实际情境构成，以工作过程为中心，以产品检测任务为驱动。

《建筑材料化学分析》是根据近几年技工院校毕业生在建材行业化学检验类专业的实际岗位情况而编写的。包括了三大模块：黏土化学分析、陶瓷化学分析和水泥化学分析，以工作过程为导向，打破了传统学科体系的教学模式，教授知识内容不仅仅局限于化学或仪器分析方法，重点是训练学生在面对不同样品的分析与检测时，不但能按要求规范地完成所有项目的检测，还能从实践过程中提升能力，编制出系统综合的作业指导书。

本书在编写过程中得到建材行业众多经验丰富的实践专家和学者的指导及大力支持，并借鉴和采纳了专家学者的研究成果。在此，对这些专家学者表示衷心的感谢和崇高的敬意。

由于编者水平和经验有限，教材中难免存在疏漏，衷心希望专家和读者批评指正。

编著者

2014年1月

CONTENTS 目 录

黏土化学分析

1

任务一 样品采集、制备和保存	1
任务二 检验黏土烧失量	4
任务三 检验不溶物含量（针对水泥）	9
任务四 试样溶液的制备	14
任务五 检测三氧化硫的含量（针对水泥）	22
任务六 检测二氧化硅含量（氟硅酸钾容量法）	30
课外阅读	41
复习思考题	42
模块一知识考核（独立+开卷）	43

陶瓷化学分析

47

任务一 检测氧化钙、氧化镁含量（配位滴定法）	50
任务二 检测氧化镁含量（原子吸收光谱法）	58
任务三 检测氧化铁、氧化铝含量	63
任务四 检测二氧化钛含量	71
课外阅读	73
模块二知识考核（独立+开卷）	75

水泥化学分析

76

任务一 检验游离氧化钙的含量	80
任务二 检测氯离子含量	85
任务三 作业指导书的撰写	92
课外阅读	93
复习题	94

96



模块一

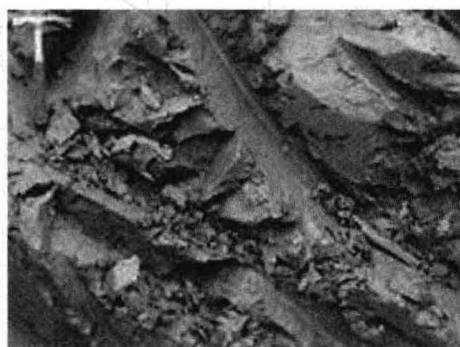
黏土化学分析

任务一 样品采集、制备和保存

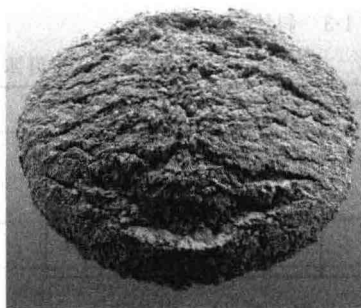
1. 黏土的形成

黏土一般由硅酸盐矿物在地球表面风化后形成。一般在原地风化，颗粒较大而成分接近原来的石块的，称为原生黏土或一次黏土。这种黏土的成分主要为氧化锡与氧化铝，色白而耐火，为配制瓷土的主要原料。而黏土再继续风化而变幻，再经流水及风力迁移，而在下游形成一层厚厚的黏土，称为次生黏土或二次黏土。这种黏土因受污染，含金属氧化物较多，色深而耐火度较低。因黏性及可塑性佳，为配制陶土的主要原料。

自然界中黏土存在的状态以高岭石为主要矿物成分的天然硅酸铝质材料，如图 1-1 所示。



(a)



(b)

图 1-1 自然界中黏土存在的状态

2. 主要化学组成

黏土主要化学组成是 Al_2O_3 和 SiO_2 两种氧化物，是多种含水硅酸盐矿物组成的混合物，其含量和 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ 比值越接近于高岭石矿物的理论值 ($\text{Al}_2\text{O}_3 = 39.5\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2 = 0.85$)，则表明此类黏土的纯度越高；黏土中高岭石含量越多，其质量越优良。主要杂质为碱金属、碱土金属和铁、钛等氧化物以及一些有机物。

矿物种类通常包括 5~6 种，主要矿物是高岭石。常见的杂质矿物有石英、水云母、含铁矿物、长石、金红石等。杂质含量、分布均匀程度影响黏土的耐火性能。

3. 化学定量分析全过程 (图 1-2)

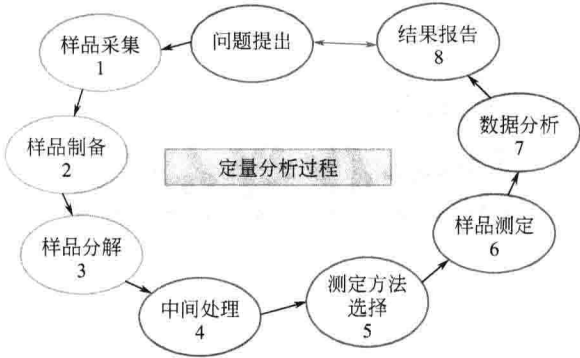


图 1-2 化学定量分析全过程

4. 固体样品采样方法

固体样品采样方法包括：斜线三点法（图 1-3）、五点采样法（图 1-4）、对角线法（图 1-5）、十八方块法（图 1-6）、物料堆采样法（图 1-7）。

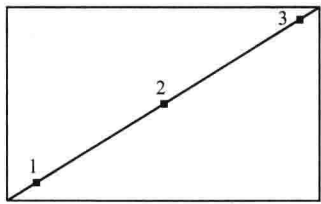


图 1-3 斜线三点法

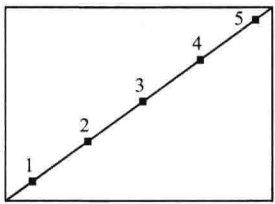


图 1-4 五点采样法

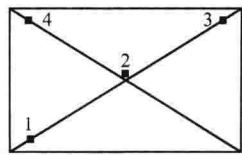


图 1-5 对角线法

1	4	7	10	13	16
2	5	8	11	14	17
3	6	9	12	15	18

图 1-6 十八方块法

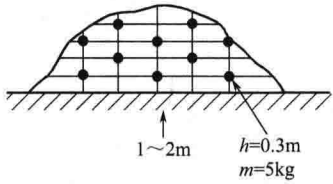


图 1-7 物料堆采样法

5. 采样注意事项

- ① 在采样时应该选择合适的采样点，避免采取的样品没有代表性。当对取样地点不清楚时，及时和现场人员联系，由他们指定采样点（如安全分析等）。
- ② 取样时根据样品的情况选择合适的取样器具（主要根据样品性质、成分含量等多方面考虑）。
- ③ 采样前印制好详细的采样记录，采样后应贴上标签，认真填写标签的内容，如采样地点、位号、名称、采样时间、天气、气温、水位、流速、流量、现场监测项目、采样人姓名等必要的采样信息。
- ④ 当采样做出的结果不合格时要做好留样，留样时做好记录。

6. 样品制备与保存

破碎→过筛→混合→缩分。

7. 常见破碎机器（图 1-8～图 1-10）

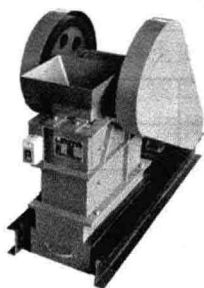


图 1-8 颚式破碎机

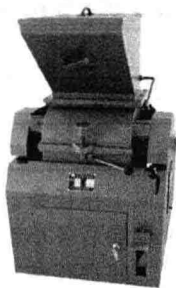


图 1-9 密封锤式破碎机

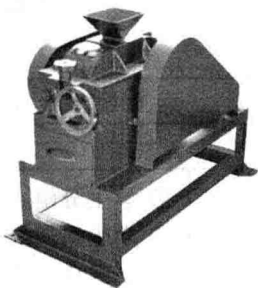


图 1-10 双辊破碎机

8. 常见缩分机器（图 1-11 和图 1-12）



图 1-11 槽式二分器



图 1-12 变频旋转缩分机

9. 黏土常规化学分析项目及允许差（表 1-1）

表 1-1 黏土常规化学分析项目及允许差				单位：%
成分	含量范围	允许差	含量范围	允许差
烧失量	5~10	0.25	10~15	0.30
二氧化硅	40~55	0.30	55~70	0.35
氧化铝	10~25	0.30	25~40	0.35
氧化铁	0.1~1	0.06	1~2.5	0.10
	2.5~4	0.15	4~6	0.20
	6~10	0.25	—	—
二氧化钛	0.1~0.5	0.05	0.5~1.0	0.08
	1~2	0.12	—	0.08
氧化钙、氧化镁	0.1~0.5	0.05	0.5~1.0	0.10
	1~3	0.15	3~5	0.20
氧化钾、氧化钠	0.1~0.5	0.06	0.5~1	0.10
	1~3	0.15	—	0.10
三氧化硫	>0.1	0.05	—	—

任务二 检验黏土烧失量

课题	检验黏土烧失量		指导老师		学时	8 学时	
班级			姓名		学号		日期
要求		① 学生分组、分工合作共同完成工作任务。 ② 学生要做好实验数据的记录，最后各小组的原始数据汇总给教师集中保存。 ③ 小组成员之间、小组与小组之间进行相互的监督与评价。					
制订计划	人员分工	姓名		负责工作			
	方法选择						
	仪器选择						
	试剂选择						

续表

任务实施	基本流程	一、知识准备 1. _____ 称为原生黏土或一次黏土。 _____ 称为次生黏土或二次黏土。 2. 固体样品的采样方法有 _____、_____、_____、_____。 3. 请用简图表示以上固体样品采样方法。 4. 固体样品制样的四个过程： _____、_____、_____、_____。 5. 你认为采样记录和采样报告必须包括哪些？ 6. 案例分析 生产二线给实验室送来一个批号为 20130108 的黏土样品进行检测烧失量。实验室小李用重量分析法检测出来的烧失量为 3.40%，按 GB/T 16399—1996 国家标准烧失量范围为 5%~15%，小李检测出的实验结果不达标的原因是什么？请你找出原因，并作出设计方案。 7. 写出电子天平的使用方法及注意事项。

续表

任务 实施	基本 流程	8. 减量法（递减称量法）是如何进行样品称量的？它适用于哪些试样的称量？										
		9. 高温炉使用时要注意什么？										
		10. 烧失量是什么？写出英文简称。										
		11. 查阅资料写出黏土烧失量的测定方法及步骤。										
		二、师生讨论确定方案										
		1. 各小组参加讨论（分工情况、讨论内容、讨论记录）。										
		<table><tr><th>方案设计分工情况</th><th>负责人</th></tr><tr><td>查阅资料</td><td></td></tr><tr><td>整理资料</td><td></td></tr><tr><td>编辑 PPT</td><td></td></tr><tr><td>方案汇报</td><td></td></tr></table>	方案设计分工情况	负责人	查阅资料		整理资料		编辑 PPT		方案汇报	
		方案设计分工情况	负责人									
		查阅资料										
		整理资料										
编辑 PPT												
方案汇报												
方案讨论记录：												
2. 小组派出代表展示本组的任务计划及实验方案。												
3. 教师引导评价方案，小组修改方案。												
修改前后变化：												

续表

任务实施	基本流程	4. 各组确定实验方案并准备实施。	
		方案实施分工情况	负责人
		仪器设备、试剂准备	
		称量	
		灼烧、冷却	
		实验时间控制及结果记录	
		数据与结果分析	
		三、任务实施 参考方案： 烧失量的测定（GB/T 16399—1996） 方法类别： 烧失量的测定方法：重量法。测定范围：5%~15%。 方法提要： 试样在 1000℃灼烧至恒重，以损失的质量计算其烧失量。 测定步骤：称取 1.0000g 黏土试样，置于已知质量并恒重的瓷坩埚中，将坩埚放入高温炉中，从低温开始，逐渐升温至 1000℃，恒温灼烧 1h，取出坩埚置于干燥器中，冷至室温，称量。重复灼烧，每次灼烧 20min，直至恒重，记下坩埚与试样的质量。 结果计算： $\text{烧失量}(\%) = \frac{m_{\text{样+坩埚}}^{\text{灼烧前试}} - m_{\text{样+坩埚}}^{\text{灼烧后试}}}{m_{\text{样}}} \times 100\%$	
		瓷坩埚号	
		项目	质量/g
		黏土试样	
		瓷坩埚（包括盖）	
		灼烧前试样+瓷坩埚	
		灼烧后试样+瓷坩埚	
		$\text{烧失量}(\%) = \frac{m_{\text{样+坩埚}}^{\text{灼烧前试}} - m_{\text{样+坩埚}}^{\text{灼烧后试}}}{m_{\text{样}}} \times 100\% =$	
		过程记录及数据分析处理：	

续表

任务总结	1. 结果反思 任务中的难点： 成功之处： 不足之处： 2. 作业与思考 (1) 实验时，如果瓷坩埚事先没有恒重，会带来哪些影响？ (2) 黏土含有哪些主要化学成分？黏土烧失量是指灼烧后产生的哪些物质？ (3) 如何安全规范地使用高温炉？
------	---

任务三 检验不溶物含量（针对水泥）

课题	检验不溶物含量		指导老师		学时	8 学时	
班级			姓名		学号	日期	
要求		① 学生分组、分工合作共同完成工作任务。 ② 学生要做好实验数据的记录，最后各小组的原始数据汇总给教师集中保存。 ③ 小组成员之间、小组与小组之间进行相互的监督与评价。					
任务实施	人员分工	姓名		负责工作			
	方法选择						
	仪器选择						
	试剂选择						

续表

任务实施	基本流程	一、知识准备 1. 什么是不溶物？主要成分是什么？ 2. 如何正确使用恒温水浴锅？使用时有哪些注意事项？如何维护和修理？ 3. 何为定性滤纸？有什么用途？ 4. 何为定量滤纸？有什么用途？ 5. 定性滤纸和定量滤纸的区别有哪些？ 6. 浓盐酸的取用注意事项是什么？ 7. 如何配制（1+1）盐酸和 500mL 甲基红试剂？ 8. 用酸或碱分解水泥试样时要注意些什么？
------	------	--

续表

任务 实施	基本 流程	9. 什么是灰化？如何正确将滤纸和试样灰化？	
		10. 简述过滤操作。	
		二、师生讨论确定方案	
		1. 各小组参加讨论（分工情况、讨论内容、讨论记录）。	
		生产线操作员往检测中心送来水泥试样。实验员小周对Ⅰ型硅酸盐水泥的不溶物进行了测定，测定结果为0.90%，国标GB/T 176—2008规定，不溶物不得超过0.75%，你作为小周同事，他需要你的帮忙一同实验，并找出测得值偏高的原因。	
		分工情况	负责人
		查阅资料	
		整理资料	
		编辑 PPT	
		讨论结果汇报	
		讨论记录：	
		2. 小组派出代表展示本组的讨论结果及实验方案。	
		3. 教师引导评价，小组修改方案。	
		修改前后变化：	

续表

任务实施	基本流程	4. 各组确定实验方案并准备实施。	
		方案实施分工情况	负责人
		仪器设备、试剂准备	
		称量	
		溶样、煮水、加热	
		过滤、灰化、灼烧	
		实验时间控制及结果记录	
		数据与结果分析	
		三、任务实施 参考方案： 检验不溶物含量（GB/T 176—2008） 方法提要： 试样先以盐酸溶液处理，尽量避免可溶性二氧化硅的析出，滤出的不溶渣再以氢氧化钠溶液处理，进一步溶解可能已沉淀的痕量二氧化硅，以盐酸中和、过滤后，残渣经灼烧后称量。 药品与试剂： 盐酸：无浓度标示为浓盐酸。 氢氧化钠（10g/L）：称取 10g 氢氧化钠（AR）溶于 1L 水中。 甲基红指示剂（2g/L）：将 0.2g 甲基红溶于 100mL 无水乙醇或 95%乙醇中。 盐酸（1+1）：浓盐酸与水按体积比 1：1 混合配制。 硝酸铵溶液（20g/L）：称取 20g 硝酸铵溶于 1L 水中配制而成。 测定步骤： 称取 1.0000g 水泥试样，精确至 0.0001g，置于 150mL 烧杯中，加入 25mL 水，搅拌使试样完全分散，在不断搅拌下加入 5mL 盐酸，用平头玻璃棒压碎块状物使其分解完全（必要时可将溶液稍稍加热几分钟）。用近沸的热水稀释至 50mL，盖上表面皿，将烧杯置于蒸汽水浴中加热 15min。用中速定量滤纸过滤，用热水充分洗涤 10 次以上。 将残渣和滤纸一并移入原烧杯中，加入 100mL 近沸的氢氧化钠溶液（10g/L），盖上表面皿，置于蒸汽浴中加热 15min。加热期间搅动滤纸及残渣 2~3 次。取下烧杯，加入 1~2 滴甲基红指示剂溶液（2g/L，乙醇溶液），滴加盐酸（1+1）至溶液呈红色，再过量 8~10 滴。用中速定量滤纸过滤，用热的硝酸铵溶液（20g/L）充分洗涤至少 14 次。 将残渣及滤纸一并移入已灼烧恒重的瓷坩埚中，灰化后在（950±25）℃的高温炉内灼烧 30min。取出坩埚，置于干燥器中，冷却至室温，称量。反复灼烧，直至恒重。 结果计算： $\omega_{\text{不溶物}}(\%) = \frac{m_{\text{灼烧后}}^{\text{不溶物}}}{m_{\text{试样}}} \times 100\%$	