

Applications of SAFC Analytical Model in Non-Technology Field

YAO We^{1,2}, SUN Yueqi³

¹ Research Institute of Development Strategies, Zhejiang University, Hangzhou;

² School of Public Administration, Zhejiang University, Hangzhou;

³ School of Economics, Zhejiang University, Hangzhou

(Received 28 March 2016; final version received 5 September 2016)

Abstract

SAFC analysis model, proposed by Zhang Wucheng, ZHAO Min etc (2014), is the short for “Substance-Attribute-Function-Cause analysis model”. Based on a few axioms, SAFC analysis model try to integrate traditional Function Analysis and Causal Analysis, and it significantly simplifies the analysis process of invention problem, both in technological or non-technological field. SAFC analysis model is applied for two case studies (Currency Imitation Prevention, Business Model Innovation of Alibaba) in non-technology field in this paper. It can be conclude that SAFC analysis model, combining the Material, Attribute. Functions and causality analysis together, will facilitate managers or engineers to incisively find produce harmful substances or functional attribute in non-technological/technical system components, and find the effective way to deal with those unnecessary attribute by effective operation, which greatly improves the efficiency of learning and using of TRIZ in non-technology field.

Keywords: SAFC ; U-TRIZ ; TRIZ ; Non-technology Innovation

References

- Altshuller, G. S. (1979). *Creativity as an Exact Science*.
Gorden and Breach Science Publishers.
- Yao, W., Han, X., Zhu, L. et al (2015). *A Handbook of Innovation for Engineers*. China: Zhejiang University Press.
- Zhang, W. C. (2005). *Strategies for Invention and Innovation*. Beijing: China Machine Press.
- Zhang, W. C., Zhao, M., Chen, J., & Yao, Wei. (2014).SAFC Analysis Model Based on U-TRIZ. *Technology Economics*, 33(12), 7-13.

应用 SAFC 模型解决非技术问题

作者：姚威^{1,2*}，孙越琦³

¹ 浙江大学 发展战略研究院

² 浙江大学公共管理学院

³ 浙江大学 经济学院

*通讯作者 E-mail: : ywzju@126.com

摘要

张武城，赵敏等（2014）提出的 SAFC 分析模型是“技术系统物质（Substance）、属性（Attribute）、功能（Function）、因果（Cause）分析模型”的简称。SAFC 分析模型通过一系列公理将传统的功能分析和因果分析融为一体，极大地简化了对于发明问题，包括技术问题和 社会管理等方面的问题的分析过程。通过应用 SFAC 分析模型，对防止纸币仿制和阿里巴巴商业模式的创新两个非技术领域的持续创新的案例进行了分析。结果表明，SAFC 模型便于管理者和工程师们准确地找到系统中产生有害功能的物质的属性，极大的提高了 TRIZ 的学习和解决管理创新问题的效率。

关键字： SAFC、U-TRIZ、TRIZ、非技术创新

1. 经典 TRIZ 理论面临的问题

经典 TRIZ 理论是由根里奇·阿奇舒勒（G. S. Altshuller 1926—1998）本人及其所认可的学生们

（从 40 年代中期到 80 年代中期）所开发、完善的一套系统化创新方法。其伟大之处在于，让发明创新自此走上了一条遵循客观规律、应用发明方法的道路（张武城，2005）。苏联解体后，随着经典 TRIZ 研究人员移居到欧美等西方国家，TRIZ 理论开始向世界扩散，受到了各国学术界和企业界的极大关注和热捧，被认为是 20 世纪来最重大的发明，其意义可以与达尔文的生物进化论和马克思的人类社会进化论相提并论。

尽管在过去二十年 TRIZ 应用取得了不少进展，然而，总体来说，尚未能达到人们预想的推广效果。

新世纪初，国际上有不少学者开始对经典 TRIZ 提出了质疑和改革的呼吁，总结下来本研究认为经典 TRIZ 存在以下问题：首先经典 TRIZ 本身体系过于庞大，拥有多套定义和分析问题的工具但不够简洁

明了、拥有多套解题工具但彼此间缺乏联系，即缺乏公理又缺乏统一结构；此外对技术系统进化的真正动力和解题的核心理念缺乏明确的概念。上述原因导致初学者们难懂，特别是难以真正掌握和运用。在日本，TRIZ 专家中川彻在日本理工大学曾对日本企业家做过两天培训，学员们反应：似一头雾水，没有听懂。在英国，TRIZ 专家曼恩做过调查统计，一个三天的培训班，只有 5% 的人能真正深入理解和掌握 TRIZ，多数人不能深入理解。

其次，上述复杂体系导致培训时间过长且难以掌握。

在俄罗斯，早期曾有某些 TRIZ 学者认为，真正掌握 TRIZ 理论至少要学 5~8 年的时间

（Altshuller, 1979）。在中国，有部分高端培训班的培训周期长达 4 个月，每个月做一周集中培训，其余时间回单位练习应用。学员们普遍反映时间拉得过长，难以坚持到底。在阿奇舒勒一生的后期阶段，对经典 TRIZ 下一阶段的开发目标曾经提出：“如何将无限

量的创造性问题统一成一种规范形式,并提供相应的解决方案”。2014年初国际TRIZ协会(MATRIZ)的TRIZ理论研究开发委员会(TRDC, TRIZ R&D Council)认为:“现在已经到了对经典TRIZ的主要基本理论进行修订的时刻了。其中的一些最初的基本理论必须予以纠正,以适应新的实际情况。为了进一步推进,TRIZ界必须在新的基本理论下进行…”

2 SAFC 分析模型简介

在这样的背景下,张武城,赵敏等(2014)提出了SAFC分析模型。SAFC分析模型是“技术系统物质(Substance)、属性(Attribute)、功能(Function)、因果(Cause)分析模型”的简称。

在SAFC分析模型中, S_1 、 S_2 是两个相互作用的物质,它们各自对应的属性为 A_1 、 A_2 ,习惯上总是把物质 S_1 作为功能载体,是发出动作的主体。 S_2 作为接受动作的客体。按习惯上总是把物质 S_1 作为功能载体,是发出动作的主体。 S_3 是实现功能后,延展产生具有属性 A_3 的第三物质, F_{uh} 是因 S_1 、 S_2 两个物质的属性 A_1 、 A_2 相互作用,形成的一个可能是有用或是有害功能。标准的SAFC分析模型如图1所示。

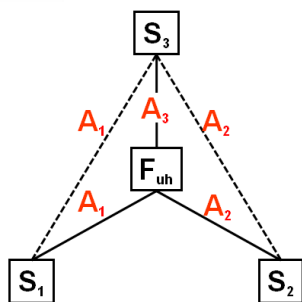


图 1. SAFC 分析模型

2.1 SAFC 分析模型的产生

应用SAFC模型,需首先接受一个公理:物质之间的相互作用是一种客观存在。物质之间必然发生相互作用。基于该公理,有如下五个推理来表示相互

作用的逻辑关系:

推理一:功能是两个有联系物质属性相互作用的结果,形成了有用功能或有害的功能,如图2所示。

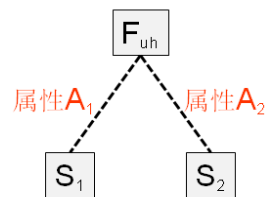


图 2. 推理一

推理二:两个物质相互作用后所形成的功能衍生属性可传递给第三个物质,如图3所示。

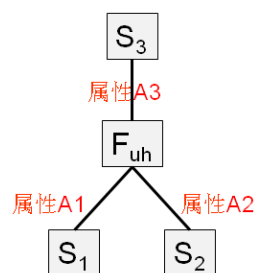


图 3. 推理二

推理三:因果是两个有联系物质的属性相互作用的结果,如图4所示(下层为因,上层为果)。例如双金属片温控结构之所以会变弯,是因为两个有联系的金属片1,金属片2具有不同的热膨胀属性。

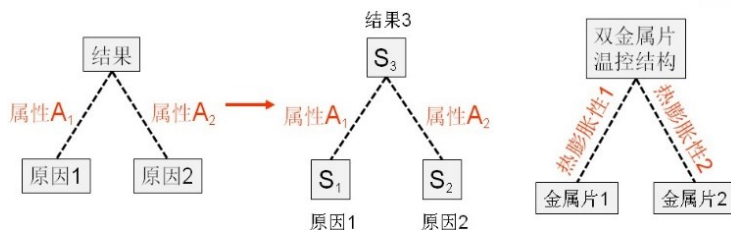


图 4. 推理三 推理四: 功能、因果

都是两个有联系物质的属性相互作用的结果。

由推理一、推理二所形成的功能结果,与推理三所形成的因果结果,具有完美的一致性。即物质 S_1 和物质 S_2 的属性 A_1 、 A_2 相互作用,既形成了功能结果 F_{uh} ,也形成了因果

结果 S_3 ,而且功能结果 F_{uh} 通过属性 A_3 与因果结果 S_3 相关联。将经典TRIZ中的物场、功能、属性、因果等多种创新要素整合在一个SAFC分

析模型中，这也正是 U-TRIZ 的最大创新亮点，如图 5 所示。

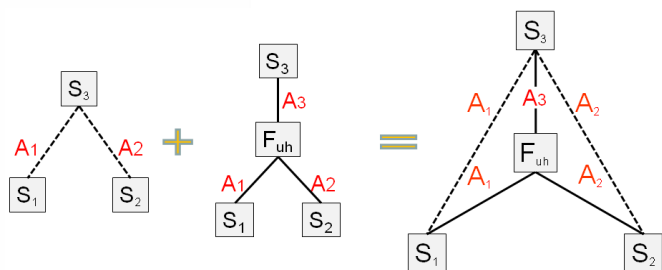


图 5. 推理四 推理五：因果两个方面是相互依存、相互联接的。

一个结果的产生，意味着一轮相互作用的结束，同时也意味着新一轮相互作用将要开始。而前一轮相互作用的结果也正是新一轮相互作用的原因，预示着新的要素或全新事物的不断产生，如图 6 所示。

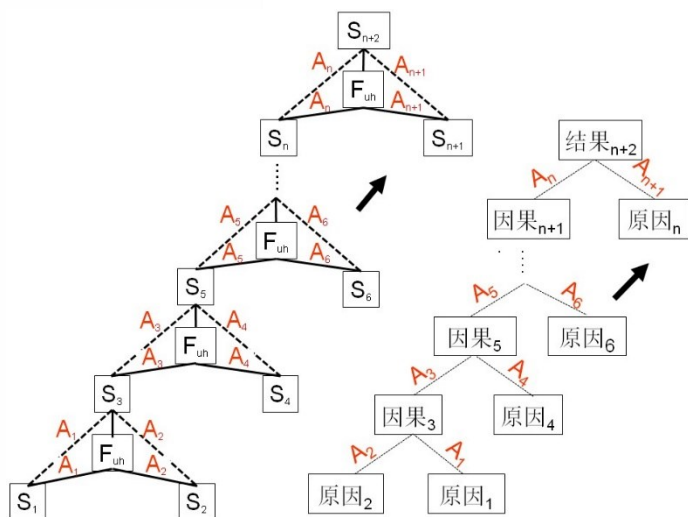


图 6. 推理五

2.2 SAFC 的应用步骤

SAFC 分析模型实质是功能分析模型和因果分析模型的组合体(同时兼顾了物场分析和属性分析)。绘制 SAFC 分析模型的步骤是：

(1) 在界定的有问题的技术系统范围内，识别并标注出所有相关的物质/组件，如 S_1 、 S_2 ；

(2) 按照两两相互作用的物质/组件关系，将 S_1 、 S_2 作为三角形底端的两个顶点，分别向上标出导致两个物质产生功能的属性 A_1 、 A_2 ；

(3) 在两个物质的上方(三角形中心位置)，标出两个物质属性相互作用后所产生的功能 F_{uh} ，并以实线连接，识别功能的类别，找出有害的、过渡的或不足的功能，确定需要解决的问题；

(4) 找到相互作用的两个物质的衍生物

S_3 ，并将其放在三角形的顶端；

(5) 接 S_1 - S_3 和 S_2 - S_3 ，这两段虚线表示物质属性的传递次序和上层结果 S_3 的成因，然后再以 S_3 作为下一个 SAFC 三角形模型分析的起点之一，找到其属性 A_3 与另外一个物质属性之间的相互作用，由此而形成因果功能链。因果功能链的终止条件是：

- 当不能继续找到下一层的原因时；
- 当达到自然现象时；
- 当达到制度/法规/权利/成本等极限时；

(6) 实施对 SAFC 分析模型的转换，消除有害的或不足的功能，实现技术系统创新。

2.3 SAFC 分析模型的转换

当两个物质 S_1 和 S_2 相互作用，产生有害功能 F_h 并相应产生不理想的物质 S_3 时，通过 SAFC 分析模型的转换可以变有害功能 F_h 为有用功能 F_u ，同时使不理想的物质 S_3 转变为较理想的物质 S_4 。以下三种途径可以实现 SAFC 分析模型的转换，如图 7：

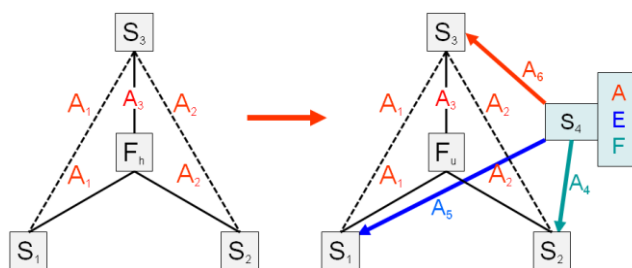


图 7. SAFC 分析模型的转换

(1) 引入效应物质 (E)

(2) 引入新的场物质 (F)

(3) 引入新的具有特殊优良属性的物质 (A); 引入的新的属性分别和 A1、A2、或 A3 作用, 形成新的功能和较理想的物质 S3。

新属性的来源可能来自外部引入的新物质属性, 也可能来自 S1 和 S2 物质本身内部没有被认识的、或尚未被利用的隐性属性(不是藉由引入外部物质而获得)。实现对 SAFC 分析模型的转换, 其实质就是人们针对不同时空条件、不同相态的物质属性实施改变、增加、减少、测量、稳定的精心操作。SAFC 分析模型转换实例: 为了让带有衬垫紧固件中的楔子从难以拔出的状态转换为可以轻而易举地拔出, 将原先具有属性 A2 的衬垫改用具有属性 A4 的低熔点合金衬垫, 如图 8 所示。

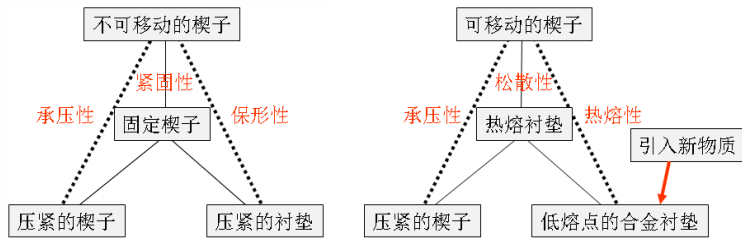


图 8. 让带有衬垫紧固件中的楔子轻而易举地拔出

开发技术系统实现创造创新的四大要素是: 物质、属性、功能和因果, 将它们融合于一体创建的 SAFC 分析模型, 可以用于任何发明问题, 包括技术问题和社会管理等方面的问题, 都可以转换成用这种模型来表示, 较好地实现了阿奇舒勒当初的梦想(姚威等, 2015)。

3 SAFC 分析模型的应用实例

3.1 实例 1: 造币厂实施的不断连续创新

为了应对不少地区发现有伪造货币的现象, 除了严加打击之外, 货币制造厂必须实施连续突破性创新, 从材质、技术、加工难度等多个方面杜绝伪造货币的产生。而“效应知识库”将会为你增长智慧和才干。纸币设计的 SAFC 分析模型, 如图 9 所示, 纸币设计各阶段的功能分析模型, 如图 10 所示。

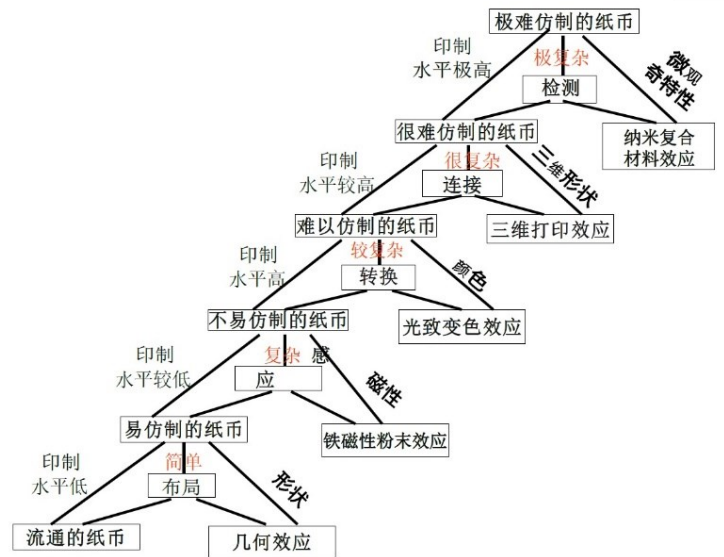


图 9. 纸币设计的 SAFC 分析模型

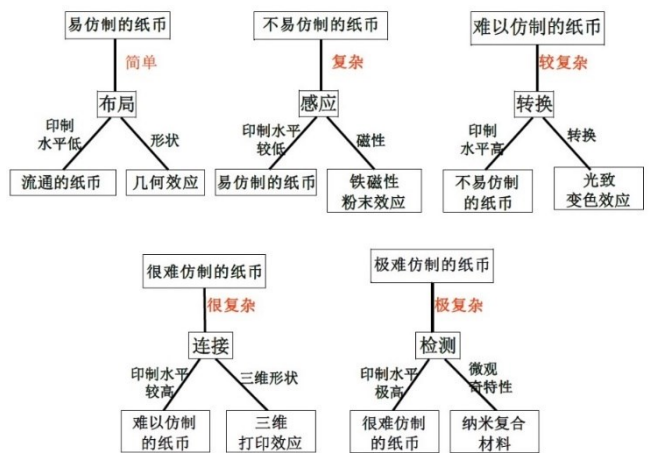


图 10. 纸币设计各阶段的分析模型

3.2 实例 2: 阿里巴巴电子商务创新

技术领域的创新较为复杂, 尤其是在管理领域, 它涉及多种要素如: 人员、设备、软件、材料、网络、环境、国家政策、商业模式、区域、人文等 诸多方面。这些要素相互作用, 每种要素都有其众多的属性, 属性的相互作用产生功能和结果。因此, SAFC 模型同样能用来分析和解决非技术领域相关的问题。下面我们利用 SAFC 分析模型来解读阿里巴巴电子商务管理, 各阶段的分析模型如图 11 所示, 完整的 SAFC 模型如图 12 所示。显现出阿里巴巴所以能取得巨大成功的众多原因。

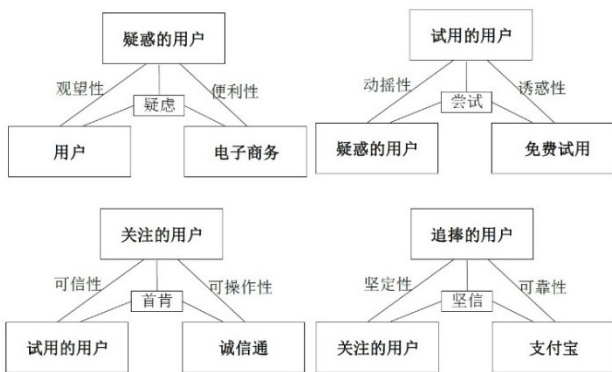


图 11. 阿里巴巴电子商务管理各阶段分析模型

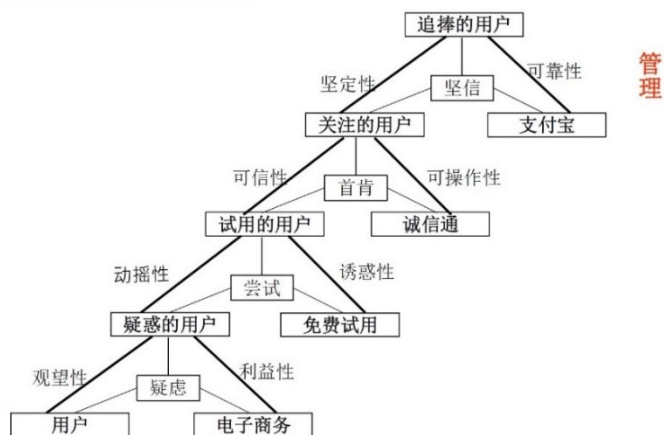


图 12. 利用 SAFC 分析模型解读阿里巴巴电子商务管理

对于能够极大提供“便利”的电子商务方式，用户在最初使用的过程中具有“观望”的属性，二者共同作用产生“疑虑”的功能作用在第三种物质“疑虑的用户”上，因此阿里巴巴作为电子商务的开拓者，开始在多个环节上进行连续创新，首先实施免费或低收费的方法，鼓励用户，尤其是“疑虑的用户”试用，借以打消用户对新兴事物的疑虑，成为“试用的用户”；然后 2002 年 3 月，阿里巴巴启动了“诚信通”计划。该计划主要通过第三方认证、证书及荣誉、阿里巴巴活动记录、资信参考人、会员评价等 5 个方面，来审核申请“诚信通”服务的商家的诚信。据调查统计，有 85% 的买家和 92% 的卖家会优先考虑与诚信通会员合作，诚信通会员的成交率也是普通会员的 7 倍，从而解决了互联网交易的诚信问题。从而赢得了大量

用户的“首肯”从而产生了大批“关注的用户”；之后再通过第三方保管货款的方式，解决电子商务交易安全问题，即构建“支付宝”第三方支付平台。“支付宝”的运作方式是以阿里巴巴公司为信用中介，在买家确认收到商品前，替买卖双方暂时保管货款的一种网上银行服务。买卖双方通过支付宝进行交易不收取任何费用，在交易过程中，支付宝作为诚信、中立的第三方机构，起到了保障货款安全及中立买卖双方利益的作用。支付宝的“可靠性”和用户的日益“坚定”使阿里巴巴赢得了信任，最终产生了大量的追捧的用户”，从而赢得了巨大的商业成功。

4 结束语

由于 SAFC 分析模型是将技术系统的物质、属性、功能、因果等四个方面的分析融合在统一结构中，用它来定义和分析问题将会给人们带来意想不到的效能：

1. SAFC 分析模型紧紧抓住两个物质相互作用的属性为核心要素，通过结构化、程序化的分析，从因果链或功能结构的每一个环节中找到解决问题的突破口。

2. 运用 SAFC 分析模型，能帮助管理者或工程师们准确地找到导致技术系统中产生有害功能的物质或组件的属性，借助于“效应知识库”对那些不需要的属性实施变、增、稳、减、测的有效操作。在如今的大数据时代，SAFC 分析模型与效应知识库是最佳的匹配。

3. 简洁明了的 SAFC 分析模型可以使广大的初学者们迅速获得理解、掌握和运用。

致谢

基金项目：国家自然科学基金“战略性新兴产业自主创新演化机理及激励政策体系研究”

(71403240)；浙江省软科学项目““十三五”时期科技部门职能从研发管理向创新服务转变研究”

(2016C25055), 浙江省教育科学规划项目“基于 TRIZ 理论的高级工程人才创新能力培养模式探索 与实践”(SCG9)。

References

- 姚威、韩旭、朱凌等(2015)。《**工程师创新手册**》。浙江大学出版社。(Yao, Han, & Zhu, 2015) 张武城(2005)。《**创造创新方略**》。北京：机械工业出版社，4-6。(Zhang, 2005)
- 张武城、赵敏、陈劲、姚威(2014)。基于 U-TRIZ 的 SAFC 分析模型。《**技术经济**》，33(12)，7-13。(Zhang, Zhao, Chen, & Yao, 2014)
- Altshuller, G. S. (1979). *Creativity as an Exact Science*. Gordon and Breach Science Publishers.
- Yao, W., Han, X., Zhu, L. et al (2015). *A Handbook of Innovation for Engineers*. China: Zhejiang University Press.
- Zhang, W. C. (2005). *Strategies for Invention and Innovation*. Beijing: China Machine Press.
- Zhang, W. C., Zhao, M., Chen, J., & Yao, Wei. (2014). SAFC Analysis Model Based on U-TRIZ. *Technology Economics*, 33(12), 7-13.

作者简介



姚威，浙江大学中国科教战略研究院副研究员，博士生导师，研究院国际事务主任。美国波特兰州立大学访问学者，浙江大学管理科学与工程学博士，研究领域为系统化创新方法、技术转化和创新政策。先后作为主要承担者参与三十余项国家级课题和基金研究。在国外顶级杂志和会议上发表论文数十篇（其中 SSCI 收录 2 篇，EI 收录 3 篇，ISTP 收录 2 篇），出版著作 4 部。多次赴美国，葡萄牙，阿根廷，日本等国家和地区参加高层次学术交流和访问。