

高职高专材料工程技术专业
(陶瓷工艺方向)项目式课程丛书



陶瓷

成型技术

TAOCI CHENGXING JISHU

王超 主编



中国轻工业出版社

7
(陶瓷

术专业
程丛书

陶瓷成型技术

王超	主 编
周晓燕	副主编
陆小荣	主 审

图书在版编目 (CIP) 数据

陶瓷成型技术/王超主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2012. 7
高职高专材料工程技术专业 (陶瓷工艺方向) 项目式课程丛书
ISBN 978-7-5019-8779-5

I. ①陶… II. ①王… III. ①陶瓷—成型—高等职业教育—教材
IV. ①TQ174. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 078384 号

责任编辑: 李建华 责任终审: 滕炎福 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 宋振全 责任校对: 燕杰 责任监印: 吴京一

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印刷: 北京君升印刷有限公司

经销: 各地新华书店

版次: 2012 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 13

字数: 300 千字

书号: ISBN 978-7-5019-8779-5 定价: 34.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

120164J2X101ZBW

前 言

《陶瓷成型技术》一书以材料工程技术专业（陶瓷工艺方向）市场调研与人才需求分析为基础，针对陶瓷企业实际工作岗位相关职业能力的要求，根据专业人才培养方案及《陶瓷成型技术》课程标准，结合陶瓷企业成型技术的实际情况与发展趋势，在相关课程教学实践的基础上编写而成。

为了充分体现高职高专职业教育的特点，培养高技能应用型人才，本教材在内容编排上，力求由浅入深，语言简明易懂，重点突出。在内容取舍上，主要选择具有代表的陶瓷成型项目，并略去了繁琐的公式推导，把重点放在知识点的整理、归纳与操作任务的编排上，目的主要是使学生具备陶瓷生产一线成型岗位所必备的基本知识与相关技能。

本书在高职高专教学改革的大背景下编写完成。将实际工作任务、工作过程和工作时需具备的知识点有机融合并组织教学内容，以职业能力为依据，以职业能力发展为目标，以工作任务为线索，以典型产品为载体，充分体现职业教育课程的开发理念，以典型任务引领整个项目式教学。

本书以更能体现高职教学特色的“项目”具体分类编排。“陶瓷成型基础知识”部分简要介绍陶瓷成型的主要方法及选择依据。项目1——注浆成型；项目2——可塑成型；项目3——压制成型，是传统陶瓷常用的成型方法，具有代表性；项目4——其他成型，主要介绍除传统陶瓷以外的新型陶瓷的部分成型方法，列举的如热压注、挤压、流延等成型方法也具有典型性；项目5——干燥；项目6——修坯与施釉，实际是陶瓷成型后的加工，本书也将其归类于陶瓷成型的范畴；项目7——成型模具，主要介绍陶瓷成型模具的相关知识，对成型技术的理解具有重要帮助。

对于本书中的每一个项目，里面都含有归纳整理知识点及典型任务，理论与实践相结合，学习与操作相匹配。此外，《陶瓷成型技术》一书内容除涵盖了陶瓷成型的主要方法外，还穿插了较多陶瓷成型机械的相关知识，从而体现对高职学生动手能力的要求。为便于教学，每一个项目前面都有学习目标、知识要求、技能要求，项目最后都有思考题，供读者参考。

本书为高职高专材料工程技术专业（陶瓷工艺方向）项目式课程丛书中的一本，全套书籍包括陶瓷原料分析技术、陶瓷坯釉料制备技术、陶瓷成型技术、陶瓷烧成技术、陶瓷装饰技术和陶瓷生产检测技术。本书适合高职高专相关专业的教学使用，也可作为中等专业学校和陶瓷企业职工的培训教材。

本书由无锡工艺职业技术学院王超任主编，江西陶瓷工艺美术职业技术学院周晓燕

任副主编，无锡工艺职业技术学院陆小荣任主审。其中项目2——可塑成型由周晓燕编写，其他由王超编写。无锡万宝陶业有限公司陈富强、无锡兰丰陶业有限公司潘国平等参与了本书的编写工作，为本书的编写提供了大量的素材，并提出了宝贵的意见和建议。

在编写过程中，由于本人学术水平有限，书中可能会存在一些不妥乃至错误之处，欢迎广大读者批评指正。

编 者
2012年2月

目 录

陶瓷成型基础知识	1
知识点一 陶瓷成型方法的种类	1
知识点二 陶瓷成型方法的选择	7
任务 陶瓷成型现场认知	7
思考题	9
项目 1 注浆成型	11
知识点一 注浆成型对泥浆的要求	11
知识点二 电解质稀释泥浆	14
知识点三 注浆成型过程	17
知识点四 影响注浆成型的主要因素	19
知识点五 强化注浆	22
知识点六 注浆设备	27
任务一 泥浆性能检测	31
任务二 注浆成型操作	32
任务三 注浆成型缺陷分析	35
思考题	36
项目 2 可塑成型	38
知识点一 旋压成型	38
知识点二 滚压成型	42
知识点三 塑压成型	50
知识点四 其他可塑成型	52
任务一 旋压成型操作	54
任务二 滚压成型操作	55
任务三 塑压成型操作	56
任务四 可塑成型缺陷分析	57
思考题	59
项目 3 压制成型	61
知识点一 粉料工艺性质	61

知识点二	压制过程	65
知识点三	压制成型机械	70
知识点四	陶瓷墙地砖深加工机械	80
任务一	小型手动液压机压制成型	86
任务二	小型自动液压机压制成型	88
任务三	压制成型坯体缺陷分析	90
思考题		91
项目 4	其他成型	93
知识点一	热压注成型	93
知识点二	挤压成型	99
知识点三	轧膜成型	104
知识点四	注射成型	107
知识点五	流延成型	111
知识点六	等静压成型	116
任务一	热压注成型操作	120
任务二	轧膜成型操作	121
思考题		122
项目 5	干燥	124
知识点一	干燥过程	124
知识点二	干燥方式	128
知识点三	干燥制度与干燥缺陷	133
知识点四	干燥设备	138
思考题		150
项目 6	修坯与施釉	151
知识点一	坯体的粘修	151
知识点二	施釉方式	154
知识点三	施釉缺陷及其控制	161
知识点四	施釉设备	163
任务一	修坯	172
任务二	施釉操作	173
思考题		174
项目 7	成型模具	175
知识点一	石膏认知	175
知识点二	石膏模制作过程	180

知识点三 其他石膏模具	185
知识点四 金属模具	188
任务 注浆模型制作	194
思考题	196
主要参考文献	198

陶瓷成型基础知识

学习目标

陶瓷成型常用方法的初步认知

知识要求

1. 了解常用陶瓷制品的成型方法
2. 了解注浆成型、可塑成型、干压成型的特点，初步了解其过程
3. 了解陶瓷成型方法选择的依据

技能要求

能现场初步认识陶瓷成型的基本工具及设备

知识点一 陶瓷成型方法的种类

传统陶瓷制品是采用天然矿物原料（如黏土、长石、石英等）及少量的化工原料，经配料、粉碎加工、成型、烧成等工艺制成。传统陶瓷包括日用陶瓷、艺术陈设陶瓷、卫生陶瓷、建筑陶瓷等，如图0-1至图0-4所示。由图可见，陶瓷造型丰富多变、形状各异，且各有特点，从而满足不同消费群体的需求。但总体而言，成型的实质都是将制备好的坯料，用各种不同的方法制成具有一定形状和尺寸的坯件。

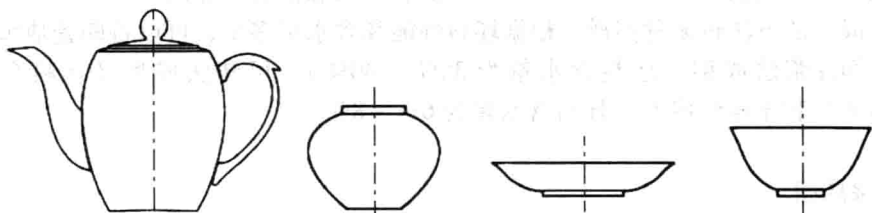


图0-1 日用陶瓷

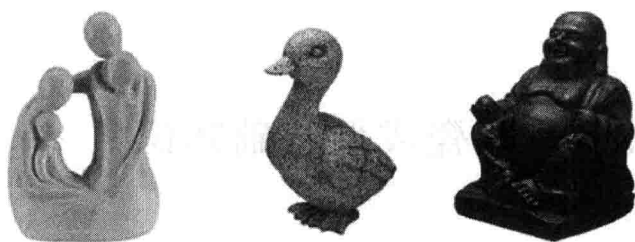


图 0-2 艺术陈设陶瓷

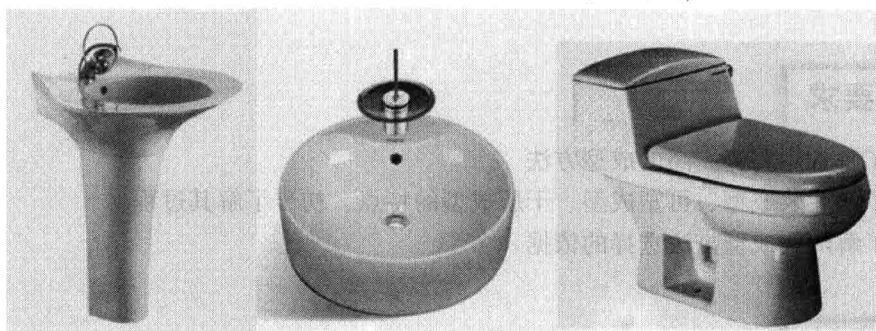


图 0-3 卫生陶瓷

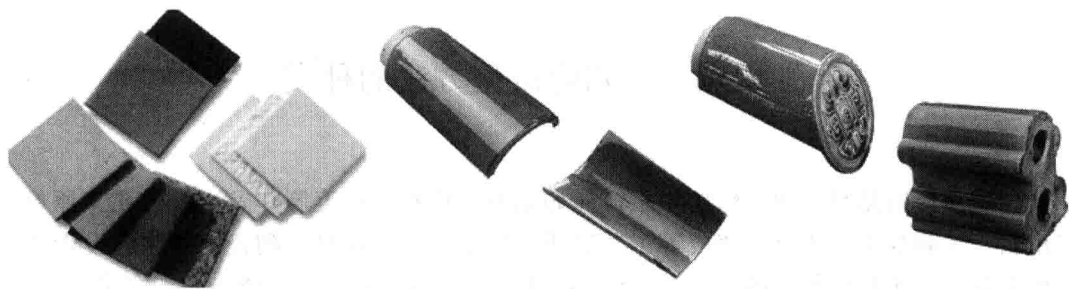


图 0-4 建筑陶瓷

陶瓷制品种类繁多，其形状、大小、性能和烧成温度各不相同，所以陶瓷成型的工艺复杂，成型的方法也多种多样。根据坯料性能和含水量多少，可以将陶瓷成型方法分为三类，即注浆法成型（坯料含水量为 30% ~ 40%）、可塑法成型（坯料含水量为 18% ~ 26%）和干压法成型（坯料含水量为 6% ~ 8%）。

（一）注浆成型

注浆成型是基于多孔石膏模具能够吸收水分的物理特性，将陶瓷粉料配成具有流动性的泥浆，然后注入多孔模具内（主要为石膏模），水分在被模具（石膏）吸入后便形

成了具有一定厚度的均匀泥层,脱水干燥的同时形成具有一定强度的坯体。注浆成型方法适应性强,凡是形状复杂,不规则的薄壁、厚胎、体积较大且尺寸要求不严的制品都可用注浆法成型。如日用陶瓷中的花瓶、酒瓶、汤碗、椭圆形盘、茶壶手柄等都可采用注浆法成型。

注浆成型后的坯体含水率大,且结构不均匀,干燥收缩和烧成收缩均较大。另外,从生产过程来说,其生产周期长、手工操作多、劳动强度大、占地面积大、模型消耗多。随着生产工艺的不断进步和注浆成型机械的不断发展,这些问题将会得到改善和解决,从而使注浆成型更适合于现代化的陶瓷生产。

注浆成型的整个过程一般可分为三个阶段:

(1) 泥浆注入石膏模具后,在石膏模毛细管力的作用下吸收泥浆中的水,靠近模壁泥浆中的水分首先被吸收,颗粒开始靠近,形成最初的薄泥层。

(2) 水分进一步被吸收,薄泥层逐渐变厚,泥层内部水分向外部扩散,当泥层厚度达到注件厚度时,就形成雏坯。

(3) 石膏模继续吸收水分,雏坯开始收缩,表面的水分开始蒸发,待雏坯干燥形成具有一定强度的生坯后,脱模后即完成注浆成型。

(二) 可塑成型

可塑成型是对可塑性的陶瓷坯料或泥团施加外力,迫使其在外力作用下发生变形而制成坯件的成型方法。雕塑、印坯、拉坯、手捏等手工成型方法都属于可塑法成型,但这些成型方法较为古老,多用于艺术陶瓷的制造。而旋压成型和滚压成型,则是目前工厂广泛采用的可塑成型方法,可用于盘、碗、杯、碟等陶瓷制品的生产。

1. 旋压成型

旋压成型是利用石膏模与型刀配合使坯料成型的方法,坯料一般为经过炼制而成的可塑性较好的泥料。操作时,将经过真空炼制的泥团放在石膏模中,并使石膏模转动,然后慢慢地放下型刀。由于型刀的压力,泥料被均匀地分布在模子的表面,然后用工具清除多余泥料,转动的模壁和型刀所构成的空隙被泥料填满,型刀的曲线形状与模型工作面的形状构成了坯件的内外表面,而样板刀口与模型工作面的距离即为坯件胎厚。

旋压成型设备简单、适应性强,可以旋制大型深孔的制品,但成型后的坯体质量一般。旋压成型劳动强度大,生产效率低,成型时所消耗的泥料和石膏模数量多,而且要求工人有一定的操作技术,因此,这种陶瓷成型方法已不多见,但在浙江长兴一带生产酒坛的企业仍然保留。旋压成型用泥料含水率较高,并且在成型操作过程中需加水“擀光”,从而使坯体表面光滑。此外,型刀对坯体的正压力也比较小,使得坯体致密度较差,在干燥过程中易出现变形、开裂等缺陷。目前,小批量制品、中低档瓷器仍采用旋压成型法。为提高成型质量和生产率以及降低劳动强度,对于体型较小的日用陶瓷,其成型方法已基本被滚压成型所替代。

2. 滚压成型

滚压成型是在旋压成型的基础上发展而成的。滚压成型与旋压成型的不同之处是将旋压成型中的“旋坯刀”改为回转型的“滚压头”。滚压成型时,盛放泥料的模具和滚

压头分别绕各自的轴线以一定速度同方向旋转，滚压头一边旋转一边逐渐靠近盛放泥料的模具，并对泥料进行“滚”和“压”的作用而使其成型。滚压成型与旋压成型相比，其优点如下：

(1) 由于滚压头与泥料的接触面积较大，在一定的转速下泥料受滚压的时间较长，同时泥料受到既滚又压的作用，泥料被均匀地延展开来，可使其内部颗粒维持原有的非定向排列，因此坯体致密度较高，强度大，且结构均匀，不易变形。

(2) 滚压成型要求泥料的含水量较低，一般认为在 19% ~ 24% 的范围内，这样有利于减少变形和缩短干燥时间。

(3) 滚压头由特殊材料制成，不易磨损，寿命长。

(4) 滚压成型效率高，易与前后生产工序组成联动生产线，便于实现机械化和自动化，从而改善劳动强度，节约劳动力。

3. 塑压成型

塑压成型是将含水率 20% 左右的可塑坯料，置于特殊的石膏模型内，而后加压成型的一种方法。塑压成型特别适用于陶板、挂盘、日用陶瓷、电子陶瓷的成型，也可用于可塑性材料的冲裁、翻边等工艺，目前已成功用于压制鱼盘等异形产品。成型后的陶板、圆盘等可以进一步加工工艺化，如雕刻、彩绘等。

塑压成型的关键工具，是特殊的石膏模或其他材料的多孔模型。值得注意的是：如用石膏模塑压成型，除需在模壁内用钢筋补强，使之能承受模头的冲压作用外，还需在模壁内适当分布直径较小的多孔软管。这些小管在加压成型时可迅速均匀排水，在脱模时又可吹入空气帮助脱模，使成型好的坯体吸附在上模而离开下模，最后又向上模内吹气，使坯体脱离（可参见项目 7 中关于塑压模型的详细介绍）。当采用金属模型时，为防止粘泥，可采取添加润滑剂或加热的方法。塑压成型的坯体不需带模干燥，比可塑成型异型制品的生产效率高，坯体质量好，是一种有发展前途的新工艺。

4. 雕塑、印坯与拉坯

雕塑、印坯与拉坯成型都是古老的手工可塑成型法，由于这些成型方法简便、灵活，对于量少而特殊的器形，目前仍需使用这些方法。

典型可塑成型方法见表 0-1。

表 0-1 典型可塑成型方法比较

成型方法	主要设备	模具	成型产品种类	坯料类型及要求	坯体质量	工艺特点
拉坯	辘轳车	—	圆形制品如花瓶、坛子、罐子等	黏土质坯料，可塑性好。成型水分均匀，为 23% ~ 25%	表面光滑程度及尺寸精确度较差	设备简单。要求很高的操作技术，产量低，劳动强度大。尺寸不够准确，容易变形等
车坯	卧式或立式车坯机	车刀	外形复杂的圆柱状产品	坯料为挤泥机挤出的泥段。湿车水分为 16% ~ 18%，干车为 6% ~ 11%	干车坯体尺寸精确。湿车较差，且有变形	干车粉尘大，生产率低，刀具磨损大，已逐渐由湿车代替

续表

成型方法	主要设备	模具	成型产品种类	坯料类型及要求	坯体质量	工艺特点
旋压	旋坯机	石膏模、型刀	圆形的盆、碗、碟、盘、小型电瓷等	黏土质坯料。塑性好。水分均匀，一般为21%~26%	形状规则，坯体致密度和光滑性均不如滚压成型，易变形	设备简单，操作要求高，坯体质量不如滚压成型
滚压	滚压机	石膏模、滚压头	圆形的盆、碗、碟、盘、小型电瓷等	黏土质坯料。阳模成型水分20%~23%，可塑性高。阴模成型水分21%~25%，可塑性稍低	坯体致密、表面光滑、不易变形	产量大，坯体质量高，适合于自动化生产，需要大量模型
塑压	塑压成型机	特殊石膏模	椭圆形、方形及外表面有花纹的异形盘、碟、浅口制品	黏土质坯料，水分约20%，具有一定可塑性	坯体致密度高、不易变形、尺寸准确	适合于生产异形的盘、碟类制品。坯体致密度高，自动化程度高，对模型质量要求高

（三）压制成型

压制成型又称模压成型，它是将粉料（含水量控制在4%~7%，甚至可为1%~4%）加少量黏结剂进行造粒，再将造粒后的粉料置于金属模中，在压力机械作用下压成具有一定形状的坯体。此类成型方法适合压制形状简单、尺寸相对单一的制品，如正方形、长方形的陶瓷墙地砖制品。压制成型可以大大提高坯体的致密程度，进而提高制品的强度。此外，压制成型的机械化水平较高，一次性投入较大。随着压制机械技术水平的不断更新，很多陶瓷企业的产品不断更新升级，已能压制120cm×120cm，甚至更大尺寸地砖，且质量稳定，废品率低。

压制成型是陶瓷生产中的重要成型方法之一，通常可分为干法、半干法和湿法压制。干法压制：泥料含0~5%的水（包括润滑介质和其他液态加入物）；半干法压制：泥料含水5%~8%；湿法压制：泥料含水8%~18%，一般在琉璃瓦的成型过程中采用。通常，我们只将压制成型区分为干法压制和湿法压制两类。干法压制成型的主要特点如下：

- （1）干法压制的模具成本高，只有大量生产同一品种时才是经济、实惠的。
- （2）干法压制最适宜于几何尺寸不太大，长宽尺寸相差也不太大，形状不太复杂的制品。形状太复杂使模具结构复杂，成本增高，且尺寸精度不一定能满足要求。
- （3）为了达到最佳的压制性能，对泥料的颗粒组成和颗粒形状有较高的要求。因此，干压成型的粉料需经过严格的工序加工处理。
- （4）由于坯体含水量少，因此干燥收缩小，其干燥废品率相对较低。
- （5）干压成型的坯体致密度大，强度大，烧成收缩（或膨胀）通常较小，生产中也易于控制成品尺寸。



(6) 干压成型的机械化程度较高,一般是流水线生产。但机械发生故障后的维修相对麻烦,且必须在短时间内完成,否则会影响生产。

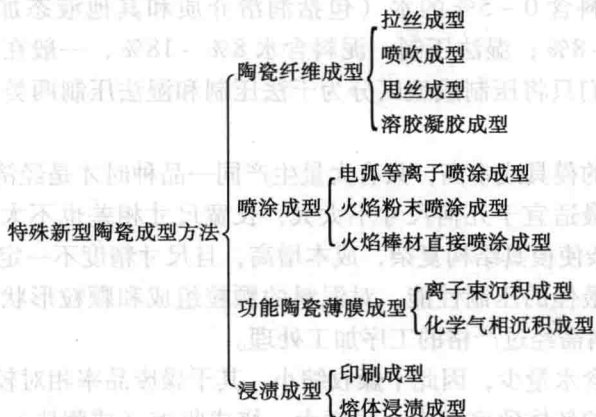
(四) 其他成型

注浆成型、可塑成型、压制成型基本上可以满足传统陶瓷的成型需要,但对于其他种类的陶瓷,特别是新型陶瓷,这些方法可能就不行了。这主要是因为传统陶瓷以天然矿物,如黏土、石英和长石等不加处理直接使用;而新型陶瓷则使用经人工合成的高质量粉体作为起始材料,突破了传统陶瓷以黏土为主要原料的界线,代之以“高度精选的原料”。

其次,两者结构差别较大。传统陶瓷的组成由黏土的组成决定,不同产地的陶瓷有不同的质地,所以由于原料的不同导致传统陶瓷材料中化学和相组成的复杂多样、杂质成分和杂质相较于多而不易控制,显微结构粗劣而不够均匀,多气孔;新型陶瓷的化学和相组成较简单明晰,纯度高,即使是多相材料,也是人为调控设计添加的,所以先进陶瓷材料的显微结构一般均匀而细密。

最后,性能差异较大。新型陶瓷的性能远优于传统陶瓷,而且还发掘出传统陶瓷材料所没有的性能和用途。传统陶瓷材料一般限于日用、建筑、卫生等方面使用,而特种陶瓷具有优良的物理力学性能,高强、高硬、耐磨、耐腐蚀、耐高温、抗热震,而且在热、光、声、电、磁、化学、生物等方面具有卓越的功能,某些性能远远超过现代优质合金和高分子材料。因而登上新材料革命的主角地位,在工业领域,如石油、化工、钢铁、电子、纺织和汽车等行业,以及很多尖端技术领域如航天、核工业和军事工业中有着广泛的应用价值和潜力。

综上可以看出,对于新型陶瓷的成型必须使用特殊的成型工艺,如热压注成型、挤压成型、轧膜成型、流延成型、注射成型、等静压成型等,这些成型方法将在项目4中具体介绍。除此之外,还有些特殊的新型陶瓷成型方法,以满足不同性能、不同厚薄、不同尺寸陶瓷材料的需求。也只有在成型过程中不断加强控制、改进机械设备性能,才能制备出高性能的新型陶瓷。特殊的新型陶瓷成型方法如下:



知识点二 陶瓷成型方法的选择

在生产中,选择成型方法主要从以下几方面考虑:

(1) 制品的形状、大小和厚薄 如果产品形状复杂,尺寸精度要求不高,薄胎、厚壁产品可采用注浆法成型,而具有简单回转体的产品可采用可塑法中的旋压成型或滚压成型,具有规则几何形状的产品可采用压制法成型。

(2) 坯料的工艺性能 可塑性好的坯料,在外力作用下发生形变而不开裂,撤去外力后,变形无法恢复,适用于可塑法成型,可塑性较差的坯料可用注浆法或压制法成型。

(3) 产品的产量和质量要求 产量大的产品可采用可塑法中的机械成型,也可采用注浆法成型。产量小且质量要求又高时可采用手工可塑法成型,如手工茶壶的制作等。有些工业陶瓷,可以采用压制成型,如果强度和形状要求非常高,可采用等静压成型或其他新型陶瓷的成型方法。

(4) 选择成型方法还应考虑经济效益、设备条件、工人操作水平及劳动强度等。

总之,在选择成型方法时,希望在保证产品产量、质量的前提下,选用设备最简单,生产周期最短,成本最低的一种成型方法。当然,有时会感到为难,因为同一产品可以采用不同的方法来成型,而不同的产品也可采用同一方法来成型。例如:直径0.6m的大圆盘,可以采用可塑法成型,也可采用注浆法成型。但是哪种成型方法的技术经济指标更高,这要通过生产实践才能确定,而且还与操作工人的经验有关。

任务 陶瓷成型现场认知

(一) 任务要求

现场认识陶瓷成型常用设备,简单了解设备构造及基本工艺过程。

(二) 操作准备

泥浆、可塑坯泥、石膏模型、泥刀、旋压成型机械、滚压成型机械、塑压成型机械等。

(三) 操作步骤

- (1) 现场初步认知陶瓷注浆成型模具、工艺要求、操作步骤等,见图0-5。
- (2) 现场初步认知旋压成型用机械、原料及相关工艺等,见图0-6。
- (3) 现场初步认知滚压成型用机械、原料及相关工艺等,见图0-7。
- (4) 现场初步认知塑压成型用机械、原料及相关工艺等,见图0-8。
- (5) 现场初步认知压制成型用机械、原料及相关工艺等,见图0-9。

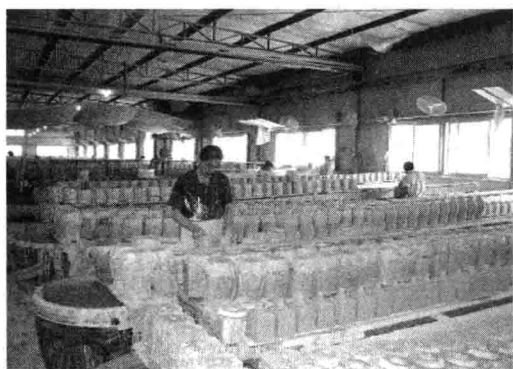


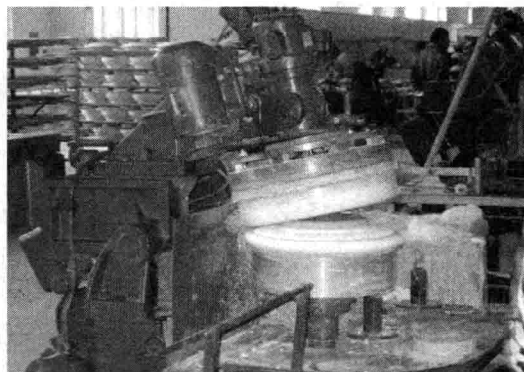
图 0-5 注浆成型



图 0-6 旋压成型



(a) 阴模滚压成型



(b) 阳模滚压成型

图 0-7 滚压成型

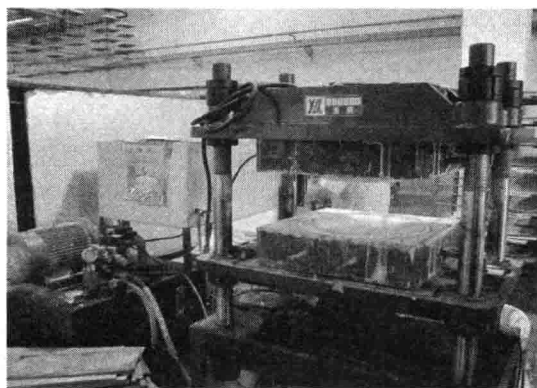


图 0-8 塑压成型设备

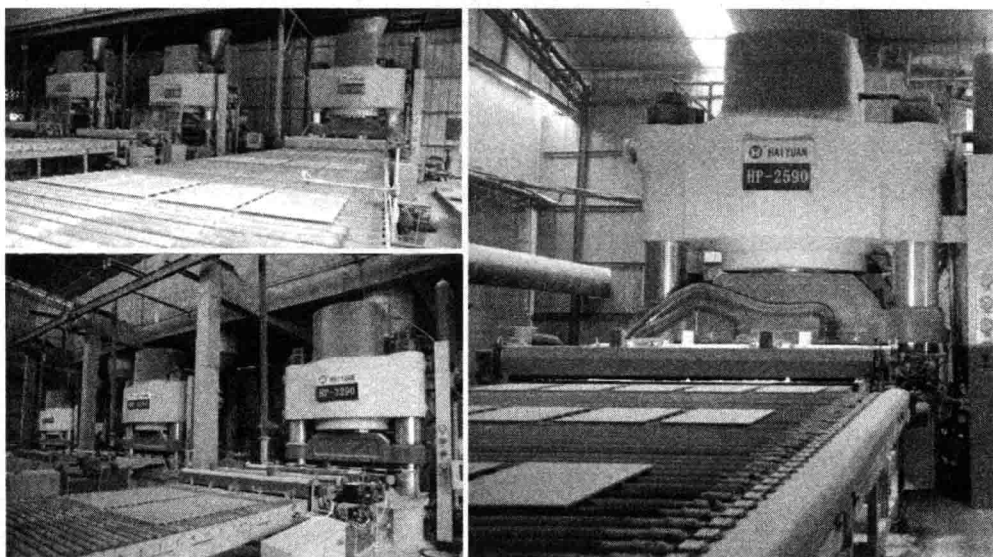


图 0-9 墙地砖压制成型工序流水线图

(6) 完成表 0-2。

表 0-2

陶瓷成型方法

成型方法	工艺过程简述	成型原料特点	对应陶瓷产品	对应设备
注浆成型				
旋压成型				
滚压成型				
干压成型				

(四) 注意事项

- (1) 注意安全，未经许可不得擅自用机器设备和其他设备。
- (2) 严格遵守实验室规章制度。不准拿走实训室任何物品，对于损坏工厂物品或产品者，除了按有关规定赔偿外，按其情节轻重给予相应处理。
- (3) 听从实训指导老师安排，未经许可，不得擅自离开实训现场，不准在实训场内打闹嬉笑等。

思考题

1. 陶瓷成型的常用方法有哪些？选择的依据是什么？
2. 通过现场观察，你觉得注浆、可塑、压制成型时采用的原料各有什么特点？