

2018 西门子工业专家 会议论文集（ 下册 ）

SIEMENS INDUSTRY EXPERT MEETING THESIS COLLECTION



Expert
Serves the
Expert
专家服务专家

2018 西门子工业专家会议论文集

(下 册)

西 门 子 (中 国) 有 限 公 司
数字化工厂集团及过程业务与驱动集团 编



机 械 工 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

2018 西门子工业专家会议论文集：全 2 册/西门子（中国）有限公司数
字化工厂集团及过程业务与驱动集团编. —北京：机械工业出版社，
2018.9

ISBN 978-7-111-60857-8

I. ①2… II. ①西… III. ①自动化技术-文集 IV. ①TP2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 207868 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：林春泉 责任编辑：林春泉

责任校对：王 延 郑 婕 刘雅娜 王明欣

封面设计：鞠 杨 责任印制：常天培

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2018 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

210mm×285mm·78.75 印张·5 插页·1728 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-60857-8

定价：298.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线：010-88361066

机工官网：www.cmpbook.com

读者购书热线：010-68326294

机工官博：weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网：www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网：www.cmpedu.com

目 录 (下册)

SINAMICS G120 变频器在转炉副枪系统的应用	605
基于 S120 的变频电源的设计与调试	612
西门子自动化与驱动产品在立体仓库堆垛机中的应用	625
热轧直流主传动系统改造及典型故障案例	643
SINAMICS G120 在城市管廊拼装台车系统中的应用	654
关于电机空载振动合格而负载振动大的原因及诊断方法	660
SINAMICS S120 在纸机施胶机中的应用	667
涟钢 6 高炉与 8 高炉大风机变频系统二拖二的升级改造	677
SINAMICS 非周期通信功能块及其在生产机械中的应用	685
S7-1500 及 S120 在冷轧高速重卷机组中的运用	692
基于 CU320-2DP 的启停式飞剪控制系统	703
LPac 包装库在淀粉模软糖浇注机中的应用	713
西门子全集成自动化产品在银行全自动保管箱上的应用	730
SIMOTION D 在服装吊牌机中的应用	743
S7-1500、S210 和 V90 在牙刷植毛机中的应用	756
西门子 S120 与 DCB 在管材矫直切断机中的应用	764
西门子 S7-1500T 运动型 PLC 在冶金行业的应用	773
西门子自动化和驱动产品在自动涂装生产线上的应用	783
西门子自动化产品在风电装配制造中的应用	792
以 SIMOTION D 为核心的 SRP1 棒线材飞剪控制系统介绍	800
西门子自动化与驱动产品在高铁腕臂自动化预配中的应用	812
SIMOTION C 在桁架式关节机械手中的应用	819
西门子 S7-1500 在玻璃纤维合成设备上的应用	831
S7-1500T PLC 在岩棉生产线上的飞锯应用	838
SIMOTION 系统在热成形输送机械手中的应用	851
SIMOTION & NX MCD 在苏州西门子数字化企业示范线组装工站中的应用	866
S7-1500 自动化产品在桥式起重机中的防摇摆应用	877
SIMOTION D 在锂电池隔膜分切机中的应用	891
S7-1500T+V90 在酸奶插管机上的应用	897
基于 B/S 模式 SINUMERIK 数控机床监控管理系统	911

MIT 机床信息化系统在云南 CY 集团数字化车间的应用	923
SQLite 数据库在 SINUMERIK 840D sl 系统中的开发应用	934
西门子 828D 数控系统在磨床导轨凹凸曲线磨削中的应用	943
基于 TIA 的分布式电动机控制系统在制丝线上的应用设计	953
S120 在整形液压机中的应用	980
西门子 3SK2 安全继电器在电动巴士电池更换中的应用	986
西门子低压电气产品在轨道车辆变频空调中的应用及研究	993
SIRIUS 3RM1 电动机起动器在自动化生产线中的应用	1002
低压配电系统中接地故障的防护配合	1009
西门子安全继电器 3SK1 在数控机床上的应用	1015
电机起动器在烟草松散回潮机中的应用	1022
西门子低压电器在升降横移立体车库上的应用	1029
西门子 SIRIUS 系列控制产品母线系统在果蔬生产设备上的应用	1035
西门子 SONOKIT 插入式超声波流量计在大口径老旧电磁流量计本体上在线不断流安装更换的 应用	1041
西门子 ASI 产品在太阳能光伏组件生产线上的应用	1046
动态称重设备与人工智能算法的结合	1059
西门子 LR250 在煤气水分离装置上的应用	1068
S7-400FH 安全仪表系统在环保装置中的典型应用	1074
S7-400H 系统在太阳电池组件工厂 FMCS 中的应用	1084
S7-400H 在电子厂房洁净室的应用	1092
西门子工控安全态势感知系统在青岛炼化 DMZ 区的应用	1103
PCS 7 在洁净通风空调的控制应用	1112
基于 SIMATIC PCS 7 实现硫黄装置焚烧炉的先进控制	1120
西门子 PCS 7 和 Batch 在布氏杆菌疫苗生产系统中的应用	1133
PCS 7 在无菌原料药单锥控制上的自动化应用	1146
西门子 PCS 7 在粘胶短纤精练机上的控制应用	1158
PCS 7 自定义功能块及开发工艺控制块	1166
西门子应急供电环网系统在斯道拉恩索北海工厂的应用	1179
PCS 7 在无菌原料药滤器处理上的自动化应用	1191
西门子 S7-400H 系列 PLC 在冷热电三联供控制系统中的应用	1202
西门子 S7-400H 控制器在电石炉及石灰窑控制系统中的应用	1209
西门子 CPA 在斯道拉恩索北海工厂包装纸板项目的应用	1223
S7-400H PLC 在郑州地铁 BAS 系统中的应用	1234
PCS 7 在氯乙酸氨解法合成氨基乙酸的应用	1242

SINAMICS G120 变频器在转炉

副枪系统的应用

The Application of SINAMICS G120 in the Converter Sublance System

邹 高

(上海昱高电气有限公司 上海)

[摘 要] 本文介绍了西门子 SINAMICS G120 变频器在氧气顶吹转炉副枪上的应用。基于 G120 强大的控制及保护功能，平滑并精确控制副枪的旋转、下降、提升等动作。并使用西门子 S7-400PLC 作为副枪逻辑运算及保护控制。

[关 键 词] 转炉、副枪、G120、S7-400

[Abstract] This paper introduces that the application of SINAMICS G120 in the converter sublance system. The G120 can control the rotation and lifting of the sublance smoothly and accurately based on its powerful control and protection function. And use SIEMENS S7-400 PLC as the sublance logic operation and protection control.

[Key Words] Converter、Sublance、G120、S7-400

一、项目简介

该项目位于天津天钢联合特钢有限公司的炼钢厂内。该公司年产铁 450 万 t，产钢 450 万 t，产材 250 万 t，为年产值 180 亿元的大型钢铁企业。生产的角钢广泛应用于造船、铁路、通信、机械、建筑和工业工程等领域。厂区和炼钢车间如图 1 所示。

氧气顶吹转炉是炼钢工艺中的重要设备，相对于同样产量的平炉设备，具有生产效率高、生产品种多和建造维护费用低的优点。而转炉副枪的使用，更加提高了转炉的生产效率和钢水品质，是现代炼钢厂先进性的重要标志之一和未来的发展趋势。

转炉副枪可自动或手动探入炉体熔池内，在无需中断氧气吹炼或倾炉的情况下，得到钢水成分、温度、碳含量、氧含量、液位以及用以成分分析的钢水样本，避免了传统检验方式中需要倾斜炉口、人工取样及仪器分析等繁琐步骤。所以转炉副枪可保持钢水极高的碳含量，以及精准的温度控制，从而使每个炉次都能在氧枪吹停后立即出钢，不用等待检验步骤，也无需补吹氧气，大大提

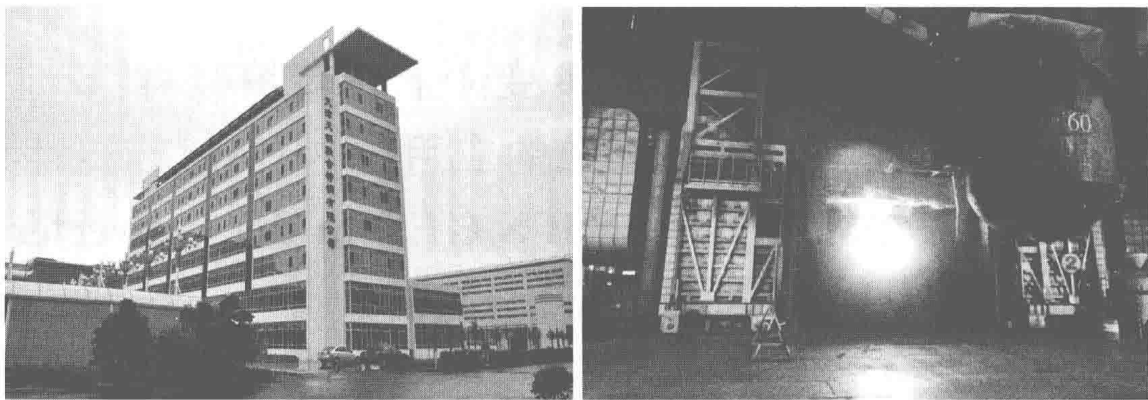


图 1 厂区和炼钢车间

高了转炉的生产效率，实现全自动化炼钢，同时炉体内衬侵蚀也明显降低。
该项目中使用的主要产品型号见表 1。

表 1

序号	名称	型号	数量	控制对象
1	功率模块 PM240-2	6SL3210-1PE21-4UL0	1	副枪旋转
	控制单元 CU250S	6SL3246-0BA22-1PA0	1	
2	功率模块 PM240-2	6SL3210-1PE31-5UL0	1	副枪提升
	控制单元 CU250S	6SL3246-0BA22-1PA0	1	
3	功率模块 PM240-2	6SL3210-1PE31-5UL0	1	副枪紧急提升
	控制单元 CU250S	6SL3246-0BA22-1PA0	1	
4	S7-400/CPU 414H	6ES7414-4HM14-0AB0	1	逻辑控制及保护

二、控制系统构成

该系统的网络分布如图 2 所示。

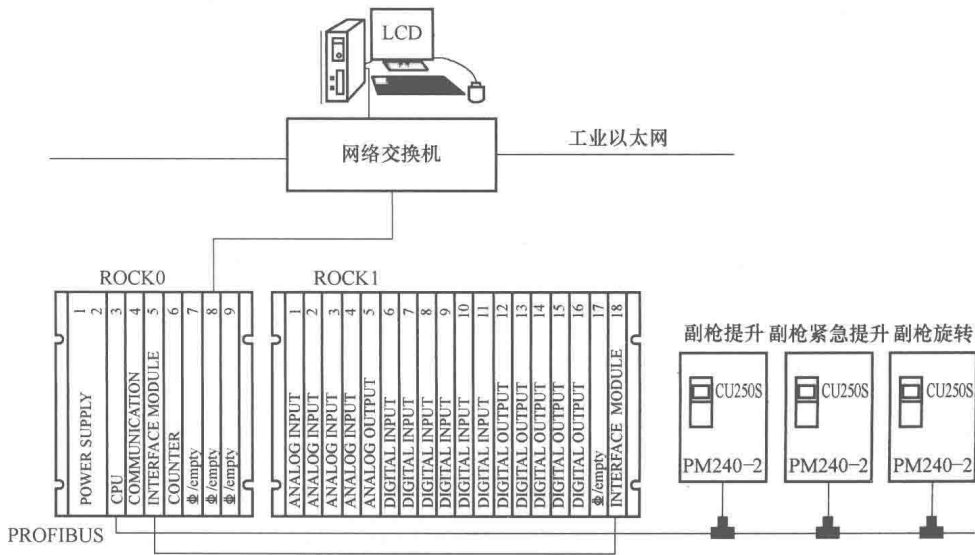


图 2 网络分布

S7-400 配置清单见表 2。

表 2

序号	名 称	型 号	数量
1	机架/RACK “UR2” (9 Slot)	6ES7 400-1JA01-0AA0	1
2	电源模块/power module “PS407” - 10A	6ES7 407-0KA01-0AA0	1
3	CPU 414H	6ES7 414-4HM14-0AB0	1
4	CP 443-1 ADVANCED	6GK7 443-1EX40-0XE0	1
5	接口模块/IM 460-1	6ES7 460-1BA01-0AB0	1
扩展机架			
6	机架/RACK “UR1” (18 Slot)	6ES7 400-1TA01-0AA0	1
7	开关量输入/digital input (32)	6ES7 421-1BL01-0AA0	6
8	开关量输出/digital output (32)	6ES7 422-1BL01-0AA0	5
9	模拟量输入/analog input (8)	6ES7 431-1KF00-0AB0	4
10	模拟量输出/analog output (8)	6ES7 432-1HF00-0AB0	1
11	接口模块/IM 461-1	6ES7 461-1BA01-0AA0	1
12	高速计数模块/FM 450-1	6ES7 450-1AP00-0AE0	1

驱动部分配置清单见表 3。

表 3

序号	名 称	型 号	数量
1	功率单元 PM240-2	6SL3210-1PE21-4UL0	1
2	功率单元 PM240-2	6SL3210-1PE31-5UL0	2
3	控制单元 CU250S	6SL3246-0BA22-1PA0	3
4	进线电抗器	6SL3203-0CE21-8AA0	1
5	出线电抗器	6SL3202-0AE21-8CA0	1
6	出线电抗器	6SE6400-3TC15-4FD0	1
7	制动电阻	6SL3201-0BE21-8AA0	1
8	制动电阻	JJY ; 023454020001	1

根据副枪的旋转和提升电动机的功率，选择 PM240-2 功率单元型号，并配置其他主要功率部分元器件，系统单线如图 3 所示。

操作站使用 WinCC 作监控画面，显示副枪的相关信息和传感器返回数据，如图 4 所示。

三、控制系统完成的功能

转炉副枪的控制动作，有以下三个部分。

1) 副枪旋转 副枪安装于主氧枪一侧。在实际的操作过程中，副枪枪体容易向主氧枪侧弯曲，所以副枪枪体下部可以通过旋转接头补偿其弯曲，并且需要周期性的旋转进行矫直。常规速度为

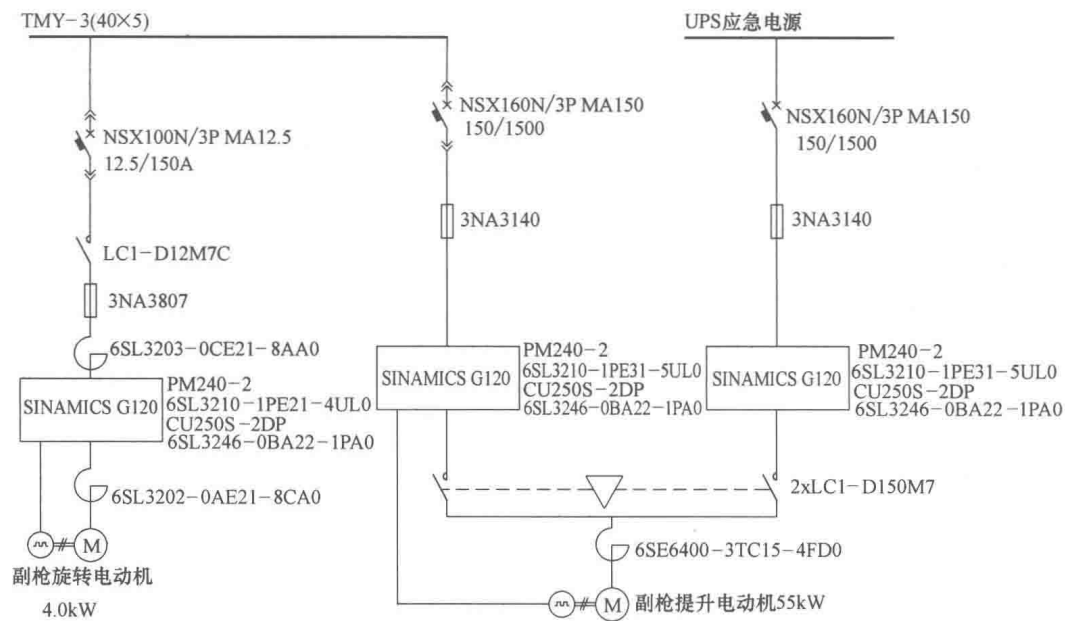


图 3 系统单线图

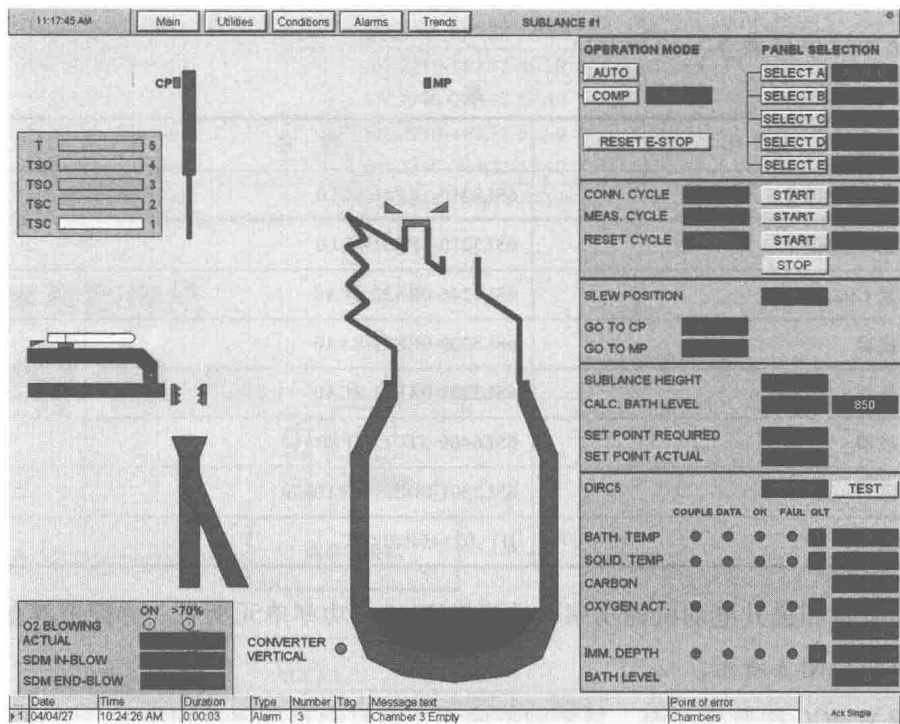


图 4 监控画面

1. 33r/min，定位速度为 0.27r/min，定位精度为正负 1cm，最大旋转角度为 104°。
- 2) 副枪提升 在转炉吹氧的过程中，可以手动或按照程序自动地下探到炉体熔池内，测量相关数据。高速为 2.5m/s，中速/事故速度为 0.6m/s，低速为 0.2m/s，定位精度为正负 1cm，最大行程为 18.8m。

3) 副枪紧急提升 如果正常供电回路因断电而无法工作，可以切换到紧急提升状态。副枪紧急提升的变频器由 UPS 供电，可以将副枪提升到安全位置，具体要求同副枪提升。

该项目难点在使用副枪测量熔池内钢水液位，设计 requirements 是高度误差控制在 2.5cm 以内。为了达到此功能，在副枪提升电动机上安装了一个绝对值编码器，其据脉冲数读出当前副枪的位置。副枪的枪头位置安装了 TSO 探头，用于探测钢水和钢渣中的氧含量和温度的差别，如图 5 所示。

钢水的液位在副枪提枪的过程中进行测量。将提枪的速度设置在低速为 0.2m/s，记录副枪的位置曲线、探头测量的氧含量曲线和温度曲线如图 6 所示。探头在低速经过钢水和钢渣分界面的时候，氧含量和温度都会出现跳变点 H_1 和 H_2 。这两个点对应副枪的位置曲线上的两个点，即为根据氧含量变化计算出的钢水液面高度 H_1 和根据温度变化计算出的钢水液面高度 H_2 。在正常情况下，这两个高度应该基本一致， $\Delta H \leq 2.5\text{cm}$ 的情况下，以氧含量跳变计算出的高度 H_1 为准。但是由于炉内熔池的情况复杂多变，副枪的探入位置容易偏向于主氧枪的吹制位置，则会造成氧含量和温度曲线的异常变化。此时若 $\Delta H > 2.5\text{cm}$ ，即判定这次液面测量失败，调整副枪的探入位置，重新测量。

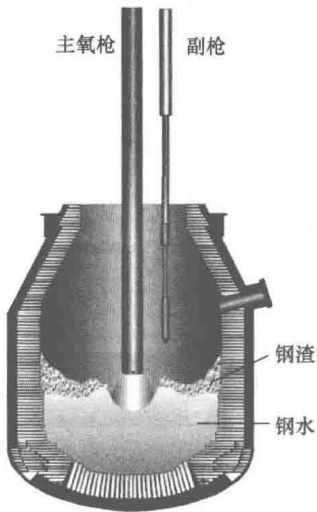


图 5 测量熔池内钢水液位

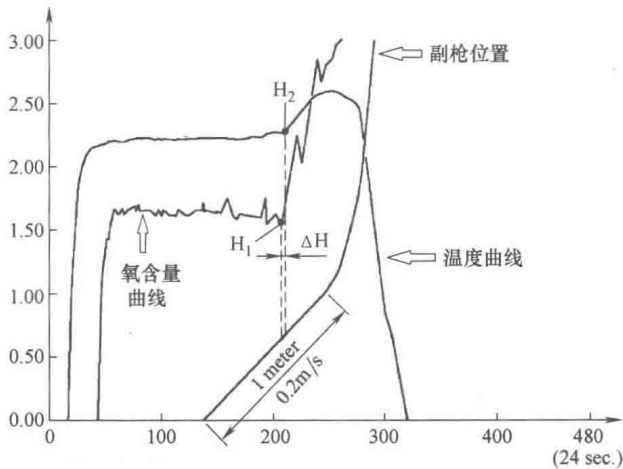


图 6 位置曲线、含氧量曲线和温度曲线

有关变频器的调试，相对比较简单。都是单驱动电动机，按照 G120 变频器的标准调试过程，先静态辨识，后动态辨识，带上机械负载以后利用 STARTER 的 Trace 功能，观察电动机的转速、电流及转矩波形，如图 7 所示。3 台变频器调试过程相同，在此不做复述。

四、项目运行

该系统与 2018 年 6 月初投入试运行，情况良好，每炉次工作时间从原先的 30min 到目前的



图 7 电动机的转速、电流及转矩波形

25min，缩短了 15%的冶炼周期。还可以精确地控制熔池温度和钢水成分，提高了钢水质量，减少了炉体内衬的消耗，提高了转炉寿命。业主准备对余下的两台转炉加装副枪系统。

五、应用体会

在项目的实际调试过程中，西门子公司产品的灵活性、开放性、完善的技术文档和专业的技术支持，使得工作可以顺利的进行。

在调试过程中，遇到了另一座转炉由于吹氧时间不够，造成钢渣结块，粘连炉口的情况。生产人员不得不使用拆炉机清理炉口和炉体内衬，如图 8 所示。



图 8 清理炉口和炉体内衬

可以看到炉口距离清理人员非常近，这类人工操作是具有一定的危险性，并且清理时间长，对炉体内衬破坏大。而使用转炉副枪以后，可以精确地控制熔池内的氧气含量、钢水成分和炉内温度等指标，防止钢水或钢渣凝结。从而最大限度地避免了使用人工清理炉体，提高了炉体使用寿命。

参考文献

- [1] 西门子（中国）有限公司 STEP 7 V5.5 Help Contents [Z].
- [2] 西门子（中国）有限公司 WinCC V7.4 Help Contents [Z].
- [3] 西门子（中国）有限公司 G120 调试手册 [Z].
- [4] 京唐钢铁联合副枪操作手册 [Z].
- [5] 黄希祜，钢铁冶金原理（第三版）[M].

基于 S120 的变频电源的设计与调试
Design and Commissioning of a Frequency Conversion
Power Supply based on S120 Frequency Converter

陶永正 王玉宝 章 锐

(北京卡尔工控科技有限公司 西门子工厂自动化工程有限公司 北京)

- [摘 要] 由于世界范围内的电网并不都采用相同的频率，因此针对诸如设备搬迁、测试设备、船舶岸基供电等应用，变频电源被广泛使用。本文以海洋石油 931 钻井平台甲板起重机变频电源系统为例，详细阐述如何采用通用变频器 S120 进行变频电源的设计及调试。
- [关 键 词] S120、变频电源
- [Abstract] Since grid systems around the world don't all operate at the same frequency, frequency conversion power supply is widely used to convert the grid electricity to the appropriate load frequency, especially for applications such as factory relocation, test facility, and shore-to-ship power supply etc. This paper introduces a frequency conversion power supply based on general-purpose S120 frequency converter which had been successfully used to feed two deck cranes on no. 931 offshore drilling platform, all the aspects regarding construction, dimensioning, and parameterization are described in details.
- [Key Words] S120、frequency conversion power supply

一、项目简介

海洋石油 931 钻井平台变频电源用于向两台甲板起重机提供 3AC 600V 60Hz 主动力电源及 3AC 220V 60Hz 辅助电源。这两台甲板起重机原为其他钻井平台购置，采用 60Hz 电源供电，而 931 钻井平台的电气系统频率为 50Hz，因此需要增加相应的变频电源装置。现场照片如图 1 所示。

931 钻井平台变频电源采用网侧谐波滤波器（LHF）+ S120 基本型整流模块（BLM）+ S120 电动机模块/逆变模块（MOM）+ 正弦波滤波器（SWF）+ 升压变压器结构，并设计有辅助开关设备。左右甲板起重机各有一套变频电源，通过母联开关连接。系统单线图如图 2 所示。每台起重机含有 2



a) 海洋石油931钻进平台



b) 右甲板起重机变频电源实物照片

图 1 现场照片

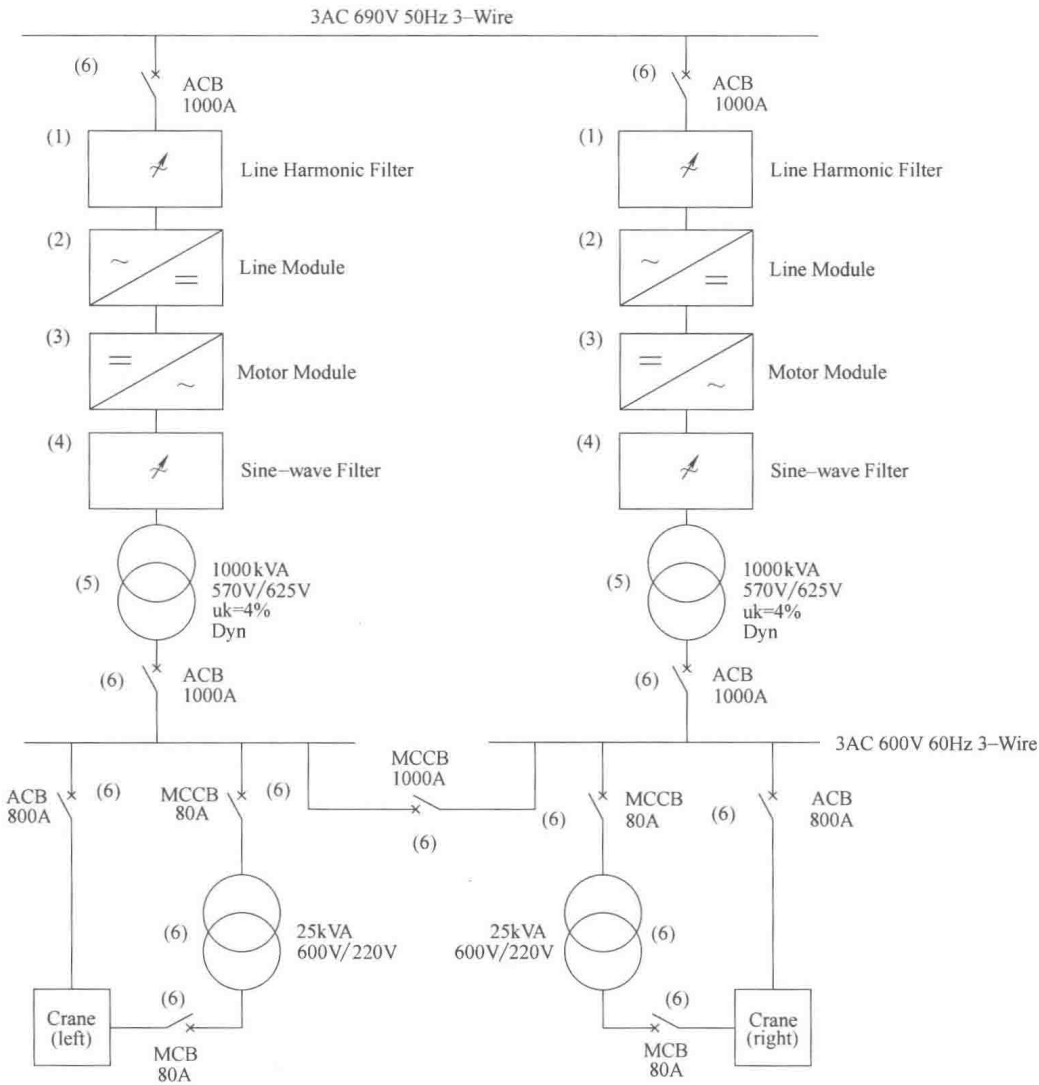


图 2 海洋石油 931 钻井平台变频电源单线图

台主液压泵电机，电气参数 3AC 600V 60Hz 275kW 326A，两台电机均采用星角切换起动方式，顺序投入运行。起重机具有自己的控制系统，变频电源仅用于向其提供电能，其中 3AC 600V 60Hz 主动力电源用于驱动两台主液压泵电动机及其控制电路；3AC 220V 60Hz 辅助电源主要用于驱动照明、加热器和空调等辅助设备。

二、控制系统构成

1. 变频电源的结构

变频电源的结构如图 3 所示。包含①进线电抗器/网侧谐波滤波器、②变频器、③正弦波滤波器、④升压变压器、⑤负载、⑥辅助开关设备和⑦电压反馈。

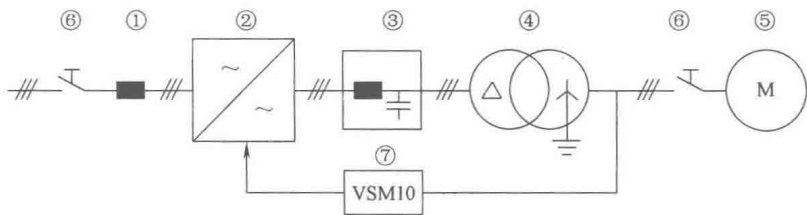


图 3 变频电源的结构

2. 选型计算

相关设备的选型及参数计算可参考文献 [1]。此外，应特别注意负载电动机的起动方式，或者说是起动电流对变频器的影响。如果电动机直接起动，其起动电流通常是其额定电流的 6~7 倍，即使电动机使用星角切换起动方式，在切换瞬间，仍然有可能产生与直接起动电流相当的电流冲击。根据实际经验，1.8~2.0 倍变频器额定电流 $\geq$ 电动机直接起动电流，升压变压器的变比应考虑在内。对于采用软起动器起动的电动机，其起动电流可通过软起动器进行设置，应根据起动电流和起动时间对变频器的过载能力进行校验。

海洋石油 931 变频电源的主要设备电气参数见表 1~表 5。

表 1 网侧谐波滤波器（LHF）电气参数

型 号	HTHF-800-7BB
制造商	中国航天科工集团第二研究院 706 所
功率/kW	800
额定电压/V	690 3AC 50Hz
额定电流/A	800
THD(V) (%)	<5

三、控制系统完成的功能

采用通用变频器 S120 实现变频电源的原理及参数设置如图 4 所示。有关功能图、参数描述以及 DCC 功能可参考文献 [2] [3]。

表 2 S120 基本型整流模块（BLM）电气参数

型 号	6SL3330-1TG41-4AA3
制造商	西门子公司
功率/kW	1100
额定电压/V	500 ... 690 V 3 AC
额定电流/A	DC 1400

表 3 S120 电动机模块/逆变模块（MOM）电气参数

型 号	6SL3320-1TG41-0AA3
制造商	西门子公司
功率/kW	1000
额定电压/V	DC 675 ... 1035V
额定电流/A	1025A 3 AC

表 4 正弦波滤波器（SWF）电气参数

型 号	SWF-800-7BB
制造商	中国航天科工集团第二研究院 706 所
功率/kW	800
额定电压/V	690 V 3AC 60Hz
额定电流/A	800
载波频率/kHz	2.5
THD(V) (%)	<5%
压降 (%)	<7%

表 5 升压变压器电气参数

型 号	CSFD-1000
制造商	泰州市海川电气制造有限公司
容量/kV · A	1000
额定电压/V	570/625
额定电流/A	1012.9/923.8
连接组别	Dyn11
短路阻抗 (%)	4.19

1. 输出电压给定及反馈

输出电压给定及反馈如图 4a 所示。输出电压的给定通过工艺调节器的固定设定值通道设置，其给定为百分数，参考值为 P2001，对于 500~690V 装置，其电压参考值通常为 1000V，因此，60%对应输出电压为 600V。电压反馈通过 VSM10 检测，由于 r3661、r3662 只反映 U_{ab} 、 U_{bc} 的瞬时值，因此必须通过适当的数学计算获得其有效值 U_{rms} 。

$$U_{\alpha} = U_{ab};$$
$$U_{\beta} = 1/S_{qrt}(3) * U_{ab} + 2/S_{qrt}(3) * U_{bc};$$

$$U_{rms}=S_{qrt} \left(U_{\alpha}^2+U_{\beta}^2 \right) /S_{qrt} \left(2 \right) .$$

U_{α} 、 U_{β} 为两相静止坐标系上的电压分量。

当系统过电流时，为了有效地抑制过电流，需要暂时冻结电压闭环调节器，其目的在于防止输出电压进一步升高，不利于过电流的抑制。通过一选择器，当系统过电流时（其表征量为r0056.12），将工艺调节器的给定 r2260 替代实际的电压反馈输入到工艺调节器的反馈通道，间接地实现冻结电压闭环调节器的目的。电压反馈部分的计算及选择由 DCC 编程实现。

2. 电压闭环控制

电压闭环控制通过变频器内置的工艺调节器实现，其原理如图 4b 所示。为提高电压闭环控制的性能，采用了电压预控环节，即 P2289=r2260，PI 调节器的输出仅用于补偿系统的压降。P2257 用于设定电压给定的斜坡上升时间，为防止电压上升过快导致系统过电流。P2261 为电压给定的滤波时间，由于已采用了电压预控，为保证调节器的对称性，因此，P2261 必须设置成与电压反馈滤波时间 P2265 同样的时间值。P2280、P2285 分别为 PI 调节器的增益和积分时间常数，为保证系统的稳定性，不使用 D 分量。由于电压给定与反馈均表示升压变压器二次侧电压，而调节器的输出 r2294 却作为变频器的电压输出，因此两者之间的比例关系，即变压器变比，必须通过 P2295 设定。P2267 为电压反馈的上限幅，当电压反馈超出 10% 时，立即触发故障停机。P2291 为调节器输出的上限幅，P2291=变压器二次侧额定电压+滤波器压降/变压器变比。

3. v/f 控制（P1300=19）

v/f 控制采用电压、频率相对独立的控制特性，即 P1300=19，以便对电压和频率进行单独调节。如图 4c 所示。频率给定通过固定设定值通道设置，对于系统默认的 50Hz 4 极电机，1500 r/min、1800r/min 意味着 50Hz 和 60Hz 的频率输出。P1082 必须设置成 1800r/min，以便能够输出 60Hz。旁路斜坡函数发生器。此外，为阻止滑差频率补偿、 $V_{dc\ max}$ 控制器、捕捉再起动，以及 v/f 振荡阻尼控制器对输出频率的干扰，P1335、P1280、P1200、P1338 必须设置为 0。 I_{max} 最大电流控制器也只能进行输出电压的调节，而不能影响输出频率，即 P1340、P1341 也必须设置成 0，以屏蔽 I_{max} 最大电流控制器的频率调节功能。电压闭环调节器的输出 r2294 作为 v/f 特性的电压给定，即 P1330=r2294，电压提升 P1310、P1311、P1312 设置为 0，以减少对输出电压的影响。

4. 顺序控制

顺序控制的主要目的在于顺序起、停整流器和逆变器，另一大主要功能是防止系统过电流，系统应先输出所需的频率，然后逐步提高输出电压。其逻辑框图及参数设置如图 4d 所示。该部分功能由 DCC 编程实现。

5. 频率与电压监控

为满足 EN50160 对电网质量的要求，频率波动应小于 2%，电压波动应小于 10%。频率与电压监控如图 4e 所示，当超出规定的范围后，将触发故障停机。该部分功能由 DCC 编程实现。