

沃森 VD300 变频器在陶瓷行业球磨机改造中的应用

一. 前言

在我国陶瓷行业，球磨机被大量使用，是物料粉碎的不可缺少的重要生产设备。球磨机一般功率都较大，工作效率又很低，因而成为陶瓷行业最大的耗电设备之一。因此降低球磨机的能耗是陶瓷行业降低成本，提高产品竞争力的有效途径。

球磨机变频改造的主要要求有以下几点：

1. 球磨机在运行过程中负载波动大，要求变频器过流，过载，限流功能强，能够满足球磨机在运行过程中负载波动大时能够长期稳定运行的要求。
2. 球磨机启动时负载非常大，一般要求点动即能将球磨机启动，要求变频器低频启动转矩必须足够大。
3. 变频改造时必须满足球磨机的工艺要求。

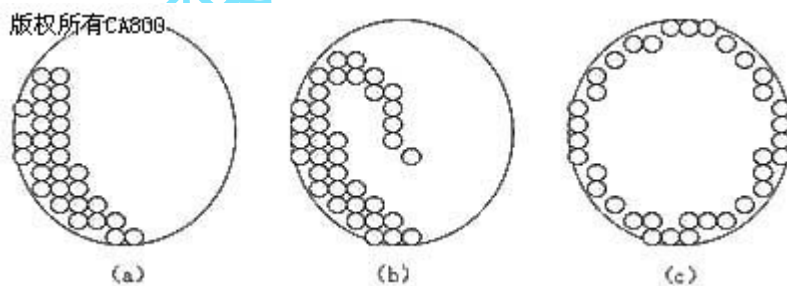
二. 球磨机的驱动工作过程简述：

目前球磨机普遍采用的驱动方式是：三相交流电动机—液力耦合器—齿轮减速器—皮带轮减速器。在这里，球磨机的料筒作为减速器的皮带轮使用。在球磨机重载启动时，电动机启动电流可达到额定电流的六倍以上。为了缓解启动时的机械冲击，传动环节中加入了液力耦合器，液力耦合器是通过控制工作腔内工作油的

动量矩变化来传递电机的驱动能量的。电动机通过液力耦合器的输入轴拖动其主动工作轮旋转，对工作油加速，被加速后的工作油再带动液力耦合器的从动工作涡轮旋转，把驱动能量传递到其输出轴和负载。传动系统中的液力耦合器在启动时起缓冲作用，让电动机可以轻载启动，以减小启动电流，等电动机启动后再慢慢加载，达到顺利启动球磨机的作用，减小启动时的机械冲击。在工作时通过液力耦合器的调速作用，搜索球磨机的最佳工作转速，提高球磨机的效率。由于球磨机属恒转矩负载，在用液力耦合器调速时，其调速效率等于调速比，有很大一部分能量在液力耦合器中被浪费掉。

三. 球磨机的生产工艺:

球磨机一般以固定转速运行，筒体的转速是由皮带轮或齿轮减速机构（也有用液力耦合器）决定的。球磨机的转速直接影响到钢球和物料的运动状况及物料的研磨过程，在不同的转速下，筒体内的钢球和物料的运动状况如下图所示：



a、转速较低时，钢球和物料随筒体内壁上升，当钢球和物料的倾角等于或大于自然倾角时，沿斜面滑下，形成斜坡。当斜坡的倾斜角到达自然休止角，研磨体在重力等作用下沿斜坡滚下，形

成一种称为泻落式的状态。在这种状态中，物料主要在研磨体相对运动时产生的碰击和研磨作用下被粉碎。

b、当球磨机转速较高时，研磨体随筒体上升到一定高度后，被抛落。这种状态称为抛落式。在这种状态中，物料主要在研磨体抛落时的碰击以及部分研磨作用下被粉碎。是一种比较好的动作转速。

c、如果筒体的转速很高，由于离心力的作用，以致使物料和钢球不再脱离筒壁，而随其一同旋转，这时钢球对物料已无撞击作用，研磨效率则更低。这种状态的最低转速称为临界转速。

球磨机的临界转速 N_1 为： $N_1=42.3/\sqrt{D}$ (r/min) (D 为筒体内径)

球磨机的最佳工作转速 N_z 为： $N_z=0.765N_1$ (r/min)

实际运行表明，最佳工作转速与钢球的直径及其装载量、护甲形状，钢球与护甲之间的磨擦系数等因数有关。一般的最佳工作转速通常为临界转速的 0.7~0.8，可见转速还是有一定的可调范围，但调节范围不大。

四. 沃森 VD300 系列大功率变频器的优点

1. 沃森 VD300 系列变频器是高集成度变频器产品，克服国内变频器部分设计缺陷，针对球磨机等粉尘较大的应用现场，VD300 大功率变频器风道与机器内部元器件，电路板完全独立，将故障率降到最低。

2、针对球磨机启动转矩大，输出转矩大的特点，VD300 系列机器完善了电流平滑功能，采用矢量模式，低频 0.5HZ 达到 150% 额定转矩，同时对冲击电流做出快速反应，有效抑制电流对 IGBT 模块的冲击。

3、VD300 系列大功率产品相对大部分国内变频器产品，将核心元件 IGBT 适当放大，做到耐冲击电流能力强，电流失速水平高。

4、针对球磨机行业对节能的要求较高，沃森 VD300 系列变频器自动调整与生产实际相匹配的输出转矩，对较小电压和电流负载时，自调整降低输出电压，最大限度节能，比普通国内产品高出 5% 的节电空间。

五.变频改造方案

5.1. 根据配置特作如下变频改造方案：

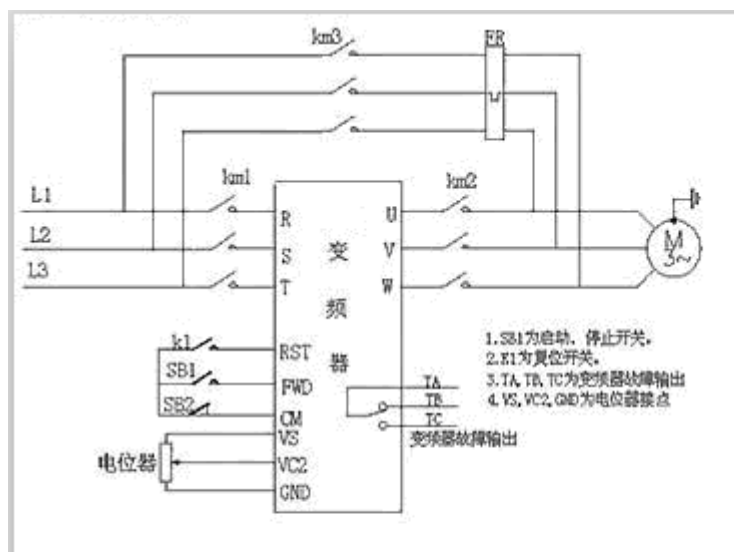
- 1) 配置两套冗余变频工频驱动系统；
- 2) 设置远程控制和就地控制两种方式；
- 3) 保留原工频系统及其联动方式，且和变频器系统互为备用。

5.2 变频改造电路：

变频改造时采用变频+工频控制方式。其控制柜主电路由沃森变频器和工频旁路接触器等构成，控制电路由工频/变频切换开关、启动、复位开关、指示灯，电位器等构成。

(1) 变频控制柜主电路

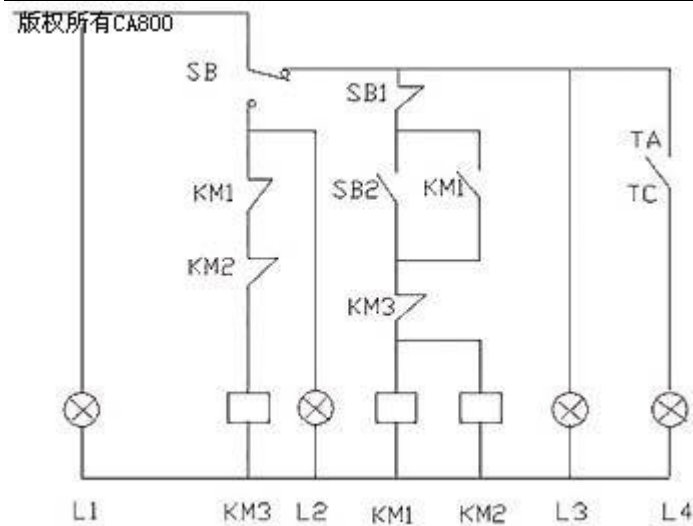
图一给出了变频节能改造的主电路图。图中 KM1、KM2、KM3 为接触器。在改造时仍保留原有控制电路中的降压启动电路，这样可方便改造同时保持原来的控制特性。采用工频旁路目的是为了在变频器出故障时可直接切换到工频运行，而不影响生产。



图一、变频节能改造主电路图

(2) 变频控制柜控制电路

图二为变频柜的控制电路框图。图中，SB 为工频/变频转换开关，选用三级开关；SB1 为变频器启动按钮；SB2 为变频器停止按钮；L1 为总电源指示灯；L2 为工频运行指示灯；L3 变频运行指示灯；L4 为变频器故障指示灯，其故障信号由变频器 T1A、T1C 输出；KM1、KM2 变频运行接触器；KM3 为工频运行接触器。



图二、变频柜控制电路框图

六. 应用效果

球磨机安装变频节能控制系统后，取得了以下效果：

- a、因消除了起动时的冲击，延长了机轴、波箱齿轮，皮带等机械件的使用寿命，减少了维修费用。
- b、球磨机使用变频调速后，起动电流可比原先小 3-5 倍，（如 110kW 电机原先的起动电流在 600A 以上，变频节能控制系统起动电流为 180A~200A 之间），实现了真正的软起动，也收到了节能的效果。由于起动电流大大减小，不会造成对电网的冲击和电网电压的下降，消除了因球磨机起动而引起的其它用电设备跳闸或故障，在同样的电网容量下，并可增加装机台数。
- c、软件内置简易 PLC，可以通过变频器方便地设定研磨时间，加磨时间和自动停机功能，使操作更加智能化，人性化。
- d、以佛山市南庄某知名陶瓷厂为例，该厂已安装了 15 台沃森公司的 VD300 系列 G132KW 大功率变频器。以其中的一台 40

吨球磨机为例，电动机功率为 110kW，原球磨机每月用电量为：
 $98\text{kW} \times 18 \text{ 小时} \times 30 \text{ 天} = 52920 \text{ kWh}$ （度），在安装了球磨机专用变频节能控制系统后用电量为 47525.4 kWh(度)。节电率达 10%。

七，现场图片



八：服务承诺

多方面的技术探讨，使系统做得尽量满足于用户，在设计中充分考虑系统的稳定性、兼容性、系统所有设备的性价比、及其系统以后扩展、扩充需要，能方便地纳入系统监控体系。

维护培训主要是就系统的所有硬件设备及软件系统可出现的故障及如何更换设备等内容对用户的维护、管理人员进行深入的培训，维护培训工作主要安排在系统完工后进行。系统维护培训主要是以设

备现场为地点，对各设备（包括软件系统）的安装、接线及对常见的故障如何处理等问题进行讲解。

操作培训主要是就本系统的软件如何操作对用户的日常值班人员、技术人员、管理人员进行的培训，目的要使相关的人员能熟练操作本系统。

对用户进行的所有培训均由我公司的相关技术人员来完成。

1. 经过培训

- ◆运行操作人员达到熟练操作使用该系统；
- ◆系统管理人员达到能准确设置系统运行参数和管理权限水平；
- ◆系统维护人员达到熟练更换备品备件和进行日常维护水平。

2. 售后服务措施及承诺

1) 技术支持

我公司向用户提供长期的技术支持与售后服务，为系统中的主要设备及软件提供

一年的免费维护。本公司开发出新版本的软件后，对老客户提供优惠升级服务。

2) 服务承诺

- 整个系统实行一年内免费维护和保修。

，硬件免费保修。

f软件免费升级，自本系统工程验收之日起，系统软件将享受一年免费升级。

④维护响应方式：

全国统一服务热线：0731-555-70-863(国语)， 228-800-863（在线QQ），
400-831-0755（400电话/传真）

当系统出现故障,在受理用户的保修电话后,我公司在1小时内对您所提出的维修要求作出电话响应,指导用户技术人员做应急处理;通过电话咨询、等方式无法解决时,本公司将派人员备好基本工具及配件亲临现场;整个系统处于瘫痪状态,不能正常运行时,本公司维护人员必须在接到通知24小时之内赶到现场,并做好及时有效的应急方案,让客户设备正常运转;

八.结束语

实践证明,沃森公司生产的 VD300 系列大功率变频器用于陶瓷行业球磨机的节能改造十分成功,取得了良好的经济效益。随着用户对变频器的使用经验和接受程度的提高,沃森大功率变频器在陶瓷行业有着更加广阔的应用前景。