

第 二 届
全国仪表自控系统与成套设计
学术交流会议

论 文 集

中国仪器仪表学会过程检测控制仪表学会

1988.10上海

前 言

《全国仪表自控系统与成套设计》学术交流会，这次已是第二届了。首届会议是由国家经委机电局和中国仪器仪表学会联合发起，由仪表系统及应用专业委员会具体组织于1986年11月在北京举行的。那时提出了会议的三个目的，简单地说，一是总结中小型企业自动化仪表控制系统方面技术改造的经验，二是消化和吸收引进工程在这方面的设计内容和实践经验，三是总结分析大型工程在这方面的经验。那次会议是成功的，大家商定以后继续召开，每两年一次。

按照党在十三大提出的方针，要以经济建设为中心，要坚持四项基本原则，坚持改革开放。显然，建设、技术改造和引进要继续进行和发展，引进技术国产化的任务也已摆在面前。当前，世界面临新技术革命的形势，微电子技术和自动化技术发展十分迅速因此，上面提到的三个方面都会不断地提供新的经验，也会提出新的问题，需要交流看法，交流经验，交流技术，交流信息，推广成果，推动新的技术进步，提高工业生产的经济效益。因此，定期举行这方面的学术交流是有益的，也是必要的。

本次会议征文仍围绕以上内容，并具体提出了主题范围，主要是：自控系统与成套设计如何适合我国国情，如何考虑中等适用水平；对我国仪表控制装置与系统的现状与发展作出评述和建议；展示和介绍在各类企业中获得明显效益的系统及方案设计。征文得到了各界广泛的响应和支持，经过评选，录取正式论文64篇，编成本论文集。

论文的内容紧扣会议主题，大体可分以下几个方面：

- 1、对过程控制系统和装置的政策讨论，评述和建议；
- 2、化工、冶金、电站和锅炉、生化及其他工业领域中控制系统应用的介绍和研讨
- 3、分散型控制系统、可编程调节器和过程检测系统的介绍和研讨；
- 4、控制理论和新型控制方法的研究和应用。

从篇数来看，以第2、3两部分为多。从论文的深度和广度来看，较之首届会议在不少方面有了进一步提高。

大家知道，工业控制和检测系统是仪表、自动化、计算机和工艺各方面专家和领导关注的交点。仪表设计和制造部门关心系统应用，因为仪表装置用于这些系统，为这些系统服务；使用部门关心系统应用，因为建立这些系统，是为了提高生产水平，为工艺生产服务；自动化工程界关心系统应用，因为这是他们的正业；控制理论界关心系统应用，因为系统应用是很多理论研究的背景和应用的落脚点。加强仪表、自动化、计算机和工艺专业人员间的联系，加强制造部门和使用部门的联系，加强理论研究和工程实际的联系，系统应用是主要的桥梁和纽带。

正是基于以上认识，中国仪器仪表学会过程检测控制仪表学会于1983年建立了仪表系统及应用专业委员会。这个委员会的任务是努力起到仪表与自动化间的纽带作用成立以来，如包括这次学术交流会，召开和组织过六次全国性的学术会议：

1、第一届仪表系统及应用学术交流会

83年，西安

- 2、第二届仪表系统及应用学术交流会 84年,上海
- 3、第一届全国仪表自控系统与成套设计学术交流会议 86年11月,北京
- 4、第一届化工自动化及仪表学术交流会 87年11月,成都
(与中国化工学会化工自动化及仪表学会合办)
- 5、模糊控制专题研讨会 87年8月,桂林
- 6、第二届全国仪表自控系统与成套设计学术交流会议 88年10月,上海

我们追求的目的是使科技更好地推动生产的发展,使工业获得更多的技术进步与随之带来的经济和社会效益,使理论和实践更好的结合。希望这次会议能开成一次各界共赏的会议;希望交流的实际经验有新意、有深度,有推广价值;希望交流的理论成果不是阳春白雪,而能为实践雪中送炭,或是锦上添花;希望提出的政策性建议有的放矢,有助于振兴中华的伟大事业,有助于领导部门的正确决策。各界人士共聚一堂,会期是短暂的,但交流的思想 and 信息会进一步化为有效的物质力量。祝会议成功!

蒋慰孙

一九八八年八月

目 录

一、过程检测控制仪表和装置的政策讨论、评述和建议

1. 工业控制计算机的新发展.....上海工业自动化仪表研究所 王璐璐 (1)
2. 工业自动化系统的主要问题及解决的措施.....苏松基 杨火荣 (8)
3. 现代高炉自动化成套系统及其实践.....冶金部自动化研究所 马竹梧 (19)
4. 建设炼厂综合信息系统的目标和策略.....高桥石化公司 许永令 (28)
5. 石化企业仪表控制系统应用及发展.....石化总公司规划院 解怀仁 (39)
6. 提高和扩展可编程控制器的应用水平和应用范围.....
.....上海工业自动化仪表研究所 彭 瑜 (43)
7. 论中、小氮肥厂对自动化仪表之需求.....
.....化工部西南化工研究院 蒋道揆 (48)
8. 自控系统设计与成套问题.....中国武汉化工工程公司 林开华 (54)
9. 提高我国仪表成套能力的几点建议.....宝钢设计院 邹肇村 (58)
10. 谈“过程控制”工程设计中掌握“中等适用”原则的体会.....
.....石家庄钢铁厂设计科 刘文洲 (60)
11. 谈谈中等适用水平的自控系统设计.....上海制皂厂 梅向群 (62)
12. 对国外引进项目中自控系统成套工程的国内分交初探.....
.....上海制皂厂 梅向群 (64)
13. 工业过程监督控制系统的设计和改造.....
.....浙江大学工业自动化研究室 荣冈 王树青 王骥程 (68)

二、化工过程控制系统

14. 间歇式精馏塔自动控制的研究.....无锡轻工业学院 朱立强 (74)
15. 在聚醚多元醇技术改造中界区的自控系统.....
.....天津石化公司三厂 田宝仁 潘正律 (82)
16. 涤纶聚酯粘度调节系统的改造(用KMM可编程调节器实现复杂调节).....
.....上海石油化工专科学校 许国康 (89)
17. 在11.5万吨/年乙烯装置中用YS—80系列仪表改造I系列仪表.....
.....上海石化总厂化工一厂 吴国良 (102)
18. 生产调度监视系统在小氮肥厂的应用.....浙江桐乡化肥厂 罗志昌 (111)
19. 合成氨厂变换炉节能自动调节系统.....厦门市工业设计院 吴天从 (117)

三、冶金过程控制系统

20. 100 立方米高炉多微机检测控制系统
.....冶金部自动化研究所 肖正宇 张丕炎 (123)
21. 连铸机结晶器的钢水液面控制.....
.....重庆钢铁设计研究院自动化室 李正庠 (126)
22. 焦化生产自动化初步分析.....
.....上海梅山冶金公司焦化厂 陈其扬 胡善纯 (137)
23. 实现连续式加热炉最佳燃烧控制系统的探讨.....上钢八厂 傅丰伟 (144)

四、电站及锅炉控制系统

24. 闸电#16 炉给水全程控制系统
.....华东电力试验研究所热工自动室 沈丛奇 (154)
25. 火力发电机组机炉负荷协调控制系统(CCS)的成套调试.....
.....上海工业自动化仪表研究所 刘舜心 朱崇杰 (161)
26. 工业锅炉优化燃烧过程控制设计与应用.....湖南大学 王昌贵 (168)
27. 提高动力锅炉汽温调节系统品质的几种方案.....
.....成都科技大学计算机及自动控制系 曾沙非 (180)
28. 燃油锅炉的送风调节系统的改进与整定.....大连发电总厂 雷双喜 (192)

五、发酵过程控制系统

29. 啤酒厂阵列式露天发酵罐的自控系统与成套设计.....
.....无锡轻工业学院自动化系 蒋锡康 (201)
30. 微电子技术 with 发酵工业的关系和对策探讨.....
.....无锡轻工业学院自动化系 冯品如 (205)
31. 单回路调节系统在发酵过程控制中的应用.....成都科技大学 曾沙非 (213)
32. 抗菌素生产发酵过程自动消沫系统.....
.....东北重型机械学院 吴玉岩 黑龙江省火电三公司 吴 畏 (224)

六、其他控制系统及应用

33. 提高采暖、通风和空调设备与自动控制系统的成套设计能力.....
.....北京化纤工学院自动化教研组 尹俊熙 (228)
34. 大型港口综合自动化计量、控制、管理系统的发展探讨.....
.....上海工业自动化仪表研究所 李 柱 (236)
35. 新型建筑材料——矿棉生产线仪表自控系统.....
.....上海新型建筑材料厂 肖毅然 盛勋华 (241)

36. 单冲量双调自控系统控制涡轮空气轴承压力 89970部队 宁海泽 (246)
37. 油田气透平膨胀机制冷装置控制系统设计.....
.....大庆市天然气公司仪修厂 厉忠旺 朱普秀 (251)
38. CL 45 / 700 型灭菌隧道烘箱的自控方案.....
.....苏州第一制药厂 任久清 (258)
39. 电讯号气动位置伺服机构的数学模型与稳定性分析.....
.....天津市仪表专用设备厂 王福枝 天津市建工局技工学校 孙亚山 (264)

七、分散型控制系统及其应用

40. 系统设计文件和系统软件文件——分散型控制系统的应用技术之一...
.....北京市自动化系统成套工程公司 卞正岗 (276)
41. 转炉微机分散控制系统.....
.....冶金工业部自动化研究所 肖正宇 张培贞 (284)
42. 简单的分散型微机监控系统.....西安氮肥厂 刘亚军 (292)
43. DCS—100 计算机分散控制系统
.....清华大学自动化系 王锦标 杨佃福 (300)
44. GPIB—PC 在计算机测控系统中的应用.....
.....西安交通大学系统工程所、元件教研室 韩九强 袁战恒 (310)
45. FOXBORO 多钻系统与 IBM PC / XT 通讯原理及通讯软件介绍.....
.....华东化工学院自动化研究所 仲维山 黄道 (317)
46. PCMS—900 微机过程控制智能接口箱.....
.....华东化工学院自动化研究所 秦丽军 (322)
47. 关于微机分散型控制系统的应用和技术培训.....
.....北京市自动化系统成套工程公司 卞正岗 (327)

八、可编程控制器应用

48. 程序调节仪在罩式加热炉上的应用.....四川仪表十五厂 吴常红 (333)
49. 石油化工装置联锁系统设计选择用可编程控制器的浅见.....
.....辽阳石油化纤公司设计院 董春利 (339)
50. 胶鞋厂硫化工序自控系统设计.....天津橡胶制品三厂 郭正东 (345)
51. 8035 单片机机床自控系统.....
.....福建省测试技术研究所 林而立 卢子明 (350)

九、过程检测控制系统

52. 造纸过程纸页定量、水分测量系统.....
.....上海工业自动化仪表研究所 纸页定量仪课题组 戎珊明执笔 (356)

53. 一种新型 EC 系列定量加料秤系统 (370)
 上海石化涤纶二厂设计室 秦仲雄 (370)
54. 化工生产中介质比重测量的几种方法的比较
 上海石化腈纶厂 廖德庆 (376)
55. 取压系统设计方案 山西太钢动力厂 薛智 (382)
56. 真空系统的全自动检测与控制
 中南工业大学 刘为柱 韩斌 (397)
57. 火力发电厂蒸汽系统中含氮量在线分析自动检测及控制系统应用之探讨
 河北省电力试验研究所 王二福 (403)
58. 可逆冷轧机带材测厚与厚调控制系统
 沈阳有色金属加工厂计量科 崔岩 马忠民 王振友 (408)

十、控制理论应用和新型控制方法

59. 用于过程控制的一类实时专家系统的研究
 华东化工学院 自动化所 盛名洪 刘鸿强 蒋慰孙 (417)
60. 最优响应的仿真研究 水利水电科学研究院 张恩民 (425)
61. 自适应模糊控制算法的研究及仿真实验
 天津大学 孙波 杨志泽 (438)
62. 具有双伺服输入的 SISO 自校正控制器的仿真研究
 水利水电科学研究院 徐进一 张恩民 (451)
63. 典型自适应控制方案其稳定度和鲁棒性的综合评述
 水利水电科学研究院 张恩民 (461)
64. 综合型品质自适应智能控制器的研究
 东北电力学院动力系 王建国 天津大学自动化系 陈启明 (471)

工业控制计算机的新发展

上海工业自动化仪表研究所 王璐璐

工业控制计算机(以下简称工控机)是现代工业实现自动化不可缺少的工具。不断满足现代工业对自动化的需求是它的发展目标,若干关键技术的进步(如软件技术、硬件技术、通信技术、控制技术等)是它的发展支柱。本文限于篇幅,将涉及这些问题的简单讨论,但对控制技术(如人工智能、专家系统等)对工控机发展的影响不再展开,但应指出它是一个重要的影响因素。

一、系统结构与功能

工控机的主要应用领域是过程控制、工厂自动化系统和自动测试系统。近年来,由于客户需要的多样化,产品更新换代周期缩短,市场竞争日趋激烈等原因,工业界正处在一转折时期,如何尽快、有效地生产出具有高价值的产品是核心研究课题,措施之一是实现自动化。这种自动化系统应是能适应市场、资源的灵活多变为目标,从订货、设计、制造、检验、发货都运用最近的信息技术和装备技术的综合自动化系统,它主要追求:1)缩短产品研制周期,确立适应变化需要的体制;2)提高生产率、稳定质量和提高运转率;3)进行有效的生产管理以缩减设备和节省能源、材料。

工控机正是在这一背景下进入它发展的第三个阶段——信息管理与控制综合系统时代。

1. 该阶段的特点之一是综合性。代表产品有FOXBORO的I/A Series、Honeywell的TDC 3000,横河/北辰的YEWTDIA等。这类综合系统一般都有3级:管理级、监控级和控制级,且可外沿与CAD系统、其它制造厂生产的计算机、其它网络连接。

·控制级有两类:连续控制群(由DDC站、数据采集站、多功能站、单回路调节器等组成)和断续控制群(或称FA群,由PLC、NC、CNC、立仓、自动测试线等的控制器组成),目前这两群大都经网间连接器与综合系统实现通信连接。

·监控级存在着功能分散化的趋势,将工程师的组态/修改控制方案、诊断,操作员的监视/操作,报警/制表功能,存贮功能等均分别设立专门的站由微型计算机承担。此外,为用户自己开发特殊的软件之需(如:建模、仿真、高级控制程序)还设置用户站(兼有称计算站),为用户提供开发/应用的必要环境。

·管理级中设有厂级计算机,可按具体管理目标建立MIS(管理信息系统)。

信息管理与控制综合系统从系统结构和功能的角度,主要应处理好:功能分解;通

信连转和控制数据库与管理数据库间的相互因操作性。

2. 该阶段的特点之二是“在综合化潮流支配下的多样化”。除了典型的综合系统外，在市场上还可以看到各种各样的工控机产品，如：各种PLC，各种以 μP 为核心的控制器，数据记录仪/记录器，各种单回路控制器、节能控制器、工作站、命令中心、工业LAN产品、CAD/CAT系统……。但它们均只能完成综合系统功能的某一或某几个功能。其原因是市场有此需要，因为对广大中、小企业而言实现综合自动化一时还难以办到，但提高自动化水平却同样迫在眉睫，为满足它们的要求多样化又成了该阶段的特点。这类产品大都由中、小型制造厂提供，有趣的是一些大公司如IBM、DEC、三菱等也相继注目这一市场，并积极参加竞争。

最值得注意的是PLC、单回路调节器和命令中心、工作站，它们正在按以下模式，被构成廉价的小型系统投致市场：

I/O
单回路调节器

个人计算机+低速通信线+PLC + 专用软件包
(加固型) 数字设备

⋮

尽管这类系统名目繁多，但在发展中也充分注意了与其它系统和设备的通信连接，措施之一是采用标准，这样可变换各种通信标准的通信控制器(CC)便纷纷问世，它们一般一端以某一标准与个人计算机相接，另一端又采用另一标准通过低速通信线与多台数字设备/装置相接。

3. 该阶段的第3个特点是重视系统因素。以下因素被充分得到重视：

- 1) 智能化传感/变送器(如Honeywell的DSTI-3000; FOXBORO的Intelligent Transmitter)，发展在“传感器中信号处理”的新型处理方式。
- 2) 分层结构，目前分散型DDC已迅速占领工控机的DDC领域，与LAN组合的分散型综合系统中的计算机已经不单单是控制利用计算机，而是已在向通用机，个人机智能终端等文件化的综合性系统发展。
- 3) 人/机接口，为适应信息集中化、高密度监视操作的要求，过去的仪表、操作开关为主体的仪表屏操作已逐渐被CRT显示器为中心的操作站取代。显示方面将致力于提高实时性，操作方面将致力于简便和应急响应。
- 4) 可靠性，安全性。单机可靠性在于提高MTBF和降低MTTR。而系统的可靠性安全性使指当系统的一部分(单机)发生故障时，能不能维持系统的全部功能或部分功能，即使停止，如何利用完好部分继续运行。另外，还要能迅速发现故障，保证设备人身安全，以及能立即排除故障。RAS是衡量系统优劣的重要因素。
- 5) 通信，(详见四)。

二、工控机硬件

由经工控机的任务与被控对象的确定性，所以对系统中信息流的分布与控制的时间空间上是基本确定的，因此，工控机的硬件发展也就有了明确的方向：

1. 硬件系统应满足开放型体系结构的需要——高度标准化的开放体系结构是解决“不同系统互联”的有力措施。采用 Intel 和 Motorola 的 μP 和外围器件芯片, 就如 OS 接受 Unix 和 DOS、通信规约接受 MAP、TOP 已成定局一样, 是取得成功的唯一途径。
2. 提高实时性——硬件保证实时性指标的主要因素是器件速度, 速度与材料、工艺和体系结构(如 RISC——缩减指令集计算机)密切相关。
3. 实现高水准的模件化——高水准的模件化应是真正密集化(Truly Compact)强功能、少品种的模件系列。
4. 高可靠性——工控机硬件除了要提高器件可靠性外, 开发和发展固件也是提高可靠性的有力措施。

2.1 处理器

自 μP 问世以来计算机的速度几乎每年翻一番, 特别是随着 RISC 的成熟, 速度增长变得更好, 例如: 84 年 μP 的速度为 1Mips (百万条指令/秒), 88 年为 20Mips, 91 年可达 120~150Mips, 93 年可望达到 250Mips。

88 年过程控制级用 μP 一般为 16 位机, 如 68000 和 8086 监控级用 32 位机, 如 68020 和 80386。

· 发展趋势以 68030 为例: 运算速度相当于 68020 的二倍(采用非冯诺曼结构的哈佛结构); 物理地址空间达 4GB, 低功耗采用 HCMOS 工艺; 集成度达 30 万个晶体管; 全面支持多用户、多任务的 UNIXOS 和常用高级语言; 严格遵守 IEEE 754 标准; 增强连网功能, 支持通信规约; 支持多处理结构, 新型体系结构; 如 RISC 将很快进入工控机领域。

· 位片器仍有发展, 由于位片器可做多位快速乘法和加法运算, 所以特别适于做图形处理中的矩阵运算器和通信接口等特定任务的场合使用, 自 70 年 AMD 公司生产 4 位的 2900 系列以来, 相继生产了 16 位的 29116 系列和 32 位的 29300 系列。TI 公司也已提供有 32 位位片器 74AS 8800 系列。

· 广泛使用单片机, 单片机功能强、价格低, 使用方便是构成面向现场控制级坚实模件的理想器件, 只要把控制任务适当分散, 多数场合 8 位单片机已足付使用, 目前 MCS-48, MCS-51, MC 6801, MC 6805 等 8 位单片机已被普遍应用。称为模拟式单片处理机的 Intel 2920 是第 1 代 8 位数字信号处理单片机, 它的输入、输出均为模拟信号, 所以 2920 是完整的数据采集系统式单片机。83 年 Intel 又推出 MCS-96 系列, 它是第 3 代产品, 具有 16 位指令系统和高功能的 I/O 子系统, 其中还包括 PWM 输出和串行接口等, 8096 已配有宏汇编, 还将配置过程控制 FORTH 和 C 语言。用单片机开发过程级模件将是一种趋势。

2.2 存储器

工控机的实时性和并行性往往使通常行之有效的内存调度、分配和复盖技术变得无能为力, 所以工控机占用的实存通常比估计的要大, 为了可靠工控机存贮又常具检错和纠错能力, 因此字长也就要求更高些。

· 动态存储器 (DRAM), 88 年 256KB 的 DRAM 产量约是 64KB 的 8 倍, 1MB 的 3 倍, 但 1MB 的发展最快, 明年 4MB 的 DRAM 也将大批投产。

· 静态存储器 (SRAM), SRAM 速度高功耗低, 所以在高速缓存和带电池后备的场合特别有用, 目前, 最大存取时间为小于 25 毫微秒的 64K 字节的 SRAM 已投放市场 256K 的高速 SRAM 也已有出售。

· 只读存储器 (EPROM), 工控机中 用户确定应用程序的过程称为组态, 掉电时组态程序和设定参数不允许丢失是对工控机的基本要求, 成批电可抹型只读存储器是满足这一要求的理想器件, 目前可提供的 EEPROM 是 128K~256K 位, 存取时间约 100 ns, 可改写次数约 100~1000 次。

2.3 外存

工控机的外存可靠性相对于其容量更使人注目, 磁盘容易被磁头刮坏正受到可抹写光存储技术的挑战。光盘的容量更大, 更经久耐用。

磁泡存储器虽可在恶劣环境中可靠工作, 又比磁盘速度快, 但 85 年以来价格一直降不下来, 而 SRAM, EEPROM 和光盘的发展却非常快, 所以只有在要求很高的场合才使用磁泡。

2.4 显示器

在投影式、空中显象式和直观式三大类显示器件中以后者的使用面为最广。虽然平板式直观式显示器已有 10 多种之多, 但却仍以 CRT 为主。工控机中的 CRT 正向大屏幕平面直角化和彩色高分辨方向发展。一般工控机的画面有 10 万个象素就已足够, 可事实上 92 年前提供 2~5M 象素的 CRT 屏幕已完全不成问题, 所以显示分辨率是为数不多的“技术发展到顶”的领域之一, 这并不是图形字符处理能力到了极限, 而主要是受生理因素的限制。

未来 5 年中对高分辨的 (5~10 万象素) 彩色 CRT 将有爆发性的要求。87 年彩色/单色比为 1, 92 年彩色/单色比将大于 2。

由于 CRT 的刷新存储器一面要向 CRT 提供显示信息刷新 (与行扫描同步) 一面又要接受数据更新信息 (由处理器随机送来), 所以一般的 RAM 都会对图形显示产生“瓶颈”。

VRAM 把这两种信息传递分成二个通道, 前者与 CRT 接口, 后者与 CPU 接口, 互不干扰, 从而解决了“瓶颈”问题, IBM 的 PS/2 就采用了 Video-7 公司的 VRAM 它能以 800×600 分辨率生成 16 色图形。

2.5 固件

人们不仅把工控机系统的软件垂直迁移到固件级, 越来越多的应用软件也用固件实现。高级微语言和高级微码自动生成系统的发展有力地促进了固件开发工具的进步, 高级微语言有 3 大特征:

1. 具有一般高级语言的高级功能, 使微程序设计员的设计效率很高。
2. 通用性强, 与机器无关。
3. 能维持高效率。

微程序设计能用直观、规则的微码编写工作代替繁复的组合逻辑设计, 并可修改, 这给工控制中的专用电路设计带来了方便, 当有助于成果的保护。

2.6 硬件工艺

· 加固技术——“加固”是使某些原不是工控机的机器升级为适合工业环境使用的

工控制的措施，加固包括在系统、电路、电源、结构、工艺及软件各个方面所采取的措施。如严格质检控制；程序固化；防尘防潮；抗干扰；抗震；耐高、低温等。

·表面安装工艺(Surface mounting)——微型器件、机械手、红外烘干焊接工艺支撑的表面安装工艺为高水准模块化、高可靠性在工艺上带来了保证。

三、工控机软件

计算机软件历来是尾随计算机的硬件发展而发展的，这种情况在工控机领域正在发生变化，在工控机领域中，软件为用户所产生的利益要远比其它所有行业为多，因此工控机的软件发展主要依赖于工业过程的控制和管理需求。近年来，工控机的软件有了较大的发展。下面作一简述。

1. 软件功能方面

·增强了实时性。不管是操作系统还是系统应用程序，近年来都增强了实时功能。例如，ACTION INSTRUMENTS开发的IC-DOS，这是一实时，多任务操作系统，它具有任务的优先级功能，时溢溢出报警功能，“任务唤醒”等实时功能；Chesa—peake Software Inc开发的实时数据收集软件包，它的收集速率可达6.5K

·控制软件包的功能日趋多样化、复杂化。不仅具有常规的监视操作及PID控制功能，而且具有自整定、统计处理、批处理甚至过程仿真功能。

·基于规律的软件包(ROLE-BASED Software)，近年来涌现了一些基于过程规律的软件包，主要用于处理异常情况和协助优化过程控制。例如，Texas Instruments Inc利用人工智能机开发了一个软件，它能帮助确定生产、控制设备中的问题，有效地降低了平均故障维修时间(MTTR)；Promis System Corp的PROMIS软件包可用来提高半导体产品的生产率。

·与可编写程序控制器(PLC)联用的软件包。由于PLC的廉价、可靠、使用方便等优点，近年来PLC得到了大量应用。为此产生了一大批与PLC联用的工业控制计算机软件包。这些软件包的主要功能有：PLC控制代码的生成、调试、加载、PLC信息的收集、显示、操作和管理，网络的支持等。

2. 实用程序(UTILITIES)方面

为了增加用户的灵活性，降低用户的软件投资，工控机也象许多通用计算机一样，向用户提供种类繁多实用程序，实用程序的功能大致有：系统的组态、编程、调试、诊断及过程仿真等。例如：INTERGRATED SYSTEM INC提供的AutoCode实用程序，Measurex Corp的CB(控制组态)、GB(显示组态)、RB(报告组态)和BB(批处理组态)等。

3. 人机界面方面

交互式菜单驱动软件仍是人机界面的主流，画面日趋丰富，操作方式与过程操作员更友好，菜单驱动的功能更具实时性。

4. 工业PC软件

·OS。个人计算机(PC)之所以不适合工业用，其主要理由是缺乏实时操作系统因为它无处理中断能力，无多任务、多用户能力，不能对变化着的过程作出快速响应。

为能使PC能用于工业,近年来已出现了数种PC用的实时OS,如Hunter & Ready公司开发的VRTX RTOS, Mircroway和Real-Time Computer Science Corp提供的iRMX, ActiOrv Instruments公司的IO-DOS, 以及XENIX, VNIX等。

- 语言。工业PC提供的主要语言有C, Forth, CP/M, 实时BASIC。

- 应用软件包。主要涉及工业过程的监视和控制。如, Heuristics Inc的ONSPEC软件包, Laboratory TechnOlogics Corp的Labtech Note-book软件包, Action Instruments的CIM-FAC软件包等。

- 通信、接口软件包。例如: Fisher Controls提供的与DEC Professional 300的接口软件包以及与Fisher SE-100 PROVOK分散型控制系统的软件包; FOXBORO提供的与99VCB Unit Controller的接口软件包; Honeywell提供的与TDC 3000数据公路的接口软件包; Kinetic System提供的PC与CAMAC数据采集、控制设备接口的软件包; L & N提供的与PC、与记录器、单回路调节器联用的软件包等均属此类。

四、通信技术

当计算机或以计算机为基础的产品相互通信时,除了每个计算机自己独立的操作系统和应用程序以外,还要求专门的软件和硬件。这种专门的软件和硬件要求在二个通信设备之间有一个既定的通信协议。当通信任务由单个通信协议来处理显得过于庞杂时,就采用一组结构化的通信协议。

1980年由美国通用汽车公司(GM)研究小组为首开发制造自动化协议MAP,这个研究小组也向标准化组织(如:ISA, ANSI, IEEE, EIA)提供有价值的信息以利于它们开发与MAP有关的标准。

MAP规定了一套通信协议。它实质上是装入OSI模型框架的通信标准的规范说明书。通常人们把它作为工业自动化领域的通信规范说明书。这一说明书并不定义通信标准,而是规定采用哪些标准。可以断言,不久的将来MAP会被工业界广泛采用。

MAP规定了一个或几个标准(或推荐的标准)对应于OSI七层模型中的每一层次而在每一标准中又有若干可选用的标准。依靠MAP规范说明书的通信协议,两个不同的应用程序可以在一个以MAP为基础的网络上进行通信。

- MAP的第一层是物理层,规定了通信链路的硬件技术规范,如电缆的类型和数据传输速率。

- 第二层是数据链路层,由介质送取控制(MAC)子层和逻辑链路控制(LLC)子层组成。MAC子层规定了网络送取方法(令牌总线),帧出错检验和在网络上传送的板文块或帧的组合。LLC则准备要传输的帧。MAP第一、第二层都是以IEEE 802标准为基础的。

- 第三层是网络层,为同一网络的不同设备建立通信路由。

- 第四层是传送层,在通信设备之间执行实际的通信管理,以确保正确地传送板文

- 第五层是会话层,管理不同设备上运行的多对程序不同的连接。

·第六层是表达层，完成数据的编译。

·第七层是应用层，它为应用程序和文件数据传送标准的送取服务。MAP规定的三种应用通信标准是：公共应用服务(CASE)或相关的控制服务部件(ACSE)；文件传送送取和管理(FTAM)；以及制造板文服务(MMS)。

1986年初，MAP/TOP用户小组成立了一个专门的分委员会——MAP过程工业初步的专门兴趣小组(MPIISIG)来讨论过程工业的特殊需要。MPIISIG发表了一个报告，总结了9个关键技术问题。这些技术问题是：(1)环境考虑；(2)过程I/O总线；(3)性能；(4)应用接口；(5)可靠性/可用性；(6)安全性；(7)网络支持和管理；(8)多供应商计算机连用；(9)迁移策略。

例如：过程I/O总线，通常是一种低速监控网络，一个主控站控制着大量的从站(设备)，费用上的考虑使过程I/O总线和MAP的连结相当困难。为了帮助解决这个问题，需要建立一种标准，使过程I/O总线的供应商们能制造一些网络连接器(Gafeway)，以便把他们的产品安装到MAP环境中去。

又如：多供应商计算机连用。欲把来自许多供应商的设备和软件接口到一个集中的全厂级的网络上，要求在所有层次上有相互可操作性，从插头兼容的网络连接，板文送上网络到应用层上用户程序设计接口。这就需要有关过程控制板之和过程控制应用接口的标准。

再如：迁移策略，事实上过程工厂有许多回路、链路和网络处于传感器级和控制级一般讲，这些设备工作得很好，不值得为安装MAP而更换它们。采取小心的迁移策略在成本上划得来且又不中断工厂的操作运行。i)某个分散控制系统要加到MAP网络上去必须经过适当的网间连接口。ii)随着过程工业板文协议和应用程序设计接口的开发在ISO和ISA标准的基础上开发了一个标准的多供应商的分散控制系统总线。接往现有过程I/O总线去的网间连接器也必须是标准化的。iii)开发一种标准的过程I/O总线，它允许来自不同供应商的传感器、执行器能和MAP的较高层接口并通信。

目前许多制造厂都在参与、关注MAP的动态和致力于使自己的商品遵循MAP规约过程控制领域中最为典型的厂家如FOXBORO公司和它的I/A series。

另外，针对过程控制实时性的需要，MPIISIG建议用一个过渡的解决办法，即MAP的脱卸型，称为MAP/EPA(性能加强结构)，或称mini-MAP。ISO已开始开发一个流线型的七层结构，它与OSI模型一致并能用于实时通信。

关心工控机的发展必须关注标准的发展，这儿仅就通信的动态作了简述，但我们也必须关注有关的其它标准和它们的发展。

工业自动化系统的主要问题 及解决的措施

苏松基 杨火荣

提要 本文论述了工业自动化系统的三个主要问题,即系统分析、系统设计和系统应用。并根据我国的具体情况,提出了工业自动化系统发展的目标、任务、政策和措施。

一、工业自动化系统的主要问题

工业自动化系统包含的内容和问题很多,归根结底就是系统分析、系统设计和系统应用三方面。系统分析是系统应用和系统设计的前提。要设计一个什么样的控制系统?应该怎样进行自控系统设计?系统在实际应用中能否达到预期的目标?没有系统分析是难以圆满回答这些问题的,而进行系统分析就必须首先研究系统的评价指标和评价方法。系统设计包含的内容更多,它的成功与否取决于自控系统关键技术的解决与否。因此,列出主要的关键技术,对它们的重要性进行排序,预测它们可能解决的年代,列出解决关键技术的主要课题,这些都是要完成的工作内容。系统应用是很重要的一项内容,进行系统分析和系统设计,最终的目的是为了使自动化系统能在实践中得到应用,系统应用是一门技术,决不能等闲视之。因此,妥善地解决自动化系统上述的几个问题,也就可以较为容易地解决与此有关的其它问题,问题的关键就在这里。

1. 系统的评价

系统的评价包括两方面的内容,一是评价指标的确定及极值分配;二是评价方法的选择。系统的评价指标应是综合性的指标,需要考虑的因素很多,而评价的方法也有很多种。文献〔2〕提出了如下评价指标和极值分配:

(1) 评价指标及极值W分配

- ① 安全可靠。 $W_1 = 0.227$;
- ② 经济效果。 $W_2 = 0.173$;
- ③ 技术实现可能性。 $W_3 = 0.148$;
- ④ 推广应用可能性。 $W_4 = 0.125$;
- ⑤ 响应性能。 $W_5 = 0.123$;
- ⑥ 科技效果。 $W_6 = 0.114$;
- ⑦ 工艺与环境适应性。 $W_7 = 0.09$ 。

文献〔3〕和文献〔5〕则提出了系统的评价指标有性能、可靠性、进度、成本、可维修性、期望寿命、能源消耗、重量(体积)等因素。这些因素都是在系统评价时应予考虑的。

(2) 评价方法

文献〔2〕提出了如下的评价方法。

设一个系统的评价指标已经确定，并合理分配了它们的极值。假定某专家学者对某一系统的评价打分如下表1。

表1 某专家学者对某一自控系统的评价表

系统名称	有O ₂ 量校正、双交叉限幅的锅炉燃烧系统			
评分等级	很好(很大)	好(大)	较好(较大)	不好(不大)
打分				
评价指标名称	4分	2分	1分	0分
响应性能		2		
科技效果		2		
经济效果	4			
技术实现的可能性	4			
工艺与环境适应性		2		
推广应用的可能性		2		
安全可靠	4			

则系统评价系数计算如下，

$$O_j = \sum_{i=1}^7 W_i P_i$$

式中

W_i —— 各指标的极值；

P_i —— 某专家对各项指标的评分。

假如共有 N 位专家学者参加评价打分，则系统总的评价系数为，

$$O = \sum_{j=1}^n O_j = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^7 W_i P_i$$

实用上，为了使这一方法更趋合理，还应注意下述两点，

- 进行评价系数计算前的预处理。对个别评价者的明显不合理意见应予以删除；
- 对专家学者的意见，可根据公认的特点，适当给予加权处理。

文献〔3〕提出的评价方法基本上与上述相同。如图1所示。它着重指出系统的性能、可靠性、进度、成本、可维修性、能源消耗、重量和期望寿命等指标都是相互关联的。也就是说，系统各评价指标具有信息联系。如图2所示。

2. 系统的关键技术

系统分析、系统设计和系统应用都存在许多技术问题，其中必定有影响系统发展的关键技术。那末，哪些是影响系统发展的关键技术？这些关键技术应如何排序？为解决这些关键技术需要研究哪些重点课题？如此等等。这些问题都必须搞清楚。

(1) 系统的一级和二级关键技术

综合文献〔2〕和文献〔5〕，特提出如下系统的一级和二级关键技术。

A 系统分析技术

- 系统最优控制目标及功能条件的确定
- 系统可行性分析

- 系统可靠性分析
 - 系统分析的技术工具和方法
 - B 系统设计技术
 - 系统设计的工程简化方法
 - 系统设计的典型化、标准化、规范化
 - 系统计算机辅助设计及大型软件包、数据库的建立
 - 系统设计的综合评价
 - 系统设计的工程化
 - O 对象模型辨识技术
 - 对象模型的实用在线辨识原理与算法
 - 对象模型实验测试及其参数的简化处理方法
 - 对象模型辨识的技术工具
 - D 控制理论及应用技术
 - 最优控制规律的理论研究及工程实现
 - 介乎分布参数与集中参数之间的控制问题
 - 自适应控制问题
 - 多变量控制问题
 - 大系统多级协调与分散控制问题
 - 计算机分散控制系统的工程实现
 - E 系统仿真模拟技术
 - 控制系统的专用仿真语言
 - 非线性系统的仿真
 - 多变量系统的仿真
 - 控制系统的仿真方法
 - 新型专用仿真试验设备
 - F 仪器仪表技术
 - 新型传感器及检测仪表
 - 调节阀设计与选择
 - 新型调节器和控制装置
 - 计算机控制的接口技术与通信技术
 - 新型分散控制系统
 - 仪表的计算机辅助设计和辅助制造技术
- (2) 一级关键技术的排序

通过专家们评议,得出如表 2 所示的一级关键技术排序表。

表 2 一级关键技术排序表

关键技术名称	系统设计	仪器仪表	系统分析	控制理论	系统仿真	对象模型
评分	技术	技术	技术	及应用技术	模拟技术	辨识技术
评价指标名称						