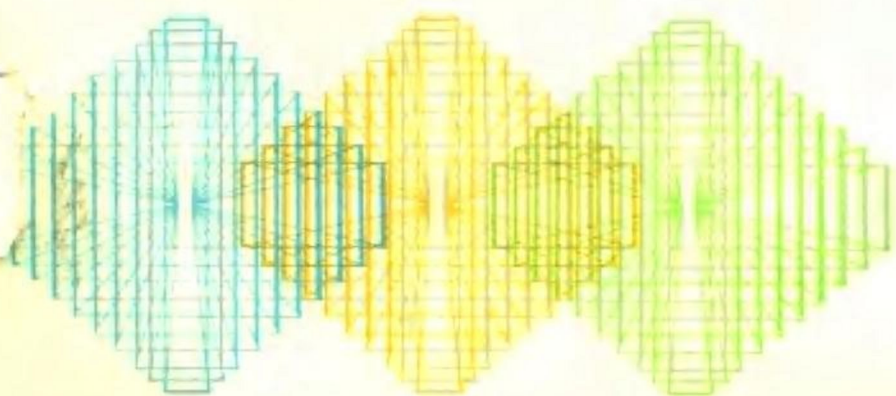


王雨田主编

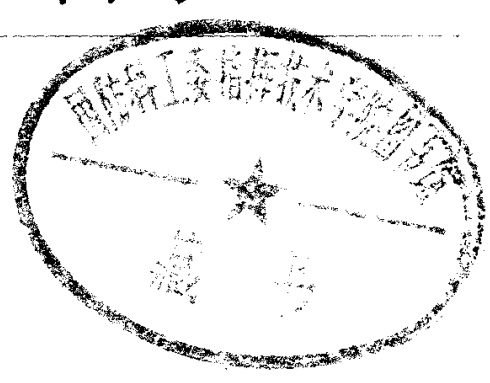
KONGZHILUN 控制论
XINXILUN 信息论
XITONGKEXUE 系统科学
YU 与
ZHEXUE 哲学



王 雨 田 主 编

KONGZHILUN 控制论
XINXILUN 信息论
XITONGKEXUE 系统科学
YU 与
ZHEXUE 哲学

中国人民大学出版社



控制论、信息论、系统科学与哲学

王雨田 主编

*

中国人民大学出版社出版

(北京西郊海淀路39号)

民族印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本：850×1168毫米32开 印张：16.25 插页5

1986年5月第1版 1986年5月第1次印刷

字数：401,000 册数：18,001—53,000

统一书号：2011·130 定价：3.10元

说 明

为了加强对控制论、信息论、系统科学的基本理论的学习并对有关的哲学、方法论问题进行探讨，我们曾经组织过业余的学习讨论。我们深切感到处在现在这样一个时代，为了加速我国的四个现代化建设，新兴的科学技术无论是在理论上还是在实践上都是具有重大而深远意义的。因此，我们很想与对此感兴趣的同志们相互学习与交流，因此写出这样一本书。经过我们共同努力，先后写出过两稿。最后，由王雨田同志统编、修改或改写并定稿为本书（冀建中同志协助主编做了一些工作，并在后期参加了部分定稿工作）。

参加本书编写工作的有：

王雨田（中国社会科学院哲学研究所）

周桂茹（北京邮电学院）

冀建中（北京大学）

李力伟（清华大学）

王伟光（中央党校）

张立平（北京市社会科学规划办公室）

轩敏利（新疆自治区党委宣传部）

陈刚（哈尔滨师范大学）

在编写过程中，吴允曾教授对有的章节提过宝贵意见，冯国瑞同志做过一些文字加工，黄小寒、王蓉蓉同志提供过个别资料。方华教授、王箴禹同志为本书的编辑和出版做过很多工作。在此对他们深致谢意。

由于本书所涉及的学科范围过宽，我们的水平有限，因之缺点甚至错误难免。加之作者较多，统编有一定困难，难免有粗略不当和不平衡之处。我们本着向同志们学习的热望，恳请予以批评指正。

编写者

一九八四年五月

目 录

绪 论	(1)
-----	-------

第一篇 控制论的基本概念与哲学、方法论问题

第一章 控制论的形成与产生	(5)
第一节 控制论以前的自动装置与理论	(5)
第二节 控制论产生的社会历史背景	(13)
第三节 控制论产生的理论前提与技术条件	(17)
第四节 哲学与方法论的研究对控制论形成的作用	(30)
第五节 控制论的产生与进展	(31)
第二章 控制论的基本理论	(36)
第一节 控制、行为与目的	(36)
第二节 控制系统与控制论系统	(47)
第三节 控制与信息	(61)
第四节 控制论机器与自动机	(68)
第三章 控制论的一些主要方法	(89)
第一节 功能模拟方法	(90)
第二节 黑箱—灰箱—白箱方法	(93)
第三节 形式化、数量化、最优化的方法	(103)
第四章 控制论的应用与主要分支	(104)
第一节 工程控制论	(105)
第二节 生物控制论	(166)

第三节	社会、经济控制论	(183)
第四节	智能控制与人工智能	(213)
第五章	控制论的哲学与方法论问题	(232)
第一节	有关问题的历史回顾	(232)
第二节	控制论的研究对象与特点	(236)
第三节	人工智能中的哲学问题	(243)
第四节	控制论与社会	(259)
第五节	控制论与马克思主义哲学	(265)
第六节	控制论的方法论问题	(274)

第二篇 信息论、信息科学及其哲学问题

第六章	信息论的形成与产生	(277)
第七章	信息论的基本内容和提出的问题	(285)
第一节	信息概念与通信系统模型	(285)
第二节	信息量与负熵	(290)
第三节	信息论的基本问题与研究进展	(301)
第八章	从信息论到信息科学	(306)
第一节	信息科学的基本内容	(307)
第二节	信息科学的研究进展	(310)
第九章	信息论与信息科学的应用	(320)
第一节	信息论与控制论	(320)
第二节	信息论与分子生物学、医学	(323)
第三节	信息论与管理科学	(328)
第四节	信息科学与现代社会	(333)
第十章	信息论与信息科学中的哲学与方法论问题	(336)
第一节	信息概念与哲学范畴	(337)
第二节	信息的实质	(347)

第三节	信息与能量、物质的关系	(362)
第四节	信息与反映、意识、认识论	(368)
第五节	信息方法	(379)
第六节	信息论、信息科学中的方法论问题	(384)

第三篇 系统科学的基本概念与哲学、方法论问题

第十一章	系统工程与运筹学的形成与产生	(394)
第十二章	系统工程的基本概念与方法	(403)
第一节	系统概念及其特点	(403)
第二节	系统工程的基本概念	(406)
第三节	系统工程方法	(409)
第十三章	运筹学的主要分支与方法	(415)
第一节	运筹学方法的特点	(415)
第二节	运筹学研究的主要问题与分支	(416)
第十四章	一般系统论的形成与基本概念	(425)
第一节	一般系统论的形成	(425)
第二节	一般系统论的基本概念	(427)
第十五章	系统科学与系统方法	(439)
第一节	系统科学的涵义	(439)
第二节	热力学、信息熵与生命系统的进化	(443)
第三节	耗散结构理论、协同学与自组织系统理论	(457)
第四节	生物控制论、系统科学与还原论问题	(473)
第十六章	系统研究、系统科学的哲学与方法论问题	(482)
第一节	系统思想的发展	(482)
第二节	系统科学中的哲学与方法论问题	(494)
结束语		(512)

绪 论

本世纪的四十至五十年代，主要在第二次世界大战及其前后的期间，出现了一系列崭新的科学技术和有关的理论。这就是：电子计算机、控制论、信息论、系统工程、运筹学与一般系统论等等。其中除一般系统论来自理论生物学与哲学而偏重于理论方面以外，其余的都来自技术科学。它们彼此之间有着密切的内在联系，有着一些共同的特点。就其形成与产生来说，它们有着共同的历史背景和条件。就其以后的进展来说，它们各自向纵深发展而又相互渗透，在这个过程中形成了一系列新的边缘学科，对现代科学技术与社会的发展产生了重大而深远的影响。这些已经是公认的事实。

就我国的情况来说，在五十年代前后，这些学科已陆续被介绍过来，也开展了一些初步的研究工作。这主要与我国在六十年代前后研制原子弹、人造地球卫星与导弹等国防科研项目有关。党的十一届三中全会以来，随着我国社会主义现代化建设新局面的开创和发展，这类学科及其有关理论的研究日益受到重视，并得到前所未有的重大发展。

上述科学技术和有关的理论，主要是在技术科学领域中形成和发展起来的。从表面上看，它们与一些基础学科，特别是与本世纪以来的一些重大自然科学成果如相对论、量子力学等似乎很少内在的必然联系，至少不是由这类基础学科直接派生出来的。但是，对于这类技术科学的理论研究却是十分重要的。首先，技术科学与基础科学是紧密联系着的。这些技术科学的形成是以基础

科学的成果为理论前提的，其本身又具有与基础学科，特别是数学、物理学、生物学等密切相关的性质与特点。从这些技术科学的产生到现在，已逐步发展成为信息科学、系统科学与控制科学，这些新的科学本身就属于或具有基础学科的性质。其次，对这些技术科学和基础科学的理论研究还有另一个十分重要的方面，这就是必须进行有关的哲学与方法论问题的研究。当然，对任何科学技术都可以而且应该进行哲学与方法论的探讨。但我们在这里所提到的这些科学技术，由于它具有一些崭新的性质与特点，在它们形成与创建的过程中，就不能不涉及到对一些有关的哲学与方法论问题的探讨。在它们形成之后，就其内容与体系来说，又涉及到一系列的哲学与方法论问题。有的学科，如一般系统论，其本身甚至就已经具备了某些哲学的特性，表现了科学与哲学、方法论相互渗透这一值得注意的新趋势。

因此，这些本来是属于技术科学领域的科学技术，在国内外都日益受到科技工作者、哲学工作者、自然辩证法和科学哲学工作者以及其他人士的关注与重视，这决不是偶然的。

近年来，哲学界的同志们越来越感到需要了解现代科学技术的一些重大成果，以便探讨有关的哲学问题，进一步丰富和发展马克思主义哲学的某些基本原理。同时，科学技术界的同志们也感到在科学技术相互渗透的新形势下，必须扩大知识面，了解有关新兴学科的新进展，重视哲学与方法论在科学技术发展中的作用，以便更好地发挥专业特长，为四个现代化服务。在这种情况下，本书所涉及的内容无疑是为这些同志们所共同关心的，因为当前科学技术与社会生活的发展，是与信息、控制、系统这三个基本的概念及其学科的发展分不开的。本书试图大体按照历史发展的过程，将电子计算机、控制论、信息论、系统工程、运筹学、一般系统论等这一组有着内在联系的科学群，分别将其基本思想与基本概念作比较系统的论述，以便对这些学科本身有一个

比较确切而实际的了解，然后再就有关的哲学与方法论问题加以概略的评述。这两部分是相关的，后者是前者的必然引伸，弄清前者有助于了解后者。

上述这些学科与数学工具的使用是分不开的。为了使更多的读者能够阅读本书，我们采用兼顾的办法，对于每一学科的基本思想与基本概念，尽量做到直观引入，先用初等数学加以说明，然后给出较严格一些的数学描述，所用到的数学工具也只限于初等微积分、线性代数、初等概率论、简单的集合概念和数理逻辑中命题演算与谓词演算的基本知识，总的来说，没有超出工科大学生的数学水平。这是考虑到，即使是现在的哲学专业大学生也是不难达到这种水平的。对于一般的科技工作者来说，更不会有困难。

第一篇 控制论的基本概念与 哲学、方法论问题

第一章 控制论的形成与产生

第一节 控制论以前的自动装置与理论

1948年，美国数学家诺伯特·维纳（Norbert Wiener）发表了专著《控制论（或关于在动物和机器中控制和通讯的科学）》（《Cybernetics or control and communication in the animal and the machine》）。这是控制论的奠基性著作，它标志着这一新兴学科的诞生。

在现代科学分类的体系中，它是一门技术科学。它的形成和产生，是与现代社会生产的高度自动化水平密切相关的。正如恩格斯在1894年1月25日致符·博尔吉乌斯的信中所指出的：“社会一旦有技术上的需要，则这种需要就会比十所大学更能把科学推向前进。”^①一方面，现代社会的生产和管理对于高度自动化水平的需要决定了控制论在本世纪的四十到五十年代必然要形成和诞生；另一方面，它的形成和产生又对社会生产和社会发展产生了深远的影响，具有重大的理论意义和实践意义。

^① 《马克思恩格斯选集》第4卷，第505页。

什么是自动化？一般是指生产、管理和科研过程中，在没有人的直接干预下，通过一定的技术装置，按照预定的规则，就能达到预定的目标，从而提高效率的过程。与此相应，人的体力劳动或脑力劳动得到减轻。其中有关的技术装置，就是自动控制装置，简称为自动机器。

随着人类生产劳动的发展，生产工具的不断改进，到了一定的时期，具备了一定的条件，人们就会自觉或不自觉地把生产工具的改进与减轻人的体力劳动、甚至脑力劳动的要求联系起来，作为提高劳动生产率的一个重要因素。这涉及到人们的社会生产方面，也涉及到人们的社会生活方面。在这个意义上，人类对于自动化的要求可以追溯到很早的时期。

从现有的一些史料来看，我们的祖先早就发明和使用过一些简陋的自动装置。例如，很早以前，我国有人发明了能自动计时的“铜壶滴漏”装置。秦汉时期，我国已经有了用铜或铁制造的齿轮，所以在两千一百年前，西汉时期就有了指南车^①、记里鼓车^②。用现在的自动控制理论来分析，前者对水位的调节是一种参数恒定系统，后者是一种按扰动调节原理而构成的开环自动调节系统。东汉时期的著名科学家张衡（公元78—139年）发明了采用齿轮系统的天文仪器和自动播出每月日数的计时器。公元117年，他发明了“浑天仪”，这是一种模拟天体运动的自动装置。北宋哲宗元祐初年（公元1086—1089年），苏颂、韩公廉发明了水运仪象台，这是一种闭环自动调节系统。距今六百多年前，詹希元发明了与近代钟表相似的计时器。在西方，公元前三

① 刘仙洲：《中国机械工程发明史》第一编，科学出版社1962年版。

② 万百五：《我国古代自动装置的原理分析及其成就探讨》，《自动化学报》1963年第2期。

世纪，希腊人发明了与我国的“铜壶滴漏”属于一类的水钟。到公元九世纪，这种水钟又为阿剌伯人所改进，使之成为一种反馈装置。见图 1·1。公元前二世纪，古埃及亚历山大城的赫伦，

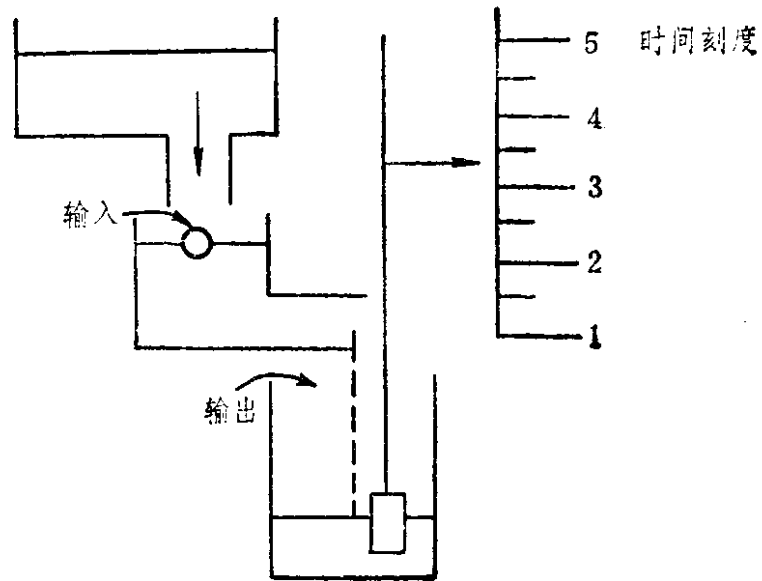


图1·1 水 钟

发明过用于祭酒的自动装置。他还描述过古希腊的戏院中有过一种机械的自动装置，不但能设置和改变舞台布景，开关戏院的门户，还能模仿人的某些动作。此外，古罗马人的家庭中安装过一种水管系统，与我们现在安装在卫生间内的水箱的水位控制系统属于同一种类型，它们都是按偏差进行补偿的反馈控制系统。

以上这些古代的例子，都是与社会生产、生活和科研活动有关的。除此以外，还能找到一些与人们的文娱生活以及与王公贵族的玩赏有关的例子。这一方面反映了人们对某些技术装置具有自动功能的好奇，另一方面反映了一些能工巧匠的技艺。据说，文艺复兴时期的达·芬奇为路易十二制造过供其玩赏的机器狮。十八世纪时，J·沃康松制造过能演奏二十个左右简单曲子的吹长笛“人”，还制造过机器鸭。稍后，瑞士的钟表匠德罗父子制造

过模仿人的抄写者与“女音乐家”^①。我们不妨把这些看作是一种最简陋的“机器人”。

上述的自动装置都是些比较简陋的设备。真正对于现代的控制论和控制论机器的产生有前驱作用的理论与技术装置，严格说来，是随着资本主义社会的形成和发展而出现的。根据马克思在《资本论》中对资本主义生产方式形成的历史分析，资本主义经历了简单协作、工场手工业和机器大生产三个时期。在这个过程中，特别是在第三个时期中，随着生产工具的改进与变革，自动装置也取得了相应的进展。在封建社会后期与资本主义的早期，最有代表性的自动装置就是钟表和磨。马克思在1863年1月28日给恩格斯的信中写道：“从十六世纪到十八世纪中叶，即工场手工业从手工业一直发展到真正的大工业的时期，在工场手工业内部为机器工业作好准备的有两种物质基础，即钟表和磨。……钟表是第一个应用于实际目的自动机器”。^②它对人们的生产管理和生活都有重要的作用。就磨来说，无论在我国或在外国，从封建社会到资本主义社会初期，已经由人力手推磨改进为风力或水力磨。动力的改进，带来了如何控制进磨口的粮食流量以保持磨出的面的质量的问题。这样，早在十六世纪甚至更早一些的时候就发明了装在磨上的震动器(见图1·2)。当时的一位军事工程师拉梅里

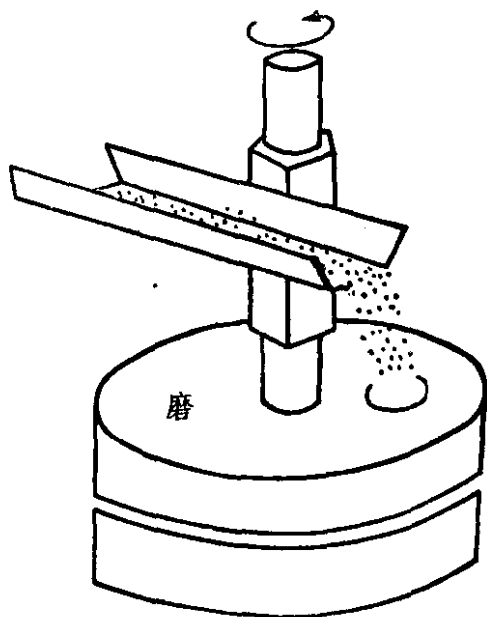


图1·2 震动器

① Н·И·茹科夫：《控制论的哲学原理》，上海译文出版社版，第24—25页。

② 《马克思恩格斯书信选集》，人民出版社版，第145页。

(Ramelly) 在1588年出版的著作中曾记载了这种使磨盘转速维持恒定的装置^①。当磨盘转快时，其接合稜也转得快，送进磨口的谷粒增多，负荷、摩擦力加大，磨的转速减慢；当谷粒硬度较大时，磨擦力大，磨的转速也减慢。当磨的转速减慢，送进磨口的谷粒减少，磨擦力减弱，磨的转速又会加快。这种循环往复的自动调节，使磨的转速比较稳定从而使产品质量保持一定水平。

在近代科学技术史上，具有重大意义的一种比较典型的自动装置，是瓦特 (James Watt) 在1787年发明的安装在蒸气机上的离心式调节器。在这之前，已经有人发明了用蒸气推动活塞的机器，但是蒸气的进气与排气都是手工操纵和控制的，其劳动强度大，效率低，实用价值小。瓦特的这一发明解决了这个问题，使蒸气机成为一种有效的动力机器，它的推广和使用对于产业革命起了重大的促进作用。这种机器利用的是离心力作用原理。在图.3所示的蒸气机轴上，当负荷增加时，转速减慢，离心式机构的角速度减小，摆锤下降，套筒M下降而通过调节机构抬高供汽管上的闸板，进气增加，使蒸气机转速加快。通过加大或减少进

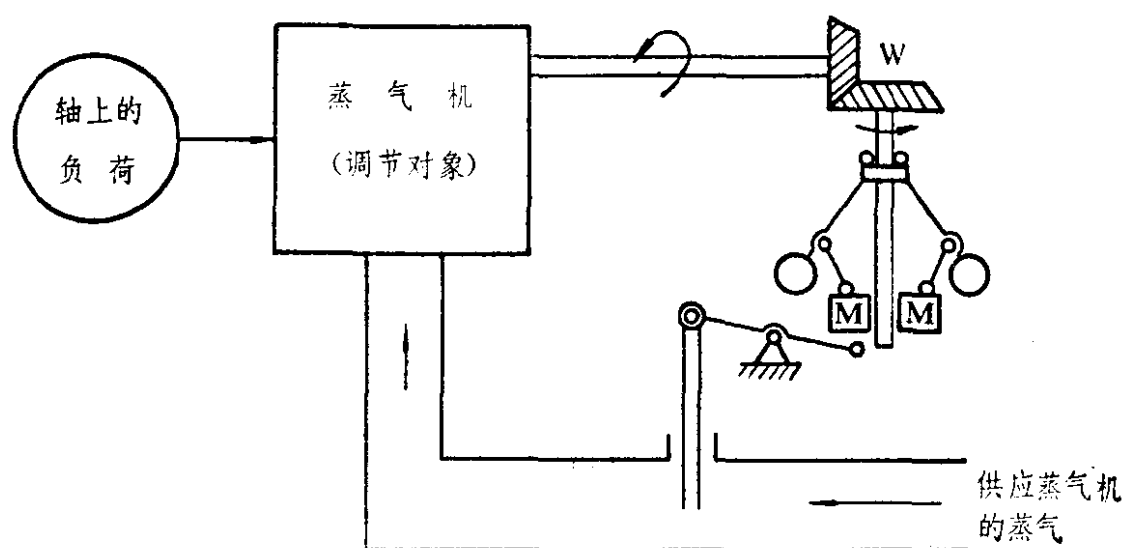


图1·3 蒸气机轴转速的离心式调节器

① Ramelly: 《Diverse artificial machine》, 1588年。