

建材情报资料

总第8002号

陶 瓷 类

赴日本建筑卫生陶瓷生产 工艺及设备技术考察报告



建材部技术情报标准研究所

一九七九年十月

前言

根据(78)国科发外字第509号文批示,应日本国际贸易促进会东海总局和西日本贸易促进会的邀请,由建材部科教局组织的赴日建筑卫生陶瓷生产工艺及设备考察团一行六人,于一九七九年七月二十三日至八月九日去日本进行了陶瓷专业考察。考察团在日本期间曾经到过的工厂有:伊奈制陶公司五个工厂、东陶机器二个工厂、淡陶公司二个工厂及高砂工业公司、日东石膏公司、日型公司、片山制做所,岩尾瓷器工业公司,神谷匣钵制造所,东芝陶瓷公司、志野陶石公司、日本粘土陶管厂、东京高级炉材公司、日本技术院名古屋工业试验所等二十个单位。现将在考察过程中了解到的情况,加以整理,写出本技术报告。这次考察团赴日,由于时间比较短,看的内容多,涉及到技术要害和专利的日方都有保留。因此,虽然看的多,但都不细不透,使得技术报告很难满足领导和同志们要求,特请谅解。如有不妥之处,请批评指正。

目 录

前 言

一、概述	(1)
二、卫生陶瓷	(2)
三、釉面砖	(11)
四、墙地砖	(19)
五、陶管	(28)
六、耐火材料	(30)
七、建筑陶瓷用石膏	(36)
八、日本建筑卫生陶瓷厂的自控情况	(39)

一、概 述

日本在二十世纪初,即已生产卫生陶瓷、釉面砖、墙地砖,但是生产规模迅速扩大,还是近二十年来的事。目前全日本建筑卫生陶瓷年产量,根据提供的数字估算,大致是:卫生陶瓷1200万件;釉面砖4632万米²;水暖金属附件3996万件;铸铁、钢板搪瓷浴盆36万个;塑料浴盆180万个;装配好的洗面器化妆台120万个;墙地砖636万米²(该数字可能偏小,还不包括锦砖)从产量上与我国相比(我国目前卫生陶瓷约200万件,釉面砖约400万米²,锦砖约200万米²),我们差距是很大的。从产量上明显看出我国建筑卫生陶瓷生产的落后状况。

日本建筑卫生陶瓷生产,除去东陶机器、伊奈制陶、淡陶三大公司外,还有许多小公司,这些大小企业主要分布在东日本和西日本;因为日本这些地区多生产原料,具有较早的陶瓷生产史,逐步发展为近代化大生产。几个公司的情况如下:

东陶机器公司设在北九州市,是日本最大的制陶公司,1917年建立,下设7个工厂,有职工8200人,资本金190亿8千万日元,年产值1130亿日元,产量约占日本的40%;主要生产卫生陶瓷,水暖金属附件,铸铁钢板搪瓷浴盆,洗面器化妆台,塑料附件,塑料储水槽等。

伊奈制陶公司,设在爱知县常滑市,1924年建立,有职工4050人,是日本第二大制陶公司,资本金44亿2千万日元,年产值700亿日元,下设6个工厂,主要生产卫生陶瓷,水暖金属附件,塑料附件,塑料浴盆,铸铁浴盆,洗面器,化妆台,釉面砖,墙地砖等产品。

淡陶公司,设在大阪市,是日本第三大制陶公司,资本金10亿日元,职工1200人,有4个工厂,主要生产釉面砖,墙地砖产品。

岩尾磁器工业公司,设在佐贺县有田町,1920年建立,有10个工厂,职工500人,主要生产陶瓷化工设备,釉面砖、墙地砖、日用瓷等产品。

东芝陶瓷公司,设在东京市,下设6个工厂,有资本金18亿日元,职工2400人,是日本最大的高级耐火材料公司。主要生产碳化硅棚板,棚板支柱,钢玉制品,高铝制品,氮化硅制品,隔热材料,石英玻璃等,供陶瓷、钢铁、电子、玻璃工业之用。

高砂工业公司,1926年建立,有两个工厂,主要设计生产各种陶瓷用窑炉,产量约占日本的70%,为了试验自己设计的窑炉性能,还生产墙地砖,锦砖,日用瓷等产品。

此外还有日东石膏公司,主要生产石膏粉,供陶瓷、工业、建筑用。神谷匣钵制造所,主要生产陶瓷用匣钵。日本粘土陶管厂,主要生产陶管。日型和片山制做所两个陶瓷专用设备制造厂,主要生产油压自动压机,铺贴机,压砖模具等。东京高级炉材公司,主要生产陶瓷用碳化硅、氮化硅、钢玉、莫来石制品。

从上述情况看,日本的建筑卫生陶瓷生产,也与日本其他工业一样,专业分工明确,配套齐全,有为陶瓷工业服务的专用设备制造厂,耐火材料,窑炉工厂,匣钵制造厂,还有为建筑卫生陶瓷配套的水暖金属附件厂,浴盆工厂,塑料制品工厂,形成了完整的工业系统,生产出花色齐全,质量好的产品。日本的产品不仅能满足国内需要,并且也大量出口,在世界市场上具有相当大的竞争力。

二、卫生陶瓷

在日本参观中主要看了伊奈制陶公司榎户工厂和东陶小仓第一工厂。由于时间短，东陶除原料，模型和产品展室看的较清楚外，因成型是专利，只让隔着窗子看了一下，因此这里所介绍的内容以伊奈的生产工艺为主，东陶的工艺与设备情况则着重指出其特点。

1. 原料及处理

1) 原料种类:

a. 可塑性原料: 塑性原料大部使用蛙目粘土，而且是经过水簸处理的，具有较好的可塑性，其化学成分如下:

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	烧失
54~47	31~37	0.3~2.5	0.1~0.2	0.2~0.5	0.3~1.9	~0.4	10~16

b. 低可塑性粘土: 低可塑性原料为陶石和蜡石，粉碎后略有可塑性，它具有降低烧成温度，又能加速吃浆，其化学成分如下:

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	烧失
72~76	16~18	0.1~1	/	0.2	1.5~4.6	0.1~0.3	3.4

c. 非可塑原料: 有长石和石英，石英起骨架作用；长石为矿化剂。由于在日本的坯料中使用较多的陶石，因此带入了较多的二氧化硅，所以一般坯料中不再加入石英。硅砂做为釉原料使用。长石、硅石化学成分如下:

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	烧失
长石	77~79	12~14	0.1~0.2	0.2~0.9	微量	0.7~5.1	3.1~5	
硅石	94.2	3.2	痕迹	—	—	2.1	0.2	0.3

d. 辅助原料: 辅助原料有高纯度的石灰石、白云石、化学碳酸钡、硅酸钠、碳酸钠，釉药乳浊用的锆英石和颜料等。

白云石和石灰石作为熔剂使用，白云石的效果更好，但它在变形与烧成收缩方面比石灰石为大，因此要很好的研究试验他们的配合比例。碳酸钡可与泥浆中的硫酸离子反应生成不溶性的硫酸钡，能对泥浆流动性的改善起一定的作用。硅酸钠与碳酸钠为主要解胶剂，根据工艺对泥浆流动性和触变性的要求，调节硅酸钠和碳酸钠的加入量；另外硅酸钠还可以提高坯体强度，但他会降低可塑性。而碳酸钠则使坯体变软，使可塑性增加，但对保形性不利，因而两者的加入量比例则要经过试验来定。

e. 对原料的质量管理: 对进厂的原料按批量分别堆放，经过严格的物理试验和化学成分的分析才能使用。

对可塑性原料检验项目有筛余量、可塑性、吸浆速度、干燥及烧成收缩、颗粒分析、X光萤光等的化学分析。

对低可塑性原料的进厂分析检验项目为，烧成呈色，烧结性、耐火度、外观、块度大小、化学成分分析。对其他原料要做化学成分分析。

2) 原料处理:

伊奈的原料加工至入球磨前按软硬质原料分别加工。

硬质原料经反击式破碎机和辊式破碎机粉碎至10毫米以下的颗粒，经吸铁后进入球磨机细碎。粗粉碎粒度对微粉碎的时间和泥浆的粒度构成具有十分重要的影响，因此要严格管理。

粘土原料由于每种的性质各不相同，为了起到互相补偿的作用，一般要几种粘土原料同时使用。粘土原料加工首先采用高速搅拌的办法，将粘土制成泥浆，并加入硅酸钠解胶，过筛后储入泥浆池，但要不不停的搅拌，以防沉淀，然后将粘土浆及各种其他原料经计量后入球磨机细磨。

2. 泥浆制备

1) 泥浆制备工艺:

采用4~6吨球磨机混合粉碎，磨细时间根据对泥浆的细度要求而定，一般为20小时。泥浆细度规定全部通过325目筛，测定细度后决定出磨。据他们的经验，粒度分布十分重要，特别是微米以下的颗粒占多少，对泥浆性能起关键作用。出磨的泥浆还要测定比重、流动性、水份、根据工艺要求上述性能在30吨的泥浆池中进行调整。在放入泥浆池前要过80~120目筛后再过电磁吸铁机。

为了使泥浆性能稳定，提高工艺性能，在工作泥浆池调整过性能的泥浆再用隔膜泵打入储泥池内进行陈腐，在陈腐过程中进行低速搅拌，并还要调节泥浆的比重、流动性、触变性。泥浆在陈腐过程中要注意泥浆池的温度，使其保持30~40℃为宜。

伊奈的典型泥料配方如下:

配 方	瓷质	陶质
木节土	7 %	10 %
蛙目粘土	18 %	20 %
长石	14 %	5 %
陶石	50 %	55 %
高岭土	8 %	10 %
熔剂	3 %	

泥浆粒度示例 (伊奈)

颗粒规格, 各种细颗粒情况

20 μ 以下	90.5
10 μ 以下	69.5
5 μ 以下	49.5
1 μ 以下	23.5

根据伊奈公司介绍, 由于日本缺乏能源, 他们当前研究的最大课题是如何降低能源的用量, 因此在陶瓷坯料中就考虑加入绢云母, 已将卫生陶瓷坯料的烧成温度由1200℃降低到1150℃, 对我国雷州半岛的绢云母十分感兴趣, 并进行了工艺试验, 迫切要求进口。

2) 泥浆性能控制:

a. 对制备泥浆用水的管理, 在泥浆制备及釉浆制备中, 需要使用大量的水。由于一般水都含有可溶性盐类, 在一定程度上会影响粘性和流动性, 从而影响了泥浆的工艺性能, 因此在泥浆制备过程中对用水管理比较严格, 保证水的稳定性和纯度。

b. 泥浆性能控制, 在原料加工及泥浆制备中, 对规定的工艺参数, 都进行认真管理, 以便为成型提供稳定的泥浆。对不同的制品成型 (大小、种类、吸浆厚度, 单面吸还是双面吸浆), 对泥浆的要求也各不相同, 都要对比重、流动性、触变性进行调整, 以适应各种不同的要求。

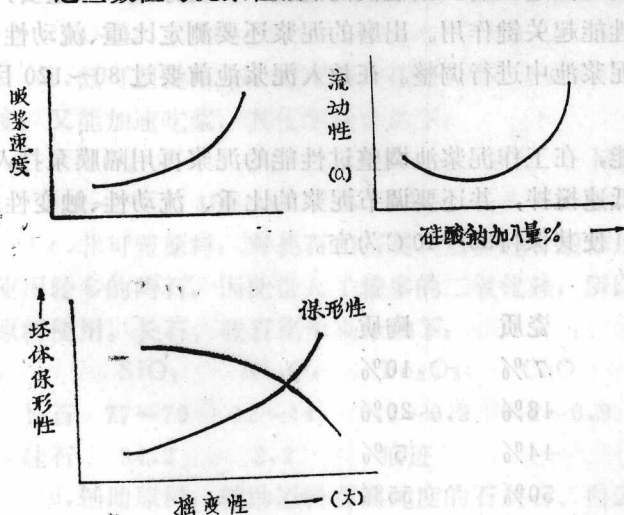
为了对泥浆性能进行测定, 伊奈制陶公司采用自定的流动性和触变性测定方法: 流动性也可称为流动度 (a), 即从一个容量为500毫升铜制的圆筒, 下端为圆锥形的流量计中, 通过下端9毫米的孔, 第一次流出的时间, 为真流动性。

触变性则用 $\frac{b-a}{a}$ 的数值表示:

式中 a——为第一次500毫升泥浆流出时间;

b——为将500毫升泥浆放置1小时后流出的时间。

这些数值与泥浆性能或成型性能有着密切的关系, 如图所示



一般的讲, 流动性小会造成成型中坯体表面出现纹理易产生开裂与针孔, 加速吸浆时间, 流动性大, 模型易漏浆, 也易产生开裂, 它们与保形性、脱模性有密切的关系。

为了实际测定泥浆性能对注浆成型性能的影响, 每天注浆前均需进行“坯体试片试验”、并检查比重、流动性、触变性测定, 及吸浆速度, 保形性等的试验。

c. 关于有机解胶剂: 我国国内近几年来正重视国外发展的所谓减水剂, 日本称之为有机解胶剂, 它实际上是一种

界面活性剂。据伊奈公司介绍, 它们公司主要用无机解胶剂, 以硅酸钠 $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ 2.0~2.3 为佳。但也用些有机解胶剂, 目前在日本出售的有机解胶剂有:

商品名	Quebracho	阿根廷出产, 实为木质素
商品名	Kaowool	日本花雪肥皂公司出产
商品名	porsh	日本第一制药公司出产
商品名	リグニン(木质素)	
商品名	DOLAFLUXF	西德ZSCHIMER & SCHWARZ公司

据介绍试验采用“ラフラックス”, “DOLAFLUXF”有机解胶剂, 具有良好效果, 但要损坏石膏模型。

3. 注浆成型

由于卫生陶瓷制品形状复杂, 体积大, 在结构上又要求水洗功能, 所以成型方法日本仍然沿用注浆法成型。

所看到的伊奈制陶公司榎户工厂基本还是采用管道压力注浆成型。模型有单面吸浆, 双

面吸浆，及两者混合的注浆方法。

伊奈制陶榎户工厂有四种成型方式：

1) 管道注浆及其工艺方法：

大部分产品以此法为主，其特点是：

a. 液面等压平衡器静压注浆。泥浆由泵供入泥浆高位槽，用管道与模型相连。在进入模型的一端，安装用有机玻璃制的液面等压平衡器，内装液面控制器，当泥浆液面达到要求高度时，开始注浆，注浆时的进浆管从模型下部通入。当浆面从模型上部胶管上升到要求高度时，液面控制器开始工作，使泥浆液面在模型上部1.2米高处保持恒定，实行等压吸浆。吸浆时间依制品厚度而定，一般在1~2小时之间。吸浆完成后开始漏浆，回浆由供浆管道返回到泥浆池。

b. 放浆时用风管向模型内吹风。在漏浆的同时，从模型上部的胶管中吹入温风，其目的在于加速漏浆，同时给以一定的压力防止坯体在漏浆时抽“瘪”，另一作用保证在漏浆过程中能把余浆吹净；而最主要的是由于吹风，加速坯体内表面脱水，缩短坯体的巩固时间，可以提前从模型中出坯。漏浆结束后即关闭漏浆管道，防止风进入管道，使管道结壁，同时打开下部的出气管，把风放出。

经过一段时间的吹风巩固坯体，开始脱去模型，进行修坯。

c. 泥浆管道设计与操作管理。据介绍，管道设计情况与成型制品的质量有直接关系，如产生针孔问题。为此对管道管理，主要防止不使管道存浆结壁，不要使管道进入空气，管道设计尽量少转弯，绝对不能将管道设计成直角转弯。在注浆前，首先使泥浆在管道中循环，用泥浆冲刷管道壁，使管道保持畅通，并防止由于每天的结壁，造成管道的实际断面减小。

d. 气垫固定石膏模型。用气垫夹紧与固定模型。伊奈制陶公司榎户工厂就是采用这种方法。气垫为硬橡胶制成，当模型要固定时充气，开模取坯时放气即可，这样既省力又省时。用气垫法固定石膏模型，与机械方法相比，它受力均匀而小（气垫受力接触面大），能够保护模型。

e. 座便器上圈出水孔一次注出。一般座便器上圈打下水眼孔的经典做法，是用金属管打，而伊奈制陶公司是在模型上安装尼龙棒直接注出来的。其做法是在圈模上事先注出了许多孔（孔的数量与位置，根据最佳冲洗和排水功能设计），另外在与模型一样大小的九合板上固定安装上与圈眼孔完全重合的尼龙棒，尼龙棒的斜度与圈眼的出水方向一致（尼龙棒的直径8~9毫米）。据介绍尼龙棒的硬度是个关键问题。在注浆合模前，将安装尼龙棒的九合板框对准模型孔眼将尼龙棒插入。注浆结束漏浆后，待坯体巩固到一定要求时，将九合板连同尼龙棒拔出，使圈上形成我们要求的眼孔，这种方法既节省了用人工打眼孔的时间，又做到了打眼孔模具化，有其可取之处。

2) 立式注浆：

据介绍伊奈的洗面器立式注浆是该公司自己研制的。模型是由单套组成，每套由三块组成，一块底模，两块侧模，立放在架子上，这套模型的凹面套到那套的凸面上，依次连接，模型与模型相靠部分的四角都由气垫隔开，一个架子上放10套模型，架子的一侧上面有气垫，模型的两端安装立板，内部有气垫。夹紧模型靠两端的气垫充气，脱开模型靠模型四角的气垫充气，漏浆时防止有存浆靠架一侧的气垫充气将模型倾斜，出坯时把两块侧模拿开，用底模托出来。底模有两块交替进行。

3) 连续注浆:

伊奈公司榎户工厂的水箱产品成型采用连续注浆工艺。五套模型为一组, 装置于带传动的车架上, 与干燥室组成一个环形连续注浆生产线, 五套模型横向装置。该条生产线效率较高, 每班由12~13人操作, 班产量为1100个水箱。

4) 特种注浆工艺的研制:

目前伊奈制陶公司正在试验高压注浆工艺, 注浆压力达10公斤/厘米², 石膏外部用金属框加固, 在模型体埋设小管道, 以排出成型水, 实质上模型已由原来的吸水器变为滤水器。这种工艺, 据伊奈讲, 他们已接近工业化实用阶段, 采用此法成型水箱, 十分钟一个, 因而生产效率高。压力注浆成型的半成品巩固时间短, 缩短了生产周期, 这是方向。

5) 注浆成型中的其它特点:

其它成型方式, 如架子化与我国相似, 座式便器还生产一部分整水道的, 也有粘圈操作, 其粘圈方法与我国操作方法相同。冲落式便器多系直接把圈注到胎上, 只粘一块立板, 与我们国内搞的一次成型基本一样。是由四块模型组成, 即上盖、下底、两邦, 先打上盖, 再打下底, 后揭两邦, 产品打下底模后放到水泥石棉板上。

6) 注浆成型效率:

伊奈的榎户工厂, 座便器为30个/人班; 洗面器40~50个/人班; 水箱100个/人班。

4. 脱模

伊奈的座式便器类产品脱模方法基本相似, 在脱模前, 先用压缩空气气管向坯体内部吹气, 使其加速硬化。立式小便器的注浆及脱模操作都未看到。东陶机器的水箱类产品脱模是由可移动的吸盘机械手, 人工靠吸盘将坯体由模型取出放到托板上。脱模后进行粘接, 打眼孔, 一些座式产品的底部沟槽处要用泥浆抹一下, 以防有小裂; 另外一些易裂部位还要贴一层短切玻璃纤维像绒纸一样的薄毡片。

5. 干燥

伊奈和东陶都是利用窑炉余热干燥产品, 都设有干燥室, 而且自动化程度较高。

伊奈干燥的工艺流程: 脱模后的修坯架是一条链板传送带, 坯体粘接修好后便开动传送带, 将产品送到阴干带附近, 用人工搬到链板式阴干带上在运行中自然干燥, 然后自动进入回转式链板干燥室, 干燥室温度60~70℃, 干燥时间24小时, 干燥室的湿度由高向低, 而温度则由低向高。干燥好的坯体, 由链板传送带送到修坯工作台附近, 由人工搬下来修坯, 修好的坯由人工搬到带有旋转盘的小车传送带施釉线上施釉。东陶机器的干燥装置自动化程度比伊奈高。干燥后的坯体用砂布、刮刀进行修坯, 并用煤油找裂。

修坯定额: 座便器 200个/人班

洗面器 250~300个/人班

水箱 350个/人班

6. 施釉

伊奈的卫生陶瓷是以长石、硅石、石灰石、白云石、粘土为主要原料, 乳浊剂采用锆英石。东陶机器的釉料也是采用锆英石做乳浊剂。他们不用氧化锡的原因, 主要是成本高, 另

外锆英石乳白度稳定，并能增加釉面的硬度。在釉料中锆英石加入量一般在10%以上乳浊效果才好。

其釉的制备工序如下：

- 1) 所用原料都是粉料，将各种粉料装入球磨机中细磨，细度要求通过325目筛。
- 2) 达到细度要求的釉浆出磨时连续过三次吸铁，吸铁机采用电磁铁。据伊奈和东陶两个公司介绍，他们认为烧后产品出现金属斑点，主要是釉浆吸铁不净造成的。因此他们对釉浆的吸铁十分认真，做到将釉浆的金属铁全部吸净为止。
- 3) 为促进坯釉的附着力，并防止施釉后的开裂，在釉浆加入一定量的粘结剂。
- 4) 调正釉浆中的加水量和电解质（解胶剂）用量，以稳定釉浆的比重和粘度，通常釉浆比重控制在1.6左右。

7. 施釉

施釉工序是在施釉线上完成的，伊奈制陶的榎户工厂的施釉线，是一条带旋转盘的小车传送带。该传送带的施釉操作部分有喷釉厨和吸尘罩，下部有余浆回浆沟。

施釉操作工艺：经干燥水份低于2%的坯体，从干燥室通过链板式传送带到修坯工作台，人工搬到工作台上修坯后，再搬到施釉线传送带的可旋转托板上。随着传送带的前进到装有吸尘罩的吹灰柜，用压缩空气将坯体上浮尘吹净。除尘吹灰柜是由两侧安装的排气嘴组成，排气嘴安装的角度，以在坯体表面能产生最好吹尘效果为准。吹净表面浮尘的坯体再继续前进还要由人工活动气嘴再次吹灰，这次主要是吹产品内侧，随后用煤油人工找裂，抹煤油找裂主要是抹产品的易裂部位。抹煤油找裂后进入喷釉厨喷釉。

所看的日本两个厂都是采用喷釉法，一般每件产品喷三次。第一次喷是侧喷，喷釉嘴固定，制品转动；第二次是人工喷内侧；第三次是人工补釉。第三次喷釉重点在边角及水道内壁（座便器水道不施釉）。多余的釉均通过回釉槽回收（回收的釉浆再经过筛，吸铁、调整比重后重新使用）。施釉后的制品，由传送带上搬下，像日用瓷贴花那样将商标贴上（他们用的商标是印好的商标纸）。贴好商标的釉坯人工搬到吊栏传送带上通过窑车及窑炉上部散出的热量进行干燥，然后送去装窑。全施釉线共10个人，班产量2500件，平均每人班产250件。

目前佛奈制陶公司和东陶机器生产的产品白色的约占60%，彩色制品占40%。

8. 烧成

伊奈榎户工厂使用半马弗式隧道窑，马弗材料是刚玉板。窑长100米，冷却带45米，烧成带25米，予热带30米；内装50个车位，配有8对烧嘴（现用6对），燃料为煤油，窑断面高1250毫米，宽1400毫米，烧成周期20小时，烧成最高温度1150℃。东陶公司的隧道窑，叫“东陶式”隧道窑，是自己设计的。长115米，宽1.5米，高2米，烧成周期24小时，烧成最高温度1200℃，也是采用煤油做燃料。两个公司的隧道窑都是白色制品和彩色制品混合烧成。

装窑车方法：伊奈厂装二层，东陶装三层（上部装立式小便器时为二层）。使用的支柱和棚板是碳化硅质，棚板厚度为25毫米，据他们讲可使用5年（伊奈公司使用东京高级炉材公司制造的棚板和支柱）。

装车时要掌握每车的制品重量接近一致，使每个窑车吸热量基本均衡。他们烧成中产品

变形很小,据介绍,在装车时每种产品都有固定的装车方式,放置产品的方向、角度都要一定。同时在设计产品时要考虑产品的“重心”。日本几个厂装窑车的共同特点是不用垫或少用垫,大部分产品直接装在窑车上,有些坯体底部不平摇动时,再用泡沫厚纸片垫稳。

伊奈公司榎户工厂窑炉特性是:予热带入口温度 179°C , (解决予热带窑车进口处温度高最有效的方法,就是在装窑时,上部空隙尽可能减小);予热带温差 120°C ,从冷却带 1000°C 以上部位抽热风送到予热带 600°C 处,以调整温差。冷却带窑墙是双层,为夹壁墙,采取间接冷却。榎户工厂及其他工厂烧成带过后都采取快速冷却。榎户工厂是从烧成带后端 1150°C 开始急冷,在2.5小时内将温度降到 840°C ,以改善釉面质量。

窑炉温度控制还采用常规仪表实现自控,通过热电偶、调节器、放大器、电动执行器控制油的压力来实现温度自控。

伊奈公司榎户工厂的2*窑包括温度制度、进出窑车均为自动控制、操作人员通过工业电视来管理。

据介绍日本陶瓷行业近年来已逐渐采用煤油、轻油、液化石油气,所以马弗式窑炉已很少,多使用半马弗式或明焰式窑炉。

制品的烧成收缩为11% (干燥收缩为3%),总收缩为14%,这与我们大致相近。

9. 检验与瓷加工

日本卫生陶瓷检验标准是日本工业标准JIS A520,但制造厂提出了更高的标准,以用户满意为制造根据,因此他们的产品检验很严格,主要检验项目:

1) 物理性能

a. 墨水浸透试验,

b. 蒸压釜试验,

c. 热稳定性试验,

d. 抗折强度,

e. 釉面硬度,

f. 热膨胀,

以上几项每天抽查五件样品。

2) 外观检查:重点是表面有无缺陷他们对釉面要求十分严格,如有表面缺陷就不能算合格品,若能通过磨瓷处理再局部补釉入窑重烧能解决的,就留着,否则是废品。

3) 尺寸眼孔检查:

a. 整体尺寸都要量,

b. 眼孔尺寸用样板量,样板放不进去的眼孔,如能加工就留,否则是废品。

c. 平面用钢板尺量。

4) 使用功能试验:

a. 水刷功能试验,

b. 排水功能试验,

c. 内部管道漏水试验,

以上几项逐件检查。据他们介绍瓷检合格率为93~94%。不分一、二级,合格品全按一级品要求。

5) 检验方法:

座便器的外观及尺寸检查,使用性能检查、采用-综合检验台进行,在检验台上首先检验外观,然后尺寸规格,座便器底部安装眼孔径、相对位置、水平度、高度、用钢板和样板逐一检查,然后检验使用性能。

排水功能试验是在检验台上部安装上下可移动的标准水箱,水箱下部出水口装有泡沫软橡胶,以保证与所试验之便器紧密相连接。试验便器按固定位置放置后夹紧,先向便器内放入充满水封的水量,然后放入7条模拟大便。

模拟大便由天然海棉制成,长度约10厘米,直径2~2.5厘米,中间包以铅条,重量为200~250克,其比重调整到与水的比重基本相同,放到水中不会沉底,也不会浮到上面。

试验:先在座便器上圈以下3厘米处沿周用红墨水划出宽5厘米的红线条,然后将模拟大便投入便器内,开启水箱阀,要求13立升水在10~13秒内流出,将红墨水和模拟大便冲净为合格。还试验冲洗时冲洗水上返状况。

经检验达到各项规定性能要求的产品,为合格品,送入下道工序。

10. 产品包装

1) 为防止水箱结露,在内表面还要涂一层聚氯乙烯发泡物,涂上层经烘烤形成泡沫(3毫米厚)保温层。要反复涂二次。然后再送装配工序装附件。

2) 磨瓷,大部分产品,特别是便器和洗面器产品的靠墙接地部分要进行磨瓷,使其平整。

3) 装配:所有产品都要装配上金属附件,塑料附件。金属水嘴在装配前要先经水压密封试验,保证质量。

4) 包装:产品包装分为纸包稻草垫或纸箱、木箱三种材质。木箱包装供出口;纸包稻草是用牛皮纸把内垫的稻草捆包起来,外用塑料带卡紧,塑料胶带卡紧是在打腰子机上进行。

11. 日本卫生陶瓷的现状与发展趋向

1) 蹲便器向座便器发展,由冲落式向功能更好的虹吸式,虹吸喷射式发展。

2) 从节约资源的角度出发,要求节水,因而大便器及小便器向节水型发展。

3) 对制品的外观要求提高了,彩色制品的比例已占到30%。

4) 要求施工方便,产品成套配齐全、整体组装,安装时与给排水相连接就可以了。

5) 卫生陶瓷已广泛做成成套化妆台洗面器,或单元卫生间配套使用的产品。因此对外观及规格精度要求愈来愈严格。

12. 石膏模型制造

石膏模型制作工艺大致如下:

1) 首先制出原胎,一般使用泥料或石膏,尺寸按制品全收缩比例放尺。

2) 利用原胎制出老模,此老模与生产是相同结构,可以利用老模试制产品,通过试烧找

出问题，并加以改进，此模不仅模内形状要规正，外部轮廓亦应面面平行整齐，以便制出的生产模符合连线要求。

3) 制出母模，母模是大量制造生产模的模型，通常用石膏制作，但考虑到生产数量多，则必须有较好的耐磨性和轻质结构，现在已开始使用树脂掺合的石膏材料，整个母模也有用全部树脂制成的，这样母模的寿命也长。日本东陶采用的是弹性塑料质。这是东陶所独有的，属于专利。它看上去呈象牙黄色，具有一定硬度，但当用力推压时，又感到有某种程度的弹性，颇有细而滑的感觉。该型制作十分精细，因而制得的生产模具极其正规一致。

4) 在母模内注入石膏比为70~75:100并经过真空度为680毫米水银柱下搅拌的石膏（水温15℃）便制得了每个尺寸都相同形状相当规正的生产模。

日本卫生陶瓷厂在制造模型时，对质量的要求也像做产品一样严格，因此做出的模型规正，结合严密、从不漏浆、给我们留下了深刻印象，这也是保证成型车间整洁的因素之一。

生产用模型性能关系着成型工艺、为此要掌握：

- a. 适宜的凝固时间。
- b. 低的膨胀系数。
- c. 具有较高的机械强度。
- d. 可以控制干燥模型的水扩散系数。

这里石膏比、水的温度、搅拌的状况对石膏模型的质量和寿命以及注浆操作产生很大影响。

一般说来，水膏比小为好，加水搅拌时温度低一些为好。它可以延长石膏模型的寿命，使成型作业易掌握。这是因为过剩的水会使石膏中气孔率增大、使模型强度降低，同时，水的扩散系数过大，会造成注浆初期，粘土附着在模型表面，从而影响后期的吃浆速度过慢。在低温下搅拌可使凝固时产生细小的 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 结晶、硬化中膨胀系数小。在石膏搅拌中，采用真空脱气，可使模型表面长期光滑。在生产模中埋设钢筋可提高模型的机械强度。

东陶公司石膏模型制造工艺线为一环形流水线，在该流水线上分别完成母模的清扫与组装、放加固钢筋、石膏浇注、石膏固化、拆模取出石膏模修理等工序。其情况如图示：（图1-1）

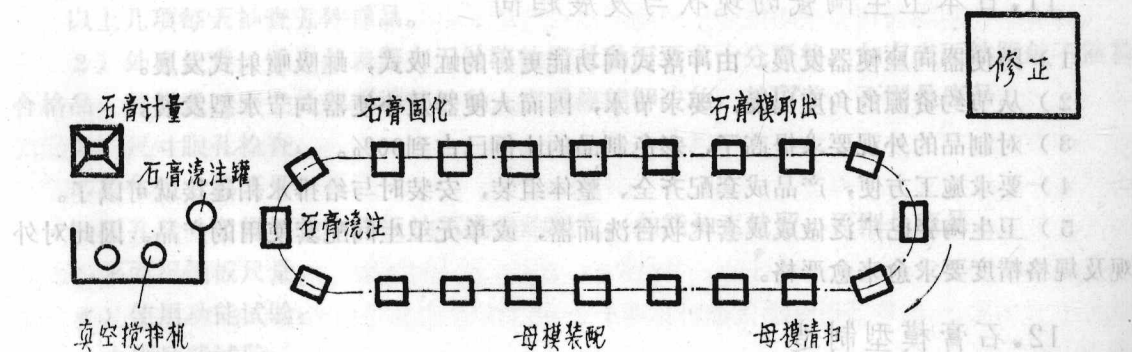


图 1-1

在环形流水线上，由带车轮的小平台车在铁轨上按工序加工顺序移动，母模则置于平台车上。石膏浇注罐为一圆罐，下侧有一浇注口，底部焊有可随意移动的四个小轮，它同时兼

有三种作用：既作浇注用，又同时作为计量石膏水的容器，又作真空搅拌罐用。装有经过制备的石膏浆的浇注罐移动到一个可上下升降和可倾斜的机器上，即行浇注石膏浆。一次只配制够浇注一个模型的用量，浇注后，用清水彻底清洗浇注罐后，再行配料，加水真空搅拌，搅拌时的真空度为680毫米水银柱。在参观中曾看到在石膏配料搅拌站黑板上写有加水的同时加入沸石、加水与沸石的比例、分别写有14.7:4, 23:2, 21.8:39。加入沸石的理由据分析可能系改善石膏模型的孔径分布，用以调节吸水性能。据介绍该公司在浇注不同种类的制品，其石膏配制工艺也是不相同的。

三、釉面砖

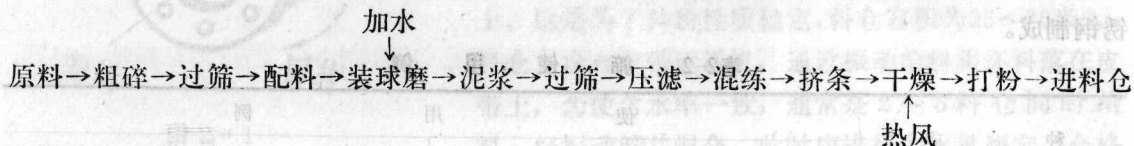
本次考察共参观了伊奈制陶公司社本部面砖厂和淡陶公司福山工厂(1974年建成)。它们所用原料相同，采取以收缩近于零的坯料配方，但制备工艺不同，伊奈公司采用湿法制泥料的循环干燥法，而淡陶公司则通过制备泥浆的喷雾干燥法。在一些工艺设备方面也有些区别，例如，施釉、铺贴机组均不相同。下面就两个厂的情况特点分述如下。

1. 伊奈制陶公司釉面砖制造工艺

(1) 原料部分

a. 原料处理工艺流程

伊奈制陶公司面砖厂的原料粉碎、配料、脱水、制粉工艺流程如下：



(a) 原料种类

工厂所用原料是叶腊石和粘土。伊奈公司面砖厂所用之叶腊石产于日本中国地方，含 Al_2O_3 18~19%，氧化铁0.8%左右。粘土产于爱知县，属于近地取材。

(b)、原料粗碎

首先将叶腊石硬块在反击式破碎机中粗碎至4毫米。反击式破碎机内部主动轴上装有数个摆动锤，当主动轴转动时借离心力冲击料块，在周边固定的反击板间将石块破碎，然后用提升机将碎料送入筛孔为4.4毫米的振动筛，筛下料进入存料仓存放，筛上料再返回破碎。

(c)、原料调合

腊石从料仓中振动放出到计量称内进行自动称量。当数量达到要求时，自动计量称的无触点开关便指示停止振动供料。此时将料斗提到球磨机上，自动启开，将料装入球磨机进行研磨。

粘土是蛙目粘土。从料仓中按配比要求取出装入料斗内，送往混料池内以每分钟60转速进行搅拌，使粘土松散溶解。

腊石经球磨研细，(球磨具有橡胶内衬)，球磨转数为18~20转/分，到规定的转数便自动停磨。出磨的泥浆比重为1.45，通过振动筛后存入料浆池。

表1-1 球 磨 机 实 例

内 容	磨 机	4 吨		1 吨	
加 料 量		4.2吨		1.3吨	
球 磨 量		3.5吨		1.2吨	
水		4.6千升		1.6千升	
球 磨 时 间		11小时		10小时	

石灰石经立式磨机湿式连续研磨，采用橡胶内衬，电机装在机体上部，其转动轴从机体内通过，带动螺旋叶转动，借其转动使球石和石灰石搅拌摩擦、冲击、而达到细粉碎，然后在水簸槽内进行分级，并通过150目振动筛。

b. 泥料制备

(a) 泥浆调合

经湿法磨细的石灰石和粘土浆测定比重后，按容积将腊石浆，粘土浆、石灰石浆按干料量约9吨用泵注入泥浆池中进行调合，此段处理对产品的成型烧成及成品尺寸有重大影响，必须充分注意，否则影响质量。此法最适于大量生产，早在十数年前便采用了。

(b) 过筛

过筛分干式湿式，过筛的目的是保证粒度以及除去杂质等，振动筛是由电动机带动偏心轴使筛振动，从而过筛。过筛对保证质量关系重大，因此筛网必需防止破裂，筛网通常由不锈钢制成。

表2-2 筛 使 用 例

种 类	使 用 例			
	形 式	用 途	筛 目	处 理 量
ロテツグス筛	干 法	原 料 粗 碎	4.4毫米	15吨/小时
回 转 筛	干 法	原 料 粗 碎	4.4毫米	7 吨/小时
圆 形 筛	湿 法	滚 筒 式 磨 机	80目	
	湿 法	竖 式 磨 机	150目	
振 动 筛	干 法	送 往 成 型	12目	4.8吨/小时
	湿 法	粘 土 泥 浆	8 毫米	

(c) 泥浆脱水

泥浆用压滤机脱水，压滤机加压到20公斤/厘米²，保持2～4小时，取出泥饼，此时泥饼含水24～26%。新型压滤机已实现自动操作，压力更大，泥饼含水还可更低些。泥饼经干燥后含水可达7%。

d. 泥料干燥

压滤后之泥料用快速干燥方法干燥。是将泥料通过圆盘喂料器挤成泥条，用传送带定量给料，泥段与热风炉来的热风混合共同进入打粉机（见图2-1），泥料借热风干燥而被打成细粉送入干燥室，并随风力进入收料器（旋风收尘器），粗料又返回打粉机再行粉碎，如此完成

表2-3 依泵之不同压滤机情况比较

内 容	瓦 曼 泵	隔 膜 泵
脱 水 时 间	30分	60分
泥 料 重 量	2.4吨	1.5吨
滤 板 大 小	φ 812	φ 680
滤 板 数	123个	120个
泥 料 含 水 量	24~26%	24~26%

打粉过程。微料在第二收尘器内经水洗收回再用，同时也达到了净化空气的作用。此工序是连续作业。其能力为2~3吨/小时。

坯粉的含水量与粒度对成型关系重大，因此要控制热风温度为200℃，同时还要控制给料机的转数及泥料供给量，以便泥料含水在7.5%左右。

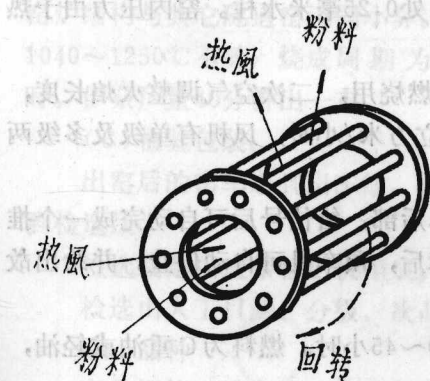


图 2-1

调正干燥室内菱形框架的高度，给料量及排风口的开度，可以调正粉料粒度，以使坯料中粒度在20目左右在15%，100目占37%，100~200目占48%为宜。

(c) 闷料

干燥后之泥料原则上是送入料仓内闷料二天以上，这是为了料粉性质稳定，料仓容积为25~30米³，料仓下设有皮带输送机，通过振动给料将坯料落在皮带上，为使含水率一致，通常是2~3料仓同时给料，经振动筛并混合。此时应进行含水量测定，合格的

的混合料立即送往成型，筛上粗料重新送回打粉。

(2) 成型

本段所述是从原料工段直到装车的过程。

a. 成型压机

内墙釉面砖多使用油压机，也有使用摩擦压机。现在对特殊异型产品则多用摩擦压机。

油压机是日型产品 RNH-300-6 最大压力 300 吨，一个循环 3.7 秒，成型时泥料水分 6.9%，每次压 8 块(108×108)，压砖半成品率为 98.54%，金属模具为合金钢质，按每日八小时工作可使用 150 天。

b. 出坯修正

压出的生坯，从压机推出后进到传送带，首先经呈 45°角度的金钢砂网片磨边，磨去压模时造成的飞边，向前进掉转 90°(借差速皮带)，再磨另两边，随后经硬毛辊刷刷面，再前进则进行自动码垛。

码垛机是由角钢焊成，拖板机构由电机带动，由光电管控制。每当砖坯经传送带送到拖板机构上，光线被阻，光电管立即指令电机动作将拖板机构下移，一旦光线露出便停止动作，最终造成码垛机每下降一次，下落一个砖坯的距离，每垛码够 20 个砖坯，便自动移去到装车线。

(3) 干燥与素烧

伊奈面砖是采用一次码烧方法，因此生坯直接装在窑车上，(罗装)干燥窑设在隧道窑旁，利用窑内余热进行干燥。干燥室断面与隧道窑断面相同，干燥室温度 200°C 以下，干燥周期18小时，干燥后的坯体含水量 1% 以下(一般达 $0.7\sim 0.8\%$)，为使干燥效果良好，干燥曲线要严格掌握，干燥室内温度分布要适宜均一，以防开裂。

a. 装车方法：

素烧装车有二种方式，一种是装钵，一种是裸烧。有手工装车，也有用机械手和装钵机装车的。

b. 素烧隧道窑：

窑长100米，宽1.4米，高1.5米(车面至拱顶)，8对烧嘴，窑车长2米，全窑可容50辆车。

窑弦中央依测温点要求相应装有热电偶，以测窑内温度、在烧成带两端，设有钟式压力计，自动记录窑内压力，窑内一般处于微正压状态，人口处0.25毫米水柱。窑内压力由于热带的两个排烟道闸门控制、出口处压力为1.52毫米水柱。

燃烧所需空气量约为10立方米/立升油，一次空气供燃烧用，二次空气调整火焰长度，送风机采用高压式(200~800毫米水柱)，风量为60~100立方米/小时，风机有单级及多级两种，均为水冷式。窑车下温度为 150°C 。

两个顶车机设在予热带端，一个顶车下部，一个顶车后部，给信号后可自动完成一个推车动作并复位。由于事先给出油压指标，当窑内发生故障后，顶车机可自动停止，并给出故障信号。

素烧最高温度 1150°C ，裸烧时间40小时，装钵烧成40~45小时。燃料为C重油或轻油，或特轻油(LS轻油)

LS轻油特性：

比重：0.8274

燃点： 72°C

含硫：0.05%

发热量10.960大卡/公斤

素烧油耗约为100立升/吨·素坯。

匣钵为堇青石质，可使用50~60次。

(4) 施釉：

釉料处理工艺及设备与原料处理相同，此处从略。目前在日本看到的厂家，全部使用浇釉法。

a. 浇釉装置系鸭嘴式，釉料由高位槽按一定流量流入施釉器内，釉浆从鸭嘴自然流下完成浇釉动作，多余釉浆流入受浆桶，经过筛后再用小型泥浆泵打入釉料槽。

b. 施釉线是一个连动的皮带机。素烧过的素坯立放在施釉线端，借下段的快速皮带分开，以25~30米/分钟速度将面砖送出，首先经过辊刷扫尘，继而向素坯面喷水，随后通过鸭嘴下部完成浇釉工序。浇釉生产量为8.5万片/8小时。下一步是擦素坯底面釉层、此工序是借浸水泡沫塑料擦拭完成，上部借三个塑料轮加压，以达到清洗底边的目的。转动 90° 完成擦边工序、擦过底面之施釉素坯，划经与素坯行进方向呈垂直运动的皮带再次擦釉，即行