

我国自动化科学技术三十年来的进展

《自动化学报》编辑委员会

从1949年到1979年,我们伟大的中华人民共和国成立三十周年了。

在庆祝建国三十周年的时候,回顾我国自动化科学技术走过的道路,展望未来的发展前景,发扬成绩,克服缺点,总结经验,对于开展今后的自动化科学技术工作是有益的。

一、回顾过去

我们伟大的祖国有数千年的悠久历史,勤劳勇敢的中华民族曾经创造过光辉灿烂的科学文化。在我国古代,也曾有过自动化科学技术的萌芽,传说始于黄帝时代。据考证,在2000多年以前,我们祖先创造发明的指南车,采用一套齿轮机构,能够克服车身转弯的影响,自动保持车上的“司南木人”手指南方,就是一种按扰动补偿原理工作的开环自动定向系统。在900多年以前,北宋时代的苏颂和韩公廉,在他们研制的水运仪象台中,为了自动控制受水壶中的水重,从而保持枢轮转速稳定,采用了由天衡、天关、枢衡等构成的,按被调量(受水壶水重)偏差反馈的闭环自动调节系统,此外,还有铜壶滴漏、记里鼓车、候风地动仪等自动计时间、记里程、报地震等自动检测与报警装置;能够作种种运动的自动木人或机关人;自动引爆的地雷、水雷……等等。如果从解决铜壶滴漏中平水壶水位自动调节问题算起,迄今已有3000多年的历史,这些事实表明,我国古代的学者和能工巧匠,在自动化科学技术的历史上,曾经有过卓越的贡献。但是,由于长期的封建统治,殖民主义、帝国主义的侵略,近百余年来,我国的科学技术落后了。直到解放以前,自动化科学技术作为一门在二十世纪中叶新兴的近代科学技术,在贫穷、腐败的旧中国,基本上是一个“空白点”。

二、自动化科学技术队伍的成长

中华人民共和国成立以后,在中国共产党领导下,新中国的科学技术事业得到了蓬勃的发展。在有关研究机构,高等院校,工业部门逐步开展了自动调节、自动检测、模拟计算技术、远动技术等方面的工作。

1956年,周总理根据毛主席的指示,亲自领导制订了我国科学技术发展的十二年规划,规定要重点加速发展自动化科学技术等若干项新兴的科学技术。在关于知识分子问题的报告中,周总理曾经指出:“由于电子学和其它科学的进步而产生的电子自动控制机器,已经可以开始有条件地代替一部分特定的脑力劳动,就象其它机器代替体力劳动一样,从而大大提高了自动化技术的水平,这些最新的成就,使人类面临着一个新的科学技术和工业革命的前夕。”从此,我国的自动化科学技术翻开了历史上新的一页。

根据十二年科学技术发展规划,1956年底,在北京成立了中国科学院自动化研究所,

开展控制理论、远动学、计算技术、自动电力拖动、自动化技术工具等方面的理论与应用研究以及干部培养工作。结合国家当时工程建设任务和重点科研项目,为机械、冶金、电力、水利、化工、造纸……等生产过程自动化以及人造地球卫星、原子能利用等方面服务。

1958年以后,为了适应新的发展形势的需要,中国科学院在沈阳、合肥等地,又成立了自动化研究所等机构;在数学研究所成立了控制理论研究室。此外,在若干省市地区,也建立了有关自动化科学技术的机构。

除了中国科学院所属单位以外,在许多工业部门,也相继设立了有关行业的自动化科学技术的研究、设计机构,以及试制、生产各种自动化技术工具的车间和工厂,着重开展自动化科学技术的应用研究工作,试制与生产各种自动检测仪表,电动、气动、液压执行机构,电子自动调节器,数字逻辑控制装置,工业控制计算机等。

为了培养自动化科学技术人才,1957年,中国科学院自动化研究所与清华大学联合举办了自动化进修班。在我国的许多高等工科院校如清华大学、上海交通大学、中国科学技术大学、国防科技大学、华中工学院、西安交通大学、浙江大学、天津大学、哈尔滨工业大学、东北工学院、大连工学院、北京航空学院、北京工学院、西北工业大学、华南工学院、南京工学院……等,设立了有关自动化科学技术的系或专业,同时,在不少高等理科院校,如北京大学、南开大学、上海师大、山东大学、复旦大学、厦门大学、武汉大学、中山大学、吉林大学……等,也设立了有关自动化科学技术理论方面的专业或研究组织。另外,在一些工业部门所属院校以及中等技术学校,也设有自动化技术方面的专业。多年来,不仅为国家培养了大批自动化科学技术干部,还进行了大量的有关自动化科学技术理论及应用方面的研究工作。

此外,为了深造,在中国科学院高等院校与产业部门所属研究机构,还招收培养了自动化科学技术专业的研究生,并向一些自动化科学技术先进的国家,派遣了留学生。

1962年,国家又制订十年科学技术发展规划。为了加强对自动化科学技术工作的组织领导,国家科学技术委员会设立了自动化学科组专业组,进行计划协调与组织管理。在石油、化工、电力、机械、冶金等方面,开展了自动化科学技术的试点工作。

由于党和国家的重视,实际的需要,经过多年来大家共同的努力,到目前,我国从无到有,初步建立了一支自动化科学技术的队伍。

三、自动化科学技术理论的进展

周总理曾经指出:“如果我们不及时地加强对于长远需要和理论工作的注意,那么,我们就要犯很大的错误,没有一定的理论科学的研究作基础,技术上就不可能有根本性质的进步和革新。”并且指示中国科学院:“要在广泛深入实际的基础上,把科学研究往高里提,搞点基础研究,把实践提高到应有的理论程度”。

从五十年代起,我国自动化科学技术工作者就开展了有关理论工作,并且注意了理论联系实际的问题,普及与提高相结合的问题。

我国自动化科学技术理论的进展,大致可以划分为如下三个阶段:

第一阶段：五十年代

在控制理论方面,主要进行单变量自动调节与控制理论的研究和教学工作,解决单机自动化需要的理论基础,也就是现在所谓的“经典控制理论”。主要内容是线性常系数集中参数的单变量调节系统的分析与综合方法,如传递函数、频率特性、根轨迹等频域方法,同时,也探讨了某些非线性控制理论问题,如非线性系统稳定性,决定继电器系统振荡参数的方法等。还进行了自寻最优点控制系统, Wiener 滤波理论的研究。开始探讨了多变量控制理论,最佳控制理论,如多变量控制系统的设计原则,加快自动电力拖动系统过渡过程的方法,巨型直流电机的最佳控制等。以及工程控制论领域的其他问题。

在远动学方面,进行了远距离测量与控制理论的研究,如电码抗干扰理论,继电线路理论,信息论的研究等。

在计算技术方面,主要进行电子模拟计算装置及其在自动控制系统中应用方法的研究,如运算放大器、乘法器、函数发生器的研究,自动调节系统数学模拟方法的研究等。

在自动电力拖动方面,研究各种随动系统、调速系统,如感应电动机平滑调速的方法,离子拖动系统,交流电轴系统,直流同步随动系统,多电机协调旋转系统等。

在自动化技术工具方面,研究各种自动检测仪表,放大器、电动、气动、液压执行机构,以及单元组合化的电动调节器,气动调节器等的设计方法,如磁放大器的静态与暂态特性分析。

有关理论研究的成果,反映在《自动化》杂志、《自动化学报》、数学学报、中国科学、科学通报、有关高等院校学报上;第一届国际自动控制联合会(IFAC)学术大会、第一届中国自动化学会全国代表大会及学术会议的论文报告中;以及我国出版的有关自动化科学技术理论的著作中。五十年代出版的《工程控制论》,从技术科学的观点,将一般性理论与工程实际经验很好地结合起来,对各种工程技术系统的自动调节与控制理论作了全面的探讨,一方面奠定了工程控制论的基础,另一方面指出了进一步研究的方向。它对我国自动化科学技术理论的进展起了重要的作用。

第二阶段：六十年代

六十年代以来,自动化科学技术理论研究的重点转向:多变量控制、最优控制等机组自动化的理论基础,以及脉冲系统、变参数系统、非线性系统、分布参数系统等方面的研究。

在多变量控制方面,提出了多变量协调控制原则,研究了多变量系统的“大一小”系统稳定性关系问题,最快协调控制过程问题;利用传递函数矩阵提出了多变量系统的“去余”综合方法;提出了相对于环节的稳定域判据,即广义“D-域”分划法。研究了复合控制系统与不变性原理;多变量控制系统的去偶问题(自治或不相互影响的控制);摄动理论的应用方法;以及多变量控制理论在多电机拖动系统,多度随动系统、导航系统、电力系统、化工系统中的应用。

在最优控制方面,以不变嵌入原理等基础,研究了最优控制的计算方法;利用贝尔曼(Bellman)方程给出决定快速控制开关曲面的方法;对轨线末端或两端受限的最优控制问题给出必要与充分条件,相空间受限的最优控制问题;研究了李雅普诺夫(Lyapunov)第

二方法与最优控制器分析设计问题,证明了极点配置的基本定理;开始探讨了分布参数的最优控制问题。

除了线性常系数连续系统之外,研究了非线性系统、变参数系统的分析方法;研究了快速脉冲系统与非线性脉冲系统。

此外,还对工程控制论与控制论中的某些问题进行了探讨,如可靠性问题;“人一机”系统问题;生物控制与调节系统;自适应、自学习系统等等。

第三阶段:七十年代

进入七十年代以后,对自动化科学技术理论的研究,一方面注意到实用性,以实际科研或工程任务为背景,研究现代控制理论实用方法,解决实际问题。另一方面,也开始探讨新方向,提出新问题,研究大系统理论与系统工程,模式识别与智能控制问题。

随着电子计算机在自动化科学技术领域的应用与发展、促进了基于时域方法的现代控制理论的研究和应用,如多变量控制理论、最优控制理论,可靠性理论,分布参数控制理论,随机控制理论,卡尔曼(Kalman)滤波理论,可控性、极点配置,“L、Q、G”问题与状态观测器理论,参数辨识与状态估计理论,自适应系统理论可观性理论等及其在有关控制工程及生产过程自动化中的应用。

另一方面,也开始探讨新方向、新问题,如非线性系统的整量化、抗量化与分歧、失稳问题,随机能控性、能观性问题,最可靠控制系统综合问题,最经济控制系统综合问题,计算机辅助设计方法等等。

由于自动化科学技术向广度与纵深发展,为了解决企业管理与过程控制的综合自动化的理论方法,系统工程与大系统理论开始受到广泛注意和重视,此外,还开展了模式识别与智能控制系统方面的研究工作,如文字、图象、声音识别方法,工程感觉装置与智能机器人的问题等。

四、自动化科学技术装备的进展

由于我国的电子工业、机械工业以及半导体工艺、电子计算机、激光技术等科学技术的发展,为自动化科学技术装置、设备的进展提供了物质基础与技术条件,三十年来,我国的自动化科学技术装置的研制与生产,从无到有,由小到大,从少到多,在数量和质量方面都有很大的进展。

随着电子工业与半导体技术的发展,我国自动化科学技术装备的进展,可以大致划分为三代:

第一代:电子管式

在五十年代,以电子管、继电器、磁性元件等为基础,先后研制成了我国第一代的各种自动化科学技术装置与设备。如电子自动调节器,远距离测量与控制设备,电子模拟计算机,电子数字计算机,DDZ-I型电动单元组合仪表,温度、流量、压力、转角、转速……等自动检测仪表,自整角机、测速发电机、陀螺等。电子管放大器、磁放大器、电机放大机。直流、交流伺服电动机,电动、气动、液压执行机构等等。

同时,着手进行了上述自动化装备的标准化、系列化工作,组织了第一代产品的批量

生产。

第二代：晶体管式

六十年代以后，在自动调节器、检测仪表、模拟计算机、数字计算机、遥测遥控等设备中，晶体管逐步取代了电子管。先后研制与生产了我国第二代的自动化科学技术装备。如大型模拟计算机，数字计算机，DDZ-II 型电动单元组合仪表等。在生产过程自动化中除了通常的模拟式(连续式)调节仪表外，开始研制与采用数字式控制、测量装置。如数字逻辑控制装置，直接数字控制仪，以及数字式自动检测仪表，如光栅码盘等。

在执行机构方面，研制与采用了直接驱动的力矩电机，数字控制的步进电动机。并采用晶体管放大器或可控硅线路，代替电子管放大器或磁放大器。

第三代：集成电路式

自七十年代以来，半导体集成电路逐步取代小功率的晶体管线路，特别是各种数字电路。从而，使我国自动化科学技术的各种电子装备进入了第三代。

现在，我国已经生产了系列化的 DDZ-III 型电动单元组合仪表及流程分析仪器。研制与生产了可编程序控制器、小型工业控制计算机、数字式自动检测仪表与执行机构。生产了系列化的控制用微电机及电动、气动、液压执行机构，研制成功了百万次以上的大型电子计算机，大型数字模拟混合式电子计算机，台式计算机与微处理机，以及光笔与字符显示终端、自动绘图机等计算机外围设备与计算机辅助设计装置。研制了简易型、重复型工业机器人(机械手)。

同时，各种新技术、新工艺、新方法开始逐步引用到自动化科学技术装备中来。如大规模集成技术、激光技术，超声波，同位素，射流技术，液晶显示，全息技术，遥感技术，文字与图象识别技术……等。

目前，我国已经生产了系列化的常用的自动化仪表与元件，研制、试制了某些新型的、较复杂的自动化装备。为我国自动化科学技术的应用提供了初步的必要的物质条件。

五、自动化科学技术的应用

由于党和国家的重视，广大群众的努力和创造性的劳动。我国的自动化科学技术已经在机械、冶金、电力、化工、石油、电子器件、纺织、印染……等工业生产过程自动化中，在人造卫星、原子能……等科学研究中，在铁路、航空、通讯、邮电……等国民经济各部门获得应用或开始应用。

在机械工业方面，已经生产了一系列自动或半自动化机床，如仿型铣床，座标镗床，精密磨床，数控机床等。建成了年产九十万件连杆辊锻自动线以及轴承、汽缸、螺母等机械另件的自动生产线。在冲压、热处理等机械加工中，在装卸、搬运作业中以及在原子能工业中开始采用了机械手或工业机器人。

在冶金工业方面，热连轧机、冷连轧机、氧气顶吹转炉、电炉、平炉、高炉、焦炉、连续铸造、快速掘进……等生产过程中，都不同程度地应用了各种自动化装备。如可逆冷轧机准确停车装置，厚度控制装置，自动化纯氧顶吹转炉，电炉液压自动装置，大型炼焦自动化装置，高炉热风自寻最佳点控制装置等。

在电力系统方面,火力发电厂、水电站有关机电设备的自动化,已经采用了一系列自动检测仪表调节与控制装置。在电力网的调度管理中,采用了集中控制与遥测、遥控装置。在电站与电力系统自动化中开展了应用电子计算机的试点工作,如发电厂计算机控制,电力系统动态模拟与调度管理等。

在石油、化工方面,包括炼油、采油、输油,以及化肥、塑料等化工生产过程中,除了采用一系列自动检测仪表与调节控制装置外,开始研究应用工业控制计算机。如合成氨生产过程控制计算机,油品罐区生产管理自动化的计算机系统。

在电子工业中,各种电子元、器件的生产,特别是半导体集成电路、晶体管、可控硅的生产,以及电子计算机与各种电子仪器的生产过程,也在各种不同程度上,应用了自动化科学技术,如电阻、电容元件的自动生产线,集成电路的自动制板技术,单晶硅生产的自动控制,晶体管、集成电路产品质量自动检查等。

在纺织、印染、钟表、印刷……等轻工业生产中,也应用了自动化科学技术,如电子群控尼龙手套机,静电纺纱机、高速浆纱机自动控制装置,电子自动校表机,梭床生产自动线,自动照相排版机,自动装订生产线,自动立体照相机……等。

除了上述各种工业生产过程外,铁路、航空、水运等交通运输部门,邮电、通讯等部门,也是自动化科学技术应用的重要场合。如铁路信号集中自动闭塞装置,机车信号与自动停车装置,驼峰编组自动化,机场调度管理自动化,飞机、船舶导航仪表,船闸自动化,垂直升船机自动控制,自动信函分拣流水线……等。

我国已经成功地发射和回收了人造地球卫星,进行了原子弹与氢弹试验,发射了导弹核武器……,显然,在这些重大科研任务与国防工程中,应用了各种自动化科学技术。

此外,在国民经济的其它部门,如医疗自动化等,以及国民经济计划管理、环境保护与污染控制等方面,也开始应用自动化科学技术的理论与装备。

自动化科学技术已成为我国实现四个现代化不可缺少的重要技术条件。

六、中国自动化学会的活动

为了团结全国广大的自动化科学技术工作者,积极开展国内、国际的学术活动,推广科研成果,交流工作经验,进行科学普及,促进我国自动化科学技术的发展。1957年6月,在北京成立了中国自动化学会筹备委员会。1960年,正式成立中国自动化学会。

中国自动化学会先后召开过三次全国代表大会与学术年会。

1961年11月,在天津召开了第一次大会;1965年7月,在北京召开了第二次大会;1978年11月,在太原,召开了第三次大会。此外,自动化学会所属各专业委员会也召开了多次学术交流会议。如自动控制理论,自动化元件,生产过程自动化,远动学,模拟计算技术……等。

中国自动化学会是国际自动控制联合会(IFAC)的第一批成员与筹备者。1957年9月,我国代表钟士模、杨嘉墀出席了IFAC成立大会。中国自动化学会理事长钱学森当选为第一届IFAC理事会的常务理事。从1960年6月召开的第一届国际自动控制联合会学术大会起,我国代表先后参加过五次IFAC学术大会,宣读、发表过论文9篇。

在国际学术交流活动中,我国自动化科学技术工作者与国际上许多学者建立了友谊。我们曾多次接待来我国访问的外国朋友,特别是不少外籍中国学者。对于促进我国自动化科学技术的发展,起了积极作用。

自动化学会还编辑出版了《自动化》杂志,《自动化学报》等刊物;组织编译出版了自动化科学技术丛书及专著。

《自动化》杂志于1957年创刊,是关于自动化科学技术的综合性刊物,由中国自动化学会筹备委员会编辑,科学出版社出版。主要内容为控制理论、运动学、计算技术、自动电力拖动、自动化技术工具方面的学术论文,自动化科学技术的译文与综述,生产过程自动化及其他自动化系统的技术性、经济性探讨,自动化技术工具的产品介绍,国内、国际自动化学术动态的报道,有关自动化书刊及文献的介绍与评论等。

《自动化学报》于1963年创刊,由中国自动化学会编辑,科学出版社出版。它的前身就是《自动化》杂志。现于1979年初复刊。自动化学报的主要内容有:控制理论,自动化系统以及计算机应用,自动化装置,信息的获取、传输、转换和处理,自动化科学技术综述,国内外自动化科学技术动态,有关书刊和文献的介绍与评论等。

此外,自动化学会所属各专业委员会,如自动控制理论委员会……等,所属各地区分会,如北京自动化学会、广州自动化学会……等。在组织各专业学术会议,开展自动化科学技术的群众性学术交流活动,进行自动化科学技术普及教育等方面,做了大量的工作。

七、展望 未 来

中华人民共和国成立三十年以来,由于党和国家的重视,我国自动化科学技术工作者与广大群众的共同努力,以及国际友人的支持。使我国的自动化科学技术从无到有,填补了空白,在人员与装备,理论与应用等各方面,都取得了很大的进展。

但是,必须清醒地看到,我国的自动化科学技术同世界先进水平的差距还很大,力量还很薄弱,发展还不平衡,没有很好的计划协调,做到全国一盘棋。还远不能适应四个现代化的需要。特别是由于林彪、“四人帮”的破坏,耽误了我们很多宝贵的时间,造成了恶劣的影响与后果。

目前,我国自动化科学技术队伍的水平急待提高,人数需要扩大;我国的自动化科学技术装备,需要提高质量与可靠性,改进工艺,进一步加强标准化,系列化,扩大产品品种与数量;我国的自动化科学技术理论工作,要在普及基础上不断提高,开拓新领域,提出新问题,探讨新方法。理论研究与工程实践要搭起“桥梁”,密切地联系起来;我国的自动化科学技术的应用,要与生产过程工艺改革结合起来,进一步提高产品质量与数量,注意技术、经济收益与社会效果,逐步扩大自动化科学技术应用的领域。

党中央华主席曾在全国科学大会上向我们发出了:“树雄心,立壮志,向科学技术现代化进军”的号召。邓副主席在报告中指出:“现代科学技术正在经历着一场伟大的革命。……。特别是由于电子计算机、控制论和自动化技术的发展,正在迅速提高生产自动化的程度”。这是对我国广大自动化科学技术工作者的殷切期望和巨大鼓舞。大家知道,

自动化科学技术水平的高低,是衡量国家科学发达与技术先进的显著标志。自动化科学技术也是实现工农业生产、国防、科学技术现代化的重要技术手段和不可缺少的内容。实现四个现代化,是关系到我们国家命运和前途的重大问题。我们要积极响应党中央的号召,树雄心、立壮志,抢时间、争速度,把我国的自动化科学技术搞上去,努力赶超世界先进水平。

全国科学大会召开以后,一个全党动员大办科学,向科学技术现代化进军的伟大革命群众运动正在兴起,我国社会主义科学技术事业开始进入一个新的发展时期,我国的自动化科学技术也进入一个新的发展阶段。回顾过去,展望未来,我们要下定决心、坚定信心,继承毛主席、周总理的革命遗志,为实现我国农业、工业、国防和科学技术现代化贡献力量。响应党中央毛主席的号召,为提高整个中华民族的科学文化水平,建设社会主义现代化国家而努力奋斗,发扬我们中华民族勤劳、勇敢和智慧的光荣传统,对人类作出较大的贡献。