

西门子 S7-300 软冗余系统在垃圾处理自控系统中的应用

摘要：本文章主要介绍西门子 S7-300 PLC 软冗余系统在垃圾焚烧发电厂中的应用，主要介绍软冗余系统的设计选型及编程以及在小型垃圾发电厂的应用和比较，以已经建设竣工的“深圳市医疗废物处置中心”的自动控制系统为基础。

关键词：PLC 串口通讯 系统冗余 OPC WINCC

Abstract

This paper introduce the using method of serial communication of point to point between S7-300 and S7-300 redundancy , and give out the initial program with the project. In this paper, We introduced the siemens PLC software redundancy system, explain the system's theory, configuration information and debug method. The engineer can use this paper to creating a configuration of the redundancy control system,

Key words: PLC Serial communication Redundancy OPC WINCC

一、项目介绍

1. 公司的业务范围主要致力于国内外环保产业的 BOT 模式建设投资，主要包括城市生活垃圾（工业危险废物）焚烧发电厂、城市医疗垃圾、城市污水处理厂的投资建设，公司下属电气自控工程技术部，主要从事项目整套电气和自控系统的设计、选型和编程调试工作；从“深圳市医疗废物处置中心”项目设计使用 S7-300 软冗余系统作为主控制系统；医疗垃圾处理项目作为我国近年来的重点项目，国家环保总局非常重视，对主体设备和自控系统的要求也非常高。

2. 本系统主要是通过检测现场烟气温度和压力，通过控制调节风机、水泵以及加药装置的频率和控制开关，从而达到控制烟气温度和含量的目的；通过西门子 S7-300 系列 PLC 通过采集和控制模块对设备和现场仪表进行采集和控制，并把信号通过底版总线与 CPU 处理器传输，由 CPU 处理器完成处理后，再通过以太网与工控机连接；本系统有两套完全独立的 CPU 处理系统，通过 IM153-2 分别与远程的 I/O 模块通过 PROFIBUS 总线通讯，当一套发生故障时，备用系统自

动投入运行；

当 PLC 把数据传送到工控机后，通过组态软件进行编程和组态，把数据显示在屏幕上，并在屏幕上制作操作开关对现场设备进行远程控制；并同时自动把数据转换为 OPC 的数据传输格式，把需要显示的数据传送给模拟屏。

3. 工厂外貌图片



二、系统介绍

1. 项目简单工艺主要针对城市医疗垃圾进行处理，医疗垃圾收运后运到处置中心进行焚烧处理，垃圾首先进入焚烧炉和二燃室进行配风焚烧，焚烧后的烟气通过锅炉进行降温、除酸喷雾塔和布袋除尘器进行除酸和除尘，然后通过 35 米烟囱直接排放；锅炉产生的蒸汽用于发电或其它用途，本自控系统主要控制垃圾燃烧后产生的烟气温度和烟气成本含量，保证减少二次污染。

2. 本项目主要使用西门子公司的 SIMATIC S7-300 系列 PLC，模块选型如下：

- 中央处理器模块 CPU315-2DP 6ES7315-2AG10-0AB0 2 块，工作存储器 128KB；

- 电源模块 6ES7307-1EA00-0AA0 2 块给 CPU 供电；
- 通讯模块 6GK7343-1EX20-0XE0 2 块与计算机进行网络通讯并进行两个 CPU 之间的冗余通讯；
- 接口模块 6ES7153-2AA02-0XB0 2 块进行 PROFIBUS 远程 I/O 通讯和系统冗余通讯；
- 电源模块 6EP1333-2AA00 2 块给 ET200 供电；
- DI 数字量输入模块 6ES7321-1BL00-0AA0 5 块 采集现场设备的运转及故障状态；
- DO 数字量输出模块 6ES7322-1BL00-0AA0 3 块控制现场设备的启停；
- AI 模拟量输入模块 6ES7331-7KF02-0AB0 2 块采集现场设备的压力、流量、烟气成分含量以及风机和加药泵的频率信号；
- TC 热电偶输入模块 6ES7331-7PF10-0AB0 2 块 采集 1000 度以上的烟气和蒸汽温度信号；
- RTD 热电阻输入模块 6ES7331-7PF00-0AB0 2 块采集 1000 度以下的烟气和蒸汽温度信号
- AO 模拟量输出模块 6ES7332-5HF00-0AB0 2 块通过程序的 PID 自动调节控制风机和加药装置的频率；

三、控制系统构成

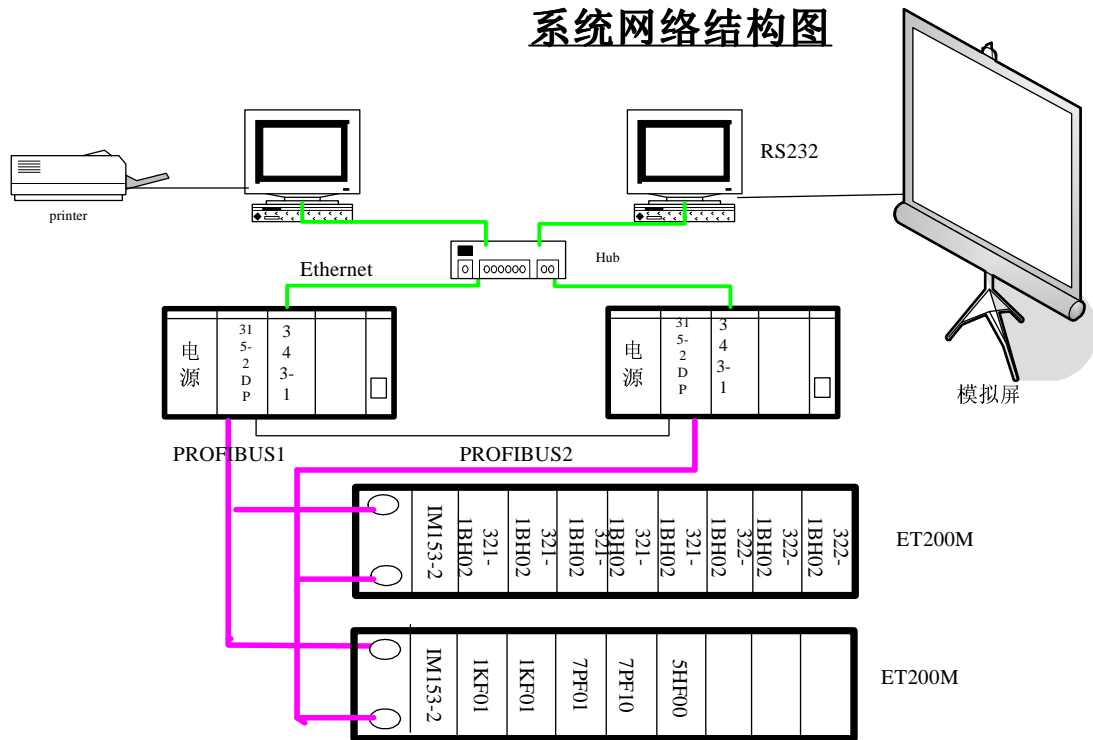
1. 本项目的硬件设备主要分为三个大部分：PLC 部分、现场设备以及模拟屏部分，主要系统结构选用标准拓扑式结构，现场仪表和设备采集数据连接到 PLC 的输入模块、并接收 PLC 的命令对现场设备进行控制和调节；PLC 接收现场设备的数据传输给计算机并传诵计算机下达的控制命令，并内部通过强大的内部运算国内进行 PID 自动调节，具体组成和选型依据如下：

PLC 选用西门子的 S7-300 系列 PLC，设计为软冗余系统，PLC 本体与远程 I/O 通讯为 PROFIBUS 协议的串口通讯，PLC 与计算机采用以太网，并以以太网作为冗余网络；中控室计划设计为两台工业计算机模拟屏等设备，与计算机的通讯采用 RS232 直接串口通讯，软件选用 WINCC.0 组态软件。

现场采集和显示控制设备，基本选用国产元件，一般选用的测量 1200 度以上的温度 S 分度热电偶，1200 度以下 500 度以上用 S 分度热电偶，500 度以下用 PT100 热电阻测量，直接与相应的 PLC 模块连接，不需要任何的变送器元件；压力选用压力差压变送器把压力信号变成 4-20mA 的标准信号送到 AI 模块；电机的转速通过变频器调节，频率信号通过 AI 模块输入，频率的设定通过 AO 模块输出 4-20mA 的标准信号进行控制，启停控制通过 DO 模块控制，设备状态信号

通过 DI 模块输入。

2. 附加系统设备主要有变频器、压力变送器、温度传感器、智能仪表和控制继电器等，大部分设备与 PLC 之间全部采用硬连接，硬件配置及网络结构见下图：



深圳市医疗废物处置中心自控系统图

3. 多种方案的比较

过于系统选型方案的比较，由于以前工程的冗余控制系统一直使用国内的 DCS 系统或者 PLC 的硬冗余系统，但从使用效果以及造价成本方面考虑，国外 DCS 系统价格非常昂贵，国内 DCS 系统又不是特别稳定；用 PLC 硬冗余系统也存在价格比较贵的原因；通过比较，决定用价格相对便宜而性能又比较稳定的西门子软冗余系统尝试使用。

四、控制系统完成功能

1. 本系统的主要工作分以下几个方面：

➤ 软冗余功能的完成

软件冗余是西门子公司实现冗余功能的一种低成本解决方案,可以应用于对主备系统切换时

间要求不高的控制系统中，节约成本。但在垃圾焚烧项目中对设备的控制要求非常严格，也就是说控制设备在冗余切换中绝对不能断开，所以本人根据西门子公司软冗余手册进行调试和编程，最后效果非常好，绝对不会出现切换设备中断的现象，所以给下面的工作带来了巨大信心，具体调试过程在西门子的“软冗余文章”全部有描述，在此不做过多的描述。

➤ 控制功能的完成

本系统的自动控制功能主要分以下几个部分：

● 一次风机、二次风机以及引风机的联动控制

在本系统中，焚烧系统的焚烧炉体转动的速度、加料电机的转速、一次风机、二次风机以及引风机的运转频率全部联动控制；当引风机开启后，一次风机、二次风机才能开启，根据温度和烟气的氧气含量控制炉体转动的速度、加料电机的转速、一次风机、二次风机的频率进行调速控制，直接利用 STEP 7 的 PID 模块，直接可通过 DB 模块直接设定设定值以及积分时间，非常简便；一燃室的烟气温度控制到 850 度，二燃室的烟气温度控制到 1200 度，使之不产生二恶英；一燃室温度过高时增大进料电机速度，同时减小一次风风机速度，同时要保证烟气的氧气含量在 19-21 之间，反之亦然；二燃室温度过高时增减小一次风风机速度，同时增加二次风风机速度，同时要保证烟气的氧气含量在 19-21 之间，反之亦然；并且在控制一二次风的时候，必须自动调节引风机速度，保证烟道压力保证在-150PA 左右。

● 碱液站的自动控制

在除酸喷雾塔中需要喷洒碱液以保证烟气的酸碱度，同上面一样直接利用 STEP 7 的 PID 模块，直接可通过 DB 模块直接设定设定值以及积分时间，非常简便；

● 布袋除尘器的自动控制

设定温度值，利用 PLC 内部的比较指令，温度范围在 130-190 度之间时，启动布袋除尘器，超出范围时，通过 PLC 程序启动旁通阀，保护布袋。

● 锅炉给水自动控制

锅炉汽包水位是确保安全生产和维护正常供汽的主要条件，一般要求水位维持在设计水位的±50mm 范围内；设定锅炉给水水位，通过 PID 模块自动调节给水阀门的开度，从而达到控制锅炉水位的功能。

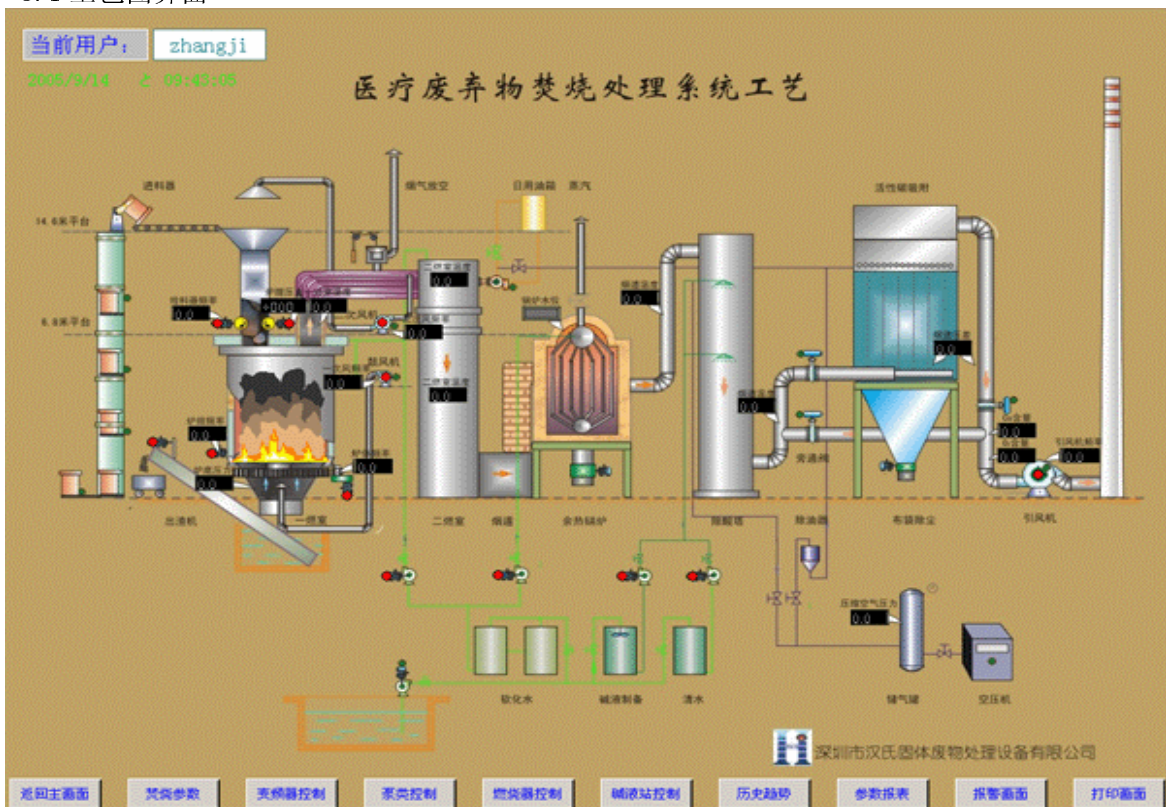
系统最终检测结果：

- PLC 系统采集正常，数据显示和动作控制的时间不超过 500ms，数据交换的准确率为 100%；
- PROFIBUS 传输正常，没有掉落模块的情况出现；
- PLC 数据传输精确，模拟量的精确度可以达到 13BIT；
- 冗余系统正常，没有出现主从系统切换时中断，切换时一切控制正常，包括控制继电器不会断开、模拟量输出控制变频器转速不会丢失等；
- 模拟屏显示正常、数据刷新正常，数据刷新速度为 1000ms；

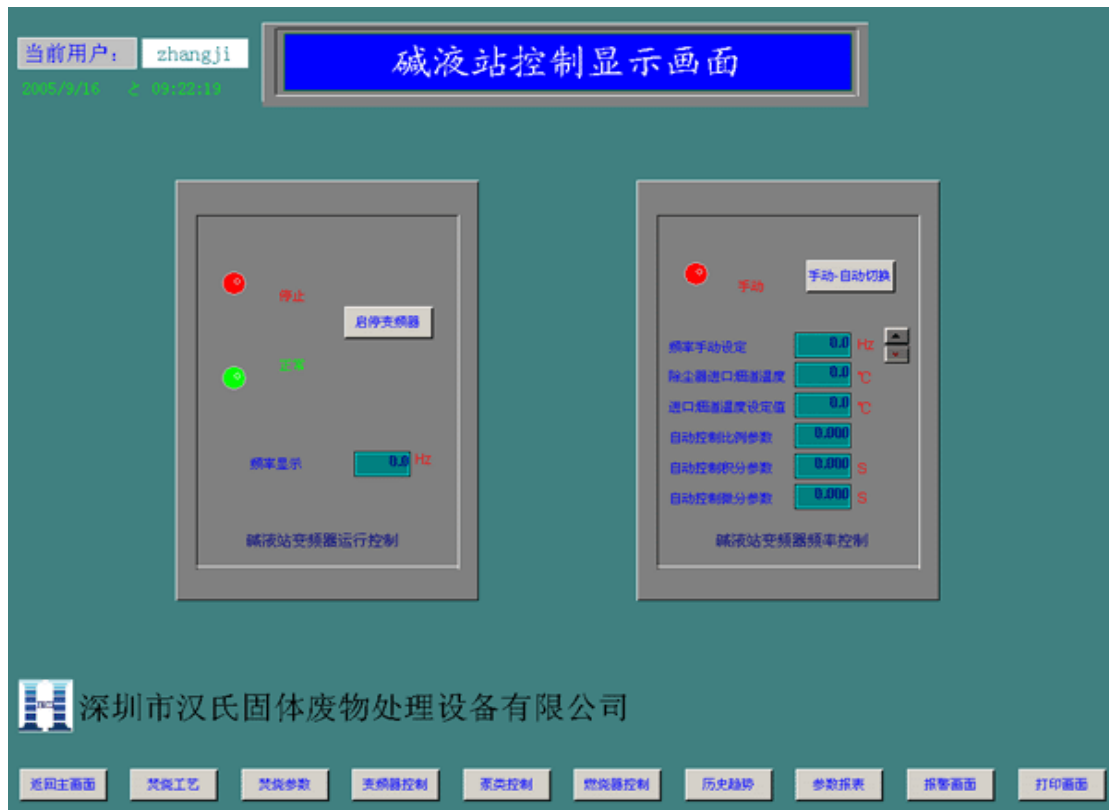
2. 在本项目的调试过程中，应该说是非常顺利的，只是在最开始的时候由于软冗余系统在深圳比较少用，所以在刚开始调试时比较担心，但经过西门子公司的技术支持，调试非常顺利，在刚开始就确认冗余切换没问题。

3. 工艺及主要设备组态界面

3.1 工艺图界面



3.2 变频器控制画面



3.3 碱液站控制画面



五、结束语

本系统于 2005 年 2 月投入使用至今已近 20 个月，运行顺利，用户非常满意；目前本系统已经成功推广到南昌、长沙、成都、青岛、大连等地的医疗垃圾处理系统以及广东番禺绿由工业危险废物焚烧发电厂中，用户反映非常良好。

该 SIEMENS S7-300 软冗余系统已在生产中得到实际使用，为企业带来了可观的经济效益，在该系统中，PLC 系统的应用得到了充分的展示，这种冗余配置广泛的推广到其它行业应用提供一定的参考价值。

六、应用体会

本系统自选型以来，经历了许多困难，因为以前都使用硬冗余的 PLC，比如 AB 的 PLC5 系列或者其它品牌的 DCS 系统，但由于上述系统造价非常昂贵，而部分国产的 DCS 系统非常不稳定，我们的项目为 BOT 项目而且有要求条件不是太高，所以既要降低成本，又要保证性能，所以通过比较，决定“深圳市医疗废物处置中心”项目实验，如果可行就进行推广，目前已经在公司项目正式批量使用，甚感欣慰。

通过上述项目，证实西门子 S7-300 软冗余系统完全可以满足“垃圾焚烧发电厂”的技术要求，基本实现无扰切换。并且通过 WINCC6.0 开放的 OPC 接口，完成了与模拟屏的数据通讯，积累了一定的应用经验。

参考文献：

- | | |
|-----------------|-----------|
| 《西门子软件编程手册》 | 西门子公司内部刊物 |
| 《WINCC6.0 组态软件》 | 西门子公司内部刊物 |
| 《S7-300 软冗余指南》 | 西门子公司内部刊物 |