

技术篇

陶瓷技术数据

1 建筑、卫生陶瓷(表 1-1~表 1-52)	(1)
2 日用陶瓷(表 2-1~表 2-91)	(17)
3 电工和电子陶瓷	(40)
3.1 选择的若干材料的一般性能(表 3-1~表 3-28)	(40)
3.2 电容器、IC 电子封装材料和基片(表 3-29~表 3-72)	(48)
3.3 铁氧体(表 3-73~表 3-115)	(62)
3.4 压电陶瓷(表 3-116~表 3-146)	(75)
3.5 传感器(表 3-147~表 3-152)	(86)
3.6 超导体(表 3-153~表 3-157)	(88)
3.7 敏感材料及变阻器(表 3-158~表 3-172)	(89)
4 工程结构陶瓷	(96)
4.1 一般特性和应用(表 4-1~表 4-38)	(96)
4.2 氧化物陶瓷(表 4-39~表 4-79)	(111)
4.3 非氧化物陶瓷(表 4-80~表 4-124)	(122)
4.4 复合材料(表 4-125~表 4-171)	(135)
5 陶瓷工艺和检测(表 5-1~表 5-34)	(147)
附表 1 常用量名称和符号表	(159)
附表 2 常用计量单位换算表	(161)
6 技术数据表关键词索引	(164)

英汉无机非金属材料(硅酸盐)专业词汇

专业词汇(包括:玻璃、陶瓷、水泥、混凝土、耐火材料、碳素材料、

人工晶体、磨料、磨具、非金属矿)..... (1)

附录:专业常用缩略语

(149)

Technical Part

Ceramic Technical Data

1 Construction and Sanitary Ceramics (T1-1~T1-52)	(1)
2 Domestic Ceramics (T2-1~T2-91)	(17)
3 Electrical and Electronic Ceramics	(40)
3.1 General Properties of Some Selected Materials(T3-1~T3-28)	(40)
3.2 Capacitors, IC Packages and Substrates(T3-29~T3-72)	(48)
3.3 Ferrites(T3-73~T3-115)	(62)
3.4 Piezoelectrics(T3-116~T3-146)	(75)
3.5 Sensors(T3-147~T3-152)	(86)
3.6 Superconductors(T3-153~T3-157)	(88)
3.7 Sensitive Materials and Varistors(T3-158~T3-172)	(89)
4 Engineering and Structural Ceramics	(96)
4.1 General Characteristics and Applications(T4-1~T4-38)	(96)
4.2 Oxides(T4-39~T4-79)	(111)
4.3 Non-Oxides(T4-80~T4-124)	(122)
4.4 Composites(T4-125~T4-171)	(135)
5 Ceramic Process and Examination (T5-1~T5-34)	(147)
Appendix tables:	
(1) Symbols for Some Quantities	(159)
(2) Conversion Factors of Units	(161)
6 Technical Data Table Key Word Index	(164)

An English-Chinese Dictionary of Inorganic Non-Metal Materials (Silicate)

A	(1)	J	(71)	S	(113)
B	(10)	K	(72)	T	(129)
C	(18)	L	(73)	U	(138)
D	(34)	M	(79)	V	(140)
E	(41)	N	(88)	W	(142)
F	(47)	O	(91)	X	(146)
G	(55)	P	(94)	Y	(146)
H	(60)	Q	(105)	Z	(147)
I	(66)	R	(106)		

表 1-1 制砖粘土的矿物组成^[1]

Table 1-1 Mineral composition of clay for bricks^[1]

矿物种类	存在范围 w/%	高丰度范围 w/%
高岭石	0~35	0~15
绢云母-伊利石	0~20	10~20
蒙脱石	0~20	0~5
绿泥石	0~30	0~5
石英	28~75	30~55
长石	0~13	0~13
方解石	0~20	0~10
白云石+铁白云石	0~10	<1
针铁矿	0~5	<1
赤铁矿	0~5	<1
菱铁矿	<1	<1
黄铁矿	0~4	<1
石膏	0~3	<1
角闪石	0~5	<1

表 1-2 处理方式同坯体干强度的关系^[1]

Table 1-2 Relationship between the way of treatment and drying strength for green bodies^[1]

处理方式	抗压强度/MPa		
	粘土 I	粘土 II	粘土 V
用水 不困存	8.86	7.09	3.07
困存 3 天	9.23	7.29	3.09
用蒸汽 加热至 60℃	9.59	7.40	3.28
加热至 80℃	9.72	7.82	3.67

表 1-3 原料中矿物对砖瓦产品性能的影响^[1]

Table 1-3 Effects of minerals in raw materials on properties of bricks and tiles^[1]

矿物	散体积气孔率	比吸水率	生坯密度	抗折强度	抗压强度	抗冻性能	表面性质
高岭石	减小	减小	增大	经常使得增大	不总是有影响	至一定比例后提高	粗粒的添加物能引起爆裂
耐火土类高岭石	减小	强烈减小	增大	多使增大	多使增大	如高岭石	如高岭石
蒙脱石	减小	强烈减小	增大	增大	含量较少时提高,从 20% 左右以上无作用或降低	含量较少时提高,20% 以上无作用或降低	
水云母(伊利石)	减小	相当大的减小	增大	强烈增大	强烈增大	提高	
白云母亦或云母	几乎无影响	某种程度增大	几乎无影响	减小	部分地强烈减小	由于产生纹理而降低	
绢云母	几乎无影响	增大	几乎无影响	减小	部分地强烈减小	由于产生纹理而降低	
石英	有某种减小	增大	几乎无影响	减小	强烈减小	自一定含量以上降低	
长石				减小	减小	制砖时多降低	
方解石	增大	强烈增大	减小	减小	首先强烈减小	自一定含量起降低	块状杂质时,有可能发生爆裂
铁的氢氧化物							粗块时导致变色
黄铁矿亦或白铁矿							粗块时导致爆裂
石膏							促使起霜
							促使形成钙矾石

表 1-4 原料中矿物的工艺学特性及影响^[1]

Table 1-4 Technology properties of mineral materials^[1]

矿物	颗粒尺寸 $d/\mu\text{m}$	干燥线收缩率 % (例)	拌合水需要量 % (例)	干燥敏感性	干抗折强度	塑性 结合能力 产生纹理的倾向性	焙烧性能 焙烧后的颜色
高岭石 铝氢化硅酸盐	0.1~1.3 部分直至 5	5	30	降低	减小	可以略微提高塑性材料的塑性	熔点 1750℃, 提高耐火度, 扩展烧成范围
耐火土类高岭石	远小于高岭石	6	11	降低	某种程度的增大	通常可提高塑性	扩展烧成范围
多水高岭石	大多数在 <1 的范围			提高	高含水率时, 较强烈地增大	通常比高岭石更大地提高可塑性	如高岭石
蒙脱石 铝氢化硅酸盐	存在于 <2 范围内, 部分的更小	15	68	强烈提高	强烈的增大	大大提高结合能力和塑性, 有触变性	促使坯体致密化
白云母亦或云母	部分呈粗粒状			降低	减小	降低塑性, 粗粒状颗粒促使形成纹理, 导致瘠化	能降低软化点

表 1-4

矿 物	颗粒尺寸 必 μm	干燥线 收缩率 /%(例)	拌合水 需要量 /%(例)	干燥 敏感性	下抗折 强度	产塑性/结合能力 生纹理的倾向性	焙烧性能 焙烧后的颜色
细 云 母	比白云母小	3	23	部分地促使 提高或降低	减 小	促使形成纹理,促 使瘠化,提高流动性	起熔剂作用,烧后 呈苍白色
水 云 母 (伊利石)	存在于 0.2 的 范围内,也有 胶粒大小的	7 部分较高		部分地 促使提高	增 大	可较好地使塑性提 高	作为助熔料,烧成 后呈红色
绿 泥 石				部分地提高 或降低		起瘠化作用	红色直至褐色的烧 成颜色
海 绿 石 具类云母结构 的铁硅酸盐						起瘠化作用	作为熔剂,烧成后 呈红色
石 英	粗粒直至细 粒,部分 小到 0.5			降 低	减 小	减小塑性和结合 性;起瘠化作用, 粗粒破坏纹理	改善耐火性能,提 高冷却敏感性
长 石 钾长石、钠长 石、钙长石	部分的是粗晶			降低	减小	减小塑性,起瘠化 作用	促使形成玻璃相, 在较高温度下作为 助熔料,长石砂不 提高冷却敏感性
碳酸盐 方解石、白云石 铁白云石、菱铁矿	部分的较大			降低	减小		粘土中含有少量铁 的氧化物时作为助 熔料,从一定比例 开始,有灰石和白 云石
铁氧化物 赤铁矿、磁赤铁矿 针铁矿、纤铁矿	至少是胶体 的 颗 粒						还原气氛下是强助 熔料,在氧化气氛 下烧成红色,在还 原气氛下呈暗褐色 直至黑色
黄铁矿或白铁矿	部分呈大块						还原性焙烧后遗留 下褐色斑痕
石 膏	部分较粗						促使生成钙矾石

表 1-5 处理方式同盟性指数和含水率的关系^[1]
Table 1-5 Relationship among the way of treatment, plasticity index and water content^[1]

处 理 方 式	粘 土 V		粘 土 I		粘 土 VI		
	塑性指数	含水率/%	塑性指数	含水率/%	塑性指数	含水率/%	
用 水	未因存	3.4	35.5	2.4	26.5	2.9	22.7
	因存 3 天	3.6	35.3	2.8	26.2	2.9	22.4
	因存 10 天	4.2	35.7	3.1	26.3	3.1	22.8
用蒸汽加 热至	40°C	3.7	36.0	3.8	25.4	3.2	21.5
	60°C	4.7		3.9	26.6		
	80°C	5.1	36.5	4.5	26.4	3.5	22.2

表 1-6 制备措施对工艺及制品性能的影响^[1]
Table 1-6 Effects of preparation methods on technology and properties of products^[1]

性 能	措 施					
	批量混合	粉碎	匀化	含水率	蒸汽处理	真空处理
提高强度	(+)	-	+	+-	-	+
减小纹理指数	0	+	+	++	+-	--
减小固有应力	0	-	+	+	+	
提高抗冻性	+	+	+	+	-	+-
提高孔隙率	0		-0			-
减小孔隙半径	0	+	+			+
扩展孔隙尺寸分布	0	-	0-		+-	-
减小尺寸分散	+	0	+	0	0	+
减小强度的分散	-		+		0	
提高尺寸精确度	(+)	+	+	-	+	++
减弱有害杂质影响	+	++	+	0	0	0
干燥	+	+	-	--	-	-+
烧 成	-	+	+			

注: + 为 提 高 或 增 加, - 为 降 低 或 减 小, 0 为 无 影 响。

表 1-7 坯体泥料最佳塑性限、稠度系数和成形含水量^[1]

Table 1-7 Optimum plasticity limits, consistency coefficient and forming water content of slip^[1]

指标塑性限	最大	最小	最佳
上限	31.5	24.5	28
下限	19.5	14.5	17
塑性指数	13	9	11
成型含水量	22	18	20
稠度系数	0.8	0.26	0.28

表 1-8 半干压原料的最佳颗粒度组成^[1]

Table 1-8 Optimum granulometric distribution of semidry pressed materials^[1]

阿特伯格塑性指数 >3(毫米)	3~2(毫米)	2~1(毫米)	<1(毫米)
>15	8~10	25~30	22~28
15~10	5~6	18~25	25~30
<10	1~3	9~15	28~35

表 1-9 粘土中掺煤渣后干燥性能的变化^[1]

Table 1-9 Changes of drying properties for coal-ash doped clay^[1]

项 目	掺煤渣量 /%				
	0	5	10	15	20
干燥收缩率/%	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5
成型水分/%	22.0	22.2	22.3	22.7	
临界水分/%	10.8	11.8	11.9	12.0	12.9
干燥敏感性系数	1.04	0.88	0.90	0.39	0.72
达到临界水分前的脱水速度 /g·h ⁻¹	0.3	0.416	0.410		0.402

表 1-10 普通粘土砖外观检查^[1]

Table 1-10 Surface inspection of clay bricks^[1]

项 目	指 标/mm	
	一 等	二 等
(1)尺寸允许偏差不大于		
长 度	±5	±7
宽 度	±4	±5
厚 度	±3	±3
(2)两个条面的厚度相差不于	3	5
(3)弯曲不大于	3	5
(4)完整面不得少于	一条面或一顶面 一条面或一顶面	
(5)缺棱掉角的三个破坏尺寸不得同时大于	20	30
(6)裂纹的长度不得超过:		
a.大面上宽度方向及其延伸到条面上的长度	70	110
b.大面上长度方向及其延伸到顶面上的长度和条顶面上的水平裂纹的长度	100	150
(7)杂质在砖面上造成的凸出高度不大于	5	5
(8)混等率(指△等级中混入该等以下各等级产品的百分数)	10%	15%

注:凡有下列缺陷之一者,不能称为完整面:
1. 缺棱掉角在条顶面上造成的破坏面同时大于 10×20mm 者;
2. 裂缝宽度超过 1mm 者;
3. 有黑头、雨淋及严重沾底者。

表 1-11 普通粘土砖的标号的确定^[1]

Table 1-11 Numerical designation of clay bricks^[1]

砖的标号	抗压强度 /MPa		抗折强度, MPa	
	五块平均 值不小于	单块最小 值不小于	五块平均 值不小于	单块最小 值不小于
200	20	14	4.0	2.6
150	15	10	3.1	2.0
100	10	6	2.3	1.4
75	7.5	4.5	1.8	1.1
50	5.0	3.5	1.6	0.8

注:1. 若试验结果的数值中,有一项达不到标号要求的四个指标之一者,应于降号;
2. 50 号砖的强度指标只限手工砖使用。

表 1-12 建筑砖和砌块的正常性能范围

Table 1-12 The normal range of properties of building bricks and blocks

性 能	硅酸钙砖	粘土砖	混凝土砖 (致密的)	加气混凝土 砌块(蒸压的)	轻质集料 混凝土砖
强 度					
在湿环境中测试的抗压强度 /MPa	10.3~55.1	10.3~82.6	6.89~34.5	2.07~5.51	2.07~17.2
体积稳定性					
干燥收缩 /% (长度方向)	0.01~0.035	0.00~0.015*	0.02~0.05	0.05~0.10	0.01~0.08
热导系数 K/W·m ⁻¹ ·K ⁻¹	1.15~1.58	0.72~1.29	1.00~1.73	0.10~0.216	0.11~0.72
在正常使用条件下的耐久性	强度高于 13.8 MPa 的良好	非常好~非常坏	好~坏†	好	好~坏†
耐烧结性	好	很好~适度†	好~坏†	很好	很好~坏†
铺设和抹灰的性质	好	好~坏†	好	好	好
起霜的倾向(可溶性盐)	无	由无到很少到相当普遍	无或轻度†	无或轻度†	总体上无
密 度/kg·m ⁻³	1682~2082	1442~2403	1762~2243	400~881‡	640~1602

* 粘土砖有时有少量但快速增长的膨胀,特别在其早期更为如此;

† 根据质量和类型而定;

‡ 通常加气混凝土的生产是在此规定的范围内严格控制密度,大多数采用的密度等级为 720~800kg/m³。

引自: The Chemistry of Cements, Vol. 2. Taylor H F W ed. Orlando FL: Academic Press, 1964:105

表 1-13 外墙砖进展及其性能
Table 1-13 Face brick development and properties
原料及化学组成

原 料	配料组成 %	化 学 组 成 /%									烧失量
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	Li ₂ O	
坯体 A											
滑石	11	5.63	0.05	0.04	3.47	0.74		0.05	0.02		0.80
Cl 硅灰石	15	7.64	0.04	0.08	0.02	7.04	0.01				0.14
优质球粘土	40	21.35	11.56	0.72	0.25	0.10	0.34	0.28	0.24		1.96
霞石正长岩	18	10.58	4.36	0.06	0.11	0.16		1.94	0.39		0.16
碳酸镁	6				2.86						3.14
Huber 高岭土	10	4.37	4.04		0.07	0.03	0.11	0.01	0.01		1.42
原始计算的总计	100	49.58	20.05	0.90	6.78	8.07	0.46	2.28	0.66		10.62
烧后分析的总计		55.00	24.90	1.30	5.50	9.40	1.08	1.68	0.69		0.38
原始计划的总计		50	25	1	7	12		2	3		
坯体 B											
H 平	5					2.80					2.20
霞石正长岩	12	7.06	2.90	0.04	0.07	0.11		1.30	0.26		0.11
透辉石长石叶长石	18	13.86	3.15	0.01	0.02	0.07		0.04	0.04	0.77	
优质球粘土	40	21.36	11.56	0.72	0.25	0.10	0.34	0.28	0.24		4.96
Cl 硅灰石	15	7.64	0.04	0.08	0.02	7.04	0.01				0.14
Huber 高岭土	10	4.37	4.04		0.07	0.03	0.11	0.01	0.01		1.42
原始计算的总计	100	54.29	21.69	0.85	0.43	10.15	0.46	1.63	0.55	0.77	8.83
烧后分析的总计		58.10	24.00	1.20	0.14	11.00	0.98	1.38	0.63	0.76	0.30
原始设计的总计		62	20	1		14			1	2	

坯体 A 和 B 的烧结性能
Fired properties of bodies A and B

温 度 /°C	坯体 A						坯体 B					
	1038	1093	1121	1149	1177	1204	1038	1093	1121	1149	1177	1204
烧后线收缩 /%	3.3	4.5	4.8	1.6	4.3	4.3	2.0	2.3	1.6	1.5	1.3	1.8
保温 24h /% (约)	12.7	9.7	8.5	7.7	6.3	2.4	10.0	10.3	9.5	8.0	5.0	1.8
煮沸 5h /% (约)	16.0	13.9	13.2	11.7	11.1	7.6	13.1	13.6	15.2	15.2	14.0	11.5
饱和系数	0.80	0.70	0.65	0.66	0.56	0.31	0.76	0.76	0.63	0.52	0.36	0.16
吸湿膨胀 /%	0.094	0.072	0.047	0.035			0.078	0.042	0.025	0.021		
断裂模量 (MOR) /MPa	34.5	37.68	36.78	11.50	45.50	46.13	38.40	32.97	29.56	31.21	34.00	35.89
抗压强度 /MPa				70.96						88.12		
起霜	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无

引自: Earl W. A., Brownell W. E. Composition of an ideal face brick. Am Ceram Soc Bull, 1963, 42 (2): 49

表 1-14a 建筑材料的起霜
Table 1-14a Efflorescence in building materials
砌砖中溶解盐的含量

样品号	材 料	pH	Soluble-salts content of masonry materials							
			Total solids /%	SiO ₂ /%	R ₂ O ₃ /%	CaO /%	MgO /%	SO ₄ /%	Na ₂ O, K ₂ O /%	
A8	混凝土砖 (致密)	11.5	0.606	N. D.	Tr	0.309	N. D.	N. D.	0.051	
A6	混凝土砖 (膨胀矿渣)	11.4	0.525	N. D.	Tr	0.188	N. D.	0.006	0.116	
B4	混凝土砖 (浮石)	11.3	0.493	N. D.	Tr	0.046	N. D.	Tr	0.182	
C5	混凝土砖 (煤渣)	11.5	0.485	N. D.	Tr	0.258	0.004	N. D.	0.042	
G2	混凝土砖 (致密)	11.5	0.395	N. D.	Tr	0.181	0.018	Tr	0.033	
L8	混凝土砖 (致密)	11.8	0.519	N. D.	Tr	0.236	N. D.	Tr	0.077	
L16	混凝土砖 (矿渣)	10.9	0.264	0.0085	N. D.	N. D.	0.037	0.083	0.049	
P8	混凝土砖 (致密)	11.9	0.749	N. D.	Tr	0.347	N. D.	Tr	0.102	
P14	混凝土砖 (矿渣)	11.9	0.737	N. D.	Tr	0.244	N. D.	Tr	0.237	
	平均		0.531			0.201			0.099	
T1	粘上面砖	7.6	0.106	N. D.	N. D.	N. D.	0.013	0.061	0.031	
F1	面砖	9.2	0.093	0.004	N. D.	0.004	0.002	0.026	0.049	
F2	面砖	9.5	0.118	N. D.	N. D.	N. D.	0.021	0.087	0.028	
	平均		0.105				0.012	0.056	0.036	
M1	IC-2L-9S 砂浆	12.1	0.704	0.006	N. D.	0.498	0.003	N. D.	0.186	

* N. D. —— 未能检测出; Tr —— 痕量。

表 1-14b 用 X 射线衍射法鉴别起霜盐类

Table 1-14b Identification of efflorescing salts by X-ray diffraction

样品号	测试	(KNa) ₂ -SO ₄	Na ₂ SO ₄	K ₂ SO ₄	NaCl	KCl	KHCO ₃	Ca(OH) ₂	CaCO ₃	CaSO ₄	Al ₂ O ₃ ·H ₂ O	SiO ₂
A8	起霜测试	S	VW					M				
A8	淘洗试验	S	S									
A16	起霜测试	S	VW					S				
A16	淘洗试验	S	W					M				
B4	起霜测试	S						M				
B4	淘洗试验	S	M					M				
C5	起霜测试	S						W				
G2	起霜测试	M	W						W	S		
L8	起霜测试			S		W						
L16	起霜测试				W					S		
P8	起霜测试	M			W	S	M	MS				
P14	起霜测试	MS			VW		MS	MS		M		
砂浆	起霜测试	S						W				
备用面砖	起霜测试	S								M	W	M
自内层装有混凝土砖的墙上取下样品进行起霜试验	A B C								S			M
					S	S				VW		MS
					S	S			VW	W		MS

S——强;MS——中等强度;M——中等;W——弱;VW——很弱。

引自:Young J E. Backup materials as a source of efflorescence. J Am Ceram Soc, 1957;40(7)240

表 1-15 商品砖的耐久性

Table 1-15 Durability of commercial brick

在所有试样中符合及不符合要求的砖的平均性能

Average properties of passed and failed brick in the entire sample

性能	样品总数	平均	标准	最小值	最大值
不符合要求的砖					
冷水吸水率/%	290	12.22	2.67	3.4	19.9
沸水吸水率/%	290	14.94	3.31	1.6	24.32
IRA [†] /g·min ⁻¹ (0.58m ²)	290	38.70	13.00	3.9	85.7
抗压强度/MPa	290	58.35	16.28	14.88	100.94
饱和系数	290	0.84	0.45	0.60	1.0
符合要求的砖					
冷水吸水率/%	4927	7.35	3.31	0.2	
沸水吸水率/%	4927	9.72	3.87	0.3	20.0
IRA [†] /g·min ⁻¹ (0.58m ²)	4927	23.5	13.30	0	84.5
抗压强度/MPa	4927	73.05	20.79	16.89	148.82
饱和系数	4927	0.75	0.23		

* 测试了 5217 块砖样,† 初始吸水率。

引自:Robinson G C, Holman J R, Edwards J F. Relation between physical properties and durability of commercially marketed brick. Am Ceram Soc Bull, 1977;56(12):1071

表 1-16 添加陶瓷废泥条减少砖的起霜

Table 1-16 Brick efflorescence reduction with ceramic sludge addition

表 1-16a 陶瓷废泥条添加剂的化学分析

Table 1-16a Chemical analysis of ceramic sludge additive

组分	w/%	组分	w/%	组分	w/%
SiO ₂	39.0	ZrO ₂	6.0	MnO	1.4
Al ₂ O ₃	9.0	PbO	18.5	CuO	0.3
Fe ₂ O ₃	4.7	CaO	2.2	ZnO	1.3
B ₂ O ₃	9.1	MgO	0.2	Na ₂ O	2.0
TiO ₂	1.3	BaO	0.5	K ₂ O	1.0

表 1-16b 粘土-废泥条混合料的组成及通常混合料的含水率

Table 1-16b Composition of clay-sludge mixtures and normal water contents of mixes w/%

混合料	干粘土	干废泥条	水含量
O	100		21.4
A	99	1.0	20.8
B	97.5	2.5	21.4
C	95.0	5.0	20.7
D	93.0	7.0	20.6

表 1-16c 根据干燥收缩曲线而确定的粘土-废泥条混合物料中的收缩水,中间相水和气孔水
Table 1-16c Shrinkage water, intermediate-phase water and pore water in clay-sludge mixtures determined from drying shrinkage curves

混合料	w/%		
	收缩水	中间相水	气孔水
O	55.50	12.30	29.30
A	54.80	15.93	29.27
B	53.15	15.99	30.26
C	51.74	16.71	31.55
D	45.71	19.02	35.27

表 1-16d 用以评估粘土-废泥条混合料的起霜程度的试验结果
Table 1-16d Results of tests to estimate extent of efflorescence in clay-sludge mixtures

混合料	起霜的表现评估		
	900°C	950°C	1000°C
O	一般	十分严重	严重
A	微弱	微弱	一般
B	微弱	微弱	微弱
C	非常微弱/无	非常微弱/无	非常微弱/无
D	非常微弱/无	非常微弱/无	非常微弱/无

表 1-16e 沉积在烧结粘土试样上的起霜盐的半定量组成
Table 1-16e Semiquantitative composition of efflorescent salt deposits on samples of fired clay

盐	数量		
	O	A	B
表现起霜	十分严重/严重	微弱~一般	微弱
Na ₂ SO ₄ (无水芒硝)	很多	无	无
(K,Na) ₃ Na(SO ₄) ₂	很多	很多	很多
K ₂ Ca(SO ₄) ₂ ·H ₂ O	很少	一般	很少
K ₂ SO ₄	多	痕量?	痕量?
CaSO ₄ (硬石膏)	痕量?	痕量?	痕量?

* 采用 X 射线衍射分析法确定。

表 1-16f 烧结试样中溶解碱性硫酸盐的含量
Table 1-16f Soluble alkali sulfate contents of fired samples

烧成温度/°C	溶解硫酸盐含量 w/%				
	O	A	B	C	D
950	0.14	0.13	0.11	0.01	0.01
1000	0.13	0.13	0.11	0.03	0.03

引自:Ortelli G, Vincenzini P. Reduction of efflorescence in brick through addition of ceramic sludges. Am Ceram Soc Bull, 1984;63(8):1025

表 1-17 干燥粘土砖* 的断裂模量(MOR)
Table 1-17 Modulus of rupture of dry clay brick*

时 间	Ruff		Bark		Velour	
	样品号	/MPa	样品号	/MPa	样品号	/MPa
加热	14	7.06	16	6.55	20	6.39
24h	10	6.12	8	7.53	7	5.72
48h	10	5.81	8	6.32	6	6.14
72h	8	5.76	7	5.35	8	5.59
168h	8	2.96	9	3.14	10	2.18
216h	9	3.62	9	4.26	10	3.15
336	9	3.26	9	3.57	10	3.23
存放 15 天 [†] 后在 71°C 再加热 96h	14	6.60	18	6.13	20	6.19
在实验室干燥室中 71°C 条件下保存 16 天	19	6.72	19	6.97	20	6.35

* 由 Chnton 生产,合格的页岩粘土为各种结构的,所有的砖均在相同条件下烧结;

† 在 Oklahoma 陈放在晚冬的环境气候条件下。

引自:Anwyl R H. Deterioration of dried clay brick. Am Ceram Soc Bull, 1961;40(6)359

表 1-18 建筑陶瓷主要产品及技术基础数据^[6-8]
Table 1-18 Basis technical data of main building tiles and bricks^[6-8]

产品名称	主要规格 mm		主要性能
釉面内墙砖	300×200	200×200	吸水率<21%,白度不小于 73 度 急冷急热性:非浸入法,反复 10 次无裂纹 釉面无裂纹,釉面抗化学腐蚀性
	200×150	152×15	
	152×75	108×108	
彩色釉面陶瓷 墙地砖	100×100	150×150	吸水率不大于 10% 急冷急热性:浸入法,反复 10 次不出现炸裂或裂纹 抗冻性能:经 20 次冻融循环,不出现破裂,剥离或裂纹 弯曲强度:平均值不低于 24.5MPa
	200×200	250×250	
	300×300	400×400	
	150×75	200×100	
	200×150	250×150	
	300×150	300×200	
	115×60	240×60	
130×65	260×60		

续表 1-18

产品名称	主要规格/mm		主要性能
无釉陶瓷地砖	50×50	150×150	吸水率 3%~6%
	200×50	100×50	急冷急热性:3次冷热循环不炸裂或裂纹
	150×75	200×200	抗冻性能:20次冻融循环不破裂或裂纹
	100×100	152×152	弯曲强度:平均值不低于 25MPa
	300×200	108×108	耐磨性:磨损量平均不大于 345mm ³
	200×100	300×300	

说明:劈裂砖,陶瓷大板,广场砖,角砖,西式瓦等属挤压成型,均按 EN121,EN186,EN187,EN188 欧标执行;玻化砖,防潮砖属粉末压制成型,均按 EN176,EN177,EN188,EN159 欧标执行。

表 1-19 釉面砖坯体的化学成分及坯式^[1]Table 1-19 Chemical composition and formulas of bodies for glazed tiles^[1]

坯体的化学成分 w/%	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	灼减
硅灰石质	55.97	18.13	0.66	0.45	13.31	2.47	0.61	0.35	8.0 ^①
滑石质	66.02	7.82	0.43	0.01	3.18	13.19	0.38	0.43	8.5 ^②
叶腊石质	56.91	17.20	0.45	0.22	8.68	2.30	2.30	0.28	11.76

坯式:

硅灰石质坯式:

$$\left. \begin{array}{l} 1.305 \text{ CaO} \\ 0.339 \text{ MgO} \\ 0.036 \text{ K}_2\text{O} \\ 0.031 \text{ Na}_2\text{O} \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} 0.977 \text{ Al}_2\text{O}_3 \\ 0.023 \text{ Fe}_2\text{O}_3 \\ 0.031 \text{ TiO}_2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 5.423 \text{ SiO}_2 \\ \\ \\ \end{array}$$

叶腊石质坯式:

$$\left. \begin{array}{l} 0.903 \text{ CaO} \\ 0.332 \text{ MgO} \\ 0.142 \text{ K}_2\text{O} \\ 0.026 \text{ Na}_2\text{O} \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} 0.984 \text{ Al}_2\text{O}_3 \\ 0.016 \text{ Fe}_2\text{O}_3 \\ 0.016 \text{ TiO}_2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 5.525 \text{ SiO}_2 \\ \\ \\ \end{array}$$

滑石质坯式:

$$\left. \begin{array}{l} 0.714 \text{ CaO} \\ 4.120 \text{ MgO} \\ 0.078 \text{ K}_2\text{O} \\ 0.087 \text{ Na}_2\text{O} \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} 0.966 \text{ Al}_2\text{O}_3 \\ 0.034 \text{ Fe}_2\text{O}_3 \\ 0.002 \text{ TiO}_2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 13.841 \text{ SiO}_2 \\ \\ \\ \end{array}$$

表 1-20 国内几种低温快烧坯体配方及其烧成条件^[2,3]Table 1-20 Batching range and firing conditions for low temperature fast fired tile bodies in China^[2,3]

硅灰石质坯料		滑石质坯料		叶蜡石质坯料		透辉石质坯料	
硅灰石	30~40%	滑石	40%	叶蜡石	63%	透辉石	35~60%
叶蜡石	25~25%	东湖泥	10%	黑粘土	13.5%	粘土	10~30%
紫木节	20~25%	紫木节	10%	左云土	13.5%	焦宝石	5~10%
石英	5%	彰武土	20%	石灰石	8%	石英	0~12%
滑石	5~10%	石英	15%	滑石	2%	滑石	0~8%
		石灰石	15%			长石	0~5%
素烧温度	1100℃	烧成温度	1120~1150℃	烧成温度	1060℃	烧成温度	1120℃
釉烧温度	1035℃	烧成周期	90min	烧成周期	150min	烧成周期	50min
烧成周期	60~120min						

表 1-21 国外几种快烧坯体配方^[2]Table 1-21 Batching range of fast fired tile bodies in foreign countries^[2]

原料	w/%		
	硅灰石质坯料	滑石质坯料	叶蜡石质坯料
硅灰石	35~40	0~5	2
滑石		67~72	12
叶蜡石	0~15		40~45
燧石	15		5~15
球土	30	28	18
素坯粉			18

表 1-22 低温快烧坯体的物理性质^[2]Table 1-22 Physical properties of fast fired bodies in low-temperature^[2]

物性	坯体		
	硅灰石质	滑石质	叶蜡石质
收缩率/%	0.75	0.4~0.8	0.200~0.225
吸水率/%	14~15.2	12.3~13.5	13.2~13.5
抗折强度/MPa			
成形后	0.62~0.63	0.35~1.34	0.373~0.414
干燥后	2.38~3.57	1.08~4.06	1.90~2.25
烧成后	22.4~26.8	19.0~36.7	16.4~22.5
湿膨胀(5h)/%	0.016~0.028	0.020~0.036	0.068~0.069

表 1-23 釉面砖快烧坯体的热膨胀系数^[2]

Table 1-23 Thermal expansion coefficient for fast-fired bodies of glazed tiles^[2]

	RT~100℃	RT~200℃	RT~300℃	RT~400℃	RT~500℃	RT~600℃	RT
硅灰石坯 $\alpha \times 10^6 / \text{℃}^{-1}$	6.43	6.79	6.51	6.57	6.60	7.28	19
叶腊石坯 $\alpha \times 10^6 / \text{℃}^{-1}$	5.16	5.82	6.65	7.31	8.02	9.18	22.5

表 1-24 工业废渣面砖配方与工艺指标^[3]

Table 1-24 Batching composition and technology properties of tiles with industrial slag^[3]

配方名称	坯体配方 w, %					烧成温度 /℃	烧成周期 /min	烧成收缩率 /%	备注	
黄磷矿渣面砖	粘土	水淬磷矿渣	石英砂	粉煤灰	废素坯					
一次烧成配方	10~40	30~40	10~20	10~20		980~1020	175	0.3~0.5	施硼蜡乳油釉	
黄磷矿渣面砖						1000~1020	素烧	175	0.1~0.2	乳油釉
二次烧成配方	40~50	20~35	10~20	0~10	5~20	980~1000	釉烧	85		
明矾石氨浸渣釉面砖	明矾石	叶腊石	粘土	石灰石	滑石	萤石	1150~1180 (倒焰窑)	50h	0.82	施硼蜡乳油釉
磷渣釉面砖	慢冷磷矿渣	京西腊石	洪山土	石英	滑石渣	素坯	1030左右素烧	55	0.3~0.5	无铅低温硼蜡釉
	30~35	15	30	5~13	7~20	5	970~990 釉烧	55		

表 1-25 工业废渣面砖性能^[3]

Table 1-25 Properties of tiles with industrial slag^[3]

配方名称	抗弯强度 /MPa	吸水率 /%	热稳定性 部标准	白度		热膨胀系数 $\alpha \times 10^6 / \text{℃}^{-1}$		湿膨胀性/%
				坯	釉	坯	釉	
黄磷矿渣面砖	一次烧成	18.9~21.9	三次不裂	33~36	81~85	8.1~8.18 3.72 (≈500℃) (≈500℃)		0.5MPa 蒸汽压 150℃保持5h 膨胀0.01~0.046
						二次烧成		
明矾石氨浸渣釉面砖	13~18	21.5~24.3 (素坯) 19.0~22.0 (釉坯)	150℃至20℃ 一次不裂 170℃至20℃ 一次不裂	78.7~82.7	80~84	5.88 (≈544℃) 6.22 (≈155℃)	5.4	
磷渣釉面砖		20.8~23.5 (素坯) 18.6~20 (釉坯)	达到部标准		82~85	7.82 (≈500℃) 6.49 (≈200℃)	6.82 (≈500℃) 5.89 (≈200℃)	

表 1-26 不同因素对粉料颗粒组成的影响^[4]

Table 1-26 Influence of different factors on granulometric distribution^[4]

塔型	影响因素	筛目							
		60	80	100	120	140	200	<200	
离心式	泥浆水份	59.3%	4.0	11.4	13.8	22.4	10.2	19.4	18.3
		55.4%	11.2	11.4	16.4	19.0	8.8	15.4	17.8
		49.7%	15.8	13.6	15.6	18.0	8.0	13.2	14.8
离心式	转速	4900	7.0	8.6	13.2	17.6	11.2	17	23.4
		3600	7.4	18.6	22.6	20.4	7.8	11.2	12.6
压力式	泥浆水份	50%	35.9	17	23.9	0.9	4.9	6.5	9.0
		40%	60.9	13.2	16.3	0.9	2.0	3.1	5.6

表 1-27 粉料容重与泥浆浓度的关系^[4]Table 1-27 Relationship between volume density of powder and concentration of slip^[4]

序号	1			2		3	
泥浆水分/%	54	47.3	41.5	50	40	53.4	42.1
粉料容重/ $g \cdot cm^{-3}$	0.78	0.81	0.83	0.85	0.83	0.80	0.85

表 1-28 进风温度与粉料容重的关系^[4]Table 1-28 Relationship between inlet temperature and volume density of powder^[4]

进风温度/ $^{\circ}C$	400			450		500	
粉料容重/ $g \cdot cm^{-3}$	0.780			0.700		0.695	

表 1-29 不同工艺所得粉料的颗粒组成^[4]Table 1-29 Granulometric distribution of powders prepared by different techniques^[4]

筛目	40	60	80	100	120	140	160	180	200	200	200	%
轮碾机制粉料	48~76	6.5~8.0	2.3~3.8	2.0~2.4	1.6~2.0	1.2~1.6	0.4~1.2	0.2~1.0	0.2~1.4	8.3~33		
离心喷雾干燥粉料	1.0~4.8	3.0~12	8.6~18	13~23	18~22	7.8~11	8.0~13	1.4~2.8	1.8~3.4	13~23		
压力喷雾干燥粉料	0.9~5.0	22~60	13~24	16~24	1.0~12	2.0~5.0	0.5~2.0	0.3~1.5	3.0~7.0	5.6~10		

表 1-30 粉料水分对生坯密度的影响^[4]Table 1-30 Influence of moisture content of powder on density of green body^[4]

粉料水分/%	6	6.5	7	7.5	8	9	10	11
生坯密度/ $g \cdot cm^{-3}$	1.80	1.80	1.80	1.81	1.82	1.85	1.89	1.92

表 1-31 粉料容重对生坯密度的影响^[4]Table 1-31 Influence of volume density of powder on density of green body^[4]

粉料容重/ $g \cdot cm^{-3}$	0.75	0.73	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88	0.9
生坯密度/ $g \cdot cm^{-3}$	1.78	1.80	1.81	1.82	1.84	1.85	1.86	1.88

表 1-32 生坯密度对收缩率和素坯密度的影响^[4]Table 1-32 Influence of green body density on shrinkage and density of biscuit^[4]

生坯密度/ $g \cdot cm^{-3}$	1.76	1.67	1.60	1.55
素坯收缩率/%	0	0.25	0.45	0.75
素坯尺寸/mm	152	151.62	151.32	150.86
素坯密度/ $g \cdot cm^{-3}$	1.59	1.51	1.45	1.40

表 1-33 长石、石灰石和滑石对湿膨胀的影响^[4]Table 1-33 Influence of feldspar, lime stone and talc on wet expansion^[4]

坯体气孔率/%	10	20	30
原坯料	0.03	0.06	0.09
原坯料+4%长石	0.04	0.08	0.14
原坯料+3%滑石	0.015	0.04	0.11
原坯料+2%石灰石	0.02	0.045	0.08

表 1-34 坯料细度对热膨胀系数的影响^[4]Table 1-34 Influence of granularity of bodies on thermal expansion coefficient^[4]

试样编号	万孔筛余/%	素烧温度/ $^{\circ}C$	保温时间/h	吸水率/%	热膨胀系数 $\alpha \times 10^6, ^{\circ}C^{-1}$	
					200 $^{\circ}C$	300 $^{\circ}C$
1	2.45	1305	4	11.25	8.05	7.95
2	0.73	1305	4	10.70	8.50	8.30
3	0.06	1305	4	8.80	11.50	11.40

表 1-35 素烧温度对坯体热膨胀系数的影响^[4]Table 1-35 Influence of biscuit firing temperature on thermal expansion coefficient of bodies^[4]

素烧温度/ $^{\circ}C$	温度/ $^{\circ}C$					
	100	200	300	400	500	600
1350	6.70	7.08	7.22	6.98	6.90	7.95
1320	7.50	7.70	7.85	7.69	7.50	8.70
1290	8.17	8.67	8.95	8.70	8.56	9.78
1255	7.62	7.89	7.94	7.72	7.49	8.78
<1210	6.62	6.95	6.95	6.75	6.59	7.47

表 1-36 墙面砖坯体的组成和性能

Table 1-36 Composition and properties of wall tile bodies

性能	坯体型号				
	R	S	T	U	S
组成 w/%					
W-10 硅灰石	70	69	67	65	60
6-面砖高岭土	30	30	30	30	30
A-100 霞石正长岩		1	3	5	10
在 1100°C					
线收缩/%	0.24	0.25	0.26	0.29	0.45
抗弯强度/MPa	16.1	8.90	11.1	11.5	11.7
表观气孔率/%	35.3	35.7	35.4	35.2	35.3
吸水率/%	19.2	19.6	19.4	19.3	19.5
体积密度/g·cm ⁻³	1.83	1.82	1.82	1.85	1.81
密度/g·cm ⁻³	2.83	2.83	2.82	2.82	2.80
在 1125°C					
线收缩/%	0.21	0.20	0.30	0.17	0.73
抗弯强度/MPa	12.1	10.5	12.9	17.3	22.6
表观气孔率/%	34.9	35.8	34.6	34.4	31.7
吸水率/%	18.9	19.0	19.8	18.6	19.1
体积密度/g·cm ⁻³	1.84	1.83	1.83	1.85	18.2
密度/g·cm ⁻³	2.83	2.82	2.83	2.81	2.79
在 1150°C					
线收缩/%	0.80	1.27	1.33	1.65	1.40
抗弯强度/MPa	20.0	25.1	26.3	29.6	25.7
表观气孔率/%	33.1	32.5	31.3	30.7	31.4
吸水率/%	17.6	17.1	16.2	15.9	17.2
体积密度/g·cm ⁻³	1.89	1.90	1.93	1.94	1.88
密度/g·cm ⁻³	2.82	2.82	2.81	2.80	2.78

引自: Sainemthip P, Reed J S. Fast-fired wall tile bodies containing wollastonite. Am Ceram Soc Bull, 1987; 66(12)1728

表 1-37 烧结面砖坯体的配料组成及计算出的化学组成

Table 1-37 Batch compositions and the calculated chemical compositions of fired tile bodies

坯体	计算的化学组成, %										K ₂ O ₄			配料组成			MgO	
	MgO		CaO		R ₂ O ₃		R ₂ O ₃ *		SiO ₂		Na ₂ O		滑石	长石	球粘土	高岭土		蛭石
	T系	A系	T系	A系	T系	A系	T系	A系	TA系	TA系	滑石	长石	球粘土	高岭土	蛭石			
B组	1 [§]				23.9			74.8		1.3		8.0	25.0	30.0	37.0			
	1				24.2			75.0		0.8		5.0	25.8	31.0	38.2			
	2				24.2			75.6					27.2	32.6	40.2			
	3	1.7	1.7	0.4	23.3	22.9	75.0	75.0		3.0			25.8	31.0	38.2			
	4	0.9	0.8	0.2	23.7	23.6	75.0	75.0	0.4	2.5	2.5		25.8	31.0	38.2			
B组	5	1.4	1.3	0.3	23.1	23.3	74.8	74.4	0.7	4.0	4.0		25.0	30.0	37.0			
	6	3.0	3.0	0.7	22.2	21.9	74.8	74.4		8.8			25.1	29.8	35.3			
	7	2.8	2.8	0.6	21.8	21.6	74.8	74.4	0.65	8.3	4.0		23.7	28.1	35.9			
	8	5.4	5.3	1.2	19.8	19.7	74.8	73.8		15.9			22.4	26.5	35.2			
	9	5.1	5.0	1.1	19.5	19.5	74.8	73.8	0.58	15.1	3.5		21.8	27.3	34.8			
	10	10.3	10.0	2.3	14.9	14.8	74.8	72.9		30.3			21.6	27.6	31.5			
	11	9.9	9.6	2.2	14.9	11.9	74.8	72.9	0.41	29.1	2.7		23.7	27.1	31.4			
	12	12.3	12.0	2.7	12.9	12.8	74.8	72.5		36.4			21.2	26.8	30.6			
	13	11.5	11.2	2.5	13.0	13.0	74.8	72.6	0.75	34.2	4.6		22.6	26.2	30.4			
	14	14.4	14.1	5.2	10.8	10.7	74.8	72.0		43.0			20.0	26.2	29.8			
M6		3.0			22.2		74.8					25.2	29.9	42.0	2.9			
M10		10.3			14.9		74.8					25.1	13.9	51.8	9.7			
M14		14.4			10.8		74.8					20.6	7.5	58.1	13.8			
TC10		10.1		2.3	14.6		73.0					100份坯料 T10+3.1份 Ca(OH) ₂						
MC10		10.1		2.3	14.6		73.0					100份坯料 M10+3.1份 Ca(OH) ₂						

* 坯料 T14 中 Fe₂O₃ 的最大含量为 0.6%; 坯料 B 中 TiO₂ 的最大含量为 0.8%;

† 通常系列 T 中含有滑石 T, 而系列 A 中含有滑石 A;

‡ 坯体 B 做为基本的或者说是两组的参照坯体, 并且被选定为商品面砖坯体的典型;

§ 在这组的所有坯体中, 球粘土、高岭土、蛭石及其与其它组分的比均与坯体 B 中的相同; 由于坯体 No. 1 和 No. 2 中没有使用滑石, 故其不属于该系列;

∥ 在这组的系列 T 的坯体中 SiO₂ 的设计总含量与坯体 B 的相同; 系列 A 的坯体中 CaO+SiO₂ 的含量实际上等于系列 T 和坯体 B 中 SiO₂ 的总含量; 坯体 M6, M10 和 M14 中 MgO 是以氧化镁的形成引入的, 且坯体 TC10 和 MC10 是将 T10 和 M10 调整配方后的组成, 其组成似于坯体 A10。

引自: Geller R F Creamer A S. Talc in whiteware bodies of the wall-tile type. J AM Ceram Soc, 1935; 18(9)259

表 1-38 凸纹面砖*的各种性能
Table 1-38 Various properties of prominence tile*

测试	方法	工业标准	结果
吸水率	ASTM C-373	≤0.5%(不渗透水)	0.02%
抗冻性	ASTM C-1028	无龟裂等	合格
热冲击	ASTM C-484	无打粉	合格
表观尺寸	ASTM C-499	≤3.0%(单个面砖) ≤1.5(面砖范围内)	合格
翘曲(对角)	ASTM C-485	≤0.75%	≤0.75%
产品厚薄不均	ASTM C-502	≤1.0%	≤1.0%
厚度范围	ASTM C-499	≤0.102cm	0.102cm
结合强度	ASTM C-482	≤34.45kPa	≤0.17MPa
研磨硬度	ASTM C-501	≥100	197
划痕硬度	莫氏硬度	无	5
断裂强度	ASTM C 648	≥112.5kg?	215.1kg
断裂模量(MOR)	ASTM C-674	工程标准	2.6MPa
耐化学腐蚀	ASTM C-650	碱性(10%KOH) 酸性(10%HCl)	不受影响 不受影响
摩擦系数	ASTM C-1028	≥0.50%(各种条件下)	湿法 干法
	0.71		橡胶 0.72 0.75 皮革 0.69 0.75 Neotite 0.62 0.71

* 由 GTE 工程陶瓷制造。

引自:Geiger G. Developments in the tile industry. Am Ceram Soc Bull, 1991;70(12):1882

表 1-39 商品级墙面砖组成的物理性质
Table 1-39 Physical properties of commercial wall tile compositions*

加热温度† /°C	吸水率 / %	总的线收缩 / %	吸湿膨胀 / %	线性热膨胀 (室温~700°C) / %	杨氏弹性模量 E/kPa	弯曲断裂 模量 R /kPa	可伸展性 R/E / %
挤压成形							
1175	15.4	7.9			21.3	25.5	0.12
120	13.3	8.2		0.58	23.4	31.7	0.14
1255	12.0	8.9		0.63	31.0	31.0	0.10
压制成形							
1175	15.1	3.5	0.12		12.4	11.7	0.07
1220	13.1	4.4	0.11		17.9	16.5	0.09
1255	12.4	4.7	0.12		20.6	18.6	0.09

* 4号 Kentucky 球粘土, Georgia 软质高岭土, 钾长石及陶瓷磁石;

† 分别为 6号、8号和 10号测温锥。

引自:Geller R F, Creamer A S. Talc in whiteware. J Am Ceram Soc, 1937;20(5)137

表 1-40 无釉地砖的组成及性能

Table 1-40 Composition and properties of quarry tile

表 1-40a 粘土原料的化学及矿物分析

Table 1-40a Chemical and mineral analyses of raw clays

组分	含量 w/ %	
	页岩	耐火粘土
	化学分析	
SiO ₂	58.6	64.6
Al ₂ O ₃	21.0	21.7
Fe ₂ O ₃	7.3	2.1
TiO ₂	0.9	1.1
CaO	0.4	0.3
MgO	1.4	0.6
K ₂ O	3.5	2.4
Na ₂ O	0.5	0.3
烧头量	6.7	7.2
	矿物近似组成	
高岭土	23	30
白云母		26
伊利石	36	
石英	29	42

表 1-40b 无釉地砖的基本物理性能

Table 1-40b Initial physical properties of quarry tile

性能	页岩		
	玻化耐火粘土	不渗水的	半玻化的
含水率 w/ %			
沸水中煮 5h	2.7	0.0	3.5
冷水中浸 24h	2.5	0.0	3.2
抗弯强度 /MPa	37.9	66.0	36.5
长度方向的初始蒸压膨胀(在 138N/m ² 条件下) / %:			
1h	0.020	0.004	0.038
3h	0.036	0.005	0.061
5h	0.039	-0.010	0.078

表 1-41 卫生陶瓷主要产品及技术基础数据
Table 1-41 Basis technical data of main sanitary wares

产品名称	结构种类	尺寸允许偏差	外观质量	变形	冲洗功能	物理性能
洗面器	立柱式,托架式,台式	按 GB6952-86 要求	按 GB6952-86 要求	按 GB6952-86 要求	一次排放全部污物,洗刷不留墨水痕迹	每件产品的吸水率;煮沸法不大于3%,真空法不大于3.5%;经抗裂试验应无裂纹
坐便器	虹吸式,冲落式					
蹲便器	斗式,壁挂式,落地式	按 GB6952-86 要求	按 GB6952-86 要求	按 GB6952-86 要求	一次排放全部污物,洗刷不留墨水痕迹	每件产品的吸水率;煮沸法不大于3%,真空法不大于3.5%;经抗裂试验应无裂纹
小便器	斜喷式,直喷式					
洗涤器	壁挂式,坐袋式					
低水箱						
高水箱						
存水弯	S型,P型					

表 1-42 卫生洁具主要物理-机械性质^[3]
Table 1-42 Physico-mechanical properties of sanitary wares^[3]

指标	精陶质	半瓷质	瓷质
吸水率/%	<10~12	<3~5	0.2~0.5
容重 $\times 10^{-3}$ /kg·m ⁻³	1.92~1.96	2.0~2.2	2.25~2.3
耐压强度 /MPa	(8.83~9.22) $\times 10$	(1.28~2.45) $\times 10^2$	(3.42~3.92) $\times 10^2$
抗弯强度 /MPa	14.7~29.4	21.5~39.2	37.2~47
冲击韧性 $\times 10^{-3}$ /N·m·m ⁻²	1.5~1.8	1.5~2	2.0~2.3
弹性系数 /MPa	216~335	294~392	490~588
平均膨胀系数 $\alpha \times 10^6 / ^\circ\text{C}^{-1}$ (200~700°C)	6~6	4~4.3	2~3.5

表 1-43 卫生洁具配料比例范围^[4]
Table 1-43 Batching range of sanitary wares^[4]

原料	硬质精陶的组成	半瓷器组成	瓷器组成
粘土类原料	50~55	48~50	43~50
石英	10~50	40~45	30~35
长石	5~10	7~12	18~22.5

表 1-44 卫生洁具坯料的化学组成^[3]
Table 1-44 Chemical composition of sanitary ware bodies^[3]

SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	R ₂ O
64~70	21~25	1~1.3	0.5~0.6	2.5~3.0

表 1-45a 卫生瓷坯体的百分组成
Table 1-45a Percentage compositions of sanitary-ware bodies

坯体号	粘土混合料		粘土添加剂		燧石	Keystone 长石	霞石 正长岩	浮选 钠长石	α - 锂辉石	β - 锂辉石	白垩	Sierramic 滑石
	No. 1*	No. 2'	Kamec	No-Karb								
S1	58.5				19.0	22.5						
S2	58.5				20.1	17.4			4.0			
S3	58.5				21.2	2.3			8.0			
S4	58.5				21.2	14.2			6.1			
S5	58.5				23.0	15.0			3.5			
S6	60.5				23.0	13.4			3.1			
S7		53.0			20.0	27.0						
S8		53.0			21.3	20.9			4.8			
S9		53.0			22.7	17.0			7.23			
S10		55.0			24.0	12.6			8.4			
S11		55.0			24.0	14.7			6.3			
S12	60.5				23.0	11.5			5.0			
S13	60.5				23.0		11.5		5.0			
S14	58.5		2.2		19.0	14.2			6.1			
S15	58.5		2.2		19.0	14.2				6.1		
S16	58.5		2.2		19.0			14.2	6.1			
S17	58.5		2.2		19.0			14.2		6.1		
S18	58.5		2.2		19.0		16.2		4.1			
S19	58.5		2.2		19.0		14.2		6.1			
S20	58.5		2.2		19.0		12.2		8.1			
S21		53.0		4.5	21.5	12.6			8.4			
S22		53.0		4.5	21.5	12.6				8.4		
S23		53.0		4.5	21.5			12.6	8.4			
S24		53.0		4.5	21.5			12.6		8.4		

续表 1-45a

坯体号	粘土混合料		粘土添加剂		燧石	Keystone 长石	霞石 正长岩	浮选 钠长石	α- 锂辉石	β- 锂辉石	白垩	Sierramic 滑石
	No. 1*	No. 2†	Kamec	No-Karb								
S25		53.0		4.5	21.5		16.8		4.2			
S26		53.0		4.5	21.5		14.7		6.3			
S27		53.0		4.5	21.5		12.6		8.4			
S28	58.5		2.2		19.0		20.3					
S29	58.5				18.5		16.1		6.9			
S101	58.5				14.0	19.25			8.25			
S102	58.5				14.0	19.25				8.25		
S103	58.5				9.0	22.75			9.75			
S104	58.5				9.0	22.75				9.75		
S105	58.5				9.0	22.75	9.75					
S106	58.5				9.0	22.75	6.83		2.92			
S107	58.5				9.0	22.75	5.85		3.90			
S108	58.5				9.0		32.5					
S109	58.5				9.0	32.5						
S110	50.0					50.0						
S111	58.5					41.5						
S112	58.5				5.0		36.5					
S113	58.5				13.5		19.6		8.4			
S114	58.5				13.5		14.0		14.0			
S115	58.5				13.5		16.8		5.6			5.6
S116	58.5				13.5	14.0			11.2			2.8
S117	58.5				13.5		15.4		9.8		2.8	
S118	58.5				11.5		18.0		6.0			6.0
S119	46.3				19.7		20.4		6.8			6.8
S120	46.3				19.7		23.8		10.2			
S121	46.3				19.7	23.8			10.2			
S122	46.3				19.7		34.0					
S123	46.3				13.7		28.0		12.0			
S124	46.3				13.7	28.0			12.0			
S125	46.3				13.7		40.0					
S701		53.0			20.0	16.2			10.8			
S702		53.0			20.0	16.2				10.8		
S703		53.0			15.0	19.2			12.8			
S704		53.0			15.0	19.2				12.8		
S705		53.0			10.0	22.2			14.8			
S706		53.0			10.0	22.2				14.8		

* 粘土混合料 No. 1 采用商品坯体, 故未能列出其组成;

† 粘土混合料 No. 2 含有 20.0% 的 Kamec, 15.0% 的 Champion 及 Challenger 粘土, 18.0% 的 Tennessee Martin No. 5 粘土。

表 1-45b 原料的化学分析

Table 1-45b Chemical analyses of raw materials

	粘 土				Keystone 长石	浮选 钠长石	霞石 正长岩	锂辉石	%
	Champion 和 Challenger	Tennessee Martin No. 5	Kamec	No-Karb					
SiO ₂	54.08	60.72	46.18	44.95	65.6	69.3	60.25	60.98	
TiO ₂	1.74	1.39	0.04	1.35	N. d. *	N. d.	0.002	N. d.	
Al ₂ O ₃	28.90	25.53	38.58	38.67	18.6	18.6	24.05	27.87	
Fe ₂ O ₃	1.06	0.74	0.57	0.40	0.04	0.07	0.06	0.45	
CaO	0.14	0.08	0.57	0.03	0.3	0.9	0.15	1.50	
MgO	0.20	Tr	0.42	0.02	Tr	Tr	0.02	0.61	
Li ₂ O									6.55
Na ₂ O	0.17	0.40	0.10	0.48	3.1	8.9	10.03	0.33	
K ₂ O	0.33	1.72	0.58	0.05	11.5	2.4	5.01	0.52	
烧失量	13.25	9.35	13.28	13.84	0.4	0.1	0.46	1.22	

* N. d. —— 未能检测到。

引自: Cowan C A, Bole G A, Stone RL. Spodumene as a flux component in sanitary chinaware bodies. J Am Ceram Soc, 1950; 33(6)
193

表 1-46 原始卫生瓷坯料及原料的表征

Table 1-46 Characterizing features of original sanitary ware body and raw materials

表征	英国瓷土	Georgia 粉状	Kentucky	Tennessee	北 Carolina	Pennsylvania	原始卫生
		高岭土	球粘土	球粘土	长石	燧石	瓷坯料
化学分析 w %							
SiO ₂	46.4	46.0	52.1	55.4	66.8	90.9	64.4
Al ₂ O ₃	38.4	38.2	32.1	25.9	19.6	0.1	23.2
Fe ₂ O ₃	0.45	0.29	0.80	0.80	0.04	0.03	0.33
TiO ₂	0.03	1.28	1.60	1.36	0	0	0.42
CaO	0.26	0.15	0.40	0.18	1.70	0	0.67
MgO	0.03	0.16	0.30	0.30	0	0	0.10
K ₂ O	1.52	0.14	0.95	1.92	4.80	0	1.95
Na ₂ O	0.09	0.05	0.12	0.36	6.90	0	2.16
烧失量	12.49	13.65	12.40	9.77	0.20	0.04	6.2
矿物相 w %							
粘土	84.7	98.7	68.1	45.3	0	0	38.30
游离二氧化硅	0.3	0	14.5	28.0	3.90	99.00	25.10
云母	14.0	1.20	4.80	20.70	0	0	4.15
有机物	0	0	2.20	3.00	0	0	0.72
颗粒尺寸: %							
<20μm	94.6	97	99	97	76	71	87
<10μm	82.1	88	97	89	49	41	70
<5μm	63.3	73	92	76	26	24	52
<2μm	40.1	49	80	47	10	6	34
<1μm	26.8	33	68	32	4	2	25
<0.5μm	21.4	19	51	24	1	0	18
胶体指数(每 100g 中亚甲蓝的毫克当量数)	3.4	2.5	9.5	5.2	0	0	3.26

引自: Lehman R L., Weinstein J G., Phelps G W., et al. Reformulation of whiteware bodies using characterization and linear programming methods and techniques. Am Ceram Soc Bull, 1984; 63(8): 1039, 1050

表 1-47a 对卫生瓷进行料方重配时组成限值对计算的配方组成的影响

Table 1-47a Effect of composition limites on calculated batch compositions in sanitary ware reformulation

	±10% 限定			±2.5% 限定			±0.62% 限定		
	计算值	下限	上限	计算值	下限	上限	计算值	下限	上限
SiO ₂	66.04	57.96	70.84	64.83	62.79	66.01	64.40	64.00	64.80
Al ₂ O ₃	22.01	20.88	25.52	22.90	22.62	23.78	23.19	23.05	23.34
K ₂ O	1.99	1.75	2.14	1.96	1.90	2.00	1.95	1.94	1.96
Na ₂ O	2.24	1.94	2.38	2.18	2.11	2.21	2.16	2.15	2.17
粘土	34.47	34.47	42.13	37.34	37.34	39.26	38.06	38.06	38.54
二氧化硅	27.61	22.59	27.61	25.73	24.47	25.73	25.26	24.94	25.26
云母	3.73	3.73	4.56	4.25	4.05	4.25	4.18	4.12	4.18
有机物	0.94	0.82	1.00	0.90	0.89	0.93	0.91	0.90	0.92
颗粒尺寸分布 <1μm	27.50	22.50	27.50	25.62	24.38	25.62	25.16	24.84	25.16
胶体指数	3.46	2.93	3.59	3.18	3.18	3.34	3.24	3.24	3.28
	原料含量 w %								
分级的 Georgia 高岭土		0.0			4.58			15.22	
粉状的 Georgia 高岭土		10.83			11.88			1.43	
Kentucky 球粘土		27.59			21.39			23.05	
Tennessee 球粘土		11.02			11.48			13.53	
Carolina 北部的长石		31.34			30.39			30.34	
Pennsylvania 燧石		19.22			17.27			16.90	

表 1-47b 原始卫生瓷坯料的配料组成

Table 1-47b Batch composition of original sanitary ware body

物料	数量 w %
英国瓷土	11.12
粉状 Georgia 高岭土	9.13
Kentucky 球粘土	24.77
Tennessee 球粘土	5.91
Carolina 北部的长石	30.63
Pennsylvania 燧石	18.35

引自: Lehman L R., Weinstein J G., Phelps G W., Adams K Mac G. Reformulation of whiteware bodies using characterization and linear programming methods and techniques. Am Ceram Soc bull, 1984; 63(8)1039

表 1-48 我国一些烧砖隧道窑的规格及性能^[1]Table 1-48 Dimensions and characteristics of tunnel kilns for firing bricks^[1]

厂名	产品规格 mm	长/m	宽/m	高/m	窑拱角度	窑道断面 面积 /m ²	窑车尺寸 宽×长 /m	装载量(块·车)	码坯密度 (块/m ³ ·车)	进车速度 (车/h)	进车数 (车·天)	烧成周期 /h	容积效率 (块/米 ³ ·月)	年产量(万块)
大同 红卫砖厂	210×115×53 粘土砖	90.5	2.25	2.26	180°	4.5	2.32× 2.25	2250	222	1.2	28~29	33	3870	1800~ 2000
	210×115×53 粘土砖	90.3	2.25	2.25	180°	4.5	2.32× 2.25	2370	238	1.79	13	22.4	6120	3000
建材实验 吉林市 砖瓦厂	240×115×53 粘土粉煤灰砖	90	3.0	2.03	90°	5.5	3.0× 2.0	1840	168	2	48	18.5	4200	2500
陕西省 砖瓦研究所	130×90×90 粘土空心砖	76.8	2.25	1.63	90°	3.35	2.25× 2.25	1835 (折标 准砖)	253	1.1	28	34	3300	1600~ 1500
上海 红卫砖厂	240×115×90 粘土空心砖	90	2.25	2.25	180°	4.5	2.32× 2.25	1200 (折标 准砖)	204	1.5	36	25	3900	1800 ~2000

表 1-49 卫生陶瓷先进成型工艺及技术数据^[9]Table 1-49 Advanced technology and technical data for pressing sanitary wares^[9]

成型制品	低压		中压		中高压		高压	
	洗面器	水箱	洗面器	洗面器	洗面器	洗面器	水箱	
注浆压力 $\times 10^5$ Pa	0.3	0.3	5	8~10	12~15	12~15	12~15	
成型周期 /min	240	240	80	30	10	12	12	
模具安装数	35	20	14	7	1	1	1	
每班成型次数	2	2	6	16	48	40	40	
每班产量(个/班)	70	40	84	112	48	40	40	
工作班数(班/日)	2	2	3	3	3	3	3	
日产量(个/日)	140	80	252	336	144	120	120	
模具材料	石膏	石膏	石膏-树脂	树脂	树脂	树脂	树脂	
模具使用次数	160	130	600	30000	30000	30000	30000	
安装功率 /kW	1.4	13.5	2.8	3.7	3.2	22	22	

表 1-50 卫生陶瓷低压快排水组合浇注线技术数据^[9]Table 1-50 Technical data of fast drain casting line under low pressure for sanitary wares^[9]

成型制品	洗面器	洗面器柱	妇洗器	坐便器	带盖水箱 (单面吃浆)	带盖水箱 (双面吃浆)	蹲便器
产品规格 /mm	700×580×210	180×620×200	350×390×560	330×390×600	370×380×200	450×380×180	500×600×210
模具安装数 /套	35	30	20	20	30	26	30
坏件数/每模	1	2	1	1	1	1	1
坏件数/每台 设备	35	60	20	20	30	26	30
周期数/每班	24	1	4	4	4	1	4
每人班数	2	2	2	2	2	2	2
坏件数/每班	70	120	40	40	60	52	60
最低泥浆温度 /℃	28	28	28	28	28	28	28
压缩空气压力 $\times 10^{-5}$ Pa	6	6	6	6	6	6	6
安装功率 /kW	13	13	13	13	11.7	11.7	11.7

表 1-51 系列喷雾干燥器技术数据^[9]Table 1-51 Technical data of spray dryers^[9]

型号	1000型	1500型	2000型	2500型	3200型
水蒸发量 $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$	800~1000	1500	1600~2000	2500	3200
干粉产量 $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$	1140	1700	2270	2840~5600	2940~7170
工作喷嘴(只)	6~8	8~10	10~12	12~15	15~18