

# 我国地学基础性研究队伍年龄结构发展变化的模拟分析

## Dynamical Simulation and Analysis of the Change in Age Structure of Fundamental Research Force in Geoscience in China

关 伟 韩文秀

(天津大学系统工程研究所)

包玲明 张知非

(国家自然科学基金委员会地球科学部)

**提要** 本文分析了我国地学基础性研究队伍年龄结构不合理的现状,用系统动力学(SD)方法模拟仿真了今后若干年我国地学基础性研究队伍年龄结构的变化趋势,由仿真结果分析得出了我国地学基础性研究队伍年龄结构达到正常化的时间并提出相应的政策建议。

### 一、问题提出

基础研究需要稳定发展。基础研究的稳定发展取决于科学家队伍的稳定发展。科学家队伍年龄结构合理与否,又是一个国家科研能力大小的重要标志之一。赵红洲在《科学能力学引论》中统计了古今中外一千多名著名科学家作出重大成果的年龄域,得到图1的结果,最佳年龄域在35~45岁之间。正因为如此,各国为促进本国科学发展,总是把资助重点放在处于最佳年龄域的科学家身上。图2是我国从事地学基础性研究的科学家年龄结构特点。图中所示为1989年和1990年国家自然科学基金委员会地球科学部资助项目第一申请人的年龄结构。图中两年的曲线形态大同小异,可见这种曲线的形态不是年际变化的反映,而是我国地学科学家年龄结构的特点。

图2和图1相比,显然两者相去甚远。而且“峰”“谷”正好相反。这说明目前我国地学科学家年龄结构分布呈不合理状态。造成这种情况的原因及后果已由张知非教授做过分析(见《科技导报》1989年第3期)。十年动乱破坏了我国基础研究科学家队伍的正常年龄结构,使我国人才的正

常代谢遭受到人为阻断。科学家年龄结构的不合理和人才断档使我国在当今的世界科技竞争中处于不利的地位。需要考虑的问题是需多少年才会使我国地球科学家年龄结构合理化?在图2中35~40岁年龄段之后的(即“文革”后)我国培养起来的青年科技人才何时才能成为地学基础性研究工作的主要承担者?国家科技政策应对此采取何种措施?所有这些都需在现状分析的基础上,进一步进行仿真模拟预测研究。

### 二、系统动力学模型

#### 1. 科学家队伍年龄结构的系统分析及因果图

系统动力学(System Dynamics)是美国麻省理工学院J.W福雷斯特(J.W.Forrester)于1956年创立的,后不断创新发展。SD的基本理论是系统论,控制论和信息论。计算手段是电子计算机。SD是从宏观决策概念出发的系统性研究方法,其模型的特点则表现在着力刻画系统中各元素间的因果关系以及因果关系环的耦合,用反馈环的描述形式予以充分体现,以区别于其它方法的边界条件假设和步进式仿真过程。因此,它具有以下特

点:

(1)SD模型比较直接地反映了系统的因果结构,具有直观性,易于理解和掌握。

(2)在控制人口规模,估计未来人口结构的合理性时,SD模型可进行多种政策仿真试验。输入决策变量参数时非常方便。这可以使构模实践者与决策者充分交互反馈,使模型和各种决策参数更合理和实用。

正因为如此,用SD方法模拟我国地学基础性研究的科学家社会年龄结构变化趋势及政策对它的影响机制是比较合适的。通过对这个问题的分析,我们得到因果关系简图如图3。图中新增人员数量是指我国补充到地学基础研究队伍的年轻科技人员数,主要包括留学归国人员、高校毕业的博士生、硕士生等,它可以作为一个决策变量。流失人员数,对年轻人而言主要是指由于改行(转业)、出国等原因造成从事基础研究的年龄人减少,对老年人而言主要是指退休、死亡等。流失人员数也可作为一个决策变量,它和新增人员数一起构成稳定基础研究队伍的控制因素。

## 2. 模型流程图及主要方程(略)

### 三、仿真结果分析及政策建议

1.以每年新增人员数占当年地学基础性研究队伍人员总数的比例( $CR$ )为决策控制变量( $26\sim 30$ 岁年轻人员流失率 $PARA26=0.2$ )。

分别取 $CR=0.04$ 和 $CR=0.05$ 作仿真试验,可由仿真数据得到图4、图5、图6。从图可以清楚看出,到1995年时(图4),我国地学基础性研究队伍年龄结构仍呈不合理状分布,其特点是峰值由目前( $50\sim 55$ 岁)年龄层移到那时的( $55\sim 60$ 岁)年龄段。到2000年时(图5),这种不合理状况会有所改善,直到2005年时(图6),我国地学基础性研究队伍的年龄结构才基本达到正常状态。这说明当 $CR\in[0.04,0.05]$ 时,我国地学基础性研究队伍年龄结构正常化的时间约在2005左右。那么,当 $CR\in[0.04,0.05]$ 时,情况如何?我们进一步作灵敏度试验发现,当 $CR<0.04$ (如 $CR=0.02$ )时,我国地学基础性研究队伍年龄结构正常化的时间将被推迟,且峰值年龄区域偏离最佳区域(图7)。极端情况,当 $CR=0$ 时,到2005年,我国地学基础性研究队伍年龄结构呈现出比现在更加不合理的状态。上述情况我们当然不希望出现。那么是否 $CR$ 越大越好?取 $CR=0.06$ 再做试验,发现它和图6相比,相差并不大,这说明盲目增大 $CR$ 并不能缩短我国地学基础性研究队伍年龄结构正常化的时间。因此,从优化科学家年龄结构角度看, $CR$ 并不是越大越好,还要考虑各学科的比例,国家的财

力、物力,以及各门学科应有的发展速率等诸多因素。

综上所述,可提出政策建议:从我国地学基础性研究队伍年龄结构正常化这个角度来看,每年新增地学基础研究人员数占当年地学基础研究队伍人员总数的百分比在 $4\sim 5\%$ 之间为佳。

2.以年轻科技人员流失率 $PARA26$ (流失人员占 $26\sim 30$ 年龄段科研人员总数的比例)作为决策控制变量。

对待从事基础研究的年青科技人员流失现象,就国家科技政策而言,一方面应承认这是一种合理的人才流动,肯定它有很多积极作用;另一方面也不能完全放任自流,因为它可能影响我国基础性研究工作的正常发展。基础研究队伍的年龄结构的不合理会造成新的人才“断档”。为此,我们准备从仿真结果中,分析找出一个合理的区域,当流失率 $PARA26$ 在这个区域变化时,既能最大限度地满足人才流动的合理要求,也不会对我国地学基础性研究队伍的年龄结构正常化时间产生大的影响。

现以 $PARA26=0.2$ , $PARA26=0.3$ 作仿真试验,得到图8、图9、图10。从图可以看出,当 $PARA26\in[0.2,0.3]$ 时,到1995年,2000年,2005年,我国地学基础研究队伍的年龄结构变化不大。这说明当 $PARA26$ 在 $0.2\sim 0.3$ 之间变化时,它对我国地学基础性研究队伍年龄结构的正常化时间没有大的影响。但如果继续增大 $PARA26$ ,作仿真试验(图10),就会发现,当 $PARA26=0.5$ 时,在2005年我国地学基础性研究队伍的年龄结构同 $PARA26\in[0.2,0.3]$ 相比就明显呈现出一种不合理状态。这就是说,当 $PARA26$ 达到0.5左右时,就会影响我国地学基础研究队伍年龄结构正常化的时间。

综上所述,可提政策建议:从我国地学基础性研究队伍年龄结构正常化这个角度来看,允许从事基础研究的年轻科技人员流失(年龄段 $26\sim 30$ )的最大比例为 $20\sim 30\%$ 。

前一段人们认为年轻科技人员的“出国热”会造成我国基础研究人才出现青黄不接的局面,甚至会出现新的人才断档,其实这种担心大可不必。因为从一些统计资料上看,从事基础研究的年轻科技人才出国的比例并不大,完全在前面研究分析得出的合理流失率范围之内,况且他们中大部分会学成归国,报效祖国,这对我国科技事业的发展是极为有益的。我们现在应注意的问题是应充分利用国内现有的基础研究人才,努力避免他们因各种原因而流失或因被闲置不用而“准流失”所造成的人才浪费。

(责任编辑 肖庆山)

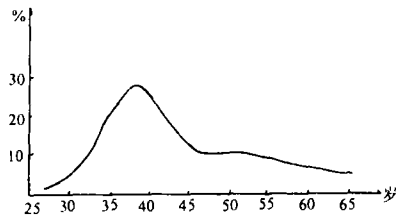


图1 据赵红州统计资料所绘科学家作出成果时的最佳年龄曲线

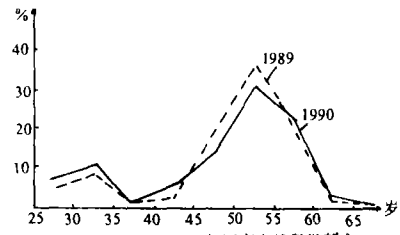


图2 1989和1990年国家自然科学基金委员会地球科学部资助项目第一申请人的年龄结构曲线

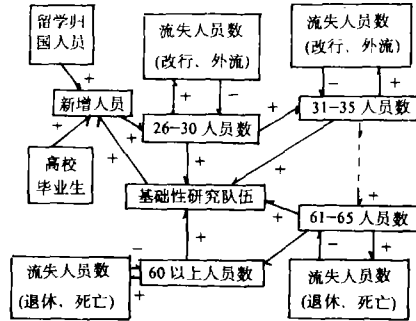


图3 科学家年龄结构因果关系简图

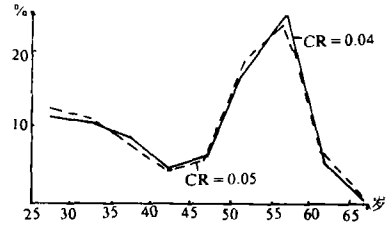


图4 1995年我国地学基础研究队伍年龄结构图 (CR=0.04, CR=0.05)

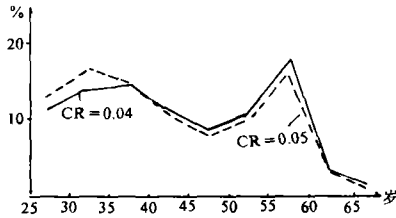


图5 2005年我国地学基础研究队伍年龄结构图 (CR=0.04, CR=0.05)

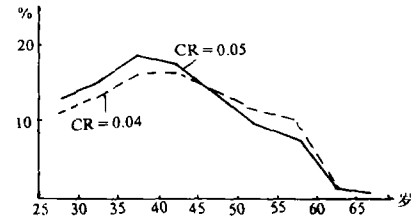


图6 2005年我国地学基础研究队伍年龄结构图 (CR=0.04, CR=0.05)

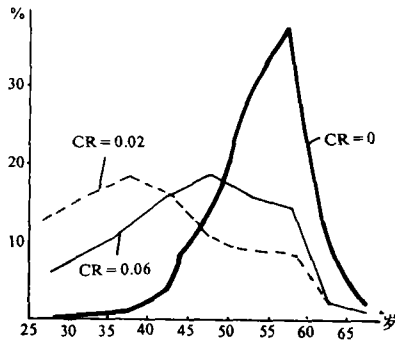


图7 2005年我国基础研究队伍年龄结构图 (CR=0.02, CR=0.06, CR=0)

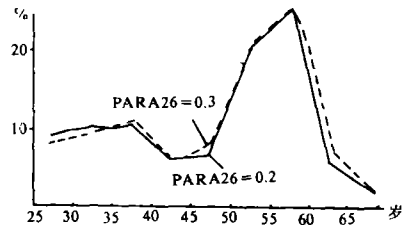


图8 1995年我国地学基础研究队伍年龄结构图(PARA26=0.2, PARA26=0.3)

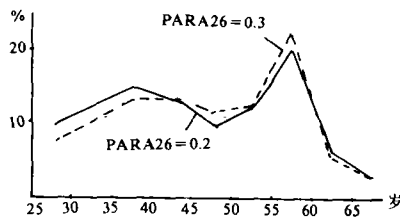


图9 1500年我国地学基础研究队伍年龄结构图(PARA26=0.2, PARA26=0.3)

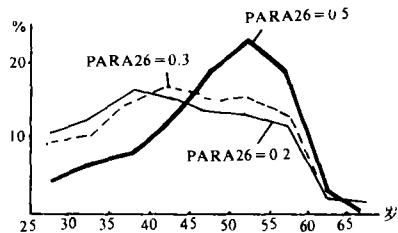


图10 2005年我国基础研究队伍年龄结构图 (PARA26=0.2, PARA25=0.3, PARA26=0.5)