泾阳土用于高铝质电瓷配方中的研究

丁彦霞[1]　宫云霞[1]　唐建新[1]　李月霞[2]　杨海[1]

([1]中材高新材料股份有限公司,淄博 255000;[2]山东龙达工程造价咨询有限公司,济南 250000)

摘　要:本文研究了泾阳土在电瓷配方中的应用。结果表明,用泾阳土取代章村土,通过冷等静压干法成型工艺,在合适的配比和烧成制度下,能够满足工艺要求,各项性能也有明显的提高。

关键词:泾阳土;高铝质电瓷;冷等静压

doi:10.16253/j.cnki.37－1226/tq.2015.01.003

章村粘土产于河北省邢台专区沙河县章村附近,矿藏储量约有 200 万吨[1],是几十年来陶瓷行业应用较广泛的原料,也是绝缘子制造过程中不可或缺的原料。然而,随着我国经济的发展,陶瓷行业也进入了快速发展期,这在某种程度上加快了章村土的枯竭步伐。因此,人们急需寻找一种新的粘土来代替章村土[2]。

泾阳土是一种硬质伊利石类粘土,产于陕西省咸阳市泾阳县泾干镇,交通便利,已探明的矿山储量 200 多万吨,已被卫生瓷和催化剂类厂家研究多年[3]。该粘土呈淡黄色硬质块状,质地致密,基本上不水化;烧后呈灰黄色、青灰色块状,表面有少量杂质。该原料铝含量高达 36%;钾含量达 8%以上,钠含量低于 1%,是一种比较理想的高铝、高钾低钠的电瓷用原料,可部分或完全替代章村土或长石,广泛应用于电瓷棒形绝缘子、悬式绝缘子、空心绝缘子的生产中。

本文采用冷等静压干法生产工艺,用泾阳土取代绝缘子生产中的章村土,通过配方的调整,取得了较好的应用效果。

1　泾阳土性能的测定

1.1　化学成分比较

章村土为绝缘子生产用正常原料,泾阳土为厂家提供的样品,按照章村土 40 目筛余小于 2%的要求入厂。其化学成分的比较结果如表 1 所示。

表 1　章村土和泾阳土化学成分比较(%)

原料名称 \ 化学成分	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
章村土	48.84	34.65	0.71	0.97	0.14	0.25	7.50	1.50
泾阳土	46.20	36.27	0.78	0.89	0.17	0.29	9.15	0.07

从表 1 可以看出,泾阳土与章村土的化学成分区别主要在于,泾阳土铝高硅低、钾高钠低。其中 Na_2O 的差别最为明显,章村土中的 Na_2O 含量为 1.50%,而泾阳土中 Na_2O 含量仅为 0.07%。Na_2O 成分在电瓷坯料中的含量较高时,会使熔体的高温黏度下降,使烧成温度范围变窄[4],从而会使瓷件出现变形、开裂甚至掉头等现象。因此,少量的 Na_2O 成分有利于控制坯料中的 K_2O 和 Na_2O 之比,从而有效控制产品的质量。

1.2　X 射线衍射对比分析

通过 D/MAXIII 型 X 射线衍射仪,对章村土和泾阳土试样进行了 X 射线衍射分析。从图 1 中可以看出,章村土和泾阳土的衍射强度相差不大,但是泾阳土的衍射峰数目较多,这说明泾阳土中高岭石的结晶程度要高于章村土[4],因此可有效提高产品强度[5]。

1.3　偏光显微分析

采用 59XA 透射偏光显微镜对章村土和泾阳土在同等倍数下进行了观察,如图 2 所示。从图中可以看出,章村土中的颗粒呈粒状,大小均

作者简介:丁彦霞(1981～),女,研究生,工程师. 主要从事高压电瓷技术开发工作.

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

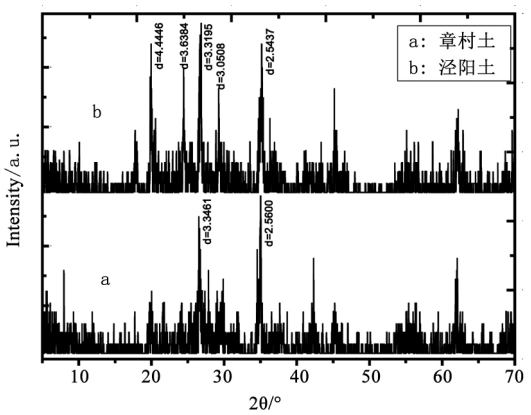


图 1 X 射线衍射对比分析

匀；泾阳土的颗粒大部分呈粒状，也存在一定数量的针状、不完整的六边形和板条状形态，且尺寸较大。分析认为，两种原料的不同颗粒形状，与自身的矿物特征有关，章村土是一种白云母过渡到伊利石之间的过渡型矿物[1]，而泾阳土是一种伊利石类矿物，上述的化学成分分析及显微分析等综合鉴定也证明了这一点。

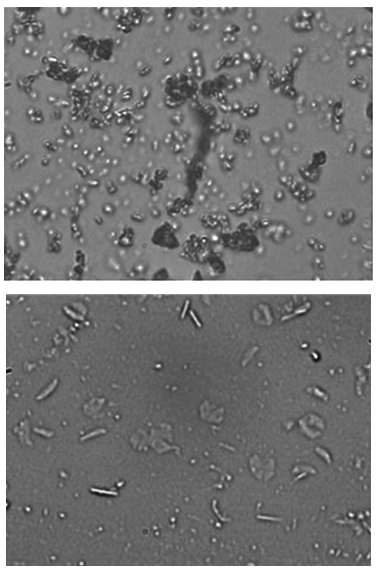


图 2 偏光显微镜分析

1.4 SEM 扫描电镜分析

为进一步分析章村土和泾阳土的微观结构，我们采用 JSM－6380LA 型 SEM 扫描电镜分别对这两种原料在×500，×2000 和×5000 的倍数下进行了分析，如图 3 所示。可以看出，两种原料的表面形貌区别不大，晶粒发育良好，无明显差别。

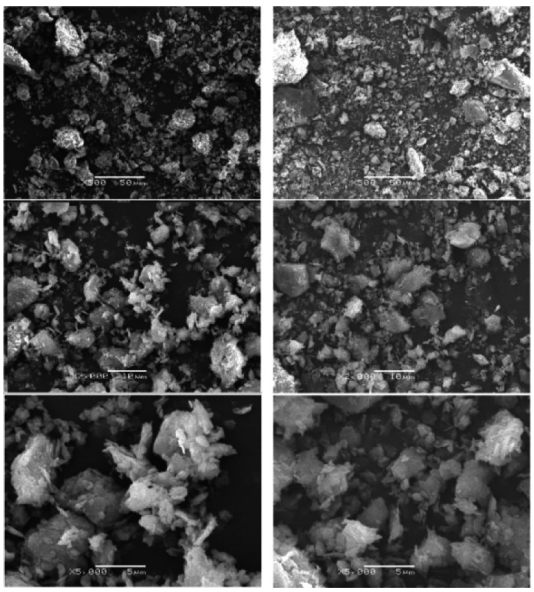


图 3 SEM 扫描电镜分析

2 实验

2.1 配方设计

在前期大量试验的基础上，我们最终拟定了三组配方进行对比试验研究，如表 2 所示。设计配方时，除要考虑所用原料的通用性外，还要充分考虑原料中化学成分的影响。从表 3 可以看到，3# 配方的钾钠合量≥3.198%，比 1# 和 2# 的都要高出一些，这主要是因为 3# 配方铝含量高、钠含量低，适当增加长石的含量，有利于弥补因 Na_2O 少而造成的熔剂量不够的现象。通过调整，3 个配方在试验电炉中的开始不吸红温度点均为 1240℃。

表 2 配方设计(%)

原料 / 编号	章村土/泾阳土	长石	矾土＋高岭土＋粘土
1#	章村土	A	√
2#	章村土：泾阳土＝1：1	A＋(0～0.5)	√
3#	泾阳土	A＋(0.5～1)	√

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 3 配方化学成份理论计算(%)

化学成分 / 配方编号	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	钾钠合量
1#	33.424	56.546	1.007	2.099	0.357	0.240	3.110
2#	33.318	56.611	1.010	2.096	0.359	0.242	≥3.119
3#	33.550	56.762	1.014	2.093	0.361	0.244	≥3.198

所有配方按照设计的比例准确称量后,放入行星式快速球磨机中球磨。浆料经 LS－POP(Ⅵ)型激光粒度仪检测,满足生产用浆的粒度要求时放磨,放磨时需过 150 目筛子。放磨后的料浆盛在托盘中,放入烘箱烘干后,经手工造粒和过筛,粉料装入样品袋内陈腐备用。

2.2 体密、孔隙率

取陈腐的粉料,经型号为 Φ710×3200/145MPa 的冷等静压机干法压制成型,打磨成直径为 15mm、长为 18mm 的白坯试条 3 组,每组 8 根,在 60～70℃的烘箱内放置至少 4h。从制备的白坯试条中每组取出一根,制作成 $1cm^3$ 的试块各 8 块,一起放进箱式电阻炉中做烧成温度范围。图 4 所示为试块在烧成温度范围内的最大体密,以及对应的孔隙率,可以看出,3 个配方的体密均在 $2.75g/cm^3$ 以上,体密和孔隙率的变化趋势相吻合,其中以 3# 配方的孔隙性能最优。

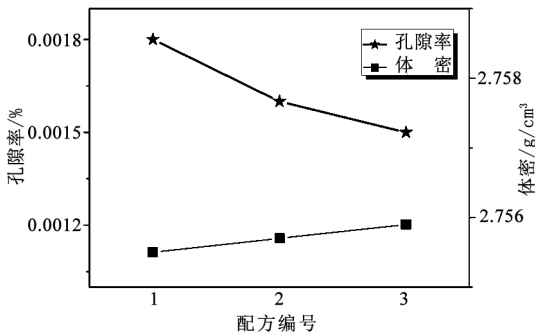


图 4 体密和孔隙率对比图

2.3 烧成收缩

将 2.2 中剩余的 7 根白坯试条,装入抽屉窑中,随产品一起烧成,烧成最高温度为 1250℃。采用精度为±0.01mm 的游标卡尺测量出烧成前和烧成后试条上同一部位的尺寸,计算得出试条的烧成收缩率,结果如图 5 所示,从图中可以看出,除 3# 配方的烧成收缩率略大外,其它两个几乎没什么差别。因此,泾阳土的替换对产品的尺寸设计和烧成过程影响不大。

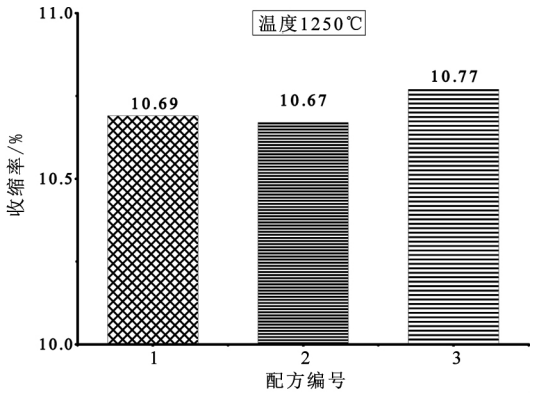


图 5 烧成收缩率对比

2.4 强度对比

测试完烧成收缩的试条,经 GP－TS2000S 型电子式万能试验机进行抗折强度试验,数据按照“平均值×(1±15%)”计算的范围,剔除不合适的结果,剩下的数值取平均后,即为图 6 所示结果。

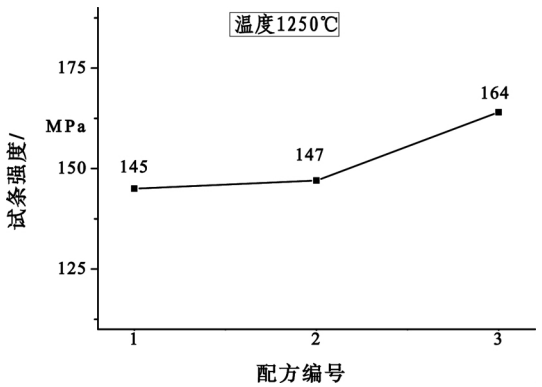


图 6 试条强度对比

从图 6 可以看出,1# 和 2# 配方的试条强度相差不大,但 3# 配方的试条强度有明显的提高。结合泾阳土的性能分析结果可以看出,泾阳土铝高硅低、钾高钠低的成分组成、多晶的衍射结构[4,5]以及伊利石类的矿物结构,有利于地提高

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

了试条的强度，我们将在后续的中试试验中，进一步验证泾阳土的替代效果。

3 结论

综合以上化学成份、矿物结构以及试验分析可以看出：泾阳土的化学成分组成，有利于增大产品烧成过程中的高温粘度；多晶的矿物结构有利于提高产品的强度；试验结果也表明，泾阳土的加入，使得配方各方面的性能有了一定程度的提高，因此，在电瓷干法生产过程中，泾阳土部分或者全部取代章村土是可能的，我们将在接下来的产业化试验中进一步论证。

参考文献

[1] 陆小玄. 章村土试验报告[J]. 电瓷避雷器，1980(03)：39－44.

[2] 吴丽华. 用瓷石代替章村土生产卫生瓷[J]. 中国建筑卫生陶瓷，2005，(2)：34－36.

[3] 刘娟娟，苏怡，张忠东，等. 泾阳土用于催化裂化催化剂性能的研究[J]. 甘肃科技，2009，(8)：31－33.

[4] 李玉书，吴落义，李瑛. 电瓷工艺与技术[M]. 北京：化学工业出版社，2007.

[5] 丁彦霞，宫云霞，杨海等. 低品位铝矾土在高铝质电瓷配方中的应用研究[J]. 现代技术陶瓷，2013(04)17－19.

Study on Jingyang Clay Used in the High Aluminum Porcelain Formula

Ding Yanxia[1] *Gong Yunxia*[1] *Tang Jianxin*[1] *Li Yuexia*[2] *Yang Hai*[1]

([1] High Voltage Insulator Division of Sinoma, Zibo 255000;
[2] Shandong Longda Project Cost Consulting Co., Ltd, Jinan 250000)

Abstract: In this paper, the Jingyang clay that would be used in the high aluminum porcelain formula has been studied. The results showed that, the test samples prepared by isostatic cool pressing, can meet the performance requirement of high aluminum porcelains in proper ratio and firing systems, and the performance was obviously improved.

Keywords: Jingyang clay; high aluminum porcelain; isostatic cool pressing

·信息·

美国陶瓷市场分析多用在精密科技工业

据悉，美国对陶瓷的需求量将以每年7%的速度增长，其中，电子陶瓷元件仍为市场主流。2010年到2015年内，氧化铝、氧化钛、氧化锆、碳化矽、氮化矽等涂层、复合制品的生产情况，都会应用在电子器件、工业机械、化工、环境污染防治等领域。而为了提高陶瓷后加工的效率，朝着节约能源、减少环境污染、提高效率的方向发展，微波烧结、连续烧结或快速烧结等新技术及装备也应运而生。

从2000年开始，美国先进陶瓷协会与美国国家能源部更联合资助了为期20年的美国先进陶瓷发展计划，这个计划主要运用在先进陶瓷的基础研究、应用开发和产品使用，共同推动先进结构陶瓷材料的应用发展。

目标是到2020年，先进陶瓷以其优越的耐高温性能、可靠性以及其他独特性能，成为经济又适用的首选材料，并广泛地应用于工业制造、能源、航太、交通、军事及消费品制造等领域。如目前美国格鲁曼公司正在研究大气层超音速飞机发动机的陶瓷材料进口、喷管和喷口等部件；杜邦公司也已研制出能承受1200～1300℃、使用寿命2000h的陶瓷基复合材料发动机部件；在台湾，和成公司近年来亦针对抗弹陶瓷研发有重大进展。

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net