

窑炉革新与热工技术的发展

景德镇陶瓷研究所編



景德镇人民出版社

窑炉革新与热工技术的发展

景德镇陶瓷研究所編

江苏工业学院图书馆
藏书章

景德镇人民出版社

窑爐革新与热工技术的发展

景德镇陶瓷研究所編



景德镇人民出版社出版

(地址：解放路 电话：400)

景德镇人民出版社印刷厂印刷

江西省新华书店发行

1960年一月第一版

1960年一月第一版第一次印刷

787 × 1092公厘 $\frac{1}{32}$. 印張 $\frac{3}{4}$. 13千字

印数：1——1000册

书号：0009 定价：0.10元

写 在 前 面

瓷器是我国一项伟大的发明，景德镇又是我国产瓷的中心。解放十年来，党赋予了瓷都以新的生命，使景德镇的瓷业生产从旧中国萧条破落的状态，恢复了青春，迈入了蒸蒸日上的黄金时代。为了展示党所领导的瓷业生产与科学研究工作的丰功伟绩，为了综合景德镇陶瓷科技工作的卓越成就，我们概括地总结了十年来景德镇陶瓷科学的新成就，编成了一套小册子，陆续出版。

这套小册子的内容大致分为这几个方面：（1）精细瓷与工业用瓷；（2）热工技术；（3）耐火材料；（4）制瓷机械化；（5）颜色釉；（6）瓷器装饰；（7）刁塑艺术。并附有必要的插图。

由于时间匆促，特别是编者的政治水平与专业科技知识的局限，其中片面性与错误在所难免。因此，我们热忱地盼望广大读者，特别是陶瓷工作者提出批评和意见，使这套小册子能不断改正。

编 者

目 录

- 一、景德镇窑炉发展的历史簡概……………(1)
- 二、景德镇瓷用窑炉的特点……………(4)
- 三、从窑炉的增长速度看瓷业生产的进展…(9)
- 四、柴窑的建筑和操作技术的革新……………(11)
- 五、柴窑的結構与燒成工艺的科学总结……(13)
- 六、景德镇傳統坯釉以煤燒成的理論依据…(15)
- 七、窑炉設備的高速进展是我国大跃进的产
物……………(17)
- 八、景德镇瓷用窑的发展方向……………(18)

一、景德鎮窑炉发展的历史簡概

瓷器是我国偉大的发明，是对世界科学領域的巨大貢獻之一。自宋代以来，景德鎮就已成为我国瓷器产地的中心。瓷器是高温生成的一种人造矿物，制品經高温鍛燒后发生了一系列的物理——化学变化而成为有預定性能的工业产品。所以，在瓷器生产工艺中，燒成是制瓷工艺的最后一道工序，也是制瓷不可缺少的重要过程。因此，陶瓷燒成工艺成为高温工业的另一体系，而窑炉是这一工业最关重要的热工技术和設備。在鍛燒过程中，燃料的消耗量很大，它是获得热量的必需物質。因此，窑炉設備的結構与热工技术，直接影响着瓷器质量的好坏与成本的高低，实际上也表现了工业生产与科学技术的水平。

我国是陶瓷器发明最早的国家，我們的祖先是世界上掌握与利用热工技能最早的民族；也可以說，我們是高温工业发展最早的国家。

解放前景德鎮的窑炉設備，不但破烂不堪，无人管理，而且仅有的几座窑囪也无烟可冒。窑室成了蛇洞鼠窟，客房变为乞丐住房。据景德鎮市陶瓷工业局統計科的統計資料証明，抗战前景德鎮的柴窑是 130 座，抗战结束后只存留 48 座，而且在仅存的 48 座柴窑中，半数以上是停工停燒。这个简单的数字就鉄証如山地說明了国民党反动派对我国陶瓷工业的扼杀概况。

1949年随着全国的解放，景德镇陶瓷工业在党和政府的正确领导下，得到迅速的恢复与发展。分散在四乡的工人重回自己的岗位，窑火的烟火以吞云吐雾之势，翻腾于充满和平气氛的天空。在祖国的经济恢复时期，对镇窑除了进行整顿、翻修，同时还大规模地进行了扩建，接着就掀起了操作技术的革新工作。

在第一个五年计划时期，窑炉方面进行了许多革新工作，有些陶瓷生产的革新成果是史无前例的：如快速烧窑冷窑法，铁板铺炉法，摆窑快速作业法，先进满窑法，溜柴烧窑法，煤柴合烧窑等等，其操作革新层出不穷，一言难尽。1954年成立陶瓷研究所，所内有窑炉研究组，专门进行窑炉改进研究，特别是建筑了试验煤窑，进行以煤代柴的研究与试验。

镇窑由于不断的扩建，瓷器的生产也日新月异，但是由于国内外日益增长的需要，产量仍是供不应求；同时，由于社会主义建设事业的飞跃发展，对木材的需用量急增，松柴价格也昂贵，砍伐地区日远，形成供不应求的紧张状态。因此，必须研究以煤代柴的技术问题。然而，景德镇千余年来只有使用柴窑的经验；至于如何使煤窑适应景德镇的特点，则须参考使用柴窑经验，所以，科学地总结柴窑的传统经验就成了生产实际的关键问题。

镇窑虽然有历史悠久的传统经验，但从没有人对它进行过系统而科学的总结。为了继承与发扬祖国的制瓷传统，为了满足国际技术合作的要求，1954年在中共市委的直接领导下，陶瓷研究所窑炉研究组，对镇窑全面地进行了调查、研究，作了比较细致的科学总结。

1955——1957年间，景德镇陶瓷研究所与中国科学院、

輕工業部工業試驗所合作，在進行了景德鎮精細瓷器研究的同時，很大方面對煤燒景瓷也取得了初步的理論基礎與小型實踐經驗。接着，該所結合生產工廠的條件和力量，又進行了煤燒景瓷實踐的大型研究。如1957年在景市第二制瓷工藝社進行了成功的生產煤燒鎮瓷試驗，結果窯青超過了柴窯水平而達到92——95.3%（柴燒窯青為81%）。

1958年在全國大躍進的形勢鼓勵下，在建窯結構方面試驗成功了。簡易煤窯得到了迅速推廣，一年間就建成了133座，這樣的煤窯為松柴緊張解決了實際問題，更重要的是對景德鎮擴大工業用瓷和耐火器材的生產提供了有利條件。

在新的煤燒鎮瓷當中，紅星瓷廠又創立了快速燒成的先進操作，燒成時間短，質量高，煤耗低。

在烘爐方面，為了改革舊的不合理的操作，各廠革新了以焦煤代木炭燒爐，以先進的隧道錦窯代舊式烘爐。1957年陶瓷研究所結藝術瓷廠設計了新式的隧道式錦窯以代替舊式烘爐。1958年迅速推廣新建錦窯15座。紅旗瓷廠還用煤窯試驗成功了烤花操作，大大地增強了烘燒彩瓷能力，提高了彩繪質量。

總之，解放十年來，景德鎮窯爐改進工作取得了巨大的成績，有力的支援了高速發展瓷業生產的需要，但是這些窯爐改進，還是過渡形式，將來最先進的隧道窯和多室式窯，仍然是瓷窯發展的前途。為了系統的總結解放十年來景德鎮市在窯爐設備的改進與操作技術的革新這兩方面的成就，現分為以下幾個方面進行概述。

二、景德鎮瓷用窯爐的特點

陶瓷窯爐按其通常的分類法，有間歇式、半連續、連續式之別。鎮窯（歷史上稱為饒州窯）則為間歇式窯的一種，它是我國陶瓷工業中一種特有的窯爐結構。我們通過幾年來的系統研究總結，對鎮窯有了比較全面而正確的認識和結論。

景德鎮流傳至今所用的瓷窯結構，始於何時，難以稽考。就我國現有瓷產地所流傳的窯型而言，大抵可分為北方窯與南方窯兩大類，前者為圓型的饅頭窯，後者為長形的階級窯和龍窯，鎮窯是綜合了以上三種窯的特點，在陶瓷工業發展的過程中演變而來的一種特有形式——“鴨蛋形大室式窯”。鎮窯不但在我國陶瓷生產上起過重要的作用，而且曾一度為外國陶瓷窯爐的典範。如十八世紀英國的紐卡斯特爾窯（New castle kiln），德國的卡塞爾（Kassel kiln），都是模仿鎮窯型式構築的。茲將鎮窯的構築與燒瓷法總結分析如下：

（一）柴 窯

1. 窯型

景德鎮窯形似半個蛋形而稍長，故又稱蛋型窯，窯身前端大而後端小，窯門、火床、投薪口皆設在前端，煙囪緊接着砌在窯身的後端。由於火焰前進方向的原因，故又謂之平焰式窯。

2. 窯身

前端正中設有窯門，高約3米，寬約0.6米。窯門內設有

一长方形火坑，較窖底低約1米，長1.2—1.30米，寬約0.7—0.8米，坑的前端較之後端略深且寬，燒火時是用小型匣鉢臨時架設活動火床于火坑上部，作為爐柵之用。

窖身全長約16—18米，窖底前端較後端略低，其傾斜度約3度左右，窖室前端較高，但其最高處與最寬處却在距窖門3—4米之間，向後端漸次遞狹遞低。

窖底之寬一般較大於其窖身，但在距前端約4米左右，亦有窖身略大於窖底或等大於窖底者。

在距窖頂蓬之最高點以後1.5—2米處，構築得呈現與別處略為擴大的形式，該處稱為大肚。

距大肚約退後7米左右側牆壁間，又構築與大肚相似形式的略擴大的腹部，其長約1米左右，牆壁曲度陡急（即窖底寬度變化甚大），謂之小肚，老式的滿窖方法常以小肚處為分裝大小器匣鉢的界綫。

在窖身與煙囪的交界處為挂窖口，緊接著沿煙囪底部為一甬道，這一甬道兩邊的窖牆俗稱“燕尾”，主要為負荷煙囪的重量而設。挂窖口迄窖小肚一段窖身謂之“想理”，小肚以前一段謂之窠裏。故實際上窖身各處的縱斷面均可構成一個半橢圓形，各處弧度略有差異。（見圖1）

3. 煙囪

煙囪高度常等於窖身之長，自挂窖口背算起，一般在16.5—17.5米左右，煙囪口上下之橫斷面積形似鴨蛋，上口橫斷面積為1.75—2平方米，囪壁厚約10公分左右，因此常被稱為薄壁煙囪。

4. 構築材料及护牆

鎮窖的構築材料，通用本煙囪底部後端（稱觀善堂）燒

出之含砂較多的粘土(俗稱紫金土)所制之窰磚。窰內壁、窰頂蓬、烟囱皆用窰磚建築，內牆和窰頂蓬厚約24公分，護牆是用机磚(紅磚或青磚)砌造，護牆內用碎磚泥漿填心。為增加護牆之整體強度，防止開裂，常在護牆中擺放大型木料，增加相互之拉力，實際上就是用木材代鋼筋。護牆與內牆之間留有空隙帶，是用以絕熱和給予在加熱與冷卻時窰身膨脹收縮之余地。護牆的總厚度約為2米左右。

窰底之構築材料，為先以三合土打好牢固的基礎，于窰室建成後再在表面以石英砂(俗名老土子)平鋪一層，厚約30公分到40公分左右。

為了燒窰時便于觀察火焰情況，以及其他用途，在砌窰時全窰留有望火孔6個(直徑為15—18公分)，分別叫做發火孔、分析孔、腰火孔等名稱。

總之，鎮窰為一平焰大室式窰，大者其容積為250立方米左右，普通為200立方米以上，中型為160—180立方厘米以下；依180立方厘米的窰室而言，據統計每次窰可燒淨瓷10—15噸，其中精細瓷器占47—50%，普通細瓷占22—23%，粗瓷占27—28%，裝窰密度(瓷坯)達到0.052—0.034噸/立方厘米，每次窰熱量總消耗為71.834813仟卡。每小時最高耗熱量可達5268314仟卡，平均每公斤瓷器消耗松柴2—2.4公斤，燒成的最終溫度為三種：最高1300—1320°C，中間1260—1280°C，最低1130—1170°C。燒成時間24—32小時上下。

歸結起來，從結構與效果上看，鎮窰在間歇式窰中具有很多優點：

1. 構造簡單，建築成本低，比倒焰式窰、多室式窰的建

筑費用低70%以上，這是因採用之材料較其他窯低，建築時間快的原因。

2. 由於本燒室大而長，所耗燃料比其他窯（如階級窯）節約（階級窯每公斤瓷器耗柴約為3——4公斤）。

3. 護牆與內牆間之絕熱空隙是現代窯的先進砌造法，但這一絕熱構築在千餘年前已被鎮窯採用，它在當時是國內外窯的典範。

4. 鎮窯由於一窯一窗，適宜於快速燒成與快速冷卻，對加速窯爐周轉具有良好作用。

5. 鎮窯由於採取松柴做燃料，故瓷質較高，這是因為火焰清淨，不含硫磺，對瓷器色面有利。

6. 鎮窯瓷器系在還原氣氛下燒成，故對石灰質瓷釉和絹雲母質瓷器最有利。雖然鎮窯有它獨特之點，然由於燃料昂貴，本燒室長而且大，亦有許多缺點：

（1）溫度不均勻，全窯溫差大者達150——250°C左右，故不適用燒一種組成的瓷坯，必須用各種坯釉去適應窯室溫度階梯過大的特點。

（2）滿窯、燒窯工藝複雜，沒有豐富的經驗不易控制，因此對負責燒煉的技工，要求有較高的純熟的操作技術。

（3）燃料不易供應，而且利用松柴做燃料，消耗巨大，在工業上來說非常不經濟，因為木材有更為有利的用途，它可以被用做造紙纖維與許多有機工業原料。

（4）窯的使用壽命短，每座窯的壽命為30——90次窯。

（5）建窯材料落后，不能進一步提高燒煉溫度。若想

將溫度提高至1380—1450°C，則建窯耐火材料必須改換。

(6) 燃料占據廠房面積太大，同時伐木工人組織龐大，不符合近代工業發展的要求。

(二) 錦 窯

錦窯是燒成釉上彩的窯爐名稱，景德鎮原用的錦襪俗稱烘爐或紅爐，迄今沿用很久，燒成了很多優良美麗、名震全球的精緻瓷器。此種錦窯構造甚為簡單：中間用幾個小磚礫乘一匣鉢，匣鉢周圍留設空間，外圍用磚砌積薄牆（如圖2），使用時制品裝置匣鉢內，上面用破匣片遮蓋，加熱時將木炭投入留設的空間中燃燒，最後匣鉢上面也堆炭燃燒。

烘爐構造簡單，構築費用不多，而且可大可小，對個體分散經營的手工業自有便利之處，然而木炭燃料價格昂貴，又多浪費，燒成費用既不經濟，制品質量亦無絕對或者均衡的保障。尤其是不設煙囪，爐壁薄且低，燃燒時散熱量大，工人在高溫下操作對健康影響較大。在過去都是分散性小作坊生產，每戶只有一、二座烘爐，室內溫度尚能勉強忍受，現今都走上大工廠生產，每室十幾座爐子，就甚為不適用了。

烘爐過去只有圓形的，但都不太大，大者一般內徑為0.6—0.8米，高1.0—2.0米，因為過大，則爐溫度不均，影響質量；最小的直徑30厘米，高40厘米。

總之，過去景德鎮所用的窯爐設備是較落后的，也是分散的，同時工人的工作環境與操作條件也是很不好的。這就給解放後工人積極參加改進生產設備、改進操作、改善勞動條件，增加了自發的積極因素。

三、从窑炉的增长速度看瓷业生产的进展

鎮窑在历史上最多的时期是抗日战争以前，当时景德镇柴窑有130余座，但由于私人资本的无情竞争，这些窑炉设备并未被充分利用，有一个月烧不了一次的窑，就民国十七年（1928）景市烧窑业的情况来看，全镇共有柴窑114座，开工的只有106座，全年共烧33306次窑，每窑全年共烧了31次，实际能力每年可烧80次以上，故当时窑炉的利用率只达到38.5%，瓷器生产是处于半停工的状态。

抗日战争结束后，景德镇的窑炉设备就更为可怜，在这一时期，全镇共有柴窑48座，而其实际利用率仍是在30——40%之间。在解放前夕，国民党反动派统治形将死亡的时期，烧窑业实际上是处于全部停工的状态，工人失业也达到了极点。瓷业的生产火焰趋于熄灭边缘。

自1949年到1958年景德镇瓷用窑炉设备不断增加与发展着，窑炉设备的发展速度是惊人的。据统计，解放九年来，柴窑每年的增长速度均为11.1%，九年总的增长数为91%强；煤窑自1954年起至1958年止新建了133座，以1953年为零，而1954年为100%，1957年比1954年增长了300%，1958年比1957年增长了1477%以上。

随着1958年的大跃进，不但柴窑、煤窑有巨大的变化和发展，而景市的烧彩锦窑也出现了巨大的跃进局面，基本上改变了旧式烘炉控制烧彩的局面，1957年以前为零，而1958年共建了隧道锦窑15座，1959年为29座。为了更系统地说明

窑炉设备的增长情况，茲将景市窑炉增长变化情况统计表附后以供参考。

时 期	柴窑增长座数	倒焰煤窑增长座数	隧道锦窑增长座数
抗日战争以前	130	无	无
抗战结束一年	48	无	无
一九四九年	50	无	无
一九五零年	60	无	无
一九五一年	67	无	无
一九五二年	63	无	无
一九五三年	60	无	无
一九五四年	70	3	无
一九五五年	89	3	无
一九五六年	86	3	无
一九五七年	89	9	无
一九五八年	71	133	15
一九五九年	71	151	29

以上数字，概要说明了解放后十年来窑炉设备的巨大变化与增长，特别是1958年的大跃进，促成了窑炉设备的高速度发展与革新，柴窑不但增长的数目很大，而且窑炉的实际利用能力也大为可观，一般全年每窑都可烧出70—90次，窑的实际能力不但个别达到100%，而且有的超过了应烧成次数。这些新建的煤窑不但分担了日用瓷的生产，减轻了柴窑燃料不足的困难，而且对工业用瓷、电瓷起了推动作用，此外，它还担负了耐火砖的生产，在大炼钢铁的运动中，直接支援了各地的钢铁工业。

四、柴窑的建筑和操作技术的革新

柴窑在过去砌筑时并无一定严格遵守的尺寸比例，因此許多旧窑的砌造很不規則，以致影响了窑炉的使用性能，以柴窑之窑頂蓬來說，过去在資本家的私利指导下，希望尽可能扩大容积，以便多装匣鉢而不顧倒窑事故，所以，他們力求将窑頂蓬的弧度增大（即尽量使之接近平頂），以增加有效利用率。

解放后，在攜窑工人、燒窑工人、以及工程技术人員的积极研究下，大部分窑均改为园蓬窑頂，即弧度較小的蓬頂，这样的砌筑改进，促使了窑性加快，減少了火焰的局部阻力，从而縮短了燒成時間，加速了窑炉周轉率，节省了燃料消耗。

除此之外，对窑窗壁也作了改进，这是在馬栏里窑試驗的，工人称之为双壁窗，采用双层窑磚砌筑，这一革新的成績主要是減少了散热，加强了通风，增大了抽力和坚固耐久性。

鉄板炉柵法，对固定火床最大通风能力起了良好作用，同时也促进了燒成制度的稳定，減少了匣鉢的損耗。

在操作上有重大經濟价值的革新項目有：快速燒窑冷窑法；柴窑控制火焰燒窑法；科学仪器測定窑溫法；多装燒細瓷操作法；溜柴燒窑法；煤柴合燒法；柴窑燒煤法以及最近革新的无挂窑燒窑法等等。茲将每一革新的項目和內容与意义分別評述于次：

1. 快燒快冷法：解放后，由于工人大胆創造，改变了柴窑的燒成与冷却速度。从工人的經驗証明，景德鎮的傳統性坏砌

的組成适宜于快燒快冷，柴窯每次燒成中，凡是窯的燒成時間短、冷卻快者，瓷器外觀（如白度、透度及光滑程度）優美。過去柴窯的燒成時間一般都在20——26小時，但目前以18——20小時燒成的瓷器質量還高于前者。在快速燒成方面，宗仁窯起了先驅作用；此後又分別作了7.5小時、12小時、17小時幾個不同速度的試驗，其質量都較慢燒慢冷為佳。

快速燒成的理論依據與效果：

（1）景德鎮日用瓷的坯胎較薄，干燥也較完全，加之泥坯的致密程度較小而干燥氣孔率較大，故在低溫時氣體交換速度大，因此，只要不是特制的厚件坯，快升溫是不易引起開裂、發泡與暴碎的。

（2）快速燒成可以減少窯壁的散熱量，從而降低燃料的消耗。

（3）快速冷卻可以增加瓷器的透明度。

（4）快速冷卻可以防止坯釉中氧化亞鐵的二次氧化，增強坯釉的白度。

（5）一般瓷坯的開裂，主要是因制品內外溫差過大而引起的，因此如何促使內外溫差的平衡是快速燒成的一項措施。經驗證明，加重還原氣氛可以使內外溫度同時提高，因為還原氣氛時，火焰的溫度較氧化氣氛時為低，而制品的導熱性又較緩，這就可以相對增強制品內外溫差的縮小。

2. 在柴窯控制火焰方法方面，過去只是利用急燒與慢燒的方法加以控制，但要使窯的前後溫度近似是很困難的，建築瓷廠採用閘板法，結果在控制火焰方面，促使前後溫差縮小起了良好的作用，過去前後溫差約150——250°C，而控制後只達50——80°C，這樣就為全窯燒細瓷創造了有利條件。