

# 工业现状和发展对自动化学科研究的企望

任德祥

(宝钢研究院自动化研究所 上海 201900)

(E-mail: dxren@baosteel.com)

**摘 要** 如何进一步推动和促进自动化学科的发展? 文章基于工业现状和发展趋势的视角, 从 4 个方面, 进行了阐述: 1) 寻求学科发展的新源头; 2) 转变视角, 深入学科交叉内圈; 3) 更新检测方法和手段, 动态多方位全程观察; 4) 广域与预测、预报的新时空观。

**关键词** 源头, 视角, 方法, 手段, 时空观

**中图分类号** TP29

## HOPE OF AUTOMATION SUBJECT VIEWED FROM ACTUALITY AND DEVELOPMENT OF THE INDUSTRY

REN De-Xiang

(*Institute of Automation, Baogang Academy, Shanghai 201900*)

(E-mail: dxren@baosteel.com)

**Abstract** How to give a further impulse to the development in automation subject? The article submits an answer in four aspects based on actuality and development of the industry: (1) seeking the new headstream of the development of the subject; (2) penetrating into the inside track of the crossover subject; (3) updating the means of measurement to provide a dynamic and multi-orientation observation; (4) giving the extensive field of the process and the new space-time concept of forecast and prediction.

**Key words** Headstream, visual angle, means, space-time concept

## 1 引言

自动化学科的形成与发展是经历了与经济发展相适应的一段光辉历程的, 特别是在 20 世纪 50 年代到 80 年代, 从经典控制理论到现代控制理论直到后现代控制理论的阶段, 应该说, 为奠定工业现代化的基础做出了不朽的功绩. 目前工业现代化的重要标志之一——自动化, 仍然是一个十分耀眼的名词和推动企业发展的理念. 从产业角度来说, 自动化的任务不是愈来愈少, 而是要求愈来愈高, 领域越来越广宽. 但同时, 自动化学科目前所提供的有

效手段与方法却有限,学科本身发展天地却始终局限于原来的框框.这是一对矛盾,如何应对矛盾呢?从几个方面来阐述.

## 2 寻求学科发展的新源头

当初学科发展经历了一段由实际走向理论的阶段,这些理论无疑对实际应用的深化起到了促进作用,比如稳定性理论就对工业自动化装置的设计与应用产生了重大影响;而现代控理论的出现,又从另一角度拓宽了控制领域的视野和理念,给自动化学科的发展予以很大推进.但从另一方面却给人留下一个很大的问号,即现代控制论究竟给解决实际问题带来多大用处?如何评价?目前,在工业中发挥重要作用的是为了解决现代控制理论无法解决的复杂、非线性问题,又出现了模糊控制、人工智能、神经元网络(FAN)的所谓后现代控制论,虽然突破了原来的理论研究的框框,但由于缺乏对实际应用系统更深入研究,以及从理论的体系结构上没有迈出更大的步伐,而仅仅是作为原有理论体系外的一种补充而已.

尽管 IT 技术的发展为技术的融合提供了各种平台,但从学科本身发展看,仍踟躇于过去的圈子,未冲出来.重要的是未能开辟新的源头.因此,一定要改变已往的方式,需要到成为源头的实际去,通过对大量现场和市场提出的,涉及产业自动化方面要求的疑难问题,进行分析、梳理、归纳、提炼来思考学科建设的走向.需求和不足永远是创新的源泉.建议定期举办由理论界与产业界共同参加的面对实际问题分析的讨论会,通过对实际问题讨论、分析、研究与提升,来疏通或开辟学科发展的新的源头,为形成一些值得深入研究并具有原创意义上的课题创造条件.

## 3 转变视角深入学科交叉圈

随着国际市场经济竞争的白热化,工业界面临的主要问题是产品创新与产品的质量、成本、和服务问题.这四个方面都从不同角度和层面提出了对自动化技术的要求.而从事自动化专业的科技人员往往习惯于由工艺或者设备方提出需求,然后考虑具体的方案的设计,这在过去是天经地义,毫不奇怪的事;但在今天,就显得远远不够了.自动化技术人员必须更深入了解生产工艺及有关设备特性对产品质量的影响的相关技术,否则就无法参与竞争.

要不断地转变视角,深入学科交叉圈,包括对对象环境与工具,手段的认识等等;并要从宏观到微观、从静态到动态、从局部到全局的全面展开,才能从被动到主动真正把握目标要求.例如,现阶段工艺过程的数学模型都是建立物理与化学定律的基础上的,但高等学校和有关的学术研究部门所研制的模型更多的是从文献上、从理论上考虑了模型整体完美性和算法性,却没有从模型所描述对象的本质特征的抽取以及在实际系统中可执行性和实用性、可解释性方面作认真深入的研究.根本问题是没有认识到工业控制模型不是一般意义上的经典的数学模型理论、工艺理论、或控制理论,而是一种综合性的基础技术与应用技术的结合,是多学科综合集成的核心技术.从我国许多工业企业的过程模型,基本上是靠引进为主的状况,就说明了一点.而另一方面,国际上在模型的方法论和实用工具研究已进一步加强与对象过程涉及的物理、化学学科,以及与其他学科如应用数学、软件工程的密切结合;而国内这方面的学科交叉则相应显得薄弱了一些.

又如对工业系统实际应用的模型而言有三类,它们适用于不同场合,但都有一定的局限性.

1) 基于机理的简化模型. 因为是从机理出发研制的模型, 所以, 一般具有较好的流通性. 但这些根据物理定律和化学定律而建立的模型, 往往用复杂的非线性微分方程组来描述, 因计算量很大, 不适于实时运行. 它要根据实际状况作假设和简化, 即把一个复杂的非线性问题简化成一个在工作点附近的近似线性模型. 当模型工作在假设点时很好, 一旦偏离工作点, 则模型的有效性或精度就有问题了.

2) 基于实绩数据的统计回归模型, 是在收集现场大量实绩数据的基础上, 经过筛选与整理, 通过统计回归所建立起来的模型. 而它的有效应用域, 仅为建模时所涉及的数据对应的应用范围. 超出应用范围, 模型的有效性或精度就不能保证了, 所以泛化能力差.

3) 基于经验的人工智能模型. 用人的经验来建立模型是解决一些不定和半定问题(即不能用解析法描述的问题)的有效手段. 但是, 经验必竟有局限性, 同时往往因人而异. 这就造成所建模型的局限性和不确定性. 如何突破现有模型的局限性? 模型的方法论或模型学是否已臻成熟? 是值得深入思考和探索的. 另外, 对现场而言, 模型的可维护性也是极其重要的, 但这方面的研究很薄弱. 因此, 要使模型能长期有效地运行, 并能适应不断发展变化的环境而有效地工作, 这里面蕴涵的技术问题是很多的. 既包括从模型到控制设计, 又有从控制到优化运行等一系列匹配、对应问题等等.

另外, 充分结合 IT 技术的最新成果, 开发覆盖工业生产各工序、具有各种功能、含工艺技术规程的模型化编程的标准软件系统, 对于工业企业降低成本、提高效率增强竞争力有十分重要的意义. 但这方面的工作仍然处于比较低的层面上, 而这更需要学科交叉领域专家共同参预. 没有深入的基础研究就不可能有高水平的应用成果; 试想如果没有化工专家的支持和参预, 没有控制专家深入学科交叉领域的开拓性研究, 美国 Aspen 公司能有今天这么多产品吗?

控制专家跨领域的开拓, 会带来深远的影响. 近年来国外有关研究部门作出了更大的跨越. 他们将传统的电气工程、能源供应、传动技术和控制技术领域的方案与不同工业领域结合, 将工厂划分为由不同模块组成的模块工厂. 每个模块由若干基本模块与一个应用模块组成. 例如, 用于造纸厂的传动模块与一条轧机线的传动模块相同, 因为两个工厂有着可比传动原理. 另外, 还可以发挥数学、物理和计算机科学模型设计协作. 从而根据不同的工业的技术规范开发硬件和软件标准, 并最大限度地发挥出最佳的跨行业协作潜力.

#### 4 更新检测手段与方法, 动态多方位全程观察

近代医学从以经验判断走向科学诊断的飞跃进步, 要归功于两个方面: 一是检测手段和方法的更新, 二是基础理论与全程、多方位动态观察相结合. 而这两点却对工业自动化的学术研究走向有所借鉴. 医学界近年来大量发展了许多物理的和生化的检测技术, 例如 CT、核磁共振、脑彩超、B 超等等, 还有心脏的 Hot line 可以 24 小时跟踪全程动态记录等等. 而工业自动化对控制对象的研究与观察, 却仍然停留在“静止构架”, 即类似于照相的状态, 系统按一定周期采集当前过程的数据, 并且往往又是为设定点(SPC)控制本身服务, 如温度报警等. 这些仅为满足对浅表、简单现象的理解与控制, 而缺乏对复杂对象过程深层次的、动态特征的捕捉与控制. 例如, 钢铁的连铸过程由于有一个从外表到内部的凝固过程,

为了防止偏析和内裂,就需要提取全过程的特征信息,进行分析找出产生缺陷的全部生产过程因素(包括静态因素和动态因素),并在此基础上建立预测模型以进行控制.当然,有时为正确把握关键因素的作用还需要通过其他渠道(如硫印图片)等获得相关信息,只有这样多方位观察,才能较好地把握对象过程的本质.同时,通过这样的观察来考虑一个系统的构建的有效性和合理性.显然,在控制理论与技术的发展中,传感技术方面的制约是很强的.

从另一个角度也提出了一个需要重新审视的问题,即对应不同控制需求能否构造以事件为单位的全过程基础数据?在哪个时段上发挥作用?它和控制系统的关系又是如何?在IT发展的今天如何看待融合IT理念和技术的控制系统的结构和相应理论.

## 5 广域化与预测、预报、新时空观

现在的工业系统,特别是流程工业(如钢铁业),其自动化是贯串从原料开始经过炼铁、炼钢、连铸、热轧、冷轧等一直到成品出厂的全过程的全域而言的.能否以较小成本获得高质量产品,是当前市场竞争的关键,其中质量成本是一个很重要的指标.在这样一条包含各工序的全域的生产线上,不仅要预测各个工序的能力指数,而且还要按控制图规范来控制生产过程的工艺参数,检验过程中的参数变化和变异.更要通过掌控工艺过程中的约束条件来合理规划和安排工艺过程,并在产品出来预报性能等等.很显然,这就要使全过程的关键输入变量和关键输出变量均处于受控状态才行.这里面既有全线的工艺线相互关联问题又有控制时限等问题.国际上在这方面投入了许多力量.目前,正在向全线预测、预报、预控的方向努力.

纵向上的管理与控制层次的紧密结合,即ERP, MES, PCS的集成,使目标主导性控制、全局资源优化控制更加突出.由于网络技术的发展和经济全球化的形势所影响,广域化系统正在趋向集中化,而技术也愈来愈趋向全面化.同时,对系统的快速反应性、适应性和可重构性要求更强烈.而这样一个系统,合理结构如何形成?未来将会怎样?当然,这一切都是为企业本身以及为用户的增值服务的目的而展开的.由此而衍生的信息、系统与控制问题也更突出.在这种情况下,自动化学科要为企业的不断增值和持续性发展提供强有力的技术基础,就要研究这些蕴涵的共性问题.因为在宏观上广域化的同时,信息量大幅度增加,系统结构也发生很大变化,市场的部份不确定性与企业生产配置的相对稳定性之间如何对应和控制.

另外,在基础层控制的微观细节上,智能化的趋向很突出.而上层知识化倾向,特别是在管理与控制的交界面上更加迫切.一方面人的工作方式要改变;另一方面又必须要考虑人的参与,例如使调度与决策处于更科学合理的状态,则必然要考虑业务逻辑与处理逻辑的有效结合.实用化的工具与手段的提供以及不同方案的评价显得更为重要.而即时化更反应了企业应对激烈竞争的市场,哪些需立即应对,否则将会引起负面反应,技术的发展趋势与自动化系统结构理论之间存不存在一种必然对应的联系呢?从中又能够给予企业哪些有益的建议和提示?诸如此类问题都是产业界所关注的.

**任德祥** 1964年毕业于鞍山科技大学自动化系,教授级高级工程师.现任中国自动化学会常务理事、上海自动化学会副理事长.主要研究方向为工业过程控制、CIMS系统理论与实践.