

**CNIC-01523**  
**QNPC-0007**

**秦山二期 KIT/KPS 系统与一体化  
信息管理与自动控制探讨**

**KIT/KPS OF QINSHAN PHASE-II AND  
A DISCUSSION ON INTEGRATED INFORMATION  
MANAGEMENT AND AUTOMATIC CONTROL**  
*(In Chinese)*

**中国核情报中心**  
**China Nuclear Information Centre**

CNIC-01523  
QNPC-0007

# 秦山二期 KIT/KPS 系统与一体化 信息管理与自动控制探讨

颜昌辉

(核电秦山联营有限公司, 浙江海盐, 314300)

## 摘 要

简要介绍了秦山核电站二期工程集中数据处理系统和安全监督盘系统 (KIT/KPS), 并根据该系统的技术方案和技术特点提出了实现全厂信息管理与自动化控制一体化的必要性和方案。

**KIT/KPS of Qinshan Phase-II and a Discussion on  
Integrated Information Management  
and Automatic Control**  
*(In Chinese)*

YAN Changhui

(Nuclear Power Qinshan Joint Venture Co. Ltd., Haiyan, Zhejiang, 314300)

**ABSTRACT**

Centralized Data Processing and Safety Panel (KIT/KPS) of Qinshan Phase-II power project is described, and the necessity and engineering scheme is presented of integrated information management and automatic control that would achieve in power plant according to the technology scheme and technology trait of KIT/KPS.

## 引言

DCS（集散控制系统）的发展，一方面向现场深入，另一方面向高层发展。特别是开放系统体系结构的发展，各种通信规约的标准化，使得面向控制过程的 DCS 与 MIS 集成在一起从而形成计算机集成过程控制系统(CIPS)，即管理和控制一体化(管控一体化)。管控一体化使得企业总的自动化水平大大提高，计算机不仅可以对生产过程进行控制和总体优化，而且可以更进一步对全厂的生产调度、设备维护、库存控制、质量控制、统计分析等功能实现全面的综合自动化。实现管控一体化的关键是各系统之间的标准的网络通信接口；而在秦山二期，管控一体化能否实现是与 KIT/KPS 的软硬件体系结构及 KIT/KPS 的可靠性、开放性有着密切的关系。

## 1 KIT/KPS 概述

KIT(集中数据处理系统)/KPS(安全监督盘系统)是核岛、常规岛、三废处理及其辅助设备在正常运行工况、事故工况及事故后工况下的重要监视手段。为主控操纵员提供正常操作、事故诊断及事故后分析所需的各种信息。

### 1.2 硬件体系结构

KIT/KPS 系统是一个分层分布式的大型综合控制系统，系统以网络为基础，将现场控制站、通讯服务器、中央服务器、操作员站、打印服务器、工程师站连接起来，实现各部分信息共享和协调工作，共同完成各种控制及管理功能。KIT/KPS 系统从下到上分为 3 层网络结构，不同的网络适应不同层次和规模的控制和管理任务。这种分层结构大大提高了系统的整体可靠性和效率，使系统扩展更为灵活，适用于电厂的控制和管理。KIT/KPS 系统的体系结构如图 1 示：

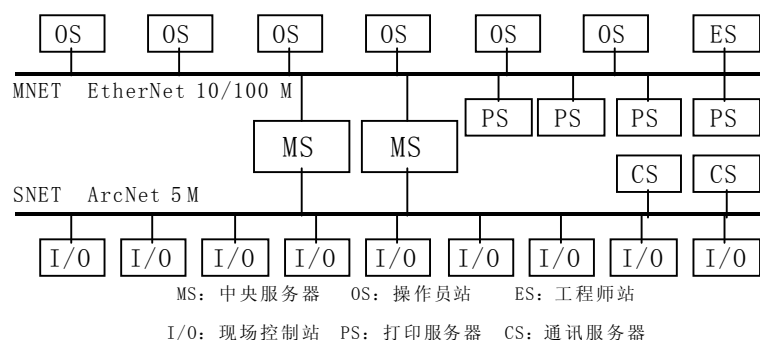


图 1 KIT/KPS 系统的体系结构

(1) 控制网络(CNet) 采用 CAN 现场总线网，是现场控制站内部使用的网络，实现现场控制站内的各过程 I/O 单元与主控单元之间的通讯。

(2) 系统网络(SNet)是现场控制站、通讯服务器与中央服务器进行实时通讯的网络。系统网络为采用令牌传递通信规程的 ArcNet 网，通信速率为 5 Mbps，采用 5 类双

绞线和多模光纤作为传输介质。

(3) 管理网络(MNet)是连接中央服务器与操作员站、工程师站、打印服务器的通讯网络。管理网络为采用载波侦听通信规程的冗余高速交换式 EtherNet 网，通讯速率为 100 Mbps，采用 5 类双绞线和光纤作为传输介质。

中央服务器负责数据的集中管理和监视，包括报警、日志、SOE、事故追忆等事件的捕捉和记录管理，并为其它站的数据请求（包括实时数据、事件信息和历史记录）提供服务。另外，还提供二次数据处理，历史数据管理和存档功能。操作员站软件根据操作人员的操作确定需要从中央服务器中取哪些数据，然后由中央服务器定时向操作员站发送数据。

## 1.2 软件体系结构与功能

KIT/KPS 系统软件由运行在网络环境下的多个软件包组成，这些软件运行在不同的操作系统和不同的设备上，通过网络及网络通讯软件，彼此相互配合、协调，交换各种数据及管理、控制信息，来完成整个 KIT/KPS 系统的各种功能。各软件的关系及操作系统、数据库如图 2 所示：

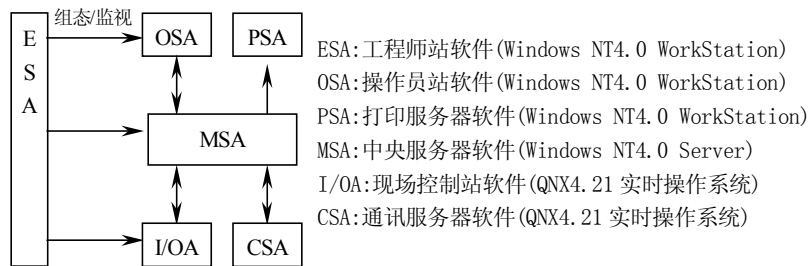


图 2 KIT/KPS 系统软件体系结构与功能

KIT 系统完成的功能有:数据采集与处理、内部计算、报警监视、日志记录与管理、事故顺序识别(SOE)、事故追忆、历史数据管理、变量的趋势和历史显示、模拟流程图显示、变量列表显示、数据统计和报表打印、模拟量/开关量输出、氩预测、系统故障诊断及自动切换、与其它系统通讯、系统组态、后备存档、参数在线修改等功能。

KPS 软件包括 10 项功能：安全注入监督、电厂运行点监测、余热排除监测、安全功能监督、协助运行综合显示、识别第一故障、执行机构监督、故障或事故诊断和规程选择(DEC)、安注后事故诊断和规程选择(AO)、电厂状态监测(SPI)。

KPS 与 KIT 在数据采集处理层次上共用计算机硬件及其上的系统软件、系统服务，如数据库访问服务、计算服务、通讯服务、显示服务、组态工具等；共享全部外部采集数据和内部计算数据。

## 1.3 技术特点

### 1.3.1 可靠性

KIT/KPS 系统广泛采用了冗余、隔离、自诊断、危险分散技术等多种保证可靠性的措施，提高系统的抗干扰能力、可靠性、安全性。

**冗余措施包括：**EtherNet 网、ArcNet 网均为双网冗余；中央服务器、操作员站冗余；现场控制站主控单元冗余；电源冗余。

**隔离措施包括：**A 列设备、B 列设备隔离供电。所有过程 I/O 单元都采用了可靠的光电隔离技术，将各过程 I/O 单元与所有现场信号全部隔离。现场控制站和中央服务器之间采用光纤隔离。

**自诊断措施：**KIT/KPS 系统较全面地采用了诊断技术，具有一套完善的自诊断功能，在系统的各个层次进行故障诊断。如在现场控制站中，过程 I/O 单元、主控单元都具有板级状态自检和故障自诊断功能；电源单元本身提供了一个 PowerOK 诊断信号。中央服务器、操作员站、打印服务器、通讯服务器有相应的设备诊断，另外还有通信网络诊断及其它设备诊断。KIT/KPS 系统中某个设备(部件)发生故障时，能够准确、及时地对故障定位并显示。

**危险分散技术：**所有过程 I/O 单元均为智能设计，系统的控制功能分散到板级，真正体现了危险分散的思想。在系统设计当中采用了许多分散危险的措施，如将 ArcNet 网络 HUB 分散安装在不同的机柜中，各 HUB 通过光纤连接起来；即使某一 HUB 故障，ArcNet 网通讯也不会中断。

### 1.3.2 开放式性

中央服务器采用了标准的工业 PC，离线组态和在线运行软件均建立在 Windows NT 环境中，实时数据库支持 ODBC 接口。管理网络符合 IEEE802.5 标准，通信协议为 TCP/IP。

## 2 实现管控一体化的必要性

自动控制是信息系统的基础，自动控制系统中大量的实时生产信息是 MIS 系统主要的信息来源之一，自动控制系统是 MIS 系统的强有力支撑；而管理信息是自动控制的统筹，MIS 系统通过数据计算和处理，反过来指导生产，是自动控制的有力参谋和后盾。电厂信息管理的内容里必需包括全厂的自动生产信息和有关性能指标参数，不能反映发电机组运行状况的 MIS 系统就不能有效进行辅助决策的管理，其管理效果当然不会令人满意。

秦山二期 MIS 系统网络已经建成，在该网络上主要运行基建阶段的管理软件，如进度管理、投资管理、质量管理，以及电子邮件系统。随着工程进度由基建、安装阶段逐渐转向调试、生产，管理工作的重点将逐步转向对调试、生产的管理，而对调试、生产的管理则需要大量的、及时的现场数据。在这种情况下，一方面 MIS 系统现有的数据和应用软件不能满足将来的管理需要，另一方面在建的 KIT/KPS 系统只能向主控操作人员提供电厂现场的情况，这一矛盾必须解决，从而充分利用 KIT/KPS 系统和 MIS 系统为调试和运行工作服务。

国内外各大厂商都十分注重发展管控一体化的技术和产品。如日本三菱电机公司正在开发的 SIS(计算机辅助隔离系统)就是将现场数据采集到维护管理系统中来，以便维修管理人员及时地了解现场的情况，加快隔离和维修工作的速度。HoneyWell 公司推出的 Shadow Plant 软件可对工艺装置作实时仿真，用来评估和决策、校核工艺过程，改善

操作性能和培训操作人员。大亚湾核电站已经实现了从生产现场取得发电机输出功率、累计发电量等机组运行及经济指标等全厂运行数据供管理人员进行管理和决策。

将 KIT/KPS 系统中的电厂数据和显示画面实时地传送给 MIS 系统，提供给管理人员作为有关管理的依据，可以实现实时运行状态监视、制定生产计划安排、设备维护诊断、统计过程控制数据、在线性能计算等。例如，在计算机辅助隔离系统(CBA)中，隔离方案能否实施与隔离工作票是否正确及现场相关系统和设备的运行状态是有关的，而 CBA 系统中只有参与隔离的设备、系统的状态信息，缺少 KIT/KPS 系统中运行设备的状态信息，隔离工程师和运行工程师需要从 KIT/KPS 系统中获得信息，然后人工判断隔离方案是否可行。通常隔离经理和运行工程师依靠流程图来审查隔离方案，但是由于 CBA 系统中信息不全面，无法打印包括现场运行状态和隔离方案的完整的流程图，在审查隔离方案时，工作过程烦琐，效率也较低。如果将实时数据传送到 CBA 系统中，则可以由计算机更好地辅助判断、审查隔离方案是否可行，并且可以生成信息完整的流程图供人员审查，不仅可以极大地提高工作效率更重要的是可以减少失误。再如，反应堆厂房内有放射性辐照，一般监督工作是由仪器仪表控制系统自动进行的，设备在运行中的状态和功能的好坏等信息，对维修部门开展维护诊断工作是非常重要的。

运行管理和维修管理是核电厂管理的基础（最基本最低层的管理），管控一体化夯实了这一基础，从而充分利用 KIT/KPS 系统、MIS 系统，极大地提高全厂的运行、管理水平。

### 3 实现管控一体化的可行性

KIT/KPS 系统通过 3 条途径采集数据：

(1) 由过程 I/O 单元采集到的现场数据，经 CAN 总线传给主控单元；主控单元处理后，通过 ArcNet 网传给中央服务器；

(2) 通过通讯服务器接受 RGL, RIC, RPN, RCP 和 DEH 系统及三废处理集散控制系统(KSN)的数据，通过 ArcNet 网传给中央服务器；

(3) 通过 EtherNet 网络与常规岛集散控制系统(CIC)相连，接受常规岛的现场数据并传给中央服务器。

KIT/KPS 系统采集了核岛、常规岛、三废处理及 RGL, RIC, RPN, RCP 和 DEH 系统的数据，它是核电站中数据最全面、最集中的系统。因此它是与 MIS 系统网络连接的最佳的和唯一的路径。

KIT/KPS 系统的可靠性是实现管控一体化的基础，它的开放性使实现管控一体化成为可行。

秦山二期 MIS 系统网络是一个 FDDI 的环网，通信协议为 TCP/IP，运行在 Windows NT 操作系统上，数据库为 Oracle，该数据库支持 ODBC 接口。两个系统的通信协议均为 TCP/IP，数据库均支持 ODBC 接口，两个系统互连是可行的。

### 4 管控一体化方案

KIT/KPS 系统与 MIS 系统相连必须保证 KIT/KPS 系统的本质安全和性能满足实时

监控的要求，所要考虑的问题有：

(1) 安全性：由于 MIS 系统与 KIT/KPS 系统均采用 WINDOWS 技术，因此必须采用有效措施防止网络上的病毒和非法入侵。为了保证 KIT/KPS 系统的本质安全，必须采用可靠的技术措施保证两个系统的电气隔离。

(2) 实时性：由于 KIT/KPS 系统的实时性要求很高，对 KIT/KPS 系统的网络负荷和中央服务器负荷的影响越小越好。KIT/KPS 系统必须满足以下运行准则：一般工况下 CPU 平均负荷率 $\leq 40\%$ 、繁忙工况下 CPU 平均负荷率 $\leq 70\%$ 。

由于 MIS 系统对数据的实时性要求比 KIT/KPS 系统低，需要采取策略减少 KIT/KPS 系统网络和中央服务器的负荷：

- (a) 只将 MIS 系统需要的数据从中央服务器传输到网关机上
- (b) 按数据的采集周期定时传送，同时监视中央服务器的负荷，控制数据传输量
- (c) 传送间隔内未变化的数据不传输

#### 4.1 硬件方案

通过对 KIT/KPS 系统的软硬件体系结构分析，实现 KIT/KPS 系统与 MIS 系统连接的方案有 3 种：

**方案 1** 直接将 KIT/KPS 系统的 EtherNet 网络与 MIS 系统网络连接，实际上是 KIT/KPS 系统与 MIS 系统同网，KIT/KPS 系统的实时数据直接传到 MIS 系统的 Oracle 数据库中。为了保证 2 个网络在逻辑上独立，在两个系统之间增加 2 个路由器，并采用光纤进行电气隔离；在路由器上安装防火墙和防病毒软件来保证 KIT/KPS 系统不受病毒和非法入侵的干扰。因为要保证 KIT/KPS 系统的数据能够实时传输，该方案对网络的通讯速率要求非常高。

**方案 2** 在 MIS 系统中增加一台通讯服务器，通过中央服务器的串口（RS232 或 MODEM）向通讯服务器单向传送数据。该方案可确保 KIT/KPS 系统不受病毒和非法入侵的干扰，但是数据传输速率低，对两个系统进行电气隔离较为困难。

**方案 3** 在 KIT/KPS 系统与 MIS 系统之间增加一个网关。在网关计算机上安装 5 块网卡，1 块为 MIS 系统的网卡，其 IP 地址属于 MIS 系统网络；2 块为 1 号机组 KIT/KPS 系统的网卡，2 块为 2 号机组 KIT/KPS 系统的网卡，其 IP 地址分别属于 1 号机组和 2 号机组 KIT/KPS 系统网络，这 4 块网卡为光纤网卡，通过光纤经光纤收发器与 KIT/KPS 系统的交换式集线器相连，这样就解决了 KIT/KPS 系统与 MIS 系统的电气隔离问题。每个机组的 KIT/KPS 系统 EtherNet 网络上有中央服务器 2 台，操作员站、工程师站、打印服务器共 11 台，采用 2 个网段进行连接，每台计算机均同时与 2 个网段连接。在每个网段上都有 2 个交换式 HUB，它们通过各自的 100 M 光纤口进行级联，中央服务器占用 2 个 100 M 双绞线口，TSC 站占用 1 个 10 M 光纤口，其它各站及 CIC，网关机共占用 12 个 10 M 双绞线口。由于 2 个交换式 HUB 是级联的，而被占用的端口分散在 2 个交换式 HUB 上，因此每个端口都可以独享 10 M 的带宽。根据 KIT/KPS 系统每日数据量的估算值计算，网关机独享 10 M 的通讯带宽，完全可满足数据实时传输的要求。在网关计算机中安装防火墙、防病毒软件用以阻止病毒的传播和非法入侵的干扰。该方案的硬件结构如图 3 所示：



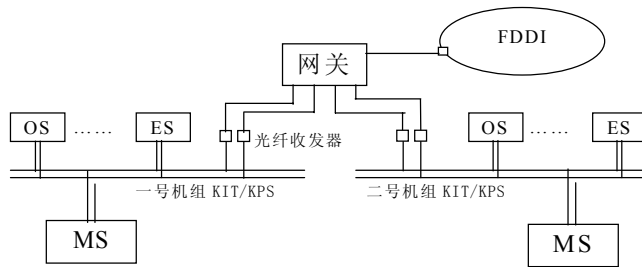


图3 管控一体化的硬件结构

网关计算机分别连通 KIT/KPS 系统网络与 MIS 系统网络，起到数据桥梁的作用。网关机在 KIT/KPS 系统中是一个接收实时数据的终端；在 MIS 系统中则是一个提供实时数据的数据服务器。网关计算机从 KIT/KPS 系统取得数据后进行数据处理，形成实时数据库并为 MIS 系统终端的数据请求提供服务。

三种方案各有优缺点，方案 1 技术难度小、易于安装实现，但是安全性差、对网络速率的要求高；方案 2 最安全，但是数据传输速率慢、电气隔离较困难；方案 3 是一种折中的方案，该方案安全性可以满足要求，设备简单易于安装实现，数据传输速率快，对 KIT/KPS 系统的影响最小。

#### 4.2 软件方案

网关机实时数据库以基本信息库、流程图底图库为基础，以实时库为中心，接受来自 KIT/KPS 系统的实时数据，并产生历史库、报警表、报警历史库，从而生成趋势图、报表和模拟流程图，并为 MIS 系统其他应用提供数据。数据库结构如图 4 所示：

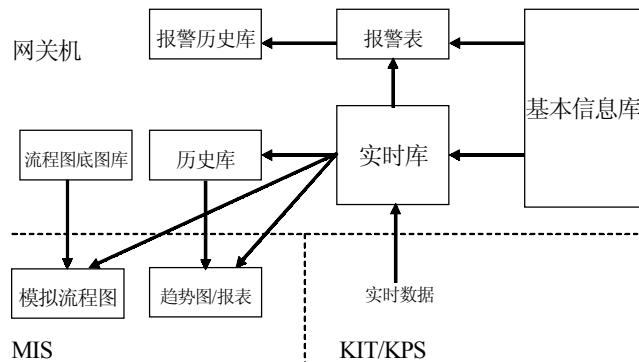


图4 实时数据库结构

需要从 KIT/KPS 系统取得的数据在基本信息库中定义，也就是说基本信息库中的点就是 KIT/KPS 系统向 MIS 系统传送的点。基本信息库存放测点的基本信息，如模拟量点的点名、点说明、量程上下限、报警上下限、上下限报警级、量程死区、报警死区、量纲、输出格式、采集周期、变化率限值、报警监视条件点名等；开关量的点名、点说明、置 0 含义、置 1 含义、正常/报警状态、报警级、报警监视条件点名、电源监视点

名、报警属性、SOE 源、设备可用性等。测点分为两类：（1）现场测点，从 KIT/KPS 系统中取得的数据点；（2）计算点，为满足网关机软件运行需要，通过对现场测点的计算得到的数据点。

实时库只存放所有测点的当前值，历史库存放所有测点的历史值。当网关机接收到实时数据后，将这些数据放到实时库中，实时库中的旧数据马上移到历史库中，同时触发计算计算点的值。内部计算周期为 1 s。

报警表只存放当前报警信息，报警恢复后报警信息及报警恢复信息被存放在报警历史库中。当某一模拟量现场测点的实时数据进入到实时库中后，或模拟量计算点的值变化后，马上与基本信息库中该点的报警上下限进行比较。如果当前值越报警限并且报警表中没有该测点对应的报警信息，则产生一条报警信息放在报警表中。如果当前值没有越报警限并且报警表中有该测点对应的报警信息，则将这条报警信息从报警表中移到报警历史库中并产生一条报警恢复信息，放到报警历史库中。同样，当某一开关量现场测点的实时数据进入到实时库中后，或开关量计算点的值变化后，马上与基本信息库中该点的正常/报警状态进行比较。如果处于报警状态并且报警表中没有该测点对应的报警信息，则产生一条报警信息放在报警表中。如果该测点处于正常状态并且报警表中有该测点对应的报警信息，则将这条报警信息从报警表中移到报警历史库中并产生一条报警恢复信息放到报警历史库中。

由于硬盘大小有限，不可能也没有必要把所有数据全部放在历史库中，因此可以将 15 天以前的历史数据(历史库、报警历史库中的数据)移到后备库中。每个机组的 KIT/KPS 系统中数据量的估算值约为每天 156 Mbyte，加上其它项目开销，二个机组 15 天的历史数据约为 5 Gbyte。后备数据存储采用每天 0 时至 24 时之间的数据压缩成一个文件，用光盘存储。

#### 4.3 实时数据的传输

在网关计算机中定义需要从 KIT/KPS 系统向 MIS 系统传送那些数据。网关机向中央服务器请求数据，中央服务器负责定时向通讯工作站传输数据。

KIT/KPS 系统的数据可分为：实时定量信息、实时定性信息、实时状态信息、实时报警信息、趋势信息、历史信息、追忆信息、事件顺序信息、预测信息、统计信息。需要传送到 MIS 系统的数据有：实时定量信息、实时定性信息、实时状态信息、事件顺序信息、预测信息。笼统地说就是将具有工程物理意义的的数据传到 MIS 系统中，而仅为控制需要产生的中间量则无须传送。在 MIS 系统中需要的实时报警、趋势、历史、统计等信息，则在网关计算机中计算产生。由 KIT/KPS 系统向网关传输数据的格式是：时间、点名、当前值，其中模拟量点的时间格式是：HH：MM：SS；开关量点的时间格式是：HH：MM：SS：mmm。

#### 4.4 应用

每幅模拟流程图底图包括二类信息：一类是静态信息，用于描述模拟流程图的背景画面；另一类是动态信息，用于描述模拟流程图的动态内容，包括动态点点名及其动态特性。模拟流程图应用程序安装在用户终端上，当用户运行该程序并选中某一流程图时，先从网关机中将选中的流程图底图调入用户终端。该程序将选中的流程图背景画面显示在计算机屏幕上，并按动态点点名向实时库请求实时数据。收到实时数据以后，根

据其动态特性显示动态点。实时库收到数据请求后，立刻将相关数据发送给用户终端，以后只要实时库中的相关数据变化，就向用户终端发送新数据，直到用户选中其它流程图或关闭模拟流程图应用程序。

趋势图与报表应用的流程与模拟流程图应用程序类似，不同的是它们既要向实时库请求数据，还要向历史库请求数据。

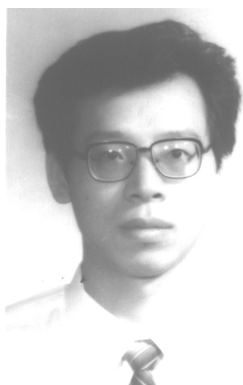
网关机作为提供数据的数据服务器，它可在规定的权限内向 MIS 系统网络上的任何终端和用户，甚至远程终端和用户，提供数据服务。其它应用软件应与上述的三个应用程序类似，采用 Client/Server 结构，并在开发过程中充分考虑数据通讯量的问题。

## 5 结束语

由于 KIT/KPS 系统的可靠性、开放性、全面性为实现管控一体化提供了基础，成功的管控一体化将为高水平的自动化管理提供取之不尽的力量源泉，为管理和控制的进一步发展创造了机遇和空间。高度自动化的过程控制、快捷准确的信息传输、直接有效的管理决策及富有市场竞争力的发电运营，未来现代化的核电站信息管理系统将是一个崭新的信息化工厂。自动控制与信息管理的有机融合，无疑将给秦山二期核电站带来一个灿烂美好的信息化明天。

### 参考文献

- 1 北京核工业第二设计院. KIT/KPS 系统手册
- 2 许继刚. 电厂信息管理与自动控制的一体化. 自动化博览, 1999, 3



颜昌辉：高级工程师。1991 年西北师范大学计算机系毕业，现在核电秦山联营有限公司从事计算机工作。

YAN Changhui: Senior engineer. Graduated from the Department of Computer, the Northwest Normal University, China in 1991, majoring in development of computer in Nuclear Power Qinshan Joint Venture Co. Ltd.