

6ES7214-1AD23-0XB8选型说明

产品名称	6ES7214-1AD23-0XB8选型说明
公司名称	浔之漫智控技术-西门子PLC代理商
价格	.00/件
规格参数	
公司地址	上海市松江区石湖荡镇塔汇路755弄29号1幢一层A区213室
联系电话	15221406036

产品详情

6ES7214-1AD23-0XB8选型说明

采用变桨距控制的风力发电机不但可以吸收更多的风能，而且使风力机具有更好的起动和制动性能，保证风力机可靠地运行。在风力发电机组或电网发生故障时，可以控制变桨距机构使叶片顺桨，从而使叶轮迅速制动；在风速高于安全运行风速时，可以使叶片处于顺桨状态，改善风力机组的受力状况，避免大风对风力机的损害。此外，若通过合适的变桨距控制，可以减小传递链上的转矩振荡；国外的研究人员通过对独立变桨距风力发电机的研究发现，采用对每个叶片进行合理的控制可以减小塔架的振荡以及叶片的载荷，从而可以减小风机的疲劳度，延长风力机使用寿命。本文采用罗克韦尔 SLC 500系列可编程控制器(PLC)作为风力发电机的变桨距控制器，这种变桨控制器具有控制方式灵活，编程简单，抗干扰能力强等特点。本文介绍了变桨距系统的工作原理，设计了变桨控制器的软件系统和硬件系统，在实际风力发电机组上进行了实验验证，运行效果良好。预计罗克韦尔 SLC 500系列可编程控制器(PLC)在我国风力发电场合会有大的作为。

关键词:变桨距 风力发电机 可编程控制器 罗克韦尔

1引言

风能是可再生能源中发展快的清洁能源，也是具有大规模开发和商业化发展前景的发电方式。我国风能资源储量丰富，发展风能对于改善能源结构缓解能源短缺具有重大现实意义。近年来，我国风电产业规模逐步扩大，风电已成为能源发展的重要领域。

在风电技术发展方面，风力发电机单机容量朝着大型化发展，兆瓦级风力机已经成为了国际风力发电市场的主流产品。目前大型风力发电机组普遍采用变桨距控制技术，例如，VESTAS的V66-1.65MW、V80-2 MW，ENERCON的E-66-1.8MW、E-58-1MW，GE的1.5MW、2.5MW、3.6MW机组，REPOWER的MD77-1.6 MW、MM82 -2MW，NORDEX的S77/1.5MW等都采用变桨距系统。

变桨距调节是沿桨叶的纵轴旋转叶片，控制风轮的能量吸收，保持一定的输出功率。变桨距控制的优点

是能够确保高风速段的额定功率，额定功率点以上输出平稳、在额定点具有较高的风能利用系数、提高风力机组起动性能与制动性能、提高风机的整体柔性度、减小整机和桨叶的受力状况。因此国际风力发电市场的主流产品是变速变桨距机组。

世界上大型风电机组变桨距系统的执行机构主要有两种，液压变桨距执行机构和电动变桨距执行机构。其中，电动变桨距系统的桨距控制通过电动机来实现，结构紧凑、控制灵活、可靠，正越来越受到大多数整机厂家的青睐，市场前景十分广阔。

目前，我国MW级变速恒频风电机组电动变桨距系统产品一直依赖进口，国外比较有代表性的有德国LUST、SSB、美国GE公司的产品。其高昂的产品价格、技术服务的不足和对关键技术的封锁严重影响了我 国风电产业的健康快速发展。风力发电机向着大型化的方向发展，变桨距控制技术已经成为风力发电的关键技术之一，研制电动变桨距系统实现大型风力机电动变桨距控制技术国产化、产业化的要求十分迫切。因此，掌握电动变桨距控制技术将改变国外公司对变桨距控制技术垄断的现状，提高我国风电关键技术的研制能力，降低风力发电的成本；对加快拥有自主知识产权的风电设备研制，大力发展风电事业具有重要意义，从而使我国在该领域的研究达到国际先进水平。

变速变桨风力发电机组是风力发电技术发展的主流方向，控制系统是机组的关键部件之一。控制系统的性能优劣对风机运行的效率和使用寿命有至关重要的影响。20世纪90年代，国外便开始了对变速风力机的运行特性和控制策略的研究，并取得了一系列的成果，生产制造出成熟可靠的商业化运营的控制系 统产品。目前的研究热点集中在基于现代控制理论的新型控制算法在风力发电控制系统中的应用上，以期进一步提高风力机的运行效率，减小疲劳载荷，改善输出电能质量。我国风电产业起步较晚，目前对变速风电机组的运行特性及规律缺乏深入研究，在控制系统的产业化项目中，缺乏优的控制策略依据。深入研究风电机组及风力机的运行特性和规律对于控制系统的分析与设计具有十分重要的指导意义。

大风能捕获是控制系统的重要功能之一，它直接影响的风力发电机组的运行效率。对于提高风电机组的发电量，减小风电成本具有重要意义。而传统的控制方法存在诸多不足，引起较大的能量损失，新型控制算法的研究和应用，可以有效提高风能利用效率，实现大风能捕获。

为了获得足够的起在变桨距系统中需要具有高可靠性的控制器，本文中采用了罗克韦尔 SLC 500系列可编程控制器（PLC）作为变桨距系统的控制器，并设计了PLC软件程序，在国外某风电公司风力发电机组上作了实验。

2变桨距风电机组及其控制策略

变桨距调节是沿桨叶的纵轴旋转叶片，控制风轮的能量吸收，保持一定的输出功率。如图1所示为变桨距风力发电机的原理图。变桨距控制的优点是机组起动性能好，输出功率稳定，停机安全等；其缺点是增加了变桨距装置，控制复杂。

图1 变桨距风电机组原理图

在风力机设计的初期，设计人员就考虑到了变桨距控制，但是由于对空气动力学特性和风力机运行工况认识不足，控制技术还不成熟，风力机的变桨距机构可靠性不能满足运行要求，经常出现飞车现象。直到20世纪90年代变桨距风力机才得到广泛的应用。目前大型风力发电机组普遍采用变桨距控制技术，例如，VESTAS的V66-1.65MW、V80-2MW，ENERCON的E-66-1.8MW、E-58-1MW，ENRON Wind的1.5S-5MW，NORDEX的S77/1500KW等都采用变桨距结构。

定桨距控制，风力机的功率调节完全依靠叶片结构设计发生失速效应使高风速时功率不增大，但由于失速点的设计，很难保证风力机在失速后能维持输出额定功率，所以一般失速后功率小于额定功率[1][4]；而变桨距风力机可以根据风速的大小调节气流对叶片的攻角，当风速超过额定风速时，输出功率可以稳定在额定功率上。如图2所示为定桨距风力机和变桨距风力机的输出功率比较曲线。在出现台风时，可

以使叶片处于顺桨，使整个风力机的受力情况大为改善，可以避免大风损害风力机组。在紧急停机或有故障时，变桨距机构可以使叶片迅速顺桨到 90° ，风轮速度降低，减小风力机负载的冲击，延长风电机组的使用寿命。

图2 变桨距和定桨距风力机的功率曲线

变桨距控制技术关系到风力发电机组的安全可靠运行，影响风力机的使用寿命。随着变桨距风力机的广泛应用，许多学者和研究人员投入了变桨距控制技术及其变桨距风力机结构的研究。目前人们主要致力于通过控制桨距角使输出功率平稳、减小转矩振荡、减小机舱振荡等技术的研究。Vestas公司推出了OpiTip（佳桨距角）风力发电机组，不但优化了输出功率，而且有效的降低的噪音。

目前变桨机构有两种：一种是液压变桨距执行机构；另一种是电动变桨距执行机构。液压变桨控制机构具有传动力矩大、重量轻、刚度大、定位精确、执行机构动态响应速度快等优点,能够保证更加快速、准确地把叶片调节至预定节距。目前国外大公司如丹麦VESTAS的V80-2.0MW风机等都采用液压变桨机构[5][6]。电机变桨执行机构是利用电机对桨叶进行控制，电动变桨没有液压变桨机构那么复杂，也不存在非线性、漏油、卡塞等现象发生，因此目前受到了许多厂家的关注。如REPOWER的XD77、MM92、GE公司生产的兆瓦级风力发电机就采用了电动变桨距机构。

如图3所示为液压变桨距执行机构原理图，桨叶通过机械连杆机构与液压缸相连接，节距角的变化同液压缸位移成正比。当液压缸活塞杆向左移动到大位置时，节距角为 90° ，而活塞杆向右移动大位置时，节距角一般为 -5° 。液压缸的位移由电液比例阀进行精确控制。在负载变化不大的情况下，电液比例方向阀的输入电压与液压缸的速度成正比，为进行精确的液压缸位置控制，必须引入液压缸位置检测与反馈控制。

图3 液压变桨机构框图

电机变桨距控制机构可对每个桨叶采用一个伺服电机进行单独调节，如图4所示。伺服电机通过主动齿轮与桨叶轮毂内齿圈相啮合，直接对桨叶的节距角进行控制。位移传感器采集桨叶节距角的变化与电机形成闭环PID负反馈控制。在系统出现故障，控制电源断电时，桨叶控制电机由UPS供电，将桨叶调节为顺桨位置。

图4 电动变桨距系统原理图

随着风力发电机技术的不断进步，风力机已经朝着大型化方向发展。兆瓦级风力机已经成为市场上的主流机型，在国外的海上风电场广泛采用2-5MW风力发电机组。目前的变桨距风力机大多采用三个桨叶统一控制的方式，即三个桨叶变换是一致的。但由于现代大型风力机叶片比较大，一般几十米甚至上百米，所以整个风轮扫过面上的风速并不均匀，由此会产生叶片的扭矩波动并影响到风力机传动机构的机械应力及疲劳寿命；此外，由于叶片尺寸较大，每个叶片有十几吨甚至几十吨重，叶片在运行的不同位置受力状况也是不一样的，故叶片重力对风轮力矩的影响也是不能忽略的。显然对三个叶片进行独立控制更加合理。通过独立变桨控制，可以大大减小风力机叶片负载的波动及转矩的波动，进而减小了传动机构和齿轮箱的疲劳度以及塔架的振动，而输出功率能基本恒定在额定功率附近。

3变桨控制器的设计

3.1系统的硬件构成

本文实验中采用的电动独立变桨距系统由交流伺服系统、伺服电机、后备电源、轮毂主控构成。电动变桨距系统结构如图5、6所示。系统参数与接口的设计依据为SSB1.5MW双馈式风力发电机组变桨距系统。

图5 电动独立变桨距系统结构

图6 电动独立变桨距系统结构2

本文中的风电系统涉及风速、风向、振动加速、振动开关、偏航、刹车液压系统、齿轮传动系统、液压、温度等等信号。其中，输入数字量约70-80路；模拟量约10路；温度量约16路；输出数字量约32路；此外，还需要用到发电机转速测量高速计数信号。为了满足需求，采用了罗克韦尔 SLC 500系列PLC。SLC 500有多款不同容量和内置通讯接口的处理器可选。提供大容量多可达64K字（128K字节）的数据/程序内存，SLC 500的模块化I/O系统提供了包括开关量、模拟量和专用模块在内的60多种I/O模块。SLC500系列处理器的程序和数据是以文件的形式在内存中存储的。处理器文件分为程序文件和数据文件，程序文件可高达256个，包括处理器信息、梯形图主程序、中断子程序及其他用户根据需要编制的子程序文件；数据文件包括与外部I/O及所有梯形图程序使用的与指令相关的数据信息。它包含输出/输入、状态、位、计时器、计数器、控制结构、整数、浮点数、字符串、ASCII码文件，用户可以根据需要定义除输出/输入和状态文件以外的可达256个数据文件。

此外，SLC500控制系统还提供50多种不同的I/O模块满足用户的不同需求。本地模块采用硬件寻址方式，程序逻辑可直接存取I/O数据。（1）开关量I/O模块。包括各种输入/输出方式和不同的I/O点数，有4、8、16和32点开关量I/O模块及8、12和16点I/O混合模块等，可与不同电压等级的交流、直流和TTL电平连接。其中有负载电流达2A和2.5A的大电流继电器模块、固态输出模块和大接通信号延迟时间只有0.3ms、大关断信号延迟时间只有0.5ms的快速响应直流输入模块。为提高工业应用的可靠性，这些模块都提供了输入滤波和光电隔离功能。16点I/O模块上还有可拆卸的接线端子排，使接线和更换模块更容易。（2）模拟量I/O模块。SLC500系列模拟量（模块有4路I/O、4路混合I/O 2路输入/2路输出）模块和高密度的8路输入模块及快速响应模块等。输入模块都采用差分输入，每路通道可单独配置成不同等级的电流或电压输入方式，高输入分辨率可达16bit精度。具有输入滤波，对电气噪声具有高度的防护能力。输出通道的精度都是14bit，提供精确的控制能力。SLC500系列模拟量I/O模块可以选择由框架的背板供电，不需外部电源。

系统中，发电机的功率信号由高速功率变送器以模拟量的形式（0~10V对应功率0~800KW）输入到PLC，桨距角反馈信号（0~10V对应桨距角0~90°）以模拟量的形式输入到PLC的模拟输入单元；液压传感器1、2也要以模拟量的形式输入。在这里选用了4路模拟量的输入单元；4路模拟量输出单元，输出信号为-10V~+10V，将信号输出到执行机构来控制进桨或退桨速度；为了测量发电机的转速，选用高速计数单元，发电机的转速是通过检测与发电机相连的光电码盘，每转输出10个脉冲，输入给计数单元。

3.2系统的软件设计

本系统的主要功能都是由PLC来实现的，当满足风力机起动条件时，PLC发出指令使叶片桨距角从90°匀速减小；当发电机并网后PLC根据反馈的功率进行功率调节，在额定风速之下保持较高的风能吸收系数，在额定风速之上，通过调整桨距角使输出功率保持在额定功率上。在有故障停机或急停信号时，PLC控制执行电机，使得叶片迅速变到桨距角为90°的位置。

风力机起动时变桨控制程序流程如图7所示。当风速高于起动风速时PLC通过模拟输出单元输出1.8V电压，使叶片以0.9°/s的速度变化到15°。此时，若发电机的转速大于800r/s或者转速持续一分钟大于700r/s，则桨叶继续进桨到3°位置。PLC检测到高速计数单元的转速信号大于1000r/s时发出并网指令。若桨距角在到达3°后2分钟未并网则由模拟输出单元给比例阀输出-4.1V电压，使桨距角退到15°位置。

图7 风力机起动变桨控制程序流图

发电机并入电网后通过调节桨距角来调节发电机输出功率，功率调节程序流程图如图5所示。当实际功率大于额定功率时，PLC的模拟输出单元CJ1W-DA021输出与功率偏差成比例的电压信号，并采用LMT指令使输出电压限制在-4.1V（对应变桨速度 $4.6^\circ/\text{s}$ ）以内。当功率偏差小于零时需要进桨来增大功率，进桨时给比例阀输出的大电压为1.8V（对应变桨速度 $0.9^\circ/\text{s}$ ）。为了防止频繁的往复变桨，在功率偏差在 $\pm 10\text{KW}$ 时不进行变桨。

图8 变桨调功程序流程图

在变桨距控制系统中，高风速段的变桨距调节功率是非常重要的部分，若退桨速度过慢则会出现过功率或过电流现象，甚至会烧毁发电机；若桨距调节速度过快，不但会出现过调节现象，使输出功率波动较大，而且会缩短变桨缸和变桨轴承的使用寿命。会影响发电机的输出功率，使发电量降低。在本系统中在过功率退桨和欠功率进桨时采用不同的变桨速度。退桨速度较进桨速度大，这样可以防止在大的阵风时出现发电机功率过高现象。

图8为变桨距功率调节部分的梯形图程序。100.08是启动功率调节命令，当满足功率调节条件时，继电器100.08由0变为1；D2100存放的是发动机额定功率与实际功率的偏差，当偏差 P 满足 $-10\text{KW} < P < 10\text{KW}$ 时将0赋给D2100；60.07为1时即功率偏差为负值，D2100中的功率偏差按一定比例进行缩放，并通过LMT指令限位输出到比例阀，输出的小值对应-4.1V电压；若继电器60.07为0，即功率偏差为正值，将D2100的值通过SCL3指令按比例系数缩放。

4结束语

在国内一些机构已经对变桨距控制进行了一定的研究，如沈阳工业大学、浙江大学、新疆大学等，其中浙江大学对独立变桨距风力机控制做了初步的探讨，但是变桨距控制在国内还没有成功应用的例子，变桨距控制在国内还处于理论研究阶段，较高风力机成本也限制了实验的进展，在国内主要做了理论研究和仿真分析。虽然金风公司在今年生产安装了1.2MW的变桨距直驱永磁同步风力发电机，但是其变桨距控制系统还没有实现国产化，还依靠国外的技术。东方汽轮机生产的1.5MW FD70风力机采用了LUST的独立变桨控制器。

采用了罗克韦尔 SLC 500系列PLC作为大型风力发电机变桨距系统的控制器，已经在广东南澳岛的国外某风电公司型变桨距风力机上作了实验。在现场的实验记录表明，采用这种PLC控制系统可以使风力机安全运行，在出现停机故障时可以迅速顺桨停机；运行时满足功率优的原则，在额定风速之下时桨距角保持在 3° 不变，在高风速时能够根据输出功率调整桨距角的位置，满足设计要求。由于变桨距系统中采用了PLC作为控制器，使得该系统仅用简单的软件程序就完成了复杂的逻辑控制，而且抗干扰能力强，性能可靠。可以预见，罗克韦尔 SLC 500系列PLC在风力发电场合会有大的应用前景。

0 引言可编程控制器PLC和工业计算机IPC已先后推出多年，它们在各自不同的应用场合已获得了十分广泛的应用。在多年的应用实践中，PLC运算/处理能力不强、实时性、开放性较差和IPC可靠性及可扩展性较差的缺点已逐渐暴露出来，寻求一种性能更为优良的控制器已成为各类工业用户的迫切需求，由奥地利贝加莱公司（B&R）于1994年首先推出的PCC就顺应了这一趋势，它融合了传统的PLC和IPC的优点，既具有PLC的高可靠性和易扩展性，又有着IPC的强大运算/处理能力和较高的实时性及开放性。PCC的硬件结构和外貌与PLC十分酷似，但前者具有更强大的处理能力和更高的实时性；在软件功能方面，它又与某些PC-Based类似，不过其可靠性和环境适应能力却大大优于后者。经过十多年的发展和应用，PCC已成为当前工业控制器发展的新方向之一，以PCC作为控制系统核心的方案正逐渐成为工业自动化系统配置的一种新格局。

1 PCC的特点及优势1.1

PCC在硬件方面的特点在硬件结构方面，PCC的特点是很明显的，它兼具了PC机采用高性能CPU及大容量存储单元和PLC采用模块式结构的优点。（1）模块式的插装结构，可带电插拔PCC具有全模块式的插装结构，在工业现场可以安全、方便地带电插拔；PCC的CPU和I/O模块结构紧凑，体积小巧，接线端子

密集，而且在模块供电及工作状态显示等诸多方面有着完善、精巧的设计。（2）其CPU采用了多处理器结构并配备了大容量存储单元PCC除了其高性能的主CPU以外，通常还配置了另外两个处理器，即一个PCC的CPU模块上有三个处理器，这就大限度地提高了系统的处理能力。在其核心的运算模块内部，PCC为其CPU配备了数倍于常规PLC的大容量存储单元（100K-64MB），这无疑为功能强大的系统软件和应用软件提供了有效的硬件支持。PCC采用可插卡式的CF卡作为存储介质，大存储容量可达8GB。（3）配备了多种信号和通信接口PCC为工业现场的各种信号和应用提供了许多专用模块和功能模块，如温度、张力、步进电机驱动、示波器、鼓序列发生器信号、增量式脉冲编码信号、称重信号和超声波信号、电力测量与并网同步、PWM输出等。它们将各种形式的现场信号十分方便地接入以PCC为核心的数字控制系统中，用户可按需要对应用系统的I/O通道进行数十点、数百点乃至数千点的扩展与联网。PCC的所有数字量输入端都经过了光电耦合隔离，模拟量输入端也都经过了RC滤波处理，因此它具有很好的抗电磁干扰能力。在PCC模块内部，CPU的数据总线与I/O总线分离，并配置有独立的I/O处理器。主CPU内含有一个独立的时间处理单元TPU（Time Processing Unit），在不增加CPU负荷的前提下高速处理简单或复杂的定时任务，其基准计时频率可高达6.29MHz，因此目前被广泛应用于频率、相位测量及PWM（脉宽调制）等要求极高精度的时间处理场合中。此外，CPU的主板集成了多种通信接口，PCC还是一款开放性极高的产品，配置了多种通信模块。（4）以专用模块的方式对高精度运动控制功能和智能温度控制功能进行集成运动控制功能：高速编码计数、速度和位置补偿、电子齿轮传动、凸轮仿形、多轴插补、CNC技术、飞锯等；温度控制模块：传感器直接接入，每50ms处理一个PID调节回路，带自校正PID调节和参数整定功能。1.2分时多任务操作系统理念和多样化的应用软件设计手段常规的PLC大多采用单任务的时钟扫描或监控程序（某些的PLC，如西门子的S7-300/400系列、罗克韦尔的ControlLogix系列等除外），来处理程序本身的逻辑运算指令及对外部I/O通道的状态采集与刷新，整个应用程序被包含在一个循环周期内（如图1所示）。但在一个控制系统中，虽然有一些工艺量对实时性的要求很高，但同时却有更多的工艺量对实时性没有特殊的要求，如果采用同样的刷新速度来处理它们其实是对系统资源的浪费，而且循环扫描的运行机制也导致了系统的处理周期主要取决于应用程序的大小，如程序复杂庞大，扫描周期就必然加长，这无疑是与I/O通道对高实时性的要求相违背的。在图1和图2中，A和B为压力控制（回路控制）任务，它们的扫描时间分别为1ms和2ms；而C和D为逻辑控制任务，它们的扫描时间分别为5ms和2ms。看来这是一个逻辑控制任务程序量较大的PLC/PCC应用程序。图1表示常规PLC的运行模式，在该图上部的任务组合方式中，整个任务（A+B+C+D）被包含在一个扫描时间为10ms的循环周期内，在该图下部的任务组合方式中，整个任务（A+B+C）被包含在一个扫描时间为8ms的循环周期内。可以看出，总的应用程序处理周期为各任务的程序扫描时间的和，程序周而复始地循环执行。而贝加莱PCC系统的设计方案则完美地解决了这一问题，与常规PLC相比较，PCC大的特点就在于其引入了几类大型计算机的Runtime定性分时多任务操作系统理念，并辅之以多样化的应用软件设计手段。由于实行分时多任务的运行机制，应用程序可以按照工艺功能和优先级的不同分别设置成不同的任务和不同的任务级别，并可根据要求自行设定任务的循环时间，使得应用任务的循环周期与程序长短无关，从而将应用程序的扫描周期同真正外部的控制周期区别开来，满足了真正实时控制的要求，而且它可以在CPU运算能力允许的前提下，按照用户的实际需求而做相应调整（如图2所示）。图2表示PCC-定性分时多任务操作系统的运行模式，按照逻辑控制和压力控制任务分类组合（即图3中的系统模块）控制。在该图上部的逻辑控制任务组合中，逻辑控制任务C、D被有机地分布在间隔为5ms的5个时间段中按优先级顺序先后执行，逻辑控制任务C、D执行时恰好压力控制任务A、B不执行，逻辑任务的处理周期为20ms；在该图下部的压力控制任务组合中，压力控制任务A、B在每一个5ms的时间间隔中均按顺序先后执行，压力控制任务A、B执行时恰好逻辑控制任务C、D不执行，压力任务的处理周期为5ms。可以看出，各个任务是按照分时的运行模式执行的，各分类任务组合则按照自己的处理周期（如逻辑任务的20ms和压力任务的5ms）周而复始地循环执行，但压力任务的优先级明显高于逻辑任务的。

图1 传统的PLC运行模式

图2 贝加莱PCC-定性分时多任务操作系统的运行模式

基于分时多任务操作系统，PCC的应用程序可分为多个独立的任务模块，这样就给项目应用软件的开发带来了很大的便利，因为这样可以方便地按控制项目中诸如数据采集、报警、PID调节运算、通信控制

等各部分的不同功能要求，分别编制出相应的控制程序模块（任务）。这些模块既各自独立运行，而其数据间又保持一定的相互关联，它们经过分步骤的独立编制并完成调试之后，一并下载至PCC的用户程序存储区中，在该分时多任务操作系统的调度管理下并行运行。在这个多任务系统中，根据不同任务对实时性能的不同需求，设计人员可以指定不同的优先等级并确定它们各自的循环周期，从而实现确定的分时多任务控制。即便某个任务处于等待状态，别的任务也可继续执行。这一系统特点，可示于图3中。

图3 PCC的软件体系

这种多任务的运行机制，采用了大型应用软件的模块化程序设计思想，带来了项目开发效率上的提高，有着常规PLC所无法比拟的灵活性。因为多任务的思想使得各个任务模块的功能描述更趋清晰简洁，用户可以自行开发既具有自己特点而又不乏通用性的独立功能模块，并将其封装以便于日后在其他应用场合中重新使用。

1.3 强大的系统能力和极高的处理速度（1）高性能、全开放、集成化的CPU贝加莱的PCC主要包括2005、2003和X20 CPU三个系列，由于其在网络通信方面的开放性和结构上的模块化，这三种系列的PCC在构成控制系统的方式和规模上又是十分灵活的。贝加莱2007年推出的X20系列PCC成为了高精度机械自动化和高可靠性过程自动化等复杂、灵活自动化系统的通用选择。X20 CPU——新一代PCC的CPU，基于Intel X86 Processor技术，采用Runtime实时操作系统，秉承了贝加莱PCC的定性分时多任务的控制特点，可采用符合IEC61131-3标准的多种工程编程语言以及Automation Basic、ANSI C两种语言编程。X20 CPU的主板集成了多种通信接口，包括RS232、标准以太网接口TCP/IP、工业实时以太网接口Ethernet POWERLINK、2个USB。采用可插卡式的CF卡作为存储介质。X20 CPU是一款开放性极高的产品，通信模块系列包括了CAN、Ethernet POWERLINK、Profibus、DeviceNet、Modbus、RS485/422、RS232等，方便扩展和兼容各种目前市场上主流的现场总线，体现其开放式的网络架构。CP343-1的主板具有三个通信模块接口。（2）CPU的多处理器结构和极高的系统响应速度系统的响应速度不仅由CPU决定，还与I/O数据的传输速率有关。PCC的主CPU本身速度极快，同时还借用大型计算机的结构，采用I/O-Processor单独处理I/O数据传输，采用DPR-Controller双向口控制器负责网络及系统的管理。也就是说，一个PCC模块上有三个处理器，它们既各自独立而又相互关联，大幅度地提高了整个系统的速度。CP343-1是X20 CPU系列中性能高的产品，采用了Intel Celeron 650 处理器及附加的I/O处理器和浮点处理器FPU。系统的单步指令处理周期快可达到 μs ，单个工作任务循环周期可达200 μs ，是当前世界上性能强、运算快的PLC/PCC CPU之一。系统频率、相位测量响应速度极快：主CPU内含有一个TPU，可计算处理频率高达4MHz至6MHz的脉冲信号，因而能巧妙地解决系统的频率和相位测量问题，该功能在电力系统中可实现快速自动准同期并网。（3）强大的数据通讯功能PCC在远程通信方面的灵活性，是区别于常规PLC的另一显著标志，作为现场分布式控制系统的主要供应商之一，贝加莱为此提供了十分灵活多样的解决方案。除在1.3（1）中已提到的各种开放式现场总线的网络方案之外，PCC还提供了多种网络协议，用户不仅可以采用贝加莱的独有网络协议，也可以方便地与其他厂家的PLC或其他工控设备联网通信（如Siemens、罗克韦尔AB、施耐德Modicon等），在一些特殊情况下，PCC还为用户提供了创建自定义协议的帧驱动（Frame drive）工具。特别值得一提的是Ethernet POWERLINK网络协议，这是2001年贝加莱公司当竞争对手还在讨论实时工业以太网概念的时候，便在全球次推出实用化的实时工业以太网，这也是全球首个开放的安全级（SIL3）实时工业以太网。2007年初该公司又发布了千兆级实时工业以太网Ethernet POWERLINK（如图4所示）。由于具备这样的技术优势，PCC常常能轻松地实现与各种不同产品，不同通信协议的高效互联。

图4 实时工业以太网Ethernet POWERLINK构成的通讯网络

1.4 软件的集成开发环境及灵活的开发方式（1）集成化软件开发工具Automation Studio PCC的编程组态软件采用Automation Studio集成化软件工具，基于同一个软件平台，全部解决整个自动化项目的集成。在该软件平台中同时集成了触摸屏画面组态、PCC编程调试、伺服驱动器编程、离线与在线仿真测试等丰富的软件开发功能，从而可以大大地提高项目的开发效率。（2）灵活的开发方式PCC的编程器采用普通PC机，配以一套功能强大的集成化软件开发工具Automation Studio。除编制和组态应用程序以外，它还能能为工程师提供源程序级的单步、断点、单周期及PCC在线错误自诊断等多种形式的调试手段，使应用程序的开发十分灵活便捷。另外，通过开发软件包所提供的多种函数，用户

可在短时间内编制出高效而复杂的控制程序。一个项目中的各项软件任务可以由不同的程序员分别编制，各程序员基于共同的约定，可以灵活地选用不同的编程语言，这就意味着不仅在常规 PLC 上一直为人们所熟悉的梯形图、指令表、顺序功能图、功能块图和结构化文本等符合 IEC61131-3 标准的工程语言可以在 PCC 上继续沿用，而且程序员还可采用更为高效的语言，比如 ANSI C 和 Automation Basic，并可以在同一个项目中同时采用多种语言混合编程，从而较易实现复杂的数学运算功能和过程控制算法。而且所有这些编程语言，PCC 都采用“符号变量”来标识外部 I/O 通道及内部寄存器单元（例如用户可用 motor_run 来代表某开关量输出通道，button_down 代表某开关量输入通道）。这样，软件开发人员毋需熟知 PCC 内部的硬件资源分布，而只须集中精力于项目本身的工艺需求，即可迅速编制出结构清晰功能明确的控制程序来。（3）贝加莱与亚控科技合作打造了 King View for B&R 定制化软件从 2007 年开始，贝加莱便与中国民族自动化软件的开拓者北京亚控科技合作，以亚控组态王 6.53 为基础，为贝加莱量身定制了 Kingview for B&R 软件，方便、快捷、易学易用是此款定制化软件的亮点。近该软件已正式推出，它是对 Automation Studio 的补充，可以说是如虎添翼。KingView for

B&R 软件除具有组态王 6.53 所具备的功能外，还具有以下特点：* 以驱动的方式支持贝加莱的所有系列产品；* 支持冗余服务器、冗余 CPU、冗余网络；* 支持自动上传 PCC 中的变量；* 支持结构体和数组变量类型。目前，此产品已成功地应用于许多行业。如：在甘肃某水泥项目上的应用，受到了客户的普遍赞誉。King View for B&R 软件的诞生，为 SCADA 系统的客户提供了极大的便利，客户不用再为众多不同的 OPC 配置方法而苦思冥想，不用再为定义两遍标签变量而烦恼。King View for B&R 软件是一款真正适合中国客户使用的软件。1.5 高可靠性和易移植性（1）高可靠性 PCC 具有极高的可靠性，平均无故障时间 MTBF 达到 50 万小时（相当于 57 年）以上，属于免维护产品，明显高于一般的 PLC 和 IPC（目前市场上好的 PLC 硬件平均无故障时间 MTBF 达到 30 万小时）。（2）可移植性强在不同系列、不同型号的 PCC 上所编制的程序，都可以不用修改源码本身，而直接移植到另外的 PCC 系列或者类型上。这是因为贝加莱所有的 PCC 硬件平台都基于相同的操作系统内核，而且采用标签变量关联的编程方式，所以用户在编程时不需要过多关注实际的硬件 I/O 映射关系（只需要将各个标签名分别映射到相关的 I/O 通道上），而把主要注意力集中在工艺算法本身。

2、由 PCC 的 CPU 和 X20 I/O 构成的全开放分布式系统 2.1 高标准设计的全开放型、高密度 X20 I/O 系统近两年，对 I/O 产品的开放性和兼容性的需求越来越强烈，X20 I/O 系统是真正意义上的开放型 I/O 系统：其开放的 I/O 系统至少可以为用户节约 20% 的成本，同时独到的 I/O 模块设计，为用户带来了更多利益，如结构紧凑，符合人体工程学；极高的组件密度和 I/O 通道密度；模块化安装，且其安装、调试、维护简便；现场分布式 I/O 架构；可支持预接线及热插拔技术；支持几乎所有主流现场总线标准；兼容多种主流品牌的 PLC CPU，如 Siemens、Rockwell AB、Schneider、OMRON 等。开放的 I/O 使用户在选择 I/O 产品时，突破品牌的限制，尽享标准化 I/O 所带来的利益。

图5 X20 I/O模块

X67 I/O 系统，不仅秉承了 X20 I/O 的优势而且具备 IP67 防护等级，可以直接安装在电控柜外面，具有防水、防尘功能。为满足项目需求及非常规的应用要求，X20 系列产品除包括常用的数字量和模拟量 I/O 模块外，还为用户开发了高速计数、PWM、编码器、NC 等多种功能强大的专用模块。并且所有 I/O 模块的每个通道均留有便于万用表探针进入的测试维护孔，这也是非常人性化的一种设计。2.2 使用全开放的 X20 总线控制器和 POWERbbbb 等现场总线实现 X20 I/O 模块的扩展并可构成兼容于第三方控制系统的远程分布式 I/O 系统 X20 的总线控制器模块能够让客户自由、灵活地选择各种系统架构，让用户真正做到按需求来决定架构。X20 总线控制器能够兼容多种主流的现场总线，主要包括以下：Ethernet POWERbbbb、EtherNet TCP/IP、CANopen、Devicenet、Profibus-DP、Profinet、Modbus TCP/IP 等。同时，贝加莱还推出了带有 CPU 性能的智能总线控制器，该类型的总线控制器在帮助用户扩展 X20 I/O 模块的同时，还能进行数据的采集和处理。经总线控制模块，X20 系统可作为一个强大的 I/O 扩展站。标准化 EDS 或 GSD 描述文件能帮助用户在非 B&R 系统的第三方编程环境下简便地完成对 X20 系统组件的集成、配置和编程。无论用户目前或以前所使用的控制系统（如 PLC）是哪一家主流自动化生产厂商所提供的，B&R 的 X20 I/O 模块都可以通过总线控制器方便地与它们的 CPU 连接；如果客户使用的是成套的贝加莱 PCC 系统，那么也可以在贝加莱任何一款 PCC 系统中通过 X20 总线控制器连接 X20 I/O 模块。X20BC0063 总线控制器 + X20 I/O Siemens Control System 西门子 S7 PLC 控制系统 X67 I/O

图6 X20、X67 I/O通过总线控制器连接到西门子的PLC系统中

在图6中，X20BC0063是带Profibus-DP总线接口的总线控制器，如西门子PLC系统的主站是S7-300，从站控制器是贝加莱的X20BC0063或X67BC6321，将X20BC0063或X67BC6321总线控制器模块的GSD文件导入STEP 7中，即可在S7-300 PLC系统硬件组态时识别X20/67 I/O模块。贝加莱I/O的设备描述文件（GSD或EDS）可以直接从贝加莱中文网站的主页下载。X20分布式控制的设计理念，不仅是一整套完整的控制系统，还可以使用CAN、Ethernet POWERbbbb、X2X、Profibus等总线把远程分布式的模块组方便地连接起来，使传统的控制技术和分布式I/O技术完美地实现了结合。每个分布式底板之间，在不需任何中继转换器支持的情况下，采用X2X通讯其间隔距离大可达到100m，速率可达12MHZ，支持253个I/O站。采用铜芯双绞线作为站间X2X bbbb的通讯介质，可实现大限度的抗干扰。无论是本地I/O还是远程I/O，用户可灵活方便地决定其整体拓扑结构。灵活的分布式架构，不但可以无缝连接X20、X67，还可以根据不同需求做出完整的解决方案。X20分布式控制系统还可采用环网冗余、通讯电缆冗余等方案来构成冗余系统以提高其可靠性。