

刘秉诚 著

科 工 出 版 社

陶瓷工程论从

taoci Gongcheng Luncong

陶瓷工程论丛

刘秉诚 著

轻工业出版社

内 容 介 绍

本书共收入陶瓷专业文章16篇。关于中国陶瓷起源及其发展的论文2篇；关于中国古陶瓷研究的论文5篇；关于生产技术和设备的论文7篇，还有两篇专文对大专院校所编教材内容进行了分析。这些论文是作者多年在实际工作中的体会和研究成果，具有较高的水平，在国内外学术界产生过一定影响，因而本论文集适合于从事陶瓷生产、科研和教学工作的人员学习参考。

陶瓷工程论丛

刘秉诚 著

•
*轻工业出版社出版

(北京广安门外南滨河路25号)

轻工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

•
850×1168毫米1/32印张，8²⁴/₃₂插页，1 字数：222 千字

1987年2月 第一版第一次印刷

印数：1—1,600 定价：3.75元

统一书号：15042·2042

出版说明

本论文集收入轻工业部陶瓷专业高级工程师刘秉诚同志近年所著的十二篇论文，另加四篇六十年代的作品，共计十六篇。在纳入本文集之前，作者就原著重新作了修改补充，进一步阐明了个人见解，并补充了较新的研究成果。近年来，国内陶瓷界不少同志曾多次向出版社反映，为广泛交流生产经验，并传播有关科研和教学的进一步认识，建议及时出版各种性质的论文专集。本论文集即系本社在周仁先生等的“中国古陶瓷科学研究论文集”付印后不久安排刊行计划的。

解放后，我国老一辈和中青年陶瓷学家，在党的正确领导下通过长期工作实践，加上个人勤奋，已发表了不少有相当水平的论文。我社拟有计划地组织出版成专辑，以飨广大读者的迫切需要。

本文集中包括有关中国陶瓷起源及其发展的论文2篇，关于中国古陶瓷研究的论文5篇，关于生产技术和设备的论文7篇，还有两篇专文对大专院校所编教材内容进行了分析。在2篇中国陶瓷起源及其发展的论文中，作者提出了“古代重釉”和“三个飞跃”的新论点；在有关中国古陶瓷研究的论文中，作者对古籍中历来有争议的说法提出了新的论述；有关生产技术和设备以及对教材编写的设想，系作者多年在实际工作中的体会和研究成果，具有相当的水平。

本论文集适合于从事陶瓷生产、科研和教学工作的人员学习参考。

此外，作者另有《中国瓷窑热工特性试论》（1962）和《中国瓷器在工艺技术上的特色》（1982）两篇论文被《中国的瓷器》（1983年修订版、轻工部陶瓷工业科学研究所编）作为素材收入书中，未编进此集，读者如感兴趣可参阅该书。

轻工业出版社

4021/3

前 言

书中几篇杂文是我于1977~1983年间对某些陶瓷工程的一点议论，现应若干位读者的要求，选辑付印，不妥之处，敬希指正！

在这期间，还有两篇应约用英文写的文章发表于第五届 CIMTEC(三篇邀请报告之一)和 SPRECHSAAL CERAMICS+GLASS MAGAZINE。后者据函告又被选进 the manual WORLD CERAMICS 1983。因体例关系未载入此册。

另有四篇早期作品，附于卷末。

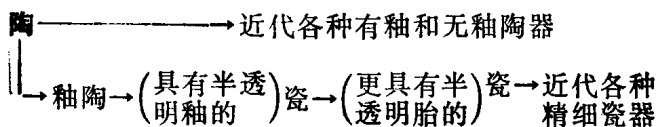
作 者

目 录

一、试谈我国陶瓷的起源问题·····	(1)
二、略论我国魏晋以来习称为瓷的胎釉组成·····	(6)
三、参观四川某些瓷厂后若干技术问题琐议·····	(10)
四、《天工开物》中的“无名异”和“回青”试释·····	(25)
五、论所谓“原始青瓷”·····	(35)
六、我国陶瓷的起源及其发展(二稿)·····	(39)
七、对目前轻工系统大专教材《陶瓷工业热工设备》的 几点期望·····	(68)
八、所望于轻工系统大专教材《陶瓷工艺学》·····	(88)
九、论日用陶瓷匣钵·····	(126)
十、对铁系花釉的一点看法·····	(146)
十一、节能在日用陶瓷生产中的主要体现形式及其 相应措施·····	(150)
十二、《天工开物》“陶埏”第七卷中几个“陶瓷学名 词”探绎·····	(172)
附录·····	(190)
1. 试论亚硫酸盐纸浆蒸煮锅用耐酸砖五个性能指标的 相对统一·····	(190)
2. 我国日用陶瓷工业倒焰窑及其节煤问题·····	(196)
3. 对某一瓷胎和釉的探讨·····	(233)
4. 日用瓷烧还原焰问题·····	(265)

一、试谈我国陶瓷的起源问题

从古人当时有关器物的命名，并对某些实物进行了观察和比较，我初步认为，我国陶瓷的发展过程将是这样的：



《考工记》：“陶人为甗，……旒人为簋。”《史记·五帝本纪》：“虞舜者，陶河滨，作什器于寿丘。”“陶河滨，河滨器皆不苦窳。”这是当时对有关器物的叫法。陶器尽管致密度和光泽度不及后来的瓷器，但由于它的重度较小，很少变形，易于制造大件器物，基质中多孔结构形成的某些“点结合”可以弹性移错地放出由于温度或机械作用造成的局部应力，使脆性从而比拟相对地有所降低等特点，因之虽经过若干曲折但也一直与瓷器并存到现在，对社会建设和人民生活起到了它应有的积极作用。目前生产的一般陶器则是具有一定程度的烧结，有气孔，不透明，由石英颗粒、莫来石或其他晶体、玻璃质胶结物以及一些熟料和包裹体等组成。大部分表面敷釉或施有美化装饰。

制陶工艺的历史上共有三个飞跃，即釉陶，（具有半透明釉的）瓷和（更具有半透明胎的）瓷。

根据出土陶器的考古断定和 C^{14} 测定以及科学工作者对我国新石器时代和殷周时代制陶工艺的试验研究，已确定我国的制陶工艺可能起源于比仰韶文化更早的时代⁽¹⁾，也就是说距今六千年以前⁽²⁾，当时某些陶（灰陶、红陶和黑陶）的烧成温度大约变动于 $950\sim 1050^{\circ}\text{C}$ 范围内⁽³⁾。孔隙度大多在 $20\sim 33\%$ 之间⁽⁴⁾。 Fe_2O_3 5~8%， Al_2O_3 14~19%， KNaO_3 ~5%⁽⁵⁾。近来也有人根据江西万年仙人洞遗址出土蚌壳以 C^{14} 测定距今 10870 ± 240

年⁽⁶⁾，认为我国陶器起源当在万年以前，但由于当地年代已经考古断定属于新石器时代晚期⁽⁷⁾，遗址又为石灰岩洞穴，极易影响C¹⁴含量偏低以致C¹⁴年代偏老，造成年代上误差⁽⁸⁾。因此，实际年代将不会这样早。

尽管釉陶的釉还不够好，但由无釉到有釉，而且胎也比较烧结，这毕竟应当算是一个大的飞跃。已被研究过的较早釉陶，如安阳殷代晚期釉陶的孔隙度为0.26%，釉层浅黄，坯土黄带红⁽⁹⁾。山西侯马东周釉陶的孔隙度为0.14%，烧成温度 $1230 \pm 20^\circ\text{C}$ ⁽¹⁰⁾。Fe₂O₃，胎1.97%，釉2.21%；Al₂O₃，胎14.15%；KNaO，胎1.91%，釉2.05%；CaO，胎1.00%，釉15.71%⁽¹¹⁾。釉层浅黄，坯浅土黄⁽¹²⁾。胎内结构较细，孔隙较少，釉层中有若干气泡⁽¹³⁾。西周张家坡陶瓷碎片KNaO含量较高，达4.79%，烧成温度 $1200 \pm 30^\circ\text{C}$ ，矿物组成（重量）：石英13.0%；莫来石17.4%；玻璃69.6%；气孔体积7.22%，从这些碎片的显微结构看来已非常接近瓷器的结构，但在原料处理和坯泥炼制上还比较原始⁽¹⁴⁾。

第二个飞跃是做出了比较美观的釉面。在早期，釉陶的釉层还比较薄（<0.01毫米），光泽也不够好，这可能是由于釉浆的比重不适宜；上釉方法简单或仅是刷釉⁽¹⁵⁾；釉与坯的酸度系数相差过大；釉中CaO过多易致消光，烧时无匣钵窑具，使釉分解，硷类挥发，析出硅酸，减少光泽。但是，殷代釉陶上面的石灰釉是后世青瓷釉的鼻祖，它和战国时代的釉陶以及历代各窑所烧造的青瓷，在化学组成上和胎、釉外观特征上有着许多共同之处⁽¹⁶⁾。战国时某些胎质近瓷的釉陶已显示出来由陶变瓷的趋势⁽¹⁷⁾。到了汉季，终于发生了突变和飞跃，使当时人们意识到无法再以一个“陶”字继续混称下去，势必对有所前进的釉陶给予一个新名。通过一些时间逐渐在魏晋间为广大群众所接受，广泛地使用了“瓷”字。但应明确，当时的“瓷”字涵义是当时人们从表面上认识的，将是着重于釉面的“晶莹明彻，光润如玉”，

而不是指瓷胎。当然，若要釉面好，瓷胎最好是烧结，还要逐渐改善上述造成釉薄的各种缺陷，进一步通体敷釉，这种“重”釉的观点一直影响到宋代五大名窑（官、哥、汝、定、钧）的厚釉粗胎和“重”釉轻胎倾向。宋代越器在艺术方面已达高峰，但器的本质还是灰色的瓦胎⁽¹⁸⁾。西晋文士作赋，茶、酒和瓷器联系起来，说明瓷器在当时民间已普遍成为日常生活的用具⁽¹⁹⁾。西汉邹阳酒赋（伪书西京杂记引）里的绿瓷⁽²⁰⁾。文选中晋潘岳（公元247~300年）笙赋里的“倾缥瓷以酌醪”。唐代，陆羽《茶经》卷中称“……邢瓷类银，越瓷类玉，……邢瓷类雪，越瓷类冰，邢瓷白而茶色丹，越瓷青而茶色绿，……”这是所谓绿、缥、银、玉、雪、冰、白、青均是从表面上观察，皆系指釉色。此外，唐顾况《茶赋》“越泥似玉之瓿”（全唐文卷五百二十八）。唐陆龟蒙《秘色越器》“夺得千峰翠色来”。晚唐五代间徐夤《贡余秘色茶盏》“嫩荷涵露别江滨”，均系从釉面上得来的印象。唐时越窑无疑是东晋南朝时越窑的继续发展⁽²¹⁾。许之衡《饮流斋说瓷》“瓷器之发明，自晋始见”。刘子芬《竹园陶说》“自晋而有瓷”。

第三个飞跃是瓷器由半透明釉发展到了半透明胎。江西景德镇由于具有适宜的原料，首先产生了这个飞跃。宋代湖田、湘湖窑的影青瓷，它们的胎的白度和半透明度都很高，已接近现代的细瓷的水平⁽²²⁾。景德镇的明砂高岭矿床主要为白云母花岗岩风化产物，部分由伟晶岩等风化而成，亦有人认为系花岗岩经后期热液作用形成⁽²³⁾。景德镇的某些瓷石，主要矿物为石英和水云母类矿物，有的有一部分高岭石或长石⁽²⁴⁾。景德镇瓷器的配方不同于目前的长石质瓷器，而属于水云母质系统。即以水云母作熔剂的高岭——石英——水云母质瓷胎和石灰石——石英——水云母质瓷釉的瓷器⁽²⁵⁾。于是，瓷釉的半透明度又发展到了瓷胎，从而完成了第三个飞跃。

我们似应尊重古人命名的涵义，既不必以晋人的“瓷”字加

于殷、周；也不宜以目前已经扩大了瓷的概念去衡量魏晋。假如目前感觉“瓷”字不够用的话，也可以创新或在瓷字前加某些定语，用以传达我们的认识。可以看到，我国历代的陶瓷将不可能用一个限定的标准来做简单衡量，也不可能以一个单一概念来体现我国“陶”或“瓷”两字在历史时期的不同阶段中所表示的相应涵义，其概念将是因时因地而有所不同的。

参 考 文 献

(1) 周仁等：《我国黄河流域新石器时代和殷周时代制陶工艺的 科学总结》载《考古学报》1964, 1, 17页。

(2) 安志敏：《略论我国新石器时代文化的年代问题》载《考古》1972, 6, 43页。

(3) 同(1), 17页。

(4) 同(1), 24页。

(5) 同(1), 21、22页。

(6) 中国科学院考古研究所实验室：《放射性碳素测定年代报告(三)》，载《考古》1974, 5, 337页。

(7) 江西省文物管理委员会：《江西万年大源仙人洞洞穴遗址试掘》载《考古学报》1963, 1, 13页。

(8) 中国科学院考古研究所实验室：《碳—14年代的误差问题》载《考古》，1974, 5, 330页。

(9) 同(1), 24页。

(10) 同(9)。

(11) 同(1), 22页。

(12) 同(9)。

(13) 同(1), 27页后，图版捌(Ⅷ)。

(14) 周仁等：《张家坡西周居住遗址陶瓷碎片的研究》载《考古》，1960, 9, 48、49、51页。

(15) 周仁等：《中国历代名窑陶瓷工艺的初步科学总结》载《考古学报》1960, 1, 99页。

(16) 同(1)。

- (17) 范文澜：《中国通史简编》修订本第二编（1965），165页。
- (18) 同（15），101页。
- (19) 同（17），398页。
- (20) 同（17）。
- (21) 同（17），399页。
- (22) 同（15），99页。
- (23) 彭琪瑞等：《中国粘土矿物研究》（1963），25、27页。
- (24) 张绶庆等：《景德镇制瓷原料的化学矿物组成》载《硅酸盐》1960，4卷1期，47页。
- (25) 周仁等：《十年来的中国科学·硅酸盐·陶瓷（1949~1959）》（1966），27页。

1977，3，22。

二、略论我国魏晋以来习称为 瓷的胎釉组成

根据我国科学工作者对历代陶瓷的研究成果，并与国际上有关这方面较为通用的论述对比，我们初步有下列看法：

(1) 我国魏晋以来习称为瓷的胎釉，在化学组成方面，基本上接近于近代国际上较为通用的瓷器胎釉组成范畴。

(2) 从外观质量上看，这些瓷釉表面赋与人们的印象也近似于近代瓷器的效果，确具瓷感，多数还是比较平滑润泽的，说明这些瓷釉所具有的 $\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2}$ 或 $\frac{\text{SiO}_2}{\text{RO}}$ 比值、酸度系数等依其相

应的温度范围与近代所指出的相差不大，而且测得的烧成温度基本上也还与釉的组成及其成熟温度较相适应，国际上某些所谓炻器的釉面是远远无法与我国汝、官、钧、龙的釉面比拟的。

(3) 就内在质量而言，有些地区的瓷胎并未烧结，这不是组成上有问题，不能成瓷，而是烧成温度未能与之相应。有的瓷胎组成与釉的组成和酸度系数等相距过多，未能协调一致趋于平衡。由此也可看出古人是不太着重于胎的，古人对瓷器的鉴赏将多在表面而不是断面，也可能有若干地区是限于瓷胎原料的就地选材。因此，许之衡在《饮流斋说瓷》一书“说胎釉第三”中称“欲识瓷之美恶，必先辨胎。胎有数种，有瓷胎、有浆胎、有缸胎、有石胎、有铁胎……”也就是说，瓷胎、浆胎、缸胎、石胎、铁胎均系瓷器之胎，只是在这些瓷胎中有美恶。可以推想古人对瓷器的概念大约常有类似想法。若从组成、外观质量、内在质量三方面观察魏晋以来习称为瓷的器物，其中大多数是三者已备其二，外观上已较周、秦和汉前期的釉陶表面更为润泽光洁，在釉的组成和厚度上均有所改进和飞跃。若不尊重古人对当时客观存在的具体

器物的命名而仍不称之为瓷，将是不够公允的。周、秦和汉前期的釉陶从表面上给人们的感觉是更近于近代的施釉致密陶器。

(4) 古人创制瓷器，经历了从无到有、由不好到好，并与社会生产实践和生活实践息息相关的漫长过程，是一种创造性的辛勤劳动，是一种历史性的伟大成就。我国目前陶瓷的质量和产量尽管在深度上的提高和广度上的普及均已大大超越前人，但还是有一个从好到更好的问题有待于我们和后人去解决。历代论述陶瓷的著作，在各个相应的历史阶段中所指出的只是空前，实际上并未绝后。

现概略地论证如下：

编号	计算式	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$	$\frac{SiO_2}{RO}$
W1		1/5.6	2.822
S1—1		1/6	2.596
T1		1/6	4.031
S4		1/5	4.427
S2—1		1/11	4.390
S6—2		1/6.6	2.016
S3—1		1/6.7	3.962
S5		1/6.4	3.192
S9—2		1/7.8	3.518
S10—1		1/6.5	4.339
MF1		1/6.2	3.830
T2—1		1/7.3	4.421
Y2		1/7.7	5.231
M1		1/7.9	4.396
M2		1/7.3	5.337
M3		1/7.3	4.529
C14		1/7.7	6.104

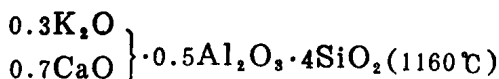
从表中可以看出我国历代陶瓷胎釉分子式中的最大最小值分别是：

胎： $0.140 \sim 0.499 \text{RO} \cdot \text{R}_2\text{O}_3 \cdot 3.151 \sim 7.540 \text{RO}_2$

釉： $0.305 \sim 0.875 \text{R}_2\text{O}_3 \cdot 2.016 \sim 6.104 \text{RO}_2$

基本上还是接近于近代国际上较为通用的组成范畴。

对于釉来说， $\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2}$ 在 $\frac{1}{6.5}$ 左右时可能产生若干压应力，减少开裂危险。较高的 Al_2O_3 含量将具有一定的弹性， SiO_2 过多则易于析晶。一般釉的 $\frac{\text{SiO}_2}{\text{RO}}$ 比值大多在2.5~4.5范围内变动，高温釉也不宜超过7⁽³⁾。酸度系数可参看氧比数值或予以换算，我国科学工作者已算出氧比，并在有关图中绘出了氧比线（表示釉酸碱度的等值线）。从中指出，这些釉的氧比都在2与4之间，标志着 Al_2O_3 和 SiO_2 按一定的比率增减，是符合配釉原理的⁽⁴⁾。同样，以国际上作为瓷釉基准组成的4号塞格尔锥为例，



在耐火度比其更高的测温锥中，也是于提高 SiO_2 时以一定比率增加 Al_2O_3 的。如5号锥的 $0.5\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2 (1180^\circ\text{C})$ ，6号锥的 $0.6\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 (1200^\circ\text{C})$ ⁽⁵⁾，耐火度是复相体系的粘度降至大约 10^7 泊时的一种工艺常数。将瓷釉组成中 RO 、 Al_2O_3 、 SiO_2 的克分子百分比按平衡状态图式以三角坐标表示，更便于找出与塞格尔式间的关系，又可看到瓷釉的光泽区是位于沿共晶线的鳞石英析晶区域。

评论古代瓷釉须结合当时的社会风尚⁽⁶⁾。早期的青瓷釉，可能是由于（一）原料不纯引起低价铁着色；（二）当时风尚以玉为贵，从而取玉的泛青色调；（三）人目对 $\lambda_m = 5550$ 埃的绿色光较为敏感等因素而盛行的。釉层趋厚，釉面光泽和釉的透明度得到更为

柔和润澈的效果并具一种深厚感。同时, 通体中的连续相也相对地增多, 减弱敲击时频率的跳跃变化, 用以引起某种程度的共振, 使敲声有所清脆。

古代北方陶瓷的烧成温度一般在 $1150 \pm 30^{\circ}\text{C}$, 而胎的烧成温度要求高, 并未烧结, 实质上是生烧的⁽⁷⁾。这些瓷胎组成有的接近于硬质瓷, 处在 $\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 三元系统的莫来石析晶区。从瓷胎原料所用的粘土来考虑, 我国北方大部分地区的沉积耐火粘土矿床多生于古生代及中生代煤系地层内, 矿床中除高岭石、水云母外, 尚含有大量的一水硬铝矿而构成铝土矿床⁽⁸⁾。这些粘土大部具有较高的烧结温度。北方瓷胎的化学组成与南方的相较, 可以看出 Al_2O_3 含量较高, KNaO 较低, 并约有 $1 \sim 1.5\% \text{TiO}_2$ ⁽⁹⁾。 Ti^{4+} 可以活化 Al_2O_3 点阵, 有助于烧结。因而有的瓷胎虽然烧成温度差的很多, 但残存的显孔隙度并不太大。

参 考 文 献

(1) 周仁等:《中国历代名窑陶瓷工艺的初步科学总结》载《考古学报》1960, 1, 103页。

(2) A. И. 阿甫古斯契尼克:《陶瓷》中译本, 下册(1966) 2, 3, 6, 173页。〔德〕I. 李布奢; H. 舒尔兹; 〔美〕F. H. 诺尔顿; 〔日〕近藤清治; 〔苏〕Л. М. 布留敏等人的著作中均有类似叙述。

(3) Л. М. 布留敏:《釉》中译本(1959), 125页, 89页, 124页。

(4) 同(1), 98页。

(5) H. A. Seger《The Collected Writings of H. A. Seger》Vol. 1 (1902), 224。

(6) 同(1), 98页。

(7) 同(1), 99页。

(8) 朱熙人:《矿床学》下册(1958), 394页。

(9) 同(1), 102页附表。

1977年6月28日

三、参观四川某些瓷厂后 若干技术问题琐议

(一) 坯体的烧结温度与釉的流动温度的关系

四川某些瓷厂习惯上认为坯体的烧结温度应当高一些以防变形，釉的流动温度应当低一些以期平滑。实际上，这种看法是值得商榷的。匣钵的耐火度虽高，上釉后并不能烧成为近代的瓷器。要想得到釉面较好的瓷体必须使坯和釉的成熟温度互相接近⁽¹⁾。两者的化学性质差别不宜过大，避免釉被坯吸收产生干釉现象⁽²⁾。也就是说具有高的始熔点的釉于烧成过程中可以改善开始熔融的釉渗入在收缩前具有较大气孔率的坯体内部的情况⁽³⁾。日本陶瓷工业也介绍说，在日本“坯体的烧结温度和釉料的熔融温度相差很少，当釉料熔好时，坯体已经烧结”⁽⁴⁾。有些日瓷的釉层比较薄（约0.14毫米），釉和胎的界面用肉眼几难分清，基本上符合上述情况。德国文献也提到釉料和坯料的化学组成是十分接近的⁽⁵⁾。又称：一般说，釉在烧结的坯体上比在孔隙度大的坯体上附着得较好的原因是烧结的坯体中含玻璃质成分较多，它的伸长情况与釉更为接近⁽⁶⁾。美国资料也说：“哥本哈根的细瓷有几乎完善的表面。得到一个完善的釉面，时间和无空隙的坯体显然是需要的”⁽⁷⁾。苏联则称：“实际常将磨细的坯料加入瓷器或陶器的釉中，增加釉中坯料组元的含量，使它们的组分接近，或用工艺上的术语，使釉与瓷坯类似”⁽⁸⁾。实际上，釉面缺陷的原因，不能单从釉熔体本身的性能去查找，而坯体在烧成中的变化过程——釉熔化以前和开始熔化等阶段也必须予以认真对待。为此，我们应有这样一个认识，坯的烧结温度宜和釉的熔融温度相接近。两者的成熟温度基本上是一致的。若基于习惯上的

想法，担心坯体是否较软，可采用快烧速冷，有意识地将其置于一种不平衡状态，使熔体迅速提高粘度⁽⁹⁾，减少由于附加应力的方向和大小等影响而造成的高温变形倾向。

(二) 釉的熔融范围应当“宽”抑“窄”的问题

四川有些瓷厂由于用含石灰石（碳酸钙）较高的釉致使在高温中粘度变化较大，形成范围较“窄”，造成若干釉面缺陷，因而认为釉的熔融范围以“宽”为宜。实际上，“宽”中有“窄”，“窄”居“宽”内。最好是“窄”在“宽”的上限，这样将较“宽”更利于有关气体的交换。若“窄”在下限，当然是有害的。国际上为解决釉泡曾试用了无长石釉⁽¹⁰⁾。它具有三个特点：

- (1) 高的始熔温度；
- (2) 窄的熔融范围，但位于上限；
- (3) 较快变低的高温粘度。

这样就保证了在釉开始熔融之前，空气中的氧有机会自由进入坯体和碳质充分燃烧，在很大程度上排出了应予排出的气体并防止了釉泡的继续形成。结合我国目前的情况来看，高始熔点和低粘度的瓷釉⁽¹¹⁾，也是应该考虑的。国外文献指出，增加釉中 Al_2O_3 2—20重量单位时，光泽度稍有降低（约6%），白度提高到67~68%，始熔温度提高约50℃，但充分流动的温度则提高很少，仅相当于加入2重量单位时日用瓷的烧结温度⁽¹²⁾。白度的增加可能是高岭土中的 Al_2O_3 具有不同于长石中 Al_2O_3 的溶解度从而加强釉的结晶倾向或形成若干小的质点引起光的散射所致⁽¹³⁾。熔融状态下的粘度提高不多的原因将是增加 Al_2O_3 时，高温粘度相对地较 SiO_2 含量高时稍有降低⁽¹⁴⁾，又有的资料说， Al_2O_3 将釉的熔点提高，在较高的温度下（如瓷器烧成）它可增加流动性⁽¹⁵⁾。工厂经验，加一些已烧过的废碎瓷片也多获得较好的釉面，这可能一方面 Al_2O_3 含量相对地有所提高，另一方面已烧过的废碎瓷片是一种不平衡的体系，重烧时在某种程