

# 基于 SIMATIC NET 的数控磨床车间 SCADA 系统设计

陈振友<sup>1</sup>, 吴智政<sup>1</sup>, 许树业<sup>1</sup>, 罗攀<sup>1</sup>, 高思帅<sup>2</sup>

(1. 上海大学 机电工程与自动化学院, 上海 200444;

2. 浙江杰克机床股份有限公司, 浙江 台州 318000)

**摘要:** 针对公司对数控磨床车间的掌控力度不足问题, 提出了基于西门子通信技术的数控磨床车间数据采集与监控系统, 通过 SIMATIC NET 工业以太网, 实现 SIMATIC NET OPC 服务器与西门子数控系统中的 S7 系列 PLC 进行数据交换, 进而利用 SIMATIC NET 所提供的通信模块把数据提供给 SIMATIC NET OPC 客户端; 在数控磨床车间 SCADA 系统中, 采用 WinCC 作为 SIMATIC NET OPC 的客户端, 同时开发了基于 VB 高级语言的 SIMATIC NET OPC 客户端, 以增加 SCADA 系统的功能; 基于 SIMATIC NET 的 SCADA 系统实现了对数控车间的数据采集与设备监控, 为公司下阶段的信息化建设奠定了基础。

**关键词:** 数据采集与监控系统; 通信技术; 用于过程控制的 OLE; 可编程逻辑控制器; 视窗控制中心

## Design of SCADA System for CNC Grinder Workshop Based on SIMATIC NET

Chen Zhenyou<sup>1</sup>, Wu Zhizheng<sup>1</sup>, Xu Shuye<sup>1</sup>, Luo Pan<sup>1</sup>, Gao Sishuai<sup>2</sup>

(1. School of Mechatronic Engineering and Automation, Shanghai University, Shanghai 200072, China;

2. Zhejiang Jack Machine Tool Co. Ltd., Taizhou 318000, China)

**Abstract:** In order to solve the problem of insufficient control of CNC grinder workshop, a SCADA system based on SIMATIC NET for CNC grinder workshop is proposed, which is based on SIMATIC NET industrial Ethernet. The data exchange between SIMATIC NET OPC server and S7 series PLC in Siemens NC system is realized, and then the data is supplied to SIMATIC NET OPC client by using the communication module provided by SIMATIC NET. In the SCADA system of CNC grinder workshop, WinCC is used as the client of SIMATIC NET OPC, and the SIMATIC NET OPC client based on VB language is developed to increase the function of SCADA system. The SCADA system based on SIMATIC NET realizes the data acquisition and equipment monitoring of the NC workshop, which lays a foundation for the next stage of the information construction of the company.

**Keywords:** data acquisition and monitoring system; communication technology; OPC; PLC; windows control center

## 0 引言

随着企业信息化建设的推动及加工车间自动化与管理水平的提高, 监控与数据采集 (Supervisory Control And Data Acquisition, SCADA) 系统在自动化车间中得到越来越广泛的应用, 通过与数控系统、PLC 等设备进行通讯, 实现机加工车间生产数据、设备状态、刀具剩余量、产品质量数据、报警信息等关键信息的采集与监控<sup>[1-2]</sup>。SCADA 系统在国际标准 ISA-95 模型定义的制造企业信息系统层级中处于制造运营管理 (MOM, Manufacturing Operations Management) 层, 在 MOM/MES 与控制系统 (如 PLC、DCS、OCS 等) 层之间起着信息交换及控制底层设备的作用<sup>[3-4]</sup>, 是企业信息系统的功能核心。

现在某数控磨床车间主要批量生产轴类零部件, 根据轴类零部件的工艺需求, 采用三至六台 JACK MK1320 数控外圆磨床 (半防护) 进行组线, 并配置传送装置用于轴类零部件的传送, 传送装置有单独的 S7-200 系列 PLC (226 型 CPU) 控制。该车间中的 JACK MK 1320 数控磨床 (半防护) 采用西门子 SINUMERIK 808D Advanced 数控系统, 并配置有龙门式行架机械手用于自动加工及上下料、自动测量仪用于在线检测零部件的端面 and 径向尺寸、砂轮直径测量装置用于砂轮直径的检测与补偿等。尽管该车间实现了一定的自动化水平, 但是对磨床线组的掌控力度不强, 同时为配合公司下一阶段信息化建设, 在自动化的基础上须构建车间物联网及数据采集系统。因此, 本文设计了基于 SIMATIC NET 的数控磨床车间 SCADA 系统, 实现了对磨床和自动化设备的数据采集、在线监控、故障再现、生产统计等功能, 有效地提高了数控磨床车间的生产效率与管理水平, 为公司下一阶段的信息化建设奠定了一定的基础。

收稿日期: 2018-06-25; 修回日期: 2018-08-13。

**作者简介:** 陈振友 (1991-), 男, 安徽省阜阳市人, 硕士研究生, 主要从事机电系统控制与智能制造方向的研究。

吴智政 (1971-), 男, 浙江省建德市人, 教授, 博士生导师, 主要从事复杂控制系统与智能制造方向的研究。

## 1 系统总体方案设计

在数控磨床车间 SCADA 系统硬件连接图(见图 1)中, 西门子 SINUMERIK 808D Advanced 数控系统以及磨床数组传送装置使用的 PLC 为西门子 S7-200 系列 PLC, 因此把西门子 S7-200 系列 PLC 作为数控磨床车间 SCADA 系统的数据收集器, 通过数控系统 PLC 收集测量装置与传感器获取的信号、数控系统操作面板(manual control panel, MCP)信号、数控(Numerical Control, NC)信号、数控系统人机交互界面(Human Machine Interface, HMI)信号以及 PLC 参数, 通过传送装置的 PLC 获取传送装置上的倍率开关、按钮、传感器等数字信号与模拟量信号。

在本文数控磨床车间 SCADA 系统中使用 SIMATIC NET 在 PC 机上建立 OPC 服务器及通讯模块, 使用 SIMATIC NET OPC 通过 SIMATIC NET 工业以太网与西门子 SINUMERIK 808D Advanced 数控系统及传送装置中的 S7 系列 PLC 进行数据交换, 进而通过 SIMATIC NET 所提供的通信模块把数据提供给 OPC 客户端, 实现对数控磨床车间数据采集与设备监控。

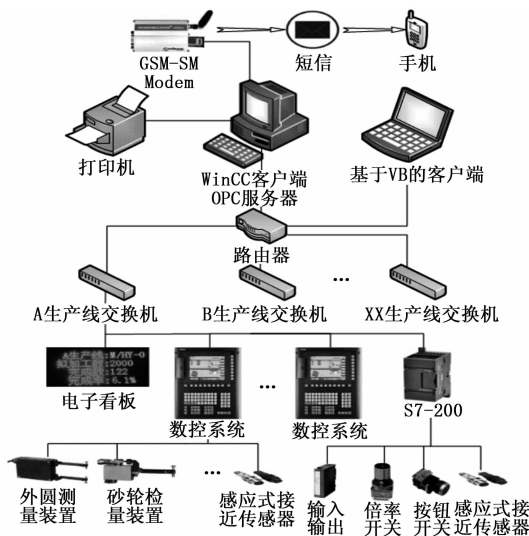


图 1 SCADA 系统硬件拓扑图

采用西门子工业软件 WinCC V7.3 作为 SIMATIC NET OPC 客户端, 同时为弥补 WinCC 的不足, 开发了基于 VB 高级语言的客户端。鉴于 WinCC 强大的脚本功能, 使用在 WinCC 中添加 VB 脚本或者 C 脚本的方式, 把相关数据以过程变量触发的方式导出文本, 为电子看板提供所要显示的生产数据以及 GSM-SM Modem 所要发送的报警文本。电子看板与 GSM-SM Modem 采用二次开发的方式实现。

数控磨床车间 SCADA 系统功能如下。

1) 设备管理: 设备台账(记录设备购入日期、编号、规格型号、提供商与生产厂家, 以车间布局图的形式显示设备的放置地点, 根据设备购入日期与使用时间自动更新设备的使用年限、折旧值等)、设备状态监控、设备维护与

定期保养计划、设备 OEE;

2) 生产管理: 生产实时监控、生产量历史数据查询与报表统计、CNC 加工代码从远程 PC 端传至数控系统及在 PC 客户端远程选择数控系统所要执行的加工代码;

3) 砂轮管理: 实时显示每台数控磨床的砂轮当前直径, 以折线图的形式展现砂轮直径的变化趋势;

4) 故障报警系统: 数控磨床与自动化设备发生故障需要维护或者砂轮磨损到最小直径需要更换砂轮时, PC 客户端显示报警文本故障呼叫、异常呼叫、短信提醒;

5) 电子看板: 综合看板(属于车间级电子看板, 用于显示车间生产计划与进度、各生产线设备状态与生产量等)、生产线级看板(显示内容可参考图 1 中的电子看板);

6) 数据采集: CNC 数据采集、PLC 数据采集、自动化设备数据采集。

## 2 系统实现

### 2.1 基于西门子通信技术的系统网络构建

SIMATIC NET 是西门子通信网络和产品整个系列的名称, 为完善的工业化控制系统的通讯提供部件和网络, 同时提供包括 OPC. SimaticNet、OPC. SimaticNet. AE、OPC. SimaticNET. DP、OPC. SimaticNET. PD、OPC. SimaticNetAlarms、OPCServer. WinCC 等在内的多个 OPC Server 服务器, 为数据的外部访问提供的主要接口为自定义接口与自动化接口<sup>[5]</sup>。

SIMATIC NET 使用的两种通信网络是 PROFIBUS 与工业以太网。PROFIBUS 是一种用于工业自动化和现场设备的开放式且符合国际标准的现场总线。SIMATIC NET 工业以太网以 ISO-OSI 参考模型的各个层为基础, 可以与 SEND/RECEIVE 协议、S7 协议、S7 协议(容错)、SNMP 协议、PROFINET IO 等协议结合使用, 能够满足工业应用的各项要求。对于这两种网络, 可用的协议允许在自动化组件和设备之间进行全集成通信<sup>[6]</sup>。

SIMATIC NET 提供的 SIMATIC NET OPC (OLE for Process Control) 服务器是一个用于过程控制和制造业自动化的工业标准。OPC Server 作为数据源的 OPC 元件把原始数据从底层设备采集到 OPC 应用程序, 支持 S7 通信、开放式通信服务(SEND/RECEIVE)、PROFIBUS DP 和 FDL、SNMP、PROFINET IO 等通信功能<sup>[7]</sup>。

#### 2.1.1 建立车间网络

CP 243-1 工业以太网通讯处理器提供与 S7-OPC 的连接, 主要的功能是具有 S7 通讯, 可访问 S7-200、S7-300、S7-400 控制器, 重要的是 CP243-1 可以对工业以太网的数据通讯进行预先格式化, 通过带有 RJ45 水晶头的标准网线与 OPC Server 进行数据交换<sup>[8]</sup>。对于无法直接连接到工业以太网中的 S7-200 PLC (226 型 CPU), 配置 CP243-1 以太网通讯处理器, 具体配置过程如下:

1) 硬件配置: 安装 CP243-1 处理器, 使用 PC/PPI 电

缆或 PC Adapter USB 连接 S7-200 与 PC;

2) 软件配置: 使用 3.2.1 SP1 或以上版本的 STEP 7 Micro/WIN 32 成功访问到 S7-200 CPU 后, 通过以太网向导工具对 CP243-1 模块进行组态, 设置 IP 地址和生成子程序。

对支持以太网通讯的西门子 SINUMERIK 808D Advanced 数控系统、电子看板, 分别使用数控系统 HMI、电子看板系统配置软件直接配置一个 IP 地址。

在为每条生产线上的所有数控系统、电子看板及传送带的 PLC 分配一个固定的 IP 地址后, 连接到各生产线的网络交换机, 然后把网络交换机、上位机与路由器相连接, 可参考图 1 SCADA 系统硬件拓扑图所示。GSM-SM Modem、打印机与装有 SIMATIC NET OPC 服务器的电脑通过 USB 连接。

### 2.1.2 通讯组态

SIMATIC NET PC Software V13 软件是 SIMATIC NET 的通信产品, 安装此软件会安装包含 SOFTNET-IE S7 (可连接少于 8 个数控系统或 PLC)、SOFTNET-IE S7 Lean (可多于连接 8 个数控系统或 PLC) 等在内的所有 SIMATIC NET PC 软件产品。安装 SIMATIC NET PC Software V13 软件后, 在 PC 中完成 OPC Server 的建立及通讯配置, 步骤如下<sup>[9-10]</sup>:

1) 使用西门子 TIA Portal 软件对西门子 SINUMERIK 808D Advanced 数控系统及已配置以太网通讯模块的 PLC 进行网络端口信息的分配和组态, 并生成配置文件;

2) 将生成的配置文件导入 SIMATIC NET 提供的接口软件“Station Configurator”中;

3) 使用 SIMATIC NET 提供的“Communication Setting”, 进行通讯设置。

OPC Scout V10 是 SIMATIC NET 提供的一款专门用于调试和测试 OPC 系统的工具, 具有浏览显示 PG/PC 上可用的 OPC 服务器、测试连接的对象、读写变量数值、显示报警、S7 连接诊断等功能。完成以上工作, 可使用 OPC Scout V10 软件检测 OPC 服务器是否可用与各个子连接 (如 S7\_Connection\_1) 是否建立与连接。

### 2.2 PLC 数据分析与处理

PLC 是自动化控制中的主流控制设备, 也是制造企业信息系统的核心元件, 起到控制底层设备、收集传感器与执行器信号等重要作用。

在数控磨床车间 SCADA 系统方案中, 是通过 PLC 实现 SIMATIC NET OPC Server 与数控系统进行数据交换的, 因此在建立 OPC 客户端之前, 必须根据客户需求, 对 PLC 端的数据进行分析、处理, 确定需要采集的 PLC 变量, 以便后续工作的顺利进行。对于数控系统中的 NC 数据无法直接被 OPC Server 直接获得, 同时有些功能需要利用 PLC 来实现, 因此需要在不改变且不影响原数控系统 PLC 变量与

程序的前提下, 使用 PLC Programming Tool 软件上载数控系统 PLC 程序, 在 PLC 中进行以下工作<sup>[11-13]</sup>:

1) NC 数据到 PLC 数据的转换。需要转换的是 15 个 R 参数, 通过编写 PLC 程序把 R 参数的数值读到 PLC 变量中。

2) 使用 PLC 实现加工代码的远程选择。通过在客户端中触发控件改变相关 PLC 参数, 进而调用 PLC 程序, 修改 DB1700.DB1000 的值来实现。车间磨床上存储的加工代码数量不同, 为每台磨床编写不同的子程序会导致工作量变大。图 2 中“Select\_Program”程序块实现了不同机床“加工代码的远程选择”程序的统一, 通过改变“Select\_Num”的值且对“Comfirm\_Key”进行置位即可选择对应加工代码, 同时生产量“Planned\_N”、“Invalid\_N”、“Valid\_N”被初始化处理。

3) 生产量统计。在 PLC 中添加如图 2 中的“Production\_Statistics”子程序块, 使用磨床尾夹控制信号 (Q2.4) 与工件未达标报警变量 (DB1600.DBX4.3, DB1600.DBX4.5) 实现有效生产量、无效生产量的粗略统计。

除了在 PLC 中进行以上工作, 还进行了一些简单的数据处理。而对于传送带上 PLC 所收集的数据, 可直接选择相应的 PLC 参数进行使用, 无需进行数据处理。

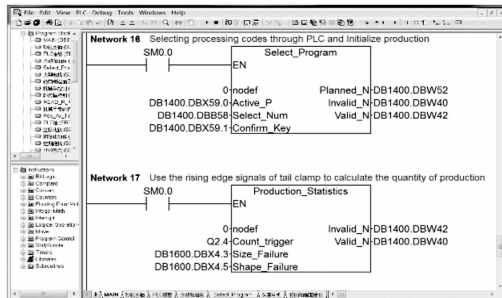


图 2 加工程序选择与产量统计子程序

### 2.3 SIMATIC NET OPC 客户端

SIMATIC NET OPC Server 支持两种客户端: 基于 WinCC 的 OPC 客户端和基于高级语言的 (C#, Visual Basic、C、C++) 的 OPC 客户端。

#### 2.3.1 基于 WinCC 的客户端

西门子 SIMATIC 视窗控制中心 (Windows Control Center, WinCC) 是一个模块化的自动化软件, 在西门子全集成自动化 (TIA) 中占有重要地位, 可灵活地进行扩展, 可应用在办公室和机械制造系统中, 具有支持 VB 脚本和 C 脚本、完善的 SCADA 系统、集成 ODBC/SQL 数据库、灵活的扩展能力、基于 WEB 技术以及具有强大的标准接口等特点<sup>[14]</sup>。在企业信息化过程中, WinCC 可以通过标准接口将自动化层连接到 MES 和 ERP 的应用层中, 为其提供基础数据<sup>[15]</sup>。

用户可使用 WinCC 图形系统、报警系统、归档系统、报表系统、用户管理系统、通信等子系统，组态出所需要的各种功能界面和打印报表等<sup>[16]</sup>。基于 WinCC 系统的强大功能和特点，数控磨床车间 SCADA 系统的客户端采用西门子 WinCC V7.3 组态软件进行开发。

基于 WinCC 开发的客户端具有设备监控、生产统计、故障报警与维护、刀具管理、加工程序的远程下载与选择、数据归档、实时趋势曲线以及历史趋势曲线等功能，其中加工程序的远程下载功能通过在在基于 WinCC 的客户端中调用西门子免费软件“Access My Machine”实现。大致开发过程如下：

1) 根据客户需求与确立的 PLC 变量，分别在 WinCC 变量管理系统、报警系统、变量记录（归档）系统中，按组创建过程变量、报警信息、归档变量；

2) 按照系统的功能要求，设计客户端各功能界面并画出草图，然后使用 WinCC 图形系统，添加各功能界面，设置各功能界面上控件（如按钮、表格、趋势图等）的属性等；

3) 为功能界面中的输入/输出、指示灯、仪表盘、表格控件、趋势图、报警控件等分配对应的过程变量、归档变量、报警信息。

### 2.3.2 基于 VB 语言的客户端

WinCC 在实现一些复杂的数据模型上存在不足，因此要实现客户端复杂功能就必须采用其他方式，如调用第三方软件、开发功能型软件等。

SIMATIC NET OPC 服务器提供的自定义接口与自动化接口分别支持基于高级语言 C++、C#、VB、VBA 的客户端应用程序<sup>[17]</sup>。对于自定义接口，OPC Client 需要通过 OPC 定义的底层函数直接访问 OPC Server，采用此种方式编程较为复杂，而自动化接口提供了基于自定义接口的组件，通过对自动化组件中的特定方法、函数与属性进行简单的编程，即可实现对 OPC Server 的访问，由此为本文数控磨床车间 SCADA 系统采用 OPC 自动化接口，开发了一套基于 VB 的 SIMATIC NET OPC 客户端，以实现设备效率分析、设备节拍分析、电子看板系统参数设定、短信发送系统参数设定等功能。

首先，在 VB6.0 工程项目中引用 SIMATIC NET 提供的“Siemens OPC DAAutomation 2.0”组件；然后，定义 OPC 相关变量，建立连接及对象；最后，采用同步、异步、订阅方式进行读写数据<sup>[18-20]</sup>。

在开发基于 VB 的 OPC 客户端的过程中，为了使过程标签映射到 OPC 项，必须在 OPC 客户端中分配唯一的 OPC 项。使用标识符或句柄有助于更有效地传输与更快地标识用于访问操作的项。

在图 3 中，“ServerHandles”句柄服务用于识别 OPC 服务器中的 OPC 项。如果呼叫方向是从 OPC 客户端到

OPC 服务器，则 OPC 客户端必须将相应的服务器句柄传输到 OPC 服务器。

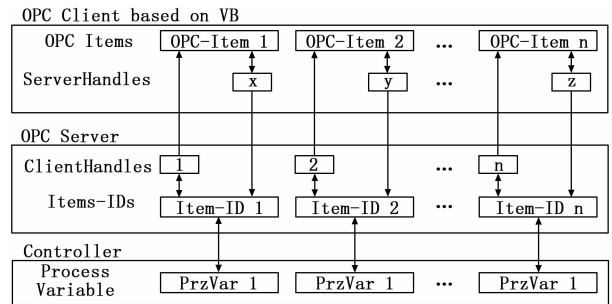


图 3 标识在基于 VB 的 OPC 客户端中创建的 OPC 项

“ClientHandles”句柄服务用于识别 OPC 客户端中的 OPC 项。如果呼叫方向是从 OPC 服务器到 OPC 客户端，则 OPC 客户端将从 OPC 服务器接收相应的客户端句柄。

### 3 系统调试

在进行调试之前使用西门子“PLC Programming Tool”软件对数控系统重新上载已添加子程序的 PLC 程序。

为避免现场数控磨床、传送装置连接 SCADA 系统后，出现数控系统运行速度变慢与卡机、生产节拍放缓与紊乱、SCADA 系统运行不稳定等现象，在进行现场调试、运行之前，必须进行实验室单机调试，以排除系统中存在的问题，检测系统稳定性、系统对设备的影响。

首先，使得数控系统与系统的通讯正常后，观察 SCADA 系统客户端的功能界面显示是否正常，并通过数控系统人机交互界面修改 PLC 变量的值，观察客户端界面上现实的内容是否达到预期效果，对于客户端中；然后，保持数控系统与 SCADA 系统的连接，运行一段时间后，查看 SCADA 系统归档功能与报警功能是否正常；最后，操作数控系统与 SCADA 系统客户端，观察切换系统界面时，是否出现卡顿现象。根据以上检测结果，解决系统中存在的问题并优化在数控系统 PLC 中添加的子程序。

当实验室单机调试使得 SCADA 系统运行趋于较稳定且对数控系统的正常运行不产生影响后，再进行现场调试。

现场调试分为现场单机、生产线、整个车间调试与试运行，逐级测试系统性能，排除系统中出现的问题，严格把控 SCADA 系统对现场设备的不良影响。SCADA 系统运行的部分功能界面效果图如图 4~6 所示。其中图 4 是基于 WinCC 的主界面效果图，用于监视整个车间数控磨床与传送装置的状态。图 5 是基于 WinCC 的数控磨床界面效果图，用于显示数控磨床的坐标、砂轮状态、生产量、MCP 面板的内容及数控磨床每日各种状态的时长。图 6 为基于 VB 的设备效率分析界面效果图，在图中可选择磨床编号与起始时间，用条纹、饼形图、数值 3 种形式展示相应时间段内某磨床的各种状态的时长等。

完成系统调试后，短期内 SCADA 系统运行，性能基本

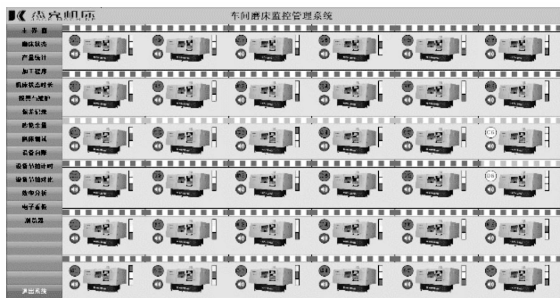


图 4 基于 WinCC 的主界面效果图



图 5 基于 WinCC 的磨床状态界面效果图

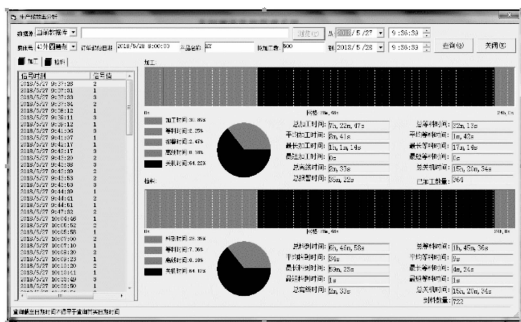


图 6 基于 VB 的设备效率分析界面效果图

稳定且并为对车间现场设备造成不良影响,但是随着归档数据量的增大,在基于 WinCC 的客户端中切换界面以及加载归档的历史数据会变得比较缓慢,对于这种现象,需要调整“WinCC OnlineTableControl”控件的属性,并且定期备份、清理大量的归档数据,以保证系统的稳定运行。

### 4 结束语

在数控磨床 SCADA 系统开发的过程中,采用 SIMATIC NET 技术,快速地完成了基于 SIMATIC NET 工业以太网的通讯网络与 SIMATIC NET OPC 服务器的建立,降低了系统开发的难度。WinCC 软件的使用,进一步加快了 SCADA 系统的开发速度,提升了系统的开发效率,而基于 VB 的 OPC 客户端的开发弥补了 WinCC 在复杂数据模型方面的不足,增加了系统功能。基于 SIMATIC NET 的自动化车间 SCADA 系统,增加了生产车间透明度,提高了设备异常处理效率、生产效率与管理水平,进一步提升了数控磨床车间的自动化水平,为公司下阶段的信息化建设打下了一定基础。

### 参考文献:

- [1] 韦雪洁,王俊红,刘金梅,等. SCADA 系统在自动传送线中的应用 [J]. 制造业自动化, 2013, 35 (12): 99-102.
- [2] 李少飞,韩栋梁,贺宵琛. 基于 MES 和 SCADA 系统的 LTCC 基板数字化制造车间设计 [J]. 山西电子技术, 2017 (2): 59-62.
- [3] Wang Shenghui. Integration Architecture Design and Application in Digital Mine [A]. Proceedings of 2016 International Conference on Computer, Mechatronics and Electronic Engineering (CMEE 2016) [C]. Science and Engineering Research Center, 2016: 4.
- [4] Dennis Brandl. What is ISA-95? Industrial Best Practices of Manufacturing Information Technologies with ISA-95 Models [EB/OL]. 2008. [http://apsom.org/docs/T061\\_isa95-04.pdf](http://apsom.org/docs/T061_isa95-04.pdf).
- [5] 如何在 C# 中实现 OPC 数据访问 [EB/OL]. SIEMENS, 2009 [2015-12-02]. <http://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109481353>.
- [6] PG/PC 工业通信第 1 卷—基础知识系统手册 [Z]. Siemens AG, 2016.
- [7] PG/PC 工业通信第 2 卷—接口编程手册 [Z]. Siemens AG, 2016.
- [8] SIMATIC S7-200 可编程程序控制器系统手册 [Z]. Siemens AG, 2002.
- [9] SINUMERIK 808 系统基于 SIMATIC NET OPC Server 的联网应用方案配置指导 [Z]. 南京: 西门子(数控)南京有限公司, 2016.
- [10] Programming an OPC DA . NET Client with C# for the SIMATIC NET OPC Server (COM/DCOM) [Z/OL]. SIEMENS, 2014 [2014-09-04]. <http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/21043779>.
- [11] SINUMERIK 808D ADVANCED 参数手册 [Z]. Siemens AG, 2013.
- [12] SINUMERIK 808D ADVANCED 功能手册 [Z]. Siemens AG, 2013.
- [13] SINUMERIK 808D ADVANCED PLC 子程序说明 [Z]. Siemens AG, 2013.
- [14] 向晓汉,刘摇摇. 西门子 WinCC V7 从入门到提高 [Z]. 北京: 机械工业出版社, 2012.
- [15] 梁飞. 基于 WinCC 和 OPC 的配料监控系统的设计与实现 [D]. 上海: 上海交通大学, 2008.
- [16] 颜闽秀,何戡. WinCC 在冶金行业的应用 [J]. 微计算机信息, 2006, 22 (13): 10-12.
- [17] 刘莉. 用 VB 编写 OPC 客户端程序的方法 [J]. 工业控制计算机, 2005 (5): 5-6.
- [18] 李新军. VB 环境下通过 OPC 接口访问 WinCC 数据的实现 [J]. 工业计量, 2007 (S1): 59-62.
- [19] 田民强,刘振兴,游辉胜. 基于 WinCC 和 VB 的排水站监控系统 [J]. 工业控制计算机, 2009, 22 (5): 31-32.
- [20] 林启宽. 用 VB 开发 WinCC 的 OPC 客户机 [J]. 工业控制计算机, 2006 (8): 80-81.