

# 基于空间计量的生物医药产业集聚影响因素研究<sup>△</sup>

席晓宇\*, 朱 玄, 褚淑贞<sup>#</sup>(中国药科大学医药产业发展研究中心, 南京 211198)

中图分类号 R956;F062.9 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2015)01-0005-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2015.01.02

**摘要** 目的:探究我国生物医药产业集聚的空间影响因素,并提出发展我国生物医药产业集聚的建设性建议。方法:基于新经济地理学和空间计量经济学理论,建立生物医药产业集聚影响因素的空间计量模型,全面分析空间各因素对我国生物医药产业集聚的作用。结果与结论:我国生物医药产业存在较明显的空间集聚性和空间正相关性。空间计量模型表明,生物医药产业企业数、从业人员数、城镇居民人均医疗保健支出、科技经费中政府资金比例及金融机构贷款额每提高1%,生物医药产业集聚水平相应地提高0.897%、6.617%、2.36%、2.48%和6.44%,表明产业差异、人力资本水平、市场消费需求、政府支持程度和金融发展水平对其集聚程度影响显著。因此,应当加强政府科学引导,充分利用人力资源,并构建各医药产业集聚区的联动机制。

**关键词** 生物医药;产业集聚;空间计量经济学

## Study on Influential Factors of Biopharmaceutical Industry Agglomeration Based on Spatial Econometric Analysis

XI Xiao-yu, ZHU Xuan, CHU Shu-zhen (Research Center for Pharmaceutical Industry Development, China Pharmaceutical University, Nanjing 211198, China)

**ABSTRACT** OBJECTIVE: To investigate the influential factors of biopharmaceutical agglomeration in China, and to put forward constructive suggestion for the development of biopharmaceutical industry agglomeration in China. METHODS: The spatial econometric model was established for influential factor of biopharmaceutical industry agglomeration, based on economic geography and spatial econometric theory. The effects of each spatial factor on biopharmaceutical industry agglomeration were analyzed completely. RESULTS & CONCLUSIONS: Biopharmaceutical industry has obvious spatial agglomeration and positive correlation. When the number of biopharmaceutical enterprises and employed staff, urban per capita health care spending, ratio of government funds in S&T fund, loan amount of financial institutions increase 1% respectively, the agglomeration levels increase by 0.897%, 6.617%, 2.36%, 2.48% and 6.44%, respectively. It illustrates industrial difference, human capital, market consumption demand, government support and financial development influence agglomeration significantly. As a consequence, it is needed to enhance government scientific guide, make full use of human resource and create the linkage mechanism within pharmaceutical industry agglomeration areas.

**KEYWORDS** Biopharmaceutical; Industry agglomeration; Spatial econometrics

随着我国医改力度的持续增强,生物医药产业迎来了快速发展和布局规划的战略机遇期。生物医药产业的集聚发展不仅有助于规模效益递增,而且具有成本优势、技术外溢、区域创新等经济效应,同时还有利于寻求市场机会,促进信息交流<sup>[1-3]</sup>。目前,在我国众多地区普遍兴起的“药谷”正是产业集聚在生物医药产业的具体体现<sup>[4]</sup>。截至2012年,我国已有23个国家级生物产业基地通过了国家发展与改革委员会(简称“发改委”)的审核认定<sup>[5]</sup>。发改委十分重视基地公共基础设施的完善,力求基地集聚能力稳健提升,并不断推进生物医药产业与区域经济发展相结合,一批极具规模、创新实力雄厚且竞

争优势强劲的生物医药产业园或企业集团迅速崛起。笔者认为,生物医药产业集聚现象作为一种产业的地理集中现象,空间自相关性极强,应当考虑空间效应,从空间角度分析影响我国生物医药产业集聚的相关因素,从而促进我国生物医药产业的发展。因此,本文拟建立生物医药产业集聚影响因素的空间计量模型,探究我国生物医药产业集聚的空间影响因素,并提出发展我国生物医药产业集聚的建设性建议。

## 1 理论基础

### 1.1 新经济地理学

对于产业空间地理分布的研究是空间经济学一个重要的研究范畴,发端于1826年德国经济学家冯·杜能创立的农业区位理论。经过近2个世纪的漫长发展,至今已较为成熟。但传统的空间地理学都是在规模报酬不变和完全竞争的假定前提下研究产业空间分布问题,这种分析方法前提严苛、过于理想。因此,要想建立一个用于解释产业集聚、地区专业化贸易的一般均衡模型框架,必须采用规模报酬递增和不完全竞争的假设前提<sup>[6]</sup>。1977年迪克西特-斯蒂格利茨模型的提出,为

<sup>△</sup> 基金项目:江苏省教育厅高校哲学社会科学研究项目(No.2013SJD790062);中国药科大学医药产业发展研究中心研究基金重点资助项目(No.CPUSJ1305)

\* 讲师,硕士。研究方向:基于经济学视角的医药产业政策。电话:025-86185121。E-mail:cpuxixiaoyu@163.com

<sup>#</sup> 通信作者:教授,博士。研究方向:医药产业经济学。电话:025-86185191。E-mail:csz77844@163.com

空间经济理论的发展提供了必要的工具,使得新经济地理学作为经济学的一个重要领域的时代最终降临,成为迄今为止研究产业集聚的主流经济学理论。

## 1.2 空间自相关分析

空间自相关是一种空间统计方法,指同一观测值在不同空间上的相关性<sup>[7]</sup>。目前,度量空间相关性的指标常用的有 Moran's I 指数和 Geary's C & Getis 指数。Moran's I 指数是用来度量空间自相关的全局指标,反映的是空间邻接或邻近的区域单元属性值的相似程度,其在医药领域中已有相关的应用。2013年,欧元明等<sup>[8]</sup>通过计算指数分析城镇医疗保健支出的集群效应及碳排放对集群的影响。因此,本文即采用 Moran's I 指数来进行分析,公式如下:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})^2} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{s^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \dots\dots\dots (1)$$

式中,I 即 Moran's I 指数,  $s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ ,  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ ,  $x_i = \ln(\text{BIO}_i)$ ,  $\text{BIO}_i$  为  $i$  省生物医药产业在  $t$  年的总产值,  $W_{ij}$  为空间权重矩阵,  $\bar{x}$  为  $x_i$  均值。

Moran's I 指数的取值范围在  $[-1, 1]$  内,若 Moran's I 指数大于 0,说明生物医药产业的集聚有空间正相关性;若 Moran's I 指数小于 0,说明生物医药产业的集聚有空间负相关性。

此外, Moran's I 指数散点图还是衡量局部空间自相关性的重要方法,可获知各个省区生物医药产业发展水平的高低。通过散点图映射在地图上,通常可获得 4 个区域:高-高 (high-high) 区、高-低 (high-low) 区、低-高 (low-high) 区和低-低 (low-low) 区,这 4 个区域分别表示本区域产业集中度高且邻接区域产业集中度高、本区域产业集中度高且邻接区域产业集中度高、本区域产业集中度高且邻接区域产业集中度高以及本区域产业集中度高且邻接区域产业集中度高等 4 种情况。

## 1.3 空间计量模型

在空间计量经济学中,常用的模型有空间滞后模型 (Spatial lag model, SLM) 和空间误差模型 (Spatial error model, SEM) 2 种。SLM 主要解释了在相邻地区间因变量是否存在扩散现象,其表达式为:

$$Y = \rho WY + X\beta + \varepsilon \dots\dots\dots (2)$$

式中,等式前  $Y$  为因变量,等式后  $X$  为  $n \times k$  阶的外生解释变量矩阵,  $W$  为  $n \times n$  阶的空间权重矩阵,  $\rho$  为空间回归系数,  $\beta$  为解释变量回归系数,  $WY$  为空间滞后因变量,为随机误差项向量。

SEM 解释了若某个地区的因变量依赖于其邻近地区因变量中无法解释的部分,空间依赖作用存在于扰动误差项之中,其表达式为:

$$Y = X\beta + \varepsilon, \varepsilon = \lambda \omega \varepsilon + \mu \dots\dots\dots (3)$$

式中,  $\varepsilon$  为空间自相关随机误差项,  $\lambda$  为空间误差回归系数,  $\mu$  为服从正态分布的随机误差项向量。

在研究中,如果通过 Moran's I 指数证明了研究对象确实具有空间自相关性,还需对其拟合的模型进行实证检验和估计,即通过空间依赖性检验确定在 SLM 和 SEM 模型中何种模型更适合研究问题。具体到本文,即通过省域 (行政省级单位) 区位熵的空间依赖性检验,根据稳健性检验 (R-LMErr 和 R-LMLag),判断选择更适合我国生物医药产业集聚的模型。

## 2 变量选择与数据来源

### 2.1 被解释变量的选择

本文选择区位熵系数 ( $LQ$ ) 来衡量我国生物医药产业的集聚程度,计算公式为:  $LQ = (E_{ij}/E_i)/(E_{kj}/E_k)$ 。其中,  $LQ$  为区域内某产业部门的区位熵,  $E_{ij}$  指区域  $i$  内生物医药产业  $j$  的就业人数,  $E_i$  指区域  $i$  内的总就业人数,  $E_{kj}$  指国家或省份  $k$  内生物医药产业  $j$  的总就业人数,  $E_k$  指国家或省份  $k$  内的总就业人数<sup>[9]</sup>。区位熵系数越大意味着该区域生物医药产业集聚程度越高。

结合研究内容,本文用各省域的人均生物医药产业增加值除以全国的人均生物医药产业增加值计算区位熵,以测量全国省域的生物医药产业集聚程度。

### 2.2 解释变量的选择

新经济地理学认为,地区居民消费需求水平、企业数量以及人力资本是影响工业集聚的重要因素<sup>[10]</sup>。本文拟采用地区城镇居民人均医疗保健支出与消费性支出之比反映各地相对市场的消费需求 (CC); 采用地区生物医药企业数量占全国的比重来衡量企业的前向关联和后向关联所导致的产业差异 (FIRM); 采用地区生物医药企业从业人数与全国生物医药企业从业人数之比来衡量我国各省域的人力资本水平 (HK)。

此外,我国正处于经济转型阶段,研究我国的产业集聚,必定不能忽视政府的作用。本文假设科学合理的政府引导与规划对生物医药产业集聚的促进作用显著,选用各地生物医药企业科技活动经费筹集额中政府资金与全国均值之比来衡量政府对生物医药产业的支持程度 (FS)。

而金融因素在生物医药产业集群发展过程中同样起到了举足轻重的作用,是生物医药产业集群发展的重要驱动力。生物医药产品本身高技术的特点决定了其需要更长的研发时间、更庞大的资金支持。因此,本文假设金融发展对生物医药产业集聚有显著的促进作用,并以各地生物医药企业科技活动经费筹集额中金融机构贷款占全国金融机构贷款的比重来衡量某地的金融发展水平 (FD)。

### 2.3 数据来源

本文在实证分析中所使用的样本包括除香港、澳门特别行政区和台湾地区以外的 31 个省、自治区、直辖市。基础数据主要来源于 2006—2012 年《高新技术统计年鉴》《卫生统计年鉴》和《中国统计年鉴》。所有输出结果都由 OpenGeoDa1.2.0 自动完成。

## 3 模型的估计与检验

根据上文分析,建立以生物医药产业集聚度 (用区位熵度量表示) 为被解释变量的回归方程:

$$LQ_i = \beta_0 + \beta_1 FIRM_i + \beta_2 HK_i + \beta_3 CC_i + \beta_4 FS_i + \beta_5 FD_i + \varepsilon_i \dots\dots\dots (4)$$

式中,  $LQ_i$  表示第  $i$  个省份生物医药产业区位熵,  $\beta$  为回归参数,  $i$  为 1、2、...、31 个省份,  $\varepsilon_i$  为随机误差项。

### 3.1 全局空间自相关分析

为检验我国生物医药产业集聚的空间相关性,计算各年的 Moran's I 指数值。计算和检验结果见表 1。

表 1 2005—2011 年的 Moran's I 指数及其 Z 值

Tab 1 Moran's I and Z-value from 2005 to 2011

项目	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年
Moran's I	0.721	0.729	0.743	0.793	0.569	0.821	0.821
Z	10.889	13.162	13.683	13.527	9.361	14.926	14.134
P	0.013	0.019	0.017	0.012	0.012	0.012	0.011

表1中,各年度的Moran's I指数值均大于0,且P值小于0.05,表明我国31个省域的生物医药产业集聚现象在空间上的正自相关关系十分显著。也就是说,我国省域生物医药产业的发展在空间分布上趋于集聚,即具有较高生物医药产业集聚度的省区相互靠近。由此表明,我国省域生物医药产业的发展存在显著的空间集聚现象。

### 3.2 局部空间自相关分析

OpenGeoDa软件输出Moran's I散点图见图1、图2。

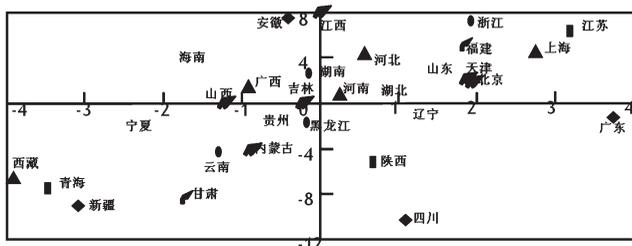


图1 2012年各省(区、市)生物医药产值的Moran's I散点图  
Fig 1 Moran's I scatter diagram of biopharmaceutical production in each province (autonomous region, city) in 2012

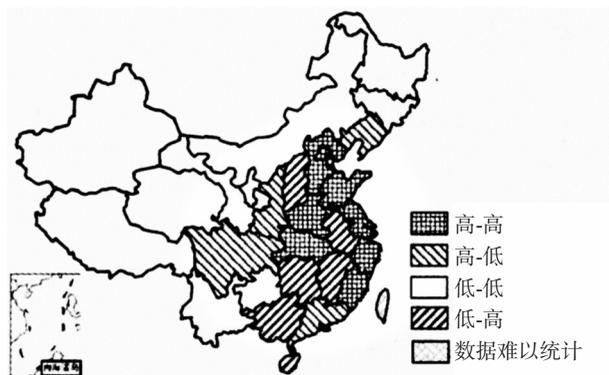


图2 Moran's I散点图在地图上的直观表现  
Fig 2 Visual display of Moran's I scatter diagram on the map

由图1可知,较多省份位于第一象限和第三象限,二者省份数之和超过了总省份数的2/3,这说明我国生物医药产业主要以高-高聚集和低-低聚集分布,同时也证实了Moran's I指数计量得出生物医药产业的地理分布存在正向空间依赖的结论。

由图2可以看出,华东地区的江苏、浙江、上海以及环渤海地区的北京、天津、河北、山东等省(市),处于生物医药产值高-高的聚集区,其产值高于全国平均水平,如目前发展良好的上海张江生物科技园、北京中关村生命科学园等;华东腹地的江西、安徽以及广东周边的湖南、海南和广西,则处在低-高聚集区,其自身的生物医药产业发展水平不高,与周边高产出区相比有一定差距;广东、辽宁、四川等省位于高-低分布区,虽然其生物医药产值都高于全国平均水平,但周边省域生物医药产业发展水平的加权平均值并不高;其余的广大西部地区均处在低-低聚集区,其自身的生物医药产业发展水平较低,同时周边省区的生物医药发展水平也都低于全国平均水平。

### 3.3 空间计量经济模型的选择

在证明我国生物医药产业极强的空间自相关性的基础上,还需要对其拟合合适的模型进行实证检验和估计。利用OpenGeoDa软件进行空间依赖性检验的结果见表2。

表2 省域区位熵的空间依赖性检验结果

Tab 2 Test results of spatial dependence of LQ

检验项	自由度	数值	P
LMLag	1	3.135	0.064
R-LMLag	1	0.125	0.742
LMErr	1	6.463	0.013
R-LMErr	1	3.351	0.072
Lagrange Multiplier(SARMA)	2	6.578	0.038

从表2可以看出,LMErr和LMLag均通过了略微放松后的显著性检验( $P < 0.10$ )。相较于LMLag,LMErr的P值更小,因此LMErr的统计学意义更显著;且R-LMErr的P值为0.072,统计学意义显著;而R-LMLag的P值0.742,统计学意义不显著。因此,使用SEM更为恰当。

### 3.4 SEM的回归分析结果

确定使用SEM后,对我国生物医药产业集聚度(区位熵)及其影响因素进行回归分析,回归结果通过OpenGeoDa软件输出见表3。

表3 回归分析结果

Tab 3 Result of regression analysis

变量	系数	标准误	Z
常数项	0.435	0.278	1.467
FIRM	0.897***	0.095	9.203
HK	6.617**	2.859	2.350
CC	2.361*	1.274	1.775
FS	2.483*	1.382	1.436
FD	6.438**	2.742	2.610
	0.949***	0.028	22.810

注:“\*\*\*、\*\*、\*”分别表示通过1%、5%、10%水平下的显著性检验

Note: “\*\*\*, \*\*, \*” represent that passing significance test as coefficient reach 1%, 5% and 10%, respectively

通过表3可以看出,在本文假设的5个影响生物医药产业集聚的空间因素中,FIRM通过了1%水平下的显著性检验, HK、FD通过了5%水平下的显著性检验,CC、FS通过了10%水平下的显著性检验。FIRM、HR、CC、FS、FD每提高1%,生物医药产业集聚水平相应地提高0.897%、6.617%、2.361%、2.483%和6.438%,说明产业差异、人力资本水平、市场消费需求、政府支持程度以及金融发展水平确实对生物医药产业集聚存在正向影响。

## 4 讨论

本文将空间因素纳入到我国生物医药产业集聚的研究当中,利用空间计量经济模型实证验证了产业差异、人力资本、市场需求、政府支持、金融水平等因素对集聚的影响。研究结果表明,我国生物医药产业存在较明显的空间集聚性和空间正相关性,邻接地区的生物医药产业发展水平对本地区有较明显的影响。这与我国政府对于生物医药产业园区的引导建立密切相关。各地政府通过大量的优惠政策以及资金支持吸引生物医药企业在划拨的区域内集中,希望通过企业的集聚,发挥互利共赢的优势,促进创新,以实现产业的整体发展。生物医药企业科技活动经费筹集额中政府资金每提高1%,产业集聚度就增加2.48%,也进一步说明了政府的引导和规划对生物医药产业集聚的重要影响。

另外,人力资本水平是推动生物医药产业集聚最主要的因素。实证结果表明,生物医药产业从业人员每增加1%,生

物医药产业集聚度提高6.617%。生物医药产业是高技术、高投入、高收益的代表性产业,其发展的根本动力在于创新,而创新与人才密不可分。只有不断引进和培养掌握先进技术和知识的高素质人才,才有可能为生物医药产业的创新提供源泉。但目前我国医药产业整体上创新能力都偏低,以仿制为主,就更加需要重视人才。基于这些研究结论,笔者提出如下建议。

#### 4.1 加强政府的科学引导

根据模型结论可以看出,合理的政府引导对生物医药产业集聚发展有显著的推动作用。而当前虽然正在形成越来越多的产业园区,但由于政府引导集聚的方式单一,集聚投入的资金不足,生物医药产业集聚并没有形成完善的发展体系,产业园区日益趋于同质化。全国各个省市经济发展水平、生物医药产业发展情况、医药资源各不相同,但建立起的生物医药产业园区却大同小异,各产业园区发展目标、发展模式相同或相近,很多园区定位不清晰、缺乏自身特色,仍停留于传统医药产品、仿制产品上。因此,政府应当加强引导各产业园区发现自身特色及优势,鼓励创新,明确集聚发展方向,避免陷入雷同的境地;对于效益较差、不能带动地方经济发展的产业园区,应当建立长短期效益考察以及退出机制,以防止盲目建设、浪费资源。

#### 4.2 重视人才资源,培养高水平人才队伍

优秀的人才资源是生物医药产业集聚获得持续健康发展的核心依托,目前各大生物医药产业集聚区也往往集中在人才资源丰富的地区。在广泛利用人才资源的基础上,更应当结合企业需求,注重挖掘资源效率与匹配度,培养和吸引真正适合于生物医药企业发展、提高生物医药产业集聚有效性的人才。一方面,可以通过各大学院校、科研院所建立人才培养基地,不只加强对生物医药技术的培训,而是把着力点放在全方位人才的培养上。另一方面,还可以通过更先进的研究设备、更丰富的研发资金、更舒适的工作环境来吸引更多海外优秀人才的加入。

#### 4.3 建立各生物医药产业集聚区的联动机制

应当充分利用我国生物医药产业集聚显著的空间相关

性,相邻产业集聚区之间的相互影响作用明显。应建立各生物医药产业集聚区的联动机制,增加各区之间的交流与合作,博采众长,促进各个生物医药产业集聚区的共同发展。在发展初期,可以由政府作为各生物医药产业集聚区的联系纽带,举办发展交流会议,分享发展成果,促进相互之间的贸易往来,从科研及经济上增强各产业集聚区的企业实力;在发展成熟后,政府应逐步退出主导地位,各产业集聚区在市场的作用下自觉维护这种联动机制,促进合作与合理竞争。

#### 参考文献

- [1] Erden Z, von Krogh G. Clusters in the biopharmaceutical industry: toward a new method of analysis[J]. *Drug Discovery Today*, 2011, 16(9): 450.
- [2] Gilding M. The tyranny of distance: biotechnology networks and clusters in the antipodes[J]. *Research Policy*, 2008, 37(6): 1 132.
- [3] Chiaroni D, Chiesa V. Forms of creation of industrial clusters in biotechnology[J]. *Technovation*, 2006, 26(9): 1 064.
- [4] 郭冬梅,王英,赵静.我国医药产业集聚的现状和特点分析[J]. *中国药房*, 2012, 23(9): 781.
- [5] 黄霞.国家生物产业基地“星火燎原”[J]. *中国科技投资*, 2012(12): 16.
- [6] 张萃,赵伟.产业区域集聚研究:新经济地理学的理论模型和实证命题[J]. *人文地理*, 2011(4): 23.
- [7] 刘聪粉,柯大钢,张瑞荣.基于Geoda095i的陕西省人口分布空间统计分析[J]. *西北人口*, 2008, 29(6): 7.
- [8] 欧元明,周少甫.碳排放对城镇居民医疗保健支出的影响[J]. *中国卫生经济*, 2013, 32(11): 8.
- [9] 任英华,游万海,徐玲.现代服务业集聚形成机理空间计量分析[J]. *人文地理*, 2011(1): 82.
- [10] 姚德龙.中国省域工业集聚的空间计量经济学分析[J]. *统计与决策*, 2008(3): 123.

(收稿日期:2014-04-10 修回日期:2014-06-12)

(编辑:杨小军)

## 国家卫生和计划生育委员会副主任王培安出席第五届发展中国家非政府组织人口与生殖健康能力建设国际研讨会

**本刊讯** 第五届发展中国家非政府组织人口与生殖健康能力建设国际研讨会于2014年12月16日至17日在江苏太仓召开。本届研讨会以“非政府组织在贯彻2014年后国际人发大会行动纲领后续行动中的作用”为主题,围绕国际人口大会2014年后后续行动、伙伴关系建立、非政府组织能力建设和资源筹集等4个专题进行了研讨。国家卫生计生委王培安副主任出席会议并讲话。印度尼西亚国家人口计生委主任、国际人口方案管理委员会主席法斯里·贾拉勒教授,马来西亚国家人口和家庭发展委员会主任西蒂·伊斯梅尔女士,国际计划生育联合会南亚地区主任安吉丽·森博士,以及来自亚太地区12个国家人口、计划生育和生殖健康领域的非政府组织代表、专家学者共30余人参加了此次研讨会。

王培安副主任在闭幕致辞中指出,中国政府一直强调在人口与发展领域同非政府组织建立合作伙伴关系的重要性,重视发挥非政府组织在贯彻落实国际人发大会行动纲领中的重要作用。近年来,中国在人口和计划生育领域的非政府组织得到了长足发展,取得了显著成绩。促进包括非政府组织在内的南南合作一直是中国人口与发展领域国际交流与合作的重要内容。中国政府愿意与非政府组织建立长期的合作伙伴关系,共同应对形势的变化和各种新出现的问题与挑战。

本届研讨会由国家卫生计生委与国际计划生育联合会、国际人口方案管理委员会和中国计生协联合主办,由中国生殖健康家庭保健培训中心承办。