

## 对理解的理解： 介绍海因茨·冯·福尔斯特及二阶事理学学派

2005年5月18日，应大连理工大学管理学院知识科学与知识管理研究中心主任、中国工程院院士王众托教授的邀请，胡继旋博士在该校做了一个对已故世的美国事理学泰斗海因茨·冯·福尔斯特（Heinz von Foerster）的介绍讲座。本文由杜文君根据该次讲座的录音整理而成，并经过了胡博士的审阅。

首先是非常感谢王院士的邀请，使我能够有机会在这里和大家进行交流。在来大连之前，王院士给我出的题目是“知识、系统、和创新”，让我围绕这些主题词和大家做些交流。要把这三个词和我自己的工作与思考联系起来与大家进行交流的话，我觉得需要首先把我的老师的东西先给大家做个介绍，因为有关这方面的内容在目前的国内学术界基本还是一个空白。所以今天的介绍主要分为三个部分：1）、事理学（控制论，Cybernetics）发展史上的大事，介绍该学科起源与发展较为完整的概貌；2）、介绍二阶事理学的学科带头人海因茨·冯·福尔斯特（Heinz Von Foerster）的学术生涯；3）、海因茨·冯·福尔斯特的突破性贡献。他一生有300多篇论文，在这里我的时间有限，只能介绍他的一个主要的思想。

### 1. 事理学（控制论，Cybernetics）发展史上的大事

事理学发展史上的155件大事（见附录），基本上是我们国内目前还不太清楚的，主要包括了美国和西方的历史大事件，是从西方的角度来排列的。这其中没有包括我们国内的，尤其是上世纪70年代末、80年代初，国内系统科学界做的各式各样的一些很精彩的工作，包括王院士在其中也起到了很大的主导作用。这些大家很熟悉的工作都没有在这张表内。这是根据美国事理学学会的官方文件来编辑的。这其中和我们中国有关的只有5件。第一件就是钱学森在1954年的《工程控制论》的发表，另外4件和我有关，在文件的最后部分。

本次讲座总的目的是希望引发国内学者同仁对这一发展脉络的关注。这里脉络的意思是指，这个学科自1943年起源以来就一直在两条线索上交叉发展。一条是大家非常熟悉的在工程系统当中的反馈控制机制。随着钱学森先生的《工程控制论》的引入，还有后面的国内系统科学界的大量工作，基本都围绕着这条线索在发展。可是在1943年在这个学科奠基的时候，还有另外一篇论文发表，宣布了另外一条脉络。这个脉络是围绕着我们人的大脑是怎样工作的来展开。这一条脉络，由于历史的原因一直没有介绍到国内来。我们今天讲的就是后面这一条脉络。

大家可以想像一下 DNA 双螺旋的图像，两条线相互缠绕发展。实际上，学科的原貌是由两条线相互缠绕发展的。我的感觉，国内在这学科上，对一条线是非常的熟悉，而且发展很丰富；而对另一条基本还是一个空白。

- 为什么译为“控制论”是以偏概全？

把 Cybernetic 翻译成事理学，能够更全面地反映这个学科的内涵。同时这也是钱学森老先生的意思。他在某个时期讲话的时候曾经提到，这套科学用事理学翻译，和物理对应起来，可以更好反映这个学科。

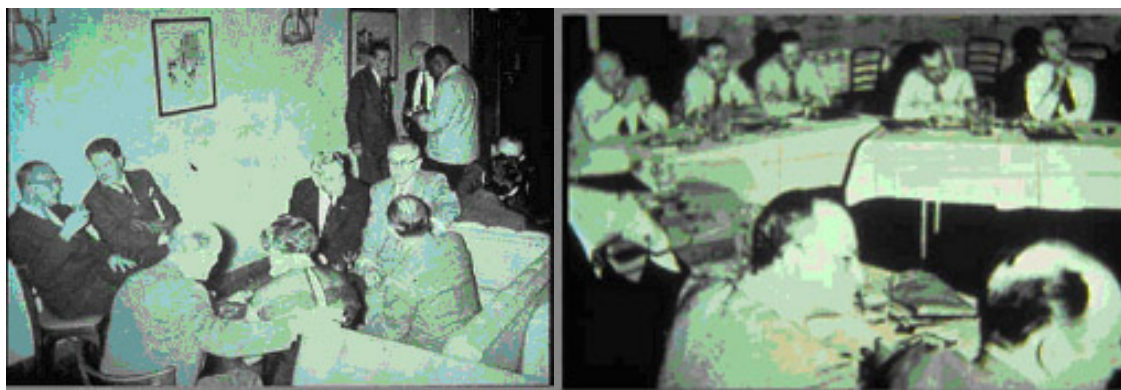
这里为大家介绍一本书，Steve Heims 的 *Cybernetic Group*。这是他在 90 年代初写的一个回忆录。他在书里提到了 20 多个人的故事。我这里会对其中的一些人做简单的介绍。

1940 年代，在纽约、芝加哥、波士顿地区，活跃着一批跨学科的科学家的科学家，来自大概 14 个不同的专业，在一个人的安排和鼓励下，聚集在一起，后来被称为 Cybernetic Group。其中有些人我们国内可能听到过，也熟悉。我这里提其中的十位：贝特森（Gregory Bateson），这是著名的人类学家，同时也是控制论创始的鼻祖之一；毕格罗（Julian H. Bigelow），看过维纳书的朋友会知道，他是维纳的一个重要合作者；冯福尔斯特（Heins von Forster），这是我们今天要介绍的；史密斯（Frank Fremont-Smith），控制论发展历史上著名的梅西会议的赞助方——梅西基金会的代表，也是知名的科学家；麦卡洛赫（Warren S. McCulloch），这是真正的控制论之父，控制论的圣诞老人，因为他自己就有一把像圣诞老人那样的大胡子，他是跨学科思想风暴的组织者；米德（Margaret Mead），这是人类学发展史上一位重要的女士，也是贝特森的第四任太太；冯诺依曼（John von Neumann），经济学博弈论的创始人；匹兹（Walter Pitts），数学家，是 Maculloch 的主要合作者，1943 年他们发表的论文，是控制论开创性的工作；罗森布鲁（Arturo Rosenblueth），维纳的重要合作者；还有就是大家都已经熟知的维纳（Norbert Wiener）。

1943 年是由两篇论文启动了 this 学科。第一篇文章是《行为、目的和目的论》（*Bahavior, Purpose And Teleology*），罗森布鲁第一作者，维纳第二作者，必格罗第三作者。这篇文章在维纳成书之前第一次提出了后面发展成为一个大学科的一个观念。第二篇文章也是 1943 年发表的，作者是麦卡洛赫和匹兹，文章的名字是《神经活动过程中的一个概念形成的运算逻辑》（*A Logical Calculus Of The Ideas Immanent In Nervous Activity*），就是脑子里想问题出现观念的时候出现的一个运算逻辑。这是很早起的工作。

梅西会议最早的名字叫 circular causal and feedback mechanisms in biological and social systems。这个名字非常长。冯福尔斯特在 1953 年的第十次会议上提议将整个会议叫 *Cybernetics*。这里有一个小故事。冯福尔斯特 1949 年到美国，当时只有 200-300 个英文单词。他是讲德文的，英文讲不清楚。但是他当时参加了梅西会议。会议上的这些科学家就说，哎呀，你的思想很精彩，可是你的英文太臭了。为了帮助你提高你的英文，我们现在一致决定把编辑会议纪要和论文集的任务就交给你，让你

用这个机会去学英文。他当时很吃惊，觉得这是不可能的。后来转念一想，既然你们都敢这么交给我的话，我干嘛不试试看呢？试试看的结果，就是5卷的论文集。当时，因为他的英文很不好，这么长的会议名字他根本就说不出来，所以他提议，干脆就叫 *cybernetics* 好了。大家一致鼓掌，说，好，就这样。这个时候，维纳站起来了。他的书 *Cybernetics* 是在1948年出来的，而这次会议是在1949年。所以，维纳非常感动，大家接受了他用的这个词来做学科的命名。他站起来，走到外面，擦擦眼镜，非常激动。这就是学科名称的由来。

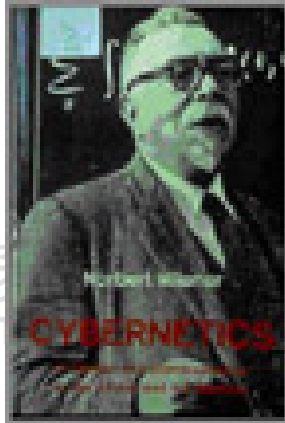


梅西会议资料照片

在梅西会议上，由于每个学科都是顶尖的学者参加，所以思想的交锋非常激烈。Magreat 在她的回忆录中曾写道，有时候大家就吵起来、骂起来了，非常紧张，她曾经在一次梅西会议上把自己的牙咬掉了一颗。当时不知道，会议结束后才发现，就是因为太紧张了。有的人哭了，有的走了，退出了。所以研究历史的人搞不清楚，到底梅西会议有几个人？有的说25个，有的说30个。在 *Cybernetic Group* 这本书上提到了27个人。其实就是当中有人走了，不再参加了。梅西会议实际上就是一个多个学科交融碰撞的高峰会议。



麦卡洛赫



维纳



冯福尔斯特

维纳在 48 年写出了他的著作，副标题是 *Control And Communication In The Animal And The Machine*，这是最早最早对这个学科定义的一个捕捉。后来这个定义发生了相当大的变化。

虽然 cybernetics 这个词是由维纳拿来用的。但柏拉图记载，最早在公元前 400 年，苏格拉底就这样说，“cybernetics 从最危险之中拯救我们的灵魂，拯救我们的肉体，以及我们所拥有的物质。”1843 年，安培说，“未来的政府学应该叫做 cybernetique。”1954 年，维纳说，“直至今日，还没有一个词来表述这个复杂的想法。所以，我觉得我应该创造一个出来。”他所谓的创造，就是把一个老词再搬出来用。在希腊的词根下，是 art of steering。这是一张划船的壁画，有很多人在划，但船尾有一个人在把舵，那个舵手，就是 cybernetique。在拉丁词里，这个词的意思就是 governing, regulation by law or person。Regulation 和 control 还是有所不同。

在早期认为，不管是哪个学科的研究对象，只要具备下面六个特征，也就都成为了事理学研究的对象：

1. 系统具有目标；
2. 系统瞄准目标进发；
3. 环境干扰了瞄准；
4. 现状信息返回系统；
5. 系统测量现状与目标之间的偏差；
6. 系统采取纠正行动；

现实生活中符合这些特征条件的系统比比皆是。

这个学科提出来的时候，有人把它比喻为象牛顿发现引力一样重要。在牛顿以前，地球上事物运动的规律，如桌椅板凳、马车等，根据亚里斯多德，遵循的是地上

的科学，而天体是完美的，遵循的是天上的科学。二者是没有关系的。从牛顿开始，把地上的科学和天上的科学统一起来了。同样的，从控制论出现以后，人们是把两种过去认为是完全不同的东西——机器（工程科学）和人的大脑——也联系在一起研究了。1943年前后，出了很多论文是有关这方面的研究工作的。例如，罗森布鲁是一个神经心理学家，他当时在研究一种病症，有很严重梅毒的病人，大脑会有一块病变，他会表现出一种症状，就是“目的性震颤”。他的手拿不到他的目标物，只会在目标物附近震荡。这是一个生理症状。而维纳研究的是二战时的雷达，怎样通过自控系统来瞄准天上的飞机。在雷达的控制系统里面，也会出现“目的性震颤”的症状。这样，生理学和机械的火花因为这两个案例碰撞在一起，使大家发现了它们的之间的共性。

这个学科出现以后，各种各样的科学家对它有各种不同的定义。

维纳：The science of control and communication of animal and machine.

发生认识论心理学家皮亚杰：The endeavor to model the processes of cognitive adaptation in human mind. 直接指的就是人的大脑。

贝特森：A focus on form and pattern rather than matter and energy. 信息论和控制论几乎同时诞生，信息不是物质，也不是能量，所以贝特森用了 form and pattern，而没有用信息这个字，但指的是同一个东西。

麦卡洛赫：Experimental epistemology, i.e., how knowledge is generated through communication within observer and between observer and environment. 直截了当地称其为“实验认识论”。他关心的是“知识是怎么产生的？是怎么通过沟通——观察者自己和自己的沟通以及观察者和环境的沟通——来形成的？”他从小问自己的一个问题，“什么是一个能够被人知道的数？什么是一个能够知道数的人？”后来他以这个题目写了一篇论文。

比尔：The Science of Effective Organization。他 1956 年就发表了《管理控制论》（Management Cybernetics）。他的定义就是 science of effective organization，研究组织的效率。定义到这一步，所有的管理都应该学习事理学。

帕斯克：（英国学派的领袖。）The art of manipulating defensible metaphors.

艾什比：The art of steersmanship. A theory of machines, but it treats not things but ways of behaving. 不仅是处理东西的，而且也处理行为。

马图拉那：（智利学派的领袖，介绍的这几位大师中的唯一健在者。）The science and art of understanding.



贝特森，早期被忽视的人类学家。精彩论著：《通向一个心灵生态学的步骤》



皮亚杰，儿童心理研究中有很多控制论（事理学）的原理在内。

1946年，波音公司当时在造导弹，某个人写信给维纳要一些有关材料。维纳在回信中写道，“我非常遗憾地看到，在战后，我们国家很大一部分科学的努力是在准备下一次人类的大灾难。所以，我的关于喷气、推进、滤波的文章找不到了。我很高兴那些造武器的人再也找不到这篇文章了。我对此很满意。当然，我也绝不会告诉你到哪里去找我的这篇文章。”我们不跟制造武器的战争贩子合作。维纳的信就是表达这样一个观念。所以，我觉得，cybernetics 翻译成控制论有失偏颇，对循环因果的研究不仅仅只是为了“控制”，事理学家也有很深厚的人文关怀。他不只是搞两弹一星，搞武器，还研究人的沟通，研究如何达成和平。

发起者		承继者
维纳	—————>	福雷斯特，米都斯
艾什比	—————>	比尔，艾科夫，安玻尔贝
贝特森/皮亚杰	—————>	冯福尔斯特
麦卡洛赫	—————>	马图拉那
贝塔朗菲	—————>	马图拉那
仙农	—————>	帕斯克，约玛瑞
冯诺依曼	—————>	本恩斯，鲍姆伽特纳

事理学各个侧重面的发展线条表

维纳的早期定义：一阶

主题向对话沟通的演变：二阶

动物与机器中的	———〉	目的导向系统(生物的或人造的)中的	———〉	语言化的,目的导向系统(生物的或人造的)中的
通讯与控制	———〉	通讯与规范调节	———〉	语言沟通与共识协议形成

学科定义的演变

Cybernetics 最早的定义是“动物与机器中的通讯与控制”（1948年）。实际上，在后来的工作中，这个概念有了逐渐的演化。”动物与机器”演化为“目的导向系统，不管是生物人造的，甚至是心理的”；“通讯与控制”也演变为“通讯与规范调节”，控制这个词被改称为调节（regulation），因为“控制”这个词更多地是被应用在自动控制理论，也就是钱学森先生研究的领域，所以在需要用控制这个词时，就越来越多地用“调节”来代替。这个在早期叫做“一阶事理学”或者“狭义事理学”。这个学科的主题在后期向对话、沟通产生演变，成为“语言化的、目的导向中的语言沟通与共识协议的形成”。大家想一想，语言是不是一种广义的调节？协议是不是一种广义的调节？这个就叫做“二阶事理学”。为什么这么说？因为在早期的定义中，所有的研究都是一个关于被观察的系统，就是 observed system。研究的对象、被观察的主体、包括系统工程要做的所有的内容，都是把观察者的角色与系统本身脱离开来的。但是后来发现，这种完全离开系统的、绝对客观的观察者是不存在的。系统本身一定是和观察的这个人、或这组人、或者是他们代表的阶层、利益集团有互动的相互联系，是利益相关的。所以，后面这个二阶定义就叫做“观察的系统”（observing system），其中包括了观察者及观察者的行为。从一阶跨到二阶，就是从“被观察系统”（observed）到“观察的系统”（observing）。

1992年，我总结这个学科，给出了自己的定义，“**事理学是关于在任何有组织的复杂对象内部或之间的互动行为模式的科学**”。只要涉及到复杂对象，涉及到互动，事理学就有用武之地。这里，互动 ≠ 控制，对话沟通/建立共识 ≠ 控制。所以，不应该再把这个学科叫做控制论了。1994年我在北大给研究生上暑期课程

“Introduction of Cybernetics”时，就翻译成《事理学导论》。当时，国内也有文章提到，钱学森老先生在晚年曾提到这个学科叫做控制论比较窄，叫做事理学比较好。国内也有“事理、物理、人理”的说法，对于这个说法，我不是太清楚。但我是赞成把控制论换一个名称为好。

冯福尔斯特在谈到批判从弗洛伊德理论出发，由马图拉那打下基础，由意大利米兰学派开发的“家庭治疗”学派时说，“Cybernetics is a way of looking at things, handling things, handling the language, handling the problematic which is developing in dysfunctional families。”我认为，如果在这句话的最后加上“and all kinds of organizations”，那么，这也是对事理学的最好定义。用中文解释，事理学就是“事发之理，知事之理，行事之理，互动之理，谓之事理。”

有很多朋友问到，那么事理学到底是研究什么的？与物理、化学是什么关系？与生物学又是什么关系？1992年，我沿着 George Klir 的思路，用元素和关系的二维法，对学科分类的一个总结。见下表。

Classification of fields of inquiry © Jixuan Hu 1992

-interactions bwn observer & observed (S.O.C.)	Quantum physics				Family therapy	Relativity theory		
-interactions among parts (Cybernetics)			Automation	Robot	Psycho-cybernetics			Information
-interdependent structures (System Theory)		Disipative Theory				Organization theory		
-statistical relation (Statistics)		Thermodynamics		Biology	Psychology		Sociology	Political science
-quantitatively deterministic (Mathematics)	Classical physics	Chemistry					Economics	
-qualitatively deterministic (Logic)								
-supernatural		Alchemy			Mythology			
RELATIONS								
ELEMENTS	atom	molecule	machine	animal	human mind	organization	society	culture

学科分类表（1992）

## 2. 海因茨·冯·福尔斯特（Heinz Von Foerster）的学术生涯

### 到美国之前

冯福尔斯特于 1911 年 11 月 13 日生于奥地利维也纳。他曾经有一篇文章是关于人口爆炸的，研究可持续发展的问题。在文章中，他将自己的生日用于著名的“末日方程”中：到 2026 年 11 月 13 日的时候，世界的人口趋于无穷大，前提是如果现在这个世界经济的发展模式不进行调整和改变的话。

3 岁时，一次世界大战爆发，家里的男人都去当兵了。他是跟着妈妈长大的。当时的维也纳，各种新思想非常的丰富，有著名的维也纳学派。他有个有名的舅舅，哲学家维特根斯坦。小时候，他和舅舅之间有过一次谈话。舅舅问他，“你长大了想干什么呀？”小孩子说，“我要做自然科学家。”舅舅就说，“那么你就要知道很多很多的事情才行啊。”小孩子就说，“我已经知道很多了！”老人后来回忆到，如果是一般的大人，也许会说“你懂什么呀，一个小孩子。”但是维特根斯坦却对他说，“你也许已经知道了很多东西，但是你不知道你到底有多对？”（You may know a lot, but you don't know how right you are!）这句话就在他的心里种下了实验认识论的种子，也成了这个学科的启蒙的一个问题。其实这句话对我们大家都有启发。我们也已经知道了很多东西，但是我们知道的这些东西对不对呢？有多对呢？



冯福尔斯特文理科发展不平衡。高中时，他是通过“以货换货”的方法才毕业的，就是用成绩好的学科的成绩去抵成绩不好的学科。他的数学和物理的成绩非常好，数理方面的学科对他而言是透明的，但凡是需要死记硬背的东西统统不及格，象历史、地理、拉丁文等等。上了大学之后，他学了等离子物理，后来的工作也是这方面的内容。这期间，他受到了维也纳学派很大的影响。

二战时，因为有犹太人血统，全家逃到了柏林。那段时间，他写了《关于记忆的量子理论》。在朋友的帮助下，带着这本小书，到了美国。在举目无亲的情况下，就把这本小书发给很多朋友。结果芝加哥大学的一个朋友把这本书推荐给了麦卡洛赫。麦卡洛赫马上就叫他去见面。18个美金的机票，7个小时的飞机，从纽约到芝加哥，成就了这段历史性的见面。麦卡洛赫不懂德文，他的英文也很有限，只有200-300个字，非常困难地进行了第一次的学术理论沟通。两个人主要用公式在交谈。结果，麦卡洛赫说，你的工作太重要了，正是我们正在找的，来参加我们的会议吧。这就是冯福尔斯特参加著名的梅西会议的开始。

## 梅西会议

梅西会议1942年启动，麦卡洛赫把各种跨学科的科学家居集在一起，条件是每个学科必须有两个人。为什么呢？因为两个人可以彼此印证，别的学科的人可以不被不正确的观点所蒙蔽。所以14个学科共来了30多个人。

活动为什么会得到梅西基金会的资助呢？起因在于梅西百货家族中有一个人得了小儿麻痹症，当时是被看作不治之症的。这些科学家从各个方面帮助了这个病人。这个事情感动了大老板，认为他们做的事很精彩，所以愿意资助他们的会议。后来的一大批新学科，包括今天的计算机科学、博弈论、信息论，可以说创造了新经济奇迹的所有最基础的东西，就是从cybernetics这个摇篮里摇出来的。当时的会议气氛很紧张，很激烈，但是大家都觉得会有新的学科产生。

1949年-1953年，冯福尔斯特一共编辑出版了5卷梅西会议的会议纪要和论文集。



梅西会议出席者照片

## 生物计算机实验室（BCL）

1951年，冯福尔斯特到了伊利诺埃大学教书。6年以后，他成立了BCL。该实验室从1957年到1976年，共存在了20年的时间。1960年，英国的艾什比也去了那里，一直呆到1970年。以冯福尔斯特为主导，艾什比为其中的重要人物，他们带领了一大批的学生，其中也包括我的导师安玻贝尔。他们做的工作，后来成了二阶事理学的基础。这批东西和当时在MIT的Minsky的人工智能（AI）分支可以说是并行在出现。人工智能领域是从事理学伸展出来的一个分支，但由于得到了大量的资助，所以长得飞快。而原来的老的一条线，就是BCL 20多年的研究成果。这条线包括四个主要的研究方向：

- 1) 在活系统中观察到的计算机机制的技术实现；
- 2) 认知过程的机械化；
- 3) 对智能系统的直接联系；
- 4) 信息处理。

这四个主题共产生了14000多页的研究报告。BCL是当时事理学研究的大本营，很多人都到那里做过访问学者，其中包括马图拉那，后来的智利学派的带头人。BCL的所有资助都来自于美国空军、海军和航空航天署。



1960年，BCL召开了最早的一次自组织系统会议。这次会议上的研究成果其实比圣塔菲的早了很多年，这也解释了为什么BCL的科学家们对后来的著名的圣塔菲学派较为看轻。普里高津和BCL在早期并没有直接的联系，他的结构理论工作是独立开展的，他是从非平衡态物理学角度下提出的自组织理论。而BCL是从事理学的角度对自组织系统理论作了很大的推进。

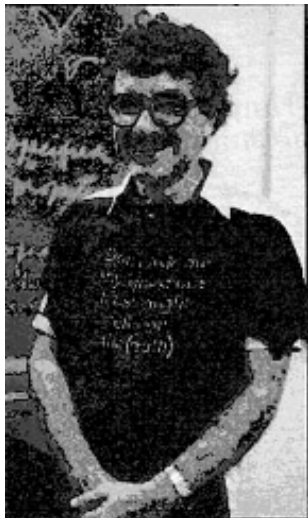
这段时间，冯福尔斯特的代表作是《观察系统》（Observing System），由13篇论文组成。



艾什比

BCL 的第二位大师就是艾什比，国内对他比较熟悉。他的《大脑设计》在文革前就已经被介绍到国内来了。他还著有《控制论导论》，试图将维纳的书普及化，因为维纳的书通篇都是微分方程，一般人实在看不懂。结果这本书也成了艾什比的原创性工作。他后期的工作在《智能机制》这本书中。这本书，以及他后来的《自组织系统理论》等一系列的工作，国内学术界就不太知道了。

第三位 BCL 具有很大贡献的人是长期在英国的帕斯克。他的核心工作是对话理论，是最早的对于对话、学习机制的研究。他在 1950 年代第一个开发了带有智能的打字练习的系统，可以针对打字者有问题的地方，进行重点训练。冯福尔斯特和他的工作也是我本人工作的基础。我是站在巨人的肩膀上做自己的研究工作的，他们几位就是我的巨人。



马图拉那



帕斯克

去了 BCL 的还有马图拉那。他 T 恤上印的字是，“别问我任何事情，我万一告诉你了真理，你怎么办？”真理在这里被打了一个括号，因为二阶事理学是否定真理这个概念的，认为不存在跨越观察者历史经验的真理，所以他的这句话是非常尖锐的。马图拉那的工作主要在《自产系统》(Autopoiesis)这本书中。自产系统——自己生产自己——是复杂系统，尤其是生命系统在后期出现的一种现象——自维持。Autopoiesis 的特征是和 allopoiesis 相对应的。Allopoiesis 指的是生产别的东西的系统。比如，制造汽车的装配线是一个系统，但是它生产出来的东西是汽车，而不是装配线自己。Autopoiesis 是系统在生产它自己。Autopoiesis 和人的认知是密切相关的。

马图拉那的主要合作者是 Varela。后来他们把这个理论写了一个普及版，就是这本书《知识之树》(Tree of Knowledge)。

BCL 前后 20 年的成果，目前全部在 140 张微缩胶片上。我在 1988 年的时候就希望能够把这些二阶事理学的全部成果介绍到国内来。由于种种原因，这个愿望还没有实现。虽然这些是 1980 年代以前的东西，但是如果国内能有些同仁一起对这些成果做一个筛选，也许对我们的研究会有新的启发。

## 美国事理学会

随着冯福尔斯特这样的领袖人物的退休，BCL 的资助成了问题，事理学这个学科目前在走下坡路，激动人心的成果的数量已经不如过去。美国事理学会成立于 1964 年，是欧美研究事理学学者的一个家园，每年都有年会。今年的会议在乔治华盛顿大学，由我的老师安波尔贝组织。

## 二阶事理学学派

“真理”这个概念带有很大的虚假性、误导性，所以马图拉那才会说，“别问任何事情，我万一告诉你真理，你怎么办？”老实说，能够接受这样一种观点的人并不是很多，而二阶事理学学派中的学者则都是这个观点的赞成者，这其中包括这样一些人：

- 冯福尔斯特，他提出了 cybernetics of cybernetics, 或者二阶事理学
- 帕斯克
- 马图拉那
- Francisco Varela, 马图拉那长期的合作者
- Ernst von Glasersfeld, 目前在宾州大学教哲学，激进的建构主意代表
- Klaus Krippendorff, 工程和语言学领域，金观涛曾和他合作
- 彭迦若 (Paul Pangaro)，帕斯克的学生
- 安斯图 (Stuart Umpleby)，艾什比的学生，我的老师
- 胡继旋 (Jason Jixuan Hu)，我本人



1987 年, UIUC, JJH 与 冯福尔斯特 第一次见面。冯福尔斯特指出，事理学许多思想已经融通了东方古代的思想精华。未来事理学的研究中心很可能在新一代的努力下出现在中国。

1987年，我第一次在伊利诺埃大学见到了冯福尔斯特老先生，当时我的身份是访问学者。在交谈当中，冯福尔斯特表达了这样一个观点，“事理学很多思想已经融通了东方古代的思想精华，所以未来事理学的研究中心，很可能在新一代的努力下，出现在中国。”



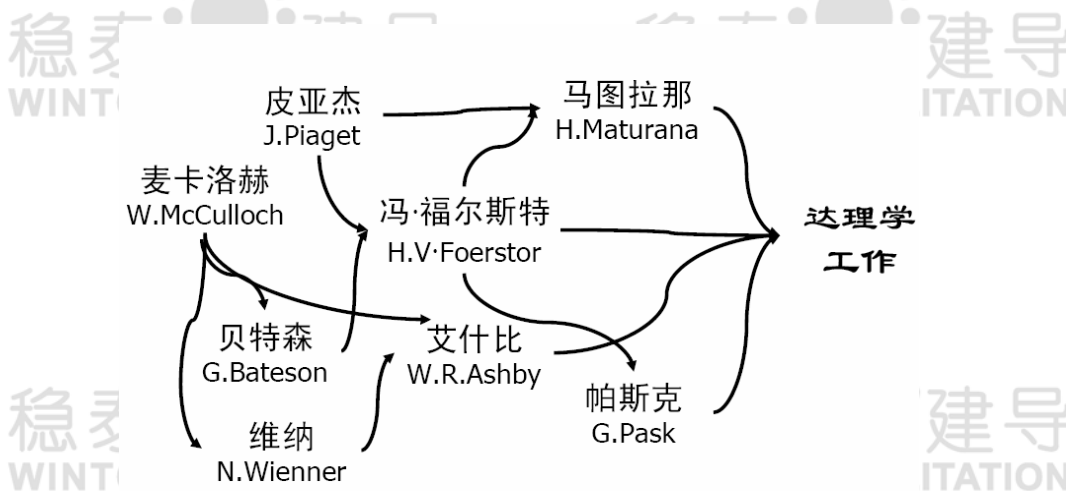
胡继旋与冯福尔斯特，1980年代在比利时“爱因斯坦会见玛格丽特——科学与艺术的交锋”大会上

所以在1988年我把BCL的全套微缩胶片带回国来，一个主要的想法就是，在国内能够找到一批有志之士一起来做介绍工作，并在他们的基础上往前推进。后来因缘巧合，我又去了美国，直到2002年才回来，开始将事理学理论的一个应用工具——共识形成方法——进行推广普及。这次能够有这样一个机会，在这里和大家做学术上的交流，那么就再次把这个话题提出来，未来事理学的研究中心有没有可能出现在中国，而且有没有可能是一个全面的复兴。



胡继旋与马图拉那，1980年代在美国华盛顿

下面这张图，“从事理学阶段总结到达理学模型(Communicatics)的开发轨迹”，显示了冯福尔斯特在事理学学科中的位置。



从事理学阶段总结到达理学模型(Communicatics)的开发轨迹

我本人的工作是达理学，其实是建立在前人基础上的研究。关于达理学这个概念，就是人际沟通、组织际的沟通、国家间的沟通，各个层面的人与人的沟通，如何能够达到更有效果和更有效率。我在1993年的时候，提出了一个模型和一些后续的方法。这些需要另外讲述。

### 3. 海因茨·冯·福尔斯特的突破性贡献

冯福尔斯特的学术生涯可以分成四个阶段来介绍。

#### 从物理学转向事理学(-1958)

这段时间的工作主要在研究记忆，提出了关于记忆的量子理论，起源于他自己在学生时代对所有需要记忆的知识都掌握不好。他编制了一份历史事件的记忆图表，在表上，他发现，历史事件从现在的角度去看是以对数分布的，然后他又发现人的遗忘曲线与历史事件的数量好象是同构的，所以就在这方面钻研了下去。以他的物理学背景，研究提出了关于记忆机制的量子理论。那么这个理论今天是否还有人在用？处于一个什么样的位置？我也不是太清楚。但是如果挖掘一下，也许仍然很有意思。

第二件大事就是把梅西会议的所有记录和论文花了5年的时间，整理出版了共5卷。

这段时间，他的研究从对“物”转变到“能够引发出过程的关系”，开始了他对关系的研究。

#### 推进自组织系统理论的早期推进(-1962)

艾什比于1947年提出自组织概念，指出系统宏观序的自发增加是由内部的某一微观过程的循环（重复）作用而引发。

冯福尔斯特在1960将此观点推进，引入并延伸了仙农信息论的原理，指出“秩序源于噪声，源于系统与环境的能量交换”，也就是说，噪声——随机能量——是有可能在系统当中创造出序来的。这一点和热力学第二定理是反着走的。他的这个定理叫做“order from noise”。圣塔菲和普里高津后来又有《order from chaos》。

自组织理论的应用涉及人口论、未来学、早期的可持续增长理念等。1960年冯福尔斯特主办了关于“可持续性增长”的主题会议，参加者中包括：麦卡洛赫，von Bertalanffy, Pask, Beer, Ashby。这是国际上最早提出这个概念的时期。那个时候，我们恐怕对这个议题一点概念都没有。“可持续增长”是最近这几年在中国的政治界和学术界才开始出现的。

#### 神经元运算结构与认知：区分、学习与记忆的机制(-1970)

这部分工作的代表作是《关于帕拉图式构思过程的线索的一种电路系统》，把神经元当做电路在处理。以这篇文章开头，高峰期是1966年的神经网络中的运算，是非常技术性的。如果要接过来继续研究的话，需要找国内现在正在做神经网络

同事一起搞。这里，重要的是神经元模式的区分原理，神经网络能够对外面系统的边缘进行感知，可以表达为两个高斯函数的一个差。这是他早就发现的。结果到 1980 年的时候，有另外一个人又做了同样的重新发现。

在学习方面，他提出来，“学习是系统为改变环境的作为，而不是外部内容的映射”。这也是改变了一种对学习的理解的规范。而记忆，在 1970 年代以前，大家都认为记忆是用磁芯或者芯片一样的机制来保存信息的。冯福尔斯特指出，大脑实际上是没有存放信息的东西或地方的。“大脑里不存在存储器，记忆分布在系统部件的互动变化之中。”

## 二阶事理学：“观察着的系统”的系统论；“知识”的秘密；“客观现实”的真相(-2002)

这个阶段的研究围绕这样三个问题，即，“我们的大脑究竟是如何工作的？我们的认知是如何进行的？我们的知识是如何得到的？”

盲点试验

+



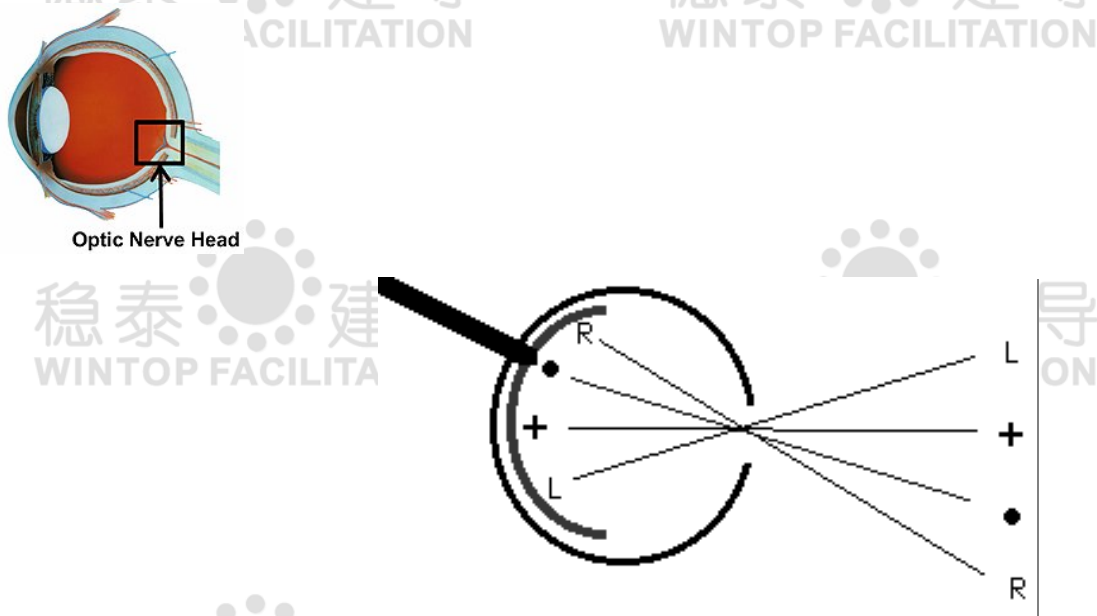
请你闭上左眼，然后用右眼盯着图中的十字，同时你还应该可以看到十字右边的园点。不要特意去看这个园点，只要能用眼角的余光注意到它在右边就行了（如果看不到的话，就把纸拿远一些，直到看见园点）。然后，慢慢地把纸移近眼睛，在移动过程中保持视线盯在十字上。

你会发现，在某一个特定的距离时，园点不见了（如果你再把纸更移近一些，它又会出现了）。

盲点试验的生理学解释是很容易做出的。园点之所以不见了，是因为它的图像落在了眼球的视觉神经束交汇点上，而这一点上是没有感光细胞的，所以你看不到。

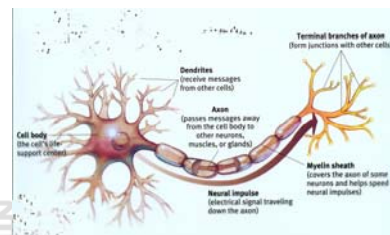
但是这个试验的认识论解释就不是很容易了。因为在你做这个试验的时候，你并没有看到你的视野里面有一个洞。为什么你没有看到你看到？用冯福尔斯特的原话就是，“We don't see that we don't see.”为什么？

关于 Scotoma 的研究，有一个案例。有一种病人的盲区特别的大，但是他的视力很好，并不觉得自己没有看见。这种病人走路总是绊跟头。检查这些病人的神经等等，都没有问题，就被定义为疑难病症，并把他们集结在一起，做专门的研究。有一天，从门口进来一位教授，手里拿着粉笔，夹着讲义。他进来后，走到病人身边，从兜里拿出一根烟，递给病人，请他抽。结果病人跟这个教授说，“你开什么玩笑？拿粉笔给我抽。”这个教授大吃一惊。“我没有拿粉笔给他抽，我从兜里掏出烟来交给他。”其实整个这个动作，病人并没有看见，但是他不知道他没有看见。他觉得他看见了。而且他知道医生递过来一个东西，但是他脑子对于这个东西的所有信息是一枝粉笔。所以他就说“你怎么递一枝粉笔给我抽？”因为这个案例，研究这个病的医生就恍然大悟。他们检查了所有这些病人的眼睛，结果发现他们的盲区非常之大。但是有这么大盲区的这些病人自己并不知道他是瞎子，他没看见，而且他不知道他没看见。在这种病人身上，从视觉进来的信息和他的身体行为的控制的协调性出了问题。所以，找到这个病的原因之后，对这个病的治疗一下子就简单了。因为很多盲人是可以好好走路的。所以对他们的治疗就是把他们的眼睛统统蒙起来，让他们学习盲人的走路方式。这样，这种病就治好了。



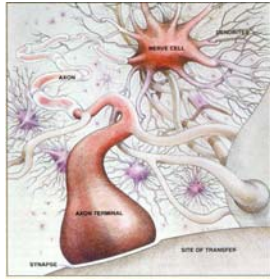
这个案例对事理学家冲击力很大。很多时候，我们中国人说，“耳听为虚，眼见为实”。这下完蛋了！眼见也不见得为实啊！“眼见”是我们的大脑帮我们制造出来的。你的眼睛为什么看不见那个洞呢？因为你的大脑帮你补起来了。我为什么看不到那个窗帘上有一个洞呢？因为我的大脑帮我运算出来，织起来了。

右图是一个单根神经元。左边是神经细胞体，中间是神经纤维，右边是伸出去的凸出，有很多很多个。



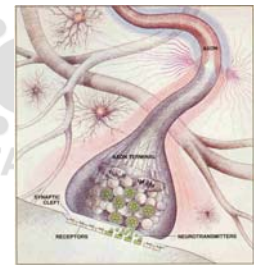
单个神经元图



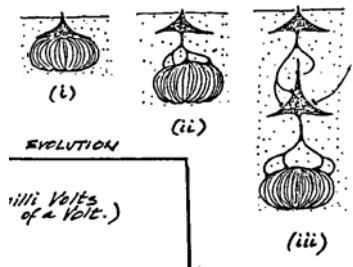


如果用电脑来比喻的话，左图显示的就是一个晶体管，或者说一个小芯片。这个芯片有很多进来的和出去的信号。平均出去的有 1000-10000 个连接。小朋友从小长大的时候，他的神经元细胞相互之间正在拉线。他学每一样东西，某个地方就拉起一根线路。越长越大，大脑里的线路就越来越复杂。细胞和细胞之间有一个接口，有一条缝。细胞不是完全连在一起的，之间有化学物质。如果用工程表达的话，一个电信号从纤维走过来，需要穿过那条缝，传递到下面，如果大家给个传递函数的话，那个系数就是由其间的化学物质决定的。而化学物质也是在变化的，也是受到整个系统自己的控制的。电信号是从纤维上走，化学物质是从网络中泡着的汤中传递。各式各样的化学分子决定着我们的情绪，是爱还是暴力，是成为本拉登呢，还是成为特雷莎修女，都是这一锅化学汤里的事。

右图更为具体。从一个神经的末梢释放出物质，被下面的神经接收。在释放的过程中，会有很多控制函数。在通过这锅汤的时候，也会受到抑制，或者加速。而接收方是否接受也是个问题。

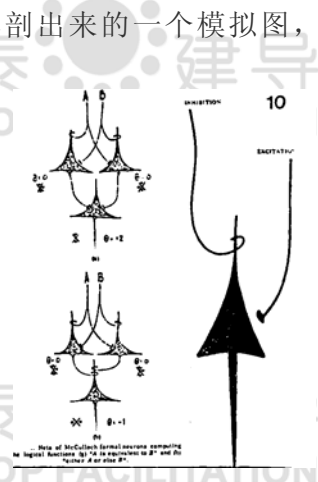


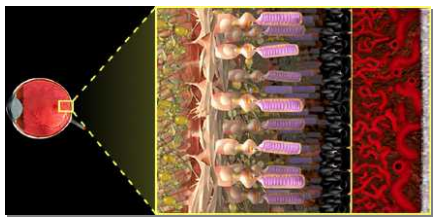
为了提出后来的观点，冯福尔斯特回顾了整个高度复杂的大脑的这架机器，或者说电脑，其实



说电脑是错误的。他从最最原始的单细胞生物——原生动物（见左图，图中洋葱头形状图形）。上面的三角形是一个感应器，是接收细胞，下面洋葱状的就是收缩运动细胞。很远古的时候，两个细胞是合在一起的。对外界有什么感受的时候，这两个细胞就会动。从接受信号的感应物与行动的细胞的距离在演变过程中逐渐拉开，中间就出现了另外的一层神经元，另外的感应接收器。像三明治一样，中间夹着的就是最原始的神经细胞的起源。像这样的细胞，共有 100 多亿个。这样生长的效果造成的情况是什么呢？神经元的运算是层层递进的，并不是从外面接受到的东西可以一下子直达最里层的。这是一个很复杂的网络。

右边的图形是 1943 年麦卡洛赫和匹兹最早的对神经元解剖出来的一个模拟图，很像数据电路当中的双稳态电路，就是发送端、接受端、发送端。所以冯福尔斯特的这个思想说的是，认知就是神经元网络的一个运算。认知就是要知道外面的事情是什么，是对外面现实的表述。所谓的现实，对于每一层神经元来讲，都是上一层神经元的描述传递到我这里，像接力赛一样，把信号一层一层传递，从外面的感观细胞一直到最后一层，是运动细胞，运动细胞包括我们的嘴在说话，我们的脚在动。从感觉层到运动层，当中有很多很多的层，每一层都在运算。



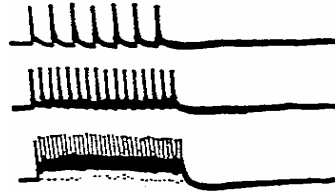


视网膜横切片放大图

左图是视网膜后面针尖大的一个点的放大横截面。大家可以看到神经元的层层往后走的。每一组细胞执行不同的运算功能。从视网膜的表面到最后的输出，当中串着 9 台计算机。还有一个大家不太注意的重要现象，就是神经细胞的非差异编码。就是每一个神经细胞送到下一层的指令信号中并没有包括对上一个刺激的性质的偏好。

比如说，现在我的手抓住了一个塑料瓶子。但是从我手指头上得神经细胞送到内层的东西没有一个地方说那时塑料瓶子。所有的神经信号经过测试都是这样的一个脉冲图。压力很轻的时候，是“滴……滴……滴”，如果重了一点，就是“滴…滴…滴”，如果很痛，可能就是“滴滴滴滴滴”，统统是数字信号。不知道它是怎么编码的。每一根神经上走的都是电脉冲，高度都是一样的，都是 0.8 伏左右。而东西的多和少，轻还是重，是塑料还是笔记本，都不在这个信号里面。这个信号只给出代表强弱的 FM 调频信号，只是有频率的变化。如此而已。这样一层层递算下去，怎么会算出我们的大脑对外部世界如此丰富的认识？这就是很精彩的地方。冯福尔斯特就说，既然认知就是运算，运算就是对一个现实的描述，对上一层、上一层……的描述。

Electrical pulse activity measured with a microprobe in the axon of a tactile sensor neuron under different pressures. High frequency corresponds to high pressure.



神经细胞信号的非差异编码

认知→运算→对一个现实的描述

的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述的描述……

认知→对运算的运算的运算的运算

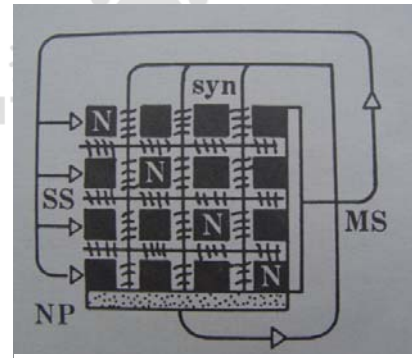
的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算的运算……

实际上也就是一个递归函数，是每一个时刻就是对上一个时刻的递归运算。



这个函数信号非常复杂，我们不知道其具体形式。但是其结构是每一个下一时刻的状态是上一状态的运算。这种运算当中，神经元上每一根伸出去的凸柱都接到别的细胞上去，但也有很多是接回自身的。一个细胞自身就有一个自己的反馈系统。这种

反馈产生的东西是什么呢？就是冯福尔斯特另外一个重要的观点——非简单性机器。机器的内部状态随时间和经历而变化；简单机器就是机器内部函数不随时间和经历而变化。比如说一辆汽车就是一个简单机器。为什么呢？因为你踩刹车，车就停下，你踩油门，车就往前走。它的传递函数是永远不变的，结果是可以知道的。如果不是这样，那就是车出问题了。但是非简单机器就不是，前面做过什么都有可能影响后面的结果。那么，我们每一个神经元都有可能是一个非简单机器。所以，事理学家是认为今天现有的这种电脑的结构——冯诺依曼图林机的结构是不可能出现智能的，这种结构是不能够模拟这种大脑神经系统中的非简单性质的。几千条的触突，有的是接回自身来的。还有一个强调的是接缝里有变化着的化学物质，这种分泌的激素来自于脑下垂体。由它分泌的各种化学物质可以控制人的生长，可以控制其他的各种现象，即人的内分泌系统。这个系统反过来又影响着人的真个神经系统的运作。这样我们就有了两重控制。见右图的冯福尔斯特双封闭模型。



冯福尔斯特模型：双封闭结构

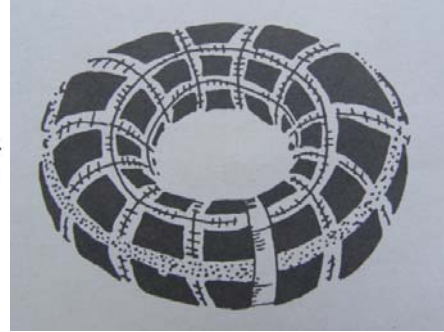
左边的SS，Sensory Service，所有的感觉细胞，五官（视觉、听觉、嗅觉等）、皮肤的感觉。

中间黑色方块中的N，Neuron，神经元，在这张图上高度简化。

右边的MS，Motor Service，管理动作的神经细胞，任何动作（包括说话这样的动作）都在这一块。

冯福尔斯特把动作的输出通过一个三角形——一个运算放大器——的符号接到了感觉细胞上。这是什么意思呢？他认为我们人，或者在人之前，所有的生物、动物所有的行为，在穿过了我们身边的环境后，都要反馈到我们自己的感觉细胞。大家想想，我做一个动作，这个动作最后的效果总要回到我的感觉细胞上，不管是眼睛还是耳朵，我会看到或者听到，总之我会知道我这个动作的结果。所以这个动作是一个封闭的动作。这是第一层的封闭，在运算上是封闭的。

第二层封闭见图下方的Neurohypophysis，神经递质，即神经末梢喷射出来的各式各样的化学分子，中间会经过体液。在体液里面有另外的化学分子，这些化学物质相互作用，影响着人的传递信号。为什么针刺麻醉不会让你感到疼呢？这里面就发现了一个秘密，因为它影响到了你神经和神经之间的传递。你正在动手术，本来应该痛得要命，可是痛信号就过不来了，这个信号被有效地切断了。麻醉也是这样。吸毒也是这样，吸毒改变了你体内的化学物质之后，整个人的神经就不是常人的那个样子了。所以，脑下垂体控制着那些神经系统之间的那些化学物质的体液，这些体液又控制着那些神经之间的缝，在图上用synaptic来突出。这就是第二层封闭。



这样的两个双闭环，冯福尔斯特用右边的这个像车胎一样的图来表示。这里面有两个闭环，也就是有两个递归函数在作用。一个电活动的状态是上一时刻电活动的状态加上上一时刻的化学状态；反过来，下一时刻的化学状态又是上一时刻的递归函数，同时也是有电活动和化学活动两层。这两层封闭系统在一起构成了我们大脑这台奇特的计算机。用方程来表达，就是：

$$E_{t+1} = f(E_t, C_t)$$

$$C_{t+1} = g(E_t, C_t)$$

这台计算机绝对不是 486、586、pentium 可以相提并论的。

冯福尔斯特的重要观点就是，“The nervous system organizes itself so that it computes a stable reality.” 神经系统把自己组织成那样的一个状况，所以它能够把外面的现实计算为一个稳定态，稳定地捕捉住。这个就是冯福尔斯特提出的神经系统本征态的概念。

这里举一个例子。右图是巴甫洛夫试验的狗在学习的脑电波图。图上每条线是铃声和脑电波结合在一起的，每一层都不同。最下面那条线表达的是“我知道了有东西吃了”。大家可以看到，后面的曲线都是随机的，互相没有关系。第二张图，狗开始觉得铃声和吃东西有些关系了，所以脑子里有些活动，与纯随机的活动有所不同。第三张时，狗开始在脑子里提出假设，“噢，这个铃声和吃东西是不是联系在一起的呢？”所以下面有好几个另外的脑电活动和铃声产生了共振。到了最后，understand，“懂了，”懂了的的结果，一听到铃声，结果所有的脑电波都和铃声一起反应。这就说明，一开始没有关系的一件事情，经过足够多的循环递归以后，达到了一个协调的神经系统的动作。

冯福尔斯特关于神经系统本征态的概念有两大特性。一是高度复杂性。我们的大脑里有 100 亿神经元，这还是一个简化了的数字，因为有人说是 200 亿，有人说是 140 亿。还有一种说法，小孩子生出来的时候是 200 亿，随着他的成长过程会死掉 100 亿。但是这 100 亿细胞互相之间在拉网，互相在发名片，建立联系。每一个细胞拥有另外的 1000 个以上的联系。也有的说是上万。数字的多少就因人而异了。如果

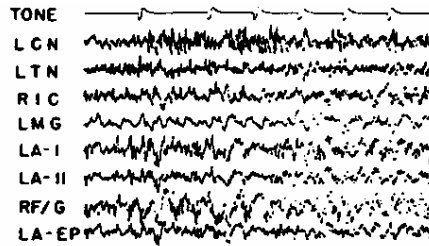


图 1、没有学习表现



图 3、开始有假设

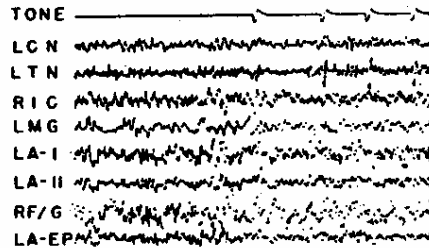


图 2、开始等待信号

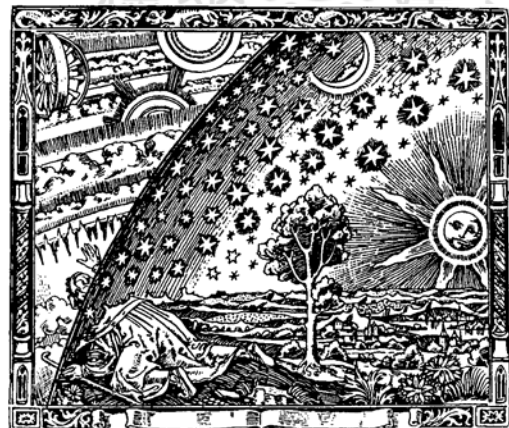


图 4、懂了

这个孩子从小就发展得很好的话，那么他一个细胞和别的细胞之间的连线就会很多。有的发展得不好呢，可能拉得就少一点。但是最少最少也是 1000 条线拉出去。咱们一个领导有没有 1000 张的名片？认识 1000 个人？而一个神经细胞就有 1000 条线，1000 个接点。这 1000 个接点乘以 100 亿个神经元，就是 10 万亿个触突。这个触突也是一个感觉细胞。我们所有的对外的感觉细胞加在一起只有 1 亿个。所以内外感觉细胞的比例是 1：10 万。这是什么意思呢？所谓内外有别啊。也就是说，我们人的认知系统在接收外部系统的信号时，只接受了内部正在进行的信号的数量十万分之一。这就解释了为什么很多人那么顽固地不肯听别人的话。因为他里面有 10 万个主张，外面才有 1 个主张。冯福尔斯特认为，这是神经系统的封闭性。其实外面的信号根本就没有进去，只是对里面的过程进行了一个干扰。而外面接收的信号对里面的扰动究竟能够产生多大的贡献，则是根据里面的系统过去的状态决定的。这就是认知系统的封闭性。

冯福尔斯特一篇重要论文的题目就是“Objects: tokens for eigen-behaviors”。所有我们认识的一个物体，任何一个物体，例如小朋友认识的一张桌子，我们对这个物体的感知，实际上是大脑认识系统的一个本征行为表现，一个本征态。什么是本征态？如果要解释的话，需要有另外一次讲座。这里我举一个简单的例子来说明。大家拿一个计算器，然后随便敲一个数字作为原始数字，然后对它开平方根。这样一直开下去，就是一个递归函数，只要递归到足够多的次数，你会发现，这个结果一定会等于 1。这个结果的 1 与你开始打的数字是没有关系的。也就是说，最早输入的信号进入运算递归以后，到了足够的次数，得出的结果是运算本身的本征态，与前面的初始数字没关系。所以，这里有一个很激烈的观点，任何人头脑中的“现实”都是他自身的认知系统运算的本征态。认知系统是(通过环境)封闭的，自我封闭。所以，每一个人头脑中的世界都只是与他自身的认知经验不可分割的“用户定做版”，完全可能与别人的大不一样。以前有个电影，说“工人有工人的真理，农民有农民的真理”，并将这句话作为反动语言。其实这句话是合理的。确实就是这样的。工人的真理和农民的真理确实就是不同的。认识到这点有什么用处呢？“客观性”只不过是共享的主观性，也就是“共识”。没有客观这种东西，客观就是共识。能达成共识的就是客观的。到了这个观点的时候，你就会放弃自认为正确的那种立场，在任何时候，你会尊重任何与你不同的意见。这就是事理学走到这一步时，我觉得最大的一个用处。

这张图是一个很古老的西方的一个图。表明了我们所了解的客观世界的真相到底什么？右边有山，有水，有太阳，有树，上有星星，这样的一个图景。但是古人觉还有一个可以突破的地方，要是爬到大地边缘，把脑袋从帐篷的边缘钻出去以后呢，可能你会发现另外一个完全不同的世界。我用这张图中钻破帐篷这样一个动作



它是天得  
来的

表达冯福尔斯特提出这个观点的一种感觉，他钻通了一样东西。

人类认识的反直觉突破也不是第一回。首先第一个反直觉突破，就是我们脚下踩着的大地是一个圆球。这个对小孩子尤其难理解。明明脚下的地是平的，怎么成了圆球了？第二个突破呢，就是地球不是宇宙的中心。第三个突破是爱因斯坦做的，就是空间是弯曲的。光线在空间里面走，如果遇到弯的地方，那么也会弯过来。这就是上世纪初，那个著名的广义相对论的实验。那么第四个，就是冯福尔斯特的东西，他提出，“认识系统是封闭的”。我第一次接触是1986年。老实讲，我也是琢磨了很多年很多年，最后终于同意，确实他是对的。就是“你不知道到底你有多对？”

那么，科学史上已经下岗的概念有这么几个：

- 可燃物质中的燃素：曾经以为燃素是物质燃烧的原因，后来发现东西会燃烧是氧化反应。
- 有机生命体中的活力：是用来区别有机体和无机体的，是亚里斯多德的说法。后来发现这种说法不对。
- 宇宙中处处充满的以太：这个直到恩格斯、列宁都是这么认为的。今天我们知道以太这种东西不存在。
- 独立于观察者的客观现实：今天的讲座把冯福尔斯特介绍给大家，就是客观现实这个东西不存在。这里就可以商榷，可以钻研，也可以讨论了。我希望能够引起大家的兴趣。

老人家1911年出生，2002年去世，现在已经不再地球上。他过世以后，他的论文又被搜集一遍，出了这本书，“*Understanding Understanding*”——《对理解的理解》，也就是我们今天讲座的主题。

谢谢大家。

