

2018 西门子工业专家 会议论文集（上册）

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

(上 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（上册）

西门子 S7-1500 在机器人与视觉定位中的应用	1
西门子自动化与驱动产品在全自动行车中的应用	13
基于 S7-1500 Software Controller CPU 的风电场功率控制系统	26
西门子自动化与驱动产品在安全带预紧壳体激光焊接系统中的应用	33
S7-300 在海上浮式输油管综合强度测试仪上的应用	47
S7-1500 在物流输送系统中的应用	53
S7-1500 在地铁站综合环境控制系统中的应用	62
西门子 S7-1500 PLC 和 PROFINET 通信网络在大型门式起重机控制系统中的应用	71
连钢热处理线 3#热处理炉自动控制系统设计与应用	79
西门子 RFID 产品在发动机装配线上的应用	90
西门子自动化及 RFID 系列产品在精铸自动制壳线控制系统的应用	99
西门子自动化与驱动产品在汽车涂装 VOC 治理系统中的应用	111
西门子自动化与驱动产品在矿热炉自动配上料系统中的应用	118
西门子 TIA Portal 软件及 S7-1500 控制系统在玻璃机械上的应用	135
西门子无线通信技术在空中自行小车上的应用	145
西门子自动化产品在真空磁控溅射镀膜控制系统的应用	154
西门子 S7-300 在烟草自动上梗系统中的应用	163
S7-1500 在垃圾焚烧发电行业的应用	172
S7-1500 系统在山东磐金钢管连轧管生产线加热炉中的应用	182
西门子自动化与驱动产品在不锈钢线材处理系统中的应用	193
西门子高端 PLC 和交换机在制丝集控系统中的应用	202
港口自动化集装箱轨道吊西门子 PLC 与 OCR 系统的数据通信	220
基于 S7-400 系列控制器的分布式系统在酱油智能生产线上的应用	234
西门子自动化产品在工业 4.0 实训生产线中的应用	247
S7-1500 在烟草物流高速条烟分拣系统中的应用	264
西门子 S7-1500 在卫生用品行业无纺布压花分切机的应用	272
西门子自动化与驱动产品在地铁屏蔽门系统中的应用	285

西门子自动化产品在五得利集团亳州工厂的应用	305
西门子产品在 AGV 行业自动铝屑回收系统中的应用	318
多台 S7-200 SMART 组网的分布式控制在大型立体车库的应用	329
S7-1200 PLC 在工业桥式起重机提升机构同步控制系统中的应用	334
基于有限状态机的 S7-1200 RS-485 自由口多从站轮询设计方法	345
TIA 在岸桥远程控制中的应用	353
S7-200 SMART PLC 在进口烫金机升级改造中的应用	366
卸料车定位自控系统设计与应用	372
博途环境下通过用户程序实现硬件 IO 自由组态的基本方法	380
西门子 PLC 在变风量空调系统当中的运用	396
航空智能柔性机加装配模型线	405
生物工程智能工厂建设技术的研究	417
西门子 Tecnomatix 与 S7-1500 PLC 配合实现虚拟调试与数字化双胞胎并在电池产线中的 应用	441
WinCC 在 66kV 变电所电能监控和管理中的应用实践	457
SIMATIC WinCC 在 LTCC 基板智能制造中的应用	472
基于 WinCC 平台的航天电器智能制造样板间 SCADA 系统	485
WinCC 软件平台在数字化矿山中的应用	495
WinCC OA 在新能源电池工厂 SCADA 系统中的应用	504
西门子 WinCC 在机械密封产品性能试验中的应用	515
制药行业定制化报表在 WinCC 中的实现	534
IPC3000 SMART 与 IFP 在备件库存管理系统中的应用	555
WinCC OA 在石家庄地铁 1 号线环境与设备监控系统（BAS）中的应用	564
基于 WinCC 平台的生产管家系统在纺织行业的应用	579
实现 WinCC 项目的互联网访问	595

西门子 S7-1500 在机器人与视觉定位中的应用

The application of SIEMENS S7-1500 in robot and visual positioning

王 升

(码捷(苏州)科技有限公司 苏州)

[摘 要] 本文介绍了 S7-1500 系列 PLC 在机器人与视觉定位中的应用, 对手动测试工位进行自动化升级改造, 使得工位的效率提高, 减少了人力成本, 且生产数据可追溯。

[关 键 词] 机器人、视觉、开放式通信、S7、PROFINET IO、GRAPH

[Abstract] This paper introduces that the application of S7-1500 series PLC in robot and visual positioning, It automates and upgrades the manual test station, which improves the efficiency of the workstation, reduces labor costs, and makes production data traceable.

[Key Words] Robot、Vision、OUC、S7、PROFINET IO、GRAPH

一、项目简介

1. 背景介绍

码捷(苏州)科技有限公司创建于 1968 年, 总部位于美国新泽西州, 是世界领先的激光全息条码扫描设备生产商之一, 现已加入霍尼韦尔集团。当前为了减少人力成本, 提高生产效率, 决定对测试 1900 系列扫码枪 PCB 工位进行自动化升级改造。原有手工站如图 1 所示, 升级后的自动化生产如图 2 所示。



图 1 手工生产

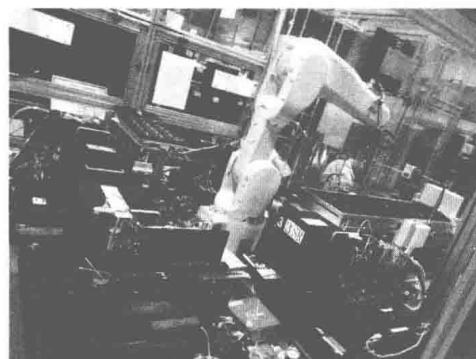


图 2 自动化生产

2. 项目工艺介绍

聚焦机将 PCB 上的透镜调整至最佳位置，然后进行点胶、UV 固化。原有流程是人工将 PCB 放入聚焦机聚焦，聚焦结束后人眼判断点胶效果，手动分拣良品、不良品。改造后的流程是人工一次将 8 个 PCB 放入载具，机器人从载具抓取 PCB 并依次放入 4 台聚焦机聚焦，聚焦结束后通过相机判断胶量，并对良品、不良品进行码垛放置。升级后流程最为关键的工艺是机器人把 PCB 的定位孔插入聚焦机的销钉，如图 3 所示，而机器人抓取 PCB 不可避免地会出现轻微的偏移，要保证 PCB 定位精度在 0.2mm，就必须使用相机对其进行位置调整。

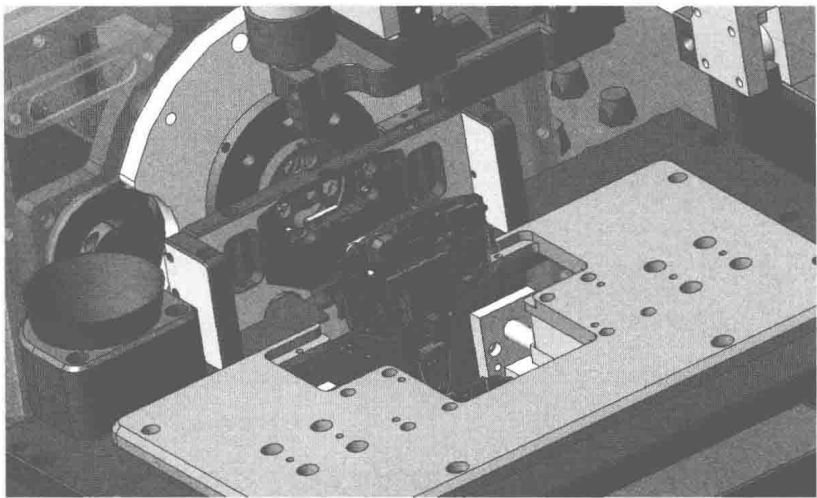


图 3 PCB 放入聚焦机

全局概览如图 4 所示，具体流程如下：

- 1) 上料与翻转：人工将 8 个 PCB 水平放入载具中，气缸将载具推至工位，带有夹爪气缸的伺服依次抓取 PCB，并放置在翻转气缸处进行 90° 翻转。
- 2) 机器人与相机：机器人抓取垂直的 PCB 至相机处拍照算出偏移值 X 、 Y 、 θ ，随后机器人对 PCB 进行偏移，最终放入聚焦机。
- 3) 上托盘：托盘通过传动带自动传入良品区，机器人将合格的 PCB 通过码垛放入良品的托盘中，不合格的 PCB 放入不良品区，托盘传送如图 5 所示。

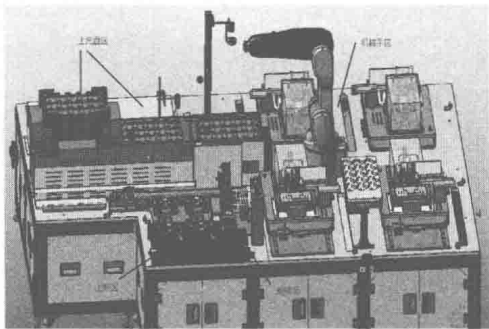


图 4 全局概览

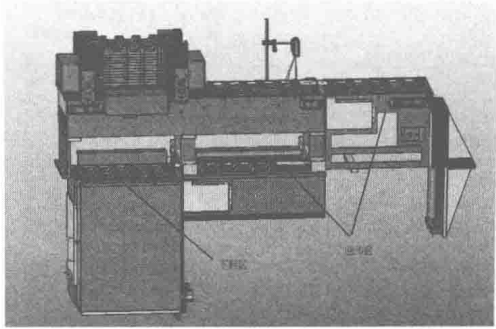


图 5 托盘传送

4) 下料：伺服对装满合格品的托盘进行垂直堆叠，满盘后由人工取走。

二、控制系统构成

1. 硬件配置

1) S7-1500 系列 PLC：整个控制系统的核心，具有强大的通信能力，使用 GRAPH 语言编写设备间的动作逻辑顺序。

2) S7-1200 系列 PLC：小型经济的 PLC 用于伺服的脉冲控制。

3) ABB 机器人：对 PCB 进行抓取与放置。

4) 2 台康耐视相机与 1 台工控机：1 台相机抓取 PCB 定位图像，另 1 台抓取 PCB 点胶范围图像，工控机根据图像分析出 PCB 偏移量与点胶量。

5) 4 台聚焦机与 4 台 PC：PC 控制聚焦机对 PCB 进行聚焦与点胶固化。

6) TP700 触摸屏：对整个项目设备进行控制、故障与通信诊断、数据存储。

2. 网络结构图

网络采用星形结构，如图 6 所示，S7-1500 与 1 台工控机、1 个机器人采用开放式通信，与 4 台聚焦 PC 采用 S7 通信，与 1 个 S7-1200 采用 PROFINET 通信。

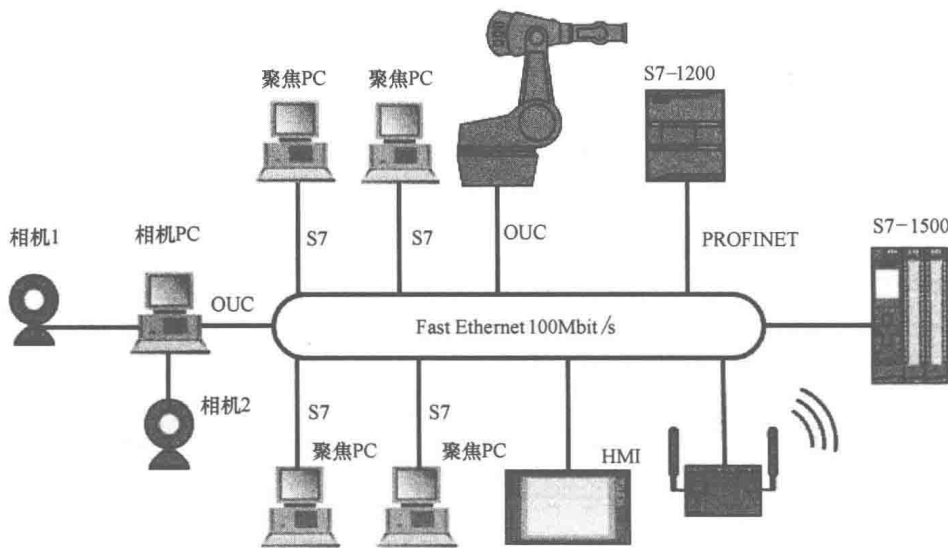


图 6 网络概览

三、控制系统完成的功能

1. 相机定位的实现

(1) 相机定位原理

机器人与相机总览如图 7 所示。

1) 平移。工件发生平移时，在拍照位置进行拍照后，与开始训练标准位置对比，Mark 点成像会产生偏移；Mark 点偏移量 $MD_x = CD_x$ 、 $MD_y = CD_y$ ；如图 8 所示即相机计算出的 Mark 点偏移量，可以直接补偿。

2) 平移和旋转。工件发生平移和旋转时，在拍照位置进行拍照后，与开始训练标准位置对比，Mark 点成像会产生偏移。

因为 Mark 点偏移量 $MD_x \neq CD_x$ 、 $MD_y \neq CD_y$ ，所以相机计算出的 Mark 点偏移量，不能直接补偿给机器人，需要计算出 CD_x 和 CD_y 及 CD_r 和 MD_r 然后补偿给机器人，机器人补偿后才能进行抓取，如图 9 所示。

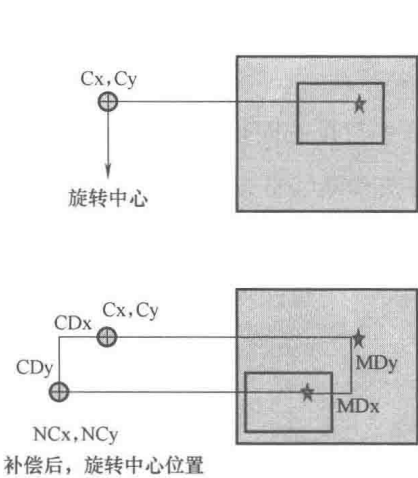


图 7 发生平移

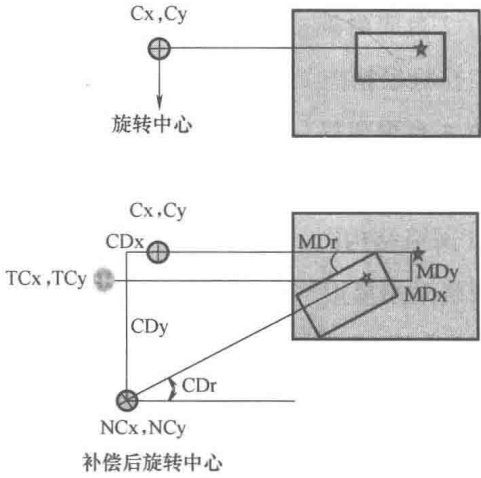


图 8 发生平移与旋转

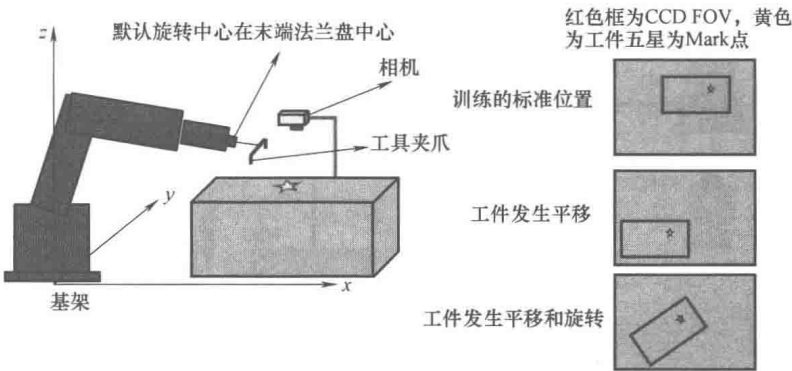


图 9 机器人与相机总览

3) 实际流程。首先要对相机坐标系与机械手坐标系进行标定，保证相机计算出的坐标与机器人一致。相机的位置要保持固定不变，机器人抓取的 PCB 在相机拍照处位置为 Pos1 并且相机拍取照片为 Pic1，PCB 定位孔准备水平放入聚焦机的销钉的位置为 Pos2，PCB 定位孔最终放入聚焦机的销钉的位置为 Pos3。

进行校正的 PCB 在 Pos1 拍取照片 Pic2，工控机通过比较 Pic1 与 Pic2 中 Mark 点之间的差异计算出偏移的 X 、 Y 、 θ ，换算出新的 Pos2'，放入最终 Pos3。如图 10 所示为实际拍摄的 PCB 照片。

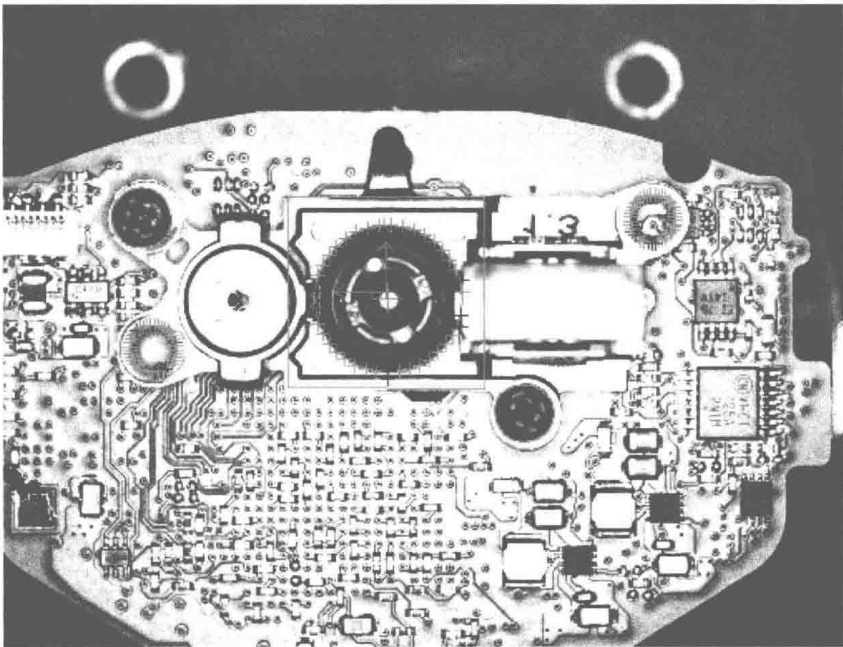


图 10 相机拍摄 PCB 照片

(2) 相机的工控机与 PLC 通信

PLC 与工控机之间通过开放式通信发送与接收固定长度的 BYTE（字节）数组，定义好对应 BYTE 的含义则可进行信息交互，如表 1 所示。对于浮点型数据，PLC 需要通过 SWAP 指令对 DWORD（双字）进行数据顺序更改，如图 11 所示，程序如图 12 所示。

表 1 PLC 与工控机通信格式

PLC 命令至相机		
	名称	定义
B0	相机 1 拍照命令	1:拍照（上升沿有效）
B1	相机 2 拍照命令	1:拍照（上升沿有效）
B2	编号	聚焦机编号
相机反馈至 PLC		
	名称	定义
B0	相机 1 反馈	1:成功 2:失败
B1	相机 2 反馈	1:成功 2:失败
B2	相机 1 曝光打开	1:曝光打开
B3	相机 2 曝光打开	1:曝光打开
B4	相机 1 状态	1:准备就绪 2:忙碌
B5	相机 2 状态	1:准备就绪 2:忙碌

(续)

相机反馈至 PLC		
	名称	定义
B10-17	X	X 偏移
B18-25	Y	Y 偏移
B26-33	θ	θ 偏移
B34-41	胶量	胶量

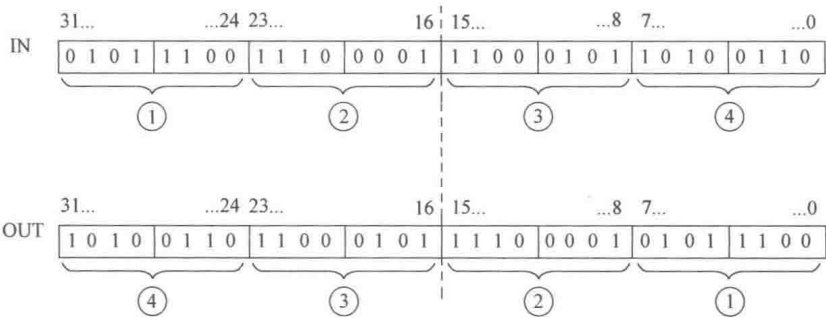


图 11 DWORD 字节顺序

```
"Offset".X := SWAP("CameraData".X);
"Offset".Y := SWAP("CameraData".X);
"Offset".Angle := SWAP("CameraData".Angle);
"GlueData".Glue := SWAP("CameraData".Glue);
```

图 12 SWAP 指令使用

2. 通过 PROFINET 实现对 PLC 的控制

S7-1200 作为 PROFINET IO 设备，S7-1500 作为 IO 控制器。这样 S7-1500 可以通过 S7-1200 的脉冲控制伺服，智能设备组态如图 13 所示。因为传输中的类型包含字符串，需要将状态 I 传至 DB，DB 命令覆盖至 Q，轴的通信内容如图 14 所示，程序如图 15 所示。

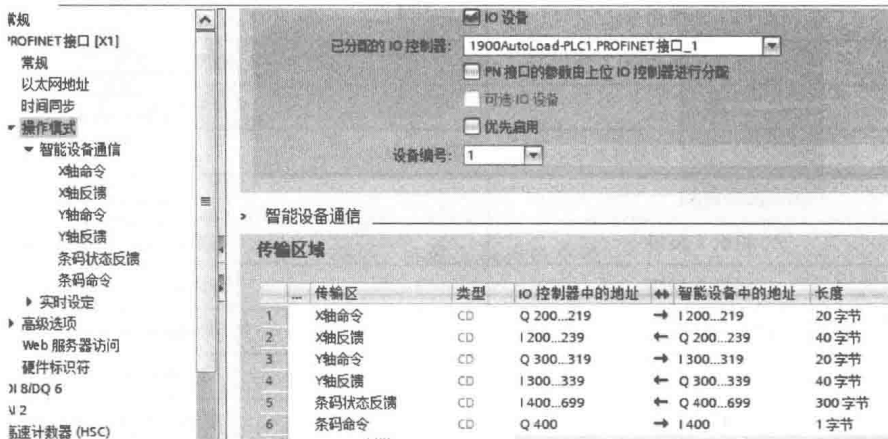


图 13 智能设备组态

X轴状态				X轴命令			
	名称	数据类型	偏移量		名称	数据类型	偏移量
1	Static			1	Static		
2	X			2	X		
3	Home_Done	Bool	0.0	3	Enable	Bool	0.0
4	Actual_Pos	Real	2.0	4	Safety	Bool	0.1
5	Axis_Error	Bool	6.0	5	JOG+_Cmd	Bool	0.2
6	Moving	Bool	6.1	6	JOG-_Cmd	Bool	0.3
7	Error_Type	String[20]	8.0	7	Reset_Cmd	Bool	0.4
8	Error_ID	Word	30.0	8	Relative+_Cmd	Bool	0.5
9	Error_INFO	Word	32.0	9	Relative-_Cmd	Bool	0.6
10	X轴硬件故障反馈	Bool	34.0	10	Stop_Cmd	Bool	0.7
				11	Home_Cmd	Bool	1.0
				12	Absoulute_Cmd	Bool	1.1
				13	Absolute_Pos	Real	2.0
				14	Relative_Pos	Real	6.0
				15	JOG_Speed	Real	10.0
				16	Move_Speed	Real	14.0

图 14 轴的通信内容

```
//Receive
POKE_BLK(area_src := 16#81,
         dbNumber_src := 0,
         byteOffset_src := 200,
         area_dest := 16#84,
         dbNumber_dest := "X轴状态",
         byteOffset_dest := 0,
         count := 40);

//Send
POKE_BLK(area_src := 16#84,
         dbNumber_src := "X轴命令",
         byteOffset_src := 0,
         area_dest := 16#82,
         dbNumber_dest := 0,
         byteOffset_dest := 200,
         count := 20);
```

图 15 DB 对 IQ 存储区读写

3. 聚焦 PC 与 PLC 通信

聚焦 PC 主动与 S7-1500 建立 S7 连接，聚焦 PC 对定义好的 DB 字节数组读与写，双方起到交换信息的作用，通信格式见表 2。

表 2 与聚焦 PC 通信格式

PLC 至聚焦机命令		
DB *	含义	内容
B0	手自动	1:自动,2:手动
B1	命令	1:开始测试
聚焦机反馈至 PLC		
DB *	含义	内容
B0	看门狗	累加:PLC 发现数值 2s 内不变则通信中断

(续)

聚焦机反馈至 PLC

DB *	含义	内容
B1	反馈状态	1:准备就绪,2:忙碌,3:有产品,4:出现故障
B2	执行结果	1:OK,2:NG
B3	点胶判断	1:点胶前,2:点胶后
B4-103	错误代码	长度为 100 的字符串

4. 项目中的难点分析

- 1) S7-1500 支持多种工业以太网协议。选用哪种通信协议最简单、最经济、最安全是非常关键的。
- ① 与相机的工控机通信采用开放式通信，因为仅相机数据传输，那么开放式通信无疑是最简单的。
- ② 与 4 台聚焦机 PC 通信采用 S7 通信，因为机器人要将 PCB 放入聚焦机内聚焦，那么聚焦机的当前安全状态需要实时了解，通过 S7 协议，PC 可以将当前状态不断写入 PLC 的 DB，让 PLC 进行判断。
- ③ 与 S7-1200 采用 PROFINET 通信，因为 S7-1200 支持 PROFINET IO，而且 PROFINET 实时性非常高（可以达到 5ms 以内），S7-1200 组态 IO 映射后，S7-1500 程序中可以直接使用 IO，非常简单。
- 2) 项目中使用多种通信协议，针对不同协议诊断的方法也不一样。
- ① 对于开放式通信，通过调用系统 T-DIAG 功能块进行诊断，对于读出的 Result. State 进行判断，程序如图 16 所示，State 说明如表 3 所示。

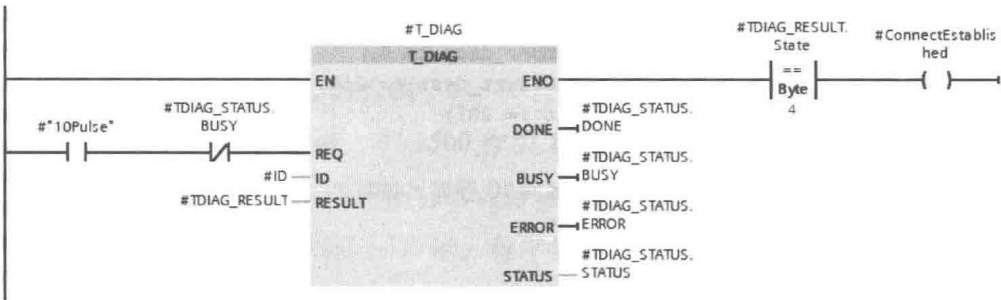


图 16 开放式通信诊断程序

表 3 State 说明

名称	数据类型	说 明
State	Byte	连接端点的当前状态 • 0x00:未使用 • 0x01:连接已终止。临时状态,例如,调用 • 0x02:主动连接端点正尝试与远程通信伙伴建立连接 • 0x03:被动连接端点正等待与远程通信伙伴建立连接 • 0x04:连接已建立 • 0x05:正在终止连接。这可能是因为调用了“T_RESET”或“T_DISCON”指令,其他可能的原因是协议错误和中断

② 对 PROFINET IO 设备诊断，通过调用系统 DeviceStates 功能块进行诊断，程序如图 17 所示，因为设备编号为 1，位 1 为 True 代表 IO 设备存在，如图 18 所示。

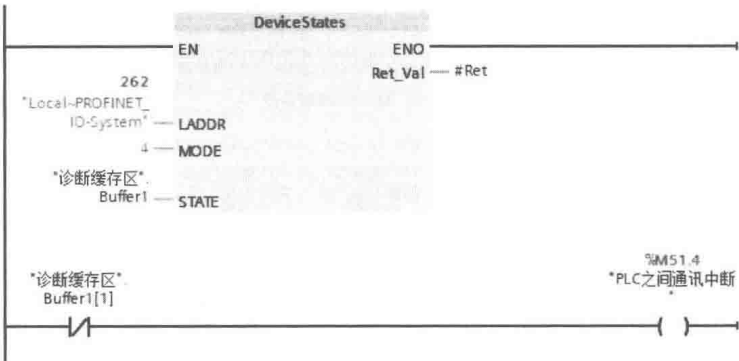


图 17 IO 设备诊断程序

名称	数据类型	起始值	监视值
Static			
Buffer1	Array[0..2013] of B...		
Buffer1[0]	Bool	false	TRUE
Buffer1[1]	Bool	false	TRUE
Buffer1[2]	Bool	false	FALSE
Buffer1[3]	Bool	false	FALSE
Buffer1[4]	Bool	false	FALSE
Buffer1[5]	Bool	false	FALSE
Buffer1[6]	Bool	false	FALSE
Buffer1[7]	Bool	false	FALSE
Buffer1[8]	Bool	false	FALSE
Buffer1[9]	Bool	false	FALSE
Buffer1[10]	Bool	false	FALSE
Buffer1[11]	Bool	false	FALSE
Buffer1[12]	Bool	false	FALSE
Buffer1[13]	Bool	false	FALSE
Buffer1[14]	Bool	false	FALSE

图 18 诊断缓存

③ 对 S7 通信诊断，因为 S7 通信为单边通信，所以 PC 需要不断地对固定字节进行累加写入，PLC 通过判断字节累加与否从而得知连接状态，如表 2 聚焦机反馈至 PLC 字节 B0 所示。

3) PLC 需同时协调多种设备的流程动作与通信，GRAPH 语言是最佳选择，如何快速诊断出 GRAPH 中的互锁、监控、跳转条件，是保证生产稳定性的关键。

① 使用 HMI 中 GRAPH 总览控件，可以看到当前的步号，互锁、监控条件以及转换条件、动作的名称，如图 19 上半部分所示。

② 使用 HMI 中 PLC 代码视图控件，直接显示 GRAPH 源程序，互锁、监控条件一条条列出来，如图 19 下半部分所示。

4) 生产数据的可追溯对于故障分析、工艺改进起至关重要的作用。但对于没有 MES 和 SCADA



图 19 GRAPH 诊断

的项目来说，如何通过简单的方式让生产工程师查看生产数据就成了难点，以往的解决方法是通过 HMI 将数据存入 U 盘，但查看数据需要 HMI 反复上电插拔 U 盘，这样很不方便。PLC 中的数据记录功能可以通过编程选择时间点来记录多条数据，PC 或者手机通过 CPU 集成的 Web 服务器功能查看，生成的数据日志如图 20 所示，访问数据日志的 CSV 文件如图 21 所示。

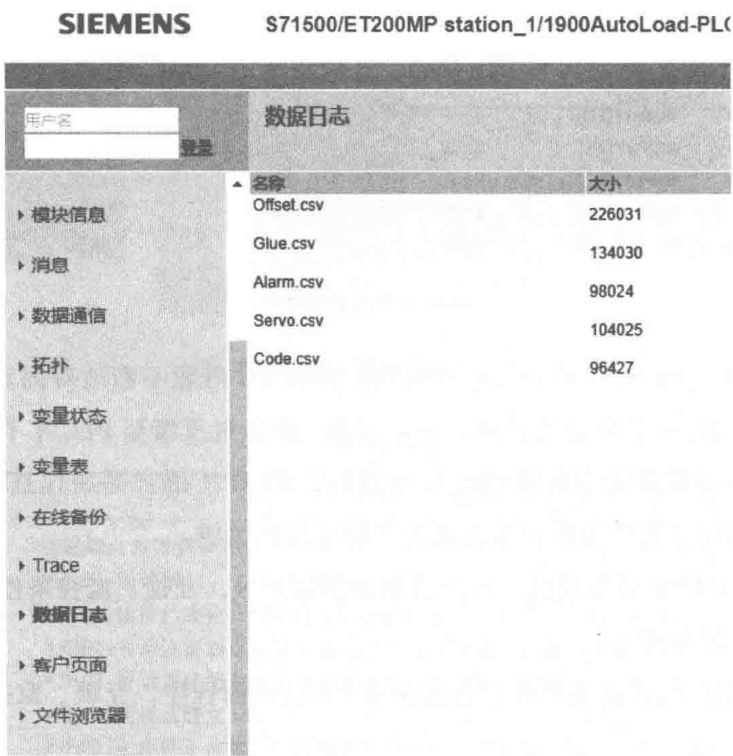


图 20 生成数据日志

A	B	C	D	E
SeqNo	Date	UTC Time	Glue	FocusNum
34001	6/11/2018	8:51:49 AM	51.81089	2
34002	6/11/2018	8:52:13 AM	54.42483	3
34003	6/11/2018	8:52:29 AM	59.53656	1
34004	6/11/2018	8:52:46 AM	75.25273	4
34005	6/11/2018	8:53:16 AM	48.03673	2
34006	6/11/2018	8:53:37 AM	52.21244	3
34007	6/11/2018	8:53:53 AM	56.7443	1
34008	6/11/2018	8:54:10 AM	70.29494	4
34009	6/11/2018	8:55:05 AM	55.83936	3
34010	6/11/2018	8:55:21 AM	57.68796	1
34011	6/11/2018	8:55:37 AM	91.08507	2
34012	6/11/2018	8:56:03 AM	73.92186	4
34013	6/11/2018	8:56:23 AM	53.49695	3
34014	6/11/2018	8:56:38 AM	58.20138	1
34015	6/11/2018	8:58:00 AM	56.80979	1

图 21 生成的 CSV 文件

四、项目运行

1900 系列测试 PCB 工位自动化改造于 2018 年 1 月 15 日完成，系统投入试运行。

项目完成后减少了 3 个操作员的人力成本，人工操作得到简化，避免了人为产生的错误，提高了生产效率，同时自动化生产一致性高，生产数据可追溯。

五、应用体会

如今工业以太网逐渐代替传统的现场总线，西门子 PLC 在工业以太网通信中灵活、稳定、安全、实时性高。1900 系列项目经过半年的实际使用，通信稳定性极高，还未出现过任何错误，如图 22 所示。项目使用的 CPU1511 是 S7-1500 系列 CPU 最经济的一款，同时连接 8 台设备，使用 4 种不同协议，仅占到通信资源的 20%，剩余资源依旧富余，如图 23 所示，这充分体现了西门子公司产品通信性能的强大。

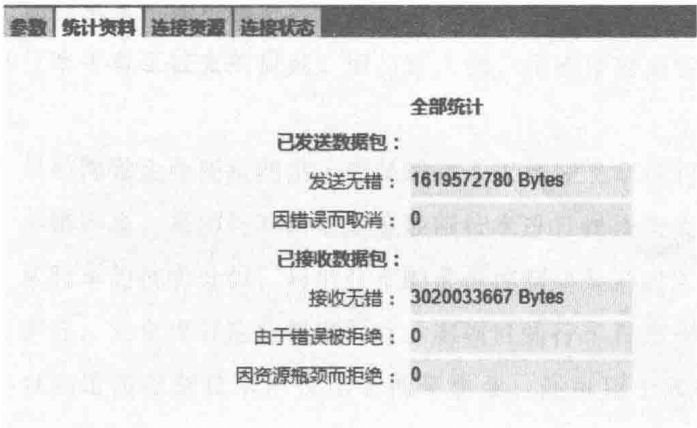


图 22 通信统计

	站资源					模块资源	
	预留		动态			CPU 1511-1 PN (RD/S1)	
	最大	已组态	已用	已组态	已用	已组态	已用
最大资源数：	10	10	54	54	64	64	
PG 通信：	4	-	2	-	0	-	2
HMI 通信：	4	4	4	0	0	4	4
S7 通信：	0	-	0	0	5	0	5
开放式用户通信：	0	-	0	0	2	0	2
Web 通信：	2	-	1	-	0	-	1
其它通信：	-	-	0	0	0	0	0
使用的总资源：	4	7	0	7	4	14	
可用资源：	6	3	54	47	60	50	

图 23 连接资源

参考文献

[1] 西门子（中国）有限公司 SIEMENS AG. TIA Portal V14 帮助 [Z]. 2017.

[2] 西门子（中国）有限公司 SIEMENS AG. Machine and Plant Diagnostics with ProDiag [Z]. 2017.