

建筑工程部水泥研究院

研究报告集

(五)

建筑工程出版社

建筑工程部水泥研究院
研究报告集

(五)

江苏工业学院图书馆
藏书章

建筑工程出版社出版

• 1958 •

內 容 提 要

本書是建筑工程部水泥研究院研究报告集的第五集，其中包括五种水泥的試制研究报告，这五种水泥是耐硫酸盐砂浆水泥、道路水泥、无收缩性不透水水泥、加气水泥和防水水泥。对于生产和使用这五种水泥有很大的参考价值。水泥工业生产技术人员、研究工作者及专业学校的师生均可参考，施工人員亦可参考。

建 筑 工 程 部 水 泥 研 究 院 研 究 报 告 集 (五)

水泥研究院 編

編 輯：姚留織

設 計：閻正堅

1958年9月第1版

1958年9月第1次印刷

4,100册

787×1092· $\frac{1}{25}$ ·100千字·印張 $4^{18}/_{25}$ ·插頁1·定价(9)0.50元

建筑工程出版社印刷厂印刷 • 新华書店发行 • 書号：1233

建筑工程出版社出版(北京市阜成門外大街)

(北京市書刊出版业营业許可証出字第052号)

目 录

耐硫酸盐矽酸盐水泥試制总结.....	(1)
道路水泥試制报告.....	(30)
无收缩性不透水水泥研究試制总结报告.....	(72)
加气水泥.....	(89)
防水水泥的研究.....	(102)

耐硫酸盐矽酸盐水泥試制總結

前 言

中国水泥厂于1956年12月28日至30日在水泥研究院来厂工作同志們的共同合作下进行了耐硫酸盐矽酸盐水泥的試燒工作，并在1957年1月和2月分別在該厂*5磨及*1、*2磨进行磨制水泥，共計生产了300吨耐硫酸盐矽酸盐水泥，其化学成分符合于試制时拟定的暫行技术条件所規定的各項指标，水泥的标号可达*400。此次試制过程基本上是成功的，目前除特性試驗分別由南京工学院化工系和水泥研究院进行試驗外，其余工作已近結束。生产之水泥已分別运往塘沽新港、大連海港工程試用。茲將試制情况分別叙述如下：

I. 試制品技术条件

耐硫酸盐矽酸盐水泥系用于有硫酸盐侵蝕作用的水工混凝土結構上，它比普通矽酸盐水泥对侵蝕性水有較大的抗蝕性。

此次試制的耐硫酸盐矽酸盐水泥的暫行技术条件系根据苏联建筑材料工业部暫行技术条件，并結合我国实际情况制定的，內容如下：

(一) 定义：

1.耐硫酸盐矽酸盐水泥是用特种矿物成份的矽酸盐水泥熟料加石膏經過細磨制成的水泥。

耐硫酸盐矽酸盐水泥內允許含有10%—15%的活性混合材料（水成岩或火成岩都可以），其活性滴定15次所吸收的石灰不得少于70毫克/每克混合材料，人工或天然煨燒的粘土質混合材料（如粘土質頁岩、酸性灰渣等）不允許使用。

(二) 性質：

2.耐硫酸盐矽酸盐水泥的主要特点是对硫酸盐溶液侵蝕的抵抗能力強。

(三) 品性标准:

3. 耐硫酸盐矽酸盐水泥所使用的矽酸盐水泥熟料成分必须符合下列规定:

鋁酸三鈣 (C_3A)	不得大于 5 %
石灰飽和率 (KH)	不得大于 0.85
鉄率 (P)	不得小于 0.7
氧化鋁 (Al_2O_3)	不得大于 5 %
氧化鉄 (Fe_2O_3)	不得大于 6 %
氧化鎂 (MgO)	不得大于 4.5 %

4. 耐硫酸盐矽酸盐水泥的标号, 系按本暂行技术条件规定的試驗方法所得的28天抗压强度而定。

耐硫酸盐矽酸盐水泥的标号分为二种: 300号与400号。

5. 耐硫酸盐矽酸盐水泥的强度按本临时技术条件规定的試驗方法, 各期龄强度不得低于下列表内数值:

表 1

水泥 标 号	1:3硬練胶砂强度 公斤/平方公分					
	抗 拉 强 度			抗 压 强 度		
	3 天	7 天	28 天	3 天	7 天	28 天
300	—	15	22	—	180	300
400	15	19	24	160	260	400

6. 水泥細度: 4,900孔/平方公分标准篩上篩余不得超过10%。

7. 凝結時間: 初凝不得早于45分鐘, 終凝不得迟于12小时。

注: 如因需要, 經使用部門和制造部門的同意, 凝結時間的規定可以变动。

8. 体积安定性: 用汽蒸及煮沸法試驗, 試体体积变化必須均匀。

9. 燒失量: 耐硫酸盐矽酸盐水泥不得超过 5 %。

10. 三氧化硫: 耐硫酸盐矽酸盐水泥的三氧化硫不得 超过2.5%。

(四) 驗收規則:

与建筑材料标准101—56相同，但对廢品及不合格品修正如下：

当水泥的强度低于本临时技术条件的最低标号的强度标准，或不符合品質标准的其他任何一項規定时，不允許作耐硫酸盐矽酸盐水泥使用。

(五) 試驗方法：

本暫行技术条件中所規定的3,5,6,7,8,9,10各項試驗方法与建筑材料标准101—56矽酸盐水泥所規定的方法相同，并作如下补充：

品質标准所規定的化学成分系数及矿物組成，允許用快速分析法进行試驗，如有疑問，仍应以建筑材料标准101—56的标准方法試驗結果为依据。

(六) 包装与发貨明細表及运输与保管：

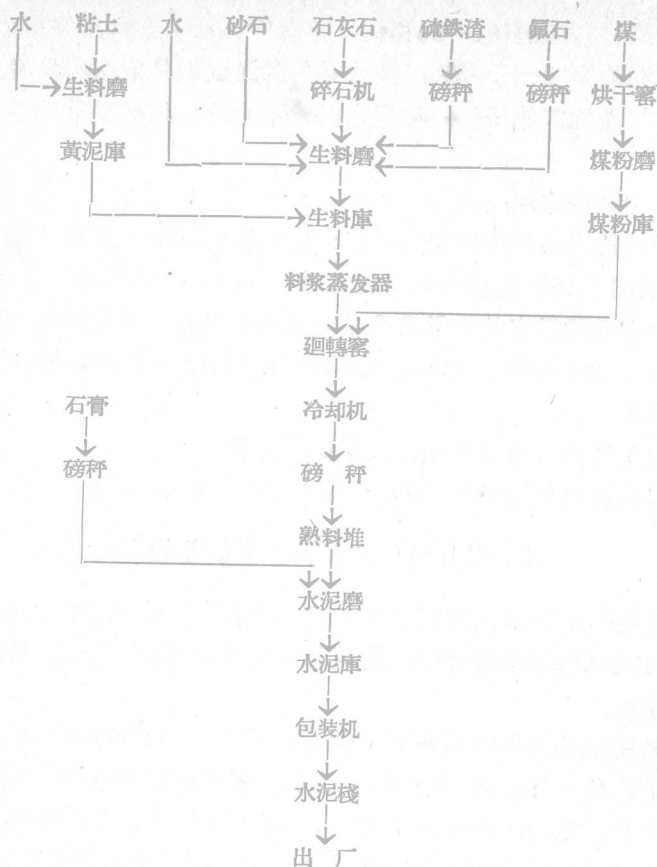
与建筑材料标准101—56矽酸盐水泥所規定的相同。

II. 試制时的流程及密磨設備能力

耐硫酸盐矽酸盐水泥的熟料試燒是在新厂*4窑进行的，而試磨是在老厂*1及*2水泥磨进行的，所試驗的試样是在老厂*5磨（原为*1煤磨）研磨的。

試制所用的原料为石灰石、砂石、粘土及硫鉄渣四种，另加0.3% 氟石作矿化剂（*3生料庫生料未加）。石灰石原料按原計劃是采用預先堆存在指定地点的大片黃龙岩，但是在試制时由于堆存数量不多，所以大部分是从掌子面上直接开下的大片。砂岩是从龙潭采石公司購来的，粘土原料是采用3区黃泥矿的預先在生料磨中磨好一庫黃泥漿作調整配料用。在生料制配时，先用石灰石、砂岩、硫鉄渣及氟石同时入生料磨，硫鉄渣及氟石是根据入磨石灰石的小車数加入的，按比例調配至第一碳酸鈣滴定指标，然后再以預先磨好的黃泥漿調整至最終的碳酸鈣指标。已配好的料漿經化学分析后入窑煅燒，所燒成的熟料用小車过磅后堆于露天堆場上，經儲存一个时期后，加入2%太原石膏，研磨成耐硫酸盐水泥。

試制流程如下：



試制时主机的設備能力以生产普通矽酸盐水泥計算其台时定額如下表:

表 2

主机名称	編 号	規 格	台 时 产 量 吨/小时
生 料 磨	#3	Humboldt ϕ 1.85 $\times$ 10M三仓	20.5
生 料 磨	#4	Humboldt ϕ 1.85 $\times$ 10M三仓	20.5
迴 轉 窑	#4	Humboldt ϕ 2.85 $\times$ 60M	11.0
水 泥 磨	#1	Nagal Kamp ϕ 1.8 $\times$ 7M三仓	5.51
水 泥 磨	#2	Krupp ϕ 2.0 $\times$ 10M三仓	12.25
水 泥 磨	#5	Nagal Kamp ϕ 1.4 $\times$ 7M三仓	1.40

II. 試制時各工序的技術指標

(一) 原料:

1. 石灰石: 純黃龍灰岩必須不夾山皮的潔淨的大片石灰石。
2. 砂岩: 採用烏桐砂岩, $\text{SiO}_2 > 90\%$, 質量要均齊, 粒度為25公厘以下。

3. 黃泥: 矽率 > 3.1 , $\text{Al}_2\text{O}_3 < 16\%$ 。

4. 硫鐵渣: $\text{Fe}_2\text{O}_3 > 60\%$ 。

(二) 燃料:

1. 採用淮南大通粉煤, 灰份 $< 20\%$, 最好在 18% 以下。
2. 煤粉細度: 4,900*篩, 篩余 $< 20\%$ 。

(三) 生料:

1. 細度: 4,900*篩篩余 $5 \pm 1\%$, 900*篩篩余 $< 1\%$ (4*磨);
4,900*篩篩余 $10 \pm 1\%$, 900*篩篩余 $< 1.5\%$ (4*磨)。

2. 水份: $35 \pm 1\%$ 。

3. 碳酸鈣滴定值: 按要求指標 $\pm 0.125\%$, 第一指標: 86.50% , 第二指標: 78.25% 。

4. 化學成分:

矽率: $2.65 \pm 0.1\%$;

Fe_2O_3 $3.3 \pm 0.2\%$;

Al_2O_3 $2 \pm 0.25\%$;

石灰飽和率 (KH) 0.94 ± 0.01 。

(四) 熟料:

1. 化學成分:

石灰飽和率 (KH) < 0.85 , 應在 $0.82-0.84$ 之間;

矽率 $2.4-2.6$;

鐵率 > 0.7 ;

C_3A $2-4\%$, C_4AF $15-17\%$, $\text{C}_3\text{A} + \text{C}_4\text{AF} < 20$;

$\text{Al}_2\text{O}_3 < 5\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 6\%$, $\text{MgO} < 4.5\%$ 。

2. 立升重: 初步確定為 $1350-1550$ 克/立升 (5—7 公厘篩篩孔之間的熟料顆粒) 在試燒時根據燒成情況熟料熔劑含量作適當調整。

3.游离石灰: $<1.5\%$, 争取 $<1\%$ 。

(五) 水泥:

1.化学成分: 所用熟料之化学成分应符合熟料的要求指标, SO_3 <2.5 。

2.細度:

*5水泥磨試磨时4,900孔篩篩余6—8%;

*1及*2水泥磨試磨时4,900孔篩篩余5—7%。

3.物理性能:

应符合耐硫酸盐水泥暫行技术条件。

IV. 試 制 情 况

(一) 原料及生料:

一、原料的准备情况:

表 3

原 料 名 称	产 地	簡 單 性 質
石 灰 石 粘 土 鉄 粉 砂 岩 螢 石 煤	本厂黄龙灰岩 本厂三区粘土 永利宁厂硫化鉄渣 龙潭东采石公司烏洞砂岩 浙江金华螢石 淮南大通烟煤屑	含 $CaCO_3$ 98%左右, $MgO < 1\%$ 下蜀系粘土, 含砂量 $<10\%$, 4900 孔篩, 砂率3—4, 鋁氧率2.0—3.5 含 Fe_2O_3 量80%以上 含 SiO_2 90%以上, 質硬难磨, 石 粒直徑20—30公厘 含 CaF_2 80%以上 V 30—34, A 18—22, C 48—52

上列原料的化学成分及工业分析

表 4

原料名称	灼減	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	MnO_2	总 和
石 灰 石	43.64	0.18	0.18	0.22	55.36	0.42			100
粘 土	3.88	71.44	14.95	5.30	1.65	1.56			98.78
鉄 粉	—	7.30	3.74	82.41	2.70	0.32		0.85	97.32
螢 石					56.92				
砂 岩	0.94	91.78	3.76	2.04	0.15	0.89			99.56
大通煤(灰)	—	49.26	36.69	6.41	4.55	0.92	2.00		99.83
大通煤工业分析		A 18.15	V 32.07	C 49.78					

二、配料及料漿的成分:

1. 配料計算:

配料的根据:

a. 熟料的指标: KH 0.82—0.84, SM 2.4—2.6, C_3A 2—4, C_4AF 15—17, $Al_2O_3 < 5\%$, $Fe_2O_3 < 6\%$.

b. 煤灰落入量: 根据我厂以往的统计资料, 新厂旋窑煤耗为25%, 煤灰落入量为80%, 故熟料中煤灰落入量为:

$$\text{灰} 18.15\% \times \text{煤耗} 25\% \times \text{落入量} 80\% = 3.63\%$$

配料的百分比 (根据上列原料化学成分计算)

表 5

原 料 名 称	配合%	灼 减	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO
石 灰 石	78.8	34.39	0.17	0.14	0.17	43.54	0.38
砂 石	8.8	0.08	8.08	0.33	0.18	0.01	0.08
粘 土	9.2	0.35	6.57	1.37	0.49	0.15	0.14
铁 粉	3.2	—	0.22	0.12	2.64	0.09	0.01
螢 石	0.3	—	—	—	—	0.17	—
生 料	100.3	34.82	15.04	1.96	3.48	43.96	0.61
灼燒生料	—	—	23.07	3.01	5.34	67.44	0.94
灼燒生料	$\times 96.37$	—	22.23	2.90	5.14	64.99	0.91
煤 灰	$\times 3.63$	—	1.79	1.33	0.23	0.17	0.03
熟 料	100	—	24.02	4.23	5.37	65.16	0.94

生料的率比:

KH 0.938, SM 2.76, IM 0.56

上列熟料的矿物組成計算:

以 $FCaO 15\%$, $SO_3 0.2\%$, $FSiO_2 0.20\%$ 計算:

得 KH=0.820, SM=2.48, IM=0.79, $C_3A=2.19$, $C_4AF=16.32$.

2. 生料漿的 $CaCO_3$ 滴定控制与生料的化学成分:

a. 我厂經常的三成分配料是控制 CaCO_3 的滴定值，下料以車数計算。沒有正确的下料計量設備，而耐硫酸盐矽酸盐水泥的料漿是四成分配料，技术条件波动范围狹小，因此必須在配料上加以严格的控制。經討論決定先将石灰石、砂岩、鉄粉按比例下料，磨成生料漿，控制其一定的 CaCO_3 滴定值，此滴定值为第一滴定值，然后将另外預先磨好的一庫粘土漿，逐漸加入第一滴定值的料漿內至 CaCO_3 滴定值降至第二滴定值（入窑料漿的指标滴定值）即作为此料漿已配好。初步确定第一滴定值为86.50% CaCO_3 ，第二滴定值为78.25% CaCO_3 。但在实际操作时，由于原料有些变动和参考了实际生料熟料的分析結果，两个滴定值都有了些变动。

实际生产时的原料成分如下：

表 6

原料名称	灼減	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	水份	細度4900 %
No. 1 黃泥庫	8.58	62.86	14.09	5.21	7.40	1.80		55	2.9
軋石机石灰石	42.72	2.02	0.54	0.24	54.04	0.11			
入 窑 煤 灰	—	50.88	36.17	5.98	4.80	0.85	0.46		

注：其他砂岩、鉄粉、螢石皆为原来堆存样，故未再作分析。

b. 生料的粉磨情况：

生料的粉磨在No. 3 磨进行，先磨純黃泥一庫，因磨身中尚有部份未清除的生料漿，故黃泥庫中 CaCO_3 較高，然后再磨石灰石、螢石、鉄石配制的生料漿，螢石、鉄石过磅下料，其他以斗車計算，于12月26日先行試磨，鋼球級配未調整，在28日后再根据第一庫的成分分析結果，进行其余四井的磨制。

研 磨 体 級 配 情 况

表 7

球徑 (公厘)	第一仓装載量 (公斤)	第二仓装載量 (公斤)	第三仓装載量 (公斤)	合 計
100	1,025			1,025
90	1,773			1,773
80	2,214			2,214
70	600			600
60	700	1,278		1,978
50		2,384		2,384
40		2,773		2,773
30				
鋼 段			11,337	11,337
小 計	6,312	6,435	11,337	24,084

产量: 不带黄泥計算时为13.16吨/小时,
带黄泥計算为13.95吨/小时,
磨黄泥时为20吨/小时。

原 料 入 磨 粒 度

表 8

原料 种数	30公厘 以 上		30—25 公 厘		25—20 公 厘		20—15 公 厘		15—10 公 厘		10—5 公 厘		5公厘 以 下		合 計	
	公斤	%	公斤	%	公斤	%	公斤	%	公斤	%	公斤	%	公斤	%	公斤	%
石灰石	0.9	6.6	0.9	6.6	1.2	8.8	3.2	23.5	3.0	22.1	2.6	19.1	1.8	13.2	13.6	100
砂 石	0	0	0.6	6.1	2.5	25.3	3.3	33.3	2.3	23.2	1.0	10.1	0.2	2.0	9.9	100

生料配制过程及其化学成分:

表 9

生料 編号		庫 号	原料的配比					第一次 滴 定					第二次 滴 定					第三次 滴 定							
			石灰石 %	粘土 %	砂 岩 %	鐵 粉 %	礆 (外加) %	使用 原料	水份 %	4900 孔篩 余%	900 孔篩 余%	CaCO ₃ 指 标 %	庫 样 CaCO ₃ %	使用 原料	4900 孔篩 余%	900 孔篩 余%	CaCO ₃ 指 标 %	庫 样 CaCO ₃ %	水份 %	使用 原料	CaCO ₃ 指 标 %	庫 样 CaCO ₃ %	水份 %		
龙生壹号		№ 6			77.8	9.7	9.5	3.0	0.3	石灰石 砂 岩 礆 鐵	31	4.85	0.44	85.75	85.50	粘土	4.56	0.3	78.25	78.25	34	砂 岩	78.00	78.00	
龙生貳号		№ 5								石灰石 砂 岩 礆 鐵	32	4.56	0.32	83.50	83.50	粘土	4.50	0.33	78.25	78.50	34	砂 岩	78.00	78.00	
龙生叁号		№ 2								石灰石 砂 岩 礆 鐵	30	5.29	0.57	82.50	82.50	粘土	4.57	0.29	78.00	78.00	32				
龙生肆号		№ 4								石灰石 砂 岩 礆 鐵				83.50	83.50	粘土	6.45	0.5	78.00	78.00	33				
龙生伍号		№ 3								石灰石 砂 岩 礆 鐵	32	6.3	0.69	82.50	82.50	粘土	5.75	0.39	78.00	78.25	33	石灰石			79.75

(續)

生料 編 号	庫 号	第 四 次 滴 定					入 窖 生 料 成 份							SM	IM	燒成熟 料編号	
		使用 原料	水 份 %	4900 孔篩 余 %	900 孔篩 余 %	CaCO ₃ 指标%	庫样 CaCO ₃ %	燒失 量%	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	MgO总和 %				
龙生壹号	№ 6							34.84	14.92	2.67	3.09	44.19		0.926	2.59	0.86	龙熟 1 号
龙生貳号	№ 5							34.88	14.46	2.22	3.52	44.59		0.972	2.52	0.63	龙熟 2 号
龙生叁号	№ 2							34.75	15.43	1.72	3.45	44.47		0.936	2.98	0.50	龙熟 3 号
龙生肆号	№ 4							34.74	15.28	1.92	3.16	44.58		0.942	3.01	0.61	龙熟 4 号
龙生伍号	№ 3	粘土	35	6.16	0.4	78.50	78.50	34.93	15.20	1.97	3.25	44.56		0.944	2.91	0.61	龙熟 5 号

入窑生料在4,900孔筛上筛余化学成分:

表10

生料筛余 編 号	生料筛余化学成分 %							备 注
	灼減	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	合計	滴定值 %	
龙生一号筛余	33.48	18.88	1.34	3.20	42.98	99.88	76.25	筛余内含 SiO ₂ 量約 为19—26%, 設全部由 砂岩而来, 則筛余内含 砂岩約为20.5—28%, 平均約为24%;龙生1— 5号4900孔筛筛余为4.5 —6.5%, 則生料 中可 能有1.08—1.56%的砂 岩未通过4900孔筛。
龙生二号筛余	31.10	23.70	0.68	3.66	40.26	99.40	71.00	
龙生三号筛余	30.44	25.42	1.42	3.02	39.61	99.91	68.50	
龙生四号筛余	31.00	24.86	1.33	2.87	39.98	100.04	72.00	
龙生五号筛余	30.26	22.58	1.15	2.91	41.48	98.38	73.00	

3. 小結:

(1) 各种原料应事先堆存并作成分分析, 以避免不知成分的原料入磨, 在这次試驗中, 中途曾因軋石机錘环, 有一部分未經分析的棲霞灰岩进入軋石机, 以致影响生熟料中 SM 偏高和配料中的一些混乱。

(2) 配料必須注意各种原料下料量的正确, 因为两次碳酸鈣滴定值只能控制石灰石的含量, 对其他如砂岩、鉄石、螢石等加入量不准时不易发觉, 須俟生料成分分析出来才能确知, 例如*3庫鉄粉加入量少, 事先未发觉, 及至分析后, 发觉SiO₂高, Fe₂O₃太低, 只能再进行加石灰石及黃泥漿, 但其所燒成熟料还是KH較低, 因此对人工計量的加入原料 (如鉄粉) 必須加以严格控制, 以防影响生料的成分。

(3) 生料的化学成分是根据配料計算而訂出的, 由于配料計算之生料成分和熟料成分的比例同实际情况可能有些出入, 因此生料的化学成分指标只能作为参考, 而配料主要是应以实际燒成熟料的成分

为依据，作适当的調整。

(4) 磨制有烏桐砂岩的料漿时有出粗料的現象，其所跑出的粗粒大部为砂岩，从篩余来看，由于鉄粉、螢石的使用量少，粘土漿的4,900孔篩篩余很低(2.9%)，因此可以說生料的篩余內所含 SiO_2 量絕大部分可能是来自砂岩，从砂岩与生料篩余所含 $\text{SiO}_2\%$ 及生料的篩余%推算，砂岩未能通过4,900孔篩的数量可能占生料的1.08—1.56%左右，而占所用全部砂岩的12.3—17.7%左右，可見砂岩是比較难于磨細的，在磨制生料中应注意此点，不然結晶 SiO_2 粗粒太多，会影响熟料的燒成。

(5) 原計劃試燒生料漿共8庫，燒二种不同細度，即4,900孔篩篩余 $5 \pm 1\%$ 及 $10 \pm 1\%$ 各4庫，后因旋窑大檢修時間变更，所以改为共燒5庫，4,900孔篩篩余 $10 \pm 1\%$ 的生料漿改为試燒1庫，但实际上这一庫磨出的生料細度为4,900孔篩篩余6.45，因此生料細度4,900孔篩篩余 $10 \pm 1\%$ 并沒有試燒。

(6) 試制时由于原料成分有变动，特别是石灰石改用部分棲霞灰岩，因此生料碳酸鈣滴定值指标亦有变动。

(二) 燒成和熟料情况:

(1) 試燒經過: 事先为了防止料漿难燒，因此决定試燒时窑产量为平时的90%，所以在正式試燒时窑內料层減薄，看火工感到无甚大变化，料子較普通生料耐火，火焰較通常的要亮一些，料子不十分粘，不起大块，料粒細小者多，起初生料黑影較远，在稍增喂料后，就恢复正常状态，快轉率很高(慢車极少，除非是煨燒不稳定，后面产生大块，才被迫慢轉拉出)，在来料均匀时，煤的增減变化极微，操作反而感到輕松，很少量的熟料有粉化現象，远不如預料中的严重，試燒第二天窑体感到发燙，証明窑皮磨損頗多，熟料立升重在1,300—1,350克/立升左右，較平日稍低(燒高易成大块)，窑尾窑灰仍照平常一样，均匀地喂入窑中也沒有什么影响，由于煨燒溫度較高，因之窑尾廢气溫度也稍有提高。試燒前后窑尾溫度見表11: