

SINAMICS 驱动系统在冷轧退火镀锌生产线中的应用

付友昌¹, 徐美玲²

(1. 首钢京唐钢铁联合有限责任公司冷轧作业部, 河北 唐山 063000;

2. 兰州理工大学, 甘肃 兰州 730050)

摘要:介绍了西门子新一代驱动控制系统 SINAMICS 在首钢京唐冷轧退火镀锌生产线上 的应用, 通过信号处理和参数调整解决了调试过程中的紧急制动、张力控制和 Vdc Max 控制等问题。生 产线运行稳定, 传动系统工作可靠。

关键词:SINAMICS; V/F 控制; 矢量控制; 张力控制

中图分类号: TG334.9 文献标识码: A 文章编号: 1001-196X(2010)02-0012-05

Application of SINAMICS in the cold-rolled annealing and galvanizing line

FU You-chang¹, XU Mei-ling²

(1. Cold rolling division, Shougang Jingtang United Iron & Steel Co., Ltd., Tangshan 063000, China;

2. Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China)

Abstract: This paper introduces the application of SINAMICS, a new generation of Siemens drive systems, in the cold-rolled annealing and galvanizing line of Shougang Jingtang United Iron & Steel Co., Ltd., Such technical issues as emergency braking, tension control and Vdc Max control in the debugging process were settled by signal processing and parameter adjustment. The production line was stable, and the transmission system was reliable.

Key words: SINAMICS; V/F control; vector control; tension control

1 前言

首钢京唐冷轧一期后处理线项目(连退、镀锌、精整机组)采用德国西门子最新最先进的 SINAMICS 传动系统, 实现了处理线传动系统的可靠运行与控制。这是继 MASTERDRIVE 之后, 西门子传动系统 SINAMICS 在全球范围内首次应用于冷轧处理线, 也是西门子主推 SINAMICS 的第一个项目。此项目在德国西门子、中国西门子以及首钢京唐冷轧技术人员的共同努力下, 于 2009 年 8 月相继投产。生产线运行稳定, 传动系统工作可靠。SINAMICS 的灵活性、可扩展性、再生能量回馈性、高动态性、精确性、快速

性、抗冲击性、BICO 技术及即插即用技术, 远高于 MASTERDRIVE。因为这是 SINAMICS 的首次应用, 现场调试中一些参数设定和控制系统处理比较困难。本文对 SINAMICS 传动系统的调试过程中需重点关注的问题进行了探讨, 以便更好地掌握 SINAMICS 技术。

2 SINAMICS 驱动系统结构

SINAMICS 是西门子公司的新一代驱动系统, 已经逐步取代现有的 MASTERDRIVES 及 SIMODRIVE 系列的驱动系统。SINAMICS 是集 V/F 控制、矢量控制、伺服控制为一体的多轴驱动系统, 具有模块化的设计。SINAMICS 驱动系统的主要部件功能: 控制模块(CU320)是整个驱动系统的控制核心, SINAMICS 核心控制单元 CU320(V2.2)最多能控制 4 个矢量轴或 6 个伺服轴, 完成比较简单的工艺任务, CU320 硬件结构如图

收稿日期: 2009-12-28; 修訂日期: 2010-03-04

作者简介: 付友昌(1969-), 男, 首钢京唐钢铁联合有限责任公司工程师。

1 所示；电源模块(直流母线电压可控的 ALM 和直流母线电压不可控的 SLM)将交流转变成直流，并能实现能量回馈；电机模块(也称功率模块)作为电机的供电电源，有单轴或双轴模块；传感器模块将编码器信号转换成 DRIVE - CLiQ 可识别的信号，若电机含有 DRIVE - CLiQ 接口，则不需要此模块；直流 +24V 电源模块用于系统的控制部分的供电；端子模块和选件板根据需要可连接或插入 I/O 板和通讯板。各模块间通过高速驱动接口 DRIVE - CLiQ 相互连接。DRIVE - CLiQ 的接线规则和推荐接线如图 2 所示。在 CU320 上，一根 DRIVE - CLiQ 最多只能连接 16 个接点，一排最多连接 8 个接点，不能有环型连接，接点之间不能重复连接。

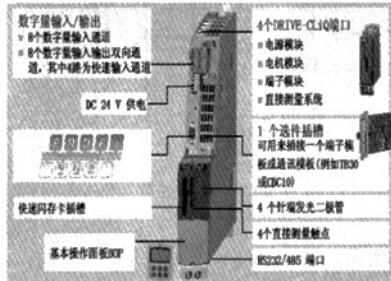
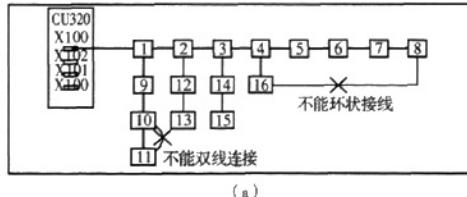
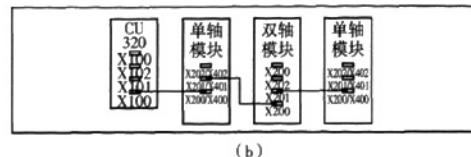


图 1 控制单元 CU320 硬件结构



(a)



(b)

图 2 各模块间的 DRIVE - CLiQ 接线

(a)接线规则 (b)推荐接线

3 调试过程中的信号处理和参数调整

首钢京唐冷轧后处理线项目传动系统结构如图 3 所示。

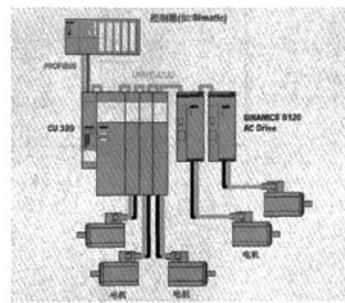


图 3 SINAMICS 驱动系统简图

3.1 OFF3 和 STO 信号处理

在 STO/SS1 传动功能块图中，有 2 个 OFF2 信号对抑制 IGBT 脉冲非常必要。一个 OFF2 信号(来自于控制单元 CU320)用于关断 IGBT 上半桥，另一个 OFF2 信号(来自于功率单元 MM)用于关断 IGBT 下半桥。在首钢京唐冷轧后处理生产线上，OFF3 信号来自于 CU320 的 X122: 1 端子。CU320 上 OFF3 接线图如图 4 所示。

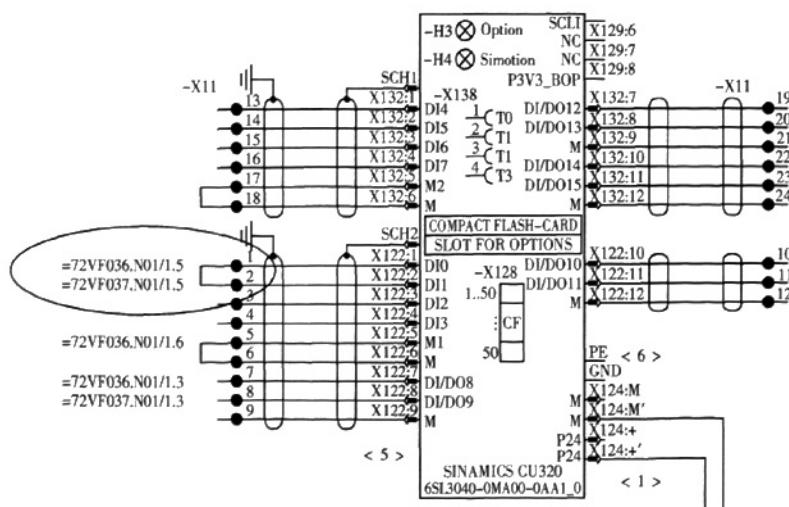


图 4 CU320 上 OFF3 接线图

一个 OFF2 信号来自于 CU320 的 X122: 1 端子 (对于 Vector02) 或 X122: 2 端子 (对于 Vector03)，另一个 OFF2 信号来自于功率单元 MM。

书本型 S120, STO 的端子号是 X21: 3(+24V) 和 X21: 4(M1); 装机装柜型 S120, STO 的端子号是 X41: 1(M1) 和 X41: 2(+24V); 稍有不同。

传动模块 MM 上 STO 接线图如图 5 所示。

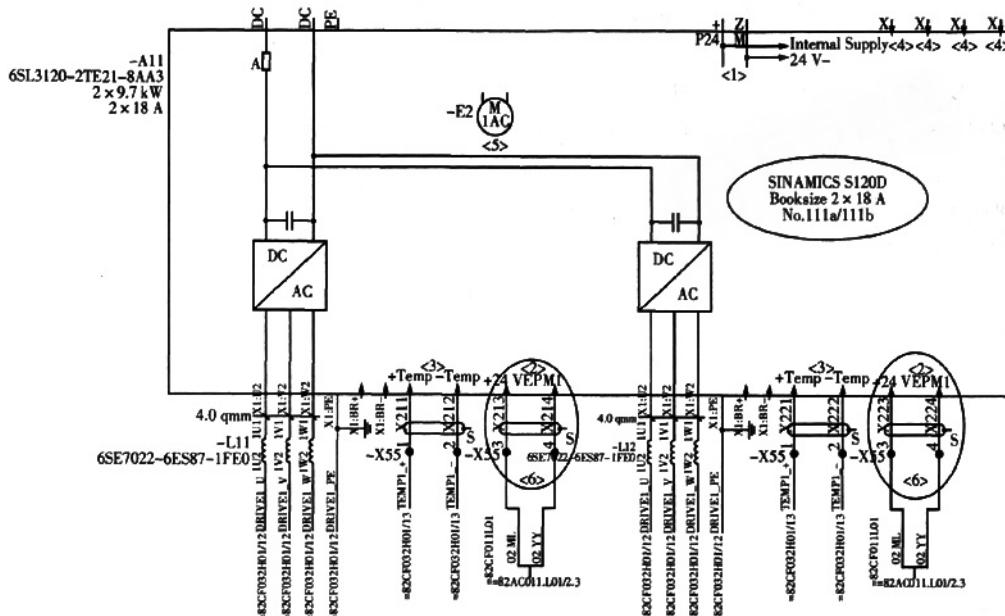


图 5 传动模块 MM 上 STO 接线图

通过下装传动脚本(西门子根据机械传动要求及电机本身的特性参数自动生成传动脚本)给CU320, 来实现STO功能。

产生急停时，OFF3 和 OFF2 信号同时由 1 变成 0，因此在传动脚本中增加了 STO 延时，让其延时时间大于或等于 OFF3 的斜坡关断时间。脚本自动执行将 STO 延时时间设为 5 s。当 OFF3 信号到来时，STO Selected 和 STO Active 为 0 信号，5 s 后全部变为 1 信号且关断 IGBT 脉冲，此时传动完成了 OFF3 停车且速度为 0，电机完全处于受控状态下，如图 6 所示。

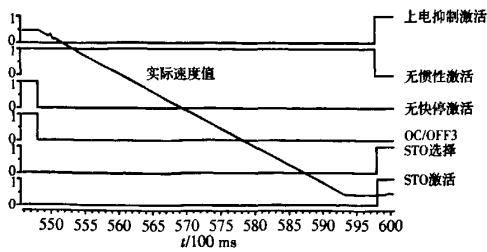


图6 STO 延时时间为 5 s

西门子旧的传动 MASTERDRIVE 的 STO 延时时间在同样的处理线上使用 4 s。根据调试

MASTERDRIVE 的经验，手动将 SINAMICS 的 STO 延时时间缩短至 4 s。当 OFF3 信号到来时，STO Selected 和 STO Active 为 0 信号，4 s 后全部变为 1 信号且关断 IGBT 脉冲，此时传动未完成 OFF3 停车且速度也不为 0，马达变成自由停车，成为不可控制状态。如图 7 所示。

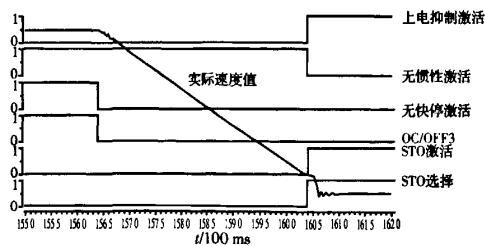


图 7 STO 延时时间为 4 s

3.2 炉辊张力控制处理

在首钢京唐冷轧一期连续退火处理线上，炉区共有 132 根炉辊，均为齿轮马达传动。而且只有在炉子的两侧各有一组张紧辊，来保证整个炉区的张力稳定。按照常规设计的做法，在炉区的每一段均装有张力计。这样不仅让炉区的导向辊

参与张力控制，而且对各段张力均采用闭环张力控制。机组从冷试开始到热试期间，总有一些导向辊在建张期间发生故障报错，而且是无规律的导向辊传动报错，如静态建张、停车时炉辊传动报错 F7900(电机锁住)或 F7902(电机堵转)。

张力控制在 MRG(西门子传动控制模块)中完成。张力控制环由张力给定值、张力实际值，经过比例积分控制得到附加速度给定值，经过限幅后叠加到主速度给定中，从而完成张力控制，如图 8 所示。

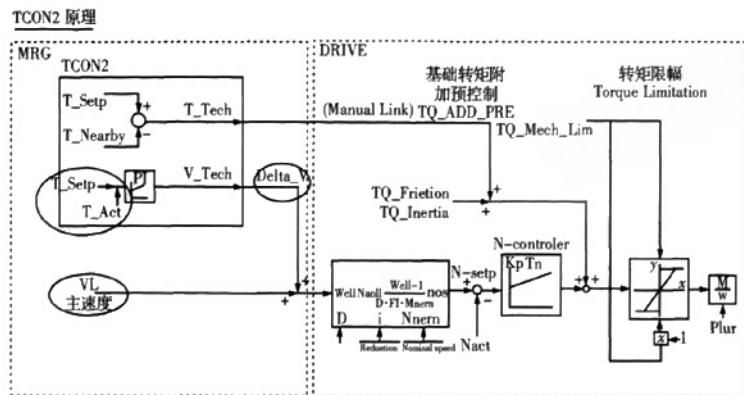


图 8 张力控制器原理图

静态建张时，炉区导向辊的速度给定完全由张力调节器的输出附加速度决定，附加速度的限幅为 0.2 m/s，也就是说，静态建张时，炉区导向辊的最大速度给定为 0.2 m/s。由于炉区最大线速度为 3 m/s，所以炉区导向辊静态建张最大的速度给定为 $(0.2 \text{ m/s} / 3 \text{ m/s}) = 6.6\%$ 。

炉区导向辊传动控制为不带编码器反馈的矢量控制，这种矢量控制低速工作在 V/F 控制，高速工作在矢量控制，模型切换点为 $(P1755 * (1 - P1756 / 100\%)) / 2$ 。

修改前的参数值

P1755 = 5.9

P1756 = 75

$(P1755 * (1 - P1756 / 100\%)) / 2 = 0.73\%$

修改后的参数值

P1755 = 15.0

P1756 = 5.0

$(P1755 * (1 - P1756 / 100\%)) / 2 = 7.1\%$

修改参数以前，V/F 控制和矢量控制的切换点相当低，大概为 0.73%，低于静态建张的张力控制器输出限幅，所以在切换点上非常容易振荡，从而引起传动系统跳电。如图 9 所示，其中曲线左部为速度设定值，右部为速度实际值。实际值未跟随设定值，因此控制器无法完成设定值的跟

随，控制器停止工作，传动故障报错，机组停车。

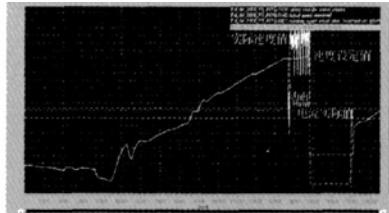


图 9 修改参数前静态建张的波形

通过修改参数将切换点提高到 7% 左右，高于张力控制器的输出限幅，这样在静态建张时速度就不会达到 V/F 控制和矢量控制的切换点，不会发生振荡。从而在生产线静态建张、停车时，炉区的导向辊传动均能正常工作。

3.3 G150 的 Vdc Max 控制

在首钢京唐冷轧一期镀锌项目中，所有 G150 均无制动电阻。因此在调试时，首先应该使用 Vdc Max 控制器，然后手动改变动态响应因子。对于带编码器控制，修改参数 P1243；对于 V/F 控制，修改参数 P1283。动态响应因子默认值为 100%。

当传动由 100% 减速到 0 时，Vdc 过电压故障发生。修改减速斜坡时间到 120 s，故障仍然存在。经过多次试验检查，将传动动态响应因子

改为 300%，工作正常。如图 10 所示，将减速斜坡时间改到 30 s 并保持动态响应因子在 300%，传动从 100% 减速到 0 时，电机平稳停止，未发生任何故障。

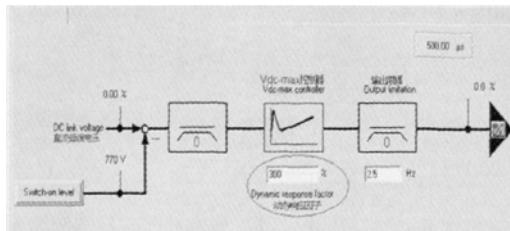


图 10 Vdc 控制器

4 结论

首钢京唐冷轧一期后处理生产线于 2009 年 8 月相继投产，创造了国内同类机组自动化水平、自动化配置、自动化性能最高最好的记录，也是全球范围内 SINAMICS 在冷轧后处理生产线上首次应用成功的典范。

(上接第 11 页)

5 结论

- (1) 通过双凸模差速挤压完全可以实现弯曲管件一次性挤压成形；
- (2) 通过调解双凸模速度差值，可以改变弯曲管件的弯曲半径；
- (3) 通过模拟找出了速度差与弯曲半径的关系。在双凸模速度差值一定的情况下，模具出口处挤压管件弯曲曲率半径的大小与凸模下平面到凹模出口处的距离成正比；
- (4) 该挤压方法从根本上避免了传统方法生产弯曲管件的壁厚不均等质量缺陷；

以上结论是通过实验装置对双凸模差速挤压弯曲管件工艺过程模拟得到的，其生产实践还有待进一步深入研究。

参考文献：

- [1] 赵臻淞, 杨合, 林艳等. 管材弯曲工艺研究新进

在西门子集成的 SINAMICS 系统中，只有 30% 的功能在传动中实现，70% 的功能要在 MRG(西门子 PLC 传动控制模块)中完成。因此除要求电气技术人员具有传动维护和调试经验外，还必须掌握 PLC 相关的编程控制技术和相关的工艺要求，才能让 SINAMICS 发挥出更大效率。

参考文献：

- [1] 孟晓芳. 西门子系列变频器及其工程应用 [M]. 北京：机械工业出版社，2008.
- [2] 许以军. 基于 PROFIBUS - DP 总线的变频器控制系统 [J]. 电气时代, 2004, (3).
- [3] 崔 坚, 李 靖, 杨 光. 西门子工业网络通讯指南 [M]. 北京：机械工业出版社，2005.
- [4] 陈伯时. 电力拖动自动控制系统 [M]. 北京：机械工业出版社，2003.
- [5] A. E. Fitzgerald. 电机学(第 6 版) [M]. 北京：清华大学出版社(影印)，2004.
- [6] 王益全, 张炳义. 电机测试技术 [M]. 北京：科学出版社，2004.

展 [J]. 金属成形工艺, 2002, (2): 1-5.

- [2] C. KAYA, S. BLACKBURN. Extrusion of alumina ceramic tubes with controlled bends [J]. JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE, 2005, 40: 2007-2011.
- [3] Chen, F. - K, et al. Finite element analysis of multi-hole extrusion of aluminum-alloy tubes [J]. Mater. Process. Tech. 2008, (10): 1016.
- [4] 张学军, 卢伟玲. 管材弯曲工艺及常见缺陷预防 [J]. 山西建筑, 2007, 33(7): 143-144.
- [5] 詹梅, 杨合, 江志强. 管材弯曲成形的国内外研究现状及发展趋势 [J]. 机械科学与技术, 2004, 23(12): 1509-1513.
- [6] 刘静安. 铝型材挤压模具设计、制造、使用及维修 [M]. 北京：冶金工业出版社，2002.
- [7] 杨合, 林艳, 孙志超. 面向 21 世纪的先进塑性加工技术与管成形研究发展 [A]. 中国科学协会第二届学术年会文集 [C]. 北京：科学技术出版社，2000: 745-746.