

Ceramics Glaze Technology

[英] J.R.Taylor and A.C.Bull

郭少明 译

陶瓷釉技术

鹭江出版社

陶 瓷 釉 技 术

[英] J.R. Taylor 著
A.C. Bull

郭 少 明 译

祝 桂 洪 校

鹭 江 出 版 社

1990年·厦门

陶瓷釉技术

郭少明 译

祝桂洪 校

鹭江出版社出版
(厦门市莲花新村观苑里19号)
福建省新华书店发行
福建第二新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 10印张 214千字

1990年12月第1版

1990年12月第1次印刷

印数：1—2000

ISBN 7-80533-389-0

TQ·1 定价：5.00元

内 容 简 介

本书译自英国Pergamon 出版社1986年出版的《Ceramics Glaze Technology》，它是80年代欧洲陶瓷界最畅销和实用的陶瓷技术书，也是英国陶瓷协会的权威著作。该书体现了英国现代陶瓷科学的发展水平。它对当今陶瓷釉的新工艺、新技术进行了全面论述，从基本定义和理论基础出发，着重讨论了釉用原料、熔块制备、釉料制备、施釉工艺、釉浆理化性能的控制方法、烧成工艺、坯釉适应性以及烧后釉缺陷的克服办法等。定性叙述和定量数据并重，把釉的组成、配制工艺和理化性能之间的关系揭示出来，使读者能从中得到启发，对教学、科研和生产均有帮助。

本书可供从事陶瓷生产和科研的技术人员阅读，也可作为高等院校陶瓷专业课的教学参考书。

序 言

数千年来，人类已经把天然矿物、植物和动物资源用于住房、食物、工具、武器，以及其他用途。例如，燧石被用于制造工具和武器，木材、稻草和石头则用作建筑材料。包括粘土在内的矿床已经成为建筑材料的来源，也是制造日用餐具器皿的原料。

含粘土的矿物最初发现适用于制造餐具器皿，由于它能够快速成形，在阳光下干燥后就能用于贮存干燥的食物，如例谷物。然而，未烧的粘土容器尽管具有一定的强度，但很容易破裂，高孔隙率使它与水接触时会遭到严重损坏。在历史的较晚阶段，有人注意到粘土制品经受普通火焰的高温烧成后会引引起其机械强度大大增加和气孔率降低。虽然这个方法能使烧后产品的使用寿命比原先太阳干燥的产品要长，但它们仍有气孔，容易被食物的残渣污染。因此，这些烧后的陶瓷还不是理想的产品，不宜存储液体。

很显然，如果容器有不透水的釉层，它就容易清洗，并能经受适当的高温，这尤其适合于日常使用。我们可以揣测，这类产品或许是偶然产生的。当用于制造陶瓷器皿的原料或燃料存在某些化合物时，才使产品的外表层产生不透水的玻璃覆盖层或“釉”。这种有釉器皿表现出的优点是明显的，结果它们被广泛使用，釉的特性也被进一步认识。除实用的性能外，陶瓷釉的装饰性还具有欣赏价值。

对陶瓷釉特性的认识导致技术人员有能力设计特殊理化

性能的釉，以便满足特定的要求。烧后釉的不同性质的相对重要性随要求的变化而改变，但通常认为釉很光亮，也很薄（ $75\sim500\mu\text{m}$ ），而且在瓷坯上完全是玻璃状的，这个覆盖层牢固地粘附着坯体。

为了认识釉的性能，了解玻璃的特性是有益的。对于设计相应的釉，应该考虑坯的特性，并确保釉和坯之间的适应性，以便烧后获得符合质量要求的带釉产品，并且使釉形成完全光亮的外表面。应该注意，烧后的釉必须不受水影响，对酸碱溶液具有良好的化学稳定性。釉应该具有抗物理磨损性，其程度取决于带釉制品的使用特点，其他性能如抗擦伤或抗刀具划痕也应予以考虑。

在某种程度上，“釉”总是与陶瓷坯体上的烧后玻璃层有关，但在无机原料组分混合之后，“釉”也适用于未烧的组成。由于选择组成原料（它可能是预制的玻璃熔块或化工原料）既会影响生料釉的混合加工工艺，又会影响烧后釉的性能，所以，认识它们的性能和釉生产工艺显然是很有必要的。使用少量不同类型的添加剂会有许多优点，因为它们有助于釉烧以前的各种加工工艺。釉的技术人员必须懂得利用原料的性能获得最佳效果。

这本书首先讨论玻璃的特征和性能，然后讨论与釉有关的原料生产、施釉和烧成工艺，并介绍在釉制造和使用的不同阶段所采用的试验方法。同时也阐述与釉有关的某些常见缺陷，以及对这些缺陷是否起因于釉的组成、加工工艺或使用过程进行了分析，并分别提出了克服办法。

目 录

序言

第一章 定义	(1)
1.1 釉的定义	(1)
1.2 玻璃的定义	(2)
1.3 玻璃态	(3)
1.4 玻璃结构	(5)
第二章 釉的分类	(12)
第三章 原料	(14)
3.1 原料的选择	(14)
3.2 常用的原料	(17)
3.2.1 硅	(17)
3.2.2 铝	(19)
3.2.3 碱金属	(23)
3.2.4 碱土金属	(28)
3.2.5 钛	(34)
3.2.6 锆	(35)
3.2.7 铈	(37)
3.2.8 氟	(38)
3.2.9 硼	(39)
3.2.10 铈	(42)
3.2.11 锡	(43)
3.2.12 铅	(44)

3.2.13 陶瓷釉的着色剂	(48)
第四章 熔块制备	(59)
4.1 熔块在釉中的作用	(59)
4.2 熔块的构成	(59)
4.3 熔块的使用	(60)
4.4 熔块制造	(61)
4.4.1 原料的选择	(61)
4.4.2 基本原料	(62)
4.4.3 生产程序	(63)
4.5 熔块的配料混合和熔融	(63)
4.6 用于熔块配料的原料特性	(64)
4.7 配料混合的均匀性	(65)
4.8 分层或分离	(66)
4.9 熔块熔融的类型	(67)
4.9.1 坩埚熔融	(67)
4.9.2 大批量熔融	(67)
4.10 熔块反应	(69)
4.11 熔块熔融	(70)
4.12 熔块质量测试	(74)
第五章 釉料制备工艺	(75)
5.1 粉碎	(75)
5.2 球磨	(76)
5.2.1 磨球内衬	(77)
5.2.2 研磨介质的种类和大小	(77)
5.2.3 球磨装载	(79)
5.2.4 釉的比重	(80)
5.2.5 球磨转速	(81)

5.2.6	干磨	(82)
5.3	振动磨	(83)
5.4	球磨操作	(84)
第六章	坯釉相关热膨胀性	(89)
6.1	玻璃的转变范围	(89)
6.2	用膨胀计测量热膨胀	(90)
6.3	釉适应性	(93)
6.4	热膨胀曲线	(96)
6.5	差热膨胀 Δ 及抗龟裂性	(97)
6.5.1	正常膨胀的釉	(100)
6.5.2	低膨胀釉	(101)
6.5.3	高膨胀釉	(101)
6.5.4	结晶釉的热膨胀	(102)
6.5.5	釉—坯界面	(102)
6.5.6	釉应力	(103)
6.5.7	龟裂试验	(106)
6.6	釉—坯反应层(缓冲层)	(107)
第七章	釉式	(111)
7.1	釉的分类	(111)
7.2	铅釉或无铅釉	(112)
7.2.1	镉釉	(115)
7.3	生料釉或熔块釉	(116)
7.4	一次烧成和二次烧成	(117)
7.5	空心器皿或浅平器皿	(119)
7.6	快速烧成或“传统”烧成	(120)
7.7	颜色釉	(121)
7.7.1	颜料	(122)

7.7.2 硫化锑/硒黄、橙黄和红釉	(126)
7.8 透明釉和乳浊釉	(128)
7.9 特殊效果的釉	(135)
7.9.1 无光釉	(136)
7.9.2 缎光釉或半无光釉	(137)
7.9.3 结晶釉	(137)
7.9.4 网纹裂纹釉	(139)
7.9.5 纹片釉	(140)
7.10 釉的抗刮和抗滑性	(140)
7.11 餐具和炊具釉	(141)
7.11.1 餐具和炊具釉表面的金属溶出	(142)
7.12 精陶釉	(146)
7.13 骨灰瓷和玻化瓷釉	(147)
7.14 低膨胀釉	(150)
7.15 卫生洁具釉	(155)
7.16 炻器釉	(158)
7.16.1 长石釉	(160)
7.16.2 木灰釉	(160)
7.17 用于电瓷和电子陶瓷的釉	(162)
7.17.1 拉力绝缘子的导电釉	(162)
7.17.2 电子工业釉	(165)
7.18 建筑陶瓷	(167)
7.18.1 粗粘土产品	(167)
7.18.2 化妆土	(169)
7.19 混凝土板低温釉	(171)
7.19.1 水泥	(172)
7.20 瓷器釉	(173)

7.21	面砖釉	(175)
7.22	备用釉的制备	(177)
7.22.1	重新配制釉	(177)
第八章	施釉	(179)
8.1	浸釉	(180)
8.2	喷釉	(183)
8.2.1	气喷	(183)
8.2.2	喷釉的特性参数	(184)
8.2.3	自动喷釉	(185)
8.2.4	机械喷釉	(186)
8.2.5	静电喷釉	(187)
8.3	沉淀施釉法和狭带施釉法	(188)
8.3.1	沉淀作用	(188)
8.3.2	转移狭带	(189)
8.4	帘幕施釉	(190)
8.5	泥浆彩饰	(191)
8.6	釉坯泥	(191)
8.7	压制	(191)
8.8	浇釉	(191)
8.9	涂釉和刷釉	(192)
8.10	电泳	(192)
8.11	火焰喷涂	(193)
8.12	溶胶—凝胶施釉	(194)
8.13	丝网上釉	(195)
8.14	自动施釉	(196)
8.15	流化床	(196)
第九章	化学稳定性	(198)

9.1	化学侵蚀的方式	(199)
9.1.1	水的侵蚀	(199)
9.1.2	碱侵蚀	(200)
9.1.3	酸侵蚀	(201)
9.2	组成的影响	(202)
9.3	评定方法	(206)
9.3.1	晶体熔块的粉末试验法	(207)
9.3.2	铅熔块	(208)
9.4	有釉制品	(209)
9.4.1	卫生洁具	(209)
9.4.2	餐具	(210)
9.5	金属离子析出	(210)
9.6	食物的浸析作用	(214)
9.7	化学稳定性	(215)
第十章	控制方法	(217)
10.1	颗粒大小的测试方法	(217)
10.1.1	干式筛分试验	(217)
10.1.2	湿式筛分试验	(217)
10.1.3	颗粒尺寸测定	(218)
10.2	釉浆密度	(219)
10.3	流动时间	(219)
10.3.1	英国标准流动杯	(220)
10.3.2	唐氏粘度计(细孔粘度计)	(220)
10.3.3	扭力粘度计	(221)
第十一章	釉添加剂	(229)
11.1	釉粘结剂	(229)
11.2	电解质	(234)

11.3	解凝剂	(236)
11.3.1	多价阴离子解凝剂	(236)
11.3.2	碱性阳离子解凝剂	(236)
11.4	絮凝剂	(237)
11.4.1	聚合电解质絮凝剂	(238)
11.4.2	二价阳离子或强阴离子絮凝剂	(238)
11.5	悬浮剂	(239)
11.5.1	人造粘土	(241)
11.6	湿润剂	(242)
11.7	泡沫控制剂	(243)
11.8	釉保护剂(固定剂)	(244)
11.9	有机染料	(244)
11.9.1	用于“白色釉”	(245)
11.9.2	用于色釉	(245)
11.10	釉的变质和防腐剂	(245)
11.10.1	有机添加剂的衰变	(245)
11.10.2	防腐剂	(247)
第十二章	釉缺陷及克服办法	(248)
12.1	龟裂	(249)
12.1.1	早期(立即)龟裂	(249)
12.1.2	二次(后期)龟裂	(249)
12.1.3	彩烧——窑龟裂	(250)
12.1.4	盐裂	(251)
12.1.5	水泥收缩开裂	(252)
12.2	剥釉	(253)
12.3	熔块和釉中的气泡	(255)
12.4	大气泡	(259)

12.5	凹痕和针孔.....	(260)
12.6	麻釉.....	(262)
12.7	斑点.....	(264)
12.8	滚釉.....	(268)
12.9	薄釉.....	(270)
12.10	硫化(星状纹和羽毛纹饰).....	(271)
12.11	刀痕.....	(272)
12.12	缩釉和掉釉.....	(275)
12.13	针眼(喷裂).....	(276)
12.14	滴状物(落渣).....	(278)
附录一	配方计算	(279)
附录二	干釉配方转换成釉浆配方	(288)
附录三	釉浆混合	(289)
附录四	转换系数	(290)
附录五	釉色剂	(297)
附录六	铅熔块及其他熔块配方	(298)
后记		(304)

第一章 定 义

1.1 釉的定义

我们可以根据四个不同的观点来探讨这个定义，同时表明怎样依据必要的词汇解释其差别。在第一个权威的解释中把釉定义为，用于陶瓷施釉的玻化组成，等等。一本技术词典以用于砖瓦等光亮玻璃质表面的形式规定釉的意义。这里值得注意，它们都没有特别提及餐具和卫生洁具。一个早期的陶瓷协会说釉是玻璃质覆盖层，我们用其覆盖坯体，要么是装饰坯体，要么是使它们不透水，根据这个字的广义性我们可以认为它是玻璃。不管怎样，我们可以用一个易于理解的定义来作指导，即规定釉是在陶瓷产品表面形成的薄玻璃层，它是在有碱蒸汽情况下烧成的。

术语釉也适用于已制备好的原料混合物，它或者是粉末，或者是水悬浮液，并随时可以通过浸釉或喷釉给陶瓷产品施釉。经过相应的加热处理后，这个粉状混合物会玻化，并在陶瓷坯体上形成合乎设计要求的特定性能的釉。选择釉组成时要保证某些意义明确的性能，例如对坯体的粘附性、相当的热膨胀、透明度和乳浊度、表面花纹及抗化学侵蚀性，才能获得满意的玻璃质釉层。

这本书的目的就是要展开这些论述，并详细地说明釉技术和它们之间的关系。

1.2 玻璃的定义

在正式的定义中常常有必要使用玻璃的特性来描述釉的本质，但除非我们可以理解在没有进一步解释的情况下“玻璃”意指什么。鲍利（Bourry）认为玻璃具有这样的特性，例如脆性、硬度、光泽度和透明度，但对于科技人员就需要比较精确的定义表达其特征。

许多词典都采用1945年美国材料试验协会推荐的基本定义。它指出，玻璃是经冷却形成坚硬状态的没有结晶的熔融的无机产品。1962年英国标准协会采用同样的定义。但没有提及颜色和乳浊，它容易使我们联想到用一般概念定义的玻璃材料。根据材料的广义性，我们把它视为在陶瓷坯面的不透水层。

这样的定义已不再适用。具有玻璃性质的材料可以用非常规的与冷却熔块无关的方法来制造。制备玻璃质材料的方法有冲击波玻化晶体法、喷溅和冷却法、蒸汽相沉淀法、火焰水解法、溶胶—凝胶工艺、激光脉冲加热法及从某些有机化合物中提取。如果冷却足够快的话，几乎任何物质都可制成玻璃态。

这些新方法导致规定新定义，即玻璃是一种非晶体固体。目前，另一种观点认为玻璃应该定义为原子致密填充的固体，且除在原子间的一些间隙外不存在晶体排列。还存在另一种定义是由美国国家高等科学研究院提出的新定义。它认为玻璃是一种X—射线非晶质物质，这种物质存在玻璃转变，这个现象说明固体非晶相呈现转变温度时，派生的热力学性能多少有点突然改变，例如，从晶态到液态的热容值和

膨胀系数值。这个转变温度称为玻璃转换温度,并表示为 T_g 。

在低于转变温度下制备玻璃为获得玻璃提供了可能性,因为它有结晶倾向,所以不能在较高的温度下获得。这些特征与釉技术的相关性将在以后的章节讨论。

1.3 玻璃态

假定熔融状态内是一种化合物。当熔化的液体变成固体时,此温度下会发生状态变化。如果这种物质是纯晶体,就会发生体积变化和放热。液态和固态这两种状态可以根据它们的不同机械性能进行区别。液体容易变形,而固体有机械强度和弹性。这种不同可以解释为:晶体内的原子或分子处于固定的、有序的位置,而在液体内它们可自由迁移。在结晶态固体内,近程和远程分子两者都是有序的。液体内的分子可能仅仅是一定程度的近程有序。

假定冷却的液体体积变化和温度之间的关系如图1.1所示。在某些情况下,从液体到固体的相变不在固定的温度发生。例如液体冷却时逐渐固化。在这样的例子中,固体不会随温度升高而迅速液化,明显的相变是辨别不出的。在足够高的温度下,物料成为液体。在相当低的温度下,物料成为固体。这时不连续的体积变化无法辨认,也没有放热。在两个相状态之间存在一个转换区域,它的粘度随温度降低而增加,这种物质难以归类为固体还是液体。在特定的温度下,这个物质可能处于承受一个瞬时的作用力状态,如果同样的力连续作用的话,它就会变形(尽管仅仅是轻微的)。这个物质是一种具有非常高粘度的液体。进一步降低温度,粘度则进一步增加,这个团块物呈现出弹性固体的性能。表现出