[PLC]

洁净厂房新风自控系统中PLC的应用

文/上海紫泰物业管理有限公司　吴　军

洁净厂房极高的洁净度、温湿度等环境要求，需要通过不断提高新风空调系统的自动化控制程度来实现。洁净厂房新风空调控制系统主控制器采用PLC控制，由于PLC编程简单，扩展能力强，并且程序容易修改，所以越来越多地被应用在中央空调系统中，取代原来的DDC控制器。

在我国制造业不断提高的背景下，洁净厂房的技术也得到了不断提升。洁净厂房极高的洁净度、温湿度等环境要求，需要通过不断提高新风空调系统的自动化控制程度来实现，以满足各类国际高端集成电路生产环境的需求。洁净厂房新风空调控制系统主控制器采用PLC控制，由于PLC编程简单，扩展能力强，并且程序容易修改，所以越来越多地被应用在中央空调系统中，取代原来的DDC控制器。本文主要涉及PLC的组成，洁净厂房新风系统的工艺流程，PLC在新风控制系统中硬件、软件的基本应用。

PLC的组成

PLC（可编程序逻辑控制器）的结构组成如图1所示，主要由输入模块、输出模块、CPU模块和编程器组成。

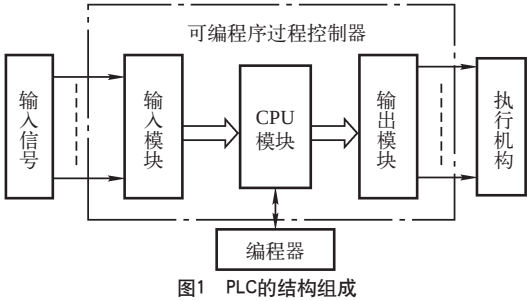

图1　PLC的结构组成

1） I/O模块。是指输入模块和输出模块，连接外部信号和执行机构。输入模块用于接收各种输入信号（开关量信号和模拟量信号），开关量为触头开关、按钮等通断信号；模拟量信号是指电压、电流和压力等连续变化的物理量。PLC的输出模块用于传送运算后的信息，控制电磁阀、接触器等执行机构，驱动电动机、指示灯等装置。按节数及电路类型，分为DI、DO、AI和AO等不同规格的模块。

2） CPU模块。主要包括存储器和CPU芯片（微处理器），它是PLC中央处理单元，是PLC硬件核心。通过CPU模块对采集到的输入信号的程序进行运算，输出指令；数据和程序的存储则由存储器实现。

新风系统的工艺流程分析

1．空气调节自控系统的控制

新风空调系统的自动控制方式多采用DDC和PLC两种。DDC（直接数字控制器）将控制策略固化在模块中，多用于办公大楼等民用领域；PLC（可编程序逻辑控制器）具备易安装、更可靠、编程简单及控制功能强等特点，使其更多用于工业领域，如洁净厂房新风空调自控系统。

新风空调处理系统是一套实现了加热、制

冷、除湿、送风、再热和过滤功能的全新空调机组，由此充分满足了大空间洁净室对温度、湿度和舒适性方面的严格要求。

根据洁净厂房新风空调系统的实际工艺和设计规范的要求，洁净厂房主要工艺参数（控制范围）：对室外大气的正压差（l0 Pa）、室内露点（10±1.5 ℃）和室内温度（22±2 ℃）。

2．空气调节自控系统的原理

（1） 新风空调机组控制原理

如图2所示，室外的新风由进口风阀进入空调箱内，经预滤网过滤去除粉尘颗粒，进行加热加湿（冬季加热盘管和加湿器作用）或制冷除湿（夏季冷盘管作用），此时空气露点控制10 ℃左右。

通过空调箱内由变频器控制的送风机，空气通过再热盘管再次加热至18 ℃，经由终滤网过滤进入洁净室。通过安装在洁净室顶部的风扇过滤单元FFU送入洁净室的各个不同区域（FFU带独立的控制器，具高效过滤功能）。送风机由变频器控制，确保洁净室对外正压差。

由以上过程可知，新风空调机组的控制运行，保证了洁净室内露点、对室外大气的正压差和舒适性；通过二次冷冻水系统对洁净室内部的温度实现有效控制。

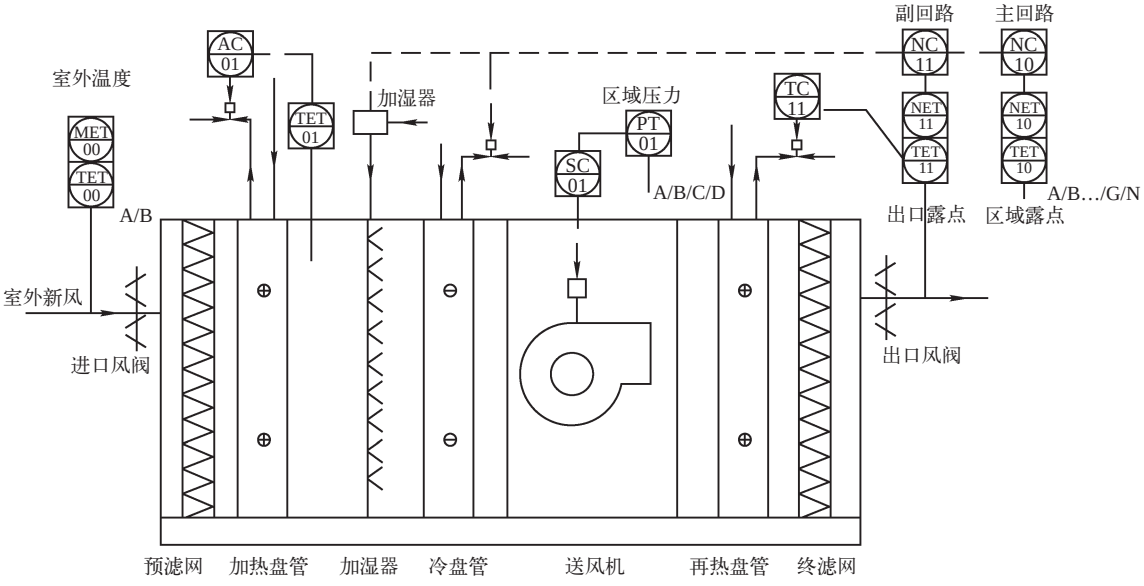

图2 新风空调机组自控原理图

（2） 洁净室露点控制

露点是指在空气中水汽含量不变，保持气压一定的情况下，使空气冷却达到饱和时的温度。露点的控制能够确保洁净厂房内的空气在要求的温湿度下，不会发生空气水分凝结成露水的情况，以避免水分对产品质量的影响。空调机组内加热盘管和加温器在冬季模式下的工作和冷盘管在夏季模式下的工作，正是确保了露点的良好控制。

（3） 洁净室温度控制

常规空调系统中往往无法同时满足温度和湿度参数的要求，也很难避免热湿同时处理时的损失等问题，而新风空调控制系统对露点和温度进行独立控制。图2的空调箱内通过再热盘管的再加热，将送风的出口温度控制在18℃。这样就避免了管道内空气温度低于露点而可能发生结露，还能抵消送风过程以及照明而引起的温升，另外可以避免由于洁净厂房内被控区域的温度较低，而导致人体舒适度较差。

（4） 洁净室压差控制

压差控制是为了确保洁净室对外有足够的正压，在正压环境下，能避免室外的粉尘颗粒等进入洁净室内部，确保了洁净室内空气的洁净度。这对于电路生产线的环境和产品的合格率是非常重要的。

（5） MAU的群控逻辑

由于洁净房间较大，整个系统设置有多台新风空调机组MAU，通常一套MAU由一台PLC来控制，并选定其中一台冗余的PLC作为群控算法的主控制器。

PLC将接收的MAU状态信息运用算法规则，确定新风空调机组运行和备用数量，这就是群控。群控功能中的程序设定，可使各机组运行时

间基本相同，提高设备利用率，能够更好地延长设备的使用寿命，同时方便检修。

3．洁净厂房的空调控制系统

由于MELSEC　Q系列PLC具有处理能力强、网络通信灵活易用和稳定可靠的特点，在洁净厂房的控制中得到了成功的应用。

主要控制区域包括洁净室、办公楼、仓库和冷冻站，被控对象主要是各区域的温度、湿度、露点、压力、流量和液位等参数，系统通过对风机、泵和调节阀等主要设备的控制来实现对这些参数的调节控制。同时采用变风量控制和变频技术对风机和泵进行控制，达到节能的目的。

洁净室采用前述的空调系统控制方案，实现了洁净室的露点和温度的独立控制以及洁净室的露点、温度和正压差的正确控制，并采用变频器达到环保和节能的目的，保证了洁净厂房新风控制系统的正常生产。实践证明，采用PLC来实现新风空调空气调节系统的控制，可靠易用。

PLC硬件组成及软件的介绍

1．PLC硬件——三菱MELSEC－Q系列

本自控系统选用三菱可编程序逻辑器MELSEC－Q系列的PLC产品。其性能和准确度高，程序开发高度效率高，设备兼容性强，CC－LINK网络功能强，兼容性强，多种基板的配置灵活，空间和配线减少，使用方便。

2．PLC软件——Gx Developer介绍

软件包GX Developer的主要功能。

1）制作程序。

2）PLC的写入/读出操作。

3）监视功能。各回路的监视、登录监视等的监视功能。

4）调试。将PLC程序写入CPU，测试程序是否能正常运行。另外，可使用仿真软件GX Simulator，用电脑单体进行相关的调试。

5）PC诊断。因为故障记录或错误状态会报出，短时间内可以恢复作业。另外，由于系统监视能获取特殊机能的详细信息（仅QCPU（Q模式）），当错误出现时，就可在短时间内更快地恢复作业。

新风自动控制系统的组成及控制方式

1．新风控制系统的网络拓扑图

新风自动控制系统的设计中，为实现远方监控，设计完成了网络拓扑图，如图3所示。

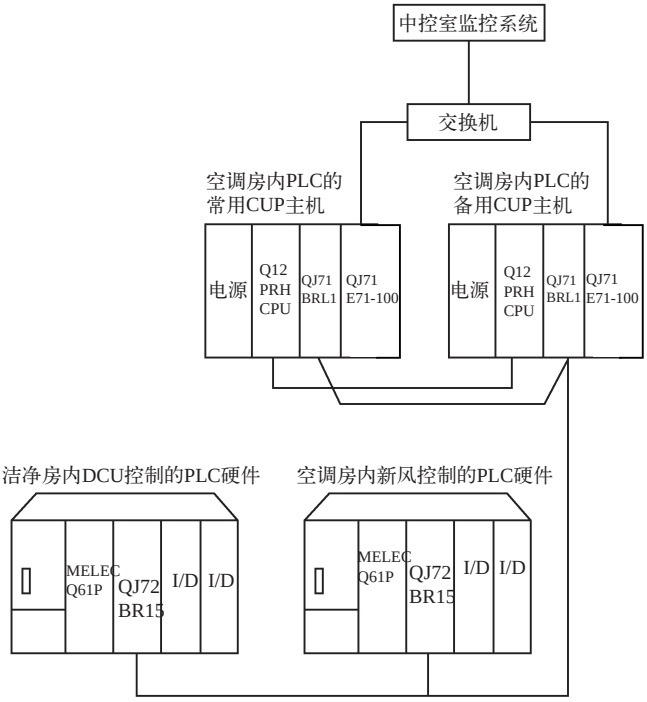

图3　新风控制系统的网络拓扑图

2．PLC自控系统的I/O点表

新风自动控制系统的设计中，在完成软硬件设备选用的基础上，需要对PLC自控系统的输入输出点做一个系统的设计。新风自动控制系统的I/O分配见下表。

表　新风自动控制系统的I/O分配

序号	名称	DI	DO	AI	AO	小计
	新风机组MAU					
1	室外温湿度传感器			2		
2	初效报警	1				
3	中效报警	1				
4	高效报警	1				
5	温度传感器			2		
6	预热电动阀调节阀			1	1	
7	预冷电动阀调节阀			1	1	
8	水洗装置液位报警	2				
9	补水电动球阀				2	
10	热盘管电动调节阀			1	1	
11	预盘管电动调节阀			1	1	
12	电动风阀	1	2			
13	送风温度传感器			1		
14	露点温度传感器			1		
15	变频器	2	2		2	
16	风机	4				
17	微压差传感器			3		
18	主干漏电	1				
19	风机漏电	1				
20	操作电源异常	1				
	合计	15	4	10	8	37

3．PLC自控系统的控制方式

在新风空调PLC控制程序中控制的核心部分是PID控制。PID控制就是应用于温度、湿度和压力等参数的过程控制的控制方式。

将控制对象保持为所设置的值的所需配置如图4所示。

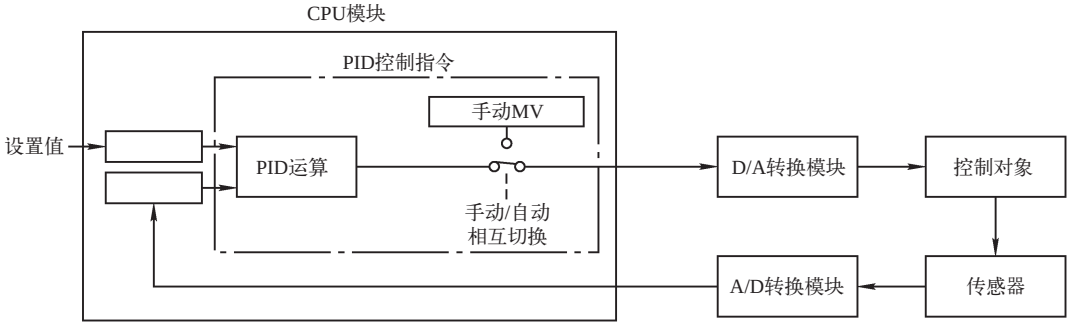

图4　PLC控制处理框图

传感器测量值PV与设置值SV经PID运算比较，输出调节用的操作值MV，经转换驱动控制对象，再经传感器循环转换信号为PV值，重新比较校正，以此减少并消除PV与SV的差值。

PID运算，将P（比例动作）、I（积分动作）和D（微分动作）组合，算出MV（操作值），再使PV（测量值）快速修正，不断趋近SV（设置值）。如此不断修正，实现PID的控制。

结束语

本文主要是对洁净厂房新风控制系统中PLC应用加以叙述，结合了PLC组成，洁净厂房新风系统控制原理、PLC硬件及软件的实际产品介绍，最后使PLC在新风控制系统中运用加以呈现。洁净厂房空调系统自控系统中PLC应用的不断深入，对于我国洁净厂房节能有着积极的现实意义。EA

（收稿日期：2020.06.02）
（编辑：朱金凤）

（上接第60页）

手动状态，报警控制器只发出报警信号，不输出动作信号，由值班人员确认火警后，按下报警控制面板上的应急起动按钮或保护区门口处的紧急启动按钮，即可起动系统喷放七氟丙烷灭火剂。

1．温湿度监测系统

储能系统机房内部环境温湿度对设备正常运行有重要影响。因此在储能系统机房的设备走廊上方位置，分别安装一个温湿度传感器，实时监测储能机房内的温度和湿度值，一旦发现温度和湿度超过设定的数值将启动空调系统进行温湿度的控制。温度和湿度数值，可通过电池管理系统将数据上传至远程监控平台，进行温湿度的远程实时监控。

效益分析

1．直接收益

本工程储能系统年均收益如表4所示。

表　储能系统年均收益表

系统名称	容量/(kW·h)	运行天数	峰谷差/(元/kW·h)	年均收益/万元
科学社区项目	8 000	365	1.037	231.6

2．最终收益

运行后实际的投资收益，还需要考虑实际负荷功率大小、电池组的衰减、设备折旧、运维费用和管理费用等因素综合评估。

结束语

综上所述，电池储能系统的设计除上文提到的几个方面外，PCS并离网运行模式、机房防雷、接地及过电压保护等方面也需要设计师考虑。同时机房的散热通风及荷载要求，亦需要暖通工程师、结构工程师根据具体情况予以设计和思考。EA

（收稿日期：2020.03.18）
（编辑：朱金凤）