

文章编号:1007-6735(2011)04-0307-05

费马最小作用原理的社会优化价值

牛文元

(中国科学院 自然与社会交叉科学研究中心, 北京 100190)

摘要: 在物理学中,能量守恒与最小作用原理具有普遍有效性.费马以简单几何学的证明提出了光在不同介质中传递路径的最小性.在社会结构中,对于同一事件的理解和反应,常因所处状态的不同而有不同的选择.如何能从不同状态、不同等级、不同层级(相当于物理学中的不同介质)中,寻求行为认同的最小阻力,可以考虑应用费马最小作用原理进行寻求社会组织优化的尝试,这也是社会物理学企图定量解释社会现象并给予普遍性回答的一项重要内容.本文从费马最小作用原理的基本思路出发,在社会的每一层级中揭示最小作用的存在性,并进而联系到社会 n 层级的整体优化,从而为社会优化管理理论寻求某种精确化的解析.

关键词: 社会最小作用原理; 社会优化管理; 社会物理学

中图分类号: N 94 **文献标志码:** A

Social optimal value based on Fermat's principle of least action

NIU Wen-yuan

(Center for Interdisciplinary Studies of Natural and Social Sciences, Chinese Academy of Science, Beijing 100190, China)

Abstract: In physics, the energy conservation and least action principle are of universal effectiveness. Fermat proposed that the ray of light has the least time for path traverse through different media based on the proof by simple geometry. In social structure people will choose different understanding and reaction to a same event depending on their states. How can people choose the least resistance approved by behavior from different states, different classes and different layers (equivalent to different media) may be considered as the attempt of applying the Fermat's principle of least action to find the social optimal organization. That is also an important content for explaining social phenomena and giving the universal answer by socio-physics. Based on the fundamental thinking of least action principle, the paper tries to find the existence of least action in every layer of society, furthermore to link the global optimization of n layers in society, and thus to find the exact analysis of the theory of social optimal management in some extents.

Key words: social least action principle; social optimal management; social physics

收稿日期: 2011-07-30

基金项目: 中国科学院创新团队项目(KACX1-YW-1011)

作者简介: 牛文元(1939-),男,研究员.研究方向:可持续发展与社会物理学. E-mail: wyniu@yahoo.com

设定3 依从设定2,在具有层级的社会中,物质能量信息从源到汇传布与分配的历程中,存在着一条最佳路径,即物质能量信息在分配过程中的传布,存在有一条社会认同度损失最小亦即社会畸变度最小的路径,它类比于普适的最小作用原理.

设定4 依从设定3,这个最短路径的寻求,将为社会的整体和谐亦即社会的优化管理提供定量解释的入口.

从纯粹物理学中著名的费马最小作用原理出发,为社会优化的认知寻求一个可以解释的社会物理规则,必须克服几个重大的障碍.

其一,在费马最小作用原理中,所举光学路径的证明只涉及到两个明确的层次(两个不同光学介质的组合),而在社会物理学中所要涉及的社会层级将有多,如何从每个层级中逐一寻优,最终整合出社会最小作用原理,即寻找出全路径的最小社会畸变度,就必须对费马原理加以复杂化.

其二,费马只是证明了依据折射率的差异,获得所走路径比直线要短的证明.但是寻求最短点的确切位置,即 OF 中对于 F 点的精确定位,费马并未给出更进一步的寻觅,用他自己的话说:“我很容易获得了这一结论,然而有必要进一步作出研究.因为我认为这并不足以说明已经找到了像 F 那样的点.必须进一步找到那样一个点,它将使得光从 C 到 G 所花费的时间比之沿任何可能的其他路径所用的时间都少”^[2].

从费马最小作用原理的启示,在社会优化管理的数学处理中,必须首先把从单一 n_1 和 n_2 的二相结构,广延到从 n_1 到 n_i ($i = 2, \dots, n$) 的多相结构下寻求最小作用原理;同时在每一层级 n_i 上,再寻出由于社会认同度的差异所决定的最短路径数学解;最终将每一层级(n_i)的最优解(最短路径)纳入到整体 n 个层级中作出宏观判别的整体寻优,以获得社会最小作用原理的统一解.

3 社会最小作用原理

如上所述,为了满足社会最小作用原理,使得社会组织等级分层的层级之间,表现出下一层对上一层的“社会认同度”差异(这相似于光路传播在不同介质界面上表现出的折射率).以社会认同度的差异划分成一个社会的 n 个层级($i = 1, 2, \dots, n$),每一层级存在着与上一层级在认同上的社会畸变,这样,假定把最上端的层级 n_1 定义为社会认识最理性最科学的源头,随着向下传递的层级增多,产生社会畸变的累积量也会越

来越大.从社会最小作用原理出发,要寻求每一层级中与上一层级传递过来的“认知、信息、物质、能量”的社会畸变最小,即转换成从源到汇对于物质、能量、信息传递的损失最小,传递的路径最短,消耗的时间最少,畸变的数值最小等一类表述,就成为社会最小作用原理的定量内涵.此处定义“认知、信息、物质、能量”传递的路径最短的公式表达为

$$t_{n_1-n_2} = \frac{1}{\lambda} \int_{n_1}^{n_2} r ds \quad (1)$$

式中, t 为传递的时间; λ 为传递的速度系数; r 为 n_2 对于 n_1 的社会认同度(取 $0-1$); $(1-r)$ 定义为 n_2 对于 n_1 的社会畸变度; s 为传递的路径长度.

令

$$\delta_t = \delta \left(\frac{1}{\lambda} \int_{n_1}^{n_2} r ds \right) = 0 \quad (2)$$

获得从 n_1 到 n_2 的时间最短.

最终得出社会最小作用原理的概念方程

$$\sum_{n_1}^{n_i} \delta \left(\frac{1}{\lambda} \int_{n_1}^{n_2} r ds \right) = \min \quad (3)$$

在社会最小作用原理的讨论中,方程(3)与费马最小作用原理相比,已经将传递路径的“介质”由两层广延到多层,为简化起见,这里设计了一个3种社会畸变度(1,1.5,2)分别位于3个象限之中,同时给定了起点(8,6)、终点(-8,-6),以及传递路径.随着 F 在 OH 线上的移动,寻出 CFG 在与 COG 直接传递路径比较时的趋优过程(最小值)描述,如图2所示.

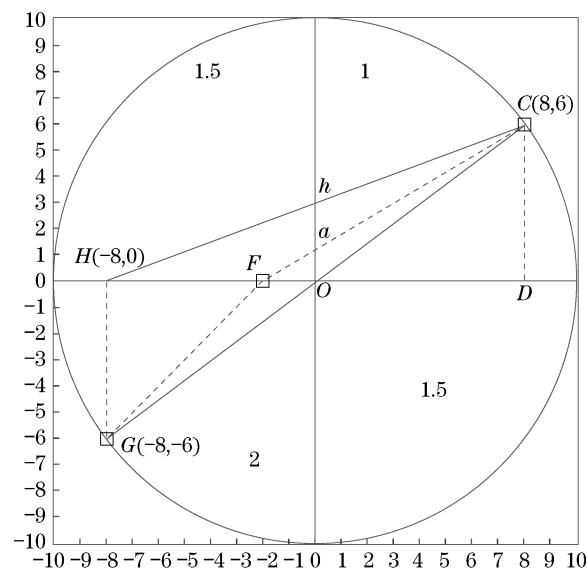


图2 社会最小作用原理示意图

Fig.2 Scheme of social least action principle

在图2设定的 $CO = OG = 10, HO = OD = 8$, $COG = \frac{1}{2}CO + OG = \frac{10}{2} + 10 = 15$ 的给定条件下,随 F 在 O 与 H 之间的移动,可以计算出在 CFG 传递路径上分别用两介质法与多介法所寻求的传递时间最小值.特别说明的是,为了给出社会优化点的存在事实,在计算上相对忽略了一些不影响结论的细微差异,因此,也可将计算结果视为寻优的第一近似值,这不应影响对于下面结论真确性的认识.

以下列出费马两介质和社会最小作用多介质计算的结果及其比较.

费马两介质计算结果

$$F = [0, 0]:$$

$$CF = 10.000\ 000$$

$$FG = 10.000\ 000$$

$$CF/2 + FG = 15.000\ 000$$

$$F = [-1, 0]:$$

$$CF = 10.816\ 654$$

$$FG = 9.219\ 544$$

$$CF/2 + FG = 14.627\ 871$$

$$F = [-2, 0]:$$

$$CF = 11.661\ 904$$

$$FG = 8.485\ 281$$

$$CF/2 + FG = 14.316\ 233$$

$$F = [-3, 0]:$$

$$CF = 12.529\ 964$$

$$FG = 7.810\ 250$$

$$CF/2 + FG = 14.075\ 232$$

$$F = [-4, 0]:$$

$$CF = 13.416\ 408$$

$$FG = 7.211\ 103$$

$$CF/2 + FG = 13.919\ 306$$

$$F = [-5, 0]:$$

$$CF = 14.317\ 821$$

$$FG = 6.708\ 204$$

$$CF/2 + FG = 13.867\ 114$$

$$F = [-6, 0]:$$

$$CF = 15.231\ 546$$

$$FG = 6.324\ 555$$

$$CF/2 + FG = 13.940\ 328$$

$$F = [-7, 0]:$$

$$CF = 16.155\ 494$$

$$FG = 6.082\ 763$$

$$CF/2 + FG = 14.160\ 510$$

$$F = [-8, 0]:$$

$$CF = 17.088\ 007$$

$$FG = 6.000\ 000$$

$$CF/2 + FG = 14.544\ 004$$

社会多介质计算结果

$$F = [0, 0]:$$

$$Fa = 0.000\ 000$$

$$Ca = 10.000\ 000$$

$$Ca/2 + Fa/1.5 + FG = 15.000\ 000$$

$$F = [-1, 0]:$$

$$Fa = 1.201\ 850$$

$$Ca = 9.614\ 803$$

$$Ca/2 + Fa/1.5 + FG = 14.828\ 180$$

$$F = [-2, 0]:$$

$$Fa = 2.332\ 381$$

$$Ca = 9.329\ 523$$

$$Ca/2 + Fa/1.5 + FG = 14.704\ 963$$

$$F = [-3, 0]:$$

$$Fa = 3.417\ 263$$

$$Ca = 9.112\ 701$$

$$Ca/2 + Fa/1.5 + FG = 14.644\ 776$$

$$F = [-4, 0]:$$

$$Fa = 4.472\ 136$$

$$Ca = 8.944\ 272$$

$$Ca/2 + Fa/1.5 + FG = 14.664\ 662$$

$$F = [-5, 0]:$$

$$Fa = 5.506\ 854$$

$$Ca = 8.810\ 967$$

$$Ca/2 + Fa/1.5 + FG = 14.784\ 924$$

$$F = [-6, 0]:$$

$$Fa = 6.527\ 806$$

$$Ca = 8.703\ 741$$

$$Ca/2 + Fa/1.5 + FG = 15.028\ 296$$

$$F = [-7, 0]:$$

$$Fa = 7.539\ 231$$

$$Ca = 8.616\ 264$$

$$Ca/2 + Fa/1.5 + FG = 15.417\ 048$$

$$F = [-8, 0]:$$

$$Fa = 8.544\ 004$$

$$Ca = 8.544\ 004$$

$$Ca/2 + Fa/1.5 + FG = 15.968\ 004$$

从两介质到多介质广延所进行的比较中可以发现,二者均存有一个最小值,只是它们最小值的空间位置并不一致,出现了某种值得探讨的现象:在两介

质条件下,最小值出现在距0点的远端0.625附近;而在多介质条件下,最小值出现在距0点的近端0.375附近,二者似乎落入黄金分割0.382~0.618区间,这对社会最小作用原理的社会结构优化提供了重要的启示(见图3)。

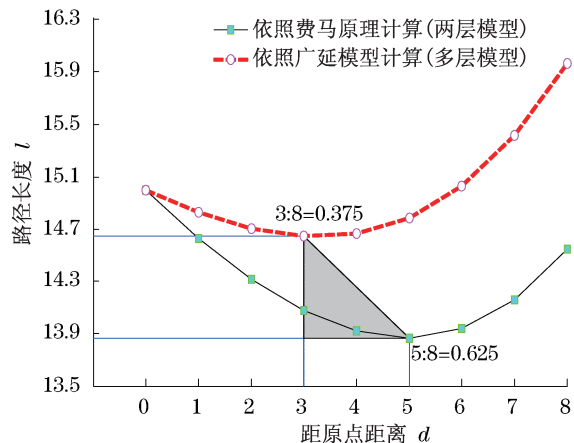


图3 两介质与多介质的最小作用原理寻优
Fig.3 Optimisation of least action principle with two medium and many medium

4 结 论

在本文命题的意涵中,承认社会必然有结构,承认结构必然有层级、阶层之间必然要协同^[3],承认物质、能量、信息在 n 个层级的传递过程中,要想达到社会认同度最高、社会畸变度最小、信息失真度最少,必须要在每一层级中寻求出传递时间最短的空间点位.进一步将每一层级的传递时间最小值空间点依次联结起来,所构成的整体线段标志着从第一层级 n_1 到最末层级 n_i ,完成了社会优化程度最好(社会和谐程度最高、社会有效程度最好、社会管理成本最低)的路径。

参考文献:

- [1] 牛文元. 理论地理学[M]. 北京:商务印书馆,1992.
- [2] 许良. 最小作用量原理与物理学的发展[M]. 成都:四川教育出版社,2001.
- [3] 曾建,张一方. 社会协同学[M]. 北京:科学出版社,2000.

作者介绍

牛文元 1939年出生于河南省焦作.1962年毕业于西北大学地理系,1966年研究生毕业于中国科学院.现任国务院参事,全国政协委员,中国科学院可持续发展战略研究组组长、首席科学家,国家环境咨询委员会委员,国务院应急管理专家委员会委员,《中国发展》杂志编委会主任.2001年被选为第三世界科学院院士.主要从事以环境与可持续发展为核心的研究与应用.获得国家发明奖一项,中科院科技进步一等奖一项.2005年被授予中国环保大使.2006年获中国绿色文明特别奖.2007年被评为全国科技10大英才人物,2007年为表彰牛文元在世界环境与发展领域中的贡献,他和意大利前总统钱皮两人分获“国际圣弗朗西斯环境大奖”,2010年获第三届“中国十佳绿色新闻人物”称号.1998至今,每年连续发布《中国可持续发展战略报告》.2004—2007年,由中国科学院院长路甬祥任总主编,由牛文元任执行总主编,选聘全国著名学者183位,编纂完成了中国第一部百科全书式的《中国可持续发展总纲》国家卷(共20卷),荣获第二届出版政府奖“图书奖”。