

第四代DCS系统分析

中国工控网 (www.gongkong.com)

在上期《DCS主要产品对比分析》一文中，我们列举了在用的部分DCS系统的技术指标。通过对比分析，可以发现，从不同方向发展起来的DCS在结构上、软件方面有些区别，这些区别在前三代DCS系统中表现是非常突出的，不过受用户需求的拉动和相关技术的成熟与发展，1999年以后，第四代DCS系统表现出来的公司背景因素越来越小，它们更多的是体现出对信息化、集成化的共同关注，对混合控制器和现场总线、工业以太网技术的大规模应用，目前主推的DCS系统无论从开放性还是专业性，都比第三代DCS系统有了长足的进步，第四代DCS系统的典型代表有：Plantweb、Experion PKS、PCS 7、CS3000-R3、A²、Industrial-IT、HOLLiAS等。

当今DCS系统的主要功能仍然是对工厂（车间）级的所有控制和管理，同时还提供了全企业的信息管理功能，范围覆盖包括全企业垂直系统集成和纵向系统的集成，如图1所示。

我们将以Siemens SIMATIC PCS 7为例来分析新型DCS系统的功能和特点，其系统结构如图2所示。

Siemens提出了全集成自动化(TIA)理念，将所有过程自动化应用在一个单一平台上，提供统一的自动化技术，从输入物流，包括生产流程或主要流程以及下游流程，直到输出物流。这种统一的自动化技术可以实现企业资源规划(ERP)级、管理执行系统(MES)级、过程控制级直到现场级的信息化。

TIA是一个基础性的结构，可以让用户在实施过程自动化中，将其贯穿生

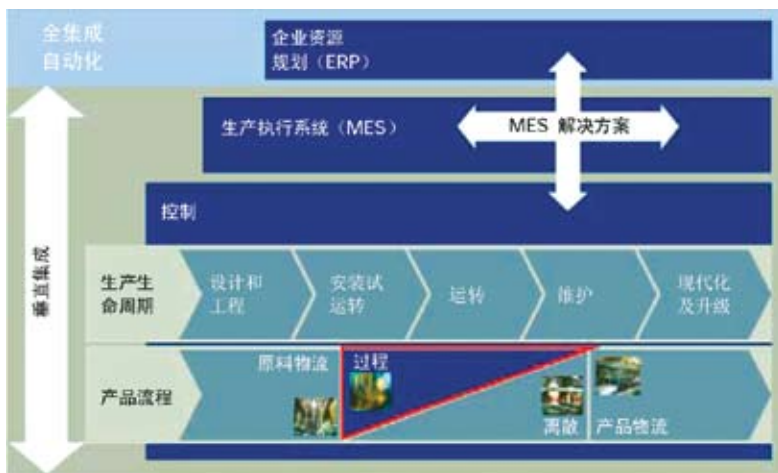


图1

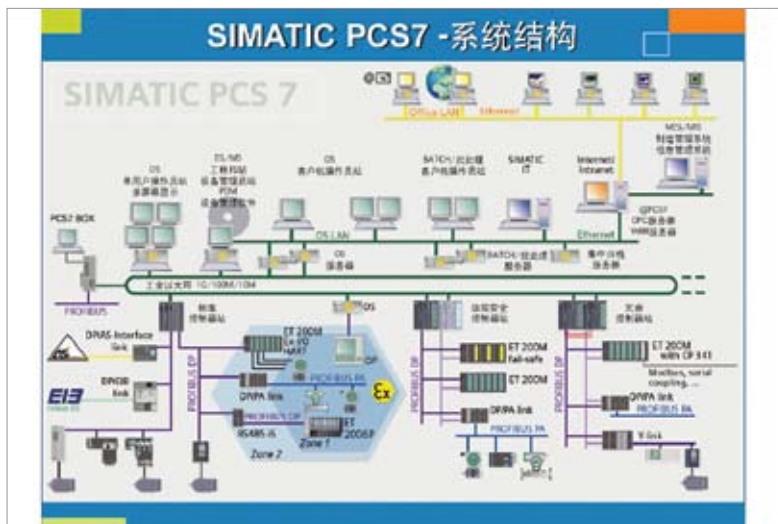


图2

产过程中的专业技术与西门子提供的产品结合起来，其中包括通过其CPM/MES产品的业务层集成、与诸如SAP之类的企业系统以及进出物流的集成等。TIA在所有自动化领域提供通用组态和编码工具，通用用户界面和通用数据管理。TIA还提供通用的、基于以太网和Profibus网络的通讯和网络结构。

全集成自动化(TIA)能实现工厂的高度透明化，并同时集成所有的调节和控制元件到一个控制系统中，整个系统

包括I/O外围设备，并提供一个统一的用于硬件和软件工程与组态以及诊断的功能软件包供操作人员使用。TIA的主要优势就是其通用性，TIA的应用可减少大量接口部件，实现各层之间最大限度的透明，从现场层到生产控制层再到管理层。

SIMATIC PCS 7系统包含通用HMI、通用工程设计、控制硬件以及网络技术，采用基于通用S7平台的硬件设备，满足了TIA跨应用领域的通

用硬件基础设施的理念，这些硬件设备可以被当作公司PLC和安全控制系统产品的控制平台。SIMATIC PCS7系统利用了通用的ET200系列I/O，通用的Profibus以及以太网通讯，通用的配置、工程设计和操作员界面以及一个独立统一的自动化数据库。作为全集成自动化体系的过程控制，SIMATIC PCS 7采用了TIA系列甄选的标准硬件和软件部件。其统一的数据管理、通讯和组态功能，为用于过程工业、制造业以及综合工业(包括连续/批量/分散生产的混合，例如玻璃工业或制药工业)所有领域的先进、面向未来和经济的自动化解决方案，提供了一种开放式的平台，如图3所示。

基于SIMATIC技术的领先设计以及模块化和开放式的架构，一致性实施工业标准以及I&C功能和高性能，SIMATIC PCS 7过程自动化系统可以实现工厂的各个生命周期以及各个方面的高性价比实施和经济运行：包括规划、工程设计、调试、培训、操作、维护、维修、扩建以及改进。在过程控制中，SIMATIC PCS 7系统具有高性能和高可靠性、简单和安全的操作以及简便最大化等特点。

横向集成

横向集成意味着SIMATIC产品系列的通用和标准硬件/软件部件可以用于整个生产流程，包括输入物流、主要和辅助流程，直到输出物流，横穿整个企业的各个不同部门。

横向集成实现下列基本功能：

- (1) 源材料的采购和库存管理信息；
- (2) 生产装置的自动化控制；
- (3) 批处理与配方管理；
- (4) 辅助流程设备的状态监测与控制；

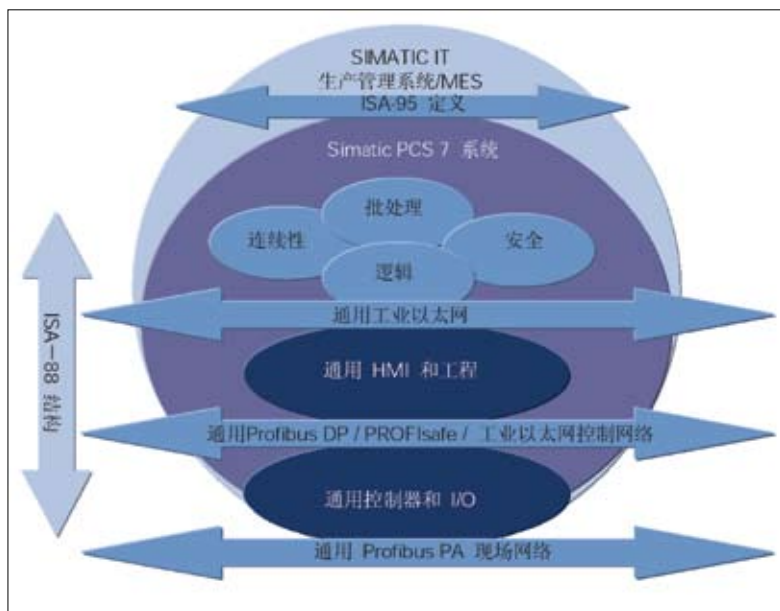


图3 SIMATIC PCS 7功能视图

- (5) 能源管理与控制；
- (6) 设备管理和维护；
- (7) 成品的计量与管理；
- (8) 质量分析与控制。

SIMATIC PCS 7的基本部件包括HMI系统、自动化系统、通讯网络、分布式I/O以及工程工具和SIMATIC模块化系统，并可通过稳定的标准接口可由系统工程或OEM设备客户化，或通过丰富的西门子自动化与驱动集团产品进行扩展。

随着Siemens并购了一部分在软件架构方面可以和西门子现有的TIA基础结构相吻合的中小企业，Siemens在特定领域的专业技术，特别是在生产管理和优化软件水平方面得到增强，为专业的横向集成提供了保证。

纵向集成

纵向集成的特点是统一而透明的数据通讯，实现从底层信号处理到企业集团管理的纵向集成，包括现场级、控制级、MES级和ERP级。这表征为自动化技术和信息技术的日臻熔融，并在公司范围内信息网络的建设过程中设立标准，由此可实现整个生产流程的模块化

和标准化，显著增加生产的灵活性。

SIMATIC PCS 7在公司范围内的纵向集成包括两个方面：(1) 在公司范围内信息网络中的集成；(2) 现场系统的集成。

使用符合国际标准数据交换模式(例如以太网、TCP/IP、OPC或@aGlance)的接口，SIMATIC PCS 7过程控制系统可以无缝集成在公司范围内的信息网络中。由此可以随时随地利用过程数据，例如：

- (1) ERP(企业资源规划)；
- (2) MIS(管理信息系统)；
- (3) MES(制造执行系统)；
- (4) 先进过程控制；
- (5) 通过因特网进行诊断和远程维护。

SIMATIC PCS 7可集成在SIMATIC IT Framework中，并进而集成在公司范围内的信息网络中。通过用于SIMATIC PCS 7操作员站和@PCS 7部件的OPC接口，可以简单访问IT环境。SIMATIC PCS 7操作员站既可以作为一个OPC服务器使用，用作Windows IT应用程序的数据源，也可以作为一个OPC客户机，访问OPC服务器的应用数据。

使用@PCS 7服务器和相应的Web@aGlance/IT客户机，可以通过工厂网或因特网实现全局在线监控，除此之外，处理@aGlance接口的主机信息系统也可以使用@PCS 7连接到SIMATIC PCS 7。

工程师站

SIMATIC PCS 7系统的工程师站(ES)在工程设计、配置、操作和HMI之间提供了紧密的集成和自动化数据传输。在使用单一数据库、预设的库区块或客户区块、基本指令清单、梯形图和功能单元进行配置逻辑工程设计时，符合IEC 61131标准的代码工具令工作变得十分容易。ES还拥有与西门子Step7编程软件相同的配置能力，它同时还拥有结构化控制语言(SCL)、过程对象视图、连续功能图(CFC)、顺序功能图、安全矩阵以及符合ISA-88要求的工厂级视图等功能。

ES还为西门子过程设备管理器(PDM)现场配置工具提供了通用的访问接口。在ES中的配置视图是相互关联的，用户可以根据角色和职责，定义自己特别的控制系统视图。ES允许过程控制库的提前设计，以及可以重复利用控制“模板”的生成，既可以节约前端工程设计(FEED)的时间和成本，又可以节约业主的总体拥有成本。

在ES中的零件视图允许对控制硬件进行配置，并且对维修人员或技术人员来说是一种典型的视图。配置可以通过标准功能区块或SFC实现。用户还可以建立自定义的功能区块。ES中的工厂视图是一种可以按照区域、单位或零件提供工厂层级结构的逻辑视图。

ES中的过程对象视图是ES的初级工程设计视图，提供单一登录点。它提供了一个关于工程设计过程的模块化的、基于对象的图形视图，以及为配置

提供了以设备为导向的透视图。过程对象代表着诸如泵、电机和现场设备在内的设备，提供诸如I/O分配、控制硬件、HMI表达、档案管理、功能区块参数、报警优先顺序以及报警报文等特定关联信息。

在HMI环境的生成过程中，ES可以自动根据控制策略设置重复使用数据，减少设计成本和启动时间。无论是连续控制应用还是批处理控制应用，操作员界面以及与SFC通讯的能力都可以自动生成。面板的图形动画动作也可以从控制策略中自动获得。用户可以自动生成过程图形，并带有预先关联的符号。ES中的配置管理工具包括一个供SFC修正的中央变更管理工具以及一个配置变化审核追踪工具。ES中的安全控制可以关联到视窗软件的安全配置，以控制登录权限。

ES还提供并发工程设计，允许整个工程师团队在同一个控制策略下，在多个不同地理分布位置进行同步工作。这使得遍布全球的工程设计任务，以及多项目同步工程设计成为可能。而且，更重要的是，这还是跨工厂的、同步

的、协同共享的工程设计方法。

操作员工作站(OS)

SIMATIC PCS 7系统的通用HMI环境就是基于标准西门子WinCC HMI的操作员工作站(OS)，但它还拥有额外的功能，令其适合于过程应用，并使其与单机WinCC HMI产品有所不同。OS提供了可定制的、前后关联的操作员视图并具备一个基于SQL Server的实时历史数据库。

压缩在OS中的数据存储在在线修正和升级成为可能，OS的设计还可以减少操作员对非正常情况的反应时间。报警状态随时得到显示，而且报警和报警报文会自动根据过程区域隔离。OS还提供报警过滤功能以及通过报警等级和优先性的排序功能。用户可以最多生成16个级别的报警等级，如图4所示。

硬件和控制平台

SIMATIC PCS 7系统的通用控制硬件平台是400系列控制器，包括414、416和417自动控制站(AS)。这些控

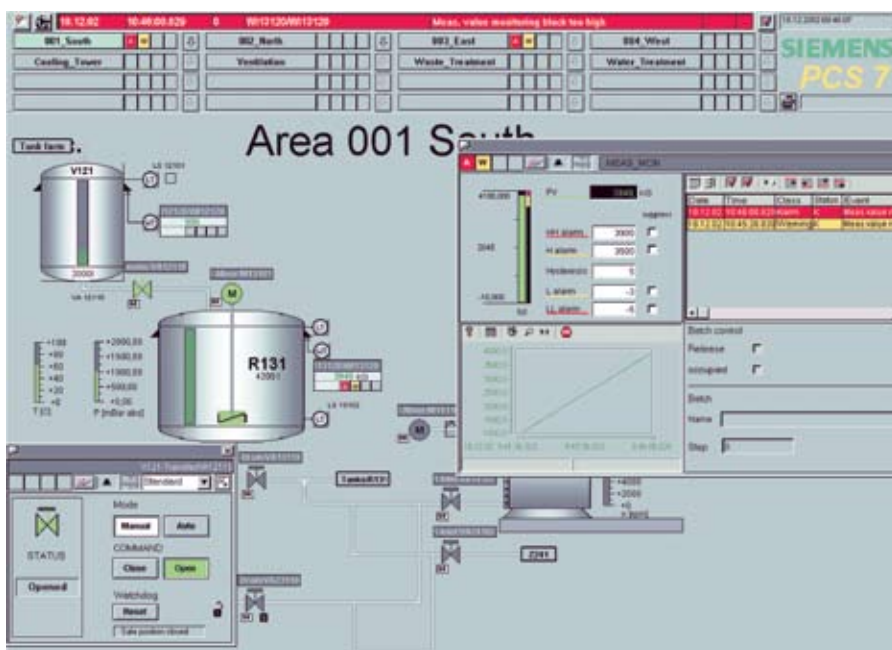


图4

制器提供不同的扫描速率，其中最低可至10ms。较大的控制器可以在0.5s的过程中执行超过1,000次PID循环，并支持在线编程内存的拓展。ET200M属于初级I/O，并且可以安置在危险区域，包括第一级第二部分。ET200S系列I/O是为电机控制、起动机控制以及气动阀门控制等应用设计的，该I/O被设计用于支持本地分布体系，令用户在为I/O（远程I/O）选择地点时拥有完全的灵活性。

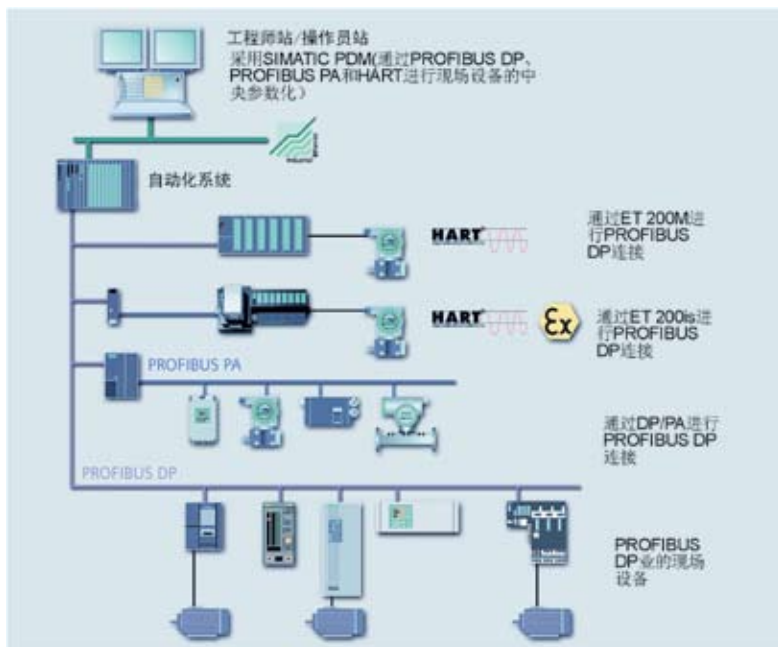
现场系统的集成

SIMATIC PCS 7系统通讯基础是标准Profibus协议以及西门子工业以太网骨干。Profibus DP将远程I/O和驱动连接起来，为其他设备网络（如AS-I）提供接口。Profibus PA在过程现场设备层操作，为与现场总线兼容的过程现场仪器和智能控制阀门位置调节器提供连接。PROFIsafe也是通过西门子安全系统集成在系统结构中的。工业以太网控制网络能够在标准以太网骨干上满足实时控制器的特殊需要。Profibus、HART和工业以太网为SIMATIC PCS 7提供通用信息架构如图5所示。

Profibus是一种简单、坚固和可靠的现场总线系统，已在全球过程工业、制造工业和混合型工业的所有领域广泛使用，是能够以标准方式应用于所有领域并贯穿整个过程链的现场总线。该总线系统支持冗余和故障安全功能以及在线扩展功能，不仅可以用于标准环境下，而且还可以用于危险工况。至于设备，既可以装备ET200分布式远程I/O站，也可以装备先进的智能化现场设备。

智能化现场设备既可以直接连接到Profibus，也可以连接到安装在远程I/O机架中的接口模板，并可冗余配置。通过Profibus现场总线，现场设备可以直接连接应用于Ex zones 0、1或

图5 Profibus、HART和工业以太网为Simatic PCS 7提供通用信息架构



2. SIMATIC PCS 7和智能化现场设备之间的通讯更是基于国际标准和规范，如IEC61158。

传统的现场设备和HART现场设备更适宜通过ET200系列分布式远程I/O从站连接到Profibus。这些传感器/执行器还可用于Ex zones 0、1或2。ET200M可用于标准环境或Ex zone 2；ET200iSP，则可用于Ex zone 1。

使用Profibus，可以将变速驱动系统、电机保护装置以及电气执行机构直接集成在SIMATIC PCS 7中，并还可将本地操作员终端（HMI）集成在现场中，即使是危险工况下。

通过使用通讯标准，例如Profibus和HART，不但可以稳定使用SIMATIC PCS 7，而且还可以在全集成自动化理念下使用第三方的部件，例如通过CP341在ET200M中使用Modbus连接。Profibus部件也可以用于将具有AS-i接口的简单传感器和执行机构或EIB（欧洲安装总线）楼宇自动化部件连接到系统。

使用SIMATIC PDM过程设备管理器，可以在整个工厂内通过Profibus或

HART接口，对自动化部件和现场设备进行参数化、调试、诊断或维护。基于PNO (Profibus National Organization)国际标准和规范，例如EDDL技术，可以将现场设备简单地集成到SIMATIC PDM中。

Siemens将为SIMATIC PCS 7过程控制系统和过程设备管理（PDM）工具增加接口，在支持除目前的Profibus和HART标准的基础上，也将支持FF标准。同时，Emerson也将扩展其DeltaV和Ovation控制系统及AMS工具包，除了将其用于FF和HART标准外，还增加可用于Profibus DP和ProfiNet的接口。

可伸缩性和冗余

SIMATIC PCS 7系统可以为关键的或较大的应用提供完全的冗余和高性能控制，其范围可以多达100,000个I/O。利用“PCS 7 Box”设置，系统可自上而下适应最小的应用。该“PCS 7 Box”包括一个用于工程设计/操作的基本工作站、一个置于PCI卡内的控制器以及Profibus连接端口，所有这些都打包在一个小型的工业PC中。PCS 7

Box和一个全面的PCS 7系统一样，可以提供同样的功能性，即处理高达800个I/O并且可以叠加。SIMATIC PCS 7系统支持用户通过微软互联网浏览器进行基于浏览器的瘦客户应用，支持包括西门子自己的MOBIC手持PC在内的应用。

在这个系统中没有单点故障，而系统在所有层次都通过冗余I/O、控制器和实时历史数据库来提供完全冗余。在冗余计划方面，每一个冗余CPU都并行运行。冗余控制器可以在物理上保持长达500m的距离。

SIMATIC PCS 7提供有广泛的冗余概念，涵盖各个层级，如图6所示。过程控制系统的客户机/服务器架构允许最多32台OS/SIMATIC 批量客户机访问OS/ 批量服务器的数据。使用多屏技术，在一个客户机上可最多连接4个过程监视器。环形组态的

OS Ethernet LAN标准用于客户机—服务器和服务器—客户机通讯。由此可避免通讯故障，例如线路损坏或中断。

为了进一步增加可用性，还可将OS LAN分为几个网段。根据需要，OS和批量服务器还可冗余设计，然后自动高速实现冗余服务器的同步。使用“正常运行”检查功能，可以监控服务器的主要OS/SIMATIC BATCH应用程序，检查是否有故障而导致冗余切换。还可对冗余归档服务器进行组态，增加质量相关过程数据的可用性。

自动化系统之间的通讯以及工程系统和操作员站之间的通讯可以通过工业以太网工厂总线来实现，数据传输速率为100Mbit/s。工厂总线可以采用环形配置来实现，也可以采用冗余设计，以增加可用性(每个AS、OS和ES

模板链接。使用Y链接器，也可以将非冗余Profibus DP设备连接到冗余Profibus DP网络。对于ET200M分布式I/O系统，冗余性可延至模板级，即可选择输入/输出模板的冗余配置用于故障安全和标准应用。

与IT环境接口

使用SIMATIC IT和@PCS 7可以实现与IT环境接口功能，可以使用SIMATIC IT实现所有过程的集成和同步，如图7所示。

SIMATIC IT的主要组成如下：

- (1) SIMATIC IT Framework;
- (2) SIMATIC IT 组件。

使用SIMATIC IT Framework，可以将自动化级、运营管理级、生产控制级、公司管理级和规划级连接在一起。SIMATIC IT Framework是一种用于操作过程、数据和功能的跨行业集成和协同平台，除了内部顺序控制、用户管理等基本功能以外，还提供有工厂和生产建模工具。

SIMATIC IT Framework包括以下功能：维修、服务器、适配器、生产建模器、工作平台以及应用开发器。使用SIMATIC IT Framework，可以实现不同种类应用的集成，以及复杂生产过程的简单处理和控制在。通过使用SIMATIC IT Framework，在公司内和现场之间，都可有效同步、协同和优化过程以及通讯。

SIMATIC PCS 7提供有几个不同版本的@PCS7，并具有以下功能：

- (1) 通过因特网/工厂网读操作OS数据(过程数据、报文、归档数据)；
- (2) OS数据的读和写操作；
- (3) 与@aGlance/IT客户机应用程序的通讯，例如Microsoft Excel；
- (4) 与@aGlance/IT服务器附加程序的服务器应用程序的通讯。

使用@PCS 7，实现公司范围内

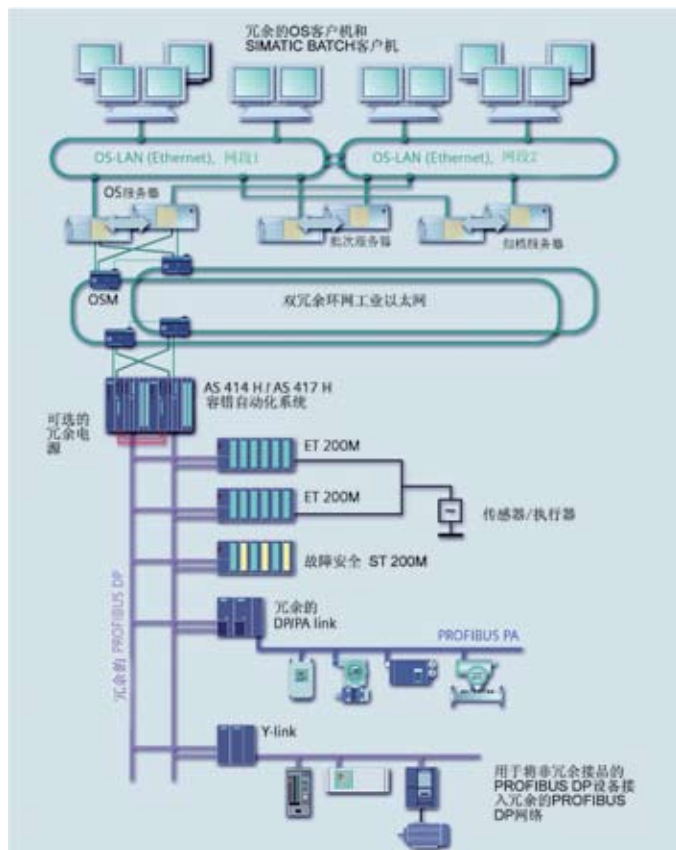


图6



图7

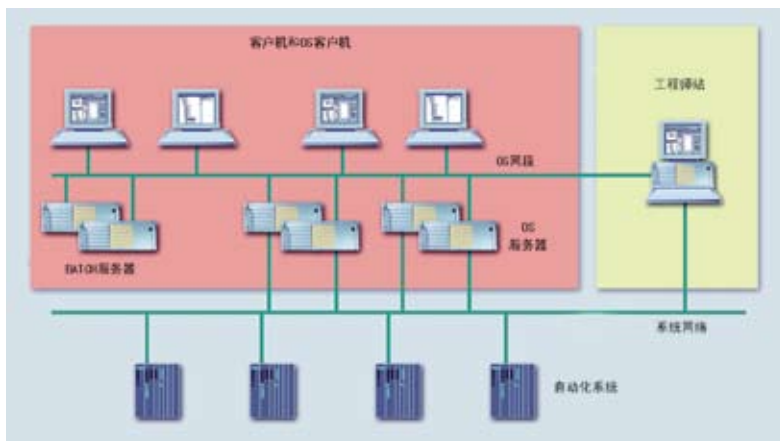


图8

的过程数据可用性。@PCS 7 是一种简单经济的工具，用于远程访问使用 SIMATIC PCS 7 记录的过程数据。这些数据可以使用@aGlance 标准在安装有各种不同操作系统的其他计算机上显示，也可通过工厂网/因特网访问。

批量过程的自动化

SIMATIC PCS 7 过程控制系统为低成本、有效实现批量过程提供了一种适宜的解决方案。采用可参数化顺序控制的简单批量过程的自动化，可使用包含在工程系统中的 SFC 和 CFC 工具来实现。

SIMATIC BATCH 采用模块化架构，既可以组态为一个单用户系统，也可以组态为一个客户机/服务器系统，并借助于其模块化的架构和灵活的可扩展性，可用于各种规模的工厂，包括 150、600、1800 和 >1800 以上 4 级批量过程对象（单元和技术设备调用）。批量过程的典型自动化由批量服务器和几个批量客户机组成，用于处理工厂项目。批量服务器还可采用冗余设计，以增加可用性，如图 8 所示。

SIMATIC BATCH 的主要部件有：(1) 批量控制中心 (BatchCC)；(2) 配方编辑器。

开放性

第四代 DCS 系统的开放性包括 4 个层级：

- (1) 企业管理层：支持任何第三方管理软件；
- (2) 工厂和车间层：先进控制、SCADA、MES、BATCH 等；
- (3) 装置控制层：支持不同 DCS 控制器平台、PLC、RTU 等；
- (4) 现场信号层：现场总线仪表与执行机构、智能处理单元等。

SIMATIC PCS 7 的开放性涵盖所有层级，并可作为链接到公司管理层的信息、协调和规划工具，一致应用于自动化系统和过程 I/O，以及操作员和工程系统、工业通讯网络或 SIMATIC IT Framework。但是，开放性不仅表征为系统架构、横向/纵向集成和通讯，而且还表征为用户程序的编程和数据交换接口以及图形、文本和数据的导入/导出功能，例如从 CAD/CAE 环境直接输出到 PCS 7 中。

因此，SIMATIC PCS 7 也可以与来自其他供应商的部件组合使用，并与现有系统架构集成，针对采用 TELEPERM M 等系统的早期 DCS 用户，Siemens 提供了从 TELEPERM M 等旧系统到 SIMATIC PCS 7 的直接移植，采用 SIMATIC 系统部件替代。

结束语

综观 Siemens PCS 7 的性能特点，可以反映出第四代 DCS 系统的一些共性，那就是在用户需求的拉动和相关技术的成熟应用下，DCS 系统的信息化、集成化日益增强；同时我们也发现传统 DCS 系统厂商之间既有竞争又有合作，新的 DCS 系统不断涌现。随着工业自动化的迅速发展，DCS 系统顺利完成了第三代到第四代的升级转换，并表现出蓬勃的生命力。■

附表：SIMATIC PCS 7性能指标

性能指标		PCS 7系统
控制算法	所采用的算法软件名称	INCA:Model-predictive multi-variable controller; RaPID: Expert tool for the optimization of PID controllers ADCO:Adaptive controller
	是否支持IEC61131标准	支持
	是否支持模糊逻辑控制、专家算法	支持
	是否提供行业专用算法	提供化工、制药、水泥等
	是否支持仿真测试	支持
	是否支持在线修改	支持
连续控制	最高支持PID回路数量	300-500 LOOP/CPU
	是否支持手动/自动无扰动转换	支持
批量过程控制	批量过程控制功能	支持
	批量控制 / 连续控制是否使用相同控制器	是
	批量控制器如何组态	图形化专业软件包
	是否与主控系统共享一个通用的实时历史数据库	实时数据库共享、历史数据库不共享
	是否支持批量控制器冗余	支持
HMI	是否支持单用户和基于client/server架构	支持
	是否支持Internet/intranet访问	支持
	是否支持工程师站和操作员站冗余	支持
	图形组态采用的办法	CFC
	是否有标准的用户图形库	有
	操作终端是否可以直接与过程站通信	支持
	是否采用系统全局范围的数据库	采用系统全局范围的数据库
	操作员控制台是否可访问整个数据库	可访问
	本地和远程操作员工作站 (OS) 是否提供通用HMI环境	提供
	是否支持在线修改	支持
控制器与I/O	主控器处理器性能	0.30ms/CPU
	最高外部I/O数量	3000/CPU
	是否提供高密度I/O模块	提供
	是否提供混合控制器	提供
	距离远程控制器最大I/O距离	几十公里
	I/O是否即插即用, 并提供全数字诊断	提供
	是否支持控制器固件版本在线升级	不支持, 支持离线升级
	安全解决方案, 在危险场合使用的模块	ET200isp
	是否支持系统控制器冗余	支持
	用于控制器组态的设备是通用站还是专用设备	通用站
	冗余控制器是否公用相同母板	否
机架上的插板是否可带电更换	支持	
通讯	是否支持工业以太网, 是否采用服务器方式进入以太网	支持
	是否支持现场总线	支持
	通讯冗余功能	支持
	是否提供对远程节点 (控制器) 的故障诊断	支持
	是否能与智能传感器通信	能
	专用高速通道的运行方式	支持
	通讯网络支持的最大长度	150km
	光纤高速通道是否可用	可用
	是否支持在线扩展模块	支持
	是否用服务器方案与过程站通信	支持服务器方案与过程站通信
	服务器与过程站的通讯方式	工业以太网
控制器是否直接提供WEB功能, 提供基于浏览器的瘦客户应用	不支持 (部分专用模块支持)	
其他	电源供电中断, 控制信号如何对故障做出反应	某些可保持
	是否集成统计工艺控制(SPC)	集成
	是否提供工厂资产管理和生产管理集成, 是否提供工作流的预览	支持
	是否支持OPC、XML方式交换数据	支持
	软件是否汉化 (如果是英文软件)	已经汉化
系统推出时间	1997	