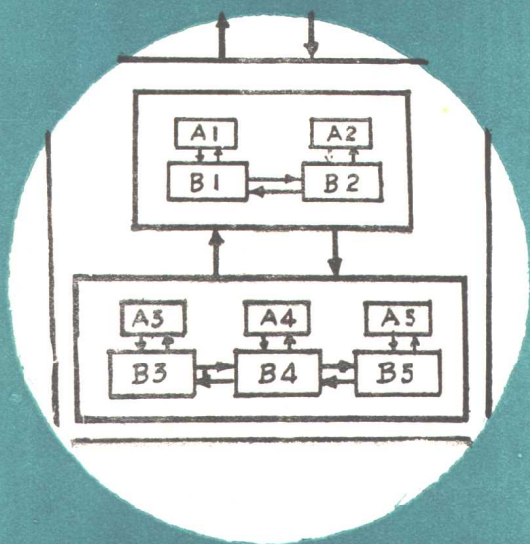




控制论 与 数学训练

控制论与教学训练

(资料选编)

吴志超 选编

北京体育学院

编辑：吴 志 超
印刷：北京体院印刷厂
发行：北京体院发行科

定价：1.00元

编辑说明

当代科学发展的一个显著特点是不同学科的相互渗透，促使一些边缘学科迅速发展起来，其中最突出的是控制论、系统论和信息论。普通系统论和控制论被科学界认为是具有超学科意义的科学，它们的出现是继量子力学和相对论之后，又一次彻底地改变了世界的科学图景和当代科学家的思维方式。控制论如果从第一部著作——N·维纳《控制论》一九四八年出版算起，到现在不过三十几年，可是它几乎在各个科学领域中都受到了重视，并发挥着作用。六十年代以来，国外把它引进教育和体育领域，也取得了成就。近年来也引起了我国教育和体育理论工作者和教师、教练员的注意。我院师生中也有一些同志在进行学习和探讨。

为了适应我院教学和科研的需要，我们从近年来发表的一些与教育、体育有关的控制论、系统论、信息论的资料中，选择了一部分，加上我院教师编写和翻译的一些资料，汇编成集，以供参考。这些资料主要是教育控制论和体育控制论两个方面，其重点是教学和训练，而程序教学又占了一定的地位。自六十年代以后，程序教学已经成为在教学领域中运用控制论的一种重要形式。在国外，尤其在苏联它不仅被广泛地应用于一般理论课程的教学，而且在体育教学训练中也受到重视，发表了不少论著。本集所选入的体育教学训练方

面的译文大多是从苏联七十年代中后期发表的专著中摘译的，也是国内从未介绍过的。信息是控制论的重要概念，对它的理解，目前学术上尚有争论，本集有几篇谈到了这点，可以帮助学习者了解这方面的情况。为了满足初学者的需要，本集也选入了部分一般性资料。所选资料，凡公开发表的，均为原文，内部资料个别地方作了文字加工。

这本资料是在我院领导的关怀和支持下选编的，在选编过程中，院科研处和“三论”学习、研究组的同志们给了大力帮助。由于这方面的资料，特别是与教育、体育有关的资料本来就有限，又加上选编者的水平所限，因而错误在所难免，请读者批评指正。

编者 1981年3月

目 录

普通系统论和控制论的出现改变了世界科学图景	
.....H. И. 茹可夫	(1)
控制论的基本概念	涂序彦等 (8)
控制论的产生与发展	(8)
控制系统	(13)
信息	(17)
信息论的发展和意义	王鼎昌 (22)
信息概念的演变	(22)
信息论的否定之否定	(24)
不定性与信息	(27)
信息与控制论系统	(29)
信息与能量	(31)
信息与遗传	(33)
信息与智能	(35)
试论教育反馈信息的作用	蔡庆参 (38)
教育反馈信息的基本作用	(39)
教育管理过程中的反馈信息	(42)
教学过程中的反馈信息	(47)
教育规划与教学效率	王 (S. L. Wang) (52)
一、教育的经济与规划	(52)

二、教育的微观规划·····	(54)
三、结论·····	(63)
教学控制论·····	李诚忠 (66)
一、教学系统·····	(68)
二、教学的信息传递·····	(76)
三、教学系统的调控·····	(81)
试谈教学控制论·····	吴志超 (91)
一、控制论与认识论和教学论·····	(92)
二、信息传递过程与教学过程·····	(96)
三、控制论的教学与传统的教学·····	(99)
浅谈控制论与体操训练·····	薄云霄 (104)
一、体操训练是一个结构复杂, 多输入、多 输出的开放系统·····	(106)
二、建立训练模型的意义·····	(108)
三、黑箱理论的运用·····	(111)
四、随机控制的作用与弊病·····	(113)
五、对应控制·····	(115)
六、综合辩证控制·····	(116)
七、反馈控制在体操训练过程中具有广泛使 用价值·····	(116)
八、最佳控制是实现体操训练现代化、科学 化的重要标志·····	(119)
电子模拟信息在跨栏技术教学中的应用 ·····	贾冰怀 顾刚臣 (122)
苏联体育学院人体解剖学程序教学·····之	超译编 (133)
人体解剖学程序教材的编制·····	(134)

穿孔问题表及其用法	(137)
考试机及其使用方法	(141)
程序教学与运动训练	
..... C. B. 马林诺夫斯基	(149)
一、程序教学的理论基础	(149)
二、无机器的程序教学方法	(174)
身体练习教学程序	
..... B. B. 佩特罗夫斯基	(197)
运动员的身体状态及其评定	
..... A. A. 古扎洛夫斯基	(205)
高级运动员的训练组织和控制	
..... B. B. 佩特罗夫斯基	(210)
一、训练的组织	(210)
二、对运动员训练系统的控制	(221)
三、行政领导、教练员、医生和科学工作者在 训练过程中的作用	(224)
四、运动员和教练员	(226)
模糊数学理论在体育中的应用	赵之心 徐永春(231)
一、模糊数学的基本概念	(232)
二、模糊相关的计算方法	(233)
三、实际应用的例子	(237)
附：参考文献索引	(245)

普通系统论和控制论的出现

改变了世界科学图景

〔苏〕 H. H. 茹可夫

人类总是力图创造一幅世界的科学图景，力图使自己关于周围现实的概念系统化。当然，随着科学和实践的发展，世界的这幅图景，曾经不断改变、不断明确并得到修正。

恩格斯在上世纪后半叶所创立的，关于物质的基本运动形式及其相互联系和从属关系的学说，对于人类有关周围现实的概念的系统化，有着特别重大的意义和作用。这一学说立刻使世界图景获得了明显的系统性和明确性。依照恩格斯的观点，世界上有五种基本的物质运动形式，即机械的、化学的、物理的、生物的和社会的运动形式。这五种运动形式，都是相应的物质承担者所特有的，并且这些运动形式都有某些特定的规律。同时，每一种高级的物质运动形式，都必须以全部低级物质运动形式为前提，然而，高级的物质运动形式，并不能归结为低级的物质运动形式。

我们认为，世界科学图景，并不以科学体系为限，而是包含着有价值的公理成份。由于人类洞悉了原子内部，并且揭开了基本粒子世界，所以二十世纪初期的一般世界科学图景，大大的复杂化了。出现了研究微观世界的亚原子物理

学。与此同时，由于更加广泛地运用技术手段，所以也就扩大了人类对宇宙的认识。这样，人的智慧就更加深刻地洞察了微观世界和宏观世界。量子力学和相对论的出现，暴露出了我们根据牛顿力学所得出的宏观概念的缺陷，也暴露出了与那些受到空间和时间严格限制的宏观对象有关的正常看法的缺陷，因而大大地改变了世界科学图景。

列宁在说明这个时期的物理学发展的性质的时候写道：在十九世纪末——二十世纪初的自然科学革命的影响下，“改变了唯物主义的形式”，改变了自然科学的世界图景（参见：《列宁选集》第2卷第231页——233页）。对本世纪初物理学的最新材料进行哲学总结，并阐明自然科学进一步发展的主要趋势，这正是列宁的功绩。列宁从马克思主义哲学基本原理出发，得出了物质是无穷尽的和人对物质的认识过程是无止境的结论。

二十世纪中期的科学技术革命，为再一次根本改变世界的科学图景，提供了可能性。这一时期出现了两门十分特殊的、具有超学科意义的科学——普通系统论和理论控制论。这两门科学在现代科学中，正在发挥日益重大的作用。

※ ※ ※ ※

普通系统论这门知识，终于阐明了科学中早已人所共知的现象，即所谓整体性的理论。这种现象就是：系统客体（但并不是象一堆石头那样的东西）所具有的性质，是它的各个部分和各种要素所没有的。例如：原子的性质，就是组成原子的基本粒子所没有的。

系统的性质的这种整体性（非加和性），是由其结构决定的，即由系统的要素的相互作用方式和联系方式决定的。系

统的这些要素有着强有力的内部联系，以致使系统保持了自身的质的规定性。因此普通系统论及其主要范畴——系统、要素、结构、整体性、组织——有助于认清系统物的性质的整体性。因为普通系统论能够提供特有的方法论（系统性，确切些说是系统——结构的）前提。这种方法论前提，能够科学地阐明并认清系统物所具有的，不同于非系统物的特点。尽管这种前提在生物学、社会学和技术科学领域是不充分的，但它却具有一定的启发意义。顺便说说，这种立场还非常符合不能把物质的高级运动形式，归结为物质的低级运动形式这个原理。可以说，恩格斯关于物质的基本运动形式的学说，正是现代物质实际的结构论和整个普通系统论的基础。

现代结构论认为，我们的周围世界所存在的各种水平的结构，从基本粒子到宇宙，都有各自的相互作用方式和各自的规律。同时，每一个更高级的结构水平，都应当被看作是发展着的现实所完成的特定的质的飞跃和连续的中断。因此我们说，任何化合物的分子的性质，都不是组成该分子的原子的性质的总和；细胞的性质，也不能归结为细胞器的性质，等等。固然，我们所考察的物质的主要结构水平和相应的主要物质运动形式，仍然是恩格斯时代那么些，然而，其中很多结构水平，今天正被进一步分成几种非主要的结构水平，和相应的非主要的相互作用方式及运动形式。例如：物质的生物运动形态，目前习惯上至少要分成具有各自的特点和非主要的物质运动形式的七种结构水平——亚细胞、细胞、器官、机体、群体一种、生物群落、生物层。在这几种结构水平中的每一种中，都有三类规律在最密切的相互联系中发挥它们的作用。这三类规律就是：普遍规律（辩证法规律）、生

物学规律和各该结构水平所独有的规律。

最重要的是：现代科学广泛运用的系统方法（它与历史方法是统一的）是符合唯物辩证法的精神的，并且事实上早已为马克思列宁主义经典作家所采用。例如，在科学的社会学领域中，社会经济形态，就是被当作按照客观历史规律发展着的系统的、完整的事物来研究的。

※ ※ ※ ※

理论控制论是又一门具有超学科意义的科学，这门科学也是二十世纪后半叶出现的。就所研究的客体的范围讲，它要比普通系统论狭窄得多，因为它仅仅与控制论系统有关。控制论的对象是所谓组织界（有机生命、社会和技术领域）的信息和控制过程。组织界中的一切系统，都具有适当的秩序和特别的组织，从而保证这些系统能够进行合乎目的（就其性质来说）的活动。理论控制论的客体是功能系统，它是一切控制系统的活动性方面。控制系统有四个组成部分——操作系统、受控客体、直接耦合和反馈两种通道。“功能系统”这个概念，是控制论的出发点和基础，因此控制论常常被称作功能系统论。而功能特性则是与意识相似，但又不同于意识的控制论系统的唯一特性。功能性表现在三个互相补充的过程之中——信息、控制和反馈。

控制论为现代科学提供了什么？控制论产生的必要性在哪里，它的特点是什么？它是怎样在改变着世界的科学图景的？

第一部控制论装置，是在控制论的奠基人N.维纳领导下，为满足英国和美国的防空需要而设计出来的。建造这种防空系统的目的，是为了通过迅速算出截击工具的飞行轨

道，及其下一步为到达目标所要去的方向的办法，使截获飞行目标的过程自动化。而计算过程的自动化（嗣后则是最简单的逻辑程序的自动化），又是技术和生产发展的必然结果。这是因为，人在过程稍纵即逝的情况下，是不能有效地控制这些过程的。但是电子计算机只不过是控制论的技术基础，而控制论本身则绝不仅仅是技术科学和数学的总和。技术科学和数学被用来使脑力劳动“自动化”和创造“人工智能”。理论控制论则是一门关于控制过程和信息过程的科学，其核心是研究和阐明组织界系统的一种功能方法。科学之中早就要求有一种可以解决某些困难问题和内容广泛的问题的新的理论方法，这就说明了产生控制论的必然性。在上述问题中，意义最大的问题，是关于有机生命起源和本质问题，以及广义的精神问题。在生物控制论出现以前，这两个问题尚未得到令人信服的逻辑论证。控制论方法能够对上述问题，作出比较深刻的阐释（详见H.И. 茹可夫的《控制论的哲学原理》第二章。明斯克出版，1976年）。

恩格斯在创立物质运动形式学说的时候，就已经提出了关于不能把生物过程归结为物理—化学过程的论点，并对机械论进行了全面的批判。他指出：有机生命的产生过程，是一种特殊类型的质的飞跃。生物控制论正在揭示，不能把生物过程归结为物理—化学过程的原因。原来，全部问题就在于，非生物界是不存在信息调节过程的。信息调节过程，决定于细胞器（核糖体、细胞膜、细胞核等）的有目的有序结构。细胞的每一种细胞器，都在完成自己的功能。换言之，地球上生命的产生，就意味着出现了最初的、自然产生的控制论系统。目前，并不是一般地把生命的本质

看成是新陈代谢，而是把它看作新陈代谢的信息—调节过程的特性。控制论不仅能够更充分地批判，把生物现象归结为物理—化学现象的简化主义，而且能够证据确凿地批判，把生物的特性看作某种特殊的“生命力”和“活力”的活力论。

生物控制论对于更加深刻地解释精神的发源和本质问题，具有很大的意义。人脑中进行的心理过程的精神性（非物质性）问题，早已得到了论证。然而，关于动物心理的本性问题，却仍然是悬而未决的问题。既然形象和计划（生物目的），充当着高等动物的行为调节者的角色，并且是非物质性的，那么理论控制论就可以非常令人信服地论证，反映的心理形式产生的必然性。显然，比如猫在见到老鼠的时候，脑子里所产生的心理活动方式，应当是（也确实是）非物质的。因为这种心理方式，正是猫在追赶老鼠时矫正行为的根据。在这个心理方式中没有一点老鼠的东西，同时，应当完全排除猫脑子的物质性的神经过程。换言之，猫脑中所产生的有关老鼠的心理现象，就其来源和内容而言，是与被反映的客体（老鼠）一致的，而不是同猫的大脑神经模型相一致的。脑的神经模型是心理现象的物质基础。反映和调节的心理形式，才是生物界最有效的东西，因为它在达到日常的生物目的过程中，可以在具体情况下调节动物的行为。例如，我们认为，动物心理过程的精神性及其产生的必要性，第一次借助于控制论而得到了合乎逻辑的论证。

然而，问题不仅仅在于更深刻地解释上面谈到的两个问题。如果说从前，即二十世纪后半叶之前，对客体的研究主要是限于它们的基质方面（物质构成方面）、结构和动力学过程方面；那么控制论产生以后，对组织界系统的功能活动方

面（其中包括行为）和信息调节方面，也开始进行研究。总之是注意到了整个的控制论方法。这就导致了世界科学图景的改变，引起了思维方式的改变，并且正在引起对实际现象的程序方面的注意，正在促进科学（尤其是自然科学）的进一步辩证化。

因此，现代科学实际上并不象二十世纪中期时那样，是“双层的”，而是“三层的”。它的第一“层”，也就是最基本的一“层”，是由两个抽象的、其功能截然不同的知识领域构成的，这就是马克思主义哲学和数学。另一“层”，是所有部门科学（物理、化学、生物学等等）的总和。这些部门科学，研究的是在物质或物质片断的某一基本运动形式范围内的客体，及其相互作用方式。而在这两层中间，则形成了科学知识的第三“层”，这就是两个具有超学科意义的知识领域：普通系统论和理论控制论。这两门科学的地位，使它们具有局部的方法论意义，并且正在促进现代科学知识的整体化和社会科学、自然科学及技术科学之间相互联系的加强。

总之，如果说十九世纪给我们提供了非亚里士多德逻辑学和非欧几里德几何学，二十世纪上半叶给我们提供了量子力学和相对论，那么二十世纪后半叶，则是普通系统论和理论控制论。它们都彻底地改变了世界的科学图景和当代科学家的思维方式。

（原载苏联《哲学科学》杂志1978年第3期，李树柏译）

控制论的基本概念

控制论的产生与发展

“控制”这个术语并不是很少见的，大家在谈话中也常用到，它包含有：调节、操纵、管理、指挥的意思。但是，“控制论”却是一门重要的现代科学，它研究各种控制系统的共同规律与方法，既包括自动机器，也涉及生物机体中的控制问题。

科学研究的区分，就是根据科学对象所具有的特殊矛盾性。由于研究对象不同，自然科学划分成许多学科，原先，自动机器，如自动调节器、电子计算机、雷达等，是由自动学、计算技术、电子学、通讯工程等学科研究的。而生物机体中的生理、病理调节过程，是由生理学、病理学、内分泌学等学科研究的。两者各不相关、互不通气，好象在工程技术与生物科学之间有一条不可逾越的鸿沟。

随着生产的发展与军事上的需要，工程与生物领域逐渐相互渗透，提出了搭起“桥梁”，跨越鸿沟的要求。

为了实现生产过程自动化，例如，由热水温度的人工控制(如图1-1所示)，改为“自动控制”(如图1-2所示)，就要了解人是怎样控制温度的，也要研究如何用自动温度测量装置、自动调节器、控制阀等，以便去模仿或代替人用眼、

脑、手控制热水温度的功能。

即使采用了自动机器，有不少场合还是离不开人。比如，飞机、舰艇、车船等需要驾驶员，高射炮有炮手，雷达有操作员，电站、车站、码头、机场等需要调度与管理人員。这里，人和机器组成了所谓“人——机”系统。

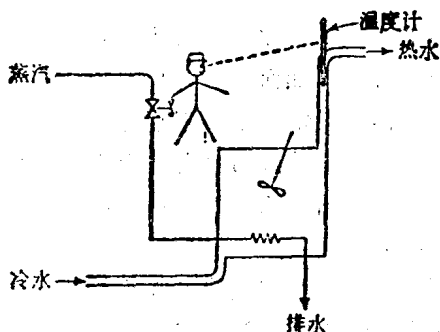


图 1-1 热水温度的人工控制

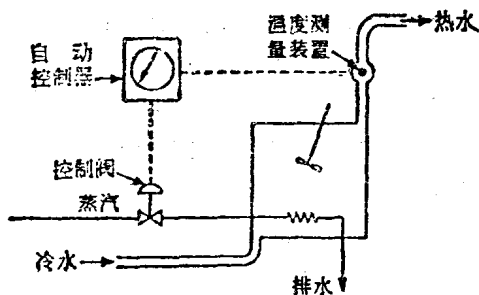


图 1-2 热水温度的自动控制