

系统科学学院月报

2017年第2期（总第23期） 2017年6月19日

学科建设

◆ 第一届中国系统科学大会在北京召开

中国系统科学界期盼已久的第一届中国系统科学大会 (CSSC2017)于 2017 年 5 月 13~14 日在北京隆重召开。本届大会由上海系统科学研究院主办，中国科学院系统科学研究所承办，北京师范大学、北京交通大学、中国系统工程学会和中国自动化学会控制理论专业委员会协办。国际著名系统控制理论专家中国科学院数学与系统科学研究院郭雷院士担任本届大会主席。来自全国各地 110 多所大学、科研机构等的 565 位专家学者注册参会，汇集了一大批系统科学及相关领域的精英翘楚。



大会开幕式由大会副主席张纪峰研究员主持。大会总主席郭雷院士致词，邀请了 6 位系统科学领域知名专家作大会报告，他们是中国航天系统科学与工程研究院于景元研究员、中国科学院过程工程研究所李静海院士、澳门城市大

学颜泽贤教授、中国科学院数学与系统科学研究院郭雷院士、中国科学院上海生命科学研究院吴家睿研究员和北京师范大学胡岗教授。这些跨学科高层次的报告内容涵盖了系统科学哲学、方法论和应用，包括系统科学的哲学观、钱学森系统思想和系统科学体系、系统学是什么、刻画单元与系统间关联的介科学、生命复杂系统的主要特征以及从具有噪声的数据中进行系统重构。

大会安排口头报告 32 组(含 6 个邀请组), 共 286 篇论文, 分 8 个会议室并行进行交流; 安排张贴论文 3 组, 共 66 篇论文。大会闭幕式由组织委员会主席杨晓光研究员主持。程序委员会主席狄增如做了总结发言。他向与会者总结了大会的基本情况, 宣布大会圆满成功。他代表与会者对本届大会的成功举办表示热烈祝贺, 对所有参会代表、大会工作人员、志愿者等对大会的成功召开付出的不懈努力和辛勤劳动表示衷心感谢。

大会设立了张贴论文奖。本届张贴论文奖由北京师范大学的付欢和韩战刚获得。闭幕式上, 还为谭建伟等 26 名志愿者颁发了“优秀志愿者”证书, 以感谢他们为大会的付出和周到服务。

颁奖仪式后, 上海系统科学研究院院长郭雷院士宣布第二届中国系统科学大会(CSSC2018)的承办单位是北京师范大学。北京师范大学系统科学学院院长狄增如教授代表承办单位表示, 将努力把第二届中国系统科学大会办得更好, 并热情邀请大家明年北京再相聚! 本届大会受到与会代表的广泛赞誉, 是中国系统科学发展的一个里程碑, 必将对我国系统科学的发展产生重大而深远的影响, 成为中国系统科学研究发展的新起点!

科学研究

◆ 一、陈清华副教授应邀参加“数据驱动的复杂系统研究”学术研讨会

2017.5.28-29, “数据驱动的复杂系统研究”学术研讨会在重庆西南大学举行, 陈清华副教授应邀参加, 并做题为“从真实空间到虚拟空间——对人类移动行为的新探索”的学术报告。

◆ 二、近期科研成果汇总

1. 最少观测节点数精确定位复杂网络中的传播源头

研究成果: Hu Z L, Han X, Lai Y C, Wang W X. Optimal Localization of Diffusion Sources in Complex Networks, Royal Society Open Science, 2017, 4(2): 170091. (DOI: 10.1098/rsos.170091)

简介: 扩散是一个非常普遍的现象, 然而, 很多扩散过程却给我们带来了巨大的损失, 如疾病传播和谣言扩散等。因此, 找出这些传播源头对于我们控制或抑制这些有害的扩散具有非常重要的意义。关于复杂网络中的传播源头定位, 目前的研究方法主要包括极大似然估计、BP 方法及反向传播推断。基于这些方法的研究工作都有各自的优缺点, 有的研究工作只需知道某个时刻部分观测节点的信息便能较准确地推断出传播源头, 有的研究工作对于初始传播时刻未知时也有效。但是他们存在两个问题: 第一, 当传播源头较多时效果比较差, 甚至根本不可行; 第二, 所用的观测节点比例较高。那么给予网络结构, 对于线性时不变扩散系统, 当初始传播时刻未知时, 是否存在最少的观测节点精确定位任意未知数量的传播源头?

我们将源头定位问题转化为系统初始状态重构问题, 如果我们能重构出系统的初始状态, 那么就可以精确地定位传播源头。结合严格可控理论, 可控与可观之间的对偶关系及 PBH 定理, 我们找出网络完全可观最少需要的观测节点集。最后利用压缩感知方法定位传播源头。我们首先分析了模型网络及大量的实证网络的源头可定位性(网络完全可观最少需要的观测节点比例), 发现当网络比较稠密时, 源头可定位性越强。对于无向随机网络, 最少观测节点数为孤立子团数。最后我们在模型网络上定位传播源头, 发现我们的方法不仅能精

准确地定位任意数量的传播源头，而且能推出初始传播时刻，同时该方法具有很强的抗噪性。

Abstract: Locating sources of diffusion and spreading from minimum data is a significant problem in network science with great applied values to the society. However, a general theoretical framework dealing with optimal source localization is lacking. Combining the controllability theory for complex networks and compressive sensing, we develop a framework with high efficiency and robustness for optimal source localization in arbitrary weighted networks with arbitrary distribution of sources. We offer a minimum output analysis to quantify the source locatability through a minimal number of messenger nodes that produce sufficient measurement for fully locating the sources. When the minimum messenger nodes are discerned, the problem of optimal source localization becomes one of sparse signal reconstruction, which can be solved using compressive sensing. Application of our framework to model and empirical networks demonstrates that sources in homogeneous and denser networks are more readily to be located. A surprising finding is that, for a connected undirected network with random link weights and weak noise, a single messenger node is sufficient for locating any number of sources. The framework deepens our understanding of the network source localization problem and offers efficient tools with broad applications.

论文链接: <http://rsos.royalsocietypublishing.org/content/4/4/170091>

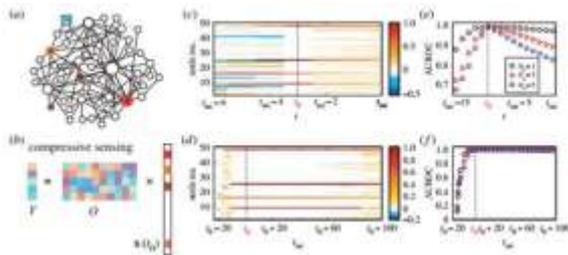


Figure 5. An example of locating sources in undirected weighted SF networks. (a) Illustration of an SF network with four sources with colours representing the initial state values. One messenger node is specified as a blue square. The thickness of the links represents their weight and the sizes of the nodes indicate their degrees. (b) The form of $Y = (\delta(t))_{ij}$ and the sparse initial state vector w_0 to be reconstructed by using compressive sensing from a relatively small amount of data. (c) Reconstructed state $s_i(t)$ of each node for $t \leq t_0$, where the initial observation time is t_0 ($t_0 \geq t_1$). Colours represent the values of $s_i(t)$ with $t \leq t_0$. (d) Reconstructed initial state $s_i(t_0)$ of each node from different initial observation time t_0 when t_0 , the true triggering time, is being successfully inferred. Colours represent the reconstructed values of $s_i(t_0)$. (e) Area under a receiver operating characteristic (AUROC) as a function of t ($t \leq t_0$) for a fixed initial observation time t_0 . (f) AUROC versus t for different initial observation time t_0 and different number of sources (N_s). Network parameters are set as follows: Network size is $N = 50$, the average degree is $\langle k \rangle = 4$, and the random link weights are selected from a uniform distribution in the range $[0, 2]$. For the diffusion dynamics, we set the diffusion parameter to be $\beta = 0.05$ and the initial state of sources in w_0 is randomly selected from a uniform distribution in the range $[0, 1]$. To implement the source-localization process, the parameters are: noise amplitude $\sigma = 0$, data = 0.5, and the results are obtained by averaging over 300 independent simulations.

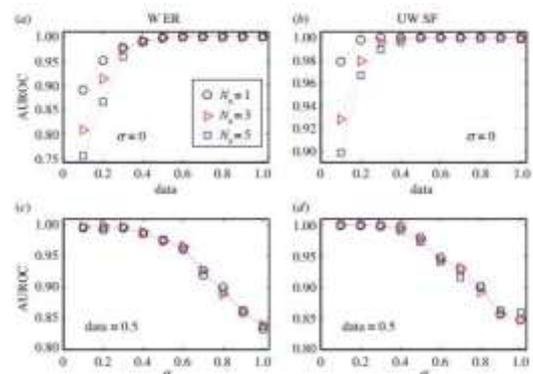


Figure 6. Locatability performance in undirected ER and SF networks. (a–d) AUROC as a function of data for (a) weighted ER and (b) unweighted SF networks, and as a function of noise variance σ for (c) weighted ER and (d) unweighted SF networks. In (a) and (b), σ is fixed at 0. In (c) and (d), data are fixed at 0.5. Cases with different numbers of sources, N_s , are included. For a random guess, the AUROC value is 0.5. The average degree $\langle k \rangle$ is 2 and 4 for the ER and SF networks, respectively. We set $\beta = 0.1$ for ER networks and $\beta = 0.05$ for SF networks. The results are obtained by averaging over 300 independent simulations. The other parameters are the same as in figure 5.

2. 杰出学者对青年学者职业生涯的影响

研究成果: Qi, M., Zeng, A., Li, M. et al. *Scientometrics* (2017).

doi:10.1007/s11192-017-2328-8

简介: 合作是科学研究中很重要的一部分, 随着各学科知识的不断积累, 个体研究者只能成为某一领域的专家。因此, 现在有越来越多合作形式的科学论文出现。科学计量学领域的许多工作都是致力于分析科学家合作网络的结构特点, 然而对于这种合作会如何影响青年学者未来的科研职业生涯发展的研究是很少的。在这篇文章中, 我们对美国物理学会 (APS) 从 1893 年至 2009 年的包括 325491 位作者和 458584 篇科学论文的实际数据进行了这一方面的分析。分析结果显示, 与杰出学者 (通过他们文章的总引用数量衡量) 合作对青年学者的职业生涯发展有显著的积极影响, 并且这种影响具有很强的非线性, 可以被拟合为指数小于 1 的幂函数的形式。进一步的分析表明, 这种对于青年学者的积极影响主要表现在其科学职业生涯的前期。同时经过比较 1960 年至 1990 年数据, 可以发现这种影响是随着时间逐渐增强的。

Abstract: Collaboration is one of the key features in scientific research. With more and more knowledge accumulated in each discipline, individual researcher can only be an expert in some specific areas. As such, there are more and more multi-author papers nowadays. Many works in scientometrics have been devoted to analyze the structure of collaboration networks. However, how the collaboration impacts an author's future career is much less studied in the literature. In this paper, we provide empirical evidence with American Physical Society (APS) data showing that collaboration with outstanding scientists (measured by their total citation) will significantly improve young researchers' career. Interestingly, this effect is strongly nonlinear and subject to a power function with an exponent less than 1. Our work is also meaningful from practical point of view as it could be applied to identifying the potential young researchers.

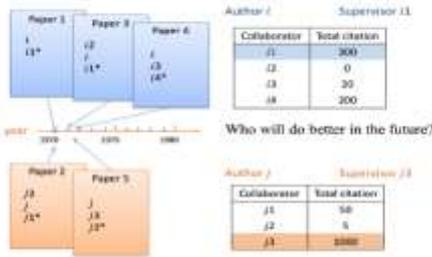


Fig. 1 (Color online) Illustration of the problem studied in this paper. We consider two scholar i and j who both publish their first paper in 1970. In their young scholar period (i.e. 1970 to 1972), scholar i published 3 papers with 4 collaborators and scholar j published 2 papers with 3 collaborators. The most highly cited collaborators of i and j are respectively cited 300 times and 1000 times until 1970. This paper aims to find out whether there is a tendency for j to outperform i in their future career (measured by their future total citations).

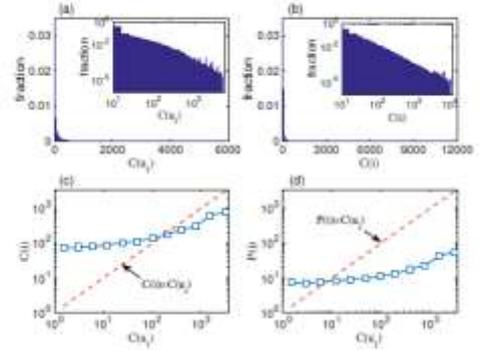


Fig. 2 (Color online) (a)(b) The probability density distribution of the total citation of young scholar's most highly cited collaborator in his/her young scholar period $C(u_i)$ and the total citation of young scholars $C(i)$. The illustration is in log-log scale coordinates. One can see that they all obey the power-law distribution with different exponent which indicates that the relationship between them is not linear. (c)(d) The relationship between the total citation of young scholar's most highly cited collaborator in his/her young scholar period $C(u_i)$ and the young scholar's academic performance (i.e. total citation $C(i)$ and total publication $P(i)$). The red dotted lines represent the standard line $y=x$. Both of $C(i)$ and $P(i)$ increase with $C(u_i)$, and the relationship can be subject to power function with linear fitting coefficient (i.e. the index of power function) 0.3697 and 0.2574 in log-log scale coordinates.

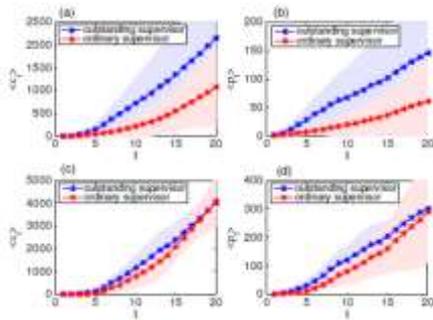


Fig. 3 (Color online) The evolution of the academic performance of young scholars who published his/her first paper in 1990. (a)(b) The evolution of the averaged total citations and publications of top 10% young scholars for each type. (c)(d) The evolution of the averaged total citations and publications of 10 young scholars of each type who reached similar academic performance by the end of the data. As $c_i(t)$ and $p_i(t)$ represents respectively the total citation and total publication of scholar i at year t , the averaged total citations and publications are simply obtained by averaging $c_i(t)$ and $p_i(t)$ over the above-mentioned 10% or 10 young scholars. The shadow is the standard deviation of the selected young scholars.

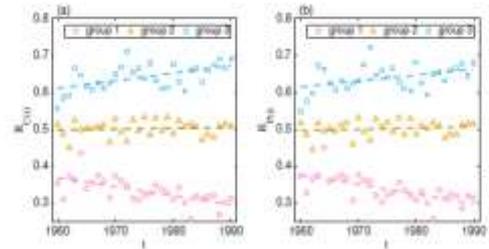


Fig. 4 (Color online) The relationship between year and young scholars' relative rankings in total citation, $R_{C(i)}$ and total publication, $R_{P(i)}$. In each year, the young scholars are divided into three groups. Group 1 are the young scholars who have collaborated with top 10% scientists. Group 2 are the young scholars who mainly collaborated with ordinary scientists. Group 3 are the young scholars who only collaborated with scientists with relatively low performance (bottom 10%).

3. 异质负载分配机制引发复杂网络中超载级联失效

研究成果: Hou Y, Xing X, Li M, et al. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2017, 481: 160-166. (doi: 10.1016/j.physa.2017.04.039)

简介: 现实的系统, 包括互联网、电力系统以及金融系统等, 它们大都经历过罕见, 但却规模极大的, 由某些初始的小扰动所引发的超载级联失效。已有的复杂网络模型正在开展对于类似现象的研究。绝大多数复杂网络模型都是基于负载重新分配的过程, 并且假设一旦某个节点失效, 它的负载将被平均地或者根据某种偏好规则地转移到近邻的节点上。在实际的电力系统中, 某个电

站的超额负载往往倾向于分配给高负载容量的近邻电站。受此启发，我们在简化的沙堆模型基础之上，研究了一个异质的负载分配机制。我们发现，弱异质性的分配机制能够有效地缓解极限效应的发生，强异质性的机制可能会使得最终失效的规模增加。我们引入参数 θ 来刻画分配机制的异质性程度，并定义 $\theta^* = 1$ 代表一个鲁棒的最优值。最后我们发现当初始沙粒分配是同质的情况下， θ^* 会更大。

Abstract: Many real systems including the Internet, power-grid and financial networks experience rare but large overload cascading failures triggered by small initial shocks. Many models on complex networks have been developed to investigate this phenomenon. Most of these models are based on the load redistribution process and assume that the load on a failed node shifts to nearby nodes in the networks either evenly or according to the load distribution rule before the cascade. Inspired by the fact that real power-grid tends to place the excess load on the nodes with high remaining capacities, we study a heterogeneous load redistribution mechanism in a simplified sandpile model in this paper. We find that weak heterogeneity in load redistribution can effectively mitigate the cascade while strong heterogeneity in load redistribution may even enlarge the size of the final failure. With a parameter θ to control the degree of the redistribution heterogeneity, we identify a rather robust optimal $\theta^* = 1$. Finally, we find that θ^* tends to shift to a larger value if the initial sand distribution is homogeneous.

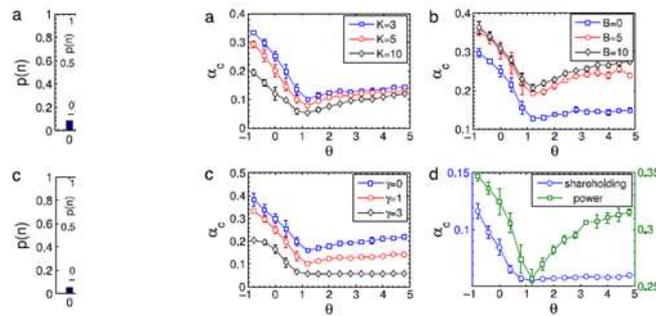
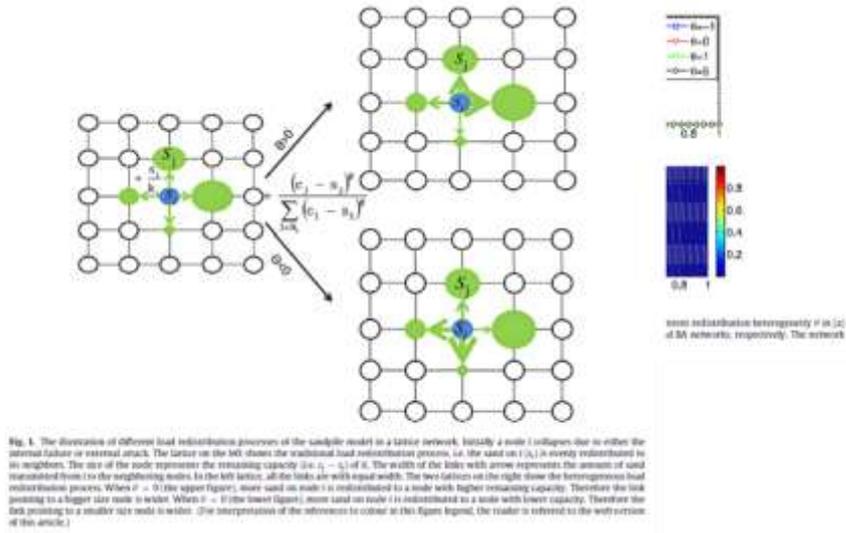


Fig. 3. (Color Online) The distribution of the fraction of nodes in different time steps of the cascade for $\theta = 0$ and $\alpha = \alpha_c$. The inset is the fraction of nodes in different time steps of the cascade for $\theta = 0$ and $\alpha = \alpha_c$. Fig. 4. (Color Online) The effect of (a) mean degree K , (b) degree heterogeneity B , (c) the heterogeneity of sand initial distribution γ on the relation between α_c and θ . The results in these three panels are based on the modeled networks, and the network parameters are the same as those in Fig. 2. Panel (d) shows the relation between α_c and θ in a real power grid and a real shareholding networks. The results in this figure are obtained by averaging over 100 independent realizations.

原文链接:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437117303424>



4. Li J, Shen Z, Wang W X, et al. Universal data-based method for reconstructing complex networks with binary-state dynamics[J]. Physical Review E, 2017, 95(3-1):032303.
5. Feng Y, Sun B, Zeng A. Cascade of links in complex networks[J]. Physics Letters A, 2016.
6. Sun W, Zeng A. Target recovery in complex networks[J]. European Physical Journal B, 2017, 90(1):10.
7. Yanqing, Ying, Zengru. Orientation in Social Networks[J]. Journal of Systems Science & Complexity, 2017, 30(1):20-29.
8. 刘亚伟. 中国水资源利用特征及未来趋势分析[J]. 工程技术:引文版:00206-00206.

◆ 五、学术讲座

	主讲人	学术头衔	主持人	题目	时间	地点
1	Pro. Chen Li	教授 陕西师范大学	狄增如	The dynamics of interacting epidemics	4月26日	科技楼 B608
2	Pro. David Saad	教授 Information Mathematics in Aston University	曾安	Optimal Deployment of Resources for Maximising Impact in Spreading Processes	4月28日	科技楼 B608
3	张潇竹	博士生 德国马克思普朗克动力学与自组织研究所	狄增如	Dynamic response patterns of oscillatory networks and power grids	5月11日	科技楼 B608
4	武振伟	博士后 北京大学国际量子材料科学中心	狄增如	非晶态物质的结构与动力学	5月18日	科技楼 B608

多彩生活

◆ 一、我院师生参加学校运动会

5月5日星期五上午8时，北京师范大学2017年春季运动会正式拉开帷幕。当天，学校东操场上彩旗飘扬，锣鼓喧天。校党委书记程建平，副书记孙红培，副校长郝芳华，副书记刘利，副校长周作宇、陈丽，副书记李晓兵，校长助理张强等校领导，系统科学学院李红刚书记以及校内各单位代表出席了开幕式。

开幕式上，来自全校各院系所以及机关部处、后勤集团等单位的师生方阵逐一入场，向观众们展现出北师大人的青春活力。当我院40余名师生身着统一的运动服，迈着矫健的步伐走过主席台时，现场响起了阵阵掌声。师生们齐声高喊“系统系统，潜力无穷；系统系统，谁与争锋”的口号，彰显出我院师生昂扬向上的精神风貌。



随后进行了开幕式表演，精彩的体操表演、健美操表演等引来了全场观众一阵阵的欢呼声。经过两天的角逐，系统科学学院等获得教职工乙组前6名和优秀组织奖，硕士生曹雪薇荣获北京师范大学十佳阳光体育之星。期待2017年系统科学学院全体师生能大力弘扬“更高、更快、更强”的奥运精神，奋发进取、勇创一流，无论在运动赛场还是学科建设上都能够取得优异的成绩。

◆ 二、从学术研究到企业研发

2017年4月7日晚，系统科学学院在科技楼B区608会议室举办了第十期院友论坛，来自中国与全球化智库（CCG）的郑金连、中国航天系统科学与工程研究院的李涛学长应邀参加了本次论坛，他们结合自身的经历和经验，给大

家介绍了在校期间的学术能力如何转化为企业研发的优势和动力，以及系统科学专业学生在研究、学术领域的优势所在。系统科学学院直属党支部书记李红刚老师、学生工作负责人李小萌老师和 20 余名同学和院友参加了本次论坛，主持人为李小萌老师。

郑金连，2004 年毕业于北京师范大学系统科学系系统理论专业，2007 年毕业于清华大学科技哲学专业。先后在长城企业战略研究所、中国与全球化智库（CCG）从事研究咨询工作，现为中国与全球化智库研究总监、副秘书长。

李涛，2010 年毕业于北京师范大学管理学院系统科学系，获得管理学学士学位，2013 年毕业于北京信息控制研究所，获得工学硕士学位。现就职于中国航天系统科学与工程研究院（中国航天十二院），主要从事我国航天领域的产业战略咨询、企业管理咨询等方面的研究工作。



首先，郑金连学长从自己的求学经历谈起，介绍了中国智库的发展历程及相关研究的内容和影响力，她以 CCG 近期承接的研究课题为例，向同学们介绍了学术研究和智库研究的异同点，她指出智库研究范畴更为宏观、广泛，以社会热点和重大问题为关注点，要求学者要广泛了解领域的相关方面，对时事政治要有敏感度，政策建议要有建设性。郑金连学长建议有意从事智库研究的同学，要踏踏实实的做项目，主动承担任务，在研究工作中把握好政治敏感度，多观察和思考，着重锻炼自己的领悟能力、执行能力、反应能力、抗压能力、表达能力、号召能力等。同时，她强调由于智库的存在是为了让政策更加科

学，增加社会福利，因此需要学者有一定的理想主义色彩和社会责任感，才能保持持久的研究热情。

接着，李涛学长介绍了中国航天十二院和系统科学学院的渊源和合作历史，重点阐述了系统科学理论和实践在中国航天事业的应用，也简述了其智库建设对太空经济、系统工程管理和科技创新方面的贡献。李涛学长还从自己的项目经历出发，介绍了大家每天在实验室用到的复杂网络、机器学习、数据分析技术，是如何用在企业界并生成市场价值的。郑金连学长也谈到了系统科学思维和交叉学科的视野在企业研发中的优势，鼓励大家在校期间要努力学好专业知识，尤其是要掌握系统科学的思维，以及复杂网络、数据分析、数学建模等方面的技术。

另外，2011 届管理科学专业本科院友任爽学姐也参加了本次论坛。任爽学姐研究生就读于德国弗莱堡大学经济学专业，目前在微软公司从事财务分析工作。她在实际工作中感受到企业需求对个人成长的导向作用，和同学们分享了如何把学到的知识转化为市场需求，建议师弟师妹们在学有余力的同时，多关注统计分析、机器学习方面的知识和应用，建立主动学习和终身学习的良好习惯，将企业需求和个人成长相结合，顺利完成校园人到职场人的过渡。

随后，院友论坛便进入了互动交流环节。系统科学专业培养的学生，尤其是硕士生和博士生，具有系统的思维方法、交叉学科的视野、扎实的数理功底和计算机应用能力，三位学长鼓励同学们在求职中要更加自信，多在课程学习和科研积累上下工夫，为日后职业发展奠定基础，并建议同学们在走向工作岗位之后要继续保持主动学习的习惯，挖掘自己的潜能和才智，要踏实肯干，要善于思考和总结，不断提升自我。

此次院友论坛的举办，极大地促进了校内同学与职场学长之间的交流，一方面，帮助在校生直接了解社会与行业，更好地进行自身职业生涯规划，另一方面，也使得已经踏入社会的院友们重返校园，与亲爱的教师和师弟师妹们再次相聚，敞开心扉，深入交流。为促进院友与学院、院友与院友之间的交流提供了平台。