

再谈系统科学的体系

钱 学 森

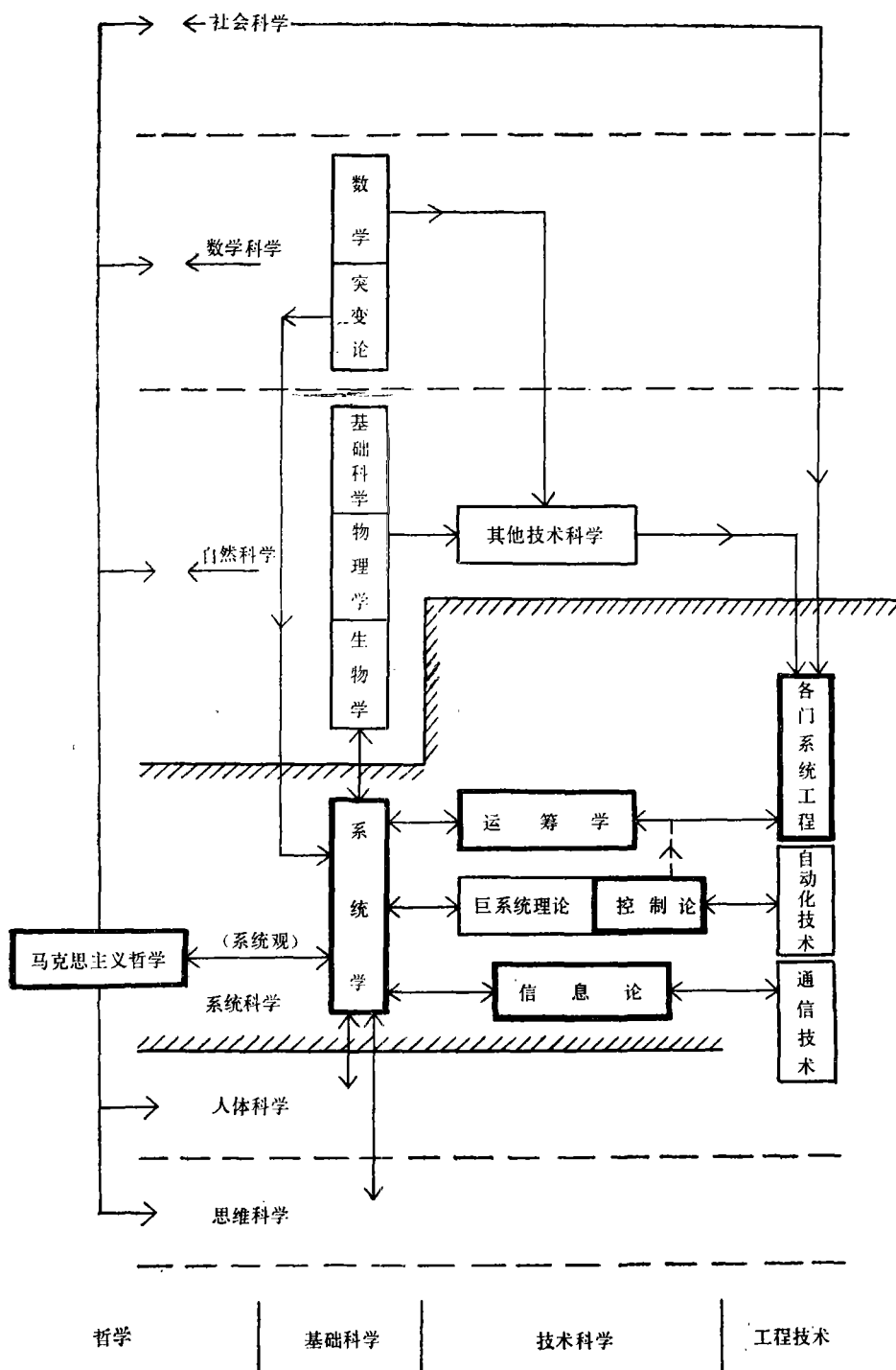
(一)

在以前的两篇文字^[1,2]中,我谈到系统科学的体系和系统科学的基础理论,系统学的建立。在第二篇中我讲了为了建立系统学只从工程技术的各门系统工程和其技术科学的运筹学、以及控制论去提炼还不够,还必须打开视野,要吸收 L. von. Bertalanffy 的一般系统论、理论生物学, I. Prigogine 及其学派的远离热力学平衡态的耗散结构理论,特别是 H.Haken 的协合学理论。

在这里我想补充两项在我看来是很有意义的研究。首先是 H.Fröhlich 等人于一九六七年开始的工作,其综述见栉田孝司的文章^[3]。Fröhlich 认为 Haken 的激光器理论也可以用于生命现象,因为活体中存在着纵型电振动分支,通过代谢给它供应能量,当能量超过某一阈值时,形成强激励下的单模相干振动,出现长距离的相位相关。这正是活体具有极惊人的有序性的解释。他们并且从细胞膜的厚度和声波传播速度得出这种振动频率大约为 $10^{11} \sim 10^{12}$ 赫。又因活体细胞膜上存在着由于膜两侧钠离子和钾离子的浓度差异,而引起的 10^5 伏/厘米的电场强度,振动必然发生相应的电磁波。根据以上频率,电磁波应是毫米波。A. Z. Smolyanskaya 和 R. L. Vilenskaya^[4]正是用毫米波照射大肠杆菌,发现大肠杆菌在合成菌素的活性与波长密切相关,有共振现象,在共振宽度仅 10^8 赫左右,出现活性高峰。Fröhlich^[5]也和 W. Grundler 和 F. Keilmann 一起,用毫米波辐照酵母菌,发现生长速度也出现共振峰,共振宽度才 10^7 赫左右。这些试验证实了 Fröhlich 的设想,把协合学理论直接运用于细胞繁殖现象了。

其次我要介绍的是一项更为深入而广泛的工作, M. Eigen 和 P. Schuster 的“超循环”(Hypercycle) 理论^[6], 这是直接建立生命现象的数学模型。他们观察到生命现象都包含许多由酶的催化作用所推动的各种循环所组成,而基层的循环又组成更高一层次的环,即“超循环”,也可以出现再高层次的超循环。超循环中可以出现生命现象所据为特征的新陈代谢、繁殖和遗传变异。Eigen 等的贡献在于他们把控制论中的巨系统理论具体化到生命现象,提出了结构模型,并且通过实例,生物遗传信息的传递过程,验证了他们的模型可以复现生命现象的特征,为达尔文的进化论,即生命在生存环境中的演化,提供了科学的理论基础。

Fröhlich 的工作、Eigen 的工作以及还有其他工作都和 von · Bertalanffy, Prigogine 和 Haken 的工作一样,都是自然科学和数学科学的研究为系统科学的基础科学——系统学,提供了重要的构筑材料。



系统科学的体系

(二)

以前我也讲过为系统学提供构筑材料的还有各门系统工程的理论、运筹学,以及自动化技术的理论、控制论,特别是巨系统理论。但在组织一个大系统的过程中,系统内部的信息传递是个非常重要的问题,信息的准确程度对整个系统的功能关系极大。这个问题的理论是又一门现代科学、信息论,它是由现代通信技术的发展需要,在四十年代建立起来的。所以来自工程技术的构筑系统学的材料有运筹学、控制论和信息论的内容。这再加上前一节所讲的来自自然科学和数学科学(特别是突变论)的构筑材料,建立起系统学的工作就提到研究计划上来了。我们应该立即开始这项工作。

系统学的建立也会有助于明确系统的概念,即系统观。国外有些人,如А.И.Уемов^[1],称作为“一般系统论”的实际是我们这里的系统观。系统观将充实科学技术的方法论,并为马克思主义哲学的深化和发展提供素材。这也就是说人的社会实践汇总、提炼到系统科学的基础科学——系统学,又从系统学通过一座桥梁——系统观,达到人类知识的最高概括——马克思主义哲学。所以系统科学的体系可以表达如图那样,分工程技术、技术科学、基础科学和哲学四个台阶。

我以前^[8]也曾提出控制论的发展,除了工程控制论之外,又有生物控制论、经济控制论和社会控制论,从而提出一种设想:“能不能更集中研究‘控制’的共性问题,从而把控制论提高到真正的一门基础科学呢?能不能把工程控制论、生物控制论、经济控制论、社会控制论等等作为是由这门基础科学理论控制论派生出来的技术科学呢?”现在经过两年的时间,回答是肯定的,这门基础科学就是我们讲的系统学。

系统科学体系的成立也必将影响其他现代科学技术的发展。它与现代科学技术的另两个大部门——人体科学和思维科学的关系前文^[3]已经讲到。它当然也将反过来促进比较早建立的科学技术部门,如自然科学和社会科学。例如贝时璋^[9]把“细胞重建”作为细胞繁殖中不同于细胞分裂的又一个途径,要阐明细胞重建的机制就需要系统学。所以系统学的建立和研究是现代科学技术进一步发展中的一个重点。

参 考 文 献

- [1] 钱学森,《大力发展系统工程,尽早建立系统科学体系》,《光明日报》,1979.11.10,2版
- [2] 钱学森,《系统科学、思维科学和人体科学》,《自然杂志》,1981年1期,3~9页
- [3] 栉田孝司,レーザ—研究,1979年(7卷)3期,241~250页,译文见《国外激光》,1980年9期,1~7页
- [4] A. Z. Smolyanskaya, R. L. Vilenskaya, Soviet Phys. Uspekhi, 16(1974)571
- [5] W. Grundler, F. Keilmann, H. Fröhlich, Phys. Letters 62A(1977), 463
W. Grundler, F. Keilmann, H. Fröhlich, Z. Naturforsch. 33C(1978), 15
- [6] M. Eigen, P. Schuster, Naturwissenschaften, 64(1977)541, 65(1978)7, 65(1978)341
- [7] А. И. Уемов, 原作见Природа, 11, 1975; 译文见《世界科学(译刊)》, 12, 44, 1980
- [8] 钱学森,《现代化、技术革命与控制论》,《工程控制论》(修订版,序),上册,科学出版社,1980
- [9] 石珀,《细胞重建》,《北京科技报》,1980.12.5,3版