

一种基于 PROFIBUS-DP 总线控制的 定量灌装系统

济南金钟电子衡器股份有限公司 张兄华 王志伟

【摘要】 本文介绍一种基于 PROFIBUS -DP 总线控制的水泥定量灌装系统，重点介绍系统的结构组成、工艺流程、总线架构、硬件选型、软硬件组态的实现及 WinCC 监控系统。项目实施后有利于进行自动定量灌装、称重数据自动记录及管理，确保散装水泥倒运出库速度快、减少资源浪费、大大减轻环境污染、降低生产成本、提高工作效率。

【关键词】 SIMATIC S7-300 PLC; PROFIBUS -DP; WINCC; 定量灌装

一、引言

当前国内大部分水泥厂散装水泥出厂，尤其是针对槽车进行罐装，大都是采用传统的手动灌装，然后在货门出口处进行称量结算，这样不仅现场操作麻烦，装载时容易造成物料外溢，污染环境，而且不能很好地对车辆进行准确灌装，轻者造成运输成本增加，重者损坏公路路基，同时称量数据不能共享，更谈不上数据的统一管理。

随着计算机、网络、信息、控制技术以及现代化管理理念的发展，企业生产规模的不断扩大，工业生产过程自动控制程度的提高，现有的水泥灌装生产装置远不能满足当前高度自动化生产的需要。减轻劳动强度，保障生产的可靠性、安全性，降低生产成本，减少环境污染、提高产品的质量及经济效益是企业生成所必须面临的重大问题。为此，我们通过几年时间的努力，借鉴国内外先进的技术，采用 PROFIBUS 现场总线技术研制出一套完整的水泥散装灌装系统生产线，并且已在有关水泥厂推广应用，得到用户的好评。

二、PROFIBUS 现场总线

PROFIBUS 现场总线网络协议是以 ISO 颁布的 OSI 标准七层参考模型为基础，对第三层到第六层进行简化，其标准适应性强，构成的兼容网络系统可广泛应用于加工制造、过程控制和楼宇自动化等行业。根据其应用特点可分为 PROFIBUS-DP，PROFIBUS-FMS，PROFIBUS-PA 三种。PROFIBUS-DP 应用于工厂自动化，特别适合于可编程控制器和现场分散的 I/O 设备之间的通讯，快速即插即用；PROFIBUS-FMS 应用于通用性自动化，可提供强有力的通讯能力，适合于大范围使用、多主通信场合；PROFIBUS-PA 应用于过程自动化，适用于安全性较高的场合，允许对设备进行安全的内部操作，如总线供电、本质安全等。现场总线的特点有：

(1) 系统的开放性好。通信协议一致公开，不同厂家的设备之间可实现信息交换，用户可根据自己的需要把来自不同厂家的设备组成自己满意的系统。

(2) 系统的互操作性强。可实现互连设备间、系统间的信息传送与沟通，不同生

产厂家的性能类似的设备可实现相互替换。

(3) 系统结构的高度分散性。该总线构成一种新的全分散性控制系统的体系结构，从根本上改变了现有 DCS 集中与分散相结合的集散控制系统体系，简化了系统结构，提高了可靠性。

(4) 数字化通信。在系统中间层或不同层的总线设备之间均采用数字信号进行通讯。

(5) 现场环境的适应性强。工作在生产现场前端，作为工厂网络底层的现场总线，是专为现场环境而设计的，可支持双绞线、同轴电缆、光缆、射频、红外线、电力线等，具有较强的抗干扰能力。

正是基于 Profibus 现场总线技术上的诸多特点，以及实际应用后的经济效果，结合该控制系统的实际情况，该系统控制对象主要分为两大类，一类是开关量点信号，比较集中分布在几个位置上；另一类采集现场称重仪表的数据和触摸屏。因此我们在该控制系统中采用了 PROFIBUS-DP 总线控制方式。

三、系统的设备组成、工艺流程及结构配置

1、系统的设备组成

系统主要包括 4 座储料仓、2 台可移动式可伸缩的散装机（可上下左右移动）、多台除尘风机、罗茨风机、料位开关、流量阀、开关阀、除尘器、电子汽车衡、PLC 控制柜、动力控制柜、现场操作箱、读卡器及计算机管理系统等。

2、系统定量灌装过程

系统的主要工艺流程为：司机从门卫领取灌装卡后，将汽车开到库底，对好位，启动请求信号，中控室接到请求信号，自动进行判别，判别成功，自动启动装置进行灌装。灌装结束，向现场发出灌装完成信号，同时现场设备自动复位，汽车驶离灌装现场，整个灌装过程结束。

3、系统的结构配置

系统的结构配置如下：

(1) PLC 可编程控制器：CPU315-2DP (6ES7 315-2AG10-0AB0)，电源 PS307 5A，2 块 SM321 数字量输入模块，2 块 SM322 数字量输出模块，SM334 模拟量输入/输出模块，RS485 总线连接器，PROFIBUS 总线连接电缆，CP5611 板卡，存储卡，DIN 导轨，PLC 编程软件包选用 STEP7 5.4+SP4。

(2) 工控机：工控机选用研华 IPC-610，P4/2.4G/1G/160GHDD/CD-ROM/KB/MOUSE，通过内装 SIMENS CP5621 工业级板卡与主 PLC 进行通讯，内置 WINCC6.2 监控软件完成监视和操作功能，通过 D-Link 总线和以太网板卡与管理层计算机完成数据交换。

(3) 触摸屏：选用 SIMENS TP277 操作屏，内装 WINCC flexible2007 软件，现场操作人员在手动状态可在屏上完成操作与监控；在自动状态用于现场进行画面监控。

(4) AD4402 电子称重仪表：便于采集现场灌装数据，并将数据通过 DP 总线传送

到主 PLC。

系统配置架构如图 1 所示。

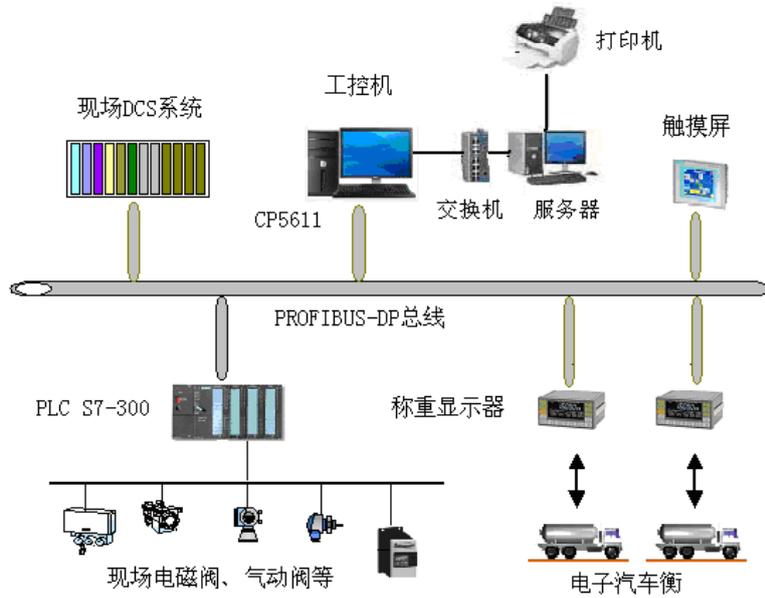


图 1

四、Profibus 现场总线控制网络

1、硬件组态

该自动化控制系统中，PLC S7-300 CPU 315C-2DP 作为主站 Master，与从站 Slave 称重显示器、触摸屏、上位计算机、用户现场设备以及厂区其他系统进行数据交流。WINCC 工作站与 S7-300 PLC 之间采用 PROFIBUS-DP 进行数据通讯，需要在计算机和 S7-300 PLC 之间增加 CP5611 通讯处理器卡，其连接的 PROFIBUS 网络组成如图 2 所示。

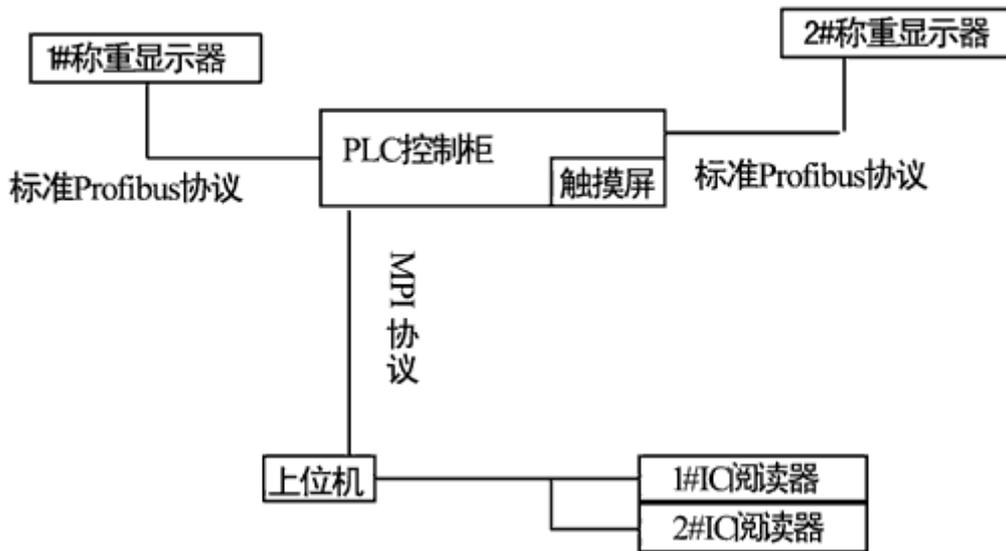


图 2

现对系统进行硬件组态和参数设置：

Profibus-DP 总线共有 6 个站，系统中把带集成 DP 口的 PLC S7-300 CPU 315C-2DP 设定为 DP 主站 Master，站号设定为 2；其余均为从站 Slave，它们有远程操作接口单元 TP277，站号设定为 3；二次称重控制器，站号分别设定为 4 和 5；远程 DCS 系统，站号设定为 6；计算机站号设定为 1；主站上应用 S7-300PLC 的 CPU315-2DP，BUS 终端器设定为 ON。从站中 BUS 终端器设定为 OFF，TP277 的 BUS 终端器设定为 ON。BUS 终端器设定一定要正确，即 BUS 两端为 ON，中间接点为 OFF。通讯距离约为 500m。

由于 PLC 主站和所有从站都为西门子产品，所以都满足了 PROFIBUS 总线通信协议。在本系统中，采用 RS 485 屏蔽双绞线作为通信介质，通信波特率为 1.5Mbps，PROFIBUS 为总线拓扑结构环形网络。PROFIBUS-DP 主要使用主-从方式，PLC 主站周期性地与传动装置进行数据交换。

2、软件组态

WINCC 工作站与 S7-300 PLC 之间的数据通讯硬件连接建立后，需要在软件方面进行配置。

(1) 组态主站

在 STEP7 5.4 中新建一个 S7 项目，依次插入机架、电源和 CPU 315C-2DP，配置 Profibus-DP 网络，将主站 DP 地址设置为 2，配置数字量输入/输出模块和模拟量输入/输出模块。

(2) 安装板卡驱动程序并检测

为了实现 Profibus-DP 总线连接，要在 WINCC 站内安装 CP5611 等卡的驱动程序，并通过 PG/PC 接口检测通讯处理器 CP5611 卡是否安装正确。

(3) 配置从站

打开主站硬件组态窗口，然后选中 STEP7 的硬件组态窗口中的菜单 Option → Install new GSD，导入电子称重仪表 GSD 文件并安装，从站配置文件，如图 3 所示。



图 3

(4)定义 Profibus-DP 主站通讯参数, 设定通讯速率为 1.5Mbit/s(在 9.6k-12Mbit/s), 设定 BUS 地址为 1 (在 0-125 之间) 等。定义参数方式如图 4 所示。

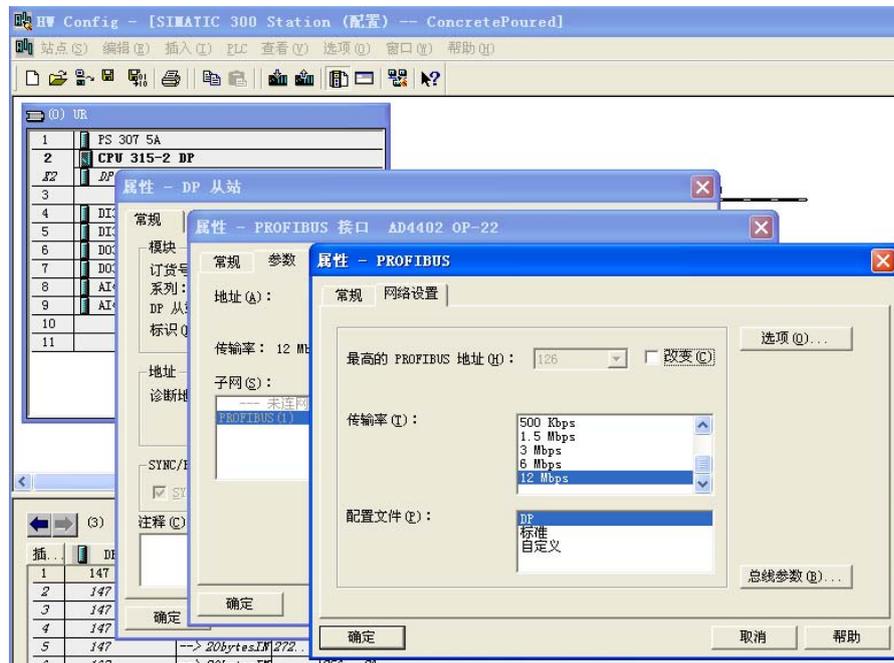


图 4

五、WINCC 监控软件

上位机软件采用 SIMATIC_WinCC 组态软件, 该软件第一个使用最新的 32 位处理器, 具有良好的开放性和灵活性; 组态简便、高效; 内置所有 SCADA 功能; 使用 WinCC 用户管理器, 可以分配、控制组态和运行时的访问权限; 利用集成的记录系统, 可打印来自 WinCC 或其它应用程序的数据; 可适用于单用户系统和冗余多服务器/多用户系统; 通过 ActiveX, OPC, SQL 等标准接口, 可以非常方便地与其它软件进行通讯。该系统中监控软件主要实现的功能如下:

1、完善安全的保障机制

组态软件具有操作系统级、数据库级、应用程序级三级安全体系。避免因意外断电、网络共享冲突所造成的数据损失。

2、界面操作简单

图形界面清晰明了, 操作简单, 在屏幕上点击鼠标就可完成各种操作和统计查询。

3、简单方便的统计功能

能够显示毛重、净重、皮重、欠载、超载及过秤时间、日期、车号、秤号等。可实现任意时间段内的统计报表查询及报表打印功能。

4、开放式接口

前台应用软件通过专用接口和后台数据库服务器相连, 可以进行多种数据格式转化, 实现与其它系统的数据共享, 充分利用系统资源。

5、管理型功能体系

所有数据修改删除情况均记录在案，每个功能的操作都有日志跟踪。有助于企业向物流管理的科学化、规范化发展，给企业领导进行科学决策提供真实依据。

六、系统的功能特点

1、系统具有全自动、半自动和手动 3 种冗余工作方式，从而确保系统的可靠性和稳定性。

2、操作简便。操作人员在工控机上可完成所有电气设备的操作。管理技术人员通过工控机在主站就能读取各从站内部的参数并对其做出技术分析，使得控制更方便快捷。

3、节省了大量电缆、桥架、管路等材料，降低了设备、工程成本，大大减少现场施工的工作量。

4、系统具有自诊断功能。系统控制下的各称量站互为检重并能实现全面系统自诊，以便早期分析故障原因并快速解除。

5、效率较高。可同时完成多个散装机的灌装操作。

6、数字化程度较高。

七、结束语

系统使用之初，出现过信号不稳定现象。通过现场查看分析，发现故障原因在于通讯速率设置不合适、接地连接部牢及现场有干扰源存在。现场修改 DP 总线的传输速率，并对信号屏蔽线单端进行接地，大大减少现场设备对信号干扰的机会，从而保证系统通讯的正常运行。通过一段时间的运行表明，该系统简单实用、运行稳定可靠、操作维护方便，已成功地为企业取得了很好的经济效益。

作者简介

张兄华，高级工程师，主要从事工业自动化和电子衡器方面的研究。

工作单位：济南金钟电子衡器股份有限公司 技术开发中心

地址：济南市英雄山路 147 号 邮编：250002

电话：0531-82569059 15966689981

邮箱：xionghuazh@163.com