

分散型控制系统研讨会 资料汇编

中国仪器仪表学会过程检测控制仪表学会
中国自动化学会仪表与装置专业委员会

1988年3月

录

- 1、分散型控制系统的特点与我们的对策 陆凌雷 (1)
- 2、将来的分散系统和我们的对策 郑名登 (16)
- 3、分散控制系统技术发展综述 王凯元 张韞玉 (22)
- 4、从国外分散控制系统的发展, 探讨我国的开发策略 郭殿杰 (33)
- 5、关于如何做好分散控制系统开发与培训工作的几点意见 王庆国 (44)
- 6、集散系统推广应用的困难和对策 林开华 (46)
- 7、我怎样选择与评价集—散系统 姚春荣 (49)
- 8、计算机集散控制系统国产化初探 陈志学 (55)
- 9、I/A SERIES 智能自动化系统及其应用 林少华 (63)
- 10、DJK-200 分散型控制系统 徐伟祖 俞 嵘 (72)
- 11、上海自动化仪表四厂运动系统的开发研究 . . . 朱 森 王鄂琳 任志杰 (77)
- 12、用 IBM-PC/XT 个人计算机构成的多功能微机运动实时控制系统
. 金善征 林晓纬 陆田芳 (95)
- 13、分散型控制系统用工业计算机局域网 缪学勤 (101)
- 14、集散控制系统应用 吴 平 方将采 (110)
- 15、N-90 系统的构成、功能特点及在我厂的应用情况 . . 曹鸣文 姚恩德 (114)
- 16、实现 YEWPACK MARKII 系统模拟图与 YP-BASIC 程序联动的方法
. 王庆国 (131)
- 17、美国 DOW 化学公司及新加坡 ESSO 公司应用 SPECTRUM 集散控制
系统情况简介 胡厚敏 (138)

分散型控制系统的特点与我们的对策

煤炭科学研究院北京煤化所 陆凌霄

七十年代以来，以计算机技术为代表的新技术革命的兴起使工业自动化领域发生了深刻的变化。计算机技术的应用大大改变了这些传统行业的面貌，提高了生产效率促进了社会的发展。我们在讨论我国分散型过程控制系统的技术路线和对策时，必须充分认识到这一形势。

(一) 工业计算机控制系统发展的现状

在工业计算机控制技术中率先发展起来，自成系统并在工业领域中得到广泛应用的是用于流程工业的计算机控制系统。1975年，美国的Honeywell公司首先宣布推出，采用最新集成电路技术和分散控制方案的分散型过程控制系统TDC-2000。随后，美国和欧洲一些发达国家的厂家共推出这类控制系统多达上百个。这时期的产品采用分散控制思想，成功地解决了控制系统的可靠性和通用性问题。在诸如过程信号的采集和变换，现场控制器的控制规模、信息容量、系统结构、功能分配、通讯格式、链路方法、冗余配置、软件诊断；操作站CRT画面的图形设计、画面种类、系统组态方法、变量调节方式、专用操作键盘及其专用控制键、用户定义键、软键的设置等方面取得了一系列成功的经验。分散型控制系统的问世使自动化仪表行业发生了深刻的变革。分散控制思想也成为工业领域中实现计算机控制的基本指导思想。

进入八十年代后，由于各种高技术的飞速发展，特别是适应信息社会的需要而发展起来的信息处理技术和计算机网络技术，使刚刚诞生不久的分散型控制系统也面临着更新的必要。这段时期分散型控制系统的研制工作主要分为两个方面。一方面对已有的分散型控制系统采取了如下措施：

- 1、充分利用高技术的最新成果对原有设备进行硬件的更新换代。如采用功能更强、集成度更高、性能更好的大规模集成电路和专用器件，提高各级通讯信道的传输速率，进一步加强基本控制器的可靠性设计，采用大屏幕彩色CRT和掩膜式控制键盘等。

- 2、充分应用计算机软件理论的最新成果，提高系统控制软件和管理软件的编制水平，加强系统自检能力、完善控制画面的功能、提高人机对话水平。同时增加了系统组态结果检查和在线实时仿真能力。

- 3、在不断完善反馈控制功能的同时，使之还具有较强的数模混合顺序控制功能

4、对系统整体结构进行调整，确定适宜的系统分散度。开发各类大、中、小型控制系统以及单回路智能仪表和常规仪表系统，使之组成有机的灵活的整体系统，满足不同用户的各种要求。

另一方面，积极开发高一层次的信息管理系统以适应信息社会发展的需要。开发高一层次信息管理系统的需要来自两个方面。一是来自工业企业内部。随着现代化大工业的发展，使得单从生产过程的控制上提高经济效益的作法已不能适应企业发展的需要，只有不断提高企业的综合信息管理水平，才能使企业在竞争中获得活力。二是来自企业外部，信息技术的发展使全世界的时空距离缩短了，整个社会形成一个相互依存、相互影响的不可分割的整体。一个企业要想在竞争中获胜，必须及时获得并处理来自其他企业、市场、金融乃至国内外政治经济的最新信息，不能随时调整企业的技术经济对策，永立不败之地。1984年，各厂家纷纷推出第三代控制系统——综合信息管理系统，如Honeywell的TDC-3000，横河北辰的YEWTOPIA等。

新的系统全部采用最新的理论和技术，进一步明确了层结构观念。按照这个观念，原有的分散型控制系统主要包括两个层次——过程控制层和过程控制管理层。新开发的综合信息管理系统则包括三个层次，基础的两个层次即是分散型控制系统，第三层为综合信息管理层。显然，分散型控制系统是综合信息管理系统的基础，综合信息管理系统兼容了分散型控制系统。在讨论分散型控制系统时，我们主要关心的是过程控制层和过程控制管理层的问题，这时的指导思想是分散控制思想。讨论综合信息管理系统时，我们关心的是高层信息的格式、传输、外理、存贮、共享等问题。这个层次的开发依据更多的是计算机网络理论、通讯协议、硬件接口方式等计算机技术问题。预计，综合信息管理层还会向高层发展，也就是综合信息管理系统将以企业网的形式加入企业所在地的区域计算机网或远程计算机网中。当然，这种发展将主要取决于计算机技术的发展和社会发展的需要。

分散型控制系统经过十几年的努力已基本成形，国外各厂家推出的产品虽然在系统结构、功能、规模、分散度略有不同，但总的看来，不论在指导思想和整体设计上近期不会有太大的突破。

在制造工业中，大量发展的计算机控制技术是可编程控制器PC。PC被广泛用于机器人、程控装置、数控机床、加工中心以及其他智能装置上。由于这些装置本身的分散性决定了在制造工业必须采用分散控制。所以这些企业面临的问题主要是如何把这些独立的设备联成一体，实现信息传输，从而达到集中管理。1980年美国通用汽车公司首次提出基于国际标准组织ISO的开放系统互联参考模型OSI的制造自动化规程MAP。OSI模型将一个网络中的数据处理和通讯功能分为7个层次，每层代表一组对应的处理和通讯功能，使应用标准化。MAP系统用一个宽频带的同轴电缆联接不同的用户，使用共同的语言建成单一的通讯总线。MAP系统直接将计算机网络通讯协议用于它的分散控制系统，可以充分发挥计算机原有的软件功能，所以立即得到世界各计算机生产厂商的欢迎和支持。以IBM公司为首的一批计算机厂家纷纷宣布自己的产品支持MAP，使MAP系统在制造工业得到飞速发展，在流程工业中的应用也日益增多。

与此同时，各种小型分散型控制系统纷纷问世。比较引人注目的是1984年美国

Intel公司在LAN技术基础上推出的BITBUS分散控制系统。BITBUS也是一个开放系统，属于传感器一级的控制网络，与MAP兼容。它的每一个节点处理机8044单片机固化了实时多任务执行软件iDCX51，可实时处理8个任务。通讯介质为双绞合线，因此整个系统造价低廉。近年许多公司开发了BITBUS产品。英国的DEC、Analog Devices、Honeywell、West house、日本东芝也都引进了BITBUS，开发各种专用高性能分散控制系统。

以上就是国际上计算机技术在工业自动化领域中应用和发展的基本情况，也是我们研讨我国分散型控制系统开发方向和技术策略的技术背景。

(二) 分散型控制系统的指导思想和五大基本特点

从工业计算机技术发展历史可以清楚地看到，计算机技术之所以能成功地应用于工业自动化领域，分散控制思想起了关键作用。

分散控制思想主要解决了两个问题。一个是对控制系统，解决了可靠性问题。一个是对用户，解决了通用性问题。由于采用了分散控制，使系统结构分散、功能分散、危险分散，系统可靠性大大提高了。由于采用组合式的结构，增强了系统对外界的适应能力，用户可以根据自己的需要选择合适的组件任意组成系统，系统的通用性大大提高了。

同时围绕着系统可靠性问题又提出了元器件可靠性、电源可靠性、通讯可靠性、控制器可靠性、软件可靠性、操作可靠性等问题。

围绕着通用性又提出了组件通用性、互换性、易维护性、通用控制软件、标准化组态方式，标准CRT显示画面，统一通讯方式和协议等问题。

这两方面问题的解决，使分散型控制系统在自动化仪表领域立于无可争议的主导地位。

事实证明，分散型控制系统的出现的确在自动化仪表领域引起了一场新的技术革命。这是由于分散控制系统最快最多地采用了高技术发展的成果，代表着自动化仪表领域中新技术革命发展的方向。因此，衡量一个国家自动化仪表水平的高低，关键是看它的分散控制系统的技术水平。一个国家要想促使本国自动化仪表有一个飞速发展，也必须抓紧抓好分散型控制系统的研制、开发、应用和推广。

我国分散型控制系统的研制起步晚，经过几年的努力，已开发出了各种各样的计算机控制系统。但是由于对国外分散型控制系统的指导思想缺乏明确的认识，对其总体设计、系统结构、功能配置缺乏深入的分析研究，我们开发的系统与国外同类产品相比仍有相当的差距。当前，新技术层出不穷，计算机技术日新月异。如果我们不把握住分散型控制系统的基本特点和发展方向，那么尽管我们会在系统的某些环节上采用了最新技术，但从长远上、总体上看，却可能失去系统开发的主动权。因此，认真分析、学习、掌握国外在分散型控制系统设计上的成功要点，总结我们在过去几年实践中的经验教训，使我们的设计原则在原有基础上有个突变，切实加快我国分散型控制系统的研制步伐，进而开拓综合控制系统是摆在过程控制工程技术人员面前的重大任务。

国外的分散控制系统尽管各有千秋，但是由于开发背景相同，年代相近，因而其功能、结构大同小异。下面我们以国外几个典型产品为例，从五个方面对分散控制系统的基本特点进行分析。

一、可靠性高

过程控制系统要求连续稳定运行，所以系统的可靠性是最为重要的。各厂家为了提高系统的可靠性往往采取以下措施：

1、元件的选用

电路元件，特别是大规模集成电路或微处理机芯片是系统的基础元件，除了要选用名牌厂家的高性能、规格化、系列化优质产品外，还要根据过程控制系统可靠性的检查标准严格挑选，如Honeywell公司为此规定了多项试验标准。其中的冷热循环试验规定是：将元件由0℃升温到125℃，而后降到0℃。如此冷热循环10次，每次15分钟，每次间隔30秒，以这种严格的措施保证元器件的可靠性。

2、系统硬件的可靠性

(1) 所有的组件标准化、系列化，可进行互换和在线维修。

(2) 每个组件的面板上都装有显示硬件运行状况的LED，组件硬件发生故障，立即显示报警，有助于维修人员查找。

(3) 广泛采用冗余技术。冗余技术分工作冗余（有两个以上的组件同时完成同一工作）和后备冗余（一用一备），主要应用在以下四个方面：

① 控制单元

FOXBORO公司的基本控制单元UCM可控制多达30个回路，每个UCM中都设有一个与主控制器性能完全相同的副控制器。当检测到主控制器故障时，处于跟踪状态的副控制器将自动切换到工作状态，获得I/O总线的数据和管理权，不中断控制任务，同时发出警报信息。

日本横河北辰公司的现场控制站CFCD₂可完成40个回路的控制任务，它有2个站控制插件箱SCN，在双重化控制系统DXS₂的控制下互为冗余。

Honeywell公司的每个基本控制器BC容量较小，只有8个回路。所以它采取的方法是对1~8台基本控制器所组成的控制系统备用一台备用控制器和一台备用控制指挥器，组成UAC系统。系统运行时，备用控制指挥器随时监视、诊断每个工作控制器的运行状态，一旦发现某一基本控制器发生故障，立即使备用控制器接替工作，完成自动无中断切换。

BAILEY公司则不采用冗余设备来保证控制单元的可靠性，而是让每个微处理机尽可能少地承担控制任务，从而使整个系统失效的危险性大大减少。它的每个控制器GOM只完成两个回路的调节控制任务。即使该组件出现故障，也只影响这两个控制回路，不会威胁整个系统的运行安全。操作人员可以根据故障信号，及时更换该组件。

② 电源

过程控制系统的电源一律采用专用24V DC电源。各个设备都采用冗余电源，一用一备。当检查到主电源发生故障时，系统会自动将备用电源接入回路，以保证系统正常工作。FOXBORO的UCM电源是交流两组、直流两组；Honeywell公司的系

统电源可以根据用户的需要，提供二重或三重冗余。

③ 通讯网络

FOXBORO公司的FOXNET通讯系统采用了六级标准冗余结构，即后备电缆、后备链控制站LCS、后备链通讯口LP、后备链路LINK、后备电缆/链路组合、后备链控制站/链路组合。Honeywell公司的TDC-2000系统的高速通讯公路HW以及与之相联的HW设备即基本控制器或过程接口单元的HW接口，全部采用冗余设备，一用一备，高速公路通讯指挥器HTD则由功能完全相同，但又互相独立的A、B两部分组成，一备一用。其备用部分采取热备用，一直处于待命启动状态。操作者可以在操作台上直接控制工作与备用指挥器的转换，而不会丢失任何信息。

④ 备用常规仪表和手动单元

为了确保控制系统的工作万无一失，各厂家的产品都提供连接常规仪表和手动单元的能力。由于控制系统的可靠性主要决定于每个控制回路的可靠性，用户可根据需要在控制回路串接一个常规仪表。该仪表可以显示过程变量的指示值、设定值，有手动/自动转换开关和手动调节旋钮，可以手动送出电信号直接控制现场执行机构，从而保证当计算机出现故障时，操作人员仍可对工艺过程实现控制。同时操作台还备有常规记录仪表接口，重要信息除靠计算机存贮外，还可以由记录仪记录。有的系统还提供手提式手动单元，可以随时将任一控制回路切换到手动单元。

3、软件可靠性设计

为了确保控制系统每时每刻都处于正常运行状态，而且当故障出现时能立即报警，控制系统的各类设备都设有很强的自检能力。以控制单元为例，控制单元在每一个信号采集和处理周期（一般为0.3~1S）之前或之后，都要先调用一次软件监视测程序，执行自检功能。其自检内容是：电源I/O组件和信号、ROM的内容、RAM奇偶校验、数据缓冲区的充实性、计算精度、时钟和通讯接口等。自检后的结果不但可以存贮在状态字中，启动组件上相应的LED，或传送到操作站的CRT上，而且可以启动后备设备，进行自动切换，各厂家还在操作台上设置了状态显示画面，在线所有设备的运行、维修、备用状态均可在CRT上显示，监视程序还随时将重要的信息贮备下来，以备事故检查之用。

4、操作可靠性设计

各厂家均设计了适于过程控制的专用键盘系统。通过软键、用户定义键、专用键，可以实现“一键操作”。即在系统运行中，操作员如要更换一个画面、修改一个参数、记录一批数据、打印一个报表、启动一个程序，只要按一个键即可完成，大大简化了现场操作。

二、功能分散的组件式结构

各厂家的系统普遍采用积木组件式结构。从功能上，TDC-2000把系统分为三级，即基本回路级过程接口和控制系统、带有CRT的车间或装置级操作站系统、带有主计算机的工厂级中心管理站系统。它的基本控制单元BCM可以独立使用，它的车间级操作站只完成控制监视，未留用户开发功能。

CENTUM和NETWORK-90则把系统分为二级，即控制站和操作站。它们的操作站功能都很强，具有管理能力，用户也可以进行一定的开发工作。CENTUM配备

了FORTRAN, NETWORK-90配备了BASIC。BAILEY公司还为NETWORK-90开发了多功能控制器MFC02,采用M68000 CPU,并提供128KRAM,使用户可以编制1000行的BASIC程序,大大增强了现场控制器的功能。

根据对系统安全性的影响大小,几乎所有厂家都对需要调节控制的过程变量和只需显示的过程变量分别处理,分为基本控制组件和过程接口组件。由于各厂家的系统都有很大的横向扩展功能,而且产品通用性强,结构灵活,已商品化、系列化,所以用户可以根据自己的要求,任意组成适合于自己工艺过程的控制系统。基本控制单元由于是整个系统的关键组件,其控制的模拟量(输入或输出)都不多,每个控制组件都有固化的算法,可自动完成调节任务。过程接口组件主要用于数据采集、输出保持、顺序程序控制的信号输入和输出、热电阻输入、各类热电偶输入,以及带有光电隔离的各种电压电流规格的开关量输入输出,所以其信息处理能力较大。

一个典型的NETWORK-90系统,其通讯网络上最多可以连接45台设备,其中10台操作站和主计算机,35台过程控制单元PCU,可完成980点的控制和检测。系统最大处理能力为34300点。

TDC-2000系统,它的每个通讯指挥器可接4台优先设备(操作站等)和63台过程控制单元BC、AU、PIU。它的中心管理计算机可以接4个通讯指挥器,所以系统最大能力可接252台各种过程控制单元。

SPECTRUM系统的通讯网络上最多可接100台各类设备。

CENTUM系统的HF总线上最多可接32个工作站,每站安装有HF总线通讯控制插件CPL。

三、组态方法

各厂家的产品一律采取组态方式,即以填写工作单的方式来确定组件上每一回路的工作任务。这些信息是:过程变量的输出输入通道口、变量的类型(模拟量、数字量、热电偶、热电阻等)、最大最小量程、工程单位、设定值、高低限报警值、偏差报警值、控制算法的类型(一般有20多种),如果采用PID调节,则要设置PID算法的比例带、积分时间、微分时间、温度刻度类型($^{\circ}\text{C}$ 或 $^{\circ}\text{F}$)、控制器的正反作用、是否取平方根、显示值的小数点位置等。当计算机获得这些信息后,就可以进行正常工作。

组态方式极大地提高了系统的通用性,是使分散控制系统所以能得到广泛应用的关键措施,大大地方便了用户。用户如果要改变某一控制回路的控制对象,甚至改变整个系统的控制结构和内容,只要将新的工作单送入计算机即可完成。

组态码既可以从操作站置入,也可以从现场过程控制单元置入。如TDC-2000系统在基本控制器设置了数据输入板DEP, NETWORK-90系统也在过程控制单元PCU上设计了数据输入板CTM。

四、通讯网络

随着过程控制系统功能越来越复杂,过程接口设备越来越多,信息处理量越来越大,除了小系统采用直接通讯方式外,为了保证系统通讯可靠,较大的系统都采用独立的通讯网络。

TDC-2000系统采用的是总线式通讯网络。HW设备通过HW接口与HW相连。

当某一HW设备要求通讯时，即发出要求占用总线的申请。高速通讯公路指挥器HTD接到申请后，根据总线占用情况和设备的优先权，逐一处理。

SPECTRUM系统采用放射式通讯网络，每个设备与链接口单元相连接，各链接口又通过耦合器与链控制站相连，由链控制站统一协调各设备之间的通讯联系。

NETWORK-90系统采用回路式通讯网络。信号按一固定的方向在回路中传输。每台设备通过回路接口组件与网络相连，网络中不设统一的通讯指挥器。回路接口组件在接收前一台设备回路接口组件发来的信号的同时，也向下一设备的回路接口组件发送前一时刻收到的电信号，以这种接力方式方法保持信号的传输。

随着控制规模的扩大、设备的增加和通讯距离的增长，到工厂级以上的通讯已采用了光纤通讯，横河北辰的32兆位/秒回线式光通讯系统YEWLINK 32即为一例。各公司产品一律采用串行方法通讯。

五、丰富的功能软件

过程控制对象的共性和组态方法的采用，使得许多功能软件的编制工作可以由生产厂家统一完成，大大减少了用户的工作量。如果用户只用于一般的模拟量控制和生产管理，几乎可以不再做任何工作。功能软件主要包括控制程序包、过程监视和显示程序包、信息检索和报表打印程序包，并提供至少一种过程控制语言，供用户开发软件。

控制程序包是过程控制最重要的程序包。设在基本控制单元和过程接口单元的控制程序可以自动完成过程变量的采集、存贮、控制计算和输出保持。如果控制系统规模不大，用户只用基本控制器和过程接口单元也可以完成过程的控制和显示功能。同时有的操作台上也备有同样的控制软件，当某一基本控制器失灵时，操作人员可以用操作台的控制软件代替其完成调节任务，保证系统正常工作。

控制程序包包括过程控制的基本控制算法，它固化在基本控制器的ROM中。TDC-2000系统的BC备有28种控制算法。SPECTRUM的UCM中备用23种控制算法，其管理系统备有常用算法100多种。NETWORK-90系统的控制算法则有174种。用户通过组态方法可以随意选用一种或几种功能块对变量进行处理。

过程监视和显示程序可以进行所有过程变量的总貌显示、组显示、细目显示、单点显示、趋势显示、报警显示、系统诊断显示、设备分配和运行显示。允许用户在操作台上对过程变量进行设定和手动控制，而且提供工艺流程显示功能。如TDC-2000系统可提供288点的总貌显示、150组（每组8点）的组显示、1000点的细目显示、36组（不超过600点）报警显示。SPECTRUM则提供50组（每组15点）组显示、50组（每组8点）的面板显示、50组（每组30点）的多光柱显示、15点实时趋势显示、200点历史趋势显示、10个特定事故点显示等多种显示功能。

信息检索和报表打印程序包可以向用户提供每小时、班、天、月工作报表，可以计算打印瞬时值、平均值、累计值、最大值、最小值，可自动也可指定打印。

高级过程控制语言是为用户开发应用程序，如自适应控制、优化控制以及数据处理而提供的。TDC-2000系统在管理计算机上提供了BPL（过程控制FORTRANII）和过程汇编语言PAL。SPECTRUM在管理计算机级提供了FPB（过程控制BASIC）语言。其它系统都配备了各种高级语言。

以上从五个方面对国外现有的分散控制系统进行了分析。尽管每个控制系统都各具特色，但是适于过程控制的计算机系统必须具备以上功能。所以在开发、研制我国的分散控制系统时，也必须从这几方面考虑。

(三) 对我国分散型控制系统方案的探讨

从整个系统结构看，分散型控制系统的整体结构，即分为过程控制层和过程控制管理层两个层次的设计思想，经过十几年的实践已被证明是可行的方案。我国分散型控制系统的结构自然也不例外。当然，在系统的具体构成上，国外各厂家是不尽相同的。一般说来，总是根据自己的技术长处，工艺经验、用户要求，力图推出具有特色、有竞争力的系统；在对国外几个典型的控制系统结构分析来看，从系统结构布局合理、各层次间的设计思路清晰、系统组织灵活、各层的功能丰富，用途明确考虑比较，日本横河北辰电机公司推出的 YEWTOPIA 综合信息管理系统不失为一个较好的系统。

从图 1、图 2、图 3 可以看出，YEWTOPIA 针对不同的用途和不同的用户，设计了不同的系统，各系统的任务各有分工、各有侧重，但又相互联系、相互补充。系统结构的三个层次一目了然、各层次的衔接关系、配合关系、功能连接清清楚楚。我们可以从最低层分析起。

常规仪表系列 ULDU 具有 PID 调节功能和手动、自动转换开关，其功能相当于我国 DDZ-III 型仪表的调节器，可以直接进行过程变量的显示和控制。

如果某台 ULDU 控制的过程变量需要复杂的数据处理，可以通过 LCU 功能卡，将 ULDU 接入 YEWPACKII，这时的 ULDU 可以做为 YEWPACKII 的常规备用仪表。

横河北辰还专门开发了 YS-80 智能化仪表系列。YS-80 仪表可以组成具有复杂数据处理功能的控制系统，也可以通过 LCS 功能卡与 YEWPACKII 相联，利用 YEWPACKII 的内部仪表扩大自己的处理能力。

YEWPACKII 已经是一个功能很强的控制系统，可以联接 8 台现场控制器，同时完成复杂的反馈控制和顺序控制任务。YEWPACKII 向下可以直接执行控制任务，也可以接 YS-80 智能仪表和 ULDU 常规仪表。向上可以通过 UGWU 通讯适配器挂在大型控制系统 NEW MODEL CENTUM 的 HF 数据通道上，甚至还可以再通过 CGWU 光纤通讯适配器将信息送上 YEWLINK32 光纤通讯回路上。

NEW MODEL CENTUM 是在原来的 CENTUM 基础上更新了的大型控制系统，在其 HF 数据通道上可以挂接 32 台现场控制站。向下，它可以联接 YEWPACKII 小型控制系统；现场控制站可以直接挂接 YS-80 智能仪表和 ULDU 常规仪表。向上，可以联接 YEWCOM 大型计算机系统，也可以通过 COWU 光纤适配器与 YEWLINK32 光纤通讯回路联通。一个 YEWLINK32 光纤通讯回路可以联接 32 个光纤适配器。

这样，借助系统设计的合理性，结构的灵活性，用户可以组成任意规模、任意水平的大、中、小控制系统。

显然，横河北辰电机公司在开发 YEWTOPIA 系统时，必定有相当明确的指导思想。他们没有为每个独立的系统分别提出设计思想、开发原则、系统方案、技术要求而是从综合信息管理系统的整体观念出发，统一研究全系统内外的信息获取、传输、

处理、存贮、共享等问题，制定了一体化设计原则，使整个系统的任何一个环节，不论其结构还是其功能都放得下去，收的上来，信息流来去清楚，各层次分工明确，各单元关系简单、组合方便，整个系统具有良好的完整性、多样性、兼容性和扩展性，可以适应不同用户的各种要求。

YEWTOPIA 系统设计的另一个值得称赞之处是它的硬件采用统一的功能卡。不论是小系统 YEWPACKII 还是大系统 NEW MODEL CENTUM，其现场控制站、现场控制器、信号转换器、通讯适配器中的功能卡都是一样的。这样既减少了重复性设计加快了系统开发的步伐，为系统层间的灵活组合在硬件上提供了极大的方便，又提高了系统硬件的互换性、可维护性，同时使小系统不“小”，即小系统不会因其小而丧失高功能。YEWPACKII 所以受到广大用户欢迎，这是一个重要的原因。

所以我认为，我国分散型控制系统开发的基本原则是：

1、采用整体观念、统一规划的方法，从综合信息管理系统出发，制定我国用于过程控制的自动化仪表一体化设计方案。将综合信息管理系统，大、中、小型分散控制系统、智能仪表系统、常规仪表系统统盘考虑。

之所以强调一体化设计策略，主要是由于我国自动化仪表技术发展不平衡，目前的水平也参差不齐，应用状况十分复杂，要想加快自动化仪表的发展速度，一个好的整体方案是十分重要的，搞的好，可以起到事半功倍的效果。

目前我国已从国外引进了多种分散型控制系统，对这些系统的消化、吸收的工作已经取得了一定的成效。现在应该在分析、对比的基础上筛选出适于我们仿效的系统设计方案，以便尽快迈出新步伐、创新的步伐。我们推荐，YEWTOPIA 系统结构为我国综合信息管理系统的的基本参考模式之一。

2、在中型及中型以上的控制系统软硬件功能设计上要完全按照国际分散型控制系统的设计标准。要把可靠性和高功能两个指标放在首位。

3、对于小型分散型控制系统，因其主要用户是我国小型企业或装置，针对我国的实际情况，在考虑可靠性、高功能的同时，还要考虑经济性问题。分散控制思想的提出不仅解决了可靠性、通用性问题，对我国而言，还解决了经济性问题。使用户系统可以从小到大逐步发展，而又不降低设备的技术水平，减轻了用户一次性投资负担我们在小型系统设计时要照顾到这一特点。

根据这些原则，我们认为上海工业自动化仪表研究所的 DJK-100 的设计方案是适合我国国情的小型分散型控制系统。

DJK-100A 是个独立型控制器，只借助数据输入板即可独立进行，它又是个复合型控制器，即可处理模拟量又可处理数字量，充分发挥了 CPU 的功能。由于采用 8 位 CPU M6800，又希望在数据输入板支持下独立运行，DJK-100A 的控制量适中。模入 32 点、模出 8 点、开关入 24 点、开关出 32 点。它可以单独接 CRT，提高管理水平，也可以多台并用组成 DJK-100B 小型系统。它的操作站具有多种控制画面和控制功能，可以完成各种控制任务。当然，DJK-100 系统在与国外同类系统相比，从以上原则考虑尚有不足之处，但是若能在此基础上完善充实，那么 DJK-100 可改为我国推荐采用的系列产品。

以上的讨论是按照国际流行的标准分散型控制系统的模式进行的。分散型过程控

制系统由于是与计算机网络技术同步发展起来的高技术产品，各厂家在系统开发时，常常采用本公司的通讯格式。控制系统与其他计算机网络通讯时往往采用专用通讯适配器或 RS-232 之类的通讯接口。这类通讯方式的本质是实现点对点的通讯，信息传输率低。其他类型计算机的软件功能不易发挥作用。与此相反，MAP 系统之所以受到广大用户的欢迎、发展迅速，关键在于它的通讯格式采用计算机网络通讯协议。各控制器为网络上的一个通讯节点，各类计算机很容易加入网络，保证了企业原有软件工作的延续性。我们在设计我国分散型控制系统时要注意到这一问题。同时，我们也建议开发象 BITBUS 那样的小型系统。采用单片机做控制卡，每卡处理能力为 8 个模拟量或 16 个开关量。单片机不仅可以完成数据采集、处理、控制，还能完成网络通讯管理任务。这样构成的系统、价格便宜、结构灵活、适应性强，又可以充分利用微型机的软件功能，构成以微型机为操作站的小型分散型控制系统。成为适于我国国情的小型控制系统开发的又一个模式。

(四) 明确几个重要单元的技术设计原则

1、基本控制器是分散型控制系统的核心单元

分散控制就是将原来由主计算机从事的集中控制任务下放到基本控制器，所以基本控制器是分散型控制系统的核心单元，提高基本控制器的性能对分散型控制系统是至关重要的。我国目前在过程控制层的开发上已经取得了丰富的经验，具备了推出高性能基本控制器的一切条件。

基本控制器的方案有几个问题要明确：

(1) 信息处理容量 主要指的是控制回路的数量。一个控制器管理的信息越多，那么一旦控制器发生故障对整个系统的影响就越大。所以选择怎样的系统分散度曾是分散型控制系统发展史上讨论的热点。现在由于无器件乃至系统可靠性大大提高了，这个问题已获定论。在小型系统的每个基本控制器，DDC 控制回路一般不超过 8 个。在大型系统的每个基本控制站，由于采用了冗余技术，DDC 控制回路一般为 30 ~ 40 个。我国基本控制站和控制器的信息容量也应参照这些标准。

(2) 信息类型 基本控制器有两种类型。分离型控制器将反馈控制功能和顺序控制功能分开处理，甚至将控制变量占检测变量分开处理。TDC-2000 中的 BC 即为一例。复合型控制器则将上述多种功能用同一个控制器完成。如 YEWPACK II UFCH 我们倾向于采用复合型控制器，特别是小型系统。因为一般小型企业或装置常具有“麻雀虽小、五脏俱全”的特点，它们的实际情况是各种类型的信号都有，数量却不多，因此复合型控制器不论在 CPU 利用率、通用性、经济性上都是适宜的选型。

(3) 硬件冗余 硬件冗余设计是系统成本增加的主要原因，又与可靠性关系极大因此受到普遍的重视。目前的冗余设计有三种。一种是双工系统，即完全相同的两个功能卡，一开一备。一种是 1: N ($N < 8$) 的备用系统，即对 N 个设备设置一个备用设备，一旦出现故障、备用设置即自动替换。第三种是常规仪表做后备系统。国际上，大中型系统必须选择前两种冗余方式的一种，小型系统则采用第三种方式。近年来，由于系统可靠性和易维护性大大提高，故障排除时间缩短、方式简便，所以小型系统也往往不采用备用系统。

(4) 系统扩展 系统扩展即包括向上连接操作站又包括向下连接智能化仪表和常规仪表。为此应设计相应的软硬件接口和功能。

(5) 芯片类型 我国开发的基本控制器，兼顾经济和性能指标，往往采用 8 位 CPU。国外的系统大部分采用 16 位 CPU，以加快控制器的运算速度、提高处理能力。随着集成电路价格的下降，我们也要逐步提高芯片的档次。

(6) 吸取可编程控制器的优点，加强顺序控制功能，扩大系统使用范围。

总之，基本控制器的发展方向是，强化功能、提高可靠性、通用性和可维护性。

2、提高操作站的信息处理能力

如果说经过十几年的工业化实践，分散型控制系统在过程控制层的理论和设计已趋成熟，那么在过程控制管理层的工作则远未结束。因为在过程控制管理层也即操作站的功能设计受到计算机网络技术、CRT 技术、声象技术、光纤通讯技术、办公室自动化技术、计算机辅助管理技术等高技术发展的影响。随着这些高技术的新发明、新发现，必然要有更多的新技术成果被应用到过程控制管理层的操作站上，以提高人机对话水平和信息处理能力。所以预计今后分散型控制系统变化更多的是在过程控制管理层上。主要是解决两个问题，一个是操作可靠性问题，要求操作简便和操作响应速度快。一是信息处理能力问题。

目前，国外各厂家的操作站在控制画面上都设计了多种显示图象，采用掩膜式“一键操作”专用键盘，为提高可靠性，采用多台操作台联机运行。有的产品采用了 CRT 激活技术，减少了键盘操作环节，提高了操作响应速度。所有这些技术的采用已被证明是成功的。我国分散型控制系统在操作站一级的设计上应予沿用。

评价一个操作站性能的好坏主要是看它的信息管理能力和，这主要表现在，在控制系统运行之前要能检查用户生成的硬件结构和系统组态是否合理，是否正确。要判断系统是否具备了运行条件，力求把所有的故障、错误排除在系统运行之前。国外许多操作台已具备了这些功能，但是仍需要用户一个一个回路去检查，所以开发一个专家诊断系统，代替用户检查全部组态和硬件配置的正确与否、提出问题、指出错误，或者开发一个专家辅助组态系统都是可以尝试的。在系统运行中，关键是要管理好信息使操作人员随时掌握系统运行的全部情况。但是由于现代化企业规模越来越大，对控制系统的要求越来越高，使控制策略也越来越复杂。这样就给操作人员提出了很高的要求，增加了精神压力和工作负担。特别是在发生特殊事件时，操作人员可能无力应付这种局面，无法做出正确的快速响应。针对这种情况，国外已提出开发过程控制专家管理系统的意见。这一动向也是值得重视的。

3、智能化仪表和常规仪表是分散型控制系统的组成部分

所以把智能化仪表和常规仪表划归在分散型控制系统内讨论，主要原因是这是国际上自动化仪表发展的趋势，也是我国自动化仪表当前急需解决的重要问题。我们这里指的智能仪表和常规仪表主要是和过程控制有关的单回路、多回路调节器，指示仪、计算器等。

一段时间以来，在我们讨论分散型控制系统发展时，往往把智能化仪表，特别是常规仪表蔽开，或把二者对立起来，在讨论成套技术时矛盾更突出。这种认识是错误的。实际上，国外各仪表厂家无不把智能化仪表、常规仪表和分散型控制系统统一考

虑，同时开发。原来一些只重视大型系统的厂家近年也相继推出小型控制系统和仪表系统。

目前，我国在过程控制中应用最多的仍是常规仪表。这种局面将会维持相当一段时间。因此，尽快明确常规仪表的设计原则，不但在技术开发上有意义，在经济上的效果也是可观的。常规仪表的发展方向是，在自成系统时它应可以完成全部控制任务在与分散型控制系统联接时，又成为备用仪表。这样在控制系统更新换代时，即减少了投资又提高了系统可靠性。

智能化仪表目前在我国是最活跃的一个领域。我国有相当数量具有高技术素质的工程技术人员，而智能化仪表投资少，见效快，所以成为仪表开发的热门。我们对此应持欢迎态度。同时要及早制定新的国家标准，公布分散型控制系统的软硬件接口标准和我国过程控制系统的整体规划及并网要求，引导这些产品与分散型控制系统兼容、并自成系统。

用于过程控制的智能化仪表要注意采用单片机技术。预计，常规仪表相当大部分将会逐步被采用单片机的廉价的单回路智能控制器所取代。因此，加快单片机智能化仪表的研制将是加快我国现有仪表控制系统升级换代的捷径。

(五) 采取有力措施、切实加快系统开发步伐

1、加强系统可靠性研究、提高产品质量

我国分散型控制系统在国内市场推广工作困难，关键在于国产电器的质量声誉不大好。电视机等民用电器质量不好，影响的只是一家一户。分散型控制系统掌管着现代化企业的复杂生产过程。这些过程往往具有高温、高压、易燃、易爆的特点，且要求成年累月不间断运行。控制系统稍微出点故障，后果不可想象。所以，许多用户宁可多花钱买“放心”的进口货，也不敢贸然使用国产系统。我们要下决心改变这种局面，首要的工作是很抓可靠性问题，把产品质量搞上去。现在我国电器产品的MTBF比国外产品低一个数量级，系统的MTBF可能更差。所以提高现在系统的MTBF是分散型控制系统设计、生产部门的第一位的任务。

2、加快现有产品的更新换代和性能完善

加快产品更新换代和性能完善是国外许多厂家赖以保持其产品竞争能力的重要措施。以横河北辰为例，1975年首次推出大型控制系统CENTUM，随后推出小型控制系统YEWPACK，进入80年代，为了开发综合信息管理系统，他们在原有系统基础上进行了全面改造。1984年推出NEW MODEL CENTUM，和YEWPACK II。而且这种性能完善工作始终不停1984年的YEWPACK II为A型，1986年即为B型，据该公司人士宣称，以后还要推出C型等性能更好的产品。横河北辰的作法应该对我们有所启示。高技术的特点之一就是发展快、更新快。在原有基础上对系统进行更新换代比重新开发新产品，速度上要快，经费上要省。我们应该批判产品一定型、十年一贯制的思想，重视产品的完善和提高，不断推高质量的新产品。

3、组织社会性大协作

分散型控制系统是高新技术的产物，是涉及多专业多学科的综合技术，又具有发

展快，更勤快的特点。为了在最短的时间推出最新的产品，进行大生产式的社会性协作是十分必要的。目前，我国科研工作中出现了这样一种现象，有的人片面理解改革的含意，为了讲经济效益，把经济圈越划越小，什么事都想本单位，甚至一个研制小组全包下来。结果，增加了低级重复性工作，降低了产品质量，减慢了研制进度。殊不知，失去了时间和质量就失去了新产品的竞争力，失去了我们开展新技术开发的后劲。这种作法是与新技术发展格格不入的，必须给予批判。当然，为保证社会协作的进行还要辅以完善的法律措施和政策。

4、提高应用技术水平、提高经济效益

我国目前使用分散型控制系统已经有七、八年的历史了，许多企业已逐步体会到分散型控制系统的优越性。但是有关这方面的技术性学术性的报导不多。这是因为我们的应用水平还未跟上来。有些企业基本上是代替常规仪表再加上CRT操作和报表打印。因此，积极组织力量提高应用水平，特别注意将现代控制理论和生产实践相结合也是一项重要的工作。

5、开展优选，加强宣传推广工作

我国已经有了大约十年进行计算机控制系统研制的历史，在广大科技人员努力下不乏优秀的设计和成功的应用。为了制定正确的有利我国分散型控制系统发展的经济技术政策，应开展一次优选工作，存优淘劣，使生产厂家明确努力的方向，也使广大用户对产品的质量性能有更好的了解。这项工作应该制度化、经常化。同时做好示范宣传工作，主动、积极地对用户的系统选型给予指导，促进国产优选系列产品的应用和推广。

我们相信，只要我们切实做好这些工作，就一定能在不长的时间内使我国分散型控制系统的研制和应用水平产生个飞跃，使我国分散型控制系统在世界性新技术革命的浪潮中争得应有的地位。

YEW的综合控制系统

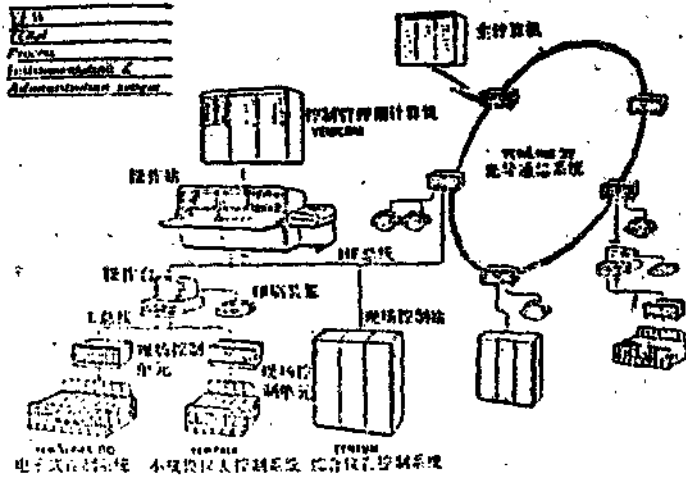
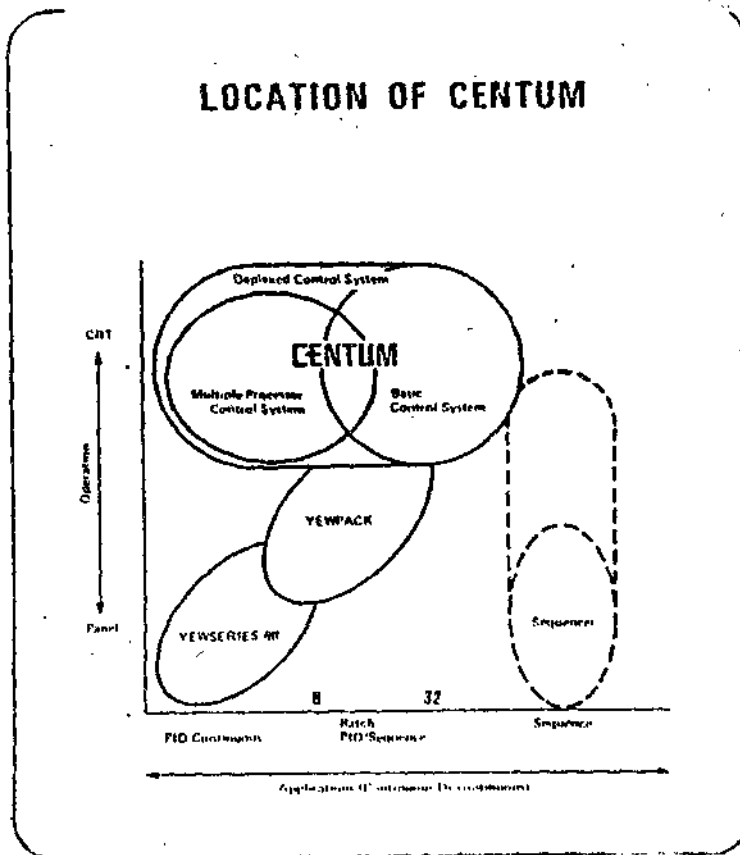


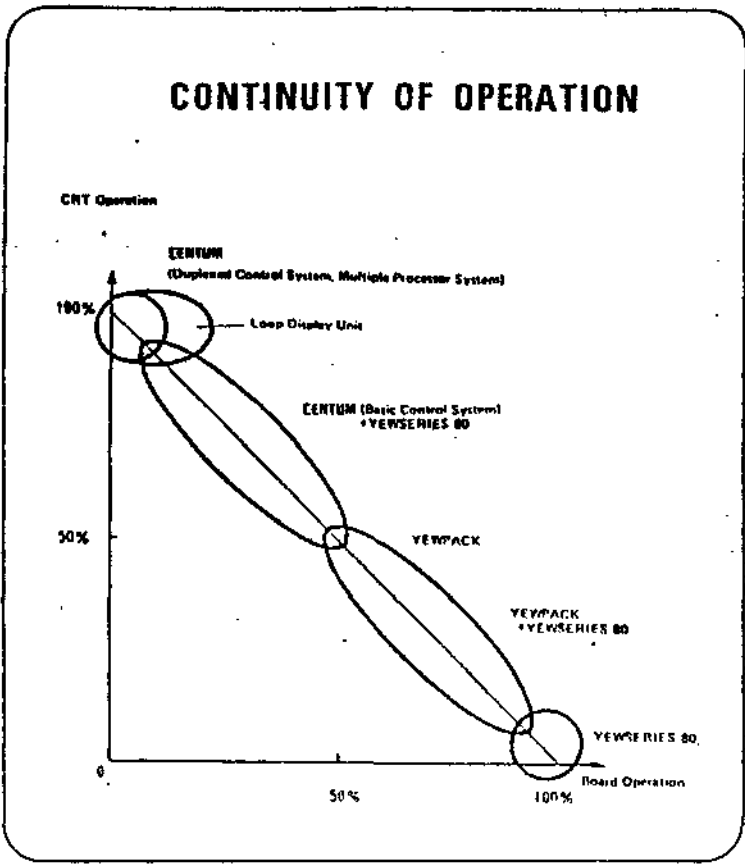
图 1.1 横河北辰YEWTOPIA综合控制系统



DTM 0127

图 2

FIGURE 3



CTM-013E

图 3