

建材情报资料

总第8110号

陶瓷类 2 号

赴巴基斯坦釉面砖、卫生瓷 生产工艺和技术装备考察报告



建材部技术情报标准研究所

1981年7月

前 言

根据中巴两国政府经济技术合作协议，由建材部组织的考察组一行四人，于1980年3月28日去巴基斯坦进行了釉面砖、卫生瓷生产工艺和技术装备的技术考察。考察组在巴期间主要参观考察了五个厂（谢比阿墙地砖厂、信托陶瓷厂、达达霍依日用瓷厂、斯瓦特陶瓷公司卫生瓷厂和釉面砖厂）、两个研究所（巴科援委员会所属的试验所和旁遮普省陶瓷研究所）和一矿（明果拉瓷土矿选矿厂）。重点对斯瓦特陶瓷公司卫生瓷厂和面砖厂进行了技术考察。现将在巴考察过程中所了解到的情况和收集到的有关生产工艺和技术装备方面的资料加以整理总结于后。由于考察时间较短，有些厂看得不细，有些问题探讨得也不够深透，因此只供参考。如有不妥和错误的地方，请指正。

建材部赴巴基斯坦建筑卫生陶瓷考察组

目 录

一、概述	(1)
二、卫生瓷	(2)
三、釉面砖	(13)
四、墙地砖	(26)
五、瓷土矿选矿厂	(30)
六、技术考察的收获和体会	(31)

一、概 述

巴基斯坦是一个发展中国家，建陶工业尚处于开始发展阶段。1950年初虽已开始生产卫生陶瓷，但产量较少，全国仅一个私营工厂——卡拉奇信托陶瓷厂生产卫生瓷。该厂1954年建成，开始生产日用瓷，后改为生产卫生瓷，年产约2000吨(约13.4万件)，1975年建设了国营斯瓦特陶瓷公司卫生瓷厂和面砖厂。这两个厂是和西德合资建的，巴基斯坦投资70%、西德投资30%、总投资是900万美元。年产卫生瓷2000吨(13.4万件)和釉面砖2,400吨(24.5万米²，从而才开始生产釉面砖。这就是目前巴基斯坦建筑陶瓷生产的全部产量，仅能满足国内需要量的30~40%，其它全靠进口。

墙地砖尚未正式生产，但墙地砖工厂已经建成私营的叫谢比阿墙地砖厂，在卡拉奇。由西德AGROB公司设计，引进的是意大利和西德的设备。现正在调试。设计年产量是5千吨(约25万米²/年)，总投资800万美元，设备总吨位是700吨(不包括隧道窑耐火材料)。该厂机械化、自动化水平高于我国现有的墙地砖生产线。

卫生瓷厂目前除上述两厂外，正在施工安装的还有两个，一个是国际陶瓷公司(DOCH)卫生瓷厂，在拉合尔，是比利时设计的，除隧道窑外全部设备是西德耐茨公司引进的。设计产量是2200吨/年(约15万件/年)，总投资600万美元。另一个在白沙瓦，是日本投资和日本的设备建的卫生瓷厂。另外卡拉奇国际标准陶瓷公司还正在筹建一个卫生瓷厂，已和英国商谈过准备引进英国的成套设备。以上三个厂都是私营工厂。

这样巴基斯坦的建筑陶瓷工业不久将可有五个卫生瓷厂、一个面砖厂和一个墙地砖厂。由此可以看出巴基斯坦当前对建陶工业下的功夫和投资是不小的。如都形成生产能力后，卫生瓷年产量将可达到1~1.5万吨(约60~100万件)，釉面砖2,400吨(约24.5万米²，墙地砖5千吨)。

从英国进口的球粘土化学成分如下表

序	化学成分	英国球粘土 (%)	球 粘 土 号 (%)						英国瓷土	火粘土 158°	肯德Mn-2 54粘土
			6°	64°	73°	99°	242°	7°			
1	SiO ₂	50.0	59.3	60.08	73.44	65.2	61.98	44.03	42.2	14.4	43.08
2	Fe ₂ O ₃	0.27	0.22	0.23	0.16	0.24	0.30	0.45	0.21	0.44	0.47
3	Al ₂ O ₃	29.38	28.22	28.69	19.18	24.24	27.71	39.99	42.72	62.47	26.27
4	TiO ₂	0.14	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.13	0.02	3.75	0.03
5	MnO	—	—	—	—	—	—	0.04	—	—	—
6	P ₂ O ₅	0.09	0.06	0.04	—	0.03	0.07	0.07	0.06	—	0.09
7	CaO	1.34	0.32	0.41	0.32	0.31	—	0.15	0.21	1.45	0.87
8	MgO	—	—	—	—	—	—	—	—	0.56	19.55
9	Na ₂ O	2.07	0.10	0.10	0.07	0.31	0.08	0.08	0.07	1.25	0.12
10	K ₂ O	1.85	1.25	1.06	0.56	1.21	0.43	1.37	1.50	0.30	0.25
11	烧失	15.5	9.05	9.63	6.10	8.15	9.51	13.8	13.07	14.80	9.50
	总计	100.6	98.64	100.36	99.95	99.62	100.20	100.11	100.06	99.42	100.25

(约25万米²)。虽然总产量不算高,但其发展速度还是比较快的。~~尤其是生产工艺和技术装备~~在某些方面要比我国先进。因其不但引进了西德、比利时和意大利~~的技术和设备~~,而且还引进了日本和英国的技术和设备。这样就有了比较,有了鉴别,可为其所用。预计今后几年巴基斯坦的建陶工业将会有较快的发展。

巴基斯坦的原料:石英、长石、瓷土、硅砂、粘土和石膏都有,有些熟料的蕴藏量还比较丰富。为了满足生产工艺的要求,弥补原料成分的不足,仍需从英国进口球粘土和部分瓷土。他们曾多次提出很想从中国进口。

燃料:普遍采用天然气,而且蕴藏量极为丰富。不久前已钻探出石油。

建筑陶瓷科研工作刚开始。没有专业性设计机构,有一个设计单位,民用建筑、工业厂房等都设计。所以上述工厂的厂房是巴基斯坦自己设计的。工艺则请国外有关公司设计。

上面是巴基斯坦建陶工业总的情况。现就已生产的产品及生产工艺分别进行介绍。

二、卫生瓷

卫生瓷部分,我们在巴基斯坦参观考察了信托陶瓷厂和斯瓦特陶瓷公司卫生瓷厂。目前巴基斯坦生产卫生瓷的也就是这两个工厂。

(一) 信托陶瓷厂

这个厂是个私营老厂,1954年建成投产开始生产日用瓷后改为生产卫生瓷。年产约2000吨,(约13.4万件),生产品种有面具、座便器、蹲便器等,白色、彩色的都生产,全厂职工共470人,其中工人425人。生产效率是平均每人每天一件,约为我国的1/4。

原料加工、注浆成型和施釉等生产都较落后。相当于我国50年代的生产水平。注浆成型是压力注浆,放浆抱大泥桶,施釉喷雾粉尘满天飞,劳动条件差,生产效率低。干燥是自然干燥。

烧成有两条半隔焰隧道窑。一条长56米,内宽800毫米,内高900毫米。窑车长1500毫米,宽装一件,高装二层,上层制品装在下层匣钵圈上。烧嘴共3对,横向两对,纵向一对对正半隔焰道烧。烧成温度1050℃。半隔焰板是粘土质的下部开孔进火,厚25毫米。半隔焰道内温度是1150℃。窑内上下温度差是10℃。烧成时间是42小时。另一条长36米,内宽500毫米,内高(装截面以上)700毫米。横向竖装一件,高装一件。半隔焰板材质厚薄与上一条窑一样。烧成温度1050℃,烧成时间28小时。

天然气到厂压力8磅/英寸²,到窑上压力是1磅/吋²(703.7毫米水柱)。

生产的产品质量不如我国。但可取的是该厂座便器采用一次成型。

另一可取的是低温烧成,烧成温度仅1050℃。产品吸水率达10%左右,属精陶类。烧成温度低不但省燃料,而且窑上用半隔焰板和车上装制品用的匣钵圈都可用粘土质的,厚度也可薄(仅25毫米)。使用寿命可达50次以上。因此,这种低温烧成的产品,有很多好处,也有值得研究的必要。

这种低温烧成的产品所用原料及配比如下:

坯体：石英20%，英国球粘土5%，巴粘土45%，滑石25%，石灰石5%。
釉料：硼砂30%，石灰石20%，粘土18%，氧化锌10%，石英25%，碱4%。
可供研究参考。

(二)斯瓦特陶瓷公司卫生瓷厂

斯瓦特陶瓷公司有两个厂，一个是卫生瓷，另一个是釉面砖厂。是巴基斯坦和西德合资建的，两厂基建总投资为900万美元。设计年产量卫生瓷2,000吨(13.4万件)、釉面砖2,400吨(24.5万米²)。1975年4月开始施工，77年7月正式投产至今卫生瓷部分尚未达到设计能力，有些部分像卫生瓷原料和成型部分还有待于作进一步改进。釉面砖部分现已达到年产2,040吨(约21.8万米²)。

斯瓦特陶瓷公司卫生瓷厂和釉面砖厂的总平面如图1。

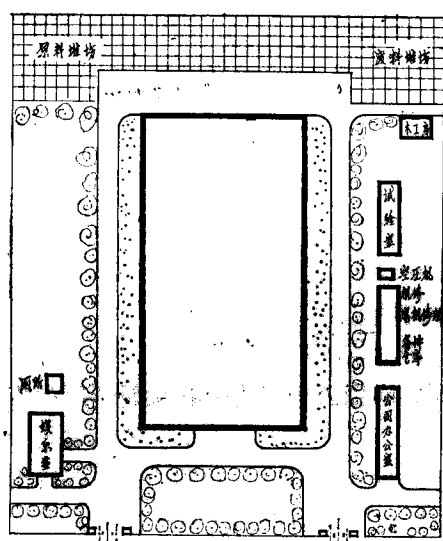


图1 斯瓦特陶瓷公司二厂总平面图

斯瓦特陶瓷公司的两个厂都在一个联合厂房内，包括原料库和成品库都在里面。原料和废料堆场都在厂房的后面，辅助设施—公司办公室、机修、空压机房、试验室在厂的一侧。主厂房周围是马路和绿化，成品库靠近出厂门。总体布置比较整齐、美观大方，生产流程比较顺、运输交叉少。

斯瓦特陶瓷公司卫生瓷厂上面已谈到了设计年产量2000吨(约13.4万件/年)，生产有大小面具、座便器、蹲便器、低水箱等白色和彩色卫生陶瓷。目前实际产量仅达到设计能力的50%。主要问题是原料球磨时间(22小时)长，磨机较少仅两台，正在向西德增加设备。同时注浆成型效率低。现有成型面积(2420米²)，仅能满足目前日产3吨的生产要求。因之，正在积极设法改造和扩建。他们提出很希望我国承担这一改造和扩建工作。

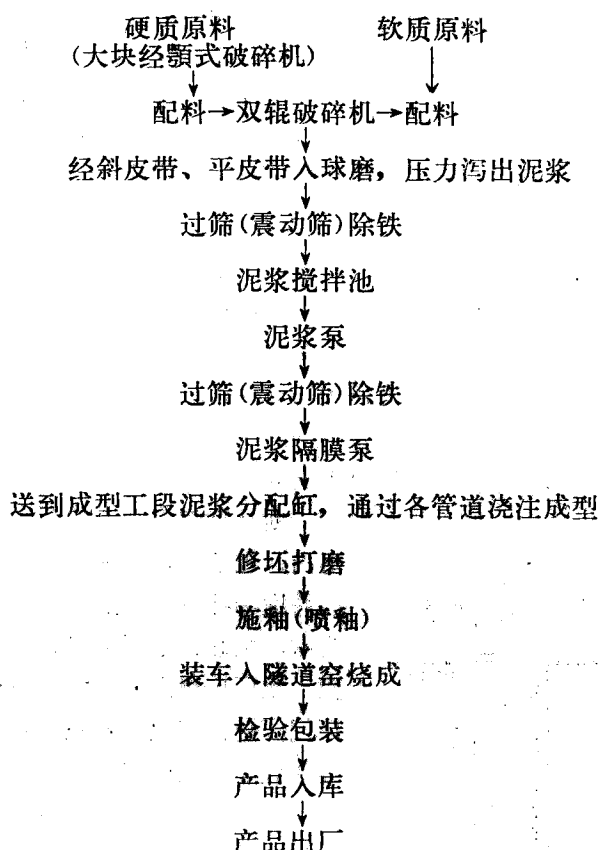
1.卫生瓷厂的职工人数和生产管理

该厂生产管理机构大致和釉面砖厂的生产管理一样(详见面砖厂生产管理表)。

生产经理→技术管理→工段长→高级熟练工人、熟练工人、半熟练工人、非熟练工人。
其中生产经理仅1人，技术管理人员3人，工段长若干人，其余全部是工人共计为250人。

最大一个特点是(1)、生产经理1人，办公室就在车间里，加之车间为联合厂房，一出办公室就是各生产工段，有利于对生产进行直接管理，可随时解决生产中的问题。(2)、生产管理机构精简。

2. 卫生瓷生产工艺流程



3. 原料加工和泥浆制备

原料加工和泥浆制备工段工艺布置如附图“斯瓦特陶瓷公司卫生瓷和釉面砖厂生产工艺布置图”。

原料由汽车运入厂后，硬质原料经颚式破碎机破碎后入原料库。软质原料由于进厂颗粒较小，则直接分隔堆放在原料库内。本地产的粘土原料也有堆放在露天的。

原料库内存放的原料按下列比例进行配方。

卫生瓷坯体原料配方：

长石21%，石英砂21%，球粘土8号9%，球粘土46号5.2%，球粘土99号12%，球粘土73号5.7%，英国瓷土26%。

配方中粘土原料由于其性质各不相同，为起互相补偿的作用，所以同时用了四种粘土。

原料经磅秤 R_{13} 按上述配比称量后入低料斗S101，经双辊破碎机破碎后，由皮带机S102直接送入球磨机S104或S107粉碎，不再经过碾子中碎。但硬质原料和软质原料入球磨的次序是有先后的。硬质原料先入磨16小时后再加入软质料再磨6小时，球磨时间总计是22小时。原料进球磨前的粒度较小。其中主要是石英砂难于研磨，时间较长。球磨机采用的是两台西德引进的2.5吨容量的球磨机，其内衬是橡胶的。研磨好的泥浆用压缩空气加压放入泥浆搅拌池S111或S120前要经过80目到100目震动筛6过筛，电磁除铁四除铁。并加水加电解质调整泥浆性能。电解质用的是 Na_2CO_3 和 $NaSiO_3$ ，用量为每吨泥浆分别加 Na_2CO_3 6公斤和

Na_2SiO_3 1 公斤。为使泥浆性能稳定，在泥浆池调整过性能的泥浆用泥浆泵S118或S121打入80目到100目震动筛S125过筛并经除铁后入储泥浆搅拌池S132，进行储存陈腐，在陈腐过程中进行低速搅拌，同时还要调整泥浆性能，使泥浆性能达到如下要求：泥浆比重1.78，含水量30%，pH值8.6，制备好的泥浆用3公斤/cm²（使用压力）压力的泥浆隔膜泵直接打到注浆成型工段的泥浆分配管，然后经各分管到手工作业台进行浇注。

这个工段的工艺布置是很紧凑的，包括回坯泥浆搅拌池在内（但不包括原料库在内）仅占据了330米²，同时流程顺，工序衔接好，原料简单，设备少。

这工段的主要问题前面已谈到（1）是球磨时间长，磨机少。按目前两班生产仍只能满足产量3吨/日成品的泥浆要求，仅达到原设计能力的一半。为此厂里正在要求西德再增加三台球磨机。

4. 注浆成型

注浆成型工段工艺布置见附图里的注浆成型工段。注浆成型工段面积是2,420米²。

注浆成型全部采用管道注浆。每组模型上方都有一根泥浆管道，通过泥浆管道上的胶皮管用人工向各模具进行浇注。放浆时人工用泥浆桶接，接满后倒入泥浆槽车，再倒到回浆池里。这种操作方法和我国60年代初差不多，劳动强度大，劳动效率低，还到处漏浆，泥浆损失较大，而且一经干燥，灰尘大，劳动条件差。

手工注浆成型每人每班只出一次坯体，出坯后放在注浆台的架上修坯、打磨，然后再搬到施釉工段车架上等待施釉。

每人每天成型件数：

座便器：12~14件/人·天，中型洗面器16件/人·天，

大型洗面器8件/人·天，低水箱17件/人·天，

蹲便器一般型20件/人·天，带脚踏板的蹲便器8件/人·天。

吃浆时间1小时30分到1小时50分。

模型寿命是3个月。

注浆成型室内温度分布不均匀。采用的是天然气加热器。尤如我们的暖风机。由于放置位置和送暖形式不好，吹风近处热，远处凉。室内温度分布不均，波动大，在78~42℃之间。成型室内湿度波动也很大，随着季节不同可波动在10~95%。（这次我们在考察时，室内湿度仅为15%，也太小）。因此，成型坯体开裂较多，坯体成型质量较差。



图 2

制品成型方法：（1）低水箱他们是双面吃浆。成型时，中间有一块石膏模需吊上吊下，既费事又费力。我国是单面吃浆。通过技术交流，他们立即进行单面吃浆试验，第一次试验失败，第二次取得初步成功。如能成功可简化操作手续，大大节省劳力。（2）座便器他们是一次成型。先将两块底座模型放好，再将事先注好的一块大板和大板后进水口上的一小块配件以及大板前拐弯处的一块配件放入。再盖上上圈石膏模，即可一次注出，不再需要粘接等。详见图2，这是事先放上已浇注好的三块

坯体配件的模型照片。

这种一次浇注成型方法简单，产品结构不用改变，功能和二次成型的一样。可以供我国座便器一次成型参考。

这个工段主要是手工注浆成型方法落后，效率低，约比我国低20~30%，有的甚至低到50~100%。所以很感成型面积小，不能满足窑炉产量的要求。目前这个成型工段仅能满足原设计生产能力的50%，窑产量的1/3。所以厂里正在积极谋求对原有成型方法的改进。并打算再增建一个注浆成型工段。提出希望我国帮助改造和建设。

5. 釉料制备和施釉

卫生瓷釉料以长石，白云石，石英砂，氧化锌和粘土为主要原料，乳浊剂采用 ZrO_2 。乳白度稳定，乳浊效果好，其配比如下：

长石34%，白云石8.7%，石英砂25.3%。

斯瓦特瓷土5.8%，比利时白垩5.8%， ZrO_2 7.8%， ZrO_2 12%。

釉料制备：釉料制备工段工艺布置见附图。

釉料按上述配比装入球磨中细磨，达到细度要求的釉浆出磨时，经过筛除铁入釉浆搅拌池，加水和电解质以调正釉浆的比重和粘度，然后再由泵打入高喂釉浆槽供喷釉使用。

釉浆细度：0.1gm/lit 0.063目。

釉浆比重：1.6，含水量30%。

卫生瓷釉料检定如下：

① 膨胀系数：

温度(℃)	2×10^6
27.5~100	6.38
200	7.64
300	8.61
400	9.31
500	10.02
600	11.40
700	11.14
800	10.05
900	9.47

② 热显微检验

1,078℃开始收缩

1120~1145℃软化

1315℃熔化

1350℃流动(有冒泡现象)

③ 光谱半定量分析结果

元素	As	P	B	Sb	Ge	Tl	Pb	Sn	Bi	Ga
	<0.01	0.0	>>0.03	<0.01	0.000	0.000	0.03	0.001	0.000	<0.001
元素	Cr	Ni	In	Mo	V	Cd	Cu	Ag	Zn	Co
	0.000	0.001	0.000	0.00	0.001	0.000	<0.001	0.000	>1	0.007

Ti	Nb	Ta	Zr	Th	Ce	La	Y	Yb	Be
0.03	0.000	0.000	>>0.3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000
Mn	Hf								
<0.001	0.07								

青坯施釉前含水量比较高，为5%。施釉厚度1~2毫米。

施釉：施釉采用喷釉法。

(1)一种是青坯从车架上取下放于可旋转的喷釉台上人工喷釉，和我国唐建陶等厂目前使用的相似。施釉部分有喷釉厨和吸尘罩，下部有余浆回浆沟。喷釉时，喷枪拿在手里，先是吹灰，然后接着就喷釉，制品可以在喷釉台上旋转，先喷外面，后喷里面，然后再重点的边角或拐弯处喷一喷。喷出的剩余釉雾经吸尘罩水洗后回收。施釉后的制品再由喷釉台上取下来放在车架上，然后印上商标存放一段时间后即送去装车。

(2)另一条施釉线。是一条带有34个旋转盘的链条传送带，共长15.75米。该传送带的施釉操作部分由吹尘柜和二個喷釉厨（带吸尘罩）组成，如图3。下部有余浆四浆沟。青坯由车架上搬到施釉线传送带的可旋转的喷釉台上，随着传送带前进到装有吸尘罩的吹灰柜，用压缩空气将坯体上的浮灰吹净。吹净表面浮尘的坯体再继续前进到喷釉厨施釉（喷釉）。喷釉的次序和方法与上述的一样。施釉后的制品由传送带下搬下，印上商标存放在车架上，然后送去装车。

这条施釉线从生产情况来看，与第一种相比只是省了把素坯搬进搬出喷釉厨的操作，但由于传送带要通过喷釉厨。因此，其两侧不好密封，几乎有大半节敞开。喷釉时，吸尘效果较差，雾尘较大，劳行条件较差。

6. 烧成

焙烧卫生瓷用的是带预燃室的明焰隧道窑。此窑是西德HEIMSOTH公司设计的

(1)隧道窑的主要技术指标(见下表)

这条窑原设计烧成时间为24.74小时，24时出32辆车，产量为8.64吨/日,由于原料和成

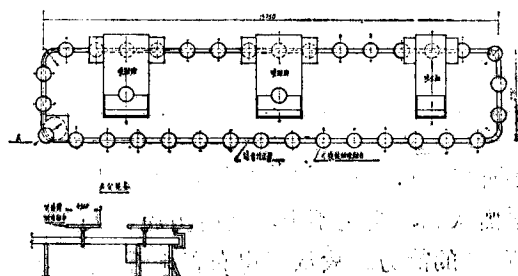


图 3 卫生瓷施釉线图

序	名 称	单 位	数 值	备 注
1	窑的主要尺寸：长	米	75	内宽装二件座便器或2件洗面器或 4 件蹲便器 内高指装载面到供顶高，可装一件高。
	内宽	米	1.5	
	内高	米	0.85	
2	各带比例：预热带	米	24.8	11个车位 33.1%
	烧成带	米	16.1	7 个车位 21.4%
	冷却带	米	34.1	15个车位 45.5%
3	窑 内 容 车 数	辆	33	

序	名 称		单 位	数 值	备 注
4	窑车尺寸： 长 宽 高		米 米 米	2.25 1.44 0.75	轨面至衬砖面，车衬砖面到制品装载面高250毫米
5	每 车 装 载 量		件/车 或公斤/车	18件 270公斤	每车装载容积2.43米³
6	烧 成 温 度		℃	1190	
7	烧 成 时 间		小 时	66	
8	推 车 速 度		车/时	0.5	原设计每天(24小时)出32车 现每天出12车
9	产量：	日 产	吨/天 或件/天	3.24或 216	原设计576件/天或8.64吨/天
		年产量	吨/年 或万件/年	1085 7.236	年工作日按335天计算
10	烧 嘴 数		对	11	
11	天 然 气 消 耗 量		Nm³//时	115	天然气低热值Q低=8,200千卡/标米³ 烧嘴前天然气压力1000毫米水柱
12	成 品 吸 水 率		%	0.7	

型跟不上，所以烧成时间延长到66小时，这样24小时仅出12辆车，产量为3.24吨/日(合216件/日)。因此，这条窑目前和原料成型处于极不平衡状态，窑吃不饱，其潜力还很大。窑产量达9吨/日(合600件/日)是没有问题的，现仅达到1/3的能力。故从厂房布置来看，原设计留有一条隧道窑的发展余地是完全没有必要的，也是与原料和成型设施面积的设计极不相称的。

(2) 烧成曲线和窑的工作系统

卫生瓷隧道窑工作系统见图4

预热带 1~11号车位共11个车位，长24.8米。

(1) 窑进口端和出口端约一个车位左右是平拱顶，其它为拱顶。

(2) 烟气由烧成带经预热带1, 2号车位之间、2, 3号车位之间、3, 4号车位之间、4, 5号车位之间和6, 7号车位之间的五对排烟孔抽出，经由2, 3号车位处两侧的垂直烟道入窑顶排烟机由铁皮烟囱排出屋外。

(3) 预热带顶设有一台3号冷风机向2, 3, 5, 6, 7号车位窑顶二层拱送入冷空气。然后由窑头顶部一台一号风机从1号车位顶抽出，再由窑进口端窑顶和两侧墙送入窑内。热风温度约60℃，作窑头密封气幕用。

(4) 由9号车位(约700℃)开始已设有烧嘴，一个车位一对，到预热带末11号车位已设有3对天然气烧嘴。

烧成带 12~18号车位共7个车位，长16.1米。

(1) 12, 13, 14号车位和14, 15号、15, 16号以及16号末, 17号末, 18号车位末各设一对烧嘴, 共计8对烧嘴。

(2) 天然气来管分为二组供给窑上。

供14号车位前的烧嘴为一组, 供14号车位后的烧嘴为一组。

(3) 助燃空气则为一组, 全部烧嘴由4号助燃风机供给。但分二根管道平行供送到烧成带两侧, 又分两个支管送入烧嘴。较粗的一根由烧嘴上部入送, 较细的一根由烧嘴的一侧送入, 作为1, 2次助燃空气(请见图4)。助燃空气为冷空气, 压力为200毫米水柱。

(4) 烧嘴和预燃室

烧嘴为套筒式如示意图5。

图4 焙烧卫生瓷隧道窑工作系统图

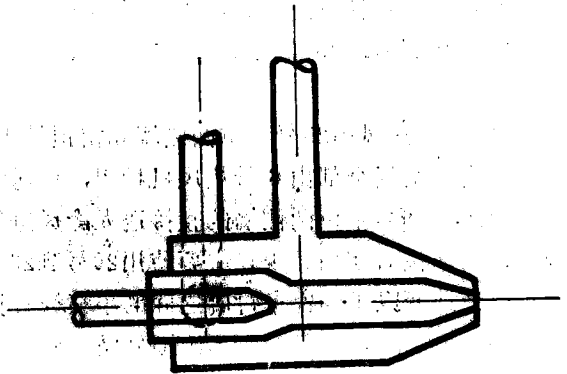


图5 天然气烧嘴示意图

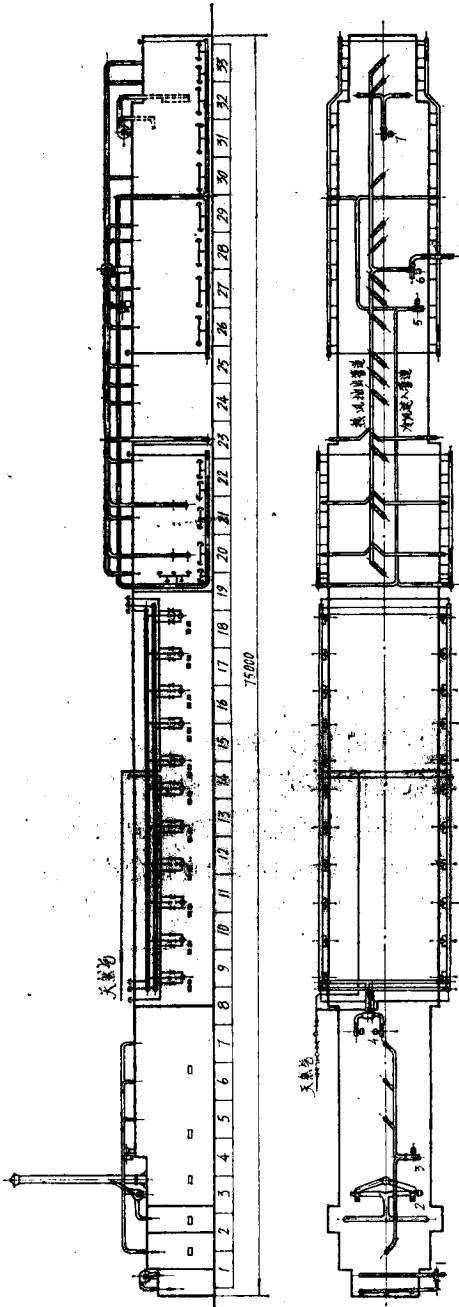
烧嘴前: 天然气压力: 1,000毫米水柱。助燃空气压力: 200毫米水柱。

助燃空气分二根支管送入烧嘴, 一根由上面进入, 一根由烧嘴的侧部送入。以加强和天然气的混合燃烧。

预燃室燃烧道构造如图6。

空、煤气由烧嘴喷出后在预燃室燃烧, 然后由挡墙的下部各孔喷入窑内, 进行加热和焙烧制品。

冷却带19~33号车位共15个车位, 长34.1米。



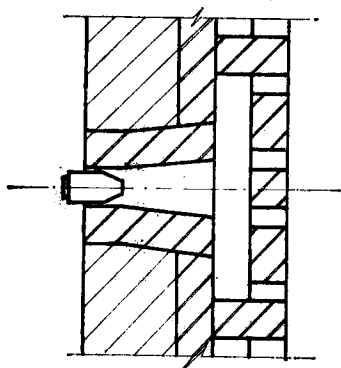


图6 预燃室燃烧道构结图

(1) 冷却系统

1) 在19号车位末，窑墙两侧没有冷空气分散送入进行直接急冷的设施。在20号、21号、22号车位两侧装载面以下和窑车衬砖之间，通过8对小喷管直接送入冷风进行冷却。这是一组冷却。第二组冷却是由26号、27号、28号、29号、30号、31号、32号和33号车位装载面以下和窑车衬砖之间，通过18对小喷管直接送入冷空气进行冷却。这两组冷却风全部由窑顶5号风机供给。

2) 第三组冷却是由窑顶7号冷风机，从31号车位和32号车位两侧墙直接送入窑内进行直接冷却。

(2) 热风抽出系统

1) 21号和23号车位两侧墙分上下两层吸入冷空气，由20号和21车位末两侧墙抽出，进行间接冷却。

2) 窑顶间接冷却由20号、21号和29号车位顶部送入冷空气。热空气分别由20号、21号、23号和24号、25号、26号、27号、28号、30号、32号、33号车位顶部抽出进行间接冷却。

3) 窑内热风由23号车位两侧墙和窑顶抽出。

所有热空气全部由6号热风机抽出，供给成型车位或放空。

急冷：19号车位两侧墙的直接送入冷风进行急冷。由于冷却不均，产品易于产生炸裂。因此，目前没有使用。现在主要使用20号到23号车位两侧墙和顶部的间接冷却，以及20号到22号车位装载面以下和窑车衬砖之间的小喷管直接喷入冷空气进行冷却。看来裸装卫生瓷直接向产品吹风急冷是不行的。不论国外是如此，国内直接吹风急冷也不行。主要是直接向产品吹冷风急冷，产品冷却不均，容易产生炸裂。故应采取间接急冷或其他形式的直接急冷才行。

车下没有抽送风设施，主要靠自然冷却。车下设有长检查坑道，冷却还好，车下温度不高，仅40~60℃。当然这与烧成温度低，窑车保温好，和车与窑的密封好都有关系。所以车下不需要进行强制冷却。

(3) 窑上用风机设备(见下表)

序	风机名称	风量和风压	用途	数量
1	冷风机	风量：2000Nm ³ /h 输送气体温度：60℃ 风压：80mmH ₂ O	供窑头封闭气幕用	1台
2	排烟机	风量：5000Nm ³ /h 输送气体温度：300℃ 风压：75mmH ₂ O	排出窑内烟气	2台
3	冷风机	风量：2000Nm ³ /h 输送气体温度：20℃ 风压：68mmH ₂ O	预热带顶间接冷却用	1台

序	风 机 名 称	风 量 和 风 压	用 途	数 量
4	助燃风机	风量：2000Nm ³ /h 输送气体温度：20℃ 风压：200mmH ₂ O	供烧嘴助燃空气用	2 台
5	冷却风机	风量：3000Nm ³ /h 输送气体温度：20℃ 风压：95mmH ₂ O	供急冷和窑上冷却用	1 台
9	热风机	风量：12,000Nm ³ /h 输送气体温度：150℃ 风压：93mmH ₂ O	抽出间接冷却风和窑内热风用	1 台
7	冷却风机	风量：3000Nm ³ /h 输送气体温度：20℃ 风压：63mmH ₂ O	供窑尾直接冷却用	1 台

风机全都装在窑顶上，而且只有关键风机排烟机和助燃风机有备用，其他全部没有备用。

(4)装车方法

装车方法请见图 7 和图 8

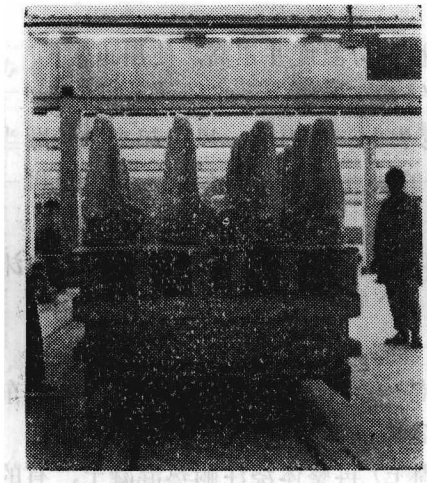


图 7

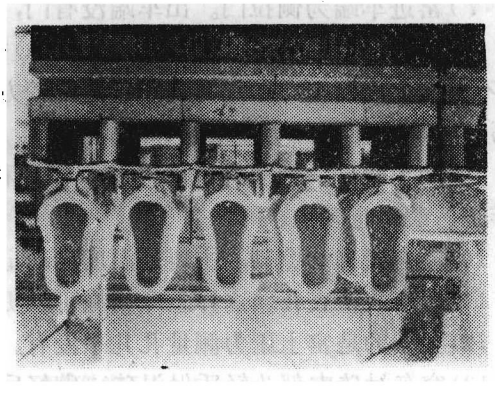


图 8

装车特点：1) 单层装烧不用棚板。而且装制品的底板基本上是固定的，这些垫很少搬动。

2) 制品和底板之间不用泥条垫底，用的是泡沫塑料。

3) 蹲便器是竖起来装的(我国是平装的)，这样可以装得多些。

4) 装得较稳，未发现倒车等事故。

每车装载量：装洗面器(大件)可装12件

装低水箱

可装15件

装蹲便器

可装20件

装座便器

可装10件

平均装载量：18件/车。

每件按15公斤计算，每车可装重270公斤。

(5) 这条窑目前的生产使用情况及特点

1) 窑内温差：

预热带约100℃

烧成带约5~10℃

冷却带 60~70℃

窑内温差比我国的小。

预热带温差较小这与预热带7号车位(约600℃)前窑顶没有间接换热有关。同时在650℃以后，900℃以前就设有烧嘴，再加上窑较矮，所以窑内温差较小。

2) 冷却带主要是间接冷却，辅助以直接冷却，冷却效果可以，出车温度不高，约60℃左右。

3) 直接急冷的设置不成功，产品容易炸裂，没有使用。

4) 窑车装载面下和窑车衬砖以上之间直接吹入冷空气，采用许多小喷口送入，这样送入风量小，但风速高，冷却较均匀。再加上送入的小喷口较多，便于温度调整，使用情况较好。

5) 车下温度40~60℃，比较低。窑车轴承滑润，用的是石墨油。检修加油很少，窑车运行灵活。

6) 油压推车机设在窑车下部，没有进车窑。推车机部分温度并不高，使用正常。

7) 窑进车端为侧拉门。出车端没有门，向外冒热气并不厉害。

8) 风机、烟囱全部分设在窑顶上。(a) 管路短、弯头少、阻力小，风走起来比较顺当。

(b) 不占地上的面积，车间布置和行走都较方便。唯一的缺点风机检修不方便。但风机一般不易坏，他们使用两年多来未坏过。

9) 装车较好。辅助材料用得少，制品和底板之间不用泥条垫底，而用包装用的泡沫塑料作垫，装得也较稳。

10) 没有设自动控制，主要是温度自动记录。

11) 无事故检查孔。这样急冷措施可以更靠近烧成带。因装一层又较稳，也不易倒车。

12) 欠缺的是窑上压力测量孔几乎没有。无法获得窑内的压力制度。

13) 窑车衬砖内部为轻质保温砖，砌好后外面(四周上)再整体浇注耐热混凝土，有的车也有采用砌块的，使用情况都较好。(a) 绝热保温好。(b) 尺寸规矩，与窑曲封较好。(c) 施工方便、快。用了二年多了仍较完整。

14) 无回车装置，主要是窑车运行较灵活，所以也不觉麻烦和费力。

15) 烧出的产品不大光亮，这不是窑炉结构问题，主要是操作不当，产生逆流等引起的。因为他们仅注意了窑内温度曲线，实际操作中除注意温度曲线外。还应经常注意到窑内的压力和气氛制度。像卫生瓷氧化焰烧成时，就应要常注意到窑内的CO₂曲线。

16) 目前这条窑烧成时间过长，前面已谈到是由于制品供不上所引起的。所以窑的潜力还没有发挥出来。如半成品供得上，操作注意些，日产9吨，年产3000吨(20万件)是没有问题的，可能还要超过此数。因此，目前这条窑的潜力还是很大的。

7. 检验与包装

生产管理机构的特点:

(1) 主要是生产管理人员, 辅助人员很少。生产经理相当于我国负责生产的厂长, 只一个人。其办公室就在车间里, 加之车间是联合厂房, 便于集中管理, 厂长一出办公室就是生产工段, 有利于对生产进行直接管理, 随时解决生产中的问题都较方便。

(二) 釉面砖原料及配方

釉面砖主要原料是球粘土和石英砂, 为了弥补单种粘土成份和性能的不足, 而采用了好几种球粘土, 这些球粘土主要从英国进口。

1. 釉面砖素坯原料配比

球粘土 7 号 5 %	Mn2(2 号锰)	3 %
球粘土 8 号 10 %	石英砂	20 %
球粘土 99 号 10 %	粉	3 %
球粘土 46 号 10 %	素坯	4 %
球粘土 73 号 10 %	细泥浆	10 %
球粘土 21 号 15 %		

2. 釉面砖坯的化学分析

SiO ₂ 66.4%,	Al ₂ O ₃ 23.9%,	Fe ₂ O ₃ 1.44%
TiO ₂ 1.62%,	Na ₂ O 0.41%,	K ₂ O 0.48%
CaO 3.65%,	MgO 2.06%	

3. 原料的化学成分

英国进口的球粘土, 其化学成分请见概述部分。

细泥浆化学成分:

SiO ₂ 40.96%,	Fe ₂ O ₃ 0.24%,	Al ₂ O ₃ 29.3%
F ₂ O ₅ 4.02%,	CaO 14.24%,	Na ₂ O 2.54%,
K ₂ O 0.09%,	烧失 8.67%,	共计 100.07%

522℃ 时有微吸热, 似为高岭石。

4. 釉面砖釉料

巴基斯坦釉面砖釉料是英国进口的熔块和色料。他们用的釉子的覆盖力较强, 但釉料无化学分析。巴方给了我们釉料样品, 进行了分析如下:

釉面砖釉料检定

(1) 膨胀系数

温度(℃)	$\alpha \times 10^6$
27~100	4.76
~200	5.48
~300	6.09
400	6.16
500	6.29
600	6.95