

## SIMOTION D在瓷砖印花机中的应用

Application of SIMOTION D in ceramic printing machine

蒋浣浣

(西门子工厂自动化工程有限公司, 上海)

**摘 要:** 该论文主要介绍SIMOTION D在瓷砖印花机中的应用, 基于SIMOTION强大的控制功能, 不仅在项目中混合使用了伺服驱动系统和步进驱动系统, 而且充分利用了SIMOTION的各种工艺对象, 包括轴、同步对象、凸轮、快速输入等, 同时通过系统功能以及脚本的使用实现了模块化机器的开发。

**关键词:** SIMOTION D, IM174, 步进驱动, 同步, 凸轮, 快速输入

**Abstract:** This paper introduces that application of SIMOTION D in ceramic printing machine. We used servo drive system and stepper drive system together by outstanding control performance of SIMOTION. Various Technology Object, Including Axis, SynchronousObject, Cam, MeasuringInput have been used in project. Finally, we realized the modular machine design using system function and scripts.

**Key Words:** SIMOTION D, IM174, Stepper Drive, Synchronous, Cam, MeasuringInput

### 一、项目简介

#### 1、背景介绍

为了满足人们对瓷砖装饰艺术效果的追求, 陶瓷墙地砖生产企业普遍采用印花技术来改善瓷砖表面的花色, 提高其品味。在陶瓷生产强国意大利, 瓷砖的釉面装饰效果一直领导着世界瓷砖生产潮流, 为达到这些效果, 他们采用的印花技术也在不断改进, 从最早的传统平板丝网印花, 到丝网辊筒印花, 现在, 橡胶辊筒印花技术的应用在意大利又呈现出上升的趋势。而今天的中国, 作为发展速度最快的经济体, 陶瓷印花技术也在蓬勃发展。

瓷砖上的花色是如何制作出来的呢? 本文介绍的陶瓷辊筒印花机(以下称瓷砖印花机)就是将压好的砖坯上釉印花, 再经过窑炉烧制就作成了美观的瓷砖。与传统的印花方式相比, 橡胶辊筒印花技术优势明显:

- 1) 操作简便功能多, 具有自动加釉、清洗、搅拌以及刮刀自动升降功能;
- 2) 通过伺服驱动和伺服电机控制辊筒定位, 印大规格砖坯误差控制在 0.2 毫米以内;
- 3) 速度快, 可达到每分钟 60-80m;

4) 设计精巧, 电机安装在半封闭的机架内, 可减少粉尘污染。

5) 该印花机运行平稳, 转换印花规格品种速度快, 通过人机界面 HMI, 仅几个按钮就能调出新印花规格控制参数。与链条印花机相比, 改变印花规格快, 无需更换齿轮、调整链条, 能节省转换时间一个多小时。

## 2、机械系统

瓷砖印花机的机械部分主要包括机座、送砖、印花装置和辅助部分:

1) 机座: 用来支撑和安装各种印花部件的机架, 保证整机运行时的平稳和水平。

2) 送砖装置: 由送砖皮带、皮带电机构成, 用于将砖坯送入印花机和将印过的砖坯送出印花机至下一个工序。

3) 印花装置: 由印花辊筒、刮刀构成, 印花电机带动辊筒旋转, 同时刮刀配合向前、向后、压紧、松开。

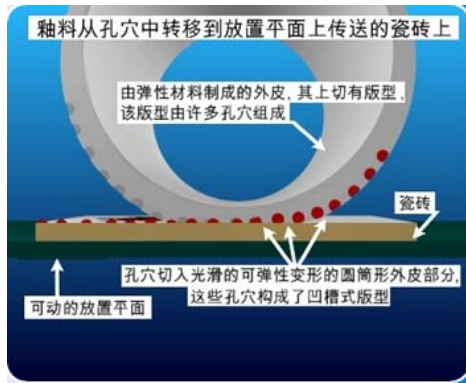
4) 辅助部分: 在印花辊筒上方装有加釉和清洗设备, 用于机器运行过程中的自动加釉以及更换辊筒时的自动清洗。

下图为 4 色套印的瓷砖印花机全貌, 通常称每个套印单元, 包括印花装置和辅助设备为一个印花机组, 行业中该机型普遍采用 4-8 个印花机组。

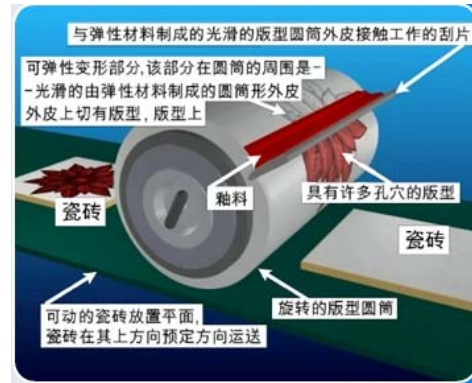


(图一)

## 3、工艺简介



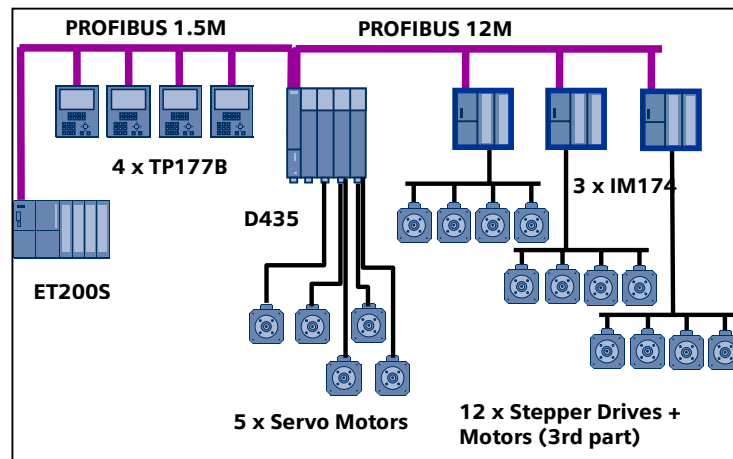
(图二)



(图三)

印花过程实际上是把釉料转移到瓷砖的过程，如图二、图三所视，印花辊筒为刻有版型的辊筒，其中间具有内轴，外部由硅胶制成，辊筒筒绕轴旋转。版型刻制在硅胶滚筒表面，由能容纳少量釉料的许多小孔穴构成。而刮刀是与滚筒纵向的叶片，其可改变倾角，能对滚筒外表施加预设的和调整的压力，能清洁版型表面的异物，并且通过持续性混合来重新填充釉料。最终，通过版型直接接触瓷砖来转移孔穴中的釉料，即通过版型在瓷砖表面的旋转而并不是通过版型在瓷砖上的滑动来实现釉料转移。

## 二、控制系统构成



(图四)

如图所视，控制系统采用 SIMOTION D435 的配置方案，使用 PROFIBUS DP 作为通讯网络连接各部分，其余电气部分以及功能如下：

1) 伺服驱动和电机：选用 SINAMICS S120 书本型模块和 1FK7 伺服电机，用于皮带传送的位置控制和印花辊筒的定位套印，使用 SINAMICS 驱动系统，在电气上保证了同步和定位的精度。

2) 步进驱动和电机：工艺要求对每个辊筒的上下、前后进行定位控制，同时需要报警时辊筒能够快速升降，即每个印花机组需要 3 个步进电机。SIMOTION 通过 IM174 接口模块实现对第三方步进驱动和步进电机的控制，既达到了控制要求，还节约了成本。

3) 人机界面：每个印花机组配置有一个 TP177B，在实际运用中，既可以实现集中控制，也可以单独对某个印花机组进行操作。

4) 分布式 IO：SIMATIC 标准配置，用于逻辑输入输出信号的处理。

整个系统通过 SIMOTION 来实现伺服驱动和步进驱动的控制，总共控制 17 个轴（包括 13 个位置轴和 4 个同步轴），充分利用了 D435 的控制性能。同时通过对 IM174、ET200S、HMI 的集成，也很好的体现了 SIEMENS TIA 的理念。

### 三、控制系统完成的功能

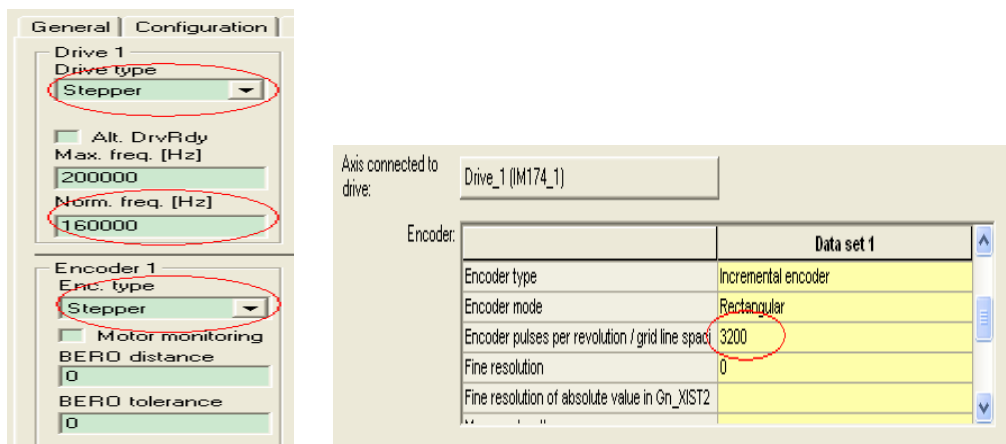
#### 1、通过 IM174 控制步进电机

IM174 接口模块可用于模拟驱动和步进驱动的控制。在控制步进电机时，它把 SIMOTION 发出的位置和速度设置值转换成步进驱动可以接收的脉冲信号，从而实现对步进电机的控制。在 SIMOTION 中使用 IM174，需要注意以下问题：

- 1) IM174 通讯报文选用 standard message frame 3 PZD-5/9
- 2) 在硬件组态中，对于无编码器反馈的步进电机，其编码器类型也需要选择 Stepper。
- 3) 速度和位置参数的设置：

速度：Normal frequency = stepper speed \* stepper resolution / 60

位置：Axis Encoder pulses per revolution = stepper resolution

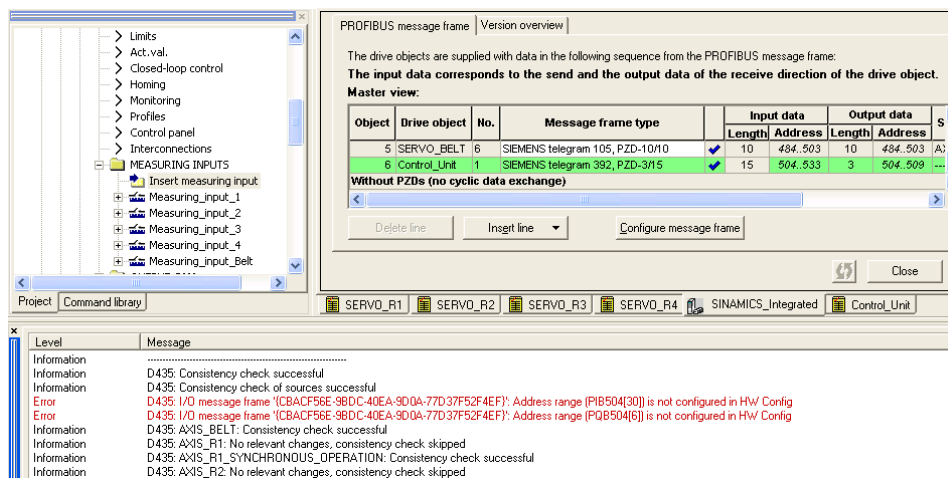


在完成上述设置后，程序中对步进电机的控制与对伺服轴控制类似，通过 T0-Axis 来实现步进轴的控制。

## 2、使用全局快速输入

项目中需要在皮带伺服电机中使用 4 个快速输入功能，SIMOTION V4.1 正好也增强了这方面的功能。在配置时需要注意下列事项，否则容易出现‘消息报文’错误的报警。

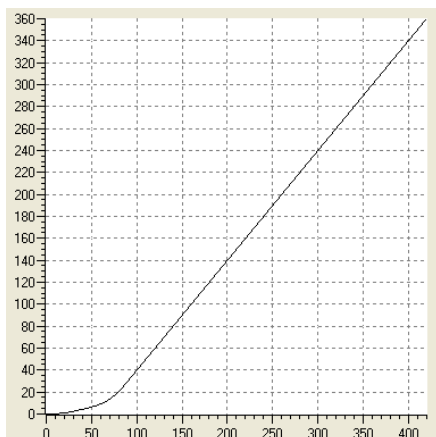
- 1) 在 CU 的报文中选择 SIEMENS telegram 392：该报文支持最多 6 个全局的快速输入功能。
- 2) 在 CU 专家参数中，P680 选择使用的快速输入点，需要和 T0-MeasuringInput 中设置的地址一一对应。
- 3) 在 T0-MeasuringInput 中，选择 Global Measuring，并写入相应的 Hw address 和 bit number。



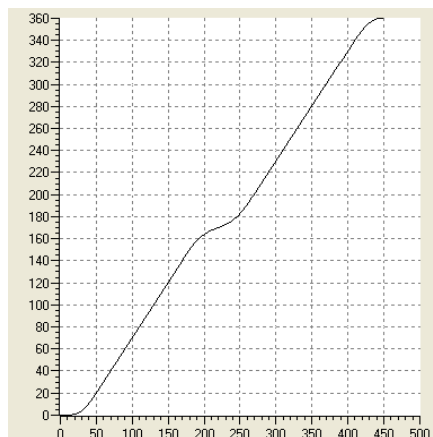
## 3、实现瓷砖印花机的 2 种运行模式：随机印花和对位印花。

1) 随机印花：是指印在瓷砖上面的图案位置是不固定的，要求印花辊筒之间以及它们和皮带精确的位置同步。在该运行模式下，印花辊筒一直处于旋转和同步状态。通过 SIMOTION 的电子齿轮系统功能就能方便的实现控制要求。同时，利用被动回零命令和同步补偿功能实现了在线的位置校正。

2) 对位印刷：是指通过电眼的检测以及系统的控制，实现对瓷砖固定位置印花的要求，在这种模式下，印花辊筒是禁止不动的，直到电眼检测到瓷砖到达，印花辊筒开始以计算好的凸轮曲线来运行。下图分别为辊筒旋转一周印一块瓷砖和印两块瓷砖时不同的 CAM 曲线。可以看出，瓷砖越大，同步区间越长。通过 CAM 和 MeasuringInput 的使用，可以很精确的实现定位套印控制，精度比随机印花时更高，能达到 0.15mm。



(图五)



(图六)

## 六、项目的体会

SIMOTION 是 SIEMENS 于 2005 年在中国推出的全新的运动控制系统，通过这几年不断的更新以及升级，SIMOTION 也变得越来越成熟：

### 1) V4.1 的更新方便了项目的实施

由于在控制中需要通过电眼的检测来对瓷砖进行定位，这就需要用到快速输入的功能，而工艺要求快速输入检测的是皮带的位置，有可能同时有 4 个或更多的电眼检测（根据印花辊筒的数量而定），这就需要在皮带轴下面配置 4 个或更多的快速输入工艺对象。而在 07 年 9 月份之前，SIMOTION V4.0 每个轴最多只能有一个 TO-Measuring Input，而正是 SIMOTION V4.1 的发布，增加了 global measuring input 的功能，使得我们在与其它对手解决方案的竞争中取得了胜利。

### 2) T0 的扫描周期的设置

项目中 D435 需要控制 17 个轴：包括 4 个同步轴，13 个位置轴，再加上 4 个快速输入，通过 SIZER 软件配置，如果使用缺省的扫描周期设置（DP=2ms, IP0=4ms），D435 的利用率远远超出了 100%。根据实际需要，步进轴的响应和精度要求都不算太高，可以适当加大扫描周期，同时，伺服轴，快速输入则要求扫描周期越短越好。而且在正常生产中，步进轴一般不需要控制，这时就可以通过 Disable 步进轴，降低 SIMOTION 的利用率。最终，通过 SIZER 的计算和实际的测试，我们把伺服轴和快速输入的扫描周期设为 3ms，步进轴设为 12ms，正常运行中 CPU 利用率仅为 48%-52%。这样，最大程度地利用了 D435 地控制性能。

### 3) 多样化的编程方式利于模块化机器的开发

对于实际的应用，根据最终用户的需要 OEM 厂商可能生产 3 辊筒、4 辊筒或 5 辊筒的机型，这就给我们提出了一个要求，怎样在系统的开发上更简便的来实现机型的变换，同时要尽量使所有机型得程序

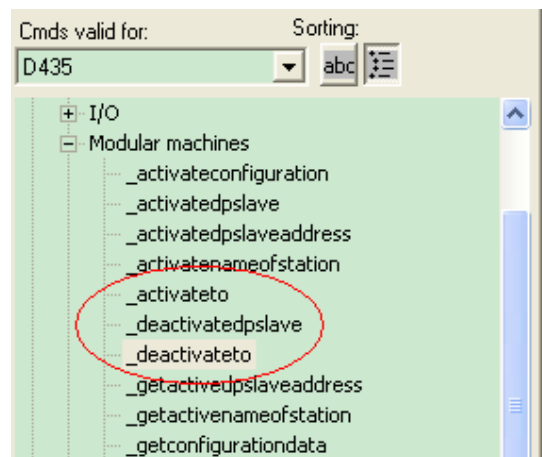
保持一致，不仅可以加快生产得周期，也有利于机器的维护和管理。而 SIMOTION 给了我们这样一个很好的平台：

图七：利用 Script，实现对驱动的使用和禁用

图八：利用 ST - DeactivateT0，实现对 T0 的使用和禁用

```
3 ' CONFIGURE SINAMICS DRIVE FOR ACTIVATION/DE-ACTIVATION
4 ' p105, p125, p145; 2 = DEACTIVATE (DOES NOT EXIST), 1 = ACTIVATE
5
6 PROJ.devices("SINAMICS_Integrated").TOs("SERVO_R4").Parameters(105,0) = "1"
7 PROJ.devices("SINAMICS_Integrated").TOs("SERVO_R4").Parameters(125,0) = "1"
8 PROJ.devices("SINAMICS_Integrated").TOs("SERVO_R4").Parameters(145,0) = "1"
9
10 PROJ.devices("SINAMICS_Integrated").TOs("SERVO_R5").Parameters(105,0) = "2"
11 PROJ.devices("SINAMICS_Integrated").TOs("SERVO_R5").Parameters(125,0) = "2"
12 PROJ.devices("SINAMICS_Integrated").TOs("SERVO_R5").Parameters(145,0) = "2"
```

(图七)



(图八)

总而言之，在生产机械行业使用 SIMOTION 运动控制系统是极具优势的解决方案，相信再经过 2、3 年的应用和发展，我们能够看到功能更强大、使用更简单、性能更稳定的 SIMOTION 控制系统。