

水泥生產檢驗

(第二卷)

蘇聯建築材料工業部
全蘇國立水泥工業設計研究院主編
重工業部工業教育司 譯校

重工業出版社

水泥生產檢驗

第二卷

水泥生產的化學分析和岩石分析

蘇聯建築材料工業部

全蘇國立水泥工業設計研究院

重工業部

蘇聯工業學院圖書館
藏書章

重工業出版社

本書根據蘇聯國立建築材料書籍出版社(Государственное издательство литературы по строительным материалам) 1952年出版的“水泥生產檢驗”(Контроль производства цемента)第二卷“水泥生產的化學分析和岩石分析”(Химический и петрографический контроль производства цемента)譯出。原書係蘇聯建築材料工業部全蘇國立水泥工業設計研究院主編，技術科學碩士伊里明斯卡亞(В. Т. Иллиминская)和技術科學博士托羅波夫(Н. А. Торопов)教授編寫，技術科學碩士盧里野(Ю. С. Лурье)總校閱。

本卷內容共分兩篇。第一篇敘述各種水泥、水泥原料、原料混合物、耐火材料 and 水的化學分析。第二篇敘述燒結塊、水泥和高爐渣等的礦物組成及其光學特徵，討論鑑定礦物用的儀器和方法。

本書由重工業部工業教育司胡敵同志譯校。

КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА
ПРОМСТРОИИЗДАТ (Москва 1952)

* * *

水泥生產檢驗 (第二卷)

重工業部工業教育司 譯校

重工業出版社(北京西直門內大街三官廟11號)出版

北京市書刊出版業營業許可證出字第〇一五號

* * *

重工業出版社印刷廠印

一九五五年二月第一版

一九五五年二月北京第一次印刷(1—2,660)

787×1092· $\frac{1}{25}$ ·230,000字·11 $\frac{1}{5}$ 印張·定價17,500元

* * *

發行者 新華書店

目 錄

序	10
---------	----

第一篇 水泥生產的化學分析

引言.準備待分析物質,採取平均試樣	11
-------------------------	----

第一章 原料的分析

第一節 黏土的化學分析	12
-------------------	----

§ 1.水分的測定	12
§ 2.灼熱損失的測定	12
§ 3.二氧化矽的定量	13
§ 4.三價氧化物的定量	16
§ 5.氧化鈣的定量	18
§ 6.氧化鎂的定量	19
§ 7.氧化鐵的定量	20
§ 8.氧化鋁的定量	25
§ 9.硫酸酐的定量	25
§ 10.氧化亞鐵的定量	27
§ 11.磷酸的定量	28
§ 12.鹼金屬氧化物的定量	32
§ 13.氧化鉀的定量	37

第二節 石灰石和泥灰石的化學分析	39
------------------------	----

§ 1.水分的測定	39
§ 2.灼熱損失的測定	39
§ 3.二氧化矽的定量	40
§ 4.不溶殘渣的定量	41
§ 5.三價氧化物的定量	41
§ 6.氧化鈣的定量	42
§ 7.氧化鎂的定量	45

§ 8. 氧化鐵的定量	46
§ 9. 氧化鋁的定量	49
§ 10. 硫酸酐的定量	49
§ 11. 氧化鎂和氧化鈣的快速定量	49
第三節 石膏的化學分析	52
§ 1. 水分的測定	52
§ 2. 水合物中水的定量	53
§ 3. 不溶殘渣的定量	53
§ 4. 三價氧化物的定量	53
§ 5. 氧化鈣的定量	53
§ 6. 氧化鎂的定量	53
§ 7. 氧化鐵的定量	53
§ 8. 硫酸酐的定量	53
第四節 礬土的化學分析	55
§ 1. 水分的測定	55
§ 2. 灼熱損失的測定	55
§ 3. 二氧化矽的定量	57
§ 4. 三價氧化物($R_2O_3 + TiO_2$)的定量	57
§ 5. 二氧化鈦的比色法定量	58
§ 6. 氧化鐵的定量	60
§ 7. 氧化鋁的定量	60
§ 8. 氧化鈣的定量	62
§ 9. 氧化鎂的定量	62
§ 10. 硫酸酐的定量	62
第五節 高爐渣的化學分析	62
§ 1. 水分的測定	68
§ 2. 灼熱損失的測定	63
§ 3. 二氧化矽的定量	63
§ 4. 三價氧化物($Al_2O_3 + Fe_2O_3 + TiO_2$)的定量	64
§ 5. 氧化亞錳的定量	67
§ 6. 氧化鈣的定量	68
§ 7. 總鐵量的測定	69
§ 8. 二氧化鈦的定量(用亞硝基代苯胺的沉澱法)	70

§ 9. 氧化亞鐵的定量	71
§ 10. 氧化亞錳的定量	72
§ 11. 氧化鋁的定量	78
§ 12. 硫化物中硫的碘量法定量	78
§ 13. 硫酸鹽中硫的重量法定量	82
第六節 黃鐵礦灰渣的化學分析	84
§ 1. 水分的測定	84
§ 2. 灼熱損失的測定	84
§ 3. 二氧化矽的定量	84
§ 4. 三價氧化物的定量	85
§ 5. 氧化鈣的定量	85
§ 6. 氧化鎂的定量	85
§ 7. 硫酸酐的定量	86
§ 8. 氧化鐵的定量	86
第七節 爐塵的化學分析	86
第八節 砂的化學分析	87
第九節 固體燃料灰分的化學分析	87
§ 1. 水分的測定	88
§ 2. 灼熱損失的測定	88
§ 3. 二氧化矽的定量	88
§ 4. 三價氧化物的定量	88
§ 5. 氧化鈣的定量	88
§ 6. 氧化鎂的定量	88
§ 7. 氧化鐵的定量	88
§ 8. 總鹼量的測定	88
§ 9. 磷酸酐的定量	88
第十節 螢石的化學分析	89
§ 1. 水分的測定	89
§ 2. 二氧化矽的定量	89
§ 3. 三價氧化物總量的測定	90
§ 4. 氧化鈣的定量	92
§ 5. 氧化鎂的定量	93

§ 6. 按 CaO 計算的氟化鈣定量(間接的近似方法).....	91
§ 7. 溶於鋁鹽法的氟化鈣定量.....	91
§ 8. 蒸餾後繼以硝酸鈦滴定法的氟的定量.....	95

第二章 原料混合物的分析

第一節 原料混合物中水分的測定	100
第二節 原料混合物的滴定量的測定	101
第三節 含爐渣和石灰石的原料混合物中碳酸鹽百分含量的 測定	105
第四節 含高爐渣的原料混合物中氧化鈣的定量	109
第五節 原料混合物的化學分析	116
§ 1. 水分的測定.....	116
§ 2. 灼熱損失的測定.....	116
§ 3. 二氧化矽的定量.....	116
§ 4. 三價氧化物的定量.....	116
§ 5. 氧化鈣的定量.....	117
§ 6. 氧化鎂的定量.....	117
§ 7. 氧化鐵的定量.....	117
§ 8. 氧化鋁的定量.....	117
§ 9. 硫酸酐的定量.....	117
§ 10. 氟的定量	118
第六節 原料混合物的快速化學分析	118
§ 1. 二氧化矽的定量.....	119
§ 2. 三價氧化物按差數的定量.....	122
§ 3. 不預先分離 R_2O_3 的氧化鈣定量	123
§ 4. 氧化鎂的定量.....	125
第七節 黑粉中 CaCO_3 含量的測定	131
§ 1. 黑粉中煤量的測定.....	133

第三章 水泥的化學分析

第一節 波特蘭水泥燒結塊的化學分析	138
§ 1. 水分的測定.....	138

§ 2. 灼熱損失的測定.....	138
§ 3. 二氧化矽及不溶物質的定量.....	138
§ 4. 三價氧化物的定量.....	139
§ 5. 氧化鈣的定量.....	141
§ 6. 氧化鎂的定量.....	142
§ 7. 氧化鐵的定量.....	142
§ 8. 氧化鋁的定量.....	143
§ 9. 硫酸酐的定量.....	143
§ 10. 不溶殘渣的定量.....	144
§ 11. 氟的定量.....	146
§ 12. 游離石灰的定量.....	146
第二節 波特蘭水泥燒結塊的快速化學分析.....	154
§ 1. 二氧化矽的定量.....	154
§ 2. 三價氧化物按差數的定量.....	156
§ 3. 硫酸酐的定量.....	156
§ 4. 氧化鈣的定量.....	159
§ 5. 氧化鎂的定量.....	159
第三節 波特蘭水泥燒結塊中鈣的矽酸鹽的化學定量法.....	160
第四節 白波特蘭水泥燒結塊的化學分析.....	162
§ 1. 水分的測定.....	163
§ 2. 灼熱損失的測定.....	163
§ 3. 二氧化矽及不溶物質的定量.....	163
§ 4. 三價氧化物的定量.....	163
§ 5. 氧化鈣的定量.....	163
§ 6. 氧化鎂的定量.....	163
§ 7. 硫酸酐的定量.....	163
§ 8. 氧化鐵的定量.....	163
§ 9. 二氧化鈦的定量.....	164
§ 10. 氧化亞錳的定量.....	165
§ 11. 不溶殘渣的定量.....	166
第五節 含水凝劑的波特蘭水泥的化學分析.....	166
第六節 火山灰波特蘭水泥的化學分析.....	167
§ 1. 水分的測定.....	167

§ 2. 灼熱損失的測定	167
§ 3. 二氧化矽的定量	167
§ 4. 三價金屬的氫氧化物的定量	167
§ 5. 氧化鐵的定量	167
§ 6. 氧化鈣的定量	167
§ 7. 氧化鎂的定量	167
§ 8. 硫酸酐的定量	167
§ 9. 火山灰波特蘭水泥中水凝劑百分含量的測定	167
第七節 鎂波特蘭水泥燒結塊的化學分析	167
§ 1. 水分的測定	167
§ 2. 灼熱損失的測定	167
§ 3. 二氧化矽及不溶物質的定量	167
§ 4. 氧化鎂的定量	167
§ 5. 氧化鐵的定量	167
§ 6. 三價氧化物的定量	167
§ 7. 氧化鈣的定量	168
第八節 鎂波特蘭水泥燒結塊的快速化學分析	168
第九節 爐渣波特蘭水泥的化學分析	168
準備待分析物質	168
§ 1. 水分的測定	168
§ 2. 灼熱損失的測定	168
§ 3. 二氧化矽及不溶物質的定量	169
§ 4. 三價氧化物($Al_2O_3 + Fe_2O_3$)的定量	169
§ 5. 氧化亞錳的定量	170
§ 6. 氧化鈣的定量	171
§ 7. 氧化鎂的定量	171
§ 8. 氧化亞鐵的定量	171
§ 9. 氧化鐵的定量	172
§ 10. 用單獨試量的氧化亞錳的定量	173
§ 11. 氧化鋁的定量	175
§ 12. 硫化物中硫的定量	175
§ 13. 硫酸鹽中硫的定量	175
§ 14. 爐渣波特蘭水泥中石膏百分含量的測定(鉻酸鹽法)	175

§ 15. 爐渣波特蘭水泥中爐渣含量的測定	177
第十節 硫酸鹽爐渣水泥的化學分析	183
§ 1. 水分的測定	183
§ 2. 水合物中水的定量	183
§ 3. 灼熱損失的測定	184
§ 4. 二氧化矽及不溶物質的定量	184
§ 5. 三價氧化物($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$)的定量	184
§ 6. 氧化亞錳的定量	184
§ 7. 氧化鈣的定量	184
§ 8. 氧化鎂的定量	185
§ 9. 氧化亞鐵和氧化鐵的定量	185
§ 10. 硫化物中硫的定量	185
§ 11. 硫酸鹽中硫的定量	185
§ 12. 硫酸鹽爐渣水泥中石膏百分含量的測定	186
第十一節 礬土水泥的化學分析	186
§ 1. 水分的測定	186
§ 2. 灼熱損失的測定	186
§ 3. 二氧化矽的定量	186
§ 4. 三價氧化物和二氧化鈦的定量	187
§ 5. 氧化鈣的定量	189
§ 6. 氧化鎂的定量	190
§ 7. 總鐵量的測定	190
§ 8. 二氧化鈦的定量	191
§ 9. 氧化鋁的定量	192
§ 10. 硫化物中硫的碘量法定量	192
§ 11. 硫酸鹽中硫的定量	192
§ 12. 不溶殘渣的定量	192
第十二節 礬土水泥的快速化學分析	193
§ 1. 二氧化矽的定量	193
§ 2. 氧化鋁的定量	194
§ 3. 氧化鈣的定量	199

第四章 耐火材料的化學分析

第一節 高鋁耐火材料(半酸性的、黏土的、高礬土的)的化學分析	200
§ 1. 水分的測定	201
§ 2. 灼熱損失的測定	201
§ 3. 二氧化矽的定量	201
§ 4. 三價氧化物($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3$)總量的測定	203
§ 5. 氧化鐵的定量	204
§ 6. 二氧化鈦的比色法定量	207
§ 7. 氧化鋁的定量	209
§ 8. 氧化鈣的定量	209
§ 9. 氧化鎂的定量	210
§ 10. 總鹼量的測定	211
§ 11. 氧化鉀的定量	213
第二節 鎂質耐火材料的化學分析	215
§ 1. 水分的測定	215
§ 2. 灼熱損失的測定	216
§ 3. 二氧化矽的定量	216
§ 4. 三價氧化物($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$)總量的測定	217
§ 5. 氧化鈣的重量法定量	218
§ 6. 氧化鎂的定量	219
§ 7. 氧化鐵的定量	220
第三節 滑石耐火材料和滑石鎂質耐火材料的化學分析	221
§ 1. 二氧化矽的定量	221
§ 2. 其餘成分的定量	221
第四節 鉻鎂耐火材料的化學分析	221
§ 1. 水分的測定	222
§ 2. 灼熱損失的測定	222
§ 3. 二氧化矽的定量	222
§ 4. 鋁、鐵、鉻的氧化物($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3$)總量的測定	224
§ 5. 氧化鈣的定量	226
§ 6. 氧化鎂的定量	227

§ 7. 氧化鐵和氧化鉻的定量	228
§ 8. 氧化鋁的定量	231

第五章 水的化學分析

§ 1. 乾燥(固體)殘渣的測定	232
§ 2. 灼熱殘渣的測定	232
§ 3. 氧化度的測定	233
§ 4. 鹼度的測定	235
§ 5. 氯化物的容量法定量	236
§ 6. 二氧化矽的定量	237
§ 7. 三價氧化物總量的測定	238
§ 8. 鈣的定量	239
§ 9. 鎂的定量	240
§ 10. 硫酸的定量	241
§ 11. 水的硬度的測定	242
§ 12. 鹼金屬 Na+K 的定量	245

第二篇 水泥生產的岩石分析

1. 儀器	246
2. 礦物的鑑定	257
3. 浸入法	262
4. 標本的製造	265
5. 反射光中的分析	268
6. 礦物的描述	270
7. 測定游離石灰含量的酚硝基苯微量化學反應	275

序

第二卷敘述水泥生產的化學分析法和岩石分析法。它在內容上與本書前兩版有很大不同。

第一篇“水泥生產的化學分析”的新內容有：水、耐火材料、燃料灰分、螢石、白波特蘭水泥和鎂波特蘭水泥的燒結塊、硫酸鹽爐渣水泥等等的化學分析法，波特蘭水泥燒結塊、爐渣波特蘭水泥、黏土和高爐渣等的個別成分的測定法，含爐渣的原料混合物的成分的檢驗，爐渣波特蘭水泥中爐渣和石膏以及硫酸鹽爐渣水泥中石膏的百分含量的測定法。

第二篇“水泥生產的岩石分析”補充了儀器的敘述及其構造的說明。在其內還添加了高爐渣和礬土水泥的岩石分析法，波特蘭水泥燒結塊的礦物含量的計算法，這些礦物的特徵表，等等。

第一篇由技術科學碩士 B.T. 伊里明斯卡亞編寫，第二篇由技術科學博士 H.A. 托羅波夫教授編寫。

第 一 篇

水泥生產的化學分析

引言. 準備待分析物質, 採取平均試樣

把送來實驗室的材料破碎成粗大顆粒, 倒一薄層在玻璃或有光紙上。如材料過於潮濕, 不能破碎, 就先把它倒一薄層在膠板上, 用紙蓋住, 在室溫下放置數日, 使之稍乾。此後在磁鉢中研磨材料, 使顆粒的大小變成 0.2~0.25 毫米, 再仔細攪和, 把它倒在有光紙或油布上, 成一大正方形的均勻薄層, 然後採取平均試樣。爲此, 用銳邊直尺把正方形按兩對角線分成四個三角形。

小心取去相對兩三角形, 注意不在紙上留下微粒和塵末。把剩下兩三角形材料仔細攪和, 再鋪成一均勻薄層的正方形。把這正方形重新分成四個相等的三角形, 再將它們又如第一次那樣處理。再次分割所得正方形, 依此類推, 直至原來所取材料的數量在重新形成的正方形中只剩下 20~25 克分析用的物質爲止。

最後在瑪瑙研鉢中把這少量平均試樣研磨成均勻粉末, 放入帶有磨合蓋(毛玻璃蓋)的稱瓶中。

第一章 原料的分析

本章敘述水泥原料(黏土, 石灰石, 泥灰石, 爐渣)、礬土、燃料的灰分、熔劑(灰渣)和石膏的分析方法; 還引述製造水泥用的砂、爐塵和螢石的分析方法。

第一節 黏土的化學分析

§1. 水分的測定

在預先乾燥至恆重的、帶磨合蓋的稱瓶內稱取 1~2 克物質的試量，放入電烘箱或煤氣烘箱內於 $105\sim 110^{\circ}$ 下乾燥 3 小時。乾燥前取下瓶蓋，放入烘箱與稱瓶併列。加熱三小時後，用帶橡皮頭的鉗子從箱中取出稱瓶，用蓋不緊密地蓋上，放入保乾器內冷卻 20 分鐘。然後用蓋緊密地蓋住稱瓶，加以稱量。此後再重複乾燥約半小時（直至獲得恆重的物質）。

水分的百分含量按下式計算：

$$C = \frac{a \times 100}{A},$$

式中：a —— 乾燥前後盛試量的稱瓶的重量差，

A —— 試量。

註 測定水分時，不必每次都把稱瓶乾燥至恆重。用畢稱瓶後把它拭淨，存放在保乾器內。在取試量前把它放入烘箱於 110° 下加熱半小時，再在保乾器內冷卻後稱量。

因為水分的含量是變動的，不是對某一種黏土有其特定值，所以黏土的分析結果習常用在 $105\sim 110^{\circ}$ 下乾燥的黏土試量的百分數來表示。

如要把風乾黏土裏某一成分的百分含量換算成它在 $105\sim 110^{\circ}$ 下乾燥黏土裏的百分含量，應將前一數值乘以 $\frac{100}{100-C}$ ，其中 C 是水分的百分率。

以後計算各種成分時，都考慮了對乾燥試量的這一換算。

§2. 灼熱損失的測定

在鉑或磁坩堝中稱取 1 克左右物質的試量。用蓋蓋住坩堝，先在燈頭的小火上加熱，然後在淡紅狀態下強烈灼熱。灼熱也可在蒙焊爐中進行，先用不高的溫度，然後在 1000° 下灼熱 1 小時，再在保乾器中冷卻

殘渣，加以稱量。重複灼熱(15 分鐘)，直至獲得恆重的殘渣。

灼熱損失(對乾燥試量)的百分率按下式計算：

$$\% \text{ 灼熱損失} = \left(\frac{a \times 100}{A} - C \right) \times \frac{100}{100 - C},$$

式中： a ——灼熱前後盛試量的坩堝的重量差，

C ——水分百分率(見 § 1)，

A ——風乾試量。

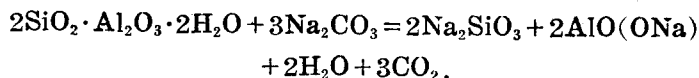
黏土含有有機物時，應先在傾斜放置的半開坩堝中緩慢加熱，使含碳物質燒盡。只在這時才應在大火上繼續灼熱，以獲得恆重的試樣。

§ 3. 二氧化矽的定量

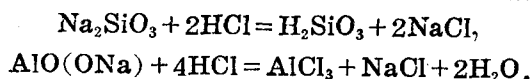
自然界中很多常見的矽酸鹽，用酸處理時是完全不分解的。矽酸鹽在強酸作用下的分解能力，主要決定於其中二氧化矽的百分含量以及與它化合的金屬氧化物的溶解度。矽酸鹽中二氧化矽百分率與金屬氧化物百分率之比越大，該矽酸鹽便越難用酸分解。反之，金屬氧化物的含量越大，以及這些氧化物的鹼性越強，矽酸鹽就越容易分解。譬如，矽酸鈉易溶於水，矽酸鈣不溶於水，但易溶於酸，而矽酸鋁則多半不在酸中分解。

所以爲使不溶的矽酸鹽變成可溶的，須把它與蘇打熔合，以增加其鹼含量，因而使它變成可爲酸分解的各種矽酸鹽。

當與蘇打熔合時，矽酸鹽(取高嶺土爲例)中所含二氧化矽即化合成矽酸鈉：



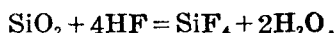
用鹽酸處理時，析出矽酸的膠狀沉澱，並形成金屬氯化物：



在蒸發、乾燥、灼熱之後，矽酸 H_2SiO_3 即變成酸酐 SiO_2 。

析出的 SiO_2 沉澱一般夾雜有鋁、鐵、鈦的氧化物。沉澱中 SiO_2 的精確含量可用 H_2SO_4 和 HF 的混合物處理以求得。 HF 與 SiO_2 化合成

有揮發性的化合物 SiF_4 :



殘留的氧化物(上面所列表的)變成硫酸鹽, 在灼熱時重又變成氧化物。灼熱過的殘渣在用酸處理前後的重量差, 即相當於純 SiO_2 的重量。

試 劑

1. 碳酸鈉 Na_2CO_3 , 化學純粹。

2. 鹽酸 HCl , 化學純粹, 比重 1.19.

3. 40% 的氫氟酸, 化學純粹。

10 毫升的酸在稱量過的鉑坩堝中蒸發後不應留下有重量的殘渣。

4. 硫酸 H_2SO_4 , 化學純粹, 比重 1.84.

5. 1% 的硝酸銀 AgNO_3 溶液, 化學純粹。

將 1 克 AgNO_3 溶於 100 毫升水中。把溶液存放在茶色瓶內。

定 量

於分析天平上在鉑坩堝內稱取 0.5 克物質的試量。於工業天平上稱取六倍數量的蘇打。把所稱蘇打數量的四分之三放入坩堝, 用燒過的細玻璃棒把它與待定量物質仔細攪拌。攪拌完畢後用剩餘的蘇打“洗淨”玻璃棒, 並把這些蘇打倒入坩堝, 使它蓋住坩堝的內容物。把加蓋的坩堝放在燈頭上加熱, 先用小火, 然後(逐漸升高溫度)用大火, 直至二氧化碳氣泡不再析出為止。在物質開始平靜地熔化後, 再繼續加熱數分鐘。用帶鉑頭的鉗子從火上取下坩堝, 小心地使它傾斜和旋轉, 使坩堝壁上分佈一薄層熔化合物。然後把坩堝放入盛冷蒸餾水的皿中去, 同時注意不使有水進入。為了更便於浸出, 建議在另一蒸餾水皿內再次冷卻熔合物。此後用儘可能少的熱水浸出熔合物, 放入直徑為 10~11 厘米的深磁皿中, 用水仔細洗滌坩堝及蓋子, 在鉢皿(鉢玻璃)下用比重 1.19 的鹽酸小心處理皿內物質, 直至不再析出二氧化碳氣泡。

如熔合物的浸出情況不良, 則將坩堝及蓋子放入磁蒸發皿中, 加入少量熱水, 用比重 1.19 的鹽酸使之呈酸性, 以鉢皿蓋上, 在水浴上加