

# 海为 PLC 在洁净空调行业的应用

## 一、引言

随着科技的进步，人们已经不满足对同一建筑物内的数据进行采集、分析和处理。在很多场合，我们需要对地理位置分布较散或在几座建筑物内的各种开关及模拟量信号进行联网统一监控的情况。

中央空调是对建筑物内空气的各种参数（如室内温度、湿度）进行调节的专用系统，它通过对空调机组（加热、降温、除湿、增湿）、风机、阀门、泵等设备的开、关及连续调节来控制室内的温度、湿度及其它参数指标，使之满足特定场合的要求。

洁净室中央空调监控系统广泛应用于医疗、生物、试验室、电子、温室、办公大楼等场合，以监控其室内的温度、相对湿度、相对大气压、风量、尘、菌及有害气体的浓度等相关参数及指标。

早期中央空调的控制设备多为就地式专用控制器或 DDC 控制器，控制功能简单、不易联网及信息集成度不高等缺点。随着计算机技术、控制技术和网络技术的发展，现在的中央空调系统都倾向于采用先进、实用、可靠的可编程控制器（PLC）来进行控制。提高中央空调系统的经济性、可靠性及可维护性。

## 二、Haiwell(海为)PLC 在洁净室中央空调系统中的应用实例

### 工程概述及电气控制要求：

1. 本工程应用于大型生物制药公司的生产车间及温室。生产车间按功能分为 12 个（P2 洁净等级 9 个，P3 洁净等级 2 个，共公水系统 1 个），温室 4 个；
2. 考虑到各个生产车间的电气室在地理位置上分布较散，为便于布线及维护，要求每个生产车间均用一套独立的 PLC 控制系统；每个生产车间的运行参数及实时数据要在本地及中央控制室中设定与读取；
3. 每个温室的运行参数及实时数据要在本地及中央控制室中设定与读取；
4. P2、P3 洁净等级的 11 个系统均可设定控制温度、湿度、负压；4 个温室可设定控制温度、湿度；
5. 两个 P3 洁净等级的系统需具备两个或以上的本地数据设定与监控；
6. 控制系统要求节能；

### 用 Haiwell(海为)PLC 的实现方法：

1. 因各个系统的位置较远，为便于布线及安装，每个生产车间（电气控制室）使用 1 台 Haiwell 可编程控制器（PLC）；负责对现象各种信号的采集与处理，同时据设定的各种工作参数对现场的执行机构（如电机、阀门、泵等）进行输出控制，以达到指定的控制效果；
2. 4 个温室因信号输入输出比较简单，只有模拟量的输入（温度与湿度的实时值）与输出（风阀的比例调节），考虑到相对距离较远，为节省成本，选用海为 PLC 的模拟量扩展模块作为远程 IO，用 RS-485 通讯连接方式与之相近的 PLC 主机相联接（或直接与上位机相连），通过 PLC 主机以通讯方式将当前实时数据读出及控制远程模块模拟量输出给执行机构；
3. 为实现可在本地设定及读取数据，每台 PLC 主机挂一个人机界面（文本或触摸屏），两者之间用 RS-232 或 RS-485 相联进行通讯；
4. 对于两个 P3 洁净等级的系统因需具备两个或以上的本地数据设定与监控，所以可以将两个人机界面（文本或触摸屏）以 RS-485 连接方式组成一个 RS-485 网（一台人机界面作为主站，其余的作为从站），作为主站的人机界面与 Haiwell(海为)PLC 主机的 RS-232（COM1）口或扩展通讯模块进行通讯，以达到多个本地设定与监控的目的；
5. 在本系统中，要达到节能的效果，除在工艺控制上进行合理的处理外，在系统硬件配置上，风机、泵的驱动执行机构可采用变频器；变频器的开关可用 PLC 的 DO 进行控制，而其运转的频率可用 Haiwell(海为)PLC 的模拟量输出信号或直接用 PLC 与变频器通讯的方式进行控制；
6. 因各个车间的电气控制室（PLC）相距较远，且距中央监控室距离很远，各个 Haiwell(海为)PLC 主机可

用 RS-485 的连接方式组成 1~2 个 RS-485 子网与位于中央监控室的计算机（上位机）进行通讯，达到从远程对各个控制系统进行监视与控制的目的。

### 选用 Haiwell(海为)PLC 的理由（优点）：

#### 1、节省投资成本：

- a. Haiwell(海为)PLC 的性价比高，节省投资成本，除自身带有各种外设接口（开关量输入、开关量输出、模拟量输入、模拟量输出、高速计数器、高速脉冲输出通道、电源、通信端口等）外，还可扩展各种类型的扩展模块，进行灵活的配置，便于日后的系统扩展与升级；
- b. Haiwell(海为)PLC 的主机本身自带有几个模拟量输入输出通道（AI/AO），且其各种模拟量扩展模块均有一个用于通讯连接的通讯口（RS232 或 RS-485），所以， Haiwell(海为)PLC 的模拟量扩展模块支持并行总线（直接用扩展总线挂到 PLC 主机的扩展接口上）与串行总线（用模拟量扩展模块上的通讯口与 PLC 主机的通讯口进行通讯连接）两种方式进行对模拟量输入输出通道的扩展，当用串行总线进行扩展时，可作为远程 IO 模块，不受 AI/AO 点数的扩展限制；这一点对于有大量模拟量信号（温度、湿度、压差、风量、流量、风机转速、阀门开度等）需要进行采集及监控的洁净式中央空调极其重要；
- c. 在上点中提到 Haiwell(海为)PLC 的各种模拟量扩展模块均有一个用于通讯连接的通讯口（RS232 或 RS-485），对于本实例中的 4 个温室的控制就可省去 PLC 主机，而直接用串行总线的 RS-485 的通讯方式（距离较远）对温室的模拟量输入输出进行扩展，挂到与之临近的 PLC 主机的 RS-485 口或扩展 RS-485 通讯口中，可极大地节省投资成本；

#### 2、网络通讯功能：

- a. 实例通讯需求：在本实例中，每个控制系统（PLC）均要求同时与远程计算机（上位机）、人机界面（文本或触摸屏）通讯；P3 洁净等级的 2 个系统还需 2 个或以上的 RS-485 通讯端口（一个与本地的现场设备组成的 485 子网通讯，另一个与远程上位机通讯），所以，一台 PLC 至少要具备两个以上的通讯端口才能满足工程需求；
- b. Haiwell(海为)PLC 具备丰富的网络通讯功能：各种 PLC 主机内置 2 个通讯口（一个为 RS-232，另一个为 RS-485），可扩展至 5 个通讯口，每个通讯口都可以进行编程和联网，都可作为主站或从站。支持 1:N、N:1、N:N 联网方式，支持各种人机界面和组态软件，可与任何带通讯功能的第三方设备（如变频器、仪表、条码阅读器等）联网；本实例中，两个 P3 洁净等级的 PLC 主机要挂两台或以上的人机界面，若一台人机界面与一个通讯端口相连接的话，则该 PLC 至少需要四个通讯端口方，这样一来，硬件成本肯定要增加，为节省通讯端口，使用两个文本或触摸屏以 RS-485 连接方式组成一个 RS-485 网，再与 Haiwell(海为)PLC 主机的 RS-232（COM1）口进行通讯，Haiwell(海为)PLC 作为从站。Haiwell(海为)PLC 的每个通讯口（包括主机自带的两个通讯口或扩展的通讯口）与第三方通讯时均可作为主站也可作为从站；
- c. Haiwell(海为)PLC 的每个通讯口（包括主机自带的两个通讯口或扩展的通讯口）均可用于用于编程和联网，在日后的维护工作中（如修改程序时），可在不停机的状态下进行一边监控当前系统的运行状态，一边对其进行维护，以减少系统的停机维护时间，提高生产效应；
- d. 一次性通讯容量大：一个实时性要求很高且数据交换量比较大的监控系统中，PLC 与上位机之间的通讯速度及一次性的通讯容量是决定实时性的极为重要的前提与保证。在本实例中，每个系统均有大量的数字量（X、Y、M 等）和模拟量需要进行监控与处理，且要以通讯方式上传到上位机中进行监控与处理，这就要求 PLC 具有极快的通讯速度与通讯容量，否则上位机采集的数据将得不到实时的效果，不能真实反映现场各个系统当前的运行情况。一次向 PLC 读取的数据容量大：开关量点（如 X、Y、M、T、C、SM）可达 255 个或 16 位数据（如 V、SV、CCV、TCV、AI、AQ）可到 48 个，有了如此大的数据读取容量后，计算机在向 PLC 发读取实时数据的命令后，可一次性地将所要监控的数据读取到上位机中，减少了通讯次数，可极大地提高通讯效应，增强数据的实时性；

e. 通讯速度快:

- Haiwell(海为)PLC 内置多种通讯协议: 内置 Modbus RTU/ASCII 协议、自由通讯协议以及海为公司的 HaiwellBus 高速通讯协议。海为 PLC 的通讯波特率可高达 57600(默认通信格式为 19200, N, 8, 2 RTU); 本例中计算机与 PLC 之间使用 Haiwell(海为)PLC 内置的 Modbus RTU 通讯协议, 比 ASCII 方式在通讯速度上来的快, 提高数据的实时显示与处理; PLC 作为从站用 Modbus 协议与上位机通讯时, PLC 不需编写任何的通讯程序;
- 极为便利的通讯指令系统: 使您无论使用何种通讯协议都只需一条通讯指令便可完成复杂的通讯功能, 编程简单而程序简洁, 无须再为通讯端口冲突、发送接收控制、通讯中断处理等问题烦恼, 可以在程序中混合使用各种协议轻松完成您所需的各种数据交换;
- 通讯的收发均采用中断的方式: 所有通讯的收发均采用中断的方式, 编写再多的通讯指令也不会影响用户程序的执行周期及响应速度, 而用户程序的执行周期(扫描时间)也不会影响通讯的即时收发, 这样, 在实际应用中保证了通讯的即时性与高效性, 即使 5 个通讯口同时进行繁忙的通讯处理, PLC 系统将对其进行快速统一地调度;

f. 组网灵活: 本实例中, PLC 与外围设备之间的通讯有以下几种:

- PLC 与上位机之间用 RS-485, PLC 作为从站, 通讯协议为 Modbus;
- PLC 与单个或多个个人机界面(文本或触摸屏)之间用 RS-232, PLC 作为从站, 通讯协议为 Modbus;
- PLC 与变频器之间用 RS-485, PLC 作为主站, 通讯协议为 Modbus;
- PLC 与远程模拟量扩展模块之间用 RS-485, PLC 作为主站;
- PLC 模拟量扩展模块(远程 IO)与上位机之间用 RS-485 直接通讯, 计算机作为主站;

### 3、系统的可扩展性:

一个系统在设计或调试完成后, 并不能保证此系统就是完整无缺的, 在日后的维护保养中, 在很多情况下, 随着生产规模的扩大或生产工艺的改变要对原有控制系统进行升级或扩展, 此时对于用户来说只有两种选择: 一种为重新购置控制系统, 另一种为在原有系统基础上进行升级或扩展。重新购置控制系统的成本太高且耗力耗时, 为不得不作出的情况; 而在原有系统基础上进行升级或扩展的方法, 可充分利用原有资源, 即节省成本, 又可省去大量的因施工和调试带来的不便与时间; 所以, 作为控制系统中最为重要设备的 PLC, 其扩展性能是极为重要的。

- a. Haiwell PLC 采用高速并行总线进行扩展, 满足您对实时控制的严格要求。S 系列 PLC 可扩展最大为 7 个扩展模块, 各种类型的扩展模块能充分满足各种应用的需求;
- b. Haiwell(海为)PLC 的模拟量扩展模块支持串行总线方式进行对模拟量输入输出通道的扩展, 当用串行总线进行扩展时, 不受 AI/AO 点数的限制; 这一点对于有大量模拟量信号(温度、湿度、压差、风量、流量、风机转速、阀门开度等)需要进行采集及监控的洁净式中央空调极其重要;
- c. Haiwell(海为)PLC 可带 5 个均可用于编程与通讯联网的通讯端口, 加上内置的各种通讯协议, 可方便地与第三方通讯设备进行联接与通讯, 为今后的通讯扩展打下坚实的基础;

### 4、系统的方便性与可维护性:

对于一个系统有 PLC 参与控制的控制系统来说, PLC 在使用方便性及可维护性方面是关系到整个控制系统的使用方便性及可维护性, 而 PLC 在使用方便性主要体现在编程与调试上。

- a. Haiwell(海为)PLC 编程软件易学易用且功能强大: 是一款符合 IEC 61131-3 规范的 PLC 编程软件, 它支持 LD(梯形图)、FBD(功能块图)和 IL(指令表)三种编程语言, 编程人员可选择自己熟悉的语言进行快速的编写程序, 可运行于 Win98/Win200X/WinXP 操作系统环境下; 极为便利的通讯指令系统, 无论使用何种通讯协议都只需一条通讯指令便可完成复杂的通讯功能, 无须再为通讯端口冲突、发送接收控制、通讯中断处理等问题烦恼, 可以在程序中混合使用各种协议轻松完成各种数据交换; 程序项目结构模块化, 可建立共 32 个程序块(主程序)、子程序、中断程序, 任意选择您喜欢的语言进行编程, 程序块的执行顺序可任意调整;

- b. Haiwell(海为)PLC 编程软件在调试过程中显得极为方便：具备内置仿真器，是国内第一个带内置仿真器的 PLC 编程软件，全面实现 PLC 程序的仿真运行。在编程过程中或程序编写完成后，可用仿真器在完全脱离 PLC 的情况下仿真运行 PLC 程序，以检查程序执行是否正确；同时，具备强大的在线联机与在线监控调试功能，可选择网上的任意一台 PLC 进行在线监控等操作，并可将监控到的数据以曲线图的方式显示，极大地减少现场调试时间，降低调试难度，提高调试效率；
- c. Haiwell(海为)PLC 的硬件与软件均采用模块化结构，在日常的维护中，只要对需进行处理或修改的模块进行相应的升级与修改，减小了因误操作或修改不当造成的风险，增强了整个系统的可维护性；

控制系统结构示意图



1. 所有 Haiwell(海为)PLC 以 RS-485 方式与上位计算机相连，计算机作为主站，PLC 作为从站，上位机定时向每台 PLC 发读取数据的命令，PLC 接收到该命令后，立即组织相应的数据并发送到指定通讯端口中上传给上位机，上位机对接收到的数据进行处理并显示，完成远程中央集中监控的要求；当上位机向指定的 Haiwell PLC 发写入（设定）数据的命令时，PLC 接收到该写入命令后，对相应的寄存器进行数据的设定，并立即组织相应的数据发送到指定通讯端口中上传给上位机，上位机对接收到的数据进行处理并判定数据设定是否正确，完成远程中央集中设定数据的要求；
2. 位于中央监控室或办公大楼内的工程师站用于对整个控制系统的日常维护，工程师站可通过以太网或其它办公信息网络及中央监控室主机对所有的设备进行在线监控，从而达到远程维护的目的；
3. 配挂一台人机界面（触摸屏或文本）的 Haiwell PLC 系统（P2 系统 1~P2 系统 11），用 PLC 的 RS-232 口（COM1）与人机界面相连，PLC 作为从站，人机界面作为主站，利用 Modbus 通讯协议可轻松实现 Haiwell PLC 与人机界面的通讯连接；
4. 配挂两台或以上人机界面（触摸屏或文本）的 Haiwell PLC 系统（P3 系统 1、P3 系统 2），先将两台或以上的人机界面组成一个 RS-485 网络，并将其中的一台作为通讯的主站，其余的作为从站，后再把作为主站的人机界面的 RS-232 口与 PLC 的 RS-232 口（COM1）相连，PLC 作为从站，利用 Modbus 通讯协议可轻松实现一台 Haiwell PLC 与人机界面的通讯连接；
5. 为节省投资成本，对于有多台变频器、配挂有 Haiwell 模拟量扩展模块或第三方通讯设备的 PLC 系统，

使用主机本身自带的 RS-485 口 (COM2) 或扩展通讯模块端口 (RS-232/RS-485 可选), 相连接进行通讯控制, PLC 作为主站, 其它设备作为从站, 通讯协议可用 Modbus 或自由协议;

6. 模拟量扩展模块在本实例中的应用:

- a. 用并行总线扩展作为 PLC 主机的本地扩展 IO: 如上图中的 P2 系统 1, 用模拟量输出通道直接控制变频器的运行频率;
- b. 用串行总线扩展作为 PLC 主机的远程扩展 IO: 如上图中的 P3 系统 2, PLC 主机通过 RS-485 通讯对远程模拟量输入输出通道进行控制;
- c. 用自带的通讯口 (RS232 或 RS485 可由用户自行选择) 及内置的通讯协议直接与上位机连接: 如上图中的温室 3, 由上位机通过通讯命令采集模拟量输入通道的值或设定模拟量输出通道的值;

注: 在通讯能力方面, 因海为的每种机型的 PLC 主机、扩展通讯模块、模拟量扩展模块均内置有 Modbus RTU/ASCII 协议、自由通讯协议, 所以可非常容易与第三方通讯设备 (包括计算机、触摸屏、文本、变频器、变送器、智能仪表等) 进行快速的通讯连接, 目前, 就用于工业上的控制设备, 基本上都支持 Modbus 通讯协议, 即使不支持 Modbus 通讯协议的设备, 也可用 Haiwell PLC 的自由通讯协议对其进行通讯。

### 通讯方面的编程

从上面的示意图可看出, PLC 所涉及到的通讯比较多: PLC 即要与人机界面、变频器、远程 IO 通讯, 还要与远程上位机进行通讯, 每种设备的通讯还要非常即时, 否则将影响实际控制的效果, 对于此类控制系统, PLC 的通讯能力及对通讯方面编程的方便性是至关重要的。

1. Haiwell(海为) PLC 与人机界面的通讯实现 (RS232 或 RS485): 因海为的每种机型的 PLC 主机、扩展通讯模块、模拟量扩展模块均内置有 Modbus RTU/ASCII 协议, 所以只要利用相应人机界面的界面编程软件编写要进行监控的画面及数据 (在该数据的属性定义窗口中填写 PLC 寄存器或位地址的相应 Modbus 通讯地址) 后, 下载到人机界面中运行, 即可实现 PLC 与人机界面的通讯, 而无需对 PLC 进行编程;
2. Haiwell(海为) PLC 与变频器实现、远程 IO 的通讯实现: 因海为 PLC 作为主站, 所以要在程序中编写通讯的控制程序。实现起来很简单, 只要利用一两条 MODR 和 MODW 指令即可实现, 象什么通讯中断、通讯标志位、优先级、数据的收发等, 属于通讯底层而又难于理解与掌控的东西全由 Haiwell PLC 自己统一处理与完成操作, 编程人员只要关心发送前的数据准备及接收到数据后从接收数据的寄存器中取出数据进行处理, 大大降低了编程与调试的难度, 提高编程效应, 简化了程序;
3. Haiwell(海为) PLC 模拟量扩展模块与上位机的通讯实现: Haiwell(海为) PLC 模拟量扩展模块也与 Haiwell PLC 主机一样, 内置有 Modbus RTU/ASCII 通讯协议, 上位机作为主站, 模拟量扩展模块作为从站, 不需要对模块进行其它的程序处理;
4. Haiwell(海为) PLC 与上位机的通讯实现: Haiwell PLC 与上位机 (计算机) 通讯时, 若 PLC 作为从站且选用 Modbus RTU 或 ASCII 通讯协议, 在对读取或设定的寄存器地址是连续的情况下 (如要读取或设定 M0~M255), 在 PLC 上是不需要进行编写通讯程序的; 在本例中, 因考虑到数据的实时性要求, 且要进行监控的 PLC 数据地址又不连续, 为了节省通讯时间与通讯次数, 将要进行上传到上位机的数据在 PLC 中进行处理与优化, 方法如下 (操作简单、方便):
  - a. 新建一个离散位地址表, 添加要进行上传到上位机的各种离散的位地址 (如 Y0、M100 等);
  - b. 用 BTOW 指令将刚建离散位地址表中的所有离散的位地址转换到地址连续的寄存器中;
  - c. 若只要读取前面的位地址, 此步可省) 新建一个离散寄存器地址表, 添加要进行上传到上位机的各种离散的寄存器地址 (如 V0、V100、CCV12 等);
  - d. 用 WUNW 指令将刚建离散寄存器地址表中的所有离散的寄存器地址转换到地址连续的寄存器中; (注意: 在第 B 步与 D 步中转换后的寄存器地址要连续)
  - e. OK, 完成! 就这样简单, 用户只做了添加了两个指令使用表及两条数据转换指令, 即完成了所有要监控的 PLC 数据上传到上位机的通讯操作, 其它的让 Haiwell PLC 去处理。
  - f. 至于上位机向 Haiwell PLC 设定数据, 因大部分情况下, 上位机向 PLC 设定数据时, 为安全起见,

一次通讯只设定一个数据，在此情况下，无需对 PLC 进行任何的编程。

## 工程应用总结

1. 利用 Haiwell（海为）可编程控制器（PLC）便利的通信功能及强大的通讯扩展能力（一台 PLC 最大可达 5 个通讯端口，每个通讯端口均可用于编程与联网通讯监控），轻易、经济的实现了与各种外部设备的通讯（计算机、变频器、人机界面、远程 IO 模块），使生产过程中的数据能快速实时地传送到本地或远程监控中心，实现了信息的集中处理与分散控制及数据的共享；
2. 利用 Haiwell（海为）可编程控制器（PLC）易学易用人性化的编程软件与平台，可轻松实现各种功能的工业控制（开关量的逻辑控制、模拟量的连续控制等）程序的编写，加上全方位的内置仿真程序及远程上下载程序与在线监控功能，对工程的程序编写与调试工作，大大降低了其难度，节省了工程调试时间；
3. 利用 Haiwell（海为）可编程控制器（PLC）的模拟量扩展模块的串行连接功能，可作为远程 IO，对模拟量的采集量与控出量要求很多的情况，轻松实现无限制点的扩展，极大地提高了控制系统的配置灵活度及日后的控制扩展能力，减少了模拟量信号的布线量，同时也减小了因模拟量信号线过长带来的干扰问题，节省工程投资成本；
4. 利用 Haiwell（海为）可编程控制器（PLC）强大的与第三方设备通讯的能力，极其容易地化解了较难实现的工艺控制要求（如一台 PLC 同时要与计算机、变频器、两台以上的人机界面通讯），大大节省了工程投资成本，为企业提高市场竞争力提供了先机。