

学科动向

七十年代控制论

Alexander N. Landyshev

一、什么是控制论

恰恰与西方的普遍看法相反,控制论作为一种概念和术语,早从柏拉图(Plato)就为人所知了。它根本不是诺伯特·维纳(Norbert Wiener)在一九四八年才造出来的新词。在这方面,苏联人的说法是较谨慎的。可见,这项工作在西方开始之前在俄国就已经开始了,因为在三十年代苏联人就看到了控制的重要性,而建立了“自动学和远控力学研究所”。

我们看到,在柏拉图的语言中,Kybernetike(公元前300年)这个词,从字面上,意为“舵手的技艺”,隐喻为“管理国家的本领”。从这一词派生出罗马词语 GUBERNATER,后毫无改变地引进俄语中,写作gubernator,引入法语,写作gyouverneur,引入德语,写作der Gouverneur,引入英语,写作governor。

一七六九年,詹姆斯·瓦特,给他的蒸汽机离心速度调节器选用了governor这个名称;一八三四年,安培借用希腊语的词描述了控制手段的研究,并冠以法文译名Cybernetique;一八六八年,马克思韦尔(Maxwell)出版了他的著作“On Governors”(论调速器);一九四八年,诺伯特·维纳出版了“Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and Machine”(控制论—动物和机器中的控制和通讯)一书。从控制、通讯、计算机,系统理论和人机关系的意义上来讲,这便是现代控制论的开始(参考文献2)。这一词在一九四八年再生,法语为Cybernetique,德语为der kybernetik,俄语为Kybernetika。

四十年代,通讯(微波、雷达),自动反馈控制(伺服机构、调节器)和计算机(模拟机和数字机)等技术的进步,使生物与人造系统之间的类比和对于一种统一的理论的要求成为了中心问题(参考文献3)。

现代控制论以生物物理学,心理生理学和数学为基础,研究所有可能的机器和机制(如生物的、生态的、经济的、神经的、电的、机械的)以及它们共同的概念和原理。控制论科学将神经生理学、信息论,计算机、自动反馈控制和自动机理论等领域相互重迭(参考文献,4,9,10,11,13)。控制论是黑箱内部细节研究与环境之间的桥梁。这些研究包括黑箱的与内外扰动,激励和参数变化有关的反馈、能控性、能观测性和灵敏度等问题。控制论还进行有关信息处理,滤波,逻辑设计,脑模型,人工智能,图样识别,计算机和自动控制的研究。最后,控制论还包括西腊语所表达的意义:管理

国家的科学技术，即人民的管理和控制。

二、控制论的发展简史

现代控制论，是在22年前以维纳和冯·诺依曼（Von Neumann）的著作的发表开始的。因为控制论是通讯特别是信息论，控制理论和计算机理论的发展的产物，而这些理论的共同基础又是数学、应用物理学、生物物理学和电气工程，所以电气工程的历史便引起了控制论的发展。

东西方都认为（参考文献5），到一八六八年即马克斯威尔解决了二阶自动反馈控制问题之前为前经典期；一八六八年到一九四八年为经典期，一九四八年后为现代期。

前经典期 公元前600年到公元1868年。

前经典期大约始于希腊，在公元前600年，Miletus（希腊地名）的泰尔斯（Thales）（公元前636？——546？古希腊的哲学家，生于Miletus——译者），发现了琥珀特性（希腊语叫电子）。七巨头Pythagorous, Socrates, Democritus, Plato, Aristotle, Euclid和Archimedes贡献是极大的，至今——2500年后的今天，他们的影响还很大。这是整个西方文明，特别是电气工程的基石。

这一时期是以个体研究者、物理学家：Gilbert、Franklin、Volta、Galvani、Faraday；数学家：Huygens、Newton、Euler、Lagrange、Laplace、Fournier、Cauchy、Lobachevsky、Babbage、Kirchhoff、Boole、Riemann、Chebyshev；发明家，如：Hero、L·d.Vinci、Polzunov、Watt、Nicholson、Devy、Petrov、Whitehead的主要成就为其特点。这期间，能工巧匠直观地制做了许多自动装置。还是在几千年前，在美索布达米亚（Mesopotamia）就使用了灌溉机械装置。公元一百年左右，Hero制作了开庙门的自动装置。

这两千四百年是机械装置、机器、调节器、控制器和自动装置等彼此毫无联系的凭直觉的发明时期。这一时期的重要发明是里程计算器、仿人的原始机器人、机械打字机、机械钢琴手、机械画匠和表演圣经故事的自动戏院或跳梅吕哀午的小人。

Leonardo da Vinci在他的著作“Codex Atlanticus”一书中讨论了极为类似反馈原理的一些基础知识。其后一百五十年（1650年）Huygens继续讨论了这一问题。在这期间出现了避雷针、发电机和电动机，而且电得到输送。一八三六年在海德堡（Heidelberg）进行了电报机的试机，提出了自动控制。俄国的Ivan·Polzunov在一七六五年，James·Watt在一七六九年分别制做了水位浮子调节器和飞球控制器。继而在1850年在英国出现了船舶自动驾驶装置。在一八六六年出现了Whitehead鱼雷控制装置。（参考文献6）。

经典期 一八六八年到一九四八年。如果可以把整个经典期控制论的发展归功于一个人，这个人就是我们称之为经典期控制论发展之父的James·Maxwell。继Maxwell之后，Vyshnegradsky的著作问世。Maxwell的论文《on Governors》出版九年之后，即一八七七年，Vyshnegradsky的《三阶反馈控制问题的解法》译文出版，这就为用于现代研究人员的代数方法奠定了基础。俄国的Lodygin和Yablochkoff制出直流弧光灯和交流弧光灯。英国皇家海军研制船舶液压驾驶装置，法国Farcot提出了伺服电机

一词, Bell 试制了电话, Edison 研制了白炽灯。接着出现了第一辆街车、第一个中心变电站和城市照明系统、三相输电和配电、无线电报和电话、反馈原理、直流计算板(一种模拟计算机)、机械模拟器、交流网络分析仪(也是一种模拟计算机)和化学工艺过程反馈控制等。“反馈”一词与“伺服机构”(mechanism)一词同时提出。制做了反馈振荡器和放大器;出现了电视;继电器的机电式的数字计算机研制成功。在此同时,理论方面又出现了动态过程理论,稳定性理论,非线性系统理论,正负反馈系统理论等。与Maxwell和Vyshnegradsky的同时代还有许多有成就者,他们是:Routh、Chebyshev、Poincare、Heaviside、A.M. Lyapunov、Hurwitz、Tsiolkovsky、Markoff、Franklin、Minorsky、Bush、Grdina、Nyquist、Carson、Hazen、Black、Stibitz。(参考文献5·6.23)。

现代期 一九四八年到现在。第二次世界大战后,首先出现了电子模拟计算机,接着出现了数字计算机和商用数据处理机,后来,又出现了人造地球卫星、混合计算机、地球卫星、外空探索月球飞行器、喷汽机以及世界规模的视频编码通讯网络。在一些地区,自动化和自动反馈控制二词已经家喻户晓。这一时期有成就的研究者是:Bode、Nichols、Luria、kapitsa、Ioffe、Pontryagin、Shannon、Ashby、Wiener、von·Reumann、Tustin、Mason、Evans、Bellman、Kalman、Mitzovic、A.A. Lyapunov和Amosov。

三、控制论发展现状(一九四八——六十年代)

国际自动控制协会(IFAC)第一次代表大会于一九六〇年六月二十七日至七月七日在莫斯科召开。这次会议发表了一系列苏联控制论发展概况的文章。参考文献14至22是美国科学家写的综述,而唯有(5)和(25)是出自俄国科学家之手。控制论的大量材料都是用英文出版的。有些参考文献仅是文献目录。

已经出版的期刊有:IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics; IEEE Transactions on Automatic Control; IEEE Transactions on Man-Machine-Systems, Biomedical Engineering; 科技情报咨询公司的Cybernetics Abstracts等。下面简述一下东西方控制论科学和技术的发展。

在苏联,一切研究和发展工作都在隶属于科学院和各加盟共和国科学院的研究所进行。五十年代初,尽管苏联不赞成控制论,但其研究工作仍在莫斯科、列宁格勒、新西伯利亚、基辅、里加、第比利斯、埃里温及其它城市进行。从五十年代末到六十年代,苏联科学家对基本原理产生了兴趣,对沿着西方道路研究与应用表现出很大热情。一般说来,东方的研究工作比西方更重视理论的研究。这当然是西方技术进步和工业生产能力发展的结果(参考文献22)。

东方有大量重要的早期发明,其中多数已为西方所知。一些原始发明有:Bunyakovskii、P.L. Chevyshev、Odner时代以来的机械式手动计算机;过程调节器;基于巴甫洛夫的猴子试验并应用于机械猴的条件反射理论的自发指令计算机,生物电刺激机,基于回放原理用健康人的生物电脉冲治疗仍然具备健康肌肉的瘫痪人神经, Ioffe 的固态电冰箱,煤油灯为能源的收音机等。

东方的理论研究和成果包括 Vyshnegradsky 的代数法, 时域状态变量法, 非线性动力问题的描述函数解法和其它解法, Lyapunov 的稳定性标准, Pontryagin 的最大值原理和其它方法。

东西方之间除了这些和许多其它差别之外, 有关控制论的主要活动在如下领域是没有什么区别的; 例如: 适应控制, 人工智能; 人造肢、眼、耳; 生物控制、工程、医药、技术; 人脑模型; 计算机技术和应用; 数字滤波器; 断续系统理论; 电生理学; 人类工程学; 人类工程; 人的学习; 信息理论; 线性和非线性自动反馈控制理论(确定的和随机的) 语言学; 学习机; 逻辑设计; 人机关系; 数学经济学; 数学语言学; 数学模型和自动控制; 思维过程的数学模拟; 医学物理学; 神经动态学; 神经电, 神经生理学; 最优控制; 最优化问题; 图样识别; 系统理论, 自动化理论; 信息传输和分布(参考文献 7、8、12、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26)。

自动控制已从船舶操纵和高炮控制发展到大系统和地球卫星所用的适应控制和最佳控制。电话、电传打字电报和电视网络通过通信卫星已经扩展到世界各地。计算机广泛地用于医生的办公室、医院、银行、算出上万颗以上星座的位置、气象预报、医院里护理病人、协助诊断人的疾病和机器的故障以及组织资料检索等。总之, 就计算机本身而言, 七十年代的发展前景是光明的。生物工程的发展会产生机器人, 人造肢和盲人的辅助工具。导航控制的准确无误和计算机的巨大力量, 月球飞行器阿波罗 11·12·13 的发射成功, 显示了通讯技术奇妙发展。

近一百年来, 通讯速度已经提高了 10^7 , 旅行速度提高了 10^2 。数据处理的速度提高 10^6 。但与西方相比较, 东方仍落后一大截, 特别是在半导体元件, 集成电路、微、小型集成电路、数据处理设备、数字电子计算机、数字滤波器、随机取样系统、程序机和生物控制装置的发展和生产方面。这一点从一九七〇年五、六月间 Tsytkin 的报告看得很明显(参考文献 25)。

四、七十年代的问题和七十年代的控制论。

六十年代末期, 人在外空天体表面预定地点软着陆, 使人类在医学、自然科学、工程和技术各领域的广泛努力和成功达到高潮。但与此同时, 几乎所有人, 可能汽车制造商除外, 都感到了汽车在毁灭我们的环境。事情很简单: 只是一辆高速汽车所消耗的氧气和污染的空气就等于几千人呼吸的空气。然而, 汽车还不是现代社会唯一的污染器。人类突然发现, 人口量过大, 机器过多。在六十年代最后一年, 许多问题被提出来了: 路既然是通向毁灭, 为什么科学技术的领先仍是十分重要的呢? 我们的进步是真正的进步还是毫无意义的猴戏? 国家总产量的增长是必须的还是期望的? 为什么人类文明的最高级的产品, 如医药、电视、汽车、飞机在毁灭我们的儿童、家庭、社会、人类、环境、生态和我们的故乡——地球呢? 这些问题不难回答, 但很难实现。控制论给这一基本问题提供了答案: 应该取消正反馈而代之以管理、国民经济、人口控制、工业生产率和人类及人类社会一切其它功能的负反馈。系统理论和控制论借助计算机、其它高级机器及现有的技术能够解决最复杂的问题。

机器、装置、动物和人有许多共同点, 即共同享有电动的电子计算机, 通讯网路和反馈

控制。一旦社会和家庭的稳定性问题得到解决,我们将会容易地解决生态、环境、政府和经济的最优化问题。现有的科学方法和计算机技术应该能够应付大系统的所有复杂问题。

参 考 文 献。

1. 《What is Cybernetics》 by G. T. Guislbaut, Criterion Books, New York, 1959.
2. 《Encyclopaedic Dictionary of Physics》 Pergamon Press, 1961.
3. 《The Encyclopedia of philosophy》 MacMillan Co., New York, London, 1967.
4. 《The Columbia Encyclopedia》 Columbia University Press, New York, London, 1963.
5. 《Technical Cybernetics in U.S.S.R., 1917-1967. in Russian》 (Technicheskaya Kibernetikav SSSR, 1917-1967), by Academy of Sciences USSR Publishing House Science (Nauka), Moscow 1968.
6. 《Russian Men of Science》 in Russian (Lyudi Russkoi Nauki), Moscow, 1965.
7. 《A Selected-Descriptor-Indexed Bibliography to the Literature on Artificial Intelligence》 by M. Minsky, IRE Proc., January 1961.
8. 《The Simulation of Cognitive Processes-An Annotate Bibliography》 by P. L. Simmons, IRE Trans. on Electronic Computers, Sept., 1961.
9. 《Encyclopedia of Linguistics, Informaton and Control》 by A. R. Meetham, Pergamon Press, 1969.
10. 《Great Ideas in Information Theoy, Language and Cybernetics》 by Jagjit Singh, Dover Publications, Inc., New York, 1966.
11. 《Lexikon der Kybernetik》 Frau A. Muller, in German; translated into English; 《Encyclopedia of Cybernetics》 by G. Gilbertson, Barnes and Noble, N.Y., 1968.
12. 《Russian and western Man》 by Schubart, Ungar Publishing Co., 1950.
13. 《Russian-English Dictionary and Reader in the Cybernetical Sciences》 by Kotz, Academic Press, New York-London, 1966.
14. 《Soviet Computer Technology-1959》 by W. H. Ware, IRE Transactions on Electronic Computers, March 1960.
15. 《Soviet Cybernetics and Computer Sciences-1960》 by E. A. Feigenbaum, IRE Transactions On Electronic Computers, December 1961.
16. 《Soviet Cybernetics Technology, 1959-1962,》 by W. H. Ware and W. B. Holland, Rand Corporation, Santa Monica, California; Part I, Report•RM-3675-PR, June 1963.
17. 《Soviet Cybernetics Technology, 1959-1962,》 by H. Ware & W. B. Holland, Part, I Rand Corporation, Santa Monica, California; Report•RM-3797-PR, August 1963.
18. 《Soviet Cybernetics Technology, 1959-1962,》 by W. H. Ware and W. B. Holland, Part III, Rand Corp. Santa Monica, California, Report-•3804-Pr., Sept., 1963.
19. 《Soviet Philosophy, Science and Cybernetics》 by F. J. Krieger Core, Rand Corp, Santa Monica, California; Report•3619-PR, May 1963.

20. «Cybernetics and Its Development in the Soviet Union» by R. Levien and M. E. Maron, Rand Corp. Santa Monica, Calif. Report •RM-4156-pR, July 1964.
21. «A Survey and Assessment of Progress in Switching Theory and Logical Design in the Soviet Union» by W. H. Kautz, IEEE Trans., on Electronic Computers, Vol. EC-15, #2, 1966.
22. «Cybernetics in Europe and the U. S. S. R.» by R. W. Swanson, Air Force office of Scientific Research (660579), March 1966.
23. «The Electrification of U. S. S. R.» in Rus (Elektrifikatsia SSSR), by P. S. Neoporozhnaï, Editor; Publishing House Energia, Moscow, 1967.
24. «A Literature Survey of Bio-Control Systems» by E. I. Jury and T. Pavlidis, Electronics Research Laboratory University of California, Berkeley, Report, •AF-AFOSR-62-70, August 27, 1962.
25. «On the Theory of Discrete Systems» by E. I. Jury and Y. Z. Tsypkin, and bilingual; University of California, Berkeley, and the Institute of Automatics Telemechanics, Academy of Sciences, U.S.S.R., Moscow, May-June 1970. Automatica, Pergamon Press, November, 1970.
26. «Human Poles and Zeros» by A. N. Landyshev, ISA Trans., Vol. 8, Number 4, 1969.
27. «Grand Larousse Encyclopedique» Tome Troisieme, Paris, 1960; Volume 3, Page 728.
28. «Collier's Encyclopedia» Crowell Collier & MacMillan, Inc., 1967; Vol. 7; Pg. 598-599.
29. «Technology Review» edited by the Massachusetts Institute of Technology, February, 1970.
30. «The Pupillary Control System» by L. Stark; Automatica, Vol. 5; Pg. 655-676, Pergamon Press, London, 1969.
31. «Positive Feedback» edited by John H. Milsum; Pergamon Press, New York-London, 1968.
32. «Russia's Uphill Road to Western Markets» editorial in Electronics, April 27, 1970; McGraw-Hill Publication, New York.
33. «Russian Control Computers» by W. H. Ware and W. B. Holland; Control Engineering, May 1966; McGraw-Hill Publication, New York.
34. «Cybernetics» Periodical; The Faraday Press Inc. New York
35. «Engineering, Its Role and Function in Human Society» edited by W. H. Davenport and D. Rosenthal; Pergamon Publishing Co., 1967.
36. «The One Culture» by W. H. Davenport, Pergamon Publishing Co., 1970.
37. «Cybernetics and Forecasting Techniques» by A. G. Ivankhnenko and V. G. Lapa, Institute of Cybernetics Ukrainian Academy of Sciences, Kiev translated and Published by American Elsevier Publishing Co., New York, 1967.
38. «A Chronological History of Electrical Development from 600 B.C.» by National Electrical Manufacturers Association, 155 Raat 44th Street, N.Y., N.Y.

(下转14页)