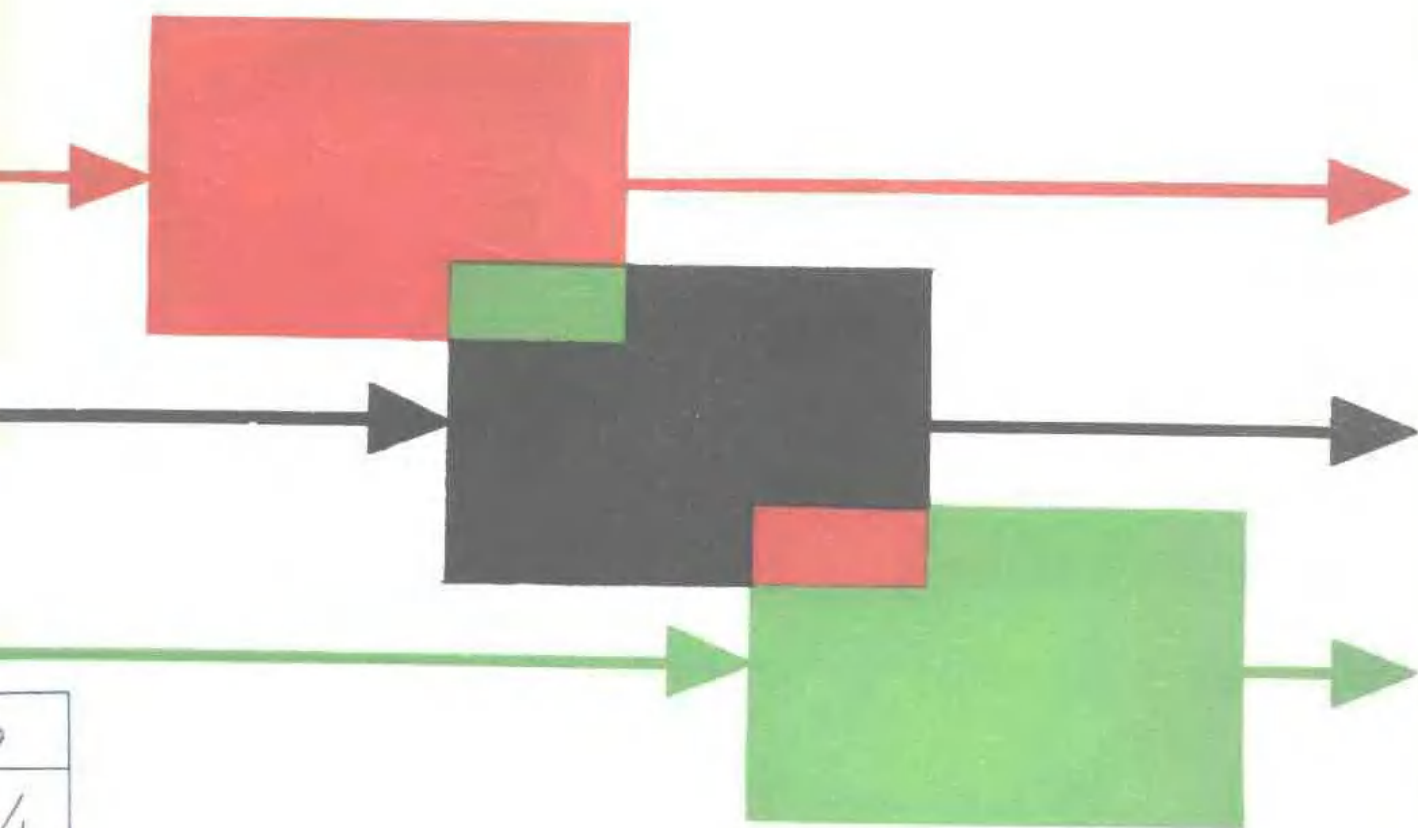


工业过程的 小型微型计算机控制 系统和应用手册

[美] M. R. 斯克罗科夫 主编



化学工业出版社

TP399
SKL/1

工业过程的 小型微型计算机控制 系统和应用手册

[美]M.R.斯克罗科夫 主编

赵觉声 杨匡生 刘子义 译

钟霖田 校

7041
化学工业出版社

内 容 提 要

本书是介绍工业过程自控中小型微型计算机应用的一本专著。编者均为当前美国工业过程控制领域的行家。

本书以分布控制系统的概念作为应用微(小)型计算机控制的基础,用典型的乙烯生产过程为例,对化工厂的小型微型计算机控制项目的分析、规划、设计、施工和投运等提供了全面的指导。本书的第二章计算机项目的计划和实施是全书的总纲,其余各章详细介绍了小型微型计算机在分馏塔控制、顺序控制、压缩机防喘振控制和分析仪表方面的实际应用,同时还介绍了计算机项目的技术说明书设计、计算机网络以及用户、工程承包公司和系统公司之间有关的业务问题。

本书可供从事生产过程自动控制和有关的专业人员,以及从事计算机制造及其工业应用的专业人员阅读参考;也可供大专院校上述专业的师生参考。

本书由南京林产工业学院赵觉声(第一、四章)、刘子义(第二、五、七、八章)、杨匡生(第三、六、九、十章及词汇表)翻译,上海化工研究院钟霖田校对,最后清华东化工学院蒋慰荪教授审阅了译稿的主要章节。

J5271/35 ✓
M. Robert Skrokov

Mini-and Microcomputer Control in Industrial Processes
Handbook of Systems and Application Strategies
VAN NOSTRAND REINHOLD COMPANY
New York 1980

工业过程的小型微型计算机控制

系统和应用手册

赵觉声 杨匡生 刘子义 译
钟霖田 校

责任编辑:李诵雪
封面设计:许立

化学工业出版社 出版

(北京和平里七区十六号楼)

北京首钢印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本787×1092¹/₁₆ 印张16⁵/₈ 字数407千字 印数1—3,790

1987年1月北京第1版 1987年1月北京第1次印刷

统一书号15063·3703 定价3.45元

译者说明

近年来,随着大规模和超大规模集成电路的相继问世,小型微型计算机正以其无可比拟的优越性能冲击着人类的生产和生活活动的各个领域。过程控制领域自然也不例外。由于工艺过程日益大型化和复杂化,技术要求越来越高,加上以现代控制理论为基础的各种新型控制方法的出现,常规仪表构成的调节系统已远远不能适应这一新的形势,而早期的大型主计算机系统则因其种种先天性的缺陷,也不适用于过程控制。现在,以微型计算机为基础所构成的分布控制系统却能完美地实现上述要求。因此,从目前的发展来看,在工业过程控制中,尤其是在大型或超大型的企业中,小型微型计算机系统逐渐取代常规仪表似乎已是势在必行,而且这一趋势越来越明显了。

正如作者指出的,目前国内外有关计算机硬件和软件的著作已经很多,但专门介绍工业过程控制中计算机应用问题的著作可以说是凤毛麟角。本书就是针对这方面的需要而编写的。主编M.R.Skrokov是一位长期从事计算机应用的高级工程师,他在全世界范围内,对过程控制项目的设计和管理具有30年以上的经验。他所涉及的工程领域包括炼油、石油化工、采矿、造纸和粮食加工等。各章的编者也都是相应领域的行家。

本书总结了近年来在工业过程领域内应用小型微型计算机控制方面的工程经验。尽管所举的例子是乙烯过程,但其思路对各种连续加工的工艺过程,例如炼油、石油化工、造纸、钢铁、火力发电等的微(小)型计算机控制均十分有用。本书将告诉你如何制订这类工艺的计算机控制项目的计划,怎样编写这类项目的技术说明书,怎样进行招标、订货、施工到项目的验收以及怎样处理用户、工程承包公司和系统公司之间的关系等。读了本书,对小型微型计算机控制项目要做多少事,以及怎样做好这些事,就会心中有数;不仅如此,对国外现在搞到什么程度,微处理机和微型计算机适用于哪些情况,不适用于哪些情况,国外走过什么弯路,有什么经验,也会清清楚楚。

为了说明小型微型计算机在各种单元操作和过程中的具体应用,本书中除介绍了分馏塔控制、顺序控制、成分的检测和控制、压缩机防喘振控制之外,作者还拟在第Ⅱ卷中介绍锅炉的控制、间歇过程控制、炼油厂的输油控制系统、 C_2 乙炔氢化单元的控制、脱矿物质装置的控制和其它公用工程系统、节能系统、固体物料处理以及传送带称重系统等方面的应用。当然,由于篇幅和专利的限制,本书尚不能详尽到读者完全可以照葫芦画瓢的程度。但对具有一定理论和实践经验的读者来说,本书已足够详尽了。因此,本书不仅适用于专门从事计算机控制应用的工程技术人员,对有关的管理人员也有很大的参考价值。

由于计算机技术的发展极为迅速,新产生的词汇很多,在翻译过程中,我们尽量地参考了有关专业词典的解释;有的则采用了目前国内的习惯提法;还有少数的是根据原文的内容和原版微型计算机术语词典的解释杜撰出来的。凡是属于后一种情况,我们均注出原文或适当加注说明。由于我们业务水平较低,知识面也很狭窄,错误之处在所难免,敬请海内学者指正。

译者

1982年8月

前 言

关于计算机硬件和软件,过去15至20年已经出版了许多优秀的手册,本书无意挤身于这类手册的行列。自然,绝大多数计算机硬件的书籍均叙述了电子学的发展,其范围从电气机械式继电器和真空管到锗晶体管;从锗晶体管到硅集成电路;从集成电路到小型计算机的中规模集成电路(MSI);从MSI到大批量生产的大规模集成电路(LSI);直到现行的能设计专用单芯片微处理机的超大规模(VLSI)微电子器件的生产技术。

另一方面,计算机软件书籍则集中于程序设计语言的开发,以及网络接口和通信问题。其范围从机器语言,继电器、真空管和晶体管系统要求的布尔代数,到为16位微处理机和微型计算机系统开发的现代高级语言。

然而,对计算机的应用工程师,尤其是对过程工业的应用工程师来说,几乎还没有一本可用的计算机手册。本手册主要是按分布控制系统的思路编写的,十章中每一章适用于工厂的一部分(或系统设计的一个方面),着重于特定单元操作中的典型应用和控制问题。

本书的目的是双重的。首先,因为它与过程的计算机控制有关,故希望能作为控制系统工程技术人员的指南。

其次,是适应那些与主计算机相连,而又独立承担分馏塔和其它单元操作控制,其控制回路多达20个的微型计算机标准设计的急需。作者希望,关于微型计算机的各章将有助于促使主要的仪表及/或计算机制造厂制造这类控制系统,因为分布控制系统中受主计算机监控的、单独运行的卫星计算机是本书各处举例说明和讨论的控制系统的核心。象任何这类努力一样,语言和硬件系统设计标准化的工作必须通过技术协会完成。美国仪表协会(I.S.A.)和美国机械工程协会(A.S.M.E.)自动控制分会已经开始了这方面的努力。

分析典型的大型石油化工过程的方法是将这类超大型的工厂分解为分立的单元操作(因为这类项目通常是巨大的,项目的总成本可能达到100万美元到500万美元之巨)。

本手册凝结了主编和编写人员25年多以来从事控制系统工业应用的经验。其中一些资料是已发表的论文和演讲的扩充。Marvin Weiss(第六章的作者)关于过程分析仪表的演讲和论文长期以来在美国仪表协会是众所周知的。他是工业过程控制中应用连续分析仪表的先驱者之一。书中的计算机控制的分析器这一章是他的新成就。工业控制的微处理机这一章是Hoo-Min Toong博士发表在1977年11月号《科学美国人》杂志上的题为“微处理机”的论文的扩充。Toong博士在麻省理工学院关于分布计算系统的研究,以及他作为麻省理工学院的数字系统实验室主任的工作是他在该章叙述“三元组”开发系统[●]的基础。

Merrill Thor根据他在欧洲,以及美国所建设的项目中作为仪表/计算机制造商和工程承包商的经验写出了过程控制计算机的说明书设计的一章,而网络和系统配置的内容则是部分取自在这些项目中所解决的问题。Aaron Kramer根据他在控制系统方面的经验编写了篇幅最多的分馏塔控制和压缩机控制两章。他做过仪表制造商,并长期在纽约州立大学

● 参见第三章图3-7之译注。——译者

Maritime学院担任教授。近五年来任Stone & Webster工程公司的顾问。在这期间,他通过在计算机上进行仿真已帮助解决了一些困难的控制系统问题。

Morris Leitner(第五章的编者)已将顺序控制系统用于电厂和大型石油化工厂的单元操作。与他合编该章的Sieve Cocheo是Stone & Webster工程公司控制系统部的工程师,以前曾有仪表和计算机制造的经验。

第十章为关于系统公司与计算机项目实施的相互关系,作者Ralph Bothne是EMC Controls, Inc.的董事长。

本书的编者都是兼职的,他们在过程工业的某一方面(工程承包机构、系统机构和教育机构)均担任要职。因此,本书的所有编者都是该领域的行家,对设计工厂的过程控制系统(包括运行和起动)均有丰富的经验。绝大多数人早在50年代就从事这方面的工作,目睹了控制仪表及系统的各个演变阶段,从40年代和50年代的大壳体仪表阶段,到60年代大型的全模拟和半模拟流程控制屏,直到现在流行的计算机控制台的电视屏幕概念。因此,他们都是仪表小型化历史和开始应用电子仪表及其演变的见证人。

为完成此书大约花了整整两年的时间。各章的提纲有的是在去欧洲和亚洲飞越大西洋和太平洋作长途业务旅行的飞机上,有的是在纽约事务所与四郊长期往返的火车上,而大部分则是工余在家里拟定的。

我们从关于工业计算机控制和微电子学的历史开始,以此为背景,概述了过程工业中计算机项目的要求作为今后叙述单元操作控制(例如分馏塔控制和顺序控制系统)的导言。在有关计算机控制的分析仪和系统硬件配置的各章中阐述了总体项目内的各子系统的设计。微处理机硬件和软件的开发被安排在前面,因为它是通篇使用的分布控制概念必须预先具备的知识。

选择乙烯过程作为分布控制对策的基础是因为它体现了绝大多数其它石油化工过程的复杂性,其中前端加热炉也许是这类加热炉中最复杂的,而分馏塔的多塔系统在任何石油化工过程和石油炼制中是最有代表性的多塔系统。

编者希望,通过集体努力而编写成的这本手册对从事实际工作的控制系统工程师、工艺工程师、技术管理人员以及在过程工业中对应用数字计算机有兴趣的其它人员将有所裨益。

Robert Skrokov

North Plainfield, New Jersey

目 录

译者说明

前言

第一章 绪言 1

1—1 计算机过程控制的历史 1

1—2 微电子学的影响 4

第二章 电子计算机项目的计划和实施 8

2—1 引言——任务和项目的计划 8

2—2 项目的范围 17

2—3 项目的主要进程 19

2—4 项目的人员配备 22

2—5 系统的设计 27

2—6 应用 46

2—7 总结 47

附录 48

参考文献 49

第三章 微处理机和工作过程控制 51

3—1 引言 51

3—2 微处理机 51

3—3 微处理机的等级 54

3—4 软件 57

3—5 微处理机项目的管理 57

3—6 微处理机的开发装置 60

3—7 过程控制中的应用 66

3—8 展望 67

参考文献 68

第四章 分馏塔的控制 69

4—1 引言 69

4—2 微(小)型计算机在塔的控制中的潜在用途 69

4—3 系统工程法 77

4—4 微型计算机系统在分馏塔控制中的应用 101

4—5 分馏塔控制中的节能方法 107

4—6 结论 110

参考文献 111

第五章 顺序控制系统 112

5—1	引言——顺序控制的特殊要求	112
5—2	系统工程法——系统的分析和设计	116
5—3	典型的应用	124
5—4	系统制造	139
5—5	系统的技术说明书	139
第六章	计算机控制的成分分析仪	145
6—1	引言	145
6—2	定义	145
6—3	电磁式仪表	148
6—4	工业色谱仪	153
6—5	质谱仪	155
6—6	核磁共振	159
6—7	装有计算机的分析仪在烯烃厂的过程控制中的应用	160
6—8	装有计算机的分析仪的控制方式	161
6—9	小结	167
第七章	计算机系统的技术说明书设计	168
7—1	引言	168
7—2	石油化工厂过程控制分布计算机系统的典型说明书	169
7—3	结论	184
	参考文献	184
第八章	全厂范围的多路通信系统和计算机网络	185
8—1	引言	185
8—2	数字数据通信	187
8—3	远距离多路通信系统	185
8—4	计算机网络	189
8—5	分布控制	190
	参考文献	191
第九章	压缩机的防喘振控制	192
9—1	引言	192
9—2	什么是喘振?	192
9—3	喘振的检测	193
9—4	单机运行时的压缩机防喘振问题	193
9—5	多机运行时的压缩机防喘振问题	198
9—6	微(小)型计算机的应用	203
9—7	小结	204
	参考文献	204
第十章	与系统公司的联系	206
10—1	引言	206
10—2	系统利用率的考虑	207

10—3	典型的分布控制系统	209
10—4	系统说明书的产生	213
10—5	项目的实施	221
10—6	小结	223
附录	共用显示、信息和分布控制系统的基本说明书	223
术语汇编		233
参考资料		258

第一章 绪 言

M.R. 斯克罗科夫

纽约 Stone & Webster 工程公司控制系统部主任

1-1 计算机过程控制的历史

关于在化工过程中应用数字计算机控制的问题,二十五年来,有关的工业和技术协会已作了长期的研究和广泛的讨论,编制了技术条件,经济上也证明是合理的。

化学工业应用数字计算机的历史最早可以追溯到五十年代中期,那时人们企图利用战后国防、电子工业的发展,将其中一些技术引入化学工业。1955年,几家主要的操作公司^①和一家计算机制造小厂之间共同进行了大胆的尝试,结果使计算机技术在乙烯、氨、氯乙烯、丁苯橡胶和工业酒精等十几种工艺过程中得到成功的应用。起初,这家计算机小厂利用它在国防电子设备业务方面的成功,推动对于数字计算机用于过程监视和控制的技术和经济的联合评价工作。这些评价确认了各工业部门中最适于计算机控制的一些单元操作,从而得以确立了许多计算机项目,终于在六十年代初期取得了大约十九项成功的应用。这些项目均采用当时可买到的硬件,由于采用的是磁鼓存储器,速度很慢,而且和目前流行的微电子硬件比较,这种硬件也很笨重。

这些计算机项目的主要目标和对策是完成关于转化率和产率的核算、记录操作数据、参数的越限报警,以及采用基于设备仿真模型的自适应控制之类的先进控制对策,以提高设备的生产率和利润。

鉴于早期获得的初步经验,从事这项尝试的一些操作公司转向开发其内部的计算机技术。从这些努力中所获得的任何有益的成就均未公开发表。然而,由于这种或那种原因而未获得成功的其它一些相当大的项目,那时却在各种专业杂志上广泛讨论。六十年代中、后期,在石油、钢铁、制浆造纸,以及其它一些过程工业中开始了许多项目,其中多数项目后来均成了展览品,几乎谈不上资金回收。当时它们使用的都是单个的、大型主计算机,集中装在控制室内,到过程检测仪表和调节阀的输入/输出信号须用很长的导线连接。对于这样的系统很难有合理的接口设计,同样,安装、投运和维修均不方便。

这家计算机小厂最后由一家大公司全部买进。于是,在这一时期,大型计算机公司开始出售硬件给当时管理水平最高的一些主要操作公司。后来的许多计算机项目都是这样未经足够的系统分析就围绕这种机器建立起来的。

造成这些失败的所有原因均在许多专业杂志上披露过。于是,关于项目失败的消息不脛而走,而用得成功的计算机用户对其经验又守口如瓶,结果使计算机应用的推广受到阻碍。接着,一些大型的计算机制造商纷纷退出过程控制领域,而集中于其它业务领域内的商业数

^① Operating Company, 操作公司,指广义的化工企业,如石油、化工、造纸等企业,即后面所说的用户。

据处理系统。

因此,可以说,在过程控制领域内普遍和广泛地应用计算机是在最初开始应用的二十年后才刚刚开始。直到前不久,绝大多数过程工厂的设计都未真正考虑应用计算机。

今天,过程工业的几乎每个主要项目,都要将数字计算机的某种要求写入项目范围,这似乎已成了常事。在大多数项目中,都要把热电偶和信号的多路传输、用计算机进行数据处理的流体成分分析器和顺序控制系统作为项目的最低要求。就单元操作的控制来说,都指定用计算机对蒸馏塔和裂解炉进行闭环控制;而就全厂范围来说,则往往规定要达到离线或在线最优。

当前,微电子学革命性的发展有助于激发在过程工业中重新使用计算机的兴趣。过去几年,微型计算机系统硬件的成本成十倍、甚至成百成千倍地降低只不过是这种兴趣的推动力之一。微型计算机硬件尺寸的缩小也使控制屏的尺寸相应地缩小了,而且能对单元操作采用更先进的控制对策。这也使分布控制系统的设计得以付诸实施(即,能使单元操作的控制硬件安装在更靠近测量和控制点的现场)。同时提供了更好的冗余度[●]和利用率。

要了解过程控制仪表和计算机应用的最新趋势,先得回顾一下20~25年以来计算机应用演变的各个阶段。过程工业计算机系统应用的早期发展大致可分为以下五个阶段。

第一阶段是一家计算机小公司(即前面提到的那家公司)直接与操作公司的人员一起共同评定在某些领域内计算机控制的经济效果和采用先进控制技术的可能性。这一阶段在确定计算机控制可望获得成功的主要应用范围方面是成功的。

第二阶段是各计算机制造商利用他们的大型机器开发工业系统的应用,实质上是使这种应用适合于他们所生产的硬件。他们知道,这种机器对过程应用有许多潜力,而且销路很大。于是,他们就在全国各地举办了一些计算机产品在各过程工业部门应用的展销。

60年代初期制浆造纸工业的各种应用展览就是可以回想得起来的这一系列的应用之一。这些展览均基于大型主计算机系统,缺少适当的与过程仪表连接的前端硬件[●]和软件,而且也缺乏一旦计算机失灵时作为冗余手段的分散在全厂的控制系统对策。当时,这些销售活动虽然在全力使这种当时的大型计算机进入某些准备不够的领域方面是成功的,但许多过程操作公司的工程技术部门还无足够的计算机经验。另一方面,各计算机制造厂却缺乏通晓过程的工艺人员,也缺乏仪表接口方面的经验。

在许多情况下,均由操作公司的管理部门购入或订购大型主计算机硬件,并将后者委托给该公司从事过程应用的中央技术部门,而又未受权对系统进行预先分析,结果,在许多过程控制的应用中,反而使本来可行的计算机实时控制归于失败,而每一次失败,对计算机的进一步应用和开发均招致了心理上的障碍。

与此同时,电子仪表的研制工作通过了早先的设计阶段正在取得进展。各工程协会和仪表制造厂制订出了标准的信号电平。在这种情况下,引入大型计算机系统只能增加混乱。因此,在那段时期,广泛地接受计算机系统也就极不可能。

在第三阶段,许多主要的操作公司开始根据他们的工艺技术建立起了内部的计算机技术队伍。这时,他们还着手开发使计算机更切实地用于过程控制所必需的软件。然而,其方式仍

● 冗余系指为了检查或校正信息中的错误而外加的信息位或设备。在计算机控制系统中,冗余技术是在系统失灵时以备用装置提高系统运行可靠性的一种手段。——译者

● front-end hardware, 前端硬件,指过程的输入/输出接口。——译者

然是企图将大型计算机系统用于过程最优化和信息管理,以及对单元操作的局部过程控制。绝大部分的测量信号仍需要引入中央处理机;而控制信号又得从中央处理机引出。这样,不仅给计算机接口带来技术上的困难,而且也很昂贵。那时,除了仪表信号和接地问题外,对操作人员的通信和培训,以及象会话式程序设计语言和冗余对策等问题均提得不够,而是仅列举了少数几个有碍于获得广泛成功的主要问题。

于是,鉴于早期的这些失败,各操作公司开始了一种更为协调的努力,将系统工程法应用于计算机控制。有些机构产生了他们自己的过程控制语言;另一些机构设计了适用于其自身工艺的专用的操作员通信控制台,但有些机构则仍旧与制造厂通力合作,对整个硬件和软件的开发起了重大的作用。

第四阶段集中表现在各主要的模拟仪表制造厂根据他们自己的大型主计算机的概念引入了完整的硬件和软件系统。这些系统更适于同现有的模拟仪表连接。在设计这种系统时还引入了冗余技术。然而,后者是通过在一套装置中同时使用两台大型中央处理单元来实现的,许多仪表信号仍然得用导线引回这些机器。当时,分布控制还未出现,所以不仅关键的过程控制变量由主计算机执行设定值控制(SPC),而且直接数字控制(DDC)也要由主计算机完成。一旦系统失灵,则由另一系统接替。

近来,发展到另一阶段,出现了工程承包机构,对过程计算机系统担负承包责任。工程承包机构既有计算机控制人员,又拥有专门的工艺人员,为用户服务。这种机构的出现可能一部分是由于最近15年工程技术行业中周期性的雇用情况,结果导致操作公司的工程技术人员流向工程承包机构。另一种可能是由于市场压力,致使各工程承包机构在竞争性的市场中努力提供一种竞争能力很强的工厂总体设计。无论哪种原因,对操作公司,目前存在的明显趋势是将计算机控制的成套设备作为大多数新厂建设项目的一部分委托给承包公司,把过程控制计算机只作为整个控制系统中的一个组成部分来看待。

各演变阶段产生的另一结果可能是有助于产生一种为过程计算机应用服务的新机构。这是一些面向系统的组织,他们借助于专门的工业知识,对特定的过程工业提供合适的硬件和软件。系统“中间人”的出现也许正好弥补了操作公司和工程承包机构两者之不足,前者通常缺少编制大型程序的人员,而后者也没有足够数量的程序设计人员。于是这类系统机构便成了主要硬件制造厂和用户之间的“中间人”。

系统公司●拥有一台大型主计算机的中央处理单元(CPU),设计一种适用于其自身分布控制概念的惯用前端和硬件组件,有时也提供一种过程控制语言。通常,这类机构的服务范围仅限于特定的过程工业,例如石油炼制或烯烃工艺。在所设计的软件中,他们提供系统内过程通信所必须的“执行”程序,以及适用于受控过程的“应用”程序。用户和工程承包机构都要求系统公司负责承担计算机系统的这部分任务。这样,用户无需再购置作为“裸机(bare-bones)”硬件的大型机器;承包公司则可以让现有人员集中精力完成大型过程工厂的设计,而无需涉及硬件、软件、外围接口和通信连接等许多有关的问题。所有这些必须作为成套设备供应,并保证在大型的,也许是超大型的化工综合企业范围内正常运行。

于是,可以将能够从事系统基础设计的机构归结如下:

1. 专门从事有专利权的过程的计算机控制的一些主要操作公司下属的控制工程或研究部门。

● System house, 系统公司,即上文所说的系统机构。——译者

2. 在一系列有关过程（如乙烯或氨的生产）中享有声望的和有经验的系统机构。
3. 能供应计算机系统和仪表的主要仪表制造公司。
4. 拥有通晓过程控制系统人员的主要计算机制造厂。
5. 能够承担（作为全厂设计的一部分的）计算机系统现场装置的设计、编制说明、订购和施工监督的大型工程承包机构。

到现在为止，上面所说的发展历史已经产生了一个经现场证明的硬件和软件系统的程序库。后者可供上述所有机构或其联合机构使用。目前，这种程序库正处在标准化的过程中。

计算机系统发展的另一阶段是企图实现标准化。这一阶段目前仍在发展，有待完善。最近，所有制造厂在市场的压力下均把目标集中于生产标准化系统。分布控制概念、冗余技术和高级过程控制语言就是正在出现的标准化的部分产物。作为软件变革的另一个例子是标准化语言的开发，它是Fortran和BASIC语言的变种，它们最后将演变成无需广泛的专门程序设计知识就能为控制系统工程师掌握的“会话”程序。因为基于机器语言和汇编语言的程序设计系统太麻烦，不适于在过程控制领域内使用。

目前，在计算机系统和仪表系统设计两方面，分布控制正在出现。微处理机的开发能使微型计算机安装得更靠近最终控制的场所和重新设计常规模拟仪表控制屏和系统。这两方面的变化正开始在市场上得到体现。

正如所有新技术的开发一样，要想在各种可能的解决办法中求得一种较理想的解决办法并非一日之功。就拿过程控制计算机应用来说，达到目前的水平也经历了相当长的时间，电子工业的最近的发展有助于加速这一进程。现在，随着大规模集成电路（LSI）和超大规模集成电路（VLSI）革命性的发展，硬件成本已有了大幅度的降低，可靠性增加了，控制屏的尺寸缩小了，并使日常所遇到的问题更容易用先进的控制技术来解决。而且，电子学的这一变革已经深入到我们整个的文明生活，如电子手表、家用或汽车用微型计算机，以及手头常用的计算器等，这些都是大家熟知的。由于吸收了这种技术，正在对过程控制工业产生积极的影响。现在，几乎所有主要的控制仪表卖主都在出售一系列具有某种型式微处理机硬件的工业控制仪表系统。主要的计算机制造厂也正在加速设计分布系统。

那么，过去15至20年要吸取的主要教训是什么呢？显然，至少有两点是值得特别指出的：一是在获得硬件和软件之前需要有一个对系统进行工程分析和编制技术说明的阶段；二是需要按单元操作设计控制系统（即分布控制）的对策。

微型计算机硬件的开发使人们能够对全厂的主要单元操作采用先进的数字控制技术。在石油化工综合企业中，分布控制主要是指在一台主计算机监控下对加热炉、分馏塔、裂解气压缩机和其它后续设备由微型计算机执行就地控制。这样，以前不能付诸使用的先进控制技术现在也能实现了。全厂的最优化和管理信息由主计算机处理，后者同时对分布的微型计算机进行监控。

每台微型计算机能使局部的控制对策发挥最大效能，而使能耗最低。主计算机根据全厂情况的分析能够进一步改善这些局部的目标，而使利润及/或产量最大，以及全厂的能耗最低。目前，不仅分布控制，事实上，连复杂的最优化也能实现了。

1—2 微电子学的影响

正如了解过程控制中计算机系统的历史对研究这门技术的发展动态是必不可少的一样，

对过去10至15年出现的微电子学方面的变革作一基本的了解也是十分重要的。

正是由于金属—氧化物半导体 (MOS) 的LSI技术的发展, 才有可能制得性能完全不亚于早期小型计算机的单芯片微型计算机。

近若干年来, 微电子学的开发一直呈指数增长。最早是锗晶体管, 后来为初级的硅集成电路, 再由MSI (中规模集成电路) 的金属—氧化物半导体技术, 发展到现在的LSI, 最后为VLSI。

象NMOS、PMOS、CMOS、TTL、I²L、RAM、ROM●等这样一些术语均表示制造工艺和软件的存贮器件, 它们全都可以装在一块微型计算机芯片中。

(因为定义和分类这些术语的词汇表对更全面地了解这种新技术的发展是必不可少的, 所以编者希望书末的术语词汇将使本书对从事计算机控制的工程师和学生更实用、更有价值; 编写术语词汇的目的是想收集所有实用的术语以供参考。)

微处理机是计算机的中央算术及逻辑运算单元 (ALU)。术语中“微”字系指这种处理机被装在一块硅芯片上。这样一块典型的芯片每边约长0.5cm, 具有相当于20000只等效晶体管的功能。

单芯片微型计算机如图1—1所示。它是一块Intel 8748芯片, 其大小约为6×7mm。这块LSI芯片包括中央微处理机, 以及程序存贮器件和所有辅助功能件, 如输入/输出和时标电路等。六十年代, 完成这些功能则要一台完整的小型计算机。

数量超过25块时, 这样一块单芯片微型计算机的售价约为250美元。但是, 它必须用机器语言编程序, 因为它的微程序是为专门应用设计的。这种专门应用可以是使汽车引擎运行最优化, 以提高燃料的利用率, 或者可以用来控制家庭、办公室的设备或机器。

目前, 已研制出了专门供工业过程控制的调节器, 但到目前为止, 尚未以单芯片微型计算机的形式出现。人们已向仪表和计算机工业建议进行这种开发。此外, 正在编制由一台主计算机监控许多就地 (车间) 分布的微处理机的技术规范 (见图2—5)。

按分布控制方案, 专用于蒸馏塔控制的单芯片微型计算机是基于局部的热量和物料衡算对策, 使所希望的产品成分最优及/或产量最大, 而能耗最低。这样一些“微型机”专用于

● 这些缩写的全文及中译名如下:

NMOS——n-metal-oxide-semiconductor

n沟道金属—氧化物半导体

PMOS——p-metal-oxide-semiconductor

p沟道金属—氧化物半导体

CMOS——complementary metal-oxide-semiconductor

transistor 互补金属—氧化物半导体晶体管

TTL——transistor-transistor logic

晶体管—晶体管逻辑电路

I²L——integrated injection logic

集成注入逻辑电路

RAM——random access memory

随机存取存储器

ROM——read-only memory

只读存储器

详细内容请参见书末术语词汇。——译者

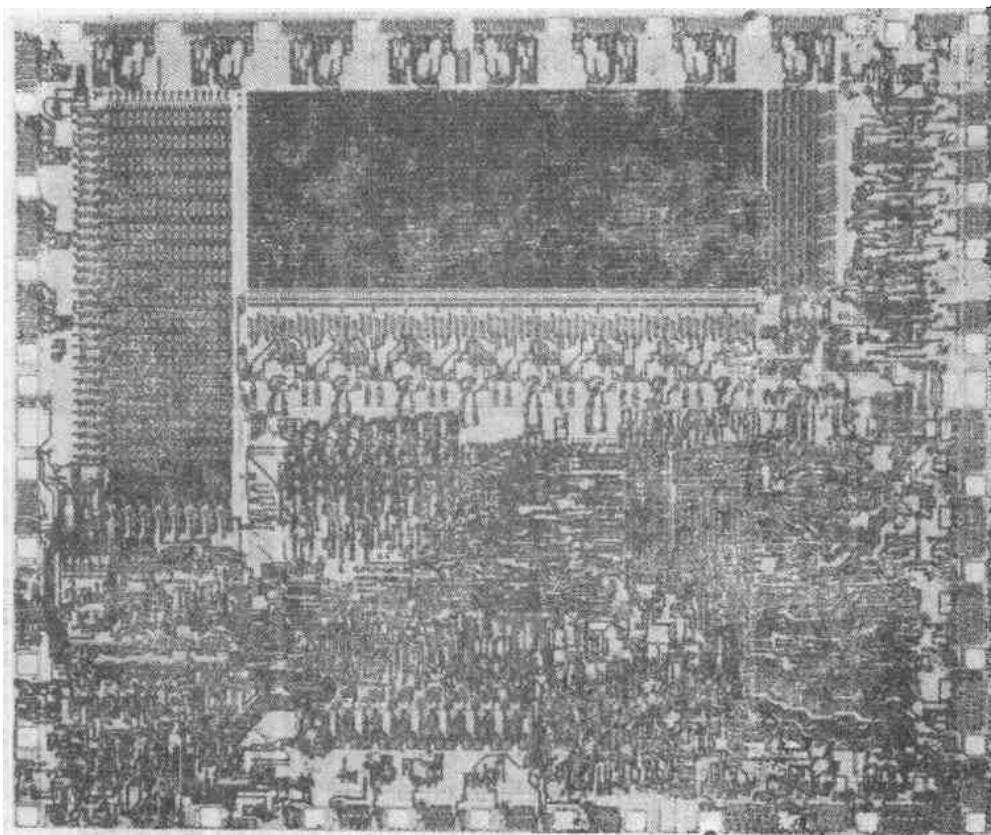


图1—1 单芯片微型计算机: Intel 8748 (经Intel Corp. 允许)

石油炼制或石油化工厂中特定的塔设备, 如脱乙烷塔、脱甲烷塔、乙烯塔或流体催化裂化单元等的控制。

对电子工业来说, 专用芯片的制造与生产量的大小有关。问题仍然是在给定生产年中这种应用是否有足够大的市场需要量, 以决定是否对专用于塔的最优化的特定芯片制作掩膜。不同形式的塔, 其负荷、气候条件、整定参数等均不相同。为使输入信号、负荷, 所得产品的纯度范围等标准化, 必须对每个塔加以研究和计算。

最近, 由于利用了象Intel Corporation的i SBC86/12或Digital Equipment Corporation的LSI—11等单板计算机这类现代化的硬件, 使研制塔的最优控制器变得更容易了。在一块象本页纸这样大小的插件板上的单板计算机具有CPU、I/O (输入/输出)、存贮和接口等功能, 这样一些功能件是装在一块板上各自分立的微处理机芯片上 (见图1—2)。

1979年, 象这样一块大批生产的 (即标准的) SBC不超过300美元即可买到。

各过程工业的用户和工程承包机构更关心的当然是整体的控制系统设计, 没有更多的工时对计算机硬件内的信息进行精细处理。因此, 他们均趋向于集中钻研有专利权的过程系统的应用程序设计。无专利权的程序设计问题原则上交给系统机构, 要求后者供给完整的程序包, 包括用户的有专利权的应用软件。

典型的、现代化的分布控制系统可能就是图2—5所示的系统, 它是Stone & Webster工程公司关于分布系统的标准设计。

这种分布系统的方案无需使每根信号线均返回控制室。一台小型主计算机和若干台微型

卫星计算机系统相连。一台处理气相色谱的计算机系统用于分析数据。

图中示出了两个相同的操作员位置，每个位置包括两台CRT显示器和一个键盘。仪表屏是选用的。有两台打字机——一台用于记录运行数据，一台用于报警。

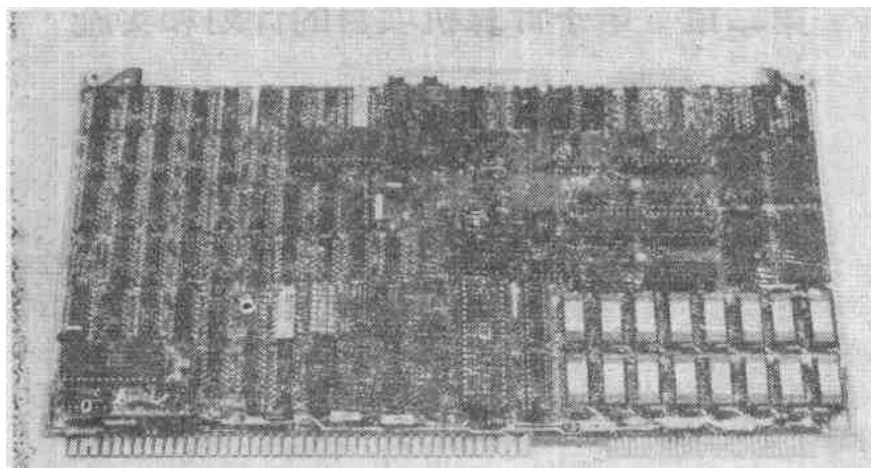


图1—2 单板计算机: Intel i SBC—86/12 (经Intel Corp. 允许)

一合作冗余后备用的通信微处理机用于监视卫星计算机、CRT装置和主计算机之间的数据传输。

小型主计算机运用卫星机所获得的、并且由高速通信线输送的数据执行过程监视和控制功能。主计算机也执行裂解炉的清焦、炉子生产自动化和全厂最优化等特定功能。所有程序均由程序编制人员用其专用的CRT终端装置和行式打印机在主计算机上作出。供微型卫星计算机使用的程序由上一级计算机输入（从主计算机经通信链路发送到卫星机）。

每台微型卫星计算机均有足够的冗余度，以保证可靠性。过程的输入/输出设备包含在微型计算机系统中。在典型的烯烃厂设计中，需要8个微型计算机系统。

第二章有一部分专门讨论用于过程控制的、以分布的微处理机为基础的计算机系统。与常规的大型CPU系统和常规的模拟仪表相比，分布系统的优缺点、操作人员通信、控制屏设计和尺寸的缩小、接口和冗余等问题将在第八章介绍和详细叙述。

第二章 电子计算机项目的计划和实施

M. R. 斯克罗科夫

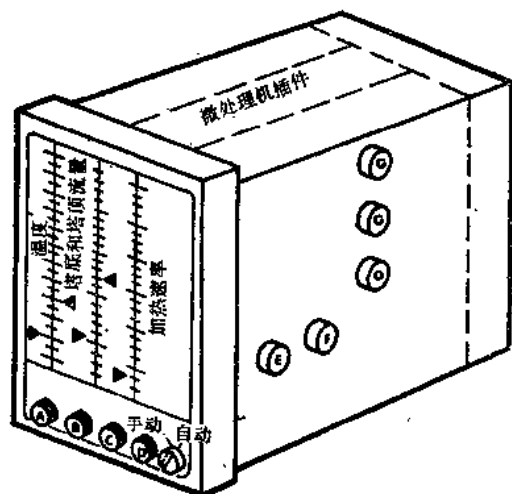
纽约 Stone & Webster 工程公司控制系统部主任

2—1 引言——设想●和项目的计划

以数字计算机为基础的控制系统的設計项目和那些以模拟仪表为基础的控制系统的設計项目基本上没有多大差别。模拟和数字系统项目都要求作下列设想：项目的目标，项目的组织和人员的配备，在项目规模确定以前进行系统工程分析的要求，仔细的文件手续，在现场和卖主工厂对硬件进行合乎需要的试验、调整和人员培训步骤。然而，以数字计算机为基础的项目却要求一个更全面和更详细的系统工程计划，该计划受项目主管机构的严厉监督，对硬件和软件进行严格的检验。

为了达到项目的目标，还需要精心地培训操作人员。对数字系统项目之所以这样精心考虑是由于其硬件和软件相当复杂以及在一个控制方案中，通常这类系统所控制的过程单元其数量比常规模拟式仪表的回路要多得多。

至于在系统设计阶段的流程图设计和说明书的编写过程中，若微型计算机用作局部闭环系统的部件，应该把微型计算机作为控制回路中一个部件来对待。虽然微型计算机可以（或许大多数会）和更高一级的计算机连成通信网络，但在功能上它毕竟还是一个控制仪表系统。因此，这种用于局部控制的微型计算机可以有或没有和这种通信链路连接的“前端”。如果微型计算机是这种系统的部件，显然它要求设计一个“前端”与CRT（阴极射线管）显



操作人员可以改变的参数：

- A 系统正在保持的温度设定值
- B 塔底流量
- C 塔顶产品流量
- D 供热速率
- E 前馈信号的超前常数
- F 前馈信号的滞后常数
- G 能分别启闭三个控制输出的计算机控制开关

图 2—1 “塔的最优控制器”（初步设计）：作局部控制用的微处理计算机

● assumptions——设想，这里系指在设计微（小）型计算机项目前对项目的目标、要求、所用硬件和软件，以及人员配备等方面的综合考虑。——译者