

## “各人自扫门前雪，莫管他人瓦上霜” ——漫话控制论之结构

云中散人 南京理工大学 自动化学院

从小，散人就被灌输：个人主义不好，要树立集体主义观念。最不受正统教育待见的，大概就是这个“自私自利”的“各人自扫门前雪，莫管他人瓦上霜”的“自扫、莫管”论了。都说这在“道德”上“不好”、“不应该”，但何谓这里的“道德”？为何这个“道德”就那么不容“自扫、莫管”？造成的“不好”具有怎样的实质？其间的生成机理又是怎样？散人一直困惑不已。

直到有一天，散人看见一本薄薄的册子、印着一个奇怪的书名“人有人的用处<sup>1)</sup>”（The Human Use of Human Beings），才逐渐揭开心中的谜团。原来，这是一个关于文化结构的控制论的故事……

### 一、结构与文化：从《人有人的用处》说起

维纳最初创立控制论时，内容包含：感知、结构、通信与执行。这从他的旷世名著《控制论》（Cybernetics）<sup>[1]</sup>的副标题：“或关于在动物和机器中的控制和通讯的科学”也可清晰地看到。在为诠释《控制论》而撰写的科普著作The Human Use of Human Beings<sup>[2]</sup>第57页，维纳这样写道<sup>2)</sup>：

*“Cybernetics takes the view that the structure of the machine or of the organism is an index of the performance that may be expected from it.”*

这句话，维纳特别使用了斜体字以示强调。在这部书中，他以人类社会为背景对控制论展开了全面的诠释。特别地，以大量的篇幅论述了“结构”在控制论中有如基因层面的作用与amp;地位。

其实，在遇见这部书<sup>3)</sup>之前，散人已阅读过《控制论》的中文版本，但对“结构”全无概念。这或许是因为散人的数理天

<sup>1)</sup>这是陈步先生的翻译（见[3]）。

<sup>2)</sup>这句话的中文翻译有很多版本。钟韧先生译文是“从控制论的观点来看：机器或者机体的结构本身是预定它能完成什么任务的一个指标”（见[4]）。较之陈步先生译文“控制论采用了这样的观点：机器或有机体的结构就是据之可以看出其演绩的索引”（见[3]），个人以为钟译更符合现代行文风格。这里的“演绩”实指的是“performance”，现在一般译为“性能”。

<sup>3)</sup>尤其是钟韧先生的译本[4]。

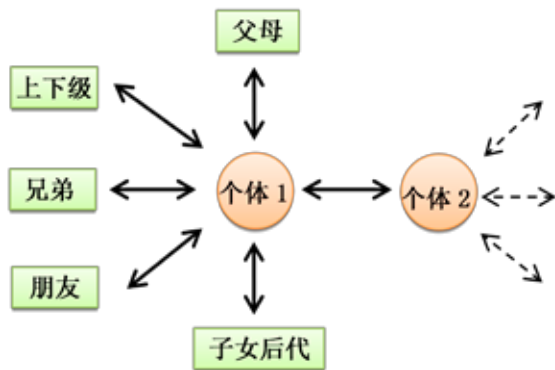


图1 传统社会人际文化结构

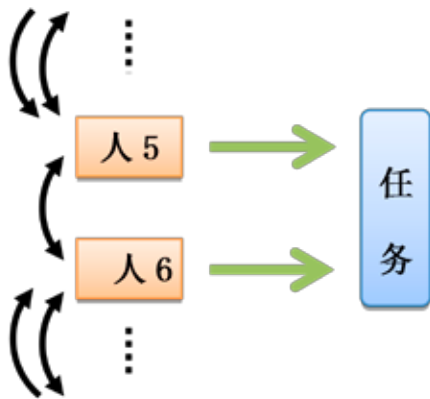


图2：主要基于个人协作的群体协作

分薄弱，深度受困于艰涩的数学框架的缘故吧。

至此，茅塞顿开：原来，控制论的精髓在社会、在文化；控制理论是萃取了人类社会文化的精粹加以数理描述的产物！随即，便开设了博士生选修课“控制论”。本篇随笔就是取材于这门课程散人自创的部分课堂案例而成。

## 二、社会结构的死穴：“自扫、莫管”论——传统社会的毒药

系统是由若干单元按照一定关系组成、可实现一定功能（即完成一定任务）的一个整体。结构是系统各个单元之间的关系总和：包括物质的、能量的以及信息的。世间万物有结构，文化也有。那么，围绕在“自扫、莫管”论四周的传统文化的结构是什么呢？

回答这个问题，必须首先回答传统文化中道德的“好”究竟何指？

傅佩荣在他的《哲学与人生》<sup>[5]</sup>中认为：传统中国社会道德意识下所谓的“善”，尽在于“一人与他人之间”适当关系之实现<sup>4)</sup>。据此不难推断：这样的文化，其结构是一个理想的人际关系全连通图（图1）。

这个文化结构要求每一个个体都要与他遇见的所有个体建立良好的理想关系。马克思说人是一切社会关系的总和<sup>5)</sup>。因此，这样的基本结构就势必将社会协作、协调的首要责任与主体任务分配给了每一个“族群中的个体”。亦即，要求每一个人都

<sup>4)</sup>“自古以来，一谈到善，大家都会想到‘孝、悌、忠、信’。那么，这四种善有何特殊之处？有的，就是：都在于‘一人与他人之间’适当关系之实现。无父母，如何孝？无兄弟姐妹，如何悌？无长官老板，如何忠？无朋友，如何信？”<sup>[5]</sup>

<sup>5)</sup>原文是：“人的本质不是单个人所固有的抽象物，在其现实性上，它是一切社会关系的总和。”（马克思恩格斯选集. 第2版第1卷. 60页）。

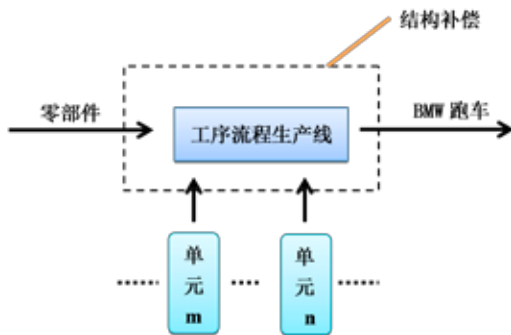


图3: 生产流水线

不仅仅是一个“个体人”，而且还要是一个全面至善的“社会人”。

显然，这样的结构下，高度耦合的“个人-个人”协作方式将是必然的（图2）。因此，个人主义的“自扫”、“莫管”论对最基本的社会协调和协作将造成无法补偿的损害，并将使得传统社会得以存在的文化结构解体。

因此，传统社会文化结构下，必须对“自扫、莫管”论进行道德批判。

### 三、结构的威力：“自扫、莫管”论的救赎

其实，对于简单的任务，“自扫、莫管”论体现出简洁便利的好处还是非常明显的。老子首先看到了这一点。“小国寡民”之所以会是老子的理想国，那是很有道理的。

从控制论角度来看：“自扫、莫管”作为一种控制策略不仅方便，而且是可能的。老子建议的理想国运作模式<sup>6)</sup>，正是这类策略行之有效的 premise 之一：系统规模足够小，结构（人员相互之间的关系）和任务足够简单。

可惜，对于社会系统，这个前提假设是不现实的。莫说国家层面的政治、经济与军事运作，就说自然扩展的人口之繁衍生息所呈现的复杂性，也会让这个理想化为泡影。那么，“自扫、莫管”论是否真的就不可救赎了呢？如果要救赎，该从何入手呢？还有其它可能的前提么？现代社会里有没有非常成功的例子？

事实上，从维纳在控制论中对结构的诠释可以看出，问题的答案不仅可以有，而且非常明确：可寻求一种针对系统原有结构进行补偿的方式，它使得补偿之后的复合系统对其个体单元之间的关联性，及其关联度的要求大幅降低，而其整体的协同性不仅未被弱化，反而得到加强即可。

这是一种怎样的结构补偿呢？这看似非常茫然，但其实呢，这类成功补偿的案例可谓无所不在，已经构成了现代社会存在与运行的基础。最为典型案例则首推生产流水线（图3）。

6) “小国寡民，使有什伯之器而不用，使民重死而不远徙。虽有舟舆，无所乘之。虽有甲兵，无所陈之。使民复结绳而用之。甘其食，美其服，安其居，乐其俗。邻国相望，鸡犬之声相闻，民至老死不相往来。”（《老子》18章）。

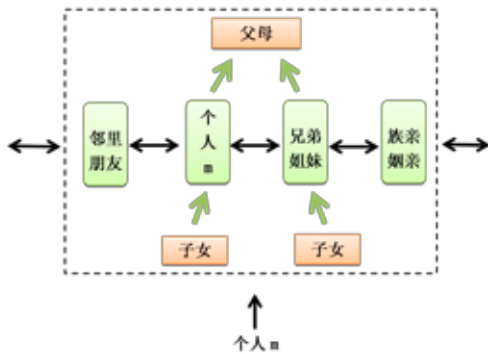


图4：家族养老组成的社会养老系统

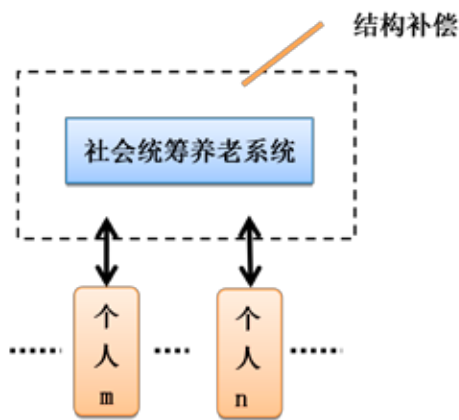


图5：社会统筹养老系统

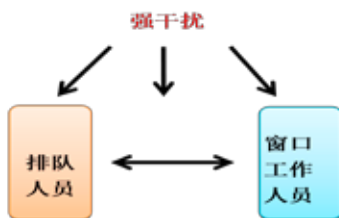


图6：早先的排队结构

从图3可以看出：生产流水线其实是依据任务要求，将个体单元之间的协同固化在了工序结构上。这样每个个体单元只需在固定的工位上、与生产线产生简单的关系，无需、也不许与邻近工位的个体单元产生直接关系。事实上，这样生产出的产品，较之一群直接交互的个体单元协力生产出的产品，其质量水准要高得多、也稳定可靠得多。

或许有人说：社会系统要复杂得多。流水线样式的结构补偿不会起到满意的作用。是么？那么，就以养老问题为例，简单地看一下情况会是怎样的。

传统社会结构的劳作、徭役、赋税、福利、养老都是由相互依存、相互支撑的家族成员而非社会公共机构为主完成的（图4）。这个，直到今天，许多方面依旧如此。

显然，在这个结构下，需提倡与弘扬邻里、家族间的互相帮助、互通有无以巩固整体的稳健性。“自扫、莫管”论自然是副毒药。

今天，持续的独生子女政策，加上社会统筹养老机制缺位，养老问题非常严峻。

社会统筹养老机制其实就是构建一个公共养老系统（图5）。这个结构补偿，结构上与生产流水线一样的。

可以说：当今的社会人口两小养四老的年龄结构，已经使得传统养老体系解体。昔日之毒药：“自扫、莫管”成为不二选择。这个选择带来的是对社会官吏体系传统角色的革命性挑战：是受命于天、而分解责任给个体之管理与运作？还是受雇于民、而承担责任之体系构建与服务？

#### 四、无所不在的“自扫、莫管”：传统思维方式中的结构缺陷

事实上，类似的结构补偿已经深入到社会生活的各个方面。

案例1：（增强结构抗干扰性）排队与插队。

散人青少年时期排队的结构都是酱紫的（图6）。

结构上：排队人员之间以及排队人员与窗口工作人员直接接触，因而也就直接面对了干扰：强悍的插队人员。因此秩序主要靠个体自律和相互监管，经常导致严重郁



图7：现在的排队结构



图8：早先的矿难救援结构

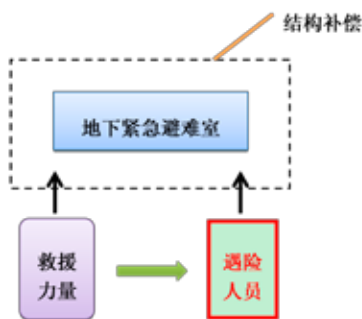


图9：现在构建中的矿难救援结构

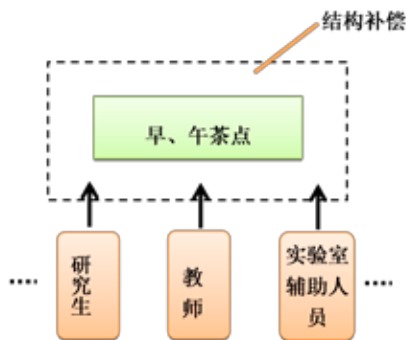


图10：剑桥大学工程系的早午茶

闷和激烈冲突。极头疼。现在的排队结构很多是酱紫的（图7）。

这种结构是舶来的，已被银行等机构广泛采用。显然，公开叫号显示系统是一个结构补偿。它有效地隔开了排队人员与窗口工作人员的相互直接接触，使得每个人只与这个叫号系统产生关系。

这是一个典型的“自扫、莫管”-“流水线”式样的复合结构。这种结构也自然屏蔽了干扰的介入接口，使得插队在物理结构上成为不可能：若窗口人员容许乱号，则自有投诉机制制约。艰苦的伫立排队终于变成舒适的自由等待。散人真切期待美国领事馆签证处投资改良：不为防止插队、只为两腿不再那么可怜。

案例2：（超越关键结构崩溃）矿难救援。

智利矿难成功升井<sup>[6]</sup>之前，我们的矿难救援结构是酱紫的（图8）：

救援力量直接与遇险人员产生关系。其间是救援挖掘难度巨大与遇险人员存活时间短暂的双重障碍。伤亡惨重。这个结构下，只能提高个体素质：却不幸造就“矿领导下井<sup>[7]</sup>”与“班组长提拔为矿长助理<sup>[8]</sup>”的博弈现象。

智利矿难成功升井之后，顺势舶来的矿难救援结构是酱紫的（图9）：

这个结构里，设立了固定或移动式紧急地下避难室做结构补偿，形成了一个救援与遇险人员之间“自扫、莫管”-“流水线”式复合结构：各自集中力量与紧急避难室产生关系。就可以享用着新鲜蔬菜、食物和干净的卫生间；新闻、微信着几个月，过了春节后悠然升井了。

案例3：（改善结构的松散性）剑桥大学的作息制度。

散人在剑桥大学工程系访学时，遭遇了散人生涯中最奇特的作息时间表：9:00上班；10:00- 11:00免费早茶；1:00-2:00午餐；3:00-4:00免费午茶；5:00下班！

这是什么节奏？！散人和散人的小伙伴们都惊呆了！

一段时间后，才明白：这是对西方个人主义文化结构的一种有效补偿，有利于大学里人际自由交流的内在要求。那里的文化环境下，手机是方便自己而非方便别人的；下班后

的时间是不容轻易打扰的；办公室的门是不能随便敲的；会议等计划是提前一年制定好了、不能轻易改动和增减的……。这样的结构，如何交流？没有交流，基因的螺旋结构又如何从剑桥的酒吧里横空出世？

事实上，这个作息于人际关系的结构上是酱紫的（图10）。

显然，图中可以看出：剑桥的早午茶是对西方疏离人际文化的一个“流水线式样”结构补偿：教师、研究生、实验室辅助人员……，每个人只需与早午茶产生关系即可。有事谈事、无事聊天；时间不够？另作预约。然后，一拍N散、各自空间。可惜，我们这绝对不能如是结构补偿，否则，呵呵……

**案例4：（结构性设计缺陷的修正）戒烟的关键。**

在香港的星光大道两侧，虽是露天，但仍旧如杂物箱一般、隔一段就有一个“吸烟室”。稍一琢磨遂明了：单纯的禁烟设计是对吸烟人群合理权益的粗暴干涉，属于设计缺陷，必须加以修正性补偿：构建足够的吸烟室。

这样，吸烟人群与不吸烟人群原有结构（图11）便得到了有效补偿（图12）。双方权益基本获得保障。又一个“自扫、莫管”-“流水线”式结构。这个思维很难产生于本土或许是因为：传统似乎一直认为“错误”方的权益不是权益，却又不消除产生错误的另一根源：香烟的生产与销售！类似地，根治南京火车站地下停车库臊气袭人的小便气味，关键不在个体素养提高，而是修正车库设计缺陷：设立洗手间。

发现与纠正这类结构设计缺陷都不难，但也很难获得解决。或许，在我们的思维方式下，需要的只是能够超越生理极限的道德完人吧。

**案例5：（结构性反馈补偿）砰砰作响的教室房门。**

前面的结构补偿与反馈控制似乎并无直接关系。这里给一个不同的案例：冬天走道很冷，需要随手关门。但满走道的门：轻了、关不好，重了、声响很大、此起彼伏。怎样才能既关好门又无噪声？

人-门自然结构如图13所示。

这个结构下，改良只能寄望提高人的素质与门的性能。但好习惯养成、新生又到了；临时改良的门、时间一长又不行了。寄望“从娃娃抓起”的“学习雷锋好榜

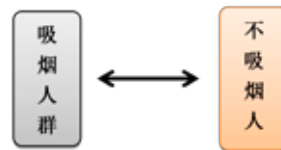


图11 自然的吸烟-不吸烟人群结构

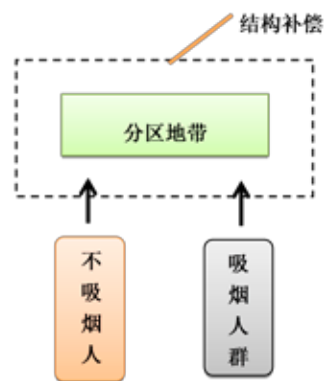


图12 吸烟室后的吸烟-不吸烟人群结构



图13：人-门-噪声结构图

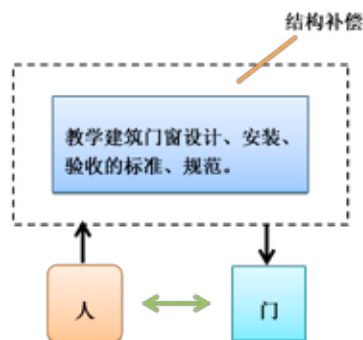


图14: 教室用门噪声标准规范结构图1

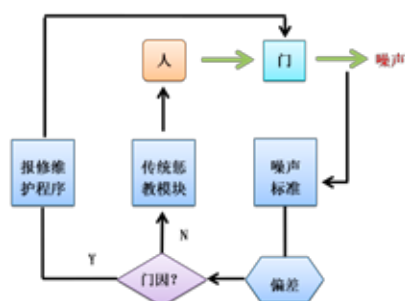


图15: 教室用门噪声标准规范结构图2

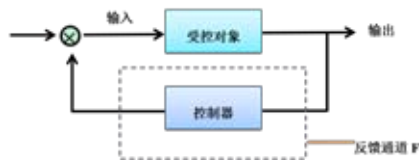


图16 反馈控制回路

样”？做人真累。

有无其它办法呢？有的。其结构如图14。

这个结构将人解放了出来：只要门没坏、人非故意，就不会产生令人生厌程度的噪声。值得注意的是；与前述结构略有不同，这里的人、门与“流水线”模块的关系方向是相反的，构成了一个闭合关系。它在实质上是一个闭环结构（图15）。

这是标准的反馈控制，它使得人的关门和门的噪音之间的相互关系在一定条件下变得相对独立，但并非经典意义上的解耦控制。

值得一提的是：散人在境外学校里，但凡注意到的门都是噪音很小的，但有无教室用门行业标准不详；散人学校的门至今依旧噪音很响，相关标准？没听说过。这个方法中，涉及了一个很重要的舶来概念：产品标准。

### 五、开环之外，结构补偿即控制！

重温维纳著作，不难发现：他在将动物和机器中的控制和通信机理高度数学抽象而提出控制论时，其内容实际上囊括了感知、结构、通信与执行四个重要方面。这四个方面涵盖了现代信息科学的几乎全部要素，其中作为特定结构下的通信：反馈的概念和方法被认为构成了控制论最为重要的核心。

或许是基于这个基本认识，着重于系统结构和专门于通信的内容逐渐从控制论中被剥离出来，分别归类始于贝塔朗菲的系统论<sup>[9]</sup>和始于香农的信息论<sup>[10]</sup>；感知和执行逐步融入与具体器件相关的学科。以钱学森先生的《工程控制论》<sup>[11]</sup>为代表，反馈控制逐渐成为各类具体领域控制论的主体。

值得注意的是：反馈控制的实质是对受控对象进行的一类特定结构补偿。如图16所示，反馈通道F就是对对象的原有结构做的一条从输出逆向到输入的信道结构补偿。显然，若非如此闭环补偿，则原系统的开环结构就不能完成对扰动造成偏差进行在线消除的任务。这正印证了维纳对结构作用的认知。

前面的案例说了一个简单的事实：许多控制任务，须基于较之反馈更为广泛的结构补偿（甚至需要对受控对象的结构做较大的修正与重组）才可能完成。类似的例子还可见：紧急疫情的隔离控制<sup>[12]</sup>、电力系统暂态故障的解列控制<sup>[13]</sup>等。特别地，历史上周期性爆发的社会大革命，就是这类以

结构修正与重组为特征的控制手段在社会系统的常见案例。可以说：结构补偿是开环控制与提高元件性能之外最基本的控制手段<sup>[14]</sup>，值得进一步深入发掘<sup>[15]</sup>。

通俗地说：个体或元件的性能遭遇极限瓶颈时，恰当的结构改良与重组或许就会大有作为。

1+1除了“1”和“1”之外，还有“+”。

这就是控制论的结构性思维。

然而，这种结构性思维，却正是以“正心诚意、格物致知、修身养性、齐家平天下”为基因的传统思维模式的最大缺憾所在。在前面案例中的解决方案里，几乎都含有舶来成分的现象也说明了这一点。

控制论的结构性思维方式的教育与普及，任重道远。

## 参考文献

- [1] Wiener N. Cybernetics. 2nd ed. Cambridge Mass: MIT Press, 1961.
- [2] Wiener N. The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society. Boston: Da Capo Press, 1954.
- [3] 维纳. 人有人的用处. 陈步译. 北京: 商务印书馆, 1978.
- [4] 钟韧. 维纳著作选. 上海: 上海译文出版社, 1978.
- [5] 傅佩荣. 哲学与人生. 北京: 北京理工大学出版社, 2011.
- [6] <http://news.qq.com/zt2010/chilemine/>
- [7] [http://www.mkaq.org/Management/guanlizd/201106/Management\\_60371.html](http://www.mkaq.org/Management/guanlizd/201106/Management_60371.html)
- [8] [http://news.xinhuanet.com/energy/2012-07/12/c\\_123402889.htm](http://news.xinhuanet.com/energy/2012-07/12/c_123402889.htm)
- [9] 冯·贝塔朗菲. 一般系统论: 基础·发展·应用. 北京: 社会科学文献出版社, 1987.
- [10] 科弗. 信息论基础 (第2版). 阮吉寿, 张华译. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [11] 钱学森. 工程控制论. 戴汝为, 何善译. 上海: 上海交通大学出版社, 2007.
- [12] Yan X, Zou Y. Optimal and sub-optimal quarantine and isolation control in SARS epidemics. *Mathematical and Computer Modelling*, 2008, 47(1-2): 235-245.
- [13] Kai Sun, Dazhong Zheng, Qiang Lu. Splitting strategies for islanding operation of large-scale power systems using OBDD-based methods. *IEEE Transactions on Power Systems*, 2003, 18(2): 912-923.
- [14] 邹云. 反馈的作用机理分析与拓展: 一类关联-反馈广义闭环协调控制. *南京理工大学学报: 自然科学版*, 2010, 34(1): 1-7.
- [15] 邹云, 蔡晨晓. 一体化设计新视角: 系统的控制性设计概念与方法. *南京理工大学学报: 自然科学版*. 2011, 35(4): 427-430