

全国仪表自控系统与成套设计 学术交流会

論 文 集

上 册



国家经委机电局 中国仪器仪表学会
中国仪器仪表学会过程检测控制仪表学会编印

1986·11

前 言

为在第七个五年计划期间将我国自动化仪表控制系统设计水平、成套水平和技术服务水平提高一步，使我国仪表控制系统更好地为国民经济各行各业的技术改造和提高经济效益服务，国家经委机电局和中国仪器仪表学会发起了这次《全国仪表自控系统与成套设计》学术交流会，并决定由中国仪器仪表学会过程检测控制仪表学会具体筹备这次会议。

会议的目的：

1、总结推广我国中小型企业技术改造中获得较好经济效益的自动化仪表控制系统的成功经验；

2、通过分析引进工程自动化仪表控制系统的设计思想、设计方法与先进经验，剖析国外先进的仪表控制装置，为设计适合于我国国情的新系统、新装置提供有利条件，也可供今后引进工作借鉴；

3、总结分析已经建成或正在建设的大型工程（包括引进及我国自行设计制造的工程）自动检测控制系统，从中总结经验教训，供各工业主管部门、设计与应用单位参考。

经过一年多的筹备，共征集到论文119篇。经专业委员会扩大会议评审，决定编印这本《全国仪表自控系统与成套设计》学术会议论文集。选编了72篇论文全文，15篇论文摘要。论文涉及冶金、石油化工、电站、轻工、化工、食品等多个行业，论及计算机控制系统、分散型综合控制装置、常规仪表控制系统、现代控制理论应用等许多方面。囊括已建，在建引进或自行设计制造的大型工程自动化系统的设计分析和先进经验，中小型企业技术改造中获得较好效益的自控系统介绍，仪表控制装置现状分析，国外先进系统或装置剖析等等。

我们希望通过这次会议和这本论文集能起到互通信息，交流经验的作用。

最后，希望我们从事仪表自控系统与成套设计应用工作的同志们，能加强联系，团结一致、共同奋斗，不断创新，为发展我国仪表自控系统与成套设计事业作出新的贡献。

国家经委机电局 中国仪器仪表学会

一九八六年十一月

目 录

(上册)

(一)

- 1、自动化系统走向未来····· 蒋慰孙 (1)
- 2、过程检测控制仪表和系统的新发展····· 吴钦炜 王璐璐 (7)
- 3、发展钢铁工业成套自动化系统的几个问题····· 冯竹梧 (24)
- 4、“七五”期间钢铁企业自动化装备水平与仪表选型的探讨····· 夏德海 (33)
- 5、工业自动化控制装置的发展趋势——兼谈工业自动化控制装置
的选用对策····· 舒纯政 刘叶冰 (39)
- 6、石化工程项目自动化仪表选用及投资分析····· 解怀仁 (47)
- 7、建立企业信息系统的若干问题····· 许永令 (51)
- 8、轻工业工厂自控仪表设计中的几个问题····· 李民选 (65)
- 9、迅速提高生物工程自动化水平——关于发酵过程介质浓度测量技术
····· 傅春生 王骥程 (69)
- 10、微型计算机在企业能源管理系统的应用····· 张学林 (78)
- 11、初馏塔计算机自适应控制系统····· 浙江大学 上海石化公司炼油厂 (84)
- 12、30/60万千瓦机组协调控制系统设计原理分析及SPEC200的应用技术
····· 刘舜心 (94)

(二) 石油化工控制系统

- 13、计算机在石油化工聚酯装置浆料调制工艺中的应用····· 徐云生 朱永铨 (105)
- 14、醇酮装置自控系统的改造设计——兼论分散控制系统在化工
危险装置中的应用····· 吴海琦 李主魁 (112)
- 15、炼油厂加热炉节能控制····· 解怀仁 (121)
- 16、聚酯装置粘度调节系统的分析····· 许国康 (126)
- 17、油罐气回收装置的自动控制····· 厉忠旺 (139)
- 18、吸附分离工艺的转阀控制系统····· 钱剑锋 (147)
- 19、化学纤维粘胶人造丝厂磺化工段自控系统设计····· 洪汉仁 (151)

(三) 化工控制系统

- 20、剖析引进国外专利进行详细设计的仪表控制有关情况·····
····· 魏宗仁 谭丽贞 (161)
- 21、计算机控制系统在氮肥厂中的应用····· 师守笃 (167)

- 22、氧气总管压力控制系统 椰子清 (182)
- 23、克劳斯硫回收装置控制系统设计分析 椰子清 (188)
- 24、重油气化炉炉温自动调节 刘大成 (194)
- 25、液位调节与节流调节的结合——熔融尿素泵系统的调节 汪述途 (200)
- 26、中、小合成氨厂先进控制系统 蒋道接 (209)
- 27、合成氨厂一段转化炉出口温度复杂控制系统 崔妙发 罗毅平 (216)

(四) 钢铁工业和有色金属工业控制系统

- 28、空塔入口压力控制系统简介 杨国才 (223)
- 29、混合料点火温度、烧结终点仪表——微机监控系统
. 恩毓田 张金良 杨为民 魏立峰 (229)
- 30、煤气混合自动控制系统设计研究 郭宇光 (240)
- 31、简谈西德连铸机计算机控制系统的总体结构及功能 彭瑜 (249)
- 32、中小高炉自动化 马竹梧 邹立功 (258)
- 33、宝钢能源中心 赵俊奎 赵云仙 (267)
- 34、宝钢自动化仪表系统简述 金求根 (286)
- 35、宝钢钢管厂环形炉仪表系统 陆廷荣 (295)
- 36、国外氢氧化铝流态化焙烧过程检测与控制系统(考察报告) 舒纯政 (309)

(五) 电力工业控制系统

- 37、单回路可编程序调节器在20万千瓦火电机组中的应用 王中 (320)

(六) 交通运输控制系统

- 38、船舶无人值班舱自动化系统的研究 朱仰华 (329)

(下册)

(七) 工业炉窑控制系统和装置

- 39、微处理机在工业燃煤锅炉燃烧控制系统上的应用
. 邵宏涛 陈启明 龚兆华 王恩远 (339)
- 40、改进玻璃熔窑的窑压调节系统 瞿承宏 (347)
- 41、工业锅炉的节能控制 刘亚军 (356)
- 42、燃蔗渣锅炉的自控系统 许大才 崔根宝 (364)
- 43、提高工业锅炉热效率的燃烧控制新方案 郭昱塘 (369)
- 44、液筒式电阻炉单板机群控装置 吴贵思 王竟贵 王章文 (376)

(八) 轻工业及其它控制系统

- 45、啤酒发酵过程微计算机控制系统研究·····王耀奎 胡世长 徐润成 胡哲元 (382)
- 46、提高配料装置的可靠性问题·····程文祥 (408)
- 47、蒸煮锅温度时间程序微机控制和轻工业自控仪表设计中的几个问题·····许军 郑红 刘新 李民选 (414)
- 48、玻璃纤维拉丝炉温度微机自适应群控系统·····顾兴源 刘明 王伟 (418)

(九) 通用设备控制系统与装置

- 49、透平式压缩机防喘振控制系统·····薛智 (426)
- 50、TC-201离心式空气压缩机防喘振控制系统·····金之华 秦仲雄 (433)
- 51、催化剂储罐自动测量装置·····潘永康 朱鹏云 周康忠 (446)
- 52、高可靠性的轴位监控系统·····方秋华 邵素养 (451)
- 53、涡轮制冷量按需调节回风法·····宁海泽 (460)
- 54、气动仪表的发展近况·····吴本汉 (465)
- 55、测量宽量程的气体推导式质量流量计·····杨根生 邵长春 邵瑞华 (479)
- 56、仪表选型管见·····李夕训 (486)

(十) 微机调节器和分散型控制装置

- 57、微机过程控制“软仪表”组态法·····邵惠鹤 秦丽军 (503)
- ✓ 58、FC系列单回路微机控制器在锅炉燃烧系统中应用·····王学路 徐家栋 (514)
- 59、小型计算机接口与外设单板微型机上的应用·····田宝仁 张凤珍 (523)
- 60、试论国外分散型综合过程控制系统的五大特点——兼谈我国
过程控制系统开发的几点意见·····陆凌霄 (531)
- 61、转动机械试车过程微机数据采集系统·····鹿树理 贾瑞新 (541)
- 62、微机在管道流量自控系统中的应用·····马劲松 刘利 (548)
- ✓ 63、微机YS-80单回路调节器在煤气热值指数串级解耦
控制系统中的应用·····罗钢 (555)

(十一) 控制理论应用和新型控制方法

- 64、系统设计的两个关键性问题——静态与动态匹配·····王永初 (564)
- 65、FUZZY 数学方法及微型机技术在选矿破碎生产过程中的应用·····田成方 王学寅 (573)
- 66、比例因子式自适应模糊控制器研究·····鲍兴福 都志杰 王芳君 (580)
- 67、具有可测扰动的纯滞后系统的最优控制·····张金良 恩毅 (587)

- 68、具有纯滞后系统的一种控制方案·····思镜田·杨为民 张 莲(601)
- 69、精馏塔模型在线辨识及最优状态反馈控制···褚 健 余昌斌 王毅程(614)
- 70、实验型聚合反应器微型机实时控制·····荣 冈 王树青 王毅程(624)
- 71、微机实现氢氮比控制·····
·····孟 强 王殿方 崔雨田 徐国栋 周振江 陈斯福 罗笑呼(639)
- 72、甲醇装置烃类转化反应器的计算机控制·····
·····杜仰光 干 璜 凌志浩 俞金寿(653)
- 73、醇酮装置自控系统的改造设计·····吴海琦 李主魁(660)

(十二) 交流论文摘要

- 74、用DDZ-III型仪表组成的一种节能和热值计算控制系统
——热值控制系统的成套设计·····李宝俊(670)
- 75、概谈硫酸风机的自动检测与控制·····冯梦秋(670)
- 76、论工业PH值自动检测和自动控制·····梅向群(671)
- 77、转炉煤气过程分析仪表系统装置·····于福令(671)
- 78、煤气混合工艺解耦控制·····姚春荣(672)
- 79、气动基地式仪表在工业生产过程中的应用·····张之鹤 崔志强(672)
- 80、大型氨厂氢氮比采样控制系统·····沈六清 唐建国(673)
- 81、碳化塔入塔气体偏流控制·····孙友生(673)
- 82、中小型甘蔗糖厂自动化检测控制系统·····蒋锡荣(674)
- 83、多托辊双杠杆式电子皮带秤·····方原松(676)
- 84、热交换器的高精度($\pm 0.1^{\circ}\text{C}$)温度控制系统·····陈思林(676)
- 85、造气车间节能改造的自控设计·····罗志昌(677)
- 86、Fuzzy (模糊)控制器在九管还原炉微型机自动控制中的应用·····
·····田成方 王学慧(677)
- 87、自适应控制及其实现方法的研究·····黄 锐 陈启明 周昌震(678)
- 88、CMC-80微机用于热力系统计量管理···刘云鹏 张鸿吉 刘 果(678)

自动化系统走向未来

华东化工学院自动化研究所 蒋慰孙

(一) 自动化是高技术的组成部分

赵紫阳总理在第六届全国人民代表大会第四次会议所作的《关于第七个五年计划的报告》(1986年3月25日)中有如下一段话：“必须强调，努力掌握当代的新技术和高技术，对我国今后的经济和社会发展具有重大的长远意义。…今后应当继续培养新的优秀人才，壮大和提高这支队伍，为跟踪和接近世界高技术的发展水平而奋斗，力求在电子信息技术、生物技术、航天技术、核技术、新材料和现代自动化生产技术等方面取得新的进展，为国民经济转向新的技术基础创造条件。”这是中央正式把现代自动化生产技术作为高技术的组成部分，并公开宣布，也是继世界新技术革命的挑战及我们的对策的讨论以后的重大发展。这对自动化工作者是莫大的鼓舞，也使我们看到了自己的历史使命。

自动化技术作为高技术组成部分这一命题，需要与发达国家当前的科技战略结合起来考虑。这里以举世瞩目的星球大战计划和尤里卡计划作一些说明。

1983年3月，美国总统里根提出发展新的战略防御系统计划，即所谓星球大战计划。这个系统将是一个在空间和地面布置的极为复杂的弹道核导弹多层次防御网。它力求在敌方弹道核导弹从起飞到击中己方目标前的四个飞行阶段都能拦截，这样组成了多层次的拦截系统。如果每个系统的拦截率为70%以上，则综合拦截率将高于99%。

这四个飞行阶段分别为主动飞行阶段、后主动飞行阶段、中区飞行阶段和终区飞行阶段。星球大战计划的构思是对以上四个阶段分别设置拦截的防御分系统，每个分系统各自具有目标跟踪监视系统、数据处理系统和目标拦截武器系统。为了指挥与协调，还需设置第五个分系统——战斗管理系统，它由多个在地面与空间设置的大型计算机、控制、测量和通信系统组成。

其中的目标拦截武器系统是在地面或空间设置平台，发射高能的激光束或高能粒子束作为直能武器。

整个计划的每一环节都有技术难关。因此，投资大，需要几百亿美元，时间长，需要一、二十年。然而，如能成功，不仅可谋取战略优势，而且能发展先进技术，振兴经济，垄断世界技术领域。因此，世界各国都很重视，而且表示了不同的态度。

从以上的简单介绍可以看出，目标搜索、跟踪、拦截和系统协调，都涉及自动化技术，而且有很大的难度。说自动化技术是整个计划中的重要技术之一，是一点不过分的。

西欧对星球大战计划的反应是尤里卡计划的提出。1985年4月，法国总统密特朗在海牙欧洲议会上提出成立欧洲研究协调机构(尤里卡)的建议。到七月，密特朗邀请

西欧十七国及欧洲共同体的代表，在巴黎召开第一次欧洲技术会议，尤里卡计划正式诞生。

法国最初强调尤里卡计划是作为美国要求西欧参加星球大战计划的对策，以“星球和平”对“星球大战”，其目标是西欧国家独立发展自己的空间技术。稍后即调正基调明确这是一项民用研究计划，目标是联合发展高技术，振兴西欧经济，加强西欧先进技术的工艺化与商业化，与美日争夺市场。

尤里卡计划十分强调民用性质，每个项目有明确民用用途，计划周期较短，要求较早见效，多数项目将在九十年代初完成，计划包括信息技术、生产技术和生命科学几个领域，但明显地以信息和自动化为中心。

除了计算机及其元件和通信网以外，在计划中有如下的自动化项目：

大型工业过程管理：研究和发发展工业过程中包括诊断、预测、决策和监控的综合辅助运行系统；

民用安全应用机器人：机器人可以自主行动、决策、能在恶劣环境下工作，并容易进行人机对话；

农业应用机器人：设计和建造完全自动的、程序控制的拖拉机，提高农业质量和效率；

CAD/CAM自动柔性生产工厂：设计和建造自动化的柔性生产工厂，使用计算机辅助设计、辅助制造、辅助生产和辅助管理；

办公室自动化；

生物技术中的自动控制。

总的来说，集中于计算机控制，集中于过程控制、机器人和工厂自动化三个方面。

尤里卡计划是西欧面对新技术革命，要求经济自强，面对两个超级大国，要求政治自主，面对“星球大战”计划，“凝结”人才，独立发展科学技术的产物，对我们有很好的参考作用。新技术的开发不仅对国防现代化和尖端工业有直接作用，而且是振兴经济的主要手段。

(二) 自动化系统的今天

自动化系统的构思来自对人工控制的摹仿。如不计古代的指南车等的萌芽创造，从瓦特的蒸汽机调速器算起，已有一百多年历史了，但正式以控制理论为基础的技术科学是从40年代开始的，还不到50年的历史。到今天，自动化技术已有了巨大的进步，可说已完成了人工控制的摹仿，并有了扩大和延伸。这里不拟逐一列举自动化系统、理论技术手段各方面的进程，而是从整体上提出自动化系统在今天的四个主要特征：

1、自动化技术已离不开微计算机的应用。电子数字计算机经历了电子管、晶体管集成电路和大规模集成电路元件的各个阶段，今天微处理器芯片已进入家庭和日常生活，十年前价值百万元的数字计算机的性能尚不及今天价值数千元的微计算机系统。不论从国内或国际情况看，从七十年代到八十年代，变化十分迅速。数字计算机普及到今天的程度，在40年代发明电子数字计算机的时候是难于预料的，那时候英国的计划在英伦三岛只拟配置三台大型数字计算机。工业产品的发展历程一般接近S曲线形式，即经过

初始较缓慢的萌芽期，进入上升迅速的发展期，然后达到饱和期。在今天，计算机处于发展期的顶部、中部、还是仍在底部，要等明天的进程（将来的历史）作结论。然而，方兴未艾的说法是公认的。

从高技术一节分析，自动化发展的重心是过程控制、机械柔性加工、机器人和航天制导，这几方面无不与计算机息息相关，有的更是计算机应用的直接产物。自动化必须要计算机化，今天看来已没有争论了。模式应该是单一的还是多层次多规格的，由于事物的多样性和发展的不平衡性，从今天的实际情况看，应该是后一种。

2、自动化系统从单一的控制回路向上下左右发展，功能多样化，构成立体化。在四十年代，伺服机构几乎是控制系统的同义语，局限于单输入单输出的随动控制系统。随着工业规模的扩大，自动化水平的提高，各个系统间的横向联系必须考虑，多变量控制系统应运而生。控制目标也逐步由单目标走向多目标。同时，机组与车间、基层与上级之间的纵向联系，如果自动化不仅要取代就地控制，也要取代高一级的指挥，监督控制是必然采取的形式，监督控制的一大优点是实施操作优化，这较之人们单凭经验来管理是巨大的进步。如果再向上延伸和取代人工控制，就进入生产管理和调度的领域，递阶控制系统通常有三或四个阶层，以管理信息系统为最高阶。从系统的组织来看，递阶控制系统是把原来人工的管理和控制自动化和计算机化。

从横向的功能来看，控制的概念也在扩大。例如，在机组和车间阶层，人们除了正常的控制以外，还需要监测和分析生产现状，并预测和诊断故障的存在，及时采取措施，故障预报和诊断的自动化，早已提到议事日程。

此外，计算机辅助设计和办公室自动化等也被认为自动化的组成部分。

3、控制理论的成果在扩大应用和实施，得到成效。到今天，线性的、非时变的、集中参数系统的控制理论在整体上已经完备，大部分的关键理论问题已得到解决，工程应用正在逐步推广。

得以推广的原因之一是计算机的普及和应用。例如，解决大时延过程控制的施密斯补偿器控制算法在五十年代已经提出，但这一算法在模拟式控制仪表上很难实施，到七十年代以后，随着数字式控制装置的出现，解决了实现问题，现有不少应用和进一步的改进。现在作为工业产品的参数自整定控制器，其原理研究在六十年代初已经得到结果，但只有在微处理器普及后才能制成便于现场应用的仪表。

原因之二是建模问题有了很大进展。许多先进控制算法需要被控过程的数学模型，没有模型，控制算法只能纸上谈兵。近二十年来，不论是基于内在机理、基于外部输入输出关系、还是两者相结合的建模方法都有很多成果，系统辨识已成为一门比较成熟的分支学科。

原因之三是工程移植有不少创造。在七十年代，国外对现代控制理论在过程控制中应用脱节的现象，作过专题讨论。现在，出现了一些符合现代控制理论的思想但又具有独创性的控制算法，如动态矩阵控制及一些预测控制算法等，取得了成功。同时，在应用现代控制理论的成熟方法时，也注意过程特点，不是生搬硬套。

4、在自动化系统的理论和应用中，由定性判断到定量计算，由经验实证到数字分析的历程已基本完成。系统论、控制论、信息论的观点和方法在实践中显示了力量，而且为社会科学和人文科学的许多领域所吸收。一般地说，这表明了学科的巨大作用及其

成熟性，显示了几十年来的成就和进步。但从另一侧面看，这些理论还是基于经典自然科学的认识论，基于确定论、时空分离和线性观，尽管也考虑了随机过程，尽管在非线性的理论上发现了混沌等现象，然而在整体上仍未离开经典力学的基石，渐变和突破正在孕育之中。

(三) 自动化系统应有的属性

到今天，系统的范围明显地已经扩大，一个大系统总是由许多子系统构成，而且具有不同的层次。同时，实际的问题往往是多目标的。因此，应该从大系统的需要，从整体优化的角度出发，考虑各个子系统应有的属性。

是否可以认为，自动化系统应有的属性主要是适用性、先进性、安全和可靠性、经济性。

关于适用性——片面地追求每个局部的子系统都要越完善越好，不仅没有必要，而且难于做到。必须针对每个子系统的地位和作用，提出相应的要求。因此，就地控制的简易控制仪表仍有发展，气动仪表也不会被淘汰，计算机控制不一定都采用总体分散系统。

与适用性相联系，系统的鲁棒性和适应性必须考虑，工作条件或被控过程的特性在一定范围内的变化，系统应仍能良好的工作。PID控制仍是常用的控制规律，优点之一就在于鲁棒性。

关于先进性——完成同样的要求，可以有不同的系统结构和设计；在相近的投资下可以有不同的品质和实效。系统的先进性通常在以下三方面体现：(1)对控制要求不高的情况，做到投资省，耐用度高，可靠性好；(2)对难以控制或测量的过程，做到测准控好；(3)对关键的控制系统，要追求优化，到今天，操作优化控制具有强大的生命力。

关于可靠和安全性——在全世界范围内，近期出现了三起举世瞩目的事故：印度一个美商化工厂大量泄毒，美国航天飞机起飞爆炸，苏联乌克兰的核电站失事，都令人震惊。因此，保证生产安全可靠地运行，是自动化系统的重要职能。这较之控制精确程度的提高，应该说是更基础或者说是前提性的要求。从元件的安全性一直到系统的安全性，一系列问题摆在人们面前。主要命题是两个，一是在系统设计中要考虑某一元件、某一子系统失灵对全局的影响，要避免牵一发而动全身，例如在多变量系统设计时就有整体性的要求，某一反馈回路的断开或失灵不应使其它系统失却稳定性或不能工作，二是在运行中怎样及时预报和发现故障的存在，并有消除故障或保护的措施。

关于经济性——我国正进入社会主义商品生产的体制，经济性的考虑会在自动化系统占有更为重要的地位。总的来说，一是节约投资，二是提高收益。

适用性本身就具有节约投资的内涵。对一个车间或装置来说，控制回路决不是越多越好，删去不必要的回路，既可减少投资，又可避免回路间的相互干涉。经济控制结构已有不少研究，虽然离实用尚有距离。同时，在系统结构的确定和控制装置的选择上，都不能抛开经济因素。

在提高收益方面，既要分析可直接计算的利润，也要考虑潜在的效益。例如，长期平稳安全运行，减少停车次数，避免设备损坏，对大生产的效益极为显著，例如，停车

一次，可能要损失几十万或几百万元。又如，节约能耗，直接的经济价值也许不很大，但有了节余的能量，可以生产更多的产品，收益就大得多，更何况节能对整个工业有很大的影响。自动化经济值得深入一步研究。

(四) 自动化系统的明天

明天的发展总不外乎两个方面，一是在今天已经达到的水平上，进一步提高、完善和推广，二是新的突破。

技术上先进水平与一般水平的差距，在各个国家之间存在，在一个国家之内也同样存在。特别是在我国，包括自行研究和技术引进，在自动化系统方面有先进的典型，但同时也存在自动化程度很低，甚至还谈不上机械化半机械化的工厂，发展极不平衡。总的来说，大中型企业好一些，小企业差些，连续生产过程好一些，间歇生产过程差些。只要自动化技术能进一步带动经济上的优势，整体水平的提高将会加速。

另外，从自动化系统的几个组成部分看，控制器的发展比较快，检测元件和执行器却相对落后，品种类型不齐，这种局面要改变。

什么是新的突破，国内外有种种议论。从系统、理论、技术手段三个方面看，系统的发展取决于其它两方面的发展，与现有理论和技术手段相适应，前面已提到功能多样化、构成立体化的系统概念，并已有一定的实施例子。在技术手段方面看，微处理器和由它构成的计算机及装置会有进一步发展，一段时期内不会有根本性的突变。这样，新的突破将仍由理论来带动，跳出传统自然科学观念的圈子，跳出传统的数学方法的范畴，一些新的观点和方法正在酝酿和探索之中。

下述的一些方面是值得考虑的：

(1) 从经验的定性方法到数学的定量计算固然是一个进步，现在，在社会科学领域，人们正引进自然科学的方法论。然而从控制的角度看，最高水平的决策完全靠数学计算似乎是困难的，需要有经验、聪明、才智，甚至需要有灵感。与计算机作棋类比赛，一般的人们要失败，但高水平的棋手仍能战而胜之。人的智能本身是综合性的，包括分析、推理、运算、判断、综合和直觉等等，用常规的数学方法似不能充分包括。把人工智能用于控制，无疑将使控制走上一个更高的阶梯。现在“智能”一词人们有不同的理解，有智能代表、智能终端等，与狭义的人工智能是两回事。高一级的智能控制，包括新的控制策略与控制规律，将使自动化再一次飞跃。象专家系统、自学习和自组织系统等，正受到很多学者的注意，研究新的内容。

(2) 从其它学科吸收营养和得到启发，也将是使自动化学科走出新路的关键。例如，仿生学之于机器人，模式识别之于控制，已见端倪。另外，从文化艺术上也可得到借鉴，古典的西洋画法是写实的，国画却大多是写意的，寥寥数笔，传意传神，这不值得在建模和控制中取法吗？当年在科学大会上郭沫若先生提出科学与艺术的结合，今天值得深思。

(3) 现在的控制理论是以线性、定常、集中参数系统为主体的，在此基础上考虑非线性、时变或分布参数的情况，在现实世界中，几乎所有的系统都具有一定程度的非线性、时变性，分布参数系统也是大量的。从这些系统本身固有的特征出发来研究，近年已

有一定成绩，例如非线性系统的分叉、混沌、失稳等现象的研究，国内外已很注意。可以预计，非线性系统和分布参数系统将越来越在控制理论中占有重要地位，在控制系统上也将有突破性的进展。

自动化系统在走向未来！

过程检测控制仪表和系统的新发展

上海工业自动化仪表研究所 吴钦炜 王璐璐

(一) 自动化仪表技术的发展方向

展望近代自动化仪表技术的发展趋势,大体可归纳成:

- 系统和信号从模拟向数字变化;
- 微电子技术替代机械技术;
- 研究开发综合测量控制管理系统;
- 采用先进的数据通信技术,以满足灵活性、经济性的要求;
- 强调可靠性、安全性设计;
- 重视人一机接口技术,改善显示、操作方式;
- 模件化技术、自校正技术、自诊断技术、自适应控制技术和比较高级的控制算法的采用,已成为自动化仪表和装置设计时普遍考虑的问题。

总起来说,当前自动化仪表正朝着系统化、智能化、多样化、结构合理化和小型轻量化的方向发展。

(二) 自动化仪表产品的进展

2-1 传感器(变送器)

传感器技术的发展方向是:

- 在可靠性要求高的场合,结构型传感器仍占开发的主导地位;
- 在新材料技术成就的基础上,物性型传感器会有较大的发展,其中半导体(硅)传感器和固体陶瓷传感器将会有较多的实用产品问世;
- 重视流程分析仪器的开发,要在实验室分析仪器的基础上提高响应速率和操作自动化,适于工业环境使用;
- 由于微处理器和数字器件的结合,适合数字系统和工业控制计算机系统应用的频率输出或数字输出的传感器将得到发展。
- 随着测量技术从点向面、向形状测量等多维测量发展,要求传感器具有不接触特性和信号处理能力,开发多功能形的智能化传感器系统,同时实现检测和显示调节的一体化。
- 由于微光电子技术(包括激光器件、光导纤维、光电传感元件、光学薄膜、集成

光路等)独具许多优点,如安全、可靠、快速、抗干扰等,已引起人们的广泛重视,正致力于开发新一代的传感器——光电子传感器,电信号将向光信号转移,当在性能价格上突破后,应用前景将十分广泛。

下面介绍几种新一代的检测变送器:

(I) 带 μP 的智能式变送器

图1所示为美国 Honeywell 公司开发的 ST3000 系列智能式变送器构成原理图。该系列变送器采用复合传感器新技术,将差压、静压、温度传感器集成在同一半导体芯片上。调校时,用计算机控制的专用调校系统改变差压、静压和温度的测试条件,并将测得的数据输入变送器所带的 PROM 中贮存起来,由 μP 作非线性补偿运算后,得到变送器最终的输出信号。此种新技术显著减少了变送器的温度和静压附加误差,精确度也提高到 $\pm 0.1\% FS$, 量程比也大为改善,差压变送器为 400:1; 压力变送器为 100:1, 这意味着用一种 0~1000 mm 水柱范围规格的变送器,其量程可从 0~25 mm 水柱变到 0~1000 mm 水柱,这在以前要用 3 种规格才能满足。

ST3000 系列变送器还带有现场通讯接口 SFC (Smart Field Communication), 可在控制室内直接对设置在现场的变送器作零位及量程调整; 阻尼时间常数设定; 比例和开方输出切换等。此外, SFC 上尚可对变送器的故障, 过程状态的异常, 线路连接上的错误及电源电压的低降等进行诊断, 并显示出来。

变送器带 μP 后不再象原来那样仅仅是将被测工艺参数转换成标准信号的仪表, 它还具有遥控操作、A/D 转换、自诊断等功能, 这是变送器在设计思想和制造技术方面的一大进展。

(II) 全光式差压、压力变送器

日本岛津制作所最近发展了全光式差压、压力变送器, 其结构如图 2 所示。该变送器由传感器、光纤和预处理器三部分组成。从预处理器内的发光元件 (LED) 发出的入射光由光纤传送至传感器, 进入变送器内的差压信号通过密封膜片及隔离液经毛细管送到传感器上部的测压容室, 测压容室中研磨成镜面的受压膜片在差压的作用下弯曲变形, 这样便使接受光强度变化, 光强度变化再经光纤返回到预处理器部分, 通过光电变换、放大和整流后, 得到 4~20 mA 的标准输出信号。用光纤传送信号的最大距离可达 500 m。全光式差压、压力变送器不受强电、磁场的干扰, 完全防爆, 正越来越受到人们的重视, 它的研制成功是光测量控制系统开发上的突破。

(III) 光纤压力传感器和光纤温度传感器

光纤式工业检测传感器的应用研究尚处在实验阶段, 但已有明显的实用性。

光纤温度传感器的原理图如图 3 示。它使用砷化镓、碲化镉等半导体敏感元件, 前者的测温范围可到 200 °C 左右, 后者的测温范围可到

500℃左右。

光纤压力传感器原理如图4所示。它使用光弹性元件感受压力产生双折射，利用折射率的异向性，使光发信器经起偏镜发出的直线偏振光，经过受压的光弹性元件后，产生的双折射光线有一个相位差，由检偏镜分送到光接收器，经处理回路转换为与压力值相对应的输出信号。

2.2 气动仪表

随着微电子技术、计算机技术的发展，模拟式气动仪表会不会为数字式电动仪表所取代呢？通过多年来的实践，我们认为“气电共存、模数结合、扬长避短、协同发展”仍应是我国自动化仪表在相当一段时期里的发展方针。

气动仪表由于它的安全、可靠、防爆、耐腐、价廉、易于维修等优点，半个多世纪以来在工业自动化中发挥着重要作用。迄今气动仪表技术本身也已有很大进展，新系列的气动仪表已实现了小型化，密集安装、外型尺寸与电动仪表一致；仪表内部已采用微型化组件结构、大面积粘接气路和超塑合金管路板等，替代了已往的气管道和大量接头，并实现了插件连接，既简化了结构，又提高了可靠性。

典型的新产品有：使用矢量渐开线机构的差压，压力变送器；高精度气—电转换器和多路气—电转换器；带有自动/手动无扰动切换的气动调节器；气动传送滞后补偿器等。

气动仪表的价格一般只有电动仪表价格的三分之二，一套气动仪表调节回路约为1200~1500元，故经济性较好。另外，对象轻纺和食品工业中的中小企业来说采用集中控制的较少，就地控制的较多，采用气动就地显示调节的基地式仪表就很合适。即使在大型企业和大型生产装置的公用工程和辅助工程中，也仍大量使用基地式气动仪表，如11.5万吨乙稀装置的590个控制回路中，气动控制回路便占18%（130路）。

总之，气动仪表无论是在产品开发、制造工艺还是应用技术方面均在稳步地向前发展，不存在将被淘汰的局面。

2.3 DJK工业控制计算机

DJK工业控制计算机系统是我所列入国家重点的科研项目。

目前已开发了DJK—100A，正在开发DJK—100B和DJK—200，“七五”期间还将开发DJK—400，与此同时“七五”期间我所还将参加机械部仪表局组织的“DJK—7500分散型综合控制管理系统和局部网络”的开发。

(I) DJK工业控制计算机系统的开发宗旨。

(a) 继承性：走由“下而上”的发展道路，把 μP 和计算机技术看成是实现工业自动化仪表和过程控制系统按自身发展规律达到既定目标的工具和手段。

(b) 多变性：即适应性、灵活性。形形色色的应用系统是多样多变的，DJK的设计要克服目前用户用单板机或个人计算机为其特定目标所开发的系统所存在的问题；这样的系统无论是系统结构、硬件/软件开发或是接口/连接方面，用户所花的时间和经费很大；而且所开发成的系统针对性很强，没有

灵活性。要上一个新的应用系统，往往一切又得从头开始。有很多用户并不是没有能力把系统考虑完全些。周到些，恰恰是在筹划这样做时，发现负担过重、开销过大而不得不放弃这类计划。DJK系统既然是专业性研究所开发的产品就应帮助用户解决这一矛盾，以其合理、适当的功能余度去满足用户多样性的要求。另外也只有考虑了多样性要求才可能有众多的用户，才能组织批量生产，才能从根本上保证产品的质量和可靠性。

- (c) 操作性：上述多样性是指控制系统形成过程中的适应能力，需从功能余度和给用户充分的组态自由度去考虑。一旦系统生成以后，交付操作员运行时，针对性又成为主要矛盾。操作员希望操作简便、针对性强、显示清晰，所以必须配备“一次击键”方式的操作员键盘，进而装备触摸式屏幕、光笔、“老鼠”等提高操作性的输入工具。
- (d) 实时性：工业控制计算机的特点之一就是实时性，用单板机和通用个人计算机往往很难满足实时要求。
- (e) 可靠性：DJK系统的可靠性将置于“信任性”概念中加以考虑和保证（参见本文之四）

我们把以上5个方面概括为“仪表化”的设计宗旨，用户在仪表化的DJK系统上，无论是系统生成工程师还是系统操作员，均可沿用原有的自动化仪表的概念和知识，通过简便的操作生成和操作自己特定的应用系统，无需专门的计算机硬/软件知识。

(II) DJK 100A和DJK 100B

· DJK 100A是独立型的工业控制计算机，它具有数据采集、数据处理、调节控制、顺序控制，控制策略组态、画面显示组态，总貌/回路画面显示、制表打印等较完整的功能。

DJK—100A系统构成框图示于图5。

DJK 100A的主要技术性能指标：

(1) 微处理器：M6800

(2) 存储器容量：EPROM 32KB，RAM 9KB

(3) 模拟量输入通道

点数 32点

采样速度 2万次/秒

输入信号可选：0~10MA，4~20MA，0~10MV，
0~50MV，0~5V等

(4) 模拟量输出通道

点数 8点

输出信号：0~10MA，4~20MA等。

(5) 模拟量控制回路操作面板：设定值、测量值和阈值的指示，手

动/自动切换开关,手操控制器。

开关量输入:

点数 24点

光电隔离

可选触点或电平输入

(7) 开关量输出:

点数 32点

具有手/自动切换和手操

(8) 控制算法: 28种

不与上位机联用的PID算法8种

能与上位机联用的PID算法4种

超前/滞后补偿算法1种

数据采集1种

超驰高选、低选2种

辅助运算与开关12种

(9) 人一机接口: 2种可选

DEP数据输入操作面板

CRT显示器,标准键盘

CRT显示器: 12寸单色显示器,可显示总貌画面,回路画面,回路细目,回路参数棒状图等。

(10) 打印机一台,用于定时打印生产报表或随机打印。

(11) 盒带机接口,盒带机一台。

(12) 通讯接口: 2个串行RS-232C接口,1个标准并行接口

(13) 软件: (全部固化)

监控程序(MONITOR)

控制、调度程序

过程控制算法软件包

DEP服务程序或系统组态及画面显示软件

标准定时制表程序

(14) 声光报警装置;电源掉电检测、保护装置。

(15) 交流电源系统:

~220V±10%,50HZ;具有滤波器和隔离变压器

(16) 工作环境温度: 15℃~30℃

DJK-100B

DJK-100B的系统构成如图6所示。

DJK-100B包括一台操作员站(彩色CRT+操作员键盘)和至多4台DJK100A,采用星形结构的低速通信线联接。它可构成规模较大的车间级控制系统。

(Ⅲ) DJK-200