

陶瓷色料生产及应用

孙再清摇刘属兴摇编著



化学工业出版社

· 北京 ·

摇图书在版编目(CIP)数据

摇陶瓷色料生产及应用 刘再清, 刘属兴编著 北京:
化学工业出版社, 2006.12

摇 ISBN 7-122-04612-6

摇 I 陶... 摇 II ①刘...②刘... 摇 III 陶陶瓷颜料生产工艺 摇 IV 陶工业—陶瓷

摇中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 146126 号

责任编辑: 丁尚林

责任校对: 周梦华 装帧设计: 韩摇飞

出版发行: 化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街 16 号 邮编 100045)

印刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装订: 三河市万龙印装有限公司

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 4.5 字数 100 千字

2006 年 12 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-63906440 (传真: 010-63906441)

售后服务: 010-63906440

网摇地址: 北京: 机械工业出版社

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定摇价: 14.00 元

版权所有 摇违者必究

前摇言

摇摇陶瓷色料是陶瓷制品不可缺少的极其重要的装饰材料。随着人们生活质量的提高和居住环境的美化，建筑卫生陶瓷制品已进入千家万户。因此，陶瓷色料的稳定性和色调的多样性，已成为陶瓷色料厂追求的目标。

目前，国内除少数建筑卫生陶瓷色料厂引进了主要设备和技术外，大多数色料厂的生产设备比较简陋，生产技术不够先进，质量管理也跟不上发展需要。为此，本书对于陶瓷色料的原料、设备、工艺及质量管理等方面，作出了较为切合实际的阐述。目的是使陶瓷色料厂家认识到提高质量的艰巨性和需要着手解决的问题。

作者从 20 世纪 80 年代初开始专门从事陶瓷色料的研究和教学工作，先后到国内各地推广应用新工艺、推广生产新产品和主持新厂投产等工作，掌握了一定的研究成果和生产实践经验。为了不使多年积累的资

料和心得体会流失，特汇集整理写成本书。如能传承下去，发扬光大，则幸甚！

作者虽从事陶瓷色料的研究和推广应用工作多年，但限于水平，书中不当之处在所难免，谨请读者批评指正。

编著者

二〇〇九年 五月

于景德镇陶瓷学院

目 录

| | |
|----------------------|---|
| 第 1 章 绪 论 | 1 |
| 1.1 陶瓷色料发展概况 | 1 |
| 1.2 陶瓷色料定义 | 2 |
| 1.3 陶瓷色料的命名与分类 | 3 |
| 1.4 陶瓷色料特性及共性 | 4 |
| 第 2 章 原 料 | 5 |
| 2.1 概 述 | 5 |
| 2.2 母体原料 | 6 |
| 2.3 钙化合物 | 6 |
| 2.4 镁化合物 | 7 |
| 2.5 钡化合物 | 7 |
| 2.6 锌化合物 | 7 |
| 2.7 铅化合物 | 8 |
| 2.8 铝化合物 | 8 |
| 2.9 硅化合物 | 8 |
| 2.10 锡化合物 | 8 |
| 2.11 锆化合物 | 8 |

| | |
|----------------------|----|
| 摇摇圆圆园园摇钛化合物 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇天然矿物原料 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇着色剂原料 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇钴化合物 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇镍化合物 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇铜化合物 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇锰化合物 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇铬化合物 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇铁化合物 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇稀土氧化物 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇钒化合物 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇铋化合物 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇镉化合物 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇钨化合物 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇钼化合物 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇硒化合物 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇硫化合物 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇磷化合物 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇铋化合物 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇铀化合物 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇氧化铍 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇稀有金属化合物 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇贵金属 | 圆园 |
| 摇摇圆圆园园摇矿化剂原料 | 圆园 |

| | |
|---------------|---|
| 摇摇圆缘员摇硼化合物 | 源 |
| 摇摇圆缘圆摇钠化合物 | 源 |
| 摇摇圆缘猿摇钾化合物 | 源 |
| 摇摇圆缘源摇锂化合物 | 源 |
| 摇摇圆缘缘摇铵化合物 | 源 |
| 摇摇圆缘缘摇辅助原料 | 缘 |
| 摇摇圆缘远摇无机酸 | 缘 |
| 摇摇圆缘苑摇无机碱 | 源 |
| 摇摇圆缘愿摇碳素 | 源 |
| 摇摇圆缘怨摇氢氧化铵 | 源 |
| 摇摇圆缘园摇草酸 | 源 |
| 第猿章摇生产设备 | 源 |
| 摇摇猿员摇粉碎设备 | 源 |
| 摇摇猿圆摇粗碎设备 | 源 |
| 摇摇猿猿摇中碎设备 | 源 |
| 摇摇猿源摇细碎设备 | 源 |
| 摇摇猿缘摇混合设备 | 缘 |
| 摇摇猿远摇干法混合设备 | 缘 |
| 摇摇猿苑摇湿法混合设备 | 缘 |
| 摇摇猿愿摇煅烧设备 | 缘 |
| 摇摇猿怨摇间歇式梭式窑 | 缘 |
| 摇摇猿园摇推板窑 | 缘 |
| 摇摇猿员摇窑车式电热隧道窑 | 缘 |
| 摇摇猿圆摇其他煅烧设备 | 缘 |

| | |
|-----------------------|---|
| 摇摇源摇筛分设备 | 缘 |
| 摇摇源圆摇摇动筛 | 缘 |
| 摇摇源圆摇圆振动筛 | 缘 |
| 摇摇源圆摇直线振动筛 | 缘 |
| 摇摇源圆摇转筒筛 | 缘 |
| 摇摇源圆摇簸动筛 | 缘 |
| 摇摇源圆摇过滤脱水设备 | 缘 |
| 摇摇源圆摇压滤机 | 缘 |
| 摇摇源圆摇离心脱水机 | 缘 |
| 摇摇源圆摇真空过滤机 | 缘 |
| 摇摇源圆摇干燥设备 | 缘 |
| 第 源章摇生产工艺 | 远 |
| 摇摇源圆摇概述 | 远 |
| 摇摇源圆摇原料及加工处理 | 远 |
| 摇摇源圆摇原料的配料混合 | 远 |
| 摇摇源圆摇煅烧 | 远 |
| 摇摇源圆摇色料半成品的加工处理 | 远 |
| 摇摇源圆摇红色系列色料生产工艺 | 远 |
| 摇摇源圆摇铬锡红 | 远 |
| 摇摇源圆摇铬铝红 | 远 |
| 摇摇源圆摇锰铝红 | 远 |
| 摇摇源圆摇铁钴红 | 远 |
| 摇摇源圆摇包裹型镉硒红 | 远 |
| 摇摇源圆摇生产实例 | 远 |

| | |
|-------------------|---|
| 摇摇摇黄色系列色料的生产工艺 | 苑 |
| 摇摇摇钒锡黄 | 苑 |
| 摇摇摇钒钴黄 | 苑 |
| 摇摇摇钨钨黄及钨钨黄 | 苑 |
| 摇摇摇钨钨黄 | 愿 |
| 摇摇摇生产实例 | 愿 |
| 摇摇摇绿色系列色料生产工艺 | 愿 |
| 摇摇摇钨钨绿 | 愿 |
| 摇摇摇维多利亚绿（石榴石型绿色料） | 愿 |
| 摇摇摇蓝绿 | 愿 |
| 摇摇摇钨钨绿 | 愿 |
| 摇摇摇生产实例 | 愿 |
| 摇摇摇蓝色系列色料生产工艺 | 愿 |
| 摇摇摇海碧蓝 | 愿 |
| 摇摇摇钴蓝 | 愿 |
| 摇摇摇钨钨蓝 | 愿 |
| 摇摇摇生产实例 | 愿 |
| 摇摇摇紫色系列色料生产工艺 | 愿 |
| 摇摇摇钨钨紫 | 愿 |
| 摇摇摇钨钨紫 | 愿 |
| 摇摇摇生产实例 | 愿 |
| 摇摇摇棕色系列色料生产工艺 | 愿 |
| 摇摇摇钨钨棕 | 愿 |
| 摇摇摇钨钨棕 | 愿 |

| | |
|----------------------------|----|
| 摇摇源力源生产实例 | 怨 |
| 摇摇源愿摇黑色系列色料生产工艺 | 员园 |
| 摇摇源愿员摇钴铬铁黑 | 员园 |
| 摇摇源愿圆摇钴铬铁锰黑 | 员员 |
| 摇摇源愿猿摇钴铬铁镍黑 | 员圆 |
| 摇摇源愿源摇钴铬铁镍锰黑 | 员圆 |
| 摇摇源愿缘摇钴铁锰铜黑 | 员猿 |
| 摇摇源愿远摇无钴黑 | 员猿 |
| 摇摇源愿力源生产实例 | 员缘 |
| 摇摇源怨摇灰色系列色料生产工艺 | 员远 |
| 摇摇源怨员摇锑锡灰 | 员远 |
| 摇摇源怨圆摇钴灰 | 员苑 |
| 第 缘章摇测色、配色和质量管埋 | 员愿 |
| 摇摇缘员摇陶瓷色料颜色测量 | 员愿 |
| 摇摇缘圆摇颜色属性 | 员愿 |
| 摇摇缘猿摇颜色测定 | 员愿 |
| 摇摇缘源摇陶瓷色料配色 | 员怨 |
| 摇摇缘缘摇光的三原色及其加色法 | 员怨 |
| 摇摇缘圆摇色料的三原色及减色法 | 员园 |
| 摇摇缘圆猿摇色料的原色、间色、复色和补色 | 员园 |
| 摇摇缘圆源摇陶瓷原色料及配色 | 员员 |
| 摇摇缘圆缘摇陶瓷色料质量管理 | 员缘 |
| 摇摇缘圆远摇守住原料进厂关 | 员缘 |
| 摇摇缘圆苑摇严把生产过程关 | 员远 |

| | |
|----------------------|----|
| 摇摇缘缘缘控制产品入库关 | 员苑 |
| 第 远章摇摇陶瓷色料配方总汇 | 员愿 |
| 摇摇源缘摇摇红色系统色料配方 | 员愿 |
| 摇摇源缘缘摇摇铬锡红 | 员愿 |
| 摇摇源缘圆摇摇铬铝红 | 员员 |
| 摇摇源缘缘摇摇锰铝红 | 员缘 |
| 摇摇源缘源摇摇铁钴红 | 员源 |
| 摇摇源缘缘摇摇包裹型红色料 | 员源 |
| 摇摇源缘圆摇摇其他红色料 | 员缘 |
| 摇摇源圆摇摇黄色系统色料配方 | 员圆 |
| 摇摇源圆缘摇摇钒锡黄 | 员圆 |
| 摇摇源圆圆摇摇钒钴黄 | 员源 |
| 摇摇源圆缘摇摇锳钴黄 | 员愿 |
| 摇摇源圆源摇摇铬钛黄 | 员愿 |
| 摇摇源圆缘摇摇锌钛黄 | 员圆 |
| 摇摇源圆圆摇摇锑黄 | 员源 |
| 摇摇源圆圆摇摇其他黄色料 | 员圆 |
| 摇摇源缘摇摇绿色系统色料配方 | 员源 |
| 摇摇源缘缘摇摇铬绿 | 员源 |
| 摇摇源缘圆摇摇维多利亚绿 | 员苑 |
| 摇摇源缘缘摇摇钴铬蓝绿 | 圆圆 |
| 摇摇源缘源摇摇钒绿 | 圆员 |
| 摇摇源缘缘摇摇其他绿色料 | 圆猿 |
| 摇摇源源摇摇蓝色系统色料配方 | 圆圆 |

| | |
|----------------------|----|
| 摇摇圆缘员摇海碧 | 圆缘 |
| 摇摇圆缘圆摇钴蓝 | 圆缘 |
| 摇摇圆缘猿摇钒钴蓝 | 圆缘 |
| 摇摇圆缘源摇其他蓝色料 | 圆缘 |
| 摇摇圆缘缘摇紫色系统色料配方 | 圆缘 |
| 摇摇圆缘远摇铬锡紫 | 圆缘 |
| 摇摇圆缘园摇钨紫 | 圆缘 |
| 摇摇圆缘员摇其他紫色料 | 圆缘 |
| 摇摇圆缘圆摇棕色系统色料配方 | 圆缘 |
| 摇摇圆缘猿摇铬铁锌棕 | 圆缘 |
| 摇摇圆缘源摇铬铁锰棕 | 圆缘 |
| 摇摇圆缘缘摇铬铁棕 | 圆缘 |
| 摇摇圆缘远摇其他棕色料 | 圆缘 |
| 摇摇圆缘园摇黑色系统的色料 | 圆缘 |
| 摇摇圆缘员摇钴铬铁黑 | 圆缘 |
| 摇摇圆缘圆摇钴铬铁锰黑 | 圆缘 |
| 摇摇圆缘猿摇钴铬铁镍(锰)黑 | 圆缘 |
| 摇摇圆缘源摇无钴黑 | 圆缘 |
| 摇摇圆缘缘摇其他黑色料 | 猿缘 |
| 摇摇圆缘远摇灰色系列色料配方 | 猿园 |
| 摇摇圆缘园摇白色系列色料配方 | 猿园 |

第 1 章 绪论

1.1 陶瓷色料发展概况

利用着色材料装饰陶瓷制品，我国远在新石器时代晚期就已开始。考古发现，那时彩色陶器上面的红色，就是将含有大量三氧化二铁的红色黏土或土状的赤铁矿粉料直接涂在陶器素坯表面而烧成的。商周以后陶瓷器的色彩更为多样。汉代的汉陶上所施闪有银光的绿色釉，就是使用了天然的铜化合物着色剂制成的。有名的唐三彩制品，不仅使用了铁、铜化合物着成黄色和绿色，还利用含钴料得到了蓝色。唐三彩的紫绀色也是使用了钴着色剂产生的。宋末至元代开始出现青花，利用天然钴矿制造了著名的青花色料。这时起就大量使用钴着色剂了。孔雀石、蓝铜矿粉碎，用水簸法淘去粗渣，制成了岩绿青和绀绿青常用色料。元、明时期的龙泉青瓷上面的点彩，就是用一种含铁量较高的“紫金土”画在施釉的坯上。烧成后即成赭色或黑褐色。著名的乌金釉也是使用一种含有多量铁并混有锰和钴的天然矿石作着色剂烧制而成的。宋红彩、万历五彩、康

熙五彩及斗彩等的红色，是将三氧化二铁的细末烘烤在釉的上面制成的。唐三彩的绿色、宋代以来的红釉、雍正粉彩的绿色均以铜化合物为着色剂。锰被正式用作颜色釉的着色剂，大概从明代开始，而锑化合物用作黄色釉的着色剂，直到清康熙时才发明的。不过，我国古代使用的陶瓷着色剂，除珐琅彩和进口青花料外，均为颜色鲜艳的天然矿石和有色黏土等通过研磨、水析、淘洗等手段制成的。例如赤铁矿、黑铜矿、钴土矿（珠明料）、紫金土等。随着陶瓷烧制温度不断提高，原来的天然着色剂已不能满足需要。人们开始配制并使用人工合成的陶瓷色料。到了清代已大量应用从国外进口的珐琅彩。

近代以来随着科学技术的发展和化学工业的兴起，国外陶瓷色料有了突破性进展，研制合成了多种新颜色料。大约 19 世纪 70 年代左右，相继出现了锰红和钒锡黄等人工合成色料。19 世纪 80 年代左右出现了钒钴黄，随后相继研究开发出钒钴蓝、镨黄、铁钴红等硅酸锆型色料。20 世纪 40 年代，又研制成包裹型镨黄和镨硒红高温色料。由于硅酸锆基色料呈色稳定鲜艳、着色力强、耐热性和釉料适应性好，生产发展十分迅速。进入 20 世纪 60 年代以来，又不断研究开发了釉用和坯用无钴黑色料，以及多种新型矿物结构的色料。例如堇青石型、钡长石型、莫来石型和透辉石型等新型色料，有的已投入批量生产，前景十分广阔。所有上述色料我国均能大量生产，可以满足陶瓷制品的彩饰需要。

当前，陶瓷色料主要朝三个方向发展：一是尽量改进现有色料的品质，通过改性、变型、添加呈色辅助剂和使用多种矿化剂等手段，提高色料的稳定性和着色力；二是设法利用工业

废料和天然原料制造廉价色料，用于坯体着色和颜色釉装饰，以降低生产成本和增加花色品种；三是研制新型陶瓷色料。

陶瓷色料定义

目前在陶瓷生产中使用的“着色材料”，涵盖了色剂（着色剂）、色基、颜料、色料和彩料（彩绘料）等多种概念，而这些概念还没有明确的定义加以区别。例如，有人认为色料是由着色剂混加其他无机化合物，经煅烧制成的显色矿物；有的认为陶瓷颜料是由色料和添加物组成，而色料包括着色金属氧化物与着色硅酸盐、硅铝酸盐、铝酸盐、铬酸盐、铁酸盐等；还有人认为颜料是矿物质的固体粉末，且不溶于水和油的着色剂；更有人把着色剂配加其他原料在高温煅烧的着色物料称为色基。总之，概念不清、无以适从。

近几十年来许多科学家采用现代研究方法，对人工合成的着色材料进行矿相和结构分析，终于发现这些着色材料都是以某些过渡金属、稀土金属或其他金属为发色元素，以某种矿物晶型为载色母体的人工合成着色矿物。根据这一研究成果，再结合传统习惯，本书决定把人工合成的着色材料命名为陶瓷色料，并给它作如下定义：所谓陶瓷色料，就是以过渡金属、稀土金属或其他金属为发色元素，以某种晶型为载色母体的人工合成的用于陶瓷着色的矿物。因此，陶瓷色料是由发色的金属及其化合物与母体原料组成。从实际使用情况来看，这种色料可以直接用于釉料和坯体着色。但用于釉上或釉下着色时，需

要配加熔剂、釉料、坯料或其他稀释物料，经加工处理后才能使用。用于釉上和釉下的着色材料，习惯上又称为釉上颜料和釉下颜料。因此可以认为，陶瓷颜料是由陶瓷色料和熔剂、釉料、坯料或其他物料稀释加工制成的彩料。从概念上说，陶瓷颜料与陶瓷色料处于同等位置，是并列关系。陶瓷色基实际上就等于陶瓷色料。色剂或着色剂的实质是制造色料的着色原料。彩料或彩绘料是指陶瓷彩饰用的材料。色料应归属于彩料，是彩料的下延概念。

陶瓷色料的命名与分类

长期以来陶瓷色料的命名和分类缺乏统一认识，大多因地因人而异。陶瓷色料是人工合成的着色矿物这一事实，现已为大多数陶瓷工作者所接受。据此，本书对大多数陶瓷色料的名称，采用以发色元素与载色母体主成分元素名称相结合，并附加所显颜色的主色调而统一命名。例如，以钒为发色元素、以二氧化锆为载色母体并显示黄色调的色料，命名为钒锆黄；以锰为发色元素、以三氧化二铝为载色母体并显示红色调的色料，命名为锰铝红，依此类推。而对于人所共知的传统色料，仍以习惯名称之，如维多利亚绿、海碧蓝等。

陶瓷色料的分类，一直是个复杂而又难以统一的问题，至今还没有一种令人满意的分类方法。本书仍从陶瓷色料的定义出发，按照陶瓷色料载色母体的矿物类型、矿物化学式和色料名称三者结合的方法进行分类。见表

表 1-1 陶瓷釉料分类

| 矿物类型 | 色料名称 | 矿物化学式 |
|-------|---|--|
| 摇刚玉型 | 铬铝红 锰铝红 | 粤蒙 _源 [悦] 粤蒙 _源 [悦灶] |
| 金红石型 | 铬锑钛黄 铬钨钛黄 钒锡黄 锑锡灰 锑钒锡灰 铬锡紫 | 栽 _源 [悦] 杂 _源 栽 _源 [悦] 宰] 栽 _源 [灾] 栽 _源 [杂] 栽 _源 [杂·灾] 栽 _源 [悦] |
| 萤石型 | 钒锆黄 钒钛锆黄 钒钇锆黄 | 在 _源 [灾] 在 _源 [灾·栽] 在 _源 [灾·再] |
| 尖晶石型 | 海碧蓝 孔雀蓝 铬铁棕 铬铁黑 钴铬铁黑 钴铬铁锰黑 钴铬铁镍黑 钴铬铁镍锰黑 钴铬铁镍铝黑 钴铬铁镍铝硅黑 铬铁镍锰黑 孔雀绿 钴蓝 深蓝 铬铝棕红 铬铁棕 铬铁锰棕 锌钛黄 | 摇(悦燥 在 _源 粤蒙 _源) 摇(悦燥 在 _源 粤蒙 _源) 摇(云藻 在 _源 悦 _源) 摇云藻 _源 摇(悦燥 云藻悦 _源) 摇(悦燥 云藻 配 _源 悦 _源) 摇(悦燥 云藻 晕 _源 悦 _源) 摇(悦燥 云藻 晕 _源 配 _源 悦 _源) 摇(悦燥 云藻 配 _源 悦 _源 粤 _源) 摇(悦燥 云藻 晕 _源 悦 _源 粤 _源 垣悦燥 云藻 晕 _源) 摇(云藻 晕 _源 配 _源 悦 _源) 摇悦 _源 摇悦 _源 摇悦 _源 垣悦燥 _源 摇在 _源 悦 _源 粤 _源 摇(云藻 在 _源 悦 _源 粤 _源) 摇(云藻 配 _源 在 _源 悦 _源 粤 _源) 摇在 _源 栽 _源 |
| 摇石榴石型 | 维多利亚绿 | 悦 _源 悦 _源 (栽 _源) _源 |
| 钙钛矿型 | 铬锡红 钨铝紫 | 悦 _源 栽 _源 [悦] 晕 _源 |
| 烧绿石型 | 锑黄 锑黄 | 孕 _源 杂 _源 云藻 _源 孕 _源 杂 _源 粤 _源 |
| 橄榄石型 | 钴蓝 钴蓝 | (悦燥 在 _源 悦 _源) 悦燥 _源 |
| 桐石型 | 铬锡红 铬锡紫 | 悦 _源 栽 _源 [悦] 悦 _源 栽 _源 [悦] 悦 _源 |