

**赴德意志民主共和国
建筑卫生陶瓷生产工艺及设备
考察技术报告**

建筑卫生陶瓷考察组
建材部技术情报标准研究所

一九七八年十二月三十一日



前 言

根据中德科技合作 1978 年第 18 号双方换文确认之原则，继德方于 1978 年 5 月来华进行建筑卫生陶瓷考察之后，前国家建材总局派出了建筑卫生陶瓷生产工艺及设备考察组一行五人于 1978 年 11 月 8 日到 12 月 8 日赴德意志民主共和国进行了技术考察。先后参观考察了八个工厂和一个研究所，在民主德国玻璃陶瓷工业部所属陶瓷联合企业的下属工厂，考察了德累斯顿卫生瓷厂，托尔高卫生瓷厂、瓦尔毫森卫生瓷厂和建筑陶瓷联合企业的下属工厂博伊岑堡森布尔克面砖厂、迈森面砖厂(劈裂砖)、卡尔施泰特地砖厂、图林根玻璃陶瓷机械制造厂、陶瓷科学中心研究所，并参观了伊尔梅脑日用瓷厂。

由于时间短促，工厂分散，参观单位较多，考察前对德方建筑卫生陶瓷工业情况不明，所以有些问题了解的不够深透。现在根据对方提供的资料与现场考察的情况，按卫生陶瓷、釉面砖、墙地砖和其它四个部分加以整理，仅供领导和有关同志参考，不妥之处请批评指正。

——编者

目 录

前言

一、卫生陶瓷部份	(1)
1. 原料制备	(1)
2. 注型与施釉	(2)
3. 烧成	(5)
4. 检验包装	(6)
5. 石膏模具	(7)
二、釉面砖部份	(7)
1. 原料制备	(7)
2. 成 型	(8)
3. 干燥与素烧	(9)
4. 素检、浇釉与釉烧	(10)
5. 成品检选与包装	(11)
三、墙地砖部分	(12)
1. 外墙砖面	(12)
(1) 原料制备	(12)
(2) 挤压成型	(13)
(3) 煨烧设备	(13)
(4) 检验与包装	(13)
2. 地砖	(13)
(1) 原料制备	(13)
(2) 机压成型	(14)
(3) 烧成	(14)
(4) 检验包装	(14)
四、其它	(15)
1. 迈森陶瓷研究所简介	(15)
2. 图林根玻陶机械制造厂简介	(15)
3. 伊尔梅脑日用瓷厂简介	(15)

卫生陶瓷部份

民主德国卫生陶瓷生产共有三个工厂，即德累斯顿卫生瓷厂、托尔高卫生瓷厂、瓦尔毫森卫生瓷厂。

1978年全国年产量为1万4千吨，合102.5万件，1980年预计达到2万4千吨，合175.7万件。生产的品种主要是坐便器和洗面具，其中坐式便器占45.6%，洗面具占52.4%，其它占2%。以生产白釉为主，颜色釉只占10%，有5种色釉，1974年以前出口20%，1975年后，由于本国建设的发展，全部供应国内，卫生陶瓷每年以6~8%的速度增长。

专业化分工较细，工艺技术指标控制严格，机械化水平较高，产品质量比较稳定。以1978年为例，一级品占32~40%，二级品占45~52%，三级品占7~10%，废品占5~7%，成本和利润各占50%。

全国生产卫生陶瓷的职工共930人，女工占50%，管理与服务人员占28%，技术人员占职工总数的7.53%，全员劳动生产率1135件/人·年。

原料、燃料、石膏、耐火材料都有制备中心，按质按量按时供应各卫生陶瓷厂使用。

1. 原料制备

主要特点是粉料进厂，单一料粉磨细，以泥浆体积计量配料，工艺指标控制严格，泥浆性能稳定。

东德卫生陶瓷的原料均在原料产地经过精选或细磨进厂。粘土、高岑土、长石砂均由东德本国供应，长石从荷兰、挪威进口，贮存一个月，经化验合格使用，配方由陶瓷科研联合企业研究所提供。单一原料进行水化或者球磨，经测定比重后用体积计量方法配料。

球磨研磨时间一般为10~12小时，球磨的转数为14~15.5转/分，球磨机有效容量为4吨和2吨的两种规格、以4吨球磨机为例，球、料、水的比例为1:1:0.5。瓦尔毫森卫生瓷厂球磨机衬和球均为瓷质的，用高标号水泥胶结，使用期限可达2年。

料粉水化采用高速搅拌机，水化时间达21小时，搅拌机转速1400转/分。托尔高卫生瓷厂年产卫生瓷30万件，使用12个30立方米的搅拌池，每班一人操作，供应全厂用浆。

球磨和水化后的泥浆，经过万孔筛，筛余为3.5~5%，然后按各种单一原料的比重，以体积计量方法进行配料，并加入0.24%的电解质(苏打、水玻璃各半)，再进行搅拌。泥浆比重1.73~1.75，陈腐2~3天，泥浆温度26~40℃，泥浆的流动性28~40秒。(50毫升泥浆全部通过3毫米孔的时间)

制成的泥料经测定，用双缸泵或螺旋泵送往各注浆线的高位槽。回坯料经过搅拌过筛后，掺入量2~7%。

卫生瓷坯体配方及化学成分

坯 体 配 方	德 累 斯 顿 厂	瓦 尔 毫 森 厂
粘 土	36.52	54.90
石 英	28.75	33.23
长 石	33.24	5.79
氧化物	1.47	1.78
碳酸钙		4.30

化 学 成 分	德 累 斯 顿 厂	瓦 尔 毫 森 厂
SiO ₂	67.56	63.80
Al ₂ O ₃	20.60	22.89
Fe ₂ O ₃	0.43	0.67
TiO ₂	0.41	1.02
CaO	0.43	2.41
MgO	0.22	0.09
K ₂ O	4.31	0.28
Na ₂ O	0.92	0.49
烧失量	5.15	8.62

釉浆细度：万孔筛余0.2~0.7%（托尔高卫生瓷厂筛余达到3%），比重：浸釉1.6，喷釉1.7~1.8。釉层厚度：浸釉0.04~0.05毫米，喷釉0.6~0.8毫米。

卫生瓷釉料化学成分表

化 学 成 分	德 累 斯 顿 厂	托 尔 高 厂	瓦 尔 毫 森 厂
SiO ₂	56.30	44.7	54.3
Al ₂ O ₃	13.65	13.7	9.7
CaO	9.02	5.1	8.5
MgO	0.31	0.25	0.8
K ₂ O	0.29	2.2	3.2
Na ₂ O	3.80	9.3	2.5
Fe ₂ O ₃	微	0.3	0.2
ZrO	微	10.5	6.0
BaO	微	2.3	2.9
ZnO			2.8
TiO ₂	微		0.1
烧失量	7.69	9.0	9

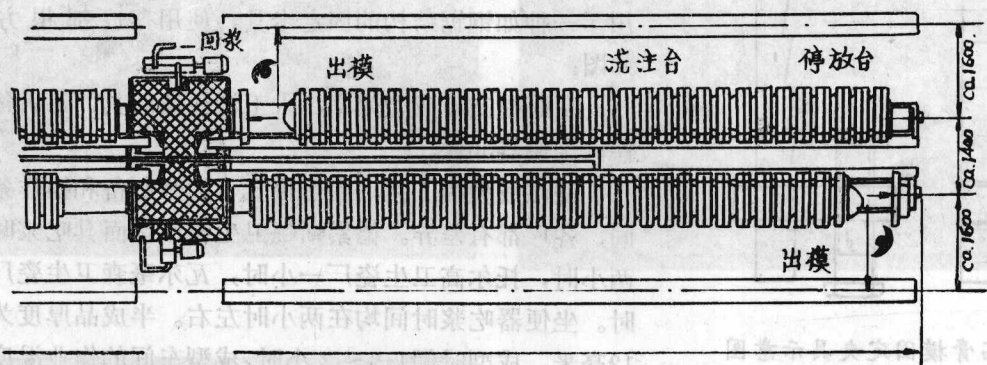
2. 注 型 与 施 釉

卫生陶瓷成型是采用手工与机械相结合，引进设备与自制设备并用，重实效讲核算，操作简便，生产效率高，劳动条件改善。

卫生陶瓷注浆成型设备有从西德引进的面具生产线，也有自己制造的坐便器生产线。小批

量的特殊产品手工操作，但模具夹具和运输都有一些革新，从而提高了生产效率。

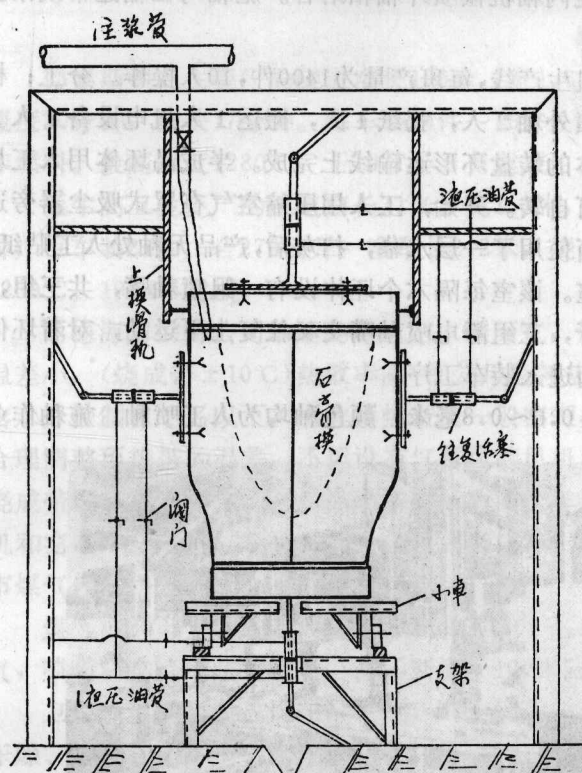
从西德贝亚贝公司引进的面具注浆设备每人每班产量达100件。如图所示：



长26米，6.5°坡度的钢架滑轨，对称设两组石膏模，每组装50个模子，每个模子均固定在宽0.48米，长0.40米的小车上。滑轨两端都备有丝杠，滑轨下面安装了料浆和回浆管道，两侧有蒸汽散热器，钢架滑轨两端备有压缩空气管道。通过软管做出坯，清模使用。

注浆时，两端丝杠将50个石膏模夹紧，然后打开阀门，料浆从高位槽通过管道分别进入石膏模，达到厚度放浆。脱模时，先将一端丝杠拧开，然后用1.5~2公斤的压缩空气，将石膏模吹开，进行人工打眼。后用轻质高强的泡沫板承托坯体搬到与作业线平行的托架上，同时用压缩空气扫模，将粘在石膏模上的剩余坯料或其它脏物吹扫干净，再进行湿打模。自制的

坐便器生产线如图：



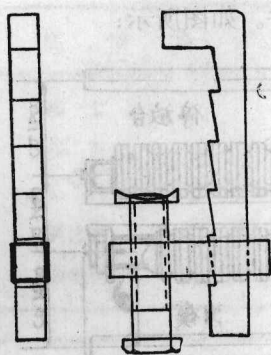
坐式便器注浆作业线示意图

该线共分4组，每组21个模具，两人操作，每人每班产量42件。

坐便器石膏模具分为上、下、左、右四片，组装在一个框架里，下模承受在一个约400×400的小车上。上下左右四片模均在模子里浇有 $\varnothing 10\sim 12$ 的螺丝两只，用钢板固定在上下左右四个模体上。活塞往复用液压控制，注浆时打开液压阀将石膏模组合，压紧进行浇注。出坯时开液压阀，模具自动打开，坯体随模承受在小车上，然后用一个活动拖车将坯体与小车一起送到与作业线相平行的烘干架上，待坯体干燥后，进入施釉工序。

以上是民主德国浇注成型机械化程度较高的作业线。

手工成型方面，从造型、模具和夹具方面都搞了一些改进。如坐便器全部采用冲落式一次浇注，减少



石膏模固定夹具示意图

粘接。又如在火车和飞机上用的小型洗脸具是小口大肚双面吃浆，采用五瓣的模芯一次浇注。在夹具上他们使用了一种如钢锯结构的固定卡具，使用存放都很方便。如图：

从而提高了成型效率，人工浇注洗面具，每人每班42件，坐便器36件。

浇注成型的工艺，由于模具、泥浆制备和操作条件不同，各厂都有差异。德累斯顿卫生瓷厂洗面具吃浆时间为两小时，托尔高卫生瓷厂一小时，瓦尔毫森卫生瓷厂三小时。坐便器吃浆时间均在两小时左右。半成品厚度为8~12毫米。成型时间1.5~2小时，成型车间的作业温度26~

40℃（昼低夜高），湿度60%。经过干燥后，坯体的强度530~400克/平方公分。

半成品的干燥大部为室式干燥间，采用蒸汽为热源，干燥2~3天，温度55℃，干坯通过吊篮输送到施釉工序。

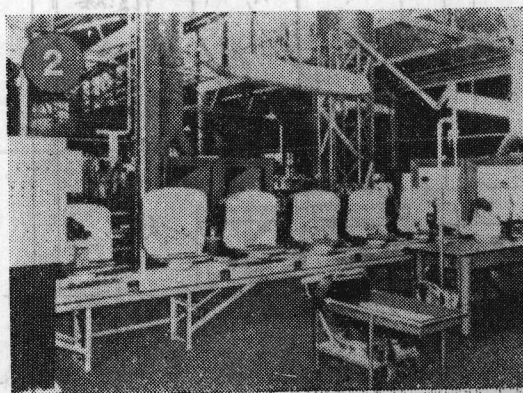
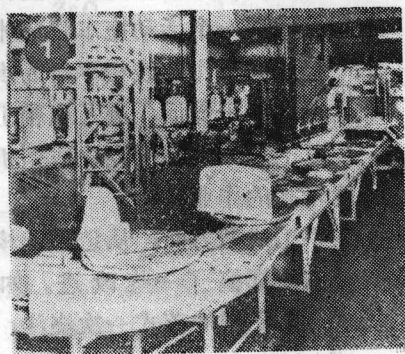
卫生瓷生产从坯体、施釉、装车、卸车到成品检验均采用了吊篮输送。解决了水平与垂直运输，减少了劳动力，节约了厂房面积，改善了劳动条件。瓦尔毫森卫生瓷厂是个213人年产26.5万件手工操作的小厂，该厂的吊篮输送线长达800米，用一台2级10千瓦的电动机，一台1:16的减速箱组成吊篮输送线。速度为15米/分，使用简便，衔接合理，工序紧凑。

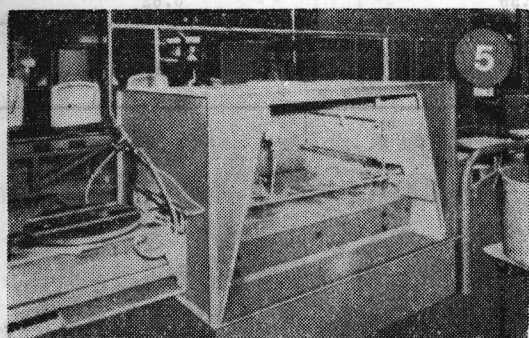
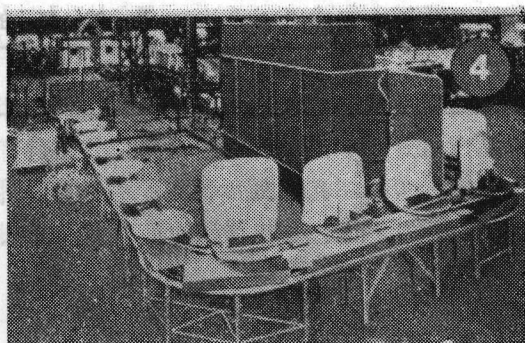
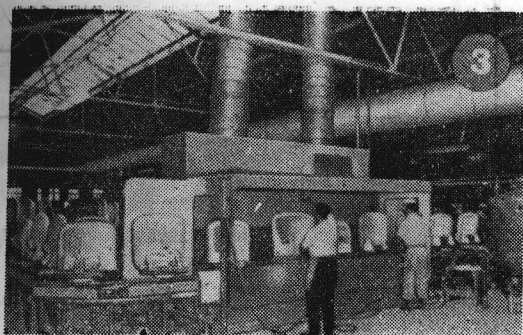
施釉：浸釉和喷釉相结合，或以人工浇内釉机械喷外釉相结合。施釉均在输送带或吊篮旁边进行。

从西德贝亚贝公司引进的卫生瓷施釉机生产线，每班产量为1400件，10人操作。分工：检查1人，吹灰1人，贴纸1人，浇内釉2人，喷外釉2人，揭纸1人，搬运1人机电设备1人。

整个施釉生产线，在一条可放70个坯体的转盘环形运输线上完成。半成品坯体用人工从吊篮搬到作业线的转盘上，转盘前进，又可自转。开始，工人用压缩空气在罩式吸尘器旁边进行扫灰，为了减少粉尘，在操作工的对面使用了一层水幕，扫灰后，产品无釉处人工贴纸，浇内釉、浇外釉，然后进入机械静电喷釉室。该室每隔六个坯体设有一组喷釉嘴，共三组，每组六个喷嘴，喷嘴压力为0.82~2.2公斤，三组静电喷釉嘴交叉往复上下运动，对着坯体连续喷釉，坯体经过喷釉室后，掀纸补釉而进入装车工序。

釉层厚度：浸釉0.4~0.45毫米，喷釉0.6~0.8毫米，颜色釉均为人工喷釉。施釉作业线如照片所示：





3. 烧 成

主要特点是热源稳定，干坯入窑，坯体含水量小于2%。窑炉先进，控制窑车装载重量，达到烧成制度稳定，保证良好的烧成质量。

卫生陶瓷的煅烧设备均采用隧道窑明焰烧成。大部窑炉设备都是七十年代从西德海姆佐特(Heimsot)窑业公司进口的。

德累斯顿卫生瓷厂的隧道窑长100米，宽1.63米，有效高0.89米，年产量42万件，推车速度20分钟，最快17分钟。每车装14件~16件，合185公斤。烧成周期14小时，以城市煤气作燃料。最高温度1280℃，于1977年8月建成。投资 3×10^6 万元，折人民币120万元。

托尔高卫生瓷厂的隧道窑长71米，宽1.5米，有效高1.0米，推车速度30分钟，最快26分钟，每车装21件，合270公斤，窑车长2.2米，烧成周期12小时，以天然气为燃料，最高温度1260℃，1974年建成。

西德海姆佐特公司承建的隧道窑，矮而宽，烧成周期短，产量大，烧成合格率达92%，温差小，(烧成带 $\pm 10^\circ\text{C}$)热效率高(每公斤瓷耗热量2700大卡)，结构较为合理。由于坯体入窑水分控制在1%以下，因此预热带比一般窑短，而烧成带和冷却带比一般窑长，同时为了合理调整预热带的温差，不但设有气幕搅拌风机，而且在下部(窑车面)还安装了八对喷嘴，烧成带设有23对喷嘴，在产品烧结的最后两个车位，上中下共有六对喷嘴。冷却带有急冷风机和窑尾冷却风机。冷却带的余热送到半成品干燥间。成品出口温度为45℃。以天然气或城市煤气作燃料，其成分如下表：(第6页)

煤气由20大气压进厂后减压为600~1100毫米水柱。采用脉冲式喷嘴，为了减少二次空气，喷嘴与窑墙用法兰密封。德累斯顿厂100米隧道窑烧成曲线如图：

卫生瓷半成品存放均在窑车上，减少倒运，节约劳力，降低半成品损失，入窑前成型，干燥、施釉和装车全部损失仅达2%。

德累斯顿厂，100米隧道窑共配备窑车250辆。耐火棚板和支柱均由耐火材料厂供应，棚板和支柱的化学成分： SiO_2 30%， Al_2O_3 65%， MgO 5%，这种棚板和支柱可使用11年。

天然气的化学组成

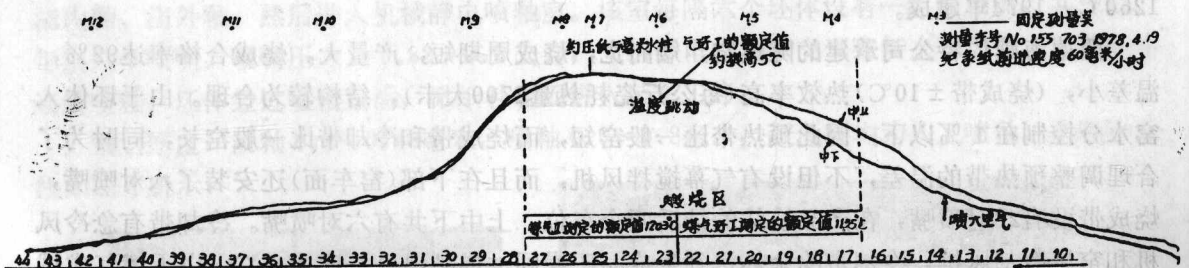
化 学 成 分	试 样 1	试 样 2
氢	33.7%	30.1%
氧	0.5%	0.8%
氮	27.0%	29.1%
甲烷	22.2%	22.8%
一氧化碳	1.7%	1.7%
二氧化碳	1.7%	1.7%
丙烷	0.2%	0.3%
其它	0.1%	1.2%
热值	3785千卡/立方米	3431千卡/立方米
比重	0.59	0.62

城市煤气化学成分

化 学 成 分	所 占 比 例	化 学 成 分	所 占 比 例
二 氧 化 碳	1.6%	氢	37.1%
重 碳 氢 化 合 物	0.2%	甲 烷	25.1%
氧	0.4%	氮	22.0%
一 氧 化 碳	13.6%	低 热 值	4000千卡/立方米

装车有单层和双层两种。在窑车上定品种、定重量。德累斯顿厂每车装14件，重量为185公斤，托尔高厂每车装21件，重量为270公斤。

支柱高度两边183毫米，中间为275毫米。半成品与垫板间采用塑料泡沫板或纸做为垫层。固定装车方法，掌握装载重量、体积和空隙，稳定窑内压力与温度曲线，保证产品质量的提高。



4. 检 验 包 装

主要特点是在吊篮旁检选，分级严格，标志明显。出口产品用木箱包装，近途无包装，远途大包装，卫生洁具20件一包，面具32件一包，装卸运输方便。

将成品手工卸在吊篮上，由吊篮输送到检验工序，检验工站在吊篮旁进行检验。产品分为三级，产品商标按等级分别用黄、红、兰三种颜色的商标纸签贴号。

成品瓷化好，吸水率 $<1\%$ ，白度 >70 ，强度 $30\sim40$ 公斤/平方公分，高级产品底面加工磨平，销售出口。

经过检验后的成品由吊篮送到包装工序。包装方式有两种，一种是用包装箱，即汽车的带棚拖斗车(5~8吨)，产品之间用麻袋垫装，直接运往工地。另一种是用木托板，产品之间用废塑料垫紧，分层码好，塑料带捆牢。每一托板装坐便器20件，洗面具32件，装好后，进行低温加热，使塑料收缩，这样整个产品与托板成一体，再用插车运进仓库，分类堆放。

5. 石膏模具

卫生陶瓷所需石膏是由熟石膏粉专业厂制备的，质地良好。模具翻制精细，老模采用树脂涂层，寿命长。启合装卸及运输均在环形电葫芦上进行，改善了劳动条件。

熟石膏粉由石膏厂供应进厂，石膏的细度经过90微米筛，筛余 8% ，250微米筛，筛余 1% ，

生产模具每人每天12~18个，石膏老模先做粗胎，采用环氧树脂涂层10毫米，分为两层，中间加了一层铁丝网，这种老模可使用300~400次

生产石膏模具的操作工艺，大致与我们相同，但为了减轻劳动强度，均安有环形的电葫芦，可任意将石膏桶送到浇注的位置，搅拌石膏有携带式的搅拌机，操作简便，他们操作精细，石膏模光滑、平齐，咬合严密。无漏浆现象。

石膏的初凝时间为 $11\text{分}\pm 3\text{分}$ ，终凝为 $32\text{分}\pm 11\text{分}$ ，强度：两小时后为20公斤/平方公分，全干30公斤/平方公分。

二、釉面砖部分

东德生产釉面砖共有两个工厂，一是西北部的博伊岭堡(Boizenburg)面砖厂，一是南部的迈森(Meibeu)面砖厂。全国年产量为550万平方米。

博伊岭堡面砖厂是东德最大的面砖厂，年产量达全国总产量的90%以上。该厂历史悠久，在本世纪初生产日用瓷，1910年转为面砖生产，20年代开始采用隧道窑，全厂职工1500人，女工占50%以上，其中管理及服务人员400人，占26.6%，生产工人1100人，占73.4%，技术人员130人，占全厂职工的8.7%。

年产釉面砖500万平方米，其中25%出口。产品规格有 $108\times 108\times 5$ ， $150\times 150\times 6$ ， $100\times 200\times 7.5$ ，大部是花釉砖和图案砖，产品质量：一级品55%，二级品31%，三级品8%，废品6%，全员劳动生产率为3300平米/人·年，车间工艺布置比较合理、紧凑。生产工序除素烧、装、卸窑车人工操作外，基本上实现了机械化、联动化。

1. 原料制备

这个厂所需的原料都是粉料进厂，单一磨料，容积法计量配料。离心喷嘴并用喷雾干燥，

热耗较低。

粉料进厂，粘土和高岭土露天堆放，石英，长石等脊性原料分类堆放料仓。露天存放的原料，自备了100吨容重的车皮，由蒸汽机车在厂内运送到车间，采用天车抓斗卸料，直接送到料仓。存放20天陈腐，经化验后使用。共有16个料仓，每仓储量180~200立方米。原料储备达到6400吨。为便于原料的输送，提高原料的可塑性和减少粉尘，设置了六个容积为30立方米的搅拌池，将单一原料用天车抓斗(抓斗上装有磅称计量)，将料送入搅拌池中。料与水的配比为固体含量60~64%，水36~40%，比重1.62~1.7。经过16小时搅拌用泵输送入球磨机，脊性原料系包装粉料进厂，用皮带运送到二楼，直接装入球磨。料浆的配比与粘土和高岭土相同。各种原料都是单一料装入球磨进行研磨，时间为12~15小时，转速为18~21转/分。球磨机上装有转数表控制磨机转数13000转。该厂共有4吨球磨机35台，日产能力300吨，球磨的料浆经过除铁过筛，料浆细度0.07毫米筛孔，筛余<1%，用体积计量法进行配料，加入苏打0.13%，水玻璃0.07%的电解质。配料后的泥料经过搅拌，二次除铁过筛，由管道输送到喷雾干燥器中制成含水7%的粉料。

这厂共有喷雾干燥塔三台，其中两台离心式，直径10米，高35米，另一台喷嘴式，直径4米，高10米，喷嘴采用硬质合金。离心式喷雾干燥塔由丹麦尼洛阿托米则(NiroATOMizer)公司进口，离心盘转数为8500~10000转/分，每小时蒸发量为1.6吨，每小时可生产含水7%的粉料3.8~4吨。为充分利用热能，提高效率，改善颗粒级配，他们在塔内下部增设5个喷嘴，用压力为15公斤的双缸泵将料浆喷入塔内，增加了产量，保证了质量。以城市煤气作热源，煤气的热值为3400~3500千卡，进喷雾塔热风温度450℃，出口温度为75℃，蒸发每公斤水所消耗的热值为780千卡(丹麦规定850~900千卡)，每千块砖耗煤气量为22立方米。

根据经验掌握，粉料颗粒度适应压砖工艺要求。

坯体成分一般 SiO_2 65%， Al_2O_3 18%， CaO 6~7%， $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 2%，烧失量 8~10%，烧成收缩 0.5~1%。

釉料熔块为锆釉系统，含 ZrO 8%， SiO_2 55%，熔块的煅烧温度为1450℃，釉料的配方：熔块80~85%，高岭土8%。经过球磨后细度6400孔筛筛余<1%，比重1.4~1.5。坯料和釉料都是科研所统一配方。

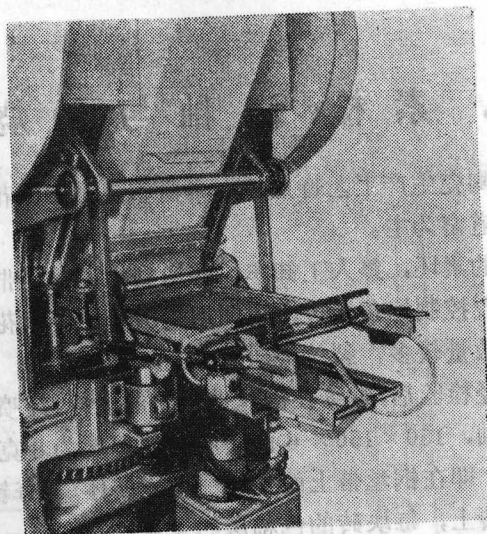
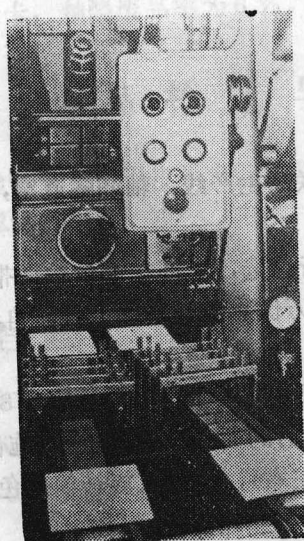
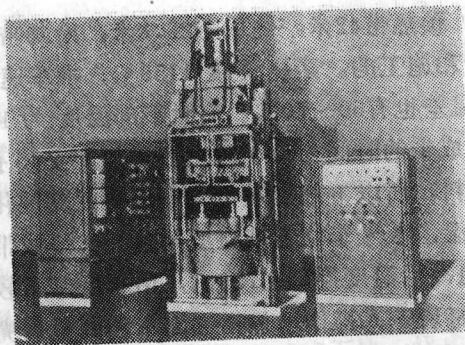
2. 成型

压砖机设备：杠杆压机和液压机并用，以杠杆压机为主，操作可靠，维修简便，模具加工精细，坯体质量很好。

压砖机有杠杆和液压两种，前者为125吨，后者为160吨，均为东德图林根(Thuringia)玻璃陶瓷机械厂制造。液压机、装料部分及出坯磨边部分如照片：(第9页)

该厂有杠杆压砖机26台，每台一人操作(包括装车)。每分钟15次，每次压两块，每班产量为14000~15000块，液压压砖机10台，每分钟18次，每次压两块，每台一人操作，每班产量为15000~18000块。坯体强度5公斤、坯体无飞边，非常平整，平装182块，看不出倾斜现象，半成品的损失<3%。

压砖机的料仓均为钢板制造，约8~10立方米。用皮带输送机送料，模具加工精细，坯体背面边角整齐、清晰，坯体强度大，不需磨底边，磨边机只磨坯体表面四边、用圆形玻璃做



干压机

B125型压砖机装料闸板

刮刀很锋利简便。

隧道窑的窑车用拖车直接送到压砖机旁边升降台上，每窑有250辆窑车、将砖坯直接装在窑车上储存，操作工把码坯机码好的坯垛（8~10块）人工平装到窑车面上，码脚的高度为25~30公分，码脚上面采用厚度为10~12毫米普通粘土托板，坯垛间距纵向20~30毫米，横向60~80毫米。坯垛之间在约672毫米（约112块）高度用楔口耐火托板将料垛互相联成一体，再从托上码280毫米（约50~70块），每辆窑车可装7440~7500块。

3. 干燥与素烧

主要特点是：重视坯体干燥，保证干坯入窑，设置窑车较多，减少坯体搬运，降低素烧损失。

码好半成品的窑车，存放两天，坯体水分5~6%，然后送入隧道烘干窑。该厂共有隧道干燥窑5条，长80米，利用隧道窑的余热作为热源，热风温度为120℃，半成品通过烘干窑的周期3天，控制入窑水分<1%，干燥半成品存放的窑车（包括轨道上的窑车）有50辆。

素烧隧道窑：经过烘干后的素坯送入素烧隧道窑，该厂共有素烧隧道窑5条，长120米，

宽0.9米，有效高度1米，预热带42米，烧成带22.8米，冷却带55.2米。是六十年代由民主德国马德堡窑炉公司设计和施工的。素烧温度1150℃，推车速度60分钟/车预热带上下温差较高，达300℃，烧成带温差也有60~70℃。有时下部温度为1050℃，温差较大。但由于窑本身较长，半成品通过烧成带的时间为11小时左右，加上安装了十三对脉冲式喷嘴，用压力比较稳重的城市煤气作燃料，所以下部素坯也基本烧结，其理化性能可达到规定要求。

素烧窑入窑温度为室温，4号车位上部温度为110℃，烧成带的21号车位上部温度850℃，下部温度为550℃，素坯急冷后温度控制在720℃，由于冷却带较长，素坯出窑温度为室温。窑的生产为四班制，每窑每班一人操作，包括进出车和调整喷嘴的煤气和空气用量，煤气压力为600~1000毫米水柱，素烧热耗为900千卡/公斤制品，窑的生产周期为2.5天，素烧废品率6.5%。

4. 素检、浇釉与釉烧

建筑陶瓷生产工艺特点是：素检、浇釉、印花组成联动生产线。釉烧隧道窑，辊道窑并用，以隧道窑为主。

烧后的素坯，经人工卸车，转送到检选输送带上进行检选，素坯在钢丝输送带上，设有光电管装置控制掉角掉边，还利用光电管、电火花（3.5万伏）控制素坯裂纹，自动检选。素坯缺角数量较多，裂纹夹层较少。

素坯经检验后，继续在钢丝带上向前运行，经喷水，使每块素坯的含水量达到8%左右，再进行浇釉，150×150×6面砖的釉层厚度为8克。浇釉后的面砖又进入甩釉（施色釉）间，它的装置，即在钢丝带上面安装一个旋转体（每分钟60转左右），使进入旋转筒的色釉成点滴状落在面砖上，每块砖的色釉层约4克。

为克服流釉，输送带两侧装有海棉，将素坯两侧的流釉擦净，然后转180°，又将另外两侧的流釉擦净。个别面砖背面有残留釉迹。

在运输线上装设自动定位器，又进入丝网印花机，一组两台，每台交叉印刷，该设备是从意大利契贝克（Cibee）公司进口，这条施釉印花生产线每班产量为3.5万块。

该厂素检作业线为仿苏自制设备，每班生产量4万块，它的产量与意大利丝网印花机基本平衡，可配套成线生产。

上述之作业线全厂共计七条，基本形式相同，只有带印花与不带印花之别。

釉烧设备：该厂共有釉烧明焰隧道窑七条，四层釉烧多孔辊底窑一条。4层釉烧多孔辊底窑是1975年从意大利西蒂（Siti）公司引进的设备。窑长50米，烧成温度1030℃，烧成周期2小时15分。35分钟推一车，每车720块，在一孔是35秒推一次。为合理利用热源，该窑为两头进坯，同时两头又出产品。即一、三孔道进坯，二、四孔道出产品，而另一边则相反。每边一人操作，产品装窑和出窑全部机械化。

如前所述，釉坯在输送带上一组三块自行定位，然后由一个推坯机将一组三块的釉坯推到耐火车子托板上，该托板由意大利进口，可使200次以上，每块托板推两次，共装素坯六块，拖板装在4格30层的铁架小车上，每车可装素坯720块，小车可自动升降，保持与推坯机在一个水平上，当小车一面两格30层装满后，人工将小车在转盘上转180°，再装另一面，装满后推到釉烧多孔辊道窑，前同样有个推坯设备，连同耐火托板一道，推到多孔辊道上，推坯

速度可调正，一般每分钟推3次。

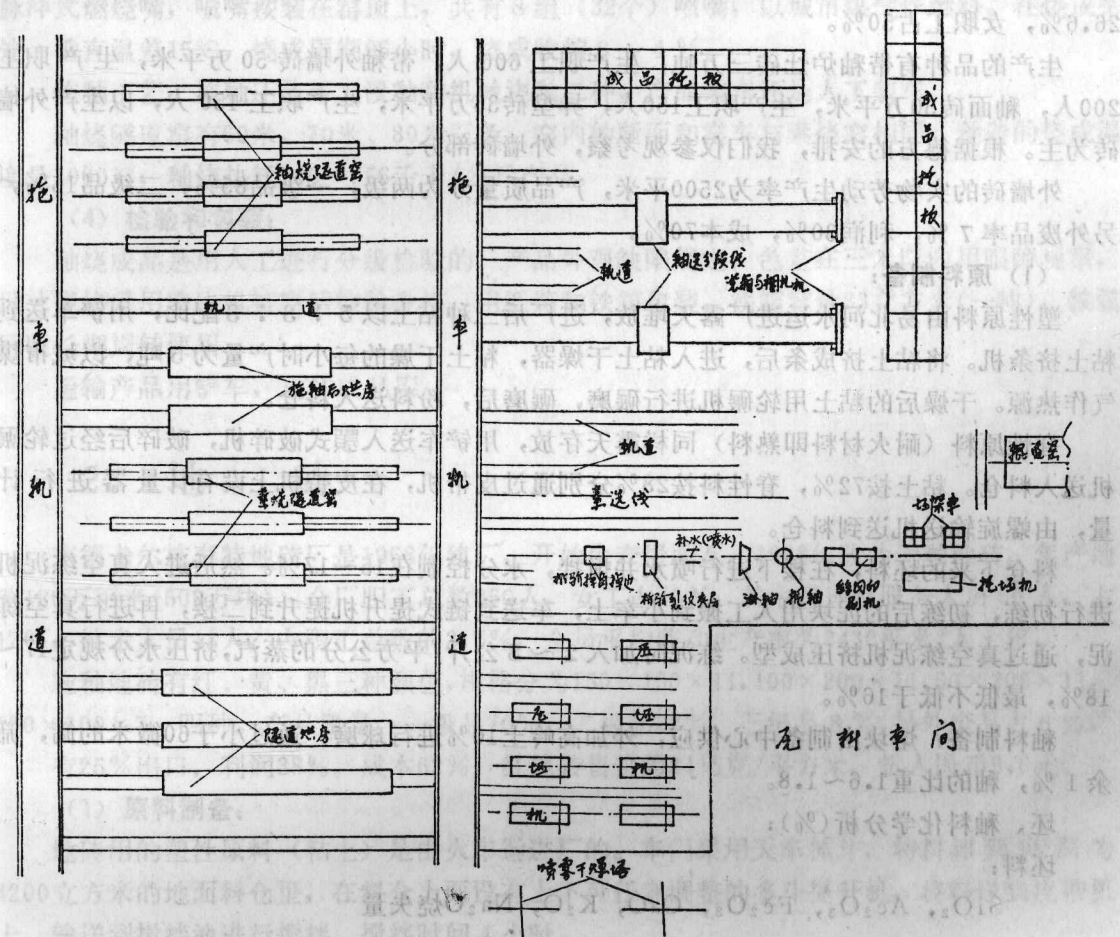
多孔辊道窑以城市煤气作燃料，由于煤气经过净化，故不必清扫喷嘴，将喷嘴与窑墙用法兰封闭，避免二次空气的过剩量，合理地调整一次空气，保持温度稳定并减少热耗。

多孔辊道窑烧成带14对喷嘴，约八米长，火焰从两边隔墙进入烟道，上下温差 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。烧成带采用高铝陶瓷辊，两端采用耐热钢辊，窑体和附属设备均从意大利进口，易损备件也从意大利购进。

釉烧隧道窑其断面与素烧隧道窑相同，可统一使用窑车，长度为70米，烧成带约12~13米，有16对燃烧喷嘴，窑内温差较大，有 50°C 左右，釉烧面砖坯采用车子笼匣钵，人工操作，每个匣钵装17块，车速3分/米，日产量约9~9.5万块。烧成周期17.5小时，每公斤瓷耗热1100千卡，釉烧废品率为6%。

5. 成品检选与包装

成品检验是在传送皮带上，还是人工检选包装联成作业线，无小搬运，衔接合理、布置紧凑，效率较高。



博伊岭堡面砖厂工艺布置示意图

釉面砖的成品从窑车搬到皮带作业线上，设两名检验工人进行分级检选。每人日产量为1.7~1.8万块。

成品经过分级检选后，自动码垛，装入纸箱，每箱25片，半机械化包箱，包箱机是从西德靠伦(KÖLN)公司引进，入箱后放入捆扎机上，经输送带人工搬到木托板上，电瓶插车送至仓库。捆扎设备由西德安帕克(AMPAG)公司进口，每班产量可达20万块。博伊岭堡面砖厂工艺布置如前页：

三、墙地砖部份

1. 外墙面砖

东德外墙面砖由迈森面砖厂生产。

迈森面砖厂于1863年建立，是个老厂，全厂职工1500人，管理及服务人员400人，占26.6%，女职工占50%。

生产的品种有带釉炉灶砖三万吨，生产职工600人，带釉外墙砖50万平米，生产职工200人，釉面砖50万平米，生产职工150人，异型砖35万平米，生产职工150人，以生产外墙砖为主。根据德方的安排，我们仅参观考察，外墙砖部分。

外墙砖的实物劳动生产率为2500平米，产品质量分为两级，一级品85%，二级品15%，另外废品率7%，利润30%，成本70%。

(1) 原料制备：

塑性原料由易北河水运进厂露天堆放，进厂后三种粘土以5:3:3配比，用铲车送到粘土挤条机。将粘土挤成条后，进入粘土干燥器，粘土干燥的每小时产量为5吨，以城市煤气作热源。干燥后的粘土用轮碾机进行碾磨，碾磨后，粉料送入料仓。

脊性原料(耐火材料即熟料)同样露天存放，用铲车送入颚式破碎机，破碎后经过轮碾机送入料仓。粘土按72%，脊性料按28%分别通过皮带机，在皮带机上设有计量器进行计量，由螺旋输送机送到料仓。

料仓下来的坯料，在楼下进行喷水并搅拌，水分控制在15~17%。然后进入真空练泥机进行初练，初练后的泥块用人工搬到小车上，车送到链式提升机提升到二楼，再进行真空练泥，通过真空练泥机挤压成型。练泥时加入2~3公斤/平方公分的蒸汽，挤压水分规定17~18%，最低不低于16%。

釉料制备：熔块由制备中心供应，外加高岭土10%进行球磨，通过小于60微米的筛，筛余1%，釉的比重1.6~1.8。

坯、釉料化学分析(%)：

坯料：

SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , K_2O , Na_2O 烧失量

57.2, 28.33, 2.52, 1.74, 1.69, 0.15, 8.27

釉料化学分析：

SiO_2 , TiO_2 , ZrO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , BaO ,

50.0265, 0.0418, 8.7063, 11.0962, 0.3334, 2.0962, 0.1686, 1.0485,

PbO , ZnO , Na_2O , K_2O ,

17.4113, 5.1474, 2.6628, 1.1776,

(2) 挤压成型:

外墙砖的钢模安装在真空练泥机的出口处,为了不使半成品变形,在出口(挤压成型口)装有一个带托辊的输送机,半成品挤出后,沿着输送机的托辊向前移动。在托辊的中心(即按外墙砖的长度)有一个钢丝切割机,将挤出的半成品切断,然后用人工装到坏架车上,送到烘房进行干燥。

挤压机一台四个人操作,一次挤砖坯二块,每班产量900平米(19800块),人工运输,将半成品坯砖送到间隔式室进行干燥。热源是利用隧道窑的余热,热风温度为 90°C ,干燥时间一般为3~4天。坯体入窑水份控制在1%,干燥收缩1%。

(3) 煨烧设备:

彩色釉外墙砖采用二次烧成,明焰式隧道窑两条,一条100米,一条106米,窑内宽1.38米,高1米,产品入窑采用人工装车,烧成温度 1100°C ,每公斤制品的热耗650千卡,采用脉冲式燃烧嘴,喷嘴按装在窑顶上,共有8组(32个)喷嘴,以城市煤气作燃料。在烧成带处,垂直温差 15°C ,烧成周期96小时,烧成收缩3~4%。

施釉工艺:施釉还是手工浸釉和机械浇釉二种,产品装车还是人工装车。

釉烧隧道窑有60米、70米、80米三条。窑内的断面和窑车与素烧窑相同。釉砖的烧成温度是 1060°C ,釉烧热耗700~756千卡/公斤产品。

(4) 检验和包装:

釉烧成品是用人工进行分级检验的。产品外观缺陷规定:色差在三米以内用眼睛观察,尺寸规格采用磨边机打磨后检验合格,用纸箱和铁箱包装,铁箱容量33立方米(一吨),铁箱回收长期周转使用。

运输产品用铲车,送往成品库。

2. 地 砖

东德卡尔施泰特地砖厂是1958年建厂,开始生产屋面瓦,1968年改为无釉地砖,年产地砖120万平米(500万块)。全厂职工总数350人,女工占40%。其中管理及服务人员60人,占17%,技术人员13人,占职工总数的3.7%,全员平均劳动生产率为3430平米/人·年。

施釉地砖有红、黄、黑三种颜色,规格分为 $150 \times 150 \times 11$, $100 \times 200 \times 11$, $50 \times 200 \times 11$, $100 \times 100 \times 7$,四种。产品质量:一级品70%,二级品22%,三级品8%,另外废品占6%。

有25%出口,利润38%,成本62%,红地砖售价为24马克/平方米,折人民币9.6元。

(1) 原料制备:

地砖用的塑性原料(粘土)是由火车运进厂的。车门采用天车抓斗,将料卸到容积为4200立方米的地面料仓里,在料仓上面设有上下可任意调整的多斗提升机,将料送到皮带上,输送到搅拌池进行搅拌,搅拌时间4小时。

料浆的配比:固体含量 60%,水 40%,电解质 0.1%。用泵送入球磨,进行四小

时的磨细，细磨后经过筛孔1毫米的六角进行除渣。

脊性原料为粉料进厂，用包装箱由汽车运进。经过轮碾机中碎后，由斗式提升机送到二楼，人工配料，固体含量60%，水40%，同时加入0.1%的电解质。装入球磨机研磨24小时，通过六角筛除渣。

经过细磨后的单一料浆，用体积计量法，按塑性原料85%，脊性原料15%进行配料，再进行7小时搅拌，泥浆比重为1.6，进行喷雾干燥。

该厂共有球磨机16台，均为6立方米，细磨脊性料6台，塑性料6台，混合料4台。

该厂从丹麦进口离心式喷雾干燥塔三台，直径6米，转数10000转/分钟，每小时蒸发水1.6吨，每台可生产含水分6~8%的粉料3~3.5吨。三台一人操作，用城市煤气作燃料，热风进口温度570℃，出口温度72℃，颗粒较细，根据生产需要粉料颗粒可调节控制。

(2) 机压成型：

该厂目前生产用250吨和320吨压砖机两种，由东德图林根玻璃陶瓷机械厂制造，250吨杠杆压砖机，每分钟14次，每次压两块。320吨液压压砖机，每分钟16次，每次压三块，自动扫灰、磨边、码垛，人工搬运到输送带上，一人操作。操作工将码坯机码好的坯垛放在一个马蹄形皮带机上，送到装车工序，手工装车。

压坯机没有设固定料仓，而是用金属板焊接，容量一吨的移动粉料仓，用升降电瓶插车送到压砖机上面，每45分钟换一次。

半成品送到装窑工序，人工装车，每辆窑车纵向八柱，横向七柱，每柱46块。窑车装好后，半成品贮存半天，然后送入隧道烘房进行干燥。

该厂有4条半成品隧道干燥窑，每条长60米，用隧道窑余热为热源，热风温度90℃，出口温度30℃，每三小时进一车，半成品在干燥窑内周期为100小时。

(3) 烧成

卡尔施泰特地砖厂共有隧道窑两条，是东德马德堡筑炉公司设计的，窑长120米，宽1.4米，有效高1.34米。

红地砖烧成温度1050℃、车速100分钟，黄地砖烧成温度1040℃，车速110分钟，烧成周期100~110小时，以城市煤气为燃料。窑的燃烧嘴是脉冲式喷嘴，喷嘴安装在窑顶上，8组，每组6个，烧成带上下温差10℃，每公斤制品耗热600千卡，由于烧成工艺稳定，地砖外观色泽一致，质地良好。

(4) 检验包装：

成品由人工卸车。为减轻劳动强度，在窑尾回车轨道旁，有一台窑车升降设备，卸下的成品，通过一条链式（上镶木板）环形皮带机送到检验工序，人工进行分级检验，并负责装箱（每箱25块）。每人每班8000~10000块，装箱后的产品送到捆扎工序。捆扎机由西德安帕克（Ampag）公司进口，每班可包4000箱，包好成品，放在木托板上，用插车送到成品库。

对于地砖缺角，掉边的废品为了充分予以利用，在保证质量前提下，提高成品率，他们利用刨床改制切割机将地砖切成二分之一或三分之一的成品，降低了成本。

切割下之残品又可做为脊性原料回收，做到综合利用的效果。