



陶粒生产工艺技术规程

〔半煤气倒焰窑适用〕

(草案)

(内部发行)

建筑工程出版社

陶粒生产工艺技术规程

〔半煤气倒焰窑适用〕

(草案)

(内部发行)

1960年6月第1版 1960年6月第1次印刷 6,080 册

787×1092 $1/32$ • 12 千字 • 印张 $11/16$ • 定价 (8.) 0.06元

建筑工程出版社印刷厂印刷 • 新华书店发行 • 统一书号: 15040·2080

建筑工程出版社出版 (北京市西郊百万庄)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第052号)

目 录

第一章	总则	(1)
第二章	原材料	(1)
第三章	原料选择	(3)
第四章	生产工艺	(4)
第五章	原料的开采、塑化及成型	(4)
第六章	半成品的干燥	(7)
第七章	焙烧	(8)
第八章	陶粒的分类及其技术条件	(14)
第九章	成品储藏及运输	(16)

第一章 总 則

第1条 本規程仅供采用粘土在半煤气倒焰窑内生产陶粒时使用，当采用其他生产工艺时不包括在本規程内。

第2条 本規程編制时，考虑到尽可能地遵照因地制宜，就地生产，就地使用的原則，特别是为了解决缺砂石地区和农村人民公社建設的需要。所以对原材料的性質及加工条件等要求較低，允許根据当地土質条件、工程对象等加以修正。

第二章 原 材 料

第3条 生产陶粒的原料有易熔粘土、黃土、砂質粘土、粘土質頁岩、頁岩等。

1. 原料中不应含有碎磚、瓦片、石块、树皮、草根等雜質；
2. 原料的結構要求均匀，內中不含顆粒大于1毫米以上的石灰石或姜石等雜質；
3. 原料的基本性能需符合下列条件：
 - 1) 燒成溫度宜在 $1,300^{\circ}\text{C}$ 以下；
 - 2) 軟化范围（即燒成溫度范围）应在 70°C 以上，过短則操作困难；
 - 3) 燒成后的陶粒表面不呈波动状（即釉状）；
 - 4) 燒成陶粒的膨脹系数在一般情况下应不小于2。
4. 适宜于制作陶粒的原料的化学成分，大致范围如下：

1) 二氧化矽(SiO_2)	55~75%;
三氧化二鋁(Al_2O_3)	13~25%;
氧化鐵($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$)	5~10%;
氧化鈣、氧化鎂($\text{CaO} + \text{MgO}$)	2~15%;
氧化鉀、氧化鈉($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$)	>2~5%;

2) 原料中应含有一定数量的有机物質，在一定範圍內它能促使原料膨脹，其含量的要求随原料而異，应通过具体試驗确定。

第4条 掺料:

1. 当用粘土不能滿足上述要求或有特殊性能要求时，可以掺入适当之掺料进行調整，使之达到所要求的性能指标;

2. 掺料大体上可分为两类:

1) 助脹剂:

当粘土的燒脹性能不能达成上述要求时，可以在粘土中加入助脹剂。常用的助脹剂有：鋸末、煤粉、葦漿廢液、鉄矿石粉、富鉄粘土以及其他含有較多有机物的材料。

2) 难熔剂:

当粘土軟化范围过短时，生产困难，此时可在粘土中掺加难熔剂，以增加粘土的軟化范围。常用的难熔剂有：耐火土粉、烟灰、細砂粉或其他高熔点材料。

3. 各种掺料，应符合下列条件:

1) 鋸末——全部通过1毫米孔徑的篩孔，除去粗碎木片等杂质;

2) 耐火土粉、煤粉——全部通过0.3毫米孔徑的篩孔;

3) 葦漿廢液——如为固体时，应先調制成溶液。

4. 各种掺料的掺量，应通过試驗而定，在一般情况下，鋸末和煤粉的掺量均在1~3%左右; 葦漿廢液的掺量在0.5~2%左

右（按固体重量計算）；耐火粘土的摻量約在3～5%左右。其他摻料經試驗后确定。

第三章 原料选择

第5条 在組織陶粒生产之前，必須对原料加以选择，并按照标准方法进行取样及試驗。

第6条 将取来的平均样品，进行下列試驗：

1. 測定原料的焙燒性能：在大批原料中选择时首先做原料的膨脹率、膨脹范围的試驗，以除去一部分不合初选的原料。然后做軟化范围、爆炸性等試驗。

2. 确定該种原料是否需要摻入外加剂以及外加剂的摻加量〔一般說，硬質原料（如頁岩等）可不作此項試驗〕。

3. 測定原料的基本物理化学性能：原料的天然含水量、均一性及其結構組織、可塑性*、顆粒組成、粘土正常工作的含水量*的測定及化学成分分析等。此外，在可能的条件下还应进行矿物分析等項目。

第7条 燒成陶粒的性能：燒成陶粒应符合設計要求的容重（顆粒容重及松散容重）、吸水率、强度、抗冻性等。

第8条 根据試驗室試驗結果，認為滿意后，尚需进一步进行半工厂生产，以确定生产所获陶粒的基本物理力学性能，及基本生产参数：

1. 作出該原料是否适合于生产陶粒的結論。

2. 确定該原料的最优焙燒時間及溫度。

3. 确定煤耗、窑的日产量及估計生产成本。

* 仅限于湿法生产的原料。

第四章 生产工艺

第9条 陶粒生产工艺根据原料加工的物理性质，可分湿法与干法两种，全部工艺过程为：

1. 湿法生产

原料开采→原料贮存→原料粗碎（若要掺入外加剂时，则在此时掺入）→原料细碎→原料湿润塑化→半成品成型→干燥→筛分（分级贮存）→焙烧→冷却→陶粒成品→筛分（分级贮存）。

2. 干法生产

原料开采→原料贮存→第一次破碎①→干燥②→第二次破碎③→筛分（分级贮存）→焙烧→冷却→陶粒成品→筛分（分级贮存）。

第五章 原料的开采、塑化及成型

第10条 原料的开采，可在露天场地进行。采掘场地离加工车间愈近愈好。

第11条 开采原料前，需预先整理场地，铺设运输道路，清除场地四周的一切碎砖、瓦片等杂质，必要时尚需剥离表层的浮土等。然后再根据地层分布等情况，决定挖取原料，如地层断面上土质较为均匀时，可在全部地层厚度上开挖。如遇地层断面变化较大时，则应根据试验结果，分层开挖或将各层原料混合使

① 根据原料情况可以把二次破碎并成一次。

② 若原料中的含水量较低，则不必经过干燥。

用。

第12条 开采原料的方法，可根据各地情况而定，可以应用人工爆破或人工开挖等。

第13条 破碎：硬質原料（如頁岩等）宜用齿形对輥破碎机破碎，但顎式破碎机等亦可以。松散状原料（如粘土等）宜用光滑的对輥破碎机破碎。破碎后入攪泥机中加水强制塑化，可以加快塑化过程，縮短塑化时间。

第14条 缺乏上述机器設備时，如松散原料則可采用人工塑化的方法。塑化工序如下：

1. 塑化工序

1) 粘土粗碎——用人工或机器粗碎至土块粒徑在5厘米以下。

2) 加入掺料（当原料有此要求时）——均匀正确地加入已粗碎的土中，保持称量准确程度在 $\pm 10\%$ 以内。

3) 加水湿润——用噴水壶或噴水头子均匀地往土中洒水，根据气候情况，使粘土保持含水量在18~25%左右。

4) 爛土——一般情况塑化时间不少于7天，以使粘土充分塑化。但經過具体研究后，也可适当提前使用。

2. 塑化場地的要求如下

1) 塑化場地四周范围内，应首先清除掉一切杂质。

2) 在堆土和爛土場地上，应先用粘土填鋪約10厘米厚的一层，方可工作。

3) 根据气候及原料的貯备条件，应配备防雨和防冻的措施。

第15条 成球：

1. 粘土經過塑化之后，即可开始成球。成球系指将粘土原料制成适合于燒成指定粒徑的陶粒大小的土球。

2. 成球可在臥式擠泥機（或其他機器）內進行。粘土由機器的加料斗處加入後，經過漿葉的攪練和螺旋絞刀的推進，由加料口向出料口移動。出料口處裝設帶有許多規定孔徑的錐形模孔的龍口板，粘土通過龍口板後即分成若干泥條狀擠出。再利用龍口板前之切割機，將泥條切成長度約相當於泥條直徑的小圓粒體。

3. 在切割的同時，為了防止泥球互相粘結，應當撒上干粉或鋸末。切斷後所得之圓柱體，應流經轉動的筒狀圓篩，將多餘的干粉與鋸末篩除，並將圓柱體滾成圓球，即可進入干燥室干燥。

4. 成球時應注意以下幾點要求：

- 1) 圓柱體長徑比，不得大於1.5:1。
- 2) 龍口板上的模孔，必須成圓錐形，內大外小。
- 3) 剛成型好的土球，切忌堆放過高，以免粘結。堆置高度以不超過40~50厘米為宜。
- 4) 龍口模孔的大小，可按下式計算：

$$d = \frac{d_0}{\sqrt[3]{K}}$$

式中： d ——龍口模孔的直徑（指圓錐孔的小端），以毫米計；

d_0 ——要求的陶粒粒徑，以毫米計；

K ——粘土燒脹系數。

5. 常用的龍口模孔直徑的尺寸為7、12、16毫米三種。

6. 切割機的制作，可以在臥式擠泥機的螺旋絞刀軸上，焊一鋼條伸出龍口外，然後將中間張有鋼絲的鐵圈架，用螺絲把它固定在鋼條上，鐵圈架和鋼條最好在同一圓心上，鐵圈架上鋼絲和龍口間的距離，即為制得泥條的長度，因為切割時對泥條起了剪力作用，而折斷面都在龍口面上。

第六章 半成品的干燥

第16条 制备好的半成品，必須事先进行干燥。

第17条 半成品的干燥可根据生产条件，采用自然或人工干燥两种方法进行。自然干燥系利用日光将半成品晒干。这种干燥法适用于輔助干燥或小規模生产。

人工干燥的方法很多，可以应用履带干燥器、隧道干燥窑、迴轉干燥窑、烘干房等设备，可根据各地生产情况而定。人工干燥法适用于大規模生产。

第18条 烘干房可以布置在窑与烟囱之間，利用陶粒窑的廢气余热，进行干燥，在烘干房內料层鋪摊的厚度，根据半成品的机械强度而决定。潮湿土球的鋪摊厚度，約为15~20厘米。

第19条 半成品的干燥溫度愈高，則干燥效率愈高，但干燥溫度过高时，易将原料中的鉄，氧化成三氧化二鉄（这时半成品表面烤成紅色），影响原料的膨脹。一般說，物料溫度以不超过250°C为宜。在不得已情况下（如干燥溫度过高时），則可縮短干燥時間，以減少氧化作用。

第20条 半成品干燥溫度的高低还与原料的性質有关。对質硬、結構密实或顆粒較細的原料，适当提高其干燥溫度，影响不大；但对結構疏松或顆粒較粗的原料（如砂質粘土等），干燥溫度必須严格控制，不能太高。

第21条 土球干燥过程中，应注意以下几点：

1. 成球机出口，离干燥室愈近愈好，以避免运输距离过長，压坏土球。

2. 湿球在运输过程中，应防止振动。車上装料不能太厚，以

防止湿球受压变形。

3. 湿球进入干燥室后，应輕倒輕放，均匀摊平，料层厚度不得超过20厘米。

4. 土球在干燥过程中应不断进行翻拌，使受热均匀，加快干燥速度。翻拌方向可由干燥室进料口起，顺序向儲料仓方面进行。

5. 半成品的干燥時間随干燥溫度、半成品粒徑、干燥时的堆料厚度、半成品原来含水量及干燥后允許的殘存含水量等因素而变，适宜的干燥時間，是能保証干燥后物料的允許殘存含水量为8~11%左右。

6. 經过干燥后的土球，若大小不一，应进行篩分并分級儲存，禁止将不同粒徑的土球混在一起入窖焙燒，以致受热不均，膨脹不一，影响产品的产量和質量。

第七章 焙 燒

第22条 陶粒燒成过程分为預热、焙燒、冷却三个阶段。窖的构造亦可分成这三个組成部分。

第23条 陶粒窖点火前的准备工作。

1. 新建的陶粒窖或陶粒窖在檢修后第一次点火之前，应檢查窖爐有无裂縫和漏风的現象，如有漏风时，应用泥浆涂抹堵住。

2. 点火前应將燒火及攪拌工具准备齐全，鉄扒应准备两把，以便輪換使用。同时，也应准备好足够的燃料。工作人員应戴上手套、脚罩等防护用品。

3. 点火前应先在爐膛內鋪7~8厘米厚的爐渣一层，以保証空气暢通和避免煤屑下掉。爐渣之上放引火木柴。

第24条 点火及升温。

1.准备工作就绪后，即可开始点火，先将木柴点着至燃烧到半透时，即可加煤一层，须待煤块燃着后，方可缓慢升温。

2.为使窑炉不致因受热过猛而损坏，在点火后1~2小时内，升温不宜过快。新建窑炉，应有不少于2晝夜的烘窑时间。

3.点火1~2小时后（新窑如烘窑2晝夜后），即可快速升温。升温基本上分二个阶段：

1）直火式燃烧阶段：在窑温升温至 900°C 之前时，封闭二次风道，象普通直火式窑炉的操作升温相同。

2）半煤气燃烧阶段：当窑温升到 900°C 以上时，打开二次风道，加厚气化室内煤层的厚度，改成半煤气燃烧方法，把窑温升至焙烧陶粒所需温度，升温时应逐渐增加煤层厚度和随时调节二次风道的大小，控制其进风量。

第25条 半煤气窑加煤时应该贯彻勤加、少加、定时、定量的原则。一般每10分钟左右加煤一次，每次加煤约6公斤左右。

第26条 为了得到质量较好的煤气，必须注意三点：

1.煤层要厚，一般不应小于30~40厘米，最大厚度应视煤质及烟囱抽力而定。

2.煤层应随炉栅坡度而保持均匀厚度，因此加煤时要均匀，同时应经常注意煤层厚度的测定，一般情况下，每小时需测定一次。在清灰前后再各测一次。

3.每次加煤时应把新加入的煤暂时堆存在气化室内的炉口旁，使煤内挥发成分逐渐受热挥发成煤气，第二次加煤前再把前次加的煤（堆在气化室内炉口）推入气化室各部，而把第二次新加之煤再堆在气化室炉口。依此循环。

第27条 为经常保持炉条下部气流的畅通，必须注意清灰工作。清灰时应均匀，使煤层按原来分层情况均匀下降。炉条下的

灰池內必須蓄滿清水。

第28条 由气化室出来的煤气，一般应符合下述要求：

一氧化碳 (CO)	12~20%；
氢 (H ₂)	5~10%；
甲烷等 (CH ₄)	1%。

第29条 在窑温升至烧成温度后，应保持一定时候，待窑内温度比较均匀后，根据确定的操作制度加料焙烧。

第30条 半成品在窑内的焙烧制度，必须预先根据实验室及半工厂性试验（最好还有工厂试生产）数据确定。确定的原则是将该原料烧成的陶粒应符合质量要求，并选用最佳的操作制度，其中包括：

1. 半成品的每次加入量；
2. 陶粒烧成温度；
3. 陶粒在焙烧带的焙烧时间；
4. 半成品入高温带前预热与否（特别是某些砂质粘土、黄土等可能预热后，反会减少或丧失其膨胀性能）、预热时间、预热温度；
5. 陶粒的粘结情况及搅拌制度；
6. 烧成后陶粒的冷却处理要求。

第31条 半成品预热：

1. 焙烧带温度升至原料所需焙烧温度并稳定后，半成品即可用人工或输送带送入预热带进行预热。加入量和半成品的粒径大小成正比，一般加入量按焙烧带面积计算时是每平方米加入30公斤左右。半成品加入预热带后，立即用扒子把半成品扒平，以使均匀分布在预热带。

2. 半成品送入预热带前，必须将粉状原料筛尽，以免粉料带入焙烧带致使在窑炉底部烧结。

3. 預热带与焙燒带之間有一块耐火閘板，半成品在預热时，应紧閉閘門，焙燒带出料后迅速提起閘板，料球即自由流入焙燒带，然后应立即关闭閘板，并立即在預热带內繼續送料預热。

4. 預热溫度以不高于 400°C 为宜，其高低可視原料而定（某些原料如砂質粘土、黃土等若要預热时，則必須縮短預热時間或降低預热溫度至 250°C 以下）。預热带溫度高低，可通过閘板調整。

第32条 半成品的焙燒：

1. 土球在預热带經過10~15分鐘預热后，料球就可进入焙燒带进行焙燒，以后焙燒带每出一次料，即启閘板，使預热带內土球流入焙燒带，然后关闭預热带閘門，并立即上料預热，如此循环进行上料，开启預热带的閘門、焙燒、出料等工序，均应緊緊銜接，以免影响下一工序的进行。

2. 土球由預热带进入焙燒带后，应迅速用鉄扒將土球扒平，攪拌时应將攪拌口开得愈小愈好。攪拌完毕后，应立即密閉攪拌口，以防过量冷空气的吸入。

3. 土球剛进入焙燒带时，由于吸收大量的热，焙燒带溫度有显著下降，一般下降达 $100\sim 120^{\circ}\text{C}$ ，所以待土球扒平后应立即加煤升温，以补足被土球所吸收之热量，使焙燒带溫度保持粘土所須的膨脹溫度。一般粘土之膨脹溫度大都在 $1,100\sim 1,250^{\circ}\text{C}$ 左右（頁岩类有时要略高些）。

4. 焙燒带应經常保持土球所須的膨脹溫度，不得忽高忽低，如有热电偶（ $1,600^{\circ}\text{C}$ 用純高溫計），則控制溫度較為理想，若无仪器，也可用人工控制，即視察或攪拌时，感覺土球表面稍有发粘現象即为該粘土的适宜溫度。若土球表面太粘，結成大块，表示焙燒带溫度过高，会使土球燒結，甚至爐底結瘤；溫度过低，則土球不能膨脹。所以必須严格控制焙燒带溫度。

5. 土球在焙燒帶內焙燒到所需膨脹程度后，即可扒入冷卻帶。土球的焙燒時間，應根據不同種類的原料，原粒的粒徑和焙燒溫度的高低而定。一般焙燒時間為18~25分鐘左右。

第33條 攪拌：

土球進入焙燒帶后，在高溫下逐漸膨脹。為使土球受熱均勻，不致因此而影響產品的質量，土球在焙燒過程中，必須加以攪拌。攪拌時應做到下列幾點：

1. 攪拌要做到使焙燒帶各部分的土球，均勻受熱，一般土窯，靠近火箱及吸火孔處溫度較高，焙燒帶中部溫度較低，料球面層溫度較高，低層溫度較低，靠近攪拌口處溫度也較低。因此在攪拌時，應相應地交換位置。

2. 攪拌時動作越快越好，攪拌完畢后應迅速關閉攪拌口，以免冷空氣襲入而降低爐溫。

3. 攪拌次數應視土的性質和焙燒溫度而定，一般攪拌4~6次，即能燒成。攪拌相隔時間與焙燒溫度及料層厚度有關，土球剛進入焙燒帶時，由於爐內溫度較低不須攪拌太勤。待爐內溫度升到要求溫度時，開始進行攪拌。一般土球進入焙燒帶后相隔5~7分鐘進行第一次攪拌。以后每隔3~5分鐘攪拌一次，但應根據焙燒帶溫度靈活掌握。溫度較高時，攪拌時間必須縮短。總之，以土球受熱均勻和不使土球燒結成大塊為原則。

第34條 冷卻：

1. 陶粒的冷卻速度對陶粒的強度影響很大。急冷，會使陶粒的強度劇烈降低。因而陶粒燒成后，必須進行冷卻處理。

2. 為使陶粒不致急劇冷卻，陶粒燒成后，應先扒入冷卻帶內，進行緩慢降溫，陶粒在冷卻帶內應保持一定時間方能扒出。冷卻時間越長越好，一般保持冷卻帶儲滿后才進行出料。出料時間約為每班2~3次。

第35条 根据粘土膨胀的原理，焙烧陶粒时宜用中性气份或还原气份（一氧化碳在1%以上，氧气在5%以下）焙烧。因此操作时须严格控制，尽量不使形成氧化气份。为此应采取下列措施：

1. 尽可能减小二次通风口，减少过量空气的进入，和加大二次的空气流速。流速可提高二次空气和煤气的混合效率，加快燃烧速度，提高燃烧温度。

2. 堵塞窑内一切漏风的地方，以防止冷空气的进入。

3. 在保证窑内具有足够抽力的情况下，尽量落下烟道闸板，以防止过大的抽力（负压），吸入冷空气。

4. 搅拌操作时间要快，搅拌口在不妨碍搅拌的情况下，尽量关小，并在搅拌完后立即密闭。

5. 增加煤层厚度，改善煤气质量，并在炉条下灰池中贮水或通入蒸汽。使水蒸汽通过煤层，在高温下与碳相作用，即



这样可以产生所谓的“水煤气”，可以大大地改善煤气质量。

第36条 在焙烧砂质粘土、黄土或劣质粘土时，宜采用下列几点措施：

1. 降低干燥和预热温度（不能超过250°C），若在高温下（7,250°C）进行时，应尽可能地减少干燥或预热时间。

2. 在焙烧时应采取快速升温，使物料很快地进入高温带。

3. 可掺入少量（3%以下）的有机质（如木屑、煤粉、炼油废油渣等）。

4. 焙烧时为防止粘结，可在焙烧时随陶粒加上一些耐火熟粉以及熔点较高（如高于1,350°C的耐火材料）的烟灰等。

第37条 在焙烧陶粒过程中，每次出料应取出少量样品，由专人负责进行质量检查。检查内容包括：

1. 容重。
2. 强度。
3. 顆粒組成。
4. 外觀及內部結構。

第38条 在焙燒过程中，每班負責人应按下表严格进行記錄。

时 間	名 称	焙燒帶 溫 度	預熱帶 溫 度	烟 气 分 析			窑尾負 压毫米 (水柱)	光学高溫 計所示物 料溫度	取 样 結 果	备 注
				CO ₂	O ₂	CO				
	加料(入預熱帶)									
	平料(入焙燒帶)									
	攪拌									
	加煤									
	出料(入冷卻帶)									
	排料(由冷卻帶取出)									

第八章 陶粒的分类及其技术条件

第39条 陶粒集料按其形状可分下列三类：

1. 陶粒礫石——由粘土塑化成型后焙燒而成的。其各个膨脹顆粒呈圓形或橢圓形。
2. 陶粒碎石——由粘土块直接焙燒制成或通过破碎大块陶粒后經篩分而得。其外表具有不規則的多角形状。
3. 陶粒砂——粘土原料破碎成細顆粒后再焙燒而成，或由大顆粒陶粒破碎成的細砂。