

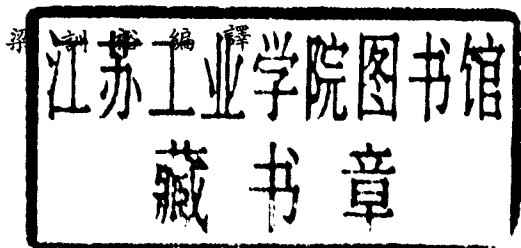
耐火材料 參考資料

梁訓裕編譯

鞍鋼編輯委員會出版

• 鞍 鋼 內 部 資 料 •

耐火材料參考資料



鞍 鋼 編 輯 委 員 會 出 版

內 容 目 錄

規 格

C 64—48 重型固定式鍋爐採用耐火材料之標準規格	1
C 153—48 中型固定式鍋爐採用耐火材料之標準規格	7
C 176—47 鍋爐及燃燒爐採用可塑性粘土耐火材料之標準規格	10
C 178—47 鍋爐及燃燒爐採用氣硬耐火膠泥（濕式）之標準規格	13
C 213—47T 鍋爐及燃燒爐採用可鑄性耐火材料之試行規格	16
C 106—48 燃燒爐採用耐火材料之標準規格	19
C 63—47 具有活動拱形頂蓋韌鑄鐵爐及燒鈍爐採用耐火材料之標準規格	23
C 105—47 壘砌粘土磚用粉碎粘土膠泥之標準規格	28

分 類

C 27—41 粘土耐火材料之標準分類法	31
C 155—47 絕熱火磚之標準分類法	33

檢 驗 方 法

C 16—49 檢驗粘土耐火材料高溫荷重性能之標準方法	34
C 202—47 檢驗粘土耐火材料熱傳導率之標準方法	39
C 38—49 耐火磚鑲板崩裂性質基本檢驗程序之標準方法	43
C 107—47 檢驗高級粘土磚鑲板崩裂性質之標準方法	51
C 122—47 檢驗特級粘土磚鑲板崩裂性質之標準方法	53
C 180—49 檢驗可塑性粘土耐火材料鑲板崩裂性質之標準方法	55
C 179—46 檢驗可塑性粘土耐火材料乾燥及燒合成收縮率之標準方法	58
C 181—47 檢驗可塑性粘土耐火材料可塑性指數之標準方法	61
C 198—47 檢驗氣硬耐火膠泥（濕式）結合強度之標準方法	64
C 199—47 檢驗氣硬耐火膠泥（濕式）耐火性質之標準方法	66
C 182—47 檢驗絕熱火磚熱傳導率之標準方法	69

C 93—46	檢驗絕熱火磚室溫時耐壓強度及折斷係數之標準方法	73
C 210—46	檢驗絕熱火磚再熱變形之標準方法	77
C 24—46	檢驗耐火材料耐火度之標準方法	81
C 201—47	檢驗耐火材料熱傳導率之標準方法	86
C 113—46	檢驗耐火磚再熱變形之標準方法	94
C 133—49	檢驗耐火磚及異型磚常溫耐壓強度與折斷係數之標準方法	96
C 134—41	檢驗耐火磚尺寸及體積密度之標準方法	100
C 154—41	檢驗耐火磚及異型磚扭曲之標準方法	103
C 20—46	檢驗燒成耐火材料產品氣孔率、吸水率、假比重及體積密度之標準方法	105
C 135—47	檢驗燒成耐火材料真比重之標準方法	109
C 92—46	檢驗耐火材料篩分析及水份含量之標準方法	112
C 18—45	耐火材料化學分析之標準方法	116

定 義

C 71—49	有關耐火材料名詞之標準定義	148
---------	---------------	-----

草 擬 方 法

經由爐牆散失熱量之計算法	151
--------------	-----

耐火材料於工業上使用之概況

耐火材料於平爐煉鋼工業上使用之概況	160
耐火材料於電爐煉鋼工業上使用之概況	172
第一部 電弧爐	172
第二部 無心感應電爐	183
耐火材料於鑄鐵工業上使用之概況	190
耐火材料於冶銅工業上使用之概況	194
耐火材料於冶鉛工業上使用之概況	204
耐火材料於副產煉焦爐上使用之概況	210
耐火材料於石灰燒成工業上使用之概況	212

耐火材料於玻璃工業上使用之概況	217
第一部 連續式瓶玻璃爐	217
第二部 連續式板玻璃及窗玻璃製造爐	229
耐火材料於卜特蘭水泥工業上使用之概況	239
耐火材料於固定式蒸氣鍋爐上使用之概況	246

附 錄 (常用數據)

1. 萬國原子量表	256
2. 耐火金屬之性質	258
3. 耐火氧化物之性質	260
4. 耐火炭化物之性質	264
5. 耐火氮化物之性質	266
6. 絕熱磚之性質	267
7. 耐火磚之性質	268
8. 其他特殊耐火材料	272
9. 耐火材料平均比熱數值	276
10. 耐火磚於各種平均溫度時之平均熱傳導率	278
11. 絕熱材料之熱傳導率	279
12. 耐火材料之體積密度	280
13. 磚之熱膨脹數據及其膨脹限量	281
14. 體積脹縮率與直綫脹縮率之換算	282
15. 疊砌各種圓周所需之磚數	286
16. 幾種爐渣及玻璃的化學成分	290
17. 有關耐火材料及爐渣礦物之性質	290
18. 熱電偶及高溫計	291
19. 熱電偶之溫度電動勢	292
20. 校正熱電偶及高溫計之標準固定溫度	298
21. 測溫錐之終點溫度	299
22. 荷可夫測溫棒彎曲溫度近似值	300
23. 顏色溫度表	301
24. 溫度換算表	302

25. 水之絕對密度.....	303
26. 標準篩系之比較.....	305
27. 摩司硬度表.....	306
28. 各種材料不同表面情況之發射係數.....	306
29. A. F. A 撞鎚校正曲綫.....	307
30. 常用體積及面積計算公式.....	308
31. 常用單位及換算因數.....	311
32. 四位數字對數表及真數表.....	313

中英名詞對照表

插圖目錄

1. 直接荷重式檢驗爐	35
2. 以電能加熱之直接荷重式檢驗爐	36
3. 槓桿式荷重試驗爐	36
4. 置於試樣，絕熱墊磚及量熱器間之石棉紙及熱電偶導線之位置	41
5. 鑲板架及其砌磚	44
6. 預熱爐之設計	45
7. 預熱爐及置於其上之鑲板	45
8. 崩裂性質檢驗爐	46
9. 鑲板崩裂之檢驗設備	47
10. 鑲板崩裂之冷卻設備	47
11. 試磚作攝影報告之排列情況	49
12. 測定可塑性指數之裝置	62
13. 撞錘上部須改裝之詳圖	63
14. 置於檢驗材料及量熱器裝置間之石棉紙條及熱電偶導線之位置	70
15. 耐壓強度檢驗用之球面軸承塊	73
16. 檢驗折斷係數用之支承刀口設計（一）	75
17. 檢驗折斷係數用之支承刀口設計（二）	75
18. 試磚上點處示測量三度量之位置	77
19. 標準測溫錐	82
20. 測溫試錐之分裂模	82
21. 試錐裝置法及檢驗後之外觀	83
22. 檢驗導熱係數之裝置	87
23. 檢驗導熱係數裝置之主要部份	88
24. 加熱室剖面圖解	89
25. 量熱器及護圈之設計	90
26. 具有自動溫度控制裝備之水流系統	91
27. 包括軸承塊之耐壓強度檢驗裝置	97

28. 12吋鈎尺之設計	100
29. 耐火磚之測量法	101
30. 楔形測量器	103
31. 扭曲之測量法	103
32. 導熱係數之假設數值	152
33. 從豎立牆之熱傳遞	154
34. 各種速度之表面熱量傳遞	155
35. 碱性平爐之剖面圖 (一)	161
36. 碱性平爐之剖面圖 (二)	162
37. 直接電弧爐內襯之剖面圖	177
38. 小型坩堝式感應電爐之剖面圖	183
39. 鑄件軋鑄鐵之顯微鏡構造	190
40. 熱處理後軋鑄鐵之顯微鏡構造	190
41. 以粉煤爲燃料冶煉軋鑄鐵之反射爐	191
42. 衛即式焙燒爐	195
43. 冶銅反射爐	197
44. 比斯—士密斯式吹煉爐	199
45. 熔煉鉛爐之剖面圖	205
46. 精煉鉛爐	207
47. 副產物焦爐	210
48. 燒石灰之豎窖	213
49. 燒石灰之旋轉窖及其冷却器	214
50. 石灰燒成豎窖及旋轉窖採用類似耐火材料之各帶對照圖	216
51. 以發生爐煤氣爲燃料之還熱式玻璃爐平面圖	217
52. 發生爐煤氣爲燃料之還熱式玻璃爐，第一噴口中綫處之半剖面圖	219
53. 以發生爐煤氣爲燃料之還熱式玻璃爐縱長剖面圖	221
54. 旋轉鍋中綫處之剖面圖	222
55. 前爐腔之剖面圖	223
56. 還熱式玻璃爐平面剖面圖	230
57. 還熱式玻璃爐第一噴口中綫處半剖面圖	232

58. 還熱式玻璃爐縱長剖面圖.....	233
59. 旋轉水泥密裝置圖.....	240
60. 具有鏈篋添煤器以烟煤爲燃料之直管鍋爐圖.....	249
61. 以燃粉煤, 燃料油或氣體燃料之管水冷式鍋爐之設計.....	251
62. A.F.A 試樣高度及充填密度之關係.....	307

附表目錄

1. 檢驗所需之磚數（重型固定式鍋爐用磚）	5
2. 檢驗所需之磚數（中型固定式鍋爐用磚）	9
3. 可鑄性耐火材料之要求	17
4. 檢驗所需之磚數（燃燒爐用耐火材料）	21
5. 檢驗所需之磚數（具有活動頂蓋軋鑄鐵爐及燒鈍爐用磚）	26
6. 絕熱火磚之分類	33
7. 高溫荷重檢驗爐加熱時間與溫度一覽表	38
8. 加熱室之溫度	72
9. 各種類別絕熱火磚再熱變形加熱溫度上昇表	80
10. 各種耐火材料再熱檢驗溫度上昇一覽表	95
11. 美國材料檢驗局篩網及泰勞篩網對照表	113
12. 發生爐煤氣爲燃料之固定式平爐中耐火材料使用情況之 分析	167
13. 平爐渣之分析	171
14. 典型商業用電弧爐之容量及尺寸	173
15. 典型電弧爐之主要尺寸	174
16. 電弧煉鋼爐採用耐火材料之分類	182
17. 典型感應電爐之容量及操作數據	185
18. 軋鑄鐵工業採用耐火材料之分類	193
19. 冶銅工業採用耐火材料之分類	202
20. 冶鉛工業採用耐火材料之分類	209
21. 副產煉焦爐採用耐火材料之分類	212
22. 石灰燒成工業採用耐火材料之分類	215
23. 連續式瓶玻璃爐採用耐火材料之分類	226
24. 平玻璃工業採用耐火材料之分類	236
25. 卜特蘭水泥工業採用耐火材料之分類	242
26. 鍋爐採用耐火材料之分類	254

重型固定式鍋爐採用耐火材料之 標準規格 (C64—48)

1941年採用；1947, 1948年訂正。

此標準規格是以固定名稱C64發行的，最後之數字示原來採用作標準規格時之年代，如為修正過的，則示最後修正之年代。

範 圍

1. (a) 本規格之目的，在於選擇重型鍋爐上所採用之粘土耐火材料，因其燃燒室之溫度，係連續或絕大部份的時間均超過2400F. (1315C.)。而不適用於高動力效用鍋爐中有時遭遇到之特殊情況。

(b) 本規格僅限於以粘土為原料，用普通製造法所製成之燒成產品，而不包含除正式以粘土磚名稱出賣以外之耐火材料。

最高溫帶 (Zone of Highest Temperature)

2. (a) 最高溫帶如側牆 (Side Walls)、拱道 (Arches)、火門 (Doors)、及支柱 (Jambs) 等處之用磚，必須為高級粘土磚 (High heat duty fireclay brick) 或特級粘土磚 (Super heat duty fireclay brick)。在個別設備中可能發生之情況，必須依照下列分類〔(b) 至 (e) 段〕妥為考慮，俾選用最適宜之耐火材料。除非 B、C 或 D 類磚係確實指定外，必須供給規格中之 A 類磚，該種磚係設計為鍋爐中普通情況用者。

(b) 普通鍋爐情況——普通重型鍋爐所採用之耐火材料，應適合 A 類磚之要求〔見 6 (a)〕。

(c) 相當嚴重的崩裂情況——如遇到相當嚴重的崩裂情況，所採用之耐火材料應適合 B 類磚之要求〔見 6 (b)〕。

(d) 相當嚴重的爐渣侵蝕情況——如遇到相當嚴重的爐渣侵蝕情況，而崩裂現象並不太嚴重時，所採用之耐火材料應適合 C 類磚之要求〔見 6 (c)〕。

(e) 極端嚴重之崩裂或爐渣侵蝕情況——如遇到極端嚴重之崩裂或爐渣侵蝕情況，尤其係二者可能發生至不平常之程度時，在此種情況下，採用特級粘土耐火材料係正當的，一經規定，其品質應適合 D 類磚之要求〔見 6(d)〕。

兩側受熱間牆之用磚

3. 依據所遭遇之個別情況，建築間牆之用磚 (Division Wall)，須為高級或特級粘土磚，除非 D 類〔見 6(d)〕，特級粘土磚係確定外，必須供給規格中之高級粘土磚，即 E 類磚〔見 6(e)〕。

較低溫帶 (Zone of Lower Temperature)

4. 本段之規格係涉及最高溫處之墊後磚，以及第二與第三通道牆之用磚。此等磚之使用情況，與鍋爐之大小、型別、爐牆之厚度、絕熱之程度、通風情況、以及疊砌於爐中實在位置等之不同而有所差異。具有漏隙之火牆，有時可使第一管道旁之磚遭受到比正常情況下較高之溫度。爐中用磚之選擇，依據其中個別之情況，及所採用安全限度 (Margin of Safety) 不同，可以分為高級、中級、低級粘土磚，此三者分別以 A、F、及 G 類代表之。除非 A 或 G 類磚係確實指定外，必須供給 F 類之中級磚〔見 6(f)〕。

各種耐火材料之要求

尺寸及扭曲 (Size and Warpage)

5. 下列尺寸及扭曲之許可差數，可以應用於 6 節所列之各類耐火材料：

(a) 9 吋 (230 耗) 系列磚尺寸(註 1)公差——擬定或規定方向尺寸公差之範圍不應大於正或負 2 %。

註 1——9 吋 (230 耗) 系列磚包括厚度為 2 1/4 吋 (65 耗) 及 3 吋 (75 耗) 兩種。

(b) 矩形異型磚尺寸公差——凡擬定或規定方向之長度為 4 吋(100 耗)或 4 吋(100 耗)以上者,其公差不應大於正或負 2%,長度小於 4 吋(100 耗)者,其公差不應大於正或負 3%。(註 2)

(c) 異型磚之扭曲——沿異型磚對角綫方向測扭曲時,百分之九十五以上之磚,其扭曲數值不應大於 1%。

檢定之項目

6. (a) A類——A類磚為高級粘土磚,其品質應適合於以下之要求:

耐火性質 (Refractoriness) ——磚之耐火性質僅需適合於下列要求之一即可:即其耐火度不應低於測溫錐 31~32 號,或於 2460F. (1350C.) 荷重試驗時,其變形不應大於 1.5%。

再熱收縮 (Reheat Shrinkage) ——以再熱變形檢定法 B 表 (2550F. 1400C.) 檢定之,其收縮不應大於 1.5%。

鑲框崩裂損失 (Panel spalling Loss) ——以鑲框崩裂性質檢定法 (Panel spalling test) 檢定之 (預熱至 2910F. 1600C.) 耐火磚之損失量不應大於 15%。

(b) B類——B類磚為高級粘土磚,其品質應適合於以下之要求:

耐火性質——磚之耐火性質僅需適合於下列要求之一即可:即其耐火度不應低於測溫錐 31~32 號,或於 2460F. (1350C.) 荷重試驗時,其變形不應大於 1.5%。

再熱收縮——以再熱變形檢定法 B 表 (2550F. 1400C.) 檢定之,其收縮不應大於 1.5%。

鑲框崩裂損失——以鑲框崩裂性質檢定法檢定之 (預熱至 2910F. 1600C.) 耐火磚之損失量不應大於 10%。

註 2 ——測量尺寸 [9 (a)] 之法如下:每 10 塊樣品磚之長度及寬度需以鈎尺 (hooked rule) 測量得之。磚之厚度除大於 3 吋 (75 耗) 者可以鈎尺個別測得外,一概以 10 塊磚疊置而測得,如其平均厚度 (疊置法測得) 不能符合要求則可退貨。若第 1 組樣品中有一塊磚之長度、寬度、或以鈎尺測量得之厚度不能符合要求,可採取第 2 組 10 塊磚復量之,但再驗時其餘 20 塊磚中之 19 塊應全部符合規格。

(c) C類——C類磚為高級粘土磚，其品質應適合於以下之要求：

耐火性質——磚之耐火性質僅需適合於下列要求之一即可：即其耐火度不應低於測溫錐31~32號，或於2460F. (1350C.) 荷重試驗時，其變形不應大於1.5%。

再熱收縮——以再熱變形檢定法B表(2550F. 1400C.) 檢定之，其收縮不應大於1.5%。

吸水率(Water Absorption)——因有兩種粘土耐火材料可以適合於上述耐火性質之規格，故每一種類者應適合其一定之最大吸水率，凡耐火磚之耐火性質適合於測溫錐號者，其吸水率不應大於10%。凡磚之荷重軟化性質適合於要求者，其吸水率不應大於18%。

(d) D類——D類磚為特級粘土磚，其品質應適合於以下之要求：

耐火度——其耐火度不應低於測溫錐33號。

再熱收縮——以再熱變形檢定法C表(2910F. 1600C.) 檢定之，其收縮不應大於1%。

鑄框崩裂損失——以鑄框崩裂性質檢定法檢定之(預熱至3000F. 1650C.)，耐火磚之損失量不應大於4%。

(e) E類——E類磚為高級粘土磚，應具有如下之性能：

耐火性質——下列兩種粘土耐火材料，均可當作本類應用：耐火磚於2460F. (1350C.) 荷重試驗時，其變形不超過6%，且其耐火度不低於測溫錐31~32號者。或耐火磚於2460F. (1350C.) 荷重試驗時，其變形不超過1.5%者。

(f) F類——F類磚為中級粘土磚，其品質應適合於以下之要求：

耐火性質——磚之耐火性質僅需適合於下列要求之一即可：即其耐火度不低於測溫錐29號，或於2460F. (1350C.) 荷重試驗時，其變形不超過3%。

折斷係數(Modulus of Rupture)——磚之折斷係數，不小於每平方吋500磅(每平方糎35公斤)。

(g) G類——G類磚為低級粘土磚，其品質應適合於以下之要求：

耐火度——其耐火度不應低於測溫錐19號。

折斷係數——磚之折斷係數，不應低於每平方吋600磅(每平方糎42公斤)。

檢驗之樣品

7. 檢驗本規格中各類粘土磚有關性質所需之磚數列表 1，試樣磚應為 $9 \times 4\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2}$ 吋 ($230 \times 115 \times 65$ 耗)，或從較大異型磚中切出與此大小相同者，但必須儘可能地利用其成型平面。假若檢驗室中具有磨切 9 吋 (230 耗) 磚之設備時，適宜尺寸之異型磚亦可採用。樣品磚可從每批 50000 塊或少於 50000 塊磚中任意取得之。

表 1 檢驗所需之磚數

應用之檢驗方法	磚類及所需檢驗之磚數						
	A	B	C	D	E	F	G
耐火度.....	1	1	1	1	1	1	1
荷重試驗.....	2	2	2	...	2	2	...
再熱變形.....	6	6	6	6	...	...	...
鑲框崩裂.....	14	14	...	14	...	...	...
折斷係數.....	...	...	...	...	...	5	5
吸水率.....	...	...	5	...	...	...	...
備品磚.....	2	2	2	2	1	1	1
除測量外形尺寸公差以外所需之總計 磚數.....	25	25	16	23	4	9	7
測量外形尺寸公差共需之磚數.....	25	25	22	23	22	22	22

質量之覆驗

8. 由於採取樣品之不同，可能引起相異之檢驗結果，以及不同檢驗單位所檢驗之結果不能完全相似，故成品磚有時因購買者或製造者之要求，須得重行取樣與檢定。此可應用於原來檢定之結果，不能與規格中規定之限度相合時，此時應將重驗的數值，與原來者平均之，方可算為最後之結果。

檢驗方法

9. 本規格中列舉之各項性質，必須依照下列方法進行檢驗：

(a) 尺寸——以“耐火磚尺寸及體積密度檢定法”(C.134)進行檢定。

(b) 扭曲——以“耐火磚及異型磚扭曲檢定法”(C.154)進行檢驗。

(c) 耐火度——以“耐火材料耐火度檢定法”(C.24)進行檢驗。

(d) 荷重試驗(2460F. 1350C.)——以“粘土耐火材料高溫荷重性質檢定法”(C.16)中第二表方法檢定之。

(e) 高級磚再熱收縮(2550F. 1400C.)——以“耐火磚再熱變形檢定法”(C.113)中B表之方法進行檢驗。

(f) 特級磚再熱收縮(2910F. 1600C.)——以“耐火磚再熱變形檢定法”(C.113)中C表之方法進行檢驗。

(g) 高級磚鑲框崩裂損失(2910F. 1600C.)——以“高級粘土磚鑲框崩裂檢驗法”(C.107)進行檢驗。

(h) 特級磚鑲框崩裂損失(3000F. 1650C.)——以“特級粘土磚鑲框崩裂檢驗法”(C.112)進行檢驗。

(i) 吸水率——以“燒成耐火材料產品氣孔率(Apparent Porosity)、吸水率,假比重(Apparent Specific gravity)及體積密度(Bulk Density)檢定法”(C.20)進行檢定。

(j) 折斷係數——以“耐火磚及異型磚常溫耐壓強度及折斷係數檢定法”(C.133)進行檢定。

中型固定式鍋爐採用耐火材料之

標準規格 (C153—48)

1941年採用；1947, 1948年訂正。

此標準規格是以固定名稱 C153 發行的，最後之數字示原來採用作標準規格時之年代，如爲修正過者，則示最後修正之年代。

範 圍

1. (a) 本規格之目的，在於選擇中型鍋爐上所採用之粘土耐火材料，鍋爐燃燒室中之溫度不致於達到 2400F. (1315C.) 以上。

(b) 本規格僅限於以粘土爲原料，用普通製造法所製成之燒成產品，而不包含除正式以粘土磚名義出賣以外之耐火材料。

最 高 溫 帶

2. 使用於最高溫帶如側牆、拱道、火門、及支柱等處之耐火材料，應爲中級粘土耐火磚，其品質須適合 H 類磚之要求〔見 5 (a)〕。

較 低 溫 帶

3. 使用於較低溫帶，如最高溫帶用磚之墊後磚，以及第一管道旁之爐牆磚等，應爲低級粘土磚，其品質須適合 G 類磚之要求〔見 5 (b)〕。

兩種類型耐火材料之要求

尺 寸 及 扭 曲

4. 下列尺寸及扭曲之許可差數，可以應用於 5 節所列之各類耐火材料：

(a) 9 吋 (230 耗) 系列磚 (註 1) 尺寸公差——擬定或規定方向尺寸公差之範圍不應大於正或負 2 %。

註 1——9 吋 (230 耗) 系列磚包括厚度爲 2 $\frac{1}{2}$ 吋 (65 耗) 及 3 吋 (75 耗) 兩種。